

---

## 掲載内容 (サマリー):

年頭挨拶 (理事長 荒木 浩)

2003 年を迎えて (超電導工学研究所長 田中昭二)

2003 年の抱負 (経済産業省大臣官房審議官 岩田悟志)

2003 年の抱負 (物質・材料研究機構 超伝導材料研究センター長 室町英治)

電力業界からの年頭挨拶

電線業界からの年頭挨拶

電機・電子業界からの年頭挨拶

超電導関連 1 月 - 2 月の催し物案内

新聞ヘッドライン (11/20-12/18)

超電導速報 - 世界の動き (2002 年 11 月)

標準化活動 1 月のトピックス

2002 MRS FALL MEETING 報告

隔月連載記事 - パルス管冷凍機の誕生と変遷 (その 1)

読者の広場(Q&A) - 高温超電導線材でも交流損失を低減する必要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。

## 年頭挨拶

(財)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。

1986年の高温超電導材の発見以来、高温超電導技術の実用化に向けた研究開発が日米欧を中心に精力的に進められております。

当財団は、次世代超電導線材の開発を中心とする「超電導応用基盤研究開発」をはじめ、「低消費電力超電導ネットワークデバイス研究開発」、「超電導電力貯蔵システム(SMES)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、日本における超電導技術開発の中核的な研究機関としての役割を担っており、併せて、会員各

位のご支援・ご協力により、研究開発・調査研究等の事業を着実に進展させております。

また、昨年は「地球環境国際研究推進事業」の一環として「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」を経済産業省より受託し、日米共同研究体制のもと、3年間で研究を推進することになりました。

経済環境が厳しい折り、研究開発も重点指向による選別が強化される中、超電導研究開発を取り巻く環境も変化しておりますが、環境・省エネ問題や情報高度化への対応に有効な超電導技術は、早期の実用化が展望される段階にきておりますので、なお一層の研究開発の推進が重要であります。本年も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、更なる進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。

[超電導Web21トップページ](#)

## 2003 年を迎えて

超電導工学研究所  
所長 田中昭二



2002 年は超電導工学にとって明るい年であった。高温超電導体発見以来 15 年にわたって嘗々として続けられてきた研究開発が実を結び、実用化への道程が明確になったからである。なかでも高温超電導線材の進歩は目覚しく、Y 系酸化物を用いた「次世代線材」(アメリカでは Coated Conductor と呼ばれている)の進展は著しく、2002 年夏には、臨界電流値：76A/cm、77K、長さ：46m のものが試作された。これは、所謂 IBAD 法により製作されたもので、現在その改良が進行中で、大幅な性能向上が期待されている。

次世代線材については、他の製法による開発も進行中であり、結局、製造速度や、それに伴うコスト低減を考慮して最終的な製法が決められると思われるが、上記の成果は、開発途上の標準値として大きな意義を持っている。

さらに、この線材を 20K 以下の極低温で測定したところ、27T の強磁場においても、臨界電流密度が  $10^6$  A/cm<sup>2</sup> 近い値が得られており、商業化されている NbTi や Nb<sub>3</sub>Sn 線材を遥かに凌ぐ結果であり、次世代線材の極低温における利用に大きな期待を持つことが出来たのである。

また、超電導バルクの開発も大きく進展し、77K において 3T 以上、30K において 15T 以上という強磁場の捕捉効果が確認された。これらはいずれも現時点における世界最高の値である。

さらに、Y 系酸化物を用いた単一磁束量子素子の開発も順調に進み、もっとも重要なジョセフソン接合の製作においては、臨界電流値の分散が 100 素子で 6%、1000 素子で 7.5% に達した。これを用いて、T-フリップ・フロップ回路が試作され、270GHz という高速動作が証明され、また 20GHz 動作のサンプラー回路、100GHz の AD コンバーター回路等が試作された。

これらは、1998 年度から開始され、2003 年 3 月にひとつの区切りを迎える「超電導応用基盤技術研究開発」プロジェクトの成果であり、所期の目的を達成している。2003 年度から「第二期超電導応用基盤技術研究開発」プロジェクトが推進されようとしている。これを含めて 2003 年度に ISTE C が貢献しようとしている研究開発項目を列挙すると、

- (1) 「超電導応用基盤技術研究開発」：2003～2007
- (2) 「低消費電力型超電導ネットワークデバイス研究開発」：2002～2006
- (3) 「フライホイール電力貯蔵用超電導軸受技術研究開発」：2000～2004
- (4) 「超電導電力貯蔵システム技術開発」：1999～2003
- (5) 「高温超電導線材の交流損失削減に関する日米共同研究」：2002～2004
- (6) 「微少重力環境利用超電導材料製造技術開発」：1995～2004

ここで、項目(5)は、「地球環境国際研究推進事業」の一環である。また項目(6)は USEF からの再委託で施行されて来たが、昨年 10 月、宇宙開発事業団が打ち上げた H2A3 号機により巡回軌道に乗り、現在宇宙空間におけるバルク材成長実験が行われており、今年 6 月帰還の予定である。

高温超電導実用化への道程が明らかになりつつある現在、数年後には実用化の成果がこれらの研究開発から次々と誕生すること、ほぼ確実といえよう。2003 年はそれに向かったの大きな第一歩になるものと期待している。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 2003年の抱負

経済産業省大臣官房審議官  
(産業技術環境局担当)  
岩田 悟志



平成 15 年の新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

日本経済の持続的な成長・発展を確保するためには、我が国の産業競争力の強化を図ることが重要であります。このため、経済産業省といたしましては、産業競争力強化に直結する経済活性化プロジェクト“フォーカス 21”の創設など予算の重点化を図るとともに、産学官連携の推進等、本年も引き続き、研究開発環境の整備を図ってまいります。

超電導技術は、1986 年の高温超電導体の発見以来、我が国を含め世界各国で多くの研究が精力的に行われ、画期的な成果が生み出されてきております。本技術はエネルギー・環境問題への貢献の観点からも、早期の実用化に向けて、今後更なる研究開発の加速が必要不可欠であります。

このような観点から、当省では、これまで実施してきている超電導プロジェクトに加え、本年度から新たにイットリウム系線材の実用化を目指して「超電導応用基盤技術研究開発」の第 1 期計画をスタートさせ、研究開発をより一層推進していくこととしております。

超電導分野における研究の一層の発展と皆様の御多幸を祈念いたしまして、新年の御挨拶とさせていただきます。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 2003年の抱負

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

新年おめでとうございます。2001年10月に発足した、我々のセンターも1年余りを経過して、落ち着いて研究に専念できる体制が整ってきました。我々のセンターのミッションは「基礎から応用に至る超電導研究の総合的な推進」ですが、特に応用の視点を重視して、様々な取り組みを行ってきました。その結果、超電導線材化技術、SQUID計測技術等において、実用化に向けての研究が着実に進展しています。一方、基礎分野においても、新物質の探索、ジョセフソンバルテックスに関する新現象の発見など、少なからぬ成果が上がっていると自負しています。センター設立の目的の一つは、旧金材研、旧無機材研において行われてきた超電導研究を継承し、それらを統合することで一層のステップアップを図ることでした。1年を経て、統合の成果は確実に上がっていると考えています。2003年は我々のセンターにとって飛躍を図るべき年であり、「21世紀 超電導の世紀」を合い言葉に、ますます精進したいと念じています。皆様方の変わらぬご支援をいただければ幸いです。



[超電導 Web21 トップページ](#)

## 電力業界からの年頭挨拶

### 2003年の抱負

東京電力株式会社  
技術開発本部  
開発計画部長 立花慶治

年々、新年を迎える緊張感が薄れるように思ってきたが、今年は違う。一体どんな年になるのだろうか。一寸先は闇。組織でも個人でも何が起きるか未然に知ることは出来ない、と思い知らされた旧年であった。古人曰く「物事のきざしがまだ動かず、そのきざしがまだ現れない前に、明らかに国家の存亡の分かれ目を見抜き、前もって事が起こらぬ時に押さえ止め、主君には高く離れて尊く栄える地位に立たせる。このような者は聖臣である」(原田種成著:「貞観政要」明治書院)。いつになく耳に痛い。

「法律が町並みを作る」という表現があると聞く。アムステルダムには幅が狭く奥行きが深い家々が続いている。税金が家の幅に掛けられていたためだ。かくして法律(規制)が町並みをつくるという訳である。東京も、容積率が緩和された一方で公開緑地が義務づけられた結果、少しずつ着実に景観が変わっている。

電気事業の世界でも、ご存じのように自由化という大きな変化が起きており、ルールの変更が事業のあらゆる面での変容を迫っている。研究開発も例外ではない。例外ではないどころか、米英の自由化は電力会社の研究開発に激的な変容を迫った。筆者が身近に見た英国のCEGBの立派な研究所は、あっという間に分割され、あるいは消滅し、あるいは身売りされ、いまやベンチャーのような会社となった部隊が残るのみである。

英国流が良いとは思わないが、では、日本流はどうあるべきか。厳しい舵取りが引き続き求められる年となりそうである。聖臣たりうるか？

### 2003年の抱負

中部電力株式会社  
技術開発本部  
研究企画部長 桂川 篤

新年あけましておめでとうございます。

今年は、平成11年から実施してきた国家プロジェクト「超電導電力貯蔵システム技術開発」(第2フェーズ)において、SMESのシステム性能検証試験が実施されます。

これは、小規模系統制御用SMESの低コスト化を目的とした要素技術開発を仕上げる重要な試験です。このうち、負荷変動補償・周波数調整用SMES要素モデルコイルの冷却特性性能・定格通電試験・遮断試験・繰り返し通電試験は当社寛政変電所にて行われることとなっており、当初の目標通りの性能が得られることを期待しております。

今後はこれらの成果を元に、パイロットシステムの開発、実証試験を経て実用化を目指していくわけですが、これらSMESをはじめとした超電導技術が技術立国日本の一翼を担い、世の中の役に立てられることを願っております。

## 2003年の抱負

九州電力株式会社  
総合研究所  
所長 諸岡 雅俊

今年、当社が ISTEK から再委託を受けている「系統安定化用 SMES のコスト低減技術の開発」において、2月から当社今宿総合試験センターにおける系統安定化用 SMES 要素モデルコイル（導体：アルミ安定化 Nb-Ti CICC、単一ソレノイドコイル：貯蔵容量 2.85MJ）の性能評価試験という大仕事待ち受けています。これに向けて、一昨年からの設計、製作、現地工事や諸手続きを NEDO、ISTEK、日立製作所を始めとする関係各位のご指導・ご協力のもと進めてきました。年明け早々から試験機器の調整など万全を期した準備を行って、所期の目標を達成したいと考えています。また、試験終了後も、結果の解析やコスト低減技術の総合評価、課題提言の検討などやるべきことが山積していますが、SMES 実現に向けて取り組んでいきたいと考えています。

また、当社では、超電導磁気分離装置の開発などさまざまな超電導技術の実用化に向けた取り組みを行っております。昨今の電力自由化の進展により、当社にとっても非常に厳しい時代ではありますが、このような時こそ、将来の事業につながる技術開発を進めていく所存です。

## 2003年の抱負

- 科学技術立国 Japan -

四国電力株式会社  
総合企画室  
取締役 経営企画部長 千葉 昭

昨年は我が国初のノーベル賞ダブル受賞で科学技術立国 Japan を再認識できた記念すべき年となった。この受賞は近年、景気低迷・価格競争の激化により、比較的短期間で成果の得られるプロジェクトに集中投資する傾向が見受けられる中、基礎的・要素的研究開発こそが激動する事業環境に対応する上で重要であり、長期的な視野を持った研究開発計画が、我が国の 21 世紀における発展の鍵になるとの思いを強くする話題であった。

弊社グループが ISTEK から委託を受けている「フライホイール電力貯蔵用超電導軸受技術研究開発」は、いよいよ佳境に入り、10kWh 級システムの組立・調整および松山フライホイール研究センターへの据え付けと 100kWh 級システム用超電導軸受の完成・載荷力試験を行う計画である。

このような基礎的研究開発は地道な努力の積み重ねであり、その成果は決して一朝一夕に得られるものではないが、そこから培われる技術力こそが、本格的な競争時代を生き抜くための原動力であると信じ、新年にあたり気持ちも新たに積極的にチャレンジしていきたいと考えている。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 電線業界からの年頭挨拶

### 2003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

2002年は長期化するIT不況に加え、従来型事業分野において中国や東南アジアへの生産拠点シフトが相次ぎ、製造業である弊社の進むべき方向が大きく変化していることを、強く実感させられた一年でした。世界的レベルで強い競争力を有することは大前提となりますが、今後も日本国内に存続が許される製造工場の代表格は、高度に知識集約された高付加価値商品を産み出し続ける工場と高度に自動化・効率化された生産システムからコスト競争力の強い商品を産み出し続ける工場でしょう。将来、超電導技術が創出する産業には、日本として世界に対抗できる産業が必ず含まれているはずであり、必ずや日本の製造業に希望をもたらさずにはなりません。超電導技術を語る時、地球規模の環境問題も全世界的には重要な視点ではありますが、日本国民の一人としては、「この国の将来」という視点も忘れるわけにはゆきません。永年超電導技術の研究と事業化に携わる者の一人として、2002年から2003年への年の移り替りは、超電導技術が我国の製造業の一翼を支える日が来ることを夢見る年末であり、それを目標に新たな年における飛躍への決意を誓う年始となりました。

### 2003年の抱負

株式会社 フジクラ  
材料技術研究所  
金属材料開発部長 齊藤 隆

新年おめでとうございます。今年の3月でISTECからの再委託研究として4年間にわたり進めてきた超電導応用基盤技術研究開発プロジェクトが終結します。我々はこの中で次世代線材の開発に取り組み、この先、工業材料として使える技術にするためにはさらなる長尺化と特性の向上が必要ですが、年度内に1MA/cm<sup>2</sup>クラスの臨界電流密度を有する線材で、長さでは100mをうかがえるところまで到達できそうです。

このことによって、これまで隔たりの感があった次世代線材をマグネットや機器に使ってみるといったことがようやく見えてきたと思われそうです。

2003年は工業材料として使えるレベルの線材を実現するための次のステップに飛躍するはじまりの年となります。このためこれまでも増して線材開発に携わっている人々の英知を結集して強力に推し進めて行くことが求められると思います。我々もこの一助となるような新たな決意のもとにこの1年、研究開発を進めてまいります。

## - 初夢？正夢？ -

住友電気工業株式会社  
エネルギー環境技術研究所  
技師長 佐藤謙一

八さん：大家さん、おめでとうございます。今年も宜しくお願いたします。

大家：おお、八さん。おめでとう。こちらこそ宜しくな。今年も良い年になりそうかな。

八さん：へい、そうですね、去年は久太郎が嫁をもらいまして家族が増えました。今年は、孫の顔が見えるとなると、良い年になりそうです。

大家：そうじゃったな。ところで八さん、久太郎は元気でやっているかな。

八さん：へい、今度アメリカで仕事が始まるってんで忙しいらしいですよ。

大家：そうかい、久太郎は超電導の仕事をしているのだったな。

八さん：そうなんです、大家さん。久太郎に言わせると、電気を送るケーブルにはもってこいの技術らしいですよ。それで、アメリカでも実験が始まるようで。

大家：そうだよ、八さん、新聞に載ってたぞ、アメリカで実験する、って。超電導ってのは、電気を送るときに抵抗が無くて、しかも100万人の使う電気がこの一升瓶くらいの太さで送れるので、地面を深く掘ったりしなくてもすみ、地球環境を考えると世界中で使われる技術になるようだよ。東京やニューヨークのような大きな都会では地面の下に随分いろいろなものが詰まっているので、地面を掘ることも大変らしいよ。

八さん：大家さん、そうすると、久太郎のやっていることは世の中の役に立ちそうですね。こんなうれしいことは滅多に無いですよ。

大家：八さん、久太郎に頑張るように言っておくれ。

## 2003年の抱負

日立電線株式会社  
アドバンスリサーチセンタ  
センタ長 坂口 春典

新年あけましておめでとうございます。

1911年のカマリン・オンネスの超電導現象の発見100周年まであと10年を切り、また日立電線もわが国の超電導実用化研究のプロジェクト参画以来35年を迎える年となりました。

グローバル競争の激しくなる中、わが国は真に技術立国たることが求められています。その意味で超電導技術は世界に冠たる技術を産学ともに育成し、いよいよこれからその果実を大きく実らせる時であると思います。

現在、超電導の世界では、医療向けMRI診断装置やたんばく質の構造解析に不可欠なNMR分析装置用の超電導線材として着実な工業化を迎えています。一方、21世紀の技術として、人類の未来に貢献する新エネルギー開発や環境対策、新交通システムづくりあるいは超電導の応用可能性を一気に広げる酸化物系線材の開発といったプロジェクトが進められています。これらの技術課題を一つ一つ解決していき、21世紀社会を支える超電導技術の実用化に、線材メーカーとして貢献していきたい、と考えています。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 電機・電子業界からの年頭挨拶

### 超電導エレクトロニクス研究、2003年への抱負

日本電気株式会社  
基礎研究所  
所長 曾根純一

新年あけましておめでとうございます。NECではこれまで将来の高度情報社会実現に必要となる超高速基幹システムの基盤技術として超電導エレクトロニクスの研究開発を進めてきました。Nb系ジョセフソン接合集積化プロセス技術に加え、集積化設計技術、システム化技術に特に力を入れ、将来の情報通信基幹システムのボトルネックとなるノードの部分につきどれだけの性能を提供できるのか予測精度をあげる努力をしてきました。設計技術などで予想を超える進展がなされましたが、現実とのギャップはまだ大きく、限られたリソース（資金、人材）の中で、研究を一層発展させるためには国家プロジェクト支援による集中研方式で皆の力を結集させるのが一番と、超電導工学研究所のプロジェクトに参画しました。昨年はスタートの年として、インフラ整備にエネルギーを費やしたと思いますが、筑波分室には新プロセス装置も次々と導入されつつあり、本年からはいよいよ本格的に研究活動開始と大いに期待しております。大学等との連携も強固で、何か生まれてくる力強さを感じます。本年は大いに成果を学会、マスコミにアピールし、その存在感を世に強く示していきたいものと念じております。

### 2003年の抱負

株式会社 東芝 電力システム社  
京浜事業所  
技監 高野廣久

皆さん あけましておめでとうございます。  
昨年はシリコン単結晶引き上げ用高温超電導マグネットの開発に関して東芝は住友電気工業(株)、(株)信越半導体と共に3月に「岩谷直治記念賞」を戴き、さらに6月に未踏科学技術協会より「超伝導科学技術賞」を戴きました。またLHC用粒子検出器用マグネット(ATLAS)の製作に関して欧州原子核研究所(CERN)より「ATLAS Supplier Award」を戴きました。これらの表彰を戴けたことは一重に開発の機会を与えてくださった方々のご指導の賜物と思えます。

さて2003年の抱負ですが現在の閉塞感を打破し社会全体に明るい展望を与える一つの分野が超電導機器の開発であることは間違いのない事実です。しかし高温超電導線材の機械的強度が低いことや極低温に冷却するというデメリットがあるのでスペースや電力を消費します。これらのデメリットを少なくすることが超電導の実用化機器の商品化を早くすることでもあります。2003年はこれらのデメリットに目をつぶることなく克服するようにもって行きたいと思えます。

## 2003年への期待と決意

株式会社 日立製作所  
中央研究所  
所長 西野壽一

2003年の新春を迎えましたが、世界経済は引き続き厳しい状況が続くものと予想されています。これ乗り越えて未来に明るい展望を切り拓くのは、新技術による新しい製品や市場の開拓であることは、多くの人々の共通の認識となっています。政府も民間の研究開発を税制面から支援することを約束していますが、研究を遂行する側としては技術開発のスピードを一層上げる決意を新たにしております。

超電導技術は期待されている新技術の候補の1つです。高温超電導の発見以降、研究開発が進められてきましたが、実用化の話になると研究者は「まだまだ」が口癖です。しかし、既にいくつかの基盤技術が開発されており、今は、それらの技術をもとに製品イメージを明確にした開発研究ができる状況になっていると考えます。その際、研究者には是非、外に学んでもらいたいと思っています。身近の超電導の研究者との共有専門知識をベースにした議論はもちろん必要ですが、新しい製品を生み出してゆくには、超電導以外の学会での発表・提案も含めて、違った分野の設計・開発者、ユーザとの議論が不可欠です。外に学び、共に歩むことで超電導技術を発展させてゆきたいものです。

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 超電導関連 1月 - 2月の催し物案内

### 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

<http://www.jddis.org/>

### 1/21-22

11th Superconductivity Wire Development Workshop

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

<http://www.energetics.com/wire03.html>

### 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：尼崎産業技術総合研究所 関西センター

<http://akahoshi.nims.go.jp/jcryo/>

(主催：低温工学協会)

### 1/30-31

静止器超電導応用電力機器合同研究会 リニア  
ドライブ「超電導導体とその応用」

開催時間：平成15年1月30日(木)9:15-17:35、  
1月31日(金)9:15-17:55

場所：(財)国際超電導産業技術研究センター  
超電導工学研究所

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

(主催 電気学会)

### 2/11-13

Cryocooler Technology Short Course

場所：Albuquerque, New Mexico

E-mail：greg.stenzoski@conted.gatech.edu

### 2/13

第4回材料研究会/関西支部第4回講演会「大型  
核融合装置用超伝導コイルシステムの材料」

場所：核融合研究所(土岐市)

<http://akahoshi.nims.go.jp/jcryo/>

(主催：低温工学協会)

### 2/22-3/6

International Workshop on Physics and  
Technology of Thin Films

場所：Physics Department, Sharif University of  
Technology, Tehran, Iran

E-mail：moshfegh@sina.sharif.edu

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 新聞ヘッドライン (11/20-12/18)

液体窒素並み冷却 富士電機がデバイス用冷凍機 高効率小型化 通信・宇宙に応用 11/20 日刊工業新聞

米ロスアラモス研 新超電導物質を発見 プルトニウム化合物 転移温度は 18.5K 11/21 日刊工業新聞

住友重機 極低温冷凍機事業を強化 新シリーズ投入 04年度売上げ 130億円 11/25 日本工業新聞

核融合発電炉 実現に一步 原研、実証炉の概念提案 2030年には実証可能に 最新鋭火力発電技術を活用 既存技術の範囲で 11/26 日刊工業新聞

アサヒ電子研究所 韓国企業とMRI開発 部品を輸入、3割安く 11/28 日経産業新聞

世界最強のNMR装置が来春稼働 たんぱく質の構造解析 ゲノム創薬や医療に威力 物材機構 1ギガヘルツ超級実用化へ足場 12/3 日刊工業新聞

たんぱく質の立体構造解析 解析期間 1/4に短縮 都立大 NMR装置向け新手法 12/12 日刊工業新聞

ITER政府間協議 米国加入に現実味 4候補地最終報告書 来年2月に公表へ 12/12 電気新聞

核融合発電実証 開発時期で審議 原子力委 12/12 電気新聞

超電導線材の開発推進 昭和電線 ビスマス 2212 長尺化に注力 500メートル級、数年内に実現へ 12/16 電気新聞

茨城経済特集 東海 陽子加速器軸に国際拠点めざす 12/16 日本経済新聞

わが社の戦略商品 住友重機械工業の「極低温冷凍機」 NMR分野などに攻勢 新機種投入で04年度 130億円へ 12/17 日本工業新聞

[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11月)

### 電力

#### American Superconductor Corporation (2002年11月4日)

American Superconductor Corporation は、世界初の HTS 船舶用モーターのローター・アッセンブリーの製造及び試験を完了したと発表した。このローター・アッセンブリーは、高トルク、低速(230rpm)、5MW モーター原型機に組み込まれる予定。モーター原型機は米国海軍研究所との契約により開発が進められている。American Superconductor 社は、同社の HTS 線材を用いたコイル、冷凍システム、その他機械部品から構成されるローター・アッセンブリーを英国の ALSTOM 社 Power Conversion Business 事業部に出荷した。ALSTOM は、ステーターの製造とモーター最終組み立てを担当し、同社工場でモーターの最終試験が行われる予定。2003年7月、モーターは海軍に引き渡され、テストが開始される。HTS モーターは、(銅線コイルの)従来型モーターの半分のサイズ、重量である。また、高効率であるため、ロスは従来型モーターの半分である。HTS モーターは、小型、軽量、高効率という特徴を活かし、商用及び軍用船舶に革命を起こすものと期待されている。5MW モーターは多くの商用・軍用船舶への適用が可能ではあるものの、これらに向けては 25MW / 120rpm モーターの開発が非常に重要である。船舶用電気推進システムの世界市場は、今日の 4 億ドル/年から、10 年後には 20 ~ 40 億ドル/年に成長するものと期待されている。

(出典)

“American Superconductor Ships Rotor Assembly for World’s First HTS Marine Propulsion Motor to ALSTOM Power Conversion”

American Superconductor Corporation press release (November 4, 2002)

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

#### American Superconductor Corporation (2002年11月4日)

American Superconductor 社は、2003 会計年度第 2 四半期 (2002 年 9 月 30 日に終了) の純収入が、前年同期の 326 万ドルから 448 万ドルに増加したと発表した。なお、運転資金支出は、2003 会計年度第 2 四半期が 1,047 万ドル、2002 会計年度第 2 四半期が 1,050 万ドルとほぼ同額であった。純損失は、前年同期の 912 万ドルから 1,022 万ドルへ増加したが、これはキャッシュバランスの減少と低金利などによるもの。American Superconductor 社は現在長期負債はなく、そのキャッシュ、キャッシュ等価資産及び投資額は 3,500 万ドルである。なお、当該資産は、2003 会計年度第 1 四半期末には 4,560 万ドル、2002 会計年度末には 6820 万ドルであった。同社社長 Greg Yurek は、四半期ベースのキャッシュの支出は商用線材製造プラントの建設第 1 期にあたる 2002 年 6 月期が最高であったとしている。それ以来 5 四半期連続で支出は減少しており、現在 1,000 万ドル/四半期のレベルになっている。また、商用施設の運転開始時期が近づいてくればさらに減少すると見込まれる。本会計年度前半における 2 台の D-VAR<sup>TM</sup>システムの販売はキャッシュの支出にプラスの効果を与えており、2003 会計年度後半には当該システムの更なる販売も期待できる。

(出典)

“American Superconductor Reports Second Quarter Results”

American Superconductor Corporation press release (November 4, 2002)

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

#### Intermagetics General Corporation (2002年11月12日)

Intermagnetics General Corporation の子会社である SuperPower, Inc と住友電工は、ニューヨーク・オルバニーの電力グリッドに設置が予定されている電力ケーブルプロジェクトに関する最終合意書に署名した。このプロジェクトは、世界で最初の 3 芯構成第 2 世代 HTS ケーブルの電力グリッドでのデモ・プロジェクトである。この計画においては、当初 350m 長の第 1 世代ケーブル(35.5KV)が設置運転されるが、その後 30m 分については第 2 世代ケーブルに置き換えられる予定である。ケーブルは地下のダクト中に設置され、3 ~ 5 倍の容量を持つ HTS ケーブルの能力を確認する。このような特徴は、特に人口の密集した都市部でその有効性を発揮する。住友電工はケーブル・アッセンブリーと冷凍システムの製造を担当し、SuperPower 社は全体の調整、第 1 世代線材の調達、第 2 世代線材の供給を担当する。両社は、サード・パーティーから提供されない開発経費を折半で負担する。なお、ニューヨーク州電力研究開発機構は 600 万ドルの負担を約束している。本プロジェクトの総費用は 2,500 万ドルと見積もられている。また、SuperPower 社は住友電工の北米における第 2 世代線材関連の活動向けに線材を供給する。

SuperPower 社は第 2 世代線材の商用化に向けたマイルストーンの中で、すでに 2002 年の目標を超えたと発表した。同社では、拡張可能で費用対効果にすぐれたリール・ツー・リール・プロセスを使い 100A/m を超える性能を持つ 1m 以上の線材をルーチンで製造している。これまで、315A/m の性能を持つ線材を作成した実績を持つ。

(出典)

“Intermagnetics” Superpower Subsidiary, Sumitomo Electric Industries Sign Collaboration Agreement”

Intermagnetics General Corporation press release (November 12, 2002)

<http://ir.thomsonfn.com/InvestorRelations/PubNews.aspx?partner=Mzg0TVRBeU1UVT1QJFkEQUALSTO&product=MzgwU1ZJPVAKWQEQUALSTOEQUALSTO>

### Intermagnetics General Corporation (2002 年 11 月 12 日)

Intermagnetics General Corporation 社長 Glenn H. Epstein は、最近発表された子会社の Superpower 社と住友電工との協力関係が同社の給配電用 HTS 材料やデバイスの商業化に向けた重要なステップであると位置付けていると説明した。株主総会での説明の中で Glenn H. Epstein は 350m 長、3 相、34.5kV 規模の 2,500 万ドルケーブルプロジェクトを概括した。このケーブルは、ニューヨーク州アルバニーの Niagara Mohawk 配電所に設置される。2005 年に完了予定のこのプロジェクトは、プロジェクト後半には 30m 長の第 2 世代ケーブルを付加することになっている。これは、第 2 世代ケーブルの世界初のグリッドへの設置となる。

MRI 事業部長 Leo Blecher は、年率平均 10% で成長している MRI 市場は強含みであるという長期的見通しを報告した。MRI 事業部は磁石や高周波コイルだけでなく新しい応用も含め超電導磁石の需要はさらに増えることを期待している。来年には、オープンタイプの超強磁場磁石の出荷を始める計画である。

Superpower 社は、Waukesha Electric と共同開発している 5 ~ 10MVA HTS 変圧器のコイル・アッセンブリーを本年末までに出荷する予定である。この変圧器は、2003 年に Waukesha Electric のウィスコンシン変電所に設置、試験が行われる予定である。同社は、電気擾乱からグリッドを保護する HTS 限流器についても開発を行うことを計画している。

(出典)

“Intermagnetics Updates Shareholders at Annual Meeting”

Intermagnetics General Corporation press release (November 12, 2002)

<http://ir.thomsonfn.com/InvestorRelations/PubNews.aspx?partner=Mzg0TVRBeU1UVT1QJFkEQUALSTO&product=MzgwU1ZJPVAKWQEQUALSTOEQUALSTO>

### American Superconductor Corporation (2002 年 11 月 19 日)

Federal Energy Regulatory Commission (FERC) は投資を促進し、米国の送電グリッドの近代化に資する

可能性のある新技術や政策に関する提言の受け付けを終了した。米国内では現在適切に電力は供給されているとはいうものの、送電系統に起因する電圧低下や停電、そして電力供給不足といった問題をこれまで経験してきている。現在、送電系の保有者が電力供給のボトルネックを解決するための投資を行う経済的なインセンティブはほとんどない。FERC は、米国の電力インフラに新たな投資や革新技術を生み出しこの状況を逆転したいと考えている。American Superconductor Corporation は FERC に報告書を提出し、その中で委員会の意図するところはよく理解できるとした上で、適切な電力グリッドインフラが使えなければ電力供給がタイトな地域ではさらに利用者が増加して問題が起きる可能性があるとは指摘した。超電導を応用することにより、現存グリッドの容量を増やし、グリッドのボトルネックを緩和することができる。さらに報告書は、超電導応用は環境的な負荷も極めて小さいことを強調している。環境問題は州や地域社会が大きな関心を持っている問題である。

(出典)

"Experts Available to Discuss Implications of Government's New 'Standard Market Design' Proposal"  
American Superconductor Corporation press release (November 19, 2002)

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

## センサー

### Oxford Instruments and Quantum Design (2002年11月2, 11日)

Oxford Instruments と Quantum Design は、中国での Quantum Design 製品の販売、流通を Oxford Instruments が行うことを内容とする最初の2年契約に調印した。この販売代行契約に引き続き、2003年1月発効するサービス・設置契約も締結されることになっている。これらの契約は、材料計測市場向けの測定システム開発のための両社の戦略的アライアンスの一部をなす。このアライアンスが対象とする品目の中には Oxford Instruments の超電導磁石技術を使った高磁界装置、Oxford Instruments の冷凍技術を組み込んだ Quantum Design の Physical Properties Measurement System (PPMS)、Oxford Instruments の 14T 磁石を組み込んだ Quantum Design の 14 T PPMS 製品が含まれている。このような装置はナノテク、量子計算のような分野では極めて重要である。Oxford Instruments はすでに中国に事務所を2箇所開設しており、中国の研究機関から高い評価を得ており、Quantum Design が急速に拡大するマーケットのニーズに対応することをサポートするためには格好のポジションにいる。

(出典)

"New collaboration to enhance nanotechnology research"

Oxford Instruments press release (November 11, 2002)

<http://www.oxford-instruments.com/SCNNWP565.htm>

"Quantum Design, Oxford Instruments Sign Important Agreement"

Quantum Design press release (November 2, 2002)

<http://www.qdusa.com/latestnews/pressreleases.html>

## 材料

### Superconductive Components, Inc. (2002年11月11日)

Superconductive Components, Inc. は、2002年9月30日に終了する四半期の一般株式に対応する収入が22,407ドルであると発表した。当該時期の純損失は4,083ドル。また、当期は、前期比全収入で20%の増加、利益率の改善、事務経費の削減、一般株式に対する収入面でのブレイクイーブンを果たした。当

期の総収入は、863,179 ドルで過去 4 四半期の中で最も高い収入であった。しかし、前年同期と比べれば 3.2%の減。製品販売は経済減速の影響で前年同期比 3.1%減少している。

研究開発契約収入は当期 68,376 ドル。DOE のチューブ内パッキング密度向上による BSCCO 線材の電流密度向上に向けた SBIR 第 1 期契約のスタートにより研究契約収入は増加した。また、SCI 社は Oxford Instruments の超電導技術事業部が主導する SPI プログラムに参加することになった。開発チームは、DOE から MRI 向け BSCCO-2122 材料製造のための補助金を受け取ることになっている。3 年計画のこのプロジェクトは、2002 年第 4 四半期にスタートする。

(出典)

"Superconductive Components, Inc. Announces Third Quarter Results"

Superconductive Components, Inc. press release (November 11, 2002)

<http://www.investquest.com/iq/s/scci/ne/earnings/scci32.htm>

## 通信

### ISCO International, Inc. (2002 年 11 月 7 日)

ISCO International は、2002 年 9 月 30 日に終了する四半期及び 9 ヶ月の純収入がそれぞれ 43 万ドル、212.7 万ドルであったと発表した。これらの結果は前年同期のおおの 9 万ドル、197.6 万ドルに比べ改善されている。2002 年 9 月 30 日に終了する四半期及び 9 ヶ月の純損失は、それぞれ 280.6 万ドル、1,079.9 万ドルであり、前年同期の 1,068.9 万ドル及び 2,096.5 万ドルに比べ削減された。事業所の統合を含むコスト削減が純損失低減の理由である。過去 3 ヶ月及び 9 ヶ月に前年同期比で増加したのは裁判費用のみである。ISCO 社長 Amr Abdelmonem は、「今日の通信業界の状況にも関わらず第 3 四半期は前年比で収入が 3 倍になった。第 4 四半期はさらにこれを上回る結果を期待している。今期収入に関して言えばまだ再建途上であり来年はさらに伸びるものと期待しているが、我々はすでに昨年の収入を上回っており、年間ベースでは収入が昨年の倍近いものとなるものと考えている。」と語った。

(出典)

"ISCO International Reports Quarterly Results"

ISCO International, Inc. press release (November 7, 2002)

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

### Superconductor Technologies Inc. (2002 年 11 月 7 日)

Superconductor Technologies Inc. (STI)は、2002 年第 3 四半期の総純収入が 470 万ドルであり前年同期に比べ 124%の増加であったと発表した。当期の製品販売純収入は前年同期比 266%増の 430 万ドルである。一方、政府契約収入は政府からの発注の遅れのため予想額 (42.9 万ドル) を下回った。当期純損失は 480 万ドルで前年同期と同じ。2002 年第 3 四半期末時点で、STI の保有現金及び現金等価資産は 810 万ドル、ワーキング・キャピタルは 1,010 万ドル。2002 年 9 月 28 日時点での受注残は 670 万ドルである。同社社長 M. Peter Thomas は、「2002 年の好成績は Alltel と US Cellular の 2 社のおかげであったが、来年に向けては既存の顧客の継続発注や現在引き合いがありまた試験を実施している新規大型顧客からの注文も期待でき、一層の成長を図っていく。Conductus との統合により営業力は倍加し、優秀な人材や製品、強力なバランスシートをベースに我々は長期的な成長を追い求めていく上でこれまでにない好位置にいる。」と語った。STI は 2002 年の純収入は 2,200 ~ 2,500 万ドル程度になるものと予想している。この内製品販売が占める比率は 80%程度。

(出典)

"Superconductor Technologies Inc. Reports Third Quarter 2002 Results"

Superconductor Technologies Inc. press release (November 7, 2002)

<http://ir.thomsonfn.com/InvestorRelations/PubNews.aspx?partner=Mzg0TIRrMU1RPT1QJFkEQUALSTO&product=MzgwU1ZJPVAKWQEQUALSTOEQUALSTO>

#### Superconductor Technologies Inc. (2002年11月12日)

Superconductor Technologies と通信サービス・プロバイダーである Heinz Corporation は戦略的アライアンスを組むことになった。この中で両社は、特に都市部を中心に無線ネットワークの品質改善に向けてのソリューションをデザイン、提供、設置することとしている。両社はすでに米国内の諸都市から無線データの収集、解析作業に着手した。両社の共同チームはこのデータを使ってネットワーク上の干渉を最小化していく予定。Heinz Corporation 社長 Jim Heinz は、「通信事業者は、特に都市部でネットワーク全般のカバレッジと効率の改善のための経済的な方法の提供に期待するところが大きい。STI の SuperLink Rx はこれら効率のミスマッチをうまく改善できるし、Heinz Corporation は SuperLink ソリューションの設計、設置を支援するための専門知識とデータ収集のためのエンジニアリング・サービスを提供していく。」と語った。Heinz Corporation は自社の方法により無線データの収集を行い、通信事業者はこの情報を使って干渉の問題を検討していく。

(出典)

“Superconductor Technologies Inc. and Heinz Corporation Team Up to Improve Wireless Network Performance”

Superconductor Technologies Inc. press release (November 12, 2002)

<http://ir.thomsonfn.com/InvestorRelations/PubNews.aspx?partner=Mzg0TIRrMU1RPT1QJFkEQUALSTO&product=MzgwU1ZJPVAKWQEQUALSTOEQUALSTO>

#### Conductus, Inc. (2002年11月12日)

Conductus, Inc.は、2002年第3四半期の収入が前年同期比32%減の128万ドルであったと発表した。また、対前年同期比、製品販売収入は52%減の34.1万ドル、契約収入は20%減の94.1万ドルであった。2002年9ヶ月の総収入は前年同期とほぼ同じであった(それぞれ484万ドル、485万ドル)。2002年9ヶ月の製品収入は前年同期の199.7万ドルから16%増加して、232万ドルとなった。一方、契約収入は前年同期の285万ドルから12%減の252万ドルであった。2002年第3四半期の製品販売収入の減少は政府調達品の出荷遅れのためである。一般市場向け製品販売については増加している。また、契約収入の減少については主として政府契約発効日が遅れたためである。第3四半期の純損失は、前年同期の520万ドルから、470万ドルに減少した。この損失の中には現在進行中のISCO International 関連訴訟費用の他、過剰在庫や長期在庫に起因する評価損が含まれている。

先月 Conductus は Superconductor Technologies Inc.との合併を発表した。それ以降 Conductus は機関投資家から新たに新規投資500万ドルの約束を取り付け、総額2,000万ドルの投資が見込まれるに至っている。

(出典)

“Conductus Reports Third-Quarter Results”

Conductus, Inc. press release (November 12, 2002)

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

(ISTEC 国際部 津田井 昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 標準化活動 1月のトピックス

### 研究開発との一体的推進に注目を -

超電導標準化活動は、超電導技術の創造から実用化・波及を実現するために、研究開発活動と“車の両輪の関係”をもって一体的に推進することが必要である。特に、超電導標準化活動においては、2001年11月以降超電導関連研究開発プロジェクトとの一体的推進が注目されている。



標準化活動と研究開発との一体的推進政策は、すでに欧州連合(EU)では1999年10月から、北米では2000年9月からそれぞれ実施されており、日本では2001年9月実施と欧米から遅れて仲間入りしたことになる。また、欧米諸国では、標準化を目指した研究開発に対する財政支援政策が展開されており、わが国の標準化政策もこれらに歩調を合わせる結果となった。

具体的に、超電導関連研究開発プロジェクト現場に立ち入ってみると、この一体的推進政策との間にかなりの温度差を感じる。研究開発者や技術開発者の標準化に対する理解度や認識に大きな幅があり、画一的に一体的推進政策が適用できないのが実情である。すなわち、研究・技術開発の段階で標準化がイメージできない、高度な研究・技術開発と商品化は別問題である、ノウハウで固められた創生技術を標準化することは国益に反する、デファクト標準が本道でデジュール標準は無力である、開発途上の開発製品を標準化することは産業界を混乱させ兼ねない、標準化の対象は高度に品質管理された量産品にのみあるなどテーマ毎の性格づけと啓蒙が急務となっている。

現在わが国において、電力・電気機器関連6件及びエレクトロニクス関連1件の経済産業省系超電導関連研究開発プロジェクトが実施されている。これらのプロジェクトの研究開発報告書や開発品仕様書から準規格である公開仕様書PASや技術仕様書TSを発行し、わが国の超電導技術力をグローバル化と国際標準化に道すじをつけることが、わが国超電導産業並びに一般産業の国際競争力強化にとって多大な影響力をもたらすとの理解を深化させ、かつ認識を高める地道な標準化活動が必要である。

(ISTEC 標準部 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 2002 MRS FALL MEETING 報告

2002年12月2日から6日にかけて、米国マサチューセッツ州ボストンの Hynes Convention Center & Sheraton Boston Hotel and Towers で 2002 MRS (Materials Research Society) FALL MEETING が開催された。全部で 38 のシンポジウムがあり、Registration で聞いたところによると 12月5日10時の時点で総登録者数は約 4500 人であった。また、3日から5日に MRS の会場内で開催された展示会には、世界各国から超電導だけでなく多種多様の約 220 社も出展しており、大規模な国際会議であった。以下、超電導を扱った Symposium S(12月1日~5日)に関して報告する。青山学院大学の秋光教授の報告で始まり、口頭発表、ポスター発表、合わせて 126 件の報告があり、口頭発表には約 100 名程度が出席していた。発表内容では Coated Conductor 関係が一番多かったが、MgB<sub>2</sub> 関連も全体の約 2 割を占めていた。

口頭発表では、ISTEC/SRL からは、塩原 第 4・5 研究部長(「Progress in Developments of Coated Conductors in Japan」)、和泉 第 4 研究部部長補佐(「Development of MOD Processing for Coated Conductors using TFA Precursors」)、丹羽 第 5 研究部主任研究員(「High-Jc YBCO Films on Metal Tapes by Optimized Calcining Process in Metalorganic Deposition using Trifluoroacetate」)の 3 名が報告を行った。3 件の報告とも多くの質疑があり、出席者の関心が高い研究内容であることが会議から感じ取れた。

海外の発表者では、LANL が IBAD-MgO プロセスで EuBCO(厚さ 0.47 μm)で Jc=4.9MA/cm<sup>2</sup>(75K)、YBCO(厚さ 1.6 μm)で Jc=2.1MA/cm<sup>2</sup>(75K)の特性を計測、ASC が 100A/cm-w 以上で 10mの線材を作製、ORNL が中間層に LaMnO<sub>3</sub> を用いて Jc が MA/cm<sup>2</sup>(75K)級の特性を計測、IGC-SuperPower が住友電工と Niagara Mohawk と行う Albany Cable Project の概要や MOCVD において Deposition rate が 150 /s で Jc > 1MA/cm<sup>2</sup> が得られるなどの報告が行われていた。

(ISTEC 総務部 安住光弘)

12月2日から5日の4日間夜8時から11時の間、ポスターセッションが行われた。毎日約 400 件の発表が行われ、毎日のポスター発表件名の内、内容的・演出方法的にも最も優れた発表に表彰し、400 ドルを賞金としていた。MRS では、著者とのより多くの意見交換ができるのでポスターセッションを非常に重要と考えているようである。この効果であろうか、演出方法に凝った発表も多くあった。超電導のポスター発表では和泉 第 4 研究部部長補佐 (ISTEC/SRL) が行っていたが、興味深い内容だったようで夜遅くまで質疑応答が行われていた。また、以前 ISTEC/SRL 第 4 研究部に所属し、現在マサチューセッツ工科大学(MIT)のポスドクの吉積氏が Crystal Growth of YBCO Coated Conductor under Low Pressure Atmosphere という内容でポスター発表を行っており、こちらからも研究者の関心を引いていた。また、ポスターセッション中は、ビールやワインなどの飲み物やピザ等の軽い軽食が支給され、発表者と聴講者間で活発な意見交換、情報交換が行われ、口頭発表より有意義に感じられた。超電導に関しては、12月2日と4日に64件が発表され、他のセッションより多くの聴講者が集まっており、テーマ的にも他の分野と比較し注目度が高いことが分かった。

ボストンの気候で最も寒い時期は1月とのことであるが、今回の MRS の開催時期は、地元の方も驚くほど非常に寒く、連日氷点下となった。特に、12月5日は寒波が訪れ大雪に見舞われた。会場と周辺のホテルや商店街は、室内通路で結ばれコート無しで移動することが出来たが、それ以外の所へ出ようとすると氷点下に外気と凍結した道路に曝されるため重大決心が必要であった。ボストン市内は、昔ながらの赤レンガ作りの建物と現代風高層ビルが調和よく融合した町並みであった。ボストン市内の中心部にあるボストン・コモンから「フリーダム・トレイル」と呼ばれている赤いレンガやベンキが約 5km 市内に引かれており、これに沿って歩くとボストンの史跡や歴史的場所、

建物を巡ることが出来る。この途中、博物館と思いきや歴史的建築物である州庁舎へ立ち寄ると、入り口にセキュリティチェック装置がおかれ、警備員の人が数人待機していた。この建物は、現在でも州庁舎として使われていた。

(ISTEC 調査・企画部 辻 泰三)



MRS 会場正面



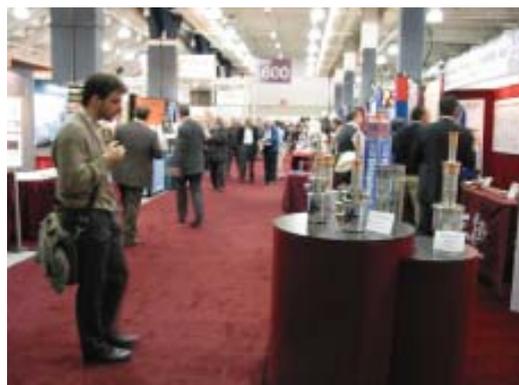
超電導口頭発表会場



口頭発表風景



ポスター発表風景



企業展示



ボストン市内

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

パルス管冷凍機の誕生と変遷 (その1)

日本大学 量子科学研究所  
教授 松原洋一

はじめに

小型冷凍機(Cryocooler)は、Gifford-McMahon サイクルや Stirling サイクルによる冷凍機として、クライオポンプ、超電導マグネット、各種信号検知素子冷却等に供与されてきたが、最近ではその一部にパルス管冷凍方式が適応されつつあり、低価格、低振動、長寿命冷凍機として今後の普及が期待されている。しかし、より高性能なパルス管冷凍機の開発や、従来方式では対応が困難であった分野への応用等を開拓していくにはパルス管自体の基本特性を熟知しておく必要がある。そのためにはパルス管冷凍機がどのように進化してきたかを知り、今後どうあるべきかを模索するのも意味を持つであろうとの観点から歴史にさかのぼって本稿をまとめることにした。

パルス管冷凍機の誕生

パルス管冷凍機は1960年代に W. E. Gifford によって発明されたものであるが、その当時の模様がシラキュース大学のポスドクだった R. C. Longworth によって、以下のように記録されている。<sup>1)</sup>

パルス管冷凍機は、1950年代の終わりのころ、当時シンクタンクとして有名な Arthur D. Little にいた Gifford が、圧縮機の研究をしているときに観測したことに端を発している。彼は高圧ラインから枝分かれしている管の先端がバルブによって閉じられているとき、枝管の先端が熱くなっていることに気が付いた。彼は、それが管内の圧力パルスによる熱輸送効果 (heat pumping mechanism) によるものであると判断した。当時米国の大学では、ロシアのスプートニクの成功に刺激されて企業からのリクルートが盛んに行われ、Gifford もシラキュース大学の低温研究所の教授となり、最初の研究の一つとして Longworth とともにパルス管冷凍機の研究が開始された。1962年には最初の設計が行われ、試運転の結果、278K から 236K の低温が得られた、と記されている。1964年には最初の論文が出され、<sup>2)</sup> 温度も 199K になり、その後更に多段化によって、より低い温度の得られることを示し、2段で 95K、4段で 43K に達することを示した。

我々がパルス管冷凍機を知るのは1966年のCECの論文<sup>3)</sup>に出会ってからである。低温工学協会が設立されたのが1966年の3月であり、その年の12月に低温工学誌のVol.1, No.1が発行され、そこにも大島恵一教授(東京大学)によって紹介されている。大島教授の持ち帰った論文を元に早速試作実験を行い、1967年の11月に開かれた第1回の低温工学研究発表会には“パルス管冷凍機の試作”と題して、実験により144Kの到達温度の得られたことを発表した。<sup>4)</sup> 翌年の第3回の研究発表会では、いわゆる surface heat pumping effect に関する研究として、液体窒素温度に冷却されたパルス管に振動流を加え、真空中で閉端温度が室温に達することを確認した。<sup>5)</sup>

Piston Pulse Tube

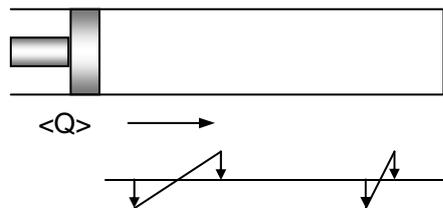


図1 基本型パルス管冷凍機の動作原理

しかし、その当時は実際に室温から液体窒素温度まで1段の Puls 管で達することは無かった。1968年には低温工学誌 Vol.3 No.2にも実験結果を報告し、<sup>6)</sup> Puls 管冷凍機の啓蒙を図ったが、少なくとも日本国内ではあまり興味をもたれるまでには至らなかった。

当時の Puls 管冷凍機の動作原理は、現在主流となっている方式とはまったく異なっている。図1で、その動作原理を

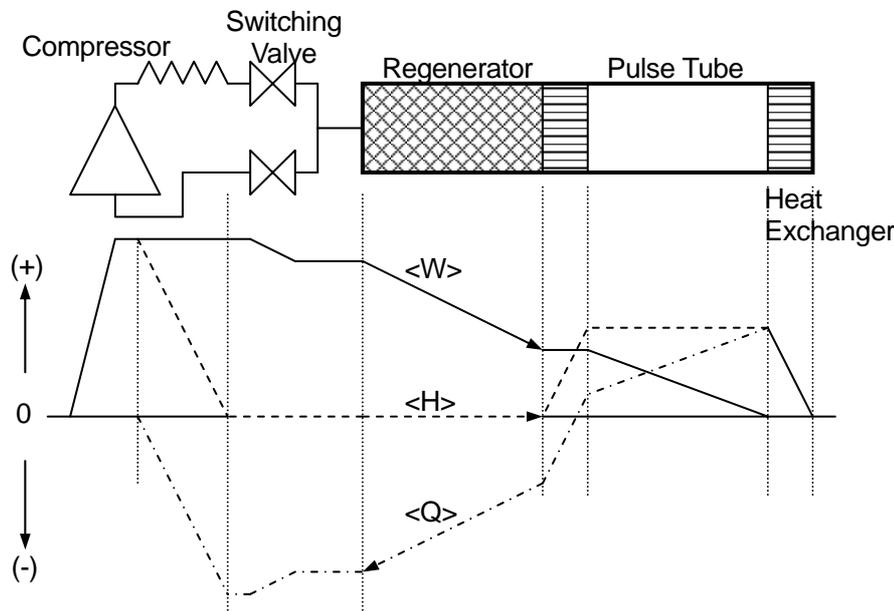


図2 基本型 Puls 管冷凍機内のエネルギー流

説明する。一端を閉じた管の他端にピストンを設け、このピストンを調和振動させることにより、管内に圧力振動を発生させる。管の長さが圧力波の波長より著しく短い場合には、圧力は一様に変化すると考えてよい。ここで管内の任意の位置における気体要素の動きに注目する。縦軸に圧力、横軸に変位をとると、気体の変位(振幅)は圧力とほぼ同位相で振動するため、気体要素は図右に移動したとき圧縮熱を管壁に与え、左に移動したとき膨張により管壁から熱を受け取る。これを繰り返すとき、くみ上げられた熱を管右端に熱交換器を設け、そこから系外に放熱すれば、管左端が冷却され冷凍機が構成される。Gifford が発案した Puls 管冷凍機には、左端に蓄冷器が挿入されているが、その理由は、最初の実験では図1のピストンの代わりに図2のように通常の高圧ガスを発生させる圧縮機と、脈動圧を発生させるための切り替え弁とが用いられたことにも関係していると思われる。この一端を閉じた管を Puls 管と命名した理由も、バルブによって切り替えられた気体が Puls 的に管内を出入りすることによっているとも考えられる。

図3は Puls 管内の気体の動きを温度・エントロピー線図上に表したもので、圧縮された気体が高温で放熱によりエントロピーを下げ、膨張された気体が低温で吸熱によりエントロピーを上げるため反時計回りの軌道をたどる。これは冷凍サイクルそのものであり、Puls 管自体が冷凍機の役割をしていることになり、蓄冷器が無くても冷凍の発生することを示唆しているが、残念ながら図1の方式で蓄冷器を用いずに極低温を発生させたという報告は見当たらない。(類似の方法

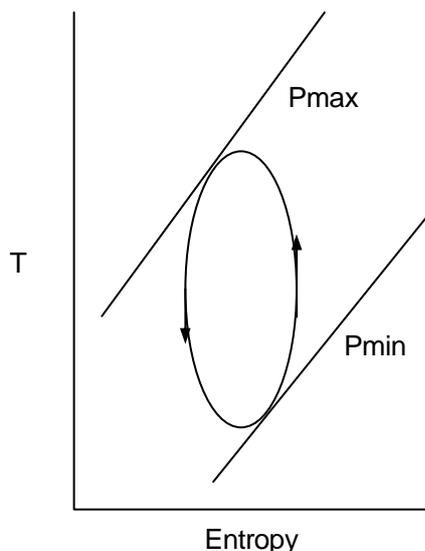


図3 Puls 管内気体要素のエントロピー変化

でスタックを用いた熱音響冷凍機があるが、これに関しては別記する。)

一般に振動流体の熱輸送現象を理解するには、エネルギーの流れ(エンタルピー流) $\langle H \rangle$ を仕事流 $\langle W \rangle$ と熱流(エントロピー流に平均温度を乗じたもの) $\langle Q \rangle$ とに分けて表現するのがよい。図2の方式は、現在ではBasic Pulse Tube Cooler(基本型パルス管冷凍機)と呼ばれているが、その理想状態のエネルギー流を示してある。(+)側は図右に向かうエネルギー流、(-)側は左に向かうエネルギー流を表す。図1の説明で明らかにされたように、系内に圧力振動があれば、パルス管内では右に向かう熱流が発生するが、それは左から供給される仕事流の消費によってもたらされている。パルス管壁の外側が断熱状態ならば、エンタルピー流は保存されるので、 $\langle H \rangle = \langle W \rangle + \langle Q \rangle$ が一定となるような仕事流を圧縮機から供給させる必要がある。一方、理想的な蓄冷器では、温度振動が無いので $\langle H \rangle = 0$ であり、その結果、蓄冷器とパルス管との接合部にある熱交換器内では、 $\langle W \rangle$ 一定のもとで $\langle H \rangle$ が増大しなければならない。これは系外からの熱流入を要求しているわけで、もし流入熱が不足すれば、熱平衡を保つために熱交換器部分の温度が低下する。特に熱負荷を加えずにその他の熱浸入によって熱平衡に達した温度が、その冷凍機の最低到達温度になる。蓄冷器に温度勾配がつけば仕事流はその流れ方向に低下するが、それは同時に低温から吸収された熱流が増幅されて高温端(この図の場合には圧縮機高圧側の放熱器)から系外に放出されることを意味している。つまり、基本型パルス管冷凍機の特徴は、低温端で吸収された熱が、パルス管側と蓄冷器側の両方に向かって取り去られていることであり、従来型冷凍機では考えられなかったことである。

#### 参考文献

- 1) R. C. Longworth: Cryocoolers 9, edited by R. G. Ross, Jr. (Plenum Press, 1997) pp.261-268.
- 2) W. E. Gifford and R. C. Longworth: Trans. of the ASME, journal of Engineering for Industry; August (1964).
- 3) W. E. Gifford and R. C. Longworth: Advances in Cryogenic Engineering, Vol. 10, (1964), p69.
- 4) 大島恵一、松原洋一、久保喬志、第1回低温工学研究発表会(R-9),(1967),p9.
- 5) 石崎嘉宏、松原洋一、第3回低温工学研究発表会(R-1),(1968) p1.
- 6) 大島恵一、松原洋一、久保喬志、低温工学 Vol.3, No.2 (1968) p24.

[超電導 Web21 トップページ](#)

## 読者の広場

### Q&A

Q: 高温超電導線材でも交流損失を低減する必要があるのでしょうか？

A:

ビスマス系酸化物、イットリウム系酸化物などの高温超電導線材であっても、交流ケーブル、電力機器、電気機器などに応用するためには交流損失をできるだけ小さくすることが必要です。この点では、ニオブ・チタン合金、ニオブ 3・すず化合物などの低温超電導線材と原理的に変わりありません。

交流電力ケーブル、電気機器などに超電導線材を使用する場合、線材は自分自身に流れる輸送電流による交流磁界（自己磁界）と隣の線材などからの外部からの磁界（外部磁界）に曝されます。すなわち、電力・電気機器では超電導線材に対する電流変化や磁界変化を避けた利用は考えられず、外部磁界の大小、輸送電流の周波数、外部磁界と輸送電流（自己磁界）との位相差など超電導線材の使用条件による程度の自己磁界損失と外部磁界によまません。超電導線材に交流すると、超電導体の中心到達磁界以上では外部磁界にほぼ比ちろん、直流電力・電気機器変化や磁界変化がないため、



いはありますが、自己磁界による自  
る磁化損失から免れることはでき  
を流し交流外部磁界が印加されま  
界以下では通電損失が、中心到達磁  
例する磁化損失に支配されます。も  
の使用状態（定常状態）では、電流  
理論的には交流損失はありません。

高温超電導線材を利用した交流電

力・電気機器が、銅線、アルミニウム線などの通常の線材を利用した電力・電気機器に優る効果を発揮するためには、高温超電導線材やその機器を収納する容器をおよそマイナス 150 度から 170 度に冷却し続ける電力（冷却ペナルティ）と交流損失による電力損失の総和が通常線材を利用した電力・電気機器における電力損失より小さくしなければなりません。すなわち、高温超電導線材の交流損失を低減すればするほど、その利用価値が向上することになります。たとえば、交流電力ケーブルにおけるニーズ面とコスト面の両方から超電導ケーブルにメリットがあるか否かの分かれ目となる技術仕様として、容量 0.5-1GVA/5km、電圧階級 66kV から 77kV、電流容量 4,000A から 9,000A 級、交流損失約 1W/m が示されています。

現状のビスマス系 2223 酸化物超電導導体では、線材のツイスト加工技術と線材を多層構造に導体化する際の素線スパイラルピッチ調整技術によって 3,000Arms で交流損失を約 1W/m の水準まで低減することに成功しています。一方、イットリウム系酸化物線材の長尺化技術開発も急進展しており、これに併行して推進されている 500m 長交流ケーブルの実証試験プロジェクト（交流超電導電力機器基盤技術研究開発：Super-ACE）や交流損失低減に向けた日米共同プロジェクト（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）の成果に期待が寄せられています。

（編集局 田中靖三）

[超電導 Web21 トップページ](#)