

2026年度共同利用研究報告書

2026年09月08日

所属・職名 大分大学・理工学部・講師
内田 俊

		整理番号	2026a008
1.研究計画題目	マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同と応用II		
2.新規・継続	継続		
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	内田 俊	
	所属	大分大学・理工学部	職名 講師
7.研究実施期間	2026年08月21日(金曜日)～2026年08月21日(金曜日)		
8.キーワード	マルチエージェントシステム、ハイパーグラフ、最適制御理論、非線型発展方程式		
9.参加者人数	15人		

10.本研究で得られた成果の概要

昨年度九州大学共同利用による研究集会「マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同と応用」を開催し、マルチエージェントシステムのネットワークをハイパーグラフへと拡張する可能性の模索、及びマルチエージェントシステムやハイパーグラフラプリアンに現れる最適制御問題の深化といった新たな観点から数学的課題を検討することを目的とした。本研究集会はその継続課題であり、マルチエージェントシステム・ハイパーグラフラプリアン・最適制御問題の専門家をそれぞれ1名ずつ招待し、それぞれの分野における最新の結果と問題意識を共有した。特に昨年度からの変更点として、解析学分野だけではなく、幾何学、応用数学の専門家を招待し、より広い視点から三分野の協同について検討することを目的とした。 本研究集会を通じて、マルチエージェントシステム・ハイパーグラフラプリアン・最適制御問題における諸問題について共通認識を取ることができ、今後の協同の可能性が得られたことは大きな成果である。特に幾何学における非線型発展方程式論の応用や、スパース最適制御理論、多結晶体の結晶粒界モデルといった産業界においても重要な話題について議論を展開できたことは非常に大きな成果であった。 また討論の時間では、諸分野における問題と相互の関係について議論され、三分野の協同についてまた一歩近づいたことも一つの成果である。
--

九州大学 IMI 共同利用(研究集会 (II))
マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同と応用 II

成果報告書

日時：2025 年 8 月 22 日 (金) 10:00 ～ 17:00

場所：九州大学 伊都キャンパス ウェスト 1 号館 D 棟 4 階 IMI オーディトリウム
(W1-D-413)

★本研究集会の目的・背景

マルチエージェントシステムとは、ネットワークを形成する複数の要素が相互作用しながら共通の目標達成を目指すシステムであり、ドローンやロボット群のフォーメーション制御を始めとして、産業分野において幅広い応用例が存在する。一方、ハイパーグラフは点と線分からなる通常の離散グラフを一般化した概念であり、点（ノード）と複数の点からなる集合（ハイパーエッジ）によって構成される。ハイパーグラフは、SNS 上のコミュニティ構造や学術論文の共著関係など、複雑な多者関係を表現するための枠組みとして注目されており、工学的応用が期待されている。

昨年度開催された九州大学共同利用研究集会において、ハイパーグラフ上の同期現象モデルの諸性質や、マルチエージェントシステムに現れる最適制御問題に関する講演を企画し、それらの産業応用上の意義について活発な議論を行った。本研究集会では、これらの成果を継続・発展させることを目的として、マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論を専門とする研究者を招待し、各分野の最新成果や問題意識の共有を通じて、新たな観点から数学的課題の検討を行う。

★本研究集会の実施内容

●10:00～10:30 講演者 内田 俊（大分大学）

『開会の挨拶・本研究集会の趣旨について』

イントロダクションとして、ハイパーグラフとハイパーグラフラプリアンの定義を紹介し、本研究集会の目的であるマルチエージェントシステムに現れるグラフ構造の一般化、及び最適制御理論の深化について再確認した。

●10:40～11:40 講演者 北別府 悠（熊本大学）

『ハイパーグラフ上の曲率』

ハイパーグラフ上に定義される幾何学的尺度である、coarse Ricci 曲率について紹介された。多様体上の曲率として、微分を必要としない Olivier の定義があり、これに基

づき Lin-Lu-Yau によってグラフ上の曲率が定義される。本講演ではこの定義の一部分を極大単調作用素のリゾルベントとみなすことでハイパーグラフ上の曲率が定義可能となることが紹介された。またリヒネロヴィッチの定理, gradient estimate といったリーマン多様体上の Ricci 曲率から類推される性質がハイパーグラフ上の曲率についても成立することが示された。

●13:00~14:00 講演者 池田卓矢 (北九州市立大学)

『スパース制御による大規模ネットワークシステムの省リソース型制御設計』

既知データが0の値を持つ程度である「スパース性」に着目した最適制御問題について紹介された。スパース性を利用した「スパース最適制御」は消費電力・騒音・環境汚染の低減といった省リソース化を意味し、入力値が非ゼロの総時間をコストとして持つ最適制御問題として記述される。本講演ではスパース制御である L^0 制御, 及びこれを解きやすくした L^1 制御・非凸最適制御の関係について紹介された。またグラフオンを用いたノード選択問題についても解説された。

●14:30~15:30 講演者 白川健 (千葉大学)

『KWC 型エネルギーの勾配流と関連する最適性問題』

セラミックの多結晶体の結晶粒界の挙動を表した, Kobayashi-Warren-Carter モデルについて考察された。このモデルはハイパーグラフラプラシアンに類似する, 1-ラプラシアンを持つ特異放物型方程式として記述される。本講演ではこのモデルの可解性, 及び最適制御理論について講演者により得られた一連の結果が解説された。特に数値計算的に最適制御を導くための最適性必要条件の導出についても紹介された。

●16:00~17:00 討論

3つの講演に関する総括を行い, マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同の可能性について議論された。

★本研究集会の成果

本研究集会を通じて, マルチエージェントシステム・ハイパーグラフラプラシアン・最適制御問題における諸問題について共通認識を取ることができ, 今後の協同の可能性が得られたことは大きな成果である。またディスカッションでは諸分野におけるハイパーグラフラプラシアンの応用の可能性やその具体的な現象論的意味付けについても議論され, 産業界におけるこれらの理論の応用について展望が開けたことも一つの成果である。

研究代表者 内田 俊 (大分大学 理工学部 講師)

開催日: 2026/08/21~2026/08/21

マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同と応用II | 2026a008

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: ウェスト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
- 主催: 九州大学マス・フォア・インダストリ研究所
- 種別・種目: 一般研究-研究集会 (II)
- 研究計画題目: マルチエージェントシステム・ハイパーグラフ・最適制御理論の協同と応用II
- 研究代表者: 内田 俊 (大分大学・理工学部・講師)
- 研究実施期間: 2026年8月21日 (金)
- 公開期間: 2026年8月21日 (金)
- 研究計画詳細: https://joint2.imi.kyushu-u.ac.jp/research_chooses/view/2026a008

プログラム

8月21日 (金)

●10:00-10:30

開会の挨拶・本研究集会の趣旨について
内田 俊 (大分大学)

●10:40-11:40

講演者: 北別府悠 (熊本大学)
講演タイトル: ハイパーグラフ上の曲率
—休憩—

●13:00-14:00

講演者: 池田卓矢 (北九州市立大学)
講演タイトル: スパース制御による大規模ネットワークシステムの省リソース型制御設計

●14:30-15:30

講演者: 白川健 (千葉大学)
講演タイトル: KWC型エネルギーの勾配流と関連する最適性問題

●16:00-17:00

討論
—閉会—