

高圧背景ヘリウムガス中で冷却を受けるレーザーアブレーションプラズマ中の 金属クラスターイオンの質量分析

Mass spectrometry of metal cluster ions in laser ablation plasma cooled in high pressure background helium gas

神内拓真¹, 長谷川純²

Takuma JINNAI¹, Jun HASEGAWA²,

東京工業大学工学院機械系¹, 東京工業大学先端原子力研究所²

Dept. of Mech. Eng., Tokyo Tech¹, LANE, Tokyo Tech²

1 緒言

近年, KEK において誘導加速マイクロトロンが発明されたことにより, クラスターイオンのような大質量の荷電粒子を GeV オーダーにまで加速できることが原理的に実証された.*¹ クラスターを高エネルギーに加速するには, サイズの揃った粒子を短パルスで供給することが必要である. レーザーアブレーションクラスター源から供給されるクラスタービーム中には, 質量の異なる原子, およびイオンが存在している. クラスター源の性能評価を行うために, 本研究では, パルス加速電圧印加型の飛行時間分析装置を開発し, クラスター源から直接供給される荷電粒子の質量分布を測定した.

2 実験装置

実験配置を Fig.1 に示す. レーザーアブレーション

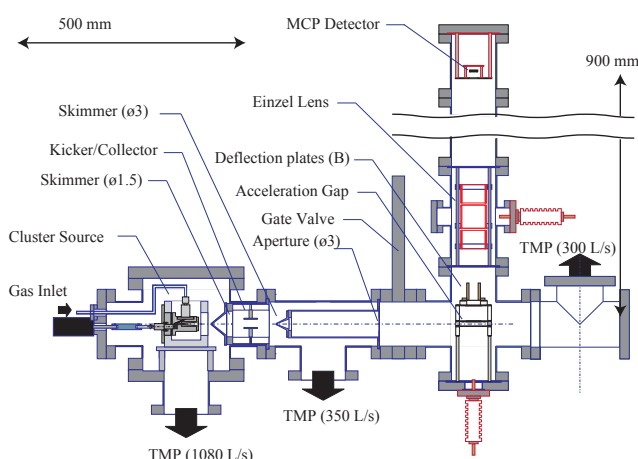


Fig. 1: 実験装置

クラスター源では, 標的 (Al) に Nd:YAG レーザーを照射し生成したプラズマを高圧の背景 He ガスにより冷却し, クラスターを生成する. これを背景ガスの噴流によって輸送することでクラスタービームとして取り出す. ビームバンチの一部をキッカーで切り出したのち, 後方に設置した飛行時間質量分析 (TOFMS) の加速ギャップ中に導入する. TOFMS では, パルス高電圧によって荷電粒子を加速し, MCP 検出器により質量分離されたイオン信号を検出する. パルス加速を行うにあたり, 粒子の軌道追跡コードによって高電圧パルス生成器, 静電レンズ, 偏向電極の動作パラメータを最適化した.

3 実験結果と考察

TOFMS で検出された信号を Fig.2 に示す. 質量分解能が悪いものの, クラスターイオンと思われるスペクトル信号が得られていることが分かる. このことか

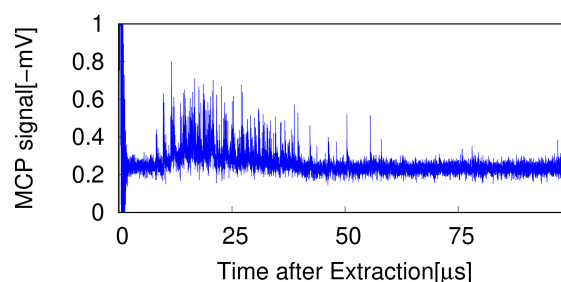


Fig. 2: MCP で検出される典型的な信号

ら, レーザーアブレーションクラスター源にはクラスターイオンを直接供給する能力を有することがわかった. クラスター源やビーム輸送系の様々な動作条件のもとでイオンクラスター信号波形を測定した結果をもとに, TOFMS の高分解能化やクラスター源の高性能化に向けた指針について報告する.

*¹ Ken Takayama et al; "A Racetrack-shape Fixed Field Induction Accelerator for Giant Cluster Ions" ; (2015)