

重イオンと気体標的の衝突による負イオン生成

Negative ion production in heavy-ion collisions with gaseous targets

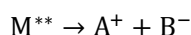
○渡邊 桃¹, 松尾 崇², 河野 俊之¹, 大野 由美子³, 渡邊 紳一², 村上 健⁴

(東工大¹, 神奈川工科大², 群馬県立県民健康科学大³, 放医研⁴)

Momo Watanabe¹ et al. (Tokyo Inst. Tech. ¹)

E-mail: watanabe.m.bp@m.titech.ac.jp

重イオン衝突による分子の電離・励起のメカニズムを解明するにあたり、これまでは主に正イオン生成に着目した研究が行われてきた。そこで本研究では、重イオンが気体標的に衝突する際に生成される負イオンの測定を行った。負イオンの生成過程としては、重イオンと標的 M の衝突により超励起分子 M^{**} (第 1 イオン化エネルギー以上の内部エネルギーを持つ中性の状態) が生成され、その脱励起過程のひとつとして M^{**} が以下のようにイオン対に解離する場合が考えられる。(以下、 A 、 B は原子または分子)



実験は放射線医学総合研究所の重粒子線加速器 HIMAC で行い、6 MeV/u の H^+ 、 He^{2+} 、 C^{6+} 、 Ne^{10+} 、 Ar^{18+} を、気体標的 O_2 、 H_2O 、 D_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 に衝突させ、生成された負イオンの質量電荷比 (m/q) スペクトルを測定した。その結果、 O_2 標的と CO_2 標的からの O^- ($m/q=16$)、 D_2O 標的からの D^- ($m/q=2$) と O^- 、 H_2O 標的からの O^- と OH^- ($m/q=17$) に加えて、先行研究では確認できなかった CH_4 、 C_2H_4 標的由来の負イオンの存在も確認できた。生成量は少ないながらも、 CH_4 標的からは CH^- ($m/q=13$)、 C_2H_4 標的からは CH^- に加えて、 C_2^- ($m/q=24$)、 C_2H^- ($m/q=25$) を測定できた。

イオン生成量の入射粒子電荷依存性の一部を Fig. 1 に示す。横軸は入射粒子の電荷 Z 、縦軸は負イオンの生成量 (任意スケール) を表す。1 次 Born 近似が成り立つとすれば、電離断面積は入射粒子の電荷 Z の 2 乗に比例することが知られており、今回観測した負イオンの生成量はおおよそ Z^2 に比例することが確認できた。よって、測定された負イオンは重イオンとの相互作用により生成されたものと考えられる。

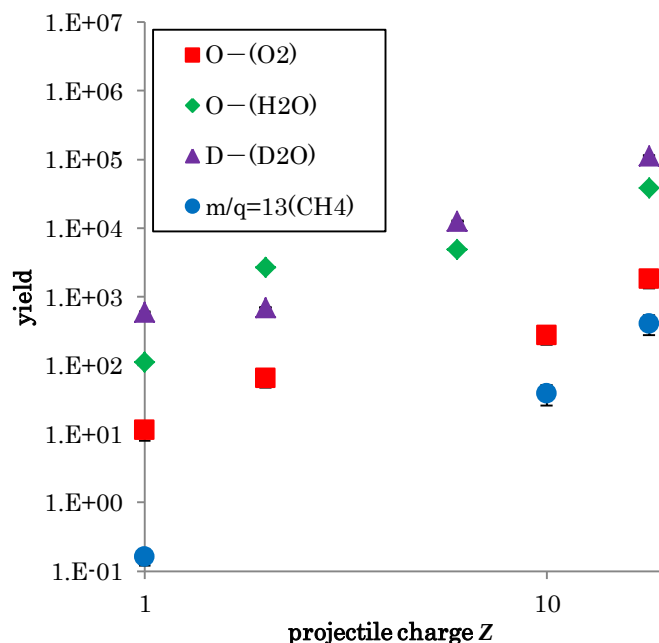


Figure 1 : 負イオン生成量の入射電荷依存性

(データ点が重ならないように、各イオンの生成量に定数を乗じてプロットしているため、縦軸は実際の収量とは異なる。)