

## 11 超伝導 講演会報告

今回は、9月13日にチュートリアルとして産業技術総合研究所の日高睦夫氏を講師に迎え「超伝導エレクトロニクス – “超伝導とは” から “量子アニーリング” まで –」が行われ、多数の参加者があった。最初に超伝導現象の説明が行われ、超伝導でなければできないというエレクトロニクス応用として、1.マイクロ波フィルタ、2.超伝導検出器、3.SQUID、4.量子電気標準、5.超伝導デジタル、6.量子コンピューティングの6つの話題を講義いただいた。非常に分かりやすく、また最先端でどのような応用状況にあるかが理解できた。

一般講演では口頭104件、ポスター29件の合計133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、口頭発表26件、ポスター発表7件の講演が行われた。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12件、鉄系5件、新物質関連5件であった。JJ関連では、固有JJのテラヘルツ波発振の高出力化や高周波化へ向けた研究に加え、カイラルp波超伝導体を用いたSQUIDの作製、自己形成量子ナノリングにおける輸送特性、BSCCO単結晶面内方向へのスピン注入等、超伝導を基盤とした新現象や新機能探索に関する報告があった。新物質関連では、独グループによるH-S系での超高压(~200GPa)下での200K級超伝導の報告を受けた、高压下での電気測定を可能(現状では数GPa下)とするダイヤモンドアンビルの開発(産総研 松本ら)の報告などが印象的であった。

「薄膜、厚膜、テープ作製プロセスおよび結晶成長」のセッションでは論文賞受賞記念講演の一件を含めた口頭発表17件とポスター発表5件の計22件の講演が行われた。内訳はRE123薄膜12件、銅酸化物系超伝導体2件、Fe系5件、MgB<sub>2</sub>1件、配向金属基材2件であった。論文賞受賞記念講演では、RE123薄膜とBMOナノロッドの間に生じる歪みやそれによって誘起される酸素欠損などについて第一原理計算や有限要素法を用いた理論的アプローチについて講演がされた。PLD法で作製したRE123薄膜について、ナノロッドの自己組織化機構のシミュレーションや厚膜化の試みについて報告された。また、MOD法を用いて作製したRE123薄膜については、添加したBMO材料の微細化や金属基板上バッファ層の配向度が結晶性や超伝導特性に与える影響について報告された。Sr-Cu-O系無限層薄膜では、基板あるいはバッファ層からの歪みによって $T_c$ が大きく変わることが報告された。Fe系超伝導体に関しては、PIT法を用いた線材の作製や配向中間層を持った金属テープ上へのコーテッドコンダクター作製についての報告がされた。また、MBE法で作製した1111系薄膜への新たなフッ素ドーパ源の開発、11系薄膜と基板界面における詳細な微細構造解析、そしてPLD法を利用した相分離の制御についての報告がされた。MgB<sub>2</sub>薄膜に関しては、CaF<sub>2</sub>あるいはMgOをバリア層とした場合の接合特性についての報告がされた。会場がやや

狭く、立ち見の聴衆が少なからず見られた。

「臨界電流・超伝導パワー応用」9月14日の午後中に13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2件、その他応用が3件あった。また9月14日の午前中には9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5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、NMRやMRIとして使うことができないかどうか着実に検討がされていることが分かる。また縦磁界効果が希土類コート線材の評価、直流電力ケーブル、TDGL(Time depended Ginzburg Landau)方程式を用いた磁束運動の計算などで発表が行われた。

「アナログ応用および関連技術」のセッションでは、9月14日、15日の2日間で37件の口頭発表と7件のポスター発表が行われた。

SQUID関連では、SQUIDを用いた応用計測に関する発表が目立った。初めに講演奨励賞受賞記念講演が行われ、豊橋技科大の廣瀬から超低磁場NMR装置のSNR改善について報告があった。液体窒素で冷却する磁束トランスにキャパシタを直列に接続してLC共振を利用した結果、SNRを約7倍向上することを明らかにした。また、九州大の浦らは磁気マーカー抗体とSQUIDを用いた磁氣的免疫検査法について、未結合マーカーから発生する信号を低減する手法を報告した。励起磁界を印加した後に未結合マーカーの凝縮を解くため弱い振動を与えた結果、未結合マーカーからの信号が減少し磁氣的免疫検査法の特性改善が示された。

検出器関連では、X線吸収微細構造分析装置に使用される検出器の有感面積向上のため、産総研の藤井らが非対称トンネル接合構造を有する3次元構造STJアレイ検出器を作製し評価を行った。従来の3次元構造STJは、炭素K線に対するエネルギー分解能が約24 eVであったが、今回の構造では12 eVを実現し、2次元構造STJと同程度の値が実現できることを示した。また情通機構の川上らは、光ナノアンテナ（ツインスロットアンテナ）付中赤外光検出器を試作し、光応答特性の評価を報告した。レーザー照射と同期した出力は偏波面がアンテナと一致するときのみに観測され、ツインスロットアンテナによる受光機構を反映していることが示された。また光照射に対する応答波形は0.3 nsであり高速応答特性を示すことも確認できた。

今回は講演件数が大幅に増え、発表会場でも終始聴講者が多く活発な議論が交わされており、本分野の研究が今後さらに発展すると感じられた。

「接合・回路作成プロセスおよびデジタル応用」では、13件の口頭発表と1件のポスター

講演があった。同時期に開催されたヨーロッパの超伝導関係の会議の影響か、講演件数は少々寂しいものとなった。内容は超伝導回路を超伝導センサの読み出し回路応用、断熱駆動による超伝導低電力回路とその応用、磁性体と超伝導回路の融合による新機能開拓に大別できる。横国大と産総研のグループは、超伝導ストリップライン検出器からの出力信号を超伝導回路で検出し、高精度の質量分析ができることを実証している。横国大からは断熱磁束量子パラメトロン回路に関する研究が複数あり、消費エネルギーの基本的な解析から回路の大規模化に関する研究、設計ツールに関する研究まで幅広い発表がなされた。名大からは磁化された磁性体を用いて直流磁場を印加することによって超伝導回路機能の再構成を実現した発表がなされ、磁性体と超伝導の融合の研究の確実な進展が見られる。

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。