

令和 2 年 6 月 30 日現在

機関番号：16301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04077

研究課題名(和文) 高圧下微小破壊音測定実験によるスラブ内地震発生メカニズムの解明

研究課題名(英文) An experimental study on faulting in peridotite under the pressure-temperature conditions of subducting slabs

研究代表者

大内 智博 (Ohuchi, Tomohiro)

愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・講師

研究者番号：60570504

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)： 稍深発地震や深発地震の多発するスラブ内深部の温度圧力条件下(500-1000、1-17 GPa)におけるカンラン岩の破壊実験を行ったとともに、それに要する技術開発を行った。特に稍深発地震発生場の温度圧力条件下(500-1000、1-3 GPa)で行った実験では、系に水性流体が存在する非排水条件下では、微小破壊音の発生を伴わずに断層形成が進行した。その一方で、水性流体が排水される場合には、微小破壊音の発生を伴いながら断層形成が進行した。以上の結果は、水性流体は稍深発地震の発生を抑制することを示唆している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本列島をはじめとした、沈み込み帯の深さ30-150kmにて頻発する稍深発地震の発生メカニズムを実験的に解明した。プレートの岩石の一部分に『変形のエネルギー』が局所的に集中することで、部分的に岩石が溶融し、その結果岩石の強度が大幅に低下し断層形成及び地震発生に至るということを明らかにした。この発見により、「稍深発地震は地球深部水によって誘発される」といった従来の説が覆された。加えて、稍深発地震の発生は水性流体が存在することによって抑制される可能性があることも実験的に示した。この結果は今後の追加実験を要するものの、この原理が確かであれば、将来的には防災への応用が期待される。

研究成果の概要(英文)： To understand the processes of the occurrence of intermediate-depth and deep earthquakes, we conducted uniaxial deformation experiments on dunite at pressures 1-17 GPa and temperatures 500-1000 degC using a D-DIA apparatus. Our acoustic emission (AE) monitoring system and the anvils were also optimized for the deformation experiments. We found that "silent" faulting proceeds in dunite samples under undrained conditions. On the other hand, many AEs radiated from the dunite samples during the occurrence of faulting under drained conditions. Microstructural observations revealed that the hydration reaction of minerals on the fault surface suppressed the radiation of AEs. In summary, aqueous fluid in/around the subducting slabs may inhibit the occurrence of intermediate-depth earthquakes.

研究分野： 鉱物物理学；高圧地球科学

キーワード： 稍深発地震 深発地震 アコースティックエミッション スラブ 水 断熱不安定 断層

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

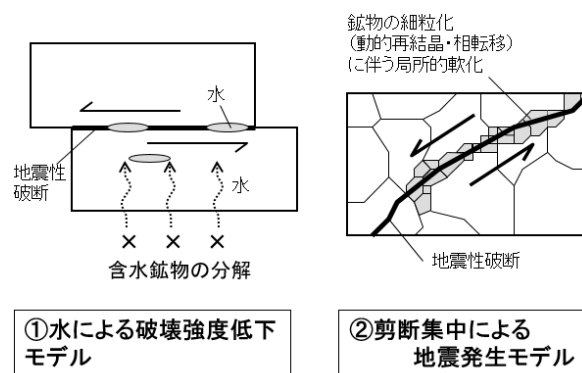
地震は、日本をはじめとしたプレートの沈み込み帯において顕著に発生する自然災害であり、特に2011年3月11日に発生した東日本大震災では甚大な被害をもたらしたのは記憶に新しい。深さ40km以深のスラブ内部を震源とする稍深発・深発地震は、全地震の中でも発生頻度で大きな割合を占める(例えば Kita et al., 2006)。地震がどのようにして発生するのかを物質科学的に解明する“地震発生のメカニズム”に関する研究は、根本的な地震予知を目指す上で必要不可欠であるにも拘わらず、地震観測網の整備と比べるとその進展は大きく遅れているのが現状である。

稍深発・深発地震の発生メカニズムは、浅発地震の発生メカニズムである既存断層の摩擦すべりとは大きく異なることが知られている(Kohlstedt et al., 1995)。これは、スラブ内部の圧力下(> 2 GPa)では、摩擦係数が圧力によって非常に高くなるために、摩擦すべりが起きえないためである。特に稍深発地震は蛇紋石などの含水鉱物の分解の起きる中温領域(600 - 800 °C)において多くが発生している(Kogiso et al., 2009)。そこで、スラブ内地震を説明する以下の二つのモデルが提案されていた(図1)。

【モデル】水による破壊強度低下モデル: 含水鉱物から放出された水性流体によって破壊強度が低下し、クラックが形成されることによって地震性破断が起きる。

【モデル】剪断集中による地震発生モデル: 中温領域での塑性流動では、動的再結晶・相転移や鉱物 流体間の反応による鉱物の細粒化が局所的に起きる。それにより剪断集中が発生し、地震性破断に至る。

従来、 が有力視されていたものの、必ずしもスラブが含水鉱物を含んでいるとは限らず、水がスラブ内地震発生の必要条件とはならない(Keleman & Hirth, 2007)ため、近年では が多くの支持を集めている。しかしいずれのモデルも実験的に検証されておらず、スラブ内地震の発生メカニズムの解明は進展していない状態が続いている。この理由としては、実験中に破壊が起きたことを証明するには、高圧下における試料から発生する微小破壊音(アコースティックエミッション、AE)の測定が必要不可欠であるにもかかわらず、それが技術的に困難であることが挙げられる。しかし最近、Schubnel らのフランス・アメリカの共同研究チームが高圧下での微小破壊音測定に世界に先駆けて成功しており(Schubnel et al., 2013)、技術的には可能であることが示されていた。



スラブ内地震を説明する二つのモデル

図1: 本研究を進めていく上で仮説として考慮する、稍深発・深発地震を引き起こすプロセスを示す2つのモデル。

2. 研究の目的

本研究では、地下40 - 500kmのスラブ内部の温度圧力条件下にて、水性流体を含むカンラン岩試料を一軸圧縮変形する実験を行った。この際に、 のモデルでは、マイクロクラック発生に固有の現象である、微小破壊音の発生を伴って地震性破断に至ることが予想される。一方、 のモデルでは、微小破壊音の発生は伴わずに地震性破断に至ると予想される。なお、 は塑性変形(転位クリープ)を仮定しているため、変形強度の歪速度依存性や温度依存性が予想される上、顕著な特徴として地震性破断に至る過程で鉱物の結晶方位定向配列の発達予想される。すなわち、「微小破壊音の有無」及び「鉱物の結晶方位定向配列の有無」が のモデルの検証の過程で鍵となる。この鍵を手掛かりにして、スラブ内地震が の脆性破壊の過程あるいは の塑性変形の過程で発生するのかを実験的に明らかにすることを目的とした。特に、深さ410km以深ではカンラン石-ワズレイト相転移に伴う鉱物の細粒化が原因となって、 のメカニズムで深発地震が発生することが予想されている(Green & Burnley, 1989)。そのため、スラブ内地震発生におけるカンラン石の相転移の効果についても実験的に検証を行った。

また、スラブ内地震が のいずれで起きるのかによって、その前兆現象は大きく異なると予想される。 の場合であれば、微小破壊音の発生頻度の増加(Gutenberg-Richter 則の b 値の低下)が前兆現象として期待される一方、 の場合であれば、鉱物の結晶方位定向配列の発達に伴う弾性波速度異方性の増加が期待される(鉱物は方位によって弾性波の伝搬速度が異なるため)。これらの期待される前兆現象がどの程度の閾値(b 値や弾性波速度異方性の程度)に達した場合に地震性破断に至るのかを実験的に検証することで、最終的には地震予知における基本モデルの構築につなげてゆくことを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では計画1 - 2年目にて、「マイクロ AE 測定システム」及び「圧力発生用アンピルの設

計の最適化」といった技術開発を行い、高温高圧下における高精度の AE 測定技術やそれに対応した圧力発生用アンピルを確保することを目指した。稍深発地震や深発地震の発生する地球深部の温度圧力条件下において、岩石試料を一軸圧縮変形・破壊することが可能な試験機は、現在のところ D-DIA 型変形装置のみである。なお当装置は愛媛大学のみならず、大型放射光施設 SPring-8 にも導入されている汎用性の高い装置である。

現在、地球科学の分野において用いられる一般的な AE 測定システムの震源位置決定精度は、高精度な測定の場合でも $\pm 1\text{-}2\text{mm}$ 程度の誤差を伴う。これは、微小破壊音の信号/バックグラウンド強度(所謂 S/N 比)を改善することにより、震源位置決定における誤差をマイクロオーダーに抑えることが可能である。微小破壊音を検出する AE センサが発信する信号は非常に微弱で、センサから下流 1m のケーブルにてプリアンプを用いて増幅するのが一般的である。センサ-プリアンプ間 1m のケーブルにおける信号の減衰が S/N を悪化させる主要な原因となっている。一方、本研究で導入する「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」は、センサ直近に配置した超小型アンプである“ヘッドアンプ”にて信号を増幅した上、さらにプリアンプにて増幅するといった二重の信号増幅方式に対応した次世代型 AE センサである(図 2)。これを柱とした「マイクロ AE 測定システム」を構築することを目指した。

計画 2 年度以降では、「マイクロ AE 測定システム」を SPring-8 へ導入し、スラブ内条件下でのカンラン岩の一軸圧縮試験を行った。実験では微小破壊音測定に加え、応力・歪・結晶方位測定を“その場”で同時測定する。実験を通し、スラブ内条件下の岩石試料が微小破壊音を伴う脆性破壊過程、あるいは微小破壊音を伴わない塑性変形過程のいずれかで地震性破断に至るのかを検証した。計画 3 年目では、深さ 410-500 km 相当の温度圧力条件下での実験を可能にすることを目標として研究を進めた。

4. 研究成果

(1) 「マイクロ AE 測定システム」の開発

既述のように、本研究で導入した「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」は、センサ直近に配置した超小型アンプである“ヘッドアンプ”にて信号を増幅した上、さらにプリアンプにて増幅するといった二重の信号増幅方式に対応した次世代型 AE センサである。初年度では、D-DIA 型変形装置に「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」を設置し、高温高圧下において得られる AE 波形の S/N の改善を試みた。その結果、S/N が大幅に改善した(図 3)とともに、当センサを用いた場合での AE 震源決定精度が概ね $\pm 0.6\text{-}0.8\text{mm}$ にまで向上した(従来は $\pm 1\text{-}2\text{mm}$)。D-DIA 型変形装置を用いた実験では、深さ 410-500 km 相当の圧力条件下(14-17 GPa)を再現するには試料直径が 1mm 程度となる。それに対し、 $\pm 0.6\text{-}0.8\text{mm}$ の震源決定精度はまだ不十分な水準ではあるものの、当面行う予察的実験には耐えうるものと考えられる。

なお、研究計画では信号収集時のサンプリングレート(単位時間あたりの測定点数)を 200×10^6 点/秒を誇る世界最高水準の信号収集記録装置を導入することを計画していたが、「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」への予算配分を最優先にした結果、当装置の導入は本研究計画では不可能となった。将来的には、当装置を導入することで更なる震源決定精度の向上を目指したい。

(2) 圧力発生用アンピルの設計の最適化

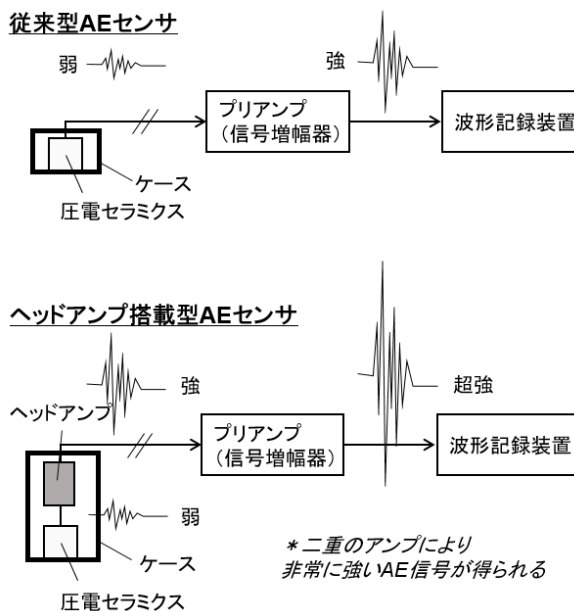


図 2：従来型の AE センサとヘッドアンプ搭載型 AE センサの違いを示す概念図。

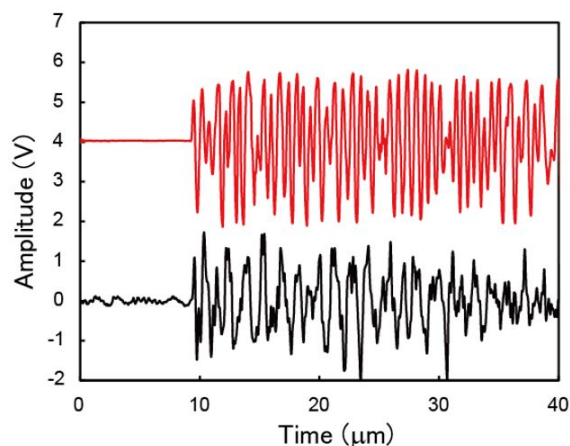


図 3：本研究で導入した「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」で検出した AE 波形(赤)と、従来型の AE センサで検出した AE 波形(黒)。同一の AE イベントをそれぞれのセンサで測定した。10 マイクロ秒未満はバックグラウンド。

上記の「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」を搭載した「マイクロ AE 測定システム」を D-DIA 型変形装置にて運用するには、高圧力発生用アンピルの設計を見直す必要がある。従来より、AE センサは高圧力発生用アンピルの背面に貼り付けて使用されるのが一般的である。しかしアンピルの背面は圧力発生用の高加重を被る面となるため、アンピル背面に AE センサを貼り付けた場合には、アンピルの耐荷重性能を低下させることとなる。

そこで本研究では、高圧力発生技術の第一人者である八木健彦・東大名誉教授の技術支援のもと、アンピルの周囲部を軟鉄で補強し耐荷重強度を向上させた「焼き詰め型アンピル」の開発を行った。アンピル先端長さ (TEL) 3mm の場合にて X 線を透過する超硬セラミックス素材 (窒化ホウ素:cBN) を用いた場合、従来型のアンピルでは耐荷重限界が 0.6MN (発生圧力約 10GPa) であった。その一方で、焼き詰め型の cBN アンピルでは耐荷重限界を 1.6MN (発生圧力約 21GPa) にまで大幅に向上させることに成功した (図 4)。

(3) スラブ浅部条件下でのカンラン岩の一軸圧縮試験

本研究 2 年目より、開発を進めてきた「ヘッドアンプ搭載型 AE センサ」を搭載した「マイクロ AE 測定システム」を用い、スラブ浅部条件下の温度圧力条件下 (1-3 GPa, 500-1000) にて含水ダナイト (カンラン石多結晶体) 及び含水ハルツパーガイト (カンラン石 + 斜方輝石多結晶体) の一軸圧縮試験を行った。岩石試料及び蒸留水を銀パラジウムカプセルに封入することによって、系に水性流体が存在しつづける “非排水条件” を再現した。なお、岩石試料に蒸留水を予め加えないことにより、“排水条件” を再現した。実験は大型放射光施設である SPring-8 の BL04B1 ビームラインにて行うことにより、放射光を利用してカンラン岩試料の応力・歪・結晶方位の “その場” 測定を並行して行った。実験結果の概要は以下の通りである。

含水ダナイトを用いた実験: 系に水性流体が存在する (非排水条件) ことによって、AE をほとんど発生せずに断層形成に至ることが明らかとなった。一方、水性流体を含まない (排水条件) 試料では、半脆性流動の進行とともに AE が発生し、断層形成に至ることが確認された (図 5)。なお、高圧下にて試料を取り囲む圧力媒体からは水性流体の有無に関わらず AE の発生が確認された。以上の結果より、水性流体が排水されていない状態では AE の発生を伴わない断層すべり (サイレント地震) が起きると結論できる。微細組織観察の結果、断層沿いのガウジはサブミクロンのカンラン石 (+ 斜方輝石) 粒子と含水鉱物 (ブルーサイトまたはタルク) から形成されていることが明らかとなった。間隙水圧による断層アスペリティの低下やガウジにおける含水鉱物の存在が、AE 発生を伴わない断層すべりの発生と関連しているのかもしれない。ダナイトの結果は、国際誌

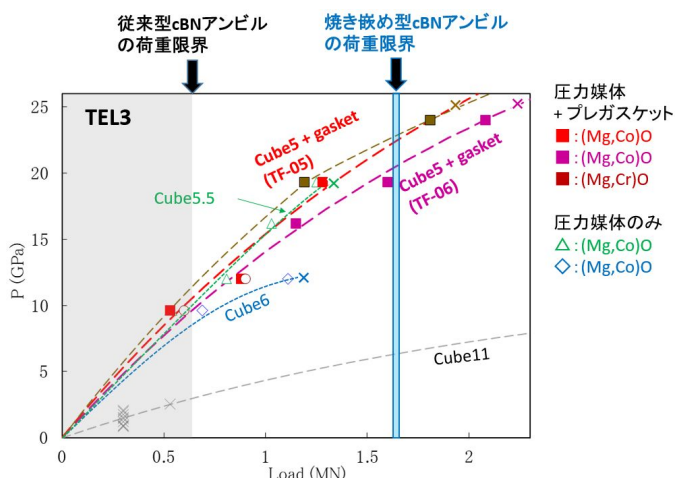


図 4 : 本研究にて得られた、D-DIA 型変形装置及び焼き詰め型アンピルを用いた場合の、荷重 (Load) と発生圧力 (P) の関係図。一辺 5mm の立方体型圧力媒体 (Cube5) にプレガスケット (gasket) を用いた場合には、圧力発生効率が最も良くなった。焼き詰め型 cBN アンピルの耐荷重限界は 1.6MN であった。一方、従来型 cBN アンピルの限界は 0.6MN である。なお、焼き詰め型超硬合金アンピルを使用した場合、最大で 2.1MN の荷重での実験が可能となった。

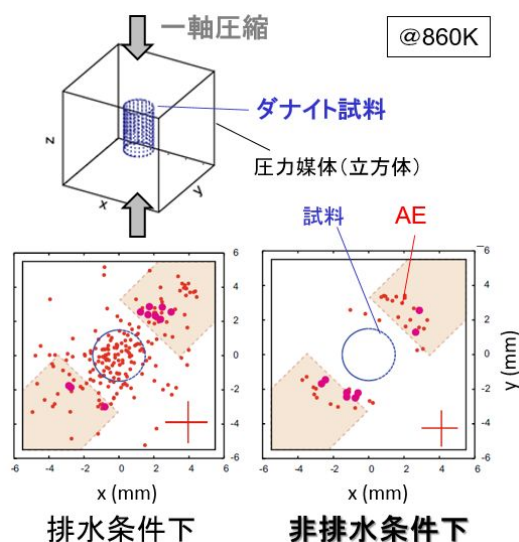


図 5 : 860K での、排水と非排水条件下にて一軸圧縮を被るダナイト試料から発生する AE 震源の分布の違いを示した一例。

(Contrib. Mineral. Petrol)に掲載された。

含水ハルツバーガイトを用いた実験:スラブ内浅部の温度圧力条件下(1-3 GPa, 500-1000)における含水ハルツバーガイト(カンラン石+斜方輝石多結晶体)の変形実験をSPring-8にて行った。その結果、ハルツバーガイト試料中に水性流体が存在する場合には、AEをほとんど伴わずに断層形成に至ることが明らかとなった。なお、高圧下にて試料を取り囲む圧力媒体からは水性流体の有無に関わらずAEの発生が確認された。一方、試料中に水性流体が存在しない場合には、断層形成とすべりの一連の過程においてAEが発生することが確認された。以上の結果より、系に水性流体が存在するではAEの発生を伴わない断層すべり(サイレント地震)が起きると結論できる。微細組織観察の結果、断層沿いのガウジに含水鉱物(タルク)が形成されていることが確認されていることから、間隙水圧による断層アスペリティの低下や含水鉱物による断層の潤滑化が、サイレント地震の原因であると解釈される。この結果は、国際誌(Contrib. Mineral. Petrol)にて現在リバイス中である。

その他の実験:なお、上記の研究内容とは別に、本研究1年目よりスラブ内浅部の温度圧力条件下(1-3 GPa, 600-1100)におけるカンラン岩の変形実験をSPring-8にて行った(従来のAE測定システムを使用)。一定以上の歪速度($1E-4 s^{-1}$)にて、試料の変形に伴ってAEが発生することが確認されたほか、最終的には断層を形成して破断に至るといふ半脆性挙動が確認された。断層形成の際には局所的な温度上昇(断熱不安定)が重要な役割を果たしていることが回収試料の組織観察から確認された。すなわち、プレートの岩石の一部分に『変形のエネルギー』が局所的に集中することで、部分的に岩石が熔融し、その結果岩石の強度が大幅に低下し断層形成及び地震発生に至るといふことを明らかにした(図6)。この発見により、「稍深発地震は地球深部水によって誘発される」といふ従来の説が覆された。この成果はNature

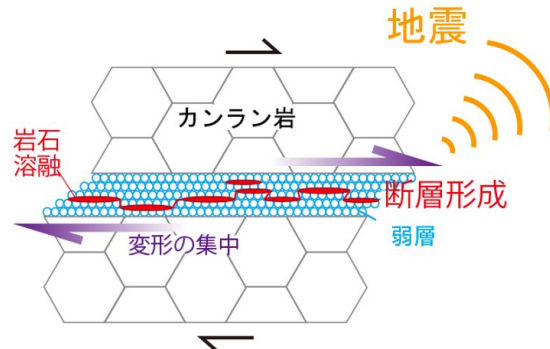


図6:本研究で見出した、断熱不安定のプロセスを経た稍深発地震発生の模式図。変形するカンラン石が動的再結晶によって細粒化し、弱層を形成する。弱層に変形が極端に集中することによって、断熱不安定のプロセスを引き起こす。

Geoscience誌にて公表され、産経新聞、日本経済新聞、時事通信、日刊工業新聞、テレビ愛媛や愛媛新聞などによって報道されるといった大きな成果を得た。

このほか本研究に関連し、マントル内の地震波物性に関するレビュー論文がNature誌(Irifune & Ohuchi, 2018 Nature)掲載されるといった大きな成果も得た。

(4) スラブ深部条件下でのカンラン岩の一軸圧縮試験

本研究3年目より、前年度まで開発を進めてきた「ヘッドアンプ搭載型AEセンサ」を搭載した「マイクロAE測定システム」及び「焼き嵌め型アンビル」を用い、スラブ深部条件下の温度圧力条件下(14-17 GPa, 800-1200)にてカンラン岩の一軸圧縮試験を行った。実験はSPring-8において行い、当温度圧力条件下でのカンラン岩試料の変形中における、応力・歪のメカニカルデータ取得に加え、試料から発生するAEの測定にも世界で初めて成功した。当初は、カンラン石-ワズレアイト相転移に伴う鉱物の細粒化が原因となって、「仮説」のメカニズムで深発地震が発生する(Green & Burnley, 1989)であろうことを想定していた。しかしこの予想に反し、差応力下にてカンラン石-ワズレアイト相転移が起きるだけでは深発地震に相当する不安定すべり現象は発現しなかった。この研究項目については、今後も研究を継続していく予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ohuchi Tomohiro, Lei Xinglin, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Sakai Takeshi, Fujino Kiyoshi	4. 巻 173
2. 論文標題 Semi-brittle behavior of wet olivine aggregates: the role of aqueous fluid in faulting at upper mantle pressures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Contributions to Mineralogy and Petrology	6. 最初と最後の頁 88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-018-1515-9	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 -
1. 著者名 Ohuchi, T., Kawazoe, T., Higo, Y., Suzuki, A.	4. 巻 172
2. 論文標題 Flow behavior and microstructures of hydrous olivine aggregates at upper mantle pressures and temperature	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Contrib. Mineral. Petrol.	6. 最初と最後の頁 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00410-017-1357-8	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 Ohuchi Tomohiro, Lei Xinglin, Ohfuji Hiroaki, Higo Yuji, Tange Yoshinori, Sakai Takeshi, Fujino Kiyoshi, Irifune Tetsuo	4. 巻 10
2. 論文標題 Intermediate-depth earthquakes linked to localized heating in dunite and harzburgite	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Geoscience	6. 最初と最後の頁 771 ~ 776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/NGEO3011	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 Nishihara Yu, Ohuchi Tomohiro, Kawazoe Takaaki, Seto Yusuke, Maruyama Genta, Higo Yuji, Funakoshi Ken-ichi, Tange Yoshinori, Irifune Tetsuo	4. 巻 490
2. 論文標題 Deformation-induced crystallographic-preferred orientation of hcp-iron: An experimental study using a deformation-DIA apparatus	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 151 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2018.03.029	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 Irifune Tetsuo, Ohuchi Tomohiro	4. 巻 555
2. 論文標題 Oxidation softens mantle rocks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 314 ~ 315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/d41586-018-02828-y	査読の有無 無
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 Kawazoe, T., Nishihara, Y., Ohuchi, T., Miyajima, N., Maruyama, G., Higo, Y., Funakoshi, K, T., Irifune, T.	4. 巻 454
2. 論文標題 Creep strength of ringwoodite measured at pressure-temperature conditions of the lower part of the mantle transition zone using a deformation-DIA apparatus.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Earth Planet. Sci. Lett	6. 最初と最後の頁 10-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2016.08.011	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13件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Ohuchi, T., Lei, X., Higo, Y., Tange, Y. Sakai, T.
2. 発表標題 Faulting in deforming harzburgite under wet conditions.
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ohuchi, T., Lei, X., Higo, Y., Tange, Y.
2. 発表標題 Semi-brittle flow in dunite and harzburgite at upper mantle pressures.
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ohuchi, T., Lei, X., Higo, Y., Tange, Y.
2. 発表標題 Faulting in deforming dunite under wet conditions: role of aqueous fluid in semi-brittle behavior of dunite
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kawakami, R., Ohuchi, T.
2. 発表標題 Deformation of quartz single crystals under the coesite-stable conditions
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智博
2. 発表標題 High pressure generation up to 24 gigapascals using a D-DIA apparatus combined with jacketed anvils
3. 学会等名 日本地球惑星連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智博, 雷興林, 肥後祐司, 丹下慶範, 境毅
2. 発表標題 ハルツバーガイトの半脆性流動と破壊における水の効果
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智博
2. 発表標題 高温高圧下における微小破壊音測定：稍深発・深発地震発生の素過程の解明を目指して
3. 学会等名 第59回高圧討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohuchi, T., Lei, X., Ohfuji, H., Higo, Y., Tange, Y., Sakai, T., Fujino, K., Irifune, T.
2. 発表標題 Shear localization in peridotites and the occurrence of intermediate-depth earthquakes
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohuchi, T.
2. 発表標題 High pressure generation up to 24 gigapascals using a D-DIA apparatus combined with jacketed anvils.
3. 学会等名 Core Mantle Evolution International Symposium and FY2017 Annual General Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大内智博, 雷興林, 肥後祐司, 丹下慶範
2. 発表標題 スラブ内浅部条件下における含水カンラン岩の変形実験
3. 学会等名 日本鉱物科学会2017年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大内智博, 八木健彦
2. 発表標題 Toward the in-situ deformation experiments under the lower mantle conditions using D-DIA apparatus
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ohuchi, T., Lei, X., Higo, Y., Tange, Y., Irifune, T.
2. 発表標題 Semibrittle flow of olivine aggregates under the conditions of subducting slab.
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大内智博, 雷興林, 肥後祐司, 丹下慶範, 入船徹男
2. 発表標題 上部マントルの温度圧力条件下におけるアコースティックエミッション測定に関する技術開発
3. 学会等名 日本地球惑星連合2016年大会
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	雷 興林 (Lei Xinglin) (70358357)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・研究グループ長 (82626)	

6. 研究組織 (つづき)

	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	GREAU X S t e e v e (Greaux Steeve) (90543166)	愛媛大学・地球深部ダイナミクス研究センター・特定研究員 (16301)	
研究 協力者	八木 健彦 (Yagi Takehiko)		