

## Z321a 「富岳」における高エネルギー粒子加速研究と PIC シミュレーション

松本洋介 (千葉大学)

宇宙線の加速機構を明らかにするために、我々は particle-in-cell (PIC) シミュレーションの手法で衝撃波における粒子加速を明らかにしてきた。「京」が有した大規模な計算資源をふんだんに活用することにより、マッハ数が数 10 を超えるような強い天体衝撃波の多次元構造を計算機の中で再現することが可能になり、粒子加速の新しい描像を明らかにすることができた (Matsumoto et al., 2015; 2017)。粒子加速研究は大規模シミュレーションによって新しい物理を発見できる分野の一つであるといえる。一方、「京」では”電子”の”初期”加速を議論するのにとどまった。エネルギーを得るに連れ、被加速粒子は上流まで染み出すため、より長い加速過程を追うためにはより大きな計算領域 (メモリ) を確保することが必要であったからである。また、我々の PIC シミュレーションコードは、領域分割方法の制約から、さらなる大規模なシミュレーションを実施するに耐えるコードになっていなかった。

そこで、本研究では「富岳」において電子の長時間加速、イオン初期加速を明らかにすることを目指して、コードのアップデートを行っている。具体的には、領域分割をこれまで静的に行っていたのに対して、系の時間発展とともに分割領域を変化させ、計算の負荷バランスを維持する、動的負荷バランサーの実装を行った。動的負荷バランスを実装した PIC コードは世界でも限られているが (Nakashima, 2009; Germaschewski+16; Derouillat+18)、我々は N 体シミュレーションで実績のある recursive multisection 法 (Makino04; Ishiyama+09) を採用し、実装に成功した。これにより、衝撃波に限らず、系の長時間発展を追うことが可能なコードを作成することに成功した。本発表では動的負荷バランサーの実装についての詳細と、「富岳」における性能評価について報告する。