18a-A13-4

高出力レーザーを用いた固体粒子加速

Acceleration of solid particle using GXII laser system

○弘中陽一郎[1]，大平淳貴[2]　佐野孝好[1]，重森啓介[1]，田川雅人[2]，北澤幸人[3]

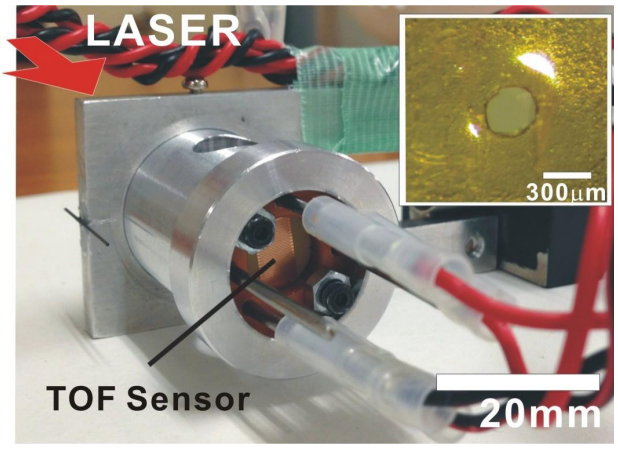
Osaka Univ. ILE[1], Kobe Univ.[2], I H I[3], ○Yoichiro Hironaka[1], Ohira Jyunki[2], Takayoshi Sano[1], Keisuke Shigemori[1], Masahito Tagawa[2], Yukihito Kitazawa[3]　E-mail: hironaka-y@ile.osaka-u.ac.jp

固体粒子加速技術とは、電子やイオンなどの加速器と異なり、材料物質を固体のまま加速する技術のことを意味しています。主に高速衝突を伴う現象の模擬に用いられ、航空宇宙分野における人工衛星などの損傷試験や地球惑星科学分野での隕石衝突現象、惑星の内部構造や材料科学における超高圧力物性などの状態方程式研究において一定の需要を抱えています。損傷試験や衝突現象では、10km/s 以上の衝突速度が切望されており、状態方程式研究においても、さらなる高圧力領域での衝撃波の安定性を求めて、固体粒子加速器の開発は一つの大きな課題でもあります。しかし、固体粒子を破壊することなく 10km/s 以上に加速することは非常に難しいのが現状です。本研究では、推進ガスによる固体粒子の加速法に注目しました。

TNT 火薬 1g が放出するエネルギーは約 4.2kJ/g です。このエネルギーがすべて TNT 火薬の運動エネルギーに変換したとしても 2.9km/s 程度にしかなりません。どんなに大量の TNT 火薬を用いても同じ速度になります。つまり、加速する固体粒子の質量をどんなに軽くしても、推進ガス自体が追い付かず、高速度に加速できないのです。超高速に加速するためには、推進ガスのエネルギー密度（単位質量当り）が一つの指標となります。

レーザーは集光することによって、物質のエネルギー密度を簡単に上げられることで知られています。照射面はその高いエネルギー密度のため、レーザー入射側にアブレーションとして飛び去ってしまいますが、その反作用として生じる衝撃波の内部エネルギーでも、上述のエネルギー密度を簡単に超えることができます。例えば、パラフィンに対して、エネルギー1J、波長 1μm、パルス幅 10ns、集光径 20μm の照射条件で生じる衝撃波のエネルギー密度から上述の速度を計算すると、11km/s を超えるのです。つまり、卓上レーザーでも固体粒子加速における推進ガスの必要条件を簡単に実現することができます。しかし、数百μm の固体粒子（μg～mg）を加速するためには、推進ガスの量を増やさなければならないため、kJ 級のレーザーエネルギーが必要になります。

本発表では、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターが保有する激光 12 号（GXII）レーザーを用いて、固体粒子加速器の開発を行った結果について報告します。



The solid particle accelerator and the penetration hole of polyimide by the collision of accelerated particle (alumina ball of 350μm).

© 2014 年　応用物理学会