

NICTリアルタイム磁気圏MHDシミュレーションのリアルタイム3次元可視化とデータ公開

松岡 大祐 [1]; 久保 卓也 [2]; 村田 健史 [3]; 木村 映善 [4]; 山本 和憲 [2]; 島津 浩哲 [5]; 小原 隆博 [6]; 亙 慎一 [7]; 藤田 茂 [8]; 田中 高史 [9]; 宮地 英生 [10]

[1] 愛媛大; [2] 愛媛大・理工; [3] 愛大・メディアセンター; [4] 愛媛大 CITE; [5] 情通研; [6] 情報通信研究機構; [7] 情通機構; [8] 気象大; [9] 九大; [10] KGT

3-D web-based services of real-time global-MHD simulation at NICT

Daisuke Matsuoka[1]; Takuya Kubo[2]; Takeshi Murata[3]; Eizen Kimura[4]; Kazunori Yamamoto[2]; Hironori Shimazu[5]; Takahiro Obara[6]; Shinichi Watari[7]; Shigeru Fujita[8]; Takashi Tanaka[9]; Hideo Miyachi[10]

[1] Ehime Univ.; [2] Ehime Univ; [3] CITE, Ehime University; [4] CITE, Ehime Univ.; [5] NICT; [6] NICT; [7] NICT; [8] Meteorological College; [9] Kyushu University; [10] KGT

<http://www3.nict.go.jp/y/y223/simulation/3d/HTML/index.htm>

Many satellites for communication networks and scientific observation are launched in the vicinity of the Earth (geo-space). The electromagnetic (EM) environments around the spacecraft are always influenced by the solar wind flowing from the Sun and induced electromagnetic fields. They occasionally cause various troubles or damages, such as electrification and interference, to spacecraft in this region. It is important to forecast the geo-space EM environments as well as the ground weather forecasting.

Owing to the recent remarkable progresses of computer technologies, numerical simulations have become powerful research methods in the solar-terrestrial physics. For the necessity of space weather forecasting, NICT (The National Institute of Information and Communications Technology) has developed a real-time global MHD simulation system to study solar wind-magnetosphere-ionosphere couplings, which has been performed on a supercomputer SX-8. The real-time solar wind parameters from the ACE spacecraft at every one minute are adopted as boundary conditions for the simulation. Simulation results (2-D plots) are updated every 1 minute on the NICT website. However, 3D visualization of simulation results is indispensable to understand phenomenon and forecast space weather more accurately.

In the present study, we develop a real-time 3D visualization system of the global MHD simulations. The 3-D visualization of simulation results are updated every 20 minutes in the following formats: (1) Magnetic field lines, (2) Iso-surface of pressure magnetosphere and (3) Iso-lines of conductivity and orthogonal plane of potential in the ionosphere.

A 3-D viewer application working on Internet Explorer browser (ActiveX) is implemented, which is developed on the AVS/Express. Numerical data are saved in the HDF5 format every 1 minute. Users can easily search, retrieve and plot past simulation results (3D visualization data and numerical data) by using the STARS (Solar-terrestrial data Analysis and Reference System). The STARS is a data analysis system for satellite and ground-based observation data for solar-terrestrial physics.

In this study, we demonstrate the real-time 3D visualization system of global MHD simulation for space weather forecasting. Our understandings and techniques of the space weather forecasting will progress by accumulating 3D simulation data in the STARS database.

近年、通信や科学観測を目的とした様々な人工衛星が地球近傍の宇宙空間に打ち上げられ、人工衛星はわれわれの生活にかかせないものになっている。人工衛星をとりまく電磁環境は太陽風の影響を受け、ときとして帯電や電波干渉などの障害を引き起こすことがある。そこで、地上の天気予報と同様に宇宙空間の電磁環境の予測や予報が必要不可欠となる。

最近のスーパーコンピュータの性能向上によって、地球磁気圏全体の高空間分解能シミュレーションが可能になってきた。情報通信研究機構では、上記の問題を解決する1つの取り組みとして、宇宙天気予報を目的としたリアルタイム磁気圏MHDシミュレーションシステムを開発し、運用している。このシミュレーションでは、ACE衛星の観測した太陽風と惑星間空間磁場のデータを入力パラメータとし、約1時間後の地球磁気圏のシミュレーションを行なうことができる。シミュレーション結果は、子午面上の2Dプロットとして情報通信研究機構のWeb上で、リアルタイムで確認することができる。しかし、2Dプロットではdawn-dusk方向に広がるプラズモイドなど、3次元空間内で起きる現象を詳細に解析することが困難である。

そこで本研究では、リアルタイム磁気圏MHDシミュレーションのための3次元可視化システムの開発を行なった。本システムでは、(1)磁力線(地球磁場とIMF)、(2)圧力3次元等値面表示、(3)電離圏のポテンシャルと電気伝導度の3次元可視化をリアルタイムで行なうことができる。3次元可視化結果は、Webブラウザ上で拡大縮小、回転、平行移動等の幾何変換を用いて確認することができる。

3次元の数値計算結果は自己記述型フォーマットであるHDF5形式で保存し、GFA形式の3次元アニメーションファイルと共にSTARSデータベース上に登録される。ユーザはSTARS(太陽地球系物理観測データ解析参照システム)アプリケーションを用いることで、容易に観測データとシミュレーションデータを比較することも可能である。

発表では、本システムのデモンストレーションを行い、システムの有効性について報告する。