

化学イメージング

～飛行時間型二次イオン質量分析 (ToF-SIMS) イメージングと近接場赤外顕微鏡～

Title of Extended Abstract of the Japan Society of Applied Physics

成蹊大理工¹ ○青柳 里果¹

Seikei Univ.¹, °Satoka Aoyagi¹

E-mail: aoyagi@st.seikei.ac.jp

形状だけではなく、分子分布や化学情報の分布が分かる化学イメージングは、高機能性材料や超小型デバイスの開発・評価、医療分野および医薬診断薬開発などさまざまな分野への貢献が期待されている。物理化学情報を含むイメージング手法としては、おもに顕微分光法、質量分析イメージングおよび飛行時間型二次イオン質量分析 (ToF-SIMS) をはじめとする表面計測によるイメージングなどがあるが、高感度かつ 100nm 以下の高い面分解能で化学イメージングを示す ToF-SIMS を中心に他の手法との違いや相補的な応用方法について紹介する。

ToF-SIMS は、固体試料表面にイオン（一次イオン）照射することによって、試料から発生するイオン（二次イオン）を検出することにより、化学構造や分子などの化学種の分布を 3 次元で得ることができる高感度表面分析法¹である。破壊性の高いダイナミック二次イオン質量分析 (D-SIMS) とは異なり、ToF-SIMS では一般に一次イオンビームのパルス化によって試料へのダメージを抑えることにより実質的に試料を非破壊的な分析を可能としたため、有機物分析および絶縁物測定が容易である。最もよく用いられている Bi クラスターイオンを一次イオン源としてもちいると 100nm 以下の高い面分解能が得られ、深さ方向の分解能は Ar クラスターイオンビームをスパッタリングイオン源として用いると数 nm のデルタ層も検出できるほど高い²。おなじく分子分布が得られることで注目を集めている MALDI による質量イメージングでは面分解能が 10 μm 程度であることから、非標識分子の分布を得る手法としては最も分解能の高い手法の一つである。しかし、質量情報だけでは、未知試料内の物質同定が難しい場合もあり、ToF-SIMS と同程度の空間分解能が得られる他の手法として、近接場赤外顕微鏡との相補的な活用を検討している。プローブによって発生される近接場光を応用した近接場赤外顕微鏡 (NFIR) を用いると、プローブ径と同程度の空間分解能が得られる。ただし、プローブ径が小さくなると得られる信号強度が低くなり、測定が難しくなるため、本研究では 1 μm 程度のプローブを用いた赤外吸収イメージング測定結果と ToF-SIMS 測定結果との比較を検討している。さらに、化学情報を内包するイメージングデータは、データ解析手法³の応用が有効である場合が多く、本発表では ToF-SIMS, NFIR 双方のデータへのデータ解析法の応用例を示す。

1) 青柳里果、工藤正博：“現代表面科学シリーズ第 2 巻”、145-161、共立出版 (2013)

2) J. L. S. Lee, et al., Anal. Chem., 82(1): 98-105 (2010)

3) Y. Yokoyama, et al., Surf. Interface Anal., 47(4) 439-446 (2015). (DOI: 10.1002/sia.5731)