

共同コミュニケ
第8回国際超電導産業サミット
1999年10月12日～14日
京都市京都国際ホテル

1999年10月12-14日、京都国際ホテルにおいて、第8回国際超電導産業サミットが開催され、[CONNECTUS*1](#)、[CSAC*2](#)及び[ISTEC*3](#)のメンバーを中心として、約40名が参加した。関係の政府代表及び大学関係者の参加もあった。

7年前の1992年5月11-13日に、ワシントンD.C.において、第1回ISISが開催されたのを始めとして、以後毎年1回、超電導の製品化の推進に係わっている官、産、学の国際的指導者が、様々な官・学の支援を得て会議を開催してきた。今年はその8回目に当たる。ISISは、超電導技術の製品化又は実用化の推進とリーダーシップの発揮という共通の目的の下に、産業界が意見を交わすためのフォーラムである。毎年のサミットは、超電導の製品化の恩恵、利益及び必要性に関する一般的理解を深めるだけではなく、この目的を早期に達成するための対策を討議する場としても有効であった。

高温超電導(HTS)の発見は世界的な「超電導フィーバー」を巻き起こし、研究者達の間には、超電導技術の早期実用化についての楽観的見方が広がった。初期の楽観的考えは、実用化を実現するために解決しなければならない多くの技術的問題に遭遇することにより、次第に悲観的考えに変わった。しかし今日では、超電導技術の進歩と相俟って、その製品化又は実用化に向けた努力が着実に実りつつある。専門家は、電力、医療、エレクトロニクスといった世界市場への超電導技術の導入成功を、来世紀の最も重要な出来事のひとつと見ている。このような視点は、超電導技術が環境及び省エネルギーの両面で、他に比類ない恩恵をもたらすことを基礎としている。そのための投資は、我々の社会が技術的進歩を遂げるに従い、その必要性が一層高まる。この問題に対するコンセンサスは高まりつつあり、同時に、超電導技術の実用化と新産業の創造をめざした官・産・学の協力はグローバル規模で緊密化しつつある。

このような世界的な動向に対応して、過去7回のサミットでは、別添に記載されているようなテーマについて、さまざまな討議が行われた。ISIS-8においては、2つの重要なテーマが取り上げられた。

1. 昨年1年間の材料開発と超電導の実用化の進歩について討議が行われ、実用化の拡大が如何に最も効果的に達成し得るかについて意見が提示された。超電導応用の継続した進展は材料のコスト及び性能の更なる改善と密接に結びついていることが強調された。昨年ワシントンD.C.で開催された第7回超電導産業サミットでは、超電導が既に製品化されている分野、又は程なく製品化される分野について、パネル討議が行われた。これらの分野における技術の現状と今後の見通しが討議、確認された。ISIS-8の作業は、昨年1年間に各国で達成された目覚ましい超電導技術の進歩によって実用化が進んだ分野について、それぞれ個別にその進歩の流れをトレースすることであった。具体的には、日本、ヨーロッパ、米国における、大規模なパワー分野への応用及び小規模なエレクトロニクス分野への応用に関し、技術実証等を通じてなされたその進展がレビューされ、実用化促進対策が討議された。その結果、超電導の実用化の必要性と、超電導技術による新製品の開発の必要性が再認識された。

2. ベンチャー企業が超電導技術の実用化促進に果たす役割について討議し、その支援策を検討した。

他の革新的技術の場合と同様に、ベンチャー企業が超電導技術の実用化推進にも大きな役割を担うことが期待されている。今回は、ベンチャー企業の創設者及びその他の企業経営者をISIS-8に招き、彼らが遭遇しているさまざまな問題や、その解決策などについて討議

を行うことを通じて、貴重な学習の場を提供することができた。この討議を通じて参加者は、超電導の実用化を推進するにあたって産業界がとるべき方向性を示すことに努めた。さらに、産・官・学間の協力及び国際協力を推進するための体制の必要性を認識した。

現状並びに将来に関する共通認識及び助言

以上の考え方に留意して、ISIS-8の代表は二日間の討議を行い、以下の点について合意に達した。

(1) 来世紀には、急速な情報通信産業の進歩に伴い、電力需要は増加することが見込まれている。電力需要の増大と省エネルギーや環境問題の重要性などの面から、将来技術に対する要求は今後さらに高まる。HTSは、環境にやさしいエネルギー供給という困難な問題に対する最も有効な解決策のひとつとして、ますます重要視されている。従って、HTS技術の研究促進と実用化のスピードアップの必要性は強調し過ぎることはない。

(2) 超電導の製品化又は実用化のレベルは分野毎に異なるものの、着実な進歩が期待されている。

(3) HTSの研究開発と実用化活動の殆どは現在、民間部門によって行われているが、その活動をさらに支援し、促進するためには、国際的協力と公的支援の双方の強化が不可欠である。

(4) ベンチャー企業は超電導の実用化に大きな役割を果たすであろう。また、優遇税制の導入や株式市場の整備など、政府はベンチャー企業が成長できる環境整備に努めることが必要である。

(5) HTSの実用化を促進するには、企業が継続的な投資により研究開発を推進することが必要条件である。政府もまた、超電導計画の整備を継続的に行わなければならない。さらにまた、研究開発に関する情報が公開され、関係機関がこれを利用できるようにすることが望まれる。

(6) できるだけ速やかに、製造プロセスのスケールアップに努めることが必要である。

(7) 国際協力の促進に果たすISTECの役割と貢献が広く認識された。参加者はISTECに対して、これまでの活動の継続及びその発展を求めた。

ISIS-8の各セッションでの討議要点

セッション1：超電導技術

材料開発、医療サービス、電力、エレクトロニクス、プロセス産業、応用研究、極低温技術、輸送などの超電導市場の主要分野での製品化又は実用化の現状検討を中心に討議が行われた。

(1) 材料開発分野

材料性能や加工技術、材料のコストパフォーマンスの継続的な向上が、LTS系及びHTS系超電導応用のすべての分野を支えている。国際3団体はすべて、材料研究に関する強力なプログラムを備えている。ISIS-8の参加者は世界の官・民両部門に対して、現在の計画の継続とともに、その計画を発展させ更にスケールアップした材料製造技術の検討をも包含するよう求めた。

(2) 医療サービス分野

磁気共鳴イメージング医療診断システム(MRI)は低温超電導(LTS)応用から得られる恩恵の大きさを示す際立った事例である。MRI市場は年間20億ドル規模に達する。現在世界中で設置されているMRIシステムの数は10,000を超え、そのうち約3,700は日本に設置されている。超電導システムは全体の75%を占めており、その数は毎年ほぼ10%の成長を見せている。

超電導マグネットを使用したHTS MRI装置の可能性を探究する努力が引き続き行われている。英国のオックスフォード・インストルメントとドイツのシーメンスは昨年秋、BSCCO 2223

テープを使用したオープン型MRI(0.2T)システムの共同開発プロジェクトの現状について発表した。

超電導量子干渉装置(SQUID)を使った生体磁場測定システム(脳磁計や心磁計など)の開発もまた顕著な進歩を遂げている。ヨーロッパ及び米国で今年初め、心磁計(MCG)分野における興味ある開発について発表が行われた。LTS MCGは、他の方法では発見できない心臓病の診断に使用できるのである。このような心臓内科にとって極めて重要なツールとなる可能性を持った発見は、MRIの場合に見られたように、重要な産業を生み出す可能性を持っている。

(3) 電力分野

日本では、HTSケーブル、発電機、限流器、HTS変圧器、HTSフライホイール及びSMESの研究開発が活発に進められている。東京電力(TEPCO)と電線メーカーとが共同でHTS電力用ケーブルの開発を行っている。TEPCOと住友電工は1999年、100メートルの3芯HTSケーブルの製造並びに信頼性評価を行う共同プロジェクトを発足させた。両社は現在、30メートルの単芯ケーブルを使って、電流・電圧負荷試験を行っている。日本ではまた、ISTEC、中部電力、その他の企業が、LTSを使用した100kWh程度のパイロットプラントに必要な、基礎技術とシステム化技術の確立のために、超電導磁気エネルギー貯蔵システム(SMES)の開発に取り組んでいる。

日本では、2種類のデモンストレーション機が2つの電力会社において系統連系試験に供された。1つは、九州電力における系統連系試験に供された1kWh/1MW SMESであり、もう1つは、関西電力における77kV系統連系試験に供された70MW発電機である。

米国ではデトロイト・エジソンがピレリ、アメリカン・スーパーコンダクター及びEPRIと共に、配電ネットワークに使用する長さ130メートルの配電ケーブルの製造及び敷設に取り組んでいる。さらに、アメリカン・スーパーコンダクターは産業向け電力品質安定化及び電力系統信頼性向上を目的とした商用SMES(3MW)を製造、販売している。アメリカン・スーパーコンダクターは、既に商用施設に10unitを設置し、更に商用8unitを受注している。インターマグネティックス・ゼネラルは産業向け電力品質安定化を目的としたプロトタイプSMESの製造を行っている。

ヨーロッパでは、フランス、イタリア、ドイツ及びデンマークのフル・デモンストレーション・ケーブル・プロジェクトにその開発活動を集中している。フランス及びイタリアの設備は国際協力によるものである。ワイヤーは米国アメリカン・スーパーコンダクターが供給し、ケーブルはイタリアのピレリが製造している。また、電力施設はケーブルの仕様決め及び試験に参加しているフランス(EDF)及びイタリア(ENEL及びエジソン)のものが使用される。輸送産業及び電力系統用の限流器及び変圧器の開発も行われている。これらのプロジェクトは、ヨーロッパの5つの、そして、アメリカの1つのHTS BSCCOテープ製造企業、また、併せて数社のHTSバルク材メーカーの協力を得ている。

(4) エレクトロニクス分野

日、米、欧の無線通信会社(又はキャリアー)は、地上及び衛星システム用HTSフィルターの性能評価を行っている。HTSアダプティブ・アンテナ・アレイをはじめとするその他の応用も注目されている。米国では、極低温セル地上局が情報通信産業に受け入れられ始めており、昨年、数百局が設置又はテストされた。しかしながら、コストは依然高く、現状では需要の中心とはなり得ていない。一方、米国内の爆発的な無線通信需要の伸びを考えると、今後5年以内には、帯域幅、通信可能範囲、音声品質など性能面で限界に達する可能性が強く、この隘路を克服するにはHTSフィルター技術によるほかない。従って、この技術の将来性は極めて有望である。

特にヨーロッパでは、非破壊検査や物理探査などの、さまざまな特殊市場向けにHTS SQUIDの実用化が着実に進んでいる。LTS系及びHTS系の走査SQUID顕微鏡検査が開発され、実用化に成功したことにより、半導体チップの品質管理と医療磁気トモグラフィー(医

療サービス分野の項参照)での利用増大が見込まれる。さらに米国では、超電導センサーを使用した非破壊検査と分析への応用開発が進められている。

日本では、LTS系及びHTS系のデジタル単一磁束量子素子(SFQ)の計測及び通信分野への応用を目指した研究開発が進んでいる。米国では、長らく休眠状態にあった超電導デジタル・エレクトロニクス分野がLTS系高速単一磁束量子素子(RSFQ)の性能が向上したこと及び同デバイスの一体化技術、即ち、「hybrid technologies, multi-threaded(HTMT)」との一体化により、再活性化の兆しを見せている。アメリカ政府の国防上の必要性から、今後10年間にわたり、半導体の能力を遥かに超える大容量並列ペタ・フロップス級コンピュータの実現を目指した、大規模な開発計画が生まれる可能性がある。RSFQ-HTMTが唯一の技術的解決を与えると見られているからである。しかし、それを可能にするには、デバイスを相当程度小型化しなければならない。このような国家的計画から派生する技術から受ける民間部門の恩恵は計り知れないものがあり、例えば、テラ・フロップス級性能を持ちながら、消費電力は500ワット以下といったパーソナル・ワークステーションの実現が考えられる。

(4) 加工産業分野

鉄鋼加工は、超電導技術の導入により大幅なエネルギー節減の恩恵を受ける分野である。日本は1995年に、「素材の電磁加工」に関する6カ年の国家プロジェクトを発足させた。このプロジェクトでは、LTS系電磁ブレーキを使って、熔融スチール流をコントロールするシステムの開発に取り組んでいる。この電磁ブレーキによって、キャスティング速度が従来の2倍に向上することが期待されている。

また日本では、高純度Si単結晶引き上げ装置に使用するために、Bi系超電導ワイヤーを用いた超電導マグネットを開発している。コイル実験では、設計値を上回る性能が確認されている。マグネットのコストが低下すれば、この分野での応用は急速に進むものと期待される。

(6) 応用研究分野

ヨーロッパのCERN研究所では、大型ハドロン加速器(LHC)用のLTS超電導マグネットの製作が加速化しており、日・米・欧の企業間協力も拡大している。すべての関係当事者、とりわけヨーロッパの企業は、大量のNbTiワイヤーの需要に対応するために生産を大幅に増やしている。日本でも、Qマグネットの生産並びに実験が行われており、このプロジェクトは順調に進んでいる。LHCプロジェクトは、粒子加速技術に対する需要増大に伴い、低T_c超電導ビジネスの急速な成長をもたらした。

超電導スーパーコライダー(SSC)建設計画の中断にもかかわらず、将来の米国大型ハドロン加速・衝突施設には依然として高い関心が持たれている。50-100TeVの衝突エネルギーを実現できる設備の技術的可能性と、最も重要な経済的可能性を調べるために、さまざまなモデル調査がFermilabで繰り返し行われている。2008年の建設開始を目標にしているが、有望な設計はすべて、大量のLTS超電導ワイヤーが使うことが前提となろう。また、HTSワイヤーも相当量使われることになろう。

(7) 極低温技術分野

超電導の応用はすべて、低コストで信頼性の高い極低温を必要とする。極低温設備機器は将来の超電導産業にとって極めて重要な要素であるので、ISIS-8では、その開発にさらなる努力を注がなければならないという共通コンセンサスが得られた。

(8) 輸送分野

日本での超電導MAGLEVシステムの開発は順調に進んでいて、現在、走行テストが行われている。

セッション2: ベンチャー企業の活用

革新的な製造技術を生み、新しい技術に基づく製品によって市場での競争力を確保することは、各国の産業政策が取り組まなければならない課題である。そのため、それぞれの国

は技術革新を促進する政策を強力に押し進めている。こうした産業政策の下で、中小企業は大企業や学界との提携を行っている。このような提携やベンチャー企業は新しい製品や市場の開発に成功を収めている。

最も注目すべき国家政策は、先端技術開発とその実用化の促進を目的とした、米国のスモール・ビジネス・イノベーション・リサーチ(SBIR)助成制度である。SBIR制度による支援を受けて、アメリカのベンチャー企業は、超電導技術を用いた新しい製品開発をリードし、新製品市場を確立している。

一方、最近では日本でも、中小企業及びベンチャー企業の支援策が取り上げられている。その中の一部の対策は、アメリカのSBIR制度を参考にしたものである。今後、こうした支援を最大限に活用して、多くのベンチャー企業が超電導を利用した製品を開発し、新しい市場を創り出してゆくことが期待されている。

ヨーロッパでも、超電導などの先端技術の実用化の推進にとって、大企業、学術研究機関やそのスピンオフ、中小企業などの間の緊密な提携が不可欠であるとの認識が深まっている。こうした協調関係が、長期的投資、柔軟で小回りの利く組織、先端技術の研究開発を重点的に行う研究活動などの適切な組み合わせを生み出している。特に、CONNECTUSはこうした提携の実現するためには、各国とEUが資金を分担する計画が重要であることを強調した。

結び

ISIS-8の参加各国の代表は、本年のサミットは考え方や意見を交換するための貴重な機会であったことを確認した。CONNECTUSが主催するISIS-9は、デンマークのコペンハーゲンにおいて、2000年10月1-3日に開催することが予定(暫定)されている。

過去のISIS

会議	開催年月日	開催場所	主テーマ/成果物
ISIS-7	平成10年10月11-13日	米国ワシントンDCワイラードインターコンチネンタルホテル	超電導の壮大なる挑戦: 21世紀に向けて(パネル討論会)
ISIS-6	平成9年9月17-19日	イタリアフローレンス市 コンファレンスホール	超電導技術及び市場開発の現状: ロードマップ
ISIS-5	平成8年5月14-16日	山梨県山中湖ホテルマウント富士	超電導の世界市場予測(第2回) Maglev実験線視察
ISIS-4	平成7年7月24-25日	米国ワシントンDC ANAホテル	超電導商業化のための啓蒙・教育 『超電導の世界的展望』作成

ISIS-3	平成6年5月 17-19日	英国アイリスベリー ハート トウエルハウス	超電導の商業化への具体的手 段 超電導技術の展示会
ISIS-2	平成5年5月 14-16日	神奈川県箱根 箱根プリ ンスホテル	超電導の商業化への一層の拡 大 超電導の世界市場予測(第1 回)
ISIS-1	平成4年5月 11-13日	米国ワシントンDC ウィン ダムブリストルホテル	超電導の将来展望: 2000年以 降の超電導

参加機関:

CONNECTUS (EU)

Cryoelectra GmbH, ドイツ

CONNECTUS, EU

Forschungszentrum Karlsruhe, ドイツ

MASPEC-CNR, イタリア

Merck KGaA, ドイツ

NKT Research Center, デンマーク

Nordic Superconductor Technologies A/S, デンマーク

CSAC (米国)

ABB Power T & D Company Inc.

American Superconductor Corporation

Electric Power Research Institute (EPRI)

Intermagetics General Corporation

Sumitomo 3M, 日本

ISTEC (日本)

通商産業省工業技術院

財団法人電力中央研究所

株式会社クライオデバイス

デュポン株式会社

財団法人国際超電導産業技術研究センター

特許庁

日本電気株式会社

新エネルギー・産業技術総合開発機構

新日本製鐵株式會社

財団法人鉄道総合技術研究所

住友電気工業株式会社

東京電力株式会社

(脚注)

*1CONNECTUS: Consortium of European Companies Determined to Use Superconductivity

*2CASC : Council on Superconductivity for American Competitiveness

*3 ISTECH:International Superconductivity Technology Center