

## NICT 宇宙環境研究の現状について

情報通信研究機構電磁波計測研究所

宇宙環境インフォマティクス研究室長 石井 守

はじめに

NICT では、1952 年に郵政省電波研究所発足以来平磯にて太陽電波の観測を開始、また国際地球観測年 (IGY : 1957 年) 以来継続的に電離圏観測を続けている。また 1988 年からは宇宙天気予報業務を開始し、宇宙インフラ運用業務をはじめ、通信・放送・測位のユーザーに対する情報提供を行っているほか、その予測精度向上を目的とした研究開発を行っている。

NICT は、平成 23 年から 5 年間の第 3 期中期計画期間に入り各プロジェクトにおいてその目標を定めた。当研究室では以下の 2 点を目標としている；(1) 電離圏電波伝搬障害の予報技術開発、(2) 静止軌道上電磁環境の予報技術開発。また特に 2011 年 3 月の東日本大震災発生以降、「1000 年に一度」の極端現象についての注目が高く、宇宙天気分野においても超巨大フレア発生に対する検討が高まっている。

ここでは、我々の研究および定常業務活動について紹介する。

### 1. 第 3 期中期計画における目標とロードマップ

平成 23 年～27 年の NICT 第 3 期中期計画においては、宇宙環境研究として電離圏電波伝搬障害および静止軌道上電磁環境の予報技術開発を目標とし、これに対する手段として観測・シミュレーションおよびインフォマティクスの 3 つを掲げている。インフォマティクスは、情報通信技術の応用の意味で宇宙環境計測およびシミュレーションを強力にサポートする位置づけとしている。また宇宙天気の物理メカニズムには現在でも未解明のプロセスが多々ある一方で現業としての予報業務を必要とされていることから、観測結果を基にした経験モデルを先行的にすすめ運用しつつ、数値シミュレーションコードを開発する 2 本立ての戦略を立てている。観測については現状把握への利用のほか、モデル・シミュレーションコードへの入力パラメータおよび検証として活用する。

#### 1-1. 電離圏電波伝搬障害の予報技術開発

電離圏擾乱が電波利用に与える影響としては、電離圏嵐による短波帯通信やスポラディック E 層の発達によるテレビ放送への影響等が古くから

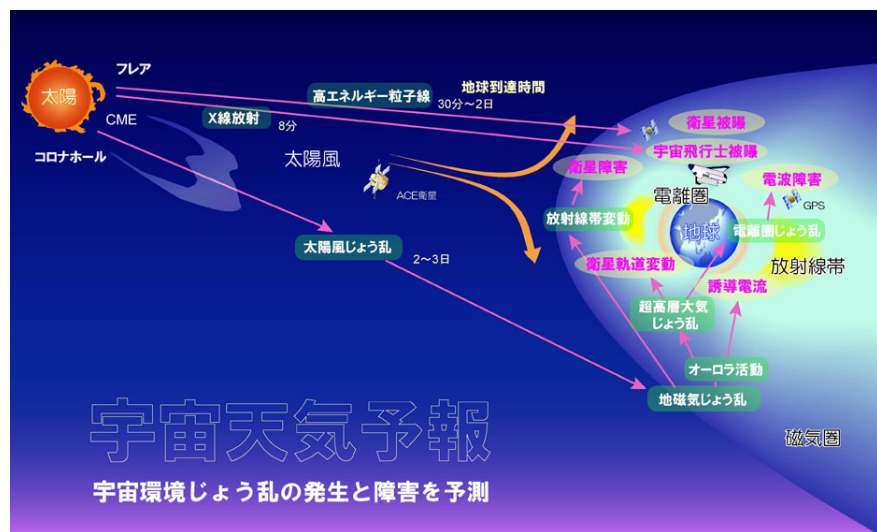


図 1 宇宙天気予報の概要

知られている。その一方で近年問題となっているのが衛星測位精度に対する電離圏擾乱の影響であり、1周波単独測位の場合には

最大数 10m の誤差が生じることが知られている。特に現在自動管制システムの導入を進めている航空機の電子航法に対する影響は深刻であり、電離圏擾乱予測に対する関心が高まっている。特に我が国は磁極の位置から見て赤道に近い領域に当たり、その領域特有の“プラズマバブル”と呼ばれる電離圏の泡が与える影響が大きい。

これらプラズマバブルをはじめとする電離圏擾乱の現況把握および予測を進めるため、当機構では以下の研究を進めている。

まず観測においては、サロベツ・国分寺・山川・沖縄の国内 4 か所における定常業務および南極昭和基地、東南アジア各国でのイオノゾンデを用いた電離圏観測に加え、世界各国の GPS 網による電離圏全電子数の推定およびマッピング技術を開発している[1]。また、世界で現在唯一となる、地表から高度 500 km の電離圏までを統一的に計算する大気モデル“GAIA”を構築し、宇宙からの影響に加え地上付近の大気変動による影響を受ける電離圏の変動を現実に近い形で表現することに成功している[2]。これらによる電離圏電子密度の現況把握と予測に向けて研究開発を進めているところである。

#### 1-2. 静止軌道上電磁環境の予報技術開発

放射線帯はその活動度によって静止軌道衛星の衛星帯電などに影響を与えることから、宇宙天気の情報へのニーズが高い。

当機構では、アラスカ・キングサーモンにおいて SuperDARN (Super Dual Auroral Radar Network) のうちのひとつ、キングサーモンレーダを運用している他、シベリア域を中心に磁力計を展開し磁気圏擾乱予報に至るデータ収集をすすめている。また経験モデルとして多変量自己解析モデルを導入した静止軌道放射線帯電子フラックス予測モデルを構築し[3]、サービスを開始したところである(詳細は本シンポジウ

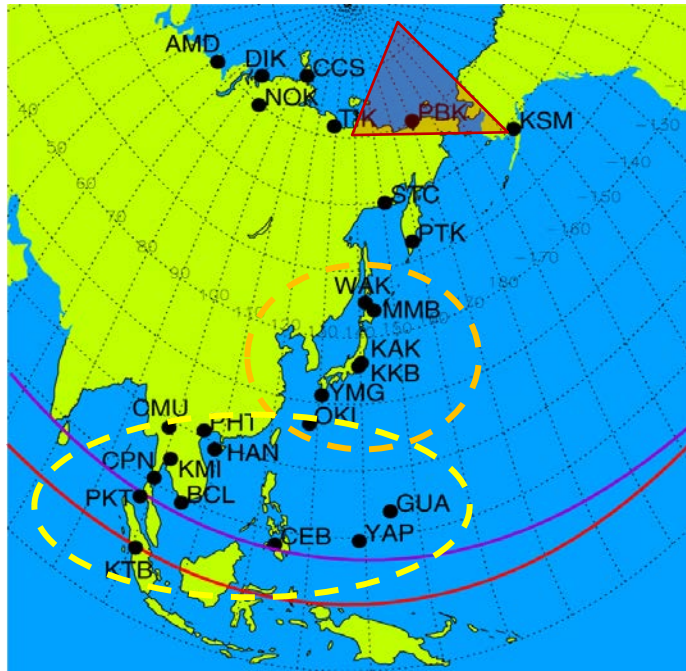


図 2 NICT の観測網

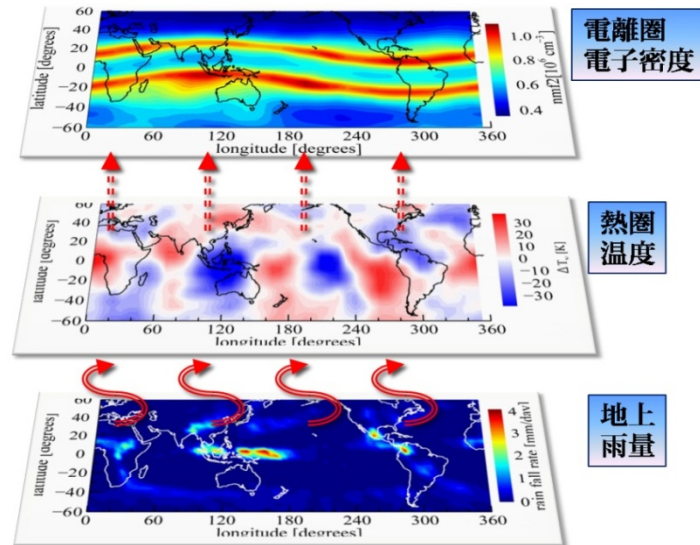


図 3 GAIA モデルによる電離圏における波数 4 構造の再現

ム長妻氏講演参照)。また、当機構では長年にわたり太陽風～磁気圏～電離圏の数値シミュレーションモデルを構築しており、その精緻化を現在進めている。これは、近年注目を集めている「極端現象」を表現することが可能なモデルとして期待されている。2012年11月にはスーパーコンピュータのリプレースが完了し、これらのモデルを開発する基盤が整備されたところである。

## 2. Asia-Oceania Space Weather Alliance

宇宙天気予報業務は、ISES (International Space Environment Service) の枠組みのもと国際協力関係を構築し観測情報・予報情報の共有等を行っている。現在 15 の国と組織が Regional Warning Center として加盟している。

これらの加盟メンバーの中で、欧州および米国ではその連携が強化されているところである一方、アジア・オセアニア域では比較的つながりが薄い状況であった。そこで、2010年にNICTが呼びかけ、Asia-Oceania Space Weather Alliance (AOSWA)の立ち上げをおこなった。第1回目の会合はインドネシアのバンドンで開催され、日本、インドネシア、オーストラリア、インドおよびマレーシアが参加した。その後第1回ワークショップとして2012年2月にタイ・チェンマイにおいて開催され、10か国25組織から77名の参加があった。第2回は2013年10-11月に中国・昆明での開催が予定されている。

## References

- [1] Tsugawa, T, A. Saito, Y. Otsuka, M. Nishioka, T. Maruyama, H. Kato, T. Nagatsuma and T. K. Murata, Ionospheric disturbances detected by GPS total electron content observation after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, *Earth Planets Space*, *Earth Planets Space* Vol.63, P875-879, 2011
- [2] H. Jin, Y. Miyoshi, H. Fujiwara, H. Shinagawa, K. Terada, N. Terada, M. Ishii, Y. Otsuka, and A. Saito, Vertical connection from the tropospheric activities to the ionospheric longitudinal structure simulated by a new Earth's whole atmosphere-ionosphere coupled model, *Journal of Geophysical Research* Vol.116, A01316, 2011
- [3] K. Sakaguchi, Y. Miyoshi, S. Saito, T. Nagatsuma, K. Seki, K. T. Murata, Relativistic electron flux forecast at geostationary orbit using Kalman filter based on multivariate autoregressive model, *submitted to Space Weather*.