

MIMS/CMMA News Letter



明治大学
先端数理科学インスティテュート (MIMS)
Meiji University, Meiji Institute
for Advanced Study of Mathematical Sciences (MIMS)



文部科学省 共同利用・共同研究拠点
「現象数理科学研究拠点」(CMMA)
MEXT Joint Usage / Research Center
"Center for Mathematical Modeling and Applications" (CMMA)

VOLUME

06

Jan
2017

発行者

明治大学 先端数理科学インスティテュート

〒164-8525 東京都中野区中野4-21-1 明治大学中野キャンパス 高層棟8階

Tel: 03-5343-8067 / FAX: 03-5343-8068

Web site: <http://www.mims.meiji.ac.jp/index.html>

Leader Message

MIMS設立10周年を迎えて

現象数理科学研究拠点リーダー/MIMS副所長 三村昌泰

先端数理科学インスティテュート(MIMS)は、2007年本学の研究・知財戦略機構の附置研究機関第1号として本大学の将来構想の重要な柱となる重点研究拠点として選定されました。こうしてほぼ10年経った訳です。これまで留まることなく社会に貢献する数理科学を目指して挑戦してきました。この10年間にMIMSの第1ステージとしてその歩みを簡単にご紹介させて頂きたいと思います。

MIMSの目指す方向の一つは、自然、社会等に現れる様々な現象の解明に対して、数学的記述であるモデルを構築し、その解析を行なうという「現象数理科学」を実践することです。このようにMIMSは数学と現象をつなぐ学際的融合研究拠点として出発しました。翌年の2008年、本学で提唱した現象数理科学を推進し、より積極的に学外に発信するために文部科学省事業であるグローバルCOEプログラム事業に「現象数理科学の形成と発展」を申請し、採択されたのでした。5年間の活動が終了した2013年には同プログラムの継承及び現象数理科学の更なる展開を展開するために、「現象数理科学研究拠点」(Center for Mathematical Modeling and Applications(CMMA))を設置しました。MIMSのこれまでの活動そしてグローバルCOEプログラムの実績のもとに、2014年に文部科学省からMIMS/CMMAは数学・数理科学分野において、京都大学数理解析研究所、九州大学産業数理研究所に続く第3の全国共同利用・共同研究拠点として認定されました。拠点のターゲットはこれまで数学・数理科学からあまり接近してこなかった人文、社会科学分野に現れる現象を解明すると共に、現象数理科学分野の国内外

の研究者に国際的研究交流センターとしての機能を提供する国際的な研究機関となることです。

一方、2016年度文部科学省から「私立大学研究プロジェクト事業」の公募がありました。一言で言えば、各私立大学がこれまで展開してきた「ブランド力」を一つ社会に発信せよということです。もちろん、本学にはユニーク

で活発な研究がたくさんありますが、MIMSはこれまでの実績から「Math Everywhere:数理科学する明治大学—モデリングによる現象解明—」というかなり基礎研究に特化したテーマを提案しました。幸運にも学長から本学のブランドとして申請して頂くことになり、その結果、2016年12月に選定されたのでした。この内容につきましては他のページで紹介させていただきます。

このようにMIMS活動の第1ステージは本大学では初めての試みとなるいくつかの問題に挑戦してきました。2017年度から新たな第2のステージに入る訳ですが、「数理科学する明治大学」を掲げ、経済、生命、脳、知能、社会などに関わる複雑な現象などの解明に向けて、MIMSは「社会に貢献する数理科学」を更に実践していく所存でございます。

関係各位の皆様にはこれまで以上の御協力、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。



●先端数理科学インスティテュート初代所長(2007-2014)
●グローバルCOEプログラム拠点リーダー(2008-2012)
●現象数理科学研究拠点(現共同利用・共同研究拠点)リーダー(2013-)

文部科学省私立大学研究ブランディング事業に採択

Math Everywhere：数理科学する明治大学ーモデリングによる現象の解明ー

文部科学省は、平成28年、全学的な独自色を大きく打ち出す研究に取り組む私立大学に向けて、各年度の申請は大学1件に限ることを条件として、施設費・装置費・設備費と経常費を一体的に5年間支援する「私立大学研究ブランディング事業」を公募しました。この事業はタイプA（社会展開型：地域の経済・社会、雇用、文化の発展・深化に寄与する研究）とタイプB（世界展開型：先端・学際的な研究拠点の整備により、全国的あるいは国際的な経済・社会の発展、科学技術の進展に寄与する研究）に分かれていますが、首都圏、近畿圏、中部圏の大学はタイプBにしか申請できないこと、およびその性格から、本学は、MIMSがこれまで国内外に発信してきた「現象数理学」を骨格とする「Math Everywhere：数理科学する明治大学ーモデリングによる現象の解明ー」を事業名としてタイプBに申請し、この度、採択されることになりました。ちなみに選定件数はタイプAが17件、タイプBが23件でした。

この事業には、現代社会に現れる複雑性に起因する難問題の解明の重要性がますます高まっている状況を打破するため、社会に現れる複雑現象の解明に現象数理学の視点から下記の5つの課題を提起しています：

- ① 生物、社会システムの形成と破綻現象のモデルからの解明
- ② 錯覚現象の解明と利用へのモデルからの接近
- ③ 金融危機の解明に対するモデルからの挑戦
- ④ 産業イノベーションをもたらす折り紙工法の幾何学モデルからの貢献
- ⑤ 機械学習に基づく感性モデルによる快適介護空間の構築

課題①では、金融、医学システムに現れる自己形成そして崩壊現象の背後にある共通的な要因の探求、②では、環境が変化したときの錯視に注目し、そのモデル構築から、錯視の予測法および錯視量の制御法の開発、③では、時々刻々変化する世界の金融市場や経済の安定化に寄与できる柔軟な数理モデルの構築、④では、産業イノベーションの視点から、折り紙ロボットで作れる製造コストを最小とする型紙モデルの構築、⑤では、機械学習に基づく感性モデル構築から快適度モデルや疲労度モデルの構築であり、各課題に向けて5つのグループが構成されます。各グループはそれぞれの課題研究を実践するとともに、新たな現象数理学の発掘、そしてグループを超えてその背後にあるモデリングという方法論の確立を目指します。

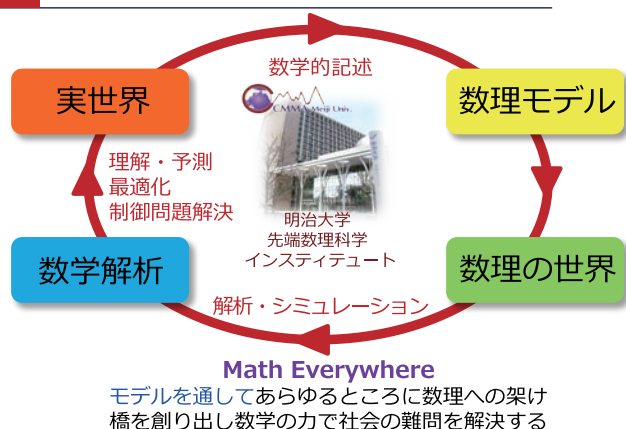
MIMSは「数理科学する明治大学」という本学のブランド力を更に高めるために、より一層努力していく所存でございます。

文責（三村昌泰・MIMS副所長）

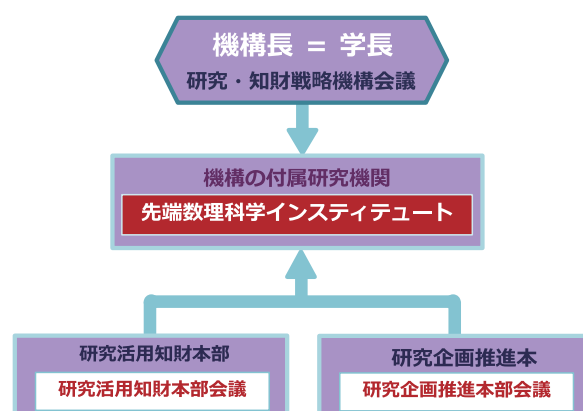
Math Everywhere とは

我々の周りには、至る所様々な現象が現れている。それらを解明するためには、まずは現象を記述するモデリング（数理モデルの構築）が必要であり、次に、それを解くための「数学」が必要となる。このようにモデル構築は、それだけでは意味がない。モデルは数学の力で解析されて初めてその価値が見出される。現象の解明には **モデリングと数学は車の両輪** のような関係であるということが重要である。この結果、数学は至る所に現れるのである。

モデルは現象の世界と数理の世界の架け橋である



明治大学研究支援体制



International Conference on Mathematical Modeling and Applications (ICMMA) 2016

-Origami-Based Mathematical Modeling and Analysis-を開催して

日時:2016年11月9日(水)～11月12日(土)

会場:明治大学中野キャンパス6階

研究・知財戦略機構客員研究員/ MIMS研究員 奈良知恵

「Origami」と英語で書くとき、日本語の「折り紙」とは異なるニュアンスを感じます。今日では国際語となった「オリガミ」を基盤とした、数理・情報・工学・機械・建築・医療・芸術等の広範囲の分野を網羅した今回のカンファレンスは、やはり「Origami」が一番しっくりくるような気がします。実は、これを日本で開催することに大きな意義がありました。

遡ること一年以上前ですが、萩原一郎MIMS所長が「折り紙は日本の伝統的なお家芸なのに、今では海外の研究者や活動に押され気味。何とかしなければ」という想いと行動から始まりました。折紙工学では日本が先陣を切って研究を推進していますが、世界的視野で眺めるとき、コンピューター関係に代表されるアルゴリズムやロボット、手の込んだ芸術性の高い折紙作品、そして国際的権威のある一般的雑誌（例えば、サイエンス）の論文掲載など、海外の研究者たちが目覚ましい貢献をしています。折紙文化を有する日本の底力とこれらの潮流が合流することにより、より大きなうねりが予測されます。

明治大学の学校方針にも関連して「国際的活動」「フロンティア的活動」「地域貢献」などの観点に立つとき、参加者の所属国が多彩であったことからこれらの目標が少しは達成されたのではないのでしょうか。また、昨年度のICMMA2015のプログラムは講演とポスター発表で構成されていましたが、今回はこれらに「折紙作品展」を加えて特色を出しました。

ちなみに、特別講演の5本の内訳は、「Origami of Thick Panels」（サイエンス、2015年7月号掲載）の両著者Yan Chen氏（天津大学、中国）とZohn You氏（オックスフォード大学、英国）、Erik D. Demaine氏（マサチューセッツ工科大学、米国）、Anna Lubiw氏（ウオータールー大学、カナダ）、そして折り紙作家である布施知子氏（無所属、日本）によるものでした。招待講演23本も第一線で活躍する「Origami」に関係する多種の分野の研究者たちによって担当され、活発な質疑・討論が行われました。

折紙作品展には多くの専門家の協力があつて、「頭脳」と「手」を用いて楽しむこともできました。また、主に若手研究者を対象とするポスターセッションには現象数理学関係からも多数の出展があり、6名（うち1名は折紙作品）が賞に輝きました。

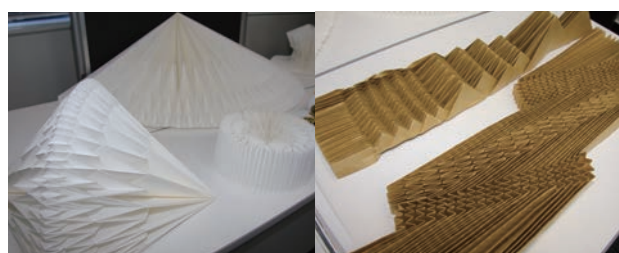
最後に、組織委員一同、ご協力をいただいたすべての皆様に心よりお礼を申し上げます。



特別講演 (Erik D. Demaine氏)



招待講演の質疑・討論



折紙作品展 (布施知子氏の作品)



懇親会

組織委員長:萩原一郎 (明治大学/MIMS所長)

組織委員:石田祥子 (明治大学/MIMS研究員)、館知宏 (東京大学)、斎藤一哉 (東京大学)、

Erik D. Demaine (マサチューセッツ工科大学 (MIT))、Zhohn You (Oxford大学)、奈良知恵 (明治大学/MIMS研究員)

なにごとの不思議なけれど…
ー自己組織化と自己崩壊の科学へ向けて

山口智彦
独立行政法人産業技術総合研究所
材料・化学領域 機能化学研究部門 首席研究員



薔薇ノ木ニ 薔薇ノ花サク。
ナノゴトノ不思議ナケレド。

詩人のこの感性にはただただ脱帽するしかありません。ひるがえって、科学・技術の世界に身をおく私は、薔薇の花に、生命や物質システムに広く見られる自己組織化の妙味を強く感じます。

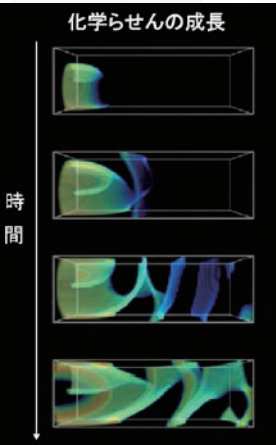
「自己組織化」とは自分自身の秩序を自ら生み出す再帰的な現象で、数理科学的にはシステムの時間発展の問題に帰着します。システムに内在する構成要素の関係性を記述するのが数理モデルで、これに初期条件および境界条件を与えて問題を解いてゆくのです。例えば心筋組織の化学モデルであるBZ反応では、3次元のらせんが自己組織化されることがあります（図）。対称性が自発的に破れて右巻きあるいは左巻きのらせんが生まれるのは実は大変不思議なことなのですが、数理科学的アプローチの結果、境界面のミクロな乱れが原因であることが示唆されました。

自己組織化と対をなすものが、三村昌泰先生の提唱する「自己崩壊」でしょう。単純な数理モデル（Gray-Scott モデル）では、パターンが自己崩壊して消失し、再び「元の」秩序パターンが成長し、それがまた自己崩壊し・・・という無限ループが現れます。これに対し、実世界では、社会組織などに漂う閉塞感が自己崩壊によって解決されることをしばしば体験します（よね？）。おそらく生命の起源や生命進化においても、自己崩壊が建設的な役割を担っていたに違いありません。

自己組織化と自己崩壊。その動きは真逆ではありますが、ともに建設的な役割を期待することができそうです。進化(evolution)ではなく時間発展(time evolution)という中立的な視点から、自己組織化と自己崩壊の科学にチャレンジしていきたいと考えています。

薔薇ノ花。
ナニゴトノ不思議ナケレド。

照り極マレバ木ヨリコボルル。
光リコボルル。 （「薔薇二曲」北原白秋）



BZ反応のシミュレーション。左界面から反応液が浸潤し、時間とともにパラメータ勾配が変化する反応拡散系である。界面にミクロな凹凸を与えると化学らせんが発生した。過渡期ではらせん軸に直交する平面波が深部で周期的に発生し、右へ向かって伝播した。生物でも同様の現象が知られている。

(Kettunen 他, 2005)

コミュニケーションと
役割分担

上山大信
総合数理学部現象数理学科 教授



携帯情報端末（スマホ）やソーシャルネットワーク（SNS）というコミュニケーションツールが莫大な富を生み出す現代社会を見ると、各個人が他者とのコミュニケーションを真に欲していることがよくわかります。一方で、他の生物でも、他者とのコミュニケーションを頻繁に行っている例がよく見られます。例えば社会性昆虫として有名な蟻はお互いの触覚を触れ合わせることで頻繁に「会話」をし、なんらかの情報交換をしているという観察事実が多数報告されていますが、その目的となると諸説あるもはっきりしません。

我々は、生物に見られる個体同士のコミュニケーションの1つの大きな目的が、役割分担の決定ではないかと考えています。人間を含め、多くの生物は次の世代に生命をつなげるために、巧妙に役割分担を行います。先の蟻の例でも、コロニー内で採餌や子育てといった役割分担が適切に行われますが、ただ分担すれば良いわけではなく、役割分担の「個体数比率」が適切に実現されなくてはなりません。会社のような組織であれば、ボスが全体の仕事量などから役割分担を指示しますが、蟻など多くの生物で、そのようなボスはいないという状況証拠があるにもかかわらず、適切な役割分担がなされ、大きな謎となっています。

我々は数理モデル（図1）を用いた研究で、個体間の接触と情報交換を繰り返すだけで、効率よく役割分担の個体数比率を調整できることを示しました（図2）。この結果は、社会的枠組みとしての役割分担が、個体間の局所的なコミュニケーションのみ、すなわちボスを置くことなく決定できることを示しています。

SNSのように、同じ考えの人とのみコミュニケーションが行えるツールの発展が社会に与える影響が心配されています。我々の研究をより発展させることで、一様な個体間のコミュニケーションから、偏りのあるコミュニケーションへの変化が役割分担機構にどのような影響を与えるかがわかるかもしれません。

参考文献：Mayuko Iwamoto, and Daishin Ueyama. "Basis of Self-organized Proportion Regulation Resulting from Local Contacts." arXiv preprint arXiv:1504.05292 (2015).

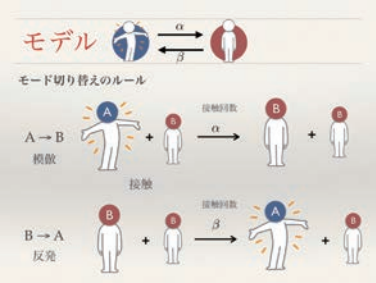


図1:二つの状態（モード）A、Bの遷移を示した概念図。Aという状態にある個がBという状態にある他者と出会うと、出会った回数が α を越えるとBという状態に変化する。一方、Bという状態の個が同じくBという状態の他者と出会う回数が β を越えるとAという状態に変化する。これを繰り返す。

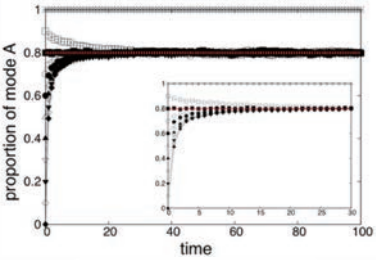


図2:図1を表現した数理モデルのシミュレーション結果。様々な初期比率からスタートしても、時間とともに一定の比率に近づく様子がわかる。

異分野・異業種研究交流会

数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会 「日本数学会 異分野・異業種研究交流会2016」

日時:2016年11月19日(土)

場所:明治大学中野キャンパス

明治大学先端数理科学インスティテュート共催の「日本数学会 異分野・異業種研究交流会2016」(主催:日本数学会)が11月19日、明治大学中野キャンパスで開催されました。数学・数理科学専攻の博士課程学生をはじめとする若手研究者と、産業界を含む異分野の方々と交流を図る場として産業界や経済界の協力を得て行うイベントです。

数学・数理科学を研究する若手研究者の方々に、諸科学や産業への応用展開のような数学の思惟力を発見してもらうことや、産業界を含む様々な分野で活躍できる場の存在を認識してもらうことを目的としています。今回で3回目ですが、過去2回は東京大学の駒場キャンパスで実施されました。今回初めて明治大学の中野キャンパスで開催されましたが、参加企業、若手研究者によるポスター発表件数ともに格段に増え大盛況でした。MIMS事務スタッフなどの手際よさのおかげもあり、来場者から好評を博しました。若手研究者によるポスター発表では、「ベストポスター発表」として7件が表彰されましたが、MIMS研究員のNina Sviridova博士も受賞者に選ばれました。各会社のブースでは熱心な討論なども見られ、正に若手研究者や学生と産業界を含む異分野の方々との貴重な交流の1日となりました。

(文責:萩原一郎・MIMS所長)

プログラム【第一部】

11:00 - 11:05 開会挨拶

日本数学会 理事長 東北大学大学院理学研究科 教授 小谷 元子

文部科学省 研究振興局 基礎研究振興課長 渡辺 正実

11:05 - 11:15 来賓挨拶

日本経済団体連合会 教育・スポーツ推進本部 副本部長 長谷川 知子 氏

11:15 - 11:50 基調講演

題目:FinTechへの取り組み:数学・数理科学人材への期待

講師:株式会社三菱東京UFJ銀行 専務取締役 村林 聡 氏

プログラム【第二部】

13:00 - 14:30 協力企業・研究所紹介

14:30 - 16:00 若手研究者によるポスター発表

16:00 - 18:00 個別交流会(若手研究者が企業・研究所ブースを訪問)

プログラム【第三部】

18:30 - 20:00 表彰式・情報交換会(会費制)

主催:日本数学会

共催:文部科学省

日本応用数理学会

情報・システム研究機構統計数理研究所

東京大学数物フロンティア・リーディング大学院

明治大学先端数理科学インスティテュート

明治大学大学院先端数理科学研究科

後援:日本経済団体連合会



ベストポスター発表受賞
Nina Sviridova
(明治大学研究推進員／
MIMS研究員)

【受賞】(2016年7月-12月)

◆田中吉太郎 (MIMS Ph.D.プログラム学生3年(当時))

(2016年3月博士後期課程修了)

The 11th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications, "AIMS Student Paper Competition" 最優秀賞

論文題目: Reaction-diffusion approximation for understanding pattern formations through non-local interactions

◆Julian Andres Romero Llano (MIMS Ph.D.プログラム学生2年)

ASME(米国機械学会)2016 Student Mechanism & Robotics Design Competition, 3位

発表題目: Norigami Folding Machines for 3D Complex Shapes

著者: L.A. Diago, C. Nara, J. Shinoda and I. Hagiwara

◆石田祥子(明治大学理工学部専任講師/ MIMS研究員)

日本機械学会 機械力学・計測制御部門2015年度バイオニア賞

◆小野隼(博士前期課程2年(当時))(2014年3月博士前期課程修了)

日本応用数学会「2016度論文賞」

論文題目: 「フットステップ錯視アートの設計法」(日本応用数学会論文誌 2013, Vol.23, No.4, pp.585-600)

著者: 小野隼、友枝明保、杉原厚吉

◆小川知之(明治大学総合数理学部教授/ MIMS所員)

2016年度計測自動制御学会 論文賞武田賞

論文題目: 反応拡散系における不安定定在波の選択的安定化
著者: 梅津佑介、加嶋健司、小川知之

◆Nina Sviridova(明治大学研究・知財戦略機構研究推進員/ MIMS研究員)

数学・数理科学専攻若手研究者のための異分野・異業種研究交流会2016ベストポスター賞

題目: Poster title: Local-Scale Noise Effects in Chaotic Models and Experimental Data

【セミナーイベントリスト】(敬称略)

●ICMMA2016

International Conference on Mathematical Modeling and Applications (ICMMA2016)

"Origami-Based Modeling and Analysis"

会期: 11月9日~12日

Organizing Committee:

Erik Demaine (Massachusetts Institute of Technology, USA)

Ichiro Hagiwara (Meiji University, Japan, Chair)

Sachiko Ishida (Meiji University, Japan)

Chie Nara (Meiji University, Japan)

Kazuya Saitoh (University of Tokyo, Japan)

Tomohiro Tachi (University of Tokyo, Japan)

Zhong You (Oxford University, UK)



●CMMA Colloquium(現象数理学コロキウム)

第23回

「黄金比の数理的造形 音楽から建築まで」

日時: 11月 25日

講師: 日詰明男(龍谷大学 客員教授)

第24回

"Moduli of vector bundles on compact Riemann surfaces"

日時: 12月 16日

講師: M. S. Narasimhan (Indian Institute of Science and TIFR Centre, Bangalore)

●MIMS現象数理学カフェセミナー

"Recent topics on the phenomenon with respect to camphor"

日時: 10月 17日

Yumihiko S. Ikura (Meiji University, MIMS)

"Eigenvalue problems from the topological viewpoint"

日時: 11月 7日

Ayuki Sekisaka (Meiji University, MIMS)

"An Examination for The Iyashi Structure by Deep Learning"

日時: 12月 13日

Hiroe Abe (Meiji University, MIMS)

●「第6回高校生によるMIMS現象数理学研究発表会」

日時: 10月9日

開催場所: 明治大学中野キャンパス ホール



●共同利用・共同研究拠点MIMS現象数理学拠点

○共同研究集会

◆「比較動物学と現象数理学から考える『海の霊長類』の知の表現法」

組織委員: 岩本真裕子(島根大学)、池田譲(琉球大学)、上山大信(明治大学)

会期: 2016年12月15日(木)~16日(金)

「なぜ海の霊長類なのか: 趣旨説明に代えて」池田譲(琉球大学)

「頭足類の繁殖行動に見られる知の表現」和田年史(兵庫県立大学)

「~可塑性を生み出す情報統合機構~背景依存性・経験依存的なショウジョウバエ求愛行動制御機構」江島亜樹(東京大学)

「カラスの行動と身体空間」伊澤栄一(慶應義塾大学)

"Intelligent Group behavior by not-necessarily intelligent Individuals: Autonomous Task Allocation Dynamics of Foraging Ants" 西森拓(広島大学)

「アオリイカ群れのソーシャルネットワーク」杉本親要(琉球大学/OIST)

「アクティブマターに見られる時空間パターン」末松J.信彦(明治大学)

「トラフコウイカの行動発達と環境エンリッチメント効果」安室春彦(琉球大学)

「霊長類の分散パターンと血縁構造」井上英治(東邦大学)

「単細胞生物のちょっと賢いのはなし」中垣俊之(北海道大学)

「視覚障害者における認知と運動の技法」伊藤亜紗(東京工業大学)

「イカの提灯の制御」伊藤浩史(九州大学)



○共同研究

◆「腫瘍細胞の接触抑制機構の数理的解明」

研究期間: 2016年6月13日(月)~21日(火)

研究代表者: 三村昌泰(明治大学)

組織委員: Michiel Bertsch (ローマ第2大学)、Lorenzo Contento (明治大学)、出原浩史(宮崎大学)、若狭徹(九州工業大学)

●生田図書館 Gallery ZERO

◆「折紙工学の今 -折り紙工学と折紙式プリンターで産業イノベーションを-」

開催期間: 11月3日~24日

担当者: 萩原一郎(明治大学)

◆「古くて新しい錯視の世界 -わかっているのになぜ脳は迷走するのでしょうか-」

開催期間: 12月23日~1月9日

担当者: 杉原厚吉(明治大学)