

29pEA-3 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 II

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 II
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、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($\sim 10^{18-19}$ W/cm²)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、福田等の実験を再現することを目的に、前回に続き、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、ヘリウム背景ガス中での炭素クラスター媒質と高強度レーザーとの相互作用シミュレーションを行い、そのようなクラスター媒質中でのレーザーの伝播・吸収特性、粒子加速特性の詳細について解析する。その結果、①クーロン爆発による炭素イオンの加速、②クーロン爆発電場による背景ヘリウムイオンの圧縮・加速、媒質裏面近傍に形成される③磁気渦 および④シーズ電場による加速などが多段的・相乗的に起こり、その結果、裏面から指向性を持った高エネルギーイオンが生成されることが示された。

[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)