

26. 酸化物高温超伝導体の ^{57}Fe Mössbauer 効果

吉田 誠

$\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ は、超伝導の臨界温度 T_c が液体窒素の沸点77.3Kより高い90K級の高温超伝導体であり、その物性研究は数多く行われている。本研究では、超伝導発現に重要な役割を果たしていると考えられているCuのサイトを、メスバウアー核種であり、また磁性不純物原子でもあるFeで置換した試料 $\text{YBa}_2(\text{Cu}_{1-x}\text{Fe}_x)_3\text{O}_{7-x}$ を用いて、 ^{57}Fe メスバウアー測定を行い、Feをプローブ原子として、この物質の物性を微視的に調べることを目的としている。

これまでの研究で、試料の結晶構造は、Feの低濃度側($x < 0.04$)では斜方晶、高濃度側($x > 0.04$)では正方晶であり、また T_c はFe濃度の増加とともに低下するが、約10%まで超伝導を示すことが判明している。

我々の研究室では、超伝導を示す空气中焼成試料の室温でのメスバウアースペクトルは、四極子分裂の値が2mm/sec (D-1成分)、1mm/sec (D-2)、0.5~0.3mm/sec (D-3)である3種類のダブルットに分離することが出来、この内、D-3成分は、Cu(2)サイトを占めるhigh-spin状態の Fe^{3+} であることを以前に報告した。本研究では、D-3成分以外の成分がどのようなサイトにあるFeに対応するかを調べるために結晶軸の配向試料を作製し、観察されるダブルットの非対称強度からFeサイトの電場勾配の主軸 V_{zz} の方向を決定した。そして、それに酸素濃度変化によるダブルット面積の変化を考慮することによって、Feのまわりの酸素配位を考えた。また、半導体である急冷試料についても配向試料を作製し、磁気分裂ピークの強度比変化から、この物質中でのFe原子の磁気構造を議論した。

実験の結果、 $x=0.01$ の試料の室温でのスペクトルは、D-1~3成分に加えて、四極子分裂の値が約1.6mm/secのD-4成分が存在し、 V_{zz} は、それぞれ、D-1~3成分ではc軸に平行であり、D-4成分ではc軸に垂直であると解釈できた。同様の結果は、酸素雰囲気中で熱処理した試料についても得られた。高酸素濃度試料ではD-2,4成分が多く、低酸素濃度試料ではD-1成分が多いことより、D-1成分は、a, b軸方向に各1個ずつ酸素が配位した4配位、D-2成分は、octahedron 6配位に対応していると解釈した。また、急冷・配向試料の測定の結果、磁気分裂したD-3成分の強度比変化より、Cu(2)サイトのFeの磁気モーメントの方向は、c軸に垂直であることがわかった。超伝導試料についても、4.2Kで現れる磁気分裂成分に対して同様な傾向が観察された。