

---

**京都大学 大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 固体電子物性研究室**  
**Laboratory for Electronic Properties of Solids, Department of Physics, Kyoto University**

---

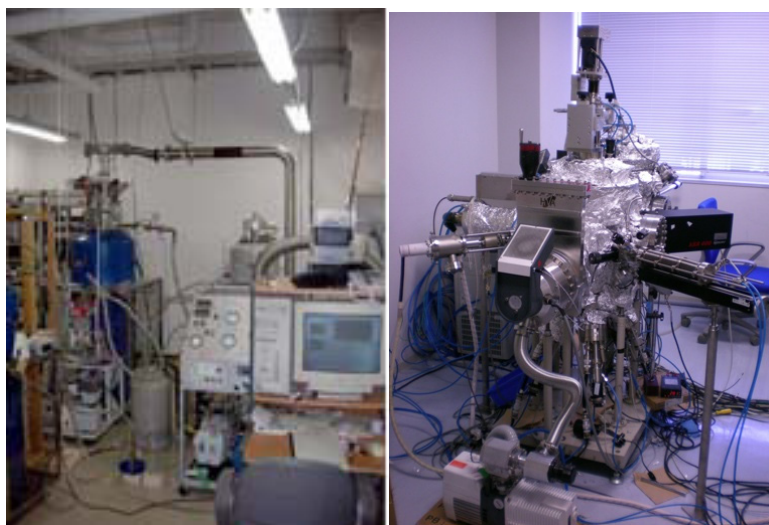
(1) 研究室スタッフ(2014年12月現在)

教授: 松田 祐司、准教授: 笠原 裕一、助教: 笠原 成

(2) 研究の概略

お互いに強く相互作用する膨大な数の電子やスピンは、量子凝縮状態として様々な興味ある現象を引き起こします。そのような量子凝縮現象は固体物理だけの問題に留まらず、冷却原子や原子核物理学などの他分野とも関連した現代物理学の基本的問題とも密接な関係を持っています。我々の研究室では、特に量子凝縮状態を特徴づける対称性の破れに着目した研究を行っており、主として以下の課題を推進しています。

- 非従来型超伝導体の超伝導対称性および発現機構の解明
- 量子臨界現象の物理
- 重い電子系化合物の人工超格子による自然界に存在しない物質および超伝導状態の創製
- 固体中の電子を舞台とした BEC-BCS クロスオーバーの物理
- 量子スピン凝縮状態の示す輸送現象



(左) 希釈冷凍機を用いた電子輸送測定システム、(右) 分子線エピタキシー装置

(3) 特色ある装置

極低温・強磁場における電子輸送測定(写真参照)および熱電係数測定、走査型トンネル顕微鏡測定など、さまざまな巨視的・微視的手法を用いて電子状態を明らかにします。他にも超純良単結晶の開発も行っています。他に例のない装置として、希土類元素を含む金属間化合物である重い電子系化合物の薄膜を作製できる分子線エピタキシー装置(写真参照)があり、原子レベルで平坦な界面をもつ人工超格子を作製することができます。

(4) これまでの成果、研究トピックス

極低温における輸送現象や熱力学測定などにより、様々な非従来型超伝導体、主に重い電子系超伝導体や鉄系超伝導体の超伝導状態や量子スピン系の研究を行ってきました。重い電子系化合物や鉄系超伝導体では、固体中の電子が回転対称性を破った電子ネマティック状態が現れることを明らかにしました[1-3]。鉄系超伝導体において量子臨界点の存在を明らかにしましたが[4]、重い電子系化合物の人工超格子では量子臨界性を物質の次元性によって制御できること[5]および量子臨界点近傍の量子揺らぎにより二次元超伝導が現れることを初め

て示しました[6]。また有機化合物で実現する量子スピン液体状態において、ギャップのない新しい量子状態が出現していることも明らかにしました[7][8]。さらに最近では、これまで冷却原子で活発に議論されてきたBEC-BCSクロスオーバーが固体物質でも現れることを発見しました[9]。またトポロジーに関係した超伝導ゆらぎによる巨大な熱磁気効果が、重い電子系化合物において現れることを発見しました[10]。詳しくはホームページをご参照ください。

#### (5) 連絡先、ホームページアドレス

〒606-8502 京都府京都市左京区北白川追分町  
京都大学 大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 物理学第一教室  
松田 祐司

Email: [matsuda@scphys.kyoto-u.ac.jp](mailto:matsuda@scphys.kyoto-u.ac.jp)

URL: <http://kotai2.scphys.kyoto-u.ac.jp/index.php>

- [1] R. Okazaki *et al.*, *Science* **331**, 439 (2011).
- [2] S. Kasahara *et al.*, *Nature* **486**, 382 (2012).
- [3] H. Ikeda *et al.*, *Nature Physics* **8**, 528-533 (2012).
- [4] K. Hashimoto *et al.*, *Science* **336**, 1554 (2012).
- [5] H. Shishido *et al.*, *Science* **327**, 980 (2010).
- [6] Y. Mizukami *et al.*, *Nature Phys.* **7**, 849 (2011).
- [7] M. Yamashita *et al.*, *Nature Phys.* **5**, 44 (2009).
- [8] M. Yamashita *et al.*, *Science* **328**, 1246 (2010).
- [9] S. Kasahara *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **111**, 16309 (2014).
- [10] T. Yamashita *et al.*, *Nature Phys.* **11**, 17 (2014), doi:10.1038/nphys3170.