

塩崎 謙

京都大学基礎物理学研究所
助教

一般コホモロジー理論に基づいたトポロジカル材料科学理論の構築

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、物質相の一種であるトポロジカル相の分類、物質設計指針の提案、及び、基本物性を明らかにすることを目的としている。2019 年度は以下の研究を行った。

1) トポロジカル絶縁体・超伝導体とは、物質内部においてはギャップレス励起は存在しないが、物質表面において不純物に対して強固なギャップレス状態が存在するような電子系の総称である。表面ギャップレス状態の存在は絶縁体内部(バルク)のトポロジーに起因する。当初は、時間反転対称性など内部対称性由来の表面状態の保護が議論されていたが、近年では磁気点群のような空間的な対称性由来の表面ギャップレス状態の保護が議論されており、固体物質における実験観測を伴い、現在活発に研究がなされている。本研究では、K 理論の同変 Thom 同型をもととして、任意の磁気点群対称性存在下において、表面ギャップレス状態の分類を計算する指標公式を整備し、また、任意の磁気点群対称性存在下におけるトポロジカル絶縁体・超伝導体の分類問題を解決した。

2) 対称性指標とは、波数空間の高対称点における既約表現のみから、表面ギャップレス状態を検出する手法であり、第一原理計算と組み合わせたトポロジカル物質設計などに応用が期待されている。先行研究においては、絶縁体系のみに対して定式化なされていたが、本研究では、超伝導体における対称性指標を定式化した。また、表面束縛状態を検出する対称性指標の提案も行った。

3) 非エルミート系においては、バルクのスペクトルが境界条件に強く依存する場合があることが知られており、開放端条件において固有状態が端に局在することから、非エルミート表皮効果、と呼ばれている。本研究では、非エルミート表皮効果は、周期境界条件下におけるバルクのトポロジー

と密接に関係することを示し、非エルミート表皮効果は非エルミート系におけるトポジカル相の一種であることを明らかにした。