

# 2024年度共同利用研究報告書

2024年12月25日

所属・職名 東北大学大学院情報科学研究科・教授

伊藤 健洋

		整理番号	2024a037	
1.研究計画題目	組合せ遷移の理論とその展開			
2.新規・継続	新規			
3.種別	一般研究			
4.種目	研究集会（Ⅱ）			
5.開催方法	対面開催			
6.研究代表者	氏名	伊藤 健洋		
	所属 部局名	東北大学大学院情報科学研究科	職名	教授
7.研究実施期間	2024年10月07日(月曜日)～2024年10月11日(金曜日)			
8.キーワード	アルゴリズム, 計算複雑性, 組合せ遷移			
9.参加者人数	39人			

## 10.本研究で得られた成果の概要

「組合せ遷移」とは、可用性を担保しながら段階的に最適化するためのアルゴリズム理論である。組合せ遷移問題に対するアルゴリズム開発や計算量解析の研究は、15年以上盛んに行われてきた。この過程で、研究の深化・発展だけでなく、研究者コミュニティの形成にも一役を担ってきたのが、2015年に設立された組合せ遷移の国際ワークショップである。これまでに、日本、カナダ(2回)、フランスと4回開催しており、2024年に第5回を日本で開催することとなった。特に近年では、組合せ遷移の実務・応用に向けた研究開発も進められていることから、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の共同利用研究として申請させて頂くこととなった。

5日間に渡って開催したワークショップでは、招待講演2件、チュートリアル講演1件、一般講演14件の発表があり、この内、招待講演1件と一般講演5件は海外機関の研究者らによる発表であった。これらの講演は、組合せ遷移に関するアルゴリズム理論研究の最先端のものから、数学や工学の諸分野から組合せ遷移との関連を模索するものまで、多彩な発表が集まった。これにより本ワークショップは、最新の研究成果を情報交換する場だけでなく、組合せ遷移の新たな研究視点を届ける場としても機能した。

本ワークショップには39名が参加し、この内9名が海外機関から、2名が民間企業からの参加であった。様々な研究背景を持つ参加者らが集まり、多彩な研究成果を基に情報交換とディスカッションを行うことができた。このワークショップでは、未解決問題に参加者らが取り組むワーキングセッションの時間を多く確保することを大きな特色としている。今回も5日間のプログラムにおいて、計8時間45分のスロットを割り当てた。若手研究者や大学院生も未解決問題を積極的に提案し、世界第一線の研究者らと研究に取り組んでいた姿は印象的であった。これをきっかけとして共同研究を継続し、今後も研究を発展させていくことが期待される。

九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用研究 (研究集会 (II))  
2024a037 「組合せ遷移の理論とその展開」  
成果報告書

日程：2024年10月7日(月)～10月11日(金)

会場：九州大学 西新プラザ (福岡市早良区西新 2-16-23)

## 1. はじめに

「組合せ遷移」とは、可用性を担保しながら段階的に最適化するためのアルゴリズム理論である。組合せ遷移問題の多くは PSPACE 完全であると示されており、従来研究において NP 完全問題に対して開発されてきたアルゴリズム技術は適用できないことが多い。そのような興味深さも手伝って、2008年に組合せ遷移の研究枠組が提唱されて以来、組合せ遷移問題に対するアルゴリズム開発や計算量解析の研究は15年以上盛んに行われている。この過程で、研究の深化・発展だけでなく、研究者コミュニティの形成にも一役を担ってきたのが、2015年に設立された組合せ遷移の国際ワークショップである。これまでに、日本(2015年)、カナダ(2017, 2022年)、フランス(2019年)と4回開催しており、2024年に第5回を日本で開催することとなった。

近年では、組合せ遷移の実務・応用に向けた研究開発も進められており、組合せ遷移問題を解く汎用性の高いソルバーが公開されたり、配電制御における組合せ遷移アルゴリズムの技術活用の事例が発表されたりしている。後者の事例は、産学連携研究で得られたものである。このような近年の研究動向もあり、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所の共同利用研究(研究集会(II))として申請させて頂くこととなった。

## 2. 講演セッション

本ワークショップは5日間に渡って開催され、プログラム委員会からは下記の通り、招待講演2件とチュートリアル講演1件を企画した。

招待講演：Jean Cardinal 教授 (Université libre de Bruxelles, Belgium)

"Shortest paths on polymatroids and hypergraphic polytopes"

招待講演：大坂 直人 氏 (株式会社サイバーエージェント)

"On the complexity of approximating reconfiguration problems"

チュートリアル講演：鈴木 顕 准教授 (東北大学)

"Combinatorial reconfiguration applied to power distribution systems"

国内外の大学・民間企業という様々な立場の研究者から、多面体理論と組合せ遷移の関連、組合せ遷移の近似不可能性の最先端、配電制御における組合せ遷移アルゴリズムの活用事例といった多彩な内容のご講演を頂くことができた。

また、本ワークショップでは、広く一般からも講演を募集し、14 件の講演が集まった。なお、この内 5 件は海外機関の研究者らによる発表であった。ワークショップでは、未完成の研究や、組合せ遷移との関連を新たに模索する発表も歓迎した。この観点から、発表は査読なしで受け付けし、議事録集も発行していない。一般講演には、組合せ遷移に関するアルゴリズム理論研究の最先端のものから、数学や工学の諸分野から組合せ遷移との関連を模索するものまで、多様な発表が集まった。例えば、2 日目午前には、組合せ遷移問題を解くソルバーや、そのデータセット構築に関する講演で一セッションが構成された。このような組合せ遷移への工学的アプローチは、ごく最近発展してきたものである。これまで組合せ遷移の計算複雑性に主眼を置いてきた研究者にとっては、特に新しい知見を得ることができたであろう。その後の議論も盛り上がった。このように本ワークショップは、最新の研究成果を情報交換する場だけでなく、組合せ遷移の新たな研究視点を届ける場としても機能した。

本ワークショップの特色の一つとして、メンタリングトークという区分を設定したことも挙げられる。この区分は、大学院生や若手研究者らが現在取り組んでいる未完成の研究を発表し、組合せ遷移のシニア研究者らからフランクにコメントを貰える場とした。一般講演 14 件の内 3 件（全員大学院生）が、この区分に応募してくれた。

### 3. 未解決問題に取り組むワーキングセッション

本ワークショップでは、未解決問題に参加者らが取り組むワーキングセッションの時間を多く確保することを大きな特色としている。今回も 5 日間のプログラムにおいて、計 8 時間 45 分のスロットを割り当てた。参加者全員とスライドを Web 上で共有し、未解決問題を事前募集した。また、ワークショップ当日にも、その場で未解決問題の提案を受け付けた。全体で未解決問題を共有した後、興味に合わせて小グループを形成し、共同研究に取り組んだ。若手研究者や大学院生も未解決問題を積極的に提案し、世界第一線の研究者らと研究に取り組んでいた姿は印象的であった。これをきっかけとして共同研究を継続し、今後も研究を発展させていくことが期待される。

### 4. むすび

本ワークショップには 39 名が参加し、この内 9 名が海外機関から、2 名が民間企業からの参加であった。様々な研究背景を持つ参加者らが集まり、多彩な研究成果を基に情報交換とディスカッションを行うことができた。また、コロナ禍を経ても、若手研究者や大学院生が多数新しく参加してくれたことも喜ばしい。本ワークショップが、組合せ遷移研究の深化と新しい展開のきっかけとなったことは間違いない。

研究代表者 伊藤 健洋（東北大学大学院情報科学研究科・教授）



開催日: 2024/10/07~2024/10/11

## 組合せ遷移の理論とその展開 | 2024a037

カテゴリ: イベント

タグ: [一般研究](#) [研究集会II](#)

### 開催概要

- 開催方法: 対面開催
- 開催場所: [九州大学西新プラザ](#)
- 主要言語: 英語
- 共催: 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所, 科研費基盤(A) 解空間の形状に着目した組合せ遷移の理論: 計算量解析の高精細化とソルバー新技法
- 種別・種目: 一般研究-研究集会(II)
- 研究計画題目: 組合せ遷移の理論とその展開
- 研究代表者: 伊藤 健洋 (東北大学大学院情報科学研究科・教授)
- 研究実施期間: 2024年10月7日(月)~2024年10月11日(金)
- 公開期間: 2024年10月7日(月)~2024年10月11日(金)
- 研究計画詳細: [https://joint1.imi.kyushu-u.ac.jp/research\\_chooses/view/2024a037](https://joint1.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2024a037)

### プログラム

10月7日(月)九州大学西新プラザ 10:00-17:30

10:00-10:30

Opening, and self-introduction by participants

10:30-11:00

**Manoj Belavadi (Wilfrid Laurier University)**, Kathie Cameron, Ni Luh Dewi Sintiar

Recoloring via modular decomposition

11:00-11:30

**Lucas De Meyer (Université Claude Bernard Lyon 1)**, Frantisek Kardos, Aurélie Lagoutte, Guillem Perarnau

Edge-recoloring with non-increasing potential

13:00-14:00

[Invited Talk] **Jean Cardinal (Université libre de Bruxelles)**

Shortest paths on polymatroids and hypergraphic polytopes

14:15-14:45

Tesshu Hanaka, Yuni Iwamasa, Yasuaki Kobayashi, Yuto Okada, **Rin Saito (Tohoku University)**

Basis sequence reconfiguration in the union of matroids

14:45-15:15

Petr Gregor, **Hung P. Hoang (TU Wien)**, Arturo Merino, Ondřej Mička

Generating all invertible matrices by row operations

**15:30-17:30**

Open problem session / Working session

## **10月8日(火)九州大学西新プラザ 10:00-17:30**

---

**10:00-10:30**

Takehide Soh, Takumu Watanabe, **Jun Kawahara (Kyoto University)**, Akira Suzuki, Takehiro Ito

On scalable hard instances for independent set reconfiguration

**10:30-11:00**

Dong Yang, **Yuya Yamada(NTT Communications)**, Mutsunori Banbara, Katsumi Inoue, Torsten Schaub, Ryuhei Uehara

Combinatorial reconfiguration with answer set programming: System recongo and some experimental results

**11:00-11:30**

[Mentoring] **Kazuki Takada (Nagoya University)**, Dong Yang, Mutsunori Banbara

Pareto-optimal combinatorial reconfiguration considering cost and length based on answer set programming

**13:00-14:00**

[Invited Talk] **Naoto Ohsaka (CyberAgent, Inc.)**

On the complexity of approximating reconfiguration problems

**14:15-14:45**

Mario Grobler, Stephanie Maaz, Nicole Megow, Amer E. Mouawad, **Vijayaragunathan Ramamoorthi (Universität Bremen)**, Daniel Schmand, Se

Solution discovery via reconfiguration for problems in P

**14:45-15:15**

Henning Fernau, **Kevin Mann (Universität Trier)**

How to reconfigure your alliances

**15:30-17:30**

Open problem session / Working session

## **10月9日(水)九州大学西新プラザ 10:00-11:30**

---

**10:00-10:30**

**Naonori Kakimura (Keio University)**, Yuta Mishima

Reconfiguring labeled matchings in triangular grid graphs

**10:30-11:00**

**Tatsuhiko Suga (Tohoku University)**, Akira Suzuki, Yuma Tamura, Xiao Zhou

Independent set reconfiguration under extended reconfiguration rules

**11:00-11:30**

Akihiro Yamamura (Akita University), Tatiana B. Jajcayova

Rearrangement problem of bicolor arrays by prefix reversals

## 10月10日(木)九州大学西新プラザ 10:30-17:30

10:30-11:00

[Mentoring] Takahiro Suzuki (Tohoku University)

Dominating set reconfiguration under extended token sliding

11:00-11:30

[Mentoring] Rikuto Kawana (Tohoku University), Rin Saito, Takehiro Ito

A new optimization variant of independent set reconfiguration

13:00-14:00

[Tutorial Talk] Akira Suzuki (Tohoku University)

Combinatorial reconfiguration applied to power distribution systems

14:15-17:30

Open problem session / Working session

## 10月11日(金)九州大学西新プラザ 10:00-12:00

10:00-11:30

Open problem session / Working session

11:30-12:00

Closing

## 申込方法

事前申込制(組織委員, 講演者のかたも登録が必要です)

参加ご希望の方は, 9月27日(金)までに参加登録をお願いいたします。

＼下記URLより参加登録をお願いいたします／

[参加登録フォーム](#)

概要	運営	2025年度公募	アクセス・お問
概要	運営委員会	採択研究・報告書一覧	学内専用(トッ
活動報告	共同利用・共同研究委員会	イベント情報	委員専用
	国際プロジェクト委員会	会場設備	研究代表者専
		Q&A	メールマガジ