

掲載内容 (サマリー) :

トピックス :

- 第二回日韓超電導ワークショップ開催

特集 : 第23回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

- 「第23回国際超電導シンポジウム (ISS2010) 開催
- 物理・化学・磁束物理分野
- バルク・特性評価分野
- 線材・テープ材・特性評価分野
- 薄膜・接合・エレクトロニクスデバイス分野
- 大型システム応用分野

- 超電導関連 2010年12月-2011年1月の催し物案内

- 新聞ヘッドライン (10/20-11/18)

- 超電導速報—世界の動き (2010年10月)

- 標準化活動 12月のトピックス

- イットリウム系超電導技術国際ワークショップ (CCA 2010) 報告

- 隔月連載記事—超電導モータの過去・現在・未来 (その6)

- 読者の広場 (Q&A) —「イットリウム系高温超電導線材を用いた小型超電導磁石が開発されたと聞きましたが、どのような特徴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

〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13

Tel (03) 3536-7283 Fax(03) 3536-7318

超電導 Web21 トップページ : <http://www.istec.or.jp/web21/web21.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。

<http://ringring-keirin.jp>



トピックス：「第 2 回日韓超電導ワークショップ」開催

九州大学
大学院システム情報科学研究所
教授 木須隆暢



日韓超電導ワークショップ集合写真

2010 年 10 月 26 日～27 日にかけて、「第二回日韓超電導ワークショップ 2010 (JKSW 2010) — 超電導技術で拓くグリーンイノベーション —」が福岡市で開催された。議長：塩原融氏（超電導工学研究所）、実行委員長：木須隆暢（九州大学）、主催：産業用超電導線材・機器技術研究組合、財団法人国際超電導産業技術研究センター、社団法人応用物理学会、九州大学超伝導システム科学研究センター、後援：K-MEM R&D クラスタ（韓国）、協賛：九州大学電気システム工学部門・組織的な大学院教育改革推進プログラム「5 つの力をもつシンセシス型博士人材の育成」、低温工学協会。

本ワークショップは、共に国家プロジェクトを中心とした研究進展の著しい日韓両国の主にイットリウム系超電導線材の研究に携わる研究者を中心に、その情報交換の場として発足した。第 1 回は 2010 年 2 月に韓国釜山で開催され、今回は、それに続く初の日本開催であった。CCA 2010 が福岡で開催されるのを機に、その前日に同じく福岡市で開催され、日韓両国より 59 名（日本 38 名、韓国 21 名。内、学生・若手研究者 35 名）の参加があった。

今回は特に、超電導分野の多くの研究者と高度な研究施設が集積する九州地区の特長を生かしてアジアとの連携を強化すると共に、超電導分野の次代を支える若手技術者、研究者の育成を目的として、産業用超電導線材・機器技術研究組合ならびに学会等の支援を得て実施した。先導的研究開発を牽引する日韓の著名研究者による招待講演に加え、日韓相互の学生・若手研究者の特別セッションを実施し、その中の優れた研究に対し、最優秀若手研究者賞 1 名（九州大学・マツエック アルカディ氏）を含む、13 名に賞が授与された。特別セッションは、ショート講演とポスターセッションとで構成されており、ショート講演での適度の



招待講演（超電導工学研究所 和泉氏）

緊張感に加え、ポスターセッションでの質疑は非常に活発で、予想以上の教育効果があり、参加者からの意見も好評であった。審査員は、事前に議論した Preparation, Presentation Style, Information transfer, Discussion などの項目に関する評価シートを用いて審査を行い、韓国側の審査員は日本の発表者を、日本側の審査員は韓国側の発表者を審査することで、より客観的でかつ多面的な評価と意見交換を行った。学生にとっても、国際会議入門の良い刺激と経験になった事が伺える。また、各講演者の研究対象は、材料プロセスから、計測・評価、システム応用にいたるまで広い裾野を形成しており、今後の本分野における両国の更なる発展を予感させるものであった。



日韓超電導ワークショップ受賞者

今回はソウル大学の Yoo 教授、韓国梨花女子大の William Jo 教授を中心に、ソウルでの開催が予定されている。

本ワークショップに関する詳細は、会議のホームページでも見る事が出来る。

<http://www.cca2010.org/jk-workshop/>

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010) 開催」

財団法人国際超電導産業技術研究センター
普及啓発部
部長 佐伯正治

(財) 国際超電導産業技術研究センター (ISTEC) は、平成 22 年 11 月 1 日 (月) ~3 日 (水) の 3 日間、つくば国際会議場にて国際超電導シンポジウム (ISS2010) を開催した。ISS は国内外の超電導に関する研究や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、今年で第 23 回目を迎えた。今回は、海外参加 192 名を含め総参加者 681 名、参加国 23 ヶ国となり非常に盛会となった。発表は招待講演者 76 名を含め、口頭講演 120 件、ポスター講演 374 件の合計 494 件となった。講演の論文は論文誌エルゼビア・フィジカ C 特別号として出版される予定。また、9 企業・団体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。



開会式

第 1 日目は田中昭二 ISTEC 超電導工学研究所名誉所長の開会挨拶、大島章宏 経済産業大臣 (代読 関東経済産業局長 内山俊一氏) の来賓祝辞に続き、石山敦士氏 (早稲田大学)、D. Cardwell 氏 (ケンブリッジ大学) 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、K. Seong 氏 (韓国電気研究院) が「韓国の超電導技術開発の現状と将来」、また、田辺圭一氏 (ISTEC 超電導工学研究所) が「ジョセフソン接合技術の進展と日本のエレクトロニクス応用の最新動向」と題して講演された。基調講演では、辛 埴氏 (東京大学) が「鉄ブニクガイド超伝導体におけるレーザ ARPES (光電子分光システム) 研究」、和泉 充氏 (東京海洋大学) が「高温バルク超伝導体について」、K. D. Irwin 氏 (米国標準技術局) が「サブミリメートル波、ミリメートル波信号のための超電導検出器」、飯島康裕氏 (フジクラ) が「IBAD-PLD 法によるコーティッドコンダクタの発展」、V. Selvamanickam 氏 (ヒューストン大学) が「IBAD-MOCVD 法を基にしたコーティッドコンダクタの開発」、佐藤謙一氏 (住友電工) が「超電導システムに関する S-I ノベーション計画について」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。

財団法人 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 T el: 03-3536-7283 F ax: 03-3536-7318

第 2 日目、3 日目は、物理・化学／磁束物理、バルク／特性評価、線材・テープ／特性評価、薄膜・デバイス／システム応用及び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、熱心な報告と討議がなされた。

物理・化学分野では、超電導の新材料や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・テープ分野では、日米欧における Y 系高温超電導線材・テープ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、超電導コイル・マグネットやモーター、発電機などの産業応用、ケーブル、SMES、変圧器、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、P. J. Hirschfeld 氏（フロリダ大学）が物理・化学・磁束物理分野を、P. Vanderbemden 氏（リーゲ大学）がバルク分野を、V. Selvamanickam 氏（ヒューストン大学）が線材・テープ分野を、K. D. Irwin 氏（米国標準技術局）と、内藤方夫氏（東京農工大学）が薄膜・デバイス分野を、S. J. Daler 氏（フロリダ州立大学）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 ISS2010 運営委員長の清川寛 ISTEC 専務理事から閉会スピーチがあり、来年 10 月 24 日（月）～10 月 26 日（水）の 3 日間、東京・江戸川区 タワーホール船堀で開催予定の ISS2011 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

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「ISS2010 トピックス：物理・化学・磁束物理分野」

財団法人国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所材料物性バルク研究部
部長補佐 筑本知子

本分野の発表は Oral が 32 件 (基調講演 1 件)、Poster が 93 件あり、材料別では鉄系が全体の約 4 割 (Oral では 32 件中 23 件) を占め、この研究分野が益々活発であることが伺えた。

鉄系に関しては、発見から 2 年が経過して、特に Ba122 といわれる BaFe_2As_2 について、良質な単結晶が様々なグループで育成できるようになったこと、また Ba サイトの K 置換 (BaK122)、Fe サイトの Co 置換 (BaCo122)、As サイトの P 置換により、ホール、電子、同価数ドーブの 3 種類のドーピングが可能であること等から、この系を用いた研究報告が数多くあった。鉄系の超電導メカニズム解明の点からはスピンゆらぎがどのように超電導に寄与しているかが興味を集めているが、まず基調講演において、東大の辛氏が BaK122 単結晶の ARPES から超電導の発現に関してスピンゆらぎのみならず軌道ゆらぎも重要であることを指摘した。一方、京大の石田氏は NMR から P ドープ 122 系において、 T_c が最高となる点でスピンゆらぎが最強となることからスピンゆらぎの寄与が重要であると示唆し、原研の社本氏は中性子散乱の結果から 1111 系においては過剰ドーブ領域ではスピンゆらぎが消失することを述べた。また反強磁性 (AF) 相と超電導相の共存に関しては、慶応大の神原氏は 1111 系では共存しないと述べたのに対し、Johrendt 氏 (Ludwig-Maximilians-Univ. München) は Ba122 系では共存するとし見解が分かれた。

電子構造に関しては、Hirschfeld 氏 (Florida 大) は不純物効果について理論計算を行った結果を示し、ドーピング等の小さな変化が電子構造に大きな変化をもたらすことを指摘した。大成氏 (名大) は超電導機構について 5 軌道 Hubbard-Holstein モデルによる考察を行い、ギャップ対称性は $A1g$ であり、一部の系では符号反転があること、また異方的な s_{\pm} のノード構造はニクトゲンの高さや歪み、欠陥などによる小さな電子構造の変化に敏感であると報告した。Carrington 氏 (Bristol 大) は dHvA 効果のデータをもとに理論計算を行い、超電導相関が強くなるほどフェルミ面が小さくなり有効質量が大きくなること、また SDW 量子臨界点において有効質量が発散することなどを述べた。塚田氏 (電中研) は FeTe 系の Hall 測定結果から FeTe が超電導を示さないのはホールの易動度が AF 相では抑制されているためであり、Se 置換により電子の易動度が向上するために超電導性が現れると述べた。Vekhter 氏 (Louisiana 州立大) は Ba122 の熱伝導度の磁界角度依存性より、 Γ -M 近傍にラインノードがあることを見出し、Co ドープによりノードの有無が変化することを報告した。Brookhaven 国立研の Lee 氏は CaCo122 の STM/STS 測定に世界で初めて成功し、縞状 SDW 相において "nematic" な秩序がみられることを見出した。高 T_c 化に関しては、野原氏 (京大) は CaFe_2As_2 の Fe サイトの Pt 置換により 37K まで T_c が向上することを示し、Fe 欠損量のコントロールが高 T_c 化の鍵を握っていると指摘した。

一方、鉄系以外については、岡山大の久保園氏は芳香族炭化水素のピセンに K、Rb または Ca をドーブすることにより最高で $T_c=30\text{K}$ (Rb ドープ) の超電導が得られることを報告した。また、Bollinger 氏 (Brookhaven 国立研) は絶縁体の La_2CuO_4 と過剰ドーブ相 (非超電導相) $\text{La}_{1.55}\text{Sr}_{0.45}\text{CuO}_4$ を積層すると、 $T_c=37\text{K}$ の超電導を示すことを見出し、界面部分でチャージトランスファーが起きているためであると説明した。

磁束物理関係では、Movshovich 氏 (LANL) が重い電子系 CeCoIn_5 の不純物添加効果から低温・

高磁場領域で SDW と FFLO が相互作用していることを示唆し、京大の池田氏はそれを理論的に考察した。その他鉄系の臨界電流特性に関して、Holtzapfel 氏が BaCo122 膜の J_c の角度スケーリング、筑本 (ISTEC) が BaCo122 単結晶のピーク効果、為ヶ井氏 (東大) が BaCo122 のクリープ特性の低磁場での異常について、それぞれ報告した。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「ISS2010 トピックス：バルク・特性評価分野」

財団法人国際超電導産業技術研究センター

超電導工学研究所材料物性研究部

特別研究員 中尾公一

バルク・特性評価分野においては、基調講演 1 件を含む招待講演が 6 件、一般口頭発表が 4 件、そして 28 件のポスター発表が行われた。この総数は昨年とあまり変わっていない。内訳を物質ごとに見ると、銅酸化物系が圧倒的に多く 32 件、ほかに MgB_2 と鉄ニクタイト系がそれぞれ 3 件であった。銅酸化物系のなかではやはり 123 系が圧倒的に多く 29 件、247 系と 124 系がそれぞれ 1 件、214 系が 1 件であった。以下、いくつかの発表について簡単に内容を紹介する。

基調講演では Izumi (東京海洋大) が 123 系バルク体の製法、ピンニング特性、着磁法、磁気浮上、各種応用等について広範なレビューを行った。具体的な応用例としては、磁気ベアリング、回転機、船舶、医療応用等が含まれる。これまで提案されているほとんどすべての応用例およびそのために必要な冷凍技術等が触れられていた。

二日目の招待講演で Akase (東北大) は 211 相を含む YBCO バルク体における磁束ピンニングを電子線ホログラフィーの手法で観察した結果を報告した。211 相に量子化磁束がピン止めされている様子が確認された。

超電導体が磁束をトラップしているとき、垂直な方向に交流外部磁場を印加するとトラップされている磁束が次第に減少する。この現象は以前から知られているが、その過程については完全に理解されているわけではない。Vanderbemden (University of Liege) は実験を行うとともに、この現象を数値的に解析するためのモデルを提案した。

Pompeo (Roma Tre University) はマイクロ波を用いたバルク体におけるピンニング特性の評価法について講演した。マイクロ波照射により、磁束の運動を決めているパラメータに関して、直流または低周波では得られない情報が得られる。

Tsuda (東北大) は YBCO バルク体と永久磁石を用いた磁気浮上力を 2 軸の免震構造に応用する手法を紹介した。

Kii (京大) は自由電子レーザー等に必要となる周期的変動磁場を実現する undulator へのバルク体の応用について紹介した。

Eisterer (Vienna University of Technology) は焼結体において、一旦印加した磁場を除いた後の残留磁化を測定することにより、粒内および粒間の臨界電流値を分離して測定する方法を紹介した。今回はこの方法が、鉄ニクタイト系 $Sm1111$ 焼結体に適用されていた。

バルク体の応用に関しては、従来既に可能な応用例が提案し尽くされている感があるが、今回の ISS では評価法等にいくつかの斬新なアイデアが見られた。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「ISS2010 トピックス：線材・テープ材・特性評価分野」

財団法人国際超電導産業技術研究センター

超電導工学研究所線材研究開発部

部長 和泉輝郎

本稿では、「Wires, Tapes and Characterization」セッションでの概要を報告する。SPL (特別基調講演) で Seong 氏 (KERI) が最近の進展著しい韓国の動向を応用と併せて紹介した。また、PL (基調講演) では、日米で Y 系超電導線材の熾烈な開発競争を繰り広げている二社 (フジクラ: 飯島氏及び SuperPower (UH) : Selvamanickam 氏) からこれまでの開発経緯と現状について報告があった。口頭発表数は 25 件、ポスター発表は 105 件で、内訳は Y 系超電導線材が 97 件と最も多く、これに次ぐ MgB₂ 関連 (17 件)、Bi 系線材 (13 件) に比べて圧倒的な発表件数となっていた。以下には、Y 系超電導線材開発に関する傾向を纏める。

今回の ISS における大きな話題として挙げられるのが、久しぶりに IcL 積の値が更新されたことである。2009 年 8 月の SuperPower 社による報告 (IBAD-MOCVD 線材: 1065m-282A/cm 幅: IcL=300 kAm) 以来の更新で、飯島氏 (PL-4) が IBAD-PLD 線材で 615m-609A/cm 幅 (375kAm) の作製に成功したとの紹介があった。同社では IBAD-MgO 基板の開発に加えて、Hot-wall 型の PLD 法の開発に成功し、厚膜高 Ic 線材の成果につながったとのことである。また、低コストプロセスとして開発が進められている TFA-MOD 線材においては、これまで昭和電線ケーブルシステムの 500m-300A/cm 幅 (150 kAm) が最高値であったが、AMSC 社がこれを上回る値 (540m-466A/cm 幅: 252kAm) を報告した (Rupich 氏: WT-1)。さらに、上記の開発に割って入ってきそうな勢力としては韓国の SuNAM 社である。KERI から技術移転を受け、IBAD 基板上に共蒸着法で超電導層を形成する手法で、今年になって急激に成果を挙げ、本会議では 500m-310A/cm 幅の線材作製に成功したとの報告がなされた (Moon 氏: WT-3)。同社は韓国内のモータ開発への線材提供も行っており今後の動向が注目される。

上記の IcL 値は従来型の線材開発指標で現在でも進展している開発軸ではあるが、もう一つのトレンドとして注目すべきは、応用を強く意識した線材開発である。まず、モータや SMES などの磁場中応用に適した線材の開発である。以前から短尺ベースで人工ピン止め点の導入などの手法で磁場中特性向上が図られてきているが、これが加速している。Obrador 氏 (IMSB:WT-22)、吉積氏 (ISTEC:WT-19)、Maiorov 氏 (LANL:WT-23)、Mele 氏 (九工大:WT-24) などの報告にあるように微細構造制御法の開発が進む一方、長尺線材での開発が始まっている。Selvamanickam 氏によれば (PL-5)、SuperPower 社と Houston 大では MOCVD 法において YGdBCO 超電導相に BZO ロッドを導入する手法で添加 Zr 量や Y/Gd の適正化を図り、生産レベルでの線材で安定した磁場中特性として 75 K で ~100 A/cm 幅 @1 T、~20 A/cm 幅 @3 T を得たと報告している。これに対し、日本では筆者が紹介した ISTEC の成果 (WT-8) として、PLD 法による GdBCO 線材において、低コストを実現する高速成膜条件の下で厚膜化を図り、50 m 線材において 33A/cm 幅 @77K,3T の特性を報告した。

この他にも、ケーブルや変圧器などの交流応用を目指した低交流損失線材としても、細線化線材 (WT-18 及び Amemiya 氏: WT-16) やローベル導体 (Goldacker 氏: WT-14) に関する報告などで活発に議論が行なわれており、これももう一つの大きなテーマである。この低損失化に関する注目すべきトピックスが岩熊氏 (九州大学: WT-15) から紹介された。Y 系超電導線材において新

たに発見された現象である。現在のところ、その発現条件が限られているが高い配向性を有した Y 系線材ではヒステリシス損失が劇的に小さくなるものである。今後、更なる確認実験が必要な余地はあるものの将来の応用に大きな可能性を示唆するものであった。

さらに、応用を意識した情報として今回特徴的だったのは、多くの発表者から線材の価格に関する言及が多かったことである。SuperPower 社は現在\$400/kAm の価格に対し、2015 年ごろには\$50/kAm 程度を目指すとしている。フジクラでは、2015 年を目処に 500A 線材を 3000 円/m (6 円 /Am) の価格で供給するとしており、ほぼ同等のレベルを紹介している。一方、SuNAM 社も長期ビジョンを紹介し、現在\$220/kAm の価格を 2015 年には\$80/kAm に、2023 年には\$25/kAm にする計画とのことであった。

総論としては、依然として長尺高性能線材開発は進んでいるが、同時に応用を強く意識した付加機能（磁場中特性や低損失等）技術開発が活発化している。さらに、価格が表に出始めたことは線材が実用化に一步近づいてきたことを示すものといえる。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「ISS2010 トピックス：薄膜・接合・エレクトロニクスデバイス分野」

財団法人国際超電導産業技術研究センター

超電導工学研究所低温デバイス開発室

室長 日高睦夫

特別基調講演で ISTE C の田辺氏から、日本におけるジョセフソン接合作製技術の進歩とエレクトロニクスへの応用が紹介された。金属の低温超電導体では、Nb/AlOx/Nb 接合が最も優れた特性を示し、SQUID、SIS ミキサ、STJ 検出器、デジタル応用に使用されている。特にデジタル応用では、Nb/AlOx/Nb 接合を 1 万個以上用いた Nb9 層構造デバイスで作製したプロセッサが 45 GHz で動作するなど我が国における作製技術の水準は高い。酸化物の高温超電導体では、優れた特性を持つ Y 系の界面改質型ランプエッジ接合が ISTE C において開発された。この接合を用いた積層型 SQUID は、非常に優れた特性を持つだけでなく外部ノイズに強いという特徴を持ち、非破壊検査を始めとして様々な応用に適用されている。

基調講演で NIST の Irwin 氏は超電導検出器アレイ化について述べた。超電導検出器は他の追従を許さない高感度検出器として、天体観測や材料分析など様々な応用に用いられているが、より使いやすいものにするには検出器のアレイ化による検出面積の拡大が必須であることが強調された。

鉄系超電導体薄膜において、名大の生田教授から CaF₂ 基板を用いて $T_c^{on}=56\text{ K}$ 、 $T_c^{end}=52\text{ K}$ が報告された。これは鉄系薄膜の世界記録である。農工大の内藤教授からは LAO 基板を用いた $T_c^{on}=52\text{ K}$ 、 $T_c^{end}=48.6\text{ K}$ が報告された。製膜法はいずれも MBE である。東工大の片瀬氏から、鉄系薄膜を用いた粒界接合および SQUID が報告された。変調は $1.4\text{ }\mu\text{V}$ とまだ小さいが、世界初の鉄系 SQUID である。

量子コンピュータ用量子ビットでは、UCSB の Martinis 教授が超電導レゾネータ（共振器）を用いて量子ビットをチューナブルに結合する方法を紹介した。この方法を用いれば量子ビット数をスケラブルに拡張できる。

名大の藤巻教授は SFQ 回路を超電導検出器の読み出しに使用しているが、この応用に用いるには SFQ 回路の消費電力をさらに下げる必要がある。消費電力を抑えるためにバイアス電圧を下げた場合の SFQ 回路動作シミュレーション結果について報告した。バイアス電圧は現在 2.5 mV であるが、これを 0.1 mV に下げても正常に動作する。ただし、動作速度には影響が出てくるため、速度との兼ね合いを考慮する必要がある。

PTB の Khapipov 氏から強磁性体を使用した π 接合の紹介があった。彼らは Nb-CuNi-Nb 接合を開発しており、SQUID、量子ビット、SFQ 回路への応用を目指している。量子ビットと同じ極低温で使用する SFQ 回路は臨界電流を下げているため、SFQ ループに大きなインダクタンスが必要となり回路が大きくなる問題点があった。このインダクタンスの一部として π 接合を用いることで、回路の小型化が可能になる。

ISTEC の佐藤氏から集積化極低温電流比較器 (ICCC) 作製プロセスの紹介があった。CCC は標準に用いられるほどの高精度電流比較器であるが、一つ一つ手作りされるため量産ができず、しかも電流の通倍率上限が約 10,000 であるという課題があった。ISTEC がデジタル回路用に開発したニオブ作製プロセスを転用してアナログ回路である CCC をオンチップ化した ICCC により、これらの解決を目指している。平坦化多層プロセスを用いて最初のデバイスを作製し、CCC 動作を行うことが確認された。今後精度向上に向けた取り組みを行う。

特集：第 23 回国際超電導シンポジウム (ISS2010)

「ISS2010 トピックス：大型システム応用分野」

財団法人国際超電導産業技術研究センター
超電導工学研究所電力機器研究開発部
部長 大熊 武

大型システム応用分野では、口頭発表 26 件、ポスター発表 98 件の合計 124 件の発表が行われた。応用分野別の内訳は、ケーブル 20 件、限流器 14 件、SMES 13 件、変圧器 6 件、回転機 10 件、マグネット 26 件、マグネット応用 23 件、その他 12 件であった。昨年の合計 110 件と比較して、今年は SMES、回転機、マグネットの件数が多く見受けられた。

特別基調講演では、韓国でのプロジェクトについて報告された。2001 年度から始まった DAPAS (Development of the Advanced Power system by Applied Superconductivity technologies) プロジェクト(2010 年度終了)は現在フェーズ 3 (2007～2010 年度)を迎えており、このなかで 154kV/1GVA ケーブル、154kV/100MVA 変圧器、154kV/4kA・22.9kV/3kA 限流器、5 MW 回転機などの機器開発が進められている。また、韓国ではじめての実系統試験として、GENI プロジェクト (韓国電力 (KEPCO) 主催、2008～2011 年) について紹介された。このプロジェクトでは、22.9kV/50MVA/500m 三心一括型ケーブル、22.9kV/630A 限流器の開発を行っており、2011 年に ICHEN (利川) 154 kV 変電所においてケーブル・限流器の系統連系試験を計画している。また、これとは別に KEPCO は Jeju (済州) 島で実施するスマートグリッド試験 (フェーズ 1 : 2012～2016 年、フェーズ 2 : 2017～2021 年) のなかで、超電導ケーブル、限流器の開発および実証試験を計画している。

口頭発表のうちケーブルについては、米国におけるプロジェクトについて紹介された。LIPA プロジェクトの LIPA II では、2G 線材を用いた 138kV/2.4kA、600 m ケーブルの系統連系試験を 2011 年に計画しており、限流機能付きケーブルの実証も計画されている。その他に現在系統連系試験実施中の Southwire プロジェクトや HYDRA プロジェクトの限流機能付きケーブル、Tres Amigas プロジェクトの 5GW-2mile DC ケーブル計画などが紹介された。国内におけるプロジェクトとしては、高温超電導ケーブル実証プロジェクトの状況、Y 系超電導電力機器技術開発プロジェクトでの高電圧ケーブルの開発状況などについて紹介された。

回転機については、Siemens 社の 4 MVA 級、韓国における 5 MW 級、デンマークにおける 5 MW 級の開発状況について紹介された。いずれも大容量化には超電導の適用が不可欠で、特に近年、今回のような風力発電用をターゲットとしたものが増えてきている。

変圧器については、米国におけるプロジェクトについて紹介された。中でも 28 MVA、三相限流機能付き変圧器 (70.5kV/12.4kV) は、スマートグリッドとの連系を計画しており、ケーブル、限流器と共にこれら超電導電力応用機器がスマートグリッド用に開発が進められている。

限流器については、米国および欧州におけるプロジェクトについて紹介された。米国からは Zenergy Power 社の 12 kV 限流器の実証試験と 138 kV 限流器の開発状況、SuperPower 社の 15 kV 限流器、AMSC 社の 115 kV 三相限流器 (SuperLimiter™) の開発状況および実証試験について各々紹介され、欧州からは 6.4 kV 限流器の開発状況について紹介された。

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 12 月一'11/1 月の催し物案内

12/1-3

第 83 回低温工学・超電導学会

場所：かごしま県民交流センター

主催：低温工学会

問合せ：<http://www.csj.or.jp/conference/2010a/index.html>

12/3

第 3 回 超伝導材料の応力・ひずみ効果に関する量子ビーム応用研究会「核融合磁石導体への量子ビーム応用の期待と現状」

場所：かごしま県民交流センター 会議室（秋季低温工学・超電導学会 D 会場）

主催：低温工学会

問合せ：<http://www.csj.or.jp/conference/2010a/index.html>

12/7-8

第 13 回スターリングサイクルシンポジウム

場所：大田区産業プラザ Pio

問合せ：<http://www.jsme.or.jp/event/201005/101207c.htm>

12/9-11

エコプロダクツ 2010

場所：東京ビックサイト 東展示棟

主催：社団法人 産業環境管理協会 日本経済新聞社

問合せ：<http://www.eco-pro.com/eco2010/>

12/10

第 3 回超電導応用研究会シンポジウム「Y 系、RE 系のコート線材を用いたコイル技術」

場所：理研 横浜研究所 研究交流棟ホール

主催：低温工学協会

問合せ：http://www.csj.or.jp/application/2010/3rd_1210.pdf

12/10

第 9 回低温工学・超伝導若手合同講演会

場所：大阪市立大学文化交流センター 大セミナー室

主催：低温工学協会関西支部

問合せ：<http://www.jcryo-kansai.com/>

12/15

第 76 回超伝導科学技術研究会ワークショップ 「省エネ・低炭素社会を目指す取り組みと超伝導」

場所：埼玉大学 東京ステーションカレッジ A1-A3

主催：未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会低温工学会

問合せ：<http://www.sntt.or.jp/~fsst/20101215.html>

1/17/2011

Innovative Smart Grid Technologies (ISGT 2011)

場所 : Anaheim, CA, USA

問合せ : <http://www.isgt2011.com/site/>

1/20

超電導応用電力機器研究会「超電導応用ならびに材料関連技術」

場所 : 大阪

主催 : 電気学会

問合せ : <http://www2.iee.or.jp/ver2/honbu/15-research/index020-07.html>

1/22-28

Aspen Center for Physics Winter Conference 2011

場所 : Aspen, CO, USA

問合せ : <http://home.physics.ucla.edu/calendar/conferences/cmsc-2011/index.htm>

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (10/20-11/18)

- 希少金属を使わず太陽電池開発へ 昭和シェル系、米社と 朝日新聞 10/20
- レアアース安定調達に懸念 日中副大臣級の協議模索 Fuji Sankei Business i. 10/20
- リニア、直線ルートに 国交省が「優位」の試算 日本経済新聞 10/20
- レアアース禁輸 周辺に緊張呼ぶ ゼーリック世銀総裁インタビュー 朝日新聞 10/20
- 欧米にも禁輸か 米紙報道 中国は「調査中」 朝日新聞 夕刊 10/20
- レアアース輸出 11年は3割減? 中国 電気新聞 10/20
- 全原協 エネ特会の堅持訴え 経産副大臣に要望書提出 電気新聞 10/20
- リニア「直線」採用へ 費用対効果で優位 国交省が試算公表 日経産業新聞 夕刊 10/20
- リニアルート「直線」採用へ 経済効果8兆3500億円 国交省が試算公表 日経産業新聞 10/21
- リニア「直線」で決着 交通体系の再編必死 崩れる「4時間の壁」航空需要激減も 5兆円債務 JR 東海重荷に 毎日新聞 10/21
- レアアース 資源外交の武器 ハイテク製造見据え 中国 欧米向けも停止 毎日新聞 10/21
- リニア時代へ一歩 「直線ルート」14年度にも着工 建設費 民間が全額負担 JR 東海 5兆円超を調達 新駅設置の調整など課題 日本経済新聞 10/21
- レアアース、外交カードに 中国、輸出制限を強化 欧米向けも停滞 当局は「禁輸」否定 価格引き上げ狙う 日本経済新聞 10/21
- 米風力発電 50億円投資へ 伊藤忠 GEとの提携第1弾 日本経済新聞 10/21
- 次世代送電網 アジアで大規模実験 NEDO 東芝や日立参加も 日本経済新聞 10/21
- レアアース 密輸出横行 中国「正規量の3分の1相当」 Fuji Sankei Business i. 10/21
- レアアース 輸入停滞 中国側が契約破棄・他国経由拒否 朝日新聞 10/21
- リニア新幹線 「直線」に軍配 国資産公表 朝日新聞 10/21
- リニア新幹線 直線ルート精査し説明を 朝日新聞 10/21
- 原子力機構 核融合研究開発最前線 ITER計画の実状 日本が難しい機器製造担当 科学新聞 10/22
- 総合科技会議 新規事業で「最優先」18件 来年度の優先度判定 日刊工業新聞 10/22
- 米風力に50億円出資 GEと共同 伊藤忠。権益4割取得 日刊工業新聞 10/22
- NEDO 世銀と環境分野で協力 スマートコミュニティーなど 途上国普及図る 日刊工業新聞 10/22
- 製品安全規制 経産省、見直し調査開始 法体系 欧州型への転換焦点 日刊工業新聞 10/22
- 輸入停滞 影響軽減へ工夫 レアアース 磁石、使用量1/10 中国で加工し輸入 廃家電から回収 中国以外から4割超調達へ、経産省、ベトナムなど4ヶ国重点国 日本経済新聞 10/22
- 経産省 スマートコミュニティー 中国江西省で実証 電気新聞 10/22
- 世界の計画、数百ヶ所に 豪で無線電力計 ポルトガル、車効率化 世界の主なスマートシティ 日経産業新聞 10/22
- 電流遮断器 環境配慮型、中国で生産 日本 AE パワー 米豪向け コスト2~3割減 日経産業新聞 10/22
- レアアース 日・ベトナム共同開発 首相合意へ 官民で脱・中国 対日輸出 住商など計画 日本経済新聞 10/22

- レアアース 米国からも 住商、鉱山への進出検討 朝日新聞 10/23
- レアアース ベトナムで鉱山開発支援 政府、安定確保目指す 読売新聞 10/23
- 海水温で発電 エコ+α 温度差を巧みに利用 漁場再生、資源の回収も 日本経済新聞 10/24
- レアアース 日本、増産に協力を インド首相 技術・資金に期待 日本経済新聞 10/24
- 環境都市開発 送電網など 初期構想から提案 日本経済新聞 10/24
- 北アフリカから再生可能エネ 「日本企業 さらに参加を」 ミュンヘン再保険担当者 ラオホ氏 日経産業新聞 10/25
- 2010 年度 技術トレンド調査 電子工学に成果続出 酒に”酔う” 超電導が物議 日経産業新聞 10/25
- 「夢の光」原子レベル照らす X線自由電子レーザー (XFEL) 細胞を観察、新薬開発に期待 朝日新聞 10/26
- 日印 EPA 正式合意 首脳会談 レアアースで協力 対中で共同歩調 毎日新聞 10/26
- リニア、13 年度に試運転 JR 東海 営業車両、年度内に発注 日本経済新聞 10/26
- 経済連携協定の締結 日印首脳が合意 レアアース開発協力促進 日本経済新聞 10/26
- 東芝 日立 環境・エネで中国と連携 次世代送電網など産官学共同 CCS、水処理も 電気新聞 10/26
- リニア車両開発 空気抵抗大幅減 JR 東海 13 年度にも試運転 Fuji Sankei Business i. 10/27
- レアアース規制 EU が中国批判 朝日新聞 10/27
- 中国のレアアース輸出規制 磁石生産に影響も 日立金属が見解 日刊工業新聞 10/27
- ネオジウム磁石から レアアースを回収 東大が新技術開発 日刊工業新聞 10/27
- 最小の強誘電体開発 物材機構 ナノシート 2 種積層 日刊工業新聞 10/27
- ネオジウム磁石 リサイクル技術開発 東大、廃液処理必要なし 日経産業新聞 10/27
- ネオジウム磁石「シェア奪え」 大同特殊鋼 他社を引き離す 「レアアース」 中国で増産体制へ 日経産業新聞 10/27
- リニア新車両発表 JR 東海、長い「鼻」で低層音 日経産業新聞 10/27
- 中国、世界最速車両を投入 読売新聞 10/27
- 最速 550 キロ リニア「L0 系」 読売新聞 10/27
- 中国で「世界最速」鉄道開通 上海-杭州、最高速度 350 キロ 総投資額 3600 億円 日本経済新聞 10/27
- 第 23 回「国際超電導シンポジウム (ISS2010)」 電気新聞 10/28
- レアアース一段高 中国輸出停滞で 4~6 倍 年明け在庫切れも 日本経済新聞 10/28
- 中国レアアース 国家備蓄へ調整 朝日新聞 10/29
- レアアース 今後も協議 日中外相会談 関係改善で一致 中国が輸出再開か 米紙報道 朝日新聞 夕刊 10/29
- 環太平洋協定 米国が参加を歓迎 日米外相会談 レアアースで連携 日本経済新聞 10/29
- 原子力機構 核融合研究開発最前線 BA 六ヶ所サイトの全貌 将来、ITER の遠隔実験も 科学新聞 10/29
- レアアース不要 磁石を実用化へ TDK、5 年後めど 日本経済新聞 10/29
- 産業界絡む特会仕分け 対照的な評価に 経産省 「エネ」見直し小幅 国交省 インフラ特会 「必要性なし」 日刊工業新聞 11/01

- 日越でレアアース開発 両首脳合意 日本、原発2基受注 日本経済新聞 11/01
- ベトナム原発 日本受注 首脳合意 レアアース共同開発 読売新聞 11/01
- 官民「総力戦」で受注 インフラ輸出に弾み ベトナム原発 リスク負担 課題に 読売新聞 11/01
- 超電導モーター試作機 川重、出力450KW達成 船舶推進装置向け 日刊工業新聞 11/02
- 赤ワイン効果、お酒に浸すと超伝導に？超伝導活気 「思いつきの実験」で成果、なぞ探る 朝日新聞 11/02
- 最新の研究成果を報告 茨城で3日間 国際超電導シンポ開幕 電気新聞 11/02
- レアアース来年も制限 中国輸出 削減幅は縮小か WTOに盲点 輸出巡る「判例」ほぼなし 朝日新聞 11/03
- 中国、レアメタル10種備蓄へ 国内紙報道 輸出枠数%削減も 朝日新聞 11/04
- 電子対を形成する機構 鉄系超電導体で共通 東北大が解明 日刊工業新聞 11/04
- 中国、レアアースなど備蓄検討 Fuji Sankei Business i. 11/04
- 「太陽光」送電 落雷時も安定 電中研 普及に備え技術開発へ 日経産業新聞 11/05
- 太陽熱発電で提携 三井造船と大成建設 インドで事業化調査 集熱し蒸気化、効率高く アフリカや中東も開拓 欧米大手、市場をリード 後発の日本勢 コスト削減に力 日本経済新聞 11/05
- 鉄系高温超伝導体の超伝導機構 東北大グループ 統一的な理解に成功 新たな物質発見に期待 科学新聞 11/05
- 原子力機構 核融合研究開発最前線 JT-60SAへの期待 成果をITER実験計画へ反映 科学新聞 11/05
- ビスキャス、欧米に拠点 再生エネ市場を開拓 超高压送電ケーブル 受注へ提案力強化 日刊工業新聞 11/08
- 古河電工、電流制御0.001秒 超電導制流器 事故時対応、12年度実用化へ 日経産業新聞 11/09
- 最新の研究成果報告 Y系超電導国際会議 福岡で開催 電気新聞 11/09
- ビスキャスと丸紅 海底ケーブルを受注 13万2000V、アブダビで 電気新聞 11/09
- 超電導薄膜 作製速度、最大100倍 芝浦工大など 真空装置不要に 日経産業新聞 11/10
- レアメタル高騰 国際価格 年初比4~9割 車や家電向け 中国の規制響く 国際価格 企業収益圧迫も 日本経済新聞 夕刊 11/11
- ニホウ化マグネ超電導膜 常温で合成に成功 日刊工業新聞 11/11
- 原子力機構 核融合研究開発最前線 ブランケット技術開発を展望 各極でブランケットを開発 科学新聞 11/12
- 3D映像の脳への影響計測可能に MRI装置内 被験者に映像提示 NIST 評価装置を開発 科学新聞 11/12
- 経済連携協定 モンゴルと交渉へ レアアース安定調達 12年にも合意 日本経済新聞 11/12
- レアアース 中国「解決する」 朝日新聞 11/14
- レアアースの科学 ハイテク支える”調味料” 磁力や光 強める現象も 日本経済新聞 11/14
- 資源小国の選択 中国リスク「互恵」で抑える 日本経済新聞 11/16
- つくばナノテク研究拠点 経産省、投資前倒し 補正予算案に30億円 日刊工業新聞 11/17
- GE、ベンチャー投資拡大 新エネルギー12社・団体に46億円 次世代送電網など支援 日本経済新聞 11/17
- 超電導の対、ナゾ解明 広島大 産総研 ルテニウム酸化物で 日刊工業新聞 11/17
- 超電導の引き金 広島大など 「格子振動」が関与 磁石改良物質も同じ 日経産業新聞 11/17

- 大阪で国際セラミックス会議が開催 Fuji Sankei Business i. 11/17
- 「反物質」とらえた！ CERN・反陽電子減速器で実験 反水素原子 磁気瓶に 38 個閉じ込め 理研など国際チーム 性質見極め 日刊工業新聞 11/18
- 物材機構 希少金属対策に総力 代替・再利用 研究プロ発足 日刊工業新聞 11/18
- EV「蓄電池」に活用 三菱が実証実験 電力不足時 工場に供給 読売新聞 11/18
- 特許に勝る「秘伝のタレ」 標準握り技術優位性生かす 日本経済新聞 11/18
- 中国 レアアース 対日輸出 正常か 双日など商社が申請 日本経済新聞 11/18
- より高温で超電導も 岡山大 有機物の電子構造解明 日経産業新聞 11/18
- 「点から線へ」電力事業多角化 丸紅、念願の送電参入 成長性に着目、まず米東部で 投資判断、問われる巧拙 日経産業新聞 11/18

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導速報—世界の動き (10 月)

財団法人国際超電導産業技術研究センター
国際部

部長 津田井昭彦

電力

American Superconductor Corporation (2010 年 10 月 5 日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、同社 Y 系線材の従来の商品名を新たなものに変更した。以前、「344 線材」という商品名の Y 系線材は、同じ大きさの銅線材の 100 倍以上の電流が流せるという性能を反映した「Amperium™」に変更された。一本の Amperium 線で約 1 万户の米国の家庭の電力需要をまかなえるだけの電力を送ることができる。このような高い電力伝送能力により、電力ケーブルや風力発電機のような大型電力機器の設置面積を減らし、そのコストを低減することができる。

AMSC 社は、近い将来 Amperium 線材の需要が大幅に伸びるものと期待をかけている。韓国電力は、2012-2013 年頃、同社電力網に超電導ケーブルを相当程度導入することを考えており、韓国の LS Cable Ltd. は既に Amperium 線材を使って、韓国の商用電力網向けとしては初めての電力ケーブルの製造に着手している。米国では、Nexans 社が Amperium 線材を使って、Long Island Power Authority's (LIPA) の主要幹線で 2008 年 4 月から稼動している超電導ケーブル・システムをさらに延長するためのケーブル製造を行っている。米国の 3 大電力網を接続することを計画している Tres Amigas SuperStation においても Amperium 線材が使われることが見込まれる。さらに、他の用途としては、FaultBlocker™ サージ抑制ケーブル、都市部で使われる限流器、AMSC 社の SeaTitan™ 超電導風力発電機、大型モーター、米国海軍向け消磁システム等が挙げられる。

出典:

“American Superconductor Introduces Amperium™ Wire”

American Superconductor Corporation press release (October 5, 2010)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1478979&highlight

American Superconductor Corporation (2010 年 10 月 6 日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、世界最大規模の HTS 線材の発注を受けた。韓国 LS Cable Ltd. は、交流及び直流超電導ケーブル向けに 300 万メートルの Amperium™ 線材を発注した。AMSC 社は、2012 年に LS cable 社への出荷を開始する。LS Cable 社社長 Jong-ho Son は次のように述べた。「我々の目標は世界の電力会社が使う超電導電力ケーブル製造のリーディング・カンパニーとなることである。今回 Amperium 線材の購入契約を締結したことで、現在韓国電力と共同で進めている超電導ケーブル・プロジェクトに必要な線材を確保できる他、米国の Tres Amigas 計画のような海外商用プロジェクトへの参入機会への道が開ける。今回の契約は、AMSC 社と LS Cable 社の長期に亘る関係を背景としたものであり、この契約では両社は 2015 年末までに商用電力網における 50 回線 km 以上の超電導ケーブル設置に向け協力していくことが合意されている。AMSC 社長兼 COO、Dan McGahn は、「今回の受注により、我が社は実質的に数十億ドル規模になると確信している HTS 市場へ公式に参入を果たしたことになる。」と述べた。

出典:

“American Superconductor Receives 3 Million Meter Amperium™ Wire Order from Korea’s LS Cable Ltd.”

American Superconductor Corporation press release (October 6, 2010)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1479536&highlight

American Superconductor Corporation (2010 年 10 月 12 日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、メガワット級太陽発電所向けに設計された商用規模の電力網との結合システムを実現するために、同社の D-VAR® STATCOM ソリューションと PowerModule™ 電力変換システムを組み合わせた SolarTie Grid Interconnection ソリューションを市場に投入した。この SolarTie ソリューションは、定格 1.4 MW、1,000 V までの投入電圧に対応できる現在入手可能な最も堅牢な電力変換システムの 1 つである。SolarTie ソリューションは、ダイナミックに無効電力補償を行うもので、瞬時の測定と正確な補償を行うことができる機能を持つ。これにより、効率的な発電と厳密なグリッド管理を確実に行うことができる。このソリューションに付随して、AMSC 社は同社の Network Planning and Applications Group によるグリッド管理支援サービスを提供する予定。

AMSC 社社長兼 COO、Dan McGahn は次のように述べた。「過去 10 年間、我が社は幅広いソリューションを取り揃え、再生可能エネルギー市場のリーダーとしての地位を不動のものとしてきた。事実、我々の電力技術は世界の風力総発電量のほぼ 10% に相当する部分で活用されている。我々は、これまで培ってきた経験を基礎に、太陽光発電プラント事業者向けに最適化された、大電力接続ソリューションを提供してきており、これを誇りに思っている。我が社の SolarTie ソリューションは、運用の容易さ、プロジェクト・コストの低減、発電所の信頼性向上と言う面で業界の新しい標準となっている。」複数の産業アナリストが、2015 年までに SolarTie ソリューションの市場規模は約 20 億ドル程度になると予測している。

出典:

“AMSC Launches Its SolarTie™ Grid Interconnection Solution for Photovoltaic Power Plants”

American Superconductor Corporation press release (October 12, 2010)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1481362&highlight

Bruker Energy & Supercon Technologies, Inc. (2010 年 10 月 19 日)

Bruker Energy & Supercon Technologies, Inc. (BEST) は、Center for Advanced Power Systems at Florida State University (FSCU-CAPS) と 1 年間の受託研究契約を締結した。資金に関わる条件は公表されていない。この契約の主眼は、BEST 社のシールド鉄芯を使った超電導限流器 (iSFCL) を今後とも継続して開発することである。特に、今回の契約では、BEST 社の HTS 線材の交流損を調べ、限流器の寸法・形状及び構成部品につきモデルを使って検討し、最小化する。また、従来の飽和鉄芯コア型限流器と大きく異なる BEST 社の限流器 (鉄使用量が少ない) の設計の検証も行う。BEST 社 CTO、Klaus Schlenga は次のように述べた。「FSU-CAPS は、先端超電導機器、電力エレクトロニクス、新型回転機といった新しい大電力機器を電力システムに組みこむ経験が非常に豊富である。FSU-CAPS は、実機試験とシミュレーションを連動して行うことができる交流及び直流テストベッド (5 MW 級) を備えた最大級のリアルタイム・デジタル電力シミュレーターを保有しており、他にはない試験・実証設備が利用できる。今回の共同研究により、交流損を極小化した BEST 社の限流器技術が進歩し、新しい世代の電力制御システムである我が社限流器のユーザー・フレンドリーな運用技術が開発されるものと期待している。」

出典:

“Bruker Energy & Supercon Technologies Enters Into iSFCL Collaboration Agreement with the Center for Advanced Power Systems at Florida State University”

Bruker Energy & Supercon Technologies Inc. press release (October 19, 2010)

<http://www.bruker-est.com/pr101019.html>

マグネット

Bruker Corporation (2010 年 10 月 29 日)

Bruker 社は、フロリダ大学の National High Magnetic Field Laboratory (NHMFL) の指名により、世界初の 21 T フーリエ変換イオン・シンクロトロン (FT-ICR) 用マグネットの設計、製造を行うことになったと発表した。Bruker 社は、NHMFL の研究者とともにこのマグネットを設計する。National Science Foundation の資金を受けるこの契約総額は 1,000 万ドルを超える。マグネットの出荷は 2013 年前半が予定されている。FT-ICR 技術により質量分析計の解像度が最高となり、石油や代謝物、また、蛋白質のような分子量の大きな生体分子等の極めて複雑な物質の分析を行うことができる。現在稼動している FT-ICR システムの最高磁場は 15 T である。従って、21 T の新たなシステムが完成すれば、質量の分解能が 40 %、質量分析精度が 90 %以上と大幅に向上することになる。今回の 21 T マグネットは垂直方向のボアを持ち、室温ボア径 110 mm、マグネット自体は Bruker 社の冷凍技術 (UltraStabilized™) を使って冷却され、磁気シールドには Bruker 社の UltraShield™ 技術が採用される予定。マグネットに使われる超電導線材は、Bruker Energy & Supercon Technologies, Inc が供給する。

出典:

“National High Magnetic Field Laboratory at Florida State University Selects Bruker to Build World’s First 21.0 Tesla FT-ICR Magnet”

Bruker press release (October 29, 2010)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=121496&p=irol-newsArticle&ID=1489094&highlight>

医療

Bruker BioSciences Corporation (2010 年 10 月 21 日)

Bruker 社は、フランスの CEA NeuroSpin 研究センターに同社の BioSpec® 170/25 システムを設置する作業を終えた。このシステムは、垂直磁場としては世界最高の 17.2 T の強磁場マグネットを有する MRI であり、マグネットボア径は 25 cm である。この MRI は臨床試験前の研究に使われる最先端のシステムであり、スキャナーを使って小動物の生体画像を得ることができる。これにより、微細スケールの分子画像を得たり、また、脳機能や脳各部の結合状態といった情報を従来よりも高解像度で画像化することが可能になる。このような研究は、いずれ臨床応用され、人類の健康管理に大きな利益をもたらすことになる。この MRI マグネットには、Bruker 社の UltraStabilized™ 冷凍技術が使われており、極めて均一で安定性のよい強磁場が実現されている。NeuroSpin 研究センター教授 Denis Le Bihan は次のように述べた。「比類のないこの装置により、我々は初めて細胞レベルで脳全体の働きを調べることができるようになるだろう。これは、神経系の信号コードを理解する上で重要な一歩となる。」

出典:

“Bruker Announces Successful Installation of Record-Setting Ultra-High Field 17 Tesla Preclinical

MRI System at the NeuroSpin Research Center in France”

Bruker press release (October 21, 2010)

<http://www.bruker-biospin.com/pr101021.html>

National Institute of Standards and Technology (2010 年 10 月 14 日)

National Institute of Standards and Technology (NIST) 及び National Metrology Institute (ドイツ) の研究グループは、NIST の原子ベースの小型磁気センサーを使って、人間の心臓の鼓動を計測、このセンサーが生体医学へ応用可能であることを確認した。この研究は、臨床を模擬した条件下でこのようなタイプの小型センサー使用した初めての例である。実際の実験は、ドイツの Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) で実施された。PTB の建物は、高精度測定に不可欠な世界最高レベルの磁気シールド・システムを有する。この小型センサーは、1,000 億個のガス化されたルビジウム原子が封入された小箱、低出力赤外線レーザー及び光学系から構成されており、ベッドの上に仰向けに寝ている患者の左胸の約 5mm 上方に置かれた。センサーは、微弱ではあるが、心臓鼓動の規則的な磁気信号を検知することに成功した。同じ信号が、磁気測定では「標準」とされている SQUID でも測定、記録された。この 2 つの信号を比較し、NIST の小型センサーが心臓の鼓動を正しく計測していること、多くの典型的な信号の様相を捕まえていることが確認された。この小型センサーは SQUID よりは多くの信号干渉を起こすものの、室温で稼働させることができるという利点を持つ (SQUID は冷却や複雑かつ高価な補助装置が必要)。これらの結果は、NIST の小型センサーが心電図測定装置の補助ないしは代替装置としての心磁計の機能を果たしうることを示すものである。今回の結果は、Applied Physics Letters に掲載された。

出典:

“NIST mini-sensor traces faint magnetic signature of human heartbeat”

National Institute of Standards and Technology press release (October 14, 2010)

http://www.nist.gov/pml/div688/magnetic_101310.cfm

エレクトロニクス

National Institute of Standards and Technology (2010 年 10 月 27 日)

National Institute of Standards and Technology (NIST) は、世界のユーザーに新しい 10 V 電圧標準の出荷を開始した。この電圧標準は、直流及び交流の測定が可能であるプログラマブルな装置である。このシステムは、量子現象と単純な数式を使い、超電導集積回路により電圧を測定することができる。超電導集積回路は、300,000 のジョセフソン接合から構成されており、各々の接合は正確に同一の電圧を生成する。測定は、ジョセフソン効果を使って行われる。既知の周波数を持つマイクロ波が回路に入射すると、ジョセフソン接合は電波の周波数及び 2 つの自然界が持つ基礎定数から計算される電圧を発生する。新しい 10 V 電圧標準は、干渉に極めて強く、出力安定性に優れ、直流測定や交流波形生成のための装置構成と実際の測定が簡便であるという、従来の標準測定に比べてこれまでにない利点を有する。また、交流電圧は、数百ヘルツまでの周波数域で正確な電圧校正を行うことができる。最初の電圧標準はフロリダの Kennedy Space Center に出荷された。これ以外にも、ブラジルや台湾の標準研究所から注文が寄せられている。

出典:

“NIST ships first programmable AC/DC 10-volt standard”

National Institute of Standards and Technology press release (October 27, 2010)

http://www.nist.gov/pml/quantum/20101026_volt.cfm

量子計算機

University of California – Santa Barbara (2010 年 10 月 4 日)

University of California at Santa Barbara (UCSB) の研究グループは、量子計算機の製作に向け大きな前進を遂げた。これまで、固体回路を使った量子エンタングルメントの実験はわずか 2 つの Qubit で行われてきた。しかし、UCSB では 3 つの Qubit による実験に成功した。研究グループは、量子計算の分野で超電導量子回路の研究やその適用範囲について研究を行っている。Nature に発表された最近の研究によれば、研究グループは 3 つの位相結合した Qubit からなる回路を作製、作動させ、エンタングルした量子状態を生成することに成功した。UCSB の大学院生、Matthew Neeley は次のように述べた。「エンタングルメントという概念は最も奇妙で、かつ、直感になじまない量子現象の 1 つである。この現象は、体系中の異なる部分が強く相互作用しあっている量子状態の 1 つである。これは、しばしば、2 つのコンポーネントから構成されるシステムに倣って説明される。しかしながら、3 つのコンポーネントから構成される系や、さらに大きな量子系を考えた場合、エンタングルメントの物理はより内容豊富でより興味深いものとなる。エンタングルメントは量子計算機が従来計算機に対し優位性を持つための源泉であり、多数のコンポーネントによるエンタングルメントの実現は量子計算機を作り出すための重要なステップである。」Yale University の研究グループも同様な結果を論文投稿している。UCSB 及び Yale University の研究グループは、両者とも、3 つの結合した超電導 Qubit の初めての実証実験を行った。

出典:

“Quantum computing research edges toward practicality in UCSB physics laboratory”
University of California at Santa Barbara press release (October 4, 2010)
<http://www.ia.ucsb.edu/pa/display.aspx?pkey=2336>

加速器

Brookhaven National Laboratory (2010 年 10 月 15 日)

Brookhaven National Laboratory に設置された Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) 及び NASA Space Radiation Laboratory に間もなく新しいビーム源が納入される。Electron Beam Ion Source (EBIS) というこの新しい装置は、現在のものより多種多様なビーム生成と加速を行うことができるため、従来できなかったようなイオンを使った実験を行うことができるようになる。EBIS は、1.5 m 長さの円筒状の超電導マグネット内部に設けられた帯電したチャンバーに、原子やイオンを補足することにより動作する。片方の端部で生成された電子がこのチャンバーを走り抜けて、内部に補足された原子から制御された状態で電子を取り除いてイオン化し、その結果生成されたチャンバー内の荷電イオンを印加電圧により保持する。所定数の電子を剥ぎ取った後、電圧が取り除かれイオン・ビームがチャンバーから放出される。このイオン・ビームは 2 つの小型線型加速器により、次段の加速器への投入に必要なエネルギー・レベルまで加速される。EBIS では、今年秋に NASA 研究者にヘリウム・イオンの供給を開始し、2011 年冬遅く又は春頃に最初の RHIC における最初のウラン原子衝突実験を行う予定。

出典:

“New beam source for Brookhaven accelerators”
Brookhaven National Laboratory press release (October 15, 2010)
http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=1184

基礎

University of British Columbia (2010 年 10 月 14 日)

カナダ University of British Columbia の研究グループは、銅酸化物中の高温超電導は非コヒーレント励起と呼ばれる現象と関連していることを示した。これは、超電導が生成する前に銅酸化物内で起こっている電子的なレスポンスに対し一定の知見を与えるもの。この研究は、超電導体中の明確に定義された独立粒子の振る舞いや独立粒子としての性質を失う多体相関係への変遷を測定した初めてのもの。同大学物理・天文学部 Electronic Structure of Solids のカナダ研究チェアで準教授の Andrea Damascelli は次のように述べた。「我々はこれまで、銅酸化物における電子の性質を非超電導状態から超電導状態までの相図内で直接定量的に測定することに成功していなかった。今回、先端分光技術と本学で作製された不純物が非常にすくない結晶を使い、異なる相間同士の遷移プロセス全域において、高温超電導材料の表面化で何が起きているかを初めて測定することができた。」研究チームは、銅酸化物がアンダードープ状態に入ると電子の準粒子性が急速に失われることを測定で示すことができた。これは、アンダードープ状態に入ることによりフェルミ粒子に付随するいくつかの重要な概念が破綻しており、超電導性を説明するためには新たな理論的方向付けが必要であることを示唆している。この研究結果は、Nature Physics 最新号に掲載された。

出典:

“‘Incoherent excitations’ govern key phase of superconductor behavior, UBC research”

University of British Columbia press release (October 14, 2010)

<http://www.science.ubc.ca/news/473>

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化情報 12月のトピックス

—船木和夫教授-平成 22 年度工業標準化事業表彰経済産業大臣表彰受賞—

平成 22 年 10 月 18 日 (月)、九州大学大学院システム情報科学研究院 船木和夫教授が超電導分野における工業標準化事業の功労者として経済産業大臣表彰を受賞した。授与式は、都市センターホテル 3 階「コスモホール」にて経済産業大臣大畠章宏代理の経済産業大臣政務官田嶋要氏によって執り行われた。この授与式では、工業標準化事業表彰の内閣総理大臣表彰 (個人 1 名)、経済産業大臣表彰 (船木和夫教授他 19 名、組織 3 団体)、国際標準化貢献者表彰の産業技術環境局長表彰 (個人 24 名)、国際標準化奨励者表彰の産業技術環境局長表彰 (個人 4 名)、IEC1906 賞表彰 (個人 20 名)、標準化貢献賞表彰 (個人 5 名)、標準化貢献特別賞表彰 (組織 1 団体) がそれぞれ受賞した。

船木和夫教授は 1999 年から IEC/TC90/WG9 (超電導/交流損失試験方法) のコンビナーを務め、「超電導—交流損失試験方法—ピックアップコイル法による交流横磁界中のニオブ-チタン複合超電導線の全交流損失測定」及び「同一—磁力計法によるニオブ-チタン複合超電導線のヒステリシス損失測定」の制定及び改正に対して中心的役割を果たした。また、同年から JIS 原案作成委員に就任し、特に 2003 年～2004 年にかけては委員長を務め、国際規格の JIS 化に尽力するなど、超電導分野の国内外標準化活動に多大な貢献をされている。



経済産業大臣表彰受賞者記念撮影 (最後列右から 5 番目、船木和夫教授)

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

「イットリウム系超電導技術国際ワークショップ (CCA 2010)」報告

九州大学
大学院システム情報科学研究院
教授 木須隆暢



議長開会の辞

イットリウム系高温超電導線材の開発と機器応用に関する国際会議 (International Workshop on Coated Conductors for Applications (CCA) 2010) が、2010 年 10 月 28 日～30 日にかけて、福岡ソフトリサーチパークならびに九州大学伊都キャンパスにおいて開催された。議長：木須隆暢 (九州大学)、主催：九州大学超伝導システム科学研究センター、財団法人国際超電導産業技術研究センター、産業用超電導線材・機器技術研究組合、後援：九州電力株式会社、太陽日酸株式会社、協賛：低温工学協会、社団法人電気学会。

本会議は、低炭素化技術のキーテクノロジーとして世界的に注目されているイットリウム系酸化物超電導線材の高性能化と低コスト製造技術確立し、革新的パワーデバイスを実現することを目的に、材料プロセス開発、特性評価、さらに機器応用分野の最新の研究成果の発表と、研究者相互の密接な議論の場を提供することで、オープンイノベーションによって当該分野の開発を加速する役割を担ってきた。2000 年にゲッチンゲン大学 (ドイツ) での開催を皮切りに、欧州、米国、アジアの各都市で毎年開催されており、今回第 11 回目を迎える本会議は、日本での 2 度目の開催となった。参加者総数は、9 カ国より 92 名 (内、海外から 52 名) と国際色豊かに、各国から第一線の研究者が集結した。

超電導体の持つ電気抵抗がゼロという特性は、エネルギー損失のない電力輸送や電力貯蔵、強磁場の発生など、従来材料では実現不可能な応用分野を開拓し、低炭素化の流れの中で、優れた省エネルギー材料としてその実用化が期待されている。近年、日韓ならびに欧米での大型国家プロジェクトを中心に、急速な研究の立ち上がりを見せている。1986 年のベドノルツ博士、ミューラー博士による酸化物超電導体の発見より 20 年あまりの研究を経て、ようやく産業応用が開始されようとしている。

本会議におけるプログラム編成にもこの点が色濃く現れており、1) 基調講演による各地域のプロジェクトのレビュー、2) 各国産業界からの研究者を中心とした産業セッション、3) 官学の研究者が中心となって、より高性能・低コスト化の為の要素技術開発を目指す戦略的基盤研究のセッション、4) これまでの研究開発を振り返ると共に、将来展開を議論したランプセッション、5) ポスターセッション、6) 総括セッションが行われ、3 日間に亘る熱のこもった議論が展開された。また、企業展示ブースでは、九州電力による超電導変圧器のモデル巻線の実物が展示され、参加者の注目を集めていた。基調講演では、4 名の招待講演者によって、それぞれ日本、韓国、欧州、米国における国家プロジェクトによる研究展開の紹介があった。引き続き、機器応用に関する産業セッションにおいて、電力機器メーカー、電力会社を中心としたユーザーによる超電導機器開



基調講演
(塩原融超電導工学研究所所長)

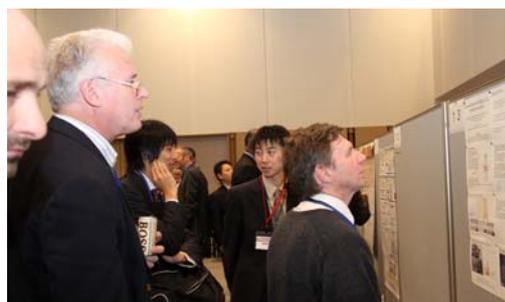
発について講演が行われた。日本からは、大電流、高電圧超電導電力ケーブル、限流機能付き超電導変圧器、超電導エネルギー貯蔵装置に関する開発状況の紹介が行われた。海外からは、韓国、米国における電力ケーブル開発状況、限流器、超高磁界マグネット開発に関する発表が行われた。各機器の市場投入時期、そのために必要となる線材の要求仕様に関する熱心な議論が行われた。

つづく線材製造に関する産業セッションでは、日本、韓国、米国の主要線材メーカーより、超電導長尺線材の量産化技術について講演が行われ、コスト低減の目標、達成すべき線材性能とそのための方針に関する議論が行われた。これまで先頭を走っている日米両国での長尺均一性、輸送電流性能の一層の向上が達成されている一方、韓国の追従が著しいことを印象づけた。各社とも、研究開発の段階から産業用途を視野に入れた量産体制に着実にシフトしつつある。

戦略的基盤研究セッションでは、ナノ組織制御による最大磁束ピン止め力の向上、ナノロッド長の人為的制御と臨界電流特性、3次元ナノ組織観察、低コスト化に向けた新規プロセスの提案、線材特性の可視化技術、集合導体化技術等に関する発表が行われ、ナノ組織の制御技術、低コスト化の為に必要技術とマイルストーン、革新的新規プロセスへの展開、大容量低損失導体化に向けた研究課題とそのための方針に関して熱心な意見交換が行われた。



熱のこもった会場での質疑



ポスターセッション

多くの日本のグループから世界トップレベルの研究結果が発表され、本会議の成功に対して、日本の超電導研究者の果たした役割は極めて大きい。超電導分野における日本の優位性を改めて示すと共に、今後の実用線材・機器開発に向けた更なる進展が示唆されるものとなった。次回の開催は、フロリダ州立大学ラルバレスティア教授が議長を務め、2011年もしくは2012年の初頭に米国フロリダ大学近郊において開催されることとなった。本ワークショップに関する詳しい内容は、会議のホームページ (<http://www.cca2010.org/>) でも見ることが出来る。



集合写真

【隔月連載記事】

超電導モータの過去・現在・未来（その6）

京都大学大学院
工学研究科電気工学専攻
准教授 中村武恒

本連載では、“モータ”という応用機器を舞台とし、超電導技術の過去と現在について紹介させて頂いた。モータは、便利な電気エネルギーを使って様々な機械の仕事をしてくれる私たちの生活に欠かせない電気（電力）機器である。我が国の電力供給事情を鑑みると、一次エネルギーを直接利用する動力源・駆動源に比較して、圧倒的に二酸化炭素排出量の少ない電気エネルギー利用のモータを使用することは、これからも極めて重要な技術として位置付けられる。

既存のモータを振り返ると、制御性の良い直流機の時代から、安価でメンテナンスの容易な誘導機に置き換わり、パワーエレクトロニクス技術の進展に相俟って産業分野や輸送分野他で広く使われるようになった。特に産業分野では、産業の米と呼ばれるほどモータは不可欠となっている。その後、永久磁石回転機の実用化と制御法の進展により、可変速駆動の趨勢の中でモータは更なる進化を遂げている。

従来形（常電導）モータの性能を評価する指標の一つは、出力密度やトルク密度（単位体積若しくは単位重量当たりの出力やトルク）である。一般に、電気機器は体格を大きくすれば効率が高くなる傾向にあるが、同一出力・同一効率で如何に小形のモータを実現できるかは研究開発者の重要な課題の一つと考えられる。しかしながら、出力密度を上げていけば発熱密度即ち単位体積当たりの発熱が大きくなり、冷却が苦しくなってくる。従って、さまざまな冷却方法が考えられており、冷却系まで含めてモータ仕様を考える必要が生じている。例えば、筆者の実験室に置かれているあるメーカーの永久磁石モータ（30 kW）は、小形で高効率であるが、連続駆動の条件として、搭載されている冷却ファン駆動用の 200 V 誘導機を常時駆動しなければならない。

一方、本質的に冷却システム（上記発熱を冷却するのではなく、極低温度に冷却するシステム）が必要な高温超電導モータも、これからのモータの選択肢として検討されるべきと思われる。繰り返しになるが、高温超電導モータをある程度の汎用機として実用するならば、冷却の課題を解決する必要がある。ただし、上記高出力密度化・高トルク密度化を指向する場合、高温超電導モータは大変有利であり、つまりモータ本体からの発熱は極めて小さい（鉄心を使用するモータの場合、鉄損が大きくなる高速回転時は除く）。また、ある程度のコンパクトなサイズまでは、超電導状態を実現するための冷凍機負荷も軽減されると期待される。その場合、“既存（常電導）機の発熱に対処するための冷却”と、“（発熱が極めて小さい）高温超電導機を運転するための冷却”を比較して、どちらにメリットがあるかという観点から検討されるのではないかと考えられる。既述したように¹⁾、上記冷却の観点からは、論理的には高温超電導機の冷却の考え方は“合目的”的に感じる（低損失の高温超電導機を実現するための、最低限の冷却という意味）。勿論、極低温冷却用冷凍機の成績係数（COP）を考えると、技術的に簡単な問題で無いことは容易に理解される。しかしながら、例えば蓄冷材との組み合わせで暫時冷凍機を停止するなどのアイデアによって、発熱を冷却するために電力を必要とする既存常電動機を圧倒できるシステムサイドのブレイクスルーが期待される。さらに、室温超電導に近い新材料が開発されれば、技術革新が起こることは間違いないと思われる。

やや話は飛躍するが、高温超電導体における磁束格子融解の指標として Lindemann criterion c_L が用いられる²⁾。高温超電導体においては、 c_L が 20 数%に達すると熱力学的な一次の相転移が起こ

り、量子化磁束格子の融解が起こる。仮に、この **critereion** が高温超電導モータの実用化度（ある分野における高温超電導モータの利用率）にも当てはまると仮定すると、結構敷居が高いように感じる。あるアプリケーションに関して、5 台に 1 台は高温超電導モータである必要があることになる。しかしながら、特に近年の産官学の研究開発によって、船舶用のモータについては実用化の足音が聞こえているように感じる。勿論、他のアプリケーションに関しても精力的開発が実施されている。我が国における、モータ開発技術や同制御技術は世界一である。また、我が国の高温超電導材料技術も世界一と言っても過言で無い。従って、二つの世界一を有機的に結び付けることによって、モータの新しいイノベーションやあるいはパラダイムシフトが起こると大いに期待される。どの回転機が一番乗りで **Lindemann criterion** を超えるか、わくわくしながら筆を置く。

一年間、浅学な筆者にお付き合い頂き、ありがとうございました。

参考文献：

- 1) 中村武恒, 超電導モータの過去・現在・未来（その 1）, 超電導 WEB21, 2010 年 2 月
- 2) 野々村禎彦 他, 日本物理学会講演概要集 53(2-3) (2010) 634

[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場

Q&A

Q: 「イットリウム系高温超電導線材を用いた小型超電導磁石が開発されたと聞きましたが、どのような特徴があるのでしょうか？」

A: 鉄道総研ではイットリウム系高温超電導線材をリニアモーターカー用超電導磁石へ適用する検討を進めています。リニアモーターカーは、超電導磁石と専用の冷凍機をセットで車両に搭載し、常電導の地上コイルとの間の電磁力によって車体を推進・浮上・案内する仕組みですが、イットリウム系線材は従来のニオブチタン線材よりも高い温度で使用できるので、車載冷凍機の重量や消費電力、コストを低減できるメリットがあります。さらに、超電導コイルの運転温度を 50 K まで向上すると、コイルの熱容量がこれまでの 4.2 K で使用する場合に比べて約 1,000 倍まで増大するので、ある程度の時間であれば、車載冷凍機を搭載しなくても磁石が運用できる可能性がでてきました。こうなると超電導磁石が高压ガス保安法の適用から除外されますので、法的な面からも有利です。

そこで今回は、イットリウム系線材で製作した小型のレーストラック型コイルを、冷凍機無しの断熱容器に納め、持ち運びの可能な「モバイルマグネット」として開発しました。コイルの冷却は磁石内部の冷却用配管に外から低温ヘリウムガスを供給する方式とし、20 K 以下の温度まで冷却した後、配管を切り離す構造としました。また、低温部に設置した機械式スイッチ（常温部のハンドル操作によりオンオフを行う。）を用いて閉ループ電流回路を構成することにより、励磁電源分離後の磁場発生を可能としました。

機械式スイッチをオフにすることにより磁石の消磁をする様子が動画で確認できます。



この超電導磁石は、コイル温度 50K において 1T 以上の磁場を発生することができます。また、高温超電導コイルの周囲に配置した金属の熱容量を利用することと、断熱容器内部に設置した活性炭で容器内の真空度を保持する工夫により、コイル温度 50 K 以下を 9 時間保持できることを確認しました。この保冷能力によって、本超電導磁石は励磁電源や冷凍機を切り離れた後も長時間に渡る磁場発生が可能となりました。これまで超電導につきものであった冷凍という重荷を切り離したことになります。これにより、従来の超電導磁石では考えられなかった、永久磁石のように持ち運びが自在で取り扱いが容易な、超電導磁石の新しい形態を実現しました。まだ磁石のサイズや発生磁場もリニアモーターカーで使えるスペックには至っておりませんが、開発課題も多々ありますが、

財団法人 国際超電導産業技術研究センター 〒135-0062 東京都江東区東雲 1-10-13 T el: 03-3536-7283 F ax: 03-3536-7318

このような形態の超電導磁石は他分野への活用も可能と考えております。

今後は、ここで得られた知見を元にイットリウム系線材あるいはガドリニウム系線材等による 5 T 級の超電導磁石開発を進めていく計画です。

本開発は国土交通省の国庫補助金を受けて実施しました。

参考 URL :

<http://www.rtri.or.jp/press/h22/20100630.html>

http://www.rtri.or.jp/rd/openpublic/rd77/CS/cs_1.4.html

回答者：財団法人鉄道総合技術研究所

浮上式鉄道技術研究部低温システム研究室 研究室長 長嶋 賢 様

[超電導 Web21 トップページ](#)