

超伝導状態のトポロジーが拓く量子計算の未来

Prospect for Realistic Quantum Computing based on Topological Superconducting States

東工大フロンティア研 笹川 崇男

Tokyo Tech. Takao Sasagawa

E-mail: sasagawa@msl.titech.ac.jp

金属における「超伝導相」と絶縁体における「トポロジカル相」は、前世紀初頭と今世紀初頭になされた物質中の電子状態についての革命的な発見といえる。従来と本質的に異なる電子状態の発見は、エレクトロニクスを不連続で革新的に進化させる可能性を秘めていることから、両者が結び付いた「トポロジカルな超伝導相」がどのように工学的な応用につながるのかは、胸を躍らせるテーマである。そして、トポロジカル超伝導状態の利用により実現が期待されているゲームチェンジング・テクノロジーの筆頭には、エラーに強く現実的な論理演算を可能にするトポロジカル量子計算がある。

「トポロジカル」だけでも敷居を高くしている感のあるところ、更に「エニオン」「マヨラナフェルミオン」「ノンアーベリアン」「ブレーディング」など、多くの聞き慣れないキーワードが現れるこの分野には、応用とは程遠い基礎学問を中心とした研究段階にあるという印象をお持ちの方が多と思う。しかしながら、海外では国内とは比較にならないほど国家や産業界をあげての研究が大変盛んに行われているのが現状である。その一端は、大手コンピュータ企業であるマイクロソフトの研究機関 Microsoft Research が、米国 UC Santa Barbara やオランダ Delft 工科大学などの八拠点をつないだ Station Q という枠組みの中で、トポロジカル量子計算の技術開発に本気で取り組んでいることにも見て取れる。

そこで本講演では、トポロジカル量子計算の理屈が意外にも単純明快なこと、そして実は、トポロジカル超伝導状態を出現させることのできる単独あるいは組合せとしての“物質・材料”が、トポロジカル量子計算の実現に向けた突破口としての鍵を握っている可能性などを紹介する。これらを通して、応用物理学会および日本の産業界でも、この分野の研究への取り組みが活発化することに期待している。

東工大における研究は、(国研) 科学技術振興機構 (JST) の戦略的創造研究推進事業 (CREST 領域 JPMJCR16F2)、(独) 日本学術振興会 (JSPS) の科学研究費助成金 (基盤 (B) 16H03847) と 2 国間交流事業の支援のもとで行われています。

参考文献:

- ・ 笹川 崇男, 「トポロジカル電子物質の開拓」, 応用物理 第 86 巻, 381-386 頁 (2017).