

X線顕微鏡による磁石材料の磁気構造・化学状態可視化 2

NIMS ESICMM¹、KEK² 上野哲朗^{1,2}、橋本愛²、武市泰男²、小野寛太²

UENO.Tetsuro@nims.go.jp

X線顕微鏡は数10 nmに集光したX線を試料に照射し、顕微観察や局所X線分光測定を行うことができる実験装置である。我々は高エネルギー加速器研究機構・放射光科学研究施設に設置された走査型透過X線顕微鏡(STXM)[1]を用いて磁石材料の磁気構造及び化学状態可視化による基礎物性評価の研究を推進している。STXMを用いることで磁石原料粉末や焼結磁石など従来の実験手法では測定が困難だった試料のX線分光測定が可能になってきた。

軽希土類の一種であるサマリウム(Sm)を含む金属間化合物(SmCo_5 、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ など)は最も普及しているネオジム(Nd)系磁石の主相物質である $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ と比較して高い磁気異方性やキュリー温度を示すなど磁石材料として優れた性質をもつ[2]。高い磁気異方性の起源はSmの一イオン磁気異方性にあると考えられており、Smイオンの価数状態の理解はSm系磁石材料の性能向上や新規磁石材料の開発のために不可欠である。

我々は上述のSTXMを用いて SmCo_5 磁石のX線吸収顕微分光・X線磁気円二色性(XMCD)顕微分光を行い、Smの価数・磁気状態を調べた。市販の SmCo_5 焼結磁石から厚さ約100 nmの薄片を切り出し試料として用いた。Sm $M_{4,5}$ 吸収端で測定した局所X線吸収スペクトルを多重項計算の結果と比較し、Smイオンが3価に近いことを見出した。また磁気光学総和則[3]による局所XMCDスペクトルの解析からSmイオンの4f軌道量子数・スピン量子数比(L/S比)を算出し、フント則から導かれる3価SmイオンのL/S比とほぼ一致することを確認した。

本研究の一部は文部科学省の委託事業である元素戦略磁性材料研究拠点の支援を受けて実施された。STXM実験は放射光共同利用実験審査委員会の承認のもと課題番号2015MP004として実施された。

[1] Y. Takeichi, N. Inami, H. Suga, K. Ono, Y. Takahashi, Chem. Lett. **43**, 373 (2014).

[2] J. M. D. Coey, Magnetism and Magnetic Materials (Cambridge University Press, 2009).

[3] S. S. Dhesi, G. van der Laan, P. Bencok, N. B. Brookes, R. M. Galéra, and P. Ohresser, Phys. Rev. B **82**, 180402(R) (2010).