

高温超電導技術が拓く新しい社会の実現を目指して

極低温で物質の電気抵抗がなくなるといふ超電導現象は、1911年に発見され、20世紀における物理上の大発見の一つに数えられています。現在、いくつかの超電導機器が実用化されていますが、超電導技術が広くわたくしたちの生活に普及するまでには至っていません。超電導を普及させるための技術課題の一つに、絶対温度4 K(ケルビン)近傍の極低温まで冷却しなければいけないということがありました。

ところが86年、従来の超電導の常識を破る高い温度で超電導現象を示す高温超電導体が発見され、超電導機器の運転が20 K、更には80 Kにおいて可能となってきました。高温超電導技術によって、21世紀には新しい社会が拓かれると期待されています。

高温超電導が拓く新しい社会

一般産業の分野では、医療用MRI(磁気共鳴診断装置)や単結晶上げ装置、超電導リニア新幹線のほかに、高磁界N-MR(Nuclear Magnetic Resonance)を利用したタンパク質の解明、磁場による水質浄化などの環境改善への応用が見込まれています。

超電導コイルの中に電気を磁気エネルギーの状態に蓄える超電導電力貯蔵装置(SMES)は、高速でエネルギーを出し入れすることが可能です。SMESにより、瞬時の電圧低下を防いだり、電力負荷の平準化が可能となります。

電力系統の応用には、超電導コイルが常伝導に転移するときの抵抗あるいは超電導コイルのインダクタンスを利用して事故電流を瞬時に抑制する超電導限流器、超電導を利用した電力ケーブルなどが挙げられます。超電導電力機器が実現

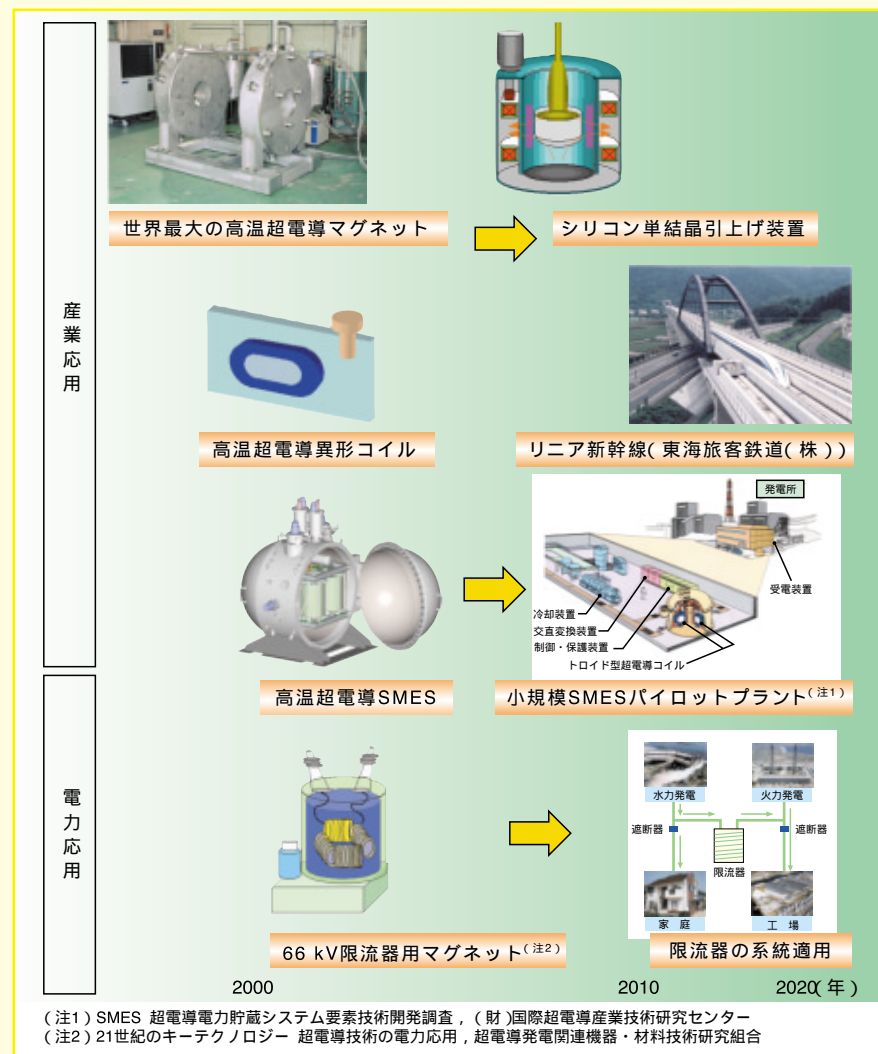


図1. 高温超電導技術の現状と将来の展望 現在開発中の高温超電導機器と、将来実用化されたときのイメージを示しています。

すると、電力系統の事故時の拡大防止、損失の低減などが達成されます。これらの超電導機器の一部は、既に低温超電導によって実現されていますが、高温超電導技術によって更に実用化が加速されると考えています。

当社における高温超電導の取組み
当社における高温超電導技術の現状と将来の展望について図1にまとめました。

高温超電導には、冷却系の負担低減、外からの熱的な擾乱(じょうらん)に対する安定性向上などの特長があります。その反面、わずかな歪(ひずみ)によって性能が劣化したり、磁界のかかる方向によって超電導特性が異なるなどの欠点もあります。

当社で開発した銀シース法による高温超電導線材の特性が、近年急速に向上してきました。これを受けて当社では、高



図2. 世界最大の高温超電導マグネット 単結晶上げ装置用の超電導磁石として、住友電気工業(株)、信越半導体(株)と共同で開発しました。線材総長は80 km、蓄積エネルギーは約1 MJです。

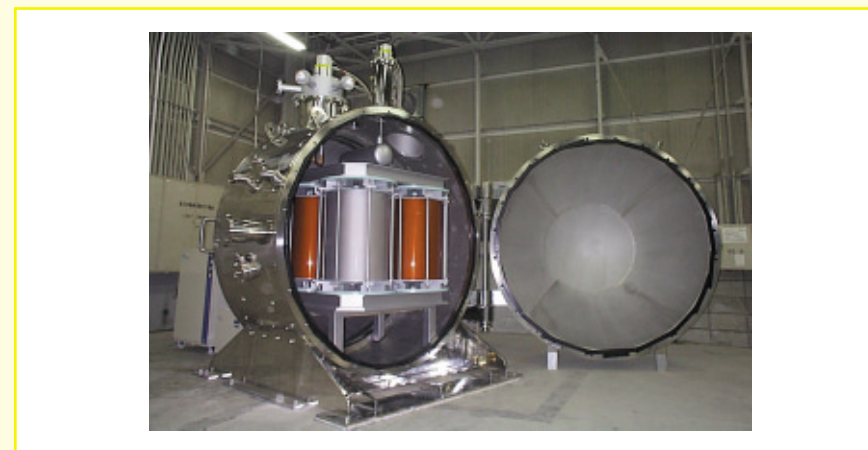


図3. 高温超電導SMES 中部電力(株)と共同で、10 MJ-10 MWクラスのSMESを開発中です。

温超電導線材を用いた導体の設計・評価技術、コイル化技術、冷却系を含めたシステム化技術に注力しています。

経済産業省の“エネルギー使用合理化関係技術実用化開発費補助金”の一環として、大きさ、蓄積エネルギーともに世界最大の高温超電導マグネットを開発しました(図2)。ここでは、高温超電導線材を用いたコイル設計技術と、そのコイル製造技術を確立しました。このマグネ

ットは絶対温度20 Kで運転され、従来型超電導マグネットに対して、約1/3の省エネルギー運転を達成しました。

更に、経済産業省による“超電導応用基盤研究開発”内の高機能線材開発において、当社は東海旅客鉄道(株)の下で高温超電導異形コイルの作製を実施しています。直線部と曲線部をあわせ持つコイルは、将来の超電導リニア新幹線や超電導モータなどへの応用が見込まれてい

ます。
当社は、SMESの主たる技術課題である大電流、低損失の高磁界超電導コイル開発に取り組んでおり、中部電力(株)、昭和電線電纜(株)と共同で、小型、低コストの高温超電導SMESを開発しています(図3)。これは、高温超電導の特長である高磁界特性を生かした設計によって実現されるもので、SMES用超電導コイルの設計・製造技術、大電流コイルの冷却及びシステム化技術により達成しようとするものです。

また、経産省による“超電導電力貯蔵システム技術開発”や九州電力(株)との共同研究を通じて高温超電導SMESの概念設計や低損失化技術、伝導冷却技術などの要素技術開発を進めています。

超電導限流器には、液体窒素冷却、極低温高電圧絶縁、大電流化、限流時の線材劣化防止などの技術課題があります。当社は、経済産業省による“交流超電導電力機器基盤技術研究開発”に参画し、66 kV限流器用マグネット開発を進めています。また、東京電力(株)と共同で限流器を用いた電力系統の研究を進めています。

早期実用化に期待され21世紀に拓く技術として期待されている高温超電導技術について、当社の取組みを紹介しました。この技術を進展させ、21世紀の産業社会に貢献するため、当社は高温超電導応用機器の早期実用化と普及に向けて努力していきます。

電力・産業システム技術開発センター
計測・検査技術開発部グループ長
栗山 透