

$R_2Mo_2O_7$ ($R=Y$, rare earth) の光電子分光と 軟 X 線光吸収磁気円二色性

大阪大学大学院基礎工学研究科

今 田 真

Mo が正四面体のネットワークを形成するパイロクロア型酸化物 $R_2Mo_2O_7$ の低温磁性相は、 $R(Y, \text{rare earth})$ が Tb と Gd の間を境に、イオン半径の大きい側で強磁性金属、小さい側でスピングラス絶縁体となる[1]。われわれは、伝導に寄与するフェルミ準位 (E_F) 付近の電子構造を調べるために光電子分光(PES)を、強磁性相の磁気的状態を元素選択的に調べるために内殻光吸収(XAS)の磁気円二色性(MCD)を測定した[2]。

図 1 は、SPRING-8 BL25SU で 900 eV の励起光を用いて行った光電子分光の結果である。光イオン化断面積より、 $R = Y$ のスペクトルにはおもに O 2p 及び Mo 4d 電子が寄与している。束縛エネルギー $E_B = 0-3$ eV がおもに Mo 4d からなるバンド、 $E_B = 3-10$ eV がおもに O 2p からなるバンドと考えられる。従って、絶縁体相のギャップはモット-ハバード型である。 $R = Tb, Gd$ のスペクトルでは、これらの状態に加え、 $R 4f$ からの光電子の寄与が強く見られる。 $R = Tb$ においては、 $4f^7$ 終状態の多重項構造が 3 eV 付近と 7-13 eV に、 $R = Gd$ においては $4f^6$ 終状態の多重項構造が 8-12 eV に見られる。金属絶縁体転移の前後の $R = Tb$ および Gd の E_F 近傍のスペクトルをより詳しく測定したところ、金属相の Gd の方が絶縁体相の Tb に比べてスペクトル強度が強いことが分かった。

非占有状態の情報を得るために、X 線逆光電子分光(X-BIS)を行った。 $R = Y$ においては、Mo 4d および Y 4d の寄与が期待されるが、これらが分離できない約 10 eV におよぶエネルギー幅の広い構造が得られた。一方、 $R = Nd$ の系の O 1s→2p 光吸収(XAS)には、低エネルギーがわに幅約 2 eV のピークが、その高エネルギー側に 7 eV 前後の幅の構造が見られた。これらは、前者が Mo 4d、後者が Nd 5d とそれぞれ混成した O 2p 状態を反映していると思われる。従って、Mo 4d 電子状態は E_F の上約 2 eV 程度広が

っていると考えられる。

R = Nd の系について、1.4 T の磁場下において、Mo 3p $\rightarrow$ 4d XAS, Nd 3d $\rightarrow$ 4f XAS, O 1s $\rightarrow$ 2p XAS の MCD を測定した。この結果、これらの全てにおいて有意な MCD を観測した。T = 80 K において、Nd 4f スピンモーメントの磁場方向成分の平均は、Mo 4d スピンモーメントのそれと逆符号で、同程度の大きさであった。一般に Nd 4f はスピンモーメントと逆向きに 2 倍程度の軌道モーメントを持つ。一方、MCD スペクトルより、Mo 4d 軌道モーメントはスピンモーメントの 1/10 程度以下と見積もられる。従って、Nd 4f 全モーメントは Mo 4d 全モーメントと同じ向きで、大きさも同程度と考えられる。

上述のように、O 1s $\rightarrow$ 2p XAS の最も低エネルギー領域は Mo 4d と混成している O 2p 状態の寄与がおもであると考えられる。MCD は、この領域のうちでも低エネルギーの領域でのみ観測された。Mo 3p $\rightarrow$ 4d XAS も低エネルギー領域でのみ MCD が見られる。これらのことより、Mo 4d 非占有バンドはフェルミ準位直上で最も大きなスピン偏極度を持つと見られる。

今後の課題としては、フェルミ準位付近の電子状態を系統的に測定し、輸送現象との比較を行うとともに、強磁性状態の元素ごとの磁気的状態の R 依存性ならびに温度依存性を詳しく調べる必要がある。

[1] 例えば Y. Taguchi, Y. Tokura, Phys. Rev. B **60**, 10280 (1999).

[2] S. Imada, et al., in preparation.

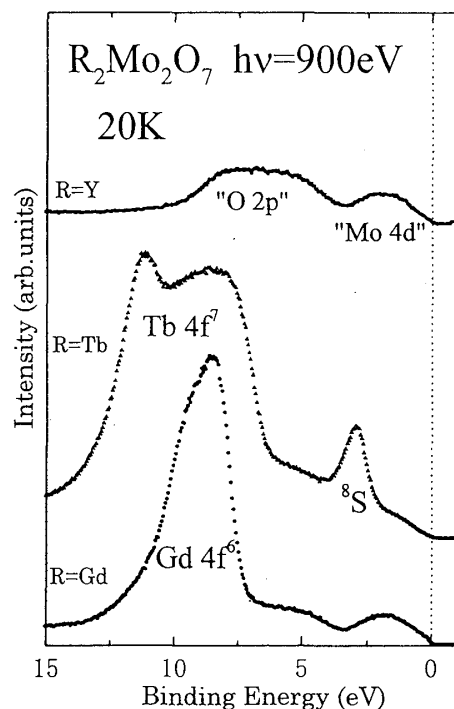


図 1 $R_2Mo_2O_7$ (R=Y, Tb, Gd) の光電子分光