

## 掲載内容 (サマリー):

- 第15回国際超電導シンポジウム (ISS2002) 開催
- 第11回国際超電導産業サミット (ISIS-11) 開催 (速報)
- 平成14年度「地球環境国際研究推進事業」に係わる「高温超電導利用における交流損失の評価・削減に関する研究開発」採択決定
- ISS2002 トピックス: 物理、化学分野
- ISS2002 トピックス: パルクおよびその応用分野
- ISS2002 トピックス: 線材およびその応用分野
- ISS2002 トピックス: 薄膜・接合、デバイス分野
- 超電導関連 12月・1月の催し物案内
- 発電電動機とは
- 超電導関連製品ガイド - 超電導関連ガス、冷媒及び関連機器 -
- 新聞ヘッドライン (10/18-11/19)
- 超電導速報 - 世界の動き (2002年10月)
- 標準化活動 今月のトピックス IEC/TC90-VAMAS 合同会議開催 -
- 低温工学・超電導学会報告 (その1)
- 低温工学・超電導学会報告 (その2)
- 第3回材料研究会/九州・西日本支部合同研究会より
- 特許情報
- 隔月連載記事 - パルク超電導磁石の誕生 (その6 最終回)
- 読者の広場 (Q&A) - 低温超電導体と高温超電導体とはどのような違い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15回国際超電導シンポジウム (ISS2002) 開催

(財)国際超電導産業技術研究センター(ISTEC)は2002年11月11日(月)から13日(水)の3日間、横浜市のパシフィコ横浜会議センターで第15回国際超電導シンポジウム (ISS2002) を開催した。このシンポジウム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されている。今回、海外参加93名を含め参加者637名、参加国26カ国となり、中国、韓国などアジア太平洋地域からの参加者が増えた。招待講演58件を含め口頭講演131件、ポスター講演290件の合計421件の発表があった。ISS2002のプロシーディングスはエルゼビア・サイエンスの「Physica C」の特別号として出版される。国内外企業12社による超電導関連材料と製品、技術の展示会も併催された。超電導の科学・技術と応用に関する国際会議として世界的な規模となっている。

第1日目は田中ISTEC副理事長の開会挨拶、平沼経済産業大臣(代読 名尾 関東経済産業局長)の来賓祝辞に続き、2件の特別基調講演と6件の基調講演が行われた。特別基調講演の最初は、超電導工学研究所(SRL)田中所長により「IT、PTの未来と超電導技術」と題して行われた。高温超電導(HTS)線材は電力ケーブル、モータ、発電機など77K-20K利用だけでなく、核融合炉、NMR、SMESなど4K-20Kでの実用化を、そして、HTSデバイスはポストシリコンとしてルータ、サーバーなどネットワークへの応用を提唱された。二つ目の特別基調講演は、ドイツ、シーメンス社のノイミュラー博士により「欧州における高温超電導の電力および産業応用の現状」と題して行われた。電力ケーブル、限流器、電力貯蔵など電力応用、そして、鉄道用トランス、モータ、4MW 船舶用発電機など産業応用の開発状況が紹介された。

基調講演では、カリフォルニア大学バークレー校デービス教授がBi系HTSの走査トンネル顕微鏡観察による電子状態のナノスケール不均一性や準粒子の量子干渉効果の新しい発見を報告された。ウイスコンシン大学マディソン校のヘルストローム教授がBi系HTS線材プロセスにおいて、ポストアニールや過剰加圧がマイクロ構造改善や異相除去に効果的であり、線材Jcの向上を指摘された。超電導工学研究所の塩原部長が30-40m長IBAD/PLD線材を始めとする日本の次世代線材開発プロジェクトの成果と今後の長尺線材の開発目標として長さ300~500m、Ic300A/cm-W、コスト\$100/kAm、製造速度5m/hを報告された。名古屋大学早川教授がLTS超電導論理回路のネットワークデバイスへの応用開発、米国スーパーコンダクターテクノロジー社ハモンド博士がHTSマイクロ波受信機の技術開発と米国のマーケットを紹介された。超電導工学研究所の村上部長から世界初のHTSバルクを用いた水浄化用磁気分離装置の開発と移動可能な水浄化システムへの応用が紹介された。

第2日目、3日目は物理・化学及び磁束物理、バルク/システム応用、線材/システム応用、薄膜・デバイスの4分野で口頭発表と2つのポスターセッションにおいて熱心な報告と討議があった。

物理・化学分野では、「新超電導発見の新概念と新物質」及び「高温超電導体の超電導状態における異常」の2つのミニシンポジウムが企画され、高圧誘起超電導、単層カーボンナノチューブの1次元超電導、有機電導体の磁場誘起超電導など新発見が続く超電導新材料及び高Tc銅酸化物の超電導機構の解明への最新のトピックスが議論された。

バルク/システム応用分野では、実用化に必須の大サイズバルク作成技術、77Kで15Tという高捕捉磁場化技術などの成果のほか、マグネットやモーター、発電機、磁気浮上ベアリング、マグネトロンスパッタへの応用が報告された。

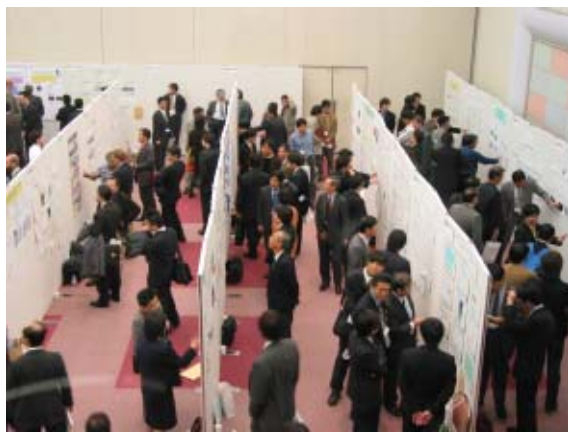
線材/システム応用分野では、次世代線材の各種プロセスの成果報告があり、IBAD/PLD 法次世代線材で  $J_c$  が 10m 長で  $2.2\text{MA}/\text{cm}^2$ 、 $I_c$  が 1m 長で  $200\sim 300\text{A}/\text{cm-W}$  など顕著な進展が報告された。アメリカンスーパーコンダクター社は今年 12 月出荷開始予定の Bi 系 HTS 線材 4 グレードを発表した。次世代線材における 100A 以上の  $I_c$  レベルの結果を基に、Bi 系の 1/2 から 1/5 のコストを目標として、3-4 年でコスト性能が Bi 系とクロスオーバーする想定を紹介した。米国海軍の艦船用 5MW の HTS デモモーター開発と LTS 発電機の計画、ケーブル、SMES など電力システム応用の実証試験等の着実な進捗が報告された。

薄膜・接合/デバイス分野では、昨年日本で発見された  $\text{MgB}_2$  超電導体のデバイスへの応用研究の進展や既に商用レベルにある Y 系高温超電導の SQUID、フィルター開発が紹介され、そして、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応用研究の成果が報告され、ポストシリコンを目指す高集積回路実現に向けた研究開発が大きく動き出している。

第 3 日目午後のクロージングでは東京大学為ヶ井教授が物理化学・磁束物理分野、SRL 村上市長がバルク/システム応用分野、電力中央研究所秋田部長が線材/システム応用分野、名古屋大学早川教授が薄膜・接合/デバイス分野の各発表を総括された。最後に ISS2002 組織委員長の SRL 田中所長の閉会スピーチがあり、来年 10 月 27 日から 29 日、つくば市で開催予定の ISS2003 での再会を願って盛況裏に閉幕した。



田中所長(SRL/ISTEC)の特別基調講演



ポスターセッション風景

(ISTEC 調査・企画部長 上羽 良信)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 第 11 回国際超電導産業サミット(ISIS-11) 開催（速報）

2002年11月17日-19日、東京の京王プラザホテルで第11回国際超電導産業サミットが開催された。日本、欧州、米国から約50名が参加し、3日間にわたり超電導を巡る動向を含む議論が行われた。

今次サミットでは、電力及び電力応用、エレクトロニクス、医療等の分野が取り上げられたが、今回の特徴は、冷凍機を議題として取り上げたこと。冷凍機分野の参加者からは、冷凍機と超電導は密接不可分でありトータルシステムとして考えるべき問題も多い等の意見が出された。また、国際協力のあり方についても議論がかわされた。

会議後、超電導工学研究所へのラボツアーを実施、内外の参加者がISTECの超電導研究開発の現状を視察した。

詳細は後日、報告する。



サミット会場風景

(ISTEC 国際部長 津田井 昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 平成 14 年度「地球環境国際研究推進事業」に係わる「高温超電導利用における交流損失の評価・削減に関する研究開発」採択決定

経済産業省が平成 14 年 6 月 26 日より公募していた「地球環境国際研究推進事業」に係わる採択決定が平成 14 年 10 月 18 日付けでなされた。この一環として(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長 荒木 浩、略称 ISTE C)が提案していた「高温超電導利用における交流損失の評価・削減に関する研究開発」は平成 14 年 11 月 7 日をもって交付決定され、事業開始することとなった。

平成 14 年度「地球環境国際研究推進事業」の目的は、21 世紀における持続可能な経済社会構築と日本新生を実現するために不可欠とされる地球環境問題への対応にある。特に、地球温暖化問題については、京都議定書の温室効果ガスの削減目標年次が差し迫る中、目標を達成するための早急な対応が求められており、関係各国が協力して問題解決に取り組むことが極めて重要である。具体的には、地球温暖化問題解決に向け、諸外国と共同で気候変動の解明、炭素循環等の科学的知見の充実、バイオテクノロジー等を応用した革新的製造プロセス、二酸化炭素の分離・回収、隔離、固定化・有効利用等の革新的な温暖化防止対策技術など 4 分野にわたる 9 テーマの研究開発を進めることとなった。

掲題テーマの「高温超電導利用における交流損失の評価・削減に関する研究開発」は、4 分野の研究開発の一つである温室効果ガス削減に資する革新的な再生可能エネルギー技術等の研究開発に属するもので、研究期間は契約日から平成 17 年 3 月末までの 3 年間。予算規模は 3 年間で 4 億円程度が計画されている。具体的には、高温超電導線材の交流損失評価技術の確立、適正線材構造のシミュレーションを実施して交流損失の低減に資するものである。本研究開発は、米国 DOE のブルックヘブン国立研究所等と情報交換等を通じて共同研究を推進する。本研究開発により、SMES 等超電導機器導入や超電導線材利用が促進され、エネルギーの利用効率の向上等により二酸化炭素削減効果が期待される。

本研究開発では、日本側 塩原(SRL-ISTEC)と米国側 Suenaga 氏(Brookhaven National Laboratory)をリーダーとして、(1) 交流損失評価技術開発、(2) 適性線材構造のシミュレーション研究並びに(3) 総合調査研究がなされる。なお、日本側は SRL を主体に、フジクラ、九州大学、横浜国立大学が研究に参加するとともに日米共同研究体制で実施することとされている。

(SRL/ISTEC 第 4・5 研究部長 塩原 融)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2002 トピックス：物理、化学分野

「新超電導発見の新概念と新物質」というミニシンポジウムでは、超電導の一般常識を覆す様々な“新しいタイプの超電導”が報告された。天谷（阪大）は、超高压下では磁性が抑制された結果、鉄が超電導になること、リチウムでは理論予言値よりは低かったものの単体金属では最高の20K という超電導転移温度が観測されたことを報告し、室温超電導が予言されている水素の金属化・超電導化も、近い将来実現可能であろうという非常に楽しい言葉で講演を締めくくった。その他、カーボンナノチューブ内で実現した擬1次元超電導（P. Shen）や、有機錯体に磁場をかけて金属化し超電導にした例（宇治）などの報告があり、まだまだ“超電導のロマン”の顕在ぶりが示された。

「高温超電導体の超電導状態における異常」のミニシンポジウムでは、磁束や Zn 不純物の導入によって反強磁性状態が誘起され超電導状態と共存すること（Lake、木村）や、ストライプ秩序と超電導の共存（小形）不足ドープ領域における時間反転対称性の破れ（Campuzano）、不均一電荷分布状態（花栗）など、本質的な不均一電子状態に関する諸現象について実験・理論両面から議論がなされた。プレナリーセッションでの Davis（UC Berkeley）の STM の実験結果はその最先端を行く研究と言える。一方、結晶学的不均一が電子状態の不均一を引き起こしているという新しい視点が永崎（産総研）より示された。これらの“異常”現象が高温超電導体に本質的であるとしても、それらが対形成に関係しているのかどうかについては更なる研究が必要である。

磁束物理分野では、磁気光学膜を使った磁束の可視化が究極まで進み、遂に単一磁束量子までも観測できた成果が発表された。Johansen（U. Oslo）の講演では Nb 系超電導体を使って磁束量子の動く様子を捕らえたビデオが紹介されたが、他の磁束観察手法に比べて応答が速い、ズームアップが容易、安価である、などいくつかの利点があることから、今後高温超電導体の研究でも多用されるであろう。

（SRL/ISTEC 第2研究部長 田島節子）

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2002 トピックス：バルクおよびその応用分野

バルク分野では、プロセスおよび応用に関して新しい発表が数多くなされた。まず、その基本特性においては、ISTEC の Muralidhar らが(Nd, Eu, Gd)-Ba-Cu-O 系において、組成制御をすることで、大きさが約 3-5nm 程度の微細な RE 濃度の高いクラスターを規則正しく均一に分散することに成功し、77K において磁場が c 軸に平行な方向でも 15T という高い不可逆磁場を達成できることを報告した。高温超電導の強磁場応用は、不可逆磁場によって、その上限が決められるため、今回の成果はバルク分野だけではなく超電導応用にとって重要な成果であると考えられる。

バルクプロセスにおいては、新日鉄の澤村が MUSLE 法と呼ばれるマルチ種結晶法によって、ほぼ単一粒の 10cm 直径の YBCO を合成したと報じた。この方法は、前駆体において上層と下層の 2 段の層を設けることで、種を複数置いた場合でも、上層は多結晶になるものの、下層にはその影響がないことを利用したもので、大型化にとって有望な手法と考えられる。

また、大型化の手法として、ISTEC の飯田らが、異種のバルク体の接合に世界ではじめて成功したことを報告した。従来、報告されている接合では、ひとつの単一粒試料から切り出した部材を接合するものであったが、今回の報告では母材に Y-Ba-Cu-O を、また接合材に Ag 添加した Y-Ba-Cu-O を用い、接合面を(110)面とすることで、弱結合のまったくない接合を実現したものである。

バルク応用に関しても、新しい進展が見られた。まず、バルク超電導磁石の大きな磁場強度と磁気勾配を利用した水浄化用の磁気分離装置が日立によって開発されているが、この装置が油汚染された海水の浄化や、あおこ、赤潮などの除去にも効果のあることが報告された。また、九州電力と共同で、トラックの荷台に積載して、移動型の磁気分離装置を開発したことも報告された。環境問題が深刻となり、水のリサイクルの重要性が世界的な問題となっている現在、重要な技術と考えられる。

ダイアックスの松田らは、名古屋大学と共同で開発しているバルク超電導磁石を搭載したマグネトロンスパッタリング装置の開発状況について報告した。バルク超電導磁石を利用することで、従来の永久磁石タイプでは不可能であった強磁性体をターゲットとした薄膜を合成することに成功したと報じた。

以上のように、バルク超電導分野では、そのプロセス開発と応用開発が大きく進展しており、今後の進展が楽しみであるという印象を強くうけた。

(SRL/ISTEC 第1・3研究部長 村上雅人)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## ISS2002 トピックス：線材およびその応用分野

横浜で行われた ISS2002 の中で報告された線材関連のトピックスをまとめる。

まず、RE 系次世代線材プロセス開発では、Kakimoto 等(Fujikura)が IBAD 中間層上に PLD で YBCO 超電導層を形成するプロセスにより 46m 長の世界最長高配向線材作製に成功し、 $I_c$  で 74A を得ている。また、同じプロセスの組み合わせで、Freyhardt 等(Gottingen Univ.)が高特性化の報告を行い、10m 長ながら 1cm 幅換算の  $I_c$  で 223A/cm-w を得たとしている。また、IBAD の課題である製造速度向上に関して画期的な技術開発が報告された。それは、Yamada 等(SRL)によるもので、IBAD 中間層上に形成した  $CeO_2$  膜において高速に配向性向上が見られ最終的に単結晶並みの  $\theta$  が  $2.6^\circ$  の高配向膜を実現している。この技術を用いれば、IBAD 層は薄くて済むことになり、プロセス全体として高速化が可能となる。低コストが期待できる TFA-MOD プロセスでは、Honjyo 等 (SRL) が、マルチコート法による厚膜化で臨界電流向上を図り、 $I_c=210A(@77K)$ を得ることに成功し、長尺化へも動き始めたことを報告している。

一方、Bi 系線材開発プロセスでは、Hellstrom(Wisconsin Univ.)により米国における最近の開発動向が紹介され、Post-anneal と Over-pressure 下での焼成技術開発により、 $J_c$  向上に成功し、これまで  $34kA/cm^2$  であった  $J_c$  が  $59A/cm^2$  まで増加したことが報告された。これは、単なる密度向上だけでは説明ができず、Bi-2223 そのもの高  $J_c$  化が図られたと解釈している。また、Masur(AMSC) は、新しい設備投入により生産能力が著しく向上し年産 2 万 km になることを紹介すると共に、特性向上においても 130A 程度の  $I_c$  を安定して製造する技術が確立していることを紹介した。

応用に関しては、まず、Selvamanickam(IGC)より、米国 Albery での超電導ケーブルテストの計画が紹介され、特にこれまでとの違いとして、1section に次世代線材を導入する予定があることが紹介された。一方、日本においては Ueda(Super-GM)により単相ケーブルによる 500m 送電テストライン計画が紹介され、Ishiyama(Waseda Univ.)により HTS を用いた SMES 開発の現状解説等があった。

線材分野ではその発表件数が約 100 件 (口頭 30 件、ポスター 70 件) と、最も大きなセッションであり、その期待の高さを認識すると共に、内容的にも日米欧が拮抗して開発競争展開されていることがわかった。この競争が実用化促進に寄与することが期待される。

(SRL/ISTEC 第 4 研究部 和泉輝郎)

[超電導 Web21 トップページ](#)



## ISS2002 トピックス：薄膜・接合、デバイス分野

口頭講演、ポスターを含めて 90 件近い発表がなされたが、これらの中でトピックス的な部分を以下に纏めた。

薄膜-----  $MgB_2$  薄膜は高品質化が困難であるが、高蒸気圧の Mg 雰囲気を実現できる HPCVD 法 (Hybrid Physical-Chemical Vapor Deposition) を  $MgB_2$  膜の作製に適用し、表面が平坦で、バルクの 39K 以上の  $T_c$  を有する膜特性が示され、注目された (Pennsylvania 大等)。また  $MgB_2$  膜を用いた SIS 接合の作製が試みられたが、ギャップ特性等、基礎データを評価できる段階に達している (NTT, KARC)。高周波フィルタ向けの大面積酸化物薄膜に関して、 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  の希土類元素を Dy に置き換えた酸化物薄膜では、高湿度 (95%、40 ) での特性安定性が大幅に向上することが示された (THEVA)。

ランプエッジ接合----- SFQ 回路等への応用を目的として、 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  ランプエッジ接合に磁気遮蔽膜を敷いた場合の、作製技術上の問題点が議論された。積層化することによって磁気遮蔽膜の酸素濃度が低下し、超電導性が損なわれる。超電導特性を回復するために、酸素ガス中アニール処理が施されるが、これが接合の  $I_c$  を上昇あるいは低下させることがわかった (日立、SRL)。

SFQ 回路----- 酸化物系の SFQ 回路では電圧増幅回路 (SRL) やリング発振器 (東芝) 等がランプエッジ接合を用いて作製された。今後機能回路の開発に向けて各種の RSFQ 回路を作製するためには、磁気遮蔽膜上で接合の  $I_c$  を揃えて制御できるように回路作製技術を向上させる必要があるとされている。低温の SFQ 回路の開発では 2x2 スイッチ回路 (NEC、KARC)、ALU、レジスタ等のプロセッサ用要素回路 (名大)、AD モジュレータと DEMUX の組合せ (日立)、AD 用デシメーションフィルタ (SRL) 等、2000 接合規模の RSFQ 回路が作製され、動作が確認されている。Nb 系回路作製技術の安定性を反映している。

マイクロ波応用----- STI 社 (Superconductor Technologies Inc.) では超電導フィルタユニットを開発、販売している。同時に stirling 型冷凍機も生産しているがすべてメンテナンスフリーで稼働している。米国内では 2000 台以上の超電導フィルタユニットが稼働していて、生産台数は着実に伸びている。米国では現在の携帯電話の受信状況に不満を感じている人の割合が多いことが大きな要因と考えられる。

(SRL/ISTEC 第 6 研究部 樽谷良信)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導関連 12月-1月の催し物案内

### 12/2-3

平成14年度研究助成事業成果報告会

場所：池袋サンシャインシティ 文化会館 7F

(主催：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO) 後援：経済産業省(予))

### 12/2-6

MRS Fall Meeting

場所：Boston, MA

(主催 MRS)

### 12/10

北澤宏一元教授「最終講義」

場所：東京大学工学部5号館1階51・52講義室

(主催：東京大学大学院工学系研究科 応用化学専攻岸尾研究室)

### 12/10

第55回ワークショップ 超強磁場 NMR 装置の開発と NMR 計測結果

場所：理化学研究所 横浜研究所 研究交流棟1階

(主催：(社)未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会 協賛：(社)低温工学協会(申請中) 後援：よこはま NMR 構造生物学研究会)

### 12/12-13

第26回研究会「高温超伝導体発見から15年 - プロローグから現在までを振り返って - 」

場所：NTT 厚木研究センター・プレゼンテーションルーム

(主催：応用物理学会 超伝導分科会)

### 12/20

第3回超電導応用研究会「超電導技術の輸送分野への応用」

場所：山梨実験センター

(主催：低温工学協会)

### 1/16-21

Fourth International Conference on New Theories, Discoveries and Applications of Superconductors and Related Materials (New3SC-4)

場所：Catamaran Resort, San Diego, California

E-mail: new3sc@phys.subr.edu.

### 1/21-22

11th Superconductivity Wire Development Workshop

場所：St. Petersburg Bayfront Hilton, St. Petersburg, Florida

### 1/24

第7回冷凍部会例会/関西支部第3回講演会「生体応用」

場所：尼崎市産業技術総合研究所 関西センター

(主催：低温工学協会)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 発電電動機とは

発電機、モータ（電動機）などの回転機は、機械エネルギーから電気エネルギーを生み出す、または電気エネルギーから機械エネルギーを生み出す代表的な電気機械である。特に、一つの回転機で発電機の働きと電動機の働きを兼ね備えた電気機械を発電電動機と呼ぶ。すなわち、発電電動機は、正方向回転すると発電機運転、逆方向回転で電動機運転となる。このような発電電動機は、数 100MW 級の揚水発電所、数 10MW 級フライホイール、100kW 程度の電気自動車や電車などに適用されている。

発電機は、磁界の中で導線を機械的に動かすと電磁誘導作用に基づくフレミングの右手の法則によって誘導電流を発生させる電気機械である。一方、電動機は、逆に磁界の中にある導線に電流を流すとフレミングの左手の法則によって電磁力を発生させる電気機械である。従って、発電電動機は、発電機運転ではフレミングの右手の法則、電動機運転ではフレミングの左手の法則に基づく原理で、電気エネルギーと機械エネルギーとを相互に変換していることがわかる。

発電電動機は、電磁誘導作用の一端となる固定子と回転トルクを授受する回転子から構成されている点では発電機や電動機と構造上の相違点はないが、正逆可逆回転できる点が異なる。発電電動機の種類は、導線を通る電流が直流か交流か、磁界が電磁石によるか永久磁石によるか、導線（コイル）が固定子側か回転子側か、回転原理が誘導方式、同期方式或いは整流子方式かなどによって区別される。MW 級以上の大型発電電動機には誘導方式が、数 100kW 以下の中小型発電電動機には永久磁石を用いた同期方式が一般的に適用される。

東京電力今市場水発電所における三相交流発電電動機では、出力 360MW の電動機 3 基を用いた夜間電力による揚水運転と、昼間出力 390MVA の発電機 3 基を用いた最大出力 105 万 kW の発電を行っている。（「超電導 Web21」2002 年 11 月号参照）また、東京電力葛野川発電所での単機出力 475MVA の発電電動機など国内における単機容量が 300MVA を超える水車発電機はすべて揚水発電用発電電動機である。

最近、永久磁石を用いた同期発電電動機がマイクロガスタービン、フライホイール、電気自動車、風力発電などの分野で脚光を浴びている。（電学誌、122 巻 11 号、2002 年）また、神鋼電機がバルク超電導磁石を用いた出力 1.5kW の大トルクのラジアル型発電電動機を開発した。（「超電導 Web21」2002 年 10 月号参照）

（編集局 田中靖三）

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導関連製品ガイド

### - 超電導関連ガス、冷媒及び関連機器 -

#### 岩谷瓦斯株式会社

各種工業ガス（酸素、窒素、アルゴン、ヘリウムなど）、液化窒素、液化アルゴン、液化ヘリウム  
担当：関東支店（低温機器部） TEL: 03-5405-5795、FAX: 03-5405-5985

#### 大阪酸素工業株式会社

ヘリウム（純ガス）ユニットとヘリウム液化機、液化用圧縮機、液体ヘリウム貯蔵槽及び回収圧縮機、ガス精製器  
担当：ガス機器営業グループ、TEL: 03-3434-0199、FAX: 03-5472-8728

#### 小池酸素工業（株）

インデ社製ヘリウム液化・冷凍装置

担当：先端機器事業所 TEL: 0473-76-3633、FAX: 0473-76-7020

#### 株式会社鈴木商館

液体ヘリウムデュワー、液体ヘリウム連続液面計、トランスファチューブ

担当：低温機器部、TEL: 0492-25-7551、FAX: 0492-26-8971、e-mail: teion@suzukishokan.co.jp

#### 株式会社ジェック東理社

液化ガス液面計、トランスファチューブ、液化ヘリウム容器、液化窒素自動補給装置、液化ヘリウム自動供給装置、液化窒素容器、液化ガス真空断熱管、サブクール LN<sub>2</sub> 循環冷却装置、液化窒素気液分離器

担当：営業部、TEL: 049-225-7555、FAX: 049-225-7558、e-mail: t\_makino@jecctorisha.com

#### 大陽東洋酸素株式会社

ヘリウム再凝縮装置、希釈冷凍機、LHe 自動調圧装置、液体窒素発生装置、LN<sub>2</sub> 貯蔵・運搬容器

担当：ガス事業本部工業ガス事業部超低温部、TEL: 03-3231-9845、FAX: 03-3274-3270、  
e-mail: cryo@saan.co.jp

#### 日本エア・リキード株式会社

産業ガス、医療ガス及び技術サービス

担当：プラント・エンジニアリングサービス事業部 宮崎敬爾、TEL: 0794-37-2811、  
FAX: 0794-37-7315

#### 日本酸素株式会社

全自動ヘリウム冷凍液化装置、全自動液体窒素製造装置

担当：宇宙・低温機器事業部 営業部、TEL: 044-288-6937

（編集局 田中靖三）

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (10/18-11/19)

中部電力でんきの科学館 超電導ショーが人気 10/18 電気新聞  
けた違い高速計算・盗聴できない通信・・・「量子 IT」研究 英米大と連携 富士通や日立・東芝 実現へ競う 10/21 日本経済新聞  
二ホウ化マグネシウム超電導体 低温合成の方法開発 ホソカワ粉体技研など 超微粒子同士を結合 10/21 日刊工業新聞、10/22 日経産業新聞  
理研 量子ビット数百個 結合回路を考案 10/24 日本工業新聞  
ITER 誘致後押し 細田科技相、きょう青森入り 10/28 日本工業新聞  
国際熱核融合炉の六ヶ所村誘致 日本、インフラ優位訴え 仏・スペインと横一線の状態 10/28 日本経済新聞  
ITER 誘致 六ヶ所村をアピール 経済効果に期待 きょうから青森で政府間協議 10/29 電気新聞  
独創的な技術でリード 超電導など次世代に照準 10キロワット級、3年以内に実用化、弱い磁界でも室温冷凍 10/29 日本工業新聞  
金属系高温超電導材料 1時間で線材加工 産総研、磁石などに応用へ 10/30 日経産業新聞  
超電導工学研 77Kで4.3テスラの磁場 バルク高温超電導磁石開発 10/31 日刊工業新聞、電気新聞  
磁力従来の4倍 超電導磁石開発 超電導工研 11/1 日本経済新聞、日経産業新聞  
「青森にITERを」誘致実現へフォーラム 11/1 日刊工業新聞  
イットリウム系酸化物超電導線材 50メートルの長尺化にめど フジクラ 世界最長を更新 11/5 電気新聞  
九大 脳の波を計測 閉塞感なく低コスト円筒磁気シールドで 11/8 日刊工業新聞  
大同特殊鋼の世界最高磁力磁石 11/8 日経産業新聞  
核融合発電、実用化に「光」レーザーを利用 実験成果踏まえ、夢の実現目指す 11/10 日本経済新聞  
住友電工が参画 米高温超電導ケーブルプロジェクト 製造・敷設など請け負い 11/14 電気新聞、日本工業新聞、日経産業新聞、日本経済新聞  
ナノテク ここが焦点 量子効果引き出す 通信など応用広く 11/18 日経産業新聞  
量子IT 実現の道 - 第一人者に聞く IC、超電導素子で 実用規模の計算に光 11/19 日経産業新聞  
常電導リニアの車両台車 富士電機に30台納入 ジャコム 11/19 日刊工業新聞

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 【ビジネストレンド】 超電導速報 - 世界の動き (2002年10月)

### 新しい組織

#### Coalition for the Commercial Application of Superconductivity (2002年10月7日)

Coalition for the Commercial Application of Superconductivity (CCAS)は、その業務範囲を拡大し、米国連邦政府レベルや各州レベルにおける超電導関連プログラムやその活動を支援することを通じ、超電導産業における商業化開発を加速する方針であると発表した。また、CCASは、米国における超電導産業の共通の利益に基づく統一した提言を行っていく。その重点は、超電導の価値につき新しいメンバーの関心を高め、出資者を啓蒙し、またグローバルな協力を促進して超電導技術の利用を加速することである。

CCASは、米国における規制問題が早急に解決されれば、電力産業に革新的な電力系統強化技術への投資が進むであろうと考えている。CCAS会長 Phillip J. Pellegrino氏は、「高温超電導技術が見通し通りに成熟してきて電力産業の多くの要求を満たせるであろうと考えられるが、今、超電導産業は重要な岐路にある。」と述べた。

電力産業向け以外の分野でも、CCASは医療システム、運輸、通信、情報技術、科学機器およびエネルギー技術の諸分野における超電導利用の開発推進を業務とする予定である。

CCASは、1987年に米国における超電導産業の国内事業者団体として設立された the Council on Superconductivity for American Competitiveness (CSAC)の継承団体である。インターネット上のCCASのアドレスは [www.ccasweb.org](http://www.ccasweb.org)。

(出典)

"New Coalition for the Commercial Application of Superconductors (CCAS) Formed" CCAS Press Release (October 7, 2002)

[http://www.ccasweb.org/press/2002/CCAS\\_100702.pdf](http://www.ccasweb.org/press/2002/CCAS_100702.pdf)

### 電力

#### American Superconductor Corporation (2002年10月9日)

American Superconductor Corporationは、同社が特許を取得したコーテッド・コンダクター・アーキテクチャーの HTS 線材製造法の大容量・低コストプロセスのスケールアップを加速するため、米国商務省の Advanced Technology Program(ATP)から補助金として200万米ドルの交付を受けた。この資金は2年間にわたり交付され、性能やコストを大きく改良できる熱処理装置の開発に使用される予定である。American Superconductor社のCEO Greg Yurek氏は、「前の四半期中に、当社は銅線の性能対価格比を打ち破ることができるようなブレイクスルー技術の目処が立った。上記 ATP は、当社の製造プロセスのスケールアップ加速に役立ち、当社の予想よりも早く市場にコーテッド・コンダクターを投入することができるだろう。」と語った。American Superconductor社が実施権を有するコーテッド・コンダクター製造工程をスケールアップしたプロセスには、統合制御系や半導体加工プロセス並のクリーンなプロセス、繊維産業のようなオープンリール式線材巻取り等の工程、光ファイバ製造時のような温度制御技術が必要となる。ATPの資金は、American Superconductor社がこれらの目標を達成するのに有益である。今のところ、American Superconductor社は、従来、業界で予想していたよりも2年ないし5年前倒して同社のコーテッド・コンダクターを2005年までに(限定された量ではあるが)長尺の製品で提供できると考えている。さらに、この新しい被覆線材のコストは現在入手可能な極細多芯線材の2分の1ないし5分の1となり、その特徴により HTS 製品の市場で大きく成長することになると考えられる。

(出典)

“American Superconductor Awarded \$2 Million Grant by Department of Commerce to Accelerate Scale-Up of HTS Coated Conductor Wire”

American Superconductor Corporation Press Release (October 9, 2002)

<http://www.amsuper.com/press.htm>

#### American Superconductor Corporation (2002年10月29日)

American Superconductor Corporation は、長さ 10 メートルの第二世代被覆導体高温超電導コンポジット線材の電気的特性で再現可能な結果を得た。これらのデータは、米国エネルギー省が以前に設定した目標値(2003年12月までに少なくとも、センチメートル幅当たり 50 アンペアの電気的特性をもつ長さ 10 メートルの電線)よりかなり進んだデータである。American Superconductor 社の発表したこのデータによれば、目標より 15 ヶ月も早い時期に目標とする電気的特性の 2 倍以上の性能をもつことになる。最近、The Oak Ridge National Laboratory で、American Superconductor 社製のコンポジット線材の特性は 10 メートル以上でセンチメートル幅当たり 100 アンペア以上であることが確認された。これらのデータから、2005 年には数量的にも商業的に線材が供給できると予測されると同時に、HTS コンポジット線材技術に期待される市場への参入時期が前倒しされることになる。

(出典)

“American Superconductor Shatters Long-Length Second Generation HTS Wire Goal Set by U.S. Department of Energy”

American Superconductor Corporation Press Release (October 29, 2002)

<http://www.amsuper.com/press.htm>

#### American Superconductor Corporation (2002年10月31日)

American Superconductor Corporation は、発電、送電や配電、および船舶推進用電動機に使用する HTS 線材の応用開発に関する最近の進捗状況を発表した。

発電：2002年10月28日、General Electric Power Systems 社は HTS 線材を使用する高効率発電機の開発計画を発表。General Electric 社は、American Superconductor Corporation の製造した HTS 線材を使用した 1.5 MVA の実証用発電機を製作しており、電気事業用規模の 100 MVA 発電機の製造および試験を計画している。このプロジェクトには、American Superconductor 社がプライマリー・サプライヤーとして指名された。

送電および配電：Digital Power Report 誌の最新号は、米国における送配電システムのグレードアップの必要性に焦点を当てている。この報告書の中で取り上げられた American Superconductor 社の D-SMES や D-VAR<sup>TM</sup> システムは、既存電力システムの系統信頼度や電力の流れを大きく向上させる機能をもつ電力用電子製品として商業用に使用できる Flexible AC Transmission Systems (FACTS) の実例である。また、現在、開発の実証段階にある HTS 電力ケーブルも電力系統網の過密化の緩和やグレードアップの上で重要な技術と述べられている。

船舶推進電動機：国際的な海事コンサルタント会社である MSCL 社は、今後 10 年以内に電気駆動方式は(船舶推進分野で)大きな市場になることが期待されると述べている。このコンサルタント会社は、船舶推進用電動機の市場は 10 年以内に現在の年間 4 億米ドルから年間 20 ないし 40 億米ドルに成長すると予想している。船舶推進用 HTS 電動機は、在来型電動機より寸法や重量がかなり小さい上に高効率である。これらの利点により船舶業者はコストを大きく節約できると思われる。

(出典)

“American Superconductor Provides Update on Superconductors for Power Applications”

American Superconductor Corporation Press Release (October 31, 2002)

<http://www.amsuper.com/press.htm>

### American Superconductor Corporation (2002年11月1日)

American Superconductor Corporation は、デンマークの NKT Holding A/S の子会社、Nordic Superconductor Technologies A/S の全資産を取得した。NST 社は HTS 線材を開発し、ヨーロッパ、アジアおよび北米の顧客に対して販売を行っている。American Superconductor Corporation は、NST 社の特許、製造設備、貯蔵資材、仕掛品およびノウハウのすべてを取得することになる。デンマークにある同社の線材製造施設は閉鎖され、買収資産は American Superconductor 社の経営に組込まれる予定である。これら 2 社は協力して NST 社の現在の顧客からの需要に対処し、既存の手持ち受注を消化して、現在すでに協議中の新しいプロジェクトをサポートすることになる。NKT 社は、NST 社の資産売却に対して、(2002年10月31日時点における)価値が210万米ドルの American Superconductor Corporation の普通株、546,000 株を割り当てられる予定である。American Superconductor 社の CEO Greg Yurek 氏は、「今回の NST 社の企業買収により、当社は顧客層を広げるための非常に重要な資産や機会を得た」との見解を述べた。

(出典)

“American Superconductor Acquires Assets of Nordic Superconductor Technologies from Denmark’s NKT Holdings”

American Superconductor Corporation Press Release (November 1, 2002)

<http://www.amsuper.com/press.htm>

## 通信

### Conductus, Inc. (2002年10月10日)

Conductus 社は、同社の第3四半期 (2002年9月30日で終了) の監査前総収益を 110 ないし 130 万米ドルと予測しているが、この額は前回の予測額 160 万ドルを下まわっている。同社の最終収支は 11 月 12 日に発表される予定である。また、Conductus 社は、約 30%の人員整理と残りの従業員に対しては 15%の賃金カットを含む経費節減計画を実施する予定であると発表した。これらの変更により、賃金に関連する経費は 35 ないし 40%減少すると予想される。同社は、困難な経済環境や予想収益の低下に対する仕入れ決定の遅れを挙げている。

(出典)

“Conductus Announces Third Quarter Revenue Expectations”

Conductus Inc. Press Release (October 10, 2002)

<http://www.conductus.com/newsroom.html>

### Superconductor Technologies Inc. (2002年10月10日)

Superconductor Technologies Inc.は、同社の第3四半期 (2002年9月30日で終了) の監査前正味収益を約 460 ないし 480 万米ドルと予測しているが、この額は前回の予測額 550 ないし 600 万ドルを下まわっている。この正味収益低下は、政府機関からの受注獲得の遅れの結果である。Superconductor Technologies 社は、第3四半期に対しては同社の営業収益目標値を達成した。上記政府契約は 10 月には完了する予定であり、Superconductor Technologies 社は、同社会計年度における収益予想 2200 ないし 2500 万ドルを達成すると予測される。Superconductor Technologies Inc.の社長兼 CEO M. Peter Thomas 氏は、「2002 年度は、当社の営業収益は前年度の結果を少なくとも 130%上回ると予測している。また、当社は、当社の成長は市場の兆候から 2003 年中またそれ以後も続くと考えている。」と語った。第3四半期の最終収支は 11 月初めには発表される予定である。

(出典)



“Superconductor Technologies Inc. Announces Preliminary Third Quarter Results”

Superconductor Technologies Inc. Press Release (October 10, 2002)

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

### Superconductor Technologies Inc. and Conductus, Inc. (2002年10月10日)

Superconductor Technologies Inc.と Conductus, Inc.は、合併に関する最終協定書に署名した。新会社は Superconductor Technology の名称を保持し、これら2社の専門家、技術および資産を統合する予定である。また、両社は既存の株主や関係事業体による1500万米ドルの投資に対しては保証を確約した。これらの投資は合併による決算次第で決まる。Conductus社の株主は、Conductus社の発行済み普通株に対して Superconductor Technology 社の新株式を0.6の割合で割り当てられる予定で、この手続きの締切り予定日は2002年12月31日としている。現在および新会社 Superconductor Technologies Inc.の社長兼 CEO M. Peter Thomas氏は、「STIは、極低温冷却技術、フィルタの設計、ウェハー加工技術、最終組立や試験、生産、マーケティング、販売およびサービスの面でトップになる。合併会社は通信機器分野で一層強力な勢力となり、業績回復により利益もでる状態になるだろう。これは来年には効果が出始めると考えている。」と語った。Conductus社の社長兼 CEO であり、新会社 Superconductor Technology 社の取締役副社長 Charles Shalvoy氏は、「我々は、我々2つの組織の円滑かつタイムリーな統合を成し遂げ、両社の重要人物を一体化した多くのチームをつくり、それによって我々の事業の主要分野それぞれにおける統合計画を作成することを約束する」と述べた。

(出典)

“Superconductor Technologies Inc. and Conductus Inc. Agree to Merge”

Superconductor Technologies Inc. Press Release (October 10, 2002)

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

“Superconductor Technologies Inc. and Conductus Inc. Agree to Merge”

Conductus Inc. Press Release (October 10, 2002)

<http://www.conductus.com/newsroom.html>

### Conductus, Inc. (2002年10月15日)

Conductus, Inc.は、米国 Naval Research Laboratory (NRL)より新型の超狭帯域チューナブルフィルタ技術の開発契約を受注した。この契約には、海軍用の使用条件を記載した購入仕様書に適合させるため、RF設計の研究開発、チューナブルシステム用制御技術およびシステム設計が含まれる。この契約は2年間で274万米ドルである。このプロジェクトは、計画の第1年目の年末までに研究所でこの技術の実証試験を実施し、第2年目の半ばまでにシングルチャンネルのプロトタイプシステムを海軍に納入して試験し、そして第2年目の末までにマルチチャンネルのプロトタイプシステムを海軍に納入することを目標としている。Conductus社の社長兼 CEO である Charles Shalvoy氏は、「当社が超狭帯域チューナブルフィルタ技術の開発に成功したら、その結果はノイズの多い環境で弱い信号を検出しキャッチできる受信機性能の大きな改良に繋がるだろう。」と述べた。

(出典)

“Conductus Receives \$2.74 Million Contract To Develop Ultra-Narrow, Tunable Filter Technology”

Conductus Inc. Press Release (October 15, 2002)

<http://www.conductus.com/newsroom.html>

### Superconductor Technologies Inc. and Conductus, Inc. (2002年10月31日)

Superconductor Technologies Inc.および Conductus, Inc.の両社は、最近の Markman 審判の結果により、ISCO International Inc.により両社に対し提訴された「215 特許」侵害訴訟事件における両社の立場は強化

されたと発表した。Markman 審判は特許請求範囲を確定し、特許条項をどのように解釈、定義するかを決定することを目的としている。ISCO International 社は、Conductus 社の ClearSite 製品と STI 社の SuperFilter は ISCO 社の米国特許番号第 6,263,215 号を侵害していると主張している。STI と Conductus の両社は、これらの申し立てを否定し、ISCO 社に対抗して不公正競争の申し立ても含めた、各種の反訴書類を提出した。最近の Markman 審判の結果について、Conductus 社の社長兼 CEO である Charles E. Shalvoy 氏は、「STI と Conductus の両社は、この Markman 審判の判定の結果は我々に特許侵害は無く、この申し立ては無効であり、法的に執行できない訴訟であるとの我々の立場が強化されたと考える。」と述べた。この訴訟については、2003年3月17日に公判が行われる予定である。

(出典)

"Markman Ruling Strengthens Positions Taken by Superconductor Technologies Inc. and Conductus Inc. in '215 Patent' Dispute, Companies Say"

Superconductor Technologies Inc. Press Release (October 31, 2002)

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

#### Superconductor Technologies Inc. (2002年10月31日)

Superconductor Technologies Inc. は防衛、宇宙および商業無線装置用電子部品開発会社、Signal Technology Corporation から 2 件の防衛関連の政府契約を受注した。この契約には、軍用や本土安全保障設備用の情報収集やデータ監視に使用されると見られる(HTS フィルタ技術を組込んだ)低コスト「マイクロセンサ」の開発が含まれる。この契約の契約金額はほぼ 300 万ドルであり、今後、6ヶ月ないし9ヶ月分の仕事となろう。この契約は、米国国防総省に対してマイクロエレクトロニクス関係の仕事をしている Defense Microelectronics Activity (DMEA) との緊密な協力の下に実施される予定である。Superconductor Technologies 社は過去に DMEA と仕事をした経験があるが、この仕事は Signal Technology 社との同社の初の契約となる。

(出典)

"Superconductor Technologies Inc. Awarded Government Contracts Worth Nearly \$3-Million for Defense-Related Work"

Superconductor Technologies Inc. Press Release (October 31, 2002)

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

#### ISCO International Inc. (2002年11月1日)

ISCO International Inc. は、最近の Markman 審判の結果に関する Superconductor Technologies Inc. および Conductus, Inc. の新聞発表に対応した見解を発表した。Markman 審判は、特許請求条項の意味を明確にするために行われ、この訴訟で、裁判所は ISCO International 社の申し立てた請求の構成をすべて実質的な請求の解釈問題とした。ISCO International 社の CEO Amr Abdelmonem は「実質的な Markman 判定により STI 社と Conductus 社が元気づいているのは奇妙である。我々は、法廷で今までのやり方でその手順を踏んでゆくことで満足している」と述べた。

(出典)

"ISCO International Issues Response to Claims of Superconductor Technologies Inc. and Conductus Inc. in Patent Litigation"

ISCO International Press Release (November 1, 2002)

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

(ISTEC 国際部 津田井 昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

標準化活動 今月のトピックス

## IEC/TC90-VAMAS 合同会議開催 -

IEC/TC90 超電導委員会及び VAMAS/TWA16 は、去る 2002 年 11 月 12 日パシフィコ横浜会議センターにおいて超電導標準化に係わる IEC/TC90(超電導)-VAMAS 合同会議を開催し、ドイツ、オーストリア、英国、韓国及び日本から 17 名が出席した。

この合同会議は、岐阜、盛岡、東京、神戸に続く 5 回目にあたる。VAMAS/TWA16 は、1993 年に発足した超電導材料の試験評価技術の標準化に関する国際研究プロジェクトである。IEC/TC90 は、1995 年 VAMAS (Versilles Project on Advanced Materials and Standards) との間で標準化協力覚書を交わし、リエゾン関係にある。

この合同会議では、つぎの議案に沿って進行された。

1. TWA Office Report
2. Project Reports and Discussions
  - (1) Project number WG1-1(Bending strain effects on critical current in oxide superconductors, and some round robin test results)
  - (2) Project number WG1-3 (Measurement method of irreversibility field in oxide superconductors)
  - (3) Project number WG1-4 (Coupling loss measurement in multi-filamentary HTS superconductors)
  - (4) Project number WG2-1 (Measurement methods of trapped field and levitation force in bulk oxide superconductors, and some round robin test results)
  - (5) Project number WG3-1 (Measurement methods of surface resistance in thin film superconductors)
  - (6) Project number WG4-1 (Measurement method for the mechanical properties of oxide superconductors)
3. New Proposal on Strain Effects
4. Related Activities in IEC/TC90
5. Feature Schedule.

次回会議は、ISS2003 ( Oct.27-29, 2003 ) の Satellite Meeting として、つくば市 (日本) にて開催されることとなった。

(ISTEC 標準部 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 低温工学・超電導学会報告(その1)

2002年10月30日～11月1日まで長崎市のブリックホールにて420人余の参加者を得て開催された。30以上に亘るセッションのうち、主に超電導(磁気)応用関係のセッションについて報告する。

磁気分離用マグネット関連の発表が4件あった。ポリカーボネイトやエポキシ樹脂の原料として用いられている環境ホルモンの一つであるビスフェノールAを取り除く方法が紹介された(いわて産業振興センター他)。製造過程で生じる大量の排水中の環境ホルモンを高勾配磁気分離を用いて分離するものである。実験室レベルでは二次廃棄物なしで処理できることは実証できたが、今後のシステム化が待たれるものである。一方、超電導バルクを用いた水浄化システムは装置が簡単で有望な方法である。今回の発表(九州電力、日立)は4トントレーラーに装置一式を積んだモバイル型磁気分離システムのプロトタイプについてであった。早くこのようなシステムが市場に浸透することが期待される。地熱水からヒ素を分離する方法は以前から試みられているが、今回はバルクを大型化することにより分離効率を上げる発表があった(いわて産業振興センター)。さらにフィルターを使わずに空芯ソレノイドコイルの磁気勾配だけで分離出来るかどうかの試算も報告された(新潟大)。超電導磁気分離装置は社会的ニーズも高く高温超電導体実用化ターゲットとして最も近いところにあるのではないかと考えられる。システムの低コスト化が待たれる。

Bi系線材を用いたマグネット開発では、Bi2212を用いて高磁場のインサートコイルを目的とした報告(昭和電線、中部電力)や系統安定化用SMESを目的とした2223線材を用いたコイルのパルス通電試験(東芝他)及び変圧器リアクトルを目的としたコイル(富士電機、九電、九大他)の試作・試験結果が報告された。鉄道への超電導応用ではリアクトルの超電導化の検討や鉄道用超電導変圧器の電流リードについての報告(鉄道総研他)があった。インバーター制御の直流電車では、パンタグラフとインバーターの間にはフィルタリアクトルがあり、ここに常時電流が流れて損失を発生している。フィルタリアクトルを超電導化することにより損失低減を図ることが目的で、技術的には可能だが経済的に成立するかどうかというものであった。

高磁場NMR用マグネットの開発では我が国は一歩リードしている。今回1GHz級マグネットの開発で920MHz(21.6T)の永久電流モードでの運転に成功したことが報告された(物質・材料研究機構他)。

バルク超電導体を用いてモータを高性能化するためにリラクタンس機を試作・試験した報告(成蹊大)や将来、液体燃料の循環ポンプ等に適用することを目的とした同期モーター(京大)の試験結果等も発表された。

磁気分離やモーターは既存技術との競合であるため、超電導ならではの付加価値をつけるかコスト優位であるかのいずれかがないと市場への浸透は難しい。今後このような視点からの報告が期待される。一方、NMRは超電導でなくては実現しえないものであるが、超高磁場だけをターゲットにすると市場は小さい。そのため低磁場でも簡便に使い、かつ低コストのNMRが実現すれば十分な潜在マーケットが期待できるのではないかと印象をもった。いずれにしろ一点集中でHTS製品の市場への投入が急務ではないだろうか。

(SRL/ISTEC 特別研究員 堀上 徹)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 低温工学・超電導学会報告（その2）

2002年10月30日から11月1日の3日間、長崎ブリックホールで第67回2002年度秋季低温工学・超電導学会が開催された。今回は例年に無く多い発表件数で3日間共終日に渡り活発な議論が交わされた。尚、主催側によれば、参加人数は412人である。

以下、Y系線材関係の発表について報告する。特に、今回は応用基盤プロジェクトに関連した各機関からの技術の着実な進展が見られた。その中で、特にインパクトがあった報告は、フジクラとSRLである。

まず、フジクラにおいては、IBAD法及びPLD法の組み合わせにより、46m長のend to endで74AのIcが得られ、これを5m間隔で測定しても均一のIcであり、長さと特性の面で大きな進展であった。また、積層成膜により最高で141AのIc ( $J_c=1.25\text{MA}/\text{cm}^2$ ) が得られ、 $J_c$ でも最高で $1.97\text{MA}/\text{cm}^2$ が得られている。

一方、SRLにおいても、フジクラの金属テープ (IBAD- $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ ) 上で、TFA-MOD法YBCOで全幅測定でIc=210A (1cm幅×3cm長)、Ic=117A (1cm幅×10cm長)、PLD法YBCOで $J_c=3.8\text{MA}/\text{cm}^2$ 、中間層では $\theta=2.6^\circ$ という単結晶レベルに近い $\text{CeO}_2$ 中間層を作製したと報告された。特に、 $\theta=25^\circ$ のIBAD- $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 上にPLDで $\text{CeO}_2$ を成膜した結果、 $\theta=5^\circ$ に到達したと報告し、 $\text{CeO}_2$ の自己配向的な特性の発見、及びその特性を利用した中間層プロセスの大幅な時間短縮化と結晶高配向化の可能性を立証実験したことが報告された。

他には、電中研で、STO上に共蒸着させたY,Cu,BaF<sub>2</sub>の前駆体を全圧100TorrのN<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>混合雰囲気中で焼成した結果、YBCO (厚さ170~400nm) 膜をエピタキシャル成長させることに成功した。この最大のポイントは、H<sub>2</sub>Oを導入しないことと焼成雰囲気を全て酸素雰囲気にしたことの2点である。これは、溶液法において前駆体の状態や焼成時の反応など機構解明のキーとなる要素を多く含んだ内容であった。

他にも技術進展に役立つ結果が続々と報告され、次回学会での更なる進展が益々期待された。

(SRL/ISTEC 第5研究部 室賀岳海)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 第3回材料研究会/九州・西日本支部合同研究会より

2002年10月29日低温工学協会主催の第3回材料研究会/九州・西日本支部合同研究会が長崎大学教育学部教育工学実験室において開催され、62名が参加した。同研究会は、「MgB<sub>2</sub>はNbTiを超えられるか？」をテーマに掲げ、つぎの4件の講演と総合討論が行われた。

- (1) 線材 - 微細組織と臨界電流特性 - 熊倉浩明 (物質・材料研究機構)
- (2) 線材の臨界電流向上における話題 山田 豊 (東海大学)
- (3) コイル開発の現状 岡田道哉 (日立製作所日立研究所)
- (4) エレクトロニクス応用に向けて - 薄膜、接合技術 - 王 鎮 (通信総合研究所)

MgB<sub>2</sub>線材におけるトピックスは、2002年ヒューストンで開催されたASCにおいてオーストラリアのS.X.DouがMgとBの粉末を1:2の原子比で混合してこれを金属管に詰めて加工と熱処理を施すin-situ法テープ線材において5K, 9Tで $2 \times 10^8 \text{ A/m}^2$ の臨界電流を達成したとの報告である。この値は、従来のMgB<sub>2</sub>の化合物粉末を金属管に詰めて加工するex-situ法テープ線材に比較して約一桁高く、かつNbTiの特性に四分の一にまで迫るものであった。この高特性は、粒径1-10nmのSiCを積率約10%添加し、ピンニングセンターとした点にある。残念ながら、わが国における研究は、インジウムなどの軟質金属の添加によるex-situ法の改良やSiO<sub>2</sub>などの添加によるin-situ法の追試に留まり、Douらのデータを上回るものではなかった。

ex-situ法による長さ12.2mのMgB<sub>2</sub>線材を用いた二つ目のマグネットの製作結果が報告された。液体ヘリウム温度においてコイル電流255Aを通電し、内径40mmの空間に0.5Tの磁界を発生することに成功した。この成果は、永久電流スイッチ(PCS)などへの応用展開が可能とのことであった。

MgB<sub>2</sub>薄膜が、NbやNbN薄膜を超えられる可能性について報告があった。カルーセル型スパッタリング装置を用いると、低い基板温度( $T_s < 300\text{C}$ )でMgB<sub>2</sub>薄膜がas-grown成長することが可能で、このスパッタリング法を適用してMgB<sub>2</sub>/AlN/NbNの三層成膜加工に成功し、良好なジョセフソントンネリングと準粒子トンネリング特性が確認できた。Tc向上、結晶性の選択、反応性イオンエッチング(RIE)の適用、MgB<sub>2</sub>のみの接合など課題はあるものの、薄膜MgB<sub>2</sub>はエレクトロニクス応用に向けて着実に技術進展していることが明らかにされた。

(編集局 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 特許情報

### 成立特許の紹介

最近成立した特許を紹介します。

特許第 332554 号「超電導シグマデルタ変調器」特開 2001-119300 (平成 11 年度出願)

本特許は、シグマデルタ型変換方式(変調器)の AD コンバータに関するものです。この方式は、アナログの入力信号レベルを高速のパルス信号列(すなわち 1 ビットのデジタル信号列)に変換し、その後のデジタル処理により高精度(多ビット)のデジタル信号を得るものです。

入力信号の積分(シグマ)回路と比較差分(デルタ)回路を基本構成とするこの方式に、単一磁束量子を用いる超電導回路の高速性を適用すると、高速高精度の AD 変換性能が得られます。本発明はジョセフソン接合のパラメータを特定の値に設定することにより 1 磁束量子パルスの入力で  $n$  個の磁束量子パルスが発生することを、積分信号に  $(n+1)$  倍の差分演算を施し、同じサンプリング周波数では多ビット数のデジタル信号を、同じビット精度では広帯域化が得られるようにしたものです。これにより、高速、高ビットの AD コンバータが実現でき、無線通信基地局の受信装置あるいは計測機器の性能向上が図れます。

なお、本発明の詳細は、特許庁のホームページから特許電子図書館(IPDL)をご利用下さい。

(SRL/ISTEC 開発研究部)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 【隔月連載記事】

### バルク超電導磁石の誕生（その6 最終回）

SRL/ISTEC 第1・3 研究部長

村上雅人

#### 1. はじめに

材料開発の歴史を振り返ると、材料そのものの特性が十分であっても、周辺技術が整わずに、実用化には至らなかったという例がやまのようにある。超電導バルク磁石も、その磁場特性は永久磁石をはるかに凌駕するものの、機械特性が脆弱であるために、その本格的な実用化が危惧されたのである。

RE123系材料（実際にはRE123マトリックス中にRE211相が微細に分散した複合材料）は、高温でのピン止め特性にすぐれ、能力的には77Kにおいても3Tという永久磁石よりもはるかに高い磁場を捕捉することが可能である。ピン止め効果は温度低下にともなって飛躍的に向上するため、50K程度まで冷却すれば10T程度という非常に高い磁場を捕捉することも可能となる。これだけ、高い磁場を発生できるということは応用上の魅力はつきないが、一方で、この磁場を有効に利用できないという問題が生じた。

それは、励磁の際に、バルク超電導磁石が破壊することである。また、励磁だけではなく、液体窒素冷却を何度か繰り返すうちに、捕捉磁場性能がだいに低下していく疲労現象も観察されるようになった。これは、温度サイクル時の熱ひずみと、励磁の際の電磁力の組み合わせによるものである。

いずれにしても、機械特性に不安があったのでは、超電導バルク磁石の強磁場応用は難しい。

#### 2. 超電導バルク磁石の機械特性の向上

この問題は、はやくから多くの研究者によって認識されており、その対策もいくつか講じられてきている。例えば、銀添加はバルク超電導体そのものの機械特性を向上させるのに有効であり、一般に市販されているものには銀が10%程度添加されている。しかし、銀を均一分散させるのが難しいため、破壊の起点そのものを完全に抑制することは難しい。

そこで、バルク超電導体のまわりを金属製のリングで囲う方法が考案された。いわば一種の焼きばめによる強化方法である。この場合、金属の熱膨張係数がバルク体よりも大きいので、低温に冷却すると金属がより縮もうとし、バルク超電導体に圧縮応力が予荷重として加えられる。実は、電磁力によって発生する力はフープ力、すなわちバルク体の外側に向かう力であるため、あらかじめ圧縮応力がバルク体に加わっていると、耐フープ力性が大幅に向上するのである。この処理により、超電導バルク磁石の捕捉磁場能力や、機械強度に対する信頼性は大幅に向上することになった。



しかし、この手法は間接な強化法であり、バルク超電導体そのものの機械特性を改善するものではない。ここで、思わぬ手法が効果を発揮することになる。低温超電導コイルにおいても強磁場を発生すると、大きな電磁力が働く。特に励磁の際には電流を変化させるため、その影響で超電導線が動くと、コイルがクエンチしてしまう。これを防ぐために低温用のエポキシ樹脂でコイルを線ごとしっかりと固定する方法がとられる。

この樹脂含浸法を超電導バルク体に適用すると、予想外の効果が得られたのである。バルク体は溶融法でつくられるため、見た目では高密度のセラミックス体であるが、複合組織に由来するクラックや、溶融時に発生する酸素ガスなどの影響で内部に空孔が存在する。

これら欠陥が割れの原因になることが知られている。特にセラミックスの場合、表面きずが破壊の起点になる。実は、溶液状のエポキシ樹脂にバルク体を浸し、外気を脱気すると、図1に示したように、バルク体表面のクラックを通して超電導体内部に樹脂が浸透することが分かったのである。しかも、このクラックを通して浸透した樹脂は図にみられるように、空孔をも充填する。この結果、飛躍的に機械強度が向上するのである。

樹脂とバルク体の熱膨張係数の違いによるクラックの進展なども懸念されたが、樹脂の熱収縮率が高いうえ、樹脂とバルク体との結合力が非常に強いので、結果としてバルク体の機械特性を高める方向に機能することがわかった。

ただし、表面に付着している樹脂は熱サイクル時のひずみによってひびが入る。しかし、この問題も、樹脂にガラス繊維を添加したり、あるいは、炭素繊維でバルク体を覆ったうえで樹脂含浸することで、バルク超電導体との樹脂層の熱膨張係数の差を小さくすることで回避することが可能となった。このような樹脂含浸処理したバルク超電導体の機械特性は飛躍的に向上する。

もちろん、バルク体の内奥部まで樹脂が浸透できるわけではなく、その深さは5mm程度である。このため、大型のバルク体では、内部の機械特性がほとんど改善されないという問題が残った。しかし、これにも解決策が見つかった。要は、バルク体の中央付近に人工的な穴を設けて、そのうえで樹脂含浸処理を施すのである。すると、この穴を通して樹脂がバルク体内部に浸透し、さらに穴に通じているクラックを通して、内部の空孔を樹脂で充填することも可能となる。この簡単な手法により、バルク体の周辺部だけではなく、バルク体内部の機械強度を高めることが可能となったのである。

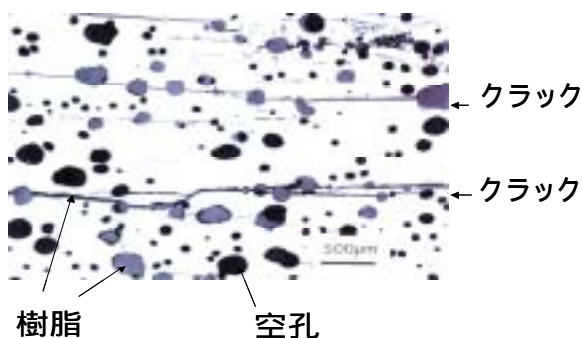


図1 エポキシ樹脂含浸処理したバルク Y-Ba-Cu-O の断面写真。クラックに沿って樹脂が浸透し、内部の空孔を充填している様子が分かる。

### 3. 超電導バルク磁石の捕捉磁場特性

このようなエポキシ樹脂含浸処理した超電導バルク磁石の機械特性は飛躍的に向上する。このため、繰り返し励消磁を行っても、捕捉磁場特性が劣化しない。また、機械特性が向上するので、低温における捕捉磁場特性が大きく改善され、図2に示すように、約2.5cm直径の小さなバルク Y-Ba-Cu-O 磁石が 30K では約15T という驚異的な磁場を捕捉することも可能となった。このような大きな磁場は、他の磁性材料では発生不可能な強磁場である。

また、樹脂含浸処理は機械特性の向上という利点だけではなく、耐食性をも大きく向上させるという副次的な効果ももたらした。これによって、強磁石をいろいろな環境で利用することが可能となったのである。この磁石を利用した水浄化用磁気分離装置もすでに開発され商品化されている。何よりも、10T を超える磁場を発生する磁石を開発できたということは、従来にない新しい応用の道が開けたことを意味している。

超電導バルク磁石の誕生は、超電導の歴史において、まったく新しい超電導の機能が見つかったといっても過言ではない。今後、この分野が大きく発展することを期待して、この物語を終わりたいと思う。

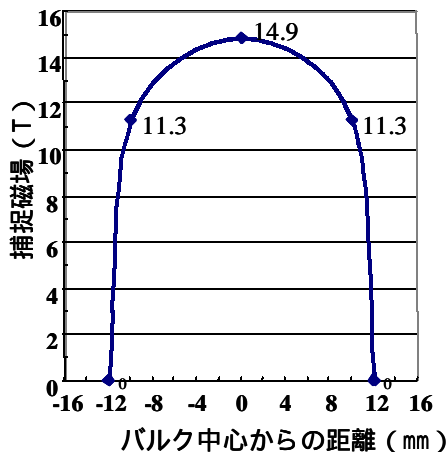


図2 直径2.6cmのY-Ba-Cu-Oバルク超電導磁石を30Kまで冷却し、18T超電導コイルを使った励磁した場合の捕捉磁場分布。中心で約15Tの磁場が捕捉されている。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 読者の広場

### (Q&A)

Q: 低温超電導体と高温超電導体とはどのような違いがあるのでしょうか？

A:

まず、言葉の定義の違いから説明しましょう。

「低温超電導体」と「高温超電導体」は、国際電気標準会議(IEC)による国際規格 IEC60050-815(2000)及びこの国際規格に整合して発行されている日本工業規格 JISH7005(1999)によると、つぎのように定義されています。すなわち、「低温超電導体」JISH7005/815-02-12 は、「一般的に約 25K 以下の臨界温度をもつ超電導体」、また「高温超電導体」JISH7005/815-02-11 は、「一般的に約 25K 以上の臨界温度をもつ超電導体」です。

1986 年以降話題になっているイットリウム系酸化物超電導体、ビスマス系酸化物超電導体などの酸化物超電導体は、代表的な高温超電導体に属します。因みに、「酸化物超電導体」JISH7005/815-02-05 は、「酸素を構成元素の一つとして含み、ある条件下で超電導を示す化合物超電導体」と定義されています。その後発見され、臨界温度が 39K を示す二硼化マグネシウム(MgB<sub>2</sub>)は、「高温超電導体」に属する「化合物超電導体」と考えられますが、まだ専門用語としての定義はなされていません。

つぎに、実用化状況について説明しましょう。

現在実用されている超電導材料のほとんどは、ニオブ、ニオブ・チタン(Nb-Ti)合金、ニオブ 3・すず(Nb<sub>3</sub>Sn)化合物などの低温超電導材料です。低温超電導材料の応用機器として、MRI 診断装置、NMR 分析装置、SQUID 微弱磁束計、加速器、理化学研究用強磁界発生装置などを挙げることができます。これらの市場規模は、現在約 3,000 億円と推定され、年間 5%から 10%で成長しています。また、近い将来、超電導磁気浮上列車、超電導磁気エネルギー貯蔵装置、超電導モーターなどへの応用が期待されています。一方、ビスマス系、イットリウム系などの高温超電導材料は、現在年間 600 億円から 800 億円の大半を投じて世界中で研究開発がなされ、すでに電流リードなどで商品化が始まっています。

最後に、「低温超電導体」と「高温超電導体」の将来性について述べましょう。

超電導は、電気抵抗ゼロなどの特性から推論されるように、本質的には省エネルギーや CO<sub>2</sub>削減に寄与するものです。しかし、「低温超電導体」には、実用特性や信頼性は高いが「高温超電導体」よりも温度を冷やして超電導にするまでの冷却ペナルティが 1 桁以上大きい欠点があります。したがって、工業製品として「高温超電導体」の実用特性と信頼性をいかに向上できるかに関心が注がれています。この高温超電導体の技術開発が進展し、これらが順調に市場に導入できると仮定しますと、2020 年の超電導市場規模が約 5 兆円になるとも試算されています。

(編集局 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)