

読者の広場

Q&A

Q: 『超電導で水素効率移送 世界初試験に成功』との記事がありました。どのように移送するのでしょうか。また、どのような応用が期待されるのでしょうか？

A: 現在のエネルギー問題や環境問題を解決する先進技術の1つとして、水素エネルギー社会が検討されています。水素エネルギーを持続可能な形で利用するためには、水素を安全かつ安定的に製造・輸送・貯蔵・移送する社会システムを構築する必要があります。水素の利用形態として主に、高压ポンプ内に圧縮した水素ガス、および断熱容器内に比較的低压で保持した液化ガスがあります。水素は最も軽い元素であり、体積エネルギー密度（単位体積当たりの利用可能エネルギー）が本質的に小さいため、特に輸送や貯蔵の際には液化ガスとして利用する方が優位となります。何故なら、将来の燃料電池自動車へ搭載予定である 70 MPa（約 700 気圧）の水素ガスの密度でさえ、大気圧下にある液体水素の密度の半分程度と小さいためです。この液体水素は大気圧下で約 20 K の沸点を有するため、西暦 2000 年に発見された約 39 K の臨界温度をもつ二ホウ化マグネシウム (MgB_2) 超電導体を利用することが可能となります。そこで、 MgB_2 線材を適用した水素利用基盤技術を開発するために、超電導ポンプを用い液体水素移送を目指した産業技術研究助成事業（期間：2008年6月～2012年5月の4年間）が、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の支援の下で実施されました。

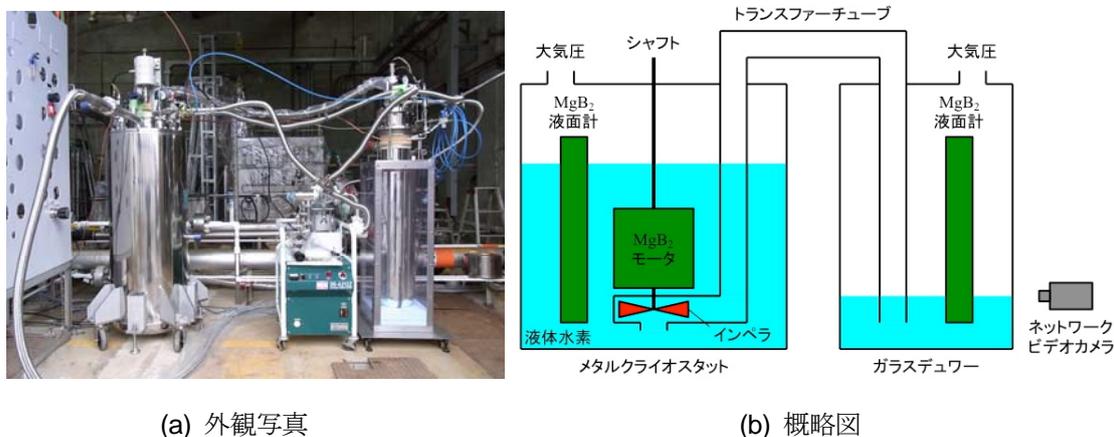


図1 製作した MgB_2 超電導ポンプシステム

図1に、製作した MgB_2 ポンプシステムの外観とその概略図を示します。 MgB_2 線材を用いて製作した超電導モータをメタルクライオスタット内に設置しました。かご型回転子巻線を MgB_2 線材で構成し、鉄心内に配置しました。本構造は高温超電導誘導/同期機 (HTS-ISM) と呼ばれており、研究分担者の1人である中村武恒准教授（京都大）が中心になって研究開発しているものです。なお、固定子には通常の銅線を巻いたものを使用しました。本モータのシャフトの片方にアルミ製のインペラ（羽根車）を取り付けました。インペラ周囲をケーシングすることで遠心ポンプを構成し、ケーシングの下部中央から吸い込んだ液体水素を遠心力で押し出すことが可能になります。メタルクライオスタットから移送された液体水素を受け取るために別容器であるガラスデューワーを準備し、両者を有効内径 10 mm のトランスファーチューブで接続しました。また、ネットワークビデオカ

メラも用意し、スリットを介してガラスデュワー内部にある液体水素の様子を撮影しました。MgB₂線材を用いて製作した2本の超電導式液面計も両容器内に鉛直に配置し、液体水素の液位を計測するだけでなく、その出力を基にして MgB₂モータの回転を制御しました。これらの MgB₂線材はすべて、(株)日立製作所日立研究所からご提供いただいたものです。蒸発ガスを逃がすためにほぼ大気圧のベントラインへ直接配管したため、両容器は常圧となっています。研究分担者の1人である小林弘明主任研究員 (JAXA) が所属する能代ロケット実験場にて実施した一連の試験の結果、回転数 1800 rpm で最大 6.5 リットル毎分の液体水素を移送することに成功しました。

国内 3 社の自動車メーカーは、2015 年に燃料電池自動車を市場投入する計画であり、主要都市で多数の水素供給ステーションが建設されています。当初は、多数の高圧ポンペを枠組みに固定したカードルで圧縮水素ガスの輸送や貯蔵を運用しますが、圧縮水素ガスは密度が小さいため非効率的です。そこで、水素を大量消費する近未来には、より密度の大きな液体水素を輸送や貯蔵に利用するようになると思われます。液体水素の輸送では、タンクローリーに搭載した液体水素を水素供給ステーションにある液体水素貯槽へ移送する際に、電気式で簡便な超電導ポンプが活躍すると思われます。また、水素供給ステーションの液体水素貯槽内部に設置した超電導ポンプを駆動すれば、燃料電池自動車等の利用機器へ水素を簡便に移送することが可能となります。将来的には、海外の風況が良好な地域に設置した風力発電設備や、日射条件が良好な地域に設置した太陽電池パネル等の再生可能エネルギーを利用して、水の電気分解により水素を発生させた後に液化し、大型のタンカーにより消費地へ輸送した大量の液体水素を小分けする際にも、超電導ポンプが必要となります。さらに、パイプラインを敷設して大量の液体水素を輸送する際にも、超電導ポンプが利用されるかもしれません。

回答者：九州大学 超伝導システム科学研究センター 准教授 柁川 一弘 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web21 についてのご意見・ご感想、「読者の広場」その他で取り上げて欲しい事項、その他のお問い合わせは、超電導 Web21 編集局メール web21@istec.or.jp までお願いします。」