

## AFSA ニュースレター B01班紹介号

AFSAの研究項目Bに属するB01～04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



B01 班代表者

堀山 貴史 (ほりやまたかし)

北海道大学 大学院情報科学研究院  
情報理工学部門 知識ソフトウェア科学分野 教授

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



## 大規模離散構造の理解

大規模離散構造を利用したアルゴリズム設計技法の体系化

181 洞 5771 溝 8919 種 7376 秤 459 核  
2899 京 4520 兆 2399 億 4216 万 4480 通り

cv=(+1, -2, +3, -1, -1)

$$\left( \bigwedge_{i=1}^m \bigvee_{j=1}^n p_{i,j} \right) \wedge \left( \bigwedge_{j=1}^n \bigwedge_{1 \leq i < \ell \leq m} (\neg p_{i,j} \vee \neg p_{\ell,j}) \right)$$


- 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



- 圧縮構造上での計算
- 大規模データ処理アルゴリズム



- 文字列・木データ構造
- 圧縮索引・文字列組合せ論



- 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
- 逆探索による列挙

**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
- 研究のメソッドロジーや理念
- ★ 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) にてご確認ください。



研究代表者

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

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



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



伝住 周平 Denzumi Shuhei  
(NTT CS 基礎研)

公募研究者

- 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た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)

公募研究者

- 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 Tracking Problems in Bioinformatics



斎藤 寿樹 Saito Toshiki  
(九州工業大学)

公募研究者

- 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
- ▲ フロント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)

PD 研究員

- 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。

拠点を変わって 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。新型コロナウイルス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を作れるか」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)  
「実関数の計算理論」

●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  
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>

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。