

掲載内容 (サマリー):

トピックス:

第17回国際超電導産業サミット報告 (ISIS-17)

特集: 第21回国際超電導シンポジウム (ISS2008)

第21回国際超電導シンポジウム (ISS2008) 開催

ISS2008 トピックス: 物理化学分野

ISS2008 トピックス: パルク分野

ISS2008 トピックス: 線材・テープ材・特性評価分野

ISS2008 トピックス: 薄膜・接合・エレクトロニクスデバイス分野

ISS2008 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 (10/16-11/19)

超電導速報 世界の動き (2008年10月)

標準化 - ISTE C・NEDO、つくば市にて第6回超電導電力機器関連パネル討論会開催

標準化 - ISTE C・NEDO、つくば市にて第2回超電導エレクトロニクス関連パネル討論会開催

標準化 - IEC/TC90、つくば市、日本にて第6回WG12会議開催

標準化 - IEC/TC90・VAMAS/TWA16、つくば市にて合同会議開催

標準化 - 済産省、幸坂 紳氏らに平成20年度工業標準化事業表彰

CHATS on Applied Superconductivity 2008 (CHATS-AS 2008)報告

隔月連載記事 - やさしい超電導電力機器のおはなし (その6)

読者の広場(Q&A) - 超電導電力機器にはどのような冷却機が必要でしょうか?

[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/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。

<http://ringring-keirin.jp>



トピックス：第17回国際超電導産業サミット (ISIS-17) 報告

平成20年10月30日(木)、31日(金)、茨城県つくば市で第17回国際超電導産業サミット (ISIS-17) が開催された。今次会合は日、米、欧、ニュージーランド、韓国及び中国から約40名の参加があった。

従来サミットは、日米欧の3極により運営されてきたが、今回のサミットでニュージーランドが正式メンバーとして認められ、今後サミットは日米欧に加えてニュージーランドにより運営されていくことが決まった。近時、超電導開発は日米欧の枠を超えニュージーランド、韓国、中国などでも活発な動きを見せている。このような動きを踏まえ、サミットメンバーの中で新たなメンバーを迎えるための仕組み作りが検討され、今回ニュージーランドから正式メンバーとして参加したいとの申し出があり、これが認められたもの。現在、ニュージーランドでは、電力応用を目指したY系ケーブルの開発が進められており、これを変圧器に適用するための研究開発に着手したところである。また、超電導商品としてのHTSマグネットを販売する企業 (HTS-110社) も活発に活動している。



ISTEK 清川専務理事の開会挨拶

サミットは、1992年に米国で第1回サミットが開催されて以来今回で17回目を数える。今次会合のテーマは「Expansion of Superconductor Applications」。日本では、2008年3月、「超電導応用基盤技術研究開発プロジェクト」が成功裏に終了し、本年度から、その成果を踏まえた「イットリウム系超電導電力機器技術開発プロジェクト」がスタートした。今次会合では、日本から塩原超電導工学研究所所長代行が以上を踏まえた日本側の総合報告を行った。また、欧州からはColumbus Superconductors社のGianni Grasso、米国からはFlorida State UniversityのSteinar J. Dale、ニュージーランドからはHTS-110社のDonald Pookeがそれぞれ各国の総合報告を行った。また、オブザーバー参加の韓国及び中国から、Changwon National UniversityのMinwon Park、精華大学の韓征和がそれぞれ報告を行った。その後、電力分野、エレクトロニクス分野での主要な成果、今後の計画、実用化の進展状況等について各国からの報告があり、議論も活発になされ、非常に密度の高い会議であった。

米国では、SPI (Superconductivity Partnership Initiative) の下でのケーブルプロジェクトの他、新たなケーブル、FCL実証プロジェクトにも着手している。また、Y系線材の開発が大きく進展しており、これらプロジェクトの一部ではY系線材が使われている。これらプロジェクトには日欧の企業も参加しており、国際プロジェクトの色彩も帯びている。欧米では、この他、超電導モーターを始めとした応用機器の開発が着実に進められてきており、技術の厚みは年々増してきている。また、欧州では、 MgB_2 の実用化にも力を入れており、その線材がすでに商品として販売されている他、そのマグネット応用も進められている。韓国においては2001年に開始されたDAPAS (Development of the Advanced Power system by Applied Superconductivity technologies) 計画が最終フェーズに入り、高温超電導実用化に向けた動きを加速している。また、中国も着実に開発を進めつつある。

以上のように、高温超電導実用化の動きは日米欧の枠を超えて拡大しつつある。一方で、最近のエネルギー価格の高騰を背景として、エネルギー問題は我々の安全保障にも関わる問題であるとの認識が高まりつつあり、同時に、CO₂の排出にともなう地球温暖化の問題は全世界的に重要な政治課題となりつつある。自然エネルギーの利用技術、省エネ技術は我々の持続的な経済発展を約束するものであり、超電導技術は大きな選択肢の1つである。今次会合は、日米欧の超電導に係る進展は当然のこととして、ニュージーランド、韓国、中国といった従来の日米欧の枠を超えた超電導開発・利用に向けた水平的広がりを強く印象付けるものであり、今後の持続的な発展に向け超電導に対する期待が世界的に広がりつつあることを強く訴えるものであったと言える。

次回サミット (ISIS-18) は、ニュージーランド、ウェリントンで来年度開催されることが決まった。



ISIS-17 会場風景

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第21回国際超電導シンポジウム (ISS2008)

「第21回国際超電導シンポジウム (ISS2008) 開催」

(財) 国際超電導産業技術研究センター (ISTEC) は、平成20年10月27日(月)～29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 (ISS2008) 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21回目を迎えた。今回は、海外参加157名を含め総参加者684名、参加国18ヶ国となり非常に盛会となった。発表は招待講演者75名を含め、口頭講演130件、ポスター講演368件の合計498件となった。講演の論文は論文誌エルゼビア・Physica 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、二階俊博経済産業大臣 (代読 関東経済産業局長 塚本修氏) の来賓祝辞に続き、瀧田宏樹氏 (筑波大学)、Paul M. Grant 氏 (スタンフォード大学) 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、塩原融氏 (ISTEC/超電導工学研究所) が「日本における Y 系超電導線材の開発とその電力応用—新5年プロジェクト Y 系超電導電力機器技術開発—」、また、J. W. Spargo 氏 (Northrop Grumman Space Technology) が「ハイエンドコンピュータのための超電導技術」と題して講演された。基調講演では、大貫惇睦氏 (大阪大学) が「重フェルミオンシステムの超電導性」、D. F. Lee 氏 (オークリッジ国立研究所) が「米国における次世代線材開発の進展」、松本要氏 (九州工業大学) が「HTc 超電導体中の磁気ピンニングへのナノテクノロジー適用の挑戦」、J. Maguire 氏 (American Superconductor Corporation) が「AMSC における高温超電導ケーブルと限流器プロジェクトへの取り組み」、田中啓一氏 (SII ナノテクノロジー) が「電子顕微鏡を用いた材料分析用トランジションエッジセンサーシステム」、生田博志氏 (名古屋大学) が「アプリケーションからの要求を満たすためのバルク超電導体の作成と磁化技術」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。

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、「高 Tc キュープラテス中の擬ギャップと超電導ギャップの関係」「新高 Tc 超電導体 オキシニクタイト」と題する 2 回のトピカルセッションが企画され、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、田島節子氏（大阪大学）が物理・化学・磁束物理分野を、I-G. Chen 氏（National Cheng Kung Univ.）がバルク分野を、D. F. Lee 氏（オークリッジ国立研究所）が線材・テープ分野を、吉川伸行氏（横浜国立大学）と明連広明氏（埼玉大学）が薄膜・デバイス分野を、P. N. Barnes 氏（Air Force Research Laboratory）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 ISS2008 運営委員長の清川寛 ISTE C 専務理事から閉会スピーチがあり、来年 11 月 2 日（月）～11 月 4 日（水）の 3 日間、つくば市で開催予定の ISS2009 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 普及啓発部長 佐伯正治)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 21 回国際超電導シンポジウム (ISS2008)

「ISS2008 トピックス：物理化学分野」

大阪大学大学院
理学研究科
教授 田島節子

本分野では、130 以上の発表が行われたが、ここでは 2 つのトピカルセッション (TS) での講演についてのみまとめる。

TS「銅酸化物超電導体における擬ギャップと超電導ギャップの関係」では、超電導転移温度 T_c より遥かに高温から開く擬ギャップの起源について、集中的に議論が行われた。擬ギャップについては、「超電導の前駆現象である」という見方と、「超電導と競合する秩序の表れである」という正反対の見方がある。この問題について、Kaminski (Iowa 大) と田中 (阪大) は、角度分解光電子分光の測定から、超電導ギャップと擬ギャップは、エネルギーが異なるだけでなく、その k 依存性や温度依存性、ドーピング依存性が全く異なる、と報告した。また幸坂 (理研) は、走査型トンネル顕微鏡の観測から、超電導ギャップがブリルアンゾーンの半分のところで観測できなくなり、それより外側では、電荷秩序状態に対応する非コヒーレント状態となっていると報告した。一方、超電導前駆現象を主張する最も有力な実験結果は、ネルンスト効果の実験であったが、Behnia (ESPCI) は、BCS 超電導体である NbSi 薄膜でも、超電導転移温度の 30 倍の高温からネルンスト信号が観測されることを報告し、銅酸化物だけが特別ではないと主張した。Drew (Maryland 大) は、赤外領域のホール効果測定から、不足ドーピング領域では非常に小さなフェルミポケットが形成されたことを報告した。このような擬ギャップ形成或いはフェルミ面の変化の原因として、強い電子相関 (Jarrell: Cincinnati 大) 或いはスピン揺らぎ (紺谷: 名大) が理論サイドから提案された。

もう一つの TS「新高温超電導体鉄系オキシニクタイト」では、今年 2 月に発見された新超電導体について、発見者である東工大細野グループや、その後素早く転移温度上昇を実現した中国の研究グループ、理論計算の研究者からの講演があった。現在の最高の T_c は、SmFeAs (O,F) で報告されている 55 K である (Ren: 中国科学技術院) が、全部で 4 種類の層状構造鉄化合物で超電導が発見されている。興味深いのは、CaFeAsF において Fe を 10%Co で置換すると超電導が出現すること (平野: 東工大) や、Fe/As の結合長や角度に T_c が敏感であること (Lee: 産総研)、異方性が 2-5 程度でそれ程大きくないこと (Wen: 中国科学技術院)、 s 波超電導であるらしいこと (Kondo: Iowa 大) などである。

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第21回国際超電導シンポジウム（ISS2008）

「ISS2008 トピックス：バルク分野」

バルク関係の報告は、BL セッションでは、REBCO バルクの作製方法や特性向上・評価に関する報告が25件、応用関係が10件、MgB₂多結晶の物性向上に関する発表が9件、Bi系単結晶の作製方法や評価に関する発表が5件あった。また、SA セッションにおいても、バルク体を利用した応用開発に関わる発表が8件ほど行われた。以下、興味を持った発表のいくつかを報告する。

まず、生田氏（名古屋大学）が、ZnによるプレーンサイトCu置換、CoによるチェーンサイトCu置換及びREサイトのCa置換の単独あるいは併用による J_c -B特性の向上手法やパルス着磁などに関して報告を行った。K.Iida（IFW、独）からは、バルク超電導体のリサイクルという面白い観点での報告があった。成長済みのGdBCO系バルクを粉砕して再度バルクの成長を試みたところ、ほぼ同等品が作製できるとのことである。欠陥を抑制し強度を向上させる技術として、藤本氏（鉄道総研）らは、酸素中で作製することで高密度化したGdBCOバルクの機械的特性が向上することを報告した。また、X.Chaud（CNRS、仏）らは、高温高压酸素下で熱処理することで、非常に短時間で、かつクラックのないバルク体が作製可能と報告した。堀井氏（東京大）は、層状酸化物の各結晶軸方向の磁化率と結晶の形態の違いを利用し、静磁界、回転磁界などを併用して印加することで、2軸配向が得られることを示した。新たな磁気科学として興味深い。応用関係では、バルク体の特徴である、非接触安定浮上や小型強力磁石の応用において面白い結果が出つつある。浮上応用としては、フライホイール（FW）、アクチュエータ、攪拌機やスピンコートなどへの応用が報告された。ここで、長嶋（鉄道総研）らは、高磁界勾配を持つように設計した超電導マグネットと60mmφのGdBCO系バルク超電導体を用いて、9000Nという非常に大きな浮上力を得ることが出来ると報告した。これを用いて鉄道向けFWに利用したいとのこと。T.H.Song氏（KEPRI、韓国）らは、電力負荷平準化用FWを開発している。10kWhまでの試験を既に終了し、100kWh級の製作を開始するとのこと。ここで、バルク体は横プレを制振するためにラジアル型磁気軸受けとし利用している。また、大きな磁気勾配を利用した磁気誘導薬剤搬送システム（MDDS）や磁気分離装置、内部の均一磁場を利用したコンパクトNMRに関する研究開発など、バルク体の特徴を活かした応用が報告された。

（SRL/ISTEC 材料物性バルク研究部 坂井直道）

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第21回国際超電導シンポジウム（ISS2008）

「ISS2008 トピックス：線材・テープ材・特性評価分野」

ISS2008における線材の発表としては、Oralが29件、Posterが100件あり、材料別の内訳として、LTS：1件、MgB₂：12件、Bi系線材：12件、Y系線材97件であった。MgB₂線材では、In-situとEx-situの手法に関してNIMS等から、ナノ結晶粉を用いた手法がIFW-Dresdenからと、様々なドーパ材に関して多くの報告があった。また、Bi系線材に関しては、住友電工からDI-BSCCO法の進捗が紹介されたほか、曲げ強度（京大）、パリア材（豊橋技大）などの発表があった。以下には、もっとも多くの発表があったRE系線材に関する主な内容をまとめる。

Special PlenaryでISTECのShiohara氏から、本年3月末に終了した超電導応用基盤プロジェクトの総括と共に、今年度より開始している新プロジェクトの内容について紹介があった。RE系線材のプロセス開発を主とした応用基盤プロジェクトでは、IBAD（GZO）-PLD（GdBCO）線材でフジクラが500 m-350 A/cm幅を有する線材を作製する（WT-2 Kutami）と共に、高特性線材としてはISTECにおいて50 m級線材の全域で500 A/cm幅を超える線材も実現している（WT-9 Yamada）。磁場中特性向上を目指したピン止め点導入プロセスでは、BZOのナノロッドを導入した線材で $I_c(\text{min.})=30.5$ A/cm幅@77 K3Tを実現し、この材料で61 mの線材作製に成功している（WT-9 Yamada）。この組み合わせでの低コスト化の取り組みとしては、IBAD-MgOを用いた線材開発が進んでおり、既に40 m線材で500 A/cm幅を示す線材を得ている。また、超電導層形成技術として、PLD法においてはブルームの中での成膜技術の開発で高速化を実現している（WT-13 Chikumoto）。一方、IBAD基板とTFA-MOD超電導層との組み合わせでは、ISTECが高 J_c 化技術として出発組成をBa-deficientとすることによる効果を発見し、短尺ながら735 A/cm幅の高 I_c 値を得ており（WT-15 Izumi）。この技術の展開として昭和電線がバッチ式本焼プロセスを開発し、500 m線材の作製に成功し、310 A/cm幅以上の特性を確認するにいたっている（WT-05 Aoki）。さらにISTECは、TFA-MOD膜中への人工ピン導入に成功し、YGdBCOもしくはYSmBCO混晶膜にBZOナノ粒子を均一分散させることで印加磁場に対して等方的な I_c 特性を実現し、 $I_c(\text{min.})=35$ A/cm幅@77 K3Tを得ている（WT-15 Izumi & WT-16 Kato）。これらの成果を受けて、今年度から開始した新規プロジェクトでは、電力応用の中でSMES、電力ケーブル、変圧器を選定し、小型スケールでの適用性の検証を目指している。線材プロセス開発としては、上記の3つの機器開発と同列で、実用化時期に必要な特性、コスト等の仕様を満たす線材作製技術の開発がターゲットとなることであった。

その他の日本のActivityとしては、Plenary Lectureで九工大のMatsumoto氏が、人工ピン制御技術に関するReviewとして、これまで報告されている各種のピンに対するピン力の比較を行った。多くの機関で実績のあるPLD膜に対するBZOナノロッドピンは17 GN/m³のピン力を有し、高いピンニング効果があることを示した。また、最近のトピックスとして、このBZOナノロッドは厚膜においては屈曲する現象が見られ、これが磁界特性、特に磁界角度依存性に大きな影響を与えていることを紹介した。また、屈曲に関しては類似のピン材料であるBaSnO₃では挙動が異なり、同じ膜厚においても直線性が高いことが示され、組織形成に関して興味深い話題提供となった。また、フジクラのKutami氏からは、上記の成果以外の最新トピックスとして、ハイパワーPLD成膜技術を用いて6 μm厚のGdBCO膜を作製し、1,040 A/cm幅という高 I_c を得ていることであった。

海外の動向としては、Plenary Lecture（PL-2）において、Lee氏が米国における開発状況を総括した。RE系線材開発に関しては、SuperPower社が先行しており、IBAD（MgO）-MOCVD（REBCO）

線材に関して、既に1 kmを超える長さの線材(1.3 km x 153 A/cm 幅)の作製に成功し、630 m 長では302 A/cm 幅の高い I_c も得ている(WT-1 Xie)。もうひとつの開発主体であるAMSC社では配向金属基板上にTFA-MOD法で超電導層を形成する手法により、幅広線材のプロセス開発を進めており量産施設の立ち上げを行うと共に、長尺線材としては200 m 長で250 A/cm 幅を有する線材を得るにいたっているとのことであった(WT-6 Fleshler)。両者ともベンチャー企業としてRE系線材の商品化を強く意識し、高速化と量産化を強く進めているとのことであった。上述のAMSCだけでなくSuperPower社でも、パイロットラインで100 m/h以上の速度で生産可能であるとの説明がなされた。また、厚膜化に関しては、LANLにおいて9 μ m 厚のPLD-YBCO膜において1,500 A/cm 幅@75.5 Kを確認し、磁界中においても400 A/cm 幅@75.5 K, 1 Tが得られている(WT-8 Marken)。人工ピン止め点導入に関しては、ORNLでは、BZO入りPLD-YBCO膜において4 μ m 厚膜化に成功し、65 K, 3 Tにおいても400 A/cm 幅以上の高い I_c を得ている。さらに、SuperPower社では、YGdBCO混晶Zrにドーブする手法でB//c方向の特性向上に成功し、3.3 μ m 厚の膜で250 A/cm 幅@65 K, 3 Tの高い特性を実現した。

(SRL/ISTEC 線材開発研究部長代理 和泉輝郎)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第 21 回国際超電導シンポジウム (ISS2008)

「ISS2008 トピックス：薄膜・接合・エレクトロニクスデバイス分野」

初日の特別基調講演で Northrop Grumman 社の Spargo から米国で最近開始された SFQ (単一磁束量子回路) プロセッサプロジェクトの話があった。これは 1990 年代に行われた HTMT (Hybrid Technology Multi Threaded) プロジェクト、2005 年に作成された STA (Superconducting Technology Assessment) レポートの流れを汲むものであり、very HEC (High End Computing) を目指したものである。このプロジェクトがフルに立ち上がれば 5 年間で 437 M\$ の資金が投じられ、50 GHz 以上のクロックで動作する 10 万ゲート/cm² 規模の SFQ プロセッサを多数作製する技術確立するという野心的なものである。最近開始されたのは小規模な先導研究的なものであるが、今後の展開に期待したい。

基調講演では SII の田中から材料分析を目的とした TES (Transition Edge Sensor) の報告があった。TES は超電導転移の急峻さを利用したセンサーで、1.5 KeV の電子線に対して 15 eV 以下のエネルギー分解能を持ち、半導体検出器などの他のセンサーと比較して圧倒的に高性能である。田中等は電子顕微鏡 (TEM および SEM) に取り付けて使用できる冷凍機付きの TES システムを開発し、様々なサンプルでその性能を実証した。SII では来年度にこのシステムを発売する予定ということであった。

NICT から NbN 超電導単一光子検出器 (SSPD) を用いて 100 km の量子通信実験を行い、12 kb/s の通信速度が得られたことが報告された。このシステムは 6 ch の SSPD を装備し、10 時間以上安定した動作が確認された。SQUID 応用では Jurich と豊橋技大による低磁界 NMR や日立のシールド無しの SQUID 心磁計の報告が応用に直結しており興味深かった。SRL からは高温超電導 SQUID を用いた高温超電導線材の非破壊検査結果が報告された。5 ch の SQUID を用いて 30 m/h のスピードで線材の欠陥検査が行われることが示された。マイクロ波応用では、富士通、山形大から送信用のパワーフィルターの報告があった。ターゲットは 100 W クラスであり、10 W クラスのフィルタが実証されていた。精華大学から中国における携帯電話用超電導フィルタの普及状況が報告された。8 基の超電導 CDMA ステーションが稼働しており、20 万人以上の人々が超電導フィルタを介した通話を行っているとのことであった。

Stony Brook University (SBU) の Dorojevets から米国で計画しているプロセッサのアーキテクチャの紹介があったが、特に新しい内容は含まれておらず、秘密保持のため話せない内容が多いことが窺われた。今年の 11 月から SBU と HYPRES が共同で 15 ヶ月プロジェクトを行い、8 ビット、20 GHz 以上動作の 1 万 5 千接合規模 SFQ 回路を開発するという話が興味を引いた。先行している我が国の SFQ プロセッサプロジェクト (名大、横国大、九大、SRL) からは、浮動小数点加算器、乗算器など 1 万接合以上を使った複数回路の 20 GHz を越える動作が報告された。また、新しいニオブ 10 層プロセスに対応したセルライブラリの開発も進められており、千接合規模の回路が従来比 2 倍の速度で動作している。SRL からは、新プロセスの信頼性評価を目的としたシフトレジスタ回路の評価で 1 万接合規模の回路動作に成功したこと、水素拡散に起因するジョセフソン接合臨界電流値の異常がモリブデン膜の挿入により防止できること、40 Gb/s 光入力による SFQ 回路の動作実証などが報告された。

(SRL/ISTEC 低温デバイス開発室長 日高睦夫)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特集：第21回国際超電導シンポジウム (ISS2008)

「ISS2008 トピックス：大型システム応用分野」

大型システム応用分野では、オーラルセッション 15 件、ポスター講演で 64 件の発表があった。以下、初日の基調講演を含めいくつかの発表に絞って報告する。

AMSC からは LIPA (Long Island Public Authority) における Bi 線材によるケーブルプロジェクトの進捗状況について報告があった。本年 4 月より運転を開始し、現在も順調に運転を継続している。このプロジェクトは、LIPA2 として、LIPA の線路の一部を Y 系線材へ転換される計画がある。この他、DOHS のプロジェクト HYDRA の中で、限流機能を持った Y 系ケーブルの実証がされる。また、サザンカリフォルニアエジソン社の変電所において 115 kV 限流器の試験を行うことなどが報告された。

韓国電力研究所からは電力貯蔵超電導フライホイールについて報告があった。液体窒素冷却を使用した 5 kWh 級フライホイールの開発・評価を終え、これらの成果を 100 kWh 級フライホイール開発に活用した。システム設計は完成し、超電導軸受けを作製し、試験中と報告された。

高エネルギー加速器研究機構からは、欧州物理学研究機 (CERN) の大型加速器の超電導磁石について報告があった。LHC という大型加速器は高エネルギー物理学の未知の粒子を解明するための加速器であり、加速器の磁石は Nb-Ti の超電導磁石により構成され、円周 27 km の加速器のトンネルに取り付けられている。また、ATLAS 粒子検出器についても報告があり、形状・寸法・重さで世界最大の超電導磁石であり、1998 年より 8 年かけて建設されたと報告された。

古河電工からは高温超電導ケーブルの開発について報告があった。1 m 導体で 0.048 W/m@1 kA の低交流損失化、線材での低コスト化を達成。また、中間接続部付 20 m 導体で 31.5 kA、2 S の過電流試験をクリアし、研究開発目標を達成したことなどが報告された。

住友電工からは東京電力で計画している高温超電導ケーブルの実証プロジェクトについて報告があった。66 kV200 MVA 級の 200~300 m 開発を目標に、2007 年からの 5 ヵ年計画で、高温超電導ケーブル 3 心一括の構造のものを東京電力の旭変電所に設置して検証を行う。ケーブル形状、雷サージに対する影響評価などが報告された。

大陽日酸からはモーター、変圧器、ケーブルに適した数 kW 程度のタービン式ネオン冷媒冷凍機の開発について報告があった。膨張部は機械的摩擦が無く、最高 96 千 rpm の回転数で 70 K を達成した。今後実用化のためには、冷凍効率向上、軽量・コンパクト化のために更なる開発が必要と報告された。

九州大学からは Y 系超電導電力機器開発プロジェクトにおける超電導変圧器開発について報告があった。線材のフィラメント化による低交流損失化・多層並列導体による通電の検証により超電導変圧器が実現可能であることなどが報告され、今後 20 MVA 級変圧器実現のために、2 MVA 級変圧器を作製・検証していくことなどが報告された。

(SRL/ISTEC 電力機器研究開発部長代理 伊東 隆)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 12-1 月の催し物案内

12/1

社団法人未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会 <第 70 回ワークショップ> 「超伝導で自然エネルギーを使いこなそう」

場所：全日通霞ヶ関ビル 8階 大会議室、Tel：03-3581-2261

主催：社団法人 未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会

問合せ：社団法人 未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会 担当：大貫留美子

Tel: 03-3503-4681、Fax: 03-3597-0535、E-mail: fsst@sntt.or.jp

<http://www.sntt.or.jp/~fsst/20081201.html>

12/1-5

2008 MRS Fall Meeting

場所：Boston, MA, USA

問合せ：http://www.mrs.org/s_mrs/sec.asp?CID=16251&DID=215749

12/4-6

CCA08: International Workshop on Coated Conductors for Applications

場所：Hilton Hotel, University of Houston, USA

問合せ：<http://www.tcsuh.uh.edu/cca08/>

12/9-13

IUMRS アジア国際会議 2008

場所：名古屋国際会議場、愛知県名古屋市

主催：The Materials Research Society of Japan (MRS-J)

問合せ：IUMRS-ICA2008 事務局、Tel: 052-581-3240、

E-mail:iumrsica2008@intergroup.co.jp

<http://www.iumrs-ica2008.jp/>



12/11-13

超電導 EXPO2008/10/22

場所：東京ビッグサイト・東展示場「エコプロダクツ 2008」に併設、江東区有明

主催：日本経済新聞社

問合せ：超電導 EXPO 運営事務局（日経ピーアール）

Tel:03-6812-8694 Fax:03-6812-8649

E-mail:s-co@nikkeipr.co.jp

<http://www.eco-pro.info/eco2008/superconductivity/index.html>

12/12

関西支部特別講演会 8 第 7 回低温工学・超伝導若手合同講演

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：大阪府立産業技術総合研究所情報電子部 筧 芳治

Tel: 0725-51-2671、Fax:0725-51-2639、E-mail: kakehi@tri.pref.osaka.jp

12/19

応用物理学会超伝導分科会 38 回研究会「エネルギー・環境問題解決の鍵を握る超伝導技術の進展」

- 詳細別紙 -



応用物理学会超伝導分科会第 38 回研究会



低温工学協会



未踏科学技術協会協賛

『エネルギー・環境問題解決の鍵を握る 超伝導技術の進展』

世界の人口増大に加え、非OECD諸国の急速な経済発展とも相まって、化石燃料消費に伴うCO₂排出量の増大は、地球環境に深刻な影響を及ぼしている事が広く認識されつつある。エネルギー問題と環境問題、さらに資源問題も加えた上で、持続可能な経済発展を実現する技術開発は、人類共通の危急の課題といえる。超伝導材料は、損失をほとんど無視できる状態で大電流を通電することが可能であり、小型軽量、省エネルギーを実現する革新的機器や高磁界の発生とその応用など、従来技術の壁を破る技術として実用化が期待されている。また、巨視的量子効果を利用した高感度センシングは、環境モニタリングの手法としても不可欠なものとなりつつある。本研究会では、エネルギー・環境分野で期待される超伝導応用と、それを実現するための材料開発について、先導的成果を挙げられている方々にご講演いただくと共に、エネルギー・環境問題解決を目指した超伝導技術開発の今後の展開について、議論することを目的とする。

日時：2008年12月19日（金）10:00～17:00

場所：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 大会議室

(東京都江東区東雲 1-10-13 地図 <http://www.istec.or.jp/Operation/map-J.html>)

プログラム	
10:00-10:05	開会挨拶 藤巻 朗(名大)
10:05-11:05	GENESIS 計画と超伝導電力ケーブル 畑 良輔、磯嶋 茂樹(住友電工)
11:05-12:05	RE123 高温超伝導線材の開発と電力機器応用 塩原 融、和泉 輝郎、山田 稔、藤原 昇(ISTEC-SRL)
12:05-13:05 昼食・休憩	
13:05-13:35	超伝導線材のナノ組織制御による実用性能向上 松本 要(九工大)
13:35-14:05	MgB ₂ 線材の開発 熊倉 浩明(物材機構)
14:05-14:35	新超伝導材料創成の指針 下山 淳一(東大)
14:35-15:05	希土類酸化物の環境材料としての可能性:熱電材料・超伝導材料 吉田 隆(名大)
15:05-15:25 休憩	
15:25-16:10	超伝導磁気分離技術による環境改善 西嶋 茂宏(阪大)
16:10-16:55	ミリ波・サブミリ波を用いた地球環境計測 菊池 健一(産総研)
16:55-17:00	閉会挨拶 下山 淳一(東大)

参加費(当日受付・消費税込): 分科会会員 2,000 円、応用物理学会会員 3,000 円、
協賛会員 3,000 円、非会員 4,000 円、学生 1,000 円

問合せ先: 銭谷 勇磁(パナソニック) TEL:0774-98-2566 e-mail: zenitani.yuji@jp.panasonic.com
木須 隆暢(九州大) TEL:092-802-3686 e-mail: kiss@sc.kyushu-u.ac.jp
田中 康資(産総研) TEL:029-861-5720 e-mail: y.tanaka@aist.go.jp
高野 義彦(物材機構) TEL:029-859-2842 e-mail: TAKANO.Yoshihiko@nims.go.jp
明達 広昭(埼玉大) TEL:048-858-3763 e-mail: myoren@super.ees.saitama-u.ac.jp

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (10/16-11/19)

東電・電力館 核融合の将来像紹介 化学ゼミナール開く 10/16 電気新聞
チーグラー・ナツタ触媒 謎を解く手がかり発見 東邦チタン 物材機構のNMR 装置が後押し
チタン。マグネシウムなどはじめて測定に成功 10/20 日刊工業新聞
国際超電導シンポ つくばで27日から開催 ISTE 10/20 電気新聞
東電が太陽光発電 国内最大級 川崎で来年度着工 10/21 毎日新聞、電気新聞、読売新聞
リニア新幹線 「南ア貫通」で調整 JR 東海 3 ルート建設可能 リニア名阪間も自己資金に意欲 10/21 毎日新聞、日経産業新聞、朝日新聞、電気新聞、読売新聞(夕)
テラヘルツ波受信機開発 産総研 危険物検知などに道 10/21 日経産業新聞
原子力の研究開発 実用化遠く議論低調 情勢も変化、需要見通し必要 10/21 読売新聞
JR 東海、国交省に正式報告 リニア新幹線調査 自民了承 10/22 Fiji Sankei Business i、日刊工業新聞、毎日新聞
高エネルギー電子加速器 誘致 まず世論喚起 野田科技相「常に話題に」 10/22 日刊工業新聞
鉄系高温超電導物質 銅系より使いやすく 加大調べ、産業利用で 10/22 日経産業新聞
リニア新幹線 南アルプス貫通「20 キロ」「JR ともう一勝負」 全日空社長もリニアに対抗心 10/23 朝日新聞、日経産業新聞
中部パワー 未来を拓く 夢のリニア 実現へ加速 東京 - 名古屋 40分通勤圏に 10/27 日本経済新聞
脳科学 生理学研究所 / 愛知・岡崎 仕組み解明 世界と競る 10/27 日本経済新聞
照射・材料研究所 東北大と原子力機構連携 基礎技術の底上げ視野に 10/27 電気新聞
国際超電導シンポ 最新研究動向を紹介 つくばで開幕 500件の成果披露 10/28 電気新聞
NMR が拓く 分子の構造と機能 医療・食品 開発に貢献 未知物質解明へ施設開放 10/28 日刊工業新聞
リットリウム系超電導線材 コスト5割抑制「銅」基板を開発 応用機器普及に期待 10/30 電気新聞
リニア新幹線 大いなる期待と懸念 10/30 朝日新聞
電磁界情報 最新知見 国民に提供 来月4日、センター始動 10/31 電気新聞
リニア新幹線の建設計画 なぜ今? 技術確立、高速でトンネルも短く いつできる? 目標は2025年、地元調整が難題 11/3 日本経済新聞
国際超電導サミット 商用化の展望主題に つくば市で開催 参加各国が状況報告 11/6 電気新聞
鉄系超電導物質、毒性低く ヒ素など使わず 物材機構が開発 11/6 日経産業新聞
CO₂排出量を商品にマーク表示 カーボンフットプリント制度 研究会始動 LCA(ライフサイクルアセスメント:原料から製造、輸送、廃棄まで) 2008年秋季 環境市場新聞
鉄系超電導物質 毒性低く 物材機構とJST 硫黄の化合物で発見 11/7 日刊工業新聞
住金“都市鉱山”研究 産学協同 来年2月から実証 鉄スクラップから希少金属 11/7 日刊工業新聞
JST 技術移転半世紀 北澤宏一理事長に聞く 連携強化へ規制緩和必要 11/8 日刊工業新聞
黒鉛超電導、仕組み解明 東北大グループ 転移温度引き上げ期待 11/11 電気新聞
急速に発展する農村の電気事業 中国 電化で農村経済発展へ 7億人の消費者に期待 11/12 電気新聞

黒鉛系の新超電導物質 新たに電子の通り道 東北大、鉄系など解明も 11/13 日経産業新聞
19日から仏でITER理事会 11/14 電気新聞
標準化戦略、競争力を左右 ネット時代、重要度増す 遠慮がちな日本 11/16 日本経済新聞
昭和電線 ISTE C Y系線材に新製造法 熱処理で超電導層を形成 11/18 電気新聞、化学工業
新聞、鉄鋼新聞、産業新聞

(編集局)



[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導速報 世界の動き (2008年10月)

電力

American Superconductor Corporation (2008年10月1日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、Hydra プロジェクト向けに約 17,000m の Y 系 HTS 線材 (344 超電導線材) を製造、出荷した。これは、世界の民間企業がおこなった Y 系線材出荷としては最大のものである。Hydra プロジェクトは、AMSC 社の Secure Super Grids™ (SSG) 技術の開発とそのマンハッタンの送電ネットワークへの展開に主眼を置いている。また、同システムはニューヨークの Consolidated Edison 社により運用される。米国国家安全保障省 (DHS) が、この総額 3,900 万ドルのプロジェクトに対し、2,500 万ドルの資金を提供する。AMSC 社は、このプロジェクトへの線材提供事業者でもあり、主契約者でもある。Southwire 社と nkt cables 社のジョイントベンチャーである Ultera™社はケーブルの製造を担当する。AMSC 社の SSG ソリューションは、HTS 電力ケーブルと補助制御システムから構成されており、サービスの障害となる電力サージを抑制しつつ、従来の銅ケーブルに比べ 10 倍の電力を送ることができる。AMSC 社上級副社長兼総支配人 Daniel McGahn は次のように述べた。「我々は最初のトライアル SSG ケーブルの試験に成功し、最初のプロトタイプ・システムに必要な全量の線材を出荷した。このプロトタイプが 2009 年に予定されている試験に成功し、2010 年に全体システムがマンハッタンの展開されることを心待ちにしている。このソリューションは、世界の都市における電力の更に高い信頼性と安全性を約束するものである。」

出典:

“AMSC Manufactures and Ships Superconductor Wire for Project HYDRA Prototype Power Cable”
American Superconductor Corporation press release (October 1, 2008)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1204181&highlight

American Superconductor Corporation (2008年10月8日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、中国 XJ Group Corporation (XJ Group) に 2-MW 誘導型 2 重風力タービンの設計を提供する数百万ドルの契約に調印した。前払い金に加え、AMSC 社は XJ Group が製造する 2-MW 風力タービンコア電力部品を供給する予定である。XJ Group は、電力事業市場向けの電力装置、送配電装置の中国で最も大きな製造事業者の 1 つに数えられる。XJ Group は当初風力タービンを中国市場向けに製造する計画であるが、この 2-MW 風力タービンを世界に販売する権利も保有する。同社は、最初のプロト機を 2009 年末までに据付、運転を行う予定であり、2010 年には製品を顧客に出荷したいとしている。

出典:

“AMSC Partners with China's XJ Group for Development of 2 Megawatt Wind Turbines”

American Superconductor Corporation press release (October 8, 2008)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1206758&highlight

Zenergy Power plc (2008年10月9日)

Zenergy Power plc は、2008 年 7 月に Weseralu 社に設置された世界初の HTS 誘導ヒーターの実際の産業現場でのパフォーマンスについて発表した。Zenergy 社と製造面でのパートナーである Bültmann 社は、成功裏に Weseralu 社に誘導ヒーターを設置した。このヒーターは 3 ヶ月連続、フル運転されている。Weseralu 社のデータによれば、誘導ヒーターにより生産量が飛躍的に増加し、

さらに、同社の操業時のエネルギー効率を大幅に改善した。Zenergy社は、このヒーターの性能が顧客及び同社のマネジメントチームの以前の予想を上回るものであったと報告している。設置以来、この誘導ヒーターは700トン以上の金属を加熱し、1ピレットのアルミニウムは75秒で450°Cに温度上昇する。このようなスループットの改善により、工場の生産性は25%増加した。このHTS技術のおかげで金属ピレットの均熱性は従来に比べ改善され、その結果ピレットの可鍛性が向上した。この可鍛性の向上のおかげで、Weseralu社は既存の装置における加熱金属ピレットのプロセス速度を従来の2倍に高めることができるようになった。このように、Zenergy社のHTS誘導ヒーターはWeseralu社の全金属製造プロセス中の大きな2つのボトルネックを解消することに成功した。ユーザーの稼動状況や金属ピレットのサイズにもよるが、Weseralu社での結果を基に、Zenergy社はこの生産性の向上によりHTSヒーター1台当たり年間20万~200万ユーロの利益が得られるものと見積もっている。

また、このHTS誘導ヒーターは、従来のものに比べ必要な電力は半分である。Weseralu社の現在の規模の操業を前提にすれば、この省エネ効果によりさらにヒーター1台あたり5万ユーロのコスト削減になる。今回の性能評価を基にすれば、ユーザーの稼動状況や金属ピレットのサイズにもよるが、ユーザーによってはヒーター1台あたりの年間省エネ効果によるコスト削減は30万ユーロも可能であると考えられる。この電力の節約はCO₂排出量の大幅な低減にも寄与する。

出典:

“HTS Induction Heater Operations Update”

Zenergy Power plc press release (October 9, 2008)

http://www.zenergypower.com/images/press_releases/2008-10-09-hts-induction-heater-update.pdf

American Superconductor Corporation (2008年10月15日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、自社知的所有権である風力タービンの設計2件を韓国 Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. (HHI) にライセンスした。1.65-MW 及び 2-MW2 重誘導風力タービンである。HHIは1.65-MW風力タービンを2009年末までに生産開始する予定であり、当初は米国市場をターゲットにしている。HHI社のマーケティング及びセールスの権利は、世界中の何十カ国にも及ぶものである。おのこの設計に関する前払い金その他、AMSC社は、HHIが製造する最初の数百台の1.65-MW及び2-MW風力タービンに関してはロイヤリティを受け取る。また、これらタービンに使われるコア電気部品はAMSC社から調達される。HHI社は最初のプロト機を2009年半ばまでに据付、運転を行い、2009年中には顧客への販売を開始する予定である。

出典:

“AMSC Licenses Proprietary Wind Turbine Designs to Korea’s Hyundai Heavy Industries”

American Superconductor Corporation press release (October 15, 2008)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1209790&highlight

Superconductor Technologies Inc. (2008年10月20日)

Superconductor Technologies Inc. (STI) と米国 DOE 研究所である Los Alamos National Laboratory (LANL) は、2008年10月7日、「Material Transfer Agreement」を締結したと発表した。契約によれば、LANLはその電力HTSケーブル開発プログラムの一環としてSTI社にY系線材の基板材料を提供し、STI社はLANLから提供された基板上に高性能HTS薄膜を作成する。この契約は、先に発表された先端電力応用向けY系線材開発のための両者の共同研究の一部をなすものである。今回の共同研究により得られる実験結果を基に、今後、高性能、低価格Y系線材の商業化を目指した技術開発のためのSTI社とLANLの間のCooperative Research and Development Agreement (CRADA) に進んでいくことが見込まれている。

出典:

“Superconductor Technologies and Los Alamos National Laboratory Sign Material Transfer Agreement”

Superconductor Technologies Inc. press release (October 20, 2008)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=1213921&highlight>

Zenergy Power plc (2008年10月28日)

Zenergy Power plc は、画期的 HTS 誘導ヒーター技術の更なる応用について検討するため、総額 192,000 ユーロのプロジェクト費用援助として German Environmental Fund から 115,000 ユーロの補助金 (プロジェクト総額の 60 %) を受け取った。この補助金は、Zenergy 社の最初の商用 HTS 誘導ヒーターの最近の報告の後に支給されたものである。2008 年 10 月 9 日の報告によれば、同社の HTS 誘導ヒーターは 25 % の生産性向上を果たし、同時にエネルギー消費を 50 % 削減した。この補助金は、世界的な金属産業で通常使われている多様な形状、サイズの金属ビレットに適合させるため、現行の HTS 誘導ヒーターの設計にどのように手を加えるかを検討するために使われる。

出典:

“German Environmental Fund Grant”

Zenergy Power plc press release (October 28, 2008)

http://www.zenergypower.com/images/press_releases/2008-10-28-gef-grant.pdf

American Superconductor Corporation (2008年10月29日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、北米大手エネルギー関連企業から送電用電圧調整装置 Static VAR Compensator (SVC) の注文を受けた。このソリューションは原油基幹パイプラインの油送動力ステーションの能力改善のために用いられる。これら油送動力ステーションで使われているモーターは定格 4,000 ~ 5,000 馬力であり、モーター起動時に電圧低下が起こる。このため、同一の地域電力グリッドに繋がる他の顧客への電力変動が生じる。AMSC 社の SVC ソリューションはこのような電圧変動、フリッカーを除去し、地域電力グリッドに大きな電力負荷の接続を可能とする。AMSC 社国際セールス・ビジネス開発担当役員 Timothy Poor は次のように述べた。

「信頼性が高く、高品質な電力はオイルやガスパイプラインの運用にとって非常に重要である。我が社の小型 SVC は、パイプラインの運用を行う事業者が必要な場所に大型モーターを設置できるという自由度を与え、電圧変動やフリッカーを抑止して、パイプラインの全般的な運用の信頼性を改善する。この技術を使えば、維持管理が最小限ですみ、極端な温度条件下での運転も可能であり、通常オイルやガスパイプラインが設置されるような遠隔地での運用には理想的である。」AMSC 社は今回発注を受けた SVC ソリューションを 2009 年前半に出荷予定であり、稼動に至るまでのサービスの提供及びスタッフのトレーニングも行う。

出典:

“Major North American Energy Firm Adopts AMSC’s Static VAR Compensator Solution”

American Superconductor Corporation press release (October 29, 2008)

http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=86422&p=irol-newsArticle_Print&ID=1218899&highlight

エレクトロニクス

National Institute of Standards and Technology (2008年10月15日)

National Institute of Standards and Technology (NIST) と JILA (NIST とコロラド大学の共同研究

機関)は、チューナブルなノイズレス増幅器を開発した。この増幅器は、量子計算機や量子通信の速度を上げ、正確さを高めるものと期待される。理論的にノイズを全く含まない増幅器は以前にも存在したが、JILA/NISTの開発したものはより高性能であり、4~8 GHzの範囲での動作を行うチューナブルなものとしては初めてのものである。実用上重要な点は、この増幅器は信号が流れるパス内における次段の増幅器のノイズに打ち勝つだけの十分な信号増幅が行えることであり、このような性能を持つ増幅器としては初めてのものでもある。このJILA/NIST増幅器は5 mm長さのNbキャビティとこれに接続される480のSQUIDから構成されている。これら一連のSQUIDは「メタ物質」としての機能を果たす。「メタ物質」とは自然界には存在しないもので、電磁エネルギーに特殊な効果を及ぼす。キャビティ中を反射する電磁波の速度は、SQUID中の磁場の操作と電磁波そのものの強度により調整することができる。特定の周波数を持つポンプ信号を入射すると、電磁波はポンプ信号の2倍の周波数で振動し、ポンプ信号と同期した電磁波のみが増幅される。この研究結果は、Nature Physics アドバンス・オンライン 2008年10月5日号に掲載されている。

出典:

“First tunable, ‘noiseless’ amplifier may boost quantum computing, communications”

National Institute of Standards and Technology press release (October 15, 2008)

http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2008_1014.htm#amp

HYPRES, Inc. (2008年10月20日)

Hypres Incは、Lockheed Martin社の冷凍機を改良した小型4段パルスチューブ冷凍機を使って、4 Kで同社の高性能超電導回路の動作デモに成功した。プロト冷凍機は、宇宙用に設計されたLockheed Martin社の6 Kパルスチューブ冷凍機をベースに開発された。重要な点は、このプロト冷凍機が高速デジタル超電導回路にパルスチューブ技術が適用可能であることを実証したことである。Hypres社とLockheed Martin社は、軍用衛星通信、信号情報、RADAR、軍用電子装置、ソフトウェア無線などの応用に使えるフィールドレディーなプロト冷凍機の開発を共同して行ってきた。また、今回の結果により、Hypres社の小型モジュール・クライオパッケージの有効性も確認できた。信頼性が高く、使用環境に左右されない冷凍機及びクライオパッケージは、Hypres社が現在開発を進めているDigital-RF™に不可欠なコンポーネントである。このプロジェクトは米国陸軍Communications—Electronics Research, Development, and Engineering Centerから資金を得て実施された。

出典:

“Hypres Demonstrates Pulse Tube Cryocooler Technology for Digital RF Applications”

Hypres Inc. press release (October 20, 2008)

http://www.hypres.com/pages/new/bnew_files/lockheedcooler.pdf

加速器

CERN (2008年10月2日)

CERNは世界最大で最も複雑な実験装置であるLarge Hadron Collider (LHC)が2008年10月21日正式にオープンしたと発表した。CERN参加国、オブザーバー国等の政府代表が開所式に招待された。この開所式は、2008年9月10日最初のビームが加速器を周回したLHCの起動の成功を受けて行われたもの。数日の運転の後、装置の8セクターの中の1セクターでの不具合のため、装置は停止された。不具合のあったセクターは、調査と修理のため室温に戻される。これは、CERNの全装置が年に1度のメンテナンスのためにシャットダウンされる11月に実施される。LHCは2009

年春に再開予定である。CERN 所長 Robert Aymar は今回の不具合に関し次のように述べた。「時期的に不都合な出来事ではあったが、これまでの 20 年のプロジェクト期間を考えれば、作業に必要な追加の数週間は大したことではない。科学技術の先端での実験物理の中で起こった 1 つの事実に過ぎない。」

出典:

“LHC to be inaugurated on 21 October 2008”

CERN press release (October 2, 2008)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2008/PR12.08E.html>

CERN (2008年10月3日)

CERN は、世界中に展開する LHC 計算グリッドが最初の Large Hadron Collider (LHC) からのデータを受け取ったと報告した。この計算グリッドは 33 カ国 140 以上の計算機センターから構成されており、毎年 150 万 Gbyte のデータを解析、処理することになる。専用の光ファイバーネットワークを通じ、CERN から欧州、北アメリカ及びアジアの 11 箇所の主要計算機センターにデータが送られる。これらセンターから、さらに世界中 140 以上のより小規模な計算機センターにデータが送られる。LHC の実験から得られた全データを処理するためには 10 万個のプロセッサが必要であると見積もられている。世界 LHC 計算グリッドプロジェクトのリーダーである Ian Bird は次のように述べた。「このような規模のデータ処理能力は、何年にもわたる厳しい試験の賜物である。今日の結果は、全世界の国々との素晴らしいそして成功裏に終わった協力の成果である。国際協力なくしては、このような成果は達成できなかったであろう。」

出典:

“Let the number-crunching begin:the Worldwide LHC Computing Grid celebrates first data”

CERN press release (October 3, 2008)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2008/PR13.08E.html>

CERN (2008年10月16日)

CERN は Large Hadron Collider (LHC) のトンネルの 3、4 セクターへの大量ヘリウム漏れに関する事故報告書を出した。この事故は 2008 年 9 月 19 日に起こったもので、加速器停止に至った。報告書によれば、事故は 2 重極マグネットと 4 重極マグネットの間の電気バスの接続不良によるもので、その結果機械的損傷を引き起こし、最終的にはマグネット冷却部からトンネル内にヘリウムが放出された。全ての安全装置が期待通り作動し、事故中に人が危険にさらされることはなかった。CERN は装置の補修に必要なスペア部品を保有しており、それに加えて将来の類似事故を防止するため新たな対策（早期警報、インターロックのための測定、圧力開放装置、真空バリアーのある 4 重極マグネット用クライオスタットの外部からの固定等）を講じる予定。調査は現在進行しており、結果が全てそろった段階で後日報告される予定。しかしながら、現時点では 3 箇所のサブセクターで 5 台の 4 重極マグネットと 24 台の 2 重極マグネットの修理が必要であると予想されており、さらに多くのマグネットをクリーニング及び多層絶縁交換のためトンネルから搬出する必要がありそうである。これらマグネットの搬出・据付、輸送及び修理の計画が現在検討されており、冬期の CERN 全体のシャットダウン時期に実施される年間メンテナンス計画に盛り込まれる。

出典:

“CERN releases analysis of LHC incident”

CERN press release (October 16, 2008)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2008/PR14.08E.html>

CERN (2008年10月21日)

Large Hadron Collider (LHC) が 2008 年 10 月 21 日オープンした。開所式には、スイス大統領 Pascal Couchepin、フランス首相 François Fillon 他、CERN メンバー国や世界の科学担当大臣が出席した。CERN 所長 Robert Aymar は次のように述べた。「今日この日、CERN は基礎科学に対する継続した支援とこのような科学研究を可能とした安定した枠組みを与えてくれたことを、メンバー国に対して感謝したい。そして、今日この日、CERN 及び世界の素粒子物理コミュニティは、このユニークな施設を夢から現実のものにしたという成果を誇りに思う。ここまで 20 年という歳月をかけ、注意深く計画し、原型機を作り、建設し、今年 9 月 10 日全世界の聴衆の前でこの装置の最初の陽子を成功裏に周回させた。」開所式では、挨拶、展示会、コンサート、そして食事が催された。

出典:

“CERN inaugurates the LHC”

CERN press release (October 21, 2008)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2008/PR16.08E.html>

基礎

Brookhaven National Laboratory (2008年10月8日)

米国 DOE 付属研究所 Brookhaven National Laboratory とその共同研究者は 2 層からなる薄膜を作成し、非超電導である 2 つの薄膜の接合界面にナノメートル厚の超電導領域を作り出した。重要な点は、この界面領域の臨界温度が 50 K を超えているということである。Brookhaven 薄膜研究リーダー Ivan Bozovic は次のように述べた。「この成果は、今回の技法を使い既知または未知の超電導体において超電導特性を顕著に改善できる(可能性)も含め、更なる発展に展望を開くものである。」この研究グループは以前(2002年)にも 2 つの異なる 2 層の銅ベース材料により臨界温度を 25% 改善したと報告している。しかしながら、当時、超電導特性改善のメカニズムやどこに超電導状態が発生しているかは不明であった。研究グループは 200 以上の単相、2 層、3 層薄膜、材料としては絶縁体、金属、超電導体を準備し、この現象を追求してきた。研究初期には、結果は超電導電界効果トランジスタのような 3 端子超電導デバイスへの適用が可能ではないかと思われていた。このようなデバイスによって構成される回路は従来の半導体素子よりも高速で低消費電力である。グループの研究結果は、Nature 2008 年 10 月 9 日号に掲載された。

出典:

“Scientists engineer superconducting thin films”

Brookhaven National Laboratory press release (October 8, 2008)

http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/PR_display.asp?prID=822

Ames Laboratory (2008年10月10日)

米国 DOE の新装置 Spallation Neutron Source (SNS) の初回の運転で、Ames Laboratory 及び関係の機関はパルス中性子を使って鉄砒素化合物を調べた。この SNS は、Oak Ridge National Laboratory が運転を担当する 14 億ドルの新たな施設である。この施設は、X 線や電子顕微鏡では得られない材料中の原子核やスピンの位置・運動の情報など構造、動的状態に関するデータを得るのに使用される。SNS における装置の 1 つに広角チョッパー分光器 (ARCS) がある。これは原子核の振動を測定するのに使われる。この装置の試験段階で、最近大いに注目を集めている新しい鉄基超電導体 ($\text{LaFeAsO}_{0.89}\text{F}_{0.11}$) が調べられた。中性子により、格子振動とスピンフラクチュエーション

ヨンの両方の測定が可能であるので、超電導メカニズムに関する情報を得る上では理想的な測定装置である。今回の一連の実験では、鉄基超電導体における格子振動の役割の理解に焦点が当てられた。理論計算はARCSによって得られた結果と一致するものの、実験結果は電子・フォノン機構による従来型の超電導を支持するものではなかった。研究グループはこの新しいクラスの超電導体のフォノン及びスピン励起を継続して調べている。これまでの研究結果はPhysical Review Letters10月10日号に掲載された。

出典:

“New instrument puts new spin on superconductors”

Ames Laboratory press release (October 10, 2008)

http://www.external.ameslab.gov/final/News/2008rel/Iron-arsenic_superconductors.html

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化活動 12月のトピックス

—ISTEC・NEDO、つくば市にて第6回超電導電力機器関連パネル討論会開催—

ISTECとNEDOは、2007年10月27日、つくば市つくば国際会議場“EPOCHAL TSUKUBA”中会議室#202にて、NEDO委託事業「イットリウム系超電導電力機器技術開発—超電導電力機器の適用技術標準化」の一環として、第6回超電導電力機器関連のパネル討論会を開催し、44名の参加者のもとで成功裏に終了した。



第6回パネル討論会風景

会議は、松下照男氏（超電導電力機器技術調査委員会委員長、九州工業大学）の司会のもとで行われた。

◇まず、松下委員長から超電導関連の国際標準化への理解深化のために、“Standardization in IEC/TC90 for Superconductivity”と題した報告がなされた。

◇長村光造氏（応用科学研究所）から超電導関連パネル討論会実施状況とIEC/TC90における標準化活動レビューがなされた。

◇David Larbalestier氏（Florida State University, USA）から“HTS wire development and measurement methods in ASC”に関する話題提供がなされた。

◇また、中尾公一氏（SRL/ISTEC）から“Measurement methods of Y-system coated conductors”に関する報告がなされた。

◇大崎博之氏（東京大学）から“HTS power cable technology and measurement methods”に関する話題提供がなされた。

◇また、佐藤謙一氏（住友電工）から“How to international-standardize SC power cable”に関する報告がなされた。

◇Paul N. Barnes氏（Air Force Laboratory, USA）から“SC machines related measurement methods”に関する話題提供がなされた。

◇これらの報告及び話題に対して次の討論がなされた。

1. 超電導線の国際標準化に関して、

—国際規格化に際し、目下開発中の線材もあり、標準化対象を明確にする必要がある。

—開発中の線材を対象にした微視的試験方法、特性の均一性試験方法などは、均一性を前提とする実用超電導線に対して工業的試験方法としてどの程度簡略化できるかの見極めが必要である。

—長尺の実用超電導線における臨界電流 I_c 及び工学的臨界電流密度（オーバオール） J_c は、

IEC60050-815 のメンテナンス時に定義の見直しが必要である。

－実用超電導線における特性保証は、LTS で実施されているプロセス保証が究極の姿である。

2. 超電導電力ケーブルに関して、

－国際大電力システム会議 CIGRE と IEC とはリエゾン関係にないため、国際標準化には周到な配慮が必要である。

－超電導電力システムには超電導線、超電導ケーブル、中間接続、冷凍システム、終端接続など多くの構成要素について、システム設計側との密接な連携と話し合いの基でニーズを包括した規格化が肝要である。

－冷凍システムは不可欠であることから、信頼性試験及び保安項目の記述に配慮が必要である。

3. 超電導機器に関して、

－超電導機器には多くに個別パラメータがあるが、超電導機器に共通するパラメータと機器固有のパラメータの峻別が必要である。

－工学的臨界電流密度（オーバオール） J_c や絶縁に関して、超電導線レベルと機器レベルで異なった定義になることを明確にする必要がある。

－高温超電導線を適用する機器においては、クエンチの検出方法と試験方法との整合性が必要である。

4. 超電導電力機器関連の国際規格化に関して、

－超電導電力機器の導入の動機はライフサイクルコストに大きく依存するため、個々の機器における規格化にはなんらかの配慮が肝要である。

－超電導電力機器の国際規格化には、研究者、機器技術者及びユーザの密接な協力関係が必要である。

－超電導電力機器関連の国際規格化のタイミングから判断し、超電導線及び超電導電力ケーブルの国際標準化の着手判断は妥当である。

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化活動 12月のトピックス

—ISTEC・NEDO、つくば市にて第2回超電導エレクトロニクス関連パネル討論会開催—

ISTECとNEDOは、2008年10月28日、つくば市つくば国際会議場“EPOCHAL TSUKUBA”中会議室#202にて、NEDO委託事業「超電導エレクトロニクス素子技術基盤の標準化に関する調査研究」の一環として、第2回超電導エレクトロニクス関連のパネル討論会を開催し、27名の参加者のもとで成功裏に終了した

会議は、大久保雅隆氏（産業技術総合研究所、AIST）の司会のもとで行われた。

◇会議は、まず大久保氏からパネル討論会の趣旨説明並びの次の6名のパネリストの技術紹介がなされた。

◇Kei-ichi Tanaka氏（エスアイアイナテクノロジー）から“Standardization concerned with evaluating the energy resolution due to the transition-edge sensors (TES) system for material analysis”に関する情報提供がなされた。

◇Daiji Fukuda氏（産総研）から“Optical photon detection techniques with superconducting detectors and some topics of standardization”に関する情報提供がなされた。IEC/TC86（光ファイバシステム）の事例が紹介された。

◇Boris Karasik氏（California Inst. tech.）から“Sensitive superconducting THz detectors: calibration issues and need for procedures and standards”に関する情報提供がなされた。

◇Shigehito Miki氏（NICT）から“Standardization & Application in SNSPD system”に関する情報提供がなされた。世界最長の97 kmの量子暗号通信に成功した事例が紹介された。

◇Nobuyuki Yoshikawa氏（Yokohama National Univ.）から“SFQ time-to-digital converters”に関する情報提供がなされた。

◇Quentin Herr氏（Northrop Grumman Space technology）から“Output & Packaging Standardization”に関する情報提供がなされた。ADCのアウトプットとパッケージングの標準化についての話題が提供された。

◇これらの技術の現状と標準化のための情報に対してつぎの討論がなされた。

1. 超電導エレクトロニクス関連の国際標準化の可能性に関して

—検出器校正やノイズ測定手法などは標準化の対象と成り得るのではないかな。

—超電導素子単体の標準化ではなくて、光通信といった超電導応用分野の標準化との一体化も一案。

—パッケージングは積極的に標準化するといよりデファクトスタンダードとなるのではないかな。

2. 標準化できる領域と標準化が望ましくない領域に対する相互認識に関して

—量子暗号用超電導／光デバイス関連の標準化体系として、要素機器に対しては通則及び要素機器試験方法、システムに対して光デバイス基本特性試験、現地・環境試験などが想定される。

—SFQを適用したTime-to-Digital変換器の標準化体系として、①基礎段階として I_c 、 J_c 、 β_c 、バイアス電流・電圧・抵抗などの基本的パラメータ試験方法及びJTL、DFF、PTL、 L/c 積など回路パラメータ試験方法、②設計段階としてCAD tool、Cell library、タイミング定義、設計方式、IPなど、③システム段階としてChip carrier、Chip size/pad design、probe、magnetic shielding、filter、voltage amplifier、test sequence、error rate testなどが想定される。

—開発が進んだ超電導エレクトロニクスシステムにおいては、基本的な事項はすでに当事者間の標準になっており、部外者への情報提供や情報共有が難しいものもある。また、システム設計段階、システム製作段階及びシステム運用段階では全くシステム固有技術になり、know-how事項も多く

標準化ができない領域といえる。

－したがって、標準化ができる領域は、標準化システム領域を適正に絞れば、基礎的な研究の効率化、要素機器パラメータの共有化及び R&D 段階の効率化を目的とした標準化が可能な領域を抽出することができる。

－この為にも、要素機器のパラメータ調査は重要である。

3. 標準化アイテム情報の共有に関して

－超電導エレクトロニクスシステムの一般的要求事項乃至通則

－システムを構成する要素機器の定義、特性試験方法など

4. 今後の展開

－今後の標準化手順として、analog システムルートか digital システムルートの選択確認が必要である。

－システムを構成する要素機器のパラメータ調査を行う。

－重点システムの通則及び要素機器又はデバイスの試験方法規格の開発を行う。

－国際規格化合意醸成の手段として、この種のパネル討論会の継続的な開催は有効である。



第2回パネル討論会風景

(編集局)

[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、つくば市、日本にて第6回 WG12 会議開催—

IEC/TC90 (超電導) は、WG12 の第6回会議を、平成20年10月29日つくば市のつくば国際会議場“EPOCHAL TSUKUBA” 会議室#201にて開催し、委員及びオブザーバ合計6名が参加した。

IEC/TC90/WG12 の当面の業務項目は、つぎの1stCD 規格案 (90/217/CD) の審議である。

IEC 61788-14 Superconductivity

– Part 14: Superconducting power devices

– General requirements for characterization of current leads for powering superconducting devices

IEC/TC90/WG12 会議は、WG12 コンビーナ三戸利行氏 (大学共同利用機関法人 自然科学研究機構 核融合科学研究所 教授) 司会のもとで、次のように進行された。

1. 第6回 WG12 会議次第の確認
2. IEC/TC90/WG12 会議の第1回から第5回会議開催経過及び1stCD 発行までの審議経過報告
3. 1stCD に係わる各国コメント紹介
4. 2ndCD 規格案の紹介
5. WG12 の今後の審議日程の確認



第6回 WG12 会議風景

1stCD が発行されるまでの経過として、日本国内委員会 (JNC) が提示した国際規格原案 (1stWD) に対して寄せられた4ヶ国から73件について審議集約されて、第5回シカゴ会議にて final WD が承認され、1stCD の発行に至ったことが説明された。

その後、日本 (JNC) 及び中国 (CNC) からコメントが寄せられ、2ndCD 発行に向けた作業が進行調で有るとの報告が三戸コンビーナからなされた。

この会議において、今後つぎの対応及び日程確認がなされた。

1. 各国からのコメント提出期限、11月14日を厳守する。
2. 各国メンバーからのコメントに対し2008年12月31日までに observation を実施し2ndCD を発行・回付する。

(編集局)

[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・VAMAS/TWA16、つくば市にて合同会議開催—

IEC/TC90 と VAMAS/TWA16 は、2008年10月29日つくば市つくば国際会議場“EPOCHAL TSUKUBA”中会議室#202 及び#401 において、定例合同会議を開催した。4ヶ国から約20名が参加し、活発な議論がなされた。

会議は、VAMAS/TWA16 議長の和田 仁（東京大学）及び同事務局幹事の北口 仁（物質・材料研究機構）によって次のように進行された。

—第1部門: 13:40-15:40 at Room 202

1. WG report & discussion

- 1) WG1-1 Bending strain effect of Bi-base oxide tapes: Reported by H.Kitaguchi
- 2) WG1-3 Irreversibility field of bulk conductors: Reported by T.Matsushita
- 3) WG1-4 AC loss of YBCO coated conductors: Reported by E. W. Collings
- 4) WG2-1 Trapped field of bulk conductors: Reported by M.Tomita
- 5) WG3-1 Surface resistance of thin film conductors: Reported by S. Kosaka
- 6) WG4-1, WG4-2 Mechanical properties: Reported by K.Osamura



E.W.Collings 教授の報告風景

2. IEC/TC90 activities: Reported by Y.Tanaka

3. Research activities on measurement & evaluation techniques

- 1) Activities in FZK: Reported by C.Schmidt
- 2) Activities in EAS: Reported by M.Thoener
- 3) Activities in OSU: Reported by E.W.Collings

—第2部門: 17:30-19:30 at Room 401

- 4) Activities in NHMFL: Reported by H.Weijers
- 5) Activities in Konkuk Univ.: Reported by S.Y.Lee
- 6) Activities in Andong Univ.: Reported by H.S.Shin
- 7) Activities in KIT: Reported by E.S.Otobe
- 8) Activities in AIST: Reported by H.Yamazaki
- 9) Activities in NIMS: Reported by T.Kuroda and H.Kitaguchi

次回の IEC/TC90 と VAMAS/TWA16 の定例合同会議は、1年後 ISS2009 に開催とされた。

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化活動 12月のトピックス

ー経済産業省、幸坂 紳氏 らに平成 20 年度工業標準化事業表彰ー

平成 20 年 10 月 20 日（月）、平成 20 年度工業標準化事業表彰の表彰式を虎ノ門パストラル「鳳凰の間」において開催した。本年は、内閣総理大臣表彰 1 名、経済産業大臣表彰 20 名 3 団体、産業技術環境局長表彰 32 名（貢献者表彰 26 名、奨励者表彰 6 名）であった。超電導関連では、幸坂 紳氏（独立行政法人産業技術総合研究所エネルギー技術研究部門客員研究員）に経済産業大臣表彰が授与された。また、同時に IEC1906 賞が 22 名に伝達表彰された。

経済産業大臣表彰は、昭和 28 年以来、工業標準化事業に祖先して取り組み、その業績が顕著であると認められるもの及び事業者に対して表彰されるもので、近年では工業標準化推進月間である 10 月に工業標準化表彰式の一環として表彰されている。

幸坂 紳氏の経済産業大臣表彰の受賞は、1997 年から IEC/TC90/WG8（超電導／超電導体のエレクトロニクス特性の試験方法）のコンビナーを務めるとともに、日本提案に対する各国のコメントの取りまとめ、WG8 の国内委員長として国際規格制定・改正の中心的役割を担うなど国内外の国際標準化活動の強化に多大な貢献、また、国際規格の JIS 化にも JISWG8 委員長を務めるなど超電導分野の標準化活動に多大な貢献をされたことによる。



平成 20 年度工業標準化事業表彰受賞者記念撮影（後列右 幸坂 紳氏）

（編集局）

[超電導 Web21 トップページ](#)

「CHATS on Applied Superconductivity 2008 (CHATS-AS 2008)」報告

京都大学
大学院工学研究科
教授 雨宮尚之

CHATS on Applied Superconductivity 2008 ワークショップが2008年10月30日から11月1日にかけて、つくば市の高エネルギー加速器研究機構において開催された。このワークショップは、もともとは、低温超電導分野におけるケーブル・イン・コンジット導体のクエンチ時の熱流体的過程のモデリングやシミュレーションを主なトピックとして1993年にTallahasseeで開催され、その後、撚り線における電流分布と安定性、さらには最近では、高温超電導の安定性や常電導伝搬に対象を拡大し、今回で9回目となるものである。

今回のワークショップでは、国内外から33名の参加者を集め、1日目に核融合関係12件、2日目に加速器関係5件、3日目に伝導冷却マグネット・高温超電導関係8件の発表が行われた。それぞれの日のセッションの冒頭には、(1日目) N. Mitchell, "The Role of Superconductor Modeling in ITER"、(2日目) P. Wanderer, "LARP Program for Nb₃Sn Magnet R&D for an LHC Upgrade"、(3日目) T. Mito, "Experimental Study toward Establishment of Design Criteria for Conduction Cooled Superconducting Magnet"という50分という十分な時間をとった招待講演が配置された。招待講演に続く一般講演についても、1件当たり25分という比較的ゆとりをもった時間が割り当てられディスカッションが十分行われた。

ワークショップの最後に行われたラップアップセッションの議論をまとめると以下の通りである。

- 低温超電導においては、クエンチ・安定性の解析ツールはかなり豊富に揃ってきているが、デザインツールは不十分で、運転を助ける「簡単な」ツールが必要である。
- 低温超電導と高温超電導では、共通の課題も多いが情報が十分交換されていない。
- 前項とも関係するが、「経験」が十分、継承されていない。経験の継承によって効率的な研究の展開が可能となる。

特に、2点目、3点目は、大いにうなずけるものであった。また、高温超電導の影に隠れがちな低温超電導であるが、着実に進展し、核融合などの先端科学を支えているという印象を受けた。私見であるが、今回の発表者を見ても、低温超電導分野における若手人材育成が日本において不十分に思われる点が危惧される点である。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

やさしい超電導電力機器のおはなし (その6)

横浜国立大学
大学院工学研究院
名誉教授 塚本修巳

某日某所で、大手商社の経営に携わっている役員の叔父さんと、メーカーの研究所で高温超電導機器開発に携わっている甥との間で超電導応用のことが話題になりました。今回は、いよいよ最終回になりますが、前回の超電導回転機の続き、および変圧器がテーマです。また、最後に超電導技術とCO₂削減について少しだけ言及します。

前回の回転機の続き

5.4 各国の超電導回転機の研究開発状況

甥：前回は超電導回転機に関して、その種類、特長の話をしました。その続きとして、世界の開発状況について説明します。

甥：容量の大きい HTS 応用回転機の開発は米欧が進んでいます。現在開発進んでいる HTS 回転機で最大の容量のものは米国 AMSC 社が開発した 36.5 MW 機です (図 1)。これは船舶のスクリューを直接駆動する低速回転のモータ (260 回転毎分) で、軍事目的に開発されたものです。すでに、米海軍に納入され評価試験が行われているところです。ところで、米国の軍関係の研究者がある国際会議で、軍事応用を考えた場合、コストにかかわらず性能が最も重要であると発言していました。本船用モータもこれを反映したものでしょう。図 2 は同じく AMSC 社が開発した、HTS 同期調相機で米国の電力会社に納入したものです。HTS 同期調相機というのは同期回転機を電力系統に連系し空回りさせておき、HTS 線材で巻かれた界磁コイルの通電電流の値を調整することにより、同期回転機が連系されている系統の電圧と電流の位相を調整し系統の電圧を調整する機器です。これは、HTS 回転機としては初めて商品化されたものとして注目されています。



図1 組み立て中の36.5 MW船用モータ
(AMSC社のご好意による)



図2 HTS回転機を用いた同期調相機
—初めて商品化されたHTS回転機
(AMSC社のご好意による)

米国について大容量回転機について開発が進んでいるのはドイツです。ドイツのシーメンス社は HTS 回転機の開発を戦略的に進めており、現在、2 極 3,000 回転、4 MVA の発電機を開発を終了し（図 3）、次のステップとしてさらに大型の船用のスクリー直接駆動用 4 MVA のモータの開発を開始しています。

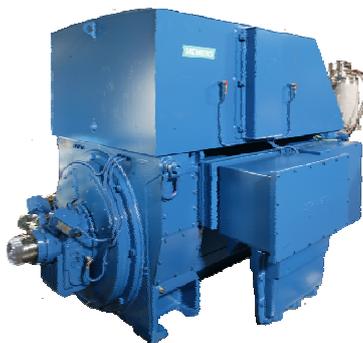


図3 4MW/3600 回転毎分HTS発電機（シーメンス社のご好意による）

叔父：どうして同じ 4 MVA なのにスクリー直接駆動用モータの方が機器として大型になるのかね？

甥：回転機はその出力が回転数に比例します。従って、回転数が低い場合でも大きな出力を出すためには回転機を大型にしなければなりません。スクリー直接駆動用モータの回転数は 260 回転毎分と通常の発電機などに比べれば非常に低いので体格が大きくなるのです。

韓国も DAPAS (Dream of Advanced Power System by Applied Superconductivity technologies) という高温超電導導体、機器開発の長期国家プロジェクトの枠組みの中で、2 極、3,600 回転毎分、出力 1 MW の HTS 同期モータが開発され、性能試験が終わっています。これに基づき次のステップとして 4 MW 機の開発を目指しています。

自然エネルギー発電装置への超電導応用の開発が進められています。イギリスの電機メーカーの ConverTeam 社は 8 MW 級の超電導風力発電機を開発を行い、2011 年ころには製造を開始するという計画を発表しており、すでに開発を始めています。さらに、ドイツでは効率向上を目的とした小規模の超電導水力発電機を開発中です。

叔父：日本ではどうなのかね？1990 年代には日本の超電導発電機の技術は世界をリードしているという話があったように思うけれど。

甥：確かに、日本では 1980 年代の終わりから 1990 年代いっぱいにかけて、SuperGM という大型の国家プロジェクトで 70 MW の発電機が開発されました。用いた線材は低温超電導の Nb-Ti で液体ヘリウム冷却でした。このプロジェクトで、超電導発電機の高効率、電力系統に連系した場合の性能の良さは実証されました。この発電機はしっかりと性能検証試験まで行った超電導回転子転機としては世界最大容量です。現在でもこの容量を超えるものはありません。ソ連やドイツでより大容量のもの開発が行われましたが、完成しないうちに開発が中断されました。70 MW 機の開発後、コスト低減のための技術開発などが続けられましたが、電力需要の成長率の低迷など電力システムを取り巻く環境が変化し、低温超電導発電機が目指した発電機の単機大容量化のニーズが無くなってきて開発が中断されることになりました。高温超電導技術の進展により、電力用より容量が小さい産業用の超電導回転機の実用性が世界的にも注目されてきたのですが、日本の産業界では産業用回転機の超電導化のニーズはあまり無いとされてきました。このためもあって、日本における HTS 回転機の開発は諸外国に遅れをとっていたことも事実です。しかし、最近になって、独自の構造を持つ液体窒素冷却の 400 kW 級の船用の低速モータの開発が行われました（図 4）。



図4 400 kW級船舶推進用HTSモータ (250回転毎分)

(IHI、住友電工、中島プロペラ、新潟電機、日立、福井大学、富士電機：写真提供はIHIのご好意による)

今まで説明してきた諸外国の HTS 回転機は皆 Bi 系銀シース線材を用いたものですが、近年の Y 系超電導線材の進展に基づき、日本が世界に先駆けて Y 系線材を用いた回転機の開発をしました。これは、Bi 系線材より優れた Y 系線材の特性を活かし、回転機の性能向上を目指すものです。このように日本も開発努力は続けております。

甥：HTS 回転機の潜在的なマーケットは非常に大きく今後の開発に期待がかかるようです。

さて、話題を超電導変圧器に移したいと思います。

6.1 HTS 変圧器の利点

甥：かつては低温超電導線を用いた変圧器の開発も進められていましたが、液体ヘリウム冷却という壁を破ることができなかったことと、HTS 技術が進んだこともあり、現在の超電導変圧器開発は HTS 線を用いたものとなっています。現在、銅導体と鉄心を用いた電力用の変圧器は効率が非常に高く 99 %を超えています。それにもかかわらず、日本を始め世界各国で超電導変圧器の開発が行われています。その理由は、従来型の変圧器に比べ超電導は次のような利点が期待されているからです。

1. 効率の更なる向上（電力用で 0.1 %、電気機関車や高速鉄道車載用で 3~5 %の向上）
2. 軽量化、設置面積の低減（重量で 40 %程度、設置面積で 30 %程度低減）
3. 火災の危険が無い（従来型は油冷や式で火災の危険がある）
4. 過負荷に対する寿命短縮が無い設計ができる

上記の利点 1.について、電力用で 0.1 %の効率向上は少ないようですが、変圧器は常時稼働しているものですから、運用コストの低減には大きな効果があります。また、鉄道用車載変圧器では効率はある程度犠牲にし、乗客スペースを確保するために軽量、コンパクト化が図られていますので、効率向上の余地が多くあり、上記 2.の利点とあわせ超電導を応用する効果は大きいです。電力用でも 2.は用地上の制限の多い都市部の変電所では変電容量の拡大に大きな利点となります。

叔父：ちょっと待って、超電導は交流で使うと交流損失が出るため交流応用は難しいということではなかったかね。変圧器では超電導線は交流で使われるのだから。

甥：確かにそうですが、一般に超電導変圧器でも鉄心を用いるので、超電導コイルの線には大きな交流磁界はかかりません。このため、交流損失は少なく変圧器の超電導化が可能なのです。しかし、変圧器コイルの交流損失の低減は、変圧器の運用コストの低減、効率向上に直接関係するので重要な開発項目です。鉄心はヒステリシス損失が発生するので室温に、超電導コイルは極低温になるような構造になっています。3.に関して、従来型変圧器は冷却に油を使っており、火災の危険があります。変

圧器の火災は日本では余りありませんが、外国では結構あるようです。図5は米国での変圧器の火災事故の写真です。変圧器が火災を起こすと、復旧に相当の時間がかかるのみならず、市街地で火災が起きると変電所の用地問題は深刻になります。このため、火災対策のために大きなコストをかけています。それに対して超電導変圧器では液体窒素冷却なので火災の心配はありません。米国ではこの利点はかなり強調されています。4.に関して、従来型変圧器では過負荷運転をするとコイルの温度が上がり、電気絶縁材料の性能が劣化し、変圧器の寿命を縮めてしまいます。それに対して、超電導器では導体の電流密度が非常に大きいので、導体の電流容量に余裕を持たせることは比較的容易です。過負荷運転に対して余裕を持たせておけば、超電導がクエンチを起こさない限りコイル部の温度上昇は少なく、絶縁材料の特性が劣化することは無いのです。



図5 従来型変圧器の火災事故
(アメリカ1999年)

6.2 HTS 変圧器の開発状況

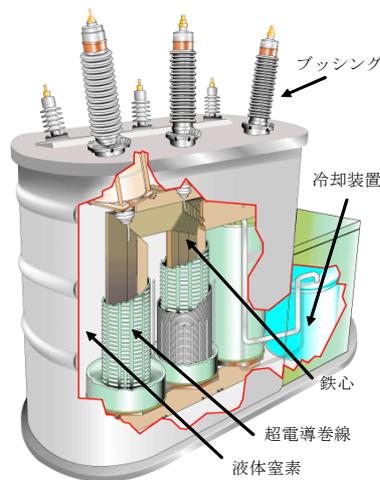
甥: ヨーロッパでは ABB 社がいち早く HTS 変圧器の開発を手がけ、640 kVA のものを開発しました。しかし、損失が思ったほど下がらず開発を断念しています。シーメンス社が高速鉄道車載用の 1 MVA の HTS 変圧器を開発をしました。性能試験も行われましたが導入には至らず、現在開発は行われておりません。米国の変圧器メーカー Waukesha 社が 5/10 MVA 器の開発を行っています。電気絶縁状のトラブルで開発が止まっています。韓国や中国でも数百 kVA レベルの変圧器の開発が行われております。もちろん日本でも 10 MVA の超電導変圧器の開発をめざし、部分モデルが変電所に設置されて性能試験が行われました。

以上紹介した HTS 変圧器は Bi 系の線材を用いていますが、線材の交流損失の低減が十分でなく、冷凍機容量が大きくなり、冷凍機を含む変圧器システムの設置面積は従来方式とあまり変わらなくなる状況です。そこで、我国では Y 系線材を用い更なる交流損失低減を目指した変圧器の開発が行われています。これにより冷凍機も含めて変圧器システムの設置面積が従来器より 30 %程度低減されることが期待されています (図6)。



従来型変圧器

(長さ : 5.0m 幅 : 5.0m 高さ : 5.5m)



超電導変圧器

(長さ : 4.5m 幅 : 3.0m 高さ : 5.5m)

図6 銅コイル鉄心従来型と超電変圧器導との比較

叔父：変圧器の冷凍機の話で思いついたのだが、冷凍機の信頼性と効率は現状の技術で問題ないのかな。冷凍機は変圧器のみならず超電導機器全体にかかわることだけれど。

甥：大変よいところに気づかれました。高信頼、高効率の冷凍機は超電導応用機器システムの要です。しかし、従来の技術ではとても十分とはいえ、超電導機器に適した冷凍機の開発は重要な課題と位置づけられております。平成20年度から我国で新たに始まったY系薄膜線材を用いた超電導ケーブル、SMES および変圧器の機器開発国家プロジェクトの中に、冷凍機開発がテーマに含まれていません。

超電導変圧器の開発の話に戻りますが、何しろ既に高信頼性と高効率を達成している従来型の変圧器に対して、超電導変圧器はそれを上回る性能を発揮しなければなりません。これはかなり厳しく、世界的には超電導変圧器の開発は低調になってきています。そのような状況の中で日本の開発努力の継続は評価されるべきだと思います。

全体まとめ—超電導技術のCO₂削減への貢献について

甥：今まで6回にわたって超電導機器技術の話をしてきました。今回が最後なので超電導がCO₂削減にどのように貢献できるかについてちょっと触れたいと思います。

叔父：こちらもそのことについて聞きたいと思っていたところだ。2007年のハイリゲンG8サミットではCool Earth 50構想が日本から提案された。2050年までにCO₂を現状の50%に削減する構想だが、超電導技術はどのような位置づけなのかな？

甥：超電導電気機器技術のCO₂削減への貢献は2つの観点があります。一つは超電導機器の効率向上です。これについては今までいろいろ説明をしてきましたが、もう一つ忘れてはならない大きな役割は、CO₂を排出しない風力や太陽光など自然エネルギー発電の電力システムへの導入促進に役立つということです。自然エネルギーの大きな問題は発電量が自然任せで、電力需要の増減にマッチしないことです。このため電力システムの電圧維持制御上の制約により、自然エネルギー発電の導入量に制約が出てきます。超電導電力ケーブルや限流器、またSMESは、電力システムの柔軟な構成を容易にし、システムの負荷変動を抑制します。このため、超電導機器の導入により自然エネルギー発電装置の連系による系統電圧変動の抑制を容易に行うことができます。その分自然エネルギーの導入量を増やすことができます。実際、2005年のグレンイーグルのG8サミットで、自然エネルギーの導入促進として電力システムの柔軟性を図る方策の提案が求められ、IEA（国際エネルギー機構）が案の取りまとめを行っております。その中で超電導技術の応用が位置づけられることになっております。また、Cool Earth 50のロードマップが作られており、その中に超電導ケーブル開発が入っています。

以上のように超電導技術は効率の向上、自然エネルギーの導入促進という観点からCO₂削減に貢献するというので、我国においても世界においても位置づけられております。このような社会の超電導に対する期待に対し、我々は超電導技術に携わるもの者として期待にこたえるべく頑張るつもりです。

叔父：大いに期待しているよ。最初は高温超電導の話はもう過去のことか思っていたが、君の話を聞いてまったくちがっていたことがわかった。また、新材料の発見からそれが実用化されるまでに多くの努力と時間がかかることを改めて認識した。それとともに開発の苦しみに長期間耐えて生き残るといふことの大事さに改めて気がついた。ありがとう。

甥：叔父さんのように直接超電導に関係していない多くの方々に超電導のことを理解してもらうことが今後の超電導技術の発展に大いに役立つのです。今後ともどうぞよろしく。

長い間超電導の話聞いていただきありがとうございました。

著者あとがき

この原稿はできるだけ平易に書いたつもりですが、文系の方に読んでもらいますとやはり、専門用語がわかりにくいといわれました。盛り込みたい内容と、専門用語の説明との按配がなかなか難しく、中途半端になってしまった感じはいなめませんでした。いずれにしても、本稿が超電導機器技術開発の現状の理解に少しでも役立てば著者として嬉しい次第です。

また、このような機会を与えていただき、また、原稿の編集に関しお世話になりました超電導 Web.21 編集担当の方々にお礼を申し上げます。

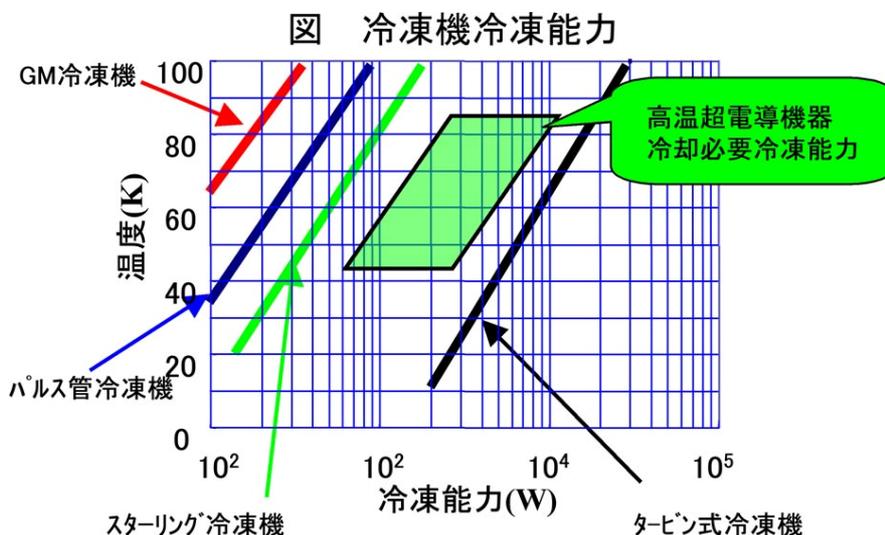
[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場

Q&A

Q: 「超電導電力機器にはどのような冷却機が必要でしょうか？」

A: 高温超電導電力機器が実用化研究の段階に入り、冷凍機の開発にも力が入ってきました。超電導状態の維持には必ず冷却が必要であり、冷却を担当する冷凍機の善し悪しで超電導電力機器の普及が大きく左右されるとも言えます。図に高温超電導電力機器を冷却する為に用いられる冷凍機の性能と現在の冷凍機の性能を表しました。



図を見ると解るように必要温度域は 40 K-80 K 位で、冷凍能力は 2 kW -10 kW (@80 K)だと考えられています。問題は、この領域において市販の冷凍機が空白状態なのです。図中左側に位置する GM 冷凍機、パルス管冷凍機、スターリング冷凍機は蓄冷式小型冷凍機といわれる種類のもので、蓄冷式熱交換器とレシプロ型の膨張機を備えているタイプです。また、図中右側のタービン式冷凍機は向流式熱交換器と膨張タービンを備えている大容量の冷凍機です。

この空白の領域に対して、現段階ではどのように冷却試験を行っているかといいますと、蓄冷式小型冷凍機を数台寄せ集めて超電導機器を冷却しているのが実情です。これですと、冷凍機が高張り、超電導機器の小型軽量の利点が相殺されてしまいます。そこで、現在この領域を埋める為の冷凍機の研究開発が行われています。方向性として蓄冷式小型冷凍機、特にパルスチューブ冷凍機の大形化と膨張タービン式冷凍機の小型化の二通りあります。いまのところパルスチューブ冷凍機は 1 kW(@80 K)程度の大形化まで来ています。一方膨張タービン式冷凍機は、作動ガスにネオンガスを用いる事により 2 kW(@80 K)の小型化を達成しています。

さて、電力機器の冷却装置ならば、信頼性とメンテナンス性が重要な項目となります。特に電力システムに組み込まれるような場合は、冷凍機が停止すると超電導機器も停止せざるを得ないので、信頼性には十分の確保が必要です。これは、メンテナンス間隔にも大きく影響をしてくる要素です。装置の信頼性を確保する為に、定期的なメンテナンスを実施するのですが、しょっちゅうメンテナンスしていたのでは、超電導機器の稼働率が上がってきません。基本的に電力機器本体はノーメンテナンスで機器寿命を迎えますが、冷却装置は定期的なメンテナンスを必要とします。通常冷凍機

は年1回程度のメンテナンスを必要としていますが、いまこの間隔を3年以上にのばす為の研究開発が行われています。

また、冷却装置の性能を示すもう一つの数値が冷凍効率です。冷凍効率（冷凍能力／消費電力）は冷凍装置の消費電力に対する冷凍能力で評価します。冷凍効率は超電導機器の経済性に直結するので、とても大切な数値です。80 Kにおける現段階の冷凍効率は0.05程度です。この数値を可能な限り高める事が冷凍機開発の大きな目標となっています。

超電導電力機器の冷却装置として必要な事は、超電導電力機器の特長である小型軽量・省エネルギーの特性を損なわない事です。例えば、超電導機器より大きな冷却装置であったり、超電導機器の生み出す省エネルギー分を消費してしまうような非効率な冷却装置は、決して社会に受け入れられません。超電導電力機器の冷却装置は、小型・高信頼性・高効率が要求されています。

回答者：大陽日酸株式会社 開発エンジニアリング本部 吉田 茂 様

[超電導 Web21 トップページ](#)