

# 九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所

## ニュースレター

Institute of Mathematics for Industry  
Kyushu University  
NEWS LETTER



〒819-0395 福岡市西区元岡744番地  
TEL: 092-802-4402 FAX: 092-802-4405  
ホームページ  
▶ <http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/>  
共同利用・共同研究拠点事務メールアドレス  
▶ [imikyoten@jimu.kyushu-u.ac.jp](mailto:imikyoten@jimu.kyushu-u.ac.jp)

# 第20号

令和2年2月発行

## 巻頭言

2019年は、日本が例年になく多くの自然災害に襲われた年でした。被災された方、またその関係者の皆様方には心よりお見舞い申し上げます。世界でも、地球温暖化が原因かどうか議論されているところではありますが、異常気象やそれによる天災が目立ってきているようです。本年は、そういった災害が起こらないことを心よりお祈りいたします。

令和の時代が始まって初の新年を迎える2020年は、オリンピックイヤーでもあります。1964年に東京オリンピックが開催されて以来、実に56年ぶりの日本開催です。(ちなみに私は当時東京に住んでおり、親に連れられてマラソンを応援しに行ったそうなのですが、残念ながら記憶には残っておりません。) オリンピックやパラリンピックには多くの種目があり、個人種目も団体種目もあります。個人種目では、個人技を極める者たちがしのぎを削って頂点を目指します。その練習にかかる情熱や一瞬にかかる集中力には驚くべきものがあり、多くのことを学ばせてくれます。もちろん、周りのコーチや家族を初め、いろいろな人のサポートあってこそとも言えますが、最後は結局自分自身との闘いなのではないかと思えます。これはある種、数学における個人研究と似たところがあるかも知れません。一方、団体種目では個々の力も大事ではあるものの、チームワークが求められます。各プレイヤーの長所を生かし、欠点は他のメンバーにうまく補ってもらって、チームとしての勝利を目指します。こちらは、数学・数理科学と他分野や産業界との連携を彷彿とさせます。

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所(IMI)は、文部科学省により「産業数学の先進的・基礎的共同研究拠点」として認定を受けて以来、そうした連携を支える活動を行ってまいりました。関係コミュニティの研究者の皆様のチームワークを育てるべく、各活動には産業界の方に参加していただくような形態での共同研究活動を奨励してまいりました。そういったチームが我々の活動から数多く生まれ、多くの重要な成果をあげていることを、とても頼もしく思います。

さて、どんなチームでも同じかも知れませんが、世代の交代、次世代の育成、というのは極めて重要な課題です。数学・数理科学においては、分野にも依るとは思いますが、概ね若手研究者が育ってきて、世代交代がそれなりにうまくいっているのではないかと思います。これは、多くの数学者が、研究と同じくらい教育を大事にしている、というの

が理由の一つではないかと思えます。しかしながら、人とのつながりや経験が大事な産業数学に関しては、若手研究者には少しハードルが高いかも知れません。そこでIMIの共同利用研究では若手枠を設けて若手研究者の応募を促しているほか、メンターによるサポート体制も整えています。自分と異なる分野、自分と異なる課題を持った研究者とのコラボを通して、若手研究者が多くのことを学び、飛躍してゆける、そういったお手伝いをしたいと考えています。

九州大学には、共同利用・共同研究拠点に認定されている拠点が5つあります。情報基盤研究開発センター、生体防御医学研究所、応用力学研究所、先端物質化学研究所、そしてIMIです。この5拠点が力を合わせて、2019年4月に、情報基盤研究開発センター附属汎オミクス計測・計算科学センターを開設しました。計測と分析と計算と数理という科学分野の力を合わせて、異分野研究者のコラボによって未解決の問題にチャレンジしようというセンターで、若手研究者の育成を大きなミッションとしています。文系理系を問わず、さまざまな科学分野で高品質のデータが取得できるようになり、データ科学による研究がどの分野でも盛んに行われるようになってきています。そこに数学の力、特に高度な数理モデリング手法を導入することで、異分野での画期的な成果を得るべく、貢献できるような人材を育ててゆきます。

世の中の課題は、自然災害への対応など喫緊のものも、気候変動のように複雑で難解なものも、人類の前に立ちほだかっています。若手も含む、全分野の研究者で力を合わせて解決してゆくことが今以上に望まれている時代はないのではないのでしょうか。皆様のご協力のもと、個々の力を研ぎ澄まし、チームワークで乗り切って、課題解決に全力で取り組んでゆきましょう。



九州大学  
マス・フォア・インダストリ研究所  
所長

佐伯 修

# JST CREST [数的情報活用基盤研究領域] 2019年度採択課題

## 「設計の新パラダイムを拓く新しい離散的な曲面の幾何学」

本研究課題では、建築、造船、工業意匠などの広い範囲の「設計」に着目し、「美とアート性」を備えた「安全・安心」な構造物を、「効率的・低コスト」で設計することを可能にする、革新的な双方向循環型設計プラットフォームを開発します。この目標を達成するためのさまざまな数学的課題を包括的に取り扱うことができる理論的基盤として、性質のよい連続曲面を形状要素にもつ離散曲面の幾何学、および、それに必要な新しい離散変分原理を創始します。特に、構造物を造る際の制約から、ガウス曲率がゼロである可展面を形状要素とする幾何学を重点的に開拓し、そこに工業意匠設計分野で培われた「美的形状」の理論を取り込みます。さらに、計算幾何学において、近年の折紙設計のニーズから発達してきた可展面を取り扱う技術

と(離散)微分幾何を融合させ、広い設計分野に適用可能な普遍的な幾何学として昇華させます。この理論的枠組みに基づき、構造最適化などの手法と組み合わせ、力学的合理性を備え、施工性に優れ、かつ幾何学的に性質のよい形状設計を直接可能にする革新的なソフトウェアプラットフォームを構築します。すなわち、本研究課題では、設計諸分野で独自に蓄積され断絶している知識を再統合し、数学と計算幾何学の協働でそれらを包摂する新しい「形状の幾何学」に基づく革新的な設計パラダイムを創出します。

本研究の実施体制は6つの研究グループ、九州大学(数学)、京都大学、鹿児島大学(建築設計)、静岡大学(工業意匠設計)、早稲田大学(形状処理工学)、筑波大学(計算幾何学)、からなり、数学と計算幾何学が協力して設計諸分野の「糊」の役割を果たしつつ課題を解決する体制を構築しています。詳細は <http://ed3ge.imi.kyushu-u.ac.jp> をご覧下さい。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 梶原 健司



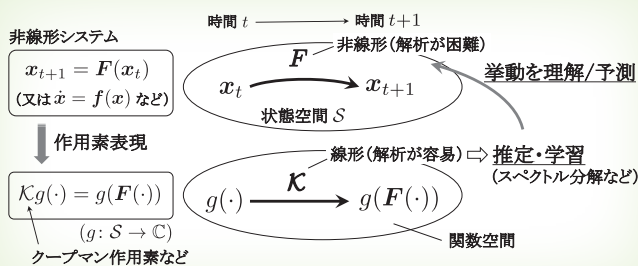
## 「作用素論的データ解析に基づく複雑ダイナミクス計算基盤の創出」

データを用いてその背後にある複雑な現象の数理的メカニズムを理解するための方法論の確立は、多くの科学分野や工学的応用において重要となる今後の発展が期待される領域です。このような背景から、JST CREST「数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会課題解決に向けた展開」領域において、河原を代表として「作用素論的データ解析に基づく複雑ダイナミクス計算基盤の創出」が昨年10月より開始されました。当課題では、応用数学分野などで近年注目される非線形力学系の作用素論的解析に基づき、ドメインで培われてきた数理モデルとデータ駆動による抽出情報を、その動力学的特性を介して直接結びつける一連の方

法論とその数理的原理の構築を行います(図も参照)。これにより、データからの現象の数理的構造の抽出に基づく科学的知見の抽出や、複雑現象のより精緻な予測・シミュレーションの実現を可能とする新たな枠組み創出を進めます。本課題の解決のためには、数学・物理的方法による順方向的解析と、機械学習・数理統計的方法による逆方向的解析の両観点から同時にアプローチして、種々の数理的原理やアルゴリズムを構築していく必要があります。そのため本課題では、機械学習・数理統計グループ(九大・河原)、数学グループ(慶應・坂内)、非線形物理グループ(東工大・中尾)、そして生物モデリンググループ(理研・黒澤)の4つのグループを構成して研究に取り組んでいきます。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 河原 吉伸

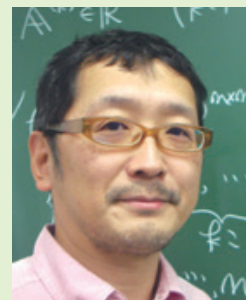


## 受賞の紹介

### The 2019 JACM Fellow Awardを受賞

2019年12月19日、臺灣臺北市にある臺北國際會議中心で開催された日本計算力学連合(JACM: Japan Association for Computational Mechanics)の総会において The 2019 JACM Fellow Award を受賞しました。JACMIは、計算力学に関する複数の主要な国際学術講演会を運営するIACM (International Association for Computational Mechanics)の要請で2002年に設立された、計算力学を専門とする研究者が集う日本の組織です。受賞理由にはIACMやJACMを通じた計算力学への貢献が含まれます。私は、近年のように数学と異分野との交流が積極的に行われる以前から、流れ問題や電磁場問題の数値解析を通して応用数学と計算力学の両分野に関わってきました。受賞を機に、両分野間の協働がさらに進むよう、微力ながら貢献できればと考えています。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所



田上 大助

### Masao Horiba Awards 2019

Machine Learning based and Multi-Agent System based Control and Optimization Approaches for Electric Vehicles, Power Grids, and their Interaction

This research aims to stabilize electricity demand-supply balance in energy grids, improve system ability to cope with its sudden changes, and optimize performance and efficiency of storage systems. To achieve that, a distributed implementation of the solutions is proposed in term of multi-agent system, where a wide range of power management functions (e.g., machine-learning based demand and supply prediction; in-vehicle to home, region, and inter-region storages) is executed by one or multiple agents at different scales.

IMI, Kyushu University

HOA DINH NGUYEN



### 情報処理学会2019年度の特選論文を受賞

琉球大学の橋本康史准教授と東京大学の高木剛教授との共同研究で執筆した論文「Chosen Message Attack on Multivariate Signature ELSA at Asiacypt 2017」で情報処理学会・特選論文を受賞しました。本論文のタイトルにあるELSAは、有限体上の多変数二次連立方程式の求解困難性を利用した暗号として注目を集め、処理性能を数倍高めるため特殊な代数構造を付加していました。本論文では、生成された署名からその代数構造に付随する代数多様体を特定し、秘密鍵が多項式時間で復元できることを示しました。この結果はさらに、暗号の処理性能を高める数学的手法の安全性評価に活用できると考えています。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所



池松 泰彦

### 平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰若手科学者賞 および第8回藤原洋数理科学賞奨励賞を受賞

この度はこのような賞をいただき至極光栄に存じます。私の専門は離散最適化と呼ばれる分野です。最適化問題とは、解の候補の集合と目的関数が与えられている状況で、目的関数を最小化する解を見つける問題です。そのような最適化問題の中でも、私は特に解が離散的な構造を持つ問題に興味を持って研究を行っております。また理論的な研究のみならず、例えばネットワークフローやマッチングと呼ばれる問題に対して得られた理論的な知識を土台とし、人の最適な流れを求める問題や限られた資源の良い配分方法を求める問題といった、社会のシステムに関係する現実問題に取り組むことにも興味を持って研究を行っております。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所



神山 直之

## 新任教員の紹介

2019年4月1日付で数理計算インテリジェント社会実装推進部門に着任しました。統計的機械学習における理論解析やアルゴリズム構築などの基礎研究に取り組むと共に、ここで培われた要素技術を科学・工学分野における諸問題へと展開して応用研究を進めてきました。具体的な研究内容は当該分野の多岐にわたりますが、主要なものとしては、機械学習に基づく時系列データの予測や解析、データに関する構造的な先見情報を用いた学習、機械学習における最適化、その他、強化学習や多様体学習、因果推論などの機械学習における諸問題に取り組んでいます。また、種々の自然科学へのデータ駆動によるアプローチや、学習論的方法のシステム・制御などの工学分野への応用、また他の研究機関や企業と連携して機械学習技術の実社会への応用にも取り組んでいます。マス・フォア・インダストリ研究所においても、これらを更に発展させていきたいと考えています。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 河原 吉伸

数学分野の中でも、整数論・代数学で用いられる考え方やツールを中心に、結晶学の問題に応用する研究を実施しています。結晶学は物質のミクロ構造を決定する実験・解析技術を集積した分野で、計測インフォマティクスや圧縮センシングの流行も起きていますが、その中で、数学のアプローチに基づき何を提案できるかという研究を、共同研究者に実験データを提供してもらいつつ行っています。他方で、結晶学は対称性の話だけでなく、準結晶や格子和など整数論と相性のいい話が色々あるため、計算機実験・理論研究の着想も得ています。最近、特に、半正定値計画緩和法の結晶構造解析・位相回復への応用、現実の系を踏まえたサンプリング定理(具体的にはWhittaker-Shannon補間式)の拡張、数論を用いた(非周期的) dense packingの生成、2次形式の整数環上の表現などに興味を持って研究しています。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 富安 亮子

2019年1月1日付けで先進暗号数理デザイン室の助教に着任いたしました池松泰彦と申します。2004年度に九州大学理学部数学科に入学し、2018年3月まで九州大学に在籍しておりました。その後、9ヶ月間ほど東京の大学でポスドクとして勤め、今年1月に九州大学に戻ってまいりました。量子計算機でも解読困難とされる耐量子計算機暗号の開発について研究しています。特に、そのようなものの中で、多変数2次連立方程式の求解困難性に基づいて構成される多変数多項式暗号に興味があります。有力な耐量子計算機暗号の候補とされていますが、公開鍵サイズが大きいことや、グレブナー基底を用いた解析が不十分であるなどの問題があり、それらの解決を目指し、研究を行なっています。また最近では、楕円曲線の同種写像を利用した暗号方式や格子の最短ベクトル問題を利用した暗号などにも興味を持ち幅広く研究を行っております。これからどうぞよろしくお願い致します。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 池松 泰彦

2019年4月1日付でIMI数学テクノロジー先端研究部門助教に着任しました。私は統計科学を専門にしており、主に小地域推定問題における有用な手法の予測誤差に関する研究をしています。一種の漸近的精度を保証できるような有用な予測誤差の評価法が知られていますが、実際の有限サンプルにおいては他の重要な性質を失ってしまう可能性も否めません。このような背景に対して、私は理論と実践面を同時に意識した新たな予測誤差の評価法等の開発に興味を持っています。

九大数理・IMIの統計グループは、全国的にも伝統のある大きな統計研究の拠点のひとつです。そのような伝統ある場所に所属することができ、大変光栄に思っています。数理・データサイエンス教育研究センターにも所属していますので、今後はIMIや数理・データサイエンス教育研究センターでの活動を通して、多くの応用分野での活用も視野に入れたいと考えています。



九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 廣瀬 雅代

## SGW2019

今年のスタディグループ・ワークショップ(SGW2019)は2019年7月24日から27日まで九州大学伊都キャンパスにて、7月29日と30日は東京大学駒場キャンパスにて開催されました。今回は日本の企業から三件、東京大学から一件、福岡県糸島市役所から一件の課題提供がありました。初日に各課題の内容についてご説明頂き、それをもとに出席者が取り組みたい課題を選び、翌日から課題ごとにわかれてチームを結成し、解決に向けて議論を行いました。最終日7月30日の午後の成果報告会において、それぞれの議論の結果が課題ごとに報告されました。

今年度ご提供頂いた課題は、糸島市の地域・行政課題の解決、グラフ埋め込みなどを中心とした機械学習・データ解析に関する課題、マクスウェルの悪魔に関連した熱の伝わり方に関する新知見探索、偏微分方程式の近似解法の新しい応用、結晶と準結晶に関連した数学、の五つとなりました。これらは行政・データサイエンス・機械学習・エネルギー・エンジン・結晶にまたがる幅広いテー

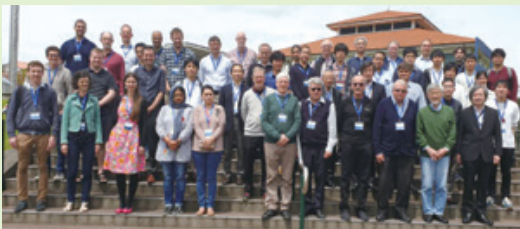
マであり、様々な数学的手法を用いたアプローチが、チームごとに検討されました。成果報告会においては、学生たちを中心に、統計や機械学習、力学系、偏微分方程式の数値計算、暗号理論といった、様々な数学を用いた提供課題へのアプローチの内容とその結果が発表され、課題提供者や参加者を含めた活発な議論が展開されました。今後の更なる共同研究に繋がる発表もあり、爽り多い6日間となりました。

最後に、課題提供者の皆様、ご参加頂いた皆様、特に議論を引っ張ってくださった学生の皆さんに心より御礼申し上げますとともに、SGW2019において得られた様々な共同研究・議論・ご縁が参加者皆様の今後の研究・開発に役立つことを期待しております。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 阿部 拓郎

## Forum “Math-for-Industry” 2019 ～Mathematics for the Primary Industries and the Environment～

Asia Pacific Consortium of Mathematics for Industry (APCMfI)主催の国際研究集会Forum “Math-for-Industry” 2019 (FMfI2019)がMassey大学(オークランド、ニュージーランド)をホストとして11月18日～21日に開催されました。ニュージーランド、オーストラリアを中心に、マレーシア、タイ、ベトナム、中国、韓国、日本から65名が参加し、25件の口頭発表と



17件のポスター発表が行われました。九州大学からは竹村俊彦教授(応用力学研究所)、岡安崇史准教授(農学研究院)、佐竹暁子教授(理学研究院)、鍛冶静雄准教授(IMI)が口頭発表を、大学院生ら13名がポスター発表を行いました。投票でポスター賞6名が表彰され、受賞者は海外またはIMIへ中期滞在に招待、最優秀者はEuropean Consortium for Mathematics in Industry主催の国際研究集会ECMI2020(2020年6月、アイルランド)にAPCMfI代表として派遣されます。詳細は<http://apcmfi.org/fmfi2019/>をご覧ください。FMfI2020はベトナムのハノイで11月23日～26日に開催予定です。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 梶原 健司

## ICIAM2019

2019年7月15日から19日まで、スペインはバレンシア: Universitat de Valènciaにて世界最大級の産業・応用数学の国際会議である“International Congress on Industrial and Applied Mathematics”、通称ICIAMが開催された。ICIAM Prize Lectureをはじめとして、参加者が企画するThematic Minisymposia、産業数学にフォーカスしたIndustrial Minisymposiaが多数展開。1セッションに同時に50～70個、トータルで約1,000個のシンポジウムが行われたため、聴講したいものを確認するのにも一苦労。参加者が数千人規模の会議とはかくあるものか。



IMIからは3件のミニシンポジウム企画が採択・開催され

た。筆者もさりげなく「力学系+特異構造+精度保証付き数値計算」という新境地の開拓を目指すシンポジウムを開催、応用数学の1つの方向性を示すのに少しは貢献できたと信じている。

なお個人的に最も印象に残ったのは、自分のシンポジウム…もそうだが開会式典。ICIAMが国を挙げての会議であるという認識か、フェリペ6世スペイン国王陛下が来られてご挨拶。その後、参加者と対面・写真撮影や握手する機会を与えてくださり、あろうことが自分も陛下と握手+写真撮影の機会を与えられるという僥倖。これぞ運と縁の賜物と言わずしてなんと云おう。

4年後のICIAMは日本開催。今回参加して、いろいろな意味で動向を見守りたくなった。

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所 松江 要

## 今後の予定

### IMI主催イベント

- ▶ R2.2.21-22: Hakata Workshop; Winter Meeting 2020「Discrete Mathematics and its Applications」  
<http://comb.math.kyushu-u.ac.jp/>

## 本年度の共同利用

プロジェクト研究 令和元年度テーマ「AI社会の高度化を支える数理の深化と情報基盤技術との連携」

プロジェクト代表者 森永 聡(日本電気中央研究所),河原 吉伸(九大IMI)

### プロジェクト研究 短期共同研究

- ▶ データ駆動型実時間制御のためのクーブマン作用素学習の数理とアルゴリズム 薄 良彦(大阪府大・工学研究科)

### プロジェクト研究 短期研究員

- ▶ PDEモデルから定まる時系列データ解析の作用素論的な手法の構築 石川 勲(理化学研究所)

### 若手研究 短期共同研究

- ▶ 輪郭線認識に関する数理理論の発展と工学への応用 一木 俊助(九大IMI・学振PD)
- ▶ 理論・計算数学と暗号学の融合アプローチによる次世代暗号構築の新展開 工藤 桃成(神戸工高専)

### 一般研究 研究集会II

- ▶ 代数・論理・幾何と情報科学——理論から実世界への展開 河村 彰星(九大・システム情報科学研究院)
- ▶ 結晶の界面・転位・構造の先進数理解析 松谷 茂樹(金沢大・電子情報通信学系)
- ▶ 量子計算、ポスト量子暗号、量子符号の融合と深化 高島 克幸(三菱電機株式会社)
- ▶ ドレスト光子に関する数理研究とその応用 佐久間 弘文(ドレスト光子研究起点)
- ▶ 新たな非破壊・非侵襲検査技術とその応用 滝口 孝志(防衛大・数学教育)

### 一般研究 短期共同研究

- ▶ 量子シミュレータとしての量子ウォークの数理 鈴木 章斗(信州大・工学)
- ▶ 造船における曲面幾何学の展開 松尾宏平(海上技術安全研究所)
- ▶ 実践と数理に根ざした多目的最適化ベンチマークの開発 濱田 直希(株式会社富士通研究所)
- ▶ 離散微分幾何の設計への応用:理論から実務へ 三浦 憲二郎(静岡大・創造科学技術大学院)
- ▶ 数値流体力学(CFD)解析と人工知能(AI)を併用した脳動脈瘤増大・破裂指標の構築 杉山 由恵(大阪大・情報科学研究科)

### 一般研究 短期研究員

- ▶ 層流-乱流遷移における動的渦群の普遍性発見理論の開発 松浦 一雄(愛媛大・理工)
- ▶ ゲーム開発へのモデル検査の適用 長谷川 勇(株式会社スクウェア・エニックス)

## 本年度の刊行物

- ▶ MI Lecture Note, Vol. 81  
([https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub\\_inner/id:2](https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub_inner/id:2)を参照)
- ▶ MI Preprint Series, 2019-1-2019-2(2019年10月をもって中止)  
([http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub\\_inner/id:3](http://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub_inner/id:3)を参照)
- ▶ マス・フォア・インダストリ研究, No. 15  
([https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub\\_inner/id:5](https://www.imi.kyushu-u.ac.jp/publishes/pub_inner/id:5)を参照)

## 本年度の表彰等

- ▶ 神山 直之 准教授:平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞受賞
- ▶ Robert Anderssen博士(オーストラリア連邦科学産業研究機構)、Philip Broadbridge教授(IMI客員教授/ラトローブ大学名誉教授)に九州大学から感謝状贈呈
- ▶ 藤澤 克樹 教授:Graph500ベンチマークテストで9期連続(通算10期)世界1位を達成
- ▶ 富士通ソーシャル数理共同研究チーム(神山直之教授・福本康秀教授を含む):2018年度人工知能学会現場イノベーション賞「金賞」受賞
- ▶ 神山 直之 教授:2018年度人工知能学会研究会優秀賞受賞
- ▶ Nguyen Dinh Hoa助教:2019年堀場雅夫賞受賞
- ▶ 神山 直之 教授:第8回藤原洋数理科学賞奨励賞受賞
- ▶ 池松 泰彦 助教:情報処理学会2019年度特選論文受賞
- ▶ 一木 俊助 JSPS特別研究員:井上研究奨励賞受賞
- ▶ 田上 大助 准教授:2019 JACM Fellows Award 受賞