

航空機運航における宇宙天気情報 Cosmic-ray exposure Space weather information during aircraft operation

阿久津 烈^{1*}; 浅田 和秋¹
AKUTSU, Retsu^{1*}; ASADA, Kazuaki¹

¹ 日本乗員組合連絡会議

¹ Airline Pilots' Association of Japan

Effects of exposure to cosmic-ray during aircraft operation are divided into exposure of aircrew and operational impact.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) issued a recommendation to include occupational exposure of aircrew with a jet operated exposure from natural radiation source in 1990. Radiation Council consists of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, the Ministry of Health, Labour and Welfare, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism established Guidelines for management of aircrew exposure to cosmic radiation in 2006. In response to this, airlines keep record of assessed doses on each aircrew using Japanese Internet System for Calculation of Aviation Route Doses (JISCARD-EX) developed by National Institute of Radiological Sciences (NIRS).

Impacts of space weather on aircraft operations can be classified into communications and navigations.

For communication, it includes difficulties on HF radio due to Dellinger Phenomenon while flying out of range of VHF coverages

as international flight. And also includes difficulties on SATCOM voice communication and Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC) in oceanic region.

Modern navigation by Global Navigation Satellite System (GNSS) is becoming mainstream. GNSS are used all phase of aircraft operation during on the ground, departure, en-route, and approach. Future of operations aim high category precision approach using automatic approach and landing by GNSS even extremely low visibility until stop on runway. Cosmic-ray re-write the data in memory known as soft error on electronic equipment onboard aircrafts.

Use of SpaceWeather forecast, how to provide the information to aircrew and how to make decisions are urgent consideration.

For these problems International Airways VolcanoWatch Operations Group (IAWOPSG) which one of operations group of International Civil Aviation Organization (ICAO) is making draft Concept of Operations (ConOps) for international space weather information in support of international air navigation. Adoption of ConOps is targeted for ICAO/WMO divisional meeting in 2014.

宇宙飛行士の放射線被ばく管理運用 Radiation exposure management for astronauts

松村 智英美^{1*}; 佐藤 勝¹; 金子 祐樹¹; 緒方 克彦¹
MATSUMURA, Chiemi^{1*}; SATO, Masaru¹; KANEKO, Yuki¹; OGATA, Katsuhiko¹

¹ 宇宙航空研究開発機構

¹JAXA

地上から約400km上空を飛行する有人宇宙施設である宇宙国際ステーション (International Space Station; ISS) では、宇宙放射線により人体被ばくし、その量は一日で約0.5~1mSv (地上の約半年分) におよぶ。

宇宙航空研究開発機構 (JAXA) では、宇宙放射線等による健康への影響を最小限に抑えるために、ISSに参加する各機関と協力し、宇宙放射線被ばく管理運用を行っている。

特に日本人宇宙飛行士のISS搭乗中の被ばく管理運用においては、変動する宇宙環境に即時の対応が必要となるため、宇宙環境監視と宇宙天気予報による情報取得は必須である。現在行っている Expedition 38/39 の被ばく管理運用において、JAXAとして初めて Contingency (国際的な Flight Rule に基づく) を経験した。この経験では、宇宙環境情報の必要性を再認識した。

本発表では、宇宙放射線被ばく管理運用の概要と現状について紹介する。

キーワード: 宇宙飛行士, 被ばく管理, 宇宙放射線被ばく

Keywords: Astronaut, Space radiation exposure

新リアルタイム太陽風データ受信アンテナシステムについて On a new antenna system for reception of real-time solar wind data

亙 慎一^{1*}; 久保 勇樹¹; 石井 守¹
WATARI, Shinichi^{1*}; KUBO, Yuki¹; ISHII, Mamoru¹

¹ 情報通信研究機構

¹National Institute of Information and Communications Technology

太陽風の直接観測データは、太陽風擾乱による地球磁気圏や電離圏への影響を評価したり、擾乱の原因となった太陽面現象を調べたりする際に宇宙天気にとって重要なデータである。情報通信研究機構では、1997年からL1点で太陽風の直接観測を行っているACE (Advanced Composition Explorer) のリアルタイム太陽風データの受信を行い、データの24時間取得に貢献している。ACEの後継としてDSCOVR (Deep Space Climate Observer) が2014年の後半に打ち上げられることになった。そこで、情報通信研究機構では、受信アンテナシステムの更新を行い、DSCOVRからのリアルタイム太陽風受信も行えるようにした。本講演では、2013年度に整備した新しい受信アンテナシステムの詳細とリアルタイム太陽風データの利用について報告を行う。

キーワード: 太陽風, 宇宙天気, L1, ACE, DSCOVR
Keywords: solar wind, space weather, L1, ACE, DSCOVR

宇宙放射線によるあけぼの太陽電池劣化と温度変動の効果 Solar cell degradation of Akebono satellite due to space radiation and effect of temperature variation

三宅 互^{1*}; 三好 由純²; 松岡 彩子³
MIYAKE, Wataru^{1*}; MIYOSHI, Yoshizumi²; MATSUOKA, Ayako³

¹ 東海大工, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 宇宙科学研究所
¹Tokai University, ²Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ³Institute of Space and Astronautical Science

衛星の太陽電池は、宇宙空間の放射線などにより劣化し出力が低下していく。今までの研究から、あけぼの衛星の太陽電池出力の低下は、衛星が浴びる放射線帯プロトンのフラックス量と、良く対応していることが確認されてきた。その対応関係を利用して、プロトン放射線帯の中心部を含めたフラックスの分布のモニターとして利用できることが示されてきた。このプロトン放射線帯との関連は、衛星打ち上げの 1989 年から 1996 年まで追跡可能であるが、その後は、対応関係は判然とはしていない。今までの研究からは、劣化が進行した結果として、温度変動の効果がより顕著に現れるようになったことがその原因であると、推測されている。放射線帯のモニターとしての利用をより推し進めるためには、この温度効果を定量的に把握し、放射線だけによる変動を精度よく抽出することが必要である。残念ながら太陽電池の温度センサーは 1991 年に異常となり、それ以降は太陽電池の温度を直接に知ることはできない。そこで、本研究では 1989 年から 1991 年までのデータを使い、衛星の他の表面部位の温度から、太陽電池の温度を推定・算出することを試みている。ここで確立された手法により、直接測定された太陽電池温度が存在しない 1991 年以降において、推定・算出された温度と太陽電池出力値を対応させ、その対応関係の経年変化から、放射線帯プロトンフラックスによる劣化成分を抽出する試みを報告する。

キーワード: あけぼの衛星, プロトン放射線帯
Keywords: Akebono satellite, proton radiation belt

ビッグデータ分析手法を用いた宇宙天気予報アルゴリズムの開発 Development of space weather prediction algorithm using big data analysis

羽田 裕子^{1*}; 村主 崇行¹; 柴山 拓也¹; 磯部 洋明¹; 根本 茂²; 柴田 一成¹
 HADA MURANUSHI, Yuko^{1*}; MURANUSHI, Takayuki¹; SHIBAYAMA, Takuya¹; ISOBE, Hiroaki¹; NEMOTO, Shigeru²
 ; SHIBATA, Kazunari¹

¹ 京都大学, ² 株式会社ブロードバンドタワー

¹Kyoto University, ²BroadBand Tower, Inc.

太陽フレアやコロナ質量放出の発生を予測・予報をする上で、それを全自動化する事は宇宙天気予報研究における大きな目標の1つである。例えば、黒点の形状などから観測される物理量とフレア発生の相関から経験則を導くものなどがあり、今日まで様々な予測研究がなされている。それらには常に人手の介入を必要としてきた。

近年、技術の発展と共に衛星や観測機器の精度が上がり、観測データは飛躍的に増大しているため、全データを人間が直接見る事は不可能になってきている。一方で、情報処理技術の分野ではいわゆるビッグデータ解析が急速に発展しており、並列分散処理による大量の非構造データの処理や機械学習の手法が社会の様々な分野で広く利用されるようになってきた。そこで我々は、このような大容量データを余す事なく宇宙天気予報研究に利用できるよう、完全に自動化されたフレア予測実現を目指す研究を始めた。具体的には、GOES 衛星 (Geostationary Operational Environmental Satellite) による X 線フラックスの、現時点から 24 時間未来までの最大値を予測する事を目標とした。

まず、GOES の過去のデータと SDO(Solar Dynamics Observatory) による全球磁場データ (Helioseismic and Magnetic Imager: HMI) から、GOES の X 線フラックスを予測する研究を進め、HSS(Heidke Skill Score) と TSS(True Skill Statistic) を用いてフレア予測精度を評価した (図参照)。次に、GOES と HMI を合わせたデータに、SDO に搭載されている AIA(Atmospheric Imaging Assembly) によって観測された極端紫外線データ (波長: 193Å) を加えた場合についても同様に予測精度を評価した。

AIA によるデータを加えた理由は2つである。1つ目は、SOHO(Solar and Heliospheric Observatory) による極端紫外線全球画像データを使ったフレア予測研究によれば、活動領域の極端紫外線画像の閾値つき積分が、活動領域ごとのフレア活動度の良い指標になっているという結果が得られているからである。2つ目は、太陽のリムで起こるフレアの前兆現象は磁場データでは捉えられないので、リムフレアを観測できる AIA のデータを加えることで予測精度が上がる期待されるからである。

比較の結果、AIA の全球積分値をデータセットに加えることで、特に X クラスフレアの予測精度が向上する事が分かった。本発表では、さらに AIA 画像の閾値つき積分値などをデータセットに加えてフレア予測を行い、その結果を報告する。本研究は、株式会社ブロードバンドタワーとの共同研究である。

キーワード: 宇宙天気, 太陽フレア, 活動領域, SDO/AIA, SDO/HMI, GOES
 Keywords: Space weather, Solar flare, Active region, SDO/AIA, SDO/HMI, GOES

		GOES+MHI	AIA+GOES+MHI
X class Flare	HSS* ¹	0.209	0.215
	TSS* ²	0.551	0.581
M class flare	HSS	0.439	0.402
	TSS	0.500	0.470
C class flare	HSS	0.521	0.542
	TSS	0.627	0.605

*¹HSS=Heidke Skill Score

*²TSS=True Skill Statistic

太陽白色光フレアの発生要因に関する統計的研究 Statistical study on generating factors of white light solar flares

北川 潤^{1*}; 増田 智¹; 渡邊 恭子²

KITAGAWA, Jun^{1*}; MASUDA, Satoshi¹; WATANABE, Kyoko²

¹名古屋大学太陽地球環境研究所, ²宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

¹STEL, Nagoya University, ²JAXA/ISAS

'White Light Flare' is a flare with enhancement of visible continuum and is mainly associated with energetic flares like GOES X-class flares. But it could not be always observed in energetic flares and recently it is observed in relatively weak flares like GOES C-class flares (Matthews et al. 2003; Hudson et al. 2006). Its occurring mechanism has not been well understood yet and hence a key question remains; "What is needed to enhance white light emission in solar flares?"

In this study, we chose 37 events observed with Hinode/SOT and RHESSI among M- and X-class flares from January 2011 to August 2013. Out of the 37 events, Using running difference images of SOT three continuum bands (red, green, blue), we identified 13 White Light (WL) events. Remaining 24 events are classified into No White Light (NWL) events. We compare these two groups in several parameters (e.g., duration, distance between flare ribbons, and so forth) to find a generating factor of White Light event.

We found the following characteristics of WL events. (1) Most of WL events show a short duration within 20 minutes in GOES soft X-rays. (2) WL events show high (>15MK) temperature and relatively low emission measure at the peak of GOES soft X-rays. (3) The distance between two ribbons in WL events is short as 10arcsec. (4) Assuming the thick-target model, the mean dissipation rate of non-thermal energy in WL events is larger than that of NWL events. (5) WL events do not tend to coincide with CME comparing to NWL. These results indicate that precipitation of large amount of accelerated electrons into a compact area within a short time plays a key role to generate a WL event.

Keywords: solar flare, white light, hinode

対流圏及び成層圏の気温に対するオゾンと太陽風の影響 Influence of solar wind and ozone on the temperatures of the troposphere and stratosphere

山下 和良^{1*}
YAMASHITA, Kazuyoshi^{1*}

¹ 横浜国立大学大学院環境情報学府
¹YOKOHAMA National University

太陽磁気活動と地球大気の温度変化は相関関係にあることは間違いないが、その原因は明らかではない。この問題に対して今までの研究成果 [1] に基づき、太陽風とオゾンが地球大気に与える影響について分析検討する。

今回、太陽風の影響を確認するため A E 及び D s t 指数データを使用し、オゾン全量と対流圏及び成層圏の気温の変化を解析した。

なお、解析を進めるにあたって次に点に注意した。低緯度でのオゾンに対する E P P - N O x の影響が U V 紫外線に匹敵する可能性がある [Callis et al.,2000,2001;Langematz et al.,2005;Rozanov et al.,2005]。低緯度で生成されたオゾンは冬極域に輸送されるため、E P P - N O x が極域のオゾン減少に影響を与えている。

以上のことから太陽風の影響による成層圏オゾンの変化は、対流圏の気候に影響を与えていることを示唆している。

[1] 伊藤公紀、地球惑星科学連合大会 2 0 0 8 - 2 0 1 3

キーワード: 対流圏, 成層圏, 気温, オゾン, 太陽風, 地磁気活動指数

Keywords: troposphere, stratosphere, temperature, ozone, solar wind, geomagnetic activity

日月振動の気候影響について On the influence of the luni-solar oscillation on the climate

伊藤 公紀^{1*}; 艾 洋¹; 河野 翔¹
ITO, Kiminori^{1*}; AI, Yang¹; KAWANO, Shoh¹

¹ 横浜国立大学環境情報研究院

¹Yokohama National University, Graduate School of Env. & Inf. Sciences

我々はこれまで、太陽風と気温の密接な関係を示し、さらに北極振動の関与を示唆してきた。一方で、日月振動と北極振動の繋がりを示唆する研究がある [1]。

このように、太陽と月の気候影響を調べることは、重要である。

最近、カナダのウサギ個体数が示す日月振動周期に対して、興味深い機構が提案された [2]。月の位置によって宇宙線強度が変調され、大気中のイオン化率が変化し、それがウサギの食糧である植物の活性変化に繋がる、というものである。

この機構が示唆するように、太陽と月の気候影響は独立でなく、結合している可能性がある。従って、太陽風の気候影響を考える上でも、月の寄与を考慮することは有意義であろう。ここでは、両因子の寄与をどのように解析するのが適当であるかを探る。

1) Renato Ramos da Silva and Roni Avissar, The impacts of the Luni-Solar oscillation on the Arctic oscillation, *Geophys. Res. Lett.*, VOL. 32, L22703 (2005)

2) Vidar Selas, Linking '10-year' herbivore cycles to the lunisolar oscillation: the cosmic ray hypothesis, *Oikos*, Volume 123, 194-202 (2014)

キーワード: 日月振動, 北極振動, 太陽風, 気候

Keywords: Luni-solar oscillation, Arctic oscillation, Solar wind, Climate