

## 研究開発課題別事後評価結果

1. 研究課題名：高温超伝導材料を利用した次世代NMR技術の開発

2. プロジェクトマネジャー：末松 浩人（株式会社 JEOL RESONANCE 取締役）

3. 課題の概要

研究開発者らは核磁気共鳴 (NMR) 装置において、機械的特性の優れた高温超伝導 (HTS) 磁石を主コイルとして使用すること、および HTS 材料を NMR 検出コイルとした超高感度 NMR 検出プローブ技術による NMR 計測の高感度化と高スループット化の実現をすることで、通常の建屋内にも設置可能な小型 800MHz NMR 装置を開発するための技術を確立し、高磁場 NMR 装置の更なる普及拡大を目標とした。

4. 評価結果

(1) 研究開発の目標達成度と成果

ステージ I では、小型 500MHz 級の NMR 装置を目標とした低温超伝導 (LTS)/HTS 磁石内層コイルの開発、並びに高感度金属製 NMR プローブ・HTS 材料を使用した NMR 検出コイルの基礎技術の調査・検討を行った。ステージ II では、開発した 500MHz 級 LTS/HTS 磁石の運用評価、採用する HTS 線材として REBCO 系、Bi 系について磁石サイズ、遮蔽電流磁場、熱暴走の観点での比較調査・検討を行った。また、HTS 検出コイルを使用した超高感度プローブの試作・評価を行い、700MHz 級プローブの運転・評価を行った。ステージ III においては、小型 800MHz 級の NMR 装置の運転・評価を目標として掲げ、HTS 線材の耐応力特性、磁場の補正技術の確立を行った。掲げた目標スペックを上回る小型 NMR 装置の開発を実施した。最終段階で、超伝導磁石の励磁段階でのコイル本体以外の電流リード部のトラブルに見舞われた。200MHz までの磁場分布や 310MHz までの励磁試験は確認できており、委託研究期間終了後の約 3 ヶ月間の継続した自主研究で再組立・評価試験を実施していく。

(2) 新産業及び新事業創出の可能性

高性能 NMR 装置の需要は世界的に高まりつつあるが、本研究開発の成果による小型高性能 NMR 装置により、新規 NMR ユーザー開拓、液体ヘリウムなどの冷媒の使用削減等の特長を活かし、競合する海外 NMR 装置メーカーとの明確な差別化を可能とする。研究開発期間中の成果の一つである、小型 NMR 装置開発に必要な検出プローブは、既に上市を行っている低温金属プローブと HTS 検出コイルの更なる特性改善を実現した事により、HTS コイルを用いた製品開発の展開が見えつつある。また、高磁場 NMR 磁石の小型化を目指した、HTS 線材のコイル化技術を通じ、小型 800MHz 級 LTS/HTS 複合型の磁石開発の要素技術としては目処がついたことにより、800MHz 級の小型 NMR 装置の製品開発に必要な要件が整いつつある。

(3) 総合評価

小型高磁場 NMR 装置の社会ニーズは継続して高く、本研究開発の成果はその普及の障壁となっていた NMR 装置設置場所の制約を軽減、および冷媒材料削減等による経済的なメリットにも繋がりその社

会普及に繋がるものである。小型高磁場用の超伝導磁石に使用する HTS 線材の材質検討にて、REBCO 系と Bi 系の両者を比較して応力集中による劣化や熱暴走による安定面から Bi 系線材を選択するに至ったが、NMR 用磁石および高磁場磁石として、両者の比較を定性的かつ定量的（磁場均一度、劣化モード、劣化時の定量的な条件—フープ応力、軸方向圧縮応力、 $I_{op}/I_c$  など—）にまとめ、今後の更なる小型磁石の開発を進めて欲しい。なお、本研究開発による成果は平成 29 年度（2017 年度）JST 未来社会創造事業（大規模プロジェクト型）の高温超電導線材接合技術にも活用されており、超小型 NMR 装置高性能化の更なる社会普及の貢献に繋がって行くことを期待する。

以上の結果から、総合評価を B とする。

以上