

令和 2 年 6 月 27 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00958

研究課題名(和文)分光観測を深化させた太陽観測システムの科学教育への導入

研究課題名(英文)Development of self-made spectrometer for solar physics education

研究代表者

野澤 恵 (Nozawa, Satoshi)

茨城大学・理工学研究科(理学野)・准教授

研究者番号：10261736

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：太陽はプラズマの実験室と言われ、プラズマの基本的な性質を理解するに適した天体である。そこで太陽観測用の自作分光器の製作と観測を行い、深化させた分光観測を通して、太陽物理教育を実践することが目的である。このため持ち運び可能な自作分光器を製作し、太陽現象のドップラー速度の検出などが可能となった。これにより太陽物理教育だけでなく科学教育の物理的な理解を深める優れた教材となった。これは高等教育レベルを通しての社会への還元であり、分光器の製作を通じ、太陽物理教育を修めた人材の育成に結び付けた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

持ち運び可能な太陽観測用の自作分光器を製作し、定常的な観測を行う基礎的な成果を残すことができた。これにより、太陽観測を題材に「科学的な観測」を行う動機付け、すなわち「気づき」を促すことであり、この「気づき」を通過点とし、「科学的な観測」を実践できる人材の育成、すなわち高度な科学教育を習得した人材を社会に還元することである。その手段として、太陽嵐の原因となるプロミネンス噴出の高精度の観測を通じた「科学的な観測」を高等教育レベルで実践できる人材を育成することできた。

研究成果の概要(英文)：The sun is a laboratory for plasma and is a good object to understand the basic properties of plasma physics. Therefore, we have built a home-made spectrograph for solar observation. Through deepened spectroscopic observations, we will learn about solar physics. The purpose of the project is to put education into practice. For this purpose, a portable home-made spectroscope is made and the Doppler velocity of solar phenomena can be detected. It has become an excellent teaching tool for not only solar physics education but also for science education. This is an excellent teaching aid for deepening the physical understanding of solar physics education as well as science education. This is a return to society through higher education. It was linked to the development of trained personnel.

研究分野：太陽物理

キーワード：太陽観測 分光観測 電波観測

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

太陽はプラズマの実験室と言われ、プラズマの基本的な性質を理解するに適した天体である。特に太陽大気は、比較的低温な光球や彩層(約 4-6000K)と高温なコロナ(100 万 K 以上)が、層構造となっている。これらの層の密度と温度が異なるため、放出される電磁波も異なる。光球では黒点や粒状斑が可視光で観測され、彩層では特定の波長だけを通すフィルターでプロミネンスなどが観測される。コロナではフレア爆発によるコロナループなどが紫外線や X 線で観測されている。加えて、太陽は宇宙のプラズマの実験室と言われ、例えば太陽コロナと同じ物理過程で説明可能な銀河ハローと呼ばれる希薄な高温な大気が存在する。このように太陽は基本的な宇宙の性質を理解するには適した天体である。

太陽面爆発、プロミネンス、CME 放出など、動的な現象も発生しており、それらの解明を行うことは、地球環境に与える宇宙天気的影響の理解にも繋がる。これらから太陽の観測の重要性は増している。

最近の太陽観測用の水素やカルシウムの波長帯を用いた狭帯域フィルターを持つ専用望遠鏡の価格が下がり、一般のアマチュア観測者の間に多く普及している。当研究室でもそれらを用いて太陽観測を学部実験や卒業研究で使用している。しかし、単一波長観測のため、いわゆる分光による教育や研究には適していない。そこで理解を深化させるため、分光観測を行う。分光は光を波長に分けることで、原理的な理解から電磁波の波長による性質の理解に繋がる。例えば太陽が違う波長では見え方が異なるなど、分光器を用いた教育には物理的な考察ができ、科学的に大きな広がりをもたらす。さらに放出源が運動する場合、波長偏移のドップラー効果による速度変化を検出も可能である。申請者が過去の科研費の挑戦的萌芽研究(科学教育)「太陽物理教育のための複数波長観測可能な自作分光器の開発」(H26-28)で採択され、製作した持ち運び可能な分光器を製作した。これは研究協力者である埼玉県立浦和西高校の坂江隆志教諭との共同研究の成果でもある。加えて H27,28 年度の国立天文台先端技術センターの共同利用の採択により望遠鏡部品以外の部分の製作が可能となった。例えば太陽自転速度(東西の速度差は 4km/s)の観測を行うには鉄の輝線(630.2nm)で 0.01nm の波長変化の検出が必要である。このときに製作した分光器の波長分解能は 0.01nm のスペックを満たしているため、学部実験等で使用が可能である。しかし、汎用のアマチュア天文家向けの分光器は同価格帯のものでは、分解能が一桁低くこのような科学的観測に用いることはできない。逆に科学的観測ができる分解能を有する分光器は特注品であり、その例として京都大学飛騨天文台に設置されたドームレス太陽望遠鏡があげられるが、莫大な費用と巨大な重量が投入され、手軽に使うことはできない。

2. 研究の目的

本研究は太陽から来る電磁波を可視分光器や電波受信器などを用いて観測を行い、太陽大気の物理的な解明を高等教育レベルで実践することを目的とする。黒点に代表される光球や彩層は 1 万 K 程度の現象で可視光により観測される。本研究で開発する専用太陽分光器はドップラー速度の検出などが可能であり、太陽物理教育だけでなく科学教育の物理的な理解を深める優れた教材である。また広範囲の電磁波を放出する太陽爆発現象のフレアを可視光や電波などで観測し、太陽で発生する様々な現象を高等教育レベルの理解に繋げ、これにより高度に科学に携わる人材育成を行う。

今回開発する分光器の目的の一つとして、プロミネンス噴出やフレア爆発がある。これらは

100km/s 以上の速度情報を持ち、分光器で観測可能である。時間分解能も CCD カメラの性能に依存するが、0.1 秒以下の時間分解能による観測が可能である。今までの分光器の製作を通じ、修士論文 1 編と卒業論文 6 編が実現し、この研究が高等教育レベルの成果となる証明となった。ただし専用分光器はまだ不完全で、細かな改良が必要である。例えば製作に厚いアルミ板を使ったため重量の増加を招いた。またスリット自体も特注品が必要で、汎用品の使用の吟味など、問題点も多いが解決可能と考えている。

加えて当研究室では、「太陽地球圏環境」の理解の一端として、太陽嵐の解明に向け、茨城大学独自の太陽面監視システムの構築を目指しており、本研究はその一貫でもある。太陽嵐の原因であるフィラメント噴出をできるだけ正確に把握しようとしている。特に噴出速度の精度の高い観測を行うことにより、太陽から地球に到達する太陽嵐の可能性の予測を始め、具体的な到達時間やその規模等の予報に繋がりたいと考えている。これは高等教育レベルを通しての社会への還元であり、システムを構築する人材の育成に結び付ける。当研究室における太陽電波観測システムは全世界に展開されている太陽電波受信ネットワーク(<http://www.e-callisto.org/>)の一基地局として、フレア爆発に伴う電波バーストの観測を行っている。また茨城県教育委員会が科学技術振興機構の ASSIST プロジェクト・未来の科学者育成プロジェクト事業に採択され、その一環として BS アンテナで行う太陽面電波観測を当研究室が高校教員と高校生に指導している。このように申請者には太陽観測を総合的に行う土壌が培われ、その総合的な太陽観測システムをパッケージとして提供する準備が整っている。

最先端の太陽研究のためには高額な機器が必要となるが、性能を多少犠牲にすることで、総合的な太陽物理教育が可能となる。この発想の転換により、比較的安価な太陽分光器の開発を行い、既存のアンテナを使い太陽電波を観測するなど、太陽の多波長観測をすることで、太陽嵐を予測可能なシステム構築(このような「宇宙」や「太陽」に対する理解を深めるために、場合によっては工学部教員との連携も図る)を目指す。これらは既存の科学教育では難しかった高分解能の分光の良い教材となり、多波長で同じものを観測する場合のモデルケースになる。最終的にこのシステムを社会還元としてパッケージ提供(A. 観測装置の設計図を公開し自作する人への便宜を図る、B. 実験マニュアルも一緒に提供、C. 教育学部の理科教室と連携し教員養成にも貢献)を目標とする。

3 . 研究の方法

研究方法は大きく三つあげられる。

(I) 現状の太陽分光器を改良し、学部実験や卒業研究に使用、(II) 現状をもとに、多波長で観測できる量産型の分光器の開発、(III) 現状のものを簡素化し、小中高校で使用できる分光器の開発である。

これらは、現在試作的に開発中の太陽分光器をベースに発展する方向である。多波長観測を行うことにより、太陽が様々な波長の光を発することの理解、そして、分光がもたらす物理状態を理解させる。また、これらを活用させる教材開発についての体制を構築することを目指した。

現状の分光器の改良を行い、専用分光器の製作に繋げることを中心に進める。特に実際の太陽観測への応用、CCD カメラによる太陽画像の取得、そのデータ解析についてである。以下にその改良内容と教材としてのテーマを想定する。研究協力者としての坂江氏以外に大学院生を二名程度で研究を進める。

(1)波長分解能の向上

現在は0.01nm程度であるが、理論的にはもう一桁進めることができる。特に焦点合わせが問題であり、また大気によるシーイングの問題もある。そこで、望遠鏡部品の追加により、高精度の焦点合わせを行う。これにより分光で太陽東西の自転速度の導出を視覚的に確認する。この分光による波長の変化は、速度のドップラー効果が原因であるため、大学での実験等の教材として最適である。特にこの分光器では、400nmから800nm程度の波長帯に感度があるため、波長帯域により、ドップラーシフト量の確認をすることができる。

(2)定常的な太陽全面の多波長の分光観測

例えば京都大学飛騨天文台のSMART望遠鏡では、Haの中心波長(656.3nm)以外に、 ± 0.05 nmなど複数の波長での太陽全面像の撮影、Web公開を行っている。この分光器でも解像度や時間分解能では劣るが、同等なことは可能である。また、可視光域の波長帯に感度があるため、CaK(393.3nm)を始めCaH,G-band,Fe,Mg,Naなど光球や彩層由来の波長による観測が可能である。現在の分光器は簡単に回折格子の角度を変更することで、これにより違う波長を短時間で簡単に観測できる。これにより、例えば黒点上空大気鉛直構造の分光画像を取得することができ、速度や物理構造を明らかにすることが可能で、卒業研究や修士論文のテーマとなる。また、取得した画像は、Web公開された太陽画像のデータと比較をするなどの学部実験の教材として最適である。

(3)太陽コロナ観測

自然科学研究機構が新たに発足させた共同利用施設の乗鞍観測所は、標高3000mの高山のため、大気による太陽光の散乱がないため、太陽コロナを観測するには最適の地である。実際に2009年まで国立天文台が60年に渡り、コロナ観測を行ってきた。平成25年度の共同利用で、研究協力者である坂江氏と共に、上記の分光器を使った太陽コロナ観測に挑戦したが、コロナ輝線が確認できず、コロナからの流れを掴むことができなかった。平成26年度以降もコロナ観測は続ける予定であり、コロナからの流れの視線方向への広がりを明らかにし、三次元的な描像を捉える。コロナの流れを分光で観測することは、乗鞍コロナ観測所が閉鎖された現在では、貴重なデータであるため、重要な研究対象となっている。

4.研究成果

分光器の軽量化を中心した改良を中心に進めた。特に実際の太陽観測への応用、CCDカメラによる太陽画像の取得、そのデータ解析を通しての太陽物理教育の実践を行った。

[1. 波長分解能の向上]

当初の波長分解能は0.01nm程度が理論性能であるが、焦点合わせの問題や大気によるシーイングの問題もあり、通常その分解能を得ることは難しい。そこで、望遠鏡部品の追加により、高次のスペクトルを使い高精度の焦点合わせを行うなどで波長分解能の向上を図った。これにより分光で太陽東西の自転速度の導出の視覚的な確認が可能となる。分光による波長の変化は、速度のドップラー効果が原因であるため、大学での実験等の教材として最適となることがわかった。特にこの分光器では、400nmから800nm程度の波長帯に感度があるため、この帯域のドップラーシフト量を確認することができた。

[2. 定常的な多波長の分光観測]

例えば京都大学飛騨天文台のSMART望遠鏡では、Haの中心波長(656.3nm)以外に、 ± 0.05 nmなど複数の波長での太陽全面像の撮影、Web公開を行っている。この分光器でも解像度や時間分解能では劣るが、同等なことは可能である。また、可視光域の波長帯に感度があるため、

CaK(393.3nm)をはじめ CaH, G-band, Fe, Mg, Na など光球や彩層由来の波長による観測が可能である。現在の分光器は簡単に回折格子の角度を変更することができ、異なる波長を短時間で簡単に切り替えて観測できた。定常観測に応用可能となった。

[3. 分光観測による太陽全面像の取得]

分光器のスリット上を日周運動する太陽の進行方向の外側に当て固定し、日周運動によりスリットを太陽全面が通過し、通り過ぎた後に太陽の進行方向にスリットを進め、固定し、再び太陽が日周運動するのを待つという方法(太陽全面のスリットスキャン)で、太陽全面画像分光データの取得が可能である。通常の撮像観測では取得できない分光データは、視線方向のドップラー速度の解析が可能となり、太陽面方向の見かけの移動速度と合わせることで、三次元的な速度構造の把握が可能となった。

[4. 複数台の分光器による同時多波長観測]

同型の分光器を複数台で同時に多波長観測を行い、製作を行った分光器と組み合わせることで定常的な観測をより安定的に運用することが可能となる。これにより Web での公開も視野にいった観測システムの構築に結びつけることができる。このような安定で定常的な観測データは、学部実験においてもフレア発生時の速度場解析やその三次元の大気構造の観測や解析を行うことができ、これも卒業研究や修士論文のテーマに繋がること可能となった。解析システム自体を複数セット用意し日本各地に置けば、天候に左右されずに毎日の観測が可能である。太陽観測は宇宙天気予報に必要な不可欠なデータであるため、太陽を常時監視する意識を育てるための人材育成として、十分に実践を行うことができた。

[5. 総合的な太陽観測システムの構築と科学教育の実践、人材育成]

太陽の多波長観測環境の構築を行った。導入した「天体観測用望遠鏡格納庫」内に、今までは簡易的に赤道儀を設置していたが、強固かつ太陽の長時間の追尾が可能のように再設置を行った。また温度湿度をモニターするようにし、また除湿機を設置した。そして、常時太陽を観測できるように、黒点観測用の白色光用の望遠鏡と、彩層観測用の Ha 望遠鏡を設置して、秋口から晴れた日には太陽を観測している。昨年までに開発してきた大気擾乱観測装置も、上記の二つの望遠鏡に載せる形で、同時に観測している。このように太陽観測画像と、その上空大気の状態を観測し、データの質的な指標を評価することは、他の観測施設では行われておらず、本研究の重要な成果の一つである。昨年から行っている専用太陽分光観測装置の改良のため、室内実験を進めた。分光器の原理の理解と共に、小型汎用で可搬式にするための、調整箇所の確認を行いながらであった。そして、この小型可搬式の分光器を手掛ける業者と連絡を取り、試作品の評価と上記の実験からのフィードバックを元に、定常的に観測するための試験観測を行い、これから専用装置の開発に繋げることができた。太陽電波観測装置は常時観測しているが、現在太陽活動が極小期であるため、フレアが発生せず、観測はできなかった。また流星電波観測も常時始めており、太陽活動が地球高層大気に与える影響の長期変動を観測するデータも蓄積しつつある。このように本研究の目的である分光観測を深化させた装置と共に、様々な太陽観測システムの常時観測を行い、科学教育への導入としての成果をおさめている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 吉塚 弘康, 野澤 恵, 北井 礼三郎, 上野 悟, 大辻 賢一	4. 巻 2
2. 論文標題 活動領域スピキュールの物理量の推定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Stars and Galaxies	6. 最初と最後の頁 id:4-1, 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Anan Tetsu, Yoneya Takuro, Ichimoto Kiyoshi, UeNo Satoru, Shiota Daikou, Nozawa Satoshi, Takasao Shinsuke, Kawate Tomoko	4. 巻 70
2. 論文標題 Measurement of vector magnetic field in a flare kernel with a spectropolarimetric observation in HeI 10830A	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 101-1,101-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1093/pasj/psy105	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 該当する
1. 著者名 Nakagawa Yumi, Nozawa Satoshi, Shinbori Atsuki	4. 巻 71
2. 論文標題 Relationship between the low-latitude coronal hole area, solar wind velocity, and geomagnetic activity during solar cycles 23 and 24	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1,15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1186/s40623-019-1005-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	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 1,23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/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 Shimojo Masumi, Iwai Kazumasa, Asai Ayumi, Nozawa Satoshi, Minamidani Tetsuhiro, Saito Masao	4. 巻 848
2. 論文標題 Variation of the Solar Microwave Spectrum in the Last Half Century	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 62~62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aa8c75	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 該当する

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Satoshi Nozawa, Masaki Yokoyama, Masahiro Nohmi, and Stars-A0 collaborators
2. 発表標題 Stars-A0: Design and Development of the Cubesat for Astronomical Observations
3. 学会等名 ISTS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideki UCHIYAMA, Takeshi MACHI, Michitaro NAKAMURA, Yoshiyuki GUNJI, Satoshi NOZAWA, Masahiro NOHMI, and Mami SAITO
2. 発表標題 rial of New Educational Usage of a Nano Satellite: Workshop of Stars-A0 Observation Planning for High and Junior-High School Students
3. 学会等名 ISTS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内山秀樹, 町岳, 中村美智太郎, 郡司賀透, 齋藤茉美, 能見公博, 野澤恵
2. 発表標題 超小型人工衛星を使った新たな教育利用の試み : 中高生による軌道上望遠鏡 超小型衛星 Stars-A0 (あおい) を用いた観測研究立案プロジェクト
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石塚千彬, 清水結花, 小野寺幸子, 萩野正興, 桜井隆, 篠田一也, 宮良碧, 野澤 恵
2. 発表標題 太陽サイクル 24 のプロミネンスの極輸送について
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮良碧, 野澤恵, 一本潔, 大辻賢一, 上野悟, 木村剛一, 萩野正興, 坂江隆志
2. 発表標題 H 線 2 波長同時撮像観測による活動領域の高解像度速度場観測
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水結花, 石塚千彬, 小野寺幸子, 萩野正興, 桜井隆, 篠田一也, Yu Liu, Tengfei Song, Xuefei Zhang, Mingyu Zhao, Zhong Liu, 木村剛一, 一本潔, 宮良碧, 野澤恵
2. 発表標題 太陽コロナ緑色輝線で観測されたフレア
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉塚弘康, 野澤恵, 北井礼三郎, 上野悟, 大辻賢一
2. 発表標題 活動領域スピキュールの物理量の推定
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青山実樹, 宮良碧, 野澤恵, 一本潔, 大辻賢一, 上野悟, 木村剛一, 萩野正興
2. 発表標題 フィラメント噴出に伴う彩層微細構造の運動
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 萩野正興、都築俊宏、篠田一也、石川直美、小野智子、太田浩司、岡本千秋、富田良雄、廣瀬一貫、野澤恵、宮良碧、宮崎将、石村周平、岩橋清美、木村剛一、大辻賢一
2. 発表標題 長浜城歴史博物館の国友一貫斎の主鏡面精度測定
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 野澤恵、宮良碧、青山実樹、林亮太、土方優季、山田直輝、萩野正興
2. 発表標題 茨城大学における太陽観測システムの開発と SHABAR 観測
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 石村周平, 野澤恵, 渡部潤一, 寺澤敏夫, 吉田英人, 吉岡和夫, 吉川一朗, 白居隆志, 矢口徳之
2. 発表標題 多地点流星電波観測による 10 月りゅう座流星群とふたご座流星群の比較
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 宮良 碧, 野澤 恵, 一本 潔, 大辻賢一, 上野 悟, 木村剛一, 萩野正興
2. 発表標題 H 線 2 波長同時撮像観測によるプロミネンスの高解像度速度場観測
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 三浦則明, 菊池駿, 鈴木貴博, 山本大二郎, 野澤恵, 萩野正興, 上野悟, 一本潔
2. 発表標題 V254a 太陽 SLODAR によるゆらぎ層分布推定へのスパースモデリングの導入
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 宮良碧, 浜屋ひかり, 小野寺幸子, 萩野正興, 日比野由美, 山本大二郎, 野澤恵, 大辻賢一, 一本潔, 三浦則明
2. 発表標題 V257b 太陽像によるシーイングサイズの測定手法の開発
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 浜屋ひかり, 宮良碧, 小野寺幸子, 山本大二郎, 野澤恵, 木村剛一, 仲谷善一, 大辻賢一, 一本潔, 萩野正興, 篠田一也, 日々野由美, 三浦則明
2. 発表標題 V256b 太陽シンチレーションモニタによる高度依存調査
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 宮良碧, 浜屋ひかり, 小野寺幸子, 萩野正興, 篠田一也, 大辻賢一, 木村剛一, 仲谷善一, 一本潔, 山本大二郎, 野澤恵, 三浦明則
2. 発表標題 V232b 太陽像によるシーイング観測の季節変化調査
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿南徹, 米谷拓朗, 一本潔, 上野悟, 塩田大幸, 野澤恵, 高棹真介, 川手朋子
2. 発表標題 M42a HeI 10830A 偏光分光観測によるフレアカーネルの磁場ベクトル測定
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石村周平, 野澤恵, 渡部潤一
2. 発表標題 L08b 10 月りゅう座流星群のダスト・トレイル理論の予測と流星電波観測
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 海宝孝祐, 野澤恵, 阿南徹, 大辻賢一, 井上諭
2. 発表標題 M07a フィラメント消失前後の高度変化と磁場構造
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤恵、岩橋清美、大辻賢一、玉澤春史、萩野正興
2. 発表標題 Y06a 国友藤兵衛による太陽黒点スケッチのデジタル化により研究や教育への新展開
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三浦則明, 菊池駿, 鈴木貴博, 山本大二郎, 野澤恵, 萩野正興, 上野悟, 一本潔
2. 発表標題 V229b 太陽 SLODAR による大気ゆらぎ層の高さ分布の測定
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 津田菜月, 鷺田英舞, 野澤恵 岩井一正
2. 発表標題 (M13b CALLISTO 受信機を用いた太陽電波観測
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本大二郎, 野澤恵, 一本潔, 仲谷善一, 木村剛一, 三浦則明, 萩野正興, 浜屋ひかり, 宮良碧
2. 発表標題 V228a 太陽シンチレーションモニタによる高度に依存した大気擾乱推定及びシーイングの定量化
3. 学会等名 日本天文学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中川 裕美、新堀 淳樹、野澤 恵
2. 発表標題 [PEM12-P26] Solar wind variations originating from the high-latitude and low-latitude coronal holes and their response to the Earth's magnetosphere
3. 学会等名 JpGU(日本地球惑星科学連合)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Natsuki Tsuda, Ema Washida , Satoshi Nozawa, Kazumasa Iwai
2. 発表標題 Observation of Solar Radio Bursts by CALLISTO Radio Spectrometer in Ibaraki University
3. 学会等名 The 4th Asia-Pacific Solar Physics Meeting at Kyoto Univ(国際学会)
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
研究 分担者	萩野 正興 (Hagino Masaoki) (90437195)	国立天文台・太陽観測科学プロジェクト・専門研究職員 (62616)	
研究 協力者	坂江 隆志 (Sakae Takashi)	埼玉県立浦和西高校・教諭	