

## 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

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>、日時直人<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><sup>1)</sup>物質・材料研究機構、<sup>2)</sup>上智大学、<sup>3)</sup>日本原子力研究開発機構

## (概要)

ここ数年間、TAS-2 と LTAS 分光器を用いて、 $\text{Cu}_3\text{Mo}_2\text{O}_9$  の磁気励起の研究を行っている。平成 22 年度は、磁場印加効果の結果と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ので報告する。

## 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. 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。J4 相互作用が Cu1 スピンの鎖を形成し、J3 相互作用が Cu2 と Cu3 スピンのダイマーを形成する。J1 と J2 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。J4 = 4.0 meV、J3 = 5.8 meV、J1 と J2 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。

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ダ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. 研究成果

図 3 左のゼロ磁場の結果 (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。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 3 右のゼロ磁場の結果 (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 [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 4 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 [7]。

4. 結論・考察

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. 引用(参照)文献等

- [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., Phys. Rev. B in press.
- [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).

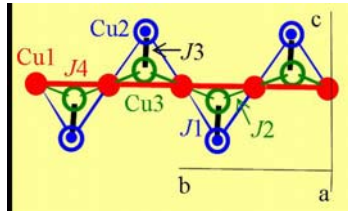


図1 Cu<sub>3</sub>Mo<sub>2</sub>O<sub>9</sub> のスピン系 [1, 2]。

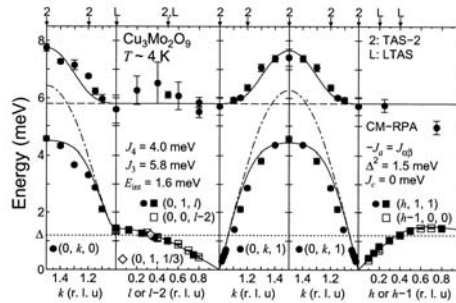


図2 Cu<sub>3</sub>Mo<sub>2</sub>O<sub>9</sub> の磁気励起の分散関係 [3, 4]。

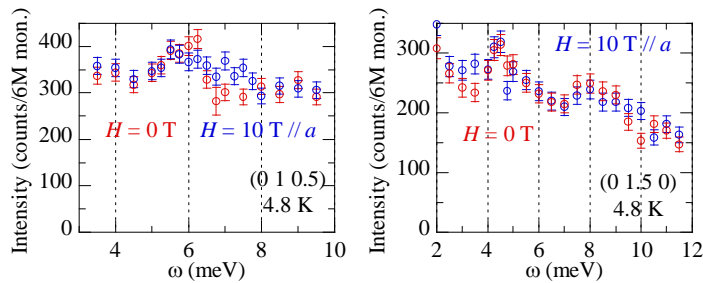


図3 (0 1 0.5) と (0 1.5 0) での constant Q スキャンの結果 (TAS-2)。

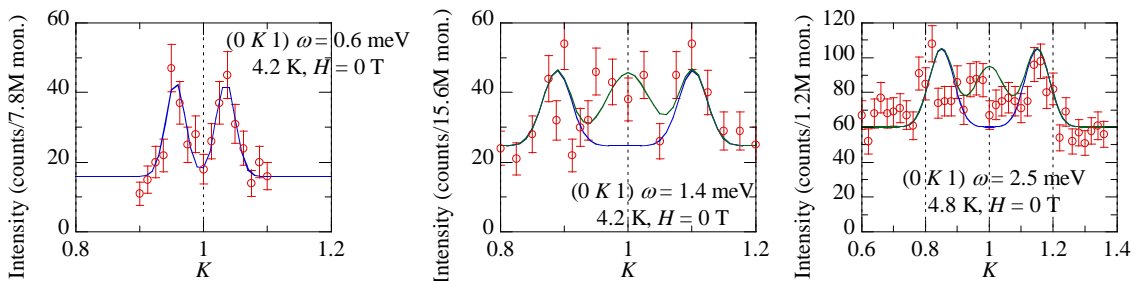


図4 constant w スキャンの結果。0.6 と 1.4 meV は LTAS の結果で、2.5 meV は TAS-2 の結果。