

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

安心・安全な宇宙利用のために

【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、国内及びアジア・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・処理することで宇宙天気の現況把握・予報を行うための基盤を構築する。また、これによって得られた情報と宇宙・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、ユーザーに分かりやすい情報発信を行うことを目標とする。

また、今後必ず発生すると考えられる激甚宇宙災害に対する対策として、スーパーフレアなど1,000年に1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、宇宙災害の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27年度の成果】

(1) 電離圏擾乱の研究開発

日本上空の高解像度電離圏全電子数マップのリアルタイム性を向上した。これまでデータ公開に数時間を要していたが、数分に短縮された。これにより、平成28年度から始まる第4期中長期目標期間において進めるデータ同化システムへのリアルタイムでのGPSデータの供給を可能にした。また、今後の電離圏リアルタイム予報に向け、国内及び東南アジアの現況・予報データの表示ソフトウェアを開発するとともに、プラズマバブルの移動を考慮した1時間後の予測位置の表示を可能にした。

平成26年度に開発した赤道域の局所電離圏モデルを更に改良した。プラズマドリフトの鉛直シアをモデルに導入し、プラズマバブルの成長過程の特徴である東西非対称性を再現することに成功した(図1)。

これまで開発を進めてきた、地表から高度500kmまでの大気変動を統一的に計算可能なシミュレーションコード“GAIA”を用いて、電波の異常伝搬をもたらすスプラディックE層の発生分布や季節特性の大気圏電離圏モデルによる再現性を調査した。スプラディックE層の日々変動が観測と一致し、将来的な予測につながる結果を得た(図2)。

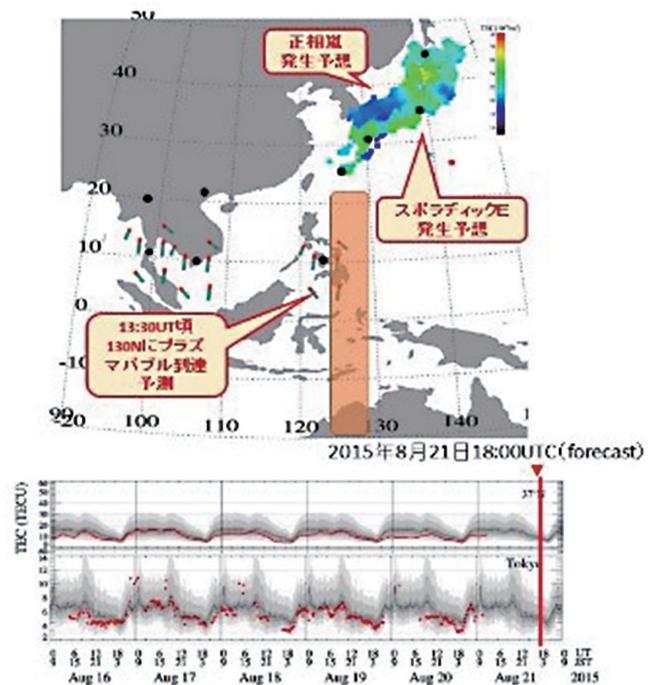


図1 アジア・オセアニア域電離圏表示システム

(2) 内部磁気圏擾乱の研究開発

これまで、静止軌道付近の電磁環境を経験的に予測するモデルを開発し Web による公開を進めてきた。これを更に進め、人工衛星の形状や材質までも考慮した「テーラーメイド宇宙天気」モデルの開発を、JAXA をはじめとした研究機関、大学と協力し開始した。

磁気圏シミュレーションの観測結果による検証を進めた。極域の電気伝導度モデルを現実に近いものに置き換えることで、観測結果のシミュレーションによる再現性を向上した。

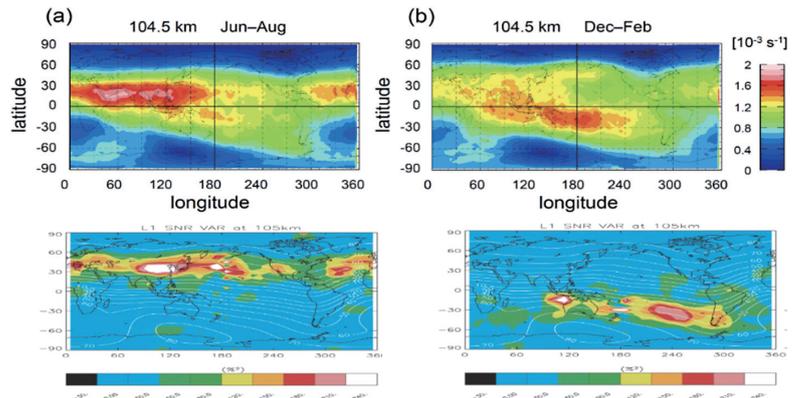


図2 スポラディック E 層の発生分布と季節特性の再現。(a) 夏季、(b) 冬季それぞれで上が GAIA モデル、下が衛星観測の結果。

(3) その他の活動

宇宙天気予報での大きな課題のひとつである、太陽フレアの発生予測に有望な道筋をつけた。過去の大量の太陽観測データから、太陽フレアが発生した領域とその物理特徴量を自動抽出し、特徴量間の関連性を検討した結果、世界的にもトップレベルの予測精度を記録した (図3)。

航空運用における宇宙天気情報の利用を検討する ICAO 内の検討グループ WG-MISD に専門委員として参画し、航空気象を定めた Annex3 の改定案や運用コンセプトを記載した文書“ConOps”の改定案の作成に大きく寄与している。また、ITU-R/SG3 の国内委員会である、情報通信審議会電波伝搬委員会を主導するとともに、本会議にも出席し、長波電界強度測定及び TEC フォーマットに関する 3 件の勧告改訂を実現した。さらに、世界気象機構 (WMO) のデータ配信機関 DCPC として NICT が登録され、宇宙天気情報の発信を開始した。また、マレーシアの宇宙機関 ANGKASA より 2 名の研修生を受け入れ、宇宙天気予報業務に関する指導を 2 カ月間行った。

国内動向では、国内研究機関と共に新学術領域「太陽地球圏環境予測」(PSTEP) を立ち上げ、全日本の宇宙天気研究体制を構築、予報技術開発の中心として活動を始めた。また、ユーザーとのコミュニケーションを深めることを目的とした宇宙天気ユーザーズフォーラムを開催し、ユーザーニーズの収集及びデータ利用に関する指導を行った。

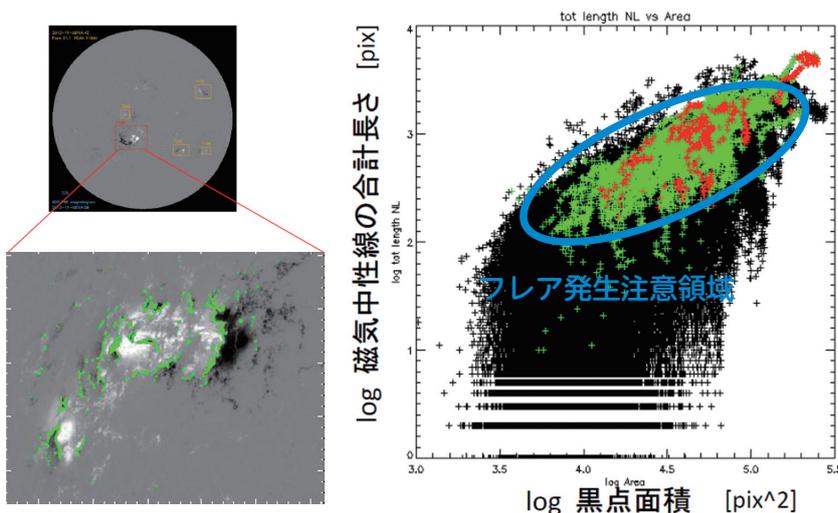


図3 フレア発生予測の検討結果

- 左上：太陽全球画像
- 左下：黒点部分の拡大。磁気中性線を緑線で表現。
- 右：特徴量による分類例。緑及び赤はそれぞれ M、X クラスフレアが発生した黒点に対応。