

産学共創基礎基盤研究プログラム 平成 28 年度事後評価結果

1. 研究課題名：ナノスケール構造制御による高性能磁石創製

2. 研究代表者：加藤 宏朗（山形大学 大学院理工学研究科 教授）

3. 研究概要

本研究課題は、ナノスケールの構造制御によって、ネオジム焼結磁石の最大エネルギー積を上回り、しかも資源的リスクのある Dy の使用量を大幅に削減した最強の希土類磁石を創製するための指針を獲得し、実験室レベルでの実証を行うことを目的とする研究である。そのために、「薄膜プロセスによるナノ構造制御と高性能化の指針獲得」及び「強磁場プロセスによるバルク磁石のナノ組織制御と高性能化」の研究項目を設定して研究を開始したが、「産学共創の場」などにおける、アドバイザーやプログラムオフィサー (PO) からの提言などを踏まえて、平成 26 年度からは後者の研究項目を削除し、新たな研究グループを加えた上で、「高品位モデル磁石の高精度磁気特性および構造評価」、「高品位モデル磁石の原子レベル構造評価」の研究項目を追加した。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

c 軸が配向した $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 薄膜に Nd 被覆あるいは La 被覆をして熱処理することで、保磁力が顕著に増加することを見だし、TEM、STEM-EDX 分析により、熱処理による被覆層の酸素濃度の増加が保磁力の改善に寄与している可能性を示唆している。ナノコンポジット磁石の残留磁化に関しては、 $\text{R}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\alpha\text{-Fe}$ 界面における交換結合の面方位依存性を実験的に検証し、高い残留磁化を有する $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\alpha\text{-Fe}$ ナノコンポジット磁石を得るための考え方を示している。これらは、Nd-Fe-B 系磁石の高性能化指針の提示として評価される。また、産学共創の場および PO の指摘に基づき、研究対象を整理し、効率的に研究を進めた点は、産学共創の場が有効に機能したと評価できる。

一方で、64 MG0e を上回り、薄膜レベルでは世界最高の最大エネルギー積を示すナノコンポジット薄膜モデル磁石を創製するとの所期の目標に関しては、未達成である。膜構造の最適化などを進め、所期の目標の達成を期待したい。

4-2. 今後の研究に向けて

本研究課題では、薄膜の実験事実と原子レベルの理論との対応を取りながら研究が進められ、新しい保磁力改善モデルなどが提案されている。解釈に対する納得性が十分ではない部分があるが、多面的な研究により、一層クリアな指針として頂きたい。最大エネルギー積については、高い目標が掲げられている。達成へのハードルは高いが、実現できれば高性能

ナノコンポジット磁石を得る指針が明快となるので、今後の研究において実現されることを期待したい。

原子レベル→薄膜→バルクへの展開が重要であるが、産学共創の場などの議論を通じて、平成 26 年度以降、バルク磁石に関する研究項目を削除頂いた。今後の研究に期待したい。

4-3. 総合評価

総合評価 B

本研究課題は、ナノスケールの構造制御によって、ネオジム焼結磁石の最大エネルギー積を上回り、Dy の使用量を大幅に削減した最強の希土類磁石を創製するための指針を獲得し、実験室レベルでの実証を行うことを目的とする研究である。c 軸が配向した Nd₂Fe₁₄B 薄膜に Nd 被覆あるいは La 被覆して熱処理することで、保磁力が顕著に増加することを見いだすと共に、R₂Fe₁₄B/ α -Fe 界面における交換結合の面方位依存性を実験的に検証し、高い残留磁化を有する Nd₂Fe₁₄B/ α -Fe ナノコンポジット磁石を得るための考え方を示した点は、本技術テーマの趣旨に沿う成果として評価される。また、TEM、STEM-EDX 分析などにより、保磁力改善の原因にアプローチしている点も評価できる。一方で、所期の目標とした最大エネルギー積の達成や提唱する保磁力改善メカニズムへの納得性改善は、今後に残された課題である。

以上