

TOF-MS に荷電変換・エネルギー分析系を併用した多価イオンの検出

Detection of multiply charged ions by using TOF-MS and charge-changing analysis

京大院工, °辻 博司、津留 雄、後藤康仁

Kyoto Univ., °Hiroshi Tsuji, Yu Tsudome, Yasuhito Gotoh

E-mail: tsuji@kuee.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

イオン種の同定分析には、一般に磁界や飛行時間によりその質量電荷比を選別している。この為、 m/z が同じ重元素や分子の多価イオンと軽い元素の一価イオンが混在する時には、同定に大きな誤差を生じる。詳細な分析には同位体存在比の確認やより高精度の質量電荷比の測定が必要となり、より大規模で高性能な分析装置が必要となる。今回、より簡単な方法として、TOF 分析に荷電変換と静電型エネルギー分析器を併用して多価イオンの検出を試みた。

2. Xe イオンビームの分析実験

実験装置は、Fig.1 に示すように、マイクロ波イオン源とレンズ、TOF 用偏向器、ガスセル、価数分析器 (90° 静電偏向型反射電極系)、及び二次電子増倍管検出器で構成した。イオン源でマイクロ波電力により Xe プラズマを生起し、2keV で Xe イオンを引き出した。偏向器とガスセル、エネルギー分析 (価数分析) 器を通過後に、種々のエネルギーに於ける TOF スペクトルを観測した。荷電変換ターゲットガスに窒素を用い、 6.0×10^{-5} , 1.4×10^{-4} , 1.3×10^{-3} , 及び 3.9×10^{-3} Pa を導入し、エネルギー分析器の通過条件を変えて、イオンビームの TOF 測定を行った。真空排気は偏向器部と価数分析器部で、各 80 L/s と 450 L/s の TMP で行った。背景ガス圧力は分析部で 2.5×10^{-5} Pa、イオン源部で 1.0×10^{-4} Pa であった。

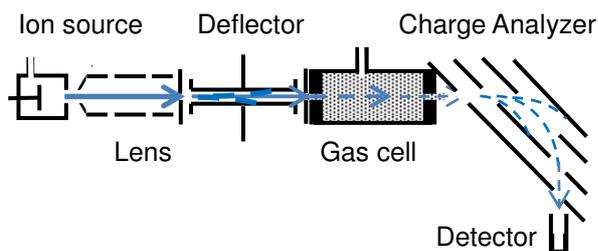


Fig.1. Configuration diagram of the system

3. Xe^{2+} から Xe^+ に変換したイオンの検出

マイクロ波イオン源から Xe イオンビームは、TOF や磁界による分析により質量電荷比 m/z が約 132 や約 66 の Xe イオンが含まれた。また、イオン源内部の Mo アンテナの成分を含むと考えられる高 m/z のイオンが検出された。今回、 $m/z=66$ のイオンが Xe^{2+} であるかどうかについて、価数分析用に荷電変換セルと簡単なエネルギー分析器を作製し、TOF 装置に追加して調べた。

イオン源から電圧 2 kV で引き出した Xe^{2+} イオンがセルの窒素粒子と衝突し、一部は元の速度を維持したまま、価数が低下し一価の Xe^+ イオン (4 kV 加速相当) になった場合、エネルギー分析器の通過には、2 倍の偏向電圧が必要となる。

エネルギー分析器に 2 倍の反射電圧を印加した時にエネルギー分析器を通過するイオン (4keV 相当) の TOF スペクトルを Fig.2 に示す。Xe+ イオンの TOF 時間の計算値は 8.2 – 8.6 μ s である。

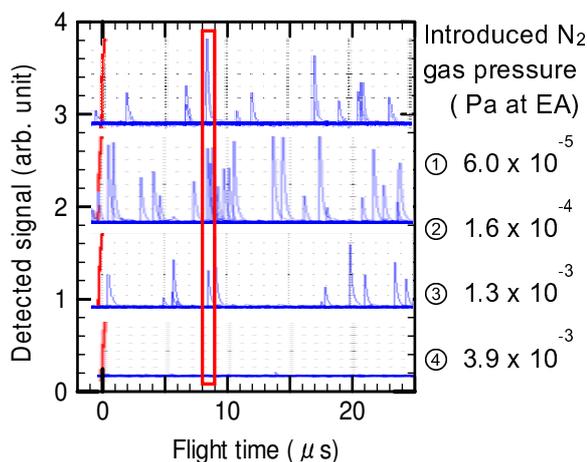


Fig.2. Obtained TOF spectra at the twice voltage applied to the energy analyzer

TOF 時間が 8 – 9 μ s におけるイオン検出数は、導入ガスと共に増加して、 1.6×10^{-4} Pa で最も多く、その後は低下した。価数低下イオンの検出が行えた。以上から、荷電変換ガス導入とエネルギー分析による本手法が多価イオン検出に利用できることが示された。