

論文審査の結果の要旨

氏名 與名本欣樹

本論文は6章からなる。第1章は序論であり、磁性薄膜の最近の急速な発展、垂直磁気異方性、巨大磁気共鳴の発見とその産業利用、これらに関する基礎研究の重要性を述べている。また、磁性薄膜表面上に分子が吸着する事によって薄膜の磁性がどのように変化するか、吸着分子にどのような磁性が誘起されるかという新しい問題を提起している。そして、表面磁性を調べる手段として、X線磁気円二色性(XMCD)法の原理、表面の局所構造を調べる手段としてX線吸収近傍微細構造(NEXAFS)の原理について述べている。

第2章にはX線源としての放射光、そしてX線吸収分実験のために建設された軟X線分光ビームラインの性能評価について述べている。また、光の純度を向上させるために、高次光除去用の2枚組ミラーを設計製作し、波長掃引と同期してミラーを回転させることにより十分満足な高次光カットができたことが述べている。

第3章ではXMCDとNEXAFSについて、特に本論文で取り扱うMnやCoの磁氣的性質、L吸収XMCD、及び、酸素などのK吸収XMCDの解析方法、及び、偏光依存NEXAFSの解析法について述べている。

第4章では、Co薄膜上のMn超薄膜の磁性と、これが酸化によってどのように変化するかについて述べている。非磁性のCu基板上にCo薄膜を作成するとCoの磁気モーメントはバルクよりも増加するが、Mnを0.5ML蒸着することによって減少する。そして、この表面を酸素にさらすと、Coの磁性はほとんど変化せずMnのみが大きく変化することが分かった。これはMnを選択的に酸化されることを示している。MnのXMCDシグナルは0.5Lの酸素によってほとんど消失し、更にドーズ量を増やして5.5LにするとMnOになり、XMCDシグナルは逆転し、Coと逆向きの磁気モーメントを持つことを示している。磁気総和則によって軌道磁気モーメントを見積もると、酸化前 $0.06 \mu_B$ であるが、酸化後はほとんど零になっている。Hundの規則によると酸化前は d^6 の電子状態が混ざっていたのが酸化後は d^5 状態になると解釈できる。したがって、この変化は、酸化によって変化したMnの電子状態が構造変化を促し、それに伴って交換相互作用の強さが変わったものと理解される。

第5章では金属薄膜上に吸着したCO, NO分子に誘起される磁性について述べられている。非磁性Cu(111)上にCoを3ML吸着させると面内に異方性を持った磁化をするが、Niを30ML蒸着した後にCOを2ML蒸着すると面直方向に磁化した状態を作ることができる。このような磁気異方性の異なるCo表面にCO, NOを

吸着させ、O-K, N-K XMCD の測定を行っている。NO の場合は Co と磁気異方性の方向に関わらず強磁性的なカップリングをするが、CO の場合、Co が面直磁化しているときは強磁性的に、面内磁化しているときは反強磁性的にカップリングをすることを明らかにした。そして、これらの誘起される軌道磁気モーメントの方向について、簡単な化学結合論に基づいて解釈している。即ち、NO, CO 共に $2\pi^*$ 軌道の軌道磁気モーメントが存在し、Co の 3d 軌道と強く混成している。その結果、Co が面直磁化の場合にはいずれも Co の磁気モーメントに平行になる。Co が面内磁化しているときにも同様の機構で説明できるが、このためには CO, NO が静的、又は、動的に傾いた構造をとることが重要な要因となる。NO と CO の磁化の振る舞いの違いは NO では $2\pi^*$ に電子が 1 個存在していることによるとして説明できる。このような軽元素の分子吸着系での K 吸収端 XMCD の研究は世界的にも初めてのことである。

第 6 章は結論と要約である。

以上のように本論文は、表面磁性において、特に分子吸着による磁性の変化、そして、吸着分子への磁性の誘起について研究したものであり、分子吸着系の構造と電子状態と磁性の相関を研究する端緒を開いたものとして、表面科学、磁気化学研究への寄与が大きく、博士（理学）に値する。

なお、本論文は太田俊明、横山利彦、雨宮健太、小出常晴、浜田康広、北川聡一郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験、解析、および、考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。