

データの視点から見た宇宙天気科学の将来の方向 ~ 「多すぎるデータ」と「少なすぎるデータ」を乗り越えて ~

村田 健史 [1]; 亘 慎一 [1]; 長妻 努 [2]
[1] 情報通信研究機構; [2] NICT

A prospective vision of future space weather research and operation

Ken T. Murata[1]; Shinichi Watari[1]; Tsutomu Nagatsuma[2]
[1] NICT; [2] NICT

Main methodologies of Space Weather so far are theoretical, experimental and observational, and computer simulation approaches. Recently “informatics” is expected as a new (fourth) approach to the STP studies. Informatics is a methodology to analyze large-scale data (observation data and computer simulation data) to obtain new findings using a variety of data processing techniques.

At NICT (National Institute of Information and Communications Technology) we are now developing a new research environment named OneSpaceNet. The OneSpaceNet is a cloud-computing environment, which connects many researchers with high-speed network (JGN: Japan Gigabit Network). It also provides the researchers rich resources for research studies, such as super-computer, large-scale disk area, licensed applications, database and communication devices. What is amazing is that a user simply prepares a terminal (low-cost PC). After connecting the PC to JGN, the user can make full use of the rich resources via L2 network. Using communication devices, such as video-conference system, streaming and reflector servers, and media-players, the users on the OneSpaceNet can make research communications as if they belong to a same (one) laboratory: they are members of a virtual laboratory.

We present two initial results using the OneSpaceNet for large-scale computer simulation data transfer and virtual observation data transfer system.

情報通信研究機構 (NICT) は、日本で唯一の宇宙天気予報を業務として行う研究機関であり、20 年以上にわたり宇宙天気研究と環境情報提供 (予報) 業務を行ってきた。この道のりを図式的に示すと、(1) 太陽から磁気圏・電離圏までの因果関係を理解するための科学研究フェーズ、(2) これらの科学研究成果に基づいた宇宙天気の実現のための観測技術開発、シミュレーション技術開発など、予報・予測技術開発を含んだ技術開発フェーズから成り立っていたと言える。(1) は、基礎物理的な過程を明らかにしたが、皮肉なことに、実用的な宇宙天気予報のための定量予測が容易ではないことも明らかにした。(2) は、基礎物理 (科学) 的なデータを定常的に収集 (または生成) することに成功したが、因果関係の複雑さやデータ (観測データもシミュレーションデータも) の多さと少なさにより、実用的な宇宙天気予報を達成したとは言いがたい。ここで、データの多さは太陽から電離圏まで、また、観測からシミュレーションまで、多種多様で大量のデータがあるにも関わらず、それらを統合的に解析する手法を我々は実現していないことを意味する。データの少なさは、例えば観測データについては惑星間空間、磁気圏、電離圏のどの領域を考えても、宇宙天気現象をモニタリングし、また予測するためのデータとしては、時空間的に欠落している箇所が多いことを意味する。またシミュレーションデータについては、計算サイズの制限により再現できる (予測できる) 現象に限界があり、また、シミュレーションの仮定 (多くの場合は流体モデル) が予報に十分ではないことを意味する。

宇宙天気予報は、これらを乗り越えて、実用性のある宇宙空間の電磁環境予測を目指している。天気予報 (気象) の困難さを考えると、宇宙環境の予測がいかに容易ではないかは明らかであり、世界中の宇宙天気予報機関は真の宇宙天気予報実現の難しさの前に、ブレークスルーを見いだせないでいる。(地上の) 天気予報はデータ同化技法により完全とは言えないまでも実用性のある天気予報を達成したのに対して、宇宙天気予報は「データの多さと少なさ」の問題があるために、データ同化手法を導入する段階にすら至っていない。

NICT では、この「データの多さと少なさ」に立ち向かう方法論として、(3) インフォマティクス (情報通信技術) の導入を決めた。宇宙天気観測が人工衛星や地上観測を基盤とし、コンピュータシミュレーションがスーパーコンピュータを基盤とするのと同様に、インフォマティクスの基盤として有効であるのがクラウドである。NICT では、科学研究用クラウドとして NICT サイエンスクラウド (OneSpaceNet : OSN) を構築している。OSN 上に 5PB を超えるストレージシステムを実装し、この上にあらゆるデータ (観測データもシミュレーションデータも) を格納することに成功した。さらに、400 コアを超える CPU を用いて、これらのデータを高速に分散処理する環境も整いつつある。磁気圏シミュレーションの高時間分解能データ処理と可視化、磁気圏シミュレーションによる太陽風感応実験、1000³ スケールの大規模惑星シミュレーションデータ処理、GPS-TEC の自動データ収集と TEC マップ作成、長期間 (目標は 25 年間) 電離圏変動シミュレーション、放射線帯高エネルギー粒子予測モデル構築、多地点地磁気データ処理によるグローバルな地球磁場変動 (二日周期) 現象の解析など、サイエンスクラウドを活用した様々な研究成果が本学会期間中にも報告される。

インフォマティクスが宇宙天気の持つ「データの多さと少なさ」に対するブレークスルーになりえるかどうかは、まだわからない。本講演では、インフォマティクスによる宇宙天気研究の可能性について議論したい。