

二次元近藤格子のメスバウア分光

井田和則, 岡野智宏, 中村哲朗, 若月厚志, 北尾真司*, 瀬戸誠*, 的場正憲, 神原陽一
(慶大, *京大)

Mössbauer Spectroscopy of Two Dimensional Kondo Lattice

K. Ida, T. Okano, T. Nakamura, A. Wakatsuki, S. Kitao*, M. Seto*, M. Matoba, and Y. Kamihara
(Keio Univ., *Kyoto Univ)

1. はじめに

Ce化合物に代表される近藤格子系においては伝導電子と局在電子の2種類の性質の異なる電子が存在する。これらの電子間では非磁性基底状態をもたらす近藤効果と、磁気秩序を安定化させる RKKY 相互作用が競合し、その結果化合物の磁性が決定される。Ce化合物の近藤格子系においては基底状態で反強磁性を示す物質が多く、強磁性を示す物質は少ない。我々は希少な二次元近藤格子系の強磁性体 CeRuPO[1]および常磁性体 CeFePO の固溶体 Ce(Ru_{1-x}Fe_x)PO[2]に着目した。この物質群において Ce は磁気モーメントを持ち、Fe は持たないと考えられてきた。本研究では Fe 原子の超微細構造の測定を行い、Fe 原子中の電子・磁気状態を明らかにしたことを報告する。

2. 実験方法

本報告における多結晶試料は2段階に分けた固相反応により合成した。1次熱処理は化学量論比で Ce : Fe : P (以後 Ce - 2Fe - 2P) = Ce : Ru : P (以後 Ce - 2Ru - 2P) = 1 : 2 : 2 に混合した後、石英管に真空封入して熱処理を行った。2次熱処理は1次熱処理の物質および脱水した CeO₂ を用いて、化学量論比で Ce - 2Fe - 2P : Ce - 2Ru - 2P : CeO₂ = 1 - x : x : 1 に混合した。その後、ペレット状に成型し、石英管に減圧二重封入して熱処理を行った。試料合成後、⁵⁷Co 線源を利用した ⁵⁷Fe メスバウア分光測定をコンベンショナルな透過法[3]により行った。この際、ゼロ磁場下での測定は冷凍機型のクライオスタットを用いて 4.2 - 300 K の領域で行った。また、x = 0.80, 0.87, 0.95 の試料に関しては超伝導マグネット型クライオスタットを用いて、最大 14 T までの磁場下での測定を 2 K および 100 K の温度下で行った。この際、常磁性体の標準試料として K₄[Fe(CN)₆]を用いた。

3. 実験結果・考察

強磁性-常磁性の磁気量子臨界点付近である Ce(Ru_{1-x}Fe_x)PO (x = 0.87) の 2 K におけるメスバウア分光測定結果を Fig. 1 に、および精密化したアイソマーシフト(IS), 内部磁場(MF_{in}), 四重極分裂(QS), 線幅(LW)を Table 1 に示す。ゼロ磁場下では磁気分裂が出現せず、母相 CeFePO の結果を支持するものであった[4]。磁場を印加した際にゼーマン分裂に起因するスペクトルの分裂を確認した。この際、電子密度の目安となる IS はほぼ一定であった。一方、磁場の増加に伴い、QS が減少傾向を示した。これは、鉄核子の位置における電場勾配が減少しており、FeP 層の四面体構造が正四面体型に近づいていることを示す。

加えて、試料中の MF_{in} の値が外部磁場(MF_{ex})に比べて 0.2 T 程度の増加を示した。これにより巨視的には磁性を持たない Fe が微視的には低温かつ磁場下で 0.012 μ_B/Fe 程度の自発磁化を示す。

参考文献

- [1] E. M. Bruning, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 117206 (2008).
[2] S. Kitagawa, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **109**, 033704 (2012).
[3] R. L. Mössbauer, Z. Physik, **151**, 124 (1958).
[4] T. Nakamura, *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 064712 (2012).

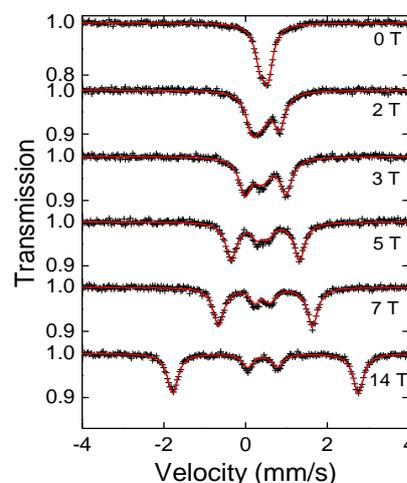


Fig. 1 Observed ⁵⁷Fe Mössbauer spectra of Ce(Ru_{0.87}Fe_{0.13})PO under magnetic fields at 2 K.

Table 1 Refined parameters of ⁵⁷Fe Mössbauer spectroscopy measurements under magnetic fields for Ce(Ru_{0.87}Fe_{0.13})PO at 2 K.

MF _{ex} (T)	IS(mm s ⁻¹)	MF _{in} (T)	QS (mm s ⁻¹)	LW (mm s ⁻¹)
0	0.450(3)	0.00(0)	0.285(3)	0.276(5)
2	0.449(3)	2.15(1)	0.031(5)	0.345(7)
3	0.447(4)	3.17(1)	0.033(6)	0.346(6)
5	0.447(4)	5.16(1)	0.036(7)	0.326(6)
7	0.450(4)	7.16(1)	0.030(7)	0.338(6)
14	0.448(3)	14.18(1)	0.033(5)	0.302(5)