

磁気リコネクションでの磁気島合体における高エネルギー電子生成

湯村 翼 [1]; 田中 健太郎 [2]; 篠原 育 [3]; 藤本 正樹 [4]
[1] 東大・理・地球惑星; [2] 宇宙研; [3] 宇宙機構 / 宇宙研; [4] 宇宙機構・科学本部

Production of energetic electrons during magnetic islands coalescence in magnetic reconnection

Tsubasa Yumura[1]; Kentaro Tanaka[2]; Iku Shinohara[3]; Masaki Fujimoto[4]
[1] Earth and Planetary Sci., The Univ. of Tokyo; [2] ISAS,JAXA; [3] JAXA/ISAS; [4] ISAS, JAXA

Production of energetic electrons is one of the most interesting topics in space plasma physics. Magnetic reconnection has a significant role to produce energetic electrons. In the Earth's magnetosphere, magnetotail reconnection has been thought to be a generation mechanism of the observed energetic electrons. The electron acceleration mechanism during magnetic reconnection has been surveyed by theoretical and observational studies up to today. However, the detailed production mechanism of energetic electron still remains an open question. In this study, we focused magnetic islands coalescence process and carried out two dimensional electromagnetic full-particle simulations. In our simulation, multi magnetic islands are given initially in magnetic field. In the result, we found production of energetic electrons corresponded coalescence phase from time evolution of electron energy spectra. These accelerated electrons spatially formed multi ring distribution. Earlier studies had indicated accelerated electrons formed single ring distribution, multi ring distribution was first to be found in our simulations. We also find out magnetic islands coalescence region was electron accelerate region as well as near X-line and pileup region. These results indicate big effect of coalescence on electron acceleration mechanism.

磁気リコネクションによる高エネルギー粒子生成は、惑星磁気圏や太陽フレア等の太陽系プラズマから活動銀河核やパルサー磁気圏といった高エネルギー天体プラズマに至るまで宇宙プラズマの世界において重要な役割を担っている。地球磁気圏においては、高エネルギー電子の生成源として尾部電流層中でのリコネクションが重要な役割を担っていることが古くから示唆されており、今日まで人工衛星観測やシミュレーションによって研究が進められてきたが、磁気リコネクションの構造と発展が高エネルギー電子生成のメカニズムにおいてどのように寄与しているか完全な解明には至っていない。本研究では、磁気リコネクションの過程で起こる磁気島合体が電子加速メカニズムに与える効果に着目した。大規模な磁気リコネクション構造が形成される過程では複数回の磁気島合体を経由すると考えられる。電子加速における磁気島合体の効果を調べるため、任意の初期擾乱で生成した磁気島の合体を経由する磁気リコネクションの2次元粒子シミュレーションを行った。シミュレーションの結果、磁気島の合体の位相に応じて電子が加速されるという結果をエネルギースペクトルの時間変化から得た。高エネルギー電子の空間分布を調べると、磁気島を取り囲む多重のリング状に分布していた。加速された電子が磁気島を取り囲むリング状の分布を形成することは過去の研究からも示唆されていたが、磁気リコネクションが複数の磁気島合体の段階に経路するような場合においては、多段階の合体相に対応した多重リング状の分布が形成されることを明らかにした。また、電子加速領域として着目されてきた X-line 近傍と pileup 領域に加え、磁気島合体領域においても電子が加速されていることを発見した。シミュレーションにおいて最も効率よくエネルギーを得た電子の軌道を調査するとこれらの加速領域を全て通過しており、磁気島合体が高エネルギー電子生成に大きく寄与しているといえる。