



## 希土類-鉄ナノ粒子の磁場配向

平山悠介、Park Kwangjae  
産業技術総合研究所

キーワード：ナノコンポジット磁石、希土類-鉄合金、永久磁石、ナノ粉末

### 1. 背景と研究目的

磁化の高いソフト磁性材料と異方性磁界の高いハード磁性材料を磁壁厚みオーダーのナノサイズで交換結合した複合材料を作製できれば、原理的にはハード磁性化合物の飽和磁化を超える残留磁化を有する永久磁石（ナノコンポジット磁石）ができる<sup>1</sup>。粉末冶金技術を用いてこのナノコンポジット磁石を作製するためには、交換結合長はナノサイズであるためにソフト磁性相としてナノサイズの粉末を使用する必要がある。本研究では熱プラズマで得られた Fe ナノ粉末とジェットミルで作製した SmCo<sub>5</sub> マイクロ粉末を混合し、粉末冶金技術を用いて異方性のナノコンポジット磁石を作製した。

### 2. 実験内容

SmCo<sub>5</sub> のインゴットをアーク溶解法により作製し素粉砕した後 ( $D_{50} = 18.6 \mu\text{m}$ )、ジェットミルを用いて微粉砕し  $D_{50}$  が  $2.4 \mu\text{m}$  である粉末を得た。得られた SmCo<sub>5</sub> 微粉末を熱プラズマプロセスにより作製した Fe ナノ粉末<sup>2</sup> とホモジナイザーを用いて混合し、2 T の磁場下で磁場配向を行った。その後、1.2 GPa で加圧し、600°C で熱処理を行った。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

図 1(a)にはアーク溶解素粉砕後とジェットミル後の粉末の XRD 結果を示した。作製した粉末は磁性相としては SmCo<sub>5</sub> 単相であり、ジェットミル後にはジェットミル中の粒子へのダメージにより、ピークがブロードになっていることが分かる。また図 1(b)の(00*m*)のピーク強度が高くなっていることから、2T の外部磁場により *c* 軸方向に配向し、Fe を 10wt% 加えた試料についても同様の配向度を保っていることが明らかとなった。また、磁化のマイナーループ測定より、SmCo<sub>5</sub> 相と Fe 相が交換結合していることが示唆され、異方性のナノコンポジット磁石が作製できるプロセスとして有望である。

### 4. 参考文献

1. R. Skomski and J. M. D. Coey, Phys. Rev. B 48, 15812 (1993).
2. Y. Hirayama et al., Journal of Alloys and Compounds 792, 594 (2019).

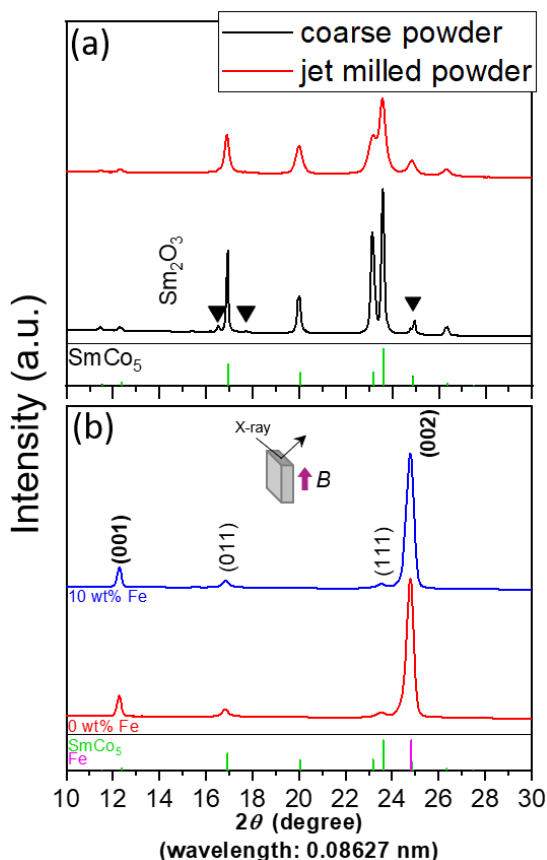


図 1 (a) SmCo<sub>5</sub> の素粉砕と微粉砕粉の XRD プロファイル、(b) 磁場配向後の焼結体の XRD プロファイル