

【基盤研究(S)】

大区分D



研究課題名 50T 高温超伝導無冷媒超伝導磁石の要素技術開発

東北大学・金属材料研究所・教授

あわじ さとし
淡路 智

研究課題番号：18H05248 研究者番号：10222770

キーワード：超伝導磁石、高温超伝導

【研究の背景・目的】

1986年に発見された高温超伝導材料は、30年以上の年月を経て実用線材として販売されるようになり、応用化フェーズへ入っている。特に、高温超伝導線材はその優れた特性から20Tを超える強磁場マグネットへの応用が期待されている。しかし、高温超伝導材料のマグネット応用における設計理論が、従来超伝導材料とは大きく異なるため、実用の強磁場マグネットは我々以外には実現していない。

一方で、無冷媒超伝導マグネットは、従来の液体ヘリウムで浸漬冷却する方式ではなく、冷凍機で直接マグネットを冷却する方式で、高価で取り扱いの難しい液体ヘリウムが必要なく、長時間安定した磁場を発生できるメリットがある。

本研究では、我々が有する52mmの室温空間に24.6Tを発生する世界最高実用無冷媒超伝導マグネットのノウハウを発展させて無冷媒超伝導マグネットの世界記録を更新することで、高温超伝導材料の持つ優れた性能を最大限に引き出し、50T超伝導マグネット開発のための基礎的現象の理解に基づく要素技術を開発する。

【研究の方法】

強い磁場を安定に発生させる高温超伝導マグネット技術として以下の4課題を設定する。

- ① 伝導冷却を見据えたコイル化技術、
- ② 高い電磁力に対する機械的変形と補強、
- ③ クエンチ（熱暴走）現象の理解と保護、
- ④ 交流損失と不斉磁場、

コイル化技術としては、極力劣化防止を施し、さらに一部の劣化でも運電可能な無冷媒コイル化技術を実施。さらに、高い電磁力に耐える補強コイルの変形挙動の解明、部分的に劣化した場合の熱暴走挙動の理解と保護方法に関しては、サーモグラフィによるクエンチ伝搬挙動の計測と、詳細なシミュレーションによるクエンチ挙動を理解し、保護方法を確立する。また、遮蔽電流や電磁気的な結合の影響を考慮した交流損失や不均一電流による影響を計算と実験から追求する。これらを最初の2年間で目途をつけ、3年目には実用レベルのREBCOコイルを製作し、25T無冷媒超伝導マグネットのインサートを置き換えることで、無冷媒超伝導マグネットの世界記録24.6Tを超える強磁場を発生させて、世界記録の更新を行い、将来の50T級超伝導マグネットへの要素技術を実証する。

【期待される成果と意義】

高温超伝導強磁場マグネットのための新しいマグネット技術を確立することで、50T級超伝導マグネットへの道標を示す。現在、強磁場発生は世界的に20MW以上の大電力を使って40Tを超える強磁場を発生させているが、日本では高温超伝導技術を駆使して超伝導だけで同等かそれ以上の強磁場発生を狙える。優れた強磁場環境によって、強磁場科学の新たな展開のほか、高温超伝導技術により核融合・加速器・MRI・NMRなど高温超伝導応用への波及効果も期待できる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ S. Awaji *et al.*, "First performance test of a 25 T cryogen-free superconducting magnet", *Supercond. Sci. Technol.* **30** (2017) 065001.
- ・ S. Awaji *et al.*, "10T generation by an epoxy impregnated GdBCO insert coil for the 25T-cryogen-free superconducting magnet", *Supercond. Sci. Technol.*, **29** (2016) 055010.

【研究期間と研究経費】

平成30年度～平成33年度

146,100千円

【ホームページ等】

<http://www.hflsm.imr.tohoku.ac.jp/>

awaji@imr.tohoku.ac.jp

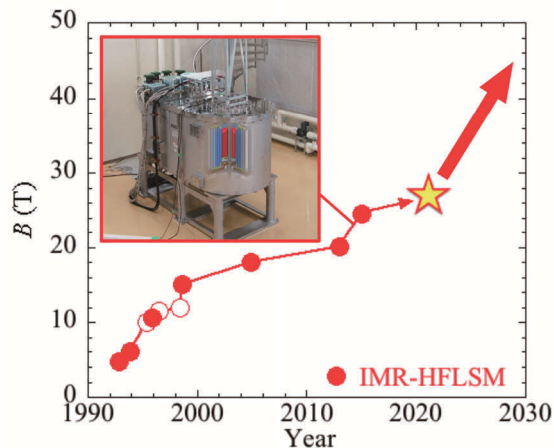


図1 無冷媒超伝導マグネットによる発生磁場の世界記録と目標