

ミニ太陽極大期における磁気嵐 Magnetic storms during solar 'mini-max'

海老原 祐輔^{1*}; 田中 高史²; フォック メイチン³
EBIHARA, Yusuke^{1*}; TANAKA, Takashi²; FOK, Mei-ching³

¹ 京都大学生存圏研究所, ² 九州大学, ³ NASA GSFC
¹RISH, Kyoto University, ²Kyushu University, ³NASA GSFC

Large magnetic storms, such as Dst being less than -100 nT, have rarely been observed during Solar Cycle 24. One of the reasons would be a weak driver in the solar wind. We focus on another possibility; the influence of the solar EUV radiation on the storm intensity. According to the ring current simulation coupled with the ionosphere, the intensity of the ring current becomes high when the background ionospheric conductivity is high. The reason is that the shielding electric field is weak and ions with energy of the order of keV penetrate deep into the inner magnetosphere when the ionospheric conductivity is high. According to the magnetohydrodynamics (MHD) simulation coupled with the ionosphere, the convection electric potential is weak when the background ionospheric conductivity is high. Thus, the ring current is expected to be weak because the keV ions are primarily transported from the near-earth plasma sheet by the convection electric field. This is opposite to that expected from the ring current simulation. We evaluate and discuss the overall influence of the solar radiation on the intensity of the ring current.

Keywords: Magnetic storms, Ring current, Solar Max, Solar radiation, Ionospheric conductivity

次世代 M-I 結合シミュレーションを用いたバスターيومイベントの磁気圏応答 Global MHD simulation of the magnetospheric response of the Bastille day storm

久保田 康文^{1*}; 長妻 努¹; 田 光江¹; 田中 高史²; 藤田 茂³

KUBOTA, Yasubumi^{1*}; NAGATSUMA, Tsutomu¹; DEN, Mitsue¹; TANAKA, Takashi²; FUJITA, Shigeru³

¹ 情報通信研究機構, ² 九大・宙空センター, ³ 気象大学校

¹NICT, ²SERC, Kyushu University, ³Meteorological College

We are developing a real-time numerical simulator for the solar wind-space-magnetosphere-ionosphere coupling system using next a generation magnetosphere-ionosphere coupling global MHD simulation. The feature of simulation has an advanced robustness to strong solar wind case because a triangular grid is used, which is able to calculate in the uniform accuracy over the whole region. The resolution is 7682 grids in the horizontal direction and 240 grids in the radial direction. The inner boundary of the simulation box is set at 2.6 Re. We want to investigate the reproduction of the magnetosphere-ionosphere simulation result in the case of strong solar wind. Therefore we compared the simulation results with the observation of the Bastille day storm event (2000/6/15), in which the solar wind velocity was above 1000 km/s and the value of Bz reached -60 nT. In this lecture, we will report the result compared with AE index, CPCP, and artificial satellites observation.

キーワード: グローバル磁気流体シミュレーション, 磁気圏, 極端現象

Keywords: global MHD simulation, magnetosphere, extreme event

極微小惑星間空間磁場 (1nT 未満) のもとでの電離圏対流強化 Ionospheric convection enhancement for extremely weak (<1 nT) interplanetary magnetic field

岩木 美延^{1*}; 片岡 龍峰²; 渡辺 正和³; 藤田 茂⁴; 田中 高史³; 行松 彰²; 細川 敬祐⁵; Grocott Adrian⁶

MINOBU, Iwaki^{1*}; KATAOKA, Ryuhō²; WATANABE, Masakazu³; FUJITA, Shigeru⁴; TANAKA, Takashi³; YUKIMATU, Akira sessai²; HOSOKAWA, Keisuke⁵; GROCOTT, Adrian⁶

¹九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, ²国立極地研究所 総合研究大学院大学, ³九州大学大学院理学研究院, ⁴気象庁 気象大学校, ⁵電気通信大学大学院情報理工学研究科, ⁶University of Leicester

¹Department of earth and planetary sciences, Faculty of sciences, Kyushu University, ²National institute of polar research SO-KENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), ³Graduate School of Sciences, Kyushu University, ⁴Meteorological College, Japan Meteorological Agency, ⁵Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, ⁶University of Leicester

電離圏 2 セル対流は主に惑星間空間磁場 (IMF) 南北方向成分 (B_Z) により制御されるものとして知られている。IMF が南向きのとき、昼側の低緯度境界層におけるいわゆる Dungey のリコネクションにより、電離圏では IMF B_Z の大きさに比例する 2 セル対流が励起される。これに対し IMF 北向きのときには 2 セル対流は弱まり、IMF B_Z にはほとんど依存しない太陽風-磁気圏間の粘性相互作用が残ると理解されている。しかし Milan (2004) はやや異なる描像を得た。IMF B_Z の関数として極冠域対流ポテンシャル差を求めた結果、北向きに対して平均的に 25kV 程度の対流を見出し、対流への粘性相互作用寄与は ~10kV 程度であるものとし、IMF 北向き時の対流は夜側リコネクションと昼側高緯度リコネクションの混合であると結論づけている。そこで我々は SuperDARN の統計データベース [Grocott et al., 2009] を用いて、特に弱い北向き IMF に対する電離圏対流の応答を系統的に調べた。その結果、IMF の絶対値が 1nT 未満のとき、1nT 以上に比べて電離圏対流が強化される傾向を発見した。

上述の特殊な電離圏対流の機構を解明するため、グローバル MHD シミュレーションを用いて IMF 絶対値が 1nT 未満の IMF に対する磁気圏-電離圏対流系を再現した。電離圏対流の強化は観測と同様にみられ、その原因は IMF の弱化によって磁気圏ダイナモがかえって強化されるためだと判明した。強い北向き IMF に対しては、マグネトシースとカスプの間に磁気圧が強い領域があり、これがシースからのプラズマ侵入を防いでいる。しかし、弱い北向き IMF に対してはその領域は消失する。この強磁気圧領域の消失はカスプ圧力の上昇を促し、カスプ-マントル境界領域に $J \cdot E$ が負であるダイナモ領域の形成を促進する。そのダイナモによって沿磁力線電流は強化され電離圏対流もともに強化される。この機構による磁気圏ダイナモは、一般的描像であるダンジーサイクル [Dungey, 1961] や粘性相互作用とは異なるものである。

マウンダー極小期のような太陽活動のグランドミニマムでは惑星間空間磁場が極端に弱まると考えられる。グランドミニマムでは上述のような弱い北向き IMF が長期間継続する可能性があり、本研究は将来のグランドミニマムにおける地球磁気圏応答の予測に役立てることができる。

キーワード: MHD シミュレーション, 極端宇宙天気, 電離圏, 磁気圏対流

Keywords: MHD simulation, severe space weather, M-I convection

SuperDARN studies on possible grand minimum influences on geospace environment SuperDARN studies on possible grand minimum influences on geospace environment

行松 彰^{1*}

YUKIMATU, Akira sessai^{1*}

¹ 国立極地研究所、総合研究大学院大学, ² 総合研究大学院大学

¹NIPR, SOKENDAI, ²SOKENDAI

The current unusual solar cycle is thought possibly to be the beginning of so-called Grand-Minimum period when solar activity stays at a very low level for a considerably long period. If this is the case, geospace environment (e.g., solar wind energy input and high energy particles distribution) might change largely and consequently resulting in e.g., less frequent storms and substorms, shrunk polar cap and auroral oval and unexpected environmental changes in upper atmosphere or even global climate changes. Such a view is one of the important scientific issues in new SCOSTEP VarSITI program (2014-2018).

SuperDARN HF radar network is a powerful tool to monitor fundamental ionospheric physical parameters to investigate global electric potential maps and the dynamics of ionospheric and magnetospheric plasma convection under a variety of solar wind and magnetospheric/ionospheric conditions.

SuperDARN HF radar network and various ground-based electro-magnetic field/waves and optical instruments at manned and unmanned stations have been deployed in Antarctic region - which are powerful and unique tools to study storms, substorms and M-I (magnetosphere-ionosphere) coupling processes. Using these instrumental setup, the influence of current solar activity changes on storms, substorms and a variety of coupling processes in Earth's geospace environment should be investigated at this opportunity by collaborating with in-situ satellite measurements (e.g., THEMIS, VAP, ERG) and theoretical researches.

How SuperDARN and NIPR Space and Upper Atmospheric Sciences Research Group can contribute to this particular important studies and what can be expected to be done during JARE (Japanese Antarctic Research Expedition) project phase IX period (2016-2022) will be discussed, and how polar cap sizes and cusp latitudes, global convection strength and cross polar cap potential have behaved depending on the past solar cycle activities and under current solar activity will be studied and shown mainly using long term global SuperDARN observation data and influences of possible grand minimum will be discussed.

キーワード: SuperDARN, グランドミニマム, 低太陽活動期, 極域超高層大気, 電離圏対流, 領域間結合

Keywords: SuperDARN, Grand Minimum, low solar activity, polar upper atmosphere, ionospheric convection, cross-region coupling

MAGDAS ネットワークによって観測された高速太陽風条件下での磁気赤道 Pc 5 の特徴 Characteristics of equatorial Pc 5 observed by the MAGDAS network under high-speed solar wind conditions

秋本 開成^{1*}; 藤本 晶子²; 吉川 顕正¹; 魚住 禎司²; 阿部 修司²
AKIMOTO, Kaisei^{1*}; FUJIMOTO, Akiko²; YOSHIKAWA, Akimasa¹; UOZUMI, Teiji²; ABE, Shuji²

¹九州大学大学院 理学府 地球惑星科学専攻, ²九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター

¹Department of Earth and Planetary Sciences Graduate school of Sciences Kyushu University, ²International Center for Space Weather Science and education

While investigating auroral latitude Pc 5 pulsations, Baker et al. (2003) and Mathie and Mann et al. (2001) found that these pulsations have a good correlation with the solar wind flow speed. Also, Mathie and Mann et al. (2000) found that auroral latitude Pc 5 is related to relativistic electron flux variation in the radiation belt. There are many studies about the characteristics of auroral latitude Pc 5, while equatorial Pc 5 received little attention because there are fewer observation points in the equatorial region. So, we investigated the characteristics of equatorial Pc 5 under high-speed solar wind conditions by using the data from dip equator stations of the MAGDAS/CPMN network (Kyushu University) during 2005/01/01 ~2013/12/31. We found that electron flux enhancement is preceded by an intense activity of Pc 5 at the dayside equatorial MAGDAS stations during 2010/08/24~2010/08/27. Reeves et al. (2003) showed that different types of relativistic electron flux variation are observed after geomagnetic disturbances such as magnetic storm (i.e. not only increase type but also no-change type and decrease type). We statistically analyzed the dependence of equatorial Pc 5 pulsations on the relativistic electron flux variation.

キーワード: MAGDAS, 磁気赤道, Pc 5
Keywords: MAGDAS, dip equator, Pc 5

太陽風パラメータを入力としたオーロラ活動指数の変動予測アルゴリズムの開発 Prediction of the Auroral Electro jet index from the solar wind

山本 凌大^{1*}; 三好 由純¹; 宮下 幸長¹; 町田 忍¹

YAMAMOTO, Ryota^{1*}; MIYOSHI, Yoshizumi¹; MIYASHITA, Yukinaga¹; MACHIDA, Shinobu¹

¹ 太陽宇宙環境研究所, ² 名古屋大学

¹STEL, ²Nagoya Univ.

オーロラ活動およびサブストームの指標としてオーロラ指数 (AU, AL, AE) があるが、その変動の予測は今後の宇宙環境の変化を把握することにつながるため宇宙天気予報の観点から重要な課題である。そのため、本研究では、Goertz et al.(1993)の開発したアルゴリズムをもとに、太陽風パラメータを入力として AU および AL 指数の変化を計算するコードの開発を行っている。これまでの開発および初期的な試験として、2000年~2008年の ACE 衛星の観測値を入力として1年間ごとに長期的な AU 指数の変化の計算を行った。開発したモデルの性能を確認するためにスキルスコアの計算を行ったところ、最大で 0.8 程度であった。本講演では、開発したモデルの概要、および様々な太陽風を入力として AU、AL 指数の計算を行った計画を報告するとともに、AU、AL 指数の再現性と太陽風との関係についても報告する予定である。

キーワード: AU 指数, A E 指数, A L 指数, 宇宙天気

Keywords: AU index, AE index, AL index, Space weather

1900-2014年における太陽風の気候影響の相関地図による解析 Analyzing the influence of the solar wind on climate during 1900-2014 using correlation maps

伊藤 公紀^{1*}; 河野 翔¹

ITO, Kiminori^{1*}; KAWANO, Shoh¹

¹ 横浜国立大学環境情報研究院

¹Yokohama National University

我々は、太陽風の気候影響を調べるために、地磁気擾乱指数 (aa 指数) と地表気温との相関やテレコネクションパターン (北極振動、太平洋十年規模振動など) との関係、相関地図 (相関係数の地理的分布) を用いて検討している。

相関を求める際、QBO (赤道域成層圏準二年振動) の位相に基づく層化が本質的に重要であることが分かっているが、位相の見積りの信頼性が高い期間は 1942 年からである。しかし、1900 年まで遡って QBO の位相を推定した報告もあるので、ここではこのデータを利用して 1900 年から 2014 年までの期間について解析を行った。相関の時間窓は主として 20 年とした。

1942 年からの期間について観測されたテレコネクションパターンとの類似は、1900 年から 1941 年の期間についても見られた (図 1 参照)。これにより、1900 年から一貫して、太陽風はテレコネクションパターンに (従って気候に) 大きな影響を与えていることが分かった。なお、1942 年~2014 年で観測された長期間に亘って高い相関を保つ「特異地点」 (例えば太平洋中央部の逆相関) では、1930 年頃に相関の符号が逆転していた。

キーワード: 太陽風, 気温, テレコネクションパターン, 北極振動, 太平洋十年規模振動

Keywords: solar wind, temperature, teleconnection pattern, Arctic Oscillation, Pacific Decadal Oscillation

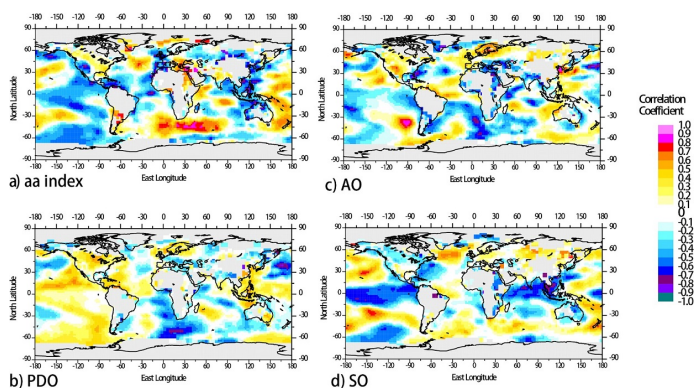


図1 地表気温との相関地図(1901-1920年、1月、QBO西風時)。
a) aa指数、b) PDO (太平洋十年規模振動)、c) AO (北極振動)、d) SO (南方振動)。

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。

解析結果として、極域における 5 0 0 h P a 面の気温と 8 5 0 h P a 面の気温から計算したショワルター安定指数 (S S I) は、A E 指数と相関関係にあり、特に Q B O が西風の時にその傾向が強い。このことは太陽風に伴う高エネルギー粒子の増加が、極域における成層圏オゾンを減少させ、対流圏に到達する日射量を増加させることで、大気の安定度に影響を与えている可能性がある。

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 4

キーワード: 太陽風, オゾン, 圏界面, A E 指数, D s t 指数, 大気安定度

Keywords: solar wind, ozone, tropopause, AE index, Dst index, stability of atmosphere

自動検出モジュールを用いた太陽コロナホールの生成・消滅過程の研究 Study of process of the generation and disappearance of coronal holes using tracking module

加納 大空^{1*}; 今田 晋亮¹; 町田 忍¹
KANO, Ohzora^{1*}; IMADA, Shinsuke¹; MACHIDA, Shinobu¹

¹ 太陽地球環境研究所

¹ Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

SDO(Solar Dynamics Observatory) 衛星に搭載された4つの望遠鏡群 (Atmospheric Imaging Assembly : AIA) の観測データおよび2機の STEREO(Solar TERrestrial RELations Observatory) 衛星に搭載された太陽圏探査装置 (Sun Earth Connection Coronal and Heliospheric Investigation : SECCHI) の観測データから太陽コロナホールの時間変化を追う自動検出モジュールを作成した。また、そのモジュールを用いて太陽コロナホールの生成・消滅過程の解析を行った。今回用いた自動検出モジュールは以下の手順で太陽コロナホールを自動検出する。

- (1) 3つの衛星の太陽観測データをつなぎあわせ、太陽全面のメルカトルマップを作成
- (2) 明度による閾値に基づいてコロナホールの候補となる領域を検出
- (3) 大きさによる閾値に基づいて微小領域を排除し、追跡対象となる領域を決定
- (4) 作成したメルカトルマップに決定した領域を指定し追跡

本研究では太陽360度全面を常に観測することで、連続的に太陽コロナホールを追跡することが可能である。そこから、半年にわたって同一の太陽コロナホールがどのように生成し、どのように消滅するかを考察し、報告する。

キーワード: コロナホール, 自動検出, メルカトルマップ
Keywords: coronal hole, automatic detection, mercator map

DSCOVRからのリアルタイム太陽風データの受信と利用 Reception of real-time solar wind data from DSCOVR and its application

亘 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

2015年2月11日(UT)にDSCOVR(Deep Space Climate Observatory)が米国のケープカナベラルから打ち上げられた。DSCOVRは、NASAの科学衛星ACE(Advanced Composition Explorer)の後継機で、初の宇宙天気のための実用ミッションとなった。打ち上げ後、約110日かけてラグランジュ点(L1)に到達する。DSCOVRは、磁場3成分の1秒値と1分値、速度3成分、温度、密度の3秒値と1分値をリアルタイムで提供する。DSCOVRからのデータの概要と太陽風領域の識別など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

SCOSTEP-WDS ワークショップ”太陽地球系変動研究に向けた国際データ組織” SCOSTEP-WDS Workshop on Global Data System for the Study of Solar-Terrestrial Variability

渡辺 堯^{1*}

WATANABE, Takashi^{1*}

¹ICSU-WDS 国際プログラムオフィス

¹ICSU-WDS International Programme Office

太陽地球系物理学・科学委員会 (SCOSTEP) と ICSU 世界データシステム (WDS) の合同研究会として、超高層物理学分野を含む太陽地球系観測データの品質管理、長期保全、国際共有、データの認証と再利用、データ提供者の正当な評価システムの確立等に向けた活動において、両者の連携を強化に向けた情報交換と協議を行う。また SCOSTEP の研究事業である VarSITI (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact) で定めた解析期間における超高層観測データについて、IUGONET などの国際的データシステムによってオンラインで解析できる環境を提供し、現象の理解を進める。会期は 2015 年 9 月 28 - 30 日、会場は (独) 情報通信研究機構。

キーワード: 国際科学会議 (ICSU), 太陽地球系物理学・科学委員会, 世界データシステム, VarSITI, データ, ワークショップ

Keywords: ICSU, SCOSTEP, WDS, VarSITI, Data, Workshop