

# 中性子散乱による基底一重項磁性体 CsFeCl<sub>3</sub> の 圧力誘起量子相転移の研究

## Neutron Scattering Study on Pressure-induced Quantum Phase Transition in Singlet Ground State Magnet CsFeCl<sub>3</sub>

林田翔平<sup>1</sup>、萩原雅人<sup>2</sup>、松本正茂<sup>3</sup>、栗田伸之<sup>4</sup>、田中秀数<sup>4</sup>、上床美也<sup>1</sup>、  
伊藤晋一<sup>2</sup>、左右田稔<sup>5</sup>、Tao Hong<sup>6</sup>、Oksana Zaharko<sup>7</sup>、益田隆嗣<sup>1</sup>

1 東大物性研、2 KEK、3 静岡大理、4 東工大院理、5 理研、6 ORNL、7 PSI

量子的な揺らぎが起源となる量子相転移は、新規な物性を示す舞台として盛んに研究が行われている。特に量子スピン系は理論と実験の相性が良いため、様々な物質で量子相転移の研究が報告されている。本研究では、強い容易面型の単イオン異方性をもつ  $S=1$  の反強磁性体を扱う。この系は、単イオン異方性とスピン間相互作用との競合によって量子相転移を起こし、秩序相ではスピンの縦揺らぎなどの興味深い現象が期待されている[1]。我々は、このモデル物質として CsFeCl<sub>3</sub> に注目している。CsFeCl<sub>3</sub> では、磁性イオン Fe<sup>2+</sup> が結晶場とスピン軌道相互作用によって低温で擬スピン  $s=1$  で記述され、強い容易面型異方性  $D(s^z)^2$  によって、基底状態として  $s^z=0$  の一重項状態が実現している[2]。最近、圧力下の磁化率測定から臨界圧力  $P_c \sim 0.9$  GPa 以上で磁気秩序が現れることが報告された[3]。したがって、この圧力誘起の量子相転移における磁気状態に興味を持たれる。

我々は、CsFeCl<sub>3</sub> の圧力誘起量子相転移について調べるために圧力下における中性子回折実験および非弾性中性子散乱実験を行った。中性子回折実験では、圧力下で磁気反射を観測し、秩序相で磁気伝搬ベクトル  $(1/3, 1/3, 0)$  をもつ 120 度構造が実現していることがわかった。また、秩序変数の温度依存性から、この系が  $U(1) \times Z_2$  の対称性に属することが分かった。非弾性中性子散乱実験では、無秩序相において圧力印加に伴う磁気励起のソフト化を観測した。また、秩序相ではエネルギーギャップをもつ明瞭な磁気分散と、連続励起的なギャップレスなスペクトルを観測した。理論計算との比較から、明瞭な磁気分散はスピンの横揺らぎと縦揺らぎが混成した振動モード (T+L-mode) に対応し、ギャップレスな励起はゴールドストーンモードであることを明らかにした。

- [1] M. Matsumoto and M. Koga, J. Phys. Soc. Jpn. **76**, 073709 (2007).  
[2] H. Yoshizawa *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **49**, 144 (1980).  
[3] N. Kurita and H. Tanaka, Phys. Rev. B **94**, 104409 (2016).