

# バーチャル・オーロラ発生装置の開発とオーロラ科学における複雑系パラダイムの創生

## 1. 研究代表者名

[国立極地研究所] 門倉昭

## 2. 共同研究者

[国立極地研究所]	佐藤夏雄	田口 真	岡田雅樹
[国立情報学研究所]	北本朝展		
[統計数理研究所]	上野玄太		
[名古屋大学高等研究院]	海老原祐輔		
[愛媛大学総合情報メディアセンター]	村田健史		
[気象大学校]	藤田 茂		
[九州大学大学院]	田中高史		

## 3. H18 年度の研究の実績報告

### 3-1. 研究目標

先端的な地球磁気圏シミュレーションと可視化技術をベースとするバーチャル・オーロラ発生装置を開発して現実には得がたい複雑な磁気圏の 3 次元構造とオーロラを同時に「可視化」することにより、複雑で自己無撞着な磁気圏—電離圏システムの背後に潜む物理過程とオーロラとの因果関係を「発見」し、「発見のための可視化」という新しい発想に基づくオーロラ科学における複雑系パラダイムの創生を目指すものである。

### 3-2. H18 年度の研究の成果（概要）

- ①上記の研究目標を達成するための高度な可視化ソフトウェアのプロトタイプ版を開発した。磁気圏の複雑な 3 次元構造とオーロラとの対応を直観的に理解できるように可視化するための一般的な方法論は確立されていない中、3 次元空間データから必要な情報を取り出すための高度で使いやすく汎用性の高いソフトウェアの開発を目指した。本ソフトウェアの特徴は、基本可視化機能に加えて発展的可視化機能が充実していることである。たとえば、オーロラが発生する原因の一つである特異点（磁気ナル点）を自動的に抽出する機能、出発点や到着点の状態や物理量に応じて自動的に磁力線描画する機能、マウスを移動することによりリアルタイムに磁力線を描画する機能、Polar 衛星などの人工衛星や地上で観測されたオーロラの実画像を重ね合わせる機能、仮想衛星を飛行させて仮想観測を行う機能などが含まれる。
- ②本装置がシミュレーション結果を直接読み込むことができるよう「HDF ファイル出力ライブラリ」の開発を行った。
- ③コンテンツ公開ウェブページ、3 次元コンテンツ仮想共有サービス、太陽風パラメーター入力支援ツールの開発を行い、共同研究者及び他の研究者と成果を共有できる基本的な枠組みを開発した。

### 4-3. 今後の展開

太陽風とオーロラの因果関係を直観的に理解できるような仕組みを構築することが本プロジェクトの目標である。この目標を達成するため、様々な太陽風の条件を与えて結果をライブラリ化するとともに、プロトタイプ版で明らかになった不都合な点を改善し且つ装置に改良を加えていく。例えば、マウスの代わりに3次元6自由度を持つセンサーを用いることにより直観的に3次元空間を探索できるようにする。力覚センサー機能を活用することにより、視覚に加えて触覚によって利用者に情報を与えることができるだろう。たとえば、密度の高い領域では反発力を強くする（動きにくくする）ことにより物理量を感じたとして利用者に伝えることが可能である。この仕組みは3次元分布を有する他の地球科学データへ応用できるものと考えられる。

また、本装置を所有しない研究者や広く一般にもウェブを通して成果を提供できる仕組みも開発する。一方、物理的に正しい映像表現で磁気圏とオーロラの変動を一般に伝えることはアウトリーチの観点から重要であるので、太陽風変動に対する磁気圏とオーロラの変動を直観的に理解できる3次元コンテンツをライブラリ化し、ウェブを通して閲覧できるようにする。

## 5. 成果発表実績

### <解説・総説>

1. 情報通信技術を宇宙科学にどう活用するか、村田 健史、宇宙航空研究開発機構 PLAIN Center News、2006年9月号

### <その他>

1. Grid Datafarm における太陽地球系観測データの大規模統計解析の試み、山本 和憲、村田 健史、木村 映善、情報処理学会研究報告、Vol. 2006-HPC-107, No. 40, pp. 233-238, 2006.
2. A Study of IMF's Penetration into the Earth's Magnetotail and Magnetic Flux Rope via Global MHD Simulations, Ken T. Murata, AOGS 3rd Annual Meeting 2006, pp. 120, 2006.
3. The Virtual Earth's Magnetosphere System, Kazunori YAMAMOTO, Ken T MURATA, Daisuke MATSUOKA, Eizen KIMURA, AOGS 3rd Annual Meeting 2006, pp. 121, 2006.
4. An XML Web Service System for the Solar-Terrestrial Physics Observation Meta-Data, Eizen KIMURA, Ken T. MURATA, Kazunori YAMAMOTO, Satoshi ISHIKURA, AOGS 3rd Annual Meeting 2006, pp. 120, 2006.

### [会議発表等]

#### <招待講演>

1. Development of a 3-D Visualization Environment for Integration and Analysis of Computer Simulations and Satellites and Ground-based Observations Based on Grid

- Environment, Kazunori YAMAMOTO, Ken T. MURATA, Eizen KIMURA and Rie HONDA, CODATA2006, Beijing, Oct., 2006. 2006年10月24日
2. An XML Web Service System for the Solar—Terrestrial Physics Observation Meta-Data, Eizen Kimura, Ken T. Murata, Kazunori Yamamoto, Satoshi Ishikura, AOGS 3rd Annual Meeting, Jul. 2006. 2006年7月10日

**<一般講演>**

1. 3D Visualization Analysis of Magnetic Flux Rope in the Earth's Magnetotail, D.Matsuoka, K.T.Murata, S.Fujita, T.Tanaka and K.Yamamoto, 2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
2. Development of the Large-Scale Statistical Analysis System of Satellites Observations Data with Grid Datafarm Architecture, K.Yamamoto, K.T.Murata, E.Kimura and R.Honda, 2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
3. A Portal Service of Earth Observation Data via Google Earth, E.kimura, K.T.Murata, S.Ishikura, R.Nakamura, S.Suzuki, H.Iwata, M.Hirahara, I.Shinohara, Y.Kasaba and T.Kubo, 2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
4. 3-D volume communication system and its application to e-Learning, K.Iwamoto, K.T.Murata, E.Kimura, M.Umehara and H.Miyachi, 2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
5. A Real-time 3D Visualization of Global MHD Simulation for Space Weather Forecasting, K.T.Murata, D.Matsuoka, T.Kubo, H.Shimazu, T.Tanaka, S.Fujita, S.Watari, H.Miyachi, K.Yamamoto, E.Kimura and S.Ishikura, 2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
6. A Software Designed For STP Data Plot and Analysis Based on Object-oriented Methodology, L.Lina and K.T.Murata,2006 AGU Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, Dec.,2006. 2006年12月11日-15日
7. A Portal Service of Earth Observation Data via Google Earth, Ken T. MURATA, Satoshi ISHIKURA, Eizen KIMURA, Ryosuke NAKAMURA, Satoru SUZUKI, Hisato IWATA, Masafumi HIRAHARA, Iku SHINOHARA, Yasumasa KASABA and Takuya KUBO, CODATA2006, Beijing, Oct., 2006. 2006年10月23日-25日
8. The Solar-Terrestrial data Analysis and Reference System Designed Based on Web Service, Ken T. MURATA, Satoshi ISHIKURA, Eizen KIMURA, Kazunori YAMAMOTO and Takuya KUBO, CODATA2006, Beijing, Oct., 2006. 2006年10月23日-25日
9. Daisuke MATSUOKA, Ken T. MURATA, Eizen KIMURA, Hironori SHIMAZU, Takashi TANAKA, Shigeru FUJITA, Shin-ichi WATARI, Yasuichi KITAMURA, and Hideo MIYACHI, CODATA2006, Beijing, Oct., 2006. 006年10月25日

10. Automatic Meta Data Collection System for Satellite and Ground-based Observation Data by the STARS RSS1.0: An approach for the STARS Semantic Web, Takuya KUBO Ken T. MURATA, Eizen KIMURA, Satoshi ISHIKURA and Iku SHINOHARA, CODATA2006, Beijing, Oct., 2006. 006年10月25日
11. Virtual Earth's Magnetosphere System, Kazunori Yamamoto, Ken T. Murata, Daisuke Matsuoka, Eizen Kimura, AOGS 3rd Annual Meeting, Jul. 2006. 2006年7月10日
12. A Study of IMF's Penetration into the Earth's Magnetotail and Magnetic Flux Rope via Global MHD Simulations, Ken T. Murata, AOGS 3rd Annual Meeting, Jul. 2006. 2006年7月10日