

プロジェクト名： 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. プロジェクト体制

研究代表者

[統計数理研究所] 上野玄太

共同研究者

[国立極地研究所] 門倉昭、佐藤夏雄、岡田雅樹

[国立情報学研究所] 北本朝展

[名古屋大学高等研究院] 海老原祐輔

[情報通信研究機構] 村田健史

[気象大学校] 藤田 茂

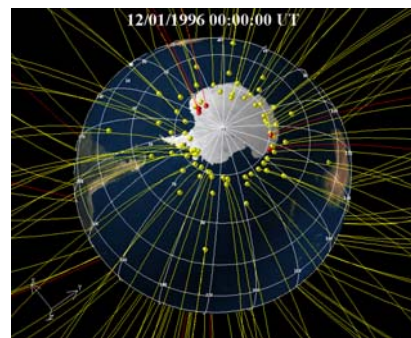
[九州大学大学院] 田中高史

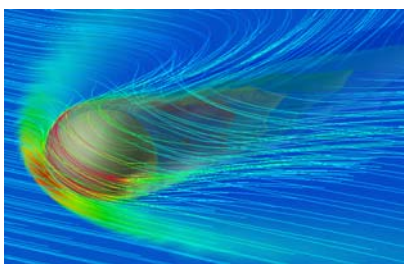
[立教大学] 田口 真

2. 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したバーチャル・オーロラ発生装置を開発し、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。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. 平成20年度の研究進捗





オーロラの源は宇宙空間にある高エネルギーの電子であり、磁力線に沿って動きやすいという性質をもつ。そのため、南北両半球を繋ぐ地球の磁力線の足元（以下共役点と呼ぶ）では同じようなオーロラが見られるはずである。しかし、南極昭和基地とアイスランド域で実施されたオーロラの同時観測によると、オーロラは統計的に知られた磁力線の足元の位置に現れることは殆ど無い。この矛盾を解決するため、物理的に正しく磁力線の形状を再現することができる本バーチャルオーロラ装置を用いて、太陽風の状態に応じて変動する共役点の位置を定量的に求めた(上図)。その結果、共役点の経度方向のずれは、磁気圏の爆発的現象であるサブストームの開始約15分前から急激に大きくなることがわかった。これは、太陽風という外的要因に加えてサブストーム過程という内的要因の効果も共役点のずれに大きく寄与することを意味するもので、従来の実観測や統計的モデルでは得られない新たな知見が得られた。

また、本装置を水星、火星、金星における太陽風相互作用問題に対しても応用し、惑星と太陽風との相互作用の複雑な過程を解明する上で汎用性の高い有用なツールであることが実証された。(左図)本装置を用いて得られた成果は、Astrobiology 誌にて出版、及び Journal Geophysical Research 誌に投稿中である。

4. 次年度以降の研究展開

(最終年度のため該当なし)

5. 研究経費

平成18年度実績： 8,300 千円

平成19年度実績： 7,600 千円

平成20年度実績： 7,750 千円

6. 平成20年度の研究成果

(1) 主要成果物（知見、成果物、知的財産権等）

- 「バーチャルオーロラ装置（完成版）」
- オーロラ発光の南北非対称性を物理モデルに基づいてモデル化。サブストームという磁気圏内の爆発的現象が始まる約15分前から南北非対称性が強まることをはじめて示す。
- 太陽風と火星大気の相互作用によって火星大気が散逸していく過程を可視化。

(2) 成果発表

<論文発表>

[学術論文]

1. Terada, N., Y. N. Kulikov, H. Lammer, H. I. M. Lichtenegger, T. Tanaka, H. Shinagawa, and T. Zhang, Atmosphere and water loss from early Mars under extreme solar wind

and EUV conditions, *Astrobiology*, Vol. 9, doi:10.1089/ast.2008.0250, 2009.

2. Terada, N., H. Shinagawa, T. Tanaka, K. Murawski, and K. Kaneda, A three-dimensional, multi-species, comprehensive MHD model of the solar wind interaction with the planet Venus, submitted to *Journal of Geophysical Research*.

〔会議録〕

該当なし

〔解説・総説〕

該当なし

〔研究ノート〕

該当なし

〔その他〕

該当なし

<会議発表等>

〔招待講演〕

1. 寺田直樹, 中田裕之, 松本洋介, 深沢圭一郎, 陣英克, 三好勉信, 篠原育, 杉山徹, 梅田隆行, 海老原祐輔, 荻野竜樹, 加藤雄人, 金田香織, 久保勇樹, 品川裕之, 島津浩哲, 関華奈子, 田中高史, 坪内健, 中野慎也, 中村琢磨, 藤田茂, 藤原均, 三好隆博, 三好由純, 村田健史, 吉川顕正, モデル結合・融合方法の標準化, 第124回地球電磁気・地球惑星圏学会総会及び講演会, 仙台市戦災復興記念館, 10月12日, 2008年.

〔一般講演〕

1. 寺田直樹, 深沢圭一郎, 陣英克, 杉山徹, 三好勉信, 藤原均, 金田香織, 海老原祐輔, 村田健史, 吉川顕正, 中田裕之, 藤田茂, 三好由純, 関華奈子, 加藤雄人, 品川裕之, 島津浩哲, 久保勇樹, 坪内健, 田中高史, モデル結合・融合方法の標準化: 計算科学研究者間の連携と観測との連携, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 幕張メッセ国際会議場, 2008年5月25日-30日.
2. 高崎聡子, 門倉 昭, 佐藤夏雄, 藤田茂, 田中高史, 海老原祐輔, 村田健史, 松岡大祐, Global MHD シミュレーションによる地磁気共役点位置の時間的トレース, 第32回極域宙空圏シンポジウム, 2008年8月4日-8月5日
3. 寺田直樹, 中田裕之, 松本洋介, 深沢圭一郎, 陣英克, 三好勉信, 篠原育, 杉山徹, 梅田隆行, 海老原祐輔, 荻野竜樹, 加藤雄人, 金田香織, 久保勇樹, 品川裕之, 島津浩哲, 関華奈子, 田中高史, 坪内健, 中野慎也, 中村琢磨, 藤田茂, 藤原均, 三好隆博, 三好由純, 村田健史, 吉川顕正, モデル結合・融合に向けたプログラム自動生成ツールの開

発, STE 研究集会「ペタスケールコンピューティング検討会」および STE 研究集会「太陽地球/惑星系統合型モデル・シミュレータ構築に向けた研究集会」、海洋研究開発機構 横浜研究所 三好記念講堂、2008 年 8 月 6 日-8 日。

4. 高崎聡子 (ROIS)、門倉昭 (極地研)、佐藤夏雄 (極地研) 藤田茂 (気象大学)、田中高史 (九州大学)、海老原祐輔 (名古屋)、村田健史 (愛媛大学)、松岡大祐 (愛媛大学)、上野玄太 (統数研)、北本朝展 (国立情報学研究所) Global MHD シミュレーション可視化システム上の地磁気共役点時間的トレース、第 124 回 SGEPS 総会および講演会、2008 年 10 月 9 日 (木) ~12 日 (日)、仙台市戦災復興記念館
5. Terada, N., T. Tanaka, H. Shinagawa, and K. Murawski, Three-dimensional MHD simulations of the solar wind interaction with terrestrial planets, Michigan-Japan Space Science Workshop, Michigan University, Michigan, USA, 2008 年 11 月 4 日-7 日。
6. 上野玄太、門倉昭、高崎聡子、佐藤夏雄、岡田雅樹、北本朝展、海老原祐輔、村田健史、藤田茂、田中高史、田口真、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、情報とシステム 2008、2008 年 11 月 5 日、一ツ橋記念講堂
7. Satoko Takasaki, Akira Kadokura, Natsuo Sato, Shigeru Fujita, Takashi Tanaka, Yusuke Ebihara, Takeshi Murata, Daisuke Matsuoka, Genta Ueno, Asanobu Kitamoto, Studying influences of IMF on the magnetic field configuration using a 3-D visualization system for Global MHD simulation, International Symposium: Fifty Years after IGY, AIST, Tsukuba, 10-13, Nov., 2008.
8. 寺田直樹, 田中高史, 品川裕之, K. Murawski, 金星電離圏の対流構造: 3次元グローバルシミュレーションと観測の比較考察, STE 研-NICT 合同シミュレーション研究会、名古屋大学, 2009 年 1 月 29 日-31 日。

<著書等>

該当なし

(3) その他の成果発表

該当なし