

多重極限下の電子・熱物性測定と結晶構造解析 による圧力誘起トポロジカル超伝導の研究

大村 彩子 / 新潟大学 研究推進機構 超域学術院

ビスマス (Bi) は数万気圧という到達可能な圧力領域で超伝導を発現し、その転移温度 (T_c) は 7 - 8 K で単体としては比較的高く、さらに高圧側では圧力に伴い T_c が上昇することが知られています。この性質を受けて我々のグループでは Bi を主な構成元素とする半導体や半金属に着目し、高圧下での放射光 X 線回折や分光法、電気抵抗測定を実験手法として、 Bi_2Te_3 や Bi-Sb 全率固溶合金での圧力誘起超伝導を探索してきました。その後、これらの物質が 3 次元トポロジカル絶縁体として注目されるようになり、現在では高圧物性も広く研究されるようになっていきます。

本公募研究では、トポロジカル絶縁体における圧力誘起超伝導の探索および転移機構の解明を目指しています。前述したように、 Bi_2Te_3 や Bi_2Se_3 等の A_2B_3 型トポロジカル絶縁体では既に超伝導が観測されています。我々のグループでは、図 1 に示すように Bi_2Te_3 で 6 GPa 以上 (1 GPa~1 万気圧) の圧力領域で超伝導を見出しました。また、室温での圧力誘起構造相転移との比較から、超伝導は高圧結晶相 (図中の $\text{C}2/m$ 構造) に起因すると報告してきました。しかし、他のグループからは 3 GPa 以上の圧力領域、つまりトポロジカル絶縁体相の $R-3m$ 構造から超伝導が発現するとの報告もあります。この相違はキャリア密度等の試料固体差に加えて、層状構造の圧縮に効く各測定での静水圧性の差 (圧縮環境の差) が要因のひとつとして考えられています。そのため本課題の研究期間において、低温高圧力下で複数の輸送特性が測定可能なシステムや結晶構造との同時測定法の構築も目指しています。最近では、3 次元ラッシュバ物質 BiTeX ($X=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) において数万気圧での圧力誘起トポロジカル相転移 (trivial \rightarrow topological) が理論予測されており、トポロジカル量子現象の研究分野で圧力が貢献できる場が増えてきました。我々は共同研究者とともに、電気抵抗測定、結晶構造解析、バンド計算からトポロジカル相転移の探索を始めています。

高圧力を用いて、また実験および理論グループが連携して、トポロジカル絶縁体の物性を解明できることを楽しみにしております。



おおむら・あやこ

千葉県船橋市出身。お茶の水女子大学で学位取得後、日本原子力研究開発機構 (関西光科学研究所)、東北大学 (大学院工学研究科) を経て、2008 年より現職。趣味は時々のピアノや信濃川土手散歩など。

Bi_2Te_3 における物性・構造の圧力変化

上段: 室温下の圧力誘起構造相転移
中段: 室温下の電気抵抗率
下段: 圧力誘起超伝導の転移温度 T_c

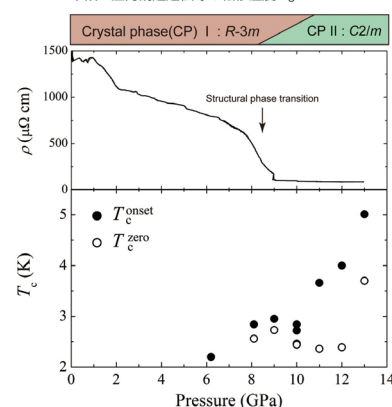


図 1 : Bi_2Te_3 の物性と結晶構造における圧力効果