

## 電子・陽電子・イオンプラズマ中の相対論的磁気音波衝撃波粒子加速における宇宙線の効果について

### Particle acceleration in a relativistic magnetosonic shock with pre-existing cosmic rays in pair-ion plasmas

加藤 藍<sup>1\*</sup>

Ai Kato<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻

<sup>1</sup>dept. Earth & planet. Sci., Univ. Tokyo

近年様々な天体でシンクロトロン放射として相対論的粒子は観測されているが、その加速メカニズムは未解決問題である。これらの非熱的粒子を生み出す天体には衝撃波があり、例えばパルサーのtermination衝撃波や、AGNやmicroquasarやGRBのジェットhot-spot衝撃波などがそうである。したがって、相対論的無衝突衝撃波が粒子加速に重要な役割を担っていると考えられる。しかし、無衝突衝撃波における粒子加速において、上流のエネルギーが下流のイオンや電子にどのように分配されるのか、どのメカニズムが非熱的粒子を生じるのかは、未だ解明されていない。しかもこれらはMHDのマクロな視点では解明できない。そこで、ミクロな粒子加速メカニズムを追うために用いられているのがPICシミュレーションである。Hoshino et al(1992)やAmato & Arons(2006)においても、電子・陽電子・イオンプラズマの中での相対論的衝撃波はPICシミュレーションで研究されており、電子・陽電子プラズマが衝撃波において効率よく加速されていることがわかっている。しかしこのようなシミュレーション研究は、プラズマプロセスにおけるkineticな衝撃波の描像を理解するのに適しているが、空間的にも時間的にもとても小さなスケールであり、衝撃波の初期の発達を見ることしかできない。

十分時間の経った後の衝撃波では、相対論的な非熱的粒子や宇宙線が混在しているはずであり、そのエネルギー密度は無視できない大きさになる。また近年宇宙線は圧力によって衝撃波の構造を変える可能性があり、また乱流を励起させることにより、磁場を増大させる可能性もあることが示唆されている。

今回の発表では、十分時間の経った後の衝撃波を想定し、Amato & Aronsの研究を発展させ、上流に宇宙線が存在する場合の電子・陽電子プラズマにおける衝撃波加速をPICシミュレーションで計算させた。Amato & Aronsの場合よりも十分に熱い電子・陽電子・イオンを上流に混ぜることによるサイクロトロン不安定や粒子加速の様子を調べることにより、宇宙線が下流の非熱的粒子スペクトルにどのような効果を与えるかについて議論した。