文部科学省科学研究費補助金　新学術領域研究（平成27-31年度）

新学術領域「太陽地球圏環境予測」我々が生きる宇宙の理解とその変動に対応する社会基盤の形成

PSTEP Newsletter

No.12 Mar.2019

INDEX

【研究報告】
「あらせ」衛星が見たジオスペース　pp.1-2

【研究報告】
樹木年輪の酸素同位体解析で探る小氷期の気候変動　pp.3-4

【会議報告】
ISEE/PSTEP 宇宙天気・宇宙気候の原因としての太陽活動のデータ駆動モデルに関する国際ワークショップを開催　p.5

【会議報告】
第６回 PSTEP 領域会議を開催　p.5

【会議報告】
European Space Weather Week 2018 においてPSTEPセッション開催　p.6

【会議報告】
2018 ISES meeting 開催報告　p.6

【会議報告】
ISEE・PSTEP 研究集会「第３回太陽地球圏環境予測のためのモデル研究の展望」　p.7

【会議報告】
SCOSTEP の次期科学プログラムに関するフォーラム（ISSI, 北京）　p.8

【国際活動支援班活動報告：派遣】
AGU FAll Meeting 2018 参加報告 /Pei-Hsuan Lin、土屋 智　p.8

天野氏、堀田氏が AAPPS-DPP 2018 Young Researcher Award を受賞　p.9

【PSTEP メンバー紹介】
穂積 コンニャナット / 情報通信研究機構　p.9

研究室紹介⑪ 千葉大学大学院工学研究院　p.10

Q&A 宇宙と地球のなぜ？どうして？「オーロラはなぜ輝くの？」　p.10

Project for Solar-Terrestrial Environment Prediction

研究報告

「あらせ」衛星が見たジオスペース

・はじめに

2016 年 12 月 20 日、JAXA の科学衛星あらせが、ジオスペースに向かって打ち上げられ、2017 年 3 月から定常観測を開始しました。以来、あらせは、順調に観測を続けており、次々と新しい成果が報告されています。ここでは、誌面の関係から、ごく一部の科学成果のみをご紹介させていただきます。あらせを含む ERG プロジェクトの詳細については、Earth Plants and Space 誌の特集号（2018 年）として出版されています（全体概要については、文献 [1] をご覧ください）。また、本報告で述べる Nature（2018 年）に加え、American Geophysical Union の Geophysical Research Letters に初期観測の特集号（2018-2019 年）が出版されておりますので、ぜひそちらもあわせてご覧いただけますと幸いです。

・放射線帯の変化

図 1 に、PSTEP A03 地球電磁気班の三谷氏が PI、高島氏が Co-PI をつとめる高エネルギー電子分析器 (HEP: 文献 [2]) による定常観測開始から 2018 年初頭までの放射線帯変化の L 値 - 時間ダイアグラムを示します。L 値とは、磁力線を表す指標で、たとえば L=6 の場合は、赤道面で地球半径の 6 倍付近を通る磁力線を指します。現在は、

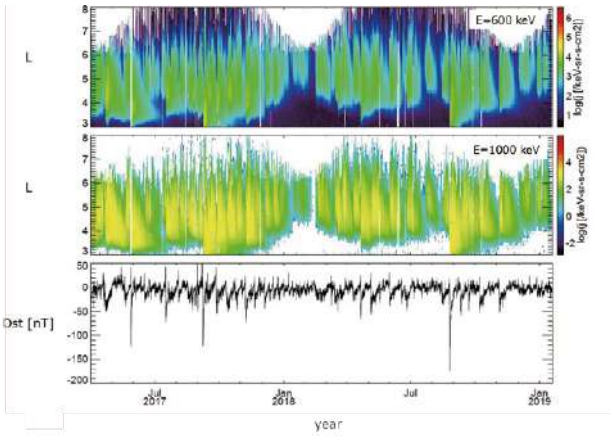


図 1 : あらせ搭載高エネルギー電子分析器 (HEP) が観測した 2017 年 4 月から 2018 年 1 月までの放射線帯の変化。横軸は時間、縦軸は L 値。上から、600 keV、1000 keV を示し、色はフラックスを表す。下段は Dst 指数。

太陽活動周期の下降期であり、打ち上げ前は宇宙嵐（磁気嵐）がどの程度観測されるか、ずいぶんと気をもんだものですが、幸いにも複数回のコロナ質量放出（CME）が引き起こした大規模宇宙嵐、また低緯度コロナホールからの高速太陽風に起因する多数の回帰性宇宙嵐の観測の機会に恵まれました。図 1 からわかるように、あらせは、宇宙嵐、あるいは中小規模の擾乱に呼応して、活発に消長を繰り返す放射線帯相対論的電子の変化をとらえています。

あらせには 4 つの電子観測器が搭載されており、20 eV から 20 MeV までのエネルギースペクトルの連続的な計測を実現しており、宇宙嵐時に、内部磁気圏の粒子環境がエネルギーによって異なる応答を示す様子がクリアに観測されています。放射線環境が厳しい領域で、広いエネルギー帯域を連続的に計測することはきわめて難しく、2012 年に打ち上げられた米国 NASA の Van Allen Probes 衛星で初めて実現したものです。あらせは Van Allen Probes 衛星につづく科学衛星として、このような広いエネルギー帯の観測を実現し、その観測データを用いた多くの研究が活発に展開されています。

・磁気圏から大気圏に落ちる電子を初めて特定

ジオスペースには、ホイッスラーや電磁イオンサイクロトロン波動など、多様なプラズマ波動が存在し、粒子の加速や散乱を引き起こします。たとえば、ホイッスラー波動と数 keV- 数十 keV の電子との相互作用の結果、散乱された電子が大気へと降り込むことによって、ディフューズオーロラや脈動オーロラが光ると考えられています。しかし、過去の人工衛星の観測では、磁気圏赤道面において、プラズマ波動と粒子の変調との対応は確認されていませんでした。その理由は、ロスコーンのサイズが 5 度以下程度ときわめて小さく、従来の粒子観測器の角度分解能では、ロスコーンの中を観測することが不可能であったためです。

あらせに搭載された中間エネルギー電子分析器（MEP-e, PI：東大・笠原氏、文献 [3]）は、特定の

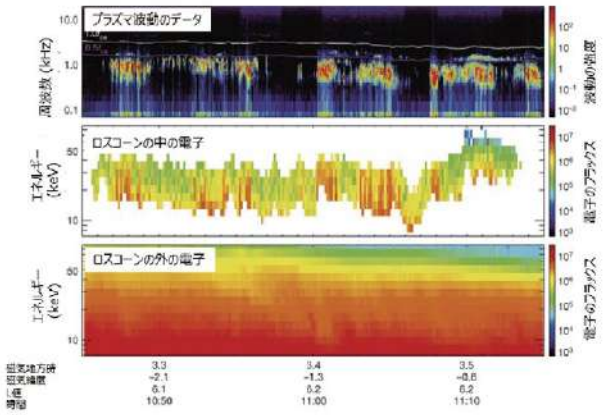


図 2 : あらせ搭載のプラズマ波動受信器 (PWE) が観測したプラズマ波動の周波数スペクトル、および中間エネルギー電子分析器 (MEPe) が観測したロスコーンの外とロスコーンの中のエネルギースペクトル。周波数スペクトル中に見られる強い波動が、コーラス波動。コーラス波動が出現したときのみ、ロスコーンの中のフラックスが増えていることがわかる [6]。

方向に対しては、約 3 度の角度分解能を実現しており、ロスコーンの中を観測することが可能となります。あらせの定常観測が始まった直後、あらせと北米の地上観測点との同時観測が成立するタイミングがあり、地上では脈動オーロラが観測されていました。図 2 は、上からプラズマ波動受信器（PWE,PI: 金沢大・笠原氏　PSTEP 公募研究研究代表者、文献 [4]）が観測したコーラス波動、MEP-e が観測したロスコーンの外と中の電子のエネルギースペクトルです。ロスコーンの外の電子は、波動に対応した変化を示していないのに対し、ロスコーンの中の電子は、波動が出現したときだけフラックスが上昇しています。このデータは、世界で初めて、プラズマ波動によって、磁気圏から大気圏に向かって電子が降り込んでいることが実証したものです。同時に、このロスコーンの中の電子フラックスの時間変化と地上のオーロラの発光強度の時間変化も 1 対 1 で対応していることが示され、筆者や A03 班の齋藤氏らが提案した波動によるピッチ角散乱が脈動オーロラを起こすというモデル（文献 [5] など）を磁気圏側の観測で実証するものとなりました。A03 班からも筆者、三谷氏、栗田氏、また金沢大・笠原氏も参加されてのこの成果は、あらせの初めての科学成果として Nature に発表され（文献 [6]）、2018 年の Nature Editor's choice にも選ばれました。

現在、A03 班の塩川氏、大塚氏、吉川氏、家森氏や片岡氏、PSTEP A01 予報システム班 長妻氏をはじめとした連携地上観測グループのチームによって、地上観測ネットワークが構築され、あらせ - 地上観測連携によって多数の成果が得られています [7]、[8]。また、A03 班の加藤氏たちのグループは、あらせに搭載された波動粒子相互作用解析装置によるプラズマの波と粒子のエネルギー交換過程の直接観測に挑戦しています [9]。

Van Allen Probes 衛星ミッションはまもなく終わり、あらせが第 25 活動周期のジオスペース観測の担い手として大きく期待されています。これからもプロジェクトメンバー一同、力をあわせ、PSTEP とも連携して、成果をあげていきたいと思います。引き続き、ご支援のほど、どうぞよろしくお願いいたします。

（三好 由純／名古屋大学）

【参考文献】

[1] Miyoshi, et al., Geospace Exploration Project ERG, Earth Planets and Space, 10.1186/s40623-018-0862-0, 2018.
[2] Mitani, T., T. Takashima, S. Kasahara, W. Miyake and M. Hirahara,High-energy electron experiments (HEP) aboard the ERG (Arase)satellite, Earth, Planets and Space, 10.1186/s40623-018-0853-1, 2018.
[3] Kasahara et al.,Medium-Energy Particle experiments - electron analyser (MEP-e) for theExploration of energization and Radiation in Geospace (ERG) mission,Earth, Planets and Space,10.1186/s40623-018-0847-z, 2018.
[4] Kasahara, et al., The Plasma Wave Experiment (PWE) on board the Arase(ERG) satellite,Earth, Planets and Space, 10.1186/s40623-018-0842-4, 2018.
[5] Miyoshi, et al., Energetic electron precipitation associated with pulsating aurora: EISCAT and Van Allen Probes observations,J. Geophys. Res., 120, doi:10.1002/2014JA020690, 2015.
[6] Kasahara, et al., Pulsating aurora from electron scattering by choruswaves,Nature,doi:10.1038/nature25505, 2018.
[7] Shiokawa, et al., Ground-based instruments of the PWING project to investigate dynamics of the inner magnetosphere at subauroral latitudes as a part of the ERG-ground coordinated observation network, Earth, Planets and Space, 69, 160,10.1186/s40623-017-0745-9, 2017.
[8] Kataoka, et al.,Transient ionization of the mesosphere during auroral breakup: Arase satellite and ground-based conjugate observations at Syowa Station, Earth Planets, and Space, 71, 1, 9,10.1186/s40623-019-0989-7, 2019.
[9] Katoh, et al., Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer onboard the Arase satellite,Earth Planets and Space, 70, 10.1186/s40623-017-0771-7, 2018.

研究報告

樹木年輪の酸素同位体解析で探る小氷期の気候変動

地球は 13 世紀頃から徐々に寒冷化し、19 世紀初頭にかけて「小氷期」と呼ばれる寒冷な時代を迎えました。その最大の要因は、太陽活動にあったと考えられています。太陽活動が数十年以上にわたって極端に低下する「太陽活動極小期」が頻発し、19 世紀初頭のダルトン極小期（西暦 1800 ～ 1824 年）まで続きました。その後は、太陽活動は比較的活発な時代へとシフトしました。

小氷期の発生は社会に重大な影響を与えました。ヨーロッパなどでは氷河の拡大や気温の低下により穀物の収穫量が大幅に低下し飢饉が発生しました。栄養失調と当時の衛生状態の悪さが相まって伝染病が蔓延し、ヨーロッパ各地で数十万人単位の死者が出ました。当時の気温は、北半球で平均すると 0.5 ～ 0.7℃程度しか低下しなかったと考えられていますが、実際には地域差が大きく、場所によっては最大 2.5℃もの気温の低下が発生していました [1]。日本も影響が大きく出た地域の 1 つでした。

降水の変動はさらに複雑でした。小氷期では、地域によって降水が増えたところもあれば減ったところもあったことが判明しつつあります[2]。例えば、中国の中部から北部にかけては乾燥化が進んだのに対して、台湾や南シナ海の近辺では降水が増加しました。これは、当時の大気循環が大きく変化していたことを示唆しています。地域ごとの降水変動を明らかにすることで、太陽活動の低下がどのような影響を地球の気候システムに与えたのかといったことや、そのプロセスについても手掛かりが得られる可能性があるのです。

図 1：相対湿度の復元に用いた樹齢 459 年の伊勢スギ

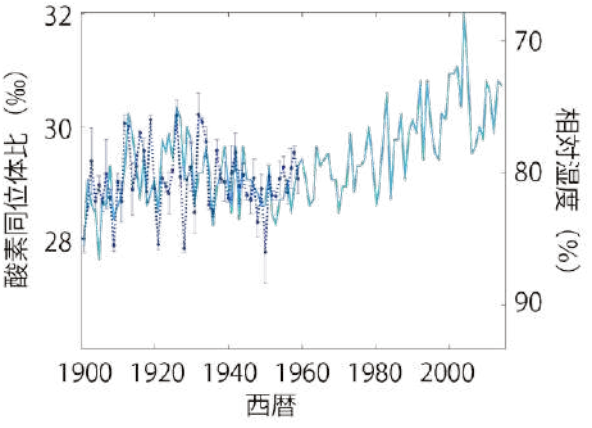


図 2：20 世紀以降の伊勢スギ中酸素同位体比の変動（青点線）と 6 ～ 7 月の相対湿度の観測値（水色実線）との比較

私たちの研究グループは、樹木年輪中の酸素同位体比を解析することで、小氷期の日本の乾湿環境の復元に取り組みました。酸素原子には 3 種類の安定同位体が存在し、なかでも樹木年輪中の酸素 18 と酸素 16 の比は、乾燥化や湿潤化を知る手がかりになることが知られています。樹木は根から水を吸い上げる一方で、葉の裏の気孔にて大気との水蒸気のやり取りを行います。その蒸散の過程で重たい酸素 18 は葉内に取り残されますので、大気中の水蒸気と比べると酸素 18 が多く含まれている状態になっています。植物は乾燥化が進むと気孔を閉じ、湿潤化が進むと気孔を開きます。ですから、湿潤化が起こると大気中の水蒸気がより多く葉内に取り込まれることになり、葉内の酸素 18 と酸素 16 の比（酸素 18/ 酸素 16）は下がることになります。逆に、乾燥化が進むと、酸素 18 と酸素 16 の比は上がります。これまでの研究により、中部日本の樹木の酸素同位体比は、九州から関東にかけての 5 ～ 7 月頃の相対湿度と相関があり、比較的広い地域の環境を知るプロキシーとなり得ることが判明しています [3]。

本研究では、樹齢 459 年の伊勢スギ（図 1）を用いて分析を行いました。20 世紀以降について伊勢スギの酸素同位体比と 6 ～ 7 月頃の相対湿

度を比較すると両者の相関は高く、酸素同位体比が相対湿度の非常に良いプロキシーとなることが見て取れます（図 2）。ただし、樹木が幼いあいだは、この相関関係が崩れることが知られているため（幼樹効果）、本研究では西暦 1600 年以降の相対湿度を復元しました。

復元されたデータ（図 3a）からは、小氷期の気候変動に関して興味深い点がいくつか示されました。まず一つ目は、小氷期の日本では現代と比べて湿潤化が進んでいたという点です。20 世紀以降と比較して最大 8 ～ 10%もの相対湿度の増加が見て取れます。二つ目は、太陽活動に対する応答が気温とは少し異なるという点です。大阪府立大学の青野 靖之准教授らによって復元された京都の気温変動（図 3b）は、西暦 1645 ～ 1715 年に発生したマウンダー極小期や、19 世紀初頭のダルトン極小期などの太陽活動の低下（図 3d）に呼応して気温が低下していることを示しています。一方で、相対湿度は小氷期の末期にかけて増加を続け、19 世紀の前半頃にピークを迎えています。そして、小氷期の終わりとともに、乾燥化へと転じています。すなわち、度重なる太陽活動の低下の影響が地球のシステムに徐々に蓄積されていっていたということが示唆されます。

気温の変動とは挙動が異なることから、小氷期の相対湿度の増加は、主には降水量の増加によってもたらされたと考えられます。この降水量の増加の原因を探るため、19 世紀後半から 20 世紀にかけての全球の海水温のデータと日本の降水量との比較を行いました。その結果、日本の梅雨頃の降水量の増加は、低緯度域の海水温の低下と関連

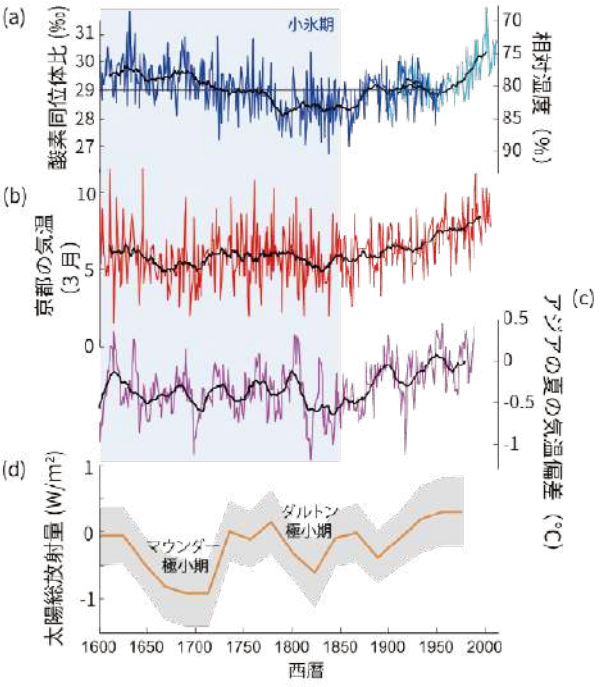


図 3：(a) 本研究により復元された中部日本の相対湿度変動、(b) 京都の 3 月平均気温、(c) アジアの夏季平均気温偏差、(d) 太陽総放射量の偏差 (文献 [4] をもとに作成)

して起こることが示唆されました。太陽活動が低緯度域の海洋に影響し、そして大気循環に作用することで、日本での降水の増加や中国での降水パターンの変化が起こっていたことが考えられます。太陽活動の降水への影響のプロセスに海洋が関与しているとすれば、小氷期に太陽活動の影響が累積的に現れていたことも整合的です。

今後さらに台湾や東北地方へと分析の範囲を広げることで、太陽活動の低下が大気循環に与える影響がより詳細に解明できると考えています。

（宮原 ひろ子 / 武蔵野美術大学）

【参考文献】

[1] Mann, M.E., Z. Zhang, S. Rutherford, R. Bradley, M.K. Hughes, D. Shindell, C. Ammann, G. Faluvegi, and F. Ni, Global signatures and dynamical origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly. Science, 326, 1256-1260, 2009.
[2] Yan, H., W. Wei, W. Soon, Z. An, W. Zhou, Z. Liu, Y. Wang, and R. M. Carter, Dynamics of the intertropical convergence zone over the western Pacific during the Little Ice Age, Nature Geoscience, 8, 315-320, 2015.
[3] Yamaguchi, Y. T., Y. Yokoyama, H. Miyahara, K. Sho and T. Nakatsuka, Synchronized Northern Hemisphere Climate Change and Solar Magnetic Cycles during the Maunder Minimum, Proc. Natl. Acad. Sci., 107(48), 20697-20702, 2010.
[4] Sakashita, W., H. Miyahara, Y. Yokoyama, T. Aze, T.Nakatsuka, Y. Hoshino, M. Ohyama, H. Yonenobu, K. Takemura,Hydroclimate reconstruction in central Japan over the past fourcenturies from tree-ring cellulose δ 18O, Quaternary International,455, 1-7, 2017.

会議報告

ISEE/PSTEP 宇宙天気・宇宙気候の原因としての太陽活動のデータ駆動モデルに関する国際ワークショップを開催

2018 年 11 月 6 日～ 9 日に名古屋大学宇宙地球環境研究所（ISEE）において、ISEE/PSTEP International Workshop on Data-Driven Models of the Solar Progenitors of Space Weather and Space Climate（宇宙天気・宇宙気候の原因としての太陽活動のデータ駆動モデルに関する国際ワークショップ）を、ISEE と共同で開催しました。このワークショップは ISEE の国際共同研究の一貫として、Mark Cheung 氏（Lockheed Martin Solar & Astrophysics Laboratory）を代表として実施したもので、太陽表面磁場の観測データに基づく太陽活動の数値モデルを開発している研究者が、日本、米国、欧州、中国などから集まり、研究の現状と課題を議論しました。

ひので衛星や SDO 衛星などによる精密かつ安定した太陽表面磁場の観測データが過去 10 年以上に亘って蓄積され、それらを使ってより現実に近い数値シミュレーションを実現するデータ駆動モデルの開発が、近年、急速に進展しています。このワークショップはそうした最新のモデル研究の現状と課題を総合的に議論する初めての機会となりました。ワークショップでは数多くの共同研究のテーマを設定し、新たな国際協力の方向性を定めることができたことも、大きな成果でした。

（草野 完也 / 名古屋大学）

国際ワークショップ参加者の集合写真

会議報告

第 6 回 PSTEP 領域会議を開催

2019 年 1 月 28 日～ 30 日に名古屋大学宇宙地球環境研究所において第 6 回 PSTEP 領域会議を実施しました。この会議は平成 30 年度（2018 年度）の総括と達成度を確認すると共に、本領域研究の最終年度となる次年度に向けた計画の再確認を目的として実施されたものです。全国から 60 余名の関係者が参集すると共に、インターネットで関連機関を接続し、総括班、計画研究班、公募研究、若手支援研究などに関する活発な議論が行われました。その結果、太陽地球圏環境の変動を予測するためのこれまでにない新たな成果が数多く生まれていることを確認することができました。また、本領域の成果をもとにこれから研究を始める方々を対象としたテキストブックの製作や、太陽地球圏環境予測に関する論文特集号の出版を来年度進めることも話し合われました。さらに、本領域の成果を将来に向けて発展させる新たな研究計画の構想についても、様々な可能性が議論されました。

本領域会議では、今後の方向性を明確にすることにより、PSTEP の最終年度に向けた有意義な議論を行うことができました。

（草野 完也 / 名古屋大学）

領域会議の様子

領域会議の集合写真

会議報告

European Space Weather Week 2018 において PSTEP セッションを開催

2018 年 11 月 5 日～ 9 日に、ベルギー・ルーベン市のルーベンカトリック大学において European Space Weather Week（ESWW）が開催されました。PSTEP では欧州との研究連携を検討する場として、2016 年には送電網に影響を与える地磁気誘導電流、2017 年には衛星帯電を主なテーマとして Topical Discussion Meeting (TDM) を主催してきました。第 3 回目となる 2018 年には、航空機被ばくをテーマに" Radiation at aviation altitudes as a result of space weather" というタイトルで開催しました。特に今回は、同様の研究を行っている欧州の研究者として、Seibersdorf Laboratories の Dr. Marcin Latocha と BIRA-IASB の Dr. Erwin De Donder と共同でセッションコンビーナを務めました。

本 TDM に先立ち、関連する講演を行う General Session として 11 月 5 日 15:45 より" Aviation Meets Space Weather – Roadmap towards space weather services for Aviaton" を開催、日本から NICT の Kornyanat Hozumi さんが PSTEP の成果の一つである電波伝搬シミュレータ "HF-START" について講演したほか、ICAO 宇宙天気センターに立候補している欧州連合 PECASUS 等からの講演がありました。

Topical Discussion Meeting での筆者の講演の様子

TDM は上記 General Session に引き続き 17:15 に開始、約 50 名が出席しました。会合の中では、以下のテーマを中心にフリーディスカッションの形で進められました。

●航空機高度での宇宙天気のスケールおよび増加する被ばくリスクの表示について、情報のわかりやすい提供（モデレータ：Dr. Marcin Lathocha）
●航空運用における宇宙天気予報：被ばく量予報についての精度とリードタイム（同：Dr. Erwin De Donder）
●宇宙天気起源の被ばくに関する国際連携について（同：石井）

議論においては、「現状利用可能な指数はサイエンスベースで利用者には理解されない」「COSPAR ではいくつかの電離圏に関する指数を議論し標準化に向けた検討を行っているので連携すべき」「機内で WiFi が普通に使える状況では、乗客の方がパイロットよりも多くの情報を持っていることも起こりうる。わかりにくい情報の提供は乗客をパニックに陥れる可能性もある。被ばく状況を Web で公開する場合には、慎重に行う必要がある」等の意見が示され、活発な議論を行いました。また、国際連携のパートでは石井から PSTEP の全体説明を行った後、日本原子力研究開発機構の佐藤 達彦さんが、PSTEP で開発している WASAVIES の現状を説明し、他のモデルとの比較検討を中心とした連携の検討を行いました。

主な結論としては、利用者へのわかりやすい情報提供については今後も検討が必要であり、次回 ESWW でも引き続き TDM を開催し検討していくことで合意されました。（石井 守／情報通信研究機構）

会議報告

2018 ISES meeting 開催報告

ESWW2018 に引き続き、ベルギー・ルーベン市において International Space Environment Service (ISES) meeting 2018 が開催されました。ISES は宇宙天気予報を定常的に発信する 18 か国および NASA,ESA,WMO 等国際機関のコンソーシアムであり、毎年 1 回開催されるものです。

会合は 11 月 9 日午後から 10 日にかけて、ルーベンカトリック大学近郊の会議室において開催されました。初日は会議開始の挨拶の後アクションアイテムの確認、各国の近年の動向についての報告がなされました。二日目は WMO における宇宙天気検討グループ"IPT-SWeISS"との協力について、石井がモデレータを務め検討しました。特に宇宙天気予報の評価や、宇宙天気の気象への影響の検討等については、ISES、WMO 共に共通の課題であり、連携して進めることが重要であるとの意見で一致しました。

ISES meeting での筆者の講演の様子

引き続き、アクションアイテムとして設定されている極端宇宙天気現象発生時の連携プロトコルの検討、ISES で鍵となるプロダクトの抽出等の議論を行い、次回までのアクションアイテムを確認し閉会しました。

（石井 守／情報通信研究機構）

会議報告

ISEE・PSTEP研究集会「第３回太陽地球圏環境予測のためのモデル研究の展望」

2019年1月17日～18日の日程で、情報通信研究機構（NICT）において、ISEE・PSTEP研究集会「第3回太陽地球圏環境予測のためのモデル研究の展望」を開催しました。本研究集会は、太陽・太陽圏・地球電磁気圏・大気圏からなる連続的で複雑なシステムである太陽地球圏を対象とするモデル研究の現状と課題及び予測へ向けた展望を、分野を超えて幅広く議論することを目的としてしたもので、2017年1月の第1回、2018年2月の第2回に続き、今回で第3回目となります。第1回、第2回では、太陽地球圏環境の多岐にわたる諸現象の予測に向けた様々な数値モデルについて、各専門家を招いて、基礎から最先端の研究開発の現状と課題および展望を議論してきました。今回は、研究会に先立ち1月17日午前中に開かれた宇宙天気情報利用状況調査報告会を受けるかたちで、1月17日午後から以下の要領で開催しました。

ここで利用状況調査とは、PSTEP A01 予報システム班が進めている「宇宙天気現象による社会影響に関するハザードマップ」作成のため、宇宙天気情報を利用する事業者に対して実施しているヒアリング調査です。2015～2016年度にも実施されましたが、今年度は宇宙天気現象の社会影響の定量的な影響範囲を知るために実施したこともあり、ハザードマップ各分野の具体的なニーズが明らかになってきました。報告会では、A01班石井代表より概要が報告され、ハザードマップ完成に向けた議論が行われました。

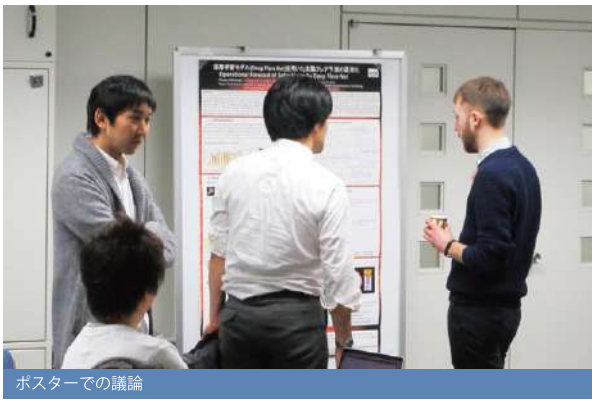
これを受けて研究会としては、前述の調査で定量的ニーズが明らかになってきたハザードマップ各分野（電力、衛星運用（帯電/大気ドラッグ）、電波利用、航空運用）ごとにセッションを設け、世話人の方でまず調査結果をもとに議題を整理、これを事前共有しつつ、それぞれのセッションにおいて調査に同行したNICTの研究者には観測・モデルの現状整理を、関連するモデル開発者の皆様には最新の開発状況を報告していただくことをお願いし、皆で当日に臨みました。講演を依頼した方々からは、議題に応えた講演をいただき、研究開発の方向性とハザードマップに記載すべき内容の議論を行うことができました。

研究会の様子

ポスターセッション、太陽・太陽圏セッションでは、最新のモデル研究成果が報告され、特に太陽フレアの発生メカニズムの研究や実データを用いたフレアCMEに至る過程のシミュレーション研究の進展が大きく印象的でした。関連分野の将来の衛星ミッションの紹介も行われ、将来的に取り組むべき研究課題の議論も行いました。民間企業、自衛隊からの参加を含めた36名の研究者の参加があり、非常に活発な議論が展開された2日間でした。あらためて、参加くださった皆様にお礼申し上げます。

PSTEP最終年度となる2019年度には、これまでのPSTEPで得られた成果やPSTEP内外の具体的な領域間結合に向けた取り組みを総括し、将来的に優先して開発を進めるべき研究テーマの課題解決に向けた議論を進めていく第4回の開催を企画しています。

（塩田 大幸、中溝 葵 / 情報通信研究機構）


ポスターでの議論

参加者の集合写真

会議報告

SCOSTEP の次期科学プログラムに関するフォーラム（ISSI, 北京）

太陽地球系物理学・科学委員会（SCOSTEP）（代表：Nat Gopalswamy 氏 (NASA)）では、「太陽活動変動とその地球への影響に関する国際科学プログラム（略称：VarSITI)」を 2014 年から 2018 年まで各国の研究者の協力のもと実施してきました。SCOSTEP では、VarSITI に代わる新たな国際科学プログラムについて検討を進めており、その一環として北京（中国）の International Space Science Institute (ISSI) において、標記のフォーラムが開催されました。日本からは、VarSITI 共同代表である塩川和夫氏（名大）と共に、町田忍氏（名大・京大）、小原隆博氏（東北大）、及び PSTEP 領域代表の草野（名大）が参加し、活発な議論を展開しました。その結果、「太陽地球結合系の変動予測」を中心課題とした新しいプログラムの計画策定をアテネ大学（ギリシャ）の Ioannis A. Daglis 氏を代表として進めることになりました。この課題は太陽地球圏環境予測との共通性が大きいことから、本領域（PSTEP）からの貢献が国際的に強く求められています。この新プログラムの最終案は、本年 3 月にベルン（スイス）の ISSI で開催されるフォーラムにおいてまとめられる予定ですが、本領域ではその国際活動の一環として今後共、SCOSTEP の国際科学プログラムに協力していきたいと考えています。　（草野 完也 / 名古屋大学）

SCOSTEP フォーラムの様子

SCOSTEP フォーラムの集合写真

国際活動支援班活動報告

派遣　AGU FAll Meeting 2018 参加報告

Pei-Hsuan Lin
名古屋大学

土屋 智
名古屋大学

【派遣期間】2018 年 12 月 10 日 ～ 12 月 14 日　　【派遣先】Washington, D.C., USA

米国ワシントン DC で 2018 年 12 月 10 日 ～ 14 日に開催されたアメリカ地球物理学連合 (AGU) 2018 年秋学会では、本領域からも多くの研究成果が発表されました。そのうち、国際活動支援班の活動の一環として行った大学院生による研究発表 2 件を報告します。

◆報告者：Pei-Hsuan Lin / 名古屋大学

The research I presented in AGU Fall Meeting is “Critical parameters of an active region to produce eruptive solar flares and CMEs”. This research aims to explore that which property of a solar flare could determine if it will erupt with a coronal mass ejection (CME) or not. As the arriving of the substances ejected by CMEs will disturbed the geomagnetic field, the corresponding prediction is an important issue in space whether. We analyzed 51 intense flare cases in this study, finding that the flares with weaker overlying magnetic field around the core structure tend to erupt accompanied with CMEs. It is a very good chance for me to take a look of other studies about solar physics and discuss with researchers around the world. I believe that the comments I got from this conference can inspire me to come up with something new in my own study.

◆報告者：土屋 智 / 名古屋大学

私は AGU 秋学会にて、大気光画像を用いた中間圏・電離圏波動の波数スペクトル解析についての発表を行ってきました。今回、波数スペクトルの季節変化から電離圏波動のスペクトルが夏に強くなるという特徴が見つかりました。この特徴は観測している波より低高度にあるスポラディック E 層の発生確率の季節変化と対応しており、スポラディック E 層の発生が磁力線を通して電離圏波動の発生に影響していることを示唆しています。このような特徴について発表を行ったところ、観測点のみではなく磁力線でつながっている反対半球のスポラディック E 層の季節変化も少し見られていると指摘され、電離圏波動の発生メカニズムについてより深く議論が出来ました。

天野氏、堀田氏が AAPPS-DPP 2018 Young Researcher Award を受賞

2018 年 11 月 12 日～ 17 日、金沢商工会議所・石川県文教会館で開催された第 2 回アジア太平洋プラズマ物理学国際会議において、PSTEP A03 地球電磁気班の天野 孝伸氏（東京大学）と PSTEP A04 周期活動班の堀田 英之氏（千葉大学）がアジア太平洋物理学会・プラズマ物理部門（AAPPS-DPP）の若手研究者賞を受賞しました。

天野氏の授賞課題は「宇宙プラズマ中の無衝突衝撃波における電子加速の理論および数値シミュレーション研究」です。本研究では高マッハ数の衝撃波中で期待される電子サーフィン加速機構の多次元性に関する数値シミュレーションを行い、電子加速に臨界マッハ数が存在することを明らかにしました。これにより太陽圏内の衝撃波と天体衝撃波の違いを統一的に説明することに成功しました。

堀田氏の授賞課題は「大規模太陽磁場生成における小規模ダイナモの役割に関する高解像度電磁流体力学シミュレーション」です。音速抑制法を利用した高解像度シミュレーションにより、小スケールの磁場生成の活発化で大規模磁場を破壊する小スケール乱流が抑制されることを示し、太陽内部で大規模磁場を生成する新機構を発見しました。

第 2 回アジア太平洋プラズマ物理学国際会議来賓、役員および AAPPS-DPP 若手研究者賞受賞者の合同記念写真。後列右から 5 人目が堀田 英之氏。

◆アジア太平洋物理学会・プラズマ物理部門（AAPPS-DPP）の若手研究者賞
http://aappsdpp.org/AAPPSDPPF/youngawardtable.html

PSTEPメンバー紹介

>> PSTEP を推進している研究者の素顔を紹介します。

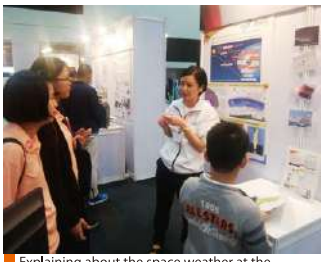
穂積 コンニャナット
（ニックネーム：クッカイ）

情報通信研究機構

Q. 自分を動物にたとえるなら？
A. 鳥
Q. 一度は行ってみたい所は？
A. ヒマラヤ山脈
Q. 子どもの頃の夢は？
A. 外科医、パイロット、シェフ、…

Because Ionosphere has different local characteristics, installing ground-based observations in many regions is one of the ionospheric research approaches. I have joined the SEALION[1] project since 2009. In 2012, I brought low-cost digital beacon receivers developed in Kyoto University to install in Thailand for Equatorial Ionization Anomaly (EIA) and plasma bubble monitoring. Since 2015, I have been working in NICT in the space weather research field, ionosphere in particular, and supporting ionospheric research activities in Southeast Asia and Japan.

As a research collaborator of the PSTEP, I try to link research to operation (R2O) by developing the radio propagation simulator for the PSTEP-A01Group (space weather forecast system), and making it a user-friendly application to meet the users' needs. I named the project as HF-START (HF Simulator Targeting for All-users' Regional Telecommunications). Besides, I developed the digital receiver prototype named LASER (Low-cost Amateur receiver System Employing RTL-SDR[2]). Regarding the LASER development, I won the URSI Young Scientist Award at the AT-RASC 2018. In additions, I am working on the project to build the new VHF radar in Chumphon, Thailand in 2019.



Explaining about the space weather at the National Science and Technology Fair in Thailand.

[1] SEALION: SouthEast Asia Low-latitude IOnospheric Network
[2] RTL-SDR: It is a very cheap software defined radio (SDR) that uses a DVB-T TV tuner dongle based on the RTL2832U chipset.

研究室紹介 11

千葉大学大学院工学研究院

新学術領域「太陽地球圏環境予測」には全国から数多くの研究室が参加しています。このコーナーではそれらの研究室を紹介していきます。

日本地球惑星科学連合大会が幕張メッセで開催されていることから、このニュースレターを読んでおられる多くの方は、毎年春には千葉に来られているのではないかと思います。しかし、千葉大学の場所をご存知の方は、意外と少ないのではないでしょうか？千葉大学には４つのキャンパスがありますが、最も多くの学部を擁する西千葉キャンパスは JR 総武線西千葉駅の目の前にあります。

大学院工学研究院に属する本研究室も西千葉キャンパスにあり、電波観測による電離圏の研究を進めています。これまでに VHF 帯、HF 帯、LF 帯など様々な帯域での電波観測を行ってきた経験を活かし、PSTEP A01 予報システム班電波伝搬サブグループに参加し、電波伝搬シミュレータの開発とその検証を進めています。並行して LF 帯を中心に国内外で電波観測を行っており、磁気圏からの降下粒子や下層大気で生じた大気擾乱が電離圏に及ぼす影響についての研究も進めています。

工学系総合研究棟２

研究棟屋上の観測機器

本研究室は電離圏観測だけでなく、雲の観測にも取り組んでいます。ミリ波帯（95 GHz）の電波を用いて、雲の内部構造や鉛直方向速度を観測することが可能な雲観測用レーダー（FALCON）を開発しました。キャンパス内にて定常観測を行うだけでなく、過去には船に搭載して洋上での観測を行い、また、現在ニーオルスン（ノルウェー領・スバールバル諸島）にて極域での定常観測も行っています。これらのデータから、異なる領域での雲の動態についての解析を進めています。

さらに、大気電場や微気圧観測など電波観測以外の観測によるデータも合わせ、様々な現象を多角的な視点で解析し、解明することが我々の目標です。

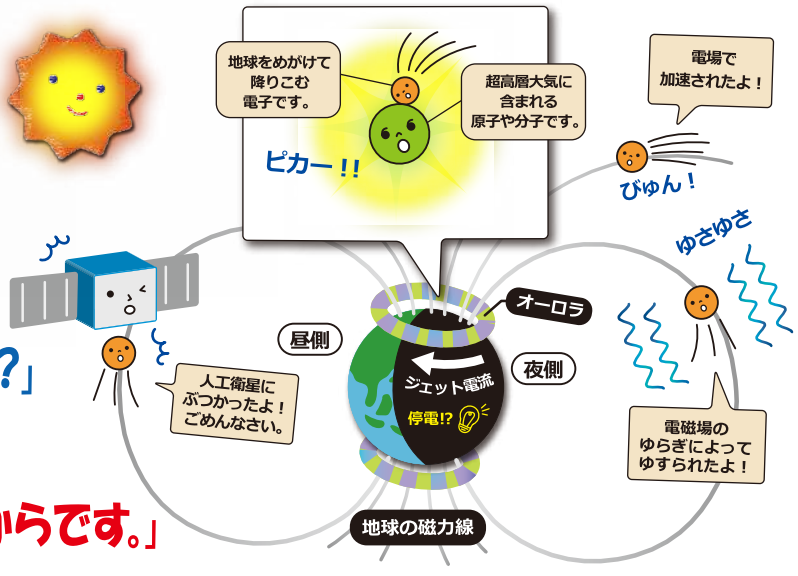
（中田 裕之／千葉大学）

ポンティアナ（インドネシア）での電波観測

雲観測レーダー FALCON-I 概観

『宇宙と地球のなぜ？ どうして？』

Q&A



Q.「オーロラはなぜ輝くの？」

A.「エネルギーをもらった大気（空気）が光を放つからです。」

宇宙からやってくる電子などの粒子が大気（空気）の中の原子や分子と衝突すると、原子や分子はエネルギーを受け取ります。これを励起状態といいます。励起状態にある原子や分子は光を放出することで元の状態に戻ろうとします。この光の集まりがオーロラです。虹とは違い、オーロラは決まった色しか光りません。オーロラの代表的な色である緑と赤のオーロラは酸素原子が放つ光で、明るいカーテンの下すそで見えるピンク色のオーロラは窒素分子が放つ光です。オーロラの色を調べることで、宇宙から降り込んでくる粒子のエネルギーを推測することができます。オーロラは降り込み粒子の性質に応じて二種類に分けることができます。一つ目は明るいカーテン状のオーロラで、地球に向かう途中で加速された電子が原因です。地球から宇宙に向かって流れだす電流と関係しており、地面の下を流れる地磁気誘導電流（GIC）を引き起こして、停電など変電所に対して悪い影響を及ぼすことが知られています。二つ目は薄く広がるオーロラで、宇宙でおこる電磁場のゆらぎによって散乱された電子が原因であることがアメリカの THEMIS 衛星や日本のあらせ衛星によって確かめられています。この電磁場のゆらぎは電子を加速することもあり、放射線帯増強の一因として有力視されています。PSTEP では、オーロラから得られる情報を積極的に活用して、放射線帯や GIC の予測精度向上を目指した研究を展開しています。

PSTEP Newsletter No.12 Mar. 2019

http://www.pstep.jp/

発行日：2019年 2月28日
発行所：新学術領域「太陽地球圏環境予測」事務局
編集委員：草野 完也（領域代表・編集長）、成瀬 千恵代（副編集長・デザイン）、浅井 歩・松村 充・海老原 祐輔（校閲責任者）
〒464-8601 名古屋市千種区不老町
TEL 052-747-6333（名古屋大学 宇宙地球環境研究所） E-mail：newsletter@pstep.jp