

レーザー駆動無衝突衝撃波によるイオン加速

Ion acceleration in a laser-driven collisionless shock

坂和洋一 准教授

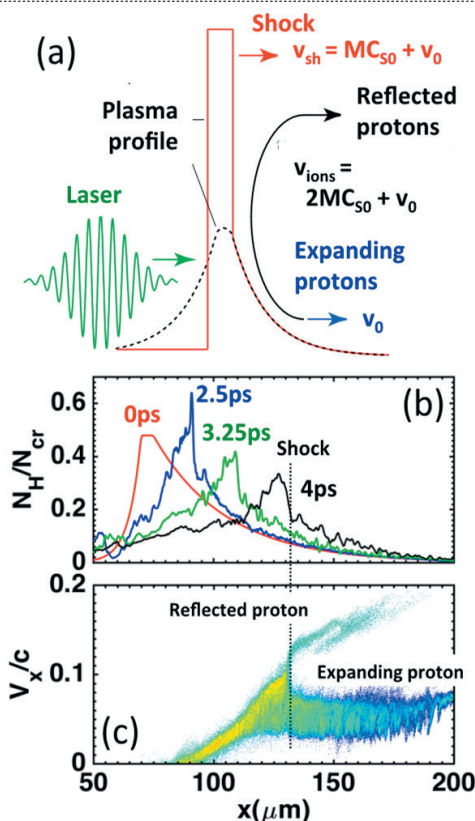
共同者: Alessio Morace 助教、福田祐仁 上席研究員(量子科学技術研究開発機構)、
蔵満康浩 教授(大阪大学大学院工学研究科)

レーザー駆動無衝突衝撃波によるイオン加速

宇宙から飛来する高エネルギー荷電粒子「宇宙線」の生成機構として最も有力な候補となっている「無衝突衝撃波加速」を、パワーレーザーを用いて地上で実現することによって、レーザー駆動イオン加速の医療・産業応用に必要な「準単色イオンビームの繰り返し生成」を実現することができる。

高強度レーザーを相対論的な臨界密度程度のプラズマに入射すると、レーザーの光圧がピストンとしてプラズマを押し、密度分布の急峻化と大きな静電ポテンシャル形成が起こり、無衝突衝撃波が生成される。この衝撃波の静電ポテンシャルが、速度 v_0 をもつ衝撃波上流イオンの運動エネルギーよりも大きければ、衝撃波が「壁」として作用し、イオンが反射(=加速)される。ここで、衝撃波速度 v_{sh} が v_0 よりも十分大きければ、反射イオンの速度は $2 v_{sh}$ ($\gg v_0$) となり、準単色のイオンビームが得られる。イオンビームのエネルギーはレーザーエネルギーの増加に伴い大きくなる。

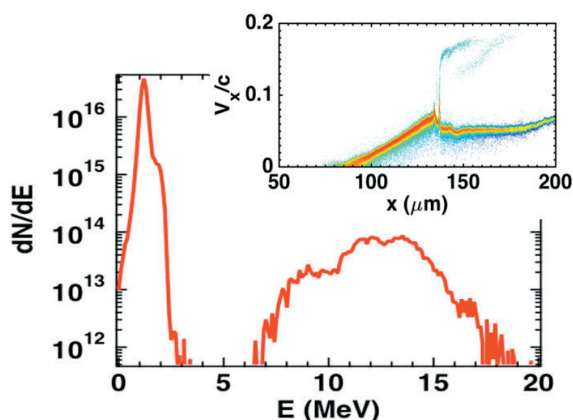
右図は、(a) レーザー駆動衝撃波イオン加速の概念図、(b) プロトン密度の時間発展と無衝突衝撃波の生成、(c) プロトンの phase-space と準単色プロトンの生成を示している。



応用1

繰り返し生成準単色プロトンビームの医療・産業応用

ターゲットに高繰り返し動作可能な高密度水素ターゲットを用い、現有の高強度レーザー技術と組み合わせることによって、準単色プロトンビームの繰り返し発生が可能となる。

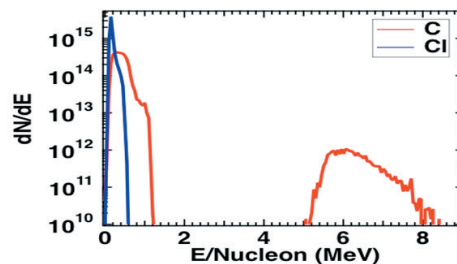


水素ターゲットによる準単色プロトンビーム生成

応用2

準単色重イオンビームの医療・産業応用

ターゲットに加速したい重イオンと、より電荷/質量比 (Z/A) が小さなイオンを含むターゲットを用いる事により、準単色重イオンビームを生成することができる。



CCl_2 ターゲットによる準単色カーボンビームの生成

グループHP <https://www.ile.osaka-u.ac.jp/research/lap/index.html>

キーワード イオン加速、無衝突衝撃波

