

## 掲載内容 (サマリー):

### 特集: 第 18 回国際超電導シンポジウム(ISS2005)

第 18 回国際超電導シンポジウム(ISS2005)開催

ISS2005 トピックス: 物理・化学分野

ISS2005 トピックス: バルク / 特性評価分野

ISS2005 トピックス: 線材・テープ材 / 特性評価分野

ISS2005 トピックス: 薄膜・接合及びエレクトロニクスデバイス分野

ISS2005 トピックス: 大型システム応用分野

超電導関連 12-1 月の催し物案内

新聞ヘッドライン (10/15-11/17)

超電導速報 - 世界の動き (2005 年 10 月)

標準化活動 - IEC/TC90、京都にて第 10 回 TC90 国際会議開催告示 -

第 14 回国際超電導産業サミット報告

低温工学協会 東北・北海道支部 10 周年記念事業から

超電導標準化関連で長村教授、小川教授、幸坂氏 1906 賞受賞

隔月連載記事 - やさしい超電導デジタル応用のおはなし (その 6 最終回)

読者の広場(Q&A) - 希土類元素と高温超電導体とはどのようなかわりがあるのでしょうか?

[超電導 Web21 トップページ](#)

### 超電導 Web21

発行者

財団法人 国際超電導産業技術研究センター 超電導 Web21 編集局

〒105-0004 東京都港区新橋 5-34-3 栄進開発ビル 6F

Tel (03) 3431-4002 Fax(03) 3431-4044

超電導 Web21 トップページ: <http://www.istec.or.jp/Web21/index-J.html>



この「超電導 Web21」は、競輪の補助金を受けて作成したものです。

## 第18回国際超電導シンポジウム(ISS2005)開催

(財)国際超電導産業技術研究センターは、平成17年10月24日(月)~26日(水)の3日間、つくば国際会議場(エポカルつくば)で第18回国際超電導シンポジウム(ISS2005)を開催した。ISSは国内外の超電導に関する研究と技術開発の成果発表と国際交流を通して、超電導産業技術の開発と実用化の促進、一般社会への普及・啓蒙を図ることを目的に毎年開催しており今年で18回目を迎えた。今回、海外参加109名を含め総参加者595名、参加国16ヶ国となり、海外からも多数の参加者が見られた。発表は招待講演者74名を含め、口頭講演132件、ポスター講演361件の合計493件となりほぼ昨年と同様となった。講演の論文は論文誌 Physica C (Elsevier B.V.) の特別号として出版される予定。また、企業10社による超電導関連材料と製品、技術の展示会も同時開催された。

第1日目は田中ISTEC副理事長の開会挨拶、中川経済産業大臣(代読 関東経済産業局長 高橋武秀氏)の来賓祝辞に続き、岡部洋一氏(東京大学)、R. A. Hawsey氏(オークリッジ国立研究所)の両プログラム委員長の司会で、2件の特別基調講演と6件の基調講演が行われた。特別基調講演では、正田英介氏(東京理科大学)が「継続可能なエネルギーの将来と超電導応用」、また、G. J. Yurek氏(アメリカン・スーパーコンダクター社)が「高温超電導体の電力応用について」講演された。基調講演では、室町英治氏(物質材料研究機構)が「新超電導体と関連物質の探索」、D. A. Cardwell氏(ケンブリッジ大学)が「REBaCuO バルク超電導体の製法と特性」、大崎博之氏(東京大学)が「バルク超電導体の電力応用」、中川幸也氏(石川島播磨重工業株式会社)が「船舶用超電導モーターの開発」、H. Rogalla氏(トウェンテ大学)が「欧州における高温超電導エレクトロニクス」、円福敬二氏(九州大学)が「高温超電導 SQUID によるパイオ免疫診断」の講演をされた。また、夕方からバンケットが開催され、参加者の活発な交流の場が提供された。



開会挨拶をする田中ISTEC副理事長

第2日目、3日目は、物理・化学及び磁束物理、バルク/特性評価、線材・テープ材/特性評価、薄膜・接合及びエレクトロニクスデバイス、そして今回から新設した大型システム応用の5分野に別れての口頭発表と、2回のポスターセッションが開催され、熱心な報告と議論がなされた。

物理・化学分野では、「より高い臨界温度へ向けて」と題するミニシンポジウムが企画され、超電導の新材料について及び高Tc銅酸化物の超電導機構の解明などの最新トピックスが議論された。バルク分野では、大型化や臨界電流向上を目指した製法研究や実用化へ向けた評価技術などの最新トピックス、最新成果の報告と議論がなされた。線材・テープ材分野では、日米欧におけるY系高温超電導線材・テープ材に関する最先端技術開発の成果、テープ線材の電流密度、交流損失などの特性評価方法、さらに電力機器分野での応用などが報告され活発な議論が行われた。薄膜・デバイス分野ではY系高温超電導のSQUID、フィルター開発のトピックス、そして、Nb系低温超電導のADコンバータ、ルーター、SFQプロセッサなど高集積デバイス、超高速低消費電力サーバー開発に向けた開発成果が報告された。さらに大型システム応用分野では、超電導マグネットやモーター、発電機・変圧器、磁気浮上ベアリングなどの産業応用、ケーブル、SMES、限流器など電力システ

ム応用の実証試験を含む開発の進捗が報告された。

第3日目午後のクロージングでは、小池洋二氏(東北大学)が物理・化学分野を、平田和人氏(物質材料研究機構)が磁束物理分野を、村上雅人氏(芝浦工業大学)がバルク分野を、R. A. Hawsey氏(オークリッジ国立研究所)が線材・テープ材分野を、H. Rogalla氏(トウエンテ大学)が薄膜・デバイス分野を、濱島高太郎氏(東北大学)が大型システム応用分野での各発表をそれぞれ総括された。最後にISS2005組織委員長のSRL田中所長から閉会スピーチがあり、来年10月30日から11月1日の3日間に名古屋市で開催予定のISS2006での再会を願って盛会裏に閉幕した。



オーラルセッション



ポスターセッション

(ISTEC 調査・企画部長 佐伯正治)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2005 トピックス：物理・化学分野

産業技術総合研究所  
エレクトロニクス研究部門  
永崎 洋  
SRL/ISTEC  
材料物性研究部  
筑本知子

物理・化学分野は物理化学(PC)と磁束物理(VP)の2セッションからなっている。例年 PC ではミニシンポジウムを企画しており、本年度は、2日目に“Towards Higher- $T_c$ ”というテーマでミニシンポジウムを開催した。 $T_c$ の決定因子に関して Uemura(Columbia 大)は $T_c$ が超流動粒子密度に比例するスケール則を提唱しているが、今回、中性子非弾性散乱において観測されている共鳴モードが、液体ヘリウムの超流動におけるロトンモードに相当するものであり、高温超電導の対形成に本質的な役割を果たしている可能性を指摘した。一方、Homes (Brookhaven 国立研)は、超流動粒子密度ではなく、 $T_c$ に電気伝導度を掛けた値に比例するとした方が実験結果をより定量的に説明できると主張し、この法則は従来型超電導体においても成立していることを示した。過剰ドーブ La214 について、S. Wakimoto (原研) は中性子散乱の結果から磁氣的相互作用が高温超電導体の対形成に本質的であると結論づけたが、Adachi (東北大)は、精密帯磁率測定の結果より過剰ドーブ La214 においては相分離が起きている可能性を指摘した。

銅酸化物系超電導体の単位格子内に存在する銅 - 酸素平面( $\text{CuO}_2$  面)の枚数  $n$  と  $T_c$  の関係について、Iyo (AIST) は、物質の種類に依存せず、 $n=3$  の時に  $T_c$  が最大値となり、 $n>4$  では一定値をとることを示した。これについて Kitaoka (大阪大)は、NMR の測定から  $n>4$  の物質においては内側の  $\text{CuO}_2$  面は不足ドーブになる傾向が顕著であり、磁気秩序をも有することを指摘した。一方、Chen (Stanford 大)は、角度分解型光電子分光(ARPES)の結果から、頂点フッ素系銅酸化物超電導体では、外側、内側の両  $\text{CuO}_2$  面が最適ドーブになっていると主張した。この両者の食い違いについて Mori (東北大)が理論的に考察した。銅酸化物超電導体の物質系による  $T_c$  の違いについて Devereaux (Waterloo 大)は、結晶構造の対称性がフォノン構造に影響を与えているためと指摘した。また、Yoshida (東大) は、ARPES の実験結果から、La 系及び Y 系と Bi 系では不足ドーブ領域の準粒子構造が異なることを報告した。Sato (NTT 物性基礎研) は、La214 系超電導体薄膜において、基板により  $a$  軸長を制御した結果、 $a$  軸長が最も短い薄膜において、バルクの  $T_c$  (37K)を遙かに超える 44K までその  $T_c$  が上昇することを見出した。又、Bozovic (Brookhaven 国立研) は、La 系で超電導体 / 半強磁性絶縁体 / 超電導体接合構造を作成し、絶縁体を挟んだ長距離近接効果が起きることを示した。

最後に  $n$  型超電導体における進展について 5 件の発表があった。Kato (東北大) は、頂点ハロゲン系 ( $\text{Sr}_2\text{CuO}_2\text{X}_2$ ,  $\text{X}=\text{Br}, \text{I}$ ) にリチウムをインターカレートすることにより、8K の超電導が出現することを報告した。Dai (Oak Ridge 国立研) は、 $(\text{Pr}, \text{La}, \text{Ce})_2\text{CuO}_4$  の中性子散乱の結果から、本系において  $x=0.12$  付近で量子臨界点が存在することを示した。また、Sato (東北大) は、ARPES の結果から、本系の電子状態が半強磁性揺らぎの影響を大きく受けていること、又、超電導ギャップの対称性が単純な  $d$  波ではないことを示し、Tohyama(東北大) は、 $t$ - $J$  モデルでこれらの実験結果がよく説明できることを示した。又、Sasagawa (東大) は、 $n$  型超電導体における一軸圧力効果の測定結果が、 $p$  型の振る舞いと異なっていることを明らかにした。

磁束物理では磁束線のミクロ&マクロ観察、磁束線の挙動、ジョセフソン磁束を用いた THz 発振など、多岐にわたるテーマについて報告があった。以下各分野についてのトピックスを報告する。Leiderer (Konstanz 大)は磁気光学法を用いて、flux avalanche を 100ps の分解能で観測した結果について報告した。Paul (Warwick 大)は  $V_3Si$ 、ホウ素炭化物系の磁束線格子構造について SANS の実験結果をもとに、ギャップの異方性等を反映し、温度、磁場によって、四角格子から三角格子に相転移することを示した。西崎 (東北大)は YBCO 単結晶においてベクトル電流解析法により ab 面内異方性について詳細に調べ、Bragg-glass 相では磁束線は電流の方向に寄らず b 軸方向にのみ動くことを見出した。THz 発振に関しては、Savel'ev (理研) が様々な制御法を提案し、その計算結果を示した。THz 発振は高温超電導体の新しい応用分野を開く技術と期待され、今後実験的な検証がすすむ事を望まれる。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2005 トピックス：バルク / 特性評価分野

ISS2005のバルクに関するセッションでは、15件の口頭発表と約50件のポスター発表が行われ、材料開発と応用に関する最新の研究成果が報告された。2005年10月21日～23日に東京海洋大学にて開催された5th PASREG（バルク超電導体に関する国際会議）に引き続いて参加した研究者も多く、例年になく議論と親交を深め合えたようである。以下、主なトピックスを紹介する。

材料開発については、バルクの大型化、作製プロセス、新規ピンニングセンターなどに進展がみられた。バルクの大型化に関しては、直径140 mmの大型Gd系バルクについてSRLより3件の報告がなされた。これは宇宙空間での超電導体製造実験で得られた成果に基づき、 $Gd_2BaO_4$ 相を含む前駆体を用いて作製されたものであり、バルク体の生成過程、クラックの抑制、捕捉磁場特性等が議論された。大型化によりバルク表面から離れた距離でも高い磁場が得られるため、各種応用への適用が期待される。ケンブリッジ大のグループからはインフィルトレーション法により作製したバルクの特長、高融点種結晶の開発など、バルク作製プロセスに関する幾つかの興味深い報告がなされた。なかでもN. Hari BabuらはNd123種結晶にMgをドーピングすることにより分解溶融温度が向上することを見出し、Sm系やNd系バルクをCold-seeding法で作製することにはじめて成功している。RE211相に代わる新規のピンニングセンターについては、 $YBa_2(Cu, M)O_6$  ( $M = W, Nb, Zr, Sn, Bi$  など)やIr、Ru、 $BaCeO_3$ 、 $SnO_2$ 等が検討されている。

バルクの応用に関して、M. Kitano（北野精機）は小型高トルクのバルク高温超電導モータの開発状況を紹介します。ツインローター型の採用による出力の向上や多層渦巻きコイルによるパルス着磁方法について報告した。H. Fujishiroら（岩手大）からは、パルス着磁による世界最高の磁場捕捉（5.20 T）に成功したという注目すべき発表があった。これはパルス印加の際の発熱挙動の解析や金属リングによる排熱など、同グループでこれまで蓄積された基礎的な研究を応用して達成されたものである。なお、システム応用のセッションでは、NEDOのフライホイールプロジェクトの成果やNMR用超電導磁石などのバルク応用に関する報告がなされている。

（SRL/ISTEC 材料物性研究部 バルク研究開発室 成木紳也）

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2005 トピックス：線材・テープ材 / 特性評価分野

本学会の線材部門 (Wires, Tapes and Characterization) では 28 件の口頭発表と 100 件のポスター発表の合計 128 件の報告があった。口頭発表の内訳は、MgB<sub>2</sub> 関連と Bi 系線材関連が夫々 4 件で、Y 系線材に関する報告が 70%以上を占め、20 件に上った。以下には、夫々の分野での主な内容をまとめる。

MgB<sub>2</sub> に関する報告の中では、NIMS の熊倉氏 (WT-1) による、Ex-situ 法による原料開発で特性向上を達成したことが特筆される。これまで、Ex-situ 法は In-situ に比べて特性が上がらないとされていたが、今回理想的なケースとして一旦、線材として作製した MgB<sub>2</sub> を取り出し、再度粉砕、充填、伸線する事により In-situ 法よりも高い特性を得ることに成功している。また、日立との共同研究でコイルを作製し、永久電流状態を確認したとの報告も併せてなされた。

Bi 系超電導線材に関する報告では、NEXANS の Bock 氏 (WT-5) が 2212 線材用に半溶融プロセスの新しい手法で原料作製を行い均一化を進め特性向上に成功したことを報告した。また、応用として限流器や変圧器へのアプローチについても紹介された。2223 線材開発に関しては、住友電工の Kikuchi 氏 (WT-6) より、高圧酸素雰囲気焼成法による特性向上の成果が報告され、長尺線材での特性向上が順調に行われており、現在では、166A に達していることが紹介された。

Y 系線材に関連した各地域の Review としては、Special Plenary Lecture で米国アメリカンスーパーコンダクター社 (AMSC 社) の Yurek 氏 (SPL-2) が同社の成果と戦略を中心に報告があり、特に次世代を狙った Y 系線材では上下を Cu で挟んだ 3 層構造の 4.4mm 幅テープを 344 テープと呼び今後の開発の象徴として掲げ、2007 年には年産 300km を目指すとの計画が紹介された。更に、米国の動向は、オークリッジ国立研究所 (ORNL) の Hawsey 氏 (WT-9) が他機関の成果も含めた紹介を行い、IGC-SuperPower 社の長尺化の成果として 207m で 107A を達成したことや磁場中特性向上や低コストプロセスに対する成果を紹介すると共に、溝加工によるマルチフィラメント化での交流損失低減への効果を紹介している。また、これまでのエネルギー省 (DOE) の目標値である、2006 年度末までの 100mx300A/cm-幅と 2010 年度末までの 1000mx1000A に加えて、新たな目標値として、2008 年度末までに 4mm 幅線材で 200A(3T, H/c, 65K)を加える提案がなされていることが紹介された。一方、日本における開発成果は、ISTEC の塩原氏 (WT-10) より紹介された。現行の国家プロジェクトである応用基盤技術プロジェクトの中では、2005 年度末に 200mx200A/cm-幅の中間目標と、2007 年度末までの 500mx300A/cm-幅の達成に向けた開発を行っている。ここでは、世界最高の I<sub>c</sub>L 積を達成した IBAD-PLD 線材の成果を初めとして、MOD 法や MOCVD 法などの各種線材での高特性化、長尺化の成果が紹介されると共に、応用へ向けた動きとして、幾つかのコイル化試験で磁場発生に成功した結果やケーブル用導体化試験での通電試験などで良好な結果が得られていることが紹介された。加えて、ケーブル、変圧器、回転機などを念頭に置いた可加工性研究が開始されており、引き続いて平成 18 年度へ向けて各種機器の先導研究を提案していることが紹介された。韓国からは、KERI の Oh 氏より、DAPAS と呼ばれている同国での超電導開発組織での成果、計画が紹介された。DAPAS には KERI、KIMM、SNU、KISWIRE 等が所属しており夫々 PVD 法、MOD 法、IBAD 法、RABiTS 法の開発を担当している。長さ、特性ともに日米との格差はあるものの、2007 年度末までに掲げた 300m x 125A/cm 幅の目標を目指して努力しているとの事であった。欧州からは、THEVA 社の Prusseit 氏から発表があったが、これは全欧州というよりは同社での成果と戦略を紹介する色合いが濃い内容であった。彼らは MgO 材料の ISD 中間層上に共蒸着法により Dy 系超電導層を形成する手法により線材開発を行っており、9m 線材で 330A/cm 幅の平均 I<sub>c</sub> を得ている。また、応用を目指して電流リードを作製し 50μW/A を実現すると共にツイスト線材用に切り込みを入れるユニークなアイデアを紹介していた。

以下には個別成果をテーマごとにまとめる。まず、長尺化に関しては、ISTEC の山田氏(WT-14) から世界最高の IcL 積の線材開発についての報告があった。彼らは、IBAD-GZO 基板上に CeO<sub>2</sub> キャップ層を配し、その上に PLD 法で YBCO 層を形成する手法で、特に PLD 法に対し、マルチプルーム & マルチターンによる高速化と共に膜厚上昇に対する温度制御(設定温度の上昇)により長尺線材の特性向上を図り、213m で 245A を示す線材作製に成功している。これに続くのが、IGC 社の 207m x 107A である。IGC-SuperPower 社の Reeves 氏(WT-21)によれば、彼らは、IBAD-MgO 基板を用いて超電導層を MOCVD 法で作製する手法で線材を得ており、まだ存在している長手方向の特性分布の改善が今後の課題としている。第三位は、フジクラで飯島氏からの報告(WT-13)によれば、特性は 88A 程度ではあるものの 217m の最長線材の作製に成功している。以下、今学会で報告された中でのトップ 10 には、住友電工 Ho 線材(WT-16)、中部電力 MOCVD 線材(WT-20)、昭和電線と SRL の MOD 線材(WT-17&19)等併せて半数以上の成果を日本が占めており世界をリードしていることが明らかとなった。

次に、高 Ic 化の開発では、LANL の Matias 氏(WT-15)よりマルチレイヤー構造(YBCO/CeO<sub>2</sub>/YBCO/CeO<sub>2</sub>/...)の構造で非常に Jc の高い極薄膜の YBCO 層を積層することにより 1400A/cm 幅の高い Ic を実現していることが報告された。これに次ぐのが、やはり米国 Ex-situ 法によるもので厚膜高 Jc 化を実現し、4μm 厚まで 2MA/cm<sup>2</sup> の高い Jc を維持し、800A/cm 幅を得ている。欧州では、THEVA 社の報告(WT-12)で 486A/cm 幅を実現し、日本では SRL の名古屋(WT-14)が Gd 系で 480A/cm 幅、同東京(WT-17)が TFA-MOD 法において厚膜での課題であったクラック抑制手法の開発により 470A/cm 幅を実現している。

最近では、磁場中特性の向上を目指した人工ピンニング制御技術開発が盛んに行われている。まず、YBCO 膜中に BZO 粒を混入させる手法での Jc-B 特性向上が ORNL の成果として Hawsey 氏より報告された。同様の成果は、日本でも得られており、ISTEC の山田氏より、PLD 法により YBCO 膜を作製する際にターゲットに YSZ を混入させることにより YBCO 膜内に BZO を導入し、3T の磁場中で 40A の Ic を得ている。特徴的なのは、BZO 粒が c 軸方向に配列している点で機構は解明されていないがこの配列により c//B での顕著な特性向上を実現している。また、京大の松本氏(WT-22)は基板上にナノドット(Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を配し、この上に成膜することで意図的に欠陥を導入し、Jc-B 特性向上を確認している。また、Y 以外の RE を用いたアプローチでは名古屋大学の吉田氏が高温で種層を形成した後特性が期待できる低温蒸着で高配向 SmBCO 膜を実現し、磁場中特性に優れ、特に異方性の小さな高 Jc-B 膜の作製に成功している。

最後に、究極の低コスト構造を目指したアプローチとして、全ての層を MOD 法で作製する試みにも進展が見られている。昭和電線の長谷川氏(WT-19)によれば、Ni-W 配向金属基板上に MOD 法で Ce<sub>2</sub>Zr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 中間層を形成し、キャップ層は CeO<sub>2</sub> を PLD 法で形成するものの超電導層は TFA-MOD 法で作製する構造で 0.75MA/cm<sup>2</sup> を得ている。米国では、ORNL の Paranthaman 氏(WT-18)氏の発表があり、昭和電線と同様に Ni-W 配向金属基板上に LZO と CeO<sub>2</sub> を MOD 法で形成し、最上層に TFA-MOD 法で YBCO 層を成膜する方法において AMSC 社と共同で膜厚及びその作製条件の適正化を図り、更に極薄厚の Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を金属基板と LZO の界面に配することで配向性の向上に成功し、Jc=2.5MA/cm<sup>2</sup>、Ic=200A/cm 幅を実現している。

以上、Y 系線材のプロセス開発に関する発表内容をまとめたが、最後に、日米の ReviewTalk(塩原氏、Hawsey 氏)の双方に共通して長尺線材プロセス開発の進展に伴って機器開発へ向けた準備が整い、次のステップに踏み出す時期が到来したことを主張する内容が含まれていたことが、この分野の順調なる進展を示しているものとして記しておきたい。

(SRL/ISTEC 線材研究開発部 和泉輝郎)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2005 トピックス：薄膜・接合及びエレクトロニクスデバイス分野

薄膜・接合及びエレクトロニクスデバイス分野では、すでに一部は実用段階に達している SQUID、超電導フィルタなどから、低温系 SFQ 回路、酸化物系 SFQ 回路の開発、さらには(Cu,C)BaCaCuO系材料の探索まで、幅広い分野での発表がなされた。基調講演では Rogalla(Twente 大)が欧州における高温超電導エレクトロニクスの状況を紹介した。欧州の超電導デバイスで実用に供されているのは電圧標準と医療用 SQUID であるが、デバイスは主として基礎研究として進められている。Bi系酸化物薄膜のメサ構造で数個のイントリンシック接合特性を観察する試み、Y-123 系酸化物薄膜を下部電極として、面内方位の異なる方向から Au/Nb 膜を積層して 接合を形成する試み、書き込み用強磁性ドットと読み出し用超電導接合を用いたメモリの提案等である。

SQUID 応用では実用に供された例が数件紹介された。九大等で、抗原-抗体反応のマーカーに  $Fe_2O_3$  粒子を用い、SQUID で検出することによる免疫検査実験が行われた。SQUID による検出法は従来の光学法に比べて、未反応のマーカーを洗浄除去する必要がなく、高感度で計測時間が短縮される等の利点を有する。 $Fe_2O_3$  粒子寸法を直径 25-30nm に最適化すること等によって、光学法に比べて 100 倍(0.03pg)の感度を得た。日立から心磁計の開発状況が紹介された。とくに 64ch 心磁波形から、データ処理によって QRS 波に対応する電流分布画像が示された。住友電工ハイテックスからは SQUID を食品検査に用い、食肉に含まれた直径 0.3mm の SUS304 を検出できることが示された。SQUID で高速信号を検出しようとする場合、SQUID 自体は高速であり、FLL 回路の信号フィードバック時間で検出周波数が決まる。PTB では  $13 \times 4.3 \text{cm}^2$  の FLL ボードにデータ処理系を纏めることによって 20MHz までの信号検出を可能にした。

デジタル応用では無線基地局や衛星通信等の通信効率向上に向けた DSP を開発している(Chalmers 大)。33GHz 動作の  $5 \times 5$  乗算器、 $4 \times 15$  シフトレジスタメモリチップ等を開発し、MCM に実装する。さらに  $4 \times 4$  スイッチスケジューラの 40GHz 動作の確認(SRL)、4bit の整数乗算器の 30GHz 動作(名大)等が紹介された。これら低温 SFQ 回路の集積度は数千個である。接合数が数万個レベルになると、バイアス電流によって発生する磁場が SFQ 回路動作に与える影響がより深刻になる。バイアス電流から発生する磁場の SQUID 顕微鏡での観察(SRL)、あるいはチップに作り込んだ SQUID 特性での評価がなされている(情通研)。

IC の欠陥試験用センサーとして、NbN 膜の S-N 遷移を利用した光子検出器を試みた(IBM)。従来素子であるアバランシェ・フォトダイオードと比較して、量子効率で同等であるが、ジッター(18ps)、およびバックグラウンド(0.01cps)等で優れる。材料、薄膜関連では(Cu,C)Ba<sub>2</sub>Ca<sub>n-1</sub>Cu<sub>n</sub>O<sub>x</sub>系薄膜で  $T_{con}=105\text{K}$ 、 $T_{czero}=55\text{K}(n=4)$ の超電導特性を得ている(NTT)。またボロンをドーブしたダイヤモンド構造の CVD 薄膜が  $T_c=5.9\text{K}$ の超電導になるという興味ある結果も得られている(物材機構等)。

(SRL/ISTEC デバイス研究開発部 樽谷良信)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2005 トピックス：大型システム応用分野

東京大学 大学院新領域創成科学研究科  
先端エネルギー工学専攻  
教授 大崎 博之

早稲田大学  
理工学術院 電気・情報生命工学科  
教授 石山 敦士

Large Scale System Applications のセッションは、2日目午前に Oral Session、夕方に Poster Session、3日目午後 Oral Session が行われた。以下では主に Oral Sessions での内容を報告する。

2日目の Oral Session では、まず M. McCarthy (American Superconductor 社) から、シールド付、低温絶縁の高温超電導ケーブルの開発について報告があった。低損失、低漏れ磁界、低インピーダンスの特長を有し、そのため良好な電力制御性と電力ネットワークの有効利用が可能であることを示した。S. Mukoyama (古河電工)からは Y 系線材を適用した超電導ケーブル開発について報告があった。Y 系線材はケーブルの低コスト化に大きく寄与することが期待されている。実際に 32 本テープ線材を使用した 1m 長の 2 層ケーブル導体が試作され、臨界電流が 1459A、交流損失が約 0.3W/m/kA であった。続いて、H. Xi (Innopower Superconductor Cable 社)からは、中国における 30m 長、35kV-2kA 超電導ケーブルの運転状況について、2004 年 4 月 19 日の運転開始から 2005 年 7 月 31 日までに 160 百万 kWh の電力供給を行ってきたとの報告があった。K. Kajikawa (九州大)は、テープ線材を径方向に並べ、周方向に三相の U、V、W 相を順に N 周期並べた構成の三相超電導ケーブルの提案とその交流損失特性の解析結果を報告した。

休憩をはさんで、K.M. Amm (GE Global Research Center) から、GE における超電導機器開発として発電機と MRI の開発状況が報告された。100MVA 超電導発電機は、固定子が従来形と同様の構造で、回転子は高温超電導界磁巻線を有するが室温の鉄心付きである。コストについての検討結果も紹介された。Y. Iwasa (MIT)からは、MIT の Francis Bitter Magnet Laboratory において進行中の NMR/MRI マグネットプロジェクトについて紹介があった。20T 超級マグネットとなる 1GHz LTS/HTS NMR マグネット、YBCO バルクリングを適用したマグネット、MgB<sub>2</sub>線材を適用したマグネットに関する設計検討結果が報告された。H. Hata (鉄道総研)からは、小型軽量化と高効率化を目指した鉄道用車載変圧器の開発状況が報告された。定格 3.5MVA、短時間定格 4MVA が得られ、10 分間の 42kV 耐電圧試験や 150kV インパルス電圧試験も問題無く実施された。交流損失は 6.2kW (3.5MVA 時)であり、66K 運転で 96-97%の効率であった。N. Koshizuka (超電導工学研究所)からは、超電導磁気軸受フライホイールエネルギー貯蔵の開発と試験結果が報告された。超電導軸受の浮上力密度は 77K で 11N/cm<sup>2</sup>、67K で 17 N/cm<sup>2</sup> が得られ、回転速度 11,250rpm で 5.0kWh の貯蔵エネルギーを記録した。

最終日の Large Scale System Applications の Oral Session では、日本からの 4 件の報告があった。最初に N. Hirano (中部電力)から、日本の SMES プロジェクトについて紹介があった。Phase (1991~98) Phase (1999~2003) に引き続き、2004 年度からスタートした Phase では、

高性能・低コスト化を進めることを目的に、Bi-2212 コイルの試作・特性評価を行うとともに、20MJ コイルの開発とその実フィールド試験を実施する予定である。A. Kawagoe (鹿児島大) は、実験と 2次元有限要素法による SMES 用を想定した Bi-2212 ラザフォードケーブルの素線間結合損失の比較から素線間の接触抵抗の評価を行った結果について報告した。A. Ishiyama (早大) は、送電ケーブル等への応用を想定した過電流パルス通電時の YBCO 線材の特性劣化試験の結果を紹介した。T. Tosaka (東芝) は、YBCO 線材をそれぞれ edgewise と flatwise に巻線する 2つの中性子収束用 6極マグネットの設計結果について報告し、前者の方が大きな磁場勾配が得られることを示した。そして、Closing Session では、T. Hamajima (東北大) が、超電導電力機器の開発の必要性を強調しながら、Large Scale System Applications 分野の発表のまとめを行った。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導関連 12-1月の催し物案内

### 12/4-7

The International Workshop on Coated Conductors for Applications (CCA2005)

場所：La Posada Hotel, Santa Fe, NM USA

問合せ：Jeffrey O. Willis, Local Chair CCA2005

<http://www.lanl.gov/orgs/mst/stc/CCA2005/index.shtml>

### 12/5

低温工学関西支部 特別講演会

場所：大阪市立大学文化交流センター 研修室

(1)ホール (大阪市)

主催：低温工学協会関西支部

問合せ：大阪府立大学大学院 工学研究科 電

子・数物系専攻 電子物理工学分野 石田武和

Tel:072-254-9260、Fax:072-254-9908

E-mail:ishida@center.osakafu-u.ac.jp

### 12/8-9

低温工学東北・北海道支部 学術講演会

場所：秋田大学ベンチャービジネスラボラトリ

ーセミナー室 (秋田市)

主催：低温工学協会 東北・北海道支部

問合せ：山形大学工学部電気工学科 大嶋重利

Tel:0238-26-3286、Fax:0238-26-3293

E-mail:ohshima@yz.yamagata-u.ac.jp

### 12/12-14

応用超伝導・低温工学アジア会議 2005(ACSC2005)

場所：Paradise Hotel、釜山、韓国

主催：日本低温工学・超電導学会(CSJ)、韓国

超電導・低温工学会(KIASC)、中国科学院(CAS)

問合せ：産業技術総合研究所 淵野修一郎

Tel:029-861-5819、Fax:029-861-5822

E-mail:s.fuchino@aist.go.jp

### 12/16

超伝導分科会第32回研究会「物質的側面から見た超伝導最前線 - 新物質開発から材料特性改善まで - 」

場所：超電導工学研究所 (江東区)

主催：応用物理学会超伝導分科会

問合せ：応用物理学会超伝導分科会 下山淳一

E-mail:shimo@sogo.t.u-tokyp.ac.jp

### 12/20-22

CREST ナノテクバーチャルラボ超伝導関連領域横断ジョイント国際ワークショップ

場所：夢舞台淡路国際会議場

問合せ：京都大学大学院工学研究科 松本要

Tel: 075-753-5440、Fax:075-753-5486

E-mail:kaname.matsumoto@materials.media.k

yoto-u.ac.jp

### 1/27

第3回材料研究会「超伝導線材・コイルの特性評価技術とその進展」

場所：山口県 山口市

主催：低温工学協会 材料研究会 / 九州・西日本支部

問合せ：山口大学 工学部 電気電子工学科

原田直幸

E-mail:naoyuki@yamaguchi-u.ac.jp

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 新聞ヘッドライン (10/15-11/17)

ITER 機構長に池田氏推薦へ 10/18 朝日新聞(夕) 日本経済新聞(夕)  
港湾の大気汚染を減少 海技研 スターリングエンジン再評価 10/18 日刊工業新聞  
国際超電導シンポジウム開催 国際超電導産業技術研究センター 10/19 日刊工業新聞  
デジタル素材って何? 技術流出防止へ綱引き 10/19 日本経済新聞  
「ITER」「宇宙基地」は評価下がる 科学技術分野予算「S」は24項目 10/19 毎日新聞  
毎時50mで高速剛性 中部電 超電導線材に新技術 10/20 日刊工業新聞、電気新聞  
シリコンウエハー 300mm サイズが需要牽引 今年に世界出荷 過去最高更新見込み 10/20  
日刊工業新聞  
求められる「知の安全保障」 技術の実用化“偶然”頼み 10/20 読売新聞  
PET/CT 医療機関に普及 専門医の育成不可欠 10/21 日刊工業新聞  
電気自動車 クドウユニット重さ20キロ NTNが開発、走り向上 10/21 日経産業新聞  
検診市場 ブランド磨け 診療から手術 ワンストップで 10/24 日経産業新聞  
ITER 本格始動 青森が関連施設受け入れ表明 トップ人事など交渉活発化へ 10/24 電気新聞  
国際超電導シンポジウムが開幕 100件の研究など紹介 26日までISTEC 10/25 電気新聞  
ITERの運営や職員など検討 10/26 日刊工業新聞  
原子力委専門部会 ITER 進展を反映 核融合研究 推進策案まとめ 10/27 電気新聞  
超電導の金属検出装置 アドバンスフードテック よつ葉乳業に納入 10/27 日経産業新聞  
日本発 高温超電導ケーブル 米で初の送電実験へ 10/28 日本経済新聞  
「1兆円投資」に期待 南仏・ITER 建設予定地 「雇用6千人超」の見方 10/29 朝日新聞  
早期がん発見 PET 検診に“死角” 3割強見逃す 苦手な対象も 10/30 日本経済新聞  
化学療法より副作用少ない可能性 がん治療に粒子加速器 筑波大など応用スタート 10/30  
毎日新聞  
夢は室温超電導の発見 狙いを定め常識覆す 巨大磁気抵抗効果 10/31 日経産業新聞  
南東北病院 陽子線治療 08年にも 副作用抑え、がんに威力 11/2 日経産業新聞  
アキュセラ 放射線治療普及に着手 来年度、専門施設立ち上げ 11/7 日刊工業新聞  
ITER 機構長に池田氏 駐クロアチア大使 六極次官級会合で合意 11/8 日刊工業新聞、日本経  
済新聞  
ネオジウム磁石 開発競争加速 強磁石で小型・軽量化へ 11/8 日経産業新聞  
ITER インド加盟に前向き 関係国・地域会合 技術転用防止が必要 11/8 毎日新聞  
注目される放射線治療 コスト面の難点 粒子線治療 IMRT 小線源治療 11/9 毎日新聞  
MRI 見ながら手術可能 ロボットアーム 東大 超音波モーター採用 11/14 日経産業新聞、  
日本経済新聞  
核融合炉の研究成果 自動車の安全など貢献 11/14 ブジサンケイビジネスアイ、電気新聞  
カーボンナノチューブ シート量産外販へ 高性能蓄電池開発に道 11/15 日経産業新聞  
セ氏300度でも 超伝導のまま? 原子力機構など予測 11/15 朝日新聞(夕)  
石油特会と統合へ 電源特会 財制審 エネ庁も理解示す 11/16 電気新聞

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導速報 世界の動き (2005年10月)

### 電力

#### Oak Ridge National Laboratory (2005年10月6日)

Oak Ridge国立研究所 (ORNL) 及びMetal Oxide Technologies 社(MetOx)は、長尺HTS線材の共同研究開発契約を締結したと発表した。ORNLはヒューストン大学で開発された改良MOCVD法により作製されたHTS線材の性能向上に向けその専門性を発揮することが期待されており、性能が向上した線材の微細構造及び特性を評価し、MetOx社に技術情報を提供する。同社は、2006年の早い時期に長尺次世代線材の製造に着手する予定である。ORNL超電導プログラム責任者のBob Hawseyは次のように語った。「これは2010年までにいくつかの会社が市場で競争するという高温超電導産業化に関するエネルギー省の目標達成に向けたORNLの最も最近の技術支援である。」MetOx社は、現在連続YBCO被覆線材製造ラインを世界で唯一運転しており、高性能線材を生産し、評価のためのサンプル供給を行っている会社である。同社の低真空インライン・プロセスにより、何段階にもわたる製造ステップを簡略化し、クリーンルームも不要となる。MetOx社はこれまで23の米国及び海外特許を出願している。

出典:

"Houston company seeks to accelerate superconducting capability with ORNL help"

Oak Ridge National Laboratory press release (October 6, 2005)

[http://www.ornl.gov/info/press\\_releases/get\\_press\\_release.cfm?ReleaseNumber=mr20051006-00](http://www.ornl.gov/info/press_releases/get_press_release.cfm?ReleaseNumber=mr20051006-00)

#### SuperPower (2005年10月18日)

SuperPower 社は、パートナーである Sumitomo Electric Industries 社、BOC Group、National Grid 社とともに、Albany HTS ケーブル・プロジェクトが、DOE が後援する SPI プログラムのピアレビューで No1 の評価を得たと発表した。その報告書の中で、「このプロジェクトは全ての点(ケーブル、冷凍機、誘電体、電力運用)でうまく行っている。」とされている。このプロジェクトは、現在 National Grid の北オルバニーサービスセンターに HTS ケーブルを敷設する段階にある。2つのケーブルを地下で結合するというのは、世界で初めてのことになる。ケーブルの敷設、配置、システム試験が終われば、2006年早期には第1フェーズの運用に入る。また、SuperPower 社は次世代線材製造ラインのスケールアップを図り、住友電工にほぼ6マイル長さの線材を供給して、次世代線材ケーブルを製造する予定。この次世代線材ケーブルは2007年第2フェーズ試験の際にシステムに組み込まれる。パネルレビューワー達は、「全ての設計テストが ASME, IEEE, AEIC の基準に沿ってなされたことは非常によいニュースである。これにより、この製品は米国内での適用に何の問題もなくなった。」と述べた。

出典:

"INTERMAGNETICS' SUPERPOWER SUBSIDIARY RECEIVES FIRST PLACE RANKING AT 2005 DOE PEER REVIEW AMONG SPI DEVICE PROGRAMS FOR HIGH TEMPERATURE SUPERCONDUCTING (HTS) CABLE PROJECT"

SuperPower press release (October 18, 2005)

[http://www.igc.com/superpower/news/news\\_story.asp?id=168](http://www.igc.com/superpower/news/news_story.asp?id=168)

### SuperPower (2005年10月18日)

SuperPower社は、マトリクス式 FCL プロジェクトが、2005年8月に開催された DOE の SPI プログラムのピアレビューで報告された9件のデバイス・プロジェクトの内6位の評価を得たと発表した。マトリクス式 FCL の昨年の目標は、138kV の送電電圧に耐えるアルファ原型装置の設計、製作及び試験であった。超電導部分の熱的、機械的ストレスの問題及び高耐圧絶縁体対策の遅れなどから、コストの増加、予定の遅れといった問題が発生した。従って、他の可能性についての評価結果が出るまで現行のプログラムを大きくは進めないとの決定を行った。また、レビューパネリストもこの決定を支持したが、同時に、この装置の必要性を改めて確認した。また、パネリストは SuperPower 社の Technical Advisory Board (TAB) の考え方はすばらしいとした。TAB ではメーカー技術者と電力の専門家が、プログラムの各フェーズで装置の設計、製造を監督する。「このプロジェクトの研究開発を一体となって進める仕組みはすばらしい。これこそが、プロジェクトを成功に導く正しいアプローチである。TAB モデルは最高だ。」プログラム再評価期間中、SuperPower 社は次世代線材を FCL へ適用する可能性について検討する予定にしている。

出典:

“INTERMAGNETICS’ SUPERPOWER SUBSIDIARY RECEIVES 2005 ANNUAL US DOE PEER REVIEW RANKING FOR MATRIX FAULT CURRENT LIMITER”

SuperPower press release (October 18, 2005)

[http://www.igc.com/superpower/news/news\\_story.asp?id=170](http://www.igc.com/superpower/news/news_story.asp?id=170)

### SuperPower (2005年10月18日)

SuperPower 社は 2005 年 8 月の DOE ピアレビューで報告された 8 件の HTS 線材プログラムの内同社の次世代線材工程を商業スケールに規模を拡大するというプログラムが第 2 位になったと発表した。SuperPower 社のプログラムより上位だったのは NIST のプログラムのみであった。レビューパネルは、「SuperPower 社のプログラムは戦略的によく練り上げられ、うまく次世代線材技術をパイロット・プラントレベルにまでスケールアップしている。」と評している。また、パネルは同社の次世代線材商業化計画はうまくみ上げられており、同社従業員も適切に訓練されていると見ている。IGC 最高責任者 Glenn H. Epstein は次のように述べた。「特に重要なパネルのコメントは、SuperPower 社が研究開発遂行に当たって、DOE 研究所ばかりでなく、大学や NAVSEA, NRL and AFRL のような DOD 機関とも連携したことについてである。このパネルのコメントは、成功の確率を高めるために専門家たちと連携するという SuperPower 社の哲学が正当なものであることを裏付けるものである。」全般的なプログラムの進行は良好であるが、パネルは長尺線材の性能は不十分であり、工程における品質保証、再現性の点で一層の努力が必要としている。

出典:

“INTERMAGNETICS’ SUPERPOWER SUBSIDIARY RECEIVES 2005 US DOE PEER REVIEW RANKING FOR SECOND-GENERATION HTS WIRE PROGRAM”

SuperPower press release (October 18, 2005)

[http://www.igc.com/superpower/news/news\\_story.asp?id=169](http://www.igc.com/superpower/news/news_story.asp?id=169)

### American Superconductor Corporation (2005年10月19日)

American Superconductor Corporation (AMSC)は政府との間で3件の契約を締結した。これらは次世代線材及びその応用開発に関するもので、総額 135 万ドル。この契約は国防総省の Small Business Innovation Research Program (SBIR)及び Small Business Technology Transfer Program (STTR)の資金を得て実施されるもので、今後 2 年間で完了する。第 1 の契約は、Office of the Secretary of Defense 及び Air Force Research Laboratory とのもので、回転機やマグネットのような、軍事用途の次世代線材を使ったコイル技術の基礎開発を行うものである。この契約では、AMSC 社はマサチューセッツ工科大学 Francis Bitter Magnet 研究所と共同研究を行う。第 2 の契約は Air

Force Office of Scientific Research との間のものである。AMSC 社は Florida State University と共同で、模擬された環境下での交流損失、クエンチの評価に向け、次世代線材を開発、試験する。第3の契約は、Phase I STTR であり、Air Force Office of Scientific Research との間で締結されるものである。この契約では、次世代線材の容量アップに重点が置かれる。本契約では AMSC 社は University of Wisconsin-Madison の Applied Superconductivity Center と共同研究を行う。

出典:

“American Superconductor Awarded New Government Contracts for High Temperature Superconductor Wire Development”

American Superconductor Corporation press release (October 19, 2005)

[http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle\\_Print&ID=769767&highlight](http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=769767&highlight)

### American Superconductor Corporation (2005年10月23日)

American Superconductor Corporation は鈴木商館(株)を日本市場における 344 超電導線材の配給事業者を選んだ。日本は超電導線材では世界における大市場の1つであり、日本政府は最近次世代線材開発資金の増額を行った。AMSC 社最高責任者 Greg Yurek は次のように述べた。「日本は 344 超電導線材成長に向けた最高の市場の1つである。我々は過去 10 年間鈴木商館とは多くのプロジェクトで協力しあい、成功を収めてきたし、強いビジネス上の関係を発展させてきた。鈴木商館の日本市場に対する知識、専門性、先端技術製品の販売実績、どれをとっても我々の 344 製品の主要市場における供給事業者としてこれに勝るものはない。」鈴木商館は、AMSC 社が出資しているニュージーランドの HTS-110 社の HTS 電磁石の供給業者でもある。

出典:

“American Superconductor Selects Japanese Distributor for Second Generation High Temperature Superconductors”

American Superconductor Corporation press release (October 23, 2005)

[http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle\\_Print&ID=771403&highlight](http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=771403&highlight)

### American Superconductor Corporation (2005年10月31日)

American Superconductor Corporation 社 (AMSC) と GE の子会社である GE Energy 社は、ワシントン州 Puget Sound 近郊の Wild Horse 風力発電所向け D-VAR(R) システム 2 台受注した。GE Energy 社は D-VAR システムの据付を担当する。同システムは風力発電所がグリッドに電力供給する際に必要な要求事項を満たすために使用される。風力発電所は 2006 年夏に完成するが、そこには 127 の風車が設置され 114,500 軒の家庭の使用電力に相当する 229 MW のゼロエミッション電力を供給する。AMSC 社電力部門担当副社長 Chuck Stankiewicz は次のように述べた。「最近議会通过した 2005 年包括エネルギー法は風力発電所で発電される電力の製造税猶予措置の 2 年間延長を求めている。我々は、この猶予措置により米国における FERC のグリッド接続技術基準適合に必要な新たな風力発電所及び付帯設備の開発とそのための資金調達によりよい環境ができたと考えている。我々の D-VAR 電圧安定システムは風力発電所がこれらの新たなグリッド接続技術基準に適合するための製品選択肢の 1 つとなった。Wild Horse 風力発電所は AMSC 社 D-VAR 技術を組み込んだ北米で 10 番目の風力発電所であり、世界では 11 番目のものである。この結果、AMSC 社 D-VAR 技術により 906 MW 以上の電力が風力発電所で制御されることになる。

出典:

“D-VAR(R) for Connection of Pacific Northwest Wind Farm to Electric Transmission Grid To Be Supplied By American Superconductor and GE Energy”

American Superconductor Corporation press release (October 31, 2005)

[http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle\\_Print&ID=775127&highlight](http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=775127&highlight)

## 材料

### Superconductive Components Inc. (2005年10月19日)

Superconductive Components 社は同社の史上最大の新規株式発行を成功裏に終了したと発表した。同社は1株あたり2ドルで693,000株の新株と1株あたり3ドルで173,250株を対象に今後5年間に行使可能なワラント債を発行、1,386,000ドルの資金を得た。また、587,110ドルの負債を293,555株の株式と73,389株を対象に今後5年間に行使可能なワラント債に転換した。以上により資本構成及びバランスシートの内容を強化、今後の成長戦略の継続を確かなものにする事ができた。

出典:

“Superconductive Components, Inc. Completes Private Equity Financing”

Superconductive Components, Inc. press release (October 19, 2005)

<http://www.targetmaterials.com/ne/news/scci101905financing.htm>

### Superconductive Components Inc. (2005年10月28日)

Superconductive Components 社は、2005年9月30日に終了する第3四半期の収支を発表した。総収入は前年同期450,838ドルに比べ126.5%増の1,021,211ドル。また、損失は前年同期262,505ドルに対し、当期は44,320ドルであった。製品販売収入は、前年同期366,072ドルに対し、当期は160.5%増の953,494ドル。また、契約収入は、前年同期84,766ドルに対し、当期は67,717ドルに減少した。この契約収入の減少はDOEのPhase II Small Business Innovation Research awardに係る収入減によるものである。同社最高責任者Dan Rooneyは次のように述べた。「2005年第3四半期の我々の収入は、2001年第1四半期以来の好成績であり、利益の向上と前年比での損失の大幅改善を果たした。収入の大幅な伸びは主として既存の顧客のほか、2005年の早い時期に獲得した新規顧客への販売増によるものである。2005年第3四半期に、わが社は1,004,000ドルの新規発注を受けた。これは、過去3年間の中で、四半期に受けた発注の最高記録である。我々は音響・光学市場での位置づけを増していくつもりであり、最近伸びている薄膜電池市場向けの材料製造においてもその先導的地位を強化していくつもりである。」

出典:

“Superconductive Components, Inc. Reports Improved Third Quarter Results”

Superconductive Components, Inc. press release (October 28, 2005)

<http://www.targetmaterials.com/ne/earnings/scci35.htm>

## 通信

### ISCO International(2005年10月3日)

ISCO International 社は第3四半期の収支概要を発表した。第3四半期の収入は200万ドル、過去1年では780万ドルである。780万ドルは、2004年1年の収入260万ドルのほぼ3倍である。顧客の動きは第4四半期に入って活発化しており、これは同社史上最高である。同社最高責任者John Thodeは次のように述べた。「我々は最近有力な通信事業者と共同でフィールドテストを成功させ、現在、商用展開に向け話を進めているところである。当期は多数の他の大きな進展もある。これらは、今後数ヶ月のうちに発表できるものと思う。」

また、ISCO International 社は国際的な面でも3社と供給チャンネルに係る新たなパートナーシップ関係に入ったと発表した。新しい供給事業者は、極東及びラテンアメリカ、そして米国以内のサブコントラクターである。

出典:

“ISCO INTERNATIONAL PROVIDES BUSINESS AND DISTRIBUTION CHANNEL UPDATES”

ISCO International press release (October 3, 2005)

<http://www.iscointl.com/>

#### Superconductor Technologies Inc. (2005年10月4日)

Superconductor Technologies社はNASDAQが同社の上場をNASDAQ National Market SystemからNASDAQ Capital Marketへ移動したいとの申請を受理したと発表した。2005年10月5日時点で、同社株式はNASDAQ Capital Marketで"SCON"という略称で売買されている。この移動はNASDAQ市場上場の最低株価である1株当たり1ドルという最低基準を満たすためのさらなる時間を確保するため行われたもの。これにより、STI社はさらに180日間(2006年3月4日まで)猶予が得られたことになる。

出典:

"Superconductor Technologies Inc. Common Stock to be Traded on the NASDAQ Capital Market Beginning October 5th"

Superconductor Technologies Inc. (October 4, 2005)

<http://phx.corporate-ir.net/staging/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=763887&highlight>

#### ISCO International(2005年10月19日)

ISCO International社は、北アメリカ500の最も早い成長をとげた会社にとえられるDeloitte Technology Fast 500賞を受賞した。これらの会社はDeloitte's 15 regional North American Fast 500リスト及び直接のノミネート、さらには各社の状況調査の結果から選び出された。今日の非常に激しい競争状態で、このリストに載ることは著しい成果であるといえる。

出典:

"ISCO INTERNATIONAL RECEIVES DELOITTE TECHNOLOGY FAST 500 AWARD"

ISCO International press release (October 19, 2005)

<http://www.iscointl.com/>

#### ISCO International(2005年10月25日)

ISCO International社は2005年第3四半期の収支を発表した。同社の最高業績の3つの四半期は全て2005年に達成された。また、いくつかの領域で進展があり、同社のポジションはいよいよ確固たるものとなった。第3四半期の収入は200万ドルで、昨年同期のほぼ3倍である。純損失は昨年同期の170万ドルから約65%改善されて、60万ドルであった。製品粗利益率は、前年同期の34%から62%に改善した。第3四半期の損失のうち50万ドルが非現金性のものである。製造コストが改善しまた、製品の組み合わせによる利益も享受している。同社最高責任者John Thodeは、「供給チェーンをさらに多様化することにより、特に中国であるが、我々の粗利益率は2005年中に伸び、今や年間でほぼ50%である。」と述べた。ISCO社は、今後ともあらゆる機会を捉えて、新規顧客を開拓していく考えである。

出典:

"ISCO INTERNATIONAL REPORTS FINANCIAL RESULTS FOR THE THIRD QUARTER 2005"

ISCO International press release (October 25, 2005)

<http://www.iscointl.com/>

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 標準化活動 12月のトピックス

### - IEC/TC90、京都にて第10回 TC90 国際会議開催告示 -

IEC/TC90(超電導)は、平成17年11月18日付け IEC ホームページ (IEC Working documents for TC90) (Administrative Circular 90/180/AC)で、平成18年6月6日から6月8日まで第10回 TC90 国際会議を京都にて開催することを公式に発表した。同サイトには、会議場所、会議日程、会議への登録書、宿泊申請書など総合案内を同時に回付した。

第10回 TC90 国際会議の総合案内の概要は、以下の各項目である。

専門委員会(TC)名：IEC/TC90 (超電導)

会議場所：京都大学百周年時計台記念館 (京都大学本部構内正門正面)

〒606 京都市左京区吉田本町

電話：075-753-2285

ファックス：075-753-2286

URL: <http://www.kyoto-u.ac.jp/top2/11-top.htm>

会議期間：平成18年6月6日から6月8日

会議日程：

2006-06-06 WG2,WG3,WG7,Ad hocG1,WG4,WG11,WG8

2006-06-07 WG5,Ad hocG2,WG9

2006-06-08 TC90 Plenary

会議登録締切り：平成18年4月15日

推奨宿泊所：

- ホテルフジタ京都 -

〒604-0902 京都市鴨川二条大橋

電話：075-222-1511

ファックス：075-222-1515

E-mail: [room-yoyaku@fujita-kyoto.com](mailto:room-yoyaku@fujita-kyoto.com)

URL: <http://www.fujita-kyoto.com>

- 京都ホテルオークラ -

〒604-6-8558 京都市中京区河原町御池

電話：075-211-5111

ファックス：075-221-7770

E-mail: [webmast1@kyotohotel.co.jp](mailto:webmast1@kyotohotel.co.jp)

URL: <http://www.kyotohotel.co.jp>

宿泊予約締切り：平成18年4月15日 (利用直接予約)

(ISTEC 標準部 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 第14回国際超電導産業サミット報告

平成17年10月27日、28日、茨城県つくば市で第14回国際超電導産業サミット (ISIS-14) が開催された。今次会合は日、米、欧、韓国及びニュージーランドから30名を超える参加があった。今回は、第18回国際超電導シンポジウム (ISS2005) に引き続き同じ会場での開催となった。

1992年に米国で第1回サミットが開催されて以来今回で14回目を数える。今次会合のテーマは「Commercialization and Future Market」。最初にISTEC 田中副理事長を始め日米両極リーダーからの基調報告が行われた。引き続き、日米欧から特に注目すべきプロジェクト及びその成果の報告が行われたが、各国とも技術の進展は着実であり、パワー部門では、次世代線材の開発競争がますます熾烈になってきている。現在は、日本がトップデータを出しているが、日米間で抜きつ抜かれつの状態が続いている。次世代線材は、コストパフォーマンスが非常に優れているとされ、各国の注目度が最も高い開発プロジェクトである。欧州では予算的には厳しい状況ながら、超電導線材、各種超電導応用について、一部は米国プロジェクトにも参加しながら、開発が進められている。米国では、従来から高温超電導に的を絞った応用開発が積極的に進められている。また、2005年夏成立した米国の包括エネルギー法 (Energy Policy Act of 2005) には超電導開発の推進が規定されており、超電導開発が法的に裏付けられた点は注目される。超電導エレクトロニクスの分野では、米国で超電導フィルターの実用化が進展していることを除けば、日本に勢いが感じられる。

今回のサミットのテーマともなった商業化及びマーケットの見通しについては、特別にセッションを設けて議論が行われた。国際的に見ても、国内的にも、超電導、特に高温超電導のマーケットは船用超電導モーターなど徐々に動きが出てきている。今後超電導技術の実用化をさらに本格化させるためには、デモンストレーション・プログラムの充実が非常に重要であるというのが会議参加者の認識ではなかったかと思う。超電導を巡る環境は決して恵まれた状況とはいえませんが、現在の努力を今後も継続していくことが、超電導本格実用化に向けた大きな突破口につながっていくものと確信する。



田中昭二 SRL 所長の基調報告



ISIS-14 会議風景

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 低温工学協会 東北・北海道支部 10周年記念事業から

東北大学金属材料研究所  
強磁場超伝導材料研究センター  
助手 高橋弘紀

低温工学協会東北・北海道支部は、平成17年で支部設立から10周年となりました。この節目の年を迎えたことを記念して、2005年11月4日、10周年記念事業が東北大学金属材料研究所に於いて開催されました。記念事業は、特別講演会と記念祝賀会とで構成され、講演会には支部会員を始めとして60名を超す参加者がありました。講演会では、物質材料研究機構の立木昌先生と東北電力・研究開発センター所長の森下和夫氏による講演が行われました。

立木先生は「室温超伝導の可能性と高温超伝導体を用いたテラヘルツ電磁波の発振」と題して、最近の超電導応用と室温超電導という夢のあるお話をして頂きました。高温超電導の結晶構造に由来したジョセフソン層状接合を用いたテラヘルツ電磁波発振のメカニズムと最近の実験結果について説明して下さった後、室温超電導について、先生がお考えになっている超電導機構と今後の可能性について熱心にご講演して下さいました。

また、森下氏の「無電化地域に電気を - 東北電力の取り組み - 」と題する講演では、開発途上国での無電化の現状と、それらを少しでも解消するために行っている東北電力の取り組みについて説明がありました。特に、ベトナムに建設した太陽光発電と風力発電を組み合わせたハイブリッド発電システムについて、現地の写真を多数用いながら現状や問題点等についてお話しがありました。

講演会に引き続き開催された記念祝賀会には、山藤会長、新富学会長を始め、関西、九州・西日本支部からも畑、松下各支部長がお祝いに駆けつけて下さいました。



立木 昌 先生  
(物質・材料研究機構)



森下 和夫氏  
(東北電力株式会社)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導標準化関連で長村教授、小川教授、幸坂氏 1906 賞受賞

平成 17 年 10 月 13 日、長村光造（京都大学教授）、小川陸郎（函館高等専門学校教授）及び幸坂紳（産業技術総合研究所）が国際電気標準会議 IEC の IEC1906 賞をそれぞれ受賞した。

授賞式は、JA ビル（東京、大手町）で平成 17 年 10 月 13 日から 2 日間、経済産業省が主催で実施した「工業標準化推進月間」の一環として開催された「平成 17 年度標準化と品質管理全国大会」において、経済産業省小此木八郎副大臣、日本工業標準調査会岡村 正氏、日本規格協会佐々木 元氏により執り行われた。今回の授賞は、工業標準化事業功労者賞、工業標準化貢献賞、IEC1906 賞、標準化文献賞、標準化奨励賞、標準化貢献賞など約 55 名を対象に行われた。

IEC1906 賞は、受賞者 24 名のうち 3 名が超電導関連受賞者であった。

IEC1906 賞の受賞理由は、IEC/TC90（超電導）における IEC 国際規格化及び超電導技術関連利益増進へ多大な貢献をしたことによる。長村光造教授は WG2（ニオブ・チタン複合超電導線の直流臨界電流試験方法規格化）及び WG5（ニオブ・チタン複合超電導線の室温引張試験方法規格化）、小川陸郎教授は WG1（超電導関連用語規格化）並びに幸坂 紳氏は WG8（マイクロ波帯における超電導薄膜の表面抵抗試験方法規格化）に多大な貢献をした。



平成 17 年度受賞者合同記念写真

（編集局 田中靖三）

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

やさしい超電導デジタル応用のおはなし(その6 最終回)

SRL/ISTEC

デバイス研究開発部 低温デバイス開発室

室長 日高睦夫

その6: AD変換器とまとめ

超電導工学研究所に勤める健くんには文香さんという婚約者がいる。文香さんは将来夫となる人の仕事を理解しようと色々勉強しているが、どうもわからないことが多い。特に健くんが研究しているSFQ(単一磁束量子)回路というものが何の役に立つのかさっぱりわからない。そこで健くんはSFQ回路が何の役に立つのか聞いてみることにした。

他に使えるものはないの?

健: SFQについて大事なことは大体説明してきたから、この辺でまとめにしよう。

文香: ちょっと待って。今までネットワークルータ用のスイッチ、スーパーコンピュータのプロセッサ、高温超電導サンプラーについて教えてもらったのよね。他にSFQが使えるものはないの?

健: ISTECが出している「超電導 Web21」の2005年10月号に「超電導デジタルデバイスの進展」という特集が組んであるんだけど、その中にスイッチやサンプラーと並んでアナログ/デジタル(A/D)変換器のことが載っているよ。AD変換器もSFQの有望な応用の一つなんだ。

文香: どうして?

健: AD変換の中にオーバーサンプリングという方法があって、詳しい説明は省くけどSFQを使うと半導体に比べて回路がものすごく簡単になる上に、SFQ回路の数十GHzの高速動作が精度向上の役に立つんだ。

文香: なんかよくわかんないけど、SFQの特徴をうまく使った回路というわけね。でもAD変換器って何に使うの?

健: 電気信号には大きく分けてアナログ信号とデジタル信号があるの知ってる?

文香: アナログ人間とかデジタル人間とかいうあれね。

健: いやちょっと違うけど・・・。デジタル信号というのはコンピュータで処理できるような形に情報を“1”と“0”の列で表したものだよ。アナログ信号というのは波のように連続して続く信号だよ。例えば、無線の信号なんかはアナログ信号だよ。

文香: どうしてアナログ信号をデジタル信号に変換する必要があるの?

健: デジタル回路で処理するためだよ。例えば、携帯電話は無線だから飛んでくる信号はアナログなんだ。でも携帯電話の中には複雑なデジタル回路が入っていて、色んな処理をしてくれるんで便利に使えるんだ。

文香: そうか。デジタル回路で処理するために、アナログ信号をデジタル信号に変える必要があるってことね。

健: その通り。このアナログ信号をデジタル信号に変える回路がAD変換器だよ。

文香: でも携帯電話に超電導なんか使ったら耳が霜焼けにならない?

健: ならない。何か大きな誤解をしていない?

文香: ジョーク、ジョーク。続けて。

健: それぞれの携帯電話で行うAD変換はそれほどたいした処理ではないんで、超電導を使うまでもないんだ。でも、さらに高速で精度の高いAD変換が必要となる第4世代の携帯電話基地局では、超電導AD変換器が期待されているよ。

文香：そうなの。

健：他にも超電導放射線検出器の出力処理に使っても面白いんだ。

文香：それ、もうちょっと教えて。

健：超電導放射線検出器は他ではまねのできないくらい高い感度で放射線を検出できるデバイスなんだけど、検出できる面積が小さいのが欠点なんだ。それで、たくさん並べて検出面積を稼ごうとしているんだけど、検出器の数の分だけ極低温と室温との間の配線や室温におく測定器の数が増えて大変なことになるんだ。もし、たくさん検出器からの出力を一本の配線に乗せて室温まで送って、一つの装置で処理できたら楽だろう。このためには、検出器からのアナログ信号をAD変換器でデジタル信号に変換することが必要なんだ。一旦デジタル信号に変換できたら、たくさん検出器からの信号を一系列に並べて一本の線で室温まで送ることは簡単だからね。

文香：そのくらいだったら半導体のAD変換器でもできるんじゃないの。

健：性能的にはそうだけど。超電導放射線検出器が動作するような極低温では、半導体のAD変換器は動作できないんだ。逆に始めから冷えているんだから、超電導AD変換器を動作させるにはもってこいだろ。

文香：超電導AD変換器を冷やすために特別な装置が必要ないってところがいいわね。

### SFQはポスト半導体の切り札

健：文香もいろいろ勉強してきたからSFQのことについて詳しくなっただろう。

文香：そうね。SFQってたくさん面白い応用があるのね。私は、SFQは超高速で動いても、とっても消費電力が小さいってところが気に入ったわ。何か経済的でお得って感じがするでしょう。

健：そうだよ。SFQはとってもお得なんだ。この図(図1)は高速半導体ゲートと最高速のSFQゲートの消費電力を示したものだけど、スピードだけだとSFQが無茶苦茶速いというわけでもないんだ。でも、消費電力は6桁もSFQの方が小さいよ。6桁といえば百万分の一だからね。百万分の一の電力で同じ仕事をするんだからすごいよね。逆に言うと、半導体高速ゲートはとてつもなく電力を消費するんで、絶対に集積回路にできないってわかるだろう。

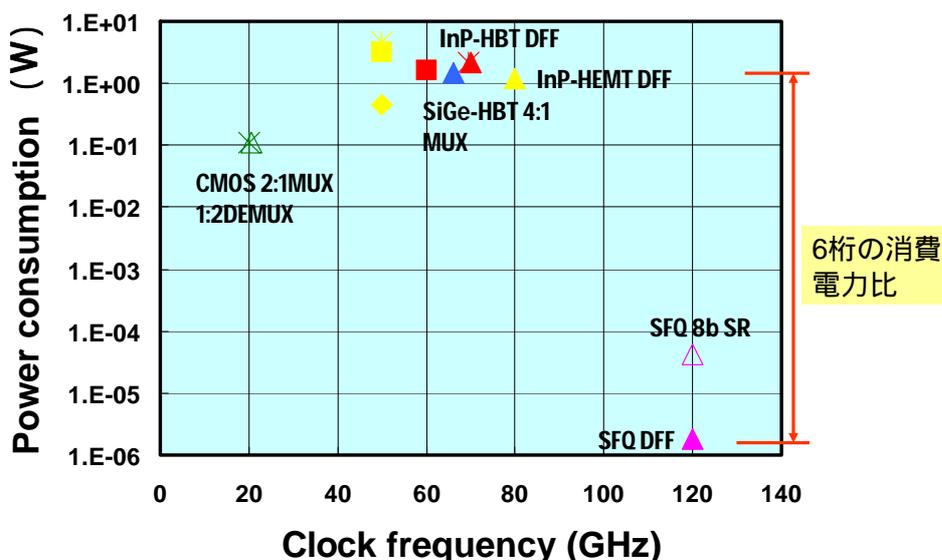


図1 半導体高速ゲートとSFQゲートの消費電力  
(名大藤巻教授提供)

文香：超高速の集積回路でパラレル展開なしに高速データが処理できるのが、SFQ 回路の最大の強みなのよね。

健：その通り、将来半導体回路が行き詰まった時の切り札が SFQ 回路なんだ。

文香：でも、他にも新しい原理で動くデバイスはあるんでしょう。SFQ 回路だけが切り札じゃないんじゃない。

健：SFQ だけが唯一の解だと言うつもりはないよ。でもね、この表（表 1）は「超電導 Web21」の 2005 年 10 月号にある色々な新規論理デバイスの比較で、ITRS という半導体のロードマップから持ってきたものだけど、SFQ が一番魅力的だろ。しかも、SFQ と共鳴トンネルデバイス以外は論理回路レベルでの高速動作の実証はなされていないんだ。1 万接合規模の集積回路の動作実証がなされているのは SFQ だけだよ。SFQ が最も有力と僕が言っている理由がわかるだろう。

文香：うん。わかる。わかる。

表 1 ITRS ロードマップより引用した新規論理デバイス技術とその性能  
（横浜国大吉川教授提供）

	寸法	回路スピード	動作エネルギー
SFQ デバイス	300 nm	250 ~ 800 GHz	$2 \times 10^{-19}$ J
1 次元 FET デバイス	100 nm	30 GHz	$2 \times 10^{-18}$ J
共鳴トンネルデバイス	100 nm	30 GHz	$> 2 \times 10^{-18}$ J
単一電子デバイス	40 nm	1 GHz	$1 \times 10^{-18}$ J
分子デバイス	不明	1 MHz	$1 \times 10^{-16}$ J
量子セルオートマトン	60 nm	1 MHz	$1 \times 10^{-18}$ J
スピンドデバイス	100 nm	30 GHz	$2 \times 10^{-18}$ J

### 三つのブレークスルー

文香：SFQ って、どこまで進んだら使われるようになるの？

健：応用によって違うから一概に言えないけど、僕は SFQ 技術が広く使われるようになるには三つのブレークスルーが必要だと思っているんだ。

文香：三つのブレークスルーって？

健：SFQ を使ったシステムの性能は、SFQ 回路技術、入出力技術、冷却技術のかけ算だと僕は思っているんだ。だから、それぞれの技術を高めていって、現状技術と比較してブレークスルーだと思えるようなレベルに達した時、SFQ は当たり前に使われている技術になると思うよ。

文香：どこまで行ったらブレークスルーだと言えるの？

健：回路技術は 100GHz で動作する 100 万接合の SFQ 回路が量産できるようになることかな。そこに行くにはやることいっぱいあるけど、道筋は見えているんだ。

文香：入出力技術は？

健：光/SFQ、SFQ/光変換を使った 40Gbps 光入出力だろうね。これができれば冷凍機の負荷が軽くなるし、あらゆるハイエンド半導体機器と簡単に接続できるようになるよ。特に出口の SFQ/光変換の方が難しいけど、最近有望な実験結果も出始めているよ。

文香：冷却技術は？

健：冷却の効率が今の 10 倍上がることかな。

文香：冷却の効率って？

健：今ニオブの SFQ 回路を冷却するのに一番使いやすい GM 冷凍機は、1W の冷却能力を得るために数 kW の電力を消費しているんだ。カルノー効率と呼ばれる物理的限界は 80 位だから、現状はこれに比べるとものすごく効率が悪いんだ。冷却の問題は僕たち超電導デバイス研究者の専門外だから、これまで人まかせにしてきたところがあるけど、一番必要だと思っている人達が手がけるべきだと思うんだ。もちろん専門の人達と連携しながらだけだね。

文香：三つのブレークスルーが起こせたら、世の中が変わるほどすごいってことね。

健：もちろん、今言ったブレークスルーが起きなくても使える応用はあるよ。でも、やるからには三つのブレークスルーを起こしたいな。

文香：ふうん面白そうね。私も一緒に夢が見られそうね。

健：夢見るだけじゃないよ。僕は現実を戦う男だよ。

文香：何かこつけてるの。結婚したら SFQ だけじゃなくて私のこともちゃんと見てくれないとダメだからね。

健：ハイ、ハイ。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 読者の広場

### Q&A

**Q：希土類元素と高温超電導体とはどのようなかわりがあるのでしょうか？**

**A：**始めて臨界温度が液体窒素温度を超えた超電導体は Y (イットリウム) を主成分としていたの  
で Y 系超電導体と呼ばれる事になりました。この Y 自身も希土類元素に含めるのが正しいのですが、  
ここでは希土類元素を狭い意味で、いわゆるランタノイド (La から Lu までの 15 元素) に限る事  
にします。周期律表を見るとすべての希土類元素 (ランタノイド) は Y の真下の La で代表された  
枠と一緒に納められています。これはすべての希土類元素がよく似た化学的性質を持っている事、  
さらにそれは Y とも類似している事を示しています。従って、Y 系超電導体の Y を各種の希土類元  
素で置き換えた新物質が合成できるのではないかと考えられました。しかし希土類元素は永久磁石  
の原料として用いられる事からも分かるように多くが磁性を有しています。そして磁性と超電導は  
共存しないというのが常識でした。この事から最初の予想としては Y の代りに希土類元素を用いた  
物質は合成できるかも知れないが、超電導性を示さないか、示しても低い臨界温度しか持ち得ない  
だろうというものでした。ところが驚いた事に実際には多くの希土類元素が Y と同じ程度の臨界温  
度を示したのです。

それ以来研究者達は Y 系超電導体を対象に開発研究に携わっている時でも、いつも Y を希土類元  
素で置き換える選択肢を頭の隅においています。Y と希土類元素は似た化学的性質を持っていると  
書きましたが全く同じというわけではありません。材料開発が次第に完成に近付いてくると、わず  
かの違いでも無視できなくなります。また超電導体の応用の種類によって、必要とされる特性も違  
って来ます。そのため最近再び希土類元素が注目されてきています。具体的には磁場中で応用する  
ためには Y より希土類元素の方が有利ではないかと考えられています。希土類元素の中でも Nd、  
Sm、Gd、Ho などが有力視されています。Y を希土類元素で置き換えられる事は、ほぼ同じ製造  
プロセスを用いながら超電導特性が少しずつ異なるいろいろな超電導体を作製する事ができる事を  
意味します。このことも Y 系超電導体が実用材料としてもっとも期待されている理由の一つと言え  
ます。

ちなみに希土類元素 (英語では rare earth element) という言葉は地中にある希少元素という意味  
ですが、実際は必ずしも含有量が少ないというわけではなく、その化学的性質が似ているために互  
いに分離精製する事が難しかったためにそう呼ばれるようになったという事です。

回答者：SRL/ISTEC 材料物性研究部 中尾 公一

[超電導 Web21 トップページ](#)