

平成28年度 委託研究開発成果報告書

I. 基本情報

事業名： (日本語) 医療分野研究成果展開事業 (先端計測分析技術・機器開発プログラム)
(英語)

研究開発課題名： (日本語) NMR用無冷媒バルク超電導磁石と専用小型プローブの開発
(英語) Development of cryogen-free superconducting bulk magnet for NMR and its small special probe.

研究開発担当者 (日本語) 国立研究開発法人理化学研究所・専任技師・仲村 高志
所属 役職 氏名： (英語) RIKEN, Senior technical scientist, Takashi NAKAMURA

実施期間： 平成28年04月01日 ～ 平成29年03月31日

分担研究 (日本語)
開発課題名： (英語)

研究開発分担者 (日本語)
所属 役職 氏名： (英語)

II. 成果の概要（総括研究報告）

バルク超電導体を、冷凍機による 45 K の伝導冷却で 6 T（テスラ）以上の無冷媒磁石にできた。NMR・MRI 計測が可能な均一場磁場を 4.7 T（水素原子の核磁気共鳴周波数 200 MHz）で達成し、高分解能 NMR、固体高速 MAS NMR、そして MRI 用プローブを新規開発した。磁石の均一場は劇的に向上し、それに合わせた高分解能の溶液 NMR、固体 NMR、およびマイクロ MRI プローブをそれぞれ開発できたので、資源の枯渇が心配されている液体ヘリウムなしで稼働できる、省スペース、省エネルギーの新しい NMR・MRI 基盤を創造した。

The bulk superconductor was made into a cryogen-free magnet of 6 T (Tesla) or more with conduction cooling of 45 K by the cryo-cooler. And high resolution NMR, solid state high speed MAS NMR, and micro MRI probe were newly developed with this bulk magnet at 4.7 T (^1H NMR: 200 MHz). Since the homogeneous magnetic field of the magnet was dramatically improved and high resolution solution NMR, solid state NMR, and micro MRI probes were developed accordingly, it was possible to operate without liquid helium that is worried about exhaustion of resources. We created a new NMR / MRI infrastructure for space and energy conservation.

III. 成果の外部への発表

(1) 学会誌・雑誌等における論文一覧（国内誌 3件、国際誌 4件）

1. TAMADA D, NAKAMURA T, KOSE K. A gradient coil design for a high-temperature superconducting bulk magnet using the finite-difference method. *Supercond. Sci. Technol.* 2015, 28 095010 8pp
2. FUJISHIRO H, ITOH Y, YANAGI Y, NAKAMURA T. Drastic improvement of the trapped field homogeneity in a superconducting hollow bulk by the insertion of a high- J_c superconducting cylinder for NMR bulk magnets. *Supercond. Sci. Technol.* 2015, 28 095018 (8pp)
3. NAKAMURA T, TAMADA D, YANAGI Y, ITOH Y, NEMOTO T, UTSUMI H, KOSE K. Development of a superconducting bulk magnet for NMR and MRI. *J. Magn. Reson.* 2015, 259, 68-75
4. MOCHIZUKI H, FUJISHIRO H, NAITO T, ITOH Y, YANAGI Y, NAKAMURA T. Trapped Field Characteristics and Fracture Behavior of REBaCuO Bulk Ring during Pulsed Field Magnetization. *IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY.* 2015, 28, 095018 (8pp)
5. 仲村高志. 小型 NMR 用円筒状超伝導バルク磁石の開発と信号検出. *低温工学.* 2017, 52, 1, 3-10
6. 伊藤佳孝、柳 陽介、仲村 高志. NMR 用超電導バルク磁石の新しい積層構造と内挿超電導円筒による磁場均一性向上. 2017, 52, 1, 25-32
7. 藤代博之、柳 陽介、伊藤佳孝、仲村 高志. 超電導薄層円筒内挿による NMR 用超電導バルクの捕捉磁場均一化のシミュレーション解析 —円筒の位置、長さ、形状の影響—. 2017, 52, 1, 33-37

(2) 学会・シンポジウム等における口頭・ポスター発表

1. 口頭、玉田大輝、仲村高志、巨瀬勝美、柳陽介、伊藤佳孝、第 53 回 NMR 討論会(2014)、2014/11/4、国内
2. 口頭、仲村高志、玉田大輝、巨瀬勝美、柳陽介、伊藤佳孝、第 90 回 2014 年度秋季低温工学・超電導学会研究発表会、2014/11/5、国内
3. 口頭、仲村高志、Japan-UK Superconducting Bulk Seminar in SIT、2015/6/16、国内（国際会議）
4. 口頭、仲村高志、第 58 回 固体NMR・材料フォーラム、2015/10/22、国内
5. 口頭、仲村高志、ISS2015、2015/11/17、国内（国際会議）
6. 口頭、仲村高志、伊藤佳孝、柳陽介、根本貴宏、内海博明、藤代博之、2015 年秋季低温工学・超電導学会、2015/12/01、国内
7. 口頭、伊藤佳孝、柳陽介、吉川雅章、仲村高志、2015 年秋季低温工学・超電導学会、2015/12/01、国内
8. 口頭、柳陽介、伊藤佳孝、吉川雅章、仲村高志、2015 年秋季低温工学・超電導学会、2015/12/01、国内
9. 口頭、伊藤佳孝、柳陽介、吉川雅章、藤代博之、仲村高志、2015 年秋季低温工学・超電導学会、2015/12/01、国内
10. 口頭、藤代博之、伊藤佳孝、柳陽介、仲村高志、2015 年秋季低温工学・超電導学会、2015/12/01、国内
11. 口頭、仲村高志、第 15 回高温超電導バルク材「夏の学校」in 岩手、2016/8/26、国内
12. 口頭、藤代博之、Ainslie Mark、内藤智之、伊藤佳孝、柳陽介、仲村高志、1st Asian ICMC and CSSJ 50th Anniversary Conference、2016/11/09、国内（国際会議）
13. 口頭、仲村高志、内海博明、伊藤佳孝、柳陽介、内藤智之、藤代博之、1st Asian ICMC and CSSJ 50th Anniversary Conference、2016/11/10、国内（国際会議）
14. ポスター、仲村高志、内海博明、伊藤佳孝、柳陽介、内藤智之、藤代博之、第 55 回 NMR 討論会、2016/11/16、国内
15. 口頭、仲村高志、第 18 回固体 NMR 技術交流会、2017/3/22、国内

(3) 「国民との科学・技術対話社会」に対する取り組み

(4) 特許出願