

先端国際共同研究推進事業

2024 年度採択

「Top のための ASPIRE」

AI・情報分野

2024 年度

年次報告書（公開版）

研究課題名 サイバーフィジカルダイナミカルシステムの数理基盤創生：
制御と予測・学習に関する学際的研究展開と人材育成

日本側研究代表者 蛸原 義雄 九州大学 教授

相手側研究代表者 ・Dimitri Peaucelle, Senior Researcher, LAAS-CNRS
・Karl Henrik Johansson, Distinguished Professor,
KTH Royal Institute of Technology
・Fabrizio Dabbene, Director of Research,
CNR IEIIT
・Maurice Heemels, Professor,
Eindhoven University of Technology

研究期間 2024 年 12 月 1 日～2030 年 3 月 31 日

1. 研究成果の概要

① 研究構想にかかる成果

<実施したこと>

本課題では、Society 5.0 の実現のために不可欠な CPDS の高度化に資する 6 つのトピックに関して、日本の 3 研究拠点と海外の 4 研究拠点でチームを構成し、数理的研究を学際的に展開する。今年度、蛸原チームはフランスチームとともに「制御理論的手法を用いた AI の信頼性保証」、「ロバスト制御」に関する研究を実施した。一方、石井チームとイタリアチームで「環境問題等に配慮した生活様式の『導入』の伝播に関する階層型ネットワークとその解析」の共同研究を進めた。石井チームとスウェーデンチームで機械学習を活用したシステム同定問題およびサイバーセキュリティに関して、共同研究および共同研究に向けた予備的な議論を開始した。永原チームはフランスチームおよびオランダチームとの連携を視野に入れて、「スパースモデリング」に関する研究を実施した。

<得られた成果>

蛸原チームとフランスチームで取り組んだ「制御理論的手法を用いた AI の信頼性保証」および「ロバスト制御」に関する 2 つのトピックに関して、いずれも興味深い成果が得られ研究成果をまとめた論文が国際会議での発表を受理された。石井チームとイタリアチームで実施した「環境問題等に配慮した生活様式の『導入』の伝播に関する階層型ネットワークとその解析」に関する共同研究の成果をまとめた論文を国際会議へ投稿した。永原チームで取り組んだ「スパースモデリング」（データ駆動型のスパース制御器の設計、切り替えシステムのスパース制御、最適化アルゴリズムに対する収束性解析）に関する 3 つのトピックについて、国際学術誌に投稿した。

② 国際ネットワーク構築・拡大に関する成果

<実施したこと>

研究代表者、日本側主たる共同研究者 2 名、海外 4 名の PI の計 7 名の繋がりが強靱化・均質化された状態に到達することを目指し、年次計画にしたがって以下を実施した。

- オンライン会議（2024/12/06）
研究代表者、日本側主たる共同研究者、海外 PI がオンラインで集い、ASPIRE の趣旨、運用ルールについて確認するとともに、国際共同研究体制強化に関して議論した。
- 対面会議（2024/12/16）
Milan で開催された国際会議 CDC2025 の会場で、研究代表者、日本側主たる共同研究者、海外 PI および ASPIRE-CPDS に参加する若手研究者が対面で集い、交流を深めた。

<得られた成果>

- 日本側 PI、Co-PI、海外 PI 間の精神的距離がかなり縮まった。
- ASPIRE-CPDS に参加する国内外の若手研究者間の交流が深まった。

③ 国際頭脳循環の促進に資する若手研究者の人材育成に関する成果

<実施したこと>

- 2025 年 2 月 21 日に、研究代表者、主たる共同研究者 2 名、アドバイザー 1 名、JST 関係者 2 名、若手研究者 9 名が福岡に集い、kickoff ミーティングを実施した。
- 2025 年 3 月 3 日に、大阪で開催された第 12 回計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム（MSCS2025）において特別セッション「JST ASPIRE-CPDS：国際頭脳循環と若手研究者国際交流の促進を目指して」を実施した
（プログラムはこちら：<https://mscs2025.sice-ctrl.jp/program.html>）。
- 2025 年 3 月に伊藤海斗氏（東京大学大学院情報理工学系研究科・助教）がスウェーデンチームの KTH 王立工科大学を 3 週間訪問、Alexandre Proutiere 教授との共同研究を実施した。

<得られた成果>

- 福岡での kickoff ミーティング、MSCS2025 での特別セッションを実施したことで、ASPIRE-CPDS に参加する若手研究者間での交流が深まった。
- 伊藤海斗助教は帰国後も Alexandre Proutiere 教授と継続的に議論を行っており、研究発表等に向けた準備段階に進んでいる。

2. 研究実施体制

研究テーマ	中心となる研究者氏名	所属機関・部署・役職名
制御理論的手法を用いたAIの信頼性保証	蛭原 義雄	九州大学・大学院システム情報科学研究所・教授
データ駆動・機械学習制御	石井 秀明	東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授
スパースモデリング	永原 正章	広島大学・大学院先進理工系科学研究科・教授
ネットワーク化制御	Maurice Heemels	Eindhoven University of Technology, Department of Mechanical Engineering, Professor
CPDSセキュリティ	Karl H. Johansson	KTH Royal Institute of Technology, School of Electrical Engineering and Computer Science, Swedish Research Council Distinguished Professor
ロバスト制御	Dimitri Peaucelle and Fabrizio Dabbenne	LAAS-CNRS, Decision & Optimization Department, Senior Researcher CNR, IEIT, Director of Research

3. 代表的な業績（原著論文、プレスリリース、表彰など）

国際会議論文

- H. Gytoku, T. Yuno, Y. Ebihara, D. Peaucelle, S. Tarbouriech, and V. Magron: Detecting Destabilizing Nonlinearities in Absolute Stability Analysis of Discrete-Time Feedback Systems, Proc. of the 11th IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND 2025), Porto, Portugal, accepted for publication (2025).
- S. Callegari, D. Peaucelle, F. Gouaisbaut, Y. Ebihara, and M. Sato: Improved S-variable Results Applied to the Analysis of Time-Varying Uncertain Systems, Proc. of the 11th IFAC Symposium on Robust Control Design (ROCOND 2025), Porto, Portugal, accepted for publication (2025).

表彰

- 行徳響氏（九州大学大学院システム情報科学府電気電子工学専攻）
2024 年度計測自動制御学会関西支部・システム制御情報学会シンポジウム優秀発表賞
行徳響、湯野剛史、蛭原義雄：離散時間非線形フィードバック系の絶対安定性解析における不安定化非線形作用素の抽出
- 小久保燎太氏（東京科学大学情報理工学院情報工学系）
2025 年度計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム優秀ポスター発表賞
小久保燎太、加藤瑠偉、石井秀明：蔵本振動子ネットワークにおけるクラスター位相凝集
- 臧博楽氏（広島大学情報科学部）
2025 年度計測自動制御学会制御部門マルチシンポジウム優秀ポスター発表賞
臧博楽、永原正章、村松正吾：モデル予測経路積分制御による河川水位の制御