

2023 年度年次報告書

トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出

2019 年度採択研究代表者

河東 泰之

東京大学 大学院数理科学研究科
教授

物質のトポロジカル相の理論的探究

主たる共同研究者：

佐藤 昌利（京都大学 基礎物理学研究所 教授）

古崎 昭（理化学研究所 開拓研究本部 主任研究員）

研究成果の概要

河東は、昨年に続き、組紐フュージョン圏上でのある種の誘導表現の理論である、 α -induction について、bi-unitary connection の立場から研究を行った。Connection によって記述された組紐フュージョン圏上で α -induction を記述した際、もとの Frobenius 代数が可換の場合には、 α -induction によって生じる connection が flat になることがわかっていたが、その逆を新たに証明した。これは Longo が問題としたことへの答えであり、さらに極大可換 Frobenius 代数と flat part の関係も明らかにした。

佐藤グループでは、環境の影響や散逸によってハミルトニアンが非エルミート性を得た系のトポロジカル相の研究を行い、点ギャップ・トポロジカル相とよばれる非エルミート系特有のトポロジカル相においてバルク・境界対応とよばれるトポロジカル相の基礎的な性質が成り立つことを明らかにした。特に、通常のトポロジカル相と異なり、点ギャップ・トポロジカル相の場合には、開放端境界条件の場合と周期的境界条件の場合にトポロジカルな分類が異なることを見出した。

古崎グループでは、分数励起を持つ3次元トポロジカル相には、点状励起とループ状励起が3次元空間で完全に移動するトポロジカル秩序を持つものと、低次元部分空間に拘束された点状励起を持つフラクトン秩序を持つものの2つがあることが知られている。我々は、一次元量子細線を結合させた3次元模型に対して、それを構成するセル構造における2次元トポロジカル秩序と界面状態のデータから、トポロジカル秩序とフラクトン秩序を記述する系統的な方法を開発した。この方法により、準粒子の分数統計や基底状態のトポロジカルな縮退といった普遍的な性質を調べることが可能である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Ogata, 2D Fermionic SPT with CRT symmetry, J. Math. Phys. 64 (2023), no.9, Paper No. 091901, 11 pp.
- 2) Y. Tachikawa, M. Yamashita, Topological modular forms and the absence of all heterotic global anomalies, Comm. Math. Phys. 402 (2023), no. 2, 1585–1620.
- 3) Y. Kawahigashi, α -induction for bi-unitary connections, Quantum Topol. (in press).
- 4) D. Nakamura, T. Bessho, M. Sato, Bulk-Boundary Correspondence in Point-Gap Topological Phases, Phys. Rev. Lett. 132, 136401 (2024).
- 5) Y. Fuji and A. Furusaki, Bridging three-dimensional coupled-wire models and cellular topological states: Solvable models for topological and fraction orders, Physical Review Research, vol. 5, No. 4, 043108-1-53, (2023).