

放射光と中性子を用いた磁性材料の構造解析

KEK¹、物材機構² 小野寛太¹、井波暢人¹、武市泰男¹、斉藤耕太郎¹、上野哲朗²、大鳥博之¹、佐賀山遼子¹、熊井玲児¹、横尾哲也¹、伊藤晋一¹

ハイブリッドおよび電気自動車の駆動モーター用に用いられる永久磁石である Nd-Fe-B 磁石については、資源リスクの観点から、Dy を使わずに Nd-Fe-B 磁石を高保磁力化することが求められている。そのためには、保磁力メカニズムの解明が不可欠である。われわれは Nd-Fe-B 磁石における保磁力機構を明らかにすることを目的として、放射光と中性子を総合的に用いることにより Nd-Fe-B 磁石の磁気構造や組織構造の解析に取り組んでいる。これまでの研究で、J-PARC のパルス中性子を用いた中性子ブリルアン散乱法による Nd-Fe-B 磁石のスピンの波の観察や J-PARC iMateria を用いて(Nd,Dy)-Fe-B の磁気構造解析を行った。また、磁性材料の材料開発を進めるためには、材料創製プロセスを原子レベルで明らかにすることが重要であり、放射光と中性子を用いて材料創製プロセスのその場観察を実現することを目指して研究を進めている。

Coey や Iriyama らにより発見された Sm₂Fe₁₇N₃ は、大きな飽和磁化と $\kappa > 1$ の硬さパラメータを持ち、高い最大エネルギー積を実現する可能性のある強磁性化合物である。しかしながら、Sm-Fe-N は約 650°C で Fe と Sm-N に分解するため焼結が困難であり、Sm-Fe-N 微粒子を樹脂で固めたボンド磁石のみ実用化されている。Sm-Fe-N や Fe-N など微粒子の磁石材料の研究開発を進める上で、結晶構造、磁気構造、窒素サイトの位置、占有率などを正確に決定することは極めて重要である。われわれは、Sm-Fe-N 微粒子磁石の単一微粒子をピックアップすることにより、KEK-PF の X 線構造解析装置を用いて単結晶構造解析に成功した。また、大強度中性子ビームの利用により、これまで困難であると考えられていた Sm-Fe-N の中性子回折および磁気構造解析に成功した。

放射光と中性子を用いて行った磁性材料の構造解析について、講演では下記のテーマについて報告する。

1. Nd-Fe-B 磁石のスピンの波の観察（中性子非弾性散乱） [1]
2. (Nd,Dy)-Fe-B の磁気構造解析（中性子回折）
3. Sm-Fe-N の単結晶構造解析（単結晶 X 線回折） [2]
4. Sm-Fe-N の磁気構造解析（中性子回折）

文献

[1] K. Ono et al., J. Appl. Phys. 115, 17A714(2014).

[2] N. Inami et al., J. Appl. Phys. 115, 17A712 (2014).