

論文審査の結果の要旨

氏名 雨宮 健太

本論文は6章からなる。第1章は序論であり、表面化学、表面磁性研究の重要性と、それらの研究をするために重要な軽元素のK端、3d遷移金属のL端のエネルギー領域をカバーする、明るく、かつ、高分解能の軟X線分光器の開発が不可欠であることが述べられている。

第2章にはX線吸収分光法の原理、特に、EXAFS、NEXAFSからどのような情報が得られるかについて述べられている。

第3章には開発した軟X線分光ビームラインの詳細が述べられている。分光器としては単純な波長掃引機構でありながら高分解能が達成できる不等刻線間隔回折格子型を採用している。そして、特殊な回折格子製作のための、非球面波ホログラフィック露光法を導入し、これによって高分解能を保ちつつ、高い反射率と少ない散乱光が実現できたことが述べられている。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られている。

第4章にはこの軟X線分光ビームラインを用いた表面化学への応用が述べられている。試料としては、Cu(111)、Ni(111)基板上のメトキシ基の吸着系を選んでいる。この系はメタノール合成、酸化の中間体として興味を持たれており、これまでも光電子回折や高分解能電子エネルギー損失分光、そして、0-K NEXAFSの報告がある。しかし、必ずしも同じ結果が得られていなかった。本論文では、従来の実験よりも高分解能のNEXAFS測定ができ、以前には報告されていなかった吸収前の $1s \rightarrow 2e$ のピークを初めて観測した。このピーク強度はNi(111)の方が強く、Cu(111)よりも共有結合性が高いことを示している。また、偏光依存性からO-C配向角を決め、これがほとんど表面垂直であることを明らかにした。これは従来NEXAFSの結果を覆すもので、光電子回折の結果と一致している。さらに、Cu(111)吸着系について0-K SEXAFSの実験を行い、酸素原子がfourfold hollowサイトに吸着していることを明らかにした。以上の結果は光電子回折と良く一致しており、これまでのNEXAFSとの不一致の原因が低い分解能のために生じたと考えられる。

第5章はX線磁気円二色性(XMCD)を用いた表面磁性の研究への応用である。この章では、まず、XMCDの原理と測定法の開発について述べられている。光源としては偏向磁石から軌道面の上に0.4 mrad、または、下に0.3 mradずれた楕円偏光を用いている。円偏光度は約40-50%であるが、十分満足なXMCDスペク

トル測定ができることを示した。対象とした研究テーマは、コバルト超薄膜の上に CO や O が吸着することによって、Co の磁性がどのように変わるか、また、吸着した原子、分子に磁性がどのように誘起されるかという問題である。非磁性の Cu(100) 単結晶上に Co を 4 原子層蒸着し、これに CO または O を吸着して Co-L, および O-K XMCD を測定している。そして、CO の場合、Co と反強磁性的に結合するが、O では逆に強磁性的な結合をするという、興味ある結果が得られた。そして、これらの誘起磁性の原因を最近の理論計算を参考にし、また、簡単な化学結合論に基づいて解釈している。このような軽元素の分子吸着系での K 吸収端 XMCD を測定できたのは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、研究の強力な武器となる高性能の分光器を作成したこと、表面化学で懸案であったメトキシ基の吸着構造を明らかにしたこと、そして、表面磁性で初めて吸着分子の磁性について測定できたことが述べられており、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、伊藤健二、北島義典、与名本欣樹、寺田秀、塚林弘樹ら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。