

関西支部便り

関西支部では特別講演会として第5回低温工学・超伝導若手合同講演会を、日本物理学会大阪支部および日本学術振興会超伝導エレクトロニクス第146委員会「光～マイクロ波」分科会との共催のもと、平成18年12月7日木曜日に大阪市立大学文化交流センターで開催した。本講演会は、関西地方ならびにその近隣において、低温工学および超伝導を研究するグループの研究成果を発表し討論することを通して研究交流を深めるとともに、発表者を大学院生、若手任期付研究員および定職歴5年以下の研究者に絞り、若手研究者に最先端の研究成果を発表する機会を提供することによりこれから大きくはばたく足がかりにしてもらうことを意図して4年前から企画されているものである。このような趣旨により、ここで発表される研究の内容は、超伝導エレクトロニクス、低温・超伝導基礎物性、ナノテクノロジーによる低温工学・超伝導研究、低温デバイス開発など、低温をキーワードとして多岐にわたっている。本講演会では、水準の高い講演を表彰することにより若手研究者にインセンティブを与え、あわせて参加者に活発な議論を促して有意義な講演会とするために、第3回講演会から優秀な若手研究者に奨励賞を授与している。今回は審査委員長に信貴豊一郎大阪市立大学名誉教授、審査委員に青木亮三大阪大学名誉教授および四谷任大阪科学技術センター研究員にご就任頂き厳正な選考に当たって頂いた。

今回の講演会には14件の発表申込が寄せられた。講演会のプログラムを以下に示す。

9:55-10:00 開会 世話人 鈴木実

10:00-10:25 「テラヘルツ分光法による(Sr, Ba)TiO₃薄膜の低温誘電特性の評価」

川山巖, 小谷研太, Mukul Misra 村上博成, 斗内政吉 (阪大レーザーエネルギー学研究センター)

10:25-10:50 「Bi₂Sr₂CaCu₂O_{8+δ}銅酸化物高温超伝導体を用いた微小メサ構造作製手法とその物性測定」大牧正幸, 竹村亮太, 熊野哲弥, 鈴木実 (京大院工)

10:50-11:15 「Bi-2212 固有ジョセフソン接合作製プロセスの検討」加藤孝弘, 岡上久美, 鈴木光夫, 富永隼賢, 余川奈保美, 入江勇太, 濱崎勝義 (長岡技術科学大)

11:15-11:40 「高温超伝導ナノブリッジ作製プロセスの検討」太田真輔^{A,D}, 楠正暢^{A,D}, 西川博昭^A, 本津茂樹^A, 川山巖^{B,D}, 斗内政吉^{B,D}, 藤巻朗^{C,D} (近大院生物理工^A, 阪大レーザーエネルギー学研究センター^B, 名大院工^C, CREST・JST^D)

11:40-12:05 「ジョセフソン磁束量子フロートランジスタの光応答計測」堂田泰史^{A,B}, 川山巖^{A,B}, 村上博成^A, 斗内政吉^{A,B} (阪大レーザーエネルギー学研究センター^A, CREST・JST^B)

13:00-13:25 「MHz用SQUID駆動電子回路」市川英章^A, 山中良介^A, 神代万亀夫^A, 何東風^B, 糸崎秀夫^A (阪大院基礎工^A, 物材機構^B)

13:25-13:50 「Bi₂223超電導線材の開発」菊地昌志, 綾井直樹, 藤上純, 小林慎一, 山崎浩平, 山出哲, 石田友信, 加藤武志, 佐藤謙一 (住友電工電力・エネルギー研究所:)

13:50-14:15 「高温超伝導線材を用いた開放型磁気シールド」塩田隆雄, 田原秀哲, 紀和利彦, 山田博信, 塚田啓二 (岡山大院自然科学)

14:15-14:40 「超伝導磁石を用いたMT-DDSのための強磁性粒子の誘導制御に関する研究」三島史人, 寺田隆哉, 武田真一, 泉佳伸, 西嶋茂宏 (阪大院工)

14:40-15:05 「InGaAs/AlAs超格子におけるΓ-Xクロスオーバーに関する研究」岡井宏樹^A, 百瀬英毅^{A,B}, 森藤正人^A, 森伸也^A, 近藤正彦^A, 嶽山正二郎^C (阪大院工^A, 阪大低温セ^B, 東大物性研^C)

15:20-15:45 「Bi2212 および Bi2223 劈開単結晶薄膜の広範囲ドーピング量制御と過剰酸素の T_c抑制効果」山田義春^A, 渡辺孝夫^B, 鈴木実^A (京大院工^A, 弘前大理工学^B)

15:45-16:10 「MgB₂薄膜の全温度・全磁場領域における上部臨界磁場測定」栗林昭博^A, 野口悟^{A,B,C}, 大場辰則^D, 入宇田啓樹^D, 原田善之^E, 吉澤正人^{D,E}, 石田武和^{A,B,SC} (大阪府大院工^A, 大阪府大ナノ研^B, JST-CREST^C, 岩手大院工^D, JST サテライト岩手^E)

16:10-16:35 「核分裂により等方的な欠陥を導入したBi2212におけるジョセフソンプラズマ共鳴」加藤智成, 芝内孝禎^A, 松田祐司^{A,B}, J. R. Thompson^{C,D}, L. Krusin-Elbaum^E (京大院理^A, 東大物性研^B, University of Tennessee^C, Oak Ridge National Lab.^D, IBM^E)

16:35-17:00 「ナノ超伝導体における外部電流での渦糸流制御」南野忠彦^{A,E}, 加藤勝^{A,E}, 町田

昌彦^{B,E}, 小山富男^{C,E}, 石田武和^{D,E} (大阪府大院工^A, 原研^B, 東北大金材研^C, 大阪府大院工^D, JST-CREST^E)

17:00-17:05 閉会 世話人 石田武和

17:05-17:30 審査委員会および表彰式

17:30-20:00 懇親会 (梅田地下街桜十八番にて)

各講演の概要は以下の通りである。

阪大レーザーエネルギー研の川山巖氏は、PLD 法で (Ba, Sr)TiO₃ の薄膜を形成し、その 0.1-1.5THz 帯域における誘電特性をテラヘルツ時間分解分光法で測定して 10kHz-1MHz 帯域における誘電特性と比較することにより誘電緩和特性を明らかにした。そこから配向分極の構造とリラクサー的ふるまいについて議論した。

京大院工の大牧正幸氏は、Bi2212 系高温超伝導体単結晶から微細加工を用いて 2 層ないし 3 層の固有ジョセフソン接合の微小メサ構造を作製したこと、上部電極の接触抵抗を真空劈開法を用いることにより熱処理なしにこれまでよりも 1 桁改善することに成功したこと、および固有ジョセフソン接合の理想的な特性観察とその試料を用いたスイッチング確率分布の測定結果を報告した。

長岡技科大の加藤孝弘氏は、まず静置徐冷フラックス法による Bi2212 単結晶育成において、育成中に圧力を加えることにより転移温度の高い結晶が得られ、かつ結晶間のばらつきが少なくなることを示した。さらに、彼らのグループが開発した自己平坦化法による固有ジョセフソン接合の作製法を示した。固有ジョセフソン接合の特性は、室温-液体窒素間の温度サイクルを 100 回繰り返しても変化しないという安定性を明らかにした。また、Bi2212 結晶の劈開表面に現れる周期的な表面構造に関する知見を報告した。

近大院生物理工の太田真輔氏は、超伝導単一磁束量子 (SFQ) 回路と室温動作デバイスとの間の SFQ/光変換インタフェースへの応用をねらい、電子ビーム露光と ECR エッチングにより幅 150nm, 長さ 250 nm のナノブリッジを YBCO 高温超伝導体薄膜を用いて作製した。通常プロセスによる場合、77K で超伝導電流を確認したが、加工による劣化も観察した。YBCO 薄膜に Cr/Au 保護膜を施すことで加工損傷を低減することにより、この劣化を抑制できたと報告した。

阪大レーザーエネルギー学研究センターの堂田泰史氏は、SFQ 論理回路用光インタフェースへの応用をねらい、YBCO 薄膜でジョセフソン磁束量子フロートランジスタを作製し、フェムト秒パルスレーザー照射に対する応答を検討した。その結果、強度変調したレーザー光に比例する磁束量子フロートランジスタの変調出力が得られ、高速動作の可能性を示した。

阪大院基礎工の市川英章氏は、SQUID の NMR 検出器への応用を念頭において、MHz 帯で動作可能な Flux Locked Loop 回路を検討した。高速プリアンプ出力とドリフト成分にあたるその積分信号を分離して、前者を SQUID 出力に、後者をフィードバック出力にすることにより、安定に MHz 帯域の SQUID 動作が可能であることを示した。

住友電工電力・エネルギー研究所の菊池昌志氏は、同研究所で開発中の Bi2223 線材の加工法と臨界電流の改善を報告した。加圧焼成法を用いることによって密度がほぼ 100% になり、引っ張り強度が 50% 向上して銅線なみの強度を示すようになり、臨界電流は短尺線材で 200 A, 1500 m の長尺線材では 150 A を超えることを示した。

岡山大院自然科学の塩田隆雄氏は、開放型の μ メタル磁気シールドにおいて、開放面に Bi2223 高温超伝導銀シース線材で構成した超伝導リングを配置する方法により、開放面から入る磁場に対する磁気遮蔽の改善を検討した。実験の結果、磁気シールド軸方向において 1kHz まで約 4 dB のシールド特性の改善が見られた。この方法により、開放型磁気シールドの小型化が可能となることを示した。

阪大院工の三島史人氏は、磁気標的ドラッグ・デリバリー・システム (MT-DDS) において、Y 字型血管分岐部分での磁性薬剤のフロー制御法を理論的および実験的に検討した。その結果、分岐直前部に集積した粒子を、外部磁場を交互に印加することにより、意図した方向に誘導することが可能であることを示した。

阪大院工の岡井宏樹氏は、InGaAs/AlAs 超格子構造において、量子井戸幅が狭くなると、InGaAs の Γ 点の電子状態のエネルギーが高くなり、AlAs 層の X 点のエネルギー準位を超えて逆転し、タイプ II 超格子となるという Γ -X クロスオーバーを実証した。層数 n を 6, 8, 14 とする超格子構造を作製して、強結合近似バンド計算、光学反射、超強磁場サイクロトロン実験より、 $n=6$ において X 点が低くなるクロスオーバーが存在することを報告した。

京大院工の山田義春氏は、Bi2212 および Bi2223 単結晶からポリイミドレジストとパターンニング技術を用いて厚さ約 30nm の単結晶薄膜を劈開し、これを逐次還元処理することにより、この二つの系のドーピング量を制御し、これまでにない広いドーピング量範囲で、抵抗率、ホール係数のド

ーピング依存性を測定した。これをもとに、Bi 系の過剰酸素は CuO_2 面のバックリングを誘起して T_c を抑制する効果があること、Bi2223 系では、ホール係数の温度依存性から、やや不足領域でも外側の CuO_2 面は過剰領域にあることなどを報告した。

大阪府大院工の栗林昭博氏は、37 T パルスマグネットによる MgB_2 薄膜における上部臨界磁場 H_{c2} の全磁場、全温度領域での測定結果を示した。この結果を Gurevich の 2 バンド理論で解析し、 π バンドの欠陥が少ない条件のパラメータを用いると良く実験結果が説明できることを示した。また Gurevich 理論の異方性パラメータを求め、温度上昇とともに、異方性が小さくなること、さらに H_{c2} は単結晶の値よりも大きいことなどを報告した。

京大院理の加藤智成氏は、YBCO よりも異方性の大きい系である Bi2212 系におけるスプレイガラス相に関する実験結果を報告した。Bi2212 結晶に高エネルギープロトンを照射し、Bi の核反応を利用して、ランダムな柱状欠陥を導入した試料を用い、ジョセフソンプラズマ共鳴実験による、ボルテックス相の固液相境界をプローブし、スプレイガラス相があるらしいことを示した。

大阪府大院工の南野忠彦氏は、2 次元微小矩形超伝導板に垂直に磁場を印加した状態で、超伝導体に電流を流したときに、ローレンツ力による渦糸のフローを時間に依存するギンズブルク・ランダウ方程式を用いて有限要素法で解析した。その結果、細線の長手方向にローレンツ力による渦糸のフローが生じる結果が得られることを報告した。

以上、先端技術を用いた超伝導体の加工による新デバイス技術をねらいとした研究から、実用が近い超伝導応用研究、および低温物性・超伝導物性に関する研究まで、広い範囲にわたり 14 件の研究が発表された。発表内容はそれぞれの分野における新しい先端的な内容を示す立派な研究成果であり、発表者には自信と若々しい意気込みが感じられ、質疑応答も大変立派なものであった。講演会終了後、奨励賞の授賞式が行われ、京大院工の山田義春氏、阪大院工の堂田泰史氏、同じく阪大院工の岡井宏樹氏に奨励賞が授与された。また、特別奨励賞として、住友電工の菊池昌志氏が選ばれて表彰された。受賞式に先立って、信貴豊一郎審査委員長が挨拶され、今回の 14 件の発表内容はいずれも立派で甲乙つけがたいところであり、選に漏れた発表者の研究内容も大変優れたものであったと印象を述べられた。

終了後、懇親会が持たれ、審査委員と発表者を中心として約 20 名が参加し、親睦、意見交換ならびに若手研究者・大学院生の中の親睦交流が行われた。写真は奨励賞受賞者で、左から山田義春氏、岡井宏樹氏、信貴豊一郎審査委員長、堂田泰史氏、および菊池昌志氏である。最後に主催者として、審査に当たられた審査委員長、審査委員のお二方、熱心に議論して頂いた 36 名の講演会参加者に深甚な感謝の意を表す。

(関西支部役員 鈴木実、石田武和、斗内政吉)