30aP02

希薄な背景ガス中を進展するレーザーアブレーションプルームの位置分解分光計測

Spatially-Resolved Spectroscopic Investigation on Laser Ablation Plumes Expanding in Rarefied Background Gas

松尾寛昭，石川裕太，長谷川純，堀岡一彦
Hiroaki Matsuo, Yuta Ishikawa, Jun Hasegawa, Kazuhiko Horioka

東京工業大学
Tokyo Institute of Technology

近年，高山らにより誘導加速シンクロトロンが発明され，比電荷の極端に小さいフラーレン（C_{60}）などの巨大なクラスターイオンをGeVレベルの高エネルギーまで加速することが原理的に可能になった[1]．この技術をベースに，レーストラック型の偏向電磁石を用いた巨大クラスターイオン専用の円形加速器として“誘導加速マイクロトロン”の設計がKEKにて進められている[2]．我々はこの加速器に高フラックスのクラスターイオンビームを供給するため，レーザーアブレーション型クラスター源（LACS）の高度化に取り組んでいる．

LACSでは，固体標的にパルスレーザーを照射して得られるアブレーション蒸気を外部から導入したヘリウムガス流により急速に冷却し，蒸気中に含まれる原子同士を凝集させることでクラスターを生成する．従来のLACSで得られるクラスターの質量分布は非常にブロードで，特定の質量のクラスターに注目すると，その生成効率は決して高くはない．一方，原子の凝集過程やクラスターの質量分布は，アブレーション蒸気の温度密度履歴によって大きく変わり，一般に，急速に凝集が生じるほど質量分布はより鋭くなることが知られている．我々は，アブレーション蒸気をヘリウムガス中で自由に膨張させるのではなく，壁形状を最適化したキャビティー内に閉じ込めてその温度密度履歴を制御することで，より鋭い質量分布をもち，特定のサイズのクラスターを効率的に供給可能なLACSを実現できないか検討を進めている．

図１に東工大にあるLACS試験装置の概略図を示す．アルミニウム標的にNd:YAGレーザー（2ω, ~10^8 W/cm^2）を照射して生成されるアルミニウム蒸気（プラズマ）プルームのヘリウムガス（1~300 Pa）中での進展の様子を高速フレーミング撮影および位置分解分光計測により詳細に観測することができる．また，下流に設置された飛行時間質量分析計（TOFMS）により，生成されたクラスターの質量分布を同時に測定できる．

本発表では，主に位置分解分光計測の結果について詳細に報告する．プルーム中のイオンおよび原子からのスペクトル線の強度変化を標的からの距離を変えながら高時間分解で記録した．キャビティー内の壁面形状を変えて実験を行い，壁面形状が背景ヘリウムガスを介して蒸気プルームの挙動や熱力学的特性に与える影響について，分光結果と高速フレーミング像を比較しながら議論する．

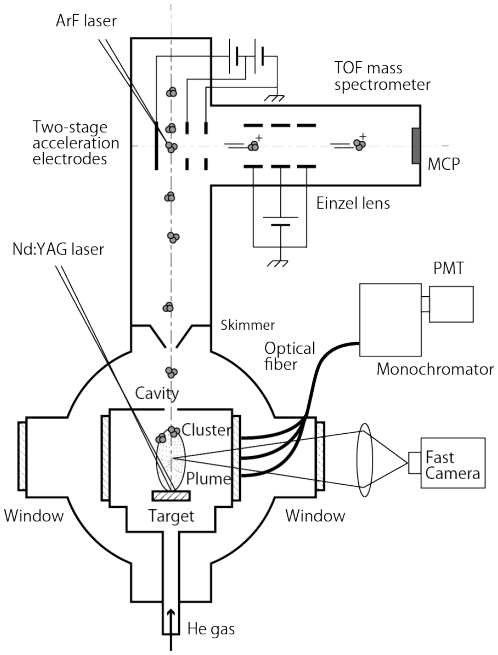

図 1

[1] K. Takayama et al., Phys. Rev. Lett. 98, 054801 (2007).
[2] K. Takayama et al., Phys. Rev. ST Accel. Beams, 18(5), 050101 (2015).