

国際超電導産業サミット

ISIS-15

ドイツ、エルランゲン

2006年9月29日

共同コミュニケ(和訳 * [\[1\]](#))

-

高温超電導体の20年

その成功と課題

要旨

2006年9月28、29日、ドイツのドリント・ホテル・エルランゲンにて「第15回国際超電導産業サミット」(ISIS-15)が開催された。サミットにはCCAS(米国)、CONNECTUS(EU)、ISTEC(日本)などから約40名の参加者があった。大部分の参加者は、米国のCCAS、欧州のCONNECTUS及び日本のISTECのメンバーであった。今年のサミットには主題が2つであった。ひとつは、高温超電導体の発見から20年を経た今、その「成功と残された課題」をレビューすることであり、もうひとつは、今後10年間に予測される重要な成果と課題を展望することであった。

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、参加者が一堂に会して協議を行う国際フォーラムである。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。

21世紀の発展の鍵を握る超電導技術

超電導とは、一定の物質を低温まで冷却したときにその物質の電気抵抗がゼロになる現象のことである。超電導技術によってさまざまな問題が解消される。たとえば、銅の100倍もの電流密度で作動する電力部品や、量子理論を利用した電子回路が実現できるのである。超電導体を利用した装置の主たる特長としては、(1)高効率、(2)高電流、高磁界、大きな力、(3)高電力密度、(4)小型軽量、(5)解像度の高い画像と信号、(6)量子レベルの超高感度、(7)超低損失で超高速といったものがある。このように超電導体ならではの特征があるため、技術の壁を乗り越えるときには、真っ先に超電導体が候補にあがる。

情報、エネルギー、商品、人の流れは着実に増え続け、それはおそらく21世紀を通して変わるこ

がないだろう。同時に人類は、世界的な気候変動の及ぼす明らかな影響にも直面している。科学的な証拠の大半が示しているようにその原因が人為的なものであるなら、このまま世界の人口が増えてゆけば気候変動の影響はさらに激しくなるだろう。全世界での石油の生産量が頭打ちになるうとしているとの証拠が浮上し、石油とガスの価格はこの2年間で著しく高騰した。エネルギーと環境のこうした動向からして、発電、送電、配電で省エネルギー戦略をとることの重要性が高まるのは必至である。電力消費量と社会の繁栄とはあいかわらず密接に関係している。資源を持続的かつ効率よく利用するためには、電気・電子工学における最良の手段をとらなければならない。この点において、超電導体の圧倒的な性能を以てすれば、現在および将来における多くのニーズにこたえることができる。つまり、超電導技術をシステムに取り込むことが、21世紀の発展を支える鍵のひとつとなるのである。

高温超電導体の発見から20年

1980年代までは、材料を極低温に保たなければ超電導は利用できなかった。この材料のことを低温超電導体、略してLTSと呼ぶ。1986年になると、相当な高温でも超電導状態になる新たな材料が見つかった。この材料のことを高温超電導体、略してHTSと呼ぶ。今までにない新しい超電導体を見つけ出す作業は今も続いている。

しかし、当初のHTS時代を画した多大な期待は、2つの点が明らかになったことで減少した。ひとつは、新たなHTS材料は複雑なセラミックスであることであり、もうひとつは、この材料からは優れたデバイスを製造するには、緻密に管理された再現性の高い加工技術が必要だということである。

HTS材料の加工技術、ならびにHTS材料から線材などの部品を製造する技術は、この20年でかなりの進展を見た。システム実証と現地試験もいくつか行われ、成功を収めてきた。分野によっては、HTSを利用した部品とシステムがすでに定着している。しかしまだHTS技術が大きくブレークスルーするには至っていない。技術的性能ではLTSに及ばない例もあるし、期待されている用途にはまだ不十分の例もある。それに、LTSや銅を利用した従来のシステムに比べると、HTSを利用したシステムにかかる資本費はまだ高く、確かにHTSのほうが運転費が低いというメリットはあるものの、そのメリットだけでは、必要な投資額を埋めることはできていない。結局、HTS材料は経済的な可能性を大いに秘めてはいるが、HTSを利用した装置の技術的性能を上げ、加工を易しくしてコストを下げるには、さらなる努力が必要である。

LTSも最初は、自然科学、研究・技術開発(RTD)、軍事など、性能が重視される分野でしか利用されなかった。その次に開拓された市場は医療機器であった。超電導体を利用しない機器は医療の分野では競争力が低い。現在最大の市場は、核磁気共鳴映像法(MRI)に代表される医療診断装置に用いられている磁石であり、部品、システム、サービスをすべて合わせた市場規模は2005年には40億ユーロを超えたが、そのほとんどがLTSを利用したものである。カオリン粘土の精製に使われる磁気分離法という競争の激しい分野では、かつてはさまざまな方法があったが、費用効果の観点から、LTSを用いた磁石によって一掃された。このように超電導技術は工業生産の市場には浸透しているが、まだ他の用途にまでは広がっていない。価格競争の激しい民間市場、たとえばエネルギー、情報、通信、運輸といった市場に関しては、LTSもHTSもまだ大きな貢献を果たしていない。今のところこうした大きな市場は、超電導体以外の広く定着した部品が圧倒的に優勢であるが、性能を重視した隙間市場が非常にゆっくりと成長してきている。

工業製品レベルの性能を備えた実用的な初のHTS導体の開発に要した時間は、当初の考えよりも長くかかった。実用規模の初の試験計画と試作品が現実のものとなったのは、2000年のことである。今までにない新しい装置が電力業界で採用されるには、一般的に最初の実証試験から10年以上はかかる。したがって、HTS技術の実証試験から商品化までうまく持ってゆくためには、産業界

と政府のどちらにとっても、辛抱が必要であり、同時に急いで事を運ぶ必要がある。現在HTS技術は、送電施設が老朽化している国々や、造船、石油、ガスといった市場に新たな開発分野が拓けた国々で特に発展している。また、社会と経済の発展をうながす要が新技術にあると目されている中国や韓国などのいわゆる新興国家では、巨額の資金を投ずる大がかりな長期国家計画が立てられ、短期間で世界水準に達するという成果をあげている。こうした政府主体の活動が盛んになると並行して、最近ではベンチャー・キャピタルの資金援助を得ていくつかの新会社が設立された。

今後の課題

グローバル化でいくつかの前提条件が変化し、世界の人口が増え、地球温暖化が進んでいる。そのため、近い将来必ず、経済的条件に世界的な強い影響が及ぶだろう。今日でさえ、中国やインドのように発展いちじるしい国々ではエネルギー消費量の伸び率が高い。エネルギーの価格は高くなる一方であり、環境保護に対する制約は厳しさを増している。われわれの前にたちはだかるいくつかの課題を克服するには、社会的に受け入れられる手段を最良の技術で支えなければならない。この点で、電気・電子工学が重要な役割を果たす。超電導は技術の壁を乗り越える後押しをしてくれる。その後押しによって、今までにない豊富な機能性を持った斬新な手段が可能となるのである。

超電導体を利用した装置は極低温で作動させる必要があるため、まだ利用したことのない人にはなじみのないさまざまな問題が起きる。そのため、超小型で効率が良く、メンテナンスの必要が少ない使いやすい冷却装置を開発しなければならない。これは、HTS装置をエネルギー市場と産業市場に投入する前に取り組まなければならない極めて重要な仕事のひとつである。こうした冷却装置の開発は世界中で順調に進んでいる。冷凍機や高性能導体など、技術の実現にからむ努力は今後も続けていかなければならないし、その進展については、次世代の試験計画で実証しなければならない。

超電導は、幅広い分野に適用できる技術を真に実現してくれる自然現象である。これに類する現象は他にはない。超電導産業に関連している民間会社やその他組織は、超電導の将来性を認め、超電導の材料、線材、装置の性能を上げ、かつ費用を下げる努力をなおも一層続けてゆくことだろう。採算のとれる技術でなければ新分野に対して持続的な投資を行うことは不可能であるため、超電導産業界のほうでも、経済的に見合った応用分野の幅を拡げる努力をなおも一層続けていくことになろう。

規制政策や研究開発予算を担当する政府機関による政策の効果の総合的な検討は大きな支援となるだろう。超電導産業は、開発に時間と費用がかかるという点で言えば、技術の粋を凝らした新興産業の典型である。また、規制のある機関や公益事業体などは、なかなか新しい技術を採用してくれない。そのため、実行可能性を見る実証試験の最初の数年間は、絶えず政府が参加して支援することが極めて重要であるばかりか、絶対に必要なことなのである。今後はエネルギーの費用が上がるだけでなく規制改革も進んでゆくが、それは、近い将来にさまざまな技術の真の価値をさらに明らかにすることに狙いを定めたものでなければならない。

付属資料:

ISISには、CCAS、CONECUTS、ISTEC(以上、アルファベット順)、中国代表、韓国代表が出席した。

CCAS: 超電導関連米国競争力評議会 (Coalition for the Commercial Application of Superconductors) の略称。米国に本拠を置く非営利団体である。超電導技術に基づく製品の商品化を目指して1987年に設立された。コストパフォーマンスがよく、環境にもやさしい、広範な社会的利益をもたらすことを目的に掲げている。

CONECTUS: 超電導利用のための欧州企業体連合 (Consortium of European Companies determined To Use Superconductivity) の略称。英国の民間組織として1994年に設立された非営利組織である。超電導技術の完全な商品化がヨーロッパの経済と社会に大きな利益をもたらすという共通の理念を持つ、ヨーロッパの有力企業の集まりである。

ISTEC: 国際超電導産業技術研究センター (International Superconductivity Technology Center) の略称。日本の民法に基づき日本の経済産業大臣の認可を受け、1988年1月に財団法人として設立された。その目的は、超電導研究、国際交流の促進等を行うことにより、超電導研究の円滑な進展と、超電導関連産業の健全な伸展に貢献することである。

[1] 本文は和訳であり、正文は英文である。