

—招待講演—

イオンビーム分析：水素を含む軽元素絶対深さプロファイル決定と構造解析

Ion Beam Analysis (IBA): Absolute depth profiling and structural analysis on systems including hydrogen and light elements

筑波大学 数理物質系 物理工学域 関場大一郎 (研究基盤総合センター応用加速器部門勤務)

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, Daiichiro SEKIBA

ナノ・メートル (nm) 厚やサブ・ミクロン厚の薄膜に含まれる軽元素の定量は一般に難しいとされる。表面では光電子分光、オージェ電子分光などが有効であり、バルクでは完全に分解して質量分析などをすれば十分な信号強度が得られる。一方、薄膜の場合は電子の平均自由行程や脱出深さに大きなマトリクス依存があり、分解して質量分析をかけるには試料の量そのものが少なすぎる。軽元素の中でも水素は特に絶対定量の難しい元素であり、薄膜のみならず表面やバルクでも容易ではない。

加速器によって作られるMeV程度の高速イオンビーム (以降単にイオンビームと呼ぶ) とそれを用いたイオンビーム分析は表面や薄膜そして界面における軽元素の絶対定量において最も信頼のおける手法とされる。イオンビーム分析の中には様々な手法が存在するが、軽元素分析に限ると共鳴核反応法 (NRA: Nuclear Reaction Analysis)、弾性反跳原子検出法 (ERDA: Elastic Recoil Detection Analysis) が主だったものとなる。これらの手法はラザフォード後方散乱法 (RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry) と同時にデータが取得できる。RBSは金属など比較的重い元素に対して感度が高いため、金属水素化物、金属酸化物、金属窒化物、複合アニオン系などにおいて中心金属とその配位子である軽元素の比を一度に取得できる点で簡便かつ誤差の少ない手法となる。

本講演ではまず(1)マイクロビームNRAの開発とそれを用いてPd膜への水素の吸収過程のリアルタイム観察について述べる。マイクロビーム化することでPdへの水素の吸収が結晶粒ごとに離散的に起きること、また膜への応力が重要であることが分かった。次に(2)金属酸窒化物のようにアニオンが0とNのように複数あり、かつ組成比が連続的に変えられる系でのdE-E telescope ERDAの開発と応用について述べる[1]。最後に(3)単原子層の深さ分解能で水素の深さ分布を調べられる高分解能ERDAの開発状況とそれを用いたPd(110)表面での水素ダイナミクスの研究について発表する。

参考文献

- 1) I. Harayama, K. Nagashima, Y. Hirose, H. Matsuzaki, D. Sekiba, NIMB 384 (2016) 61-67.