

脳数理研究チーム

Laboratory for Mathematical Neuroscience

チームリーダー 甘利 俊一

AMARI, Shun-ichi

脳は多数のニューロン上に生ずる興奮の時空間パターンを用いて情報を分散的に表現し、並列相互作用のダイナミクスにより高度で効率的な情報処理を実現している。さらに、外界の情報をもとにその世界像を内部に創成し、学習と自己組織化機能を活用して外界に主体的に関わっている。当研究チームは、このような脳の情報処理の根幹にある基本原理を数理的に探求し、新しい脳型情報科学の数学理論を築くことを目標にする。これにより、脳を理解する道を拓くとともに、脳型情報技術の創出に関わる基礎研究を行う。

1. 神経多様体の情報幾何 (甘利, 村田, 尾関, 池田^{*1}, 中原, 林, Park, Burnashev)

この分野では多くの発展があった。情報幾何は脳の情報原理を探索するための方法論として、世界に広く認められつつある。我々は、多層パーセプトロンの情報幾何による研究、サポートベクトル機械などの認識機械への情報幾何の応用、さらにパイオインフォマティクスへの応用を行った。この成果の上に、ニューラルネットワークなどの階層モデルに共通の特異点の存在と、その学習における役割を明らかにしつつある。

2. 各部分システムの情報原理の解明 (甘利, 岡田, 村田, 池田^{*1}, 中原, 斎藤^{*2}, Park, Kindermann, Vijayakumar, Chen, Zeng)

(1) 学習系における情報原理

学習能力は脳の情報処理の柔軟性を保証する最も重要な要因である。学習系は適切な学習信号を内部に創成し、これをもとに自己組織化する。我々は、学習アルゴリズム、その効率と汎化能力、学習の精度と安定性、学習のダイナミクスなどを、情報幾何と情報のダイナミクスを用いて明らかにしてきた。

(2) 認知系における情報原理

認知系における情報表現と、順方向の情報過程と逆方向の情報過程の双方向のダイナミクスに関する研究がある。認識における不変性の獲得機構、情報の局在表現と分散表現との統合などにも取り組んでいる。ポピュレーション符号化などの、生物に密着して統計学的情報量を用いて解析する研究では、神経場の情報解析とそのダイナミクスの研究を行い、新しい知見をもたらした。

(3) 記憶系における情報原理

脳の記憶の原始モデルとして、自己および相関型の連想記憶モデルが知られている。より現実的なモデルとして、海馬とその周辺、大脳皮質との連関、報酬系や情動系との相互作用を数理的に解析する研究に取りかかっている。また、振動子系を用いた連想記憶の研究は、複雑系とも関連して、新しい進展を見せている。

(4) 運動系における情報原理

脳内での、運動計画立案、軌道生成、実行と制御、そのための内部モデルの学習等は、これからの研究課題である。

3. 脳の高次機能の工学的実現と脳情報の解析手法の開発 (甘利, 岡田, 村田, 池田^{*1}, 龍野^{*2}, 阿久沢^{*2}, Vijayakumar, Chen, Geczy)

脳の情報の時空間表現、パルス表現と同期機構については、情報幾何を用いた、本格的な研究が始まった。特に、多数のニューロンの高次相関に関する不変な分解定理を得ることに成功した。この他、複雑系としての脳の研究、脳測定データの独立成分解析などが進展している。

^{*1} 所外研究協力者, ^{*2} 基礎科学特別研究員

Research Subjects and Members of Laboratory for Mathematical Neuroscience

1. Information Geometry of Neuromanifolds
2. Information Principles in Various Subsystems
3. Engineering Realization of Higher Order Brain Functioning and Mathematical Analysis of Brain Data

Laboratory Head

Dr. Shun-ichi AMARI

Deputy Laboratory Head

Dr. Masato OKADA

Research Scientists

Dr. Hiroyuki NAKAHARA

Dr. Xiaodong ZENG

Dr. Masahito HAYASHI

Dr. Hyeyoung PARK

Dr. Peter GECZY

Dr. Lars KINDERMANN

Dr. Tiangping CHEN

Dr. Marat V. BURNASHEV

Technical Staffs

Mr. Tong Ho KIM

Dr. Tomoko OZEKI

Assistants

Ms. Emi NAMIOKA

Special Postdoctoral Reserchers

Dr. Masami TATSUNO
Dr. Asaki SAITO
Dr. Toshinao AKUZAWA
Dr. Hiroya NAKAO
Dr. Michiko YAMANA

Junior Research Associates

Mr. Masato INOUE
Mr. Narihisa MATSUMOTO
Mr. Shin-ichi NISHIMURA

Outside Collaborators

Dr. Shiro IKEDA (“Inf. Human Act.”, PRESTO, JST)

Visiting Scientists

Dr. Noboru MURATA (Dept. Electrical, Electronics, Comp. Eng., Waseda Univ.)
Dr. Minoru TSUKADA (Dept. Inf. Commun. Eng., Tamagawa Univ.)
Dr. Masahiko FUJITA (Dept. Ind. Syst. Eng., Hosei Univ.)
Dr. Tsunehiro TAKEDA (Dept. Math. Inf. Phys., Univ. Tokyo)
Dr. Shinto EGUCHI (Inst. Statistic. Math.)
Dr. Shiro USUI (Dept. Inf. Comp. Sci. Toyohashi Univ. Technol.)
Dr. Toru OHIRA (Sony Comp. Sci. Lab., Inc.)
Dr. Sethu VIJAYAKUMAR (Dept. Comp. Sci. Neurosci. Prog., Univ. Southern Cal., USA)
Dr. Stefen SCHAAL (Dept. Comp. Sci. Neurosci. Prog., Univ. Southern Cal., USA)

Trainees

Mr. Jun TSUZURUGI (Grad. Sch. Inf. Sci., Nara Inst. Sci. Technol.)
Mr. Koji WADA (Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama Univ.)
Hideaki ITO (Sch. Eng., Univ. Tokyo)

誌 上 発 表 Publications

[雑誌]

(原著論文) *印は査読制度がある論文誌

Hori G., Inoue M., Nishimura S., and Nakahara H.: “Blind gene classification: An application of a signal separation method”, *Genome Inf.* **12**, 255–256 (2001). *

Amari S.: “Information geometry on hierarchy of probability distributions”, *IEEE Trans. Inf. Theory* **47**, 1701–1711 (2001). *

Nakao H., Mishiro T., and Yamada M.: “Visualization of correlation cascade in spatiotemporal chaos using wavelets”, *Int. J. Bifurcat. Chaos* **11**, 1483–1493 (2001). *

Nakahara H., Doya K., and Hikosaka O.: “Parallel cortico-basal ganglia mechanisms for acquisition and execution

of visuomotor sequences: A computational approach”, *J. Cognit. Neurosci.* **13**, 626–647 (2001). *

Amari S., Park H., and Ozeki T.: “Statistical inference in non-identifiable and singular statistical models”, *J. Korean Stat. Soc.* **30**, 179–192 (2001). *

Amari S., Ozeki T., and Park H.: “Generalization error and training error at singularities of multilayer perceptrons”, *Lect. Notes Comput. Sci.* **2084**, 325–332 (2001). *

Wu S., Nakahara H., and Amari S.: “Population coding with correlation and an unfaithful model”, *Neural Comput.* **13**, 775–797 (2001). *

Nakahara H., Wu S., and Amari S.: “Attention modulation of neural tuning through peak and base rate”, *Neural Comput.* **13**, 2031–2047 (2001). *

Chen T. and Amari S.: “New theorems on global convergence of some dynamical systems”, *Neural Networks* **14**, 251–255 (2001). *

Chen T. and Amari S.: “Unified stabilization approach to principal and minor components extraction algorithms”, *Neural Networks* **14**, 1377–1387 (2001). *

Chen T., Amari S., and Murata N.: “Sequential extraction of minor components”, *Neural Process. Lett.* **13**, 195–201 (2001). *

Zhang L., Amari S., and Cichocki A.: “Semiparametric model and superefficiency in blind deconvolution”, *Signal Process.* **81**, 2535–2553 (2001). *

Burnashev M. V., Amari S., and Han T.: “On some estimation problems with information constraints”, *Theory Probab. Its Appl.* **46**, 233–246 (2001). *

Takikawa Y., Kawagoe R., Ito H., Nakahara H., and Hikosaka O.: “Modulation of saccadic eye movements by predicted reward outcome”, *Exp. Brain Res.* **142**, 284–291 (2002). *

Amari S.: “Independent component analysis (ICA) and method of estimating functions”, *IEICE Trans. Fundam. Electron., Commun. Comput. Sci.* **85**, 540–547 (2002). *

Kawamura M. and Okada M.: “Transient dynamics for sequence processing neural networks”, *J. Phys. A* **35**, 253–266 (2002). *

Wu S. and Amari S.: “Conformal transformation of Kernel functions: A data-dependent way to improve support vector machine classifiers”, *Neural Process. Lett.* **15**, 59–67 (2002). *

Aonishi T. and Okada M.: “Multibranch entrainment and slow evolution among branches in coupled oscillators”, *Phys. Rev. Lett.* **88**, 024102-1–024102-4 (2002). *

甘利俊一: “独立成分解析”, *応用数理* **11**, 347–350 (2001). *

庄野逸, 和田浩司, 岡田真人: “画像修復のナイーブ平均場近似: 統計力学による解析”, *信学技報* **101**, No. 238, pp. 1–8 (2001).

松本有央, 岡田真人: “時間非対称ヘブ学習によるシナプス効率の自己調節のメカニズム”, *信学技報* **101**, No. 238,

- pp. 9–16 (2001).
- 綴木潤, 岡田真人: “空間的な相関を持つノイズ下での画像修復”, 信学技報 101, No. 432, pp. 29–36 (2001).
- 和田浩司, 岡田真人: “対数線形モデルを用いたスパイク解析手法の統計力学”, 信学技報 101, No. 534, pp. 43–50 (2001).
- 岡田真人, 平野あや, 上江洲達也: “側頭葉のアトラクターネットワークの双安定性”, 信学技報 101, No. 735, pp. 29–36 (2001).
- 甘利俊一: “Independent component analysis (ICA) and method of estimating functions”, 数理解析研究所講究録 1240, 1–20 (2001).
- 川村正樹, 岡田真人: “経路積分法による系列想起モデルの想起過程”, 電子情報通信学会論文誌 D-II 84, 2302–2311 (2001). *
- 仁科繁明, 岡田真人, 川人光男: “奥行補完の時空間特性”, 電子情報通信学会論文誌 D-II 84, 2312–2319 (2001). *
- 甘利俊一: “人工知能, 脳, 精神”, 脳と精神の医学 12, 13–16 (2001). *
- 和田浩司, 岡田真人, 倉田耕治: “局所的な分散表現を持つトポグラフィックマップ”, 信学技報 101, No. 735, pp. 37–44 (2002).
- 山名美智子, 岡田真人: “階層型連想記憶モデルにおける同期発火”, 信学技報 101, No. 735, pp. 205–211 (2002).
- 田中利幸, 水谷智, 岡田真人: “多段 CDMA マルチユーザー復調器に対する密度発展法”, 信学技報 101, No. 736, pp. 47–54 (2002).
- 青西亨, 岡田真人: “動的結合振動子: 動的相互作用による協力現象”, 信学技報 101, No. 736, pp. 119–126 (2002).
- 三好誠司, 岡田真人: “遅延と切断を有するニューラルネットワークによる連想記憶”, 電子情報通信学会論文誌 A 85, 124–133 (2002). *
- 臼井支朗, 甘利俊一: “ニューロインフォマティクス研究の動向と展望”, 脳の科学 24, 11–17 (2002). *
- (総説)
- 甘利俊一: “脳科学研究の動向と課題”, 21 世紀フォーラム 79, 34–43 (2001).
- 甘利俊一: “脳を創る: 脳型コンピュータの実現に向けて 脳を創るプロジェクト”, Comput. Today, No. 106, pp. 4–9 (2001).
- 甘利俊一: “神経回路網の数理”, 応用数理 11, 175–178 (2001).
- 林正人, 松本啓史: “量子系における統計的推測の最近の発展”, 応用数理 11, 223–244 (2001).
- 甘利俊一: “解説: 特集 適応・学習制御システムの新展開: 自然勾配学習法 学習空間の幾何学”, 計測と制御 40, 735–739 (2001).
- 甘利俊一, 有本卓, 岩垂好裕, 笠原正雄, 田崎三郎, 広田修: “シャノン理論の遺産と今後の展開”, 電子情報通信学会誌 84, 851–868 (2001).
- 岡田真人: “大脳皮質視覚野の情報表現を眺める”, 統計数理 49, 9–21 (2001).
- 松本有央, 岡田真人, 銅谷賢治, 川人光男: “局所回路間の振動位相変化による相互作用の制御”, 信学技報 101, No. 735, pp. 45–52 (2002).
- (その他)
- Hayashi M.: “Asymptotics of quantum relative entropy from a representation theoretical viewpoint”, J. Phys. A 34, 3413–3419 (2001).
- 朴慧暎, 甘利俊一, 尾関智子: “Generalization and training error of MLE at singularities of hierarchical learning models”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会講演論文集, pp. 40–41 (2001).
- [単行本・Proc.]
- (原著論文) *印は査読制度がある論文誌
- Amari S., Ikeda S., and Shimokawa H.: “Information geometry of α -projection in mean field approximation”, Advanced Mean Field Methods: Theory and Practice, edited by Oppor M. and Saad D., The MIT Press, Cambridge, pp. 241–257 (2001). *
- Cruces S., Cichocki A., and Amari S.: “The minimum entropy and cumulants based contrast functions for blind source extraction”, Bio-Inspired Applications of Connectionism: Proc. 6th Int. Work-Conf. on Artificial and Natural Networks (IWANN 2001), Granada, Spain, 2001–6, edited by Mira J. and Prieto A., Springer-Verlag, Berlin, pp. 786–793 (2001). *
- Zhang L., Amari S., and Cichocki A.: “Equi-convergence Algorithm for blind separation of source with arbitrary distributions”, Bio-Inspired Applications of Connectionism: Proc. 6th Int. Work-Conf. on Artificial and Natural Networks (IWANN 2001), Granada, Spain, 2001–6, edited by Mira J. and Prieto A., Springer-Verlag, Berlin, pp. 826–833 (2001). *
- Park H.: “Practical consideration on generalization property on natural gradient learning”, Connectionist Models of Neurons, Learning Processes, and Artificial Intelligence, Granada, Spain, 2001–6, Springer, Berlin, pp. 402–409 (2001). *
- Amari S., Ozeki T., and Park H.: “Singularities in learning models: Gaussian random field approach”, Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies (KES'2001) Part 2, Osaka, Nara, 2001–9, edited by Baba N., Jain L. C., and Howlett R. J., IOS Press, Amsterdam, pp. 1565–1569 (2001). *
- Ikeda S., Tanaka T., and Amari S.: “Belief propagation and turbo code: Information geometrical view”, Neural Information Processing ICONIP2001 Proc. Vol. 1, Shanghai, China, 2001–11, edited by Zhang L. and Gu F., Fudan University Press, Shanghai, pp. 41–46 (2001). *
- Chen T. and Amari S.: “Stability Analysis of Dynamic Systems in Neural Network”, Neural Information Processing ICONIP2001 Proc. Vol. 2, Shanghai, China, 2001–11, Fudan University Press, Shanghai, pp. 999–1005 (2001). *
- Choi S., Cichocki A., Zhang L., and Amari S.: “Approximate maximum likelihood source separation using the natural gradient”, Proc. 2001 IEEE 3rd Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications

(SPAWC'01), Taoyuan, Taiwan, 2001-3, pp. 235-238 (2001).

Georgiev P. G., Cichocki A., and Amari S.: "Nonlinear dynamical system generalizing the natural gradient algorithm", Proc. 2001 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2001), Zao, 2001-10 ~ 11, NOLTA2001, Zao, pp. 391-394 (2001).

Hori G., Inoue M., Nishimura S., and Nakahara H.: "Blind gene classification based on ICA of microarray data", Proc. 3rd Int. Conf. on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation, San Diego, USA, 2001-12, ICA, San Diego, pp. 332-336 (2001). *

Georgiev P. G., Cichocki A., and Amari S.: "On some extensions of the natural gradient algorithm", Proc. 3rd Int. Conf. on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation, San Diego, USA, 2001-12, ICA, San Diego, pp. 581-585 (2001). *

Cruces S., Cichocki A., and Amari S.: "Criteria for the simultaneous blind extraction of arbitrary groups of sources", Proc. 3rd Int. Conf. on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation, San Diego, USA, 2001-12, ICA, San Diego, pp. 740-745 (2001). *

Lee H., Jee T., Park H., and Lee Y.: "A hybrid approach to complexity optimization of neural networks", Proc. 8th Int. Conf. on Neural Information Processing, Shanghai, China, 2001-11, Fudan University Press, Shanghai, pp. 1455-1460 (2001). *

Amari S., Park H., and Ozeki T.: "Natural gradient learning in multilayer perceptrons", Proc. Joint Symp. for Advanced Science and Technology, Hatoyama, 2001-10, Tokyo Denki University, Tokyo, pp. 153-158 (2001). *

(総説)

Amari S.: "Forty Years of Perceptrons", Neural Information Processing ICONIP2001 Proc. Vol. 1, Shanghai, China, 2001-11, Fudan University Press, Shanghai, pp. 3-7 (2001).

(その他)

林正人, 長岡浩司: "一般情報源の仮説検定及び情報源固定長符号化での正しい確率の指数", 第24回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, 神戸, 2001-12, 情報理論とその応用学会, 神戸, pp. 493-496 (2001).

林正人, 松本啓史: "Universal distortion-free entanglement concentration achieving the optimal rate", 第24回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, 神戸, 2001-12, 情報理論とその応用学会, 神戸, pp. 497-500 (2001).

林正人: "量子一般情報源における量子仮説検定", 第24回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, 神戸, 2001-12, 情報理論とその応用学会, 神戸, pp. 591-594 (2001).

小川朋宏, 林正人: "A new proof of the direct part of Stein's lemma in quantum hypothesis testing", 第24回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, 神戸, 2001-12, 情報理論とその応用学会, 神戸, pp. 595-598 (2001).

林正人: "量子仮説検定における漸近的に最適な測定", 第4回情報理論の学習理論ワークショップ予稿集, 東京, 2001-7 ~ 8, NEC メディアプロダクツ, 東京, pp. 59-64 (2001).

林正人: "量子純粋状態の情報源符号化の指数評価", 第5回量子情報技術研究会資料, 厚木, 2001-9, 量子情報技術制限研究専門委員会, 厚木, pp. 183-188 (2001).

林正人, 松本啓史: "能動学習での二種類の大偏差型の限界", 日本神経回路学会第11回全国大会講演論文集, 奈良, 2001-9, 日本神経回路学会, 奈良, pp. 42-43 (2001).

青西亨, 岡田真人: "抑制性結合による神経集団の同期現象", 日本神経回路学会第11回全国大会講演論文集, 奈良, 2001-9, 日本神経回路学会, 奈良, pp. 91-92 (2001).

酒井裕, 中原裕之, 甘利俊一: "順方向性神経回路網を安定に伝搬する多様なスパイク相関", 日本神経回路学会第11回全国大会講演論文集, 奈良, 2001-9, 日本神経回路学会, 奈良, pp. 175-176 (2001).

林正人: "量子系での統計的推測", 電子情報通信学会2002年総合大会講演論文集, 東京, 2002-3, 電子情報通信学会, 東京, pp. 285-286 (2002).

口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

Ioannides A. A., Cichocki A., Amari S., Jahn O., Boers F., and Liu L.: "Identification and elimination of artifacts from MEG signals using extended independent component analysis", 11th Int. Conf. on Biomagnetism (BIOMAG98), Sendai, Aug.-Sept. (1998).

Nakao H.: "Visualization of correlation cascade in spatio-temporal chaos using wavelets", 6th SIAM Conf. on Applications of Dynamical Systems, (SIAM Society for Industrial and Applied Mathematics), Snowbird, USA, May (2001).

Zhang L., Amari S., and Cichocki A.: "Equi-convergence algorithm for blind separation of sources with arbitrary distributions", 6th Int. Work-Conference on Artificial and Natural Neural Networks (IWANN 2001), (UNED and others), Granada, Spain, June (2001).

Amari S., Ozeki T., and Park H.: "Generalization error and training error at singularities of multilayer perceptrons", 6th Int. Work-Conference on Artificial and Natural Neural Networks (IWANN 2001), (UNED and others), Granada, Spain, June (2001).

Park H.: "Practical consideration on generalization property of natural gradient learning", 6th Int. Work-Conference on Artificial and Natural Neural Networks (IWANN 2001), (UNED and others), Granada, Spain, June (2001).

Cruces-Alvarez A. S., Cichocki A., and Amari S.: "The minimum entropy and cumulants based contrast functions for blind source extraction", 6th Int. Work-Conference on Artificial and Natural Neural Networks (IWANN 2001), (UNED and others), Granada, Spain, June (2001).

Amari S.: "Information geometry and inference principles", Dagstuhl Seminar 01301 Inference Principles and Model Selection, Bonn, Germany, July (2001).

Amari S.: "TLS and its improvements by semiparametric approach", 3rd Int. Workshop on TLS and Errors-in-

- Variables Modeling, Leuven, Belgium, Aug. (2001).
- Amari S.: “Information geometry of multilayer neural networks”, 2001 IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing, Falmouth, USA, Sept. (2001).
- Amari S.: “Natural gradient works efficiently in learning”, 5th Int. Conf. on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies (KES’2001), Osaka and Nara, Sept. (2001).
- Amari S., Ozeki T., and Park H.: “Singularities in learning models: Gaussian random field approach”, 5th Int. Conf. on Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies (KES’2001), Osaka and Nara, Sept. (2001).
- Hayashi M. and Ogawa T.: “A new proof of the direct part of quantum Stein’s lemma”, ERATO Workshop on Quantum Information Science (EQIS’01), (Quantum Computation and Information Project, ERATO, JST), Tokyo, Sept. (2001).
- Tsuda Y., Matsumoto K., and Hayashi M.: “Disturbance of operation in quantum estimation for noised coherent light”, ERATO Workshop on Quantum Information Science (EQIS’01), (Quantum Computation and Information Project, ERATO, JST), Tokyo, Sept. (2001).
- Hayashi M.: “Optimal sequence of POVMs in the sense of Stein’s lemma in quantum hypothesis testing”, ERATO Workshop on Quantum Information Science (EQIS’01), (Quantum Computation and Information Project, ERATO, JST), Tokyo, Sept. (2001).
- Hayashi M. and Matsumoto K.: “Universal concentration, universal teleportation and universal dense coding”, ERATO Workshop on Quantum Information Science (EQIS’01), (Quantum Computation and Information Project, ERATO, JST), Tokyo, Sept. (2001).
- Hayashi M. and Matsumoto K.: “Variable length universal entanglement concentration by local operations and its application”, Japan-Italy Joint Forum Sendai Workshop on Quantum Probability and Mathematics of Information, (Graduate School of Information Sciences, Tohoku University), Sendai, Sept. (2001).
- Nakahara H.: “Information-geometric measure to analyze neural firing”, 6th Tamagawa Dynamic Brain Forum (DBF-2001), Breisach, Germany, Sept. (2001).
- Amari S.: “Independent component analysis: New developments”, 2001 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2001), Zao, Oct.–Nov. (2001).
- Georgiev P. G., Cichocki A., and Amari S.: “Nonlinear dynamical system generalizing the natural gradient algorithm”, 2001 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2001), Zao, Oct.–Nov. (2001).
- Ikeda S., Tanaka T., and Amari S.: “Belief Propagation and turbo code: Information geometrical view”, 8th Int. Conf. on Neural Information Processing (ICONIP-2001), Shanghai, China, Nov. (2001).
- Amari S.: “Forty years of perceptrons”, 8th Int. Conf. on Neural Information Processing (ICONIP-2001), Shanghai, China, Nov. (2001).
- Amari S.: “Neuroinformatics database”, 8th Int. Conf. on Neural Information Processing (ICONIP-2001), Shanghai, China, Nov. (2001).
- Chen T. and Amari S.: “Stability analysis of dynamic system in neural networks”, 8th Int. Conf. on Neural Information Processing (ICONIP-2001), Shanghai, China, Nov. (2001).
- Amari S.: “How the brain solves singularities in population coding”, China-Japan-Korea Joint Workshop on Neurobiology and Neuroinformatics (NBNI-2001), Hangzhou, China, Nov. (2001).
- Amari S., Park H., and Ozeki T.: “Natural gradient learning in multilayer perceptrons”, Joint Symp. for Advanced Science and Technology (JSAST), (Tokyo Denki University), Hatoyama, Nov. (2001).
- Amari S., Park H., and Ozeki T.: “Geometrical singularities in the neuromanifold of multilayer perceptrons”, Neural Information Processing Systems (NIPS2001), Vancouver, Canada, Dec. (2001).
- Nakahara H. and Amari S.: “Information-geometric decomposition in spike analysis”, Neural Information Processing Systems (NIPS2001), Vancouver, Canada, Dec. (2001).
- Matsumoto N. and Okada M.: “Self-regulation mechanism of temporally asymmetric hebbian plasticity”, Neural Information Processing Systems (NIPS2001), Vancouver, Canada, Dec. (2001).
- (国内会議)
- 中尾裕也: “時空カオスにおける相関カスケードのウェーブレット解析”, 基礎研究会「非平衡系の新局面: 運動, 機能, 構造」, (京都大学基礎物理学研究所), 京都, 6月 (2001).
- 甘利俊一: “独立成分解析とその発展-1”, 短期共同「確率数値解析に於ける諸問題」, (京都大学数理解析研究所), 京都, 7月 (2001).
- 甘利俊一: “独立成分解析とその発展-2”, 短期共同「確率数値解析に於ける諸問題」, (京都大学数理解析研究所), 京都, 7月 (2001).
- 甘利俊一: “独立成分解析とその発展-3”, 短期共同「確率数値解析に於ける諸問題」, (京都大学数理解析研究所), 京都, 7月 (2001).
- 庄野逸, 和田浩司, 岡田真人: “画像修復のナイーブ平均場近似: 統計力学による解析”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 奈良, 7月 (2001).
- 松本有央, 岡田真人: “時間非対称へブ学習によるシナプス効率の自己調節のメカニズム”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 奈良, 7月 (2001).
- 甘利俊一, 尾関智子, 朴慧暎: “特異構造を持つ確率モデルにおけるベイズ予測分布の汎化誤差”, 第4回「情報論的学習理論ワークショップ」, (電子情報通信学会, 情報論的学習理論時限研究専門委員会), 東京, 7-8月 (2001).
- 池田思朗, 田中利幸, 甘利俊一: “ターボ符号の情報幾何”, 第4回「情報論的学習理論ワークショップ」, (電子情報通信学会, 情報論的学習理論時限研究専門委員会), 東京, 7-8月 (2001).

- 林正人: “量子仮説検定における漸近的に最適な測定”, 第 4 回情報論的学習理論ワークショップ, (電子情報通信学会, 情報論的学習理論時限研究専門委員会), 東京, 7-8 月 (2001).
- 朴慧暎, 甘利俊一, 尾関智子: “Generalization and training error of MLE at singularities of hierarchical learning models”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会, 奈良, 9 月 (2001).
- 青西亨, 岡田真人: “抑制性結合による神経集団の同期現象”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会, 奈良, 9 月 (2001).
- 林正人, 松本啓史: “能動学習での二種類の大偏差型の限界”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会, 奈良, 9 月 (2001).
- 酒井裕, 中原裕之, 甘利俊一: “順方向性神経回路網を安定に伝搬する多様なスパイク相関”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会, 奈良, 9 月 (2001).
- 中尾裕也: “大域結合位相振動子系による集団情報表現”, 日本神経回路学会第 11 回全国大会, 奈良, 9 月 (2001).
- 綴木潤, 岡田真人: “空間的な相関を持つノイズ下での画像修復”, 日本物理学会 2001 年秋季大会, 徳島, 9 月 (2001).
- 中尾裕也: “大域結合位相振動子系による集団情報表現”, 日本物理学会 2001 年秋季大会, 徳島, 9 月 (2001).
- 川村正樹, 岡田真人: “非単調系列連想記憶モデルのカオス現象の解析”, 日本物理学会 2001 年秋季大会, 徳島, 9 月 (2001).
- 松本有央, 岡田真人, 銅谷賢治, 菅生康子, 山根茂, 河野憲二: “サル側頭葉顔細胞集団の混合正規分布解析によるクラスタリング”, 第 24 回日本神経科学・第 44 回日本神経化学合同大会 (Neuro2001), 京都, 9 月 (2001).
- 中原裕之, 甘利俊一, 龍野正実, 姜時友, 小林景: “情報幾何学によるスパイク統計解析”, 第 24 回日本神経科学・第 44 回日本神経化学合同大会 (Neuro2001), 京都, 9 月 (2001).
- Park H., 甘利俊一, 尾関智子: “特異モデルと情報幾何学”, 三重大学セミナー「特異モデルの学習理論」, 津, 9 月 (2001).
- 甘利俊一: “自然勾配学習法とその応用”, 2001 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 調布, 9 月 (2001).
- 甘利俊一: “21 世紀の脳科学: 脳型情報処理と数学理論”, 第 17 回ファジィシステムシンポジウム, 船橋, 9 月 (2001).
- 甘利俊一: “独立成分解析について”, 平成 13 年度統計数理研究所研究会「逆問題とその周辺」, 東京, 9 月 (2001).
- 甘利俊一: “神経多様体の情報幾何”, 日本応用数学会 2001 年度年会, 福岡, 10 月 (2001).
- 林正人: “量子ガウス状態族の推定”, 日本数学会 2001 年秋季総合分科会, 福岡, 10 月 (2001).
- 林正人: “量子純粋状態の情報源符号化の指数評価”, 第 5 回量子情報技術研究会, 厚木, 11 月 (2001).
- 綴木潤, 岡田真人: “空間的な相関を持つノイズ下での画像修復”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 福岡, 11 月 (2001).
- 中原裕之: “報酬と皮質基底核眼球運動ループ”, 文科省科研費特定領域研究 (C) 公開シンポジウム「大脳皮質-大脳基底核連関と運動制御」, 東京, 12 月 (2001).
- 小川朋宏, 林正人: “A new proof of the direct part of Stein's lemma in quantum hypothesis testing”, 第 24 回情報理論とその応用シンポジウム, 神戸, 12 月 (2001).
- 林正人, 長岡浩司: “一般情報源の仮説検定及び情報源固定長符号化での正しい確率の指数”, 第 24 回情報理論とその応用シンポジウム, 神戸, 12 月 (2001).
- 林正人: “量子一般情報源における量子仮説検定”, 第 24 回情報理論とその応用シンポジウム, 神戸, 12 月 (2001).
- 林正人, 松本啓史: “Universal distortion-free entanglement concentration achieving the optimal rate”, 第 24 回情報理論とその応用シンポジウム, 神戸, 12 月 (2001).
- 原一之, 岡田真人: “マージンを用いた単純パーセプトロン学習法とダイナミクスの解析”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, (電子情報通信学会), 名古屋, 12 月 (2001).
- 和田浩司, 岡田真人: “対数線形モデルを用いたスパイク解析手法の統計力学”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 名古屋, 12 月 (2001).
- 甘利俊一, 朴慧暎, 尾関智子: “Generalization error and training error in some simple singular statistical models”, ワークショップ「統計推測の理論とその応用: 幾何学的方法と特異モデル」, (統計数理研究所), 東京, 1 月 (2002).
- 岡田真人: “大脳皮質視覚野の情報表現を眺める”, 統計数理研究所研究会「地図を描く・風景を眺める主成分分析・多次元尺度法とその周辺」, 東京, 2 月 (2002).
- 青西亨, 岡田真人: “動的結合振動子: 動的相互作用による協力現象”, 日本物理学会第 57 回年次大会, 滋賀県草津, 3 月 (2002).
- 平野あや, 岡田真人, 上江達也: “相関アトラクタと Hopfield アトラクタが共存する系のダイナミクス”, 日本物理学会第 57 回年次大会, 滋賀県草津, 3 月 (2002).
- 林正人: “量子系での統計的推測”, 電子情報通信学会 2002 年総合大会, 東京, 3 月 (2002).
- 宮脇陽一, 岡田真人: “A network model of perceptual suppression induced by transcranial magnetic stimulation”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 三村和史, 岡田真人: “シナプス過剰生成後の刈り込みによるシナプス効率増加の解析”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 岡田真人, 平野あや, 上江達也: “側頭葉のアトラクターネットワークの双安定性”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 田中利幸, 水谷智, 岡田真人: “多段 CDMA マルチユーザー復調器に対する密度発展法”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 青西亨, 岡田真人: “動的結合振動子: 動的相互作用による協力現象”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 龍野正実, 岡田真人: “Estimation of neural mechanism by information-geometric measure and correlation function”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 和田浩司, 岡田真人, 倉田耕治: “局所的な分散表現を持つトポグラフィックマップ”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3 月 (2002).
- 山名美智子, 岡田真人: “階層型連想記憶モデルにおける同

期発火”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3月(2002).
松本有央, 岡田真人, 銅谷賢治, 川人光男: “局所回路間の

振動位相変化による相互作用の制御”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 町田, 3月(2002).