
(4) 新しい量子機能物質の開発

東京大学物性研究所 中辻グループ

Institute of Solid State Physics, University of Tokyo

1. 研究室スタッフ (2015年3月現在)

中辻 知 教授、松本洋介 助教、酒井明人 特任助教

2. 研究室紹介

私たちは新物質の化学合成と合成された物質の様々な物性測定を行うことで、新しい物理現象の発見を目指して研究を行っています。具体的には、強相関希土類金属における重い電子超伝導、多極子秩序における量子臨界状態、幾何学的フラストレーションにより磁気秩序を示さない物質(スピン液体)、などを複合極限環境下で測定をすることで新奇量子現象の探索を行っています。さらに、トポロジカル効果を利用したスピントロニクス等の基礎研究にも力を入れた材料開発に取り組んでいます。

3. 特徴ある装置

本研究室の最大の特徴は、物質合成から物質評価、極低温での精密物性測定まで様々な実験を自分たちで行うことができることです。そのために様々な物質合成装置や物性測定装置を所有しています。例えば金属単結晶育成を行う装置(テトラアーク炉、図1)、並びにその評価に欠かせない低温物性評価装置(PPMS)や SQUID 磁束計(MPMS)、更なる低温測定のために希釈冷凍機や³He 冷凍機があります。それらを使用し、磁気抵抗やホール効果といった電氣的輸送特性、Seebeck 測定や Nernst 効果といった熱的輸送特性、そして比熱・磁化・帯磁率などを室温から超低温までの幅広い温度範囲で機能探索を行うことができます。最近では、試料サイズの変化を 0.02 オングストロームの精度で検出する高精度熱膨張・磁歪測定も行っております。

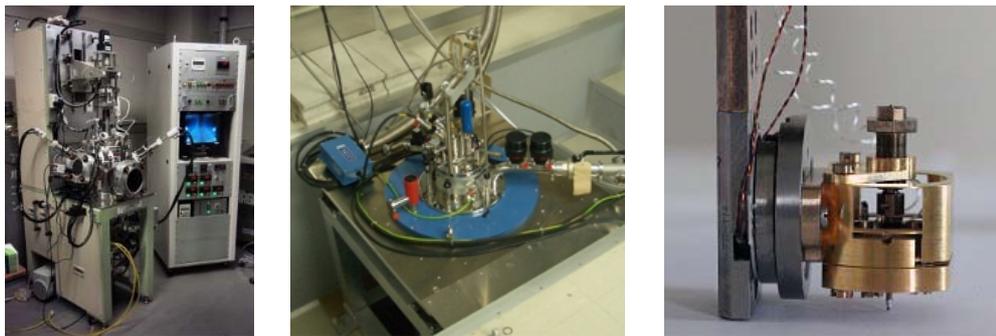


図1. (左)テトラアーク炉、(中)³He-⁴He 希釈冷凍機、(右)熱膨張計

4. これまでの成果、最近のトピックス

私たちの研究室では、強相関電子系における新しい量子状態や機能の発見を目指して新物質合成並びに多彩な精密測定を行っています。最近では、新しいトポロジカル量子相の創出に加え、室温でのデバイス応用に至るまで幅広い分野において実験研究を進めています。最近の主な研究トピックスは以下のものです。

(1)量子臨界状態での新規量子相の解明

従来の磁気的な量子臨界点の枠組みを超えた新たな量子臨界現象が世界的に注目を集め、その可能性が模索されています。私たちは価数揺動系における非従来型量子臨界現象と異常金属相の研究を行っています。

(2)パイロクロア化合物におけるワイル半金属の研究

パイロクロア格子上では All-in All-out の磁気構造を形成しこの磁性相の近傍ではトポジカルに異常なゼロギャップ半導体(ワイル半金属)として振る舞うことが理論的に期待されています。我々の研究室では、このワイル半金属が実現しているかどうかの実験的な検証を行っています。

(3)ベクトルスピカイラリティを持つ非従来型の巨大異常ホール効果

カイラル磁性体 Mn_3Sn や Mn_3Ge において、我々は世界で初めて反強磁性体の自発的な巨大異常ホール効果を見出しました。磁場が無い条件下では強磁性体でのみ観測されていた異常ホール効果を、反強磁性体において初めて、かつ、室温以上の温度で観測しました。この異常はベリー位相に伴う仮想磁場により発生していると考えられ、トポジカル効果を示す物質として注目されています。また、磁気メモリとしても作動原理が画期的であり理想的な特性を持つため、メモリ素子の革新的な進展が期待されています。これにより不揮発性メモリ応用につながる研究が今後広がると期待されます。

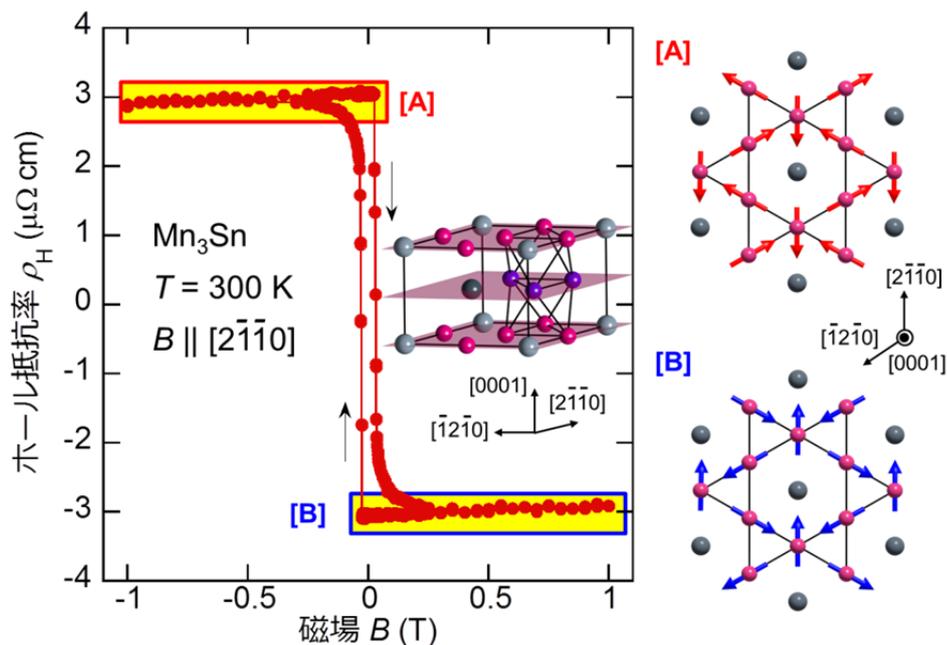


図 2. (左)カイラル反強磁性体磁性体 Mn_3Sn の結晶構造と室温でのホール抵抗率の磁場依存性、(右) 磁場により制御可能な Mn_3Sn の非共線反強磁性スピン構造(左図[A]と[B]に対応)

5. 連絡先・ホームページアドレス

〒277-8581 千葉県柏市柏の葉 5-1-5
 東京大学物性研究所・新物質科学研究部門 中辻 知
 E-mail: satoru_at_issp.u-tokyo.ac.jp
 URL: http://satoru.issp.u-tokyo.ac.jp

