

## 第14回国際超電導シンポジウムのプログラムから

平成13年9月25日(火)26日(水)、27日(木)の3日間、神戸市中央区港島南町の神戸国際会議場(ポーターランド内)にて第14回国際超電導シンポジウム(ISS2001)が開催されます。ISTEC主催のこのシンポジウムは、日本国内と海外約20ヶ国から、第一級の専門家(600名から700名)の参加を得て、最新の超電導技術に関する情報交換ができることで、世界中の注目を集めております。

第1日目に行われる開会式では、経済産業省、兵庫県、神戸市をはじめとする斯界の御祝辞を戴き、引き続いて特別基調講演と基調講演が行われます。

特別基調講演は、茅陽一氏(RITE)から、地球温暖化防止の長期戦略に関する御講演が予定されております。また、P. グラント氏(EPRI)からは、米国における超電導ハイパーコンダクタビリティでの、政府と民間による電力応用商用化を推進する複数の共同開発プロジェクトの現状に関する御講演が予定されています。

基調講演には、現在最も新しい超電導材料で、激しい開発競争の渦中にある、杓化マグネシウム(MgB<sub>2</sub>)に関して、発見者の秋光純先生(青山学院大学)と、D. K. ファイヤー先生(アイオワ州立大)から、最新の成果が紹介されます。また、S. ベルビッツ氏(コダク社)には高温超電導材料の無線通信技術への応用現状と将来について、関秋夫氏(JR東海)には磁気浮上技術の最近の著しい進歩の状況について、X. オラドール氏(ICMAB-CSIC)にはMgB<sub>2</sub>超電導体の限流器応用、腰塚直己氏(SRL/ISTEC)にはワイヤール電力貯蔵用超電導軸受の技術研究開発の現状と将来に関する御講演が予定されています。

第2日目、3日目は物理・化学、線材/システム応用、薄膜・接合デバイス、バルク/システム応用、磁束物理の5分野に分かれて招待講演も含めた最新の成果について報告と討論が進められる計画です。なかでも、物理・化学分野では、日本で発見されている杓化マグネシウムを中心にした超電導新材料に関するシンポジウムおよび、超電導の特異な電子状態の基礎的理解を深めるためのシンポジウムが予定されております。(\*1)

## ISS2001 併設展示会: 超電導テクノロジーフェア

開催期間: 9月26日~9月28日  
場所: 神戸国際展示場(国際ポーターランド内)

本年度のISTEC主催の「ISS 2001 展示会」は、9月26日~9月28日に神戸国際展示場で開催される「国際ポーターランド産業メッセ2001」の中に展示ブースを設け、「超電導テクノロジーフェア」として開催されます。

**展示内容と見どころ:** 超電導材料とその線材およびそれらの応用に関する展示として、高温超電導材料・線材、超電導ケーブル、超電導ワイヤール電力貯蔵システム、ワイヤール用高温超電導磁気軸受、超電導永久磁石装置などが展示されます。超電導磁石の産業機器応用として、放射光用電子蓄積リングや超電導ウイグラの紹介。また、環境技術に関連して高温超電導を用いた浄水用磁気分離装置、計測機器への応用として、高温超電導 SQUID 磁気センサー、SQUID 顕微鏡、高温超電導マグネシウム超高速波形観測システムなどが新計測評価システム分野を切り開きつつあります。電子デバイス・情報機器の分野では、移動体通信中継局用に実用化が進んでいるHTSフィルターやそのシステム、ソフトウェア無線用AD変換器の開発現状が展示されます。さらに、超電導関連技術展示として冷凍機、レーザーアブレーション成膜装置、超電導膜臨界電流測定装置などの生産・評価装置やシステムの展示も行われ、超電導材料から、部品やシステムおよびその産業応用まで含めた総合展示です。

(超電導テクノロジーフェアのURL:  
<http://www.kobefair.com>)

### 出展機関名(順不同)

- 株式会社クワイアール
  - 同和鉱業株式会社
  - E. I. DuPont de Nemours & Company
  - 株式会社 仏材料開発研究所
  - 川崎重工株式会社
  - 有限会社 ケイアンド・アル クリエーション
  - 株式会社 三井物産
  - 三菱重工業株式会社 (& 中部電力株式会社)
  - 日本電気株式会社
  - 新日本製鐵株式会社
  - 大阪大学
  - セイコーインスツル株式会社
  - 昭和電線電纜株式会社 (& 中部電力株式会社)
  - 住友電気工業株式会社
  - 住友電気工業株式会社
  - 株式会社 TYK
  - 超電導工学研究所 (ISTEC) (\*2)
- (\*1\*2共にISTEC調査企画部 正畑伸明)

## 超電導関連9-10月の催し物案内

8/31-9/3

SQUID2001

<http://www.squid2001.org/>

場所: Stenungsbaden, Sweden

9/7-8

第2回材料研究会 / 東北・北海道支部  
合同研究会及び東北電力竜飛ハイブリッド  
研究会 場所: 浅虫観光ホテル、青森市  
(主催: 低温工学会)

9/19-21

8th IEC/TC90 Superconductivity  
Meeting 場所: Seoul, Korea  
(主催: IEC/TC90)

9/24-28

17th International Conference  
on Magnet Technology  
<http://www.cern.ch/MT-17/>  
場所: Geneva, Switzerland  
(主催: CERN)

9/24

Workshop on Mechano  
Electromagnetic Property of  
Composite Superconductors  
場所: 神戸国際会議場 (ISSサテライト会議)

9/25-27

14th International Symposium on  
Superconductivity (ISS2001)  
<http://www.istec.or.jp/ISS/indexJ.html>  
場所: 神戸国際会議場、神戸市  
(主催: ISTEC) \* 8頁に続く

## 目次

第14回国際超電導シンポジウムのプログラムから	1
ISS2001 併設展示会: 超電導テクノロジーフェア	1
超電導関連9-10月の催し物案内	1
エネルギー産業と超電導	2
Super-ACE (交流超電導電力機器基盤技術 研究開発)の目指すもの	2
超電導電力ケーブルの開発状況	3
超電導変圧器・超電導限流器の開発 トピックス	3
開発が進む酸化物超電導線	4
超電導速報 - 世界の動き	4
PASREG および CEC/ICMC だより - 超電 導体関連の発表のまとめ -	6
隔月連載記事(高温超電導 SQUID その3)	7
特許情報	7
新聞ヘッドライン	8
読者の広場(Q&A)	8

# エネルギー産業と超電導

わが国のエネルギー問題は、政策、技術、産業、生活などの様々な立場で議論が展開されている。結論的には、これらの議論がエネルギーの需要と供給の両面からの議論を重ね、長期的、包括的かつグローバルなソリューションへと収束することが求められている。エネルギー問題に対して超電導が果たすべき役割は、超電導技術並びに超電導産業を通じて、エネルギー政策への確かな支援を行い、経済社会の発展と地球環境保全の確保に貢献することにある。

さて、エネルギー問題の話題に事欠かない時代にあって、特に重要視されていることは産業部門におけるエネルギー需要は停滞しているものの、IT社会を背景とした民生部門並びに自動車社会を背景とした運輸部門からのエネルギー需要が予想をはるかに越えて増大していることであろう。本“超電導Web21”2001年6月号のトップ記事並びに当財団副理事長田中昭二によるBUNGEI SHUNJU2001.8.p338の記事にあるように、2010年におけるパソコンなどのIT機器関連の電力消費量が現在の約8倍に相当する全電力消費量の33.8%に達すると予測している。このことは、現状のエネルギー政策、エネルギー供給産業、エネルギー技術などエネルギー問題を根本的に見直すことの必要性を示唆している。

エネルギー問題の根本的な解決策には、1)光技術、半導体技術及び超電導技術が協力的な省エネルギー技術の結集と2)太陽光発電、風力発電などの自然エネルギー技術と核融合などの超電導エネルギー技術を含めた新エネルギー技術の開発がある。いずれの解決策にも超電導技術に大きい期待が寄せられており、超電導技術の開発がエネルギー問題のキー技術になるものと思われる。

超電導技術導入による省エネルギー効果を定量的に分析した当財団の調査結果によると、現状技術水準を2010年時点に延長した電力需要の35%程度の省エネルギー効果が見込めるとしている。適用機器別には、電力ケーブル、変圧器などの電力関連機器においては6%から7%、サーバー、パソコンなど情報処理機器においては50%の省エネルギー効果が期待できる。

また、電源別発電電力量負荷のバランス化と地球環境負荷の低減の観点から現状1%程度と言われている新エネルギー技術の重要性が強調されている。新エネルギー技術の一つである核融合の開発には長期間を必要とするが、太陽光発電、風力発電など現在開発中の技術に継ぐ次世代の技術として位置付けることができ、着実かつ継続的な研究開発が望まれる。たとえば、超電導

マイクロ波通信技術を必要とする宇宙太陽発電プロジェクトや高磁界超電導マグネット技術が不可欠となる国際熱核融合実験炉(ITER)プロジェクトへの期待が大きい。

(編集局 田中靖三)

## Super - ACE (交流超電導電力機器基盤技術研究開発)の目指すもの

超電導発電関連機器・材料技術研究組合 理事・技術部長 植田清隆

Bi系、Y系高温超電導材料が1980年後半に発見されて以来、15年が過ぎ、一部の材料では実用化されケーブル、限流器、変圧器、回転機などの電力機器の開発研究に供されている。1970年からのNbTiなどを用いた低温超電導電力応用に比べ、ケーブル、限流器、変圧器などの高温超電導電力機器は世界各国で広範囲に研究開発され大きな成果がでている。

経済産業省産業技術環境局は2000年より5ヵ年計画の「交流超電導電力機器基盤技術研究開発」(Super-ACE)プロジェクトを発足した。超電導発電関連機器・材料技術研究組合(Super-GM)は、本プロジェクトをNEDOより受託し、送変電分野への交流超電導技術の早期導入を目指した研究開発を開始した。

本プロジェクトでは、交流送変電機器を超電導化して低損失化と小型軽量化をはかり、現用機では困難な省エネ化を実現する。その中核は超電導ケーブル、SN転移型限流器、交流マグネットの開発である。

超電導ケーブルは、将来の情報化や環境対策による都市部の局所的な電力需要急増に対して、既設の管路を利用

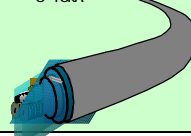
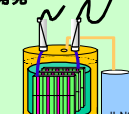

して容易に送電容量を増加できる。また都市近郊電力系統で500/275/154/66kVの4階層の電圧階級を500/66kVの2階層に簡素化して多くの変電所を省略する。限流器は、独立電源などが数多く導入され送電線の故障電流が増加しても、故障電流を抑制して現用遮断器を取替えずにすむ。さらに故障時の過渡電流の最大値が低減できる。これは、既設機の生涯ダメージを少なくして機器寿命を延伸し、新設機の過負荷設計条件を緩和して製作コストを低減できる。超電導マグネットは2階層電圧階層に必要な大電流低電圧型変圧器やリアクトル型限流器を実現することにある。

これら交流電力機器の実用化には、数万A/cm<sup>2</sup>の高電流密度の線材で数KAの交流電流を通電できる超電導体と超電導状態を維持する効率の高い冷却技術実現が必要となる。とくに交流通電により超電導体に生じる交流損失と外部からの侵入熱を少なくして冷却損失を最小限に抑えることが重要になる。

液体窒素冷却では、現用のスターリンエンジン方式やGM方式の改良や、新しい磁気冷却、パルスチューブ冷却の研究が進められている。現状では、超電導空間の損失熱1Wに対して、77Kの液体窒素温度を維持するに20~30Wの冷却動力が必要で、これが冷却損失となる。省エネ効果には、侵入熱の少ない断熱構造と交流損失の少ない超電導体の開発が必要不可欠である。

Super-GMでは産官学の英知を結集してこれらの研究課題を解決し、世界に先駆けて交流超電導電力機器を実用化して新しいエネルギー産業を興すことを目指している。技術立国日本の将来の憂いを払拭すべく、この交流超電導プロジェクトが若い技術者達の活力の源になることを期待する。

表1 交流超電導電力機器基盤技術研究計画の目標

フェーズ1:実系統へ導入可能な電力機器の基盤技術研究開発を実施(H12年度からH16年度)			
目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>3kA級導体作製技術の開発</li> <li>500m級長尺冷却技術の開発</li> <li>革新線材での導体試作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超電導膜作製技術の開発 大きさ 30mm×100mm 臨界電流密度100万A/cm<sup>2</sup>以上</li> <li>高電圧化(6.6kV)技術の開発</li> <li>大電流化(1kA)技術の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交流超電導マグネット技術の開発 電圧66kV、電流800A</li> <li>超電導リアクトル技術の開発 電圧66kV、最大電流500A</li> </ul>
	フェーズ2:フェーズ1の評価を受け、系統導入を前提とした機器開発を実施		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>500m級ケーブルの開発 最大通電容量5-10kA 3心一括型</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.6kV/2kA級限流器の開発</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>66kV/30MVA級変圧器の開発</li> <li>66kV/3kA級リアクトルの開発</li> </ul> 

# 超電導電力ケーブルの開発状況

超電導発電関連機器・  
材料技術研究組合 交流機器技術部  
和智良裕

1998年から2年間行われた「交流超電導電力機器基盤先導研究」(委員長: 正田東京理科大学教授)において、超電導電力機器が電力系統に実用化される時期を、2015年頃からと予測している。これに備えるため、現用設備と競合または付加価値を与える「ケーブル、限流器、電力用マグネットなどの開発を開始する計画(「交流超電導電力機器基盤技術の研究開発」)が新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)において2000年度からスタートした。Super-GMはこの研究開発をNEDOより受託し、電力系統解析や試験法を加えた4テーマで5年間(～2004年度)の研究に着手した。

現在、高温超電導材料を用いた超電導電力機器の開発は米国、欧州、日本をはじめ各国で国の予算や電力事業の支援を受けて精力的に行われている。代表的な研究について表1に示す。特にケーブル開発では、米国SPIプロジェクトの一環でサウスワイヤー社が単相30mのBi線材を使用した送電ケーブルにて同社工場内の電力供給利用を開始し、既に8000時間を越える継続試験(1.25kA/12.5kV)に成功している。一方、国内においては東京電力、住友重工、電力中央研究所の共同研究で、世界ではじめて3相一括のシールドを有した100m長のケーブルにて1年間の長期課通電試験(1kA/66kV)をスタートさせた。このように、昨今の新しい超電導材料の発見(MgB<sub>2</sub>)により、高温超電導材を用いた実用化研究に拍車がかかったかのように、にわかに忙しくなってきた。

「交流超電導電力機器基盤技術の研究開発」におけるケーブル開発の主要要素開発は、既設の地中管路をそのまま利用するために、単長でも500mをこえる長尺のケーブル冷却技術を確立することである。このため、初期冷却特性、交流通電時の交流損失発熱の除熱特性、侵入熱特性、冷却時の機械的特性(熱収縮等)、流動特性を中心とした基礎データの収集をはじめ、敷設時の諸問題(管路への引き入れ、高低差、端末取り扱い等)対策、冷却システム開発を重点課題として取り組んでいる。

表1の出典: 植田清隆「超電導電力応用の現状と展望」, ENERGY 2000-11

## 超電導変圧器・超電導限流器の開発トピックス

九州大学  
超伝導科学研究センター  
教授 船木和夫

超電導変圧器は、超電導巻線の低損失性や液体窒素による良好な冷却・電気絶縁特性を利用して、高効率化、小型軽量化、不燃化、限流機能付加、ライフサイクルコスト低減などのメリットが期待されている。BSCCOテープ線材の長尺化、高電流密度化が進んできたことから、現用器のリプレースや他の超電導設備との併用などを念頭に置いたタイムリーな実用化を目指した開発研究が日本、欧州、米国などで行われている。このうち、スイスABB社のグループは、Bi-2223テープを用いた3相630kVA器(18.72kV/420V)を開発し変圧器単体試験(交流耐電圧、耐インパルス、短絡試験等)の後1年間(1997-1998)の系統連系試験を実施している。

九州大学のグループは、短絡過大電流(定格の5倍、2秒間)や雷インパルス(100 kV)に対する耐力をもつ単相1MVA器(22kV/36.9kV, 1999)を開発し、冷凍機を用いた過冷却液体窒素による冷却装置を付加した系統連系試験を行っている。(写真は、九州電力系統連系試験中の1MVA HTS変圧器)



米国でも、SPIプログラムの中でBi-2212テープによる1MVA器の開発などが進んでいる。いずれの場合も数10MVA級の配電用変圧器への応用をターゲットに研究開発が計画されている。

限流器は、電力系統で短絡事故が起きたときに発生する過大電流を抑える機能をもつもので、系統のしゃ断器の定格容量を軽減すると共に、系統の構成や運用の弾力化など電力供給の信頼度を向上させる効果が期待されている。鉄心を介した2次コイルとして超電導円筒を配置した磁気しゃへい型、ダイオードブリッジ回路に整流コイルと直流電源を組み込んで構成される整流器型、常電導転移時の高抵抗を利用するSN転移抵抗型などの様々な方式の試験装置が国内外で開発されている。スイスABB社の磁気しゃへい型(Bi-2212バルク円筒, 10.5kV/70A, 1996)、米国SPIプログラムで開発された整流器型(2.4kV/80A, 1995)などのフィールドテストがすでに実施されている。SN転移抵抗型については、ドイツSiemens社によるYBCO薄膜を用いた限流素子の開発などが進んでいる。我国では、東京電力と東芝による金属系超電導線を利用したSN転移抵抗型(6.6kV/2kA, 1993)や電中研によるBi-2212厚膜円筒の整流器型(6.6kV/400A, 1996)の開発などを経て、YBCO薄膜限流素子を用いるSN転移抵抗型およびBSCCO大型パルスコイルによる整流器型限流器の実現に向けた要素技術開発プロジェクト(Super-GMなど)が進行している。

表1 代表的な交流超電導電力応用研究

	国名	実施社	主な仕様		
電力ケーブル	日本	東京電力・住友重工	100m	66kV	1kA (三相一括)
	米国	Detroit Edison	120m	24kV	2.4kA (三相1000MVA)
		EPRI/Pirelli	50m	115kV	2kA (常温絶縁)
		Southwire Co.	30m	12.5kV	1.25kA (三相27MVA)
	ドイツ	Siemens AG	100m	110kV	(三相400MVA)
	イタリア	Pirelli Interna	100m	110kV	2kA
	フランス	EdF/Pirelli	50m	90kV	2.6kA
限流器	デンマーク	NKT Research	30m	36kV	2kA (三相)
	日本	Super-GM	100A	400V	
	米国	General Atomic	1.2kA	12.5kV	(18MVA)
	イギリス	EA Technology	400A	11kV	
	ドイツ	Siemens AG	135A	765kV	
	スイス	ABB Research	70A	10.5kV	
変圧器	イスラエル	Bengrion Univ.	50A	1kV	
	日本	九州大学・富士電機	1MVA	22/6.9kV	45/145A
	米国	WES	1MVA	13.8/6.9kV	72.5/145A
	スイス・米国	ABB・DOE	630kVA	1.87/0.42kV	12/866A

## 開発が進む酸化物超電導線

ビスマス系銀シース線とイットリウム系コーティング線は、代表的な実用酸化物超電導線材の開発対象として、この数年間で目覚ましい開発成果を収めている。

中でもこの5年間のビスマス系銀シース線材の開発は、臨界電流密度、臨界電流、機械的特性、線材長さ、特性のパラッキ、製造能力、コストなどにおいて目覚ましい進展を見せている。たとえば、77K、0磁界における長尺線材の臨界電流密度は8kA/cm<sup>2</sup>から33kA/cm<sup>2</sup>へ4倍に、同臨界電流は25Aから130Aへ5.2倍に、機械的強度は40MPaから300MPaへ7.5倍に、77K、0Tに適用できる線材のコストは1000\$/kAmから200\$/kAmへ1/5倍にそれぞれ向上・改善した。

また、電力ケーブル、モーター、変圧器、シリコン単結晶引き上げ装置などプロトタイプ機器開発からの要望の増大に伴い、線材の製造長さの向上や製造能力の増強が活発に行われている。たとえば、デトロイト・エジソン、東京電力・住友電工などの電力ケーブルプロジェクトではそれぞれのケーブル長120m、100mに対して約29km長、約35km長の線材を、また、シリコン単結晶引き上げ装置用コイルでは約80km長の線材を製造した実績報告がある。これらの実績にもとづき、米国ASC社では3年から5年後のビスマス系銀シース線材のコストは、臨界電流密度の向上、製造設備の増強による量産効果、拡販努力などによって、77K、0T対応で50\$/kAm、20K対応で10\$/kAmが達成可能としている。

一方、ビスマス系銀シース線材に継ぐ次世代線材として期待されているイットリウム系コーティング線材の開発も急ピッチで進められている。特に、2000年以降中間層テープの製造速度の20倍向上、10m長のMA/cm<sup>2</sup>級線材製作(フジクラ、中部電力)、超電導層の非真空プロセスであるTFA-MOD法など目覚ましい進展が当財団SRL/ISTEC等から報告されている。このイットリウム系コーティング線材における興味は、線材供給がいつ頃か、いくらのコストで供給されるかという2点に絞られている。

まず、供給時期に関して、米国IGC社系列では6年から7年後にイットリウム系コーティング線材の供給計画を明らかにしている。コストに関して、第1段階として20K対応ではすでに達成しているビスマス系銀シース線材の50\$/kAm以下を達成することであろう。第2段階としてビスマス系銀シース線材の限界とも言われている10\$/kAmを凌駕し、4.2K対応の金属系Nb<sub>3</sub>Sn線材のコストと同水準に到達する努力がなされるものと思われる。

本編で報告したコストに関する水準予測のシナリオは、すでに米国EPRIのP.M.Grant氏がDOE目標として1996年のASC会議で紹介したものである。この数年間の酸化物線材に関する技術開発の急速な進展を背景として、このシナリオの実現に伴う国際市場における競争が一層活発化するものと思われる。今後、実用酸化物線材の一層の技術開発並びにその応用開発がますます進展することに期待したい。

(編集局 田中靖三)

## 超電導速報 世界の動き (2001年6、7月)

### 電力応用

#### Los Alamos National Laboratory (2001年6月4日)

Los Alamos National Laboratoryは、HTSテープ製造技術に関する特許実施権をIGC子会社のIGC-SuperPowerに許諾した。許諾特許には、IBAD<sup>®</sup> Ⅱでのニッケル合金基板上の立方晶ジルコニアバッファ層に関するものが含まれている。YBCO層はパルスレーザーにより積層される。製品は、超電導ケーブルやコイル向け。IGC-SuperPowerは、この技術を用いて、短メーター長商用テープを生産する予定。(出典)

“High-temperature superconducting tape licensed (Los Alamos National Lab 010604)”

(Los Alamos National Lab press release; June 4, 2001)

<http://www.lanl.gov/worldview/news/releases/archive/01-063.shtml>

詳細は出典を参照。

#### American Superconductor Corporation (2001年6月19日)

American Superconductor Corporation (AMSC)は、Europe Power Electronics and Power Quality Showにおいて、125kVA<sup>®</sup> ワールド、PM125の出荷を発表した。このPM125は、従来のコイル、インバータ等を1つの集積デバイスで置き換えるというもの。PM125は、タービン、マイクロタービン、太陽電池、燃料電池、万休ム、無停電システムに亘る幅広いシステムにおいてスイッチ、変圧、制御といった機能を自在にプログラム可能とする。

PM125は多くの機能を1つのデバイスに作りこんでおり、低コストで信頼性が高く、かつ堅牢である。AMSC社長 Greg Yurekによれば、今後2002年3月までに50～1000kWに亘る幅広い品揃えを計画している。

AMSCは既に何百にも上る商用SMESシステムに250kVA<sup>®</sup> ワールドを組み込んでフィールドテストを行ってきており、良好な結果が得られている。

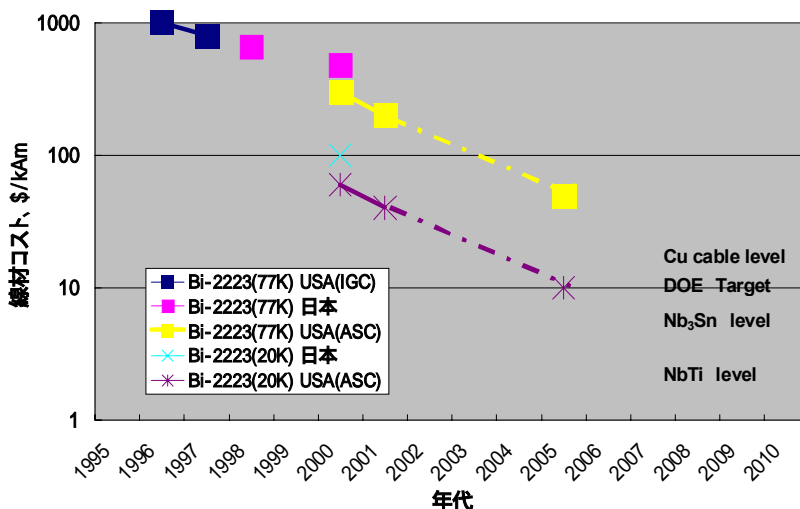
(出典):

“American Superconductor Announces Commercial Release of New Power Electronic Switch.” (American Superconductor Press Release. June 19, 2001)

<http://www.amsuper.com>

詳細は出典を参照。

酸化物超電導線のコスト推移



### **Intermagnetics General Corporation (2001年7月9日)**

Intermagnetics General Corporation (Amex: IMG)は、7月11日からNASDAQ市場に上場。これは同社株式の流動性を高めることを目的としたもの。

同社社長Glenn H. Epsteinは、NASDAQへの上場により、成長企業としての一般の認識が深まり、また、その株式流動性も高まることから、同社株式が機関投資家にとってより魅力的なものとなると確信していると言った。

Intermagnetics General Corporationは、超電導材料及びその応用機器のデザイン・デベロップ。同業他社は、すでにNASDAQに上場している。

(出典)

“Intermagnetics Stock To Move To NASDAQ”

(Intermagnetics General Corporation Press Release July 9, 2001)

<http://www.igc.com>

詳細は出典を参照。

### **American Superconductor Corporation (2001年7月25日)**

American Superconductor Corporationは、2001年度第1四半期の収入が160万ドルであったと発表した。前年同期は392万ドル。また、当期損失は前年同期の446万ドルに対し、今期は904万ドル。これらはほぼ同社の予測通りの数字。

同社社長Greg Yurek氏は、同社の2001年度の収入見込み2000～3000万ドルは昨今の経済情勢、電力業界に対する規制面での混乱をすでに折込済みであると述べた。また、当期損失の増加は第1四半期の研究開発投資が19%増加し、802万ドルになったことを反映したもの。Yurekによれば、電力業界は、(電力危機もあり)6ヶ月前であれば見向きもしなかった問題に対し、投資する姿勢を示している。

2001年度第1四半期末の同社流動資金は、1億3190万ドルに上る。当期に使われた約2100万ドルは、世界初のHTS線材プラントであるマチューセツ工場への投資。

(出典)

“American Superconductor Reports Fiscal 2001 First Quarter Results” (American Superconductor Press Release. July 25, 2001)

<http://www.amsuper.com>

詳細は出典を参照。

## **モーター応用**

### **American Superconductor Corporation (2001年7月18日)**

American Superconductor Corporationは世界初の5000馬力HTSEターを試作、その運転に成功したと発表した。同社の超小型HTSEターは、産業用及び船舶用モーターの製造コストを40%、電力損失を50%引き下げるよう設計されている。これにより燃

料コストや運転コストの大幅な節約が期待できる。試作モーターは、従来の5000馬力モーターに比べ、サイズ、重量とも半分である。

米国内では、1000馬力以上のモーターが、総電力の約25%を消費しており、エネルギー省の試算によれば、産業分野で、HTSEターにより年間数十億ドルの運転コスト低下が可能になると見込んでいる。また、専門家によれば、全世界の1000馬力以上のモーター市場規模は、年間12億ドルにのぼる。また、船舶用モーターは、2010年までに10億ドルにのぼる新たな市場になるものと期待されている。

American Superconductor Corporationは、海軍研究所との間で軍艦向けの33500馬力のHTSEター開発契約を締結している。このモーターは、うまくいけば2003年末ころに海上試験開始が見込まれる。

(出典)  
“American Superconductor Demonstrates World's First HTS 5,000-Horsepower Electric Motor” American Superconductor Corporation Press Release; July 18, 2001)

<http://www.amsuper.com>

詳細は出典を参照。

## **NMR**

### **Varian, Inc. (2001年6月27日)**

Varian, Incは、横浜市立大学から900MHz-NMRを受注したと発表した。価格は500万ドルで、性能は世界最高レベル。たんぱく質、ゲル、酵母などの研究に用いられることになる。この900MHz-NMRは、Varian, Inc. と Oxford Instruments, plcとの共同で開発された。

(出典):

“Varian, Inc. Receives First Order for World's Most Powerful NMR Spectrometer from Yokohama City University”

(Varian press release; June 27, 2001)

<http://www.varianinc.com>

詳細は出典を参照。

## **通信**

### **Conductus, Inc. (2001年6月7日)**

Conductusは、米国トップ10の通信会社の1社から、同社超電導フィルターシステムClearSiteの継続発注を受けたと発表した。この発注は、第2世代システム(2G)における試験運用の結果が良好であったことを受けたもの。試験運用により、ガレージの拡大、ドロップ・コール率の低下、ビットエラーレートの改善などが実証された。

(出典):

“Conductus Receives Follow-On Order From the Leading US Wireless Carrier”

(Conductus press release; June 7, 2001)

<http://www.conductus.com>

詳細は出典を参照。

### **Conductus, Inc. (2001年6月14日)**

現在進行しているAdvanced Technology Programの一環として、Conductusは世界最高の選択性を持つ薄膜超電導フィルターを開発した。これにより、より高速で費用対効果の高い第2.5世代、第3世代の携帯電話システムの実現が期待される。

この次世代ブロード・バンドCDMAフィルターは、いくつかの重要な技術項目で従来のフィルター性能を凌駕するものであり、第3世代の携帯電話システムに向けて設計されたものである。その選択性の向上(優れた帯域外信号の除去性能)により、ネットワーク容量の拡大、ガレージの拡大、データレートの向上が期待できると同時に、挿入損も極めて低い(1dB以下)。このフィルターシステムは既存の第2、2.5世代ネットワークにも適用可能である。このフィルターシステムにより通信事業者はコスト低減が可能になる。同社は、The 3G World Congress 2001でこの新超電導フィルターシステムを公開する。

(出典):

“Conductus develops ultra-selective filter for advanced wireless networks.” (Conductus Inc. Press release June 14, 2001)

<http://www.conductus.com>

詳細は出典を参照。

### **Conductus, Inc. (2001年7月10日)**

Conductusは、米国陸軍(Army Aviation and Missile Command)と衛星通信、航空通信など各方面への応用可能な小型超電導フィルターの開発契約を締結した。本契約は、Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)が進めている2年間の開発プログラム「Prototype Miniature Cryoelectronic Receivers」(総額74万4000ドル)の一部。Conductusは、特定用途に適合するサイズ、重量の小型超電導フィルターのプロタイプ数種を開発する。フィルターシステムは、超小型スターリング冷凍機により冷却される。

(出典)

“CONDUCTUS AWARDED CONTRACT TO DEVELOP MINIATURE FILTER SYSTEMS” (Conductus, Inc. Press Release; July 10, 2001)

<http://www.conductus.com>

詳細は出典を参照。

### **ISCO International, Inc. (2001年6月22日)**

ISCO Internationalは、Verizon Wirelessと共同で行ってきた超電導フィルターフィールド・テストを終了した。シカゴ地域のトラフィック量の多い12セル・サイトの37のCDMAセクターを用いて行われたもの。評価の指標は、干渉に対する耐性、ドロップ・コール

等。同社CEO George Calhounによれば、「このフィルタ・テストは、商用ネットワークにおける最も包括的かつ過酷なテストである。」とのこと。これに用いられたのは、ISCOの超電導フロント・エンド・フィルタ及びダブ・ティブ・マッチ・フィルタ。前者により、帯域外信号の干渉を除去し、後者により、帯域内信号の相互干渉を抑制する。

(出典):

News Source:

“ISCO International Reports Interim Results of Chicago Trial With Verizon Wireless”

(ISCO International press release; June 22, 2001)

<http://www.iscointl.com>

### **ISCO International, Inc. (2001年7月17日)**

ISCO Internationalは、Conductus, Inc.とSuperconductor Technologies, Inc.に対し、同社特許(U.S. Patent - No. 6,263,215 “Cryoelectronically Cooled Receiver Front End for Mobile Radio Systems”)を侵害しているとして訴えを起こした。この2社の基地局フロント・エンド・システムが、ISCO Internationalの特許を侵害しているというもの。

ISCO Internationalは、Conductus, Inc.とSuperconductor Technologies, Inc.両社の特許抵触製品の製造・販売の停止を求めており、さらに損害賠償、弁護士費用の負担も併せ要求している。

(出典)

“ISCO International Announces Patent Infringement Suit Against Two Competitors”

(ISCO International, Inc. Press Release; July 17, 2001)

<http://www.iscointl.com>

詳細は出典を参照。

### **Superconductor Technologies Inc. (2001年6月19日)**

携帯電話業界の最近の不振にも関わらず、Superconductor Technologies (STI)は、2001年6月31日に終了する2001年度第2四半期の売上(Gross Revenue)が、前年同期の160万ドルに対し、120%増の350万ドルになる見込みであると発表した。売上には、主要な日本のメーカーへの第3世代製品のOEM供給分も含まれている。経費差し引き後の収益(Net Revenue)は、290万ドル。なお、前年同期は120万ドル。

(出典):

“Superconductor Technologies Inc. Expects Second Quarter 2001 Gross Commercial Revenues to Increase Approximately 120% Versus Second Quarter 2000.” (Superconductor Technologies Inc. June 19 2001)

<http://www.suptech.com>

### **Superconductor Technologies, Inc. (2001年7月18日)**

Superconductor Technologies社幹部が、6月25日~7月2日中国を訪問、移動体通信分野での超電導フィルタの応用に関し意見交換した。中国科学アカデミー、Tsinghua大学、Sinocomm社の招待を受け、北京、上海を訪問した。同社社長Peter Thomasは、中国は移動体通信の分野での成長が世界で最も早く、STI社としては、中国との協力関係やパートナーシップの面で強い関心を持っていると語った。STI社代表団は、China Unicom, Datung's Telecom Technology & Industry Group, Huaweiといった中国の移動体通信事業者、主要メーカーなどとも顔合わせをした。

(出典)

“STI Invited by Chinese National Academy of Sciences, Tsinghua University, and Sinocomm LTD”

(Superconductor Technologies, Inc. Press Release; July 18, 2001)

<http://www.suptech.com>

詳細は出典を参照。

### **Superconductor Technologies Inc. (2001年7月25日)**

Superconductor Technologies Inc.は、HTS SuperFilter™及び先ごろ売り出したHTS Ready Duplexerの好調な販売に支えられ、2001年第2四半期の売上収入が350万ドルに達したと発表した。前年同期の売上の160万ドルに対し122%の伸び。また、総収入は82%の伸びで、420万ドルであった。

この結果、2001年第2四半期の損失は350万ドルに減少(前年同期は410万ドル)。

同社社長Peter Thomasは、今年度後半に製品販売による利益計上という目標を達成できそうであるとし、今後、通信需要の増大に対応してさらに大きく成長していけるものと確信していると語った。

(出典)

“Superconductor Technologies Inc. Reports Second Quarter 2001 Results; Gross Commercial Revenues Increase 122% Vs. Year Ago Quarter”

(Superconductor Technologies, Inc. Press Release; July 25)

<http://www.suptech.com>

詳細は出典を参照。

(ISTEC国際部長 津田井 昭彦)

## **PASREG およびCEC/ICMC だより - バルク超電導体関連の発表のまとめ -**

2001年7月11日から13日の日程で、通称PASREG会議(バルク超電導体に関するワークショップ)が米国Seattleで、また、7月16日から20日の日程でCEC/ICMC会議が米国Wisconsin Madisonで開催された。それぞれの会議で報告された内容を中心に、最近のバルク超電導体開発に関するまとめを行う。

バルク超電導体の材料開発の話題としては、いかに捕捉磁場の強い材料をつくるかという課題と、大型化をいかに実現するか、また最近では材料の機械特性をいかに改善するかの3点である。

捕捉磁場に関しては、77Kでの世界最高値は3.3Tである。温度を問わない世界最高は、25Kで15Tである。バルク体の機械特性向上では、エポキシ系樹脂を含浸する手法が確立されつつある。バルク体の大型化に関しては、1個で大型結晶育成には限界があるため、複数の種を用いる方法や、接合が検討されている。特に、バルク体の接合に関する研究は数多くの報告があった。多数のY123バルク体をEr123粉末と同時成型し、熱処理する方法では直径60cmを超える成型体の接合が可能となる。また、バルク体の励磁方法としてパルス磁場を利用した方法が検討されているが、かなりのレベルにまで達している。

応用に関しては、浮上を利用したフライホイールの開発研究が日米欧において行われており、米国では、無停電電源用の1kWh機の商品化が検討されている。また、磁場発生装置、磁気分離装置、電流リードなどの製品化がすでに行われていることが報告され、注目を集めた。バルク超電導体の開発は、いよいよ本格的な商業化の段階に達したという印象を受けた。

最後に、バルク超電導体の開発に大きな貢献のあった研究者を顕彰するPasreg Awardは、David Cardwell(英)、John Hull(米)、Kamel Salama(米)、Shinya Nariki(日)の4名に贈呈された。(SRL/ISTEC第1・3研究部長 村上雅人)

### **「超電導テクノロジーフェア」にて超電導Web21デモ**

神戸国際展示場では、9月26日より28日の3日間、「次世代戦略技術・サービスをビジネスに」をテーマに、「国際ロボット産業展2001」が開催されます。

このなかで、(財)国際超電導産業技術研究所(ISTEC)は、「超電導テクノロジーフェア」(ISS2001 Exhibition)を開催します。

超電導に関する展示物を20団体より最先端技術や活力あるビジネスなどを紹介されますが、「超電導Web21」では、この期間中、会場にパソコンを設置し、実際にパソコンを操作し、インターネット上で「超電導Web21」および「ISTECホームページ」を閲覧できるリアルイベントを計画しております。

(超電導Web21編集局)

## 【 隔月連載記事 】

### 高温超電導 SQUID(その3) - 高温超電導 SQUIDキットの 開発

住友電工ハイテックス株式会社  
開発事業部 技師長 糸崎秀夫

高温超電導SQUIDキットの電子回路は、もともと住友電工で試作した高温超電導SQUIDを評価するために用いていた電子回路である。SQUID素子の開発では、試作した素子の評価が当然必要となるが、開発当初高温超電導SQUIDを駆動させる電子回路は一般に市販されていなかった。そのため、SQUID素子の開発にはSQUID駆動電子回路の開発も必要だったのである。

SQUIDの駆動には、素子に微弱なバイアス電流を流し、超電導接合にわずかの電圧を発生させながら、SQUIDの出力電圧をモニターする必要がある。SQUIDの出力信号がマイクログラムと小さいため、信号増幅回路が必要となる。またSQUIDにとらえられている磁束を一定とするための磁束ロッキング回路が必要であり、発信器やロックインアンプも高価なものを用意する必要があった。このように計測機器をそろえていくと、電子機器が机2つ分山積みになってしまった。これらの機器を接続するケーブルはまるで蜘蛛の巣のような状況であった。たしかにこれでSQUIDはなんとか動作したものの、シールド線を用いても雑音を十分におさえることが難しく、低雑音でSQUIDの特性を十分に評価できる機器構成ではなかった。低ノイズアンプメカなどへSQUID駆動電子回路の開発試作を相談したが、数千万円の見積もりが出てきたので、外注はあきらめざるを得なかった。そこで専用のSQUID駆動電子回路の独自開発に踏み切ったのである。電子回路は秋葉原で買ってきた自作プリント基板を利用した手作りのものだった。リアンプだけはトイ製の高価なものを利用した。その結果、机2つ分の電子機器がなんと弁当箱1つにおさまってしまった。大変な小型化である。手作りとはいえ、雑音を拾う引き返しケーブルの大幅な減少

で、ノイズも低減して、高温超電導SQUID素子の評価が可能になったのである。この手作り回路はSQUID素子開発に大活躍した。SQUID素子の開発も進み、電子回路についても、雑音をキャンセルするためのバイアス電流の交流化などの技術や、独製超低ノイズリアンプを自作のステップアップトランスと低ノイズリアンプの組み合わせで置き換え可能とするなどの要素技術の開発を合わせた回路ができあがった。

このころになると、高温超電導のSQUIDについて、展示会、学会、大学などでデモをする機会も多くなり、簡単に持ち運びのできる回路を作っておくと便利だとの思いもあって、コロンパの外なものに仕上げて、社外に持ち出し高温超電導SQUIDのデモンストラーションをした。すでに高温超電導SQUIDは超高感度磁気センサーとして開発が進み、いろいろな用途への展開が考えられ始めていた。

我々も医療診断や非破壊検査などへの応用を社内で独自に開始していた。しかし、我々だけではできないことに限界があり、より多くの研究者に高温超電導SQUIDを利用した評価技術の開発を進めてもらいたい思いが募っていた。

そこで、社内で使っているSQUIDの評価装置を外部の研究者にも提供する検討を開始した。これまで数年間にわたって蓄積した評価技術の集大成として、よりコロンパの外で性能のよいものをつくることを目指した。これが、現在「高温超電導SQUIDキット」として販売しているものである。簡単に高温超電導SQUIDの動作実験ができるよう小型の液体窒素容器と磁気シールドもおまけにつけたので、購入後すぐにSQUID動作を確認できる。このキットでは、デモ用の簡易磁気回路と微小磁場計測用の高性能駆動回路の2つの回路を持つ為、学生実験などとともに、微小磁場計測を利用したSQUIDの応用開発研究を進めることができる。

このキットははじめてSQUIDを手にする入門者用であることから、あえて電子回路の自動化は行わずに、マニュアル操作とし、SQUIDの動作を身をもって体験でき

るようにし、自由度のあるキットにした。より多くの研究者に使ってもらうために発売に当たっては、新聞発表や学会誌への技術情報提供、また超電導関連の学会展示会への出展などを行った。

ところが、超電導研究者に関心はもってもらえたものの、一台も導入しただけの日々が続いた。結局第一号機を大阪大学の小林猛研究室に納入したのは、発表からすでに半年以上もたった1996年の年末であった。その後大学を中心に徐々に導入頂けるようになり、現在、国内ではすでに大学、国立研究所、民間企業などで50台以上のSQUIDキットをご利用いただいております。高温超電導SQUIDの利用人口が着実に増加していることがわかる。

発売からすでに数年が経過しようとしており、2台目、3台目を導入される研究室が出てきている。さらに、簡便な利用ができるようパソコンによる自動調整、データ取り込み、データ処理の要望が大きくなり、多チャンネルSQUID計測装置で用いていた自動計測回路を基にパソコン制御型の高温超電導SQUIDの販売も開始している(現在の製品名:SEIQUID II)。これらのキットを利用したSQUID応用分野の開拓が着実に始まっており、これまで難しかったいくつかの計測が高温超電導SQUIDにより可能となってきた。

## 特許情報

米国、特許公開制度へ移行

日本や欧州の強い要請で2000年11月29日以降の米国出願分より、原則として第1出願より18ヶ月で公開されることとなった。

これにより、いろいろ指摘のあったサブマリン特許の発生を未然に防ぐ体制ができたことになる。また、米国のみに出願された特許の内容や米国外企業の米国特許戦略(統合、分割、クレームなど)等を早期に知ることが出来るようになった。

研究開発を推進するに当たっても、技術競争が最も激しい米国において、自らの出願が18ヶ月で公開されることを前提に、米国の公開情報を研究開発戦略の構築に活用していただきたい。

最後に、米国の新制度には次のような非公開扱いを申請できる余地があり、全ての特許が公開されるものではないことを付記しておく。「公開制度を有する国への外国出願の意志がなく、非公開の申請のあるもの。」

(SRL/ISTEC 開発研究部長 中里克雄)



写真 高温超電導 SQUIDキット(住友電工ハイテックス製)

現在、国内ですでに50台以上が大学、国研、民間企業で使用されている。

(URL:<http://www.shs.co.jp/squid/>)

## 新聞ヘッドライン (7/20-8/20)

鉄でも超電導確認 阪大  
7/23 日刊工業新聞、朝日新聞(夕)  
新型MRI 全身と患部、1台で観察  
GE 横河メディカル7/24 日経産業新聞  
高温超電導発現の過程観察 反磁性ド  
メインが発達 東工大チーム 7/26  
日刊工業新聞、日経産業新聞、毎日新  
聞、日本経済新聞、日本工業新聞  
中央新幹線 多様化する旅客ニーズに  
対応 リニアモーターカーの開発推進  
7/26 日本工業新聞  
経産省 夢の宇宙太陽発電 実験素案  
- 実用化40年後 7/27(夕) 朝日新聞  
見えた! 超伝導現象 東工大  
8/1 朝日新聞(夕)  
超伝導、生体、環境循環各材料、計算  
科学の4センター立ち上げ 物質・材  
料研究機構 10月から新体制  
8/2 日刊工業新聞  
ITER 設計完了で報告会  
8/2 日本工業新聞  
NYの病院 MRI 検査中 頭を直撃  
8/2 毎日新聞、8/4 朝日新聞  
高温超電導 定説に異論 格子振動も  
関与 東大、米大が確認 材料探索に  
影響 8/3 日刊工業新聞  
超電導の省エネ効果 電力消費を半減  
ISTEC が再試算 8/3 電気新聞  
素粒子クオークのナゾに挑む 大型放  
射光施設で引力の強さを測定 阪大  
8/6 日本経済新聞、日本工業新聞  
米の電機・材料メーカ 高温超電導実  
用化急ぐ モーター・電線で試験 政府、  
助成拡大を検討 8/8 日本経済新聞  
高温超電導 影響与える磁力線見えた  
日立・東大グループ 仕組み解明に期  
待 8/9 読売新聞、日刊工業新聞、日  
本工業新聞、8/10 日本経済新聞、日  
経産業新聞  
磁性ない元素から磁石 青学大グルー  
プ 8/10 読売新聞、朝日新聞、日本  
経済新聞、日刊工業新聞  
熱処理で臨界電流が向上 二ホウ化マ  
グネシウム超電導線材 物材研  
8/10 日刊工業新聞  
素粒子検出器用超電導磁石を出荷  
東芝 ビッグバン研究に一役  
8/13 電気新聞  
中部電力 エリア超え機器販売 まず  
電圧低下の防止装置 8/15 日経産業  
新聞  
実現へ高いハードル ITERの国内誘致  
8/15 電気新聞  
超電導バンドパス変調器 SFQデバイ  
スで開発 A/Dコンバーター 数年後め  
ど実用化 超電導工学研究所  
8/17 化学工業日報  
磁場の強さ 室内新記録 東大物性研  
が達成 8/18 朝日新聞、毎日新聞、  
8/20 日経産業新聞  
電子ペアの形状決定 東大・阪大が新  
手法開発 超電導現象機構解明へ  
8/20 日本工業新聞、日刊工業新聞  
NEDOの国際研究助成 18チームを選  
出 8/20 日経産業新聞

## 読者の広場

### Q&A

Q: リニアモーターカーの開発はどこまで進んでいますか

A: 2000年3月に運輸省(現在の国土交通省)・超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において「超高速大量輸送システムとして、実用化に向けた技術上のめどは立った」とされた超電導リニアモーターカーは、現在の段階として

信頼性・長期耐久性の検証  
コスト低減技術の開発等が行われ、積極的な走行試験が継続されています。

現在実験が行われている山梨リニア実験線は「超電導磁気浮上方式鉄道技術開発基本計画」及び「超電導磁気浮上方式鉄道山梨実験線建設計画」に基づき1990年に建設が開始されました。1997年4月からは走行試験が開始され、これまでは最高速度時速552kmや相対すれ違い速度時速1003km、1日の最長走行距離1029kmを達成するなど、これまで数多くの成果を挙げています。

一方、この超電導リニアモーターカーの適用が期待されているのが中央新幹線です。中央新幹線とは「全国新幹線鉄道整備法」に基づく基本計画路線で、東京都を起点として甲府市、名古屋市、奈良市付近を通過し大阪市を終点としています。現在東京-大阪間の大動脈としての重要な役割を担う東海道新幹線に加え中央新幹線を実現することにより、東京から大阪間の大動脈を二重系化し国際的な大競争時代における経済社会の発展への寄与

災害に強い安全な国土形成への寄与

エネルギー・地球環境問題への対応といった役割を果たすこととなります。

(編集局)



「写真提供」;(財)鉄道総合技術研究所」

## 超電導関連9-10月の 催し物案内(その2)

### 9/26-28

国際707ティ産業メッセ2001  
場所: 神戸国際展示場、神戸市

### 10/2-5

International Symposium ISSP-  
Kashiwa 2001

<http://www.issp.u-tokyo.ac.jp/ISSP8>

場所: 柏キャンパス  
(主催: 東京大学)

### 10/7-11

ISMST6/6th International Symposium  
on Magnetic Suspension Technology

<http://www.lim.polito.it/ISMST6>  
場所: Turin, Italy

### 10/12

第2回超電導応用研究会「超電導デ  
ジタルデバイスの研究開発」  
場所: 千葉工業大学、習志野市  
(主催: 低温工学会)

## 超電導Web21 9月号

2001年9月発行

< 発行者 >

(財)国際超電導産業技術センター内  
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



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。

「読者の広場」のコーナーへのご  
見ご質問等、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)