

Q15a 相対論的プラズマシミュレーションにおける数値チェレンコフ不安定の特性とその抑制

池谷直樹 (千葉大学), 松本洋介 (千葉大学)

相対論的な速度を持つプラズマを扱う際の有効な手法の一つとして、PIC(Particle-In-Cell) シミュレーション法が知られている。本計算法における電磁場の標準解法として知られる FDTD 法においては差分近似による数値分散が発生し、ナイキスト波数に近づくにつれて電磁波の位相速度は光速を下回る。そのため、相対論的な流れが支配する系を扱う際に、数値チェレンコフ放射と呼ばれる数値不安定性が発生することが知られている。この問題に対し、近年、差分解法によるテストによって特定のクーラン数 (0.5) において数値不安定性が抑制されるという結果が報告された (Vay et al., 2011, Godfrey & Vay, 2013)。本研究では、PIC シミュレーションパッケージ pCANS を用いて、クーラン数による数値チェレンコフ不安定の成長の特性を調べた。pCNAS の特徴として、マクスウェル方程式を陽的な FDTD 法に対して陰的な形で解いていることにあり、その違いによる特性の変化を調べた。数値実験では、pCANS の 2 次元コードを用いて、1 方向に相対論的な速度を持ったプラズマを与え、励起された電磁場の時間発展から得られた線形成長率について、各クーラン数に対する依存性を調べた。その結果、クーラン数が 1.0 の値をとるときに数値チェレンコフ不安定性の成長率が著しく落ちていることが明らかになった。しかし、時間発展に伴い低波数域に数値不安定性の成長が発生し、この不安定性はプラズマ速度のローレンツ因子や流入するプラズマの熱速度に対し依存性を持つことが確認された。本公演では、上記の結果を踏まえ、相対論的無衝突衝撃波の最適な解析条件を探り、最適条件とその応用結果も併せて報告する。