



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.8 Feb. 2018

## INDEX

【研究紹介】 日本の電力網を流れる地磁気誘導電流(GIC)計算モデルの開発	pp.1-2
【報告】 2017年9月に発生した巨大太陽フレアとその対応について	p.3
【報告】 9月7日にNICTがICAO宇宙天気センターに対する回答提出	p.4
【報告】 本領域研究が科学研究費助成事業に係る中間評価で「A評価」を得る	p.4
平成28年度 若手研究支援報告③	pp.5-6
【会議報告】 ナイジェリアで赤道電離圏に関する国際スクールISELLI-2を開催	p.7
【会議報告】 第4回アジア太平洋太陽物理学会議 (APSPM4)	p.7
【国際活動支援班活動報告：派遣】 European Space Weather Week 2017 PSTEPセッション開催 / 石井 守	p.8
【国際活動支援班活動報告：招聘】 トラバーチン堆積物を用いた宇宙線強度変動の復元に関する共同研究 / Hongyang Xu	p.8
石井 守氏が日本 ITU 協会賞奨励賞を受賞	p.9
【PSTEPメンバー紹介】 納多 哲史 / 京都大学	p.9
研究室紹介⑦「広島大学 原爆放射線医科学研究所」	p.10
Q&A「宇宙と地球のなぜ? どうして?」	p.10

Project for  
Solar-Terrestrial  
Environment Prediction

## 日本の電力網を流れる地磁気誘導電流 (GIC) 計算モデルの開発

太陽は短い間に大量の物質（プラズマ）を宇宙空間に吹き出すことがあります。コロナ質量放出現象（CME）と呼ばれています。いわば太陽のくしゃみです。太陽がくしゃみをすると地球では磁気嵐がおこりオーロラが明るく光りますが、とても大きなくしゃみをすると電気が消えてしまうことがあります。

1989年にカナダ南部で、2003年にスウェーデンでおきた停電はともに大規模なCMEが原因だと考えられています。CMEが地球の磁気圏を直撃すると磁気圏・電離圏の電流が強まり、地磁気誘導電流（GIC: Geomagnetically Induced Current）と呼ばれる電流が送電網を流れ、送電設備に異常をきたしたためです。高緯度地域では、オーロラが光ると電離圏にオーロラ・ジェット電流が流れることからGICは深刻な問題とされ、フィンランドやアメリカをはじめとするオーロラが頻繁に観測される各国で調査・研究が進んでいます。

日本ではどうでしょうか。日本は地磁気的には低緯度に属するためにGICに対して安全だと考えられていました。ところが、2003年に発生した大きな磁気嵐時に100アンペアを超えるGICが流れたことが報告され、必ずしもGICに対して安全だと言えないことがわかりました。なぜ、そのような大電流が流れたのでしょうか。太陽が100年に1度の大きなくしゃみをしたとき、日本の送電網は果たして安全でしょうか。これらの問いに

答えるため、PSTEP A03 地球電磁気班では、A01 予報システム班、A02 太陽嵐班と連携して日本の送電網を流れるGICの予測可能なモデルの開発に取り組んでいます。

私たちが目指しているのは、太陽活動に対する送電網のレジリエンス（耐久性）を評価するために必要な客観的な科学的情報を提示することです。そのためには以下の過程を適切にモデル化する必要があります。(1)CMEによって吹き出したガスの惑星間空間中の伝搬、(2) 地球磁気圏・電離圏を流れる電流系、(3) 磁気圏・電離圏電流を起因とする電磁場変動の伝搬、(4) 送電網を流れる電流、の4つの過程です。A02 班は(1)を、A03 班は(2)から(4)の過程を担当しています。(4)の結果をA01 班に提供し、ハザードマップなどの形で成果を社会に還元します。

ここでは社会に最も近い(3)と(4)について得られた成果を紹介します。磁気圏・電離圏で発生した電磁場によってGICがどのように流れるか、という問題です。日本列島の上空に一樣な電離圏電流を仮定し、電磁場の発展を有限差分時間領域（FDTD）法によって解きました。この際、アメリカ海洋大気局（NOAA）の標高モデルと堆積層の厚さモデルを使って日本列島直下の電気伝導度分布（地殻比抵抗構造）を陸地、海水、堆積層に分類し、各々について電気伝導度を仮定しています。西向き電離圏電流を与えた場合の計算結果を図

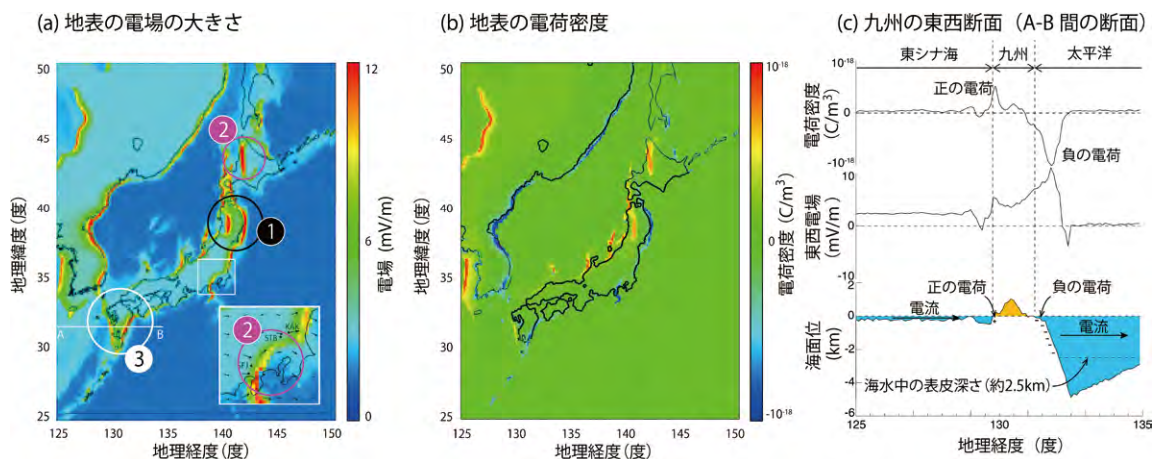


図1: (a)FDTD法によって求めた地表の電場の大きさ、(b)電荷密度、(c)九州東西断面における電荷密度、東西電場、標高を示す。

1に示します。以下の三つの特徴が読み取れます。  
 ①南北に延びる海岸線付近で電場が強まります。海岸効果と呼ばれているもので、電気伝導度の勾配があるとところで電荷が蓄積し、二次的な電場が発生しているためです。この効果は湾曲した海岸線により顕著に現れます。②海岸線以外にも東北・関東・北海道の内陸部でも電場が増幅します。これは堆積層の厚みが不均一であるためと考えられます。③海の深さによっても海岸線効果は異なります。図 1(c) に示すとおり、浅い東シナ海に面した九州の西側では電場が小さくなるのに対し、深い太平洋に面した東側では電場が大きくなります。さらに電磁場が侵入できる深さは電磁場変動の時間スケールによって変わるため、電磁場の時間スケールが長くなると東シナ海は海ではなく殆ど陸地とみなされることがあります。

次に Lehtinen and Pirjola (1985) が提案した手法を用いて GIC を計算しました。接地点 (変電所等) 間の電位、接地抵抗、送電線抵抗を与え、電流の保存則 (キルヒホッフ則) を満足する電流を求めるものです。一般に送電線抵抗は電圧階級が高いほど小さく、GIC が流れやすくなります。そのため本研究では 50 万ボルトの送電網に着目しました。変電所、発電所、開閉所等の位置は google map を用いて同定し、送電線抵抗は公開されている線材と線径のデータを参考に推定しました。接地抵抗はすべて  $0.1\Omega$  としています。このように模擬した日本の 50 万ボルト送電網を流

れる GIC の計算例を図 2 に示します。図 2 (a) は西向きの電離圏電流を与えた場合の結果です。九州では西側から GIC が送電網に入り、東側から出て行くことがわかります。関東から中国地方にかけて GIC が比較的小さいのは、東西方向の電気伝導度勾配が小さく、電場が比較的小さいためです。東北地方でも GIC が小さいのは、送電網が主に南北方向を向いており、地電場とほぼ直交しているためです。電離圏電流が西から北を向くと GIC の流れ方が一変します。日本海側から電流が入り、太平洋側から出るという一般的な傾向に加え、一部の発電所・変電所に電流が集中する傾向があることもわかります。これは大都市に変電所・発電所が偏在しているためと考えられます。

日本は海に囲まれた島国であるという地理的特徴に加え、限られた大都市に人口が集中している (つまり変電所等が偏在している) ため、一様な電離圏電流を仮定しても GIC の流れ方は複雑になることが分かりました。今後は、現実的な時間変動を電流源に与え、PSTEP が変電所で実測している GIC と比較し、計算結果の妥当性を検討していきます。現代社会は電力網に強く依存しており、大規模停電は非常に大きな社会的リスクです。太陽風の条件に応じて日本の高電圧網にかかる GIC が増強しやすい地域を特定し、ハザードマップなどのわかりやすい形で提供することで、適切な対策・情報提供を行う防災システムの構築に貢献していきます。(中村 紗都子・海老原 祐輔/京都大学)

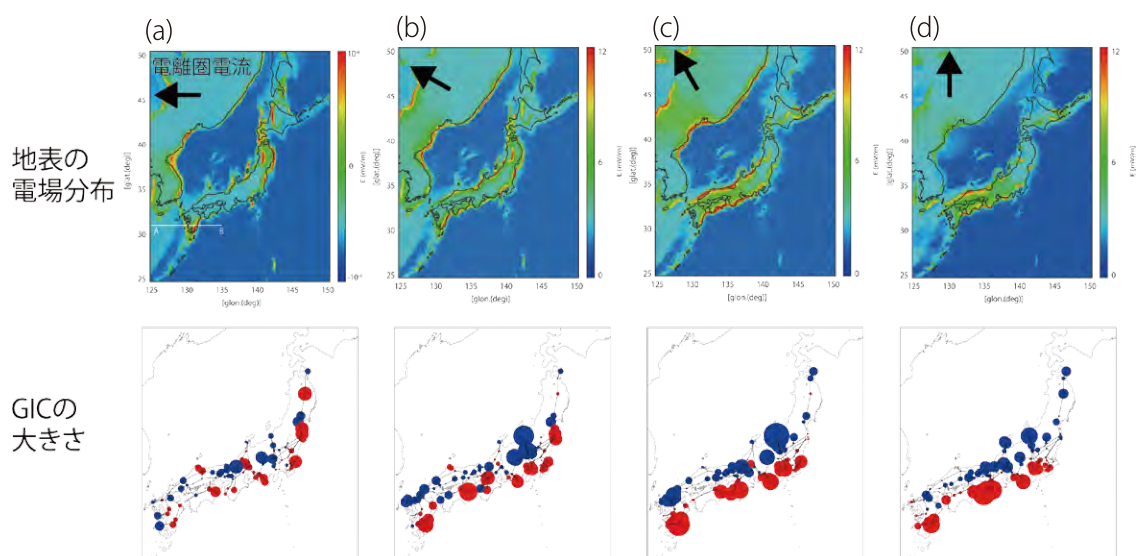


図 2 : (上) 地表電場の大きさ、(下) 変電所等と地面の間を流れる電流を示す。上図の矢印は電離圏電流の流れる向きを表し、下図の丸は GIC の強さ、向きを表す (赤は送電網から出る電流、青は送電網に入る電流)。

## 2017年9月に発生した巨大太陽フレアとその対応について

2017年9月に2つの巨大フレアが発生し、幾つかの社会システムにも影響が現れました。このフレアに伴う宇宙天気の影響と情報通信研究機構（NICT）におけるその対応について報告します。

### 9月6日に発生した X9.3 級のフレア

9月6日20時53分（日本時間）に太陽の黒点群 NOAA12673 で発生した太陽フレアはその規模が X9.3 に達しました。これは2006年12月5日に発生した X9.0 級のフレア以来11年ぶりの大規模なものでした。またこの現象に伴い、高温のコロナ質量放出（CME）が地球方向に噴出し高エネルギープロトン粒子の増加が確認されました。この影響により、地球周辺の宇宙環境・電離圏・地磁気が乱れ、人工衛星への障害や衛星測位の誤差増大、短波通信障害等が生じる可能性があったことから、翌7日に情報通信研究機構（NICT）は注意喚起を含む報道発表を行いました。報道発表を受けて、7日より8日にかけて NICT に多数の取材依頼があったことから、個別取材に加えて翌8日に記者会見を行い、20社が参加しました。

本報道発表を受けて、人工衛星や航空機の運用を行う機関等から、必要な対策を講じたとの報告がありました。発生した影響の事例として、国土地理院が観測する GPS 衛星の測位データが8日10時～15時（日本時間）に誤差が最大で南北7m、東西3m、上下15mに増大（直近水平 ±2m、上下 ±5m）したとの報告がありました。また、空中磁気探査業務において9日から10日に地磁気の乱れ、機体位置測位用 GPS システムの精度低下による探査の中止、9日午後（日本時間）にレーザープロファイラによる測量において GPS システム精度が低下したことによる測量中止の報

告がありました。他にも電離圏嵐や磁気嵐によると思われる影響が報告されています。

### 9月11日に発生した X8.2 級のフレア

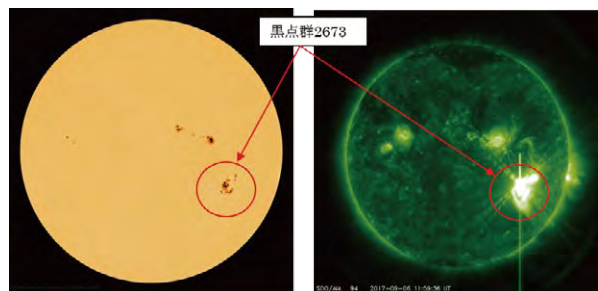
その後、11日0時35分（日本時間）には同じ黒点群において X8.2 級の太陽フレアが発生しました。それに伴って発生した CME は放出方向が地球方向からずれていたため、影響は限定的とみられました。その一方で、高エネルギー粒子が非常に多く飛来（9月6日の時の約100倍）したため、特に人工衛星や航空機への影響が懸念されたことから、NICTのWebサイトに「お知らせ」の形で同日報告しました。このイベントについては、国内の人工衛星が一時的に運用停止となった事例が2件報告されています。

今回の一連のイベントの原因となったフレアの規模は1975年以来観測されたもののうちで27番目であり、それほど大きいものではないと言えますが、GPSなど宇宙天気の影響を受けやすい社会システムが近年急速に普及していることもあり、社会的な注目度は非常に高いものとなりました。幸いなことに大きな災害につながることはありませんでしたが、利用者への情報の提供や報道への対応など、多くの課題を見出すこととなりました。今回の経験を基に、今後発生し得る大規模宇宙天気現象の予測とそれが発生した場合の対応のあり方について、さらに検討を重ね改善していきたいと思えます。

（石井 守 / 情報通信研究機構）



記者会見の様子



2017年9月6日の太陽フレア発生時にSDO衛星で観測された太陽全面像（左：白色光、右：極端紫外線）

## 報 告

## 9月7日に NICT が ICAO 宇宙天気センターに対する回答提出

国際民間航空機関 (ICAO) では、2020 年頃より航空運用に宇宙天気情報を利用することを義務化する活動を続けています。ICAO の定める航空運用に必要な気象情報は第 3 附属書 (Annex3) に記載されていますが、この宇宙天気情報も追加して運用を行うようにするための改定について近年検討が深まってきています。情報通信研究機構 (NICT) では、この活動の初期から日本の代表として積極的にこの件に取り組んできました。

現在、主要な文書である第 3 附属書改定案および運用手順についてはほぼ完成に近づき、2016 年 10 月には ICAO 気象パネルでの承認を得たところで、2018 年の総会での承認を待っている段階です。

またそれと同時に、この情報を出すセンターの選出についての議論も並行して行われてきました。2017 年 6 月に ICAO から、宇宙天気センターの運営について加盟国に打診され、9 月 7 日をメットとして回答を求められました。日本は本件について気象庁・国交省航空局・総務省等関係する省庁と議論を重ね、「関心あり」との回答を提出し

たところまで。

今後回答した国に対して、ICAO から委託を受けた世界気象機関 (WMO) から専門家による査察が行われる予定です。その結果、2018 年 7 月にはセンターが決定され、同 11 月には運用が開始される見込みとなっています。

本件は、宇宙天気情報が社会システムとして組み込まれ運用される最初の例になります。今後同様の形で各分野において宇宙天気情報が重要な社会インフラとして活用されていく第一歩となると考えられます。

(情報通信研究機構 /  
石井 守)



ICAO 本部 (カナダ・モントリオール)

## 報 告

## 本領域研究が科学研究費助成事業に係る中間評価で「A 評価」を得る

平成 27 年度から 5 年間計画されている本領域研究は本年度 (平成 29 年度) がその中間年度に当たるため、平成 27 年度から同 28 年度の研究成果に関して文部科学省の審査部会による中間評価を受けました。中間評価は資料とヒアリングを通して行われ、その結果、本領域は A 評価 (研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる) を得ました。また、審査部会からは下記の所見を頂きました。これをもとに今後の研究をさらに発展させ、計画の達成とそれを上回る成果の創出に努力したいと考えています。

(領域代表 草野完也)

## ◆科学研究費補助金審査部会における所見

本研究領域は、太陽地球圏環境の変動を太陽・宇宙空間・地球の 3 つの領域にまたがる現象として把握しようとする取組みがなされており、次世代宇宙天気予報の社会基盤の形成に向けてはまだ課題が残るものの、研究領域の設定目的に照らして、期待通りの進展が認められ、今後のより一層

の進展が期待される。所見において指摘された計画研究間の連携強化の点については、計画研究をまたがる課題解決型の連携タスクチームを組織するなど適切に対応がなされている。研究成果の内、特に、宇宙放射線・電離圏電子密度変動・地磁気誘導電流を対象とした発生機構の解明と予測モデルの開発や、観測された太陽光球付近の磁場情報を初期条件とした次期太陽周期活動の予測スキームの開発は注目に値する。また、宇宙天気予報の社会実装を促進するための宇宙天気ユーザー協議会設立とそれによる宇宙天気情報ニーズとシーズのマッチングを図る取り組みや、若手研究者支援プログラムによる人材育成は評価できる。

一方で、次世代宇宙天気予報の社会基盤形成に向けて、研究項目間の連携強化や、ユーザーニーズとのギャップを埋めるための一層の工夫が望まれる。

平成 28 年度

# 若手研究支援報告③

>> 本領域が公募を通して実施した「PSTEP 若手研究支援」の研究成果をシリーズで紹介します。

庄田 宗人 / 東京大学

## 太陽コロナ加熱の理論的研究

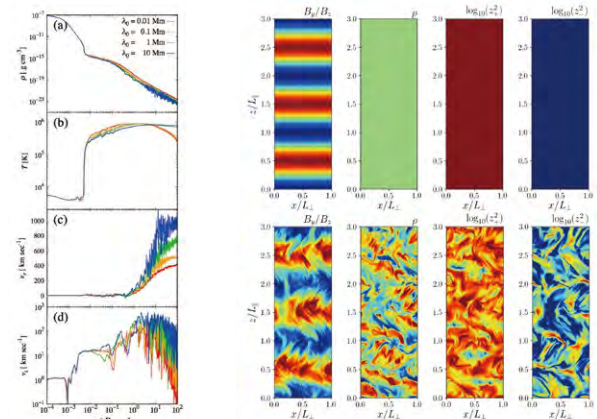
私は太陽コロナ加熱の理論モデルを研究しています。太陽表面(日食眼鏡等で見える層)の温度はおよそ 6000 度ですが、太陽を覆う大気はそれよりはるかに高温の数百度にも達します。そもそも太陽のエネルギー源は中心の核融合反応なので、普通に考えれば中心から遠いほど温度も下がるはずですが(焚き火を想像していただければわかりやすいでしょう)。従ってより中心から離れた大気が表面より温度が高いというのは直感に反した不思議な状態であり、この問題は太陽コロナ加熱問題として長年研究されてきました。

長年の研究により、最近ではコロナ加熱の物理がかなり明らかになってきています。私も研究している有力なモデルの一つとして波動加熱モデルがあります。これは太陽大気中で波が熱化することでコロナが温められるというモデルです。波で大気を温めるというのはやや不思議かもしれませんが、原理は電子レンジとまったく同じです。電子レンジはマイクロ波で水分子のみを温めます。同じように太陽では表面から大気に向かって波が放出されておりその波によって加熱が生じていると考えられるわけです。

私はこれまで次元数値計算と三次元数値計算を用いてどのように波が熱に変わるのかを研究してきました。次元計算と三次元計算はいずれもメリットとデメリットがあり、両者を用いて相補的な研究をすることが重要です。これまでの研究で「波の熱化プロセスには衝撃波加熱と乱流加熱があり、

両者はほぼ同程度重要である」という結果や「乱流加熱による駆動には波の不安定が重要な役割を果たす」といった結果を得てきました。とはいえ解決した問題もあれば新たに浮かび上がる問題もあるので、今後もより詳細な物理に迫るべく研究を続けなければなりません。

以上の研究は PSTEP 若手支援のもと行われました。ここに厚く御礼申し上げます。



左図：1次元数値計算で得られた様々なコロナでの各パラメータの半径方向分布。  
右図：3次元乱流シミュレーションにより得られた各パラメータの時間発展の様子。

飯島 陽久 / 名古屋大学

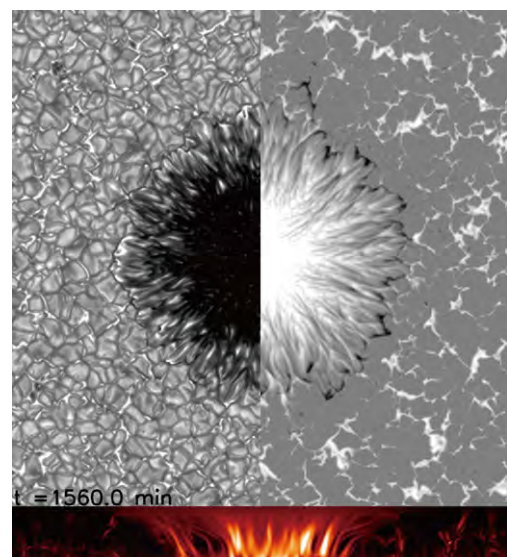
## 輻射磁気流体計算による太陽表面磁束輸送モデルの数値的検討

太陽黒点はとても強い磁場を持ち、フレアやコロナ質量放出など太陽大気における爆発現象のエネルギー源となっています。黒点はほぼ 11 年周期で増減していることが知られていますが、将来の黒点数を予測する手法はまだまだ発展途上です。表面磁束輸送モデルは、太陽表面における磁場の時間発展を記述するモデルで、我々はこれを用いて次期太陽周期予測スキームを開発しました。表面磁束輸送モデルでは2つの大きな仮定を用いています。(1) 黒点の崩壊過程が拡散方程式で記述出来るということ、および(2) 十分大きい空間スケールの磁場構造はほぼ太陽表面と直交しているということ、の2点です。これらはかなり良い仮定だと考えられていますが、まだまだ観測的・理論的な検証は続いています。特に後者に関しては観測が難しいために、十分な検証はなされていません。そこで本研究では、太陽の表面対流を精度よく再現出来る輻射磁気流体計算を用いて、表面磁束輸送モデルに使われる上記の仮定がどれくらい妥当なのかを検証しました。

太陽は常に強い光を放っています。磁場が弱い場所では、光が逃げていくことによるエネルギー損失を、対流運動によって太陽内部からエネルギーを輸送することで補います。しかし、黒点では強い磁場があるため、プラズマが磁場に捕まってしまう、対流運動が抑制されます。すると、表面から逃げていく光のエネルギーを補うことが出来ず、温度が周囲より低くなり、黒点は周囲より暗くなります。これらの物理過程は輻射磁気流体計算により非常によく再現されています(図)。

この計算結果は PSTEP 若手支援で購入したハードディスクに保存して解析に利用しています。

今後はこの計算を利用して表面磁束輸送モデルにおける各種の仮定を検証していき、モデルの改良を目指していきます。



図：【輻射磁気流体計算を用いた太陽黒点のシミュレーション】  
(上段左側) 可視光の強さ  
(上段右側) 太陽表面の視線方向磁場強度  
(下段) 磁場強度の鉛直断面

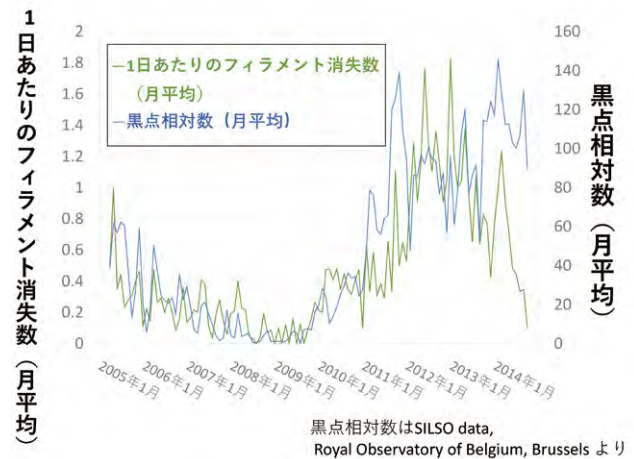
廣瀬公美 / 京都大学

H $\alpha$ 線太陽全面像から探るフィラメント消失の要因解明、及び宇宙天気予報の研究

京都大学飛騨天文台太陽磁場活動望遠鏡 (SMART) の新装置 SDDI (Solar Dynamics Doppler Imager) は、PSTEP の支援を受けて整備され、太陽全面の彩層プラズマ運動を視線方向 400 km/s の速度まで調べることができます。私はそのデータを用いて、太陽嵐の擾乱源となる太陽面上のフィラメントの消失 (噴出) 現象の要因を調べています。SDDI での観測が始まって以降、比較的大きなフィラメント消失イベントが 10 例程度観測されました。これらや過去の SMART の H $\alpha$  線での太陽全面像から抽出したイベントリストをもとに、コロナ質量放出との関係を調査しました。その結果、フィラメントの全長が長いほどコロナ質量放出につながりやすいということが分かりました。また、フィラメント消失数と黒点相対数はよい相関があることも調査の中で明らかになりました (図参照)。

一方、SMART/SDDI によるデータからは、フィラメントの上昇に加え 10,000 km 程度の小さいプラズマ塊が 60 ~ 90 km/s の視線方向速度で運動する現象が多数見ついています。2016 年 8 月後半の天候の安定していたおよそ 10 時間分のデータを目視にて調査したところ、発生頻度は 1 時間当たり 10 例以上ありました。この小さいプラズマ塊の運動の正体は何なのか解明すべく発生しやすい位置 (緯度・経度) を統計的に調査し、その発生場所をコロナや光球磁場と照合し

たいと考えています。また、このようなイベントの自動検出プログラムを作成中であり、目視にて行ったイベント抽出とうまく合致するように調整しています。この自動検出プログラムは小さいプラズマ塊の運動だけでなく、フィラメントの運動の検出にも応用できると期待しています。



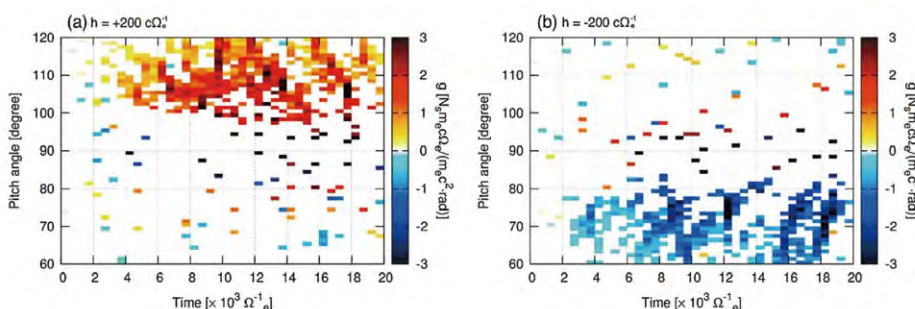
図：フィラメント消失数の変化 (緑) と黒点相対数 (青) の比較。両者に良い相関があることが分かった。

北原 理弘 / 東北大学

THEMIS 衛星データを用いた電磁イオンサイクロトロン波動 (EMIC 波動) によるイオンピッチ角散乱の直接的実証研究

太陽地球圏環境予測の重要な研究課題のひとつに地球放射線帯電子の生成・消滅機構の解明が挙げられています。放射線帯を構成する相対論的高エネルギー粒子の消滅過程としては、内部磁気圏で励起するプラズマ波動との波動粒子相互作用、特にピッチ角散乱が寄与する可能性が示唆されています。本研究では平成 27 年度 PSTEP 若手支援を受けて、ピッチ角散乱を直接的に検出する解析手法を提案し、シミュレーション空間内での擬似観測によって手法の有用性を示しました。平成 28 年度も引き続き PSTEP 若手支援を受けて、研究成果を学術誌に報告するとともに (Kitahara and Katoh, 2016、図参照) この研究をさらに発展させる課題として、我々の提案する手法を THEMIS 衛星で観測された EMIC 波動とイオンフ

ラックスデータに適用し、それらの相互作用を定量化する研究を行いました。2016 年 12 月 20 日に打ち上げられたあらせ衛星には、波動粒子相互作用の定量評価を目的としてソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置 (Software-type Wave Particle Interaction Analyzer; S-WPIA) が搭載され、波動粒子相互作用の直接的な観測が期待されています。本研究の成果は S-WPIA による観測研究への貢献も期待されます。最後に、PSTEP 若手支援を受けたことで、国内外の研究者の方々との議論の機会を多く得ることができ、研究活動を非常に円滑に進めることができました。厚く御礼申し上げます。



図：本研究で提案する手法を用いた、コーラス放射 (プラズマ波動) と高エネルギー電子との相互作用を再現するシミュレーションから得られたピッチ角散乱の疑似観測結果 (Kitahara and Katoh, JGR 2016)。カラーは、波動と粒子間の運動量の変化量を表す。磁気赤道の南側 (左図) および北側 (右図) での疑似観測結果から、本手法によって相互作用によって高エネルギー粒子に作用する力を定量的に評価することが可能であり、赤道から離れる方向にピッチ角を変化させるエネルギー・ピッチ角範囲を同定できることを示した。

## 会議報告

## ナイジェリアで赤道電離圏に関する国際スクール ISELLI-2 を開催

9月11日～15日に赤道電離圏に関する国際スクール（2<sup>nd</sup> International School on Equatorial and Low-Latitude Ionosphere [ISELLI-2]）を、ナイジェリア国立宇宙研究開発機構（NASRDA）の大気科学研究センター（CAR）と共同で、ナイジェリア・ラゴス郊外のオタのコピナント大学で開催しました。赤道電離圏は、プラズマバブルと呼ばれる電離圏のプラズマ不安定現象が発生して、衛星-地上間通信を妨げたり GPS に代表される衛星測位の誤差を引き起こしたりする重要な領域です。この国際スクールには、ナイジェリア、エジプト、コートジボワール、ウガンダ、カメルーン、ケニア、インドの7ヶ国から38名の大学院生が参加し、名古屋大学、九州大学、米国ボストン大学、ナイジェリア、コートジボワールの14名の講師から、赤道電離圏の変動やプラズマ不安定現象、計測方法、宇宙天気予報、太陽地球系科学など



講義の様子

の基本的な講義を受けました。このスクールは本領域研究（PSTEP）の他に、名古屋大学宇宙地球環境研究所、CAR/NASRDA、コピナント大学、日本学術振興会研究拠点形成事業 B. アジアアフリカ学術基盤形成型、特別推進研究（PWING プロジェクト）、九州大学国際宇宙天気科学教育センター、及び SCOSTEP/VarSITI の支援により開催されています。

（塩川 和夫 / 名古屋大学）



ISELLI-2 の参加者の集合写真

## 会議報告

## 第4回アジア太平洋太陽物理学会議 (APSPM4)

2017年11月6日～10日、京都大学国際科学イノベーション棟にて表題の会議を開催しました。本会議は、著しく発展しているアジア太平洋地域の太陽物理学分野の研究交流を加速し、最新の研究成果を共有して共同研究を推進することを企図しています。日韓や中印といった2国間連携による国際共同研究が盛んですが、各国の将来構想の推進を見据え、大規模な国際協力がますます重要になっています。2011年にインドで開催されて以後、第4回目となる今回、日本で初めて開催されました。

今回の会議は、15ヶ国から150名（海外からは90名）に上る参加がありました。4つのセッション「装置開発の進展と将来計画」「太陽外層大気の電磁流体プロセス」「太陽フレア・噴出現象と宇宙天気予報」「太陽内部構造と太陽・恒星活動サイクル」において、基調講演・招待講演と一般講演があり、総数50件の口頭講演がありました。また、ポスター講演も90件あり、休憩時間には各所で活発に議論する姿が見られました。若手研究者を対象と

した表彰の制度も充実しており、これまでの研究業績に対する Young Career Award が P. F. Chen 氏（中国）に、Best Presentation Award が G. Hazra 氏（インド）、鳥海 森氏（PSTEP A02 太陽嵐班・連携研究者）、Q. Hao 氏（中国）に贈られました。次回は2020年1月に、インド・プネーでの開催が予定されています。本会議は、PSTEP の他、名古屋大学宇宙地球環境研究所、国立天文台、京都大学教育研究振興財団の支援を受けました。

（浅井 歩 / 京都大学）



会議の集合写真





## 国際活動支援班活動報告

派遣

### European Space Weather Week 2017 PSTEP セッション開催

石井 守

情報通信研究機構



【派遣期間】2017年11月26日～12月2日 【派遣先】Kursaal, Ostend, Belgium

2017年11月27日～12月1日にベルギー・オステンド市で開催された European Space Weather Week 2017 の topical discussion meeting として、PSTEP の活動の情報発信と国際共同研究の推進を目的として“Discussion for potential cooperation for mitigating satellite anomaly”を開催しました。本セッションは11月28日に開催され、30名ほどが参加しブリーフトークを核としたフリーディスカッションを行いました。これは、昨年行われた“Discussion of the cooperation with PSTEP project”の第2回目として開催したもので、前回は地磁気嵐の送電網への影響を中心に議論しました。今回はテーマを衛星帯電への影響とし、関連する活動である CGMS (Coordination Group for Meteorological Satellites) の議長である Dr. Elsayed Talaat (NASA) の講演を中心に議論を行いました。衛星帯電の課題解決について、特に宇宙天気擾乱が原因と考えられる人工衛星の異常の発生についてのデータベース構築が重要との結論が得られ、今後そのデータベースをどのようにして充実させていくかの検討が活発に行われました。また前回は講演者が多くなり議論の時間が充分取れなかったため、今回は講演者の数を絞りフリーディスカッションの時間を増やしたのは改善点と思います。その一方で、類似のセッションが同時に開催されたこともあり参加者が分散したことは今後の課題と考えます。今後は航空機被ばくや航空運用への影響などのテーマについて議論を深め共同研究の芽を育てる基盤になればと思います。



会場 (Kursaal)

招聘

### トラバーチン堆積物を用いた宇宙線強度変動の 復元に関する共同研究

Hongyang Xu

East China  
Normal University



【招聘期間】2017年7月16日～9月16日 【招聘先】武蔵野美術大学

As a collaborative work between East China Normal University, Musashino Art University and Hirosaki University, we are trying to reconstruct the past galactic cosmic rays by measuring beryllium-10 content in travertine sediments obtained from Baishuitai, China. The travertine in Baishuitai forms clear annual layers which enable us to measure beryllium-10 with annual resolution.

During this stay in Japan, I conducted the extractions of beryllium-10 from the travertine layers. In the first two weeks, I cut the travertine samples and made them into powder. In the next four weeks, I started the first attempt to extract beryllium-10 from the white travertine layers. Since the concentrations of beryllium-10 in the white travertine samples are very low, we tried our new method to treat the samples. It turned out that the yield of beryllium-10 was not very good in the first trial, so in the last two weeks, we modified the process and made the second trial. With the help of Prof. Horiuchi at Hirosaki University, we successfully extracted pure and sufficient amount of beryllium from the samples. Finally, I finished all the processes and made ion targets for the Accelerator Mass Spectrometry.



試料から抽出したベリリウム10を含む水酸化ベリリウムの沈殿



日本ITU協会賞奨励賞トロフィー

## 石井 守氏が日本 ITU 協会賞奨励賞を受賞

国際電気通信連合 (ITU) の活動を支援する日本 ITU 協会では、その活動への貢献が著しい方へ日本 ITU 協会賞を贈呈しています。この度、PSTEP A01 予報システム班の研究代表者である石井 守氏 (情報通信研究機構：NICT) に日本 ITU 協会賞奨励賞が授与されました。

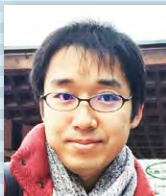
石井氏のグループは、日本郵船の運搬船や南極観測船しらせに電波受信機を搭載し、長距離の電波受信強度を継続的に測定することで、長波帯電波が長距離伝搬する際の減衰量を導出しました。また、これまで ITU でもほとんど議論されてこなかった GPS 衛星などによる全電子数の計測手法の開発にも貢献され、また、新しいデータ提供方法として、「GTEx」というフォー

マトを提案されました。ITU では電気通信、無線通信に関する様々な国際標準規格を「勧告 (Recommendation)」という形で定めていますが、石井氏のこれらの業績は、勧告の改訂につながる重要な役割を果たしています。これらの貢献に加え、電波伝搬に関する勧告を作成する委員会において主導的役割を果たしたことが、ITU における日本のプレゼンス向上に大きく寄与したと評価され、今回の受賞が決まりました。

現在、国際民間航空機関 (ICAO) が航空運用の際に宇宙天気情報を利用することを検討しており (p.4 上段記事参照)、その情報提供機関の選定においても、石井氏は主導的な役割を担っておられ、今後ますますの活躍が期待されます。

## 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。



**納多 哲史**

Noda Satoshi

京都大学

- Q. マイブームは？
- A. 日常系のコミックエッセイを読むこと。
- Q. 子どもの頃の夢は？
- A. 考古学者。邪馬台国の謎に惹かれて。
- Q. あなたの特技は？
- A. 好き嫌いなく何でも食べられること。

私は成層圏・中間圏のオゾンなどの化学物質の変動が地表の気候に与える影響について、気候モデルを用いた研究を行っています。現在は PSTEP A04 周期活動班にて太陽活動の変動が気候に与える影響について取り組んでいます。その内容は以下のふたつから成ります。

ひとつめは、地球温暖化予測にも多大な影響を与えている最先端気候モデルである、気象庁気象研究所の地球システムモデルを用いた研究です。これまでの古気候のシミュレーションでは、時代によらず同じオゾン分布を仮定して計算を行っていました。しかし、地球の軌道要素が現代と異なる時代では日射量の季節変化も異なるため、光化学反応によって生成されるオゾンの分布は違わずです。そこで私は地球システムモデルでオゾンの化学反応を解いた気候シミュレーションを行い、成層圏オゾンの分布の違いが原因で年平均地表気温が場所により最大で2℃近く変わることを発見しました。地質学的なデータからのバイアスも小さくなりました。

ふたつめは、比較的単純な気候モデルを用いた研究です。先述の地球システムモデルは非常に多くの物理過程を取り入れているため、原因と結果の切り分けが簡単ではありません。そこで私は現象の理解のため、物理過程や境界条件を単純化した設定のもとで太陽活動変動による気候への影響を調べられる、軽量化学気候モデル DCPAM-CHEM を開発しています。モデルの完成後、太陽活動に伴う4種類の強制それぞれをオンオフした実験を行う予定です。



PSTEP サマースクールにて (右端)

研究室紹介 ⑦

広島大学  
原爆放射線医科学研究所

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。

広島大学原爆放射線医科学研究所（原医研）は、広島市内にあり、新幹線のぞみが停車する JR 広島駅からバスで 10 分ほどと、便利な場所にあります。

原医研は、1958 年に広島大学医学部附属原子放射能基礎医学研究施設としてスタートし、二度の名称変更を経て、今に至っています。原医研では、放射線障害の研究と治療法開発の世界的拠点になることを目指し、原爆被爆者についての疫学的研究、物理学線量評価法の開発、放射線障害発症機構の解明、再生医学的治療法の開発など、多岐にわたる研究に取り組んでいます。

原医研では、被ばく資料調査解析部と放射線先端医学実験施設の 2 つの附属施設を有しています。筆者が責任者を務める後者の実験施設には、放射線実験系・動物実験系・遺伝子



原医研の場所

原医研研究棟



実験系の 3 つの研究支援体制が整備されており、共同研究を促進しています。放射線実験系では多彩な放射線照射装置を、動物実験系では遺伝子改変マウスの作製と解析サービスを、遺伝子実験系では生物学研究に必要な最先端の解析機器を提供しています。

筆者の研究室では、放射線災害医療や放射線防護体系の整備に寄与する物理学的線量評価法などの研究開発および大学院教育に取り組んでいます。その一つに有人宇宙開発や航空機利用に関わる研究があります。大規模な太陽フレアの発生がもたらす種々の障害は一種の放射線災害と捉えることができますので、当研究室の持つ情報やノウハウを PSTEP AO1 予報システム班での取り組みに生かして、現実的な太陽フレア対策の考案とその社会実装に努めていきたいと考えています。  
(保田 浩志 / 広島大学)

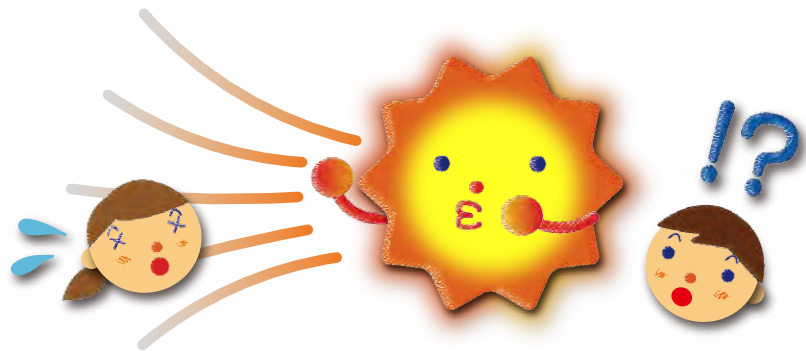


原医研にある放射線照射装置：  
左が高線量照射のできるガンマセル  
右が低線量率照射装置



2017 年 12 月に原医研で開かれた  
セミナーの講演者らと研究室のメンバー

『宇宙と地球のなぜ？ どうして？』



Q. 「太陽風って何？」

A. 「太陽風は太陽から吹き出し続ける磁気と電気を帯びたガスの流れなのです！」

太陽の周りの大気「太陽コロナ」からは、「太陽風」と呼ばれる毎秒 300～800km の速さの風がいつでも吹き出しています。コロナのガスは、温度が 100 万度以上にもなるため、主成分の水素原子は陽子と電子に分解して「プラズマ」という電気を帯びたガスの状態になっています。プラズマは磁力線を閉じこめる性質があるので、太陽風は太陽の磁力線をも引っ張り出していきます。つまり、太陽風は磁気と電気を帯びたガスの流れなのです。

この太陽風は、太陽系の惑星圏を超えた宇宙空間にまで広がっています。地球に流れてきた太陽風のプラズマは、地球の磁気圏に衝突しますが、多くの場合、磁気圏の磁場によって跳ね返され、磁気圏の中に入ることなく地球の後方へ流れていきます。しかし、太陽風の中に南を向いている磁力線があるとき、北向きの磁力線を持つ磁気圏の磁場と繋がることのできるようになり、つながった磁力線に沿って太陽風のプラズマが磁気圏の中に侵入してきます。その結果、地球の電磁気圏に大きな乱れが生じ、磁気嵐やオーロラなどが発生します。このようにして、地球に到来する太陽風は太陽地球圏環境に直接重要な影響を及ぼすのです。

現在地球に到来する太陽風は、地球から太陽に 150 万 km 近づいたところに位置する宇宙機「DSCOVR」によって監視されています。観測されたデータは、即時に世界中に公開され、世界各国の宇宙天気予報の現場で活用されています。



# PSTEP Newsletter No.8 Feb. 2018

発行日：2018年 1月31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&編集)、中田 裕之(校閲責任者)、宮原 ひろ子(校閲責任者)

TEL 052-747-6333 (名古屋大学宇宙地球環境研究所) E-mail: inquiry@pstep.jp

<http://www.pstep.jp/>