

正方カゴメ格子反強磁性体

$\text{KCu}_6\text{AlBiO}_4(\text{SO}_4)_4\text{Cl}$ の磁気基底状態

Gapless spin liquid ground state in the square kagome antiferromagnet $\text{KCu}_6\text{AlBiO}_4(\text{SO}_4)_4\text{Cl}$

藤原理賀・東理大理

二次元量子スピン系では、量子多体効果に起因する新奇相の発見が期待できる。特にスピンの配位数が少ない格子系では、量子揺らぎの効果が顕著化するため、量子スピン液体相の出現も期待できる。しかし実際の物質でそのような格子を再現することは困難を極める場合が多い。正方カゴメ格子は、スピンの配位数がカゴメ格子と同じであり、三角形を含む格子であるため、強い幾何学的フラストレーションを内包する系である。本講演では、正方カゴメ格子反強磁性体の初の候補物質 $\text{KCu}_6\text{AlBiO}_4(\text{SO}_4)_4\text{Cl}$ の実験結果を紹介し、ギャップレススピン液体状態の形成の可能性について議論する [1]。

鉱物atlasovite中の Fe^{3+} を Al^{3+} で置き換えた化合物 $\text{KCu}_6\text{AlBiO}_4(\text{SO}_4)_4\text{Cl}$ は、量子スピン ($S = 1/2$) を担う Cu^{2+} が正方形および不等辺三角形を形成している。また Cu^{2+} 周りのアニオンの配列から、反強磁性的な最近接相互作用 J_1 , J_2 , J_3 により正方カゴメ格子が形成されていることも予想できる。帯磁率温度依存性から、最近接相互作用の平均値は137 Kと見積もられている。J-PARC MLF D1にて実施された μSR 実験では、最近接相互作用スケールよりはるかに低温の58 mKまで長距離磁気秩序およびスピン凍結の兆候は見られなかった。冷中性子から熱中性子までの広いエネルギー領域の中性子非弾性散乱スペクトルを、同じくJ-PARC MLFに設置されている冷中性子ディスクチョッパ型分光器AMATERAS, 高分解能チョッパ分光器HRCなどを用いて調査したところ、比較的高いエネルギー領域ではフラットな磁気励起が観測され、冷中性子領域ではギャップレスな連続磁気励起の存在を確認している。これらの実験結果はギャップレススピン液体の特徴として理解できるが、理論計算の結果とは一致しない。正方カゴメ格子磁性体におけるさらなる実験・理論研究が必要であるが、その方針についても言及したい。

[1] M. Fujihala, K. Morita, R. A. Mole, S. Mitsuda, T. Tohyama, S. Yano, D. H. Yu, S. Sota, T. Kuwai, A. Koda, H. Okabe, H. Lee, S. Itoh, T. Hawai, T. Masuda, H. Sagayama, A. Matsuo, K. Kindo, S. O.-Kawamura & K. Nakajima, Nature Communications **11**, 3429 (2020).