

PrRu₂In₂Zn₁₈ の NQR による研究

琉球大院理工、琉球大理^A、横国大院工^B、
新宅広太、與儀護^A、
杉山雄紀^B、脇舎和平^B、梅原出^B

NQR study on PrRu₂In₂Zn₁₈
Grad. Sch. of Eng. and Sci., Univ. of the Ryukyus,
Fac. of Sci., Univ. of the Ryukyus^A
Grad. Sch. of Eng. Yokohama Nat. Univ.^B
Kota Shintaku, Mamoru Yogi^A,
Yuki Sugiyama^B, Kazuhei Wakiya^B, Izuru Umehara^B

PrT₂Zn₂₀(T: 遷移金属)は図1に示すように CeCr₂Al₂₀ 型の結晶構造をとる。Pr は Zn によって構成された籠の中に位置しており、周りの Zn から高対称な結晶場を受け、非クラマース二重項が結晶場基底状態となる。この非クラマース二重項は磁気双極子モーメントの期待値を持たない。しかし、より高次の多極子モーメントの自由度を持ち、これらが物性に参与してくる可能性がある。実際に PrT₂Zn₂₀(T = Rh, Ir)では、低温で多極子秩序相と超伝導相が相次いで出現するなど非常に興味深い物性が観測されている[1, 2]。一方で、PrRu₂Zn₂₀は T_s = 138 K で構造相転移を起こす[3]。これによって Pr サイトの対称性が低下し、結晶場基底状態の多極子自由度が失われてしまう。この構造相転移は 16c サイトの Zn による低エネルギー振動が原因であると考えられている[4]。近年、16c サイトの Zn をより原子半径の大きい Sn や In に置換した PrRu₂Sn₂Zn₁₈、PrRu₂In₂Zn₁₈ において、構造相転移が抑制され非クラマース二重項が結晶場基底状態となることが報告されている[5, 6]。

そこで我々は、PrRu₂In₂Zn₁₈ の結晶場や多極子自由度に起因した物性を明らかにするため、核四重極共鳴(NQR)による研究を進めている。単結晶を荒い粉末状にし、0.2~300 K の温度範囲で ¹¹⁵In 核の共鳴スペクトルと核スピン-格子緩和時間 T₁ の測定を行った。

図1に 30 K での NQR スペクトルの測定結果を示す。強度の大きい3本のスペクトルと強度の小さい4本のスペクトルが観測された。これは In が2つのサイトに置換されたことを示す。ピーク位置の解析から、強度の大きいほうの非対称パラメータは $\eta = 0.03$ となった。結晶構造に基づくと 16c サイトの局所対称性は軸対象であり $\eta = 0$ となる。よって、強度の大きい3本のスペクトルは 16c サイトの ¹¹⁵In 核に由来するものであると考えられる。

図3に 34.064 MHz のピークで測定した核スピン-格子緩和率 1/T₁ の測定結果を示す。300 K から 100 K では緩やかに温度に依存した振る舞いを示し、100 K から 10 K にかけて急激に減少する振る舞いが見られた。一般に 1/T₁ はスピン揺らぎに起因する。そのため非磁性基底状態は緩和に寄与せず、磁気励起状態のスピン揺らぎが緩和に寄与する。よってこれら

の $1/T_1$ の振る舞いは結晶場効果によるものであると考えられる。一方で 10 K 以下では、低温にかけて増大するという特徴的な振る舞いが観測された。これは、四極子以上の高次の多極子による緩和を示唆している。

研究会では ^{115}In 核の NQR スペクトルと $1/T_1$ の解析の詳細について報告する。

- [1] T. Onimaru *et al.*, Phys. Rev. B. **86**, 184426 (2012).
- [2] T. Onimaru *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 177001 (2011).
- [3] T. Onimaru *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **79**, 033704 (2010).
- [4] T. Hasegawa *et al.*, J. Phys. Conf. Ser. **391**, 012016 (2012).
- [5] K. Wakiya *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **87**, 094706 (2018).
- [6] T. Komagata *et al.*, JPS Conf. Proc. **30**, 011157 (2020).

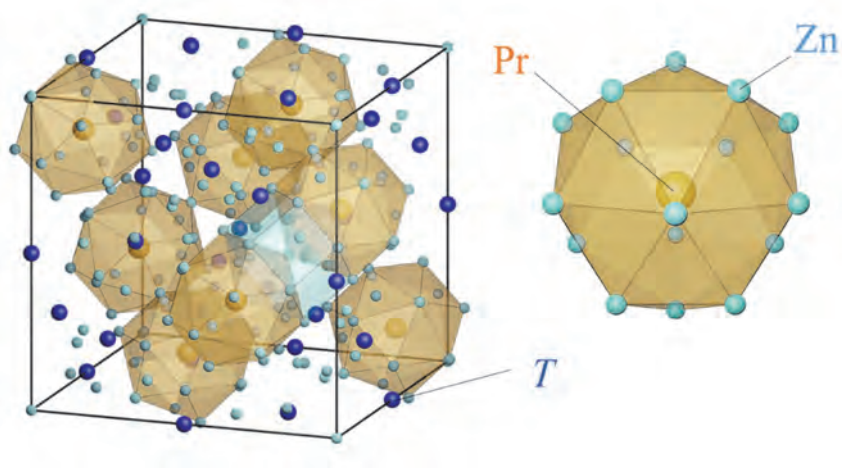


図 1. $\text{PrT}_2\text{Zn}_{20}$ の結晶構造と Pr サイト

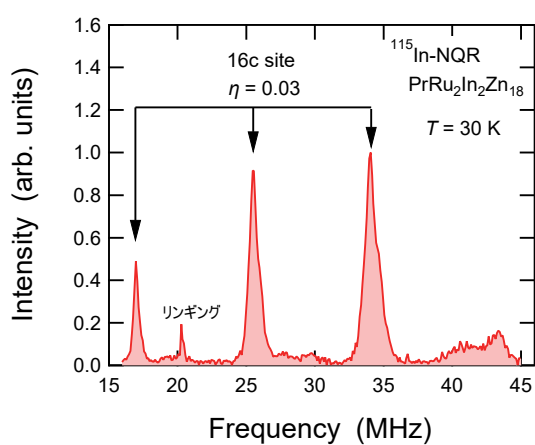


図 2. 30 K における ^{115}In -NQR スペクトル

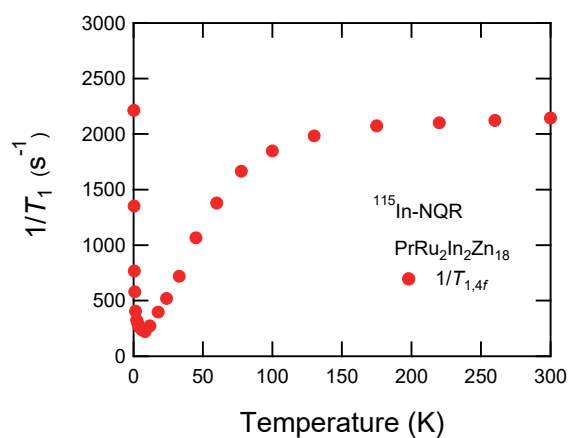


図 3. $1/T_1$ の温度依存性