

大気圧 RBS 分析の開発 –液体・湿潤試料の表面分析–

表面科学研究部 齋藤 正裕

要 旨 多くの場合、表面分析において分析対象は真空中に保持できるものに限定される。一方で、高速イオンのポテンシャルを応用すれば、分析プローブを大気圧下に引き出すことができる。TRC では大気圧におけるラザフォード後方散乱分光法（RBS）を検討し、その実現に成功した。本稿では大気圧 RBS による固体／液体界面の深さ方向分析、HeLa 細胞中量子ドットの深さ分布評価、及び大気圧 RBS/HFS（水素前方散乱分析）による湿潤試料中水素の深さ方向分析事例を報告する。

1. はじめに

一般的に表面分析では、試料表面に電子、イオン等を照射し、試料との相互作用により発生する信号を検出することで情報を得る。このため多くの場合、（超）高真空下での測定が必要となり、湿潤試料、生体試料等水分を含んだ試料について、そのままの状態で測定することが極めて困難であった。そこで我々は高速イオン散乱のポテンシャルに注目し、ドイツ ゲッティンゲン大学と共同で、大気圧における表面分析の実現を目指し研究を行った。本稿ではその研究成果に加え、TRC における大気圧 RBS 測定システム構築状況、及び最新分析結果を報告する。

高速イオン散乱において、最も汎用性の高い手法が RBS（Rutherford Backscattering Spectrometry：ラザフォード後方散乱分光法）である。高速（MeV）H、He イオンを試料表面に照射し、弾性散乱された粒子のエネルギースペクトルを測定する。得られたスペクトルについてシミュレーション解析することで、表面の深さ方向組成分布を定量性良く調べることができる¹⁾。

通常、RBS では試料を真空チャンバーに導入し、真空中で高速イオンを照射する。一方、真空と大気圧を、Exit window と呼ばれる薄膜で分離することが可能であり、この Exit window を介して高速イオンを大気中に引き出すことができる。例えば入射イオンに 2.86

MeV H^+ 、Exit window に 12.5 μm 厚のポリイミドフィルムを用いた場合、 H^+ イオンは空気中を約 12 cm 進行することができる²⁾。すなわち、図 1 に示すように、この領域に試料を配置し、後方散乱されたイオンを検出できれば、大気圧における RBS 分析が実現されることになる。

この方針のもと、ゲッティンゲン大学において検討を重ね、2017 年に大気圧 RBS 測定システムの構築に

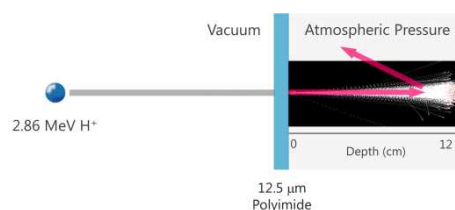


図 1 高速イオン 大気取出しの模式図

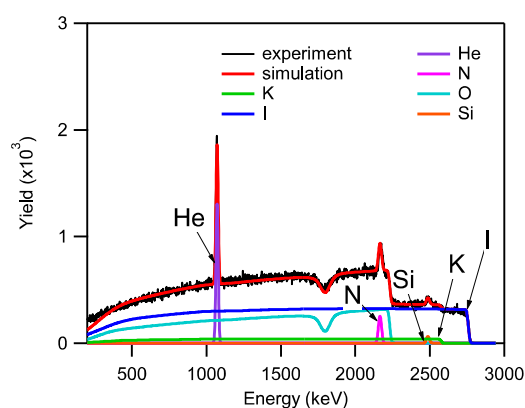


図 2 KI 水溶液の大気圧 RBS スペクトル