

様式1【公表】

「頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム」  
平成29年度事後評価資料（実施報告書）

整理番号	G2602		関連研究分野 (分科細目コード)	環境動態解析 (1401)
補助事業名 (採択年度)	太陽地球環境における高エネルギー粒子の生成と役割：気候変動への影響を探る (平成26年度)			
代表研究機関名	名古屋大学			
代表研究機関以外の協力機関	宇宙航空研究開発機構、国立極地研究所、東京大学 (H27.10.16追加)			
主担当研究者氏名	水野 亮			
補助金支出額	(平成26年度) 28,590,000円	(平成27年度) 41,620,000円	(平成28年度) 38,077,253円	(合計) 108,287,253円
(公募応募当初の「事業計画調書」に記載の) 若手研究者の 派遣計画	(平成26年度) 3人	(平成27年度) 6人 (3人)	(平成28年度) 6人 (4人)	(合計) 8人
若手研究者の 派遣実績	(平成26年度) 2人	(平成27年度) 5人 (2人)	(平成28年度) 5人 (3人)	(合計) 7人
(公募応募当初の「事業計画調書」に記載の)研究者 招へい計画	(平成26年度) 3人	(平成27年度) 4人 (0人)	(平成28年度) 7人 (2人)	(合計) 12人
研究者の 招へい実績	(平成26年度) 2人	(平成27年度) 5人 (0人)	(平成28年度) 2人 (2人)	(合計) 7人

(参考)

派遣期間が300日未満となり、最終的に若手派遣研究者派遣実績のカウントから除外された者(外数)	(平成26年度) 人	(平成27年度) 人 (人)	(平成28年度) 人 (人)	(合計) 人
---	---------------	----------------------	----------------------	-----------

## 1. 派遣・招へいによる人的交流を通じて得られた成果の達成状況

### (1) 事業計画調書に記載した到達目標

(事業計画調書(3-(2))に記載した「研究課題を海外の研究グループと共同して行うことにより、国際研究ネットワークの強化・拡大に関して客観的な指標に基づく到達目標」)

衛星観測においては、波動粒子相互作用の直接計測と、その相互作用に関する理論モデルの検証を国際協力によって進める枠組みを、STE研(現在の宇宙地球環境研究所、ISEE)に設置されているERGサイエンスセンターを軸に強化する。海外の衛星運用PIから粒子計測器のキャリブレーションデータをいち早く入手し、解析ソフトウェアを充実させ、データを研究者に効率的に提供できるサイエンスセンターを、JAXAと共同のもとで立ち上げる。

地上観測においては、EISCAT科学協会の加盟各国との連携を深め、データの乏しい高度100km以下の大気現象(N<sub>2</sub>Oの輸送や成層圏突然昇温)の解明のための観測ネットワークを構築する。さらにこれを発展させ、2021年から稼働開始予定のEISCAT\_3Dレーダーを用いた国際協同研究への足がかりとする。

### (2) 上述の到達目標に対する達成状況の自己評価とその理由

#### 【自己評価】

- 期待を上回る成果を得た
- 十分に達成された
- おおむね達成された
- ある程度達成された
- ほとんど達成されなかった

#### 【理由】

衛星観測における国内の研究拠点形成は本事業も最も重要な狙いの一つである。名古屋大学宇宙地球環境研究所(ISEE)は、2015年10月に、本事業の当初の推進母体である太陽地球環境研究所(STE研)と学内の地球水循環研究センター、年代測定総合研究センターが統合されてできた新しい研究所であるが、開設当初から所内に統合データサイエンスセンター、飛翔体観測推進センター、国際連携研究センターの3つのセンターを設置し、所全体として国際連携を基盤とした衛星観測研究の推進に取り組んできた。特に統合データサイエンスセンター内にはERGサイエンスセンター(JAXAと共同)とひのでサイエンスセンター(国立天文台と共同)を設置し、国内の超高層物理研究者および太陽物理研究者が利用できるデータベースと解析ツール、解析環境を提供している。

本事業では、担当研究者がプロジェクトサイエンティストを務めるERG衛星(現在のあらせ衛星、2016年12月に打ち上げに成功)のより効果的な運用を目指し、ERGサイエンスセンターを中心に相手国連携機関との人的交流を通して衛星観測の経験やノウハウを共有し、サイエンスターゲットの絞り込みや解析ツールの整備などを推進した。UCLAに派遣した宮下はAngelopoulos教授の下でTHEMIS衛星・地上観測データを用いたサブストームに関する研究を進める傍ら、ERGプロジェクトに向けたデータ解析ツールの共同開発も精力的に行った。衛星・地上同時観測の検索ツールであるConjunction Event Finderの衛星軌道プロットを改訂し、あらせ衛星の解析の基礎を固めると同時に、THEMIS衛星の解析ツールとして開発されたTDASを改良したSPEDAS(Space Physics Environment Data

Analysis Software) を完成させ公開するなどの成果を上げている。SPEDASは科学技術解析計算で用いられるプログラミング言語のIDL (Interactive Data Language)をベースに開発された解析ツールでTHEMIS衛星以外にもMMS, GOESなどの衛星データと様々な地上観測データと統合して扱うことができる画期的な解析環境を提供するものである。また、SPEDASは国内の大学間連携事業として運用されているIUGONET(Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork)にも統合され、関連分野の研究者に広く活用されており、国内の新たな衛星データ解析拠点を確立させるという目的の達成に大きく貢献していると考えられる。

さらに日本を代表する衛星の一つであるひので衛星のデータを活用し、フレア発生時の太陽表面での磁気浮上過程の詳細な半経験的モデル構築や衛星データから導出される拡散係数など太陽表面の物理パラメーターから次期の太陽活動度を推定する半経験的モデルを構築する共同研究も、派遣研究者の今田と米国立大気研究センター高高度観測所(以下NCAR/HAOと記す)グループの間で進んだ。この研究は事業終了後も継続しており、H29年度中には今田らを中心にNCAR/HAO、ドイツのマックスプランク研究所、名古屋大学の各グループで開発したそれぞれのモデルを比較し、より精度の高いモデルへと発展させるための国際研究集会を開催する予定となっている。

また、相手国側の衛星を使った研究成果も本事業の人的交流を通して得られている。UCLAに派遣したJunとMartinezは渡航先のBortnik博士のもとでVan Allen Probes衛星(以下VAPs衛星と記す)の観測データを用い、地磁気の脈動現象の成因究明で新たな知見を得ている。益永は、NASAから打ち上げられたMAVEN衛星のデータを用いたデータ解析研究を主要研究機関であるコロラド大学ボルダー校大気宇宙物理研究所(以下CUB/LASPと記す)において進めた。MAVEN衛星は火星の周りを周回する探査衛星で、地球とは条件が大きく異なる非磁化惑星の火星において、太陽からの高エネルギー粒子の流れである太陽風と火星大気がどのように相互作用するかを解明するために打ち上げられた。担当研究者の関はMAVEN衛星の一つ研究テーマとして採択された観測提案のPIになっている。本事業では、火星超高層大気の流出で重要な役割を果たす酸素イオンの振る舞いの太陽風磁場強度への依存性に関する新たな知見を得た。このような成果は衛星計画の提案母体である主要研究機関の懐に深く入ることで得られた成果である。衛星の特性に精通した研究者の下で、衛星で取得された生データがどのようにキャリブレーションされ処理されていくかをきちんと理解した上で必要な解析を進めることが成果へと繋がる。Martinezと益永は相手国機関で得た経験を帰国後の各自の研究機関での研究に活かしている。またJunは派遣中の研究が評価され、UCLAにポストクのポストを得、そのまま滞在して共同研究を継続している。本事業による若手の人的交流が両研究機関にとって非常に良い形で結実した例と言えよう。

衛星観測関連研究者の招へいとしては、UCLAから1名、CUB/LASPからのべ5名の研究者を招いた。THEMIS、VAPs、MMSなどの相手国側の衛星で得られた最新の研究成果を紹介してもらい、ERG衛星を用いた共同研究テーマやより具体的なデータ解析の手法について議論を行い、多くの有益なサジェスチョンを得ることができた。また、来日中の議論を通して、衛星観測と地上観測の連携協力についても議論し、後述の地上ミリ波観測を活用した新たな衛星計画をNASAに共同提案した。

地上観測では、樹木の年輪に刻まれる放射性炭素( $^{14}\text{C}$ )量の変化から過去の大規模な高

エネルギー粒子降り込みの新たな事例探査と、北極域の観測拠点を整備し現在の降り込み事例が大気に及ぼす現象をリアルタイムで捉えるための人的交流を進めた。

$^{14}\text{C}$ を用いた過去の事例解析では、大型の加速器質量分析装置(AMS)と年輪のサンプルが必要となる。名古屋大学では、日本の屋久杉のサンプルから西暦775年の $^{14}\text{C}$ 急上昇イベントを世界に先駆けて発見(Miyake et al. 2012)しているが、国内の樹木サンプルではさかのぼる年代に限りがある。そこで、より過去の年輪サンプルコレクションを有するアリゾナ大学に三宅を派遣した。その結果、BC5480年頃の完新世(約1万年前から現在)中期に $^{14}\text{C}$ が急増した非常に特異なイベントを発見するなどの成果を得ている。こうした急増イベントは、既存の5-10年程度の時間分解能のデータから検出することは極めて困難で、単年ごとにサンプルを丹念に抽出して研究することが必要となる。名古屋大学で培った年代サンプルの精製技術を持った三宅が、ユニークな年輪サンプルを有するアリゾナ大学で腰を落ち着けてまとまった期間測定に従事したことによって初めて開花した成果と言える。

もう一つの地上観測の狙いである北極域の観測拠点整備では、北欧の世界的なレーダー観測拠点網を形成しているEISCAT科学協会と共同でノルウェーのトロムソEISCAT観測施設(北緯69.6度、東経19.2度)において、高エネルギー粒子の降り込みの影響を観測するための装置開発を進めた。具体的にはすでにトロムソで稼働中の名古屋大学のナトリウムライダーをはじめとする光学観測機器の改良と、南極昭和基地で高エネルギー粒子の降り込みにより生成される一酸化窒素(NO)観測の実績があるミリ波超伝導分光計の設置である。大気分子の変化は紫外線による光化学による影響も強く受けるため、日射の無い極夜期に高エネルギー粒子影響が明瞭に現れやすい。南北両極域から年間を通して観測する体制を構築することにより、極夜期の観測機会を2倍にするだけでなく、両極域のデータを比較することにより、光化学の影響と高エネルギー粒子の影響を定量的に切り分けることができると期待される。中島をノルウェー北極大学に派遣し、同大学には馴染みの薄いミリ波超伝導分光計を用いた観測を実現するために同装置の原理や得られるデータ、展開できるサイエンスについての議論を丹念に行い、現地のインフラを整備し分光計の設置と試験観測を実施することができた。残念ながら日本から輸送した観測用コンテナの空調に問題があり、事業期間中に長期連続観測を開始することはできなかったが、試験観測では昭和基地のミリ波分光計よりも低雑音の受信機性能が確認されており、H29年の夏に空調の改良作業を行い、連続観測を開始する予定である。

また、地上観測関係では期間中に相手国側からのべ3名の研究者を招へいた。日本も主要参加国として2021年に稼働開始を目指して計画を進めている国際連携プロジェクトEISCAT\_3Dに関する進捗状況の相互確認と日本のコミュニティーに対する協力要請がなされ、今後に向けた連携をさらに強化することができた。また、トロムソの観測拠点到直接関わる研究テーマとしては、太陽風エネルギーの注入からその影響による下部熱圏・中間圏大気変動、生成された一酸化窒素の下方輸送の様子を明らかにするため、EISCATサイトでノルウェー北極大学が運用しているMORROレーダーと同サイト内の日本の観測装置群およびEISCATレーダーとを組み合わせたキャンペーン観測を実施する計画を固め、本事業終了後も双方の観測装置を活用した共同観測研究を継続的に進めていくことが確認された。

2. 国際共同研究課題の到達目標及びその達成状況

(1) 事業計画調書に記載した国際共同研究課題の研究目的及び到達目標

(事業計画調書(3-(2))に記載した国際共同研究課題の研究目的及び到達目標(「研究の学術的背景」及び「当該研究領域における本研究課題の学術的な特色や独創的な点、及び事業期間内に何をどこまで明らかにしようとするのか、到達目標とその検証方法」))

本事業では、太陽-地球系における高エネルギー粒子の加速機構の解明と高エネルギー粒子が地球大気へ及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。前者については、国内外の様々な衛星データとシミュレーションをもとに太陽から地球までのシームレスな理解を得ること、後者に関しては年輪中に記録された放射性炭素( $^{14}\text{C}$ )の変化から1万年以上の過去までの高エネルギー粒子の地球への到来事象を読み解くとともに、地上観測から現在のリアルタイムの大気変化を明らかにし、モデルとの比較を通して高エネルギー粒子の影響を評価すること、また非磁化惑星である火星との比較から太陽風に対する惑星磁場の役割を観測的に明らかにすることなどを目標としている。

(2) 上述の到達目標等に対する達成状況の自己評価とその理由

【自己評価】

- 期待を上回る成果を得た
- 十分に達成された
- おおむね達成された
- ある程度達成された
- ほとんど達成されなかった

【理由】

太陽からのプラズマ流は定常的な太陽風と、太陽表面での爆発的な現象に起因する突発的な太陽フレアやコロナ質量放出などによって放出され、特に高エネルギーのプラズマは後者によって放出される。NCAR/HAOとの共同研究で、特に太陽フレアのトリガーとなる磁気浮上過程の時間発展を明らかにするための磁気流体力学シミュレーションコード開発を行った。その特長は、これまで顕わには考慮されてこなかった太陽表面の電流層の時間発展を計算の中に取り入れ、高い時間・空間分解能で磁気浮上過程を迫るようになった点である。その結果、磁気浮上の初期段階では電流層が不安定となり非常に多数のマイクロフレアが起きていることが予想された。そこで実際に日本の太陽観測衛星であるひので衛星のデータを確かめたところ、シミュレーション結果を再現する事例が2例見つかった。シミュレーションと観測を結合させ、太陽での諸現象の鍵となる磁気浮上過程の初期段階の時間発展に関する新たな知見を得ることができた重要な成果である。

一方、地球の近傍における粒子加速過程や電子の降り込みによって起きるオーロラ爆発のトリガー機構に関する研究も以下のような進展が得られた。まず、UCLAの研究者との共同研究によって、サブストームと呼ばれるオーロラ爆発の過程が従来言われていた磁気再結合のみに起因するのではなく、同時に発生する電磁流体波動もトリガーに関係しているモデルを新たに提案した。このモデルは、サブストーム(オーロラ爆発)のトリガーが多要素によって生じていることを指摘するものであり、これまでの見解と一線を画する重要な知見である。

このサブストーム時には、磁気圏尾部から内部磁気圏へと高エネルギー粒子の注入が起こる。この注入が起こることによって、内部磁気圏ではコーラスと呼ばれる電子との共鳴相互作用に伴うプラズマ波動が励起することが知られており、オーロラ爆発に起因する関連現象を理解する上で重要となる。本研究では、観測データの解析とシミュレーションによって、サブストーム時に普遍的に発生する明滅するオーロラ(脈動オーロラ)について、上記のコーラスがその明滅を担っていること、また脈動オーロラ中に見られる内部変調過程も、コーラスのエLEMENTと呼ばれる構造によって引き起こされることを確立した。

一方、この脈動オーロラの発生に伴って、数百keVの放射線帯電子が中間圏に降ってくることが、2012年11月に実施されたEISCATや光学観測、標準電波観測、リオメータ観測等の地上総合観測、人工衛星の観測から発見された。観測およびシミュレーションの比較研究から、コーラスが赤道面から高緯度方向に伝搬することによって、放射線帯の電子が脈動オーロラとともに地球に降下することが実証された。脈動オーロラは、オーロラ爆発時に普遍的に起こる現象であるため、新たに発見された放射線帯電子の降り込みもオーロラ爆発時に常に起きている可能性が示唆される。後述のようにこの放射線帯電子の降り込みは、中間圏の大気化学変化を考える上で重要である。

また、このオーロラ爆発が連続して起こることによって、放射線帯の高エネルギー電子が大きく増加することが、20年間の衛星データの解析から明らかにされた。この解析をもとに、放射線帯電子フラックスが大きく増えやすい条件、増えにくい条件を考慮した新たな太陽風-放射線帯結合モデルを提案した。このモデルは、地球周辺の宇宙空間の高エネルギー粒子環境変動の予測にもつながるものである。

上記の脈動オーロラ時の放射線帯電子の降り込みに関する発見をもとに、中間圏に放射線帯電子が降り込んだ場合の化学反応変化のシミュレーションを、フィンランドのグループと共同で実施した。シミュレーション研究からは、2012年11月にEISCATで観測された降り込みの場合には、中間圏高度では、50%以上の窒素化合物が増加するとともに、10%程度のオゾンの減少が起こることが示された。前述のように、脈動オーロラはオーロラ爆発に伴って普遍的に起こる現象であるため、オーロラ爆発時には、放射線帯電子の散乱およびそれに伴う中間圏でのオゾンの減少も普遍的に起きている可能性がある。オーロラ爆発は、一日に数回以上起きる現象であるため、本研究で見いだされた脈動オーロラ時のオゾンの減少も高い頻度で発生していることが考えられ、中間圏の化学過程に大きな影響を及ぼしている可能性がある。また、IPDPと呼ばれる数十分のタイムスケールで変化する地磁気脈動によって電磁イオンサイクロトロン波動の周波数が変化する現象の解析を行い、その成因が高エネルギーイオンの降り込みと密接に関連することを示した。電磁イオンサイクロトロン波動は放射線帯の高エネルギー電子の消失へと寄与するため、IPDPの成因の理解は放射線帯電子の変動過程の理解にとっても重要である。

ノルウェー・トロムソにて、EISCATレーダーとナトリウム(Na)ライダーを中心に用いた北極域成層圏・中間圏・熱圏・電離圏の拠点観測を実施し、高エネルギー粒子の大気への影響を調べた。具体的には、大気温度変動、オーロラ降下粒子にともなうNa原子密度変動、Sporadic Sodium Layer (SSL)層生成機構に関して研究を実施した。オーロラ高エネルギー粒子の大気への影響をさらに理解するために、2016年1月から3月にかけて、Naライダーデータ取得系の改良を行い、高速(0.5秒)でのデータ取得を実現した。また、2012

年10月から4シーズン分のライダーデータを解析し、SSL生成過程の研究を進めた。期間中24イベントを同定し、多くの例で、オーロラ活動が伴うこと、また発生時刻依存性（20-24 LT）があることがわかった。これは、オーロラ降下電子がSSL生成に寄与していることを示唆する。また、EISCATレーダーデータを用いた高度90km付近での温度導出手法の改善を行った。

中間圏の化学過程に関しては、2012年より南極昭和基地に設置したミリ波分光計で一酸化窒素(NO)の変動を観測している。同観測からは、オーロラ帯に位置する昭和基地上空では、それまで注目されていたコロナ質量放出に伴う太陽陽子よりも大規模な磁気嵐に伴い降り込んでくる放射線帯電子の方がNOの増加に寄与していることを明らかにした。また、NOは高エネルギー粒子だけでなく、紫外線による光解離反応とも密接に関連し、極夜期と白夜期ではNOの変動に違いが見られることも明らかにした。これらの結果が北極域のトロムソで新たにミリ波分光観測を開始するモチベーションとなったもので、南北両極での同時観測データを比較することにより、両者で同様の傾向が現れる高エネルギー粒子の影響と両者で半年の差が現れる光化学の影響を観測的に切り分けることを目指した。残念ながら現地へ送ったコンテナハウスの空調設備の不備から連続観測を事業期間内に開始するには至らなかったが、超伝導ミリ波分光計の設置と調整は完了し、試験観測により昭和基地よりも受信機の感度が若干良い（受信機雑音温度で10K程度）ことが確認された。H29年の夏に空調装置の改修を行い、連続観測を開始する計画である。

$^{14}\text{C}$ を用いた過去の高エネルギー粒子降り込みの事例解析では、過去1万5千年前まで遡ることができるユニークな年輪サンプルコレクションと2台の加速器質量分析装置(AMS)を有するアリゾナ大学との共同研究を進めた。これまでの研究のほとんどが5年から10年の時間分解能で年代測定が行われていたところを、サンプルを丹念に切りだし測定サンプルを調製して単年の時間分解能でイベント探査を進めたところがポイントである。既存のデータからイベントの存在が疑われる5つの候補年代について、測定とデータ解析を行った。5期間のうち4期間では $^{14}\text{C}$ の急激な増加イベントは検出されず、三宅が発見した西暦774 - 775年と西暦993 - 994年の2つの単年イベントは過去1万年間で非常に稀な現象であったことが明らかになった。また残りの1期間では単年イベントではないが、紀元前5480年前後の約10年程度の間非常に大きな $^{14}\text{C}$ の増加が見られることを発見した。この原因としては、太陽磁場がほぼゼロになるような極端な太陽活動低調期(Grand Solar Minimum)であったか、複数の太陽面爆発が数年にわたって多発するような現象が起きていたと考えられるが、どちらであってもこれまでに知られていない太陽活動の異常があったことを示唆する非常に興味深い発見である。

地球は太陽からの高エネルギー粒子の流れである太陽風にさらされているが、地球の持つ磁場によって高エネルギー粒子から守られている。非磁化惑星である火星の大気は太陽風に直接曝され、火星上層の超高層大気を流出させている。酸素ピックアップイオンは火星超高層の中性大気の加熱および流出（スパッタリング）を引き起こす主要な要素として知られており、MAVEN 衛星の観測データから酸素ピックアップイオンの磁気シース反射現象を同定した。また酸素イオンの反射率が太陽風磁場強度に大きく依存していることも明らかになった。こうした結果は太陽系形成以後の地球型惑星の大気進化を明らかにする上でも重要で、過去の激しい太陽風状態に晒された火星においてはスパッタリングによる大気流失の効果が弱まっていた可能性が示唆される。

上に述べたように、本事業を通して衛星観測データと地上観測データをもとに太陽か

様式1【公表】

ら地球までの粒子加速と高エネルギー粒子が大気に与える影響について多くの新たな知見が得ることができた。



### 3. 今後の展望について

これまでの実施状況を踏まて、事業実施期間終了後の展望について記入して下さい。

- ① 自己資金、若しくは他の競争的資金等による海外派遣・招へいの機会を含む若手研究者の研鑽・育成の事業の継続（又はその見込み）状況

競争的資金としては、科研費基盤研究(A)「地球と火星の比較に基づく惑星電磁気圏環境に固有磁場強度が与える影響に関する研究（代表：関華奈子・東京大学）」、科研費基盤研究(B)「マルチビームライダーを中心に用いた精密拠点観測による北極域大気上下結合の解明」（代表：野澤悟徳・名古屋大学）等につながっており、米国およびノルウェーとの共同研究を継続させている。今後、適宜他の外部資金にも申請を行い、共同研究を継続していく予定である。

また、名古屋大学宇宙地球環境研究所では、共同利用・共同研究拠点として、所内の国際連携研究推進センターを中心として「国際共同研究」、「国際ワークショップ」、「ISEE International Joint Research」などの国際共同研究支援を全国の関連分野の研究者に提供している。本事業に関連するものとしては、国際ワークショップとして「Solar Cycle 25 Prediction Workshop」（提案者：今田晋亮・名古屋大学）が採択され、H29年度内に開催される予定である。

- ② 本事業の相手側を含む海外の研究機関との研究ネットワークの継続・拡大（又はその見込み・将来構想）状況（組織において本事業で支援した若手研究者に期待する役割も含めて）

UCLA及びCUB/LASPの磁気圏観測衛星の研究者とは今後も共同研究を継続する。とくに今後は米国のこれまでの衛星観測で得られた知見を元に、日本のあらせ(ERG)衛星から、放射線帯の電子加速や消失過程の究明を中心として、ジオスペースで起きている宇宙環境変化の理解が促進されることが期待されている。また、国内外の地上観測との連携も一層活発になるものと期待される。そうした共同研究の中核となるのが名古屋大学宇宙地球環境研究所のERGサイエンスセンターであり、本事業で整備した解析ツールを活用した共同研究を精力的に展開していく予定である。また、本事業3年次に計画していた招へい予定研究者の多くが立案時の所属機関から別の機関に移動したため招へいできなかったが、これらの研究者との共同研究は継続しており今後より広範囲の共同研究へと発展する可能性が期待できる。また、3年次にUCLAに派遣した派遣研究者は派遣期間終了後も相手先機関の研究者として滞在し研究を継続しており、今後のより緊密な共同研究の架け橋としての役割が期待される。NCAR/HAOとの関係も派遣研究者が起案者である上述の国際ワークショップを通して良好な状態が保たれており、アリゾナ大学との共同研究も派遣研究者が中心となって共同研究は継続している。

欧州のノルウェー北極大学との共同研究も継続し、トロムソでのミリ波観測を本格化していく。国内の国立極地研究所と共にEISCAT\_3Dの実現に向けたEISCAT科学協会との連携もより緊密に進めていく。これら本事業の相手機関に加えて、フィンランドのオウル大学ソダンキラ地球物理観測所との共同研究もH27年度から開始している。フィンランドのグループは高エネルギー粒子がトリガーとなって起きる一連の化学反応ネットワークを計算するソダンキラ・イオン化学モデル(SICモデル)を開発し、また同グループのリーダーのE. Turunen博士はEISCAT科学協会の元所

長でもあり、現在も EISCAT と深い繋がりを持っている。このように EISCAT を中心とした欧州の研究機関との共同研究も徐々に拡大しつつある。

③ 本事業で支援した若手研究者の研究人材としての将来性について

本事業で支援した7名の若手研究者は、事業期間中の成果が評価され、それぞれに以下に記すようなキャリアパスにおける進展が見られた。

- ・ 韓国天文研究院のパーマネントの主任研究員に採用された。
- ・ 派遣先（アメリカ）で行った研究成果を評価され、海外（スウェーデン）でのポスドクのポストを得ることができた。
- ・ Radiocarbon conference にて、セッションのコンビーナを担当した。名古屋大学宇宙地球環境研究所准教授に採用された。
- ・ レビュー論文（相当）をまとめるための宇宙地球環境研究所の国際ワークショップ「Solar Cycle 25 Prediction Workshop」を組織し、H29年度内に派遣相手先研究者や諸外国研究者らとワークショップを実施予定。
- ・ 本事業を通じて開発を行っているミリ波・サブミリ波帯超伝導受信機技術に関する国際会議上である” East Asia workshop on mm-wave and THz detector technology”において、会議の運営委員を26年度より務めている。
- ・ 派遣先の UCLA のポスドク研究員に採用された。
- ・ JSPS 特別研究員として採用され、東北大学で研究を継続している。

7名とも将来有望で優秀な若手研究者である。

資料1 実施体制

① 日本側研究グループ事業実施体制

フリガナ 担当研究者氏名	所属機関	所属部局	職名 (身分)	専門分野	備考
主担当研究者 水野 亮	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	教授	大気科学・電波天文学	
担当研究者					
町田 忍	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	教授	磁気圏物理学	
平原 聖文	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	教授	超高層大気物理学	
野澤 悟徳	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	准教授	超高層大気物理学	
三好 由純	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	准教授	磁気圏物理学	
増田 公明	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	准教授	宇宙線物理学	
松原 豊	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	准教授	宇宙線物理学	
梅田 隆行	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	講師	数値計算工学	
塩川 和夫	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	教授	超高層大気物理学	(H27.4.17変更)
冢田 章正	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	助教	電磁圏物理学	(H28.4.1追加)
関 華奈子	東京大学	理学系研究科	教授	磁気圏物理学	(H27.4.17変更)
小川 泰信	国立極地研究所	宙空圏研究グループ	准教授	超高層大気物理学	
高島 健	宇宙航空研究開発機構	太陽系科学研究系	准教授	宇宙線物理学	
若手研究者					
今田 晋亮	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	助教	太陽プラズマ物理	
中島 拓	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	助教	大気科学・電波天文学	
宮下 幸長	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	特任助教	磁気圏物理学	
三宅 芙沙	名古屋大学	高等研究院	特任助教	宇宙線物理学	
益永 圭	東京大学	理学系研究科	日本学術振興会特別研究員(PD)	宇宙線物理学	
MARTINEZ CALDERON Claudia Maria	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	協力研究員	超高層大気物理学	(H28.4.1追加)
JUN Chae-Woo	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	協力研究員	超高層大気物理学	(H28.4.1追加)
計20名					

② 相手側となる海外の研究グループ（海外の連携機関）

研究機関名	相手側研究者氏名 (招へいした研究者は※印を表示)	職名 (身分)	備考	派遣した 若手研究者氏名
コロラド大学ボルダー校 (CUB) 大気宇宙物理研究所 (LASP)	※D. Baker ※B. Jakosky ※X. Li ※D. Brain	所長(教授)		益永圭
カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) 地球物理惑星物理研究所/地球惑星宇宙科学科	V. Angelopoulos ※L. Lyons R. M. Thorne Y. Nishimura W. Li D. Turner J. Bortnik	教授		宮下幸長 MARTINEZ CALDERON Claudia Maria JUN Chae-Woo
アリゾナ大学	A. J. T. Jull	所長(教授)		三宅芙沙
米国立大気研究センター (NCAR) 高高度観測所 (HAO)	S. W. McIntosh Y. Fan	所長	(H27. 4. 1追加) (H27. 4. 1追加)	今田晋亮
ノルウェー北極大学	※C. La Hoz C. Hall	教授		中島拓
EISCAT科学協会 計6 機関	※C. J. Heinselman	所長		

## 資料2 双方向の人的交流にかかる資料

## (1) 若手研究者の選抜方針・基準、選抜方法の概要

**選抜方針・基準**

- ① 若手研究者に熱意があり、海外滞在により、本人の研究能力が大幅に進展することが期待できること。
- ② 担当研究者を含めたグループとして、人材交流により、そのグループの研究に大幅な進展が見込まれること。
- ③ 若手研究者が優れた業績をあげているか、特に秀でた専門性を有していること。
- ④ 受け入れ機関・大学側として、若手研究者を受け入れることがメリットになること。
- ⑤ 本課題の研究目標達成に貢献できること。

**選抜方法**

- ① 担当研究者から選抜方針・基準（の多く）を満たす若手研究者を推薦主担当者に推薦。
- ② 主担当者が面談を行い、本事業の趣旨・目的を理解しているか確認し、決定した。

## (2) 派遣及び招へいの支援体制の概要

(日本側からの派遣者及び連携機関からの招へい者に対して組織としてどのようなバックアップ体制をとったかについて記載してください。)

**【派遣者に対する支援体制】**

名古屋大学では、本学全体のリスク管理の枠組みである「名古屋大学リスク管理規程」（平成22年6月15日施行）に基づき、名古屋大学として海外における不測の事態に備えるリスク管理体制を整備し、想定されるリスクの予防・回避・リスクへの適切な対応等に万全を期するため、危機情報の提供、渡航者向け研修の定期的実施、リスク発生時の緊急対策本部の設置など危機管理全般の実施を定めた「海外渡航等リスク管理マニュアル」を策定している。

また、海外留学生の危機管理留意事項のみならず、研究等のための海外渡航者も対象とした包括的危機管理のための「海外安全ハンドブック」を作成し、本学国際交流協力推進本部ホームページ上で公開するとともに、海外渡航者に配布している。各部署の海外派遣責任者向けの留学生危機管理セミナーも適宜開催している。宇宙地球環境研究所でも全学の体制と連携し、海外渡航者と緊密に連絡をとり、安全確認・確保に努めた。

相手国連携機関とはすでにこれまで共同研究を行ってきた実績があり、相手国研究者との意思疎通は十分に行われており、深い相互理解の下、共通の目標に向かい、更なる協力体制の構築と若手研究者を育成するため協力関係が確立されている。派遣期間中に適宜担当研究者が渡航し、研究内容の進捗を確認し、目標設定を行うとともに、月に2、3回程度は Skype 等で連絡を取り合い、渡航者のメンタル面でのケアも行った。

## 【招へい者に対する支援体制】

名古屋大学宇宙地球環境研究所では定常的に1ないし2名程度の外国人客員研究者を招へいしており、外国人客員専用の研究室を整備している。また、事務補佐員等の大半も外国語（英語）でコミュニケーションできる人材を積極的に採用しており、招へい研究者の生活面サポートでの経験も豊富である。学内には長期にわたり家族で宿泊可能な宿泊設備が整備されており、快適な研究環境が提供できるインフラが整備されている。

## (3) 若手研究者の海外派遣計画及び研究者の招へい計画の見直し（増減）状況とその理由

## 【派遣計画】

立案当初は8名の派遣を計画していた。派遣者として計画していた梅田（H26派遣予定）と関（H27派遣予定）がともに研究所内の責任ある業務を担当することとなり、長期間研究所を空けることが困難となったため派遣者から外れた。また、家田（H28派遣予定）が一身上の理由により派遣を辞退した。ただし、研究目標を達成する上で3名とも重要な貢献が期待されたので、担当研究者として本事業に加わることにした。梅田、家田の代わりに Jun と Martinez を UCLA に、関の代わりに益永を CUB/LASP に派遣することとした。最終的には、7名を派遣し、当初後から採用を計画していた研究員（ノルウェー北極大学に派遣予定）は該当者が無く派遣を断念した。ただし、ノルウェー北極大学には H27・28 年度に中島を派遣しており、十分な成果が上がるると同時にその後の共同研究を水野、野澤、小川らの担当研究者が継続したため計画の遂行上大きな支障とはならなかった。

## 【招へい計画】

立案当初はのべ17名の招へいを計画していたが、最終的にはのべ9名の研究者を招へいした。1年次に招へい予定であった UCLA の V. Angelopoulos 教授は、招へい前の H27 年 1 月中旬に日本側の受け入れ担当研究者が疾病のため急遽 1 週間ほど手術入院し、その後 2 週間ほど自宅療養をせざるを得なくなり、招へい予定研究者との調整連絡ができなくなったため H27 年度に計画を順延した。その後 H28 年 3 月に招へいする予定で準備を進めたが、教授のご家族が入院され手術を受けなければならなくなったため、教授から渡航をキャンセルし延期したい旨連絡があり、さらに先送りすることとした。しかし、H28 年度は、非常に多忙でかつご家庭の事情もあり最終的にスケジュールの調整が取れず招へいを断念した。同教授との共同研究は派遣者の宮下が帰国後も綿密に連絡を取り合い、担当研究者との間でもメール等で頻繁に議論を行うことにより、研究遂行上の支障とはならなかった。2年次は UCLA の R. M. Thorne 教授とノルウェー北極大学の C. Hall 教授の招へいが取りやめとなった。Thorne 教授は H27 年 7 月に UCLA を退職されたため招へいを取りやめたが、退職後も同教授とのメール等での議論を継続しており事業全体への大きな影響は無かった。Hall 教授は体調不良となり医師の診断により渡航が困難となったため、招へい計画を順延し体調の回復を待つ事とした。しかし、次年度末が近づいても体調が回復しなかったため最終的に招へいを断念した。H27 年度の時点では、Hall

教授の代わりに EISCAT 科学協会の C. J. Heinselman 所長を招へい者に追加し、EISCAT\_3D の研究協力について議論を行った。また、H28 年度の時点では、ノルウェー北極大学の C. La Hoz 教授を Hall 教授の代わりに招へい（La Hoz 教授は 2 回目）し、ノルウェー北極大学との今後の共同研究について議論を行ったため、計画全体には大きな支障とはならなかった。また、2 年次は当初計画では 3 年次に招へい予定であった CUB/LASP の B. Jakosky 教授と D. Brain 准教授を繰り上げて招へいした。3 月末に開催した国際ワークショップに合わせて渡航を早めたものであり、本事業関係者との議論だけでなく、ワークショップで国内の関連研究者と最新の MAVEN 衛星の成果を共有でき非常に有意義な招へいとなった。3 年次は、V. Angelopoulos 教授、C. Hall 教授、B. Jakosky 教授、D. Baker 教授、Y. Nishimura 研究員、D. Turner 研究員、W. Li 研究員の招へいが取りやめとなった。Angelopoulos 教授と Hall 教授については前述の通りである。Jakosky 教授については、上述のように H27 年に繰り上げて招へいしているため特に大きな影響はなかった。Baker 教授については H26 年度に一度招へいし、また H27 年度にも別財源で来日しており、3 回目の来日計画であったが多忙でスケジュールの調整ができずに招へいを断念した。ただし、2 度の来日で共同研究上の成果は十分得られ、メール等による研究連絡も綿密に行っていたため、これも研究遂行上の大きな支障とはならなかった。Nishimura 研究員、W. Li 研究員、D. Turner 研究員は所属研究機関の異動に伴い、新たな職場での業務上の都合により渡航が困難となり、招へいを断念した。Nishimura 研究員と Li 研究員は、H28 年度夏に UCLA から Boston 大学に異動し、その異動に伴い用務が増えたため長期間新しい職場を空けることができない旨連絡を受けた。Turner 研究員は H27 年秋に UCLA から Aerospace Corp. に異動し異動先研究機関の事情で来日を辞退したい旨連絡があり、これを了承した。3 研究者とも異動先で本事業に関連する研究は継続しており、異動後もメール等で共同研究の議論を進めておりメール連絡・電話会議等を通じた議論により共同研究は順調に進んでおり、全体の計画に対して大きな支障にはならなかった。3 年次はこのように多くの予定された研究者の招へいが取りやめとなってしまったが、2 年次に招へいした Brain 准教授と La Hoz 教授を再度招へいした。Brain 准教授は MAVEN 衛星のデータをもとに新たな成果が得られたことに伴い、最新の成果を紹介いただくと共に日本側が進めている高エネルギーイオンの反射の太陽風依存性などについての議論を行った。La Hoz 教授は前述の通り、Hall 教授に代わってトロムソ EISCAT サイトのレーダーを用いた今後の共同研究についての議論を行った。結果的に招へい研究者ののべ人数は当初計画の半分程度になってしまったが、派遣研究者が相手国で十分な議論を行い、共同研究遂行に必要な情報やスキルを持ち帰っていたこと、そして帰国後も綿密に連絡を取って共同研究を継続したことで研究目標に達成に対しては大きな支障とはならなかったと考えている。招へい研究者数が減ったことにより、相手国研究者と大学院生等本事業に加わることができなかった若い研究者との議論の機会が減ったのは残念であったが、2 年次の H28 年 3 月に 4 日間にわたって開催した国際ワークショップ「Future Perspectives of Researches in Space Physics」には大学院生を含む多くの若手研究者の参加を得た。相手機関研究者をはじめ、他の諸外国の研究者も交えて本事業の研究テーマについての多角的な議論が行え、良い機会が提供できた。

## (4) 若手研究者が果たした役割にかかる成果の概要

## ① 派遣された若手研究者の成果

(資料4に記載するような研究成果の発信状況等だけではなく、国際共同研究における役割を含め、将来的に当該研究領域において中核的な役割を担う活躍が見込まれるか等の観点も含めて記載してください。)

資料4に記載した22編の論文・著書に派遣研究者が貢献している。こうした直接的な共同研究の成果だけでなく、相手国機関と日本側の関連研究者との連携をより強化する上で派遣研究者の果たした役割は大きい。どの派遣研究者も相手国期間内で定期的開催されるセミナーや談話会に積極的に参加し、自分の研究テーマの紹介や日本側の共同研究の進捗を報告し、また、相手国内の関連研究者を集めて開催された研究会や戦略会議にも参加し、情報交換と研究成果のプレゼンテーションを積極的に行ってきた。また、相手国で開催された国際会議での発表や派遣の日程を調整して往復時に第3国で開催された国際会議で共同研究の成果を報告した例も多数見られた。こうした発表を通して、当該研究テーマにおける日本のプレゼンスの向上に少なからず貢献をしてくれたと考えている。

三宅を派遣したアリゾナ大学は、本事業が始まる以前は名古屋大学宇宙地球環境研究所とそれほど緊密な共同研究をまだ行っていなかったが、世界的にもユニークな年輪サンプルを有している点で非常に魅力的な共同研究のパートナーであった。そこに、若いながらも加速器質量分析のための資料作成スキルを持った研究者である三宅がまとまった期間アリゾナ大学に滞在し、年輪から資料を調整し、測定を精力的に進めることができたことは両機関にとって非常に大きなメリットであった。さらに三宅は当初計画では想定していなかったスイス連邦工科大学チューリッヒ校の加速器質量分析機をもちいた<sup>14</sup>Cの年代測定まで共同研究の範囲を拡大し、最終的に3機関の共同研究成果として紀元前5480年ごろの完新世中期の非常に特異な<sup>14</sup>Cが急増イベントの発見をネイチャーやサイエンスと並ぶ著名な学術誌である米国科学アカデミー紀要(PNAS)に発表したことは特筆に値する。

また、本報告書の1.(2)にも記したが、宮下は自身のサイエンステーマだけでなく、相手国機関の懐深く入り、衛星データの解析ツール開発に大きな貢献をした。こうしたプログラム開発は、なかなか学術論文のような文献としての成果にはまとまりにくいところではあるが、日本国内での米国の衛星データ解析やERG衛星などの今後の日本の衛星データを解析するためのデータ解析環境の国内整備という点で非常に重要な成果である。本事業の国際協力の目的の一つは、相手国側の門外不出に近い情報・ノウハウ・スキルを日本に持ち帰り、国内のサイエンスセンターの構築・整備に貢献するというものであったが、その課題にも宮下は十分応えてくれた。

ノルウェー北極大学に派遣した中島も、空調設備の不良で派遣期間中に観測的な成果には結びつかなかったものの、相手国機関の研究者だけでなく、現地の技術者とも新しい観測装置の設置のためにインフラ整備から日本からの輸送品の受け取り、現地作業の日程調整など様々な交渉を進めてくれた。20フィートコンテナ1個分を占めるような中規模の観測装置を国外に設置し、定常的・連続的に運用するためには、いわゆるサイエンスの共同研究だけでなく、実に様々で現実的な交渉事が必要となる。そこでは労働に対する考え方、作業の進め方といった相手国側の「文化」を正しく理解した上で共同作業を進めていかなければならない。こうした経験は中島本人にとっても貴重な経験だったと考えられるが、彼は自分の役割をきちんと理解し、日本側担当研究者の期待以上の貢献をしてくれた。

また本報告で何度か言及しているが、今田は国際共同研究をレビューペーパーにまとめ



るための国際ワークショップを組織し開催しようとしている。このワークショップでは相手国機関の NCAR/HAO の研究者だけでなく、ドイツのマックスプランク研究所の研究者とも連携しようとしている。日本、米国、ドイツが開発した3つのモデル、すなわち太陽表面の磁場パラメーターから太陽極磁場求めその結果から次の太陽極大期の太陽活動度を推定する半経験的なモデルを持ち寄り、相互比較を行い、より精度の高い予想モデルへと発展させることを狙いとしている。三宅の場合と同じように、自らの研究の成果を見ながら当初計画の範囲内だけでなく他の国外機関へと共同研究を拡大させており、今後のさらなる発展が期待できる。

ここで特に記載していない派遣者についても、3.の③に記した様に全ての派遣者が本事業を通して、成長し、成果をあげ、それぞれのキャリアパスにつなげている。皆、将来的に当該研究分野で中核的な役割を担う活躍が期待できる優秀な若手研究者である。

## ② 派遣・招へいした機関・組織の成果

(機関等として組織的に若手研究者や招へい研究者を支援する枠組みが構築されたか、機関等の研究者の評価において、海外での研究実績を重視するシステムが構築されたか、また本事業による派遣・招へいが今後も維持・継続されるか等の観点も含めて記載してください。)

名古屋大学では、H22年より高等研究員で若手育成プログラム(YLC)を実施し、優秀な若手研究者を特任助教または講師として毎年7名程度採用し、自立できる研究者・教員の育成を図っている。また、同プログラムでは海外留学経験を重視しており、留学未経験者には採用期間中の海外留学を強く推奨している。派遣者の三宅も本事業で派遣された際は、この YLC プログラムの特任助教であった。

名古屋大学宇宙地球環境研究所では、所内の研究者と協力して研究を行う研究機関研究員制度があり、年間2名程度のポスドク(最長2年)を公募し、採用している。

招へい研究者については、名古屋大学宇宙地球環境研究所に外国人客員教員制度があり、所の共同利用委員会の議論を経て、教授または准教授を3ヶ月以上、一年あたりのべ24ヶ月招へいできる。

また H28 年度より日本学術会議マスタープラン 2014 採択課題「太陽地球系結合過程の研究基盤形成」の一環として、名古屋大学宇宙地球環境研究所では共同利用プログラムの一つとして「ISEE International Joint Research Program」という枠を設け、ポスドク以上の外国人研究者からの共同研究提案を公募し、単年計画、上限額100万円内で提案者の計画に基づいて来日し研究所で行う共同研究を支援するプログラムを実施している。

宇宙地球環境研究所としては特に海外での研究実績を重視するシステムは導入していない。

本事業による派遣・招へいがそのままの形で研究所のプロジェクトとして維持・継続されるということはないが、相手国機関との研究協力は上述の研究所の共同利用や外部資金を活用して各々の担当研究者レベルで継続・拡大し発展している。

(5) 若手研究者の派遣実績の詳細【氏名のみ非公表】 ※派遣者毎に作成すること。

派遣者②： 特任助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

THEMIS 計画の PI を務める米国 UCLA の Angelopoulos 教授のもとで、電子およびイオンの 3 次元速度分布関数のソフトウェアを TDAS 上に搭載して、従来の解析ソフトウェアと連携させつつ、ERG 衛星のデータ解析に用いる高機能な解析ソフトウェアシステムを構築する。さらに、本研究グループが従来から手がけている衛星・地上同時観測データの検索ツールである Conjunction Event Finder の機能を強化して、UCLA を始めとして、関連分野の人々の間に広めて ERG プロジェクトとの連携体制および拠点形成の準備を進める。具体的な研究内容については、GEMISIS および ERG プロジェクトに関連した課題として、THEMIS 衛星、MMS 衛星、VAP 衛星、さらに、地上オーロラ観測の同時観測データを総合的に解析することによって、サブストームに見られる数々の擾乱と激しい変化の因果関係および、内部磁気圏も含めたサブストームのエネルギー収支について最終的な結論を得ることを目指す。

(具体的な成果)

サブストームの研究について、THEMIS 衛星・地上観測データを用いてサブストーム開始時の磁気圏尾部とオーロラの発展の対応関係を調べ、新しいサブストーム発生機構のモデルを提唱した。論文を投稿し、現在改訂中である。さらに THEMIS のデータを用いて、サブストームと擬似サブストームの比較を行い、磁気圏尾部の状態の違いを見出した。この結果は現在論文にまとめている。また、最近話題になっている Nishimura et al. [2010] のモデルの通りにオーロラストリーマがサブストームを引き起こすかどうかの検証を行い、否定的な結果を得た。論文を投稿し、現在査読中である。さらに、2015 年 3 月 17 日に THEMIS 衛星の打ち上げ以降、最大級の磁気嵐が起こったが、THEMIS や Van Allen Probes 衛星との連携のために、Geotail 衛星の磁気圏におけるエネルギー粒子増加や波動の観測データの解析を行った。

ERG プロジェクトに関連する解析ツールの開発に関しては、プロジェクト間の連携体制の強化に向けた衛星・地上同時観測の検索ツールである Conjunction Event Finder の衛星軌道プロットを改訂した。また、ERG サイエンスセンターで開発中のツールについて、随時、進捗を Angelopoulos 教授のグループ会議で紹介し、協力関係の強化に努めた。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
米国、UCLA、IGPP/EPSS、 V. Angelopoulos 教授	56 日	291 日	0 日	347 日

派遣者③： 特任助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

これまで国内において屋久杉の年輪に含まれる放射性炭素 14 (14C) を抽出し調べることで、過去の宇宙線量の変遷を研究してきた。774 年から 775 年の間に地球に到達した宇宙線の大規模な急増があったことを明らかにし、Nature に発表し日本学術振興会の第 4 回育志賞を受賞した。

アリゾナ大学 AMS 研究所の T. Jull 教授のもとで、同大学の Laboratory of Tree Ring

Research の I. Panyushkina 先生と共同研究を進めている。「日本では入手困難な過去 1 万年にわたる年輪中炭素 14 の精密測定と太陽活動及び宇宙線環境の変動の解明」を目的とし、年輪試料が豊富なアリゾナ大学で炭素 14 測定技術の習得と年輪試料の調査を行う。  
(具体的な成果)

宇宙線増加イベントを検出することを目的に、日本では入手困難な古い年代の樹木サンプルを用いて  $^{14}\text{C}$  濃度を測定した(アリゾナ大学及びチューリッヒ工科大学の加速器質量分析計を使用、アリゾナ大での解析のために用いる試料調整と議論のためにチューリッヒ工科大学に2週間弱滞在した)。目標としている年代の測定をすべて終え、BC5470 付近に非常に大きな宇宙線増加の痕跡を発見した。PNAS 誌に発表済。ICRC 国際会議で口頭発表、また Radiocarbon 国際会議で Rapid Event セッションのコンビーナ及び口頭発表を行い、世界の研究者と頭脳循環プログラムに関する内容について議論を行った。またスイスチューリッヒ工科大学の AMS 研究室内のセミナーにて、研究内容に関する発表を行った。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
米国、アリゾナ大学、AMS 研究所、A. J. Timothy Jull 教授	71 日	247 日	0 日	318 日
オランダ、ハーグ、 34th International Cosmic Ray Conference	0 日	6 日	0 日	6 日
セネガル、ダカール、 22th International Radiocarbon Conference	0 日	7 日	0 日	7 日
スイス、チューリッヒ、スイス連邦工科大学チューリッヒ校、L.Wacker 研究員	0 日	15 日	0 日	15 日

派遣者⑤： 助教

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

派遣者は、これまでフレアのようなダイナミックな太陽活動現象を中心に研究をおこなってきた。これらの研究はコロナ質量放出、太陽高エネルギー粒子、等によって地球環境に多大な影響を及ぼす事が知られており、名古屋大学宇宙地球環境研究所にとって非常に重要なものである。しかし、長期的に今から数年後間での間に、どの位の規模でどの位の頻度でこのようなフレアが起るかを予測する事は残念ながら今のところできておらず、その構築のためには太陽磁気活動の長期変動を理解する必要がある。派遣先との予備的な議論を進めた結果、コロラド大学ボルダー校よりも、同じコロラド州ボルダーにある国立大気研究センターの高高度観測所の方が、計画している太陽物理に関する共同研究を推進する上ではより効果的であることが明確になった。コロラド大学ボルダー校と高高度観測所は距離的にも近く、研究上も交流が深いため、高高度観測所を相手機関に加えることは本事業全体にとってもプラスの貢献が期待できる。そこで派遣先を上記の高高度観測所に変更した。研究内容としては当初計画どおり、長期的にどの位の

規模のフレアがどの位の頻度で起るかを予測するのに必要な土台を作ることを目指す。  
H27年度とH28年度の日数配分に変更があるが基本的に研究内容には影響はない。

(具体的な成果)

2つの研究課題、1)コロナ加熱のメカニズムの究明と2)太陽光球表面における磁場の輸送過程について共同研究を行った。1)に関しては、マイクロフレア加熱モデルをダイナミックな状態、具体的には磁束管浮上時に拡張することが目標で、H27年度に計算した結果をもとに磁束が浮上する際に電流層がどのように時間変化するかを議論した。もう一つの目標である太陽光球表面における磁場の輸送過程については、「ひので」衛星、「Solar Dynamics Observatory」衛星等の観測データより、H27年度は磁束輸送プロセスにおいて重要な差動回転、子午面循環流、乱流等による磁気拡散を求め、さらにはその長期変動を考察し、太陽周期でどのように変わるかを議論したが、H28年度は拡散係数や流れなど太陽表面磁場のダイナミクスを記述する物理パラメータを求め、ひのでデータをもとにした光球での磁束輸送について現在論文を準備中である。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
米国、国立大気研究センター高高度観測所(HAO)、S. W. McIntosh教授(所長)	0日	137日	155日	292日
英国、ベルファスト、Hinode 9 International Science Meeting	0日	9日	0日	9日

派遣者⑥：           助教          

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

派遣者は、ミリ波超伝導受信機を用いた高感度の観測システムを開発し、ミリ波・サブミリ波帯の分子分光において多くの優れた成果を挙げている。本計画においては、UiTノルウェー北極大学(旧トロムソ大学)に滞在し、研究担当者とともに、EISCATレーダーを用いた電離下部(高度60-90km)におけるイオン温度導出手法の開発を行う。また、EISCATトロムソ観測所(ノルウェー北極大学から車で40分程度)にて、EISCATレーダー、ナトリウムライダー、オーロライメージャー、ミリ波受信機を用いた拠点観測を実施する。初年度にミリ波超伝導分光計システムを製作し、2年度の夏に設置する。2年度の冬から、ミリ波観測を含めた拠点観測を行う。得られた観測結果をもとに、NOxやHOxの生成および下方輸送に関する解析研究を行いオーロラ活動に伴う大気環境変動の研究を進める。また、NOxが生成される高度領域の大気温度を精度よく観測し、NOx生成メカニズムに関する新たな知見を得る。H27年度とH28年度の日数配分に変更があるが基本的に研究内容には影響はない。

(具体的な成果)

ノルウェー北極大学とEISCATレーダートロムソ観測所を行き来しながら、セミナー等への出席と議論を通して現地の研究者との交流を行う一方、観測所のエンジニアと相談しながらミリ波観測装置の設置・立ち上げ作業を進めた。2016年3月に日本から観測装置が到着し、雪解け後に観測用コンテナに装置群を移動させて設置した。8月にコンテナへの天窓の取付、装置の動作確認などを実施し帰国。11月に超伝導受信機を搭載し観

測を開始するために再度短期出張しオゾンスペクトルの試験観測に成功した。試験観測を通して、観測装置から排出される熱による室温の上昇がデータに影響を与えることが判明、観測室空調の改良が必要であること、また EISCAT レーダー動作時にバイアス電源系にノイズが乗ること等が判明し、今後の無人定常観測に向けた課題を明確にした。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
ノルウェー、UiT ノルウェー北極大学 (旧トロムソ大学)理工学部、C. La Hoz 教授	0 日	151 日	155 日	306 日

派遣者⑨： 日本学術振興会特別研究員(PD)

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

派遣者は、研究担当者に変更した関准教授を受入教員として非磁化惑星と太陽風の相互作用の研究を行っており、衛星データ解析に実績を持つ。米国の多数の宇宙空間探査ミッションに参画しているコロラド大学大気宇宙物理学研究所において、関准教授らと協力しながら日本で開発してきた数値モデルと、先方の持っている観測データを比較した共同研究を遂行する。特に、宇宙空間で生成される高エネルギー粒子と地球型惑星の大気の相互作用を研究するため、派遣先の研究所にプロジェクト責任者のいる火星探査機 MAVEN の観測データ解析も進める。現在の地球は強い固有磁場を持っている磁化惑星であるが、過去には何度も地磁気が反転したことがわかっている。固有磁場を持つ地球と持たない火星との比較を通して、高エネルギー粒子と惑星大気の相互作用が、磁場の有無によってどのように変化するかを調べ、過去の地球気候への影響についても考察する。これらの研究を通じ、衛星データ解析ソフトウェア等、先方の技術を学び、今後の日本における探査計画に活かしたい。なお、平成 27 年度の滞在中に米国地球物理学会 (AGU) の年会に出席し研究成果の発表を行う計画である。H28 年度の日数配分に変更があるが基本的に研究内容には影響はない。

(具体的な成果)

酸素ピックアップイオンは火星超高層の中性大気の加熱および流出(スパッタリング)を引き起こす主要な要素として知られており、特に過去の火星大気の流出に重要な役割を果たしてきたと考えられている。そのため、火星からの大気流出現象を理解する上で、酸素ピックアップイオンの運動を理解することは重要である。H27 年度はイベントベースでイオンの速度分布関数を解析し、酸素ピックアップイオンの磁気シース反射現象を同定したが、H28 年度はこのイオン反射現象がどれほどの割合で起こるのかを定量的に評価することを目指し、MAVEN 衛星のイオン質量分析器 STATIC の約 1 年分データを統計的に解析した。その結果、反射率は太陽風磁場強度に大きく依存し、太陽風磁場強度が 6nT を超えるような激しい太陽風状態のときは反射率は約 40% まで増加することを明らかにした。この結果は、酸素ピックアップイオンの約 40% がスパッタリングの起こる外気圏底まで侵入できないことを意味しており、過去の激しい太陽風状態に晒された火星においてはイオン反射が現在よりも多く起こりスパッタリングの効果が弱まっていた可能性があることを示唆している。この研究成果は Journal of Geophysical Research Space

Physics に掲載された。				
派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
米国、コロラド大学ボルダー校、大気宇宙物理学研究所、D.Brain 准教授	0 日	245 日	84 日	329 日

派遣者⑩： 協力研究員

<p>(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)</p> <p>派遣者は、これまで当研究所がカナダのアサバスカで実施している 100kHz サンプルで 24 時間連続観測の大量の ELF/VLF 波動データを解析して、磁気圏起源の周波数が数 kHz のコーラス波動の偏波特性、1 年間の統計データ解析に基づく出現特性、磁気圏を飛翔する米国の RBSP 衛星との同時観測による磁気圏からの伝搬特性などを明らかにしてきた。しかしコーラス波動に関して衛星と地上で同時に同じ波動を同定した観測は、世界でも派遣者が解析した 1 例と、他の論文でもう一例があるのみでこの波動の磁気圏での発生メカニズムや地上への伝搬特性はまだよくわかっていない。コーラス波動などの ELF/VLF 波動は磁気圏の電子サイクロトロン共鳴を通して放射線帯電子の加速に寄与していることが近年の結果から明らかになっており、本研究は放射線帯粒子の加速と消失を探索する ERG 衛星や RBSP 衛星の中心課題の一つとなっているテーマである。そこで当該若手研究者を UCLA に派遣して、この RBSP 衛星の大量のデータを地上データと比較解析して、その発生・伝搬特性を明らかにすることを目指す。</p> <p>(具体的な成果)</p> <p>派遣者はこれまで磁気圏起源のコーラス波動の研究を行ってきたが、今回新たに雷放電が電離圏プラズマのホイッスラーモードを励起し放射線帯の高エネルギー電子の降り込みを引き起こす可能性を調べるため、VAPs 衛星と雷観測網 WLLN のデータを用いた研究を進めた。VAPs 衛星の ECT 測定器データを用いて雷放電の影響を評価し、雷放電と放射線帯内帯の高エネルギー電子フラックスとの間には顕著な相関は見られなかったものの、比較的低高度で AE 指数が高エネルギー電子フラックスに幾つかのケースで寄与していることを見出した。またその際の ELF/VLF 波動活動についても明らかにしており、現在これらの結果を共同研究者らと論文にまとめている。</p>				
派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
米国、UCLA、大気海洋科学科、USA、J. Bortnik 教授	0 日	0 日	324 日	324 日

派遣者⑪： 協力研究員

(当該若手研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

派遣者は、これまで当研究所がカナダ・ロシア・日本で実施している 64Hz サンプルの長期間の ULF 波動データを解析して、磁気圏起源の周波数が 0.1-1 Hz の Pc1 帯地磁気脈動の振幅変調であるパール構造について、その観測点間の類似性、季節変化、偏波への依存性などを明らかにして、この振幅変調が磁気圏で発生しているのではなく電離圏のダクト伝搬中のうなり現象で発生している可能性を指摘してきた。しかし同時に、磁気圏での振幅変調の可能性もかなりの割合であることも示唆してきた。この点については、磁気圏を飛翔する米国の RBSP 衛星と地上の同時観測のデータを解析することにより調べられるが、そのような研究はほとんど行われていない。Pc1 帯地磁気脈動は磁気圏では電磁イオンサイクロトロン波動に対応し、放射線帯電子の消失に寄与していることが近年の結果から明らかになっており、本研究は放射線帯粒子の加速と消失を探索する ERG 衛星や RBSP 衛星の中心課題の一つとなっているテーマである。そこで当該若手研究者を UCLA に派遣して、この RBSP 衛星の大量のデータを地上データと比較解析して、その Pc1 地磁気脈動の振幅変調の発生・伝搬特性を明らかにすることを旨とする。

(具体的な成果)

地上観測と衛星観測を組み合わせ、派遣者がこれまで研究を行ってきた Pc1 帯地磁気脈動の振幅変調であるパール構造の統計解析を行い、準周期的パール構造が地上よりも衛星でより顕著に観測され、地上では午前中の磁気地方時で見られた脈動が宇宙空間では全ての磁気地方時で観測されることを明らかにした。また IPDP 型地磁気脈動の発生機構についてもケーススタディーを行い、同地磁気脈動が不安定領域の東向きの移動に伴い局所的なイオンサイクロトロン周波数が増加することにより生じるという仮説を支持する結果を得た。これらの結果を 12 月の米国地球物理学会で報告し、現在論文にまとめている。

派遣先 (国・地域名、機関名、部局名、受入研究者)	派遣期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
米国、UCLA、大気海洋科学科、USA、 J. Bortnik 教授	0 日	0 日	324 日	324 日

(6) 研究者の受入実績の詳細【氏名のみ非公表】 ※招へい者毎に作成すること。

招へい者②： 教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) Lyons 博士は近年、地上オーロラ観測データを用いたサブストーム研究において、Poleward Boundary Intensification (PBI) などの新しいカテゴリーのオーロラ変動や、その発生メカニズムを提唱するなど重要な成果を挙げている。さらに遡ると、斜め伝播をするホイスラー波と粒子の相互作用や、オーロラ粒子を加速させる静電二重層についても著名な研究成果を挙げてきている。Lyons 博士を招へいして、理論的な観点から、衛星データを活用した解析手法に関する意見を交換し、共同研究の打ち合わせを行う。 (具体的な成果) 伊勢志摩で開催された国際サブストーム会議 (ICS-12) とその直前に京都で開催された電磁圏・対流・サブストーム研究会において、広く国内の関連分野の研究者と情報交換、意見交換を行った。サブストームの発生に伴うプラズマの加速と、内部磁気圏への粒子インジェクション、さらにその領域で高エネルギー粒子が生成されるメカニズムについて、THEMIS、VAP、MMS、ERG などの衛星で取得されるデータの有効的な解析手法について議論を深めた。なお、今回の招へいは Lyons 博士が国際会議で来日(別財源)している期間も活用して議論を行ったため、国内旅費と滞在費のみを本事業から支出している。				
招へい元 (機関名、部局名、国名) 及び 日本側受入研究者 (機関名)	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
UCLA、IGPP、USA、 町田 忍 (名古屋大学)	10 日	0 日	0 日	10 日

招へい者③： 教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動) Baker 博士はコロラド大学ボルダー校大気宇宙物理学研究所の所長を 1994 年から 20 年にわたって務めており、長年にわたり地球の放射線帯をはじめとした太陽系内の高エネルギー粒子の研究の世界的な権威である。Van Allen Probes をはじめ、MESSENGER、MMS、MAVEN など、米国 NASA の多数の地球周回及び惑星探査に関わり、特に高エネルギー粒子観測とその理論研究に多数の成果をあげている。日本に招へいすることで、本プログラム全体に対して、広い視野と高い見識から助言を得るとともに、日本で打ち上げ予定のジオスペース探査計画 ERG やそれに関連した研究について、幅広く意見交換を行う。 (具体的な成果) 本プログラムによる共同研究テーマと若手研究者の派遣計画について詳細な打ち合わせを行った。また、特別セミナーにおいて、Van-Allen Probes 衛星で得られた放射線帯粒子に関する最新の研究成果を紹介してもらい、ERG 衛星での共同研究に関して意見交換を行い多くの助言を得た。なお、今回の招へいは Baker 博士が国際会議で来日(別財源)している期間も活用して議論を行ったため、国内旅費と滞在費のみを本事業から支出している。				
招へい元 (機関名、部局名、国名) 及び 日本側受入研究者 (機関名)	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	



コロラド大学ボルダー校、大気宇宙物理学研究所、USA、平原聖文（名古屋大学）	4日	0日	0日	4日
--	----	----	----	----

招へい者⑤： 教授

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

X. Li 教授は、人工衛星による放射線帯電子データ解析の専門家である。同教授は、またコロラド大学の学生衛星プロジェクト CSSWE (Colorad Student Space Weather Experiment)のPIとして、同計画を主導し、2012年に打ち上げを成功させた。同CSSWE衛星データは、放射線帯から地球超高層大気に降り込む電子の観測を行っており、本拠点計画と密接に関わるものである。本拠点において、同教授を招へいし、放射線帯電子降り込みに関する議論と、VAPs、CSSWE、そしてERG衛星データを組み合わせた共同研究を実施する。また、これらの衛星とトロムソ観測拠点とのConjunctionイベントの解析を行うことで、降り込み電子と中層・下層大気との関係性を明らかにする。

（具体的な成果）

名古屋大学で開催した国際会議「International GEMISIS and ASINACTR-G2602 Workshop」において、放射線帯における粒子加速のメカニズムに関して VAPs 衛星等の成果を含む最新の科学的知見を総括し、広く国内外の関連分野の研究者と情報交換、意見交換を行った。また、本プログラムの日本側の貢献として大きな成果が期待されるERG衛星との共同研究の進め方に関するまた、特別セミナーにおいて、Van-Allen Probes衛星で得られた放射線帯粒子に関する詳細な意見交換を行い、多くの助言を得た。先方の理由から予定よりも短期の招へいとなったが、短時間に実りの多い議論を行うことができた。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度	
コロラド大学ボルダー校、大気宇宙物理学研究所、三好由純（名古屋大学）	0日	6日	0日	6日

招へい者⑥： 教授

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

トロムソ大学理学部のグループは、1975年に設立されたEISCAT科学協会初期から中核的研究グループの一つである。トロムソ大学はEISCATトロムソ観測所に近い地の理を生かしてさまざまな国際共同研究を進めている。特に、北欧地区での観測装置の設置、運営には、トロムソ大学グループの支援は必須である。一方で、EISCATレーダー運用初期からのISスペクトル解析技術を蓄積しており、今回のD領域高度でのイオン温度導出に彼らの支援がかかせない。C. La Hoz 教授は、中心的研究である。若手研究者派遣の前に、このC. La Hoz 教授と次項のC. Hall 教授の2人の専門家を招へいし、D領域・中間圏ダイナミクスを含めた観測研究計画の検討を行なう。

（具体的な成果）

H27年度は名古屋大学で開催した国際会議「International GEMISIS and ASINACTR-G2602 Workshop」において、トロムソにおけるレーダー観測及びEISCAT\_3D計画に対するノルウェーの役割について講演を行い、広く国内外の関連分野の研究者と情報交換、意見交換を行った。H28年度は名古屋大学宇宙地球環境研究所国際連携研究センターCICR

colloquiumにて、極域夏季中間圏界面付近に出現するPMSEについての講演を行い、関連研究者と情報交換、意見交換を行った。またLa Hoz教授がEISCATサイトで運営しているMORROレーダーと同サイト内の日本の観測装置群およびEISCATレーダーとを組み合わせたキャンペーン観測を実施する計画を議論した。この観測により、太陽風エネルギー注入から、その影響による下部熱圏・中間圏大気変動、生成された一酸化窒素の下方輸送、成層圏オゾンの変動の様子を総合的に初めて観測にて抑えることが期待できる。また、EISCAT\_3Dレーダー実現に向けての議論を行い、今後さらなる強い連携を構築することで合意した。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
UiTノルウェー北極大学（旧トロムソ大学）理工学部（ノルウェー） 水野亮（名古屋大学）	0日	13日	8日	21日

招へい者⑬：           EISCAT科学協会所長          

（当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動）

本研究課題を進める上で、磁気圏からの影響（高エネルギー粒子の降下、太陽風起源の電離圏電場）の観測情報は必須である。EISCATレーダーは、電離圏プラズマパラメータを導出できる強力な観測装置である。また、我々が用いる多くの観測装置は、EISCATレーダーサイトに設置している。そのため、EISCAT科学協会との密な連携は重要である。最近の我々の研究により、EISCATレーダーから導出するE領域下部のイオン温度が、大気との衝突、大気密度、イオン組成等により無視できない影響を受けることが分かってきた。この問題解決のために、ISスペクトル解析のエキスパートである、Heineslman所長の支援が必須である。そこで、EISCATレーダー、ミリ波受信機、ナトリウムライダー等のキャンペーン観測の打合せ、および、E領域下部およびD領域高度でのイオン温度導出を進めるため、Heinselmann所長を招へいする。

（具体的な成果）

名古屋大学で開催した国際会議「International GEMSIS and ASINACTR-G2602 Workshop」において、EISCAT\_3D計画の目標、システム構成、現在の進捗状況等について講演を行い、またパネルディスカッションを通して広く国内外の関連分野の研究者と情報交換、意見交換を行った。EISCAT VHFレーダーによる低高度(70 km)までの電子密度測定と日本側のミリ波で観測されるNO<sub>x</sub>の時間変動の相互比較を行う共同研究について議論した。また、EISCAT VHFレーダーを用いた対流圏における風速測定の可能性についても議論を行い、今後協力してデータ解析を行うことになった。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
EISCAT科学協会本部（スウェーデン） 水野亮（名古屋大学）	0日	6日	0日	6日

招へい者⑧：准教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

Brain氏は火星探査機のデータを用いた宇宙空間から飛来する高エネルギー粒子と大気の相互作用の研究の専門家で、火星探査機 MAVEN の科学運用センター(SOC)で解析ツールの開発を指揮している。平成27年度には、長期派遣者の一人である益永の受入研究者として、MAVEN探査機の観測データ解析に基づく共同研究を推進した。また、2016年3月に名古屋大学で開催した国際会議「International GEMSIS and ASINACTR-G2602 Workshop」において、太陽風や太陽高エネルギー粒子と火星大気の相互作用に関する最新の成果を紹介いただくとともに、今後の固有磁場が高エネルギー粒子と地球型惑星の大気の相互作用に与える影響に関する国際共同研究についての打合せを行った。

(具体的な成果)

Science誌に掲載された論文2編(Jakosky et al., 2015; Bougher et al., 2015)や、長期派遣者が主著者の論文1編(Masunaga et al., 2016)を含む計5編の学術論文が国際学術誌に掲載され、惑星前面衝撃波や誘導磁気圏における高エネルギーイオンの反射機構を明らかにするなどの成果を得た。

Journal Geophysical Research誌に掲載された論文2編(Hara et al., 2016; 2017)や Geophysical Research Letters誌に掲載された論文1編(Ruhunusiri et al., 2016)、長期派遣者が主著者の論文1編(Masunaga et al., 2017)を含む計4編の学術論文が国際学術誌に掲載され、統計解析に基づき惑星前面衝撃波や誘導磁気圏における高エネルギーイオンの反射の太陽風条件依存性を明らかにするなどの成果を得た。

招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
コロラド大学ボルダー校、大気宇宙物理学研究所、USA、関華奈子（東京大学）	0日	7日	16日	23日

招へい者⑩：教授

(当該研究者の国際共同研究における役割を含めた具体的な研究活動)

Jakosky氏は、火星大気物理学や宇宙生物学にも造詣が深く、宇宙と惑星環境との関係の研究の世界的な権威の一人である。Jakosky氏は本研究で長期派遣若手研究者がデータ解析研究に用いている火星探査機 MAVEN の科学責任者を務めており、高エネルギー粒子と大気の相互作用を考える際に不可欠な大気化学等にも造詣が深い。名古屋大学で開催した国際会議「International GEMSIS and ASINACTR-G2602 Workshop」にあわせて、Jakosky氏を招へいし、火星における宇宙天気現象をテーマにしたセッションを設け、関連研究者による国際ワークショップを開催した。分野横断的な視点から、宇宙から飛来する高エネルギー粒子が地球型惑星の表層環境に与える影響について議論することができ、また、若手研究者との交流の機会も提供でき、有意義であった。

(具体的な成果)

Science誌に掲載された論文2編(Jakosky et al., 2015; Bougher et al., 2015)や、長期派遣

者が主著者の論文1編(Masunaga et al., 2016)を含む計5編の学術論文が国際学術誌に掲載され、火星へのコロナ質量放出(CME)到達時の、大気流出の増加などを伴う劇的な宇宙環境変動の様子を明らかにするなどの成果を得た。				
招へい元（機関名、部局名、国名）及び 日本側受入研究者（機関名）	招へい期間			合計
	平成26年度	平成27年度	平成28年度	
コロラド大学ボルダー校、大気宇宙物理学研究所、USA、関華奈子（東京大学）	0日	8日	0日	8日

## 資料3 国際共同研究の計画概要・方法

## (1) 実施期間中における研究のスケジュールと実施内容の概要

本事業では、2.に示した目標を目指し、成果を得るために7名の若手研究者を相手国機関に派遣し、共同研究を進めた。研究者の派遣はH26年派遣開始が2名、H27年派遣開始が3名、H28年派遣開始が2名である。以下に年次毎の研究実施内容を記す。

平成26年度

初年度は宮下をUCLAに、三宅をアリゾナ大学に派遣し、サブストームのトリガー機構とその後の発展における磁気リコネクションの果たす役割について新しい観測データを用いて解明することと、 $^{14}\text{C}$ を用いた過去の宇宙線急増イベントの探査を行った。

サブストームの研究については、派遣先においてTHEMIS衛星データの解析ツールとして開発されたソフトウェアTDASに、宇宙地球環境研究研のグループが開発を進めているプラズマ粒子の3次元速度分布関数を解析するソフトウェアを取り込んだシステムの整備を進め、それを用いたサブストームの開始機構や磁気リコネクションに関する研究を展開した。さらに、派遣研究者が当時別途開発を進めていたConjugate Event Finder (CEF)と命名された衛星と地上における同時観測データを検索するソフトウェアの機能強化と海外での普及を目指した。

一方、 $^{14}\text{C}$ を用いた宇宙線急増イベントの探査については、三宅が先に求めた西暦774-775年の太陽活動の急激な活発化(特大フレア)についてさらなる証拠を得るとともに、新たな過去の太陽活動度の変化を見出すことを目指した。共同研究により $^{14}\text{C}$ 濃度測定を行うとともに試料作製等の技術交換を行った。地上からの大気観測研究では、トロムソに設置するミリ波超伝導分光計の国内開発を行なった。

平成27年度

27年度は今田をNCAR/HAOに派遣し、太陽に関する共同研究を開始した。コロナ加熱に関する研究、特にマイクロフレア加熱のMHDモデルをダイナミックな状態、具体的には磁束管浮上時に拡張した。また太陽光球表面における磁場の輸送過程をモデル化するため、ひので衛星やSDO衛星で取得されたデータを用いて磁束輸送プロセスにおいて重要な種々のパラメータの導出を行なった。また、益永はCUB/LASPにおいて太陽風に対する惑星磁場の役割を明らかにするため、MAVEN衛星のイオン質量分析器STATICによって観測されたイオン速度分布データを用い、酸素イオンの振る舞いから火星上層の大気が太陽風によって散逸する過程に関する研究を進めた。地上大気観測関係では、中島をノルウェー北極大学に派遣し、同大学の研究者にとって馴染みの薄いミリ波分光観測とその観測装置、観測手法に対する理解を促進させ、ミリ波分光計設置のための環境整備を行ない観測用のコンテナハウスをサイトに設置した。

1年次に派遣した宮下はサブストームのトリガーマカニズムの研究と衛星データ解析ツールの改良をさらに進めて帰国した。三宅は紀元前5480年前後の特異な $^{14}\text{C}$ 急増現象を発見し、アリゾナ大学からの帰国途中、スイス連邦工科大学チューリッヒ校のAMSを用いてその確認測定を行い帰国した。

国内では、ミリ波超伝導分光計の製作をはじめ、ERG衛星の観測開始を念頭に、VAPs衛星、POES衛星、GOES衛星等の衛星データの解析を進めるとともに、フィンランドのグループと協力して高エネルギー粒子が中間圏で起こすイオン化学反応のシミュレーション計算を進めた。また年度末近くの3月に国際ワークショップを開催し、本事業関係者はもとより他の国内外の関連分野研究者による最新成果の発表と情報交換を行った。

## 平成28年度

28年度はJunとMartinezをUCLAに派遣し、衛星データと地上観測データを組み合わせて地上で観測される地磁気脈動の発生メカニズムに関する研究を推進した。JunはVAPs衛星、THEMIS衛星、POES衛星で観測された高エネルギー粒子の降り込みと地上のVLF帯電波で観測される地磁気脈動のイベント解析を行なった。Martinezは全球的な雷放電が放射線帯内帯電子に与える影響を調べるため、VAPs衛星のデータと地上の雷データネットワークであるWWLLNデータとの比較研究を行った。また27年度に渡航を開始した今田は前年度の磁気浮上計算コードに電流層の時間変化も含め、磁気浮上の初期の時間発展シミュレーションを行い、ひので衛星のデータとの比較を行った。太陽光球表面における磁場の輸送過程については、磁束輸送プロセスにおいて重要な差動回転、子午面循環流、乱流等による磁気拡散係数などのダイナミクスを記述する物理パラメタを求め、ひのでデータをもとにした半経験的な磁場輸送モデルを検討した。益永は前年度に見いだした酸素ピックアップイオンの磁気シース反射現象をさらに追求し、反射率が太陽風磁場強度にどのように依存しているかを観測的に明らかにした。中島は、トロムソEISCAT施設に設置したコンテナハウス内に超伝導ミリ波分光計をセットアップし、試験観測を通して装置としての性能評価を行なった。

国内研究では、ERG(あらせ)衛星の打ち上げが12月に無事成功した。打ち上げ前からJAXAと連携してERGサイエンスセンターの人員・物資の両面から整備を行なった。

### (2) 成果の概要

国内研究も含めた本事業全体の研究目標と成果の概要・特色はすでに「2.国際共同研究課題の到達目標及びその達成状況」にまとめているので、ここでは派遣研究者の成果を中心にその概要をまとめる。

太陽に関しては2つのテーマ1)コロナ加熱のメカニズムの究明と2)太陽光球表面における磁場の輸送過程について共同研究を行った。1)については、表面電流層の変化をあらわに含んだ磁気浮上過程のMHD計算を行い、初期段階で電流層が不安定となり非常に多数のマイクロフレアが起きていることが予想され、実際にそのような状況が発生していることをひので衛星のデータから確認した。2)は、次の太陽周期活動の予測につながるテーマである。最近の研究成果から極磁場の状態が次の周期の太陽活動度と相関があることがわかってきた。このテーマは太陽表面の拡散係数や流れなど太陽表面磁場のダイナミクスを記述する物理パラメタを求め、それらのパラメタをインプットとして磁場の輸送過程を求める半経験的なモデルをひので衛星のデータをもとに構築した。同様のモデルをNCAR/HAO及びMPIの研究者も構築中でH29年度内に3つのモデルを比較する国際ワークショップを開催し、ワークショップの研究成果をレビュー的な論文にまとめる計画である。

電子の降り込みによる大気の発光現象がオーロラであるが、オーロラの中でもひととき明るく輝くオーロラ爆発と呼ばれるサブストームの発生メカニズムに関しても新たな知見が得られた。THEMIS衛星と地上全天カメラ・磁力計による観測データを用いた解析から、従来言われていた磁気再結合のみに起因するのではなく、同時に発生する電磁流体波動もトリガーに関係しているモデルを新たに提案した[JGR 査読中]。またこれ以前にNishimura et al.(2010)によって提唱された磁気再結合によって発生した地球方向の高速流が磁気圏近尾部に到達しサブストームを引き起こすというモデルを検証するための解析を行ったところ、この主張に対して否定的な結論を得た[Annales Geophys 査読中]。他にサブストーム

時の磁気圏尾部へのエネルギー輸送に関しても新たな描像を提唱した。

マグネトテールからの高エネルギー粒子の降り込みに伴う IPDP 型地磁気脈動の発生機構に関するケーススタディーと数十秒の周期で準周期的あるいは不規則的に脈動する地磁気の Pc1 パール構造脈動の統計解析を行った。解析の結果、2つの脈動の成因について新たな知見を得、その結果を12月の米国地球物理学会で報告し、現在論文にまとめている。また VAPs 衛星の ECT 測定器データと地上の雷観測網 WWLLN のデータを用い、雷放電と電離圏プラズマのホイッスラーモード波動、高エネルギー電子の降り込みとの間の関係について研究を進めた。雷放電と放射線帯内帯の高エネルギー電子フラックスとの間には顕著な相関は見られなかったものの、比較的低高度で AE 指数が高エネルギー電子フラックスに幾つかのケースで寄与していることを見出した。またその際の昼側/夜側効果や ELF/VLF 波動活動についても明らかにした。

MAVEN 衛星のデータを用いた非磁化惑星である火星の研究では以下のような成果が得られた。酸素ピックアップイオンは火星超高層の中性大気の加熱および流出（スパッタリング）を引き起こす主要な要素として知られており、特に過去の火星大気の流出に重要な役割を果たしてきたと考えられているが、イベントベースでイオンの速度分布関数を解析し、酸素ピックアップイオンの磁気シース反射現象を同定した。また、MAVEN のイオン質量分析器 STATIC の約1年分データを統計的に解析した結果、酸素ピックアップイオンの平均反射率は14%であることがわかった。また、太陽風への依存性も調べたところ、反射率は太陽風磁場強度に大きく依存し、太陽風磁場強度が6nTを超えるような激しい太陽風状態のときには反射率は約40%まで増加することが明らかになった。この結果は、過去の激しい太陽風状態に晒された火星において、イオン反射は現在よりも多く起こっていたことを示唆する。この研究成果は JGR Space Physics 誌に掲載された。本研究は、酸素ピックアップイオンの約40%がスパッタリングの起こる外気圏底まで侵入できないことを意味しており、過去の火星においてはスパッタリングの効果が弱まった可能性があることも示唆している。

年輪中の <sup>14</sup>C 測定では、日本では入手困難な年代の樹木サンプルを用いてアリゾナ大学及びスイスのチューリッヒ工科大学(アリゾナ大での解析のために用いる試料調整と議論のために2週間弱滞在)の加速器質量分析計を使用し、1万5千年前までの過去の太陽活動の履歴を遡り、宇宙線イベントの可能性のある5つの年代の測定をすべて終え、BC5480 付近に新たに非常に大きな宇宙線増加の痕跡を発見した。研究成果は ICRC 国際会議、Radiocarbon 国際会議での口頭発表で報告し、PNAS 誌に掲載された。

ノルウェー・トロムソの EISCAT レーダー観測所内での新たなミリ波分光計の立ち上げでは、ノルウェー北極大学 Space Physics グループの研究者にセミナー等を通してミリ波分光のねらいや原理について理解を深めてもらい、現地技術者らの協力を得て日本から到着したコンテナハウス内に超伝導受信機をはじめとする観測装置をセットアップし、オゾンの線スペクトルの試験観測に成功した。

(3) 本事業を契機として新たに始まった国際共同研究

(件)

合計	うち、相手先機関以外
1	1

## 資料4. 共同研究成果の発表状況

## ①学術雑誌等(紀要・論文集等も含む)に発表した論文又は著書

	<p>論文名・著書名 等 (以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・査読がある場合、印刷済及び採録決定済のものに限って記載して下さい。査読中・投稿中のものは除きます。</li> <li>・本事業の研究成果で、D P (ディスカッション・ペーパー)、W e b等の形式で公開されているものなど速報性のあるものも、3件以内で付記することができます。</li> <li>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</li> <li>・著者名について、責任著者に「※」印を付してください。また、主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者には<u>下線</u>、派遣した若手研究者には<u>波線</u>、海外の主要連携研究者には<u>斜体・太下線</u>、連携研究者には<u>斜体・破線</u>を付してください。</li> <li>・共同研究の相手側となる海外の研究機関との国際共著論文等には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共著論文については番号の前に「○」印を付してください。速報性のあるものについては番号の前に「□」印を付してください。</li> <li>・当該論文の被引用状況について特筆すべき状況があれば付記してください。</li> <li>・上記のうち、主な発表論文のコピー(A4版)を2件以内で添付し、添付したコピーの表紙等の右上にそれぞれに「事業番号」を記入するとともに、当該論文の番号の前に「★」印を付してください。</li> </ul>
○ 1	※Sukhodolov, T., I. Usoskin, E. Rozanov, E. Asvestari, W.T. Ball, M.A.J. Curran, H. Fischer, G. Kovaltsov, <u>F. Miyake</u> , T Peter, C. Plummer, W. Schmutz, M Severi & R. Traversi, Atmospheric impacts of the strongest known solar particle storm of 775 AD, <i>Sci. Rep.</i> , 7, 45257; doi: 10.1038/srep45257 (2017). 査読有
◎ ★ 2	※ <u>Miyake, F.</u> , <u>A.J.T. Jull</u> , I.P. Panyushkina, L. Wacker, M. Salzer, C.H. Baisan, T. Lange, R. Cruz, K. Masuda & T. Nakamura, Large <sup>14</sup> C excursion in 5480 BC indicates an abnormal sun in the mid-Holocene, <i>PNAS</i> , 114, 881-884 (2017). 査読有
◎ 3	※ <u>Miyake, F.</u> , <u>K. Masuda</u> , T. Nakamura, K. Kimura, M. Hakozaiki, <u>A.J.T. Jull</u> , T.E. Lange, R. Cruz, I.P. Panyushkina, C. Baisan & M.W. Salzer, Search for annual <sup>14</sup> C excursion in the past, <i>Radiocarbon</i> , doi: 10.1017/RDC.2016.54 (2016). 査読有
○ 4	※Dee, M., B. Pope, D. Miles, S. Manning, and <u>F. Miyake</u> , Supernovae and single-year anomalies in the atmospheric radiocarbon record, <i>Radiocarbon</i> , doi: 10.1017/RDC.2016.50 (2016). 査読有
◎ 5	※Takahashi, T., K. Hosokawa, <u>S. Nozawa</u> , T. T. Tsuda, Y. Hiraki, J. Sakai, <u>Y. Ogawa</u> , M. Tsutsumi, H. Fujiwara, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Wada, T. Kawabata, and <u>C. Hall</u> , Depletion of mesospheric sodium during extended period of pulsating aurora, <i>J. Geophys. Res.</i> , DOI: 10.1002/2016JA023472, January 2017. 査読有
6	※Taguchi, S., Y. Chiba, K. Hosokawa, and <u>Y. Ogawa</u> , Horizontal profile of a moving red line cusp aurora, <i>J. Geophys. Res.</i> , 122, 3509-3525, DOI: 10.1002/2016JA023115, 3509-3525, 2017. 査読有
◎ 7	※Bjoland, L.M., <u>Y. Ogawa</u> , <u>C. Hall</u> , M. Rietveld, U.P. Lovhaug, <u>C. La Hoz</u> , and H. Miyaoka, Long-term variations and trends in the polar E-region, <i>Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics</i> , in press, 2017. 査読有
8	※Tsuda, T., M. Yamamoto, H. Hashiguchi, <u>K. Shiokawa</u> , <u>Y. Ogawa</u> , <u>S. Nozawa</u> , H. Miyaoka and A. Yoshikawa, A proposal on the study of solar-terrestrial coupling processes with atmospheric radars and ground-based observation network, <i>Radio Science</i> , 51, doi: 10.1002/2016RS006035, 2016. 査読有
○ 9	※Yamazaki, Y., M. J. Kosch, <u>Y. Ogawa</u> , and D. R. Themens, High-latitude Ion Temperature Climatology during the International Polar Year 2007-2008, <i>J. Space Weather Space Clim.</i> , 6, A35, doi: 10.1051/swsc/2016029, 2016. 査読有
○ 10	※ <u>Masunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , N. Terada, F. Tsuchiya, T. Kimura, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, C. Tao, F. Leblanc, and I. Yoshikawa, Dawn-dusk difference of periodic oxygen EUV dayglow variations at Venus observed by Hisaki, <i>Icarus</i> , doi:10.1016/j.icarus.2016.12.027, 2017 (査読有)
◎ 11	※ <u>Masunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , X. Fang, Y. Dong, <u>B. M. Jakosky</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, J. E. P. Connerney, D. L. Mitchell, and F. Eparvier, Statistical analysis of the reflection of incident O <sup>+</sup> pickup ions at Mars: MAVEN observations, <i>J. Geophys. Res. Space Physics</i> , 122, doi:10.1002/2016JA023516, 2017 (査読有)



◎ 12	※X. Fang, Y. Ma, <u>K. Masunaga</u> , Y. Dong, <u>D. A. Brain</u> , J. Halekas, R. Lilis, <u>B. M. Jakosky</u> , J. Connerney, J. Grebowsky, and C. Dong, The Mars crustal magnetic field control of plasma boundary locations and atmospheric loss: MHD prediction and comparison with MAVEN, <i>J. Geophys. Res.</i> , 122, doi:10.1002/2016JA023509, 2017 (査読有)
○ 13	※Muraki, Y., D. Lopez, K. Koga, F. Kakimoto, T. Goka, L. X. Gonzalez, S. Masuda, <u>Y. Matsubara</u> , H. Matsumoto, P. Miranda, O. Okudaira, T. Ohara, J. Salinas, T. Sako, S. Shibata, R. Ticona, Y. Tsunesada, J. F. Valdes-Galicia, K. Watanabe, and T. Yamamoto, Simultaneous observation of solar neutrons from the International Space Station and high mountain observatories in association with a flare on July 8, 2014, <i>Solar Physics</i> , 291, 1241-1254, 2016. 査読有
○ 14	※Ortiz, E., J. F. Valdes-Galicia, <u>Y. Matsubara</u> , Y. Nagai, A. Hurtado, O. Musalem, R. Garcia, M. A. Anzorna, L. X. Gonzalez, Y. Itow, T. Sako, D. Lopez, Y. Sasai, K. Munakata, C. Kato, M. Kozai, S. Shibata, H. Takamaru, H. Kojima, K. Watanabe, H. Tsuchiya, and T. Koi, Observation of cosmic ray hadrons at the top of the Sierra Negra volcano in Mexico with the SciCRT prototype, <i>Advances in Space Research</i> , 58, 2018-2025, 2016. 査読有
◎ 15	※ <u>Ieda, A.</u> , <u>Y. Nishimura</u> , <u>Y. Miyashita</u> , <u>V. Angelopoulos</u> , A. Runov, T. Nagai, H. U. Frey, D. H. Fairfield, J. A. Slavin, H. Vanhamäki, H. Uchino, R. Fujii, <u>Y. Miyoshi</u> , and <u>S. Machida</u> , Stepwise tailward retreat of magnetic reconnection: THEMIS observations of an auroral substorm, <i>Journal of Geophysical Research Space Physics</i> , 121(5), pp. 4548-4568, doi:10.1002/2015JA022244, 2016. 査読有
○ 16	※Ozaki, M., <u>K. Shiokawa</u> , <u>C.-W. Jun</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , R. Kataoka, S. Yagitani, T. Inoue, Y. Ebihara, R. Nomura, K. Sakaguchi, Y. Otsuka, M. Shoji, I. Schofield, M. Connors, and V. K. Jordanova, Fast modulations of pulsating proton aurora related to subpacket structures of Pc1 geomagnetic pulsations at subauroral Latitudes, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 43, doi:10.1002/2016GL070008, 2016 査読有
○ 17	※ <u>Jun, C.-W.</u> , <u>K. Shiokawa</u> , M. Connors, I. Schofield, I. Poddelsky, and B. Shevtsov, Possible generation mechanisms for Pc1 pearl structures in the ionosphere, based on 6 years of ground observations in Canada, Russia, and Japan, <i>J. Geophys. Res.</i> , 121, 4409-4424, 2016 査読有
○ 18	※ <u>Martinez-Calderon, C.</u> , <u>K. Shiokawa</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , K. Keika, M. Ozaki, I. Schofield, M. Connors, C. Kletzing, M. Hanzelka, O. Santolik, W. S. Kurth, ELF/VLF wave propagation at subauroral latitudes: Conjugate observation between the ground and Van Allen Probes A, <i>Journal of Geophysical Research</i> , 121 (6), 5384-5393, 2016 査読有
19	※Ohyama, H., T. Nagahama, <u>A. Mizuno</u> , H. Nakane, H. Ogawa, Observations of stratospheric and mesospheric O3 with a millimeter-wave radiometer at Rikubetsu, Japan, <i>Earth, Plan., and Space</i> , 68, 34, DOI:10.1186/s40623-016-0406-4, 2016 査読有
○ 20	※Kataoka, R., Y. Fukuda, H.-A. Uchida, H. Yamada, <u>Y. Miyoshi</u> , Y. Ebihara, H. Dahlgren, and D. Hampton, High-speed stereoscopy of aurora, <i>Ann. Geo.</i> , 34, 41-44, 2016 査読有
○ 21	※Nomura, R., <u>K. Shiokawa</u> , Y. Omura, Y. Ebihara, <u>Y. Miyoshi</u> , K. Sakaguchi, Y. Otsuka, and M. Connors, Pulsating proton aurora caused by rising tone Pc1 waves, <i>J. Geophys. Res.</i> , 121, 1608-1618, 2016 査読有
○ 22	※Nishiyama, T., <u>Y. Miyoshi</u> , Y. Katoh, T. Sakanoi, R. Kataoka, and S. Okano, Sub-structures with luminosity modulation and horizontal oscillation in pulsating patch: Principal component analysis application to pulsating aurora, <i>J. Geophys. Res.</i> , 121, 2360-2373, 2016 査読有
○ 23	※Kurita, S., <u>Y. Miyoshi</u> , B. Blake, G. Reeves, and C. Kletzing, Relativistic electron microbursts and variations in trapped MeV electron fluxes during the 8-9 October 2012 storm: SAMPEX and Van Allen Probes observations, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 43, 2016. 査読有
○ 24	※Fukuda, Y., R. Kataoka, <u>Y. Miyoshi</u> , Y. Katoh, T. Nishiyama, <u>K. Shiokawa</u> , Y. Ebihara, D. Hampton, and N. Iwagami, Quasi-periodic rapid motion of pulsating auroras, <i>Polar Science</i> , 10, 183-191, 2016 査読有

○ 25	※Oyama, S., <u>K. Shiokawa</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , K. Hosokawa, B. Watkins, J. Kurihara, T. Tsuda, and Ch. Fallen, Lower-thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>121</i> , 3564-3577, 2016 査読有
26	※Saito, S., <u>Y. Miyoshi</u> and <u>K. Seki</u> , Rapid increase in relativistic electron flux controlled by nonlinear phase-trapping of whistler chorus elements, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>121</i> , 6573-6589, 2016 査読有
○ 27	※Keika, K., <u>K. Seki</u> , M. Nose, <u>S. Machida</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , L. Lanzerotti, D. Mitchel, M. Gkioulidou, <u>D. Turner</u> , H. Spence, and B. Larsen, Storm-time impulsive enhancements of energetic oxygen due to adiabatic acceleration of pre-existing warm oxygen in the inner magnetosphere, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>121</i> , 7739-7752, 2016 査読有
○ 28	※Turunen, E., A. Kero, P. T. Verronen, <u>Y. Miyoshi</u> , S.-I. Oyama, and S. Saito, Mesospheric ozone destruction by high-energy electron precipitation associated with pulsating aurora, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , <i>43</i> , 2016. 査読有
○ 29	※Horne, R, and <u>Y. Miyoshi</u> , Propagation and linear mode conversion of magnetosonic and electromagnetic ion cyclotron waves in the radiation belts, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , <i>43</i> , 2016 査読有
30	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , R. Kataoka, and Y. Ebihara, Flux Enhancement of Relativistic Electrons Associated with Substorms, in <i>Waves, Particles, and Storms in Geospace</i> , edited by G. Balasis, I. A. Daglis, and I. R. Mann, Oxford Press. 333-353, 2016 査読有
○ 31	※Takahashi, K., and <u>Y. Miyoshi</u> , Introduction to Wave-Particle Interactions and their Impact on Energetic Particles in Geospace, in <i>Waves, Particles, and Storms in Geospace</i> , edited by G. Balasis, I. A. Daglis, and I. R. Mann, Oxford Press., 35-50, 2016. 査読有
◎ 32	※Hara, T., J. G. Luhmann, F. Leblanc, <u>K. Seki</u> , S. M. Curry, <u>D. A. Brain</u> , J. S. Halekas, Y. Harada, J. P. Mcfadden, R. Livi, G. A. DiBraccio, J. E. P. Connerney, and <u>B. M. Jakosky</u> , MAVEN observations on a hemispheric asymmetry of precipitating ions toward the Martian upper atmosphere according to the upstream solar wind electric field, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>122</i> , doi:10.1002/2016JA023348, 2017. 査読有
◎ 33	※Terada, N., F. Leblanc, H. Nakagawa, A. Medvedev, E. Yigit, T. Kuroda, T. Hara, S. England, H. Fujiwara, K. Terada, <u>K. Seki</u> , P. Mahaffy, M. Elrod, M. Benna, J. Grebowsky, and <u>B. M. Jakosky</u> , Global distribution and parameter dependences of gravity wave activity in the Martian upper thermosphere derived from MAVEN/NGIMS observations, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>122</i> , doi:10.1002/2016JA023476, 2017. 査読有
◎ 34	※Hara, T., <u>D. A. Brain</u> , D. L. Mitchell, J. G. Luhmann, <u>K. Seki</u> , H. Hasegawa, J. P. Mcfadden, J. S. Halekas, J. R. Espley, Y. Harada, R. Livi, G. A. DiBraccio, J. E. P. Connerney, C. Mazelle, L. Andersson, and <u>B. M. Jakosky</u> , MAVEN observations of a giant ionospheric flux rope near Mars resulting from interaction between the crustal and interplanetary draped magnetic fields, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>121</i> , doi:10.1002/2016JA023347, 2016. 査読有
◎ 35	※Hara, T., J. G. Luhmann, J. S. Halekas, J. R. Espley, <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , H. Hasegawa, J. P. McFadden, D. L. Mitchell, C. Mazelle, Y. Harada, R. Livi, G. A. DiBraccio, J. E. P. Connerney, L. Andersson, and <u>B. M. Jakosky</u> , MAVEN observations of magnetic flux ropes with a strong field amplitude in the Martian magnetosheath during the ICME passage on 8 March 2015, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , <i>43</i> , DOI:10.1002/2016GL068960, 2016. 査読有
◎ 36	※Medvedev, A. S., H. Nakagawa, C. Mockel, E. Yigit, T. Kuroda, P. Hartogh, K. Terada, N. Terada, <u>K. Seki</u> , N. M. Schneider, S. K. Jain, J. S. Evans, J. I. Deighan, W. E. McClintock, D. Lo, and <u>B. M. Jakosky</u> , Comparison of the Martian thermospheric density and temperature from IUVS/MAVEN data and general circulation modeling, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , <i>43</i> , 3095-3104, doi:10.1002/2016GL068388, 2016. 査読有
◎ 37	※Uchino H., S. Kurita, Y. Harada, <u>S. Machida</u> , and <u>V. Angelopoulos</u> (2017), Waves in the innermost open boundary layer formed by dayside magnetopause reconnection, <i>J. Geophys. Res.</i> , <i>122</i> , doi:10.1002/2016JA023300. 査読有
38	※Minoshima, T., T. Miyoshi, and <u>S. Imada</u> , Boosting magnetic reconnection by viscosity and thermal conduction, <i>Physics of Plasma</i> , <i>23</i> , 072122, 2016. (査読有)

39	※ <u>Kanoh, R., T. Shimizu, and S. Imada</u> , Hinode and IRIS observations of the MHD waves propagating from the photosphere to the chromosphere in a sunspot, <i>Astrophys. J.</i> , <b>831</b> , 24, 2016. (査読有)
40	○ ※ <u>Lee, K.-S., S. Imada, K. Watanabe, Y. Bamba, and D. Brooks</u> , IRIS, Hinode, SDO, and RHESSI Observations of a White Light Flare Produced Directly by Nonthermal Electrons, <i>Astrophys. J.</i> , <b>836</b> , 150, 2017. (査読有)
41	※ <u>Imada, S.</u> , Thermal Non-equilibrium Plasma Observed by Hinode First Ten Years of Hinode Solar On-Orbit Observatory, (Editors: T. Shimizu, <u>S. Imada</u> , and M. Kubo), <i>Astrophysics and Space Science Library</i> , Springer, in press (査読有)
42	※ <u>Asayama, S., Y. Hasegawa, A. Mizuno, H. Ogawa, and T. Onishi</u> , “A Novel Compact Low Loss Waveguide Image Rejection Filter Based on a Backward Coupler with Band Pass Filters for 100 GHz Band”, <i>Int. J. Infrared Millim. and Terahertz Waves</i> , <b>36</b> , 445-454, 2015. 査読有
43	○ ※ <u>Kataoka, R., Y. Fukuda, Y. Miyoshi, Y. Miyahara, S. Itoya, Y. Ebihara, D. Hampton, H. Dahlgren, D. Whiter, and N. Ivchenko</u> , Compound auroral micromorphology: Ground-based high-speed imaging, <i>Earth, Planets and Space</i> , <b>67</b> :23, doi:10.1186/s40623-015-0190-6, 2015. 査読有
44	○ ★ ※ <u>Miyoshi, Y., S. Oyama, S. Saito, H. Fujiwara, R. Kataoka, Y. Ebihara, C. Kletzing, G. Reeves, O. Santolik, M. Cliverd, C. Rodger, E. Turunen, and F. Tsuchiya</u> , Energetic electron precipitation associated with pulsating aurora: EISCAT and Van Allen Probes observations, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>120</b> , 2754–2766, 2015. 査読有
45	<u>Kurita, S., A. Kadokura, Y. Miyoshi, A. Morioka, Y. Sato, and H. Misawa</u> , Relativistic electron precipitations in association with diffuse aurora: Conjugate observation of SAMPEX and the all sky TV camera at Shaiyowa Station, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , <b>42</b> , 4702-4208, 2015. 査読有
46	※ <u>Morioka, A., Y. Miyoshi, K. Iwai, Y. Kasaba, S. Masuda, H. Misawa, and T. Obara</u> , Solar micro-type III burst storm and long dipolar magnetic field in outer corona, <i>Ap. J.</i> , <b>808</b> , 191, 2015. 査読有
47	※ <u>Hosokawa, K., Y. Miyoshi, and W. Li</u> , Introduction to Special Section on Pulsating Aurora and Related Magnetospheric Phenomena, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>120</b> , 5341–5343, 2015. 査読有
48	○ ※ <u>Miyoshi, Y., S. Saito, K. Seki, T. Nishiyama, R. Kataoka, K. Asamura, Y. Katoh, Y. Ebihara, T. Sakanoi, M. Hirahara, S. Oyama, S. Kurita, and O. Santolik</u> , Relation between energy spectra of pulsating aurora electrons and frequency spectra of whistler-mode chorus waves, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>120</b> , 7728–7736, 2015. 査読有
49	○ ※ <u>Martinez, C., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, M. Ozaki, I. Schofield, and M. Connors</u> , Statistical study of ELF/VLF emissions at subauroral latitudes in Athabasca, Canada, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>120</b> , 8455–8469, 2015. 査読有
50	◎ ※ <u>Masunaga, K., K. Seki, D. A. Brain, X. Fang, Y. Dong, B. M. Jakosky, J. P. McFadden, J. S. Halekas, and J. E. P. Connerney</u> , O+ ion beams reflected below the Martian bow shock: MAVEN observations, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>121</b> , 3093-3107, 2016 (査読有).
51	○ ※ <u>Kitamura, N., K. Seki, Y. Nishimura, T. Abe, M. Yamada, S. Watanabe, A. Kumamoto, A. Shinbori, and A. W. Yau</u> , Thermal and low-energy ion outflows in and through the polar cap: The polar wind and the low-energy component of the cleft ion fountain, <i>AGU Geophysical Monograph</i> , pp. 91-100, AGU, Washington, D. C., 2016 (査読有).
52	○ ※ <u>Masunaga, K., K. Seki, N. Terada, F. Tsuchiya, T. Kimura, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, M. Kagitani, C. Tao, A. Fedorov, Y. Futaana, T. L. Zhang, D. Shiota, F. Leblanc, J. -Y. Chaufray, and I. Yoshikawa</u> , Periodic variations of oxygen EUV dayglow in the upper atmosphere of Venus: Hisaki/EXCEED observations, <i>J. Geophys. Res.</i> , <b>120</b> , 2037–2052, 2015 (査読有).
53	○ ※ <u>Bougher, S. B., Jakosky, J. Halekas, J. Grebowsky, J. Luhmann, P. Mahaffy, J. Connerney, F. Eparvier, R. Ergun, D. Larson, J. McFadden, D. Mitchell, N. Schneider, R. Zurek, L. Andersson, D. Andrews, D. Baird, D. Baker, J.M. Bell, M. Benna, D. Brain, M. Chaffin, P. Chamberlin, Y.-Y. Chaufray, J. Clarke, G. Collinson, M. Combi, F. Crary, T. Cravens, M. Crismani, S. Curry, D. Curtis, J. Deighan, G. Delory, R. Dewey, G. DiBraccio, C. Dong, Y. Dong, P. Dunn, M. Elrod, S. England, A. Eriksson, J. Espley, S. Evans, X. Fang, M. Fillingim, K. Fortier, C. Fowler, J. Fox, H. Groeller, S. Guzewich, T.</u>

	Hara, Y. Harada, G. Holsclaw, S. Jain, R. Jolitz, F. Leblanc, C.O. Lee, Y. Lee, F. Lefevre, R. Lillis, R. Livi, D. Lo, Y. Ma, M. Matta, C. Mazelle, W. McClintock, T. McEnulty, R. Modolo, F. Montmessin, M. Morooka, A. Nagy, K. Olsen, W. Peterson, A. Rahmati, S. Ruhunusiri, C. Russell, S. Sakai, J.-A. Sauvaud, <u>K. Seki</u> , M. Steckiewicz, M. Stevens, A.I.F. Stewart, A. Stiepen, S. Stone, V. Tennishev, E. Thiemann, R. Tolson, D. Toubanc, M. Vogt, T. Weber, P. Withers, T. Woods, and R. Yelle, Early MAVEN Deep Dip campaign reveals thermosphere and ionosphere variability, <i>Science</i> , 350, Issue 6261, id.0459, DOI: 10.1126/science.aad0459, 2015 (査読有).
◎ 54	※ <u>Jakosky, B.</u> , J. Grebowsky, J. Luhmann, J. Connerney, F. Eparvier, R. Ergun, J. Halekas, D. Larson, P. Mahaffy, J. McFadden, D. L. Mitchell, N. Schneider, R. Zurek, S. Bougher, <u>D. Brain</u> , Y. Ma, C. Mazelle, L. Andersson, D. Andrews, D. Baird, <u>D. Baker</u> , J. M. Bell, M. Benna, M. Chaffin, P. Chamberlin, Y.-Y. Chaufray, J. Clarke, G. Collinson, M. Combi, F. Crary, T. Cravens, M. Crismani, S. Curry, D. Curtis, J. Deighan, G. Delory, R. Dewey, G. DiBraccio, C. Dong, Y. Dong, P. Dunn, M. Elrod, S. England, A. Eriksson, J. Espley, S. Evans, X. Fang, M. Fillingim, K. Fortier, C. Fowler, J. Fox, H. Groeller, S. Guzewich, T. Hara, Y. Harada, G. Holsclaw, S. K. Jain, R. Jolitz, F. Leblanc, C.O. Lee, Y. Lee, F. Lefevre, R. Lillis, R. Livi, D. Lo, M. Mayyasi, W. McClintock, T. McEnulty, R. Modolo, F. Montmessin, M. Morooka, A. Nagy, K. Olsen, W. Peterson, A. Rahmati, S. Ruhunusiri, C. Russell, S. Sakai, J.-A. Sauvaud, <u>K. Seki</u> , M. Steckiewicz, M. Stevens, A. I. F. Stewart, A. Stiepen, S. Stone, V. Tennishev, E. Thiemann, R. Tolson, D. Toubanc, M. Vogt, T. Weber, P. Withers, T. Woods, and R. Yelle, MAVEN Observations of the Response of Mars to an Interplanetary Coronal Mass Ejection, <i>Science</i> , 350, Issue 6261, id.0210, DOI: 10.1126/science.aad0210, 2015 (査読有).
○ 55	※ <u>Seki, K.</u> , A. Nagy, C. M. Jackman, F. Crary, D. Fontaine, P. Zarka, P. Wurz, A. Milillo, J. A. Slavin, D. C. Delcourt, M. Wiltberger, R. Ilie, X. Jia, S. A. Ledvina, and R. W. Schunk, A review of general physical and chemical processes related to plasma sources and losses for solar system magnetospheres, <i>Spa. Sci. Rev.</i> , 192(1), 27-89, 2015 (査読有).
◎ 56	※Takahashi, T., <u>S. Nozawa</u> , T. T. Tsuda, <u>Y. Ogawa</u> , N. Saito, T. Hidemori, T. D. Kawahara, <u>C. Hall</u> , H. Fujiwara, N. Matuura, A. Brekke, M. Tsutsumi, S. Wada, T. Kawabata, S. Oyama, and R. Fujii, A case study on generation mechanisms of a sporadic sodium layer above Tromsø (69.6°N) during a night of high auroral activity, <i>Ann. Geophys.</i> , 33, 941-953, 2015. (査読有)
◎ 57	※Tsuda, T. T., <u>S. Nozawa</u> , T. D. Kawahara, T. Kawabata, N. Saito, S. Wada, <u>C. Hall</u> , M. Tsutsumi, <u>Y. Ogawa</u> , S. Oyama, T. Takahashi, M. K. Ejiri, T. Nishiyama, T. Nakamura, and A. Brekke, A sporadic sodium layer event detected with five-directional lidar and simultaneous wind, electron density, and electric field observation at Tromsø, Norway, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 42, 9190–9196, 2015. (査読有)
◎ 58	※ <u>Brain, D. A.</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, J. E. P. Connerney, S. W. Bougher, S. Curry, C. F. Dong, Y. Dong, F. Eparvier, X. Fang, K. Fortier, T. Hara, Y. Harada, <u>B. M. Jakosky</u> , R. J. Lillis, R. Livi, J. G. Luhmann, Y. Ma, R. Modolo, and <u>K. Seki</u> , The Spatial Distribution of Planetary Ion Fluxes Near Mars Observed by MAVEN, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 42, 9142–9148, 2015 (査読有)
◎ 59	※Hara, T., D. L. Mitchell, J. P. McFadden, <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , J. S. Halekas, Y. Harada, J. R. Espley, G. A. DiBraccio, J. E. P. Connerney, L. Andersson, C. Mazelle, and <u>B. M. Jakosky</u> , Estimation of the spatial structure of a detached magnetic flux rope at Mars based on simultaneous MAVEN plasma and magnetic field observations, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 42, 8933–8941, 2015 (査読有).
○ 60	※Hashimoto A., <u>K. Shiokawa</u> , Y. Otsuka, S.-I. Oyama, <u>S. Nozawa</u> , T. Hori, M. Lester, and M. Johnsen, Statistical study of auroral fragmentation into patches, <i>J. Geophys. Res.</i> , 120, 6207-6217, doi:10.1029/2015JA021000, 2015.
◎ 61	※ <u>Matsunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , T. Hara, and <u>D. A. Brain</u> , Asymmetric Penetration of Shocked Solar Wind Down to 400-km Altitudes at Mars, <i>J. Geophys. Res.</i> , 120, 6874–6883, 2015 (査読有)
○ 62	※Kitamura, N., <u>K. Seki</u> , T. Nishimura, and J. P. McFadden, Limited impact of escaping photoelectrons on the terrestrial polar wind flux in the polar cap, <i>Geophys. Res. Lett.</i> , 42, 3106–3113, 2015. (査読有)

◎ 63	※ <u>Hall, C.M.</u> , S. E. Holmen, C. E. Meek, A. H. Manson, and <u>S. Nozawa</u> , Change in turbopause altitude at 52 and 70 deg N, <i>Atmos. Chem. Phys. Discuss.</i> , 15, 20287-20304, 2015. (査読有)
64	※Ishida, T., <u>Y. Ogawa</u> , A. Kadokura, K. Hosokawa, and Y. Otsuka, Direct observations of blob deformation during a substorm, <i>Ann. Geophys.</i> , 33, 525-530, doi:10.5194/angeo-33-525-2015, 2015. (査読有)
65	※Hosokawa, K. and <u>Y. Ogawa</u> , Ionospheric variation during pulsating aurora, <i>J. Geophys. Res.</i> , 5943-5957, 2015. (査読有)
66	※ <u>Imada, S.</u> , I. Murakami, and T. Watanabe, Observation and numerical modeling of chromospheric evaporation during the impulsive phase of a solar flare, <i>Physics of Plasma</i> , 22, 101206, 2015. (査読有)
67	※ <u>Imada, S.</u> , M. Hirai, and M. Hoshino, Energetic ion acceleration during magnetic econnection in the Earth's magnetotail, <i>Earth, Planets and Space</i> , 67, 203, 2016. (査読有)
○ 68	※McCrea, I. W., A. Aikio, L. Alfonsi, E. Belova, S. Buchert, M. Clilverd, N. Engler, B. Gustavsson, <u>C. Heinselmann</u> , J. Kero, M. Kosch, H. Lamy, T. Leyser, <u>Y. Ogawa</u> , K. Oksavik, A. Pellinen-Wannberg, F. Pitout, M. Rapp, I. Stanislawska, and J. Vierninen, The science case for the EISCAT 3D radar, <i>Progress in Earth and Planetary Science</i> , doi:10.1186/s40645-015-0051-8, 2015. (査読有)
69	※ <u>Ieda, A.</u> , S. Oyama, H. Vanhamäki, R. Fujii, A. Nakamizo, O. Amm, T. Hori, M. Takeda, G. Ueno, A. Yoshikawa, R. J. Redmon, W. F. Denig, Y. Kamide, and N. Nishitani, Approximate forms of daytime ionospheric conductance, <i>J. Geophys. Res.</i> , 119(12), doi:10.1002/2014JA020665, 2014. 査読有
○ 70	※Sakaguchi, K., <u>K. Shiokawa</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , and M. Connors, Isoleted proton aurora and Pc1/EMIC waves at subauroral latitudes, AGU monograph, in press, 2015. 査読有
71	※ <u>Imada, S.</u> , Bamba, Y., Kusano, K., Coronal behavior before the large flare onset, <i>PASJ</i> , 66, S1711, 2014. 査読有
72	※ <u>Miyake, F.</u> , A. Suzuki, <u>K. Masuda</u> , K. Horiuchi, H. Motoyama, H. Matsuzaki, Y. Motizuki, K. Takahashi, and Y. Nakai, Cosmic ray event of A.D. 774-775 shown in quasi-annual 10Be data from the Antarctic Dome Fuji ice core, <i>GRL</i> , 42, 84-89, 10.1002/2014GL062218, 2015. 査読有

## ②学会等における発表

	<p>発表題名 等</p> <p>(発表題名、発表者名、発表した学会等の名称、開催場所、口頭発表・ポスター発表の別、審査の有無、発表年月(西暦)について記入してください。)</p> <p>(以上の各項目が記載されていれば、項目の順序を入れ替えても可。)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発表者名は参加研究者を含む全員の氏名を、論文等と同一の順番で記載すること。共同発表者がいる場合は、全ての発表者名を記載し、主たる発表者名は「※」印を付して下さい。発表者名について主担当研究者には<u>二重下線</u>、担当研究者には<u>下線</u>、派遣した若手研究者には<u>波線</u>、海外の主要連携研究者には<u>斜体・太下線</u>、連携研究者には<u>斜体・破線</u>を付して下さい。</li> <li>・口頭・ポスターの別、発表者決定のための審査の有無を区分して記載して下さい。</li> <li>・さらに数がある場合は、欄を追加して下さい。</li> <li>・共同研究の相手側となる海外の研究機関の研究者との国際共同発表には、番号の前に「◎」印を、また、それ以外の国際共同発表については番号の前に○印を付して下さい。</li> </ul>
1	※ <u>Mizuno, A.</u> , Millimeter-wave spectroscopy of atmospheric minor constituents in Syowa and Tromsø, Japan-Norway Arctic Science and Innovation Week 2016, 2-3 June, 2016, Tokyo, Japan, 口頭, 審査無

2	※ <u>水野亮</u> 、 <u>長濱智生</u> 、 <u>中島拓</u> 、 <u>大山博史</u> 、 <u>児島康介</u> 、 <u>伊藤弘樹</u> 、 <u>原谷浩平</u> 、 <u>中村卓司</u> 、 <u>江尻省</u> 、 <u>堤雅基</u> 、 <u>富川喜弘</u> 、 <u>浅山信一郎</u> 、 <u>佐藤薫</u> 、「昭和基地におけるミリ波大気観測5年間のまとめと今後の計画」、第7回極域科学シンポジウム、立川、2016年11月29日-12月2日、ポスター、審査無
3	※ <u>三宅芙沙</u> 、 <u>樹木年輪が語る過去の宇宙線変動</u> 、名古屋大学の卓越・先端・次世代シンポジウム、名古屋大学、2017年2月、口頭、審査有（招待）
◎ 4	※ <u>三宅芙沙</u> ・ <u>増田公明</u> ・ <u>中村俊夫</u> ・ <u>箱崎真隆</u> ・ <u>木村勝彦</u> ・ <u>I.P. Panyushkina</u> ・ <u>A.J.T. Jull</u> 、 <u>樹木年輪と単年宇宙線イベント</u> 、 <u>樹木年輪</u> ・AMS合同シンポジウム、国立歴史民俗博物館、2016年12月、口頭、審査有（招待）
◎ 5	※ <u>Miyake, F.</u> , <u>K. Masuda</u> , <u>T. Nakamura</u> , <u>A.J.T. Jull</u> , <u>I.P. Panyushkina</u> & <u>L. Wacker</u> , <u>Large <sup>14</sup>C excursion in the 55th century BC</u> , <u>Goldschmidt conference</u> , <u>Yokohama</u> , <u>June 2016</u> . 口頭、審査有
◎ 6	※ <u>Miyake, F.</u> , <u>K. Masuda</u> , <u>T. Nakamura</u> , <u>A.J.T. Jull</u> , <u>I.P. Panyushkina</u> & <u>L. Wacker</u> , <u>Annual cosmic ray events shown in <sup>14</sup>C data of tree-rings</u> , <u>VarSITI</u> , <u>Varna Bulgaria</u> , <u>June 2016</u> . 口頭、審査有（招待）
7	※ <u>三宅芙沙</u> ・ <u>増田公明</u> ・ <u>堀内一穂</u> ・ <u>本山秀明</u> ・ <u>松崎浩之</u> ・ <u>望月優子</u> ・ <u>高橋和也</u> ・ <u>中井陽一</u> 、 <u>ドームふじアイスコアの<sup>10</sup>Be分析による単年宇宙線イベントの調査</u> 、 <u>日本地球惑星科学連合2016年大会</u> 、 <u>幕張メッセ</u> 、 <u>2016年5月</u> 、 <u>口頭</u> 、 <u>審査有</u>
○ 8	※ <u>Hirahara, M.</u> , <u>N. Kitamura</u> , <u>K. Trattner</u> , <u>S. Fuselier</u> , <u>General properties in the ion composition and energy in the plasma sheet observed during March to July in 2016 by the MMS mission</u> , <u>地球電磁気・地球惑星圏第140回総会および講演会</u> 、 <u>九州大学伊都キャンパス</u> 、 <u>口頭発表</u> 、 <u>審査有</u> 、 <u>2016年11月21日</u>
○ 9	※ <u>Ogawa, Y.</u> , <u>S. Nozawa</u> , and <u>I. Haggstrom</u> , <u>D- and E-region ISR spectra measured with EISCAT radar facilities</u> , <u>JpGU2016 meeting</u> , <u>Makuhari Messe</u> , <u>May 23, 2016</u> . <u>口頭発表</u> 、 <u>審査有</u>
○ 10	※ <u>Ogawa, Y.</u> , <u>S. Nozawa</u> , <u>M. Tsutsumi</u> and <u>I. Haggstrom</u> , <u>D- and E-region ISR spectra measured with EISCAT radar facilities</u> , <u>SGEPSS fall meeting</u> , <u>Kyushu University</u> , <u>November 21, 2016</u> . <u>口頭発表</u> 、 <u>審査有</u>
○ 11	※ <u>Mizuno, A.</u> , <u>N. Sugimoto</u> , <u>E. Wolfram</u> , <u>F. Zamorano</u> , <u>H. Ohyama</u> , <u>J. Salvador</u> , <u>T. Nagahama</u> , <u>T. Sugita</u> , <u>H. Akiyoshi</u> , <u>F. Orte</u> , <u>T. Nakajima</u> , <u>S. Sanchez</u> , <u>G. Carbajal</u> , <u>F. Nollas</u> , <u>A. Acquesta</u> , <u>E. Quel</u> , and <u>Y. Misu</u> , <u>SAVER-Net: An Observing and Data Distribution Network of Atmospheric Ozone, UV Radiation, and Aerosols for the Southern Part of South America</u> , <u>Quadrennial Ozone Symposium 2016</u> , <u>Edinburgh, United Kingdom</u> , <u>ポスター</u> 、 <u>審査無</u> 、 <u>2016年9月</u>
◎ 12	※ <u>La Hoz, C.</u> , <u>C. Heinselman</u> , <u>S. Nozawa</u> , <u>Y. Ogawa</u> , <u>T. Nakajima</u> , <u>Japanese-Norwegian collaboration in EISCAT and recent developments of the EISCAT 3D project</u> , <u>Japan-Norway Arctic Science and Innovation Week 2016</u> , <u>Tokyo, Japan</u> , <u>口頭</u> 、 <u>審査無</u> 、 <u>2016年6月</u>
13	<u>中島拓</u> 、 <u>岩田裕之</u> 、 <u>善行康太</u> 、 <u>原谷浩平</u> 、 <u>山口倫史</u> 、 <u>秋山直輝</u> 、 <u>伊藤弘樹</u> 、 <u>藤森隆彰</u> 、 <u>長濱智生</u> 、 <u>水野亮</u> 、 <u>小嶋崇文</u> 、 <u>藤井泰範</u> 、 <u>野口卓</u> 、 <u>200 GHz帯大気微量分子観測装置の広帯域化と高精度化</u> 、 <u>第17回ミリ波サブミリ波受信機ワークショップ</u> 、 <u>情報通信研究機構</u> 、 <u>口頭</u> 、 <u>審査無</u> 、 <u>2017年2月</u>
◎ 14	※ <u>Masunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , <u>X. Fang</u> , <u>Y. Dong</u> , <u>B. M. Jakosky</u> , <u>J. P. McFadden</u> , <u>J. S. Halekas</u> , and <u>J. E. P. Connerney</u> , <u>Statistical analysis of reflection of incident O<sup>+</sup> pickup ions at Mars</u> , <u>AGU fall meeting 2016</u> , <u>San Francisco</u> , <u>December, 2016</u> （ <u>ポスター</u> 、 <u>審査有</u> ）
◎ 15	※ <u>益永圭</u> 、 <u>関華奈子</u> 、 <u>D. A. Brain</u> , <u>X. Fang</u> , <u>Y. Dong</u> , <u>B. M. Jakosky</u> , <u>J. P. McFadden</u> , <u>J. S. Halekas</u> , and <u>J. E. P. Connerney</u> , <u>火星磁気圏周辺における酸素イオン反射</u> 、 <u>日本地球惑星科学連合大会2016</u> 、 <u>幕張</u> 、 <u>2016年5月</u> （ <u>口頭</u> 、 <u>査読有</u> ）

◎ 16	※ <u>益永圭</u> , <u>関華奈子</u> , <u>D. A. Brain</u> , X. Fang, Y. Dong, <u>B. M. Jakosky</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, and J. E. P. Connerney, 火星磁気シースへ入射する酸素ピックアップイオンの反射率の導出とその太陽風依存性, 地球電磁気・地球惑星圏学会, 福岡, 2016年11月(口頭、審査無)
○ 17	※ <u>益永圭</u> , <u>関華奈子</u> , 寺田直樹, 土屋史紀, 木村智樹, 吉岡和夫, 村上豪, 山崎敦, 埜千尋, F. Leblanc, 吉川一朗, ひさき衛星によって観測された金星熱圏大気光の4日周期変動, 宇宙惑星結合系科学の実証的研究の創設に向けて, 東京, 2016年12月(口頭、審査無)
○ 18	※ <u>益永圭</u> , 村上豪, 土屋史紀, 木村智樹, 吉岡和夫, 山崎敦, <u>関華奈子</u> , 寺田直樹, 吉川一朗, Comet Catalina (C/2013 US10) observed by Hisaki, 第18回惑星圏研究会, 仙台, 2017年2月(ポスター、審査無)
◎ 19	※ <u>Miyashita, Y.</u> , Y. Hiraki, <u>V. Angelopoulos</u> , <u>A. Ieda</u> , and <u>S. Machida</u> , Near-Earth magnetotail and auroral arc development associated with substorm onset: A new interpretation of substorm triggering, Japan Geoscience Union Meeting 2016, Makuhari, Chiba, 2016/05 口頭、審査有
◎ 20	※ <u>宮下幸長</u> , <u>V. Angelopoulos</u> , 平木康隆, <u>家田章正</u> , <u>町田 忍</u> , サブストーム開始前の磁気圏尾部および地上における Pi2 脈動の THEMIS による事例研究, 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会、九州大学、2016/11 口頭、審査無
◎ 21	※ <u>Miyashita, Y.</u> , <u>V. Angelopoulos</u> , Y. Hiraki, <u>A. Ieda</u> , and <u>S. Machida</u> , A THEMIS case study of Pi2 pulsations in the magnetotail and on the ground before a substorm onset, American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, 2016/12.ポスター、審査有
22	※ <u>宮下幸長</u> , <u>家田章正</u> , <u>町田 忍</u> , Toward testing the preonset aurora scenario of substorm triggering, 平成28年度名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会「サブストーム研究会」、名古屋大学、2017/01(口頭). 審査無
◎ 23	※ <u>Nozawa, S.</u> , <u>Y. Ogawa</u> , T. T. Tsuda, H. Fujiwara, M. Tsutsumi, Y. Miyoshi, <u>C. Hall</u> , S. Buchert, N. Saito, S. Wada, T. Kawahara, T. Takahashi, T. Kawabata, A. Brekke, 成層圏突然昇温にともなう北極域下部熱圏・中間圏変動, 地球電磁気・地球惑星圏学会第140回総会・講演会, 2016年11月 口頭、審査無
◎ 24	※Nozawa, S., Y. Ogawa, T. T. Tsuda, H. Fujiwara, M. Tsutsumi, <u>C. Hall</u> , S. Buchert, N. Saito, S. Wada, T. Kawahara, T. Takahashi, T. Kawabata, T. Hibino, S. Takita, A. Brekke, Variations of the polar lower thermosphere and mesosphere in February 2016 using EISCAT radar, meteor radar, MF radar, and sodium LIDAR observations, Japan Geoscience Union Meeting 2016, Makuhari, Chiba, 2016/05 口頭、審査有
25	※ <u>Y. Miyoshi</u> , S. Saito, Y. Matsumoto, M. Hayashi, T. Amano, and <u>K. Seki</u> , Geospace Exploration Project ERG, European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 2016.4.2, 口頭、審査有.
26	※ <u>Imada, S.</u> , H. Iijima, H. Hotta, D. Shiota, O. Kanou, M. Fujiyama, and K. Kusano, Towards Predicting Next Solar Cycle, SDO 2016, 2016.10.17, Vermont, USA. Poster, 審査無
◎ 27	※ <u>Imada, S.</u> , T. Shimizu, and <u>Y. Fan</u> , Temporal Evolution of the Current Sheet During the Flux Emergence, Hinode 10, 2016.09.05, Nagoya, Japan. Poster、審査無
28	※ <u>水野亮</u> , 長濱智生, 大山博史, <u>三好由純</u> , 前澤裕之, 江尻省, 堤雅基, 片岡龍峰, 磯野靖子, 中村卓司, 「2015年の昭和基地でのNO及びオゾンの地上ミリ波モニタリング観測」、第6回極域科学シンポジウム、立川、2015年11月16日-19日, 審査無、ポスター
◎ 29	※ <u>Seki, K.</u> , Y. Matsumoto, N. Terada, T. Hara, K. Matsunaga, <u>K. Masunaga</u> , M. Fujimoto, <u>D. A. Brain</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, D. L. Mitchell, L. Andersson, J. R. Espley, J. E. P. Connerney, <u>D. N. Baker</u> , and <u>B. M. Jakosky</u> , Structure of plasma boundaries with a large density gradient observed by MAVEN and its effects on the Kelvin-Helmholtz instability, 2015 AGU fall meeting, 2015年12月, サンフランシス

◎	30	※ <u>Seki, K.</u> , Y. Matsumoto, N. Terada, T. Hara, K. Matsunaga, <u>K. Masunaga</u> , M. Fujimoto, <u>D. A. Brain</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, D. L. Mitchell, L. Andersson, J. R. Espley, J. E. P. Connerney, <u>D. N. Baker</u> , and <u>B. M. Jakosky</u> , Structure of plasma boundaries with a large density gradient observed by MAVEN and its effects on the Kelvin-Helmholtz instability, 第138回SGEPSS秋学会, 2015年11月, 東京. 口頭、審査無
◎	31	※ <u>Seki, K.</u> , N. Terada, H. Nakagawa, and MAVEN PS team, A review of MAVEN initial results: Dynamic variation of Martian upper atmosphere and new aurora, Symposium on Planetary Science 2016, 2016年2月, 仙台. 口頭(招待講演) 審査無
	32	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , I. Shinohara, T. Takashima, K. Asamura, N. Higashio, H. Matsumoto, T. Mitani, S. Yokota, S. Kasahara, Y. Kazama, <u>M. Hirahara</u> , Y. Kasaba, A. Matsuoka, H. Kojima, <u>K. Shiokawa</u> , <u>K. Seki</u> , M. Fujimoto, T. Hori, <u>Y. Miyashita</u> , K. Keika, M. Shoji, S. Oyama, and R. Fujii, Japanese Geospace Exploration Project: ERG, FinCOSPAR2015, Hotel Luostotunturi Luostontie, Luosto, Finland, 口頭発表, 2015年8月, 審査無
○	33	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , S. Oyama, S. Saito, E. Turunen, S. Kurita, A. Kero, P. Verronen, R. Kataoka, Y. Ebihara, C. Kletzing, G. Reeves, O. Santolik, M. Clilverd, C. Rodger, and F. Tsuchiya, Wide energy electron precipitations and their impact on the middle atmosphere associated with the pulsating aurora, American Geophysical Union Fall Meeting, an Francisco, US, 口頭発表, 2015年12月, 審査無
◎	34	※野澤悟徳、小川泰信、 <u>Craig Heinselman</u> 、EISCAT_3D レーダーと極域編隊飛行衛星計画との協同による電磁気圏結合過程の研究、名古屋大学 ISEE 研究集会「編隊衛星飛行衛星による地球極域電離圏の探査計画に向けて、2016年3月29日、名古屋大学、口頭発表、審査無
	35	※野澤悟徳、「ライダー・レーダー観測からみる下部熱圏・中間圏の変動現象」、中間圏・熱圏・電離圏 (MTI) 研究集会 (2015年8月31日-9月1日)、東京、口頭、招待講演、審査無
◎	36	※ <u>Nozawa, S.</u> , T. T. Tsuda, H. Fujiwara, <u>Y. Ogawa</u> , T. D. Kawahara, N. Saito, S. Wada, M. Tsutsumi, S. Suzuki, T. Kawabata, T. Takahashi, T. Hibino, S. Takita, S. Asato, <u>C. Hall</u> , and A. Brekke, Study of the upper mesosphere and the lower thermosphere by using the sodium LIDAR at Tromsø, JpGU2015, Makuhari, Chiba, May 24-28, 2015. 審査無
	37	※小川泰信、宮岡宏、野澤悟徳、中村卓司、大山伸一郎、津田卓雄、藤井良一、EISCAT サイエンスチーム、EISCAT 及び EISCAT 3D レーダーを用いた北極域超高層大気の国際共同研究、第29回大気圏シンポジウム、宇宙研、2016年3月8日、口頭発表、審査無
○	38	※ <u>Ogawa, Y.</u> , T. Motoba, S. C. Buchert, I. Haggstrom and <u>S. Nozawa</u> , Upper atmosphere cooling over the past 33 years, JpGU meeting 2015, Makuhari, May 26, 2015. (Poster presentation) 審査無
◎	39	※ <u>Masunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , X. Fang, Y. Dong, <u>B. M. Jakosky</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, and J. E. P. Connerney, Sunward O+ ion jets reflected below the Martian bow shock: MAVEN observations (Poster), AGU fall meeting 2015, San Francisco, December 2015, 審査有
◎	40	※ <u>Masunaga, K.</u> , <u>K. Seki</u> , <u>D. A. Brain</u> , X. Fang, Y. Dong, <u>B. M. Jakosky</u> , J. P. McFadden, J. S. Halekas, and J. E. P. Connerney, Statistical analysis of O+ ion beams reflected below the Martian bow shock (Oral), International GEMISIS and ASINACTR-G2602 Workshop: Future Perspectives of Researches in Space Physics meeting, Nagoya., Mar., 2016、口頭、審査無
	41	※ <u>Nakajima, T.</u> , C. Kato, M. Ito, N. Akiyama, Y. Fujii, H. Yamamoto, <u>A. Mizuno</u> , T. Kojima, Y. Fujii, T. Noguchi, S. Asayama, Y. Kozuki, H. Ogawa, T. Sakai, Development of the Series Junction Superconducting Device in 100 and 200 GHz Band, ALMA/NRO45m/ASTE/Mopra Users Meeting 2015, 国立天文台三鷹キャンパス, ポスター, 2015年10月20~22日 (審査無)
	42	※中島拓、加藤智隼、伊藤万記生、秋山直輝、藤井由美、山本宏昭、 <u>水野亮</u> 、小嶋崇文、藤井泰範、野口卓、浅山信一郎、上月雄人、小川英夫、酒井剛、ミリ波大気微量分子観測装置のための超伝導デバイス開発1、JpGU2015, ポスター, 2015年5月24~28日 (審査無)



43	※ <u>Miyake, F.</u> , A. Suzuki, <u>K. Masuda</u> , K. Horiuchi, H. Motoyama, H. Matsuzaki, Y. Motizuki, K. Takahashi, Y. Nakai, The AD775 cosmic ray event shown in Beryllium-10 data from Antarctic Dome Fuji ice core, 34th ICRC, Hague Netherlands, 口頭, 審査有, August 2015.
44	※ <u>Miyake, F.</u> , <u>K. Masuda</u> , T. Nakamura, K. Kimura, M. Hakozaiki, <u>A.J.T. Jull</u> , T.E. Lange, R. Cruz, I.P. Panyushkina, C. Baisan, M.W. Salzer, Search for annual carbon-14 excursions in the past, 22nd Radiocarbon, Dakar Senegal, 口頭, 審査有, November 2015.
45	※ <u>Imada, S.</u> , Coronal Behavior before the Large Flare Onset and its Impact on Earth's environment, ASSW 2015、口頭講演、審査有、2015年4月、富山市
46	※ <u>Imada, S.</u> , I. Murakami, and T. Watanabe, Observation and numerical modeling of chromospheric evaporation during the impulsive phase of a solar flare, Hinode 9, ポスター、審査無、2015年9月
47	※ <u>Miyashita, Y.</u> , The 25 February 2008, 0530 UT substorm event, 2015 Geospace Environment Modeling Summer Workshop, Snowmass, Colorado, USA, 口頭・招待, 審査無, 2015年6月
48	※ <u>Miyashita, Y.</u> , <u>Y. Miyoshi</u> , <u>K. Shiokawa</u> , and I. Shinohara, The ERG project, 2015 Geospace Environment Modeling Summer Workshop, Snowmass, Colorado, USA, 口頭, 審査無, 2015年6月
◎ 49	※ <u>Miyashita, Y.</u> , Y. Hiraki, <u>V. Angelopoulos</u> , <u>A. Ieda</u> , and <u>S. Machida</u> , Near-Earth magnetotail and auroral arc development associated with substorm onset: A new interpretation of substorm triggering, 2015 ISEE workshop “International GEMSIS and ASINACTR-G2602 Workshop: Future Perspectives of Researches in Space Physics”, Nagoya University, 口頭, 審査無, 2016年3月
50	※ <u>Miyashita, Y.</u> , Time sequence of the development of the near-Earth magnetotail and the auroral arc associated with substorm onset, Workshop on Magnetotail Reconnection Onset and Dipolarization Fronts, The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, Laurel, Maryland, USA, 口頭・招待講演, 審査無, 2015年9月
51	※ <u>Miyashita, Y.</u> , The 5 March 2008, 0604 UT and 28 February 2008, 1110 UT substorm events, Geospace Environment Modeling Mini-Workshop, San Francisco, USA, 口頭・招待, 審査無, 2015年12月
◎ 52	※ <u>Miyashita, Y.</u> , Y. Hiraki, <u>V. Angelopoulos</u> , <u>A. Ieda</u> , and <u>S. Machida</u> , Development of the near-Earth magnetotail and the auroral arc associated with substorm onset: Evidence for a new model, American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, ポスター, 審査無, 2015年12月
53	※ <u>Miyashita, Y.</u> , An assessment of substorm energy budget and energy transport in the magnetotail, Inner Magnetosphere Coupling III, Los Angeles, USA, 2015/03/24. 口頭・審査無
54	※ <u>Ieda, A.</u> , Tailward leap of magnetic reconnection: A THEMIS case study, Inner Magnetosphere Coupling III, Los Angeles, USA, 2015/03/24. 口頭・審査無
55	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , Plasmaspheric EMIC waves observed by the Akebono satellite, Inner Magnetosphere Coupling III, Los Angeles, USA, 2015/03/25. 口頭・審査無
56	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , Common characteristics of the pulsating aurora electrons and relativistic electron microbursts: Satellite observations and simulation, Inner Magnetosphere Coupling III, Los Angeles, USA, 2015/03/26. 口頭・審査無
57	※ <u>Miyoshi, Y.</u> , The ERG project: Importance of coordinated observations from satellite and ground, Inner Magnetosphere Coupling III, Los Angeles, USA, 2015/03/25. 口頭・審査無
58	※ <u>Ogawa, Y.</u> , Y. Otsuka, and Y. Hamaguchi, Ionospheric scintillation observations by a digital beacon receiver in Tromso, The Fifth Symposium on Polar Science (第5回極域科学シンポジウム), 2-5 December 2014. ポスター・審査無
59	※ <u>水野亮</u> 、 <u>長濱智生</u> 、 <u>上村美久</u> 、 <u>三好由純</u> 、 <u>中村卓司</u> 、 <u>磯野靖子</u> 、 <u>江尻省</u> 、 <u>堤雅基</u> 、 <u>片岡龍峰</u> 、 <u>前澤裕之</u> 、「昭和基地でのNOおよびオゾンの地上ミリ波モニタリング観測」、第5回極域科学シンポジウム、立川、2014年12月2日-5日、口頭・審査無

60	※ <u>三好由純</u> , <u>齊藤慎司</u> , <u>栗田 怜</u> , <u>大山伸一郎</u> , <u>平原聖文</u> , <u>浅村和史</u> , <u>坂野井健</u> 、脈動オーロラと相対論的電子マイクロバーストの統一モデル、地球電磁気・地球惑星圏学会、2014年10月31日-11月3日、キッセイ文化ホール 口頭・審査無
61	※ <u>町田忍</u> , <u>宮下幸長</u> , <u>家田章正</u> , <u>桂華邦裕</u> , <u>三好由純</u> , <u>齋藤義文</u> , <u>ダイポラリゼーション・フロント周辺にみられる粒子速度分布関数の特性</u> 、第136回 地球電磁気・地球惑星圏学会、11.02, 2014 (信州大学・松本市) ポスター・審査無
◎ 62	※ <u>Machida, S.</u> , <u>Y. Miyashita</u> , <u>A. Ieda</u> , <u>M. Nosé</u> , <u>V. Angelopoulos</u> , and J. P. McFadden, Catapult current sheet relaxation model confirmed by THEMIS observations, 11, 11, 2014 (Ise-Shima Royal Hotel, Ise・Japan) 口頭・審査無
◎ 63	※ <u>Machida, S.</u> , <u>Y. Miyashita</u> , <u>A. Ieda</u> , <u>M. Nosé</u> , <u>V. Angelopoulos</u> , and J. P. McFadden, Catapult current sheet relaxation model confirmed by THEMIS observations, 12.15, 2014 (Moscone Center, San Francisco・CA・USA) ポスター・審査無
64	※ <u>Nakajima, T.</u> , <u>A. Mizuno</u> , <u>T. Nagahama</u> , <u>H. Ohyama</u> , <u>M. Uemura</u> , <u>C. Kato</u> , <u>N. Akiyama</u> , <u>H. Ito</u> , Observational Studies of the Earth's Atmosphere Using Millimeter and Sub-Millimeter Receiver Technology, 15th Workshop on Submillimeter-Wave Receiver Technologies in Eastern Asia, 15-17 Dec. 2014, Mie, Japan, 口頭・査読無
65	※ <u>水野亮</u> , <u>長浜智生</u> , <u>上村美久</u> , <u>三好由純</u> , <u>中村卓司</u> , <u>磯野靖子</u> , <u>江尻省</u> , <u>堤雅基</u> , <u>片岡龍峰</u> , <u>前澤裕之</u> 、「高エネルギー粒子の降り込みが大気環境に与える影響」、太陽研連シンポジウム、名古屋、2015年2月16日 - 18日、口頭、招待講演、審査無