

中性子およびX線散乱実験によるスクッテルダイト化合物の研究

東京都立大学大学院理学研究科 神木正史, 岩佐和晃, 桑原慶太郎

充填スクッテルダイト化合物, RT_4X_{12} (R =希土類; T =Fe, Ru, Os; X =P, As, Sb), の結晶化学的な特徴は, プニクトゲン原子と遷移金属原子の作る3次元ネットワーク中の大きな空隙の中に, 希土類原子が充填されていることにあり, このX原子12個に囲まれた空隙に充填された希土類原子の4f電子軌道とネットワークのp電子の混成効果のバライアティーがこの物質系の多彩な現象の原因であると考えられる. 単一の結晶構造を持ち電子構造的に共通の要素を多く保ったまま, 万華鏡のように多彩な現象が生じることは大変興味深く, この系の研究は, 固体物理の研究上新しい局面を開く可能性がある. この様な現象は, 系のフェルミエネルギーに近い位置にあるf電子軌道のからむ多体现象であるので, これらの系における動的磁気レスポンス, すなわち, $\chi(q, \omega)$ の情報は, ミクロスコピックな観点からこの物質系を理解する上で決定的に重要である. しかしながら, 現時点では, これに関しては, 非常にわずかしき情報がない. 我々は, このギャップを埋めるべく, 中性子散乱・X線回折によるこの物質系の研究を開始した. 現在までに, 以下の成果があがっている.

1. $PrFe_4P_{12}$ に関して, これまで比熱や電気抵抗の研究により, $T_A=6K$ 以下の温度で未知の秩序状態の存在が明らかにされているが, X線回折の実験により, T_A 以下の温度において, 明瞭な超格子反射を見いだすとともに, 中性子回折の実験により, 磁場誘起反強磁性成分の観測に成功した(図1参照). これらの実験から, この秩序相が, Pr原子のf電子の反強四重極秩序によることが明らかになった^{1,2)}.

2. さらに, $PrFe_4P_{12}$ に対する中性子非弾性散乱の実験では, T_A 以上の温度において, 明瞭な結晶場励起は観測されず準弾性散乱的なレスポンスのみが観測された. 一方, T_A 以下では, 準弾性散乱的なブロードな散

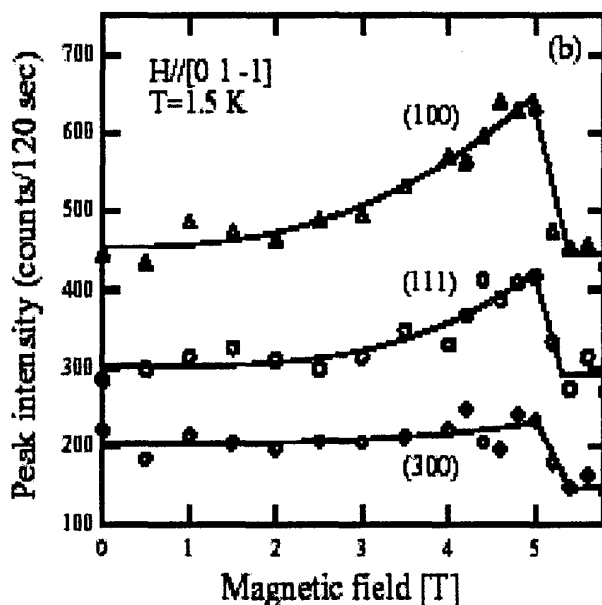


図 1. $PrFe_4P_{12}$ の超格子反射強度の磁場依存性

乱に重畳して、四重極秩序に対応すると思われる非常にシャープな非弾性ピークが観測された。以上の実験結果は、四重極秩序相外の領域で比熱や電気抵抗の測定から見いだされていた重い電子異常に対応して、 $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$ の f 電子軌道が強い多体効果を受けていることを示している³⁾。

- 1) K. Iwasa et al.: Physica **B 312-313** (2002) 834-836.
- 2) L. Hao et al.: SCES02, Physica **B**, to be published.
- 3) K. Iwasa et al.: SCES02, Physica **B**, to be published.