

2023 年度年次報告書  
物質と情報の量子協奏  
2022 年度採択研究代表者

森 貴司

理化学研究所 創発物性科学研究センター  
研究員

散逸と非平衡外場駆動の結合による量子制御の理論構築とその応用

## 研究成果の概要

本研究課題は外場駆動および散逸を積極的に利用した量子状態制御の理論の確立とその応用を目指している。2023年度は外場駆動による量子制御理論に関するレビュー論文を執筆し<sup>1)</sup>、さらに量子多体系のバルクに散逸が働いたときに見られる非平衡ダイナミクスの一般的な理解を目指し研究を進めた。論文<sup>2)</sup>では、散逸量子系において、対称化リウビリアンギャップという新しい量を導入し、これが散逸下での量子系の緩和時間の上限を与えることを厳密に証明した。さらに、論文<sup>3)</sup>では、バルク散逸下での量子多体系の時間発展を生成するリウビリアンの固有値(特にスペクトルギャップ)に、興味深い特異性が生じることを明らかにした。通常、散逸を弱くする極限ではリウビリアンのスペクトルギャップは閉じることが知られているが、多体系の場合、先に熱力学的極限をとり、その後で弱散逸極限をとったとき、スペクトルギャップが閉じずに有限に残ることがわかった。さらに、この有限のスペクトルギャップは、散逸を0とした孤立量子系の緩和時間を特徴づけることがわかり、以上の結果は古典カオス理論で知られているルエル・ポリコット共鳴の量子版と見なせることを明らかにした。この成果は量子多体系におけるカオスの新しい側面を明らかにした重要なものである。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) Wen Wei Ho, Takashi Mori, Dmitry A Abanin, and Emanuele G Dalla Torre, “Quantum and classical Floquet prethermalization”, *Ann. Phys.* 454, 169297 (2023)
- 2) Takashi Mori and Tatsuhiko Shirai, “Symmetrized Liouvillian Gap in Markovian Open Quantum Systems”, *Phys. Rev. Lett.* **130**, 230404 (2023)
- 3) Takashi Mori, “Liouvillian-gap analysis of open quantum many-body systems in the weak dissipation limit”, *Phys. Rev. B* **109**, 064311 (2024)