

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02409

研究課題名(和文) 沖合津波観測による津波即時予測技術の共進化を可能にする標準評価法の創出

研究課題名(英文) Creating a standard evaluation method to enable co-evolution of tsunami early prediction techniques using offshore observations

研究代表者

馬場 俊孝 (BABA, Toshitaka)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授

研究者番号：90359191

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では地震動・地殻変動・津波が混在する海水中の圧力変動場の理論を確立するとともに、数値計算モデルに実装した、地震の断層破壊モデルを本手法に最適化することにより、すべての効果を含む地震発生時の現実的な海底水圧記録の合成にはじめて成功した。地震を起源としない津波も研究対象とし、移動する気圧変化による津波の発生とそのときに観測できる物理量を理論的に解明した。また、海底水圧計が観測する複雑な記録から地震動と津波成分を分離する手法を開発した。過去の津波イベントで観測された海底水圧記録に対して事後解析を実施し、本研究で確立した新しい津波理論や解析手法の妥当性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

沖合の海底水圧計で津波観測を行う場合、津波記録に地震動と地殻変動がノイズとして混入し、津波警報を難しくしている。本研究の成果を利用することで、地震直後の津波の予測の精度の向上が期待される。また、海底水圧計という新しい観測態勢に対応するためには津波の発生と伝播の理論の再構築が重要である。本研究で到達した流体力学に弾性体力学を加えた新しい津波理論をレビュー論文としても報告した。津波研究分野のさらなる発展に貢献する成果である。

研究成果の概要(英文)：This study established a new theory of the pressure fluctuation field in seawater under the mixing of seismic waves, crustal deformations, and tsunamis. We successfully implemented the new theory in a simulation model. This model synthesized a realistic seafloor pressure record including all the effects during an earthquake by optimizing the earthquake rupture scenario. We also elucidated the generation mechanism of non-seismic tsunamis caused by moving atmospheric pressure changes and the physical quantities observed by the seafloor pressure gauges. We developed a method to separate seismic and tsunami components from the complex pressure records. Ex-post analysis using seafloor pressure records of actual tsunami events validated the new tsunami theory and analysis method established in this study.

研究分野：津波防災

キーワード：津波 即時予測 海底水圧観測 動圧効果 3次元シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

西南日本における DONET, DONET2 や日本海溝における S-net が整備され、日本周辺には世界にも類をみない高密度な地震・津波観測網が整備されつつある。それらの記録から、特に震源直上付近における海底の圧力変動は地震動・海中音波・地殻変動・津波が複雑に混ざりあったものになることが分かってきた。海溝型巨大地震の震源域直上の記録を用いて即時的な解析を行い、揺れや津波の予報に繋げるためには、この複雑な記録を正面から取り扱う必要がある。

2. 研究の目的

津波を伴う大地震が高密度の観測網の直下で発生することはきわめてまれであり、数値シミュレーションによって現実的な海底水圧記録を合成することが喫緊の課題となっている。これまでに、重力場中の地震動方程式を考えることにより地震動から津波までを統一的に解く方法も提案されているが、そのためには莫大な計算資源を必要としていた。そこで、本研究では地震動・地殻変動・津波が混在する海水中の圧力変動場を再現する新たなシミュレーション方法の確立を目指した。

3. 研究の方法

(1) 全効果を含む海底圧力変動のシミュレーション

研究目的達成のために、地震と津波のシミュレーションのためのオープンソースコードである OpenSWPC と JAGURS とを組み合わせた(図1)。JAGURS<sup>[1]</sup>は、2次元非線形分散長波式を差分法で計算するコードである。ネスティングアルゴリズムが実装されており、対象とする領域を高解像度で解くことができる。OpenSWPC<sup>[2]</sup>は3次元の地震動を差分法で解くコードであり、適切な表面及び吸収境界条件の採用により、地殻変動までを含む広帯域の地震動を実用十分な精度で再現することができる。どちらのコードも、PCによる小規模なシミュレーションからスパコンによる大規模計算までの様々な問題を、入力パラメータセットの変更だけでシームレスに実現できる。本研究では、Saito and Tsushima (2016)<sup>[3]</sup>および Saito et al. (2019)<sup>[4]</sup>によって提案された弱連成手法に基づき地震動と津波を合成した。まず、OpenSWPCによって海底での有限断層からの重力を含まない地震動シミュレーションを行い、海面での鉛直方向の変位変動量をその時刻における海面変動量として JAGURS への入力とする。カップリング計算は OpenSWPC から JAGURS への一方向にのみ行う。JAGURS は長波近似のもとで海面変位を計算するため、海底での圧力観測に換算する際には、JAGURS により計算された津波波高による圧力変化に OpenSWPC で計算しておいた地震動による法線応力の動的変動と上下方向地殻変動の効果を重畳させる。このようにして、陸海の地殻変動と地震動、海中における音波そして津波という、固体地球と海洋からなる系における巨大地震による全波動現象を統一かつ容易にシミュレーションすることができる。

既存の東北地方太平洋沖地震の断層運動モデルをもとに、直上の地震計や海底圧力計記録でリアルスティックな短周期記録をもたらすためのアップスケーリングを実施した。具体的には入力モデルの断層面上の断層破壊分布を低波数側のモデル、高波数側には von Karman 型のランダムなすべり分布を仮定し、それらが波数空間でなめらかに接続するように重み付き重合した。さらに初期破壊点からの破壊伝播や断層のライズタイム・滑り角方向にもランダムなゆらぎを

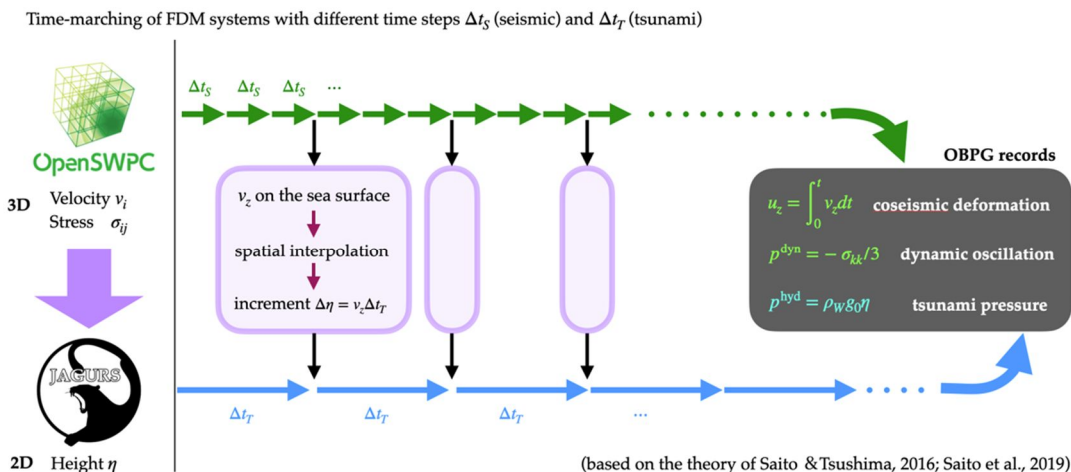


図1 海底水圧記録際限のための OpenSWPC と JAGURS の連成

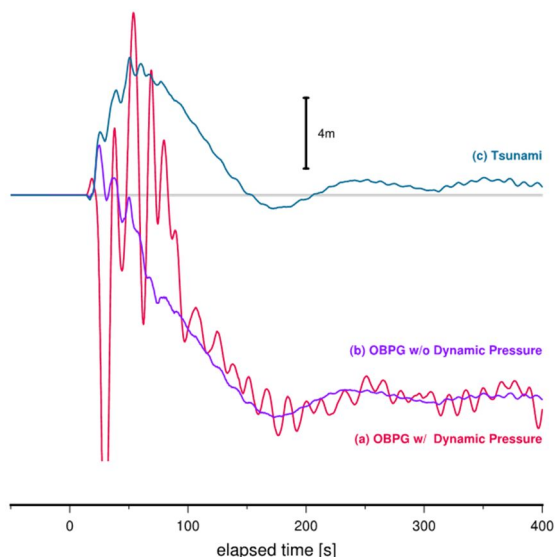


図 2 海底水圧記録の合成

加え、現実的な太平洋プレート上面形状に適合した断層すべりモデルを作成した。これをもとに大規模地震波動場数値シミュレーションを実施することで、海底・および海面における模擬地震動記録を得た。さらに、上述の手法に基づき、その海面変位を入力とした線形分散波津波シミュレーションを実施し、その結果から予測される静水圧近似のもとでの海底圧力と地震動シミュレーションにより得られた動圧とを重合することで、時間遅れを含む不均質な運動学的断層破壊と地震動および動的な水圧効果を含む、これまでになかった現実的な海底水圧記録の合成に成功した(図2)。

### (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3)。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) 高精度津波シミュレーションに基づく断層モデルの検討

過去の地震津波イベントにおける直上の水圧観測記録に対して即時性を考えない丹念な事後解析を実施し、沖合の震源域直上での稠密津波観測網そのものが持つ性能を評価した。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4)。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、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の抽出に成功した。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。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。



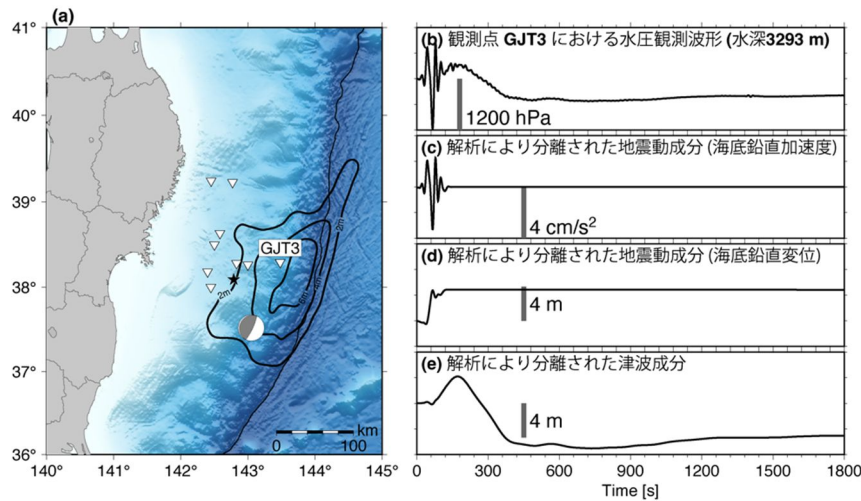


図3 海底水圧変動データの分離

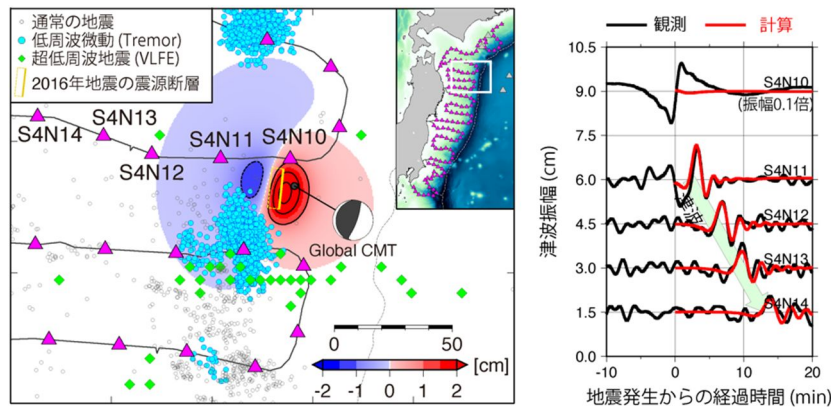


図4 2020年8月に岩手県沖で発生したM6.0の地震の解析

#### 4. 研究成果

本研究では地震動・地殻変動・津波が混在する海水中の圧力変動場の理論を確立し、それを数値計算モデルに実装した。地震の断層破壊モデルを本手法に最適化することにより、すべての効果を含む地震発生時の現実的な海底水圧記録の合成にはじめて成功した。また、海底水圧計が観測する複雑な記録から地震動と津波成分を分離する手法を開発した。過去の津波イベントで観測された海底水圧記録に対して事後解析を実施し、本研究で確立した新しい津波理論や解析手法の妥当性を確認した。

#### 参考文献

- [1] Baba et al. (2015) Parallel implementation of dispersive tsunami wave modeling with a nesting algorithm for the 2011 Tohoku tsunami, Pure Appl. Geophys., 172, 3455-3472.
- [2] Maeda et al. (2017) OpenSWPC: an open-source integrated parallel simulation code for modeling seismic wave propagation in 3D heterogeneous viscoelastic media, Earth Planets Space, 69, 102.
- [3] Saito and Tsushima (2016) Synthesizing ocean bottom pressure records including seismic wave and tsunami contributions: Toward realistic tests of monitoring systems, J. Geophys. Res. Solid Earth, 121, 8175-8195.
- [4] Saito et al. (2019) Synthesizing sea surface height change including seismic waves and tsunami using a dynamic rupture scenario of anticipated Nankai trough earthquakes, Tectonop., 769, 228166.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Saito Tatsuhiko, Kubota Tatsuya	4. 巻 48
2. 論文標題 Tsunami Modeling for the Deep Sea and Inside Focal Areas	5. 発行年 2020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 大石 裕介, 新出 孝政, 山崎 崇史, 牧野嶋 文泰, 馬場 俊孝, 前田 拓人, 近貞 直孝, 対馬 弘晃, 高川 智博	4. 巻 76
2. 論文標題 南海トラフ巨大地震の 3 次元津波伝播シミュレーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集 B2 (海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_259-I_264
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 Wang Yuchen, Satake Kenji, Maeda Takuto, Shinohara Masanao, Sakai Shin'ichi	4. 巻 91
2. 論文標題 A Method of Real-Time Tsunami Detection Using Ensemble Empirical Mode Decomposition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Seismological Research Letters	6. 最初と最後の頁 2851 ~ 2861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1785/0220200115	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 Kubota Tatsuya, Saito Tatsuhiko, Tsushima Hiroaki, Hino Ryota, Ohta Yusaku, Suzuki Syuichi, Inazu Daisuke	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 -
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 Baba Toshitaka, Chikasada Naotaka, Nakamura Yasuyuki, Fujie Gou, Obana Koichiro, Miura Seiichi, Kodaira Shuichi	4. 巻 125
2. 論文標題 Deep Investigations of Outer Rise Tsunami Characteristics Using Well Mapped Normal Faults Along the Japan Trench	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) 10.1029/2020JB020060	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 Tatsuhiko, Baba Toshitaka, Inazu Daisuke, Takemura Shunsuke, Fukuyama Eiichi	4. 巻 769
2. 論文標題 Synthesizing sea surface height change including seismic waves and tsunami using a dynamic rupture scenario of anticipated Nankai trough earthquakes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228166 ~ 228166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2019.228166	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 Wang Y., Satake K., Sandanbata O., Maeda T., Su H.	4. 巻 124
2. 論文標題 Tsunami Data Assimilation of Cabled Ocean Bottom Pressure Records for the 2015 Torishima Volcanic Tsunami Earthquake	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 10413 ~ 10422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JB018056	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 Wang Y., Maeda T., Satake K., Heidarzadeh M., Su H., Sheehan A. F., Gusman A. R.	4. 巻 46
2. 論文標題 Tsunami Data Assimilation Without a Dense Observation Network	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 2045 ~ 2053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080930	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 Baba Toshitaka, Gon Yodai, Imai Kentaro, Yamashita Kei, Matsuno Tetsuo, Hayashi Mitsuru, Ichihara Hiroshi	4. 巻 768
2. 論文標題 Modeling of a dispersive tsunami caused by a submarine landslide based on detailed bathymetry of the continental slope in the Nankai trough, southwest Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tectonophysics	6. 最初と最後の頁 228182 ~ 228182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tecto.2019.228182	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 Baba Toshitaka, Chikasada Naotaka, Imai Kentaro, Tanioka Yuichiro, Kodaira Shuichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Frequency dispersion amplifies tsunamis caused by outer-rise normal faults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20064-20064
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-99536-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 Kubota Tatsuya, Saito Tatsuhiko, Fukao Yoshio, Sugioka Hiroko, Ito Aki, Tonegawa Takashi, Shiobara Hajime, Yamashita Mikiya	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 -
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 Saito Tatsuhiko, Kubota Tatsuya, Chikasada Naotaka Y., Tanaka Yuusuke, Sandanbata Osamu	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 -
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 Tatsuya, Saito Tatsuhiko, Chikasada Naotaka Y., Sandanbata Osamu	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 -
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 Wang Y., Tsushima H., Satake K., Navarrete P.	4. 巻 178
2. 論文標題 Review on Recent Progress in Near-Field Tsunami Forecasting Using Offshore Tsunami Measurements: Source Inversion and Data Assimilation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pure and Applied Geophysics	6. 最初と最後の頁 5109 ~ 5128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00024-021-02910-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 Kubota Tatsuya, Kubo Hisahiko, Yoshida Keisuke, Chikasada Naotaka Y., Suzuki Wataru, Nakamura Takeshi, Tsushima Hiroaki	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 -
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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 久保田達矢・齊藤竜彦・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 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 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., 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 前田拓人・齊藤竜彦・馬場俊孝
2. 発表標題 OpenSWPC + JAGURS: 巨大地震の全波動現象再現のための融合数値シミュレーション
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前田拓人・齊藤竜彦・馬場俊孝
2. 発表標題 津波即時予測実験のための現実的全波動数値シミュレーション
3. 学会等名 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球の多様な波動現象へのアプローチ：多量データ解析と大規模計算を両輪に」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 王宇晨・佐竹健治・前田拓人・篠原雅尚・酒井慎一
2. 発表標題 Real-Time Tsunami Detection Based on Ensemble Empirical Mode Decomposition
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 Toshitaka Baba, Naotaka Chikasada, Yasuyuki Nakamura, Gou Fujie, Koichiro Obana, Seiichi Miura, and Shuichi Kodaira
2. 発表標題 Tsunami Simulations of the 1933 Showa-Sanriku Earthquake using Well-Mapped Normal Faults along the Japan Trench
3. 学会等名 AGU fall meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 馬場俊孝・近貞直孝・中村恭之・藤江剛・尾鼻浩一郎・三浦誠一・小平秀一
2. 発表標題 海域調査から作成された断層モデルを用いた1933年昭和三陸地震津波のフォワード計算
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 馬場俊孝・近貞直孝・中村恭之・藤江剛・尾鼻浩一郎・三浦誠一・小平秀一
2. 発表標題 日本海溝におけるアウターライズ地震津波の数値計算
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sandanbata, O., Wang, Y., Satake, K., Maeda, T., and Su, H.
2. 発表標題 Tsunami Data Assimilation of the 2015 Torishima Earthquake
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王宇晨・佐竹健治・三反畑修・前田拓人
2. 発表標題 2015年鳥島地震の津波データ同化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原大助・今井健太郎・岡田真介・前田拓人
2. 発表標題 津波堆積物に基づく津波規模評価の試み：南海トラフ地震の例
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (JpGU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Baba, T., Imai, K., Yamashita, K.
2. 発表標題 Dispersion effects on generation and propagation of tsunami caused by submarine landslide
3. 学会等名 27thIUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Baba, T., Chikasada, N., Saito, T., Imai, K., Yamashita, K.
2. 発表標題 Amplifying pulling-dominant tsunamis due to dispersion: Case study for outer-rise and submarine landslide tsunamis
3. 学会等名 30th International Tsunami Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 馬場俊孝
2. 発表標題 海底地すべり地形調査と非静水圧二層流モデルによる津波計算
3. 学会等名 地質学会第128回学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021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 Kubota, T., Kubo, H., Chikasada, N., 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 Saito, T., T. Kubota, N.Y. Chikasada, Y. Tanaka, and O. Sandanbata
2. 発表標題 A three-dimensional theory for meteorological tsunami generation and propagation.
3. 学会等名 30th International Tsunami Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tsushima, H. and T. Yamamoto
2. 発表標題 Operational use of tsunami source inversion in near-field tsunami warning by JMA
3. 学会等名 30th International Tsunami Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto
2. 発表標題 Evaluation of tsunami source and propagation modeling using dense offshore tsunami measurements: case study of 2016 Mw 6.9 off Fukushima earthquake, Japan
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

津波即時予測 <a href="https://toshitaka-baba.wixsite.com/index/early-tsunami-prediction">https://toshitaka-baba.wixsite.com/index/early-tsunami-prediction</a>
---

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	対馬 弘晃 (TSUSHIMA Hiroaki) (00589864)	気象庁気象研究所・地震津波研究部・主任研究官  (82109)	
研究分担者	高川 智博 (TAKAGAWA Tomohiro) (30451785)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・港湾空港技術研究所・グループ長  (82627)	
研究分担者	齊藤 竜彦 (SAITO Tatsuhiko) (30550933)	国立研究開発法人防災科学技術研究所・地震津波防災研究部門・主任研究員  (82102)	



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	久保田 達矢  (KUBOTA Tatsuya)  (70808071)	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    (82102)	
研究分担者	近貞 直孝  (CHIKASADA Naotaka)  (90318197)	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・主任研究員    (82102)	
研究分担者	前田 拓人  (MAEDA Takuto)  (90435579)	弘前大学・理工学研究科・教授    (11101)	
研究分担者	大石 裕介  (OISHI Yusuke)  (90816240)	富士通株式会社（富士通研究所）・その他部局等・研究員    (92707)	

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