

工学系
理工学専攻

長田研究室



教授 長田 俊人

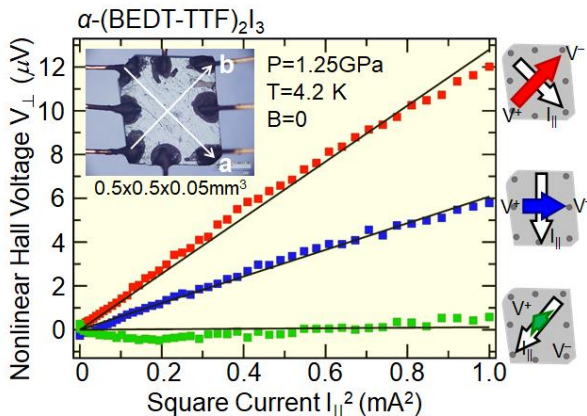
微細加工技術と低温高圧強磁場環境を用いて、低次元物質やその極限である2次元物質（原子層）で発現する新しい物性、特にトポロジーに関係した電子状態や輸送現象の研究を行っています。近年は、層状有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃ の2次元ディラック電子系、WTe₂・ZrSiS・グラファイト等のトポロジカル半金属、摺れ積層グラフェンのモアレ超格子系などを対象として、低温高圧強磁場下の電気伝導・熱電効果の実験を、理論的考察と並行して行うことにより、新しいトポロジカル現象や非線形現象を研究しています。



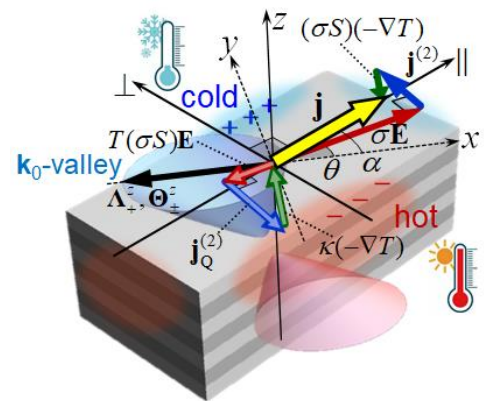
2021年度メンバー

(1) 有機ディラック電子系のトポロジカル物性

層状有機導体 α -(BEDT-TTF)₂I₃ はグラフェンに次いで2次元ディラック電子系が確認された物質です。グラフェンに比べ電子速度が1桁ほど小さく異方性を持つため、ディラック電子系における電子相関、スピン分裂、バンド非対称性などの影響を研究する格好の舞台となります。この物質に磁気変調やスピン軌道相互作用を導入したときに現れ得るチャーン絶縁相やZ₂トポロジカル絶縁相の様子とその発現条件を明らかにしました。また系に電荷秩序の弱いポテンシャル変調が加わった状態が、質量ギャップが開いたディラック電子系であることを実験的に示しました。これはベリー曲率双極子 Λ を持つ最も簡単な系になっており、 Λ と電流の角度に依存する「非線形異常ホール効果」をゼロ磁場で観測しました（左下図）。さらにこれの熱電効果版である「非線形異常エッチングスハウゼン効果」を提案し（右下図）、検証実験を進めています。



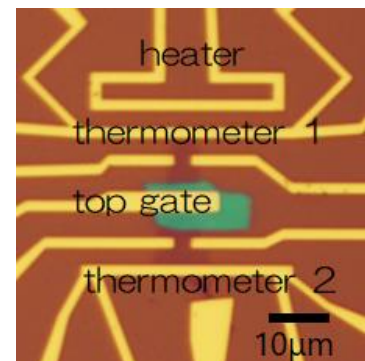
有機導体で観測された非線形異常ホール効果



非線形異常エッチングスハウゼン効果

(2) 量子化された熱電ホール効果の探索

熱電効果は一般に温度に比例するため、宇宙応用など極低温で使用可能な熱電材料は実現困難でした。しかし近年、強磁場下の3次元トポロジカル半金属（ディラック/ワイル半金属）や2次元ディラック電子系が、「量子化された熱電ホール効果」により低温でも高い熱電性能を持つ可能性が示されました。私達は3次元ノーダルライン半金属でも量子化された熱電ホール効果が起こり得ることを示し、伝導帯と価電子帯が直線上で接触する半金属グラファイトの微細加工素子を用いて検証実験を行いました（右図）。さらに薄層化した多層グラフェンについても同様の実験を行い、熱電ホール効果の3次元から2次元への次元交差効果を調べています。



多層グラフェンの熱電効果測定素子

研究室見学はいつでも歓迎です。
Tel: 04-7135-1221
E-mail: osada@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研C棟C111

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://osada.issp.u-Tokyo.ac.jp>