

平成23年 4月 4日現在

研究種目：特定領域研究

研究期間：2006～2009

課題番号：18079008

研究課題名（和文） 情報統計力学の深化と展開に関する総括研究

研究課題名（英文） Management Research on “Deepening and Expansion of Statistical Mechanical Informatics”

研究代表者 樺島 祥介 (YOSHIYUKI KABASHIMA)

東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授

研究者番号：80260652

研究成果の概要（和文）：本研究では、特定領域研究「情報統計力学の深化と展開」を円滑に推進するために、本領域全体の研究方針の策定、研究項目間の調整、国際研究集会・公開シンポジウム・講習会の企画実施、研究成果の広報、研究成果に対する評価・助言を行った。主な実績としては、計4回の公開シンポジウムおよび計6回の国際会議の開催、4冊のプロシーディングスの発行が挙げられる。これらの活動の成果は計280件を超える領域内から発表された原著論文等に反映されている。

研究成果の概要（英文）：This research project played a role of managing the priority area “Deepening and Expansion of Statistical Mechanical Informatics”. More precisely, we formulated the grand design of research directions, coordinated individual research projects in the priority area, organized public symposia and international conferences, promoted research achievements and made evaluation and advice to the individual projects. Major records in the research duration include organization of four public symposia and six international conferences, and publication of four post conference proceedings. The significance of the activity is reflected in publication of more than 280 original papers from this area.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	14,100,000	0	14,100,000
2007年度	18,000,000	0	18,000,000
2008年度	19,900,000	0	19,900,000
2009年度	20,300,000	0	20,300,000
年度			
総計	72,300,000	0	72,300,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学/ソフトコンピューティング

キーワード：情報統計力学，多体問題，情報通信，量子情報，生命情報

1. 研究開始当初の背景

コンピュータの飛躍的性能向上やアルゴリズム研究の進展が近年相次いだことにより、従来実現が難しいと考えられてきた大規模

な確率モデルを利用した情報処理が不可能ではなくなってきた。情報通信におけるLDPC符号の再発見や決定問題・最適化問題におけるランダム探索手法の躍進、遺伝子デ

一タの統計解析、量子確率を利用した計算や最適化法の提案など、確率に基づく方法が従来技術を凌駕する例が各分野で次々と現れている。この事実が示すように、大規模な確率を如何にうまく手なづけ・使いこなすか、という問題は、現在、情報科学における最重要課題の一つとなっている

2. 研究の目的

本特定領域研究「情報統計力学の深化と展開」では、自然科学で培われた「**More is different** (量は質を変える)」という多体問題に関する基本概念に立脚しながら上記の課題に取り組み、得られた成果を情報科学における多体理論として体系化していくことを目的とする。この目的を達成するため「情報学でも“**More is different**”！」という共通のスローガンの下、近年顕著な成果が得られている情報通信の基礎理論を深化させ、それらの成果を推進力としながら量子情報、生命情報両分野への展開をはかる。

総括研究である本研究の目的は、本特定領域研究を円滑に推進するために、領域全体に関する研究方針の策定、研究項目間の企画調整、研究成果の広報、研究結果に対する評価・助言を行うことである。

3. 研究の方法

年に数回、研究集会、講習会などを開催し、情報交換の場を設けることにより、研究項目間に協力体制を築き、効果的に成果が生み出される下地を作る。また、国際会議プロシーディングスの発行やウェブページの作成を通じて、広報・情報発信に努める。

4. 研究成果

「3. 研究の方法」の方針にしたがい実施した活動実績のうち主なものを実施した年度に分けて以下に記す。

2006 年度

(1) 講習会の開催：新しい人材の発掘・育成を目的として、平成18年12月17日(日)に東京において、物理学と情報科学の境界領域に興味を持っている研究者、学生向けに情報科学の中における統計力学の考え方の特徴を紹介するチュートリアル講演会「沢山あることに宿る数理」を開催した。

(2) 公開成果発表会の開催：平成18年12月18日(月)～20日(水)に東京において、有力研究者を招聘し公開成果発表会を開催した。また、それに合わせて全体会議を行い、研究項目間の調整を行った。

(3) 生命情報に関する講習会の開催：新しい人材の発掘・育成を目的として平成18年11月23日(木)～26日(日)伊豆において、ならびに、平成19年3月16日(金)

～18日(日)東京において生命情報に関する講習会を開催(日本神経回路学会等との共催)した。

(4) 量子情報シンポジウムの開催：平成19年3月21日(水)に鹿児島大学で開催された日本物理学会のシンポジウム企画として、量子情報科学における多体問題の重要性を議論するシンポジウムを開催した。

(5) 関連国際会議への組織的参加：平成19年3月10日(日)～14日(木)にイスラエルにおいて開催された Statistical Physics and Its Applications to Complex Problems in Communication に組織的に参加し研究成果を発表するとともに、領域の発足を国外の主要研究者に周知した。

(6) 領域ウェブの立ち上げ、ならびに総括班・計画研究代表者間の連絡用メーリングリストの開設を行った。

2007 年度

(7) 関連国際会議への組織的参加：平成19年7月にイタリアで開催された統計力学の国際会議 STATPHYS23 ならびにそのサテライトシンポジウムおよび9月に英国で開催された関連分野の国際会議に参加し領域の成果を発信した。

(8) 国際ワークショップ：平成19年9月に国外から有力研究者(13名)を招聘し、統計力学と情報通信分野との相互理解を目的とした国際ワークショップを京都で開催した。

(9) 外国人研究者の招聘：国外の有力研究者3名を2週間～1ヶ月招聘することで当領域と関連する研究者との国際的ネットワークの形成に着手した。

(10) ランダム行列勉強会：平成19年11月に国内の有力研究者を招聘して情報統計力学分野の主要な研究テーマであるランダム行列理論に関する研究会を開催した。

(11) 生命情報科学講習会：平成19年11月と平成20年3月に領域の裾野を広げるために生命情報科学分野における情報統計力学的手法の有効性を領域外にも広めることを目的とした研究会・講習会を開催した。

(12) 情報通信講習会：平成19年8月、11月、12月に領域の裾野を広げるために情報通信分野における情報統計力学的手法の有効性を領域外にも広めることを目的とした研究会・講習会を開催した。

(13) 公開シンポジウム：平成19年12月に領域全体の成果を公開するためのシンポジウムを開催した。

2008 年度

(14) 国際会議：領域の活動によって得られた成果を国際的に発信し、当該分野での我が国の地位を高めるため平成20年9月13日

(日)～16日(水)に仙台にて量子情報分野に焦点を当てた国際ワークショップ IW-SMI2008を開催した。加えて、近年進展の著しい量子符号とスピングラス相境界との関係に焦点を当てた国際研究集会 Multicritical Behavior of Spin Glasses and Quantum Error Correcting Codes (MBQEC)を主催し、分野的関連の強い国際会議 Frontiers of Glassy Physics を共催した。

(15) プロシーディングスの出版：領域の研究成果を記録として保存し長期に亘って影響力を保つため平成19年9月に開催した IW-SMI2007 ならびに IW-SMI2008 のプロシーディングスを英国物理学会より出版した。これら2冊のプロシーディングスは印刷出版とともにオンライン出版されており、無期限・無制限で世界中からアクセスできるようになっている。

(16) 研究会・講習会・勉強会：研究成果を国内の研究者に広く公開するために公開シンポジウムを開催した。領域に関連する研究分野の底上げを図るため国内の大学院生や若手研究者を対象とした講習会「ネットワーク情報理論：センシングと符号化」、「量子情報と情報統計力学」をそれぞれ開催した。また、同様の目的から関連学会、関連特定領域科研費とともに「第11回情報論の学習理論ワークショップ」、講習会「ASCONE2008」、「視覚の脳過程」、「システム生物学スプリングスクール」をそれぞれ共催した。領域内でのメンバー間の交流を活発化しシナジー効果を創出するため、領域内勉強会を開催した(5回)。

(17) 研究者招聘：国外の有力拠点との研究交流を促進するため、若手研究者1名を2週間招聘した。

2009年度

(18) 国際会議：領域の活動によって得られた成果を国際的に発信し、当該分野での我が国の地位を高めるため平成21年9月13日(日)～16日(水)に京都にて生命情報分野に焦点を当てた国際ワークショップ IW-SMI2009 を開催した。加えて、領域内で得られた成果の集大成を発表し、今後の展開を議論するため平成22年3月7日(日)～10日(水)に京都にて国際ワークショップ IW-SMI2010 を開催した。さらに本領域の骨格となっているスピングラス理論と確率推論との関係について領域設定期間内に得られた成果を議論する場として、平成22年3月16日(火)～18日(木)に国際ワークショップ ICSG2010 を開催した。

(19) プロシーディングスの出版：領域の研究成果を記録として保存し長期に亘って影響力を保つため IW-SMI2009 のプロシーディングスを英国物理学会より出版した。なお、

このプロシーディングスは印刷出版とともにオンライン出版されており、無期限・無制限で世界中からアクセスできるようになっている。

(20) 研究会・講習会・勉強会：研究成果を国内の研究者に広く公開するために公開シンポジウムを開催した。領域に関連する研究分野の底上げを図るため国内の大学院生や若手研究者を対象とした講習会「情報統計力学と生命情報」、「電子透かしと確率的情報処理」を開催した。また、同様の目的から関連学会、関連特定領域科研費、GCOE とともに、講習会「ASCONE2009」、「システム生物学スプリングスクール」、「log P の情報学」をそれぞれ共催した。領域内でのメンバー間の交流を活発化しシナジー効果を創出するため、上記以外の領域内勉強会を3回開催した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

- (1) 榎島祥介, 沢山ある「コト」に確率で迫る, 数理科学 562, 32-37 (2010) 査読なし
- (2) 榎島祥介, 圧縮センシングへの統計力学的アプローチ, 日本神経回路学会誌 17, 70-78 (2010) 査読なし
- (3) 兼村厚範, 福田航, 前田新一, 石井信, ベイズ超解像と階層モデリング, 日本神経回路学会誌 15, 181-192 (2008) 査読なし
- (4) 田中利幸, 情報通信への情報統計力学的アプローチ—「たくさんあること」がもたらすもの—, 日本神経回路学会誌 15, 126-135 (2008) 査読なし
- (5) 榎島祥介, 統計力学的アプローチのココロ, 計測と制御 46, 286-291 (2007) 査読あり
- (6) 榎島祥介, “More is different” の話, 日本神経回路学会誌 14, 95-103 (2007) 査読なし
- (7) 榎島祥介, シヤノンの定理を物理のモデルを通して眺める, オペレーションズ・リサーチ 52, 196-200 (2007) 査読なし
- (8) 田中利幸, 無線通信におけるランダム行列, 数理科学 45, 50-55 (2007) 査読なし
- (9) Y. Kabashima, Tutorial on Brain-Inspired Computing Part 5: Statistical Mechanics of Communication and Computation, New Generation Computing 25, 403-420 (2006) 査読なし

[学会発表] (計 8 件)

- (1) 樺島祥介, 圧縮センシングへの統計力学的アプローチ, 数理医学研究会, 2010年1月15日, 大阪大学
- (2) 田中利幸, 通信路分極とポーラ符号, 電子情報通信学会 情報理論研究会, 2009年12月1日, 山口湯田温泉 ホテルかめ福
- (3) J. Inoue, Statistical Mechanics of Digital Halftoning, Indian Association for the Cultivation of Science, 2009年11月11日, Calcutta, India
- (4) 岡田真人, 脳科学の夢と使命, JNNS 創立 20 周年記念パネルディスカッション, 2009年9月25日, 東北大学
- (5) 田中和之, 大規模確率場と確率的画像処理, 日本神経回路学会第 19 回全国大会, 2009年9月24日, 東北大学
- (6) S. Ishii, Modeling pattern formation by neurons, Second bilateral German-Japanese Workshop on Computational Neuroscience, 2009年5月28日, Berlin, Germany
- (7) 樺島祥介, 情報学における “More is different”, 第 22 回京都賞記念ワークショップ 『基礎科学部門』シンポジウム「モデリング・予測・知識発見-情報量基準が切り拓いた世界」, 2006年11月12日, 国立京都国際会議場
- (8) 樺島祥介, 情報統計力学の深化と展開 - 情報学でも “More is different!” -, 人工知能学会基本問題研究会, 2006年10月31日, 大阪大学中之島センター

[図書] (計 4 件)

- (1) J. Inoue, Y. Kabashima, K. Tanaka and T. Tanaka (Eds.), Journal of Physics: Conference Series 233 (2010), “Proceedings of International Workshop of Statistical-Mechanical Informatics 2010, Kyoto (IW-SMI2010)”, 263 pages
<http://iopscience.iop.org/1742-6596/233/1>
- (2) M. Inoue, S. Ishii, Y. Kabashima and M. Okada, Journal of Physics: Conference Series 197 (2009), “Proceedings of International Workshop of Statistical-Mechanical Informatics 2009, Kyoto (IW-SMI2009)”, 244 pages
<http://iopscience.iop.org/1742-6596/197/1>

- (3) M. Hayashi, J. Inoue, Y. Kabashima and K. Tanaka, Journal of Physics: Conference Series 143 (2009), “Proceedings of International Workshop of Statistical-Mechanical Informatics 2008, Sendai (IW-SMI2008)”, 232 pages
<http://iopscience.iop.org/1742-6596/143/1>
- (4) K. Hukushima, Y. Kabashima, H. Nishimori and T. Tanaka, Journal of Physics: Conference Series 95 (2008), “Proceedings of International Workshop of Statistical-Mechanical Informatics 2007, Kyoto (IW-SMI2007)”, 243 pages
<http://iopscience.iop.org/1742-6596/95/1>

[その他]

ホームページ等

<http://dex-smi.sp.dis.titech.ac.jp/DEX-SMI>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

樺島 祥介 (YOSHIYUKI KABASHIMA)
東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授
研究者番号 : 80260652

(2) 研究分担者

岡田 真人 (MASATO OKADA)
東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授
研究者番号 : 90233346

田中 和之 (KAZUYUKI TANAKA)
東北大学・大学院情報科学研究科・教授
研究者番号 : 80217017

田中 利幸 (TOSHIYUKI TANAKA)
京都大学・大学院情報学研究科・教授
研究者番号 : 10254153

石井 信 (SHIN ISHII)
京都大学・大学院情報学研究科・教授
研究者番号 : 90294280

井上 純一 (JUNICHI INOUE)
北海道大学・大学院情報科学研究科・准教授
研究者番号 : 30311658