

電気をためる! ～電気抵抗ゼロの世界が ひらくエネルギー技術～

理工学部 野村新一

電気をためる必要性
電気はスイッチひとつでいつでも使える便利なエネルギーですが、貯蔵が困難という大きな問題を抱えています。つまり発電したらずくに消費する必要があります。日本の場合、電力需要が最大になる真夏の昼間に合わせて電力設備を整備する必要がありますが、年間を通して考えると約半分の設備は稼動していない状況にあります。一方、太陽光発電や風力発電などの開発が盛んに行われていますが、いわば「お日様まかせ」「風まかせ」の発電では、必要なときにいつでも発電できるとは限

りません。したがって、設備の有効利用、電力の安定供給という観点から高効率な貯蔵技術の開発が重要になります。
超電導を応用した貯蔵技術
電気抵抗がゼロになる超電導現象は、温度・磁界・電流密度の三つの条件を満たすときに現れる現象です。超電導を応用したエネルギー貯蔵方法を超電導磁気エネルギー貯蔵 (Superconducting Magnetic Energy Storage) といい、通常は略して SMES と表記され、「スミス」と呼ばれています。図1は SMES

のしくみを示した模式図です。
超電導コイルは 4.2 K (ケルビン) (マイナス 269.9℃) の液体ヘリウムや 77 K (マイナス 197.6℃) の液体窒素などを用いて冷却され、断熱容器の中に設置されます。充電は、電力網の交流を直流に変換し、超電導コイルに電流を流します。反対に放電は、直流を交流に変換しエネルギーを電力網に放出します。電気抵抗ゼロの特性から電流が回路を流れ続けエネルギーが貯蔵されます。いわば電気をそのまま貯められる理想的な貯蔵装置といえます。しかし、

研究最前線



Shinichi Nomura

理工学部電気電子生命学科准教授
超電導工学・電力工学

1973年 静岡県生まれ
1996年 明治大学理工学部電気工学科卒業
2001年 東京工業大学大学院総合理工学研究科博士後期課程修了。博士(工学)
日本学術振興会特別研究員(PD)、東京工業大学統合研究院ソリューション研究教員(特任助教)などを経て、2010年より現職

【所属学会】

IEEE、電気学会
低温工学協会

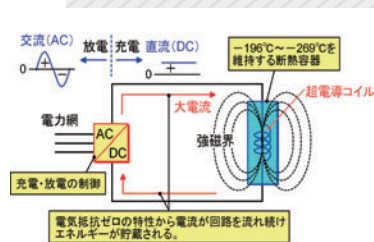


図1 超電導現象を活用したエネルギー貯蔵方法(SMESのしくみ)

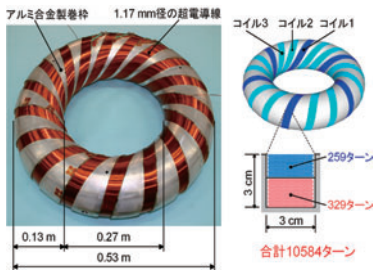


図3 電磁力を低減させる工夫。ニオブ・チタン合金超電導線を用いた電磁力平衡コイル。理論限界89%相当の492 A (アンペア)、6.3 T (テスラ) までの通電に成功。A (アンペア)は電流の単位。T (テスラ)は磁石の強さを表す単位。磁石の強さはT (テスラ)の2乗に比例する。5 cm 平方の1 T (テスラ)の磁石で鉄の塊100 kg を持ち上げられる磁石の強さとなる

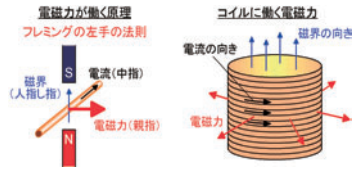


図2 超電導コイルに発生する電磁力

図3の電磁力平衡コイルは私が前任校で開発したコイルですが、約1万回の巻線作業を4カ月間かけて学生たちとともに手巻ぎで完成させました。液体ヘリウムを用いた実験に

性を広げることが期待できます。

一般のコイルは円筒型の巻棒を使う単純な形状ですが、コイル半径を広げよとする電磁力が発生します(図2)。特に大型コイルでは、強大な電磁力が岩盤支持を必要とする厄介な問題を引き起こします。電磁力の大きさは、磁界と電流が垂直に交わるとき最大になります。そこで、ドーナツ型の巻棒に超電導線をらせん状(斜め)に巻き、余分な電磁力を互いに打ち消しあえるコイルが図3に示す電磁力平衡コイルです。こうした工夫で大型貯蔵装置実現の可能性を広げることが期待できます。

的な超電導コイル

大量のエネルギーを貯蔵するために、超電導コイルに大電流を流し強磁界を発生させる必要があります。強大な電磁力が発生することが問題となります。

明治大学に着任してから1年、最後に研究教育の抱負を述べたいと思います。超電導技術はエネルギー分野のみならず交通・医療・材料・物性・環境分野などにおいても重要な

術 世界の最先端をゆく日本の超電導技術

より理論限界の89%までの性能が得られました。しかし、複雑な形状であるゆえに通算100回を超える慣らし運転を必要とし、今後は製作技術と性能向上が技術的課題となります。

エネルギー貯蔵装置の将来像

図4は電磁力平衡コイルを用いた貯蔵装置の将来像を示しています。工場で生産し現地まで運搬できる大きさの超電導コイルを多数個設置することで、約3万世帯の消費電力1日分を貯蔵できる設備となります。近い将来、このような設備を都市部に設置することができれば、太陽光・風力・原子力などの余剰電力を貯蔵し、反対に不足分をSMESから供給することで都市部におけるエネルギーエキキュリティーの向上化が実現できるものと考えています。

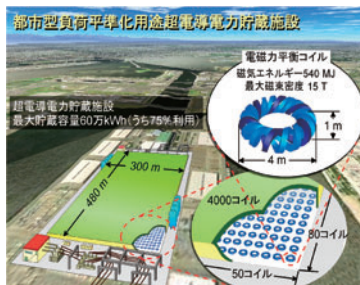
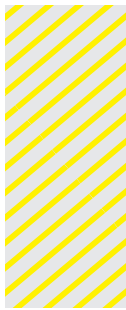


図4 大規模SMES装置の将来像。約3万世帯の消費電力1日分を貯蔵できる設備の構想図

基盤技術となり、特に日本の超電導技術は世界の最先端を走り続けています。20年後には超電導リニア高速鉄道も開通し超電導がより身近なものになるでしょう。超電導工学は「実際にやってみないとわからない」正に経験工学の世界です。日本が得意とする超電導技術のノウハウが確実に伝承されていくためにも、世界の第一線で活躍できる人材を数多く育成し、社会に送り出していくことが私の使命であると考えています。そして将来、超電導をキーワードに世界中から学生・研究者が明治大学に集まるような拠点の形成をめざし、研究教育指導に努めていきたいと考えております。