
掲載内容 (サマリー):

超電導関連 9-10月の催し物案内

新聞ヘッドライン (7/20-8/19)

超電導速報 - 世界の動き (2005年7月)

標準化活動 IEC/TC90 Ad hoc グループ会議 USA, EU で開催

“高温超電導バルク材「夏の学校」in 岩手” 報告

低温工学材料研究会「超伝導薄膜の高特性化、デバイスと評価」から

複合超電導体の機械的・電磁気的特性に関する第3回国際ワークショップ(MEM05)から

隔月連載記事 - 超電導市場のこれまでとこれから (その5)

読者の広場(Q&A) - 加速器の分野では電力補償用 SMES の適用は可能でしょうか?

[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。

超電導関連 9-10月の催し物案内

8/29-9/2

CEC/ICMC 2005: 2005 Cryogenic Engineering Conference and International Cryogenic Materials Conference

場所: Keystone, CO, USA

<http://www.cec-icmc.org/>

9/5-9

ISEC2005: 10th International Superconductive Electronics Conference 2005

場所: Noordwijkerhout, The Netherlands

<http://www.isec05.org>

9/6

〔特別講演会 クリーンエネルギーシリーズ〕水素技術のフロンティア」 加速する水素社会への潮流 -

場所: アルカディア市ヶ谷 (私学会館) 5階

問合せ:

<http://www.sntt.or.jp/sntt/sws/sws050906.htm>

9/11-15

7th European Conference on Applied Superconductivity, EUCAS'05

場所: Vienna, Austria

E-mail: eucas@ati.ac.at

E-mail: eucas@interconvention.at

<http://www.eucas.at/>

9/11-16

6th PacRim(2995): 6th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology

The Ritz Carlton Kapalua, Maui, Hawaii

E-mail: info@ceramics.org.

9/19-23

19th International Conference on Magnet Technology, MT-19

場所: Genova, Italy

E-mail: mt-19@ge.infn.it

<http://mt-19.ge.infn.it/>

9/26-28

ISMST8: 8th International Symposium on Magnetic Suspension Technology

場所: Dresden, Germany

<http://www.ifw-dresden.de/imw/ISMST8/>

9/30

第2回超電導応用研究会シンポジウム/超電導マイクロ波・ミリ波応用調査研究会合同研究会

場所: 山形大学工学部 中示範C教室 (米沢市)

主催: 低温工学協会

問合せ: 山形大学工学部電気電子工学科 大嶋重利

TEL:0238-26-3286、FAX:0238-26-3293

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

10/21-23

5th PASREG 2005: 5th International Workshop on Processing and Applications of Superconducting (RE)BCO Large Grain Materials

場所: 東京海洋大学 (東京都)

<http://pasreg5.s114.xrea.com/>

10/24-26

第18回国際超電導シンポジウム(ISS2005)

場所: つくば国際会議場 (エポカルつくば) (つくば市)

主催: (財) 国際超電導産業技術研究センター

問合せ: ISS2005 事務局

TEL:03-3431-4002、FAX:03-3431-4044

<http://www.istec.or.jp/ISS/>

10/27-28

第14回国際超電導産業サミット(ISIS-14)

場所: つくば国際会議場 (エポカルつくば) (つくば市)

主催: (財) 国際超電導産業技術研究センター

問合せ: 事務局 (津田井昭彦)

Tel:03-3431-4002、FAX:03-3431-4044

<http://www.istec.or.jp/index-J.html>

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (7/20-8/19)

ITER 関連施設を村に 誘致運動の積極展開決議 六ヶ所村臨時議会 7/21 電気新聞
次世代がん治療システム 経産省、研究事業立ち上げ 医療機器産業の強化狙う 7/22 日刊工業新聞
ヒ素、排水から簡単除去 東大と日鉄鉱業 鉄でイオン吸着 コスト、「沈殿」の1/10 7/25 日経産業新聞
「超電導」「がん治療」追加 技術戦略マップを改定 経産省 重要技術絞り込み 7/26 日刊工業新聞
テラヘルツ波を連続発振 筑波大 高温超電導体で初 7/26 日刊工業新聞
悪性腫瘍に対する陽子線治療 手術できない頭部で実績 7/26 日本経済新聞(夕)
300万kWへ蓄電活用 風力発電 新エネ部会で了承 7/27 日刊工業新聞
新エネルギー 熱利用普及が課題 部会を3年ぶり開催 7/27 読売新聞
風力発電 安定供給で報告書 蓄電池の導入支援 経産省部会 7/27 毎日新聞
高温超電導送電 実用化へ第一歩 支える日本の技術力 住友電工がケーブル製造 DOE 北米大で系統強化計画 7/27 電気新聞
固有ジョセフソン接合 超電導体で絶縁体はさんだ構造 テラヘルツ波に応用開拓 7/28 日刊工業新聞
最新がん検診の成果と効果的な受診法 7/29 日本経済新聞(夕)
超電導線材 高品質で実用的長さ 神戸製鋼 NMR 性能向上へ 8/1 日経産業新聞
科学技術学術審 「原子力研究開発委」が始動 6点の検討課題示す 8/2 電気新聞
高い臨界電流密度保持 長尺超電導線材の開発 神鋼 8/2 日刊工業新聞
国内 ITER 関連施設 研究プロ選定へ 文科省が検討会 8/5 電気新聞
理研 磁束量子の運動を制御 超電導素子など高性能化 8/6 日刊工業新聞
核融合の今後 上 燃料資源豊富な「地上の太陽」誘致断念、「次」向けての教訓に 8/8 電気新聞
粒子線治療装置 5年で5受注目指す 三菱電機 副作用回避研究も 8/8 電気新聞
「高温酸化物超電導線材」臨界電流値・長さで世界新 機器開発へ向け前進 8/9 電気新聞
全量子計算で新方式 量子非破壊測定法を利用 量子計算機を小型化 8/9 日刊工業新聞
ITER 関連プロ 選定検討会が初会合 文科省 座長に有馬元文相 8/10 電気新聞
超電導電力貯蔵装置 中部電、1万キロワット機外販 まずシャープで実証試験 8/11 日経産業新聞
磁石で患部狙い撃ち 阪大が磁性付与薬剤開発へ 8/11 日刊工業新聞
東北大 高温超電導発現の電子状態 原研と直接観測 8/11 日刊工業新聞
高温超電導体 臨界電流 163 アンペア達成 住友電工 用途展開を加速 8/12 日刊工業新聞
核融合の今後 下 機器調達、研究者枠で優遇措置 関連研究の選択・運営が重要に 8/15 電気新聞
超電導工学研 半導体より100倍速い40ギガヘルツ SFQ スイッチスケジューラー 超大容量ルーターに道 8/17 日刊工業新聞、日経産業新聞、化学工業日報
次世代の加速器 レーザー光に注目 テーブルサイズ並み 小型化が可能 8/17 読売新聞
IHI が本格事業化 超電導モーター 専門部隊を立ち上げ 06年には受注開始へ 8/17 電気新聞
「独創的シーズ展開事業」 神戸製鋼と信和化工が成果 JST が「成功」認定 8/19 科学新聞

[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 (2005年7月)

電力

Intermagnetics General Corporation (2005年7月27日)

Intermagnetics General Corporation (IMGC)は2005年5月29日に終了する四半期の収支を発表した。平準化した当期純収入は、810万ドル。これには、(子会社)買収関連費用及び一部非現金性収支は含まれない。一方、平準化しない(一時費用を含む)当期純収入は340万ドルである。売却した子会社 Polycold 関連の費用を除いた当期売り上げは7,810万ドルに達した(前年同期5,240万ドル)。また、平準化した年間純収入は、2,970万ドルであった。平準化しない(一時費用を含む)年間純収入は3,750万ドルで、同年間売り上げは2億6480万ドルである。これには、Polycold 関連費用は含まれていない。同社最高責任者 Glenn H. Epstein は次のように述べた。「従来からの事業部門も2004年に取得した事業部門も全て素晴らしい成績を挙げた。その結果として昨年度は記録的な年であったばかりでなく、当社の新しい出発点とも言える年となった。新規に買収した事業部門との統合作業は完了し、さらに継続して改善を進め、さらには、継続した成長を目指してさらに前進するために全力を挙げていく考えである。」マグネット部門は、当期中に25%増の3,490万ドルの売り上げを達成した。年度売り上げも25%増の1億1860万ドルに達しており、利益はほぼ30%増であった。医療部門は当期売り上げを4,050万ドルとし(前年同期2,290万ドル)、年間売り上げは1億3530万ドルであった(前年度は3,810万ドル)。これら年間収支(2005年度)には10ヶ月のMRID及び1年に亘るInvivoの操業結果も含まれている。一方、2004年度はInvivoの操業はわずか4ヶ月であった。売却した子会社のPolycold Systemsの寄与は、2005年2月までの2,340万ドルである。SuperPowerは、当期は270万ドルを生み出した(前年同期は190万ドル)。また、年間の総収入は1,080万ドルであった(前年度は650万ドル)。IGC社のエネルギー技術への投資に係る損失は、前年の620万ドルから、720万ドルへと増加した。この増加は、次世代HTS線材商品化に向けた作業によるものである。

出典:

“Intermagnetics Reports Record Revenues, Earnings”

Intermagnetics General Corporation press release (July 27, 2005)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=88261&p=irol-newsArticle&ID=735841&highlight>

通信

Superconductor Technologies Inc. (2005年7月7日)

Superconductor Technologies社は、2005年7月2日に終了する第2四半期の収支見通しを発表した。純収入は第1四半期の440万ドルのほぼ2倍、2004年第2四半期に記録した630万ドルを上回り、850万ドル程度となる見込みである。製品販売収入は、2005年第1四半期380万ドルのほぼ2倍、2004年に記録した460万ドルを65%上回る760万ドルであった。同社最高責任者 Jeff Quiram は、「STI社は市場から受け入れられつつある。特に、次世代ネットワークからの支持が強い。」と述べた。この販売の右肩上がりは、2005年後半、そして2006年も継続するものと予想される。STI社は8月に正式の収支を発表する予定。

出典:

“Superconductor Technologies Inc. Announces Preliminary Second Quarter Revenues of \$8.5

Million”

Superconductor Technologies Inc. press release (July 7, 2005)

<http://phx.corporate-ir.net/staging/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=727278&highlight>

ISCO International, Inc. (2005年7月25日)

ISCO International Inc は、同社史上 2005 年第 2 四半期がこれまでのセカンドベストであり、2005 年上半期は 6 位の記録であると発表した。第 2 四半期の収入は、前年同期の 80 万ドルの 3 倍、250 万ドルに達した。2005 年上半期の収入は、前年同期の 4 倍、580 万ドルであった。第 2 四半期の純損失は前年同期から 38%改善して、80 万ドル、一方、2005 年上半期の純損失は前年同期から 59%改善して 130 万ドルであった。製品利益率は、前年同期の 46%から 52%に改善した。第 3 四半期の受注残が不足しているのは心配ではあるが、2005 年後半に向けては比較的長期の取引を目指しているところである。同社最高責任者 John Thode は、「我々の優先課題は、最大のビジネスチャンスに着目して長期的な成長を目指すものであり、必ずしも短期的なものを目指してはいない。」と述べた。

また、同社は非常に市場ポテンシャルの高い 2 製品の開発を発表した。1 つは、ISCO 社の AFN 製品に使われているのと同様の無線通信技術、特許をベースとしたものである。もう 1 つは、より多くの顧客を 1 つの地上局に収容できるよう、single pipe に多くの無線技術を組み込んだ製品である。この 2 製品の開発に必要な資金を確保するため、ISCO 社は最大の株主 2 者へ 2,000 万株を 440 万ドルで新規発行するという契約を締結した。

出典:

“ISCO International Reports Financial Results for the Second Quarter 2005 and Other Events”

ISCO International Inc. press release (July 25, 2005)

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

マグネット

National High Magnetic Field Laboratory (2005年7月21日)

7月28日 National High Magnetic Field Laboratory は、世界級超電導磁石の竣工式を行った。このマグネットは、化学、生物、医学の分野で重要な発見を生み出すものと期待されている。5m 高さ、13.6 トンのマグネットは 13 年間の開発、設計、製造、試験といった努力の結果である。IGC 社といったいくつかの民間企業もこのプロジェクトに参加している。このマグネットは、最大 21T の非常に強い磁場を生成することができる。その最大ボア径は 105 mm であり各種研究用途に非常に使い勝手がよくなっている。

出典:

“World-record magnet to pull in scientific breakthroughs”

Florida State University press release (July 21, 2005)

<http://www.magnet.fsu.edu/news/pressreleases/072105.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 9月のトピックス

- IEC/TC90 Ad hoc グループ会議 USA, EU で開催 -

IEC/TC90 は、2005年8月-9月に米国及びヨーロッパにおいて「uncertainty」及び「超電導電流リード」に関する Ad hoc グループ会議を次のように開催する。

- Adhoc グループ 2 会議 -

Rapporteur : Loren F. Goodrich (USA)

時期 : 2005年8月29日 (CEC/ICMC 2005の会期中)

(注) CEC/ICMC 2005: Cryogenic Engineering Conference and International Cryogenic Materials Conference

場所 : Keystone, CO, USA

審議内容 : 「uncertainty」の超電導規格での取り扱いについて

- Adhoc グループ 1 会議 -

Rapporteur : 長村光造 (京都大学)

時期 : 2005年9月14日 (EUCAS'05会期)

(注) 7th European Conference on Applied Superconductivity, EUCAS'05

場所 : Vienna, Austria

審議内容 : 「超電導電流リードの設計及び特性試験に関する一般的要求事項」の国際規格化について

- Adhoc グループ 1 会議 -

Rapporteur : 長村光造 (京都大学)

時期 : 2005年9月21日 (MT-19の会期中)

(注) 19th International Conference on Magnet Technology, MT-19

場所 : Genova, Italy

審議内容 : 「超電導電流リードの設計及び特性試験に関する一般的要求事項」の国際規格化に関する継続審議

(ISTEC 標準部長 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

“高温超電導バルク材「夏の学校」in 岩手” 報告

本年の「バルク夏の学校」は31名の参加者を得て、8月3、4日に岩手県雫石つなぎ温泉にある静温荘で開催された。この学校は、高温超電導バルク材料の最近の進展や応用について報告、議論し、今後の研究開発に役立てるとともに、若手研究者、学生への啓蒙を図ることを目的としている。岩手大学の能登、片桐、藤代先生らが世話人となり毎年盛岡近郊で行われてきたもので、本年が4回目の開催にあたる。

能登校長による開会の挨拶の後、バルク材料および応用に関する研究開発全体状況の紹介を村上（芝浦工大、ISTEC/SRL）が行った。次に「バルク材の高性能化」と題して、坂井（ISTEC/SRL）は最近の研究を紹介し、特に大型試料において捕捉磁場の向上を図るためには、機械的・熱的特性の改善が重要であると述べた。バルク材を強力磁石として利用するための着磁法の開発が望まれているが、実用上有用な「パルス着磁法」について藤代（岩手大）が最近の進展を紹介し、Gd系バルクを金属リングで補強することにより、捕捉磁場として世界最高の5.2T (@40K)を達成したと報告した。

応用開発については、佐保（日立機械研）が、21世紀において水問題は極めて深刻であり、「バルク磁石による磁気分離」の水浄化への適用例として、中東アブダビ油田での実際の試験例やタンカーのバラスト水浄化の可能性を紹介した。長嶋（鉄道総研）は、リニア鉄道用超電導磁石に使用するY系バルク電流リードの試作・組み込み結果および耐久性等に関する今後の確認試験の計画を報告した。

最近、超電導モータの進展が注目されているが、木村（東京海洋大）は、「バルク回転界磁型モータ」のバルクの着磁にコイル自体が電機子の役割を果たす渦巻き型コイルを使用し、モータの小型化、高出力化を可能としたこのグループの研究を紹介し、バルクモータは小型強力モータの分野に有望であろうと述べた。岡（イムラ材研）は、種々のバルク磁石の性能、磁気分離、食品加工、非接触攪拌器等への応用例を紹介した。最後に、岩手大、東大、芝浦工大の学生がそれぞれの研究紹介を行い、全プログラムを終了した。バルク材の特性が年々向上し、懸案の着磁技術の進展も目覚ましい中で、この材料の特徴を生かした応用の早期実用化が望まれる。

（SRL/ISTEC 盛岡超電導技術応用研究所 所長代理 腰塚直己）

[超電導 Web21 トップページ](#)

低温工学材料研究会「超伝導薄膜の高特性化、デバイスと評価」から

(社)低温工学協会は、平成17年8月5日から8月6日に秋田大学地域共同研究センター2階会議室において、「超伝導薄膜の高特性化、デバイスと評価」をテーマとした第2回材料研究会/東北・北海道支部合同研究会を開催した。この期間には秋田の「竿燈祭り」が行われ、家族連れの参加者もあって盛況であった。

この研究会において、8月5日には5件の超伝導薄膜・線材の高特性化、8月6日には4件のデバイス・評価に関する報告があった。

超伝導薄膜・線材の高特性化に関して、岩手大の吉沢より高真空($10^{-9} \sim 10^{-10}$ Torr)における MgB_2 薄膜作成法による高均質成膜技術が、秋田県立大の二村より Campbell モデルを簡略化した磁束分布の解析モデルと高精度シミュレーションの可能性が、東北大の高橋より Bi-2212 試料における局所 J_c 分布の二方向電流解析モデルとプロセス技術との関連性が、超電導工学研究所の山田より Y 系コーテッドコンダクターについて IGC (14,000Am) と AMSC (22,000Am) がそれぞれ記録更新したという 2005 Annual Peer Review(2005年、ワシントン)最新情報が、古河電工の向山より Y 系コーテッドコンダクターを適用した1m長、1,459Aの導体試作と実用導体のための要求仕様案(リブレースケール¥3/A、新規洞道埋設ケーブル¥20/A、製造速度2倍増、 J_c 2倍増、張力100MPa、許容曲げひずみ0.15%、過電流 $I_{c \times 5-10}$ 、交流損失 $<0.3W/m@1kArms$)が、それぞれ報告された。

デバイス・評価に関して、産業技術総合研究所の相馬よりスピンコート法で作製した大面積($10 \times 30cm^2$) Y-123 膜の均一高性能(平均 $J_c \sim 4MA/cm^2$)が、熊本大学の藤吉より PLD 法で作製した YBCO 膜への重イオン照射による柱状欠陥導入と磁束格子とのマッチング効果、(RE)BCO 薄膜へのナノプロセス制御による $BaZrO_3$ などの人工ピン導入効果及び電子ビーム蒸着(EBE)法による MgB_2 薄膜への酸素導入(成膜酸素分圧 $10^{-5}Pa$)効果が、弘前大の中島より Bi-2212 における結晶自体の積層ジョセフソン接合とテラヘルツ応用の可能性が、山形大の齊藤より Y-123 系及び MgB_2 薄膜の小型冷凍機付き高磁場(0~5T)中表面抵抗評価システムが、産業技術総合研究所の山崎より第3高調波誘導電圧を用いた J_c 評価の標準化に向けて改良 THEVA 法(2点電界水準法)と自動測定システムの提案が、それぞれ報告された。



研究会会場風景と竿燈祭り

(編集局)

[超電導 Web21 トップページ](#)

複合超電導体の機械的・電磁気的特性に関する第3回国際ワークショップ (MEM05) から

京都大学大学院
工学研究科
松本 要、菅野未知央

3rd Workshop on Mechano-Electromagnetic Property of Composite Superconductors (MEM05) が京都大学の時計台記念館において、2005年7月17日～20日に開催された。このワークショップは実用を意識して複合超電導材料の機械的特性、材料組織と電磁気的特性、モデリング、試験方法等に焦点をあてた会議で、 Nb_3Sn や $NbTi$ 、 $BSCCO$ や MgB_2 などの複合多芯超電導線から YBCO コーテッドコンダクターやバルク材料まで幅広い材料を対象としたユニークなもので、異なる 10カ国から 72名の参加者があり議論が行われた。以下に材料毎のトピックスを紹介する。

A15型超電導線材に関して、会議の最初に東海大の太刀川から、日本における Nb_3Sn 線材の最近の進展状況が述べられた後、NIST の E_{kin} は B_{c2} のひずみ依存性のスケールパラメータが偏差ひずみテンソルの第2、第3不変量に起因するという Markiewicz のモデルに基づいて intrinsic ひずみが 0.5%～0.5%の範囲の実測した臨界電流のひずみ依存性を説明した。Geneve 大の Flukiger は臨界電流のひずみ依存性の測定結果のスケール則からのずれについて未反応の Nb、柱状晶、等軸晶の Nb_3Sn が共存することによりフィラメント内で T_c 、 B_{c2} に分布が存在することが原因であると説明した。東北大の淡路は繰り返し曲げの予ひずみによる臨界電流向上のメカニズムについて、中性子回折により Nb_3Sn フィラメント内の 3次元ひずみ状態を測定し、軸方向のひずみ状態の変化が臨界電流向上の原因であると報告した。また Durham 大の Hampshire は時間依存 GL 方程式の数値シミュレーションによって Nb_3Sn の粒界におけるピン止めについて議論した。

Bi2223 に関してはいくつかの企業を含めて発表があり、アメリカンスーパーコンダクター社の Harley からはラミネートによる外部補強や、住友電工の佐藤からは加圧焼結の機械的特性に関する効果について報告があった。また京大の長村からもウィークリンクパスモデルによる I-V 特性の解析結果が報告された。京大の北條は曲げ変形における臨界電流の劣化を中立軸の移動と Ag/Bi2223 フィラメント間の剥離を考慮することにより説明できるとした。一方、京大の落合は一軸引張による臨界電流の劣化について結晶の ab 面に平行な界面での剥離と垂直な破断の競合で破壊が進行するというモデルについてモンテカルロ法とシアラグアナリシス法を組み合わせた数値計算を行い臨界電流のひずみによる劣化の実験結果をきわめて良く再現できることを示した。

Coated conductor については THEVA 社の Prusseit と超電導工学研究所の高橋から、厚膜化によって 77K の自己磁場中で 500A 近い臨界電流が得られるようになったと報告があった。またピン止めに関してもいくつかトピックスがあり、Wisconsin 大の Labalestier は coated conductor の粒界の弱結合とピン止めの関係について議論し、九工大の松下は膜厚と不可逆磁場の関係について述べた。また京大の松本は人工ピンによる YBCO 系材料のピン止め制御の可能性について報告し、Industrial Research の Long からは YBCO への Dy 添加などが報告された。また機械特性については、京大の菅野は Hastelloy 基板の不連続降伏によりクエンチが引き起こされることを報告し、NIST の Cheggour は Cu ラミネートによって臨界電流の不可逆ひずみが向上するが複合則から見積られる圧縮残留ひずみの増加では定量的に説明できないと述べた。一方、九大の木須は低温レーザー顕微鏡による電流分布の可視化と、ひずみ負荷状態で E-J 特性を精密に測定した結果について報告し、Bi2223 テープ材と異なり YBCO coated conductor で可逆的な変化をする場合には分布関数全体が平行移動するという解析結果を示した。

MgB₂ に関しては Twente 大の Dhalle は MgB₂ 線材の臨界電流のひずみ依存性でピークよりも圧縮側の可逆な領域について磁場と温度の影響を分離したスケーリング式を提案した。また Wollongong 大の Dou はアルミによる MgB₂ 線材の安定化について述べ、岩手大の片桐や物材機構の北口らからも MgB₂ 線材の歪効果に関する報告がなされた。

次回は 2006 年の 7 月 3 日～5 日にかけて英国・ダーラム大学において開催されるとのことである。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

超電導市場のこれまでとこれから（その5）

SRL/ISTEC

特別研究員 堀上 徹

その5：超電導の産業応用市場

1. はじめに

経済産業省は、日本が戦略的に取り組むべき技術分野の道筋を示した「技術戦略マップ」を作成している。ここでは2020年あるいは2030年までを見越した技術開発ロードマップとその技術が実現した場合の社会像を纏めている。実現すべき社会像として、高度情報通信社会の実現、世界をリードする高度産業基盤構築、環境・エネルギー調和型社会の構築、健康長寿生活の実現、国民生活の安全確保という5項目を柱に、それぞれに該当する技術開発計画を立てている、或いは立てつつある（経済産業省 HP：<http://www.meti.go.jp/>）、ということは前号で書いた。

技術戦略マップは20の技術分野を網羅しているが、この度「超電導」と「がん治療」についても追加して技術戦略マップを作成することになった。（日刊工業新聞 2005年7月20日）

目標とする社会像を実現するという事は、そこに市場が存在することを意味する。

今回は上記の「高度産業基盤構築」との関連から超電導市場を考えてみたい。

2. 超電導の産業応用

超電導技術は、電力、医療・福祉、情報・通信、運輸、半導体、環境等々多岐の産業分野にわたって応用が可能である（一部既に市場形成しているものもある）。前号では、上記の「健康長寿生活の実現」にかかわる医療分野に焦点を絞って超電導の医療機器への適用の現状と今後について概説し、その市場規模についても触れた。

今号では電力、情報・通信、医療・福祉以外の産業分野に焦点を当てて、これまで及びこれからの市場について概観する。

超電導技術を産業分野に適用するメリットは、新機能の創出、装置の小型・軽量化、高速度化、高信頼性化、高度生産性、及びCO₂削減等である。

ここでは、産業分野を一般産業応用（半導体、環境分野等）と輸送産業応用とに分けて、市場の現状及び今後について解説する。

3. 一般産業分野

超電導機器の一般産業分野への適用として、超電導マグネット、回転機及び計測機器等が考えられている。高度産業基盤技術確立のためには計測技術は不可欠なものであるが、SQUID応用等の超電導エレクトロニクスデバイスが主であるので本稿では割愛する

3.1 半導体シリコン単結晶引き上げ装置（半導体産業）

最近、シリコン・ウエハの直径が段々と大きくなってきている。既に直径8インチから12インチに移行しつつあり、そのうち20インチウエハが登場すると予測されている。これと超電導とに関係があるのかと訝る向きも多いかも知れないが、実は半導体ウエハメーカーでは相当数の超電導マグネットが使われているのである。何故、半導体シリコン（以下 Si）単結晶引き上げに超電導

マグネットが必要か？Si単結晶は、多結晶Siを坩堝（材質石英、SiO₂）の中で溶かし、種結晶を用いて作製される。このとき、熔融Siの温度が高いために坩堝表面の酸素が溶解し、これが対流している熔融Siに溶け込むためにSi純度の低下をきたす。この対流を抑制するために外部から磁場を加える。中心磁場は約0.3テスラとそう高くはないが、単結晶の直径が大きくなればなるほど、磁場空間が大きくなるため、結局超電導を使わざるを得なくなる。銅線で作ったマグネットでは容積、重量共にとてつもなく大きくなり、また消費電力も大きく、そのために水冷しなくてはならないことになる。このような事情で、超電導マグネットがどんどん使われているのである。これは半導体産業分野への適用の一例である。

過去何台の装置がどのメーカーに納入されているかは企業秘密とかで中々把握できず、工業会等のデータもないが、年間30億円規模の市場があるといわれている。今後20インチウエハが市場に出回ると市場規模はさらに拡大することが予想されている。

3.2 超電導磁気分離装置（環境産業）

この装置には、超電導線をコイル状に巻いたマグネットタイプと永久磁石としての機能を持たせた超電導バルク体タイプの二つのタイプがある。いずれも現状では、廃水浄化用としての市場開拓を狙っている。環境産業分野である。いずれのタイプもまだ市場には出回っていない。

線材を用いたマグネットを磁気分離装置に適用する技術は、大阪の二葉商事（株）が大阪大学等と共同開発中で、平成13年度より3カ年間NEDOの基盤技術研究促進事業に採択され、このほど2000トン/日の処理実験に成功している（実用化には5000トン/日が必要とされている）。これは製紙工場から出る廃水処理を目的としたもので、今後食品工場、化学工場からの廃水処理にビジネス展開していくという。年間300億円程度の市場が見込まれている。（図1参照）

（分離の原理については以下のホームページを参照）

（<http://j-net21.smrj.go.jp/info/renkei/company/016.html>）

超電導バルク体を用いた磁気分離装置は（株）日立製作所が開発中で、現在ビジネスモデルを構築中であると聞く。

3.3 マグネトロンスパッタ装置（半導体、電子部品産業）

これは薄膜形成装置の一種で、（株）イムラ材料開発研究所と名古屋大学等が共同で開発しているものである。低圧の気体中で、2つの電極間に高電圧をかけて放電を起こすと、放電のために



図1 超電導磁気分離を利用した製紙工場からの廃水処理システム（大阪大学 西嶋教授提供）

生じた正イオンが陰極に衝突する。その結果、陰極表面の原子が飛び出すが、この現象をスパッタと呼ぶ。スパッタされた原子を基板に堆積することで、薄膜を形成することができ、この成膜方法は半導体、電子部品等に広く利用されている技術である。スパッタ膜の生成速度を上げて生産性を向上させる手法として、陰極内部に磁界を組み込む、マグネトロンスパッタ法が用いられる。

(図2参照)

強力な磁場発生が可能な超電導バルク体を使用することにより、

1. 成膜速度が上がることによる生産性の向上
2. 高真空化や基板ターゲット間隔の拡大による膜質の向上
3. 磁性体の成膜が可能になることが期待されている。

半導体関連の成膜装置の世界市場は1兆円といわれており、このうちの何%かを超電導装置に置き換えることで、大きな市場が拓けることが期待されている。

以上は下のホームページから引用した。

(<http://www.nisri.jp/sputterproject/sputtering/sputtering.html>)

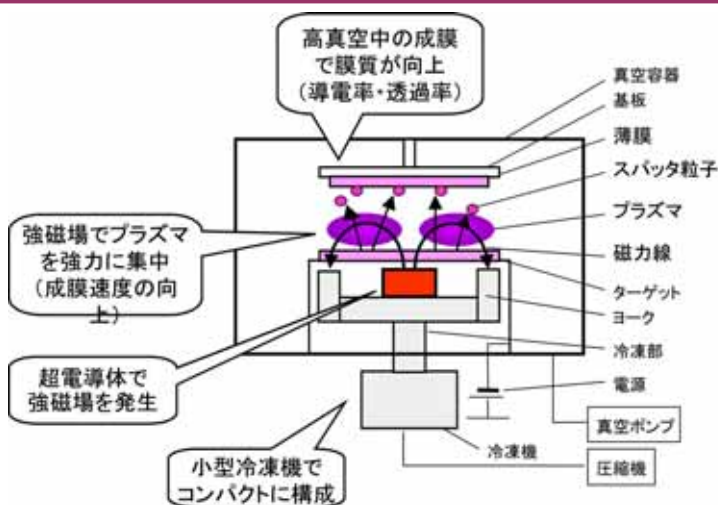


図2 超電導永久磁石を用いたマグネトロンスパッタ装置の概念図

3.4 産業用モータ(一般産業)

産業用モータは既に十分成熟した製品であり、これが超電導モータに置き換わるのは容易ではない。しかし、産業界で用いられているモータの消費電力は大きく、超電導に置き換えれば相当の省エネ化が図られると予想されている。市場規模としては、1000kW以上の容量を持つモータは世界で年間6000台程度、金額にして約1000億円程度の市場であると報告されている。(注1)

普及のためには、先ず船舶用モータ(後述)から実績を積んでいく必要があると考えている。

(注1)「高温超電導の産業用マグネット応用に関する調査報告書」

(平成14年3月(財)国際超電導産業技術研究センター発行)

4. 輸送産業分野

4.1 超電導リニアモーターカー

先ず採り上げなければならないのは、リニアモーターカーであろう。東京-大阪間の実用線路の総額は10兆円前後といわれている。このうち超電導関連製品がどれだけ占めるかについての公式発表は見当たらない。しかし、相当な市場を形成することは確かである。

4.2 鉄道用トランス

鉄道用車載機器にはとにかく小型・軽量化が望まれる。軽量化は運行の効率向上と密接に関係するからである。鉄道用トランスについては銅線をアルミ線に代えるとかして今までに相当軽量化の努力がなされてきた。東海道・山陽新幹線に用いられている主トランスの容量当たりの重量は当初2kg/kVA程度であったものが、現在では0.75kg/kVAとなっている。これらを超電導トランスに代えた場合、冷凍機を含めても軽量化が可能であるということから、(財)鉄道総合技術研究

所が中心となって現在鋭意開発努力がなされている。

現状の市場規模はそう大きくはなく、年平均 69 台、金額にして年間 6 億円程度となっている。

しかし、ひとたび車載用の変圧器が市場に出ると、一般産業用に展開される可能性が大きく、期待できる分野であると考えられる。

4.3 船舶用モータ

船舶の推進装置に超電導モータを利用しようとする動きが日・米・欧で活発に進められている。わが国では、今年 4 月に石川島播磨重工業（株）等が新聞発表した超電導線材を用いた船舶用モータのプロト機開発の成果内容は大きな反響を呼んだ。（図 3 参照）それによると、出力 5000kW の製品では、一般的なモータに比べ、容積 1/10、重量 1/5 になるという。またエネルギー損失が小さく CO₂ の排出量を 1 割程度削減できると試算している。出力 500kW の製品は 3500 万円で発売、1 万 2000 トン級の船舶の動力となる 1 万 kW の製品は 1 億 2000 万円程度で、現状のモータよりも 5～15%高くなるらしい。

少々高くても費用対効果が十分にあると見ている。販売初年度は 10 億円、5 年後には 300 億円の売り上げを見込んでいる。

欧米に目を向けると、ドイツのシーメンス社が船舶用モータの開発に注力しており、北欧の船会社から注文を受けていると聞く。また、この技術は今後発電機等へと発展させる計画である。

一方、米国では、AMSC 社（American Superconductor 社）が中心となって米国エネルギー省や海軍等からの資金援助を受けて大型超電導モータの開発を進めている。いずれも今後市場が大きく拓けるとの期待を持って進めているものである。

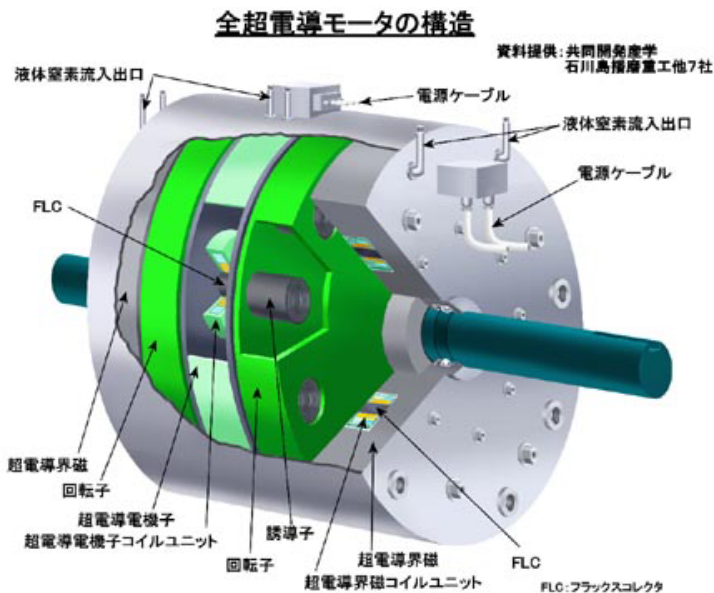


図 3 石川島播磨重工業株式会社が開発した船舶用モータの構造 (<http://www.ihl.co.jp/>)

5. その 5 を終えるにあたって

以上見てきたように、超電導応用は多岐にわたり、市場規模も大きいことをご理解いただけたと思う。いくつかの産業応用製品については、既に企業が本気で開発を行っている。環境負荷低減にも貢献できることも魅力の一つである。あとは既存製品に比べてコスト競争力をもつことと、実際にものを作って見せることである。

[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場

Q&A

Q : 加速器の分野では電力補償用 SMES の適用は可能でしょうか？

A : KEK と原研の共同事業による大強度陽子加速器 (J-PARC) が、原研東海キャンパスに建設中である。加速器は、前段加速器と 600 MeV リニアック、3 GeV ブースタシンクロトロン、50 GeV 主シンクロトロンで構成される。50 GeV シンクロトロンは 3.6 秒周期で台形波励磁され、それに伴うパルス電力の変動振幅は約 170 MW にもなる (図 1)。電源の構成により無効電力は基本的には発生しないものの、実効電力の変動による電力系統への影響が大きく、安定化のためになんらかの補償装置が必要である。当初の設計案では可変速フライホイール発電機 (FW) による安定化を行うこととなっている。

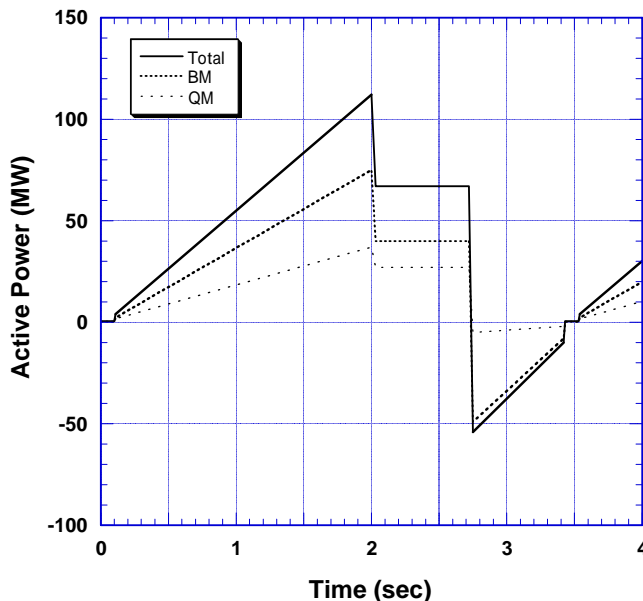


図 1 50-GeV シンクロトロンの負荷電力波形 (BM : 双極電磁石、QM : 四極電磁石)

パルス電力補償装置としては、SMESも有力な候補として考えられる。現在進行中の J-PARC 第 I 期計画では

40 GeV で運転され、50 GeV 運転時の約半分の電力変動であるので、系統への影響は許容できる範囲である。しかし、第 II 期計画において 50 GeV に増強されたときに、どちらの方式がより良いかを検討しておく必要があり、SMES 研究会にもお手伝いをお願いしている。[1]

50 GeV 運転の場合、仮に 40 GeV 運転時の電力を越える部分を補償するものとする、補償すべき電力、エネルギーは夫々、約 55 MW、30 MJ となる。SMES の貯蔵エネルギーの 30% を補償に使うようにすると、100 MJ の超電導コイルがあればよい。この規模の超電導コイルは、既にいろいろな分野で現存しており、技術的な問題はないと考えられる。課題としては、交流損失を抑えたコイルにする、電力変換装置も含めて如何に安く作るかであろう。NEDO の SMES プロジェクトで検討されたコスト計算手法を用いて価格計算をすると、システムの価格は FW と競合できる規模であることが分かった。

電力変換方式に関しても検討を行い、SMES を直流側に接続する方式を提案した (図 2)。50 GeV シンクロトロン電源は、3 セクション、6 ユニットで構成されるが、夫々のユニットの直流側に SMES を接続する。この方式では、直流側変換器 (チョッパー) の容量は変動補償分の電力に相当するものでよく、一方、交流側変換器は平滑化された電力分 (加速器電磁石の抵抗による損失) に相当する能力があればよいので、変換器を小さくできるメリットがある。

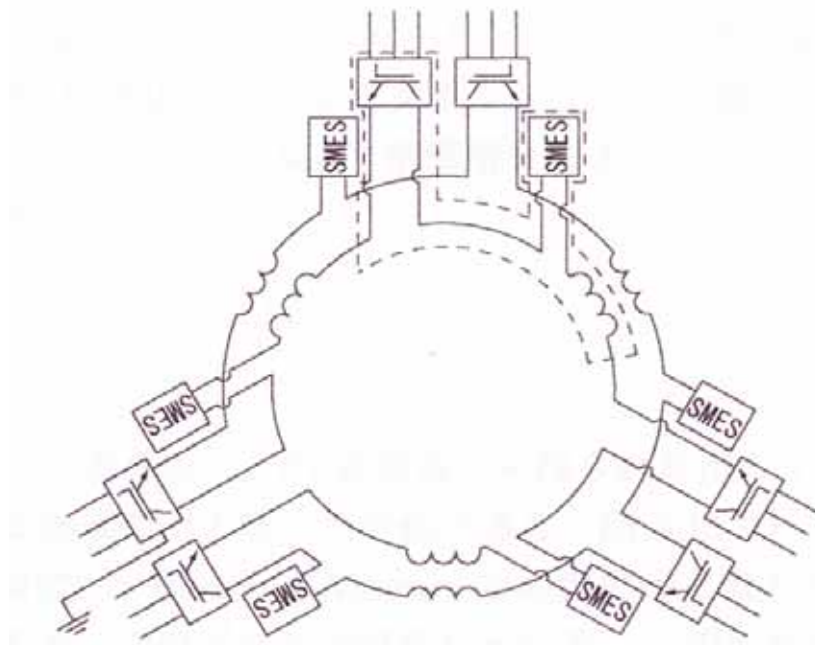


図2 50-GeV シンクロトロン電源と分散型直流系統接続 SMES の結線

[1] 詳しい技術報告については、「超電導エネルギー貯蔵研究会 (SMES 研究会) 平成 16 年度研究報告書」を参照。

回答者：日本大学大学院総合科学研究科
環境科学専攻
教授 新富孝和

[超電導 Web21 トップページ](#)