

Z322a 微視的磁場増幅過程を解像した超新星衝撃波による宇宙線加速シミュレーション

井上剛志 (名古屋大学), Alexandre Marcowith (Montpellier University), Gwenael Giacinti (MPI Heidelberg), 西野将悟 (名古屋大学)

超新星衝撃波は最大エネルギーが1PeV以上に及ぶ粒子加速の現場であると考えられてきたが、本当に1 PeVにおよぶ加速が可能であるかどうかは観測的にも理論的にも決着がついていない。特に近年の年齢が数百年程度の若い超新星残骸のガンマ線観測は1PeVよりも1桁から2桁低いエネルギーの宇宙線の兆候しか捉えていない。そこで最近では超新星爆発直後10日程度のより粒子加速効率が高そうな環境で1PeVを超える粒子加速が行われているのではないかと議論されている (Schure & Bell 2013; Marcowith et al. 2014, 18; Cardillo et al. 2015)。しかしながら、粒子加速の最大エネルギーを定量的に計算するためには、Bell 不安定と呼ばれる微視的な運動論的磁場増幅過程をマクロな流体衝撃波伝搬のダイナミクスと共に計算することが必要であり、これまで実現不可能であった。

Inoue (2019) では、粒子加速研究に由来から用いられてきた宇宙線の時間発展を記述する移流拡散方程式ではなく、より高次の宇宙線分布関数モーメントまで考慮した電信型移流拡散方程式を解くことによって、系の大規模並列計算を可能にした。さらに我々は富岳と同型のCPUを持つ不老コンピューターを用いて、重力崩壊型超新星爆発直後10日間の衝撃波伝搬と磁場増幅の効果を含めた粒子加速の高分解能シミュレーションに成功したのでこれを報告する。シミュレーションの結果、現実的な星周環境 (Forster et al. 2018) を考慮すれば重力崩壊型超新星爆発の場合には1 PeVに及ぶ加速が可能であるとの結論を得た。