

水クラスターイオンビームのクラスターサイズ分析及び分離

Cluster Size Analysis and Separation of Water Cluster Ions

京都大学 光・電子理工学教育研究センター

山口英樹, [○]小林弘樹, 龍頭啓充, 竹内光明, 高岡義寛

Photonics and Electronics Sci. and Eng.Center.KyotoUniv.

H. Yamaguchi, [○]H. Kobayashi, H. Ryuto, M. Takeuchi, and G. H. Takaoka

E-mail: kobayashi.hiroki.87x@st.kyoto-u.ac.jp

近年、クラスターイオンビームの電子工学、生化学等様々な分野における応用が試みられている。クラスターは、多数の原子又は分子が分子間力によって凝縮したナノ粒子であるため、固体表面へ照射すると、極めて短時間に多数の原子が狭い領域に衝突する高密度照射効果や、一原子あたりの運動エネルギーが小さい低エネルギー照射効果に代表される特徴的な照射効果を示すことが知られている。これらの照射効果において、エネルギー付与密度や、一原子あたりの運動エネルギーはクラスターサイズに依存すると考えられる。さらに分子動力学計算によると、クラスターの衝突時には温度が数千度に上昇することが報告されているので、多原子分子である水をクラスター材料として使用すると、水の化学的性質が照射効果に寄与することが予想される。こうした特徴を有する水クラスターイオンの照射効果を明らかにするためには、水クラスターイオンのクラスターサイズを分析し、さらに分離することが重要であると考えられる。そこで今回は、飛行時間法 (TOF 法) を用いて水クラスターイオンの質量分析を行った。また、小さなクラスターサイズをもつ水クラスターイオンについては、四重極質量分離法 (QMS 法) を用いて、クラスターサイズの分析及び分離を行った。

図 1 に、水クラスターイオンビーム照射装置の概略図を示す。液体クラスターソースに注入された水を加熱し、発生した蒸気を超音速ノズルを通して真空槽中に噴射することにより、水クラスターを生成した。蒸気圧は 0.3 MPa とした。これを電子衝突法を用いてイオン化し、加速した。イオン化に用いた電子の加速電圧及び電流はそれぞれ 200 V と 200 mA とした。TOF 法による質量分析では、加速した水クラスターイオンビームを偏向電極に印加したパルス電圧を用いてチョッピングし、下流側に設置したファラデーカップを用いてビーム電流量を検知し、これをオシロスコープを用いて測定した。QMS 法による水クラスターイオンのクラスターサイズ分析・分離においては、図 1 のアインツェルンレンズの位置に QMS 装置を設置し、その下流側に設置したファラデーカップを用いて電流を検知した。今回用いた QMS 装置の測定可能範囲は $M/Z=0\sim 4000$ である。

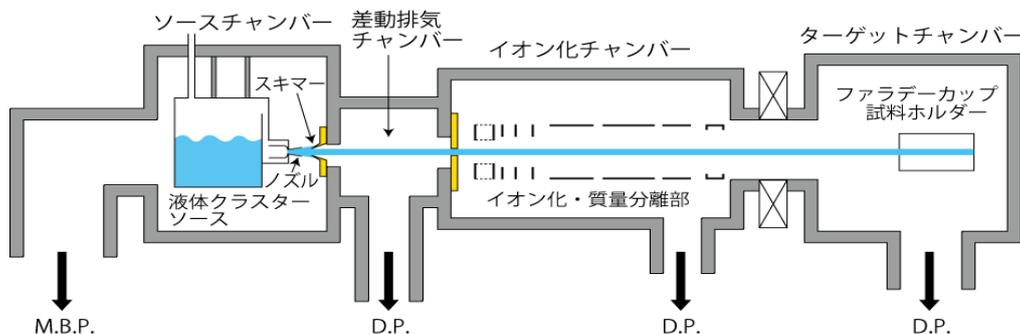


図 1: 水クラスターイオンビーム照射装置の概略図