

# 1 はじめに

## 1 Introduction

村田健史

MURATA Ken T.

今日（今世紀に入って）の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り、我々の日常生活が直接的・間接的に宇宙に依存する度合いは高くなる一方である。IGY（国際地球観測年）が始まった約 50 年前と比べ、日常的な通信衛星・放送衛星の利活用や国際宇宙ステーション等の人類活動、GPS 衛星による地上での測位など、宇宙空間の利活用は我々の生活に完全に根付いており、これらの安定運用は社会生活の視点から必須であると言える。しかし、人工衛星や国際宇宙ステーションが飛翔する宇宙環境は、太陽活動の影響によって大きく変化することがある。宇宙環境の擾乱によって、衛星障害や通信障害、測位誤差の増大などが生じた場合には、我々の日常生活への影響も大きい。

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。情報通信研究機構（NICT）は、1965 年以来、国連 UNESCO の下部機関の ISES（国際宇宙環境情報サービス）の宇宙天気予報センターとして活動し、定常的に宇宙環境情報を提供している。具体的には、13 の加盟国間でデータ・情報交換を行い、NICT 独自の宇宙天気観測ネットワークによる観測データに基づいた太陽活動、地磁気活動、太陽放射線活動、電波伝播に関する予報を日々実施し、Web や電子メールなどにより国内外に情報配信している。

前述のとおり、NICT は、宇宙環境の情報配信を目的とした観測ネットワークを国内外に展開し、宇宙天気研究と予報業務に活用している。国内においては、宇宙天気現象の源である太陽の活動（フレアや CME 現象など）のモニターを目的として、 $H\alpha$  線による太陽光学観測および広帯域の電波スペクトル観測、太陽活動の F10.7 指数の観測を実施している。さらに、GPS 信号を用いた測

位の誤差要因や電波伝播障害の要因となる電離圏擾乱をモニターすることを目的として、国内 4 か所でイオノゾンデを用いた電離圏の観測を長期間実施している。

また、海外においては、放射線帯変動や中低緯度電離圏擾乱の要因となる極域の地磁気やプラズマ変動をモニタリングするため、国際協力の元で、極東シベリア域を中心とした地磁気（10 か所）・HF レーダ（1 か所）の観測網を展開している。さらに、GPS の測位誤差の要因となるプラズマバブルのモニターと、発生・伝播メカニズムの解明を目的として、国際協力の元で東南アジア域 8 か所にイオノゾンデ、GPS シンチレーション・TEC モニター、磁力計による電離圏観測ネットワークを展開している。

一方、これらの観測データを補い、または観測データを利用した宇宙環境予測を目的として、NICT ではスーパーコンピュータによる数値予報を行っている。太陽と太陽風、地球磁気圏および地球電離圏・熱圏をそれぞれリアルタイムにシミュレーション計算し、数日から数週間後の宇宙環境の予測に利用している。それぞれのシミュレーションコードは入力パラメータとして太陽、太陽風の観測データや上流となる磁気圏シミュレーションの内部境界データを入力パラメータとしている。このような実観測または他のシミュレーション結果をもとにしたシミュレーションを行うことで、実用性の高い予測が可能となる。

さらに、近年、NICT では情報通信技術（ICT）を活用したインフォマティクスによる宇宙天気の研究を開始した。これは、JGN2plus などの高速ネットワークや GPGPU などによる高速数値計算・データ処理、大規模分散データストレージを活用し、上記の観測データやシミュレーションデータを統合的に処理することで、これまでには

ない手法による宇宙環境予測・予報を行う試みである。データの標準化、クラウドコンピューティングの利活用、セマンティック Web データベースの導入などにより、これまでには困難であった数値データのデータ統合化を進め、過去の事例から様々な因果関係を学習し、より高い精度での宇宙環境予測の達成が期待されている。

本特集号では、NICT がこれまでに取り組んできた、または今後も試みを進めていく観測・シミュレーション・インフォマティクスによる宇宙環境研究および宇宙天気研究の成果をまとめ、

報告するものである。前回の宇宙天気特集号から7年が経ち、NICT の宇宙天気研究は飛躍的に発展した。観測技術、数値計算技術および情報通信・情報処理技術が更なる発展を遂げようとする今、これまでの研究成果を特集号としてまとめることには意義がある。一方、残念ながら、これまでの成果をもってしても、現在、実用性の高い宇宙天気予報が実現したとは言い難い。本稿での我々の取り組みが今後発展し、真の宇宙天気予報の実現に結びつくことを願ってやまない。



村田健史

電磁波計測研究センター宇宙環境計測  
グループグループリーダー 博士（工  
学）宇宙情報工学、福祉情報工学