

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ッ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，岡田，中原，尾関）

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、さらにバイオインフォー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た。さらに、特異点を持つ学習機械のオンライン学習の理論を構築し、これを神経集団符号化の特異構造に拡張した。

2. 各部分システムの情報原理の解明（甘利，岡田，中原，尾関，Hatchett，濱口，増田）

(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、学習のダイナミックスなどを、情報幾何と統計物理学の手法および情報のダイナミックスを用いて明らかにしてきた。

(2) 強化学習と大脳基底核

大脳基底核では、ドーパミンを予測誤差信号として用いる強化学習が実行されるという仮説が提唱されている。これを実証するため、マルコフ連鎖を用いたパラダイムを考案し、理論と生理実験により強化学習の仕組みを調べた。これにより文脈に依存した学習の可能性が示された。

(3) 認知系、記憶系、運動系における情報原理

(a) 情報表現とその獲得

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ッ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。これまでのV1野などの初期視覚野に限られていた自己組織化モデルを高次視覚野に拡張した。高次視覚野では分散表現が獲得されている可能性があり、そのような分散表現を自己組織化するモデルを構築することに成功した。モデルは実験で得られたニューロン発火の相関関数をよく説明した。ポピュレーション符号化では、神経場における雑音の分布をFokker-Plank方程式により求め、ある条件でこれが迅速な情報処理に寄

与することを示した。

(b) 時間非対称ヘブ則を含む学習アルゴリズム

シナプス可塑性はシナプス前ニューロンと後ニューロンの発火タイミングに強く依存することが知られている。時間非対称ヘブ則は、これまで主にフィードフォワード型のモデルで議論されていたが、再帰結合を持つモデルに関して、その機能を探った。昨年度の成果に続き、局在結合フィードフォワード回路システムにおける同期とヘブ則の関係を明らかにした。

(c) 拡散ノイズを利用した神経発火の動特性

神経集団が外部からの刺激に応答するときに、ノイズを利用して素速い動作ができることを、拡散方程式系を用いて数理的に明らかにした。

(d) 速いシナプス減弱を用いた情報処理

これまでシナプスの変化はニューロンの応答に比べて十分遅いとされていたが、近年、数十 msec オーダでシナプス強度が変化することが知られている。この現象の神経情報処理に関する機能的な意味を探るために、再起結合を持つアトラクターネットワークを議論した。その結果、速いシナプス減弱はアトラクターの引込み領域を大きくすることを示した。

(e) 同期発火の数理メカニズムとスパイク解析、情報の時空間表現

共通入力とメキシカンハット形の結合を持つフィードフォワード型神経回路モデルを理論的に議論し、スパイクの高次相関を生む数理的なメカニズムをつきとめることに成功したが、さらにその安定性の解析にも成功した。

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，中原，尾関）

(1) 脳情報の解析手法の開発

脳情報の時空間表現、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、それを神経科学に应用する手法を提案し、さらに発展させた。

(2) 脳型学習認識機械の開発

多層パーセプトロン、サポートベクトル機械、ボルツマン機械などの統計学習モデルを発展させた。特に、特異多

様体として学習モデルを詳細に解析し、特異集合の近傍でのダイナミクスを陽に解き、これがミルナー型アトラクターであることを示した。

The target of the laboratory is to establish a new type of information science by establishing mathematical foundations of neurocomputing. This is an important and indispensable step toward understanding how the brain works. This is also a necessary step toward creating brain-style information technology at the same time.

1. Information geometry of neuromanifolds

Information geometry has been applied to pattern recognition and classification of engineering and bioinformatics problems.

2. Information principles in various subsystems

(1) Information principles in learning systems

We have succeeded in obtaining results regarding the learning algorithms, their efficiencies, generalization abilities, accuracies, stabilities and dynamical properties using information geometry and statistical-mechanical methods.

(2) Reinforcement learning and dopamine neurons in the basal ganglia

(3) Information principles in learning systems.

(a) Information representation and self-organization We further extended the self-organization models to the higher visual areas in which the distributed information representation is considered to be utilized.

(b) Temporally Asymmetric Hebbian (TAH) learning and fast synaptic depression We studied the TAH for recurrent neural network models and explored functional meaning of the fast synaptic depression.

(c) Neural Dynamics and Spatio-Temporal Information in Representation

3. Engineering realization of higher brain functioning and mathematical analysis of brain data

We have elucidated the algebraic-geometrical singularities existing in hierarchical systems such as multiplayer perceptrons. The singularities strongly affect the dynamics of learning, and we have obtained a universal structure given rise to singularities.

Staff

Laboratory Head

Dr. Shun-ichi AMARI

Deputy Laboratory Head

Dr. Masato OKADA

Research Scientists

Dr. Kosuke HAMAGUCHI

Dr. Jonathan HATCHETT

Dr. Hiroyuki NAKAHARA

Dr. Tomoko OZEKI

Technical Staff I

Mr. Florent COUSSEAU

Assistants

Ms. Emi NAMIOKA

Special Postdoctoral Researchers

Dr. Naoki MASUDA

Contract Researchers

Dr. Sei SUZUKI

Outside Collaborators

Dr. Yoichi MIYAWAKI (PRESTO, JST)

Dr. Toshiaki OMORI (PRESTO, JST)

Visiting Scientists

Dr. Toru AONISHI (Dept. Comput. Intell. Syst. Sci., Interdiscip. Grad. Sch. Sci. Eng., Tokyo Inst. Technol.)

Dr. Shinto EGUCHI (Inst. Stat. Math.)

Dr. Masahiko FUJITA (Dept. Industr. Syst. Eng., Fac. Eng., Hosei Univ.)

Dr. Masato INOUE (Dept. Comput. Intell. Syst. Sci., Interdiscip. Grad. Sch. Sci. Eng., Tokyo Inst. Technol.)

Dr. Narihisa MATSUMOTO (AIST)

Dr. Noboru MURATA (Dept. Electr., Electron., Comput. Eng., Waseda Univ.)

Dr. Toru OHIRA (Sony Comput. Sci. Lab., Inc.)

Dr. Tsunehiro TAKEDA (Dept. Math. Inform. Phys., Univ. Tokyo)

Dr. Masami TATSUNO (ARL Div. Neural Syst., Mem. Aging, Univ. Arizona, USA)

Dr. Minoru TSUKADA (Dept. Inform. Commun. Eng., Fac. Eng., Tamagawa Univ.)

Trainees

Mr. Keiji MIURA (Dept. Phys., Grad. Sch. Sci., Kyoto Univ.)

誌 上 発 表 Publications

[雑誌]

(原著論文) *印は査読制度がある論文

Amari S. and Burnashev M. V.: "On some singularities in parameter estimation problems", *Probl. Inf. Transm.* **39**, No. 4, pp. 352–372 (2003). *

Masuda N. and Konno N.: "Subcritical behavior in the alternating supercritical Domany-Kinzel dynamics", *Eur. Phys. J. B* **40**, 313–319 (2004). *

Ikeda S., Tanaka T., and Amari S.: "Information geometry of turbo and low-density parity-check codes", *IEEE Trans. Inf. Theory* **50**, 1097–1114 (2004). *

Zhang L., Cichocki A., and Amari S.: "Self-adaptive blind source separation based on activation functions adaptation", *IEEE Trans. Neural Networks* **15**, 233–244 (2004).

*

- Cruces-Alvarez S. A., Cichocki A., and Amari S.: “From blind signal extraction to blind instantaneous signal separation: criteria, algorithms and stability”, *IEEE Trans. Neural Networks* **15**, 859–873 (2004). *
- Zhang L., Cichocki A., and Amari S.: “Multichannel blind deconvolution of nonminimum-phase systems using filter decomposition”, *IEEE Trans. Signal Process.* **52**, 1430–1442 (2004). *
- Inoue M., Nishimura S., Hori G., Nakahara H., Saito M., Yoshihara Y., and Amari S.: “Improved parameter estimation for variance-stabilizing transformation of gene-expression microarray data”, *J. Bioinf. Comput. Biol.* **2**, 669–679 (2004). *
- Omori T. and Horiguchi T.: “Dynamical state transition by neuromodulation due to acetylcholine in neural network model for oscillatory phenomena in thalamus”, *J. Phys. Soc. Jpn.* **73**, 3489–3494 (2004). *
- Li Y., Cichocki A., and Amari S.: “Analysis of sparse representation and blind source separation”, *Neural Comput.* **16**, 1193–1234 (2004). *
- Ikeda S., Tanaka T., and Amari S.: “Stochastic reasoning, free energy, and information geometry”, *Neural Comput.* **16**, 1779–1810 (2004). *
- Wu S., Amari S., and Nakahara H.: “Information processing in a neuron ensemble with the multiplicative correlation structure”, *Neural Networks* **17**, 205–214 (2004). *
- Inoue M., Park H., and Okada M.: “Dynamics of the adaptive natural gradient descent method for soft committee machines”, *Phys. Rev. E* **69**, 056120-1–056120-14 (2004). *
- Masuda N. and Konno N.: “Return times of random walk on generalized random graphs”, *Phys. Rev. E* **69**, 066113-1–066113-7 (2004). *
- Masuda N., Miwa H., and Konno N.: “Analysis of scale-free networks based on a threshold graph with intrinsic vertex weights”, *Phys. Rev. E* **70**, 036124-1–036124-9 (2004). *
- 池田思朗, 田中利幸, 甘利俊一: “確率伝搬法の情報幾何: 符号理論, 統計物理, 人工知能の接点”, *応用数理* **14**, 236–247 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: “Neural mechanism of transcranial magnetic stimulation: spike inhibition in a recurrent cortical network”, *信学技報*, No. NC2004-10 (2004-05), pp. 55–60 (2004).
- 濱口航介, 岡田真人, 久保田繁, 合原一幸: “共通ノイズによる局在興奮の確率共振”, *信学技報*, No. NC2004-18 (2004-06), pp. 37–42 (2004).
- 大森敏明, 堀口剛: “視床系の振動現象に対する 3 層ニューラルネットワークモデルにおけるアセチルコリンの効果”, *信学技報*, No. NC2004-19 (2004-06), pp. 43–48 (2004).
- Fredrik B., 中原裕之, 銅谷賢治, 彦坂興秀: “Efficient learning of real-time motor skills by parallel policies”, *信学技報*, No. NC2004-32 (2004-06), pp. 23–28 (2004).
- 大森敏明, 青西亨, 宮川博義, 井上雅司, 岡田真人: “海馬 CA1 錐体細胞の膜抵抗分布の推定”, *信学技報*, No. NLP2004-68, NC2004-84(2004-11), pp. 7–12 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: “経頭蓋磁気刺激のモデル: 皮質回路網でのスパイク抑制機構”, *生体医工学* **42**, Suppl.1, p. 720 (2004). *
- 濱口航介, 岡田真人, 山名美智子, 合原一幸: “メキシカンハット型結合を持つ Synfire Chain の理論”, *電子情報通信学会論文誌 D-II* **87**, 1689–1696 (2004). *
- (総説)
- 甘利俊一: “講座 情報幾何とその応用 I: 情報幾何とは何か (入門編)”, *システム/制御/情報* **48**, 227–235 (2004).
- 甘利俊一: “情報幾何とその応用 II: 凸解析と双対平坦空間”, *システム/制御/情報* **48**, 340–347 (2004).
- 甘利俊一: “講座 情報幾何とその応用 III: 統計的推論の情報幾何”, *システム/制御/情報* **48**, 428–436 (2004).
- 甘利俊一: “情報幾何とその応用 IV: 時系列と線形システムの情報幾何”, *システム/制御/情報* **48**, 510–518 (2004).
- 甘利俊一: “統計科学の新展開”, *数理科学*, No. 489, pp. 5–7 (2004).
- 甘利俊一: “独立成分分析”, *生体の科学* **55**, 504–505 (2004).
- 甘利俊一: “脳科学からバイオインフォマティクスを見る”, *蛋白質 核酸 酵素* **49**, 1226–1230 (2004).
- 甘利俊一: “総論: 人と機械はどのように見分け, 聞き分けるのか”, *電子情報通信学会誌* **87**, 164–167 (2004).
- 池田思朗, 田中利幸, 甘利俊一: “情報幾何学に基づく確率伝搬法の解析”, *統計数理* **52**, 393–405 (2004).
- 甘利俊一: “情報幾何とその応用 V: ボルツマン機械と EM アルゴリズム”, *システム/制御/情報* **49**, 64–69 (2005).
- 甘利俊一: “脳科学から見たロボティクス”, *学術月報* **58**, 89–91 (2005).
- 甘利俊一: “脳の数学理論はできるのか”, *数理科学*, No. 501, pp. 5–9 (2005).
- 中原裕之: “集団符号化, スパイク解析, 情報幾何”, *数理科学*, No. 501, pp. 32–38 (2005).
- 中原裕之: “報酬系としてのドーパミン神経細胞と強化学習”, *生体の科学* **56**, 17–25 (2005).
- 渡辺澄夫, 福水健次, 萩原克幸, 甘利俊一: “特異モデルの学習理論”, *電子情報通信学会論文誌 D-II* **88**, 159–169 (2005).
- (その他)
- 甘利俊一: “会長に就任して: 雑感”, *電子情報通信学会誌* **87**, 565–569 (2004).
- [単行本・Proc.]
- (原著論文) *印は査読制度がある論文
- Zhang L., Amari S., and Cichocki A.: “Semiparametric approach to multichannel blind deconvolution of non-minimum phase systems”, *Advances in Neural Information Processing Systems 12*, Denver, USA, 1999–11–12, MIT Press, Cambridge, pp. 363–369 (2000). *
- Murayama T.: “Statistical mechanics of data compression theorem”, *Proc. 2002 IEEE Int. Symp. on Information Theory*, Lausanne, Switzerland, 2002–6–7, IEEE Information Theory Society, Piscataway, p. 254 (2002). *
- Li Y., Cichocki A., Amari S., Shishkin S., Cao J., and Gu F.: “Sparse representation and its applications in blind

source separation”, *Advances in Neural Information Processing Systems 16* (Proc. 2003 Conf. (NIPS 2003)), Vancouver and Whistler, Canada, 2003–12, edited by Thrun S., Saul L. K., and Scholkopf B., The MIT Press, Cambridge, pp. 241–248 (2004). *

Miyawaki Y. and Okada M.: “Mechanism of neural interference by transcranial magnetic stimulation: network or single neuron?”, *Advances in Neural Information Processing Systems 16* (Proc. 2003 Conf. (NIPS 2003)), Vancouver, Canada, 2003–12, The MIT Press, Cambridge, pp. 1295–1302 (2004). *

Cichocki A., Li Y., Georgiev P. G., and Amari S.: “Beyond ICA: Robust sparse signal representations”, *Proc. 2004 IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems (ISCAS2004)* (CD-ROM), Vancouver, Canada, 2004–5, IEEE, Piscataway, pp. V-684–V-687 (2004). *

Amari S., Park H., and Ozeki T.: “Geometry of learning in multilayer perceptrons”, *Proc. Computational Statistics*, Prague, Czech, 2004–8, edited by Antoch J., Physica-Verlag, Heidelberg, pp. 49–60 (2004).

村山立人, 岡田真人: 第 5 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2002) 予稿集, 富士吉田, 2002–9, 電子情報通信学会, 東京, pp. 95–100 (2002). *

成瀬康, 眞溪歩, 宮脇陽一, 早川友恵, 藤巻則夫: “視覚的言語課題時及び光刺激時における視覚誘発反応の発生機序に関する考察”, 第 19 回生体・生理工学シンポジウム論文集, 四條畷, 2004–11, 計測自動制御学会 生体・生理工学部会, 東京, pp. 227–228 (2004). *

井上真郷, 福島孝治, 岡田真人, 樺島祥介: “Sourlas 符号の PCA による解析 2”, 第 7 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2004) 予稿集, 東京, 2004–11, 2004 年情報論的学習理論ワークショップ実行委員会, 東京, pp. 152–157 (2004). *

大森敏明, 青西亨, 宮川博義, 井上雅司, 岡田真人: “海馬 CA1 錐体細胞の膜抵抗分布の推定”, 日本神経回路学会第 14 回全国大会講演論文集, 京都, 2004–9, 日本神経回路学会, 京都, pp. 140–141 (2004).

宮脇陽一, 岡田真人: “経頭蓋磁気刺激によるスパイク抑制のメカニズム”, 日本神経回路学会第 14 回全国大会講演論文集, 京都, 2004–9, 日本神経回路学会, 京都, pp. 202–203 (2004). *

(総 説)

甘利俊一: “数理学に託す夢”, 数学のたのしみ 2004 夏, 上野健爾, 砂田利一, 新井仁之 (編), 日本評論社, 東京, pp. 14–23 (2004).

(その他)

甘利俊一: “脳を創る: 脳の数学は可能か”, 脳はここまで解明された: 内なる宇宙の神秘に挑む, ウェッジ, 東京, pp. 85–90 (2004).

口 頭 発 表 Oral Presentations

(国際会議等)

Miyawaki Y. and Okada M.: “A network model of perceptual suppression induced by transcranial magnetic stimulation”, 2002 Workshop on Neuromorphic Engineering,

Telluride, USA, June–July (2002).

Miyawaki Y. and Okada M.: “A network model of inhibitory effect induced by transcranial magnetic stimulation”, 11th Ann. Computational Neuroscience Meet. (CNS2002), Chicago, USA, July (2002).

Amari S.: “Information geometry of multilayer perceptron”, *Int. Symp. on Bio-Inspired Systems (ISBS2004)*, Part IV: BrainIT2004, (Kyushu Institute of Technology and others), Kitakyushu, Mar. (2004).

Amari S.: “How singularity affects learning and decision in neural networks”, *Mathematical Neuroscience Workshops 2004*, (The Mathematical Sciences Research Institute (MSRI)), Berkeley, USA, Mar. (2004).

Cichocki A., Li Y., Georgiev P. G., and Amari S.: “Beyond ICA: Robust sparse signal representations”, 2004 IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems (ISCAS2004), Vancouver, Canada, May (2004).

Miyawaki Y.: “Signal model of latency delay in visual evoked potential by binocular disparity”, 4th Ann. Meet. of Vision Sciences Soc. (VSS 2004), Sarasota, USA, May (2004).

Nakamura W., Anami K., Mori T., Saitoh O., Cichocki A., and Amari S.: “Removing ballistocardiogram artifact from EEG data recorded simultaneously with fMRI data by independent component analysis”, 10th Ann. Meet. of the Organization for Human Brain Mapping, Budapest, Hungary, June (2004).

Masuda N., Miwa H., and Konno N.: “Emergence of power law in dynamical thresholding network models with intrinsic vertex weights”, *Int. Conf. on Statistical Physics (Statphys Kolkata V)*, Kolkata, India, June–July (2004).

Masuda N. and Aihara K.: “Encoding multiple temporal waveforms by neural population with spike-time-dependent plasticity”, 13th Ann. Computational Neuroscience Meet. (CNS2004), Baltimore, USA, July (2004).

Miyawaki Y. and Okada M.: “Mechanisms of spike inhibition in a cortical network induced by transcranial magnetic stimulation”, 13th Ann. Computational Neuroscience Meet. (CNS2004), Baltimore, USA, July (2004).

Hamaguchi K., Kubota S., Okada M., and Aihara K.: “Stochastic resonance of working memory induced by common noise”, 13th Ann. Computational Neuroscience Meet. (CNS2004), Baltimore, USA, July (2004).

Usui S. and Amari S.: “Japanese neuroinformatics project in vision and RIKEN Brain Science Institute”, *Int. Joint Conf. on Neural Networks (IJCNN 2004)/ IEEE Int. Conf. on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE 2004)*, Budapest, Hungary, July (2004).

Inoue M., Hukushima K., and Okada M.: “A PCA approach to Sourlas code analysis”, *Statistical Physics of Disordered Systems and Its Applications (SPDSA2004)*, Hayama, July (2004).

Park H., Inoue M., and Okada M.: “Slow dynamics due to singularities of hierarchical learning machines”, *Statistical Physics of Disordered Systems and Its Applications*

- (SPDSA2004), Hayama, July (2004).
- Naruse Y., Matani A., Miyawaki Y., Hayakawa T., and Fujimaki N.: "The analysis of phase-sorted single trials at peak alpha frequency", 14th Int. Conf. on Biomagnetism (BIOMAG 2004), Boston, USA, Aug. (2004).
- Park H., Inoue M., and Okada M.: "Learning dynamics of neural networks with singularity - standard gradient vs. natural gradient", 8th Pacific Rim Int. Conf. on Artificial Intelligence (PRICAI 2004), Auckland, New Zealand, Aug. (2004).
- Amari S., Park H., and Ozeki T.: "Geometry of learning in multilayer perceptrons", COMPSTAT 2004, 16th Symp. of IASC, Prague, Czech, Aug. (2004).
- Masuda N. and Aihara K.: "Band-pass filtering properties of interspike interval encoding with Morris-Lecar neurons", Brazilian Symp. on Artificial Neural Networks (SBRN 2004), Sao Luis, Brazil, Sept.-Oct. (2004).
- Nakahara H.: "Information geometric approach to decipher the functions of many variables: neural population network and gene regulatory network", US-Japan Brain Research Collaborative Program (BRCP) Workshop on Bioinformatic Analysis of Brain Function, Hawaii, USA, Sept.-Oct. (2004).
- Hamaguchi K., Okada M., and Aihara K.: "Localized synfire chain in structured feedforward network and effect of common noise", 34th Ann. Meet. of Soc. for Neuroscience (Neuroscience 2004), San Diego, USA, Oct. (2004).
- Miyawaki Y. and Okada M.: "Neural mechanisms of spike inhibition induced by transcranial magnetic stimulation", 34th Ann. Meet. of Soc. for Neuroscience (Neuroscience 2004), San Diego, USA, Oct. (2004).
- Nakahara H.: "Comments on analysis of neural coding by information geometric measure", 2004 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2004), (Research Society of Nonlinear Theory and its Applications, IEICE), Fukuoka, Nov.-Dec. (2004).
- Cichocki A. and Amari S.: "Blind signal processing: promising tools for feature extraction, inverse problem and diagnosis of dementia", Brain, Mind and Culture: Modern insights into 2,500-year-old riddles, A neuroscience forum on the island of Aphrodite, (RIKEN BSI), Limassol, Cyprus, Nov.-Dec. (2004).
- Masuda N. and Aihara K.: "Dependence of neural ergodicity on noise strength", Proc. 2004 Int. Symp. on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA 2004), Fukuoka, Nov.-Dec. (2004).
- Hamaguchi K., Okada M., and Aihara K.: "Theory of localized synfire chain: characteristic propagation speed of stable spike patterns", 18th Ann. Conf. on Neural Information Processing Systems (NIPS 2004), Vancouver and Whistler, Canada, Dec. (2004).
- (国内会議)
- 尾関智子, 岡田真人: "Belief propagation による画像修復のダイナミクス (2)", 日本物理学会第 59 回年次大会, 福岡, 3 月 (2004).
- 中原裕之, 伊藤秀昭, 川越礼子, 滝川順子, 彦坂興秀: "Dopamine neurons can represent context-dependent prediction error", 第 31 回生理学研究所国際シンポジウム, 岡崎, 3 月 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: "経頭蓋磁気刺激のモデル: 皮質回路網でのスパイク抑制機構", 第 43 回日本エム・イー学会大会, 金沢, 5 月 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: "経頭蓋磁気刺激の神経メカニズム- 反回性皮質回路網でのスパイク抑制", 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 仙台, 5 月 (2004).
- 濱口航介, 岡田真人, 久保田繁, 合原一幸: "共通ノイズによる局在興奮の確率共振", 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 沖縄県西原町, 6 月 (2004).
- 大森敏明, 堀口剛: "視床系の振動現象に対する 3 層ニューラルネットワークモデルにおけるアセチルコリンの効果", 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 沖縄県西原町, 6 月 (2004).
- 岡田真人, 篠本滋: "ランダムなスパイク列と規則的なスパイク列を判別するための最適な指標の探索", 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 東京, 7 月 (2004).
- 岡田真人, 篠本滋: "ランダムなスパイク列と規則的なスパイク列を判別するための最適な指標の探索", 脳と心のメカニズム第 5 回夏のワークショップ「意志決定: 心の物質基盤」, (文部省特定領域研究 (C) 先端脳 (B02, B03 班), 理研他), 新潟県湯沢町, 8 月 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: "経頭蓋磁気刺激によるスパイク抑制のメカニズム", 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 京都, 9 月 (2004).
- 岡田真人, 篠本滋: "ランダムなスパイク列と規則的なスパイク列を判別するための最適な指標の探索", 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 京都, 9 月 (2004).
- 大森敏明, 青西亨, 宮川博義, 井上雅司, 岡田真人: "海馬 CA1 錐体細胞の膜抵抗分布の推定", 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 京都, 9 月 (2004).
- 濱口航介, 岡田真人, 合原一幸: "局在した発火を示す Synfire Chain の Fokker-Planck 方程式を用いた解析", 日本神経回路学会第 14 回全国大会, 京都, 9 月 (2004).
- 宮脇陽一, 岡田真人: "HH 系の緩和のダイナミクスと可解アナログ神経回路モデル", 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 井上真郷, 福島孝治, 岡田真人: "Sourlas 符号の PCA による解析 II", 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 尾関智子, 岡田真人: "Sourlas 符号の復号過程のダイナミクス", 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 濱口航介, 岡田真人, 合原一幸: "メキシカンハット型相互作用を持つスピン系の統計力学", 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 岡田真人, 篠本滋: "ランダムなスパイク列と規則的なスパイク列を判別するための最適な指標の探索", 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 大森敏明, 青西亨, 宮川博義, 井上雅司, 岡田真人: "海馬

- CA1 錐体細胞の膜抵抗分布の推定”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 濱口航介, 岡田真人, 合原一幸: “階層型神経回路網における Fokker-Planck 方程式を用いた局在興奮伝播の解析”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 大森敏明, 青西亨, 岡田真人: “持続発火特性をもつ単一ニューロンの統計力学”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 岡田真人, 篠本滋: “大域結合した Resonate-and-Fire モデル”, 日本物理学会 2004 年秋季大会, 青森, 高知, 9 月 (2004).
- 中原裕之: “Dopamine neurons reoresent context-dependent reward prediction error”, 第 27 回日本神経科学大会・第 47 回日本神経化学会大会合同大会 (Neuro2004), 大阪, 9 月 (2004).
- 大森敏明, 堀口剛: “アセチルコリンによる神経調節を考慮した視床の振動現象に対するニューラルネットワークモデル”, 第 27 回日本神経科学大会・第 47 回日本神経化学会大会合同大会 (Neuro2004), 大阪, 9 月 (2004).
- 岡田真人: “パルス結合された Resonate-and-Fire モデル”, 第 27 回日本神経科学大会・第 47 回日本神経化学会大会合同大会 (Neuro2004), 大阪, 9 月 (2004).
- 大森敏明, 青西亨, 宮川博義, 井上雅司, 岡田真人: “海馬 CA1 錐体細胞の膜抵抗分布の推定”, 電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会, 北九州, 11 月 (2004).
- 成瀬康, 眞溪歩, 宮脇陽一, 早川友恵, 藤巻則夫: “視覚的言語課題時及び光刺激時における視覚誘発反応の発生機序に関する考察”, 第 19 回生体・生理工学シンポジウム, (計測自動制御学会), 四條畷, 11 月 (2004).
- Cousseau F., 尾関智子, 甘利俊一: “Dynamics of learning in multilayer perceptrons near the singularity”, 第 7 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2004), (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, 11 月 (2004).
- 井上真郷, 福島孝治, 岡田真人, 樺島祥介: “Sourlas 符号の PCA による解析 2”, 第 7 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2004), (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, 11 月 (2004).
- 尾関智子, 岡田真人: “リアルレプリカ法による Sourlas 符号の復号過程の解析”, 第 7 回情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2004), (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, 11 月 (2004).
- 甘利俊一, Park H., 尾関智子: “Singularities affect dynamics of learning in neuromanifolds”, 日本神経回路学会時限研究会「神経回路網の特異構造と学習理論」, 横浜, 11 月 (2004).
- 尾関智子: “Dynamics of image restoration by Markov chain Monte Carlo and belief propagation”, 文部科学省科学研究費特定領域研究「確率的情報処理への統計力学的アプローチ」公開シンポジウム「確率推論の数理」, 仙台, 12 月 (2004).
- 甘利俊一: “21 世紀の脳科学: 脳の数理の解明へ”, 公立はこだて未来大学特別講演会, 函館, 12 月 (2004).
- 三浦佳二, 宮脇陽一, 岡田真人: “ゆらぎの相関関数を用いた集団符号化に基づく方位選択性モデルの比較”, 日本物理学会第 60 回年次大会, 野田, 3 月 (2005).