

読者の広場

Q&A

Q:「超電導で最も高い磁場を発生する磁石を開発、との新聞記事がありました。どのようにして高い磁場を発生することが可能になったのでしょうか？ 今後はどのような展開が期待されるのでしょうか？」

A:「高温超伝導材料を利用した次世代 NMR 技術の開発」(JST /S-イノベ)において、高温超伝導材料 (HTS) を利用した NMR システムの開発を行っており、HTS を活用したコンパクトな NMR マグネットの開発を目指しております。NMR マグネットは、発生磁場に伴いサイズが大きくなりますが、マグネットがコンパクトになり、同じ設置空間へ、より強い磁場のマグネットの導入や、同じ磁場でも設置台数を増やすことができればユーザーにとって大きなメリットです。マグネットをコンパクトにするには、より大きな臨界電流密度をもち、耐電磁力特性にも優れた超伝導線材が必要です。これに応えられる線材のひとつに、RE 系線材が挙げられます。NMR マグネットでは、磁場の強度と均一度が求められるため、製作精度とコイル断面あたりの線材密度を高くできるレイヤー巻コイル製作技術を、RE 系線材に対して確立する必要性がありました。これまで、RE 系線材を用いた試験コイルを多数個製作し、限界を超えるまでの励磁試験を行い、その過程でコイル製作技術を蓄積してまいりました。得られた製作技術をもとに、株式会社フジクラ製 Gd-Ba-Cu-O (GdBCO) 線材 (絶縁込み寸法 幅 5.10 mm×厚み 0.25 mm、100 μm 厚 HASTELLOY[®]基板) を用いて、NMR マグネットの実機サイズの内外径を持つコイル (内径 50.27 mm、外径 112.80 mm、コイル長 88.33 mm) を製作し、Nb₃Sn と Nb-Ti コイルからなる中心磁場 17.2 T のマグネットに内挿し、4.2 K で試験を行いました。GdBCO コイルは、コイル発生電圧基準 0.1 μV/cm 内で 321 A まで通電に成功しました。ホール素子で測定した中心磁場は 24.07 T に到達し、これまでの世界記録 23.5 T を更新しました。最大の電磁力 (磁場×電流密度×コイル半径) は 408 MPa であり、低温超伝導マグネットですら許容されるレベルの 2 倍近い電磁力に耐えており、RE 系線材の特長を活かすことができました。今回の試験ではコイルのクエンチは起こりませんでしたが、RE 系コイルでは、クエンチによりコイル性能が劣化する場合があると報告されており、実機で性能の劣化を起こさないための手法が必要で、現在、検討を進めております。GdBCO コイルが、24 T の磁場発生に成功し、高い耐電磁力特性を示したことは、HTS-NMR システムの開発を前進させる重要な成果であり、今後、30 T 級の強磁場マグネット開発も期待できる成果と考えております。

回答者：独立行政法人物質・材料研究機構

超伝導線材ユニットマグネット開発グループ 松本真治 様

[超電導 Web21 トップページ](#)

「Web 2 1 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。」