

2002 年 6 月 3 日発行

掲載内容（サマリー）：

- 第 10 回国際超電導産業サミット（ISIS-10）続報—海外の動きを中心に
- 超電導技術動向報告会 2002 より
- 超電導関連 6 月-7 月の催し物案内
- 超電導磁気シールド
- SQUID 関連市場の現状
- MEG の市場と技術の現状
- 日立製作所の MCG 技術
- 超電導関連製品ガイド-超電導量子干渉素子（ SQUID）関連製品
- 新聞ヘッドライン（4/17-5/20）、
第四回（2002 年度）サー・マーティン・ウッド賞受賞候補者推薦要項
- 超電導速報 — 世界の動き（2002 年 4 月）
- 標準化活動 今月のトピックス
- 特許情報
- 隔月連載記事-バルク超電導磁石の誕生（その 3）
- 読者の広場(Q&A) - 磁性蓄冷材ってどのようなものですか？

[超電導 Web21 トップページ](#)



この「超電導 Web21」は、競輪の補助金を受けて作成したものです。

第 10 回国際超電導産業サミット

(ISIS-10)

続報—海外の動きを中心に

去る 2002 年 3 月 14 日～16 日、米国サンタフェで第 10 回国際超電導産業サミットが開催された。日米欧から 55 名が参加した。会議の構成は以下の通り。

(オーバービュー・トーク)

Retrospective and Outlook for

Superconductivity in the 21st Century

Dr. Carl H. Rosner, CardioMag Imaging, Inc.

Overview of U.S. Program

Dr. James Daley, Department of Energy

(パネル討論)

From Developer to User: Electric Power

Applications for Superconductors

Dr. Gregory Yurek, American Superconductor Corp.

Dr. Juan Farre, Nordic Superconductor Technologies A/S

Dr. Hans-Werner Neumuller, Siemens AG

Dr. Tsuneo Nakahara, Sumitomo Electric Industries, Ltd.

Prof. Eisuke Masada, Science University of Tokyo

Commercial Applications for

Superconducting Electronics

Dr. Robert Hammond, Superconductor Technologies, Inc.

Dr. Randy Simmon, Conductus

Dr. Michael Sander, Conexus

Dr. Shoji Tanaka, ISTE/CSRL

Meeting the Needs of the 21st Century High

Energy Physics Community

Dr. Ronald M. Scanlan, Lawrence Berkeley

National Lab

Dr. Hans-Udo Klein, ACCEL Instruments GmbH

Prof. Takakazu Shintomi, High Energy

Accelerator Research Organization

The Outlook for Superconducting Medical Applications

Dr. David Andrews, Oxford Instruments, Superconducting Technology

Dr. Hans-Werner Neumuller, Siemens AG

Dr. Keiji Tsukada, Central Laboratory, Hitachi, Ltd.

米国の現政権はエネルギー政策を重視している。米国が石油の 50%以上を輸入に頼り、石油の 2/3 が中東で産出されているという現状を考えれば、国家安全保障上当然とも言える。超電導に対しても、前政権に比べより積極的な取り組みである。このような背景の下、電力分野において米国はより実用化を睨んだ取り組みにシフトしつつある。電力インフラの老朽化も問題となっており、これに新たな技術も入れてより高度なものとしていきたいと考えているようだ。今回視察したロスアラモス研究所の次世代線材開発施設に対しても相当な力の入れ方である。エレクトロニクス分野では、超電導フィルタに限って言えば、世界マーケットは米国 3 社の独占状態である。米国内ではすでに千数百台の超電導フィルタが実稼動しており、その市場拡大は急速である。少なくとも米国の通信事業者はその経済性を認知し始めている。米国は、超電導技術実用化領域拡大に向け次の一歩を踏み出そうとしている。

なお、次回会合は、2002 年 11 月 17 日～19 日、東京で開催することが合意された。

(ISTEC 国際部長 津田井昭彦)

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導技術動向報告会 2002 より

ISTEC は 2002 年 5 月 15 日（水）東京、都市センターホテルで超電導技術動向報告会「省エネルギー・環境・産業応用-動き出した超電導技術」を開催した。産・官・学・報道関係者含め 230 名の参加のもと、産業化を目指す超電導技術開発の成果と課題、動向が報告され、熱心な討議があった。

経済産業省産業技術環境局研究開発課 谷重男課長、新エネルギー・産業技術総合開発機構新電力技術開発室 鈴木晴夫室長の祝辞があり、成果、ニーズを見据えて 1 日も早い実用化が表明された。超電導工学研究所 田中昭二所長が基調講演で、今後発展する高度情報化社会はエネルギー多消費社会となることが想定され、超電導デバイス、超電導送電、SMES やフライホイール電力貯蔵など超電導技術が究極の省エネ・革新技术であり、研究開発のなお一層の推進を訴えられた。

SRL 田島部長は新超電導体 MgB_2 の機構解明、評価結果から s 波超電導であり 4.2K で金属系超電導体に優る可能性を、また、高温超電導体の物性研究の成果を基に、線材、素子開発のためドーピング状態、組成、配向制御の必要性を指摘した。

SRL 田辺部長は HTS デバイスの基板・薄膜積層、接合形成、小規模実証回路試作の各開発の進展を、フリップフラップ回路で 270GHz 動作の確認などの成果、ADC や計測器等中規模回路プロトタイプの早期実証を狙うロードマップを紹介。名古屋大学 早川教授は LTS 超電導回路の集積化技術開発の進展を紹介され、2010 年に向けたロードマップで、ADコンバータのフィールドテスト、ハイエンドルータやサーバのデモやシステム化に向けた実用化の道筋を提案された。

SRL 村上部長はバルク超電導体のプロセス技術開発による捕捉磁場特性の飛躍的向上、樹脂含浸による機械強度の向上の成果を報告し、磁気分離や電流リード等への産業応用を紹介した。いわて産業振興センター（アイシン精機）岡氏は Sm 系高温超電導バルクを用いた 3T の磁場を発生できる超電導永久磁石装置の開発、製品化を紹介され、着磁装置や磁気分離装置への応用への共同開発を提唱した。

SRL 塩原部長は 30m の線材長で $1MA/cm^2$ に迫る J_c が得られた次世代線材開発の成果、長尺化プロセス技術開発の進捗、及び、米国の動向、線材のコストを含めた具体的性能目標と今後の課題を報告。住友電気工業、廣瀬氏が東京電力と共同開発の Bi 系線材を用いた三芯一括型の 100m 長の高温超電導電力ケーブルの実用性検証試験の順調な進捗を紹介した。

ISTEC 辰田常務理事は SMES のコスト低減技術開発で用途毎の目標コストの設定とコスト分析による経済性の成立見通しが得られ、金属系の最適導体構造やコイル方式が決定できたこと、高温超電導の適用による更なるコスト低減の可能性を報告。SRL 盛岡研究所 腰塚所長代理がフライホイール電力貯蔵超電導軸受の積載力向上、回転損失低減及び軸降下低減の各要素技術開発、超電導軸受運転試験、フライホイール軸制振等応用技術開発の成果と今後の課題を報告した。

最後に、東京理科大学 正田教授が「超電導技術の産業応用：その可能性と効果」と題して基調講演された。エネルギー・電力分野の超電導技術開発の経緯を踏まえ、環境変化への対応が要請されている。産業応用の意義として、現在の技術で導入を図れる市場があること、開発レベルに応じて実用化できることが重要。市場ニーズに基づく適用分野の選択の例として、産業用電力の 60～70% を占める回転機、そして、変圧器やケーブルなど固定エネルギー利用源の超電導化で削減を図る効果が大きい。ロードマップ、国際競争力の確保への貢献、コストを意識した技術開発が重要であることを強調された。

日本の超電導技術が世界トップに位置しており、国内産業の競争力強化のため官民あがて研究開発に取り組むことの意義と重要性が再認識できた報告会となった。

(ISTEC 調査・企画部長 上羽良信)



SRL/ISTEC
田中所長
講演風景

[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導関連 6 月-7 月の催し物案内

6/3-7

EPAC2002/8th European Particle Accelerator Conference

場所：Paris, France

<http://epac2002.lal.in2p3.fr/>

6/16-20

SUPERCONDUCTORS FOR PRACTICAL APPLICATIONS (SPA'2002)/ Topical Conference of International Cryogenic Materials Conference (ICMC'2002)

場所：XI'AN, CHINA

(主催：Northwest Institute for Nonferrous Metal Research)

Email: smrc@c-nim.com

6/22

超伝導の夢：チャレンジする最先端の研究者たち

場所：東京大学 安田講堂

(主催：(社)未踏科学技術協会 超伝導科学技術研究会)

6/29-7/4

Future Perspectives of Superconducting Josephson Devices EuroConference on the Physics and Applications of the Intrinsic Josephson Effect

場所：Pommersfelden, Germany

<http://www.esf.org/euresco/02/pc02147>

7/7-12

Part of SPIE's 47th Annual Meeting

場所：Seattle, Washington

(主催：Society of Photo-Optical

Instrumentation Engineers (SPIE))

<http://www.spie.org/info/am/nano>,

e-mail:spie@spie.org

7/11-12

低温工学サマーセミナー (第 67 回)

場所：サンレイク土浦 (土浦市)

(主催：低温工学協会)

7/14-19

4th International Conference Science and Engineering of HTC Superconductivity

場所：Florence, Italy

(主催：CIMTEC2002)

<http://www.dinamica.it/cimtec>

7/15-17

2002 Superconductivity Peer Review

場所：Washington, D.C.

(主催：DOE)

7/22-26

19th International Cryogenic Engineering Conference and Industrial Exhibition

場所：Grenoble, France

(主催：ICEC)

<http://crtbt.polycnrs-gre.fr/icec/>

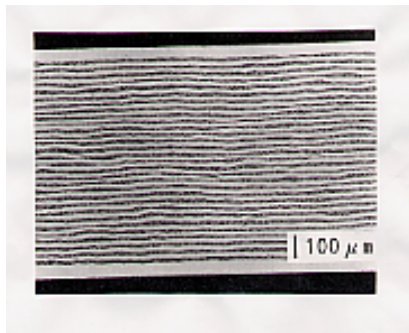
[超電導 Web21 トップページ](#)

超電導磁気シールド

新日本製鐵株式会社 技術開発本部 鉄鋼研究所 鋼材第一研究部
主幹研究員 伊藤 郁夫

磁気シールドには現在主として鉄や銅、アルミといった常電導金属が利用されているが、シールドすべき磁界強度、変動する周波数によってシールド原理及び材料の種類は異なる。一定または比較的低周波磁界の場合強磁性である鉄等が使われるが、高周波側になると電磁誘導による表皮効果が効いてくるため、高導電性の銅、アルミが使用される。これに対し超電導材料を用いた磁気シールドは、磁界強度によってシールド原理が異なる。弱磁界の場合、マイスナー効果 (Meissner effect) という超電導体の内部から磁束を完全に排除する性質を利用する。強磁界の場合、磁束を超電導体内に侵入はさせても動かないように固定するピンニング効果 (pinning effect) によって、外部の磁界とは逆向きの磁界が発生するように超電導体内に高密度の超電導遮蔽電流が流れることで効率の良い磁気シールドが可能になる。鉄等の強磁性材は磁束密度が約 2T で飽和するが、代表的な実用超電導材である Nb-Ti 合金では B_{c2} が約 12T (温度 4.2K) と高く、かつ臨界電流密度も磁界 5T 中で 10 万 A/cm² 程度は可能であるため、強磁性材では不可能な高磁界中で効率の良い磁気シールドができることになる。前述の条件であれば厚さ 0.8mm の超電導材で 1T (例えば 5T→4T) の磁気シールドが可能である (ただし安定化材として銅材をクラッドする必要があり、それを考慮するとこの 2~3 倍に厚さは大きくなるが)。また銅やアルミの高導電材では、表皮効果が発現しない低周波領域ではシールド効率が低い、超電導体では一般に周波数に依存することなく効率の良い磁気シールドが可能である。

超電導磁石市場は、MRI (Magnetic Resonance Imaging ; 核磁気共鳴画像診断) や直冷式超電導磁石等で成長しつつあるが、磁気シールドでも、磁界強度や材料サイズ (形状や重量) 等でシビアな条件を要求される例が増えてきており、常電導金属に替わって超電導磁気シールドが求められる例が出てきている。当社では実用的な超電導磁気シールド材を目指して NbTi/Nb/Cu 多層材を開発し¹⁾、ユーザーの多種多様なニーズに応えるべく基礎特性や応用特性の評価を外部機関との協力も含めて実施中であり、次第にその実用可能性が明らかになりつつあるところである²⁾。



[参考文献]

- 1) I.Itoh, T.Sasaki, S.Minamino, T.Shimizu: IEEE Trans. Appl. Supercon. 3(1993) 177
- 2) 伊藤郁夫, 藤澤和郎, 大塚広明: 新日鉄技報 375(2001) 104

写真 厚さ 1mm の NbTi/Nb/Cu 多層板の断面。NbTi 層厚各 12 μm×30 層

[超電導 Web21 トップページ](#)

SQUID 関連市場の現状

医学・バイオ応用、材料評価応用、電流計測応用、地球物理応用などを対象とした SQUID を用いた高機能センサシステムの市場は、低温超電導(LTS)と高温超電導(HTS)を合わせて 55 億円／年から 60 億円／年の規模である。

1900 年代以降医学応用分野の LTS-SQUID 関連市場展開が顕著である。具体的には、SQUID を用いた脳磁場計測装置（脳磁計又は MEG と略称される）及び心臓磁場計測装置（心磁計又は MCG と略称される）である。MEG は、4 億円以上の高価なシステムで年間 2,500 万円程度の維持費を必要とするにもかかわらず、その空間分解能と時間分解能の良さから競合装置に優る。数十チャンネル規模のシステムは世界ですでに 75 台（内日本で 38 台）が設置され、60 台以上が稼動している。毎年約 10 台が設置されており、約 50 億円／年規模の市場を形成している。システムメーカは、4D-Neuroimaging 社(Neuromag 社と BTi 社合併)、CTF 社などが主であったが、最近横河電機及び島津製作所が市場に参入している。また、MCG は世界で約 50 台（内日本で 5 台）が設置されており、約 5 億円／年規模の市場を形成しようとしている。MCG の導入が少ない理由は他の計測装置との差別化によるといわれているが、最近胎児 MCG として脚光を浴びつつある。

一方、HTS-SQUID を用いたシステム開発も数億円の規模で進行しており、医学・バイオ応用、非破壊検査や SQUID 顕微鏡などの材料評価、X 線検出器、集積回路の配線検査などの電流計測応用、海洋や地下構造探査、環境磁気計測など地球物理応用に期待が寄せられている。HTS-SQUID システムの安定性、低価格、臨床有用性などを達成するまで 5 年から 10 年が必要とされている。

出展：新医療 1999 年 5 月号、日本学術振興会第 146 委員会「超伝導エレクトロニクスロードマップ」2002 年 3 月

（編集局 田中靖三）

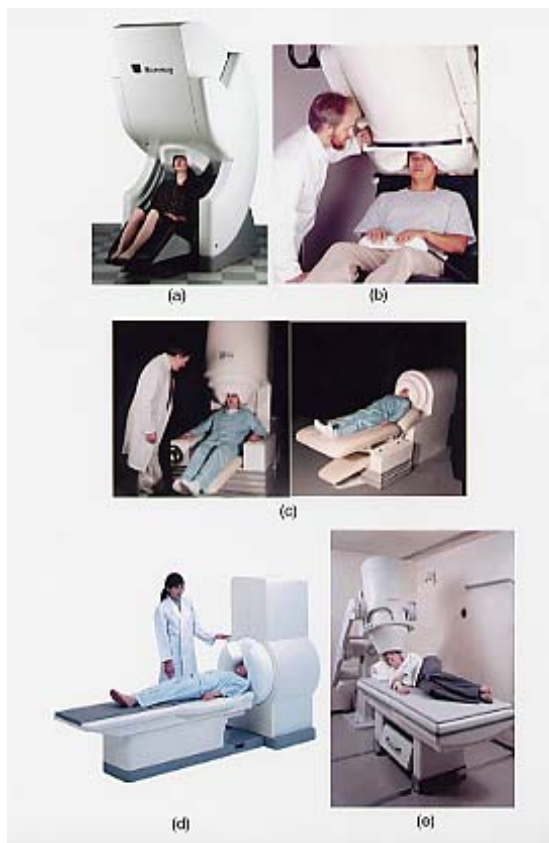
[超電導 Web21 トップページ](#)

MEG の市場と技術の現状

通信総合研究所 脳機能グループ

主任研究員 藤巻則夫

MEG(Magnetoencephalography)では、脳から出る微弱な磁界(数百 fT)を SQUID により計測し、脳活動をとらえるために十分な時間分解能(ミリ秒程度)が得られている。製品は LTS SQUID を使い、1~2 Hz の周波数において 10 fT/Hz^{1/2} 以下の感度が得られており、また外来雑音を減らすため、空間勾配型検出コイルや雑音キャンセル手法、磁気シールドルームなどが用いられている。海外(4-D Neuroimaging (旧 BTi および Neuromag)、CTF など)および国内(横河電機、島津製作所、日立製作所、ダイキン、セイコーインスツルメント)の会社が製造・販売実績をもつ。最新の装置(図)では、測定点数が 150、SQUID 数(チャネル数)は 300 程度のものまであり、価格は数億円である。



図の説明

最新の MEG 装置(a)Neuromag, (b)BTi, (c)CTF, (d)横河電機, (e)島津製作所。各社ないし代理店より写真の使用許可をいただいた。

数十チャンネル以上の装置は全世界で 80 台程度が(半数は日本に)納入され、大学、国公立・企業研究所、病院・医療機関で使用されている。臨床応用では、てんかん焦点の位置定位や脳外科手術前後の機能検査などに用いられ、高度先進医療制度が認可されている機関もあり、近い将来の保険適用が期待される。基礎研究では、視覚・聴覚・体性感覚・味覚・嗅覚などの刺激に対する脳活動が計測され、さらに脳磁場から複数の活動源位置を推定する逆問題の研究などもさかんに行われている。ハードウェアについて、ヘリウム注入、チューニングの必要性、シールド技術などに不満はあるが、基本性能には満足しているユーザが多い。これに対しソフトウェアについて、逆問題の安定な解法、解析時間の短縮・自動化・結果の表示法、使い易さなどについての改良を望む声が大い。MEG 市場の立ち上がりは急ではないが着実であり、今後の伸びはソフトウェアの改善、低価格化、装置の完成度、サポート体制などに依存すると思われる。

(文献) 本稿は、日本学術振興会超伝導エレクトロニクス第 146 委員会により公表された、超伝導ロードマップを元に作成した。

(<http://www.okabe.rcast.u-tokyo.ac.jp/isps/index-j.html>)

超電導 Web21 トップページ

日立製作所の MCG 技術

株式会社 日立製作所 中央研究所
メディカルシステム部
主任研究員 塚田啓二

日立製作所では、心臓からでる微弱な磁場を計測し、心臓疾患を診断する心磁計の研究開発を行っている。LTS である Nb 系の SQUID を使った 64 チャンネル心磁計は、関連会社の日立ハイテクノロジーズ（昨年 10 月に分社化）で開発された。この装置はセンサ部を固定し、ベッドが自由に動く機構の採用によりシステムの小型化を実現している。心臓疾患診断機器として心電図、超音波エコー、シンチ等多くの装置が既にあるため、心磁計としての有効性、優位性が求められていた。日立では、医療機関との共同研究により臨床的有効性の検証を進めてきた。これまでに、心臓疾患において、特に虚血性心疾患、不整脈について新たな知見を明らかにしてきた。虚血性心疾患での心筋の再分極異常および不均一性などの画像化とともに定量化ができるようになってきたり（図 1）、不整脈では不整脈発生源の解剖学的位置の推定や伝播過程の画像化もできるようになってきた。また胎児の心臓疾患も捕らえることができ、WPW

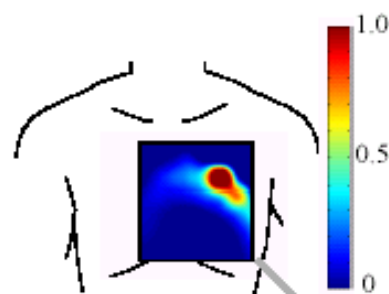


図 1 カレントレシオ図、虚血性心疾患における運動負荷前後での心筋電流の変化（赤い領域が異常領域）を示す。



図 2 HTS 心磁計

症候群や QT 延長症候群など初めての報告がなされている。最近、心磁計測の興味が高まり、ドイツのみならず米国でも研究する医療機関が増えてきている。そうした状況により、今後心磁計の普及と心臓疾患診断基準の確立が加速されてくるものと思われる。また、次世代の技術として、HTS の SQUID とシステムの研究も行っている。グラジオメーター型 SQUID と、ナノ結晶軟磁性合金（日立金属製ファインメット）を用いた小型磁気シールドとを組み合わせた心磁計を開発し報告した（図 2）。今後、HTS 心磁計では、さらに SQUID の感度と信頼性の向上を行い、簡易で小型な検査装置の実現を目指していく。

超電導関連製品ガイド

-超電導量子干渉素子 (SQUID) 関連製品-

『社名五十音順表示』

○島津製作所

SQUID 磁力計、生体磁気計測装置 (ベクトル型 129 チャンネル SBI-100 : 脳磁計 MEG)

Tel: 075-823-1271、Fax: 075-811-8185、e-mail: medical@shimadzu.co.jp

○住友電工ハイテックス株式会社

高温超電導磁気センサ「SQUID 入門キット」、高温超電導磁気センサ「SQUID 実験キット」、高温超電導 SQUID 高感度磁気センサ「SEIQUID II」、高温超電導 SQUID を用いた「生体磁気計測装置」、「抗原抗体反応検査装置」、「地質調査装置」、「異物検査装置」、「半導体検査装置」など

Tel: 03-3423-5921、Fax: 03-3423-5924

担当：営業部 大橋、石川

○セイコーインスツルメンツ株式会社 科学機器事業部

Nb 系低温走査型 SQUID 顕微鏡他

Tel: 043-211-1345、Fax: 043-211-8067、e-mail: yukiya.watanabe@sii.co.jp

担当：計測営業一課 渡邊幸弥

○横河電機株式会社 航空宇宙・特機事業部 MEG センター

脳磁計 (MEG)、小型・微弱磁場計測装置

Tel: 0422-52-5662、Fax: 0422-52-5946、e-mail: meg@csv.yokogawa.co.jp

担当：宮部敏秀

(編集局 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

新聞ヘッドライン

(4/17-5/20)

- 非接触で物質を攪拌 超電導の磁気浮上作用利用 マグネオ技研 5/2 日本工業新聞
- 熱核融合炉計画 米が復帰検討 5/6 日本経済新聞
- 開花迫るナノカーボン材料 大量生産競争 急ピッチで進展 5/8 日本工業新聞
- 最新「人間ドック」事情 体験報告 5/15 毎日新聞
- 米、熱核融合炉計画に復帰か 国際協力実験 候補地選び現実化で政策変更 5/15 朝日新聞
- ナノテクと材料分野 産学官連携など促す 科学技術・学術審議会 中長期の研究開発案 5/16 日刊工業新聞
- 超電導技術 早期実用化を提言 動向報告会 電力・通信分野で 5/16 電気新聞
- 高エネ負イオン中性粒子線 プラズマに倍の 10 秒入射 5/17 日刊工業新聞

第四回 (2002 年度) サ-・マーティン・ウッド 賞受賞候補者推薦要項

凝縮系科学に関する日英の科学技術交流のための“ミレニアムサイエンスフォーラム”では、凝縮系科学に係わる若手研究者にインセンティブ、モチベーションを与えるため、1999 年 3 月に“サ-・マーティン・ウッド賞”を創設致しました。下記の要項により、第四回サ-・マーティン・ウッド賞受賞候補者の推薦を募集します。

対象分野： 広い意味の凝縮系科学（例：固体物理学、固体化学、材料科学、表面物理等）

候補者： 日本における研究機関で、凝縮系科学における優れた業績をあげた 40 歳以下(2002 年 4 月 1 日現在) の若手研究者 1~2 名。国籍は問わない。応募書類は応募した年を含め 3 年間有効であり、応募の翌年及び翌々年もその年度の 4 月 1 日時点で 40 歳を越えていなければ自動的に審査の対象となる。但し、応募後の新しい業績を加えて翌年度以降に改めて応募することも認められる。

賞の内容： 賞状、賞金 50 万円と英国大学への講演旅行

推薦依頼先： 関係専門分野の有識者、関連諸学会

推薦件数： 各推薦者、推薦団体からそれぞれ一件

申込締切： **2002 年 8 月 1 日（木）**

申込方法： 詳細は下記事務局までお問い合わせ、またはホームページをご参照下さい。

選考： ミレニアム・サイエンス・フォーラム実行委員会にて審査、選考する。

賞の決定： 2002 年 9 月の予定 賞の贈呈： 2002 年 10 月予定

推薦書提出先及び連絡先： 〒135-0047 東京都江東区富岡 2-11-6 オックスフォード・インストルメンツ株式会社内ミレニアム・サイエンス・フォーラム事務局 TEL：03-5245-3261 FAX：03-5245-4472

E-mail： msf@oxinst.co.jp

<http://www.oxford-instruments.ne.jp/>

[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4月)

電力応用

American Superconductor Corporation (2002 年 4 月 16 日)

American Superconductor Corporation (ASC)は、マサチューセッツのデブン新工場で HTS 線材製造テストランを行うと発表した。このテストランにより同社工程の確認作業を行う予定。予定されている装置が全て導入されれば、デブン工場で1年に2万キロメートルの HTS 線材が生産できるようになる。同社社長 Greg Yurek によれば、今後数ヶ月で新しい工程の確認ができ、最終的な調整を経て順次商業生産へとつなげていくとのこと。この作業は秋までに終わり、本年末までには商業生産に移行していく予定。

(出典) “American Superconductor Begins Production Test Run of First HTS Wire at New Manufacturing Facility”

American Superconductor Corporation Press Release (April 16, 2002)

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

材料

Superconductive Components, Inc. (2002 年 4 月 3 日)

Superconductive Components, Inc. (OTCBB) (SCCI)は、2001 年の一般株式に対応する所得が 8,821 ドルであり、純損失が 226,190 ドルであったと発表した。同社社長 Dan Rooney は、2001 年、特に第 4 四半期は経済の不調に影響を受けたが、すでに明るい兆しが見え始めており、受注も増えてきていると語った。

総収入については、2000 年の 3,205,488 ドルから、2001 年は 14.3%増の 3,663,448 ドル。製品販売収入は既存顧客への売上増や新規市場への進出、またセラミック・スパッタ・ターゲット事業の好調などにより伸びた。しかしながら、このような収入の増加の一方、政府契約は 21%減少している。

売上の好調と生産能力の活用により、グロスマージンは前年の 771,745 ドルから、24.1%増の 1,199,998 ドルへと改善した。社内インフラ整備、営業部員の配置転換、給与増のため、一般経費は前年の 560,653 ドルから 898,622 ドルへと増加した。

(出典) “Superconductive Components, Inc. Reports Year 2001 Results” (Superconductive Components, Inc. Press Release, April 3, 2002)

www.superconductivecomp.com.

医療

4-D Neuroimaging (2002 年 4 月 30 日)

4-D Neuroimaging は、日本の 2 顧客から 2 台の異なるタイプの MEG システムを受注した。岡崎国立共同研究機構・生理学研究所はベクター・ビューMEG システムを発注。これは同研究所が同社から 1994 年に購入した MEG 1 号機をアップグレードすることが目的。前橋の群馬大学は Neuromag204 システムを発注。このシステムは生理学の研究に使われることになる。

(出典) “4-D Neuroimaging announces the sale of two MEG systems in Japan” 4-D Neuroimaging Press Release (April 30, 2002)

http://www.4dneuroimaging.com/external_english/html/04-30-02.html

通信

Superconductor Technologies Inc.(2002年4月4日)

Superconductor Technologies Inc. (SCON) (STI)は ISCO International, Inc. (ISCO)の最近のクレームに対する反論を行った。ISCO は、STI 社の世界市場向け第 3 世代用 IMT-2000 SuperFilter Tower Top System が米国特許 6,104,934 号と 6,205,340 号を侵害していると主張している。STI 社は、この訴えには何の利益もなく防衛措置を講じるつもりであるとしている。IMT-2000 製品は海外顧客向けに設計され市場投入したものであり ISCO 社の特許は適用されないとしている。

STI 社社長 M. Peter Thomas は、「ISCO は顧客に顔を向けたマーケティング・セールス戦略をとっていない。根拠のない訴えを起こしているだけである。STI 社は市場で競争したいと考えており、顧客に対し製品やソリューションの選択肢を増やすことにより、競争力が高まり、ひいては、HTS フィルター技術が通信分野に早く浸透していくことになる。」と述べた。更に付け加えて、「ISCO の最近の訴えは、STI の製品やマーケット戦略に影響を与えることはないし、事業見通しにも影響はない。現在の訴えに新たなクレームを ISCO が付け加えようとするのなら、STI はこれに対応する措置を講じる。STI は新たなクレームは何のメリットもなく、STI の勝利を確信している。215 特許の法的な位置付けを確信しており本件に関しても勝利する。」

(出典) “Superconductor Technologies Inc. Responds to Latest ISCO International Patent Claim” (Superconductor Technologies Inc. Press Release April 4, 2002)

<http://www.suptech.com>

Superconductor Technologies Inc.(2002年4月18日)

Superconductor Technologies Inc. (SCON) (STI)は、ISCO が 3 月 26 日デラウェア連邦地裁に提出した新たな 2 つのクレームが却下されたと発表した。このクレームは手続き上の理由により却

下されたもので、米国特許 6,263,215 特許（215 特許）に関連した訴訟では取り扱われることはないであろう。

3 月 26 日、ISCO は現在の訴訟案件に新たに 2 つのクレームを追加した。すなわち、STI の世界市場向け第 3 世代用 IMT-2000 SuperFilter Tower Top System が米国特許 6,104,934 号と 6,205,349 号を侵害しているというものである。これら特許はある種の超電導フロントエンドシステムのタワー設置応用に関するものである。しかしながら、判事は新たなクレームは時期を失したものであるとして却下し、ISCO が望むのであれば新たな事案として訴えを起こすように指示した。STI は、この新たなクレームはなんらメリットはなく特許侵害に係るいかなる訴訟においても STI は勝利するとの声明を再度出した。

（出典）“Judge Dismisses Additional ISCO Patent Claims” (Superconductor Technologies Inc. Press Release April 18, 2002)

<http://www.suptech.com>

ISCO International, Inc. (2002 年 4 月 18 日)

ISCO International, Inc. (ISCO)は、Superconductor Technologies, Inc. (STI)と Conductus Inc. (Conductus)に対する訴訟の進捗状況を発表した。

ISCO は 4 月 2 日に STI 及び Conductus が米国特許 6,104,934 号と 6,205,340 号を侵害しているという新たなクレームを追加すると発表した。これらの特許は、2000 年 8 月 15 日及び 2001 年 3 月 20 日に ISCO に認められたもので、超電導フロントエンドシステムのタワー設置に関するものである。4 月 17 日連邦判事は、審査の結果、新たなクレームの提出により 2003 年 1 月 13 日の公判予定に影響がでるとして、新たな訴えとするようにとの決定を下した。

ISCO 社長 George Calhoun は、「裁判所は公判予定を変更する考えはないようである。裁判は 2003 年 1 月 13 日に始まる。もう 9 ヶ月もない。判事は新たなクレームが公判日程の遅れにつながることを心配しており、遅れは認められないという立場である。しかし、別の訴えを起こすことは認めた。」と述べた。また、「STI のフロリダでの CTIA 展示会におけるタワー設置型製品の展示を含め、ISCO が主張している明白な特許侵害は、公判日程が決まる前には判らなかつた。ISCO は、1 件の訴訟案件の中で全てを処理するほうが効率的であると考えていたが、極低温無線基地局用フロントエンドに係る米国特許 6,263,215 号の侵害訴訟の公判日程を維持するという考えには喜んで従う。」と述べた。

（出典）“ISCO International Announces Developments in Patent Infringement Suit Against Superconductor Technologies Inc. and Conductus Inc.” (ISCO International, Inc. Press Release, April 18, 2002)

<http://www.iscointl.com>

ISCO International, Inc. (2002 年 4 月 19 日)

ISCO International, Inc. (ISCO)は、4 月 19 日 Preliminary Proxy Statement を証券取引委員会に提出したと発表した。その中で同社は一般株式の株式合併の可能性も含め、米国証券取引所登録の要件を満たすための適当な措置を講ずることについて株主の同意を求めることにしているとしている。

ISCO 社長 George Calhoun は以下のように語った。「ISCO は 1999 年 6 月以来登録を取り消されている。しかし、現在 ISCO は再登録のための要件を満たせる状況になっている。これまで米国証券取引所と議論を重ねてきたところであるが、ISCO は新規登録に向け 1 株 3 ドルという価格条件を満たす能力があるものと確信している。我々は市場で資本調達している。しかし、非常に多くの発行済み株式のために株価条件を満たすことができないでいる。今や再登録の時である。現在は登録されていないために投資対象とはみなされていないが、登録により機関投資家やアナリストが ISCO を投資先として考慮するようになるであろう。一般的に言って、これら投資家は資本市場における大量の資金をコントロールしている。登録により我々の事業やパフォーマンスを魅力的だと考える投資家の興味を引くことができるであろう。即ち、登録により会社の価値を高めることができるのである。」

(出典)

"ISCO International Announces Filing of Preliminary Proxy" (ISCO International, Inc. Press Release, April 19, 2002)

<http://www.iscointl.com>

Superconductor Technologies Inc.(2002年4月23日)

Superconductor Technologies Inc. (SCON) (STI)は、4 月 23 日 2002 年第 1 四半期に記録的純収入を達成したと発表した。同期の純収入は 460 万ドルであり、前年同期の 280 万ドルに対し 63% 増、2001 年第 4 四半期と比べても 43% 増であった。売上純収入は 370 万ドル、前年同期の 170 万ドルに対し 117% 増、2001 年第 4 四半期と比べても 105% 増であった。一方、政府契約収入は、前年同期 110 万ドルに対し、今期は 909,000 ドルであった。

同社社長 M. Peter Thomas は、「STI は、昨年 12 月の多量の受注という追い風を受け、2002 年力強いスタートをきった。SuperFilter(R)の記録的売上加え、高性能デュプレクサーが顧客から受け入れられており、このため予想より高い収益が得られた。」と述べた。

第 1 四半期には、四半期当たり 600 台の SuperFilter へと生産能力を 3 倍にするという計画をスタートさせた。この施設増強の一環として、STI は約 700 万ドルの投資を予定している。その後、四半期当たり 1000 台への設備増強も適切な投資と直接要因の追加により可能であるとしている。

Thomas 社長は更に続けて、「我々は、この重要な時期に徐々に生産能力を高めていき、生産設備に対する戦略的投資から利益を生み出していく。第 1 四半期には出荷は 100% 以上増加したが、直接要員は 18% の増加にとどまっている。数年前の製造をコア・コンピテンシーとしていくという決定が実を結び、納期、サービス、価格の面で顧客に還元できるようになったと私は確信している。」

(出典) "Superconductor Technologies Inc. Reports Record Net Revenues of \$4.6 Million in First

Quarter 2002" (Superconductor Technologies Inc. Press Release, April 23, 2002)

<http://www.suptech.com>

加速器

Cornell University (2002 年 4 月 19 日)

数十億ドル規模の 20 マイル長電子-陽電子加速器に向けた連邦政府への提案の準備のため、コーネル大学で 50 名を超える物理学者が会合を開いた。この提案が認められれば、これまでで最も大規模な研究施設となる。コーネル大学の素粒子物理研究所は米国科学基金 (NSF) に約 100 万ドルの提案を行うためのコンソーシアムを結成した。コーネル大学は、提案する加速器の加速装置及び検出装置に対する研究計画とりまとめの任にも当たる。基本的に、施設は 2 台の高エネルギー加速装置が対向するように配置されることになると見られる。電子及び陽電子ビームは単一の微小ターゲットに向け加速され、衝突によって飛び出してきた粒子が調べられる。この加速器によりヒッグス・ボゾンや超対称性、反物質が調べられ、これにより宇宙の起源、空間の構造、物質の本質に係わる情報を得る。現在、4 つのデザインが候補として上がり、検討が行われているが、最終のデザイン、資金、場所などについては合意が得られていない。

(出典) "National consortium proposes 20-mile-long collider"

Cornell University News Service Press Release (April 19, 2002)

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2002-04/cuns-ncp041902.php

基礎

Brookhaven National Laboratory (2002 年 4 月 5 日)

Brookhaven National Laboratory の研究者達はこれまでシンクロトロン光源 (National Synchrotron Light Source) を使って高温超電導体の超電導メカニズムを調べてきた。シンクロトロンは、高温超電導体から放出される X 線を調べるために用いられる。これまでの知見から、超電導は電子と隣接原子からの磁場との間の相互作用の結果生じているものではないかと推定される。

(出典) "Brookhaven Spotlights: News from the National Synchrotron Light Source"

Brookhaven Spotlights (April 5, 2002)

http://www.bnl.gov/bnlweb/pubaf/pr/news_releases.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

今月のトピックス

制定規格のメンテナンス開始

IEC/TC90 超電導では、次に示すように超電導関連規格としてすでに 8 件の国際 IEC 規格と 5 件の国家 JIS 規格を発行しています。また、国際規格 6 件と国家規格 9 件が審議中又は原案作成中です。

すでに発行された規格は、その後明らかになった誤りの訂正、技術進展に伴う規格要求事項の見直し・補充・改訂並びに規格の改廃がなされる必要があります。IEC では、この事業をメンテナンス(Maintenance)と呼んでおり、各々の規格に定められたメンテナンスサイクルにしたがってメンテナンスチームで実施するよう規定されています。

IEC/TC90 超電導の場合、メンテナンス対象規格は(2)「IEC61788-1:1998 NbTi 複合超電導線の直流 I_c 試験方法」で、すでに 2001 年 9 月にメンテナンスサイクル日程が確認され、2008 年までにメンテナンスを終了することになっています。このような背景の基に、平成 14 年度からメンテナンスチーム (MT2) が組織され、具体的なメンテナンスが始動します。また、これに続くメンテナンス対象規格は、(3)から(7)であり、2003 年 2 月オーストリアのウィーンで開催予定の IEC/TC90 国際会議においてメンテナンスサイクル日程が確認される予定です。

- (1) IEC60050-IEV815:2000 超電導関連用語；JIS H 7005:1999
 - (2) IEC61788-1:1998 NbTi 複合超電導線の直流 I_c 試験方法；JIS H 7301:1997
 - (3) IEC61788-2:1999 Nb₃Sn 複合超電導線の直流 I_c 試験方法；JIS H 7302:2000
 - (4) IEC61788-3:2000 Bi 系酸化物超電導線の直流 I_c 試験方法；JIS H 7305:審議中
 - (5) IEC61788-4:2001 NbTi 複合超電導線の残留抵抗比試験方法；JIS 原案作成中
 - (6) IEC61788-5:2000 NbTi 複合超電導線の銅比試験方法；JIS H 7304:2001
 - (7) IEC61788-6:2000 NbTi 複合超電導線の室温引張試験方法；JIS H 7303:2001
 - (8) IEC61788-7:2002 マイクロ波帯超電導体表面抵抗試験方法；JIS 原案作成中
 - (9) IEC61788-8 NbTi 複合超電導線のピックアップコイル法による交流損失試験方法；審議中
 - (10) IEC61788-9 バルク超電導体の捕捉磁束密度試験方法；審議中
 - (11) IEC61788-10 超電導線の臨界温度試験方法；審議中
 - (12) IEC61788-11 Nb₃Sn 複合超電導線の残留抵抗比試験方法；審議中
 - (13) IEC61788-12 Nb₃Sn 複合超電導線の銅比試験方法；審議中
 - (14) IEC61788-13 NbTi 複合超電導線の磁力計法による交流損失試験方法；審議中
- (ISTEC 標準部長 田中靖三)

[超電導 Web21 トップページ](#)

特許情報

◆平成 13 年成立特許一覧-その 1-

平成 13 年に成立した ISTEK 出願の特許をお知らせします。詳しい内容は特許庁の特許電子図書館等のデータベースをご利用下さい。また、実施等のご相談もお寄せ下さい。

- 1) 特許第 3144675 号「酸化物超電導体及びその製法」：捕捉磁場の劣化を大幅に減少させる樹脂含浸を施した溶融法による酸化物超電導体。
- 2) 特許第 3149996 号「ジョセフソン接合の作製法」：基板の結晶性を極微小なイオンビームで破壊した領域上に酸化物超電導膜を成膜しジョセフソン接合を形成。
- 3) 特許第 3155333 号「臨界電流密度の高い酸化物超電導体の製造方法」：REBaCuO 系酸化物超電導体の溶融凝固法に関するもので白金、ロジウム、セリウムの添加を含む。
- 4) 特許第 3155334 号「磁気浮上力の大きい酸化物超電導体およびその製造方法」：RE123 系酸化物超電導体で白金又はロジウムを添加し、さらに RE211 相を微細分散した超電導体とその製法。
- 5) 特許第 3157667 号「酸化物超電導体およびその製造方法」：100K を超える臨界温度を有するアルカリ土類金属 (Ba, Sr, Ca)、銅及び酸素から成る酸化物超電導体。
- 6) 特許第 3157895 号「酸化物超電導膜の形成方法及び酸化物超電導部材」：YBCO 系酸化物超電導薄膜を化学的気相成長法で成膜後、レーザー光を照射して平滑性に優れた c 軸が基板に平行な超電導膜を形成。
- 7) 特許第 3160420 号「Y123 型結晶膜・多層膜積層体の作製方法」：液相法による結晶性酸化物基板上への Y123 型結晶膜の製法。
- 8) 特許第 3165615 号「表面元素分析方法及び装置」：表面元素分析法特に反射高速電子回析 (RHEED) 法により、表面原子層を有効に分析する方法。
- 9) 特許第 3165770 号「酸化物超電導体の製造方法」：HgBa₂Ca₂Cu₃ 系酸化物超電導体の製法で、Pb, Bi, Tl, Au, Pt 等の添加を含む。
- 10) 特許第 3188358 号「酸化物超電導体薄膜の製造方法」c 軸配向した 123 系超電導薄膜上に a 軸配向した 123 系超電導薄膜の作製方法。

(SRL/ISTEC 開発研究部長 中里克雄)

[超電導 Web21 トップページ](#)

【隔月連載記事】

バルク超電導磁石の誕生（その 3）

SRL/ISTEC 第 1・3 研究部長 村上雅人

1. はじめに

超電導磁石をつくるためには、高磁場中でも大きな超電導電流を流さなければならない。ところが、純粋な超電導体では混合状態で電流を流すと量子化磁束が動き回り、電気抵抗がゼロにはならないのである。そこで、磁束の運動を阻止するピン止めセンターと呼ばれる、非超電導相を微細に分散した組織をつくる必要がある。こうすれば、磁束の運動が阻止され、大きな電流をゼロ抵抗で流すことができる。

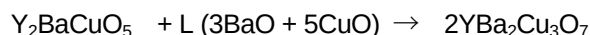
ところで、量子化磁束の大きさは高温超電導体では数 nm である。よって、磁束をうまくピン止めするためには、この程度の大きさの常電導相を超電導マトリックス内に分散する必要がある（と考えられていた）。まさに、いまはやりのナノテクノロジーであるが、こんな組織制御など、よほどの幸運に恵まれなにかぎり、できようはずがない。とすれば、高温超電導体においてピン止め効果を得ることなどあきらめざるを得ない。

ここで、ピン止め効果について再び考えてみよう。この効果は、超電導と常電導のエネルギー差を利用して得られるものである。よって、何も常電導のサイズが磁束と同じ大きさでなくともよいのである。

この事実を確認するためには、いくら数式を使って説明しても効果はない。やはり、実験結果で証明するのがいちばんである。ここで登場するのが、超電導バルク磁石の原料となる溶融法で作製した Y-Ba-Cu-O である。

2. Y-Ba-Cu-O におけるピン止めセンター

前号で紹介したように、Y-Ba-Cu-O 系では



という包晶反応によって、半溶融状態から超電導相である $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (Y123) が生成する。L は液相 (liquid phase) を示しており、かっこ内はその組成である。この化学組成ならば、原理的には Y123 の超電導相しか生成しない。

この時、常電導相である Y_2BaCuO_5 (Y211) 濃度が高い側に、あらかじめ初期組成をずらすと、Y123 超電導相の中に常電導相である Y211 相が分散した組織をつくることができるのである。望んでいた組織が、この系ではうまくつくることができる。これこそ天恵であろう。

しかし、Y211 粒子の大きさは数 10 μm 程度である。これでは大きすぎる。この粒子を微細化してはじめてピン止め効果が得られるが、そのプロセス開発こそが重要な鍵を握っているのである。幸いにも、その微細化の方法は、偶然に見つかったのである。

高温超電導体をつくる元素、特に Ba は反応性が高い。どんなつぼ材料を使っても反応してしまう。その中で、材料にあまり悪影響を与えないつぼが白金 (Pt) であった。そこで、開発初期の頃は、少々高価ではあるものの、Pt りつぼを使って溶融成長させていたのである。このため、融液の中に Pt がわずかに溶出してしまっていたのである。

実は、この Pt に Y211 相を微細にする働きがあったのである。この結果、図 1 に示すように、Y211 の平均粒直径を 0.1 – 1 μm 程度まで微細化することに成功したのである。Pt が効果的であるという事実は、他のるつぼ材料を使うと、Y211 粒子の大きいものしかできないという実験結果から次第に明らかになってきたのである。

それでは、Pt はどうして Y211 の微細化に効果があるのであろうか。この理由

については、Pt が Y211 の核生成サイトになるという説と、Y211/Y123 界面の界面エネルギーを下げるという説があるが、これらが相乗的な効果をもたらしているものと、現在では考えられている。その後 CeO_2 など他の添加物によっても Y211 の微細化が図られることが明らかとなっている。また、最近では、添加する Y211 粒子の初期粒径を小さくすることでも、最終組織の Y211 粒径を微細化できることも明らかになっている。

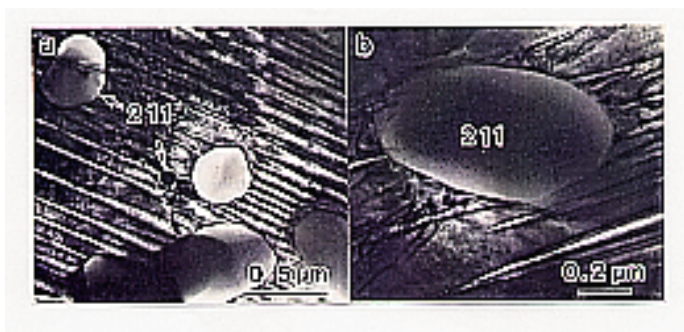


図1 溶融法で作製した Y-Ba-Cu-O (Y123 + 40% Y211) の透過電子顕微鏡写真。すじ状の模様(双晶)が入っているのが Y123 超電導マトリックスであり、その内部に分散している黒い粒子が Y211 である。

3. 超電導磁石への道

このような努力の結果、液体窒素温度で実用化の目安といわれている 10^4 A/cm^2 程度の臨界電流密度を達成することができたのである。しかし、前にも話したが、いくらピン止め効果が得られたと言っても、目に見えるかたちで示さないと信じてもらえない。そこで、行ったのが図 2 に示した浮上実験である。

この浮上実験では、まずバルク Y-Ba-Cu-O 超電導体を液体窒素で冷やす。つぎに、超電導状態になったバルク体に永久磁石を近づける。すると、電磁誘導によって超電導体に電流が誘起される。この誘導電流は、レンツの法則にしたがって、永久磁石の磁場に反発する向きの磁場を発生させるので、浮

上するのである。もし、大電流が抵抗ゼロで流れなければ、すぐに浮上は終わってしまう。当時は、5 時間以上も浮上し続けることを確認した。これは、ピン止め効果のおかげで抵抗ゼロの電流がバルク体に流



図2 Y211 の微細化によってピン止め効果を引き出したバルク Y-Ba-Cu-O 体による浮上実験。

れていることを示している。

さて、このようにピン止め効果が強いのであれば、電磁誘導を利用してバルク体を磁石にすることができるのではないだろうか。しかも、超電導状態であれば、大電流を流すことができるので、超強力磁石をつくることができるはずである。そこで、浮上実験につかったバルク体を磁化してみることにした。この場合、バルク体を液体窒素で冷やす前に磁場を加えておく。この状態でバルク体を冷却するのである。この操作を専門的には磁場中冷却と呼んでいる。そして、バルク体が十分冷えた後で、外部の磁場を取り除く。こうすれば、ピン止め効果によってバルク体に磁場が捕捉された超電導体になるはずである。

ところが、この実験を行うと、磁場の分布が均一ではなく、ところどころにピークの見える分布となり、ピークの高さは 2000 – 4000 G (0.2 – 0.4 T) 程度であった。表面磁場が 5000G の永久磁石を使った予備実験であったので、その後超電導マグネットを使って 2T の磁場を加えて同様の実験を行ったところ、結果はほとんど同じものであった。これでは、磁石としては使い物にならない。

それでは、なぜ捕捉磁場は小さかったのであろうか。この理由としては、バルクが多結晶体で、しかも結晶方位がそろっていないことが挙げられる。つまり、磁石として機能させるためには、結晶方位のそろったバルク体、できれば単結晶状の試料合成が必要となるのである。

すこし聞いただけでは無理な気がするが、このようなバルク材料合成を可能にするプロセスが開発されたのである。これが超電導バルク磁石誕生への大きな一歩となったが、それについては次回紹介する。

[超電導 Web21 トップページ](#)

読者の広場「Q&A」

Q: 「磁性蓄冷材ってどのようなものですか」

A: まず、「蓄冷材」ですが、その名の通り、「冷（熱）を蓄える材料」、です。では、「蓄冷材」に求められる特性とはなんのでしょうか。それは長時間、なかなか温まり難い性質を持つことでしょう。学術用語を使えば「比熱が高い」です。

別の言い方もできます。「比熱が高い」材料は、材料よりも温度が高いものと触れた（熱交換した）場合に、材料自身の温度上昇が少ないため、逆に高温の相手の温度を下げる能力が高いと言えます。

冷凍機の中には、「蓄冷式冷凍機」という種類があります。この冷凍機は、比熱の高い「蓄冷材」を有効に使っています。「蓄冷材」は冷凍機の中を行き来している冷媒ガスを冷やしたり温めたりする仲立ちとして使われています。銅や鉛が蓄冷材としてよく使われています。

しかし銅や鉛のような通常の物質は、低温になればなるほど比熱は低くなります。このため従来の蓄冷式冷凍機には到達温度の限界があり、超電導機器の冷却に必要な温度 4K（＝ -269°C ）までの冷却はできませんでした。

一方で、磁性体の中には低い温度での磁気相転移に伴い、比熱が増大する材料があります。この材料を蓄冷材として使用すれば、より低い温度が得られます。磁性体を蓄冷材として使用する応用研究は主に日本で行なわれ、1980 年代後半には、代表的な蓄冷式冷凍機のひとつであり、汎用性の高い GM（Gifford- McMahon）冷凍機により、4K の冷却に成功しました。

代表的な磁性蓄冷材としてエルビウム 3・ニッケル（ Er_3Ni ）、ホロミウム・銅 2（ HoCu_2 ）などが挙げられます。この磁性蓄冷材の出現により、液体ヘリウムを使用することなしにスイッチ一つで 4K の極低温を作ることができるようになりました。これが今日の超電導機器普及の一つの原動力になっています。

（ISTEC 国際部長 津田井昭彦）

[超電導 Web21 トップページ](#)