

---

**京都大学 大学院工学研究科 電子工学専攻 集積機能工学研究室**  
**Integrated Function Engineering Lab., Dept. Electronic Science and Engineering,**  
**Kyoto University**

---

(1) 研究室メンバー (2015年7月現在)

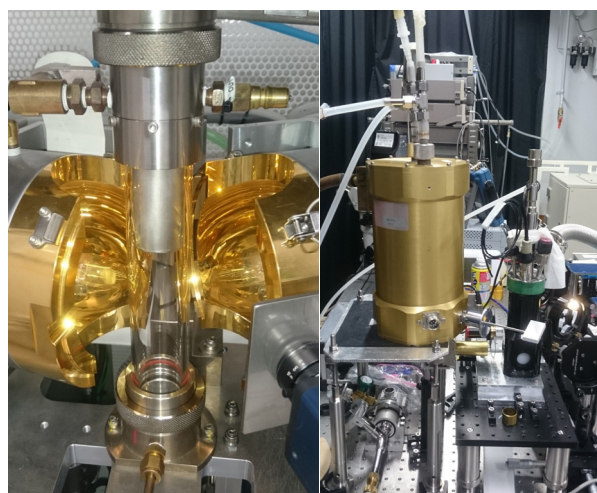
掛谷一弘(准教授)、辻本学(学振SPD)、秘書1名、博士課程3名、修士課程4名、卒研究生3名

(2) 研究室の概要

私たちの研究室では、高温超伝導をはじめとする電子の多体効果という自然の示す難題について、主に微細加工を用いた実験的な手法による解明を目指しています。さらに、超伝導などの巨視的波動関数を自在に制御する位相工学デバイス実現を目指しています。とくに、自然からの恩恵である固有ジョセフソン接合の物性解明とその応用を中心に日々研究を推進しています。

(3) 特徴ある装置

双楯円鏡によるTSFZ法で育成したBi2212などの高温超伝導体の単結晶やスパッタリング法などで育成した超伝導体薄膜からフォトリソグラフなどの微細加工技術を用いてデバイスを作成し、物性測定や機能評価を行います。カンタムデザイン社のPPMSと組み合わせて準粒子状態密度を観測するトンネル分光測定を行ってきました。また、<sup>3</sup>Heクライオスタットとハンドリング装置を自作して、0.35 Kまでジョセフソン接合の位相揺らぎを測定し、巨視的量子トンネル効果などを観測しています。また、高温超伝導テラヘルツ光源のスペクトル測定のために、1 GHz以下の分解能を持つテラヘルツ領域 FTIR 分光計を使用しています。また最近、ファイバーレーザーを用いたテラヘルツ時間領域分光システムを構築しました。



(左) 単結晶育成のためのTSFZ炉

(右) 高温超伝導体からのテラヘルツ発振検出・分光装置

(4) 最近の研究成果

以下の3件を挙げます。詳細およびその他の情報はウェブサイト <http://sk.kuee.kyoto-u.ac.jp/> をご覧ください

1. 高温超伝導体からのテラヘルツ (THz) 電磁波発振のメカニズム解明と高出力・高機能化

Bi2212単結晶から作成したメサ構造から1 THz前後の電磁波の発振が観測され、周波数可変のコヒーレント光源としての実用化が期待されています。そのためには、高いパワーのテラヘルツ波を安定して発振させる必要があります。私たちは、素子における温度上昇を抑制することにより、発振強度が高くなること明らかにしました[1]。

2. 巨視的量子トンネル現象の観察と高温超伝導量子ビットの実現

固有ジョセフソン接合における接合間の相互作用として、テラヘルツ発振のような多数の接合に渡る同期現象を引き起こす長距離的な磁氣的結合に加えて、隣接接合のみで有効な電荷の結合が考えられてきました。私たちの研究室では、固有ジョセフソン接合における超伝導層の厚さだけが異なる3つのピスマス系超伝導体において巨視的量子トンネル現象を測定しました。その結果、隣接接合の結合と解釈できる現象が超伝導層の薄いBi2201, Bi2212で観測されました[2]。

3. Pb系銅酸化物工ピタキシャル膜の育成

1212系銅酸化物超伝導体は、ブロック層の元素構成がバラエティに富んでおり、ブロック層が超伝導特性に与える影響の調査だけでなく、低コスト超伝導線材の探索には最適の物質群です。私たちは、希土類元素

の含有量が少なく、地理的に偏在するBiを含まない超伝導体  $\text{PbSr}_2\text{Ca}_{1-x}\text{Y}_x\text{Cu}_2\text{O}_7$  の高品質エピタキシャル薄膜を育成しました。これまでに得られている最高の  $T_c$  は80 Kを超えており、比較的低い異方性にもかかわらず、散逸の少ない良好な固有ジョセフソン特性を示しました[3]。

#### 関連文献

- [1] M. Tsujimoto et al., Phys. Rev. Appl., **2** 044016 (2014).
- [2] Y. Nomura et al., J. Phys. Soc. Jpn., **84** 013704 (2015).
- [3] S. Komori et al., Phys. Rev. B, **89** 174509 (2014).

#### (5) 連絡先

615-8510 京都市西京区京都大学桂 京都大学工学研究科電子工学専攻  
掛谷一弘  
E-mail: [kakeya@kuee.kyoto-u.ac.jp](mailto:kakeya@kuee.kyoto-u.ac.jp) Tel: 075-383-2265

#### (6) メッセージ

優秀なポスドク、博士課程の学生が在籍しております。研究職の求人がありましたら、お声をかけて頂けると幸いです。また、他大学からの大学院生を募集しております。

京都の西山に位置する桂キャンパスで研究を行っております。近くにベンチャー企業向けの施設などもある、京大の第三のキャンパスです。大阪にもアクセスがよく、京都市街の一望できる場所ですので、近くにお越しの際は是非お立ち寄り下さい。積極的な共同研究、アウトリーチを推進しています。2014-2015年で新聞記事掲載2件、テレビ出演1件、国際会議主催、中学高校生の訪問受入および出前講義多数。