

Q08a 初代宇宙線の加速と逃走

大平豊（東京大学）

現在の宇宙には、様々なスケールにわたって非熱粒子が存在し、それらの系で重要な役割を果たしていることがわかっている。その代表例が宇宙線である。宇宙線は、高密度領域の電離度を決めたり、最近では銀河風を駆動する重要な銀河の構成要素であることがわかっている。しかし、宇宙が誕生して、いつどこでどのようにして最初の宇宙線が加速されたのか？はこれまで議論されてこなかった。本研究では、この初代宇宙線の加速について理論的に調べたことを発表する。

初期宇宙の頃に存在する衝撃波としては、大規模構造形成に伴う降着衝撃波と、 $z = 20$ 付近で作られる初代星の重力崩壊に伴う超新星残骸衝撃波が考えられる。これら2つの衝撃波について、最初に磁場が存在しないとして、どのような衝撃波が形成されるか調べた。その結果、 $z = 20$ 付近の超新星残骸衝撃波は、非相対論的なワイベル不安定性によって散逸される無衝突衝撃波になり、宇宙線を加速できることがわかった。一方、 $z = 20$ 付近の構造形成に伴う降着衝撃波は、衝撃波速度が 100km/s に達しないために、上流を電離することができず、原子散乱による散逸が効いた衝突性衝撃波となり、宇宙線を加速できないことがわかった。

初代星の重力崩壊が作り出す超新星残骸衝撃波での、衝撃波統計加速による宇宙線の最高エネルギーを評価した。ワイベル不安定性によって作られる磁場のコヒーレント長は、宇宙線のジャイロ半径より十分小さいため、衝撃波を往復する時間が、現在の宇宙で起きる衝撃波統計加速に比べ遅くなる。その結果、 $z = 20$ 付近の初代星の超新星残骸は、最後に約 1MeV から約 100MeV までの宇宙線を周囲にばらまくことがわかった。