



# 熱プラズマ法により合成した Nd-Fe 合金ナノの結晶構造解析

平山悠介, 高木健太  
産業技術総合研究所

キーワード : 熱プラズマ, ナノ粒子, 永久磁石

## 1. 背景と研究目的

熱プラズマプロセスは約 100 nm 程度のナノ粒子を作製する事ができる手法である。我々は、本手法を用いて永久磁石材料の合成に挑戦している。これは、永久磁石材料としての重要な特性である保磁力を向上させるためには、粒子径を小さくすることが効果的であるためである。最終的には、本プロセスを用いて、Fe リッチ組成を有する化合物[1-3]の作製を目指す。本研究ではまず、Nd と Fe の合金系を用いて、熱プラズマ法により合金ナノ粒子が得られるかどうかの確認、得られた合金相の同定を粉末 X 線回折法を用いて詳細に調べた。また、熱プラズマプロセスの課題として、投入した粉末が処理（全て蒸発）されないことが挙げられる。その影響についても調べた。

## 2. 実験内容

原料粉は NdH<sub>2</sub> と Fe の混合粉とした。ここで、NdH<sub>2</sub> は Nd 金属を 500°C、水素中で 2 時間処理することで NdH<sub>3</sub> とし、ヘプタン中で 2 時間ボールミルによる粉砕を行い、さらに、600°C 真空中で 1 時間熱処理を行うことで得られた。本混合粉を熱プラズマ処理することで、平均粒径が約 80 nm の合金粉末を得た。得られた試料を 300 μm の石英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、合成した Nd-Fe 合金粉末(混合比で Nd:Fe = 1 : 3 at%)と、さらに 400°C ~ 700°C で熱処理をした粉末を対象とした。

## 3. 結果および考察

得られた XRD プロファイル (右図) から、合金相 (Th<sub>2</sub>Zn<sub>17</sub> 構造) を確認できた。また、400 ~ 600°C では 22° から 23° 付近に Nd<sub>5</sub>Fe<sub>17</sub> に起因するピークも見えるが、700°C では消失した。得られた相には、原料粉である NdH<sub>2</sub> や NdH<sub>3</sub> が加熱されることにより脱水素化され得られる Nd が含まれることがわかった。つまり、原料として投入した粉末が完全に蒸発できていない、未処理の粉末が相当量存在する。これは、本実験で使用した投入電力が 6kW であり、更に高電力を投入する、もしくは原料粉を更に小さくすることで、改善が期待できる[4]。

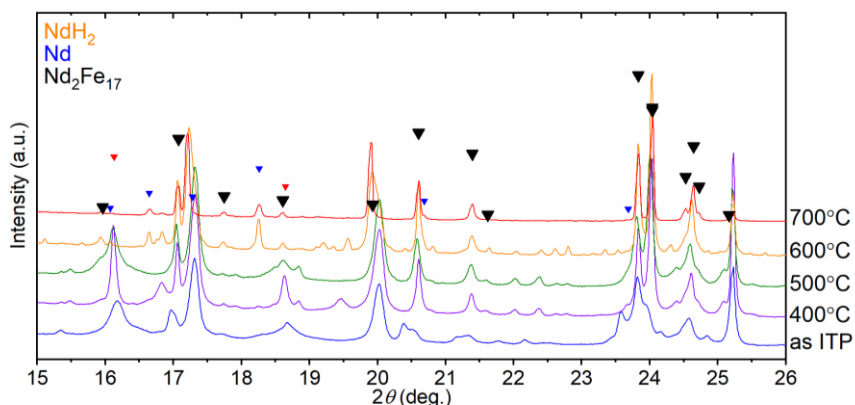


図 熱プラズマ処理したまま (as ITP) とそれぞれの温度で熱処理した Nd-Fe 合金粉末の XRD プロファイル

これは、本実験で使用した投入電力が 6kW であり、更に高電力を投入する、もしくは原料粉を更に小さくすることで、改善が期待できる[4]。

## 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. S. Bianconi et al., Journal of Physics D: Applied Physics, 50, 165204 (2017).