

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03733

研究課題名(和文)海溝近傍での海洋プレート変形に伴う水・熱の流動過程とその沈み込み帯への影響の解明

研究課題名(英文) Fluid flow and heat transport processes associated with deformation of the incoming plate near trenches and their influence on subduction zones

研究代表者

山野 誠 (Yamano, Makoto)

東京大学・地震研究所・教授

研究者番号：60191368

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,200,000円

研究成果の概要(和文)：日本海溝及び千島海溝に沈み込む直前の太平洋プレート上で、地殻熱流量測定、堆積物中の間隙水の採取・分析、等の観測調査を行い、プレートの屈曲による海洋地殻の破碎、それに伴う水・熱・物質の移動について多くの新たな情報を得た。特に、日本海溝と千島海溝の間の相違、それぞれの海溝の中での場所による変化、数kmスケールでの不均質性が明らかになったことは、大きな成果である。また、海溝海側斜面に発達する正断層の近傍では、地殻深部に達する破碎帯と流体循環の存在を示唆する結果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海溝に沈み込む前の海洋地殻内での水・熱・物質の動きについて得られた結果を用いることで、沈み込みプレート境界付近の温度構造や水分分布の精度のよい推定が可能となる。これは、沈み込み帯に関する幅広い分野の研究において基礎的な情報となるものである。また、海溝による違い、同じ海溝の中での地域による違いを明らかにしたことは、海溝陸側での地震発生や変形過程、島弧の地球化学・岩石学的な特徴、等の地域性の要因の解明に寄与するものと期待される。

研究成果の概要(英文)：We conducted various surveys, including heat flow measurements and analysis of pore water extracted from sediment samples, on the Pacific plate seaward of the Japan and Kuril trenches. We obtained valuable new data on fracturing of oceanic crust due to plate bending and associated fluid, heat and material flows. They revealed that the fracturing process and flow patterns are different between the Japan and Kuril trenches, vary along the trench axis and are highly heterogeneous at a scale of several km. The data obtained in the vicinities of normal faults on the seaward trench slope indicate development of fractured zones and fluid circulation reaching deeper part of the crust.

研究分野：固体地球物理学

キーワード：海洋地殻 アウターライズ 沈み込み 断層 熱輸送 流体循環 日本海溝 太平洋プレート

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本海溝海側における高熱流量異常

沈み込みに伴う海洋プレートの屈曲により、海溝の海側に幅広い地形の高まり(アウターライズ)が生じる。研究代表者らは、日本海溝海側のアウターライズ上で観測される熱流量が、沈み込む太平洋プレートの海底年齢に対して異常に高いことを発見した(文献[1])。同じく日本海溝の海側では、プレート表層部の地震波速度にも異常が見られ、屈曲で生じた亀裂に水が取り込まれたものと解釈されている。速度構造と熱流量の異常の拡がりほぼ合致することから、海洋地殻が破碎されて透水性が増加し、流体循環が発達して熱を運ぶことで高熱流量を生じるというモデルが提唱された(文献[2])。このアウターライズ上の高熱流量は一様ではなく、数 km のスケールで大きく変動し、海洋地殻の破碎過程を反映している可能性がある。

(2) 千島海溝と日本海溝

日本海溝に隣接する北海道沖千島海溝の海側でも、日本海溝と同様な地震波速度構造の異常が報告されているが、異常の程度は千島海溝の方が小さい(文献[3])。また、海溝軸の向きの違いに対応し、海溝海側斜面における正断層の発達過程にも差が認められる。これらに対応して、海洋地殻内での流体や熱の移動過程にも違いがあることが考えられる。

(3) 沈み込む海洋プレートに水が入る過程

地震波速度構造から、海溝海側の海洋地殻が水を含むこと、マントル最上部が水により蛇紋岩化していることが推定されるが、この水が入る経路は明らかでない。海側斜面の正断層は経路となり得るが、速度構造や熱流量の異常は断層が発達するよりも海側から始まり、他の経路の存在を示唆している。日本海溝等の海側におけるプレート内火成活動(プチスポット)による火山(海丘)は、岩体が堆積層を貫くことで、海水が流入する経路となっている可能性がある。

(4) 多様な分野の連携による総合的研究

上記の地震波速度構造や熱流量の異常、プチスポット火成活動は、海洋プレート上層部の水・物質の分布や温度構造が海溝海側で大きく変化することを示している。プレート境界面付近の温度と水の分布は、地震発生や変形過程における重要な環境条件であり、沈み込み帯に水がどのように持ち込まれるかは、物質科学分野においても不可欠な情報である。このため、地球物理と物質科学を含む多様な分野が連携することで、一層の研究進展が見込まれると考え、「海溝の海側で生じる過程」をテーマとして研究会や日本地球惑星科学連合大会でのセッションを開催し、情報交換・議論を進めてきた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、海溝の海側において、海洋プレート上層部の破碎、水の侵入、流体循環による熱輸送の過程がどのように進行するか、それにより沈み込むプレートの構造・状態がどのように変化するかを、明らかにすることである。具体的には、以下の3点を研究の焦点とする。

(1) アウターライズにおける水と熱の移動の総合的探査

アウターライズの海側から海溝軸に至る範囲において、地球物理、物質科学のさまざまな手法による観測調査を行い、どこでどのような水と熱の流れが生じているかを調べる。プレートに水が入り込む経路となり得る、正断層、プチスポット火山が及ぼす影響も解明する。

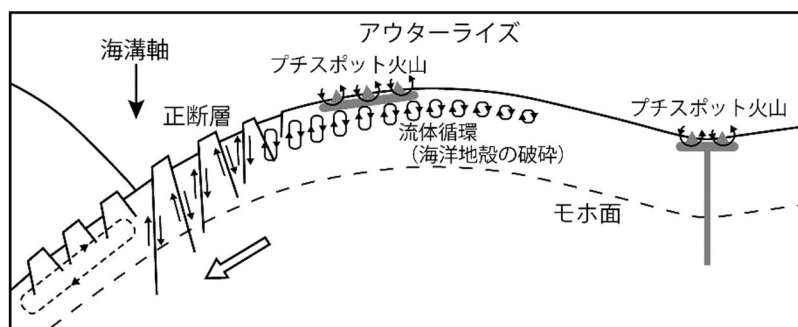


図1 海溝海側で生じる過程とそれに伴う水の流動の模式図

(2) 地域や海溝による相違点・共通点(多様性と不均質性)の解明

千島海溝及び日本海溝の異なる測線について同様の探査を行い、水・熱の流れについて相違点と共通点を調べる。これにより、(1)で得られた結果の一般性を確認するとともに、違いを生じる要素は何であるかを明らかにする。

(3) 沈み込み帯(特にプレート境界面付近の環境条件)に与える影響の評価

(1)及び(2)で得られたデータと実験データの対比、また数値モデリングを行うことにより、沈

み込む前のプレート上層部における水の分布と温度構造を推定する。さらに、これを境界条件として沈み込みの熱モデル計算を行い、プレート境界面(巨大地震発生帯)付近の温度構造を求め、その温度構造を用いて沈み込んだ海洋地殻から水がどのように放出されるかを推定する。

3. 研究の方法

(1) 熱流量測定

熱流量の観測値と海底年齢に対応した値との差が、海洋地殻内の流体循環、あるいは断層や火山体を通る流れの指標となる。広域的な分布から地殻の破砕が起きている範囲を、数百 m 間隔での高密度測定により破砕過程の不均質性・異方性を調べる。

(2) 海底電磁気探査

岩石の電気比抵抗は、水を含む亀裂の存在やつながり方によって大きく変動することを利用して、海洋地殻内の流体分布を推定する。測線に沿って海底電位磁力計(OBEM)を設置して電離層起源の自然電磁場変動を観測し、得られたデータを解析して海底下の比抵抗構造を求める。

(3) 反射法地震探査

高分解能マルチチャンネル反射法地震探査により新たに得られるデータ、海洋研究開発機構による既存のデータについて、重合前深度マイグレーション処理を施す。堆積層と海洋地殻の高精度の深度断面図を作成し、構造解釈を行う。

(4) 堆積物・間隙水・底層水試料の採取・分析

ピストンコアラ、マルチプルコアラにより、海底表層から深度 6 m 程度までの堆積物試料を採取する。堆積構造や鉱物組成の分析に加え、火山灰層の年代等により堆積速度を求める。

堆積物試料から間隙水を抽出するほか、採水器により底層水を採取し、これらの水試料、それから抽出・精製したガス成分を分析する。ヘリウムやホウ素・リチウムの同位体比等から、海洋地殻・マンツルの影響、流体の経験した温度等の情報を得て、流体の起源や流動経路を推定する。

(5) 岩石試料の採取・分析

ドレッジによりプチスポット火山の岩石試料を採取する。複数薄片研磨キットにより、溶岩中に含まれるマンツル岩等、物性の異なる複数の岩石の分析試料を効率的に作成する。得られた試料を分析し、噴出年代、直下のマンツルを構成する岩石等を推定する。

(6) 室内実験

海洋地殻を構成する岩石や蛇紋岩について、弾性波速度や電気伝導度を封圧下(最大 200 MPa)で塩水に飽和した状態で測定する。測定結果を、地震波速度構造や比抵抗構造と対比する。

(7) 数値モデリング

海洋地殻の破砕、プチスポット火山体に伴う、流体循環と熱輸送過程をモデル化する。質量とエネルギー保存則に観測データを当てはめ、浸透率を適当に仮定して熱や流体質量フラックスを推定する。

4. 研究成果

(1) 観測機器の改良

海底熱流量測定の精度を高めること、また堆積物に貫入しやすくすることを目指し、従来よりも細くセンサ数が多い温度プローブの開発を進めた。温度プローブ内に計測回路を収納し、水中コネクタ・ケーブルを介さずに測定を行う新方式を採用することにより、温度測定の精度の向上を図った。長さ 1m のプローブに 7~9 個の温度センサを配置したものを製作し、海中及び琵琶湖湖底で動作試験を行い、温度測定の分解能と安定性が高まったことを確認した。

さらに、海底での熱伝導率測定を可能とするため、プローブに組み込んだヒータ線に電流を流す機能の開発を進めており、今後 1~2 年での実用化を計画している。

(2) 観測調査航海

2018~2022 年に東京大学大気海洋研究所共同利用として実施された調査航海(「白鳳丸」KH-18-5, KH-20-8, KH-22-6, 「新青丸」KS-18-9, KS-19-13, KS-19-14)により、熱流量測定、電磁気探査、堆積物・間隙水試料の採取、岩石試料の採取を行った。測定点、採取点の位置を図 2 に示す。

(3) 日本海溝アウターライズ上の熱流量変動

北緯 39 度付近の日本海溝のアウターライズ上、海溝軸に直交する方向(東西方向)に 3~5 km スケールの熱流量変動が観測されている海域において、海溝軸方向(南北方向)の熱流量分布を調べた。東西方向の変動で値が高い点、低い点をそれぞれ通る 2 本の南北測線に沿って、数百 m 間隔の高密度測定を行った。いずれの測線でも、5 km 程度のスケールでの変動が観測され、変動の量は東西方向の変動と同レベルであった。この結果は、アウターライズ上の熱流量は、海溝に直交する方向、平行な方向のどちらにも大きく変動することを示すものであり、海洋地殻の破

碎も両方向に不均質であると推定される。

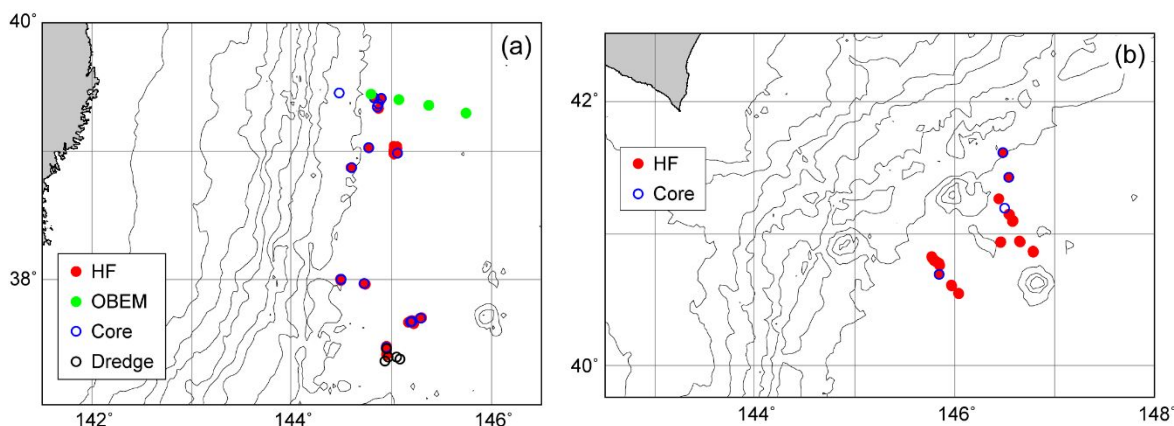


図 2 本研究で実施した熱流量測定 (HF)、電磁気探査 (OBEM)、堆積物・間隙水試料採取 (Core)、岩石試料採取 (Dredge) の観測調査地点。(a)日本海溝海域、(b)千島海溝海域。

(4) 正断層近傍における探査

北緯 38 度～39.5 度付近の日本海溝海側斜面に発達する正断層の近傍で、熱流量測定を行った。南北方向に延びる断層地形を東西に横切る形で測定を行い、複数の断層において、断層崖の下部付近で熱流量が最も高いという結果が得られた。このような熱流量分布を生じる原因として、断層に沿った透水性の高い破碎帯で流体循環が起こり、熱を運ぶことが考えられる。

正断層の近傍では、断層崖下の平坦部で堆積物と底層水の採取も行った。間隙水のヘリウム・ネオン同位体組成を調べると、マントル・マグマ起源物質の混入を反映している可能性がある地点と、海水と区別がつかない地点とが存在した(文献[4])。また、間隙水のホウ素同位体比が、やや高温の環境から流体が供給されたことを示す地点もあった。これらの分析結果は、断層に沿って深部からの流体の流入があること、その動きは場所により異なることを示唆している。

反射地地震探査データの解析からは、断層の形成時期を海底変位量と音響基盤変位量から判断することにより、宮城沖と岩手沖で正断層の発達のしかたが異なることが判明した。また宮城沖では、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。特に、海溝軸から 45 km 付近で、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のイメージングに成功した。この断層は、過去から最近まで繰り返し活動した活断層である可能性が高く、モホ面付近の反射強度が周囲に比べて異常に弱いことから、断層の繰り返し活動によって破碎帯が形成されたことが推定される(文献[4])。

(5) プチスポット火山の探査

プチスポット火山体が流体循環に果たす役割を調べるため、日本海溝アウターライズ上の海丘の近傍で高密度の熱流量測定を実施した。特に重点的な調査対象としたのは、径 3～4 km と比較的大きく、孤立した海丘で、山体を 2 方向で横切る測線に沿って数百 m 間隔での測定を行った。得られた値は、アウターライズ上での平均に対して低い値から数倍に達する値まで大きく変動し、火山体が堆積層から突き出すことで活発な流体循環が起きていることを示している。また、熱流量分布は山体に対して非対称であり、流体循環のパターンも非対称であると推定される。

アウターライズの頂部では岩石試料採取も行い、プチスポット火山の中でもマグマ源であるアセノスフェアの組成をより保持した溶岩が得られた。この岩石は斑晶の含有率や揮発成分含有量が異常に多く、プレート凸屈曲場においてリソスフェアの下位から上位まで続く引張場に起因することから、新たに「Directly Ascending Petit-Spots (DAPs)」と定義した。また、熱水性鉄マンガンクラストが採取され、古いプレート上での熱水活動の存在を初めて確認した。

これらの溶岩、及び過去に得られたマントル捕獲岩の記載岩石学や微量元素成分分析等から、北西太平洋・マリアナ海溝沖の西太平洋で沈み込む太平洋プレートの地殻・マントルの構成岩石が判明し、これまで想定されていた岩石とは異なる組成を持っていることがわかった。さらに、溶岩の同位体組成から、プレートの直下に位置するアセノスフェアの化学組成が、炭素に富んだ成分と太古の時代に沈み込んだ地殻成分の両者を反映していることが明らかになった(文献[5])。

(6) 千島海溝と日本海溝の対比

北海道沖千島海溝のアウターライズ上で熱流量測定を実施した。測定点は、海溝軸から約 30～110 km の範囲にあり、東側の海域(東経 146.5 度付近)と西側の海域(東経 146 度付近)に分かれる(図 2(b) 参照)。多くの点における測定値は海底年齢に応じた値と同程度であり、これは日本海溝アウターライズでは年齢に対して高い値が多いことと異なる、大きな特徴である。また、局所的な高熱流量が 3 か所で観測されたが、いずれも西側海域においてであり、2 つの海域で熱流量分布が異なっている可能性がある。

同じ太平洋プレートが沈み込む日本海溝と千島海溝で、アウターライズの熱流量分布が異な

ることは、海洋地殻の破碎状態の違いを示唆している。千島海溝海側の地震波速度構造は、日本海溝に比べて異常の程度が小さく、亀裂や水の量が少ないと推定されている（文献[3]）。これに対応して、海洋地殻の平均的な浸透率も千島海溝の方が低いとすれば、流体循環が発達しにくく、熱の汲み上げが起きないと考えられる。

(7) 海底電磁気探査

本研究以前に、日本海溝海域で行われた海底電磁気探査のデータ解析を進めた。北緯 38 度付近で海溝を横断する測線に沿った 12 地点で OBEM により得られたデータを用い、海溝海側の太平洋プレートから 2011 年東北地方太平洋沖地震の震源域に至る、2 次元比抵抗構造を求めた。沈み込む前の太平洋プレートの海洋地殻上部は流体に富んだ低比抵抗であることが示され、これが沈み込んで海溝陸側の浅部に流体を供給することにより、海溝軸に近い領域の断層破壊を促進したと推定された（文献[6]）。

新たな探査として、上記の測線より北、北緯 39 度 20 分付近の海溝海側の 4 地点で OBEM による観測を行った（図 2(a) 参照）。2019 年 7 月に設置、2020 年 8 月に回収し、良質の電磁場変動データが得られた。この海域では、以前にも 4 地点で観測が行われており、海溝軸に直交する測線に沿った計 8 点でデータが得られたことになる。これらを総合しての解析を進めており、沈み込む太平洋プレートについて、上記の測線と比抵抗構造の対比ができることが期待される。

(8) 岩石実験

岩石試料の弾性波速度や電気伝導度を封圧下で測定した結果、海洋地殻を構成する岩石や蛇紋岩の弾性波速度はクラック密度やクラック形状に強く依存するのに対し、電気伝導度はクラックの連結度に強く依存することが判明した。地震波速度と電気伝導度はどちらもクラックの発達によって大きく変化するが、その変化率は異なるため、地球物理観測からクラックの分布だけではなく連結度の情報も得られる可能性がある。アウターライズ領域では、プレート内に多くの割れ目が発達していることが予想され、海底物理探査を室内実験の結果と照合することで、プレート内の割れ目を介した水の分布や移動様式を制約できると考えられる。

(9) 流体循環と熱輸送のモデル

破碎された海洋地殻内の流体循環について、2 次元数値モデル計算を行った。プレートの屈曲に伴って、幅数百 m の破碎帯が 5 km 程度の間隔で形成されると、流体循環によって破碎帯の上に高熱流量が生じることがわかった。このモデルにより、日本海溝アウターライズにおける短波長の熱流量変動を再現できるが、破碎帯の幅や海洋地殻最上部の浸透率により熱流量分布が大きく変化することに注意を要する。さらに、海溝軸方向にも熱流量が変動すること、断層地形の分布等から、実際の破碎帯は図 3 のように 3 次元的に形成され、その上に高熱流量を生じると考えられる。

プチスポット海丘群を通しての水の流動を想定して、堆積物から突き出した複数の山の間の流体循環と熱輸送の数値計算を行った。計算結果を日本海溝アウターライズ東縁の海丘近傍の既存の熱流量データと比較すると、水が 1 つの山から流入しもう 1 つの山から流出することで、熱流量分布を概ね説明できることがわかった。

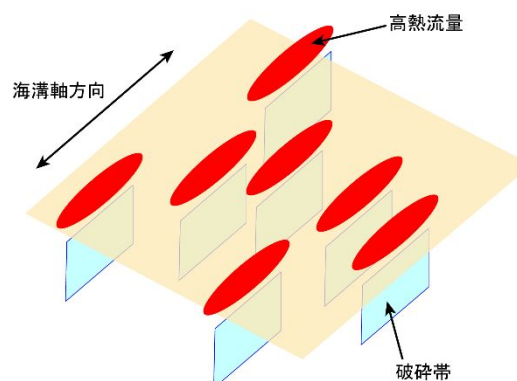


図 3 アウターライズにおける海洋地殻内の破碎帯と高熱流量異常の分布のモデル

(10) まとめ

日本海溝・千島海溝に沈み込む直前の海洋地殻の破碎過程、それに伴う水・物質・熱の移動について、多くの新しい知見が得られた。特に、日本海溝と千島海溝の間の共通点と相違点、それぞれの海溝の中での場所による違い、数 km スケールでの不均質性が明らかになったことは、大きな成果である。今後、別の海溝においても同様の観測調査を進めるとともに、3 次元的不均質性・異方性に着目した探査を行うことが重要と考えられる。一方、さまざまな分野・手法による結果の統合、沈み込み境界（巨大地震発生帯）への影響の評価はまだ十分でなく、研究集会等を通じて議論・情報交換を深めていくことが必要である。

[引用文献]

- [1] Yamano, M. et al., 2014, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 407, 196-204, doi:10.1016/j.epsl.2014.09.039.
- [2] Kawada, Y. et al., 2014, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 15, 1580-1599, doi:10.1002/2014GC005285.
- [3] Fujie, G. et al., 2018, *Nature Comm.*, 9, 3844, doi:10.1038/s41467-018-06320-z,
- [4] Park, J.-O., 2022, *Sci. Rep.*, 11, 12026, doi:10.1038/s41598-021-91523-6
- [5] Hirano, N. and S. Machida, 2022, *Comm. Earth Environ.*, 3, 110, doi:10.1038/s43247-022-00438-1.
- [6] Ichihara, H. et al., 2023, *Earth Planets Space*, 75:82, doi:10.1186/s40623-023-01828-1.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Ichihara Hiroshi, Kasaya Takafumi, Baba Kiyoshi, Goto Tada-nori, Yamano Makoto	4. 巻 75
2. 論文標題 2D resistivity model around the rupture area of the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw 9.0)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Earth, Planets and 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/s40623-023-01828-1	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 Akizawa Norikatsu, Hirano Naoto, Matsuzaki Kenji M., Machida Shiki, Tamura Chiori, Kaneko Junji, Iwano Hideki, Danhara Tohru, Hirata Takafumi	4. 巻 444
2. 論文標題 A direct evidence for disturbance of whole sediment layer in the subducting Pacific plate by petit-spot magma-water/sediment interaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Marine Geology	6. 最初と最後の頁 106712 ~ 106712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.margeo.2021.106712	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 Hirano Naoto, Machida Shiki	4. 巻 3
2. 論文標題 The mantle structure below petit-spot volcanoes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Earth & Environment	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/s43247-022-00438-1	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 Nagase Kumpei, Hatakeyama Kohei, Okazaki Keishi, Akamatsu Yuya, Abe Natsue, Michibayashi Katsuyoshi, Katayama Ikuo	4. 巻 49
2. 論文標題 Simultaneous Measurements of Elastic Wave Velocity and Porosity of Epidosites Collected From the Oman Ophiolite: Implication for Low Vp/Vs Anomaly in the Oceanic Crust	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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) 10.1029/2022GL098234	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 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 11
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) 10.1038/s41598-021-91523-6	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 -

1. 著者名 Katayama, I., N. Abe, K. Hatakeyama, Y. Akamatsu K. Okazaki, O. Ulven, G. Hong, W. Zhu, B. Cordonnier, K. Michibayashi, M. Godard, P. Kelemen and The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party	4. 巻 125
2. 論文標題 Permeability profiles across the crust-mantle sections in the Oman Drilling Project inferred from dry and wet resistivity data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	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) 10.1029/2019JB018698	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 Hatakeyama Kohei, Katayama Ikuo	4. 巻 775
2. 論文標題 Pore fluid effects on elastic wave velocities of serpentinite and implications for estimates of serpentinization in oceanic lithosphere	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonophysics	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) 10.1016/j.tecto.2019.228309	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 Ma Teresa Escobar, Naoto Takahata, Takanori Kagoshima, Kotaro Shirai, Kentaro Tanaka, Jin-Oh Park, Hajime Obata, Yuji Sano	4. 巻 3
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 -

〔学会発表〕 計63件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 23件）

1. 発表者名 木下正高、山野誠、KH-22-06乗船研究者一同
2. 発表標題 垂直破碎帯を含む地層の地温勾配に起因する熱水循環：日本海溝海側斜面の例
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山野誠、木下正高、佐々木肯太、川田佳史
2. 発表標題 日本海溝アウターライズにおける熱流量異常の海溝軸方向の変化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 櫻井未久、後藤忠徳、佐藤真也、市原寛、笠谷貴史、山野誠
2. 発表標題 三陸沖日本海溝の海側斜面における太平洋プレート・アセノスフェアの比抵抗構造
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 市原寛、笠谷貴史、馬場聖至、後藤忠徳、山野誠
2. 発表標題 日本海溝周辺域の二次元比抵抗構造モデリング
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 孫岳、Jamali Hondori Ehsan、朴進午
2. 発表標題 日本海溝の海側アウターライズにおける音響基盤反射面の不連続性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野直人、三國和音、新保陽輔、秋澤紀克、町田嗣樹
2. 発表標題 プレート沈み込み手前で発生するプチスポット火山が引き起こす地質擾乱・マントル交代作用
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤松祐哉、長瀬薫平、阿部なつ江、岡崎啓史、畠山航平、片山郁夫
2. 発表標題 オマーンオフィオライト掘削試料の物性測定に基づく海洋地殻の地震波速度と比抵抗の関係
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷本和優、赤松祐哉、片山郁夫
2. 発表標題 オマーンオフィオライトの苦鉄質岩を用いた静水圧下での比抵抗・地震波速度・空隙率の同時測定 日本地球惑星科学
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土岐知弘
2. 発表標題 冷湧水・泥火山・熱水の地球化学
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鹿兒島涉悟、朴進午、山野誠、佐野有司
2. 発表標題 日本海溝海側斜面における間隙水中の $3\text{He}/4\text{He}$ 比と流体循環
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鹿兒島涉悟、朴進午、山野誠、佐野有司
2. 発表標題 日本海溝海側斜面における間隙水の同位体組成と流体循環
3. 学会等名 日本地球化学会第69回年会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 赤松祐哉、片山郁夫
2. 発表標題 Interpretation of electrical resistivity structure of oceanic crust based on analysis of seismic velocity structure
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回総会・講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山野誠、川田佳史、佐々木肯太、木下正高
2. 発表標題 日本海溝・千島海溝海側における熱流量分布の特徴：海洋地殻内の流体循環による熱輸送
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 朴進午、高畑直人、Jamali Hondori Ehsan、山口飛鳥、鹿児島涉悟、鶴哲郎、藤江剛、孫岳、芦寿一郎、山野誠、佐野有司
2. 発表標題 Mantle-derived helium released through the Japan trench bend-faults
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市原寛、笠谷貴史、後藤忠徳、馬場聖至、佐藤真也、山野誠
2. 発表標題 Resistivity imaging around the Japan trench based on ocean bottom electromagnetic surveys
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 孫岳、Jamali Hondori Ehsan、朴進午
2. 発表標題 日本海溝アウターライズに発達する正断層の特徴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamano, M., K. Sasaki, Y. Kawada and M. Kinoshita
2. 発表標題 Heat flow anomalies on the seaward side of the Japan and Kuril trenches: Implications for fluid circulation and heat transport processes in oceanic crust of the incoming Pacific plate
3. 学会等名 Joint Scientific Assembly IAGA-IASPEI 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kagoshima, T., J.O. Park, M. Yamano and Y. Sano
2. 発表標題 High $3\text{He}/4\text{He}$ ratios in pore fluids at the outer slope of the Japan Trench
3. 学会等名 Goldschmidt Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中尾魁史、平野直人、角野浩史
2. 発表標題 プチスポット溶岩の希ガス同位体組成から太平洋プレート下マグマの起源を探る
3. 学会等名 日本地球化学会第68回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平野直人
2. 発表標題 沈み込む太平洋プレートの改変とプチスポット火山活動による北日本収束境界への影響
3. 学会等名 日本地球化学会第68回年会
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Sasaki, K., M. Yamano and Y. Kawada
2 . 発表標題 Fluid circulation and heat transport in fractured oceanic crust in the Japan and Kuril trench outer rise
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kawada, Y., M. Yamano and K. Sasaki
2 . 発表標題 Heat flow observation around a young petit spot volcano on the old Pacific Plate subducting into the Japan Trench
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Kagoshima, S., N. Takahata, M. Yamano, A. Yamaguch, J.-O. Park and Y. Sano
2 . 発表標題 3He/4He ratios in pore fluids and bottom seawater around the Japan Trench
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Sun, Y., E. J. Hondori, G. Chen, T. Hanyu and J.-O. Park
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 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 Hanyu, T., J.-O. Park, Y. Sun, J. H. Ehsan and Y. Kido
2. 発表標題 Analysis of the variations in topographic features around the outer-rise of Japan Trench
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yamano, M., K. Sasaki and Y. Kawada
2. 発表標題 Heat flow distribution on the Japan and Kuril trench outer rises: Implications for fluid circulation and heat transport processes in fractured oceanic crust
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hatakeyama, K. and I. Katayama
2. 発表標題 Porosity and serpentinization inferred from laboratory experiments and geophysical data of incoming oceanic plate at the outer-rise
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木 肯太、山野 誠、川田 佳史、木下 正高、川村 喜一郎
2. 発表標題 北海道沖千島海溝の海側における熱流量測定
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 平野 直人、油谷 拓、桂木 悠希、Oalmann Jeffrey、Rodriguez Fidel、Onboard Scientific Party KS-18-9
2. 発表標題 アセノスフェア組成の探究：新青丸KS-18-9航海による「直ブチ」調査
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 羽入 朋子、朴 進午、木戸 ゆかり
2. 発表標題 昭和三陸沖地震 (Mw 8.4) 破壊域の海底地形データ解析とマルチチャンネル反射法地震探査
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 佐藤 真也、後藤 忠徳、笠谷 貴史、市原 寛、山野 誠
2. 発表標題 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの低比抵抗部について
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 倉野 紘彰、山口 飛鳥、新井 和乃、芦 寿一郎
2. 発表標題 三陸沖アウターライズにおけるイベント堆積物の認定
3. 学会等名 日本地質学会第 126 年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoto Hirano, Taku Yutani, Shunta Sakai
2. 発表標題 Petit-spot submarine volcanoes as a geological perturbation of subducting plate
3. 学会等名 2019 Geological Society of America Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山野 誠、川田 佳史、濱元 栄起
2. 発表標題 熱流量分布から推測されるプチスポット火山体を通しての流体循環
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 川田 佳史、濱元 栄起、山野 誠
2. 発表標題 日本海溝アウターライズ域のさらに海側にあるプチスポットで起こる水循環・熱輸送：フラックス推定と数値モデリング
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 畠山航平、片山 郁夫
2. 発表標題 アウターライズ領域での蛇紋岩化の定量的な評価に向けた蛇紋岩の弾性波速度の測定
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

1. 発表者名 佐藤 真也、後藤 忠徳、笠谷 貴史、市原 寛、山野 誠
2. 発表標題 日本海溝アウターライズ領域における太平洋プレートの比抵抗構造
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 Naoto Hirano、Shiki Machida、Shipboard Scientific Party KS-18-9
2. 発表標題 Directly ascending asthenospheric melt erupted atop outer rise: the preliminary report of cruise KS-18-09, R/V Shinsei
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 Ikuo Katayama、Keishi Okazaki、Natsue Abe、Ole Ivar Ulven、Gilbert Hong、Wenlu Zhu、Benoit Cordonnier、Kohei Hatakeyama、Yuya Akamatsu、Katsuyoshi Michibayashi、Marguerite Godard、Peter Kelemen、The Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
2. 発表標題 Permeability profile across the crust-mantle sections in the Oman Drilling Projects
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
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	朴 進午 (Park Jin-Oh) (70359199)	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	佐野 有司 (Sano Yuji) (50162524)	高知大学・海洋コア総合研究センター・特任教授 (16401)	
研究分担者	平野 直人 (Hirano Naoto) (00451831)	東北大学・東北アジア研究センター・准教授 (11301)	
研究分担者	片山 郁夫 (Katayama Ikuo) (10448235)	広島大学・先進理工系科学研究科(理)・教授 (15401)	
研究分担者	土岐 知弘 (Toki Tomohiro) (50396925)	琉球大学・理学部・准教授 (18001)	
研究分担者	笠谷 貴史 (Kasaya Takafumi) (90373456)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海洋機能利用部門(海底資源センター)・グループリーダー (82706)	
研究分担者	川田 佳史 (Kawada Yoshifumi) (50402558)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海洋機能利用部門(海底資源センター)・臨時研究補助員 (82706)	

	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
研究協力者	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
研究協力者	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)	
研究協力者	後藤 忠徳 (Goto Tadanori) (90303685)	兵庫県立大学・理学研究科・教授 (24506)	
研究協力者	藤江 剛 (Fujie Gou) (50371729)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海域地震火山部門(地震発生帯研究センター)・センター長 (82706)	
研究協力者	後藤 秀作 (Goto Shusaku) (10378557)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地圏資源環境研究部門・主任研究員 (82626)	

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