



Sm-Fe-N ナノ粒子の磁場配向

平山悠介
産業技術総合研究所

キーワード：熱プラズマ、Sm-Fe-N、永久磁石、ナノ粉末

1. 背景と研究目的

Sm-Fe-N 化合物^{1,3}は永久磁石としてのポテンシャルが高く、現在最強磁石の主相である Nd₂Fe₁₄B と比較しても上回る特性を有する。中でも TbCu₇ 構造を有する Sm-Fe-N は飽和磁化も高く、次世代の磁石材料として期待されている²。しかしながら、TbCu₇ 構造は準安定構造であり、これまで報告のあるプロセスでは多結晶体しか得られておらず、化合物が有する高いポテンシャルを引き出し切れていない。そこで我々は新たなプロセスとして、熱プラズマ法に注目し、TbCu₇ 構造を有する Sm-Fe-N 化合物を異方性（単結晶）ナノ粒子として合成することに挑戦した。単結晶で得られたかどうかは磁場配向をすることにより評価した。

2. 実験内容

熱プラズマプロセスにより、Sm-Fe 合金粉末を作製した。本実験は、投入電力 6kW、プロセス圧力は 100kPa、プラズマガスは 35L/min. の条件で行った。得られた Sm-Fe ナノ粒子を窒素気流中 400°C 15 分間の熱処理を行うことにより、Sm-Fe-N ナノ粉末を得た。その後、グローブボックス内でエポキシ樹脂と混合し、9T の磁場下で磁場配向を行った。得られた試料に対してあいちシンクロトロン光センターの BL8S1 で X 線回折実験を行った。エネルギーは 14.37 keV を用いた。

3. 結果および考察

熱プラズマ法で作製した SmFe ナノ粉末は準安定相である TbCu₇ 構造を有し、窒化処理後もその構造を有していることが分かった。SEM 結果より平均粒子径は約 100 nm 程度であり、これまでの作製方法では到達できなかった微細化に成功した。得られた Sm-Fe-N ナノ粒子を磁場配向した試料についての XRD 結果を右図に示す。磁場配向なしの試料(iso)に対して、測定面に対して垂直に磁場配向した試料(OOP)は(002)からの反射が強く、測定面に対して平行に磁場配向した試料(IP)は(hk0)からの反射が強く観測された。従って TbCu₇ を有する Sm-Fe-N は c 軸が磁化容易軸である一軸異方性を有する化合物であることが分かった。

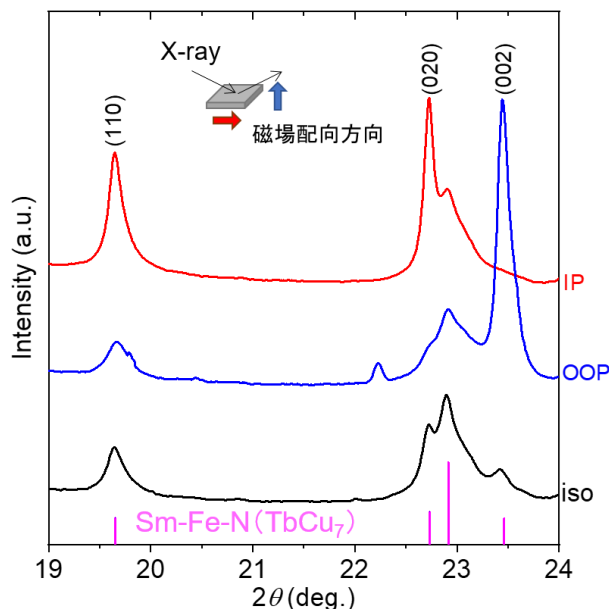


図 Sm-Fe-N ナノ粉末の無配向(iso)、測定面に対して垂直に磁場配向(OOP)、平行に磁場配向(IP)した試料の XRD 結果

4. 参考文献

1. T. Iriyama et al., IEEE Transactions on Magnetics 28 (1992) 2326-2331.
2. S. Sakurada et al., J. Appl. Phys. 79 (1996) 4611-4613.
3. Y. Hirayama, Y.K. Takahashi, S. Hirose, K. Hono, Scripta Materialia 138 (2017) 62-65.