

令和元年6月28日現在

機関番号：82113

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2014～2018

課題番号：26109007

研究課題名(和文) 島弧地殻における変形・断層すべり過程のモデル構築

研究課題名(英文) Development of models for deformation and fault slip processes in the island arc crust

研究代表者

芝崎 文一郎(Bunichiro, Shibasaki)

国立研究開発法人建築研究所・国際地震工学センター・上席研究員

研究者番号：20344012

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 80,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、2011年東北沖地震前後の地殻変動や内陸地震の発生場を数値モデルにより再現し、理解を深めた。(1) 東北沖地震後の余効変動の解析・モデル化を行った。また、東北沖地震前の約100年間における前弧の沈降、及び地震前後の応力変動を再現した。(2) 日本列島の地殻変動データを解析し、歪集中域の分布や西南日本における主要な断層運動を明らかにした。また、内陸の各地域の歪集中過程が、熱異常、地殻流体及び地質構造に支配されていることを明らかにした。(3) 脆性塑性遷移や圧力溶解クリープ等の断層レオロジーを考慮した地震発生サイクル、及び最近発生した内陸大地震の動的破壊過程のモデル化に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東北日本における現実的なレオロジー構造モデルを構築し、東北沖地震後および地震間の地殻変動をモデル化することにより、海溝型超巨大地震サイクルにおける島弧内陸における変動の理解を格段に進めた。本成果は他の地域で発生する海溝型巨大地震に対しても適用可能な重要な知見である。また、内陸における歪集中域の分布や西南日本における主要な断層運動を明らかにし、内陸の歪集中過程や内陸地震の動的破壊過程の再現に成功した。これらの成果は、観測研究とモデル化により、内陸地震発生の可能性が高い場所と破壊過程をある程度予測できることを示す重要な成果である。

研究成果の概要(英文)：We advanced the understanding of the deformation process before and after the 2011 Tohoku-oki earthquake and the generation processes of the large inland earthquakes by reproducing them through numerical modeling. (1) We analyzed and modeled postseismic deformation of the Tohoku-oki earthquake, and reproduced the forearc subsidence in around 100 years before the earthquake and the stress field before and after the earthquake. (2) We analyzed the crustal deformation data of the Japanese island arc, and clarified the strain concentration zones and major fault movements in southwest Japan. We also clarified that the strain concentration process in each region of the Japanese island is controlled by thermal anomaly, crustal fluid, and geological structure. (3) We succeeded in modeling the earthquake cycle by considering fault rheology such as brittle-ductile transition and pressure solution creep, and in reproducing the dynamic rupture propagation of the recent large inland earthquakes.

研究分野：地震学

キーワード：島弧地殻 変形 媒質特性 断層レオロジー モデル化 2011年東北沖地震 余効変動 歪集中帯

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2011年東北沖地震の発生を受け、その震源域周辺のプレート境界では余効すべりが進行すると共に、日本列島全域において島弧地殻・上部マントル内で粘弾性緩和による変形が進行している。これらの余効変動のモデル化を行うことは緊急の課題である。これまでに、東北沖地震後の地殻変動のモニタリング(陸域 GNSS 観測、海底地殻変動観測)により余効変動の詳細が明らかにされてきており (Iinuma et al., 2013)、過渡的な粘弾性特性を考慮したモデル化が進められている。また、東北沖地震の際に観測された地震時歪場から東北地方の浅部堆積構造・レオロジー構造と歪の分布の関係性が示唆されている。日本列島域では、高精度の地震波速度・減衰構造、地温勾配や電磁気学的構造データがあり、これらの情報から岩石学的構造、温度、水の分布を推定し、媒質のレオロジー(流動変形)特性を推定し、余効変動をモデル化することが可能になりつつある。また、島弧地殻の変形過程を解明するためには、内陸活断層のすべり過程の理解も必要である。実際の断層帯では、摩擦と流動が混在していると考えられており、これまでに地震破壊と粘性流動の領域が混在する断層モデル (Ando et al. 2012)や、脆性延性遷移領域における新しい構成則(Noda and Shimamoto, 2012)が提案されている。また、圧力溶解クリープが断層強度に果たす役割も議論されている。脆性延性遷移や圧力溶解クリープを考慮した内陸活断層のレオロジーモデル構築は重要な課題である。内陸地震の活動は、海溝型巨大地震の発生サイクルとも関係しており、巨大地震発生後しばらくしてから静穏期に入り、次の巨大地震が近づくにつれ活動期に移行すると考えられている。東北沖地震のような超巨大地震に対して、発生サイクル間で内陸地震の活動様式がどのように変化するかを明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究課題では、日本列島域における高精度の観測情報を基に媒質のレオロジー構造を推定し、東北沖地震に伴う余効変動のモデル化を行い、観測事実と比較することで粘弾性構造や余効すべりを求め、今後の推移を予測する。次に、特定の領域(東北地方脊梁山脈周辺、新潟神戸歪集中帯、山陰歪集中帯)を対象に、高精度の変形と応力場のモデル化を行う。さらに、脆性延性遷移や圧力溶解クリープ等の地質学・実験岩石力学的知見を取り入れた内陸活断層におけるすべり過程のモデル化を行い、東北沖地震後に期待される応力変動に対し内陸活断層がどのように応答するかを調べる。以上の研究により、東北沖地震後の広域にわたる内陸変動、特定の領域の変形過程や応力場、さらに、内陸大地震の発生過程の理解を目指す。

3. 研究の方法

本研究では、以下の三項目の研究を実施することで、現実的な媒質特性を考慮した変形過程と断層すべり過程のモデルを構築し、シミュレーション結果と観測されている歪・歪速度や応力場と比較することでモデルの改善を図り、島弧内陸における変動を統一的に理解する。

(1) 東北日本における島弧海溝系の広域変動のモデル化

日本列島域における高精度の観測情報やマントルウェッジ内の対流のシミュレーション結果を用いて、岩石学的構造、温度構造、水の分布を推定し、不均質レオロジー(粘弾性)構造モデルを構築する。次に、不均質粘弾性構造モデルを用いた有限要素法による余効変動の計算結果と観測データを比較することで、最適な島弧地殻・上部マントルにおける粘性係数と余効すべりを推定する。推定された結果を基に、余効変動の推移を予測する。さらに、プレート境界において地震時すべり、余効すべり、固着のサイクルを境界条件として与えることで、長期的な変形と応力変動をモデル化する。

(2) 島弧内陸における地震発生場のモデル化

日本列島の GNSS データの解析により内陸域の歪集中域の分布を明らかにし、運動学的モデル(ブロック断層モデル)を構築する。次に、有限要素法により、特定の領域の詳細な変形過程と断層すべり過程のモデル構築を行う。応力場や変動場が観測から明らかにされている東北地方脊梁山脈周辺、新潟神戸歪集中帯、山陰歪集中帯を対象に、詳細なレオロジー構造を推定し、変形過程と応力場を有限要素法によりモデル化を行い、歪集中帯の成因と変形メカニズムを明らかにする。

(3) 断層レオロジーを考慮した地震発生過程のモデル化:

脆性塑性遷移や圧力溶解クリープを考慮した内陸活断層における動的な地震発生サイクルを構築する。東北沖地震後に期待される応力変動に対し内陸活断層がどのように応答するかを調べる。また、3次元境界積分方程式法により、観測で得られた応力情報や断層の幾何形状を考慮した内陸大地震の動的破壊過程の再現を行う。

4. 研究成果

(1) 東北日本における島弧海溝系の広域変動のモデル化

不均質粘性構造モデルを用いて、2011年東北沖地震後約5年間の海陸の地殻変動観測データに基づく余効すべり分布の推定を行い、余効すべり分布は地震時すべりと空間的に相補的であることを示した (Iinuma et al., 2016)。キネマティック GNSS 解析及び海底圧力解析から求められた東北沖地震の純地震時変位データと本震発生18時間後の変位時系列データを用い、地震時すべりと初期余効すべりの同時推定を行った。2011年東北沖地震の広域余効変動のモデル化について、2018年3月までの北東アジア地域の GNSS データを解析した。2層の球面成層構造を仮

定してモデル化を行い、時系列および変動の分布を説明する最適な弾性層の厚さと粘弾性層の粘性係数を推定した。

不均質粘弾性媒質を考慮した有限要素法モデルにより、東北沖地震による火山フロントにおける歪異常を再現した。プレート境界において浅部アスペリティーにおける固着を考慮することで、東北沖地震発生前の 100 年間における長期的な前弧における沈降過程のモデル化を行った (Sasajima et al., 2019)。プレートの長期的な定常沈み込みを与えて絶対応力場のモデル化を行った。その後、600 年間の固着と巨大地震時すべりを与え、東北沖地震前後における応力場を解析した。前弧海域下の上盤内では、「地形・密度構造から重力が作る引張力」及び「定常沈み込みが作る曲げ応力」により、浅部が引張、深部が圧縮の応力場が形成された。

(2) 島弧内陸における地震発生場のモデル化

新潟-神戸歪集中帯における地震前・地震時・地震後の GNSS 観測データの収集・解析を行い、越後平野の地震時の歪過剰が低剛性の堆積層に起因することを明らかにした (Nishimura et al., 2016)。山陰歪集中帯における変形過程について、変形モデルの構築と周辺の地震活動や断層方向に関する考察を行うと共に、この地域の稠密 GNSS 観測データの整理を行い、2011 年東北沖地震発生後に歪速度が増加したことから、2016 年鳥取県中部の地震前、地震時、地震後の変形過程を明らかにした。日本列島の GNSS データの整理による島弧内陸域の歪集中帯と内陸地震活動の関係を調べ、歪速度が大きい領域で内陸地震が発生することを示した (西村, 2017)。西南日本のブロック断層モデルを構築し、新潟 - 神戸歪集中帯、中央構造線、別府-島原地溝帯南縁が西南日本を分ける主要なブロック境界であることを示した。 (Nishimura et al., 2018)。

東北日本弧を対象にして、不均質な熱構造を考慮した島弧地殻における変形、応力場、地形形成のモデル化を行い、応力場が hot finger 状の低粘性領域に支配されていることを示した (Shibazaki et al., 2016)。山陰歪集中帯が火山フロントに沿って形成されることを示した。さらに、温度構造、堆積層等を考慮した中部日本における変形と応力場のモデル化を行い、地温勾配の高い領域に対応して飛騨山脈、関東山地等の山地が形成されることを示した。また、新潟地域や飛騨山脈周辺における歪集中過程を再現することができた。

(3) 断層レオロジーを考慮した地震発生過程のモデル化

2014 年長野県北部地震と 2016 年熊本地震について、観測的に得られた応力情報やレオロジー構造を考慮して動力学的再現計算を行った。その結果、前者の地震については、断層形状の複雑性の空間変化が、観測された断層すべり量の空間変化に良く対応していることが明らかとなった (Ando et al., 2017)。後者の地震では、本震のすべりによって放射された応力波が 50km 離れた断層で動的誘発地震を発生させたことが再現された。2016 年カイクウラ地震の動的破壊過程のシミュレーションを行い、カイクウラ地震の破壊過程は、断層面の方位と広域応力場の関係で大局的には決まっておらず、内部摩擦角で決まる適合的な方位を向いている断層面では破壊が促進されるのに対し、不適合な方位の断層面では破壊が停止したことを明らかにした (Ando and Kaneko, 2018)。

岩塩を用いた実験により脆性塑性遷移において有効応力則が成り立つこととその物理メカニズムを明らかにした。摩擦抵抗は真実接触面積に比例するが、真実接触面積は固体内の偏差応力に依存し、封圧と間隙水圧を同時に上げて固体内の偏差応力は不変であるために、有効応力の法則が成り立つ (Noda and Takahashi, 2016)。脆性塑性遷移を考慮した地震サイクルモデルに、海溝型巨大地震サイクルによる内陸活断層への応力擾乱を境界条件として与えた数値計算を行い、内陸地震発生のタイミングが海溝型超巨大地震サイクルの後半に集中することを明らかにした。東北沖掘削の試料の物性を用いた地震サイクルシミュレーションを行い、スーパーサイクル挙動や摩擦発熱量が観測と合致するモデルが得られることを示した (Noda et al., 2017)。圧力溶解クリープを素過程として含む断層滑りに対する速度状態依存型摩擦則の定式化を行い、それを地震サイクルの計算に組み込む事に成功した (Noda, 2016)。

南アフリカのムポネン金鉱山で発生した Mw2.2 の正断層地震の震源断層貫通掘削で採取されたコア試料の解析を行い、地震発生前後の断層近傍の応力場の推定を行った。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 43 件、全て査読有)

1. [Shibazaki, B.](#), [Noda, H.](#), and Ikari, M. J., Quasi-Dynamic 3D Modeling of the Generation and Afterslip of a Tohoku-oki Earthquake Considering Thermal Pressurization and Frictional Properties of the Shallow Plate Boundary, *Pure Appl. Geophys.*, 2019, DOI:10.1007/s00024-018-02089-w
2. [Meneses-Gutierrez, A.](#), [Nishimura, T.](#), and Hashimoto, M., Coseismic and Postseismic Deformation of the 2016 Central Tottori Earthquake and its Slip Model, *J. Geophys. Res.*, 124, 2202-2217, 2019, DOI:10.1029/2018JB016105
3. [Nishimura, T.](#), Yokota, Y., Tadokoro, K., and Ochi, T., Strain partitioning and interplate coupling along the northern margin of the Philippine Sea plate, estimated from Global Navigation Satellite System and Global Positioning System-Acoustic data, *Geosphere*, 14, 535-551, 2018, DOI:10.1130/GES01529.1
4. [Inuma, T.](#), Postseismic Uplift Along the Pacific Coast of Tohoku and Kanto Districts Associated With

- the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, *J. of Disaster Research*, 13, 496-502, 2018, DOI:10.20965/jdr.2018.p0496
5. [Nishimura, T.](#), A Trial Application of Geodetic Data for Inland Fault Assessment– Coulomb Stress Changes Estimated from GNSS Surface Displacements, *J. Disaster Res.*, 13, 489-495, 2018, DOI:10.20965/jdr.2018.p0489
 6. [Ando, R.](#), and Kaneko, Y., Dynamic Rupture Simulation Reproduces Spontaneous Multifault Rupture and Arrest During the 2016 Mw7.9 Kaikoura Earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 45, 12,875-812,883, 2018, DOI:10.1029/2018GL080550
 7. [Ando, R.](#), Imanishi, K., Panayotopoulos, Y., and Kobayashi, T., Dynamic rupture propagation on geometrically complex fault with along-strike variation of fault maturity: insights from the 2014 Northern Nagano earthquake, *Earth, Planets Space*, 69, 2017, DOI:10.1186/s40623-017-0715-2
 8. Komori, J., Shishikura, M., [Ando, R.](#), Yokoyama, Y., and Miyairi, Y., History of the great Kanto earthquakes inferred from the ages of Holocene marine terraces revealed by a comprehensive drilling survey, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 471, 74-84, 2017, DOI:10.1016/j.epsl.2017.04.044
 9. [Nishimura, T.](#), and Takada, Y., San-in shear zone in southwest Japan, revealed by GNSS observations, *Earth, Planets Space*, 69, 2017, DOI:10.1186/s40623-017-0673-8
 10. [西村卓也](#), GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, *活断層研究*, 46, 33-39, 2017, DOI:10.11462/afr.2017.46_33
 11. Moore, J. D. P., Yu, H., Tang, C.-H., Wang, T., Barbot, S., Peng, D., Masuti, S., Dauwels, J., Hsu, Y.-J., Lambert, V., Nanjundiah, P., Wei, S., Lindsey, E., Feng, L., and [Shibazaki, B.](#), Imaging the distribution of transient viscosity after the 2016 Mw7.1 Kumamoto earthquake, *Science*, 356, 163-167, 2017, DOI:10.1126/science.aal3422
 12. [Noda, H.](#), Sawai, M., and [Shibazaki, B.](#), Earthquake sequence simulations with measured properties for JFAST core samples, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375, 20160003, 2017, DOI:10.1098/rsta.2016.0003
 13. Pollitz, F. F., Kobayashi, T., Yarai, H., [Shibazaki, B.](#), and Matsumoto, T., Viscoelastic lower crust and mantle relaxation following the 14-16 April 2016 Kumamoto, Japan, earthquake sequence, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 8795-8803, 2017, DOI:10.1002/2017GL074783
 14. [Ando, R.](#), Fast Domain Partitioning Method for dynamic boundary integral equations applicable to non-planar faults dipping in 3-D elastic half-space, *Geophys. J. Int.*, 207, 833-847, 2016, DOI:10.1093/gji/ggw299
 15. Itoh, Y., and [Nishimura, T.](#), Characteristics of postseismic deformation following the 2003 Tokachi-oki earthquake and estimation of the viscoelastic structure in Hokkaido, northern Japan, *Earth, Planets Space*, 68, 2016, DOI:10.1186/s40623-016-0533-y
 16. Muto, J., [Shibazaki, B.](#), [Iinuma, T.](#), Ito, Y., Ohta, Y., Miura, S., and Nakai, Y., Heterogeneous rheology controlled postseismic deformation of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 4971-4978, 2016, DOI:10.1002/2016GL068113
 17. [Noda, H.](#), Implementation into earthquake sequence simulations of a rate- and state-dependent friction law incorporating pressure solution creep, *Geophys. J. Int.*, 206, 2016, DOI:10.1093/gji/ggw058
 18. [Noda, H.](#), and Takahashi, M., The effective stress law at a brittle-plastic transition with a halite gouge layer, *Geophys. Res. Lett.*, 43, 1966-1972, 2016, DOI:10.1002/2015GL067544
 19. [Nishimura, T.](#), Suito, H., Kobayashi, T., Dong, Q., and Shibayama, T., Excess strain in the Echigo Plain sedimentary basin, NE Japan: Evidence from coseismic deformation of the 2011 Tohoku-oki earthquake, *Geophys. J. Int.*, 206, 2016, DOI:10.1093/gji/ggw102
 20. [Shibazaki, B.](#), Okada, T., Muto, J., Matsumoto, T., Yoshida, T., and Yoshida, K., Heterogeneous stress state of island arc crust in northeastern Japan affected by hot mantle fingers, *J. Geophys. Res.*, 121, 3099-3117, 2016, DOI:10.1002/2015JB012664
 21. Hirono, T., Tsuda, K., Tanikawa, W., Ampuero, J. P., [Shibazaki, B.](#), Kinoshita, M., and Mori, J. J., Near-trench slip potential of megaquakes evaluated from fault properties and conditions, *Sci. Rep.*, 6, 28184, 2016, 10.1038/srep28184
 22. [Iinuma, T.](#), Hino, R., Uchida, N., Nakamura, W., Kido, M., Osada, Y., and Miura, S., Seafloor observations indicate spatial separation of coseismic and postseismic slips in the 2011 Tohoku earthquake, *Nat. Commun.*, 7, 13506, 2016, DOI:10.1038/ncomms13506
 23. [Yabe, Y.](#), Muto, J., [Ohzono, M.](#), Ohta, Y., and [Iinuma, T.](#), Rheological structure beneath NE Japan inferred from coseismic strain anomalies associated with the 2011 Tohoku-oki earthquake (Mw9.0), *IAG Symp.*, 2015, DOI:10.1007/1345_2015_135
 24. Sun, T., Wang, K., [Iinuma, T.](#), Hino, R., He, J., Fujimoto, H., Kido, M., Osada, Y., Miura, S., Ohta, Y., and Hu, Y., Prevalence of viscoelastic relaxation after the 2011 Tohoku-oki earthquake, *Nature*, 514, 84-87, 2014, DOI:10.1038/nature13778
 25. [Nishimura, T.](#), Short-term slow slip events along the Ryukyu Trench, southwestern Japan, observed by continuous GNSS, *Progress in Earth and Planetary Science*, 1, 22, 2014, DOI:10.1186/s40645-014-0022-5
 26. [Noda, H.](#), and Hori, T., Under what circumstances does a seismogenic patch produce aseismic

- transients in the later interseismic period?, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 7477-7484, 2014, DOI:10.1002/2014GL061676
27. Shimamoto, T., and Noda, H., A friction to flow constitutive law and its application to a 2-D modeling of earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 119, 8089-8106, 2014, DOI:10.1002/2014JB011170
28. Ohzono, M., Takahashi, H., and Ichiyanagi, M., An intraplate slow earthquake observed by a dense GPS network in Hokkaido, northernmost Japan, *Geophys. J. Int.*, 200, 144-148, 2014, DOI:10.1093/gji/ggu380
- 他 15 件

〔学会発表〕(計 179 件)

1. 篠島僚平, 芝崎文一郎, 岩森光, 吉田圭佑, 中井仁彦, 絶対応力場モデリングによる 2011 年東北沖地震前及び地震後における前弧上盤内応力場の再現, 日本地震学会 2018 年度秋季大会, ビッグパレットふくしま(郡山市), 招待講演, 2018 年
2. 西村卓也, 測地データに基づく山陰ひずみ集中帯の地震活動と活断層, 日本活断層学会 2018 年秋季学術大会公開シンポジウム, 鳥取市, 招待講演, 2018 年
3. Shibazaki B., Nishimura T., Matsumoto S., and Matsumoto M., Modeling the strain concentration zone in the Japanese island arc crust to understand the generation processes of large intraplate earthquakes, AOGS15th Annual Meeting, Honolulu Hawaii, 招待講演, 2018 年
4. Shibazaki B., Modeling Slow Slip Events and their Interaction with Large Earthquakes along Various Subduction Zones, 14th International Conference on Fracture, Rhodes Island, Greece, 招待講演, 2017 年
5. Ando, R., T. Uchide and Y. Ohta, Foreshock, After-slip: 2011 Tohoku-oki case, AGU Chapman conference, Am. Geoph. Union, Ixtapa (Mexico), 招待, 2016 年
6. Iinuma, T., F. Tomita, M. Kido, Y. Ohta, R. Hino, and Y. Osada, Postseismic Deformation Associated with the 2011 Tohoku-Oki Earthquake (M9.0) Based on 5 Years of Seafloor and Terrestrial Geodetic Observation, AOGS 13th Annual Meeting, Beijing, 招待講演, 2016 年
7. 西村卓也, GNSS データから見出される日本列島のひずみ集中帯と活断層及び内陸地震, 日本活断層学会講演会 2016 年秋季学術大会, 法政大学市ヶ谷キャンパス, 招待講演, 2016 年
8. Noda, H., Earthquake sequence simulations using measured mechanical properties for JFAST core samples and blueschist, Theo Murphy international scientific discussion meeting on "Faulting, friction and weakening: from slow to fast motion", The Royal Society of London, Kavli Royal Society Centre, Chicheley Hall, Newport Pagnell (U.K.), 招待講演, 2016 年
9. 野田博之, 高橋美紀, 脆性・塑性遷移における有効応力則: 岩塩を用いたアナログ実験, 日本地球惑星科学連合連合大会 2016 年大会, 幕張メッセ(千葉), 招待講演, 2016 年
10. 野田博之, 澤井みち代, 芝崎文一郎, 室内実験結果を用いた地震サイクルシミュレーション: 日本海溝沈み込み帯と JFAST コア試料を例として, 日本地質学会第 123 年学術大会, 日本大学(東京), 招待講演, 2016 年

他 169 件

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)
該当なし

取得状況(計 0 件)

該当なし

〔その他〕

ホームページ等

<http://cd.dpri.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 西村卓也

ローマ字氏名: (NISHIMURA, Takuya)

所属研究機関名: 京都大学

部局名: 防災研究所

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 90370808

研究分担者氏名: 飯沼卓史

ローマ字氏名: (IINUMA, Takeshi)

所属研究機関名：国立研究開発法人海洋研究開発機構
部局名：海域地震火山部門(地震津波予測研究開発センター)
職名：研究員
研究者番号(8桁)：10436074

研究分担者氏名：安藤亮輔
ローマ字氏名：(ANDO, Ryosuke)
所属研究機関名：東京大学
部局名：大学院理学系研究科(理学部)
職名：准教授
研究者番号(8桁)：10455256

研究分担者氏名：野田博之
ローマ字氏名：(NODA, Hiroyuki)
所属研究機関名：京都大学
部局名：防災研究所
職名：准教授
研究者番号(8桁)：50619640

研究分担者氏名：矢部康男
ローマ字氏名：(YABE, Yasuo)
所属研究機関名：東北大学
部局名：理学研究科
職名：准教授
研究者番号(8桁)：30292197

研究分担者氏名：大園真子
ローマ字氏名：(OZONO, Mako)
所属研究機関名：北海道大学
部局名：理学研究院
職名：講師
研究者番号(8桁)：10623837

研究分担者氏名：縣亮一郎
ローマ字氏名：(AGATA, Ryoichiro)
所属研究機関名：国立研究開発法人海洋研究開発機構
部局名：海域地震火山部門(地震津波予測研究開発センター)
職名：ポストドクトラル研究員
研究者番号(8桁)：80793679

(2)研究協力者

研究協力者氏名：日野亮太、木戸元之、堀高峰、有吉慶介、篠島僚平
ローマ字氏名：(HINO, Ryota), (KIDO, Motoyuki), (HORI, Takane), (ARIYOSHI, Keisuke),
(SASAJIMA, Ryohei)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。