

# AFSA News Letter No.4

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 BO1班紹介号

AFSAの研究項目Bに属するB01 $\sim$ 04の4班は革新的アルゴリズム基盤を構成する理論と技法を追究しています。本号は、大規模離散構造の理解と革新的アルゴリズム基盤の創出に取り組むB01班の紹介号です。

interview

堀山 貴史 B01 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。

## 」さまざまな視点から 大規模離散構造を解きほぐし、 本質を理解する |

## ——B01 班が目指していることを教えてください。

堀山 B01班は、「大規模離散構造」を理解し、体系化することを目指しています。離散構造の簡単な例を挙げてみます。例えば、小学生の頃、「遠足のおやつは500円まで」と言われて、何を買おうか頭を悩ませた経験はありませんか?ナップサックに詰めるお菓子をどう組み合わせれば、自分がもっとも満足するか。このような連続でないもの(この場合はお菓子)の組合せの構造を「離散構造」といいます。

世の中には離散構造の問題はあらゆるところに存在します。例えば、宅配便の配送ルートや工場の生産計画、文字列の検索なども離散構造です。実社会のこうした離散構造の問題は、扱うデータ量が膨大で、組合せはとても複雑です。大規模離散構造を扱う問題は

一筋縄では解くことができないので、 個々の分野ごと、あるいは個々の研究 者のアイデア・技法ごとにアルゴリズ ムが設計されてきました。

しかし、大規模離散構造の中には、 一見まったく異なる構造に見えても、 見方を変えてよく観察すると、実は本 質的なところで共通している場合があ ります。

つまり、ばらばらに研究されていた ものを整理することで、これらを融合 できる可能性があるのです。

私たちは、これまで個別の分野や研究者によって扱われてきた大規模離散構造を解きほぐし、理解することで、アルゴリズム設計のための方法論を新たに体系化することを目指しています。これにより、従来のアルゴリズムが改良できたり、特定の分野だけで使われてきたアルゴリズムが、より多くの分



野に応用できるようになったりすることが期待できます。

## 研究はどのように進めているのでしょうか?

堀山 基本的には、研究者同士で議論をすることが大事だと考えています。 アルゴリズムの理論研究は、特別な装置を使ったりするわけではなく、図を描いたり手で計算したりして考えることがほとんどです。ホワイトボードを使ったりして、研究者同士がそれぞれの視点で意見を交わし、扱っている問

## 異分野との連携により、 大規模離散構造のアルゴリズム基盤を創出する



● BDD/ZDD アルゴリズム ◆大規模離散構造処理



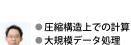
● BDD/ZDD アルゴリズム ● 列挙索引化



● ゲーム・パズルと計算量 計算量理論的観点からの離散構造

領域内他班や 他分野との連携

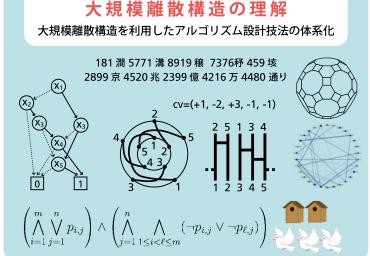




アルゴリズム



● 文字列・ 木データ構造 ●圧縮索引・ 文字列組合せ論





● グラフアルゴリズム ●ネットワーク解析 ●パズル・ゲームの 離散構造



●文字列アルゴリズム ● 圧縮情報処理



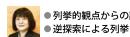
SAT/CSP/ASP ●知識表現および推論



■ ZDD・列挙 ● グラフアルゴリズム



● グラフアルゴリズム ●組合せ遷移



列挙的観点からの離散構造

#### 図1 B01 班が取り組む大規模離散構造の理解と体系化

B01 班のメンバーが扱っている BDD / ZDD、SAT、グラフ、文字列処理などの分野は、それぞれが個別に 知見を蓄えてきており、また、専門分野が同じ場合でも、研究者ごとにアイデア・技法が異なり、別々に研 究されてきた。本領域の取り組みによって、これらの知見を融合していく。他の研究班や異分野との連携も 積極的に行いながら、大規模離散構造の理解とアルゴリズム設計技法の体系化を目指す。

題や手法についてお互いに理解を深め ていくというやり方ですね。

議論をしていく中で、「この問題は こういう見方もできますよ」とか「う ちの分野のこの技法を使うとこういう アプローチができますよ」などと、他 の人から新たな気づきが得られます。 1人で研究していたら、こうした気づ きはなかなか得られません。異なる分 野の人と議論をすることで、徐々に大 規模離散構造が解きほぐされていき、 本質的な理解につながっていきます。

B01 班では、他の研究班のメンバー も交えて定期的に「短期滞在セミナー シリーズ (SSSS)」を開催しています。 3日間に渡り、さまざまな分野の研究 者が集まって、議論を行っています。 今年の7月に札幌で開催されたSSSS

では、AFSA以外の方も含めて約50 人が参加しました。SSSSでは多くの 有意義な議論が行われており、例えば、 文字列のアルゴリズムを扱っている研 究者の発表を聞いた別の分野の研究者 が「SATソルバー(問題を解くプログ ラム)をこう使ってみては」と貴重な 助言をもらったりして、新たな研究が 花開いてきているところです。

#### ――他の研究班に期待することなどあ りますか?

堀山 多様な研究者とコミュニケー ションをとることで、私たちB01班の 議論が深まるので、SSSSなどの研究 集会にぜひ積極的に参加してほしいと 思っています。また、セミナーで自身 の研究の話をしてくださるのも大歓迎 です。

特に、若い研究者や学生さんにとっ ては、自分と違う分野の人たちと交流 することで視野が広がり、研究の幅が 広がるチャンスになります。自分の技 術と他の人が扱っている問題を結びつ けると、思いもしなかった解き方や答 えが得られることがあり、とても楽し いものです。そういった経験を通して、 アルゴリズム研究の楽しさをもっと 知ってもらいたいと思っています。

逆に、私たちも公募研究やポスドク の若い研究者のみなさんから、新しい 発想が得られたりして刺激をもらって います。分野や年齢を超えてみんなで 切磋琢磨し、楽しい研究をエンカレッ ジしていけるコミュニティをつくって いきたいですね。

(取材・執筆/秦千里)

## B01 班 紹介

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

B01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) にてご確認いただけます。



**堀山 貴史** Horiyama Takashi

北海道大学

■ BDD/ZDD アルゴリズム、大 規模離散構造処理



研究分担者

**湊 真一** Minato Shin-ichi 京都大学/AFSA領域代表

■ BDD/ZDD アルゴリズム、列 挙索引化



研究分担者

上原 隆平 Uehara Ryuhei

北陸先端科学技術大学院大学/ B01班補佐

■ ゲーム・パズルと計算量、 計算量理論的観点からの離 散構造



研究分担者

研究代表者

宇野 裕之 Uno Yushi

大阪公立大学

■ グラフアルゴリズム、ネットワーク解析、パズル・ゲームの離散構造



研究分担者

**竹田 正幸** Takeda Masayuki

九州大学

■ 文字列アルゴリズム、圧縮 情報処理



公募研究者

公募研究者

研究分担者

**番原 睦則** Banbara Mutsunori

名古屋大学

■ SAT/CSP/ASP、知識表現お よび推論



研究分担者

松井 泰子 Matsui Yasuko

東海大学

■ 列挙的観点からの離散構造、 逆探索による列挙

公募研究者

PD研究員



**伝住周平** Denzumi Shuhei

(NTT CS 基礎研)

- 圧縮構造上での計算、大規模データ処理アルゴリズム
- データの気持ちになって考える
- ★ 決定グラフの知識を活かしつつ新たな分野の問題に取り組みたい
- ▲ より高階の離散構造を扱うための近似を用いたデータ構造の研究



クップルドミニク Köppl Dominik

(東京医科歯科大学)

■ 文字列・木データ構造、圧縮索引・文字列組合せ論

- 研究を行う上で、問題解決に向けて多角的な視点から取り組むことを心がけている
- ★ 隣接する分野の研究者との交流を通じて、より発展的な研究結果を 導くことができるよう協力したい
- Resource-Constraint Privacy-Aware Data Structures Trackling Problems in Bioinformatics



斎藤 寿樹 Saito Toshiki

(九州工業大学)

- ZDD・列挙、グラフアルゴリズム
- 面白いことがないか常にアンテナを張り、興味があることを見つけたら、真剣にかつ楽しく考える
- ★ "本質的"な離散構造の数え上げアルゴリズムを開発し、それらの離 散構造がどのように分布するかを抽出していきたい
- ▲ フロンティア法によるグラフ同型性における標準形列挙アルゴリズムの開発



Duc A. Hoang

(京都大学)

- Graph Algorithms, Combinatorial Reconfiguration
- I mainly focus on designing algorithms to efficiently moves between states/nodes of a "reconfiguration system"—a system usually described as a huge graph.
- ★ The "reconfiguration system" is an important large-scale discrete structure (B01 group's main research object) and I want to collaborate with other researchers to extend my research on reconfiguration from both theoretical and practical viewpoints.

column

## 新たな土地から次の道へ



**三重野 琢也** (電気通信大学) Mieno Takuya

昨年10月からの半年間、B01班のPD研究員として北海道大学に勤務していました。雇用決定時には、人生のほとんどを過ごしてきた馴染みのある九州の地で勤務を続ける選択肢もあったのですが、研究者としてのアップグレードを期待し、思い切って北海道へ移住しました。

拠点を変えてAFSAの活動に参加する中で、他の研究者の方々との交流機会が桁違いに増え、非常に良い刺激を受けています。実際にAFSAメンバーとの交流をきっかけに研究成果を得ることができましたし、コミュニティ拡大が研究活動の活性化に繋がることを肌で感じました。

半年という短い期間で研究員を辞することになりましたが、AFSAでの経験と実績が、現在のポジションの獲得にプラスに影響したと思っています。今後は研究協力者として、引き続きAFSAメンバーとともに研究活動を継続していきます。

#### information

### 今年度第 2 回領域集会を 秋の京都で開催予定

2022 年 11 月 6 ~ 8 日に 2022 年度 第 2 回領域集会を開催します。対面とオンラインのハイブリッド形式を予定しており、対面の会場は 6 日:京都大学 清風荘(左京区百万遍)、7~8日:京都産業会館ホール(地下鉄四条駅直結)です。新型コロナの感染拡大状況によって、形式変更の可能性もあります。最新情報は AFSA ウェブサイト(お知らせ)でご確認ください。

#### 第3回 AFSA コロキウムを開催

2022 年 7 月 29 日に第 3 回 AFSA コロキウムを開催しました。 B01 班研究代表者の堀山貴史教授が「複数の多面体の共通の 展開図」について講演。参加者からの「1 つの帯から複数の多 面体が作れるか」という問いが参加者との議論を経て代数方 程式の証明まで話が展開するなど、活発な議論が行われました。オンラインも含め約 30 名が参加しました。



第3回 AFSA コロキウム、 北海道大学会場の様子

### 第3回B01班セミナーSSSSを開催

本誌2頁でも紹介したB01班の短期滞在セミナーシリーズ (SSSS)を2022年7月30~8月1日に札幌で開催しました。B01班メンバーを中心とした講演会と総計15時間の自由討論、B01班の番原睦則教授とA02班の鍋島英知准教授による学生向けのSATソルバーチュートリアルが行われました。50名の参加者が時間をかけて充実した研究交流をしました。



SAT ソルバーチュートリア ルの様子

### サマースクール 「組合せ最適化セミナー」を実施

2022 年 7 月 25 ~ 27 日に京都大学数理解析研究所と共同で、「組合せ最適化セミナー」を実施しました。

組合せ最適化とその周辺分野で独自の研究を展開する3名の講師(下記)が、隣接する分野の研究をする学生にも理解できるように、基礎から先端研究まで体系的に講演。156名が参加し、オンラインで小部屋に分かれて議論するなど、参加者の交流も行い盛会でした。

#### 講師と講演タイトル

横井優氏(国立情報学研究所) 「安定マッチングと組合せ最適化」 福永拓郎氏(中央大学) 「ネットワーク設計における貪欲法」 河村彰星氏(京都大学)

河村彰星 氏(京都大学 「実函数の計算理論」

●講義資料と演習問題は以下のサイトで公開しています。 ■ https://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/coss/coss2022/coss2022.html





サマースクールの様子

### 公募研究募集の説明会を開催

本プロジェクト第2回目の公募研究の募集(2022年10月5日 応募締切)に向けて、東京(神田ラボ、9月5日)、京都(寺町ラボ、9月7日)の2会場で、公募説明会を開催しました。両会場ともに対面とオンラインのハイブリッド形式で、湊 領域代表がプロジェクト概要と公募要領について説明し、参加者からの質問に答えました。両会場で延べ35人が参加し、公募研究に関する情報交換が行われました。



公募研究募集の説明会の様子東京会場(左)、京都会場(右)



**AFSA News Letter No.4** 

(2022年10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科コンピュータアルゴリズム研究室内

編集協力 サイテック・コミュニケーションズ

写真 今井譲、大島拓也

デザイン 八十島博明、石川幸彦(GRiD)



https://afsa.jp