

希土類層状化合物 YbAl_3C_3 のスピンドイマー構造の直接観測

Direct observation of the spin-dimer structure in the rare-earth layered compound YbAl_3C_3

小坂昌史¹⁾, 近藤健司¹⁾, 目時直人²⁾, 大山研司³⁾

Masashi Kosaka¹⁾, Kenji Kondo¹⁾, Naoto Metoki²⁾, Kenji Ohoyama³⁾

¹⁾埼玉大学, ²⁾原子力機構, ³⁾東北大学

強磁場下での希釈冷凍機を用いた極低温における中性子回折実験により、 YbAl_3C_3 のスピンドイマー構造の直接観測を試みた。

キーワード：希土類化合物、スピンドイマー、フラストレーション

1. 目的

Yb 原子の 2 次元三角格子を持つ、希土類層状化合物 YbAl_3C_3 は極低温下でスピンドイマー化による一重項基底状態が実現していると考えられている物質である。これまで行った中性子非弾性散乱実験からは、スピングャップ形成に伴う磁気励起の発達を中性子非弾性散乱実験より観測している[1]。しかしながら、どのようなダイマー構造を取っているのかは不明であり、本研究でその特定を目指した。また、スピーン一重項基底状態を持つ遷移金属酸化物では、磁場によりスピーン一重項が壊れる際に、新たな磁気秩序が出現する例がある。その有無の確認も目的の一つとした。

2. 方法

ガイドホール T2-3-1 ビームポートに設置された分光器(MUSASI-L)を使用し、波長 2.55Å の単色中性子を用いて実験を行った。また、1K 以下の極低温と 10T 程度の磁場を必要としたため、希釈冷凍機と無冷媒型超伝導マグネットを使用した。試料は約 5g の粉末試料を用いた。スピンドイマー形成状態で磁場を加えることにより、ダイマー構造を反映した磁場誘起の磁気モーメントの秩序配列が観測されることを期待した。

3. 研究成果

温度 0.6K における磁場 10T までの測定において、期待していた新たな磁気 Bragg 反射は観測されなかった。また、スピンドイマー状態が壊れる 6T 近傍においても新たな磁気相の出現を観測することはできなかった。しかしながら、磁場の増加とともに核反射強度が増加する様子が明らかとなった。これは、磁場誘起された磁気モーメントの強磁性成分が核反射強度に上乗せされた結果と解釈される。磁場に対する、強磁性成分の増加は単調増加ではなく、磁化過程と同じ傾向を持つ、6T 付近でのメタ磁性的な跳びが見られる結果となった。

4. 結論・考察

計画時に期待していた、磁場印可による誘起磁気モーメントの秩序構造から、スピンドイマー構造を直接観測することは残念ながらできなかった。粉末試料であるため、結晶軸に対する磁場方向を定められなかったことが観測できなかった原因の一つと考えられる。測定に耐え得るサイズの本試料の単結晶育成は困難であるが、今後取り組まなければならない課題だと考える。

5. 引用(参照)文献等

- [1] Y. Kato, M. Kosaka, H. Nowatari, Y. Saiga, A. Yamada, T. Kobiyama, S. Katano, K. Ohoyama, H. S. Suzuki, N. Aso, and K. Iwasa: J. Phys. Soc. Jpn. 77 (2008) 053701