

令和 2 年 6 月 10 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14401

研究課題名(和文) 太陽周期活動に伴う太陽地球環境の長期変動に関する研究

研究課題名(英文) Study on long-term variation of solar global environment associated with solar cycle activity

研究代表者

今田 晋亮 (Imada, Shinsuke)

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・講師

研究者番号：40547965

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：2010年から現在までの1つの太陽周期に着目し、表面磁束輸送モデルと磁力線検出モデルを連携させることで開いた磁力線を検出し、コロナホールの位置と太陽風を計算し、それらの時間変化を考察した。具体的には表面磁束輸送モデルによって求められた太陽全球の計算磁場から、PFSS(Potential Field Source Surface)外挿法を用いて太陽表面から磁力線の追跡を行った。現在の太陽全球磁場データを初期値に、今後10年の黒点を確率的に与え大量の太陽表面磁束輸送計算をおこない太陽風モデルを適応することで、太陽地球環境の長期変動を考察した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで宇宙天気研究は長いタイムスケールの現象の予測はそれほど行われて来なかった。そこで本研究では、今後10年間に出現する黒点を確率的に与え、大量の太陽表面磁束輸送計算をおこなうことで、今後10年の太陽表面磁場を確立的に求めた。さらに得られた太陽表面磁場に太陽風モデルを適応することで、今後10年の太陽風の長期変動を予測し、太陽地球環境の長期変動を考察した。

研究成果の概要(英文)：Focusing on one solar cycle from 2010 to the present, the open magnetic field lines are detected by combination of the surface flux transport model and the magnetic field line tracking technique. The position of the corona hole and the solar wind sources are estimated and their temporal changes are discussed. Magnetic field lines were traced from the sun surface using the PFSS (Potential Field Source Surface) extrapolation method from the calculated magnetic field of the whole sun obtained by the surface flux transport model. Long-term fluctuations of the solar terrestrial environment were considered by applying a solar wind model by using the present global magnetic field data as initial values and probabilistically giving sunspots for the next 10 years to carry out a large amount of solar surface magnetic flux transport calculations.

研究分野：太陽物理学

キーワード：太陽 地球環境 長期変動 太陽風

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

国際宇宙ステーションの建設にみられるように宇宙空間は人類の活動の場の一つになっており、太陽地球環境がどのように変動するか社会的な関心・需要が高まってきている。我々が住む太陽地球環境は太陽活動によって大きな影響を受けており、太陽地球環境の変動を理解するには変動の起源である太陽の変動について理解する必要がある。太陽における変動には大きく太陽フレアに代表されるような突発現象に起因する1時間程度の短いタイムスケールの変動と、太陽活動周期にともなう10年程度の長いタイムスケールの変動がある。これまで、フレア予報のような短いタイムスケールの宇宙天気研究が精力的に進められてきた。一方で、太陽周期活動のメカニズムが太陽フレアなどと比べ、それほどよく理解されていない事もあり、長いタイムスケールの宇宙天気研究は非常に少ない。

太陽活動は約11年で変動している。また、太陽活動度(黒点の数)はそれぞれのサイクルで異なり、非常に多くの黒点が出現したサイクルもあれば、マウンダー極小期のようにほとんど黒点が見えなかったサイクルもある。近年、次のサイクル活動を予測する方法として、次の太陽サイクルの種になると考えられている極域の磁場の強さを見積もる事で予測するという方法が注目されている^[1]。実際、太陽極小期における極域の磁場の強さと次の太陽サイクルにおける活動度との相関は、少なくとも近年のサイクルでは観測的に検証されている^[2]。我々の研究グループでは、これまで次期太陽サイクル(第25太陽周期)を予測するため太陽表面磁束輸送計算コードの開発を行ってきた^[3]。我々の開発したコードを検証するため、過去の太陽磁場の再現実験を行った。観測を非常に良く再現できていることがわかった。現在、未来における黒点等の磁場の情報を確率的に与え、極域の磁場を予測することで次期太陽周期活動の予測を行っている。

この数値計算コードは次期太陽周期活動の予測に必要な未来の太陽極域の磁場を与えるだけでなく、未来の全球における太陽磁場を与える。この太陽全球磁場を用いて、10年程度先の太陽地球環境変動(主に太陽風の変動)を議論する。これまで、様々な太陽風に関する研究が行われ、太陽全球磁場を用いて、地球近傍でどのような太陽風が吹くか議論されており、ある程度確立された推定方法が存在する。その方法は以下である。1.太陽全球の磁場からポテンシャル磁場近似を用いて太陽からある距離にある位置での磁場を外挿する^[4](図1参照: Potential Field Source Surface(PFSS)外挿法)。2.太陽表面での磁場強度及び外挿先の磁場強度の比から磁場の拡大率を求める。3.拡大率から経験則^[5]を用いて太陽風速度等を求める。

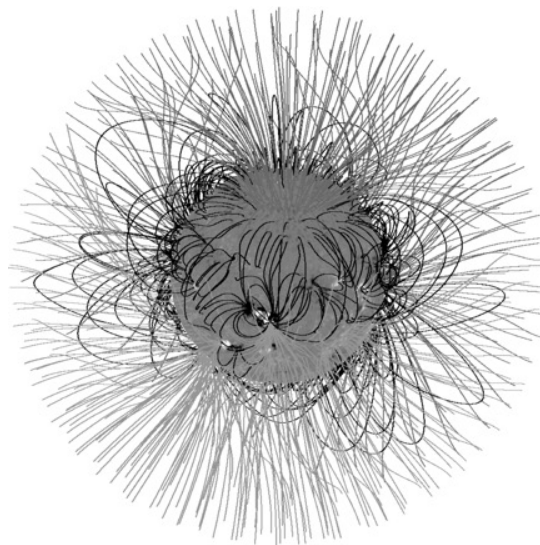


図1 : ポテンシャル磁場外挿法によって惑星間空間まで磁場を外挿した結果

[1] Cameron, R. et al., “Solar Cycle 25: Another Moderate Cycle?”, 2016, ApJ, 823, 22.

[2] Jiang, J, et al., “Magnetic Flux Transport at the Solar Surface”, 2014, SSRv, 186, 491.

[3] Imada et al., “Towards Predicting Next Solar Cycle”, 2016.10.17, SDO 2016, Vermont, USA.

[4] <http://www.lmsal.com/~derosa/pfsspack/>

[5] Wnag, Y-M., & Sheeley, N. R., Jr., 1990, ApJ, 355, 726.

2. 研究の目的

本研究では、これまで開発を行ってきた次期太陽周期活動予測モデルと太陽風モデルを組み合わせ、10年程度先の太陽風がどのようなものになるか確率的に議論する。また、この方法で

どの程度、太陽地球環境変動が予測できるか検証するため、数10日のタイムスケールにおけるコロナホール生成・輸送・消滅を再現できるか、さらには地球軌道での太陽風を再現できるか、過去の観測結果を用いて検証する。

これまで、フレア予報のような短いタイムスケールの宇宙天気予測研究は数多く行われてきたが、10年程度の長いタイムスケールの宇宙天気予測研究は非常に少なく、さらに国内ではほとんど行われていない状況である。一方で、宇宙計画（観測衛星の開発、国際宇宙ステーション開発など）の大半は開発に10年程度の長い年月を必要とすることから、10年程度先の太陽地球環境を知ることは非常に重要である。従って、本研究によって切り開かれる長いタイムスケールでの宇宙天気予測研究は新しい宇宙天気研究の窓を開けるとともに、宇宙開発にとって非常に重要な情報を与えることになる。

本研究は10年程度先の太陽地球環境を議論することを目的としているが、同様の手法で過去の太陽地球環境を知る事もできる。将来的には本研究を拡張して過去の太陽地球環境を考察する事を試みる。これまで申請者は、いわゆる”The Faint Young Sun Paradox”問題を解決する事を目的として、生命が誕生したと考えられている35億年前の太陽地球環境の考察を行ってきた^[6]。また、”The Faint Young Sun Paradox”研究会を開催^[7]し周辺分野との連携も検討してきた。太古の太陽地球環境を知る事は惑星大気進化などの分野にも重要であり、恒星物理学、惑星科学分野などにも波及効果のある研究に発展可能である。

[6] 今田晋亮、“天文学的視点から見た「The Faint Young Sun Paradox」”、プラズマ・核融合学会誌、第90巻第2号、132。

[7] http://hinode-naoj.stelab.nagoya-u.ac.jp/WorkShop/faint_sun_201109/

3. 研究の方法

これまで次期太陽周期活動を予測するために開発してきた太陽表面磁束輸送計算コードに、未来の黒点の出現緯度・経度などの磁場のソースを確率的に与え、10年程度先の太陽の大局的磁場構造の時間発展を大量に計算する（アンサンブル計算）。さらに、計算によって得られた結果にポテンシャル磁場外挿法などを用いて太陽風を推定し、太陽地球環境の長期変動を考察する。

具体的な研究手順は以下である

1. 次期太陽周期活動の予測結果から磁場の起源である黒点の出現確率を得る
2. 黒点の出現確率から黒点のアンサンブルを作る
3. 黒点アンサンブルをもとに大量の太陽表面磁束輸送計算を行い、太陽全球における磁場の10年程度先までの時間発展を得る
4. 得られた太陽全球磁場にポテンシャル磁場外挿法及び惑星間磁場の拡大率による経験則から地球軌道での太陽風の長期変動を得る

この研究方法を用いて、主に以下の2つの研究課題に取り組む

[科学課題①] 数10日スケールでのコロナホールの生成・発展・消滅を予測

太陽コロナにはコロナホールと呼ばれる紫外線・X線で暗い領域が存在し、太陽風の噴き出し口であると考えられている。このコロナホールの磁場は惑星間空間へ向けて開いた磁力線をしており、大局的な磁場の構造がわかればコロナホールが太陽表面のどこに存在するか推定することができる。主な研究方法であげた方法を用いて数10日スケールの短い時間でのコロナホールの生成・発展・消滅の予測をおこなう。具体的にはある時間の太陽全球磁場を初期値に、確率論的に黒点を与えることで数10日程度のタイムスケールにおけるコロナホールの生成・発展・消滅の確率予測をおこなう。コロナホールの観測的同定には、「Solar Dynamics Observatory」(SDO)衛星、及び2つの「Solar Terrestrial Relations Observatory」(STEREO)衛星の合計3つの衛星の極端紫外線撮像データ(193Å)を用いておこなう。3つ使うことにより太陽の裏側のデータも含めた解析が可能となる。この観測的なコロナホールの同定は、すでに名古屋大学の大学院生らと行っており、多数のコロナホールの自動検出に成功しており、「SDO」衛星の打ち上げから2014年12月までのコロナホールに関して解析済みであり、出現場所、大きさ、寿命など必要な情報はすでに得ている。また地球軌道での太陽風予測値とAdvanced Composition Explorer (ACE)を比較して予測モデルの検証も行う。

[科学課題②] 次期太陽サイクルでの太陽風変動の予測研究

太陽地球環境の長期変動に関する予測研究をおこなう。主な研究方法であげた方法を用いて10年程度先の太陽風がどのようなものになるか確率論的に議論する。具体的には、現在の太陽全球磁場データを初期値に、今後10年の黒点を確率的に与え大量の太陽表面磁束輸送計算をおこない太陽風モデルを適応することで、太陽地球環境の長期変動を考察する。本研究において我々が開発した次期太陽活動周期予測モデル結果に太陽風モデルを適応することが必要である。具体的な作業としては表面磁束輸送計算結果(太陽全球磁場をインプット)に

ポテンシャル磁場外挿法（惑星間空間の磁場をアウトプット）を適応することである。ポテンシャル磁場外挿法の計算コードは公開されているものもあり、既存のものを用いる。このデータのやり取りをする部分のみ別途作成する。

本研究計画は新しい開発要素は、すでに出来上がった2つの計算コードの間の入力出力をつなぐ部分のみで、開発の進み具合による不確定さはほとんど無い。すでに次期太陽活動周期予測モデルは完成しており、平成28年度中に次期太陽活動周期予測結果が出る予定であるが、なんらかの理由で予測値が出せなかった場合（可能性は低い）、他のグループが出している次期太陽活動周期予測値（例えば Cameron et al., 2016^[8]）を用いて本研究を行うことで対応する。

[8] Cameron, R. et al., “Solar Cycle 25: Another Moderate Cycle?”, 2016, ApJ, 823, 22.

4. 研究成果

数10日スケールの短い時間でのコロナホールの生成・発展・消滅の予測をおこなうため、太陽表面磁束輸送モデルで用いるパラメータである、差動回転および子午面循環流を高精度で測定する研究を行った。図2は現在の太陽周期における差動回転の長期変動を我々が開発してきた、磁気要素追跡法で検出した結果である（現在、Imada et al. として査読中）。これらの結果から、通常時間変化しないとして定数パラメータとしてモデルに与えてしまう流れ場は時間変化することがわかった。さらに、磁場の強い領域と弱い領域で流れの速さが違うことも磁気要素追跡法を基に解析した結果わかった（Imada&Fujiyama 2018）。図3は差動回転および子午面循環流の磁場強度依存性を表した図であり、差動回転は磁場の強い領域の方が速く回転していることがわかる一方、子午面循環流は磁場の強い領域の方が流れが遅いことがわかった。これらの時間依存性および磁場依存性を取り入れてモデルを改良する必要があることがわかった。

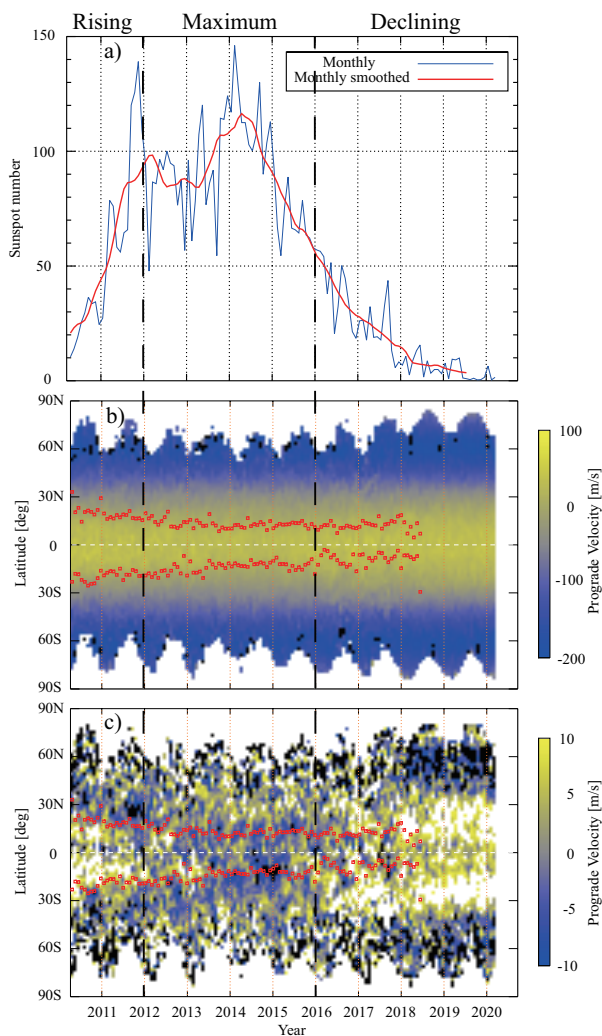


図2：差動回転の長期変動

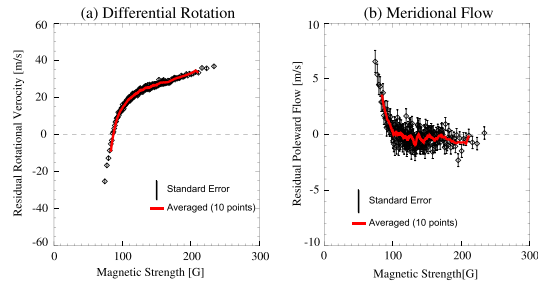


図 3：差動回転および子午面循環流の磁場強度依存性

10年程度先の太陽風がどのようなものになるか確率的に議論することで、太陽地球環境の長期変動に関する予測研究をおこなった。現在の太陽全球磁場データを初期値に、今後10年の黒点を確率的に与え大量の太陽表面磁束輸送計算をおこない太陽風モデルを適応することで、太陽地球環境の長期変動を考察する。そのためまず、我々が開発した次期太陽活動周期予測モデル結果に太陽風モデルを適応することが必要である。そこで大量に計算したアンサンブル表面磁束輸送計算結果（太陽全球磁場をインプット）にポテンシャル磁場外挿法（惑星間空間の磁場をアウトプット）の適応を試みた。図4左は表面磁束輸送計算によって得られた太陽全球磁場をインプットとし、ポテンシャル磁場外挿法を用いて惑星間空間の磁場を計算した結果である。赤、青はそれぞれ正と負の開いた磁力線を表しており、その磁力線を通じて太陽風が吹き出していると考えられている。これらの計算から磁力線の拡大率も計算することが可能で、拡大率の大きい磁力線からは低速の、拡大率の小さい磁力線からは高速の太陽風が吹くことが知られている。実際、計算して予測した太陽風の吹き出し口だと考えられる開いた磁力線と、太陽コロナに存在するコロナホール（太陽風の吹き出し口）を比較すると図4右が得られ、太陽風の吹き出し口の時間発展を計算により予測できていることがわかる。

最後に、これらから得られた結果を用いて、太陽風の太陽サイクル25の長期変動を確率的に議論し、加えて地球に降り注ぐ宇宙線量や磁気圏の変動がどのようになるかも議論を行っており、現在結果をよく吟味し妥当性等を評価し、論文かに向けてまとめている。

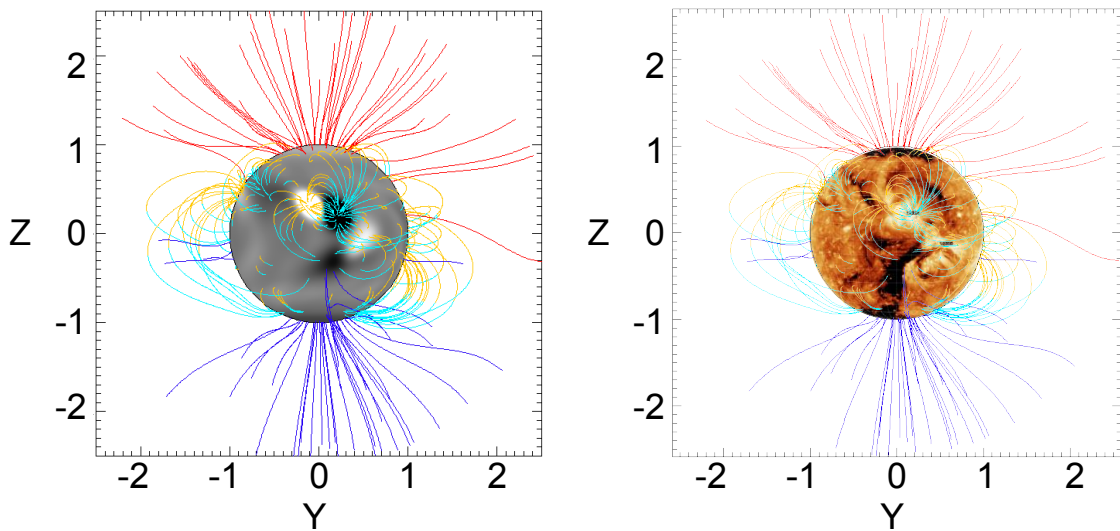


図 4：表面磁束輸送モデルによって予測される太陽風の流源とコロナホール

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fujiyama Masashi, Hayakawa Hisashi, Iju Tomoya, Kawai Toshiki, Toriumi Shin, Otsuji Kenichi, Kondo Katsuya, Watanabe Yusaku, Nozawa Satoshi, Imada Shinsuke	4. 巻 294
2. 論文標題 Revisiting Kunitomo's Sunspot Drawings During 1835-1836 in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solar Physics	6. 最初と最後の頁 43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11207-019-1429-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kawai T., Kanda N., Imada S.	4. 巻 294
2. 論文標題 Velocity Structure and Temperature Dependence of an Extreme-Ultraviolet Jet Observed by Hinode	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solar Physics	6. 最初と最後の頁 74
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11207-019-1469-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Iijima H., Hotta H., Imada S.	4. 巻 883
2. 論文標題 Effect of Morphological Asymmetry between Leading and Following Sunspots on the Prediction of Solar Cycle Activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 24 ~ 24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3847/1538-4357/ab3b04	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hayakawa Hisashi, S?ma Mitsuru, Tanikawa Kiyotaka, Willis David M., Wild Matthew N., Macdonald Lee T., Imada Shinsuke, Hattori Kentaro, Richard Stephenson F.	4. 巻 294
2. 論文標題 A Transit of Venus Possibly Misinterpreted as an Unaided-Eye Sunspot Observation in China on 9 December 1874	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solar Physics	6. 最初と最後の頁 119
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11207-019-1504-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hinode Review Team、Al-Janabi Khalid、Antolin Patrick、Shinsuke Imada et al.	4. 巻 71
2. 論文標題 Achievements of Hinode in the first eleven years	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 R1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hayakawa Hisashi、Besser Bruno P.、Iju Tomoya、Arlt Rainer、Uneme Shoma、Imada Shinsuke、Bourdin Philippe-A.、Kraml Amand	4. 巻 890
2. 論文標題 Thadd?us Derfflinger 's Sunspot Observations during 1802?1824: A Primary Reference to Understand the Dalton Minimum	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 98 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab65c9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Watanabe Kyoko、Imada Shinsuke	4. 巻 891
2. 論文標題 White-light Emission and Chromospheric Response by an X1.8-class Flare on 2012 October 23	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 88 ~ 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab711b	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bamba Yumi、Inoue Satoshi、Imada Shinsuke	4. 巻 894
2. 論文標題 Intrusion of Magnetic Peninsula toward the Neighboring Opposite-polarity Region That Triggers the Largest Solar Flare in Solar Cycle 24	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 29 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab85ca	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kawai Toshiki, Imada Shinsuke, Nishimoto Shohei, Watanabe Kyoko, Kawate Tomoko	4. 巻 205
2. 論文標題 Nowcast of an EUV dynamic spectrum during solar flares	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics	6. 最初と最後の頁 105302 ~ 105302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jastp.2020.105302	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujiyama Masashi, Hayakawa Hisashi, Iju Tomoya, Kawai Toshiki, Toriumi Shin, Otsuji Kenichi, Kondo Katsuya, Watanabe Yusaku, Nozawa Satoshi, Imada Shinsuke	4. 巻 294
2. 論文標題 Revisiting Kunitomo's Sunspot Drawings During 1835???1836 in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Solar Physics	6. 最初と最後の頁 L5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11207-019-1429-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iijima H., Hotta H., Imada S.	4. 巻 622
2. 論文標題 Semiconservative reduced speed of sound technique for low Mach number flows with large density variations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A157 ~ A157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Imada S., Fujiyama M.	4. 巻 864
2. 論文標題 Effect of Magnetic Field Strength on Solar Differential Rotation and Meridional Circulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 L5 ~ L5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/aad904	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oka M., Birn J., Battaglia M., Chaston C. C., Hatch S. M., Livadiotis G., Imada S., Miyoshi Y., Kuhar M., Effenberger F., Eriksson E., Khotyaintsev Y. V., Retin? A.	4. 巻 214
2. 論文標題 Electron Power-Law Spectra in Solar and Space Plasmas	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Space Science Reviews	6. 最初と最後の頁 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1007/s11214-018-0515-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hayakawa Hisashi, Iwahashi Kiyomi, Fujiyama Masashi, Kawai Toshiki, Toriumi Shin, Hotta Hideyuki, Iijima Haruhisa, Imada Shinsuke, Tamazawa Harufumi, Shibata Kazunari	4. 巻 70
2. 論文標題 Sunspot drawings by Japanese official astronomers in 1749?1750	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1093/pasj/psy066	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Imada Shinsuke	4. 巻 -
2. 論文標題 Thermal Non-equilibrium Plasma Observed by Hinode	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 First Ten Years of Hinode Solar On-Orbit Observatory	6. 最初と最後の頁 221 ~ 229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-10-7742-5_20	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Lee Kyoung-Sun, Brooks David H., Imada Shinsuke	4. 巻 -
2. 論文標題 The Origin of the Solar Wind	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 First Ten Years of Hinode Solar On-Orbit Observatory	6. 最初と最後の頁 95 ~ 102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-10-7742-5_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iijima H., Hotta H., Imada S., Kusano K., Shiota D.	4. 巻 607
2. 論文標題 Improvement of solar-cycle prediction: Plateau of solar axial dipole moment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 L2~L2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201731813	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bamba Yumi, Lee Kyoung-Sun, Imada Shinsuke, Kusano Kanya	4. 巻 840
2. 論文標題 Study on Precursor Activity of the X1.6 Flare in the Great AR 12192 with SDO, IRIS, and Hinode	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 116~116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa6dfe	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計26件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 今田晋亮, Solar-C_EUVST小型検討チーム
2. 発表標題 次期太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを想定した電離非平衡プラズマ診断
3. 学会等名 日本天文学会 2019年春季年会 (東京、法政大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田 晋亮, Solar-C_EUVST team
2. 発表標題 Science Objectives of the Solar-C_EUVST
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会 2019 (千葉、幕張)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田 晋亮, Solar-C_EUVST team
2. 発表標題 The EUV High-Throughput Spectroscopic Telescope
3. 学会等名 Eleventh Workshop "Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Imada, S, Iijima, H, Hotta, H, Kusano, K, Shiota D
2. 発表標題 Predicting solar cycle 25 using surface flux transport model (PSTEP)
3. 学会等名 VarSITI Completion General Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinsuke Imada
2. 発表標題 Comparative Study of Energetic Particle Acceleration in Solar Corona and Earth's Magnetosphere
3. 学会等名 AOGS 2019 (Singapore, Singapore) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Imada, Solar-C WG
2. 発表標題 Science Objectives of the Solar-C_EUVST
3. 学会等名 Hinode13 meeting (Tokyo, Japan) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Imada, Solar-C WG
2. 発表標題 Solar-C_EUVST 「Outcome」
3. 学会等名 日本天文学会 2019年秋季年会 (熊本, 熊本大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田晋亮, 清水敏文, 川手朋子, International, Solar-C_EUVST WG
2. 発表標題 次世代太陽観測衛星Solar-C_EUVSTのサイエンスタarget
3. 学会等名 第36回 プラズマ・核融合学会 年会 (愛知・中部大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田晋亮
2. 発表標題 太陽物理学における予測
3. 学会等名 I-URICフロンティアコロキウム2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田晋亮, Solar-CWG
2. 発表標題 公募型小型 Solar-C_EUVST 計画
3. 学会等名 第20回 宇宙科学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今田晋亮, Solar-CWG
2. 発表標題 高感度EUV/UV分光望遠鏡衛星(Solar-C EUVST):全体進捗状況
3. 学会等名 日本天文学会2020年春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今田晋亮, Solar-C_EUVST小型検討チーム
2. 発表標題 次期太陽観測衛星Solar-C_EUVSTを想定した電離非平衡プラズマ診断
3. 学会等名 日本天文学会 2018年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今田晋亮、勝川行雄、鳥海森、政田洋平、仲田資季
2. 発表標題 太陽大気形成過程における観測・理論の現状と将来展望
3. 学会等名 第35回プラズマ・核融合学会 年会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今田晋亮, Solar-C_EUVST小型検討チーム
2. 発表標題 高感度 EUV/UV 分光望遠鏡衛星 (Solar-C EUVST):サイエンスターゲット及び観測要求性能
3. 学会等名 日本天文学会 2018年秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinsuke Imada
2. 発表標題 Thermal Non-equilibrium Plasma Observed by Hinode
3. 学会等名 Hinode 12 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinsuke Imada
2. 発表標題 Thermal Non-equilibrium Plasma Observed by Hinode
3. 学会等名 AOGS 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shinsuke Imada
2. 発表標題 Science Objectives of Solar-C_EUVST
3. 学会等名 地球惑星科学連合大会 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Imada, Shinsuke; Iijima, Haruhisa; Hotta, Hideyuki; Shiota, Daiko; Kusano, Kanya
2. 発表標題 Predicting Solar Cycle 25 using Surface Flux Transport Model
3. 学会等名 American Astronomical Society, SPD meeting #48, id.111.06 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Lee, Kyoung-Sun; Imada, Shinsuke; Watanabe, Kyoko; Bamba, Yumi; Brooks, David
2 . 発表標題 Multi-Wavelength Spectroscopic Observations of a White Light Flare Produced Directly by Non-thermal Electrons
3 . 学会等名 American Astronomical Society, SPD meeting #48, id.108.06 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Kawate, Tomoko; Narukage, Noriyuki; Ishikawa, Shin-nosuke; Imada, Shinsuke
2 . 発表標題 Detection of Heating Processes in Coronal Loops by Soft X-ray Spectroscopy
3 . 学会等名 American Astronomical Society, SPD meeting #48, id.106.15 (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Miyake, S.; Kataoka, R.; Sato, T.; Imada, S.; Miyahara, H.; Shiota, D.; Matsumoto, T.; Ueno, H.
2 . 発表標題 Cosmic Ray Modulation and Radiation Dose of Aircrews During Possible Grand Minimum
3 . 学会等名 American Geophysical Union, Fall Meeting 2017, abstract #SH53A-2556 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Oka, M.; Battaglia, M.; Birn, J.; Chaston, C. C.; Effenberger, F.; Eriksson, E.; Fletcher, L.; Hatch, S.; Imada, S.; Khotyaintsev, Y. V.; Kuhar, M.; Livadiotis, G.; Miyoshi, Y.; Retino, A.
2 . 発表標題 Non-thermal Power-Law Distributions in Solar and Space Plasmas
3 . 学会等名 American Geophysical Union, Fall Meeting 2017, abstract #SH51C-2518 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujiyama, M.; Imada, S.; Iijima, H.; Machida, S.
2. 発表標題 Solar Surface Velocity in the Large Scale estimated by Magnetic Element Tracking Method
3. 学会等名 American Geophysical Union, Fall Meeting 2017, abstract #SH13A-2474 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nishimoto, S.; Watanabe, K.; Imada, S.; Kawate, T.; Lee, K. S.
2. 発表標題 Statistical and observational research of solar flare for total spectra and geometrical features
3. 学会等名 American Geophysical Union, Fall Meeting 2017, abstract #SH41A-2749 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今田晋亮
2. 発表標題 Solar-C_EUVSTにおける熱的非平衡プラズマの診断能力及びその診断能力から期待される科学成果
3. 学会等名 天文学会 2018年春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今田晋亮、川手朋子、清水敏文、Carlos Noda、原弘久、渡邊鉄哉、勝川行雄、末松芳法、渡邊恭子、阿南徹、永田伸一
2. 発表標題 高感度紫外線撮像分光装置 EUVST が目指すサイエンス検討
3. 学会等名 天文学会 2017年秋季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----