

強度レーザーとクラスター媒質との相互作用と 粒子加速・輻射特性

京大エネ科 岸本泰明, 杉山裕一、岩田夏弥、内田智之、福田祐仁*

Interaction between high power laser and cluster medium,
and associated particle acceleration and radiation characteristics
Kyoto Univ., Y. Kishimoto, Y. Sugiyama, N. Iwata, T. Uchida, Y.

*JAEA Kansai, Y. Fukuda

クラスターは気体と固体の中間に位置する粒状物質であり、バルクとしての機能に加え、表面自由度に起因する特性を示す。電磁波(レーザー)との相互作用においても、媒質がクラスターの集団からなる系を形成する場合には、表面の分極効果によって、平均密度が臨界密度より高い密度状態においても電磁波が分極波として伝播するクラスターモードが線形領域で存在する[1]。レーザー強度の増大にともない線形分極は消失する一方、同様に表面に起因する非線形効果によって高いレーザーエネルギー吸収特性や高次高調波を含む高強度輻射源としての特性を示す。

近年、医療応用等を目的に、高強度レーザーとクラスターとの相互作用を利用した高エネルギー粒子加速が注目されている。福田等は、He と CO₂ の混合高圧ガスの噴霧によって直径が数 100nm に及ぶクラスターが生成され、そのようなクラスター媒質に高強度レーザー ($\sim 10^{18-19} \text{W/cm}^2$) を照射すると、核子あたり 10-20MeV におよぶ高エネルギーイオンが発生すること、そのようなクラスター媒質中をレーザーは自己集束をしながら長距離伝播することなどを見出している[2]。

本研究では、原子・衝突緩和過程を取り入れた粒子コード (EPIC3D) [3]を用いて、福田等と同じパラメータ領域において、高強度レーザーに照射された C(炭素)および CO₂ のダイナミックスを解析する。相互作用は、クラスターの平均半径、空間充填率、その条件下でのクラスターのランダムな確率配置などに依存した期待値として与えられ、実験と同レベルの高エネルギーイオンの生成が観測される。クラスターの崩壊に伴い、揺らぎレベルの高い分布が臨界密度近傍で生成され、興味深いレーザー伝播・吸収および電磁波放射特性を示す。講演では、これらについて議論する。

[1] Tajima, Kishimoto, and Downer, Phys. Plasmas 6, 3759 (1999)

[2] Fukuda *et al.*, Phys. Rev. Lett. 103, 165002(2009)

[3] Kishimoto and Masaki, J. Plasma Physics 72, 971(2006)