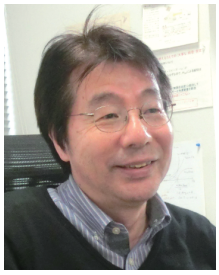
【基盤研究（S）】

大区分Ｃ



研究課題名　軽元素を利用した新しい物質合成法の確立と希土類フリー磁石材料への展開

東北大学・大学院工学研究科・教授　佐久間（さくま）　昭正（あきまさ）

研究課題番号：19H05612　研究者番号：30361124
キーワード：磁石、レアアースフリー、磁性材料、希土類、軽元素

【研究の背景・目的】

世界の x-EV（電気自動車）の販売台数は 2035 年には自動車全体の 50 %を超え 1 億台にのぼると予測されている。またロボット、風力発電等の急速な普及も進み、それらを構成するモーターに必要な永久磁石の巨大な需要拡大が見込まれている。現在、永久磁石材料としては高性能・高価格である NdFeB、低性能・低価格であるフェライトの 2 種類しかなく、磁気特性およびコストパフォーマンスが両者の中間に位置する材料が切望されている。また NdFeB 合金に用いられている Nd 等の希土類元素は、中国等に偏在しているため供給不安を払拭できず、希土類を用いない（レアアースフリー）磁石材料の開発が必要となっている。図 1 に示したように、近年中国が NdFeB 磁石の製造技術を高め、すでに生産量では世界の 3

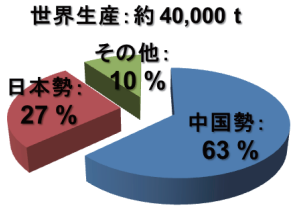


図 1　NdFeB 磁石生産量

分の 2 を占めるに至っている。したがって「中国の技術的追い上げ、および将来の x-EV、風力発電、ロボット等の普及による磁石の巨大な需要に我が国がどう対応していくか？」が喫緊の課題である。このような世界情勢に対して本研究は図 2 に示したように、NdFeB 磁石とフェライト磁石の中間の磁気特性を有する希土類フリー磁石材料を創製し、我が国がこの分野で引き続き世界のリーダーなることを目指すものである。

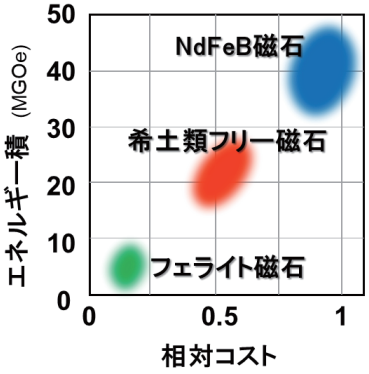


図 2　磁石の性能とコスト

【研究の方法】

NdFeB 磁石とフェライト磁石の中間の磁気特性を有する希土類フリー磁石材料の候補として、軽元素（H,C,O,N）を含む Fe 合金を取り上げた。理論グループでは、これらの元素が含まれた Fe 合金の磁性を第一原理計算によって予測する。実験グループでは Fe に H、C、O、N を導入するプロセスの研究を行う。すなわち理論計算から導かれる物性と新しい物質合成プロセスを組み合わせることにより軽元素を含む希土類フリー磁石の材料創出を目指す。

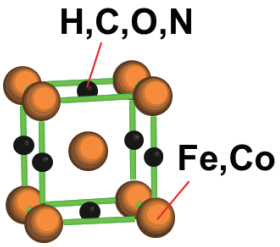


図 3　FeCo 合金の結晶構造

【期待される成果と意義】

NdFeB とフェライトの中間の特性を有する希土類フリー磁石の開発によって新しいカテゴリーを作り、我が国の優れたモーター設計技術を駆使して他国が追従できない技術的優位性を獲得することが国際競争上重要な戦略である。コストパフォーマンスに優れた希土類フリー磁石を創出できれば NdFeB までの高性能を必要としないが、フェライトよりも高い磁気特性が求められる用途において置き替えが進み磁石市場が大きく変わると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・Y. Kota, A. Sakuma, Degree of Order Dependence on Magnetocrystalline Anisotropy in Body-Centered Tetragonal FeCo Alloys, Appl. Phys. Express, 5, 113002 (2012)
・M. Tobise, S. Saito, M. Doi, Challenge to the synthesis of α”-$(Fe,Co)_{16}N_2$ nanoparticles obtained by hydrogen reduction and subsequent nitrogenation starting from α-(Fe,Co)OOH, AIP Advances JMI2019, 035233 (2019)

【研究期間と研究経費】

令和元年度－令和 5 年度
146,400 千円

【ホームページ等】

http://sakuma.apph.tohoku.ac.jp/web/