

掲載内容（サマリー）：

- | | | |
|-------------|-----------------|-------|
| ○年頭挨拶 | 理事長 | 荒木 浩 |
| ○2008 年を迎えて | 超電導工学研究所長 | 田中 昭二 |
| ○2008 年のご挨拶 | 経済産業省産業技術環境局審議官 | 徳増 有治 |

トピックス

- 超電導 EXPO2007 開催
- 超電導関連 1-2 月の催し物案内
- 新聞ヘッドライン（11/19 - 12/19）
- 超電導速報－世界の動き（2007 年 11 月）
- 第 13 回先進超伝導体に関する日米ワークショップ報告
- 液体窒素冷却高温超電導モータを搭載した電気自動車－住友電工が公開－
- International Workshop for Coated Conductors for Applications (CCA2007) 報告
- Asian Conference 2007 on Applied Superconductivity and Cryogenics 報告
- 隔月連載記事－粒子加速器と超電導（その 1）
- 読者の広場(Q&A)－ITER プロジェクトの現状について教えてください。

[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。

<http://ringring-keirin.jp>



年 頭 挨 拶

財団法人 国際超電導産業技術研究センター

理事長 荒木 浩



あけましておめでとうございます。

当財団は 1988 年に設立して以来、本年 1 月でちょうど 20 年の節目の年を迎えます。

この間、超電導技術は MRI（磁気共鳴画像診断装置）が医療用に普及するなど、次第に身近な存在になってきました。当財団の研究におきましても、近年、実用に向けたデバイス開発や電力機器応用につながる高温超電導の線材化技術など多くの成果をあげてまいりました。平成 15 年度より行ってきました「超電導応用基盤研究開発」プロジェクトにつきましては本年 3 月で研究を終了しますが、この研究成果を活かした「イットリウム系超電導電力機器技術開発」プロジェクトが平成 20 年度よりスタートする予定でありますので、当財団と致しましてもこのプロジェクトに参画して電力機器の早期の実用化に向け更に研究を加速してまいりたいと考えております。

また、今年 7 月の洞爺湖サミットにおいては、地球温暖化対策が大きなテーマとなります。温暖化対策のために、革新的なエネルギー技術開発や国際連携のあり方について検討が行われますが、20 の革新的技術テーマの 1 つとして超電導技術が取り上げられています。超電導技術は地球温暖化防止のみならず、エネルギー、エレクトロニクス、輸送、医療、環境改善など幅広い分野において技術革新をもたらすと同時に、私たちの生活を豊かにするものであり、こうした期待に応えるべく積極的に取り組んでまいり所存であります。

最後になりますが、皆様方のご繁栄を心からお祈り申し上げるとともに、本年も一層のご支援、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

2008 年を迎えて

超電導工学研究所
所長 田中 昭二



昨年で最も重大な出来事は、国連 IPCC の報告を国連傘下の全ての国が受け入れたことであろう。この報告は、進行している地球温暖化現象は、人類がこれまでに発生させた CO₂ によるものであることを詳細な研究から証明したのである。そして、今後早急に何らかの処置を講じなければ、地球は悲劇的な状態に陥ってしまう、と警告している。

そして、最近インドネシア、バリ島で開かれた COP13 では、全加盟国が 2009 年までに対策を立案することが決定された。これまで、CO₂ 排出量で第 1 位の米国や、第 2 位の中国が CO₂ 制限に乗り気でなかった為に、COP13 の成果が危ぶまれていたが、今回で初めて他の参加国と協調して、2009 年までにロード・マップ作成に参加することに同意したのである。

勿論、国によって事情が異なり、特に先進国と発展途上国間のギャップが大きく、その為の協調体制を作ることは容易ではなさそうである。このような状況のもとで、我々技術者は何をなすべきか、真剣に考える必要がある。

技術面から見れば、産業の省エネルギー化と省資源化につきると思われるが、最近の動向から見て、材料としては、「無機物から有機物へ」の流れが次第と明瞭になりつつある。1) ボーイングの最新型旅客機である 787 型機の主翼は炭素樹脂から作られており、アルミ合金は使用されていない。炭素は有機化学者にとって窮極の高分子である。2) 自動車部品の炭素化が進められている。3) 有機エレクトロルミネッセンスを用いたテレビが発売された。厚さは 3mm とのことである。これらは、皆日本発であるだけにまだ進化する可能性が高い。

省エネルギーの分野では、自動車の省エネ化は良く知られているが、1) 現在では IT の進歩があげられよう。筆者は 7~8 年前に、インターネットの総ビット数を予測し、それに基づいてインターネットの消費電力を推定した。総ビット数の予測はほぼ正確であったが、消費電力については、かなり予測を下回っている。これは、この 10 年間における半導体チップにおける微細化と低電圧化による消費電力の減少が原因である。2) 光ファイバー技術の進歩が現在の通信システムの高速化と低消費電力化を支えると言っても良い。仮に、光ファイバーが無かったとすれば、システムの高度化は低レベルに制限され、同時に膨大な量の銅ケーブルが使用されている筈である。このように、革新的技術は省エネにも省資源にも極めて有効であることが判る。3) そして、期待の次世代超電導線材が数年後には市場に投入され、省エネルギーにも省資源にも大きな役割を果たすものと予想される。

改めて、これまでご後援頂いた経済産業省、又 NEDO を初めとして、ご協力頂いた多くの企業に厚く感謝の意を表すると共に、今後一層のご協力をお願いする次第であります。

[超電導 Web21 トップページ](#)

2008 年のご挨拶

経済産業省産業技術環境局審議官
(産業技術担当)
徳増 有治



平成 20 年の新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

我が国経済は、長い低迷から脱却した一方で、少子高齢化、人口減少、地球規模の環境・エネルギー問題など、様々な課題に直面しております。このような人口減少などの状況の下でも持続的・安定的に民間需要主導で経済の成長を実現していくためには、成長の起爆剤となるイノベーションを創出する仕組みを強化することがとても重要です。イノベーションの創出を加速するためには、新しい領域を開拓する挑戦的な研究の推進や、サイエンス、テクノロジーとビジネスの双方向的な融合と、産学官によるロードマップの共有による戦略的な研究開発を推進していく必要があると考えております。

経済産業省におきましては、昨年 3 月末に取りまとめた「技術戦略マップ 2007」の活用などを通して、我が国産学官での実用化に向けたシナリオの共有を図りつつイノベーションを創出していく考えであり、超電導技術につきましても「超電導技術戦略マップ」の十分な活用を検討しております。

超電導技術は、イノベーションを生み出す重要な技術として、環境・エネルギー分野のみならず、運輸、医療、計測、情報通信等の幅広い分野への応用を通じて、我が国の競争力強化と地球規模の環境問題解決への大きな貢献を果たすことが期待されております。本年 7 月に開催される洞爺湖サミットに向けて、温暖化対策の中核となる革新的エネルギー技術開発や国際連携のあり方等についてとりまとめるべく検討が行われておりますが、その中においても、超電導送電技術等の実用化には大きな期待が寄せられているところであります。

また、昨年 12 月には「超電導 EXPO」が初めて開催されましたが、超電導技術については人類の未来に貢献する重要技術として、この様な取り組みなどを通じて多くの方々の一層の理解を得ていくことも重要であると考えております。

昨年一年間を振り返りましても、我が国を含めた世界各国における精力的な研究開発により、超電導線材の性能の大幅向上、超電導機器の要素技術開発など、実用化に向けた成果が次々と生み出され、大きな進歩が見られました。

経済産業省といたしましては、イットリウム系超電導材料を用いた電力機器や SFQ デバイスなどの研究開発、さらにはビスマス系超電導ケーブルの実証研究のために、平成 20 年度予算として総額 42.0 億円を確保しているところであり、今後とも、技術戦略マップに示されている広範な分野での超電導技術実用化に向けた取り組みを積極的に推進してまいりたいと考えております。

最後に、本年も研究開発政策に対するより一層の御支援、御理解を賜りますようお願い申し上げますとともに、皆様方の益々の御発展を祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

トピックス：国内初の超電導展示会（超電導 EXPO2007）開催

近年、環境問題に強い関心が寄せられているが、表題の超電導に関する展示会がエコプロダクツ展（主催 日本経済新聞社）に併設し、「超電導 EXPO2007」と銘打って東京台場のビッグサイトで 12 月 13 日から 15 日までの 3 日間開催された。

今年で 9 回目となるエコプロダクツ展は過去最大規模の約 600 社が参加し、入場者数は 3 日間で約 16 万人との事務局発表である。（<http://eco-pro.com/>）

超電導関連の展示会開催構想は約 3 年前から日本経済新聞社や日経 PR 社の担当者から出されており、どのような形での展示会が効果的かという議論が日経を中心に関係各所の方々と進められてきた。3 年前の時点で既にジャーナリストはそろそろ高温超電導が市場に導入されるという感覚を持っていたようである。

展示会開催コンセプトは、①東京での開催、②多数の一般来場者が期待できるという 2 点であった。さらに、日本経済新聞社が主催するエコプロダクツ展との併設が主催者も同じく上記 2 条件も満たすということで「超電導 EXPO2007」を fair in fair の形で開催することが決定した。後援は、経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、国際超電導産業技術研究センター (ISTEC)、低温工学協会である。



超電導大型バルクを使用しての浮上実験、体験者は ISTEC 荒木理事長

今回の出展企業・団体は、NEDO（9 小間）、ISTEC/SRL（3）、住友電工（2）、中部電力（1、以下 1 小間）、九州電力、富士電機、古河電工、フジクラ、昭和電線、JASTEC（ジャパンスーパーコンダクタテクノロジー）、SuperPower（米）、岩谷産業、日本 Quantum Design、東洋テクニカの計 14 企業、団体である。

主な出展内容は以下の通りである。NEDO は大変力を入れており、展示では、「超電導ミュージアム」と題して、電車の回生ブレーキでフライホイールの動作を模擬したジオラマで電車の加速・走行・減速・停止を実演したり、SQUID で超弱磁場の存在がわかるような実演を見せたりで超電導を身近なものと感じてもらおう工夫をしていた。更に、多数のバルク超電導体と永久磁石との反発力を利用した人間浮上体験（装置は ISTEC 提供）を 1 時間毎に行い（1 日 7 回）、ここでも超電導の凄さをアピールしていた。毎回黒山の人だかりであった。一方「超電導ビジネス最前線」と称して過去 20 年間の NEDO プロジェクトを要領よく纏めたパネルを展示し、超電導に興味ある人の目を引いていた。ISTEC/SRL は NEDO が主に超電導初心者を対象としているのに対して、超電導に対して若干の知識のある人を対象とした展示で、現在 SRL が進めている Y 系線材、バルク、デバイス開発についての紹介パネル、モニターによる説明、現物展示等を行なった。更に ISTEC の国際標準化活動に関するパネル展示及びパンフレットの配布（500 部以上配布）を行い理解してもらうよう努めた。住友電工は超電導モータを搭載した自動車のビデオ紹介とモータの実物を展示し、超電導モータが我々日常生活に身近なものであることを訴求していたのが印象的であった。更に、電気



超電導 EXPO2007・ISTEC ブース

推進船用のモータや米国で試験中の超電導送電ケーブルのカットモデル等、「ここまで来てます超電導」ということを分かりやすく展示していた。中部電力は Y 系線材で作った小型 SMES を液体窒素に浸し、電流をフィードしてエネルギー貯蔵を行ない、LED を発・消光させたりして SMES の応答速度が速いことをアピールしていた。

九州電力は高温超電導を用いた変圧器の模型を展示し、変圧器への適用効果を訴えていた。古河電工は金属系超電導線材の作り方や、欧州の加速器用に製造・納入したカットモデルを分かりやすく展示していた。更に Y 系線材による電力ケーブルなども展示していた。フジクラは 500m の Y 系線材の実物を展示しており、迫力があつた。昭和電線は Bi2212 線材の長尺ラザフォードケーブルの実物を展示し、圧巻であつた。富士電機は各種パルスチューブ冷凍機の展示で、今後の商売に期待をかけていた。岩谷産業はコンパクトな窒素液化装置の実物展示で、今後 Y 系線材が普及すると話題を集めそうだと感じた。JASTEC は低温超電導線材とマグネットの商品展示をし、とりわけ無冷媒マグネットの販売に力を入れていた。

当初は 14 社 25 小間でこじんまりとした展示コーナーになるのではないかと心配していたが、実際は大変立派な超電導コーナーであつたように感じられた。主催者によると超電導 EXPO は毎年開催予定という。従って、来年はもっと多くの企業・団体が展示会に参加することを期待している。一方、今回の展示会のサブタイトルを「超電導テクノロジー&ビジネスフェア」と題していたが、来年は名実ともにこのサブタイトルが実現することを祈っている。

(SRL/ISTEC 特別研究員 堀上徹)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 1-2 月の催し物案内

1/6-12

2008 Winter Conference on Plasma Spectrochemistry

場所：Temecula, California, USA

問合せ：

<http://icpinformation.org>

Ramon Barnes,

Tel: 413-256-8942, Fax: 413-256-3746, E-mail: wc2008@chem.umass.edu.

1/10-12

量子エレクトロニクス研究会・テラヘルツ電磁波技術研究会合同研究会「テラヘルツ分光・イメージングとテラヘルツデバイスの物理」

場所：上智大学 軽井沢セミナーハウス、長野、軽井沢町

主催：応用物理学会 量子エレクトロニクス研究会・テラヘルツ電磁波技術研究会

問合せ：

〔量子〕東大院理 島野

Tel: 03-5841-4181、Fax: 03-5841-4230、

E-mail: shimano@phys.s.u-tokyo.ac.jp

〔テラヘルツ〕名大院工 川瀬

Tel: 052-789-4211、Fax: 052-789-4211、

E-mail: kawase@nuee.nagoya-u.ac.jp

1/11

水素エネルギーの自動車産業界への展開

場所：大阪市立大学文化交流センター 大セミナー室、大阪市

主催：低温工学協会 関西支部

問合せ：神戸大学海事科学部 武田 実

Tel/Fax: 078-431-6329、E-mail: takeda@maritime.kobe-u.ac.jp

1/24-25

超電導応用電力機器研究会「超電導導体・バルク・薄膜とその応用および関連技術」

場所：産業技術総合研究所 臨海副都心センター別館（バイオ・IT 融合研究棟）11F 会議室、江東区晴海

主催：電気学会

問合せ：（社）電気学会 事業サービス課

TEL: 03-3221-7313, Fax: 03-3221-3704, E-mail: event@iee.or.jp

1/31

磁気力制御の新展開

場所：電気倶楽部 会議室、有楽町

主催：低温工学協会 材料研究会

問合せ：大阪大学大学院・工学研究科環境・エネルギー工学専攻

西嶋茂宏

Tel:06-6879-7896、Fax:06-6879-7889、E-mail:nishijima@see.eng.osaka-u.ac.jp

(編集局)



[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン (11/19 - 12/19)

- 新型太陽電池 量子ドット型 温度変化に強く、平野向き 変換効率の“限界”を打ち破れ 11/19 電気新聞
- うーんと考え「脳にタコ」？ 棋士「球埋め込まれた感じ」頭を使うと「脳ダコ」ができる？ 11/19 朝日新聞
- 系統ゼミナール 人口密度でみる日本の特異性 電力需要は都市部に一極集中 11/20 電気新聞
- さまざまな自然エネ発電を面積比較 風力は原子力の 0.1% 11/20 電気新聞
- 医療最前線 MRI による心臓検査 被ばくせず数分で 11/21 日刊工業新聞
- 日新電機 電気二重層キャパシタ採用 瞬低対策装置を発売 11/21 電気新聞
- 送電線などの磁界規制 追加対策は不要？ 平行線続く議論 電界では国際指針値クリア 実施費用膨大との試算も 11/21 電気新聞
- ビスマス系の高温超電導体 テラヘルツ波発振に成功 筑波大など安価な光源実用化へ 11/23 日刊工業新聞
- 直径 1 mm の超電導線材 富山大など 押し出し加工で作製 11/23 日刊工業新聞
- 排出量半減 20 の技術研究 温暖化対策経産省計画 太陽電池、効率 4 倍に 11/24 日本経済新聞 (夕)
- テラヘルツ波 連続発振 超電導素子を開発 筑波大 11/26 日経産業新聞
- 系統ゼミナール 1 日の需要変化にも特異性 昼夜の差が「急峻」なカーブに 11/27 電気新聞
- データセンター向け電源装置 直流給電で省電力 NTT ファシリティーズ 交流比 2 割減 11/27 日経産業新聞
- 分散型発電にメド 電力制御の新技術登場 コストや規制が壁 実用化には課題も 11/27 日経産業新聞
- 世界全体の温暖化ガス 半減技術 20 選定 経産省、計画骨子案を発表 11/28 日経産業新聞
- 断層撮影 高機能化が加速 デジタル画像診断機器 米GEなどが最新機器発表 新素材や独自チップ 11/30 日経産業新聞
- 三菱重工 リニア車両 海外販売 都市交通用 米で交渉 広島に生産体制整備 12/2 日本経済新聞
- 中国 直流送電線 UHV15系統建設へ 2020年まで 総距離2.6万キロメートル 12/3 電気新聞
- ミュー粒子のまれな崩壊探索 カギ握る液体キセノン 高エネ機構などが冷凍機開発 900 lをマイナス108度Cに保つ スイスで来春から実験 12/3 日刊工業新聞
- 系統ゼミナール 同期系統の系統容量が小さい 周波数変動幅は欧州の3倍 12/4 電気新聞
- 保安部会 電磁界WG 送電線などに磁界規制 報告書まとめ 既設対策は不要 12/6 電気新聞
- 「標準化」で資格 09年、民間検査スタート 経産省 産業競争力を維持 12/7 日刊工業新聞
- 粒子線がん治療 そんなに必要・・・ 保険適用外 自己負担300万円 100億円施設 新設ラッシュ 患者奪い合い懸念も 12/10 読売新聞 (夕)
- 連携で用途拡大 外部の力活用する電機各社 商品化前提に技術導入 トrend速く「自前主義」捨てる 12/11 日刊工業新聞
- 系統ゼミナール 着実に地域間連系を強化 全国レベルで電力供給均衡化 12/11 電気新聞
- ダイエットCO₂提案 エコプロダクツ展開幕 自動車用モーター 試験走行に注目高く 国内初超電導EXPO併催 12/14 電気新聞

- 電磁力で高速位置決め 安川電機 半導体製造向け、来年度にも製品化 平面移動方向自在に 秒速1メートル精度1マイクロ 12/14 日経産業新聞
- 系統ゼミナール 地域間連系の「効用」 周波数や電圧の安定性増す 12/18 電気新聞
- リニア乗入れ断念 上海万博 独との協議難航 12/19 毎日新聞
- 未来プロジェクト ナノ空間使い新機能 超電導、新原理の可能性 12/19 日経産業新聞

(編集局)



[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導速報—世界の動き（2007 年 11 月）

電力

American Superconductor Corporation（2007 年 11 月 1 日）

American Superconductor Corporation (AMSC)は 2007 年 9 月 30 日に終了する第 2 四半期の収支を発表した。当期の収入は、前年同期の 960 万ドルに対し、125 %増の 2,160 万ドル。利益率も、前年同期の 5 %から 26 %に増加した。当期の純損失は、前年同期の 700 万ドルに対し、当期は 670 万ドルであった。今期末での、現金、現金等価物、短期投資の総額は 11,820 万ドル。この中には 2007 年 7 月の増資から得られた 9,400 万ドルが含まれている。AMSC 社は、第 2 四半期の間に約 12,900 万ドルの注文を受けており、2007 年 9 月 30 日時点での受注残及び契約に係る未回収金は約 18,000 万ドルに上っている。同社創立者で最高責任者 Greg Yurek は次のように述べた。「半期に新規注文及び受注残が増加し、今年度の残りの期間においても収入が増加していくであろう確固たる基盤ができたものと考えている。来年の収入に繋がると考えられる受注残は大きく増加したところであり、現時点で 1 億ドルを上回っている。従って、2008 年度には EBITDAS（粗利益から配当等一部費用を控除した利益指標）はプラスになるものと考えている。海外風力発電企業からの発注、販売は加速的に増加しており、我が社の電力システム事業部門は、この第 2 四半期に営業利益を生み出した。また、超電導事業部門は、マンハッタンのプロジェクト HYDRA 等複数のプロジェクトを順調に進めており、2007 年 12 月の 344 線材量産開始に向けても予定通り進んでいる。」収入は今年度中にさらに増加するものと見られ、2007 年度の予想収入は 1 億ドルから 1 億 1 千万ドルの範囲になる。年間損失は、リストラ費用及び会社の成長に応じた運転費用の増加の結果、2,700 万ドルから 3,100 万ドル程度になるものと見られる。

出典:

“AMSC Reports Second Quarter Fiscal 2007 Financial Results”

American Superconductor Corporation press release (November 1, 2007)

<http://www.amsuper.com/newsroom/pr.html?id=267>

SuperPower, Inc.（2007 年 11 月 6 日）

Royal Philips Electronics NV 子会社の SuperPower Inc.,は次世代 HTS 線材性能の新記録を報告した。ISS2007 において、同社は 790-m 長、最低の部位でも臨界電流 190 A/cm という性能を持つ線材の作成に成功したと発表した。これは、 $I_c \times L$ の値で 150,100 A-m となり、世界最高記録である。この性能は 2007 年に同社が報告した以前の記録 102,935 A-m と比べて 46 %の改善である。SuperPower 社は同時に、5 層の完全なバッファ層を持つ 1 km 線材 10 本の生産にも成功したとし、70 m/h の製造速度で臨界電流 320 A/cm を持つ 155-m 長さの線材の生産が可能な同社のスケールアップ・パイロット MOCVD システムについても報告を行った。SuperPower 社は次世代 HTS 線材を全世界 35 以上の顧客に出荷しており、その内の何社かは繰り返し注文を出してきている。

出典:

“SuperPower Announces New World Record Performance in Second-Generation HTS Wire”

SuperPower press release (November 6, 2007)

<http://www.superpower-inc.com/news.php?n=133>

Zenergy Power plc（2007 年 11 月 12 日）

Zenergy Power plc, は Converteam SAS とともに、Zenergy 社が特許を有する HTS 材料及び部

品を使って 8-MW ダイレクト・ドライブ風力発電機を開発する英国通商産業省プロジェクトの設計、エンジニアリングの順調な進捗状況について発表した。これと並行して、Converteam 社は英国通商産業省プロジェクトに使用する 26 万ユーロを上回る HTS コイル及び部品の最初の発注を受けた。これらの部品は、高性能ダイレクトドライブ HTS 風力発電機の大型デモンストレーションシステム建造に使用されることになっている。このプロジェクトの下で製造される 8-MW 風力発電機は、非常に小型、軽量、高効率であり、オフショア風力発電のコストを 25 % 減少させることになるものと期待されている。このような HTS の利点により、従来の銅ベースの 6 MW 以上の定格発電機の利用を妨げてきた重量の問題を含め、いくつかの工学的な問題が解決できるものとの期待も大きい。

出典:

“Commercial Collaboration Update Department of Trade and Industry Wind Power Project”

Zenergy Power plc press release (November 12, 2007)

<http://www.trithor.com/pdf/press-en/2007-11-12-Converteam-Coil-Order.pdf>

American Superconductor Corporation (2007 年 11 月 15 日)

American Superconductor Corporation (AMSC) は、2008 年の初めての収支予想を発表した。AMSC 社は以前 2007 年度の予想収入は 1 億ドルから 1 億 1 千万ドルの間と発表していた。2008 年度について、同社はさらに収入は増加し、1 億 5 千万ドルに達するものと予想している。AMSC 社は、また、2008 年度の EBITDAS はプラスに転じるとの予想を繰り返し強調した。同社設立者で最高責任者 Greg Yurek は次のように述べた。「今日の我が社の成長は主として風力発電市場に負うところが大きく、これは来年も同様であると考えている。新たな SVC 製品の最近の注文からも明らかのように、電力グリッドにおけるビジネスが拡大を続けている。風力発電や電力グリッド市場における国内的及び国際的我が社の成長は、来年度の EBITDAS のプラス化を可能にするのみならず、一般会計基準に照らした利益という次の目標の達成も可能であると確信している。」

また、関連したニュースとして、AMSC 社は予定より 1 ヶ月早く 344 超電導線材の生産を開始すると報告した。新しい AMSC 社工場で生産される最初の 344 超電導線材は、プロジェクト Hydra で使用される予定であり、最初の 17,000 m は 2008 年 3 月 31 日までに出荷することを求められている。この線材を使って製造される最初のケーブルは、2010 年早期に Consolidated Edison 社のマンハッタン地区（電力設備）に組み込まれることが予定されている。

出典:

“AMSC Provides Initial Fiscal 2008 Revenue Outlook and Initiates Production of 344 Superconductors”

American Superconductor Corporation press release (November 15, 2007)

<http://www.amsuper.com/newsroom/pr.html?id=269>

材料

SCI Engineered Materials, Inc. (2007 年 11 月 7 日)

SCI Engineered Materials, Inc. は、2007 年 9 月 30 日に終了する第 3 四半期の収支を発表した。総収入は、前年同期 2,064,497 ドルに対し、当期は 25 % 増の 2,589,938 ドルであった。第 3 四半期末時点で、同社の受注残は 230 万ドル。利益は、前年同期 469,007 ドルに対し、当期は 489,633 ドル。利益率は、前年同期 22.7 % に対し、当期は 18.9 % であった。利益率の低下は主として高付加価値製品と比較的利率が低い製品との販売比率が変化したことによる。同社最高責任者 Dan

Rooney は次のように述べた。「我々は 2007 年 9 月 30 日までの 3 ヶ月の成果を喜んでいる。これまで連続 5 期利益を計上することができた。これまで高い収入という実績を挙げてきたところであるが、これはまた、新しい市場への拡大のためのマーケティング、研究開発、製造能力向上に向けた先行投資の結果を反映したものである。」

出典:

"SCI Engineered Materials, Inc. Reports Third Quarter 2007 Results"

SCI Engineered Materials, Inc. press release (November 7, 2007)

<http://www.sciengineeredmaterials.com/investors/ne/earnings/scci37.htm>

センサー

National Institute of Standards and Technology (2007 年 11 月 8 日)

National Institute of Standards and Technology (NIST)は、4 K から室温までの固体物性に関するデータベースを公開した。このデータベースは、NIST Standard Reference Data Database #152 極低温材料特性データベースという名称で、オンラインで無料で使用できるようになる。ここには過去にオープンになったものの他、これまで公開されていなかった情報も含まれる。これら情報は、色々な機関からの提供を受けたもので、データベース公開に先立ち NIST の研究者によって間違いのないことが確認されている。新しい材料や特性は、分かった段階でこのデータベースに追加されることになっている。このデータベースには極低温で使用されるものや、超電導産業で使われる広範な材料が含まれる。

出典:

"NIST posts online database of cryogenic materials properties"

National Institute of Standards and Technology press release (November 8, 2007)

http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_1108.htm#cryo

Argonne National Laboratory (2007 年 11 月 26 日)

Argonne National Laboratory は、トルコや日本の研究者と協力して、可搬式でバッテリー駆動のテラヘルツ放射装置に繋がる小型装置を開発した。これまで、半導体回路の物理的な制約からテラヘルツ波は実現できなかった。新しい装置は HTS ジョセフソン接合のスタックを利用し、印加電圧を変化させるにより可変の周波数を持つ電磁波を生成することができる。以上のように、2 mV 程度の小さな電圧でテラヘルツ波を生成することができる。ジョセフソン接合のスタックからの信号に同期させるため、いくつかの接合は、(レーザーと同じような原理で) 共鳴キャビティの中に作りこまれている。ANL 材料科学部の Ulrich Welp はつぎのように解説している。「電圧を印加するといくつかの接合で振動が始まる。これらの振動が正しい周波数を持っていれば、振動電界はキャビティの中で大きくなり、他の接合もこれに引き込まれて、すべての接合スタックが同期した状態が得られる。」キャビティの厚みと長さを一定にし、幅を変化させることにより、0.4~0.86 THz の電磁波を生成することに成功した。そのパワーは最大で 0.5 μ W である。研究者は周波数領域を拡大すると同時に、ジョセフソン・キャビティを長くし、接合をアレー状に結合することにより信号強度を上げたいと考えている。

X 線と異なり、テラヘルツ波は電子をたたき出して原子をイオン化させるに十分なエネルギーを持っていない。従って、イオン化能力のないテラヘルツ波にさらされても生体細胞には損傷を引き起こさない。テラヘルツ波は織物や紙のようなよく使われる多くの物質に侵入可能であり、空港での使用や、単なる存在の有無の検知のみならず、危険物や違法物質の識別を目的とした保安用スキ

ャナーといった応用に有望である。テラヘルツ波は人体へも 0.5 cm 程度侵入することから、歯の画像診断にも劣らず、皮膚癌や乳癌のようなある種の癌の検知や治療にも使うことができるだろう。

この結果は、Science の 11 月 23 日号に掲載された。

出典:

"New T-ray source could improve airport security, cancer detection"

Argonne National Laboratory press release (November 26, 2007)

http://www.anl.gov/Media_Center/News/2007/MSD071123.html

量子計算機

D-Wave Systems, Inc. (2007 年 11 月 12 日)

D-Wave Systems 社は、商用の 28Q ビット量子計算機上で走る画像マッチングプログラムのオンライン・デモンストレーションを行った。このデモンストレーションは、SCO7 会議の中の革新技術に関する招待講演の一部として実施された。この新たなシステムは、2007 年 2 月に公開された D-Wave 社の 16Q ビットシステムに付加して構成されたもの。D-Wave の CEO、Herb Martin は次のように述べた。「このような短期間で 28Q ビット計算機を作り上げたということは、我々がスケラブルなアーキテクチャーを持っているという主張を裏付けるものである。我々のロードマップでは、512Q ビット機を 2008 年第 2 四半期に、1024Q ビット機を 2008 年末までに作り上げることになっている。現時点では、従来のノイマン機に比べてアプリケーションプログラムは格段に優れた性能を示している。」同社は 2008 年第 4 四半期にオンラインサービスに量子計算機を提供する予定であり、パターン・マッチング、検索、最適化のようなアプリケーションのサポートも行う。オンラインサービスは、製造、銀行、保険のみならず、政府機関、軍、大学、研究機関、工学分野、ライフサイエンスといった方面からの顧客を予想している。このオンラインシステムは、非常に短時間で解が導けるほか、非常に困難な問題を解くこともできる。

出典:

"World's First 28-qubit Quantum Computer Demonstrated Online at Supercomputing 2007 Conference"

D-Wave Systems press release (November 12, 2007)

<http://www.dwavesys.com/index.php?mact=News>

通信

Superconductor Technologies Inc. (2007 年 11 月 9 日)

Superconductor Technologies Inc. (STI)は、Hunchun BaoLi Communications Co. Ltd. (BAOLI)と STI 社の中国市場向け SuperLink®干渉防止ソリューション製造を行う合弁企業に関する最終合意書に署名した。この合意書の下で、STI 社は中国に同社技術に関する排他的実施権を与え、BAOLI 社は製造技術及び財務に責任を持つ。この新たな合弁企業の名称は Hunchun BaoLi Superconductor Technology Co. Ltd.となり、吉林省で会社登録が行われる。販売、マーケティング部門は Shenzhen に置かれる。BAOLI 社が合弁企業の 55 %の株式を保有し、STI 社が残り 45 %を保有するほか、販売に見合うロイヤリティーを受け取る。BAOLI 社支配人 QiangHua Shao は次のように述べた。「STI 社とパートナーシップを組むことにより、SuperLink(r) がアジア市場で競争力が持てるようなコス

ト低減が可能になる。我々は、STI 社の技術と我々の生産技術、サプライチェーンを結合して得られる利益に向け着実に前進していきたいと考えている。」

出典:

“Superconductor Technologies Signs Definitive Agreement for Venture With Hunchun BaoLi Communications”

Superconductor Technologies Inc. (November 9, 2007)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=1075460&highlight>

Superconductor Technologies Inc. (2007 年 11 月 12 日)

Superconductor Technologies Inc. (STI)は、2007 年 9 月 29 日に終了する第 3 四半期の収支を発表した。純総収入は、前年同期 590 万ドルに対し、当期は 410 万ドル。当期純製品売り上げは、前年同期 490 万ドルに対し、230 万ドルであった。政府契約やその他契約による収入は前年同期 100 万ドルに対し、当期は 180 万ドル。当期の純損失は、前年同期の 210 万ドルに対し、当期は 200 万ドルであった。STI 社最高責任者 Jeff Quiram は次のように述べた。「我々は、2007 年の早い時期に顧客の多様化を図り、将来の成長に向けた基礎をより広く拡張したところである。第 3 四半期は、中国における現在進行中の 2 G 及びこれから本格化する 3 G 市場参入に向け市場に対するリーチを大きく広げるためのステップを踏んだところである。」

出典:

“Superconductor Technologies Inc. Announces Third Quarter 2007 Results”

Superconductor Technologies Inc. (November 12, 2007)

<http://phx.corporate-ir.net/phoenix.zhtml?c=70847&p=irol-newsArticle&ID=1076567&highlight>

ISCO International, Inc. (2007 年 11 月 13 日)

ISCO International, Inc. とモバイルネットワークや装置向けの応用製品販売会社 Clarity Communication Systems, Inc. は合併契約に署名した。ISCO 社は、また、今回の買収に関する委任状勧誘文書を提出する考えであることを明らかにした。ISCO 社暫定 CEO、Ralph Pini は次のように述べた。「今回の合併により製品、マーケット、顧客に関してのバラバラの状態の単純な足し算を上回るシナジー効果が期待でき、当社のデジタル Adaptive Interference Management (“AIM”) プラットフォームの開発を加速し、インフラ及び端末の両面で OEM チャンネルへの対応をより円滑にする大きな助けとなる。Clarity 社の Push-to-Talk や Location Services といったユニークな製品は販売、マーケティング、顧客サポートリソースの増加により恩恵を受けるであろう。」提案されている合併では、Clarity 社の全株式が新規発行される ISCO 社の 4,000 万株と交換され、従業員の権利、利益に相当する部分の補償も行われる。この内、2,000 万株は合併時に、250 万株は第 1 回目及び第 2 回目の合併記念日に、1,500 万株は状況を見て発行されることになる。今回の合併は通常の合併条件に従い、株主及び規制当局の許可が必要である。

出典:

“ISCO International and Clarity Communication Systems Sign Definitive Merger Agreement”

ISCO International Inc. press release (November 13, 2007)

<http://www.b2i.us/profiles/investor/ResLibrary.asp?ResLibraryID=22293&f=1&BzID=826&Nav=1&LangID=1&s=0&>

加速器

CERN (2007 年 11 月 7 日)

CERN は、Large Hadron Collider (LHC)の主マグネット間接続部の最後のシーリングを完了したと発表した。世界最大の粒子加速器である LHC の運転開始に向けた最終段階及び主ダイポールマグネット、4 重極マグネットの設置と接続のための 2 年間のプログラムの終了を記念してささやかな式典が執り行われた。次の段階では加速器の各セクターが冷却される。冷却が予定通り進めば、2008 年 5 月には LHC に最初のビームが打ち込まれ、6 月又は 7 月には LHC 中を周回するビームが作り出される見込みである。CERN の責任者 Robert Aymar は次のように述べた。「LHC の運転開始までには、必ず乗り越えなければならないハードルがある。システムのすべての箇所が運転に向けて注意深く準備されなければならない。サブシステムやコンポーネントが試験され、必要に応じ修理されるということもあろう。これまでは大過なく進んできた。このような複雑な装置にもかかわらず、物事が非常に順調に進んでいる。我々は来年の夏に LHC で物理研究を行うことを楽しみにしている。」

出典:

“LHC completes the circle”

CERN press release (November 7, 2007)

<http://press.web.cern.ch/press/PressReleases/Releases2007/PR08.07E.html>

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

「第 13 回 先進超伝導体に関する日米ワークショップ」報告

独立行政法人 物質・材料研究機構
超伝導材料センター長
熊倉浩明

去る 11 月 10-11 日に、先進超電導材料に関する日米ワークショップが、岐阜市の長良川国際会議場で開催された。本ワークショップは一年おきに、会場を日米で交代しながら開いているもので、今回で 13 回目にあたる。内容は、超電導物質の基礎から線材、応用に至るかなり広い分野をカバーしており、各分野のエキスパートが参加して密度の濃い議論が展開された。以下では、筆者も研究を進めているビスマス系線材とその応用について報告する

Los Alamos National Laboratory の K. Marken は、Bi-2212 Wires for High field Magnet Applications と題して、特に高磁界 NMR マグネットについて講演した。Nb₃Sn 線材を使って 1 GHz (23.5 T) の NMR は可能と考えられるが、25 T の NMR は非常に困難であると述べ、臨界磁界がはるかに高い高温酸化物線材の重要性を強調した。Bi-2212 の利点の一つは異方性の無い丸線が得られることであるとしている。これを使って内層コイルを Wind & React 法で作製し、これを水冷銅マグネット内に挿入することにより 25 T の高磁界を得ている。Bi-2212 線材においては、特にプリカーサ粉末のカチオン比がフィラメント構造や J_c 値に大きく影響を及ぼすとしている。

Lawrence Berkeley National Laboratory の A. Godeke 氏は、Application of Bi-2212 in Prototype Wind-and-React Accelerator Magnets と題して講演した。LBNL は昭和電線と加速器用 Bi-2212 線材の開発を進めている。これまでの Nb₃Sn を使った dipole マグネットは発生磁界の限界に近づきつつあり、高磁界特性の優れた高温酸化物を使う必要があるとしている。Bi-2212 は上部臨界磁界が約 85 T と高く、J_c は 18 T で Nb₃Sn を上回り、また丸線が可能であるため加速器用マグネット線材として有望であるとしている。LBNL ではまず Bi-2212 のフィージビリティスタディーのためのテストコイルとして Bi-2212 丸線を用いたラザフォードタイプのケーブルを作製し、これを用いて小型のレーストラックコイルを試作することとしている。

住友電工の Fujikami は Bi-2223 Wire Development と題して同社が進めている DI-BSCCO テープについて講演した。線材は高圧熱処理で作製されており、これによって Bi-2223 の充填率が大幅に向上し、これまでよりも非常に高い J_c が得られるようになったとしている。DI-BSCCO にも様々な応用に対応して、通常タイプのテープの他にも幅の狭いもの、ツイストを施した交流対応のもの、ステンレスでラミネートした高強度のものなどを用意していると述べた。

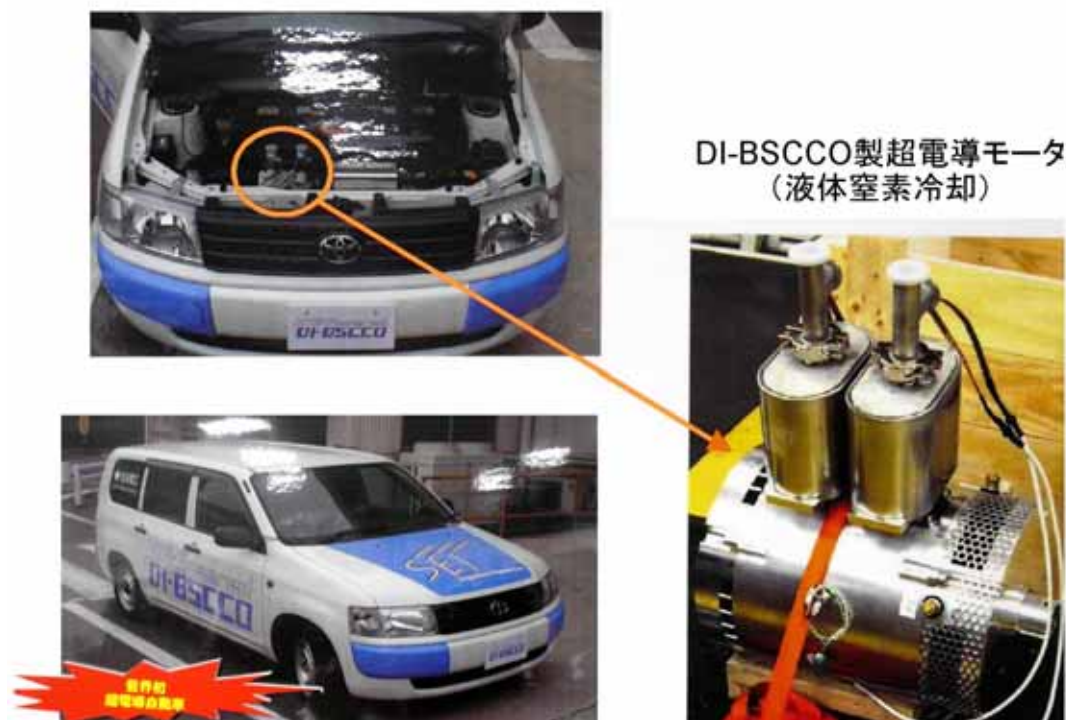
九州工大の E.S. Otabe は、Fabrication of Bi-2223 Superconducting Magnet Working at 77 K と題して発表した。用いた線材は住友電工製の DI-BSCCO で、自己磁界中の I_c は 147 A である。コイルは 20 個のパンケーキコイルにより作製され、コイルの外径は 100 mm、内径は 70 mm、高さが 124 mm であり、総巻き数は 1040 である。通電電流が 48 A でテープに 0.15 T の垂直磁界が加わって臨界電流に達し、このときのコイルの中心発生磁界は 0.47 T であったが、50 A で 0.5 T を安定して発生できるとしている。

[超電導 Web21 トップページ](#)

「液体窒素冷却高温超電導モータを搭載した電気自動車」住友電工が公開

2007 年 11 月 16 日に開催された低温工学協会関西支部第 3 回講演会、11 月 20 日から 22 日まで行われた 2007 年秋季低温工学・超電導学会及び 12 月 13 日から 15 日まで東京ビックサイトで開催されたエコプロダクツ 2007（この中の超電導 EXPO2007）において、住友電工から超電導モータで走る電気自動車が紹介された。これまで超電導モータの開発は世界各地で行われてきたが、ほとんどの場合モータ単体の試験に留まっており、今回の電気自動車のように、実際に最終製品に應用された形で検証されたのは初めてである。

今回発表された電気自動車は、写真のように通常の自動車のエンジンルームに、超電導モータと鉛バッテリーが収まったシンプルな構成で、同社製作所内を実際に走行したビデオも公開された。エコプロダクツ 2007 では、実際に搭載されたモータと同型のモータモデルも展示された。自動車の重量は 1200 kg、モータは、界磁コイルに 240 m の Bi2223 線材（加圧焼成法による DI-BSCCO）が使われ、液体窒素で浸漬冷却されている。



高温超電導モータ搭載の電気自動車（住友電工展示パネルより/SuperCom 編集局の好意による）

なお今回開発した超電導モータは通常の直流モータの界磁コイルを超電導コイルに置き換えただけの構造であり、今後は本来の小型、軽量化や高効率化といった実用的なモータ開発を進めることも計画されているようである。実用レベルの自動車用超電導モータが開発されれば、以下の実用的なメリットが期待できるとのことである。

- ①超電導モータ特有の低速、大トルクの性質によって、自動車のシフトギアが不要になり駆動力への変換ロスが 5-6 %低減できる。
- ②左右のディファレンシャルギア（カーブでの左右の車輪の経路差を調整するギア）が不要なダイレクトドライブモータ車の実現も可能。

今後は、Li バッテリー使用やディーゼルエンジンとのハイブリッドといった電源面の改良、さらに冷媒にも併用できる液体水素式の燃料電池車など様々な展開も期待される。

いずれにして超電導モータで自動車が走ったのは世界初であり、高温超電導線材の汎用性を社会にわかりやすく示す実例として、また超電導が身近な存在として感じられたのではなかろうか。エコプロダクツ 2007 においても専門家のみならず、中高生を初め多くの人々で住友電工のブースが賑わっていた。実用的なレベルで高効率、持続性、経済性が実証されていけば、電気自動車には超電導モータといった時代が到来するのも夢ではなくなることだろう。

（編集取材）

[超電導 Web21 トップページ](#)

International Workshop for Coated Conductors for Applications (CCA2007) 報告

昭和電線ケーブルシステム株式会社
技術開発センター 超電導プロジェクト長
青木裕治

CCA2007 は、2007 年 11 月 8 日-10 日にかけて韓国の済州島において開催された。済州島は韓国の最南端に位置する火山島であり、日本国内でも流行っている韓流ドラマのロケ地としてよく使われる事から、日本国内からも多くの観光客を集めている。会議はスウィーツホテルで開催され、Coated Conductor にテーマを絞り全体で 51 件（内訳：口頭 37 件、ポスター 14 件）の発表が行なわれた。以下、各セッションの主な発表について記載する。



会場（スウィーツホテル）

1. New material and buffer layer

Yoo（ソウル大）は、 $\Delta\phi < 7^\circ$ の IBAD-MgO を 300 m 作製した事を報告した。Holzapfel（evico）は導電性の IBAD 中間層の構造（ $a\text{-Y}_2\text{O}_3/\text{TiN}/\text{Au}/\text{Ir}/\text{Nb}/\text{SrTiO}_3$ ）を提案し、 $\text{rms}=4.5\text{ nm}$ 、 $\Delta\phi=13.4^\circ$ のものを作製した。MacManus-Driscoll（UCAM）は HLPE 法により単結晶基板の上ではあるが成長時間（5 分）で高 I_c （600 A/cm）の YBCO 膜を作製できる事を示した。Chung（KIMS）は Electro-Spray 法によるナノドットの導入を紹介し、 ZrO_2 ナノドットを $\sim 6\text{ 個}/\mu\text{m}^2$ の密度で作製した。宮田（SRL）は IBAD-MgO の開発状況を報告し、IBAD-GZO 上の CeO_2 で観察された自己配向性は IBAD-MgO 上でも同様に確認され、 $\Delta\phi=4\text{-}5^\circ$ の値が得られたとしている。また、GdBCO 膜の特性は同基板上で短尺：377 A/cm、1 m 長：196 A/cm の値が得られた。



セッション会場

2. Overview of CC developments

Goyal（ORNL）、塩原（SRL）、Freyhardt（IMUG&ZFW）、Oh（KERI）の 4 氏が米国、日本、欧州、韓国それぞれの現状について紹介を行なった。長尺化では米国に頭一つ以上飛び出された感はあるが、各国共に人口ピンの導入についても進展が見られ、実用に向けて着実に進展している印象を受けた。

3. Long length, high-speed growth of coated conductors

Selvamanickam（SuperPower）は CC の高速成膜と長尺化について報告し、 $173\text{ A/cm}\times 595\text{ m}$ の線材が作製できた事を報告した。この数値は現在の世界記録である。線材製造速度のボトルネックは MO-CVD 法による YBCO 層であり、その他の中間層は全て $1,000\text{ km/year}$ の製造速度を超える事が出来たと述べた。和泉（SRL）は主に Reel-to-reel 式 TFA-MOD プロセスの現状を総括し、Y と Cu を F フリーとした新溶液で 10 m/h の仮焼膜製造速度を達成し、 $I_c=282\text{ A}$ が得られたと述べた。山田（SRL-NCCC）は、SRL-NCCC における開発状況の総括を行い、GdBCO+BZO による Bamboo 構造で磁界の角度依存性が殆ど無くなり、61 m の長尺線材（ $I_c^{\text{max}}=266\text{ A}$ 、 $I_c^{\text{mini}}=186\text{ A}$ ）の作製にも成

功している。また YBCO 膜についても、YBCO+YSZ+LaO の系でランダムピンの効果が格段に良くなったと報告した。Usoskin (EHTS) は HRPLD 法の開発状況について報告し、装置のスケールアップによって製造速度を 8→80 m/h、線材長を 100→200 m に能力を向上できると述べ、250 A/cm × 100 m の線材が作製できたことを報告した。

4. Pinning and characteristics

Goyal (ORNL) は BZO 添加によるナノドット形成機構を微細構造を交えて説明し、4 μm 厚の NdBCO 膜において全ての磁界印加角度において $J_c > 350$ A/cm (@65 K, 3 T) を達成する世界記録が得られた事を報告した。吉田 (名大) は LTG-SmBCO+BZO の系で c 軸方向のピンニングを改善する事に成功し、BZO のナノドットがランダムに導入されている観察結果を報告した。Puig (CSIS) は TFA-MOD 膜への人工ピンの検討結果を報告し、YBCO-BZO (nanocomposite) の組合せにおいて高密度の欠陥を持つ微細構造を示し、YBCO に関して最も高い特性 ($J_c(77$ K, 1 T) = 2.2 MA/cm², $F_p^{max} = 22$ GN/m³) が得られると述べた。木須 (九大) は HF-LTSML、TransportSSM などの磁気的な測定手法を紹介すると共に粒界における不均一な電流経路を視覚化してみせた。Weber (Austria Univ.) は、Magnet Scan 法による局所的な super-current の測定を行い、サブ-mm の解像度が得られる事を報告した。

5. CC for HTS power devices application

Goldacker (KIT) はテープ線材をジグザグ状にパンチング加工した線材を組み合わせて作ったユニークなフラットケーブル (ROEBEL ケーブル) を紹介した。岩熊 (九大) は日本の変圧器の開発に関する概要と進捗を紹介し、スクライビング加工した線材でコイルを作製して設計通り交流損失が 1/5 に低減した事を報告した。雨宮 (横国大) は、PLD-IBAD 線材で作製した 1 m 長ケーブル導体の交流損失を測定し、1 kAems (臨界電流値の 60%相当) 通電で 0.048 W/m の交流損失だったと報告した。

6. Rare-earth based coated conductors

柿本(フジクラ)は IBAD-PLD プロセスの長尺化について述べ、GdBCO 線材で 500 m 線材の製作に挑戦し、368 m × 304.5 A の通電に成功した。三浦 (SRL) は TFA-MOD 法における人工ピンの導入検討について報告し、Sm 添加の効果によって角度依存性が改善したとのべた。Ha (KERI) は EDDC 法により SmBCO/IBAD-MgO 線材を作製し、短尺で $J_c = 2.6$ MA/cm² ($J_c = 310$ A/cm)、長尺で 27m × 305 A/cm の報告をした。前年の CCA では装置導入の報告だった事を考えるとこの一年で大きく進歩したプロセスと思われ、今後は 100 m 線材に挑戦するとしている。Kim (KIMS) は MOD プロセスにおいて 10-20 nm の大きさの ZrO₂ を YBCO 膜中にナノドットとして導入し、 J_c (@60 K, 0.4 T) が 45 % 向上したと報告した。

7. Low cost coated conductors

塚本 (横国大) は応用の観点から RE-CC と MgB₂ 線材の比較を行い、それぞれの線材未来コストを示し、CC は更なる低コスト化が必要と述べた。吉積 (SRL) は TFA-MOD プロセスにおける原料溶液の組成を Ba poor (2.0→1.5) とする事により粒界の結合性が改善され、余剰 Y や Cu の不純物がピン止め中心として磁場特性が改善されると報告した。青木 (昭和電線) は TFA-MOD 法での本焼プロセスでバッチ式焼成炉を開発し、200 m × 201 A の特性が得られたことを報告した。福島 (SRL-NCCC) は GdBCO 線材で 8 ターン × 17 層ソレノイドコイルを作製し、29.3 T (@4.2 K, 0 T) 磁場発生に成功した事を報告した。

Asian Conference 2007 on Applied Superconductivity and Cryogenics 報告

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 エネルギーネットワークグループ
淵野修一郎

第 4 回目の応用超伝導・低温工学アジア会議（ACASC 2007）が、中国、西安市の古都新世界大酒店にて、12 月 2～4 日に開催された。

この会場は 2002 年に ICMC Topical Meeting SPA の開催されたところでもあり、4 つ星の立派なホテルであるが、5 年前と周辺の様子はほとんど変わっていなかったようである。ただし、ホテルの部屋から、今回の会議のスポンサーである Western Superconducting Technologies 社の宣伝看板が見えていたのが、印象的であった。

参加者は全部で 80 名（中国 33 名、日本 26 名、韓国 13 名、インド 2 名、米国 1 名）で、通常ホスト国が圧倒的に多数を占めるのであるが、今回はホストの Northwest Institute for Nonferrous Metal Research (NIN) 中心の参加で、周辺の西安交通大学や上海交通大学の Cryogenic 関係者との連携があまり良くなかったようである。日本からの参加者も当初は少なかったが、低温工学会松下学会長の鶴の一声で善戦することができた。今回からインドが正式に ACASC に加盟したが、参加者は 2 名と少なかった。発表件数は 70 件（招待講演 14 件、口頭発表 18 件、ポスター発表 38 件）であった。

発表内容の内訳としては、超電導マグネットと応用関係が 27 件、超電導材料が 37 件、Cryogenics が 4 件、エレクトロニクスデバイス関係が 61 件、標準関係 1 件であった。超電導応用関係の発表が激減し、限流器と SMES が大半であった。逆に材料関係の発表が目立った。特に中国が Y 系材料や MgB_2 に力を入れてきた感じである。そういう意味で、SuperPower からの Y 系長尺線材の発表には多くの関心が寄せられていた。Cryogenics 関係は、近隣の西安交通大学で研究が行われているにも拘わらず、何故か会議には参加者がなく、全体的に寂しい状況であった。

会議全体の印象としては、やはり中国の経済発展と同様に中国からの発表にパワーが感じられ、特に若い参加者が多く見受けられた。

この会議のプロシーディングは発刊されないが、セレクトされた二十数編の発表論文が Cryogenics 誌の特別号として掲載されることになっている。

次回の本会議は 2009 年に日本で開催される予定である。

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

粒子加速器と超電導（その 1）

日本大学
大学院総合科学研究科
教授 新富孝和

1. はじめに

1996 年時点で約 1 万台の加速器が医療用、工業用、学術研究用として幅広く使われている（表 1-1）。加速器の種類も円形加速器、直線加速器に分けられ、加速方式によってもいろいろあり、エネルギーも MeV から TeV の領域まで極めて幅がある。ここでは学術用にいわゆるエネルギーフロンティア（図 1-1）として開発され、既に使われている、あるいはこれから使われようとしている高エネルギー超電導加速器にかぎって述べることにする。超電導が特に高エネルギー加速器（高エネルギー物理）と如何に密接な関係にあるかについて述べてみたい。

表 1-1 世界の加速器

1 GeV 以上の高エネルギー加速器	112
医学治療用	> 4000
生物研究用を含む医学研究用	~ 800
医療用アイソトープ生成用	~ 200
工業用	~ 1500
イオン注入用	> 2000
表面処理用	~ 1000
放射光用	~ 50

2. 加速器の歴史

2.1 高エネルギー加速器の技術開発

高エネルギー加速器が進歩するためのキーテクノロジーとして、高周波加速、同期加速の発明があった。粒子にエネルギーを与えて高いエネルギーを持つようにするには電界が必要であるが、それに高周波（マイクロ波）を使う技術を完成させたのは、1945-1947 年にかけて当時バークレー研究所にいた L. Alvarez と W. Panofsky である。高周波で加速するためには、粒子の進行に同期して効率的に加速電界をかける必要がある。これがいわゆる同期加速の概念である。この技術が、線形加速器やシンクロトロンなどの円形加速器に応用された。

同期加速の概念を円形加速器として

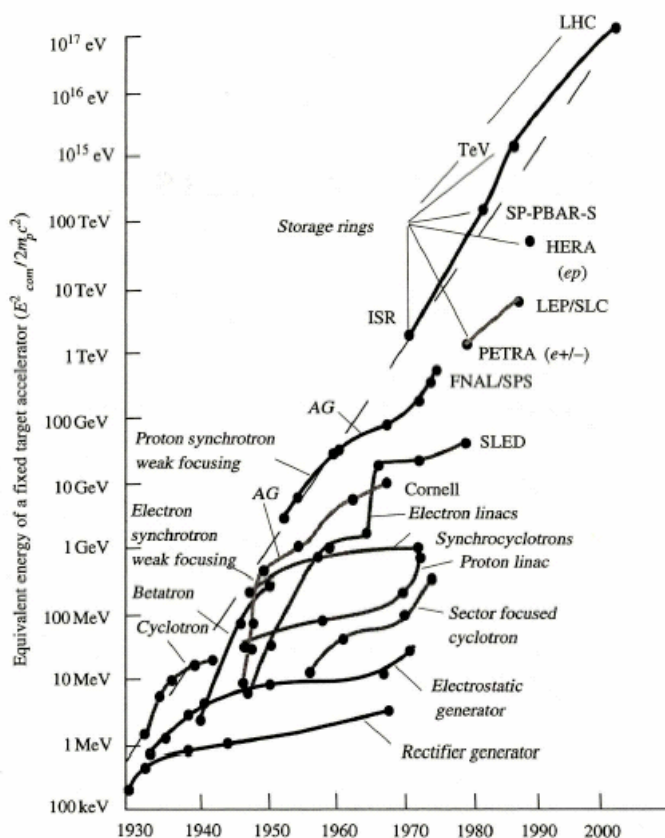


図 1-1 エネルギーフロンティアとして建設された高エネルギー加速器。LHC のコミッショニングは図よりも遅れて 2008 年春からと予定されている。サイクロトロンはエネルギーに限界があることが分かる。(AG: Alternating Gradient)

最初に展開したのはサイクロトロンである。1930 年 E. Lawrence 等が手のひらに乗る大きさのサイクロトロンを作り、陽子加速を行った。(図 2-1) Lawrence はサイクロトロンの発明とそれを使った原子核の研究でノーベル賞を受賞している。しかし、サイクロトロンでは粒子のエネルギーが高くなるに比例して軌道半径が大きくなるので、加速粒子のエネルギーを高くすると二乗で磁石がどんどん大きくなっていく。したがって、加速粒子のエネルギーに限界がある。

高エネルギー加速器の歴史は、円形加速器であるシンクロトロンの発明による。シンクロトロンは 1940 年代初期にイギリスで提案された。サイクロトロンは一定磁界であるのに対して、シンクロトロンでは粒子軌道半径が一定になるようにエネルギーに比例して電磁石の磁界を強くしてやる。そうすることで、一定軌道のところにのみ電磁石を置けばよいので、大幅に電磁石を小さくすることができる。この概念を使って、1952 年には 3 GeV の Cosmotron (BNL) が完成し、原子核実験に使われるようになった。その後、Bevatron (LBNL), Saturn (Saclay), Nimrod (Rutherford Lab.), ZGS (ANL) 等が次々と作られ、シンクロトロンは高エネルギー加速器として定着する。しかしながら、これ等のシンクロトロンはビームが発散しないように収束させる方式が弱収束型(ビームの広がりが大きい)であったため、サイクロトロンほどではないが巨大な電磁石が必要であった。



図 2-1 Lawrence が完成させたいかにも手作りという感じの手の平サイズの最初のサイクロトロン

画期的な発明は、E. Courant, M. Livingston, H. Snyder によって 1952 年に提案された強収束原理である。収束と発散作用のある電磁石を交互に並べることで、強い収束作用(ビームの広がりを小さくできる)を持つ加速器を作ることができることを証明した。この収束、発散を組み合わせて収束させるという理屈は、カメラのレンズにも一般に採用されているものである。この発明によって加速粒子のビーム径を大幅に小さくすることが可能となり、電磁石を極めてコンパクトにすることができるようになった。この原理を使って 1959 年に PS (CERN; Proton Synchrotron; 30 GeV)が、1960 年に AGS (BNL; Alternative Gradient Synchrotron; 33 GeV)が相次いで完成した。これによって、高エネルギー加速器の技術的な問題点が解決したと言える。ちなみに、これ等の加速器は現在でも現役で動いている。

2.2 International Conference on Magnet Technology

1965 年 9 月に、第 1 回 International Symposium on Magnet Technology が SLAC で開催された。参加者は 315 名、発表論文数は 90 編であった。最初は加速器用磁石技術を議論するシンポジウムとして開催されていたが、現在ではあらゆる分野の磁石技術を議論する場として最も活発に活動している国際会議の一つである。

論文集の序文に以下のように書いてある。

“New ideas in coil and core structure and improvements in insulation techniques have made

magnets, which have been treated as one of the sensitive parts of a high-energy accelerator, now more of a reliable tool in high-energy accelerator applications."

すなわち、現在では加速器だけでなく、電力、医療、核融合などのいろいろな分野での磁石技術を議論する国際会議が、最初は高エネルギー加速器用磁石について議論する場として始まった。当初はいわゆる常伝導磁石が主であったが、今では発表の大部分が超電導磁石技術である。ただ第 1 回の会議でも、論文集として

- Magnet technology and field analysis
- Magnet engineering
- Field measurement
- Superconducting and special purpose magnets
- Power supply engineering

に区分するとして、超電導磁石のセッションも設けられている。ただ論文集を見ると、このときに報告されているものは、検出器など実験に用いる超電導磁石に関するものであり、加速器用超電導磁石に関する報告はまだない。

出典

表 1-1 : W. Scharf & C. Chomicki, Physica Medica XII (4), 199, 1996 after G. Dearnaley, Nucl. Instr. Meth., B24/25, 506, 1987

図 1-1 : An Introduction to Particle Accelerators by E. Wilson, Oxford University Press, 2001

図 2-1 : Symmetry (A joint Fermilab/SLAC publication, vol. 4, August 2007) のカバーより

読者の広場

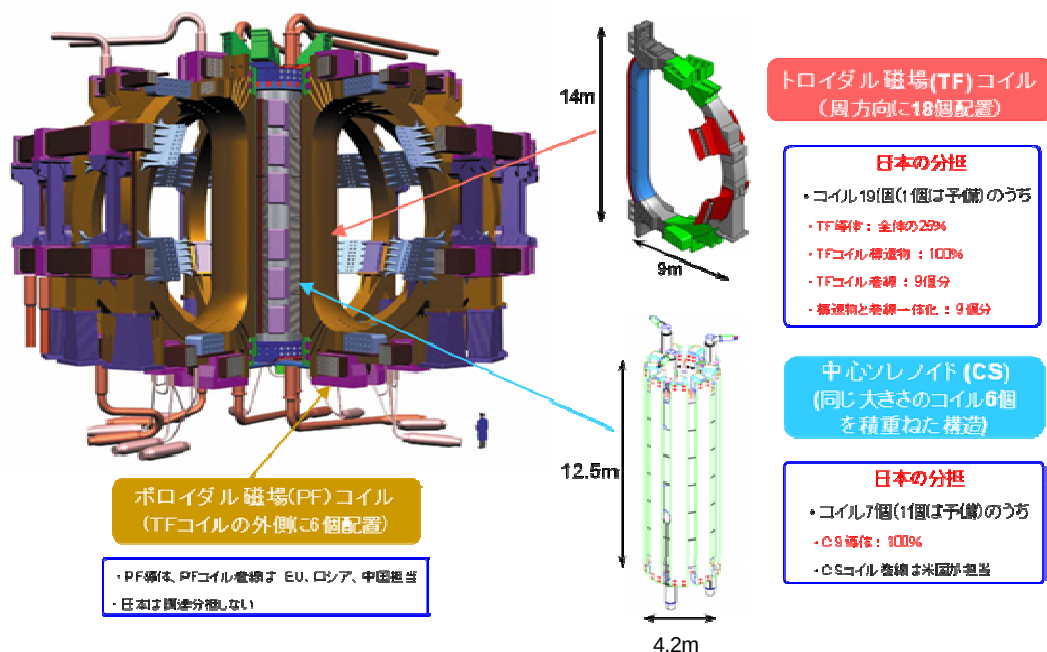
Q&A

Q: 「ITER プロジェクトの現状について教えてください。」

A: イーター計画 (ITER、国際熱核融合実験炉) では、2005 年に建設サイトを南フランスのカダラッシュに決定し、2006 年 11 月にはイーター協定が 7 極 (日本・米国・ロシア・EU・韓国・中国・インド) により調印されました。その後、それぞれの極内において協定の批准を行い、2007 年 10 月 24 日にイーター協定が発効するとともに、イーター機構が正式に発足しました。また、時を同じくして、日本の実施機関として、日本原子力研究開発機構が政府から指名されました。

イーター計画は、平和目的の核融合エネルギーが科学技術的に成立することを実証するために、人類初の核融合実験炉を実現しようとする超大型国際プロジェクトです。ラテン語の道や旅という意味も兼ねる「イーター」には、核融合実用化への道・地球のための国際協力への道という願いが込められています。また、環境問題が深刻化し、石油の高騰が話題になっている昨今、核融合エネルギーの利用がますます待望されています。

イーター計画では本体建設費に約 5,000 億円が予定されていますが、その中で、日本は「準ホスト国」として、ホストの欧州に次ぐ大きな貢献が期待されています。とりわけ、本体建設費の約 1/4 を占める超電導コイルにおいては、下図に示すような 7 極中最大の貢献をすることになっています。超電導コイルは、トロイダル磁場 (TF) コイル、中心ソレノイド (CS) 及びポロイダル磁場 (PF) コイルで構成されています。TF コイルと CS は磁場が高いため Nb_3Sn 導体を用いられ、比較的低い磁場の PF コイルは NbTi 導体を用いられます。日本は TF コイル用導体の 25 % および CS 用導体の全部 (100 %) を担当し、 Nb_3Sn 素線にしますと約 250 トンを製造します。また、日本は図のように TF コイル製作にも大きく貢献し、コイル構造物を 100 % (19 個分) 担当するとともに、コイル巻線 9 個分を担当し、TF コイル 9 個を完成させます。10 個分のコイル構造物は欧州に引き渡されます。



ITER 超電導コイルと日本の調達分担

2007 年 11 月 28 日には、イーター機構が正式に発足して最初の調達取決めとなる「TF コイル用超電導導体の調達取決め」が、イーター機構と日本の実施機関である日本原子力研究開発機構との間で締結されました。これにより、2008 年初旬には各メーカーとの契約を結び、日本における導体の製作を開始する予定です。これに続いて、10 年後の最初のプラズマ点火を目標に、各コンポーネントの製作が本格的に開始されます。

回答者： 日本原子力研究開発機構
核融合研究開発部門 ITER 超伝導磁石開発グループ
高橋良和 様

[超電導 Web21 トップページ](#)