

未来社会創造事業 大規模プロジェクト型
年次報告書

H30 年度
研究開発実施報告書

平成 30 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：西宮 伸幸]

[国立研究開発法人物質・材料研究機構・NIMS 招聘研究員]

[研究開発課題名：磁気冷凍技術による革新的水素液化システムの開発]

実施期間：平成 30 年 11 月 15 日～平成 31 年 3 月 31 日

§1. 研究実施体制

研究開発代表者:西宮 伸幸(国立研究開発法人物質・材料研究機構・NIMS 招聘研究員)

(1)NIMS(物質・材料研究機構)グループ

- ① 主たる共同研究者:清水 禎(物質・材料研究機構 技術開発・共用部門 強磁場ステーション ステーション長)
- ② 研究項目
 1. 磁気冷凍材料の開発
 - ・ 探索・創製
 - ・ バルク機能評価
 - ・ 表界面制御
 2. 水素液化システムの開発
 - ・ 磁気冷凍システム
 - ・ AMR 技術
 - ・ 磁場発生技術
 - ・ 経済性検討

(2)前川製作所グループ

- ① 主たる共同研究者:星野昌幸(前川製作所技術研究所・課長)
- ② 研究項目:磁気冷凍システム

(3)日本イットリウムグループ

- ① 主たる共同研究者:内野義嗣(日本イットリウム・代表取締役社長)
- ② 研究項目:AMR 技術

(4)金沢大グループ

- ① 主たる共同研究者:松本宏一(金沢大学理工研究域数物科学系・教授)
- ② 研究項目:バルク機能評価、AMR 技術

(5)大島商船高専グループ

- ① 主たる共同研究者:増山新二(大島商船高専電子機械工学科・教授)
- ② 研究項目:磁気冷凍システム

(6)京都大学グループ

- ① 主たる共同研究者:白井 康之(京都大学工学部電気電子工学科・教授)
- ② 研究項目:磁場発生技術

§2. 研究実施の概要

本研究開発は磁気冷凍材料と水素液化システムの研究グループから構成され、それぞれに 3 つの研究チームが設置されている。平成 30 年度は研究体制の構築と研究環境の整備を中心に行った。短い研究期間にもかかわらず各チームは精力的に取り組み、すでに特許申請 1 件、研究論文 7 報、口頭発表 7 件、ポスター発表 8 件、招待講演 3 件、新聞発表 1 件等の成果が得られている。

磁気冷凍材料グループでは、磁気冷凍候補材料の探索と試作を進め、磁気熱量効果の特性を調べた。また、希土類を含まない磁気冷凍材料についても検討を進めた。磁気構造相転移の起源を探るため、中性子散乱等の先端計測技術と高品位試料の合成技術、理論・シミュレーションとを組み合わせた高度な多面的バルク機能評価法の課題抽出と解決策を探った。水素の定量評価法、可視化方法について検討を進めるとともに、オルト・パラ水素変換について実験環境の整備を進めた。また、水素耐性表面コーティングに関して、実際の粒状磁性体試料へのバリア膜成膜の評価を開始した。

水素液化システムグループでは、室温磁気冷凍技術の成果をベースに極低温の水素液化温度で高効率な冷凍サイクルを実現するための課題を抽出した。水素液化サイクルの解析を進め、磁気冷凍技術によって液化効率 50%以上を得るための条件について調べた。超伝導ソレノイド磁石を用いた 2 気筒型 AMR サイクル試験装置を設計・発注し、本格的な冷凍試験が間もなく開始される。磁気冷凍機の予冷に用いるターボ・ブレイトン冷凍機や GM 冷凍機の基本設計を行い、仕様を決定した。また、AMR サイクル用磁気冷凍材料の加工技術について試験を進め、粒状試料製造装置を発注した。磁気冷凍サイクル用超伝導磁石の基本的な仕様を決定した。

以上のように、研究計画通りの順調な進捗が得られおり、令和元年度は研究装置の整備が進むため、多数の成果が期待される。