

3.7.3 電磁波計測研究所 宇宙環境インフォマティクス研究室

室長 石井 守 ほか19名

通信・放送・測位の安心・安全な利用のために

【概要】

当研究室では、主に太陽を起源とする放射線や高エネルギー粒子、磁気圏及び電離圏の擾乱などの宇宙天気現象を監視し、宇宙天気予報を毎日提供するとともに、その精度向上を目的とした研究開発を行っている。

特に、アジア・オセアニア域を中心に構築する国際的な宇宙・地球環境の観測及びデータ収集・管理・解析・配信を統合的に行う体制を整備し、広領域・大規模データをリアルタイム収集・処理するためのインフォマティクス技術を確立することを目標としている。具体的には、これらの技術と宇宙・地球環境の基礎的知見を組み合わせることで、衛星測位等に影響を与える電離圏擾乱を緯度・経度で0.5度以下の空間分解能で予測すること、また静止軌道衛星等の障害原因となる内部磁気圏での電磁環境及び高エネルギー粒子到来を1度以下の空間分解能で予測する予報技術の高精度化を推進し、可視化技術等を用いた情報発信を行うことを目標とする。

また、太陽フレアが社会インフラに与える影響の検討として、スーパーフレアなど1,000年に一度程度の、まれにしか起こらないが非常に大規模な現象（極端現象）の再現実験を進めている。現在、この研究を更に進め、再現性の検証を行うとともに、通信・放送・測位及び電力網や人工衛星の運用などが極端現象によりどこにどのくらいの影響を受ける可能性があるかを具体的・定量的に把握するための研究を進めている。

現在、国際民間航空機関（ICAO）において宇宙天気情報を民間航空運用に用いるための改定案を検討している。この例をはじめ、宇宙天気情報が実社会で利用される状況が進んでおり、太陽フレアが及ぼす社会影響の定量的な把握とリアルタイムモニタリング、及び精度の高い予測情報の提供を行うことが求められているといえる。

【平成26年度の成果】

(1) 電離圏擾乱の研究開発

当研究室では昭和33年の国際地球年以来継続的に電離圏常観測を継続してきたが、平成25年より現行の観測装置から次期電離圏観測装置VIPIR2への更新を進めている。平成26年は国分寺局に加え国内3局への導入を進めた。本システムの更新により、X-modeとO-modeの分離による自動読み取り精度の向上をはじめ、電離圏2次元構造の推定など様々な点で新たな観測の展開が期待できる。

東南アジアに展開している電離圏観測ネットワーク（SEALION）については、これまで現地特有の電源やネットワークの不安定や雷等の被害に悩まされてきたが、そのロバスト化のための調査を行い、耐雷対策を検討した。既にいくつかの観測拠点においてはその成果が発揮され、雷等の被害が軽減されてきている。

モデル開発においては、24時間先の電離圏擾乱の予測を可能とする経験モデルの改良を進めるとともに観測結果との比較検証を進めた。また、数値モデルにおいては電離圏局所モデルを開発し、赤道域における衛星測位の誤差要因となるプラズマバブルの発生を再現することに成功した（図1）。現在別途開発している、地上から電離圏までを統一的に計算可能とする数値シミュレーションコード（GAIA）との結合を今後進める予定である。

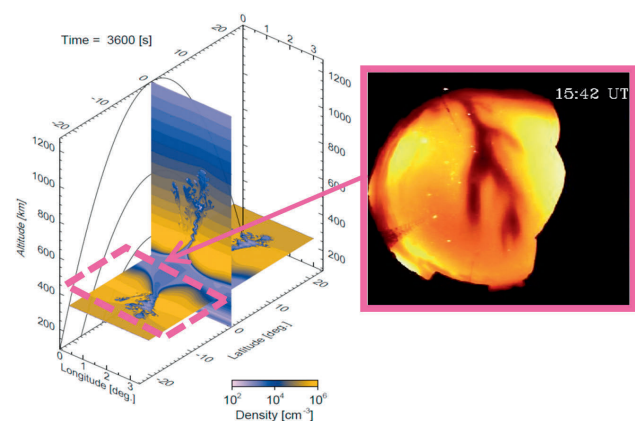


図1 局所電離圏モデルによるプラズマバブルの再現

(2) 内部磁気圏擾乱の研究開発

これまで長年にわたり開発してきた磁気圏シミュレーションコードの精緻化・ロバスト化を推進、これ

までは極端現象として再現不可能であった現象を扱うことに成功した。その一例として、平成 13 年 7 月 15・16 日に発生した地磁気嵐（バスターミユイイベント）の再現を試み、極域の磁場との比較・検証を行った（図 2）。また経験モデルにおいては、放射線帯モデルにおいて、“Van Allen Probes”のデータを用い、予測領域を静止軌道のみならず GPS 軌道の領域まで拡大し、その利用可能な衛星数を増やした。また、気象庁との連携のもと平成 26 年に打ち上げられた気象衛星“ひまわり 8 号”の放射線帯粒子データをリアルタイムで入手・解析し宇宙天気監視及び予報に利用するシステムの構築に着手した。

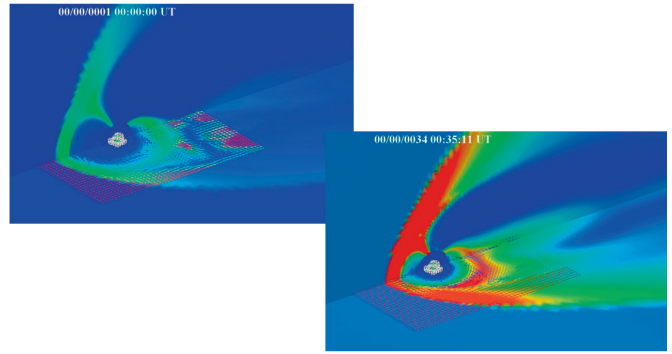


図 2 衝撃波到達前(左)と到達後 30 分(右)の地球磁気圏のシミュレーション

(3) その他の活動

宇宙天気現象をいち早く把握するための早期警戒システムとして平成 24 年度の補正予算で整備、平成 26 年 3 月に完成した山川電波観測施設の太陽電波観測システムについて、その試験観測を開始するとともに、野辺山電波ヘリオグラフ等国内観測施設との連携によるオールジャパンの太陽早期警戒体制を構築している。また同じく平成 26 年 3 月に完成した太陽風データ受信システムについて、現在運用中の衛星 ACE に加え、平成 27 年 2 月に打ち上げられた衛星 DSCOVR の受信に対応するための機器開発を行った（図 3）。



図 3 太陽風データ受信システムの DSCOVR 対応受信系開発

また、太陽風シミュレーションの高速化及び領域の拡大を進め、地球軌道までを含む範囲の計算が可能になった。これにより地球に到達する太陽風予測が可能になると期待される。

総務省委託事業である南極観測においては観測船しらせを用いた長波標準電波の計測を行い、長基線伝搬特性を計測している。このデータを用いて ITU-R における標準化活動を推進している。

防衛省、インドネシア宇宙庁など国内外の機関に対して宇宙天気情報の意味と使い方についての研修を行った。加えて、宇宙天気情報の使い方に関するテキストを日本語及び英語で作成し研修で使用するなど、資料の整備を進めている。

国際連携活動としては、アジア・オセアニア宇宙天気アライアンス (AOSWA) の事務局として季刊誌の発行をはじめ、第 3 回 AOSWA ワークショップを福岡において開催し、連携の在り方について議論した（図 4）。

広報活動については、山川太陽電波観測施設の完成に際して地元住民対象の講演会を開催、200 名を超える方が来場した。また、CQ-Ham Radio 等の一般雑誌に連載を開始するなどの活動を展開している。さらに、国立科学博物館の企画展「ヒカリ展」(平成 26 年 10 月～27 年 2 月)の展示企画に協力するとともに、ギャラリートークでの講演を行い宇宙天気の認知度向上に向けた活動を行った。



図 4 第 3 回 AOSWA ワークショップ参加者