

Q24b プラズマ粒子 (PIC) シミュレーションのための新粒子解法

銭谷誠司 (京都大学), 梅田隆行 (名古屋大学)

プラズマ粒子 (PIC) シミュレーションは、宇宙空間のさまざまな運動論プラズマ現象を理解するために有効である。PIC シミュレーションの構成要素は概ね粒子計算・電流計算・電磁場計算に分けられるが、粒子計算部分には Boris 法 (Boris 1970; Buneman=Boris 法とも) がよく使われている。Boris 法はローレンツ力による速度変化を 2 次精度で近似し、計算コストが適度で、原理的に安定しているなど利点が多く、半世紀にわたって使われてきた。最近、相対論領域での性能を改善する新解法 (Vay 2008) が提案されたものの、一長一短があるために、依然として Boris 法が標準の地位を占めている。

本発表では、我々は、Boris 法に変わる 2 次精度の粒子解法を提案し、あわせてベンチマーク結果を紹介する。新解法は、一言で言うと、2 つの解析解を operator splitting で繋げたものである。Boris 法と比べて計算量が増えるが、粒子ソルバー単体の性能劣化は 20–30% 程度、PIC シミュレーションの応用問題での性能劣化は数% 程度であった。一方、典型的な $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ ドリフト運動に対しては、同じ時間刻み幅 Δt で誤差が 2 桁減るなどの高精度の結果を確認した。計算精度が向上しているため、時間刻み幅 Δt を大きくすることで上記の軽い性能劣化を充分相殺できるだろう。これらの詳細な議論をポスターで紹介する。

我々は、この手法が PIC シミュレーションの粒子解法の選択肢の 1 つになることを期待している。

- Zenitani & Umeda, submitted to *Phys. Plasmas*