

# 反強磁性鎖と反強磁性ダイマーの混成した磁気励起に対する磁場印加効果

Effects of Magnetic fields on Hybridized Magnetic Excitations of Antiferromagnetic Chains and Dimers

利用者 長谷正司<sup>1)</sup>、黒江晴彦<sup>2)</sup>、関根智幸<sup>2)</sup>、長壁豊隆<sup>3)</sup>、金子耕士<sup>3)</sup>、目時直人<sup>3)</sup>  
 M. HASE<sup>1)</sup>, H. KUROE<sup>2)</sup>, T. SEKINE<sup>2)</sup>, T. OSAKABE<sup>3)</sup>, K. KANEKO<sup>3)</sup>, N. METOKI<sup>3)</sup>

所属 1)物質・材料研究機構、2)上智大学、3)日本原子力研究開発機構

キーワード  $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ 、反強磁性鎖、反強磁性ダイマー、磁気励起、磁場印加効果

## 1. 背景と目的

結晶構造から特異なスピン系が期待できるので $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ の磁性を研究している[1,2]。図1にスピン系を示す。Cuイオンは全て+2価でスピン1/2を持つ。3種類のCuサイトが存在する。 $J_4$ 相互作用がCu1スピンの鎖を形成し、 $J_3$ 相互作用がCu2とCu3スピンのダイマーを形成する。 $J_1$ と $J_2$ 相互作用は鎖とダイマーを結合させる。2009年度までのJRR-3での実験結果から、2種類の磁気励起が存在することを確認した[3,4]。図2に磁気励起の分散関係を示す。反強磁性鎖と反強磁性ダイマーの磁気励起が混成するというモデルの計算結果(実線)は実験結果を説明できる。 $J_4 = 4.0$  meV、 $J_3 = 5.8$  meV、 $J_1$ と $J_2$ に起因する混成に関するエネルギーが $1.6\sin(\pi k)$  meV ( $k$ は鎖に並行なb方向に対する波数)、隣接する鎖間相互作用の大きさが0.19 meVと評価した。詳細は2009A-A42のポスターで発表する。

下ブランチの主たる起源がスピン鎖で、上ブランチの主たる起源がスピンドイマーであると考えている。これらを検証するための2種類の実験を行うことが研究目的である。1つめは磁場印加効果の実験である。磁気励起の磁場分裂が期待される。2つめはスピン鎖励起の連続帯の有無を調べる実験である。

## 2. 方法

赤外炉を用いて単結晶を作製した。TAS-2とLTAS分光器を用いて中性子非弾性散乱測定を行った。

## 3. 実験結果

図3のゼロ磁場の結果(赤)では6 meV付近に、主たる起源がダイマーであると考えている上ブランチの磁気励起が見られる。10 Tの磁場をa方向に印加すると(青)、7 meV付近の強度が増え、6 meV付近の強度が減る。純粋なダイマーであれば、トリプレット励起の磁場による分裂のため4.6、5.8、7.0 meV付近にピークが期待できる(下図の緑棒)。10 Tの結果は、この磁気励起がダイマー励起的であることを示唆しているが、合わない点(4.6 meV付近に変化がない)もある。

図4のゼロ磁場の結果(赤)では4.5と8.0 meV付近に磁気励起が見られる。下の励起の主たる起源はスピン鎖で、上の励起の主たる起源はダイマーであると考えている。10 Tの磁場をa方向に印加すると(青)、3.5 meV付近の強度が増えているように見える。他のスピン鎖の結果と似た結果である(図5)[5,6]。ダイマーのトリプレット励起の磁場分裂は実験精度内では見られなかった。K = 1.5ではスピン鎖との混成が強いためかも知れない。

図6の0.6 meVの結果は2つのガウシアンで再現できる。一方、1.4と2.5 meVの結果は再現できず、K = 1付近にも更に磁気励起が見られる。これらの結果はスピン鎖の連続帯の存在を示唆している(図7)[7]。

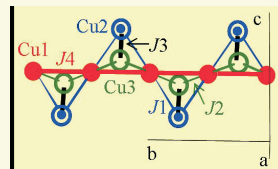


図1  $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ のスピン系[1,2]。

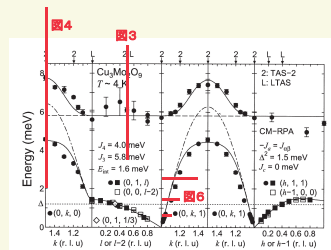


図2  $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$ の磁気励起の分散関係[3,4]。

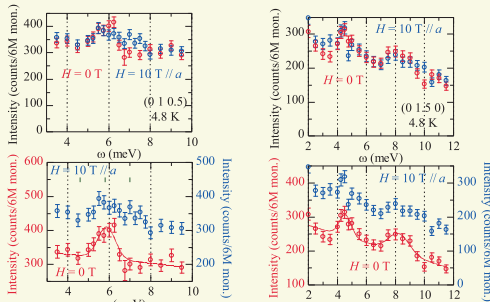


図3 (0 1 0.5)でのconstant Qスキャンの結果(TAS-2)。

図4 (0 1.5 0)でのconstant Qスキャンの結果(TAS-2)。

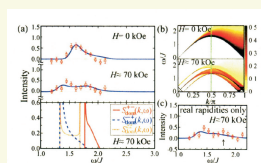


図5  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{N}(\text{C}_2\text{D}_5)$ の磁気励起の実験結果[5]と計算結果[6]。

## 4. まとめ

磁気励起の磁場印加効果を調べた。下ブランチの主たる起源がスピン鎖で、上ブランチの主たる起源がスピンドイマーであることを示唆する実験結果が得られた。

幾つかのエネルギーでconstant Qスキャン測定を行い、スピン鎖励起の連続帯の存在を示唆する実験結果が得られた。

## 5. 参考文献(青は関連業績)

[1] T. Hamasaki et al., Phys. Rev. B 77, 134419 (2008). [2] M. Hase et al., J. Phys. Soc. Jpn., 77, 034706 (2008). [3] H. Kuroe et al., J. Phys.: Conference Series 200, 022028 (2010). [4] H. Kuroe et al., submitted to Phys. Rev. B. [5] I. U. Heilmann et al., Phys. Rev. B 18, 3530 (1978). [6] M. Kohno, Phys. Rev. Lett. 102, 037203 (2009). [7] A. Zheludev et al., Phys. Rev. Lett. 85, 4799 (2000).

ご協力ありがとうございます。岡邦彦、伊藤利充、永崎洋(産総研)、松田雅直、加倉井和久(原子力機構)、寺田典樹(物材機構)