

# 日本中性子科学会第17回年会学生ポスター賞を受賞して

中性子科学研究施設 益田研究室 林田 翔平

この度、2017年12月2日-3日に福岡大学で開催された日本中性子科学会第17回年会にて「基底一重項磁性体CsFeCl<sub>3</sub>の圧力誘起量子相転移」という題目で講演を行い、ポスター賞を受賞する榮譽に恵まれました。本研究は、試料提供や圧力セルの開発、国内外での中性子散乱実験などで、多くの方々にご協力いただいた成果です。益田隆嗣先生、松本正茂先生、栗田伸之博士、田中秀数先生、上床美也先生、萩原雅人博士、左右田稔博士、伊藤晋一先生、Oksana Zaharko 博士、Tao Hong 博士をはじめ、ご協力していただいた方々にこの場を借りて深く感謝申し上げます。以下、本研究内容について簡単に説明します。

運動エネルギーと位置エネルギーの量子力学的な不確定性(量子揺らぎ)に由来する量子相転移は、非自明な現象を示すため興味を持たれています。特に、スピン系では実験と理論の検証が容易であることから、量子相転移の研究の格好の舞台となっています。本研究では、量子相転移を示す物質として容易面型反強磁性体のCsFeCl<sub>3</sub>に注目しました。本物質は、強い容易面型の磁気異方性のために基底状態が $S_z=0$ の一重項状態になっています[1]。また、圧力下の磁化率測定から圧力誘起の磁気秩序を示すことが知られています[2]。我々は、本物質の量子相転移に伴う磁気状態を明らかにするために、中性子散乱法を用いて秩序相での磁気構造と量子臨界点近傍の磁気励起について調べました。圧力下の中性子回折実験では、圧力を印加することで磁気秩序が現れることが確かめられました。解析の結果、磁気モーメントは120度構造を形成していることがわかりました。さらに、秩序変数の温度依存性から $U(1)\times Z_2$ という対称性に属することが示唆されました。この対称性をもつ物質では、系のカイラリティだけが秩序化したカイラル液体状態が期待されており、CsFeCl<sub>3</sub>はその候補物質であることが提案されます[3]。

非弾性中性子散乱実験では、無秩序相にて圧力により磁気励起がソフト化する様子が観測されました。秩序相では3つの振動モードをもつスピン波励起が観測されました。理論計算との比較から、観測されたスピン波励起はスピンの横揺らぎだけでは説明がつかず、スピンの縦揺らぎによ

る振動モードも存在することが明らかとなりました。観測された3つの振動モードのうち2つはスピンの横揺らぎである南部-ゴールドストーンモードと、縦揺らぎのヒッグスモードに対応している一方で、残りの1つは、スピンの縦揺らぎと横揺らぎが混成した振動モード(T+Lモード)であることがわかりました。このT+Lモードは120度構造の非共線性を反映しており、系が持つ幾何学的なフラストレーションに起因します。したがって、今回の結果は量子相転移を示す幾何学的フラストレート磁性体の、量子臨界点近傍の素励起の振る舞いを初めて明らかにしたと言えます[4]。今後は、カイラル液体相の探索やT+Lモードの由来する物性の観測などの発展が望まれます。

## 参考文献

- [1] H. Yoshizawa *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **49**, 144 (1980).
- [2] N. Kurita and H. Tanaka, Phys. Rev. B **94**, 104409 (2016).
- [3] S. Hayashida *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 140405(R)(2018).
- [4] S. Hayashida *et al.*, in preparation.