

## 11 超伝導 講演会報告

今回は、初日 3 月 19 日の午後に「銅酸化物超伝導体発見 30 周年記念シンポジウム」が行われた。最初に東大の前田京剛先生と東京理科大の福山秀敏先生から物性物理の面から銅酸化物超伝導体についての解説が行われた。続いてフロリダ州立大学の David Larbalestier 先生から HTS を利用した高磁界マグネットについて講演があった。材料開発の点から、フジクラの飯島康裕先生および九工大の松本要先生から講演があり、エレクトロニクス応用の点から、超電導工研の田辺圭一先生と京大の掛谷一弘先生から講演があった。最後に線材の応用として艦磁研の廣田恵先生と東北大の淡路智先生から講演があった。参加者数は 140 名にもなり、盛況だった。

一般講演では口頭 78 件、ポスター 31 件の合計 109 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」セッションにおいては、口頭発表 26 件、ポスター 12 件の発表があった。物性・接合関連は、ナノ細線・ナノ結晶 3 件、固有接合 3 件、他 2 件であり、バイオテンプレートを用いた Y123 ナノワイヤの合成や超伝導ナノ細線を双対 SQUID としてモデル化した電場応答特性のシミュレーションなど基礎物性ならではのトピックスの報告があった。また、材料関連は、新物質発見や高臨界温度化 13 件、磁場配向や薄膜法による配向制御 4 件、その他 4 件であった。2008 年の鉄系超伝導体の発見から 7 年経過した現在、鉄系物質から派生した物質探索が広く行われている。しかも、対象が 2 元系～5 元系に、含まれる元素も多岐にわたり超伝導を示す物質系が大きく広がっていることが印象的であった。また、既存の銅酸化物超伝導体においても、分子内の局所構造制御による臨界温度の向上や磁場による二軸結晶配向を利用した物性計測や材料化への取り組みなど新プロセスを使った研究も生まれている。

「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 5 件とポスター発表 3 件の計 8 件の講演が行われた。内訳は RE-Ba-Cu-O 薄膜 5 件、Fe 系 1 件、MgB<sub>2</sub> 2 件であった。ポスター発表では、KOH フラックス法を用いた低温結晶成長で Nd123 結晶や Y123 種膜を用いてクラックを低減した(YCa)124 結晶を育成する報告された。また、エアロゾルを用いた Y123 焼結膜の作製も報告された。口頭発表では、RE123 薄膜中における BMO ナノロッド自己組織化のシミュレーションや  $a$  軸配向膜の作製についての口頭発表があった。また、MBE 法で作製された絶縁性の FeSe 極薄膜にイオン液体ゲートを用いてキャリアを注入することで超伝導化し、最高で  $T_c=24$  K が得られた。MgB<sub>2</sub> 薄膜に関しては、超伝導特性の膜厚依存性について報告された。また、MgB<sub>2</sub> 薄膜を用いた SIS 接合において各種バリア層や複合バリア層を用いたときの接合特性について報告された。立ち見の聴衆

もややいたものの、会場の広さとしては適切であるように思う。

「臨界電流・超伝導パワー応用」では3月20日の午後に10件の口頭発表があった。希土類系およびコート線材系で5件、電力ケーブル1件、Bi系1件、Fe系1件、バルク応用1件、TDGL計算1件であった。また3月20日の午前中には4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2件あった。口頭発表では最初に【第6回女性研究者研究業績・人材育成賞（小舘香椎子賞）受賞記念講演】として中部大学の筑本先生から石狩での直流電力ケーブルの発表があった。0.5 kmと1 kmのシステムの実証試験に成功している。希土類では微細なピン止め中心導入や輸送電流のさまざまな測定評価の報告があった。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。QMGバルクリングでは60 mmφで20 Kにおいて10 Tの着磁に成功している。さらに電磁力に対して強化することにより20 Tもできるということだった。

「アナログ応用および関連技術」のセッションでは、3月20日、21日の2日間で25件の口頭発表と8件のポスター発表が行われた。

検出器関連では、既に量子光学からバイオ分野まで実用が進んでいる超伝導単一光子検出器（SSPD）に関して、暗計数の究極的な低減等の性能改善や新しい素子構造に関する報告が複数のグループから行われ、SSPDの新しい方向性が感じられた。その他にも転移端センサやナノアンテナ、トンネル接合検出器（STJ）等など、バラエティに富んだ超伝導検出器に関する研究進展が示された。特にSTJに関しては、高温動作が可能なNbNベースの接合の実現を目的として、原子層堆積法によるNbN膜の作製に関して報告が行われた。現時点で超伝導転移温度として12.7 Kが得られており、今後の発展が期待される。

SQUID関連では、高温超伝導体を用いて医療応用や資源探査、異物検査、STM顕微鏡、非破壊検査など極めて幅広いセンサシステムに関する発表が盛んに行われ、実用システムとしての高いポテンシャルが印象的であった。また新しい非破壊検査手法として、超音波ガイド波を伝える磁気的な信号をSQUIDで観測する方法が提案され、鉄鋼等の磁性構造体における欠陥診断への応用が可能であることが示された。その他超伝導フィルタに加え、超伝導テープ線材による無線電力伝送システムに関する発表が行われ、従来システムと比較して高い伝送効率が実現可能であることを示した。

全体を通して、立ち見も出るほど多くの聴講者がセッションに参加し活発な質疑応答が行われ、本分野の更なる進展が期待される印象であった。

「接合・回路作成プロセスおよびデジタル応用」では、12件の口頭発表と4件のポスター講演があった。

超伝導回路中の超伝導電子の巨視的波動関数の制御による、超伝導回路の高性能化に関する発表が数件見られ、名大からは磁性ジョセフソン接合や磁性体の超伝導回路へ

の集積による位相シフトの関する研究の進展が報告された。ここ数年間の傾向でもあるが、超伝導回路による多チャンネルセンサシステムの読み出し回路に関する研究発表も盛んである。情報通信研究機構からは、多チャンネル超伝導光子検出器に対し、多数の光ファイバからの光が検出器に確実に照射されるようにアライメントする手法が提案され、その実装結果について報告があった。横国大からは超伝導検出器を用いた質量分析のために、カレントリサイクル技術を取り入れた時間測定回路に関する発表があり、バイアス電流の低減によるさらなる回路、システムの大規模化が今後期待される。回路のジッタや、出力不確定領域（グレイゾーン）の低減に関する研究においても着実な進展が見られ、今後の超伝導デジタル回路の応用に活用されることが期待される。

本報告は、入江晃亘（宇都宮大学）、堀井滋（京都大学）、一野祐亮（名古屋大学）、小田部荘司（九州工業大学）、山下太郎（NICT）、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。