

レーザーアブレーション金属クラスター源におけるフラックス計測 Flux measurement from a laser-ablation metal cluster source

石川裕太, 長谷川純, 堀岡一彦¹

Yuta Ishikawa, Jun Hasegawa, Kazuhiko Horioka¹

東工大, 高エネルギー加速器研究機構¹

Tokyotech, KEK¹

加速するイオンの質量電荷比に制限がない高エネルギー加速器である誘導加速マイクロトロンが提案され、これまで高エネルギー加速が困難であった巨大分子イオンの照射実験が可能になると期待されている。質量が1000 uを超える金属クラスターがイオン種の候補となっており [1]、高強度のクラスタービーム源が求められている。誘導加速マイクロトロンでは加速電圧のパルス幅が数 μs 程度であり、供給されるイオンビームのフラックスのピーク値でイオン供給能力が決まる。したがって、短パルスで高フラックスのクラスタービームを生成可能なレーザーアブレーションクラスター源は有力な手法となる。

図1のレーザーアブレーションクラスター源において、ノズル形状と生成されたクラスタービームのフラックス波形との相関を調べた。使用したノズルは直管ノズル ($\phi 3$) と2つのコニカルノズル ($\phi 1.5, \phi 2$) である。この実験では、高圧ヘリウムガス (2 MPa) をクラスター生成室へパルス供給し、その間にアルミニウムターゲットへのレーザー照射でアルミニウム蒸気を生成する。蒸気中で生成されたアルミニウムクラスターをヘリウムガスの流れで輸送し、ノズルを通して真空中に放出することで指向性のあるクラスタービームが形成される。クラスタービームのフラックスは65cm下流に位置する飛行時間質量分析装置 (TOFMS) により計測した。観測されたクラスターの構成原子数は最大で100程度であった。図2はノズル形状に対するアルミニウム原子とクラスター ($N=35$) のフラックス波形を表している。アルミニウム原子とクラスターのフラックス波形は同じ形状をしており、クラスターはアルミニウム蒸気とともに輸送されたことがわかる。パルス幅は $\phi 1.5$ コニカルノズル、 $\phi 2$ コニカルノズル、直管ノズルの順に短くなり、出口径が大きいノズルの方が短時間でクラスターを取り出すことができるとわかった。しかしながら、フラックスの大きさは直管に比べるとコニカルノズルの方が大きく、また、出口径が小さいノズルの方が大きなフラックスが得られている。コニカルノズルの方が形成されたビームの指向性が優れているため、分析部に到達するクラスターの量が増加したのだと考えられる。出口径が大きく、指向性の優れたノズルを用いることでより大きなフラックスを得ることができると期待できる。

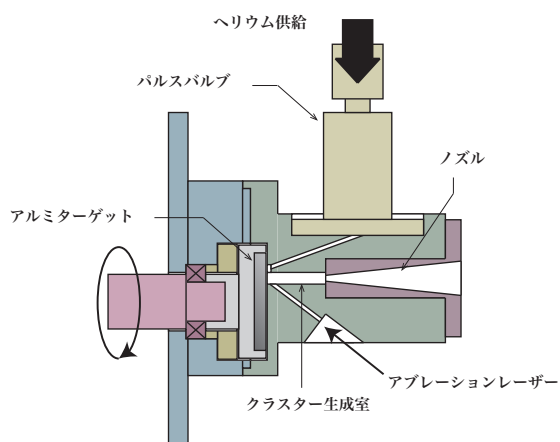


図1: レーザーアブレーション金属クラスター源の断面図

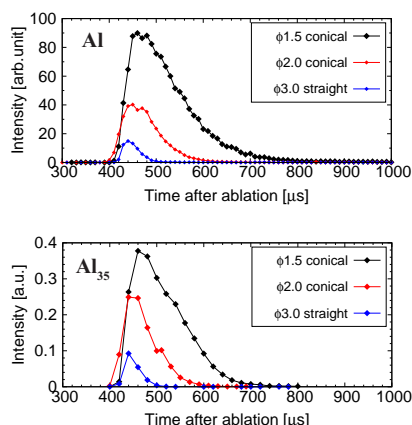


図2: アルミニウム原子とクラスター ($N=35$) のフラックス波形のノズル形状依存性