

令和元年度 共同利用研究報告書

令和元年 12 月 4 日

九州大学 マス・フォア・インダストリ研究所長 殿

所属・職名 システム情報科学研究院・准教授

提案者 氏名 河村彰星

下記の通り共同研究の報告をいたします。 記

	整理番号	20190001		
1.研究計画題目	代数・論理・幾何と情報科学——理論から実世界への展開			
2.種目(○で囲む)	a. プロジェクト研究 b. 若手研究 (c.) 一般研究			
3.種別(○で囲む)	a. 研究集会 I (b.) 研究集会 II c. 短期共同研究 d. 短期研究員			
4.研究代表者	氏名	河村彰星		
	所属 部局名	九州大学システム情報科学研究院	職名	准教授
	連絡先			
	e-mail		TEL	
5.研究実施期間	令和元年 8 月 31 日(土曜日)～令和元年 9 月 1 日(日曜日)			
6.キーワード (複数可)	型理論、計算理論、形式手法、モデル検査、最適化			
7.参加者数	25 人 *1			

*1 短期研究員は九大の共同研究者も含める。
研究集会 I, II, 短期共同研究は事務局から送った参加者データを元に記入。

8.本研究で得られた成果の概要(成果報告書を別途要添付 枚数は次頁参照)

<p>計画通り令和元年 8 月 31 日～9 月 1 日に伊都キャンパスで開催した。本研究集会は、これまでも定期的に行われてきた「代数・論理・幾何と情報科学研究集会(ALGI)」の第三十回として行われたが、今回は特に、ALGI の扱う各分野で実世界・産業界への応用につながる研究に携わる専門家の招待講演 4 件を企画した。招待講演者と講演題目は次の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・勝股審也(国立情報学研究所)物理情報システムへの数学的アプローチ ・竹内泉(産業技術総合研究所)数学と変数 ・長谷川勇(スクウェア・エニックス)ゲーム開発への代数・論理・幾何と情報科学の適用 ・前原貴憲(理化学研究所)代数的・幾何的・論理的制約下の劣モジュラ関数最大化 <p>本集会については 5 月頃からウェブページおよび関連分野のメーリングリスト等に告知し、一般講演は 10 件となった。参加者は 25 名(学内 3 名、学外 22 名)で、活発な議論が行われた。</p>
--

成果報告書

【背景】

本研究集会は、1995年から定期的に行われてきた「代数・論理・幾何と情報科学研究集会(ALGI)」の第三十回記念集会として企画されたものである。ALGIは、第六回以降、日本数理科学協会(現 国際数理科学協会)の分科会としても開催されてきた。近年、情報科学と深く関連する数学分野として、論理学や離散数学のみならず代数や幾何も注目されている。ALGIは、そのような分野間の活発な議論をする機会として開催されてきた。

【招待講演】

特に第三十回記念集会である今回は、ALGIの扱う各分野から実世界・産業界への応用につながる研究に携わる専門家として、国立情報学研究所の勝股審也氏、産業技術総合研究所の竹内泉氏、株式会社スクウェア・エニックスの長谷川勇氏、理化学研究所の前原貴憲氏、の4名から招待講演をいただいた。

勝股審也氏の講演「物理情報システムへの数学的アプローチ」では、研究総括補佐を務めておられる ERATO 蓮尾メタ数理システムデザインプロジェクトは、ソフトウェアシステム開発のための形式手法を物理情報システムの開発に拡張し、安全で高品質な工業製品の作成に理論・応用の両面から貢献することを目指しているとの紹介があった。そして、勝股氏がグループリーダーを務めるメタ理論的統合グループが進めている、物理情報システムの形式化と構築において基礎となる概念の数学的定式化と分析について、具体的に得られた結果が説明された。

竹内泉氏の講演「数学と変数」では、変数の使用は数学の言語に特有のものであり、変数の使用を分析することによって数学の本質に近づく、という主張のもと、数学の中の変数の具体例の比較と分析が行われた。竹内氏の過去の研究で、恒等式の中の文字、方程式の中の未知数、多項式論の変数と命題変数、座標変数と確率変数、については分析が済みであり、今回の講演では、独立変数と従属変数についての新しい分析結果が示された。自由変数と束縛変数、統計学の変数については今後の課題とのことであった。

長谷川勇氏の講演「ゲーム開発への代数・論理・幾何と情報科学の適用」では、近年のゲームの大規模化に伴い、ゲーム開発や、それらの品質保証にかかる工数が増大し、ゲーム開発における問題の一つとなっているという背景を踏まえ、開発工数の増大への対策として、ゲーム開発に数学・情報科学を組み合わせた手法を適用することで、これまで機械化が難しく人手に頼っていた工程を自動化し、生産性を向上できる可能性がある、という主張が示された。また、モデル検査によるスクリプトの検証など、実際にゲーム開発に数学・情報科学を適用した事例が紹介された。

前原貴憲氏の講演「代数的・幾何的・論理的制約下の劣モジュラ関数最大化」では、基本的な組合せ最適化問題であり機械学習・データマイニングなど幅広い領域に応用をもつ、劣モジュラ集合関数の近似最大化問題が紹介された。前原氏は近年、この問題を集合よりも複雑な制約領域、たとえば束・複体・論理式で指定されるグラフなどに拡張してきており、本講演では、現在劣モジュラ最大化がどのような制約で解かれているかについて代数・幾何・論理との関係を中心に紹介された。

【一般講演】

10件の一般講演が行われた。その中には、研究対象に共通点のある複数の講演が見受けられ、それらを同一セッション内で連続させることにより、講演中と質疑応答時に活発な議論が行われる結果となった。

たとえば、クォンテール(完備べき等半環)という代数について、京都大学の藤井宗一郎氏は、豊穡圏やトロピカル数学との関連を講演で紹介した。一方、神奈川大学の安田康史氏と西澤弘毅氏は、前順序や半群との関係性を講演で分析した。これらの講演者同士の活発な議論は、質疑応答の時間終了後も続いていた。

また、不動点演算を持つ論理・計算の体系として、東京大学の塚田武志氏は、不動点算術(Fixed-Point Arithmetic)という体系を紹介し、プログラム検証のための仕様の階層を分析するために有用であることを示した。一方、京都大学の立

木秀樹氏は、IFP (Intuitionistic Fixed Point Logic) という体系を紹介し、非構成的対象を扱った証明からのプログラム抽出に有用であることを示した。質疑応答の時間には、両体系の共通点および相違点について、講演者同士の活発な議論が行われた。

【おわりに】

本研究集会の開催が、ALGI の扱う代数・論理・幾何・情報科学の各分野と、物理情報システム、数学の言語的性質、ゲーム開発、機械学習・データマイニング、といった実世界・産業界への応用分野との相互作用を加速させることに貢献したことは疑いない。

以上