

Q25a 微視的磁場増幅過程を分解した超新星衝撃波における宇宙線加速シミュレーション

井上剛志 (甲南大学), Alexandre Marcowith (Montpellier University), Gwenael Giacinti (Tsung-Dao Lee Institute)

超新星衝撃波は、フェルミ過程を介した宇宙線加速の現場になっており、観測される宇宙線スペクトルから、超新星残骸において最大で 3 PeV 程度まで宇宙線が加速されることが示唆されている。しかしながら、その詳細な物理過程、特に宇宙線の加速にとって重要な環境因子である磁場の進化を決定する宇宙線ストリーミング不安定 (もしくはベル不安定性) については、現実的な環境下での研究はほとんどなされていない。宇宙線ストリーミング不安定による磁場増幅過程と超新星衝撃波のダイナミクスを同時に現実的な環境パラメータの下で解くためには、磁気流体力学方程式と宇宙線の拡散輸送方程式を同時に解く必要があるが、従来の方法論では計算量が非現実的に膨れ上がる。Inoue (2019) では拡散輸送方程式を電信方程式タイプに再定式化することで計算量を大幅に減少させた新しいコードの開発に成功した。本発表では、このコードを用いた超新星残骸における宇宙線加速シミュレーションについて報告する。Inoue et al. (2021) では超新星爆発の直後 10 日程度で、衝撃波が濃密な星周物質中を伝搬する際に、最大で 3PeV に達する加速が可能であることを示した。今回我々は、年齢が数百年程度経った超新星残骸における宇宙線加速シミュレーションを、様々な環境パラメータのもとで行った。その結果、宇宙線ストリーミング不安定による磁場増幅はこれまで理論的に考えられてきたよりも弱く、増幅された磁場強度は 100 マイクロガウス程度にとどまることや、宇宙線の最大エネルギーは環境パラメータにあまりよらず 30TeV 程度になることが明らかになった。さらに、これらの結果と観測の比較についても議論する。