

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：11301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2018～2021

課題番号：17KK0081

研究課題名（和文）米国および世界の繰り返し地震による浅部プレート境界非地震性すべりの普遍的性質解明

研究課題名（英文）The elucidation of the nature of shallow interplate aseismic slip based on repeating earthquakes in United States and in the world

研究代表者

内田 直希（Uchida, Naoki）

東北大学・理学研究科・准教授

研究者番号：80374908

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,300,000円

渡航期間： 11ヶ月

研究成果の概要（和文）：米国のサンアンドレアス断層および世界のプレート境界での繰り返し地震を抽出し、プレート境界浅部での非地震性すべりの役割を調べるため本国際共同研究を行なった。令和1年度にカナダ地質調査所に滞在し、共著論文を執筆した(Uchida et al., 2021)。比較対象の東北沖のレビューをまとめる(Uchida and Burgmann, 2021)とともに、令和2-3年度にはカリフォルニア大学バークレー校に滞在し、繰り返し地震抽出を簡単にできるプログラムの開発を行なった。また世界の繰り返し地震分布と非地震性すべりの分布を得た。これらの研究成果について現在、論文やソフトウェアの公開を準備中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プレート境界浅部は、巨大地震が発生するとともに、津波地震やスロー地震など様々なタイプの滑りが起こる。本研究ではその様な滑り過程が繰り返し地震によりある程度わかってきた東北沖と比較・検討するために、サンアンドレアス断層や世界全域で繰り返し地震活動の系統的探索を行った。本研究で開発したプログラムは世界のどこでも適用ができ、また得られた非地震性すべりの分布と時間変化は、これまで測地学的データを用いて得られた結果を補完する重要なデータとなる。

研究成果の概要（英文）：In this international joint research, I have investigated repeating earthquakes along the San Andreas fault and around the world to estimate the distribution of aseismic slip and to investigate the role of aseismic slip in earthquake occurrences. I stayed Geological Survey Canada for two weeks in 2019 and University of California, Berkeley for 11 months in 2020-2021. As a result of the research, the anisotropic structure of offshore Tohoku was revealed (Uchida Nakajima Wang et al., Nature Communications, 2021), new repeating earthquake selection program was developed and the distribution of repeating earthquakes in California and in the world was estimated. For the latter two achievements, paper and programs are now in preparation for publication.

研究分野：地震学

キーワード：小繰り返し地震 非地震性すべり プレート境界地震 スロースリップ S-net スロー地震

様式 F-19-2

1. 研究開始当初の背景

プレート境界浅部はこれまで多くの大地震を発生させてきた場所であるほか、スロー地震を含め様々なすべり現象が知られており、そこでの地震発生過程を知ることは非常に重要である。基課題では、東北日本沈み込み帯に新たに構築されるケーブル式海底地震観測網(S-net)を用いて、プレートの浅部領域での非地震性すべりを推定し、プレート間の固着と非地震性すべりの詳細把握と地震発生過程の理解を進展させることを目的としている。S-net は整備が遅れており、未だデータが利用できていないが、既存データを用いた研究により、この目的に対して画期的な進展があった。すなわち、東北沖地震前の非地震的すべりに周期的な変動があることを発見し(Uchida et al., Science, 2016 (Bürgmann 教授・Nadeau 博士と共著者))、それが大規模地震の発生時期に影響を与えていることがわかった。また、東北沖地震前後のメカニズム解の時間変化および応力場の推移を推定し、大地震およびその後の非地震性すべりが周囲の地震活動に与えた影響を明らかにした(Bürgmann, Uchida・他, Nature Geoscience, 2016)。さらに、2011年の東北沖地震後に関東地方における一時的なプレートの沈み込み速度の加速を見出し、非地震性すべりの加速が東北地方から遠い関東下の地震活動を増大させていることを示した(Uchida et al., Geophys. Res. Lett., 2017)。2011年東北沖地震による繰り返し地震の活動変化についても東北沖地震後あたりに発生を始めた系列を見つけ、非地震性すべりの加速により、それまで非地震的にすべっていた場所が地震的にすべることがあることを明らかにした(Hatakeyama et al., JGR, 2017)。このように、基課題により東北日本沈み込み帯での浅部の非地震性すべりや繰り返し地震の発生メカニズムに関して、新たな知見が蓄積されつつある。一方、このような性質がどれくらい普遍的で本質的なものなのかが残された課題として残っていた。

2. 研究の目的

基課題で2016年に発見された周期的なスロースリップは、本研究で対象とするカリフォルニアのサンアンドレアス断層ではすでに1999年に発見されており(Nadeau and McEvilly, 1999, Science)共通の性質である。また、小繰り返し地震自体も両地域で1990-2000年代に相次いで発見され、そのマグニチュードとすべり量の関係や、他の地震との相互作用の研究が進められている。一方世界のプレート境界においては、さらにバラエティに富んだプレート間すべり現象が存在するが、繰り返し地震に関しては、個別領域における研究にとどまり、全世界の観測点を用いた繰り返し地震の系統的探索は未だ行われていない。

以上のように、カリフォルニア州および世界のプレート境界で発生するプレート間すべり現象は、基課題の東北日本と様々な共通点と相違点を持つ。そこで本研究では、サンアンドレアス断層では、断層浅い部分に高精度の観測網を古くから持つ利点を生かし、東北で見られた周期的スロースリップや階層的な地震分布、地震サイクルと微小地震活動の関係などを性質が異なるタイプ(=横ずれ断層帯)でどのように見られるかを同じ手法で比較検討する。一方、世界の沈み込み帯では、系統的に繰り返し地震を抽出することにより、世界的に均質な繰り返し地震カタログを構築し、非地震的すべり・固着の分布を明らかにする。これらの研究を通じ基課題で発見された現象の普遍性の検証をするとともに、地域によりバラエティに富んだ地質・断層運動をいかして、非地震性すべりや繰り返し地震の発生メカニズムの理解を進展させる。本研究では、基課題と同様に詳細な解析が可能なフィールドであるサンアンドレアス断層および幅広い地質条件、地震規模、断層の変位様式を持つ場を調べることができる世界の繰り返し地震を用いて、基課題で行う東北日本沈み込み帯だけではわからない、非地震性すべりおよびそれと地震や固着との関係について普遍的な性質を明らかにし、地震発生過程の理解を進展させることを目的として研究を開始した。

3. 研究の方法

本研究では、米国のサンアンドレアス断層および世界のプレート境界での繰り返し地震を調査する。渡航前には、世界の繰り返し地震の抽出に用いる抽出基準の検討を日本のデータで行う。また、カナダ地質調査所のKelin Wang博士を短期間訪問し、研究の進め方について打ち合わせを行うとともに、東北日本の地震発生メカニズムについて議論を行い日本での準備に活かす。カリフォルニア大学バークレー校での滞在では、Roland Bürgmann博士、Robert Nadeau博士、平貴昭博士と協力し、現地で研究の進め方まで詳細に相談しながら行う。ここでは、サンアンドレアス断層では、断層浅い部分に高精度の観測網を古くから持つ利点を生かし、東北で見られた周期的スロースリップや階層的な地震分布、地震サイクルと微小地震活動の関係などを性質が異なるタイプ(=横ずれ断層帯)での断層でどのように見られるかを同じ手法で比較検討できるように、波形の相似性を用いた繰り返し地震抽出のプログラムの開発を行う。また、繰り返し地震の周囲の微小地震を精密震源決定やテンプレートマッチング法等で調査し、東北日本で見られたすべりの階層性など繰り返し地震自体の性質について両地域の共通点と相違点について調べる。

一方、世界の沈み込み帯で、系統的に繰り返し地震を抽出することにより、世界的に均質な繰り返し地震カタログを構築し、非地震的すべり・固着の分布を明らかにするための研究については、

カリフォルニア大学バークレー校において東北・およびサンアンドレアス断層での研究を生かし、最適な抽出パラメータを決定する。これらの研究を通じ基課題で発見された現象の普遍性の検証をするとともに、地域によりバラエティに富んだ地質・断層運動を活かして、非地震性すべりや繰り返し地震の発生メカニズムの理解を進展させる。具体的には、世界の大地震の発生地域や地殻変動データを用いたプレート間固着度推定と繰り返し地震・非地震性すべりの関係の調査やプレート境界付近の構造と固着の関係、プレート境界周囲の応力場や地震活動との関係など各領域での特性を比較しながら行う。

4. 研究成果

本研究では令和1年度に2週間カナダ地質調査所の Keling Wang 博士のもとに滞在し、S-net データを用いた東北沖の地震波速度異方性に関する議論・研究を行なった。その結果、太平洋下では海溝に平行な速いS波の振動方向が卓越し、北海道・東北地方沿岸部までのマントルウェッジ内では流動が生じていないことを明らかにした。このことは、沈み込むプレートとその上の陸のプレートとの間の変形様式についてプレートが沈み込むに従って、地震を起こす固着すべりから流動へ変化する過程を示していると考えられる (Uchida, Nakajima, Wang et al., Nature Communications, 2020)。また、令和2年度末から令和3年度には、カリフォルニア大学バークレー校の Roland Bürgmann 教授のもとに Visiting Scholar として滞在し、研究を行なった。本研究では、東北沖とカリフォルニアと世界の繰り返し地震を比較し研究をおこなうが、まずその比較対象となる東北沖の地震発生過程についてレビュー論文をまとめた (Uchida and Bürgmann, Review of Geophysics, 2021)。この論文では、東北沖地震前の地震ポテンシャルに関する知識とその後10年の研究の発展をレビューし、甚大な被害をもたらした東北沖地震から得られた知識を整理した。さらに、カリフォルニアに観測網を持ち、かつ世界の地震観測網のデータを利用した研究経験を豊富に持つ研究室で共同研究を行うことにより、効率的に繰り返し地震抽出のプログラムの開発を行なった。このプログラムでは、汎用性が高い Python で記述されており、世界中の任意の場所の繰り返し地震の有無を調べることができる (図1)。これにより、目的とするカリフォルニアおよび世界のプレート境界での繰り返し地震を調査できるようになった。また、既存の世界の地震観測点での波形について相関を用いた繰り返し地震の抽出も行い、世界の繰り返し地震の分布をえることができた。これにより、非地震的なすべりを起こしている断層の世界的な分布を明らかにすることができた (図2)。この推定の主な成果としては、千島海溝やスマトラ沖などでの非地震性すべりの時間発展を明らかにし、東北沖で見られたような大規模な地震前の非地震的なすべりが両領域でも起きていることが示された。この成果は、米国地球惑星連合 (AGU) の 2021 年秋季大会で発表した。これらの渡航中に行なった研究の成果の一部は、コロナ禍のため、渡航を1年ほど延期したため、本科研費の助成期間中に成果を出版物として公開することができなかったが、現在論文を準備中である。また作成したプログラムについても、将来的に公開予定である。

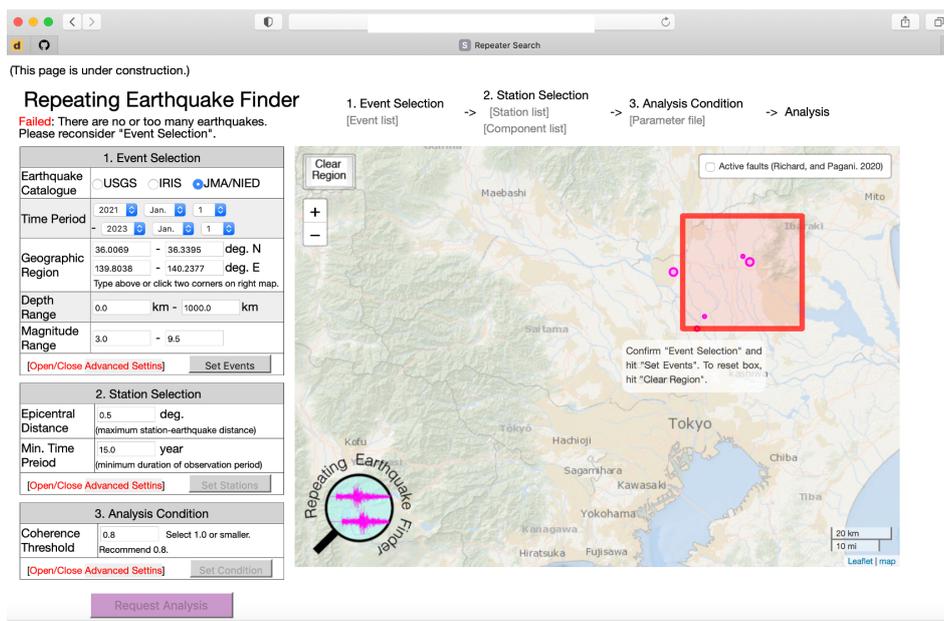


図1. 開発した繰り返し地震を抽出するプログラムのブラウザ入力画面。領域や観測点を指定して解析することができる。

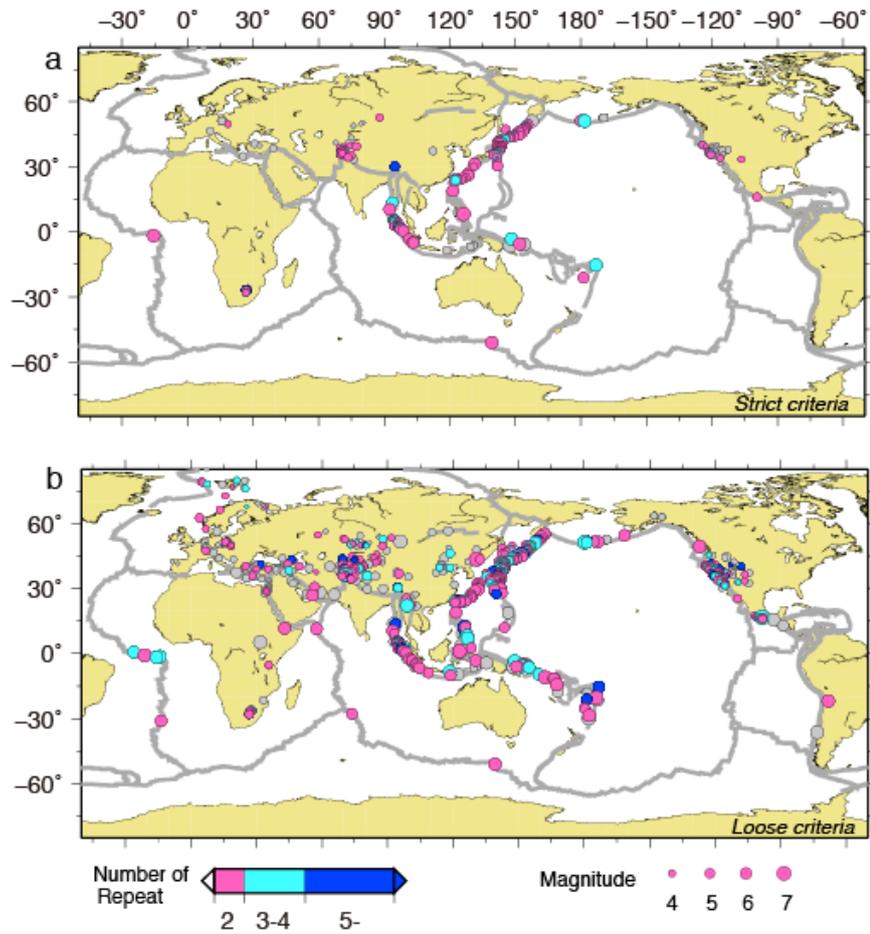


図2. 本研究で得られた世界の繰り返し地震分布. 色は繰り返しの回数を示す. (a)波形の相似性に関して厳しい基準で得られた分布(b)緩い基準で得られた分布. 繰り返し地震が起きている領域では, 非地震性すべりが発生していると考えられる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Uchida, N., R. Burgmann	4. 巻 102
2. 論文標題 Learning from a disastrous megathrust earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eos	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) 10.1029/2021E0159741	査読の有無 無
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 Tanioka, Y., N. Uchida, A. R. Gusman, M. Shishikura, T. Nishimura	4. 巻 73
2. 論文標題 Special issue, "Kurile arc subduction zone: View of great earthquake generation and disaster mitigation of related phenomena"	5. 発行年 2021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/s40623-021-01456-7	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 Keisuke Yoshida, Naoki Uchida, Hisahiko Kubo, Ryota Takagi, Shiqing Xu	4. 巻 578
2. 論文標題 Prevalence of updip rupture propagation in interplate earthquakes along the Japan trench	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science 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) 10.1016/j.epsl.2021.117306	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 Uchida N., Burgmann R.	4. 巻 0
2. 論文標題 A Decade of Lessons Learned from the 2011 Tohoku oki Earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Reviews of Geophysics	6. 最初と最後の頁 0-0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020RG000713	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 Uchida Naoki, Nakajima Junichi, Wang Kelin, Takagi Ryota, Yoshida Keisuke, Nakayama Takashi, Hino Ryota, Okada Tomomi, Asano Youichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Stagnant forearc mantle wedge inferred from mapping of shear-wave anisotropy using S-net seafloor seismometers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-19541-y	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 Khoshmanesh Mostafa, Shirzaei Manoochehr, Uchida Naoki	4. 巻 540
2. 論文標題 Deep slow-slip events promote seismicity in northeastern Japan megathrust	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 116261 ~ 116261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2020.116261	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 Tomita Fumiaki, Iinuma Takeshi, Ohta Yusaku, Hino Ryota, Kido Motoyuki, Uchida Naoki	4. 巻 72
2. 論文標題 Improvement on spatial resolution of a coseismic slip distribution using postseismic geodetic data through a viscoelastic inversion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01207-0	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 -

1. 著者名 Yoshida Keisuke, Uchida Naoki, Hiarahara Satoshi, Nakayama Takashi, Matsuzawa Toru, Okada Tomomi, Matsumoto Yoshiaki, Hasegawa Akira	4. 巻 793
2. 論文標題 2019 M6.7 Yamagata-Oki earthquake in the stress shadow of 2011 Tohoku-Oki earthquake: Was it caused by the reduction in fault strength?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228609 ~ 228609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2020.228609	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 Uchida Naoki, Takagi Ryota, Asano Youichi, Obara Kazushige	4. 巻 531
2. 論文標題 Migration of shallow and deep slow earthquakes toward the locked segment of the Nankai megathrust	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 115986 ~ 115986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2019.115986	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 Takagi Ryota, Uchida Naoki, Nakayama Takashi, Azuma Ryoosuke, Ishigami Akira, Okada Tomomi, Nakamura Takeshi, Shiomi Katsuhiko	4. 巻 90
2. 論文標題 Estimation of the Orientations of the S net Cabled Ocean Bottom Sensors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Seismological Research Letters	6. 最初と最後の頁 2175 ~ 2187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1785/Q220190093	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 Fukushima Yo, Hashimoto Manabu, Miyazawa Masatoshi, Uchida Naoki, Taira Taka'aki	4. 巻 71
2. 論文標題 Surface creep rate distribution along the Philippine fault, Leyte Island, and possible repeating of Mw ~ 6.5 earthquakes on an isolated locked patch	5. 発行年 2019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/s40623-019-1096-5	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 Ito Aki, Tnegawa Takashi, Uchida Naoki, Yamamoto Yojiro, Suetsugu Daisuke, Hino Ryota, Sugioka Hiroko, Obana Koichiro, Nakahigashi Kazuo, Shinohara Masanao	4. 巻 71
2. 論文標題 Configuration and structure of the Philippine Sea Plate off Boso, Japan: constraints on the shallow subduction kinematics, seismicity, and slow slip events	5. 発行年 2019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/s40623-019-1090-y	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 Uchida N., Kalafat D., Pinar A., Yamamoto Y.	4. 巻 769
2. 論文標題 Repeating earthquakes and interplate coupling along the western part of the North Anatolian Fault	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228185 ~ 228185
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2019.228185	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 Nishikawa T., Matsuzawa T., Ohta K., Uchida N., Nishimura T., Ide S.	4. 巻 365
2. 論文標題 The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 808 ~ 813
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aax5618	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 Honsho C., Kido M., Tomita F., Uchida N.	4. 巻 124
2. 論文標題 Offshore Postseismic Deformation of the 2011 Tohoku Earthquake Revisited: Application of an Improved GPS Acoustic Positioning Method Considering Horizontal Gradient of Sound Speed Structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 5990 ~ 6009
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JB017135	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 Uchida Naoki	4. 巻 6
2. 論文標題 Detection of repeating earthquakes and their application in characterizing slow fault slip	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	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/s40645-019-0284-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 -

1. 著者名 Takagi Ryota, Uchida Naoki, Obara Kazushige	4. 巻 124
2. 論文標題 Along Strike Variation and Migration of Long Term Slow Slip Events in the Western Nankai Subduction Zone, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 3853 ~ 3880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JB016738	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 Uchida Naoki, Burgmann Roland	4. 巻 47
2. 論文標題 Repeating Earthquakes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annual Review of Earth and Planetary Sciences	6. 最初と最後の頁 305 ~ 332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-earth-053018-060119	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42件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 吉田 圭佑, 松澤 暢, 内田 直希
2. 発表標題 Initiation of the M-9 earthquake cycle: the 2021 Miyagi-Oki Mw7.0 earthquake at the deep seismic/aseismic transition
3. 学会等名 日本地震学会 2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木 琳太郎, 内田 直希, Zhu Weiqiang, 中山 貴史, 豊国 源知, 高木 涼太, 東 龍介, Beroza Gregory
2. 発表標題 深層学習による初動到達時刻を用いた地震検出の試み: S-netへの適用
3. 学会等名 JpGU 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉田 圭佑, 内田 直希, 久保 久彦, 高木 涼太, Xu Shiqing
2. 発表標題 Prevailing updip ruptures in small interplate earthquakes along the Japan Trench revealed from land-based and offshore observations
3. 学会等名 JpGU 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西川 友章, 松澤 孝紀, 太田 和晃, 内田 直希, 西村 卓也, 井出 哲
2. 発表標題 The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories
3. 学会等名 JpGU 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 内田直希, Roland Burgmann
2. 発表標題 東北沖地震：10年間の研究のレビュー
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Uchida, N., R. Burgmann
2. 発表標題 Distribution of creeping faults based on a global search of repeating earthquakes 東北沖地震：10年間の研究のレビュー The slow earthquake spectrum in the Japan Trench illuminated by the S-net seafloor observatories Prevailing updip ruptures in small interplate earthquakes along the Japan Trench revealed from land-based and offshore observations
3. 学会等名 AGU 2021 Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 秀暢, 日野 亮太, 内田 直希, 東 龍介, 川 久保 晋, 太田 和晃, 篠原 雅尚
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震発生前の日本海溝沿いの低周波微動活動
3. 学会等名 日本地震学会 2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 立岩 和也, 岡田 知己, 内田 直希, 河野 俊夫
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震震源域およびその周辺での繰り返し地震の破壊伝播速度の時間変化
3. 学会等名 日本地震学会 2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金 亜伊, 内田 直希
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震後に岩手県沖で発生した様々な繰り返し地震系列の破壊過程の時空間変化
3. 学会等名 日本地震学会 2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中田 令子, 内田 直希, 日野 亮太
2. 発表標題 日本海溝北部におけるスロースリップおよび津波地震のモデル化
3. 学会等名 日本地震学会 2020年度秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋 秀暢, 日野 亮太, 内田 直希, 太田 和晃, 篠原 雅尚, 東 龍介, 川久保 晋
2. 発表標題 Activities of low frequency tremors in Sanriku-Oki before the 2011 Tohoku-Oki earthquake
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 日野 亮太, 内田 直希, 篠原 雅尚, 伊藤 喜宏, 飯沼 卓史, 中村 恭之, 金松 敏也, 池原 研, 中田 令子
2. 発表標題 Head and tail of massive earthquakes: Mechanism arresting growth of interplate earthquakes
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 岡田 知己, 田上 綾香, 水田 達也, 酒井 慎一, 吉田 圭佑, 内田 直希, 中山 貴史, 平原 聡, 松澤 暢
2. 発表標題 陸上臨時地震観測で見た2019年山形県沖の地震 (2)
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 金 亜伊, 内田 直希
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震後に岩手県沖で発生した様々な繰り返し地震系列の破壊過程の比較
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 吉田 圭佑, 高木 涼太, 内田 直希, 池田 里奈
2. 発表標題 東北地方太平洋沖で発生した小中地震の破壊伝播指向性と応力降下量: S-netを用いた解析
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020, VIRTUAL MEETING (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 立岩 和也, 岡田 知己, 内田 直希, 河野 俊夫
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震による繰り返し地震の震源パラメータ変化
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 鈴木 琳太郎, 内田 直希
2. 発表標題 Evaluation of deep-neural-network-based seismic arrival-time picking method for S-net data
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 Yo Fukushima, Manabu Hashimoto, Masatoshi Miyazawa, Naoki Uchida, Taka'aki Taira
2. 発表標題 Mw6.5 Repeater Along a Creeping Section of the Philippine Fault?
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidenobu Takahashi, Ryota Hino, Yusaku Ohta, Naoki Uchida, Syuichi Suzuki, Masanao Shinohara
2. 発表標題 Clustering of records of short-period ocean-bottom seismometers
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naoki Uchida, Junichi Nakajima, Ryota Takagi, Keisuke Yoshida, Takashi Nakayama, Ryota Hino, Tomomi Okada, Youichi Asano, Sachiko Tanaka
2. 発表標題 Forearc trench-parallel anisotropy above a subducting plate revealed by the S-net ocean-bottom seismometers
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryosuke Azuma, Ryota Takagi, Genti Toyokuni, Takashi Nakayama, Syuichi Suzuki, Makiko Sato, Naoki Uchida, Ryota Hino
2. 発表標題 Seafloor sediment thickness below S-net observatories offshore of the east Japan revealed from PS conversion wave at the sedimentary basement
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Khoshmanesh, M, M. Shirzaei, N. Uchida
2. 発表標題 Deep slow-slip events promote seismicity in northeastern Japan subduction zone
3. 学会等名 American Geophysical Union 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 秀暢, 日野 亮太, 太田 雄策, 内田 直希, 鈴木 秀市, 篠原 雅尚
2. 発表標題 短周期OBSデータのクラスタ解析による低周波微動検出の試み
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 立岩 和也, 岡田 知己, 河野 俊夫, 内田 直希
2. 発表標題 2011年東北沖地震による繰り返し地震の震源パラメータ変化(2)
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金 亜伊, 内田 直希
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震後に岩手県沖で発生した様々な繰り返し地震系列の破壊過程
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤 亜妃, 利根川 貴志, 内田 直希, 山本 揚二郎, 末次 大輔, 日野 亮太, 杉岡 裕子, 尾鼻 浩一郎, 中東 和夫, 篠原 雅尚
2. 発表標題 Configuration and structure of the Philippine Sea plate off Boso, Japan
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 知己, 酒井 慎一, 吉田 圭佑, 内田 直希, 中山 貴史, 平原 聡, 松澤 暢, 日野 亮太, 篠原 雅尚, Sibson Richard
2. 発表標題 陸上臨時地震観測で見た2019年山形県沖の地震
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田 直希, 中島 淳一, 高木 涼太, 吉田 圭佑, 日野 亮太, 岡田 知己, 浅野 陽一, 田中 佐千子
2. 発表標題 S-net により推定された前弧上盤の海溝平行の速度異方性
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊国 源知, 趙 大鵬, 内田 直希, 中山 貴史
2. 発表標題 P and S wave tomography of the NE Japan forearc region using S-net data
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福島 洋, 橋本 学, 宮澤 理稔, 内田 直希, 平 貴明
2. 発表標題 Creep rates along the Philippine fault, Leyte Island, and possible repeating of Mw6.5 earthquakes on an isolated locked patch
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高木 涼太, 内田 直希, 小原 一成
2. 発表標題 関東地方におけるスロースリップイベントの系統的検出の試み
3. 学会等名 日本地震学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊国 源知, 趙 大鵬, 内田 直希, 中山 貴史
2. 発表標題 Seismic imaging of the eastern Japan forearc region using S-net data
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 高木 涼太, 内田 直希, 中山 貴史, 東 龍介, 石上 朗, 岡田 知己, 太田 雄策, 日野 亮太
2. 発表標題 加速度計記録を用いたS-netのセンサー姿勢・方位推定と地殻変動検出可能性の検討
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 高橋 秀暢, 日野 亮太, 太田 雄策, 内田 直希, 鈴木 秀市, 篠原 雅尚, 松澤 孝紀
2. 発表標題 Possible tectonic tremor activities near the VLFE epicenters in the Sanriku-Oki region in 2011
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 井出 哲, 西川 友章, 松澤 孝紀, 太田 和晃, 内田 直希, 西村 卓也
2. 発表標題 Tectonic tremor catalog in the Tohoku-Hokkaido-Oki region using S-net
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 立岩 和也, 岡田 知己, 河野 俊夫, 内田 直希
2. 発表標題 2011年東北沖地震による繰り返し地震の震源パラメータ変化
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 内田直希, 高木涼太, 平原聡, 中山貴史, 松澤暢, 田中佐千子, 浅野陽一
2. 発表標題 東北地方太平洋沖地震後の繰り返し地震活動：海陸地震観測網による検討
3. 学会等名 地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内田 直希, 中島 淳一, 高木 涼太, 吉田 圭佑, 中山 貴史, 日野 亮太, 岡田 知己, 浅野 陽一, 田中 佐千子
2. 発表標題 S-netを用いた東北日本前弧海域下のS波スプリッティング解析
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 岡田 知己, 高木 涼太, 中山 貴史, 鈴木 秀市, 東 龍介, 豊国 源知, 吉田 圭佑, 内田 直希, 日野 亮太
2. 発表標題 S-netを用いた初動読み取りと震源決定
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 東 龍介, 豊国 源知, 高木 涼太, 鈴木 秀市, 佐藤 真樹子, 中山 貴史, 内田 直希, 日野 亮太
2. 発表標題 堆積層基盤PS変換波の走時解析に基づく日本・千島海溝域の堆積層厚さ分布
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 内田 直希, 東 龍介, 石上 朗, 岡田 知己, 高木 涼太, 豊国 源知, 海野 徳仁, 太田 雄策, 佐藤 真樹子, 鈴木 秀市, 高橋 秀暢, 立岩 和也, 趙 大鵬, 中山 貴史, 長谷川 昭, 日野 亮太, 平原 聡, 松澤 暢, 吉田 圭佑
2. 発表標題 S-netを用いた海域総合解析
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 Naoki Uchida, Chie Honsho, Fumiaki Tomita, Takanori Matsuzawa, Roland Burgmann
2. 発表標題 Episodic slow slip after the 2011 Tohoku-oki earthquake: estimation from repeating earthquakes, very low frequency earthquakes, and seafloor geodetic measurements
3. 学会等名 EGU General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

UCHIDA's Page
<http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/~uchida/>

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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	バーグマン ローランド (Burgmann Roland)	カリフォルニア大学バークレー校・Earth and Planetary Science・Professor	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ワン ケリン (Wang Kelin)	カナダ地質調査所・Pacific division・Research Scientist	

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
その他の研究協力者	平 貴昭 (Taira Taka'aki)	カリフォルニア大学バークレー校	
その他の研究協力者	ヒューストン ハイジ (Houston Heidi)	南カリフォルニア大学	
その他の研究協力者	ネドー ロバート (Nadeau Robert)	カリフォルニア大学バークレー校	

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			
	カナダ	Geogical Survey of Canada		
米国	University of California, Berkeley	University of South California		