

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26287118

研究課題名(和文) 地上・宇宙光学望遠鏡ならびに電波望遠鏡による木星大気圏-電磁圏結合過程の解明

研究課題名(英文) Understanding of Jovian atmosphere-ionosphere-magnetosphere coupling process based on optical and radio telescopes from ground and space

研究代表者

坂野井 健 (Sakanoi, Takeshi)

東北大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：80271857

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ハワイ・ハレアカラ山頂の自前の観測拠点を生かし連続観測により、巨大惑星「木星」の大気圏-磁気圏結合を明らかにすることを目的とする。2014年夏に東北大学60cm望遠鏡をハワイ・ハレアカラ山頂(標高3000m)に移設し、可視エシエル高分散分光器によるイオトラス発光の連続観測を開始した。さらに、惑星宇宙望遠鏡「ひさき」の紫外発光データとの共同観測から、2015年1月以降数ヶ月にわたるイオ火山活動活発化にともなうイオトラスのダイナミクスならびに木星オーロラ活動との因果関係を明らかにした。また、期間中毎年すばる望遠鏡とNASA/IRTF望遠鏡を用いた木星赤外オーロラの詳細観測を達成した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to clarify the atmosphere-magnetosphere coupling in Jupiter using continuous monitoring data of planetary atmosphere and plasma phenomena obtained with our observation facilities at the summit of Haleakala, Hawaii (altitude 3000 m). In the summer of 2014, the Tohoku University 60 cm telescope was relocated to Haleakala, and we started continuous observation of Io's sulfur ion torus emission at 673 nm with a visible high-resolution spectrograph. Furthermore, we carried out simultaneous observation of Io's torus emission and Jupiter's aurora in the ultra-violet range with a planetary space telescope Hisaki/EXCEED, and examined the causal relationship between the Io torus dynamics and the Jupiter auroral activity associated with the activation of Io's volcano particularly for the events occurred in January 2015. In addition, we performed the precise observation of Jupiter infrared aurora using the Subaru telescope and NASA/IRTF every year.

研究分野：惑星電磁圏物理学

キーワード：木星 オーロラ イオ ひさき ハレアカラ PLANETS 磁気圏 電離圏

### 1. 研究開始当初の背景

巨大惑星「木星」は、地球と比較して強大な磁気圏を持ち、その内部には衛星「イオ」の活火山ガスに起因する複雑な現象が見られる。この現象は、「地球と異なる惑星磁場・プラズマ・大気環境の理解のための巨大な実験場」であり、光・赤外と電波によるリモートセンシングによって観測できる。この理解には、この現象の時間・空間変動を明らかにすることが本質的であり、故に自前の観測装置による連続観測が不可欠である。これまで我々は、水蒸気の低さ等において世界的な観測適地であるハワイ・ハレアカラ山頂(標高約3000m)に口径40cm望遠鏡を設置し、イオ起源トラス分光観測を7年間継続してきた。また、2014年度夏には、同地に60cmカセグレン・クーデ反射望遠鏡を設置する計画を進めていた。加えて、2013年9月に紫外線観測宇宙望遠鏡「ひさき」が打ち上げられ、惑星観測に有利な状況が整いつつあった。この状況下で、本研究期間に地上と衛星との連携した研究を国内外の研究者と協力して推進し、木星の電磁圏・大気圏の上下結合を解明することが求められていた。

### 2. 研究の目的

本研究は、ハワイ・ハレアカラ山頂の自前の惑星観測拠点を活用して惑星大気・プラズマ現象の連続観測を行い、巨大惑星「木星」の上下大気-プラズマ結合相互作用を解明することすることを目的とする。このために、具体的に以下に示す項目を達成する。(1)2014年夏に予定される東北大学60cm望遠鏡のハレアカラ山頂移設を完了させ、ハレアカラ山頂に木星や衛星イオ観測のための観測装置を設置し、木星赤外H3+オーロラや衛星イオ火山噴出ガスの観測を行う。これにより、木星オーロラとイオ火山起源ガスの関係を明らかにし、巨大惑星木星の大気圏から磁気圏に至るエネルギー輸送過程を解明する。(2)ハレアカラの自前望遠鏡と、ひさきによる宇宙観測やハワイ・マウナケアの大型望遠鏡観測などと連携し、木星H3+発光と磁気圏活動を駆動するメカニズムを明らかにする。

### 3. 研究の方法

H26(2014)年度は、東北大学60cm望遠鏡の福島県飯舘からハワイ・ハレアカラ山頂への移設を夏頃に完了させる。これに、可視エシエル分光器(波長分解能約60,000)を取り付け、イオトラスの可視発光(硫黄イオン673nm)の高分散分光観測を実施する。また、惑星宇宙望遠鏡ひさき/EXCEEDによるイオトラスの紫外線発光(60-145nm)の共同連携観測を実施する。この観測データから、イオプラズマ形成における加熱プロセスの解明を進める。この観測は、木星の衝を中心に、冬から春にかけて実施される。また、ハレアカラ60cm望遠鏡に取り付けられる赤外エシエル分光器(波長分解能約20,000)の国内における開発を

推進する。赤外エシエル分光器が完成した後は、ハレアカラ60cm望遠鏡に設置し、木星H3+オーロラ中の発光輝線ドップラー量を観測することで、電離圏イオン速度を導出する。加えて、ハワイ・マウナケアのすばる望遠鏡やNASA/IRTF望遠鏡などの大型望遠鏡の公募にも申請を行い、観測を目指す。さらに、木星電離圏・熱圏GCMモデルにより、中性風やダイナモの効果を定量的に見積もる。

H27(2015)年度は、木星の衝前後の観測好適期である冬から春にかけて、前年度同様イオトラスと木星オーロラの地上(可視・赤外)とひさき/EXCEED(紫外)連携観測を実施する。加えて、ハワイ・マウナケアのすばる望遠鏡やNASA/IRTF望遠鏡などの大型望遠鏡の公募にも申請を行い、観測を目指す。特に、イオの火山活動に比例すると考えられるイオトラス発光量の継続観測を実施し、この時空間変動と物理量の因果関係を明らかにする。

H28(2016)年度は、前年度同様、木星の衝前後の観測好適期である冬から春にかけて、イオトラスと木星オーロラの地上(可視・赤外)・ひさき/EXCEED(紫外)連携観測を継続する。これまでの研究から、過去約十年間でイオ火山活動が減少していることが示唆されているが、本研究期間の3年間の観測から、この減少傾向が継続しているのか、または上昇に転じたかについて、議論の決着を図る。また、木星オーロラの重要かつ未解明な問題は、オーロラ発光の太陽風への応答性である。本研究は自前の観測設備と宇宙観測による連続観測データから、木星オーロラと太陽風動圧との関係の解明を推進する。さらに、2016年7月以降は、木星に到着するJuno探査機と連携したキャンペーン観測を実施する。本研究期間で得られた成果は、国内外の学会・シンポジウム等で発表するとともに、査読つき論文により広く世界に公表する。

### 4. 研究成果

H26(2014)年度は、60cm望遠鏡を福島県飯舘からハワイ・ハレアカラ山頂への移設を完了させた(図1)。これにより、我々はハレアカラ山頂で惑星の連続観測が可能となった。これに関して、東北大学のプレスリリースや、新聞を含む10件の報道があった。この後、可視コロナグラフを含むエシエル分光器を開発し、この望遠鏡に取り付けた。これを用いて、木星の可視イオトラス(硫黄イオン673nm発光)の連続観測を開始した(図2)。加えて、これと同時の惑星宇宙望遠鏡ひさき/EXCEEDによるイオトラスの紫外線発光(60-145nm)、ならびに飯舘電波望遠鏡IPRTの連携観測を達成した。また、マウナケア大型望遠鏡による公募観測の申請し、採択された。具体的に、1月にすばる望遠鏡、3月にNASA/IRTF望遠鏡による木星赤外観測キャンペーン観測を成功させた。とくに、2015年1月から数ヶ月間にわたり、イオトラスの顕著な増光が発生し、これについてひさき・地上の集中的な研究が

進行した。一方で、赤外エシエル分光器の開発



図1. ハレアカラ山頂に設置された東北大学 60cm 望遠鏡[Sakanoi et al., 2016]。

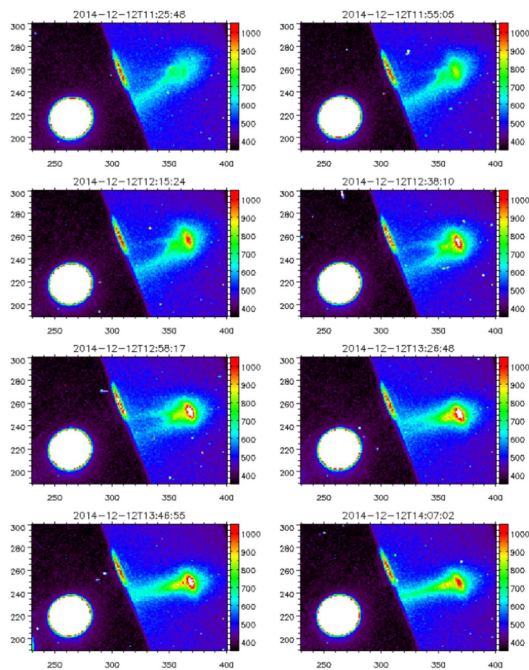


図2. 60cm 望遠鏡と可視エシエル分光器によるイオ硫黄イオントーラス発光の変動[Sakanoi et al., 2016]。

について、赤外検出器以外の部分についてはほぼ開発が完了したものの、赤外検出器に不具合が発生し、それまで得られていた正しい画像信号が得られなくなった。この検出器の不具合は予想外のことであり、赤外エシエル分光器の検出器に関わるエレクトロニクス関係の開発と試験、ならびにハワイへの設置と赤外観測に遅れが生じた。

H27(2015)年度は、ハレアカラ 60cm 望遠鏡を用いた木星連続観測をフル稼働させた。具体的には、クーデ焦点に取り付けられた可視中分散・エシエル高分散分光器ならびにコロナグラフと高速 CMOS イメージャーを用いて、木星と衛星イオトーラスの連続観測を行った。さらに、ハレアカラ 40cm 望遠鏡では、イオトーラスナトリウム (589nm) 発光の広視野イメ

ージング観測を行った。これと同時に、ひさき

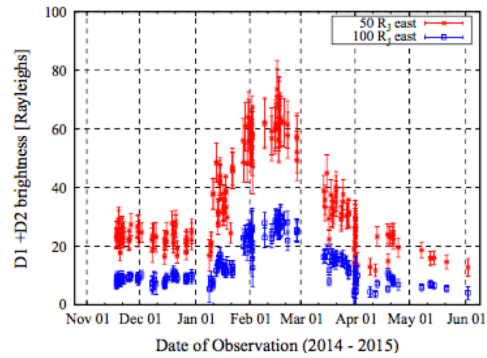


図3. 2015年1月以降に発生した衛星イオ火山起源トーラス増光現象。プロットは Na (589nm) 発光で色の違いは木星中心からの距離[Yoneda et al., 2015]。

/EXCEED によるイオトーラスの紫外線発光 (60-145nm)、ならびに飯館電波望遠鏡 IPRT と連携観測を達成した。特に、2015年1月に発生したイオ火山噴出現象に伴う、イオトーラス発光(可視・紫外)と木星オーロラ変動現象(紫外)ではこれまでにないデータが捉えられ、現象のメカニズムの解明が進んだ(図3)。また、木星紫外オーロラと太陽風変動ならびにイオ火山活動との因果関係も調査された。なお 60cm 望遠鏡は、本目的である木星以外に、土星(衛星エンケラドス氷火山)、金星、火星、系外惑星など多くの対象に成果を挙げた。また、大型望遠鏡による公募観測では、2016年1月にすばる望遠鏡により木星中間赤外分光観測、同年年 4-5 月にかけて、NASA/IRTF 望遠鏡による木星赤外観測を実施した。

H28(2016)年度は、ハレアカラ 60cm 望遠鏡・40cm 望遠鏡ともに木星の連続モニタリング観測を継続した。特に、可視高分散分光器を用いた木星衛星イオトーラスの硫黄発光 (673nm)、ならびに広視野イメージャーによるイオ中性ナトリウム発光 (589nm) の連続観測がなされた。これとひさき宇宙望遠鏡ならびに飯館電波望遠鏡 IPRT と連携して、イオ火山活動に伴うトーラスの輝度・密度や温度の時空間変動の解明が進められた。また、ハレアカラでは東北大とハワイ大・ドイツケーペンハウアー研ほかとの国際連携 2m 望遠鏡計画「PLANETS」を進めている。この推進と既存の 60cm・40cm 望遠鏡観測のために、研究代表者の坂野井健が H28 年度後半に約 3 ヶ月ハワイ・マウイ島のハワイ大学天文研究施設に滞在した。また、マウナケアにある大型望遠鏡の公募に申請し、2017年1月にはすばる望遠鏡、同年3月には NASA/IRTF 望遠鏡による木星赤外オーロラ等の観測が実施された。さらに、すばる望遠鏡赤外オーロラ観測に基づき、木星超高層大気-磁気圏結合モデル研究を開始した。この研究に関して、本グループ

から H26 年度に 1 名の博士号取得、H27 年度に 1 名の修士号取得、H28 年度に 1 名の博士号取得と 3 名の修士号取得があった。一方赤外エシエル分光器については、検出器故障のために当初計画より開発が遅れが生じているが、代替検出器入手と新たな駆動エレキ製作のために低温(-240° C)で動作する JFET 素子の動作選定試験を実施中であり、今後とも開発を継続する。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

- ① Sakanoi, T., M. Kagitani, H. Nakagawa, T. Obara, Y. Kasaba, S. Okano, J. R. Kuhn, S. V. Berdyugina, I. F. Scholl and M. Yoneda (2017), Optical and IR observations of planetary and exoplanetary atmospheres, SPIE Newsroom, DOI: 10.1117/2.1201612.006817. (査読無)
- ② Yoshioka, K., F. Tsuchiya, T. Kimura, M. Kagitani, G. Murakami, A. Yamazaki, M. Kuwabara, F. Suzuki, R. Hikida, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, F. Bagenal (2017), Radial variation of sulfur and oxygen ions in the Io plasma torus as deduced from remote observations by Hisaki, J. Geophys. Res., 10.1002/2016JA023691. (査読有)
- ③ Yoshikawa, I., K. Yoshioka, G. Murakami, F. Suzuki, R. Hikida, A. Yamazaki, T. Kimura, F. Tsuchiya, M. Kagitani, T. Sakanoi, K. Uemizu, C. Tao, H. Nozawa, Y. Kasaba and M. Fujimoto (2017), Properties of hot electrons in the Jovian inner magnetosphere deduced from extended observations of the Io Plasma Torus, Geophys. Res. Lett., 43, 11, 552-11, 557, doi:10.1002/2016GL070706. (査読有)
- ④ Kasaba, Y. (2017), 特集：物理科学、この 1 年：外惑星系の科学と探査, Parity, 32(1), 69-71, 丸善出版. (査読無)
- ⑤ Gray, R. L., S. V. Badman, B. Bonfond, T. Kimura, H. Misawa, J. D. Nichols, M. F. Vogt, and L. C. Ray (2016), Auroral evidence of radial transport at Jupiter during January 2014, J. Geophys. Res., Space Phys., 121, 9972-9984, doi:10.1002/2016JA023007. (査読有)
- ⑥ Murakami, G., K. Yoshioka, A. Yamazaki, F. Tsuchiya, T. Kimura, C. Tao, H. Kita, M. Kagitani, T. Sakanoi, K. Uemizu, Y. Kasaba, I. Yoshikawa, and M. Fujimoto (2016), Response of Jupiter's inner magnetosphere to the solar wind derived from extreme ultraviolet monitoring of the Io plasma torus, Geophysical Research Letters, 43, 12308-12316, 10.1002/2016GL071675. (査読有)
- ⑦ 笠羽 康正, 三澤 浩昭, 土屋 史紀, 笠原 禎也, 井町 智彦, 木村 智樹, 加藤 雄人, 熊本 篤志, 小嶋 浩嗣, 八木谷 聡, 尾崎 光紀, 石坂 圭吾, 埜 千尋, 三好 由純, 阿部 琢美, Baptiste Cecconi, 諸岡 倫子, Jan-Erik Wahlund, JUICE-RPWI 日本チーム (2016), みんなでふたたび木星へ,そして氷衛星へ その 4 ~電波・プラズマ波動観測器 RPWI の飛翔へ, 日本惑星科学会誌, 25, 96-107. (査読無)
- ⑧ Nakagawa, H., Aoki, S., Sagawa, H., Kasaba, Y., Murata, I., Sonnabend, G., Sornig, M., Okano, S., Kuhn, J. R., Ritter, J. M., Kagitani, M., Sakanoi, T., Taguchi, M., Takami, K. (2016), IR heterodyne spectrometer MILAHI for continuous monitoring observatory of Martian and Venusian atmospheres at Mt. Haleakalā, Hawaii, Planet Space Sci, 126, pp. 34-48. DOI: 10.1016/j.pss.2016.04.002. (査読有)
- ⑨ Tao, C., T. Kimura, S. V. Badman, G. Murakami, K. Yoshioka, F. Tsuchiya, N. Andre, I. Yoshikawa, A. Yamazaki, D. Shiota, H. Tadokoro, and M. Fujimoto (2016), Variation of Jupiter's Aurora Observed by Hisaki/EXCEED: 1. Observed Characteristics of the Auroral Electron Energies Compared with observations performed using HST/STIS, J. Geophys. Res., 121, doi:10.1002/2015JA021271. (査読有)
- ⑩ Badman, S. V., B. Bonfond, M. Fujimoto, R. L. Gray, Y. Kasaba, S. Kasahara, T. Kimura, H. Melin, J. D. Nichols, A. J. Steffl, C. Tao, F. Tsuchiya, A. Yamazaki, M. Yoneda, I. Yoshikawa and K. Yoshioka (2016), Weakening of Jupiter's main auroral emission during January 2014, Geophys. Res. Lett., doi: 10.1002/2015GL067366. (査読有)
- ⑪ Kita, H., T. Kimura, C. Tao, F. Tsuchiya, H. Misawa, T. Sakanoi, Y. Kasaba, G. Murakami, K. Yoshioka, A. Yamazaki, I. Yoshikawa, and M. Fujimoto (2016), Characteristics of solar wind control on Jovian UV auroral activity deciphered by long-term Hisaki EXCEED observations: Evidence of preconditioning of the magnetosphere?, Geophys. Res. Lett.,

- 43, 6790-6798, DOI:10.1002/2016GL069481. (査読有)
- ⑫ Uno, T., Y. Kasaba, C. Tao, T. Sakanoi, M. Kagitani, S. Fujisawa, H. Kita, and S. V. Badman (2015), Vertical emissivity profiles of Jupiter's northern H3+ and H2 infrared auroras observed by Subaru/IRCS, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 119, 10, 219-10, 241, doi:10.1002/2014JA020454. (査読有)
- ⑬ Kimura, T., R. P. Kraft, R. F. Elsner, G. Branduardi-Raymont, R. Gladstone, C. Tao, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, F. Tsuchiya, M. F. Vogt, A. Masters, H. Hasegawa, S. V. Badman, E. Roediger, Y. Ezoe, W. R. Dunn, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, and S. S. Murray (2015), Jupiter's X-ray and EUV auroras monitored by Chandra, XMM-Newton, and Hisaki satellite, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1002/2015JA021893. (査読有)
- ⑭ Kimura, T., S. V. Badman, C. Tao, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, F. Tsuchiya, B. Bonfond, A. J. Steffl, A. Masters, S. Kasahara, H. Hasegawa, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, and J. T. Clarke (2015), internally driven aurora at Jupiter discovered by Hisaki and the Hubble Space Telescope, *Geophys. Res. Lett.*, 42, doi:10.1002/2015GL063272. (査読有)
- ⑮ Kita, H., H. Misawa, A. Bhardwaj, F. Tsuchiya, T. Sakanoi, Y. Kasaba, C. Tao, Y. Miyoshi, and A. Morioka (2015), Relation between the short-term variation of the Jovian radiation belt and thermosphere derived from radio and infrared observations, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 120, 6614-6623, doi:10.1002/2015JA021374. (査読有)
- ⑯ Tao, C., T. Kimura, S. V. Badman, N. André, F. Tsuchiya, G. Murakami, K. Yoshioka, I. Yoshikawa, A. Yamazaki and M. Fujimoto (2015), Variation of Jupiter's Aurora Observed by Hisaki/EXCEED: 2. Estimations of Auroral Parameters and Magnetospheric Dynamics, *J. Geophys. Res.: Space Physics*, 120, doi:10.1002/2015JA021272. (査読有)
- ⑰ Yoneda, M., M. Kagitani, F. Tsuchiya, T. Sakanoi, and S. Okano (2015), Brightening event seen in observations of Jupiter's extended sodium nebula, *Icarus*, 261, 31-33. (査読有)
- [学会発表] (計 86 件、うち国際 22 件、国内 64 件、記載は紙面の制限上国際 15 件のみ)
- ① Kita, H., T. Kimura, C. Tao, F. Tsuchiya, A. Yamazaki, G. Murakami, K. Yoshioka, H. Misawa, T. Sakanoi, Y. Kasaba, I. Yoshikawa, and M. Fujimoto, Characteristics of solar wind control on Jovian UV auroral activity obtained from Hisaki EXCEED and ground-based observations, Intern. Session of Symposium on Planetary Science 2017, 東北大学 (宮城県・仙台市), Feb. 20-22, 2017.
- ② Koga, R., F. Tsuchiya, M. Kagitani, T. Sakanoi, M. Yoneda, Time variation of atomic oxygen emission near Io during volcanic active event observed by Hisaki/EXCEED, Intern. Session of Symposium on Planetary Science 2017, 東北大学 (宮城県・仙台市), Feb. 20-22, 2017.
- ③ Tsuchiya, T., M. Kagitani, M. Yoneda, R. Koga, T. Kimura, K. Yoshioka, G. Murakami, C. Tao, H. Misawa, A. Yamazaki, I. Yoshikawa, Y. Kasaba, T. Sakanoi, Io's volcanic influence on the Jovian magnetosphere: Observational evidence from the HISAKI observation, 2016 AGU Fall meeting, サンフランシスコ (米国), 12-16 December, 2016.
- ④ Yoneda, M., F. Tsuchiya, K. de Kleer, M. Kagitani, T. Sakanoi, R. Koga, I. De Peter, Variations in Io's volcanism seen in Jupiter's sodium nebula, Io plasma torus and thermal infrared emissions, 2016 AGU Fall meeting, サンフランシスコ (米国), 12-16 December, 2016.
- ⑤ Koga, R., T. Sakanoi, M. Kagitani, F. Tsuchiya, M. Yoneda, I. Yoshikawa, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, T. Kimura, Time variation of 130.4nm atomic oxygen emission near Io observed by Hisaki/EXCEED, 2016 AGU Fall meeting, サンフランシスコ (米国), 12-16 December, 2016.
- ⑥ Kita, H., T. Kimura, C. Tao, F. Tsuchiya, A. Yamazaki, G. Murakami, K. Yoshioka, H. Misawa, T. Sakanoi, Y. Kasaba, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, Statistical study of solar wind control on Jovian UV auroral activity obtained from long-term Hisaki EXCEED observations, 2016 AGU Fall meeting, サンフランシスコ (米国), 12-16 December, 2016.
- ⑦ Tsuchiya, F., K. Yoshioka, T. Kimura, G. Murakami, M. Yoneda, R. Koga, M. Kagitani, H. Nozawa, C. Tao, H.

- Misawa, T. Sakanoi, Y. Kasaba, A. Yamazaki, I. Yoshikawa, Io's volcanic influence on the Jovian magnetosphere: HISAKI observation, Intern. session of JPGU 2016, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), May 22-26, 2016.
- ⑧ Kita, H., T. Kimura, C. Tao, F. Tsuchiya, H. Misawa, T. Sakanoi, Y. Kasaba, G. Murakami, K. Yoshioka, A. Yamazaki, I. Yoshikawa, Statistical study of the response of Jovian EUV aurora to the solar wind from Hisaki observations, Intern. session of JPGU 2016, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), May 22-26, 2016.
- ⑨ Shishido, M., T. Sakanoi, M. Kagitani, F. Tsuchiya, I. Yoshikawa, A. Yamazaki, K. Yoshioka, G. Murakami, T. Kimura, Variation in SII and SIII brightness distribution of Io plasma torus based on Hisaki/EXCEED and ground based observation data, Intern. session of JPGU 2016, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), May 22-26, 2016.
- ⑩ Koga, R., F. Tsuchiya, M. Kagitani, T. Sakanoi, M. Yoneda, I. Yoshikawa, K. Yoshioka, G. Murakami, A. Yamazaki, T. Kimura, Time variation of 130.4nm atomic oxygen emission near Io observed by hisaki/EXCEED, Intern. session of JPGU 2016, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), May 22-26, 2016.
- ⑪ Fujiwara, S., Y. Kasaba, H. Kita, C. Talk, T. Sakanoi, M. Kagitani, Horizontal and vertical structures of the Jovian IR aurora from plasma and neutral atmospheres: Observation by SUBARU/IRCS with Adaptive Optics, Intern. session of JPGU 2016, 幕張メッセ(千葉県・千葉市), May 22-26, 2016.
- ⑫ Kasaba, Y., T. Sakanoi, M. Kagitani, H. Nakagawa, H. Kita, I. Murata, T. Obara, M. Yoneda, S. Berdyugina, S. Kameda, S. Okano, J. Kuhn, Planetary Environment Studies executed by Small Telescopes dedicated to Planets and Exoplanets at Haleakala, Hawaii, International GEMSIS and ASINACTR-G2602 Workshop: Future Perspectives of Researches in Space Physics, 名古屋大学(愛知県・名古屋市), 22-25 March, 2016.
- ⑬ Tsuchiya, F., K. Yoshioka, T. Kimura, G. Murakami, M. Yoneda, R. Koga, M. Kagitani, T. Sakanoi, Y. Kasaba, A. Yamazaki, I. Yoshikawa, Io's volcanic influence on the Io plasma torus: HISAKI observation in 2015, AGU Fall Meeting, サンフランシスコ(米国), 14-18 December, 2015.
- ⑭ Murakami, G. K. Yoshioka, A. Yamazaki, F. Tsuchiya, T. Kimura, C. Tao, M. Kagitani, T. Sakanoi, K. Uemizu, Y. Kasaba, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, Solar wind influence on the Jovian inner magnetosphere observed by Hisaki/EXCEED, AGU Fall Meeting, サンフランシスコ(米国), 14-18 December, 2015.
- ⑮ Yoshioka, K., G. Murakami, T. Kimura, H. Tadokoro, C. Tao, M. Kagitani, F. Tsuchiya, A. Yamazaki, T. Sakanoi, Y. Kasaba, I. Yoshikawa, M. Fujimoto, Remote observation of Jupiter's magnetosphere by EXCEED on Hisaki spacecraft, European Planetary Science Congress 2015, ナント(フランス), 27 September - 2 October, 2015.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

<http://c.gp.tohoku.ac.jp/~www/>

<http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

坂野井 健 (SAKANOI, Takeshi)

東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 80271857

### (2) 研究分担者

笠羽 康正 (KASABA, Yasumasa)

東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 10295529

鍵谷 将人 (KAGITANI, Masato)

東北大学・大学院理学研究科・助教  
研究者番号: 30436076

三澤 浩昭 (MISAWA, Hiroaki)

東北大学・大学院理学研究科・准教授  
研究者番号: 90219618

土屋 史紀 (TSUCHIYA, Fuminori)

東北大学・大学院理学研究科・助教  
研究者番号: 10302077

### (3) 連携研究者

米田 瑞生 (YONEDA, Mizuki)

東北大学・大学院理学研究科・研究員  
研究者番号: 40626496

### (4) 研究協力者

なし