

低マッハ数無衝突垂直衝撃波における微視的不安定性

Electron-scale microscopic instabilities at a low-mach-number perpendicular collisionless shock

山尾 政博 [1]; 梅田 隆行 [1]; 山崎 了 [2]

Masahiro Yamao[1]; Takayuki Umeda[1]; Ryo Yamazaki[2]

[1] 名大 STE 研; [2] 広大・理・物理

[1] STEL, Nagoya Univ.; [2] none

無衝突衝撃波で起こるとされる電子加速のメカニズムは解明されていない重要な問題として残されている。衝撃波を電子が横切る際に統計的に加速されるという説が有力であるが、この加速機構が効率よく働くためには、別の加速機構によって前もって加速される必要があることが指摘されている。電子の前段階加速機構としては電子サーフィン加速が有力視されている。過去の1次元シミュレーションによると、 $M_A \sim 10$ 程度の比較的高いマッハ数の衝撃波では電子サーフィン加速が起きることが報告されている。しかし観測によると、電子加速は地球バウショック ($M_A \sim 6.4$) のような低マッハ数でも働くことが示唆されており、電子サーフィン加速が低マッハ数の衝撃波で起こりうるかどうかは興味深い問題である。また、2次元のハイブリッドシミュレーションでは低マッハ数の衝撃波遷移領域にイオンスケールの変動(リップル)が現れることが指摘されている。しかしハイブリッドシミュレーションでは電子スケールの微視的不安定性は無視されており、粒子シミュレーションによってリップル構造が電子加速過程に及ぼす影響を調べる必要がある。

本研究では Relaxation method を用いた衝撃波静止系モデルによって、Alfven マッハ数 $M_A=5$ 、プラズマベータが 0.125 の垂直衝撃波のシミュレーションを行った。シミュレーション領域は x 軸 \times y 軸 = $10.24 \times 5.12 \lambda_i$ (イオン慣性長) の2次元平面を用い、外部磁場が y 軸と平行な垂直衝撃波を仮定した。その結果、低マッハ数の垂直衝撃波においても、リップル構造により微視的不安定性が現れることを確認した。また、現れた微視的不安定性が粒子の加熱、加速に与える影響が無視できないほど大きいことが分かった。