

[1]
共同コミュニケ(和訳*)

国際超電導産業サミット
ISIS-17
「超電導応用の拡大」

つくば市
2008年10月30～31日

今次サミット(ISIS-17)とISISの将来

2008年10月30、31日の両日、つくば国際会議場で第17回国際超電導産業サミット(ISIS-17)を開催した。参加者は、CONNECTUS(超電導利用のための欧州企業体連合、EU)、CCAS(超電導関連米国競争力評議会、米国)、NZHTSIA(ニュージーランド高温超電導体産業協会、ニュージーランド)、国際超電導産業技術研究センター(ISTEC、日本)の代表三十余名だった。今次サミットで、NZHTSIA(ニュージーランド)がISISの新たな加盟団体となった。またISIS加盟団体に加え、韓国と中国からもオブザーバーを招いた。今次サミットでは、「超電導応用の拡大(Expansion of Superconductor Applications)」とのテーマを掲げた。

ISISは、超電導技術の産業化、商業化に向けリーダーシップの促進、提供という共通の目標に向けて、参加者が一同に会して協議を行う国際フォーラムである。ISISの使命は、世界各地で産学官の国際協調や情報交換を促進することにより、超電導分野の研究計画を活発化し、超電導体を利用した製品の開発や実用化を早めることにある。このサミットは年に1度開催され、超電導の商業利用がもたらす利益について一般の理解を深め、早期の市場導入を進めるため、これまで一定の役割を果たしてきた。

今次ISISでは、超電導技術の商業化促進に関する多くのテーマについて議論を行った。各代表団は、将来の持続的成長を支える技術の中で特に超電導技術の重要性が高いことを確認し、超電導技術の商業化に向けさらに投資増大、取組み強化を続けるべきという点で意見の一致を見た。また、HTS線材、電力ケーブル、変圧器、限流器、SMES、発電機、モーター、船舶推進システム、MRIシステム、NMRシステム、誘導加熱装置、フィルター、ネットワーク・デバイスなど、超電導体を利用した数多くの製品分野でどのような進展が見られたかについても、報告が行われた。

ISISは設立以来、CONNECTUS、CCAS、ISTECの三者が運営してきた。だが研究開発や商業化など超電導体をめぐる諸活動が世界規模で行われている現在、世界各地の人々がこの活動の恩恵に浴して然るべきと考える。そこでISISの設立3団体は、ISISビジョンと同じ考えを持つ諸団体に対しISISへの参加の機会を開くこととした。ISISのビジョンとは「現代社会のさらなる技術的進歩や発展を続ける世界の工業化を継続するためには、超電導とその関連技術が不可欠である。」というものである。ISIS-17では、ISIS加盟団体の全会一致によりニュージーランドが新正式加盟国として認められた。

また2009年の次回ISIS-18は、ニュージーランドのウエルリントン市で開催することが決定した。

-
-

ISIS-17での議論の主要点

各代表団は、様々な技術分野でどのような飛躍的進歩が見られたかについてレビューした。議論は、超電導技術の主力分野での技術的発展と商業化をめぐる課題に注目したものであった。

(1) 電力応用のための技術

エネルギーは、社会の発展持続のための最も重要な要素のひとつである。世界的なエネルギー需要は増加の一途である。最近、我々が、輸入石油への過剰な依存状態、とりわけ、政情不安な地域からの輸入石油依存にあることが認識されてきている。同時に、石炭の消費量も増加してきている。エネルギーの高騰がやまず、その結果、様々な社会問題や経済問題が生じている。特に、原油価格がピーク時には1バレル当り140ドルを超え、世界経済に深刻な打撃を与えている。また炭酸ガスの排出が環境に深刻な悪影響を及ぼし急激な気候変動を招いて、かんばつ、洪水、巨大ハリケーンなどの自然災害を巻き起こしており、世界的に大きな注目を集めつつある。化石燃料によるエネルギー資源について、現在の消費ペースを続けていくことはできない。炭酸ガス排出に起因する地球温暖化作用は、世界の大きな政治的問題の1つとなっている。またエネルギー問題は、各国の国家安全保障と密接な関係にある。

現在、エネルギーはその大半が電力の形で消費されている。したがって電気エネルギーの使用効率を大きく引き上げることが、重大な義務として課せられている。このような状況下で、発電、送電、電気利用の効率向上が急務となっている。また、停電が発生すると莫大な経済損失が生じ、場合によっては人命すら危険にさらされる。確実な電力供給の重要性は、いくら力説してもしすぎることはない。このような経済的・社会的な喫緊の課題を克服するための極めて重要で有望な新技術のひとつに、超電導技術がある。

電力応用や大規模利用にとってなくてはならない基本技術に、線材の製造がある。電力ケーブル、変圧器、SMESシステム、限流器などの超電導電力デバイスは、送電や配電で様々な効果を発揮する。とりわけ都市圏でその効果が高い。このような電力デバイスは、これまでより飛躍的に大量の送電を可能とし、強靱な電力網の構築にも大きな貢献ができる。HTS線材は、低温超電導線材より高い温度、即ち、液体窒素温度で作動する。そのため送電や配電などの用途により適している。LTS線材は現在、NMR用やMRI用のマグネットを始め、高エネルギー物理学や核融合などの分野のアプリケーションにも使われている。HTSについては、第1世代のBSCCO線材が既に商業利用できる数量が作られ、YBCO線材も商業化段階に入ろうとしている。日本では、YBCO線材に関する5か年国家プロジェクトが行われ、2008年3月に成功裏に完了した。欧米ではYBCO線材が既に商業化されている。ニュージーランドとヨーロッパの協力により、大電流容量の燃導体開発が成功した。MgB₂という新しい超電導体の研究開発についても、マグネットへの応用を始めとして着々と進行している。MgB₂製の線材とテープは、ヨーロッパで既に市販されている。

米国では、BSCCO線材を使ったケーブル実証プロジェクトが3件進められている。(1)13.2 kV、200 m、3 kAの3軸配線ケーブル・プロジェクト(オハイオ州コロンバス)、(2)34.5 kV、350 m、800 Aの3芯一括型(スリー・イン・ワン)ケーブル・プロジェクト(ニューヨーク州オールバニー)、(3)138 kV、600 m、2.4 kAの送電ケーブル・プロジェクト(ニューヨーク州ロングアイランド)の3件である。オールバニー・プロジェクトでは、BSCCOケーブル・システムの一部が30 mのYBCOケーブルに置き換えられた。上記国際プロジェクトは、日欧のメーカーが参加している。日本では現在、66 kV、200~300 m、3 kAの3芯一体型(スリー・イン・ワン)BSCCOケーブル・プロジェクトが進行中であり、2010年には横浜市の一一般の送電網にHTSケーブルが接続される。またヨーロッパ、韓国、中国でもケーブル実証プロジェクトが計画され、又は進行している。

最近になって、BSCCOやYBCOの応用など、超電導利用の拡大をうながす新しいプロジェクトがいくつか始まった。米国では2007年に、国土安全保障省が「HYDRA」と呼ぶYBCOケーブル・プロジェクトを開始した。エネルギー省も2007年にHTSケーブルと限流器(FCL)についての新たな実証プロジェクトを始めた。これにはYBCOケーブルの実証やYBCO FCLの実証も含まれている。日本では2008年度に、5か年にわたる新たなイットリウム系超電導電力機器技術開発プロジェクトが始まった。このプロジェクトでは、YBCO線材の性能向上努力と並び、YBCO(REBCOも含む)を使った電力ケーブル、SMESシステム及び変圧器の将来の商品化に向けた応用技術開発が行われている。

超電導電力デバイスは、エネルギー効率が非常に高い上に小型で軽量であり、将来の電力産業の様々な分野で大活躍すると考えられている。電力応用技術の研究開発は、世界各地で進められている。特に注目を浴びているのは、電力ケーブル、モーター、シンクロナス・コンデンサー、発電機、風力タービン、限流器、磁気分離用マグネット、変圧器、SMESシステムである。米国では現在、船舶推進システム用のHTSモーターやHTS発電機の開発、実証を進めている。ヨーロッパ、韓国、日本でも、電気推進船の推力システム用に上記のモーターや発電機の開発を続けており成果を挙げている。ヨーロッパでは、BSCCO線材を使った誘導加熱システムがビレット押し出し用として既に商品化されている。ニュージーランドでは、交流大電流の電力システムへの応用を

目指して、YBCO線材で作るRoebelケーブルの製造に取り組んでおり、これを使った実証用変圧器に向けた作業が既に始まった。

LTS線材を使ったMRI用マグネットやNMR用マグネットは、商品化に成功して久しい。最近ではHTSマグネットも商業化されるまでになった。日本では、BSCCO線材を使った3 T級小型MRIマグネット・システムの開発が始まった。ニュージーランドもこのHTSアプリケーション市場に参加して、研究用や工業用のHTSマグネットの市販を行っている。超電導マグネットは、MRIシステムやNMRシステムにとって不可欠の要素であり、その利点や価値は市場に深く浸透している。また、大規模な超電導マグネット・システムはまた、核融合炉や粒子加速器にとって核心となるコンポーネントである。CERNの大型ハドロン衝突型加速器は現在試運転の段階にあり、ITERプロジェクトも既に始まっている。ニュージーランドも、NMRやシンクロトロンでHTSマグネットをどのように利用してゆか、探しているところである。

(2) エレクトロニクス応用のための技術

この10年というもの、ITの発展に伴い情報の伝達量が爆発的に増大した。交換される情報量は膨大で、データ・トラフィック量は今も猛烈な勢いで増え続けている。将来、コンピューターや通信ネットワーク・システムは、現在よりはるかに大量の情報を処理、交換する必要に迫られる。そのため高エネルギー効率のデバイスで、超高速の情報処理を行うことが求められる。超電導エレクトロニクス・デバイスを用いると100 GHz以上での動作が可能であり、しかも発熱問題とは無縁である。将来的には、通信ネットワークや情報処理マシンにより莫大な情報があふれる事態が想定されるが、超電導は、こうした事態に対処できる極めて有望なソリューションのひとつである。

そもそも、超電導フィルターの商品化は、電波到達範囲の拡大、通信容量の増加、通信品質の向上を目的として、米国で行われた。最近になって、HTSを利用した超高性能レシーバー・フロントエンドの小型軽量化が進んだため、人工衛星や軍事用途への応用も米国で実現した。

RSFQ(高速単一磁束量子)デバイスは、既存シリコン・デバイスに比べてスイッチング速度が非常に高く、エネルギー消費も極めて少ない。RSFQデバイスにはこのような特徴があるため、通信ネットワークやデータ処理デバイスで情報洪水が発生する事態にも対処できるものとして大変有望である。日本では2006年度に、HTSデバイス開発プロジェクト(4か年計画)が終了し、高速ルーターを目的とするRSFQスイッチング技術の有用性が実証された。その結果を受け、2007年度には、次世代型高効率デバイスを対象とした新5か年プロジェクトがスタートした。このプロジェクトでは、RSFQ回路技術やシステム・インテグレーション技術の開発も行われる。

同時に、量子コンピューティング技術も着実に前進している。この技術を使えば、従来のノイマン型コンピューターでは事実上解くことのできない問題を解決することが可能である。超電導技術は、将来、量子コンピューターを実用化する上で極めて有望な技術のひとつとして期待されている。

SQUID(超電導量子干渉デバイス)は、極めて感度の高い磁気センサーで、ごく小さな磁気信号を検出できる。MEG(脳磁計)やMCG(心磁計)では、SQUID技術が応用されており、非侵襲的で高効率な検査方法により、他の方法では検知できない疾病でも診断が下すことができる。また、そのシステムの商品化も進んでいる。さらに、非侵襲的検査、地質探査、免疫測定分析など、SQUID技術の様々な分野でも着実な技術的進展が図られている。

(3) 超電導応用を拡げる取り組み

初めて超電導が発見された1911年以来、97年の年月が過ぎた。約30Kの T_c を持つ高温超電導体をJ.G.ベトノルツ、K.A.ミュラー両博士が初めて報告してから、22年が経過した。現在、さらに高い100K以上の T_c を持つ高温超電導体が存在している。この間、超電導技術の開発や商品化のため様々な取り組みが営々と続けられてきた。超電導マグネットを用いたNMRシステムやMRIシステムなど、超電導技術を利用した製品がいくつか既に商業化されており、高エネルギー粒子加速器や核融合炉の実現には超電導技術が欠かせないものとなっている。超電導技術はもう、社会的要請に呼応する形で動き出している。

人類は今、化石燃料の限界が見えてきた未曾有の時代に足を踏み入れつつある。この転換期にあって、HTSの電力分野応用の拡大のために重要な役割を果たすと考えられているYBCO線材の技術開発段階は成功裏に完了した。極めて有望で重要な製品であるYBCO線材が超電導製品ラインナップに加わった。しかし、あらゆる分野でYBCO技術が旧来技術を凌ぐようにするためには、これからもさらに開発努力が必要とされる。この技術を使えば、これまでに比べて極めて環境にやさしく高度な手段により、現在や将来のエネルギー問題への解決に向けた貢献が可能となるだろう。さらに幅広い分野で超電導技術の商品化を行うためには、電力応用の様々な分野で開発努力を続け、一層の強化を図り、拡大を図ることが必要である。将来の消費者から、超電導技術には経済的合理性があり技術的にも信頼性の高いことを理解してもらうよう努めることが、電力応用を目的とする開発プロジェクト全てにとって肝腎なことである。いかなる技術も消費者の信頼なくして商品化はあ

り得ない。

エレクトロニクス応用面については、大量の情報の交換や処理に対するニーズに対処できなければならない。対処できなければ社会的混乱を来しかねない。超電導ルーターや超電導コンピューター・サーバーなどの超電導体エレクトロニクス技術は、超高速な上にエネルギー消費が極端に少ないため、ITにおいて大変重要な役割を演じるものと期待されている。しかし、超電導エレクトロニクス技術の応用を拡げ十分な商業化を図るには、まだ解決すべき問題が残っている。超電導体エレクトロニクス技術を商品化するために地道な努力を続けなければならない。

このような新技術をしっかりと商品化して、人類の将来の経済的な成長、繁栄に資するようにするためには、グローバルな超電導産業全体で緊密な連携をとった取り組みが必要である。開発や試験のために長期にわたる所要の資本投資が必要であるという点で、超電導体産業は技術集約型新興産業の典型といえる。超電導技術の拡大、商品化のためには、政府の関与と支援が生命線である。

すぐれた製品は、皆が協力して、信頼性、究極のコスト効率を示す努力をしていけば、必ずや大きな市場へと育っていくであろう。これは不変の真理である。ISIS-17の参加代表団は、超電導技術が近い将来大きく花開くものと確信している。

[1] 本文は和訳であり、正文は英文である。