

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：遷移金属元素の価数に着目した鉄系酸化物磁石の実用材周辺の基礎科学とその高性能化に向けた物質設計指針の提案

2. 研究代表者：中村 裕之（京都大学 大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

本研究課題は、La-Co 置換 Sr フェライトを対象に、実験に基づく酸素組成、Fe の価数、Co の価数の包括的な検討を行うと共に、酸素分圧コントロールによる試料の作り分けと物性評価を行い、以て、La-Co 置換 Sr フェライトの更なる高性能化のための物質設計指針を得ようとするものである。

フラックス法あるいは FZ 法で育成した単結晶を対象に、酸素組成分析、Fe 価数の化学分析、伝導測定、放射光 X 線分光、 ^{57}Fe メスバウア分光実験、 ^{59}Co -NMR 実験、中性子実験、第一原理計算等を複合的に利用して、Co の置換サイトおよび Co が 2 価の高スピン状態にあることを明らかにしている。また、La 置換量 $>$ Co 置換量の試料においては、その差分の Fe^{2+} が出現することを見いだしている。さらに、酸素分圧制御により Co 置換量を制御できることを示し、Co 置換量増大を磁気特性高性能化の指導原理として提言すると共に、 Fe^{2+} 発生量の制御で (Co に頼らない) 磁気特性向上の可能性を示している。

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

本技術テーマの下で平成 23~25 年度に行われた「鉄系酸化物磁石の飛躍的高機能化を目指した微視的評価技術の開発と保磁力機構の解明」で得られた知見を基に、複数の解析手段と第一原理計算を複合的に利用し、La-Co 置換 Sr フェライト中の遷移金属の位置と電子状態を明確に示しており、所期の目的が達成されている。この成果は、La-Co 置換 Sr フェライトに対する理解を格段に深め今後の材料開発を加速すると高く評価される。また、Co 置換量の増大が磁気特性の高性能化をもたらすこと、Co 置換量が酸素分圧で制御可能であること、さらには、 Fe^{2+} 発生量の制御で (Co に頼らない) 磁気特性向上の可能性を示している。今後の材料設計指針を明らかにした点で、高く評価される。

4-2. 今後の研究に向けて

本研究課題では、単結晶試料を用いることで実験条件を単純化し、La-Co 置換 Sr フェライトの電子状態等を正確に解析することに成功している。実験結果に対しても丁寧な考察が加えられており、結果に対する信頼度も高い。一方で、実用の材料は焼結材料であるので、得られた結果を焼結材料に展開することが必要である。企業との共同研究を含めて、焼結材

料への展開を期待したい。

緻密な実験計画の下に研究が進められているが、Co 置換による異方性増大機構の解明など、いくつかの残された課題もある。それらについても今後明らかになることを期待したい。

多くの新しい知見が得られている一方で、特許の申請は行われていない。知的財産の確保にも注力して頂きたい。また、学会発表件数に比べて論文数が少ない。学会発表件数に見合う成果は創出されていると思われるので、社会へアピールするためにも論文の形でも成果を残すことを期待する。

4-3. 総合評価

総合評価 S

本研究課題は、複数の解析手段と第一原理計算を複合的に利用し、La-Co 置換 Sr フェライト中の遷移金属の位置と電子状態を明確に示している。この成果は、従来明らかでなかった La-Co 置換 Sr フェライトに対する理解を格段に深め今後の材料開発を加速する、と高く評価される。また、Co 置換量の増大が磁気特性の高性能化をもたらすこと、Co 置換量が酸素分圧で制御可能であること、さらには、Fe²⁺発生量の制御で (Co に頼らない) 磁気特性向上の可能性を示し、今後の材料設指針を明らかにしている。本プログラムの趣旨に照らして高く評価される。

以上