

A1-09 熱プラズマプロセスで創る機能性金属ナノ粒子

平山 悠介（産総研 磁性粉末冶金研究センター）

電気自動車（EV）の発展や電動航空機の実現には高出力高効率モーターが必須であり、高温でも使用に耐える永久磁石の開発がその鍵を握る。現在 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ を主相とした所謂ネオジム磁石が最強磁石として使用されているが、唯一とっていい欠点はその高温耐性である。そこで、高温領域において化合物として $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ と比較して高ポテンシャルを有する Sm-Fe-N 化合物が注目されている。元素戦略の観点からも、ネオジムではなく現状あまり用途の多くないサマリウム（Sm）を有効活用できることは非常に意義がある。さて、高性能な永久磁石を作製するためには、その微細構造をナノメートルレベルで精密に制御することが必要である。特に、主相の粒子径を微小化することは永久磁石としての高特性化に直結する。

近年我々は、新規プロセスとして熱プラズマプロセスを用いた永久磁石開発を進めている。熱プラズマプロセスは、原料元素を一旦気相（ガス）化し、一気に固相へと急冷することでナノ粒子が得られる乾式のプロセスである。本プロセスを用いて 60 nm 程度の永久磁石微粉末を作製し、その後成形することで永久磁石を作製したところ、焼結磁石としては世界最高の 5T を超える超巨大保磁力を有することが明らかとなった¹⁾。

上記の結果は、熱プラズマプロセスにより粒径の微細化を達成できたことに加え、非常に酸化しやすい金属ナノ粒子を酸化させずに扱うことにより達成できたと考えられる。右図は金属のそれぞれの元素に対してどのような用途にどの程度の粒径の粉末が使用されているかの一例を示した図である。左下が超易酸化金属ナノ粒子の領域で、その粉末の扱いの困難さから用途はまだまだ限定的である。最近の我々の研究では、この領域に属するナノ粒子を酸化させずに扱うことで、これまで得られなかった特異な現象の観測に成功している²⁻⁴⁾。本講演では、熱プラズマプロセスを用いた材料合成から、その付加された機能性についていくつか紹介する。

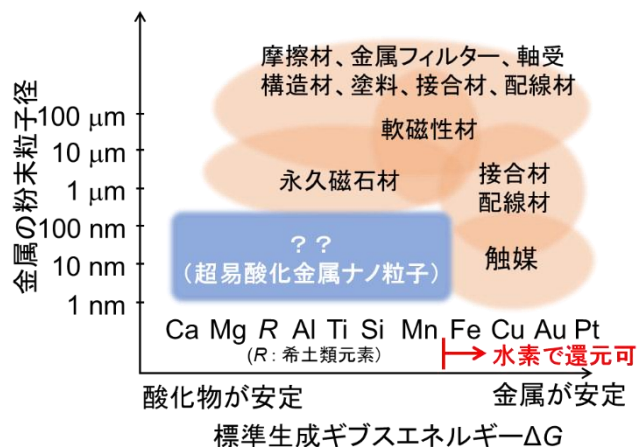


図 それぞれの金属元素と粒径に対する用途

- 1) K. Park, Y. Hirayama, J. Wang, M. Kobashi, *Scripta Materialia*, **2022**, 218, 114847.
- 2) Y. Hirayama, K. Takagi, *J. Alloys Compd.*, **2019**, 792, 594-598.
- 3) D. Kim, Y. Hirayama, Z. Liu, H. Kwon, M. Kobashi, K. Takagi, *Nanomaterials*, **2021**, 11, 1182.
- 4) Y. Hirayama, M. Shigeta, Z. Liu, N. Yodoshi, A. Hosokawa, K. Takagi, *J. Alloys Compd.*, **2021**, 873, 159724.
- 5) J. Wang, Y. Hirayama, Z. Liu, K. Suzuki, W. Yamaguchi, K. Park, K. Takagi, H. Kura, E. Watanabe, K. Ozaki, *Sci. Rep.*, **2022**, 12 3679.

PROFILE

平山悠介（国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 磁性粉末冶金研究センター 主任研究員）

大阪大学大学院工学研究科にて磁気冷凍材料の開発に従事し、博士後期課程修了。物質・材料研究機構にて元素戦略磁性材料研究拠点のポスドク研究員として永久磁石材料開発に従事した後、現職である産業技術総合研究所 磁性粉末冶金研究センターで引き続き永久磁石材料の開発と金属ナノ粒子の新規機能性探索を進めている。専門分野は磁性材料、金属ナノ粒子合成。所属学会は金属学会、磁気学会、粉体粉末冶金協会など。