

## 相対論的衝撃波における航跡場加速

# 岩本 昌倫 [1]  
[1] 東大・地惑

## Wakefield Acceleration in Relativistic Shock Waves

# Masanori Iwamoto[1]  
[1] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo

Many particle acceleration mechanisms have been proposed to explain the origin of high energy cosmic rays. Among many important acceleration processes in astrophysical plasmas, however, a wakefield acceleration has not been understood yet. After the discovery of the theoretical concept of plasma wakefield acceleration by Tajima and Dawson (1979), the particle acceleration by an ultra-intense laser pulse has been widely investigated in laboratory plasmas. When an intense laser pulse of the transverse electromagnetic wave propagates through plasma, a longitudinal plasma wave can be excited by the ponderomotive force, which expels electrons from the region of high laser intensity. The phase velocity of the excited plasma wave, which is equal to the laser pulse group velocity, is close to the speed of light in vacuum. The electric field associated with this fast plasma wave is then able to accelerate particles efficiently.

In astrophysical plasmas, Chen et al. (2002) discussed the possibility by the wakefield acceleration of Alfvén waves and suggested that the ultra-high energy cosmic rays may be generated by the wakefield acceleration. Lyubarsky (2006) argued the large-amplitude precursor electromagnetic waves generated in relativistic shock waves, and suggested the electrostatic field generated by the large-amplitude electromagnetic waves accelerates particles. Hoshino (2008) extended the previous studies and demonstrated the efficient particle acceleration by the incoherent wakefields induced by the large-amplitude precursor electromagnetic waves in the upstream region of a relativistic shock wave by using one-dimensional Particle-In-Cell (PIC) simulation.

In this study, we argue and demonstrate the wakefield acceleration in relativistic shock waves by using the PIC simulation. The wave coherency of the precursor wave, which is required for the ponderomotive force, is essential to the wakefield acceleration. However, the previous one-dimensional simulations could not solve this subject. In this presentation, we will pay a special attention to the wave coherency in two-dimensional simulation and report my results.

宇宙線に含まれる高エネルギー粒子の生成メカニズムとして、多くの粒子加速機構が考えられてきたが、いくつかの有効な加速メカニズムの中でも航跡場加速の研究はあまり進んでいない。航跡場加速自体は実験室プラズマではよく知られた加速機構であり、Tajima and Dawson (1979) によってその基本原理が考えだされた。プラズマ中に超高強度の横波の電磁波であるレーザーパルスを入射すると、レーザーパルスのポンドロモティブ力によって粒子が跳ね飛ばされて疎密が生まれ、縦波のプラズマ波が励起される。レーザーパルスに追従するようにプラズマ波が励起されるので、このプラズマ波の位相速度はほぼ光速であり、そのポテンシャルに補足された粒子は効率よく加速される。これがレーザーを用いた航跡場加速である。

宇宙プラズマでは、Chen et al. (2002) によって、アルフベン波による航跡場加速は超高エネルギー宇宙線を生成し得ることが指摘された。また、Lyubarsky (2006) は、相対論的衝撃波では大振幅電磁波が励起され、この電磁波によって衝撃波上流では電子が加速されることを示した。Lyubarsky の研究を受けて、Hoshino (2008) が、衝撃波上流に伝播する大振幅電磁波が航跡場を励起し、衝撃波上流で非コヒーレントな航跡場加速が生じることを 1 次元 Particle-In-Cell (PIC) シミュレーションによって示した。

本研究では、相対論的衝撃波における航跡場加速を、PIC シミュレーションコードを使用してシミュレーションする。航跡場加速の問題点は電磁波のコヒーレンスにあるが、従来の 1 次元シミュレーションではそれはわからなかった。今回の発表では、2 次元における電磁波のコヒーレンスも視野に入れて、1 次元における先行研究と比較検討する。