

# 論文審査の結果の要旨

氏名 南部 英

本論文は6章よりなる。第1章は序論であり、表面化学反応がどのような分光法によって調べられてきたか、特に時間分解法としてこれまでどのような方法が開発されてきたかについて述べている。その中であって、内殻分光においては時間分解分光法が遅れていること、その開発の重要性が述べられている。

第2章では内殻分光法の中で光電子分光法とX線吸収分光法の原理について述べ、更に、光源としてのシンクロトロン放射、電子分光器の問題についても触れている。

第3章ではエネルギー分散型軟X線吸収分光法(DNEXAFS)の開発について述べている。これはエネルギー分散した軟X線を試料面に照射し、その各地点から放射する電子を位置敏感型電子分光器で検出する。オージェ電子ピークの場合、その強度はX線の吸収強度に比例しているため、その和を取ることによって同時にあるエネルギー範囲の吸収スペクトルを測定することができる。これは表面NEXAFS法の測定時間を従来の5分から数秒までに短縮したもので、表面での化学反応の実時間測定を可能にするものである。具体的な応用例として、金表面上にチオフェン分子を蒸着させていったとき膜厚の増加とともに、寝ていた分子が次第に立ち上がる様子を実時間で測定することに成功している。

第4章では米国カリフォルニア大学バークレイ校先端放射光施設での研究成果について述べている。ここでは、X線光電子分光法の測定短縮化の目的で、位置敏感型電子分光器用の超高速検出器を開発している。この検出器は、大チャンネル数の1次元位置分解能、検出器全体で2GHz程度の信号処理能力、100 $\mu$ 秒オーダーの信号読み出し速度等を目指して主に高速・高分解能XPS測定を念頭においたものである。冷却機構の考案、放電対策などをいろいろ講じることによってこの検出器を完成させた後、性能評価を行っている。そして、十分高い位置分解能を持ち、線形応答性も高く、1チャンネルあたり、1.4MHzの出力を得ることに成功した。これは検出器全体(768チャンネル)としてはおよそ1.1GHzに相当する。

第5章では、この超高速検出器を具体的な光電子分光実験、光電子回折実験に応用した結果について述べている。その結果、実験室光源Al K $\alpha$ を用いて、1スペクトルの測定に50ミリ秒、光電子回折実験では従来より100倍の速さで測定できることを示した。

第6章は結論と要約である。

以上のように、本論文では、内殻分光学的手法での表面反応観測を目指し、DNEXAFS、及び超高速電子検出器という2つの高速測定システムを開発した。これにより、NEXAFSでは数十秒程度、XPSでは50ミリ秒程度の時間分解能でのスペクトル連続測定が可能になり、これら双方とも現時点では世界で最も速い時間分解能をもつNEXAFSまたはXPS測定システムとなった。特に、超高速電子検出器の性能としては、150マイクロ秒でのスペクトル連続測定は十分可能であり、近い将来1ミリ秒以下のXPSの連続測定が可能になる。更に、この検出器の位置分解能はそのままDNEXAFSシステムに組み込むことが可能で、この場

合も XPS と全く同じ時間分解能で NEXAFS の連続測定が十分可能となる。この 1 ミリ秒以下の時間分解能は、Pt(111)面上での CO の酸化反応や、Si(111)面のアクティブ酸化過程等の重要な表面反応系の反応時間と同程度かそれより速く、これらの系に超高速 XPS(或いは DNEXAFS)を適応することで、表面反応の実時間その場観察を可能とし、今後の表面科学研究に新たな展望を開くことが十分期待でき、表面科学に大きな貢献をしており、博士(理学)に値する。

なお、本論文はその前半は太田俊明、雨宮健太、近藤 寛、横山利彦、岩崎正興、中井郁代との共同研究、後半は米国カリフォルニア大学のグループ C. S. Fadley, Z. Hussain, H. Spieler, G. Zizka, G. Meddeler, M. West, B. Turko, M. Press, B. A. Ludewigt, N. Mannella, A. W. Kay, M. Watanabe, B. C. Sell, J./-M. Busset らとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって装置開発、性能評価、及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。