

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：82102

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K14818

研究課題名（和文）海底動圧変動記録を用いた東北沖地震活動の時空間推移

研究課題名（英文）Spatio-temporal change of the seismicity in off-Tohoku region based on the analysis of dynamic seafloor pressure change

研究代表者

久保田 達矢（Kubota, Tatsuya）

国立研究開発法人防災科学技術研究所・地震津波火山ネットワークセンター・特別研究員

研究者番号：70808071

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本課題はこれまで着目されてこなかった海底圧力計の地震動成分を活用して沖合の地震活動を詳細に明らかにし、巨大地震を引き起こす沈み込み帯の地震発生場の特徴を調査した。震源直上における津波の発生の理論を応用し、大地震時の震源直上の海底水圧計の地震動・津波が混在する記録から地震動成分のみを分離する手法を開発した。さらに、過去に発生した地震について海底圧力記録をもとに震源断層モデルを高い精度で推定して震源域周辺での応力状態などの性質を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

沖合の震源域直上の海底圧力計データが記録したシグナルを丹念に解析することで、沖合で発生した地震の震源の情報を非常に詳細に得ることができ、地震発生を特徴づける場の状態を詳細に知ることができることがわかった。近年では沖合に広域な海底ケーブル式海底圧力観測網が展開されてきている。秒から年まで幅広い時間スケールの地球物理学現象を観測可能である海底圧力計は次世代の観測の一端を担うことを示したと言える。

研究成果の概要（英文）：This project studies offshore seismicity in detail by utilizing the high-frequency seismic component of ocean-bottom pressure gauges, which has not been utilized so far, and investigated the characteristics of the seismogenesis in the subduction zone that can cause huge earthquakes. Based on the theory of tsunami generation, we proposed a method to separate the seismic wave component from the complex ocean-bottom pressure records installed just above the epicenter, including the seismic and tsunami components. This study also estimated fault models for offshore earthquakes with high resolution based on pressure records to discuss the fault properties such as stress conditions.

研究分野：固体地球物理学

キーワード：津波 地震 海底圧力計

1. 研究開始当初の背景

これまで、沖合の地震発生場の状態に関する研究が数多くなされてきたが、その大半は震源域から遠く離れた陸上・沿岸の観測記録を用いていたため、推定精度の問題などにより地震発生場の状態を詳細に議論するのは難しかった。この問題は、2011年東北沖地震前後の地震活動度の時間・空間的な変化を詳細に議論する上では特に重要な問題である。この問題を解決するには、震源そばの沖合・海底で得られた観測記録を使えばよい。そのひとつに地震の震源決定に利用される海底地震計があるが、海底地震計は大きい地震動が入力する波形が振り切れて波形全体を記録できず、震源像の詳細な推定に利用することが難しいという問題があった。

研究代表者はこれまで、沖合に設置された海底圧力計の記録からM6~7程度の地震の震源像を詳細に推定して東北沖地震の発生に至る過程や東北沖地震が沈み込み帯に与えた影響などを詳細に議論してきた。また、海底地震動に伴う高周波・大振幅な圧力変化(動圧変動)を用いて沖合の地震の震源像を推定して動圧変動記録が地震計と同じように地震の震源像の解析に活用可能であることも示してきた。海底圧力計の動圧変動記録には、震源のすぐそばで観測しても波形が振り切れることなく観測できるという利点がある。動圧変動の観測事例は古くから報告されてきたものの、データサンプリング時間間隔が非常に粗く(~10秒)、地震の震源像の解析に使えるようになったのはロガーの性能向上によって細かいサンプリングが可能になった最近のことである(~1秒)。また、申請者の研究などにより動圧変動の地震の震源像の解析への活用可能性が示されつつあるものの、震源域直上の海底水圧計の動圧変動の実観測記録を用いた解析事例はまだ少なく、さらに、震源像の推定に動圧変動と津波を同時に用いる、という研究は行われていなかった。

2. 研究の目的

沈み込み帯における地震活動の詳細な把握は、2011年東北沖地震のような巨大地震の発生や関連現象の理解には必要不可欠である。今後、どんなに新しい観測網が整備されようとも東北沖地震当時の観測記録が増えることはない。東北沖地震の直前・直後の地震活動を詳細に得るには、既存の観測記録から新たな情報を抽出する必要がある。本研究では、これまで着目されてこなかった海底圧力計の地震動成分に着目して、陸上観測の記録では解析の困難な沖合の地震活動、なかでも2011年東北沖地震前後の地震活動を解析してその地震のもつ特徴を明らかにすることを目的とした。さらに、時間的・空間的な変化(例:2011年東北沖地震前後の応力場の変化)を明らかにし、東北沖地震を引き起こした東北日本沈み込み帯の地震発生場の状態を特徴付ける要素を詳細に明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

主に東北大学によって展開された自己浮上式海底圧力計や防災科学技術研究所のS-netのケープル式海底圧力計の記録をもとに、沖合での地震の震源像に関するパラメータ(たとえば、断層面の方位、断層面上での破壊の継続時間など)の詳細な推定を試みる。なかでも動圧成分の解析においては、地震波形解析で用いられる手法(たとえば、モーメントテンソルインバージョン解析)を用いる。やや規模の大きいM6を超える地震では海底圧力計で津波も記録されている。津波の波源(地震時海底上下変動)の空間的広がりには主に断層面のサイズによって特徴付けられる。そのため津波の解析から波源の広がりを求め、断層の空間的広がり情報も得る。

このようにして得られた地震の震源パラメータをもとに、沖合の地震発生場の状態について考察する。とくに、東北沖で発生した地震においては、東北沖地震の発生が、その解析対象となる自身の周辺の応力場に与えた影響や地震活動の変化を考察する。

4. 研究成果

(1) 海底圧力計の超広帯域な地震・津波観測

2010年チリ地震(マグニチュードM8.8)における、日本近海での海底圧力計や周辺の地震計などの記録に含まれるシグナルの特徴を整理し、海底圧力計がどのようなシグナルを観測可能か、動圧変動はどのような特徴をもっているか検討した。海底圧力計は、チリ地震発生から20分後に周期20秒より短い成分を持つ地震波(P波)を記録し、地震発生の約1時間後に周期10~200秒に卓越する変動を記録していた。周辺の地震計の記録と比較・検討から、このシグナルは地震波の一種である表面波(レイリー波)であることがわかった。さらに、地震発生から24時間経過したあとも長周期な(周期50秒より長い)津波シグナルが明瞭に記録されていた。海底圧力計は、地震波・津波に加えて、スロースリップや余効変動と呼ばれる現象に伴う海底のゆっくりとした上下の動き(海底地殻変動)も計測可能である。一般に、地震計は長周期な津波や地殻変動を精度良く計測することは難しい。また沿岸の潮位観測では津波や潮位の観測を目

的としているためサンプリング間隔が粗く、短周期な地震波や津波の分散現象を観測することは難しい。それらに対し、海底圧力計は、地震波のような「秒・分スケール」の現象から、「時間スケール」の津波、「月・年スケール」の海底地殻変動まで幅広い時間スケールの地球物理学的な現象を観測可能である。海底圧力計は津波・地殻変動の観測を目的として展開されているものが大半だが、海底圧力計が記録する幅広い周期帯のシグナルを解析することにより、長周期な巨大津波を引き起こす性質だけでなく短周期な地震を引き起こす地震の性質まで、幅広い周期帯域の地震の性質の理解が可能になると期待される。

(2) 海底水圧記録からの津波成分の抽出

沖合の震源直上の水圧計は、津波・地殻変動に加えて地震動に起因する短周期な動圧効果も含まれる。本研究では、震源直上における津波の発生理論を応用し、震源直上の多数の水圧観測記録を逆問題として定式化することで津波成分と動圧成分を分離する手法を開発した。また、この手法を実際の2011年の東北地方太平洋沖地震(M9.0)における震源域直上の水圧記録に適用して、両者の水圧変動成分を分離すること成功した(図1)。震源域の直上の水圧計に動圧成分が含まれていると、津波の即時予測に悪影響をおよぼすことが危惧されるが、本解析の結果は、直上に展開された多数の観測点の記録を活用することによりその影響を原理上無視できることを意味する。また、地震動に由来する動圧変動成分は、津波よりも速く伝播・到達する。本成果は、この手法を応用することにより、震源直上の動圧変動成分を津波即時予測の精度および即時性の向上にも利用できるという、直上の水圧計のさらなる応用の可能性も示している。

(3) 直上水圧記録の基づく断層モデル推定

過去の地震津波イベントにおける直上の水圧観測記録を解析し、その地震の震源情報を得て、地震を引き起こした地震発生場の特徴を考察した。

2020年8月に岩手県沖で発生したM6.0の地震におけるS-netの水圧波形を丹念に解析し、振幅1cm未満の微小な津波が観測されていることを明らかにし、この地震の震源情報を詳細に得ることに成功した(図2)。従来の沖合観測網は数が少なかったため、このような微小な津波を観測していたとしても、単一観測点の波形だけでは津波シグナルかノイズかを判別できなかったが、S-netのような多数の観測点の記録があれば、津波シグナルの判別が可能になることが示された。また、推定された断層モデルから期待される断層面上での応力降下量(1.5MPa)は一般的なプレート境界型地震で期待される程度の値となり、近傍で1896年に発生した明治三陸地震のような「津波地震」において期待されるほど小さくなかった。また、推定された断層モデルを周辺で発生する「スロー地震」活動の領域とは重ならない。このような、地震発生様式の違いは、プレート境界面上における空間的な摩擦状態の違いを反映している可能性があることが示唆された。

2016年11月に福島県沖で発生したM7.0の地震のS-netの水圧波形を解析し、詳細な震源断層の情報抽出に成功した(図3)。従来の観測網は、震源域から見て陸側にしか存在せず、かつ震源域から遠く離れた場所で得られた記録しなかったため得られる断層の情報には限りがあったが、震源域を取り囲み、かつ震源域のごく近傍にも分布するS-netの観測網の記録を用いることにより、非常に高い精度で震源の情報を得ることが可能であることが明らかとなった。この地震の震源周辺では、2011年東北沖地震によってひずみが増加し、地震が起こりやすくなったことが過去の研究で報告されていたが、推定した地震時すべり分布をもとに地震時に解消された応力を計算したところ、2011年東北沖地震により増加したよりも大きな応力を解消していたことが分かった。このことは、2011年東北沖地震による応力増加が2016年福島県沖の地震の直接の原動力になったのではなく、東北沖地震の前から応力がすでにある程度蓄えられており、東北沖地震が「最後のひと押し」となって地震発生に至ったと解釈される。

なお、これら2つの地震の解析からは、震源近傍にあるS-netの水圧観測点では、ステップ状の大振幅の圧力変動成分が含まれることもわかった。S-netの併設の地震計との統合解析から、これらのステップ状の変動が地震動に原因である可能性も明らかとなり、S-netの記録を即時予測に利用する場合には、ノイズの影響を軽減する手法・技術開発も必要であることが分かった。

(4) 動圧・津波・地殻変動を考慮した震源モデリング

2015年9月、伊豆・小笠原海溝においてM6.0のプレート境界型地震が発生した。この地震の震源域直上には、多数の海底圧力計からなる観測アレイが展開されており、地震波、津波、海底上下変位による圧力変動を同時に観測した(図4)。本研究では、流体力学の理論に基づいて津波と永久変位による圧力変化(静水圧変動)を計算し、弾性体力学の理論に基づいて地震動による圧力変化(動圧変動)を計算したのち、両者を足し合わせることで震源直上の海底水圧変動を合成する手法を考案した。さらに、この手法を応用して、震源直上の水圧計アレイの記録をもとに、断層面上のすべり分布を詳細に推定した。

解析の結果、すべりが大きかった場所は、気象庁によって決定された震源よりも50kmほど南西に位置した。この水平位置のずれは、気象庁の震源の位置は、遠く離れた陸上地震計の記録をもとに求めているため精度が低いことが理由であり、直上の水圧計の記録を用いた本結果のほうが精度よくすべりの位置を推定できていると言える。

この地震の震源断層と同じ位置において、非地震性のゆっくりとしたプレート境界すべりの

発生が先行研究により報告されている。この非地震性すべりは、プレート境界の特殊な摩擦を反映しているものと考えられ、この地震が生じた場所のプレート境界は、地震性の急激な「不安定すべり」を起こす摩擦特性と、地震をまったく起こさない「安定すべり」を起こす摩擦特性の中間の特性をもつと考えられる。地震のマグニチュードに比べて大きな津波を励起する地震のことを「津波地震」と呼ぶが、津波地震の発生領域の摩擦特性は、安定～不安定すべりの中間から、やや不安定寄りの摩擦特性のもとで生じる。今回の地震が非地震性すべりの発生域と同じ場所で生じたことを考えると、今回の地震も津波地震であったことが示唆される。

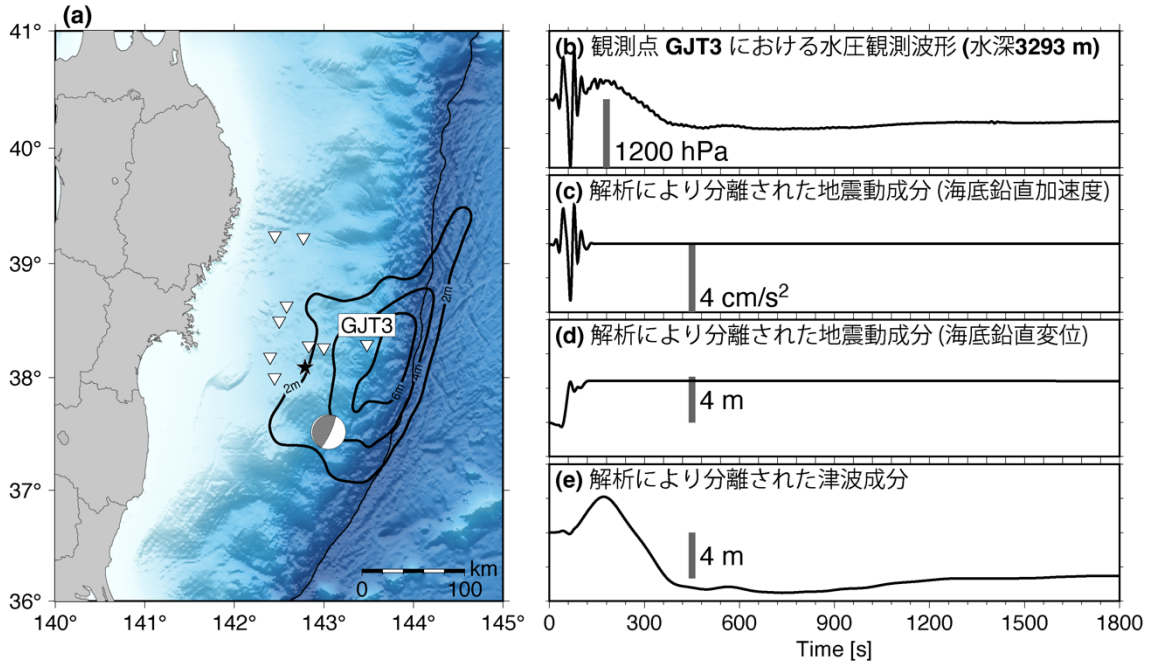


図1 海底水圧記録からの津波成分の抽出

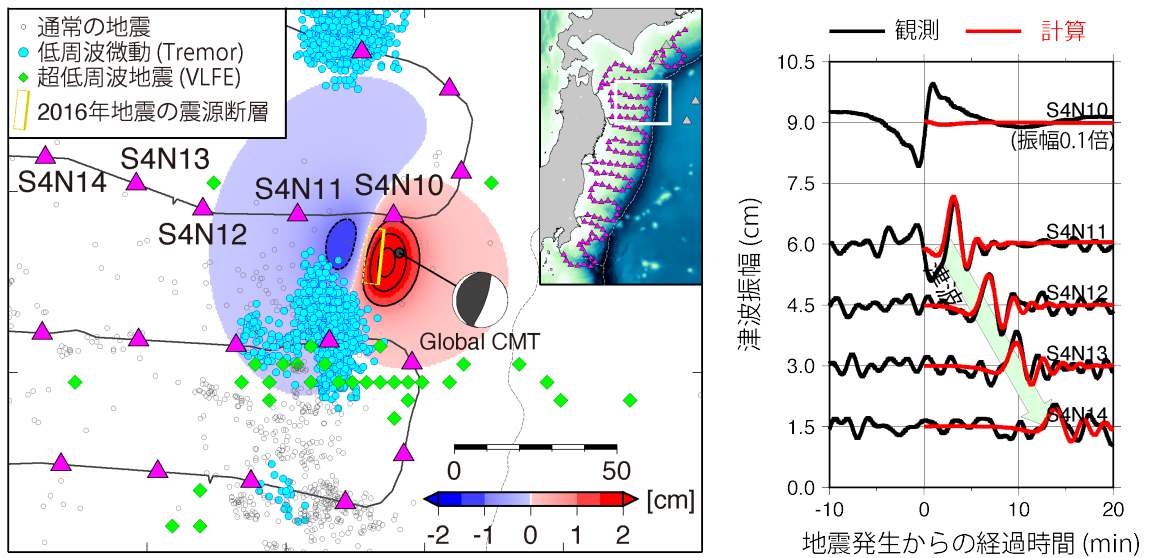


図2 2020年8月に岩手県沖で発生した地震の解析

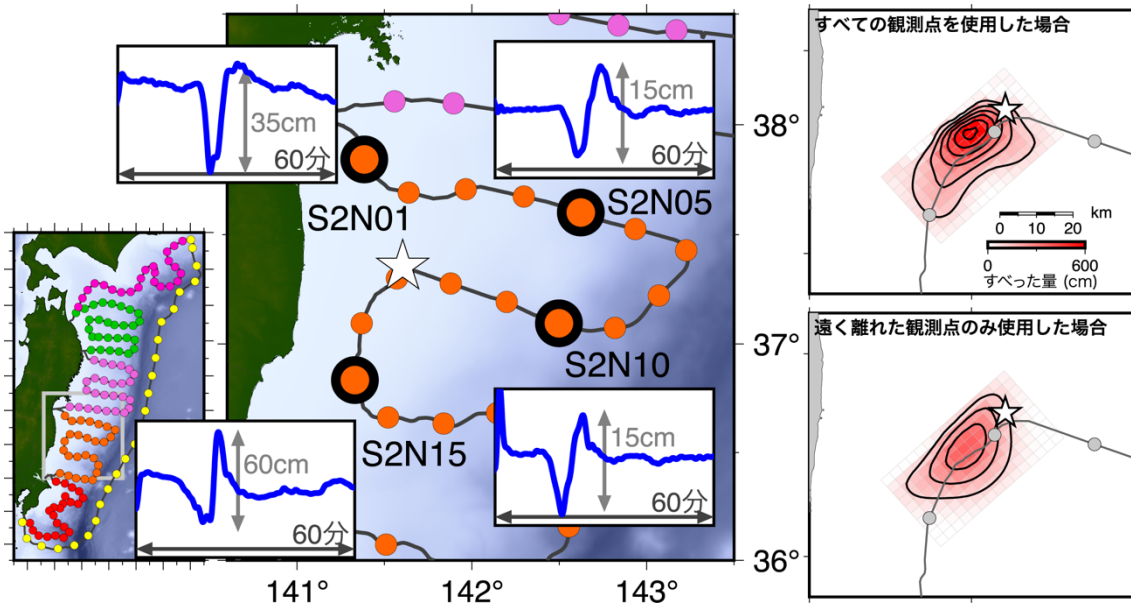


図3 2016年11月に福島県沖で発生した地震の解析

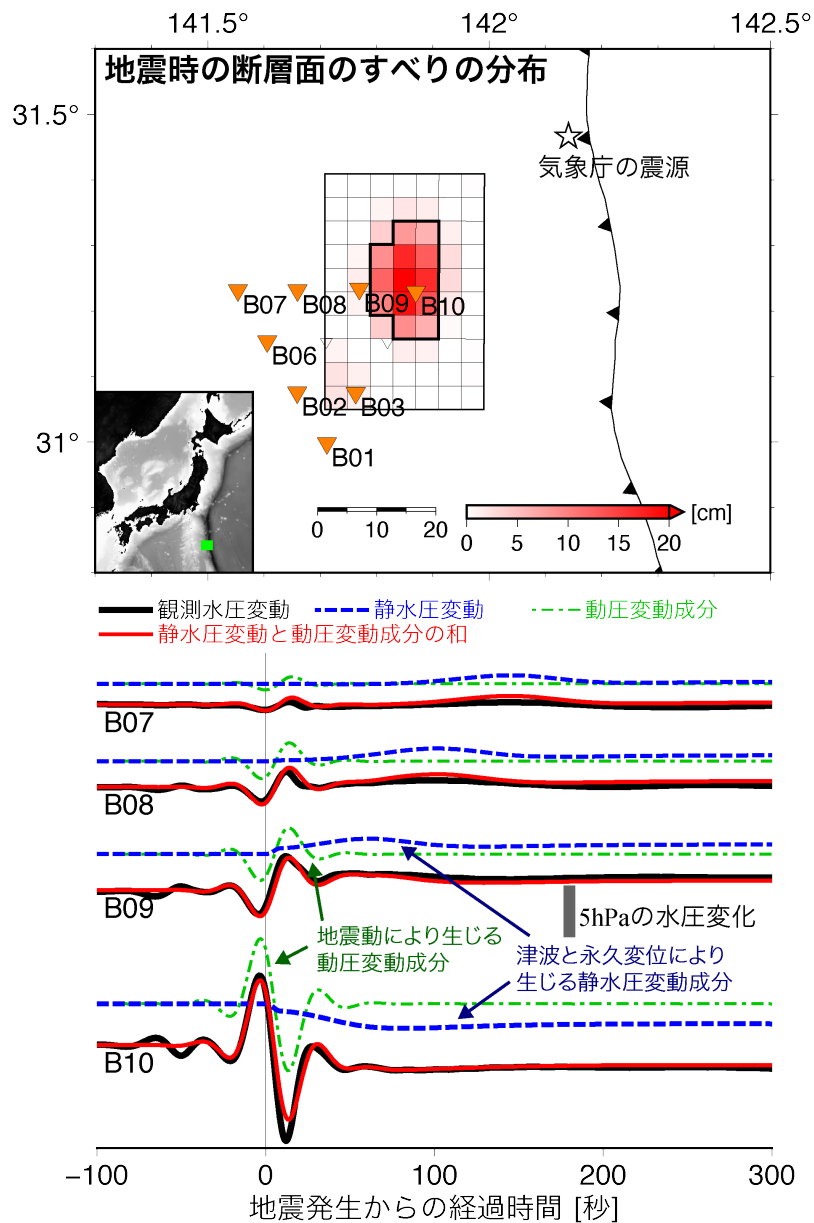


図4 2015年9月に伊豆小笠原沖で発生した地震の解析

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Kubota, T., Saito, T., & Hino, R.	4. 巻 9
2. 論文標題 A new mechanical perspective on a shallow megathrust near-trench slip from the high-resolution fault model of the 2011 Tohoku-Oki earthquake	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 68
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40645-022-00524-0	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 Kubota, T., Saito, T., & Nishida, K.	4. 巻 377
2. 論文標題 Global fast-traveling tsunamis driven by atmospheric Lamb waves on the 2022 Tonga eruption	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 91-94
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/science.abo4364	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 Kubota, T., Saito, T., Fukao, Y., Sugioka, H., Ito, A., Tonegawa, T., Shiobara, H., & Yamashita, M.	4. 巻 48
2. 論文標題 Earthquake rupture and tsunami generation of the 2015 Mw 5.9 Bonin event revealed by in-situ pressure gauge array observations and integrated seismic and tsunami wave simulation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL095915
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2021GL095915	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 Kubota, T., Saito, T., Chikasada, N. Y., & Sandanbata, O.	4. 巻 48
2. 論文標題 Meteotsunami observed by the deep-ocean seafloor pressure gauge network off northeastern Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL094255
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2021GL094255	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 Kubota, T., Kubo, H., Yoshida, K., Chikasada, N. Y., Suzuki, W., Nakamura, T., & Tsushima, H.	4. 巻 126
2. 論文標題 Improving the constraint on the Mw 7.1 2016 off-Fukushima shallow normal-faulting earthquake with the high azimuthal coverage tsunami data from the S-net wide and dense network: Implication for the stress regime in the Tohoku overriding plate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 e2021JB022223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JB022223	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 Fukao, Y., Kubota, T., Sugioka, H., Ito, A., Tonegawa, T., Shiobara, H., Yamashita, M., & Saito, T.	4. 巻 126
2. 論文標題 Detection of "rapid" aseismic slip at the Izu-Bonin Trench	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 e2021JB022132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JB022132	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 Du, Y., Ma, S., Kubota, T., & Saito, T.	4. 巻 126
2. 論文標題 Impulsive tsunami and large runup along the Sanriku coast of Japan produced by an inelastic wedge deformation model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 e2021JB022098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JB022098	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 Saito, T., Kubota, T., Chikasada N. Y., Tanaka, Y., & Sandanbata, O.	4. 巻 126
2. 論文標題 Meteorological tsunami generation due to sea-surface pressure change: Three-dimensional theory and synthetics of ocean-bottom pressure change	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 e2020JC017011
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JC017011	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 Kubota, T., Saito, T., Tsushima, H., Hino, R., Ohta, Y., Suzuki S, & Inazu D.	4. 巻 48
2. 論文標題 Extracting near-field seismograms from ocean-bottom pressure gauge inside the focal area: application to the 2011 Mw 9.1 Tohoku-Oki earthquake	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL091664
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL091664	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 Kubota, T., Saito, T., Chikasada, N. Y., & Suzuki, W.	4. 巻 7
2. 論文標題 Ultra-broadband seismic and tsunami wave observation of high-sampling ocean-bottom pressure gauge covering periods from seconds to hours	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth and Space Science	6. 最初と最後の頁 e2020EA001197
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020EA001197	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 Saito, T., T. Kubota	4. 巻 48
2. 論文標題 Tsunami Modeling for the Deep Sea and Inside Focal Areas	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 121-145
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-earth-071719-054845	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 Kubota, T., T. Saito, W. Suzuki	4. 巻 47
2. 論文標題 Millimeter Scale Tsunami Detected by a Wide and Dense Observation Array in the Deep Ocean: Fault Modeling of an Mw 6.0 Interplate Earthquake off Sanriku, NE Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2019GL085842
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL085842	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 Kubota, T., R. Hino, D. Inazu, S. Suzuki	4. 巻 6
2. 論文標題 Fault model of the 2012 doublet earthquake, near the up-dip end of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, based on a near-field tsunami: implications for intraplate stress state	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-019-0313-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 Takemura, S. A. Noda, T. Kubota, Y. Asano, T. Matsuzawa, K. Shiomi	4. 巻 46
2. 論文標題 Migrations and Clusters of Shallow Very Low Frequency Earthquakes in the Regions Surrounding Shear Stress Accumulation Peaks Along the Nankai Trough	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 11830-11840
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL084666	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35件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Kubota, T., Saito, T., & Nishida, K.
2. 発表標題 Global tsunami propagation driven by atmospheric waves on the 2022 Hunga-Tonga eruption.
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保田達矢・齊藤竜彦・西田究
2. 発表標題 2022年1月15日のトンガの火山噴火に伴う全球規模の津波発生と伝播
3. 学会等名 海洋調査技術学会第34回研究成果発表会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保田達矢・齋藤竜彦・日野亮太
2. 発表標題 直上津波・測地観測に基づく2011年東北地震の浅部大すべりモデリング：浅部不均質構造による応力変化への影響
3. 学会等名 日本地震学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Saito, T., Kubota, T., & Nishida, K.
2. 発表標題 Fast-traveling tsunamis by atmospheric pressure disturbances on the 2022 Tonga eruption
3. 学会等名 AOGS 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 久保田達矢・齋藤竜彦・西田究
2. 発表標題 グローバル海底水圧観測網がとらえた2022年トンガ噴火による気圧波が励起した津波
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 Kubota, T., Saito, T., Tsushima, H., Hino, R., Ohta, Y., Suzuki, S., & Inazu, D.
2. 発表標題 Extracting near-field in-situ ground motion waveforms with large displacements of the 2011 Tohoku-Oki earthquake from ocean bottom pressure change inside the focal area
3. 学会等名 AGU 2021 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kim, S.B., Saito, T., Kubota, T., & Chang, S.-J.
2. 発表標題 Slip distribution of the 2003 Tokachi-Oki earthquake estimated using ocean-bottom pressure gauges inside the focal area
3. 学会等名 AGU 2021 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田達矢・齊藤竜彦
2. 発表標題 東北沖地震のすべり分布と応力降下分布：海溝大すべりの原因の力学的考察
3. 学会等名 日本地震学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 深尾良夫・久保田達矢・杉岡裕子・伊藤亜妃・利根川貴志・塩原肇・山下幹也・齊藤竜彦
2. 発表標題 地震滑りとスロースリップとを繋ぐ遷移領域滑りの検出
3. 学会等名 日本地震学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保久彦・久保田達矢・齊藤竜彦
2. 発表標題 震源域直上の海底水圧計記録に基づく2011年東北地震の地震波放射過程に関する考察
3. 学会等名 日本地震学会2021年度秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kubota, T., Kubo, H., Chikasada, N. Y., Yoshida, K., Suzuki, W. & Nakamura, T.
2. 発表標題 Improving the constraint of the 2016 Off-Fukushima shallow normal-faulting earthquake with the high-coverage tsunami data from the S-net wide network: implication on the crustal stress in the overriding plate
3. 学会等名 JpGU Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久保田達矢・齋藤竜彦・対馬弘晃・日野亮太・太田雄策・鈴木秀市・稲津大祐
2. 発表標題 海底動的圧力変動成分記録から抽出した2011年東北沖地震の震源域内部の大振幅地震動波形
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 久保久彦・久保田達矢・鈴木亘・中村武史
2. 発表標題 陸海観測データに基づく2016年福島県沖地震の震源過程解析
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 Kubota, T., Saito, T., Fukao, Y., Sugioka, H., Ito, A., Tonegawa, T., Shiobara, H., & Yamashita, M.
2. 発表標題 Rupture and tsunami generation process of the 2015 Mw 5.9 Bonin earthquake revealed by in-situ pressure gauge array observations and an integrated simulation of seismic and tsunami waves
3. 学会等名 AGU 2020 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fukao, Y., Kubota, T., Sugioka, H., Ito, A., Tonegawa, T., Yamashita, M., Shiobara, H., & Saito, T.
2. 発表標題 Detection of "rapid" aseismic slip that bridges a gap between seismic slip and slow slip
3. 学会等名 AGU 2020 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Otsuka, H., Ohta, Y., Hino, R., Kubota, T., & Inazu, D.
2. 発表標題 The ability of the non-tidal oceanographic model for the ocean bottom pressure time series in the dense observation networks around Japan :toward understanding the transient crustal deformation
3. 学会等名 AGU 2020 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保田達矢・齋藤竜彦・近貞直孝・三反畑修
2. 発表標題 S-net沖合海底圧力観測網が記録した2020年7月1日に発生した気象津波
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 齋藤竜彦・久保田達矢・近貞直孝・田中裕介・三反畑修
2. 発表標題 海面の気圧変化による津波の発生: 沖合水圧観測のための3次元モデル
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 大塚英人・太田雄策・日野亮太・久保田達矢・稲津大祐
2. 発表標題 DONET海底水圧計記録に対する非潮汐海洋モデルの適用とその評価
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 Kubota, T., Saito, T., & Suzuki, W.
2. 発表標題 Millimeter-scale tsunami of an M6 earthquake observed by the nearest-field pressure gauge array: a fault modeling and stress drop estimation
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 Kubota, T., Chikasada, N. Y., Tsushima, H., Suzuki, W., Nakamura, T., & Kubo, H.
2. 発表標題 Tsunami analysis using the S-net pressure gauge records during the Mw 7.0 Off-Fukushima earthquake on 22 November 2016 to reduce the effects of tsunami-irrelevant pressure components
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 久保田達矢・近貞直孝・日野亮太・太田雄策・大塚英人
2. 発表標題 地殻変動検出に向けた日本海溝北部におけるS-net長期間水圧記録の品質の予備的検討
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近貞直孝・久保田達矢
2. 発表標題 S-net水圧データ即時解析のための長期評価
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fukao, Y., Sugioka, H., Ito, A., Tonegawa, T., Yamashita, M., Shiobara, H., Kubota, T., & Saito, T.
2. 発表標題 Strain release by λ rapid aseismic slip at the Izu-Bonin 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 大塚英人・太田雄策・日野亮太・久保田達矢・稲津大祐
2. 発表標題 日本近海の海底圧力計データに対する非潮汐海洋成分の影響評価
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木巨・久保田達矢・中村武史・近貞直孝
2. 発表標題 津波波源自動解析システムMarlinの開発
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takemura, S., Okuwaki, R., Kubota, T., Shiomi K., Kimura, T., & Noda, A.
2. 発表標題 CMT inversion of offshore earthquakes along the Nankai Trough: Separated distributions of slow and regular earthquakes on the plate boundary
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 Kubota, T., Saito, T., & Suzuki, W.
2. 発表標題 Fault modeling and stress drop estimation based on millimeter-scale tsunami records of an M6 earthquake detected by the dense and wide pressure gauge array
3. 学会等名 EGU General Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Du, Y., Ma, S., Kubota, T., Saito, T.
2. 発表標題 Can inelastic wedge deformation explain the large tsunami runup of the 1896 Sanriku earthquake?
3. 学会等名 SSA 2020 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kubota, T., T. Saito, N. Y. Chikasada, W. Suzuki
2. 発表標題 Ultra-broadband observations of seismic and tsunami waves of ocean bottom pressure gauges off the NE Japan and spectral analysis combined with the records of seismometers and tide gauges
3. 学会等名 AGU 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田達矢・齋藤竜彦・深尾良夫・杉岡裕子・伊藤亜妃・山下幹也・利根川貴志・塩原肇
2. 発表標題 2015年Mw6.0小笠原海溝地震の近地アレー観測：津波発生場の海底水圧変動モデリング
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 深尾良夫・杉岡裕子・伊藤亜妃・山下幹也・利根川貴志・塩原肇・久保田達矢・齋藤竜彦
2. 発表標題 2015年Mw6.0小笠原海溝地震の近地アレー観測：前震 本震 海底変動 津波発生 余効変動
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 久保田達矢・齋藤竜彦・近貞直孝・鈴木亘
2. 発表標題 日本近海に設置された海底圧力計が捉えた2010年チリ地震に伴う地震レイリー波と津波の群速度分散
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 Takemura, S., Y. Asano, T. Matsuzawa, A. Noda, T. Kubota, K. Shiomi
2. 発表標題 Spatiotemporal variations of shallow very low-frequency earthquake activities along the Nankai Trough
3. 学会等名 27th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保田達矢・日野亮太・鈴木秀市
2. 発表標題 2012年宮城沖プレート内ダブルプレート地震の震源断層モデルから検討した日本海溝近傍における海洋プレート内レオロジー
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

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

震源域直上津波波形記録にもとづく断層モデル推定と2011年東北沖地震の浅部大すべりの力学的メカニズム
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2022_PEPS/
 2022年トンガ噴火に伴う地球規模の津波発生と伝播メカニズム
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2022_Science/
 2022年1月トンガ噴火に伴う地球規模の津波発生と伝播メカニズムを解明
<https://www.bosai.go.jp/info/press/2022/20220513.html>
 震源直上の稠密海底水圧アレイ観測が記録した津波発生場の海底水圧変動
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2021_GRL2/
 S-netが捉えた『気象津波』：大気圧変動が引き起こす津波
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2021_GRL1/
 S-net広域・稠密津波観測網が明らかにした東北沖の大層プレート内部の応力状態
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2021_JGR/
 海底水圧計が記録した2011年東北沖地震の震源直上の地震動
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2021_GRL/
 海底圧力計の超広帯域な地震・津波観測
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2020_ESS/
 ミリメートル津波を用いた三陸沖M6地震の震源断層モデルの推定
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2020_GRL/
 2011年東北沖地震後の沈み込むプレートの応力場の変化
https://quake.bosai.go.jp/~kubota/publications/Kubota_etal_2019_PEPS/

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

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
---------	---------