

# 第 70 回応用物理学会春季学術講演会

## T19 シンポジウム報告

### 開催概要

題目：「時空間制御による新規超伝導デバイスの創出」

企画：超伝導分科会

日時：2023 年 3 月 15 日（水） 13:30～17:30

会場：上智大学四谷キャンパス E302 会場（オンライン・録画配信有）

世話人：掛谷一弘（京大）、川山巖（京大）、山梨裕希（横国大）、長尾雅則（山梨大）

### 報告

ここ数年、超伝導基礎物性の分野で電界効果などにより人工的に次元性を制御したり、非平衡状態の時間領域測定などの時空制御により新しい物理を見出そうとする動きが著しい。これは、超伝導現象が巨視的量子現象であり、人間が制御できる微細構造で量子効果が顕著になるという、超伝導デバイスの独自性そのものに由来している。本シンポジウムでは、巨視的量子現象や量子多体効果を応用したデバイスとその実装、実用について、最先端の研究成果をお持ちの研究者にご講演いただいた。新規超伝導デバイスに関する応用物理が概観できるだけでなく、平均場近似を超えた超伝導物性の記述について着想をお持ちいただくことができ居れば幸いである。順に講演内容について報告する。

始めに、超伝導単一光子検出器（SNSPD）のユーザーからの発表として、京都大学の**岡本亮氏**からの招待講演があった。生成した量子もつれ合い光子を高感度かつ広帯域で検出することができる SNSPD はリング共振器を用いて中心波長の 8% という広帯域のもつれ光子生成に成功した実験の報告があった。

続いて、産業技術総合研究所の**菊池貴大氏**によるガンマ線超伝導転移端センサー（ $\gamma$  TES）開発に関する招待講演があった。菊池氏らは窒化シリコンおよび酸化シリコンの多層膜から厚さ 7 ミクロンのメンブレンを製作し、8 画素の  $\gamma$  TES の開発・試験に成功した。

大阪公立大学の**穴戸寛明氏**は超伝導体のメアンダ構造からなる中性子検出器開発について報告した。中性子入射による準粒子励起に伴うパルス電圧の発生を検出し、空間及び時間分解によって検出座標を特定することができる。講演では、 $\text{YbSn}_3$  を含む試料の中性子イメージングが示され、結晶方位の異なるドメインが明確に区別することができる。

ミリ波からテラヘルツ領域の超伝導ヘテロダイン検出器の ALMA 望遠鏡への運用や増幅回路などについて国立天文台の**小嶋崇文氏**に講演をお願いした。チリから帰国したばかり

りの小嶋氏は、まさにホットな ALMA の現状と現在計画中の ALMA2、さらには 20 年先を見据えたミリ波サブミリ波天文学に貢献する超伝導デバイスの構想について紹介があった。

休憩と超伝導分科会の論文賞・研究奨励賞の表彰式をはさんだ後、産総研の辻本学氏より、高温超伝導体 Bi2212 メサ構造からなるテラヘルツ光源の実験的報告があった。辻本氏は、光源の発振特性を制御するために、外部磁場を印加することを試みた。正確に ab 面に磁場を加えることにより、デバイスのカイラリティを切り替えて、発振電磁波の偏光を制御できることを指摘した。

大阪公立大学の加藤勝氏による招待講演では、Bi2212 テラヘルツ発振デバイスについての有限要素法を用いた多次元サインゴルドン方程式の数値計算に関して議論があった。特に、静電結合パラメータに注目した理論計算の進捗が重点的に報告され、今後の進展によって実験的に得られた発振現象との系統的な比較が期待できるレベルに到達していることが報告された。

次に、青山学院大学の北野晴久氏より鉄系超伝導体微細構造における超伝導状態の研究が報告された。北野氏らは、集束イオンビームを用いて加工した数ミクロンオーダーの断面積を有する鉄系超伝導体デバイスを作製し、クーパー対の運動エネルギーが超伝導ギャップを超える対破壊状態を観測し、運動量という新しいパラメータ軸を超伝導相図に立てる研究を進めている。

九州大学の太西紘平氏には、超伝導スピントロニクス講演をお願いした。超伝導体・強磁性体界面に生じる電荷流とスピン流の分離ができることを示し、超伝導体内部に生成されるスピン偏極準粒子の緩和過程について詳細な議論を行った。

続いて、名古屋大学の小森祥央氏からは、スピバルブ構造を用いた三重項超伝導対の生成と検出に関する講演がなされた。小森氏らは、超伝導体の界面に特殊な磁気構造を有する磁性体を接着し、スピン反転状態の生成や超伝導ギャップの対称性を実証する実験結果を紹介した。

最後は、NTT の若村太郎氏による、原子層物質の電子状態を超伝導デバイスで検出する研究成果の招待講演である。若村氏らは、バルク状態で 100 mK 程度の  $T_c$  を示す  $1T'-MoTe_2$  の 2 原子層試料を抽出し、20 倍もの 2.2 K の  $T_c$  を観測した。さらに、正のゲート電圧によって  $T_c$  が上昇することを発見し、不純物によって  $T_c$  が増加する特徴を持つ  $S++$  対称性の超伝導ギャップを持つことを示した。

以上、招待講演 6 件、一般講演 4 件という比較的長いセッションであったが、バラエティに富んだ講演内容で、従来型超伝導体を用いた前半のセッションと銅酸化物を含む非従来超伝導体に関する後半のセッションがあり、参加者は超伝導デバイスを指向した実装と物性研究の位置づけを各自把握することができたと思う。本シンポジウムは「時空制御」を謳っているので、筆者の一人の独断により無理やり区分するとすると、主に時間制御が 3 件、主に空間制御が 5 件、時間および空間制御が 2 件という分け方になり、改めて時空制御の

概念が超伝導デバイスの創出に不可欠であることが印象付けられた。