

## Z210b 電子陽子重元素プラズマ中を伝播する相対論的衝撃波の大規模数値シミュレーション

富田沙羅, 松本洋介, 大平豊

近年、電子陽子プラズマ中を伝播する相対論的衝撃波のPICシミュレーションにより、電子加速と下流磁場の過去最長の時間発展が調べられた (Gröselj et al. 2024)。その結果、先行研究では定常状態に達したと思われていた非熱的電子の割合に更なる時間発展がみられ、 $\gamma$ 線バーストの観測とも無矛盾な結果が得られ始めている。したがって、シミュレーション結果と観測との比較において、Gröselj et al. 2024の計算時間まで時間発展を追うことが重要であることがわかってきた。一方で、近年 PeVatron として期待されるマイクロクェーサーや AGN 周辺で生じる現実の衝撃波は、陽子や重元素も存在する星間/星周空間を伝播する。これまでの相対論的衝撃波のPIC計算では重元素を含めて調べられていなかったため、重元素が与えるエネルギー散逸の影響や重元素自身の加速については明らかになっていない。本研究では、スーパーコンピューター富岳を用いて、世界初の電子陽子重元素プラズマ中を伝播する相対論的衝撃波のPICシミュレーションを行った。上流が太陽組成比でヘリウムが含まれている場合、最高エネルギー宇宙線の陽子とヘリウム組成比は同程度になることがわかった。そして後期発展では、衝撃波近傍の磁場構造は電子陽子ではなくヘリウムの密度構造に対応しており、磁場増幅機構においてヘリウムの存在が重要となることもわかってきた。また電子加速にもヘリウムの存在が影響することがわかった。本講演では太陽組成比プラズマ中を伝播する衝撃波によるエネルギー散逸において、ヘリウムの存在が重要となることを以上の点に着目して述べる。