

強磁場NMR超伝導磁石の開発

研究者：木 吉 司 独立行政法人物質・材料研究機構 共用基盤部門

強磁場共用ステーション ステーション長

開発企業：犬 伏 泰 夫 株式会社神戸製鋼所 代表取締役社長

(推薦者：岸 輝 雄 独立行政法人物質・材料研究機構 理事長)



木 吉 司 氏



犬 伏 泰 夫 氏

1. 技術の背景

NMR (Nuclear Magnetic Resonance : 核磁気共鳴) 分析法は化学、構造生物学等の分野で必須のツールとして高性能化が求められている。NMRを高性能化する有力な手段は、使用する超伝導磁石の発生磁場を増加させることであり、これにより、NMRの感度と分解能が向上する。

従来、NMR用の強磁場超伝導磁石にはNb₃Sn超伝導線材が用いられているが、①強磁場での臨界電流密度が低下する、②機械的強度が低く加工性に劣る、などの問題があった。

2. 技術の概要

本技術は、NMR装置等の超伝導磁石に用いられるNb₃Sn超伝導線材に関して、超伝導性、加工性に優れた新規なNb₃Sn超伝導線材を提供するものである。

本研究者は、銅とスズからなるブロンズ中のスズの濃度を固溶限界近傍まで増加させ

ることにより、強磁場での臨界電流密度の低下を抑えた線材を、また結晶粒径を最適化したタンタルを補強材として用いる等により、機械的強度に優れ加工性を向上させた線材の併せて二種類の新規な線材を開発した。

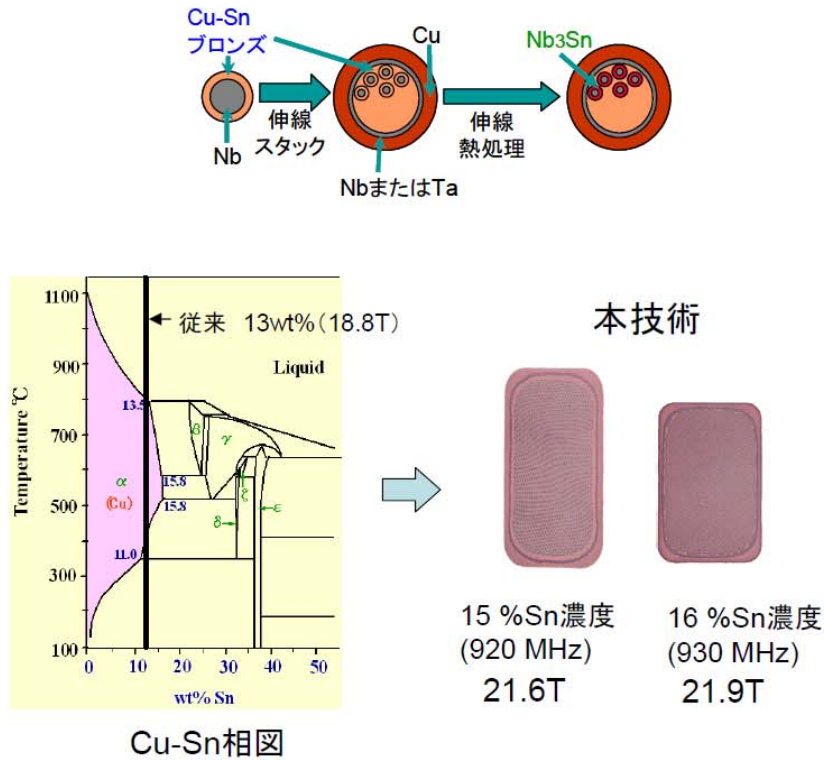


図1 臨界電流密度を改良した Nb₃Sn 超伝導線材

その研究をもとに、開発企業では実用となる線材を開発し、強磁場のNMR用超伝導磁石を共同で作製し、NMRの性能を飛躍的に向上させることに成功した。

具体的には、従来の Nb₃Sn 超伝導線材はスズ濃度 13 重量%程度のブロンズを用い作製したものであったが、本技術ではその濃度を固溶限界近傍である 15～16 重量%まで増加させることにより、臨界電流密度を従来に比べ 30%以上増加させることに成功した(図1)。

また加工性の改良に関しては、研究開発当時より、タンタルが Nb₃Sn 超伝導線材の加工

性を改善する補強材として有効であることが報告されていたが、単にタンタルを用いるだけでは伸線工程において断線を生じ、十分な補強効果を得ることができなかった。そこで、研究者らはタンタルの結晶粒径を最適化（従来より微小化）するなどの手法により、機械的強度を従来の1.5倍以上に増加させ、加工性に優れた線材の開発に成功した（図2）。

以上の結果、図3に示すとおり、従来の性能をしのぐ高性能 NMR 用超伝導磁石の開発に成功した。これらを超伝導磁石に用い、920MHz 及び930MHz の NMR 装置を試作し、物質・材料研究機構で、タンパク質の構造・機能解明及び固体材料の構造解析に関する研究を進めている。

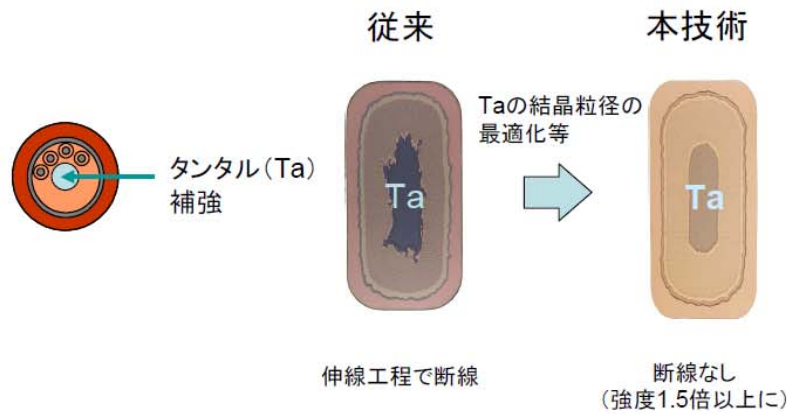


図2 機械的強度を改良した Nb₃Sn 超伝導線材

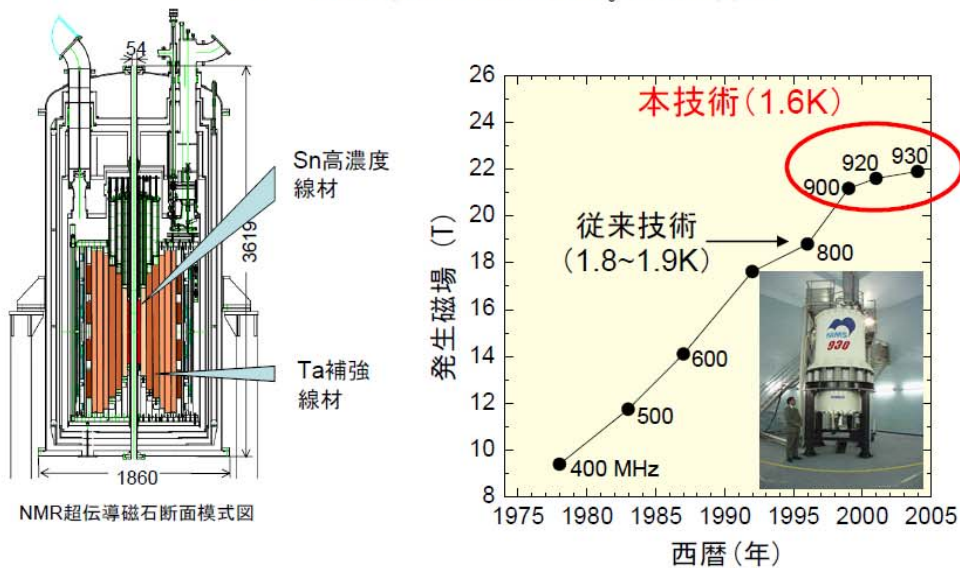


図3 本技術による高分解能NMRの位置付け

3. 効果

これらの試作を経て、新規 Nb₃Sn 超伝導線材を超伝導磁石として用いた 9 2 0 MHz の NMR 装置が製品として大学共同利用機関法人 自然科学研究所 分子科学研究所に納入され、現在、様々な研究が行われている。

本 NMR 装置は創薬に欠かせないタンパク質の高次構造等の解析を可能とする点において、経済・社会に与える影響の広がりは大いと考えられ、検証段階ではあるものの、複合膜タンパクの糖鎖構造の特定に成功するなど成果が出つつある。

本線材はこれまでに約 1 0 億円の売上があり、NMR 用途以外の超伝導磁石としての展開も可能であることから、今後もその売上は伸びると予想され、今後の発展が大いに期待される。