

PA-3

充填スクッテルダイト $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ ($T = \text{Fe, Ru, Os}$) の ^{31}P -NMR/ μSR

千葉大自然^A、理研^B、千葉大理^C、東北大金研^D、北大院理^E、室蘭工大工^F
蜂谷健一^{A,B}、天沼秀章^A、深澤英人^{A,C}、小堀洋^{A,C}、
渡邊功雄^B、小山佳一^D、熊谷健一^E、関根ちひろ^F、城谷一民^F

充填スクッテルダイトの中でも、近年、Sm系リン化合物 $\text{SmT}_4\text{P}_{12}$ ($T = \text{Fe, Ru, Os}$) の示す様々な物性が注目を集めている。 $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ は、強磁性基底状態 ($T_C = 1.6$ K) をもちながら、重い電子状態 ($T_K = 30$ K) を形成すると考えられている [1,2]。 $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ は、 $T_N = 4.6$ K で反強磁性転移を示す [2]。中でも最も注目を集めているのは、金属・絶縁体転移 ($T_{\text{MI}} = 16.5$ K) 及び反強磁性転移 ($T_N = 15$ K) が逐次的に起こるとされる $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ である [3]。特に、 T_{MI} は特異な磁気相図を示しており [3]、第II相 (T_N と T_{MI} の間) においては、八極子秩序の可能性が指摘されている [4]。

これらの系を微視的に調べるため、多結晶粉末試料を用いて、磁場中 ^{31}P -NMR(核磁気共鳴) 及びゼロ磁場・縦磁場 μSR (ミュオンスピン共鳴) を行った。 $\text{SmFe}_4\text{P}_{12}$ の ^{31}P -NMR において、 T_K 以下での重い電子系的振舞、 T_C 近傍での強磁性的揺らぎを観測した。ゼロ磁場 μSR においては、基底状態が磁気秩序状態であることを確認し、 ^{31}P -NMR の結果と合わせることで、 T_C 以下での強磁性転移を明確にした。 $\text{SmOs}_4\text{P}_{12}$ の ^{31}P -NMR 及びゼロ磁場 μSR からは、その典型的(均一)な反強磁性秩序状態を確認した。 $\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$ の強磁場 ^{31}P -NMR において、 T_N 及び T_{MI} での異常を観測した。特に、 T_N での異常は低磁場においては不明瞭であり、磁場誘起的な振舞を示す。ゼロ磁場・縦磁場 μSR からは、 T_N ではなく T_{MI} 以下において、磁気秩序状態を観測した [5]。これは T_{MI} 以下における自発的時間反転対称性の破れを意味しており、第II相における八極子秩序の存在を強く支持する結果であると言える [4,5]。

[1] N. Takeda and M. Ishikawa, J. Phys., Condens. Matter **15**, 229 (2003).

[2] R. Giri *et al.*, Physica B **329-333**, 458 (2003).

[3] C. Sekine *et al.*, Acta Phys. Pol. B **34**, 983 (2003).

[4] M. Yoshizawa *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **74** (2005) 2141.

[5] K. Hachitani *et al.*, Phys. Rev. B. **73** (2006) 052408.