

宇宙天気をめぐる最近の動向

石井守 (情報通信研究機構)

Research Activities of Space Weather forecast in NICT
Mamoru Ishii (NICT)

Abstract

The solar activity has been in decreasing phase since 2013 and the number of space weather phenomena, e.g., solar flare becomes small. On the other hand, the discussion of social necessity of space weather is increasing now.

1. 目的および背景

「宇宙天気」とは、主に太陽を起源とする地球近傍宇宙の電磁環境を指します。自然の巨大な核融合炉である太陽に対して地球は大気と磁場の2つの防護壁を持っています。大気は太陽から来るX線や紫外線などの電磁波を吸収し地表面まで到達することを防ぎ、この際に大気圏上部は化学反応を起こして電離します。これを電離圏と呼んでいます。また地球磁場は太陽からの電離大気(太陽風)を地球に近づくのを妨げる働きをしています。しかしながら太陽風にも太陽由来の磁場があり、地球磁場との反応が進む南向きの時には地球磁場をすり抜けて地球近傍まで到達します。これにより、大気圏外の人工衛星や国際宇宙ステーションに直接影響を与えるほか、電離圏を乱し、衛星を利用した通信・放送・測位あるいは地上間の短波通信などに影響を与えます。また、電力線に過電流を生じさせるなどの不具合も知られています。これら社会インフラに影響を与える諸現象を宇宙天気と呼び、その予報を行うことを宇宙天気予報と呼びます。

歴史に記録されている最大の宇宙天気現象は1959年9月1日に起きたキャリントン・イベントと呼ばれるものです。この際には当時最先端の通信技術であった有線電信の通信線に過電流が流れ、末端の通信所が火事になったという記録が残されています。

近年でも、2012年7月23日に起きた太陽フレアがその後の解析でキャリントン級であったと発表され、話題になりました(実際には地球とは別の方向に放出されたため地球への影響はありませんでした)。

2. 宇宙天気をめぐる海外及び国際動向

2.1 米国の動向

もし現在キャリントン級のイベントが発生した場合の経済損失についてスイスの保険会社“SWISS-Re”が試算した結果によると、欧米など

高緯度地域を中心に、3000億ドルほどの被害が想定され、東日本大震災の経済損失(1000 - 2500億ドル)を上回るとのことです¹⁾。

これらの状況より、米国は宇宙天気を地震や津波などの災害と並べ、米国戦略的国家危機評価(US Strategic National Risk Assessment)の一つとして位置付けています。2015年には米国内の20を超える機関、50人を超える専門家によって作成されたNational Space Weather StrategyおよびSpace Weather Action Planが発表されました²⁾。

2016年4月には、このAction Planを受けて米国国務省が極端現象に関する国際協力の枠組みの構築のための研究会を行うなど、活発な活動が展開されています。

2.2 欧州および韓国の動向

欧州では特に英国が宇宙天気の社会影響についての文書を盛んに発表しています。2013年にはRoyal Academy of EngineeringがExtreme space weather: impacts on engineered systems and infrastructureを発表し、極端現象の社会影響について報告しています³⁾。その後Cabinet officeによるNational Risk Register (2015年)、Space Weather Preparedness Strategy (2015年)が相次いで発表されています⁴⁾。

アジアでは韓国未来創造科学部が2013年に「宇宙電波障害」危機管理マニュアルを発表しました。

2.3 国際機関の動向

国際機関としては、1962年より国連国際科学会議(International Council of Science Union: ICSU)のもとで国際宇宙環境サービス(International Space Environment Service: ISES)が活動しています。これは定常的に宇宙天気情報を発信している機関の連合体であり、現在17か国およびESAが加盟しています。

近年、世界気象機関(World Meteorology Organization: WMO)が宇宙天気を気象の一環として取り扱うことに意欲を見せています。2010年に

は暫定的な組織としてICTSW (Interprogramme Coordination Team on Space Weather)を立ち上げ、WMO情報システム(WMO Information System: WIS)での宇宙天気情報の流通等を中心に検討を進めています。

また、国際民間航空機関(International Civil Aviation Organization: ICAO)は、航空運用に用いられる気象情報として宇宙天気情報を取り入れることを検討しています。

これは主に、極域航路が増大する中で宇宙天気現象による短波通信、衛星測位および被ばくのリスクを回避することを目的として検討されています。現在、運用コンセプト(Concept of Operation: ConOps)および、航空運用に使用される気象情報を規定している第3付託書(Annex3)の改定に向けて、検討が進められています。本件が承認された際には、我が国を含むICAO加盟各国の国内法改定を経て、多くの国で宇宙天気情報を航空運用において利用することが義務化されることとなります。また、これら航空機関に対して提供すべき情報の種類や、情報提供機関の要件なども現在検討が進められています。

国連本体においては、宇宙空間平和利用委員会(Committee on the Peaceful Uses of Outer Space: COPUOS)において、宇宙天気についての議論が進められています。

2.4 アジアにおける宇宙天気監視の動向

アジアにおいては我が国のほか、中国および韓国が長年にわたり宇宙天気監視を続けており、ISESのメンバーでもあります。

中国では、以下の6つの機関が宇宙天気に関する研究ならびに業務を行っています。

- National Astronomic Observatory, China (NAOC)
- China meteorological administration (CMA)
- National space science center, Chinese Academy of Science(NSSC)
- China research institute of radio wave propagation (CRIRP)
- Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (IGGCAS)
- Polar research institute of China (PRIC)

ISESには、中国からNAOCが主担当、NSSCが副担当として加入しています。また、ICAOにおいてはCMAが非常に意欲的な姿勢を見せています。中国では、子午プロジェクトと呼ばれる宇宙天気に関する巨大プロジェクトが実施されており、多くの観測機器を導入しています。また、海外で研究経験を積んだ若い世代の研究者が本国に戻り、高いレ

ベルの研究成果を挙げています。

韓国においても、Radio Research Agency (RRA)、Korean Meteorology Agency (KMA)、Koera Astronomy and Space Science Institute (KASI)、Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)などの複数機関が宇宙天気に関する研究ならびに業務を行っています。RRAおよびKMAは実務機関として主に業務に関する活動を行い、ISESにはRRA、WMOにはKMAが窓口となっています。また研究開発についてはRRAやKMAの委託をKASIやETRIが請け負うケースが多くみられます。

2010年に、情報通信研究機構(NICT)が事務局を務めるアジアオセアニア宇宙天気アライアンス(Asia Oceania Space Weather Alliance: AOSWA)が設立されました。これは、欧米に比べて宇宙天気関連の機関連携が脆弱なこの領域で情報交換を促進することを目的とし、2015年までに3回のワークショップを開催してきました。この活動のもと、インドネシアやマレーシアなどが新たに宇宙天気予報の運用に向けた準備を開始するなど、活動の活発化が見られます。

2.5 我が国における宇宙天気監視の動向

我が国においては、NICTが定常業務として宇宙天気監視及び予報を週末・祝日を含む毎日発信しているほか、予報精度向上のための研究開発を行っています。また、JAXAは宇宙機の安定運用のための宇宙環境監視を行っています。宇宙天気に関する基礎研究は、名古屋大学宇宙地球環境研究所をはじめとする大学において進められています。

2015年には科学研究費補助金新学術領域において、「太陽地球系環境予測(PSTEP)」(研究代表者:草野完也教授(名古屋大学))が採択されました。これにより基礎研究と現業予報業務との間の連携がさらに進むものと期待されます。

1) SWISS Re, "Space Weather Impacts --a Risk to Society?--", Space Weather Workshop 2014, April 8-11, 2014, Boulder US.

http://www.swpc.noaa.gov/sww/SWW_Agenda_w_attached_presentations.pdf

2)https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/final_nationalspaceweatherstrategy_20151028.pdf

3)<http://www.raeng.org.uk/publications/reports/space-weather-full-report>

4)https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/449593/BIS-15-457-space-weather-preparedness-strategy.pdf