

# 2025 年度年次報告書

先端国際共同研究推進事業

【2023 年度採択 Top のための ASPIRE 量子分野】

【研究課題名】

理研－バークレー 数理量子科学イニシアティブ

研究代表者：

初田 哲男（理化学研究所 チームディレクター）

相手側研究代表者：

Wick Haxton (カリフォルニア大学バークレー校 米国科学財団物理フロンティアセンター(N3AS) 所長)

## 1. 研究進捗状況と成果

本研究は、理化学研究所 iTHEMS と UC バークレー NSF Physics Frontier Center (N3AS) を中心に、日米のトップ研究者が主導する合同チームにより、数理科学を基盤とする最先端の量子科学研究を推進するものである。特に、量子物質、量子計算、量子宇宙、量子数理論の4項目に焦点を当て、若手研究者を中心とした国際共同研究と相互滞在を通じて、本格的な国際頭脳循環システムの構築を目指している。

当該年度は、理研和光、UC バークレー、東京大学本郷、理研神戸等において、iTHEMS/N3AS Annual Meetings、Theories of Astrophysical Big Bangs 2025、From Quarks to Neutron Stars、NuSym25、Quantum Gravity workshopなどを日米合同で企画・開催した。これらを通じて、量子多体系、量子計算、マルチメッセンジャー天文学、高密度核物質、量子重力、作用素環論等の研究交流が進み、新たな共同研究テーマの可能性が拡大した。

国際ネットワーク構築・拡大については、RIKEN-Berkeley Center を日米連携の拠点として活用し、研究者の相互訪問、年次会合への相互参加、合同ワークショップの開催を継続した。これにより、理研とUC バークレーの連携を、iTHEMS の国内ネットワークおよび N3AS、UCB、LBNL 等の米国側ネットワークへと広げている。若手研究者の人材育成については、ASPIRE RIKEN-Berkeley Fellow の長期派遣を継続するとともに、理研側若手研究者・大学院生のバークレー短期派遣、米国側研究者の理研招聘を実施した。国際的かつ分野横断的な環境の中で若手研究者が基礎的・本質的課題に取り組む機会を拡充し、次世代の頭脳循環ネットワークの中核となる人材育成を進めている。

## 2. 代表的な成果事例

### ・原著論文：

1. Jian-Xiang Qiu, Barun Ghosh, Jan Schütte-Engel, et al., Observation of the axion quasiparticle in 2D MnBi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub>. Nature 641, 62 (2025)

概要：2次元 MnBi<sub>2</sub>Te<sub>4</sub> で、動的アクシオン準粒子の実時間観測に成功した。

2. Jan Boruch, Gabriele Di Ubaldo, Felix M. Haehl, Eric Perlmutter, Moshe Rozali, Gabriele Di Ubaldo, Modular-Invariant Random Matrix Theory and AdS<sub>3</sub> Wormholes. Physical Review Letters 135, 121602 (2025)

概要：モジュラー不変ランダム行列理論を構成し、AdS<sub>3</sub>ワームホールとの関係を示した。

3. Yuki Fujimoto, Kenji Fukushima, Yoshimasa Hidaka and Larry McLerran, New state of matter between the hadronic phase and the quark-gluon plasma? Physical Review D 112, 074006 (2025)

概要：ハドロン相とQGPの間に、新しい中間物質相が存在する可能性を示した。

### ・プレスリリース

2025年7月2日 宇宙を読み解く新たな知性:量子×AIで異常なエネルギー放射現象を発見  
—X線宇宙観測データと量子機械学習の融合による世界初の成果—, 長瀧重博 他

### ・表彰

2025年4月11日 Kohsuke Yagi Quark Matter Award (Yagi Award), 藤本悠輝