

# 新奇非フェルミ液体物質 $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$ のメタ磁性 Metamagnetism in a novel non-Fermi-liquid material $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$

京大・工 田畑吉計, 山本将貴, 寺澤慎祐, 和氣剛, 中村裕之  
東北大・金研 鳴海康雄, 一ノ倉聖, 野尻浩之

Y. Tabata<sup>1</sup>, M. Yamamoto<sup>1</sup>, S. Terazawa<sup>1</sup>, T. Waki<sup>1</sup>, H. Nakamura<sup>1</sup>, Y. Narumi<sup>2</sup>, H. Ichinokura<sup>2</sup>, H. Nojiri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Materials Science and Engineering, Kyoto University

<sup>2</sup> Institute for Materials Research, Tohoku University

## 1. 背景

$\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$  は、 $\eta$ -カーバイド型の結晶構造を持つ三元窒化物金属であり、磁性を担う Fe 原子が星型四面体を基調とした 3 次元ネットワークを組んでいる。この星型四面体格子は、正四面体や正三角形によって構成されており、それ故、 $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$  は”遍歴電子フラストレート磁性体”のモデル物質の可能性を持っている。我々は、この  $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$  の基礎物性を調べる過程で、(a) 零磁場における非フェルミ液体的振舞 (量子臨界挙動)[1]、(b) 高磁場(14T 付近)での急峻なメタ磁性転移[2]、など興味深い特性を発見した。本研究課題では、このメタ磁性転移の起源を調べる目的で、強磁場下での比熱測定および電気抵抗測定を行った。

## 2. 実験方法

試料は還元窒化法により作製した。実験は、東北大金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センターの 20T 超伝導マグネット 20T-SM を用いて、16T の強磁場までで行った。比熱測定は、緩和法により 1.6K – 10K の温度範囲で、電気抵抗は、直流四端子法により 1.6K – 100K までの温度範囲で行った。

## 3. 実験結果

### 3-1. 強磁場比熱測定

図 1 に、 $T=2.0\text{K}$  における  $C/T$  ( $C$ : 比熱)の磁場変化を示す。これを見ると、14T 付近で  $C/T$  が不連続に変化しているのが分かる。この変化は、メタ磁性転移に起因するものであり、その不連続な変化はメタ磁性転移が一次転移であることを示している。低磁場( $< 4\text{T}$ )を除いて、この温度より低温では  $C/T$  はほとんど温度変化しない。そのため、この  $C/T$  の磁場変化はそのままエントロピー  $S$  の磁場変化に対応する、と考えられる。メタ磁性転移でのエントロピーの飛び  $\Delta S$  は、 $-10\text{mJ/Fe-molK}$  と見積もられ、 $R\ln 2 = 5.76\text{J/Fe-molK}$  の僅か 0.2% と非常に小さいものとなっている。また、メタ磁性転移後の  $C/T$  も  $32\text{mJ/Fe-molK}$  と遷移金属化合物としてはかなり大きめの値を持っていることから、メタ磁性転移後もかなりゆらぎの大きい状態を保っている、と考えられる。これは、メタ磁性転移後の強磁性状態が、約  $0.5\mu\text{B/Fe-atom}$  と小さい磁化を持った弱強磁性状態であること、転移後も磁化は緩やかに増大し続けており、磁化率は有限であること、などの結果とコン

システントである。

### 3-2. 強磁場磁気抵抗測定

$T=1.6\text{K}$  での強磁場磁気抵抗も、やはり 14T 付近に折れ曲がりを示し、メタ磁性の影響が伝導現象にも現れていることが分かる。また、過去の磁化測定から、メタ磁性転移磁場は温度上昇とともに少しずつ上昇し(これは、メタ磁性転移磁場でエントロピーが減少することとシステントである)、一次転移からクロスオーバーへと変わる”気液型相転移”の振舞を示すことが分かっている。その端点 ( $H_{\text{cr}}, T_{\text{cr}}$ ) = (15.8T, 42K) は 2 次転移点(臨界点)になっていると予想されていたが[2]、 $H = 15.8\text{T}$  の磁場下での電気抵抗の温度変化から、それを確認できた。

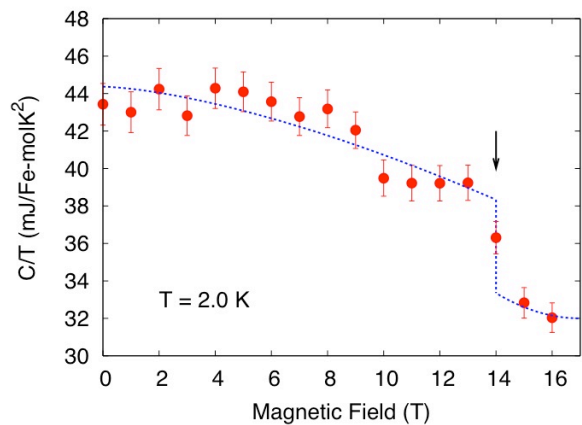


図 1  $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$  の  $C/T$  の磁場依存性.

## 4. まとめ

強磁場比熱測定および電気抵抗測定により、 $\text{Fe}_3\text{Mo}_3\text{N}$  のメタ磁性転移機構の解明のための基礎物性データの蓄積を行った。今後は、フラストレーションとの関連、特に格子との結合を調べるための強磁場磁歪測定、零磁場での量子臨界挙動との関連を調べるための Co 置換系の強磁場物性測定(平成 23 年度課題)、などを行う予定である。

## 参考文献

- [1] T. Waki et al., J. Phys. Soc. Jpn. 79, 043701 (2010).
- [2] T. Waki et al., Euro. Phys. Lett. 94, 37004 (2011).