

太陽風-小型ダイポール磁場の相互作用に関する2次元AMR-PICシミュレーション

松本 正晴 [1]; 臼井 英之 [2]; 中村 雅夫 [3]; 篠原 育 [4]

[1] 神戸大院・シス情・計算; [2] 神戸大・システム情報; [3] 大阪府大・工・航空宇宙; [4] 宇宙研/宇宙機構

2D AMR-PIC Simulation of the Solar Wind Interaction with Small Scale Dipole Fields

Masaharu Matsumoto[1]; Hideyuki Usui[2]; Masao Nakamura[3]; Iku Shinohara[4]

[1] Computational Science, Kobe University; [2] System informatics, Kobe Univ; [3] Aerospace Engineering, Osaka Prefec. Univ.; [4] ISAS/JAXA

Magnetic sail is a propulsion system proposed for an interplanetary space flight. The thrust force is produced by the interaction between magnetic field artificially generated by superconducting coils in a spacecraft and a solar wind. The scale of magnetic field used here is shorter than the ion Larmor radius in solar wind. The interaction of such a small magnetic field with solar wind has not been revealed quantitatively. On the other hand, we have developed full particle-in-cell (PIC) simulation code including an adaptive mesh refinement (AMR) technique. Generally, grid width used in a PIC simulation should be set to the local characteristic length of intended plasmas (for example, Debye length or Larmor radius). The feature point of AMR-PIC is that grid width and time step can shorten locally in the region where high-resolution is required. AMR-PIC can decrease the computational load such as memory and computing time compared to conventional PIC code with uniform grid width. In this presentation, we introduce the AMR-PIC method and the simulation of interaction between solar wind and a small scale dipole field.

太陽風を人工的なダイポール磁場を展開することによって受け止め、その運動量を宇宙機の推進力へ変換して航行する磁気セイル推進が提案され研究が進められている。この推進力は太陽風とダイポール磁場の相互作用の結果として得られるが、ここで用いられる磁場構造のスケールは太陽風のイオン慣性長よりも小さく、このような小型磁場構造と太陽風プラズマ間でどのような相互作用が生じるのかという点に関して、定量的な理解はあまり進んでいない。太陽風中のイオンラーマ半径が磁場構造よりも小さいスケールではMHDシミュレーションでは考慮できないプラズマの運動論的效果を考慮した粒子(PIC)シミュレーションが適している。一方、我々の研究グループでは、PICシミュレーションに適合格子細分化(AMR)手法を導入したAMR-PIC法の開発を行ってきた。一般にPICシミュレーションではプラズマの局所的なデバイ長やラーマ半径などの空間的特性長で格子間隔を設定しなければならない。AMR-PICのもっとも特徴的な点は、高解像度を必要とする領域で格子幅と時間ステップを局所的に細かくできる点にあり、その結果として計算資源の節約が期待できる。そこで本発表では、AMR-PICに関する紹介と太陽風と小型ダイポール磁場構造の相互作用に関する2次元AMR-PICシミュレーションを行い、ダイポール磁場構造がイオン~電子慣性スケールの場合や惑星間空間磁場(IMF)の向きや強度による磁気圏構造の変化について考察を行う。