

磁気島の合体による電子加速の2次元PICシミュレーション

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

Two dimensional PIC simulation of electron acceleration associated with tearing islands coalescence

Tsubasa Yumura[1]; Kentaro Tanaka[1]; Iku Shinohara[2]; Masaki Fujimoto[3]
[1] ISAS/JAXA; [2] JAXA/ISAS; [3] ISAS, JAXA

Previous studies on high energy electrons observed in the magnetotail have suggested that its origin is closely related to magnetotail reconnection.

Hoshino (2005) proposed that the surfatron acceleration could generate high energy electrons under strongly driven reconnection. Recently, we found another candidate of electron acceleration mechanism. What we found was that, due to the strong induction electric field associated with tearing magnetic islands coalescence, electrons are directly accelerated at around the X-line. Since the generated inductive electric field during the coalescence is quite strong, the acceleration efficiency becomes very high.

Performing large-scale 2D simulations of tearing islands coalescence process, we survey the electron acceleration efficiency during the islands coalescence. In this presentation, we will show simulation results and will discuss effect of the three-dimensionality comparing between 2D and 3D results.

磁気圏尾部で観測される数 100 keV ~ 数 MeV の高エネルギー電子の成因は、磁気圏尾部で発生する磁気リコネクションとの関係が強く示唆されている。しかし、地球磁気圏尾部にかかる朝夕電場は ~ 100 kV 程度なので、定常的にかかる朝夕電場を使った加速で単純に説明できないことが知られていた。尾部で観測される高エネルギー電子がどこでどのように生成されるのかを知ることは、磁気圏のプラズマ現象の重要な問題の 1 つである。

Hoshino (2005) は強くドライブされた状況下でのリコネクション時に surfatron 加速によって効率よく高エネルギー電子が生成されることを PIC シミュレーションの結果から示したが、ここでは我々が 3 次元 PIC シミュレーションで示した 2 つの磁気島の合体にともなった電子加速過程について議論を行う。磁気島の合体時には、X-line 近傍領域に非常に強い誘導電場が発生する。この誘導電場はリコネクションレートにして ~ 40% 程度にも及ぶ強いものなので、ローブ電子が磁気中性線通過時に効率よく加速される。このため、磁気島の合体時に発生する誘導電場が、磁気島がより大きなスケールへと複数回の合体プロセスを経た後にどう変化するかによって最終的な加速電子のスペクトルが決まることになる。例えば、我々の 3 次元計算では磁気島のサイズは実際のプラズマシートの 0.5 Re 程度のものでしかなく、発達したプラズモイドを形成するにはかなりの数の磁気島の合体を経ていると考えられる。

今回、我々は tearing 不安定とそれに引き続く磁気島の合体についての 3 次元計算では行えないような大きなサイズの磁気島の合体についての詳細な理解を得るために、x-z 面内リコネクションの 2 次元 PIC シミュレーションを行った。このシミュレーションでは、空間領域を十分大きくとり、複数回の磁気島の合体過程が含まれるような計算となっている。本発表では 2 次元 PIC シミュレーションを実行した結果を示し、我々の 3 次元計算による 2 つの磁気島の合体の場合との電子加速効率の比較などを議論する。