

## 関西支部便り

関西支部では特別講演会として、平成25年12月13日(金)に大阪市立大学文化交流センターで第12回低温工学・超伝導若手合同講演会を開催した。本講演会は、日本学術振興会第146委員会 通信・情報処理分科会との共催であり、(社)応用物理学会関西支部および(社)日本真空学会関西支部の協賛を得た。この企画は2002年に始められ、今年は第12回になる。募集講演内容は、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、超伝導線材および超伝導マグネット開発並びにその応用など、低温に関するものである。

本講演会は、関西地方ならびにその近隣で低温工学および超伝導関連の研究を進める大学院生、若手任期付研究員ならびに企業の若手研究者等を支援する趣旨で開催され、若手研究者に幅広い視点を身に付けてもらうと同時に、質疑や討論を奨励し、組織を越えた若手研究者同士の交流を図ることを目的としている。

また、本講演会では、若手研究者個人の寄与が大きいと判断されかつ発表内容の水準が高い優秀な講演をした若手研究者には「低温工学・超伝導若手奨励賞」を、そして最優秀発表者には「信貴賞」を授与している。「信貴賞」は初代関西支部長として低温工学の発展に尽力され、とりわけ若手研究者の育成に努められた大阪市立大学名誉教授故信貴豊一郎氏のご威徳を顕彰して2011年に設立されたものである。今回は、審査委員長を青木亮三大阪大学名誉教授に、審査委員を四谷任元大阪府立産業技術総合研究所、山田忠利元三菱電機㈱にお願いした。

今回の講演会の発表件数は12件である。講演会のプログラムを以下に示す。

### [プログラム]

10:15-10:20 開会挨拶 低温工学・超伝導学会関西支部 支部長 石川 修六

10:20-10:40 「電流バイアス運動インダクタンス法によるNb超伝導中性子検出器の開発」

<sup>A</sup>大阪府立大学大学院工学研究科、<sup>B</sup>大阪府立大学ナノファブリケーション研究所、

<sup>C</sup>名古屋大学大学院工学研究科、<sup>D</sup>産業技術総合研究所

<sup>A</sup>鳴神 吉人(M1)、<sup>A</sup>吉岡 直人、<sup>A</sup>野村 晃大、<sup>A</sup>宮嶋 茂之、<sup>C</sup>藤巻 朗、

<sup>D</sup>日高 睦夫、<sup>A, B</sup>石田 武和

10:40-11:00 「アレイ化MgB<sub>2</sub>超伝導中性子検出器の開発」

<sup>A</sup>大阪府立大学大学院工学研究科、<sup>B</sup>大阪府立大学ナノファブリケーション研究所、

<sup>C</sup>名古屋大学大学院工学研究科、<sup>D</sup>情報通信研究機構関西先端研究センター、

<sup>E</sup>上海微系統研究所、<sup>F</sup>日本原子力研究開発機構システム計算科学センター

<sup>A</sup>吉岡 直人(M2)、<sup>A</sup>鳴神 吉人、<sup>A</sup>野村 晃大、<sup>A</sup>宮嶋 茂之、<sup>A, B</sup>宍戸 寛明、

<sup>C</sup>藤巻 朗、<sup>D</sup>三木 茂人、<sup>E</sup>王 鎮、<sup>F</sup>町田 昌彦、<sup>A, B</sup>石田 武和

11:00-11:20 「超伝導MgB<sub>2</sub>薄膜の製膜と評価」

<sup>A</sup>大阪府立大学大学院工学研究科、<sup>B</sup>大阪府立大学ナノファブリケーション研究所、

<sup>C</sup>大阪府立大学 21世紀科学研究機構

<sup>A</sup>二神 敦(M1)、<sup>A, B</sup>宍戸 寛明、<sup>A</sup>吉田 卓也、<sup>A</sup>川井 一樹、<sup>A</sup>米田 豊、

<sup>A, B, C</sup>野口 悟、<sup>A, B</sup>石田 武和

11:20-11:40 「熔融水酸化物法を用いた(Y,Ca)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>4</sub>O<sub>8</sub>エピタキシャル膜の作製と評価」

島根大学大学院総合理工学研究科

船木 修平(助教)、山田 容士

11:40-13:00 昼食休憩

13:00-13:20 「HTS-SQUIDを用いたサンプル回転方式小型磁化率計の高感度化」

岡山大学大学院自然科学研究科

濱崎 大地(M2)、岡本 直大、モハマド マワルディ サーリ、塚 健司、

- 紀和 利彦、塚田 啓二  
13:20-13:40「直冷式平面型HTS-SQUIDグラジオメータを用いた太陽電池評価」  
岡山大学大学院自然科学研究科  
宮崎 真伍(M2)、糟谷 尚平、モハマド マワルディ サーリ、堺 健司、  
紀和 利彦、塚田 啓二
- 13:40-14:00「高温超伝導rf-SQUID用基板共振器の共振特性」  
大阪大学大学院基礎工学研究科  
酒井 章(M1)、松井 保憲、宮戸 祐治、糸崎 秀夫
- 14:00-14:20「絶縁磁性材料の測定が可能なAFM-SQUID顕微鏡」  
大阪大学大学院基礎工学研究科  
久山 耕平(M1)、宮戸 祐治、糸崎 秀夫
- 14:20-14:40 休憩
- 14:40-15:00「HTS-SQUID を用いたAC/DC 複合型小型磁化率計」  
岡山大学大学院自然科学研究科  
高木 竜輝(M2)、モハマド マワルディ サーリ、石原 優一、堺 健司、  
紀和 利彦、塚田 啓二
- 15:00-15:20「無振動・無冷媒希釈冷凍機の開発」  
大阪市立大学大学院理学研究科  
松本 拓也(M2)、小原 顕、矢野 英雄、石川 修六、畑 徹
- 15:20-15:40「広帯域76同軸ケーブル装備4 K GM冷凍機を使った多目的プラットホームの開発」  
<sup>A</sup>大阪府立大学大学院工学研究科、<sup>B</sup>名古屋大学大学院工学研究科、  
<sup>C</sup>大阪府立大学ナノファブ리케이션研究所  
<sup>A</sup>宮嶋 茂之(特認助教)、<sup>A</sup>鳴神 吉人、<sup>A</sup>吉岡 直人、<sup>A</sup>野村 晃大、  
<sup>B</sup>藤巻 朗、<sup>A, C</sup>石田 武和
- 15:40-16:00 (特別講演)「テラヘルツ時間領域分光装置を用いた膜厚測定」  
大塚電子株式会社粒子物性開発部  
赤木 基信、北岸 恵子
- 16:00-16:30「信貴賞の設立について」  
大阪市立大学大学院理学研究科 教授 畑 徹
- 16:30-16:45 審査・表彰
- 16:45-16:50 閉会挨拶 低温工学・超伝導学会関西支部 支部長 石川 修六

各講演の概要は以下の通りである。

大阪府立大学工学研究科の鳴神吉人氏は、電流バイアス運動インダクタンス法による Nb 超伝導中性子検出器の開発について発表した。従来の超伝導転移端法と異なり、運動インダクタンス法はクーパ一対の励起による運動インダクタンスの変化を検出するもので、 $T_c$  以下であれば動作温度に制約がなく、十分な検出感度を有す。ここでは超伝導デバイスの実績が高い Nb を素子として用い、4K においてはじめて信号検出に成功した。今後、<sup>10</sup>B 膜と組み合わせることによって中性子検出を目指す。

大阪府立大学工学研究科の吉岡直人氏は、アレイ化 MgB<sub>2</sub> 超伝導中性子検出器の開発について発表した。MgB<sub>2</sub> は当該グループで世界に先駆けて中性子検出器開発を行っている素子であり、それ自身が中性子核反応に用いられる。今回は8chのメアンダラインのアレイ化に成功した。今後、SFQ 回路と組み合わせたワンチップ化による効率的な大画素化を目指す。

大阪府立大学工学研究科の二神敦氏は、クヌーセンセル(K セル)を用いた分子線エピタキシー法による MgB<sub>2</sub> 超伝導薄膜の製膜を行った。サファイアのステップ基板と4H-SiC 基板を用い、膜厚 100nm の c 軸配向膜の作製に成功した。4H-SiC 基板は MgB<sub>2</sub> と格子定数の整合性が極めて良く、ミスマッチが 0.2%以下であるが、RHEED の結果から膜表面の平坦性は高いがエピタキシャル成長はしていない。Mg

リッチの条件になっており、今後これらを見直すとのことである。

島根大学総合理工学研究科の船木修平氏は、熔融水酸化物法を用いた $(Y,Ca)Ba_2Cu_4O_8$  エピタキシャル膜(YCa124 膜)の作製と評価について発表した。YCa124 は $Y^{3+}$ サイトに $Ca^{2+}$ を10%置換することによって $T_c$ が90K まで上昇する。また、熔融水酸化物を用いたフラックス法で大気中において低温かつ短時間で124 相を作製した報告がある。そこで、この手法により、NdGaO<sub>3</sub> (001)単結晶基板上にYCa124 エピタキシャル膜(膜厚 20 $\mu$ m)を作製した。膜厚制御など課題はあるが、緻密で配向性の良い、90K の $T_c$ を持つ膜が得られ、実用化に向け多望な手法を開発した。

岡山大学自然科学研究科の濱崎大地氏は、コンパクトで低ランニングコストといった特徴を有するHTS-SQUID を用いたサンプル回転方式小型磁化率計の高感度化を目指して、回転モーターやピックアップコイル形状の最適化を行った。安定な回転速度を有する電磁モーターを使用することでより正確な加算平均処理ができ、さらに楕円形コイルの使用により出力波形の高周波成分が増加した結果、本装置の検出限界として $3.8 \times 10^{-9}$ (emu)が求められ、高感度化に成功した。

岡山大学自然科学研究科の宮崎真伍氏は、直冷式平面型 HTS-SQUID グラジオメータを用いた磁気計測により、太陽電池パネルにおける電流分布を可視化するシステムを開発した。デュワー部分を回転させて市販の太陽電池パネル表面に垂直な独立 2 成分の磁場を検出および解析した結果、電極付近で直流電流が一様に流れておらず電極間と垂直方向に流れる成分が存在することを確認した。

大阪大学基礎工学研究科の酒井章氏は、rf-SQUID に使用する駆動回路の周波数制御を行うために、YBCO 薄膜を用いた rf-SQUID および外径や内径の異なる円盤状共振器を SrTiO<sub>3</sub> 単結晶基板上に作製し、rf-SQUID と円盤状共振器をフリップチップ実装したサンプルを作製した。ネットワークアナライザを用いた測定結果と高周波電磁界シミュレーションから求められた共振周波数は非常に良い一致を示し、共振周波数は円盤状共振器の外径に依存することを明らかにした。

大阪大学基礎工学研究科の久山耕平氏は、従来測定が困難であった絶縁磁性材料の微細磁気構造を観察するために、電界研磨により作製した先端曲率半径 100nm 以下のパーマロイプローブにプローブの振動を検出する音叉型水晶振動子を接着させた AFM-SQUID 顕微鏡を開発した。絶縁磁性材料である鉄ガーネットサンプルを測定した結果、サンプルの表面形状と約 25 $\mu$ m サイズの磁区構造を同時に観察することに成功した。

岡山大学自然科学研究科の高木竜輝氏は、HTS-SQUID を用いた AC/DC 複合型小型磁化率計を開発した。磁化検出に HTS-SQUID を用い、試料振動方式に AC 磁場を重畳させることにより高速、高感度計測を目指した。樹脂に分散させた酸化鉄をテストサンプルとし、AC 測定では基本波、第二、第三高調波成分の計測に成功し、磁化曲線における飽和などの歪み成分を感度良く抽出することに成功した。

大阪市立大学理学研究科の松本拓也氏は、無振動・無冷媒希釈冷凍機の開発に関する発表を行った。液体ヘリウムフリーの希釈冷凍機は手軽に優れニーズが高いが、機械振動が大きくそれに伴う熱流入のため最低到達温度が高いという難点があった。今回、GM 冷凍機と希釈冷凍機を切り離し、フレキシブルサイフォンで繋ぐことにより、振動による熱流入を抑えることに成功し、50mK の最低到達温度を達成した。

大阪府立大学工学研究科の宮嶋茂之氏は、広帯域 76 同軸ケーブル装備 4 K GM 冷凍機を使った多目的プラットフォームの開発について発表した。超伝導検出器の多素子化を目指すため、多くのリード線を低温ステージに導入する必要がある。また、SFQ 回路の総バイアス電流量は5A に達する。これらの固体伝導とジュール熱による熱流入を極力抑えるため、8K 付近に中間ステージを設け、NbTi 超伝導線とキュプロニッケル管を組み合わせた冷凍機を開発した。

大塚電子株式会社粒子物性開発部の赤木基信氏は、テラヘルツ時間領域分光装置を用いた膜厚測定に関する発表を行った。テラヘルツ時間領域分光法はフェムト秒レーザーを光伝導素子に照射しテラヘルツ波パルスを生じさせ瞬時に広帯域スペクトルを得る手法である。これを膜厚計として開発し、従来の接触式膜厚計で測定できなかった複層膜や可視、近赤外分光で測定できなかった着色フィルムに

ついて非接触での膜厚測定を可能とした。今後、極低温での測定にも対応すべく改良を進めるとのことである。

講演の最後に、大阪市立大学の畑先生から信貴賞の設立経緯が先生の思い出と共に紹介された。

講演終了後、厳正な審査のもとに、島根大学総合理工学研究科の船木修平氏に「信貴賞」、大阪府立大学工学研究科の吉岡直人氏、大阪大学基礎工学研究科の久山耕平氏、岡山大学自然科学研究科の高木竜輝氏、大塚電子株式会社の赤木基信氏に「低温工学・超伝導若手奨励賞」が授与された。また、講演会終了後に懇親会が持たれ、審査委員と発表者を中心として約 13 名が参加し、親睦交流が図られた。写真は信貴賞および奨励賞受賞記念写真で、左から四谷審査委員、山田審査委員、赤木氏、高木氏、船木氏、久山氏、吉岡氏、青木審査委員長の各氏である。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 25 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 野口悟、笈芳治)



写真 講演会奨励賞受賞者および審査委員