

R008-14

C 会場 : 11/27 AM1 (9:00-10:15)

9:45~10:00

## 相対論的衝撃波における Buneman 不安定性による電子加熱効率の評価

#福田 悠斗<sup>1)</sup>, 天野 孝伸<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 東大

## Evaluation of Electron Heating Efficiency by Buneman Instability in Relativistic Shock Waves

#Yuto Fukuda<sup>1)</sup>, Takanobu Amano<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>University of Tokyo

Observations suggest the presence of high-temperature electrons in many relativistic shock waves, such as in gamma-ray bursts and AGN jets. However, the mechanism by which high-temperature electrons are produced in relativistic shock waves is not known. To investigate how the upstream flow kinetic energy is converted to the thermal energy in the downstream, it is necessary to study the energy dissipation that occurs in the shock transition layer between the upstream and downstream.

In the shock transition layer, various instabilities are generated, and particles are efficiently heated. In this study, we focus on the Buneman instability, an electrostatic instability that occurs when electrons and ions have relative velocities.

Several simulations have been performed to study the instability in the relativistic regime, which heat electrons [Dieckmann et al. 2008]. However, the saturation level is not well understood, and it is not known how much of the kinetic energy of relativistic shock waves is distributed to electrons.

We employed a local model with periodic boundary conditions and performed 1D particle-in-cell (PIC) simulations that mimicked the foot region of the shock transition layer. Three components (incident ions, reflected ions, and electrons) exist in the simulation box, and their current-neutral and charge-neutral conditions are assumed. First, we confirmed that the time evolution of the electric field energy in the linear phase is consistent with the linear theory obtained from the relativistic dispersion relation. We then confirmed that electron holes were always generated in the saturation phase. Furthermore, we found the saturation level decreases with increasing the shock velocity in the relativistic regime.

In the non-relativistic regime from simulations [Leroy et al. 1982] and observations [Bame & Gosling, 1983] the fraction of reflected ions. However, it is not certain that the 20% adopted as the fraction of reflected ions in relativistic shock waves is appropriate. As a future work, we will investigate the dependence of the fraction of reflected ions in relativistic shock waves on shock wave velocity using simulations.

ガンマ線バーストや AGN ジェットなど、多くの相対論的衝撃波において高温の電子の存在が観測から示唆されている。しかし、相対論的衝撃波において高温の電子がどのようなメカニズムで生成されるかはわかっていない。上流の流体の運動エネルギーがどのように下流の熱エネルギーへ変換されるのかを調べるには、上流と下流の間にある衝撃波遷移層で起こるエネルギー散逸を調べる必要がある。衝撃波遷移層では、衝撃波によって様々な不安定性が生じ、粒子が効率的に加熱されることが知られている。本研究では電子とイオンの間で相対速度を持つ場合に生じる静電的な不安定性である Buneman 不安定性に注目する。

相対論領域の不安定性を調べるシミュレーションは過去にも行われており、電子を加熱することが知られている [Dieckmann et al. 2008]。しかし、飽和レベルや電子へのエネルギー分配比率の衝撃波速度依存性はわかっていない。

そこで我々は周期的な境界条件を持つ局所モデルを採用し、衝撃波遷移層の foot 領域を再現した 1 次元 PIC (Particle-in-Cell) シミュレーションを実施した。シミュレーション領域内には入射イオン・反射イオン・電子の 3 成分が存在し、それらの電流中性・電荷中性条件を仮定し、反射イオンの割合は典型的な値である 20% を採用した。初めに電場の持つエネルギーの時間発展が線形段階において、相対論的な分散関係式から得られる線形理論と一致することを確認した。また、飽和段階では電子ホールが生成されることを確認した。さらに、衝撃波速度が相対論的になると飽和レベルが下がっていく結果を得た。

非相対論領域では入射イオンと電子が作るポテンシャルによってどれだけ反射イオンが作られるのか、シミュレーション [Leroy et al. 1982] や観測 [Bame & Gosling, 1983] からわかっている。しかし、相対論的衝撃波の反射イオンの割合として採用した 20% が妥当であるか確かではない。今後の発展として、相対論的衝撃波における反射イオンの割合の衝撃波速度依存性をシミュレーションを用いて調べる。