



UDC 001.891:612.014.49:614.87:621.38:
621.391

二 瓶 研 究 室

本研究室は第4部に所属し、早野研究室、渡辺研究室とともに環境計測化学部門を担当している。研究室の発足は昭和51年12月であり、現在の研究室員は助教授二瓶好正、助手工藤正博、教務系技官尾張真則である。本研究室では、物質情報工学の立場より、固体表面・界面のキャラクタリゼーションと、微小局所における物質情報解析の方法論の研究を行うと共に、環境計測化学への応用を行うなど、新原理に基づく化学計測・評価技術の開発と応用に関する研究を行っている。以下に現在の研究課題についてその概要を述べる。

1. 高性能光電子分光装置の開発と応用

軟X線を固体に照射して得られる光電子を速度分析することにより、固体表面の化学組成と原子の結合状態、酸化状態などに関する知見が得られる。この方法はX線光電子分光法(XPS)と呼ばれ、現在では最も有力な固体表面解析法の一つとして知られている。本研究室では、国内における第1号超高真空XPSの設計試作を行った後、電算機制御型位置敏感検出システムによる高感度化、走査型電子顕微鏡・オージェ電子分光器・低速電子線回折装置などとの複合化などの試作を経て、高性能角度分解型X線光電子分光装置を完成させた。この装置は次の項目で述べる光電子回折効果の発見と利用を可能とした点で重要な役割を果たした。また、これら一連の試作装置により、半導体・酸化物・高分子・合金・金属など多くの材料のキャラクタリゼーションに応用しつつ表面化学状態分析、表面定量分析などの方法論的検討を行っている。

2. X線光電子回折法の開発と応用

角度分解能を高めたXPS装置により、単結晶試料の光電子スペクトルを測定すると、光電子の放出角度に依存したスペクトル強度の異方性が観測される。この現象は当初明確な解釈ができなかったが、本研究室における検討の結果、光電子の結晶中での回折現象に起因するものであり、その異方性すなわち光電子角度分布パターンから、光電子放出原子の結晶中での位置(サイト)に関する情報が得られることが明らかにされた。

本研究室では、上記の現象を用いて固体表面の構造解

析を行う方法をX線光電子回折法(XPED)と命名し、その特徴を明らかにするための基礎的研究を進めると共に、工学的応用の開拓、測定装置の改良を進めてきた。その結果XPED法は、①固体表面層数～数10Åにおける構造規則性と結晶対称性に関する情報、②化合物結晶中の構成成分元素ないしは不純物元素の原子位置に関する情報、③結晶表面上の吸着原子の位置と構造に関する情報を与えることがわかった。また、測定が非破壊である上に、絶縁物へも適用可能であり、比較的簡単な回折理論計算により解釈可能である等の特徴も明らかとなった。

XPED法の工学的応用例として、①半導体表面における金属原子の付着構造と結晶成長の解析、②化合物半導体-金属界面の相互拡散の解析、③半導体結晶へのイオン衝撃損傷の定量的評価、④不均一系触媒の金属-担体相互作用の検討などを取りあげ研究している。また、XPEDパターンの測定時間を大幅に短縮することを旨として、二次元光電子回折像直視装置を開発しつつある。

3. 収束イオンビームを用いた高感度局所分析法の開発

収束させた粒子線ないしは光を一次ビームとして物質に照射し、物質の微小局所に関する情報を得るいくつかの測定法が知られているが、その中で、破壊的ではあるが高感度な分析を可能とするイオンビームの活用は特に重要である。その唯一の問題点が一次イオンビームの収束性にあったが、近年、電界放射型液体金属イオン源の開発により、0.1μm以下のプローブ径が実現できるようになってきた。

本研究室では、ガリウムイオン源を用い、高い空間分解能を有する走査型イオン顕微鏡(SIM)とサブミクロン二次イオン質量分析装置(SIMS)を試作完成させることにより、工業材料の微小領域における高感度分析法を確立すると共に、環境中のサブミクロン粒子の化学組成分析に応用することを目標として研究を進めている。

4. 表面・局所分析法の環境化学情報計測への応用

人間活動に起因する環境変化を定量的に把握すると共に、これを安全でかつ、許容できる範囲内で安定に保つ方策を探索することは環境科学研究の最重要課題である。このような研究を推進するためには、環境中の物質に関して、目的に合った情報を正確に取得するための方法の開発が必要不可欠である。

本研究は、新しい質の環境化学情報を提供することを目的として、表面・局所分析法を応用しようとするものである。従来、水圏環境中の有害汚染物質の化学状態分析、石炭フライアッシュの表面状態分析などを行って来たが、現在は、大気浮遊粒子状物質の発生源解析のための新しい方法論の開発に取り組んでいる。

(二 瓶 好 正 記)