

重粒子線と気体標的の衝突により生成される負イオンの測定

Measurement of negative ions produced by heavy-ion collisions with gaseous targets

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

○関野 千穂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

Tokyo Institute of Technology¹, °Chiho Sekino¹ et al.

E-mail: sekino.c.aa@m.titech.ac.jp

重粒子線衝突による分子の電離・解離のメカニズムを解明するには、生成 2 次イオンの種類と強度を知る必要がある。これまでは正イオンの生成断面積が主として測定されてきたが、衝突により中性の励起分子 M^* 、超励起分子 M^{**} (第 1 イオン化エネルギーよりも高いレベルにある) も生成することが考えられる。これらの励起分子はいくつかの緩和過程を経て最終 2 次粒子の生成に結びつくが、その 1 つに次の式で示されるイオン対生成が考えられる。



数 eV の電子が分子に付着して負イオンが生成される過程の研究はされてきた。本研究では、重粒子線を分子に衝突させ、解離する際に生成される負イオンについて測定を行った。

放射線医学総合研究所重イオン加速器 HIMAC からの 6 MeV/u の H^+ 、 C^{6+} 、 Ar^{18+} を、ノズルから流出させた気体標的 O_2 、 N_2 、 D_2O 、 H_2O などに衝突させ、生成された負イオンの質量スペクトルを分析電磁石を用いて測定した。負イオンの生成量が少ないため、バックグラウンドの水や炭化水素(特に水素)の影響が強く現れてくる。そのため、質量スペクトルの質量電荷比(m/q)の同定が困難であったが、 O_2 標的を用いることで O^- のピークを確認し、 $m/q = 16$ とした。また、重水 D_2O を用いることによりバックグラウンドの影響を少なくした。

重水 D_2O 標的の場合に、 O^- と D^- の生成を示すピークが明確に現れた。生成量の比(O^-/D^-)の入射粒子依存性を調べたところ、入射粒子の電荷が大きくなるにしたがって、この値が増加することが分かった。

負イオンの生成量の入射粒子依存性を Fig. 1 に示す。横軸は入射粒子の電荷 Z 、縦軸は D_2O からの D^- と O^- 、 H_2O からの O^- の生成量 (任意スケール) である。1 次ボルン近似では、励起・電離の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いるが、この値からややずれた依存性がみられた。

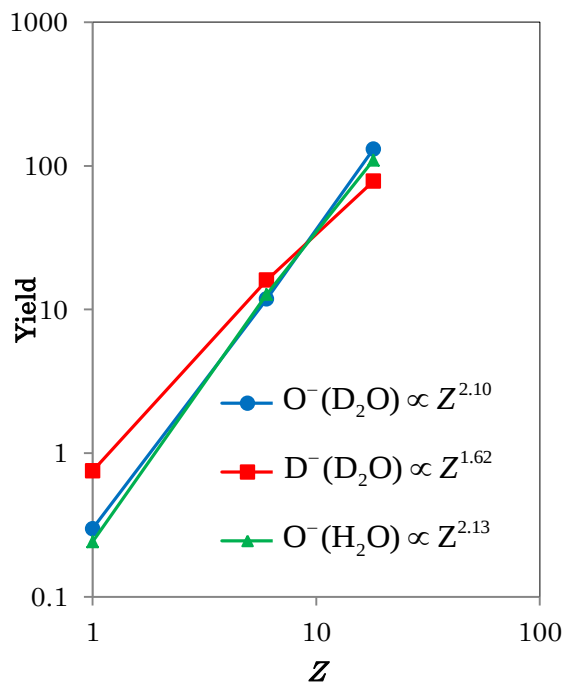


Fig. 1 Yields of O^- and D^- produced from D_2O and O^- produced from H_2O as a function of charge of incident ions.