**量子物質の非散逸電子流と機能**

川﨑 雅司

東京大学大学院工学系研究科

物理工学専攻/量子相エレクトロニクス研究センター

トンネル効果に代表される量子効果は、通常は電子のドブロイ波長程度のミクロな世界の現象である。例外の代表は、巨視的な量子効果である超伝導と量子ホール効果である。これらに関した20世紀末の大発見が21世紀の物性物理学の源流となり、新たな分野の勃興がダイナミックに展開している。固体中の電子の流れの観点からは、ジュール熱が発生するオーム流に対して、非散逸な超伝導電流およびトポロジカル電子流にそれぞれ対応する。近年、トポロジーの概念が物性物理学に大きく拡張され、非散逸電子流が様々な物質･物性でクローズアップされており、その機能化に向けた研究も活発化している。本講演では、非散逸電子流の具体例として、磁性トポロジカル絶縁体におけるエッジ流と、反転対称の破れた半導体に光を照射して発生するシフト電流を紹介する。

バンド反転とスピン軌道相互作用により、線形分散の表面状態と絶縁体の内部で構成されるトポロジカル絶縁体の研究が大きく進展している。特に強磁性を付与して表面状態にギャップを開くとゼロ磁場で量子ホール効果が発生し、試料の端に非散逸電流が環流する。この端電流の性質と、ゼロ磁場における抵抗標準への可能性も実証されている。。

強誘電体に光を照射すると自発的な電流が発生すること（バルク光起電力）は古くから知られていた。なんとなく、半導体内部の電界によるドリフト電流のようなものと考えられてきたが、それでは説明できない不思議な現象も観測されていた。最近、波動関数の位相であるベリー位相の考え方を導入することで微視的なメカニズムが解明され、量子力学的な波の干渉による非散逸電流であることが明らかになった。実際に、この電流は半導体の欠陥にたいして堅牢な電流であることが示された。光電変換デバイスとして活用すると、太陽電池の効率を飛躍的に向上できる可能性も議論されている。