

Ⅱ. 研究活動状況

CURRENT RESEARCH ACTIVITIES

メディア・コンテンツラボ	Media Contents Lab.	
原島・苗村研究室	Harashima & Naemura Laboratory	22
相澤・山崎研究室	Aizawa & Yamasaki Laboratory	32
知能インターフェース	Intelligent Human-Computer Interface Lab.	
石塚研究室	Ishizuka Laboratory	38
広瀬(啓)・峯松研究室	Hirose & Minematsu Laboratory	43
杉本研究室	Sugimoto Laboratory	51
ネットワークラボ	Network Lab.	
浅見研究室	Asami Laboratory	54
相田研究室	Aida Laboratory	56
江崎研究室	Esaki Laboratory	58
森川研究室	Morikawa Laboratory	61
コンピューティングラボ	Computing Lab.	
近山・田浦研究室	Chikayama & Taura Laboratory	69
坂井・五島研究室	Sakai & Goshima Laboratory	74
伊庭研究室	Iba Laboratory	79
システム・エレクトロニクスラボ	System Electronics Lab.	
柴田・三田研究室	Shibata & Mita Laboratory	82
浅田・池田・名倉研究室	Asada, Ikeda & Nakura Laboratory	88
藤田研究室	Fujita Laboratory	92
藤島研究室	Fujishima Laboratory	95
竹内研究室	Takeuchi Laboratory	98
フォトンクス&ワイヤレスラボ	Photonics and Wireless Lab.	
保立・何研究室	Hotate & He Laboratory	100
廣瀬(明)研究室	Hirose Laboratory	106
山下研究室	Yamashita Laboratory	112
量子フォトンクスラボ	Quantum Photonics Lab.	
大津・八井研究室	Ohtsu & Yatsui Laboratory	115
菊池・五十嵐研究室	Kikuchi & Igarashi Laboratory	119
中野・種村研究室	Nakano & Tanemura Laboratory	123
ナノ物理・デバイスラボ	Nanophysics and Devices Lab.	
高木・竹中研究室	Takagi & Takenaka Laboratory	134
田中研究室	Tanaka Laboratory	142
田畑研究室	Tabata Laboratory	150
杉山研究室	Sugiyama Laboratory	154
加藤研究室	Kato Laboratory	161
プラズマ・エネルギーフロンティアラボ	Plasma and Energy Frontier Lab.	
小田・小野(亮)研究室	Oda & Ono Laboratory	162

日高・熊田研究室	Hidaka & Kumada Laboratory	.....	166
小野(靖)研究室	Ono Laboratory	.....	174
エネルギーシステム・制御ラボ Energy Systems and Control Lab.			
山地研究室	Yamaji Laboratory	.....	178
堀研究室	Hori Laboratory	.....	184
横山研究室	Yokoyama Laboratory	.....	187
大崎研究室	Ohsaki Laboratory	.....	191
古関研究室	Koseki Laboratory	.....	195
馬場研究室	Baba Laboratory	.....	198

原島・苗村研究室
Harashima・Naemura Laboratory
(<http://www.hc.ic.i.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況 Current Research Projects

1. ヒューマンコミュニケーションメディア

原島 博・苗村 健・田中 崇・
大谷 智子・高橋 桂太・笈 康明・橋田 朋子

Human Communication Media
H.HARASHIMA, T.NAEMURA,
T.TANAKA, T.OHTANI, K.TAKAHASHI,
Y.KAKEHI and T.HASHIDA

コンピュータと映像・音響技術を組み付けたメディア技術が広く普及し、人とコンピュータの関係は大きく変わりつつある。これに伴い、感性情報の処理、現実世界と仮想世界の境界に挑む複合現実感技術、空間を対象とした情報処理・アート・デザイン・インタフェース、人に優しいメディア環境などの話題が注目されるようになってきた。この研究では、その目指す方向、技術課題、メディア社会に与える光と影の問題を論ずるとともに、人間主体の「ヒューマンコミュニケーションメディア」へ至る道を総合的に検討している。

The interaction between human and computer has been drastically changing to a new generation, as the multi-media technologies in which computers and audio-visual technologies are systematically integrated have come into wide use. Moreover, many other promising technologies, such as virtual reality and "Kansei" information processing, are making rapid progress. Considering such a situation, we are studying and investigating the future prospect, technological problems, and the merits and demerits of human communication media designed to be very comfortable for the human.

2. 次世代インタラクティブメディアと感性空間の創出

原島 博・苗村 健・坂井 理笑

Frontier of Next Generation Interactive Media
and Kansei Information Spaces

H. HARASHIMA, T. NAEMURA and R. SAKAI

ヒューマンコミュニケーションメディアにおいて、人とコンピュータをより密接な関係として構造化することは重要である。また、そのための技術課題も多く存在する。本研究では、より人間に近い関係にあるインタラクティブメディア環境の実現に向けて、インタフェースやコンテンツといったハードおよびソフト技術の融合と新たな感性空間の創出を目指している。

It is important to systematize the Human communication media as the human in strong

relation to the computer. To realize this, we have many problems to be solved. In this work, we are studying and investigating not only the hardware but also the software such as the interface and the content for the Human interactive media world. And also, the aim of this work is to combine these technologies and create "Kansei" space.

3. 映像の構造的記述と知的画像符号化

原島 博・苗村 健・
ナイワラ チャンドラシリ

Structural Representation and
Intelligent Coding of Image Sequences
H.HARASHIMA, T.NAEMURA,
and N.P.CHANDRASIRI

映像を中心とするマルチメディア情報の高度で柔軟な処理環境の実現に向けて、映像情報の構造的な分析・記述・合成手法に関する研究を進めている。特に、顔画像を対象とした、実時間で表情情報を抽出・認識する新たな技術や表情合成技術と結び付けて顔画像の知的画像符号化や感性ユーザーインタフェースへの応用を行う研究を行っている。

In order to realize advanced and flexible visual data processing, we are investigating methods for structural analysis, description and synthesis of image sequences. Taking facial image sequences as special targets, novel techniques for real-time analysis and extraction of facial expression information are investigated. They are combined with real time facial expression synthesis techniques for building intelligent image coding applications and, man-machine interfaces based on KANSEI interactions.

4. 顔画像処理と感性コミュニケーション

原島 博・苗村 健・
ナイワラ チャンドラシリ・
中洲 俊信

Facial Image Processing and
"Kansei" Communication
H. HARASHIMA, T. NAEMURA,
N.P.CHANDRASIRI and T.NAKASU

人の顔・表情や身振り・手振りは、感性的な対人コミュニケーションの基本であり、その研究は将来の情報システムや通信システムにおけるヒューマンインタフェースの設計に大きなインパクトを与えるものと予想される。本研究では、画像処理並びにコンピュータグラフィックスの手法を駆使して、顔・表情画像や身振り・手振り画像の動的な分析と合成を行い、併せて、各種の心理学実験を通じて、顔・表情や身振り・手振りによる感性コミュニケーションモデルを構築することを目的としている。また、心理学者などとの共同研究を通じて「顔学」なる

学際的な新分野の開拓を目指している。

Since the facial expressions and gestures are the basics of “Kansei” communication, the progress in this technical field will promote the human interface technologies in the future communication systems. We are examining how to analyze and synthesize images of facial expressions and gestures by utilizing the techniques of image processing and computer graphics. The aim of this work is to construct a “Kansei” communication model in which the facial expressions and gestures will play an important role by several kinds of psychological experiments. We have also opened up the new academic area of “Facial Studies” in cooperation with psychologists and so on.

5. 超臨場感通信へ向けた空間情報の認識・合成・処理

苗村 健・原島 博・
高橋 桂太・笥 康明・橋田 朋子・
田口 裕一・Pham Viet Quoc・李 同夏・
石井 雅人・森本 悠嗣・山本 和明

Light Field Processing for Ultra-Realistic Communication T. NAEMURA, H. HARASHIMA, K. TAKAHASHI, Y. KAKEHI, T. HASHIDA, Y. TAGUCHI, P. V. QUOC, D. LEE, M. ISHII, Y. MORIMOTO and K. YAMAMOTO

より高度な臨場感の記録と伝送を実現するためには、3次元空間情報を対象とした研究が必要不可欠である。本研究では、標本化対象の空間構造に依存しない「光線記述方式」による空間情報の取得・認識・処理・合成方法についての検討を進めている。特に、以下のような研究を行っている。

- (1) 光線記述方式に関する概念の提唱と理論的体系化（空間情報の標本化理論）
- (2) カメラアレイを用いた動空間情報の実時間処理（Video-Based Rendering, All-in Focus Light Field Rendering, Dual Camera Array）
- (3) カメラアレイとインテグラルフォトグラフィを用いた空間共有システム（TransCAIP）
- (4) 数千眼レンズアレイの光学的検討と動空間情報の実時間処理（LIFLET, Mc LIFLET, Dual LIFLET）
- (5) Computational Photography のための可変焦点レンズアレイ（Multi-Focal Compound Eye）
- (6) 光線空間の視点依存符号化と Distributed Coding
- (7) 温度情報を用いたビデオ入力からの人物領域実時間自動抽出（Thermo-key, ThermoScape）
- (8) 統合的コンピュータビジョンとその応用（Internet Vision）

For realizing recordings and transmissions of a better sense of presence, it's indispensable to

advance research on 3-D spatial data processing. We are now studying how to acquire and process 3-D spatial data using a ray-based description that is independent of the structure of 3-D space. Our main research interests are in:

- (1) Proposing a concept of ray-based description (Theoretical study on the sampling of 3-D spatial data)
- (2) Real-time processing of dynamic spatial data using a versatile camera array system
- (3) Space sharing communication system using a camera array and an integral photography
- (4) Optical study of thousands of lenslets array system, and real-time processing of 3-D spatial data with this system
- (5) Computational Photography using auto focus liquid lenses
- (6) View-dependent coding and distributed coding of light fields
- (7) Human region segmentation system from video using thermal information and its applications
- (8) Integration of Computer Vision Technologies

6. 複合現実環境へ向けた実世界とバーチャル世界の融合提示

苗村 健・原島 博・
高橋 桂太・笥 康明・橋田 朋子・
小池 崇文・岩渕 正樹・大口 諒・太田 昌宏・
岸 遼・和田 拓朗

Combining Physical and Virtual Worlds into Mixed Reality Environment T. NAEMURA, H. HARASHIMA, K. TAKAHASHI, Y. KAKEHI, T. HASHIDA, T. KOIKE, M. IWABUCHI, R. OGUCHI, M. OTA, R. KISHI and T. WADA

情報メディアは人を取り巻く環境へと進化しつつある。本研究では、我々が生活する「実世界」と、コンピュータの中に作り出された「バーチャル世界」を統合的に扱う情報環境の実現に向け、さまざまな入力方式・実時間処理・画像合成方式・対話的インタフェース・ディスプレイ装置の研究を進めている。具体的には下記のテーマが挙げられる。

- (1) テーブル型ディスプレイにおけるインタラクションデザインとメディアアート作品への展開（Lumisight Table, through the looking glass, Tablescape Plus, UlteriorScape, ForceTile）
- (2) 光線記述に基づくディスプレイ方式の体系化と超臨場感ディスプレイの実現（BRDF display, Semi-transparent Light Field Display）
- (3) 両面タッチ入力可能な透明ディスプレイ（LimpDual

Touch)

- (4) 可視光通信プロジェクタによる Display-Based Computing の提案とその応用 (EmiTable)
- (5) 光で制御する 3 次元形状ディスプレイ (Photonastic Surface)
- (6) 実物体と映像の混在を可能にする複合現実型空間像ディスプレイ (i-ball)
- (7) 影に彩りや情報を持たせることによる空間の演出 (Graphic Shadow)
- (8) 超音波を用いた実音場の拡張 (u-soul)

In these years, IT media is surrounding us more and more. In this study, we research about various input devices, real-time processing, image composition, interactive interfaces, and displays toward accomplishment of MR environment in which Real-World where we live and Virtual-World made by computers are combined naturally. The details of these researches are as follows:

- (1) Tabletop Interface and its application to Media Art Works
- (2) Ultra-realistic display based on light field notation
- (3) Interactive Limpid Display with Dual-Sided Touch Sensing
- (4) Visible light communication and Display-Based Computing
- (5) 3D shape display controlled by light
- (6) Mixed reality display without eye glasses
- (7) Transforming your shadow into colorful visual media
- (8) Enhancing real sound field by ultrasonic wave

7. デジタルコンテンツ時代に向けた創造支援インタフェース

苗村 健・原島 博・
高橋 桂太・笥 康明・橋田 朋子・
チェン ドミニク・中洲 俊信・成 玲姁・
伊野 浩太・高田 英明・金 延炫

Cultivating Creativity and Designing Digital Content

**T. NAEMURA, H. HARASHIMA,
K. TAKAHASHI, Y. KAKEHI, T. HASHIDA
D. CHEN, T. NAKASU, Y. SEONG, K. INO,
H. TAKATA and J. KIM**

メディア技術の発展により、そこに提示されるコンテンツ技術も新たな時代を迎えようとしている。本研究では、視覚に留まらず聴覚や嗅覚も含めたメディア技術およびデジタルコンテンツの創造支援技術の検討を進めている。具体的には下記のテーマが挙げられる。

- (1) コンピュータを介した音楽表現支援システム (Tempo Primo, otoato)
- (2) インタラクティブな似顔絵作成システム (NIGAO)
- (3) 創造支援型メディア芸術アーカイブ (HIVE)
- (4) 匂いをキーにしたライフログシステム (scentlog)
- (5) 回路キットによる多次創造基盤 (Pri/Pro)
- (6) ひずみ計測を応用したユビキタスイタフェースとメディアアート作品への展開 (Strino Leaves, Log-Log)
- (7) 自由空間点群ディスプレイにおけるコンテンツデザイン (United Points)
- (8) Metaverse システムにおける Augmented Virtuality

With the development of media technologies, it has become a significant issue to design digital content technologies. We are investigating to realize balanced design of media and content technologies including acoustic sense and olfactory sense as well as visual sense. The details of these researches are as follows:

- (1) Proposal of system for supporting musical expressions by making use of players' beat
- (2) Interactive Facial Caricature Drawing System using Genetic Algorithm
- (3) Media art archiving system based on the concept of creative commons
- (4) Olfactory sensing for life-log application
- (5) Multi-derivative platform for electrical circuit units
- (6) Strain-based user interface with tactile of elastic natural objects
- (7) Contents Design for Laser-plasma Scanning 3D Display
- (8) Augmented Virtuality on Metaverse System

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] 高橋 桂太, 苗村 健: ``多眼ステレオ法の周波数解析的な解釈と一般化'', 電子情報通信学会和文論文誌, Vol. J90-D, No. 7, pp. 1726 -- 1728 (2007.7).
- [2] 高橋 桂太, 苗村 健: ``レート-歪み理論から見た多眼画像の間引きと符号化'', 情報科学技術レターズ/第6回情報科学技術フォーラム, Vol. 6, LI-009, pp. 285 -- 288(2007.9).
- [3] 小池 崇文, 及川 道雄, 宇都木 契: ``モアレを低減したインテグラルビデオグラフィ'', 映像情報メディア学会論文誌, Vol.61, No. 6, pp. 814-821 (2007.6).
- [4] 加藤 紀雄, 苗村 健: ``2つの結像系を用いた複合現実型空間立像ディスプレイ'', 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp.323 -- 330 (2007.9).
- [5] 橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫: ``演奏者のテンポ感をいかした音楽表現支援'', 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 12, No. 3, 421 -- 424 (2007.9).
- [6] 北村 匡彦, 苗村 健: ``DMD を用いた空間分割可視光通信: メタメディア情報を埋め込んだ映像投影'', 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp. 381 -- 388 (2007.9). [日本バーチャルリアリティ学会論文賞 受賞]
- [7] 澤田 耕司, 高橋 桂太, 苗村 健: ``色・温度画像を用いたバイズ推定に基づく人物領域抽出の基礎検討'', 映情学誌, Vol.62, No.2, pp.256 -- 261 (2008.2).
- [8] チェン ドミニク, 陰山 直樹, 苗村 健: ``HIVE : 多次創造性基盤としてのメディア・アート・アーカイヴ'', 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 12, No. 3, pp.365 -- 374 (2007.9).
- [9] 中洲 俊信, チャンドラシリ N.P., 苗村 健, 原島 博: ``対話型似顔絵作成システム NIGAO'', 映像情報メディア学会誌, Vol. 61, No. 6, pp. 779 -- 788 (2007.6). [丹羽高柳賞 論文賞 受賞]

国際会議論文

- [10] Keita TAKAHASHI, Takeshi NAEMURA: ``How Does Subsampling of Multi-View Images Affect the Rate-Distortion Performance?, " IEEE Intl. Conf. on Image Processing (ICIP07), Vol. 1, pp. 193 -- 196 (2007.9).
- [11] Takafumi Koike, Takeshi Naemura: ``BRDF Display," ACM SIGGRAPH2007, Posters, D03 (2007.8). [Selected for Student Research Competition Finalist]
- [12] Takafumi Koike, Michio Oikawa, Miho Kobayashi: ``Integral Videography Display with Field Sequential

LCD," Stereoscopic Displays and Applications XIX, SPIE Vol.6803, 680319 (2008.1).

- [13] Yuichi Taguchi, Takeshi Naemura: ``Rendering-Oriented Decoding for Distributed Multi-View Coding System," IEEE Intern. Conf. Image Process. (ICIP 2007), Vol. 1, pp. 213 -- 216 (2007.9).
- [14] Kensuke Ueda, Takafumi Koike, Keita Takahashi and Takeshi Naemura, ``Adaptive IP Imaging with Variable-Focus Lens Array," Stereoscopic Displays and Applications XIX, SPIE Vol. 6803, 68031A (2008.1).
- [15] Toru Ando, Yuichi Taguchi, Takeshi Naemura: ``GPU-Oriented Light Field Compression for Real-Time Streaming," ACM SIGGRAPH2007, Posters, G03(2007.8). [Selected for Student Research Competition]
- [16] Hideo Saito, Hidei Kimura, Satoru Shimada, Takeshi Naemura, Jun Kayahara: ``Technology to Display 3D Contents into Free Space," ASIAGRAPH (2007.10).
- [17] Hideo Saito, Hidei Kimura, Satoru Shimada, Takeshi Naemura, Jun Kayahara, Songkran Jarusirisawad, Vincent Nozick, Hiroyo Ishikawa, Toshiyuki Murakami, Jun Aoki, Akira Asano, Tatsumi Kimura, Masayuki Kakehata, Fumio Sasaki, Hidehiko Yashiro, Masahiko Mori, Kenji Torizuka, Kouta Ino: ``Laser-Plasma Scanning 3D Display for Putting Digital Contents in Free Space," SPIE Stereoscopic Displays and Applications XIX, SPIE Vol. 6803, 680319 (2008.1).
- [18] Yasuaki Kakehi, Takeshi Naemura and Mitsunori Matsushita: ``Tablescape Plus: Interactive Small-sized Displays Upstanding on Tabletop Display," 2nd Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human- Computer Systems (Tabletop 2007), pp. 155 -- 162 (2007.10).
- [19] Yasuaki Kakehi, Motoshi Chikamori and Kyoko Kunoh: ``hanahana: An Interactive Image System Using Odor Sensors," ACM SIGGRAPH2007, Posters (2007.8)
- [20] Tomoko Hashida, Takeshi Naemura and Takao Sato: ``A System for Improvisational Musical Expression Based on Player's Tempo," New Interfaces for Musical Expression (NIME2007), pp. 407 -- 408 (2007.6).
- [21] Sho Kimura, Masahiko Kitamura, Takeshi Naemura: ``EmiTable: A Tabletop Surface Pervaded with Imperceptible Metadata," 2nd Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems(Tabletop 2007), pp. 189 -- 192 (2007.10).
- [22] Dominique Chen, Naoki Kageyama, and Takeshi Naemura: ``HIVE: a Media Art Archive as a Multi-Derivative Creativity Platform," Ubiquitous Media: Asian Transformations (U-MAT) (2007.7).
- [23] Dominique Chen, Ken Suzuki: ``Remix on Wikipedia,

Remix with Wikipedia," Wikimania2007, (2007.8).

- [24] Dominique Chen: "HIVE: Practical Study on Social Creativity through Commons-Based Peer Production," re:place2007, Online Archives of Media Art," Contextualisation, Metadata, Translation," Panel II: "Community vs Institution", (2007.11).
- [25] Dominique Chen: "The Critical Point of the Commons and Digital Prochronism," VideoVortex, Institute of Network Culture, Amsterdam, the Netherlands, (2008.1).
- [26] Sho Amano, Makoto Iida, Takeshi Naemura: "Strino Leaves," ASIAGRAPH (2007.10).
- [27] Sho Amano, Eriko Shiraya, Makoto Iida, Takeshi Naemura: "Log-Log," ASIAGRAPH (2007.10).
- [28] Sho Amano, Makoto Iida, Takeshi Naemura, Hiroyuki Ota: "Strain-based User Interface Using a Wooden Balance Beam," IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI2008), pp. 39--42 (2008.3).

著書

- [29] 原島 博 (共同執筆): "たかが絵本、でもその裏には...", 日本産業デザイン振興会編「私が選んだ一品 (鼠の巻)」グッドデザイン賞審査委員コメント集 ⑦, 阪急コミュニケーションズ (2008.2).
- [30] 小池 崇文(分担執筆): "第6章 14節 レンズアレイ製造", 泡コントロールと消泡・脱泡事例集, 技術情報協会, pp. 227 -- 231 (2007.11).

総説・解説論文

- [31] 原島 博: "夜目・遠目・笠のうち.....", 日本顔学会誌, Vol.7, No.1, pp.1 -- 2(2007.9).
- [32] 原島 博: "未来の歴史書に、いまはどう書かれるか?", 電子情報通信学会誌創刊 1000 号記念特集「夢、創、想、感」, Vol.90, No.9, pp.740 -- 741 (2007.9).
- [33] 原島 博: "特集／顔の科学 なぜ顔学なのかー日本顔学会の試みー", 理大 科学フォーラム, Vol.24, No.12, pp.2 -- 6(2007.12).
- [34] 原島 博, 土井 美和子: "情報技術が えるアートとコンテンツの世界ー編集にあたってー", 情報処理学会誌, Vol.48, No.12, p.1318 (2007.12).
- [35] 原島 博: "トップは語る: 原島博超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム会長に聞く", 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.1, pp.巻頭 1 -- 9 (2008.1).
- [36] 苗村 健, 渡邊 淳司, 山下 淳: "「アート&エンタテインメント」特集号刊行にあたって", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.223 -- 224(2007.9).
- [37] 苗村 健, 木田 巧, チェン ドミニク: "特集: サイバースペースを生きる バーチャルとリアルとの連動を

支える基盤技術", 日本バーチャルリアリティ学会誌, vol. 13, no. 1, pp. 18 -- 22 (2008. 3).

- [38] 高橋 桂太, 苗村 健: "多眼カメラ画像群からの実時間自由視点画像合成--視点依存奥行推定による高速アルゴリズムの検討--", 画像ラボ (日本工業出版), Vol.18, No. 5, pp.16 -- 20 (2007.5).
- [39] 小池 崇文, 及川 道雄, 宇都木 契: "モアレを低減したインテグラルビデオグラフィディスプレイ", 画像ラボ (日本工業出版), vol. 18, No. 11, pp. 67-71 (2007.11).
- [40] 中洲 俊信, チャンドラシリ N.P., 苗村 健, 原島 博: "対話型似顔絵作成システム NIGAO", 画像ラボ (日本工業出版), Vol. 19, No. 1, pp. 25 -- 28 (2008.1).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [41] 苗村 健: "先端技術ショーケース'07ー未来のアー ト表現のためにー", 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム, P2-1 (2007.6).
- [42] 高橋 桂太, 苗村 健: "実写に基づく画像合成技術の東大 IRT 拠点における展開", 第 25 回ロボット学会学術講演会 展開セッション 24 少子高齢社会と人を支える IRT 基盤の創出プロジェクト, 1L33 (2007.9).
- [43] 高橋 桂太, 苗村 健: "Plenoptic Sampling 再考 --視差精度が視点補間の品質に与える影響について--", 映像メディア処理シンポジウム(IMPS2007), I-2.02, pp. 27 -- 28 (2007.11). [ベストポスター受賞]
- [44] 高橋 桂太, 苗村 健: "多視点画像技術の信号処理的枠組みに向けて", 信学技報 PRMU2007-281, Vol. 107, No. 539, pp. 231 -- 238 (2008.3).
- [45] 小池 崇文, 高橋 桂太, 苗村 健: "点像分布関数を用いた光線情報記述法の提案ー3 次元ディスプレイの体系的記述に向けてー", 3 次元画像コンファレンス 2007, 6-2, pp.89 -- 92 (2007.7).
- [46] 小池 崇文, 苗村 健: "BRDF ディスプレイ", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 1C1-4 (2007.9).
- [47] 小池 崇文, 苗村 健: "Integral Photography を用いた 3D/BRDF/HDR 表現の基礎検討", 映像メディア処理シンポジウム(IMPS2007), I2-19, pp. 61 -- 62 (2007.11).
- [48] 田口 裕一, 高橋 桂太, 苗村 健: "ネットワークカメラアレイを用いた実時間全焦点自由視点映像合成システム", 信学技報 PRMU2007-258, Vol. 107, No. 539, pp. 79 -- 86 (2008.3).
- [49] 上田 健介, 小池 崇文, 高橋 桂太, 苗村 健: "Adaptive IP Imaging の基礎検討", 映メ年次大会, 2-7 (2007.8).
- [50] 上田 健介, 小池 崇文, 高橋 桂太, 苗村 健: "Adaptive IP Imaging における自由視点画像合成の

- 検討", 日本バーチャルリアリティ学会年次大会, 1C1-6(2007.9). [学術奨励賞 受賞]
- [51] 上田 健介, 小池 崇文, 高橋 桂太, 苗村 健: "Adaptive IP Imaging の理論的検討", 映像メ学会立体映像技術研究会, 映情学技報 3DIT2007-36, Vol. 31, No. 48, pp. 1 -- 4 (2007.10).
- [52] 安藤 徹, 田口 裕一, 苗村 健: "グラフィックスプロセッサを用いた 3 次元空間情報の実時間符号化手法の検討", 3 次元画像コンファレンス 2007, 4-3, pp. 67 -- 70(2007.7).
- [53] 伊野 浩太, 苗村 健: "レーザープラズマ方式自由空間点群ディスプレイにおける 3 次元コンテンツ制作の基礎検討", 信学技報 MVE2007-84, vol. 107, no. 554, pp. 19 -- 23 (2008.3).
- [54] 王 金戈, 田口 裕一, 高橋 桂太, 苗村 健: "実時間自由視点画像合成のためのカメラレイシステムの構築とキャリブレーション手法の検討", 3 次元画像コンファレンス 2007, P-1, pp. 97 -- 100 (2007.7).[優秀論文賞受賞]
- [55] 太田 昌宏, 小池 崇文, 苗村 健: "3 次元ディスプレイとアフォーカル系を併用した空中像提示手法の基礎検討", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 2C2-1(2007.9).
- [56] 太田 昌宏, 小池 崇文, 高橋 桂太, 苗村 健: "3 次元ディスプレイの見え方に関する光線情報記述法の基礎検討", 映像メ学会立体映像技術研究会, pp.31 -- 34 (2008.3).
- [57] 石井 雅人, 高橋 桂太, 苗村 健: "多眼画像の間引きと符号化特性に関する基礎実験", 画像符号化シンポジウム(PCSJ2007), P-5.01, pp. 63 -- 64 (2007.11).
- [58] 谷川 智洋, 檜山 敦, 高橋 桂太, 田川 和義, 唐山 英明, 廣瀬 通孝: "東大 IRT 拠点におけるサイバーインタフェース研究", 第 25 回日本ロボット学会学術講演会, 1L31,(2007.9).
- [59] 横山 大作, 杉 正夫, 高橋 桂太, 山崎 公俊, 檜山 敦, 花井 亮, 森 武俊: "ライフログ画像からの日用品画像抽出と提示の試み", 第 25 回日本ロボット学会学術講演会,1L28, (2007.9).
- [60] 田中 克典, 高橋 桂太, 檜山 敦, 谷川 智洋, 廣瀬 通孝: "内装模様を使った視点位置計測情報に基づく実写多眼画像を用いた自由視点画像合成システムの構築", ヒューマンインタフェース研究会 (2007.11).
- [61] 小林 美保, 小池 崇文, 宇都木 契, 及川 道雄, 山崎 眞見, "裸眼立体視ディスプレイと距離センサを用いたキャラクタインタラクションシステム", 映像メ学会立体映像技術研究会, pp. 47 -- 50 (2007.06).
- [62] 小林 美保, 小池 崇文, 及川 道雄, "裸眼立体視ディスプレイと加速度センサによるキャラクタとのインタラクション", エンタテインメントコンピューティング 2007, pp. 253 -- 254 (2007.10).
- [63] 及川 道雄, 小林 美保, 小池 崇文, 宇都木 契, 山崎 眞見, "インタラクティブ裸眼立体視ディスプレイ", 三次元映像のフォーラム, 第 82 回研究会, pp.33 -- 37(2007.12).
- [64] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: "映像メディアとスクリーンの先端技術がアートに—Tablescape Plus < ver. ice world >—", 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム,P2 -- 3 (2007.6).
- [65] 寛 康明, 近森 基, 久納 鏡子: "hanahana: 香り入力と映像を結ぶインタラクティブアート", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 3A2-2 (2007.9)
- [66] 寛 康明, 苗村 健: "対面型エンタテインメントのための卓上オブジェクトへの映像投影", エンタテインメントコンピューティング 2007, pp. 23 -- 26 (2007.10). [エンタテインメントコンピューティング 2007 優秀論文賞 受賞]
- [67] 木村 翔, 北村 匡彦, 苗村 健: "EmiTable: 映像と連携してメタ情報を発信するテーブル型ディスプレイ", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, T02,(2007.9).[学術奨励賞 受賞]
- [68] 木村 翔, 寛 康明, 高橋 桂太, 苗村 健: "可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いたユビキタス情報環境の基礎検討", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 2C2-5, (2007.9).
- [69] 木村 翔, 寛 康明, 高橋 桂太, 苗村 健: "可視光通信プロジェクタと高速度カメラを用いたユビキタス情報環境におけるインタラクション", インタラクション 2008, pp.169 -- 170 (2008.3).
- [70] 吉野 祥之, 苗村 健: "u-soul silent music player : 超音波を用いた空間的な音楽演出システム", 情処研報, Vol. 2007, No. 81, 2007-MUS-71, p. 131 (2007.8).
- [71] 吉野 祥之, 苗村 健: "u-soul applications: 超音波を用いた空間的な音像提示システムの応用", 信学技報 MVE 2007-86, pp.25--30 (2008.3).
- [72] 岩渕 正樹, 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: "Tablescape Plus における多様なオブジェクトへの映像投影手法の提案", 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 1C2-3(2007.9).
- [73] 岩渕 正樹, 寛 康明, 苗村 健: "両面タッチ入力可能な透明インタラクティブディスプレイの基礎検討", インタラクション 2008, pp. 171 -- 172 (2008.3).
- [74] 大口 諒, 谷田 英生, 寛 康明, 高橋 桂太, 苗村 健: "可視光通信プロジェクタを用いた 3 次元形状ディスプレイの基礎検討", 信学技報 MVE2007-86, pp.31--35 (2008.3). [第 6 回 MVE 賞 受賞]
- [75] 澤田 耕司, 高橋 桂太, 苗村 健: "色・温度画像を用いたベイズ推定に基づく人物領域抽出の基礎検討", 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム, 4-5, (2007.6).

- [76] ファン ヴェト クォク, 高橋 桂太, 苗村 健: ``グラフカットを用いた色・温度画像からの人物領域抽出の基礎検討'', 映像メディア処理シンポジウム (IMPS2007), I-2.01, pp. 25 -- 26 (2007.11).
- [77] 松田 昌史, 高塚 陽亮, 松下 光範, 苗村 健, 大坊 郁夫: ``集団課題解決における他者の存在感の影響 -- 他者の姿が課題解決を阻害する事例 --'', 信学技報 HCS2007-62 (2007.11).
- [78] チェン ドミニク: ``Creative Commons におけるオーバーライド・ストラテジーについて'', 第一回社会市民メディア研究会 (東京大学濱田研), (2007.10).
- [79] チェン ドミニク: ``コモンズからプロクロニズムへ'', 明治大学デジタル・コンテンツ研究会, (2008.1).
- [80] 中洲 俊信, 苗村 健, 崔 昌石, 原島 博: ``似顔絵作成における誇張の個人差に関する基礎検討'', 第12回日本顔学会大会, O-5-4, pp.227(2007.9).
- [81] 中洲 俊信, 苗村 健, 崔 昌石, 原島 博: ``似顔絵作成における経験者および初心者の誇張表現に関する考察'', 信学技報 MVE2007-70, pp. 13 -- 18 (2008.1).
- [82] 成 玲ア, 箕 康明, ドロネー・ジャン・ジャック, 苗村 健: ``匂いセンサを用いたライフログシステムの基礎検討'', 第3回デジタルコンテンツシンポジウム, 4-3 (2007.6).
- [83] 成 玲ア, 箕 康明, ドロネー・ジャン・ジャック, 苗村 健: ``匂い情報をキーとする体験映像記録・閲覧システムの検討'', ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.9, No.4, pp. 51 -- 56 (2007.11).
- [84] 天野 翔, 飯田 誠, 苗村 健, 太田 裕之: ``重心移動を入力とした平均台型のインタフェース'', 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会, 2A3-5, pp.452 -- 455(2007.9).
- [85] 天野 翔, 飯田 誠, 苗村 健, 太田 裕之: ``Strino インタフェース化技術の無線化と安定化'', 信学技報 MVE2007-92, pp. 67--72 (2008.3).
- [86] クワクボ リョウタ, チェン ドミニク, 苗村 健: ``キットになった電子技術であなたもメディアアート作家に—Pri/Pro—'', 第3回デジタルコンテンツシンポジウム, P2-5 (2007.6).
- [87] 鈴木 康広, 川上 直樹, 苗村 健, 相澤 清晴, 岩井 俊雄, 廣瀬 通孝: ``Digital Public Art Exhibition 木とデジタルテクノロジーが生み出す新しい自然'', 日本バーチャルリアリティ学会第12回大会, 3A2-5 (2007.9).
- [88] 大谷 智子, 永井 淳一, 横澤 一彦: ``空間的注意の中心および周辺領域における色特徴の処理'', Technical Report on Attention & Cognition (日本心理学会 第6回注意と認知研究会資料), No.5 (2008.3).

その他 (出版物)

- [89] 原島 博他: ``そう言えば図工って大切だよな'', 教育美術, No.779, pp.58 -- 61(2007.5).
- [90] 原島 博: ``「文化」と「科学」の不思議な関係'', JST News, Vol.4, No.3, p.10(2007.6).
- [91] 藤幡 正樹, 原島 博: ``なぜいま図工が必要か?'', 美術手帖, pp.177 -- 180(2007.6).
- [92] 原島 博: ``Q & A 先生出番です⑧ なぜ小顔がもてはやされるのですか?'', WEDGE, p.77(2007.7).
- [93] 原島 博: ``あらゆる分野をつなぐ電気で様々な産業に進出できる'', 日経 BP ムック「変革する大学シリーズ」東京大学工学部 2007→2008 年版, pp.108 -- 109 (2007.7).
- [94] 原島 博: ``新しいデジタル文化の創造と発信—科学技術を文化として発信する研究現場直結型ミュージアム'', 文部科学時報特別寄稿, pp.60 -- 61 (2007.8).
- [95] 原島 博: ``Dear Kids, Dear The Earth'', KID EARTH Report, No.037 (2007.8).
- [96] チェン ドミニク: ``混交都市 TOKYO — 都市の優生学に抗うために'', InterCommunication, No. 61, pp. 64 -- 71 (2007.6).
- [97] チェン ドミニク: ``ドミニク・チェン: 『プロクロニズムと都市への適用について』'', 10+1(INAX 出版), No. no.47, pp. 129 -- 135 (2007.6).
- [98] チェン ドミニク: ``ネット公正論—データの逆襲...1 :プロクロニスト・マニフェステーション'', 10+1(INAX 出版), No. 48, pp. 30 -- 38 (2007.9).
- [99] チェン ドミニク: ``ネット公正論—データの逆襲...2 表現の領土性, その生と死の相補性'', 10+1(INAX 出版), No. 49, pp. 30 -- 36 (2007.12).
- [100] チェン ドミニク: ``ネット公正論—データの逆襲...3 :情報生態論—いきるためのメディア'', 10+1(INAX 出版), No. 50, pp. 28 -- 35 (2008.3).

その他 (一般講演)

- [101]原島 博: ``進化するコミュニケーションメディア'', 富士通研究所講演 (2007.4.25).
- [102]原島 博: ``サイエンスプロデューズ'', プロデューズ能力研究会講演 (2007.5.31).
- [103]原島 博: ``超臨場感メディアがめざすもの—体感メディアを超えて—'', 立体映像産業推進協議会4周年記念講演 (2007.6.1).
- [104]原島 博: ``自分の顔と他人の顔—コンピュータで探る顔の秘密'', 日本アンチエイジング歯科学会講座講演 (2007.6.3).
- [105]原島 博: ``ICT 分野の研究開発人材育成'', 情報通信月間特別企画シンポジウム—ICT 技術人材育成の現状と課題— (2007.6.8).

- [106]原島 博: ``ユニバーサルコミュニケーションの時代へ'', 第 1 回ユニバーサルコミュニケーション国際シンポジウム基調講演 (2007.6.14).
- [107]原島 博: ``情報技術は文化を目指すコンテンツが主役となる時代―'', 日本 SGI20 周年記念カンファレンス記念講演 (2007.6.14).
- [108]原島 博: ``表現される顔'', 公開シンポジウム「顔と文化」シリーズ第 2 回基調講演(2007.6.23).
- [109]原島 博: ``心の豊かさの実現'', 科学技術振興機構研究開発戦略センター分野融合フォーラム (2007.7.30).
- [110]原島 博: ``今宵もいい顔で・・・コンピュータで探るいい顔の秘密'', JST イノベーションプラザ宮城仙台サイエンスサロン特別講演 (2007.8.1).
- [111]原島 博: ``いい顔がいいまちをつくる'', 文京区制 60 周年記念事業・東京大学創立 130 周年記念事業, 文の京大いなる学びシリーズ第 1 回講演 (2007.8.6).
- [112]原島 博: ``コンピュータ画像処理で探る顔の秘密'', 第 11 回 Future of Radiology 研究会(2007.11.8).
- [113]原島 博, 藤幡 正樹, 荻宿 俊文, 土佐 直道, 辻 政博, 横内 克之: ``がんばれ図工の時間! はみだすときめき'', 第 46 回東京都図画工作研究大会中央大会シンポジウム(2007.11.9).
- [114]合原 一幸, 下條 信輔, 原島 博: ``デジタルコンテンツは科学となるか'', 科学技術振興機構 CREST シンポパネル討論 (2007.11.19).
- [115]原島 博: ``時代を見る目―なぜいま情報技術なのか?―'', 科学技術と経済の会第 11 期代表者懇談会講演 (2007.12.5).
- [116]茂木 健一郎, 河口 洋一郎, 原島 博: ``芸術と科学はどう結びつくのか?'', 文京区制 60 周年記念事業・東京大学創立 130 周年記念事業, 文の京大いなる学びシリーズ第 2 回サイエンスサロン (2007.12.18).
- [117]坂根 厳夫, 鈴木 康広, 久納 鏡子, 原島 博: ``メディアとテクノロジーの融合―何を生み出したのか、何を生み出すのか'', 第 11 回文化庁メディア芸術祭協賛シンポジウム (2008.2.14).
- [118]原島 博: ``いい顔とは何か?―コンピュータで探る顔の秘密'', 日本陶道会陶宮発表記念講演会特別講演 (2008.2.24).
- [119]藤幡 正樹, 季里, 原島 博: ``感じる、考える、表現する'', ∞のこどもたち展トークサロン, 日本科学未来館(2008.2.24).
- [120]佐伯 胖, 原島 博, 辻 政博, 横内 克之: ``「教える」から「学ぶ」へ、さらにその先に来るもの'', ∞のこどもたち展シンポジウム, 日本科学未来館 (2008.3.2).
- [121]福岡 俊弘, 高橋 洋一, 森山 雅勝, 稲船 敬二, 原島 博: ``成功するネットワークコミュニティのデザインとは?'', 東京大学創立 130 周年記念事業, 情報学環公開シンポジウム(2008.3.8).
- [122]原島 博: ``いい顔とは何か―コンピュータで探る顔の秘密―'', 花王文化講演会(2008.3.13).
- [123]原島 博: ``メディアコンバージェンスと科学技術政策'', 文部科学省科学技術政策研究所(2008.3.18).
- [124]小池 崇文: ``インテグラルフォトグラフィからインテグラルビデオグラフィへ -実在感を再生する立体ディスプレイの実現に向けて-'', 3D テクノロジー・フォーラム, 東京(2007.6).
- [125]小池 崇文: ``インタラクティブな立体ディスプレイとアプリケーション技術'', 次世代ディスプレイ本命! - 立体ディスプレイの技術動向 -, JCH (化学技術戦略推進機構)エレクトロニクス交流会 記録・表示企画グループ講演会, 東京 (2007.12.11).
- [126]チェン ドミニク: ``ニュー・メディアとデジタルの政治学'', ArtInitiativeTokyo, MakingArtDifferent, 2007, (2007.5).
- [127]チェン ドミニク: ``Creative Commons におけるオープン戦略'', デバイス・アート展関連シンポジウム (日本科学未来館) (2007.9).

その他 (特別講義)

- [128]原島 博: ``なぜ、いま IT (情報技術) なのか?―10 年単位、100 年単位、1000 年単位で考える'', 私立麻布学園特別講義 (2007.4.28).
- [129]原島 博: ``サイエンスプロデューサー―顔学の発想、顔学からの発想―'', 同志社大学特別講義, (2007.5.30).
- [130]原島 博: ``サイエンスプロデューサー'', 立命館大学特別講義(2007.6.29).
- [131]原島 博: ``顔学への招待'', 東京藝術大学芸術情報論講義(2007.10.19).
- [132]原島 博: ``顔学への招待'', 新潟大学歯学部特別講義 (2007.12.14).
- [133]苗村 健: ``エンタテインメントと映像メディア'', 上智大学総合講座「ビジュアルリゼーション」 (2008.1.17).
- [134]高橋桂太: ``IRT 技術者のための画像処理入門'', 東京大学 IRT 研究機構 教育プログラム (2008.3.6--7)
- [135]寛 康明: ``日常世界をアートに変える、工学×表現の最先端'', デジタルハリウッドオープンカレッジ (2007.6.20)
- [136]寛 康明: ``日常を彩るメディアデザイン ―映像メディアの先端技術から生まれる表現―'', 慶応義塾大学 SFC デザイン言語ワークショップ 観察・定着特別講義(2007.6.21)
- [137]チェン ドミニク: ``アクティベーション・デザイン

”, 東京工芸大学メディア特論,(2007.7).

- [138]チェン ドミニク: “プロクロニズムに基づく情報設計について”, 慶應大学 SFC 環境情報学部デザイン言語ワークショップ, (2007.12).

その他 (展示)

- [139] 寛 康明, 苗村 健: “through the looking glass”, NTT ICC (インターコミュニケーション・センター) OPEN SPACE 2007 (2007.4.19-2008.3.9).
- [140] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, NTT ICC (インターコミュニケーション・センター) OPEN SPACE 2007 (2007.4.19-2008.3.9).
- [141] plaplax+辻哲郎: “murmur sky”, ICC キッズプログラム 2007 「サウンド×イメージ 音を見て, 映像を聴こう」 展, NTT ICC (2007.7.14-9.2).
- [142] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus < ver. ice world >”, ヨコハマ EIZONE2007 ZONE1 デジタルアート縁日, 横浜赤レンガ倉庫 (2007.7.31-2007.8.5).
- [143] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, 文化庁メディア芸術祭上海展, 上海城市彫塑芸術中心 (2007.8.19-2007.8.26).
- [144] Motoshi Chikamori, Yasuaki Kakehi and Kyoko Kunoh: “hanahana,” Ars Electronica Center Exhibition, Ars Electronica Center (2007.9.5-2008.9)
- [145] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, 文化庁メディア芸術祭徳島展, 四国大学交流プラザ (2007.10.27-2007.11.4)
- [146] 寛 康明, 城 堅誠, 橋田 朋子, 仲谷 正史: “tingle disc”, TECHTILE 展, 東京大学工学部 2 号館展示室 (2007. 11.23-11.27)
- [147] 寛 康明, 仲谷 正史: “メタルT シャツ”, TECHTILE 展, 東京大学工学部 2 号館展示室(2007. 11.23-11.27)
- [148] 寛 康明: “触音”, TECHTILE 展, 東京大学工学部 2 号館展示室 (2007. 11.23-11.27)
- [149] 寛 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, 文京区制 60 周年記念事業 東京大学 130 周年記念事業 文の京・大いなる学びシリーズ アートとサイエンス その不思議な関係 (2007.12.18).
- [150] plaplax+日産自動車: “Me-Boshi”, 200[∞]年目玉商品展, 21_21 DESIGN SIGHT, (2008.1.26-2008.3.16)
- [151] plaplax: “メグスリノキ”, 200[∞]年目玉商品展, 21_21 DESIGN SIGHT, (2008.1.26-2008.3.16)
- [152] 橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫: “Tempo Primo: 演奏者のテンポ感をいかした音楽表現支援システム”, インタラクティブ東京 (2007.9.29-30).
- [153] 橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫: “Tempo Primo”, パナソニックセンター, デジタルアートフェスティバル東京 2007 (2007.12.7 - 11).

- [154] 橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫: “Tempo Primo”, 福岡アジア美術館, Asia Digital Art Award 2007 (2008.1.26 - 2.5). [インタラクティブアート部門入賞]

- [155] チェン ドミニク, 遠藤 拓巳, 松山 真也, 永野 哲久, 舞城 王太郎: “タイプトレース道: 舞城王太郎之巻”, 文学の触覚, 東京都写真美術館 (2007.12.14-2008.2.17).

- [156] 中洲 俊信, N.P. Chandrasiri, 苗村 健, 原島 博: “NIGAO: 対話型 GA を用いた似顔絵作成システム”, 文の京・大いなる学びシリーズ第 1 回 文京区制 60 周年記念事業 東京大学 130 周年記念事業「ひとの顔/まちな顔」トーク&ショーイング, 「似顔絵体験ワークショップ ーぼくの顔, わたしの顔ー」 (2007.8).

- [157] 中洲 俊信 & 似顔絵作成システム NIGAO: “編集後記イラスト”, 週刊サッカーダイジェスト ((株) 日本スポーツ企画出版社), Vol. 917号, (2007.10号継続中).

- [158] 天野 翔, 白谷 栄梨子, 飯田 誠, 苗村 健 (協力: 株式会社 日立製作所 機械研究所, 東京大学 荒川研究室): “ログログ”, デジタルパブリックアート展 「木とデジタル」ーテクノロジーが生み出す“新しい自然”ー, スパイラルガーデン (2007.5.2-5.6).

- [159] 天野 翔, 飯田 誠, 苗村 健: “Strino の葉”, デジタルパブリックアート展 「木とデジタル」ーテクノロジーが生み出す“新しい自然”ー, スパイラルガーデン(2007.5.2-5.6).

- [160] 天野 翔, 白谷 栄梨子, 飯田 誠, 苗村 健 (協力: 株式会社 日立製作所 機械研究所, 東京大学 荒川研究室): “ふしぎな丸太を渡ろう! ログログ”, ICC キッズプログラム 2007 「サウンド×イメージ 音を見て, 映像を聴こう」 展, NTT ICC (2007.7.14-9.2).

- [161] 天野 翔, 白谷 栄梨子, 飯田 誠, 苗村 健 (協力: 株式会社 日立製作所 機械研究所, 東京大学 荒川研究室): “ログログ”, インタラクティブ東京 (2007.9.29-30).

- [162] 天野 翔, 飯田 誠, 苗村 健: “Strino の葉”, TECHTILE 展 (2007.11.23 - 27).

- [163] 天野 翔, 飯田 誠, 苗村 健: “Log-Log”, 文京区制 60 周年記念事業 東京大学 130 周年記念事業 文の京・大いなる学びシリーズ アートとサイエンス その不思議な関係(2007.12.18).

その他 (報道)

- [164] 新聞報道 (原島 博): “がんばれ! 図工の時間”, 毎日新聞, 23 面(2007.4.30).

- [165] 新聞報道 (原島 博): “特集ワイド 2 人の「王子」なぜ人気?”, 毎日新聞(夕刊), 2 面(2007.7.4).

- [166]番組出演(原島 博): ``顔の対称性と魅力", NHK 解体新ショー (2007.12.15).
- [167]新聞報道(原島 博): ``暮らしサプライズ 顔の輪郭決め手 似顔絵にヒント そっくりさん見つけた", 日本経済新聞, 15 面(2008.1.5).
- [168]新聞報道(原島 博): ``ニセモノ社会 表面飾る政治家", 朝日新聞(朝刊), 34 面(2008.1.7).
- [169]取材協力(原島 博): ``アニメ, マンガで科学への夢を一進化遂げる SF 作品", 日刊工業新聞, 19 面(2008.1.7).
- [170]新聞報道(廣瀬通孝, 苗村健): ``現場から 科学と芸術融合 実用性を超えて", 読売新聞(夕刊), 12 面(2007.5.14).
- [171]新聞取材(天野 翔, 苗村 健): ``異次元のささやき 植物の反応 音や光に変換", 東京新聞(朝刊), 28 面(2007.7.25).
- [172]取材協力(天野 翔, 白谷 栄梨子, 飯田 誠, 苗村健): ``特集「21 世紀の ID」 インタラクシオンデザイン熟考 「ログログ」", AXIS 誌, Vol. 130, p. 32 (2007.11).
- [173]新聞取材(木村 翔, 苗村 健): ``ディスプレイ内の画像上に置くと...受信機の画面に情報 東大 観光案内などに用途", 日経産業新聞, 13 面(2007.11.15).
- [174]テレビ取材(橋田 朋子, 苗村 健, 佐藤 隆夫): ``Tempo Primo", NHK BS2 デジタルスタジアム(2007.11.22). [週間ベストセレクション]
- [175]取材協力(寛 康明): ``TOPICS 触覚のデザインをテーマに異なるジャンルの才能が集結!", 装苑 2 月号, p. 40 (2007.12).
- [176]テレビ取材(伊野 浩太): ``United Points", NHK BS2 デジタルスタジアム(2007.10.11). [週間ベストセレクション]
- [177]中洲 俊信: ``Toshiaki NAKASU", zukan.tv -- Video interview, Vol.132, (2007.4).
<http://www.zukan.tv/2007/04/11/toshiaki-nakasu/?by=monthly>
- [178]Web 報道: ``インタラクシオン 2008: 両面からタッチできる透明ディスプレイ”(2008.3.21).
<http://japanese.engadget.com/2008/03/21/dual-touch-translucent-display/>
- [179]Web 報道: ``Virtual Fun!” (2008.3.27)
<http://sonicviz.com/wordpress/2008/03/27/virtual-fun/>

その他(学内表彰)

- [180]吉野 祥之: 情報学環・学際情報学府長賞 受賞
- [181]谷田 英生: 電気系 3 学科優秀卒業論文特別賞 受賞
- [182]吉野祥之: 第 4 回東京大学 IML 賞銀賞 受賞

相澤・山崎研究室
Aizawa & Yamasaki Laboratory
(<http://www.hal.k.u-tokyo.ac.jp/ja/index.html>)

研究現況 Current Research Projects

1. ライフログ体験のマルチメディア情報処理： コンテンツとコンテキストベースの情報処理 相澤清晴, 山崎俊彦, チャミンダデシルバ, プアンパ ーキスィリ ウェーティット, 澤田耕司, 畑田晃希

Life Log: Multimedia Processing for Experiences **K.Aizawa, T.Yamasaki, G.C.Chaminda, K.Sawada,** **W.Puangpakisiri, K.Hatada**

センシングデバイスと情報処理機器の小型化が進み、ウェアラブルなメディアにより個人の体験を長期間記録することが可能になる。人の一生分の映像記録もそれほど遠くない時期に可能になる。その場合、映像を中心とした大容量情報の効率的な検索、要約が大きな課題になる。膨大な体験を処理していくためには、コンテンツのみならずコンテキストを最大限に活用する必要があり、そのデータ取得と処理を検討している。様々な局面でのセンシングを検討している。ユビキタスホームでの家族の記録、移動に基づく個人の行動解析、リーフコード(新しいIDの工夫)について検討を進めた。

We are pioneering a new area that is life log. PCs and medias being improved in their size and capacity. In not a distant future, the entire life of a person will be able to be recorded. Structuring and summarization of huge data of the person's experience captured by various sensors such as video, audio, GPS, acceleration sensors etc. has been investigated. In order to index huge amount of video, data captured by various sensors are used as the context information. Several different cases are being investigated such as those captured by the wearable devices, sensors in Ubiquitous Home. The human activity analysis making use of his mobility, and leaf code for new ID system were investigated.

2. 3次元映像のための圧縮、検索技術

相澤清晴, 山崎俊彦, 徐健鋒, 韓昇龍, 前田崇,
李琳珊, 葛西大佑, 中川卓

3D Video Compression and Indexing Techniques **K.Aizawa, T.Yamasaki, F.Xu, S.R.Han, T.Maeda,** **N.S.Lee, D.Kasai, S.Nakagawa**

実世界を3次元グラフィックオブジェクトとして取込む技術が進展している。動く対象であれば、3次元構造まで含んだ動的な3次元映像が生成できる。3次元映像は、実写であり、インタラクティブであり、自由に視点を変えることができる。しかし、その情報量は膨大で将来3次元ビデオのアーカイブなど利活用をすすめるためには全く新しい技術的な課題が多い。人の舞踊などの3

次元ビデオを対象とし、動的な3次元映像の圧縮、インデクシングのためのセグメンテーション、3次元映像の類似検索、編集、構造的なデータの抽出、動き追跡とセグメンテーションに関する検討を進めている。

We are investigating new technologies for archiving three dimensional video. Three dimensional video is dynamic mesh model with dynamic texture: moving three dimensional objects are captured and modeled for real ones such as a person. Differing from the conventional video, the three dimensional video is manipulated in three dimension. It is real and interactive: view can be easily changed arbitrarily. We are intensively investigating techniques required for archiving a number of three dimensional video: compression, segmentation, content-based retrieval, composition, extraction of structural data, motion tracking etc.

3. Web ページ, CGV の画像処理

相澤清晴, 山崎俊彦, 中平浩二, 前田青
へネ テイシェイラ

Image Processing for Web pages and CGV **K.Aizawa, T.Yamasaki, K.Nakahira, A.Maeda** **Rene Teixeira**

テキストと画像がWebの情報である。ところが、テキストに比べ、画像は全くといっていいほどWebデータの情報処理に活用されていない。(イメージサーチでもテキスト情報を利用している) Webの画像の種類もロゴから自然画像までいくつもの用途、種類の画像が用いられている。画像を中心にWebの多彩な情報処理ができることを検討した。その一つとして、Webページの“見え”に基づく検索の研究を進めた。簡単なスケッチを入力することで、Webページの履歴検索を行うシステムを構築した。

また、YouTubeに代表されるようにCGVがインターネットにあふれてきている。CGVに対して、画像と音響の特徴からキーフレームを提示するシステムを検討した。

We are developing a new approach to Web information processing. WWW information contains mainly text and images. Texts have been analyzed and utilized for various search engines, however, images have been rarely used. Images in WWW widely range from logos, titles and natural images. We are developing a new approach to Web data processing by focusing on Images, which enables to summarize and navigate Web contents in different way. Then, we investigated “view based search” of Web pages, which based on visual features of Web pages. Sketch interface was made to input a simple sketch query to the system.

CGVs are exploding in internet as seen in YouTube. We also investigated key frame extraction for summarization of CGV.

4. 集団, 広域のセンシング

相澤清晴, 山崎俊彦, 味八木崇,
オウグ オストルク, 西岡潔郁

Sensing for People in Wide Area

K.Aizawa, T.Yamasaki, T.Miyaki

O.Ozturk, Y.Nishioka

多数のセンサーのネットワーク化による広域のサーベイランス技術を検討している。ワイヤレス LAN によるネットワークを屋外に広域に展開し, 人物の検出, 追跡についての検証を進めている。セキュリティ応用とアミューズメント応用のシステムを目指している。ある地域での活動への参加を時間を越えて追跡する仕組みについても検討している。無線 LAN による位置検出の併用についても検討している。公道沿いに設置したサーベイランスカメラでの実験を行い, 人の追跡, モニタリング履歴の可視化, 位置履歴に基づく検索を行うシステムを構築した。

Sensing various activities in wide area by using a large number of cameras is being investigated. A wireless LAN network in wide area around the new campus has been developed and a number of cameras are placed in the area. Tracking, transimission are being investigated.

Wireless LAN is also used for the localization of the person. Combination of Wireless LAN and visual tracking is being investigated.

Experiments were done by using cameras set along a public road. Tracking people, visualization of the tracking results and retrieval based on location were investigated.

5. オブジェクトベース電子透かし

相澤清晴, 山崎俊彦

Object based Watermarking

K.Aizawa, T.Yamasaki

オブジェクトベースの電子透かしについての研究を進めた。画像内の特定のオブジェクトの特徴を登録しておくことで, オブジェクト領域同定を信頼性よく行い, その領域に電子透かしを埋め込む。非線形な幾何変換に対してもロバストな埋め込み方式を考案した。

Object based wartermarking has been investigated. Making use of low level features of an object region, the object is detected and the watermark is detected. We demonstrated robustness of our approach. Even if the nonlinear geometric distortion is applied, the watermark is correctly recovered.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

研究論文

- [1] 山崎, 相澤: Modified Shape Distribution 法によるダイナミックメッシュの動きセグメンテーション, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.4, pp.495-501(April 2007).
- [2] D. Tancharoen, W. Puangpakisiri, T. Yamasaki, K.Aizawa: System Development for Capture and Retrieval of Life Log (ライフログの取得と検索のためのシステム構築), 映像メディア学会誌 Vol.61, No.5, pp.681-686 (May 2007).
- [3] J. Xu, T.Yamasaki, K.Aizawa: Summarization of 3D Video By Rate-Distortion Trade-off, IEICE Trans. Information and System, Vol.E90-D, No.9, pp.1430-1438 (Sep. 2007).
- [4] G.C.De Silva, T.Yamasaki, K.Aiazawa: An Interactive Multimedia Diary for the Home, IEEE Computer, Special Issue on Human Centered Computing, Vol.40, Issue5, pp.52-59 (May 2007).
- [5] 味八木, 山崎, 相澤: Wi-Fi 位置推定を併用する広域分散カメラ環境下での人物画像追跡, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.7, pp.1712-1713(July 2007).
- [6] 林, 味八木, 山崎, 相澤: 無線 LAN マルチカメラサーベイランスシステムにおける映像伝送: 画像サイズの動的変更とマルチカメラへの帯域割り当て, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.7, pp.1644-1647 (July 2007).
- [7] 唯野, 山崎, 相澤: 測地線距離による高速かつロバストな 3 次元ビデオからのスケルトン抽出, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.7, pp.1729-1732 (July 2007).
- [8] 久保田, 相澤: 2 層の奥行きシーンの 4 視点取得画像から中心視点画像を直接生成するための視点内挿フィルタ, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D, No.7, pp.1716-1717 (July 2007).
- [9] Datchakorn Tancharoen, Waythit Puangpakisiri, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa: Life Log Platform for Continuous and Discrete Recording and Retrieval of Personal Media, ECTI-EEC Transactions, Vol.5 No.2, pp.165-173 (August 2007).
- [10] 韓, 山崎, 相澤: 拡張ブロックマッチングアルゴリズムを用いた 3 次元映像の圧縮, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.8, pp.1177-1187 (August 2007).
- [11] 山崎, 早瀬, 相澤: レンダリング品質予測モデルに基づく高品質ノーマルマップ圧縮, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.8, pp.1169-1176 (August 2007).
- [12] 山崎俊彦, 相澤清晴: 3 次元表面位置合わせによる

Time-Varying Mesh の動き解析,情報科学技術レターズ, LH-010, pp.241-244 (August 2007).

- [13] 結城 直、浜本 隆之、大井 隆太郎、相澤 清晴: 任意視点画像合成のための多眼撮像システムと距離推定手法, 映像情報メディア学会誌, Vol.61, No.11, pp.1633-1641 (Nov. 2007).
- [14] S-R.Han, T.Yamasaki, K.Aizawa: Time-Varying Mesh Compression Using an Extended Block Matching Algorithm, IEEE Trans. CSVT, Vol.17, Issue11, pp.1506-1518 (Nov. 2007).
- [15] G.C.De Silva, T.Yamasaki, K.Aizawa, Ubiquitous Home: Retrieval of Experiences in a Home Environment, IEICE Trans. Information and Systems, V.91-D, No.2, pp.330-340, (Feb. 2008).
- [16] J. Xu, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Time-Varying Mesh の編集:動きの分解と再合成, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.2, pp.216-221 (2008)
- [17] 古澤徹, 渡井康行, 山崎俊彦, 相澤清晴, 見た目に基づく Web ページ検索のための例示絞り込み検索, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.2, pp.209-215, (2008).
- [18] W. Puangpakisiri, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Environmental Change Detection in Wearble Video, 映像情報メディア学会誌, Vol.62, No.3, pp.442-446, (2008).
- [19] T. Yamasaki and K. Aizawa, Motion Segmentation for Time-Varying Mesh Sequences Based on Spherical Registration, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Special Issue on 3DTV: Capture, Transmission and Display of 3D Video, accepted.
- [20] Jianfeng Xu, Toshihiko Yamasaki and Kiyoharu Aizawa, Motion Editing for Time-Varying Mesh, EURASIP Journal on Applied Signal Processing, Special Issue on 3DTV: Capture, Transmission and Display of 3D Video, accepted.
- [21] Pham Viet Quoc, T. Miyaki, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Robust Object-Based Watermarking using Feature Matching, IEICE Trans. Information and Systems, accepted.
- 国際会議論文**
- [22] T. Yamasaki and K.Aizawa, Highly Efficient VQ-based Normal Map Copression using Quality Estimation Model, IEEE Int. Conf. Audio, Speech and Signal Processing (ICASSP2007), Honolulu, Hawaii IMDSP-P9.6, pp. I-1041-I-1044, (Apr. 15-20, 2007).
- [23] Gamhewage C. de Silva, Steve Anavi, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, A Sensor Network for Event Retireval in a Home-like Ubiquitous Environment, IEEE Int. Conf. Audio, Speech and Signal Processing (ICASSP2007), Honolulu, Hawaii SS-L10.6, pp. IV-1393-IV-1396, Apr. 15-20, 2007.
- [24] Jianfeng Xu, Toshihiko Yamasaki and Kiyoharu Aizawa, Mutual Information in 3D Video, 3DTV Conference (oral), #24, Kos Island, Greece, 2007.
- [25] T.Yamasaki, K.Aizawa, Motion Segmentation for 3D Video based on Spherical Registration, 3DTV Conference (oral), #25, Kos Island, Greece, 2007.
- [26] K.Aizawa, Emerging Issues for Multimedia Analysis and Applications (invited), International Workshop on Multimedia Content Analysis and Mining (MCAM'07) (Multimedia Content Analysis, Management and Mining, Springer LNCS 4577), Shandong University, WeiHai, China, pp.14-15, June 30-July 1 2007.
- [27] K.Aizawa, S-R.Han, T.Yamasaki, 3D Video Compression: Compression of Time Varying Mesh (Invited), First International Symposium on Universal Communicartions, Kyoto, Japan, pp.168-171, Jun. 14,15.
- [28] J.Xu, T.Yamasaki, K.Aizawa, Deformation of Time-Varying Mesh based on Semantic Human Model, IEEE Int. Conf. on Multmedia and Expo, ICME2007, Beijin, China, Th-P3.14, pp. 1700-1703, July 2-5, 2007.
- [29] T.Yamasaki, K. Aizawa, Content-Based Cross Search for Human Motion Using Time Varying Mesh and Motion Capture Data, IEEE Int. Conf. on Multmedia and Expo, ICME2007, Beijin, China, Th-P9.1, pp.2006-2009, July 2-5, 2007.
- [30] T.Miyaki, T.Yamasaki, K.Aizawa, Visual Tracking of Pedestrians Jointly Using Wi-Fi Location System on Distributed Camera Network, IEEE Int. Conf. on Multmedia and Expo, ICME2007, Beijing, China, Th-P5.5, pp. 1762-1765, July 2-5, 2007.
- [31] R.Tadano, T.Yamasaki, K.Aizawa, Fast and Robust Motion Tracking for Time Varying Mesh Featuring Reeb-Graph Based Skeleton, IEEE Int. Conf. on Multmedia and Expo, ICME2007, Beijing, China, Th-P9.6, pp. 2010-2013, July 2-5, 2007.
- [32] G.C. De Silva, K.Aizawa, Towards Automated Retrieval of Continuously Captured Multimedia at Home (invited), International Conference on Intelligent Multimedia & Ambient Intelligence, Salt Lake, Utah pp.1524-1530, July 22-24, 2007.
- [33] Takashi Miyaki, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, "Tracking Persons Using Particle Filter Fusing Visual and Wi-Fi Localozations for Widely Distributed Camera", IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP2007), San Antonio, TX TA-P1.9, pp.III225-228, Sep.16-19, 2007.
- [34] Viet Quoc Pham, Takashi Miyaki, Toshihiko Yamasaki,

- Kiyoharu Aizawa, Geometrically Invariant Object-based Watermarking Using SIFT Feature, IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP2007), San Antonio, TX, WA-P7.6, pp.V473-476, Sep.16-19, 2007.
- [35] Yasuyuki Watai, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, View-based Web Page Retrieval Using Interactive Sketch Query, IEEE Int. Conf. Image Processing (ICIP2007), San Antonio, TX, WP-P4.6, pp.VI357-360, Sep.16-19, 2007.
- [36] Gamhewage C. de Silva, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, Spatial Querying for Retrieval of Locomotion Patterns in Smart Environments, ACM Multimedia 2007, Augusburg, Germany, pp.803-806, Sep.24-29, 2007.
- [37] T. Miyaki, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Multi-Sensor Fusion Tracking Using Visual Information and Wi-Fi Location Estimation, ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras (ICDSC2007), Vienna, Austria, pp. 275-282, September 25-28, 2007.
- [38] O. Ozturk, T. Hayashi, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Content-Aware Bit-Rate and Replenishment Control for Video Transmission of Wireless Multi-Camera Surveillance Systems, ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras (ICDSC2007), Vienna, Austria, Ph.D. Forum, pp. 394-395, September 25-28, 2007.
- [39] K.Aizawa, G.C.De DeSilva, S.Fujiwara, T.Yamasaki, Y.Suzuki, Leaf Code System, ASIAGRAPH_TOKYO 2007 Proceedings, Akihabara, Tokyo, Japan, pp.95-98, Oct. 11-14 2007.
- [40] K.Aizawa, Panel, International Symposium on Digital Public Art 2007, Akihabara, Tokyo, Oct.14, 2007.
- [41] G.C.De Silva, K.Aizawa, Life Log : Capture and Retrieval of Personal Experiences (invited Talk),"ICMI Workshop on Massive Datasets", Nagoya, Japan, 15 Nov. 2007.
- [42] K.Aizawa, Life Log : Capture and Processing of Personal Experiences (keynote talk), International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems (CIRAS2007), Palmerston North, New Zealand, p.1, 28-30 November 2007.
- [43] Gamhewage C de Silva, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, Experience Retrieval in a Smart Home (invited talk), International Conference on Computational Intelligence, Robotics and Autonomous Systems (CIRAS2007), Palmerston North, New Zealand, p.31-36, 28-30 November 2007.
- [44] G. C. de Silva, T. Yamasaki, and K. Aizawa, Audio Analysis for Multimedia Retrieval from a Ubiquitous Home, MMM2008, Advances in Multimedia Modeling (MMM2008), Kyoto, LNCS 4903, pp.466-476, Jan. 9-11 2008.
- 総説・解説論文**
- [45] 山崎, 徐, 相澤: 極座標表現を用いた形状特徴ベクトルによる 3 次元ビデオの動きセグメンテーション,画像ラボ, Vol.18, No.4, pp.1-7(2007).
- シンポジウム・研究会・大会等発表**
- [46] 山崎, 徐, 相澤: 3D ビデオの編集, 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム, 8-1, June 5-7, Tokyo, 2007.
- [47] 古澤, 山崎, 相澤: 見た目に基づく Web ページ検索のための例示絞り込み検索, 第 3 回デジタルコンテンツシンポジウム, Tokyo, 8-1, June 2-2, 2007.
- [48] 山崎俊彦, 唯野隆一, 相澤清晴: Time-Varying Mesh とモーションキャプチャの相互変換による効率的な類似動作検索, 3 次元画像コンファレンス, pp.59-62, 2007.
- [49] 味八木, 山崎, 相澤: Wi-Fi 位置推定と映像のパーティクルフィルタによる広域人物追跡,電子情報通信学会, 画像工学研究会, Atami, IE2007-28, pp.49-53,Jul.10 2007.
- [50] Ovgu Ozturk, Hayashi Tatsuya, Yamasaki Toshihiko, Aizawa Kiyoharu, Content-aware Video Transmission for Wireless Multi-camera Surveillance, 画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, P5-02, pp.65-66, Oct.31-Nov.2, 2007.
- [51] 前田青, 山崎俊彦, 相澤清晴: 直観的インターフェースによる視覚的な Web ページ検索~類似尺度の改善,画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, P5-03, pp.67-68,Oct.31-Nov.2, 2007.
- [52] 山崎俊彦, 相澤清晴: ノーマルマップ圧縮の誤差解析と量子化ステップ最適化,画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji,P5-04, pp.69-70, Oct.31-Nov.2, 2007.
- [53] 西岡潔郁, 山崎俊彦, 相澤清晴: 広域サーベイランス映像における人物追跡性能の基礎検討と高精度化, 画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, I2-03, pp.29-30,Oct.31-Nov.2, 2007.
- [54] プアンパーキースイリウエーティット, 山崎俊彦, 相澤清晴: Wi-Fi 位置推定を用いた個人体験の行動の分析,画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), I4-01, pp.73-74, Oct.31-Nov.2,2007, Shuzenji.
- [55] 前田崇, 山崎俊彦, 相澤清晴: 携帯端末上での 3 次元ビデオのレンダリング,画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, I4-02,pp.75-76, Oct.31-Nov.2, 2007.

- [56] Lee Ning Sung, Kiyoharu Aizawa, Toshihiko Yamasaki, Mesh-Segmentation-Based Frame Interpolation for Time Varying Mesh, 画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, I4-05, pp.81-82, Oct.31-Nov.2, 2007.
- [57] 韓昇龍, 山崎俊彦, 相澤清晴: 3次元ランレングス符号化による Time-Varying Mesh の幾何情報圧縮, 画像符号化・映像メディア処理シンポジウム(PCSJ・IMPS2007), Shuzenji, I5-03, pp.119-120, Oct.31-Nov.2, 2007.
- [58] 西岡潔郁, 山崎俊彦, 相澤清晴: 広域・屋外マルチカメラサーベイランスのための閲覧支援システム, 電子情報通信学会 画像工学研究会, 信学技報, Sapporo, no.489, IE2007-253, pp. 45-50, 2008年2月.
- [59] 前田 崇, 山崎俊彦, 相澤清晴: モデルに基づく Time-Varying Mesh の分析と合成, 電子情報通信学会 画像工学研究会, 信学技報, Sapporo, no.489, IE2007-255, pp. 55-60, 2008年2月.
- [60] 澤田耕司, 山崎俊彦, 相澤清晴: リーフコード: 画像に基づく実体型 ID とインタラクティブアートの融合, インタラクション 2008, インタラクティブセッション, IPSJ Symposium Series Vol. 2008, 東京, No. 4, pp. 165-166, 2008年3月3-4日, NII.
- [61] 相澤清晴: ライフログ, 体験の情報処理(招待講演), 第2回音声ドキュメント処理ワークショップ, Toyohashi, p.33-40, Feb.29, Mar.1, 2008.
- [62] 相澤清晴: 伝統舞踊の3次元映像アーカイブに関する研究: 放送映像コンテンツへの応用, わくわくITアキバ2008 セッション6 文化を伝える・利用する～知的資産のための基盤技術～, Mar. 12-13, 2008.
- 国内大会**
- [63] 中平浩二, 山崎俊彦, 相澤清晴: レイアウトに基づく Web 検索, 映像情報メディア学会年次大会, Tokyo, 1-7, Aug.29-31, 2007.
- [64] 味八木崇, 山崎俊彦, 相澤清晴: Wi-Fi 位置推定を利用した複合センサトラッキング, 映像情報メディア学会年次大会, Tokyo, 1-2, Aug. 29-31, 2007.
- [65] 山崎俊彦, 相澤清晴: ICP 法による Time-Varying Mesh の動き分節化, 映像情報メディア学会年次大会, Tokyo, 2-5, Aug.29-31, 2007.
- [66] Waythit Puangpakisiri, de Silva Chaminda, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa, SenseCam による個人体験の記録と行動検出—Wi-Fi 位置検出の利用—, 映像情報メディア学会年次大会, Tokyo, 7-7, Aug.29-31, 2007.
- [67] 西岡潔郁・味八木崇・山崎俊彦・相澤清晴: 広域サーベイランス映像の時空間解析手法の検討, 情報科学技術フォーラム, FIT2007, Nagoya, H-060, pp.145-146, Sep.5-7, 2007.
- [68] 韓昇龍, 山崎俊彦, 相澤清晴: 3次元ブロックの Run-length coding による Time-Varying Mesh の圧縮, 情報科学技術フォーラム, FIT2007, Nagoya, I-079, pp.375-376, Sep.5-7, 2007.
- [69] 山崎俊彦・相澤清晴: 3次元表面位置合わせによる Time-Varying Mesh の動き解析, 情報科学技術フォーラム, FIT2007, Nagoya, 情報科学技術レターズ, LH-010, pp.241-242, Sep.5-7, 2007.
- [70] Jianfeng Xu, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa: Frame Rate Up-conversion in Time-Varying Mesh by Motion Information, 情報科学技術フォーラム, FIT2007, Nagoya, I-035, pp.273-274, Sep.5-7, 2007.
- [71] Gamhewage de Silva, Toshihiko Yamasaki, Kiyoharu Aizawa: Spatial Querying for Video Retrieval from Smart Environments, 情報科学技術フォーラム, FIT2007, Nagoya, M-075, pp.311-312, Sep.5-7, 2007.
- [72] デシルヴァチャミンダ, 山崎俊彦, 相澤清晴: Retrieval of Locomotion Patterns Using Sketch Based Spatial Queries, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, A-15-15, p.266, Mar. 18-21, 2008.
- [73] プアンパーキースイリウエーティット, 山崎俊彦, 相澤清晴: Activity Analysis of Personal Experiences using a Wearable Device and Wi-Fi Based Location Estimation, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, A-16-24, p.310, Mar.18-21, 2008.
- [74] Ovgu Ozturk, 山崎俊彦, 相澤清晴: Content-aware Spatio-Temporal Rate Control of Video Transmission for Wireless Multi-camera Surveillance, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-20, p.20, Mar.18-21, 2008.
- [75] 前田 崇, 相澤清晴, 山崎俊彦: スケルトンを用いた動き抽出による Time-Varying Mesh のモデルベース符号化, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-106, p.106, Mar.18-21, 2008.
- [76] Ning Sung Lee, 山崎俊彦, 相澤清晴: Hierarchical Mesh Decomposition and Motion Tracking for Time-Varying-Meshes, 電子情報通信学会 総合大会, Kiyakyusyu, D-11-107, p.107, Mar.18-21, 2008.
- [77] 韓昇龍, 山崎俊彦, 相澤清晴: 時間変化を考慮したランレングスを用いた Time-Varying Mesh の幾何情報, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-108, p.108, Mar.18-21, 2008.
- [78] 山根遥香, 山崎俊彦, 相澤清晴: CGM 映像を対象としたキーフレーム抽出と提示インターフェース, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-124, p.124, Mar.18-21, 2008.
- [79] 前田 青, 渡井康行, 山崎俊彦, 相澤清晴: スケッチ UI による Web ページ検索～色距離尺度変更による精度改善, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-125, p.125, Mar.18-21, 2008.

- [80] 西岡潔郁, 山崎俊彦, 相澤清晴: 広域, 屋外マルチカメラサーベイランスのための映像検索による閲覧支援, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-12-16, p.147, Mar.18-21, 2008.
- [81] 味八木 崇, 山崎俊彦, 相澤清晴: 映像と Wi-Fi 位置推定を統合した広域追跡による追視システム, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-12-18, p.149, Mar.18-21, 2008.
- [82] 北村圭吾, 山崎俊彦, 相澤清晴: 食事ログ取得と処理, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-12-42, p.173, Mar.18-21, 2008.
- [83] 浜崎佑樹, 山崎俊彦, 相澤清晴: Time-Varying Mesh の位相変化検出と編集, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-12-76, p.207, Mar.18-21, 2008.
- [84] 中井泰雅, 山崎俊彦, 相澤清晴: 非線形画像リサイズ攻撃に対応したオブジェクトベース電子透かし, 電子情報通信学会 総合大会, Kitakyusyu, D-11-127, p.127, Mar.18-21, 2008.
- [96] MultiMedia Modeling 2008, Demonstrations from MEXT Leading Project "Development of Fundamental Software Technologies for Digital Archives", 2008 年 1 月 9 日-11 日.
- [97] 「ワクワク I T@あきば 2008」(情報処理学会主催), 知的資産のための技術基盤成果発表会, 2008.3.12-13.
- [98] Tokyo MX TV, アジアの絆, ボくら東大アジア留学生 未来は研究室でつくられる, 2008.2.3.
- [99] 情報理工学系研究科ホームページ フォーカス, "ライフログ" をキーワードに情報環境の構築へ, 2007 年 5 月 15 日.
- [100] 日経 B P ムック「変革する大学シリーズ」東京大学工学部 2007-2008 年版 やっぱり工学は面白い! 一生分の情報をデジタルデータ化する ライフログの取得と処理 日常の定量的把握を目指す, pp.96-97, 2007 年 8 月 23 日.

その他

- [85] 相澤: 多数カメラを用いたサーベイランスシステムでの伝送と人物の追跡 (invited), 日本工業技術振興協会、次世代画像入力・ビジョン研究会, 第 112 回講演会資料, pp.1-21, Apr. 27, 2007.
- [86] 相澤, 山崎信哉: 屋外カメラシステムとサーベイランス実験, 柏の葉キャンパス IT コンソーシアム (KACITEC) 交流会, Jun. 11 2007.
- [87] K.Aizawa: 3D Video Compression (invited), 江南大学 (中国), 2007 年 10 月 17 日 無錫, 中国.
- [88] T.Yamasaki: 3D Video Retrieval (invited), 江南大学 (中国), 2007 年 10 月 17 日, 無錫, 中国.
- [89] 相澤清晴: ライフログ (招待), 東京大学 IRT フォーラム, 2007 年 9 月 3 日.
- [90] K.Aizawa: Graphical Search View-Based Web Page Retrieval Using Interactive Sketch Query, IJARC Review Meeting MSRA, Beijing, China, 2007/8/20.
- [91] 相澤清晴: 超高精細映像 WG 報告, URFCF セミナー「現在から見通す超臨場感映像技術の将来」, SCAT 東京, 2007/11/20.
- [92] 相澤清晴: 超高精細映像 WG 報告, 超臨場感コミュニケーション産官学フォーラム報告会, NICT 東京, 2008 年 3 月 10 日.
- [101] 相澤監修, 暮らしをまるごとデジタル記録, 日経サイエンス, Vol.37, No.6, pp.58-67, 2007. June.
- [102] 東京大学新聞, 研究室散歩 ライフログと画像処理 相澤清晴「人生の記録」可能性広がる, 2008 年 2 月 5 日, 2413 号, 2 面.

展示等

- [93] 「木とデジタル」展示会, リーフコード, 2007 年 5 月 2 日~6 日, 青山スパイラル.
- [94] 東京大学オープンキャンパス, 体験のマルチメディア情報処理, 2007 年 8 月 1 日.
- [95] ASIAGRAPH 先端技術展, 「デジタルパブリックア

石塚研究室
Ishizuka Laboratory
(<http://www.miv.t.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況 Current Research Projects

1. Web インテリジェンス

石塚 満

Web Intelligence M. ISHIZUKA

情報・知識の流通と共有の重要なインフラストラクチャになってきている WWW(Web)を、より利用価値の高い親しみやすい情報空間にするための知能機能の研究を行っている。特に Web のテキスト部の情報を重視し、そのテキスト処理手法に基づく知能化を図っている。関連する基礎技術として、キーワード抽出法、重要文抽出法、関係語の抽出法、テキスト要約法、テキストマイニング法などを開発している。これらに基づき、指定した話題に関する所定期間の Web 新規情報を整理して提示するシステム、複数 Web ページの要約、Web からピンポイントで必要な情報を探り当てる質問応答、Web からの人間関係ネットワーク抽出、Web 情報の分類や推薦システム、などの研究を進めている。

The World Wide Web (WWW or Web) is now an important infrastructure for information/knowledge distribution and sharing. In order to make the Web more valuable and more friendly to us, we have been investigating and exploiting Web intelligence functions. Specifically, we focus on the text parts of the Web, and are aiming at the Web intelligence based on text processing. As its basic technologies, we have developed our methods for keyword extraction, important sentence extraction, synonym extraction, text summarization, text mining, etc. Based on these methods, we have carried out, for example, the following system developments. 1) A system for summarizing new information appeared on the Web associated with a set of given keywords, 2) A summarization system of multiple Web pages, 3) Q&A system for finding pin-pointed information from the Web, 4) An extraction system of human network from the Web, and 5) Systems for classification and recommendation of Web information.

2. 自然言語テキストの知識化に基づく次世代 Web 基盤

石塚 満

Knowledge Representation/Inference Scheme for a Next-generation Web Foundation M. ISHIZUKA

以前には、高次人工知能機能の利用に向けて、不完全な知識を操作することで有用な枠組みである仮説推論、アブダクション（発想的推論）の高速化推論メカニズム

について研究してきた。ここ数年は、Web 上のテキスト文を知識として活用することを目指し、自然言語表現に適合する知識表現と、関連する推論機構について研究を行っている。米国、欧州を中心に次世代 Web 基盤として Semantic Web の研究開発が進行しているが、我々は他機関とも連携しこれとは異なる視点から、日本発の意味計算 (Semantic Computing) 技術に基づく次世代 Web 基盤の研究と国際標準化を進めている。

Previously, we worked, toward advanced artificial intelligence functions, on hypothetical reasoning or abduction, especially on its fast inference mechanisms. In recent years, we are working on a new knowledge representation and inference scheme fitted to natural language expressions, aiming to enable the advanced utilization of a huge volume of texts on the Web as knowledge. The research and development of the "Semantic Web" is progressing primarily in the US and Europe toward a next-generation Web foundation. In cooperation with other organizations, we are pushing, with an original viewpoint different from the Semantic Web, our original approach based on the semantic computing of natural-language texts, and making efforts to standardize it internationally as a next-generation Web foundation.

3. 生命的エージェントとマルチモーダル・メディア

石塚 満・土肥 浩

Life-like Agents and Multimodal Media M. ISHIZUKA and H. DOHI

顔と姿、音声対話機能、感情、知能を有する生命的エージェントと、これによるマルチモーダル・メディアに関する研究開発を行っている。HTML で誰でもが容易に作成できることにより Web コンテンツが膨大になったように、上記のマルチモーダルコンテンツも誰でもが使用できる記述言語が重要であるのとの考え、MPML (Multimodal Presentation Markup Language) の開発を行っている。この MPML は各種の機能を統合するコアの役割も果たしている。MPML は実用的なプレゼンテーション記述、制作ツールとして使用でき、ソフトウェアを公開している。Web コンテンツを対象とするバージョンに加えて、3次元 VRML 空間、セカンドライフ空間、携帯電話、ヒューマノイドロボットを対象とするバージョンも開発している。エージェントの自律性向上の観点から、テキストからの感情抽出、発話テキストからのジェスチャの自動生成、モノログテキストからのダイアログ（対話）の自動生成の研究も行っている。

We are developing life-like agents with face, body, voice communication capability, emotion and intelligence, and multimodal media systems using these life-like agents. Like HTML has allowed many people to produce Web contents easily and thus expanded Web information space tremendously, we consider that a common and easy-to-use

description language is required for the multimodal contents, and have been developing such a description language called MPML (Multimodal Presentation Markup Language). MPML also serves as a core of integrating a variety of functionalities. It is provided as free software, and can be used to describe and produce practical multimodal presentations. In addition to its main version for Web contents, other versions for 3D VRML space, Second-Life space, mobile phones and humanoid robots are developed. For enhancing the autonomy of the agents, we are also studying on the topics of emotion extraction from text, automatic gesture generation from speech text, and automatic dialogue generation from monologue text.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Symmetric Multimodality Revisited: Unveiling Users' Physiological Activity, IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.54, No.2, pp.692-698 (2007.4)
- [2] 榑 剛史, 松尾豊, 内山幸樹, 石塚満: Web 上の情報を用いた関連語のシソーラス構築について, 自然言語処理, Vol.14, No.2, pp.3-31 (2007.4)
- [3] Yutaka Matsuo, Junichiro Mori, Masahiro Hamasaki, Takuichi Nishimura, Hideaki Takeda, Koiti Hasida and Mitsuru Ishizuka: POLYPHONET: An Advanced Social Network Extraction System from the Web, Journal of Web Semantics, Volume 5, Issue 4, pp.262-278 (2007)
- [4] Helmut Prendinger, Paul Piwek and Mitsuru Ishizuka: A Novel Method for Automatically Generating Multi-modal Dialogue from Text, Int'l Journal of Semantic Computing, Vol.1, No.3, pp. 319-334 (2007)
- [5] 西村義隆, 石塚満, 中臺一博, 中野幹生, 辻野広司: MFT を用いたロボットの動作中における音声認識, 日本ロボット学会誌, Vol.25, No.8, pp.1189-1198 (2007.11)
- [6] 金 英子, 松尾豊, 石塚満: Web 上の情報を用いた弱い社会的関係のネットワーク抽出法, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J91-D, No.3, pp.709-722 (2008.3)

国際会議論文

- [7] Dat P.T. Nguyen, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: Subtree Mining for Relation Extraction from Wikipedia, Companion Volume of Proc. of the main conf. of Human Language Technologies 2007: The Conf. of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (HLT-NAACL 2007), pp.125-128, Rochester, New York (2007.4)
- [8] Danushka Bollegala, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: An Integrated Approach to Measuring Semantic Similarity between Words Using Information Available on the Web, Companion Volume of Proc. of the main conf. of Human Language Technologies 2007: The Conf. of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (HLT-NAACL 2007), pp.340-347, Rochester, New York (2007.4)
- [9] Danushka Bollegala, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: Measuring Semantic Similarity between Words Using Web Search Engines, Proc. 16th Int'l World Wide Web Conf. (WWW2007), pp.757-766, Banff, Canada (2007.5)

- [10] Yingzi Jin, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: Extracting Social Networks among Various Entities on the Web, *The Semantic Web: Research and Applications* (E. Franconi, M. Kifer and W. May (eds.)) (Proc. 4th European Semantic Web Conf., ESWC2007, Innsbruck, Austria), Springer, LNCS 4519, pp.251-266 (2007.6)
- [11] Arturo Nakasone and Mitsuru Ishizuka: ISRST: An Interest based Storytelling Model using Rhetorical Relations, *Proc. 2nd Int'l Conf. of E-Learning and Games* (Edutainment 2007), pp.324-335, Hong Kong (2007.6)
- [12] Arjen Hoekstra, Helmut Prendinger, Nikolaus Bee, Dirk Heylen, and Mitsuru Ishizuka: Highly Realistic 3D Presentation Agents with Visual Attention Capability, *Proc. 7th Int'l Sympo. on Smart Graphics (SG-07)*, Springer LNCS 4569, pp.73-84, Kyoto, Japan (2007.6)
- [13] Helmut Prendinger, Tobias Eichner, Elisabeth Andre and Mitsuru Ishizuka: Gaze-based Infotainment Agents, *Proc. ACM SIGCHI Int'l Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2007)*, ACM Press, pp.87-90, Salzburg, Austria (2007.6)
- [14] Klaus Brugmann, Helmut Prendinger, Marc Stamminger and Mitsuru Ishizuka: Graceful Anytime Interruptibility for Virtual Agents, *Proc. ACM SIGCHI Int'l Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE 2007)*, ACM Press, pp.284-285, Salzburg, Austria (2007.6)
- [15] Helmut Prendinger, Tobias Eichner, Elisabeth Andre and Mitsuru Ishizuka: Gaze-based Infotainment Agents, *Proc. ACM SIGCHI Int'l Conf. on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE-07)*, ACM Press, pp.87-90, Salzburg, Austria (2007.6)
- [16] Yingzi Jin, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: Extracting Inter-Firm Networks from World Wide Web, *Proc. Int'l Workshop on Web Mining for E-commerce and E-services (WMEE2007)* (as a part of IEEE CEC/EEE2007), pp.635-642, Tokyo (2007.7)
- [17] Tadanobu Furukawa, Yutaka Matsuo, Ikki Ohmukai, Koki Uchiyama and Mitsuru Ishizuka: Social Networks and Reading Behavior in Blogosphere, *Proc. 22nd Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-07)*, pp. 1353-1358 (2007.7)
- [18] Nguyen Dat, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: Relation Extraction from Wikipedia Using Subtree Mining, *Proc. 22nd Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-07)*, pp.1414-1420 (2007.7)
- [19] Hua Wang, Jie Yang, Mark Chinell and Mitsuru Ishizuka: Character Agents in E-Learning Interface Using Multimodal Real-Time Interaction, *Human-Computer Interaction* (J. A. Jacko (Ed.)) (Proc. 12th HCI International 2007, Beijing, China), Part III, Springer LNCS 4552, pp.225-231 (2007.7)
- [20] Alena Neviarouskaya, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Recognition of Affect Conveyed by Text Messaging in Online Communication, *Online Communities and Social Computing* (D. Schuler (Ed.)) (Proc. Second Int'l Conf. OCSC 2007, held as a part of HCI International 2007, Beijing, China), Springer LNCS 4564, pp.141-150 (2007.7)
- [21] Alena Neviarouskaya, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Textual Affect Sensing for Social and Expressive Online Communication, *Affective Computing and Intelligent Interaction* (A. Pavia, P. Prada and R. W. Picard (Eds.)), (Proc. Int'l Conf. ACII2007, Lisbon, Portugal), Springer LNCS 4738, pp.218-229 (2007.9)
- [22] Mostafa Al Masum Shaikh, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Roles of Emotions: A Linguistic Interpretation of an Emotion Model for Affect Sensing from Texts (poster paper), *Affective Computing and Intelligent Interaction* (A. Pavia, P. Prada and R. W. Picard (Eds.)), (Proc. Int'l Conf. ACII2007, Lisbon, Portugal), Springer LNCS 4738, pp.737-738 (2007.9)
- [23] Mostafa Al Masum Shaikh, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Assessing Sentiment of Text by Semantic Dependency and Contextual Valence Analysis, *Affective Computing and Intelligent Interaction* (A. Pavia, P. Prada and R. W. Picard (Eds.)), (Proc. Int'l Conf. ACII2007, Lisbon, Portugal), Springer LNCS 4738, pp.191-202 (2007.9)
- [24] Jun Karamon, Yutaka Matsuo, Hikaru Yamamoto and Mitsuru Ishizuka: Generating Social Network Features for Link-Based Classification, *Knowledge Discovery in Databases: PKDD 2007* (J. N. Kok, J. Koronacki, R. L. de Mantaras, S. Matwin, D. Mladenic, A. Skowron (Eds.)) ((Proc. 11th European Conf. on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases, Warsaw, Poland), Springer LNAI 4702, pp.127-139 (2007.9)
- [25] Alena Neviarouskaya, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: An Expressive Avatar for Instant Messaging Endowed with Emotional Intelligence (poster paper), *Intelligent Virtual Agents* (C. Pelachaud, J-C. Martin, E. Andre and G. Chollet (Eds.)) (Proc. 7th Int'l Conf. IVA 2007, Paris, France), Springer LNAI 4722, pp.395-396 (2007.9)
- [26] Tobias Eichner, Helmut Prendinger, Elisabeth Andre and Mitsuru Ishizuka: Attentive Presentation Agents, *Intelligent Virtual Agents* (C. Pelachaud, J-C. Martin, E. Andre and G. Chollet (Eds.)) (Proc. 7th Int'l Conf. IVA 2007, Paris, France), Springer LNAI 4722, pp.283-295 (2007.9)

- [27] Paul Piwek, Hugo Hernault, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: T2D: Generating Dialogues Between Virtual Agents Automatically from Text, Intelligent Virtual Agents (C. Pelachaud, J-C. Martin, E Andre and G. Chollet (Eds.)) (Proc. 7th Int'l Conf. IVA 2007, Paris, France), Springer LNAI 4722, pp.161-174 (2007.9)
- [28] Helmut Prendinger, Paul Piwek and Mitsuru Ishizuka: Automatic Generation of Multi-modal Dialogue from Text based on Discourse Structure Analysis, Proc. 1st IEEE Int'l Conf. on Semantic Computing (ICSC-07), pp.27-34, Irvine, CA, USA (2007.9)
- [29] Jie Yang, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: An Augmented Tagging Scheme with Triple Tagging and Collective Filtering, Proc. 2007 IEEE/WIC/ACM Int'l Conf. on Web Intelligence (WI07), pp.35-38, Silicon Valley, CA, USA (2007.11)
- [30] Mostafa Al Masum Shaikh, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Emotion Sensitive News Agent: An Approach Towards User Centric Emotion Sensing from the News, Proc. 2007 IEEE/WIC/ACM Int'l Conf. on Web Intelligence (WI07), pp.614-620, Silicon Valley, CA, USA (2007.11)
- [31] Boris Brandherm, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Interest Estimation Based on Dynamic Bayesian Networks for Visual Attentive Presentation Agents (Short paper), Proc. 9th Int'l Conf. on Multimodal Interfaces (ICMI-07), ACM Press, pp.346-349, Nagoya, Japan (2007.11)
- [32] Werner Breitfuss, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Automated Generation of Non-verbal Behavior for Virtual Embodied Characters (Short paper), Proc. 9th Int'l Conf. on Multimodal Interfaces (ICMI-07), ACM Press, pp.319-322, Nagoya, Japan (2007.11)
- [33] Mostafa Al Masum Shaikh, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: An Analytical Approach to Assess Sentiment of Text, Proc. (CD-ROM) Int'l Conf. on Computer and Information Technology (ICCIT2007), session C1, 6 pages, Dhaka, Bangladesh (2007.12)
- [34] A. S. M. Mahbub Morshed, Md. Shahidul Islam, Md. Abul Faisal, Md. Abdus Sattar, Mitsuru Ishizuka: Automatic Sorting of Mails by Recognizing Handwritten Postal Codes using Neural Network Architectures, Proc.(CD-ROM) Int'l Conf. on Computer and Information Technology (ICCIT2007), session D3, 5 pages, Dhaka, Bangladesh (2007.12)
- [35] Kenji Hirohata, Naoaki Okazaki, Sophia Ananiadou and Mitsuru Ishizuka: Identification of Sections in Scientific Abstracts using Conditional Random Fields, Proc. (CD-ROM) 3rd Int'l Joint Conf. on Natural Language Processing (IJCNLP2008), Vol.I, pp.381-388, Hyderabad, India (2008.1)
- [36] Danushka Bollegala, Yutaka Matsuo and Mitsuru Ishizuka: A Co-occurrence Graph-based Approach for Personal Name Alias Extraction from Anchor Texts, (poster & short paper), Proc. (CD-ROM) 3rd Int'l Joint Conf. on Natural Language Processing (IJCNLP2008), Vol.II, pp.865-870, Hyderabad, India (2008.1)
- [37] Mostafa Al Masum Shaikh, Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka: Linguistic Interpretation of Emotions for Affect Sensing from Text, (poster & short paper), Proc. (CD-ROM) 3rd Int'l Joint Conf. on Natural Language Processing (IJCNLP2008), Vol.II, pp.895-900, Hyderabad, India (2008.1)
- [38] Naoaki Okazaki, Mitsuru Ishizuka and Jun'ichi Tsujii: A Discrimination Approach to Japanese Abbreviation Extraction, (poster & short paper), Proc. (CD-ROM) 3rd Int'l Joint Conf. on Natural Language Processing (IJCNLP2008), Vol.II, pp.889-894, Hyderabad, India (2008.1)
- [39] Klaus Bruegmann, Hannes Dohrn, Helmut Prendinger, Marc Stamminger and Mitsuru Ishizuka: Phase-based Gesture Motion Parametrization and Transitions for Conversational Agents with MPML3D, Proc. (CD-ROM) 2nd Int'l Conf. on INtelligent TEchnologies for interactive enterTAINment (INTETAIN-08), Playa del Carmen, Cancun, Mexico, ACM Digital Library, (2008.1)
- [40] Tadanobu Furukawa, Yutaka Matsuo, Ikki Ohmukai, Koki Uchiyama and Mitsuru Ishizuka: Extracting Topics and Innovators Using Topic Diffusion Process in Weblogs, Proc. Int'l Conf. on Weblogs and Social Media (ICWSM2008), pp.182-183, Seattle (2008.3)

著書

- [41] Yutaka Matsuo, Junichiro Mori and Mitsuru Ishizuka: Social Network Mining from the Web, in "Data Mining Patterns -- New Methods and Applications" (P. Poncelet, M. Teisseire and F. Masegla (Eds.)), Chapter VII, pp.149-175, Information Science Reference (2007)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [42] ボレガラ ダヌシカ, 松尾豊, 石塚満: WebSim: A Web-based Semantic Similarity Measure, 人工知能学会全国大会予稿集, No.1G2-5 (2007.6)
- [43] 古川忠延, 松尾豊, 大向一輝, 内山幸樹, 石塚満: ブログ上での話題伝播に注目した重要語抽出, 人工知能学会全国大会予稿集, No.2F4-4 (2007.6)
- [44] 金英子, 松尾豊, 石塚満: Web 上からさまざまなエンティティ同士の社会ネットワーク抽出, 人工知能学会全国大会予稿集, No.2F4-7 (2007.6)
- [45] 岡崎直観, 石塚満: 日本語新聞記事からの略語抽出,

- 人工知能学会全国大会予稿集, No.2G4-4 (2007.6)
- [46] 小林大祐, 松村真宏, 木戸冬子, 石塚満: 知識検索サイトにおける不適切な投稿の分類, 人工知能学会全国大会予稿集, No.3F6-2 (2007.6)
- [47] 唐門準, 松尾豊, 石塚満: エンティティのネットワーク構造を用いた属性生成, 人工知能学会全国大会予稿集, No.3F6-5 (2007.6)
- [48] 岡嶋穰, 松尾豊, 石塚満: 専門用語の出現に基づく論文の重要度の分析, 人工知能学会全国大会予稿集, No.2H4-1 (2007.6)
- [49] 森純一郎, 石塚満: ソーシャルネットワークにおけるエキスパートモデルと探索手法, 人工知能学会全国大会予稿集, No.1G1-3 (2007.6)
- [50] 森純一郎, Basselin Nathalie, Schneider Michael, Kroner Alexander, Jameson Anthony, Wahlster Wolfgang: SharedLife: Sharing Augmented Personal Memories in Ubiquitous Environments, 人工知能学会全国大会予稿集, No.2B4-10 (2007.6)
- [51] 杉山達彦, 松尾豊, 石田啓介, 濱崎雅弘, 森純一郎, 西村拓一, 武田英明: Polyphonet 常時運用の試み, 人工知能学会全国大会予稿集, No.1B2-9 (2007.6)
- [52] Manuel Mercado, Shaikh Mostafa Al Masum, 石塚満: An Automated Presentation System from Web Contents employing Lifelike Agents, 情報処理学会全国大会予稿集, No.1T-6 (2008.3)
- [53] 蓑津真一郎, 中野幹生, 船越孝太郎, 竹内誉羽, 長谷川雄二, 土肥浩, 石塚満, 辻野広司: インタラクティブなプレゼンテーションでのユーザ発話の自然な制限のための複数エージェントの利用, 情報処理学会全国大会予稿集, No.3U-6 (2008.3)
- [54] 岡嶋穰, 松尾豊, 石塚満: 語の出現予測を用いたテキスト分類, 情報処理学会全国大会予稿集, No.4U-1 (2008.3)
- [55] 唐門準, 松尾豊, 石塚満: 社会ネットワークマイニングのためのネットワーク構造を用いた属性生成, 情報処理学会全国大会予稿集, No.4V-8 (2008.3)
- [56] 高山智史, 石塚満, 横井俊夫: SPARQL を利用した CDL (Concept Description Language) データの検索, 情報処理学会全国大会予稿集, No.3J-3 (2008.3)
- [57] 金英子, 松尾豊, 石塚満: Web から抽出した企業間ネットワークに基づく企業価値の予測, 情報処理学会全国大会予稿集, No.3ZK-1 (2008.3)
- [58] 古川忠延, 松尾豊, 内山幸樹, 石塚満: 汎用的な Web 推薦アルゴリズムの提案, 情報処理学会全国大会予稿集, No. 3ZK-2 (2008.3)
- [59] 本間大輝, Danushka Bollegala, 松尾豊, 石塚満: Web を用いた人物の別名抽出, 情報処理学会全国大会予稿集, No.3ZK-3 (2008.3)
- [60] 菅原久嗣, 金英子, 石塚満: Web から抽出した企業間ネットワークの株保有関係による拡張, フレッシュマンのための人工知能研究交流会資料, 人工知能学会, pp.63-64 (2008.3)
- [61] 渡部啓吾, Danushka Bollegala, 松尾豊, 石塚満: 検索エンジンを用いた関連後の自動抽出, フレッシュマンのための人工知能研究交流会資料, 人工知能学会, pp.65-66 (2008.3)

その他

- [62] 森 純一郎: 和をもって研究となすべし(世界の AI, 日本の AI), 人工知能学会誌, Vol.22, No.4, pp.537-539 (2007.7)
- [63] 石塚満氏インタビュー「日本発の技術を世界へ」(筆者: 中島悠, 数原義彦), 学生フォーラム Interview, 人工知能学会誌, Vol.23, No.2, pp.302-304 (2008.3)
- [64] 石塚満: 「科学技術・研究開発の国際比較・2008 年度版: 電子情報通信分野」, 総括責任者として“2.3 節: コンピューティング分野”のとり纏めと“2.3.1 概観, pp.55-57”を執筆, (独法)科学技術振興機構 (JST)・研究開発戦略センター(CRDS)刊 (2008.2)

研究現況 Current Research Projects

1. 柔軟な音声合成における韻律制御

広瀬啓吉・峯松信明・越智景子・印南圭祐

Control of Prosody in Flexible Speech Synthesis

K. Hirose, N. Minematsu, K. Ochi, and K. Innami

種々の発話スタイルが可能な音声合成について、主に韻律の観点から研究を進めている。生成過程モデルの枠組みでコーパスベース韻律制御手法を開発し、種々の発話スタイルの例として、感情を取り上げ、感情音声の合成を行った。規則により生成過程モデルパラメータを制御することと組合せ、コーパスによらない新しいスタイルの音声合成を目指している。中国語についても研究を進め、イントネーションを規則により制御し、声調をコーパスベースで制御する手法を開発し、自然性の高い合成音声を得ている。関連して、観測される音声の基本周波数パターンから生成過程モデルパラメータを自動抽出する手法の開発を日本語と中国語について行った。また、テキストからの音声合成で特に重要な、アクセント変形の統計的規則化についても研究を進め、従来よりも見通しの良い規則を開発した。

Researches are being conducted to realize “flexible” speech synthesis, where various speaking styles are possible, with a special focus on prosody. A corpus-based method was developed to control F0 contours of speech in the framework of generation process model, and emotional speech synthesis was conducted to show method’s “flexibility.” We are now trying to add rule-based control to the method to realize a new style in speech synthesis without corpus. Similar work was conducted on Chinese, and a new method of prosodic control was realized, where intonation aspect was controlled rule-base, while tone aspect was controlled corpus-base. Highly natural synthetic speech was obtained. As a part of these works, methods of automatically extracting model parameters from observed F0 contours were developed for Japanese and Chinese. Rules of word accent sandhi, indispensable for text to speech conversion, were also investigated using a large text corpus with accurate accent labeling, and a CRF-based module for predicting the accent sandhi was developed with increased consistency as compared to former modules.

2. 高頑健性音声認識

峯松信明・広瀬啓吉・喬宇・朝川智・ナリニョオ パ
ブロ ホアン・松浦良・細田聖人・鈴木雅之

High-Robustness Speech Recognition

N. Minematsu, K. Hirose, Y. Qiao, S. Asakawa, J.
Narino, R. Matsuura, K. Hosoda, and M. Suzuki

音声は話者、年齢、収録時に使われる音響機器によってその音響的特性が異なってくるが、人間は頑健に処理できる。これらの非言語的な音響歪みを原理的に消失させた上で音声を表象する方法を提案しており（音声の構造的表象）、これに基づく音声認識を検討している。従来の音声認識における音響モデルは音色そのものをモデル化することで実装が行なわれていたが、本研究ではモデル化すべきは音色ではなく、音色のコントラストの方である、という考え方の下で研究を進めている。これは音色の相対音感と解釈される方法論である。既に、母音のみから構成される擬似的単語群に対する単語認識精度では、従来のミスマッチ問題を完全に解決できることを実験的に示している。現在、子音までを含めた通常の単語認識のタスクにおいて種々の問題解決を図るべく研究を進めている。なお、本研究は、従来音声科学の分野で議論されていた音声認知プロセスとは全く異なる方法論を展開しており、幼児の言語獲得研究、言語障害研究、更には進化人類学研究との接点を見せ始めている。音声の構造表象以外にも、韻律境界の情報を用いて、言語モデルを切り替える手法、韻律の観点から音声認識プロセスで得られるフィラー仮説を検証する手法を提案している。

Acoustic features in speech are easily and inevitably modified by non-linguistic factors, such as age, gender, microphone etc. These factors easily decrease speech recognition performance. Considering the fact that humans can cope with this type of modification very well, a novel speech representation was proposed called structural representation of speech, where the modification is effectively canceled. Conventional acoustic modeling of speech focused on speech timbre but our approach focuses only on timbre contrasts. Isolated word recognition experiments, where words were defined artificially as vowel sequences, showed that the proposed method can completely solve this modification problem. Currently, we’re doing some recognition experiments with a phoneme-balanced word set, including consonant sounds. Some other projects are also running as for use of prosody in speech recognition. Effective switching of language models and verification of hypothesis generated in decoding.

3. ユーザフレンドリな音声対話システム

広瀬啓吉・峯松信明・高田靖也・高橋琢巳

Development of User-friendly Spoken Dialogue Systems

K. Hirose, N. Minematsu, S. Takada,
and T. Takahashi

音声合成、音声認識などの技術を応用し、適切かつ高品質な応答音声の生成、対話の流れに即した動作、及び、ユーザの状況に応じた応答生成に重点を置いて、ユーザフレンドリな音声対話システムを構築している。現在、エージェント対話システム、道案内対話システムを構築し、概念から直接音声出力を合成することを進めている。また、この中で、ユーザの特性に応じてシステムの挙動

を変化させることを検討している。現在着眼している特性は、ユーザの年代、性別、精神状態（感情）等であり、これらの特性を音声情報から抽出し、それに応じてシステムの挙動を動的に制御する。特性の推定に関しては、話者認識技術を拡張することで実現している。また、近年全く新しい音声の物理表象として音響的普遍構造分析が提案されているが、その構造歪みに基づく発話意図検証についても開始している。更に、従来の対話システムではあまり検討されていなかった、対話内容が時間的、空間的広がりをもつ場合に必要な対話制御、韻律制御に対しても実験的検討を進めている。

By applying speech synthesis techniques and speech recognition ones, development of spoken dialogue systems are being conducted, where the generation of appropriate speech response with high quality, efficient database search by using focus of the dialogue were realized. Using these modules, several spoken dialogue systems were constructed where output speech was directly generated from the output concepts. Also we are discussing two new functions; dynamic control of system attributes according to users' characteristics and dialogue strategy for handling temporal and spatial information. For the former, an automatic estimation method of users' age was developed based upon speaker recognition techniques. Using this method, a dynamic control of dialogue strategy of the system will be realized, which can be often seen in human-to-human speech communication. A new method of estimating users' attitudes is developed based upon the acoustic universal structure in speech, which is recently proposed as a new acoustic representation of speech sounds. As for the latter, to treat both of temporal and spatial information well, adequate dialogue strategy and prosodic control of the response generation are investigated.

4. 語学教育 CAI システム

峯松信明・広瀬啓吉・平野宏子・羅徳安・馬学彬・馬敏懿・高澤真章

Development of Language Learning CAI Systems Using Speech Technologies

N. Minematsu, K. Hirose, H. Hirano, D. Luo, M. Ma,
and M. Takazawa

音声分析、認識、合成技術を利用し、外国語学習者の「なまった」発音を自動的に検出して発音矯正のための指示を与える高度な計算機支援による語学学習システムの開発を進めている。例えば、(1)学習者音声と教師音声の時間対応を取ったうえで、ピッチ、持続時間、パワー等の発音誤りと矯正方法を指示し、また、PSOLA 音声合成により、矯正音声を学習者自身の音声で提示する技術、(2)シャドーイング音声の自動評定とそれに基づく TOEIC スコアの予測、(3)学習者の発音の状態の移り変わりをカルテとして保存、記録する技術、(4)学習者が指定したモデル発音と比較し、発音のどの部位から矯正するのかを

特定する技術、(5)学習者の年齢や性別に依存しない形で学習者を分類する技術、(6)学習者の動機付けを高めるユーザーインタフェースの構築などについて検討している。また、これらシステム開発に必要な大規模音声データベースの作成も行ない、コーパスに基づく日本人英語音声の分析、中国人日本語音声の分析なども行なっている。また、発音分類の応用として、中国人による北京語発音の自動分類についても検討を開始している。中国人は標準語である北京語の発音を、一種の外国語として学習するが、当然地方訛りが残る。これを年齢/性別非依存の発音の構造的表象で分類する研究を進めている。

Advanced computer aided language learning systems have been developed, in which accented pronunciation in foreign language learners is automatically detected with instructions for its correction using speech analysis, recognition and synthesis techniques. Several systems and modules were already developed, including:(1) An English learning system, where a learner's utterance is time-aligned to a teacher's utterance, and, then, accented pronunciation on pitch, phoneme duration and others is pointed out with guides to correction. Corrected speech is also generated in his own voice using PSOLA-based speech synthesis. (2) Automatic assessment of a learner's shadowed utterances and its use for automatic prediction of TOEIC score of that learner (3) Recording or logging a history of pronunciation development of individual learners, i.e. pronunciation portfolio (4) Automatic identification on which part of pronunciation should be corrected first for individual learners given a specific model pronunciation (5) Automatic classification of learners' pronunciations irrespective of gender and age (6) Creation of very motivating user-interfaces for CAI systems. To build the systems, a large speech database of non-native speech is required. In our study, a project of collecting non-native speech is also carried out. Using this database, error analysis of non-native speakers' pronunciation, Japanese-English, Chinese-Japanese, is conducted. Recently, a project of automatic classification of Mandarin pronunciation has started. Native Chinese learn Mandarin pronunciation as a kind of foreign language and they naturally have some accents. We are doing some experiments on automatic classification of these accented Mandarin pronunciations.

5. ブラインド音源分離と雑音除去

広瀬啓吉・峯松信明・カデマル イスラム・レボル
ダオ アントニオ・岡雅之

Blind Source Separation and Speech Enhancement K. Hirose, N. Minematsu, Md. Kahdemul Islam Molla, E. Deger, A. Rebordao, and M. Oka

複数の音響信号を分離する技術は、音声認識、情景分析等の重要な要素技術となっている。ここでは、マイクロフォンの数が音源の数より少ない劣条件下で、音源の特徴に関する事前知識の無いブラインド音源分離手法の開

発を進めている。1 チャンネルの混合音響信号の分離に関しては、スペクトルの時間方向、周波数方向の特徴の連続性に着目する手法を開発した。2 チャンネルの混合音響信号の分離に関しては、最適な帯域に着目して音源方向を同定することに基づく手法を開発した。独立成分分析とヒルベルトスペクトルによるスペクトルの詳細表現、EMDによる帯域分割、等の新しい手法の導入により従来を超える分離度を達成した。音声認識への利用を念頭に、音源が動いている場合について、手法を発展させる事を進めている。音声の雑音除去については、Soft 閾値法にEMD帯域分割を導入する新しい手法を開発した。Separating component sources from their mixture comes a key technology in speech recognition, acoustic scene analysis, etc. We are conducting research works to realize such a technology in severe conditions: when number of sources is larger than their mixtures, and when no priori information is available on the sources. As for the source separation from one mixture, a method was developed, which views continuity of acoustic features along time and frequency dimensions. As for the separation from two mixtures, a beam-former was developed, which searches the source direction using frequency components less affected by environments, such as room echo, etc. By introducing precise representation of spectrum using independent component analysis and Hilbert spectrum, empirical mode decomposition (EMD) of frequency bands, etc., separation performance exceeding conventional methods was accomplished. We are now targeting separation of moving sources, aiming to apply the developed methods for speech recognition. As for speech enhancement, a new and effective method was developed by introducing EMD to the soft thresholding technique.

6. 音声に内在する音響的普遍構造とその拡張

峯松信明・広瀬啓吉・喬宇・朝川智・齋藤大輔
・鈴木雅之

The Acoustic Universal Structure in Speech and its Extension

N. Minematsu, K. Hirose, Y. Qiao, S. Asakawa,
D. Saito, and M. Suzuki

音声工学は音響音声学を基盤として構築されている。音声表象としてスペクトルが用いられるが、スペクトルには、言語・パラ言語・非言語情報全てが混入する。音声認識のように音声の言語情報のみを対象とする場合には不都合な表象となる。本研究では、音声に内在する非言語情報を表現する次元を消失する形で定義される音声の物理表象を提案している（音声の音響的普遍構造）。これはある意味、言語学を物理学として捉え直す方法論である。音響事象を確率論的に分布として捉え、分布間の距離を情報論的に計算し、最終的に分布群を構造論的に捉える。こうして得られる構造は、一切の非言語情報を保有しない音声の物理表象となる。この表象に基づく工学

応用として、語学教育支援、音声認識、音声合成、更にはパラ言語情報抽出などを検討している。この構造的表象は、可逆変換で対応付けされた二つの空間において分布間距離が一切不変である、という数学的事実に基づいている。この二つの空間は異なるメディアでも不変性は成り立つ。これは、提案する構造表象はメディア普遍の情報表象として位置づけることが出来、このような観点からの理論研究も行なっている。

Speech engineering is built based on acoustic phonetics, where speech is often represented by spectrogram. Spectrogram shows every aspect of speech: linguistic, para-linguistic, and non-linguistic. It directly means that spectrogram is very noisy representation for speech recognition because the non-linguistic information is completely irrelevant for it. In this study, a new representation of speech is proposed, where there exists completely no dimension to indicate the static non-linguistic information. In a meaning, this study attempts to consider linguistics in the domain of physics and acoustics. Speech events are captured as distributions. Distance between two events is defined based on information theory and every distance between any pair is calculated. The resulting distance matrix forms a structure. Some applications were already realized based on the new representation, such as CALL, speech recognition, and speech synthesis. This structural representation is based on a mathematical fact that distribution to distribution distances are invariant both in two spaces if the two spaces are mapped by any kind of invertible function. This means that, if two spaces of different media are mapped, the structural representation can become a media-universal representation. We're doing some theoretical studies from this viewpoint.

7. 構造からの音声合成とその実装

峯松信明・広瀬啓吉・齋藤大輔

Structure to speech conversion

N. Minematsu, K. Hirose, and D. Saito

幼児の言語獲得は音声模倣を通して行なわれる。しかし彼らは、音そのものは真似ない。九官鳥の音声模倣との明確な違いである。幼児は音韻意識が希薄なため、発声をモーラに分割し、一つ一つのモーラ（音カテゴリ）を自分の口で音に変換する、という手順を実行するのは困難である。この場合、一体親の声の何を真似ているのか？話者不変の音声の構造表象は、この問いに対する一つの解答を与える。即ち、構造表象は、音声から話者の身体特性を削除した音声表象である。逆に言えば、構造表象に身体性を戻す事で音声生成される。このプロセスを計算機上実装することを検討しており、5 母音を対象とした単語において、既に性能評価を行なっている。人間らしい音声合成を目指している。

Infants acquire spoken language through imitating utterances of their parents. In this case, however, they don't imitate the

voices of the parents. This is a clear difference in the vocal imitation between myna birds and infants. Since infants only have very poor phonological awareness, they can hardly decode an utterance into a sequence of sound symbols and realize each of them acoustically using their mouths. Then, what in the voices do infants imitate acoustically? Structural representation of an utterance, which is speaker-invariant, is one candidate answer to this seemingly easy but essentially difficult question. The representation is considered to be able to be obtained by removing embodiment features from a speech stream and, by returning the features back to the structure, it can be realized as a speech stream. This process was implemented on machine and an utterance comprised of only vowels, e.g. /eoiau/ was generated acoustically from its corresponding structure. In this study, we're proposing a method of converting an abstract representation of speech into speech sounds, which is very human-like.

8. 手の動きからの音声合成

峯松信明・広瀬啓吉・喬宇・國越晶

Hand motions to speech motions

N. Minematsu, K. Hirose, Y. Qiao, and K. Kunikoshi

構音障害者支援を目的として、調音器官以外の運動器官を使った音声合成を検討している。通常、咽頭/喉頭/舌などの調音器官の運動によって、口腔の形状変化が起こり、それが音色を変化させることになる。即ち、身体運動によって音色が変わる訳である。例えば、手の動きに対して、それが音色空間の各点に対応するような写像を準備しておけば、任意の手の動きに対応した音色の動き（即ち音声）が生成されることになる。この技術は、異メディア間の空間写像を実装すれば実現されるが、これを、ガウス混合分布を用いて実装し、データグローブの動きに応じて動きを伴った共鳴音が生成される音声合成器（一種の楽器）を構築した。従来のテキスト音声変換技術を異なり、身体運動というアナログ量を入力する点が大きく異なる。

To support the handicapped, especially for individuals with articulation disorders, a special device for speech synthesis is being developed. Normal speakers can generate speech (dynamic change of timbre) by controlling articulatory organs, such as tongue, larynx, pharynx, etc. This fact indicates that physical motions are converted into timbre motions. We're developing a device which can convert hand motions into timbre motions. This device can be realized by mapping a space of hand motions and that of timbre motions. In our study, GMM-based space mapping is used for that. Currently, we've made a tentative device which converts the motions of a data-glove into speech. This is considered as a kind of musical instrument. Unlike conventional speech synthesizers, the developed synthesizer takes analogue motion signals as input and generates speech motions as output.

9. 音声の個人性情報に対する幾何学的解析

峯松信明・広瀬啓吉・齋藤大輔・鎌田敏明

Geometrical analysis of speech features to extract speaker's individuality

N. Minematsu, K. Hirose, D. Saito, and T. Kamada

本研究では、話者の個人性（特に声道の長さ、即ち身長情報）について、音声ストリーム（軌跡）パターンを持つ「角度」に着眼して研究を進めている。これは声道長変換を行なう時にしばしば用いられる変換行列が強い回転性を持つ、という数学的事実に由来する。例えば、成人男性と子供では90度ほど軌跡パターンは回転する。従来の話者認識はスペクトル包絡へ着眼するものが多く、軌跡パターンの角度への着眼は皆無であり、非常に新しい技術的検討となっている。また、特徴量空間は10次元以上のパラメータ空間となっており、この場合は複数の部分空間における回転へと細分化できる。ここの部分空間の回転を持つ物理的意味などまだまだ不明な点も多く、音声分析と絡めて検討を進めている。

In this study, we're proposing new speech features representing speaker's individuality, especially length of the vocal tract. Here, the angle of a speech stream in a parameter (cepstrum) space is focused on. In speech recognition research, to normalize the vocal tract length of a speaker, a certain form of matrix is often used. We found that this matrix has a very strong function of rotating cepstrum vectors. For example, an utterance of an adult and that of a child will have an angular difference of 90 degree. This analysis method is very unique because, conventionally, speaker's information was always extracted from spectrum slices (formant positions). The cepstrum rotation can be decomposed into the rotations in subspaces because the dimension of a speech feature space is very high. Currently, we are carrying out some experimental investigation of which subspace will have what kind of function in controlling speaker's individuality.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “音声の構造的表象に基づく英語学習者発音の音響的分析,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J90-D, no. 5, pp. 1249-1262 (2007).
- [2] 八木裕司, 高田靖也, 広瀬啓吉, 峯松信明: “道案内音声対話システムへの概念音声合成に基づく応答生成手法の実装とその評価,” 情報処理学会論文誌, vol. 48, no. 9, pp. 3300-3308 (2007).
- [3] 伝康晴, 小木曾智信, 小椋秀樹, 山田篤, 峯松信明, 内元清貴, 小磯花絵: “コーパス日本語学のための言語資源: 形態素解析用電子化辞書の開発とその応用,” 日本語科学, vol. 22, no. 10, pp. 101-123 (2007).
- [4] M. K. I. Molla and K. Hirose: “Multiband linear prediction of speech signals with adaptive order using empirical mode decomposition,” *Journal of Signal Processing*, Vol.11, No.6, pp.471-479 (2007).
- [5] M. Watanabe, K. Hirose, Y. Den, and N. Minematsu: “Filled pauses as cues to the complexity of upcoming phrases for native and non-native listeners,” *Speech Communication*, vol.50, pp.81-94 (2008).
- [6] K. Hirose: “Speech prosody in spoken language technologies,” *Journal of Signal Processing*, Vol.12, No.1, pp.7-16 (2008) <Invited>.
- [7] 村上隆夫, 峯松信明, 広瀬啓吉: “音声の構造的表象に基づく日本語孤立母音系列を対象とした音声認識,” 電子情報通信学会論文誌, vol. J91-A, no. 2, pp. 181-191 (2008).
- [8] T. Kamada, N. Minematsu, T. Osanai, H. Makinae, and M. Tanimoto: “Speaker verification in realistic noisy environment in forensic science,” *Trans. IEICE*, vol.E91-D, no.3, pp.558-566 (2008).

国際会議論文

- [9] N. Minematsu, K. Sakuraba, and T. Nishimura: “Development of a spoken word recognizer without phonemic awareness --Is this machine a Dyslexia simulator?--,” *Proc. The 2nd Riken Brain Science Institute and Oxford-Kobe Joint International Symposium --Reading and Dyslexia in Different Languages--*, pp.49-51 (2007).
- [10] N. Minematsu, K. Maruyama, K. Sakuraba, K. Hirose, N. Tayama, S. Imaizumi, and T. Yamauchi: “Development of a femininity estimator using speaker recognition techniques for voice therapy of gender identity disorder clients,” *Proc. Int. Conf. Acoustics,*

Speech, & Signal Processing (ICASSP'2007), vol.IV, pp.297-300 (2007).

- [11] C. Chiang, X. Wang, Y. Liao, Y. Wang, S. Chen, and K. Hirose: “Latent prosody model of continuous mandarin speech,” *Proc. Int. Conf. Acoustics, Speech, & Signal Processing (ICASSP'2007)*, vol.IV, pp.625-628 (2007).
- [12] K. Sawamura, J. Dang, M. Akagi, D. Erickson, A. Li, K. Sakuraba, N. Minematsu, and K. Hirose: “Common factors in emotion perception among different cultures,” *Proc. Int. Congress on Phonetic Sciences*, pp. 2113-2116 (2007).
- [13] Q. Sun, K. Hirose, and N. Minematsu: “Two-step generation of Mandarin F0 contours based on tone nucleus and superpositional models,” *Proc. ISCA Workshop on Speech Synthesis*, p.154-159 (2007).
- [14] N. Minematsu, R. Kuroiwa, and K. Hirose: “CRF-based statistical learning of Japanese accent sandhi for developing Japanese text-to-speech synthesis systems,” *Proc. ISCA Workshop on Speech Synthesis*, pp.148-153 (2007).
- [15] S. Asakawa, N. Minematsu, and K. Hirose: “Automatic recognition of connected vowels only using speaker-invariant representation of speech dynamics,” *Proc. INTERSPEECH*, pp.890-893 (2007).
- [16] N. Minematsu, K. Kamata, S. Asakawa, T. Makino, T. Nishimura, and K. Hirose: “Structural assessment of language learners' pronunciation,” *Proc. INTERSPEECH*, pp.210-213 (2007).
- [17] E. Deger, M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu, and M. K. Hasan: “EMD based soft-thresholding for speech enhancement,” *Proc. INTERSPEECH*, pp. 810-813 (2007).
- [18] M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu, and M. K. Hasan: “Pitch estimation of noisy speech signals using Empirical Mode Decomposition,” *Proc. INTERSPEECH*, pp.1645-1648 (2007).
- [19] M. Watanabe, Y. Den, K. Hirose, S. Miwa, and N. Minematsu: “Features of pauses and conjunctions at syntactic and discourse boundaries in Japanese monologues,” *Proc. INTERSPEECH*, pp.118-121 (2007).
- [20] K. Hirose, K. Ochi, and N. Minematsu: “Corpus-based generation of prosodic features from text based on generation process model,” *Proc. INTERSPEECH*, pp.1274-1277 (2007).
- [21] S. Takada, Y. Yagi, K. Hirose, and N. Minematsu: “A framework of reply speech generation for concept-to-speech conversion in spoken dialogue

- systems,” Proc. INTERSPEECH, pp.1286-1289 (2007).
- [22] H. Hirano, K. Hirose, G. Kawai, W. Gu, and N. Minematsu: “F0 models show Chinese speakers of Japanese insert intonational boundaries and drop pitch,” Proc. INTERSPEECH, pp.1885-1888 (2007).
- [23] E. Deger, M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu, and M. K. Hasan: “Speech enhancement using soft thresholding with DCT-EMD based hybrid algorithm,” Proc. European Signal Processing Conference (EUSIPCO'07), pp.75-79 (2007).
- [24] N. Minematsu: “Are learners myna birds to the averaged distributions of native speakers? -- a note of warning from a serious speech engineer --,” Proc. ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech and Language Technology in Education (SLaTE), CD-ROM (2007).
- [25] N. Minematsu, K. Kamata, S. Asakawa, T. Makino, and K. Hirose: “Structural representation of the pronunciation and its use for classifying Japanese learners of English,” Proc. ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech and Language Technology in Education (SLaTE), CD-ROM (2007).
- [26] Y. Qiao, S. Asakawa, N. Minematsu: “Random discriminant structure analysis for continuous Japanese vowel recognition,” Proc. Int. Workshop on Automatic Speech Recognition and Understanding (ASRU'07), pp.576-581 (2007).
- [27] Keikichi Hirose: “Researches on speech prosody for advanced spoken language technologies,” Proc. Int. Symposium on Frontiers of Research on Speech and Music (FRSM-2008), Kolkata, 20-21 February, pp.40-45 (2008) <Invited>.
- [28] Q. Sun, K. Hirose, N. Minematsu: “Improved tone component prediction of tone nucleus for F0 contour generation of Mandarin speech,” Proc. Int. Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, pp.112-115 (2008).
- [29] M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu, M. K. Hasan: “A multiband approach for voiced/unvoiced discrimination of speech signals,” Proc. Int. Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, pp.323-326 (2008).
- [30] E. Deger, M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu: “Hard and soft thresholding with EMD for speech enhancement,” Proc. Int. Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, pp.232-235 (2008).
- [31] A. Rebordao, M. K. I. Molla, K. Hirose, N. Minematsu: “An adaptive speech denoising system based on ICA and voice activity detection,” Proc. Int. Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing, pp.228-231 (2008).
- [32] N. Minematsu: “Speech as music --Yet another framework for speech recognition,” ESF-JSPS Frontier Science Conference Series for Young Researchers -- Experimental Cognitive Robotics -- (2008) <Invited>.

著書

- [33] N. Minematsu and K. Sakuraba: “Development of a femininity estimator for voice therapy of gender identity disorder clients,” in "Speaker Classification II", LNAI4441, pp.22-33, Springer (2007).
- [34] N. Minematsu and T. Nishimura: “Consideration of infants' vocal imitation through modeling speech as timbre-based melody,” in New Frontiers in Artificial Intelligence, LNAI4914, pp.26-39, Springer (2008).

総説・解説論文

- [35] 峯松信明: “小特集「言語障害を通して再考する音声言語情報処理」にあたって,” 日本音響学会誌 63 卷 7 号, pp. 363-364 (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [36] N. Minematsu: “Speech as multi-dimensional music,” Seminar talk at University College of London (2007) <Invited>.
- [37] 下村直也, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “制約条件付きクラスタリングによる連続音声からのイベント境界検出,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-12, pp. 25-30 (2007).
- [38] 峯松信明, 西村多寿子: “多次元音楽としての音声モデリングと音声模倣,” 人工知能学会全国大会講演論文集, 1F2-3, pp. 1-4 (2007).
- [39] 峯松信明, 西村多寿子, 朝川智, 櫻庭京子, 斎藤大輔: “要素論から全体論へ ~全体から入る音声情報処理への招待~, ” 情報処理学会音声言語情報処理研究会, 2007-SLP-67-14, pp. 75-80 (2007).
- [40] 峯松信明, 西村多寿子, 櫻庭京子, 朝川智, 斎藤大輔: “孤立音[あ]を聞いて/あ/と同定する能力は音声言語に必要か?,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-30, pp. 37-42 (2007).
- [41] 鎌田圭, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉: “学習者による米語母音発音に対する絶対的評価と相対的評価間の相関分析,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-36, pp. 73-78 (2007).
- [42] E. Deger, M. K. I. Molla, K. Hirose, and N. Minematsu: “DCT-EMD based hybrid

- soft-thresholding technique with a sub-band approach for speech enhancement,” IEICE Technical Report, SP2007-58, pp.7-12 (2007).
- [43] 三輪周作, 広瀬啓吉, 峯松信明, 山内豊: “学習者の音声でフィードバックする英語発音教育システム,” 日本音響学会秋季講演論文集, 1-2-4, pp. 491-492 (2007).
- [44] 鎌田圭, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉: “発音の構造的表象に基づく母音矯正度推定の高精度化,” 日本音響学会秋季講演論文集, 2-4-3, pp. 327-330 (2007).
- [45] 齋藤大輔, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “音声の構造的表象を入力とした音声合成に対する基礎的検討,” 日本音響学会秋季講演論文集, 1-P-2, pp. 399-402 (2007).
- [46] 齋藤大輔, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “Δケプストラムの声道長依存性に関する実験的検討,” 日本音響学会秋季講演論文集, 3-3-13, pp. 169-170 (2007).
- [47] 篠田和宏, 広瀬啓吉, 峯松信明, 小杉康宏: “ユーザの特徴・知識を考慮した番組情報検索音声対話システムの構築,” 日本音響学会秋季講演論文集, 2-3-7, pp. 72-72 (2007).
- [48] 下村直也, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “時間制約を持つクラスタリングによる連続音声の自動セグメンテーション,” 日本音響学会秋季講演論文集, 3-4-4, pp. 353-356 (2007).
- [49] 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “音声の構造的表象を用いた音声認識における特徴両空間分割とその効果,” 日本音響学会秋季講演論文集, 3-Q-10, pp. 229-232 (2007).
- [50] 孫慶華, 広瀬啓吉, 峯松信明: “声調核モデルを用いた声調成分推定手法の改良,” 日本音響学会秋季講演論文集, 3-4-14, pp. 377-380 (2007).
- [51] 平野宏子, 広瀬啓吉, 河合剛, 顧文涛, 峯松信明: “生成過程モデルに基づく母語話者と中国語話者の日本語朗読音声の基本周波数パターンの比較,” 日本音響学会秋季講演論文集, 2-4-4, pp. 331-332 (2007).
- [52] 竹内京子, 齋藤大輔, 峯松信明, 広瀬啓吉: “フランス語鼻母音における鼻音性の知覚, 日本音響学会秋季講演論文集,” 1-2-7, pp. 497-498 (2007).
- [53] 峯松信明, 西村多寿子, 櫻庭京子, 朝川智: “孤立音を聞いて音韻同定できる能力は音声言語運用に必要か?,” 日本音声学全国大会予稿集, pp. 135-140 (2007).
- [54] 竹内京子, 三輪周作, 峯松信明, 広瀬啓吉: “日本人学習者のフランス語鼻母音のモデル音声模倣時の生成特徴,” 日本音声学全国大会予稿集, pp. 153-157 (2007).
- [55] N. Minematsu: “Are learners myna birds to the averaged distribution of native speaker? -- A new framework for CALL --,” Seminar talk at University of Science and Technology of China (2007) <Invited>.
- [56] N. Minematsu: “From fragile substances to robust contrasts -- Yet another framework for speech recognition --,” Seminar talk at Microsoft Research Asia and Institute of Linguistics, Chinese Academy of Social Sciences (2007) <Invited>.
- [57] 孫慶華, 広瀬啓吉, 峯松信明: “中国語基本周波数パターンの2段階合成方法と柔軟な韻律制御,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-77, pp. 37-42 (2007).
- [58] 越智景子, 広瀬啓吉, 峯松信明: “基本周波数パターン生成過程モデルにもとづくテキストからのコーパスベース韻律生成,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-78, pp. 43-48 (2007).
- [59] 齋藤大輔, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “構造的表象からの音声生成に関する基礎的検討,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-80, pp. 55-60 (2007).
- [60] Y. Qiao, S. Asakawa, and N. Minematsu: “Recognition of connected Japanese vowel utterances using random discriminant structure analysis,” IEICE Technical Report, SP2007-89, pp.19-24 (2007).
- [61] Y. Qiao, N. Shimomura, and N. Minematsu: “Toward optimal unsupervised phoneme segmentation -- a theoretical and experimental investigation --,” IEICE Technical Report, SP2007-123, pp.161-166 (2007).
- [62] 齋藤大輔, 松浦良, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “ケプストラムの声道長依存性に関する幾何学的考察,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-128, pp. 189-194 (2007).
- [63] 下村直也, 峯松信明, 山内豊, 広瀬啓吉: “ボトムアップクラスタリングを用いたシャドールイング音声の自動評定,” 電子情報通信学会音声研究会, SP2007-212, pp. 151-156 (2008).
- [64] Y. Qiao and N. Minematsu: “Unsupervised phoneme segmentation using Mahalanobis distance,” IEICE Technical Report, SP2007-198, pp.69-74 (2008).
- [65] Juan Pablo Narino M, K. Hirose, N. Minematsu: “Improvements to acoustic modeling using Hidden Conditional Random Fields for automatic speech recognition,” Proc. Spring Meeting of Acoust. Soc. Japan, 2-10-3, pp.71-72 (2008).
- [66] アリ・ナジャンド, 廣瀬啓吉, 峯松信明: “文節境界を利用した統計的言語モデルの話し言葉コ

- ーパスへの適用,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-10-17, pp. 125-126 (2008).
- [67] Y. Qiao, N. Shimomura, N. Minematsu: “Unsupervised phoneme segmentation using transformed cepstrum features,” Proc. Spring Meeting of Acoust. Soc. Japan, 1-11-20, pp.287-290 (2008).
- [68] 高澤真章, 鎌田圭, 竹内京子, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉: “大規模英語学習者を対象とした音声の構造的表象に基づく発音評価とその応用,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-10-12, pp. 489-492 (2008).
- [69] 竹内京子, 齋藤大輔, 峯松信明, 広瀬啓吉: “フランス語鼻母音のカテゴリー知覚の考察,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-7-2, pp. 501-502 (2008).
- [70] 孫慶華, 広瀬啓吉, 峯松信明: “標準中国語音声合成システムの構築,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-Q-13, pp. 401-402 (2008).
- [71] 越智景子, 広瀬啓吉, 峯松信明: “基本周波数パターン生成過程モデルに基づくコーパスベース韻律制御における焦点制御,” 日本音響学会春季講演論文集, 2-11-14, pp. 369-370 (2008).
- [72] A. Rebordao, M. K. Islam Molla, K. Hirose, N. Minematsu: “A speech denoising system based on ICA and voice activity detection,” Proc. Spring Meeting of Acoust. Soc. Japan, 3-Q-7, pp.389-390 (2008).
- [73] 齋藤大輔, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “構造的表象からの音声合成における音響空間探索の高速化,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-Q-16, pp. 407-410 (2008).
- [74] 齋藤大輔, 松浦良, 鎌田敏明, 朝川智, 峯松信明, 広瀬啓吉: “ケプストラムの声道長依存性に対する定量的分析とその応用,” 日本音響学会春季講演論文集, 1-Q-19, pp. 201-204 (2008).
- [75] 鎌田圭, 高澤真章, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉: “音声の構造的表象に基づく英語発音分析結果の視覚化に対する一考察,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-Q-23, pp. 425-426 (2008).
- [76] 印南圭祐, 渡辺美知子, 峯松信明, 広瀬啓吉: “CRF を用いたアクセント結合処理に対する誤り分析とその改良に向けた考察,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-Q-18, pp. 413-414 (2008).
- [77] 下村直也, 峯松信明, 山内豊, 喬宇, 朝川智, 広瀬啓吉: “教師無しセグメンテーションを用いたシャドーイング音声の自動評価に関する実験的検討,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-10-10, pp. 483-486 (2008).
- [78] 稲垣貴彦, 広瀬啓吉, 峯松信明: “話し言葉音声認識における韻律的特徴を利用したフィルター検出,” 日本音響学会春季講演論文集, 3-10-20, pp. 133-134 (2008).
- [79] 鎌田圭, 高澤真章, 竹内京子, 朝川智, 峯松信明, 牧野武彦, 広瀬啓吉: “大規模英語学習者を対象とした音声の構造的表象に基づく発音分類とその応用,” 情報処理学会全国大会講演集, 2ZL-6, pp. 275-276 (2008).
- [80] 印南圭祐, 渡辺美知子, 峯松信明, 広瀬啓吉: “CRF に基づくアクセント変形予測モデルにおけるエラー解析,” 言語処理学会年次大会発表論文集, pp. 969-972 (2008).
- [81] 桜庭京子, 峯松信明, 廣瀬啓吉, 田山二郎, 今泉敏, 山内俊雄: “MtF のボイスセラピーにおける成功症例の型の分類,” 性同一性障害学会研究大会 (2008).

研究現況
Current Research Projects

1. ヒューマンロボットインタラクション

杉本 雅則, 細井 一弘, ダオ ヴィン ニン,
五十嵐 剛, Siriborvornratanakul Thitirat,
伊藤 俊廷, 森 晶洋, ゲン ゴク トウン

Human Robot Interaction

**M. SUGIMOTO, K.HOSOI, V.N.DAO, G.
IGARASHI, T.SIRIBORVORNANAKUL,
T.ITO, A.MORI, G.T.NGUYEN**

ユーザとロボットが同一空間上にいる環境で、ユーザが自己の視点に基づいて、直感的にロボットに操作・指示を行えるユーザインタフェイスを開発している。ユーザはモバイルデバイスに搭載されたカメラで、ロボットを撮影し、移動させたい方向にモバイルデバイスを振ることで、ロボットを移動させることができる。

また、「ハンドヘルドプロジェクタを用いたロボットとのインタラクションとして” Manipulation by Projection” という新しい概念を提唱し、その概念に基づく CoGAME と呼ばれるシステムを構築し、その評価を進めた。さらにハンドヘルドプロジェクタによる任意表面への投影を実現するための障害物回避アルゴリズムの実装と評価を行った。

We have been developing a remote control technique for multi-robots that allows a user to control them from his viewpoint. By capturing an image of robots with a camera mounted on a mobile phone and moving it in a three dimensional space, a user can intuitively control the robots as he would intend.

We have also developed a system called CoGAME, that allows users to interact with a robot using a handheld projector. The idea of CoGAME is from a novel concept called “Manipulation by Projection”. We have evaluated the concept and the system, and been exploring possibilities for new applications.

In order to make any surface projectable through a handheld projector, a novel technique for adaptive projection in cluttered environments.

2. モバイル・ユビキタスコンピューティング

杉本 雅則, 竹内 雄一郎, 小浜 武史,
Tulathimutte Kan, 佐藤 哲也, 原 務,
伊藤 俊夫, 橋爪 宏達

Mobile and Ubiquitous Computing

**M. SUGIMOTO, Y. TAKEUCHI, T.KOHAMA,
K.TULATHIMUTTE, T.SATO, T.HARA, T.ITO,
H.HASHIZUME**

本研究では、ユーザの居る場所に依存して適切な支援を行うためのシステムを構築する。本研究では、GPS 付きの携帯端末を用いる。ユーザの文脈に応じて適切な支援を行うため、本研究では、屋外でのユーザの行動を常に記録する。そして、これまでのユーザ自身の行動と、別のユーザの行動と類似度を基に、協調フィルタリングの手法を利用して、次取るべき行動や情報を推薦する。本システムを実世界で利用し、評価を進める。この研究を進展させ、個々のユーザの生活に適応することを目指したライフアダプティブコンピューティングのフレームワークを提案する。

また、携帯端末に取り付け可能な超音波センサのみを用いることで、端末間の相対位置、方向認識を行うための技術の構築を目指す。本技術は、WLAN アクセスポイントやサーバ機器等の存在を仮定しておらず、真に「どこでも」使える技術を確認することを目指す。

WLAN 技術を用いた位置認識技術において、マルチパスの影響を考慮した新しい手法を構築する。提案手法では、TOA(Time of Arrival)方式でもっとも精度が高い手法と同等以上の精度を示した。

In this study, we develop a location-aware system for supporting users. We use mobile devices (PDAs) with GPS receivers. In order to support users appropriately based on their context, the system records users behavior outdoors. The system then provides users with recommendation for their next action or useful information, by considering the similarity between multiple users past behaviors with a collaborative filtering method. We evaluate the system in a real world and discuss its effects. Through these experiences, we propose a framework called “Life adaptive computing” for supporting individual users by making computers observing users’ daily lives and provide users with services in a contextualized manner.

We also develop an innovative technology for detecting relative positions and orientations among multiple devices by using ultrasonic communication. The experiment proved that the proposed technique called “phase accordance method” could show remarkable performance: less than 0.3 mm errors in three meter distance measurements and less than 0.5 degree errors in the zero, ten, twenty, and thirty degree measurements. The technology has been applied to a robot tracking system.

Another study related to positioning techniques is a WiFi based positioning system. Our proposed system uses a TOA (Time of Arrival) method and shows the same or better accuracy level than existing systems.

3. 物理インタフェイスと学習支援システム

杉本 雅則, 三浦 宗介

Physical Interface and Learning Support Systems

M. SUGIMOTO, S.MIURA

本研究では、グループでの協調的問題解決を支援するためのシステムを構築する。グループ作業において、他

者との作業プロセスを共有すると同時に、各個人の思考を妨げることなく作業を進める必要がある。そこで本研究では、PDA(Personal Digital Assistant)上で提供される個人空間と、センシングボード上で実現される共有空間とをシームレスに統合する作業環境を構築する。本システムでは、拡張現実感技術を活用することで、物理世界と仮想世界が融合された共有空間上で他者との共有作業を行う。一方、PDAからの共有空間への入出力により、グループでの作業結果を活用したり、個人作業の結果を反映させたりすることができる。それによって、ユーザは、共有空間と個人空間を行き来しつつ、協調作業を行うことが可能になる。

また、振動モータを用い、強さ、周波数を文脈に応じて制御することで、人間に情報伝達を行うための技術を構築する。T-RHYTYMと呼ばれるシステムでは、上記の技術を応用し、音楽学習におけるリズム提示、さらには合奏、合唱を支援することができる。上記以外に、屋外学習支援を支援する SketchMap システムの開発と評価も行っている。

In this study, a system for supporting cooperative problem solving has been developed. In order to support cooperative problem solving, it is important not only to allow a group of users to share work processes among them, but also assist individual users to enhance their own thinking. The proposed system in this study seamlessly integrates a personal space on PDAs (Personal Digital Assistants) and a shared space on a sensing board. We use augmented reality technology and create the immersive shared space by overlaying a virtual world on a real world. PDAs are used for sharing personal activities on a personal space among other users, and utilizing results of group activities on the shared space.

We have also been developing a tactile interface technology by utilizing vibration motors whose strength and frequency of the vibration are controllable. The technology is used in a music class in an elementary school, in order to support children in performing musical instruments in an ensemble setting. We have also developed and evaluated a system called SketchMap that integrates outdoor and classroom learning..

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 竹内 雄一郎, 杉本 雅則: 位置情報履歴を利用したユーザアダプティブな街案内システム, 電子情報通信学会論文誌 J90-D, No.11, pp. 2981-2988 (2007).
- [2] 細井 一弘, ダオ ヴィン ニン, 森 晶洋, 杉本 雅則: CoGAME: ハンドヘルドプロジェクタを用いたロボットナビゲーションゲームの試作, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.12, No.3, pp.285-294 (2007).
- [3] Sugimoto, M.: Projected Displays of Mobile Devices for Collaboration, In Handbook of Research on User Interface Design and Evaluation for Mobile Technology, Idea Publishing Group (2008).

国際会議論文

- [4] Siriborvornratanakul, T., Sugimoto, M.: Self-Correcting Handheld Projectors Inside Cluttered Environment, In Proceedings of IWAIT 2008, Hsinchu, Taiwan (2008).
- [5] Dao, V.N., Hosoi, K., Sugimoto, M.: A Semi-Automatic Realtime Calibration Technique for a Handheld Projector, In Proceedings of ACM VRST 2007, Newport Beach, CA, pp.43-46 (2007).
- [6] Miura, S., Ravasio, P, Sugimoto, M.: Nurturing Learners' Communities by Creating and Sharing Maps, In Proceedings of INTERACT2007 Workshop on Map Based Interaction in Social Networks (MapIsNet'07), Rio de Janeiro, Brazil (2007).
- [7] Hosoi, K., Dao, V.N., Mori, A., Sugimoto, M.: CoGAME: Manipulation by Projection, In Proceedings of ACM SIGGRAPH 2007 Emerging Technologies, San Diego, CA (2007).
- [8] Yamaguchi, E., Inagaki, S., Sugimoto, M., Kusunoki, F., Tachibana, S., Yamamoto, T., Deguchi, A., Seki, T., Takeuchi, Y.: Fostering Students Participation in Face-to-Face Interactions and Deepening Their Understanding by Integrating Personal and Shared Spaces, In Proceedings of CSCL2007, New Brunswick, NJ, pp.794-796 (2007).
- [9] Takeuchi, Y., Sugimoto, M.: User-Adaptive Home Video Summarization using Personal Photo Libraries, In Proceedings of ACM CIVR 2007, Amsterdam, The Netherlands, pp.472-479 (2007).
- [10] Hosoi, K., Dao, V.N., Mori, A., Sugimoto, M.: VisiCon: A Robot Control Interface for Visualizing the Manipulation Using a Handheld Projector, In Proceedings of ACM ACE 2007, Salzburg, Austria, pp.99-106 (2007)..

解説

- [11] 杉本 雅則: 体験の増幅を目指した学習支援, 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.2, pp.210-212 (2008).
- [12] 杉本 雅則: 拡張現実感手法を用いた学習支援, 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.2, pp.237-242 (2008).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [13] 細井 一弘, ダオ ヴィン ニン, 森 晶洋, 杉本 雅則: CoGAME: ハンドヘルドプロジェクタを用いたヒューマン・ロボット・インタラクションの提案, 第3回デジタルコンテンツシンポジウム, 科学技術館, 東京 (2007年6月).
- [14] Miura, S., Sugimoto, M.: i-Vocal: A system for Supporting Vocal Learning by Facial Expression. In Proceedings of MULE2007, Hong Kong, pp. 33-36, (2007).
- [15] 細井 一弘, 森 晶洋, ダオ ヴィン ニン, 伊藤 俊廷, グェン トウン ゴク, 杉本 雅則: CoGAME: Manipulation by Projection, インタラクティブ東京2007, 日本科学未来館, 東京 (2007年9月, 招待展示).
- [16] 三浦 宗介, 杉本 雅則: コンピュータを用いた音楽学習支援に関する研究, 日本音楽教育学会第38回全国大会, 岐阜, ポスター発表, (2007年9月).
- [17] 細井 一弘, ダオ ヴィン ニン, 森 晶洋, 杉本 雅則: モバイルディスプレイを用いた直感的なヒューマンロボットインタラクションの提案, インタラクション2008 (口頭発表), pp. 17-24, 東京 (2008年3月).
- [18] グェン トウン ゴク, 伊藤 俊廷, 細井 一弘, 三浦 宗介, ダオ ヴィン ニン, 森 晶洋, 杉本 雅則: ハンドヘルドプロジェクタとロボットを用いたストーリーテリング支援システム, インタラクション2008 (ポスター発表) 東京 (2008年3月).
- [19] 大泉 拓, 佐藤 哲也, 杉本 雅則, 橋爪 宏達: 位相一致法におけるドップラー効果補償とその評価, 電子情報通信学会 第13回 東京支部学生会研究発表会, 東京電機大学 (2008年3月, 学生会奨励賞を受賞).
- [20] 伊藤 俊廷, グェン トウン ゴク, 杉本 雅則: Gentero: ハンドヘルドプロジェクタとロボットを用いたストーリーテリング支援システム, 人工知能学会, 先進的学習科学と工学研究会, 広島, pp.103-108 (2008年3月).
- [21] 伊藤 俊廷, グェン トウン ゴク, 杉本 雅則: GENTORO: ハンドヘルドプロジェクタとロボットを用いたストーリーテリング支援システム, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.15-16 (2008年3月).
- [22] Siriborvornratanakul, T., Sugimoto, M.: A

Self-Correcting Handheld Projector System for Cluttered Environments, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.11-12 (2008年3月).

- [23] Dao, V.N.: A Handheld Projector-Camera Homography Compensation Technique Based on Projector's Posture, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.11-12 (2008年3月).
- [24] Tulathimutte, K. Sugimoto, M., Hashizume, H.: Ultrasonic-based 3D Tracking System using Phase Accordance Method, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.37-38 (2008年3月).
- [25] 伊藤 俊夫, 杉本 雅則, 橋爪 宏達: 超音波通信を用いたロボットトラッキングシステム, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.9-10 (2008年3月).
- [26] 小浜 武史, 原 務, 杉本 雅則, 橋爪 宏達: OFDM 伝送方式の無線 LAN による位置測定手法, 人工知能学会フレッシュマンのための人工知能研究交流会, 東京大学, pp.7-8 (2008年3月).

浅見研究室

Asami Laboratory

(<http://www.ahg.t.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況

Current Research Projects

1. ユビキタスネットワークとアーキテクチャ

浅見 徹・川原 圭博

Architectural Framework of Ubiquitous Networks

Tohru Asami, Yoshihiro Kawahara

ユビキタスネットワークとアーキテクチャの研究では、新たに出現したサービス形態である、大量かつ多種多様な端末が接続されたユビキタスネットワーク/コンピューティングを実現するため、新しい通信システムアーキテクチャを制御・運用面から検討している。具体的には、携帯電話のデータ保護を目指したユーザ・ベースの分散ストレージ管理、超高速鉄道での 3G 移動体通信におけるパケット通信品質の解析、広域イーサネットを対象にしたプライベート網の自動オーバーレイ技術、新世代ネットワークの制御管理技術といった観点から研究開発を進めている。

We are investigating new communication system architectures from the points of controllability and operations to realize new communication services or ubiquitous networking / computing environments. Our recent activities include user-based distributed private storage for mobile terminals, communication quality analysis of 3G mobile for high speed trains, private IP overlay networking technologies for wide area Ethernet, network management architecture for next generation networks.

2. コンテキストウェアネットワークの研究

川原 圭博・浅見 徹

Context-aware Networking

Yoshihiro Kawahara, Tohru Asami

情報通信技術が成熟するにつれ、行動目的、趣味・嗜好、場所、周辺機器の利用条件等、通信サービス利用者の置かれた状況(コンテキスト)を考慮して利用者中心の柔軟なサービスを提供するコンテキストウェアサービスを構成するための基盤技術に関する重要性が高まりつつある。本研究では、センサ技術を活用しコンピュータによりユーザの活動を解析する技術、センサへの電力供給に関する環境電磁界利用の可能性、分散するリソースをユーザの手により即興的に組み合わせるためのランデブーベースサービス構成機構を研究対象に選んでいる。また、研究ニーズをくみ上げるため、実用的なアプリケーションについても種々検討しており、携帯電話で日常生活の消費カロリーを推定するアプリケーションの開発等を行っている。

Importance of the fundamental technologies about context-awareness increases, as ICT technologies mature.

Context-awareness is the idea to provide user-centric and flexible network services based on user's objective, preference, place, and status of peripheral devices. We work on user activity recognition technologies based on sensing technologies, survey on energy harvesting technologies for sensors, and a rendezvous-based service composition mechanism which allows users to create a mash-up services with distributed resources. To survey the requirements as well as feasibilities of context-aware technologies, we also develop practical applications such as an estimating method of all-day energy expenditure by a cell-phone.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

国際会議論文

- [1] Y. Kawahara, H. Endo, and T. Asami: A Key Generation Scheme of Self-Encryption Based Mobile Distributed Storage System, The 6th International Workshop on Wireless Information Systems (WIS 2007), Funchal, Madeira - Portugal, (2007).
- [2] Y. Kawahara, M. Ozawa, N. Kawanishi, and H. Morikawa: A Sensor and Actuator Proxy for Creating Context-aware Applications, Fourth International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2007), Braunschweig, Germany, (2007).
- [3] Y. Kawahara, N. Kawanishi, M. Ozawa, H. Morikawa, and T. Asami: Designing a Framework for Scalable Coordination of Wireless Sensor Networks, Context Information and Web Services, IEEE 7th International Workshop on Wearable Computing and Smart Appliances (IWSAWC 2007), 0-7695-2838-4/07 (2007).
- [4] Y. Kawahara, H. Morikawa, and T. Aoyama: Intelligent Interface Systems Utilizing User Context, International Conference on Machine Learning and Cybernetics 2007 (ICMLC 2007), pp.2119-2124(2007).
- [5] P. Poupyrev, P. Davis, Y. Kawahara, and H. Morikawa: Compact Data Format for Advertising and Discovery in Ubiquitous Networks, International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007), Akihabara, Japan, pp. 290-297 (2007).
- [6] L. Wang, Y. Kawahara, and T. Asami: "An Electrical Field Intensity Survey in Tokyo," Fourth International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007), (2007).
- [7] M. Ozawa, Y. Kawahara, N. Kawanishi, and H. Morikawa: "A User Posture Inference Scheme for Resource Limited Microprocessors" in proceedings of International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007), Akihabara, Japan (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [8] 小澤 政博, 川西 直, 川原 圭博, 森川 博之: 資源制約デバイスにおける3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法, 情報処理学会研究報告, ユビキタスコンピューティングシステム研究会, UBI-16-10, (2007).
- [9] 浅見徹: 次世代高効率ネットワーク技術開発プロジェクト ~ システムイメージ ~, 信学技報, PN2007-21, pp.1-6(2007).
- [10] Le Na BUI, Yoshihiro Kawahara, Tohru Asami: Overlaid Private IP Address Networks over Wide Area Ethernet, 信学技報, IA2007-37, pp.39-44 (2007).
- [11] 遠藤大礎, 川原圭博, 浅見徹: P2P分散ファイル共有基盤を活用した自己暗号化法によるプライベートストレージ, 信学技報, IA2007-38, pp.45-50 (2007).
- [12] 遠藤 大礎, 川原 圭博, 浅見 徹: 自己暗号化法に基づく秘密分散ファイル間照合管理方式に関する検討, 信学ソ大, B-7-17, (2007).
- [13] 秦 剛, 川原 圭博, 浅見 徹: 超高速鉄道での3G移動体通信におけるパケット通信品質について, 信学ソ大, B-7-49, (2007).
- [14] L. Bui, Y. Kawahara, T. Asami: "Overlay Private IP Address Networks over Ethernet," 信学ソ大, B-7-82, (2007).
- [15] 笠 七菜実, 川原 圭博, 浅見 徹: 加速度センサを搭載した携帯電話による METS エネルギー換算法からの消費エネルギー測定法, 信学ソ大, B-20-14, (2007).
- [16] 和田 佳, 川原 圭博, 浅見 徹: Internet Indirection Infrastructure によるコンテキストウェアサービス構成リソースの連携手法, 信学ソ大, B-20-18, (2007).
- [17] 猿渡 俊介, 川西 直, 川原 圭博, 南 正輝, 森川 博之: アプリケーション指向無線センサネットワーク, 信学技報, ユビキタス・センサネットワーク研究会, USN2007-17, pp.91-96(2007).
- [18] 牛田啓太, 小澤政博, 森田哲夫, 川原圭博, 川西直, 森川博之: センサネットワーク技術を利用したインタラクティブミュージックシステム M[you]sic 社会実験システムの開発, 電子情報通信学会総合大会, A-16-23, (2008).
- [19] 和田 佳, 川原圭博, 浅見 徹: ランデブーベース通信を利用したコンテキストウェアサービスの実装, 電子情報通信学会 総合大会, B-7-161, (2008).
- [20] 小澤政博, 川西 直, 川原圭博, 森川博之: 省電力化に向けた3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法の高速化, 電子情報通信学会 総合大会, B-19-27, (2008).
- [21] 林 敏樹, 小澤政博, 鈴木 誠, 森戸 貴, 川西直, 川原圭博, 永田智大, 國頭吾郎, 森川博之: 3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法へのユーザ適応機構の導入, 電子情報通信学会 総合大会, B-19-28, (2008).
- [22] 笠 七菜実, 川原圭博, 小林亜令, 浅見 徹: 加速度センサを使った METS エネルギー換算法による消費エネルギー推定法の比較評価, 電子情報通信学会 総合大会 B-20-8, (2008).
- [23] 川原圭博, Tomasz Adamczewski, 王 亮, 浅見 徹: センサネットワークのための環境電磁界からの電力再生に関する検討, 電子情報通信学会 総合大会 B-20-9, (2008).

相田研究室
Aida Laboratory
(<http://www.aida.k.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

3. 電子メールを基にした情報共有システム

相田 仁、神堀 真也

Information Sharing System based on E-mail

H. Aida and S. Kambori

電子メールは通信速度や品質が保証されないインターネットを活用するために作られたコミュニケーションツールであり、作られた当時は "メールが送信できること" が最も重視されていた。したがって、電子メールには信頼性やセキュリティに関わる機能はあまり備わっていない。しかし現在は電子メールの重要性が格段に増しており、電子メールの信頼性の向上やコミュニケーションツールとしての高機能化が必要である。

そこで本研究では、まず送信したメールの配送状況や未読/既読等の状態を送信者側が把握する配送確認システムを提案する。また、XML 等を利用してメールに制御情報を付加する事で、メール本文の内容確認や返信の集約、転送制限など情報共有の支援や情報流通の制御を行うためのしくみについて検討する。

これらを通じて、電子メールの信頼性を向上させ、さらに電子メールを用いた効率的な情報共有システムを実現することを目指す。

At the time e-mail system was developed as a communication tool for the Internet, other than the ability to exchange messages was not considered so that e-mail is not equipped with functions for reliability or security. Now e-mail system gains social importance, we need to improve reliability and functionality of e-mail as a communication tool.

In this research, we first propose a confirmation system for senders to comprehend status of messages they sent. Then, we'd like to build a system to support information sharing and manage information distribution by adding control information to e-mail messages.

4. 無線センサネットワークにおける情報収集に適した通信プロトコル

相田 仁、アピラックウィリヤ ウィッタヤー

Communication Protocol for Information Gathering over Wireless Sensor Networks

H. Aida and W. Apirakviriyaa

無線センサネットワークから情報を収集する技術は、現在様々な設計が提案され実際に使用されているが、それらの多くは、通信の安定性やエネルギー消費における基本的な必要条件を満たしていないのが現状である。本研究では、マルチホップ経路の構築には Directed

Diffusion の手法を採用し、構築時の経路選択にハンドシェーキングを利用した。また、情報収集システムの性能を向上させるため、メッセージ転送時の再送技術や動的な経路変更技術を提案した。本研究で提案した手法により、情報収集通信プロトコルの安定性を向上させ、さらにエネルギー消費を削減できることをシミュレーションにより確認した。

Several designs of a routing system to collect information from the network of wireless sensors have been practically used in real-world applications, however, not satisfied fundamental requirements in terms of unreliable information delivery and high data transmission overhead.

In this project, the technique inspired by Directed Diffusion has been applied to construct the multi-hop spanning tree based routing path. In addition, several ideas of adding the handshaking during the network construction to check the quality of links, data retransmission mechanism during message forwarding and Dynamic Route Alteration to switch routing paths to ones being in a better condition have been proposed. According to the evaluations by the simulator, proposed techniques significantly improved quality of service in term of higher reliability and conserved power consumption needed for data transmission.

5. Web 上でのメタデータを活用した情報発見とその応用

相田 仁、佐伯 嘉康

Discovery of information and its application utilizing Metadata on Web

H. Aida and Y. Saeki

Web 上のデータの爆発的な増加に伴い、Web 上でのデータの活用から情報の発見までの支援技術が求められている。その技術を実現するために、メタデータと呼ばれるデータの意味を記述したデータを活用する基盤技術と応用手法の提案から実装についての研究を行っている。

Recently, with the increase of data on Web, people want supporting technology for utilization of data and discovery of information in vast web. Currently, for the realization we study on basic technologies and application utilizing data about data called "Metadata".

6. アドホックネットワークを応用した電子投票システム

相田 仁、杉谷 心、川瀬 雄介

Electronic Voting System applying Ad-Hoc Network Technology

H. Aida, S. Sugitani and Y. Kawase

多人数が一度に会して選挙を行う場合など、通信が一時に集中するような場合に、通常のアドホックネットワークを用いたのでは、衝突が多発し、投票に必要な信頼性を確保することが難しくなる。そこで本研究では、端末間に論理リングを構築し、トークンパッシング型の通

信を行うことで衝突を回避する方式を提案し、シミュレーションによりその有効性を確認した。また、投票に必要な安全性を確保するための暗号化方式を提案した。

In case such as many people meeting together to make an election, using ad-hoc network technology might cause too many collisions to ensure the reliability of the voting. In this research, we proposed building logical ring among terminals and token-passing type communication mechanism on top of it in order to avoid collisions and showed its effectiveness through computer simulation. We also proposed encryption scheme to ensure security needed for voting.

7. 無線 LAN VoIP ハンドオーバー時における最適 AP 選択手法

相田 仁、藤原 直弘

Access Point Selection at Handoff in VoIP over Wireless LAN H. Aida and N. Fujiwara

近年、ブロードバンド接続環境の普及とともに、IP 電話(VoIP)や無線 LAN の導入が進み、無線 LAN を媒介とした VoIP が、企業や大学などを中心に広まりつつある。しかし、VoIP は回線交換式の電話に比べ通話の品質を保つことが難しく、特に無線 LAN を媒介とする場合は品質が低下しやすい。現在の無線 LAN 標準規格である IEEE 802.11a/b/g では、一部のアクセスポイント(AP)に接続が集中した際のアクセス制御が実装されておらず、ハンドオーバー時には特に通話品質の劣化が起きやすい。

そこで本研究では、無線 VoIP のハンドオーバーに焦点を当て、通話品質が劣化しにくい接続先 AP を選択する手法を提案した。その際、ハンドオーバーが起きる端末のみでなく、周辺エリアに存在する全ての端末の品質を向上させることを目標とした。AP 選択の基準としては、AP ごとに接続中の端末の平均片方向遅延を用い、最も遅延時間の小さい AP が最も負荷の少ない AP であると推定し、そこへハンドオーバーさせる。シミュレーションによる評価の結果、一部の端末が移動し、ハンドオーバーが起きる環境において有効性が確かめられた。

These days, VoIP and wireless LAN has been spread rapidly. However, it is difficult to keep speech quality because ordinal implementation of IEEE 802.11a/b/g wireless LAN standards concentrates connections to one Access Point(AP).

In this research, we developed a method to select suitable AP at handoff to keep the speech quality of not only the hand off stations, but also other stations around the area, using the information of average one way delay to estimate the load of APs.

Simulation results show that when a portion of stations are moving and handoff occurs, this method is effective to make speech quality better.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [1] 佐伯 嘉康,相田 仁: “RDFa によるメタデータを活用した Web コンテンツ配信技術,” 第 6 回情報科学技術フォーラム (FIT2007), B-034 (2007.9).
- [2] W. Apirakviriyaya and H. Aida: “A Communication Protocol for Information Gathering over Wireless Sensor Network,” Proc. 6th Forum on Information Technology (FIT2007), M-044 (2007.9).
- [3] 藤原 直弘, 相田 仁: “無線 LAN VoIP における通話品質保持手法の検討,” 第 6 回情報科学技術フォーラム (FIT2007), M-061 (2007.9).
- [4] 杉谷 心, 相田 仁: “アドホックネットワークにおける電子投票向け通信プロトコル,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-7-74 (2007.9).
- [5] 杉谷 心, 相田 仁: “アドホックネットワーク上での電子投票向けデータ形式の提案,” 電子情報通信学会総合大会, B-7-39 (2008.3).
- [6] 藤原 直弘, 相田 仁: “無線 LAN VoIP ハンドオーバー時における最適 AP 選択手法の検討,” 電子情報通信学会総合大会, B-7-156 (2008.3).
- [7] W. Apirakviriyaya and H. Aida: “A Communication Protocol for Information Gathering over Wireless Sensor Networks,” 電子情報通信学会総合大会, B-20-14 (2008.3).
- [8] 佐伯 嘉康, 相田 仁: “メタデータを基盤とした Semantic P2P Network の提案,” 電子情報通信学会総合大会, D-4-20 (2008.3).
- [9] 神堀 真也, 相田 仁: “メール配送確認システムの提案,” 電子情報通信学会総合大会, D-9-14 (2008.3).
- [10] Hitoshi Aida and Sinya Kambori: “Effective Use of Heterogeneous Wireless Links in High Speed Railways by Predictive Scheduling,” Proc. Int. Symposium on Secure-Life Electronics - Advanced Electronics for Quality Life and Society -, pp.167-171 (2008.3.6-7).
- [11] 神堀 真也, 相田 仁: “電子メールを基にした情報共有システムに関する考察 (A Study for Information Sharing System based on E-mail),” 情報処理学会 第 65 回デジタル・ドキュメント研究会 第 90 回情報学基礎研究会 合同研究会 (2008.3.28).

その他

- [12] 相田 仁: RELAY ESSAY「遠隔講義の高精細化」, 創成, No.10, p.20 (2007.9).

研究現況
Current Research Projects

1. 次世代経路制御技術

江崎 浩、吉田 薫、王 智勇

Next Generation Routing Architecture

H.ESAKI, K.YOSHIDA, Z.WANG

現在の経路制御アーキテクチャは、今後の高速広帯域かつ高機能の次世代インターネット基盤を提供するためには、さまざまな問題が顕在化しつつある。現在のインターネット基盤への変更を加えずに、新しい機能の実現を行う経路制御アーキテクチャのフレームワークの提案と、それに基づいた実証システム例を実装評価した。

The existing routing architecture can not provide sufficient functionalities, that the next generation Internet is going to require. The new architecture must have interoperability and migration capability for practical operation. We have proposed new routing architecture paradigm and framework. Based on this proposed architecture, we have designed traffic management architecture for OSPF network and evaluate the proposed system architecture.

2. TAHI プロジェクト ; IPv6 評価検証システム

江崎 浩

TAHI Project ; IPv6 Test and Evaluation Suite

Hiroshi ESAKI

IPv6 対応機器の IPv6 機能の評価検証手法の確立と、これを実現するソフトウェアシステムの研究開発を行っている。研究開発したシステムは、FreeBSD のプラットフォーム上で動作し、国際的に広く参照されかつ利用されている。IPv6 Forum IPv6 Ready Logo プログラムを発足させ、委員会議長を務めている。

We have researched on the evaluation and validation methodology for IP version 6 node, and have implemented the referenced software for this purpose. We have implemented on the FreeBSD platform, and it is widely referenced and used by many organizations in the world. We have initiated the (global) IPv6 Ready Logo Program at the IPv6 Forum and we serve as a chairperson of this particular committee.

3. Peer-to-Peer システムアーキテクチャ

江崎 浩、杉山 哲弘、姜鵬、浅井 大史

Peer-to-Peer System Architecture

H.ESAKI, S.SUGIYAMA, P.JIANG, H.SAI

インターネット通信の信頼性向上と負荷分散、さらに、より高度な通信サービスを提供するために必要となる Peer-to-Peer システムアーキテクチャの研究開発を行っている。ファイル共有を実現するために研究開発された

P2P 技術は、近年、インターネットにおける新しいアーキテクチャパラダイムの実現に向けた要素機能を提供し、さらに効率的なデータ配信を実現するアーキテクチャフレームワークとしての利用の可能性が認識されつつある。P2P システムにおけるトラフィックエンジニアリングを Inter-ISP で実現するための経路制御技術の提案と評価を行った。

Peer-to-Peer (P2P) technology and architecture is to achieve distributed and effective contents delivery platform, that is sitting on the IP infrastructure, i.e., overlay network on Internet. P2P architecture is message oriented data delivery system, with the introduction of various component technologies, such as network cache, network DMA and network virtual memory. In this research activity, we have proposed and evaluated the inter-domain routing control for P2P system.

4. アドホックネットワークアーキテクチャ

江崎浩、藤田 祥、賈洪光、田中陽介、安本直史

Ad Hoc Network Architecture

H.ESAKI, S.FUJITA, H.JIA,

Y. TANAKA, Y.SAKAMOTO

ブロードバンドインターネット環境の整備と進展は、アプリケーションの動作がインターネットへの接続性の存在を前提としており、インターネットへの接続性を喪失した環境では、ほとんどのアプリケーションが事実上動作しない。本研究では、このような問題を実践的に、あるいは根本的に解決するシステムアーキテクチャの研究開発を推進している。

The success of broadband Internet leads to the system assumption for the major applications, where the computer has been always on the net. Therefore, without internet connectivity, most of useful applications do not work. In this research activity, the practical and fundamental system architecture to solve this issue.

5. 大規模センサネットワークにおける AAA 機能

江崎 浩、岡部 宣夫

AAA Architecture for Large Scale Sensor Network

H.ESAKI, N.OKABE

化学プラントやビル制御などファシリティーシステムへの TCP/IP を核にしたオープン化に向けた AAA 基盤のアーキテクチャの検討と具体的な実装アーキテクチャとその評価を行っている。大規模なセンサとアクチュエータから構成されるシステムにおける自律的で効率的な AAA 機能を設計構築しなければならない。

The facility networks, e.g., factory automation or building automation, tends to introduce the open networking technology based on TCP/IP. In this research, we try to establish the scalable and effective AAA architecture and prototype system for this purpose. AAA, Authentication,

Authorization and Accounting, is one of secured operation of mission critical facility networks.

6. Live E! プロジェクト

江崎浩、落合秀也、王智勇

Robust and Stable Global BGP System Operation

H.ESAKI, S.ISHIDA, H.OCHIAI, Z.WANG

インターネット上に展開する大量のセンサーノードやホストが生成するデジタル情報が、自律的にかつ自由に流通し再利用される基盤を構築するアーキテクチャの研究開発を実証実験を進めている。

Deployment of sensor network generate huge amount of digital information ubiquitously, and we need a new internet architecture to handle these digital information, while preserving the original architecture of Internet.

7. DTN アーキテクチャ

江崎 浩, 藤田 祥, 田中 陽介, Sergio Carrilho

DTN(Delay Tolerant Network) Architecture

H.ESAKI, S.FUJITA, Y.TANAKA, S.CARRIHO

モバイルネット、アドホックネットにおいては、特に大きな遅延に対応可能なシステムアーキテクチャが必要となる。これまでの UNIX システムにおけるデータ通信モデルは、小さな遅延時間と常時接続を前提としており、ほとんどのアプリケーションは、DTN 環境では良好に動作することが難しい。本研究では、DTN アーキテクチャの検討を行い、プロトタイプシステムの実装を行う。

In the mobile and ad hoc network environment, the computer system must come up with large delay. In other words, the delay tolerant system architecture must be newly introduced. The existing legacy UNIX system could not aooly to such a large delay communication and does need new architecture framework. In this research, a new communication model must be proposed and be implemented.

8. インターネットトラフィックの計測と解析

江崎 浩, 吉田 薫, 肥村 洋輔

Measurement and Analysis of Internet Traffic

H.ESAKI, K.YOSHIDA, Y. HIMURA

インターネットのトラフィック特性は、急速に変化しており、それに対応するトラフィック制御フレームワークが確立されなければならない。本研究では、WIDE プロジェクトおよび商用 ISP のトラフィックの実データを測定・解析し、その特性を把握し、セキュリティ対策など資する制御手法への応用を展開する。

The Internet traffic has been always changed and is not easy to measure. In this research, we collaborate with WIDE project and commercial ISPes to measure and analyze the real Internet traffic. Based on the real Internet traffic, we have proposed an effective traffic engineering method. Also, the publish of these analyzed traffic data is useful and unique data to research and business community.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 江崎, 「インターネット技術を用いたセンサ情報共有ネットワークの展開」、エネルギー資源学会 特別講演会、2007 年 6 月
- [2] 落合、松浦、砂原、江崎, 「センサデータアップロードストリームの集中管理アーキテクチャ」、第 8 回インターネットテクノロジー・ワークショップ 日本ソフトウェア科学会, pp.90-96, 2007 年 6 月.
- [3] 菊池、石原、永見、楠田、菱岡、西内、羽田、池田、水村、正岡、中川、江崎, 「MPLS-IX アーキテクチャを実現するための異機種ルータの相互接続試験活動」、第 8 回インターネットテクノロジーワークショッププログラム(WIT20007), 2007 年 6 月.
- [4] 松浦、洞井、落合、石塚、江崎、砂原, 「Live E! : センサストリーム制御機構および地理位置に基づくオーバレイネットワークを利用したセンサ情報共有基盤の構築」、情報処理学会 マルチメディア、分散、協調とモバイル(DICOMO2007)シンポジウム, pp.1161-1167, 2007 年 7 月.
- [5] 落合、松浦、山内、砂原、江崎, 「組込み OLSR ノードによる IP センサシステムの MANET 実装と検証」、信学会 信学技法(IA2007-26), pp.92-102, 2007 年 7 月.
- [6] 吉田、江崎, 「サービス指向型ルーティングを目的としたエンドホストへの動的な IPv6 割当て手法の提案」、情報処理学会、IOT 研究会報告, pp.73-78, Vol.2007, No.72, 2007 年 7 月
- [7] 落合、江崎, 「広域センサネットワークのセンサプロファイル一貫性保証と相互接続性」、情報処理学会、IOT 研究会報告, Vol.2007, No.72, 2007 年 7 月
- [8] 江崎、宮田, 「IPv6 システムの相互接続性の確立戦略」、情報処理学会 会誌, vol.49, No.3, pp.237-243, 2008 年 3 月
- [9] 砂原、江崎, 「アプリケーション IP 化と IP バージョン 6」、情報処理学会 会誌, vol.49, No.3, pp.251-256, 2008 年 3 月
- [10] 田中、江崎, 「インターネットへの接続性に依存しないメッセージ交換環境の提案と実装」、信学会総合大会, B-7-82, 2008 年 3 月.
- [11] 山口、江崎, 「認証機能を適用した動的 IPv6 アドレスによる攻撃回避手法の提案と実装」、信学会総合大会, B-16-2, 2008 年 3 月.
- [12] 浅井、江崎, 「マルチドメイン P2P 型 CDN における配信経路制御の提案と評価」、信学会 総合大会, B-16-13, 2008 年 3 月.
- [13] 肥村、福田、長、江崎, 「スケッチおよびガンマ関数モデルを用いたインターネットトラフィック異常検出アルゴリズムの性能評価」、電子情報通信学会 総合大会, B-16-14, 2008 年 3 月.

- [14] 藤田,安本,江崎,「リアクティブ型アドホックルーティングにおけるフラッディング自己最適化手法」, IPSJ 第 43 回モバイルコンピューティングとユビキタス通信, 2007 年 11 月.
- [15] K.Nagami, S.Uda, N.Ogashiwa, H.Esaki, R.Wakikawa, H.Ohnishi, “Multihoming for small-scale fixed networks using mobile IP and network mobility(NEMO)”, IETF RFC4098, June 2007.

国際会議論文

- [16] N.Okabe, S.Sakane, A.Inoue, H.Esaki, “Secure Plug and Play Architecture for Field Devices”, 5th International IEEE Conference on Industrial Informatics, INDIN2007, Austria, July 2007.

著書

- [17] 「ネットワーク工学」,江崎(単著),数理工学社、2007 年 7 月.
- [18] 「P2P 教科書」,江崎(監修),インプレス R&D, 2007 年 12 月

森川研究室
Morikawa Laboratory
(<http://www.mlab.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

1. 新世代ネットワークアーキテクチャ

森川 博之・南 正輝・
林 素娟・玉 載旭・李 斗煥・
荒木 靖宏・グエン ミン トウン・
ペドロ モラレス・力武 紘一郎・
グエン フィ レー・坂本 尚也

New Generation Network Architecture

**H. MORIKAWA, M. MINAMI,
S. LIM, J. OK, D. LEE, Y. ARAKI, M. T. NGUYEN,
P. MORALES, K. RIKITAKE, P. L. NGUYEN,
N. SAKAMOTO**

新世代ネットワークの実現に向けては、伝送技術の高速化、ネットワークの高信頼化、セキュリティとモビリティサポートに加え、ネットワークの省電力化を図っていかねばならない。本研究グループは、ネットワークの下位層から上位層にわたり包括的に新たなネットワークアーキテクチャの検討を進めている。具体的には、IMS テストベッドの構築、センサネットワークとIMSの融合、グリーンネットワークアーキテクチャ、無電源ウェイクアップ技術、省電力なサービス発見デバイス及びプロトコル、サービスモビリティのための認証技術、無線 LAN 高速ハンドオフ技術、無線ブロードバンド WiMAX におけるレンジングプロセスの性能分析などの検討を進めている。

Toward realizing the new generation network, it is required to address emerging requirements of low power consumption, high speed traffic provisioning, high reliability, security, and mobility support. In this research group, we develop comprehensive solutions at every layer of the network architecture from physical layer to application layer. Specifically, we are currently researching topics such as building IMS testbed, integration of sensor networks and IMS, green network architecture, wake-up based communication module, energy-efficient nearby service discovery, authentication protocol for service mobility, fast wireless LAN hand-off mechanism, ranging process in broadband wireless WiMAX technology.

2. センサネットワーク

森川 博之・南 正輝・猿渡 俊介・
鈴木 誠・森戸 貴・山田 直治・
キム ホジュン・千家 雅之・
大原 壮太郎・西村 亨輔・瀧口 貴啓

Sensor Networks

H. MORIKAWA, M. MINAMI, S. SARUWATARI,

**M. SUZUKI, T. MORITO, N. YAMADA,
H. KIM, N. SENKE, S. OHARA, K. NISHMURA,
T. TAKIGUCHI**

無線センサネットワークは実空間情報をコンピュータネットワークに取り込むためのキーテクノロジーである。本研究グループでは、無線センサネットワークの真の実用化に向けた要件として、消費電力の抜本的な削減、リアルタイム処理による信頼性向上、キラーアプリケーションの創出の3つをあげ、ウェイクアップ型無線通信方式、省資源ハードリアルタイムオペレーティングシステム、環境エネルギーで駆動可能なセンサノード技術、センサネットワークに特化したマルチコア CPU といった基盤技術から、デバイス連携技術や地震モニタリングといったアプリケーションに至るまで包括的に研究を進めている。

Wireless sensor networks are essential for the coming ubiquitous computing environment. Our laboratory is focusing on three requirements toward practical realization of wireless sensor networks, which requirements are drastic reduction of power consumption, improvement of dependability with real-time processing, and development of killer applications. To fulfill these requirements, we are comprehensively tackling research challenges from fundamental technology to applications. Specifically, we are researching ultra-low-power wake-up wireless communication system, resource-constrained hard real-time operating system, sensor-nodes driven by environmental energy, multi-core CPU specialized for wireless sensor nodes, device discovery/coordination scheme, and earthquake monitoring system.

3. コンテキストウェアコンピューティング

森川 博之・南 正輝・川西 直・
司 化・上條 浩一・
千家 雅之・林 敏樹・
フェルナンド パンジャイタン・
シトルス ティモティ ラウレンス・高木 潤一郎

Context-aware Computing

**H. MORIKAWA, N. KAWANISHI,
H. SI, K. KAMIJOH,
N. SENKE, T. HAYASHI, F. PANJAITAN,
S. T. LAWRENCE, J. TAKAGI**

誰もがいつでも、どこでも、あらゆる情報に簡単にアクセス可能な環境が現実のものとなりつつある今、押し寄せる膨大な情報の中から、利用者のコンテキストに応じてあなただけ、いまだけ、ここだけの情報を提供することの重要性が高まりつつある。また、コンテキストを解析して個人や社会の潜在的なニーズや問題点などを浮き彫りにすることで、利用者に対して新たな気付きを与えられるようなコンテキストの「見える化」に対する期待も高まりつつある。本研究グループでは、利用者のコンテキストを意識した人間中心のネットワークサービス

サービスを提供することを目的とし、さまざまな基盤技術の研究開発を行うとともに利活用の観点からも検討を行っている。具体的には、REST アーキテクチャスタイルに基づくリソース連携フレームワーク、実空間拡張型プレゼンス共有機構、QoL (Quality of Life) 向上のためのウェアラブルモニタリング基盤、位置情報を考慮したソーシャルネットワーキングプラットフォーム、コンテキスト情報からの人間関係ネットワークの抽出、実オブジェクトに対するコンテキスト情報の埋め込み技術などを実践的に研究している。

As the cost reduction of information delivery makes people drowned in a sea of unmanageable amounts of information, it becomes more important to be able to provide useful information, only for a given user, at a given time & location, and according to the user's context. In addition, visualization of context can make users aware about the "hidden" needs and issues by performing proper context analysis. The goal of this group is to research and develop core technologies required for providing human-centric network services, adaptation to users' context from an application perspective. Specifically, we are currently exploring 1) resource coordination frameworks based on REST architectural style, 2) real-world oriented presence sharing systems, 3) wearable monitoring platforms to improve the "quality of life", 4) location-aware social networking platforms, 5) abstraction of human relationships from context information, and 6) embedding context information to analog objects.

4. 光ネットワーク

森川 博之・南 正輝・今泉 英明・
高木 衛・町田 啓太・李 慧・
デラジャト エコ リアント・岡村 悠貴

Optical Networks

**H. MORIKAWA, H. IMAIZUMI,
M. TAKAGI, K.MACHIDA, H. Li,
D. J. RIAN TO, Y. OKAMURA**

インターネットの広帯域化・利用形態の多様化に伴い、通信トラフィックは爆発的に増加しており、光インターネットに対する期待が大きい。本研究室では、(1)広帯域性、(2)QoS 保証、(3)高信頼性、(4)低消費電力の四点が将来のインターネットを支える上で必要不可欠な要素であると考え、光インターネットアーキテクチャの設計から構築までを包括的に行っている。具体的には、パス・パケット混在型光転送ノードの設計／構築と多波長光パケット交換技術、光パケット対応アンプ、波長割当方式などに関して研究開発を進めている。

Widespread of flat-rate broadband services has caused explosion of internet traffic and various applications have required QoS service in the Internet. This group is designing an optical network architecture which leverages the characteristics of optical transport from the viewpoint of high capacity, QoS guarantee, reliability, and low power

consumption. Specifically, we have designed and implemented a novel hybrid switching node for the optical network architecture combining Circuit and Multi-Wavelength Packet Switching, wavelength assignment algorithms, and transient control for optical packet amplifier.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] F. Adachi, H. Wakana, H. Morikawa, M. Kuroda, H. Harada, S. Isobe, R. Miura, and H. Ogawa: "Network and Access Technologies for New Generation Mobile Communications," *Wireless Communications and Mobile Computing*, Vol.7, No.8, pp. 937-950, Oct. 2007.

国際会議論文

- [2] J. Ok, P. Morales, A. Darmawan, and H. Morikawa: "Using Shared Beacon Channel for Fast Handoff in IEEE 802.11 Wireless Networks," *IEEE 65th Vehicular Technology Conference VTC2007-Spring*, Dublin, Ireland, No.4E-5, pp.849-853, Apr. 2007.
- [3] K. Watabe, T. Saito, N. Matsumoto, T. Tanemura, H. Imaizumi, A. Al Amin, M. Takenaka, Y. Nakano, and H. Morikawa: "80Gb/s Multi-wavelength Optical Packet Switching using PLZT Switch," *The 11th International Conference on Optical Networking Design and Modeling (ONDM 2007)*, Athens, Greece, pp.11-20, May 2007.
- [4] Y. Kawahara, M. Ozawa, N. Kawanishi, and H. Morikawa: "A Sensor and Actuator Proxy for Creating Context-aware Applications," *4th International Conference on Networked Sensing Systems (INSS2007)*, Braunschweig, Germany, June 2007.
- [5] H. Imaizumi, K. Watabe, M. Takagi, K. Machida, A. Watanabe, and H. Morikawa: "A Hybrid Optical Network Architecture Concept Combining Multi-Wavelength Packet and Circuit Switching (HOTARU)," *The Conference on IP+ Optical Network (IPOP2007)*, Tokyo, Japan, June 2007.
- [6] Y. Kawahara, N. Kawanishi, M. Ozawa, H. Morikawa, and T. Asami: "Designing a Framework for Scalable Coordination of Wireless Sensor Networks, Context Information and Web Services," *The 7th International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC'07)*, Toronto, Canada, June 2007.
- [7] H. Si, S. J. Kim, N. Kawanishi, and H. Morikawa: "A Context-Aware Reminding System for Daily Activities of Dementia Patients," *The 7th International Workshop on Smart Appliances and Wearable Computing (IWSAWC'07)*, Toronto, Canada, June 2007.
- [8] A. Darmawan, S.W. Kim, and H. Morikawa: "Amplify-and-Forward Scheme in Cooperative Spatial Multiplexing," *The 16th IST Mobile & Wireless Communications Summit*, Budapest, Hungary, July 2007.

- [9] H. Morikawa: "From Sensors to Context," *U.S.-Japan Workshop on Advanced Integrated Sensor Technologies for Sage and Secure Societies and Better Quality of Life*, Tokyo, Japan, July 2007.
- [10] H. Morikawa: [Invited Talk] "Challenges in Creating New Context-aware Ubiquitous Services," *IEEE Joint Conference on E-Commerce Technology (CEC '07) and Enterprise Computing, E-Commerce and E-Services (EEE '07)*, Tokyo, Japan, July 2007.
- [11] H. Morikawa: "Challenges in Ubiquitous Network from Web 2.0 Viewpoint," *Proc. of the 7th Japan-Taiwan Microelectronics International Workshop*, pp.129-149, Tokyo, Japan, Oct. 2007.
- [12] D. Lee and H. Morikawa: "Analysis on Random Access Process of Single Carrier FDMA System," *The 3rd Annual International Wireless Internet Conference (Wicon2007)*, Austin, Texas, USA, Oct. 2007.
- [13] D. Lee and H. Morikawa: "Performance Analysis of Ranging Process in IEEE 802.16e Systems," *The 3rd IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (WiMob 2007)*, New York, USA, Oct. 2007.
- [14] H. Morikawa: "Challenges in Ubiquitous Networks," *Shanghai Jiao Tong University – The University of Tokyo Joint Meeting on Electronic Information Technology*, Nov. 2007.
- [15] P. Poupyrev, P. Davis, Y. Kawahara, and H. Morikawa: "Compact Data Format for Advertising and Discovery in Ubiquitous Networks," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007)*, Akihabara, Japan, pp. 290-297, Nov. 2007.
- [16] N. Kawanishi, N. Senke, A. Shindo, K. Sugiyama, M. Ohashi, and H. Morikawa: "A TV Presence Sharing System between Smart Spaces and Mobile Phones," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007)*, Akihabara, Japan, Nov. 2007.
- [17] P. Poupyrev, P. Davis, and H. Morikawa: "A Media Access Protocol for Proactive Presence Discovery in Ubiquitous Wireless Networks," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007)*, Akihabara, Japan, pp. 274-289, Nov. 2007.
- [18] Y. Araki, M. Sweeney, and H. Morikawa: "Flexible service composition architecture for NGN/IMS + Sensor/Actuator network," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007)*, Akihabara, Japan, Nov. 2007.
- [19] M. Suzuki, S. Saruwatri, N. Kurata, and H. Morikawa: "A Wireless Sensor Network For High-Density And High-Precision Earthquake Monitoring," *International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007)*, Akihabara, Japan, Nov. 2007.

- 2007), Akihabara, Japan, Nov. 2007.
- [20] T. Morito, T. Watanabe, M. Minami, and H. Morikawa: "A design of MAC protocol using Radio Controlled Clock for Battery-less Wireless Sensor Network," International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007), Akihabara, Japan, Nov. 2007.
- [21] M. Ozawa, Y. Kawahara, N. Kawanishi, and H. Morikawa: "A User Posture Inference Scheme for Resource Limited Microprocessors," International Symposium on Ubiquitous Computing Systems (UCS 2007), Akihabara, Japan, Nov. 2007.
- [22] M. Suzuki, S. Saruwatri, N. Kurata, and H. Morikawa: "A High-Density Earthquake Monitoring System Using Wireless Sensor Networks," The 5th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys'07), Sydney, Australia, Nov. 2007.
- [23] H. Morikawa: "Challenges in Realizing Ubiquitous Network," 2007 G-COE Workshop between National Chiao Tung University & The University of Tokyo – Fusion of Advanced Materials, Devices and Circuits for Novel System, Hsinchu, Taiwan, Dec. 2007.
- [24] H. Morikawa, M. Ozawa, T. Morito, M. Suzuki, N. Kawanishi, and Y. Kawahara: "Realizing Ubiquitous Network Environments using A Hard Realtime Operating System for Wireless Sensor Networks," 2007 G-COE Workshop between National Chiao Tung University & The University of Tokyo – Fusion of Advanced Materials, Devices and Circuits for Novel System, pp.57-61, Hsinchu, Taiwan, Dec. 2007.
- [25] J. Ok, P. Morales, and H. Morikawa: "Replacing Channel Scanning with Multiple Authentication for Fast Handoff in IEEE 802.11 Wireless Networks," the 3rd Conference of Future Networking Technologies (CoNEXT 2007), NY, USA, Dec. 2007.
- [26] K. Watabe, N. Matsumoto, H. Imaizumi, and H. Morikawa: "320Gb/s Multi-Wavelength Optical Packet Switching with Contention Resolution Mechanism using PLZT Switches," OThA5, The Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC 2008), San Diego, USA, Feb. 2008.
- [27] K. Watabe, M. Takagi, K. Machida, T. Tanemura, H. Imaizumi, Y. Nakano, and H. Morikawa: "Preamble Delaying Label Update Mechanism for Self-Routed Optical Packet Switching Networks," The Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC 2008), San Diego, USA, Feb. 2008.
- [28] H. Morikawa, M. Ozawa, M. Suzuki, T. Morito, N. Kawanishi, S. Saruwatri, and Y. Kawahara: "Realizing Ubiquitous Network Environments using PAVENET OS," International Symposium on Secure-Life Electronics, pp.179-184, Tokyo, Japan, Mar. 2008.
- [29] H. Imaizumi, K. Watabe, and H. Morikawa: "A Demonstration of 80Gb/s Multi-wavelength Optical Packet Switching," International Symposium on Secure-Life Electronics, pp.185-189, Tokyo, Japan, Mar. 2008.

著書

- [30] 森川 博之 (分担執筆): "新世代ネットワークアーキテクチャ AKARI 概念設計書", 情報通信研究機構 AKARI プロジェクト, NICT, Apr. 2007.
- [31] 森川 博之 (分担執筆): "放送・通信融合時代と次世代ネットワーク NGN への道", インプレス R&D, 2007.
- [32] 猿渡 俊介, 森川 博之 (分担執筆): "画像電子情報ハンドブック", 東京電機大学出版局, 2008.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [33] 猿渡 俊介, 川西 直, 川原 圭博, 南 正輝, 森川 博之: "アプリケーション指向無線センサネットワーク", 電子情報通信学会研究報告, ユビキタス・センサネットワーク研究会(USN2007-17), May 2007.
- [34] 南 正輝, 森戸 貴, 鞍掛 隆一, 鈴木 渉, 渡辺 貴文, 猿渡 俊介, 森川 博之: "デプロイメントスケラブルセンサネットワーク", 電子情報通信学会研究報告, ユビキタス・センサネットワーク研究会 (USN2007-18), May 2007.
- [35] 渡辺 貴文, 森戸 貴, 南 正輝, 森川 博之: "電波時計と用いた周期型バッテリーレス無線センサネットワークの設計と実装", 電子情報通信学会研究報告, モバイルマルチメディア通信研究会 (MoMuC2007-22), May 2007.
- [36] S. Lim and H. Morikawa: "Authentication Protocols for Service Mobility using Forward Secrecy Cryptosystems," 電子情報通信学会研究報告, モバイルマルチメディア通信研究会 (MoMuC2007-23), May 2007.
- [37] 森川 博之: "【特別講演】 Web2.0 からみたユビキタスの挑戦", 電子情報通信学会研究報告, アドホックネットワーク研究会(AN2007-6), May 2007.
- [38] 森戸 貴: "U-bila 秋葉原実証実験スペースでの公開内容", センサーネットワーク研究発表会, June 2007.
- [39] D. Lee and H. Morikawa: "Non-synchronized random access process of Single Carrier FDMA system," 電子情報通信学会研究報告, 無線通信システム研究会 (RCS2007-52), July 2007.
- [40] 渡部 克弥, 松本 延孝, 今泉 英明, 森川 博之: "ブリアンブル遅延型ラベル更新手法を用いた光パケット転送ノードの実装", 電子情報通信学会研究報

- 告, フォトニックネットワーク研究会(PN2007-12), Aug. 2007. 【2007年度PN研若手研究賞受賞】
- [41] 倉田 成人, 森川 博之: "ユビキタス構造モニタリングシステムの性能評価", 日本建築学会 2007 年度大会, no. 11040, Aug. 2007.
- [42] 小澤 政博, 川西 直, 川原 圭博, 森川 博之: "資源制約デバイスにおける3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法", 情報処理学会研究報告, ユビキタスコンピューティングシステム研究会(UBI-16-10), Nov. 2007.
- [43] 千家 雅之, 川西 直, 新藤 晃浩, 杉山 敬三, 大橋 正良, 森川 博之: "スマートスペースと携帯電話を繋ぐ実空間拡張型プレゼンス共有システム", 電子情報通信学会研究報告, ユビキタス・センサネットワーク研究会(USN2007-88), Jan. 2008.
- [44] 鈴木 誠, 倉田 成人, 猿渡 俊介, 森川 博之: "無線センサネットワークによる地震モニタリングシステムの実装と評価", 電子情報通信学会研究報告, ユビキタス・センサネットワーク研究会(USN2007-66), Jan. 2008.
- [45] J. Ok, P. Morales, and H. Morikawa: "Scanning through Authentication for IEEE 802.11 WLAN Fast Handoff," 電子情報通信学会研究報告, 情報ネットワーク研究会 (IN2007-150), Feb. 2008.
- [46] 石田 繁巳, 鈴木 誠, 森戸 貴, 森川 博之: "低受信待機電力無線通信のための多段ウェイクアップ機構", 電子情報通信学会研究報告, 情報ネットワーク研究会 (IN2007-218), Mar. 2008.
- [47] 荒木 靖宏, グェン ミン トウン, 森川 博之: "NGNを用いた機器単位消費電力量流通プラットフォームの設計と実装", 電子情報通信学会研究報告, 情報ネットワーク研究会(IN2007-228), Mar. 2008.
- [48] 町田 啓太, 渡部 克弥, 今泉 英明, 森川 博之, 村井 純: "バス・多波長パケット混在型光ネットワークにおける連続波長割当手法の基礎的検討", 電子情報通信学会研究報告, フォトニックネットワーク研究会 (PN2007-74), Mar. 2008.
- [49] 渡部 克弥, 高木 衛, 今泉 英明, 種村 拓夫, 中野 義昭, 森川 博之: "多波長光パケット交換を用いたバス/パケット混在型光ネットワークにおける交換ノードの設計と実装", 電子情報通信学会研究報告, フォトニックネットワーク研究会 (PN2007-75), Mar. 2008.
- [50] 今泉 英明, 渡部 克弥, 森川 博之: "インターAS 光パケットネットワークにおける階層型ヘッダ方式", 電子情報通信学会研究報告, フォトニックネットワーク研究会 (PN2007-77), Mar. 2008.
- [51] 高木 衛, 渡部 克弥, 町田 啓太, 今泉 英明, 種村 拓夫, 中野 義昭, 森川 博之: "PLZT 型光スイッチを用いたフィードフォワード型入力バッファ付き 320Gb/s 多波長光パケット交換の実証実験", 電子情報通信学会研究報告, フォトニックネットワーク研究会 (PN2007-78), Mar. 2008.
- [52] 渡辺 晃生, 渡部 克弥, 今泉 英明, 森川 博之: "光パケットネットワークに適した制御光入射型光増幅器の検討", 電子情報通信学会研究報告, フォトニックネットワーク研究会(PN)学生ワークショップ, Mar. 2008.
- [53] 川西 直 (分担執筆): "センサネットワークの技術動向と最新事例", 電気学会技術報告書, Apr. 2008.
- [54] Y. Araki, M. Sweeney, H. Morikawa: "Dynamic Community Entertainment Services Composition on Next Generation Mobile IP Multimedia Subsystem", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, BS-5-9, Sep. 2007.
- [55] 渡部 克弥, 松本 延孝, 今泉 英明, 森川 博之: "ブリアンブル遅延型ラベル処理を用いた光パケット転送ノードの検証実験", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-12-8, Sep. 2007.
- [56] 鈴木 誠, 倉田 成人, 猿渡 俊介, 森川 博之: "地震モニタリングのための高精度センシングを実現する MAC プロトコル", 電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-20-20, Sep. 2007.
- [57] 牛田 啓太, 小澤 政博, 森田 哲夫, 川原 圭博, 川西 直, 森川 博之: "センサネットワーク技術を利用したインタラクティブミュージックシステム M[you]sic 社会実験システムの開発", 電子情報通信学会総合大会, A-16-23, Mar. 2008.
- [58] Doohwan Lee, Hiroyuki Morikawa: "Practical Analysis of IEEE 802.16e Ranging Detection Process," 電子情報通信学会総合大会, B-5-99, Mar. 2008.
- [59] 石田 繁巳, 鈴木 誠, 森戸 貴, 森川 博之: "低受信待機電力無線通信のための階層型ウェイクアップ機構", 電子情報通信学会総合大会, B-5-112, Mar. 2008.
- [60] 横堀 充, 川西 直, 寺西 裕一, 長谷川 晃朗, 宮本 和彦: "多様な実空間アプリケーションを実現するユビキタスセンサーネットワークアーキテクチャの検討と検証", 電子情報通信学会総合大会, B-7-17, Mar. 2008.
- [61] 長谷川 晃朗, 横堀 充, 川西 直, 寺西 裕一, 小花 貞夫: "画像も扱える異種センサネットワーク相互接続プロトコル OSNAP"Vi"の提案", 電子情報通信学会総合大会, B-7-20, Mar. 2008.
- [62] 川西 直, 千家 雅之, 新藤 晃浩, 杉山 敬三, 大橋 正良, 森川 博之: "実空間における体験の共有を可能にする拡張型プレゼンス", 電子情報通信学会総合大会, B-7-66, Mar. 2008.
- [63] 國頭 吾郎, 永田 智大, 今泉 英明, 渡部 克弥, 森川 博之, 山崎 憲一: "オーバレイネットワークにお

- ける階層間連携に関する検討", 電子情報通信学会総合大会, B-7-77, Mar. 2008.
- [64] ゲン ミン トゥン, 荒木 靖宏, 森川 博之: "NGN を用いたテレワーク向け電力使用量管理システムの実装", 電子情報通信学会総合大会, B-7-93, Mar. 2008.
- [65] 荒木 靖宏, ゲンミン トゥン, 森川博之: "NGN を用いた電力量および CO2 排出量管理システムの設計", 電子情報通信学会総合大会, B-7-94, Mar. 2008.
- [66] 高木 衛, 渡部 克弥, 町田 啓太, 今泉 英明, 種村 拓夫, 中野 義昭, 森川 博之: "PLZT 型光スイッチを用いた衝突回避機構付き 320Gb/s 多波長光パケット交換の検証", 電子情報通信学会総合大会, B-12-9, Mar. 2008.
- [67] 今泉 英明, 渡部 克弥, 森川 博之: "AS 境界を考慮した光パケット用ヘッダ方式", 電子情報通信学会総合大会, B-12-10, Mar. 2008.
- [68] 町田 啓太, 渡部 克弥, 今泉 英明, 森川 博之, 村井 純: "パス・パケット混在光ハイブリッドネットワークにおける波長割当方式", 電子情報通信学会総合大会, B-12-15, Mar. 2008.
- [69] 渡部 克弥, 高木 衛, 今泉 英明, 種村 拓夫, 中野 義昭, 森川 博之: "ハイブリッド型光ネットワークを実現する交換ノードの設計と実装", 電子情報通信学会総合大会, B-12-16, Mar. 2008.
- [70] SoYeon Lim, Hiroyuki Morikawa: "Leakage-Resilient Authentication Protocols for Service Handover Using Identity-based Public Key Cryptosystem," 電子情報通信学会総合大会, B-15-15, Mar. 2008.
- [71] 玉 載旭, Pedro Morales, 森川 博之: "Implementation of Scanning through Authentication for Fast Handoff in IEEE 802.11 WLANs," 電子情報通信学会総合大会, B-15-16, Mar. 2008.
- [72] 小澤 政博, 川西 直, 川原 圭博, 森川 博之: "省電力化に向けた 3 軸加速度センサを用いた姿勢推定手法の高速化", 電子情報通信学会総合大会, B-19-27, Mar. 2008.
- [73] 林 敏樹, 小澤 政博, 鈴木 誠, 森戸 貴, 川西 直, 川原 圭博, 永田 智大, 國頭 吾郎, 森川 博之: "3 軸加速度センサを用いた姿勢推定手法へのユーザ適応機構の導入", 電子情報通信学会総合大会, B-19-28, Mar. 2008.
- [74] 鈴木 誠, 倉田 成人, 森川 博之: "地震モニタリングのための切り替え型 MAC プロトコルの検討", 電子情報通信学会総合大会, B-20-24, Mar. 2008.
- [75] 大原 壮太郎, 鈴木 誠, 猿渡 俊介, 森川 博之: "無線センサノード向けマルチコア CPU のコンセプト検証", 電子情報通信学会総合大会, B-20-33, Mar. 2008.
- [76] 鈴木 涉, 南 正輝, 森川 博之: "Carrier Phase GPS を用いたセンサネットワークのローカライゼーション", 電子情報通信学会総合大会, B-20-56, Mar. 2008.
- [77] Andreas Darmawan, Hiroyuki Morikawa: "Downlink Transmission in Cooperative Wireless MIMO System," 電子情報通信学会総合大会, B-21-26, Mar. 2008.
- [78] 山田 直治, 磯田 佳徳, 森川 博之: "位置とその意味に基づく業務関係ネットワークの推定", 電子情報通信学会総合大会, D-9-3, Mar. 2008.

その他 (講演)

- [79] 森川 博之: "個人情報を守るのはわれわれである", 第 4 回情報セキュリティシンポジウム—IT ガバナンス時代に求められる情報セキュリティ—, June 2007.
- [80] 森川 博之: "分かって使おうインターネット—インターネットの仕組みからユビキタス, 知的所有権まで—", 横須賀市民大学講座, June 2007.
- [81] 森川 博之: "ユビキタスが拓く安全・安心 ICT 基盤", 次世代安心・安全 ICT フォーラム設立記念シンポジウム, June 2007.
- [82] 森川 博之: "人間情報センシングネットワーク", NICT 未来 ICT 研究センター主催シンポジウム, 未来の人間情報センシング—ICT 社会の安心・安全のために—, July 2007.
- [83] 森川 博之: "ユビキタス社会創造に向けた新世代ネットワーク", 安心空間コンソーシアム総会, July 2007.
- [84] H. Morikawa: "From Mobile to Ubiquitous Networks, " APT Training Course "Development of Mobile Communications Systems in Japan", Sep. 2007.
- [85] 森川 博之: "通信・放送融合へのユビキタスの視点", ユビキタス基盤+通信・放送融合と情報のメディアの進化シンポジウム, Oct. 2007.
- [86] H. Morikawa: "Challenges in Ubiquitous Network from Web 2.0 Viewpoint," 3rd Academia-Industry Workshop for Future Infocom, Tokyo, Japan, Oct. 2007.
- [87] 森川 博之: "Web2.0 からみたユビキタス", 日本学術振興会フォトニクス情報システム第 179 委員会第 7 回研究会, pp.1-14, Oct. 2007.
- [88] 森川 博之: "【基調講演】ユビキタス時代におけるセキュリティの課題", 第 5 回情報セキュリティシンポジウム, Oct. 2007.
- [89] 森川 博之: "進化を遂げるインターネット: 次世代ネットワーク NGN", NGN Summit, Oct. 2007.
- [90] 森川 博之: "ユビキタスが拓く安心・安全 ICT 基盤", ICUS オープンレクチャー: 都市基盤の安全のために—危機管理・防災と情報—, Oct. 2007.
- [91] 森川 博之: "センシング情報流通ネットワークへの期待", 次世代安心・安全 ICT フォーラムセンシング技術部会ワークショップ, Nov. 2007.

- [92] H. Morikawa: Invited Talks, Beijing University of Post and Telecommunications, Beijing, China, Nov. 2007.
- [93] 森川 博之: "【基調講演】ユビキタスが拓くユニバーサルコミュニケーション", けいはんな情報通信オープンラボシンポジウム 2007, Dec. 2007.
- [94] H. Morikawa: "Car in the Ubiquitous Network Society," Global Innovation Ecosystem 2008, Low Environment Impact Transportation Systems, Tokyo, Japan, Mar. 2008.

その他（記事）

- [95] 森川 博之: "NGN の標準化と世界の通信業界の動き", 放送・通信融合時代と次世代ネットワーク NGN への道, インプレス R&D, Apr. 2007.
- [96] 森川 博之: "編集室, 電子情報通信学会誌", Vol.90 No.6, p.508, June 2007.
- [97] 森川 博之: "第一回 NGN の概要（前編）", 日経 ITPro, NGN のすべて, July 2007.
- [98] 森川 博之: "第二回 NGN の概要（後編）", 日経 ITPro, NGN のすべて, July 2007.
- [99] H. Morikawa and D. K. Sung: "Forward: Special Section on Multi-dimensional Mobile Information Networks," IEICE Trans. Fundamentals, vol.E90-A, no.7, pp.1259-1260, July 2007.
- [100] 森川 博之: "1000 号記念特集号「夢・創・想・感」編集にあたって", 電子情報通信学会誌, Vol.90, No.9, p.717, Sep. 2007.
- [101] 小松左京, 森川博之: "1000 号記念特集対談—技術と社会と好奇心—", 電子情報通信学会誌, Vol.90, No.9, pp.721-726, Sep. 2007.
- [102] K. Hori, K. Yoshihara, M. Nakamura, H. Morikawa, H. Saito, H. Ohnishi, T. Itoh, H. Tode, M. Yamamoto, and K. Miyake: "Report on the 23rd NS/IN Research Workshop," IEICE Communications Society - Global NEWSLETTER, vol.21, Sep. 2007.
- [103] 森川 博之: "ユビキタスネットワークへの道～いまだけ・ここだけ・あなただけ～／森川博之研究室", 先端研ニュース, no.64, pp.2-3, Oct. 2007.
- [104] 森川 博之: "巻頭言：性能品質から魅力品質へ：電子情報通信学会誌, vol.90, no.11, 目次前, Nov. 2007.
- [105] 森川博之: "ユビキタスネットワーク市場創出効果を一般公開", 電波技術協会報 FORN, No.260, p.27, Jan. 2008.
- [106] 森川 博之: "NGN の拓く未来：確実な認証でネットワークのあり方が変わる", 日本経済新聞, Jan. 29, 2008
- [107] 森川 博之: "NGN の拓く未来：情報家電のインフラとして期待", 日本経済新聞, Jan. 30, 2008
- [108] 森川 博之: "NGN の拓く未来：遠隔診断をはじめ医

- 療サービスで活躍", 日本経済新聞, Jan. 31, 2008
- [109] 森川 博之: "編集室", 電子情報通信学会誌, Vol.91, No.1, p.80, Jan. 2008.
- [110] 森川 博之: "特別小特集「私の七転び八起き」編集にあたって", 電子情報通信学会誌, vol.91, no.1, p.1, Jan. 2008.
- [111] 森川 博之: "編集室", 電子情報通信学会誌, Vol.91, No.1, p.80, Jan. 2008.
- [112] 東京大学森川研究室: "Live! Commerce Akiba お客さんのいま欲しいものを知っている街", 秋葉原先端技術実証フィールド推進協議会実証実験報告書, Jan. 2008.
- [113] 森川 博之: "情報ネットワーク研究プロジェクト「CCR12 年の軌跡—何を得たか, 何を手渡せるか—", 東京大学 国際・産学共同研究センター, pp.67-68, Mar. 2008.

その他（報道・取材協力）

- [114] 新聞取材協力: "躍動するアキバ—IT とアニメで世界最先端を創り出せ—", フジサンケイビジネスアイ, May 24, 2007.
- [115] 新聞報道: "タグ付きカードや床面識別ナビ—秋葉原で実証実験—", 日刊工業新聞, July 13, 2007.
- [116] 新聞報道: "先端 IT 基地へ—アキバで秋から実証", 日刊工業新聞, July 16, 2007.
- [117] プレスリリース: "秋葉原先端技術実証フィールド推進協議会実証プロジェクト第一弾決定!", July 23, 2007.
- [118] 新聞報道: "秋葉原で先端技術実証", 日刊工業新聞, July 24, 2007.
- [119] 新聞報道: "秋葉原の街で先端技術を実証", 電波新聞, July 25, 2007.
- [120] 取材協力: "目に見えるかたちで伝える未来—ユビキタス／森川博之教授", AXIS, Vol.128, pp. 62-65, Aug. 01, 2007.
- [121] 新聞報道: "ランキングを即時表示—慶大・東大が11月実験—", 日本経済新聞, Aug. 28, 2007.
- [122] テレビ取材協力: "ユビキタス", NHK BS COOL JAPAN, Sep. 5, 2007.
- [123] 取材協力: "「NGN 普及の鍵はオープンインタフェースにある」, 東大の森川教授", 日経 ITPro, Oct. 4, 2007.
- [124] プレスリリース: "秋葉原先端技術実証フィールド推進協議会秋葉原で先端技術・サービスの実証はじまる!", Oct. 4, 2007.
- [125] 取材協力: "「秋葉原電気街で新技術の実証実験プロジェクト」, 日経 ITPro, Oct. 16, 2007.
- [126] 新聞報道: "秋葉原で IT3 実験—産学連携で実施テスト—", 日本経済新聞, Oct. 17, 2007.

- [127]取材協力："秋葉原でユビキタス・コンピューティング実証実験が開始へ", Robot Watch, Oct. 17, 2007.
- [128]テレビ報道："秋葉原ユビキタス実証実験スペース", NHK おはよう日本首都圏版, Oct. 29, 2007.
- [129]取材協力："東京大学森川研究室", 妹尾堅一郎著「アキバをプロデュース 再開発プロジェクト 5年間の軌跡」, アスキー, Nov. 2007.
- [130]プレスリリース："U-bila プロジェクトの成果をユビキタスネットワークシンポジウム(UNS2007)で公開", Nov. 21, 2007.
- [131]テレビ報道："ユビキタスネットワークシンポジウム", テレビ東京ワールドビジネスサテライト, Nov. 29, 2007.
- [132]新聞報道："地震直後に解析、被害推測 ー鹿島・東大、装置を小型化ー", 日経産業新聞, Dec. 4, 2007.
- [133]プレスリリース："画像も扱える異種センサーネットワーク相互接続を実現する共通プロトコルを開発", Dec. 20, 2007.
- [134]取材協力："ユビキタスと未来のデザイン", エクスぺリエンスマガジン, Dec. 21, 2007.
- [135]ウェブ取材協力："産学連携レポート", アキバテクノクラブ, Dec. 26, 2007.
- [136]雑誌取材協力："ユビキタスネットワークシンポジウム 2007 の概要", 情報通信ジャーナル, pp.16-19, Jan. 2008.
- [137]新聞報道："ユビキタスセンサーネットシンポーモデル事業運用状況を報告", 電波新聞, Feb. 15, 2008.
- [138]新聞報道："携帯電話で姿勢を監視 ー傾きセンサー活用 健康管理や防犯に ー", 日経産業新聞, Mar. 25, 2008.

その他（受賞）

- [139]玉 載旭: IEEE VTS Japan 2007 学生論文賞, IEEE Vehicular Technology Society Japan, Apr. 24, 2007.
- [140]森川博之: NICT JGN2 アワード「先端・基盤技術賞」, 独立行政法人情報通信研究機構 (NICT), Jan. 17, 2008.
- [141]森川博之: NICT JGN2 アワード「アプリケーション賞」, 独立行政法人情報通信研究機構 (NICT), Jan. 17, 2008.

近山・田浦研究室 (2007 年度)
Chikayama and Taura Laboratory
(<http://www.logos.ic.i.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況 Current Research Projects

1. InTrigger 広域分散テストベッドの構築

田浦健次郎, 鴨志田良和, 斎藤秀雄, 柴田剛志,
横山大作, 頓南, 高橋慧, 関谷岳史, 弘中鍵,
長沼翔, 吉富翔太, 佐伯勇樹, 近山隆

Design and implementation of InTrigger Widely Distributed Testbed

**K. Taura, Y. Kamoshida, H. Saito, T. Shibata,
D. Yokoyama, D. Nan, K. Takahashi, T. Sekiya,
K. Hironaka, S. Naganuma, S. Yoshitomi,
Y. Saeki, and T. Chikayama**

科研費特定領域研究の一部として, 11拠点, 約900 CPU コアからなる広域分散プラットフォームを構築した. 今後3ヶ年計画で20以上の拠点到る, 1,500以上のCPUコアからなるプラットフォームを構築する予定であり, システムソフトウェア, データマイニングや自然言語研究者のためのリソースとして, 数十グループに使われる. その目的のため, 全拠点到る統一されたソフトウェアの構成管理, OSカーネルを含めたソフトウェアの自動インストール, OSが起動不能になった際のIPMIによる遠隔管理などを行うことができる環境を構築した.

As part of MEXT Grant-in-Aid for Scientific Research on Priority Areas "Cyber Infrastructure for the Information-explosion Era", we have built a widely distributed platform consisting of eleven sites and about 900 CPU cores. In the next three years, we plan to grow it to over 20 sites including more than 1,500 CPU cores. The platform is used by many groups of researchers in various fields including system software, data mining, and natural language processing. To this end, we have designed and built an environment that maintains software of all sites in an identical state, automatically installs all software including operating systems, and remotely manages broken nodes including those that do not boot.

2. 非均質環境での並列計算

斎藤秀雄, 白井達也, 長沼翔, 吉富翔太,
坂本祥吾, 田浦健次郎, 近山隆

Parallel computing on heterogeneous environments

**H. Saito, T. Shirai, S. Naganuma, S. Yoshitomi,
S. Sakamoto, K. Taura, and T. Chikayama**

広域分散環境は非均質なネットワークであり, ホスト間によって遅延が2桁以上異なる, ホスト間によっては直接のTCP接続が(firewallやNATによって)不可能であるなど, 効率的な並列計算を困難にする特徴がある. この

ため通常の1クラスタ用のソフトウェアの方式は, しばしばそのまま広域環境へスケールしない. 我々はこのような環境で頑健に動作する処理系を作るための基礎技術として, ネットワークのトポロジ, ホストやスイッチ間の遅延・バンド幅を, 高速に推論する方式を提案した.

Widely distributed environments are heterogeneous networks having many challenging features. They include that latencies between host pairs vary two orders of magnitude and that some host pairs cannot establish TCP connections due to firewalls and NATs. Thus, softwares designed for single cluster often do not scale to wide area environments. We have designed and implemented fundamental technologies for building efficient and robust systems in such challenging environments, namely network topology inference, and latency and bandwidth inferences.

3. 分散環境の監視と状態推定

鴨志田良和, 佐伯勇樹, 田浦健次郎, 近山隆

Monitoring and automatic state classification of parallel computing environments

**Y. Kamoshida, Y. Saeki,
K. Taura, and T. Chikayama**

並列処理環境を多数のユーザが共有して使うために, 計算機の状態を可視化して, リアルタイムに状態が把握できるようにするためのシステムVGXPを設計, 実装した. Web経由で自動インストールを可能とし, 14拠点500以上のホストで常時稼働している. また, 計算機の状態(CPUやメモリ, 稼働中のプロセスなど)に関する過去の記録をもとに計算機の状態を分類し, それにより異常な挙動をしている計算機を自動的に検出したり, その異常原因を特定する方式に関する研究を行った.

We have designed and implemented VGXP, a tool that visualizes many computers and helps users reason about states of systems shared by many people in real time. It installs automatically through web browsers and now operates on more than 500 hosts in 14 sites. We also proposed an automatic machine states classification system that can automatically detect ill-behaving machines and infer the cause of the behavior.

4. 高水準並列プログラミング言語

弘中鍵, 田浦健次郎, 近山隆

High-level parallel programming languages

K. Hironaka, K. Taura, and T. Chikayama

分散環境での並列処理を容易に記述可能なプログラミング処理系glupyの設計・実装を行った. glupyではPythonにRMI拡張を施し, 遠隔オブジェクトのメソッドを非同期に呼び出すことで並列処理を記述する. 広域環境でスケールするために, 制限された接続数でオーバーレイを構築し, オーバーレイ上のルーティングによって, NATやfirewallが存在していてもそれを意識することなくRMIが可能である. さらに, 動的に参加・脱退する資源を計

算に取り込むことが可能であるため、広域分散環境でのデータ集約的処理や並列化されたサービスの構築に有用である。また、共有メモリモデルに基づくプログラミング言語OpenMPの、分散環境用の処理系の実装を行い、分散環境向けに最適化された方式を提案した。

We designed and implemented a parallel programming library dds, which simplifies parallel programming on distributed environments. It extends Python with remote method invocatoins and expresses parallelism via asynchronous method invocations. To scale to distributed environments, it builds an overlay network with a limited node degree, which allows transparent RMIs in the presence of NATs and firewalls. It also accommodates dynamically joining/leaving hosts and thus is useful for implementing data intensive programs and parallel long-running services. We also developed OpenMP implementation for distributed environments and proposed an optimization for such environments.

5. 自然言語構文解析を用いたトラブルシューティング記事検索

栗田光晴, 柴田剛, 三輪誠, 弘中健,
田浦健次朗, 近山隆

Searching troubleshooting articles with deep parsing natural languages

**M. Kurita, T. Shibata, M. Miwa, K. Hironaka,
K. Taura and T. Chikayama**

現在WWWは豊富な情報源であるが、情報が多すぎて現在のキーワードとページの人気を主体としたランキング手法では、目的とする情報にたどり着く方法がわからないケースも多く存在する。計算機に関するトラブルとその対処法はその好例で、症状の記述の仕方に様々な言い方がある、ハードウェア名やソフトウェア名などの固有名詞をキーワードとしても商品の紹介など関係ない情報ばかりが見つかってしまうなど、通常の検索エンジンでは必要な情報にまったくたどり着けないことも多い。本研究では、トラブルを記述する様々な言い回しをテクニカルフォーラムなどから収集し、意味上の主語・述語の組み合わせというような単位で、トラブルシュートを記述した文書の特徴を抽出した。そしてそのような組み合わせを含むページを検索の上位にランクさせることで、固有名詞などを入力するだけでトラブルシュートにフォーカスした検索を行うことができるシステムを構築した。

While WWW offers an enormous amount of information, there are many types of searches for which current search engines based on keyword match and over all page popularity do not work very well. Computer-related troubles and their fixes (troubleshooting) is a good example, where there are many ways to describe the same problem, searching based on key proper names such as hardware or software names often give you

general product information useless for troubleshooting. As such, regular search engines often do not help. In this work, we collected and parsed many sentences collected from technical forums, and automatically extracted typical phrases describing troubles. We then built a special search engine that highly rank troubleshooting pages based on it.

6. コンピュータゲームプレイヤーにおけるゲーム履歴からの知識獲得とその利用

三木理斗, 北川竜平, 中村秋吾,
三輪誠, 近山隆,

Application of knowledge acquisition to computer game players

**A. Miki, R. Kitagawa, S. Nakamura,
M. Miwa and T. Chikayama**

データからの知識獲得はコンピュータサイエンスにおける重要な課題の1つである。我々はその中でもコンピュータゲームプレイヤーを対象に過去の履歴からの知識獲得とその利用について研究を行っている。我々は、ゲーム固有の語彙を高速かつスケラブルに自動生成する手法、評価関数の効率的な獲得手法、また評価関数を用いて探索を効率化する手法について提案を行った。

Knowledge acquisition from data is one of the important tasks in computer science. We are focusing on knowledge acquisition from game records and its application in game-playing programs. For this purpose, we proposed methods for extracting domain vocabulary fast and scalably, acquiring evaluation functions fast, and searching game-trees efficiently by using an evaluation function.

7. コンピュータゲームプレイヤーの研究

吉本晴洋, 三輪誠, 横山大作,
田浦健次朗, 近山隆

Research on Computer Game Players

**H. Yoshimoto, M. Miwa, D. Yokoyama,
K. Taura and T. Chikayama**

計算機によるゲームプレイヤーの研究は、人工知能を含むコンピュータサイエンスの多くの分野に応用できる実用的な題材として多くの成果を挙げてきた。我々はその中で、大量の棋譜からの知識獲得や並列化による、より効率的な探索手法について研究を行っている。その応用例として、将棋プレイヤー「激指」および囲碁プレイヤーを設計・実装した。激指は世界でも屈指の強い将棋プレイヤーとして高い評価を得ている。

Research on game-playing programs has yielded practical results in many areas of computer science, including artificial intelligence. We are investigating methods for searching game-trees more efficiently by parallelization and utilizing knowledge acquired from game records, and so on. Applying these methods, we have developed a computer

shogi player "Gekisashi" and a computer Go player. Gekisashi is drawing much attention in the community as one of the strongest shogi player programs.

8. 画像からの物体認識の研究

栗田哲平, 田中五大, 横山大作, 田浦健次朗,
近山隆

Research on Image Based Object Recognition

**T. Kurita, G. Godai, D. Yokoyama,
K. Taura and T. Chikayama**

画像からの物体認識は、広範な応用範囲を持つ重要な人工知能分野の題材であり、近年盛んに研究されている。我々は、大量の画像を対象に既知物品検出を実現することを目指しており、画像特徴点の変化に基づく計算回数削減手法、機械学習に必要なトレーニングデータ画像の取得を容易にするための、半自動的な背景除去機構などを提案、作成した。

Image based object recognition can be applied for many situations of real world and have been widely studied. We aim to extract many known gadgets from enormous images. We propose a method to reduce computation cost by comparing image features. We also implement a semiautomated background subtraction system to retrieve training image data easily.

9. 大量の Web 文書からの対訳テキスト抽出手法

斎藤大, 田浦健次朗, 近山隆

Extracting Parallel Texts from Large Web Documents

D. Saito, S. Yoshida, K. Taura, and T. Chikayama

大量の Web 文書から対訳テキストを抽出する手法に関する研究を行った。Web 上のテキストに対してサンプリングを用いたクラスタリングを行い、12,800 ページの文書から対訳ペアの抽出に、全対全比較に比べ再現率の低下を 10%程度に抑えつつ計算時間を 1/3 に削減した。

We developed an algorithm for extracting parallel texts from large Web documents. By clustering with sampling method for Web Documents, we achieved one third calculation time reduction with only 10% recall reduction for extracting parallel texts from 12,800 documents.

10. WWW ニュースサイトからの記事収集と情報抽出

安井雅章, 吉田慎一郎, 田浦健次朗, 近山隆

Collecting WWW News Articles and Extracting Information

**S. Wonbo, A.A. Anik, S. Kusakari, Y. Nagai,
K. Taura, and T. Chikayama**

WWW によって世界中のニュース源からニュースを得ることが極めて容易になっており、そこから各国の共通関心事、世論の傾向の違いなどを抽出する可能性が出てきている。しかしそのためには非構造的な書式(HTML)で書かれ、広告その他の余分な情報を多数含んだ文書か

ら正しく記事やその属性を切り取る手法を確立する必要がある。本研究はその第一歩として、毎日 600 のニュースサイトから記事を収集し、自動的に記事本文を切り出すラップを作成した。また、その結果を容易に評価できるようにするための可視化システムを構築した。

WWW has made accessing news from world-wide news sources extremely easy and cheap. They can potentially make it possible to automatically extract nations' common interests and differences of public opinions. To realize this, however, we need to establish a method to correctly identify article bodies and their attributes from unstructured texts (html) including lots of irrelevant information (e.g., ads). As a first step, we built a news crawler collecting web pages from 600 news sources everyday and an extractor that collects article bodies. We also built a viewer to easily evaluate such systems.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 弘中健, 田浦健次朗, 近山隆. A Low-stretch Object Migration Scheme for Wide-area Environments. In IPSJ Transactions on Programming Vol.48 No.SIG 12(PRO 34), pp.28-40, August 2007.
- [2] 白井達也, 斎藤秀雄, 田浦健次朗. 高速なトポロジ推定 - ネットワークを考慮した並列計算の基盤として. 情報処理学会論文誌: コンピューティングシステム. Vol.48 No.SIG 13 (ACS 19), pp.156-165, 2007 年 8 月.
- [3] 三輪誠, 横山大作, 近山隆. コンピュータゲームプレイヤーにおける評価要素の自動生成に関する研究. 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.11, pp. 3428--3437, November 2007.

国際会議論文

- [4] Hideo Saito and Kenjiro Taura. Locality-aware Connection Management and Rank Assignment for Wide-area MPI. In Proceedings of the 7th International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2007), pp.249-256, Rio de Janeiro, May 2007.
- [5] Tatsuya Shirai, Hideo Saito and Kenjiro Taura. A Fast Topology Inference --- A building block for network-aware parallel computing. In Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing (HPDC 2007), pp.11-21, Monterey, June 2007.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [6] 鴨志田良和, 斎藤秀雄, 横山大作, 弘中健, 澤井省吾, 高橋慧, 関谷岳史, 柴田剛志, 田浦健次朗. 構成変化への柔軟な対応を考慮した他拠点にわたる分散計算機環境構築. 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSIS 2007), 東京, 2007 年 5 月 (ポスター発表).
- [7] 白井達也, 斎藤秀雄, 田浦健次朗. 高速なトポロジ推定 - ネットワークを考慮した並列計算の基盤として. 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSIS 2007), pp.329-338, 東京, 2007 年 5 月.
- [8] 斎藤秀雄, 田浦健次朗. 広域 MPI 用の局所性を考慮した接続管理とランク割り当て. 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSIS 2007), pp.339-348, 東京, 2007 年 5 月.
- [9] 関谷岳史, 田浦健次朗, 近山隆. 適応的並列計算を支援するプロトコルの設計と正当性の証明. 先進的計算基盤システムシンポジウム (SACSIS 2007), pp.349-358, 東京, 2007 年 5 月.

- [10] 沈 垣甫, 田浦 健次朗, 近山 隆, ウェブコミュニティ抽出アルゴリズムの改良, 日本データベース学会(DBSJ) Letters Vol.6, No.1, pp.145-148, 2007 年 6 月
- [11] 高橋 慧, 田浦健次朗, 近山 隆. トポロジを考慮しソース選択を行うデータ転送スケジューラ. 情報処理学会研究報告 PRO-65 (SWoPP 2007), 旭川, 2007 年 8 月.
- [12] 関谷岳史, 田浦健次朗. グリッド用シェル GXP の長時間計算のための拡張. 情報処理学会研究報告 HPC-111 (SWoPP 2007), pp.297-302, 旭川, 2007 年 8 月.
- [13] 鴨志田良和, 田浦健次朗, 近山隆. 多拠点に渡る分散計算機環境を効率的にモニタリングするための情報収集と表示, 並列/分散/協調処理に関する『旭川』サマー・ワークショップ (SWoPP2007), 信学技報 Vol. 107, No. 175, pp. 7-12, 旭川, 2007 年 8 月.
- [14] 斎藤秀雄, 鴨志田良和, 澤井省吾, 弘中健, 高橋慧, 関谷岳史, 頓楠, 柴田剛志, 横山大作, 田浦健次朗. InTrigger: 柔軟な構成変化を考慮した多拠点に渡る分散計算機環境. 情報処理学会研究報告 HPC-111 (SWoPP 2007), pp.237-242, 旭川, 2007 年 8 月.
- [15] 斎藤大, 田浦健次朗, 近山隆. 大量の Web 文書からの対訳テキスト抽出手法, 日本ソフトウェア科学会 第 24 回大会, 奈良, 2007 年 9 月.
- [16] 鴨志田良和, 田浦健次朗, 近山隆. 容易な配置と拡張が可能な多拠点に渡る分散計算機環境のリアルタイムモニタリングシステム, 日本ソフトウェア科学会 第 24 回大会, 奈良, 2007 年 9 月.
- [17] 柴田剛志, 斎藤秀雄, 横山大作, 弘中健, 澤井省吾, 高橋慧, 頓楠, 鴨志田良和, 田浦健次朗. 多拠点分散環境 (InTrigger) における計算支援ソフトウェアの検証. 日本ソフトウェア科学会第 24 回大会, 奈良, 2007 年 9 月.
- [18] 横山大作, 田浦健次朗, 近山隆, "探索問題のための並列プログラミングフレームワーク" 第 25 回日本ロボット学会学術講演会, 1L27, Sep. 2007.
- [19] 北川竜平, 三輪誠, 近山隆. 麻雀の牌譜からの打ち手評価関数の学習, 第 12 回ゲームプログラミングワークショップ 2007, pp. 76 -- 83, Nov. 2007.
- [20] 栗田哲平, 三輪誠, 近山隆. 将棋盤を対象とした画像情報を用いた自動局面認識手法, 第 12 回ゲームプログラミングワークショップ 2007, pp. 172 -- 179, Nov. 2007.
- [21] 中村秋吾, 三輪誠, 近山隆. 静的評価関数を用いた UCT の改善, 第 12 回ゲームプログラミングワークショップ 2007, pp. 44 -- 51, Nov. 2007.
- [22] 吉富翔太, 斎藤秀雄, 田浦健次朗, 近山隆. "自動取得したネットワーク構成情報に基づく MPI 集合通信アルゴリズムの改良" 情報処理学会全国大会発

表,2008年3月

- [23] 三木理斗, 三輪誠, 田浦健次朗, 近山隆. “UCT を用いた訓練初期局面の多様化による TD 学習法の改善” 情報処理学会全国大会発表,2008年3月
- [24] 田中五大, 横山大作, 田浦健次朗, 近山隆. “画像群中の物品発見における計算量削減手法の提案” 情報処理学会全国大会発表,2008年3月
- [25] Daisaku Yokoyama and Kenjiro Taura, "Design of An Event Driven Distributed Programming Language Based on Tuplespace", 2nd International Symposium on Information and Robot Technology (ISIRT), pp. 34-37, March 19, 2008.

坂井・五島研究室
Sakai & Goshima Laboratory
(<http://www.mtl.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

1. 故障耐性を持つ VLSI

坂井 修一・五島 正裕・杉本 健・樽井 翔

Fault-Tolerant VLSI

S. SAKAI, M. GOSHIMA, K. SUGIMOTO

S. TARUI

半導体の微細化に伴い、素子ごとの性能のランダムなばらつきの影響が大きくなっている。素子性能がばらつくと、歩留まりが低下するほか、従来のワースト・ケースに合わせた設計では遅延の見積もりが悲観的になりすぎ、現実的な設計ができなくなる問題が生じる。

そこで現在では、実際に近い遅延に基づいて設計を行うため、統計的静的タイミング解析の導入が進められている。また、出荷時に実際の遅延を計測してスキューを調整することなども試みられている。さらに、動作時にタイミング故障を検出し回復する動的な手法が提案されている。この手法では、Process、Voltage、Temperatureに加え、Input の状態に応じて、最高周波数、最低電圧での動作が可能になる。

我々は、以下の 2 つのレベルにおいて動的な手法の研究を進めている。

I. 回路技術

従来の研究は、タイミング故障を検出することを目的としたものであった。それに対し本研究では、タイミング故障を起こす信号を故障なく通過させる手法を提案・検証した。

II. アーキテクチャ技術

Out-of-order スーパースカラ・プロセッサ向けに、コントロール・パスも考慮した回復機構を提案した。タイミング故障の発生の情報をパイプラインに沿って伝播し、故障に基づく結果によってはマシン・ステートを更新しないようにする。その上で、故障発生後にマシン・ステートを残してリセットを行う。このことによって、チップ上のいかなる場所にタイミング故障が発生しても、正しく回復を行うことができる。

本年度は、本手法を適用したスーパースカラ・プロセッサを FPGA 上に実装し、正しく回復できることを確認した。

As the feature size of LSI becomes increasingly smaller, random variation of each element becomes more influential. The variation of elements decreases the yield, and makes conventional design based on worst-case estimation too pessimistic.

Recently, statistical static timing analysis is introduced to design based on actual delays. It is also tried to adjust the skew based on the actual delays measured at testing the chips.

And in the end, some dynamic techniques are proposed. They detect timing faults and recover from faulty states. These techniques enable operations at the highest frequency and the lowest voltage, since it operates based on the most actual delays according to variations not only of Process, Voltage, Temperature, but also of Input.

We proceed our research for the dynamic techniques on the following two levels — circuit and architecture.

I. Circuit Technology

The existing researches focused on the detection of timing fault. We have proposed a technique that enables delayed signals to pass.

II. Architectural Technology

We proposed a recovering method aware of faults on the control paths for out-of-order superscalar processors. This method makes fault information propagated along the pipeline and prevents the machine state updated by faulty results. In addition, the chip is reset on fault remaining the machine state. This makes it possible to recover from any timing faults occurred in any part on the chip.

This year, we implemented a superscalar processor employing this method on an FPGA, and verified that the processor can recover correctly.

2. 注入攻撃の検出

坂井 修一・五島 正裕・勝沼 聡・李 坤波

Injection Attack Detection

S. SAKAI, M. GOSHIMA, S. KATSUNUMA

K. LI

注入攻撃 (injection attack) とは、コンピュータシステムの脆弱性を利用して、外部から注入 (inject) した攻撃コード・コマンドなどを実行させることをいう。最近では、クロスサイト・スクリプティングや SQL インジェクションなど、サーバ上のスクリプトに対する攻撃が深刻になっている。

動的情報フロー追跡 (DIFT) は、Perl の taint mode をプロセッサに応用したものととらえることができ、スクリプトへの攻撃に対しても有効である。プロセッサで攻撃が検出できれば、個別の言語ごとに対策を行うより、包括的な対策となる。しかし既存の DIFT は、その伝播精度が十分ではなく、誤検出や検出漏れが生じていた。

本研究では、「プログラムの制御の下でのユーザの選択」が実現されている場合には、文字列から文字列への直接的な変換が行われないことを見出した。そこで、命令ごとではなく、文字列操作を認識して文字列ごとに taint bit を伝播させる SWIFT (String-Wise Information Flow Tracking) を提案した。さらに、SWIFT 上で脆弱性のあるサーバプログラムを動作させ、誤検出も検出漏れも発生しないことを確認した。

Currently, attacks by exploiting security vulnerabilities such as SQL injection and cross-site scripting are becoming seriously.

Dynamic Information Flow Tracking (DIFT) has been proposed as a promising platform for detecting a wide range of injection attacks. Nevertheless, current DIFT systems do not have high accuracy and will produce a mass of false positives and false negatives.

We proposed a string-wise tracking method SWIFT. We verified that it does neither cause positive false nor negative false when executing server programs with existing vulnerabilities..

3. 情報漏洩防止プラットフォーム

坂井 修一・五島 正裕・入江 英嗣・横田侑樹

Platform against Information Leakage

S. SAKAI, M. GOSHIMA, H. IRIE, Y. YOKOTA

情報技術が社会に浸透するに伴い、情報漏洩や著作権侵害などの事件も多発するようになってきている。情報漏洩の原因は多岐に渡るため、個々のアプリケーションの信頼性に依拠しない包括的な手法が求められる。

その答えの一つとして DIFT があるが、条件分岐に由来する情報フローを追跡することは困難であった。

そこで本研究では、条件分岐に由来する情報漏洩も防止できるプラットフォームとして、コンテキスト・スイッチとページ・プロテクションを拡張する手法を提案した。

With penetration of information technologies, serious accidents and incidents - such as information leakage and copyright infringement - are increasing. Since information leaks through various applications, a comprehensive technique which is independent of reliability of individual applications is expected.

DIFT gives a partial solution to it, but it is hard to track information flow through conditional branches.

We have proposed a new platform based on context switching and page protection to prevent information leakage even through conditional branches..

4. 高効率タグ・アーキテクチャ

坂井 修一・五島 正裕・金 大雄

Efficient Tagged Architecture

S. SAKAI, M. GOSHIMA, D. KIM

タグ・アーキテクチャは、メモリの各ワードに対してタグを付加するアーキテクチャで、近年では、DIFT の基盤として使われている。これらの技術では、典型的には、入力データに依存するデータに taint タグを付ける。

従来のタグ・アーキテクチャではレジスタからメモリまでタグとデータを一緒に格納し、タグの伝搬もデータの演算と同時に進んでいた。そのため、メモリの必要量が多く、レジスタやメモリのアクセス・レイテンシが増加する問題点があった。

そこで我々は、格納の伝搬の各フェーズにおいて、タグとデータを分離する高効率アーキテクチャを提案した。

Tagged architecture is the one that each memory data has

extra tag for its property, and used as a base of DIFT in recent years. In these technologies, the data that depend on the input from the outside is attached with the taint tags.

Conventional tagged architecture stores data and its tag together from the main memory to the register. Thus an amount of additional memory is required, and the access latencies of the register and the caches substantially increase.

We have proposed an efficient architecture in which data and its tag are separated both in storing them and in propagating them.

5. ツインテール・アーキテクチャ

五島 正裕・坂井 修一・亘理 靖展

Twintail Architecture

M. GOSHIMA, S. SAKAI, Y. WATARI

ツインテール・アーキテクチャは、in-order/out-of-order テールと呼ぶ2つの実行系を持つ。それぞれのテールは、in-order/out-of-order スーパスカラ・プロセッサとほぼ同等なものと考えてよい。In-order テールで実行可能な命令は in-order テールで、そうでない命令は out-of-order テールで、それぞれ実行される。

In-order テールでは、out-of-order テールに比べて、早期に命令が実行される。そのため、命令流は早期に実行可能なものと、そうでないものに分割され、それぞれのテールで実行されることになる。ツインテール・アーキテクチャは、同数の演算器を持つスーパスカラ・プロセッサより性能が向上することが分かっている。

本年度はツインテールによる性能向上を損なわずに消費電力を削減するための機構、ハーフパンプ FU アレイの検討を行った。

Twintail architecture is composed of two parts, called in-order/out-of-order tails. These tails can be considered as usual in-order/out-of-order superscalar processors. Instructions executable in the in-order tail are executed in the in-order tail, while ones inexecutable in the in-order tail are executed in the out-of-order tail.

Instructions are executed earlier in the in-order tail than in the out-of-order tail. Therefore the instruction stream is divided into two streams. One can be executed earlier, the other cannot. The former and the latter are executed in the in-order and the out-of-order tails, respectively. This feature enables twintail architecture more efficient than usual superscalar processors of the same number of function units.

This year, we studied Half-pumped FU Array, an implementation of Twin-tail architecture which could reduce power consumption with small performance degradation.

6. リネームド・トレース・キャッシュ

五島 正裕・坂井 修一・一林 宏憲

Renamed Trace Cache

M. GOSHIMA, S. SAKAI, H. ICHIBAYASHI

レジスタ・リネーミングは、out-of-order スーパスカラ・

プロセッサにおける最も高コストな処理の一つである。リネームド・トレース・キャッシュは、レジスタ・リネーミング済みの命令のトレースをキャッシュし、再利用することにより、レジスタ・リネーミングを省略できる。

本年度は、命令トレースをキャッシュにする際にコンフリクト・ミスを低減するためのインデックス生成法などを検討した。

Register renaming is one of the most costly operations of a superscalar processor. Renamed trace cache can omit it by caching the traces of renamed instructions in the cache and reusing them.

This year, we studied a new method of indexing for the trace cache to reduce the conflict misses.

7. RIMD アーキテクチャ

五島 正裕・坂井 修一・塩谷 亮太

RIMD Architecture

M. GOSHIMA, S. SAKAI, R. SHIOYA

データ並列性とは、異なるデータに対してほぼ同様の処理を行う際に生じる並列性である。データ並列性の高い処理としては画像処理などのメディア処理が挙げられる。近年、これらの処理ではループ内に分岐を含むなど、そのアルゴリズムが複雑化する傾向にあり、従来のSIMDなどでは対応が困難となっている。

RIMD (Replicated Instruction/Multiple Data stream) は、このデータ並列性の高い処理をターゲットとしたアーキテクチャである。RIMD は SIMD と同様に複数の演算器が制御部を共有する構成をとる。各演算器はループ・イタレーションの格納を目的とした小容量の命令バッファを備えており、それぞれが独立したパスの実行を行うことが可能である。これにより、RIMD では複雑なアルゴリズムを処理できる柔軟性と高いピーク性能を併せ持つことが可能になると考えられる。

本年度は、RIMD における重要な要素技術の一つである、回路面積指向レジスタ・キャッシュの研究を行った。

Data parallelism is derived from almost same operations to different data streams. Media processing such as image processing is an example with high data parallelism. Recently, the algorithms of these applications tend to become more complex, and conventional architecture such as SIMD processors cannot deal with these applications efficiently.

RIMD (Replicated Instruction/Multiple Data stream) architecture aims to process these applications with high data parallelism. All the processing elements of a RIMD processor share one control unit just like SIMD processors. But each processing element has small instruction buffer to save loop iteration, and can execute iteration individually. This structure enables RIMD architecture to have both high peak performance and high programmability.

This year, we proposed a new register cache system that can minimize the area of the register file, which is an important element for RIMD architecture.

8. プロセッサ・シミュレータ「鬼斬」の開発

五島 正裕・坂井 修一・渡辺 憲一

Processor Simulator “Onikiri”

M. GOSHIMA, S. SAKAI, K. WATANABE

スーパースカラ・プロセッサの研究においては、プロセッサの 1 サイクルごとの挙動を正確に再現する cycle-accurate なシミュレータが必要となる。

本研究室で開発した「鬼斬」では、特に以下のような点を重視している：

- ・ 拡張性： 様々なアーキテクチャの構成への対応
- ・ 再現性： 正確なプロセッサの挙動の再現
- ・ デバッグビリティ： 性能バグの発見の容易さ

本年度は、この鬼斬を 1 から作り直した鬼斬式の開発を行い、各研究のシミュレーションに用いた。

In research of superscalar processors, cycle-accurate simulators, which precisely reproduce cycle-by-cycle behavior of processors, are required.

Onikiri, which we are developing in our lab, has the following important aspects:

- ・ Extensibility: to simulate various architectures
- ・ Reproducibility: to precisely reproduce the behaviors
- ・ Debuggability: to easily find performance bugs

This year, we developed Onikiri2, which is a fully new version of Onikiri, and used it for each research theme..

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 三輪忍, 一林宏憲, 入江英嗣, 五島正裕, 富田眞治: 小容量 RAM を用いたオペランド・バイパスの複雑さの低減手法, 情報処理学会論文誌コンピューティングシステム, Vol.48, No.SIG13(ACS 19), pp.58-69 (2007).
- [2] Hidetsugu Irie, Ken Sugimoto, Masahiro Goshima, and Shuichi Sakai: Preventing Timing Errors on Register Writes: Mechanisms of Detections and Recoveries, ACM SIGARCH Computer Architecture News (ACM CAN), Vol.35, No.SIG5, pp.25-31 (2007).

国際会議論文

- [3] Luong Dinh Hung, Hidetsugu Irie, Masahiro Goshima, and Shuichi Sakai: Utilization of SECEDED for Soft Error and Variation? Induced Defect Tolerance in Caches, Automation and Test in Europe (DATE), pp.1134-1149 (2007).
- [4] Hidetsugu Irie, Ken Sugimoto, Masahiro Goshima and Shuichi Sakai: Preventing Timing Errors on Register Writes: Mechanisms of Detections and Recoveries, 2nd Int'l Workshop on Advanced Low Power Systems (ALPS), pp.31-38 (2007).
- [5] Kenichiro Hirose, Yoshio Mita, and Shuichi Sakai: Polarization Transmissive Thin Film Solar Cell with Photodiode Nanowires, IEEE/LEOS Int'l Conf. of Optical MEMS and Nanophotonics, pp.29-30 (2007).
- [6] Kenichiro Hirose, Yasuo Manzawa, Masahiro Goshima, and Shuichi Sakai: Delay Compensation Flip-Flops for Timing Error Tolerant Circuit Design, Int'l Conf. on Solid State Devices and Materials (SSDM), pp.480-481 (2007).

著書

- [7] 五島正裕: デジタル回路, 数理工学社, ISBN978-4-901683-53-1 (2007).

総説・解説論文

- [8] 坂井修一: ディペンダブル情報社会へ, 情報処理学会誌, Vol.48, No.7, pp.783-785 (2007)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [9] 入江英嗣, 杉本健, 五島正裕, 坂井修一: レジスタファイルの書き込み時タイミングエラーの検出・回復手法, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.235-244 (2007).
- [10] 三輪忍, 一林宏憲, 入江英嗣, 五島正裕, 富田眞治:

小容量 RAM を用いたオペランド・バイパスの複雑さの低減手法, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.265-274 (2007).

- [11] 堀尾一生, 平井遥, 五島正裕, 坂井修一: ツインテール・アーキテクチャ, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.303-311 (2007).
- [12] 脇屋進一, 五島正裕, 坂井修一: 分岐予測器を利用したホットパス検出器, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.321-328 (2007).
- [13] 渡辺憲一, 一林宏憲, 五島正裕, 坂井修一: プロセッサ・シミュレータ「鬼斬」の設計, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.194-195 (2007). (ポスター).
- [14] 杉本健, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: Out-of-Order スーパーカラプロセッサの FPGA への実装, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS, pp.196-197 (2007). (ポスター).
- [15] 入江英嗣, 杉本健, 五島正裕, 坂井修一: 動的タイミングエラー検出のための「書き込み保証バッファ」の評価, 電子情報通信学会研究報告 ICD2007-29, pp.77-78 (2007).
- [16] 一林宏憲, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: 逆 Dualflow アーキテクチャ, 情報処理学会研究報告 2007-ARC-174, pp.1-6 (2007).
- [17] 亘理靖展, 堀尾一生, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: ツインテール・アーキテクチャの改良, 情報処理学会研究報告 2007-ARC-174, pp.7-12 (2007).
- [18] 金大雄, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: タグ・アーキテクチャのための効率的なタグ管理機構, 電子情報通信学会技術研究報告 CPSY2007-10, pp.25-30 (2007).
- [19] 樽井翔, 勝沼聡, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: 脆弱性検出のための静的値範囲解析, 電子情報通信学会技術研究報告 CPSY2007-22, pp.95-100 (2007).
- [20] 坂井修一: アーキテクチャと形式的検証の協調による超ディペンダブル VLSI, JST CREST 「ディペンダブル VLSI システムの基盤技術」研究領域平成 19 年度ワークショップ, pp.30-51 (2007).
- [21] Pierre Devautour, Shuichi Sakai, and Masahiro Goshima: Fault tolerant FPGA Architecture with Distributed Internal Configuration Memory Access, IPSJ SIG Technical Reports 2008-ARC-177, pp.1-6 (2008).
- [22] 横田侑樹, 塩谷亮太, 入江英嗣, 五島正裕, 坂井修一: 情報漏洩防止のための暗黙的インフォメーションフロー追跡, 情報処理学会第 70 回全国大会, pp.111-112 (2008).
- 招待講演
- [23] 坂井修一: 超ディペンダブルプロセッサアーキテクチャ, 第 23 回 STARC セミナー講演会 (2007).

- [24] Shuichi Sakai: Dependable Computing, UT Forum (2007).
- [25] 坂井修一: 社会情報インフラの安全と信頼, 平成19年度日本学術会議情報学委員会および情報処理学会共催講演会「情報処理で社会を守る」 (2007).

受賞

- [26] Luong Dinh Hung: Implementation of a Parallel Radix Sort on Cell Processor, 先進的計算基盤システムシンポジウム SACSIS 併設企画 マルチコアプログラミングコンテスト「Cell スピードチャレンジ2007」規定課題部門2位 (2007).
- [27] 廣瀬健一郎: 平成19年度猪瀬学術奨励賞, 財団法人電気・電子情報学術振興財団 (2007).

その他

- [28] 坂井修一, 千葉滋: ディペンダブル情報処理基盤, CREST シンポジウム報告, pp.1-32 (2007).

伊庭研究室
Iba Laboratory

(<http://www.iba.k.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況
Current Research Projects

1. 進化型計算と遺伝的プログラミングの研究

伊庭斉志

Evolutionary Computation and Genetic
Programming
H. IBA

本研究では、進化型計算手法の1つとして主に遺伝的プログラミングの理論的解析と実際的应用を試みている。遺伝的プログラミングは個体の遺伝子としてプログラムを扱い、生殖や選択によって望ましいプログラムを進化させる。これにより、従来は人手でプログラムを書くことが困難であったような領域（例えば動的な環境でのロボットの制御）での大規模なプログラム合成が可能になった。我々は遺伝的プログラミングを用いたマルチエージェント学習、システム同程問題の解法、金融データの予測、ロボットプログラム、及び並列実装などを研究している。

The theoretical and practical aspects of Genetic Programming (GP) have been studied for the purpose of establishing genetic-based evolutionary learning. The goal of GP is to enable the automatic generation of computer programs. It combines biological metaphors of evolution with computer science approaches, such as machine learning or artificial intelligence. Our experiments show the promising results for various applications, such as multi-agent learning, system identification tasks, financial data prediction, robot programming, and parallel processing.

2. 進化するハードウェアに関する研究

伊庭斉志

Evolvable Hardware
H. IBA

本研究では、進化型計算手法を用いてハードウェア進化(Evolvable Hardware, EHW)の実験とその応用を試みている。EHWの基本的なアイディアは、プログラム論理素子（ソフトウェアの書き換えで内容が可変な素子）を用いてハードウェア構成を適応的に変化させていこうというものである。従来のハードウェアは設計後の変更ができないため動的な環境にはうまく適応できない。しかしながら、設計者が予期しない新たな環境にも適応できる点がEHWの大きな特長である。我々は、遺伝的アルゴリズムを用いたEHWの実現、PAC学習法などによる探索能力の解析、およびパターン認識への応用を研究している。

Evolvable Hardware (EHW) is a hardware, which modifies its own hardware structure according to the environmental

changes. EHW is implemented on a programmable logic device (PLD), whose architecture can be altered by downloading a binary bit string, i.e., architecture bits. These bits are adaptively acquired by genetic algorithms (GAs). We study the fundamental principle of the gate-level. The effectiveness of our approach is shown by comparative experiments and successful applications.

3. ゲノム情報処理

伊庭斉志

Genome-informatics and Bio-informatics
H. IBA

21世紀は遺伝子(ゲノム)の世紀と言われている。ヒトゲノム計画はあと数年で終了するが、遺伝子に関する情報処理にはまだ多くの未解決問題が残っている。当研究室では、ゲノム解析グループとの共同研究などを通して、遺伝子・蛋白質系のダイナミクス、蛋白質ネットワークモデルの進化論的手法による解析などを目指している。

The 21st century is said to be that of Genome and Biology. Human Genome Project has been finished successfully, i.e., most of the DNA arrangements have been analyzed and identified. However, many problems remain to be solved. Among them is the understanding and control of the dynamical behavior of gene regulatory networks. We are currently working on the simulation and inference of these dynamics by means of several methods. More precisely, our target tasks include inferring of gene networks by using DNA microarray data, simulating inter- and intra-cellular signaling loops of the mRNA products, and analyzing the metabolic pathways.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 生田目慎也, 伊庭斉志: "AdaBoost を用いた遺伝子制御ネットワークの統合的推定", 人工知能学会論文誌 Vol.22 No.5E, pp.508- 519, 2007
- [2] 長谷川禎彦, 伊庭斉志: "潜在アノテーション推定を用いた確率文法による分布推定アルゴリズム", 人工知能学会論文誌 Vol.23 No.1B, pp.13- 26, 2008
- [3] Noman,N., Iba,H.: "Inferring Regulations in a Genomic Network from Gene Expression Profiles", Analysis of Biological Data: A Soft Computing Approach (PartIII), dSanghamitra Bandyopadhyay, Ujjwal Maulik, Jason Tsong-Li Wang,(eds.), pp.205-229, World Scientific, 2007
- [4] Noman,N., Iba,H.: "Inferring Gene Regulatory Networks Using Differential Evolution with Local Search Heuristics", IEEE/ACM Transcriptions on Computational Biology and Bioinformatics, vol.4,no.4, pp.634-647, 2007
- [5] Noman,N., Iba,H.: "Accelerating Differential Evolution Using an Adaptive Local Search", IEEE/ACM Transcriptions on Evolutionary Computation, vol.12,no.1, pp.107-125, 2008
- [6] Inoue,Y., Tohge,T., Iba,H.: "Cooperative transportation system for humanoid robots using simulation-based learning", Applied Soft Computing vol.7,no.1, pp.115-125, 2007

国際会議論文

- [7] Aranha,C.,Iba,H.: "Portfolio Management by Genetic Algorithms with Error Modeling", Proceedings of 6th International Conference on Computation Intelligence in Economics & Finance (CIEF2007), 2007
- [8] Aranha,C.,Kasai,U.,Iba,H.: "Day-trading Rules Development by Genetic Programming", Proceedings of 6th International Conference on Computation Intelligence in Economics & Finance (CIEF2007), 2007
- [9] Aranha,C.,Iba,H.: "Modelling Cost into a genetic Algorithm-based Portfolio Optimization System by Seeding and Objective Sharing", Proceedings of 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2007), pp.196-203, 2007
- [10] Ando,D.,Iba,H.: "Interactive Composition Aid System by means of Tree Representation of Musical Phrase", Proceedings of 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2007), pp.4258-4265, 2007
- [11] Hasegawa,Y.,Iba,H.: "Estimation of Distribution Algorithm based on Probabilistic Grammar with Latent

Annotations", Proceedings of 2007 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2007), pp.1043-1050, 2007

- [12] Ando,D., Dahlsted,P., Nordahl, M.G.,Iba,H.: "Interactive GP with Tree Representation of Classical Music Pieces", Evo Workshops 2007, Giacobini,M. et al.(Eds.), LNCS 4448, pp.1043-1050, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007

著書

- [13] 伊庭斉志: "システム工学の基礎: システムのモデル化と制御", 数理工学社, 2007 保立和夫: "光ファイバジャイロの開発・実用化," レーザー研究, Vol.29, No.6, pp.353-358 (2001).

シンポジウム・研究会・大会発表等

- [14] 柳瀬利彦, 伊庭斉志: "動歩行に基づいた対話型進化計算によるヒューマノイドロボットの動作設計", 2007 年度人工知能学会全国大会第 21 回論文集 (JSAI2007), 2007
- [15] 長谷川禎彦, 伊庭斉志: "構造推定を用いた遺伝的プログラミング-隠れアノテーション確率文法 GP", 2007 年度人工知能学会全国大会第 21 回論文集 (JSAI2007), 2007
- [16] 安藤大地, 伊庭斉志: "木構造型遺伝子を用いたクラシック音楽作曲支援システム:CACIE", 2007 年度人工知能学会全国大会第 21 回論文集 (JSAI2007), 2007
- [17] 峠隆広, 伊庭斉志: "進化計算によるポリキューブ型ロボットの機能創発", 2007 年度人工知能学会全国大会第 21 回論文集 (JSAI2007), 2007
- [18] クラウス・アランニャ, 伊庭斉志: "GP を用いた資源の最適分割-ポートフォリオ管理への応用", 進化計算シンポジウム 2007 講演論文集, 進化計算研究会, pp.11- 14, 2007
- [19] 福田エリック駿, 伊庭斉志: "自己組織化ロボットの結合ルール生成", 進化計算シンポジウム 2007 講演論文集, 進化計算研究会, pp.107-110, 2007
- [20] 柳瀬利彦, 伊庭斉志: "階層型ロボット制御への進化論的多目的最適化の応用", 進化計算シンポジウム 2007 講演論文集, 進化計算研究会, pp.43- 46, 2007
- [21] 丹治信, 安藤大地, 伊庭斉志: "確率文脈自由文法による旋律の拍節モデル推定", 情報処理学会研究報告 (IPSJ SIG Technical Report), 2007-MUS-73, pp.57-62, 2007
- [22] 安藤大地, 稲田雅彦, 丹治信, 伊庭斉志: "能動的音楽聴取インタフェースの作曲支援 IEC への取り組み", 情報処理学会研究報告 (IPSJ SIG Technical Report), 2007-MUS-73, pp.1-6, 2007

- [23] 峠隆広, 伊庭斉志: ” 進化計算によるポリキューブ型ロボットのサイズと構造の探索”, システム・情報部門学術講演会 2007 講演論文集, 計測自動制御学会システム・情報部門, pp.153- 156, 2007
- [24] 安藤大地, 稲田雅彦, 丹治信, 伊庭斉志: ” 能動的音楽聴取インタフェースを取り込んだ作曲支援 IEC インタフェース”, 情報処理学会インタラクシオン 2008, 2008
- [25] 田中峻一, 伊庭斉志: ” 異種分類器の組み合わせによる学習法”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.5- 6, 2008
- [26] 石橋雄樹, 伊庭斉志: ” 遺伝的アルゴリズムによる株式ポートフォリオの選択”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.17- 18, 2008
- [27] 畑田晃希, 伊庭斉志: ” 遺伝的プログラミングを用いた株式売買シグナルの検出”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.19- 20, 2008
- [28] 平林明憲, 伊庭斉志: ” 遺伝的アルゴリズムによる外国為替取引手法の最適化”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.25- 26, 2008
- [29] ビッタヤピタック・パリンヤー, 伊庭斉志: ” 進化論的計算によるヒューマノイドロボットの動作獲得”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.29- 30, 2008
- [30] 稲田雅彦, 安藤大地, 丹治信, 伊庭斉志: ” インスタレーションにおける対話型作曲支援システムの能動的音楽聴取インタフェース”, フレッシュマンのための人工知能研究交流会予稿集, 人工知能学会, pp.39- 40, 2008
- [31] 稲田雅彦, 安藤大地, 丹治信, 伊庭斉志: ” Sign Do Sound : 対話型作曲支援システムの能動的音楽聴取インタフェース- インスタレーションに対する IEC インタフェースの取り組み- ”, 映像学技報 VOL.32, NO.15 ISSN 1342-6893, 映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会・立体映像技術研究会, 2008
- [32] 打出義尚, 伊庭斉志: ” デイトレードのための多目的遺伝的プログラミングによる売買ルールの生成”, 第 35 回知能システムシンポジウム, SY0005/08/0000-0142, 計測制御学会, 2008
- [33] 福田エリック駿, 伊庭斉志: ” GA を用いた自己組織化ロボットの結合ルール生成”, 第 35 回知能システムシンポジウム, SY0005/08/0000-0200, 計測制御学会, 2008 山下真司, イラスト・図解 光ファイバ通信のしくみがわかる本, 技術評論社, 2002 年 3 月.

柴田・三田研究室 (2007 年度)
intelligent Semiconductor Microsystems
Laboratory (iSML)
(http://www.if.t.u-tokyo.ac.jp)

研究現況 Current Research Projects

1. 右脳型ソフトコンピューティングVLSI: 連想プロセッサ・システム

柴田直, トウロン トウウ ブウイ,
馬 奕濤, 姜 璟熙

Right-Brain-Computing Integrated Circuits: Associative Processing Systems T. Shibata, Trong Tu Bui, Ma Yitao, Kang Kyunghee

現在のコンピュータは四則演算の超高速処理に特化したマシンであり、人間のように「ものを見て柔軟に判断・理解し、即座に適切な行動をとる」といった情報処理は非常に不得手である。入力情報に対し、過去の膨大な記憶の中から最も近い事例を瞬時に想起しこれによって次の行動を決定する。こんなアーキテクチャを持つコンピュータの基本ハードウェアを、シリコン超LSI技術で実現する研究を進めている。論理演算を得意とする現在のマイクロプロセッサに対し、直感・連想・推論といった処理を得意としたLSIチップを設計・試作してシステムを構成する。単体で脳細胞ニューロンと類似の機能を持つ高機能トランジスタ（ニューロンMOS、neuMOS）を導入、膨大なtemplate群の中から最短距離ベクトルを完全並列探索するアナログ連想プロセッサ、0.18ミクロンCMOS技術を用いた超高速デジタル連想プロセッサ等を、これまで開発した。今後連想を階層的に連鎖させヒトのように思考できるシステムをこれらのチップ用いて構築して行く。そのために我々の思考過程を柔軟に記述できるAPROL (Association Programming Language)の開発も行う。四則演算に代わり連想を“computing primitive”とする実時間事象認識知能システム実現を目指す研究である。現在、画像認識・音声認識をテーマに研究を進めている。ここで開発したVLSI回路技術は、実用的な応用として、CDMA マッチフィルタへの応用技術等も開発している。

Digital computers are dedicated machines for vary fast execution of numerical calculations. However, their performance is extremely poor in such tasks like seeing, recognizing, and taking immediate actions, which are effortless tasks in our daily life. This research aims at building intelligent VLSI systems based on the psycho-logical model of a brain. In our system past experience is stored as template vectors in non-volatile vast memories and the maximum-likelihood event to the current event is recalled in real time by a fully parallel processing. The key ingredient of the system is a new functional device called “Neuron MOS

Transistor”(neuMOS or vMOS) which mimics the action of a nerve cell neuron at a single transistor level. Based on such architecture that “association” is the very computing primitive, we are pursuing human-like intelligence system implementation directly in silicon integrated circuits. Currently research is in progress for robust image recognition and voice recognition processing. The state-of-the-art silicon technology has been utilized to implement such associative processors in both analog and digital CMOS VLSI chips. As a practical application of the circuit technology developed for the associative processor chips, CDMA matched filter chips have also been developed..

2. 画像の特徴ベクトル抽出VLSI及びそのパターン認識への応用

柴田直, ロバート グロー, 朱弘博, 高橋徳浩,
森川重毅, 陳 雋, 金森毅, グエン タン リム,
中川 琢規, 三好高史, 孫 卓力

A Robust Feature-Vector Generation VLSI's and their Application to Human-Like Image Recognition T. Shibata, Robert Grou, Zhu Hongbo, N. Takahashi, S. Morikawa, Chen Jun, T. Kanamori, Nguyen Thanh Liem, T. Nakagawa, T. Miyoshi, Sun Zhuoli

我々の連想プロセッサアーキテクチャを画像認識に用いるには、2次元の画像情報を特徴ベクトル、即ち一次元の数値列で表現しなければならない。我々はこの目的で、主方向線分投影法 (PPED: Projected Principal-Edge Distribution) と呼ぶ新たな特徴ベクトル表現法を開発した。2次元画像に対し、縦・横・斜め2方向、計4方向の線分を抽出してフィーチャーマップを作成、そのビットフラグを線分検出方向に垂直な軸上にそれぞれ投影加算して4組の一次元数値列を形成する。これらをつなぎ合わせて64次元ベクトルとし、64×64ピクセルの画像を表現する。これは、元画像の特徴をうまく表現しており、手書きによるパターンの変形、歪みに対しほとんど影響を受けない。従って、単純なテンプレートマッチングの手法で手書き文字やパターンの認識が大変ロバストに実行できる。特にこれまで認知の問題として困難だった重なりパターンの分離認識もできることがわかった。さらにこの手法を矯正歯科診療におけるセファロX線写真解析に応用、歯学部学生にとっても高度な訓練を必要とする解剖学的特徴点抽出の困難な作業が、専門医と同様にできることがわかった。今後、連想プロセッサと統合し、一般的な知的画像認識システム構築へと発展させていく。このベクトル抽出はソフトウェアでは非常に時間のかかる処理であり、neuMOSを用いたアナログCMOS回路技術、および最先端のデジタルCMOS回路技術の両方を用いて、独自のアーキテクチャを持つ特徴ベクトル生成VLSIチップの開発を行っている。

Since image data are massive in quantity, an effective dimensionality reduction technique is quite essential in

recognition problems. The maximum-likelihood search VLSI chips we are developing accept image data in the form of a vector. Therefore we need to generate a feature vector, well representing the characteristic features of the original image. In the representation, human perception of similarity among images must be preserved in the vector space. A robust image representation technique for recognition has been developed based on a hardware intensive algorithm. An input image either in a binary or grayscale format is subjected to adaptive spatial filtering to generate feature maps, which are reduced to a 64-dimension vector by "Projected Principal-Edge Distribution (PPED)" algorithm. The representation has been applied to handwriting pattern recognition and the cephalometric landmark identification (the clinical practice in orthodontics in dentistry), to investigate the performance. Interestingly, in hand written pattern recognition, it is shown the separation of handwritten overlapping patterns has been successfully carried out based on the representation, although it is a difficult problem in artificial intelligence. Using a simple template matching technique, identification of Sella (pituitary gland), Nasion, and Orbitale has been successfully carried out. Since the vector formation processing is computationally very expensive, dedicated VLSI chips have been developed both in digital CMOS technology and analog CMOS technology.

3. 実時間動画画像処理プロセッサ

柴田直, 仁木祐介, 藤田和英, 馬 文静, 岡野裕太,
福岡雄大, 吉井一馬, 包 蕊寒

Real-Time Moving Image Processing VLSI Systems

T. Shibata, Y. Niki, K. Fujita, Ma Wenjing, Y.
Okano, Y. Fukuoka, K. Yoshii, Bao Ruihan

リアルワールド画像の実時間情報処理を目標に、視野中の運動物体を着目・連続追尾するSaliency Catcher、及びキャッチした物体の3次元計測を瞬時に行えるVLSIプロセッサの研究を行っている。Saliency Catcherについては、擬似二次元処理と呼ぶ新たな手法を導入、すべての処理回路をフォトダイオードアレイの周辺部に配置する構成がとれるため、各画素部では大きなフィルファクタが実現できた。フィルファクタとは、各ピクセルプロセッサ内でフォトダイオードが占める面積の割合で、これが大きいほど多くの画像情報が処理に取り込める。このチップは、複雑な背景の中から複数の動いている物体を、動きの大きさとともに検出できる。さらにカメラ自身がブレて背景が動いても検出できるという特徴をもつ。実際にチップで基本性能を確認した。さらに運動物体の3次元計測をリアルタイムで行うチップも開発した。これはキャパシタ間での電荷の再配置のみを演算に使う回路であり、究極の低消費電力システム実現の可能性を秘めている。

Aiming at real time processing of moving images, a saliency catcher chip that detects objects in motion in

non-stationary complicated background sceneries has been developed. Due to the new quasi-two dimensional processing algorithm we have developed, the chip contains the processing circuit only at the peripheries of the photo sensor array. As a result, a very large fill factor has been obtained in each pixel processor. Furthermore, a VLSI system that extracts three-dimensional information from the object of interest has also been developed. Since charge redistribution among multiple capacitors are utilized for computation, it enables us to build very low-power systems. In these two VLSI systems, neuron MOS technology has been utilized in realizing flexible hardware processing.

4. 方向性エッジベクトル表現を用いたロバストな顔検出並びに顔認証システム

柴田直, 森屋 大輔

Robust Face-Detection and Face-Identification Systems Using Directional-Edge-Based Image Feature Representations

T. Shibata, D. Moriya.

顔の検出は、ヒューマンインタフェースの研究において重要な課題である。従来、肌色に着目したり、ニューラルネットによる分類等さまざまな手法が開発されているが、写真の撮影条件の影響を受けたり、あるいは本当の顔を逃してしまう、いわゆるfalse negative の発生といった問題が多かった。本研究では、多少のfalse positive (顔以外のものでも似ていると顔として検出) はあっても、「本当の顔を絶対に逃さない」ことを目標とするロバストな顔検出アルゴリズムの基礎を、これまでの成果であるエッジベースのベクトル表現法(PPED)を発展させて確立した。PPED法による検出は、例えば壁のしみでも眺めていると人間の顔に見えてくるといった、人間の認識に非常に近い検出アルゴリズムであるが、本研究ではPPEDとは補完的な性質を持つ、新たな2つのベクトル表現法を開発、オリジナルPPEDベクトルと同時に用いた多重照合法(multiple cluematching)の開発により、大変ロバストな顔検出を実現した。さらに、顔画像を各部分を構成する微小画像の2次元シーケンスとして扱い、シーケンスマッチングの手法を用いて顔認証を行うシステムも構築した。これにより、照明条件の変化に強いロバストな顔認証システムが実現した。

Face localization and identification of individuals by facial images are important issues in the development of new generation human-computer interfaces. There have been many approaches such as skin color detection and using neural networks. They have, however, many problems such as high sensitivity to photograph exposure conditions, and existence of "false negatives". The objective in our approach is to try to minimize the number of "false negatives", even it might increase the number of "false positives". Our algorithm can detect non-face images that are very similar to faces. A preliminary research is done by extending our edge-based

vector image representation method (PPED). Besides the PPED-based detection method, two other new vector representations, which are complementary to PPED, have been developed. Using the multiple clue method with these three representations, a very robust performance in face detection has been achieved. We also developed a face identification system in which a face image is treated as a two dimensional sequence of partial images also represented by directional edge-based vectors, thus showing a robust identification performance under a variety of illumination conditions.

5. 動画像認識システム

柴田直, 早川仁, ハオ・ジア, 金 時煥, 西山未央
Moving Image Recognition System
T. Shibata, H. Hayakawa, Hao Jia,
Kim Sihwan, M. Nishiyama

方向性エッジ情報が、静止画の認識に重要な働きをすることを我々はこれまで様々な事例で実証してきた。本研究テーマは、動画像シーケンスから動きの情報を取り出し、これによって動作の理解を行う研究であり、これもエッジ情報を用いて行っている。人間の脳は、まず第一視覚野で様々な方向性エッジ情報が抽出し、これを用いて形状認識と動き認識を、それぞれ別々のpass wayで実行している。我々もこれに習った。エッジ情報によって物体の形状を認識し、その形状を順次追いかけて行く手法でオブジェクトトラッキングシステムを開発した。追跡物体が複雑な背景の中に入っても、途中で形状や動作速度を変えても、また照明条件が変化しても正確に追跡して行ける。環境の中で人が移動すると環境の視覚画像もそれに応じて変化するが、その変化から自分の動きを理解するいわゆるego motion perceptionも、方向性エッジ情報を用いて実現した。照明条件の変化や、明確なテクスチャの少ない環境、あるいは視野内に別の動きをする物体が存在する場合にも、ロバストなego motion検出ができる。さらに、画面の中で動作する人物のジェスチャーを認識するシステムも開発中である。各時刻におけるオプティカル・フローをベクトル表現し、ベクトルの時間シーケンスを隠れマルコフモデル (HMM) を用いて理解するシステムである。この目的のため、相対評価ではなく絶対評価可能な、新たな隠れマルコフモデルを考案し、その有効性を実証した。

So far we have shown directional edge information plays an essential role in a variety of still image recognition applications. In this project, we are developing moving image recognition systems also utilizing directional edge information. In the human brain, it is known that edges of various orientations are firstly extracted from retinal images and then being processed through separate pass ways for motion recognition and object shape recognition. We have followed

such a biological principle. As an example, we have developed an object tracking system utilizing the edge information to represent the object appearance. Our system shows a very robust tracking performance for an object moving under variety of disturbing conditions such as changing illumination, con-fusing busy background, object shape transformation, changing speed, partial occlusion etc. A robust ego-motion perception algorithm has also been developed based on the edge information. In order to understand the gesture of a person from motion pictures, a vector representation of an instantaneous motion has been developed. A temporal sequence of such vectors is analyzed by Hidden Markov Models (HMMs). For this purpose, a new HMM has been developed which we call Self-Evaluating HMM. With this new model, it is possible for a single Self-Evaluating HMM to judge if an input sequence matches to the model without referring to other models. Preliminary experiments of simple gesture recognition have confirmed the effectiveness of this approach.

6. 初期視覚プロセッシングシステム

三田吉郎, 布洋平, 柴田直
Early-vision processing systems
Y. Mita, Y. Nuno, T. Shibata

フォトセンサと情報処理回路を融合した高機能イメージセンサは発展が期待できる。本研究では、イメージセンサを内蔵して、外界の状況から特徴を瞬時に抽出する知的情報処理VLSIの研究を行なっている。これは本研究室の「右脳的情報処理システム」の入力フロントエンドとして用いる予定である。このようなVLSIは、フォトダイオードと処理回路とで演算単位「セル」を構成し、セルを基盤の目状に並べる構造が一般的であるが、生体で行なわれているようにセル間を配線するためには三次元配線が必要となる。ひるがえってVLSIの配線は原理的に二次元であるから、セル同士の配線をいかに工夫して行なうかが問題となる。センサをセル同士の交点にずらし、また各セルで一旦情報処理を行なった結果のみを近接セルに転送する二段階方式を用いることで、3近傍セルまでの演算をできることを提唱した。0.35 μm テクノロジーにおいてチップを試作しリアルタイム動作を行なうことに成功した。また基礎的データを収集するため、0.35 μm バルク基板、0.15 μm SOI基板において光電変換効率の測定を行なった。

Intelligent image sensor array system is an integral part in humanlike versatile systems. An image-sensor integrated smart feature extraction VLSI is under investigation in this project. Distributed cellular architecture is popular for these systems: a photodiode sensor and some information processing circuits compose a unit "cell" and the array of cells constitutes the system. However, if the cellular architecture tries to physically imitate living body, three-dimensional wiring is mandatory. However, VLSI wiring is 2-dimensional

in nature so that some architectural innovation to augment the missing-one-dimension is necessary. We have proposed architecture where: (1) photodiode is placed at the intersection of 4 cell borders and (2) photodiode image is first preprocessed at each connecting cells and only the preprocessed information is exchanged. By this architecture, information up to next nearest neighbor cell is collectable. A real-time demonstration using 0.35 μm technologies VLSI is successful. Also, efficiency of both 0.35 μm bulk and 0.15 μm SOI technology is measured.

7. 深掘エッチングを応用したMEMS-LSI融合デバイス

三田吉郎, 澤村智紀, 濱口洋平, 今井義明, 金俊亨
LSI-MEMS integrated device by deep reactive ion etching technology

**Y. Mita, T. Sawamura, Y. Hamaguchi,
Y. Imai, Kim Jun Hyoung**

VDEC所有EB装置を利用してナノリソグラフィを行ない、武田先端知ビル等の深掘りRIE装置でエッチングを行なって、深掘ナノサイズ構造を作製、電子デバイスサイズ(10⁻¹ミクロン以下)のパターン精度でかつマイクロマシンサイズ(40ミクロン以上)の深さを持つ垂直構造を積極的に利用した電子デバイス応用を試みている。最小サイズ370ナノメートル、アスペクト比1:107のトレンチ構造を作製することができるようになった。MEMS用サブミクロンサイズの深掘り構造は、これまでせいぜいアスペクト比1:10程度であったが、本研究では一桁優れた結果を出している。このエッチング技術を基礎に、シリコンの垂直面の表面から不純物拡散を行ってPN接合とした「垂直フォトダイオード」を作製、既存の平面型ダイオードに比較して25%~80%の効率向上ならびにクロストーク軽減ができることを示した研究、蒸着するだけで三次元配線のできる「セルフカットパターニング法」とその垂直型コイルへの応用、VDECで試作した0.15 μm 完全空乏型Silicon on Insulator (FDSOI) LSIを、シリコーンゴム(PDMS)やガラス基板に接着し、支持層シリコンを完全にエッチングすることで活性部分だけを任意の表面に転写する「Silicon on PDMS」デバイスなどが新たに開発された。

Silicon deep nano-fabrication technology of structures having both electron-device-scale (10 μm down to less than 1 μm) lateral resolution and MEMS-scale (more than 40 μm) depth, and application to electron devices is developed. VDEC's EB writer performs lithography and Deep RIE at Takeda Building performs etching. Our top data is aspect ratio 1:107 for trenches of 370nm. This is the record ten times deeper as compared to ordinal submicron Deep-RIE technology. Based on the technology, a couple of new-concept devices are appearing such as: (1) a "vertical photodiode" that is made by thermal diffusion on the vertical wall of Si Deep Reactive Ion Etching (DRIE) and showed

from 25% to 80% of photocurrent increase and crosstalk suppression as compared to conventional planar photodiode, (2) "Self-cut patterning method" that is a three-dimensional wiring technology by a simple evaporation on profile-controlled 3-D structure with an application of vertically-winded coils, and (3) "Silicon on PDMS" devices that is made by an active-layer transferring technology using 0.15 μm Fully-Depleted Silicon on Insulator (FDSOI) LSI pasted on silicone rubber (PDMS) or glass substrate and lost-wafer etching.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 高田謙、早川仁、柴田直、「連想プロセッサアーキテクチャに基づく逐次データソーティング VLSI」電子情報通信学会論文誌 C Vol.J90-C, No.5, pp.417-427. (2007)
- [2] Yasufumi Suzuki and Tadashi Shibata, "Hardware Architecture for Pseudo-Two-Dimensional Hidden-Markov-Model-Based Face Recognition Systems Employing Laplace Distribution Functions," Japanese Journal of Applied Physics, Vol.46, No.4B, pp.2265-2270, April 2007.
- [3] Jun Chen and Tadashi Shibata, "A Hardware-Implementation-Friendly Pulse-Coupled Neural Network Algorithm for Analog Image-Feature-Generation Circuits," Japanese Journal of Applied Physics, Vol.46, Part 1, No.4B, pp.2271-2277, 2007.
- [4] Ken Tsutsui, Masashi Nakata, Masayuki Morita, Masahide Tokuda, Kazuyuki Nagatsuma, Harumasa Onozato, Tadao Kaneko, Tomohiko Edura, Yoshio Mita, Hideomi Koinuma and Yasuo Wada, "Novel fabrication technologies of planar nano-gap electrodes for single molecule evaluation", Current Applied Physics, Vol. 7, n 4, May 2007, pp. 329-333 (2007.05).
- [5] Kenichiro Hirose, Fumitaka Shiraishi, and Yoshio Mita, "Simultaneous vertical and horizontal as-deposition self-patterning method on deep three-dimensional micro structures applied to vertically buried inductors", Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol. 17, No.7, pp. S68-S76 (2007.07) doi:10.1088/0960-1317/17/7/S02.
- [6] Y.-A. Chapuis, Lingfei Zhou, Yamato Fukuta, Yoshio Mita, and Hiroyuki Fujita, "FPGA-based decentralized control of arrayed MEMS for microrobotic application", IEEE Transactions on Industrial Electronics, v 54, n 4, Aug. 2007, p 1926-36 (2007.08)
- [7] Hideo Yamasaki and Tadashi Shibata, "A Real-Time Image-Feature-Extraction and Vector-Generation VLSI Employing Arrayed-Shift-Register Architecture," IEEE Journal on Solid State Circuits, Vol. 42, No.9, pp.2046-2053, September 2007.
- [8] Liem T. Nguyen, Kiyoto Ito, and Tadashi Shibata, "A Compact and Power-Efficient Implementation of Rank Order Filters Using Time-Domain Digital Computation Technique," accepted for publication in Japanese Journal of Applied Physics.
- [9] Trong Tu Bui and Tadashi Shibata, "A Compact

Bell-Shaped Analog Matching Cell Module for Digital-Memory-Based Associative Processors," accepted for publication in Japanese Journal of Applied Physics

- [10] Yusuke Niki, Yasuo Manzawa, Satoshi Kametani, and Tadashi Shibata, "A Moving-Object-Localization Hardware Algorithm Employing OR-Amplification of Pixel Activities," accepted for publication in Japanese Journal of Applied Physics.

国際会議論文

- [11] B. Caillard, C. Pellet, A. Touboul, Y. Mita, and H. Fujita, "Electrical overstress/electrostatic discharges (EOS/ESD) specificities in MEMS: outline of a protection strategy", Proceedings of the 14th International Symposium on the Physical & Failure Analysis of Integrated Circuits IPFA 2007, July 2007, pp. 107-111 (2007.7)
- [12] Kenichiro Hirose, Yoshio Mita, and Shuichi Sakai, "Polarization-Transmissive Thin-Film Solar Cell with Photodiode Nanowires", IEEE/LEOS International Conference On Optical MEMS and Their Applications (OMEMS 2007), August 20-24, Taiwan, pp.29-30 (2007.8).
- [13] Jia Hao and Tadashi Shibata, "A Speed Adaptive Ego-Motion Detection System Using Edge-Histograms Produced by Variable Graduation Method," in proceedings of the 5th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), pp. 1590-1594, Poznan, Poland, Sep. 3-7, 2007.
- [14] Yasufumi Suzuki and Tadashi Shibata, "Validating Directional Edge-Based Image Feature Representations in Face Recognition by Spatial Correlation-Based Clustering," in Proceedings of the 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2007), pp. 1940-1944, Poznan, Poland, Sep. 3-7, 2007.
- [15] Liem T. Nguyen, Kiyoto Ito, and Tadashi Shibata, "A Compact and Power-Efficient Implementation of Rank Order Filters Using Time-Domain Digital Computation Technique," in Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2007), pp. 494-495, Tsukuba, Japan, Sep. 18-21, 2007.
- [16] Trong Tu Bui and Tadashi Shibata, "A Compact Bell-Shaped Analog Matching Cell Module for Digital-Memory-Based Associative Processors," in Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2007), pp. 496-497, Tsukuba, Japan, Sep. 18-21, 2007.

- [17] Yusuke Niki, Yasuo Manzawa, Satoshi Kametani, and Tadashi Shibata, "A Moving-Object-Localization Hardware Algorithm Employing OR-Amplification of Pixel Activities," in Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2007), pp. 1062-1063, Tsukuba, Japan, Sep. 18-21, 2007.
- [18] Hirotsugu Shikano, Kiyoto Ito, Kazuhide Fujita, and Tadashi Shibata, "A Real-Time Learning Processor Based on K-means Algorithm with Automatic Seeds Generation," in Proceedings of the 2007 International Symposium on System-on-Chip (SoC 2007), pp. 7-10, Tampere, Finland, Nov. 19-21, 2007..
- [19] Kiyoto Ito and Tadashi Shibata, "Mixed-Signal Focal-Plane Image Processor Employing Time-domain Computation Architecture," in Proceedings of the 2007 International Symposium on System-on-Chip (SoC 2007), pp.23-26, Tampere, Finland, Nov. 19-21, 2007.
- [20] Kazuhide Fujita, Kiyoto Ito, and Tadashi Shibata, "A Feature-Based Optical Flow Processor Architecture Featuring Single-Motion-Vector/Cycle Generation," in Proceedings of the 2007 International Symposium on System-on-Chip (SoC 2007), pp. 31-34, Tampere, Finland, Nov. 19-21, 2007.
- [21] Hitoshi Hayakawa and Tadashi Shibata, "Block-Matching-Based Motion Field Generation Utilizing Directional Edge Displacement," in Proceedings of The International Conference on Signal Processing and Communication Systems 2007 (ICSPCS 2007), pp. 90-95, Gold Coast, Australia, December 17-19, 2007.
- [22] Sihwan Kim and Tadashi Shibata, "Feature-Based Object Tracking Using Spatial Matching of Differential Directional-Edge Images," in Proceedings of the International Conference on Signal Processing and Communication Systems (ICSPCS 2007), pp. 193-197 Gold Coast, Australia, Dec. 17-19, 2007.
- [23] Tadashi Shibata, "A Brain-Mimicking Computer for Human-Like Perception," in The Proceedings of The Mouth and Face Forum 2008, "In silico Dentistry –the evolution of computational oral health science," Eds. K. Takada and S. Kreiborg, pp. 143-145, Osaka, Jan. 14-15, 2008.
- [24] Yohei Hamaguchi, Masanori Kubota, Jean-Bernard Pourciel and Yoshio Mita, "High-Aspect-Ratio Vertical Surface Profiler using Sensitive Displacement Detection by Optomechanical Probe", ", in Proc. of IEEE International Conference on MicroElectroMechanical Systems (MEMS 2007), Tuscon AZ, USA, January 14-17, pp.884-887 (2008.01).
- [25] Yifan Li, Yoshio Mita, Les Haworth, William Parkes, Masanori Kubota, and Anthony Walton, "Test Structure for Characterising Low Voltage Coplanar EWOD System", in Proc. of IEEE International Conference on Microelectronic Test Structures(ICMTS), Edinburgh, UK, Mar. 24-27, pp.80-85 (2008.03).
- [26] Robert Grou-Szabo and Tadashi Shibata, "Blind Image Compression History Determination Using Dynamic Thresholding", in 2008 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), pp. 1005-1008, Las Vegas U.S.A., March 30-April 4, 2008.

著書

総説・解説論文

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [27] 柴田直「直感・連想による柔軟な画像認識—最先端半導体技術で創る右脳コンピュータ」題6回日本矯正歯科学会大会, プログラム・抄録集, pp.65, 大阪, 2007年9月.
- [28] 仁木祐介, 萬澤康雄, 亀谷暁, 柴田直, 「画素差分情報の膨張処理を用いたアナログ動体検出 VLSI システム」, 電子情報通信学会技術研究報告(信学技報), Vol.107, No. 287,論文番号 SIP2007-114, ICD2007-103, IE2007-73, pp. 23-28, 2007年10月.
- [29] 馬奕涛, 柴田直, 「K-Means 学習プロセッサシステムのためのマルチチップ・アーキテクチャ」, 電子情報通信学会技術研究報告(信学技報), Vol. 107, No. 287,論文番号 SIP2007-116, ICD2007-105, IE2007-75, pp. 35-40, 2007年10月.
- [30] グェンタンリム, 伊藤潔人, 柴田直, 「時間領域演算を用いたランクオーダーフィルタおよびソーティングエンジンのコンパクトかつ低消費電力実装」, 電子情報通信学会 技術研究報告(信学技報), Vol. 107, No. 287, 論文番号 SIP2007-117,ICD2007-106, IE2007-76, pp. 41-46, 2007年10月
- [31] 西山未央, 柴田直, 「入力データの自己モデル生成を用いた隠れマルコフモデルの絶対評価スコアリング」, 電子情報通信学会技術研究報告(信学技報), Vol.107, No. 349, 論文番号 NLP2007-97, pp. 13-17, 2007年11月.

浅田・池田・名倉研究室
Asada, Ikeda, Nakura Laboratory
(<http://www.mos.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

1. リソグラフィを考慮した設計手法

浅田 邦博・池田 誠・栗原 健一郎・ファン ハイ デ
イン ミン・ダン ゴク ラン

Lithography Friendly Design

**K. Asada, M. Ikeda, T. Iizuka, K. Kurihara, H.D.M.
Pham and D.G. Lan**

光学的リソグラフィ工程において光学的近接効果によりウェハ上に形状を忠実に投影することが困難となっており、これを考慮に入れて設計を行うことが求められている。本研究ではウェハ上において得られるゲートの形状から等価的なゲート長を求め、それによりリーク電流等を得ることでセルライブラリの評価を行い、最適なセルを求めた。また、リソグラフィ工程の複雑化に伴い、工程下における露光量のずれ、あるいは焦点からのずれによる影響が大きくなると考えられる。これに対して、各変数がばらついた条件における回路の致命的欠陥を検出し、セルの歩留りの評価を行った。また、致命的欠陥の位置周辺についてレイアウトの補正を行い歩留まりの向上を図った。また、マスクレス製造技術に向けた、電子ビーム直接描画方式に対して、ダミーパターン挿入やタイミング制約に応じた配線端処理を行うことで、配線パターン密度、配線ごとのタイミング制約を満たしながら、スループットを向上させるためのショット数削減を目指した設計手法に関する検討を行った。

In the recent LSI technology, optical lithography cannot keep fidelity between drawn mask pattern and exposed one due to optical proximity effect. Therefore, designers should consider this factor. In this study, we estimated equivalent gate length from an exposed pattern and calculate leakage current. Then, we evaluated cells and selected the best layout. Meanwhile, the recent lithography process will have severe sensitivity of exposure and defocus. Therefore, we modeled yield of layouts considering these process variations and evaluated the comprehensive generated cell layouts. We also improved yield by modification of layout around detected catastrophic defect positions. We also studied shot reduction techniques taking account of dummy pattern insertion and wire-end treatment with timing constraints for mask-less electron beam direct writing to enhance throughput.

2. SoCのテスト手法

浅田邦博, 池田誠, 名倉徹, 鄭若丹, 中村大輔

A Testing method for SoC

**K. Asada, M. Ikeda, T. Nakura, R. Zheng, D.
Nakamura**

本研究はウェブインタフェースによる直感的なオンチップ LSI テストを行うことのできるプラットフォームを構築することを目的としている。当プラットフォームでは、ボード上に CPU、ネットワークインタフェース、無線インタフェース、OCP 準拠のバス等を搭載しており、ユーザの作成したチップのテストをウェブブラウザのインタフェースから行うことが出来る。CPU とネットワークインタフェースの設計を・試作を行い、再構成可能なハードウェアを用いて正常動作を確認した。プログラムは試作した CPU のアSEMBラで記述し、プロトタイプを実装し、動作を検証した。また、無線インタフェースの試作を行った。

The objective of this research is to construct a platform which enables an intuitive operation of LSI test by using web interface. In the platform, a small CPU, a network interface, a wireless interface, bus interface compliant with OCP and etc. are implemented on a board. User of the platform can test their own chip via a Web browser program We developed the on-chip CPU and network interface, and verified performance by using re-configurable hardware. The program, written in the assembler, was verified by a prototype of the platform. We also developed the wireless interface.

3. ガラス基板上のシステム構築

浅田 邦博・池田 誠・金 鎮明・猪飼 啓太

System on Glass Panels

K.Asada, M.Ikeda, J.M..Kim and K.Ikai

ガラス基板へのシステムの集積の実現に向けて、PMELA 結晶上の TFT を用いた回路の設計環境を構築し、その環境上で無線通信回路および 500 ゲート規模のデジタル回路を設計した。PMELA 結晶上では Si 結晶が縞状に並んでおりその上に TFT を配置する必要がある。その制約に沿うようにデジタル回路の自動配置配線環境を整え、トランジスタモデルを作成し、レイアウトからのシミュレーション環境を構築した。またばらつきの大きいプロセスで無線通信を行うためデジタルを多く用いた通信回路を設計し、実際にガラス基板のチップを作成して、アナログ回路では VCO の動作、アンプの動作などを、またデジタル回路では分周器の動作を確認した。

For presenting integrated systems on Glass, we constructed the design environments of TFT on the PMELA crystal and made a wireless communication system by using it. PMELA is possible to grow uniform and large Si grains laterally over a large area, and the transistors formed on these active areas on the area are high-performance. On the base of this design rule, we made transistor models, automatic P&R environments, doing layouts and simulations. Because this process has a lot of substrate voltage variation, we almost used digital circuits for overcoming it. Now, we realized this formula on the Glass and measured performances of analog parts and digital parts.

4. DCVSL回路を用いた非パイライン型低雑音CPUの設計

浅田 邦博・池田 誠・鄭 若丹・鈴木 真一・曾我部 拓・鄭 明奎

Low noise non-pipeline microprocessor design using DCVSL

K.Asada, M.Ikeda, R.Zheng, S. Suzuki, T. Sogabe and M. Jeong

二線式論理を用いた終了検出型自己同期プロセッサは一つの信号を二本の信号線で伝達し、その冗長性を用いて演算の終了を検出するため、微細化、低電圧化にともない大きくなっている遅延変動を原因とする誤動作は発生しない。また電源、グラウンドノイズや宇宙線中性子などによる一つの信号線が反転しても、それを検出できるため再試行することができる。そこで、従来のスタティックCMOS回路と二線式論理を実現するDCVSL回路の電源ノイズ耐性を比較するために、それぞれのプロセッサにノイズ源を付加した回路を試作した。また、二線式論理は一回の演算で二線の一方のみが遷移するため、その二線を平行に配線することで、EMIノイズの低減を目指した設計フローを構築した。

A self-timed processor with completion detection using dual rail logic detects completion of evaluation by using redundancy of dual rail logic which delivers a signal with two rails. So variations of delays that are becoming more serious as circuits shrink and voltage lowers don't cause any errors in a self-timed processor. The processor can detect a reversal of a signal path caused by power/ground noise of a cosmic ray, so it can retry the instruction. To compare tolerance to power noise, a static CMOS circuit and a DCVSL circuit with noise sources are designed. We introduced parallel routing technique of two wires of dual-rail signals for automatic P&R tools to reduce electromagnetic noise.

5. 自己同期型シリアル通信

浅田 邦博・池田 誠・佐々木 昌浩

Self-synchronous serial communication

K. Asada, M. Ikeda and M. Sasaki

グローバルには非同期で、局所的には同期式で通信を行うGALS(Globally Asynchronous Locally Synchronous)方式を採用したチップ内・チップ間通信用3線3相伝送方式シリアルインターフェースの研究を行っている。3線3相伝送方式は自己同期伝送方式であるため、送信データの各ビットに同期信号が内在し、CDR(Clock and Data Recovery)回路が不要であり、設計マージンが大きく、高速化に適している。IP化に向けた要素回路(Transmitter, Receiver, PRBS(Pseudo-Random Binary Sequence)発生器、PRBSチェック回路、VCO(Voltage Controlled Oscillator)、SERDES(Serializer Deserializer)回路、電流駆動インターフェースなど)をSTARC 90nmプロセスを用いてシミュレーション・試作・評価を行っている。現在は、ワード同期、FFE(Feed Forward Equalizer)、

DFE(Decision Feedback Equalizer)などの方式を検討し、パラレルインタフェースとの接続容易性を考慮したIPとしての完成を目指している。

We have developed a prototype interface circuit including a Transmitter, a Receiver, a Pseudo-Random Binary Sequence (PRBS) Generator, a PRBS error checker, a Voltage Controlled Oscillator (VCO), a Serializer/Deserializer (SERDES) circuit, and a Low Voltage Signaling interface for low EMI intra-chip or inter-chip 3-phase 3-wire serial communication using STARC 90nm process. This interface adopted the GALS(Globally Asynchronous Locally Synchronous) method. Since the 3-phase 3-wire transmission scheme is a self-synchronous transmission method, transmitted data include synchronous clocks at each bit. Therefore, a CDR (Clock and Data Recovery) circuit becomes unnecessary, and this scheme is suitable for high-speed transmission because of its wide design margin. To implement this interface as an alternative to a parallel one, we design a word synchronous method. To maintain signal integrity, we also design a new FFE (Feed Forward Equalizer) and DFE (Decision Feedback Equalizer).

6. 能動的基板雑音低減手法

浅田 邦博・池田 誠・名倉 徹・金 鎮明

Active Substrate Noise Canceller

K. Asada, M. Ikeda, T. Nakura and J.M. Kim

LSI 微細化の進展による電源電圧の低電圧化にともなう回路のノイズ耐性が低下し、SoCにおける基板ノイズによるアナログ回路の特性劣化が問題となっている。ガードリングに基板ノイズの逆相の電荷を注入することでアクティブに基板ノイズをキャンセルする手法を提案した。基板ノイズの主成分はクロック周波数成分であるため、クロックに同期した信号を注入することで基板ノイズをキャンセルすることが可能である。また、基板ノイズの影響を容易に見積もるために、回路のレイアウトから、基板ノイズの大きさの分布と、ある測定点に対する影響度の分布を求めるためのEDAプログラムを開発した。

As the process technology advances, the power supply voltage gets lower, resulting in degradation of the noise immunity of analog circuits. Substrate noise becomes one of the measure concerns for SoC design. We have proposed an active substrate noise cancelling technique which injects anti-phase signals against the substrate noise into the guard ring. Since the dominant component of the substrate noise is its CLK frequency, the injection signals can be synchronized to the CLK. Also, in order to estimate the substrate noise from a layout data before real fabrication of chips, we have developed an EDA tool that analyzes substrate noise distribution along a chip. The EDA tool also analyzes an aggressor strength distributions at a specified point on a layout data.

7. 高性能三次元計測システム

浅田 邦博・池田 誠・谷内出 悠介・金 雄鉉

High-Performance 3-D Range Finding System

K. Asada, M. Ikeda, Y. Yachide and U.H. Kim

本研究では、高性能3次元計測システム構築に向け、球を用いた複数視点高精度キャリブレーション手法の提案を行った。これにより、従来の高精度キャリブレーションで必要であった各座標間の多数の対応取得作業を行うことなく、容易に観測空間にわたり高精度の3次元測定を可能となる。校正作業では球を撮像し、測定点群が球の表面に再構成されるようにレンジファンダパラメータ決定する。さらに複数視点においては、各々から観測した球の中心が同一になるようにパラメータを決定する。本手法により空間中の適当な位置の15個の球による校正を行うことで、カメラからの距離700mm-1mの距離範囲で校正後、距離700mmの平面を測定し、最大誤差1.9mmを達成した。

We proposed a camera and projector calibration method based on the light section method using spheres for high-performance multiple vision system. The proposed calibration method fits the scanning data based on the light-section method to the shapes of each sphere. The calibration cost increase according to the used number of the corresponding points. In the calibration method, the many calibration points are easily obtained by measuring spheres, which contributes to prevent the calibration cost. And also, the proposed method calibrates the 3-D space flexibility to the measurement range and environment. We also calibrate the translation and rotation parameters utilizing the sphere center positions from multiple viewpoints in case of the extension of multiple-viewpoint calibration. We achieved the high-accuracy result of the average error of 1.9 mm at the measurement distance of 700mm by calibrating around the distance of 700 - 1000 mm.

8. スマートイメージセンサに関する研究

浅田 邦博, 池田 誠, 金 允環, 門馬 太平, Basci Caner, 大塚 泰雅, 金 江南, 萬代 新悟

Smart Image Sensors

K. Asada, M. Ikeda, Y.K. Kim, T. Monma, B. Caner, Y. Ohtsuka, K. Kim and S. Mandai

カラーイメージセンサをカラーフィルターアレイ無しに再現することを目指し、多層配線層を利用した。また、オンチップコイル付MAGFETの電気特性により光伝搬法における高精度距離計測を実現できると期待される。さらに、蓄積時間とバイアス電圧の自動制御を用いた高ダイナミックレンジを実現した。背景の光を抑圧できるともって高ダイナミックレンジの実現も期待できる。3D計測の分野には、ピクセル構造を斜めにすることにより、細かい検出ができることが期待される。さらに、チップ上に二つのアレイを並べ光切断法に基づいた高速撮像モ

ードと高精度撮像モードを備えたセンサも研究されている。

We re-arranged the dielectric multi-layer for a color image sensor without color filter array. We have proposed a new device based on MAGFET having an on-chip coil for a high-accuracy time-of-flight range finding system, also. Furthermore we have proposed a novel system with control automation of integration time and a bias voltage for wide dynamic range. We have shown a light diffraction and a light polarization using a scaled metal pattern on a chip in the latest process technology. We have proposed a new ambient light suppression method for wide dynamic range. In 3-dimensional measure field, we proposed a new pixel array which have skewed pixel array for high accuracy. Furthermore, dual imager core on one chip is designed and it is used for a range finding system based on light section method. This Imager can get range map by two methods of high speed and high accurate 3-D capturing.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] T. Iizuka, M. Ikeda and K. Asada, "Timing-Aware Cell Layout De-Compaction for Yield Optimization by Critical Area Minimization," Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, IEEE Transactions, Vol.15, Issue 6, pp.716-720, Jun. 2007.
- [2] Y. Yachide, M. Ikeda and K. Asada, "Time-Division-Based Multiple-Viewpoint 3-D Measurement System for Real-Time, High-Speed, and High-Accuracy Model Movie Acquisition", Journal of the Institute of Image Information and Television Engineers, Vol. 62, No.3, pp. 392-397, Mar. 2008.(in Japanese)

国際会議論文

- [3] Z. Liang, M. Ikeda and K. Asada, "Analysis of Noise Margins Due to Device Parameter Variations in Sub-100nm CMOS Technology," the IEEE Workshop on Design and Diagnostics of Electronic Circuits and Systems (DDECS), pp. 1-6, Apr. 2007.
- [4] [Invited] M. Ikeda, "Power Control for Self-Synchronous System --Instruction and Data Grain Power Control for Self-Synchronous System with Dynamic Voltage Scaling--," IEEE 2007 VAIL Computer Elements Workshop, Jun. 2007.
- [5] M. Sasaki, T. Inoue, M. Ikeda and K. Asada, "40 Frames/sec 16x16 Temperature Probe Array using 90nm 1V CMOS for On line Thermal Monitoring on VLSI Chip," in Proc. of IEEE Asian Solid-State Circuits Conference (A-SSCC), pp. 264-267, Nov. 2007.
- [6] Y. Yachide, M. Ikeda and K. Asada, "Triangulation-based calibration method based on light-section method using spheres," Proc. of International Conference on Sensing Technology (ICST), pp. 399-403, Nov. 2007.
- [7] Y. Yachide, M. Ikeda and K. Asada, "FPGA-Based 3-D Engine for High-speed 3-D Measurement Based on Light-Section Method," Proc. of IEEE International Conference on Field-Programmable Technology (ICFPT), pp. 293 - 296, Dec. 2007.
- [8] M. Ikeda, K. Ishi, T. Sokabe and K. Asada, "Datapath Delay Distributions for Data/Instruction Against PVT Variations in 90nm CMOS," Proc. of IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), A4L-E04, pp. 154 - 157, Dec. 2007.
- [9] M. Sasaki, M. Ikeda and K. Asada, "3.5-Gb/S Extended Frequency Range Wave-Pipeline PRBS Generator in

0.18-um CMOS," Proc. of IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), C4L-F04, pp. 1296 - 1299, Dec. 2007.

- [10] K. Kurihara, T. Iizuka, M. Ikeda and K. Asada, "Process Variation Aware Comprehensive Layout Synthesis for Yield Enhancement in Nano-Meter CMOS," Proc. of IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS), C4L-F04, pp. 1296 - 1299, Dec. 2007.
- [11] [Invited] M. Ikeda, "Wide Dynamic Range on Pixel Level," ISSCC2008, Imager Design Forum: Wide-Dynamic-Range Imaging, Feb. 2008.
- [12] H. D. M. Pham, T. Iizuka, M. Ikeda and K. Asada, "Shot minimization for throughput improvement of character projection electron-beam direct writing," SPIE 2008, Feb. 2008.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [13] Y.K. Kim, M. Ikeda and K. Asada, "Analysis of light's attenuation on multi-dielectric layers of a CMOS image sensor," IEICE Society Conference, A-3-17, Sep. 2007.(in Japanese)
- [14] Y. Yachide, M. Ikeda and K. Asada, "Real-time and high-speed 3-D measurement based on FPGA-based 3-D calculation," IEICE Society Conference, A-3-6, Sep. 2007.(in Japanese)
- [15] H.D.M. Pham, T. Iizuka, M. Ikeda and K. Asada, "Shot Count Reduction Methodology for Character Projection Electron Beam Direct Writing (CP-EBDW)," IEICE Society Conference, A-3-12, Sep. 2007.(in Japanese)
- [16] K. Ikai, M. Ikeda and K. Asada, "Digital Integrated Circuit Design for Stripe-Shaped TFT," IEICE Society Conference, A-3-13, Sep. 2007.(in Japanese)
- [17] K. Kurihara, T. Iizuka, M. Ikeda and K. Asada, "Evaluation of Cell Layout Considering Lithography Variation Tolerance," IEICE Society Conference, A-3-15, Sep. 2007.(in Japanese)
- [18] C. Basci, M. Ikeda and K. Asada, "A Current-Mode Pixed-Level Ambient Light Suppression Scheme for CMOS Smart Image Sensors," IEICE Society Conference, C-12-7, Sep. 2007.
- [19] T. Nakura, T. Kazama, M. Ikeda and K. Asada, "Study on Active Substrate Noise Cancelling Technique using Power Line di/dt Detector," CPM2007-128, ICD2007-139, pp.11-16, Nov. 2007.
- [20] T. Sogabe, M. Ikeda and K. Asada, "A Self-timed Processor with Dynamic Voltage Scaling," VLD2007-158, ICD2007-181, pp. 13-18, Mar. 2008.
- [21] U.H. Kim, "3D Modeling Method for Associative Processor," Prof. IIITE Mar. 2008.(in Japanese)

藤田研究室

Fujita Laboratory

(<http://www.cad.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況

Current Research Projects

1. プロトコル変換器の自動合成に関する研究

藤田 昌宏・小松 聡・石川 悠司

Automatic Protocol Transducer Synthesis

M. FUJITA, K. SATOSHI, and Y. ISHIWAKA

システムLSIで利用されるプロトコルにはノンブロッキング転送やバースト転送などの高度な機能が採用されるようになり、設計および機能検証が難しくなっている。提案手法では、プロトコルの仕様をSequenceと呼ばれる小単位に分割して与え、各Sequence間を変換する部分変換器を合成した後、統合を行う。実験により、OCPやAXIといった最新のプロトコル間を変換するプロトコル変換器の自動合成が可能になった。

Protocols for system LSI design have advanced features which make both design and verification of interface circuits more difficult. Our method divides specifications of target protocols into smaller units called sequences, synthesizes partial transducers from the sequences, and unifies the partial transducers into the whole transducer. We can automatically synthesize complicated practical protocols such as OCP, AXI, etc.

2. ソフトウェア・ハードウェア協調システムの設計に関する研究

藤田 昌宏・小松 聡・吉田 浩章・森下 賢志

Performance Improvement Using

Hardware/Software Collaborative Execution

M. FUJITA, S. KOMATSU, H. YOSHIDA,
and S. MORISHITA

本研究では、コンパイルドシミュレーションによる準形式的限定モデル検査手法を、その手続きを最適化することとソフトウェア・ハードウェア協調システムとして実装することにより高速化する手法を提案した。手続きの最適化として、二分決定グラフの処理を本システムに特化したものに変更した。提案された協調システムは、ソフトウェアのみの実装に比べて、7倍程度高速であることを確認することができた。

In this research, we proposed a method to speed-up a semi-formal bounded model checking method based on compiled simulation, by optimizing the procedures and implementing as software/hardware collaborative system. To speed-up the entire system, the communication cost between software and hardware should be reduced. In the proposed system, it was achieved by introducing speculative execution. The implemented system performs seven times faster than the software implementation.

3. 設計の自動合成に関する研究

藤田 昌宏・小松 聡・吉田 浩章・
高 尚華・クリシュナムルティ ラトナ

High-Level Design Automation and Optimization

M. FUJITA, S. KOMATSU, H. YOSHIDA,
S. GAO, and R. KRISHNAMOORTHY

集積回路製造技術の向上に伴いプロセスが複雑になってくるにつれて、これまで無視してきた影響が無視できなくなってきた。本研究では、パイプライン合成において配線を考慮する手法を提案した。また、高度化が進む組み込み機器分野において、逐次処理型プロセッサのみではその実現が困難となっている。一方で特定用途向けVLSIはその高並列性により高性能・低消費電力を実現可能であるが、設計が難しい・変更が不可能・高コスト等といった問題がある。実行中に機能を変更できる動的再構成可能ハードウェアは柔軟性と高性能・低消費電力を両立する技術として期待されている。本研究では開発の効率化および過去の開発資産の有効活用を重視し、逐次的プログラムから自動的に高効率な動的再構成可能ハードウェア向け回路を合成する技術の研究を行っている。

Techniques for diagnosing fiber optic subscriber networks have been studied. We must measure the reflectivity distribution around the optical elements, which locate at the end of the network beyond a 5km length fiber, with cm order spatial resolution. We have already developed a system with 6cm resolution for this purpose, but its measurement range was too short. This time, we have proposed a new system to overcome the problem, and demonstrated successfully enlargement of the range in experiments.

4. 再利用と検証を考慮したSoCの上位設計方法論に関する研究

藤田 昌宏・小松 聡・吉田 浩章・松本 剛史・
小島 慶久・西原 佑・石川 悠司・李 蓮福

High-Level Design Methodology Considering Reuse and Verification of SoC

M. FUJITA, S. KOMATSU, H. YOSHIDA,
T. MATSUMOTO, Y. KOJIMA, T. NISHIHARA,
Y. ISHIKAWA, and Y. LEE

設計の複雑さの増大とTime-to-Marketの短縮により、SoC開発はますます難しくなりつつある。本研究では、UML (Unified Modeling Language) を用いた要求記述と実際の設計記述間のギャップを埋める設計フローを提案した。その過程で生成されたすべてのモデルはUMLとXMLにより構成される提案フォーマットにより記述され、記録される。そのため、提案フローでは容易に設計再利用を行うことができる。また、本研究ではUMLモデルから機能検証に用いられる完全なプロパティ集合を生成することも提案している。

The development process of SoC is getting harder due to

the rising complexity and time-to-market pressure. Especially, misunderstanding of specifications due to the varied writing styles and gaps between specification and design decrease the design productivity. In this research, we proposed a design methodology, which connects the gap between the requirement statements and the actual design description. All models generated in the process are to be described and recorded in the proposed format consisting of UML (Unified Modeling Language) and XML (eXtensible Meta Language). Therefore, we can reuse pre-designed models easily. Furthermore, we are working to generate a complete set of properties from UML models for functional verification.

6. 設計の形式的検証に関する研究

藤田 昌宏・小松 聡・
 サクンコンチャック タンヤパット・
 アリザデー ビジャン・小島 慶久・松本 剛史・
 西原 祐・安藤 大介・高 飛・許 金美

Formal Verification of Designs

**M. FUJITA, S. KOMATSU, T. SAKUNKONCHAK,
 B. ALIZADEH, Y. KOJIMA, T. MATSUMOTO,
 T. NISHIHARA, D. ANDO, F. GAO, and J. XU**

現在のシステムLSIは、その設計の正しさを確かめるための検証がより重要となってきた。中でも、テストパターンに依存せず網羅的な検証を行うことができる形式的検証手法が注目を集めている。本研究では、Cベース言語による上位設計記述を対象とした形式的な等価性検証ツールの開発を行った。開発したツールは、動作記述とRTL記述に対して拡張システム依存グラフを構築し、それらを参照しながら、差異の抽出・並列動作の順序化・記号シミュレーションを実行することによって、ユーザーが指定した等価性を検証する。逆離散コサイン変換やエレベータ制御などの実例題に対して、この検証ツールによって検証が可能であることを確認した。

As system LSIs become larger and more complicated, design verification also becomes more important. Especially, formal methods attract much attention since they can achieve exhaustive verification without test patterns. In this work, we have developed a formal equivalence checker for C-based high-level descriptions. The equivalence checker transforms given C-based behavior-level or RTL design descriptions into Extended System Dependence Graphs, then verifies the equivalence by performing difference extraction, sequentialization, symbolic simulation referring to the graphs. It can verify some practical designs such as an inverse discrete cosine transform and an elevator controller.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] T. Nishihara, T. Matsumoto, S. Komatsu, and M. Fujita, "Formal Verification of Hardware/Software Co-designs with Translation into Representations in State Transitions," Electronics and Communications in Japan, Part 2 Electronics, Vol.9, No.7, pp.11-19, July 2007.
- [2] S. Sasaki, T. Nishihara, D. Ando, and M. Fujita, "Hardware/Software Co-design and Verification Methodology from System Level Based on System Dependence Graph," Journal of Universal Computer Science, Vol.13, No.13, pp.1972-2001, 2007.

国際会議論文

- [3] T. Nishihara, D. Ando, T. Matsumoto, and M. Fujita, "ExSDG: Unified Dependence Graph Representation of Hardware Design from System Level down to RTL for Formal Analysis and Verification," Proc. of the International Workshop of Logic and Synthesis, pp.83-90, May 2007.
- [4] S. Gao, K. Seto, S. Komatsu, and M. Fujita, "Interconnect-aware Pipeline Synthesis for Array based Reconfigurable Architectures," Proc. of International Embedded Systems Symposium 2007, pp.121-134, May 2007.
- [5] Y. Lee, Y. Ishikawa, S. Kang, G. Park, S. Watanabe, K. Seto, S. Komatsu, H. Hamamura, and Masahiro Fujita, "UML-based Specification Method of Hardware IPs for Efficient IP Reuse," Proc. of International UML-SoC Workshop at Design Automation Conference, pp.23-30, June 2007.
- [6] B. Alizadeh and M. Fujita, "Automatic Merge-point Detection for Sequential Equivalence Checking of System-level and RTL Descriptions," Proc. of 5th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis, pp.129-144, Oct. 2007.
- [7] T. Sakunkonchak, S. Komatsu, and M. Fujita, "Using Counterexample Analysis to Minimize the Number of Predicates for Predicate Abstraction," Proc. of 5th International Symposium on Automated Technology for Verification and Analysis, pp.553-563, Oct. 2007.
- [8] B. Alizadeh and M. Fujita, "A Novel Formal Approach to Generate High-level Test Vectors without ILP and SAT Solvers," Proc. of IEEE International Workshop on High Level Design Validation and Test, pp.97-104, Nov. 2007.
- [9] S. Komatsu, H. Yoshida, and M. Fujita, "High-Level VLSI Design Methodology," G-COE 2007 Workshop

between National Chiao Tung University & The University of Tokyo, Dec. 2007.

- [10] M. Fujita, Y. Kojima, T. Matsumoto, T. Nishihara, and D. Ando, "Static Checking and Formal Verification Using ExSDGs for Reliable System-Level SoC Designs," Proc. of International Symposium on Secure-Life Electronics, pp.441-447, March 2008.
- [11] M. Fujita, H. Yoshida, S. Gao, Y. Lee, and Y. Ishikawa, "System-Level Design Methodology for Next-Generation System-on-Chips," Proc. of International Symposium on Secure-Life Electronics, pp.449-455, March 2008.
- [12] H. Yoshida and M. Fujita, "Performance-Constrained Different Cell Count Minimization for Continuously-Sized Circuits," Proc. of Design, Automation & Test in Europe, pp.1099-1102, March 2008.

著書

- [13] Masahiro Fujita, Indradeep Ghosh, Mukul Prasad, Verification Techniques for System-Level Design, Morgan Kaufmann Publishers, Oct. 2007.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [14] 石川悠司, 小松聡, 藤田昌宏, "IP 再利用のためのプロトコル変換器自動合成," 第 9 回組込みシステム技術に関するサマーワークショップ(SWEST9), pp.92-95, 2007 年 8 月.
- [15] 石川悠司, 小松聡, 藤田昌宏, "IP 再利用のための動的再構成可能プロトコル変換器合成手法," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.225, pp.53-58, 2007 年 9 月.
- [16] Y. Lee, Y. Ishikawa, Y. Kojima, H. Yoshida, H. Yomiya, and M. Fujita, "Specification description and high-level design methodology of SoC considering design reuse," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.505, pp.55-60, 2008 年 3 月.
- [17] 石川悠司, 小松聡, 藤田昌宏, "積グラフ探索を利用した実用的なプロトコル変換器の自動合成と検証," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.506, pp.1-6, 2008 年 3 月.
- [18] 安藤大介, 松本剛史, 西原佑, 藤田昌宏, "システムレベル設計言語に対するフォールスパスを考慮した性能評価," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.507, pp.49-54, 2008 年 3 月.
- [19] 森下賢志, 吉田浩章, 藤田昌宏, "準形式的モデル検査のハードウェア実装による高速化の検討," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.558, pp.115-120, 2008 年 3 月.
- [20] 小島慶久, 西原佑, 松本剛史, 藤田昌宏, "システム

レベル設計記述に対する具体値・記号値混合シミュレーションによる入力パターンの自動生成手法," 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.107, No.558, pp.133-138, 2008 年 3 月.

藤島研究室
Fujishima Laboratory
(<http://www.axcel.k.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況 Current Research Projects

1. 高速大容量ミリ波 CMOS 無線トランシーバ

藤島実、本良瑞樹、高野恭弥、乾千乗、神林裕樹、大橋翔、夏苺洋平、林聖雄、足立恵理子、大橋俊介

Millimeter Wave CMOS Transceiver for High Data-Rate Wireless Communication

M. Fujishima, M. Motoyoshi, K. Takano, C. Inui, Y. Kambayashi, S. Ohashi, L. Seong Woong and S. Ohashi

近年、家庭やオフィスにおいて、映像のような大容量の情報の無線通信への需要により、高速で低消費電力な無線通信デバイスが求められるようになってきている。そこで高速な無線通信を実現するために、7GHz という広い周波数帯域が 10dBm の高出力において免許無しで使用可能な 60GHz 帯が注目されている。そこでわれわれは 60GHz 帯を用いた無線通信を CMOS で実現することに取り組んでいる。これまでトランシーバを構成する LNA, PA, MIXER, PLL を各部分ごとに低消費電力化や高利得化などを図ってきた。これからはトランシーバ全体の実現および低消費電力などの機能向上を図っていく。

Recently, indoor high data-rate wireless communications have become popular with increasing the information capacity such as that in high-definition videos. Thus, the wireless communication devices which operate at high speed and low power consumption are needed. At millimeter-wave band around 60GHz, unlicensed band with 7GHz bandwidth and 10dBm output power is available, which is attractive for the realization of high data-rate wireless communication. Therefore, a high data-rate transceiver in 60 GHz band is studied. Until now, we have fabricated each building block in the transceiver such as LNA, PA, MIXER and PLL. From now, the entire transceiver system will be optimized.

2. 超低消費電力超広帯域 CMOS ミリ波周波数シンセサイザ

藤島実、本良瑞樹、王彤、王帆、林聖雄

Millimeter Wave CMOS Receiver Designs for Low-Power Over-Gbps Wireless Pulse-Communication

M. Fujishima, M. Motoyoshi, T. Wang, F. Wang and L. Seong Woong

近年、半導体プロセス技術の進展と共にミリ波を用いるトランシーバの開発が広く行われている。特に 60GHz 帯は Gbps 級無線通信用として世界各国で注目されているが、現在、化合物半導体で実現されているのが現状である。これを CMOS プロセスで実現できればミリ波トラン

シーバの低消費電力化や低価格化が期待できる。CMOS プロセスでは動作周波数や周波数帯域などの特性において実用的な性能を実現しにくい問題がある。

本研究では、インダクタレスで各コンポーネントを実現すると共に高調波を効率的に利用することで、低消費電力かつ超広帯域な電圧制御発振器 (Max2mW, 25.4-75.7GHz) と周波数分周器 (Max1.35mW, 10.4-74.1GHz) を実現した。本研究により検討されたテクニックを用いることで超低消費電力超広帯域 CMOS ミリ波周波数シンセサイザの実現が期待できる。

Recently, the millimeter-wave transceiver widely developed with semiconductor process advancement. In particular, 60GHz-band is paid attention to in worldwide for over Gbps wireless communication. However, since current millimeter-wave circuits are based on compound-semiconductor devices, the entire system is large and expensive. When the millimeter-wave circuit can be realized by CMOS process, low power and low cost can be realized. Practicable performances satisfying both high frequency and wide-range operation are not realized easily in CMOS process. In this research, a voltage-controlled oscillator and a frequency divider are realized with low power and ultra wide range by a inductor-less harmonic oscillator. The CMOS millimeter wave frequency synthesizer with ultra low power and ultra wide range can be achieved by using the technique proposed in this research.

3. ミリ波 CMOS 回路の設計法

藤島実、後藤陽介、乾千乗、萬澤康雄

Design Optimization for millimeter-wave CMOS circuits

M. Fujishima, Y. Goto, C. Inui and Y. Manzawa

近年、1Gbps を越える超高速通信を実現する可能性からミリ波帯が注目されている。ミリ波トランシーバの研究は化合物半導体を中心に進んできたが、高い集積性、低コスト、低消費電力という特徴から CMOS によるミリ波トランシーバの実現が期待されている。ミリ波 CMOS 回路では受動素子の損失が大きという問題がある。受動素子の損失は電力効率や雑音指数の悪化に直結してしまうため、受動回路の損失を最小化する設計が求められる。損失まで考慮した受動回路の最適化は複雑な計算を要するため計算機を用いて行うことが適切である。

そこで私達はミリ波 CMOS 回路の最適設計手法の研究を行っている。既に最適化ツール PREMICS (Productivity Expander for Millimeter-Wave Integrated Circuits) を提案し、実際に雑音指数までを含めた低雑音増幅器の最適化を実現した。今後は大信号特性を考慮した最適化を実現していく予定である。

Recently, millimeter-wave (MMW) applications have attracted much attention for their use in ultrahigh-speed wireless communication. Although MMW transceivers were mainly developed using compound semiconductors,

realization of MMW CMOS circuits is demanded due to high integration, low fabrication cost, and low power consumption. However, large energy loss in the passive components in an MMW CMOS circuit is a significant issue. Therefore, loss minimization in matching network is important, because increase in the loss of the matching network directly deteriorates the power gain and noise figure of the circuit. Since optimization of the passive component network, with taking loss into account, is generally a complicated task, computer-aided optimization is effective for the MMW LNA circuits having lossy passive components.

In this study, design optimization technique of the MMW CMOS circuit is developed, where PREMICS (Productivity Expander for Millimeter-Wave Integrated Circuits) has been proposed, and the optimization of the low noise amplifier including the noise figure has been already achieved. Design optimization for Recently, millimeter-wave (MMW) applications have attracted much attention for their use in ultrahigh-speed wireless communication. Although MMW transceivers were mainly developed using compound semiconductors, realization of MMW CMOS circuits is demanded due to high integration, low fabrication cost, and low power consumption. However, large energy loss in the passive components in an MMW CMOS circuit is a significant issue. Therefore, loss minimization in matching network is important, because increase in the loss of the matching network directly deteriorates the power gain and noise figure of the circuit. Since optimization of the passive component network, with taking loss into account, is generally a complicated task, computer-aided optimization is effective for the MMW LNA circuits having lossy passive components.

In this study, design optimization technique of the MMW CMOS circuit is developed, where PREMICS (Productivity Expander for Millimeter-Wave Integrated Circuits) has been proposed, and the optimization of the low noise amplifier including the noise figure has been already achieved. Design optimization for large-signal operation is currently under consideration.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

論文

- [1] B.B.M.W. Badalawa and M. Fujishima, "60 GHz CMOS pulse generator," *Electronics Letters*, vol. 43, no. 2, pp. 100-102, 2007.
- [2] M. Motoyoshi and M. Fujishima, "58.8/39.2 GHz dual-modulus CMOS frequency divider with 9.2x5.2 um core size," *Electronics Letters*, vol. 43, no. 2, pp. 98-100, 2007.
- [3] I.C.H. Lai, C. Inui and M. Fujishima, "CMOS on-chip stacked Marchand balun for millimeter-wave applications," *IEICE Electronics Express*, vol. 4, no. 2, pp. 48-53, 2007.
- [4] I.C.H. Lai and M. Fujishima, "Analysis of on-chip asymmetric coaxial waveguide structure for chip area reduction," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 46, no. 4B, pp. 2261-2264, 2007.
- [5] Y. Goto and M. Fujishima, "Efficient quantum computing emulation system with unitary macro-operations," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 46, no. 4B, pp. 2278-2282, 2007.
- [6] I.C.H. Lai and M. Fujishima, "An integrated low-power CMOS up-conversion mixer using new stacked Marchand baluns," *IEICE TRANS. ELECTRON*, vol. E90-C, no. 4, pp. 823-828, 2007.
- [7] Oncu, B.B.M.W. Badalawa, and M. Fujishima, "22-29 GHz ultra-wideband CMOS pulse generator for short-range radar applications," *IEEE Journal of Solid-State Circuits*, vol. 42, NO. 7, pp. 1464-1471 July 2007.
- [8] K. Ishibashi, I.C.H. Lai, K. Takano, and M. Fujishima, "A scalable model of shielded capacitors using mirror image effects," *IEICE Trans. Electron*, vol. E90-C no.12 pp.2237-2244 Dec 2007.

国際会議

- [27] A. Oncu, B.B.M.W. Badalawa, T. Wang, M. Fujishima, "22-29GHz ultra-wideband CMOS pulse generator for collision avoidance short range vehicular radar sensors," *The 12th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, pp. 94-95, 2007.
- [28] I.C.H. Lai and M. Fujishima, "Pseudo-millimeter-wave up-conversion mixer with on-chip balun for vehicular radar systems," *The 12th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, pp. 106-107, 2007.
- [29] M. Fujishima, "On-wafer evaluation for high-frequency CMOS devices," *IEEE International Conference on Micro-Test Structures (tutorial) (Tokyo)*

- [30] I.C.H. Lai and M. Fujishima, "High-Q slow-wave transmission line for chip area reduction on advanced CMOS processes," IEEE International Conference on Micro Test Structures, pp. 192-195, 2007
- [31] I.C.H. Lai and M. Fujishima, "High-Q slow-wave transmission line for chip area reduction on advanced CMOS processes," IEEE International Conference on Micro Test Structures, pp. 192-195, 2007
- [32] K. Ishibashi, K. Ishibashi, M. Motoyoshi, N. Kobayashi and M. Fujishima, "76GHz CMOS Voltage-Controlled Oscillator with 7% Frequency Tuning Range," 2007 Symposium on VLSI Circuits, pp. 176-177, 2007.
- [33] Y. Goto, and M. Fujishima, "Through-Only De-embedding for On-Chip Symmetric Devices," 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials, pp. 490-491, 2007.
- [34] K. Takano, M. Motoyoshi and M. Fujishima, "4.8GHz CMOS Frequency Multiplier with Subharmonic Pulse-Injection Locking," 2007 IEEE Asian Solid-State Circuits Conference, pp. 336-338, 2007
- [35] M. Fujishima, "New Architecture for CMOS Millimeter-Wave Transceiver," 2007 IEEE International Workshop on Radio-Frequency Integration Technology, 2007.
- [36] C. Inui, I.C.H. Lai, and M. Fujishima, "60GHz CMOS Current-Reuse Cascade Amplifier," 2007 Asia-Pacific Microwave Conference, pp. 793-796, 2007.
- [37] Y. Goto, N. Kobayashi and M. Fujishima, "On-Chip Rat-Race Balun with Stubs for Matching Arbitrary Terminal Impedances," 2007 Asia-Pacific Microwave Conference, pp. 1847-1850, 2007.
- [43] 乾, 藤島, "低消費電力技術を用いた 60GHz CMOS 増幅器", 第 11 回システム L S I ワークショップ (北九州) 2007 年 11 月
- [44] 神林, 藤島, "オンチップバランを用いた 50GHz 帯ダブルバランスアップコンバージョンミキサ", 第 11 回システム L S I ワークショップ (北九州) 2007 年 11 月
- [45] 後藤, 藤島, "微小インダクタの精密評価を可能にする Through-only De-embed", 第 11 回システム L S I ワークショップ (北九州) 2007 年 11 月
- [46] 高野, 本良, 藤島, "パルス注入同期型周波数通倍器", 第 11 回システム L S I ワークショップ (北九州) 2007 年 11 月
- [47] 本良, 藤島, "VCO フェーズノイズ低減のためのシリコン基板のトレンチ加工", 第 14 回シリコンアナログ R F 研究会 (千葉) 2007 年 11 月
- [48] 神林, 藤島, "60GHz 高利得電流駆動受動 CMOS ミキサ", 電子情報通信学会総合大会 (北九州) 2008 年 3 月
- [49] オウトウ, 藤島, "CMOS 注入同期用直交出力電圧制御発振器", 電子情報通信学会総合大会 (北九州) 2008 年 3 月
- [50] 高野, 藤島, "4.8GHz CMOS パルス注入同期型周波数通倍器", 電子情報通信学会総合大会 (北九州) 2008 年 3 月

国内学会・研究会等

- [38] 乾, 藤島, "伝送線路の曲げ部分における実効長の短縮", 第 12 回シリコンアナログ R F 研究会 (群馬) 2007 年 6 月
- [39] 神林, 藤島, "高周波ミキサ回路における寄生発振", 第 12 回シリコンアナログ R F 研究会 (群馬) 2007 年 6 月
- [40] 神林, 藤島, "ミリ波ダウンコンバージョンミキサの電流ブリーディング", 第 13 回シリコンアナログ R F 研究会 (札幌) 2007 年 9 月
- [41] 夏苺, 藤島, "ショートダミーパターンの寄生抵抗による評価誤差", 第 13 回シリコンアナログ R F 研究会 (札幌) 2007 年 9 月
- [42] 本良, 藤島, "トレンチ加工による VCO 位相雑音の改善", 第 11 回システム L S I ワークショップ (北九州) 2007 年 11 月

研究現況

Current Research Projects

1. Fe-NAND フラッシュメモリの研究

竹内健、酒井滋樹(産総研)、高橋光恵(産総研)、
高宮真、桜井貴康

Fe(Ferroelectric)-NAND Flash Memory

K. TAKEUCHI, S. SAKEI(AIST), M.

TAKEHASHI(AIST), M. TAKAMIYA and T.

SAKURAI

メモ리카ードや携帯電話に使われているフラッシュメモリを更に大容量化・低消費電力化する可能性を持った Fe-NAND フラッシュメモリを世界で最初に提案し、基本的な動作を実証した。Fe-NAND はメモリトランジスタのゲート絶縁膜が強誘電体膜 SrBiTaO と絶縁膜 HfAlO の積層で構成され、従来の LSI では使われていない強誘電性物質を採用していることを特徴とする。従来の NAND フラッシュメモリに比べて電圧を 20V から 5V に低電圧化、書き換え回数を一万回から一億回に増加させることに成功した。また 10 年間のデータ保持が可能であることを実証した。Fe-NAND では、電界によって強誘電体の結晶格子内のイオンを移動させて情報を記憶するため、数ナノメートル（格子サイズ）の極限まで微細化することができると考えられる。

We succeeded in developing a Fe-NAND flash memory. The research objective is to realize a Tera-bit capacity non-volatile memory in 2015. Fe-NAND is composed of ferroelectric field-effect transistors (FeFET) whose gate dielectric consists of a ferroelectric layer, SrBiTaO and a high-K dielectric layer, HfAlO.

It is difficult to scale down the conventional floating-gate (FG) NAND flash memories below 30nm due to the serious interference with neighboring cells. The charge-trap memories like MONOS have short data retention problems. Current-driven resistive switching memories such as MRAM, PRAM and RRAM are unscalable below 20nm because of the significant IR drop of the bit-line.

We succeeded in demonstrating that Fe-NAND is in principle scalable below 10nm to the crystal unit-cell size because the data is stored with an electric polarization in a ferroelectric gate insulator. Due to the voltage-driven, low-voltage operation and scalable properties, Fe-NAND is a promising candidate for the future sub-10nm Tera-bit capacity NAND flash memories.

2. 3次元 LSI 回路の研究

竹内健、石田光一、安福正、高宮真、桜井貴康

3D-LSI Circuit Design

K. TAKEUCHI, K. ISHIDA, T. YASUFUKU, M.

TAKAMIYA and T. SAKURAI

LSI を小型化・高機能・低電力化する技術として、プロセッサ・イメージセンサー・アナログ・DRAM・フラッシュメモリなど複数のチップを 1 つのパッケージ内に積み重ね、1 つの LSI として機能させる 3次元 LSI が注目されている。3次元 LSI に搭載される LSI はその動作原理の違いから、1V で動作するプロセッサから 25V で動作するフラッシュメモリまで、チップ間で動作電圧が大きく異なる問題があり、単一電源で広い出力電圧幅を生成する電源回路が求められている。本研究では広い電圧レンジ（1V~25V）を効率良く出力することができる、分散型電源回路の検討を行った。インダクターを用いたブーストコンバータを検討し、インターポーザ内に作られた低抵抗のインダクタを採用することで、効率よく昇圧を行うことができることを明らかにした。またブーストコンバータの損失要因を分析し、MOS ダイオードの V_{th} の選択とゲート幅の最適設計が効率改善に重要であることを示した。

We are developing circuit technologies of a three dimensional LSI (3D-LSI) where multiple LSIs such as micro processors, image sensors, analog circuits, DRAMs and flash memories are stacked in one package. 3D-LSI is expected to realize a small form factor, multi-functional, high-speed and low power consumption solution. To realize a 3D-LSI, we succeeded in developing a highly efficient low cost power supply circuits. By using a low resistance inductor in a interposer, the boost converter can generate a wide range of voltage from 1V to 25V efficiently. In addition, we analyzed the power loss mechanism of the boost converter and demonstrated that the optimization of the V_{th} and the gate length of the MOS diode are crucial in improving the power efficiency.

3. SSD(Solid-State Drive)システムの研究

竹内健

SSD(Solid-State Drive) System

K. TAKEUCHI

システム分野では、パソコンの記憶媒体として注目されている、Solid-State Drive の研究を行った。フラッシュメモリと、それを制御するコントローラチップのアーキテクチャーの革新により、消費電力を半減することに成功した。現在、インターネット上で扱われるデータの量が爆発的に増加した結果、サーバーのハードディスクの発熱の増大が問題になっている。グーグルやアマゾンドットコムなどの大規模なサーバーでは、冷却のために一社で年間 1 兆円以上の電気代がかかっています。メモ

リシステムの電力を劇的に削減することで、地球環境の改善に貢献できると考えている。

We are developing a low-power high-speed SSD, Solid-State Drive. As the capacity of NAND flash memories drastically increases, SSD that uses NAND as a mass storage of PC is attracting much attention. SSD is composed of as many as 64 NAND flash memories, RAM and NAND controllers. By co-designing NAND flash memory and NAND controller circuits, we succeeded in best optimize both NAND and NAND controllers. As a result, at sub-30nm generation, the SSD speed would be improved by 150% without a cost penalty or circuit noise.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

国際会議論文

- [1] Ken Takeuchi, “NAND successful as a media for SSD,” IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), Tutorial T-7, (2008).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [2] 安福正, 石田光一, 高宮真, 竹内健, 桜井貴康, “オンチップ昇圧向けブーストコンバータにおけるインダクタの寄生抵抗の影響(Influence of Parasitic Resistance of Inductors in Boost Converters)”, 電子情報通信学会総合大会, (2008).
- [3] 石田光一, 安福正, 高宮真, 竹内健, 桜井貴康, “オンチップ昇圧向けブーストコンバータにおける MOS ダイオード損失の検討(An Investigation on Diode Loss in On-chip Boost Converter)”, 電子情報通信学会総合大会, (2008).

保立・何研究室 (2007 年度)

Hotate and He Laboratory

(<http://www.sagnac.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況

Current Research Projects

1. ブリルアン散乱に基づいた分布型光ファイバセンシングシステム

保立和夫・何 祖源・岸 真人・鄒 衛文
水野洋輔・久野 裕之・ゴ ウイミン

Distributed Fiber Optic Sensing Systems Based on Brillouin Scattering

**K. HOTATE, Z. HE, M. KISHI, W. ZOU
Y. MIZUNO, H. KUNO, W.-M. GOH**

光ファイバに沿う歪分布を測定する手法として、ポンプ光・プローブ光の相関を制御することにより、誘導ブリルアン散乱を光ファイバに沿って局在発生させる光相関領域解析技術 (BOCDA法) の機能向上と応用に関する研究を進めている。本年度には、BOCDAを用いて、飛行中の航空機の構造診断実験に成功し、当手法の光ファイバ神経網としての有用性を実証した。また、温度分布センシングの実証実験も検討している。

BOCDAのコストを低減するために、レーザへの注入電流の変調のよりポンプ・プローブを時分割で発生する簡略化BOCDA手法についても考案している。レーザへの注入電流を最適化するにあたって、各パラメータの最適化及び変調波形 (矩形度・平坦性など) の評価を行った。平坦性においてはポンプ・プローブ間周波数差約11 GHzの0.5%程度を実現した。この変調最適化の効果を、ブリルアン散乱光の観測によって確かめた。

低コヒーレンス干渉計を基盤にしたBOCDA技術の性能向上に関する研究も進めている。光源に比較的弱い雑音変調と正弦波変調を同時に印加することでSN比を改善する提案を行い、大きくSN比が改善された状態で理論分解能7.4mmでの分布測定に成功した。

本年度に、片端から光を入射するブリルアン光相関領域リフレクトメトリ (BOCDR) を新たに提案し、分布型歪測定リフレクトメトリとして世界記録となる13mmの空間分解能と、50Hzという高いサンプリングレートを達成した。加えて、時間ゲート法を考案し、1kmの測定レンジと66cmの分解能の両立に成功した。

一方、ブリルアンセンサにおける温度と歪の分離測定の研究に大きく進歩している。偏波保持光ファイバ (PMF) におけるブリルアン周波数シフトとPMFの複屈折率の歪と温度の依存性を併用した手法を新たに提案した。PMF複屈折率の温度依存性は、ブリルアン周波数シフトのそれと逆な符号を持っていることを理論的に解明し、実験的にも確認した。この特性を利用し、完全な分離測定を達成し、3~4 μe と0.07~0.08度という世界記録になる分離精度を実証した。また、相関領域分析手法を用いて分布的な分離測定も実現し、12cmの空間分解能に

12 μe と0.3度の分離測定精度を両立させた。

The research on the improvement and application of fiber-optic distributed sensing system based on Brillouin optical correlation domain analysis (BOCDA) has been advanced. In this year, we have succeeded in applying the BOCDA system in the structure health monitoring for airplanes in flight, which shows the feasibility of BOCDA as an advanced technique of fiber optic nerve system. Its application in temperature distribution measurement is also under investigation.

Aiming at cost-reduction of BOCDA system, a simplified Brillouin optical correlation domain analysis (S-BOCDA) with time-division pump-probe generation scheme has been developed. In the S-BOCDA system, the pump and probe waves are generated through direct current modulation of the laser source. Analyses on the optimization of the modulation parameters and evaluation of the modulated waveforms, especially their squareness and flatness, have been carried out. For the flatness, we have achieved 0.5 % of the pump-probe frequency difference of 11 GHz. The effect of this optimization was confirmed by observation of the Brillouin gain spectrum.

Moreover, a low coherence interferometry based BOCDA system has been improved. We proposed a new configuration to improve the SN ratio, which is based on simultaneous modulation with a sinusoidal and a noise waveform. Distributed measurement with 7.4-mm theoretical resolution was demonstrated with improved SN ratio.

In this year, a Brillouin optical correlation-domain reflectometry (BOCDR) has been newly proposed, which is capable of measuring the strain distribution along the fiber from a single end. 13-mm spatial resolution, the best result ever reported in Brillouin-based reflectometries, and 50-Hz sampling rate were experimentally demonstrated. In addition, a temporal gating scheme was proposed to enlarge the measurement range while maintaining the spatial resolution; 66-cm resolution and 1-km measurement range were simultaneously achieved.

On the other hand, we achieved big progresses this year in the research on discriminative sensing of strain and temperature by use of a single-length optical fiber. We proposed to use a Panda-type polarization-maintaining fiber (PMF) for complete discrimination of strain and temperature. Based on our theoretical founding that birefringence has opposite dependence on temperature compared to Brillouin frequency shift, we succeeded experimentally in discriminating the strain and the temperature with an accuracy of 3~4 μe and 0.07~0.08 °C. Fully-distributed discriminative sensing has been also achieved by use of correlation-based continuous wave technique with 12-cm spatial resolution together with an accuracy of 12 μe and 0.3 °C

2. 光波コヒーレンス関数の合成法による分布型・多点型光ファイバブラッググレーティングセンサ

保立和夫・何 祖源・梶原康嗣・村上 秀

Distributed/Multiplexed Fiber Bragg Grating Sensors by Synthesis of Optical Coherence Function

K. HOTATE, Z. HE, K. KAJIWARA, S. MURAKAMI

光波コヒーレンス関数の合成法による分布型・多点型光ファイバグレーティング(FBG)センサの研究を進めた。合成された光波コヒーレンスピークを長尺FBGに沿って掃引させ、連続分布型光ファイバセンサを実現する手法を提案・検討した。本研究では10cmの長尺FBGをセンサとして使用し、死角の存在しない連続領域での分布測定を実現した。新たに光源の周波数変調に同期した強度変調によるアポダイゼーション手法を導入し、高精度にブラッグ波長を測定することに成功した。理論的な考察も行い、FBGの反射率計算手法と周波数領域でのSOCFを組み合わせたシミュレーション手法を提案した。現時点では9.8mmの空間分解能を実現している。シミュレーションによるシステムの性能評価も行い、空間分解能と感度のトレードオフの関係を明らかにした。

また、合成したコヒーレンスピークより、同一ブラッグ波長の複数FBGから一つのみを選択・測定することを可能にし、反射波長の異なる複数FBGを利用する従来型の波長多重FBGセンサにおけるコストの問題と多重化数の制限を解消した。これまで多重化されたFBGの範囲は、FBGのサンプリング周波数が10kHzという条件下で約10mという限られたものであった。この原因として、観測点における参照光と反射光との間に生じるビート周波数がシフトする現象が明らかになっていた。本年度には、新たに観測ビート周波数のシフトが生じないサンプリング手法の適用を提案し、その導入効果の実証を目指して研究を進めている。

Research on distributed/multiplexed fiber Bragg grating (FBG) sensors by synthesis of optical coherence function (SOCF) progressed. A distributed strain sensing system using long FBG has been proposed and demonstrated. Based on SOCF, the Bragg wavelength of local section in a long FBG around the measuring position can be measured. In the process of synthesizing coherence function, an apodization is introduced to obtain the proper reflection spectrum. Experiment and simulation have been carried out, and 9.8-mm spatial resolution was realized. The performance of the sensing system is also evaluated by simulation.

On the other hand, multiplexed FBG sensors by SOCF has studied, which can solve the problems (cost-inefficiency and limitation of multiplexable FBG numbers) in conventional wavelength division multiplexed FBG sensors requiring FBGs of different Bragg wavelength. In this year, new schemes have been proposed to expand the measurement range, which

was limited to 10 m at 10 kHz sampling rate. The measurement range is affected by the beat frequency shift effect due to optical path length difference between the reference light and the reflected light. For longer measurement range, approaches which relieve the frequency shift with new sampling method have been proposed, and their effectiveness is being investigated.

3. 光ファイバ加入者系ネットワークの診断用高性能光リフレクトメトリ

保立和夫・何 祖源・小西正俊・青柳 俊

High Performance Optical Reflectometry for Diagnoses of Optical Fiber Access Networks

K. HOTATE, Z. HE, M. KONISHI, T. AOYAGI

光ファイバ加入者系 (FTTH) ネットワークの診断のための高速・高精度光リフレクトメトリの研究を進めている。本年度は、測定位置を決める正弦波変調の周波数を連続掃引する手法を新たに提案し、測定位置の高速連続掃引を実現した。実験では、本来300秒程度を要した反射率分布測定を3-5秒で完成することができた。偏波ダイバーシティも導入し、偏波変動の影響を抑制し、光ファイバ中のレーリー散乱の観測に成功した。また、この手法を用いて、分布型圧力センサも提案し、実証した。

周波数変調連続波 (FMCW) 光リフレクトメトリの性能向上についての研究も進めた。反射率測定精度を向上するために、一回のフルレンジ光周波数掃引の間に採取した干渉信号を、複数のセッションに分け、それぞれのセッションから得られた反射分布を平均する、という新たな波長平均処理手法を提案した。これにより、複数回掃引・採取を要する従来技術における測定速度への制限や実際のレーザ光源の掃引速度からの制限などが解消できる。基礎実験で、提案の有効性を確認し、高精度の反射分布の測定に成功した。

For diagnoses of fiber optic subscriber access networks (FTTH), a novel high-speed high-accuracy optical reflectometry is proposed and demonstrated by synthesis of optical coherence function (SOCF). In this new scheme, the optical frequency of a laser light source is linearly swept, which realizes the wavelength domain averaging optically for enhancing the accuracy without time-consuming numerical processing, in addition to a sinusoidal modulation to synthesize a coherence peak for distance-resolved measurement. In this year, a new scheme of continuous chirping on the modulation frequency has been introduced to sweep the sensing position along the fiber continuously at a high speed. In experiments, a measurement for a reflection distribution profile, which used to take 300 seconds previously, is obtained within 3-5 seconds. Polarization diversity measures have also been implemented and the effect from polarization state variation has been suppressed, so that the Rayleigh scattering distribution in optical fiber has been

observed. With this scheme, a distributed pressure sensor was also proposed and demonstrated.

Studies on the improvement of frequency-modulated continuous wave (FMCW) optical reflectometry have also been carried out. To enhance the reflectivity accuracy, a new wavelength domain averaging method is proposed, in which interference signals acquired during a full-range light frequency sweeping are divided into multiple sessions; reflection distributions deduced from each sessions respectively are averaged to get a high-accuracy profile. By the new scheme, the limitation on the measurement speed or the limitation from the sweeping speed of available laser source in conventional schemes can be relieved. The effectiveness of the new proposal has been confirmed experimentally, and the measurement for reflectivity distribution of improved accuracy was obtained.

4. 共振器型光ジャイロに関する研究

保立和夫・何 祖源・王 希晶・馬 慧蓮

Studies on Resonator Optical Gyroscope

K. HOTATE, Z. HE, X. WANG, H. MA

フォトニックバンドギャップファイバ (PBF) を用いた光共振器型光ファイバジャイロ (R-FOG) に関する研究を展開した。PBFは、約99パーセントの光エネルギーが空気コアを伝搬しているため、レーリー散乱と非線形効果などの従来のR-FOGにおける雑音要因が普通の単一モードファイバ (SMF) あるいは偏波維持ファイバ (PMF) より、数桁も小さい。また、温度変動による影響も少ない。この特長を生かして、高精度のR-FOGを構成することが期待できる。本年度には、PBFを用いてリング共振器を構成し、共振特性の計測に成功した。共振特性の温度依存性を測定し、PMF共振器より2桁ほど小さいとの結果が確認できた。また、信号処理の手法についても検討した。新たにデジタルコントローラを提案し、これを用いてデジタルゼロダイン復調方式を実現した。基礎実験では、0.8度/秒の回転感度を実証した。

一方、石英光導波路共振型ジャイロに関する研究も展開した。シミュレーションを行い、実験系の構築も完成した。

Studies on resonator fiber-optic gyro (R-FOG) by use of photonic band-gap fiber (PBF) have been performed. In conventional R-FOG, the rotation sensing sensitivity is limited by noise factors from optical fiber, such as Rayleigh scattering, nonlinear effect, and variation in polarization state. For PBF, because 99 percents of the optical energy propagate through the air-core, Rayleigh scattering and nonlinear effect can be several orders smaller than those in normal single-mode fiber, and the polarization state variation is also relatively smaller. By use of PBF with above features, a high-grade R-FOG can be expected. In this year, a resonator with PBF has been built up, and the resonance curve was

observed. The temperature dependence of the resonance has been measured, which confirmed that the temperature dependence of PBF resonator is as small as ~ percent of that of PMF resonator. For resonator gyro's signal processing, a novel digital controller was proposed, with which the digital serrodyne demodulation scheme has been realized. In preliminary experiment, a rotation sensitivity of 0.8 degree/s was demonstrated.

On the other hand, research on silica waveguide resonator gyroscope has also been carried up. Basic simulation was performed, and experimental platform has been established.

5. エルビウムドープシリコンサブオキシドの光学特性

岸 真人

Optical characterization of erbium-doped silicon suboxide

M. KISHI

シリコンフォトンクス分野において、発光素子、変調器、光検出器、導波路などをモノリシックに集積したデバイスが望まれている。近年、エルビウムドープのシリコンサブオキシド(SiO_x ; $x < 2$)がシリコンベースの発光素子として注目されている。Er と SiO の同時蒸着という比較的簡単で応用範囲の広い方法で形成した Er ドープの SiO_x から強いフォトルミネッセンスが観測された。

In the silicon photonics it is expected that silicon-based devices, e.g. emitter, modulator, photodetector, waveguide and so on, are integrated monolithically. Recently, much attention has been paid to erbium(Er)-doped silicon suboxide (SiO_x ; $x < 2$) as one of the silicon-based light sources. Er-doped SiO_x were obtained by simple simultaneous vacuum deposition of Er and silicon monoxide (SiO). This Er-doped SiO_x showed strong photoluminescence (PL).

6. β - FeSi_2 ドロップレットの低温形成

岸 真人

Low temperature formation of β - FeSi_2 droplets

M. KISHI

β - FeSi_2 は光エレクトロニクス材料として有望視されている。パルスレーザー堆積法を用いて多孔質Si基板上に β - FeSi_2 を室温で形成できることを見出した。顕微ラマン分光分析と断面透過電子顕微鏡の格子像及び回折像から、Fe-Si混合液滴の急冷により形成されたFe-Siアモルファスが、基板の表面処理による熱的性質の変化により、 β - FeSi_2 相に相変化するとの知見を得た。

β - FeSi_2 is an attractive material for the development of silicon-based integration of optical devices and electronic devices. β - FeSi_2 polycrystalline microstructure was successfully formed at room temperature on the porous silicon substrate by pulsed laser deposition. It was suggested that the thermal property of porous silicon caused the β -phase formation.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] K.-Y. Song, Z. He and K. Hotate: "Effects of intensity modulation of light source on Brillouin optical correlation domain analysis," J. of Lightwave Technol., vol.25, no.5, pp.1238-1246, (2007).
- [2] W. Zou, Z. He, A. D. Yablon and K. Hotate: "Dependence of Brillouin frequency shift in optical fibers on draw-induced residual elastic and inelastic strains," IEEE Photon. Technol. Lett., vol.19, no.18, pp.1389-1391, (2007).
- [3] K.-Y. Song and K. Hotate: "Distributed fiber strain sensor at 1 kHz sampling rate based on Brillouin optical correlation domain analysis," IEEE Photon. Technol. Lett., vol.19, no.23, pp.1928-1930, (2007).
- [4] K.-Y. Song, K. S. Abedin, and K. Hotate: "Gain-assisted superluminal propagation in tellurite glass fiber based on stimulated Brillouin scattering," OSA Optics Express, vol.16, no.1, pp.225-230, (2008).

国際会議論文

- [5] K.-Y. Song and K. Hotate: "Simplified Brillouin optical correlation domain analysis system with optimized time-gating scheme," CLEO/QELS 2007, Maryland, CThO6, (May 7-10, 2007).
- [6] W. Zou, Z. He, and K. Hotate: "An optical fiber for Brillouin-based discriminative sensing of strain and temperature," CLEO/QELS 2007, Maryland, JThD81, (May 7-10, 2007).
- [7] K. Hotate: "Fiber-Optic nerve systems for materials and structures that can feel pain," World Forum on Smart Materials and Smart Structures Technology, Chongqing, (May 22-24, 2007) <Keynote> <Invited>.
- [8] K. Hotate: "Fiber optic nerve systems for materials that can feel pain," CLEO/Europe-IQEC 2007, Munich, CH1-3, (June. 16-20, 2007) <Invited>.
- [9] T. Yari, K. Nagai, K. Hotate, K.-Y. Song and T. Sakurai: "Enhancement of BOCDA system for airplane structural health monitoring," 16th International Conference on Composite Materials, TuBM1-06, Kyoto, (July 8-13, 2007).
- [10] K. Hotate: "Fiber Optic Nerve Systems for materials and structures that can feel pain," SMSST07, Tokyo, (July 21-22, 2007) <Invited>.
- [11] K.-Y. Song and K. Hotate: "Distributed fiber strain sensor with 1 kHz sampling rate based on Brillouin optical correlation domain analysis," SPIE Optics East 2007, Boston, 6770-J6, (Sept. 9-12, 2007).

- [12] K. Hotate, K. Matsuo, K.-Y. Song and Z. He: "Multiplexed FBG strain sensing system by synthesis of optical coherence function with time-division phase shift modulation," SPIE Symposium on Optics East 2007, Boston, 6770-7, (Sept. 9-12, 2007).
- [13] W. Zou, Z. He, and K. Hotate: "Experimental investigation on temperature and strain dependence of Brillouin frequency shifts in GeO₂-doped optical fibers," 33rd European Conference and Exhibition on Optical Communication, Berlin, Tu 3.6.4, (Sept. 22-24, 2007).
- [14] T. Yari, K. Nagai, K. Hotate, K.-Y. Song, and Y. Koshioka: "SHM for bolted joint portion using BOCDA system," 10th Japan International SAMPE Symposium (JISSE10), Tokyo, SHM/NDE-4-5, (Nov. 27-30, 2007).
- [15] K. Hotate: "Fiber optic nerve systems for materials and structures that can feel pain," MEMS 2008, Tucson, pp.98-103, (Jan. 15-18, 2008) <Invited>.
- [16] W. Zou, Z. He, and K. Hotate: "Stimulated Brillouin scattering in F-doped optical fibers and its dependences on strain and temperature," OFC/NFOEC 2008, San Diego, OMH1, (Feb. 24-28, 2008).
- [17] T. Yari, K. Nagai, M. Ishioka, K. Hotate, and Y. Koshioka: "Aircraft structural health monitoring using on-board BOCDA system," 15th annual International Symposium on Smart Structures and Materials & Nondestructive Evaluation and Health Monitoring, SPIE 6933-29, San Diego, (Mar. 2008).
- [18] Y. Naka, M. Kishi, N. Yamamoto, D. Miyawaki, T. Yoshida, T. Minami, K. Ito, M. Tsuchiya, and Y. Nakamura, "Optical characteristics of erbium-doped silicon suboxide emitting at 1.5 μ m", Proc. in 4th IEEE International Conference on Group IV Photonics 2007, WP16, Tokyo, Japan, (Sept. 2007).

総説・解説論文

- [19] 保立和夫: "痛みの分かる材料・構造のための光ファイバ神経網技術," 計測と制御, vol.46, no.8, pp.591-597, (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [20] 石岡昌人, 鎗 孝志, 長井謙宏, 足立正二, 飯田力弘, 熊谷芳宏, 保立和夫, 櫻井建夫: "航空機搭載型 BOCDA 分布型光ファイバセンサ," 電子情報通信学会光ファイバ技術研究会, OFT2007-10, pp.45-50, (May 25, 2007).
- [21] 宋 光容, 保立和夫: "Improvement of time-division pump-probe generation scheme in BOCDA based on unbalanced Mach-Zehnder delay line and optimized time-gates," 応用物理学会第 39 回光波センシング

- 技術研究会, LST-39-28, pp.177-183, (June 13, 2007).
- [22] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Brillouin frequency shift in GeO₂-doped optical fibers influenced by draw-induced residual elastic and inelastic strains during fiber fabrication,” 応用物理学会第 39 回光波センシング技術研究会, LST-39-27, pp.171-175, (June 13, 2007).
- [23] 保立和夫, トー ウエイヘン, 宋 光容: “Improvement of Fiber Optic Distributed Lateral Force Sensing by Synthesis of Optical Coherence Function,” 応用物理学会第 39 回光波センシング技術研究会, LST-39-32, pp.205-212, (June 13, 2007).
- [24] 鎗 孝志, 石岡昌人, 長井謙宏, 足立正二, 飯田力弘, 熊谷芳宏, 保立和夫, 櫻井建夫: “航空機搭載型 BOCDA 分布型光ファイバセンサ応用物理学会第 39 回光波センシング技術研究会, LST-39-26, pp.163-170, (June 13, 2007).
- [25] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Experimental Investigation on Temperature and Strain Dependence of Brillouin Frequency Shift in GeO₂-doped Optical Fibers,” 電子情報通信学会光エレクトロニクス研究会, OPE2007-25, pp.47-51, (June 29, 2007).
- [26] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Optical fiber design for Brillouin-scattering-based discriminative sensing of strain and temperature,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, OFT2007-30, pp.89-94, (Aug. 24, 2007).
- [27] 小西正俊, 何 祖源, 保立和夫: “光波コヒーレンス関数合成法による光リフレクトメトリの高速化,” 電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会, OFT2007-28, pp.77-82, (Aug. 24, 2007).
- [28] 保立和夫: “光センシング技術、今日と将来 – 安全・安心のためのファイバセンサフォトニクス–,” 応用物理学会第 40 回光波センシング技術研究会, 東京大学山上会館, LST-40-7, pp. 49-56, (Dec. 11, 2007) <Invited>.
- [29] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Proposal of a novel method for discriminative sensing of strain and temperature by use of a PANDA-type polarization-maintaining fiber,” 応用物理学会第 40 回光波センシング技術研究会, 東京大学山上会館, LST-40-19, pp.135-140, (Dec. 12, 2007).
- [30] 水野洋輔, 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “ブリルアン光相関領域リフレクトメトリ(BOCDR)の提案と実験的検証,” 応用物理学会第 40 回光波センシング技術研究会, 東京大学山上会館, LST-40-20, pp.141-1746, (Dec. 12, 2007).
- [31] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Characterization of Strain and Temperature Dependences of Brillouin Frequency Shifts in GeO₂-doped Optical Fibers,” 2007 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 鳥取大学, C-3-34, p.157, (Sept. 13, 2007).
- [32] 水野洋輔, 何 祖源, 保立和夫: “ブリルアン光相関領域リフレクトメトリの提案と実験的検証,” 2007 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 鳥取大学, B-13-9, p.308, (Sept. 13, 2007).
- [33] 梶原康嗣, 保立和夫: “長尺ファイバブラッググレーティングによる歪分布測定システム,” 2007 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 鳥取大学, C-3-51, p.174, (Sept. 14, 2007).
- [34] 小西正俊, 何 祖源, 保立和夫: “光波コヒーレンス関数合成法による光リフレクトメトリの高速化,” 2007 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 鳥取大学, B-13-27, p.326, (Sept. 11, 2007).
- [35] 保立和夫: “セキュアライフエレクトロニクス,” 2008 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 委員会規格「情報・電気・電子グローバルCOEの戦略と計画」, 北九州学術研究都市, TK6-4, (Mar. 19, 2008) <招待講演>.
- [36] 保立和夫, 何 祖源: “安全・安心な社会を支える光ファイバ神経網技術,” 2008 年度電子情報通信学会総合大会, 北九州学術研究都市, CS-4-1, p.S56-57, (Mar. 20, 2008) <招待講演>.
- [37] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Investigation of strain and temperature dependences of Brillouin frequencies in GeO₂-doped optical fibers and F-doped optical fibers,” 2008 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 北九州学術研究都市, C-3-91, p.272, (Mar. 21, 2008) <招待講演>.
- [38] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “Characterization on Stimulated Brillouin Scattering in F-doped optical fibers,” 2008 年度電子情報通信学会総合大会, 北九州学術研究都市, C-3-92, p.273, (Mar. 21, 2008).
- [39] 鄒 衛文, 何 祖源, 保立和夫: “High-accuracy discrimination of strain and temperature using a panda-type polarization-maintaining fiber,” 2008 年度電子情報通信学会総合大会, 北九州学術研究都市, B-13-26, p.472, (Mar. 19, 2008).
- [40] 水野洋輔, 何 祖源, 保立和夫: “ブリルアン光相関領域リフレクトメトリによる歪分布測定 – 13 mm の空間分解能と 50 Hz のサンプリングレートの両立 –,” 2008 年度電子情報通信学会総合大会, 北九州学術研究都市, B-13-25, p.471, (Mar. 19, 2008).
- [41] 梶原康嗣, 保立和夫: “長尺 FBG 内ブラッグ波長分布測定の空間分解能向上,” 2008 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会, 北九州学術研究都市, B-13-17, p.463, (Mar. 19, 2008).
- [42] 保立和夫, ゴ ウィミン, 水野洋輔, 何 祖源: “Brillouin optical correlation-domain analysis based on simultaneous utilization of sinusoidal and noise

- modulation” 2008 年度電子情報通信学会総合大会, 北九州学術研究都市, B-13-23, p.469, (Mar. 19, 2008).
- [43] 保立和夫: “連続光の相関制御技術による「光ファイバ神経網」の実現,” 55 回応用物理学関係連合講演会, 日本大学, 28p-ZB-7, (Mar. 28, 2008).
- [44] 保立和夫: “新しい時代を切り開く理工系人材,” 55 回応用物理学関係連合講演会, 日本大学, 29p-W-6, (Mar.29, 2008).
- [45] 水野洋輔, 何 祖源, 保立和夫: “ブリルアン光相関領域リフレクトメトリによる歪分布測定 –km オーダの測定レンジと 50Hz のサンプリングレートの両立–,” 第 55 回応用物理学関係連合講演会, 日本大学, 27a-XQ-5, (Mar.27, 2008).
- [46] 吉田隆一, 安次富雅勤, 菅原宏治, 岸真人, 土屋昌弘, “PLD 法を用いた多孔質 Si 基板上への鉄シリサイドドロップレットの室温形成”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会, 29p-C-13, (Mar. 2008).

廣瀬 (明) 研究室
Hirose Laboratory

(<http://www.eis.t.u-tokyo.ac.jp/>)

研究現況

Current Research Projects

1. 対人プラスチック地雷可視化システム

廣瀬 明・仲野幸真

Antipersonnel Plastic Landmine Visualization System

A.Hirose and Y.Nakano

まず、昨年末にカンボジアでラテライト土質での実験を行った結果の、詳細な解析を行った。その結果、Walled-LTSA(walled linearly tapered slot antenna)アンテナアレイの高密度化によって、より高い適応区分性能が得られ地雷領域を可視化できることを確認した。また同時に、非常に含水率が高いラテライトでは区分に失敗する場合もあることが明らかになった。この問題を解決するため、(1)リング状CSOM(complex-valued self-organizing map)による区分ダイナミクスと、(2)周波数領域局所相関法を考案した。これらを適用することにより、上記の困難な状況においても非常に高い確率で区分化が可能であることが確認された。

At the end of the last academic year, we conducted plastic-landmine visualization experiments with laterite soil in Cambodia. This year, we first analyzed the relationship between data features and adaptive segmentation results. We confirmed enhanced visualization performance brought by the newly developed high-resolution walled linearly tapered slot antenna (Walled-LTSA). However, at the same time, the system sometimes fails when the laterite moisture is very high. To solve this problem, we proposed (1)Ring-topology complex-valued self-organizing map (CSOM) dynamics and (2)frequency-domain local correlation feature extraction method. By applying these two techniques, we have confirmed that the system visualize landmines with a very low error rate.

2. ミリ波・マイクロ波イメージング

廣瀬 明・山城遼

ラデンアマド ダムリ・濱田詩瑞夫

Millimeter wave and microwave imaging for antiterrorism screening

A.Hirose, R.Yamaki, D.Radenamad and S.Hamada

ミリ波による近距離のイメージングを目的するアクティブでコヒーレントなイメージング手法として、振幅変調成分の位相と振幅を取得する 変調複素振幅観測イメージング法 を提案した。高周波部分の回路構成は比較的簡易であり、安価で並列処理性が高い。その応用には、たとえば鉄道改札を通過する歩行者とその所持物をイメージングすることによるテロ対策システムなどを挙げる

ことができる。特に、変調の位相値に注目することにより、強度イメージとは異なる有効な情報が得られることを報告した。すなわち、アクティブ イメージングで反射が輝点に見えてしまう問題が緩和されて、対象の形状をよりよく把握できる。本方式は、キャリアの波長そのままを観測するよりも、奥行きに対する適切な位相感度を得ることができる。そして FMCW(frequency-modulated continuous wave)方式よりも簡便であり、アレイ化・並列化にも対応し易い方式である。

We proposed a novel active and coherent method for near field imaging in millimeter-wave band, namely the modulation complex-amplitude observation method (MCOM). In the MCOM, the high-frequency circuit is so simple that it is low-cost and suitable for highly-parallel imaging. One of the possible applications is an anti-terrorism security system at ticket gates in railway stations where we observe walking people with their belongings. We reported in particular that the phase image observed by the MCOM yields quite informative images. That is, the harmful glaring, which often occurs in active millimeter imaging, is mitigated effectively so that the shape of an objective is presented much better. We can choose arbitrary phase-distance sensitivity by adjusting the modulation frequency adaptively to the target of visualization. The system can be simpler than FMCW, and compatible with array antennas and parallel processing.

3. 干渉型開口合成レーダ

廣瀬 明・山城 遼

Interferometric Synthetic Aperture Radars

A.Hirose and R.Yamaki

衛星あるいは航空の干渉型合成開口レーダ(InSAR)によって得られる干渉記録からデジタル・エレベーション・マップ(DEM)を作成する際に行うフィルタリングは、位相アンラップと同様に重要な効果を持つ。通常、アンラップする前にフィルタリングを行うが、そのとき微細な干渉縞の情報を消すことなく位相特異点(SP)を減少させる必要がある。われわれのグループは以前、複素マルコフランダムフィールド(CMRF)モデルに基づくSP修復法を提案した。しかしその取り扱いには、SPの定義のしかたと、パラメータベクトル推定法に改善の余地があることが明らかになった。本年は、位相特異ユニット(SU)という新しい考え方に基づく新たな手法を提案した。また局所パラメータベクトルを推定する際に、推定用サンプル領域のSUからの距離と、領域が含むSPの個数を、推定のための重み付けの荷重に反映させることとした。本手法によって、位相特異点を非常に効果的に減少させるとともに、干渉縞の情報を高く保存することに成功した。作成されたDEMには、従来方では消えてしまっていた微妙な地形が切れに再現されていることが確認された。数値的にも高いSN比が得られ、定量的にその優秀性が示された。

In generating a digital elevation map (DEM) from

interferogram obtained in interferometric synthetic aperture radar (InSAR), filtering process is as important as phase unwrapping process. Before unwrapping, we usually have to reduce the number of singular points (SPs) by filtering the data image without destroying or smearing delicate fringes. Previously a powerful SP-restoration method based on the complex-valued Markov random field (CMRF) model was proposed. However, the method still has space of improvement in the definition of SPs and the formulation of parameter vector estimation. This year we proposed a novel method by introducing a new concept, i.e., the "singular unit (SU)". We also estimate a CMRF parameter vector locally as a weighted summation by taking the distance and the included SP numbers into account. By using this restoration method, we demonstrate successful removal of singularity without distortion and the generation of precise DEMs. We find that delicate landscape features, which are lost in conventional filtering, are preserved appropriately, which is revealed in the signal-to-noise ratios obtained against true elevation data.

4. アダプティブ アンテナ システム

廣瀬 明・タン ソフヤン

Adaptive Antenna Systems

A.Hirose and S.Tan

移動体通信でアダプティブアンテナを基地局に用いる場合、基地局は受信したアップリンク信号からユーザ端末の方向を推定してアンテナ荷重を決定し、空間分割多重を実現できる。その際、特に時分割二重通信方式では、アップリンク受信信号によって決定した荷重をダウンリンクにも利用できる可能性がある。そのためにはユーザ方向の移動の予測が必要となるが、ダウンリンク時間が長い場合、これまで十分な性能を得ることが難しかった。われわれは、複素マルコフランダムフィールド(CMRF)モデルに基づく新たな予測方式を考案し、まずシミュレーションによってその性能が優れていることを確認した。また周波数領域でドップラーシフト周波数を推定するときに、周波数領域解像度を高く保ったままこれに要する計算時間を大幅に削減するアルゴリズムを考案し、これについても現在、検証実験を進めている。

Recently there is an increasing interest in adaptive antenna technology since its capability of user tracking, co-channel interference reduction, and spatial diversity offer better coverage, capacity, multipath rejection, and power efficiency. Generally used adaptive algorithms such as directional constant modulus algorithm (DCMP), minimum mean square error (MMSE), and power inversion (PI) adjust the weights in adaptive antenna system to suppress interference signals while amplify desired signal. The adaptive antenna technology is very useful in time division duplex (TDD) scheme. Because a frequency is used for uplink and downlink transmission commonly, then the antenna beamforming for uplink channel can also be used for downlink channel considering a slow

time selective fading channel. However, as the user moves faster, the time selective fading, mainly caused by movement of user relative to the base station, reduces the performance of the system at the downlink period. We propose a new scheme to realize a good performance in user prediction. That is, we employ the complex-valued Markov random field (CMRF) model in amplitude-phase domain, which is more suitable for continuously changing time selective fading channel. We also proposed an idea to realize a low calculation-cost algorithm with which we can preserve a high frequency-domain resolution in the estimation. The proposed methods can be used generally for any TDD scheme using adaptive antenna.

5. 高機能アンテナ素子

廣瀬 明・岡本洋平・羽磨 毅・
ヴェルナー シュテファン

Highly functional antenna elements

A.Hirose, Y.Okamoto, T.Hama and S.Werner

今年度は特に超広帯域で指向性可変のアンテナの実現を目指した研究を進めた。近年、UWB(Ultra wideband)等に利用可能な超広帯域アンテナに対する関心が増している。一般に超広帯域アンテナでは柔軟な指向性を実現することが難しい。アレイ化等によってもホイヘンスの原理による単純な波面合成法が利用できないためである。また共振特性を利用できないため、エスパアンテナなどにも用いられている八木アンテナ的な導波器や反射器の利用も困難である。われわれは指向性可変の超広帯域アンテナを新たに考案した。ディスコーンアンテナのコーンを複数の棒状エレメントで構成し、その一部を給電素子とし残りを無給電(寄生)素子とすることにより、全体として調和のとれた動作を行う可変指向性アンテナとすることに成功した。現在、実測によってその性能を確認するとともに、詳細な動作解析を行っている。

This year we concentrated upon the development of an ultra-wideband variable-directivity antenna. It is more and more desired to develop ultra-wideband antennas applicable to, e.g., so-called ultra wideband (UWB) systems. However, such an ultra wideband antenna has difficulty in variable directivity compatibility because we cannot adopt a simple wavefront synthesis technique based on Huygens principle. Another reason lies in the unavailability of directors and reflectors used in ESPAR antennas and ordinary Yagi antennas. We proposed a new antenna structure. The antenna is a modified discone of which cone is consists of line elements. We feed some of the lines, while we do not others, to make them parasitic, so that all the elements works in cooperation, which realizes both wideband and variable directivity. Now we conduct precise measurement of the characteristics for detailed analysis of operation.

6. 光通信における適応的信号

廣瀬 明・谷澤 健

Adaptive Signal Processing in Optical Communications

A.Hirose and K.Tanizawa

光交換によるメトロネットワークでは、伝送路の分散特性が時々刻々変化する。これに適応的に追従し、また分散特性計測が不要な安定かつ高速に分散補償する方法を提案している。本方法は受信光波形の誤差を直接利用して勾配法によって周波数領域のパラメータを自動調整するものである。伝送実験を行って、広い分散値に対する速い補償性能を実証した。すなわち、補償可能な分散レンジは、10Gb/s伝送時に-6000~6000ps/nmであり、補償に要する時間は1000ps/nmの補償値に対して1~2sである。補償に要する時間は主にVIPAの応答時間である。しかしこの方式は、その他のさまざまな分散補償デバイスに対して有効であり、速いデバイスを利用することにより、さらに応答時間を改善する音が可能である。また本年は偏波分散に関しても高速な手法を提案し、シミュレーションによってその優れた性能を確認した。現在、実験と定量的な解析を進めている。

In the near-future all-optical networks, adaptive dispersion compensation is indispensable for high-speed flexible communications. We have proposed a low-cost dispersion-measurement-free compensation method that deals with time-domain signal-waveform directly and controls compensation device in frequency domain. We formulated the dynamics. We analyzed the performance of our proposed high-speed and low cost feedback control method of a tunable dispersion compensator for adaptive dispersion compensation. In this method, we monitor the received waveform in the time domain and control a tunable dispersion compensator repeatedly to reshape the waveform by means of steepest descent method. Transmission experiments and simulations showed that the proposed method can compensate the dispersion quickly for a wide dispersion range. The compensation range is from -6000 to 6000 ps/nm in 10 Gb/s transmission. The compensation time is 1 to 2 s for the dispersion within 1000 ps/nm. This method is applicable to the adaptive dispersion compensation in all-optical dynamic routing networks. This year we also expand our method to polarization-mode dispersion (PMD) compensation. We confirmed a high performance in simulations. Now we conduct experiments and quantitative analyses on this novel method.

7. 適応的で高機能な超音波イメージング

廣瀬 明・西野智弘

Highly-Adaptive Ultrasonic Imaging

A.Hirose and T.Nishino

位相情報を複素ニューラルネットワークで有効に柔軟に扱う超音波イメージングシステムの開発を進めた。従来の超音波計測は、その画像再構成や形状認識などの性能が未だ貧弱である。われわれは、複素ニューラルネットワークを利用することにより、より高機能な計測の実現を目指している。特に2次元曲面を対象に、位相特異点拡散法によってその形状を取得する方法を提案し、実験によりその有効性を確認してきた。この手法は、レーダイメージングで始めてわれわれが提案したものであるが、超音波イメージングにおいても極めて優秀なイメージング手法であることが確認された。また、フェイズドアレイによる柔軟なパーソナル音響システムの構築も進めている。超音波の高い指向性と自己復調効果を利用するパーソナル音響システムでは、原理的にはフェイズドアレイによるビーム走査が可能である。しかし放射素子のばらつきなどにより実際には実現が難しかった。われわれはニューラルネットワークによる学習を取り入れることにより、ビームフォーミングを実現することに成功した。引き続き、振れ角の増大に関する研究を進めている。

Based on the theory of the complex-valued neural networks, we investigate highly functional adaptive ultrasonic imaging. Conventional ultrasonic systems have wide room for improvement in imaging and shape-reconstructing performance. Phase-sensitive adaptive processing is making a big breakthrough. We have proposed a spread-singularity phase unwrapping method, which we previously proposed in airborne radar systems, in the ultrasonic measurement of two-dimensional curved surface. Experiments demonstrate a drastic reduction of the number of singular points, resulting in a better SN ratio in comparison with conventional methods. We have been also investigating a novel beamforming framework in the so-called personal information system, which utilizes the high directivity and the nature of autodemodulation of ultrasonic wave to direct sound stream only to a desired area. Theoretically, a personal information system can obviously be constructed on a phased array basis. However, the beamforming has been difficult in reality because of unevenness in individual radiator characteristics. We introduced neural learning process to realize a successful beamforming. Now we work on the increase of the directivity angle in continuing experiments with smaller radiators.

8. 文書画像中の手書き文字と活字文字の判別

廣瀬 明・小山純平

Distinction between Handwritten and Printed Characters in Document Images

A.Hirose and J.Koyama

人は瞬時にテクスチャ（模様、きめ）を見分けることができる。そのような機構をモデル化することにより、柔軟で有用なテクスチャ解析を実現できる可能性がある。たとえば、事務書類の手書き文字領域と活字文字領域を分類することもできるかもしれない。そうであれば、領

域判断結果によって光学文字読み取り器 (OCR) のエンジン切り替えて、文字認識率を上げることが可能になる。本年はそのようなことを実現する、初期視覚野の機構に基づく新しい手法を引き続き検討し、新たにスペクトル領域局所ゆらぎ検出法を提案した。その手法では、われわれは2次元スペクトルを評価し、手書き文字にどうしても含まれてしまうゆらぎ成分を含む特徴量を抽出する。実験によって、実際に手書き文字に関するある特徴量が、活字文字に比べて大きくなることを確認した。またその特徴量を元の画像と重ねたマップをつくることにより、この特徴量が手書き文字領域をよく表していることを確認した。

Human beings are capable of distinguishing a variety of texture almost at a glance. By modeling the mechanism, we will realize a flexible texture analysis. For example, we will be able to distinguish handwritten character regions from machine-printed regions in document images. If it is possible, we can switch the engines in optical character readers (OCRs) to obtain a higher recognition rate. We have proposed a novel technique inspired by such human early-vision ability, namely, the "spectrum-domain local fluctuation detection (SDLFD)" method. In the technique, we evaluate the two-dimensional power spectrum to extract feature values that reflects fluctuations unavoidable in handwritten characters. Experiments show that a certain feature value of handwritten characters is often larger than that of machine-printed characters. We generated a map obtained by superimposing the feature value on the document image. The map showed that our proposed method is useful to distinguish handwritten character regions.

9. 共同注意と学習

廣瀬 明・北原 邦紀

Joint Attention and Its Effect on Learning

A.Hirose and K.Kitahara

概念構築方法として、相互情報量により修飾された自己組織化マップを提案した。現在ロボットの分野などで自己組織化マップ(Self-organizing map: SOM)を用いた概念構築の研究が行われているが、言語の獲得には文字を中心的な対象とするものが多い。しかし、言語の獲得が概念獲得と同時に進行することを考えると、文字によらない概念構築方法の研究が重要となってくる。そのためわれわれは、複数モーダルの情報の相互情報量に着目することによる、文字によらない概念構築の方法を提案した。また、SOM を SOM の SOM (SOM²) に拡張することにより、単連結でないデータにも対応可能であることを示した。

We have proposed a concept generation scheme based on mutual information between multiple self-organizing maps. There have been many reports on concept generation in many fields such as robotics. In the context of language acquisition, however, they mainly deal with letters, or symbols in general.

Since both the concept and language acquisitions progress in parallel, we notice the importance to investigate concept generation without symbols. This year we proposed a non-symbol-based scheme that pays attention to multimodal mutual information. We also introduced an extended scheme using SOM² (SOM of SOM), instead of ordinary SOM, to treat non-simply-connected or anisotropic data.

論文・著書一覧 Publications List

研究論文

- [1] Y.Azuma A.Hirose: "Influence of neural delay in sensorimotor systems on the control performance and mechanism in bicycle riding," Neural Information Processing - Letters and Reviews, 12, 1-3 (2008) 43-51.
- [2] S.Kawata A.Hirose : "Frequency-multiplexing ability of complex-valued Hebbian learning in logic gates," International Journal of Neural Systems, 18, 2 (2008) 173-184.
- [3] R.Yamaki A.Hirose: "Singularity-spreading phase unwrapping," IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, 45, 10 (2007) 3240-3251.
- [4] S.Masuyama A.Hirose: "Walled LTSA array for rapid, high spatial resolution, and phase sensitive imaging to visualize plastic landmines," IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing, 45, 8 (2007) 2536-2543.
- [5] K.Tanizawa A.Hirose: "Performance Analysis of Steepest-Descent-Based Feedback Control of Tunable Dispersion Compensator for Adaptive Dispersion Compensation in All-Optical Dynamic Routing Networks," IEEE J. Lightwave Technol., 25, 4 (2007) 1086-1094.

国際会議論文

- [6] K.Tanizawa A.Hirose: "Optimal Control of Tunable PMD Compensator Using Random Step Size Hill-Climbing Method," Optical Fiber Communication Conference and Exposition / National Fiber Optic Engineers Conference (OFC/NFOEC) 2008, Proc. (Feb. 25-28, 2008, San Diego) JThA75.
- [7] A.Hirose S.Masuyama K.Yasuda: "High-resolution walled-LTSA-array ground penetrating radar system using adaptive complex-valued self-organizing-map processing," Asia Pacific Microwave Conf. (APMC) 2007 Bangkok, Proc. (Dec. 11-14, 2007, Bangkok) TH-P1-D5.
- [8] T.Nishino M.Ueki A.Hirose: "Adaptive beamforming in superdirectional acoustic systems," Symposium on Ultrasonic Electronics (USE) 2008 Tsukuba, Proc. (Nov.

- 14-16, 2007, Tsukuba) 1-10P-58.
- [9] T.Nishino R.Yamaki A.Hirose: "Phase singular point elimination in ultrasonic images based on complex-valued Markov random field model," Symposium on Ultrasonic Electronics (USE) 2008 Tsukuba, Proc. (Nov. 14-16, 2007, Tsukuba) 3-02P-11.
- [10] J.Koyama M.Kato A.Hirose: "Handwritten character distinction method inspired by human vision mechanism," Int'l Conf. on Neural Inform. Processing (ICONIP) 2007 Kitakyushu, Proc. (Nov. 13-16, 2007 Kitakyushu) FMF-5.
- [11] Y.Azuma A.Hirose: "Influence of neural delay in sensorimotor systems on the control performance and mechanism in bicycle riding," Int'l Conf. on Neural Inform. Processing (ICONIP) 2007 Kitakyushu, Proc. (Nov. 13-16, 2007 Kitakyushu) TP-11.
- [12] A.Hirose S.Masuyama: "UWB measurement, complex-amplitude texture, and Walled-LTSA array in plastic landmine visualization," Int'l Conf. on Ultra Wideband (UWB) 2007 Singapore, Proc. (Sept. 24-29, 2007, Singapore) MO1-6.
- [13] C.S.Tay K.Tanizawa A.Hirose: "Error Reduction in Holographic Movies using a Hybrid Learning Method in Coherent Neural Networks," Int'l Conf. on Artificial Neural Netw. (ICANN) 2007 Porto, Proc. (Aug. 20-24, 2007, Niigata) 812-815.
- [14] R.Yamaki A.Hirose: "Weighted singular unit restoration in interferograms based on complex-valued MRF model for phase unwrapping," Int'l Symposium on Antennas and Propagation (ISAP) 2007 Niigata, Proc. (Oct. 3-5, 2006, Hong Kong) 49-58.
- [15] S.Tan A.Hirose: "Leaky Integration Weight Prediction for TDD Adaptive Antenna Base Station in Fast Time Selective Fading Channel," Int'l Symposium on Antennas and Propagation (ISAP) 2007 Niigata, Proc. (Aug. 20-24, 2007, Niigata) 744-747.
- [16] S.Masuyama K.Yasuda A.Hirose: "Removal of direct coupling in an Walled-LTSA array for visualizing plastic landmines," Int'l Symposium on Antennas and Propagation (ISAP) 2007 Niigata, Proc. (Aug. 20-24, 2007, Niigata) 1238-1241.
- [17] K.Tanizawa A.Hirose: "Adaptive Steepest-Descent-Feedback Control of Tunable Dispersion Compensators using A Three-Point Sampling Method in Time-Domain Waveforms," Optoelectronics and Commun. Conf. (OECC) 2007 Yokohama, Proc. (July 9-13, 2007, Yokohama) 13B4-3.
- [18] T.Nishino R.Yamaki A.Hirose: "Three-dimensional Imaging by using singularity-spreading phase unwrapping method," Int'l Symposium on Acoustical Imaging (AI) 2007 Kamakura, Proc. (April 16-18, 2007, Kamakura) 1-a-6.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [19] 北原邦紀 廣瀬明: "相互情報量に修飾された自己組織化マップによる概念構築," 信学会ニューロコンピューティング研究会, .NC2007-197 (2008-3, Tokyo).
- [20] 小山 純平 加藤 雅弘 廣瀬 明: "人間の視覚機構に想起された手書き文字の判別," 信学会ニューロコンピューティング研究会, .NC2007-151 (2008-3, Tokyo).
- [21] 西野智弘 山城遼 廣瀬明: "複素マルコフランダムフィールドモデルに基づく超音波得画像のフィルタリング," 日本超音波医学会基礎技術研究会, Proc. (July 2007, Sapporo) AI2007-2-2.
- [22] 山城 遼 廣瀬 明: "複素マルコフランダムフィールドモデルに基づく位相特異点構成画素群の復元," 信学会/電気学会電磁界理論研究会, EMT-07-120 (Oct. 2007, Matsuyama).
- [23] R.Yamaki A.Hirose, "Singular unit restoration based on CMRF model in interferograms for phase unwrapping," Symposium on Remote Sensing for Environmental Sciences (RESES) 2007 Nasu, Proc. (Aug. 31 - Sept. 2, 2007, Nasu).
- [24] A.Hirose: "A Complex-valued neural network in radars -- Complex-valued self-organizing map to visualize plastic landmines," Symposium on Remote Sensing for Environmental Sciences (RESES) 2007 Nasu, Proc. (Aug. 31 - Sept. 2, 2007, Nasu).
- [25] 谷澤 健 廣瀬 明: "偏波モード分散適応補償のためのランダムステップ幅山登り法を用いた偏波モード分散補償器フィードバック制御の検討," 信学会光通信システム研究会、OCS2007-30 (2007-7) (Mishima).
- [26] D.Radenamad T.Takano A.Hirose: "Simulation study on the beam scanning of a partially driven phased array antenna," 信学会アンテナ・伝搬研究会, AP2007-61 (2007-7, Sapporo).
- [27] 岡本洋平 廣瀬明: "広帯域可変指向性アンテナ," 2008 信学総大, B-1-239 (2008) 239 Kitakyushu.
- [28] 仲野幸真 廣瀬明: "均等重み相関法によるプラスチック地雷可視化システムの性能改善," 2008 信学総大, CS-1-3 (2008) S5-S6 Kitakyushu.
- [29] 山城遼 廣瀬明: "合成開講レーダインタフェロメトリにおける位相特異点の除去," 2008 信学総大, CS-1-5 (2008) S9-S10 Kitakyushu.
- [30] 西野智弘 植木雅司 廣瀬明: "超音波フェイズドアレイによる適応的ビームフォーミングにおける振り角の増強," 2008 信学総大, A-11-7 (2008) 222

Kitakyushu.

- [31] 山城遼 廣瀬明: “複素マルコフランダムフィールドモデルに基づく位相特異点構成画素群の復元,” 2007 信学ソ大, C-1-4 (2007) 4 Tottori.
- [32] 谷澤 健 廣瀬 明: “最急降下法を用いた可変偏波モード分散補償器の高速制御,” 2007 信学ソ大, BCS-2-9 (2007) S-33-34 Tottori.
- [33] 西野智弘 山城遼 廣瀬明: “複素マルコフランダムフィールドモデルに基づく位相特異点の除去,” 2007 信学ソ大, A-11-4 (2007) 179 Tottori.
- [34] 廣瀬明 植木雅司 西野智弘: “超指向性音響システムにおける適応的ビームフォーミングの提案,” 2007 信学ソ大, A-11-3 (2007) 178 Tottori.
- [35] T.Nishino R.Yamaki A.Hirose: “Ultrasonic imaging by using singularity-spreading phase unwrapping method,” University of Tokyo Forum 2007, Seoul (June, 2007, Seoul).
- [36] 廣瀬 明: “知的レーダシステム —ラテライト土質でのプラスチック地雷可視化実験—,” 東北大学・電気通信研究所「知的ナノ集積システム」共同プロジェクト研究会 (Dec. 17-18, 2007, Sendai).
- [37] A.Hirose: “A radar system with signal processing based on complex-valued neural networks,” FCS Symposium, Nagoya University COE Program, (March 3-4, 2008, Nagoya).

特許

- [38] 廣瀬明、小山純平、加藤雅弘: “画像処理装置及び画像処理プログラム,” 特許出願, 特願 2007-167198.

その他

- [39] (書評) G.M.Gerogiou: Book Review on A.Hirose, "Complex-Valued Neural Networks," IEEE Trans. on Neural Netw., 19, 3 (2008) 544.

山下研究室

Yamashita Laboratory

(<http://www.sagnac.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況

Current Research Projects

1. カーボンナノチューブ光デバイス

山下真司・マルチネス アモス・柏木謙・垂水規泰・
西村基・辻真大

Photonic Devices based on Carbon Nanotubes

**S. YAMASHITA, A. MARTINEZ, K. KASHIWAGI,
N. TARUMI, M. NISHIMURA, M. TSUJI**

カーボンナノチューブ (CNT) を用いたデバイスの研究を行っている。CNT の可飽和吸収性を用いた受動モード同期短パルスファイバレーザの研究を進めた。CNT は熱に弱いという問題があるが、D シェイプ光ファイバを CNT と組み合わせて相互作用長を長くすることにより、パルスエネルギー6.5nJ、平均パワー250 mW という高出力パルスレーザを実現した。また、CNT をポリマー (PMMA) にドーブし、可飽和吸収特性を確認した。現在はこの CNT ドープポリマーの光ファイバ化を試みている。さらに、CNT 光デバイスの新しい作製方法として、光照射により CNT を吸着させる方法を研究している。作製条件により薄膜だけではなく球状の構造ができること、また光ファイバの端面だけではなくエバネッセント波によりテーパ光ファイバ側面にも吸着させることができることを示した。

We have been studying the novel photonic devices using carbon nanotubes (CNT). We studied passively mode-locked fiber lasers using saturable absorption property of CNT. CNT thin film suffers from the optical power induced thermal damage. We proposed a new configuration based on the evanescent field interaction of the propagating light with CNTs on D-shaped fibers. We achieved the pulse energy as high as 6.5nJ and the average power as high as 250mW. We also observed saturable absorption in CNT-Polymer (PMMA) composites. We are now trying to realize the CNT-doped polymer fibers. Lastly, we have been inventing a new fabrication method of CNT devices by means of optical manipulation. By changing the fabrication condition, we found that the complicated structures such as CNT spheres are formed onto the fiber end. Also, we found that CNT layer is formed around the tapered fiber through the evanescent field.

2. 高速・広帯域波長可変光ファイバレーザ

山下真司・小西諒正・中崎裕一・草刈修

Fast and Widely Tunable Fiber Lasers

**S. YAMASHITA, R. KONISHI, Y. NAKAZAKI,
O. KUSAKARI**

共振器中の分散を利用することで広帯域かつ高速に波長を掃引できるモード同期ファイバレーザの研究を進め

ている。今年度は、波長 1.5 μ m 帯のリング型レーザを光ファイバグレーティング (FBG) センサシステムの光源として応用し、高速波長掃引特性を生かして動的な歪みの検出に成功している。光コヒーレンストモグラフィ (OCT) への応用も検討している。また、アイソレータが不要なリニア型レーザでも 70nm の波長範囲を 20kHz の繰り返し周波数で掃引できた。現在、波長 800nm 帯でのリニア型レーザの実現を試みている。

We have been studying a widely and fast wavelength-tunable mode-locked fiber laser using intracavity dispersion. This year, we applied the ring laser at 1.5 μ m wavelength region to the fiber Bragg grating (FBG) sensor system, and succeeded in detecting dynamic strain owing to its fast tuning capability. We are applying it to the optical coherence tomography (OCT) systems. We are also investigating the linear laser configuration which isolators can be omitted, and realized the tuning range up of 70nm at the sweep rate of 20kHz. We are trying to make the linear laser at 800nm wavelength region.

3. 光ファイバグレーティング (FBG)

山下真司・樊向軍

Fiber Bragg Gratings (FBG)

S. YAMASHITA, X. FAN

光ファイバをテーパ化などにより変形させることで、ユニフォームな位相マスクを使いながらチャープなどの機能性光ファイバグレーティング (FBG) を実現する研究を進めた。テーパ光ファイバ上に FBG を形成し、リニアチャープ FBG が実現でき、テーパの度合によりチャープ幅が変化させられることを確認した。サンプリングなどの更なる高機能化を試みている。

We are investigating to realize highly functional fiber Bragg gratings (FBG) such as chirped or sampled FBG using the uniform phase mask and deformed fiber. As the first step, we fabricated FBGs on tapered fibers, and confirmed that the linearly chirped FBGs are realized and the bandwidth is proportional to the steepness of the tapered regions.

4. スロット導波路デバイス

山下真司・柏木謙

Slotted Waveguide Devices

S. YAMASHITA, K. KASHIWAGI

Silicon-on-insulator 基板上のシリコンスロット導波路の温度無依存化について研究を行った。石英ガラスとシリコンの正の温度光学係数を、上部クラッドとスロット部のポリメチルメタクリレートの負の温度光学係数により補償可能であることを示した。スロット幅という新しい導波路の設計自由度を生かして、高さ 250nm 固定のまま、複数の導波路構造により温度無依存導波路が実現可能であることを示した。

We numerically analyzed athermal silicon-slotted waveguides on silicon-on-insulator substrates. PMMA, whose

thermo-optic coefficient (TO) is negative, was used for cladding and slot part to compensate positive TO coefficients of silicon-dioxide and silicon. By changing slot widths, new degree of freedom for waveguide design, temperature insensitive waveguides were realized in several structures without changing the heights of the waveguides.

5. 高非線形光ファイバの応用

山下真司・関享太・高橋和也

Application of Highly Nonlinear Fibers S. YAMASHITA, R. SEKI, K. TAKAHASHI

光ファイバの非線形性を利用した種々の光デバイスの研究を進めている。今年度は、ビスマスガラス高非線形光ファイバ(Bi-HNLF)におけるパラメトリック増幅(PA)を世界で初めて実現することに成功した。非常に大きな1次と3次分散(β_2, β_4)のため、Bi-HNLFでのPAは非常に狭帯域であり、そのピーク波長はポンプ波長に比例して変化することを見いだした。2mのBi-HNLFを用いた実験で58dBの利得と0.75nmの帯域幅を観測した。

We have been studying various nonlinear fiber devices. This year, we succeeded in realizing parametric amplification (PA) in Bismuth-Oxide-based highly nonlinear fiber (Bi-HNLF) for the first time. Due to the large β_4 along with large β_2 , PA in the Bi-HNLF is very narrowband, and its gain peak wavelength is tunable in proportional to the pump wavelength. We achieved the gain bandwidth as narrow as 0.75nm and gain peak as high as 58dB in the experiment using a 2m-long Bi-HNLF.

6. 多波長コム光源

山下真司・トーウエイヘン

Multiwavelength Comb Light Sources S. YAMASHITA, W. H. TOH

広帯域な多波長光源は光ファイバ通信・光計測応用で重要である。本研究では、半導体レーザに直接強度・位相変調を与えることによる多波長光源を検討している。この方式は外部変調器などを必要としない簡易な方式である。シミュレーションおよび直接変調用半導体レーザとRFシンセサイザを用いた実験の結果、10GHz間隔で10本程度の平坦な多波長光発生を実現した。さらに、10Gb/sの光ファイバ通信用光源として用いることができることを確認した。

Wideband multiwavelength comb sources are important both in optical communications and sensings. We are investigating a comb source using simultaneous intensity/phase modulations by direct injection current modulation. This method features simple construction without need for external modulators. We have succeeded in flat comb generation of ~10 lines spaced at 10GHz, and confirmed that a line can be used as a carrier of 10Gb/s optical signals.

論文・著書一覧 (2007年度) Publications List

研究論文

- [1] Y. W. Song, S. Yamashita, E. Einarsson, and S. Maruyama, "All-fiber pulsed lasers passively mode-locked by transferable vertically aligned Carbon nanotube film," *Optics Letters*, vol.32, no.11, pp.1399-1401, Apr. 2007.
- [2] Y. W. Song and S. Yamashita, "A tester for carbon nanotube mode lockers," *Japanese Journal of Applied Physics, Part 1*, vol.46, no.5A, pp.3111-3113, May 2007.
- [3] K. T. Dinh and S. Yamashita, "Realization of channel-spacing-tunable multiwavelength fiber laser by tuning chirp rate of strongly chirped sampled fiber Bragg gratings," *Japanese Journal of Applied Physics, Part 1*, vol.46, no.6A, pp. 3448-3451, June 2007.
- [4] K. Kashiwagi and S. Yamashita, "Optically manipulated deposition of Carbon Nanotubes onto optical fiber end," *Japanese Journal of Applied Physics*, vol. 46, no. 40, pp.L988-L990, Oct. 2007.
- [5] K. T. Dinh, Y. W. Song, S. Y. Set and S. Yamashita, "Realization of all-fiber tunable filter and high optical power blocker using thinned fiber Bragg gratings coated with carbon nanotubes," *Applied Physics Express*, no.012008, Jan. 2008.
- [6] Y. W. Song, S. Yamashita, and S. Maruyama, "Single-walled carbon nanotubes for high-energy optical pulse formation", *Applied Physics Letters*, vol.92, no.2, pp.021115-1-3, Jan. 2008.
- [7] K. Kashiwagi, S. Yamashita, and S. Y. Set, "Optically formed carbon nanotube sphere," *Optics Express*, vol. 16, no.4, pp.2528-2532, Feb. 2008.

国際会議論文

- [8] K. Kashiwagi, S. Yamashita, and S. Y. Set, "Optical reflectometry for in-situ monitoring of carbon nanotubes deposition by optical tweezers," *Conference on Lasers and Electro Optics (CLEO 2007)*, no.JThD82, May 2007.
- [9] K. T. Dinh and S. Yamashita, "Dispersion tuning of chirped sampled fiber Bragg gratings by controlling only duty ratios," *Conference on Lasers and Electro Optics (CLEO 2007)*, no.JTuA79, May 2007.
- [10] K. Kashiwagi, S. Yamashita, and S. Y. Set. "Optical formation of Carbon Nanotube sphere," *Conference on Nanophotonics (NANO 2007)*, Hangzhou, China, June 2007.
- [11] S. Yamashita and H. Kuno, "Comparison of wavelength converters composed of HNL-DSF and Bi-HNLF by a

new figure-of-merit,” Optical Electronics and Communications Conf. (OECC'2007), no.13C1-2, July 2007.

- [12] N. Tarumi, Y. W. Song, and S. Yamashita, “Passively mode-locked Bi-EDF laser using nonlinear polarization-rotation technique,” Optical Electronics and Communications Conf. (OECC'2007), no.13C4-1, July 2007.
- [13] S. Yamashita, “Photonic applications of carbon nanotubes (invited)” The 10th Asia Pacific Physics Conference, no.Cb2-1.001, Aug. 2007.
- [14] Y. W. Song, K. H. Fong, S. Yamashita, “Laser mode locking by carbon nanotubes dispersed in Sol-Gel glass matrix,” The 7th Pacific Rim Conference on Laser and Electro-Optics (CLEO/Pacific Rim) 2007, Aug. 2007.
- [15] Y. W. Song, E. Einarsson, S. Yamashita, S. Maruyama, “6.5-nJ pulse formation by single-walled carbon nanotubes”, Nonlinear Photonics 2007, no.NTuA6, Sept. 2007.
- [16] K. Kashiwagi, S. Yamashita, and S. Y. Set. “Deposition process monitoring for optimum Carbon Nanotube thin film condition control,” Nonlinear Photonics 2007, no.NTuA7, Sept. 2007.
- [17] R. Konishi, S. Yamashita, and K. Hsu, “Widely and fast wavelength-tunable mode-locked linear cavity fiber laser,” Micro-Optics Conference (MOC'07), no.L7, Oct. 2007.
- [18] S. Yamashita, “Carbon-nanotube-based photonic devices (invited)” Asia-Pacific Optical Communications (APOC) 2007, no.6782-68, Nov. 2007.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [19] 久野裕之, 山下真司, “新たな Figure-of-Merit の提案による HNL-DSF 及び Bi-HNLF を用いた波長変換器の性能比較,” 電子情報通信学会光エレクトロニクス研究会(OPE), no.OPE2007-10, May. 2007.
- [20] 垂水規泰, 山下真司, “非線形偏波回転法を用いたビスマスエルビウムドープファイバーからの受動モード同期レーザ,” 電子情報通信学会光エレクトロニクス研究会(OPE), no.OPE2007-11, May. 2007.
- [21] 柏木謙, 山下真司, セットジイオン, “光によるカーボンナノチューブ堆積のための光リフレクトメトリモニタリング,” 2007 年電子情報通信学会ソサエティ大会, no.C-3-52, Sept. 2007.
- [22] 小西諒生, 山下真司, Kevin Hsu, “直線型共振器を用いた広帯域・高速波長可変モード同期ファイバレーザ,” 2007 年電子情報通信学会ソサエティ大会, no.C-4-4, Sept. 2007.
- [23] 山下真司, “カーボンナノチューブを用いたフェムト秒光ファイバレーザの開発と展望 (招待講演),”

第28回日本化学会九州支部シンポジウム/第70回有機デバイス研究会, Nov. 2007.

- [24] 山下真司, “カーボンナノチューブを利用した短パルス光ファイバレーザ (招待講演),” レーザー学会学術講演会第28回年次大会, Jan. 2008, no.F3-31aIV1.
- [25] 内田翔, A.Martinez, Y.-W.Song, 石樽崇明, 山下真司, “カーボンナノチューブ - PMMA コンポジットとその可飽和光吸収特性,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-3-8, Mar. 2008.
- [26] 柏木謙, 山下真司, セットジイオン, “カーボンナノチューブ可飽和吸収量最適化のための堆積量モニタリング,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-3-9, Mar. 2008.
- [27] 垂水規泰, 山下真司, “カーボンナノチューブを用いた受動モード同期ビスマスガラス系エルビウムドープファイバレーザ,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-4-2, Mar. 2008.
- [28] Y.-W. Song, S. Yamashita, S. Maruyama, “Single stage high-energy pulse generation by single-walled carbon nanotubes,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-4-3, Mar. 2008.
- [29] 草刈修, 山下真司, “光ファイバ増幅器と強度変調器を用いた高速広帯域波長可変モード同期レーザ,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-4-32, Mar. 2008.
- [30] 中崎裕一, 山下真司, “共振器中の分散を利用した高速・広帯域波長可変モード同期ファイバレーザの FBG センサ応用,” 電子情報通信学会 2008 年総合大会, no.C-4-35, Mar. 2008.
- [31] 内田翔, A.Martinez, Y.-W.Song, 石樽崇明, 山下真司, “カーボンナノチューブ - PMMA コンポジットの作製とその可飽和光吸収特性,” 2008 年春季第 55 回応用物理学会学術講演会, no.28a-L-9, Mar. 2008.
- [32] 中崎裕一, 山下真司, “共振器中の分散を利用した高速・広帯域波長可変モードロックファイバレーザの FBG センサへの応用,” 電子情報通信学会光エレクトロニクス研究会(OPE), no. OPE2007-188, Mar. 2008.

大津・八井研究室
Ohtsu & Yatsui Laboratory
(<http://uuu.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

1. ナノフォトニックデバイス

大津元一・八井 崇・山崎俊輔・田中俊輔・山本巧・
杉山博紀・大政純・金子昌賢

Nanophotonic Devices

**M. OHTSU, T. YATSUI, S. YAMAZAKI, S.
TANAKA, T. YAMAMOTO, H. SUGIYAMA, J.
OHMASA, and S. E. KANEKO**

将来の超高速、超大容量の光システムを支えるために、光の回折限界を超えて光波長以下の寸法をもつ新機能の光デバイス、すなわちナノフォトニックデバイスの実現のための研究を行っている。これはナノ寸法物質間の近接場光エネルギー移動を利用する。数個の量子ドットを用いた光スイッチの他、デジタル論理ゲート、A/D変換器、ナノ集光器、バッファメモリなどを提案し、CuCl量子ドットやZnO量子井戸、InAlAs量子ドットを用いた動作確認、特に非線形光学特性について実験、理論により評価した。その結果、単一光子動作、金属微粒子付着により出力信号強度増大を確認した。さらにこれらを新しい光子コンピュータ、光通信システム、情報セキュリティシステムへ応用する可能性について検討した。また、光による磁化反転実験、近接場光相互作用にみられる非断熱過程を利用した光/光エネルギー変換、光/電気エネルギー変換の実験も行った。

Nanophotonic devices, i.e., sub-wavelength sized (beyond diffraction limit) photonic devices with novel functions, are studied in order to support future ultrahigh speed and ultralarge capacity optical systems. Optical near field energy transfer between nanometric particles are utilized for their operations. We proposed novel devices composed of a few quantum dots, e.g., a nanophotonic switch, digital logic gates, an A/D converter, an optical nano-fountain, and an optical buffer memory. Their operations and nonlinear optical properties were experimentally and theoretically evaluated using CuCl quantum dots, ZnO quantum wells, and InAlAs quantum dots. Single photon operation and increase in output signal intensity by attaching a metallic nanoparticle were confirmed. Possibilities of realizing a novel nanophotonic computer, an optical communication system, and an information security system using these devices were studied. Further, experiments on optical inversion of magnetization were carried out. Finally, experiments on optical/optical energy conversion and optical/electrical energy conversion were carried out based on nonadiabatic photochemical process induced by optical near field interactions.

2. ナノフォトニック加工

大津元一・八井 崇・北村心・丁亨洙・高橋永久

Nanophotonic Fabrication

**M. OHTSU, T. YATSUI, K. KITAMURA, H.S.
JEONG, and T. TAKAHASHI**

ナノフォトニックデバイスを作製し、それらを集積化するためのナノ寸法微細加工法を研究している。作製されるナノ物質の寸法、位置の精度を高く保つために近接場光と物質との局所的光化学反応を利用し、化学気相堆積、脱離、リソグラフィ、エッチングを開発している。特に我々の見出した近接場光特有の非断熱過程をリソグラフィに応用し、その装置を開発した。それを用いて、多重露光、回路パターン複製などを行った。さらにまたX線用回折格子、ナノフォトニックデバイスの2次元配列などを作製した。

Nanophotonic fabrication, i.e., fabrication for realizing nanometer-sized materials, is studied in order to realize nanophotonic devices and their integration. Local photochemical reactions between optical near fields and molecules are utilized for ultrahigh accuracies in sizes and positions of fabricated materials. Photochemical vapor deposition, desorption, photolithography, and etching are developed. A nonadiabatic process, which we have found, was applied to photolithography and a proto-type of the lithography system was assembled. Using this system, multiple-exposure, fabrication of a replica of an electronic circuit pattern, etc. were carried out. Further, a diffraction grating for a soft X ray and two-dimensional array of nanophotonic devices were fabricated.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] M. Naruse, T. Yatsui, T. Kawazoe, Y. Akao, and M. Ohtsu, "Design and simulation of a nanophotonic traceable memory using localized energy dissipation and hierarchy of optical near-field interactions," IEEE Transactions on Nanotechnology, Vol. 7, No. 1, pp14-19, <2008>
- [2] N. Tate, W. Nomura, T. Yatsui, M. Naruse, and M. Ohtsu, "Hierarchical hologram based on optical near- and far-field responses," Opt. Express, Vol.16, No.2, pp.607-612 (selected for Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology -- Volume 17, Issue 7), <2008>
- [3] T. Kawazoe, M. Ohtsu, Y. Inao. And R. Kuroda, "Exposure dependence of the developed depth in nonadiabatic photolithography using visible optical near fields," Journal of Nanophotonics, Vol. 1, pp.011595 1-9, <2007>
- [4] M. Ohtsu, "Nanophotonics in Japan," Journal of Nanophotonics, Vol. 1, pp.011590 1-7, <2007>
- [5] W. Nomura, T. Yatsui, T. Kawazoe, and M. Ohtsu, "The observation of dissipated optical energy transfer between CdSe quantum dots," Journal of Nanophotonics, Vol. 1, pp.011591 1-7, <2007>
- [6] T. Yatsui, T. Kawazoe, K. Kobayashi, and M. Ohtsu, "Near-field components and evaluation of photoluminescence in silicon nanostructures," Journal of Nanophotonics, Vol. 1, pp.011550 1-5, <2007>
- [7] T. Yatsui, W. Nomura, and M. Ohtsu, "Metallized slit-shaped pyramidal Si probe with extremely high resolution for 1.5-Tbit/in² density near-field optical storage," Journal of Nanophotonics, Vol. 1, pp.011570 1-7,<2007>
- [8] M. Naruse, T. Yatsui, H. Hori, K. Kitamura, and M. Ohtsu, "Generating small-scale structures from large-scale ones via optical near-field interactions," Optics Express, Vol. 15, No. 19, < 2007 > pp.11791-11797 (selected for Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology Vol. 16, Iss. 18, and The Virtual Journal of Biomedical Optics, Vol. 2, Iss. 10, 2007) <2007>
- [9] S. Mononobe, and M. Ohtsu, "Electroless Nickel Plating Aqueous Solution Containing Additive Ammonium Chloride to Fabricate a Near-Field Optical Probe with a Tip Protruding from Nickel Film," Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 46, No. 9B, pp.6258-6259, <2007>

- [10] T. Yatsui, S. Sangu, T. Kawazoe, M. Ohtsu, S. J. An, J. Yoo, and G.-C. Yi, "Nanophotonic switch using ZnO nanorod double-quantum-well structures," Applied Physics Letters, Vol. 90, Issue 22, 223110 1-3 (selected for the July, 2007 issue of the Virtual Journal of Ultrafast Science (Volume 6, Issue 7), and June 11, 2007 issue of the Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology). <2007>
- [11] T. Kawazoe, K. Kobayashi, and M. Ohtsu, "Initial Growth Process of a Zn Nanodot Fabricated using Nonadiabatic Near-field Optical CVD," Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol. 20, , pp.129-131 <2007>
- [12] M. Naruse, H. Hori, K. Kobayashi, and M. Ohtsu, "Tamper resistance in optical excitation transfer based on optical near-field interactions," Optics Letters, Vol. 32, Issue 12, pp.1761-1763,<2007>

国際会議論文

- [13] M. Ohtsu, "Nanophotonics", Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics - Advanced Electronics for Quality Life and Society-, Tokyo, Japan, pp.409-419, <2008>
- [14] K. Kitamura, T. Yatsui, M. Ohtsu, and G.-C. Yi, "Fabrication of Vertically Aligned Single - Nanometer - Diameter ZnO Nanorods Using MOVPE with a Two - Step Temperature Growth Method" Abstracts, Materials Research Society, Boston, USA, p.312 (paper number L1.8), <2007>
- [15] T. Yatsui, W. Nomura, T. Kawazoe, and M. Ohtsu, "Nanodot Coupler Using Near - field Energy Transfer Among the Resonant Energy Levels of CdSe Quantum Dots" Abstracts, Materials Research Society, Boston, USA, pp.674-675 (paper number GG6.4) <2007>,
- [16] T. Yatsui, S. Sangu, T. Kawazoe, M. Ohtsu, J. Yoo, S. An, and G.-C. Yi, "One - dimensional Nanophotonic Switch Using ZnO Double - quantum - well Structures" Abstracts, Materials Research Society, Boston, USA, p843 (paper number JJ7.11), <2007>
- [17] M. Naruse, T. Yatsui, H. Hori, K. Kitamura, and M. Ohtsu, "Generating Small - Scale Structures from Large - Scale Ones via Optical Near - field Interactions" Abstracts, Materials Research Society, Boston, USA, p871(paper number KK10.37), <2007>,
- [18] M. Ohtsu, "Nanophotonic devices and fabrication," Abstracts of 212th ECS Meeting, The Electrochemical Society, Washington D.C., USA, p.1199, <2007>,
- [19] M. Ohtsu, "Concepts of nanophotonics," Abstracts of 2007 Japan-Germany Nanophotonics Seminar, Tottori, Japan, pp.7-8, <2007>

- [20] T. Yatsui, "Nanophotonic fabrication and operation using optical near fields," Abstracts of 2007 Japan-Germany Nanophotonics Seminar, Tottori, Japan, pp.40-41, (2007)
- [21] T. Yatsui, G.-C. Yi, and M. Ohtsu, "Progress in developing nanophotonic devices driven by an optical near-field," Proceedings of SPIE, The Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Boston USA ,pp. 677906-1- 677906-8, (paper number 6779-5), [Invited presentation], (2007)
- [22] M. Naruse, and M. Ohtsu, "Hierarchy and energy dissipation in optical near-fields and their system applications," Plasmonics: Nanoimaging, Nanofabrication, and Their Applications III, edited by Satoshi Kawata, Vladimir M. Shalaev, Din-Ping Tsai, Proc. of SPIE Vol. 6642, San Diego,USA, pp.66420N 1-12, (2007)
- [23] M. Ohtsu, "Concepts of nanophotonic devices and fabrications," Abstracts of Optical MEMS & Nanophotonics 2007, International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics, Hualien, Taiwan , p.1, (2007)
- [24] M. Ohtsu, "Nanophotonics," Abstracts of The 6th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics, National Natural Science Foundation of China, Yellow mountain, China , p. 1 [Invited presentation], (2007)
- [25] T. Kawazoe, S. Tanaka, and M. Ohtsu, "Single-Photon Excitation Energy Transfer between Quantum Dots via an Optical Near-Field Interaction," of The 6th Asia-Pacific Conference on Near-Field Optics, National Natural Science Foundation of China, Yellow mountain, China , p. 85, (2007)
- [26] T. Yatsui, G.-C. Yi, and M. Ohtsu, "Progress in developing nanophotonic integrated circuits," The 1-st International Conference on Industrial Applications of Lasers 2007 (INDLAS 2007), National Institute for Laser, Bran, Romania, [Invited presentation], (2007)
- [27] T. Kawazoe, K. Nishibayashi, K. Akahane, N. Yamamoto, and M. Ohtsu, "Observation of the Dark States of Near-field Coupled InAs Quantum Dots Using Optical Near-field Microscopy," Technical digest of the Conference on Lasers and Electro-Optics/Quantum Electronics and Laser Science Conference, Optical Society of America, Baltimore, USA (paper number JThD62), (2007)
- [28] T. Yatsui, S. Sangu, T. Kawazoe, M. Ohtsu, J. Yoo, S. An, and G.-C. Yi, "Nanophotonic switch using one-dimensional ZnO double-quantum-well structures", Technical digest, Optical Society of America, Baltimore, USA, paper number CME6, (2007)

著書

- [29] 大津元一(編著)、「大容量光ストレージ」、オーム社、東京、(212 ページ)、(2008)
- [30] 大津元一(編著)、「ナノフォトリックデバイス・加工」、オーム社、東京、2008年3月、(228 ページ)、(2008)
- [31] 大津元一(監修)、「ナノフォトリックの展開」、米田出版、東京、2007年4月、(178 ページ)、(2007)

総説・解説論文

- [32] 大津元一、川添忠、八井崇、野村航、「ナノフォトリック：物質の衣をまとった光子をそのデバイスへの応用」、レーザー学会誌『レーザー研究』、第36巻、第3号、(pp. 123-127)、(2008)
- [33] 大津元一、「ナノフォトリック技術とその将来=大容量光ストレージの開発事業を例として=」『特集 近接場光を用いた超高密度光ストレージ』、光アイアンズ、第19巻、第4号、(pp. 41-43)、(2008)
- [34] 大津元一、「総論」『特集 ナノフォトリック・イノベーション』、オプトロニクス、第27巻、第314号、(pp. 106-107)、(2008)
- [35] 西林一彦、川添忠、大津元一、「SPMとナノフォトリック」、固体物理、第42巻、第11号、(pp. 823-834)、(2007)
- [36] 大津元一、「光と物質の融合技術の展開」、電子情報通信学会誌、第90巻、第1号、pp. 759-761、(2007)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [37] 八井崇、Gyu-Chul Yi、大津元一、「ZnO 量子構造を用いたナノフォトリックデバイスの進展」、第55回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉(2008)
- [38] 大津元一、「イントロダクトリートーク：ナノフォトリックから見える新しい機能の探求 - エネルギー移動と相互作用-」、第55回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉(2008)
- [39] 山崎俊輔、八井崇、大津元一、「光化学気相堆積法により室温で作製した GaN ナノ微結晶の紫外発光」、第55回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉(2008)
- [40] 沢渡義規、吉沢勝美、赤羽浩一、山本直克、川添忠、大津元一、「MBEを用いた GaAs(001)面上 低密度 InAs 量子ドットのサイズ制御」、第55回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉(2008)
- [41] 丁亨洙、八井崇、大津元一、「ZnO 量子ドット間での近接場エネルギー移動の観察」、第55回

- 応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [42] 野村航、川添忠、大津元一、“光ファイバプローブを用いた非断熱近接場フォトリソグラフィ”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [43] 小池雅人、川添忠、今園孝志、宮内真二、佐野一雄、大津元一、“近接場光リソグラフィ生成 7600 本/mm 多層膜回折格子の 1keV 領域における回折効率評価”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [44] 藤原弘康、川添忠、大津元一、“近赤外励起による DCM 色素分子からの可視発光”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [45] 川添忠、田中俊輔、大津元一、“近接場光顕微鏡による量子ドット間の単一光子励起移動の観測(II)”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [46] 山本巧、川添忠、沢渡義規、吉沢勝美、大津元一、“Au 微粒子による単層 InAs 量子ドットの光学特性制御”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [47] 西林一彦、川添忠、赤羽浩一、山本直克、大津元一、“InAs 量子ドットの近接場発光スペクトルのプローブ開口径依存性”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [48] 川添忠、西林一彦、大津元一、沢渡義規、吉沢勝美、赤羽浩一、山本直克、“近接場光で結合した 2 つの InAs 量子ドット層間のエネルギー移動”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [49] 山本巧、川添忠、沢渡義規、吉沢勝美、大津元一、“Au 微粒子による単層 InAs 量子ドットの光学特性制御”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [50] 山崎俊輔、野村航、川添忠、大津元一、“講演奨励賞受賞記念講演:近接場光によるキャリア励起と光検出器への応用”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [51] 平田和也、多幡能徳、八井崇、野村航、大津元一、“ナノフォトニックポリッシングによるガラス基板の超平坦化”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [52] 堅直也、野村航、八井崇、成瀬誠、大津元一、“近接場光相互作用に基づくナノフォトニックホログラムの情報階層性”、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、千葉 (2008)
- [53] 大津元一、“Nanophotonics”、東京大学、グローバル COE「セキュア・ライフエレクトロニクス」国際シンポジウム、東京 (2008)
- [54] 大津元一、“Nanophotonics”、東京大学、東大-台湾工業技術院共催シンポジウム (2007)
- [55] 大津元一、“ナノフォトニクスがもたらす光技術の質的変革が始まる”、かわさきサイエンス&テクノロジーフォーラム 2007、かながわサイエンスパーク西棟 3 F K S P ホール、神奈川 (2007)
- [56] 大津元一、“ナノフォトによる光デバイスと微細加工”、東京大学ナノ量子情報エレクトロニクス研究機構公開シンポジウム「ナノ量子情報エレクトロニクスシンポジウム」、東京 (2007)
- [57] 大津元一、“基調講演:ナノフォトニクス:デバイス、加工、システムの質的変革”、日本光学会サマーセミナー、富士教育研究所、静岡 (2007)
- [58] 丁亨洙、八井崇、大津元一、“ZnO 量子ドット間における近接場エネルギー移動の観察”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)
- [59] 成瀬誠、八井崇、北村心、堀裕和、大津元一、“近接場光相互作用を用いた微小スケール及びフラクタル構造の生成”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)
- [60] 山本巧、川添忠、大津元一、“Au 微粒子による InAs 量子ドットの光学特性制御”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)
- [61] 山崎俊輔、野村航、川添忠、大津元一、“407nm の光源を用いた GaN-MSM 構造による近接場フォトカレントの観測”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)
- [62] 堅直也、野村航、八井崇、成瀬誠、大津元一、“ナノフォトニック階層的ホログラム”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)
- [63] 北村心、八井崇、大津元一、“ポリイミド基板上への ZnO ナノロッド成長”、第 68 回応用物理学学会学術講演会、北海道工業大学、北海道 (2007)

その他

- [64] 日本-ドイツナノフォトニクスセミナーを開催、米子市、鳥取県 (2007)

1. ファイバグレーティングと光ネットワークへの 応用

菊池 和朗・石川 正紀

Fiber Bragg gratings and their applications to photonic networks

K. Kikuchi and M. Ishikawa

ファイバブラッググレーティング(FBG)は、波長分割多重ネットワークにおいて多彩な応用が可能である。我々のグループではこれまで、FBGを用いた広帯域波長可変フィルタ、多波長可変分散補償デバイスなどを開発してきた。また、任意の特性を持つファイバグレーティングを設計するための逆散乱法アルゴリズムに関する研究を行っており、これを用いて、40Gbit/s信号に対するナイキストフィルタやパルス波形整形器の試作に成功している。

Fiber Bragg Grating (FBG) has various applications in WDM optical networks. We have demonstrated the use of FBG as tunable filters, and 2nd-order and 3rd-order tunable dispersion compensators by applying strain on a uniform FBG. The inverse scattering algorithm has also been developed to design specific fiber gratings. Using the design method, we have succeeded in fabricating Nyquist filters for 40 Gbit/s signals and pulse-waveform reshapers.

1. 超高速光信号処理

菊池 和朗・五十嵐 浩司・K. K. Chow・H. M. Nguyen
All-optical signal processing technologies
K. Kikuchi, Koji Igarashi, and K. K. Chow

2.1 高非線形ファイバ

全光信号処理デバイス応用へ向けて、酸化ビスマス系ガラス光ファイバ (Biファイバ) の研究、開発を行っている。Biファイバは波長 1.55 μm 帯において高い光学的非線形性を示す。これまで、 n_2 の増強、コアの細径化により、 $\gamma = 1360\text{W}^{-1}\text{km}^{-1}$ の高非線形性を達成している。今年度はこのファイバにフォトニック結晶(PCF)構造を導入し、分散の低減を計った。このファイバを用いて、OTDM信号の時間多重分離、全光学的波長変換などの全光学的信号処理を実現した。短尺であるためデバイスの安定度は大幅に向上し、160Gbit/sでの動作に見通しが得られた。

We study a Bismuth Oxide-based glass fiber (Bi-fiber) aiming at applications to all-optical signal processing. Bi fibers with $\gamma > 1000\text{W}^{-1}\text{km}^{-1}$ have been fabricated by enhancement of n_2 as well as reduction of the effective core area. In this year, we have succeeded in the reduction of the

group-velocity dispersion, introducing the photonic-crystal structure. With such a fiber, we have demonstrated data demultiplexing of OTDM signals and all-optical wavelength conversion. Owing to the short fiber length, device stability is greatly improved, and operation at 160 Gbit/s becomes feasible.

2.2 OTDM用超短光パルスの発生

160 Gbit/s OTDMシステムに適用可能な10 GHz高性能光パルス列の発生には、モード同期ファイバレーザを使用するのが一般的である。しかし、この方式は構造が複雑であり、実システム応用には不向きである。今回、我々は、簡易構成かつ高品質な10 GHz光パルス列の発生法として、光周波数コム発生器と光フィルタを用いる方式を提案した。本方式を用いて1530 nmから1555 nmの波長範囲において高品質10 GHz 2 psパルス列発生に成功した。このパルス列を時間多重することによって160 Gbit/s OTDM信号を発生することができる。時間多重分離とBER測定を通じて、この信号の品質が良好なことが示されている。

The fiber mode-locking scheme is the most common technique for generation of high quality pulse trains applicable to 160-Gbit/s OTDM systems; however, its rather complicated configuration is not suitable to practical systems. We have proposed a much simple scheme of 10-GHz picosecond pulse generation based on an optical frequency comb generation and an optical filtering. Using our proposed scheme, we obtain a 10-GHz, 2-ps pulse train from 1530 nm to 1555 nm. The high quality of the 10-GHz pulse train enables to multiplex it to a 160-Gbps OTDM signal.

2.3 160Gbps OTDMシステム

160 Gbps OTDM伝送システムに関しては、個々のデバイス・サブシステムの性能を評価するフェイズから、システム全体の性能を明らかにするフェイズに入ってきている。我々は、OTDMシステムに必要なクロック再生・多重分離・波形等価といった機能を独自の提案手法に基づき実現し、OTDM伝送システムとして評価している。

クロック再生・多重分離機能については、周波数領域での光信号処理に基づく方式を提案した。この方式に基づきLN位相変調器を用いて160 Gbps OTDM受信器を実現し、低雑音・高安定動作を実現している。特に、クロック再生回路は-40 dBmの超高感度動作が可能であり、著しい信号波形劣化が生じても動作することを示している。

また、160 Gbit/s OTDM信号の長距離伝送では、ファイバの分散やアンプ・光フィルタの帯域制限などによって信号波形が著しく劣化する。これら線形歪みを抑圧するために、任意伝達関数を実現可能な光FIRフィルタの研究・開発を行っている。既に、4タップ光FIRを用いたナイキストフィルタを実現している。

The interest in researches of 160-Gbps OTDM transmission systems moves toward evaluation of the overall performance of systems from development of each device and sub-system. We have proposed novel techniques for clock recovery,

optical time-division demultiplexing and signal equalization, which are absolutely necessary functions for OTDM systems. Using our proposal scheme, we have evaluated the overall performance of 160-Gbps OTDM transmission systems.

Our proposal technique for clock recovery and demultiplexing functions is based on optical signal processing in the optical frequency domain. Using LN phase modulators, we have demonstrated high-stable low-noise 160-Gbps OTDM receivers. Note that the clock recovery circuit can work well even for the received power lower than -40 dBm and the seriously degraded signal due to fiber dispersion.

The most critical issue in the long-haul fiber transmission of 160-Gbit/s OTDM signals is the remarkable distortion of the optical signals after transmission. Optical equalization based on an optical Finite Impulse Response (FIR) filter is efficient technique for suppression of such signal distortion, because such filter with enough number of taps can directly produce an arbitrary transfer function. Using 4-tap optical FIR filters, we have successfully demonstrated a Nyquist filter.

2. コヒーレント光通信技術

菊池和朗・加藤 一弘・五十嵐 浩司・森洋二郎・張 超

Coherent optical communication technologies

K. Kikuchi, K. Katoh, K. Igarashi, Y. Mori, and C. Zhang

今後、光周波数利用効率の極限的な改善をはかる場合、変復調方式に関する再検討を行うことが重要である。我々は、デジタル・コヒーレント光受信器を提案し、これを用いた多値光変復調方式の研究を進めている。ホモダイン受信信号を高速 AD 変換器でデジタル信号に変換した後、デジタル信号処理を行なってキャリア位相を推定することにより、どのような変調フォーマットにでも対応することが可能になった。10Gsymbol/s で、2, 4, 8 相 PSK 信号の復調に成功しているほか、直交デュオバイナリ変復調により、偏波あたり 4bit/s/Hz のスペクトル利用効率を達成している。また、電気段での分散、非線形性の等化技術に関しても研究を進めている。さらに、20-Gbit/s QPSK DWDM 信号を 1,000km に亘って伝送し、複素振幅の解析により、伝送性能の劣化要因を明確化した。

さらに 16QAM 信号の伝送、時間多重分離機能を用いた 160Gsymbol/s 信号の復調などに成果を上げている。

The efficient use of the optical spectrum is one of the most important issues in the next-generation broadband optical network. We have proposed the digital coherent receiver, and investigated novel modulation formats with such a receiver. We can cope with any kind of modulation format with digital signal processing on the homodyne-detected electrical signal, which enables carrier phase estimation in the digital domain. We have demonstrated demodulation of 2, 4, and 8 phase-shift keying (PSK) signals. In addition, the quadrature duobinary

modulation with the spectral efficiency of 4 bit/s/Hz/polarization has been demonstrated at 10 Gsymbol/s. Furthermore, electrical equalization of fiber dispersion and nonlinearity is our next target. We have also demonstrated 20-Gbit/s QPSK DWDM transmission over 1,000km, and elucidated the origin of transmission impairments analyzing the complex amplitude with the digital coherent receiver.

We have also succeeded in transmission of 10Gsymbol/s 16QAM signals. In addition, by using the time-division demultiplexing function of the coherent receiver, demodulation of 160-Gsymbol/s multi-level coded signal signals has been demonstrated.

3. 量子情報ネットワーク技術

菊池 和朗・Han Chen Lim

Quantum information network technologies K. Kikuchi and Han Chen Lim

PPLN や光ファイバにおけるパラメトリック自然放出光を用いれば、比較的容易に Entangled 光子対を発生させることができる。このような光子対の効率的発生・伝送・検出、情報処理への応用に関して検討を行なっている。

特に波長多重技術を用いた光量子情報ネットワークの提案を行い、波長を駆使することにより、量子中継の性能が大幅に向上することを示した。また基本技術として、光子波長変換技術や波長多重光子対発生技術の開発に着手している。

Using parametric spontaneous emission from PPLN and optical fibers, we can generate entangled photon pairs. We have studied generation, transmission and detection of entangled photon pairs, and their applications to quantum information processing. Especially, we have proposed wavelength-division multiplexed optical quantum networks, which enable the drastic improvement of quantum repeater characteristics. We have also started the research on photon wavelength conversion and generation of wavelength-division multiplexed photon pairs.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] K. Kikuchi, "Electronic post-compensation for nonlinear phase fluctuations in a 1000-km 20-Gbit/s optical quadrature phase-shift keying transmission system using the digital coherent receiver," *Optics Express*, vol.16, no.2, pp.889-896 (Jan. 2008)
 - [2] Pasu Kaewplung and K. Kikuchi, "Simultaneous cancellation of fiber loss, dispersion, and Kerr effect in ultralong-haul optical fiber transmission by midway optical phase conjugation incorporated with distributed Raman amplification," *J. Lightwave Technol.*, vol.25, no.10, pp.3035-3050 (Nov. 2007)
 - [3] K. K. Chow, K. Kikuchi, T. Nagashima, T. Hasegawa, S. Ohara, and N. Sugimoto, "Four-wave mixing based widely tunable wavelength conversion using 1-m dispersion-shifted bismuth-oxide photonic crystal fiber," *Optics Express*, vol.15, no.23, pp.15418-15423 (Nov. 2007)
 - [4] Budiman Dabarsyah, Chee Seong Goh, Sunil K. Khijwania, S. Y. Set, K. Katoh, and K. Kikuchi, "Adjustable group velocity dispersion and dispersion slope compensation devices with wavelength tunability based on enhanced thermal chirping of fiber Bragg gratings," *J. of Lightwave Technol.*, vol. 25, no. 9, pp. 2711-2718 (Sept. 2007)
- 国際会議報告
- [5] C. Zhang, Y. Mori, K. Igarashi, and K. Kikuchi, "Demodulation of 640-Gbit/s Polarization- multiplexed OTDM QPSK Signals using a Digital Coherent Receiver," in *Optical Fiber Communication Conference, OFC 2008, PDP6, San Diego, CA, USA (Feb. 2008)*.
 - [6] K. Kikuchi, K. Igarashi, Y. Mori, and Chao Zhang, "Demodulation of 320-Gbit/s optical quadrature phase-shift keying signal with digital coherent receiver having time-division demultiplexing function," *Optical Fiber Communication Conference (OFC 2008), OTuO4, San Diego, CA (Feb. 2008)*
 - [7] S.-Y. Kim and, K. Kikuchi, "1,000-km polarization-interleaved WDM transmission of 20-Gbit/s QPSK signals on the frequency grid with 12.5-GHz channel spacing using digital coherent receiver," *European Conference on optical Communication (ECOC 2007), 8.3.2, Berlin, Germany (16-20 Sept. 2007)*
 - [8] K. Kikuchi, Y. Ishikawa and Kazuhiro Katoh, "Coherent demodulation of optical quadrature duobinary signal

with spectral efficiency of 4 bit/s/Hz per polarization," *European Conference on optical Communication (ECOC 2007), 9.3.4, Berlin, Germany (16-20 Sept. 2007)*

- [9] K. Kikuchi, "Optical homodyne receiver comprising phase and polarization diversities with digital signal processing," *2007 IEEE/LEOS Summer Topical Meetings, TuA4.5, Portland, OR, USA (23 - 25 July 2007)*
- [10] K. Kikuchi, "Coherent detection of multi-level coded optical signals," *Optoelectronics and Communications Conference/International Conference on Integrated Optics and Optical Fiber Communication (OECC/IOOC 2007), 11B3-1, Yokohama, Japan (9-13 July 2007)*
- [11] K. Kikuchi, "Digital coherent optical receivers," *Conference on Optical Internet (COIN/ACOFT 2007), WeB3-3, Melbourne, Australia (24-27 June 2007)*
- [12] K. Kikuchi, "Recent progress in coherent optical communications," *International symposium on next-generation lightwave communications, Hong Kong (11-13 June 2007)*

国内学会

- [13] リム ハン チュエン, 吉澤明男, 土田英実, 菊池和朗, "高品質通信波長帯偏光もつれ光子の発生および配送," 春季第 55 回応用物理学関係連合講演会 (2008 年 3 月 27-30 日, 日本大学, 船橋)27p-ZE-14
- [14] 張超, 五十嵐浩司, 加藤一弘, 菊池和朗, "時間多重分離機能を持つデジタルコヒーレント受信器による光 QPSK 信号の復調," 電子情報通信学会総合全国大会 (2008 年 3 月 18-21 日, 北九州研究学園都市) B-10-98
- [15] 森洋二郎, 五十嵐浩司, 加藤一弘, 菊池和朗, "デジタルコヒーレント光受信器における適応等化アルゴリズムを用いた搬送波位相推定," 電子情報通信学会総合全国大会 (2008 年 3 月 18-21 日, 北九州研究学園都市) B-10-99
- [16] 菊池和朗, "コヒーレント光信号処理による分散補償技術," 2007 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 BCS-2-10 (2007 年 9 月 10-14 日, 鳥取)
- [17] リム ハン チュエン, 菊池和朗, "多チャンネル量子もつれ配送ネットワークの容量の上限," 秋季第 68 回応用物理学学会学術講演会 (2007 年 9 月 4-8 日, 北海道工業大学, 札幌)7p-N-8
- [18] 菊池和朗, "デジタルコヒーレントレシーバの最新動向~電氣的等化技術~, " 電子情報通信学会第 2 種研究会, 第 4 回超高速光ネットワークのための光変復調符号化技術に関する研究会 (平成 19 年 7 月 19 日, 米沢)

解説

- [19] 菊池, “コヒーレント光ファイバ通信の復活,” *Oplus E*, vol.29, no.8, pp.11-15 (2007年8月)
- [20] K. Kikuchi, “Coherent optical communication systems,” Chapter 3 in *Optical Fiber Telecommunications VB*, edited by I. P. Kaminow, Tingye Li, and Alan E. Willner, Academic Press, 2008

中野・種村研究室

Nakano and Tanemura Laboratory

(<http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/~nakano/lab/>)

研究現況

Current Research Projects

1. 半導体モノリシック光集積回路とフォトニックネットワーク

中野義昭・杉山正和・種村拓夫・肥後昭男・
清水克宏・S. イブラヒム・塩田倫也・
武田浩司・李凌翰・I. M. ソアーンジ・
藤村拓也・石塚彰

Monolithically Integrated Semiconductor Photonic Circuits and Photonic Networking

Y. NAKANO, M. SUGIYAMA, T. TANEMURA,
A. HIGO, K. SHIMIZU, S. IBRAHIM, T. SHIODA,
K. TAKEDA, L. H. LI, I. M. SOGANCI,
T. FUJIMURA, and A. ISHIZUKA

モノリシック集積された半導体光デバイス／回路では、単体素子では得られない多くの機能や高い性能が実現され得るため、これらは高度な光通信、光情報処理・記録、光計測を行う際の切り札として期待されている。本課題では、新しいモノリシック光集積回路(光 IC)の試作・開発を行うとともに、能動素子／受動素子一括集積技術を研究している。近年は特に、多モード干渉(MMI)カプラと半導体光アンプ(SOA)を集積化したマッハツェンダー干渉計(MZI)型全光スイッチ集積回路の設計と試作に取り組み、有機金属気相エピタキシャル(MOCVD)選択成長による同光回路を世界で初めて実現した。現在は、SOA と MMI を一体化した新型高性能素子の実現に注力している。

並行して、光回路でデジタル処理を可能にする全光フリップフロップの研究も進展し、分布ブラッグ反射型(DBR)MMI 全光フリップフロップの試作を行うとともに、全光フリップフロップと上記の全光ゲートスイッチを利用して、320Gbps 波長多重光パケットの光ラベル処理による全光ルーティング実験に成功した。さらに、多重量子井戸(MQW)活性層に伸張歪みを導入することで、偏波無依存化を実現した。

また、光信号の高速ルーティングを可能にするスケラブルな集積マトリクス光スイッチの研究開発を進めている。2007年度は、新たにフェーズアレイ型半導体1×5光スイッチの試作開発に成功し、広波長帯域性、高速応答性などの基本特性を実証した。同時に、マイクロマシン技術を適用した新型の集積光スイッチや高機能光デバイスの試作開発を進めている。

一方、光集積回路の重要な応用であるフォトニックネットワークノード装置について、産学連携でサブシステムの構築を行い、10Gbps と 40Gbps のビットレートトランスペアレント動作および3ノードによる迂回衝突回避機能などを実証した。2007年度は、JGN2光テストベッド

におけるフィールド伝送実験に成功し、実環境における適用性を実証した。

Monolithically integrated semiconductor optical devices and circuits are the key to advanced optical communication, optical information processing, and optical measurement applications, since they could provide more complex functions and higher performances over discrete devices. In this work, we are studying novel monolithically integrated photonic circuits (PIC) as well as the processing technology for monolithic active/passive integration. Over the past years, we have tackled design and fabrication of a Mach-Zehnder interferometer (MZI) all-optical switch circuit integrating multi-mode interference (MMI) couplers and semiconductor optical amplifiers (SOAs), and successfully realized the circuit by the selective-area metal-organic vapor phase epitaxy (MOCVD) for the first time. Currently, we are pursuing the higher-performance all-optical switch with a novel structure that merges the SOA and MMI.

At the same time, the research on all-optical flip-flop, that is another essential element for photonic digital processing, has made another significant progress; MMI all-optical flip-flops with distributed Bragg reflectors (DBR) have been developed, and they have been utilized with the above mentioned all-optical gate switches to result in successful demonstration of all-optical routing of 320-Gbps WDM optical packets through optical label processing. We have also succeeded in demonstrating polarization-independent operation by introducing tensile strain into the multiple quantum-well (MQW) active layers.

In addition, we have also been working on scalable integrated matrix optical switches that enable fast routing of optical signals. In 2007 academic year, we have fabricated a novel optical phased-array 1x5 switch and demonstrated basic functions such as broadband operation and fast switching response. At the same time, we have also launched a research on micro-machined integrated optical switches and highly functional devices.

Concurrently, as one important application area of the photonic integrated circuits, a photonic network node subsystem has been constructed under university/industry collaboration, where 10/40-Gbps bitrate-transparent operation as well as contention resolution via deflection routing in a 3-node system has been demonstrated. In 2007 academic year, we have succeeded in field-trial transmission over the JGN2 testbed and demonstrated applicability to real systems.

2. 高度量子マイクロ構造に基づく光変調器／光スイッチと光制御デバイス

中野義昭・杉山正和・種村拓夫・肥後昭男・
大谷洋・H. ソダーバンスル・V. R. ハラ

Optical Modulators/Switches and Light-Controlling Devices Based on Advanced Quantum

Microstructures

**Y. NAKANO, M. SUGIYAMA, T. TANEMURA,
A. HIGO, H. OHTANI, H. SODABANLU,
and V. R. JARA**

半導体量子井戸／超格子構造のポテンシャル形状を人工的に原子層オーダーで制御すると、本来半導体の持っていた光物性を大幅に改変することができる。本研究では、そのような人工光物性を利用して、半導体光変調器／光スイッチや光制御デバイスの性能革新を行うことを目的としている。特に、吸収端から離れた透明波長域においても大きな電界屈折率変化の得られる非対称結合量子井戸構造を考案し、InGaAlAs/InP 系材料による実証実験を進めている。また、電界による空乏層の伸縮を通じた屈折率変化を利用した新型の光変調器／光スイッチに注目し、N ドープ濃度の依存性を明らかにした。

一方、将来の超高速全光スイッチに向けて、窒化物ヘテロ構造におけるサブバンド間遷移 (ISBT) の研究を行っており、有機金属気相エピタキシャル成長 (MOCVD) による AlN/GaN 多重量子井戸構造における ISBT 吸収世界最短波長記録を更新するとともに、分子線エピタキシーとのハイブリッド成長により、これまでで最小の光パルスエネルギーによる 1.55 μm 帯の全光スイッチングを実現した。現在、パルスインジェクション法を用いて AlN/GaN 多重量子井戸を低温 MOCVD 成長することに挑戦しており、これが可能になれば全 MOCVD による 1.55 μm 帯 ISBT 量子井戸が実現できる。また、ウェット／ドライハイブリッドエッチング技術による AlN リッジ導波路の伝搬損失低減手法、および新規光スポットサイズ変換器を開発し、スイッチングパワーの更なる低減化に向けて研究を進めている。

By artificial manipulation of potential profiles in semiconductor quantum well and super lattice structures with accuracy of atomic order, one may significantly alter inherent optical properties of semiconductors. The purpose of this research is to bring about innovation in semiconductor optical modulators/switches and light-controlling devices by making use of such artificial optical properties. More specifically, a special asymmetric coupled quantum well structure is investigated based on InGaAlAs/InP materials for large electro-refraction in transparent wavelength range apart from the absorption edge. We have also focused on a novel type of optical modulators/switches based on index change associated with expansion of the depletion layer through applied electric field and clarified its dependence on N-doping density.

Besides these activities, we are conducting research on intersubband transition (ISBT) in Nitride-based heterostructures for future ultrafast all-optical switches, and have renewed our record on the shortest ISBT absorption wavelength in AlN/GaN multiple quantum well (MQW) structures by metal-organic vapor phase epitaxy (MOCVD). We have also realized 1.55- μm all-optical switching with minimum optical pulse energy to date by utilizing hybrid

growth with molecular beam epitaxy. Currently, we are trying to grow AlN/GaN MQWs at low temperature by a novel pulse-injection MOCVD, so as to make 1.55- μm ISBT possible in all-MOCVD-grown samples in the near future. We have also been working on wet/dry hybrid etching technology to reduce propagation loss of AlN ridge waveguides as well as novel type of spot-size converter to achieve further reduction of switching power.

3. 次世代半導体レーザ・光能動機能素子

中野義昭・杉山正和・種村拓夫・肥後昭男・
早川哲生・宋学良・王書榮・F.-C. イット・
雨宮智宏・堀口勝正・高橋元悟

Next Generation Semiconductor Lasers and Active Optical Devices with Advanced Functions

**Y. NAKANO, M. SUGIYAMA, T. TANEMURA,
A. HIGO, T. HAYAKAWA, X.-L. SONG,
S.-R. WANG, F.-C. YIT, T. AMEMIYA,
K. HORIGUCHI and G. TAKAHASHI**

次世代光通信・光情報処理を担う小型高性能光源の開発を目的に研究を行っている。これまで世界に先駆けて行ってきた利得結合 (GC) 分布帰還型 (DFB) 半導体レーザ、低密度 WDM (CWDM) 用波長多重モノリシック集積レーザアレイを始めとし、MOCVD 選択成長技術を基礎に各種高機能レーザを開発している。

一方、強磁性金属と半導体光アンプから形成される集積化可能な導波路型光アイソレータの提案と試作実証を進めており、DFB レーザと TE モード光アイソレータのモノリシック集積化など、顕著な成果を挙げてきた。2007 年度は、MnSb を強磁性層に利用した TM モード光アイソレータを初めて実現し、新たに非対称導波路構造を持つ非相反偏波コンバータ型光アイソレータの研究に着手した。

For the purpose of developing compact and high-performance light sources for next-generation optical communication and optical information processing applications, we are pursuing the following research subjects. Starting with the gain-coupled (GC) distributed feedback (DFB) semiconductor laser that we have been pioneering and the wavelength-multiplexed monolithically integrated laser array for coarse WDM applications, we have been working on various types of highly functional lasers based on the selective-area MOCVD.

Proposal and fabrication of an integratable waveguide optical isolator consisting of a ferromagnetic metal and a semiconductor optical amplifier are being carried out in recent years, resulting in significant achievements such as monolithic integration of a DFB laser and a TE-mode optical isolator. In 2007 academic year, a ridge-waveguide TM-mode optical isolator with MnSb as the ferromagnetic layer has been fabricated for the first time. We have also launched a research on novel type of optical isolator based on nonreciprocal

研究論文

- [1] Chaiyasit Kumtornkittikul, Toshimasa Shimizu, Norio Iizuka, Nobuo Suzuki, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "AlN waveguide with GaN/AlN quantum wells for all-optical switch utilizing intersubband transition", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 15, pp. L352-L355, April (2007).
- [2] Jesse Darja, Melvin J. Chan, Shu-Rong Wang, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Four channel ridge DFB laser array for 1.55 μ m CWDM systems by wide-stripe selective area MOVPE", IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1111-1117, May (2007).
- [3] Nong Chen, Jesse Darja, Shinichi Narata, Kenji Ikeda, Kazuhiro Nishide, and Yoshiaki Nakano: "Ridge semiconductor laser with laterally undercut etched current confinement structure", IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1105-1110, May (2007).
- [4] Abdullah Al Amin, Kenji Sakurai, Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Fabrication of monolithically integrated WDM channel selector using single step selective area MOVPE and its characterization", IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1124-1128, May (2007).
- [5] Abdullah Al Amin, Katsuhiro Shimizu, Mitsuru Takenaka, Takuo Tanemura, Ryo Inohara, Kohsuke Nishimura, Yukio Horiuchi, Masashi Usami, Yutaka Takita, Yutaka Kai, Yasuhiko Aoki, Hiroshi Onaka, Yasunori Miyazaki, Toshiharu Miyahara, Tatsuo Hata, Kuniaki Motoshima, Taishi Kagimoto, Tatsuro Kurobe, Akihiko Kasukawa, Hideaki Arimoto, Shinji Tsuji, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: "Optical burst switching router with 40-, 10-Gb/s bit-rate transparent contention resolution", IEEE Photonics Technology Letters, vol. 19, no. 10, pp. 726-728, May 15 (2007).
- [6] Mitsuru Takenaka and Yoshiaki Nakano: "InP photonic wire waveguide using InAlAs oxide cladding layer", Optics Express, vol. 15, no. 13, pp. 8422-8427, June 25 (2007).
- [7] Tomohiro Amemiya, Hiromasa Shimizu, Masafumi Yokoyama, Phan Nam Hai, Masaaki Tanaka, and Yoshiaki Nakano: "1.54 μ m TM-mode waveguide optical isolator based on the nonreciprocal-loss phenomenon: device design to reduce insertion loss", Applied Optics, vol. 46, no. 23, pp. 5784-5791, August 10 (2007).
- [8] Jung-Seung Yang, Hassanet Sodabanlu, Ichitaro Waki,

- Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Low temperature metal organic vapor phase epitaxial growth of AlN by pulse injection method at 800 °C", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 38, pp. L927-L929, September 28 (2007).
- [9] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Takayuki Nakano, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki, "Kinetic analysis of surface adsorption layer in GaAs (001) metalorganic vapor phase epitaxy by in situ reflectance anisotropy spectroscopy", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 10A, pp. 6519-6524, October 1 (2007).
- [10] Toshimasa Shimizu, Chaiyasit Kumtornkittikul, Norio Iizuka, Nobuo Suzuki, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano, "Fabrication and measurement of AlN cladding AlN/GaN multiple-quantum-well waveguide for all-optical switching devices using intersubband transition", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 10A, pp. 6639-6642, October 1 (2007).
- [11] Tomonari Shioda, Yuki Tomita, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "GaN selective area metal-organic vapor phase epitaxy: prediction of growth rate enhancement by vapor phase diffusion model", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 43, pp. L1045-L1047, November 2 (2007).
- [12] Hideki Ohe, Hiromasa Shimizu, and Yoshiaki Nakano: "InGaAlAs multiple-quantum-well optical phase modulators based on carrier depletion", IEEE Photonics Technology Letters, vol. 19, no. 22, pp. 1816-1818, November 15 (2007).
- [13] Hiromasa Shimizu and Yoshiaki Nakano: "Monolithic integration of a waveguide optical isolator with a distributed feedback laser diode in the 1.5- μ m wavelength range", IEEE Photonics Technology Letters, vol. 19, no. 24, pp. 1973-1975, December 15 (2007).
- [14] Tomohiro Amemiya, Yusuke Ogawa, Hiromasa Shimizu, Hiro Munekata, and Yoshiaki Nakano, "Semiconductor waveguide optical isolator incorporating ferromagnetic epitaxial MnSb for high temperature operation", Applied Physics Express, vol.1, no. 2, pp. 022002-1-3, January 25, (2008).
- [15] Abdullah Al Amin, Katsuhiko Shimizu, Mitsuru Takenaka, Takuo Tanemura, Ryo Inohara, Kohsuke Nishimura, Yukio Horiuchi, Masashi Usami, Yutaka Takita, Yutaka Kai, Yasuhiko Aoki, Hiroshi Onaka, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano, "Demonstration of deflection routing with layer-2 evaluation at 40Gb/s in a three-node optical burst switching testbed", IEEE Photonics Technology Letters, vol. 20, no. 3, pp. 178-180, February 1, (2008).
- [16] Takayuki Nakano, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Kinetics of subsurface formation during metal-organic vapor phase epitaxy growth of InP and InGaP", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 47, no. 3, pp. 1473-1478, March (2008).
- [17] Ryusuke Onitsuka, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Reactor-scale profile of group-V composition of InGaAsP studied by fluid dynamics simulation and in situ analysis of surface kinetics", Journal of Crystal Growth, vol. 310, no. 12, pp. 3042-3048, March 7 (2008).

国際会議論文

- [18] Hideki Ohe, Hiromasa Shimizu, and Yoshiaki Nakano: "Carrier-depletion-type multiple quantum well optical phase modulators operating at the 1.55 μ m wavelength range", Proceedings of the 13th European Conference on Integrated Optics (ECIO '07), WA4, pp. 1-4, Copenhagen, Denmark, April 25-27 (2007).
- [19] Toshimasa Shimizu, Chaiyasit Kumtornkittikul, Norio Iizuka, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Intersubband transition of AlN/GaN quantum wells in optimized AlN-based waveguide structure", Technical Digest, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2007), JThD21, Baltimore, Maryland, May 6-11 (2007).
- [20] Tomohiro Amemiya, Hiromasa Shimizu, Masafumi Yokoyama, Pham Nam Hai, Masaaki Tanaka, and Yoshiaki Nakano : "Single mode operation of 1.5 μ m TM-mode waveguide optical isolators based on the nonreciprocal-loss phenomenon", Technical Digest, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2007), CTuH2, Baltimore, Maryland, May 6-11 (2007).
- [21] Haizheng Song, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Effects of Zn- and S-doping on kinetics of GaAs selective area MOVPE", Conference Proceedings, 19th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM '07), PB30, pp. 319-322, Matsue, Japan, May 14-18 (2007).
- [22] Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Design of strain and bandgap profiles of InGaAsP fabricated by selective area metal-organic vapor phase epitaxy for polarization independent operation", Conference Proceedings, 19th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM '07), TuB2-4, pp. 43-46, Matsue, Japan, May 14-18 (2007).
- [23] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Kinetics of surface adsorption layer on GaAs and InP studied with in-situ RAS", Extended Abstracts, 12th European Workshop on

- Metalorganic Vapor Phase Epitaxy, G9, pp. 267-270, Bratislava, Slovakia, June 3-6 (2007).
- [24] Masakazu Sugiyama, Momoko Deura, Haizheng Song, Yunpeng Wang, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Effect of atomistic surface structure on the macroscopic surface reaction rate constants for GaAs and InP", Extended Abstracts, 12th European Workshop on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy, D8, pp. 151-154, Bratislava, Slovakia, June 3-6 (2007).
- [25] Akio Higo, Hiroyuki Fujita, Yoshiaki Nakano, and Hiroshi Toshiyoshi: "Design and fabrication of photonic MEMS waveguide modulators", Technical Digest, IEEE/LEOS International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics, WD3, pp. 173-174, Hualien, Taiwan, August 12-16 (2007).
- [26] Osamu Ichikawa, Noboru Fukuhara, Masahiko Hata, Takayuki Nakano, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Characterization of indium segregation in MOVPE-grown InGaP by Schottky barrier height measurement", Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 203-s03, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [27] Ryusuke Onitsuka, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Reactor-scale profile of As/P ratio studied by fluid dynamics simulation and in-situ analysis of surface kinetics", Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1040, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [28] Yunpeng Wang, Haizheng Song, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Surface reaction kinetics of InP and InAs-MOVPE examined by selective area growth technique", Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1106, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [29] Haizheng Song, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Surface reaction kinetics of GaAs and GaP MOVPE examined by selective area growth technique", Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1100, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [30] Abdullah Al Amin, Katsuhiko Shimizu, Mitsuru Takenaka, Ryo Inohara, Kohsuke Nishimura, Masashi Usami, Yutaka Takita, Yutaka Kai, Hiroshi Onaka, Toshiharu Miyahara, Yasunori Miyazaki, Tatsuo Hatta, Kuniaki Motoshima, Motoshi Ono, Yuki Kondo, Jun-ichi Kageyama, Naoki Sugimoto, Yutaka Urino, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: "Multi-hop transmission with wavelength conversion for collision resolution in PLZT matrix switch-based optical burst switching node prototype", Proceedings, Conference on Photonics in Switching, WA3.3, pp. 121-122, San Francisco, California, August 19-22 (2007).
- [31] Abdullah Al Amin, Mitsuru Takenaka, Takuo Tanemura, Katsuhiko Shimizu, Ryo Inohara, Kosuke Nishimura, Masashi Usami, Yutaka Takita, Yutaka Kai, Hiroshi Onaka, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: "Experimental validation of deflection routing in a 3-node optical burst core network with 40Gb/s edge nodes", Proceedings, 33rd European Conference on Optical Communications (ECOC 2007), 1.6.2, vol. 1, pp. 91-92, Berlin, Germany, September 16-20 (2007).
- [32] Takuya Hoshii, Momoko Deura, Masato Shichijo, Masakazu Sugiyama, Satoshi Sugahara, Mitsuru Takenaka, Yoshiaki Nakano, and Shinichi Takagi: "Formation of InGaAs-on-insulator structure by epitaxial lateral over growth from (111) Si", Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials, F-1-5, pp. 132-133, Tsukuba, Ibaraki, September 19-21 (2007).
- [33] Takuo Tanemura, Mitsuru Takenaka, Abdullah Al Amin, Koji Takeda, Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Design and fabrication of integrated 1x5 optical phased array switch on InP", Conference Proceedings, IEEE Lasers and Electro-Optics Society Annual Meeting (LEOS 2007), ThM2, pp. 780-781, Lake Buena Vista, Florida, October 21-25 (2007).
- [34] Tomohiro Amemiya, Yusuke Ogawa, Hiromasa Shimizu, Hiroo Munekata, and Yoshiaki Nakano: "High temperature operation of TM-mode nonreciprocal-loss waveguide optical isolator with ferromagnetic MnSb", Conference Proceedings, IEEE Lasers and Electro-Optics Society Annual Meeting (LEOS 2007), ThE4, pp. 727-728, Lake Buena Vista, Florida, October 21-25 (2007).
- [35] Katsuya Watabe, Mamoru Takagi, Keita Machida, Takuo

Tanemura, Hideaki Imaizumi, Yoshiaki Nakano, and Hiroyuki Morikawa: “320Gb/s multi-wavelength optical packet switching with contention resolution mechanism using PLZT switches”, Technical Digest, Conference on Optical Fiber Communication (OFC/NFOEC '08), OThA5, San Diego, California (2008).

著書

[36] Yoshiaki Nakano (Editor): “Optoelectronic Materials and Devices II”, Proceedings of SPIE, vol. 6782, part one and two, November (2007).

総説・解説論文

[37] (Invited Paper) Yoshiaki Nakano: “InP waveguide optical isolator for photonic integrated circuits”, Technical Digest, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2007), CTuH1, Baltimore, Maryland, May 6-11 (2007).

[38] (Invited Paper) Yoshiaki Nakano: “New paradigm of semiconductor integrated photonic devices -digital photonics-”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, C1, pp. 49-52, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).

[39] (招待講演) 中野義昭: “光ネットワーク用集積光デバイスの開発と光ラベルスイッチノードへの応用 (Development of integrated photonic devices for optical networking and their applications to an optical label switching node)”, 電子情報通信学会技術研究報告(集積光デバイス技術研究会), IPD07-06, pp. 27-32, 7月20日(2007).

[40] (招待論文) 中野義昭: “光ネットワークデバイスと光ラベルスイッチングノードプロトタイプの開発 - NEDO フォトニックネットワーク技術開発プロジェクト”, O plus E, vol. 29, no. 8, pp. 784-790, 7月25日(2007).

[41] (Invited Paper) Yoshiaki Nakano: “Waveguide optical isolators for photonic integrated circuits”, Abstracts of International Nano-Optoelectronic Workshop (iNOW '07), pp. 24-25, Beijing/Lanzhou, China, July 29-August 11 (2007).

[42] (Invited Paper) Mitsuru Takenaka, Koji Takeda, Yasuki Kanema, Maura Raburn, Toshiharu Miyahara, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: “MMI-BLD optical flip-flop for all-optical packet switching”, Proceedings, Conference on Photonics in Switching, SYMP2.4, pp. 13-14, San Francisco, California, August 19-22 (2007).

[43] (招待講演) 中野義昭: “ソサイエティ賞受賞記念講演: 半導体集積光デバイスの先駆的・独創的研究”, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会(鳥取大学), エレクトロニクスソサイエティプレナリーセッション, 9月11日(2007).

[44] (招待講演) 中野義昭: “内閣総理大臣賞: フォトニックネットワーク技術の研究開発”, イノベーションジャパン 2007 フォーラム「産学官連携サクセスストーリー, 産学連携成功のつぼ」資料集, pp. 5-14, 東京国際フォーラム, 9月14日(2007).

[45] (Invited Paper) Norio Iizuka, Kei Kaneko, Nobuo Suzuki, Chaiyasit Kumtornkittikul, Toshimasa Shimizu, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: “GaN-based high-speed intersubband optical switches”, Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials, E-7-1, pp. 980-981, Tsukuba, Ibaraki, September 19-21 (2007).

[46] (Invited Paper) Mitsuru Takenaka, Koji Takeda, Yasuki Kanema, Maura Raburn, Toshiharu Miyahara, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: “MMI bistable laser diode optical flip-flops for all-optical packet switching networks”, Conference Proceedings, IEEE Lasers and Electro-Optics Society Annual Meeting (LEOS 2007), WCC1, pp. 652-653, Lake Buena Vista, Florida, October 21-25 (2007).

[47] (Plenary Invited Paper) Yoshiaki Nakano: “Semiconductor integrated optical devices for digital photonics”, Photonics Conference, Plenary Talk III, p. 9, Jeju, Korea, November 14-16 (2007).

[48] (Invited Paper) Yoshiaki Nakano: “Development of an optical label burst switching node prototype and key devices”, Abstract, Optoelectronic Materials and Devices for Optical Communications (Part of SPIE's Asia-Pacific Optical Communications Conference, APOC'07), Paper 6783-53, Wuhan, China, November 1-5 (2007).

[49] (Invited Paper) Abdullah Al Amin, Katsuhiko Shimizu, Mitsuru Takenaka, Takuo Tanemura, Kohsuke Nishimura, Hiroshi Onaka, Tatsuo Hatta, Akihiko Kasukawa, Shinji Tsuji, Yuki Kondo, Yutaka Urino, Hisato Uetsuka, and Yoshiaki Nakano: “Bit rate transparent optical burst switching with contention resolving wavelength conversion”, Technical Digest, Conference on Optical Fiber Communication (OFC/NFOEC '08), OTuL5, San Diego, California (2008).

[50] 中野義昭: “(フェロー記念招待講演) 光ネットワークに向けた半導体集積光デバイス - デジタルフォトニクスに向けて (Semiconductor integrated optical devices for photonic networking -research toward digital photonics)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会), PN2007-82, pp. 47-52, 3月13-14日(2008).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [51] 中野義昭:“(招待講演) 光ラベルバーストスイッチングノードプロトタイプとそのキーデバイス開発 - NEDO フォトニックネットワーク技術開発プロジェクトの研究成果概要”, 日本学術振興会フォトニック情報システム第179委員会第5回研究会資料, 東京, 2007年4月20日.
- [52] Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: “Polarization dependence on mask patterns of tensile strained InGaAsP grown by selective area metal-organic vapor phase epitaxy”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, M2, pp. 291-292, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).
- [53] Jung-Seung Yang, Sodabanlu Hassanet, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: “Fabrication of GaN and AlN/GaN multiple quantum wells at 800°C by MOVPE using pulse injection method”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, H6, pp. 185-186, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [54] Kazuki Tani, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: “Control of abnormal growth in selective-area MOVPE of InP by pulse injection method”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J6, pp. 225-226, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [55] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Kinetic analyses on surface adsorption layer in GaAs and InP MOVPE”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J7, pp. 227-228, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [56] Masakazu Sugiyama, Momoko Deura, Haizheng Song, Yunpeng Wang, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “How can we correlate macroscopic surface reaction rate constants and atomistic surface structure?”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J8, pp. 229-230, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).
- [57] Toshimasa Shimizu, Norio Iizuka, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: “Novel fabrication method for AlN-based intersubband transition switches by the combination of dry and wet etching”, Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, B10, pp. 39-40, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).
- [58] 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “MOVPEにおける表面吸着層モデルに基づく GaAs および InP の表面反応解析 (Analyses on surface reactions for GaAs and InP based on the surface adsorption layer model of MOVPE)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-4, 9月4-8日(2007).
- [59] 塚塚隆祐, 塩田倫也, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “InGaAsP 系選択 MOVPE における結晶組成によるマスク効果の変化 (Alloy composition dependence of the mask effect in selective-area MOVPE of InGaAsP)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-5, 9月4-8日(2007).
- [60] 梁正承, ソダーバンル ハッサネット, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “パルスインジェクション方式によるn型GaNの低温MOVPE成長 (Low temperature MOVPE growth of n-type GaN by pulse injection method)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-5, 9月4-8日(2007).
- [61] 星井拓也, 出浦桃子, 杉山正和, 中根了昌, 菅原聡, 竹中充, 中野義昭, 高木信一: “微小孔を介したSi基板上 InGaAs 成長におけるモフォロジー向上 (Morphology improvement of InGaAs on Si with micro-dot seed region)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 7p-E-13, 9月4-8日(2007).
- [62] 出浦桃子, 杉山正和, 星井拓也, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: “Si上III/V族化合物半導体の選択MOVPEにおける初期核発生過程の観察と制御 (Monitoring and control of the initial nucleation in selective area MOVPE of III/V compound semiconductor layers on Si)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 7p-E-14, 9月4-8日(2007).
- [63] 長谷川亮, 大江英輝, 荒川太郎, 清水大雅, 杉山正和, 多田邦雄, 中野義昭: “MOVPE法とMBE法によるInGaAs/InAlAs FACQW構造の作製と特性評価 (Fabrication of InGaAs/InAlAs five-layer asymmetric coupled quantum well by MOVPE and MBE and their characterization)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 6a-N-24, 9月4-8日(2007).
- [64] 小川悠介, Timo Schallenberg, 宗片比呂夫, 雨宮智宏, 清水大雅, 中野義昭: “スピンフォトンクスデバイス用MnSb薄膜の結晶性評価 (Crystallographic characterization of MnSb layers for spin-photonic devices)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 5p-S-14, 9月4-8日(2007).
- [65] 西村公佐, アルアミン アブドゥラー, 竹中充, 種村拓夫, 猪原涼, 宇佐見正士, 中野義昭: “電子制御型光バーストスイッチングノードプロトタイプの開発 (Optical burst switching node prototype based on electronic processing of optical label)”, 第68回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 5p-B-7, 9月4-8日(2007).
- [66] 種村拓夫, 竹中充, アブドゥラー・アルアミン, 武

- 田浩司, 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭: “InGaAsP/InP フェーズアレイ型 1x5 光スイッチの試作 (Fabrication of InGaAsP/InP 1x5 optical switch based on arrayed phased shifter)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-19, 9月4-8日(2007).
- [67] 清水俊匡, ソダーバンル ハッサネット, 梁正承, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “AlN/GaN-MQW サブバンド間遷移導波路デバイスへの SiNx クラッドの適用 (Use of SiNx cladding layer in AlN/GaN-MQW intersubband transition waveguide devices)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-6, 9月4-8日(2007).
- [68] 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭: “InGaAsP/InP 系 MOVPE 選択成長による能動素子利得の偏波制御 (Control of polarization-dependent gain in InGaAsP/InP active components grown by selective area MOVPE)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-11, 9月4-8日(2007).
- [69] 清水大雅, ワウターヴァンパリス, ルルパーツ, 中野義昭: “半導体能動導波路光アイソレータの非線形な非相反伝搬特性の評価 (Characterization of nonlinear nonreciprocal propagation in semiconductor amplifying waveguide optical isolators)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-21, 9月4-8日(2007).
- [70] 雨宮智宏, 小川悠介, 清水大雅, 宗片比呂夫, 中野義昭: “強磁性 MnSb を用いた非相反損失による導波路型光アイソレータの高温特性 (High temperature operation of TM-mode waveguide optical isolator based on nonreciprocal loss induced by ferromagnetic MnSb)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-22, 9月4-8日(2007).
- [71] 中野義昭: “イントロダクトリートーク: フォトニックネットワーク技術開発プロジェクトの概要 (Introductory talk: overview of the photonic network technology development project)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 5p-B-1, 9月5日(2007).
- [72] 種村拓夫, 竹中充, アブドゥラー・アルアミン, 中野義昭: “フェーズアレイ型 1xN 半導体光スイッチのスケラビリティ (Scalability of 1xN semiconductor optical switch based on arrayed phase shifters)”, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会(鳥取大学)講演論文集, B-12-4, p. 287, 9月10-14日(2007).
- [73] 雨宮智宏, 種村拓夫, 中野義昭: “導波路型アイソレータのための非相反偏波コンバータの提案 (Nonreciprocal polarization converter for waveguide optical isolator)”, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会(鳥取大学)講演論文集, C-3-69, p. 192, 9月10-14日(2007).
- [74] 鬼塚隆祐, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “InGaAsP 系 MOVPE における V 族吸着速度と固相組成”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L302, 9月13-15日(2007).
- [75] 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “GaAs および InP の MOVPE における表面吸着層の速度過程比較”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L303, 9月13-15日(2007).
- [76] 王雲鵬, 宋海政, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “選択成長プロファイル解析による InP, InAs-MOVPE 成長の速度論”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L305, 9月13-15日(2007).
- [77] 杉山正和, 出浦桃子, 宋海政, 王雲鵬, 中野義昭, 霜垣幸浩: “MOVPE における表面反応速度と表面原子構造の関係”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L306, 9月13-15日(2007).
- [78] 梁正承, ハッサネットソダーバンル, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “パルスインジェクション方式による高品質 GaN の低温 MOVPE 成長”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L313, 9月13-15日(2007).
- [79] 谷和樹, 出浦桃子, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “パルスインジェクションを用いた InP の MOVPE 選択成長における端面異常成長の抑制”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L314, 9月13-15日(2007).
- [80] 中野義昭: “フォトニックネットワーク技術開発プロジェクト - 中核光デバイス群の開発と光ラベルスイッチングノードプロトタイプへの応用”, 光産業技術振興協会 産学官連携携働者内閣総理大臣賞受賞記念講演会, ホテルグランドパレス, 10月30日(2007).
- [81] 中野義昭: “デジタルフォトニクス - 光エレクトロニクスの新パラダイム”, JST-SORST(物理・情報系)フォーラム 2007, 新「物質・機能」の開拓と未来への展望 予稿集, pp. 21-25, 11月22日(2007).
- [82] 中野義昭: “光ネットワーク時代のデバイス開発と光ラベルスイッチングノードへの応用”, 第 8 回ファイバーオプティクス EXPO (FOE2008) 専門技術セミナー FOE-10 フォトニックネットワークを支える最先端デバイス動向 講演資料集, pp. 55-79, 東京ビッグサイト, 1月16日-18日(2008).
- [83] 種村拓夫, 武田浩司, 中野義昭: “フェーズアレイ型 1xN 半導体光スイッチの試作と理論検討 (Theoretical and experimental study on semiconductor 1xN optical switch based on arrayed phase shifters)”, 電子情報通信学会技

- 術研究報告(フォトニックネットワーク研究会, OPE, LQE 共催), PN2007-65, pp. 157-162, 1月28日(2008).
- [84] 武田浩司, 金間泰樹, 竹中充, 種村拓夫, 中野義昭: “MMI 双安定レーザー型全光フリップ・フロップの偏波無依存化に向けた実験的検証(Experimental study on polarization-insensitive all-optical flip-flop based on MMI bistable laser)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会, OPE, LQE 共催), PN2007-66, pp. 163-168, 1月29日(2008).
- [85] Mitsuru Takenaka, Takuya Hoshii, Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Shinichi Takagi: “Micro selective area MOVPE growth of InGaAs on Si substrates for III-V-OI MOSFETs”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 463-467, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [86] Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Takuo Tanemura, Masanori Kubota, Shinichi Takagi, Mitsuru Takenaka, Yukihiro Shimogaki, Tomonari Shioda, Ryusuke Onitsuka, Yuki Tomita, and Momoko Deura: “Crystal growth for monolithic integration of multiple functions and materials”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 421-427, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [87] Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama, Takuo Tanemura, Akio Higo, Katsumasa Horiguchi, Salah A. E. Ibrahim, Tomohiro Amemiya, Hassanet Sodabanlu, Koji Takeda, Ling-han Li, I. Murat Soganci, Toshimasa Shimizu, Yasuki Kanema, Akira Ishizuka, and Takuya Fujimura: “Progress of semiconductor integrated photonics -research toward digital photonics”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 255-260, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [88] Takuo Tanemura and Yoshiaki Nakano: “Scalable 1xN semiconductor optical switch for future photonic network”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 261-263, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [89] 渡部克弥, 高木衛, 今泉英明, 種村拓夫, 中野義昭, 森川博之: “多波長光パケット交換を用いたパス/パケット混在型光ネットワークにおける交換ノードの設計と実装 (Design and implementation of switching node for multi paradigm optical networks)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会), PN2007-75, pp. 11-16, 3月13日(2008).
- [90] 高木衛, 渡部克弥, 町田啓太, 今泉英明, 種村拓夫, 中野義昭, 森川博之: “PLZT 型光スイッチを用いたフィードフォワード型入力バッファ付き 320Gb/s 多波長光パケット交換の実証実験 (Demonstration of 320Gb/s multi-wavelength optical packet switching with feedforward input buffer using PLZT switch)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会), PN2007-78, pp. 25-28, 3月13日(2008).
- [91] アルアミン アブドゥッラー, 種村拓夫, 中野義昭: “フィールドテストベッドにおける 5x5 光バーストスイッチングノードの 40Gbps イーサーレイヤ評価 (Field trial of a 5x5 optical burst switching node prototype with Ether layer characterization at 40Gbps)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会), PN2007-79, pp. 29-33, 2008年3月13-14日(2008).
- [92] 金間泰樹, 武田浩司, 竹中充, 種村拓夫, 中野義昭: “伸張歪 MQW を用いた MMI-BLD の偏波無依存フリップ・フロップ動作 (Operation of polarization-insensitive MMI-BLD all optical flip-flop using tensile-strained MQW structure)”, 電子情報通信学会技術研究報告(フォトニックネットワーク研究会), PN2007-88, pp. 81-85, 3月13-14日(2008).
- [93] 種村拓夫, アルアミンアブドゥッラー, 中野義昭: “92km フィールド伝送系における PLZT 光バーストスイッチノードの実環境試験 (Field trial of PLZT optical burst-switching node over 92 km of field installed fiber)”, 電子情報通信学会総合大会(北九州学術研究都市)通信講演論文集 2, B-12-3, p. 417, 3月18-21日(2008).
- [94] 渡部克弥, 高木衛, 今泉英明, 種村拓夫, 中野義昭, 森川博之, “ハイブリッド型光ネットワークを実現する交換ノードの設計と実装 (Design and implementation of switching node for hybrid optical networks)”, 電子情報通信学会総合大会(北九州学術研究都市)通信講演論文集 2, B-12-16, p. 430, 3月18-21日(2008).
- [95] 高木衛, 渡部克弥, 町田啓太, 今泉英明, 種村拓夫, 中野義昭, 森川博之: “PLZT 型光スイッチを用いた衝突回避機構付き 320Gb/s 多波長光パケット交換の検証 (Verification of 320Gb/s multi-wavelength optical packet switching with contention resolution mechanism using PLZT switch)”, 電子情報通信学会総合大会(北九州学術研究都市)通信講演論文集 2, B-12-9, p. 423, 3月18-21日(2008).
- [96] 寺田雄紀, 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “MOVPE における in situ 硫黄被覆による GaAs(001) 表面の酸化抑制 (Suppression of the

oxidation of GaAs (001) surface by in situ sulfur passivation in MOVPE”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-M-6, 3 月 27-30 日 (2008).

- [97] 竹中充, 杉山正和, 中野義昭, 高木信一: “高性能 Ge nMOSFET に向けた MOVPE による砒素気相ドーピング (Gas phase doping of As to Ge by using MOVPE system for high-performance Ge nMOSFETs)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-P11-25, 3 月 27-30 日 (2008).
- [98] 杉山正和, 出浦桃子, 星井拓也, 山本剛久, 幾原雄一, 田尻寛男, 坂田修身, 木村滋, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: “微少領域選択 MOVPE により作製した Si (111) 面上 InGaAs の構造解析 (Structural analysis of InGaAs on Si(111) surface fabricated by micro-channel selective-area MOVPE)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-15, 3 月 27-30 日 (2008).
- [99] 出浦桃子, 星井拓也, 杉山正和, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: “微小領域選択 MOVPE における Si 上 InGaAs の横方向成長に対する Ga 組成の影響 (Effect of Ga content on lateral overgrowth in micro-channel selective-area MOVPE of InGaAs on Si)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-16, 3 月 27-30 日 (2008).
- [100] 星井拓也, 出浦桃子, 杉山正和, 中根了昌, 菅原聡, 竹中充, 中野義昭, 高木信一: “微小領域選択成長による Si(111) 基板上への InAs ピラーの形成 (Fabrication on InAs Pillars on (111)Si using Micro-Channel Selective-Area MOVPE)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-17, 3 月 27-30 日 (2008).
- [101] 王云鵬, 宋海政, 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “反応速度論に基づくシミュレーションによる選択 MOVPE 成長のマスク設計 (Mask design in SAG with kinetic simulation technique)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-19, 3 月 27-30 日 (2008).
- [102] 梁正承, ハサネット ソダバヌル, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “パルスインジェクション方式を用いた GaN 成長における水素パージ時間と TMGa 供給時間の効果 (Effect of 1st H₂ purge time and TMGa supply time in GaN growth by pulse injection method), 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28a-B-10, 3 月 27-30 日 (2008).
- [103] 塩田倫也, 富田祐貴, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “MOVPE 選択成長の反応モデリング: 気相拡散モデルによる GaN 選択成長の解析 (Vapor-phase-diffusion-based analysis of GaN

growth by selective area metal-organic vapor epitaxy), 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-B-8, 3 月 27-30 日 (2008).

- [104] 富田祐貴, 塩田倫也, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “選択成長 InGaN 量子井戸における気相拡散による発光波長シフト (Photoluminescence peak wavelength shift of selective-growth InGaN quantum well by vapor phase diffusion)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-B-9, 3 月 27-30 日 (2008).
- [105] 長谷川亮, 雨宮智宏, 荒川太郎, 種村拓夫, 清水大雅, 杉山正和, 多田邦雄, 中野義昭: “MOVPE 法による InGaAs/InAlAs FACQW の作製と位相変調特性評価 (Fabrication on InGaAs/InAlAs FACQW by MOVPE and It's phase Modulation Characteristics)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-ZG-5, 3 月 27-30 日 (2008).
- [106] イブラヒームサラハ, 杉山正和, 中野義昭: “選択成長メソッド使用によるモノリシック集積可能アクティブ MMI の設計と製造 (Design and Fabrication of a Monolithically integrable Active MMI Coupler using the Selective Area Growth Method)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-ZG-7, 3 月 27-30 日 (2008).
- [107] 金間泰樹, 武田浩司, 竹中充, 種村拓夫, 中野義昭: “伸張歪を用いた偏波無依存 MMI-BLD 全光フリップフロップ動作 (Operation of Polarization-insensitive MMI-BLD all optical flip-flop with tensile-strained MQW structure)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 30a-ZF-5, 3 月 27-30 日 (2008).
- [108] 飯塚紀夫, 清水俊匡, Kumtornkittikul Chaiyasit, 杉山正和, 中野義昭: “GaN/AlN サブバンド間遷移光スイッチの吸収飽和特性改善 (Improvement in characteristic of absorption saturation in optical switches utilizing GaN/AiN-intersubband transition)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 30p-ZF-4, 3 月 27-30 日 (2008).

その他

- [109] Yoshiaki Nakano: “Foreword: Special section on recent advances in integrated photonic devices”, IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1035-1036, May (2007).
- [110] 中野義昭: “APEX: Applied Physics Express -応用物理学会が創刊する本格的国際レター誌”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), JJAP フレンドシップミーティング特別シンポジウム, 9 月 6 日 (2007).
- [111] 中野義昭: “エレクトロニクスソサイエティ賞受賞記 (化合物半導体・光エレクトロニクス分野) 「半

- 導体集積光デバイスの先駆的・独創的研究”，電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティニュースレター，no. 130, pp. 3-4, 10月1日(2007).
- [112]中野義昭：“対談：私の発言，APEX：研究成果を世界で競う新たな舞台”，O plus E, vol. 29, no. 11, pp. 1106-1113, 10月25日(2007).
- [113]種村拓夫：“Promising researchers, 若手研究者紹介：全光ネットワークを実現する半導体光集積回路”，先端研ニュース，no. 65, p. 7, 1月(2008).
- [114]中野義昭：“APEX 創刊で日本のプレゼンス向上を!!”，オプトロニクス，vol. 27, no. 2, pp. 75-78, 2月10日(2008).
- [115]中野義昭：“小特集「光回路実装技術の標準化動向」特集に寄せて”，エレクトロニクス実装学会誌，vol. 11, no. 2, p. 115 (2008).
- [116]中野義昭：“新ジャーナル APEX の最新状況 - 創刊から3ヵ月を振り返って”，APEX/JJAP フレンドシップミーティング「離陸した APEX を大いに語る・本音の討論」，第55回応用物理学関係連合講演会(日本大学)，3月27-30日(2008).

研究現況
Current Research Projects

1. Ge Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) 界面形成技術に関する研究

高木信一、竹中充、松原寛、笹田崇

Ge Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) interface properties

S. Takagi, M. Takenaka, H. Matsubara, T. Sasada

高性能 Ge MISFET を実現するための最大の課題は、良好な MIS 界面特性の実現である。Ge 上の MIS 界面形成方法として、Ge 基板を直接熱酸化することにより形成した GeO₂/Ge 界面の電気的特性を調べたところ、10¹⁰ cm⁻² 台後半の良好な界面特性が得られることが明らかとなった。また、界面準位が(100)、(110)、(111)の面方位に対してほとんど同じであることを見出した。また、Ge MOS 界面準位のエネルギー分布を幅広く定量的に調べる方法として、温度可変の低温コンダクタンス法を提案し、Ge の価電子帯から伝導帯に渡って、バンド端近くまで、界面準位が測定できることを示した。

One of the most critical issues on realizing high performance Ge MISFETs is the formation of MIS interfaces with high quality interface properties. We have fabricated GeO₂/Ge MOS interfaces by using thermal oxidation. It is found from these capacitors that the minimum values of the interface state density are less than 10¹¹ cm⁻² order and that the interface state densities of the GeO₂/Ge MOS capacitors on (100), (110), (111) Ge substrates are almost same. Also, we have proposed a temperature-dependent conductance method in order to examine the energy distribution of interface state densities. It is found that this method allows us to evaluate the interface state density over a wide range of the surface potential from the valence band edge to the conduction band edge.

2. Ge Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) FET に関する研究

高木信一、竹中 充、Sanjeeva Dissanayake、田辺聡、中北要佑、森井清仁

Ge Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) FETs

S. Takagi, S. Sugahara, T. Uehara, S. Dissanayake, S. Tanabe, Y. Nakakita, K. Morii

低界面準位が得られることが分かった Ge 直接熱酸化 MOS 界面を用いた MOSFET の作製にはじめて成功した。Al メタルゲートをマスクとしたセルフアラインプロセスによりフロントゲート動作を達成し、Si のユニバーサル移動度に対して 2 倍以上の移動度が得られることを実証することに成功した。また、高性能 Ge MISFET を実現

するためのもうひとつの課題は、高品位の Ge チャネル層形成、特に極薄の Ge-On-Insulator (GOI) 構造の形成と新しい高移動度チャネル構造の実現である。今回、正孔移動度として極めて高い値が期待できる(110)面をもつ GOI 層を、酸化濃縮法による実現することに初めて成功するとともに、バックゲートによる MOSFET の動作を実証した。これは、(110)面 Ge MOSFET の初めてのデバイス動作実証である。移動度向上率は、Si のユニバーサル移動度と比較して、約 1.4 倍程度であり、今後更に、結晶性や界面特性の改善を図る必要がある。

We have successfully fabricated Ge pMOSFET by using GeO₂/Ge MOS interface with Dit of around 10¹² cm⁻²eV⁻¹. The front gate MOSFET exhibited around 2□ mobility of the Si universal mobility. Another critical issue on realizing high performance Ge MISFETs is the establishment of the formation technologies of high quality Ge channels, particularly, ultrathin Ge-On-Insulator (GOI) channels accompanied by the new channel structures. We have succeeded in fabricating (110) surface ultrathin GOI structures, which are expected to provide high hole mobility, by using the Ge condensation technique. We have also successfully realized the MOSFET operation of the channels under the back gate operation. This is the first demonstration of (110) surface Ge MOSFETs. The hole mobility enhancement factor is around 1.4, which can be improved by optimizing the crystal quality of the GOI layers and the MOS interface properties.

3. ひずみ Si MOSFET の電気特性に関する研究

高木信一、竹中充、Olivier Weber

Electrical Properties of Strained-Si MOSFETs

S. Takagi, M. Takenaka, O. Weber

Local ひずみ技術による一軸ひずみ技術は、Si MOSFET の駆動力向上のために、すでに実用化されているが、グローバルひずみ基板上での二軸ひずみと一軸ひずみが共存する場合の、移動度への影響はよく理解されていない。そこで、緩和 SiGe 上の二軸引張りひずみ Si チャネルに一軸の機械ひずみを印加して、移動度へ与える影響を系統的に調べた。結果として、nMOSFET では、二軸引張りひずみと<110>方向の一軸引張りひずみの組み合わせは、せん断応力ひずみの有効性から、移動度向上に極めて効果的であることが明らかとなった。一方、pMOSFET では、せん断応力ひずみの移動度向上率が二軸引張りひずみにより大きく低下してしまうことから、二軸引張りひずみと一軸ひずみの組み合わせは有効でないことが分かった。

The uni-axial strain technology using local strain techniques for enhancing the current drive of Si MOSFETs has already been in a practical use. However, the impact of the combination of bi-axial strain introduced by global strain substrates with the uni-axial strain on the mobility of Si MOSFETs has not been understood yet. Thus, we have

systematically studied the effects of the mechanical uni-axial strain on the electron and hole mobility of bi-axial strain Si MOSFETs on SiGe relaxed substrates. As a result, it has been demonstrated that, as for n-MOSFETs, the combination of bi-axial strain and uni-axial strain along $\langle 110 \rangle$ direction is quite effective in enhancing the electron mobility, because of increased contribution of shear stress. It has been found, on the other hand, that the combination of bi-axial strain and uni-axial strain is not effective in enhancing the hole mobility of p-MOSFETs, because the impact of shear stress on the hole mobility significantly decreases with applying bi-axial strain.

4. Si 基板上の III-V 族化合物半導体 Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) FET に関する研究

高木信一、竹中充、星井拓也、灰本隆志、中川翔太

III-V compound semiconductor

Metal-Insulator-Semiconductor (MIS) FET on Si substrates

S. Takagi, M. Takenaka, T. Hoshii,
T. Haimoto, S. Nakagawa

ディープサブ 100nm 世代では、電流駆動力の増大のためは、キャリア輸送特性を向上させ続けることが不可欠であるが、n-MOSFET は、二軸の引っ張りひずみによる移動度向上以上の手段に欠けている。このため、近年、電子移動度の高い III-V 族半導体 MISFET が興味をもたれている。我々は、このデバイス実現のために、理論解析、Si 及び SiO₂ 上への高品質 III-V 薄膜層形成、高品質の III-V MIS 構造の形成の観点で検討を進めている。今年度、III-V 薄膜層形成に関して、我々が提案するマイクロチャンネルエピタキシー法により、MOVPE を用いて Si 基板上に InGaAs 薄膜や InAs ピラーが形成できることを示した。また、InAlAs/InP 構造を直接酸化することで、界面準位密度が 10^{12} - 10^{13} cm⁻²eV⁻¹ 程度と比較的良好な MOS 界面が得られることを見出した。

Enhancement of carrier transport properties in MOS channels is regarded as mandatory for continuous increase in the current drive under deep sub-100 nm regime. As for n-channel MOSFETs, however, any promising technologies after bi-axial tensile strain, which can provide the mobility enhancement of twice as high as in conventional Si n-MOSFETs, are still lacking. Thus, III-V semiconductor MISFETs, expected to have higher electron mobility, has recently stirred a strong interest. We have started to examine the feasibility of III-V semiconductor MISFETs on Si platform from the both aspects of theoretical predictions, the formation of III-V films on Si and SiO₂ and MIS interface formation technologies on III-V. As for the formation of III-V films, we have demonstrated the epitaxial growth of the InGaAs film and InAs pillar on (111) Si substrate by using the micro-channel epitaxy method. We have also demonstrate the MOS interface with Dit of around $10^{12} - 10^{13}$ cm⁻²eV⁻¹ by

thermal wet oxidation of the InAlAs/InP structure.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] T. Hoshii, S. Sugahara and S. Takagi, "Effect of Tensile Strain on Gate Current of strained-Si n-MOSFETs", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 4B (2007) pp. 2122-2126
- [2] T. Uehara, H. Matsubara, S. Sugahara and S. Takagi, "Ultrathin Ge-On-Insulator Metal Source/Drain p-Channel MOSFETs Fabricated By Low Temperature Molecular Beam Epitaxy", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 4B (2007) pp. 2117-2121
- [3] T. Tezuka, S. Nakaharai, Y. Moriyama, N. Hirashita, N. Sugiyama, A. Tanabe, K. Usuda and S. Takagi, "Hole-Mobility Enhancement in Ge-Rich Strained SiGe-on-Insulator pMOSFETs at High Temperatures", IEEE Trans. Electron Device, Vol. 54, Issue 5 (2007) pp. 1249 – 1252
- [4] M. Takenaka, and Y. Nakano, "InP photonic wire waveguide using InAlAs oxide cladding layer," Optics Express Letters, vol. 15, no. 13, pp. 8422-8427, 2007.
- [5] T. Tezuka, N. Hirashita, Y. Moriyama, S. Nakaharai, N. Sugiyama and S. Takagi, "Strain analysis in ultra-thin SiGe-on-insulator layers formed from strained Si-on-Insulator substrates by Ge condensation process", Appl. Phys. Lett. 90, 181918 (30 April 2007) (2007)
- [6] A. Al Amin, K. Shimizu, M. Takenaka, T. Tanemura, R. Inohara, K. Nishimura, Y. Horiuchi, M. Usami, Y. Takita, Y. Kai, Y. Aoki, H. Onaka, Y. Miyazaki, T. Miyahara, T. Hatta, K. Motoshima, T. Kagimoto, T. Kurobe, A. Kasukawa, H. Arimoto, S. Tsuji, H. Uetsuka and Y. Nakano, "Demonstration of 40/10Gbps Bit-rate Transparent Optical Burst Switching Router," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 19, no. 10, pp. 726-728, 2007.
- [7] S. Takagi, T. Maeda, N. Taoka, M. Nishizawa, Y. Morita, K. Ikeda, Y. Yamashita, M. Nishikawa, H. Kumagai, R. Nakane, S. Sugahara and N. Sugiyama, "Gate Dielectric Formation and MIS Interface Characterization on Ge", Microelectronic Engineering, vol. 84, Issue 9-10 (2007) pp. 2314-2319
- [8] M. Shichijo, R. Nakane, S. Sugahara and S. Takagi, "Fabrication of III-V-O-I (III-V on Insulator) structures on Si using micro-channel epitaxy with a two-step growth technique", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 46, No. 9A (2007) pp. 5930-5934
- [9] K. H. Park, T. Unuma, K. Hirakawa, and S. Takagi, "Determination of deformation potential constant of the conduction band in Si from electron heating experiments on Si metal-oxide-semiconductor field-effect transistors", Appl. Phys. Lett. 91, 132118 (2007) September 24
- [10] T. Mizuno, T. Irisawa and S. Takagi, "Device Design of High-Speed Source-Heterojunction-MOS-Transistors (SHOT): Optimization of Source Band-Offset and Graded-Heterojunction", IEEE Trans. Electron Devices, vol. 54, No. 10, October (2007) pp. 2598-2605
- [11] T. Ishihara, J. Koga, S. Takagi and K. Matsuzawa, "Modeling of Screening Effect on Remote Coulomb Scattering due to Gate Impurities by Non-uniform Free Carriers in Poly-Si Gate", J. Appl. Phys. 102, 073702 (2007)
- [12] K. Uchida, J. Koga and S. Takagi, "Phonon-limited electron mobility in ultrathin-body silicon-on-insulator metal-oxide-semiconductor field-effect transistors", J. Appl. Phys. 102, 074510, 11 October (2007)
- [13] S. Takagi, T. Irisawa, T. Tezuka, T. Numata, S. Nakaharai, N. Hirashita, Y. Moriyama, K. Usuda, E. Toyoda, S. Dissanayake, M. Shichijo, R. Nakane, S. Sugahara, M. Takenaka and N. Sugiyama, "Carrier-transport-enhanced channel CMOS for improved power consumption and performance", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 55, No. 1, pp. 21-39. Jan. (2008)
- [14] A. Al Amin, M. Takenaka, T. Tanemura, K. Shimizu, R. Inohara, K. Nishimura, M. Usami, Y. Takita, Y. Kai, H. Onaka, H. Uetsuka and Y. Nakano, "Demonstration of Deflection Routing with Layer 2 Evaluation at 40Gb/s in a 3-Node Optical Burst Switching Testbed," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 20 (2008) 178
- [15] T. Irisawa, T. Numata, T. Tezuka, K. Usuda, N. Sugiyama and Shin-ichi Takagi, "Device Design and Electron Transport Properties of Uniaxially Strained SOI Tri-Gate nMOSFETs", IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 55, No. 2, pp. 649 – 654. Feb. (2008)
- [16] N. Taoka, M. Harada, Y. Yamashita, T. Yamamoto, N. Sugiyama and S. Takagi, "Effects of Si Passivation on Ge Metal-Insulator-Semiconductor Interface Properties and Inversion-layer Hole Mobility", Appl. Phys. Lett., 92 (2008) 113511

国際会議論文

- [21] N. Sugiyama, T. Numata, N. Hirashita, T. Irisawa and S. Takagi, "Reduction of off-leak current in strained Si MOSFETs by using low dislocation density SGOI substrates", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 147-148
- [22] N. Hirashita, S. Nakaharai, Y. Moriyama, K. Usuda, T. Tezuka, N. Sugiyama and S. Takagi, "A Study on Planar Defect Formation in Ge-rich SiGe-on-Insulator Substrates during Ge Condensation Process", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 421-422
- [23] T. Tezuka, N. Hirashita, Y. Moriyama, S. Nakaharai, N.

- Sugiyama and S. Takagi, "Fabrication of strained SiGe-on-insulator layers by Ge-condensation technique on a strained Si-on-insulator platform", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, 429-430
- [24] T. Irisawa, T. Numata, N. Hirashita, Y. Moriyama, S. Nakaharai, T. Tezuka, N. Sugiyama, and S. Takagi, "Ge Wire MOSFETs Fabricated by Three-Dimensional Ge Condensation Technique", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 46-47
- [25] Y. Moriyama, N. Hirashita, N. Sugiyama and S. Takagi, "Characterization of anisotropic relaxation rate of SGOI(110) substrates", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 277-278
- [26] K. Usuda, T. Irisawa, T. Tezuka, Y. Moriyama, N. Hirashita and S. Takagi, "Characterization of strain relaxation after mesa isolation with sub- μm size for global strained substrates using Raman and NBD methods", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 20-21
- [27] S. Dissanayake, H. Kumagai, T. Uehara, Y. Shuto, S. Sugahara and S. Takagi, "(110) Ultra-thin GOI p-MOSFETs Fabricated by Ge Condensation Method", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 57-58
- [28] S. Takagi, T. Irisawa, T. Tezuka, T. Numata, N. Hirashita, K. Usuda and N. Sugiyama, "Advanced CMOS technologies using high mobility channels based on column-IV materials (invited)", 5th International Conference on SiGe(C) Epitaxy and Heterostructures, Marseille 5/20-24/2007, p. 137-139
- [29] T. Irisawa, T. Numata, E. Toyoda, N. Hirashita, T. Tezuka, N. Sugiyama and S. Takagi, "Physical Understanding of Strain Effects on Gate Oxide Reliability of MOSFETs", VLSI Symp. (2007), p. 36-37
- [30] O. Weber and S. Takagi, "New Findings on Coulomb Scattering Mobility in Strained-Si nFETs and its Physical Understanding", VLSI Symp. (2007) p. 130-131
- [31] S. Takagi, "Mobility-Enhanced MOS Device Technologies in Nano-CMOS era (plenary talk)", Device Research Conference (DRC), 20-22/6/2007, University of Notre Dame, South Bend, IN, USA, p. 5-8
- [32] S. Takagi, T. Maeda, N. Taoka, M. Nishizawa, Y. Morita, K. Ikeda, Y. Yamashita, M. Nishikawa, H. Kumagai, R. Nakane, S. Sugahara and N. Sugiyama, "Gate Dielectric Formation and MIS Interface Characterization on Ge (invited)", 15th Insulating Films on Semiconductors (INFOS2007), June 20-23/2007, Athene, Greece, pp. 2314-2319
- [33] S. Dissanayake, S. Sugahara, M. Takenaka and S. Takagi, "Fabrication of (110) GOI Layers by Ge Condensation of SiGe/ (110) SOI Structure and Application to pMOSFET Devices", presented in Second International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS 2007), Faculty of Engineering, University of Peradeniya, Sri Lanka, 8-11/08/2007
- [34] M. Takenaka, K. Takeda, Y. Kanema, M. Raburn, T. Miyahara, H. Uetsuka, and Y. Nakano, "MMI-BLD optical flip-flop for all-optical packet switching," Photonics in Switching (PS'07), San Francisco, August 2007.
- [35] S. Takagi, "Channel Engineering on Si-based CMOS Devices (invited)", 7th International Workshop on Future Information Processing Technologies (IWFIPIT), September 4-7, 2007, Dresden, Germany
- [36] A. Al Amin, M. Takenaka, T. Tanemura, K. Shimizu, R. Inohara, K. Nishimura, M. Usami, Y. Takita, Y. Kai, H. Onaka, H. Uetsuka, and Y. Nakano, "Experimental validation of deflection routing in a 3-node optical burst core network with 40Gb/s edge nodes," European Conference on Optical Communication (ECOC'07), Mo1.6.2, Berlin, September 2007.
- [37] K. Ikeda, N. Taoka, Y. Yamashita, M. Harada, K. Suzuki, T. Yamamoto, N. Sugiyama and S. Takagi, "High mobility Ge channel metal source/drain pMOSFETs with nickel fully silicided gate", Ext. Abs. SSDM, p. 30-31 (2007)
- [38] T. Maeda, Y. Morita and S. Takagi, "Fabrication of HfOxNy/Ge structures by oxidizing HfNx on Ge", Ext. Abs. SSDM, p. 24-25 (2007)
- [39] T. Yamamoto, M. Harada, N. Taoka, Y. Yamashita, N. Sugiyama and S. Takagi, "Impact of Gradual Source/Drain Impurity Profiles on Performance of Germanium Channel Double-Gated pMISFETs", Ext. Abs. SSDM, p. 892-893 (2007)
- [40] T. Mizuno, T. Irisawa, N. Hirashita, Y. Moriyama, T. Tezuka, N. Sugiyama and S. Takagi, "Physical Mechanism for Hole Mobility Enhancement in (110)-Surface Strained-Si/SiGe Structures with Anisotropic/Biaxial Strain", Ext. Abs. SSDM, p. 728-729 (2007)
- [41] N. Taoka, Y. Yamashita, M. Harada, K. Ikeda, T. Yamamoto, N. Sugiyama and S. Takagi, "Experimental Evidence of Coexistence of Interface Traps Interacting with Majority and Minority Carriers in Ge MIS Structures", Ext. Abs. SSDM, p. 22-23 (2007)

- [42] H. Tsuchiya and S. Takagi, Influence of Elastic and Inelastic Scatterings on Ballistic Transport in MOSFETs”, Ext. Abs. SSDM, p. 44-45 (2007)
- [43] H. Matsubara, H. Kumagai, S. Sugahara and M. Takenaka and S. Takagi, “Evaluation of SiO₂/GeO₂/Ge MIS Interface Properties by Low Temperature Conductance Method”, Ext. Abs. SSDM, p. 18-19 (2007)
- [44] T. Hoshii, M. Deura, M. Shichijo, M. Sugiyama, S. Sugahara, M. Takenaka, Y. Nakano and S. Takagi, “Formation of InGaAs-On-Insulator Structures by Epitaxial Lateral Over Growth from (111) Si”, Ext. Abs. SSDM, p. 132-133 (2007)
- [45] S. Takagi, T. Maeda, N. Taoka, M. Nishizawa, Y. Morita, K. Ikeda, Y. Yamashita, M. Harada, T. Yamamoto, N. Sugiyama, M. Nishikawa, H. Kumagai, H. Matsubara, R. Nakane, M. Takenaka and S. Sugahara, “Understanding and Control of Ge MIS Interface Properties (invited)”, 4th International Symposium on Advanced Gate Stack Technology, Dallas, USA, 2007/9/25-28
- [46] S. Takagi, T. Irisawa, T. Tezuka, T. Numata, N. Hirashita, K. Usuda and N. Sugiyama, “Mobility-Enhanced Device Technologies Using SiGe/Ge MOS Channels (invited)”, ULSI Process Integration Symposium, 212th Electrochemical Society, 10/7-12/2007, Washington, DC. (S. Takagi, T. Irisawa, T. Tezuka, S. Nakaharai, T. Numata, N. Hirashita, Y. Moriyama, K. Usuda, S. Dissanayake, M. Takenaka, S. Sugahara and N. Sugiyama, “Mobility-Enhanced Device Technologies Using SiGe/Ge MOS Channels”, ECS Trans. Vol. 11, No. 6 (2007) pp. 61-74)
- [47] S. Takagi, T. Uehara, S. Tanabe, H. Matsubara, R. Nakane, M. Takenaka and S. Sugahara, “Effects of Atomic Hydrogen Annealing on Reduction of Leakage Current in Ultrathin Si/Ge/Si-On-Insulator Metal Source/Drain p-Channel MOSFETs”, 34th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2007), October 15-18, 2007 Kyoto, Japan, p. 132 (2007)
- [48] T. Hoshii, M. Deura, M. Sugiyama, R. Nakane, S. Sugahara, M. Takenaka, Y. Nakano, and S. Takagi, “Control of Lateral and Vertical Selective Area Growth of InGaAs on (111) Si Substrates using MOVPE for III-V FET Applications”, 34th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS2007), October 15-18, 2007 Kyoto, Japan, p. 164 (2007)
- [49] N. Sugiyama, T. Numata, T. Irisawa, N. Hirashita and S. Takagi, “Influence of SGOI crystal quality on device characteristics in strained Si MOSFETs (invited)”, 3rd Int'l Workshop on New Group IV Semiconductor Nanoelectronics, Nov. 8-9, 2007, Tohoku University, Sendai, Japan, p. 11-12 (2007)
- [50] S. Takagi, “High Performance CMOS Device Technologies using New Channel Materials (invited)”, International Workshop on Advanced Silicon-based Nano-devices, 2007/11/9, Tokyo, p. 92-113 (2007)
- [51] N. Sugiyama, T. Numata, N. Hirashita, T. Irisawa and S. Takagi, “Fluctuation of threshold voltage in strained Si MOSFETs induced by strain variation in strained-Si channels on SGOI substrates”, submitted to the 5th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces -for Next Generation ULSI Process Integrations- (ISCSI-V), Tokyo Metropolitan University, November 12-14, p. 231-232 (2007)
- [52] M. Takenaka, K. Takeda, Y. Kanema, M. Raburn, T. Miyahara, H. Uetsuka, and Y. Nakano, “MMI bistable laser diode optical flip-flops for all-optical packet switching networks,” Lasers and Electro-Optics Society (LEOS'07), Florida, October 2007.
- [53] T. Tanemura, M. Takenaka, A. Abdullah, K. Takeda, T. Shioda, M. Sugiyama, and Y. Nakano, “Design and fabrication of integrated 1×5 optical phased array switch on InP,” Lasers and Electro-Optics Society (LEOS'07), Florida, October 2007.
- [54] N. Taoka, M. Harada, Y. Yamashita, T. Yamamoto, N. Sugiyama and S. Takagi, “Characterization of Ge MIS Interfaces passivated with Si by conductance method”, submitted to the 5th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces -for Next Generation ULSI Process Integrations- (ISCSI-V), Tokyo Metropolitan University, November 12-14, p. 69-70 (2007)
- [55] S. Dissanayake, S. Tanabe, S. Sugahara, M. Takenaka and Shinichi Takagi, “Effect of Annealing on (100) and (110) Oriented pseudo-GOI pMOSFETs Fabricated by Ge Condensation Method”, submitted to the 5th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces -for Next Generation ULSI Process Integrations- (ISCSI-V), Tokyo Metropolitan University, November 12-14, p. 233-234 (2007)
- [56] S. Takagi, H. Matsubara, M. Nishikawa, T. Sasada, R. Nakane, S. Sugahara and M. Takenaka, “Superior MOS Interface Properties of GeO₂/Ge Structures Fabricated by Ozone Oxidation”, the 5th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces -for Next Generation ULSI Process Integrations- (ISCSI-V), Tokyo Metropolitan University, November 12-14, p. 65-66 (2007)
- [57] K. Usuda, T. Irisawa, T. Tezuka, Y. Moriyama, N. Hirashita, and S. Takagi, “Characterization of local strain relaxation after mesa isolation for global strained-substrates using NBD and FFTM methods”, 2007 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting,

Symposium C: Quantitative Electron Microscopy for Materials Science

- [58] O. Weber, T. Irisawa, T. Numata, M. Harada, N. Taoka, Y. Yamashita, T. Yamamoto, N. Sugiyama, M. Takenaka and S. Takagi, "Examination of Additive Mobility Enhancements for Uniaxial Stress Combined with Biaxially Strained Si, Biaxially Strained SiGe and Ge Channel MOSFETs", Tech. Dig. IEDM, p. 719-722 (2007)
- [59] T. Tezuka, E. Toyoda, S. Nakaharai, T. Irisawa, N. Hirashita, Y. Moriyama, N. Sugiyama, N. Taoka, Y. Yamashita, O. Kiso, M. Harada, T. Yamamoto and S. Takagi, "Observation of mobility enhancement in strained Si and SiGe MOSFETs with multi-nanowire channels trimmed by hydrogen thermal etching", Tech. Dig. IEDM, p. 887-890 (2007)
- [60] T. Yamamoto, Y. Yamashita, M. Harada, N. Taoka, K. Ikeda, K. Suzuki, O. Kiso, N. Sugiyama and S. Takagi, "High Performance 60 nm Gate Length Germanium p-MOSFETs with Ni Germanide Metal Source/Drain", Tech. Dig. IEDM, p. 1041-1043 (2007)
- [61] S. Takagi, T. Irisawa, T. Tezuka, S. Nakaharai, K. Usuda, N. Hirashita, M. Takenaka and N. Sugiyama, "Carrier-Transport-Enhanced CMOS using New Channel Materials and Structures (invited)", presented in International Semiconductor Device Research Symposium (ISDRS) Dec. 12-14 (2007)
- [62] M. Harada, N. Taoka, T. Yamamoto, Y. Yamashita, O. Kiso, N. Sugiyama and S. Takagi, "Effects of Gate Current Stress on Electrical Characteristics of Ge Channel pMOSFETs with Si Passivation", 9th Conference on ULtimate Integration on Silicon (ULIS2008), March 12-14, 2008 - Udine, Italy
- [63] A. Al Amin, M. Takenaka, M. Usami, H. Onaka, T. Hatta, A. Kasukawa, S. Tsuji, Y. Kondo, Y. Urino, H. Uetsuka and Y. Nakano, "Bit rate transparent optical burst switching and contention resolving wavelength conversion," Optical Fiber Communication Conference (OFC'08), San Diego, March 2008 (Invited).

著書

- [64] S. Takagi, "Strained-Si CMOS Technology", "Advanced Gate Stacks for High-Mobility Semiconductors" chapter 1, p. 1-19, (Editors: Athanasios Dimoulas, Evgeni Gusev, Paul. C. McIntyre and Marc Heyns), Springer Series in Advanced Microelectronics 27, 2007, Springer (ISBN-10 3-540-71490-1)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [65] 高木信一, "非シリコン半導体とシリコンテクノロジー ~ Ge/III-V 族半導体チャネル高性能 CMOS 技

術 ~ ", 2007 年国際固体素子・材料コンファレンス (SSDM) ショートコース「Emerging Silicon Technology」, 2007 年 9 月 18 日, つくば国際会議場, p. 55-82

- [66] Sanjeeva Dissanayake, Hiroshi Kumagai, Yusuke Shuto, Satoshi Sugahara and Shinichi Takagi, "(110) surface Ultra-thin GOI p-MOSFETs Fabricated by Ge Condensation Method," 第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [67] Sanjeeva Dissanayake, Yusuke Shuto, Satoshi Sugahara, Mitsuru Takenaka and Shinichi Takagi, "Effects of annealing on (110) GOI layers fabricated by Ge condensation method," 第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [68] 松原寛、笹田崇、竹中充、高木信一、「GeO₂/Ge MIS 界面における界面準位密度のエネルギー依存性に与える界面形成方法の影響」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [69] 星井拓也、出浦桃子、杉山正和、中根了昌、菅原聡、竹中充、中野義昭、高木信一、「微小孔を介した Si 基板上 InGaAs 成長におけるモフォロジー向上」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [70] 出浦桃子、杉山正和、星井拓也、中根了昌、竹中充、菅原聡、高木信一、中野義昭、「Si 上 III/V 族化合物半導体の選択 MOVPE における初期核発生過程の観察と制御」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [71] 種村拓夫、竹中充、アブドゥラー・アルアミン、武田浩司、塩田倫也、杉山正和、中野義昭、「InGaAsP/InP フェーズアレイ型 1×5 光スイッチの試作」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [72] 入沢寿史、沼田敏典、平下紀夫、守山佳彦、中払周、手塚勉、杉山直治、高木信一、「立体酸化濃縮法を用いて作製した Ge 細線 MOSFET」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [73] 入沢寿史、沼田敏典、豊田英二、平下紀夫、手塚勉、杉山直治、高木信一、「酸化膜信頼性に与えるチャネルひずみの効果(1)-TDDb への影響-」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [74] 入沢寿史、沼田敏典、豊田英二、平下紀夫、手塚勉、杉山直治、高木信一、「酸化膜信頼性に与えるチャネルひずみの効果(2) - NBTI への影響-」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007 年 9 月。
- [75] 白田宏治、入沢寿史、手塚勉、守山佳彦、平下紀夫、高木信一、「NBD 法によるひずみ層メサ端部におけるひずみ緩和の評価」、第 68 回応用物理学会学術講演

- 演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [76] 平下紀夫、守山佳彦、中払周、手塚勉、杉山直治、高木信一、「酸化濃縮過程での高 Ge 濃度 SGOI 基板の塑性変形 1. すべり変形」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [77] 平下紀夫、守山佳彦、中払周、手塚 勉、杉山直治、高木信一、「酸化濃縮過程での高 Ge 濃度 SGOI 基板の塑性変形 2. 面欠陥形成機構」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [78] 池田圭司、田岡紀之、山下良美、原田真臣、鈴木邦広、山本豊二、杉山直治、高木信一、「NiSi FUSI ゲートを用いたメタル S/D Ge チャネル pMOSFET の高移動度実証」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [79] 水野智久、入沢寿史、守山佳彦、平下紀夫、手塚勉、杉山直治、高木信一、「(110)面非等方ひずみ Si/SiGe 層の正孔移動度向上機構」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [80] 田岡紀之、山下良美、原田真臣、池田圭司、山本豊二、杉山直治、高木信一、「多数および少数キャリアにตอบสนองする Ge MIS 界面準位の共存の実験的検証」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [81] 杉山直治、沼田敏典、平下紀夫、入沢寿史、高木信一、「ひずみ Si-MOSFET における閾値電圧のばらつき特性解析」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [82] 山本豊二、原田真臣、山下良美、田岡紀之、杉山直治、高木信一、「ゲート/チャネル間容量特性に対する生成再結合リーク電流の影響」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [83] 原田真臣、山本豊二、山下良美、田岡紀之、木曾修、池田圭司、杉山直治、高木信一、「リーク電流を考慮した Ge pMISFET の移動度抽出」、第 68 回応用物理学会学術講演会、北海道工業大学、2007年9月。
- [84] 高木信一、竹中充、杉山正和、「異種半導体材料とシリコンの融合で拓く先端デバイス ~ Si 上の Ge/III-V チャネル CMOS を核とした Everything On a Chip の夢 “、「先端知機能材料デバイスラボ・フォーラム 2007」, 2007.11.16, 武田ホール
- [85] 高木信一、「高移動度チャネル MOS トランジスタ技術の現状と将来 (プレナリートーク) “、「ゲートスタック研究会 ー材料・プロセス・評価の物理ー」(第 13 回研究会), 2008 年 1 月 14~15 日, 東レ総合研修センター, p. 7-12
- [86] 杉山直治、手塚勉、入沢寿史、平下紀夫、守山佳彦、白田宏治、高木信一、「グローバルひずみ基板を用いたひずみチャネル MOSFET の現状と課題」、薄膜第 131 委員会・154 合同研究会(第 62 回研究会)『極微細トランジスタ・薄膜・界面技術』, 2 月 27 日(水)
- [87] 山本豊二、山下良美、原田正臣、池田圭司、鈴木邦広、杉山直治、田岡紀之、木曾修、高木信一、「Ge チャネル MOS トランジスタの課題とサブ 100nm PMOS 動作実証」、電気学会・電子デバイス研究会、テーマ「超高速デバイス・回路技術」, 2007/3/6-7
- [88] 竹中充、杉山正和、中野義昭、高木信一、「高性能 Ge nMOSFET に向けた MOVPE による砒素気相ドーピング」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [89] 灰本隆志、竹中充、高木信一、「SiO₂ 蒸着膜を用いた InP MIS 界面特性」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [90] 笹田崇、松原寛、竹中充、高木信一、「GeO₂/Ge MIS 界面における界面準位密度の面方位依存性」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [91] 松原寛、笹田崇、竹中充、高木信一、「熱酸化により作製された GeO₂/GeMIS 構造における界面準位密度の酸化温度依存性」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [92] 森井清仁、Sanjeeva Dissanayake、田辺聡、中根了昌、竹中充、菅原聡、高木信一、「メタルソース・ドレイン n チャネル GOI MOSFET のチャネル電子移動度測定」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [93] [90] 星井拓也、出浦桃子、杉山正和、中根了昌、菅原聡、竹中充、中野義昭、高木信一、「Si(111)基板上への InAs ピラーの形成」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [94] 中川翔太、横山正史、市川磨、秦雅彦、田中雅明、竹中充、高木信一、「InAlAs 選択酸化による III-V MOS 界面構造の形成」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [95] 中北 要佑、中根 了昌、竹中 充、高木 信一、「Ge 酸化膜 MOS 界面を用いた Ge p-MOSFET の作製」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [96] 田辺聡、中北要佑、原田智之、S.Dissanayake、中根了昌、竹中充、菅原聡、高木信一、「GOI pMOSFET の正孔反転層における移動度の評価」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [97] 杉山正和、出浦桃子、星井拓也、山本剛久、幾原雄一、田尻寛男、坂田修身、木村滋、中根了昌、竹中充、菅原聡、高木信一、中野義昭、「微小領域選択 MOVPE により作製した Si (111)面上 InGaAs の構造解析」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [98] 出浦桃子、星井拓也、杉山正和、中根了昌、竹中充、菅原聡、高木信一、中野義昭、「微小領域選択

MOVPE における Si 上 InGaAs の横方向成長に対する Ga 組成の影響」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。

- [99] 杉山直治、沼田敏典、平下紀夫、入沢寿史、高木信一、「ひずみ Si-MOSFET における閾値電圧ばらつきの素子サイズ依存性」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [100] 手塚勉、豊田英二、入沢寿史、中払周、村山健、平下紀夫、守山佳彦、杉山直治、田岡紀之、山下良美、木曾修、原田真臣、山本豊二、高木信一、「高温水素エッチングによる SOI および SGOI-Fin 幅揺らぎの低減」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [101] 田岡紀之、原田真臣、山下良美、山本豊二、杉山直治、高木信一、「Si 原子層により終端された Ge MIS 界面特性とその反転層正孔移動度への影響」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [102] 鈴木邦広、池田圭司、山下良美、高木信一、「拡張 LSS 理論に基づくイオン注入分布解析モデル」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [103] 鈴木邦広、池田圭司、山下良美、高木信一、「擬似結晶 LSS 理論に基づくイオン注入分布解析モデル」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [104] 山本豊二、田岡紀之、山下良美、原田真臣、池田圭司、鈴木邦広、杉山直治、高木信一、「NiGe メタル SD を用いた Ge チャネル微細 pMOSFET」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [105] 平下紀夫、守山佳彦、中払周、入沢寿史、杉山直治、高木信一、「酸化濃縮過程での高 Ge 濃度 SGOI 基板の塑性変形 3. 正孔の発生」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [106] 山下良美、原田真臣、山本豊二、中払周、池田圭司、平下紀夫、守山佳彦、「TaN ゲート及び NiSiGe ソースドレイン SGOI-MISFET に於けるホール移動度の Ge 組成依存性」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [107] 原田真臣、田岡紀之、山本豊二、山下良美、木曾修、杉山直治、高木信一、「Ge pMOSFET の電気特性に与える FN ストレスの影響」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。
- [108] 高木信一、「Ge MOSFET の現状と課題」、第 55 回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部、2008 年 3 月。

研究現況
Current Research Projects

1. 強磁性金属/半導体ヘテロ構造とスピントランジスタの研究

田中雅明・中根了昌・原田智之・菅原聡

**Ferromagnetic Metal / Semiconductor
Heterostructures and Spin Transistors**

**M. TANAKA, R. NAKANE, T. HARADA, and S.
SUGAHARA**

Si や GaAs 半導体基板上に高品質単結晶の強磁性薄膜を成長させることができれば、半導体エレクトロニクスと磁性材料の機能（不揮発性メモリや光学的非相反性など）を融合させた新しい物質科学や応用技術、またはスピン自由度を使ったエレクトロニクスを創造できる可能性がある。我々はこの分野で90年代初めから先駆的研究を進めているが、本研究では、六方晶の結晶構造を持つ強磁性金属 MnAs 薄膜を、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて半導体(Si, GaAs)基板上にエピタキシャル成長させることに成功した。また、MnAs/III-V (GaAs,AlAs)/MnAs から成る3層の強磁性/半導体多層ヘテロ構造の形成に成功し、良好な品質を保ったエピタキシャルヘテロ構造を得た。磁気センサや固体磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)の基本原則となるスピンバルブ効果による磁気抵抗効果、および最近では大きなトンネル磁気抵抗効果の観測に成功した。さらに、スピン依存伝導を積極的に用いた新しいシリコンベースのスピントランジスタ (Spin MOSFET) を提案し、そのデバイス物理の解析、高密度不揮発性メモリおよび再構成可能な論理回路の設計を行った。シリコンベースのスピンドバイスの実現に向けてデバイスプロセスと Spin MOSFET 作製の研究を行っている。

It is expected that the feasibility of growing monocrystalline high-quality ferromagnetic thin films on semiconductors leads to a new class of materials which combines the properties both of semiconductors and of ferromagnets, giving rise to new applications. We have successfully grown ferromagnetic MnAs films with hexagonal NiAs-type crystal structure on Si and GaAs substrates by MBE. Furthermore, we have successfully grown MnAs/III-V(GaAs,AlAs)/MnAs trilayer structures having good crystalline quality on Si(111) and GaAs (111) substrates, and have observed the spin-valve effect and tunneling magnetoresistance (TMR), which can lead to the application to magnetic-field sensors and magnetic random access memory (MRAM). Furthermore, we proposed and analyzed a new class of silicon-MOS based spin transistors (Spin MOSFET) and their application to ultrahigh density nonvolatile memory and reconfigurable logic devices. We are investigating device processes for realizing Si-based spin devices including spin MOSFETs.

2. III-V 族ベースの強磁性半導体および その超薄膜・量子ヘテロ構造

田中雅明・大矢忍・アーサンナズムル・
横山正史

**III-V Based Ferromagnetic Semiconductors
(GaMn)As, (InGaMn)As, Mn-delta-doped GaAs,
and their Ultrathin Quantum Heterostructures**

**M. TANAKA, S. OHYA, A.M. NAZMUL, M.
YOKOYAMA**

比較的低温 (200 - 300°C) で強い非平衡成長条件下で MBE 成長を行うことにより、GaAs 中に固溶限界を越えた Mn 原子をドーピングさせ、新しい希薄磁性半導体 (Ga_{1-x}Mn_x)As を作製した。GaMnAs は Mn 組成 x が 8% 未満で均一な混晶となり、 p 型の伝導を示した。低温において磁化および磁気輸送測定により、強磁性秩序を持つことを見いだした。III-V 化合物半導体と強磁性体の性質を併せ持つ新しい物質であり、スピンとキャリアの相互作用を調べる上で極めて興味深い対象である。また、強磁性(GaMnAs)/非磁性(AlAs)半導体超格子の作製に成功しその大きな磁気光学効果や量子準位の形成を確認した。さらに最近では、新しい4元混晶磁性半導体(InGaMn)As を作製し、低温(強磁性転移温度 T_C は約 130K) 強磁性が発現すること、格子定数やバンドギャップが変えられること、光通信デバイスと整合性の良い InP 基板上に格子整合できることなどを明らかにした。さらに Mn-デルタドーピングと選択ドーピング構造により、III-V 族化合物半導体では最高の強磁性転移温度 $T_C=172$ K- 250 K を観測した。さらに、最近では Mn-delta-doped GaAs / p -AlGaAs からなるヘテロ構造の巨大プレーナホール効果を見出し、その磁気異方性を明らかにした。

We have successfully grown a new III-V based magnetic semiconductor (GaMn)As by low-temperature molecular beam epitaxy (LT-MBE), in which strong non-equilibrium growth conditions allow a large amount of Mn atoms to be incorporated into the host lattice of GaAs. Ternary alloys of (Ga_{1-x}Mn_x)As were obtained when the Mn content x was less than 0.08, and all of them showed p -type conduction. By magnetization and magneto-transport studies on the GaMnAs, ferromagnetic order was found at low temperature and the Curie temperature T_C was 10 - 100 K. This is a new class of materials having properties both of III-V semiconductors and of ferromagnetic materials, providing new opportunities to study the interaction between carriers and local spins. Furthermore, we have grown magnetic(GaMnAs) / nonmagnetic(AlAs) semiconductor superlattices (SLs), and the SLs are shown to have quantum well states. More recently, we have successfully grown a new quaternary alloy magnetic semiconductor (InGaMn)As, and have found that it is ferromagnetic with $T_C \sim 130$ K. In (InGaMn)As, the lattice constant and the bandgap can be changed, and it can be grown on lattice-matched InP substrates, thus having good compatibility with optical communication devices. More recently, we have realized high T_C of 172 - 250 K in Mn-delta-doped GaAs / p -AlGaAs heterostructures, which are the highest values ever reported in III-V based materials. Recently, we find out the giant planar Hall effect in Mn-delta-doped GaAs / p -AlGaAs heterostructures and clarified the magnetic anisotropy. Such new magnetic

quantum heterostructures are very attractive in view of fundamental research as well as potential applications to "spintronics".

3. 強磁性半導体ヘテロ構造を用いたトンネル接合デバイスと大きなトンネル磁気抵抗効果

田中雅明・大矢忍・ファムナムハイ

Magnetic Tunnel Junctions using Ferromagnetic Semiconductor Heterostructures and Large Tunneling Magneto-Resistance

M. TANAKA, S. OHYA, and P-N. HI

低温 MBE 成長により GaMnAs/AlAs/GaMnAs から成る強磁性半導体トンネル接合を作製し、半導体ヘテロ構造では初めてトンネル磁気抵抗効果を観測していた(1998年)が、最近、構造と磁場の印加方向を最適化することで70%を越える大きなトンネル磁気抵抗効果(TMR)を明瞭に観測した。Ga_{1-x}Mn_xAs (x=4.0%, 50nm) / AlAs (1.3-2.8nm) / Ga_{1-x}Mn_xAs (x=3.3%, 50nm)から成る単一障壁強磁性半導体トンネル接合に、磁場を面内で[100]方向に印加してトンネル抵抗を測定したところ、TMR 比は最大75%にも達した。また、TMR の AlAs 障壁厚さ依存性の実験結果を、界面に平行方向のキャリア波数ベクトル k_{\parallel} が保存するとして強結合近似で求めた理論計算により説明した。また、GaMnAs/AlAs/InGaAs/AlAs/GaMnAs 二重障壁強磁性トンネル接合において、磁性半導体系では初めて負の TMR と AlAs 膜厚に対する TMR 比の振動現象を観察した。これは共鳴トンネル効果が TMR と同時に起こったためと考えられる。このようなスピンの依存するトンネル現象は、不揮発性メモリや磁気センサの基本原理であり、半導体ヘテロ接合を用いてこれが明瞭に観測されたことの意義は大きいと考えている。

We have observed very large tunneling magnetoresistance (TMR) in epitaxially grown GaMnAs/AlAs/GaMnAs ferromagnetic semiconductor tunnel junctions. Large TMR ratios more than 70% were obtained in junctions with a very thin (<1.6 nm) AlAs tunnel barrier when the magnetic field was applied along the [100] axis in the film plane. The TMR was found to rapidly decrease with increasing the barrier thickness, which is explained by calculations assuming that the parallel wave vector k_{\parallel} of carriers is conserved in tunneling. Recently, we observed negative TMR and oscillations of the TMR ratio (with varying the AlAs thickness) in GaMnAs/AlAs/InGaAs/AlAs/GaMnAs double-barrier ferromagnetic tunnel junctions, for the first time in magnetic semiconductor systems. This is caused by the appearance of resonant tunneling and TMR effects at the same time. Realization of such large spin-dependent tunneling in semiconductor heterostructures, that is spin injection from one semiconductor layer to another semiconductor layer via tunneling, is an very significant step towards future spintronics, in which one tries to use the spin degree of freedom in semiconductor devices.

4. グラニューラー強磁性金属 (MnAs) / 半導体 (III-V) ハイブリッド構造の形成と磁気光学物性および磁気抵抗効果、デバイス応用

田中雅明・横山正史・ファムナムハイ・大矢忍

Semiconductor-Based Magneto-Photonic Crystals: Ferromagnet(MnAs)/III-V Semiconductor Hybrid

Multilayer Structures: Fabrication, Magneto-optical, Magnet-resistive Properties, and Device Applications

M. TANAKA, M. YOKOYAMA, P-N. HI, and S. OHYA

低温 MBE 成長した混晶半導体(GaMn)As を 500-800°C で熱処理すると、強磁性金属 MnAs のクラスター(微粒子)が析出し、グラニューラー強磁性金属(MnAs)が半導体(GaAs)中に埋め込まれた GaAs:MnAs 複合構造が形成される。MnAs クラスターの大きさは、数 nm でありアニール温度によって変えられ、全体としては超常磁性を示す。このような強磁性体/半導体複合構造の形成技術を確認し、その磁気光学効果を明らかにしつつある。特に最近では、GaAs/AlAs 半導体多層膜から成る分布ブラッグ反射鏡 (Distributed Bragg Reflector, DBR) と組み合わせ、DBR/GaAs:MnAs /DBR 構造をエピタキシャル成長によって形成し、光を磁性層に局在させることによって、室温で磁気光学効果が数倍増大することを見出し、III-V 族化合物半導体をベースとしたスピン機能光デバイスの実現に向けて研究を進めている。また、GaAs:MnAs 複合構造において、室温で 600%にも達する大きな正の磁気抵抗効果を見出し、さらなる評価と解明を進めている。さらに最近では、GaAs:MnAs 微粒子構造を含む強磁性トンネル接合を作製し、明瞭なスピン依存トンネル現象を観測した。さらに MnAs 微粒子が閃亜鉛型結晶構造である場合には、静磁場による起電力の発生と 100,000%にもおよぶ巨大な磁気抵抗効果を見出した。静磁場による起電力の発生は、1831 年以來のファラデーの電磁誘導の法則をこのような強磁性ナノ構造においてはより一般化する必要があることを示すものである。

We have fabricated ferromagnet(MnAs)/III-V semiconductor(GaAs) granular structures, hereafter GaAs:MnAs, by annealing (GaMn)As at 500 - 800°C. During the annealing process, MnAs ferromagnetic clusters with diameters of a few nm were formed in a matrix of GaAs (or GaMnAs), exhibiting a superparamagnetic behavior. We have established the fabrication process and have measured magneto-optic properties. Furthermore, we have fabricated GaAs:MnAs sandwiched by GaAs/AlAs distributed Bragg Reflectors (DBRs), and have showed significant enhancement of magneto-optical effect by using multiple interference and localization of light in the GaAs:MnAs magnetic layer. This structure offers new opportunity for the application to spin-controlled photonic devices based on III-V compound semiconductors. Recently, we have found extremely large positive magnetoresistance of 600 % at room temperature in the GaAs:MnAs granular structures, and further investigations are underway. Furthermore, we found that an emf can be induced by a static magnetic field in magnetic tunnel junctions (MTJs) containing zinc-blende (ZB) MnAs nanoparticles. As a consequence, a huge magnetoresistance effect of up to 100,000% was observed at certain bias voltages. Our results show, for the first time, that Faraday's Law of induction given in 1831 must be generalized to take into account spin effects in magnetic nanostructures.

5. IV 族ベーススピントロニクス材料とデバイスプロセスの研究

田中雅明・菅原聡・中根了昌・周藤悠介・矢田慎介・

Group-IV-based Spintronics Materials and Device Processes

M. TANAKA, S. SUGAHARA, R. NAKANE, K. SUGIURA, Y. SHUTO, S. YADA, H. ENDO, and S. KOKUTANI

Si を中心とする IV 族半導体は大規模集積回路・MOS トランジスタの主材料であり、将来にわたってその重要性は疑う余地が無い。Si や Ge など IV 族ベースの磁性半導体や IV 族半導体と整合性の良いハーフメタルなど高スピン偏極材料の創製とデバイスプロセスの研究を行っている。これまでに GeMn の強磁性の起源の解明と GeMn アモルファス強磁性半導体の作製、新しい強磁性半導体 GeFe の作製と微視的構造および磁気光学効果などの物性評価、SOI (silicon on insulator) 基板上への Fe_xSi の作製とそのスピン MOS デバイスプロセス開発などを進めている。

It is no doubt that Si and group-IV semiconductors will be continuously important in the future, because they are used for MOS transistors and integrated circuits. We study the fabrication of group-IV (Si and Ge) based magnetic semiconductors and ferromagnets with high spin polarization, such as half metals, which are compatible with group-IV semiconductors, and their applications to spin-device processes. We have grown GeMn and clarified the origin of its ferromagnetism, successfully fabricated ferromagnetic amorphous semiconductor GeMn. Also, we have successfully grown a new ferromagnetic semiconductor GeFe and clarified its microscopic structure and magneto-optical properties. Recently, we have successfully fabricated ferromagnetic Fe_3Si on silicon-on-insulator (SOI) substrates, and developed spin MOS devices.

**論文・著書一覧 (2007 年度)
Publications List**

研究論文

- [1] Y. Shuto, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Structural and magnetic properties of epitaxially grown $\text{Ge}_{1-x}\text{Fe}_x$ thin films: Fe concentration dependence", *Appl. Phys. Lett.* 90, pp.132512/1-3 (2007).
- [2] Y. Mizuno, S. Ohya, P-N. Hai, and M. Tanaka, "Spin-dependent transport properties in GaMnAs-based spin hot-carrier transistors", *Appl. Phys. Lett.* 90, pp.162505/1-3 (2007). cond-mat/0702239
- [3] Y. Mizuno, S. Ohya, P-N. Hai, and M. Tanaka, "Spin-dependent transport properties in GaMnAs-based spin hot-carrier transistors", *Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology* Volume 15, Issue 17, April 30, 2007. <http://www.vjnano.org/nano/>
- [4] S. Ohya, P. N. Hai, Y. Mizuno, and M. Tanaka, "Quantum-size effect and tunneling magnetoresistance in ferromagnetic-semiconductor quantum heterostructures", *Phys. Rev. B* 75, pp.155328/1-6 (2007).
- [5] S. Ohya, P. N. Hai, Y. Mizuno, and M. Tanaka, "Quantum-size effect and tunneling magnetoresistance in ferromagnetic-semiconductor quantum heterostructures", *Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology* Volume 15, Issue 18, May 7, 2007. <http://www.vjnano.org/nano/>
- [6] M. Tanaka and S. Sugahara, "Metal-Oxide-Semiconductor Based Spin Devices for Reconfigurable Logic", *Invited paper in the Special Issue on Spintronics*, *IEEE Transactions on Electron Devices* Vol. 54, No.5, pp.961-976 (2007).
- [7] R. Nakane, J. Kondo, and M. Tanaka, "Tunneling magnetoresistance in a Mn delta-doped GaAs / AlAs / MnAs heterostructure", *Jpn. J. Appl. Phys.* 46, pp.L755 - L757 (2007).
- [8] K. Ohno, S. Ohya, and M. Tanaka, "Properties of heavily Mn-doped GaMnAs with Curie temperature of 172.5 K", *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism* 20, pp.417-420 (2007).
- [9] T. Amemiya, H. Shimizu, M. Yokoyama, P. N. Hai, M. Tanaka, and Y. Nakano, "1.54- μm TM-mode waveguide optical isolator based on nonreciprocal-loss phenomenon: device design to reduce insertion loss", *Applied Optics* 46, pp.5784-5791 (2007).
- [10] Pham Nam Hai, S. Sugahara and M. Tanaka, "Reconfigurable Logic Gates Using Single Electron Spin Transistors", *Jpn. J. Appl. Phys.* 46, pp.6579-6585 (2007). <http://arxiv.org/abs/0707.1922>
- [11] 大矢忍、ファムナムハイ、田中雅明、"強磁性半導体量子ヘテロ構造におけるスピン依存共鳴トunneling"

ル効果"、第 159 回日本磁気学会研究会論文、第 20 回スピエレクトロニクス専門研究会「半導体のスピン機能とデバイス応用」2008 年 3 月 3 日。S. Ohya, Pham Nam Hai, and M. Tanaka, "Spin-dependent resonant tunneling effect in ferromagnetic-semiconductor quantum heterostructures", Proceedings of the Symposium on Spin-related Functions in Semiconductors and their Device Applications, Magnetics Society of Japan, March 3rd, 2007.

国際会議論文

- [12] S. Ohya and M. Tanaka (invited), "Recent Progress in Ferromagnetic Semiconductor Heterostructures", 1st International Symposium on Advanced Magnetic Materials and Applications (ISAMMA), Hotel Shilla, Jeju Island, Korea, May 28- June 1, 2007.
- [13] T. Amemiya, H. Shimizu, M. Yokoyama, P. N. Hai, M. Tanaka, and Y. Nakano, "Single mode operation of 1.5 μm TM-mode waveguide optical isolators based on the nonreciprocal-loss phenomenon", Conference on Laser and Electro-Optics/Quantum Electronics and Laser Science Conference (CLEO/QELS-2007), CTuH2, Baltimore, USA (May 2007).
- [14] S. Ohya, P. N. Hai, Y. Mizuno and M. Tanaka, "Spin-dependent resonant tunneling effect in GaMnAs quantum-well double-barrier heterostructures", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [15] Pham Nam Hai, Y. Sakata, M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Electrical spin injection and detection by ballistic transport in MnAs / GaAs / GaAs:MnAs spin-valve heterostructures", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [16] Pham Nam Hai, M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Tunneling magnetoresistance and colossal electro-resistance in magnetic tunnel junctions with ferromagnetic MnAs nanoclusters", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [17] Y. Mizuno, S. Ohya, Pham Nam Hai, and M. Tanaka, "Semiconductor spin hot-carrier transistor with amplification capability", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [18] K. Ohno, S. Ohya, and M. Tanaka, "Magneto-optical, magnetotransport, and magnetization properties of ferromagnetic GaMnAs thin films with high Mn concentrations", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [19] M. Yokoyama and M. Tanaka, "In-plane magnetic anisotropy of a ferromagnetic quaternary alloy (InGaMn)As thin film studied by the planar Hall resistance measurement", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [20] Y. Shuto, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Magneto-optical and magneto-transport properties of ferromagnetic Ge_{1-x}Fe_x thin films grown on Si (001) substrates", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [21] S. Yada, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Structural and magnetic properties of self-organized Ge_{1-x}Mn_x nanocolumns in epitaxially grown Mn-doped Ge thin films", 4th International School and Conference on Spintronics and Quantum Information Technology (Spintech IV), Maui, Hawaii, June 17-22, 2007.
- [22] M. Yokoyama and M. Tanaka, "Study of the structural and magnetic properties of ferromagnetic metal (MnAs) / III-V semiconductor hybrid structures", UT Forum in Seoul 'Electrical Engineering and Electronics for Quality Life and Society', Seoul, Korea, June 25, 2007.
- [23] Pham Nam Hai, Y. Sakata, M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Electrical spin injection and detection by ballistic transport in MnAs/GaAs/GaAs:MnAs spin-valve hybrid structures", 15th International Conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-15), Hongo campus at the University of Tokyo, Tokyo, July 23-27 (2007).
- [24] Y. Mizuno, S. Ohya, Pham Nam Hai, and M. Tanaka, "Spin-Dependent Transport Properties in GaMnAs-based Spin Hot-Carrier Transistors", 15th International Conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-15), Hongo campus at the University of Tokyo, Tokyo, July 23-27 (2007).
- [25] S. Ohya, P. N. Hai, Y. Mizuno, and M. Tanaka, "Spin-dependent Resonant Tunneling Effect in Ferromagnetic-semiconductor Quantum Heterostructures", 15th International Conference on Nonequilibrium Carrier Dynamics in Semiconductors (HCIS-15), Hongo campus at the University of Tokyo, Tokyo, July 23-27 (2007).
- [26] M. Tanaka (invited), "Recent Progress in Group IV and

- III-V-based Ferromagnetic Semiconductors", Polish-Japanese Seminar on Ferromagnetism and Magnetic Nanostructures in Semiconductors, Leszno, Poland, September 26-29 (2007).
- [27] M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Magnetic Anisotropy of Ferromagnetic Semiconductor [(InyGa1-y)1-xMnx]As Thin Films", 34th International Symposium on Compound Semiconductors (ISCS-34), Kyoto, October 15-17, 2007.
- [28] M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Magnetic Anisotropy of Ferromagnetic Semiconductor [(InyGa1-y)1-xMnx]As", 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, Tampa, USA, November 5-9, 2007.
- [29] Y. Shuto, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Crystallographic and magnetic properties of epitaxially grown Ge1-xFex thin films on Si(001) substrates", 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, Tampa, USA, November 5-9, 2007.
- [30] A. M. Nazmul, H. T. Lin, S. Ohya, and M. Tanaka, "Planar Hall Effect and Magnetic Anisotropy in a Mn delta-doped GaAs/p-AlGaAs Heterostructure", International Workshop for Nano-structured Materials and Magnetism (NMM), Ryukyu Univ., Okinawa, February 10-11, 2008.
- [31] Sanjukta Ghosh, A. M. Nazmul, M. Tanaka, "Magneto-optical properties of Mn delta-doped GaAs/p-AlGaAs heterostructures", International Workshop for Nano-structured Materials and Magnetism (NMM), Ryukyu Univ., Okinawa, February 10-11, 2008.
- [32] M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Fabrication and properties of III-V/MnAs hybrid structures", The 1st Hope Meeting, Tsukuba, February 24-28, 2008.
- [33] M. Tanaka (invited), "Spin MOSFETs and reconfigurable logic design", Workshop on Ferromagnetic Logic Devices, Circuits and Applications, UCLA, Los Angeles, February 21-22, 2008.
- [34] M. Tanaka (invited), "Spintronics materials and devices for advanced electronics", 2008 RCIQE International Seminar on Advanced Semiconductor Materials and Devices, Hokkaido University, Sapporo, March 3-4, 2008.
- [35] M. Tanaka, "Spintronics Materials and Devices for Advanced Electronics", Global COE International Symposium on Secure-Life Electronics – Advanced Electronics for Quality Life and Society –, Hongo Campus, University of Tokyo, March 6-7, 2008.
- [36] Masaaki Tanaka, Ryosho Nakane, Kuniaki Sugiura, Tomoyuki Harada, and Satoshi Sugahara, "Spintronics Materials and Devices for Advanced Electronics: Metal-Oxide-Semiconductor Based Spin Devices for Reconfigurable Logic", Global COE International Symposium on Secure-Life Electronics – Advanced Electronics for Quality Life and Society –, Hongo Campus, University of Tokyo, March 6-7, 2008.
- [37] Pham Nam Hai, Yusuke Sakata, Masafumi Yokoyama, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, "Spin valve effect by ballistic transport in ferromagnetic metal (MnAs) / semiconductor (GaAs) hybrid heterostructures", Global COE International Symposium on Secure-Life Electronics – Advanced Electronics for Quality Life and Society –, Hongo Campus, University of Tokyo, March 6-7, 2008.
- [38] Pham Nam Hai, ByungHo Yu, Shinobu Ohya and Masaaki Tanaka, "Huge tunneling magnetoresistance (>18300%) in semiconductor based magnetic tunnel junctions with zinc-blende MnAs nanoparticles", American Physical Society 2008 March Meeting, New Orleans, USA, March 10-14, 2008.
- [39] Pham Nam Hai, Yusuke Sakata, Masafumi Yokoyama, Shinobu Ohya and Masaaki Tanaka, "Electrical spin injection and detection by ballistic transport in MnAs / GaAs / GaAs : MnAs spin-valve hybrid heterostructures", American Physical Society 2008 March Meeting, New Orleans, USA, March 10-14, 2008.

シンポジウム・研究会・国内学会等発表

- [40] 中根了昌、杉浦邦晃、田中雅明、菅原聡、"MOS型スピントランジスタのための材料プロセス", NEDO ナノテクプロジェクト第1回研究会、東京大学本郷キャンパス、2007年5月7日。
- [41] 田中雅明、"スピントロニクス材料・デバイス研究の現状と将来"、先端融合COE「ナノ量子情報エレクトロニクス連携研究拠点」ナノ量子情報エレクトロニクスセミナー、東京大学生産技術研究所、2007年6月4日。
- [42] M. Yokoyama and M. Tanaka, "Study of magnetic anisotropy of an [(InyGa1-y)1-xMnx]As thin film", 26th Electronic Materials Symposium, Biwa Lake, July 4-6, 2007.
- [43] 中根了昌、杉浦邦晃、菅原聡、田中雅明、"半導体スピントロニクスの新しい展開ースピントランジスター"、日本応用磁気学会スピネレクトロニクス専門研究会・応用物理学会スピネレクトロニクス研究会 共同主催、IEEE Magnetics Society Japan Chapter 共催研究会 「スピン注入磁壁ダイナミクスと半導体スピントロニクスの新しい展開」中央大学駿河台記念館 6階 670号室 2007年7月23日。
- [44] 田中雅明、"半導体スピントロニクスにおけるスピ

- ン依存トンネル効果"、第45回茅コンファレンス—最近のスピン科学とスピン技術—信州松代ロイヤルホテル、2007年8月19日~22日。
- [45] 大矢忍、ファムナムハイ、水野洋輔、田中雅明、"III-V族強磁性半導体ヘテロ構造におけるトンネル磁気抵抗効果と共鳴トンネル効果"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会「ナノスピントロニクスにおける量子効果と関連現象」シンポジウム(9月6日)、6p-S-5、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。S. Ohya, Pham Nam Hai, Y. Mizuno, and M. Tanaka, "Tunneling magnetoresistance and resonant tunneling effect in III-V-based ferromagnetic semiconductor heterostructures", Symposium on Quantum Effects and Related Phenomena, 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 6p-S-5, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [46] 横山正史、大矢忍、田中雅明、"強磁性(InGaMn)As薄膜における磁気異方性に対する熱処理効果"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会、8a-S-5、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Annealing effect on magnetic properties of ferromagnetic (InGaMn)As thin films", 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 8a-S-5, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [47] ファムナムハイ、横山正史、大矢忍、田中雅明、"強磁性MnAs微粒子を含む半導体ヘテロ構造におけるメモリ効果"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会、8a-S-3、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。P. N. Hai, M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, Memory effect in semiconductor heterostructures with ferromagnetic MnAs nanoparticles, 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 8a-S-3, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [48] 周藤悠介、田中雅明、菅原聡、"Si(001)基板上にエピタキシャル成長した強磁性半導体 Ge_{1-x}Fex 薄膜の結晶性・磁性の評価"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会、5a-S-11、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。Y. Shuto, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Crystallographic and magnetic properties of epitaxially grown ferromagnetic semiconductor Ge_{1-x}Fex thin films on Si(001) substrates", 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 5a-S-11, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [49] 矢田慎介、田中雅明、菅原聡、"Si(001), Si(110), Si(111)基板上へのMnドープGe薄膜のエピタキシャル成長と磁性"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会、5a-S-10、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。S. Yada, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Epitaxial growth and magnetic properties of Mn doped Ge thin films on Si(001), (110), and (111) substrates", 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 5a-S-10, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [50] 中根了昌、田中雅明、菅原聡、"Siキャップ層による強磁性Fe₃Si薄膜形成温度の低温化"、2007年(平成19年)秋季第68回応用物理学会学術講演会、5a-S-9、北海道工業大学、2007年9月4日-9月7日。R. Nakane, M. Tanaka, S. Sugahara, "Reduction of silicidation temperature of Fe₃Si thin films using an ultra-thin Si capping layer", 68th Fall Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 5a-S-9, Hokkaido Institute of Technology, September 4-7, 2007.
- [51] 大矢忍、ファムナムハイ、水野洋輔、田中雅明、"強磁性半導体GaMnAs量子井戸二重障壁ヘテロ接合におけるトンネル磁気抵抗効果と共鳴トンネル効果"、第31回日本応用磁気学会学術講演会、13aC-3、学習院大学、2007年9月11日-14日。Tunneling magnetoresistance and resonant tunneling effect in ferromagnetic-semiconductor GaMnAs quantum-well double-barrier heterostructures, S. Ohya, Pham Nam Hai, Y. Mizuno, and M. Tanaka, The 31th Annual Conference on MAGNETICS in Japan, 13aC-3, Gakushuin University, September 11-14, 2007.
- [52] ファムナムハイ、坂田祐輔、横山正史、大矢忍、田中雅明、"強磁性金属(MnAs)/半導体(GaAs)スピバルブ構造におけるパルスティック伝導によるスピン注入・検出"、第31回日本応用磁気学会学術講演会、13aC-4、学習院大学、2007年9月11日-14日。P. N. Hai, Y. Sakata, M. Yokoyama, S. Ohya, M. Tanaka, "Spin injection and detection by ballistic transport in ferromagnet (MnAs) / semiconductor (GaAs) spin-valve structures", The 31th Annual Conference on MAGNETICS in Japan, 13aC-4, Gakushuin University, September 11-14, 2007.
- [53] 田中雅明、"スピン偏極電流制御デバイス"、東北大通研共同プロジェクト研究会「スピエレトロニクスの新展開」& 特定領域研究キックオフミーティング「スピン流の創出と制御」、東北大学電気通信研究所、2007年10月4日-5日。
- [54] 田中雅明、"半導体/磁性体界面制御技術(ショットキー障壁)の開発:目標に対するアプローチ方法"、NEDO ナノテクプロジェクト第2回研究会、東京大学本郷キャンパス、2007年10月23日。
- [55] 中根了昌、杉浦邦晃、原田智之、國谷瞬、菅原聡、田中雅明、"半導体/磁性体界面制御技術(ショットキー障壁)の開発:詳細結果"、NEDO ナノテクプロジェクト第2回研究会、東京大学本郷キャンパス、2007年10月23日。

- [56] 菅原聡, 中根了昌, 田中雅明, "強磁性体/MgO/p n 接合複合構造ソース/ドレイン MOSFET の開発", NEDO ナノテクノロジープロジェクト第2回研究会, 東京大学本郷キャンパス, 2007年10月23日.
- [57] 田中雅明, 周藤悠介, 菅原聡, "スピントロニクスとIV族磁性半導体の創成", ナノ量子情報エレクトロニクスシンポジウム, 東京大学駒場Iキャンパス数理科学研究棟ホール, 2007年10月24日~25日. M. Tanaka, Y. Shuto, and S. Sugahara, "Spintronics and Group-IV Ferromagnetic Semiconductors", Nano-Quantum Information Electronics Symposium, University of Tokyo, October 24-25 (2007).
- [58] ファムナムハイ, 坂田祐輔, 横山正史, 大矢忍, 田中雅明, "強磁性金属(MnAs)/半導体(GaAs)スピバルブ構造におけるバリスティック伝導によるスピ注入・検出", ナノ量子情報エレクトロニクスシンポジウム, 東京大学駒場Iキャンパス数理科学研究棟ホール, 2007年10月24日~25日. P-N Hai, Y. Sakata, M. Yokoyama, S. Ohya, and M. Tanaka, "Spin injection and detection by ballistic transport in ferromagnet (MnAs) / semiconductor (GaAs) spin-valve structures", Nano-Quantum Information Electronics Symposium, University of Tokyo, October 24-25 (2007).
- [59] 矢田慎介, 菅原聡, 田中雅明, "MnドーピングGe薄膜の磁性及び構造の評価", ナノ量子情報エレクトロニクスシンポジウム, 東京大学駒場Iキャンパス数理科学研究棟ホール, 2007年10月24日~25日. S. Yada, S. Sugahara and M. Tanaka, "Magnetic and structural properties of Mn doped Ge thin films", Nano-Quantum Information Electronics Symposium, University of Tokyo, October 24-25 (2007).
- [60] 田中雅明, "スピントロニクス 材料・デバイス研究の現状と展望", 第9回ナノフォトニクスオープンセミナー, 東京大学本郷キャンパス, 2007年11月21日.
- [61] 田中雅明, "高機能半導体スピデバイスのための基盤技術の開発", 文部科学省「次世代IT基盤構築のための研究開発」「高機能・超低消費電力スピデバイス・ストレージ基盤技術の開発」, サブグループ第1回研究報告会 東北大学電気通信研究所, 2007年11月29日.
- [62] 田中雅明, "スピントランジスタ", 第6回スピエレクトロニクス入門セミナー「スピエレクトロニクスの基礎」, 東京大学本郷キャンパス, 2007年12月5日.
- [63] Pham Nam Hai, ByungHo Yu, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, "Huge tunneling magnetoresistance in semiconductor based magnetic tunnel junctions with zinc-blende MnAs nanoparticles" 第12回「半導体スピ工学の基礎と応用」研究会(12th Symposium on the Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors: PASPS-12), 大阪大学産業科学研究所, 2007年12月20日-21日.
- [64] Masafumi Yokoyama, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, "Magnetic Anisotropy of [(InyGa1-y)1-xMnx]As", 第12回「半導体スピ工学の基礎と応用」研究会(12th Symposium on the Physics and Applications of Spin-related Phenomena in Semiconductors: PASPS-12), 大阪大学産業科学研究所, 2007年12月20日-21日.
- [65] 田中雅明, "スピン偏極電流制御デバイスとその材料", 特定領域研究「スピン流の創出と制御」平成19年度成果報告会, 東京大学本郷キャンパス工学部2号館講堂, 2008年2月27日-28日. M. Tanaka, "Materials and devices for controlling spin-polarized current", Meeting on Creation and Control of Spin Current, Hongo Campus at the University of Tokyo, February 27-28, 2008.
- [66] ファムナムハイ, ユビョンホ, 大矢忍, 田中雅明, "閃爍鉛銻型MnAs微粒子を含む半導体ナノ構造における巨大な磁気抵抗効果(~100,000%)", 特定領域研究「スピン流の創出と制御」平成19年度成果報告会, 東京大学本郷キャンパス工学部2号館講堂, 2008年2月27日-28日. P. N. Hai, B. Yu, S. Ohya and M. Tanaka, "Huge magnetoresistance (~100,000%) in semiconductor nanostructures with zinc-blende MnAs nanoparticles", Meeting on Creation and Control of Spin Current, Hongo Campus at the University of Tokyo, February 27-28, 2008.
- [67] 原田智之, 中根了昌, 田中雅明, 菅原聡, "Si MOS反転層へのスピ注入とその電気的検出", 特定領域研究「スピン流の創出と制御」平成19年度成果報告会, 東京大学本郷キャンパス工学部2号館講堂, 2008年2月27日-28日. Tomoyuki Harada, Ryosho Nakane, Masaaki Tanaka, and Satoshi Sugahara, "Electrical spin injection and detection in Si MOS inversion layers", Meeting on Creation and Control of Spin Current, Hongo Campus at the University of Tokyo, February 27-28, 2008.
- [68] 周藤悠介, 菅原聡, 田中雅明, "A New Group-IV Ferromagnetic Semiconductor Ge1-xFex: Epitaxial Growth, Crystal Structure, Magnetic Properties, and Heterostructures (新しいIV族強磁性半導体Ge1-xFex薄膜の研究: エピタキシャル成長, 結晶構造, 磁性, およびヘテロ構造)", 東京大学固体エレクトロニクス・オプトエレクトロニクス研究会, 東京大学先端科学技術研究センター, 2008年2月28日.
- [69] 横山正史, 大矢忍, 田中雅明, "Fabrication and properties of III-V/MnAs hybrid structures and III-V based ferromagnetic semiconductors (III-V/MnAs複合構造およびIII-V族ベース強磁性半導体の作製と物

性に関する研究) "、東京大学固体エレクトロニクス・オプトエレクトロニクス研究会、東京大学先端科学技術研究センター、2008年2月28日。

- [70] 大矢忍、ファムナムハイ、田中雅明、"強磁性半導体量子ヘテロ構造におけるスピン依存共鳴トンネル効果"、第159回日本磁気学会研究会、第20回スピンエレクトロニクス専門研究会「半導体のスピン機能とデバイス応用」、東京、化学会館7階ホール、2008年3月3日。 S. Ohya, Pham Nam Hai, and M. Tanaka, "Spin-dependent resonant tunneling effect in ferromagnetic-semiconductor quantum heterostructures", Symposium on Spin-related Functions in Semiconductors and their Device Applications, Magnetics Society of Japan, March 3rd, 2007.
- [71] 田中雅明、"強磁性半導体"、第55回応用物理学関係連合講演会、シンポジウム「スピントロニクスはどこまで進んだか」、27p-A-3, 日本大学理工学部船橋キャンパス、2008年3月27日-30日。 Masaaki Tanaka, "Ferromagnetic Semiconductors", Symposium on the Progress of Spintronics, 55th Spring Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 27p-A-3, Nihon University, Funabashi, March 27-30, 2008.
- [72] ファムナムハイ、ユビョンホ、大矢忍、田中雅明、"閃亜鉛鉱形 MnAs 微粒子を含む半導体ナノ構造における巨大な磁気抵抗効果(〜100,000%)"、第55回応用物理学関係連合講演会、28p-F-4, 日本大学理工学部船橋キャンパス、2008年3月27日-30日。 Pham Nam Hai, ByungHo Yu, Shinobu Ohya, and Masaaki Tanaka, "Huge magnetoresistance (〜100,000%) in semiconductor nanostructures with zinc-blende MnAs nanoparticles", 55th Spring Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 28p-F-4, Nihon University, Funabashi, March 27-30, 2008.
- [73] 遠藤裕幸、周藤悠介、田中雅明、菅原聡、"強磁性半導体 Ge_{1-x}Fex 薄膜における成長後のアニール効果"、第55回応用物理学関係連合講演会、29a-X-1, 日本大学理工学部船橋キャンパス、2008年3月27日-30日。 H. Endo, Y. Shuto, M. Tanaka, and S. Sugahara, "Post-growth annealing effect on ferromagnetic semiconductor Ge_{1-x}Fex thin films", 55th Spring Meeting of the Japan Society of Applied Physics, 29a-X-1, Nihon University, Funabashi, March 27-30, 2008.
- [74] 中川翔太、横山正史、市川磨、秦雅彦、田中雅明、竹中充、高木信一、"InAlAs 選択酸化による III-V MOS 界面構造の形成"、第55回応用物理学関係連合講演会、日本大学理工学部船橋キャンパス、2008年3月27日-30日。 S. Nakagawa, M. Yokoyama, O. Ichikawa, M. Hata, M. Tanaka, M. Takenaka, S. Takagi, "Fabrication of III-V MOS structure by using selective oxidation of InAlAs", 55th Spring Meeting of the Japan

Society of Applied Physics, Nihon University, Funabashi, March 27-30, 2008.

総説、解説、編著

- [75] S. Ohya and M. Tanaka (Invited review), "TMR in Semiconductors", Handbook of Magnetism and Advanced Magnetic Materials, Vol. 5 Spintronics and Magnetoelectronics, edited by Helmut Kronmuller and Stuart Parkin, John Wiley & Sons Ltd. (Chichester, UK), 3064 pages, July 2007. ISBN : 0470022175or_9780470022177.
- [76] 田中雅明「スピントランジスタ」第6回スピンエレクトロニクス入門セミナーテキスト、応用物理学会スピンエレクトロニクス研究会主催、東京大学本郷キャンパス 2007年12月5日。
- [77] 田中雅明「巨大磁気抵抗効果の発見」、科学(岩波書店) Vol.78, No.1, pp.89-91 (2008).

その他の記事、マスコミなど

- [78] 田中雅明、「異分野の融合と横断的思考」、学術月報 第60巻第5号 pp.317-318 (2007年5月)。
- [79] 田中雅明、"A new spin on semiconductors"、東京大学電気系同窓会報 No.51, pp.4-5, 2007年6月。
<http://todaidenki.jp/articles/faculty/070531TanakaMasaki.html>
- [80] 2007年10月10日 読売新聞「ノーベル賞 仏独2教授物理学賞 音楽、映像情報の蓄積 貢献」コメント
- [81] スピントロニクス 電子のスピン効果が繰り出す次世代トランジスタの誕生を予感 田中雅明教授 東京大学テクノロジー&サイエンス October 2007 Vol.1 pp.26-27 日経BPムック
- [82] 東京大学工学系研究科長賞 周藤悠介 2008年3月 博士論文「A New Group-IV Ferromagnetic Semiconductor Ge_{1-x}Fex: Epitaxial Growth, Crystal Structure, Magnetic Properties, and Heterostructures (新しいIV族強磁性半導体 Ge_{1-x}Fex 薄膜の研究: エピタキシャル成長、結晶構造、磁性、およびヘテロ構造)」。

田畑研究室

Tabata Laboratory

(<http://www.bioxide.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>)

研究現況

Current Research Projects

1. 機能融合型マルチフェロイックデバイス研究

田畑 仁・関 宗俊・森原 遼

Fusion Ferrotronics with New Multi-Ferroic Materials

H. TABATA, M. SEKI, R. MORIHARA

電気双極子秩序 (強誘電性: ferro-electric) とスピン秩序 (強磁性: ferro-magnetic) を併せ持つマルチフェロイック物質は、メモリデバイスの記録密度を飛躍的に向上させるだけでなく、スピン-電気双極子相互作用による新物性発現の可能性を有している。しかしながら、このような特性を示す化合物の数は限られており、またその殆どが低温でしか磁気秩序を発現しないという問題があった。我々は、室温より遥かに高い磁性転移温度を有するガーネット型フェライト薄膜に着目し、基板-薄膜間の格子不整合による歪効果を経率的に利用して、室温でマルチフェロイック特性を示す物質の作製を進めている。この物質系を利用して、低消費電力で高速動作が可能な量子演算素子の開発も併せて行っている。

Magnetoelectric (ME) multiferroic materials, which simultaneously exhibit magnetic and dipolar electrical ordering, have garnered significant scientific and technological interest because of their potential for use in novel multifunctional devices. Recently, multiferroic properties have been reported in several kinds of oxide materials. These materials exhibit ferroelectric properties with a Currie temperature more than 500 K, while the magnetic transition temperature is considerably lower than room temperature. We have succeeded for the first time in fabricating the lutetium garnet ferrite thin films with remarkable multiferroic properties observed at room temperature. The misfit between the lattice parameters of the film and substrate is utilized to break the inversion symmetry of the cubic garnet structure and induce ferroelectricity in the films.

2. スピングラス・リラクサーを用いた“ゆらぎ”エレクトロニクス

田畑 仁、関 宗俊

“Yuragi” Electronics based on Spin-glass and Relaxor Materials.

H. TABATA, M. SEKI

エレクトロニクスで培われた究極の微細加工技術、計測技術を用いて“バイオを学び”、そして“バイオに学んだ”エレクトロニクスを展開している。特に、コンピュータでは悪者である“あいまいさ/ゆらぎ”が、バイオ

の機能発現には本質な役割を果たしている。この生命に特有の“ゆらぎ”をキーワードに、バイオに学んだ新しいエレクトロニクスを目指している。磁性相 (スピングラス相) や強誘電相 (リラクサー相) から構成される薄膜、人工格子を創製し、相共存と“ゆらぎ”が引き起こす新規物性と、柔軟でしなやかなバイオ固有の機能との類縁性に関する基礎研究を行っている。

Learning from bio materials and learning for bio material, there two approaches lead us a new paradigm of electronics. “Yuragi” which is so called “nose” or “fluctuation” is commonly avoided phenomena, so far. In our bio system, such as human body, on the other hand, “Yuragi” is a indispensable function. We are trying to mimetic these “Yuragi” phenomena by using physical fluctuation such as “spin-glass”, “relaxor” in there spin and dipole moment are competed. We have discovered that spinel type ferrite thin films fabricated by the pulsed laser deposition technique show a spin-glass-like behavior near room temperature, and that with exposure to light, the glass state would be melt and magnetization would increase. Recent spectroscopic measurements revealed that the photoinduced intervalence charge transfer among the cations is responsible for this high temperature photomagnetism. In a solid, a diluted magnetic semiconductor with an interaction between a charge and a spin allows us towards fabrication of new functional devices with a freedom of a spin.

3. プログラム自己組織化によるナノバイオデバイス創製

田畑 仁・関 宗俊、宇野 毅・野口真路

Fabrication of Nano-Bio Devices using Programmed Self Assembling Technique.

H. TABATA, M. SEKI, T. UNO, M. NOGUCHI

高感度薬理センシングシステム (遺伝子センサ、薬効判定センサ) の実現に向けて、酸化亜鉛(ZnO)を用いた生体親和性・透明ナノロッドゲート型トランジスタの開発を行っている。ナノ構造作製手法として独自に開発したレーザ誘起 VLS 法を用い、温度・触媒サイズ等の条件を最適化することによって、高い配向性と大きな非表面積を有する ZnO ナノロッドの成長に成功した。特に、ナノロッドに光触媒機能を付与して紫外光照射下で基板を加圧しながら蛍光プローブの入った細胞溶液に適用すると、細胞死を全く誘発させずに、細胞膜が光化学的に穿孔され、プローブが高効率で取込まれることを初めて見出しました。

A solid surface is formed as various fields of adsorption phenomena of molecules and atoms included a crystal growth of films and nanostructures. Physical, chemical and structural properties on a solid surface are strongly dependent on an orientation and a polarity of a crystal. In future, nanostructures and nano-electronics incorporated a fundamental process of a crystal growth is indispensable for

investigating a high functionality. In this work, we focused on nonpolarity in ZnO and examined a self-organization of nanostructures and its functionalities. The grown surfaces were composed of a homogeneous wire structure at nano-scale. A construction of quantum size space under the underlying wire structures appeared one-dimensional electron transport and polarized character of excitonic emissions. From the above research, we are aiming at self-organization of nanostructures based on oxide materials and its functionality for various fields.

4. バイオ・医療に向けたテラヘルツ技術開発

田畑 仁・宇野 毅

Development of THz Technology for Bio-Medical Applications.

H. TABATA, T. UNO

テラヘルツ時間領域分光装置を用い、生体関連分子の分光・イメージングを行っている。電波と光波の間、すなわちミリ波と赤外線の間位置し、電波と光波の両方の性質を兼ね備えた特殊な光/電磁波です。赤外線や可視光に比べると波長が長い為、伝播において塵、煙、炎などによる散乱が少ないことが特徴であり、安心安全のための技術といえる。我々は、災害環境下での生命体データ取得、冷凍食品中の薬物の非破壊検査、生体構成分子の水素結合検出、細胞レベルのガン化診断等の医学分野へと展開中など、安心・安全に向けたテラヘルツ分光技術の開発を目指している。

We have constructed a terahertz time-domain spectroscopy (THz-TDS) system based on a conventional pump-and-probe setup and performed research of analytical terahertz spectroscopy and imaging by THz-TDS. The terahertz radiation can pass through a wide variety of materials, such as clothing, paper, plastic, wood, ceramic, and fragile biological samples with nondestruction, but cannot penetrate metal or water. Therefore the spectroscopy in THz radiation enable us to provide effective and novel information in chemistry and biochemistry. Then we attempt to detect the vital existence under some specific circumstances, natural disaster et al., chemical agents such as agricultural chemical, pesticide residue, and narcotic drug, and molecular interactions with the use of the unique and characteristic properties of THz radiation.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

研究論文

- [1] T.Saito, M. Seki, H. Tabata, "Self-organized ZnO nano-rod with photo oxidative cell membrane perforation enables large scale non-disruptive cell manipulation" Analytical & Bioanalytical Chemistry DOI 10.1007/s00216-008-2226-2 (2008)
- [2] M. Kobayashi, Y. Ooki, M. Takizawa, G. S. Song, A. Fujimori, Y. Takeda, K. Terai, T. Okane, S.-I. Fujimori, Y. Saitoh, H. Yamagami, M. Seki, T. Kawai, and H. Tabata "Photoemission and x-ray absorption studies of valence states in (Ni, Zn, Fe, Ti)₃O₄ thin films exhibiting photoinduced magnetization" Appl. Phys. Lett. 92, 082502, (2008)
- [3] A.K.M. Akther Hossan, K. Khirul Kabir, Munetoshi Seki, Tomoji Kawai, and Hitoshi Tabata, "Structural, AC, and DC magnetic properties of Z_{1-x}Co_xFe₂O₄" Journal of Physics and Chemistry of Solids 68, 1933-1939, (2007)
- [4] Rikako Tsukamoto, Masahiro Muraoka, Munetoshi Seki, Ichiro Yamashita and Hitoshi Tabata, "Synthesis of CoPt and FePt₃ Nanowires Using the Central Channel of Tobacco Mosaic Virus as a Biotemplate" Chemistry of MATERIALS 19, 10, 2389-2391, (2007)
- [5] Takeshi Uno, Tomoji Kawai and Hitoshi Tabata, "Peptide-Nucleic Acid-Modified Ion-Sensitive Field-Effect Transistor-Based Biosensor for Direction of DNA Hybridization" Analytical Chemistry 79, 1, 52-59, (2007)
- [6] Hiroaki Matsui and Hitoshi Tabata, "Co-doped ZnO Homoepitaxy Repeated Oxygen-pressure Modulated Epitaxy" Physica Status Solidi C, 3, 4106-4109, (2007)
- [7] Hiroaki Matsui and Hitoshi Tabata, "Simultaneous control of growth mode and ferromagnetic ordering in Co-doped ZnO layers with Zn polarity" Phys. Rev. B., 75, 014438, (2007)

国際会議論文

- [8] Hiroaki Matsui and Hitoshi Tabata, "Anisotropic mobilities of low-dimensional electrons in quantum wells based on *m*-nonpolar ZnO with surface nanowires" The 14th International Workshop on Oxide Electronics, 23, Korea, OCT.7-10, 2007
- [9] Z. Xiao, Hiroaki Matsui, Kensuke Miyajima, Koichi Katayama, Tadashi Itoh and Hitoshi Tabata, "Excitonic luminescence in diluted magnetic Z_{1-x}C_xO semiconductor" The 14th International Workshop on Oxide Electronics, 71, (2007)

- [10] Teruo Kanki, Yasushi Hotta, Naoki Asakawa, Toshio Kawahara, Tomoji Kawai and Hitoshi Tabata, "Magneto-electric properties of photoinduced magnet(Al,Ru,FeO_4) thin films" The 14th International Workshop on Oxide Electronics, 74, (2007)
- [11] Munetosi Seki, Masamichi Noguchi, Takeshi Uno and Hitoshi Tabata, "High sensitive biosensors based on oxide nanostructures" The 14th International Workshop on Oxide Electronics, 166, (2007)

著書

- [12] 田畑 仁 (分担執筆) "バイオナノプロセス—溶液中でナノ構造を作るウェット・ナノテクノロジーの薦め" Introduction to Wet-Nanotechnology: *in aqua* Organizaion of Nano-Structures, 株式会社シーエムシー出版, 第27章, 2008年3月.
- [13] 田畑 仁 (共著) "薄膜ハンドブック", 日本学術振興会 薄膜131委員会, 2007年12月.
- [14] 田畑 仁 (共著) "テラヘルツ技術総覧" テラヘルツテクノロジー動向調査委員会編, NGT コーポレーション, 2007年11月.

総説・解説論文

- [15] 田畑 仁, "ZnO ナノワイヤの形成とデバイス応用～金属酸化物ナノ構造体による細胞機能デバイス～ Formation of ZnO nano wires and their device application –Functional cell devices by metal oxide nano structures-,131 25-30 10/19,(2007)
- [16] 田畑 仁, "バイオセンサ9.3.1・バイオチップ9.3.2. バイオセンシング",テラヘルツ技術総覧 11,(2007)
- [17] 田畑 仁, "エレクトロニクスをベースに新しいナノデバイスを作り出す", NANOBIO, 5,6,6-7, (2007)
- [18] 田畑 仁, "ガーネットフェライト薄膜における室温マルチフェロイック物性",セラミックス, 42, 3, 157-161, (2007)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [19] H. Saeki and H. Marsui and Hitoshi Tabata, "Ferromagnertic properties controlled by carrier concentrations in Co:ZnO thin films on ZnO single crystals", MRS Fall Meeting, Boston, USA, Nov.28, 2007
- [20] T. Kanki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawahara, T. Kawai and Hitoshi Tabata, "Magnetic and electric properties of photo-induced magnet (Al,Ru,Fe) 3O_4 spinel ferrite thin films", MRS Fall Meeting, Boston, USA, Nov.28, 2007.
- [21] T. Kawahara, T. Knaki, Y. Hotta, N. Asakawa, T. Kawai, and Hitoshi Tabata, "Size and distribution control of Co nano clusters grown by arc plasma gun", ACSIN 9,

Komaba, Tokyo, Nov. 2007.

- [22] Hiroaki Matsui and Hitoshi Tabata, "Observation of Anisotropic Quantum Phenomena in m-plane ZnO with Atomic-scale Defined Surface Nanowires", The 34th International Symposium on Compound Semiconductors, Kyoto, Japan 15-18 Oct.2007
- [23] Munetoshi Seki, Takeshi Uno, Masamichi Noguchi and Hitoshi Tabata, "Ion-Sensitive Field Effect Transistor Based on Silicon and Zinc Oxide for DNA Sensor", 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials, Tuskuba, Japan, Sep.19-21.2007
- [24] 田畑 仁, "バイオキサイドエレクトロニクス", 個体化学の新しい指針を探る研究会 第57回定例研究会 (東京工業大学) 東京, Jun.19, 2007
- [25] 小出 卓史, 関 宗俊, 田畑 仁, "希土類ガーネット型 $\text{R}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 薄膜の室温マルチフェロイック特性", 2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会, 北海道, Sep.5, 2007
- [26] 山原弘靖, 田畑 仁, "強誘電体ゲート上への希薄磁性半導体 ZnCoO ヘテロエピタキシー:磁性の室温電界制御を目指して", 2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会, 北海道, Sep.5, 2007
- [27] 野口 真路, 宇野 毅, 関 宗俊, 田畑 仁, "表面極性の異なる ZnO を用いた PNA の固体化と表面状態の解析", 2007年秋季 第68回応用物理学会学術講演会, 北海道, Sep.5, 2007
- [28] 田畑 仁, "確率共振を用いた揺らぎ発振器", 電子情報通信学会, Sep.13, 2007
- [29] 田畑 仁, "ペロブスカイト, スピネル超格子における双極子・スピン制御とデバイス応用", 機能性誘電体薄膜先端技術調査専門委員会 第5回委員会 日本交通協会, 東京, Sep.14, 2007
- [30] 関 宗俊, 野口 真路, 斎藤 敬, 田畑 仁, "酸化物ナノロッドを用いたハイスループット細胞膜穿孔技術の開発", 東京大学 生命科学研究所ネットワークシンポジウム (東京大学 安田講堂) 東京, Sep.15, 2007
- [31] JST さきがけ第2回「秩序と物性」懇話会 講演 (名古屋大学 東山キャンパス 野依記念学術交流館),名古屋, Sep.27, 2007
- [32] 田畑 仁, "SEM/SPMによる表面・界面評価技術", 第3回 基礎講座「薄膜評価技術」(キャンパス・イノベーションセンター東京), 東京, Oct.18, 2007
- [33] 田畑 仁, "ZnO ナノワイヤの形成とデバイス応用～金属酸化物ナノ構造体による細胞機能デバイス～", 131委員会, Oct.19, 2007
- [34] 田畑 仁, "メタマテリアルとフォトニクス", 国際高等研究所 研究プロジェクト「電子系の新しい機能」2007年度 第2回研究会, 京都, Oct.26-27, 2007
- [35] 田畑 仁, "半導体とバイオとの融合～バイオキサイドエレクトロニクス～", 応用物理学会 有機分

- 子・バイオエレクトロニクス分科会講習会, 大阪,
Nov.12-13, 2007
- [36] 田畑 仁, “バイオゆらぎを活用したエレクトロニクスの新展開”, 科学技術振興機構 研究開発戦略センター, 東京, Nov.21, 2007
- [37] 田畑 仁, “プログラム自己組織化によるナノバイオ “ゆらぎ” エレクトロニクス“, 総理府ナノテク関連報告会, お台場、東京, Dec. 5, 2007
- [38] 田畑 仁, “自己組織化ナノロッドおよび極性制御透明トランジスタによる細胞内ナノ薬理センサシステムの開発”, ナノバイオ・インテグレーション研究拠点成果発表会, 東京, Dec.14, 2007
- [39] 田畑 仁, “マルチフェロゲートスピントランジスタ&生体に学ぶゆらぎメモリ素子”, メモリデバイスミーティング Jun. 28, 2007
- [40] 田畑 仁, 薄膜・表面評価技術、第24回 薄膜スクール、日本学術振興会 薄膜第131委員会、浜松（浜名湖ロイヤルホテル、静岡）、Jul.13, 2007
- [41] 田畑 仁, ナノスケール食品素材評価のための量子ナノドット増強テラヘルツ分光法の開発、農林水産省ナノテクノロジープロジェクト、筑波、Jul.27, 2007
- [42] 田畑 仁, 薄膜評価技術、日本学術振興会 薄膜第131委員会 キャンパスイノベーションセンター、東京、OCT.18, 2007
- [43] 田畑 仁, “マルチフェロ/スピントロニクス融合新規物性発現とその評価”, 低温磁気物性測定セミナー, (株) 東陽テクニカテクノロジーインターフェースセンター, 東京, Dec.12, 2007
- [44] 田畑 仁, “新奇プロセスが拓く多元系材料の高機能化の新展開 –プロセスに潜むサイエンスレーザーMBEおよびレーザー誘起VLS法を用いた人工格子の形成” 2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会、千葉、Mar.27-30,2008

杉山研究室
Sugiyama Laboratory
(<http://www.ee.t.u-tokyo.ac.jp/~sugiyama>)

研究現況 Current Research Projects

1. 有機金属気相成長 (MOVPE) プロセスにおけるマルチスケール反応機構解析とシミュレーション
杉山正和・中野義昭・霜垣幸浩・大谷洋・塩田倫也・
鬼塚隆祐・富田 祐貴

Multi-Scale Reaction Analysis and Growth Simulation of Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (MOVPE)

M. SUGIYAMA, Y. NAKANO, Y. SHIMOGAKI,
H. OHTANI, T. SHIODA,
R. ONITSUKA and Y. TOMITA

有機金属気相成長 (MOVPE) プロセスは、半導体光デバイスの作製、とくに大型装置を用いた量産に適している。しかし、装置が大型化するにつれ、装置内の製膜速度や組成の均一化を図る装置形状、プロセス条件の設計が極めて重要になっている。また、集積デバイスの作製に有効な選択成長プロセスにおいては、マスク形状の設計が本質的に重要であるが、デバイスの集積度向上に伴い隣接するマスクの影響を考慮したマスク設計が必要となる。このような装置スケール、マイクロスケールにおける MOVPE プロセスの理論的な設計可能にするため、製膜メカニズムの理解に基づいたシミュレーションを開発している。

装置スケールの輸送現象および化学反応の理解に基づいたシミュレーションにより、InGaAsP 系 4 元混晶の成長速度と組成の分布が予測可能としてきた。とくに、成長表面からの As, P の脱離速度を *in situ* 表面反射率分光法により測定することで、As, P 固相濃度の正確な予測を可能にした。このように完成させてきた反応モデルを、多数枚ウェハを一度に成長可能なプラネタリ型リアクタに適用し、大型リアクタ内での分布予測・均一化を目指した研究を進めている。

一方、選択 MOVPE においてマスクの周囲に形成される μm スケールの成長速度・組成分布に関しては、気相拡散の知見と表面拡散・表面反応過程の速度データに基づくモデル化およびシミュレーションを行ってきた。これを発展させて、選択 MOVPE において多重量子井戸構造のバンドギャップを定量的に予測することが可能になっている。

このような選択成長のシミュレーションをもとに、選択成長による量子井戸の歪を予測し、選択成長領域に形成するレーザの偏波 (TE・TM モード) を作り分ける設計手法を提唱した。

さらに、GaN や InN など窒化物半導体に対しても我々が発展させてきたモデリング手法を適用し、気相拡散長などモデルの基本的パラメータを抽出することに成功し

た。

Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (MOVPE) process is suitable for the fabrication of semiconductor optical devices especially for the mass production using large reactors. As the size of MOVPE reactors enlarges, the design of reactors and process conditions that realizes good uniformity of the growth rate and the content of epitaxial layers becomes essential. For the selective area growth technique that is effective for the fabrication integrated devices, the design of mask patterns is essential. Especially, we have to consider the interference of neighboring masks when the device integration proceeds. We have developed the simulation to realize the theoretical design of the MOVPE based on the understanding on the mechanism of this process.

By the simulation based on the understanding of transport phenomena and chemical reaction inside a MOVPE reactor, we have made it possible to predict the distribution of the growth rate and the content of InGaAsP quaternary layers in a reactor scale. Especially, surface *in situ* monitoring of the desorption processes of As and P has made it possible to predict the As/P content of InGaAsP precisely. We are applying this simulation technique to a planetary reactor that can grow 7 wafers at a single growth and are trying to achieve the uniformity of growth rate and content inside the reactor.

We have also enabled the prediction of the bandgap-shift due to a given mask pattern in selective area growth based on the understanding of gas-phase and surface diffusion and surface reactions. This technique has enabled us to design a polarization-controlled laser by selective-area MOVPE, which has been validated by fabrication and measurement.

We are extending this scheme to nitride semiconductors for the purpose of integrating LEDs covering whole visible wavelength range by selective-area MOVPE. Basic kinetic information on the selective-area growth of GaN and InN has been obtained and extension to the multiple quantum wells of InGaN is now under investigation.

2. *In situ* 観察による有機金属気相成長 (MOVPE) プロセスにおける成長最表面のモデル化と界面制御法の開発

杉山正和・中野義昭・霜垣幸浩・出浦桃子・
寺田雄紀

Modeling and Control of Growth Surface in Metalorganic Vapor Phase Epitaxy (MOVPE) using *In Situ* Monitoring

M. SUGIYAMA, Y. NAKANO, Y. SHIMOGAKI,
M. DEURA and Y. TERADA

有機金属気相成長 (MOVPE) を用いて量子井戸など急峻なヘテロ界面を含む量子構造を成長したり、MISFET 等に用いるための高品位な表面を形成するためには、ガス導入シーケンスなど非定常操作に関するプロセス最適化が必須となる。そこで重要となる MOVPE の成長最表

面は、気相に存在する製膜種が直ちに結晶化するような単純な表面ではなく、気相と結晶の間に表面吸着種が存在して結晶の組成を決定する、複雑な界面となっている。

このような複雑な成長最表面の制御には、供給原料の切り替えなど非定常操作がもたらす表面への影響を *in situ* 観察により解析することが不可欠である。われわれは、基板表面の *in situ* 光学観察、すなわち、さまざまな原料供給切り替え手順に伴う成長表面の反射率異方性 (RA) をその場観察することにより、表面吸着層に関する吸着・結晶化などの速度過程を明らかにしつつある。この知見に基づき、InGaAsP 系結晶の量子井戸ヘテロ界面の組成を急峻化するための最適なガス供給シーケンスを考案している。

また、InGaAs などの III-V 半導体をチャネル層として MISFET を作製する際に有効な、MOVPE リアクタ内で実行可能な表面パッシベーション法として、S や Al を用いた表面処理を提唱し、その効果を実証している。

Optimization of metalorganic vapor phase epitaxy (MOVPE) necessitates focus on non-steady operation such as gas-switching sequences at the growth of hetero-interfaces so that we can obtain hetero-structures such as multiple quantum wells with monolayer-abrupt interfaces and the surfaces for high-mobility electron channels, the topmost surface of which must be controlled in an atomistic scale. The growth surface of MOVPE is not simply an interface between a vapor-phase and a solid, in which a gas-phase precursor impinging on the surface crystallize immediately. A surface adsorption layer exists on the growth surface which acts as a "buffer" between the adsorption of vapor-phase precursors and the incorporation of surface atoms to the crystal. The atomic content at hetero-interfaces is thus determined by the behavior of the surface adsorption layer.

It is necessary to elucidate the effect of non-steady operation such as gas-switching on the surface coverage and the atomic content of a surface adsorption layer, in order to obtain hetero-interfaces, the atomic content of which is controlled by a monolayer scale. We have adopted optical *in situ* monitoring of the growth surface of MOVPE for the growth of InGaAsP system, and have been successful in obtaining the time constants of elementary processes regarding the surface adsorption layer such as the adsorption and the crystallization of group-III atoms. Such information on elemental kinetics allows us to model the transient behavior of the surface adsorption layer at the growth of hetero-interfaces, by which we should be able to devise sophisticated gas-switching sequences to obtain monolayer-abrupt hetero-interfaces.

For the application of high-mobility FETs using a III-V semiconductor channel, stabilization of the surface after the growth is quite important because oxidation of the surface between the growth of a III-V channel layer and the deposition of a gate dielectric material leads to interfacial

states that degrades the operation of the FETs. Surface passivation in a MOVPE reactor subsequent to the growth without air exposure is desirable for the purpose of suppressing surface oxidation. We have devised two surface passivation methods using common source materials in MOVPE: the sulfur passivation using H₂S and the Al passivation using (CH₃)₃Al. Both methods require control of the atomic content in the surface adsorption layer, for which *in situ* surface monitoring contributed to the optimization of a gas-supply sequence.

3. シリコン LSI への III-V チャネル層導入を目指した III-V on Si 選択成長技術の開発

杉山正和・高木信一・竹中充・
出浦桃子・星井拓也

Selective-Growth Of III-V Layer on Si for the Introduction of III-V Channels on Si LSIs M. SUGIYAMA, S. TAKAGI, M. TAKENAKA M. DEURA and T. HOSHII

シリコン LSI のさらなる高性能化を進めるためのブラスター技術として、高移動度の III-V 電子チャネルを用いた n-MISFET をシリコンプラットフォーム上に作製することが提唱されている。シリコン上の III-V 半導体成長にはこれまでに多くの研究例があるものの、III-V 半導体と Si の格子定数差に由来する貫通転位を低減することができず、実用には至っていない。そこで、Si 基板上の所望の位置にのみ III-V 層を導入したいというデバイス上の要求を利用し、SiO₂ マスクで定義された 1 μm 程度の微小成長領域から選択的に III-V 層を成長し、横方向成長により SiO₂ マスク上に転位のない単一ドメイン III-V 結晶層を得る「微小領域選択成長法」を試みている。これまでに、シリコン(111)基板上に幅 6 μm、厚さ 200 nm の表面の平滑な単一ドメイン InGaAs 結晶を貫通転位なく得ることに成功している。双晶の制御などを進め、デバイス品位の結晶層を得ることを目指している。

For further development in the performance of silicon LSIs, it is proposed that silicon platform should be integrated with n-MISFETs with III-V compound semiconductor channel layers that have high electron mobility. There have been substantial efforts to realize the growth of III-V layers on a silicon substrate, but they could not eliminate threading dislocations due to the lattice mismatch between a III-V compound semiconductor and silicon. We take advantage of the requirement of device structure that we should grow III-V layers on the selected part of the silicon wafer, and adopted the selective-area growth of III-V layer on a 1-μm-wide spot defined on a silicon substrate by an SiO₂ mask. This selective-area growth, when combined with the lateral growth of a III-V layer on the mask, will provide a thin dislocation-free III-V layer on the mask, which is desirable for a MISFET on insulator. The narrow growth area is essential for obtaining a single domain crystal. We call this method

"micro-channel selective-area growth."

We have recently obtained a single grain InGaAs layer (6 μm in the lateral direction and 0.2 μm in the thickness) without threading dislocations. We are now trying to reduce twin domains and obtain device-quality III-V layers on a silicon substrate.

4. マイクロ真空ポンプの設計と実証

久保田 雅則・杉山 正和・肥後 昭男・
三田 吉郎・馬 少駿

Design and Implementation of Micro Vacuum Pump **M. KUBOTA, M. SUGIYAMA, A. HIGO,**

Y. MITA and S. Ma

安全・安心な社会を実現するために、手のひらサイズの微量環境物質センサが求められている。このためには、マイクロ質量分析計など高真空で動作する MEMS が必要となる。そこで、高アスペクト比の微細加工技術を活用して MEMS に実装可能な真空ポンプを設計し、その動作を実証している。

In order to realize safe and secured life, a handy sensor to detect a trace amount of environmental substances is required. For this purpose, we need MEMS that operate under high vacuum such as a micro mass spectrometer. We are developing a micro vacuum pump that can be integrated with MEMS using micro fabrication technology such as high-aspect-ratio etching.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

研究論文

- [1] Chaiyasit Kumtornkittikul, Toshimasa Shimizu, Norio Iizuka, Nobuo Suzuki, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "AlN waveguide with GaN/AlN quantum wells for all-optical switch utilizing intersubband transition", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 15, pp. L352-L355, April (2007).
- [2] Jesse Darja, Melvin J. Chan, Shu-Rong Wang, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Four channel ridge DFB laser array for 1.55 μm CWDM systems by wide-stripe selective area MOVPE", IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1111-1117, May (2007).
- [3] Abdullah Al Amin, Kenji Sakurai, Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Fabrication of monolithically integrated WDM channel selector using single step selective area MOVPE and its characterization", IEICE Transactions on Electronics, vol. E90-C, no. 5, pp. 1124-1128, May (2007).
- [4] Jung-Seung Yang, Hassanet Sodabanlu, Ichitaro Waki, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Low temperature metal organic vapor phase epitaxial growth of AlN by pulse injection method at 800 $^{\circ}\text{C}$ ", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 38, pp. L927-L929, September 28 (2007).
- [5] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Takayuki Nakano, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki, "Kinetic analysis of surface adsorption layer in GaAs (001) metalorganic vapor phase epitaxy by in situ reflectance anisotropy spectroscopy", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 10A, pp. 6519-6524, October 1 (2007).
- [6] Toshimasa Shimizu, Chaiyasit Kumtornkittikul, Norio Iizuka, Nobuo Suzuki, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano, "Fabrication and measurement of AlN cladding AlN/GaN multiple-quantum-well waveguide for all-optical switching devices using intersubband transition", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 10A, pp. 6639-6642, October 1 (2007).
- [7] Tomonari Shioda, Yuki Tomita, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "GaN selective area metal-organic vapor phase epitaxy: prediction of growth rate enhancement by vapor phase diffusion model", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 46, no. 43, pp. L1045-L1047, November 2 (2007).
- [8] Takayuki Nakano, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Kinetics of subsurface formation during metal-organic vapor phase

epitaxy growth of InP and InGaP”, Japanese Journal of Applied Physics, vol. 47, no. 3, pp. 1473-1478, March (2008).

- [9] Ryusuke Onitsuka, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Reactor-scale profile of group-V composition of InGaAsP studied by fluid dynamics simulation and in situ analysis of surface kinetics”, Journal of Crystal Growth, vol. 310, no. 12, pp. 3042-3048, March 7 (2008).
- [10] R. Shimizu, M. Ogino, M. Sugiyama, Y. Shimogaki, "Predictive model extraction for polysilicon low-pressure chemical vapor deposition in a commercial scale Reactor", J. Electrochem. Soc., 154, 6, D328-33 (2007)
- [11] R. Hayashi, M. Onishi, M. Sugiyama, S. Koda and Y. Oshima, "Kinetic analysis on alcohol concentration and mixture effect in supercritical water oxidation of methanol and ethanol by elementary reaction model," J. Supercritical Fluids, 40, pp. 74-83 (2007).

国際会議論文

- [12] Toshimasa Shimizu, Chaiyasit Kumtornkittikul, Norio Iizuka, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: “Intersubband transition of AlN/GaN quantum wells in optimized AlN-based waveguide structure”, Technical Digest, Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO 2007), JThD21, Baltimore, Maryland, May 6-11 (2007).
- [13] Haizheng Song, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: “Effects of Zn- and S-doping on kinetics of GaAs selective area MOVPE”, Conference Proceedings, 19th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM '07), PB30, pp. 319-322, Matsue, Japan, May 14-18 (2007).
- [14] Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: “Design of strain and bandgap profiles of InGaAsP fabricated by selective area metal-organic vapor phase epitaxy for polarization independent operation”, Conference Proceedings, 19th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM '07), TuB2-4, pp. 43-46, Matsue, Japan, May 14-18 (2007).
- [15] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Kinetics of surface adsorption layer on GaAs and InP studied with in-situ RAS”, Extended Abstracts, 12th European Workshop on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy, G9, pp. 267-270, Bratislava, Slovakia, June 3-6 (2007).
- [16] Masakazu Sugiyama, Momoko Deura, Haizheng Song, Yunpeng Wang, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Effect of atomistic surface structure on the macroscopic surface reaction rate constants for GaAs and InP”, Extended Abstracts, 12th European Workshop on Metalorganic Vapor Phase Epitaxy, D8, pp. 151-154, Bratislava, Slovakia, June 3-6 (2007).
- [17] Osamu Ichikawa, Noboru Fukuhara, Masahiko Hata, Takayuki Nakano, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Characterization of indium segregation in MOVPE-grown InGaP by Schottky barrier height measurement”, Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 203-s03, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [18] Ryusuke Onitsuka, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: “Reactor-scale profile of As/P ratio studied by fluid dynamics simulation and in-situ analysis of surface kinetics”, Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1040, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [19] Yunpeng Wang, Haizheng Song, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: “Surface reaction kinetics of InP and InAs-MOVPE examined by selective area growth technique”, Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1106, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [20] Haizheng Song, Yunpeng Wang, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: “Surface reaction kinetics of GaAs and GaP MOVPE examined by selective area growth technique”, Proceedings of the 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15)/the 13th Biennial Workshop on Organometallic Vapor Phase Epitaxy (OMVPE13)/the 13th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE13), 1100, Salt Lake City, Utah, August 12-17 (2007).
- [21] Takuya Hoshii, Momoko Deura, Masato Shichijo, Masakazu Sugiyama, Satoshi Sugahara, Mitsuru Takenaka, Yoshiaki Nakano, and Shinichi Takagi: “Formation of InGaAs-on-insulator structure by epitaxial lateral over growth from (111) Si”, Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid

State Devices and Materials, F-1-5, pp. 132-133, Tsukuba, Ibaraki, September 19-21 (2007).

- [22] Takuo Tanemura, Mitsuru Takenaka, Abdullah Al Amin, Koji Takeda, Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Design and fabrication of integrated 1x5 optical phased array switch on InP", Conference Proceedings, IEEE Lasers and Electro-Optics Society Annual Meeting (LEOS 2007), ThM2, pp. 780-781, Lake Buena Vista, Florida, October 21-25 (2007).

総説・解説論文

- [23] (Invited Paper) Norio Iizuka, Kei Kaneko, Nobuo Suzuki, Chaiyasit Kumtornkittikul, Toshimasa Shimizu, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "GaN-based high-speed intersubband optical switches", Extended Abstracts of the 2007 International Conference on Solid State Devices and Materials, E-7-1, pp. 980-981, Tsukuba, Ibaraki, September 19-21 (2007)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [24] Tomonari Shioda, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Polarization dependence on mask patterns of tensile strained InGaAsP grown by selective area metal-organic vapor phase epitaxy", Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, M2, pp. 291-292, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).
- [25] Jung-Seung Yang, Sodabanlu Hassanet, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Fabrication of GaN and AlN/GaN multiple quantum wells at 800°C by MOVPE using pulse injection method", Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, H6, pp. 185-186, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [26] Kazuki Tani, Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, and Yukihiro Shimogaki: "Control of abnormal growth in selective-area MOVPE of InP by pulse injection method", Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J6, pp. 225-226, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [27] Momoko Deura, Masakazu Sugiyama, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "Kinetic analyses on surface adsorption layer in GaAs and InP MOVPE", Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J7, pp. 227-228, Biwako, Shiga, July 4-6, (2007).
- [28] Masakazu Sugiyama, Momoko Deura, Haizheng Song, Yunpeng Wang, Yukihiro Shimogaki, and Yoshiaki Nakano: "How can we correlate macroscopic surface reaction rate constants and atomistic surface structure?",

Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, J8, pp. 229-230, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).

- [29] Toshimasa Shimizu, Norio Iizuka, Masakazu Sugiyama, and Yoshiaki Nakano: "Novel fabrication method for AlN-based intersubband transition switches by the combination of dry and wet etching", Extended Abstracts of the 26th Electronic Materials Symposium, B10, pp. 39-40, Biwako, Shiga, July 4-6 (2007).
- [30] 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: "MOVPEにおける表面吸着層モデルに基づく GaAs および InP の表面反応解析 (Analyses on surface reactions for GaAs and InP based on the surface adsorption layer model of MOVPE)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-4, 9月4-8日(2007).
- [31] 鬼塚隆祐, 塩田倫也, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: "InGaAsP 系選択 MOVPE における結晶組成によるマスク効果の変化 (Alloy composition dependence of the mask effect in selective-area MOVPE of InGaAsP)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-5, 9月4-8日(2007).
- [32] 梁正承, ソダーバンル ハッサネット, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: "パルスインジェクション方式による n 型 GaN の低温 MOVPE 成長 (Low temperature MOVPE growth of n-type GaN by pulse injection method)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 8a-H-5, 9月4-8日(2007).
- [33] 星井拓也, 出浦桃子, 杉山正和, 中根了昌, 菅原聡, 竹中充, 中野義昭, 高木信一: "微小孔を介した Si 基板上 InGaAs 成長におけるモフォロジー向上 (Morphology improvement of InGaAs on Si with micro-dot seed region)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 7p-E-13, 9月4-8日(2007).
- [34] 出浦桃子, 杉山正和, 星井拓也, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: "Si 上 III/V 族化合物半導体の選択 MOVPE における初期核発生過程の観察と制御 (Monitoring and control of the initial nucleation in selective area MOVPE of III/V compound semiconductor layers on Si)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 7p-E-14, 9月4-8日(2007).
- [35] 長谷川亮, 大江英輝, 荒川太郎, 清水大雅, 杉山正和, 多田邦雄, 中野義昭: "MOVPE 法と MBE 法による InGaAs/InAlAs FACQW 構造の作製と特性評価 (Fabrication of InGaAs/InAlAs five-layer asymmetric coupled quantum well by MOVPE and MBE and their characterization)", 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 6a-N-24, 9月4-8日(2007).

- [36] 種村拓夫, 竹中充, アブドゥラー・アルアミン, 武田浩司, 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭: “InGaAsP/InP フェーズアレイ型 1x5 光スイッチの試作 (Fabrication of InGaAsP/InP 1x5 optical switch based on arrayed phased shifter)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-19, 9 月 4-8 日(2007).
- [37] 清水俊匡, ソダーバンル ハッサネット, 梁正承, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “AlN/GaN-MQW サブバンド間遷移導波路デバイスへの SiNx クラッドの適用 (Use of SiNx cladding layer in AlN/GaN-MQW intersubband transition waveguide devices)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-6, 9 月 4-8 日(2007).
- [38] 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭: “InGaAsP/InP 系 MOVPE 選択成長による能動素子利得の偏波制御 (Control of polarization-dependent gain in InGaAsP/InP active components grown by selective area MOVPE)”, 第 68 回応用物理学会学術講演会(北海道工業大学), 4p-P3-11, 9 月 4-8 日(2007).
- [39] 鬼塚隆祐, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “InGaAsP 系 MOVPE における V 族吸脱着速度と固相組成”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L302, 9 月 13-15 日(2007).
- [40] 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “GaAs および InP の MOVPE における表面吸着層の速度過程比較”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L303, 9 月 13-15 日(2007).
- [41] 王雲鵬, 宋海政, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “選択成長プロファイル解析による InP, InAs-MOVPE 成長の速度論”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L305, 9 月 13-15 日(2007).
- [42] 杉山正和, 出浦桃子, 宋海政, 王雲鵬, 中野義昭, 霜垣幸浩: “MOVPE における表面反応速度と表面原子構造の関係”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L306, 9 月 13-15 日(2007).
- [43] 梁正承・Sodabanulu Hassanet・杉山正和・中野義昭・霜垣幸浩: “パルスインジェクション方式による高品質 GaN の低温 MOVPE 成長”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L313, 9 月 13-15 日(2007).
- [44] 谷和樹・出浦桃子・杉山正和・中野義昭・霜垣幸浩: “パルスインジェクションを用いた InP の選択 MOVPE 成長における端面異常成長の抑制”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L314, 9 月 13-15 日(2007).
- [45] 百瀬健・杉山正和・霜垣幸浩: “超臨界流体を用いた ULSI 微細孔への Cu 埋め込み”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), L319, 9 月 13-15 日(2007).
- [46] 稲澤晋・杉山正和・野田優・山口由岐夫: “金ナノ粒子の過渡吸収変化と相変化現象”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), I115, 9 月 13-15 日(2007).
- [47] 山本大・内田博久・出浦桃子・杉山正和: “超臨界溶体急速膨張法によるアントラセン薄膜の創製と製膜メカニズム”, 化学工学会第 39 回秋季大会 講演要旨集(北海道大学), P209, 9 月 13-15 日(2007).
- [48] Masakazu Sugiyama, Yoshiaki Nakano, Takuo Tanemura, Masanori Kubota, Shinichi Takagi, Mitsuru Takenaka, Yukihiro Shimogaki, Tomonari Shioda, Ryusuke Onitsuka, Yuki Tomita, and Momoko Deura: “Crystal growth for monolithic integration of multiple functions and materials”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 421-427, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [49] Yoshiaki Nakano, Masakazu Sugiyama, Takuo Tanemura, Akio Higo, Katsumasa Horiguchi, Salah A. E. Ibrahim, Tomohiro Amemiya, Hassanet Sodabanlu, Koji Takeda, Ling-han Li, I. Murat Soganci, Toshimasa Shimizu, Yasuki Kanema, Akira Ishizuka, and Takuya Fujimura: “Progress of semiconductor integrated photonics -research toward digital photonics”, Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics -Advanced Electronics for Quality Life and Society, pp. 255-260, Tokyo, Japan, Mar. 7 (2008).
- [50] 寺田雄紀, 出浦桃子, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “MOVPE における in situ 硫黄被覆による GaAs (001) 表面の酸化抑制 (Suppression of the oxidation of GaAs (001) surface by in situ sulfur passivation in MOVPE)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-M-6, 3 月 27-30 日(2008).
- [51] 竹中充, 杉山正和, 中野義昭, 高木信一: “高性能 Ge nMOSFET に向けた MOVPE による砒素気相ドーピング (Gas phase doping of As to Ge by using MOVPE system for high-performance Ge nMOSFETs)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-P11-25, 3 月 27-30 日(2008).
- [52] 杉山正和, 出浦桃子, 星井拓也, 山本剛久, 幾原雄一, 田尻寛男, 坂田修身, 木村滋, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: “微少領域選択 MOVPE により作製した Si (111) 面上 InGaAs の構造解析 (Structural analysis of InGaAs on Si(111) surface fabricated by micro-channel selective-area MOVPE)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-15, 3 月 27-30 日(2008).

- [53] 出浦桃子, 星井拓也, 杉山正和, 中根了昌, 竹中充, 菅原聡, 高木信一, 中野義昭: “微小領域選択 MOVPE における Si 上 InGaAs の横方向成長に対する Ga 組成の影響 (Effect of Ga content on lateral overgrowth in micro-channel selective-area MOVPE of InGaAs on Si)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-16, 3 月 27-30 日 (2008).
- [54] 星井拓也, 出浦桃子, 杉山正和, 中根了昌, 菅原聡, 竹中充, 中野義昭, 高木信一: “微小領域選択成長による Si(111) 基板上への InAs ピラーの形成 (Fabrication on InAs Pillars on (111)Si using Micro-Channel Selective-Area MOVPE)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-17, 3 月 27-30 日 (2008).
- [55] 王云鵬, 宋海政, 塩田倫也, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “反応速度論に基づくシミュレーションによる選択 MOVPE 成長のマスク設計 (Mask design in SAG with kinetic simulation technique)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-ZT-19, 3 月 27-30 日 (2008).
- [56] 梁正承, ハサネット ソダバヌル, 杉山正和, 中野義昭, 霜垣幸浩: “パルスインジェクション方式を用いた GaN 成長における水素パージ時間と TMGa 供給時間の効果 (Effect of 1^{st} H₂ purge time and TMGa supply time in GaN growth by pulse injection method), 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28a-B-10, 3 月 27-30 日 (2008).
- [57] 塩田倫也, 富田祐貴, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “MOVPE 選択成長の反応モデリング: 気相拡散モデルによる GaN 選択成長の解析 (Vapor-phase-diffusion-based analysis of GaN growth by selective area metal-organic vapor epitaxy), 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-B-8, 3 月 27-30 日 (2008).
- [58] 富田祐貴, 塩田倫也, 杉山正和, 霜垣幸浩, 中野義昭: “選択成長 InGaN 量子井戸における気相拡散による発光波長シフト (Photoluminescence peak wavelength shift of selective-growth InGaN quantum well by vapor phase diffusion)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 28p-B-9, 3 月 27-30 日 (2008).
- [59] 長谷川亮, 雨宮智宏, 荒川太郎, 種村拓夫, 清水大雅, 杉山正和, 多田邦雄, 中野義昭: “MOVPE 法による InGaAs/InAlAs FACQW の作製と位相変調特性評価 (Fabrication on InGaAs/InAlAs FACQW by MOVPE and It's phase Modulation Characteristics)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-ZG-5, 3 月 27-30 日 (2008).
- [60] イブラヒームサラハ, 杉山正和, 中野義昭: “選択成長メソッド使用によるモノリシック集積可能アクティブ MMI の設計と製造 (Design and Fabrication of a Monolithically integrable Active MMI Coupler using the Selective Area Growth Method)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 29a-ZG-7, 3 月 27-30 日 (2008).
- [61] 飯塚紀夫, 清水俊匡, Kumtornkittikul Chaiyasit, 杉山正和, 中野義昭: “GaN/AlN サブバンド間遷移光スイッチの吸収飽和特性改善 (Improvement in characteristic of absorption saturation in optical switches utilizing GaN/AiN-intersubband transition)”, 第 55 回応用物理学関係連合講演会(日本大学), 30p-ZF-4, 3 月 27-30 日 (2008).
- [62] 王云鵬・宋海政・杉山正和・中野義昭・霜垣幸浩: “選択 MOVPE プロセスの解析による InAsP 成長の速度論”, 化学工学会第 73 年回(静岡大学), E301, 3 月 17-19 日 (2008)
- [63] 塩田倫也・富田祐貴・杉山正和・霜垣幸浩・中野義昭: “窒化ガリウムの選択領域有機金属気相成長における気相拡散の効果”, 化学工学会第 73 年回(静岡大学), E304, 3 月 17-19 日 (2008)
- [64] 出浦桃子・星井拓也・杉山正和・中根了昌・菅原聡・竹中充・高木信一・中野義昭: “微小領域選択成長による Si 上 III/V 化合物半導体層の形成”, 化学工学会第 73 年回(静岡大学), E308, 3 月 17-19 日 (2008)

研究現況
Current Research Projects

1. カーボンナノチューブの電界発光

加藤 雄一郎

Carbon Nanotube Electroluminescence

Y. K. Kato

カーボンナノチューブの電界発光は、そのナノスケールの一次元的構造に由来する特徴がオプトエレクトロニクスに利用できる可能性がある。単一の単層カーボンナノチューブからなる電界効果トランジスタを作製し、顕微分光を行っている。電界発光の機構および原理に対する理解を深めることにより、カーボンナノチューブのオプトエレクトロニクス材料としての評価に役立て、また従来の直接半導体のようにキャリア注入により発光する素子の構造を見出すことを目指して研究を進めている。

Electroluminescence from individual carbon nanotubes has potential applications in optoelectronics because of the characteristics originating from their one-dimensional structure. We fabricate field effect transistors with channels consisting of an individual single-walled carbon nanotube, and perform micro-electroluminescence spectroscopy. Our aim is to understand the light emission mechanisms, thereby assessing the potential for carbon nanotubes as optoelectronic material.

2. カーボンナノチューブによる電荷汲み上げ発光

村井 智昭・加藤 雄一郎

Light Emission by Charge Pumping in Carbon Nanotubes

T. Murai, Y. K. Kato

カーボンナノチューブ発光素子の研究は、カーボンナノチューブが直接半導体であることから、pn 接合発光ダイオードに代表される従来型のバルク半導体で利用されている素子構造を用いて行われている。これに対し、カーボンナノチューブが理想的な真性半導体としてふるうことを利用した新しい発光機構である「電荷汲み上げ発光」の原理を実証するため、素子構造の試作と作動方法の検討を行い、発光検出を目指す。

Carbon nanotubes offer a good degree of control over the Fermi level, as a result of their characteristics as intrinsic semiconductors. Taking advantage of such properties, we are aiming at a proof-of-concept device that allows for light emission using charge pumping.

論文・著書一覧 (2007 年度)
Publication List

研究論文

- [1] X. Wang, L. Zhang, Y. Lu, H. Dai, Y. K. Kato, and E. Pop, "Electrically driven light emission from hot single-walled carbon nanotubes at various temperatures and ambient pressures," *Appl. Phys. Lett.* 91, 261102 (2007).
- [2] Y. K. Kato and D. D. Awschalom, "Electrical manipulation of spins in nonmagnetic semiconductors." *J. Phys. Soc. Jpn.* 77, 031006 (2008).

国際会議論文

- [3] Y. K. Kato, X. Wang, D. Mann, A. Kinkhabwala, E. Pop, J. Cao, L. Zhang, Q. Wang, J. Gou, and H. Dai, "Electrically driven thermal light emission from individual single-walled carbon nanotubes." *SPIE Optics + Photonics*, San Diego, California, USA (August 2007).

総説・解説論文

- [4] 加藤雄一郎, 「カーボンナノチューブの電界発光」
応用物理 77, 286 (2008).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [5] Y. K. Kato, "Observation of the spin Hall effect in semiconductors." 日本磁気学会第 159 回研究会 (2008).
- [6] Y. K. Kato, "Electrically driven light emission from hot single-walled carbon nanotubes." *International Symposium on Secure-Life Electronics* (March 2008)

小田・小野(亮)研究室
Oda and Ono Laboratory
(<http://streamer.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況
Current Research Projects

1. 大気圧非熱平衡プラズマのラジカル反応計測
小野 亮・小田 哲治・桃原 千尋・寺本 慶之
Measurement of Radical Reactions in Atmospheric Pressure Nonthermal Plasma

R. ONO, T. ODA, C. TOBARU, Y. TERAMOTO

大気圧非熱平衡プラズマの反応機構を解明するため、ラジカル密度の空間分布や時間変化を、レーザー分光法により測定している。レーザー誘起蛍光法 (LIF) による OH ラジカル、NO 分子、準安定準位 $N_2(A)$ 分子、振動励起 O_2 分子密度の計測、二光子励起 LIF による O ラジカル密度計測、二次元吸収法によるオゾン密度計測を行い、コロナ放電やバリア放電など大気圧非熱平衡プラズマ中でのラジカルの挙動を調べている。この研究により、ストリーマの挙動とラジカル生成との関係などが明らかになりつつある。本研究は、非熱平衡プラズマによる大気汚染物質除去など、様々なプラズマ応用技術に貢献するものである。

ラジカル反応速度は温度に強く依存するため、本研究では LIF などの手法により、分子の回転温度や振動温度も測定している。しばしばストリーマ放電の反応モデルでは室温が仮定されるが、これに反して、放電終了後に温度が 400-1000K も上昇することが明らかになった。

To investigate the reaction processes in atmospheric pressure nonthermal plasma, density of radicals was measured using laser spectroscopic techniques. OH radicals, NO molecules, $N_2(A)$ metastables, and vibrationally excited O_2 molecules were measured by laser-induced fluorescence (LIF), O radicals was measured by two-photo absorption LIF (TALIF), and ozone was measured by two-dimensional laser absorption technique in atmospheric pressure nonthermal plasma such as corona discharge and dielectric barrier discharge. Time evolution and spatial distribution of these radicals have been observed in order to clarify the production and chemical reaction processes in the non-thermal plasma. This research contributes to various plasma-applied technologies such as removal of environmental pollutants using nonthermal plasma.

The rate of chemical reactions in the plasma strongly depends on temperature. Therefore, the kinetic and vibrational temperatures of molecules were also measured. In reaction models of streamer discharge plasma, room temperature is often assumed. However, our measurement showed that the temperature increases after discharge pulse from room temperature by 400-1000 K.

2. 非熱平衡プラズマによる大気中各種有害気体の浄化

小田 哲治・倉持 晃・井上 淳

Cleaning of Polluted Gas by Using Nonthermal Plasma

T. ODA, A. KURAMOCHI, and J. INOUE

非熱平衡プラズマの強力な酸化力により大気中に微量 (100~1,000ppm) 存在するフロン等の揮発性有機物 (VOCs) や窒素酸化物 (NOx) を分解除去する技術の開発を行っている。フロンやトリクレン等を 99% 以上分解することが可能であり、その分解効率向上を触媒により促進することを検討している。ガソリンエンジン排ガス処理で有効な 3 元触媒、今後が期待されるゼオライト触媒、酸化バナジウムなどとの併用効果について VOC 処理、NOx 処理ともに検討中である。放電によって生成したオゾンやその他の物質を触媒で分解し O ラジカルを発生させ、そこで酸化反応を強力に行う技術についても研究をしている。二酸化マンガンをを用いることで分解のエネルギー効率を大幅に上げることが可能であることを実証した。プラズマの進行をモデル化した反応のシミュレーションも作成中である。

Atmospheric pressure non-thermal plasma processing is studied to decompose dilute VOCs or NOx in air or combustion flue gas efficiently. 50~1,000ppm CFC or trichloroethylene (TCE) in air were decomposed more than 99% by the plasma. In order to improve both energy efficiency and decomposing ratio, a novel plasma process combined with catalyst is under investigation. Also, DeNOx process by using 3 way catalyst which removes NOx, COx, and HC simultaneously, was examined. Zeorite or TiO_2 with/without V_2O_5 were also tested as catalyst with the non-thermal plasma pressing including absorption effects. The relation of the ozone generation and VOC decomposition is also experimentally studied. Reaction simulation is newly developed including non-thermal plasma development and that chemical reactions. As a new catalyst, manganese oxide is investigated combined with the plasma.

3. 大気圧ストリーマ放電の観測とシミュレーション

小野 亮・小田 哲治・豊田 和彦

Observation and Simulation of Atmospheric Pressure Streamer Discharge

R. ONO, T. ODA, and K. TOYODA

非熱平衡プラズマによるラジカルの生成や反応機構を調べるため、極短ゲート ICCD カメラや高速度ストリークカメラによる大気圧ストリーマ放電の進展の観測や、放電のシミュレーションを行っている。これらの実験結果と LIF によるラジカルの測定結果を比較し、放電によるラジカルの生成機構を調べている。その結果、オゾン、OH ラジカル、NO 分子、振動励起 O_2 分子は主に二次ストリーマで生成され、 $N_2(A)$ は一次ストリーマ (ストリー

マ・ヘッド)で生成されることが明らかになった。これらの結果をもとに、放電波形を適切に制御することで、不要なラジカルの発生を抑えながら、必要なラジカルのみを生成するような放電リアクタの開発を進めている。

Propagation of atmospheric pressure streamer discharge was observed using a short-gated ICCD camera and a high-speed streak camera, and it was numerically simulated. By comparing these results with radical measurement by laser spectroscopy, it was shown that ozone, OH radicals, NO molecules, and vibrationally excited O₂ molecules were mainly produced in the secondary streamer, while N₂(A) metastables were mainly produced in the primary streamer (streamer head). With these results, an efficient discharge reactor producing desirable radicals with suppressing production of undesirable radicals is being developed by controlling the discharge waveform appropriately.

4. 高分子絶縁体中の空間電荷測定と熱刺激電流

小田 哲治・小野 亮

Measurements of Space Charge Distribution in Polymers and Thermally Stimulated Currents

T. ODA and R. ONO

各種の圧力波法を用いて高分子絶縁体中の電荷や空間的分布の測定を行っている。高分子絶縁体は、その優れた絶縁特性からケーブルや電力用機器の絶縁材料等に広く用いられているが、帯電しやすく材料中の空間電荷による絶縁特性の劣化が問題となっている。高分子絶縁材料中の空間電荷測定には圧電素子誘起圧力波法(PIPWP法)、レーザ誘起圧力波法(LIPP法)等がある。本研究では、LIPP法に基づく空間電荷分布測定装置を開発中である。その再現性を向上するために、前面電極に厚さ1mmのアルミニウム板を配置し、そこにレーザ照射衝撃波を発生させ、アルミ板状を伝搬させてから試料に圧力波が伝わることで雑音の軽減、衝撃波の大きさを一定に保つことに成功、空間電荷分布を再現性よく観測できるようになった。空間分解能は10 μm程度である。この装置中で試料温度を上げることが可能となり、電荷消散と温度との関係を空間分布としてとらえることに成功し、熱刺激電流特性との相関を研究中である。

The space charge distributions in polymers were measured by using a pressure wave propagation method. Polymers have been widely used as insulators because of their excellent insulating characteristics but they also cause various electrostatic problems. The normal LIPP method uses a thin metal film irradiated by the laser but the degradation of the film was often observed. To remove that problem, a thick aluminum plate was fixed on the polymer surface and the shock wave was generated on the plate surface and transmitted to the polymer surface. That new method realizes the measurement of reliable and reproducible space charge distribution observation. By using that new technology, space charge behavior with the temperature was analyzed. That

space charge distribution change was compared with TSDC analysis.

5. 水素操作時の静電気問題

小野 亮・小田 哲治・前川 明裕・安田 齊史

Electrostatic Problems in the Hydrogen Handling

R. ONO, T. ODA, A. MAEKAWA, and M. YASUDA

燃料電池の燃料として利用される水素の、操作時(特に、水素ステーションなどでの)における静電気安全性の評価を行っている。水素は最小着火エネルギーが0.019mJで、一般的な可燃性ガスの1/10程度である。このため非常に静電気に敏感で、その安全対策は必須である。本研究では静電気放電を模擬した容量性スパーク放電を用いて、様々な水素濃度、湿度、回路定数について最小着火エネルギーを求め、水素静電気着火危険性の定量的な評価を行っている。また、従来の最小着火エネルギー計測法に改善の余地がないかどうかを、例えば電極による火炎核の冷却効果を考慮しながら検討している。

Electrostatic hazard for hydrogen is investigated especially related with hydrogen station for fuel cell vehicles. The minimum ignition energy (MIE) of hydrogen-air mixture is 0.019 mJ, which is 1/10 smaller than that of other usual flammable gas such as methane and propane. As hydrogen is quite sensitive to the electrostatic discharge (ESD), the assessment of electrostatic hazard is essential for practical use of hydrogen. The MIE of hydrogen was measured using a spark discharge, which simulated ESD, for various hydrogen concentrations, humidity, and electrical circuit constant. In addition, we tried improving the conventional measurement process of MIE, for example, by considering the cooling effect of spark kernel by the discharge electrodes.

6. 水素放電着火時のラジカルおよびガス温度計測

小野 亮・小田 哲治・齋藤 悠也・前川 明裕

Measurement of Radical Density and Gas

Temperature in Incipient Spark-Ignited

Hydrogen-Air Flame

R. ONO, T. ODA, Y. SAITO, and A. MAEKAWA

水素の静電気着火機構を解明するため、水素放電着火語のOHラジカル密度とガス温度を、LIF計測している。可燃性ガス中で放電が発生すると初期火炎が生成され、これが放電後10μs-1msに臨界火炎まで成長すれば着火する。したがってこの時間領域で初期火炎の温度、サイズ、ラジカル密度を測定すれば、着火と不着火を分ける要素が明らかになる。しかしこれまで、水素を含む可燃性ガスの初期火炎で温度やラジカル密度を測定した例はなく、本研究は放電着火機構の解明に大きく寄与することができる。放電着火後のOH密度や温度の時間変化および空間分布を測定し、放電着火後に火炎に成長していくようすが定量的に観測されている。

For examining the hydrogen ignition process, gas

temperature and OH radical density in the incipient flame of hydrogen-air mixture produced by spark discharge were measured by LIF. When a spark occurs in a flammable gas, an incipient flame is produced. If it grows to a critical flame during 10 μ s to 1 ms after the spark, ignition occurs. Therefore, the measurements of the gas temperature, size, and density of radicals in the incipient flame are indispensable for investigating the ignition process of hydrogen-air mixture. The temporal and spatial distribution of OH density and gas temperature were measured in the hydrogen-air spark kernel. The growing process of the incipient-flame was quantitatively measured.

7. 超高速静電気放電現象の把握とその対策技術

小田 哲治・宮坂 啓・小野 雄人

Observation of Ultra-Fast Electrostatic Discharge and Its Safety Measures

T. ODA, K. MIYASAKA, and Y. ONO

IT 機器の製造過程において問題となる静電気放電は、5V 以下の低電圧で発生し、パッシェンの法則から大きく外れた領域で発生する。この放電は非常に微弱で、1 μ m 以下の微小ギャップで発生し、GHz 以上の周波数成分を含む高速現象である。この放電の発生メカニズムはまだほとんど知られておらず、対策を困難なものにしている。本研究ではこの微弱放電の現象の解明および対策技術の確立に取り組んでいる。

Electrostatic discharge (ESD) causes severe problems in the manufacturing process of IT devices. The ESD occurs below 5 V, which deviates considerably from the Paschen curve. The ESD is quite feeble and occurs between a small gap (< 1 μ m). It is a fast phenomenon containing high frequency component in the order of GHz. The mechanism of the ESD is not well understood, which makes the development of safety measures difficult. We measure the ESD for further understanding and develop the safety measures against the ESD.

8. カーボンナノチューブ作成とその応用

小田哲治

Manufacturing of Carbon Nanotube and That Applications

T. ODA

新規に開発した CVD 法により作成したカーボンナノチューブを電界放出による電子供給源としての可能性を実験的に検証している。

Carbon nanotube is fabricated by a newly developed CVD method and are evaluated their properties. An electron field emission performance is examined as a good electron source. Various chemical treatments are tested to change that performance.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

研究論文

- [1] T. Oda, H. Kuramochi and R. Ono: "Trichloroethylene decomposition by the nonthermal plasma combined with manganese-dioxide supported alumina," *Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol.*, Vol. 2, pp. 50-55 (2008).
- [2] R. Ono and T. Oda: "Measurement of gas temperature and OH density in the afterglow of pulsed positive corona discharge," *J. Phys. D*, Vol. 41, 35204 (2008).
- [3] R. Ono and T. Oda, "Measurement of OH density and gas temperature in incipient spark-ignited hydrogen-air flame," *Combust. Flame*, Vol. 152, pp. 69-79 (2008).
- [4] R. Ono and T. Oda, "Optical diagnosis of pulsed streamer discharge under atmospheric pressure," *Int. J. Plasma Environ. Sci. Technol.*, Vol. 1, pp. 123-129 (2007).
- [5] T. Oda, K. Ono and R. Ono, "Dilute TCE decomposition by the nonthermal plasma combined with MnO₂-supported alumina," *IEEJ Trans. Fund. Mater.*, Vol. 127-A, pp.145-150 (2007).

国際会議論文

- [6] R. Ono: "Optical measurement of atmospheric pressure plasma," *Japan-Taiwan Bilateral Sci. Technol. Interchange Project "High Pressure Plasma, Fundamentals and Applications - Environmental Protection and Nano-Processing"*, Oita Univ., pp. 20-26 (2008).
- [7] T. Oda H. Kuramochi and R. Ono: "Decomposition of Volatile Organic Compounds by High Pressure Non-Thermal Plasma," *Japan-Taiwan Bilateral Sci. Technol. Interchange Project*, pp.70-75 (2008).
- [8] T. Oda and R. Ono, "Atmospheric pressure non-thermal plasma environmental protection and optical analysis," *Proc. 5th Asia-Pacific Int. Symp. Basic and Appl. Plasma Technol.*, pp. 8-11 (2007).
- [9] T. Oda, H. Kuramochi and R. Ono, "VOCs decomposition by the non-thermal plasma process combined with catalyst-catalyst layout effects," *Proc. 5th Asia-Pacific Int. Symp. Basic and Appl. Plasma Technol.*, pp. 58-61 (2007).
- [10] R. Ono, Y. Saito, A. Maekawa, and T. Oda: "Measurement of OH density and gas temperature in incipient spark ignited hydrogen-air flame," *Conf. Rec. 2007 IEEE Ind. Applicat. Conf. 42th IAS Annual Meeting*, file number:42P-6 (2007).
- [11] T. Oda, K. Ono and R. Ono, "Non-thermal plasma process for dilute trichloroethylene decomposition with

the help of manganese-dioxide supported catalyst,” Conf. Rec. 2007 IEEE Ind. Applicat. Conf. 42th IAS Annual Meeting, file number:42P-3 (2007).

- [12] R. Ono, H. Doita, and T. Oda, “Atomic oxygen behavior in positive and negative pulsed corona discharge observed by TALIF,” Int. Symp. New Plasma and Electrical Discharge Applications and on Dielectric Materials,” pp. 17-22 (2007).
- [13] T. Oda, H. Kuramochi, and R. Ono, “Trichloroethylene decomposition by the nonthermal plasma combined with manganese-dioxide supported alumina,” Int. Symp. New Plasma and Electrical Discharge Applications and on Dielectric Materials, pp. 41-46 (2007).
- [14] T. Oda and R. Ono: “Decomposition of dilute organic compounds by using non-thermal plasma,” Proc. 20th Symp. Plasma Sci. Mater., p. 19 (2007) (invited).
- [15] R. Ono and T. Oda, “Measurement of gas temperature and OH density in pulsed positive corona discharge,” Int. Conf. Phenomena Ionized Gases, p. 103 (2007).
- [16] T. Oda, “High Pressure Non-Thermal Plasma - Diagnosis and Applications,” Proc. Symposium, Atmospheric Pressure Plasma Appl., Taiwan, Session 2, 1-11, September 18, (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [17] 小野 亮、小田 哲治: “レーザー誘起蛍光法によるパルスコロナ放電下の $O_2(v = 6)$ 密度計測,” 平成 20 年度電気学会全国大会論文集, p. 116 (2008).
- [18] 豊田 和彦, 小野 亮, 小田 哲治: “コロナ放電のパルス幅がラジカル生成量に与える影響,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, p. 114 (2008).
- [19] 小野 亮: “Optical measurement of atmospheric pressure plasma,” 2008 年度第一回静電気学会研究会, pp. 49-56 (2008).
- [20] 齋藤 悠也, 前川 明裕, 小野 亮, 小田 哲治: “水素-空気混合気の放電着火過程における OH ラジカル密度および温度の二次元分布計測,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集, pp. 43-46 (2008).
- [21] 前川 明裕, 安田 齊史, 小野 亮, 小田 哲治: “極細線電極を用いた水素-空気混合気の最小着火エネルギー計測,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集, pp. 37-38 (2008).
- [22] 豊田 和彦, 小野 亮, 小田 哲治: “コロナ放電のパルス幅がラジカル生成量に与える影響,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集, pp. 7-10 (2008).
- [23] 桃原 千尋, 小野 亮, 小田 哲治: “大気圧パルスコロナ放電中の準安定準位 $N_2(A)$ の挙動観測,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集, pp. 11-14 (2008).
- [24] 倉持 晃, 小田 哲治: “大気圧非熱平衡プラズマによる低濃度揮発性有機化合物の分解 - 触媒とリア

クタの位置関係の検討 -,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集 (2008).

- [25] 宮坂 啓, 小田 哲治: “低電圧静電気放電の基礎特性,” 2008 年静電気学会春期講演会論文集 (2008).
- [26] 豊田 和彦, 小野 亮, 小田 哲治: “コロナ放電のパルス幅がオゾン生成量に与える影響,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 93-94 (2007).
- [27] 小野 亮, 小田 哲治: “パルスコロナ放電のガス温度および OH 密度計測,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 85-89 (2007).
- [28] 齋藤 悠也, 前川 明裕, 小野 亮, 小田 哲治: “水素-空気混合気の放電着火過程における OH ラジカル密度および温度の二次元 LIF 計測,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 79-82 (2007).
- [29] 倉持 晃, 小田 哲治, 小野 亮: “非熱平衡プラズマ・触媒併用によるトリクロロエチレンの触媒一体型分解処理,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 37-40 (2007).
- [30] 桃原 千尋, 小野 亮, 小田 哲治: “大気圧パルスコロナ放電下でのレーザー誘起蛍光法による $N_2(A)$ 挙動観測,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 7-10 (2007).
- [31] 宮坂 啓, 小田 哲治: “低電圧静電気放電研究への予備的実験,” 2007 年静電気学会講演論文集, pp. 95-96 (2007).
- [32] 小野 亮, 小田 哲治: “レーザー吸光法によるオゾン分布の挙動観測,” 第 25 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究会 (2007).
- [33] 小田 哲治: “非熱平衡プラズマによる低濃度揮発性有機物分解,” 環境における最新の低温プラズマ技術とその応用, 同志社大学公開シンポジウム, 田辺, pp. 37-42 (2007).

その他

- [34] 小田 哲治: “静電気の基礎 帯電のメカニズムから計測まで,” EMC No.226, pp. 75-87 (2007).

日高・熊田研究室
Hidaka and Kumada Laboratory
(<http://www.hvg.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究現況 Current Research Projects

4. 気体カー効果による電界測定

安井遼・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦
Electric Field Measurement in Gas Using Kerr Effect
R. YASUI, S. MATSUOKA, A. KUMADA, and K. HIDAKA

気体のカー効果を用いた電界の非接触計測手法の開発を行っている。これは被測定対象に擾乱を与えずに電界測定を行える理想的な電界測定手法であり、放電現象の解明や、電力機器の絶縁設計において、きわめて有力な手法である。

大気圧空気のカー効果による電界測定装置を用いて交流不平等電界や、コロナ放電の生じている空間における電界を測定し、その電界の空間的变化及び時間的变化を把握した。コロナ放電の生じていない場においては、測定結果は理論計算値とよく一致した。またコロナ放電による空間電荷が存在する場については、印加電界、イオン電荷量をそれぞれ独立制御した環境下で複屈折を測定し、イオンのカー定数の同定を行った。カー定数は、イオン電荷量の増加に伴い指数的に増加することが確認された。

The sensing technique based on the Kerr electro-optic effect of gas is applied to the electric field distribution measurement. As the Kerr constant in atmospheric air is $1.3 \times 10^{-18} \text{m/V}^2$, which is less than 1/10000 of those in liquids, the phase retardation caused by the Kerr effect of gas is measured by the high sensitive system based on the optical phase modulation technique.

When an ac high voltage is applied to a wire electrode of 1 mm diameter, which is stretched 7cm above a grounded electrode, a corona discharge occurs from the wire electrode. By measuring the change of the birefringence under such a condition that the external field and the corona charge amount are controlled independently, Kerr constant of a gas with ions produced by the corona discharge, is estimated. It has been turned out that Kerr constant increase exponentially with the corona charge.

2. ポッケルス電界・電圧センサの開発

松本洋和・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦
Development of Pockels Sensors
H. MATSUMOTO, S. MATSUOKA, A. KUMADA, and K. HIDAKA

電圧、電界の測定センサとしてポッケルスセンサが近年開発されている。しかしこれにはインパルス電圧測定

時に余分な振動成分が光出力の波尾に重畳するという問題がある。この振動成分は結晶における圧電振動に起因する振動で、その周波数は結晶の性質や形状などで定まる。そこで、 $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO)結晶に関して、形状を変えて振動成分の調査を行った。使用した BGO 結晶は直方体、円柱、テーパをつけて断面の大きさが一定ではない結晶である。直方体状結晶の場合、理論値から計算される周波数と比べて、15%低い周波数であり、円柱状結晶の場合、断面の円が外接する四角形の直方体とほぼ一致した。テーパをつけた結晶の場合、振動成分の周波数が分散するため、直方体状結晶と比べて振幅が小さくなった。

The Pockels field/voltage sensors have been widely introduced to electrical power transmission and distribution systems. However, in measurements of impulse voltages by a Pockels sensor, oscillatory components have been observed in the tail part of optical signals of Pockels sensor. This oscillation is caused by the piezoelectric vibration of Pockels crystal, and its frequency is determined by the shape and the size of the crystal. In this study, oscillatory components of $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO) Pockels crystals in various shapes are investigated. The tested BGO crystals are rectangular solids, a cylinder solid and tapered quadratic solid. The oscillatory components are derived from light output and frequency analysis is done. The frequency of oscillation on the rectangular crystals is lower than theoretical value and that of cylinder solid is the same with that of circumscribed rectangular solid. In the case of the tapered BGO crystal, it is possible to reduce oscillatory component by distributing piezoelectric vibration in broad frequency bandwidth.

3. THz 波を用いた新しい非接触応力測定

安井遼・武田敏信・松岡成居・熊田亜紀子
日高邦彦

New Non-Contact Measuring Technique of Mechanical Stress by Using THz Wave
R. YASUI, T. TAKEDA, S. MATSUOKA, A. KUMADA, and K. HIDAKA

長い間使用される絶縁体は経年劣化のため内部に何らかの欠陥を持っている可能性がある。通常、外部からの診断で内部の欠陥を見つけるのは容易ではないため、絶縁システムの分解検査が経年劣化の程度を知るのに必要となる。しかし、光弾性効果を利用すれば分解検査なしで非接触検査をすることができる。

本年度においては THz 波の光弾性効果を利用した、物質内部の応力測定手法を開発した。この新しい測定方法は、絶縁体を簡単に点検できることと、可視光で不透明なくつかの物質を透過可能であるという利点がある。本測定装置を用いて、架橋ポリエチレン(XLPE)、ポリプロピレン (PP)など電気絶縁材料試料の応力分布を測定した。さらにマッシュエンダー干渉計を構成し位相変調を行うことにより、従来よりも検出感度を向上させること

に成功した。

Insulators used over a long time may have some defect in themselves due to the aging. Usually it is not easy to bind the defect though external diagnoses. An overhaul of insulation system is therefore required for recognizing the extent of the aging. On the other hand, photoelastic effect can provide non-contact diagnoses without the overhaul.

A new measuring technique of mechanical stress and strain which can affect on mechanical strength is developed by using the photoelastic effect of THz electromagnetic wave. This new technique has some advantages of handily inspecting the insulators and sensing various materials which are opaque in visible rays.

The spatial distribution of mechanical stress in insulator, such as XLPE and PP, is measured by the non-contact measuring system based on photoelastic effect of THz electromagnetic wave. In addition, the sensitivity of the measuring system is improved by the phase modulation technique with a Mach-Zender interferometer.

4. レーザ波面計測による放電中の電子密度測定

松本洋和・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦
Electron Density Measurement in Electric Discharge
by Wave-front Sensor

H. MATSUMOTO, S. MATSUOKA, A. KUMADA
and K. HIDAKA

雷放電の研究および耐雷技術の開発、ガス絶縁機器の開発や放電プラズマ応用機器の開発などには、過渡的な放電現象の機構解明が求められており、放電に関する基礎物理量の1つである電子密度計測は特に重要である。本研究はシャックハルトマン型レーザ波面測定器を用いて気中放電ストリーマの電子密度を計測することを目的とする。シャックハルトマン型レーザ波面測定器はマイクロレンズアレイとレンズの焦点位置に設置されたICCDカメラによって構成され、ICCDカメラの感光面上に形成される輝点の動きから、被測定空間中の電子密度を求める手法である。この手法は放電の電子密度変化に対する輝点移動量が小さく、電子密度が小さい放電の計測は困難である。そこで、マイクロレンズアレイを2枚用いることで、マイクロレンズアレイの焦点距離を疑似的に延長し、測定感度の高感度化を図った。この測定システムでは通常のシャックハルトマン型レーザ波面測定法よりも測定感度が1桁向上するが、期待されたものよりは1桁小さかった。このため、放電を計測する場合、電子密度が大きいスパーク放電では輝点移動が観測することができるが、低電子密度の放電を計測するためには、更なる改良が必要である。

It is desired to clarify the discharge process for lightning protection, for efficient plasma reactors, and for designing power apparatus such as gas insulated switchgear. To investigate the structure of discharge, it is important to

measure fundamental physical quantities such as electron density, ion density, and electric field. A laser wavefront sensor of the Shack-Hartmann type is constructed for measuring electron density of discharge in air. The measuring system consists of two lasers of different wavelength, microlens arrays (MLA), and fast gate ICCD cameras. The wavefronts of lasers which have passed through the discharge in a single optical path are measured by fast-gated ICCD cameras with MLAs. However, the sensitivity of this system is not enough to measure electron density in discharge.

In order to improve sensitivity, we attempted the system using two MLAs in confocal arrangement. As the length between MLAs and ICCD cameras becomes longer, the sensitivity of this system becomes an order better than the Shack-Hartmann type. However, this sensitivity is a tenth of expected value and it is possible to measure electron density in arc discharge by using this system.

5. マイクロ波照射によるPCB分解反応促進機構

森本悠嗣・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦

Decomposition Reaction Accelerating Process of
PCBs by Microwave Irradiation
Y. MORIMOTO, S. MATSUOKA, A.
KUMADA, and K. HIDAKA

ビフェニルを塩素化した芳香族化合物はポリ塩化ビフェニル(PCB)と呼ばれる。PCBはその熱的安定性や化学的安定性、優れた絶縁特性から、変圧器やコンデンサなど多くの用途に用いられてきた。しかし、PCBの強い毒性がわかってからは、国内における生産や輸入は研究目的以外には禁止され、その廃棄や取り扱いについても厳しい規制が設けられることとなった。PCBの処理は難しく、その多くは保管されてきたが、近年PCBの新たな処理法が開発された。その方法は、マイクロ波(2.45GHz)を用いてPCBを脱塩素化し、無害化するというものである。これは従来法と異なり、有害な副生成物をほとんど生成しないといった特徴がある。この現象はマイクロ波の熱的な効果によるもののほかに、非熱的な効果によるものといわれるが、分解機構の詳細は未解明である。そこで、マイクロ波照射により触媒と溶液が逆極性に帯電するため分解反応が促進されるという仮説を立て、まず溶液の帯電量の計測を通じてその検証を行った。さらにマイクロ波が触媒に与える影響を検証する為、触媒の電位の測定を行った。

Polychlorinated biphenyls (PCBs) had been used in many applications such as transformers and capacitors. In recent years, a new effective processing for PCBs has been developed. With this processing, PCBs can be made harmless by de-chlorination of them using microwave (MW, 2.45GHz). Unlike conventional treatment, this new processing hardly produces harmful by-product material. It is natural to consider that the MW irradiation process has high-efficient heating performance and also may have some non-thermal

effect.

In this year, we made such a hypothesis that the absorptive power of the catalyst is improved by charge accumulation, and tried to evaluate this hypothesis by some experimental measurements. Firstly, the charge density of the solution was measured. It was observed that MW irradiation makes the solution consisting of mainly isopropyl alcohol to be negatively charged, and the catalyst to be positively charged. Secondly, the zeta potential of the catalyst was measured to investigate the accumulated charge amount on the catalyst.

6. 直流電界下における絶縁物の帯電現象

老田友紀・田中大樹・松岡成居・熊田亜紀子
日高邦彦

Charge Accumulation on an Insulator Under DC Electric Field

Y. OIDA, D. TANAKA, S. MATSUOKA
A. KUMADA and K. HIDAKA

ガス絶縁開閉機器は、交流に用いられる場合においても断路器開極時に最大で運転電圧分の直流電圧が残留する。するとスペーサ近傍の電界分布は、容量分布に基づいて決定される場から、抵抗分布に基づいて決定される場へと移行する。抵抗場への移行に伴いスペーサとガスの界面には帯電が生じる。このようなスペーサに逆極性の電圧が加わった場合の破壊電圧の低下が指摘されている。

表面電位計を用いて分解能 5.4mm、測定点数 6846 点に及ぶ帯電電荷密度分布測定装置を用いて、直流電界下の電力用エポキシ樹脂製コーンモデルスペーサの帯電特性の測定を行った。課電と測定は密閉容器を用いて大気圧 SF₆ 中で行った。スペーサ表面にアルミ線及び綿糸を付着させ、-30~+30kV の直流電圧を 20 時間課電した場合、スペーサ中心から放射状に伸びる帯電が確認された。金属異物と誘電体異物のどちらも放射状帯電の原因となることが判明した。

When a dc voltage is applied to an insulating spacer for a long time, the electric field distribution around it changes from the initial capacitive distribution to a resistive distribution, which is determined by the resistivity of the material. Consequently, charges are accumulated on the spacer surface.

A surface charge measuring system had developed with an electrostatic probe using the digital signal processing technique. The number of measured points is 6846, and the spatial resolution reaches 5.4 mm. Both the voltage application process and the measuring process are carried out in a container (glove box) filled with atmospheric SF₆.

Using this system, the distribution of the surface charge density on an epoxy-resin cone spacer after the application of dc $\pm 10 \sim 30$ kV was measured.

In the case that aluminum/cotton wire were put on the surface of the spacer, accumulated-charge of radial pattern

appeared after the application of dc -30 ~30kV for 20 hours. It turned out that both metallic substance and dielectric substance could cause electrification of radial pattern.

7. 正極性沿面ストリーマの進展特性

高橋功・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦

Propagation of Positive Surface Streamer

I. TAKAHASHI, S. MATSUOKA, A. KUMADA,
and K. HIDAKA

誘電体バリア放電時における沿面ストリーマの進展時電位分布及び電荷密度分布について、ポッケルス効果を利用して測定を行った。2.56mm 厚の BGO 結晶を用いて、正極性沿面放電進展時における電位分布の測定および残留電荷密度分布を測定した。

正極性沿面放電進展停止時の電位分布は直線状になり、その電位勾配は放電電圧に関係なく 500 - 650 V/mm と一定値であった。また、沿面放電においては、電荷密度分布の計算結果から一次ストリーマから二次ストリーマへの転換の挙動を立体的に観察することに成功した。沿面ストリーマは 20ns の間に一次ストリーマが進展した後に、そのストリーマによって築かれた導電路を通して、二次ストリーマ電流が流れる。二次ストリーマの進展終了時における電界分布は大気中の電離電界強度に達しておらず、これによりリーダへの転換はしないことがわかった。

The potential and charge distribution of developing positive surface streamer was measured with 2.56mm thick BGO crystal. When a streamer stops, the potential decreases linearly with the distance from the electrode, and its gradient is about 500 - 650 V/mm, which is independent of the inception voltage and the insulator thickness.

With surface discharge, first streamer develops on dielectric barrier during 20ns, and second streamer develops on first streamer. After the second streamer, the electric field on the streamer isn't enough high for ionization, therefore, the streamer hardly transforms into a leader.

8. ナノ秒領域における絶縁ガス中の放電進展現象

武田敏信・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦

Nano-Second Range Electrical Discharge Phenomena in Insulation Gases

T. TAKEDA, S. MATSUOKA, A. KUMADA,
and K. HIDAKA

電圧立ち上がり時間 20ns、10 μ s 経過後の減衰率 2.5% 以下、最大波高値 200kV という理想的な方形波高電圧を発生可能な装置を導入し、1 μ s 以下の短時間領域で気中放電現象を詳細に測定している。

現在絶縁ガスとして広く用いられている SF₆ ガスが地球温暖化ガスとして使用の削減が求められている背景から、準平等電界、極端な不平等電界、極端ではない不平等電界、誘電体沿面での SF₆ ガス、CF₃I ガス中の放電現象を詳細に測定した。その結果、準平等電界下では CF₃I

は SF₆ より絶縁性能が高いが、極端な不平等電界下では CF₃I は SF₆ より絶縁性能が低いということが明らかになった。沿面放電では、放電回数が増加するにつれて誘電体表面にヨウ素が付着し、絶縁性能が低下することがわかった。また、CF₃I ガス中の放電によって発生する分解ガスの定性分析と定量分析を行った。

SF₆ gas, which is a major electrical insulating medium in high voltage equipments, has been designated as a greenhouse effect gas. Thus, it has been required to be reduced or replaced by other gases.

Steep-front square-pulse voltages with a long duration are useful for clarifying the mechanism of electrical discharge propagation. It has so far been hard to generate such a voltage, when its peak value is required to be several hundred kilovolts. Our laboratory has introduced a new high voltage generator making a square-pulse voltage with a rise time of 13 ns, a dumping factor less than 2.5% after 10 μs duration and a peak value of 200 kV, and started measuring voltage-time characteristics of various gases.

With this steep-front pulse voltage generator, voltage-time (*V-t*) characteristics of SF₆ and CF₃I in uniform and non-uniform electric field and on the electric surface were measured. The sparkover voltage of gap in CF₃I is lower than that in SF₆ under non-uniform electric field. On the contrary, the sparkover voltage in CF₃I is higher than that in SF₆ under uniform electric field. When the number of surface discharge is increased, the flashover voltage in CF₃I gas is lower than that for virgin condition. The cracked gas that had been generated by the electrical discharge under the steep, square wave voltage application in CF₃I was also analyzed.

9. 沿面放電測定用マイクロセンサ

林純也・山口祐樹・松岡成居
・熊田亜紀子・日高邦彦

Micro Sensor form Measuring Surface Discharge Phenomena

J. HAYASHI, Y. YAMAGUCHI, S. MATSUOKA,
A. KUMADA, and K. HIDAKA

沿面放電現象の電位分布や電荷分布密度を測定する際には静電容量プローブが用いられるが、現在の空間分解能は最高で1mm程度である。そこで本研究では、ナノ・マイクロ技術を駆使することで、高い空間分解能を実現することを目指す。

まず、絶縁層の上に簡易電極を作製し、基本的な性質の測定として、インパルスまたは直流電圧を印加した場合の放電電圧を得た。インパルス電圧を印加した場合、ギャップ長が1μm以下の領域で放電電圧は420Vとなり、パッシェンの法則を満たしているものと考えられる。

次に、マイクロセンサの試作を行った。このセンサは、2μmの厚さをもつSiO₂層上に放電電極としてSi層を設け、SiO₂層の裏側にガード電極で囲まれたプローブが3点配置されている。センサの応答特性より、電源回路と

のインダクタンスを抑制するために、センシングシステムのシールドを厳に行う必要があることが分かった。

試作型マイクロセンサでの問題点を解決するため、CMOSリード・アウト回路を用いた改良型センサの開発に取り組んでいる。CMOSリード・アウト回路の電子シャッターにより、ある時刻の全測定点での測定電圧を保存することができ、時間特性の改善にも貢献すると期待される。

Electrostatic probes have been used to measure the potential distribution and the charge density distribution of the surface discharge phenomenon, and now the resolution of it is about 1mm.

By using MEMS technology, it's expected to develop a sensor for measuring charge distribution of surface discharge with high spatial resolution. The fundamental characteristic of surface discharge in micro gap was measured on a SOI wafer. The surface flashover voltage in the gap is measured under the application of impulse/DC voltage. When an impulse voltage is applied to a gap of less than 1μm length, the flashover voltage is 420V, where Paschen's law holds.

Next, a prototype sensor was assembled. A pair of Si-electrodes is made on a 2μm-thick SiO₂ layer for generating a surface discharge between them. Three sensing electrodes surrounded by a grounded electrode are made on the back side of the SiO₂ layer.

From the response characteristics of the prototype sensor, it turns out that the sensing system should be shielded carefully for suppressing the influence of the electromagnetic induction from the power circuit.

An improved sensor with C-MOS readout circuit was also designed to settle problems in the prototype sensor. Source follower circuits would be used in the readout circuit, and the instantaneous voltage of the all sensing point at a certain time could be stored by an electronic shutter.

10. 超電導ケーブルの部分放電測定

西村崇・鈴木雄斗・松岡成居
・熊田亜紀子・日高邦彦

Partial Discharge Measurement in HTS Cable

T. NISHIMURA, Y. SUZUKI, S. MATSUOKA,
A. KUMADA, and K. HIDAKA

都心部へ給電する電力ケーブルは送電容量の向上が望まれている。高温超電導ケーブル (High Temperature Superconducting Cable = HTS ケーブル) は、高温超電導線材を導体を使用することにより、送電ロスを大幅に減らすことができ、軽量かつコンパクトで大容量の送電が可能となる。HTS ケーブルの電気絶縁システムは、絶縁紙 PPLP (Poly-Propylene Laminated Paper) と液体窒素の複合絶縁となる。既存の OF ケーブルとは放電機構が異なり、従って液体窒素含浸時の PPLP の絶縁破壊および部分放電の体系的解明が望まれている。

本研究では、PPLP の絶縁特性の体系的把握を目的とし、

空气中、気体窒素中および液体窒素含浸時の絶縁破壊及び部分放電特性の比較を行う。本年度においては、空气中、気体窒素中および液体窒素含浸時における PPLP 及びケーブルモデルを用いた交流、直流部分放電開始電圧特性、電荷量を測定した。

Nowadays, electrical cables that provide power to urban regions are nearly in the full of their capacity, and it is wanted to expand transmission capacity. High Temperature Superconducting (HTS) Cables, whose conductor is made of HTS material, can lessen transmission loss exceedingly and enable more lightweight, compact and high-capacity transmission system.

HTS cable electrical insulation system consists of insulation paper PPLP and liquid N₂. The discharge structure is different from that of OF cable, so that it is need to solve the destruction and partial discharge structure of PPLP in the condition of liquid N₂.

In this research, on the purpose of understanding insulation characteristics of PPLP, we compare destruction and partial discharge characteristics in the condition of air, N₂ gas and liquid N₂. In this year, we investigated the characteristics of inception voltage and the amount of electric charge of partial discharge under AC and DC voltage using PPLP and models of HTS cable.

11. バリア放電のシミュレーション

田中大樹・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦
Numerical Simulation of Barrier Discharge
D. TANAKA, S. MATSUOKA, A. KUMADA,
and K. HIDAKA

気体放電の基本的現象であるストリーマのシミュレーションを流体方程式を解くことによって行っている。物理的手法であるシミュレーションは、実験的に得られた結果を検証するためにも非常に有効であり、また、任意の条件下でのシミュレーションを行うことが可能である。このようにシミュレーションが非常に有効であっても、一般的に、シミュレーションの計算過程に計算の不安定さを引き起こしたり、膨大な時間を要することがある。

本研究では、近年、バリア放電による放電プラズマが、排ガス処理等に利用されていることを背景に、誘電体をギャップ間に挿入したバリア放電を対象にその進展シミュレーションを行った。効率的なプラズマ反応器の設計や特性の解明には、電子やイオンの密度分布、温度分布の把握が重要であり、これら測定が難しい諸量を数値計算シミュレーションにより求めることに成功した。さらに、バリア上の電位分布をポッケルスセンサを用いて測定し、計算結果との比較を行った。両者の電荷密度分布は定性的に一致したものとなった。

In recent years, barrier discharge plasma has been utilized to the removal of pollutants such as VOCs, SOx, and NOx. The performance of removal is greatly influenced by the

structure of the plasma reactor. For the improvement of performance in various applications, it is necessary to understand gas discharge dynamics experimentally and analytically. A numerical simulation of positive streamer propagation is carried out in non-uniform electric field with a dielectric barrier. The simulation method is based on the first-order continuity equations of charged particles. The transport coefficients at a given field strength are derived from the Boltzmann equation, and the electric field is obtained by solving the Poisson's equation. The streamer propagation, electron and ion distributions, electric field strength, and electron temperature are studied in detail as the time passes after the application of electric field. In addition, the transient change of potential on dielectric barrier is measured by Pockels sensor, and compared with the simulated result. The simulated charge profile on dielectric barrier coincides qualitatively with the measured profile.

12. 乾燥空気下におけるバリア効果

田沼真理子・松岡成居・熊田亜紀子・日高邦彦
Barrier Effect on Electrical Discharge in Dry Air
M. TANUMA, S. MATSUOKA, A. KUMADA,
and K. HIDAKA

ガス絶縁開閉機器に用いられている SF₆ は優れた絶縁性能と消弧能力を持っており、他のガスを用いた場合よりも小型化、絶縁耐力の向上が期待できる。しかし、SF₆ は大気寿命が非常に長く、地球温暖化を加速させるという問題が指摘されており、脱 SF₆ スイッチギアの実用化が望まれている。そこで、本研究では SF₆ の代替ガスとして、人体及び環境に無害な乾燥空気に注目した。

乾燥空気の絶縁耐力は低いため、電力機器においては固体絶縁バリアを組み合わせることになる。しかし、このような複合絶縁を用いた機器の絶縁設計は、未だ経験則に頼っているのが実情である。

本研究は、半球-バリア-平板電極モデルを用いて、絶縁耐力のバリア形状、気体圧力依存性を測定し、バリア放電の進展機構に迫ることを目的とする。放電進展機構に基づいた理論的な設計手法の確立までも視野に入れている。具体的には、様々な形状の固体絶縁バリアを用意しインパルス電圧印加時の 50 パーセント火花電圧を昇降法により測定した。その結果、バリアによっては負のバリア効果が生じることがわかった。

SF₆ gas is a major electrical insulating medium in Gas Insulated Switchgear(GIS). But it has been designated as a greenhouse effect gas, so dry air draws attention instead of it.

Dielectric strength of dry air is not so strong as SF₆ gas, and the composite insulation with a solid barrier will be utilized in electric apparatus. But in designing a power apparatus with such a composite insulation, it is designed almost empirically from the experimental values.

In this research, to investigate the barrier effect on electrical

discharges in dry air, 50% breakdown voltage was measured with up-down method by changing the shape of solid barriers and the pressure of gas. The purpose of this research also involves the establishment of the theoretical method for insulation design. It was observed that the breakdown voltage sometimes decreases with an inadequate shaped barrier.

13. 沿面リーダ進展現象の計測

Deng Junbo · 松岡成居 · 熊田亜紀子 · 日高邦彦

Propagation of Surface Leader

**J. Deng, S. MATSUOKA, A. KUMADA,
and K. HIDAKA**

誘電体表面の放電現象は電気機器の絶縁性能に重要な影響を与えている。印加電圧の上昇に従って、沿面放電はストリーマから、リーダへと転換する。リーダは長い距離でも、進展しやすいため、特にその進展現象の機構解明が望まれている。

リーダ進展の機構解明を目的とし、本年度はその残留電荷密度分布測定システムを構築した。これは、振動容量型表面電位計を用いたもので、PMMA パイプ表面の電位分布を $\pm 20\text{kV}$ の範囲で測定できる。なお、このPMMA パイプ表面には、電圧印加時に平行型の電界が形成され、放電は直線的に進展することを確認している。

表面電位分布測定結果より、電界計算に基づいて電荷密度分布を推定することになる。この逆計算プログラムの開発も行った。

Surface discharge on dielectric materials is an important factor which affects insulating performance of electrical apparatus. With the increase of the applied voltage, surface discharge transforms from streamer to leader.

In this study, the surface discharge on PMMA pipe is investigated. Since the electrical field on the pipe is parallel, the discharge propagates linearly from the high voltage electrode to the grounded electrode.

With an electrostatic voltmeter, the charge measuring system was developed in this year. The potential distribution on the surface of a PMMA pipe caused by the residual charge can be measured with a range of $\pm 20\text{kV}$, and the charge distribution will be calculated from the measured potential distribution. From this measurement, the propagation characteristic of leader is expected to be made clear.

論文・著書一覧 (2007 年度)

Publications List

研究論文

- [1] 高橋紹大、栗原隆史、武田敏信、熊田亜紀子、松岡成居、日高邦彦 “テラヘルツ波を用いたポリエチレン内部応力・空隙界面の計測技術への応用” 電気学会論文誌 A, Vol.127, No.10, pp. 593-598 (2007)
- [2] Shigemitsu Okabe and Akiko Kumada, “Measurement Methods of Accumulated Electric Charges on Spacer in Gas Insulated Switchgear”, IEEE Trans. On Power Delivery, Vol. 22, No. 3, pp. 1547-1556 (2007)

国際会議論文

- [3] Kunihiko Hidaka, Yoshibumi Yamagata, Yoshihiro Ishizaki, Shingo Shirakawa, Shinji Ishibe, “Development of 1100kV AC GIS-arrester and the Verification Tests,” Proceedings of International Symposium on International Standard for Ultra High Voltage, CDRom No. 2-5-2 Beijing July 18-21 (2007)
- [4] Akiko Kumada, Daisuke Morisaki, Isao Takahashi, and Kunihiko Hidaka, “Streamer Propagation in Non-uniform Field with Dielectric Barrier, Proceedings of XXVIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases”, CDRom, 2P05-13, Prague, July 15-20 (2007)
- [5] Toshinobu Takeda, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka and Shigeyasu Matsuoka, “Breakdown Characteristics of CF3I Gas in Uniform and Non-Uniform Filed Gap under Various Voltage Applications of Nanosecond Pulse to AC,” Proceedings of 15th International Symposium on High Voltage Engineering, CDRom T9-647, Ljubljana, Slovenia, Aug. 27-31(2007)
- [6] Akiko Kumada, Norihiro Shimizu, Yuto Suzuki, Ryo Yasui, Shigeyasu Matsuoka and Kunihiko Hidaka, “High Voltage Measuring Apparatus Based on Kerr Effect of Gas,” Proceedings of 15th International Symposium on High Voltage Engineering, CDRom, T10-618, Ljubljana, Slovenia, Aug. 27-31 (2007)
- [7] Hirokazu Matsumoto, Akiko Kumada and Kunihiko Hidaka, “Non-Contact High Voltage Sensing System Based on Pockels Effect,” Proceedings of 15th International Symposium on High Voltage Engineering, CDRom, T10-646, Ljubljana, Slovenia Aug. 27 – 31 (2007)
- [8] Junya Hayashi, Daiki Tanaka, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka and Y. Hoshina, “Charge Distribution Measurement on a GIS Cone Spacer under DC Voltage,” Proceedings of 15th International Symposium on High Voltage Engineering,

CDRom, T1-766, Ljubljana, Slovenia, Aug. 27-31(2007)

- [9] Isao Takahashi, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka, "The Measurement of charge and potential distribution on dielectric surface with surface discharge by using electrostatic voltmeter," Proceedings of 2007 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, 16p-8 pp. 263-266, Tokyo, Nov. 15-17 (2007)
- [10] Takashi Nishimura, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka, Hiroshi Takigawa, Takahito Masuda, "Partial discharge in PPLP butt gaps impregnated with air, nitrogen gas, and liquid nitrogen," Proceedings of 2007 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, 17A-a5, pp. 113-116, Tokyo, Nov. 15-17, (2007)
- [11] Toshinobu Takeda, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka, "By-product of CF3I produced by spark discharge," Proceedings of 2007 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, 17A-p7, pp.157-160, Tokyo, Nov. 15-17 (2007)
- [12] Ryo Yasui, Norihiro Shimizu, Yuto Suzuki, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka, "Kerr effect in atmospheric air under ion flow," Proceedings of 2007 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, 17B-p1, pp. 203-206, Tokyo, Nov. 15-17 (2007)
- [13] Junya Hayashi, Hiroki Yamaguchi, Shigeyasu Matsuoka, Akiko Kumada, Kunihiko Hidaka, "Micro sensor for measuring surface discharge phenomena with high spatial resolution," Proceedings of 2007 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, 17B-p3 pp.211-214, Tokyo, Nov. 15-17 (2007)
- [14] Kunihiko Hidaka, Akiko Kumada, Shigeyasu Matsuoka and Toshinobu Takeda, "Breakdown Characteristics of CF3I Gas and its By-products Generated by Spark Discharge," Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics, pp.375-380, Tokyo, March 6-7 (2008)
- [15] Akiko Kumada and Kunihiko Hidaka, "Streamer Propagation in Non-uniform Field with Dielectric Barrier," Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics, pp. 381-386, Tokyo, March 6-7 (2008)

著書

- [16] 関根泰次、日高邦彦他 現代電力技術便覧 第5章電気・環境計測 5.2~5.3, オーム社, pp. 118-129, 平成19年5月1日

総説・解説論文

- [17] 日高 邦彦, "第15回高電圧工学国際会議総括," 放電研究, Vol. 50, No.3, pp. 27-30 (2007)
- [18] 日高 邦彦, "これからのEMC ITU-T SG5 国内委員会(総務省情報通信審議会 情報通信技術分科会 ITU-T 部会 電磁防護・屋外設備委員会)," 電磁環境工学情報EMC, No. 237, p. 49 (2008)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [19] 安井遼、武田敏信、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高邦彦, "THz波を用いた絶縁物内部の非接触応力測定," 電気学会誘電・絶縁材料研究会資料, DEI-07-75, pp. 11-16, 2007-09-11
- [20] 西村崇、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦 "室温空気窒素及び液体窒素環境下におけるPPLPバットギャップ内の部分放電現象," 電気学会誘電・絶縁材料研究会資料, DEI-07-76, pp. 17-22, 2007-09-11
- [21] 田中大樹、林純也、松岡成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦、保科好一(東芝) "電力機器モデルスペースの直流高電界下での帯電特性," 電気学会プラズマ・放電合同研究会資料, ED-07-58, pp. 89-94, 2007-09-14
- [22] 高橋功、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦, "表面電位計を用いた正極性および負極性沿面放電の残留電荷密度分布高分解測定," 電気学会プラズマ・放電合同研究会資料, ED-07-59, pp. 95-100, 2007-09-14
- [23] 松本洋和、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦, "高感度シャック・ハルトマン型レーザ波面測定システム," 電気学会プラズマ・放電合同研究会資料, ED-07-60, pp. 101-106, 2007-09-14
- [24] 山口祐樹、林純也、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高邦彦、三田吉郎, "沿面放電測定用マイクロセンサの開発," 2007年放電学会年次大会講演論文集, A-2-1, 2007-11-15
- [25] 鈴木雄斗、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦, "CF3Iガスのカー効果," 2007年放電学会年次大会講演論文集, B-3-5, 2007-11-15
- [26] 田中大樹、林純也、松岡成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦、保科好一(東芝), "電力機器モデルスペースの直流高電界下での帯電特性," 2007年放電学会年次大会講演論文集 B-3-7, 2007-11-15
- [27] 林純也、山口祐樹、松岡成居、熊田亜紀子、日高邦彦、三田吉郎, "沿面放電測定用マイクロセンサの開発," 電気学会放電・開閉保護・高電圧合同研究会資料, ED-07-161/SP-07-98/HV-07-141, pp. 93-98, 2007-11-26
- [28] 鈴木雄斗、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦, "気体 Kerr 効果を用いた高電圧測定器" 電気学会放電・開閉保護・高電圧合同研究会資料, ED-07-162/SP-07-99/HV-07-142, pp. 99-103,

2007-11-26

- [29] 西村崇、鈴木雄斗、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高邦彦、“室温空気、窒素及び液体窒素環境下における PPLP バットギャップ内の部分放電計測,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 33, p. 44, 2008-03-19
- [30] 山口祐樹、林純也、松岡 成居、熊田 亜紀子、三田吉郎、日高 邦彦、“沿面放電測定用マイクロセンサの開発(II),” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 54, p. 72, 2008-03-21
- [31] Jung Deng, Lehmann Oliver, 松岡成居、熊田亜紀子、日高邦彦、“PMMA パイプ表面における交流円面放電進展現象,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 55, p. 73, 2008-03-21
- [32] 高橋功、田中大樹、熊田亜紀子、日高邦彦、“誘電体バリア放電における正極性沿面ストリーマの二次元電位分布測定,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 56, p. 74, 2008-03-21
- [33] 松本洋和、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦、“電子密度計測用シャック・ハルトマン型レーザ波面測定器の高感度化,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 77, p. 101, 2008-03-19
- [34] 田沼真理子、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高 邦彦、吉田忠広、竹内敏恵、“乾燥空気中の放電バリア効果,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 81, p. 105, 2008-03-19
- [35] 安井遼、鈴木雄斗、松岡 成居、熊田 亜紀子、日高邦彦、“気体 Kerr 効果を用いた大気中イオン流場における空間電界測定,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, No. 112, p. 142, 2008-03-21
- [36] 森本悠嗣、熊田亜紀子、日高邦彦、天野耕治、伊藤 鋤一、“マイクロ波による PCB 分解過程における反応液の帯電電荷量,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 2, No. 81, p. 99, 2008-03-19
- [37] 老田友紀、田中大樹、熊田亜紀子、日高邦彦、保科好一、“直流高電界下における絶縁スペーサの帯電機構,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 6, No. 162, 2008-03-19
- [38] 武田敏信、松岡成居、熊田亜紀子、日高邦彦、“CF3I ガスの分解生成物の絶縁性能に与える影響,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 6, No. 214, 2008-03-21
- [39] 武田敏信、松岡成居、熊田亜紀子、日高邦彦、“急峻方形波印加時の CF3I ガスの放電特性,” 電気学会放電研究会資料, ED-08-41, pp. 25-30, 2008-03-10

その他

- [40] 日高邦彦他、座談会「大学の電力関係技術教育と研究の現状と展望」, 電気評論, 第 92 巻, 第 8 号, pp.36-55 (2008)

小野研究室
Ono Laboratory
(<http://www.tanuki.t.u-tokyo.ac.jp>)

研究状況
Current Research Projects

1. Solution for a 3-D Vector Tomography Problem using Vector Spherical Harmonics.

A. Blandin, Y. Ono

The plasma spectroscopic measurements can contain information concerning the scalar and vector (velocity) fields of the plasma parameters distribution. We shall consider the 3-D vector tomography reconstruction method by the using of Doppler spectroscopy measurements. The reconstruction problem is reduced to the inversion of the following equation

$$(\mathcal{I}g)(\mathbf{x}, \mathbf{n}) \equiv \tilde{g}(\mathbf{x}, \mathbf{n}) = \int_{L(\mathbf{n})} g(\mathbf{x} + l\mathbf{n}) \cdot \mathbf{n} dl,$$

from a set of projection data $\tilde{g}(\mathbf{x}, \mathbf{n})$, \mathbf{x} , Vector \mathbf{n} is a unit one oriented along the line of observation and vector field $\mathbf{g}(\mathbf{x})$ is assumed to be defined on the unit ball $\mathbb{B}^3 = \{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^3 \mid |\mathbf{x}| < 1\}$, It is proposed a novel method based on the series expansion using of Vector Spherical Harmonics (VSH) for the solution of this problem. It is shown that inversion problem in this case is reduced to the Volterra integral equation of the first kind. There is strong interest in measuring the 3-D plasma flow vectors in the whole volume of plasma experiments and the proposed method presents a solution for the solenoidal components. Numerical computations on several different models have shown that the topology of the vector field is recovered with acceptable accuracy and method may in principle be applied to experimental spectroscopic data from plasma experiments such as compact toroid devices.

2. Measuring the 3D Plasma Velocity in the TS-4 Compact Toroid

S. You, Y. Ono

Experiments at the University of Tokyo shoot two compact toroids at each other to form a single compact toroid with strong plasma flows. The plasma flows have been observed with conventional ion Doppler spectroscopy, and up to now, have been constrained to the toroidal component of the velocity. The project implements an additional Doppler spectroscopy diagnostic, set up to determine the 3D plasma fluid velocity profile by vector tomographic reconstruction. The line-integrated measurements are collected from 70 locations around the plasma into a 35 channel fiber-bundle array and recorded on a CCD array after passing through the 1m monochromator. The reconstruction of the solenoidal component of the velocity vectors uses the spherical

harmonics expansion method [1]. Realistic simulations of the experimental setup determine the required location and minimum number of line-of-sights (projections) for an acceptable reconstruction. The diagnostic will help determine the ion self-helicity of a compact toroid in the context of two-fluid MHD relaxation theory [2].

[1] AL Balandin, Y Ono, J. Comp. Phys., 202 (2005) 52-64

[2] L Steinhauer, A Ishida, Phys. Rev. Lett., 79, 18 (1997)

3. 球状トカマク実験装置 UTST の開発

今澤良太・中川誠・山田琢磨・井道暁・小野靖

Development of a spherical TOKAMAK device, UTST.

R. Imazawa, S. Akanuma, R. Morii, M. Nakagawa, M. Onoda, Y. Ono

本研究室の TS-3/4 装置において、超高 β 球状トカマクの立ち上げ法として実証されたプラズマ合体法を、より実用炉に近い条件(プラズマを制御するコイルが全て真空容器外にあるという条件)で実証するために作られた新実験装置 UTST の開発を行った。トカマクを立ち上げる為のフラックス供給コイルとして、(1)センターソレノイド(CS)コイルのみを用いた場合、(2)CSコイルとポロイダル磁場(PF)コイルを用いた場合、(3)PFコイルのみを用いた場合の3つのケースでトカマクを生成する事に成功した。(3)の場合は、予備電離装置であるワッシャーガン付近でのみトカマクが生成されていたため、今後はワッシャーガンの増設を計画している。また、(2)の場合においてもプラズマの合体はできていないため、加速コイル(プラズマを押し出すコイル)を使用するかPFコイルにパワークローバを取り付けるかを検討する必要がある。

Our devices, TS-3/4, showed that the plasma margining method can start up ultra high beta spherical tokamak(ST). A new device, UTST, will verify that the merging method is favorable under the condition like a commercial reactor i.e. all coils controlling plasma are placed outside a vacuum vessel. We succeeded in generating the ST by using only the center solenoid(CS) coil, by using the CS coil and the poloidal field(PF) coils and by using only the PF coils. When using only PF coils, plasma was generated only near the washer gun that is a preionization device. So we plan to increase the washer gun. Although ST was generated, plasma merging did not occur. So we plan to use acceleration coils that push plasma or to use a power crowbar.

4. 低電圧高電流型中性粒子ビーム入射装置の開発

今中平造・小野靖

Development of neutral beam injection device of a low-voltage and large-current type

H. Imanaka, K. Sawahata, Y. Ono

中性粒子ビーム入射加熱(Neutral Beam Injection : NBI)は核融合プラズマの加熱法として世界的に大きな期待が

寄せられている。反面、高価かつメンテナンスにも手間がかかり、中規模以下の装置にはほとんど導入されていない。そこで、低コストかつ保守が容易な NBI 装置の開発を目指している。その第一段階としてプラズマ源の評価とイオンビームの引き出しまで行われている。プラズマ源で生成されるプラズマ密度は $\sim 10^{19}[\text{m}^{-3}]$ の値を示し、容器内では $10^{17}\sim 10^{18}[\text{m}^{-3}]$ の範囲で分布しており、生成するプラズマが NBI 装置のイオン源として適切であることを確認した。ビーム引き出し実験を行い、最大で 3.7[A] の電流を引き出すことに成功した。また、実験結果の分析から、目標スペック(15kV,20A)がいくつかの装置条件の改善により実現できることを確認した。

Neutral Beam Injection (NBI) is expected to be favorable as a heating method of the nuclear fusion plasma worldwide. However, because of a high price and troublesome maintenance require trouble, and NBI devices are only installed into large devices. Therefore we aim at the development of the NBI device with a low cost and easy maintenance. For the first step, the plasma source was evaluated and ion beam was drawn. The plasma generated in the source was at the density of $\sim 10^{19}[\text{m}^{-3}]$, and was distributed in the chamber at a range of $10^{17} - 10^{18}[\text{m}^{-3}]$. Consequently, it was confirmed that generated plasma was appropriate as the ion source for an NBI device. Beam drawing experiments were also performed. We extracted the maximum beam current of 3.7A successfully. We confirmed from examination of experiment results that aim specifications (15kV, 20A) are enabled by the improvement of some device conditions.

5. 2次元トムソン散乱計測システムの開発

伊藤慎悟・小野靖

Construction of the 2-dimensional measurement system of electron temperature and density using the Thomson scattering

T. Sumikawa, K. Yamashita, S. Ito, Y. Ono

入射レーザー光のミラーによる複数回反射、飛行時間差を利用したトムソン散乱光の空間2次元計測を設計した。私たちの新手法ではプラズマの電子温度・密度をトラスプラズマの r (径方向) と z (中心軸方向) の2次元分布の計測が可能となる。その新手法とは、(1) YAG レーザー光を複数回反射させて r - z 平面をレーザー光でカバーさせ、(2) レーザー光の飛行時間差を利用することにより、散乱光の検出素子の数を削減するものである。レーザー光の複数回反射、飛行時間差を利用してトムソン散乱光の一次元3点計測に成功し、私たちのトムソン散乱計測の2次元化の基本原理が LIDAR トムソン散乱計測法の拡張として有効であることを実証した。またラマン散乱光強度の大気圧力依存性による、トムソン散乱電子密度も計測に成功した。

Two-Dimensional Thomson Scattering Measurement (2-D TS) was designed using multiple reflections and the

time-flight of laser light. This new approach enable us to measure the r (radial)- z (axial) profiles of electron temperature and density: In this approach, (1) multiple reflections of YAG laser light are used to cover the whole r - z plane of the ST plasma, and (2) the time delay of the scattered light along the laser beam is arbitrarily arranged by adjusting the multiply reflected laser light path in order to reduce the necessary number of detectors. Thomson scattering lights from three points were successfully observed suggesting that the basic principle of the 2-D Thomson scattering system functions effectively as a new extension of LIDAR (LIght Detection And Ranging) Thomson scattering system. Pressure dependency of Raman scattering light intensity was also observed to prepare for the electron density measurement.

6. 磁気リコネクションの非定常効果の実験的検証

林由記・小野靖

Experimental study of non-steady effect in magnetic reconnection

Y. Hayashi, Y. Ono

TS-4 装置において合体による縦磁場のつよい磁気リコネクション実験では、イオンラマ半径は電流シート幅より小さくなり異常抵抗による高速リコネクションは発生しにくく、定常性を仮定した Sweet-Parker モデルと一致した。また、電流シートの大きさは抵抗率やイオンラマ半径に依存した。コイル磁場による強い外力を加えると、インフローがアウトフローより大きくなり、磁束、密度のパイルアップによりリコネクション速度が増加した。プルモード実験ではイオンラマ半径程度の磁気島が成長し、それが放出されるときにリコネクション速度が増加し、プラズモイドの加速度との相関があることが分かった。

In tokamak merging experiment ion Larmor radius was under current sheet width because of strong guide field, so anomalous resistivity was suppressed and steady Sweet-Parker model like reconnection occurred. Scale of current sheet was determined by resistivity and ion Larmor radius. Adding external force by coil field, reconnection inflow exceeded outflow, and reconnection speed increased by magnetic flux and density pile-up. In pull-mode experiment magnetic island grew to ion Larmor radius scale, and ejected from reconnection region increasing reconnection speed. Enhancement of reconnection speed was related with plasmoid acceleration.

研究論文

- [1] E. Kawamori, T. Sumikawa, H. Imanaka, R. Imazawa, K. Yamashita, T. Hayamizu and Y. Ono, "Sustainment of FRC-equilibrium by use of a centre solenoid in TS-4", Nuclear Fusion, Vol. 47, No.9, pp.1232-1237, (2007).
- [2] M. Inomoto, Y. Ono, "Merging formation and current amplification of field-reversed configuration", IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Volume 2, Issue 4, pp. 424-430, (2007).
- [3] T. Sumikawa, K. Yamashita, E. Kawamori, K. Narihara and Y. Ono, "Development of 2-D Thomson Scattering Measurement Using Multiple Reflection and the Time-of-Flight of Laser Light", Plasma and Fusion Research Vol. 2, S1108 (2007).
- [4] T. Yamada, A. Ejiri, Y. Shimada, T. Oosako, J. Tsujimura, Y. Takase, Y. Torii, M. Sasaki, H. Tojo, T. Masuda, H. Nuga, N. Sumitomo, S. Kainaga and J. Sugiyama, "Reflectometry for Density Fluctuation and Profile Measurements in TST-2", Plasma and Fusion Research Vol. 2, S1037 (2007).
- [5] 林由記, 小野靖「電流シート圧縮によるパイルアップ型磁気リコネクション実験」, 電気学会論文誌 A, 第127-A巻, 第10号, (2007), pp.660-661.
- [6] 今中平造, 林由記, 河森栄一郎, 小野靖「球状トカマクの圧力駆動型不安定の画像計測」, 電気学会論文誌A, 第127-A巻, 第10号(2007), pp.658-659.
- [7] T. Yamada, A. Ejiri, Y. Shimada, T. Oosako, J. Tsujimura, Y. Takase and H. Kasahara, "Direct measurement of density oscillation induced by a radio-frequency wave", Review of Scientific Instruments Vol. 78, No. 8, 083502 (2007).
- [8] T. Yamada, Y. Nagashima, S. Inagaki, Y. Kawai, M. Yagi, S.-I. Itoh, T. Maruta, S. Shinohara, K. Terasaka, M. Kawaguchi, M. Fukao, A. Fujisawa and K. Itoh, "Fine positioning of a poloidal probe array", Review of Scientific Instruments Vol. 78, No. 12, 123501 (2007).
- [9] T. Yamada, S.-I. Itoh, T. Maruta, S. Shinohara, N. Kasuya, Y. Nagashima, M. Yagi, K. Terasaka, M. Kawaguchi, S. Inagaki, Y. Kawai, M. Fukao, A. Fujisawa and K. Itoh, "Detection of Cascading in Drift Wave Turbulence Using Probe Array in Linear Plasmas", Plasma and Fusion Research Vol. 2, 051 (2007).

解説論文

- [10] 小野:「特集 実用炉に向けた核融合炉開発 1. 国際核融合実験炉ITERのミッション・コラム」、電気学会誌、第128巻、第2号、2008年2月、pp.74-77.
- [11] 小野, 岡野邦彦, 中村信吉他:「特集 実用炉に向けた核融合炉開発 4. 座談会:核融合エネルギー

国際会議論文

- [12] Y. Ono: "Current Sheet Dynamics in TS-3 and TS-4 Tokamak Reconnection Experiments", The 9th International Workshop on the Interrelationship between Plasma Experiments in Laboratory and Space, Palm Cove Resort, Cairns, Australia, Aug. 2007.
- [13] Y. Ono: "Progress in FRC Experiments in TS-4 and TS-3", 2007 US-Japan Workshop on INNOVATIVE ACTIVE CONTROL FOR HIGH PERFORMANCE CONFINEMENT OF COMPACT TOROID, Nihon University, Tokyo, Sept. 2007.
- [14] Y. Ono: "Transient and Intermittent Magnetic Reconnections in TS-3 Spherical Tokamak Merging Experiment", The 13th International Workshop on Spherical Tori 2007, (Fukuoka, Japan), Oct. 2007.
- [15] Y. Ono, Y. Hayashi, H. Imanaka and R. Imazawa: "Current Sheet Dynamics in TS-4 Tokamak Reconnection Experiment", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, TP8.00014, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [16] R. Imazawa, Y. Ono: "Spherical tokamak plasma startup by use of a washer gun", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, TP8.00120, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [17] H. Imanaka, Y. Hayashi, E. Kawamori, Y. Ono: "2-Dimensional Imaging Measurement for Pressure-Driven Instability in High Beta Spherical Tokamak", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, TP8.00121, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [18] N. Yamaguchi H. Kajiya N. Takahashi T. Asai T. Takahashi, H. Imanaka M. Minami Y. Ono Y. Takase, K. Sato: "Initial Operation of Pulsed Ion Beam system for NBI of All Japan ST Program", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, JP8.00071, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [19] E. Kawamori, Y. Ono: "Occurrence of anomalous resistivity in the inductively current driven FRC", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, PP8.00127, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [20] T. Sumikawa, S. Ito, K. Yamashita, E. Kawamori, Y. Ono: "Two-dimensional Thomson Scattering Measurement Using Multiple Reflection and the Time-of-Flight of Laser Light on TS-4", Bulletin of American Physical Society, 52, 8, CP8.00079, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [21] T. Yamada, S.-I. Itoh, T. Maruta, Y. Nagashima, S. Shinohara, K. Terasaka, M. Yagi, S. Inagaki, Y. Kawai, N. Kasuya, A. Fujisawa, K. Itoh: "Nonlinear coupling

- between drift waves and streamers in LMD-U”, Bulletin of American Physical Society, 52, 8, NP8.00017, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [22] S. You, A. Balandin, Y. Ono: “Measuring 3D plasma flow in compact toroids”, Bulletin of American Physical Society, 52, 8, PP8.00029, (Orland, FL, USA), Nov. 2007.
- [23] S. You: “Generalized Dynamics of Helicity Injection in Compact Toroids”, The 24th annual meeting of JSPF 29aA03 (Hineji, Japan), Nov. 2007 (International Invited Talk).
- [24] T. Yamada, S.-I. Itoh, K. Terasaka, N. Kasuya, Y. Nagashima, S. Shinohara, T. Maruta, M. Yagi, S. Inagaki, Y. Kawai, A. Fujisawa, K. Itoh: “Spatiotemporal behavior of drift waves in LMD-U”, Proceedings of 17th International Toki Conference on Physics of Flows and Turbulence in Plasmas and 16th International Stellarator / Heliotron Workshop 2007, P1-012, (Gifu, Japan), Oct. 2007.
- [25] T. Yamada, Y. Ono, S.-I. Itoh, S. Inagaki, Y. Nagashima, T. Maruta, N. Kasuya, K. Kamataki, S. Shinohara, K. Terasaka, M. Yagi, Y. Kawai, A. Fujisawa, K. Itoh: “Nonlinear mode couplings in linear plasmas”, The US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection 2008, 52, (Okinawa, Japan), Mar. 2008.
- [26] M. Inomoto, Y. Ono: “Nonlinear mode couplings in linear plasmas”, The US-Japan Workshop on Magnetic Reconnection 2008, 52, (Okinawa, Japan), Mar. 2008.
- 日本物理学会第 62 回年次大会, 23pTB-4, 札幌, 2007 年 9 月...
- [34] 小野 靖「磁気リコネクション室内実験の進展 - 宇宙から核融合まで -」、日本天文学会秋の年会 2007, 岐阜, 2007 年 9 月 (招待講演)。
- [35] 林、小野「TS-4 プラズマ合体装置を用いた磁気リコネクションの非定常効果の実験的検証」、日本天文学会秋の年会, 岐阜, 2007 年 9 月。
- [36] 山田琢磨他「LMD-U におけるプラズマの時空間構造解析」、自律燃焼系プラズマでの特性予測の高精度化に向けたトロイダルプラズマの閉じ込め・輸送に関する体系的な研究研究会, 岐阜, 2007 年 9 月。
- [37] 山田琢磨他「直線プラズマにおけるドリフト波乱流実験」、プラズマ・核融合学会第 24 回年会, 28aC01, 姫路, 2007 年 11 月 (招待講演)
- [38] 小野「低電圧大電流 NB I 用イオンビーム発生装置の開発」、平成 19 年度双方向型共同研究成果報告会、p.58, 福岡、2008 年 1 月。
- [39] 小野「2 次元トムソン散乱計測システムの開発」、平成 19 年度 LHD 計画共同研究成果報告会、東京、2008 年 1 月。
- [40] 小野:「プラズマ合体・磁気リコネクション現象の物理」平成 19 年度日米科学技術協力事業核融合分野事業報告会、東京、2008 年 3 月。
- [41] 小野:「MRX 実験における FRC の合体生成と運動論効果」平成 19 年度日米科学技術協力事業核融合分野事業報告会、東京、2008 年 3 月。
- [42] 山田琢磨他「直線プラズマにおけるメソスケール構造の観測」、日本物理学会第 63 回年次大会, 25pRE-4, 大阪, 2008 年 3 月。

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [27] 住川隆、山下恒平、河森栄一郎、小野靖:「レーザー光飛行時間差型トムソン散乱法を用いたプラズマ電子温度・密度計測システムの開発」、第 3 回新領域若手の会、A-13, 柏, 2007 年 4 月。
- [28] 小野靖「球状トカマクを用いた磁気リコネクション室内実験-パイルアップ・間欠リコネクションについて-」、第 1 回 QUEST 研究会, 福岡, 2007 年 7 月。
- [29] 今中平造, 林由記, 河森栄一郎, 小野靖, 「高ベータ球状トカマクの圧力駆動型不安定の 2 次元画像計測」、電気学会 プラズマ研究会, PST-07-33 東京大学 2007 年 8 月。
- [30] 小野靖「若手奨励賞受賞記念講演」、日本物理学会第 62 回年次大会, 21pTA-2, 札幌, 2007 年 9 月。
- [31] 林由記, 小野靖「トラスプラズマ合体を用いた非定常磁気リコネクション実験」、日本物理学会第 62 回年次大会, 22pRS-10, 札幌, 2007 年 9 月。
- [32] 今澤良太, 森井亮典, 中川誠, 小野靖「ワッシャーガンを用いた球状トカマクプラズマ立ち上げ法の開発」、日本物理学会第 62 回年次大会, 22pTB-12, 札幌, 2007 年 9 月。
- [33] 今中平造, 林由記, 河森栄一郎, 小野靖「高ベータ球状トカマクの圧力駆動型不安定の 2 次元計測」、

山地研究室
Yamaji Laboratory
(<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/yamaji/>)

研究現況 Current Research Projects

1. 技術進歩の不確実性を考慮に入れた核燃料サイクルの意思決定分析

竹下貴之・山地憲治

Decision Making Analysis of Nuclear Fuel Cycle with Uncertain Technology Progresses T.TAKESHITA, K.YAMAJI and Y.FUJII

核燃料が発電所の原子炉で使用されると使用済み燃料となるが、それらは一般に、中間貯蔵や再処理などの一連のステップを経て処理されるか、あるいは地下深い安定した岩盤層に直接処分される。この研究の焦点は将来の技術進歩の不確実性に関する核燃料サイクルの意思決定分析を行うことである。核燃料サイクルの構成技術の将来単価シナリオに関する様々な感度分析を通じて、日本における原子力発電のための研究開発の最適戦略を、大規模線形計画モデルを用いて検討する。

After nuclear fuel has been used in a reactor to generate electricity, it is known as 'spent fuel' and may undergo a fuel cycle that is a further series of steps including temporary storage, reprocessing, or may be directly disposed of in stable rock structures of deep underground. The focus of this study is to make a decision making analysis of nuclear fuel cycle with uncertainties of future technological progresses. Through various sensitivity analyses about future cost reduction scenarios of its component technologies, the optimal strategies for R&D of the nuclear power generation in Japan is investigated with a large-scale linear programming model.

2. 系統連系されたプラグインハイブリッド車の充電制御による風力発電連系可能量の評価

高木雅昭・山本博巳・山地憲治

Evaluation of Allowable Capacity of Wind Power in Power Systems with Charge Control for Plug-in Hybrid Electric Vehicles

M.TAKAGI, H.YAMAMOTO, and K.YAMAJI

近年、温室効果ガスの排出を防止するため、風力発電導入量が急激に増加してきている。しかしながら、出力が変動する風力発電が大量に連系されると、系統の周波数変動が増大する可能性がある。特に周波数調整容量が不足する夜間においては、周波数変動の問題は顕著となる。一方、運輸部門においてもCO₂排出量を低減する車として、プラグインハイブリッド車(PHEV)が注目を集めている。PHEVとはハイブリッド車よりも大きな蓄電池を搭載し、かつ外部からの充電もできる車である。今後、PHEVが普及した場合、そのエネルギーは主に夜間に充電される。本研究では、風力発電の出力変動に合わせて、

PHEVの充電電力を変化させることで、需給バランスを維持することを考え、PHEVが普及した場合の風力発電連系可能量を評価する。

In recent years, the total number of wind power generations connected to power grid has increased drastically. However, output changes of wind power affect the system frequency. This is particularly problematic during night time, when the capacity of Load Frequency Control tends to go short. On the other hand, Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) are also focused on as environment-friendly vehicles. PHEV is a kind of hybrid electric vehicles, which can be charged from power grid. The electric energy of PHEVs is mainly charged during night time. This thesis proposes that charging power of PHEVs will change with frequency change for supply-demand balance, and evaluate the allowable capacity of wind power generations.

3. バイオエネルギーの利用可能性・最適利用に関する研究

小川貴史・永井雄宇・山本博巳・山地憲治

Simulation Study on Sustainable Use of Bio-energy Y.NAGAI, H.YAMAMOTO, and K.YAMAJI

地域特性を考慮し、土地利用規約の下で持続可能なバイオエネルギー供給量のモデル解析を行い、バイオマスの最適利用を評価する。国産資源のバイオマスの利用普及により、長期的なエネルギー環境政策におけるバイオエネルギーの役割を明らかにするとともに、食料生産及び原材料生産との競合を数量的に考慮し、持続的利用可能量を求める。本研究で開発するモデルにより、エネルギーシステムとしてのバイオマスの有効利用方法を整合的に算出できる。

Giving consideration to the geographical characteristics, the study will identify the role of bio-energy and its optimal use in realizing a sustainable energy system. Taking domestic biomass resources into account, its affect on the long term policies and a role it could play will be analyzed. The model developed in the study will identify how biomass can contribute to the energy system, and its best use will be determined.

4. 自由化された電力市場における環境政策の評価

関思超・山本博巳・山地憲治

Evaluation of Environmental Policies for Deregulated Electricity Market S. KAN, H.YAMAMOTO, and K.YAMAJI

電気事業において、地球温暖化対策は現在、解決すべき最も重要な環境課題である。本研究では、自由化された電力市場における環境政策（例えば炭素税、排出権の取引）の影響を評価する。マルチエージェントを用いることで、電気事業者の意思決定過程をシミュレートし、環境コストが導入された自由化電力市場の挙動の推定および環境政策が電力会社に与える影響を分析する。

How to reduce Greenhouse gas emissions has become one of the most important issues that power companies have to solve. In this research we carry out the assessment of impacts of environmental policies (e.g. carbon tax and emission trading) on the deregulated electricity market. The multi-agent model based on reinforcement learning was employed to simulate the strategy making process of suppliers. To assess the impact of the environmental policies, we introduce the environmental cost to the model and by computer simulation we can see how power companies react to environmental policies.

5. 運輸部門を詳細に考慮した水素生産・輸送・利用シナリオの作成

橋本篤樹・竹下貴之・山本博巳・山地憲治

Scenario Developing for the Global Production, Transportation, and Utilization of Hydrogen with a Detailed Consideration of the Transportation Sector

**A.HASHIMOTO, T.TAKESHITA,
H.YAMAMOTO, and K.YAMAJI**

石油消費量や CO₂ 排出量に占める運輸部門のシェアが経年的に高まっており、資源枯渇問題や CO₂ 排出問題の対策を考える上で運輸部門の重要性が高まっている。昨今、運輸部門においてこれらの問題を緩和する手段としての水素利用の可能性が注目されている。そこで、本研究では、2100 年までを対象とし、運輸部門を詳細に表現した世界地域細分化型エネルギーシステムモデルを用いて、水素が運輸部門において果たし得る役割、最適な水素の生産・輸送・利用の具体像について検討する。

The contribution of the transportation sector to the global petroleum consumption and energy-related CO₂ emissions is increasing over time, implying the growing importance of the transportation sector to address the problems of oil supply shortage and environmental degradation. As an effective technological option for addressing these problems in the transportation sector, the focus has recently been placed on the potential of hydrogen. In this context, this model research attempts to assess the potential role of hydrogen in the transportation sector and to describe the optimal pattern of hydrogen production, transportation, and utilization during the period 2000-2100, using a long-term regionally disaggregated global energy system model with a detailed transportation sub-model

6. 需要家の負荷パターンに基づいた最適変圧器選定アルゴリズムの提案

青山俊輔・高木雅昭・山本博巳・山地憲治

Proposition of Algorithm for Optimum Transformer Selection based on the Load Curve Pattern of

Customers

**S.AOYAMA, M.TAKAGI, H.YAMAMOTO, and
K.YAMAJI**

送配電網に設置されている変圧器は待機電力として、定常的に電力損失を発生している。変圧器で発生する損失には負荷損と無負荷損があり、変圧器の鉄心部分にアモルファス合金を使用したアモルファス変圧器では、無負荷損が従来の変圧器（けい素鋼板変圧器）と比べ、70%程度削減される。ただし、省エネルギーに対して期待ができる反面、従来の変圧器と比べ高コスト、負荷損が増加しやすいといったデメリットもある。本研究では、変圧器のパラメータである負荷損、無負荷損、容量に基づいた最適な変圧器の選定アルゴリズムを提案し、アモルファス変圧器を適用した場合の省エネルギー効果、環境負荷低減効果、経済性を評価する。

Energy loss occurs continuously whenever a transformer is connected to power grid. Energy loss in transformer is composed of no load loss and load loss. No load loss in amorphous transformer (i.e. amorphous metal-based transformer) is reduced by about 70% compared with traditional transformers (e.g. silicon steel-based transformer). However, amorphous transformers have disadvantages of high cost and high load loss parameter compared with traditional transformers. This study proposes an algorithm to select an optimum transformer based on their parameters and capacities, and evaluates energy savings, reduction of environmental burdens and cost efficiency when amorphous transformers are adopted.

7. 草本系バイオマスを主体としたエタノール製造に関する分析

鯉江康弘・山本博巳・山地憲治

Systems analysis of ethanol production focusing on herbaceous biomass

Y.KOIE, H.YAMAMOTO, and K.YAMAJI

近年、多くの種類の新エネルギーの利用が検討されているが、その中でも豊富な資源量、環境負荷の低さからバイオエネルギーが特に注目を浴びている。本研究では、バイオマス資源の中から、バイオエタノール化事業の見地からより有望なものを選別し、資源の輸送費、また建設するプラントの規模の経済などを考慮したモデルを作成する。そして、それを用いてエタノール製造プラントの最適な立地、設備数、設備規模などを分析する。

While many kinds of new energy are being examined, bio-energy draws a special attention because of its abundant supply of natural resources and low environment load. In this study, one of the promising biomass resources, herbaceous biomass, is being evaluated for production of bio-ethanol. A model is built considering the transportation costs, and the size of ethanol plant is determined using economy of scale. The final output of the model is the optimal number and locations of ethanol plants for a given condition.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] 永富悠, 山本博巳, 山地憲治, 岩崎博, 山田興一: タイにおけるキャッサバパルプを用いたエタノール製造に関する分析, エネルギー・資源, vol. 28 No. 3 (2007)
- [2] 山本博巳 ((財) 電力中央研究所), 福田桂 ((株) 三菱総合研究所), 山地憲治: わが国における地域別バイオマス表の開発によるバイオエネルギー資源量のシステム評価, 日本エネルギー学会誌第 86 巻, 第 6 号, pp. 403-410 (2007)
- [3] 山本博巳, 福田桂, 井上貴至, 山地憲治: 中四国の木質バイオマス残さの収集・発電利用のシステム分析, エネルギー・資源, Vol. 28 No. 4, pp. 257-262, 7 月 (2007)
- [4] 山田興一, 岩崎博, 松村幸彦, 山本博巳, 山地憲治: バイオエタノールプロセスの合理化—前処理工程と全プロセスの設計・評価—, 日本エネルギー学会誌第 86 巻, 第 7 号, pp. 462-469 (2007)
- [5] 岩崎博, 小島紀徳, 松村幸彦, 山本博巳, 山地憲治, 山田興一: キャッサバパルプ原料のバイオエタノールプロセスの合理化, 日本エネルギー学会誌第 86 巻, 第 7 号, pp. 470-474 (2007)
- [6] 永富悠, 山本博巳, 山地憲治: 廃棄物処理システムに対する地域特性と温室効果ガス対策の影響評価, 日本エネルギー学会誌, 第 86 巻, 第 9 号, pp. 693-699 (2007)

国際会議論文

- [7] Hiromi Yamamoto and Kenji Yamaji: An Analysis of Reduction of Global Energy System Cost from Development of Renewable Energy Technologies, 4TH EUROPEAN CONGRESS ECONOMICS AND MANAGEMENT OF ENERGY IN INDUSTRY, Porto Portugal, Nov. 27-30 (2007)
- [8] Kenji Yamaji, Atsuki Hashimoto, and Hiromi Yamamoto: "Environmentally Benign Energy Systems: A Case Study of Plug-in Hybrid Electric Vehicle" Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics—Advanced Electronics for Quality Life and Society—, pp. 267-272, Tokyo, March 6-7(2008)
- [9] Masaaki Takagi, Hiromi Yamamoto, and Kenji Yamaji: "An Analysis of Amorphous Transformer using Load Curve Pattern Model for Pole Transformer", Proceedings of International Symposium on Secure-Life Electronics—Advanced Electronics for Quality Life and Society—, pp. 273-278, Tokyo, March /6-7(2008)

著書

- [10] 山地憲治 (共著): 「エネルギーシステム工学概論」

電気学会, 高橋一弘編著, オーム社, 8 月 (2007)

- [11] 山地憲治: 「システム数理工学—意思決定のためのシステム分析—」 数理工学社, 9 月 (2007)
- [12] 山地憲治 (分担執筆): 「シナリオ 2019 日本と世界の近未来を読む」 宮川公男編, 東洋経済新報社, 11 月 (2007)
- [13] 山地憲治 (分担執筆): IPCC: "CLIMATE CHANGE 2007, Mitigation of Climate Change", Working Group III Contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, CAMBRIDGE University Press (2007)

総説・解説論文

- [14] 山地憲治: バイオマス利活用のシステム評価, 環境システム計測制御学会 (Journal of EICA), No. 1, Vol. 12 (2007) EICA(The Society of Environmental Instrumentation Control and Automation
- [15] 山地憲治: エネルギーの計量における課題, ECO-FORUM, 統計研究会, Vol. 25, No. 3, 4, pp. 58-65, Aug. (2007)
- [16] 山地憲治: 持続可能なエネルギーシステム, 季報エネルギー総合工学, Vol. 30, No. 4, pp. 16-27, 1 月 (2008)
- [17] 山地憲治: 「エネルギー学」の構想と今後の進め方, エネルギー学会誌, 第 87 巻, 第 2 号, pp. 96-102 (2008)

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [18] 山地憲治: 講演 ポスト京都の地球温暖化への取り組み, エネルギー総合推進委員会 平成 19 年 4 月 月例委員会, 経団連会館, 4/18 (2007)
- [19] 橋本篤樹, 山本博巳, 山地憲治, 日渡良爾, 浅岡善幸, 岡野邦彦: プラグインハイブリット車普及時の電源構成を考慮した CO₂ 削減効果の検討, 第 26 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 6/13-14 (2007)
- [20] 細川智弘, 山地憲治, 藤井康正, 山本博巳, 福田桂, 井上貴至: 動的なエネルギー需要を考慮した全水素システムと全電化システムの検討, 第 26 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 6/13-14 (2007)
- [21] 大和久崇, 山本博巳, 山地憲治, 小山俊彦, 塚田龍也, 細野英之, 徳元勉: 関東地方の自然エネルギーに対する不確実性を考慮した導入量の評価, 第 26 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 6/13-14 (2007)
- [22] 矢田尚, 山地憲治, 山本博巳: エネルギーの視点からの物質フロー分析の準備的検討, 第 26 回エネルギー・資源学会研究発表会, 東京, 6/13-14 (2007)
- [23] 山地憲治: モデレータ エネルギー政策基本法制定の経緯と我が国の長期資源エネルギー政策, 原子力総合シンポジウム 2007, 日本学術会議講堂, 5/30 (2007)

- [24] 山地憲治：講演 「エネルギー学」の構想と今後の進め方、「エネルギー学」部会発足記念講演会，日本エネルギー学会，電力館 TEPCO ホール，6/1 (2007)
- [25] 山地憲治：講演 地球温暖化への長期的な取り組み，第 870 回電力館科学ゼミナール，電力館，6/9 (2007)
- [26] Kenji Yamaji : Moderator, “Energy and Environment,” The 7th Science Council of Asia(SCA)Conference, Okinawa Convention Center, 6/14-16(2007)
- [27] 山地憲治：講演「原子立国」日本のエネルギーと環境問題，2007 原子力とエネルギー特別講座カリキュラム，中之島プラザ (大阪)，7/18 (2007)
- [28] 永富悠 (日本エネルギー経済研究所)，山本博巳 (電中研)，山地憲治，山田興一 (東京大学)，岩崎博 (成蹊大学)：マレーシアにおけるパーム残渣を用いたエタノール製造に関する分析，第 16 回日本エネルギー学会大会，pp226-227，九州大学箱崎キャンパス，8/2-3 (2007)
- [29] 山地憲治：招待講演 持続可能なエネルギーシステム，第 23 回エネルギー総合工学シンポジウム エネルギーと地球環境の未来を拓く—バイオマスの真価を問う—，経団連ホール，9/11 (2007)
- [30] 橋本篤樹，山本博巳，山地憲治，日渡良爾，朝岡善幸，岡野邦彦 (電力中央研究所)：プラグハイブリット車の普及が電源構成に与える影響と環境負荷低減効果の評価・検討，平成 19 年度電気学会 B 部門大会，八戸工業大学，9/12-14 (2007)
- [31] 大和久崇，山本博巳，山地憲治：不確実な状況下における再生可能エネルギー導入の分析評価，平成 19 年度電気学会 B 部門大会，八戸工業大学，9/12-14 (2007)
- [32] 山地憲治：講演「エネルギー学」部会の概要と今後の課題，日本エネルギー学会主催 第 44 回石炭科学会議，秋田ビューホテル，10/12(2007)
- [33] 山地憲治：講演 地球温暖化問題への長期的な取り組み，第 42 回公開市民大学講座，日本大学理工学部船橋キャンパス，10/13 (2007)
- [34] 山地憲治：講演 青森県から世界の次世代エネルギーを見渡す，第 4 回環境・エネルギー産業創造特区国際フォーラム，八戸グランドホテル，10/18 (2007)
- [35] 山地憲治：パネルディスカッション 青森県から変える日本のエネルギー～エネルギーの地産地消と青森県の戦略～，第 4 回環境・エネルギー産業創造特区国際フォーラム，八戸グランドホテル，10/18 (2007)
- [36] Kenji Yamaji : Kickoff Speech “Climate Change and Energy” GEA International Conference 2007,東京, 10/20 (2007)
- [37] 山地憲治：学術俯瞰講義 エネルギー・地球環境問題における技術の役割，東京大学駒場キャンパス，10/22, 10/29, 11/5(2007)
- [38] Kenji Yamaji : Co-chair Session 2 : Technological Challenges, 17th Convocation of the International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences(CAETS), TOKYO, 10/24(2007)
- [39] 山地憲治：基調講演 エネルギーと環境問題，第 42 回下水道新技術セミナー，発明会館地下大ホール，11/9 (2007)
- [40] 山地憲治：講演 私たちの生活とエネルギー諸問題—地球温暖化問題とその対策—，ライオン大学院講演，ライオン平井 6 号館研究所ホール，11/26 (2007)
- [41] 山地憲治：講演 総括および結論と勧告，第 20 回世界エネルギー会議 (WEC) ローマ大会報告会，経団連会館，12/13 (2007)
- [42] 山地憲治：講演 電力系統が分散型資源を嫌う理由—エネルギーシステムの視点から—，第 3 回ホロニックエネルギーシンポジウム 分散型エネルギー資源の系統貢献とその実現方法，東京大学武田ホール，1/9(2008)
- [43] 山本博巳 (電中研)，安岡理恵子，宮近秀人 (エスアールシー)，山地憲治 (東京大学)：ASEAN バイオマスモデルによるバイオマス供給可能量と利用技術の評価，第 3 回バイオマス科学会議，日本エネルギー学会，キャンパスプラザ京都，1/15-16 (2008)
- [44] 縄田大輔，井上陽仁，高濱繁盛 (復建調査設計)，松村幸彦 (広島大学)，山地憲治，山本博巳 (東京大学)，内山洋司 (筑波大学)：バイオマス利活用支援システムの構築に係る研究 (第 1 報)、回バイオマス科学会議，日本エネルギー学会，キャンパスプラザ京都，1/15-16 (2008)
- [45] 山地憲治：地球温暖化対策とエネルギーシステム工学，エネルギー工学連携研究センター設立記念講演会，東京大学生産技術研究所コンベンションホール，1/18 (2008)
- [46] 山地憲治：講演 エネルギーと環境問題：地球温暖化への取組，平成 19 年度 第 3 回下水道政策研究フォーラム，東京，1/28 (2008)
- [47] 山本博巳，安岡理恵子，宮近秀人，山地憲治：世界土地利用エネルギーモデルによるバイオマス供給可能量と利用技術評価，第 24 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，虎ノ門パストラル，1/30-31 (2008)
- [48] 高木雅昭，山本博巳，山地憲治：柱上変圧器負荷パターン作成モデルを用いたアモルファス変圧器の評価，第 24 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，1/30-31，虎ノ門パストラル (2008)
- [49] 高木雅昭，山本博巳，山地憲治：需要家の負荷パターンに基づいた最適変圧器選定アルゴリズムの提案，第 24 回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス，1/30-31，虎ノ門パストラル (2008)
- [50] 永富悠，山本博巳，山地憲治，山田興一，岩崎博：マレーシアにおける EFB を用いたエタノール製造と燃料発電の共存に関する分析，第 24 回エネルギー

- システム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [51] 大和久崇, 山地憲治, 山本博巳, 徳本勉, 塚田龍也, 細野英之: 不確実な需要成長下での関東地方におけるコージェネレーションシステム導入に関する検討, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [52] 藤野純一, 山本博巳, 山地憲治, 森裕子: 低炭素社会に向けた液体エネルギー供給に関する分析ー世界エネルギーモデルを用いたバイオ液体燃料と非在来型原油の役割分析ー, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [53] 橋本篤樹, 山本博巳, 山地憲治, 岡野邦彦, 日渡良彌: 充電パターンの変化がプラグインハイブリッド車のCO₂削減効果に与える影響の分析, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [54] 両澤光一, 山地憲治: CDM事業の調査による供給曲線の作成とCDMクレジット価格の評価に関する研究, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [55] 矢田尚, 山本博巳, 山地憲治: エネルギーの視点からの物質フロー分析, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [56] 山地憲治: 「エネルギー工学」の構想と今後の展開, 第24回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス, 虎ノ門パストラル, 1/30-31 (2008)
- [57] 山地憲治: 講演 期待される新エネルギー: 地球温暖化対策における役割, 第340回三愛会カルチャーセミナー, リコー三愛グループ主催, 東武ホテル, 2/6 (2008)
- [58] 山地憲治: 講演 新エネルギーをどう考えるかーエネルギー技術評価におけるチェックポイントー, エネルギーを考える会, プレスセンター, 2/19 (2008)
- [59] 山地憲治, 遠藤健太郎: 講演 オープニングトーク, GREEN POWER CAMPAIGN, 東京国際フォーラム, 2/21-22 (2008)
- [60] 大和久崇, 山本博巳, 山地憲治 (東京大学), 徳本勉, 塚田龍也, 細野英之 (東京ガス): 不確実なCO₂排出抑制下における分散電源のオプション価値分析, 平成20年電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [61] 高木雅昭, 山本博巳, 山地憲治: 柱上変圧器負荷パターン作成モデルを用いたアモルファス変圧器の分析, 平成20年電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [62] 帯刀健太, 山地憲治, 山本博巳: 工学部10号館における学内ESCOの可能性評価, 平成20年電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [63] 永井雄宇, 山本博巳, 山地憲治: 関東地方の下水汚泥によるMCFC発電の可能性評価, 平成20年電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [64] 山地憲治: 講演 “Chapter 11 Mitigation from a Cross-Sectoral Perspective Supplements to Dr. M.Grubb”, IPCC Outreach Event on AR4 Working Group II, 経団連ホール, 3/6 (2008)
- [65] 山地憲治: パネルディスカッション「21世紀アジアのエネルギー持続性への道筋」パネリスト, 公開シンポジウム エネルギー持続性への挑戦, 丸ビルホール, 3/10 (2008)
- [66] Kenji, Yamaji: Group Discussion (parallel Session) “Climate Change”, G8+5 Academies’ Meeting, Tokyo, 3/17-18 (2008)
- [67] 高木雅昭, 山本博巳, 山地憲治: 柱上変圧器負荷パターン作成モデルを用いたアモルファス変圧器の分析, 平成20年度電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [68] 大和久崇, 山本博巳, 山地憲治, 徳本勉, 塚田龍也, 細野英之: 不確実なCO₂排出抑制下における分散電源のオプション価値分析, 平成20年度電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [69] 永井雄宇, 山本博巳, 山地憲治: 関東地方に下水汚泥によるMCFC発電の可能性評価, 平成20年度電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)
- [70] 帯刀健太, 山地憲治, 山本博巳: 工学部10号館における学内ESCOの可能性評価, 平成20年度電気学会全国大会, 福岡工業大学, 3/19-21 (2008)

その他

- [71] 山地憲治: 最終講義でのクイズ, 電気新聞, 4/19 (2007)
- [72] 山地憲治: エネルギーフォーラム賞選評, エネルギーフォーラム 5, No. 629, p. 66, 5/1 (2007)
- [73] 山地憲治: 随想 「エネルギー学」への誘い, 日本エネルギー学会誌 vol186 No. 5 MAY, p. 303 (2007)
- [74] 山地憲治: ワシントン大学, 電気新聞, 6/5 (2007)
- [75] 山地憲治: 美しい星50, 電気新聞, 7/26 (2007)
- [76] 山地憲治: 巻頭言 熱エネルギーの価値, ヒートポンプとその応用, p. 1, No. 73, 7月 (2007)
- [77] Kenji Yamaji: High Hopes for Biomass as New Energy Source, Economy, Culture & History JAPAN SPOTLIGHT, Sep./Oct., pp.25-27 (2007)
- [78] 山地憲治: パネル討論 A エネルギーと環境, 学術の動向 9 (2007)
- [79] 山地憲治: 研究者への道, 電気新聞, 9/21 (2007)
- [80] 山地憲治・堀雅夫: 対談 プラグイン・ハイブリッド車を展望, 電気新聞, 9/25 (2007)
- [81] 山地憲治: バイオマスエネルギー, WIN WING vol. 1, pp. 05-06, AUTUMN (2007)
- [82] 山地憲治: IPCCの受賞, 電気新聞, 10/29 (2007)
- [83] 山地憲治: 分担執筆 “Lighting the way :Toward a sustainable energy future” Inter Academy Council,

October (2007)

- [84] 竹下貴之：2100年に走るクルマの半分以上を燃料電池車に，Automotive Technology 7 (2007)
- [85] 竹下貴之：十見百聞 原子力で水素をつくる－高温ガス炉を用いた熱化学的分散型水素製造システムの研究開発－，電気学会誌 vol. 127, 6 (2007)
- [86] Kenji Yamaji and Charles Vest: Co-chair Report, Session 2: Technological Challenges, 17th Convocation of the International Council of Academics of Engineering and Technological Sciences (CAETS 2007), Tokyo, Oct. 23-25(2007)
- [87] 山地憲治：エネルギー技術の難しさ，電気新聞，1/8 (2008)
- [88] 山地憲治：講演・ディスカッション「エネルギーと環境問題：地球温暖化への取組」，下水道政策研究フォーラム－新たな下水道の役割とその推進方策を目指して－，国土交通省，東京，1/28 (2008)
- [89] 山地憲治：水素は電気に勝てるか，電気新聞，2/8 (2008)
- [90] 山地憲治：コラム：最近の電子機器は難しい，東京大学電気系同窓会 (2008)
- [91] 山地憲治：ソトコト式エネルギー検定，雑誌「ソトコト」April 4 No.106, pp.62 (2008)
- [92] 山地憲治：総括および結論と勧告，動力 2008 別冊，pp. 93-102, 2月 (2008)
- [93] 山地憲治：米国エネルギー省における水素関連技術の研究開発動向，水素エネルギー社会に関する北米調査報告書，エネルギー・資源学会，2月 (2008)
- [94] 山地憲治：カティーンサーク，電気新聞，3/25 (2008)

堀 研究室 (2007 年度)

Hori Laboratory

(<http://mizugaki.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/index.html>)

研究現況

Current Research Projects

1. 電気自動車の制御

堀 洋一・内田利之
・河島清貴・耿 聡・藤井 毅
・殷 徳軍・居村岳広
・佐竹正光

Advanced Motion Control of Electric Vehicle **Y.HORI, T.UCHIDA, K.KAWASHIMA, C.GENG,** **T.FUJII, T.YIN, T.IMURA and M.SATAKE**

電気モータの高速トルク発生を生かし、電気自動車ですべて可能になる新しい制御の実現をめざしている。タイヤの増粘着制御によって、低抵抗タイヤの使用が可能になる。4輪独立駆動車は高性能な車体姿勢制御が実現できる。モータトルクは容易に知れるから路面状態の推定も容易である。インホイールモータ4個を用いた高性能車「東大三月号-II」および「カドウェルEV」を製作し実験を進めてきた。車体すべり角 β の推定、DYCとAFSの非干渉制御などに力を入れている。最近キャパシタだけで走る「C-COMS I & II」および、電池駆動の「COMS III」を製作し、電気自動車の制御に関する諸種の実験と、移動体におけるエネルギーストレージデバイスとしての電気二重層キャパシタの可能性を探っている。

By utilizing the quick torque generation of electric motors, we aim to develop novel control techniques for EVs. We are researching the effective adhesion control of tires based on the quick torque reduction property, high performance vehicle dynamics control of a 4-wheel-drive car, and road surface estimation using easily known motor torque. The test vehicle "UOT March-II" with four independent in-wheel motors and the new vehicle "Cadwell-EV" were used for experiments. Recently, "C-COMS" and "C-COMS II", driven only by super-capacitors, were completed. The actual research subjects included body slip angle estimation, optimal speed pattern generation, and a hybrid braking system. We plan to investigate energy supply and storage technologies for moving vehicles. An automatic MT system using super-capacitors will also be included in the scope of our research.

2. モーション・コントロール

堀 洋一・呉 世訓・内田利之・小林邦生
・ロトフィ モステファイ・エリック ウ

Servo System Design and Motion Control **Y.HORI, S.OH, T.UCHIDA, K.KOBAYASHI,** **M.LOTFI and E.WU**

電気、機械複合系の制御をモーションコントロールと

名づけ、研究室の技術的なベースとして息の長い研究を行っている。現在は、(1) 外乱構造に着目した新しいロボバスターボ制御、(2) 多重サンプリング制御を用いたビジュアルサーボ系、(3) 非整数次数制御系の応用、(4) 加速度変化率の微分を考慮した目標値生成法、(5) GA や PSO を用いたパラメータチューニング法、(6) 詳細な摩擦モデルを用いた高精度サーボ制御、を行っている。応用として、多軸ロボット、バックラッシュ軸ねじれ系実験装置、ハードディスクドライブに適用している。

A variety of "motion control" of mixed electrical and mechanical systems are being researched: multi sampling-rate control based visual servo, trajectory generation considering the derivative of jerk, a parameter tuning method using GA and PSO, SSTW, and the design and implementation of a fractional order control system. These can be applied to multi-link robot manipulators, torsional vibration experimental setups, and hard disk drive systems. Recently, a high performance servo system design using a precise friction model was also researched.

3. 福祉制御工学

堀 洋一・呉 世訓・内田利之
・吉田憲吾・石原太一・岡部浩之

Welfare Control Engineering **Y.HORI, S.OH, T.UCHIDA, K.YOSHIDA,** **T.ISHIHARA and H.OKABE**

福祉分野を想定した独特の制御手法の開発を目論むもので、人間親和型モーションコントロールにもとづく福祉制御工学、という学術領域を作りたいと考えている。現在行っている研究は、(1) 介護ロボットのためのパワーアシスト技術、(2) 新しい制御原理にもとづく動力義足の製作、(3) 筋電センサを用いたパワーアシスト車椅子の制御、(4) 生物の2関節筋機構や非線形筋弾性特性を用いた新しい原理のロボットアームの製作、(5) 人にやさしいドアの研究、などである。

We are aiming to establish a "Welfare Control Engineering" field based on "Human Friendly Motion Control". Our present research themes are power-assist technology for human-care robots, an artificial leg based on a novel control principle, control of power-assisted wheelchairs to prevent overturning, a new robot arm using a bi-articular muscle mechanism, a new control method for power-assisted wheelchairs based on surface myoelectric sensors, and development of a human friendly door.

論文, 著書一覧 (2007 年度)
Publications List

研究論文

- [1] Wen Li and Yoichi Hori, Vibration Suppression using a Novel Hybrid Controller and Fractional-Order Disturbance Observer, IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 54, No. 1, pp.117-126 (2007)
- [2] 賀 鵬, 堀 洋一, Experimental Evaluation of Dynamic Force Distribution Method for 4WD EV Motion Control, 生産研究特集号「先進モビリティ連携研究センター (ITS センター) 活動報告」, Vol.59, No.3, pp.240-245 (2007)
- [3] 小池卓志, 河島清貴, 内田利之, 堀 洋一, キャパシタ駆動EVの運動制御とエネルギー分析, 生産研究, Vol.59, No.6, pp.504-509 (2007)
- [4] 大西祐介, 呉 世訓, 堀 洋一, 筋電信号を用いた車椅子のパワーアシスト制御, 生産研究, Vol.59, No.6, pp.500-503 (2007)
- [5] Peng He and Yoichi Hori, Improvement of EV Maneuverability and Safety by Dynamic Force Distribution with Disturbance Observer, WEVA Journal (2007)
- [6] Kiyotaka Kawashima, Toshiyuki Uchida and Yoichi Hori, Normal Force Stabilizing Control using Small EV powered only by Electric Double Layer Capacitor, WEVA Journal (2007)
- [7] Li Zhao and Yoichi Hori, Realtime Smart Speed Pattern Generator for EVs taking account of Driver's Command Change, WEVA Journal (2007)
- [8] Chengbin Ma and Yoichi Hori, Fractional Order Control: Theory and Applications in Motion Control, IEEE IES Magazine 2007-WINTER, pp.5-15 (2007)

国際会議論文

- [9] Giuseppe Guidi, Tore Undeland and Yoichi Hori, An Interface Converter with Reduced VA Ratings for Battery-Supercapacitor Mixed Systems, PCC Nagoya (2007)
- [10] He Peng and Yoichi Hori, Experimental Evaluation of Dynamic Force Distribution Method for EV Motion Control, PCC Nagoya (2007)
- [11] Giuseppe Guidi, Tore Undeland and Yoichi Hori and, An Optimized Converter for Battery-Supercapacitor Interface, PESC 2007 (2007)
- [12] Sehoon Oh and Yoichi Hori, Realization of Fractional Order Impedance by Feedback Control, IEEE IECON 2007 (2007)

- [13] Cong Geng, Toshiyuki Uchida and Yoichi Hori, Body Slip Angle Estimation and Control for Electric Vehicle with In-Wheel Motors, IEEE IECON 2007 (2007)
- [14] Lotfi Mostefai, M.A.Denai and Yoichi Hori, Fuzzy Observer-Based Control of Servomechanism Subject to Friction Dynamics, IEEE IECON 2007 (2007)
- [15] Yuusuke Oonishi, Sehoon Oh and Yoichi Hori, A New Control Method for Power-assisted Wheel Chair based on Surface Myoelectric Signal, IEEE IECON 2007 (2007)
- [16] Kengo Yoshida, Toshiyuki Uchida and Yoichi Hori, Novel FF Control Algorithm of Robot Arm Based on Bi-articular Muscle Principle - Emulation of Muscular Viscoelasticity for Disturbance Suppression and Path Tracking -, IEEE IECON 2007 (2007)
- [17] Peng He and Yoichi Hori, Reconfiguration Control Utilizing Actuator Redundancy for Obstacle Avoidance of Four-Wheel-Driven Electric Vehicle, EVS 23 (2007)
- [18] Geng Cong and Yoichi Hori, Nonlinear Body Slip Angle Observer for Electric Vehicle Stability Control, EVS 23 (2007)
- [19] Yoichi Hori, Life Style Change based on Electronically Controlled Electric Vehicles, International Symposium on Secure-Life Electronics - Advanced Electronics for Quality Life and Society (2008)
- [20] Yoichi Hori, Toshiyuki Uchida, Peng He, Cong Geng, Kiyotaka Kawashima, Takeshi Fujii, Dejun Yin, Li Zhao, Takashi Koike, Control of Electric Vehicle and Prospects of Super Capacitor, International Symposium on Secure-Life Electronics (2008)
- [21] Yoichi Hori, Sehoon Oh, Lotfi Mostefai, Kengo Yoshida, Yusuke Oonishi, Kunio Kobayashi and Taichi Ishihara, Human Friendly Motion Control for Quality Life and Society, International Symposium on Secure-Life Electronics (2008)
- [22] Yuusuke Oonishi, Sehoon Oh, Yoichi Hori, New Control Method for Power-assisted Wheelchair Based on Upper Extremity Movement Using Surface Myoelectric Signal, Proc. of AMC-2008 (2008)
- [23] Lotfi Mostefai, Mouloud Denai and Yoichi Hori, Robot Joint Friction Compensation Based on a Local Modeling Technique, Proc. of AMC-2008 (2008)
- [24] Sehoon Oh and Yoichi Hori, Generalized Discussion on Design of Force-sensor-less Power Assist Control, Proc. of AMC-2008 (2008)
- [25] Kiyotaka Kawashima, Toshiyuki Uchida and Yoichi Hori, Rolling Stability Control of In-wheel Electric Vehicle Based on Two Degree of Freedom Control, Proc. of AMC-2008 (2008)

著書

[26] 曾根 悟, 松井信行, 堀 洋一 編, モータの事典, 朝倉書店, 520 ページ (2007)

シンポジウム, 研究会, 大会等発表

- [27] 賀 鵬, 堀 洋一, Experimental Verification of Velocity Estimation Methods Used for EV Motion Control, 電気学会自動車研究会, VT-07-06 (2007)
- [28] 藤井毅, 内田利之, 堀 洋一, 大容量キャパシタを用いたモータアシストAMTの駆動力制御, 電気学会自動車研究会, VT-07-04 (2007)
- [29] 河島清貴, 内田利之, 堀 洋一, 各輪垂直抗力情報を用いた車体動的重心移動推定法, 電気学会自動車研究会, VT-07-09 (2007)
- [30] Geng Cong and Yoichi Hori, Design of Body Slip Angle Observer Based on Nonlinear Tire Model for Electric Vehicle Stabilization Control with In-wheel Motors, 電気学会自動車研究会, VT-07-07 (2007)
- [31] 大西祐介, 呉 世訓, 堀 洋一, 筋電信号を用いた車椅子のパワーアシスト制御, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 2-27 (2007)
- [32] 吉田憲吾, 古関隆章, 堀 洋一, 筋の粘弾性を模擬した新しいロボットアームの制御手法, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 2-13 (2007)
- [33] 呉 世訓, 堀 洋一, カセンサーレスパワーアシスト制御のロバスト性及び性能解析, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 2-43 (2007)
- [34] 小池卓志, 内田利之, 堀 洋一, キャパシタで駆動される電気自動車のエネルギー分析, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 2-3 (2007)
- [35] 吉田憲吾, 内田利之, 堀 洋一, 筋粘弾性を模擬する二関節同時駆動機構を備えたロボットアームの経過報告, 精密工学会生体機構技術, 応用技術研究会「次世代アクチュエータの展望」(2007)
- [36] 小池卓志, 河島清隆, 内田利之, 堀 洋一, 電気二重層キャパシタで駆動される電気自動車の可能性とその展望, 精密工学会生体機構技術, 応用技術研究会「次世代アクチュエータの展望」(2007)
- [37] 呉 世訓, 堀 洋一, PES 信号を利用したフィルタ設計に基づく SSTW 制御器の提案, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-07-130 (2007)
- [38] 吉田憲吾, 堀 洋一, 模擬生体アクチュエータ装備協調制御型ロボット, 精密工学会秋季大会シンポジウム「精密工学への2関節筋力学体系導入」(2007)
- [39] 藤井毅, 内田利之, 堀 洋一, 大容量キャパシタを用いた EV の効率的充放電制御の検討, 電気学会自動車研究会, VT-07-20 (2007)
- [40] 小池卓志, 堀 洋一, 電気二重層キャパシタと DD インホイールモータを搭載した電気自動車 C-COMS2 による運動制御実験, 電気学会自動車研究会, VT-07-21 (2007)

- [41] 耿 聡, Lotfi Mostefai, 内田利之, 堀 洋一, Design on Adaptive Fuzzy Observer of Vehicle Side Slip Angle, 電気学会自動車研究会, VT-07-10 (2007)
- [42] 呉 世訓, 堀 洋一, 入出力の確率的処理を用いた外乱オブザーバインテリジェント化の一提案, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-110 (2008)
- [43] 小林邦生, 呉 世訓, 堀 洋一, 人にやさしいパワーアシストドアの研究-位相空間による開閉パターンの解析, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-59 (2008)
- [44] 佐竹正光, 河島清貴, 内田利之, 堀 洋一, 電気モータのトルク垂下特性を利用したスリップ抑制制御の実験, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-145 (2008)
- [45] 石原太一, 呉 世訓, 堀 洋一, 消費エネルギーを最小化する磁気ディスク装置のシーク軌道生成, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-37 (2008)
- [46] 吉田憲吾, 内田利之, 堀 洋一, 二関節同時駆動機構を持つロボットアームの実現, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-133 (2008)
- [47] 大西祐介, 呉 世訓, 堀 洋一, 加速度-筋電平面による解析を用いた車椅子のパワーアシスト手法, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-62 (2008)
- [48] Dejun Yin and Yoichi Hori, A New Approach to Traction Control of EV without Velocity Sensors, 電気学会産業計測制御研究会, IIC-08-148 (2008)

その他

- [49] 堀 洋一, モータ制御で進化する自動車, 豊田自動車機技報, No.54, pp.38-47 (2007)
- [50] 堀 洋一, 電気自動車の制御とキャパシタの可能性, 社会人のための I T S 専門講座 (東大生研 ITS センター) (2007)
- [51] 堀 洋一, 電気自動車のパワエレ, 東大, 先端研による出張講座 (先端システムズ学-システム論) (2007)
- [52] 堀 洋一, 電気自動車の制御とキャパシタの可能性, 日本粉体工業技術協会 第2回電池製造技術分科会講演会 (2007)
- [53] 堀 洋一, 電気自動車の制御とキャパシタの可能性, 機械学会 交通, 物流部門とことんわかる自動車のモデリングと制御2007 (交通, 物流部門企画) (2007)
- [54] Yoichi Hori, Future Vehicle driven by Electricity and Control and Prospects of Super Capacitor, Special Topics On Engineering For Synthesis And Design A - Computer Control for Mechatronic Systems - in Keio University (2007)
- [55] Yoichi Hori, Future Vehicle driven by Electricity and Control and Prospects of Super Capacitor, Invited Talk on Metal Industries Research and Development Center (MIRDC), Kaohsiung, Taiwan (2007)

研究現況
Current Research Projects

1. ユビキタス・パワーネットワークの構築

横山 明彦・入江 寛

Development of Ubiquitous Power Grid

A.YOKOYAMA and H.IRIE

近年の石油高騰、地球環境問題を鑑み、再生可能エネルギー分散型電源、蓄電池、省エネルギー技術を用いた需要家機器、電気自動車などが今後電力系統に多数連系されることが予想される。従って、これらの状況を考慮しながら将来の電気エネルギー供給システムの計画・運用を行っていく必要がある。本研究室では、これら将来系統に連系される制御可能な機器全てを包括し、情報技術等を用いてネットワーク化した、環境にやさしく、様々な顧客のニーズに応じることのできる新しい電力供給ネットワークシステムである「ユビキタス・パワーネットワーク」を提案している。このユビキタス・パワーネットワークの構築のために、現在は風力発電による周波数変動を抑制するための併設蓄電池と風力発電機のブレードピッチ角を用いた出力制御、ヒートポンプ給湯器等の可制御負荷機器との協調運用、またマイクログリッド内のエンジン発電機等による周波数制御や電圧制御等の系統貢献の効果についての検討などを行っている。

It is expected that a large number of distributed generation based on renewable energy sources, batteries, customer equipments with energy-saving technology, and plug-in electric vehicles will be interconnected into power systems for overcoming the problem of rising oil cost and global environment. Therefore, the planning and operation of the electric energy supply system should be carried out considering these issues. Our laboratory proposes “Ubiquitous Power Grid” as a power network of the next generation, which includes the devices mentioned above. This power grid whose internal communication is achieved by information technology, is eco-friendly and able to meet various needs of customers. To make “Ubiquitous Power Grid” practical, our laboratory is now focusing on the research topics such as the coordinated control of battery, blade pitch angle, and controllable loads, e.g. “heat pump based water heater” in the power systems with a large penetration of wind power generation. Besides, the contribution of gas engine based generations in microgrid for frequency and voltage control is being studied.

2. 電力系統における FACTS 機器やエネルギー貯蔵装置等の協調制御による停電範囲の極小化

横山 明彦・河辺 賢一

Minimization of Impact of Power Supply Interruption by Coordinated Control of Multiple FACTS and Energy Storage Devices etc. in Power Systems

A.YOKOYAMA and K.KAWABE

我が国の電力系統における信頼度基準は、単一設備事故の場合に停電が発生しないこと、また、多重設備事故の場合には大幅な停電が発生しないこととしている。しかし近年、世界的に多重設備事故による広域停電が発生しており、多重事故発生時の停電範囲極小化が重要となっている。そこで本研究では、電力系統に連系されている既存の設備に加え、将来の導入が期待される FACTS (flexible AC transmission systems) 機器を協調制御することによって、各種電力機器の能力を最大限活用し、過酷事故発生時の停電範囲極小化を図る方法を検討している。また、電力事業の規制緩和や自然エネルギーの導入に伴い、今後の増加が予想される分散型電源、蓄電池システム等を停電影響極小化のために利用することについても検討を行う。

In Japan, a reliability standard is determined so that any power supply interruptions caused by a single contingency and a large-scale power supply interruption caused by multiple contingencies do not occur as well as in the other foreign countries. However, there happened several wide-area blackouts by severe faults of late years. Therefore, it is important to minimize the impact of the power supply interruption on customers even when a severe fault happens. Our study aims at minimization of blackout area for the modern power systems in emergency by coordinated control of multiple devices installed in the grid such as FACTS and energy storage devices. In addition, we will investigate the effective utilization of battery energy storage systems (BESSs) and distributed generations (DGs) more of which are expected to be connected to the grid as the use of more natural energy will be promoted for mitigation of CO2 in the deregulated power sector.

3. FACTS 機器を用いた電力系統制御

横山 明彦・張 雋・若林 悠太

Electric Power System Control by Using FACTS

(Flexible AC Transmission Systems) Devices

A.YOKOYAMA, J.ZHANG and Y.WAKABAYASHI

近年、パワーエレクトロニクス技術を応用した FACTS (Flexible AC Transmission Systems) 機器を用いた電力系統制御の研究が進められている。FACTS 機器の利点は既存の設備を最大限に活用させて系統を高速に制御することが可能な点である。だが、その反面コストが高い欠点があるため、一台の FACTS 機器を多目的に使用することが求められている。現在、本研究室では IPFC (Interline Power Flow Controller) や UPFC (Unified Power Flow Controller) といった FACTS 機器を主に扱っている。電力系統の過負荷解消や送電損失削減といった最適潮流制

御や定態安定度，過渡安定度，電圧安定度といった安定度向上制御に関する研究を行っている。

Many researches on electric power system control by using power electronic-based FACTS (Flexible AC Transmission Systems) devices has so far been carried out. The advantage of the FACTS devices is a efficient utilization of existing facilities by providing fast control of one or more of AC transmission system parameters such as reactance, voltage magnitude and voltage phase angle. However, the devices are quite expensive, one device is usually requested to provide multiple functions. Now in our laboratory, researches on IPFC (Interline Power Flow Controller) and UPFC (Unified Power Flow Controller) have been done. Our main topics are congestion management in transmission lines, loss minimization of the whole transmission network, improvement of steady-state, transient and voltage stability by use of the FACTS devices mentioned above.

4. 新手法による競争環境下における電力系統解析に関する研究

横山 明彦・クリサナ タンパティパーン・ナッタ
ウット パンスワン

Novel Approaches for Power System Analysis in a Competitive Environment

**A.YOKOYAMA, K.TANGPATIPHAN and
N.PAENSUWAN**

競争環境下にある電力系統において，系統の安定性と系統利用者への公平性を確保するために送電可能電力指標として ATC (Available Transfer Capability)が米国の NERC 等で定義されている。しかし従来の ATC 算出法では過度安定度制約及び系統の不確実性が考慮されていないため，これらを考慮した ATC 算出法を検討している。また，電力系統に関する最適化問題において，特に過度安定度制約を考慮した最適潮流計算問題などのような，従来の最適潮流計算では解くことのできない問題に対し，進化的プログラミング (EP) などのヒューリスティック手法の適用を提案している。以上のように，本研究では OPF と過度安定度解析に基づいた ATC 計算や，OPF への EP のようなヒューリスティック法の適用によって，系統の安定性と経済性を向上させるための計算手法を確立することを目的としている。

To ensure system security and provide transparency to all users in a competitive environment, it is necessary to develop an index to measure the transfer capability of the transmission network. With this regard, ATC (Available Transfer Capability) was defined by NERC in 1996. The calculation of ATC has to take into account transient stability and uncertainties inherent in the system conditions. Without considering transient stability, the result is optimistic and not safe to be used in practice. Moreover, to locate the economical operating point of power system and to guarantee the transient stability after possible contingencies, the optimal power flow

(OPF) with transient stability issue is indispensable. Due to some limitations of conventional optimization techniques and high complexity of the problem, the application of Evolutionary Programming (EP) to transient stability constrained OPF (TSCOPF) has been studied. Thus, our research focuses on ATC calculation based on OPF, transient stability analysis, and the application of heuristic methods such as EP.

論文・著書一覧(2007年度)

Publications List

研究論文

- [1] Sajiya, A. Yokoyama et al.: "Short-term Operating Strategy with Consideration of Load Forecast and Generating Unit Uncertainty," 電気学会論文誌 B, Vol.127, No.11, pp.1159-1167 (2007).
- [2] 横山明彦 他: "広域電力系統を対象とした3分木法を用いた適応型 PSS の選択的なオンラインチューニング方式," 電気学会論文誌 B, Vol.127, No.11, pp.1119-1126 (2007).
- [3] 横山明彦 他: "過度安定度を考慮した ATC 拡大のため UPFC を導入した系統の送電信頼度評価," 電気学会論文誌 B, Vol.128, No.1, pp.48-55 (2008).
- [4] J. Zhang and A. Yokoyama: "Power System Transient Stability Improvement by the Interline Power Flow Controller(IPFC)," 電気学会論文誌 B, Vol.128, No.1, pp.208-215 (2008).
- [5] S. Chaitusaney and A. Yokoyama: "Probability-based Prevention of Voltage Violation and Momentary Interruption due to Uncertainty of Renewable Energy Resources," 電気学会論文誌 B, Vol.128, No.1, pp.217-225 (2008).

国際会議論文

- [6] A. Yokoyama et al.: "1100kV AC Transmission Project in Japan," International Symposium on International Standards for Ultra High Voltage, Beijing, pp.18-21 (2007).
- [7] J. Zhang and A. Yokoyama: "Application of Interline Power Flow Controller to ATC Enhancement by Optimal Power Flow Control," Power Tech 2007 Proceedings CD, Lausanne, (2007)
- [8] S. Chaitusaney and A. Yokoyama: "Influence and Prevention of Voltage Violation and Momentary Electricity Interruption Resulting from Renewable Energy Sources," Power Tech 2007 Proceedings CD, Lausanne, (2007)
- [9] A. Yokoyama et al.: "Optimal CBM of Tie Lines between Control Areas under Deregulated Environment," 2007 CIGRE Osaka Proceedings CD, Osaka, No.313, pp.1-4 (2007).
- [10] S. Chaitusaney and A. Yokoyama: "Impact and Contribution of Distributed Generation to System Reliability and Voltage Profile in Distribution Systems," IEEE-EIT Joint Symposium on Advanced Technology in Power Systems, Bangkok, pp.71-76 (2007).

総説・解説論文

- [11] 横山明彦: "社会基盤の整備維持/更新問題," 電気協同研究, Vol.63, No.5, pp.10-19 (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [12] Jun Zhang and Akihiko Yokoyama: "Enhancement of Power System Transient Stability by IPFC Control," 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-27, PSE-07-42, pp.63-68 (2007).
- [13] Kritsana Tangpatiphan and Akihiko Yokoyama: "Transient Stability Constrained Optimal Power Flow using Evolutionary Programming," 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-56, PSE-07-71, pp.13-18 (2007).
- [14] 関田航, 横山明彦: "地域間連系線の ATC における送電信用度率マージンの評価," 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-102, PSE-07-117, pp.25-30 (2007).
- [15] Surachai Chaitusaney and Akihiko Yokoyama: "Uncertainty, Voltage Violation and Momentary Electricity Interruption due to the Presence of Renewable Energy Sources," 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-107, PSE-07-122, pp.19-24 (2007).
- [16] 大屋慎次, 横山明彦 他: "マイクログリッドの分散型電源による系統 LFC 調整力への貢献に関する研究," 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-120, PSE-07-135, pp.43-48 (2007).
- [17] 横山明彦 他: "競争環境下におけるハイブリッド型市場取引モデルを考慮した電力システム供給信頼度評価," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.15, pp.26-1 - 26-10 (2007).
- [18] 横山明彦 他: "過渡安定度を考慮した ATC 拡大のため UPFC を導入した系統の送電信頼度評価," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.36, pp.37-3 - 37-10 (2007).
- [19] Jun Zhang and Akihiko Yokoyama: "Power System Transient Stability Improvement by the Interline Power Flow Controller (IPFC)," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.37, pp.37-17 - 37-24 (2007).
- [20] 横山明彦 他: "広域電力系統における低次線形モデルを用いた適応型 PSS の性能評価," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.43, pp.40-27 - 40-32 (2007).
- [21] Surachai Chaitusaney and A. Yokoyama: "Probability-based Prevention of Voltage Violation and Momentary Interruption due to Uncertainty of Renewable Energy Resources," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.48, pp.44-13 - 44-21 (2007).
- [22] 横山明彦 他: "大容量風力発電が導入された 2 地域系統における蓄電池を用いた周波数・連系線潮流制御," 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.60, pp.49-9 - 49-16 (2007).

- [23] 馬場旬平, 横山明彦 他: “分散型電源と配電ネットワークとの協調運用形態の検証実験,” 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.323, pp.34-15 - 34-16 (2007).
- [24] 大屋慎次, 横山明彦 他: “マイクログリッドの分散型電源による系統 LFC への貢献,” 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, No.348, pp.39-13 - 39-14 (2007).
- [25] 横山明彦 他: “規制緩和された電力事業における信頼性保険に関する研究,” 電気学会電力系統技術研究会資料, PSE-08-3, (2008).
- [26] 関田航, 横山明彦: “複数エリアの電力系統に対する連系線 CBM の算出手法,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-047, pp.80-81 (2008).
- [27] 西崎康, 入江寛, 横山明彦 他: “大容量風力発電が導入された電力系統における周波数制御のための風車ピッチ角制御及びその蓄電池容量削減効果に関する検討,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-075, pp.130-131 (2008).
- [28] 大屋慎次, 横山明彦 他: “マイクログリッドによる系統 LFC 調整力削減効果の検討,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-081, pp.140-141 (2008).
- [29] Kritsana Tangpatiphan and Akihiko Yokoyama: “Optimal Power Flow by Evolutionary Programming with Crossover Technique,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-111, pp.196-197 (2008).
- [30] Jun Zhang, 横山明彦 他: “IPFC による電力動揺抑制制御,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-241, pp.405-406 (2008).
- [31] 馬場旬平, 横山明彦 他: “分散型電源の連系課題解決支援実験システム(ANSWER)の構築,” 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集[6] 電力システム, 6-258, pp.435-436 (2008).

研究現況 Current Research Projects

1. バルク超電導体の電磁現象とマグネット応用 小見慶樹・安田斉史・関野正樹・大崎博之 **Electromagnetic Phenomena in Bulk Superconductors and their Magnet Applications** Y. KOMI, H. YASUDA, M. SEKINO and H. OHSAKI

優れた磁束ピン止め特性により高臨界電流密度を有するRE(希土類)系バルク超電導体の応用を目指して、その中での電磁現象を中心に研究を進めている。まずバルク超電導体のマグネット応用のためのパルス着磁に着目し、有限要素法を用いた電磁界・熱伝導場連成解析ツールを開発して、着磁効率の向上と着磁過程での磁束運動などの詳細な電磁現象の解明を進めてきた。実験と解析との比較により、例えば、超電導特性の不均一な分布の影響などの検討も行っている。一方、磁界中冷却を利用して、ある空間にできるだけ一様な分布の強磁界を発生するために、バルク超電導体を利用したマグネットの構成法などについての検討も進めている。

For practical application of (RE)BCO bulk superconductors, which have high critical current densities based on strong flux pinning characteristics, electromagnetic phenomena inside the superconductors have been studied. Focusing on pulsed-field magnetization for their magnet applications, a FEM analysis tool for coupled problems of electromagnetic and thermal fields has been developed for studying improvement of magnetization performance and electromagnetic phenomena including flux motion during the magnetization process. From comparison between experimental and analysis results, the influence of inhomogeneous superconducting properties, for example, has been investigated. In addition, to produce a strong and sufficiently uniform magnetic field in a space using the field cooling method, we study how to design a magnet system using bulk superconductor and how to magnetize it.

2. 超電導応用機器・システム 鈴木達矢・野中壮平・寺尾悠・関野正樹・大崎博之 **Superconducting Electrical Machines and Systems** T. SUZUKI, S. NONAKA, Y. TERAOKA, M. SEKINO and H. OHSAKI

液体窒素温度で超電導状態を示す酸化物系超電導体に重点を置きつつ、金属系も含めた超電導体の電力・輸送・産業応用分野での実用的応用を目指している。特に、低損失フライホイールエネルギー貯蔵、高磁界超電導エネルギー貯蔵システム、超電導薄膜利用抵抗型限流器、高

出力密度超電導モータ、大出力風力発電機等について、機器の視点からの電磁現象解析やシステム検討、フィージビリティ研究などを進めている。例えば、YBCO超電導膜を利用した次世代の超電導線材および限流器に関しては、交流損失特性および限流素子の限流特性を主要な解析対象として、数値解析モデルを構築し、薄板近似の電流ベクトルポテンシャル法を適用した解析ツールを開発し、その特性解析を行っている。また、その検証のための実験も実施している。

Practical application of superconductors in industrial fields including power engineering and transportation has been studied. From the viewpoint of machine design, the analysis of electromagnetic phenomena, system studies, and feasibility studies are carried out especially for flywheel energy storage systems with low rotational losses, superconducting magnetic energy storage (SMES) using high magnetic field coils, resistive type fault current limiters using superconducting thin film, high power density electric motors, large-capacity synchronous generators for wind power generation, etc. For example, the application of YBCO superconducting film to wires and fault current limiters has been investigated. Numerical analysis models and tools based on the current vector potential method with thin-plate approximation have been developed to study AC loss characteristics and current limiting performance. Experiments have been also performed for verification of numerical analysis.

3. 電気的特性を可視化する新しいMRI測定技術 関野正樹・大崎博之 **New Imaging Techniques for Electrical Properties of Biological Bodies using MRI** M. SEKINO and H. OHSAKI

MRI (magnetic resonance imaging)を応用して、従来は有効な計測手段が無かった生体の誘電率や導電率の空間分布を計測する新しい手法を開発している。この手法は生体に微弱な交流電流を流した状態と流さない状態で画像を取得し、その差から測定対象物の電気的特性を推定する。提案手法の測定精度を数値解析から明らかにするとともに、生体の特性を模したテスト試料を用いて誘電率と導電率の測定実験を行った。

We develop a new MRI technique for imaging dielectric properties of biological tissues which could not be measured using conventional techniques. In this method, a weak electric current is applied to the tissue, and its electrical properties are estimated from images acquired with and without the application of current. The results of numerical simulations clarified the accuracy of the proposed method. Experiments were carried out to measure the permittivity and conductivity of a sample which modeled characteristics of a biological tissue.

4. 高性能平面アクチュエータ

上田靖人・大崎博之

High-Performance Planar Actuator

Y. UEDA and H. OHSAKI

可動子が小形で、平面内の並進と回転方向の駆動が可能な平面アクチュエータの研究を進めている。平面アクチュエータは可動子を直接、多自由度駆動が可能であり、高精度な位置決めが可能である。我々の平面アクチュエータでは、2組の3相交流電流を制御することによって固定子と対向する広い範囲内で並進と回転方向の位置決めが可能である。さらに駆動特性を向上するために、可動子を磁気浮上させながら平面内の運動制御を行う検討をしており、数値解析と実験の両面から研究を進めている。

A planar actuator has been studied, which has a small mover that can be driven in translational and rotational directions on a plane. Planar actuators can directly drive the mover for multiple degrees of freedom, and can precisely position the mover. Our planar actuator can position the mover in the translational and rotational directions on the wide movable area where the mover faces the stator by controlling two sets of three-phase alternating currents. To further improve the drive characteristics, we have studied the planar motion controls with the mover magnetically levitated, and performed the numerical analyses and experiments.

5. マイクロ波励起大気圧プラズマ発生デバイス

金東珉・大崎博之

Microwave-excited Atmospheric Pressure Plasma

Devices

D. KIM and H. OHSAKI

マイクロ波の伝搬技術であるマイクロストリップラインを用いた大気圧プラズマ発生デバイスの研究を進めている。このデバイスは、大気圧の条件下で安定的に非平衡プラズマを発生することができ、さらに、反応ガスを噴き出すことにより、表面処理や製膜などへの応用可能性をもっている。現在は、FDTD法 (Finite-Difference Time-Domain Method) を用いて、大気圧プラズマ発生デバイスの三次元電磁界解析を行い、より低電力で安定的にプラズマを発生できるようなマイクロストリップライン回路の設計、およびパラメータの最適化を行っている。

We develop a microwave-excited atmospheric pressure plasma device based on microstrip-line technologies for microwave transmission. This device can generate non-thermal atmospheric pressure plasma stably. Moreover, with reaction gas blow, there are potential applications such as surface treatment and film deposition. Numerical analysis of three-dimensional electromagnetic fields is performed by FDTD (Finite-Difference Time-Domain) method to optimize the microstrip-line circuit for generating atmospheric pressure plasma stably even at lower power.

論文・著書一覧 (2007年度)

Publications List

研究論文

- [1] Y. Ichiki and H. Ohsaki: Numerical analysis and design of fault current limiting elements using large-size YBCO thin films, *Physica C: Superconductivity*, Vol.463-465, pp.1168-1171 (2007).
- [2] Y. Ichiki and H. Ohsaki: Influence of Inhomogeneous Superconducting Properties of YBCO Thin Film on Current Limiting Characteristics, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.17, No.2, pp.1811-1814 (2007).
- [3] R. Shiraishi and H. Ohsaki: Multipoint Measurements of Transient Flux Motion on Bulk Superconductor During Pulsed Field Magnetization, *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol.17, No.2, pp.3664-3667 (2007).
- [4] M. Sekino, D. Kim, and H. Ohsaki: Finite-difference time-domain simulations of radio frequency electromagnetic fields and signal inhomogeneities in ultrahigh-field magnetic resonance imaging systems, *Journal of Applied Physics*, Vol.103, 07A318 (2008).
- [5] T. Imae, H. Shinohara, M. Sekino, S. Ueno, H. Ohsaki, K. Mima, and K. Ootomo: Estimation of cell membrane permeability of the rat brain using diffusion magnetic resonance imaging, *Journal of Applied Physics*, Vol.103, 07A311 (2008).
- [6] 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之: MRIにおける画素サイズより小さい試料の計測と定量化誤差, *日本AEM学会誌*, Vol.15, No.2, pp.76-82 (2007).
- [7] 今江禄一, 篠原廣行, 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之, 美馬和男, 大友邦: 生体内水分子の磁化拡散シミュレーションにおける離散化誤差を最小とする条件, *日本応用磁気学会誌*, Vol.31, No.3, pp.279-282 (2007).
- [8] 田中堅一郎, 関野正樹, 今江禄一, 上野照剛, 大崎博之, 美馬和男: 生体組織の機械的変形が組織内水分子の拡散に与える効果, *日本応用磁気学会誌*, Vol.31, No.3, pp.283-287 (2007).
- [9] 宮田昌悟, 関野正樹, 大崎博之, 牛田多加志: q-space MRIによる再生軟骨および関節軟骨の組織評価法, *日本磁気共鳴医学会誌*.

国際会議論文

- [10] H. Ohsaki, S. Matsumura, S. Kawamoto and R. Shiraishi: Numerical Simulation of Pulsed Field Magnetization of Cryocooler-Cooled Bulk Superconductor, 2007 Cryogenic Engineering Conference and International Cryogenic Materials

- Conference (CEC-ICMC 2007), Chattanooga, Tennessee, USA, July 16-20, 2007, C2-P-01 (2007).
- [11] H. Ohsaki, Y. Ichiki, and M. Sekino: Verification of metal layer design for large-capacity superconducting fault current limiting elements using YBCO thin film, 8th European Conference on Applied Superconductivity, Brussels, 0644 (2007).
- [12] Y. Ueda and H. Ohsaki: Fundamental characteristics of a small actuator with a magnetically levitated mover, The 4th Power Conversion Conference (PCC-Nagoya 2007), Nagoya, Japan, pp.614-621, (2007).
- [13] B. Buti, I. Nagy, H. Ohsaki and E. Masada: Novel Approach in Stability Analysis Presented in Controlled Boost Converter, The Fourth Power Conversion Conference (PCC Nagoya 2007), Nagoya, April 4, 2007, LS2-2-1 (2007).
- [14] Y. Ueda and H. Ohsaki: Large Yaw Motion Control of a Planar Actuator for Two-dimensional Drive, International Symposium on Linear Drives for Industrial Applications (LDIA 2007), Lille, France, OS9.1, (2007).
- [15] M. Sekino, S. Ueno, and H. Ohsaki: FDTD simulations of RF inhomogeneities in ultrahigh-field MRI systems of up to 11.7 T, ISMRM-ESMRMB Joint Annual Meeting, Berlin, pp.1014 (2007).
- [16] M. Sekino, S. Ueno, and H. Ohsaki: Magnetic resonance imaging of neuronal electrical activities in the rat brain, 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, Tampa, pp.306 (2007).
- [17] M. Sekino, D. Kim, and H. Ohsaki: FDTD simulations of RF magnetic fields and signal inhomogeneities in high-field MRI systems, 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, Tampa, pp.307 (2007).
- [18] T. Imae, H. Shinohara, M. Sekino, S. Ueno, H. Ohsaki, K. Mima, and K. Ootomo: Estimation of cell membrane permeability of the rat brain using diffusion magnetic resonance imaging, 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, Tampa, pp.307 (2007).
- [19] M. Sekino, D. Kim, S. Ueno, and H. Ohsaki: RF absorption in the human head in ultrahigh-field magnetic resonance imaging systems of up to 11.7 T, 29th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, pp.456-458 (2007).
- [20] A. Barchanski, M. Sekino, E. Gjonaj, T. Weiland, S. Ueno, and H. Ohsaki: Modeling the brain for the calculation of induced currents: segmented vs. measured data, 29th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, pp.489-491 (2007).
- [21] T. Imae, H. Shinohara, M. Sekino, S. Ueno, H. Ohsaki, K. Mima, and K. Ootomo: Optimal computational errors in diffusion simulation of nuclear magnetization in water molecules, 29th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, pp.453-455 (2007).
- [22] K. Tanaka, T. Imae, M. Sekino, S. Ueno, H. Ohsaki, and K. Mima: Changes in diffusion properties of biological tissues associated with mechanical strain, 29th Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society, Kanazawa, pp.463-464 (2007).

著書

- [23] 大木義路, 大崎博之, 小野亮, 田中康寛, 西川宏之, 若尾真治: EE Text 電磁気学, オーム社, 2007 (担当: pp.131-142, pp.173-179. pp209-210, pp.213-214) (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [24] 上田靖人, 大崎博之: 小形平面モータの磁気支持力特性, 第19回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 東京, 2007年5月18日, A312, pp.363-365 (2007).
- [25] 上田靖人, 大崎博之: ヨー角に対する平面アクチュエータの位置決め特性, 平成19年電気学会産業応用部門大会, 大阪, 2007年8月20日, No.III, pp.137-138 (2007).
- [26] 大崎博之, 関野正樹, 服部幸博, 久保田通彰, 山内雄介, 鈴木栄司: 超電導コイル利用スラスト軸受の回転損失原因の分析, 電気学会リニアドライブ研究会, LD-07-6 (2007).
- [27] 上田靖人, 大崎博之: ヨー方向に大変位できる平面アクチュエータの可動子の位置検出, 電気学会リニアドライブ研究会, LD-07-34, pp.11-15 (2007).
- [28] 小見慶樹, 関野正樹, 大崎博之, 久保田通彰, 山内雄介: 超電導コイル利用スラスト軸受の上下変位を考慮した電磁的特性解析, 電気学会半導体電力変換/リニアドライブ合同研究会, LD-07-67 (2007).
- [29] キムドンミン, 関野正樹, 大崎博之: 強磁界MRIにおける高周波電磁界の解析, 電気学会マグネティックス研究会, MAG-07-79 (2007).
- [30] 金載浩, 金東珉, 大崎博之, 桂井誠: 2.45GHzマイクロ波を用いた大気圧吹き出し形プラズマ, 電気学会プラズマ研究会, 東京, 2007年8月20日, PST-07-24 (2007).
- [31] キムドンミン, 大崎博之, 桂井誠: 表面波プロセスプラズマ装置を用いたナノクリスタルダイヤモンド薄膜合成についての実験, 電気学会プラズマ研究会, PST-07-86, pp.35-39 (2007).
- [32] 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之: MRIにおける画素サイズより小さい試料の計測と定量化誤差, 第16回MAGDAコンファレンス, pp.39-44 (2007).
- [33] 多田羅智史, 関野正樹, 大崎博之: MRIを用いた誘

- 電率と導電率のイメージング, 第 16 回 MAGDA コンファレンス, pp.111-116 (2007).
- [34] キムドンミン, 大崎博之: 表面波プラズマのプラズマポテンシャル制御によるカーボン系薄膜合成, 2007 年秋季 第 68 回応用物理学会学術講演会, 札幌, 2007 年 9 月 8 日, 8a-ZV-9 (2007).
- [35] 上田靖人, 大崎博之: 平面アクチュエータの 3 自由度回転姿勢に対する電磁力特性, 平成 20 年電気学会全国大会, 福岡, 5-213 (2008).
- [36] Dongmin Kim, Hiroyuki Ohsaki, and Makoto Katsurai: Influence of Substrate Temperature on Carbon Film Deposition in Surface Wave excited Plasma CVD Apparatus, The 2008 ANNUAL MEETING I.E.E JAPAN, 1-207, p.252 (2008)
- [37] 多田羅智史, 関野正樹, 大崎博之: MRI を用いた誘電率と導電率のイメージング RF コイルの形状が測定結果に及ぼす効果, 平成 20 年電気学会全国大会, 福岡, 2-173 (2008).
- [38] 小見慶樹, 関野正樹, 大崎博之: バルク超電導体と超電導薄膜の組み合わせによる均一磁界発生, 平成 20 年電気学会全国大会, 福岡, 5-111(2008).
- [39] 関野正樹, 山口さち子, 上野照剛, 大崎博之: 神経活動磁場の検出による機能的 MRI, 平成 20 年電気学会全国大会, 福岡, 2-174 (2008).
- [40] 市川修, 千葉明, 大崎博之, 大島政英, 増澤徹: 制御形磁気支持における融合技術 その 2, 平成 20 年電気学会全国大会, 福岡, 5-S19-5 (2008).
- [41] Z. Sütő, J. Hamar, P. Stumpf, I. Nagy, H. Funato, Y. Nishida, H. Ohsaki, E. Masada: Homoclinic Bifurcation in Space Vector Modulated Three-phase Converters, The 2008 Annual Meeting Record I.E.E.Japan, Fukuoka, March 19-21, 2008, 4-030 (2008).
- [42] キムドンミン, 大崎博之: 表面波プロセスプラズマ装置を用いたナノクリスタルダイヤモンド薄膜合成におけるプラズマポテンシャルと基板温度の影響, 第 18 回日本 MRS 学術シンポジウム, H-P06-M (2007)
- [43] 金載浩, 桂井誠, キムドンミン, 大崎博之: マイクロストリップ線路を用いたマイクロ波励起大気圧吹き出し形プラズマの放電特性, PST-07-72, pp.59-62 (2007)
- [44] 多田羅智史, 関野正樹, 大崎博之: MRI を用いた生体インピーダンスの画像計測: シミュレーションによる初期検討, 第 35 回日本磁気共鳴医学会大会, pp.332 (2007).
- [45] 宮田昌悟, 関野正樹, 大崎博之, 牛田多加志: q-space MRI による再生軟骨および関節軟骨の組織評価法, 第 35 回日本磁気共鳴医学会大会, pp.426 (2007).
- [46] 今江禄一, 篠原廣行, 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之, 美馬和男, 大友邦: 拡散 MRI を用いたラットの細胞膜透過率評価, 第 31 回日本応用磁気学会学術講演会, (2007).
- [47] 今江禄一, 篠原廣行, 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之, 美馬和男, 大友邦: 有限差分法を用いた拡散 MRI シミュレーションにおける誤差の最小化, 第 93 回日本医学物理学会大会, 横浜, 2007 年 4 月 14 日 (2007).
- [48] 今江禄一, 篠原廣行, 田中堅一郎, 関野正樹, 上野照剛, 大崎博之, 美馬和男: 拡散 MRI 測定によるラットの細胞膜機能イメージング, 第 93 回日本医学物理学会大会, 横浜, 2007 年 4 月 14 日 (2007).
- [49] 宮田昌悟, 関野正樹, 大崎博之, 立石哲也, 牛田多加志: 圧縮変形下における高含水組織の内部流体の MRI によるリアルタイム測定, 第 20 回日本機械学会バイオエンジニアリング講演会, no.OS5-4-535 (2008).

その他

- [50] 財団法人 電気科学技術奨励会編: 現代電力技術便覧, オーム社, 2007 (担当: pp.13-23, pp.685-687) .
- [51] 大崎博之, 雪平謙二, 澁谷昇, 古関隆章, 大島正明: TC77 シドニー会議報告, 電磁環境工学 EMC, 2007 年 12 月号, No.236, ミマツコーポレーション, pp.106-122 (2007).
- [52] 正田英介, 大崎博之, 多氣昌生, 田島公博, 原田高志: 次世代の EMC(前編), 電磁環境工学 EMC, 2007 年 12 月号, No.236, ミマツコーポレーション, pp.17-42 (2007).
- [53] 正田英介, 大崎博之, 多氣昌生, 田島公博, 原田高志: 次世代の EMC(後編), 電磁環境工学 EMC, 2008 年 1 月号, No.237, ミマツコーポレーション, pp.68-89 (2008).
- [54] 大崎博之: これからの EMC, 電磁環境工学 EMC, 電磁環境工学 EMC, 2008 年 1 月号, No.237, ミマツコーポレーション, p.35 (2008).
- [55] 大崎博之: 次世代の EMC – 次世代を担う電力システム関連の技術, 第 13 回 EMC フォーラム 総合セッション, 2007 年 7 月 5 日 (2007).
- [56] 大崎博之: 高温バルク超電導体にパルス磁界を印加したときの電磁界-熱伝導場連成現象の解析, COMSOL カンファレンス 2007 東京, 2007 年 11 月 30 日 (2007).

研究現況
Current Research Projects

1. 乗客流解析に基づく運転整理支援システムにおける整理案の効率的評価・最適化法

原和弘・熊澤一将・古関隆章

Efficient Algorithms for Evaluating and Optimizing for Train Rescheduling System Based on Simulation of Passengers' Flow

K. HARA, K. KUMAZAWA, T. KOSEKI

現在、鉄道ダイヤが乱れた際に行われる運転整理は指令員の判断により行われている。その業務は負担が大きく、計算機による支援システムが求められている。この数年間、乗客の視点に立ったダイヤの定量的な評価とダイヤ変更を行うアルゴリズムを組み合わせて運転整理案を提示するシステム開発を行っている。本研究では乗客の視点に立った適切なダイヤ評価実行のため、乗客流推定法に新たな条件や処理過程を導入し、列車運行乱れ時における乗客の行動変化を反映したモデルを提案する。

Train rescheduling is executed by train dispatchers. Train dispatchers have requested a scheduling support system because train rescheduling is a burden for them. We proposed a method to rate train operation plans quantitatively from passengers' point of view. And we have developed a system for supporting the task of the train rescheduling by proposing and evaluating a new plan of train operation. In this year, we propose an efficient algorithm for evaluating and optimizing their train rescheduling plans to make them in a practical time and show case studies to verify the performance of the proposed methods.

2. 車両駆動用リニア誘導モータのプラントモデル同定法

野崎雄一郎・古関隆章

Identification of Linear Induction Motor Plant Model with Significant Consideration of End-Effect -- Intended for use in Rail-Guided Public Transportation Systems --

Y. NOZAKI, T. KOSEKI

リニア誘導モータ(LIM)はリニア地下鉄や HSST などの軌道系交通機関の駆動装置として用いられている。一方、LIMには端効果という特有の現象があり、機械的速度の上昇に伴いモータ特性が劣化するという欠点がある。

本研究では、実際のリニア地下鉄駆動用 LIM の静止試験と、過去に得られた HSST-200 車両用回転形試験機による推力特性を用い計算の妥当性と有効性を検証した。

A Linear Induction Motor (LIM) is used widely for the traction system of Linear Metro and HSST. But a LIM has the problem of end-effect. The motor constants are changed by

this effect, so this "end-effect" becomes the one of the bad points of LIM-drive system.

The calculation result is checked using the arch type LIM test equipment result of HSST-200 LIM and static test of Linear Metro's LIM, and it is confirmed that the numerical analysis can calculate the real LIM performance within a few percentages error in actual operational region.

3. 大推力永久磁石形リニア同期モータの設計と制御

福正博之・鈴木武海・古関隆章

Control and designing of permanent magnet linear synchronous motor to high-thrust

H. FUKUSHO, T. SUZUKI, T. KOSEKI

永久磁石を用いたリニア同期モータは、リニアモータの中では効率がよく、軽量化・大推力が原理的に可能となるため、高精度で高速な運動制御に適する駆動装置として工作機械分野などでの応用が注目されている。今年度は、高加減速度をもつ永久磁石形リニアモータの設計と制御を検討し、ロボットアーム制御のための軽量大推力リニアアクチュエータの設計や、視覚情報を用いた制御の研究を行っている。

A permanent magnet linear synchronous motor is the most efficient and relatively light. It can exert high-thrust and, therefore, it is exactly expected to several machine tool to be able to control fast motion with high accuracy. This year we discuss both the control and designing of the motor with rapid acceleration and we study the designing of light linear actuator with high-thrust for controlling robot arm and the controlling the actuator by visual information.

4. 地上回生機能を活用した直流電気車高速回生ブレーキ有効活用法の提案と定量的評価

野田昂志・古関隆章

Proposal and Quantitative Validation of the Effectiveness of Full Usage of Regenerative Brakes of an Electric Train in High Speed at DC-electrification with Regenerative Substations

T. NODA, T. KOSEKI

近年の電気鉄道車両ではブレーキ時のエネルギーを同じ路線上の他の列車等に供給する回生ブレーキの導入および併用が進んでいる。しかし電気車の機械ブレーキには問題も多く、空気圧制御による応答速度の遅さ、ブレーキ力は摩擦力であるから、摩擦係数が環境に左右されやすく、また保守に手間と費用がかかる。

本研究では、地上回生機能を活用した直流電気鉄道の高速度車両で機械ブレーキを用いない純電気ブレーキを提案し、その問題点と効果を評価する。

A recent electric train uses of regenerative brakes which regenerate energies to other trains on the same route with mechanical brakes. However mechanical brakes of an electric train have many problems. For example, they are fluctuation

of friction coefficient, maintenance costs and so on.

In this research, I propose pure electric brakes which mean ordinary brakes by only the regenerative brakes without any mechanical brakes. And I evaluate the proposal method under the assumption of regenerative substations.

5. 非線形鉄心を用いた周波数測定形フラックスゲート電流センサの設計

小幡寛・古関隆章

Designing frequency measurement Fluxgate current sensor by using nonlinear magnetic core

H. OBATA, T. KOSEKI

フラックスゲートセンサ形電流センサは、常温では最も高感度なもので温度依存性も小さい。直流電流センサとして使用することもあり、微小電流検出に使用される。これまで、フラックスゲート形電流センサの設計を進めるための、シミュレータの作成を行ってきた。本年度は、微小電流と大電流の大まかな測定の両者を可能にするフラックスゲート形センサを提案しより汎用性のあるシミュレータを作成してその具体的設計を行う。

The fluxgate current sensor is the most sensitive and reliable sensor among current sensors used in room temperature. The sensor is also used as current sensor because it has an advantage of measuring very small electric current.

In the preceding study, a calculating tool was developed in order to help the designing of the fluxgate sensor.

In this research, the author expand the versatility of the calculating and approach the sensor which could measure not only very small current but larger current.

6. 対象の値動きの方向性に着目した経済時系列予測へのサポートベクターマシンの応用に関する研究

中田貴之・古関隆章

Research regarding the Application of Support Vector Machines to Predict the Direction of Price Changes in Economic Time Series

T. NAKATA, T. KOSEKI

時系列の予測にかかわる研究はこれまで数多く行われているが、株取引で収益を上げるためには値の動きの方向一致率を高めることが重要である。そこで研究ではパターン認識の一手法であるサポートベクターマシン(SVM:Support Vector Machines)を用い、値動きの方向一致率を評価指標として予測を行った。

Thus far many researches have been reported about predicting of time series data. But recently it has been reported that it is more important to raise the hit ratio in predicting the direction of pattern recognition, and the direction-of-price-change hit ratio, as an index for evaluating economic time series data prediction. In this study I predicted stock market fluctuation by SVM which is a method of pattern recognitions.

論文・著書一覧 (2007年度) Publications List

研究論文

- [1] Kadir Erkan and T. Koseki: "Fuzzy model-based nonlinear maglev control for active vibration control system", International Journal of Applied Electromagnetics and Mechanics 25, pp.543-548, ISSN 1383-5416, Jun. 2007.

国際会議論文

- [2] K. Hara, K. Kumazawa and T. Koseki: "Efficient Algorithm for Evaluating and Optimizing Train Reschedules by Taking Advantage of Flexibility of Quadruple Track", The Third International Conference on Railway Traction Systems (RTS2007), Tokyo, 5-4, pp.91-97, Nov. 2006.
- [3] Y. Nozaki, T. Yamaguchi and T. Koseki: "An Equivalent Circuit Model to Assist Vector Control of a Linear Induction Motor for Urban Transportation System Considering End-effect", Linear Drives for Industrial Applications (LDIA2007), France, PS2.10, 4pages, Sep. 2007.
- [4] H. Fukusho, T. Koseki and H.KIM: "Flexible Motion Control of a Linear Synchronous Actuator with an Artificial Stiffness and Damping Factor for a Humanoid Robot", Linear Drives for Industrial Applications (LDIA2007), France, PS2.7, 4pages, Sep. 2007.

総説・解説論文

- [5] 古関隆章, 福正博之, 金弘中: "電磁アクチュエータによる二関節筋機能代替の可能性と機械インピーダンス制御", 精密工学会 生体機構制御・応用技術専門委員会, 第10回研究例会招待講演資料, 6pages, Aug. 2007.
- [6] 古関隆章, 福正博之, 金弘中: "模擬生体電磁アクチュエータの提案と将来展望 東京大学大学院", 精密工学会秋季大会, シンポジウム「精密工学への二関節筋力学系導入」招待講演資料, pp.69-70, Sep. 2007.

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [7] 原和弘, 熊澤一将, 古関隆章: "乗客流解析に基づく運転整理支援システムにおける整理案の効率的評価・最適化法," 平成19年電気学会産業応用部門大会, 3-29, pp.III-211-216, Aug. 2007.
- [8] 原和弘, 熊澤一将, 古関隆章: "運転整理計算機支援のための列車運転乱れ時の因果律を考慮した旅客流動推定法," スケジューリング・シンポジウム2007, OS6-1, pp.185-190, Sep. 2007.
- [9] 原和弘, 熊澤一将, 古関隆章: "運転整理計算機支援

- のための列車運転乱れ時における乗客流推定法”, 平成 20 年電気学会全国大会, 5-082, pp.130-131, Mar. 2008.
- [10] 熊澤一将, 原和弘, 古関隆章: “運行障害情報・伝達と整理案作成時間を考慮した乗客流推定法”, 第 14 回鉄道技術連合シンポジウム (J-Rail2007), S2-5-4, pp.159-160, Dec. 2007.
- [11] 野崎雄一郎, 古関隆章: “車両駆動用リニア誘導モータの等価回路のための試験方法とその問題点”, 第 14 回鉄道技術連合シンポジウム (J-Rail2007), S1-3-2, pp.325-326, Dec. 2007.
- [12] 福正博之, 古関隆章, 金弘中: “生物の粘着性を考慮したロボット用リニア同期アクチュエータの制御”, 電気学会リニアドライブ研究会, LD-07-14, pp.69-72, Jun. 2007.
- [13] 鈴木武海, 古関隆章: “むだ時間を考慮したデュアルサンプリングレートオブザーバを用いたカメラの長周期位置信号によるリニア同期モータの力学的状態量推定”, 平成 19 年電気学会産業応用部門大会, pp.II-50-51, Aug. 2007.
- [14] 鈴木武海, 古関隆章: “むだ時間を考慮したデジタル状態推定を基礎とした汎用カメラによる電動機駆動制御”, 平成 20 年電気学会全国大会, 4-186, pp.310-311, Mar. 2008.
- [15] 高田康宏, 野崎雄一郎, 古関隆章: “ホールセンサアレイによるリニアモータギャップ磁束密度分布の効率的計測”, 平成 20 年電気学会全国大会, 5-219, pp.329-330, Mar. 2008.
- [16] 野田昂志, 古関隆章: “地上回生機能を活用した直流電気車の高速回生ブレーキ導入効果の評価”, 平成 20 年電気学会全国大会, 5-086, pp.137-138, Mar. 2008.
- [17] 中田貴之, 古関隆章: “Support Vector Machine による値動きの方向性に注目した短期間の経済時系列予測”, 2008 年電子情報通信学会総合大会, D-12-133, p.264, Mar. 2008.
- [18] 古関隆章, 原和弘, 熊澤一将: “列車運転小乱れ時の旅客流動解析に基づく旅客損失の計算と運転整理案の評価・提示”, スケジューリング・シンポジウム 2007, OS3-4, pp.85-90, Sep. 2007.
- [19] 古関隆章: “「シリーズ: 国際規格を考える---電気車両駆動: 鉄道と道路走行用車両のための電気機械-変換器で電力供給する短一次形リニア誘導モータ」に関する国際規格文書審議状況”, 鉄道車両と技術, No.139, pp.30-38, Dec. 2007.
- [20] T. Koseki, T. Suzuki and Lilit Kovudhikurlungsri: “Dual Sampling-rate observer-based state feedback control of motor drive systems --- Estimation from coarse position signal with dead time ----”, Paper for a poster presentation at Global COE Symposium, No.3-13, pp.351-356, Mar. 2008.
- [21] 野崎雄一郎, 鈴木武海, 藤井康正, 大熊栄一: “燃料電池車が走る!!”, 電気学会誌, 127 巻 7 号, 十見百聞, (2007).

研究現況
Current Research Projects

1. マイクログリッドの自立運転時における電力品質向上手法に関する研究

馬場旬平・西川勝也・菊池卓郎

Studies on Power Quality Enhancement Control Method for Micro Grid Power System in case of Islanding Operation

J. BABA, K. NISHIKAWA and T. KIKUCHI

マイクログリッドは複数の分散型電源と負荷を有する小規模電力システムである。マイクログリッドにおける最も挑戦的な課題は既存のシステムから自立して運転している場合においても高品質な電力を供給する手法の確立である。本研究室では複数種類の分散型電源を統合的に制御することにより負荷変動を補償する手法、及び、分散型電源と負荷が母線に混在する場合における負荷総量推定手法を提案している。実証試験の結果、自立運転時においても高い電力品質の電力供給が可能であることが証明され、これらの手法の有効性が確認された。但し、実証試験は通信・制御の時間遅れが極限まで小さい状態で実施され、現実的なシステムを構築するには時間遅れを考慮した制御手法の確立が必須である。そこで電力応答特性の良い一部の分散型電源にローカル制御を組み合わせ、統合制御に時間遅れが存在する場合においても高品質電力供給が可能となるような制御系の構築を目指して研究を進めている。またマイクログリッドの運用に必須と考えられるエネルギー貯蔵装置のSOC制御手法についても検討を進めている。

Micro grid is a small electric power system that consists of several distributed generation systems (DGs) and loads. The most challenging issue of micro grid is to establish the method to supply high quality electricity in case of islanding operation. Two DG operation methods have been proposed by our laboratory; the integrated DG control method to compensate load power fluctuation and the demand estimation method when loads and DGs are penetrated to a bus. It has been shown that high quality power supply can be realized by use of these proposed methods from the results of real micro grid tests. However, these tests have been carried under the condition when the controller and communication time delay can be negligible. The proposed method should be improved to be able to respond the time delay. Then, it is proposed to introduce a local control method for a DG whose power response is the fastest of all to realize a high quality power supply even when there are the control and communication time delay of the integrated control. The controller designing method has been developed. The SOC control methods for

energy storage system that will be essential for micro grids have also been developed.

2. 超電導故障電流限流器に関する研究

馬場旬平・エイズブリー マーク
鈴木公三・西岡英祥

**Studies on Superconducting Fault Current Limiter
J. BABA, M. AINSLIE, K. SUZUKI
and H. NISHIOKA**

定常時に低インピーダンスで故障時に高インピーダンスとなる超電導故障電流源器は電力システムでの活躍が期待されている。これまで、金属系の動作電流調整可能な限流器を開発し、優れた動作を実験的・理論的に示してきた。この唯一の欠点は、保護区間外のサージにより誤動作する点にある。この欠点のない限流器に関して2種類の限流器(変圧器型、抵抗型)を開発中である。特にYBCO薄膜の適用について着目して研究を進めており、特性が異なる薄膜の直並列接続手法、及び、薄膜のIV特性の工学的モデルの構築を進めている。

Superconducting fault current limiters (SFCLs) which are of low impedance in steady states and of high impedance at fault conditions are expected to be used in power systems. SFCLs by use of metal superconductors have been developed. Experimental and theoretical results show that they have very good characteristics. They, however, have only one weak point, that is, they operate incorrectly due to surge current generated at non-protection zone. 2 kinds of SFCLs (transformer type and resistive type) without such a weak point have been being developed. Application of YBCO thin film for those SFCLs has been studied. Designing method for parallel - series connection of uninformed YBCO thin films and the I-V characteristics model of YBCO thin film have been developed.

3. エネルギー貯蔵装置の電力システム応用に関する研究

馬場旬平・米津武則・高木隆志・広橋滋人

Studies on Application of Energy Storage Systems to Power Systems

**J. BABA, T. YONEZU, T. TAKAGI
and S. HIROHASHI**

近年、様々なエネルギー貯蔵装置の開発が進められ電力システムへの適用の期待が高まっている。当研究室ではエネルギー貯蔵装置の有効利用法について検討を行っている。一つは電力システムの状態把握に関する研究である。電力システムは複雑化巨大化し、その安定運転はますます重要な課題となってきた。現状ではオフラインの固有値計算等でその安定運転を保証している。しかし、システムの運転状態を記述する方程式のパラメータが正確には得られないのが現状であり、計算結果からの大きなマージンを持って運転しているのが現状である。そこで、オンラインで運転状態が把握できれば、より経済的に安定運転

が可能であると考え。そのために、超電導エネルギー貯蔵装置を利用した方法を提案してきた。固有値、固有ベクトル、伝達関数などの測定に成功しつつある。またエネルギー貯蔵装置を利用した系統の過渡安定度向上効果について他手法との定量的比較評価の検討を進めている。

Various types of energy storage systems have been developed, and these systems are expected to be introduced to power grids. Effective use of the energy storage systems has been studied in the laboratory. One of the energy storage system applications is the online diagnosis of operating conditions of power systems. Stable operations of power systems, which are becoming larger and more complicated, are becoming more important. The off-line calculations, such that eigenvalues analysis, guarantee the stable operations. However, due to the inaccuracy of numerical values for the calculations, systems must be operated with large margin. The purposes of the studies are on-line measurements of eigen values, eigen vectors, transfer functions and so on by use of superconducting magnetic energy storage which has good properties of quick response, high efficiency, large impedance and so on. The quantitative capacity assessment of energy storage systems and other systems to improve transient stability of power system has also been studied.

論文・著書一覧 (2007 年度) Publications List

研究論文

- [1] K. Fushiki, T. Nitta, J. Baba and K. Suzuki, Design and Basic Test of SFCL of Transformer Type by Use of Ag Sheathed BSCCO Wire, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.17, No.2, pp. 1815-1818 (2007).
- [2] S. Morisue, J. Baba, M. Chiba, T. Nitta, M. Shibuya and T. Kumagai, Recovery Characteristics of SFCL by Use of Y123 Thin Film, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.17, No.2, pp. 1847-1850 (2007).
- [3] K. Furushiba, T. Yoshii, Y. Shirai, K. Fushiki, J. Baba and T. Nitta, Power System Characteristics of the SCFCL in Parallel with a Resistor in Series with a ZnO Device, IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.17, No.2, pp. 1915-1918 (2007).
- [4] 沼田茂生, 下田英介, 馬場旬平, 民間企業と大学・公的研究機関とによる実証試験への取り組み 5) 複数種類分散型電源によるマイクログリッドの自立運転制御開発, エネルギー・資源, Vol. 29, No. 1, pp. 40-44, (2008).

国際会議論文

- [5] K. Suzuki, T. Nitta, J. Baba, Experimental Study on Superconducting Fault Current Limiter with Adjustable Trigger Current Level, The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2007), Hong Kong, ICEE-184, CD-ROM, (2007).
- [6] S. Sakai, Y. Hayashi, J. Matsuki, J. Baba, S. Wakao, N. Kobayashi, S. Kawasaki, M. Hojo, A. Yokoyama and K. Oishi, Active coordinated Operation of Distribution Network with Distributed Generators, The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2007), Hong Kong, ICEE-480, CD-ROM, (2007).
- [7] T. Kikuchi, J. Baba, T. Nitta, E. Shimoda, S. Numata, S. Hirohashi, E. Masada, Isolated Operation Tests of a Micro-grid by use of an Active Power Cascade Control System, The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2007), Hong Kong, ICEE-482, CD-ROM, (2007).
- [8] S. Morisue, J. Baba, T. Nitta, T. Kumagai, Measurement of Recovery Time of an SFCL Using YBCO Thin Film, M. Ainslie, The International Conference on Electrical Engineering (ICEE2007), Hong Kong, ICEE-489, CD-ROM, (2007).
- [9] S. Hirohashi, J. Baba, E. Shimoda, S. Numata, T. Kikuchi, T. Nitta, E. Masada, Effect of Measurement and Information Transmission Delay on Real Power Cascade Control for Micro-grid, The International

Conference on Electrical Engineering (ICEE2007), Hong Kong, ICEE-539, CD-ROM, (2007).

- [10] K. Suzuki, J. Baba and T. Nitta, Conceptual Design of an SFCL by Use of BSCCO wire, 8th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS2007), Brussels, Belgium, (2007).
- [11] Experimental Study on an SFCL Using Series-Connected YBCO Thin Films, M.D. Ainalie, J. Baba and T. Nitta, 8th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS2007), Brussels, Belgium, (2007).

シンポジウム・研究会・大会等発表

- [12] 石川博之, 森田友輔, 白井康之, 仁田旦三, 馬場旬平, 米津武則, 柴田勝彦, 竹中清, SMES を利用した多機電力系統の安定度把握一回転機を含む模擬電力系統一, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会資料, PE-07-46/PSE-07-61, pp. 31-36, (2007).
- [13] 下田英介, 沼田茂生, 森野仁夫, 馬場旬平・仁田旦三, 正田英介, 最適発電計画を考慮したマイクログリッドの負荷追従制御に関するシミュレーション検討, 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, 290, pp. 30.9-30.10, (2007).
- [14] 馬場旬平, 下田英介, 沼田茂生, 菊池卓郎, 広橋滋人, 仁田旦三, 正田英介, マイクログリッドにおける計測及び伝送時間遅れを考慮した系統周波数安定化制御に関する検討, 平成 19 年電気学会電力・エネルギー部門大会論文集, 八戸, 290, pp. 30.21-30.22, (2007).
- [15] 仁田旦三, 高木隆志, 馬場旬平, 一定有効電力・無効電力注入による電力系統安定化効果の基礎検討, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 5-118, 5 分冊, p. 184, (2008).
- [16] 仁田旦三, 高木隆志, 馬場旬平, 一定有効電力・無効電力注入による電力系統安定化効果の基礎検討, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-018, 6 分冊, pp. 31-32, (2008).
- [17] 鈴木公三, 西岡英祥, 馬場旬平, 仁田旦三, BSCCO 線材を用いた超電導限流器の交流電流連続通電実験, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-174, 6 分冊, p. 300, (2008).
- [18] [1] 福永隆男, 渋谷正豊, 中島章文, 堀田直克, 飯岡大輔, 横水康伸, 松村年郎, 馬場旬平, 鳥居慎治, 熊谷俊弥, 仁田旦三, 並列・直列接続された超電導限流素子群における過電流通電時の直列動作, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-175, 6 分冊, p. 301, (2008).
- [19] 西岡英祥, 馬場旬平, 鈴木公三, Mark Douglas Ainslie, 仁田旦三, YBCO 薄膜を抵抗体として用いた動作開始電流値調整可能な超電導限流器の基礎検討, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-176, 6 分冊, pp. 302-303, (2008).
- [20] AINSLIE Mark Douglas, 馬場旬平, 仁田旦三, 松村年郎, 鳥居慎治, 熊谷俊弥, YBCO 薄膜の直列接続による超電導限流器の設計法に関する研究, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-177, 6 分冊, pp. 304-305, (2008).
- [21] 仁田旦三, AINSLIE Mark Douglas, 馬場旬平, 堀田直克, 松村年郎, 鳥居慎治, 門裕之, 熊谷俊弥, 直列接続された並列抵抗つき超電導限流素子の過電流通電時の限流動作, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-178, 6 分冊, p. 306, (2008).
- [22] 堀田直克, 飯岡大輔, 横水康伸, 松村年郎, 馬場旬平, 鳥居慎治, 福永隆男, 渋谷正豊, 中嶋章文, 熊谷俊弥, 仁田旦三, MOD 法で作製した金属保護膜付き YBCO 薄膜限流素子の耐電圧, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-179, 6 分冊, p. 307, (2008).
- [23] 横水康伸, 堀田直克, 飯岡大輔, 松村年郎, 馬場旬平, 鳥居慎治, 福永隆男, 渋谷正豊, 中島章文, 熊谷俊弥, 仁田旦三, MOD 法で作成した金属保護膜付き YBCO 薄膜限流素子の過電流通電による破壊の一例, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-180, 6 分冊, p. 308, (2008).
- [24] 松村年郎, 馬場旬平, 鳥居慎治, 福永隆男, 渋谷正豊, 熊谷俊弥, 仁田旦三, 外部限流用抵抗付き超電導限流器における超電導素子の直列動作に関する回路論的一考察, 松村年郎, 馬場旬平, 鳥居慎治, 福永隆男, 渋谷正豊, 熊谷俊弥, 仁田旦三, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-181, 6 分冊, p. 309, (2008).
- [25] 林泰弘, 川崎章司, 松木純也, 酒井重和, 馬場旬平, 横山明彦, 北條昌秀, 若尾真治, 不破由晃, 森健二郎, 分散型電源の連系課題解決支援実験システム (ANSWER) の構築, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-258, 6 分冊, p. 309, (2008).
- [26] 伊藤悠, 西川勝也, 菊池卓郎, 馬場旬平, 仁田旦三, 正田英介, 沼田茂生, 下田英介, 山根俊博, マイクログリッドの制御への PLC 適用の基礎検討～通信遅延の測定～, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-218, 6 分冊, pp. 363-364, (2008).
- [27] 西川勝也, 菊池卓郎, 伊藤悠, 馬場旬平, 沼田茂生, 下田英介, 山根俊博, 正田英介, 仁田旦三, マイクログリッドにおける電圧品質の測定と評価, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-221, 6 分冊, pp. 368-369, (2008).
- [28] 菊池卓郎, 西川勝也, 伊藤悠, 馬場旬平, 沼田茂生, 下田英介, 山根俊博, 正田英介, 仁田旦三, 回転機を含んだマイクログリッドの自立運転における周波数安定化制御手法の検討, 平成 20 年電気学会全

- 国大会講演論文集, 福岡, 6-224, 6 分冊, pp. 374-375, (2008).
- [29] 山根俊博, 沼田茂生, 下田英介, 森野仁夫, 馬場旬平, 仁田旦三, 正田英介, 無瞬断移行を考慮した複数種類分散型電源によるマイクログリッド自立運転制御の開発 1 -ガスエンジンと二種類の蓄電装置による電力品質維持-, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-227, 6 分冊, pp. 380-381, (2008).
- [30] 下田英介, 沼田茂生, 山根俊博, 森野仁夫, 川村正英, 古賀毅, 馬場旬平, 仁田旦三, 正田英介, 無瞬断移行を考慮した複数種類分散型電源によるマイクログリッド自立運転制御の開発 2 -ガスエンジンと二次電池による電力品質維持-, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-228, 6 分冊, pp. 382-383, (2008).
- [31] 林泰弘, 川崎章司, 松木純也, 酒井重和, 馬場旬平, 横山明彦, 北條昌秀, 若尾真治, 不破由晃, 森健二郎, 分散型電源の連系課題解決支援実験システム (ANSWER)の構築, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-258, 6 分冊, pp. 435-436, (2008).
- [32] 仁田旦三, 高木隆志, 馬場旬平, 一定有効電力・無効電力注入による電力系統安定化効果の基礎検討, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-018, 6 分冊, pp. 31-32, (2008).
- [33] 広橋滋人, 菊池卓郎, 馬場旬平, 林泰弘, ANSWER における遠隔制御システムの構築, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-259, 6 分冊, p. 437, (2008).
- [34] 川崎章司, 林泰弘, 松木純也, 吉川尚志, 馬場旬平, 定格容量を考慮した SVC の制御パラメータ決定手法, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-266, 6 分冊, pp. 450-451, (2008).
- [35] 沼田茂生, 下田英介, 森野仁夫, 馬場旬平, 仁田旦三, 正田英介, 都市型マイクログリッドの構築と自立運転制御の開発, 平成 20 年電気学会全国大会講演論文集, 福岡, 6-S6-4, 6 分冊, pp. S6(14)- S6(16), (2008)

