

大振幅Alfvén波における粒子加速

諫山 翔伍¹, 松清 修一¹, 佐野 孝好²

1)九州大学大学院 総合理工学研究院, 2)大阪大学 レーザー科学研究所

使用した計算機

SQUID汎用CPUノード群

ノード時間 12278

まとめ

我々はこれまでに、磁化プラズマ中を対向伝搬する大振幅波動が形成する定在波構造において、波動振幅がある閾値を超えると、非相対論的エネルギーを持つ全ての粒子が一挙に相対論的エネルギーまで加速されることを明らかにしてきた。

本研究では、一つの親波がパラメトリック不安定性により崩壊する過程で生成される対向波を利用し、新たな多段階的加速機構が発現することを発見した[S. Isayama, S. Matsukiyo, T. Sano and S. H. Chen submitted.]. 図1に示す緑色の電子は、最終的に $\gamma_e \sim 2400$ に達しており、以下のような三段階の加速過程が明らかとなった。初期段階では、対向伝搬する波動による加速（対向伝搬加速）が起こる。対向伝搬加速を受けた電子バンチと背景イオンとの電荷分離により、静電場 E_{cs} が形成され、これが共鳴加速を強化する(Gyroresonant-surfing acceleration)。電子が感じる E_{cs} が弱まると、電子は親波に捕捉され、さらに超高エネルギーまで継続的に加速される。さらに、対向伝搬加速により、波束の後方に後続電場 E_{trail} が励起されることも確認された。なお、これとは別に、2次元の数値シミュレーションも実施しており、現在論文投稿の準備を進めている。

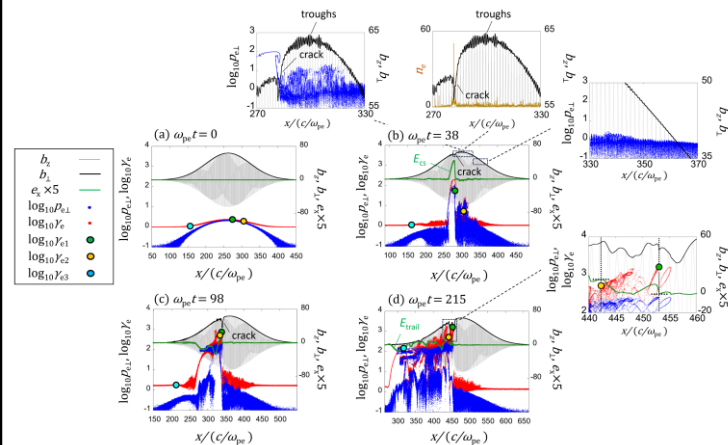


図1.波動振幅が臨界を超える $b_w = B_w/B_0 = 0.8$ の場合の結果 (B_0 は背景磁場). 波動磁場 b_z (灰色), 波動エンベロープ $b_{\perp} = (b_y^2 + b_z^2)^{1/2}$ (黒), 電場 $e_x \times 5$ (緑), 電子の垂直運動量 (青) およびエネルギー γ_e (赤) の空間分布を, 以下の時刻で示す: (a) $\omega_{pe}t=0$, (b) 38, (c) 98, (d) 215. (b) ~ (d) では強い電荷分離電場 E_{cs} や, 誘導された後続電場 E_{trail} が確認できる. 最終的に最大エネルギー ($\gamma_{e,max}$) をもつ電子を緑色 (●) で示す.