

γ 線摂動角相関法による酸化物磁性体の超微細場観察

Observation of Local Fields in Magnetic Oxides by Means of the TDPAC Method

佐藤 渉¹⁾ 大久保嘉高²⁾ 長 明彦³⁾

Wataru SATO Yoshitaka OHKUBO Akihiko OSA

¹⁾大阪大学 ²⁾京都大学 ³⁾原子力機構

JAEA-ISOL を用いて、質量数 111 の不安定核ビームを希土類マンガン酸化物に照射し、娘核 ^{111}Cd 位置での超微細場を摂動角相関法によって測定した。試料の焼鈍の結果、一定の場をプローブが占有していることが分かった。

キーワード：ペロブスカイト、摂動角相関、RIビーム、超微細相互作用、超巨大磁気抵抗

1. 目的 ペロブスカイト型希土類マンガン酸化物は、磁気転移に伴って超巨大磁気抵抗効果を発現する物質である。本実験は、希土類元素位置をCaで部分置換した $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 中の局所場を原子レベルで観測し、磁気抵抗発現のメカニズムに関する情報を得ることを目的としている。実験手法としてA=111 核の娘核である ^{111}Cd をプローブとする γ 線摂動角相関測定を採用し、常磁性—強磁性相転移近傍での超微細場の変化を調べる。

2. 方法 固相反応で合成した $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ 粉末を錠剤成形 ($13\text{ mm}\phi \times 1\text{ mm}$) し、この試料をISOL末端のチェンバーのフランジに取り付けた。ビームチューニングの後、A=111 核のビームを加速電圧 30 kV で照射した。ビームのモニタにはGe半導体検出器を使用した。ビームの試料への照射時間は、正味 19 時間であった。照射終了後、試料をL型輸送物として、大阪大学へ郵送した。摂動角相関測定は、試料の焼鈍 (空气中 1200 $^{\circ}\text{C}$) の前後で行い、ビーム照射による局所場の損傷の影響を調べた。

3. 研究成果 試料の焼鈍前はプローブ核と核外電荷分布による電気四重極相互作用を反映する顕著な振動パターンは観測されず、温度依存性のない短時間で緩和するスペクトルが得られた。一方、1200 $^{\circ}\text{C}$ で試料を焼鈍した後に摂動角相関測定を行った結果、スペクトルは大きく変化し、電場勾配が一定のサイト ($|V_{zz}| = 9.6(16) \times 10^{21}\text{ V/m}^2$) をプローブが占有することが明らかとなった。

4. 結論・考察 本実験では、30 kV という低い加速電圧でイオンを植え込む手法を採っているため、試料表面に高密度に照射イオンが蓄積される。従って、プローブ周辺には照射損傷を引き起こしたサイトが多く存在することが考えられ、スペクトル緩和の原因は様々な周波数成分がスペクトルに混在しているためであると推測される。1200 $^{\circ}\text{C}$ での焼鈍の後、摂動角相関スペクトルが大きく変化したのは、焼鈍することによって格子が修復されたためであろう。スペクトルの解析の結果から、焼鈍後、プローブは試料中で一定のサイトを占有していることが明らかとなり、上記の推論を指示する結果が得られた。

試料の常磁性—強磁性相転移温度は約 260 K であるが、この転移点前後において顕著な温度依存性は観測されなかった。この結果は ^{111}Cd は La とは異なるサイトを占有していることを示唆している[1]。今後詳細に解析を進めて、プローブの占有位置を特定する予定である。

5. 引用(参照)文献等

[1] W. Sato, N. Ochi, A. Taniguchi, T. Terai, T. Kakeshita, A. Shinohara, and Y. Ohkubo
J. Nucl. Radiochem. Sci. **8**, 89 (2007).