

令和 3 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03732

研究課題名(和文) 巨大津波を引き起こす大規模アウターライズ地震断層の実態解明

研究課題名(英文) Tsunamigenic normal faults generating large outer-rise earthquake in the Japan Trench margin

研究代表者

朴 進午 (Park, Jin-Oh)

東京大学・大気海洋研究所・准教授

研究者番号：70359199

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 27,000,000円

研究成果の概要(和文)：海洋地質学、地球物理学、地球化学の壁を超えた分野横断的アプローチで、日本海溝の海側に発達する大規模アウターライズ地震断層の実態を明らかにすることを目指した。高分解能反射法地震探査データから、宮城沖と岩手沖でホルスト・グラベン構造を形成する正断層の発達様式が著しく異なることを明らかにした。特に、海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層のイメージングに成功し、断層に沿ったマントル流体の上昇と海水浸透が明らかとなった。これら大規模正断層の活動に流体が関与している証拠に基づき、日本海溝アウターライズにおいてマントルと海洋を結ぶ大規模な熱水循環モデルを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本海溝のアウターライズで海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層を発見し、その構造的特徴を明らかにしたことは今回が初めてのことである。地球物理学データを地球化学データと組み合わせる結果、アウターライズにおいて大規模正断層に沿ったマントル流体上昇と海水浸透の証拠を初めて取得し、モホ面をまたぐ大規模な熱水循環モデルを構築したことに本研究の新規性がある。特に、マントル流体が観測されたサイトをつなぐ南北全長約150 kmの大規模な断層破砕帯は主要な海底活断層帯として位置づけられ、今後、マントル流体フラックスの時系列モニタリングを行うことで、地震・津波防災対策への貢献が期待される。

研究成果の概要(英文)：A combined study of marine geology, geophysics, and geochemistry figured out characteristics of tsunamigenic normal faults generating large outer-rise earthquake in the Japan Trench margin. High-resolution seismic reflection data reveal a significant contrast in the development style of the normal faults offshore between Miyagi and Iwate Prefectures, northeast Japan. We found anomalously high helium isotope ($^3\text{He}/^4\text{He}$) ratios in sediment pore water and seismic reflection data which suggest fluid infiltration into the upper mantle and subsequent outflow through bend-faults across the outer slope of the Japan Trench. The $^3\text{He}/^4\text{He}$ and $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ ratios at sites near-trench bend-faults, which are close to the isotopic ratios of bottom seawater, are almost constant with depth, supporting local seawater inflow. Our findings provide the first reported evidence for a potentially large-scale active hydrothermal circulation system through bend-faults across the oceanic crust-mantle boundary.

研究分野：海洋地質・地球物理学

キーワード：巨大津波 アウターライズ地震 正断層 日本海溝

1. 研究開始当初の背景

海溝の海側には、アウターライズ(海溝外縁隆起帯)と呼ばれる、海洋プレートの屈曲によって生じる地形的高まりが一般的に認められる。アウターライズではプレートの沈み込みに伴う屈曲により海洋プレート浅部に伸張応力場が生じ、海洋性地殻を断ち切る正断層群が発達することによりホルスト・グラベン(地塁・地溝)構造が形成され、正断層型の地震(アウターライズ地震、図1)が海洋プレート内部で発生する(例えば、三陸沖(Kanamori, 1971, PEPI)、千島沖(Ammon et al., 2008, Nature)、南太平洋サモア沖(Lay et al., 2010, Nature)など)。巨大津波を引き起こす大規模なアウターライズ地震は海溝型巨大地震の発生後に連動して発生することが知られている。日本海溝では、1896年明治三陸地震(海溝型巨大地震、M8.5)の37年後に1933年昭和三陸地震(大規模アウターライズ地震、M8.1)が発生し、津波災害による約3000名の死者が報告されている(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 1997)。一方、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)後には大規模アウターライズ地震が未だに起こっておらず、その切迫度が増している状況にあると考えられる。しかしながら、“大規模アウターライズ地震断層の実態”に関する知見は極めて不足している。

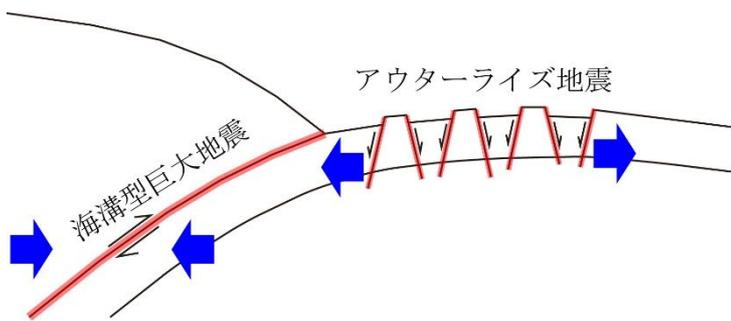


図1. 海溝近傍における2種類の巨大地震発生場の模式図。

1933年昭和三陸地震(M8.1)が発生した三陸沖は、大規模アウターライズ地震断層の実態を調査する上で絶好のフィールドである。Kanamori (1971, PEPI)の断層モデルによると、巨大津波を引き起こした1933年昭和三陸地震の場合、西傾斜45°正断層面の面積185 × 100 km²、震源の深さ10 km、鉛直変位量3.3 mの震源断層が深さ約70 kmまで達したと推定された。この断層モデルの説明として「海洋プレートの屈曲によってプレート浅部に発達する正断層に海水が浸透し、流体が断層面の強度低下をもたらすことで、大規模アウターライズ地震が上部マントル(深さ約10 km)で励起された。震源断層の変位は海底面から深さ約70 kmまで至り、結果的に現地で3 mを超える津波を引き起こした」ことが考えられる。しかしながら、海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層は現在も特定されておらず、また大規模な正断層付近で流体関与の証拠も得られていない。本研究チームが主導した平成27年度の学術研究船「新青丸」航海によって、三陸沖アウターライズのホルスト上とグラベン上では堆積物の岩相や堆積速度に大きな違いがあることが判明し、地震による堆積物の擾乱と再堆積が強く示唆され、本研究を着想することに至った。

2. 研究の目的

本研究では日本海溝の海側に発達する大規模アウターライズ地震断層の実態(構造、物性、地震発生履歴、流体循環、発達様式)を明らかにすることを目的とする。日本海溝海側のアウターライズにおいて、精密海底地形データおよび地殻構造探査データを用い、ホルスト・グラベン構造を形成する正断層群の構造と物性を高精度で明らかにする。変位量が大きく、マントルまで達していると考えられる複数の正断層の直近で堆積物を採取し、地震性イベント堆積物を用いた堆積相の解析と火山灰の年代測定から大規模アウターライズ地震の発生履歴を解読する。また、堆積物中の空隙流体および堆積物直上海水のHe(ヘリウム)濃度・同位体分析を行い、マントルと海洋を結ぶ流体循環を明らかにするとともに、大規模アウターライズ地震断層の挙動について流体循環の影響を推定する。大規模アウターライズ地震の発生域と未発生域の正断層群を比較し、主に地殻構造・物性・運動履歴の観点から大規模アウターライズ地震断層の発達様式を解明する。

3. 研究の方法

(1) 岩手沖や宮城沖のアウターライズ(図2)に発達する正断層群を調べるため、東京大学大気海洋研究所の高分解能マルチチャンネル反射法地震(Multi-Channel Seismic reflection: MCS)探査システムを用いた調査を学術研究船「新青丸」で行った。高分解能MCSデータを用いた重合前深度マイグレーション処理を施し、高分解能MCS深度断面図を得て、地殻構造解釈を行った。また、海洋研究開発機構が過去に宮城沖アウターライズで取得した大容量エアガンMCSデータを用い、Reverse time migration処理を施し、高精度のMCS深度断面図を得るとともに、海洋性地殻~マントル境界のモホ面の反射強度を推定した。

(2) 岩手沖や宮城沖のアウターライズ(図2)に発達する複数の正断層付近観測点で、学術研究船「新青丸」を利用し、ピストンコアラールおよびマルチプルコアラールによる海底表層採泥を

行った。また、宮城沖アウターライズでは、海底面直上の底層水を採取した。海底堆積物中の間隙流体、および海底堆積物直上の海水は陸上の希ガス専用質量分析計を用いて He (ヘリウム) を抽出することで、He 濃度および同位体比($^3\text{He}/^4\text{He}$)を測定した。 ^3He はマントルに由来するガスで、マグマの存在やマントルからもたらされた流体の存在を敏感に反映する優れたトレーサーである (Sano et al., 1984, Science)。

(3) 岩手沖や宮城沖のアウターライズ(図2)に発達する複数の正断層付近観測点で、学術研究船「新青丸」を利用し、ピストンコアラールおよびマルチプルコアラールによる海底表層採泥を行い、地震動による擾乱で堆積したイベント堆積物の認定を行った。

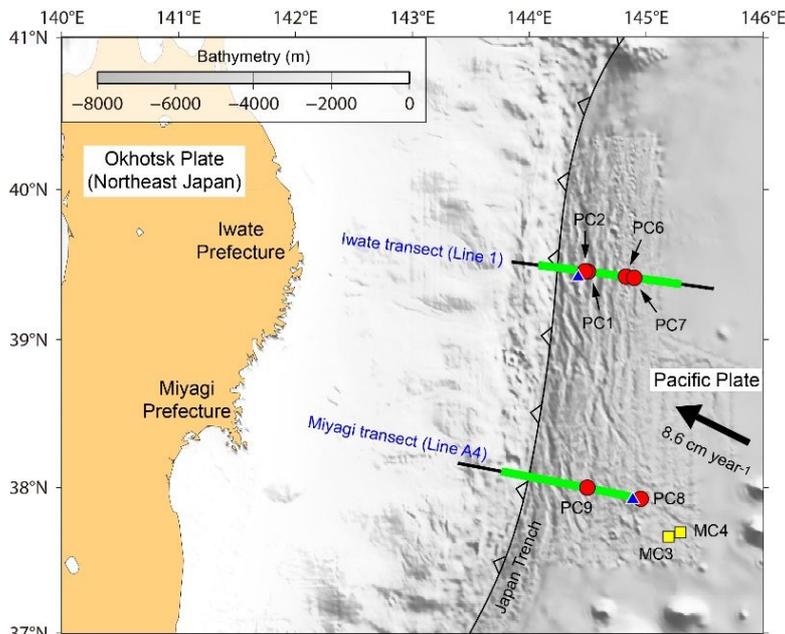


図2. 反射法探査測線と採泥・採水の位置図。

4. 研究成果

(1) 正断層発達様式の南北変化と大規模正断層の発見

MCS 深度断面図では、ホルスト・グラーベン(地塁・地溝)構造を形成する、海洋性地殻を断ち切る正断層群がイメージングされた。日本海溝アウターライズに発達する正断層の特徴を調べた結果、海溝軸近傍(特に、海溝軸から海側約 50 km までの範囲)に注目した場合、2つのモデルを提案することに至った。モデル1(図3a)の正断層は主に宮城沖に発達し、断層の形成時期を断層の海底変位量と音響基盤変位量で判断した場合 (Ranero et al., Nature, 2003) 新しい断層と比較的古い断層が混在し、プチスポット火山活動 Hirano et al., 2006, Science) に殆ど影響されていないと推測される。一方、モデル2(図3c)の正断層は主に岩手沖に発達し、主に新しい断層が発達し、宮城沖に比べて断層変位が大きく、海溝軸付近ではプチスポット火山活動に影響された可能性が高い。

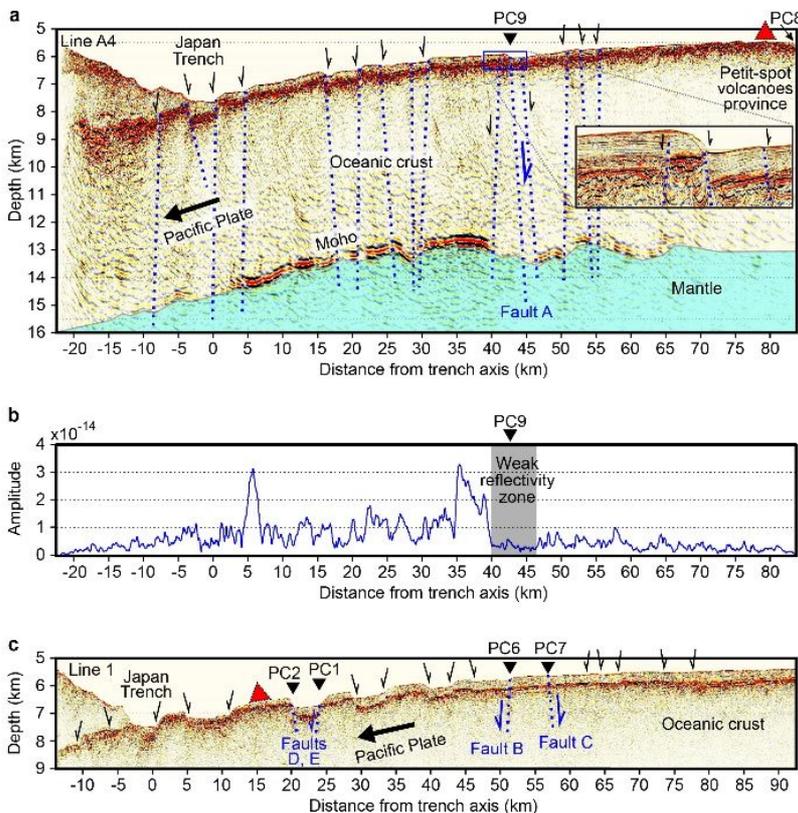


図3. 宮城沖測線A4と岩手沖測線1の反射法探査データ。

宮城沖アウターライズでモホ面の反射強度が東西方向へ変化することが明らかになった(図3b)。特に、海溝軸から海側(東側)45 km 付近では、海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層(断層A)のイメージングに成功した。この断層Aは垂直変位約180 m、傾斜角約74°を示し、過去から最近まで繰り返し活動した活断層の可能性が高い。また、断層Aのモホ面付近の反射強度は、周囲のモホ面に比べて異常に弱く、断層の繰り返し活動による破碎帯の形成が示唆された。日本海溝のアウターライズで海底面からモホ面を貫き上部マントルまで発達する大規模な正断層を発見し、その構造的な特徴を明らかにしたことは今回が初めてのことである。

(2) マントル由来ヘリウムの発見

宮城沖サイト PC9 (図 3 a) と、岩手沖サイト PC6 や PC7 (図 3 c) の海底堆積物中の間隙流体から、マントル由来ヘリウムの上昇を示唆するヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) 異常を発見した (図 4)。これら 3 つのサイトではヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) が深部へ増加する傾向を示し、マントル He を含む深部流体が正断層 A、B、C に沿って上昇して来たことを示唆する。一方、岩手沖サイト PC1 や PC2 (図 3 c) では、底層水と同程度のヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) や $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比が測定され、正断層 D、E に沿った海水の浸透が示唆された。今回の研究で地球物理学データを地球化学データと組み合わせた結果、アウターライズで海底面から上部マントルまで発達する正断層に沿ったマントル流体上昇と海水浸透の証拠が世界で初めて得られた。

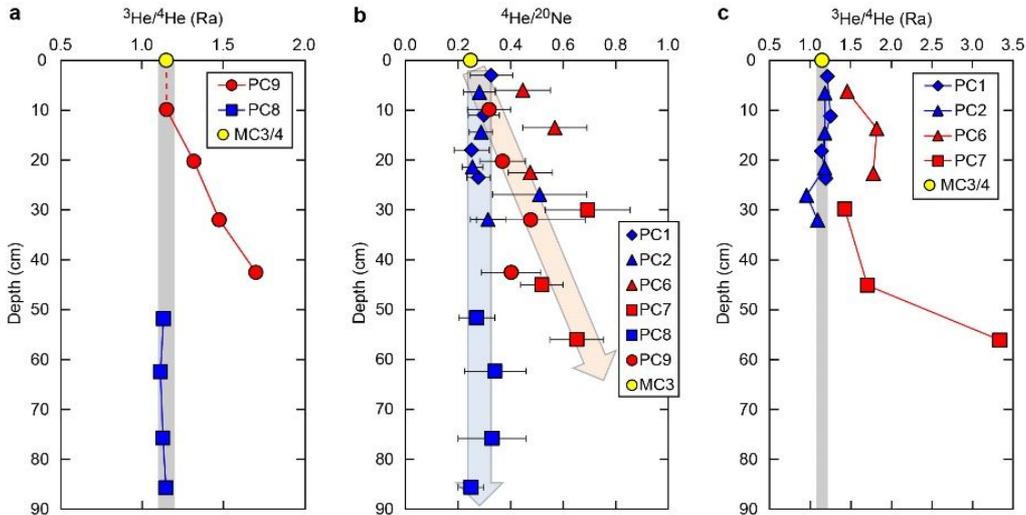


図 4. サイト PC1-PC9, MC3, MC4 における $^3\text{He}/^4\text{He}$ 比と $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$ 比の深度プロファイル。

(3) 熱水循環モデルの構築

MCS 深度断面図でイメージされた大規模な正断層付近で得られた流体関与 (ヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) 異常) の証拠に基づき、日本海溝アウターライズにおいてマントルと海洋を結ぶ大規模な熱水循環モデルを構築した (Park et al., Scientific Reports, 印刷中)。熱水循環 (図 5) は主に南北方向の同じ断層破砕帯に沿って起こるが、破砕帯がある程度厚い場合、破砕帯に直交する東西方向での熱水循環も考えられる。大規模な正断層の活動に関与する流体 (マントル流体と海水) は断層面の強度低下をもたらすことが考えられ、大規模アウターライズ地震発生の観点から、熱水循環が大規模正断層の挙動に与える影響を解明することは今後の重要な課題となる。特に、マントル流体が観測されたサイト PC9 と PC6 (または PC7) 付近をつなぐ南北全長約 160 km の大規模な断層破砕帯は過去に巨大地震 (例: 1933 年昭和三陸地震) の震源断層として機能した可能性が高く、主要な海底活断層帯として位置づけられるため、今後の地震・津波防災の観点から、マントル流体フラックスの時系列モニタリングが必要と考えられる。

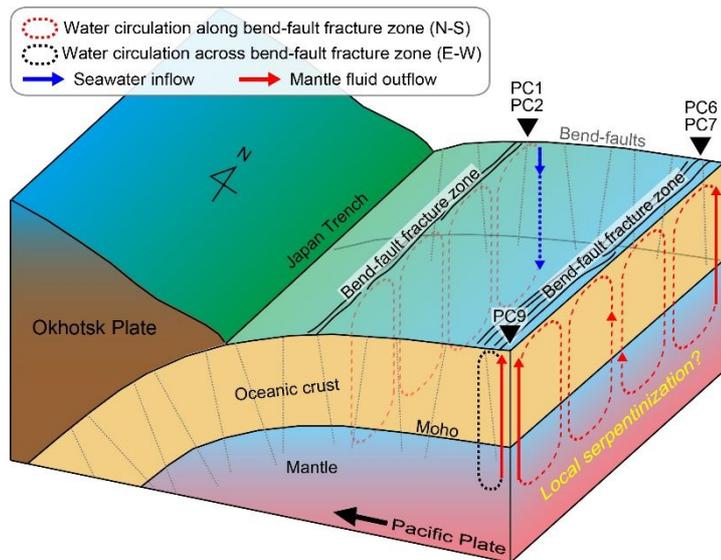


図 5. 日本海溝アウターライズにおける熱水循環モデルの模式図。

(4) 地震動による擾乱で堆積したイベント堆積物の認定

学術研究船「新青丸」KS-15-3 次航海で東北沖アウターライズから採取されたコアの物性・組成分析からイベント層を認定し、グラベン充填堆積物において数千年に 1 度程度の頻度でおそらく地震性と考えられるイベント層が堆積していることを明らかにした。学術研究船「新青丸」KS-19-14 航海のサブボトムプロファイラー (SBP) データ処理を行い、地罫・地溝構造における地震性イベント層の堆積は地溝構造の最深部のみで生じていることを推定した。また、

学術研究船「新青丸」KS-19-14 航海で得られたコアの X 線 CT 分析から、複数の地溝構造でイベント層が認められることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計30件（うち査読付論文 30件／うち国際共著 24件／うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Park Jin-Oh, Takahata Naoto, Jamali Hondori Ehsan, Yamaguchi Asuka, Kagoshima Takanori, Tsuru Tetsuro, Fujie Gou, Sun Yue, Ashi Juichiro, Yamano Makoto, Sano Yuji	4. 巻 -
2. 論文標題 Mantle-derived helium released through the Japan Trench bend-faults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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 -
1. 著者名 Jamali Hondori Ehsan, Guo Chen, Mikada Hitoshi, Park Jin-Oh	4. 巻 -
2. 論文標題 Full-waveform inversion for imaging faulted structures: A case study from the Japan Trench forearc slope	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pure and Applied Geophysics	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） 10.1007/s00024-021-02727-w	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 Tsuru Tetsuro, Park Jin-Oh, Amakasu Kazuo, No Tetsuo, Arai Kohsaku, Inoue Takahiko, Furuyama Seishiro, Uchida Keiichi, Nakamura Yasuyuki	4. 巻 72
2. 論文標題 Possible fluid discharge associated with faults observed by a high-resolution dense-2D seismic reflection survey in Uchiura Bay off Numazu, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	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） 10.1186/s40623-020-01242-x	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 Nakamura Yuki, Ashi Juichiro, Morita Sumito	4. 巻 29
2. 論文標題 Change in slide direction of submarine landslides in the Pliocene Quaternary deposits near the Shimokita Peninsula, northeast Japan, using 3D seismic data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Island Arc	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） 10.1111/iar.12365	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 Tomonaga Yama, Yagasaki Kazuhiro, Park Jin-Oh, Ashi Juichiro, Toyoda Shin, Takahata Naoto, Sano Yuji	4. 巻 4
2. 論文標題 Fluid Dynamics along the Nankai Trough: He Isotopes Reveal Direct Seafloor Mantle-Fluid Emission in the Kumano Basin (Southwest Japan)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 2105 ~ 2112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.0c00229	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 Sano Yuji, Onda Satoki, Kagoshima Takanori, Miyajima Toshihiro, Takahata Naoto, Shibata Tomo, Nakagawa Chika, Onoue Tetsuji, Kim Nak Kyu, Lee Hyunwoo, Kusakabe Minoru, Pinti Daniele L.	4. 巻 96
2. 論文標題 Groundwater oxygen anomaly related to the 2016 Kumamoto earthquake in Southwest Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy, Series B	6. 最初と最後の頁 322 ~ 334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2183/pjab.96.024	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 Mejean Pauline, Pinti Daniele L., Kagoshima Takanori, Roulleau Emilie, Demarets Laura, Poirier Andr?, Takahata Naoto, Sano Yuji, Larocque Marie	4. 巻 545
2. 論文標題 Mantle helium in Southern Quebec groundwater: A possible fossil record of the New England hotspot	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 116352 ~ 116352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2020.116352	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 Chen Ai-Ti, Sano Yuji, Byrne Timothy B., Takahata Naoto, Yang Tsanyao Frank, Wang Yunshuen, Shen Chuan-Chou	4. 巻 4
2. 論文標題 Helium Isotopic Signature of a Plate Boundary Suture in an Active Arc?Continent Collision	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1237 ~ 1246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.0c00038	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 Kim Heejun, Lee Hyunwoo, Lee Jaemin, Lee Hyun A., Woo Nam Chil, Lee Youn-Soo, Kagoshima Takanori, Takahata Naoto, Sano Yuji	4. 巻 2020
2. 論文標題 Mantle-Derived Helium Emission near the Pohang EGS Site, South Korea: Implications for Active Fault Distribution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geofluids	6. 最初と最後の頁 1~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2020/2359740	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 Sano Yuji, Kagoshima Takanori, Takahata Naoto, Shirai Kotaro, Park Jin-Oh, Snyder Glen T., Shibata Tomo, Yamamoto Junji, Nishio Yoshiro, Chen Ai-Ti, Xu Sheng, Zhao Dapeng, Pintti Daniele L.	4. 巻 8
2. 論文標題 Groundwater Anomaly Related to CCS-CO2 Injection and the 2018 Hokkaido Eastern Iburu Earthquake in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 611010 - 611010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2020.611010	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 Otsubo Makoto, Hardebeck Jeanne L., Miyakawa Ayumu, Yamaguchi Asuka, Kimura Gaku	4. 巻 10
2. 論文標題 Localized fluid discharge by tensile cracking during the post-seismic period in subduction zones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-68418-z	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 Fabbri O., Goldsby D. L., Chester F., Karpoff A. M., Morvan G., Ujiie K., Yamaguchi A., Sakaguchi A., Li C. F., Kimura G., Tsutsumi A., Sreaton E., Curewitz D.	4. 巻 21
2. 論文標題 Deformation Structures From Splay and D?collement Faults in the Nankai Accretionary Prism, SW Japan (IODP NanTroSEIZE Expedition 316): Evidence for Slow and Rapid Slip in Fault Rocks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 e2019GC008786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008786	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, H., Kim, H., Kagoshima, T., Park, J.-O., Takahata, N. and Sano, Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Mantle degassing along strike-slip faults in the Southeastern Korean Peninsula	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15334
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-51719-3	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 Chang, J.-H., Park, J.-O., Chen, T.-T., Yamaguchi, A., Tsuru, T., Sano, Y., Hsu, H.-H., Shirai, K., Kagoshima, T., Tanaka, K. and Tamura, C.	4. 巻 40
2. 論文標題 Structural-morphological and sedimentary features of forearc slope off Miyagi, NE Japan: implications for development of forearc basins and plumbing systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geo-Marine Letters	6. 最初と最後の頁 309-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00367-020-00636-w	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 Chen A., Shen C., Byrne T.B., Sano Y., Takahata N., Yang T.F. and Wang Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 Mantle fluids associated with crustal-scale faulting in a continental subduction setting, Taiwan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-47070-2	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 Kagoshima, T., Sano, Y., Takahata, N., Lee, H., Lan, T. and Ohba, T.	4. 巻 20
2. 論文標題 Secular variations of helium and nitrogen isotopes related to the 2015 volcanic unrest of Mt. Hakone, central Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 4710-4722
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008544	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 Kimura, G., Kitamura, Y., Yamaguchi, A., Kameda, J., Hashimoto, Y., Hamahashi, M.	4. 巻 28
2. 論文標題 Origin of the early Cenozoic belt boundary thrust and Izanagi-Pacific ridge subduction in the western Pacific margin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 e12320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12320	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 Fisher, D.M., Smye, A.J., Marone, C., van Keken, P.E., Yamaguchi, A.	4. 巻 20
2. 論文標題 Kinetic models for healing of the subduction interface based on observations of ancient accretionary complexes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 3431-3449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008256	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 Hasegawa, R., Yamaguchi, A., Fukuchi, R., Hamada, Y., Ogawa, N., Kitamura, Y., Kimura, G., Ashi, J., Ishikawa, T.	4. 巻 6
2. 論文標題 Postseismic fluid discharge chemically recorded in altered pseudotachylite discovered from an ancient megasplay fault: an example from the Nobeoka Thrust in the Shimanto accretionary complex, SW Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-019-0281-2	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 Raimbourg, H., Famin, V., Palazzin, G., Yamaguchi, A., Augier, R., Kitamura, Y., Sakaguchi, A.	4. 巻 334-335
2. 論文標題 Distributed deformation along the subduction plate interface: The role of tectonic melanges	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Lithos	6. 最初と最後の頁 69-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lithos.2019.01.033	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 Ma Teresa Escobar, Naoto Takahata, Takanori Kagoshima, Kotaro Shirai, Kentaro Tanaka, Jin-Oh Park, Hajime Obata, and Yuji Sano	4. 巻 3 (4)
2. 論文標題 Assessment of Helium Isotopes near the Japan Trench 5 Years after the 2011 Tohoku-Oki Earthquake	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 581-587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.8b00190	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 Tetsuro Tsuru, Kazuo Amakasu, Jin-Oh Park, Junichi Sakakibara, and Mamoru Takanashi	4. 巻 71:31
2. 論文標題 A new seismic survey technology using underwater speaker detected a low-velocity zone near the seafloor: an implication of methane gas accumulation in Tokyo Bay	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-019-1011-0	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 Onda S., Sano Y., Takahata N., Kagoshima T., Miyajima T., Shibata T., Pinti D.L., Lan T., Kim N., Kusakabe M. and Nishio Y.	4. 巻 8
2. 論文標題 Groundwater oxygen isotope anomaly before the M6.6 Tottori earthquake in Southwest Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 4800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-23303-8	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 Takahata N., Shirai K., Ohmori K., Obata H., Gamo T. and Sano Y.	4. 巻 29
2. 論文標題 Distribution of helium-3 plumes and deep-sea circulation in the central Indian Ocean	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences Journal	6. 最初と最後の頁 331-340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3319/TAO.2017.10.21.02	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 Koge, H., Yamada, Y., Ohde, A., Bauville, A., Yamaguchi, A., Ashi, J.	4. 巻 5
2. 論文標題 Dynamic formation process of thick deformation zone on the shallow plate boundary fault of the Japan Trench: insight from analog experiments of half-graben subduction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0230-5	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 Kimura, G., Yamaguchi, A., Kinoshita, M	4. 巻 534
2. 論文標題 Upper-plate tectonic hysteresis and segmentation of the rupture area during seismogenesis in subduction zones?A case study of the Nankai Trough	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geological Society of America Special Paper	6. 最初と最後の頁 87-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1130/2018.2534(05)	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 Hamada, Y., Kimura, G., Kameda, J., Yamaguchi, A., Hamahashi, M., Fukuchi, R., Kitamura, Y., Okamoto, S.	4. 巻 27
2. 論文標題 Three-dimensional texture of natural pseudotachylyte: Pseudotachylyte formation mechanism in hydrous accretionary complex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 e12241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12241	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 Okutsu, N., Ashi, J., Yamaguchi, A., Irino, T., Ikehara, K., Kanamatsu, T., Suganuma, Y., Murayama, M.	4. 巻 477
2. 論文標題 Evidence for surface sediment remobilization by earthquakes in the Nankai forearc region from sedimentary records	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geological Society, London, Special Publications	6. 最初と最後の頁 SP477. 22.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1144/SP477.22	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 Raimbourg, H., Famin, V., Palazzin, G., Mayoux, M., Jolivet, L., Ramboz, C., Yamaguchi, A.	4. 巻 14
2. 論文標題 Fluid properties and dynamics along the seismogenic plate interface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geosphere	6. 最初と最後の頁 469-491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1130/GES01504.1	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 Ikehara, K., Usami, K., Kanamatsu, T., Arai, K., Yamaguchi, A., Fukuchi, R.	4. 巻 456
2. 論文標題 Spatial variability in sediment lithology and sedimentary processes along the Japan Trench: Use of deep-sea turbidite records to reconstruct past large earthquakes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geological Society Special Publication	6. 最初と最後の頁 75-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1144/SP456.9	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29件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 孫 岳、Jamali Hondori Ehsan、郭 晨、羽入 朋子、朴 進午
2. 発表標題 Shallow crustal structure in the outer rise of the Japan Trench by high-resolution seismic reflection survey
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ehsan Jamali Hondori, Chen Guo, and Jin-Oh Park
2. 発表標題 Improved depth imaging of Japan Trench forearc basin using seismic full waveform inversion and reverse time migration
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鶴哲郎、高中一希
2. 発表標題 水中スピーカーを用いた同時発振式三次元反射法地震探査システム
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kagoshima T., Takahata N., Yamano M., Yamaguchi A., Park J., Sano Y.
2. 発表標題 3He/4He ratios in pore fluids and bottom seawater around the Japan Trench
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Escobar M., Takahata N., Shirai K., Kagoshima T., Tanaka K., Obata H., Sano Y.
2. 発表標題 Helium and CO ₂ fluxes in Wakamiko caldera
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山口 飛鳥、Ikari Matt、木村 学、前田 玲奈、Sean Toczko、IODP第358次航海 乗船研究者
2. 発表標題 Riserless contingency operations during IODP NanTroSEIZE Expedition 358
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	山口 飛鳥、倉野 紘彰、福地 里菜、新井 和乃、池原 研、金松 敏也、鹿児島 涉悟、羽入 朋子、芦 寿一郎、朴 進午
2. 発表標題	日本海溝アウターライズにおけるグラベン充填堆積物中のイベント層
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	大熊 祐一、高下 裕章、山田 泰広、芦 寿一郎、山口 飛鳥
2. 発表標題	Effects of surface friction of subducting seamount on topographic evolution of the overriding accretionary prism: insights from sandbox experiment
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Guo Chen and Jin-Oh Park
2. 発表標題	Detailed tectonic structure of the Japan Trench subduction zone off Miyagi by 2D pre-stack depth migration imaging
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Tomoko Hanyu, Jin-Oh Park, and Yukari Kido
2. 発表標題	Bathymetry data analysis and multi-channel seismic reflection survey in the 1933 Sanriku earthquake (Mw 8.4) rupture region
3. 学会等名	日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 鶴哲郎、清水史緒、小川真由、朴進午、古山精史朗、荒井晃作、井上卓彦、郭晨
2. 発表標題 内浦湾における活断層イメージングのための三次元減衰プロファイリング
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鶴 哲郎、朴 進午、荒井 晃作、古山 精史朗、甘糟 和男、内田 圭一、小川 真由、清水 史緒、野 徹雄、中村 恭之
2. 発表標題 沼津沖内浦湾における海中海底下イメージングの事例
3. 学会等名 日本地震学会2019年秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Escobar M., Takahata N., Obata H., Sano Y.
2. 発表標題 Helium isotopes near the Indonesian Throughflow
3. 学会等名 Ocean Sciences Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Escobar M., Takahata N., Shirai K., Tanaka K., Kagoshima T., Obata H. and Sano Y.
2. 発表標題 Helium isotopes reveal continuous and intensive degassing in Kagoshima Bay, Japan
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kagoshima, T., Sano, Y. and Tanaka, A.
2. 発表標題 Variation of helium isotopic compositions around Mashu, Japan
3. 学会等名 The 29th Goldschmidt Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kagoshima, T., Sano, Y., Takahata, N., Lee, H., Lan, T. and Ohba, T.
2. 発表標題 Temporal variations of He and N isotopes related to the 2015 hydrovolcanic eruption at Hakone volcano, central Japan
3. 学会等名 DINGUE VI 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口 飛鳥、谷 健一郎、池原 実
2. 発表標題 白鳳丸によるサウスサンドイッチ弧観測計画：世界最南端島弧-海溝系の成立・進化過程の解明にむけて
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥津 なつみ、芦 寿一郎、山口 飛鳥
2. 発表標題 細粒タービダイトによる南海トラフ地震履歴解明に向けた基礎的研究
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chen Guo and Jin-Oh Park
2. 発表標題 2D pre-stack depth migration imaging across the 2011 Tohoku (Mw 9.0) coseismic rupture zone off NE Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Guo Chen, Jin-Oh Park, and Jih-Hsin Chang
2. 発表標題 Possible fluid effects on megathrust fault in the coseismic rupture zone of the 2011 Tohoku-oki earthquake
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsuru T., Park J.O., Takanashi M., Arai K., Inoue T., Furuyama S., Amakasu K., Takao K., Ogawa M., Shimizu S.
2. 発表標題 An environment-friendly MCS survey by using underwater speakers in Tokyo Bay
3. 学会等名 The 13th SEGJ International Symposium
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小川真由・清水史緒・鶴哲郎・古山精史朗・朴進午・郭農・荒井晃作・井上卓彦
2. 発表標題 水中スピーカーを用いた三次元反射法地震探査データ取得実験
3. 学会等名 平成30年度地震学会秋季講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sano Y., Onda S., Kagoshima T. and Takahata N.
2. 発表標題 Groundwater helium and oxygen anomaly related to inland earthquake in Southwest Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Escobar M., Takahata N., Obata H. and Sano Y.
2. 発表標題 Distribution of helium isotopes along 47N of the Subarctic North Pacific
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Escobar M., Takahata N., Kagoshima T., Shirai K., Tanaka K., Park J., Obata H. and Sano Y.
2. 発表標題 Assessment of helium isotopes near Japan Trench five years after the 2011 Tohoku-Oki earthquake
3. 学会等名 日本質量分析学会同位体比部会 (韓国との共催) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takanori Kagoshima, Yuji Sano, Atsushi Tanaka
2. 発表標題 Helium isotopes in Lake Mashu, 2017
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 芦寿一郎
2. 発表標題 海底下浅部構造探査と精密照準採泥による断層活動・地震履歴の研究の現状と課題
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 飛鳥、藤江 剛、平野 直人、鹿兒島 涉悟、秋澤 紀克、森下 知晃、小野 重明、土岐 知弘、山野 誠、木村 純一
2. 発表標題 Magmatism at the Outer Rise and Impact of Subduction: SCORE/APL proposals for outer rise drilling
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口 飛鳥、長谷川 亮太、大坪 誠、石川 剛志、福地 里菜、木村 学
2. 発表標題 Geological evidence of postseismic fluid discharge along an fossilized megasplay fault
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（招待講演）
4. 発表年 2018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	山口 飛鳥 (Yamaguchi Asuka) (30570634)	東京大学・大気海洋研究所・准教授 (12601)	

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	芦 寿一郎 (Ashi Juichiro) (40251409)	東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授 (12601)	
研究分担者	鹿児島 涉悟 (Kagoshima Takanori) (70772284)	富山大学・学術研究部理学系・特命助教 (13201)	
研究分担者	鶴 哲郎 (Tsuru Tetsuro) (80371730)	東京海洋大学・学術研究院・教授 (12614)	
研究分担者	高畑 直人 (Takahata Naoto) (90345059)	東京大学・大気海洋研究所・助教 (12601)	

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