

## 年頭挨拶

あけましておめでとうございます。



昨年、21世紀の幕が開き、はや1年を過ぎました。

1986年の超電導発見以来15年を経過し、その実用化に向けた研究開発が日米欧

を中心に進められており、当財団は「超電導応用基盤研究開発」「超電導電力貯蔵システム技術開発」「フライホイール電力貯蔵用超電導軸受技術研究開発」等のナショナル・プロジェクトを受託し、日本における中核的な研究機関としての役割を担うなど、会員各位のご支援・ご協力により調査研究・研究開発等の事業も着実に進展いたしております。

環境・省エネ問題、情報化等への対応など、超電導研究開発を取り巻く環境が変化する中、早期の実用化が展望される段階にきているものの、なお一層の研究開発が重要であります。

本年は産学官連携のもとで超電導応用技術の研究開発をスピードアップさせ、更なる伸展を目指す所存であります。

皆様のご繁栄を心からお祈り申し上げますとともに、本年も一層のご支援をよろしくお願い申し上げます。

((財)国際超電導産業技術研究センター 理事長 荒木 浩)



## 2002年の抱負

21世紀の初年として期待された2001年は、世界経済の低迷と同時多発テロで、あまり明るい年とは言えないようである。これは見方によれば、過去数十年の矛盾が様々な形で表面化してきたものとも考えられる。即ち、世界経済が歪み形で発展してきたことや、現在の技術体系に飽和の傾向が見られることなどが、次第と顕在してきたのであろう。従って、21世紀には、地球が人類にとってより住みやすいものになるように、叡智を絞らねばならないと言えよう。環境やエネルギー問題もその為の大きな課題である。

超電導技術が、これらの課題に対して回答を与えられるかどうか、今問われており、我々も全力をあげて努力する必要がある。

発見後15年を経て、高温超電導技術もいよいよ開花の季節を迎えようとしている。超電導バルクも、線材も、そしてデバイスも、この数年間に飛躍的進歩を遂げ、実用化の一步手前にまで到達した。このことは、複雑で困難を極めた高温超電導体を、科学的物質から工学的材料にする手段を手に入れたことを意味しており、今後、更なる急展開が期待されるのである。この2002年を明るく、希望に満ちた年にする為に、大きな成果をあげたいと思っている。

(SRL/ISTEC 所長 田中 昭二)

## 超電導関連1-2月の催し物案内

### 1/23-25

COMBI 2002 : The 4th Annual International Symposium on Combinatorial Approaches for New Materials Discovery  
場所: Four Points Sheraton Hotel, San Diego, CA, USA  
<http://www.knowledgefoundation.com>

(主催: The Knowledge Foundation, Inc.)

### 1/26-28

量子ドットによる量子計算機 (IWQDQC)

場所: 土佐ロイヤルホテル

<http://gdqc.is.kochi-u.ac.jp>

(主催: 高知大学)

### 2/7

第4回材料研究会

場所: 九州大学ベンチャービジネスラ

ボラトリー3階ゼミナール室

(主催: 低温工学協会)

## 目次

年頭挨拶	1
2002年の抱負 (SRL/ISTEC)	1
超電導関連1-2月の催し物案内	1
超電導技術開発の今後	2
2002年の抱負 (産総研)	2
2002年の抱負 (物材機構)	2
新聞ヘッドライン	2
Necessity is the mother of invention.	3
2002年の抱負 (古河電工)	3
- 初夢より - (住友電工)	3
2002年の抱負 (三菱電機)	3
2002年の抱負 (東芝)	3
2002年の抱負 (日立製作所)	3
超電導速報 世界の動き	4
特許情報	6
標準化活動 今月のトピックス	6
超強カバルク超電導磁石の大型化に成功	6
一步前進した超電導A-D変換器	7
電場効果ドーピングによる超電導	7
【隔月連載記事】超電導量子コンピュータの実現に向けて(その1)	8
読者の広場(Q&A)	9

## 超電導技術開発の今後



経済産業省  
大臣官房審議官  
(産業技術担当)  
濱田隆道

厳しい経済状況の中での年明けとなったが、こうした状況を打開する切り札として、技術開発に期待する声が増しに強まっている今日この頃である。

このため、総合科学技術会議を中心に、政府としても科学技術予算の充実と、イノベーションシステムの改革に努力しているところであるが、筆者の現時点での最大の関心は、10兆円にもものぼる民間の研究開発投資がなぜ新市場の創出といった結果を生まないのかという点にある。このため、産業構造審議会に技術革新システム小委員会を設け、マネジメントオブテクノロジーのあり方や、試作機段階での設備投資への助成方法などにつき議論をして頂いているが、なかなか明快な結論が得られず、検討に苦慮している。

いずれにしても、世の中、技術開発への期待が大きい結果、性急な成果を求める風潮が強くなってきているが、現下の情勢ではこれもやむを得ないかもしれない。

本来、中長期の技術開発課題であり、高温超電導現象に係る発現機構の解明や、材料組成と機能の相関等、未だ解決すべき課題も多い超電導技術開発に関する議論でもこうした傾向をまねがれることは難しいと思われ、今後のプロジェクト見直しに当たっては、短中期での成果の実用可能性についても議論が必要になると思われる。

このため、超電導発電、送電ケーブル、電力貯蔵装置等の電力関係のプロジェクトについては、これまでの開発成果や、競合技術の最新動向などを踏まえた選択と集中を検討するとともに、例えばリニアモーターカー等の輸送分野や宇宙システム分野への応用、あるいはデバイスへの展開、情報通信分野での応用など超電導の特性を活かした、より広範な分野への適用可能性について、新たな展開を模索していくことも必要となろう。

超電導の技術開発に係る関係者の皆様の幅広い議論により、今後の方向性につき、明快な結論を出していただきたいと思う。

## 2002年の抱負

産業技術総合研究所  
電力エネルギー研究部門  
副研究部門長 幸坂 紳

新年おめでとうございます。  
昨年は、4月に旧工業技術院傘下15研究所が統合され新たに独立行政法人産業技術総合研究所が発足し、研究所の組織、人員、予算の全ての面で再設計の行われた大きな変革の年でした。超電導電力応用技術関連研究は、主に、エネルギー・環境技術研究開発を担当する電力エネルギー研究部門の下で、新たな体制の下に展開されることになりました。本年は、この組織設計の成果を問われる年でもあります。超電導送電ケーブル長距離冷却技術や、限流器用大面積超電導薄膜技術の研究をメインテーマに、産学との連携をさらに強め、超電導技術の実用導入に向けた研究を着実に進めていきたいと考えます。超電導Web21に毎号寄せられる内外の超電導ビジネスの足音に意を強くするとともに、新たなビジネスチャンスの創造に寄与したものと念じています。

## 2002年の抱負 超伝導材料研究センター における研究

物質・材料研究機構  
超伝導材料研究センター  
センター長 室町英治

2001年10月15日に「超伝導材料研究センター」が独立行政法人、物質・材料研究機構の新たな研究組織として発足した。同センターでは、金属系、酸化物系、新金属系MgB<sub>2</sub>等について、探索、物性・構造解明、線材開発、薄膜化・単結晶化、デバイス開発、磁気分離やNMR等に適用可能な強磁場マグネットの開発等、基礎から応用に至る幅広い研究分野を、総合的・組織的に実施することを目指している。また、センターには50名規模の機構研究職員が関係するとともに、大学、産業界から、リーダー、アドバイザーを招聘するなど、中核組織に相応しい陣容を整えている。2002年は、センターが、世界に大きく羽ばたく年と捉えており、そのための奮闘努力を惜しまないつもりである。皆様方のご支援をいただければ幸いです。

## 新聞ヘッドライン

(11/19-12/19)

数理モデルでエネルギー予測  
太陽光と融合エネが核  
11/19 刊工業新聞  
電力発生貯蔵装置 10 kW級、5年  
以内商用化 中部電力三菱重工  
ボーイングに先行  
11/23 日刊工業新聞  
国際熱核融合実験炉 誘致国負担、  
7000億円 11/25 朝日新聞  
ナノテク新素材量産 フラーレン  
医療など応用 12/4 日本経済新聞  
実用化迎える 電力貯蔵システム  
上 CO<sub>2</sub>削減に高まる期待 SMES  
初期導入は2010年度が目標  
12/5 日刊工業新聞  
実用化迎える 電力貯蔵システム  
下目標は1万kW時級変電所 フラ  
イホイール貯蔵装置回転ロス軽減  
へ超電導軸受開発  
12/6 日刊工業新聞  
出番待つ次世代無人実験システム  
微小重力環境下で超電導材料を生  
成 12/6 日刊工業新聞  
ヘリウム3原子の物性研究 東大  
福山寛研究室 12/6 12/7 日本  
工業新聞  
東大と日立 磁束量子に特殊な振  
動 高温超電導体を観察  
12/7日本工業新聞、日刊工業新聞、  
日経産業新聞  
日本 - 欧州超伝導ワークショップ  
文科省とEUきょうから開催  
12/12 日刊工業新聞  
研究費2年ぶり増加 2000年度16  
兆円、製造業伸びる 総務省調査  
12/12 日経産業新聞  
高温超電導体 磁束渦系の位置制  
御 東大、斜めに磁場かけて  
12/13 日刊工業新聞  
物材研 ナノテク研究加速 1ギ  
ガヘルツNMR追加 実験棟建設を  
促進 12/14 日刊工業新聞  
アルミニウムで特異な超電導 物  
質・材料研究機構ナノ構造で実現  
量子デバイスに応用へ 12/14 日  
経産業新聞  
5800万度Cのプラズマ 核融合研  
LHDで生成 12/14 日刊工業新聞  
ITER 誘致決定が越年 見えぬ負  
担と効果 12/17 日本経済新聞  
中部電と昭和電線 1kmの超電導線  
材開発 SMESで商品化目指す  
12/18 日刊工業新聞、電気新聞  
理研、米BNL 100ギガ電子ボルト  
で成功 スピン陽子の正面衝突実  
験 12/18 日本工業新聞、日刊  
工業新聞  
高温超電導体接合に成功 超電導  
工学研 センチ単位では世界初  
12/19 読売新聞、毎日新聞、日刊  
工業新聞、河北新報、岩手日報、岩  
手日日、デーリー東北、盛岡タイ  
ムズ



## Necessity is the mother of invention.

京都大学  
工学研究科 材料工学専攻  
教授 長村光造

高温超電導体の発見以来、それらのいくつかはBi2212線材、Bi2223テープ材あるいはYBCO coated conductorとして、ようやく工業材料としての形を現すようになってきた。たとえばケーブル応用を目指すBi2223系テープ線材についてみると現在1 km以上の長尺の線材が製造できる段階にきているが、その特性はまだ十分ではない。もしBi2223相の単相化ができチルト角が5度以内でポイド率がゼロの試料が得られれば臨界電流密度が10万A/cm<sup>2</sup>以上で、破断強度も現在の130MPaからさらに5倍以上強められた、いわば第3世代と呼ぶべき線材が可能となる。Bi2223系テープ線材もそれでこそ真の工業化に値するものであるが、その製法はまだ未踏の領域にある。我々にはそのような線材をどうしても完成させようという強い意志と熱意が今求められているのではないだろうか。

## 2002年の抱負

古河電気工業株式会社  
研究開発本部超電導開発部長  
目黒信一郎

20世紀の最初の10年に、量子論、相対論という現代科学の根幹が形成された。超電導現象の発見もこの10年の内になされた。21世紀最初の10年も革新的な理論や技術の展開が十分に期待できる。常温超電導は夢としても、低温・高温超電導に画期的進展があれば、人類の継続的発展に貢献できる。線材メーカーとしても、そのような技術革新の一翼を担えればと、夢を描いている。

## - 初夢より -

住友電気工業(株)  
エネルギー環境技術研究所  
技師長 佐藤 謙一

熊さん:大家さん、明けましておめでとうございます。  
大家:おお、熊さんか、おめでとう。今年も宜しくな。まあ、おあがり。さあ、一杯おやり。  
熊さん:へい、じゃあ遠慮せず頂戴します。ああ、いいお酒ですね。  
大家:ところで熊さん、由太郎の姿が見えぬが。  
熊さん:へい、何か、仕事が急がしくて、年の瀬から正月にかけても会社の仕事があるらしいんで。  
大家:そうかい、今の世の中では結構なことじゃないか。仕事のない人も多いと言うのに。  
熊さん:そうなんですけどね、大家さん。由太郎に言わせると、超電導って言うんですがね、夢の技術だそうなんですけど、儲けるのにまだまだ時間がかかって大変らしいですよ。  
大家:熊さん、聞いたことがあるよ、日本が世界の先べんをつけたって言うじゃないか。今な、日本は科学技術立国でな目標を持って、将来の大産業になる新しいものに随分お金を注ぎ込む、と聞いているぞ。まあ、見ていなさい、由太郎のやっているのは材料そのものと言うじゃないか。それが基本さ。おおもとをしっかり押さえるのが、日本人の良いところじゃないか。

## 2002年の抱負

三菱電機(株)  
先端技術総合研究所  
主席研究員 若田光延

産業界の大きな課題は、米国IT不況の影響での失業率の大幅な増加と米国抜きの京都議定書の発効への動き(日本は温室効果ガスの排出量を十数%削減)である。これを同時に解決する策の一つとして2000年度で2500億円の超電導市場(成長率約10%)を数年内に大幅に拡大させることは非常に重要と思われる。40年間研究開発を継続している会社でその半分の経験をしている者として、具体的な議論の開始の年と位置付けたい。

## 2002年の抱負

(株)東芝 電力システム社  
電力・産業システム技術開発センター  
小野 通隆

2000年12月31日、20世紀の最後の最後で世界最大の高温超電導マグネット(蓄積エネルギー 1.1MJ)が超電導に転移し、このプロジェクトに携わった研究者にとって記念すべき日になりました。超電導マグネットの開発者にとって、自分の手がけたコイルが超電導転移する瞬間は定格性能達成とは違った意味で感動を覚える瞬間です。ただ、これまで開発してきた低温超電導とは異なり、超電導転移が完了するまで(コイル全体が108K以下に冷えるまで)10分を要し、高温での超電導であることを実感させてくれました。2001年は、このマグネットの様々な性能試験を実施し、1.1MJの蓄積エネルギー達成、省エネ性、高信頼性の確認など、高温超電導の実用化に向けて大きな一歩を踏み出しました。このような状況のもとで、2002年の私の抱負は、これらの一連の成果や、次々に展開される新たな高温超電導プロジェクトを通じて高温超電導のすばらしさを広く世の中の人に認識して頂き、超電導に携わる仲間たち、そして超電導業界が発展するように活動していきたいと思っています。将来、常温超電導が出現し我々の苦勞が思い出話になるまでは...

## 2002年の抱負

(株)日立製作所  
基礎研究所  
主管研究員 高木 一正

今年はISTECが中心になって推進している「超電導応用基盤プロジェクト」の最終年度に当たります。エレクトロニクス分野での担当者として、薄膜形成・接合・回路に関する目標達成に満足せず、より高い水準を目指したいと思います。高温超電導体の実用化には多くの技術課題が残されています。次の発展に向け、研究開発のマイルストーンの設定と、各段階での応用について皆さんと知恵を出し合ってゆきたいと思えます。



## 超電導速報 世界の動き (2001年11月)

### 電力応用

#### American Superconductor Corporation (2001年11月28日)

American Superconductor Corporationは、同社の韓国におけるHTSワイヤーの独占的販売窓口としてKISWIRE, Ltdとの合意書に調印した。合意書によれば、KISWIRE, Ltdは、HTSを用いたモーター、発電機、電力ケーブルの開発を目指す2億米ドル相当の韓国ニューフロンティアプログラム参加企業向けにASC社のHTSワイヤーを販売する。

(出典)

“American Superconductor Announces HTS Wire Distribution Agreement with Leading Korean Wire Manufacturer”

(American Superconductor Corporation Press Release; November 28, 2001)

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

### MRI and Sensors

#### Intermagnetics General Corporation (2001年11月14日)

Intermagnetics General Corporationは、内部の稼働資産目標を35%から50%に引き上げるとともに、資金効率の改善を図ると発表した。さらに、同社はアクティブ磁気シールドを装備した1.0Tの新型軽量の強磁場オープンMRI用磁石システムを開発、所要の試験を経て出荷を始めた。この磁石システムにより、従来必要であった大重量かつ高価な鉄製の磁気シールドから開放されることになる。この新型磁石システムは、Phillips Medical SystemsのPanorama 1.0 T MRIに組み込まれる予定。Phillips Medical SystemsのIntera 3.0 T向け3.0T磁石システムの出荷もすでに始まっている。このIntera 3.0 Tは、神経外科、整形外科、心臓外科分野における研究や高度医療の分野で用いられることを想定しており、小型高磁場という観点では、市場投入されている唯一のMRIである。Intermagnetics General Corporationでは、これら磁石システムにより、一層の収益の改善を見込むとともに今後12~18ヶ月でさらに需要が高まって行くことを期待している。

(出典)

“Intermagnetics Announces New Performance Targets, Updates

Progress On Major Development Programs”

(Intermagnetics General Corporation Press Release; November 14, 2001)

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

### 材料

#### Superconductive Components, Inc. (2001年10月4日)

Superconductive Components, Incは、溶融プロセスを利用して2つの異なる超電導体を強く相関するよう結合させる新しいプロセスに関し、米国特許を取得した。この技術により単結晶の性質を持ちながら複雑形状の材料を製造することが可能になり、現在の超電導体の形状やサイズに関する制約がなくなる。この技術によりHTSを用いた種々のデバイスの応用の妨げとなっている電流輸送能力の改善にもつながる。特許技術の主たるターゲットは、モーター、発電機、フラックス・トラップ・マグネットを含む超電導磁石、磁気ベアリング、限流器など。

(出典)

“Superconductive Components, Inc. Awarded Patent for Superconducting Process”

(Superconductive Components, Inc. Press Release; October 4, 2001)

[http://](http://www.superconductivecomp.com)

[www.superconductivecomp.com](http://www.superconductivecomp.com)

#### Superconductive Components, Inc. (2001年11月15日)

Superconductive Components, Inc. は、2001年9月30日までの3ヶ月間(第3四半期)の純利益が22,407ドルであると発表した。前年同期は、54,522ドルの純損失。今期収入は、891,813ドルで12.2%の増加。研究契約収入の低下は、製品売上20.7%の増加により補うことができた。2001年一年間の収入は、2,857,064ドルで前年の2,294,392ドルに比べ24.5%の増加。製品売上が好調な理由として、販売拠点整備とタンタルの売上げがあげられる。これにより、研究契約収入の17.1%の減少を補うことができた。

好調な売上等により、粗利益は、収入の37.7%に相当する336,194ドルと、前年同期のそれぞれ23.4%, 185,860ドルに比べ大きく改善した。2001年9月までの9ヶ月間の粗利益は収入の35.2%に相当する1,005,350ドルである(前年はそれぞれ21.2%, 487,542ドル)。

NASDAQ 上場に伴うスタッフ増と経費増のため、一般経費及び管理経費がそれぞれ244,708ドル、652,320ドルに増加した。営業・販売促進経費は、今期52,249ドル(前年同期

86,896ドル)。2001年の9ヶ月では、178,344ドル。

(出典)

“Superconductive Components, Inc. Reports Improved Third Quarter Results.”

(Superconductive Components, Inc. Press Release; November 15, 2001)

[http://](http://www.superconductivecomp.com)

[www.superconductivecomp.com](http://www.superconductivecomp.com)

### 通信

#### ISCO International, Inc. (2001年11月2日)

ISCO International, Inc. (ISCO)は、業務合理化の一環として研究開発施設の統合を行うと発表した。同社のAdaptive Notch Filter (ANF™)開発拠点であるトロントのカナダ技術開発部門は、イリノイ本部のあるISCOMount Prospectの拠点に統合される。ANF™は、帯域内干渉とドロップ・コルを低減し、通信容量を増加させることができる。

同社社長Roger Boivinは、この統合によりコスト低減、社内の連携緊密化、ひいては開発速度の向上に繋がるとしている。

(出典)

“ISCO International Transfers Toronto-Based Research & Development Programs To Illinois Headquarters”

(ISCO International, Inc. Press Release. November 2, 2001)

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

#### Superconductor Technologies Inc. and Comarco Inc.

(2001年11月6日)

Superconductor Technologies Inc. (STI)とComarco Incは、Comarcoネットワーク・プラン作成ソフトウェアEDX SignalPro (R)のオプションとしてSuperFilter (R) Systemを追加すると発表した。EDX SignalPro (R)は30MHzから60GHzの帯域をカバーする無線通信システム計画ツールを提供するソフトウェア・パッケージである。

SuperFilter (R)オプションは2001年末までに利用可能になるものと見込まれる。これによりSTI社の高性能高温超電導フィルターのメリットをソフト上で顧客が検証できるようにする。

(出典)

“Superconducting to Wireless Optimization Software”

(Superconductor Technologies Inc. Press Release; November 6, 2001)

<http://www.suptech.com>

ISCO International, Inc. (2001年11月7日)

ISCO International, Inc. は、Elliott Associates, L.P. と Alexander Finance, L.P. から942万5千ドルの資金提供を受けることになり、以前からの Craig Siegler氏による650万ドルの問題も492万5千ドルで決着することができたと発表した。

同社会長 George Calhoun は、主要投資家から引き続いて支援を受けられて感謝しており、資本市場を巡る状況を考えれば何十億ドルの資金を持つ主要投資機関からの信任が得られたことは幸せなことであると述べた。また、Craig Siegler氏との問題が決着して安堵していると付け加えた。

(出典)

“ISCO International Raises Capital, Settles Contract Suit” (ISCO International Press Release; November 7, 2001)  
<http://www.iscointl.com/>

ISCO International, Inc. (2001年11月12日)

ISCO International Inc. は、薄膜開発部門をイリノイ本部に統合すると発表した。同社は、ルイスビルのコロラド事業所を閉鎖し、19人をレイオフした。コロラド事業所は、タワー搭載用及び室内設置用の薄膜、厚膜デバイスを搭載している Cryogenic Front-End の拠点であった。事業所の統合によりコスト低減、社内の連携緊密化、ひいては開発速度の向上に繋がる。特にハイブリッド・システムへのメリットは大きい。

(出典)

“ISCO International Consolidates Thin-film/Tower Mount Development to Illinois Headquarters” (ISCO International Inc. Press Release; November 12, 2001)  
<http://www.iscointl.com/>

Conductus Inc. (2001年11月13日)

Conductus Inc. は、航空偵察用フィルター・システムの開発を目的とした下請け契約を General Dynamics Advanced Information Systems と締結した。この契約は Defense Microelectronics Activity (DMEA) と General Dynamics Advanced Information Systems との契約の一部であり、開発は Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) との協力の下に行われる。本契約の下、試験、実用展開向けのフィルター・システムの開発、納入が行われる。こ

のプロジェクトの主目標は、軍用機向けの高性能固定周波数フィルターサブシステムを開発することにある。さらに、将来システムに対応する実用チューナブル・フィルターに必要な技術開発も視野に置いている。この下請け契約は、当初210万ドルであるが、今後130万ドルの追加が見込まれている。General Dynamics は DMEA 及び DARPA とプロジェクトの範囲拡大及び資金追加に関し交渉を続けている。

(出典)

“CONDUCTUS RECEIVES CONTRACT TO DEVELOP ADVANCED AIRBORNE WIRELESS FILTER SYSTEMS” (Conductus Inc. Press Release; November 13, 2001)  
<http://www.conductus.com/>

Conductus Inc. (2001年11月13日)

Conductus Inc. は、2001年第3四半期の収入が1,873,000ドルで、対前年同期218%の増加であったと発表した。さらに、製品販売は、266%増加の703,000ドル、契約収入が195%増の1,170,000ドルであった。2001年9ヶ月の収入は4,851,000ドル、316%増、同期間の製品販売は513%増の1,997,000ドルであり、前年同期の326,000ドルに比して大幅に増加した。9ヶ月の契約収入に関しても、240%増の2,854,000ドル。製品販売の増加は、一般向け、政府調達ともに出荷が伸びたため。

同社社長 Charles Shalvoy は、第3四半期の一般向け、政府調達的大幅増加を歓迎しており、そのポイントは以下の5点であると述べた。

1. 米国トップ10通信事業者の内の3社がフィールド試験を実施しており、本年中にこれが終了する見込みである。
2. 顧客1社が、現存の11のCDMA基地局に ClearSite(R) を設置し、通信容量43%増大を実証した。
3. Conductus は日本の第3世代向けの試験と検証のために新しいシステムをOEM供給しており、現在、さらに第2のOEM供給に向けた仕事が始まっている。
4. 軍用の超電導無線システム開発に向けた General Dynamics との210万ドル(今後130万ドル追加の可能性)契約を締結した。
5. 政府機関は先端技術を支援しており、これにより本分野のビジネスが一層加速される可能性が高い。

(出典)

“Conductus Reports Third-Quarter Results” (Conductus, Inc. Press Release; November 13, 2001)  
<http://www.conductus.com/>

ISCO International Inc. (2001年11月14日)

ISCO International Inc. は、主要通信事業者から3セクター Cryogenic Front-End システム9セット(CRFE)及び単セクター Adaptive Notch Filter (ANF?) システム66セットを追加受注した。受注額は100万ドル。これは、12ヶ月の間に本顧客から受けた5回目の受注である。

(出典)

“ISCO International Receives \$1 Million Follow-on Order From a Major Customer Covering 93 Base Stations Sectors” (ISCO International Inc. Press Release; November 14, 2001)  
<http://www.iscointl.com/>

ISCO International Inc. (2001年11月14日)

ISCO International Inc. は、2001年第3四半期の全純収入が90,000ドルであったと発表した。前年同期は22,000ドル。2001年9ヶ月の全純収入は、1,976,000ドル。前年同期は209,000ドル。全純損失は2001年第3四半期が10,689,000ドル、2001年9ヶ月締めが20,965,000ドル。前年同期がそれぞれ、5,284,000ドル及び11,497,000ドル。第3四半期の純損失の増加は主にISCOに対する訴訟の和解費用4,925,000ドルのため。

同社会長 George Calhoun は次のように語った。「第2四半期の強い基調から、第3四半期は受注に変調があった。しかしながら、第3四半期以降の状況を見ると悲観的になる必要はなさそうである。まず、ISCOには cryogenic front-end システム と ANF™ システムの110万ドルの受注残がある。第2に、10月に760万ドルに及ぶコストカットのための手を打った。第3に、10月に無線通信機器産業のベテランである Roger Boivin氏を新社長に迎えた。新社長は、すでに営業強化策、組織合理化のための大胆な施策を打ち出している。最後に、収益改善に有効な製造コスト低減を行った。」

(出典)

“ISCO International Reports 3rd Quarter Results” (ISCO International Press Release; November 14, 2001)  
[http://www.iscointl.com](http://www.iscointl.com/)



*Superconductor Technologies Inc. and Comarco Inc. (2001年11月28日)*

Superconductor Technologies Inc. は、主要な2つのマイルストーンをクリアしたと発表した。1つは、1000番目の SuperFilter(R) システムの販売であり、他の1つは、システムの延べ1000万時間運転である。同社社長、M. Peter Thomas は、「これらのマイルストーンはSTI社の成長と発展における重要な1歩であり、先端技術の市場投入という挑戦に成功し、マーケット・リーダーとしての地位を明確に確立した。」と語った。

(出典)  
"Superconductor Technologies Inc. Sells 1,000th SuperFilter R System and Tops 10 Million Hours of Field Operation"  
(Superconductor Technologies Inc. Press Release; November 28, 2001)

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

(ISTEC国際部長 津田井 昭彦)

## 特許情報

特許の情報検索講習会を開催

国内特許に関しては平成13年10月以降の出願分から出願後3年での審査に、また、米国特許に関しては公開性の導入と、世界的な早期審査体制が整って来ました。発明者側には今まで以上に特許品質の向上が望まれております。

平成13年11月30日、講師として東京都知的所有権センターの指導アドバイザー福澤勝義氏を東雲に迎え、特許庁が構築している特許電子図書館(IPDL)の情報検索講習会を開催しました。

講習会では、ISTEC向け(超電導分野)の検索・照会実例集をはじめ、簡便なマニュアル等を資料にして、公報テキスト検索やターム検索と様々な有効な検索方法の説明と、特許庁のホームページから、米国および欧州の特許情報へのリンクによる、迅速な情報収集の方法も紹介され、受講者達の大きな関心を呼びました。(SRL/ISTEC開発研究部長 中里克雄)



## 標準化活動 今月のトピックス

### 「IEC/TC90 超電導委員会の今後の活動について」の検討結果纏る

斉藤茂樹氏((財)国際超電導産業技術研究センター専務理事)を委員長とするIEC/TC90超電導委員会は、同委員会に置いた今後の活動に関する検討委員会から検討結果の報告を、11月30日受理した。なお、検討委員会は、秋田 調氏((財)電力中央研究所)を委員長として超電導関連の主要な材料メーカー、電気・電機・電力メーカー、中立的機関など12機関で構成されている。

報告によると、IEC/TC90超電導委員会は、国際電機標準会議(IEC)における第90番目の専門委員会(TC90)の幹事国諸業務を預かっている。このIEC/TC90超電導委員会は、1990年発足以降現在も活発に活動している。この間、すでに、7件の国際規格(IS)の制定と3件の国家規格(JIS)の制定に寄与し、超電導研究開発はもとより超電導産業の発展に大きく貢献していることが述べられている。しかし、昨今の厳しい外部環境を受けとめ、つぎの超電導標準化戦略のもとでの継続的な活動の重要性が強調されている。

超電導応用分野の共通市場適合性の確保

IEC/TC90を機軸とした国際標準化活動の推進

標準化活動と研究開発プロジェクトとの一体的な推進

この報告を受けた斉藤委員長は、「いわば世界の超電導標準化活動を預かるものとして、21世紀における超電導標準化活動は、この3つの超電導標準化戦略、すなわち、的確な標準化・市場ニーズの把握、国際活動重視並びに研究開発プロジェクトとの一体化の推進であることを再確認し、これに専念する所存である。ただし、この標準化活動が実効を挙げるためには、超電導関連企業のさらなる積極的な参加、関係各国とのより親密な連携並びに研究開発プロジェクト等からの標準化のための政策事業創出、超電導委員会の一層のご理解とご協力にあることを超電導関係者にお伝えしたい。」と述べた。

(IEC/TC90超電導委員会事務局)

## 超強力バルク超電導磁石の大型化に成功 接合技術の開発により実現

平成13年12月18日(火) 岩手県庁にて、(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長 荒木浩)超電導工学研究所(所長 田中昭二)盛岡研究所、岩手県工業技術センター(所長 河野隆年)及び(財)いわて産業振興センター(理事長 海妻矩彦)は、世界で初めて4cm径の大きさのバルク高温超電導体同士の接合技術の開発に成功し、応用において重要な課題となっていた大型化に途を拓いたと発表。

最近、バルク高温超電導体の応用としては、永久磁石型の超強力超電導バルク磁石としての活用が脚光を浴びている(永久磁石では、その磁場強度がせいぜい1テスラ程度、超電導バルクでは10テスラ以上が可能)。比較的広い空間でバルク超電導磁石を利用しようとするれば、大型のバルク超電導体が必要になる。例えば、将来、磁気浮上列車用にバルク超電導磁石を利用するためには、直径が15cm以上のバルク体が必要と考えられている。

現在、プロセス技術の進展によりY-Ba-Cu-O系超電導体で直径が10cmまでの大型のバルク超電導体が作製されている。それ以上の大きいバルク超電導体も作製された例はあるが、不純物の偏析による弱結合のためその特性は低いものであった。

大型化に向けて、世界中の研究所が、複数の超電導体を接合する技術の開発を行ってきており、数mm径の小さな試料での接合成功例は数多く報告されているが、今回、接合されるバルク超電導体の結晶の方位を制御することにより、4cm径の大きさのバルク体の接合に成功したのは、超電導工学研究所盛岡研究所がはじめてである。

この成果により、10テスラを超える大型の超強力磁石の実現も可能になることから、MRI(磁気断層撮影装置)、資源回収や水浄化等用の磁気分離装置、励磁装置、強力磁気浮上装置等への強磁場応用が促進されるものと期待される。

なお、本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託を受けて実施したものである。今回のプレス発表記事の詳細は下記アドレスをご参照下さい。

[http://www.istec.or.jp/SRL\\_homepage/SRLmain\\_top-J.html](http://www.istec.or.jp/SRL_homepage/SRLmain_top-J.html)

(ISTEC総務部 安住光弘)

## 一步前進した超電導 A-D 変換器

### - 第4世代移動体通信に向け超電導工学研究所が試作 -

(財)国際超電導産業技術研究センター(理事長 荒木 浩)は、これまでの要素技術開発を組み合わせ、一つの基板上にAD変換用モジュレータ回路、デジタルフィルタ回路並びに半導体回路へのインターフェース回路を一体化(これをシグマ-デルタ(ΣΔ)型A-D変換器という)することにはじめて成功し、超電導A-D変換器技術を一步前進させたことを電子情報通信学会エレクトロニクスソサエティ大会(2001年9月、調布市)ISS2001(2001年9月、神戸市)日経マイクロデバイス(2001年12月)並びに超電導コミュニケーションズ(2001年12月、東京大学)に相次いで発表した。

現在、携帯電話、PHSなどの移動体通信分野は、2001年からサービスが始まったIMT-2000に代表される第3世代システムでは音声に加え画像が加わった。つぎの第4世代以降ではさらに動画を加えた各種情報ネットワークが構築されるといわれており、総務省「通信白書」によると携帯電話・PHSのみでも2005年で4.5兆円の市場と推定されている。総務省の技術予測によると、2010年には1ユーザ当たりのデータ伝送速度は50-100Mbpsとなり、これら凡そ10ユーザ単位でサポートする無線基地局では数百MHzもの広帯域(ブロードバンド)に対応できなければならない。この広帯域化に対して、低雑音増幅器、A-D変換器及びデジタル信号処理回路技術がボトルネックになるといわれている。特に、高速化、高効率化、低電力消費化など、より高度な要求に対応可能な超電導A-D変換器技術の開発に大きな期待と責任が課せられている。

これまでの超電導A-D変換器の研究開発は、アナログ信号をデジタル信号に変換する変調器(モジュレータ)回路、デジタル信号を平均化し、量子化ノイズを除去するデシメーションフィルタ回路、低温の超高速微弱振幅を室温の低速小振幅に変換するインターフェース回路など要素回路の単独技術開発や組み合わせ動作技術開発に留まっていた。しかし、実用機器では軽量化・小型化のために回路間の干渉を回避して回路を一体化することと消費電力の低減が要求される。

今回発表した一連の技術開発のポイントは、この実用化に向けた一体化回路技術を実証した点にある。成果としては、単一磁束量子(SFQ)方式によるニオブ接合集積回路を適用したアナログ周波数帯域10MHz、ビット数5bit及び消費電力28μWの超電導A-D変換器であったが、今後、ソフトウェア無線などより進んだ通信技術の恩恵を受けるためにも、中心周波数5GHz近傍、アナログ周波数帯域100MHz(indoor 200MHz)、ビット数12bit及び消費電力数mWを目指したさらなる高集積化設計技術、微細加工技術、実装技術並びに測定技術の展開に期待したい。

(編集局 田中靖三)

## 電場効果ドーピングによる超電導

京都大学大学院  
理学研究科  
教授 石黒武彦

2000年ベル研究所から発表されたC<sub>60</sub>結晶での電場効果による超電導<sup>1)</sup>は超電導技術の研究開発に新大陸があることを予感させた。引き続き、アントラセンなどの有機結晶での超電導<sup>2)</sup>、2001年9月にはCHBr<sub>3</sub>をドーピング格子間距離を広げたC<sub>60</sub>結晶での臨界温度が117Kとなる超電導<sup>3)</sup>、ラダー構造を持つ酸化物結晶でも超電導

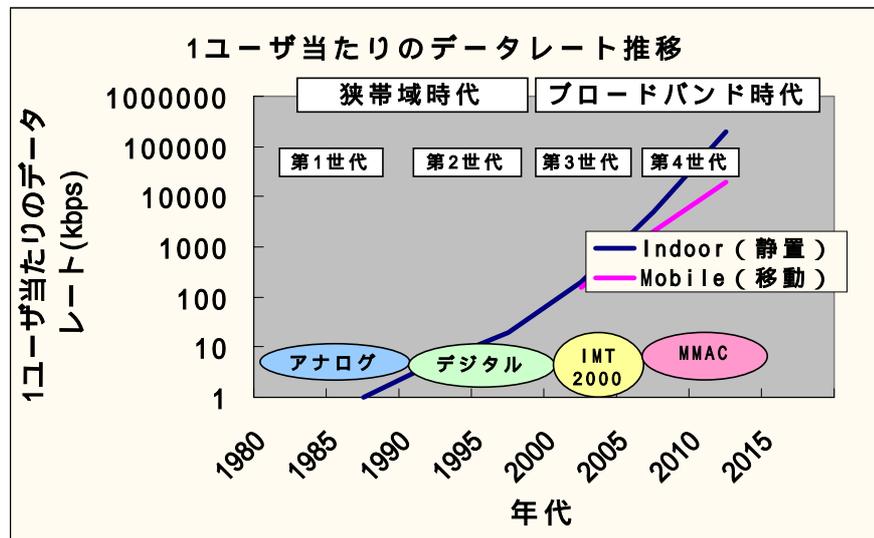
<sup>4)</sup>と、1年余りの間に、矢継ぎ早の何れを取っても驚くべき結果の報告がScienceとNature誌を飾った。当然、世界の各地でこの結果を追っている。しかし、一研究室の装置でしかこれに必要な耐電圧を持つ絶縁体膜を実現することが出来ないために、再現し検証できないでいる。

当初、ドーピングされたキャリアが表面の一層の分子膜に局在しているか否かについて問題にされていたが、最近の理論計算<sup>5)</sup>では、タイトバインディング近似の基でクーロン相互作用が効く条件下では第一層だけに荷電キャリアが偏在する可能性が指摘されている。しかし、この部分の状態密度は高められるものの、電子構造は大きく変化することは避けられない。実験結果を説明する報告者達のナイーブなリジッドバンドでの議論がそのまま通用するとは考えられず、報告された実験結果に間違いが無ければ基礎物理的にも深い問題が係わっているように思われる。

超電導が1枚の分子層に担われるとすると、これは典型的な2次元超電導である。このような単層構造の高温超電導体YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>x</sub>膜では、その転移温度域が幅広くなっていることが知られている。それに比べ、発表された117Kの臨界温度をもつ超電導の転移特性は実に端整な形をしている。求められたコヒーレンス長が示されているが、それを導く基となる磁場下での転移特性は示されていない。通常の第二種超電導体ならば、磁場によりゆらぎは更に顕著になり転移点は決め難くなると思われるので、是非知りたいところである。

この超電導を得るにはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>絶縁体膜に10<sup>8</sup>V/cm近い電場を掛けなくてはならない。将来的には強誘電体膜を利用することによって必要とされる電場は下げられるようになると思われるが、通常の物質には極限的な耐電圧になる。100V程度の電圧でこの電場を得るには膜厚を10nm程度としなければならない。このためには下地の平坦度を分子一層レベルに調整する必要がある。へき開を利用するなり、気相成長膜を使うなりすれば可能となると思われるが、化学的研磨では腐食ピットが障害になり、機械的研磨では熟成度の高い技術が求められる。実験結果の再現には十分な電場を掛けることのできる超薄膜コンデンサーを作る必要がある。

- 1) J. H. Schoen, Ch. Kloc, R. C. Haddon and B. Batlogg: Science 288 (2000) 656.
- 2) J. H. Schoen, Ch. Kloc and B. Batlogg, Nature 406 (2000) 702.
- 3) J. H. Schoen, Ch. Kloc and B. Batlogg, Science 293 (2001) 2432
- 4) J. H. Schoen et al. Science 293 (2001) 2430.
- 5) S. Wehrli, D. Poilblanc and T. M. Rice Cond-mat/0106433.



【隔月連載記事】

超電導量子コンピュータの実現に向けて（その1）

NEC 基礎研究所  
主席研究員 蔡 兆申

量子コンピュータの夜明け前

これまで、情報処理能力は、それを実現できる電子デバイスの集積度に、ほぼ比例して増大してきた。これは現在のあらゆるコンピュータ技術や情報処理技術について、言えることである。この解説でこれから述べる「量子的」対比して、「古典的」とも呼ぶべき情報処理理論に立脚したシステム全てに、このことは当てはまる。共鳴トランジスタや「古典的」ジョセフソン回路等\*1もその例外ではなかった。多値論理・多値メモリにおいても情報処理量と集積度問題は単に比例的に改善されるだけにとどまっている。

情報処理技術の古典的パラダイムの下では、飽くことを知らない集積度の追求という縛りに縛られた条件下で、デバイスやシステムは進化してきた。集積化の問題はニューラルネットワークやセルラーオートマトン等の新規な回路提案においてはむしろ逆に更に厳しくなっている。この古典的情報処理ルールではどのように優秀な単体素子であっても、実際上の真剣勝負の競争は決して素子レベルでは議論されず、集積回路レベルで行われるのである。その意味で情報処理を担う実体は、「電子デバイス」ではなく正確には「集積回路」である。実際このような限りなく拡大する集積度の要求は、シリコン集積回路技術が今日まで情報処理産業を支配し続けてきた大きな要因の一つである。

一方これまでに、化合物半導体素子、

超電導素子等の数多くの高性能「ポストシリコン」素子の提案がなされてきたが、その素子の実用化には常にこの集積度の束縛という巨大な壁に阻まれてきている。ここで「早い者全勝の原理」が思い起こされる。これは発展・進化の余地のあるシステムがひとたび確立されると、後追いの類似のシステムには、たとえ多少の性能的優位性があっても、なかなか取って代わるチャンスは巡ってこないという生存競争の法則である。蛋白質コーディングシステムや陸上脊椎動物も歴史上ただ一度しか発現しなかった進化のステップで、早い者全勝原理が悠久に破られずに踏襲されてきた典型的例である。このようなことに思いめぐらせながら考えるのだが、現在のシリコン CMOS 集積回路システムは、かつて電子情報処理回路がニッチであった初期段階で技術分野を独占できた幸運児であったと考えれば、これを他のシステムにより置き換えることは至難の業であるといえるのかもしれない。このような置き換えが成立し、新たなより効率のよいシステムが成立するには、私の考えるところ、二つのシナリオが考えられる。

第一には CMOS の進化のロードマップが飽和したときにチャンスは廻ってくる。第二は新たな情報処理のパラダイムが発見され、シリコン CMOS 集積回路の能力では満たせない条件が要求されることである。このような可能性を秘めた新たな情報処理パラダイムに期待される特徴の一つは、素子集積度が情報処理能力に線形に比例する現在の集積度の束縛を打破できることである。前置きが長くなったが、本文で以下に議論する量子情報処理は正にこのような可能性を保有する全く新たな情報処理の概念である。特に始めて固体電子素子として量子情報処理用デバイスの試作に成功した超電導電荷量子ビット素子についても詳細に紹介する。

図1に示したのは情報処理用電子デバイスの大変一般的なトレンドである。ここでは横軸に1ビットあたりのエネルギー消費量、縦軸に集積度をプロットしてある。集積度は先に述べたとおり情報処理に関して大変重要なパラメーターである。エネルギーの削減も情報処理速度向上と消費電力低減を同時に満足するためには重要なパラメーターである。この図のハイライトは「古典的情報処理」と表示した黄色の大きな趨勢を示す矢印である。実際に集積度もビットあたりのエネルギー消費も時間と共に指数関数的に変化しているので、図のように対数 対数プロットで直線的に変化している。リレーや真空管そしてバイポーラー等の先駆的技術を受け継いで CMOS 技術の確立により古典的情報処理の進歩のベースが本格的に確立した。所謂ロードマップの確立である。この古典的情報処理の主軸にはシリコン系ロードマップ以外にも、真空管やリレーもほぼ位置しているが、本格的な集積回路の幕開けと言う意味では CMOS の出現に決定付けられている。その意味では前出の早い者全勝の原理と矛盾なく、古典的情報処理デバイスの世代交代はまだ起こっていない。

注目すべきは CMOS のスケールングには遅かれ早かれ物理的限界が必ずやってくることである。このムーアのスケールング則は他の工業製品に例を見ない、実に6桁以上の集積度向上を達成した実績があるが、その限界は確実に存在する。1ビット当たりのエネルギーでみると CMOS の限界の向こう側に単一電子素子やジョセフソン素子などの典型的な低エネルギー素子が存在する。しかしすでに指摘したように、これらの高性能デバイスの情報処理デバイスとしての成功はその集積度の達成に関わっている。その場合問題になる達成すべく集積度は、CMOS 技術が限界をきたすと思われる  $10^{11}$  bit/chip

(DRAM) または  $10^9$  トランジスタ/cm<sup>2</sup> (MPU) という大変高いハードルが設定されている。この高いハードルを超えることに成功すると、早い者全勝の原理を克服して図1で示したような古典的情報処理トレンドはポスト CMOS 後も維持される(図1斜線部)。

図1に赤い矢印で示したのはもう一つの情報処理発展の可能性を示すシナリオである。これこそ集積度の束縛を断ち切り、小規模な回路で莫大な計算空間の確保を可能にする量子情報処理技術である。次章(超電導 Web21 3月号)にこの新たな情報処理方式の簡単な紹介をする。

\*1「量子的」ジョセフソン回路については次回以降で述べることとする。

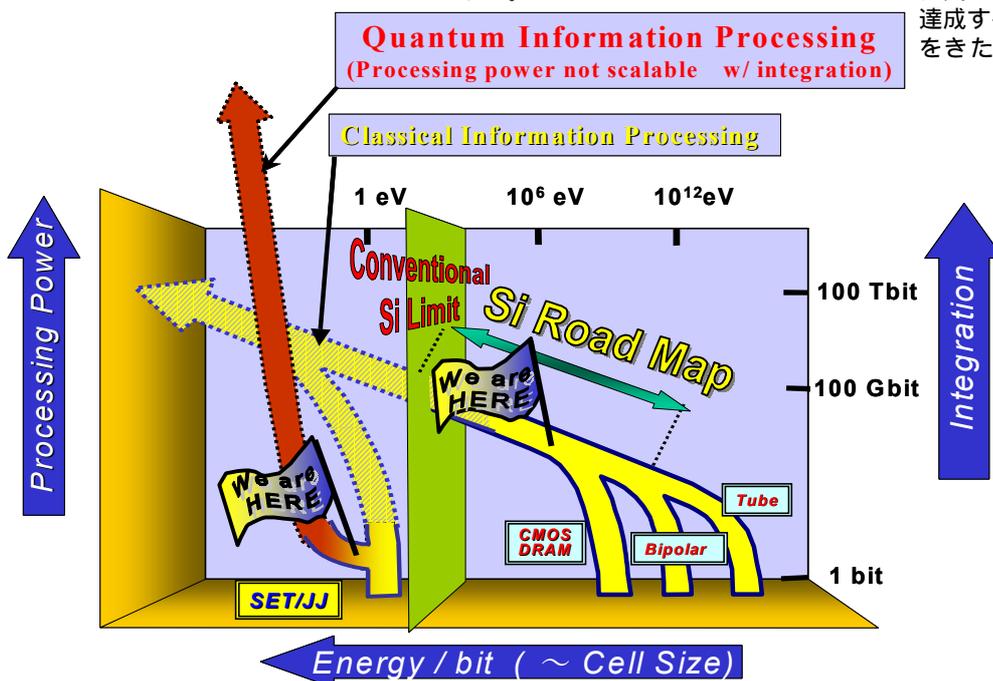


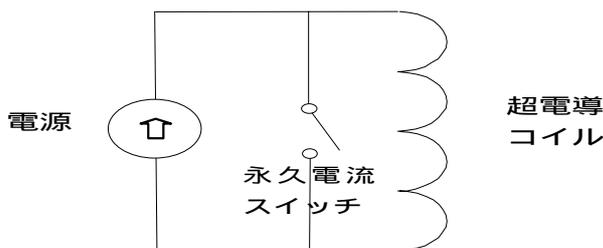
図1 情報処理の発展

## 読者の広場

### ( Q & A )

Q: 永久電流スイッチってどんなもの?

A: 超電導コイルは、超電導のワイヤを巻いて作ります。巻き上げたコイルを冷やして超電導にしてから、電源から電流を流して磁場を得ます。電源からコイルに電流を流している間に磁場が生じ、電源を切ると磁場も一緒に消えてしまいます。永久電流スイッチを使えば、電源を切っても永い時間にわたって磁場を残すことができます。下の図を見てください。永久電流スイッチは、超電導コイルと並列に置かれます。コイルの電流を増やしている間は、スイッチをオフにしておきます。電流が望む大きさになったら、スイッチをオンにします。コイルはスイッチでショートされますから、電源を切ってもコイルには電流が流れ続けます。これを永久電流といいます。スイッチを切るといっても、機械的に切るわけではありません。実は永久電流スイッチは小さく無誘導に巻いたコイルです。コイルは、常電導のときで数10オーム、超電導のときで0オームの抵抗です。常電導がオフ、超電導がオンに対応します。オンとオフの切り替えはヒータで行います。オフへの切り替えを効率よく行うために、ヒータの熱を逃がさない構成になっています。また、オフ抵抗を大きくするために、ワイヤの母材に銅ニッケル合金のような高抵抗率の材料を用います。永久電流スイッチを用いる代表選手は、理化学用NMRや医療用MRIです。この装置では、良質なスペクトルや画像を得るには、減衰しない安定な磁場が絶対に必要です。NMRでは磁場の減衰率は1時間あたり1億分の1以下と驚くほど小さい値ですが、このような高い安定度は永久電流スイッチを用いた永久電流で初めて得られます。



Nb<sub>3</sub>Snや高温超電導のような臨界温度が高いワイヤを永久電流スイッチに用いると、スイッチのオフに必要なヒータが大きくなるし、オン・オフの時間も長くなります。このため、永久電流スイッチのワイヤには、臨界温度の低いNbTiが用いられます。最近、大きな高温超電導コイルを作る事ができるようになってきました。この様なコイルは20K程度で運転されるので、高温でも利用できる高温超電導の永久電流スイッチも開発され始めています。

(回答者: 理化学研究所 ゲノム科学総合研究センター タンパク質構造・機能研究グループ 上級技師、横浜市立大学 総合理学研究科 客員助教授 前田秀明)

「読者の広場」は、読者のみなさんが作っていくコーナーです。超電導に関して、さまざまな立場や角度から見た意見の投稿等を掲載するなど、情報の一方通行や偏った(誤った)認識を避けるべく、コミュニケーションの場として活用することを目的としております。超電導を学術・専門的だけでなく、ビジネス分野から未来の世界まで夢を語れるようなそんなコーナーにできればと考えます。

\*編集局ではみなさんの投稿をお待ちしております。



e-mail to:

[web21@istec.or.jp](mailto:web21@istec.or.jp)

## ISS2002のご案内

### 第15回国際超電導シンポジウム(ISS2002)

... 15th International Symposium on Superconductivity 2002 ...

日時: 2002年11月11日(月) ~ 11月13日(水)

場所: パシフィコ横浜会議センター (横浜市)

論文募集:

4月1日ホムページにて案内

5月31日ファーストサーキュラ発送

発表申込: 7月15日締切

プログラム: 8月30日ホムページ掲載

事前登録: 9月30日締切

### 超電導Web21 2002年1月号 2002年1月発行

<発行者>

財団法人  
国際超電導産業技術研究センター内  
超電導Web21編集局

〒105-0004

港区新橋5-34-3 栄進開発ビル6F

Tel(03)-3431-4002

Fax(03)-3431-4044

ISTECのホムページ

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

### 超電導関連ホームページへのリンク

超電導情報研究会(スーパーコム)  
<http://www.appchem.t.u-tokyo.ac.jp/appchem/labs/kitazawa/SUPERCOM/>



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。