

1P075

## 強磁性金属薄膜上のマンガンフタロシアニン薄膜の磁気特性と電子状態

(分子科学研究所<sup>1</sup>, 総合研究大学院大学<sup>2</sup>)

○山本 勇<sup>1</sup>, 江口 敬太郎<sup>2</sup>, 中川 剛志<sup>1,2</sup>, 高木 康多<sup>1,2</sup>, 横山 利彦<sup>1,2</sup>

### 【序論】

近年、有機強磁性体の開発に代表される分子磁性研究は急速な進展を遂げている。マンガンフタロシアニン(MnPc)は、 $\beta$ 型の結晶構造において強磁性( $T_c \sim 8.6$  K)を発現することが知られており、Mnのd電子に由来するスピン4重項( $S=3/2$ )状態をとると報告されている[1]。また、強磁性基板上の種々の金属フタロシアニンは、支持基板の磁化によってスピン偏極するという報告がなされているが[2]、その磁気異方性等の詳細は調べられていない。本研究では強磁性金属薄膜上のMnPc薄膜について、その磁気特性および電子状態を明らかにするために、X線磁気円二色性(XMCD)測定およびレーザー光電子分光測定(1PPE, 2PPE)を行った。

### 【実験】

XMCD測定はUVSOR-IIのBL4Bにおいて、超高真空下 in situ 条件で高磁場極低温装置( $H \sim 7$  T,  $T \sim 4.8$  K)[3]を用い、全電子収量法により行った。光電子分光測定の光源には、パルス幅 $\sim 100$  fsのTi:Saレーザー( $\lambda = 690 \sim 1020$  nm)を用い、1PPE測定には第4高調波( $h\nu = 4.9 \sim 5.9$  eV)、2PPE測定には第2, 3高調波( $h\nu = 2.4 \sim 3.6$  eV,  $3.9 \sim 5.0$  eV)を用いた。Co, Ni薄膜は電子衝撃法によりCu(001)基板上に作製し、その膜厚はRHEED振動により決定した。試料のMnPcは昇華精製されたものを用い、 $\sim 0.1$  nm/min程度の速度で真空蒸着した。

### 【結果と考察】

Fig.1にMnPc薄膜のNK吸収端NEXAFSスペクトルの膜厚依存性を示す。実線が垂直入射( $\theta_i = 0^\circ$ )、点線が斜入射( $\theta_i = 55^\circ$ )で測定したスペクトルである。各スペクトルの右肩にMnPcの膜厚を示している。1MLでは、1sから $\pi^*$ 準位への遷移に対応する低エネルギー側のピーク強度が垂直入射で非常に弱く、分子は基板に平行に寝た配向をしていることがわかる。膜厚が増えるにつれ、垂直入射における $\pi^*$ 遷移が徐々に強くなっていき、20MLでは $\sigma^*$ 遷移との偏光依存性が逆転している。このことから、MnPc分子は蒸着量の増加に伴って、基板表面に対し徐々に傾いて

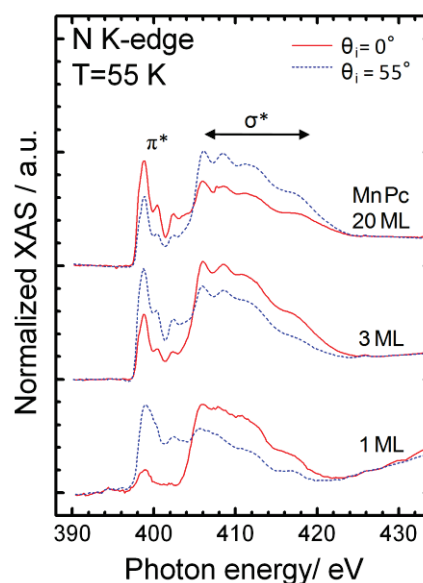


Fig.1 MnPc 薄膜の N K 吸収端直線偏光 NEXAFS スペクトル。

いくことを示している。

Fig.2 に Co(3ML)/Cu(001) の MnPc1 分子層蒸着前後での磁化曲線を示している。赤線が垂直入射( $\theta_i=0^\circ$ )、青線が斜入射( $\theta_i=55^\circ$ )で測定した曲線である。磁化容易軸は MnPc 蒸着によって変化せず面内である。また垂直入射(困難軸方向)では、Co(3ML)薄膜では 5 T でも磁化は飽和しなかったが、MnPc 蒸着後は~4 T で飽和しており、面内異方性が減少したことを示している。しかしながら、蒸着前後で Co L 吸収端 XMCD スペクトルには顕著な変化は見られなかった。

Fig.3 に MnPc(1ML)/Co(3ML)/Cu(001) の (a)Mn L 吸収端および(b)Co L 吸収端 XMCD スペクトルを示す。実線が垂直入射( $\theta_i=0^\circ$ )、点線が斜入射( $\theta_i=55^\circ$ )のスペクトルである。Mn L 吸収端の XMCD シグナルは、Co と同じ方向に観測されており、Mn と Co の磁化が平行になっていることがわかる。また、Fig.4 に示した Mn L<sub>3</sub> XMCD 強度から求めた磁化曲線より、Co の磁化曲線とほぼ同じ挙動を示すことから Mn と Co が強磁性的にカップリングしていることがわかった。しかしながら、MnPc 2 分子層以上では、Mn と Co の XMCD シグナルは高磁場で同じ方向に観測されたものの、磁化曲線は Co に追随せず、常磁性的な振る舞いを示した。

発表当日は、光電子分光測定から得られた電子状態についても議論する予定である。

- [1] C. G. Barraclough *et al.*, J. Chem. Phys. 53, 1638 (1970).
- [2] T. Suzuki *et al.*, J. Phys. Chem. B 106, 11553 (2002).
- [3] T. Nakagawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 47, 2132 (2008).

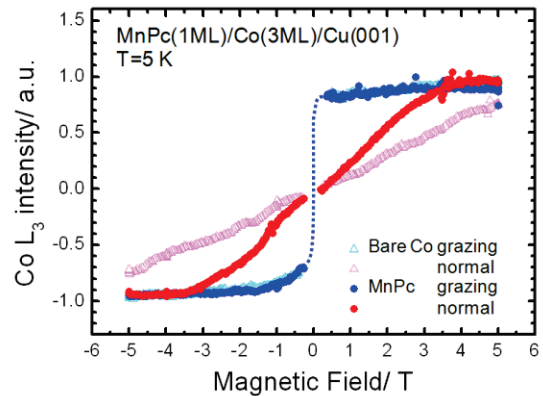


Fig.2 MnPc(1ML)/Co(3ML)/Cu(001) 薄膜の磁化曲線。Co L<sub>3</sub> ピーク強度を印加磁場に対してプロットしている。

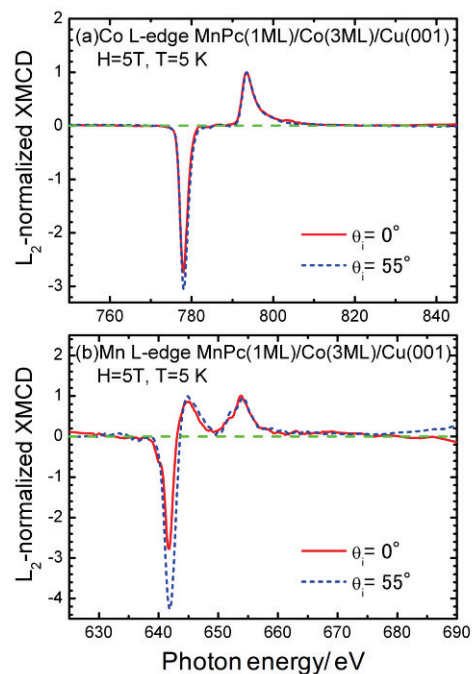


Fig.3 MnPc(1ML)/Co(3ML)/Cu(001) の (a)Mn L- (b)Co L-edge XMCD スペクトル

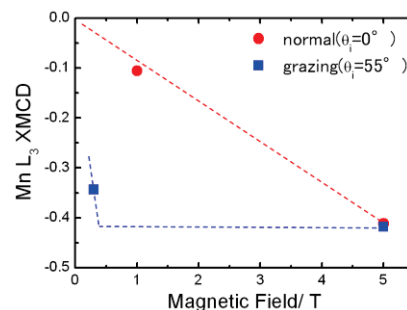


Fig.4 MnPc(1ML)/Co(3ML)/Cu(001) 薄膜の磁化曲線。Mn L<sub>3</sub> XMCD 強度を印加磁場に対してプロットしている。