

AFSA News Letter No.5

Creation and Organization of Innovative Algorithmic Foundations for Social Advancement

2020～2024年度文部科学省
科学研究費補助金 学術変革領域研究 (A)

社会変革の源泉となる革新的アルゴリズム基盤の創出と体系化

AFSA ニュースレター B02 班紹介号

AFSAを構成する計画班6班のうち、ファルカーソン賞を受賞した河原林健一教授が代表を務めるのがB02班です。本号は、新計算モデルにおけるアルゴリズム・最適化に取り組むB02班の紹介号です。

interview

河原林健一 B02 班代表者に、班の目的やプロジェクトに期待することを伺いました。

「機械学習研究と理論研究との コラボレーションによって 革新をもたらす」

——B02班が目指していることを教えてください。

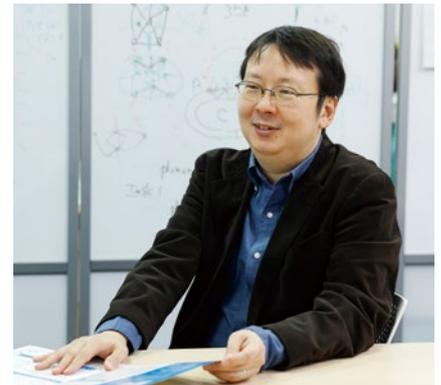
河原林 AI全盛の今、機械学習の研究開発が世界中で盛んに行われています。しかし、機械学習の性能は上がっている一方で、なぜそのような性能が実現できているのかといった、機械学習の理論的な背景は実はよくわかっていません。

例えば、機械学習を使った自動運転技術の開発が進められていますが、「突然、ブレーキをかけて停止する」といった誤った判断がなされる場合があります。しかし、なぜ、そのような判断がなされたのか、よくわかっていない点も多いのです。特に安全性や正確性が求められる自動車分野などでは、性能がよくても機械学習の理論的な裏付けがなければ、その技術を使った製品を世に出すことはできません。こうした

ことが、今、世界的に大きな課題になっています。

機械学習の理論的な解析は、機械学習の研究者・技術者だけではできず、私たちのような理論の研究者の力が求められています。B02班のメンバーは、アルゴリズムや組み合わせ最適化の分野において深い理論の研究をしてきており、これまで世界を牽引するような成果をあげてきました。そして、機械学習の理論的解析をし、理論に基づく機械学習のアルゴリズムを開発するための強力な武器となる道具をそれぞれがもっています。こうした道具を持ち寄ることで、機械学習の実用化に向けてボトルネックとなっている困難な問題の突破口を見いだし、変革をもたらすことを目指しています。

——研究の進め方と進捗状況について



B02 班代表者

河原林 健一 (かわらばやし けんいち)

国立情報学研究所
情報学プリンシプル研究系 教授
東京大学 大学院情報理工学系研究科
コンピュータ科学専攻 教授

教えてください。

河原林 研究は機械学習の研究者と共同で進めており、AFSA内に限らず、外部の研究者とも積極的に連携しています。機械学習の分野は非常に幅広く、各分野に通底しているような機械学習の本質的な部分を理解するためには、自分たちと離れた多様な分野の方々と一緒に研究をすることが重要だと考えています。

現在、すでに機械学習分野においていくつか成果が出てきています。プロ

「新しい時代に対応できるように、常にアンテナを張り、
何をすべきかを考える」

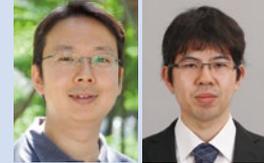
理論計算機科学、最適化、離散数学の基礎研究



**計算量理論
離散アルゴリズム**
(河原林健一、平原秀一)



**組合せ最適化
オンライン学習**
(David Avis、岩田覚、福永拓郎)



**巨大グラフ解析
高速アルゴリズム開発**
(河原林健一、吉田悠一)



New Computation ERA

機械学習、オンライン、ストリーミング、分散計算、並列計算、省メモリ計算など、
データの読み込み方の制限や、メモリスパースの制限

図1 B02 班の目的と研究の進め方

B02 班のメンバーは、理論計算機科学、最適化、離散数学といった個々の専門分野の基礎研究を進めるとともに、その手法を用いて、新時代のトレンドとなる機械学習、オンライン、ストリーミング、分散計算、並列計算、省メモリ計算などに対応した新しい計算モデルに合わせた、高速アルゴリズムや最適化手法を研究開発する。

プロジェクトの後半でこれらをまとめていく予定です。

——研究をする上で大事にしていることはありますか？

河原林 私たちは基本的には理論の基礎研究をしています。その一方で、時代の流れや新しい技術にも対応できるように、常にアンテナを張っておくことが重要だと考えています。情報分野は、数年で重要課題が変化します。例えば、少し前まではスパコンで膨大なデータを高速で処理することが重視されていましたが、今、世界的には並列計算を行う GPU サーバーを個人レベルで所有し、機械学習などの研究開発が行われるようになってきました。

並列計算では、計算モデルもそれに合わせなくてはなりません。そのため、こうしたゲームチェンジが起きたとき

に、最初に対応しなくてはならないのが理論の研究者です。そうでないとデバイスの開発者が動けないからです。

時代の変化にすばやく対応するために、ふだんから積極的に自分とは違う分野や世界のトップクラスの研究者の話聞くようにしています。テクニカルなことまで理解する必要はありませんが、その分野が今どういう方向に向かっていて、重要な課題は何なのか、それに対して自分たちが何をすべきなのかを、常に考えておくことが大事ですね。

——AFSAに参画する大勢の若い研究者に伝えたいことはありますか？

河原林 今の状況を当たり前だと思わないでほしいということですね。AFSAでは、資金も時間も人的ネットワークなども全て揃っています。この

ような環境にしながら「研究できなかった」という言い訳はできません。本プロジェクト終了までに大きな成果をあげる必要はありませんが、何かしら目処をつけないと次のチャンスはすぐには来ないと思った方がいいでしょう。今の状況をエンジョイしながらも、危機感とスピード感をもって日々を過ごしてほしいと思います。

日本の研究者がGAFAなどの巨大IT企業の研究者や技術者に伍していくには、若手研究者がもう一段レベルを上げる必要があると感じています。そして“若手”が“若手”でなくなる頃には、世界のトップレベルに近づいていなければなりません。AFSAがそのお手伝いをできるように、若い人たちをエンカレッジしていきたいと思っています。

(取材・執筆／秦千里)

B02 班 紹介

■ 専門分野 ● 研究のメソッドロジーや理念 ★ AFSA での抱負 ▲ 公募研究タイトル

B02班のメンバーを紹介します。全メンバーはAFSAウェブサイト(メンバー)にてご確認ください。



研究代表者

河原林 健一
Ken-ichi Kawarabayashi
国立情報学研究所
■ 離散数学、アルゴリズム



研究分担者

平原 秀一
Shuichi Hirahara
国立情報学研究所 / B02班補佐
■ 計算量理論



研究分担者

岩田 覚
Satoru Iwata
東京大学
■ 組合せ最適化



研究分担者

福永 拓郎
Takuro Fukunaga
中央大学
■ 組合せ最適化



研究分担者

吉田 悠一
Yuichi Yoshida
国立情報学研究所
■ 理論計算機科学、データ科学の理論基盤



研究分担者

エイビス デイビッド
David Avis
京都大学
■ SAT/CSP/ASP、知識表現および推論



スッパキットパイサン ウォラポン
Vorapong Suppakitpaisarn
東京大学
■ 圧縮構造上での計算、大規模データ処理アルゴリズム
● 楕円曲線暗号、対量子コンピュータ暗号、差分プライバシーなどいろいろなシステムがよりスケーラブルになるようアルゴリズムを開発しています。
★ 組み合わせ最適化で、より安全・よりスケーラブルな情報プライバシー・情報セキュリティのシステムを提案していきたい。
▲ Precision Analysis of Frameworks for Publishing Graph Information under Differential Privacy

公募研究者



シュワルツマン グレゴリー
Gregory Schwartzman
北陸先端科学技術大学院大学
■ Distributed computing
● This project deals with distributed property testing - designing ultra-fast distributed algorithms to derive insight into the structure of distributed.
★ I am very grateful for the opportunity to be part of this project. Taking part in this project has resulted in very exciting and fruitful collaborations which allowed me to expand the scope of my research.
▲ New frontiers in distributed property testing

公募研究者



谷川 眞一 Shin-ichi Tanigawa
東京大学
■ Discrete and computational geometry
● 研究のストーリーを思い浮かべて、具体的な課題解決に取り組む。
★ 研究計画を遂行できるよう努力したい。
▲ 工学システム解析に現れるシンボリック行列に対する離散構造論の展開

公募研究者



泉 泰介 Taisuke Izumi
大阪大学
■ 分散・並列アルゴリズム、グラフアルゴリズム
● 自分が得意とする研究テーマから「ギリギリ外れる」分野を攻め続けることで新しい何かを発見することを目指す。
★ 様々な研究者とのコラボレーションを通して分散計算の可能性を広げるとともに、その面白さを周辺に伝えていきたい
▲ 分散計算における細粒度設計抽象化技法の創出とその応用

公募研究者

column

分野の垣根を乗り越える

B02班 公募研究者
泉 泰介
Taisuke Izumi
大阪大学

私は自身の強みである分散計算の理論を核として、その技法・問題意識を周辺分野へ波及させることを目指して研究を行っています。

先日、神田ラボにてA01班のメンバーと、分散計算に関する勉強・意見交換会を開く機会がありました。A01班メンバーの専門は本プロジェクトにおいてはかなり「異質」なのですが、大きく分野の異なる人たちと意見を交わすことはとても刺激的で、改めて自身の研究を客観的に見つめなおす、よいきっかけになりました。

我々は共同研究を検討するとき、つつい実利、すなわち、それによって新しい結果(論文)を出せるのか

を基準に方向性を決めてしまいがちです。論文生産(性)の観点からは正しい判断ではありますが、その反面、自身の専門から大きく逸脱した分野との交流に対する萎縮を生み出しているのかもしれない。AFSAには、そのような萎縮を乗り越える「大きな逸脱」をエンカレッジする仕掛けがいろいろと組み込まれており、それらを通じたつながりは、自身にとって本プロジェクトに参画する大きな意義の一つであると感じます。

今年度末で私の研究課題は一区切りにはなりませんが、引き続き他の分野や研究者の価値観に数多く触れ、自身の視座をさらにアップデートしていければと考えています。

information

「2022年第2回領域集会」を開催

2022年11月6～8日に「2022年度第2回領域集会」が京都大学 清風荘および京都産業会館ホールにおいてハイブリッド形式で開催され、62名の現地参加を含む88名の参加者が集まりました。初日の分科会セッションから始まり、2日目からは領域全体および各計画班の近況報告や研究紹介、公募研究者やポスドク研究者によるポスターセッションなどが行われました。また、東北大学の伊藤健洋教授による招待講演「学変(B)『組合せ遷移』での領域研究について」、および、京都大学、沖縄科学技術大学院大学との共催で、プリンストン大学のSanjeev Arora教授の特別講演「The quest for mathematical understanding of artificial intelligence」も行われました。第2回領域集会の詳細なプログラムはAFSAホームページにてご確認いただけます。次回の領域集会は2023年5月頃を予定しています。



参加者集合写真



領域集会(11月6日)、清風荘にて。



分科会セッション (A01 班)



伊藤健洋教授の招待講演

「第5回 AFSA コロキウム」を開催

2022年10月31日に京都・寺町ラボにて「第5回 AFSA コロキウム」がハイブリッド形式で開催され、領域横断的に17名の研究者が参加しました。名古屋大学の西村治道教授が「量子ネットワーク上での分散 NP 的検証について」と題した講演を行い、最新の研究成果とともに、量子計算や分散計算アルゴリズムの基本知識や現在の課題についても説明されました。その後、分野を超えた研究者による自由闊達な議論が行われました。



「第5回 AFSA コロキウム (寺町ラボ)」の様子。

「おねえさんの動画」公開10周年の 記事を科学雑誌に掲載

本研究領域の源流の1つであるERATO湊プロジェクトで制作された日本科学未来館の展示動画「フカシギの数え方」が今年度9月に公開10周年を迎え、これまでの再生回数は300万回を超えています。これを記念した紹介記事(湊教授が監修)が科学雑誌『Newton』2022年10月号に掲載されました。記事の中でAFSAプロジェクトについても紹介されていますので、興味のある方はご一読下さい。



AFSA News Letter No.5

(2023年1月発行)

発行者 AFSA プロジェクト事務局
 所在地 〒606-8501 京都市左京区吉田本町
 京都大学大学院情報学研究所コンピュータアルゴリズム研究室内
 編集協力 サイトテック・コミュニケーションズ
 写真 古末拓也
 デザイン 八十島博明、石川幸彦 (GRID)



<https://afsa.jp>

本領域に興味をお持ちの方は AFSA 事務局 (afsa-contact@algo.cce.i.kyoto-u.ac.jp) までお問い合わせください。