

林 晋

産業技術総合研究所数理先端材料モデリングオープンイノベーションラボラトリ
産総研特別研究員

指数理論に基づく多様な形状の系のトポロジーの研究と展開

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、ある種の絶縁体物質において現れるトポロジーの理論的解明に取り組む。特に多様な形状の系において現れるトポロジーの数学的解明や理論基盤の構築等を通じた材料科学への貢献を広く目的としている。

いわゆるトポロジカル絶縁体物質に見られる際立った性質として、系の内部(バルク)は絶縁体であるが、バルクのある種のトポロジーを反映して、系の表面(エッジ)に摂動に対して頑強な状態が現れることが知られている(図 1)。トポロジーとは数学に由来する概念であり、例えば浮き輪の穴の数のような、多少の変形では不変な量の理論的取り扱いが可能となっている。トポロジカル絶縁体におけるトポロジーは、例えば表面状態の系の摂動に対する頑強性としてその性質の一端が見られているものとも捉えられる。その一例である整数量子ホール系におけるチャーン数(トポロジカル数)は、数学における指数理論と呼ばれる枠組みの中で、一つの体系的な理解が得られている。

近年物性物理学では、さらに角(コーナー)のある系を考え(図 2)、角に局在した状態を持つ系が高次トポロジカル絶縁体と呼ばれて盛んに議論されている。高次トポロジカル絶縁体のあるモデルについては、数学の側では四半面 Toeplitz 作用素に対する指数理論を用いた一つの理解が得られている。本年度はここでの指数理論をさらに展開する形で、Altland-Zirnbauer による 10-fold way のそれぞれのクラスに対して、コーナー状態と関連したトポロジーの定義やその分類等を行った。

