

---

東北大学 金属材料研究所 低温物質科学実験室  
Laboratory of Low Temperature Materials Science, Institute for Materials Research,  
Tohoku University

---

1. 研究スタッフ (2016年7月現在)

准教授： 野島勉、 助教： 中村慎太郎

2. 研究室紹介

私たちは、様々な超伝導体や強い相関を持った電子系における、低温電子物性の研究を行っています。これらの物質が示す物理現象を解明するだけでなく、通常では存在し得ないような電子状態をデバイスや薄膜構造の試料中に作り出すとともに、それらを人工的に制御しながら新しい物理現象を見出すことを最終的な目標としています。最近、電気二重層トランジスタデバイスを用いた電界誘起伝導表面における新奇超伝導とスピン軌道相互作用、原子層2次元超伝導、および希土類化合物の基底状態に関する研究を進めています。

3. 特色ある装置

通常の超伝導マグネット (11 T、10 T)、ベクトルマグネット (横磁場 7 T、縦磁場 3 T)、ファラデーマグネット (8 T) に希釈冷凍機、 $^3\text{He}$  冷凍機、温度可変インサート (VTI) が互換性を持って挿入できるシステムを構築し、広い温度範囲 (数 10 mK–300 K) での磁場中輸送特性、磁化といった物性が測定可能になっています。特にベクトルマグネット (図) は結晶軸に対して、任意の方向に磁場印加が可能であり、試料の次元性、特異なスピン構造の解明に役立っています。これらに加え、デバイス試料、薄膜試料作製の、超高真空蒸着装置、スパッタ装置、試料評価用の SQUID 磁束計、走査型 SQUID 顕微鏡も稼動しています。

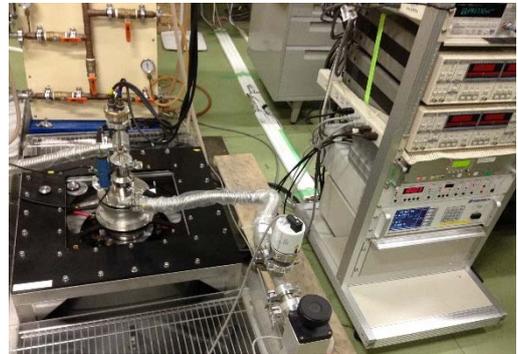


図 ベクトルマグネット-VTIを組み合わせた輸送特性測定システム

4. これまでの成果、最近のトピックス

4.1 FeSe 電気二重層トランジスタを用いた高温超伝導の実現

電気二重層トランジスタのもつ静電的キャリアドープと電気化学的エッチングの機能をうまく活用することにより、 $\text{SrTiO}_3$  や  $\text{MgO}$  基板上に積層した FeSe 薄膜の膜厚精密制御を行い、10 原子層以下の厚さで 40 K 級の高温超伝導が現れることを明らかにしました。FeSe は最近まで  $\text{SrTiO}_3$  上に 1 原子層堆積したときにだけ高温超伝導を示すと信じられてきましたが、これはその常識を覆す成果です (東北大学金属材料研究所 塚崎研究室との共同研究) [1]。

4.2 電界誘起 2 次元超伝導体の磁場中金属の基底状態

層状半導体  $\text{ZrNCl}$  の原子レベルで平坦な単結晶表面上に超伝導を電界誘起し、その面直磁場中の電気抵抗を測定することにより、乱れの効果が非常に小さい究極的な 2 次元超伝導体では、その基底状態は磁束が量子力学的に揺らぐ一種の金属状態であることを突き止めました (東京大学 岩佐研究室との共同研究) [2]。

4.3  $\text{MoS}_2$  電気二重層トランジスタにおける強磁場超伝導の発見

代表的な遷移金属カルコゲナイド物質である  $\text{MoS}_2$  の単原子層電子状態を電界誘起し、その超伝導が 52 T までの面内強磁場中で保持されることを見出しました。これは、強いスピン軌道相互作用によって起るスピン-バレーロッキング現象によって電子対が保護される、全く新しいタイプの超伝導状態の可能性ががあります (東京大学 岩佐研究室との共同研究) [3]。

[1] J. Shioyai, Y. Ito, T. Mitsuhashi, T. Nojima, and A. Tsukazaki, *Nature Phys.* **12** (2016) 42.

[2] Y. Saito, Y. Kasahara, J. Ye, Y. Iwasa, T. Nojima, *Science* **350** (2015) 409.

[3] Y. Saito *et al.*, *Nature Phys.* **12** (2016) 144.

5. 連絡先、ホームページアドレス

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1

東北大学金属材料研究所 低温物質科学実験室 野島勉

E-mail: nojima@imr.tohoku.ac.jp Tel: 022-215-2167 / Fax: 022-215-2168

URL: <http://ltsd.imr.tohoku.ac.jp/>