

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：82645

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02231

研究課題名(和文)金星探査機と地上観測の連携による金星大気物質循環の解明

研究課題名(英文)Unveiling the material circulation in the Venusian atmosphere with coordinated spacecraft and ground-based observations

研究代表者

中村 正人(NAKAMURA, MASATO)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・教授

研究者番号：20227937

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,600,000円

研究成果の概要(和文)：金星にどのような大気循環が存在し、それがどのようにして雲形成に関わる物質循環をもたらすのかを、探査機「あかつき」と地上望遠鏡による協調観測、および数値モデリングによって解明してきた。これまでの金星大気研究で行われてきた紫外画像を用いた雲追跡に加え、全ローカルタイムをカバーする赤外画像での雲追跡を新たな画像解析手法により実現することにより、平均子午面循環の構造を明らかにするとともに、高速帯状流に関わる可能性のある様々な惑星規模波動の特徴を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球の気候や環境の形成を理解する上で、地球とほぼ同じ大きさの地球型惑星でありながら全く異なる環境を持つ金星と比較することは重要である。この研究では、金星への太陽光入力や大気化学をコントロールする硫酸でできた雲に注目し、探査機と地上望遠鏡を用いて雲形成に関わる大気力学や物質循環の情報を集め、数値モデルとの統合によって気候システムの要素間のフィードバックを明らかにしてきた。このように観測に立脚したメカニズムの探求は、現在の金星気候がどのような平衡状態にあるのかを理解することにとどまらず、地球を含む惑星の気候形成と多様性をもたらす仕組みの解明に資するものである。

研究成果の概要(英文)：The atmospheric material circulation on Venus related to cloud formation has been studied by cooperative observations by Akatsuki spacecraft and ground-based telescopes and numerical modeling. We have clarified the structure of the mean meridional circulation and the characteristics of various planetary-scale waves, which may be related to the maintenance of the high-speed zonal flow, by cloud tracking using infrared images covering the whole local time as well as ultraviolet images. We obtained observational clues that angular momentum transport caused by thermal tides contributes to the maintenance of high-speed zonal winds. For integrating observational data with numerical modeling, data assimilation was successfully conducted. The global temperature structure was observed by radio occultation. The cloud physics was introduced into the atmospheric general circulation model, and the distribution of sulfuric acid clouds consistent with the observations was reproduced.

研究分野：惑星大気

キーワード：金星 あかつき 大気

## 1. 研究開始当初の背景

地球の双子惑星とも呼ばれる金星の気候のしくみが地球とどう違うのかを知ることは、惑星環境の多様性の起源を理解する鍵である。金星では硫酸の雲が地表全体を覆っており、この雲は入射太陽光の 80% を宇宙空間にはね返し、金星へのエネルギー入力を小さく抑えている。この雲量や組成が現在のようになる理由はよくわかっていなかった。しかしいま、硫酸雲を維持する物質循環の理解を進めるチャンスが訪れている。金星探査機「あかつき」が金星に到着し、大気運動の観測を中心とするリモートセンシングが始まった。また地上観測において、サブミリ波干渉計や赤外ヘテロダイン装置やミリ波望遠鏡など惑星観測に専有可能な望遠鏡による金星大気の長期モニターが可能となった。このまたとない機会に、探査機と地上観測による相補的なデータを結合し、その観測成果をもとにして大気大循環モデルを進化させることによって、物質循環と雲形成のメカニズムに迫ることができる。

## 2. 研究の目的

金星の放射エネルギー収支を支配する硫酸の雲がどのような物質循環によって維持されているのかを、探査機と地上望遠鏡による相補的な観測によって解明する。具体的には、(1) 金星探査機「あかつき」による多波長連続撮像データを解析して雲層高度の 3 次元大気循環と組成変動を明らかにするとともに、(2) 地上からの電波と赤外線による分光観測によって上層大気の化学組成と大気循環の情報を得る。(3) こうして得られた広い高度領域の大気運動と組成の情報を組み合わせて物質輸送と雲形成のモデリングを行い、(4) 3 次元大気循環が雲量と大気組成をどうコントロールするのか、金星の気候形成に大気循環がどう関わるのかを明らかにする。

## 3. 研究の方法

探査機データの解析、地上観測、モデルによるこれらの統合を以下のように協調して進めた。

### ・探査機データによる雲層高度の平均大気循環と組成変動の解明

「あかつき」は赤外から紫外までの多波長で大気を連続撮像することにより、複数高度での変動を可視化する。とくに雲が存在する高度 50-70 km で、雲量や雲頂高度をマッピングするとともに、雲の移動から水平風速ベクトルを求めて気象データセットを作成する。風速場データと、放射エネルギー収支計算や大気大循環モデルから導かれる循環場を比較し、エネルギーと角運動量の収支の考察により、子午面循環、夜昼間循環(熱潮汐波)、小規模な対流による拡散的輸送など大気循環の構成要素を明らかにする。さらに電波掩蔽データから大気温度の 3 次元構造や硫酸蒸気の分布をとらえ、熱や硫酸の輸送を推定する。

### ・地上観測による組成分布と上層大気循環の解明

「あかつき」が雲層高度を中心に観測するのに対して、その上に広がる光化学領域を地上観測でカバーする。ミリ波・サブミリ波の望遠鏡により高度 110 km までの CO<sub>2</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、SO の分布を観測し、光解離とその後の輸送の空間構造を推定する。これらの光解離で生成する酸素は、SO<sub>2</sub> から硫酸を生成するための酸化剤あるいはその前駆体となる。また気温と風速の分布を求め、下層の帯状風から上層の昼夜間循環へと遷移するこの高度領域における循環場の変動をモニターする。赤外レーザーヘテロダインと赤外分光撮像による気温と風速データからも同様に上層大気循環の情報を得る。さらに近赤外分光により下層大気からの熱放射の高分散分光を行い、CO、SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O の空間分布を得る。これらの観測を随時行いつつ、地球-金星間距離が小さくなり観測に適する時期には「あかつき」との集中的な同時観測を行い、上層大気の組成変動・物質循環と下層大気循環との対応関係を明らかにする。

### ・観測と数値モデリングの協調による物質循環と雲形成の解明

観測の成果を数値モデルで統合し、大気大循環を駆動する流体力学過程と、物質循環の全体像を描く。大気大循環モデルの力学コアを改良するとともに、大循環モデルに雲物理と簡略化した化学過程を導入し、雲と大気組成の空間分布の観測的特徴を再現する。こう

してスーパーローテーションや子午面循環を維持する波動を同定し、大気の 3 次元の風速・温度構造を支配する力学過程を解明するとともに、循環によって輸送される化学物質と、それらが光解離や酸化を経て硫酸生成に至るプロセスを明らかにする。大気循環が大気組成や雲量、アルベドの長期変動をコントロールしくみに迫る。

#### 4. 研究成果

##### ・金星探査機「あかつき」データによる成果

紫外画像を用いた昼側の雲追跡に加え、全ローカルタイムをカバーする赤外画像での雲追跡を新たな画像解析手法により実現した。このことにより、平均子午面循環の構造を明らかにするとともに、高速帯状流に関わる可能性のある様々な惑星規模波動の特徴を明らかにした。惑星規模の大気波動の一種である熱潮汐波が引き起こす角運動量輸送が高速帯状風の維持に関わることの観測的手がかりを得るとともに、数値モデリングによって観測結果を裏付けることができた。また多波長の画像データを解析して、これまで知られていなかった地形励起重力波の全球分布を明らかにして、大気と地表の相互作用の理解を進めることができた。平均風速、惑星規模波動の活動度、雲の紫外アルベドの長期変化を明らかにして、これらの相互作用による気候変動メカニズムの手がかりが得られた。メソスケールの雲の構造が紫外や赤外の異なる波長間でどのような相関関係を持つかを調べ、雲の生成機構に制約を与えた。また電波掩蔽観測により、雲層内部の日変化サイクルの情報を得るとともに、角運動量輸送に関わる熱潮汐波の構造や、鉛直伝播する重力波とそれが生成する微細乱流層の分布を明らかにした。電波掩蔽観測によって、雲層の上下にわたる全球的な温度構造を初めて精密観測し、極域の下層大気に成層の弱い領域が存在するなど、未知の輸送プロセスの存在を示唆する結果を得た。これらの成果はそれぞれ国際的な専門誌に発表されている。

##### ・赤外線地上観測

東北大学で開発に成功した赤外レーザヘテロダイン分光器は、その優れた波長分解能 ( $> 10^6$ ) を生かした観測により、金星大気中間圏・熱圏の大気循環速度場・熱構造の高度分布情報を得ることができる。「あかつき」による多波長連続撮像データと組み合わせ雲層高度の 3 次元大気循環・熱構造を明らかにすべく、ハワイ・ハレアカラ観測施設に設置する東北大学 60cm 望遠鏡 (T60) を用いた観測を進めた。中間圏の風速・温度場の導出手法を確立し、高度 70-100km の風速・温度情報を取得でき、高度 84 km と 94 km で昼夜間対流の流れを示唆する結果が得られた。我々の結果は、雲層でみられるスーパーローテーションから熱圏で支配的な昼夜間対流に切り替わる高度がモデル予測よりも低い高度で生じることを示唆した (Takami et al. 2020)。

##### ・ミリ・サブミリ波地上観測

金星上層大気の大気温度や微量成分の空間分布、風速場の観測を推進した。特に、微量成分分布に関しては、短・中・長期変動のモニタリングを実施した。これらの金星上層大気に関する観測的知見は、「あかつき」が得意とする金星雲層付近の観測に相補的なだけでなく、主星の影響を受ける地球型惑星大気の普遍的な物理・化学的環境・性質を理解するためにも重要である。

口径 10m の SPART 望遠鏡では 100/200GHz 帯の超伝導 SIS ミクサを搭載してヘテロダイン分光を行い、太陽活動が 24 期から 25 期へ遷移する期間の継続的な観測から、金星上層大気中の一酸化炭素の混合比が太陽活動の変動に対して(反)相関する様子を捉えた。並行して、ALMA 望遠鏡で取得した金星サブミリ波帯放射スペクトルのデータ解析を進め、硫化物、一酸化炭素の 3 次元 (緯度・経度帯・標高) の分布とその昼夜の変化や風速場を見出した。これらをもとに、子午面循環と東西風のダイナミクスの中で駆動される物質循環の描像に迫り、現在、論文化を進めている。また、「あかつき」の電波掩蔽観測と連携した、JCMT による上層大気の大気温度分布観測を実施した。JCMT のデータから得られる大気温度の鉛直分布は、「あかつき」の電波掩蔽観測による大気温度導出高度領域に接続できるものであり、現在、金星熱圏 GCM の数値実験結果との比較を進めている。

##### ・数値モデリング

観測で明らかになった金星大気の特徴をもとに金星大気大循環モデル (GCM) を改良し、以下の成果が得られた。

熱潮汐波と子午面循環を再現した (Takagi et al. 2018)。雲層高度における熱潮汐波の風速と温度分布は緯度と経度 (ローカルタイム) に複雑に依存することがわかった。これは東西波数 1-4 を持つ熱潮汐波の各モードが鉛直伝播モードと非伝播モードによっ

て構成され、それらが大気スーパーローテーションの中高緯度ジェットの影響を受けるためである。雲層高度では強い夜昼間対流が大気スーパーローテーションと共存している。夜昼間対流に伴う鉛直流速は平均子午面循環の10倍程度で、紫外でみられる雲の明暗模様など、雲層高度における物質循環に対する重要性が示唆される。東西波数3-4の成分は太陽加熱によって直接励起されるだけでなく、東西波数1-2の成分の非線型相互作用による励起が無視できない。雲層高度の平均子午面循環は、従来考えられていた赤道から極を結ぶ1セルのハドレー循環ではなく、低緯度にはハドレー循環、中高緯度にはフェレル循環的な逆循環が存在している。

硫酸蒸気と水蒸気を考慮した雲物理モデルを開発し、GCMに組み込んだ(Ando et al. 2020, 2021)。GCMで得られた雲密度と硫酸蒸気・水蒸気の分布を調べたところ、観測とよく一致していることが示された。こうした分布の形成には、極域の低安定度層で発達する短周期擾乱に伴う鉛直流によって、硫酸蒸気や水蒸気が下層から輸送されることが重要であることがわかった。低緯度の雲の東西分布には、東西波数1をもつ周期5.5日程度の顕著な時空間変化があり、観測とも整合的である。GCMのデータを解析することにより、この雲変動がケルビン波的な重力波によって引き起こされていることを明らかにした。

GCMを用いて子午面循環メカニズムによる金星大気スーパーローテーション生成の可能性を検討し、現実的な強度の太陽加熱によって初めてスーパーローテーションの再現に成功した(Sugimoto et al. 2019)。子午面循環メカニズムによるスーパーローテーション生成には、鉛直渦粘性の強度が極めて重要であることを明らかにした。下部雲層にある低安定度層では傾圧不安定や順圧不安定によって作られた波によって運動量が輸送され、スーパーローテーションの緯度構造に強く影響することも明らかにした。

あかつきIR2カメラが発見した惑星規模のストリーク構造をGCMで再現することに成功した(Kashimura et al. 2019)。ストリークは低安定度層中で励起される東西波数1のロスビー波的な波とケルビン波的な波によって形成されることを明らかにした。特に、ストリークの下降流の形成にはロスビー波と傾圧不安定波の相互作用が重要である。

あかつき電波掩蔽観測で得られた温度分布には顕著なローカルタイム依存性がみられる。GCMによる数値シミュレーションと比較したところ、観測されたローカルタイム依存性は東西波数2の熱潮汐波によって説明できることがわかった(Ando et al. 2018)。また、観測された温度分布を理論的に考察することにより、高度75-85kmにかけてスーパーローテーションの風速が顕著に遅くなっていることを示した。

電波掩蔽で観測された極域の非軸対称な温度擾乱の成因をGCMを用いて考察した(Ando et al. 2017)。数値シミュレーションデータを解析したところ、極域の高度50-75kmに東西波数1の擾乱が存在し、その鉛直構造は電波掩蔽観測とよく一致していることがわかった。擾乱の空間構造を解析した結果、観測された温度擾乱は中立ロスビー波であり、この波は極域の順圧不安定によって励起されていることが示された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件／うち国際共著 22件／うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Iwagami, N., Sakanoi, T., Hashimoto, G.L., Kenta Sawai, Shoko Ohtsuki, Seiko Takagi, Kazunori Uemizu, Munetaka Ueno, Shingo Kameda, Shin-ya Murakami, Masato Nakamura, Nobuaki Ishii, Takumi Abe, Takehiko Satoh, Takeshi Imamura, Chikako Hirose, Makoto Suzuki, Naru Hirata,	4. 巻 70 (6)
2. 論文標題 Initial products of Akatsuki 1- $\mu$ m camera	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Planets Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0773-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Limaye, S.S., Watanabe, S., Yamazaki, A., Manabu Yamada, Takehiko Satoh, Takao M. Sato, Masato Nakamura, Makoto Taguchi, Tetsuya Fukuhara, Takeshi Imamura, Toru Kouyama, Yeon Joo Lee, Takeshi Horinouchi, Javier Peralta, Naomoto Iwagami, George L. Hashimoto, Seiko Takagi, Shoko Ohtsuki, Shin-ya Murakami,	4. 巻 70 (24)
2. 論文標題 Venus looks different from day to night across wavelengths: morphology from Akatsuki multispectral images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Planets Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0789-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Yamazaki, A., Yamada, M., Lee, Y.J., Shigeto Watanabe, Takeshi Horinouchi, Shin-ya Murakami, Toru Kouyama, Kazunori Ogohara, Takeshi Imamura, Takao M. Sato, Yukio Yamamoto, Tetsuya Fukuhara, Hiroki Ando, Ko ichiro Sugiyama, Seiko Takagi, Hiroki Kashimura, Shoko Ohtsuki, Naru Hirata,	4. 巻 70 (24)
2. 論文標題 Ultraviolet imager on Venus orbiter Akatsuki and its initial results	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Planets Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0772-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Imamura, T., Miyamoto, M., Ando, H., Huausler, B., Puatzold, M., Tellmann, S., Tsuda, T., Aoyama, Y., Murata, Y., Takeuchi, H., Yamazaki, A., Toda, T., Tomiki, A.	4. 巻 123
2. 論文標題 Fine vertical structures at the cloud heights of Venus revealed by radio holographic analysis of Venus Express and Akatsuki radio occultation data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.	6. 最初と最後の頁 2151-2161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JE005627	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ando, H., Takagi, M., Fukuhara, T., Imamura, T., Sugimoto, N., Sagawa, H., Noguchi, K., Tellmann, S., Puatzold, M., Hausler, B., Murata, Y., Takeuchi, H., Yamazaki, A., Toda, T., Tomiki, A., Choudhary, R., Kumar, K., Ramkumar, G., & Antonitaet, M.	4. 巻 123
2. 論文標題 Local time dependence of the thermal structure in the Venusian equatorial upper atmosphere: Comparison of Akatsuki radio occultation measurements and GCM results	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.	6. 最初と最後の頁 2270-2280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JE005640	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Peralta, J., K. Muto, R. Hueso, T. Horinouchi, A. Sanchez-Lavega, S. Murakami, P. Machado, E.F. Young, Y.J. Lee, T. Kouyama, H. Sagawa, K. McGouldrick, T. Satoh, T. Imamura, S.S. Limaye, T.M. Sato, K. Ogohara, M. Nakamura, D. Luz	4. 巻 239 (29)
2. 論文標題 Nightside winds at the lower clouds of Venus with Akatsuki/IR2: longitudinal, local time, and decadal variations from comparison with previous measurements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Astrophys. J. Supp.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aae844	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Peralta, J., N. Iwagami, A. Sanchez-Lavega, Y. J. Lee, R. Hueso, M. Narita, T. Imamura, P. Miles, A. Wesley, E. Kardasis, and S. Takagi	4. 巻 46
2. 論文標題 Morphology and dynamics of Venus's middle clouds with Akatsuki/IR1	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophys. Res Lett.	6. 最初と最後の頁 2399-2407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL081670	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, Yoshihisa Matsuda	4. 巻 46
2. 論文標題 Fully Developed Superrotation Driven by the Mean Meridional Circulation in a Venus GCM	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 1776-1784
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080917	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hiroki Kashimura, Norihiko Sugimoto, Masahiro Takagi, Yoshihisa Matsuda, Wataru Ohfuchi, Takeshi Enomoto, Kensuke Nakajima, Masaki Ishiwatari, Takao M. Sato, George L. Hashimoto, Takehiko Satoh, Yoshiyuki O. Takahashi & Yoshi-Yuki Hayashi	4. 巻 10(23)
2. 論文標題 Planetary-scale streak structure reproduced in high-resolution simulations of the Venus atmosphere with a low-stability layer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Encrenaz, T., Greathouse, T. K., Marcq, E., Sagawa, H., Widemann, T., Bezard, B., Fouchet, T., Lefevre, F., Lebonnois, S., Atreya, S. K., Lee, Y. J., Giles, R., Watanabe, S.	4. 巻 623
2. 論文標題 HDO and SO2 thermal mapping on Venus. IV. Statistical analysis of the SO2 plumes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201833511	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Lee, Y. J., A. Yamazaki, T. Imamura, M. Yamada, S. Watanabe, T. M. Sato, K. Ogohara, G. L. Hashimoto, and S. Murakami	4. 巻 154:44
2. 論文標題 Scattering Properties of the Venusian Clouds Observed by the UV Imager on board Akatsuki	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Astronom. J.	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/aa78a5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tetsuya Fukuhara, Masahiko Futaguchi, George L. Hashimoto, Takeshi Horinouchi, Takeshi Imamura, Naomoto Iwagaimi, Toru Kouyama, Shin-ya Murakami, Masato Nakamura, Kazunori Ogohara, Mitsuteru Sato, Manabu Yamada and Atsushi Yamazaki	4. 巻 10
2. 論文標題 Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 85-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/NGEO2873	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Horinouchi, T., S. Murakami, T. Satoh, J. Peralta, K. Ogohara, T. Kouyama, T. Imamura, H. Kashimura, S. S. Limaye, M. Nakamura, T. M. Sato, K. ugiyama, M. Takagi, S. Watanabe, M. Yamada, A. Yamazaki, E. F. Young	4. 巻 10
2. 論文標題 Equatorial jet in the lower to middle cloud layer of Venus revealed by Akatsuki	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 646-651
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ngeo3016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeshi Imamura, Hiroki Ando, Silvia Tellmann, Martin Patzold, Bernd Hausler, Atsushi Yamazaki, Takao M. Sato, Katsuyuki Noguchi, Yoshifumi Futaana, Janusz Oschlisniok, Sanjay Limaye, R. K. Choudhary, Takumi Abe and Masato Nakamura	4. 巻 69:137
2. 論文標題 Initial performance of the radio occultation experiment in the Venus orbiter mission Akatsuki	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0722-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Takehiko Satoh, Takao M. Sato, Masato Nakamura, Yasumasa Kasaba, Munetaka Ueno, Makoto Suzuki, George L. Hashimoto, Takeshi Horinouchi, Takeshi Imamura, Atsushi Yamazaki, Takayuki Enomoto, Yuri Sakurai, Kosuke Takami, Kenta Sawai, Takashi Nakakushi, Takumi Abe	4. 巻 69:154
2. 論文標題 Performance of Akatsuki/IR2 in Venus orbit: the first year	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0736-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tetsuya Fukuhara, Makoto Taguchi, Takeshi Imamura, Akane Hayashitani, Takeru Yamada, Masahiko Futaguchi, Toru Kouyama, Takao M. Sato, Mao Takamura, Naomoto Iwagami, Masato Nakamura, Makoto Suzuki, Munetaka Ueno, George L. Hashimoto, Mitsuteru Sato, Seiko Takagi	4. 巻 69:141
2. 論文標題 Absolute calibration of brightness temperature of the Venus disk observed by the Longwave Infrared Camera onboard Akatsuki	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0727-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 T. Kouyama, T. Imamura, M. Taguchi, T. Fukuhara, T. M. Sato, A. Yamazaki, M. Futaguchi, S. Murakami, G. L. Hashimoto, M. Ueno, N. Iwagami, S. Takagi, M. Takagi, K. Ogohara, H. Kashimura, T. Horinouchi, N. Sato, M. Yamada, Y. Yamamoto, S. Ohtsuki, K. Sugiyama, H. Ando, M. Takamura, T. Yamada, T. Satoh, and M. Nakamura	4. 巻 44
2. 論文標題 Topographical and Local Time Dependence of Large Stationary Gravity Waves Observed at the Cloud Top of Venus	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 12,098-12,105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL075792	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naomoto Iwagami, Takeshi Sakanoi, George L. Hashimoto, Kenta Sawai, Shoko Ohtsuki, Seiko Takagi, Kazunori Uemizu, Munetaka Ueno, Shingo Kameda, Shin-ya Murakami, Masato Nakamura, Nobuaki Ishii, Takumi Abe, Takehiko Satoh, Takeshi Imamura, Ko-ichiro Sugiyama, Hiroki Kashimura and Toru Kouyama	4. 巻 70:6
2. 論文標題 Initial products of Akatsuki 1- $\mu$ m camera	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0773-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 :Ogohara, K., M. Takagi, S. Murakami, T. Horinouchi, M. Yamada, T. Kouyama, G. L. Hashimoto, T. Imamura, Y. Yamamoto, H. Kashimura, N. Hirata, N. Sato, A. Yamazaki, T. Satoh, N. Iwagami, M. Taguchi, S. Watanabe, T. M. Sato, S. Ohtsuki, T. Fukuhara, M. Futaguchi, T. Sakanoi, S. Kameda, M. Nakamura, M. Suzuki, and T. Abe	4. 巻 69:167
2. 論文標題 Overview of Akatsuki data products: definition of data levels, method and accuracy of geometric correction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0749-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sanjay S. Limaye, Shigeto Watanabe, Atsushi Yamazaki, Manabu Yamada, Takehiko Satoh, Takao M. Sato, Masato Nakamura, Makoto Taguchi, Tetsuya Fukuhara, Takeshi Imamura, Toru Kouyama, Yeon Joo Lee, Takeshi Horinouchi, Eliot F. Young and Adriana C. Ocampo	4. 巻 70:24
2. 論文標題 Venus looks different from day to night across wavelengths: morphology from Akatsuki multispectral images	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0789-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Atsushi Yamazaki, Manabu Yamada, Yeon Joo Lee, Shigeto Watanabe, Takeshi Horinouchi, Shin ya Murakami, Toru Kouyama, Kazunori Ogohara, Takeshi Imamura, Takao M. Sato, Makoto Suzuki, Takehiko Satoh, Takumi Abe, Nobuaki Ishii and Masato Nakamura	4. 巻 70:23
2. 論文標題 Ultraviolet imager on Venus orbiter Akatsuki and its initial results	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0772-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Peralta, J.; Lee, Y. J.; McGouldrick, K.; Sagawa, H.; Sanchez -Lavega, A.; Imamura, T.; Widemann, T.; Nakamura, M.	4. 巻 288
2. 論文標題 Overview of useful spectral regions for Venus: An update to encourage observations complementary to the Akatsuki mission	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 235-239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2017.01.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Horinouchi, T., S. Murakami T. Kouyama, K. Ogohara, A. Yamazaki, M. Yamada, and S. Watanabe,	4. 巻 -
2. 論文標題 Image velocimetry for clouds with relaxation labeling based on deformation consistency.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Measurement Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1361-6501/aa695c.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tetsuya Fukuhara, Takeshi Imamura, Masato Nakamura, et.al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Large stationary gravity wave in the atmosphere of Venus	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/NGEO2873, 2017.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 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.	4. 巻 vol.126
2. 論文標題 IR heterodyne spectrometer MILAH1 for continuous monitoring observatory of Martian and Venusian atmospheres at Mt. Haleakala, Hawaii	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Planetary and Space Science	6. 最初と最後の頁 34-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.pss.2016.04.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Encrenaz, T.; Greathouse, T. K.; Richter, M. J.; DeWitt, C.; Widemann, T.; Bezaud, B.; Fouchet, T.; Atreya, S. K.; Sagawa, H.	4. 巻 vol.595, id.A74
2. 論文標題 HDO and SO2 thermal mapping on Venus. III. Short-term and long-term variations between 2012 and 2016	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201628999	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

[学会発表] 計41件(うち招待講演 8件/うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Horinouchi, T.
2. 発表標題 Akatsuki reveals Venus atmosphere dynamics
3. 学会等名 COSPAR 42nd General Assembly (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sugimoto, N., A. Yamazaki, T. Kouyama, H. Kashimura, T. Enomoto, M. Takagi
2. 発表標題 Ensemble Forecast Sensitivity to Observations (EFSO) of the Venus data assimilation system
3. 学会等名 EPSC 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Machado, P., T. Widemann, J. Peralta, R. Goncalves, M. Takagi, A. Harutyunyan, Y.J. Lee, S. Watanabe, T. Satoh, K. Ogohara
2. 発表標題 Venus' Meridional wind flow from: Akatsuki/UVI, Venus Express/VIRTIS, TNG/HARPS-N and CFHT/ESPaDOnS
3. 学会等名 EPSC 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ando, H., M. Takagi, N. Sugimoto, H. Sagawa, Y. Matsuda
2. 発表標題 Theoretical study of the Venus cloud by a general circulation model
3. 学会等名 AGU 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takagi, M., N. Sugimoto, H. Kashimura, H. Ando, and Y. Matsuda
2. 発表標題 Mean meridional circulation in the Venus upper atmosphere
3. 学会等名 Symposium on Planetary Science 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sugimoto, N., M. Takagi, VALEDAS team
2. 発表標題 Venus AFES LETKF Data Assimilation System (VALEDAS)
3. 学会等名 RIMS Gasshuku-style Seminar: Mathematical science in numerical modeling and data assimilation of planetary atmospheres from Earth and Mars to Venus (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sagawa, H., Sandor, B., Clancy, R. T., Imamura, T., Ando, H.
2. 発表標題 Ground-based sub-mm observations of Venus upper atmosphere using JCMT in coordination with Akatsuki Radio Science experiment
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Imamura
2. 発表標題 Super-rotation from Venus observations
3. 学会等名 Understanding the Diversity of Planetary Atmospheres (ISSI Workshop) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideo Sagawa
2. 発表標題 Observation of Venus atmosphere in coordination with Akatsuki Venus orbiter
3. 学会等名 James Clerk Maxwell Telescope Users Meeting (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原口大輝、西田侑治、青木亮輔、松本怜、築山大輝、前澤裕之、半田一幸、神沢富雄、岩下浩幸、大矢正明、前川淳、宮澤千栄子、佐川英夫
2. 発表標題 「地上電波望遠鏡SPARTによる金星中層大気における一酸化炭素の変動起源の研究」
3. 学会等名 日本惑星科学会、2017年秋季講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木亮輔、前澤裕之、田口真、福原哲哉、佐川英夫、西合一矢、佐藤隆雄、Yeon Joo Lee、今村剛、中村正人
2. 発表標題 「金星探査機「あかつき」とALMAによる金星の連携観測プロジェクトの進捗報告」
3. 学会等名 日本惑星科学会、2017年秋季講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木亮輔、徳田一起、前澤裕之、田口真、福原哲哉、佐川英夫、西合一矢、佐藤隆雄、Lee Yeon Joo、今村剛、中村正人
2. 発表標題 「金星大気重力波イベントのALMA/金星探査機「あかつき」の連携観測プロジェクト」
3. 学会等名 第142回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会（2017年 秋学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前澤裕之、原口大輝、青木亮介、築山大輝、松本怜、西田侑治、西合一矢、江草実実、Yeon Joo Lee、佐藤隆雄、中村正人、田口真、福原哲哉、大澤健太郎、高橋英則、田中培生、今村剛、佐川英夫、奥村真一郎、今井正亮、佐藤光輝、高橋幸弘
2. 発表標題 「SPART 電波望遠鏡/あかつき衛星/ALMA/ P i r k a 望遠鏡による金星の連携観測プロジェクト」
3. 学会等名 日本天文学会2017年秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 築山大輝、原口大輝、青木亮輔、西田侑治、松本怜、前澤裕之(大阪府立大)、佐川英夫(京都産業大)、半田一幸、岩下浩幸、神澤富雄、大矢正明、前川淳、高橋茂、宮澤千栄子、南谷哲宏(国立天文台)、西村淳(名古屋大)、他SPART チーム
2. 発表標題 「10m電波望遠鏡による太陽系地球型惑星の大気環境監視ミッションの進捗報告」
3. 学会等名 日本天文学会2018年春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木亮輔, 徳田一起, 前澤裕之(大阪府立大学), 西合和矢(NAOJ), Yeon Joo Lee, 佐藤隆雄, 中村正人(JAXA/ISAS), 田口真, 福原哲哉(立教大学), 今村剛(東京大学), 佐川英夫(京都産業大学)
2. 発表標題 「ALMA/「あかつき」衛星で探る金星の大気化学・ダイナミクスのリンク」
3. 学会等名 日本天文学会2018年春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高見康介, 中川広務, 佐川英夫, Krause Pia, 青木翔平, 笠羽康正, 村田功, 平原靖大, Benderov Oleg, 片桐崇史
2. 発表標題 Development of Mid-infrared fiber heterodyne spectrometer for the observations of wind and temperature profiles in Venusian mesosphere
3. 学会等名 SGEPSS
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroyuki Maezawa, Ryosuke Aoki, Daiki Haraguchi, Makoto Taguchi, Tetsuya Fukuhara, Hideo Sagawa, Kazuya Saigo, Takao M. Sato, Yeon Joo Lee, Takeshi Imamura
2. 発表標題 Synergetic mission of simultaneous observations toward bow-shaped structures induced by atmospheric gravity wave on Venus with ALMA and Venus Climate Orbiter "Akatsuki"
3. 学会等名 JPGU (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kosuke Takami, Hiromu Nakagawa, Hideo Sagawa, Pia Krause, Shohei Aoki, Yasumasa, Isao Murata, Shigeto Watanabe, Makoto Taguchi, Takeshi Imamura, Takehiko Satoh, Takeshi Kuroda, Naoki Terada
2. 発表標題 Feasibility of the future observations by mid-infrared heterodyne spectroscopy for wind and temperature in Venusian mesosphere lower thermosphere
3. 学会等名 JPGU (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Masataka Imai, Toru Kouyama, Yukihiko Takahashi, Shigeto Watanabe, Atsushi Yamazaki, Manabu Yamada, Masato Nakamura, Takehiko Satoh, Takeshi Imamura
2 . 発表標題 Temporal variation of the Venusian planetary-scale UV features observed by UVI/AKATSUKI
3 . 学会等名 JPGU ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Takehiko Satoh, Takao M. Sato, Yeon Joo Lee, George HASHIMOTO, Kosuke Takami, Yasumasa Kasaba
2 . 発表標題 Cloud-top altimetry of Venus with Akatsuki IR2
3 . 学会等名 JPGU ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Takamura Mao, Makoto Taguchi, Tetsuya Fukuhara, Toru Kouyama, Takeshi Imamura, Takao M. Sato, Masahiko Futaguchi, Takeru Yamada, Masato Nakamura, Naomoto Iwagami, Makoto Suzuki, Munetaka UENO, Mitsuteru Sato, George HASHIMOTO, Seiko Takagi
2 . 発表標題 Characteristic of polar dipoles seen by LIR onboard the Venus orbiter Akatsuki
3 . 学会等名 JPGU ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Takao M. Sato, Hideo Sagawa, Toru Kouyama, Makoto Taguchi, Yeon Joo Lee, Javier Peralta, Masahiro Takagi, George HASHIMOTO, Takehiko Satoh, Yasumasa Kasaba, Shohei Aoki, Tetsuya Fukuhara, Atsushi Yamazaki, Takeshi Imamura, Masato Nakamura
2 . 発表標題 Coordinated observation of Venus cloud top with Subaru and Akatsuki
3 . 学会等名 JPGU ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名	Yeon Joo Lee, Hideo Sagawa, Takao M Sato, Toru Kouyama, Javier Peralta, Eliot Young, Emmanuel Marcq, Shigeto Watanabe, Masataka Imai, Takeshi Imamura, Takehiko Satoh, Masato Nakamura
2. 発表標題	Venus nightside infrared spectroscopic study around the 2.3- $\mu\text{m}$ CO <sub>2</sub> atmospheric window using IRTF/SpeX data in Jan-Feb 2017
3. 学会等名	JPGU (国際学会)
4. 発表年	2017年

1. 発表者名	堀之内武、村上真也、神山徹、小郷原一智、高木征弘、今村剛、山田学、山崎敦、渡部重十、「あかつき」雲追跡研究チーム
2. 発表標題	金星探査機「あかつき」のデータを用いた雲追跡
3. 学会等名	日本気象学会2016年春季大会
4. 発表年	2016年

1. 発表者名	堀之内武・村上真也・神山徹・小郷原一智・今村剛・高木征弘・櫻村博基・J. Peralta・山田学・山崎敦・渡部重十・佐藤毅彦・佐藤隆雄・中村正人・あかつき雲追跡研究グループ
2. 発表標題	金星探査機「あかつき」の撮像データを用いた雲追跡
3. 学会等名	日本気象学会2016年秋季大会
4. 発表年	2016年

1. 発表者名	佐川 英夫, 前澤 裕之, 西合 一矢, 青木 翔平, 中川 広務
2. 発表標題	ALMAを利用した金星大気力学および大気化学の研究
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年	2016年

1. 発表者名 Sagawa, H.; Hamano, S.; Kawakita, H.; Ikeda, Y.; Otsubo, S.; Lee, Y. J.
2. 発表標題 High dispersion spectroscopy of Venus at 1.0 $\mu\text{m}$ using WINERED at Koyama Astronomical Observatory
3. 学会等名 米国惑星科学会(DPS2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高見康介、中川広務、佐川英夫、青木翔平、笠羽康正、村田功、渡部重十、田口真、今村剛
2. 発表標題 「赤外レーザーヘテロダイン分光器MILAH1による金星中間圏の風速・温度場計測」
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年次大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高見康介、中川広務、佐川英夫、青木翔平、笠羽康正、村田功、Pia Krause、佐藤毅彦、今村剛、田口真、渡部重十、黒田剛史、寺田直樹
2. 発表標題 中間赤外ヘテロダイン分光観測による金星中間圏の風速・温度鉛直分布導出
3. 学会等名 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 笠羽康正、青木翔平、佐川英夫、高見康介、村田功、坂野井健、鍵谷将人、岡野章一、Guido Sonnabend, Manuela Sornig, Pia Krause, Jeffrey Kuhn
2. 発表標題 ハレアカラT60と超高分散分光器MILAH1による火星・金星大気
3. 学会等名 ワークショップ「地上赤外線観測による太陽系内天体の観測戦略」
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 前澤裕之, 森前和宣, 原口大輝, 齋藤滉介, 西田侑治, 松本怜, 青木亮輔, 黒田麻友, 大西利和(大阪府立大学), 岩下浩幸, 半田一幸, 神澤富雄, 大矢正明, 前川淳, 齋藤正雄(国立天文台), 佐川英夫(京都産業大学), 今村剛(JAXA/ISAS), 他SPART グループ
2. 発表標題 太陽系地球型惑星の中層大気環境監視プロジェクトSPARTの進捗報告
3. 学会等名 日本天文学会2016年秋季年会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 原口大輝, 森前和宣, 種倉平晃, 齋藤滉介, 西田侑治, 大西利和, 前澤裕之, 半田一幸, 神澤富雄, 大矢正明, 前川淳, 岩下浩幸, 齋藤正雄, 佐川英夫, 徳丸宗利, 水野 亮他
2. 発表標題 地上電波望遠鏡SPARTによる金星中層大気の一酸化炭素のモニタリング観測
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 前澤裕之
2. 発表標題 太陽系地球型惑星大気観測専用ミリ波望遠鏡によるSPARTプロジェクトの現状報告
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Taguchi, M. et al.
2. 発表標題 Initial results of the Venusian cloud-top temperature observations by Akatsuki/LIR
3. 学会等名 International Venus Conference 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田口 真、福原哲哉、今村 剛、中村正人、鈴木 睦、佐藤 隆雄、神山 徹、岩上直幹、はしもとじょーじ、佐藤光輝、高木聖子、上野宗孝、
2. 発表標題 あかつき搭載中間赤外カメラによる金星雲頂温度観測の初期結果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2016年大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Makoto Taguchi, Testuya Fukuhara, Takeshi Imamura, Masato Nakamura, Takao M. Sato, Naomoto Iwagami, George Hashimoto, Toru Kouyama, Munetaka Ueno, Mitsuteru Sato, Seiko Takagi, Makoto Suzuki
2. 発表標題 Venusian Cloud-Top Temperature Observed by Akatsuki/LIR
3. 学会等名 13th Annual Meeting, Asia Oceania Geoscience Society (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Makoto Taguchi, Tetsuya Fukuhara, Takeshi Imamura, Toru Kouyama, Masato Nakamura, Takao M. Sato, Munetaka Ueno, Makoto Suzuki, Naomoto Iwagami, Mitsuteru Sato, George L. Hashimoto, and Seiko Takagi
2. 発表標題 A bow-shaped thermal structure traveling upstream of the zonal wind flow of Venus atmosphere
3. 学会等名 DPS 48/EPSC 11 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田口 真、他
2. 発表標題 金星雲頂高度に発見された巨大重力波
3. 学会等名 日本気象学会2016年度秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田口 真、神山 徹、今村 剛、堀之内武、福原哲哉、二口将彦、はしもとじょーじ、岩上直幹、村上真也、小郷原一智、佐藤光輝、佐藤隆雄、鈴木 睦、高木聖子、上野宗孝、渡部重十、山田 学、山崎 敦、中村正人
2. 発表標題 金星大氣中に発見された巨大定在重力波
3. 学会等名 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高村真央、神山 徹、田口 真、福原哲哉、今村 剛、佐藤隆雄、二口将彦、はしもとじょーじ、鈴木 睦、岩上直幹、佐藤光輝、高木聖子、上野宗孝、中村正人
2. 発表標題 あかつき中間赤外カメラによる金星極域大氣温度構造の解析
3. 学会等名 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 神山 徹、田口 真、福原哲哉、佐藤隆雄、二口将彦、はしもとじょーじ、今村 剛
2. 発表標題 LIRによって観測された金星雲頂高度における温度構造とその時間変化
3. 学会等名 第140回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高木 征弘  (TAKAGI MASAHIRO)  (00323494)	京都産業大学・理学部・教授    (34304)	

## 6. 研究組織 (つづき)

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	前澤 裕之 (MAEZAWA HIROYUKI) (00377780)	大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授  (24403)	
研究分担者	はしもと じょーじ (HASHIMOTO GEORGE) (10372658)	岡山大学・自然科学研究科・准教授  (15301)	
研究分担者	中川 広務 (NAKAGAWA HIROMU) (30463772)	東北大学・理学研究科・助教  (11301)	
研究分担者	今村 剛 (IMAMURA TAKESHI) (40311170)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授  (12601)	
研究分担者	佐川 英夫 (SAGAWA HIDEO) (40526034)	京都産業大学・理学部・准教授  (34304)	
研究分担者	堀之内 武 (HORINOUCI TAKESHI) (50314266)	北海道大学・地球環境科学研究所・准教授  (10101)	
研究分担者	田口 真 (TAGUCHI MAKOTO) (70236404)	立教大学・理学部・教授  (32686)	
研究分担者	林 祥介 (HAYASHI YOSHIYUKI) (20180979)	神戸大学・理学研究科・教授  (14501)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------