

A17a 大きなマッハ数をもつ衝撃波での電子加速

島田 延枝, 星野 真弘 (東大理)

太陽系内での衝撃波では、マッハ数が3程度（臨界マッハ数）以下の場合、電子の加熱はほぼ断熱的でありイオンが熱エネルギーを担っているが、マッハ数が大きくなると（10程度までの衝撃波）非熱的電子成分が形成され始めることが直接プラズマ観測で明らかになっている。一方、マッハ数が100-1000程度になる超新星残骸の衝撃波では、非熱的高エネルギー電子加速が起きていることが知られている。これらの衝撃波観測から、マッハ数が大きくなると電子の加速加熱が重要になり、電子も衝撃波下流での熱エネルギーの担い手になると考えられる。しかし理論的には、イオンの加速過程に比べ電子の加速過程の理解は乏しく、特に臨界マッハ数を超えた大きなマッハ数での衝撃波電子加速については未解決の問題が多い。

臨界マッハ数を超えた大きなマッハ数では、遷移領域で衝撃波に向かって流れる電子とイオンに加えて、衝撃波から反射された一部のイオン存在することがわかっている。電子加速加熱過程として、この衝撃波遷移領域での2流体プラズマ不安定に着目した理論モデルが提唱された（Cargill & Papadopoulos, ApJ Lett, 1988）。しかし、このモデルで仮定されたイオンと電子のエネルギー競合過程は、プラズマ乱流状態の下での準線形理論の枠組みで計算されており、非線形性に富む非一様な衝撃波遷移領域に適用できるかどうか疑問視されていた。一方最近の太陽系内の衝撃波観測では、電子慣性長程度のスケールで局在化したコヒーレントな大振幅電場が観測され、乱流状態ではない大振幅電場を介しての粒子加速の重要性が指摘されていた。本講演では、これらの発展を踏まえて、どのような物理過程が支配して電子加速を導くのか、プラズマ粒子シミュレーションを用いて理論的に考察する。特に衝撃波遷移領域で2流体不安定が2種類の大振幅静電場を励起し、その競合過程がイオンから電子への強いエネルギー輸送を導き、その結果、電子の加熱と非熱的高エネルギー電子が形成されることを議論する。