

W47a 天体プラズマ汎用的 Particle-in-Cell シミュレーションコード

松本洋介（千葉大学）、天野孝伸（東京大学）、岩本昌倫（神戸大学）、寺境大樹（コロンビア大学）、
銭谷誠司（オーストリア宇宙科学研究所）、横山将汰（千葉大学）

粒子加速といった高エネルギー天体物理現象の理解を目的として、プラズマの第一原理に基づく Particle-in-cell (PIC) シミュレーションが近年その活用範囲を広げている。しかし、広く利用されている磁気流体 (MHD) シミュレーションに対して計算コストが非常に大きく、スーパーコンピュータの利用が必須である一方、整備された PIC コードが公開されるようになってきたのは世界的にも近年のことで、国内においては個別に開発が行われている状況が続いていた。

そこで、「富岳」を始めとするスーパーコンピュータ上で効率的に計算を行うことが可能な、SIMD 最適化及びハイブリッド並列化された PIC コード-WumingPIC-を開発し公開を行った (<https://github.com/WumingCode/WumingPIC>)。本コードには天体物理で広く研究される「磁気リコネクション」「衝撃波」「ワイベル不安定」の課題設定が2次元、3次元計算用にあらかじめ用意されており、これらのモジュールをベースに研究を容易に展開できる。並列計算結果の解析でしばしば課題となるデータ形式については、MPI-IO による並列データ出力ファイルと JSON メタデータを元に、ポスト処理による HDF5 形式へのデータ変換を行うことで、標準的な解析ソフトウェア上で容易に解析できる環境を整えている。2次元、3次元計算のデータ解析用に Python 言語をベースとした解析スクリプト、Python 外部ライブラリを用いた3次元可視化例、などが用意されている。また、Slack によるユーザーコミュニティが形成されつつある。本発表ではこれらコードの詳細と近年の応用例を紹介する。