

令和 7 年 5 月 24 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2024

課題番号：21H01187・23K20894

研究課題名（和文）プレート沈み込みによって地球内部へ取り込まれた水は地震とともに地上へ帰るのか？

研究課題名（英文）Can the water carried into the Earth's interior by plate subduction return to its surface by earthquakes?

研究代表者

田中 愛幸（Tanaka, Yoshiyuki）

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授

研究者番号：90508350

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,100,000円

研究成果の概要（和文）：水の循環は、地球の進化過程を理解する上で重要な概念の一つである。海洋プレートの沈み込みはその循環の一部を担っているが、地球内部に取り込まれた水の挙動は完全には明らかになっていない。本研究では、沈み込んだプレートの脱水反応によりマントルへ供給された水が、南海トラフで発生する歪をゆっくりと解放するスロースリップや能登半島地震に伴ってプレート境界の浅部に移動しつることを、精密な重力観測に基づいて、定量的に明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地震発生域における水の様態は、地震学・地質学において、もっとも注目されているテーマの一つである。本研究は、水の移動という既存の研究手法で得ることが困難な情報を、重力の時間変化の観測に基づいて得ることを可能にしたものである。一般に、水が蓄積されるほど地震は起きやすくなる。将来的には、重力観測によって水の蓄積、解放過程を明らかにすることで地震発生が差し迫っているリスクを評価することが可能になる。

研究成果の概要（英文）：The water cycle is one of the key concepts for understanding Earth's evolutionary processes. While the subduction of oceanic plates constitutes a part of this cycle, the behavior of water once it is transported into the Earth's interior remains incompletely understood.

In this study, we quantitatively demonstrate, based on precise gravity measurements, that water supplied to the mantle through dehydration reactions of subducting plates can migrate to shallow portions of the plate boundary in association with phenomena such as slow slip events along the Nankai Trough and the large earthquakes in the Noto Peninsula.

研究分野：測地学

キーワード：スロー地震 重力 プレート沈み込み帯 地殻流体

1. 研究開始当初の背景

水の循環は、地球の進化過程を理解する上で重要な概念の一つである。海洋プレートの沈み込みはその循環の一部を担っているが、地球内部に取り込まれた水の挙動は完全には明らかになっていない。本研究では、沈み込んだプレートの脱水反応によりマントルへ供給された水の行方に注目する。近年、スロー地震と呼ばれる地震現象の発生する領域に、水が大量に含まれていることが分かってきた。研究代表者らは、スロー地震発生時に水がプレート境界に沿って浅い方へ移動している可能性を 20 年に及ぶ重力の精密観測結果に基づいて指摘した (Tanaka et al., 2018) が、スロー地震に伴う水の移動様式を定量的に明らかにするには、さらに多くの重力観測のデータを蓄積する必要がある。

2. 研究の目的

本研究は、スロー地震や巨大地震に伴う重力異常を観測で捉え、水の移動を拘束しうる定量的情報を得ることを目指す。これまでの重力観測手法では困難だった、より継続時間の短いスロー地震にも観測対象を拡大し、様々なスロー地震に対して重力異常の検出を試みる。このため、連続観測に適した相対重力計と、連続観測には不向きだが高精度な絶対重力計を組み合わせることで重力観測の精度を高め、時間分解能を向上させることで、より短時間に発生する重力シグナルを検出できる手法を適用する。観測結果から、スロー地震の種類や規模と観測された重力異常との対応を分析するとともに、物理モデルに基づいて重力異常を解釈することで、スロー地震と水の移動との関係 (変動の時期、量、経路) を定量化する。併せて、巨大地震に伴う重力変化を解釈するための物理モデルの高度化も実施する。

3. 研究の方法

(1) スロー地震発生域における重力変化の観測および解析

南海トラフ (東海・四国・九州) のスロー地震発生域で年 1 回程度の観測を実施し、過去のデータと合わせて長期的な重力変化の傾向を明らかにする。連続観測に用いる重力計の精度評価を行うとともに、石垣島等で連続観測を実施する。得られた重力異常を解釈するための理論開発を並行して進める。スロー地震の発生様式と水との関係を定量的に記述できるモデルを、研究代表者らが先に開発したモデルを発展させる形で開発する。

(2) 巨大地震に伴う重力変化のモデル開発

近年、GNSS や GRACE 等の宇宙測地技術や海底地殻変動観測により広域な地殻変動・重力場のグローバルな観測が可能となっており、地震時・地震後の変動が捉えられている。しかしながら、これらの変動を物理的に解釈する際に、多くの研究では局所的な変動を扱うのに適した半空間モデルが用いられている。本研究では、広域変形を正確に扱うことのできる扱う球モデルを高度化し、観測データと構築したモデルとの比較を行う。

4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

スロー地震発生域における重力変化の観測および解析

スロー地震のうち最も継続期間の長い長期的スロースリップが発生している南海トラフ域で重力観測を実施し、重力異常のデータを蓄積した。観測した重力異常は、これまでの 20 年間に認められたのと同程度のゆらぎを伴っていることがわかった。東海地方においては、2000 年、2013 年に開始した長期的スロースリップの発生期間中に相対的に重力が数 microGal 減少したが、2022 年から 2025 年にかけて発生した長期的スロースリップについても同様の傾向が観測された。これらのスロースリップ中の重力変化は、Tanaka et al. (2018) による水が浅部へ抜け出す仮説的なメカニズムと調和的である。

連続観測に用いる重力計の精度を評価するため、国立天文台水沢 VLBI 観測所において超伝導重力計との比較観測を実施し、潮汐、降雨、地下水の応答を捉えられることを確認した。この結果に基づいて、3 カ月ごとにドリフトを推定して取り除くとともに、地下水擾乱の経験的、物理的モデルの 2 通りを用いることで、地下水によるノイズが小さくスロー地震の影響を検出しやすい観測時期を抽出する解析手法を開発した。この手法を気象研究所と共同で実施している石垣島の連続観測データに適用することで、継続期間が 1 カ月のスロースリップに伴うシグナルの検出に成功した (平松, 2023)。このシグナルの大きさや傾向は、上述の東海の場合と同じであったが、スロースリップの前半に変化が発生する点が異なり、原因を調査中である (図 1)。

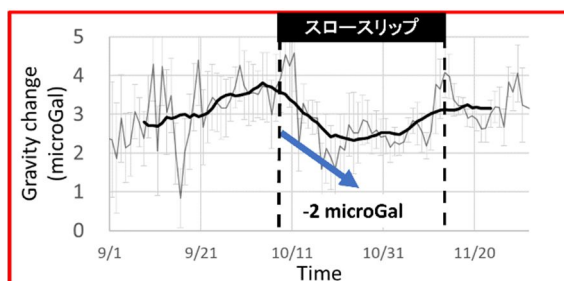


図 1 石垣島の重力観測結果 (2021 年)

石垣島で観測された 2 microGal の減少を定量的に説明する簡単なモデルを構築した。このモデルでは、水の移動がもし断層破碎帯内で起きた場合には圧力変化に換算して 40 MPa、スラブの厚さ程度の領域で起きた場合には 0.4 kPa の変化が要請される。後者はスロースリップによる応力変化と同程度で、より観測結果を説明しやすい。

水の移動を断層摩擦の物理に基づいて定量的に解釈するために、間隙弾性体理論に基づくより高度なモデルを構築した (Sakamoto & Tanaka, 2022)。このモデルは、スロー地震の一種である微動が潮汐に誘発される際に観測される時間遅れを定量的にモデル化したものであり、近似解を解析解の形式で導出した。このモデルを観測結果に適用することで、微動発生域における摩擦パラメータや透水構造に関して制約を与えることに成功し、プレート境界に直交する方向には水が流れにくいことを明らかにした。また、別のモデルでは、潮汐と海流がもたらす海底圧力変化が引き起こすプレート沈み込み速度のゆらぎを再現し、伊勢湾周囲の GNSS の 2005 年前後の長期トレンドの変化を説明できることを示した (Tanaka et al., 2022)。このモデルは、大地震や長期的スロースリップなどの大きなテクトニックな地殻応力擾乱が生じていない条件下においては、海洋の予測から地殻変動を容易に予測できるため、地震間の歪蓄積過程の解釈に有用である。

巨大地震に伴う重力変化のモデル開発

2011 年東北地方太平洋沖地震が引き起こした地震時地殻変動は、海溝付近の海底地殻変動観測から大陸における GNSS 観測まで含めると 1,000 km を超えるような広い範囲で捉えられている。本研究では、地震時すべりのインヴァージョンにおいて、成層構造・自己重力を考慮した球モデルと Okada の半無限モデルを用いた場合とを比較した。その結果、球モデルの方が広域にわたる変位の再現性が高く ABIC も改善すること、さらに、すべりの推定誤差を過小評価しないことが明らかになった (高田, 2024)。

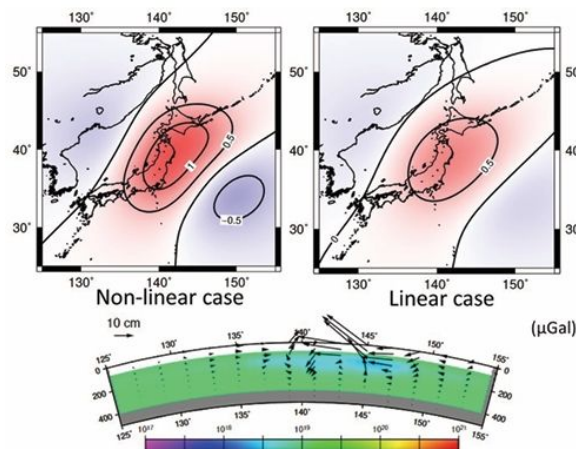


図2 東北地震による地震後重力変化 (理論)

地震後変動を解釈するため、3次元不均質と自己重力を考慮した球体モデルにおいて、室内実験に基づく非線形レオロジーを取り入れて粘弾性変形を計算する手法を開発した (中小路, 2025)。2011 年東北地震に適用し、マントルレオロジーの非線形性が引き起こす重力変化を見積もり、将来的な衛星重力ミッションの観測結果を用いて非線形性の効果が観測可能であることを示した (図 2)。この図で、左が非線形、右が線形レオロジーの場合で、地震後 2 年間に生じた重力変化を示す。下は 2 年後の有効粘性率と変位を示す。

当初予期しなかった事象から得られた知見

本研究期間中に能登半島においてマントルから湧昇してきた水が原因と考えられる群発地震活動が活発化し、大地震がいくつか発生した。2023 年の大地震前にはスロースリップに伴って水が蓄積していたという GNSS の観測結果もあり、本研究の対象を能登半島にも広げ、重力観測を実施した。その結果、2023 年 5 月および 2024 年 1 月の大地震に伴う負の重力異常を検出することに成功した。これらの大地震に伴う重力異常は通常の断層モデルでは説明できない寄与を含んでおり、前者の地震に伴う変化は水の移動で説明できることを明らかにした (Tanaka et al., 2025)。後者については現在解析中である。

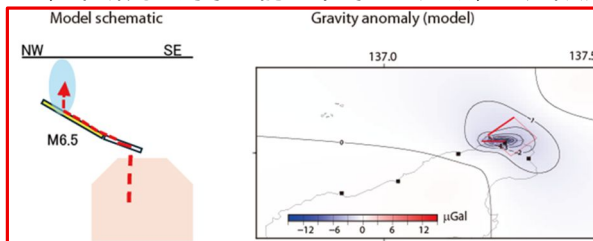


図3 2023 年奥能登地震に伴う重力異常モデル

(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

スロー地震発生域における水の様態は、地震学・地質学において、現在、もっとも注目されているテーマの 1 つである。本研究は、水の移動に関する定量的情報という、既存の研究手法で得ることが困難な情報を、重力の時間変化の観測およびモデル構築に基づいて得ることを可能にした独創的なものである。精密な重力観測を 20 年以上にもわたりプレート沈み込み境界で継続しているのは我々の研究チームのみであり、本研究で得られた結果は、国際的に見て貴重かつ先進的なものである。現時点ではまだ事例は限られているものの、得られた定量的情報は、将来的

に地震学・地質学へ大きな波及効果をもたらすことが期待される。

能登半島においては、内陸の大地震に伴う重力変化を震源断層直上で捉えられたこと自体が極めて稀であり、これまた貴重なデータを取得することができた。水の移動で内陸大地震に伴う重力変化の説明を試みたものも世界で初めてと思われる。

こうした成果のうち、潮汐と海流の影響については2021年に開催された4年に一度の国際地球ダイナミクスおよび潮汐シンポジウムで、スロースリップ発生域における重力観測と水の移動については2023年、2024年に開催された東アジアの研究者による重力関連の研究集会で、それぞれ招待講演で紹介した。

(3) 今後の展望

本研究により、重力異常の検出事例と水の移動に関する定量的研究の結果が積み重なり、重力を用いた地震研究という新たな小分野が開拓されつつある。本研究で開発した観測手法は、石垣島や関東地方南部で試験的に実施中であり、今後、東海地方や他の南海トラフ域で展開していく予定である。これまでの観測を継続するとともに、連続観測の事例を増やすこと、さらに、多数の地域で重力変化を比較すること、そして、定量的なモデルを重力やGNSS等の実データと比較できるように高度化させることで、水の移動過程の時空間分布を明らかにできる。水の移動を重力の観測を通して常時観測することで、地震発生がより近づいているかどうかのリスク評価に役立てることが究極の目標である。欧米による衛星重力観測は後続のミッションが2040年代まで計画されており、今後、飛躍的に時空間分解能が改善することが期待されている(e.g., Heller-Kaikov et al., 2023)。衛星重力観測は、GNSS観測の困難な海洋に囲まれた島嶼地域で発生する大地震の変動を捉えることができるため、本研究は、衛星重力データを有効活用するのに貢献している。今後の時空間分解能の改善により、短期的に影響を及ぼすと考えられているマントルの非線形レオロジーを拘束することができ、沈み来い帯の地球ダイナミクスの理解促進に役立つことが期待される。

<引用文献>

- Tanaka Y et al (2018) Temporal gravity anomalies observed in the Tokai area and a possible relationship with slow slips, *Earth, Planets and Space*, 70, 25
- 平松 (2023) 相対重力計 gPhoneX による連続観測で捉えた石垣島のスロースリップ発生域における重力異常の短期的なふるまい, 修士論文, 東京大学理学系研究科
- Sakamoto R, Tanaka Y (2022) Frictional and Hydraulic Properties of Plate Interfaces Constrained by a Tidal Response Model Considering Dilatancy/Compaction, *J. Geophys. Res. (Solid Earth)*, <https://doi.org/10.1029/2022JB024112>
- Tanaka Y et al (2022) A combination of tides and nontidal variations in ocean bottom pressure may generate interannual slip fluctuations in the transition zone along a subduction plate interface, *Geodesy and Geodynamics*, <https://doi.org/10.1016/j.geog.2022.09.001>
- 高田 (2024) 地震時地殻変動モデリングにおける地球の曲率と自己重力の影響, 修士論文, 東京大学理学系研究科
- 中小路(2025) 非線形レオロジーを考慮した球体地球モデルによる余効変動計算手法の開発, 修士論文, 東京大学理学系研究科
- Tanaka Y et al (2025) A possibility of fluid migration due to the 2023 M6.5 Noto Peninsula earthquake suggested from precise gravity measurements. *Earth Planets Space* 77, 32
- Heller-Kaikov B, Pail R, Daras I (2023) Mission design aspects for the mass change and geoscience international constellation (MAGIC), *Geophysical Journal International*, 235, 718-735

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 5件）

1. 著者名 田中 愛幸	4. 巻 77
2. 論文標題 衛星重力観測で捉えられた巨大地震数カ月前の重力変化（解説）	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 地震ジャーナル	6. 最初と最後の頁 69-75
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 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 -
1. 著者名 Tanaka Yoshiyuki, Nishiyama Ryuichi, Araya Akito, Sakaue Hiromu, Nakakoji Kazuma, Takata Taisei, Nishimura Takuya, Hiramatsu Yoshihiro, Sawada Akihiro	4. 巻 77
2. 論文標題 A possibility of fluid migration due to the 2023 M6.5 Noto Peninsula earthquake suggested from precise gravity measurements	5. 発行年 2025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/s40623-025-02153-5	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 -
1. 著者名 Tanaka Yoshiyuki, Klemann Volker, Martinec Zdenek	4. 巻 -
2. 論文標題 An Estimate of the Effect of 3D Heterogeneous Density Distribution on Coseismic Deformation Using a Spectral Finite-Element Approach	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Association of Geodesy Symposia	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） 10.1007/1345_2023_236	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 Sakamoto, R. and Y. Tanaka	4. 巻 127
2. 論文標題 Frictional and Hydraulic Properties of Plate Interfaces Constrained by a Tidal Response Model Considering Dilatancy/Compaction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res. (Solid Earth)	6. 最初と最後の頁 e2022JB024112
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2022JB024112	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 Yoshiyuki Tanaka, Hiromu Sakaue, Masayuki Kano, Suguru Yabe	4. 巻 14
2. 論文標題 A combination of tides and nontidal variations in ocean bottom pressure may generate interannual slip fluctuations in the transition zone along a subduction plate interface	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geodesy and Geodynamics	6. 最初と最後の頁 43-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geog.2022.09.001	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 Tanaka, Y. and Katori, H.	4. 巻 95
2. 論文標題 Exploring potential applications of optical lattice clocks in a plate subduction zone	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geodesy	6. 最初と最後の頁 93-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00190-021-01548-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 -

〔学会発表〕 計30件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 田中愛幸, 西山竜一, 新谷昌人, 坂上啓, 中小路一真, 高田大成, 西村卓也, 平松良浩, 澤田明宏
2. 発表標題 2023年5月5日のM6.5奥能登地震に伴う重力変化
3. 学会等名 日本測地学会第142回講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 中小路一真, 田中愛幸, Volker Klemann, Zdenek Martinec
2. 発表標題 人工衛星重力ミッション高度化へ向けた、非線形レオロジーを考慮した粘弾性変形理論の開発 (II) : Nonlinear Burgers modelへの拡張
3. 学会等名 日本測地学会第142回講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 葛莉麗, 田中愛幸
2. 発表標題 2011年M9東北沖地震における地震時および地震後の重力変化パターン: GRACE観測と粘弾性変位理論に基づいて
3. 学会等名 日本測地学会第142回講演会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka, Ryuichi Nishiyama, Akito Araya, Hiromu Sakaue, Kazuma Nakakoji, Taisei Takata, Takuya Nishimura, Yoshihiro Hiramatsu, Akihiro Sawada
2. 発表標題 A possibility of fluid migration due to the 2023 M6.5 Noto Peninsula earthquake suggested from precise gravity measurement
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka
2. 発表標題 Gravity changes during earthquake cycles
3. 学会等名 2024 Workshop on astrophysics and geophysics using superconducting gravimeters and the 1st ENIGMA collaboration meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Nakakoji K, Tanaka Y, Klemann V, Martinec Z
2. 発表標題 Development of a calculation method for viscoelastic relaxation incorporating nonlinear rheology in a self-gravitating
3. 学会等名 EGU 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Nakakoji K, Tanaka Y, Klemann V, Martinec Z
2. 発表標題 The effects of a nonlinear rheology on postseismic gravity changes
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Ge L, Tanaka Y, Nakakoji K
2. 発表標題 Co- and post-seismic gravitational change of the M9 2011 Tohoku earthquake from GRACE observation and viscoelastic deformation theory
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka, Yuichi Hiramatsu, Hiromu Sakaue, Akio Kobayashi and Tadahiro Tsuyuki
2. 発表標題 Gravity anomaly in the slow slip area along the southern Ryukyu subduction zone captured by continuous parallel observation using two gPhoneX gravimeters
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki TANAKA, Kazuma Nakakoji, Meike Meike Bagge, Henryk Dobslaw, Volker Klemann and Zdenek Martinec
2. 発表標題 Development of a viscoelastic postseismic deformation theory based on nonlinear rheology for advanced satellite gravity missions
3. 学会等名 ESA & NASA MAGIC Science and Applications Workshop (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanak
2. 発表標題 Terrestrial and satellite gravity observations of earthquake-related phenomena -an overview
3. 学会等名 1st Workshop on Earthquake Early Detection using Superconducting Gravimetry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高田大成, 田中愛幸
2. 発表標題 地殻変動モデリングにおけるGreen関数の比較 ()
3. 学会等名 日本測地学会第140回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 金子直樹, 田中愛幸
2. 発表標題 体積膨張に伴う地殻変動における自己重力の影響の見積もり
3. 学会等名 日本火山学会2023年度秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka, Naoki Kaneko, Volker Klemann, and Zdenek Martinec
2. 発表標題 A theoretical estimation of the effects of self-gravitation on post-eruptive viscoelastic deformation
3. 学会等名 28th IUGG General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高田大成, 田中愛幸
2. 発表標題 地殻変動モデリングにおけるGreen関数の比較と2011年東北地方太平洋沖地震の地震時断層すべり推定への適用
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Tanaka, V. Klemann, Z. Martinec
2. 発表標題 An estimate of the effects of laterally heterogeneous density distributions on coseismic gravity change
3. 学会等名 AGU 2022 Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高田大成, 田中愛幸
2. 発表標題 地殻変動モデリングにおけるGreen関数の比較
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松祐一, 田中愛幸, 小林昭夫
2. 発表標題 スロースリップ信号の検出に向けた石垣島気象台における連続重力データの解析 (第二報)
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Tanaka, H. Sakaue and Y. Hiramatsu
2. 発表標題 Temporal gravity anomalies in long-term slow slip areas along the Nankai Trough and Cascadia
3. 学会等名 International joint workshop on Slow-to-Fast earthquakes 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Tanaka, H. Sakaue and Y. Hiramatsu
2. 発表標題 Gravity observations in long-term slow slip areas in Japan
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中愛幸, V. Klemann, Z. Martinec
2. 発表標題 地震時の重力変化に及ぼす密度の水平不均質の効果
3. 学会等名 日本測地学会第138回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高田大成, 田中愛幸
2. 発表標題 2011年東北地方太平洋沖地震の地震時断層すべり推定におけるGreen関数の比較
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Y. Hiramatsu., Y. Tanaka., and A. Kobayashi
2. 発表標題 Gravity data analysis to extract temporal gravity anomalies associated with slow slip events in the Ryukyu Trench
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平松祐一, 田中愛幸, 小林昭夫
2. 発表標題 スロースリップ信号の検出に向けた石垣島気象台における重力解析 (第一報)
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Hiramatsu., Y. Tanaka., and A. Kobayashi
2. 発表標題 Gravity data analysis to extract temporal gravity anomalies during the slow slip events in the Ryukyu Trench
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 愛幸
2. 発表標題 地震時変形に対する曲率や弾性定数の水平不均質の影響
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 Yoshiyuki Tanaka, Volker Klemann, Zdenec Martinec
2. 発表標題 Estimating the Effects of Laterally Heterogeneous Density Structures on Coseismic Deformation -a Rotationally Symmetric Case-
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 愛幸、香取 秀俊
2. 発表標題 光格子時計の利用により期待される地殻変動監視の高度化
3. 学会等名 日本測地学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka, Hiromu Sakaue, Yuichi Hiramatsu
2. 発表標題 Gravity observations in the long-term slow slip areas
3. 学会等名 International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiyuki Tanaka
2. 発表標題 A possible relationship between tides and decadal changes of seismicity in Japan
3. 学会等名 19th International Symposium on Geodynamics and Earth Tides (招待講演)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<https://researchmap.jp/90508350>

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			
ドイツ	GFZ地球科学センター			
アイルランド	DIASダブリン高等研究所			