



## Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> 固有ジョセフソン接合を用いた 超伝導テラヘルツ光源の開発

### Development of Superconducting Terahertz Sources Using Intrinsic Josephson Junctions in Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub>

京大院工<sup>1</sup>, Universität Tübingen<sup>2</sup>

辻本 学<sup>1</sup>, 神原 仁志<sup>1</sup>, 吉岡 佑介<sup>1</sup>, 中川 裕也<sup>1</sup>

Fabian Rudau<sup>2</sup>, Boris Gross<sup>2</sup>, Reinhold Kleiner<sup>2</sup>, 掛谷 一弘<sup>1</sup>

Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Universität Tübingen<sup>2</sup>

◦M. Tsujimoto<sup>1</sup>, H. Kambara<sup>1</sup>, Y. Yoshioka<sup>1</sup>, Y. Nakagawa<sup>1</sup>

Fabian Rudau<sup>2</sup>, Boris Gross<sup>2</sup>, Reinhold Kleiner<sup>2</sup>, & I. Kakeya<sup>1</sup>

E-mail: tsujimoto@sk.kuee.kyoto-u.ac.jp

Bi<sub>2</sub>Sr<sub>2</sub>CaCu<sub>2</sub>O<sub>8+δ</sub> (Bi-2212) 固有ジョセフソン接合系におけるテラヘルツ発振現象は、銅酸化物高温超伝導体の特徴である異方的層状構造を直接反映した興味深い現象であることに加え、開発が遅れているテラヘルツ光源としての応用が期待されるため注目されている[1]。これまでの研究から、強力なテラヘルツ波を発生させるためには位相振動の同期が重要であると認識されており、量子力学的な同期現象の解明は小型で安定な超伝導テラヘルツ光源素子の実用化につながるものと考えられる。最近、低温走査レーザ顕微鏡を用いた熱応答イメージングによって、大電流注入に伴う Bi-2212 メサの局所温度上昇領域（ホットスポット）が系のコヒーレンス増大に重要な役割を果たしていることが指摘された[2]。しかし、ホットスポットが存在しない低電流域でもコヒーレントな発振が得られることや[3]、理論的に予言された位相の急峻な空間変化（ $\pi$ キック）[4]との関係はいまだに明らかにされていない。

著者らは今回テュービンゲン大学と共同研究を行い、テラヘルツ波検出、温度分布測定、およびレーザ顕微鏡イメージングを組み合わせた実験を行った。蛍光イメージング法[5]で測定した温度分布は、レーザ顕微鏡イメージングの結果とコンシステントであることを確認した。結果として、素子の過剰な温度上昇を防ぐことで最大 20% の出力増大を達成した。この振る舞いは高電流域と低電流域で大きく異なり、発振出力が超伝導領域の体積に敏感であるという仮説を裏付ける。

講演では実験結果についての詳細、数値計算による温度分布解析、提唱されている理論モデルとの対応について詳しく議論する。

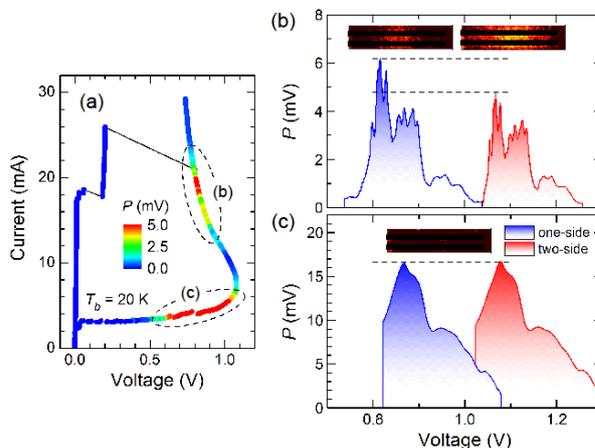


FIG: (a) Four-terminal  $I$ - $V$  characteristic at 20 K. The color code indicates emission power  $P$ .  $P(V)$  in the high- and low-bias regimes is shown in (b) and (c), respectively. The insets beside the data show imaged temperature distributions.

- [1] 最近のレビュー論文として U. Welp *et al.*, Nat. Photonics **7**, 702 (2013).  
 [2] H. Wang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **105**, 057002 (2010).  
 [3] H. Minami *et al.*, Phys. Rev. B **89**, 054503 (2014).  
 [4] S. Lin and X. Hu, Phys. Rev. Lett. **100**, 247006 (2008).  
 [5] P. Kolodner and J. A. Tyson, Appl. Phys. Lett. **40**, 782 (1982).