

読者の広場

Q&A

Q: 「最近、強力超電導磁石で「卓上 MRI」実現へ道開くという記事がありました、どのような特長を有していてどのような応用が期待されるでしょうか?」

A: 現在、市販されている MRI や NMR といった分析器に利用される超電導マグネットは、NbTi 等の金属系超電導線材で作られているため、液体ヘリウム温度 (4.2 K) までの冷却が必要となり、冷凍機を含め非常に大がかりな装置となります。もし持ち運び可能な簡易型のマグネットが実現できれば、移動困難な汎用の超電導マグネットをステーション化し、そこで簡易型マグネットに着磁させることで必要な場所に必要な磁場を自由に移動させることが可能となります。

RE123 系の高温度超電導バルク体は、それ自体が超電導の結晶であるため、①高磁場中でも高電流密度、②制御フリーで安定した磁気浮上 (高ピンニング特性)、③コンパクトで強い磁場発生等の特徴があり、29 K にて 17 T という非常に強い磁場を発生した報告もあります。また、実用上使用困難な温度と言われている液体窒素温度 (77 K) においても高い電流密度を有しています。つまり、バルク体の持つ特徴を液体窒素冷却でも十分に活かすことが可能で、バルク体は簡易型のマグネットに適していると言えます。

鉄道総合技術研究所で開発された超電導マグネットの構造は、リング形状に加工し、樹脂含浸加工を施した外径 87 mm、内径 47 mm のガドリニウム系超電導バルク体が層状に重ねられ、内外周を FRP 容器で覆い、外周 FRP と大気とはステンレスの真空壁で断熱されています。最終的には直径 120 mm、長さ 320 mm の円筒形の容器となり、この容器に液体窒素を入れて冷やし続けることが可能で、大きな冷却システムは不要となります (図 1)。超電導マグネットのユーザーはできる限り、サンプル空間の大容積化を望んでいますが、内径が大きくなるに従い加工面積も増えてしまうため、表面の加工損傷箇所も大きくなります。

そのため、樹脂含浸により補強を行い、長期の磁場安定化を図っています。このように製作したリング形状バルク体は積層数を増やすほど中心磁場が向上し、10 個積層時において 2.59 T 以上の発生磁場を確認しました (図 2)。この値は、MRI の現在の主流である 1.5 T クラスに比べ、十分であると言えます。高温超電導材料は低温になるほど高性能になる特性があるので、小型の冷凍機で更に冷却することにより、磁場の向上が望めます。

このような持ち運びができるマグネットの開発により、研究者や小規模な医療機関が手軽に活用できる卓上サイズの高性能な MRI や NMR が実現します。また、材料分析器以外でも高温超電導バルク体の着磁が行えるため、小さな実験室でも気軽に性能評価が行えるようになり、更なる超電導材料の高性能化や新材料の開発が期待されます。



図 1 簡易型超電導マグネット

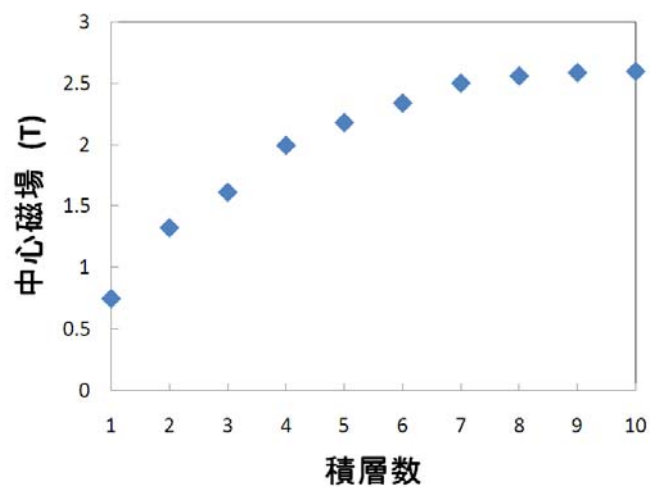


図2 積層数による磁場の変化

回答者：公益財団法人鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 超電導応用研究室長 富田 優 様

[超電導 Web21 トップページ](#)