

水星での衝撃波加速研究の意義：惑星間衝撃波から超新星爆発衝撃波へ

Shock acceleration around Mercury orbit: from interplanetary shocks toward supernova shocks

星野 真弘[1]

Masahiro Hoshino[1]

[1] 東大・理・地球物理

[1] Earth and Planetary Phys., Univ of Tokyo

太陽惑星間空間で観測される衝撃波をはじめとして、超新星残骸における衝撃波、パルサー風、シンクロトロン星雲での衝撃波、宇宙ジェットでの衝撃波などすべて高エネルギー粒子の起源である。これら物理パラメータの異なる衝撃波の仲間のうち、特に太陽惑星間空間で観測される無衝突衝撃波は、直接観測の利点を生かしてプラズマの微視的過程に踏み込んだ研究が行われている。衝撃波加速過程を支配する物理過程の普遍性から、プラズマ微視的過程から衝撃波加速を理解することは、広く宇宙での宇宙線や非熱的高エネルギー粒子形成の理解にとっても重要であることは言うまでもない。本講演では、水星軌道で太陽フレア・太陽質量放出(CME)により形成された惑星間衝撃波の観測研究が、宇宙での衝撃波の加速を理解するうえできわめて重要な意味をもつことを議論する。

衝撃波加速の大きな未解決問題は、天体衝撃波と惑星間衝撃波で加速効率が異なる点である。天体現象にかかわる衝撃波では高エネルギー電子が効率よく形成されていることが知られているが、一方太陽系で観測される衝撃波では高エネルギー電子が必ずしも生成されていないことが知られている。天体衝撃波の場合マッハ数が100を超えることが一般であるのに対して、地球近傍で観測される衝撃波は、地球前面に形成されるバウショックの場合3程度以下であり、また1AUでの惑星間衝撃波は10程度以下である。そのためマッハ数の違いが電子加速を決める重要パラメーターであると予想される。しかし、これまでの理論・観測では、臨界マッハ数3を超えると衝撃波の内部構造が大きく変わり電子が非断熱加熱を受けることまでは知られているが、さらに大きなマッハ数で非熱的高エネルギー形成のメカニズムが変わるのか理解されていないのが現状である。水星軌道での惑星間衝撃波観測の大切な点は、惑星間衝撃波は水星軌道程度までは減速を受けないで伝播するので、そこでの衝撃波マッハ数は数十に達することが期待されることにあり、天体衝撃波の物理とこれまで *in situ* で積み上げてきた衝撃波観測とのギャップを埋めることが出来る点である。

本講演では、我々の最近行った大規模数値シミュレーションに基づく理論計算から、臨界マッハ数を超えると、衝撃波から反射される一部のイオンと衝撃波に向かって流れ込む電子の作る2流体不安定を介して、衝撃波遷移領域に静電的ソリトン波動が形成されること、ソリトン波動に共鳴する電子軌道が存在し、衝撃波波乗り加速(サーフィン加速)を介して選択的に電子が加速され非熱的成分を形成できること、マッハ数が数10を超えると電子は相対論的エネルギーまで際限なく加速できることを示す。また、このような理論展開を受けて水星計画に向けた観測の役割を議論する。