

## 高強度レーザービーム中での粒子ダイナミクスにおける 相対論的動重力の高次非局所効果

京大エネ科 岩田夏弥, 岸本泰明

**Higher order nonlocal effects of the relativistic ponderomotive force  
on the particle dynamics irradiated by high intensity laser beams**

*Graduate School of Energy Science, Kyoto University*

N. Iwata and Y. Kishimoto

近年、相対論的集光強度  $10^{18-21}$  W/cm<sup>2</sup>を持つ高強度極短パルスレーザーが実現されており、この領域では、強い集光に伴う動重力により電子はレーザー場との相互作用領域から排除される。これまで動重力は、電磁場振幅の勾配のスケール長  $L$  と粒子の振動距離  $l$  により定義されるパラメータ  $\varepsilon \sim l/L$  の一次までの近似を用いることにより、場振幅の勾配に比例する力として表されてきた。ところが、動重力が粒子運動を決定する支配的な要因となる相対論領域においてレーザープラズマ相互作用を高いレベルで制御し応用するためには、場の微細構造から決まる動重力を詳細に記述する理論が必要となる。

荷電粒子との長時間相互作用を実現するための場構造の一例として、中心領域で平坦な構造を持つスーパーガウシアンビームが考えられる。ところが、このような構造のもとでは場の勾配がビーム中心付近で著しく小さく、ビーム半径付近で急峻な変化を見せるため、従来的一次近似を用いた動重力の表式では粒子軌道の非局所効果を十分に捉えることができないと考えられる。

そこで、本研究ではハミルトン性を保持する非正準 Lie 摂動論に基づいて非局所効果を  $\varepsilon$  の三次まで取り入れ、レーザー場振幅の空間的曲率(二階微分)及びその変化率(三階微分)に依存する項を持つ動重力の新しい表式を導出した[1,2]。この表式を用いてスーパーガウシアンビーム中での粒子軌道及び長時間相互作用に対する許容エミッタンスを理論的・数値的に評価することにより、三次の動重力が振動中心の運動を決定する重要な役割を果たすことが示された。講演では、数値解析結果の詳細と、それに対する理論評価から示唆される高次非局所効果の物理的意義について議論する。

[1] J. R. Cary and R. G. Littlejohn, Ann. Phys. **151**, 1-34 (1983).

[2] N. Iwata, Y. Kishimoto and K. Imadera, Plasma Fusion Res. **6**, 2404105 (2011).