

11 超伝導 講演会報告

今回は、3月13日に分科会シンポジウムとして「巨匠が教えてくれた高温超伝導とその未来～北澤宏一先生・前田弘先生追悼シンポジウム～」が行われ、多数の参加者があった。一般講演では口頭102件、ポスター28件の合計130件の講演が行われた。以下に中分類毎のまとめを記載する。

「基礎物性」では、11日午前に一般講演(10件)、12日午前にポスター発表(8件)、12日午後に奨励賞受賞講演(1件)と一般講演(16件)が行われた。内訳はジョセフソン接合(JJ)関連11件、JJ関連を除く銅酸化物系8件、鉄系9件、 MgB_2 4件、新物質2件、その他5件であった。35件の総講演数は、50数件で推移してきたここ数回の講演会に比し少ないが、これは一時的な減少と考えられる。東理大のグループ(上保, 津村ら)は、グラフェン/超伝導体接合系試料を作製し、電子状態の制御が可能なこと、輸送特性が光照射により変化すること等を報告し、基礎物理並びにエレクトロニクス応用の両観点からの研究を進めている。固有接合関連では、テラヘルツ波発振素子応用を目指した研究が進展しており、竹野ら(山形大)は、60K~75Kにおいて5 μW 以上の発振出力が得られたことを報告した。また、これまでミシビリティギャップが存在していた $\text{FeSe}_{1-x}\text{Te}_x$ の $x=0.1\sim 0.4$ の試料を薄膜で作製し、 $x=0.5$ での $T_c=15\text{K}$ を大きく上回る $T_c=23\text{K}$ を $x=0.2$ で達成(東大 今井ら)、超伝導RE247相の簡便な合成法(東大 下山ら)、 T_c の高いHg系における圧力効果(理研 山本ら)などの報告が、地道な研究の継続により蓄積された知見を基にした成果であるという観点から、特に印象的であった。

「薄膜、厚膜、テープ作製プロセスおよび結晶成長」のセッションでは口頭発表21件、ポスター発表2件の23件の講演が行われた。内訳はRE123薄膜11件、銅酸化物系超伝導体2件、Fe系5件、 MgB_2 3件、配向金属基材2件であった。PLD法で作製したRE123薄膜では、バッファ層による転位生成や異なるBMO添加RE123層の積層などによってピンニングセンターの導入を行う報告がされた。また、結晶成長シミュレーションによるナノロッドの自己組織化機構解明の試みや、 J_c の磁場印加角度依存性の解釈に対する理論的アプローチについて報告された。また、MOD法で作製したRE123薄膜では、作製条件の最適化による性能向上やBMO形状の制御に関する報告がされた。RE123以外の銅酸化物超伝導体として、無限層Sr-Cu-O薄膜やHg系薄膜の作製に関する報告がされた。Fe系では、11系薄膜の電子構造、基板薄膜界面構造や超格子構造に関する報告がされた。また、1111系薄膜ではフッ素源が超伝導特性に与える影響やJosephson接合の試作について報告された。また、 MgB_2 薄膜の接合特性、アニール効果や MgB_2 -PIT線材への新たなカーボン添加方法についての報告がされた。RE123コート線材の基材となる配向金属に関しても、安価な配向Feテープや角柱状配向金属線の作製に関する試みが報告された。特に薄膜試料においては、

微細構造の理解や制御によって超伝導特性を向上させる試みが多く行われており、ナノスケールでの材料制御が重要であると感じた。

「臨界電流・超伝導パワー応用」3月11日の午後中に15件の口頭発表があった。希土類系およびコート線材系で8件、 MgB_2 が3件、電力ケーブルが2件その他応用が3件あった。また3月12日の午前中には5件のポスター発表があった。バルク応用が2件、希土類系およびコート線材系で1件その他応用が2件あった。希土類では引き続き人工ピン止め中心の導入による影響や、高温における不可逆磁界の挙動や磁束線の状態について議論がおこなわれた。大きな動きはないが、着実に細かいところの議論がすすんでいる印象を得た。 MgB_2 や希土類銅系酸化物超伝導をつかったバルク応用の発表があり、引き続き高い興味を持って研究がされていることが分かる。特に MgB_2 は着磁性能も向上し、さらに製法が簡便で加工性が高いことが強調された。応用としては液体水素液面計が発表されるなど、広がりを見せている。

「アナログ応用および関連技術」のセッションでは、3月12日、14日の2日間で22件の口頭発表、10件のポスター発表があった。検出器関連では、山形大の鶴井らが超伝導バルク共振器による100Wクラスの送信用フィルタについて報告した。超伝導の送信用フィルタは未だ実用化されておらず、高耐電力特性が課題となっている。実際に作製した5段超伝導バルク共振器フィルタの周波数特性は明確なフィルタ特性が確認でき、瞬時100W以上の耐電力特性が得られ、多段化によるスカート特性と耐電力特性の向上を示した。

SQUID 関連では、阪大の宮戸らが高温超伝導 RF-SQUID のスリット長と共振周波数の関係について、3次元電磁界解析シミュレーションと実験との検討結果を報告した。シミュレーションと実験結果の両方で、スリットを直線状からミアンダライン状に変更しスリット長を長くすることで共振周波数が低くなることを示し、RF-SQUID 用駆動回路の制御可能帯域で動作することを明らかにした。

また、九州大の石田らは高温超伝導コイルを用いた鉄板厚さの測定結果を報告した。常伝導コイルよりも抵抗、インダクタンスの微小変化を測定できる利点を活かし、低周波領域でコイルの抵抗、インダクタンスが鉄板厚さに依存することを示し、鋼材の腐食による減肉検査などへの応用を提案した。

このように、従来までの検出器や SQUID 関連の発表に加えて超伝導の特性を活かした非破壊検査への応用など幅広い内容の発表があり、聴講者も多く、本分野での発表・議論が今後ますます活発になると思われた。

「接合・回路作成プロセスおよびデジタル応用」では17件の口頭発表と3件のポスター発表があった。うち1件は講演奨励賞受賞記念講演であった。横国大からは断熱磁束量子パラメトロン回路とその応用に関する発表が複数あり、そのラッチ回路の改善と論理ゲート応用、1万ゲートを超える大規模回路の動作実証、単一磁束量子回路とのインターフェースなど、

着実な研究の進展が見られた。名古屋大学からは磁性体薄膜を超伝導回路中に組み込むことで、超伝導巨視的波動関数の位相を制御し、回路機能を多機能化する試みが報告された。このようなアプローチは超伝導回路に新しい応用を加えるものとして、今後の研究が期待される。ここ数年の傾向でもあるが、超伝導センサアレイの読み出し回路に単一磁束量子回路を用いるシステム化に関する発表も目立った。産業技術総合研究所からは、CB-KID/SFQ システムのためのモノシリックプロセスの発表があり、これまでの異なるチップ間の接続によるシステム化とは異なるアプローチは今後の発展が期待される。

本報告は、入江晃亘（宇都宮大学）、山本秀樹（NTT 物性基礎研究所）、一野祐亮（名古屋大学）、小田部荘司（九州工業大学）、堺健司（岡山大学）、山梨祐希（横浜国立大学）、各氏の協力により作成したものです。