

Q38a

## 2次元超高マッハ数衝撃波におけるプラズマ不安定性

松本洋介(千葉大学), 天野孝伸(東京大学), 星野真弘(東京大学)

宇宙から飛来する非熱的高エネルギー粒子の起源は、超新星残骸における無衝突プラズマ衝撃波が有力な候補として知られている。しかし、標準理論である衝撃波統計加速を電子に適用するには、その前段階としての電子加速メカニズムを明らかにする必要がある。プラズマ不安定性は其中で重要な役割を果たすと考えられており、特に、高マッハ数衝撃波においては Buneman 不安定が電子を捕捉することによる衝撃波波乗り加速が効率的な加速機構として知られている。これら電子加速機構は1次元数値シミュレーションによって検証されてきた一方、近年報告されつつある多次元シミュレーションでは限られたパラメータ範囲でしか議論されておらず、多次元空間におけるプラズマ不安定性の果たす役割については議論の余地が残されたままにある。

我々はこれまで超並列計算機に対応した2次元電磁プラズマ粒子コードを用いて、超新星残骸に近いパラメータ領域での衝撃波における電子加速の研究を行ってきた。より現実的な陽子・電子質量比 ( $M/m = 100$ ) においても、高アルヴェンマッハ数 ( $M_A \sim 30$ ) 衝撃波では効率的な電子加速が実現されることを見出した (Matsumoto et al., ApJ, 2012)。これをふまえて、本研究ではさらに高マッハ数衝撃波の2次元PIC計算を行った ( $M_A \sim 45$ ,  $M/m = 225$ )。その結果、フット先端での Buneman 不安定に加え、新たにフット全域でのイオンスケールの電磁モードと、衝撃波面での電子スケールの静電モードの成長が明らかになった。電磁モードの非線形発展は反平行磁場構造を自発的に形成することがわかり、フット先端で加速された電子を補足することによるさらなる加速が期待される。また、衝撃波面での不安定性は低周波混成域ドリフト不安定 (LHDI) と考えられ、電子加熱・加速にさらなる影響をもたらすと考えられる。本発表ではこれら粒子加速機構についての詳細も併せて報告する。