

真空型帯電液滴およびクラスタービームによる二次イオン収率

Secondary Ion Yields Produced by Vacuum-type Electrospray Droplet and Cluster Ion Beams

〇二宮啓¹、十河真生³、宮山卓也³、坂井大輔³、渡邊勝己³、チェンリーチュイン¹、平岡賢三²

(1. 山梨大院総合、2. アルバック・ファイ株式会社、3. 山梨大クリーン)

〇Satoshi Ninomiya¹, Maou Sogou², Takuya Miyayama², Daisuke Sakai²,

Katsumi Watanabe², Lee Chuin Chen¹, Kenzo Hiraoka²

(1.Univ. of Yamanashi, Interdisciplinary Graduate School, 2.ULVAC-PHI, Inc, 3.Univ. of Yamanashi, CERC)

E-mail: sninomiya@yamanashi.ac.jp

イオン衝撃（一次イオン）によって分析対象試料を脱離・イオン化（二次イオン）させ質量分析を行う二次イオン質量分析法(SIMS)においては、一次イオンの種類や加速電圧によって発生する二次イオンの種類や生成効率が大きく異なる。単原子からなる一次イオンビームを用いれば表面の微量な不純物を分析したり、高輝度な一次イオンビームによるエッチングと質量分析を併用して深さ方向の元素濃度を高感度で分析することが可能である。ただし単原子イオンビームでは有機分子そのものをイオン化する効率は極めて低く、またエッチングにより有機分子本来の化学構造が損なわれやすい。このような問題については21世紀初頭より実用化が進められた C_{60}^+ や Bi_3^+ などのクラスターイオンを用いることにより大幅に改善され、ポリマー材料など有機材料分析への応用が進められてきた。近年では複雑な構造を有する有機無機多層膜試料の深さ方向分析や生体試料において位置情報を維持したまま分析するイメージングといったより高度な分析が必要となっている。しかしながらこれらのクラスタービームでも有機分子の二次イオンを生成させる効率は十分とはいえず、またミクロン以下の高い空間分解能でイメージング分析を行うことは困難である。

有機分子をさらに効率良くイオン化したり低損傷でエッチングするための新しいイオンビームとして巨大クラスターを利用するための研究が進められている。その例として、もともとは平坦化や高速エッチングなど表面改質のための新しいイオンビームとして研究が進められてきたガスクラスターイオンビーム(GCIB)技術がある[1]。GCIBは有機材料をソフトにエッチングすることに関して極めて優れた性能を示すことから、SIMSやX線光電子分光法における深さ方向分析にしばしば利用されるようになっていく。一方、山梨大の平岡らは大気圧下のエレクトロスプレーによって発生させた帯電液滴を真空中に取り込んでイオンビームとして利用する帯電液滴衝撃(EDI)法を考案した[2]。我々はこの手法の実用性能を向上させるため、通常は大気圧下で行う水溶液のエレクトロスプレーを真空下で行い、それをイオンビーム源として利用するための技術開発を進めてきた[3]。その基盤技術をもとに試作した真空型の帯電液滴(V-EDI)銃を飛行時間型二次イオン質量分析(TOF-SIMS)装置に設置し、これまでのクラスタービームと比較してどの程度二次イオンの生成効率を向上できるかについての評価を進めている。図1に30kVの Bi_3^+ および10kVのV-EDIで分子量が904.02のDes-Arg⁹-BradykininをTOF-SIMS測定したときの結果を示す。 Bi_3^+ で分析した場合には m/z 70などの分解片イオンと比較して分子イオンそのものの相対強度が極めて低いが、V-EDIの場合には分子イオンの相対強度がかなり高いことがわかる。講演ではV-EDIとこれまでのクラスターイオンを用いた場合の二次イオン収率を直接的に比較することにより、V-EDIの性能を評価した結果について紹介する。

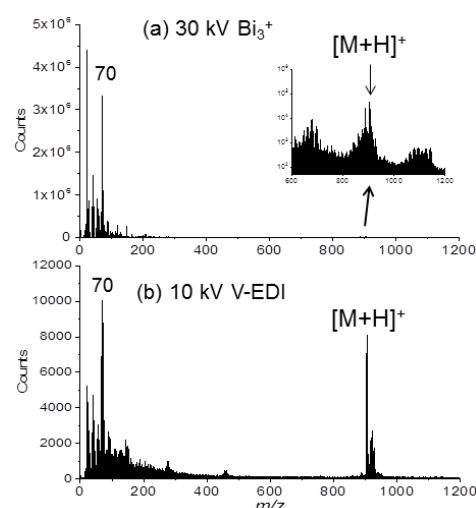


Fig. 1. SIMS spectra of Des-Arg⁹-Bradykinin produced by (a) 30 kV Bi_3^+ and (b) 10 kV V-EDI.

参考文献

- [1] I. Yamada, J. Matsuo, N. Toyoda, A. Kirkpatrick, *Mat. Sci. Eng. R* **2001**, 34, 231.
- [2] K. Hiraoka, D. Asakawa, S. Fujimaki, A. Takamizawa, K. Mori, *Eur. Phys. J. D.* **2006**, 38, 225.
- [3] S. Ninomiya, L.C. Chen, H. Suzuki, Y. Sakai, K. Hiraoka, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2012**, 26, 863.