

2024年度共同利用研究報告書

2025年02月15日

所属・職名 日本大学理工学部数学科・助教

石原 侑樹

| | 整理番号 | 2024a008 |
|----------|---|----------------------|
| 1.研究計画題目 | 記号計算の高速化と産業課題解決への応用2 | |
| 2.新規・継続 | 継続 | |
| 3.種別 | 若手・学生研究 | |
| 4.種目 | 短期共同研究 | |
| 5.開催方法 | ハイブリッド開催 | |
| 6.研究代表者 | 氏名 | 石原 侑樹 |
| | 所属 部局名 | 日本大学理工学部数学科 職名 助教 |
| 7.研究実施期間 | 2024年11月11日(月曜日)~2024年11月15日(金曜日) | |
| 8.キーワード | 記号計算 (計算代数、数式処理)、グレブナー基底、限量子消去、数理最適化、実代数幾何学、準素イデアル分解、数値数式融合計算、非線形制御理論、機械学習、代数統計 | |
| 9.参加者人数 | 82人 | |

10.本研究で得られた成果の概要

記号計算 (Symbolic Computation) は数式等を記号的に計算する手法であり、数学的構造を分析する上で強力な手法の1つである。しかしその反面、計算コストが高く、指数的な計算量を要する場合も多いため、記号計算の高速化は様々な分野において切望されている。本研究は昨年度の継続研究として、記号計算を産業課題の解決に応用することを目的に、多様な分野の専門家を招き共同研究を行った。参加分野は計算機代数、代数幾何学、暗号理論、計算代数統計、最適化理論、制御工学、機械学習、符号理論、数理モデリングなど広範囲にわたる。参加者数としては、大学、研究機関、企業から対面・オンラインで80名以上の方にご参加いただいた。

公開プログラムにおいては、11月13日、14日に対面とオンラインのハイブリッドで開催した。5名の招待講演者の方と1名の組織委員による講演が実施された。招待講演者の方々には、諸分野における記号計算の最新の研究の動向について、60分の講演をいただき、質疑応答では活発な議論がなされた。また、組織委員の神戸氏の講演では、論文[1]の成果に関連することを報告した。論文[1]は、組織委員3名(計良、石原、神戸)を含む論文で、機械学習のトップ国際会議の1つ NeurIPS 2024 で採択されたものである。

非公開プログラムにおいては、11月11日、12日、15日の3日間に渡り、大学院生、大学教員らによる約10件の発表および研究討論が行われた。研究討論の内容としては、前年度から引き続き取り組んでいる研究の進展や新しい課題についてなど多岐に渡った。特に、本年度の成果としては、大学教員や企業の研究者のみならず、大学院生なども多く参加することで、研究がより活発化したことが挙げられる。今回の非公開日で議論した内容はまだ論文等にはなっていないが、今後の研究で成果として発表することを計画している。

以上のように、本共同利用研究において、前年度と比較して新たな成果を得ることができた。今後も共同研究を継続することで、現状で浮かび上がっている課題の解決策を見出せることが期待される。

[1] Hiroshi Kera, Yuki Ishihara, Yuta Kambe, Tristan Vaccon, Kazuhiro Yokoyama: Learning to Compute Gröbner Bases. The 38th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS) (2024)

九州大学 IMI 共同利用・短期共同研究

記号計算の高速化と産業課題解決への応用2
Speeding up of symbolic computation and its application
to solving industrial problems 2

成果報告書

◆ 実施概要

- ・ 組織委員
石原侑樹（日本大学理工学部・助教）[研究代表者]
深作亮也（九州大学数理学研究院数学部門・助教）
池松泰彦（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所・准教授）
神戸祐太（三菱電機株式会社・リサーチアソシエイト）
岩根秀直（リーディング・スキル・テスト株式会社・会社員）
伊藤勝（日本大学理工学部・助教）
小林宗広（株式会社シルフ・インスティテュート・会社役員）
湯野剛史（九州大学大学院システム情報科学研究院・助教）
計良宥志（千葉大学大学院情報学研究院・助教）
庵智幸（宇宙航空研究開発機構（JAXA）
追跡ネットワーク技術センター・研究開発員）
- ・ 共催
九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
株式会社シルフ・インスティテュート
リーディング・スキル・テスト株式会社
- ・ 種別・種目：若手・学生研究-短期共同研究
- ・ 開催方法・開催場所：現地開催とZoomによるハイブリッド開催
公開日：JR博多シティ9階会議室(1)
非公開日：九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館 D棟 4階
IMIオーデトリウム(W1-D-413)
- ・ 研究実施期間
公開期間：2024年11月13日(水)、14日(木)
非公開期間：2024年11月11日(月)、12日(火)、15日(金)
- ・ 参加者数
82名
- ・ ウェブサイト：<https://joint.imi.kyushu-u.ac.jp/post-14917/>

◆ 本研究計画の背景・動機・目的

記号計算 (Symbolic Computation) は数式等を記号的に計算する手法であり、数学的構造を分析する上で強力な手法の1つである。しかしその反面、計算コストが高く、指数的な計算量を要する場合も多いため、記号計算の高速化は様々な分野において切望されている。本研究は2023年度の「記号計算の高速化と産業課題解決の応用」の継続研究として、記号計算の既存手法を改良し産業課題に応用することを目的とするものである。2023年度には計算機代数や制御理論など多分野の専門家が議論を行い、効率的な記号計算の問題の生成方法や制御問題への適用可能性といった新たな課題が見出された。2024年度では、引き続き分野の垣根を超えた研究を行うことでブレイクスルーに繋げることが目的の1つである。

◆ 本研究で得られた成果

本研究は昨年度の継続研究として、記号計算を産業課題の解決に応用することを目的に、多様な分野の専門家を招き共同研究を行った。参加分野は計算機代数、代数幾何学、暗号理論、計算代数統計、最適化理論、制御工学、機械学習、符号理論、数理モデリングなど広範囲にわたる。参加者数としては、大学、研究機関、企業から対面・オンラインで80名以上の方にご参加いただいた。本研究で得られた成果として、公開日と非公開日に分けて記述する。

■ 公開日

公開プログラムにおいては、11月13日、14日に対面とオンラインのハイブリッドで開催した。5名の招待講演者の方と1名の組織委員による講演が実施された。招待講演者の方々には、諸分野における記号計算の最新の研究の動向について、60分の講演をいただき、質疑応答では活発な議論がなされた。また、組織委員の神戸氏の講演では、論文[1]の成果に関連することを報告した。論文[1]は、組織委員3名(計良、石原、神戸)を含む論文で、機械学習のトップ国際会議の1つ NeurIPS 2024 で採択されたものである。論文の内容は機械学習を用いたグレブナー基底の計算に関するもので、2023年度の計良氏の講演「Transformer によるグレブナー基底計算とその計算代数的課題」の内容も含んでいる。

■ 非公開日

非公開プログラムにおいては、11月11日、12日、15日の3日間に渡り、大学院生、大学教員らによる約10件の発表および研究討論が行われた。研究討論の内容としては、前年度から引き続き取り組んでいる研究の進展や新しい課題についてなど多岐に渡った。特に、本年度の成果としては、大学教員や企業の研究者のみならず、大学院生なども多く参加するこ

とで、研究がより活発化したことが挙げられる。今回の非公開日で議論した内容はまだ論文等にはなっていないが、今後の研究で成果として発表することを計画している。非公開日のテーマは下記の通りである。

- 11月11日：記号計算と制御理論について
包括的グレブナー基底系と軌道計画問題について 等
- 11月12日：計算代数とモデリングについて
パラメトリック根基の計算について
単項式順序の機械学習について 等
- 11月15日：記号計算の制御理論への応用について
グレブナー基底の機械学習について 等

以上のように、本共同利用研究において、前年度と比較して新たな成果を得ることができた。今後も共同研究を継続することで、現状で浮かび上がっている課題の解決策を見出せることが期待される。

最後に、今回の研究計画を遂行するにあたりご協力いただいた九州大学関係者の方々、ご講演いただいた招待講演者の方々、ご参加された方々、会場費を支援いただいたリーディング・スキル・テスト株式会社の方々、旅費を支援いただいた株式会社シルフ・インスティテュートの方々に、この場を借りて多大なる感謝を申し上げます。

◆ これまでの本共同研究の成果を含む国際会議論文

[1] Hiroshi Kera, Yuki Ishihara, Yuta Kambe, Tristan Vaccon, Kazuhiro Yokoyama: Learning to Compute Gröbner Bases. The 38th Annual Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS) (2024)



公開プログラム



非公開プログラム



開催日:2024/11/11~2024/11/15

記号計算の高速化と産業課題解決への応用2 | 2024a008

カテゴリ: イベント

タグ:

若手研究

短期共同研究

開催概要

- 開催方法:**
 - 【公開日】Zoomミーティングによるハイブリッド開催
 - 【非公開日】対面のみ
- 開催場所:**
 - 【公開日】2024年11月13日(水)、11月14日(木): JR博多シティ9階会議室(1)
 - 【非公開日】2024年11月11日(月)、11月12日(火)、11月15日(金): 九州大学 伊都キャンパス ウエスト1号館 D棟 4階 IMIオーデトリウム (W1-D-413)
- 主要言語:** 日本語
- 共催:** 株式会社シルフ・インスティテュート、リーディング・スキル・テスト株式会社、九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
- 種別・種目:** 若手・学生研究-短期共同研究
- 研究計画題目:** 記号計算の高速化と産業課題解決への応用2
- 研究代表者:** 石原 侑樹 (日本大学理工学部数学科・助教)
- 研究実施期間:** 2024年11月11日(月)~2024年11月15日(金)
- 公開期間:** 2024年11月13日(水)~2024年11月14日(木)
- 研究計画詳細:** https://joint1.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2024a008

プログラム

11月11日(月)【非公開】@オーデトリウム 14:00-17:00

11月12日(火)【非公開】@オーデトリウム 10:00-18:00

11月13日(水)【公開】@JR博多シティ

14:25-14:30

研究代表者挨拶

14:30-15:30

管野政明(新潟大学)

制御しやすさの特徴づけにおける記号計算の重要性

15:40-16:40

神戸祐太(三菱電機)

機械学習によるグレブナー基底計算のための学習データ生成

11月14日(木)【公開】@JR博多シティ

11:00-12:00

阪田省二郎(電気通信大学)

13:20-14:20

小松瑞果(神戸大学)

未観測変数をもつPhysics-Informed Neural Networks における微分消去に基づくパラメータ推定

14:30-15:30

高山信毅(神戸大学)

ホロノミック勾配法とその応用

15:40-16:40

佐藤洋祐(東京理科大学)

Real Root Counting Theorem を用いた限量子消去と問題点

11月15日(金)【非公開】@オーデオトリウム 10:00-12:00

アブストラクト

DOWNLOAD

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)

参加無料

定員になり次第, 参加登録を締め切らせていただく場合がございます。

＼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](#)

Zoom(オンライン)からご参加の方

Zoomを使ったオンライン開催, ハイブリッド開催の場合

参加登録後に件名[九大IMIより]Zoom用URLのお知らせというメールがimikyoten@gmail.comから自動配信されます。

届いていない方は, お手数をおかけしますがもう一度ご登録いただくか下記にメールにてご連絡をお願い申し上げます。

(迷惑メールフォルダもご確認をお願いいたします)

<九州大学マス・フォア・インダストリ研究所 共同利用・共同研究拠点事務局>

imikyoten(at)jimu.kyushu-u.ac.jp

(at)を@に変更してください

Zoomについて

開催日までにZoomアプリをインストールしてください。

Zoomアプリは無料版で問題なくご視聴いただけます。

ミーティング用Zoomクライアントのダウンロードは下記からお願いします。

すでにインストールされている方は最新版にアップデートをお願いいたします。

https://zoom.us/download#client_4meeting

パソコンやスマホへのインストール方法は下記をご参照ください。

<https://zoom.nissho-ele.co.jp/blog/manual/zoom-install.html>

| 概要 | 運営 | 2024年度公募 | アクセス・お問合せ |
|------|--------------|------------|--------------|
| 概要 | 運営委員会 | 採択研究・報告書一覧 | 学内専用(トップページ) |
| 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 | 研究代表者専用 |
| | | Q&A | メールマガジン |
