

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 村田健史 ほか 18 名

備えあれば憂いなし…実用的な宇宙天気予報を目指して

【概要】

21 世紀に入り、人類の宇宙空間の利用や宇宙空間での活動の幅はますます広がっている。我々の日常生活が直接的・間接的に宇宙空間に依存する度合いは高くなる一方である。国際地球観測年（IGY）が始まった約 50 年前と比較しても、気象衛星、通信・放送衛星は日常生活で利用されるようになり、GPS 衛星によるナビゲーションシステムも普及した。国際宇宙ステーションや宇宙探査が進むと同時に、民間の宇宙旅行サービスなども始まっている。宇宙空間の利活用は、我々の生活にしっかりと根付いている。

21 世紀の社会生活においては、宇宙環境の安定利用が重要であるが、宇宙環境は太陽活動の影響によって大きく変化することがある。宇宙環境変動によって衛星障害や通信障害、測位誤差が生じた場合には、我々の日常生活への影響も無視できない。これらを背景に、宇宙環境の現況の把握と将来の推移を予測するのが宇宙天気予報の役割である。宇宙環境インフォマティクス研究室は、宇宙環境変動予測技術の研究開発と宇宙天気予報業務を担当している。

平成 23 年度は、特に、アジア・オセアニア域の地域協力体制を整え、観測ネットワークの充実を基盤として、宇宙天気観測データからの宇宙環境変動予測技術の開発を進めた。さらに、インフォマティクス技術を導入し、データの自動収集、データベース化、可視化、宇宙天気予報業務の高度化などを行った。

【平成 23 年度の成果】



図 1 第 1 回アジア・オセアニア宇宙天気アライアンスワークショップ

アジア・オセアニア域の電離圏・ジオスペース観測及びデータ交換の基盤となる体制の構築を進めた。具体的には、アジア・オセアニア宇宙天気アライアンスを 8カ国 14 組織で立ち上げ、平成 24 年 2 月にタイにおいて第 1 回アジア・オセアニア宇宙天気アライアンスワークショップを開催した（図 1）。

さらに、インフォマティクス技術を応用したロバストな観測システムの開発と大規模データを処理するためのシステムの整備を行った。具体的には、国内外の地上観測網に仮想ネットワークを構築するためのシステム開発を行い、国内外 8 拠点に対してデータ伝送のロバスト性とシステム監視の実験を進めた（図 2）。また、各国が公開する宇宙天気観測および計算機シミュレーションデータのメタデータおよびデータファイルの自動収集（クローリング）を開始した。平成 24 年 3 月末現在、1 日約 3 万件のデータファイルの収集を行っている。南極での電離圏観測においては、新たに開発した観測機の導入により、省力化及び安定的な運用を実現した。

磁気圏内宇宙環境予測として、地磁気と極域レーダ観測の比較を行い、地磁気脈動の特性が両者で大きく異なることを明らかにした。地磁気脈動による内部磁気圏領域の粒子拡散係数のモデル化の際には、両者の観測を相補的に用いることが重要であることを明らかに

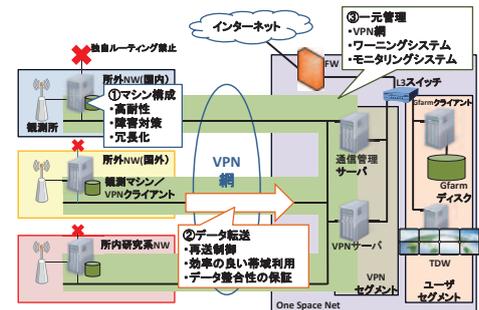


図 2 国内外の地上観測網に仮想ネットワークを構築するためのシステム

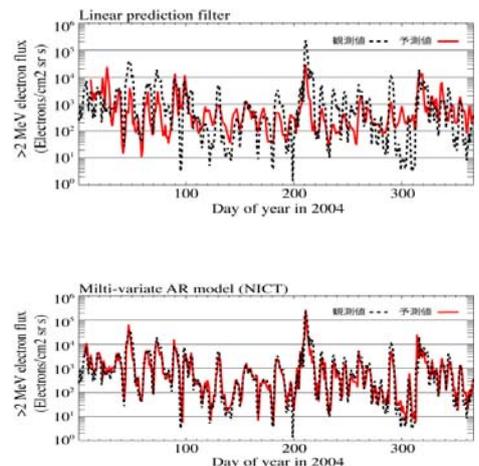


図 3 太陽風観測データから予測された放射線帯粒子の変動（上：NOAA による予測、下：NICT による予測）

した。太陽風観測データから高精度に内部磁気圏（放射線帯）粒子変動を予測するアルゴリズムおよび磁気圏内の高エネルギー粒子運動追跡スキームの開発を行った。放射線帯粒子変動予測はこれまでの標準的なモデル（米国・NOAAによる）を大きく上回る予測精度を達成した（図3）。

プラズマバブルの発達・伝搬予測に向け、アジア・オセアニア域の電離圏観測データ処理アプリケーションの開発に着手し、公開データの自動収集を開始した。これらのデータをもとに低緯度電離圏全電子数（TEC）の緯度プロファイルや広域2次元マップの作成を開始した（図4）。また、これらのTECデータとNICTの東南アジア域電離圏観測網（SEALION）データを用いて赤道域電離圏擾乱現象の発生と伝搬についての研究を進めた。

高精度化磁気圏シミュレーションスキームの設計を行い、150°スケールのTVD（Total Variation Diminishing）コードの開発を開始した。また、下層・中層大気の影響を取り込んだ大気圏・電離圏結合シミュレーションコードを開発し（図5）、このコードの高精度化スキームの検討を開始した。

磁気圏および電離圏のシミュレーションの大規模化に伴い、高時間分解能で空間的に大規模なシミュレーションデータのポスト処理環境の開発を進めている。具体的には、メニーコア環境（100コア超）を活用した10,000ステップを超える時間スケールでの3次元可視化と可視化データのCG化を行うシステムの開発と、シミュレーションデータ処理への適用を開始した。

技術開発の防災応用として、電離圏変動の観測およびシミュレーション技術を活用して、大規模地震時の津波伝搬に伴う電離圏変動のメカニズムの研究を進め、津波の沿岸への伝搬予測の検討を開始した（図6）。

宇宙環境の現状把握および予測に向けたサービスプラットフォームとして、週刊宇宙天気ニュースの定常的な提供を開始した。また、国際競争力強化のために、太陽フレア予測と地磁気変動予測の4カ国スコア比較Webサイトを立ち上げ、宇宙環境変動予測の情報発信と自己点検を行った（図7）。

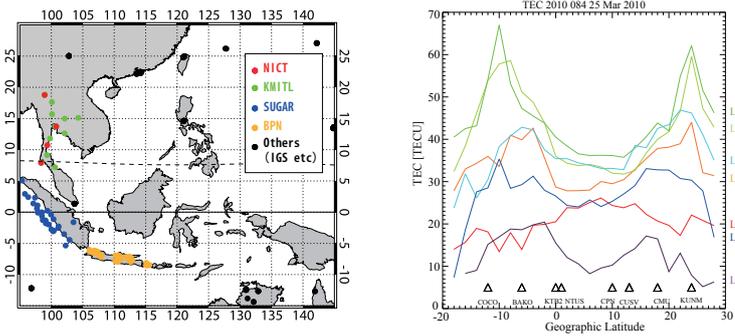


図4 NICTで収集している東南アジア域GPS受信機網（左図）とそれから導出されるTEC緯度プロファイルの時間変化（右図）

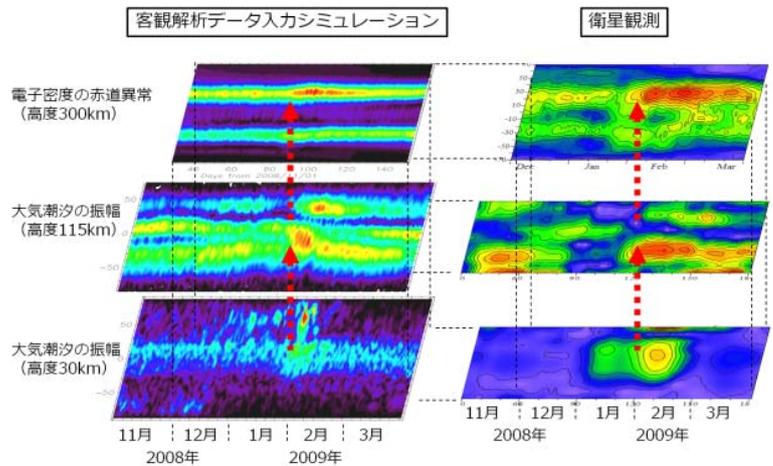


図5 下層・中層大気の影響を取り込んだ大気圏・電離圏結合シミュレーション

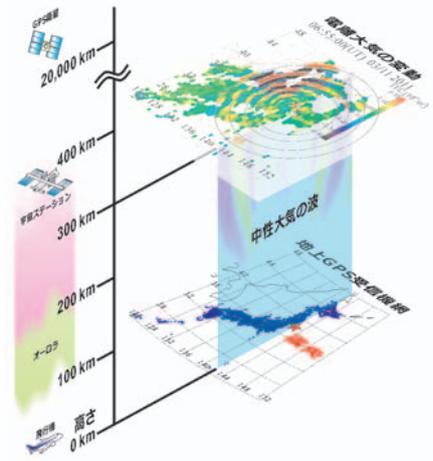


図6 大規模地震時の津波伝搬に伴う電離圏変動のメカニズムの研究と、津波の沿岸への伝搬予測の検討

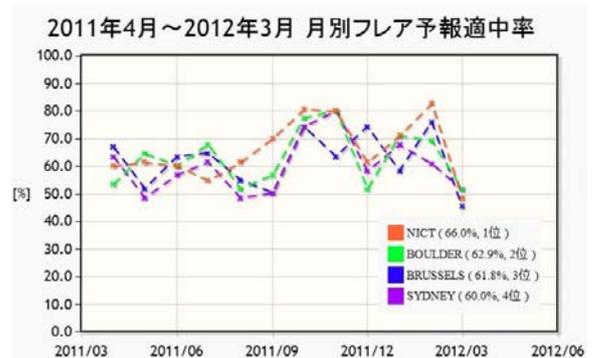


図7 太陽フレア予測と地磁気変動予測の4カ国スコア比較Webサイトの立ち上げ