

## Fe/Cr クラスタ多層膜の XMCD 解析 XMCD analysis of clustered Fe/Cr multilayer films

池田優里亜<sup>1,\*</sup>, 宮永崇史<sup>1</sup>, Yu. A. Babanov<sup>2</sup>, D. A. Ponomarev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 弘前大学理工, 〒036-8561 青森県弘前市文京町 3

<sup>2</sup> ロシア科学アカデミー 金属物理学研究所

Yuria Ikeda<sup>1,\*</sup>, Takahumi Miyanaga<sup>1</sup>, Yu. A. Babanov<sup>2</sup>, D. A. Ponomarev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hirosaki University, 3 Bunkyo, Aomori, 036-8561, Japan

<sup>2</sup> IMP-RAS, Ekaterinburg, Russia

### 1 はじめに

磁性を持った極微量な不純物を含む金属では、温度を下げていくと、ある温度以下で電気抵抗が上昇する。これを近藤効果といい、磁性不純物の磁気モーメントと伝導電子の磁気モーメントの交換相互作用 (s-d 交換相互作用) によって生じる現象である。

2006 年 Fe/Cr クラスタ多層膜(Fig.1)において、電気抵抗の温度依存性に近藤効果のような挙動が見られた[1]。Fig.2 は電気抵抗の温度依存性を示しており、電気抵抗がある温度( $T_k$ )で極小値をとり、その低温側で電気抵抗の増大が現れた。

ここで見られたクラスタ多層膜における近藤効果的挙動は、非磁性層中の磁性原子による近藤効果とは異なる。このメカニズムは现阶段でも明らかになっていないため、XMCD 測定から磁気特性について調べることにした。

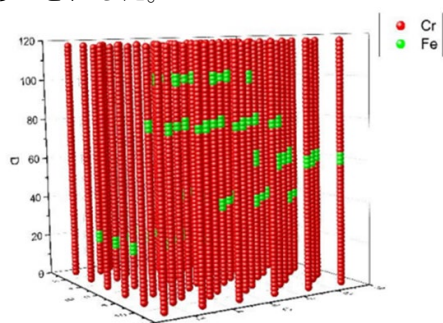


Fig.1 Fe/Cr クラスタ多層膜

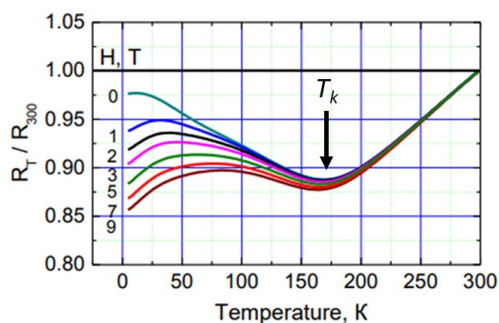
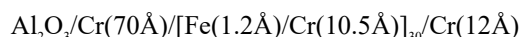


Fig.2  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}(70\text{\AA})/[\text{Fe}(1.2\text{\AA})/\text{Cr}(10.5\text{\AA})]_{30}/\text{Cr}(12\text{\AA})$  における電気抵抗比の温度依存性[1]

### 2 実験

今回実験に用いた試料は近藤効果的挙動が見られた以下の試料である。



これらの試料は超高真空 MBE 法で作成されたものである[1]。ここでの Fe(1.2Å)層は Fig.1 のように Cr 原子の中にクラスタ化して存在している。

XMCD 測定には BL7A を使用し、Fe の  $L_{II}$ -edge、 $L_{III}$ -edge を蛍光法(Silicon Drift Detector)で測定した。検出角度は  $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $55^\circ$ 、 $70^\circ$ 、温度は 77K から 300K の範囲で測定を行った。

### 3 結果および考察

今回は検出角度  $70^\circ$  で得られた結果について考察する。Fig.3 は温度 77K、143K、198K の際の XAS スペクトルと MCD スペクトルである。Fig.2 から、近藤温度  $T_k=175\text{K}$  とすると、低温側から  $T_k$  に近づくにつれて  $L_{III}$ -edge の MCD 強度が小さくなっている。また、 $T_k$  を過ぎて高温になるとほとんど MCD が見られなくなった。このときの温度変化と  $L_{III}$ -edge の MCD 強度を Fig.4 に示す。これより、 $T_k$  より低温側での磁気特性の変化が近藤効果的挙動に関与していると考えられる。また、検出角度が  $30^\circ$  の際にも同様の結果が得られたが、 $45^\circ$ 、 $55^\circ$  の際は再現できなかった。

### 4 まとめ

近藤効果的挙動を示す Fe/Cr クラスタ多層膜は、 $T_k=175\text{K}$  より高温側では  $L_{III}$ -edge の MCD が現れず、 $T_k$  より低温になるに従って MCD 強度が増加した。現在は同じ条件での EXAFS 解析をしつつ、局所構造と磁気特性との関係性について考察を進めている。しかし、検出角度によって再現性が異なるため、今後は再現性についても検討していく。

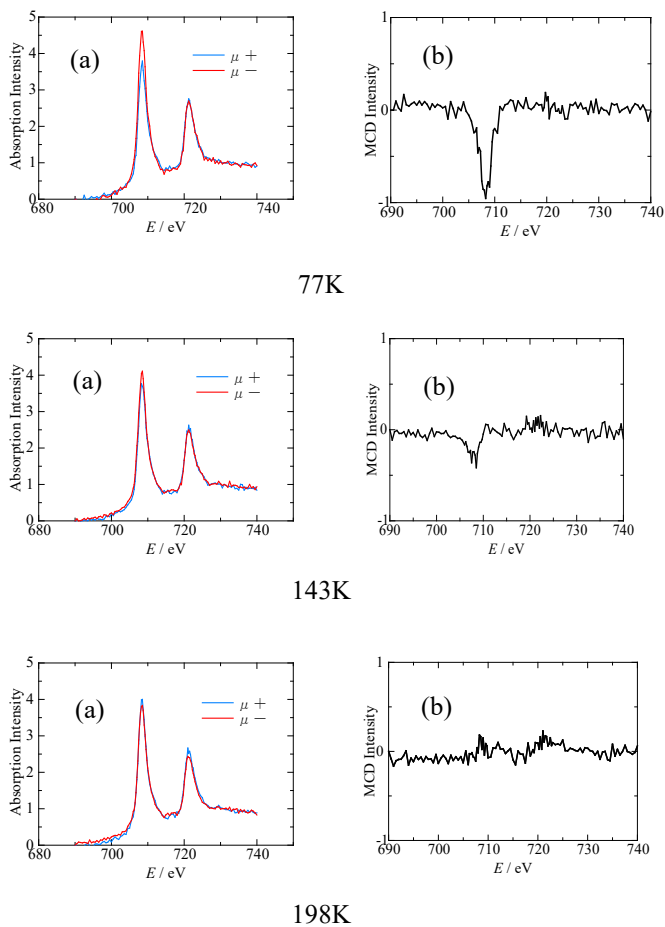


Fig.3 検出角  $70^\circ$  における、温度 77K,143K,198K に対する XAS スペクトル(a)と MCD スペクトル(b)

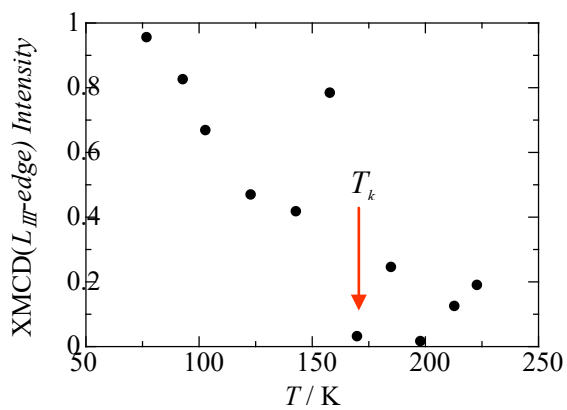


Fig.4 Fe  $L_{III}$ -edge の MCD 強度の温度依存性

参考文献

[1] V.V.Ustinov, *et al*, J.Mag.Mag.Mate.,**300**(2006)148.

\* h17ms201@hirosaki-u.ac.jp