



希土類-鉄合金粉末の結晶構造解析

平山悠介、高木健太
産業技術総合研究所

キーワード：永久磁石，合金，熱プラズマ

1. 背景と研究目的

現在最強磁石材料である $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ に比べ、高磁気特性（飽和磁化、異方性磁界）を有する材料として、より Fe リッチ組成を有する化合物[1-3]が報告されている。これら Fe リッチの結晶相は、相図には現れない準安定相であり、本準安定相を単結晶粉末で作製できた例はないが、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ に比べ高い磁気特性を有するために、異方性磁粉として得ることができれば、ネオジム磁石を凌駕する磁石を作製できるポテンシャルを有する。本研究では、非平衡相の異方性磁粉を得られる可能性を有する、熱平衡プラズマ法による粉末合成を検討した。本方法は、10000 K でイオン化・ラジカル化した原子は急冷速度 10^{5-7} K/sec 程度で一気に急冷され、均一核生成、不均一凝縮を経て 10 - 300 nm 程度のナノ粒子の作製が可能である。本研究では、Y-Fe のみ ThMn_{12} 構造を有する希土類-鉄二元合金化合物の粉末作製に成功しているために [4]、RF 熱プラズマ法を用い、その特徴を活かし、 YFe_{12} の異方性磁粉の合成を目指し、第一ステップとして Y-Fe ナノ粉末が酸化せずに合金化しているかどうかを評価する。

2. 実験内容

試料を 300 μm のキャピラリーにグローブボックス内で封入し、あいちシンクロトロン BL5S2 でエネルギー 14 keV の X 線を用い、粉末 X 線回折実験を行った。今回測定した試料は、 YH_3 粉末と Fe 粉末の混合粉末を出発材料とした。 YH_3 粉末は、Y 金属塊を水素フロー中で 500°C、2 時間の条件で水素解砕した後、さらにボールミルで 18 時間粉碎、その後真空中で 800°C で 30 分加熱し脱水素することで得た。熱プラズマ法により合成した粉末 (as TP) と、これらの試料に 10^{-3} Pa 以下の真空中で 500、600、700、800、900°C のそれぞれの温度下で 5 分熱処理を行った合計 6 個の試料を対象とした。

3. 結果および考察

右図に測定結果を示す。熱プラズマプロセスにより合成された粉末は Y と Fe の回折ピークが観測されるが、同時に Y-Fe 合金由来の回折ピークも観測されることから、Y-Fe ナノ粉末が酸化せずに合金化していることが分かる。今後は詳細な分析をおこなうと同時に、熱磁気曲線から算出されるキュリー温度とも比較し、相の同定を行う予定である。

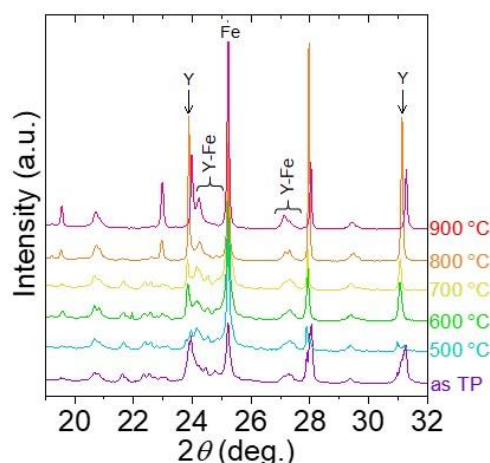


図 Y-Fe 合金ナノ粉末の粉末 X 線回折結果

4. 参考文献

1. S. Sakurada et al., J. Appl. Phys. 79, 4611 (1996).
2. Y. Hirayama et al., Scr. Mater. 95, 70 (2015).
3. Y. Hirayama et al., Scr. Mater. 138, 62 (2017).
4. H. Suzuki, AIP Advances, 7 (2017).