

11.1「基礎物性（デバイス系）」では、冒頭に東京大、中村 泰信先生の業績賞授賞式およびその受賞記念講演が行われた。講演では、現在盛んに研究が進められている超伝導素子を用いた量子コンピュータに関連した歴史的背景から現在の研究までをわかりやすく講演頂いた。続いて行われた、セッションでは 6 件の発表が行われた。その内訳は、電流駆動下での磁気イメージング、MgB2 接合のバリア層最適化、トポロジカル半金属が予測されている Cu3PdN と NbN のヘテロ構造作製、固有ジョセフソン接合のテラヘルツ放射に関してであった。本セッションの発表件数は多くはなかったが、いずれの発表においても活発な議論が行われた。

11.1「基礎物性（材料系）」では、18 件の講演（ポスター講演除く）があった。銅酸化物系高温超伝導 8 件、新超伝導体関連 1 件、鉄系関連超伝導体 9 件であった。エピタキシー技術と並ぶ配向技術である磁場配向法に新たな展開が見られたほか、多結晶材の導電機構、新超伝導体の探索に機械学習の手法を取り入れた講演があった。また、鉄系超伝導関連では、本質的臨界電流特性を評価する計測手法に関する講演や物質開発に関する講演があった。予定時間を超過するほど、活発な議論が展開される講演会であった。

11.2「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・線材 3 件、コーテッド線材の中間層 3 件、Bi 系線材のジョイントが 2 件であった。オーラルセッション会場は座席数が 60 席ほどで、聴講者は 30 名程度であった。会場の大きさとしては適切なサイズであった。

本セッションにおけるトピックスは、(1) RE-Ba-Cu-O 薄膜・線材、(2) コーテッド線材の中間層、そして(3) Bi 系線材のジョイントである。(1)について、名大 一野らは、SmBCO 薄膜と基板間に水溶性の Sr₃Al₂O₆ (SAO)を中間層として用いることで SmBCO の自立薄膜の作製を行った。その際、SmBCO の Ba と SAO の Ar が反応し、Ba-Al-O を生成することで SmBCO の構造が崩れることを明らかにし、SmBCO/LaAlO₃/SAO の積層構造とすることでこれを抑制出来ることを見いだした。名大 伊東らは、Vapor-Liquid-Solid 成長法で高速に YBCO 膜を作製しつつ、BaHfO₃ (BHO)をピンニングセンターとして導入する試みを行った。その結果、BHO ナノロッドが成長している層とナノロッドが無い層の積層構造が得られる事を明らかにした。詳細なメカニズムは不明であるが、興味深い現象である。電中研 一瀬らは、市販の REBCO 線材について微細構造を詳細に観察した。I_cの高い三社の線材を比較し、作製プロセスが微細構造に与える影響と、微細構造と I_cの相関について議論した。(2)について、青学大 元木らは、REBCO 線材の中間層に新たな機能性を付与するために、導電性中間層材料の検討を行っている。La₂14 や LaNiO₃などをフッ素フリーMOD 法によって作製し、結晶性や電気特性の評価を行った。Ni 基板上への LaNiO₃ 中間層の成膜において、酸素雰囲気中では配向膜は得られなかったが、Ar+3%H₂ と酸素の二段階雰囲気中の熱処理によって、配向膜が得られた。島根大 長瀬らは、YBCO 層の成膜時に中間層が酸素雰囲気中に曝されるため、導電性中間層 Nb-TiO₂がその酸素雰囲気下に置かれた際の導電性変化について検討し

た。その結果、酸素雰囲気下で熱処理温度が高くなるほど抵抗率が上昇し、半導体的挙動になることを確認した。ホール効果測定から、キャリア密度が減少していることも確認している。(3)について、東大 武田らは、Bi2223 線材の超伝導接合機構を解明するために、接合面の微細組織を詳細に評価した。その結果、接合界面において、線材の Bi2223 粒と接合剤の Bi2223 粒が板状に成長し、粒間結合が形成されることで超伝導接合が実現されていることを明らかにした。物材機構 井上らは、Bi2223 線材と Nb-Ti 線材の接合に Bi-Pb-Sn ハンダを用いており、はんだ組成と接合部 I_c について評価した。その結果、 $T_c > 8 \text{ K}$ 以上の Pb-Bi 超伝導相が主相である組成において、 $I_c > 190 \text{ A}$ が得られる事を明らかにした。

11.3 「臨界電流・超伝導パワー応用」では3月10日の午前に4件のポスター発表があった。希土類系で1件、Fe系で1件、Bi系で1件、磁束線可視化で1件であった。また3月10日午後には17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、電磁現象解析で3件、接合で1件、バルク材で3件、鉄系で1件、船舶応用で1件であった。希土類およびコート線材の発表は多数を占めている。そこでは臨界電流密度の様々な温度における磁界依存性や磁界角度依存性をどのように説明するのかという研究が数件あった。異方性が小さいと言われる希土類系であるが、それを無視できないし、ピンの形状や配置などにより解釈が大きく分かれるために、磁界依存性、磁界依存性の説明は複雑になる。それでも高磁界のみ説明するとか、説得力ある研究結果もあった。また東北大学の岡田らは前回に引き続き高温曲げアニールによって a 軸配向させることについて報告を続けており、注目されている。理論では、対破壊電流、複素時定数によるホール効果の数値シミュレーション、細線をらせん巻きした際の超伝導テープの電磁特性などが報告された。バルクでは新日鐵住金の森田らから 15 T の磁界のトラップに成功したという報告があった。銅板やステンレス板と複合させることにより、強度や熱はけをよくしていて、今後も性能向上が期待される。また MgB_2 バルクでは東京農工大の佐野川らが気相輸送法と premix 法を組み合わせることにより、直径 35 mm の比較的大きなバルクで 11 K において 3.5 T の磁界をトラップさせることに成功した。これは高圧合成に匹敵する世界最高レベルであり、大きなブレイクスルーがあったと理解できる。また、名古屋大の飯田らから鉄系 Nd-1111 において傾斜基板を用いることでピン力があがり、世界最高レベルの臨界電流密度が得られたことが報告された。

11.4 「アナログ応用」セッションは3月11日(月)午後開催され、全17件の口頭発表が行われた。トピックとしては、薄膜作製から SSPD や TES 等の光子検出器、検出器読み出し用超伝導回路、そして量子ビットや SQUID 等、極めて幅広い内容に関する発表が行われ、全セッションとも盛況で活発な質疑応答が行われた。まず NICT の川上らは、1.4 THz で動作する SIS ミキサの実現に向けた Nb_3Ge 薄膜の作製を報告した。 Nb_3Ge は高い超伝導転移温度及び低い抵抗率を示し、低損失な超伝導膜として期待されており、今回 21.0 K の転移温度と $44 \text{ } \square\square\text{cm}$ の抵抗率が得られた。NICT の藪野らは、16 ピクセル SSPD アレイと SFQ エンコーダ回路の開発を行い、全ピクセル動作実証と 80 ps 以下のタイミングジッタを

報告した。同じく NICT の宮嶋らは、大規模 SSPD アレイに向けた 64ch イベント駆動型 SFQ エンコーダに関する動作実証の報告を行った。北見工大の柴田らは、スポットサイズコンバータ付きシリコン導波路上に作製した導波路結合型 SSPD の開発を行い、システム検出効率を 30%程度まで改善し、その波長依存性も極めて小さいことを報告した。また、冷却 AWG と接続することで暗計数が 1/100 に低減されたことを示した。MDR の才田氏らは、量子コンピュータを利用した機械学習に関して報告し、産総研ファウンダリプロセス CRAVITY を用いて作製した Nb ベースの磁束型量子ビットについて特性評価に関する現状と大規模化に向けた設計指針を示した。産総研の今野らは、TES アレイのクロストークをシミュレーションにより評価し、-140 dB と十分小さいことを示した。また産総研・東大の中田らは、可視光要 TES のマイクロ波 SQUID マルチプレクサによる多重化に関して報告した。これまでこの多重化方式によりエネルギー分解能の劣化が観測されていたため、サンプリング周波数の最適化に関する検討を行った。産総研の浮辺らは、トンネル接合検出器 (STJ) のイオン検出応用について報告した。今回は Nb/Al ベースの STJ を作製してイオン検出評価を行い、1 keV 強程度のエネルギー分解能の目標に近い値が得られたことを報告した。理研・天文台の野口らは超伝導共振器における磁性不純物による近藤効果が Q 値の温度依存性におけるピーク構造に寄与する可能性を示し、その特徴的なスケールが数 10 μm であり共振器の幅と同程度であることを報告した。SQUID に関しては、近大及び豊橋技科大から発表がなされた。まず近大の廿日出らは、超音波ガイド波を用いた高温超伝導 SQUID による配管の非破壊検査装置の開発に関して報告し、実際の欠陥由来の信号を検出した上で、数値シミュレーションにより実験結果の妥当性を確認した。同じく近大から、配管の磁化を利用した完全非接触の検査技術開発について報告され、数値シミュレーション及びニッケル管を用いた実験を行い、均一に近いガイド波分布が得られることを実証した。豊橋技科大の田中らは、3ch アレイ SQUID による磁性ナノ粒子の流路推定に関して報告し、磁場方向を変化させて測定することにより疑似 7ch アレイとみなすことができ、流路を一意に決定できる可能性が示唆された。

11.5 「接合、回路作製プロセスおよびデジタル応用」では、口頭発表に 1 件の講演奨励賞受賞記念講演を含む 11 件、ポスター発表に 4 件の発表があった。セッションでは超伝導回路の可逆論理回路や人工ニューラルネット、量子ビットなどの新しい応用に関する発表が多く行われた。横国大の山栄からは論理回路レベルで可逆回路を実現できる断熱型磁束量子パラメトロン回路の研究が講演奨励賞受賞記念講演において紹介された。横国大からはその他にも断熱型磁束量子パラメトロン回路の研究が数多く紹介された。山口の磁束量子パラメトロン回路ニューラルネットは、応用先を明確にすることにより超伝導回路の新たな応用先となり得る成果であった。名大からは絶縁層に磁性薄膜を用いたパイ遷移ジョセフソン接合を通常のジョセフソン接合と混在させる回路作製技術に関する発表がなされた。現在のところ、パイ遷移型の接合特性は得られていないものの、従来の回路の上にパイ遷移ジョセフソン接合を配置できる技術が確立されれば、超伝導回路の新たな応用や性能の

向上が見込める。産総研の山森からはコヒーレンス長さよりも十分薄く堆積された Nb 超伝導薄膜における、分数磁束量子の観測が報告された。分数磁束量子の位置や生成が制御できれば新たな素子や回路への応用も考えられ、今後の研究の進展が期待される。

本報告は、堀井滋（京都大学）、加藤孝弘（矢崎総業）、一野祐亮（名古屋大学）、小田部 荘司（九州工業大学）、山下太郎（名古屋大学）、各氏の協力により作成したものです。