

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01308

研究課題名(和文) 東日本の島弧地殻における非弾性変形マッピング

研究課題名(英文) Inelastic deformation mapping for the island arc crust of East Japan

研究代表者

鷺谷 威 (Sagiya, Takeshi)

名古屋大学・減災連携研究センター・教授

研究者番号：50362299

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では測地データから島弧地殻変動における非弾性変形の寄与を分離・抽出する複数の手法を考案し、実データへの適用を通じて非弾性変形の検出を試みた。こうした解析の結果は活断層分布など他の非弾性変形の指標と整合的であり、地殻内で進行する変形過程を的確に捉えたものと考えられる。推定された非弾性変形は、連続体中に不均質に分布した非弾性変形が局所的な応力集中を生じるという島弧地殻変形の新たな描像を提示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

内陸地震の発生メカニズムは長らく謎とされてきた。本研究で明らかにされた島弧地殻内の非弾性変形の分布は、広域的な応力場によって駆動される非弾性変形が長期にわたって累積し、活断層に応力集中を生じて内陸地震の発生に至る、という島弧地殻の変形過程と内陸地震発生メカニズムの新たな描像を初めて定量的に示すものである。本研究により、現在進行中の地殻変動、内陸地震の発生と地質学的時間スケールでの島弧の成長を一連の過程として理解する包括的な枠組みが示された。

研究成果の概要(英文)：In this study, we developed new multiple methods to separate and estimate inelastic contribution in the deformation of the island arc crust from geodetic data, and applied to observation data. The estimated inelastic deformation is consistent with active faults and other previous knowledge, representing ongoing deformation processes in an appropriate manner. The estimated inelastic deformation implies that heterogeneous distribution of inelastic deformation causes stress concentration.

研究分野：地殻変動

キーワード：非弾性変形 島弧地殻 GNSS InSAR 内陸地震 応力場 活断層

1. 研究開始当初の背景

複数のプレートの収束運動によって形成された日本列島は世界的にみても有数の活動度を誇る変動帯であり、活発な地殻変動とそれに伴う地震活動が生じている。そのため、日本列島島弧の地殻変動を定量的に理解することは、日本列島の成り立ちや地震活動を理解する上で本質的な重要性を持つ。従来の地殻変動研究においては、プレート境界である日本海溝・千島海溝や相模トラフ・南海トラフ等におけるプレートの沈み込みとプレート境界面における固着・すべりを中心として日本列島の地殻変動が解釈されてきた。この時、島弧はひと続きの弾性体として扱われ、主に半無限弾性体を仮定した Okada (1985, 1992) 等の理論式を用いた扱いがなされてきた。こうしたアプローチはプレート境界挙動の理解において成功を収めたが、内陸の活断層で発生する地震に対しては何ら知見が得られず、こうした内陸地震の発生メカニズムは未解明のままであった。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (Mw9.0) は、日本列島周辺で発生した歴史上最大級の巨大地震であり、巨大津波によって多大な被害をもたらした。この地震は日本海溝のプレート境界で発生したプレート境界型地震であるが、東北日本における地震発生時の地殻変動分布は地震前の地殻変動と非対称な分布をしており、島弧地殻が地震間に単純な弾性変形をしていなかったことが示唆された。Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016) は、この地震前と地震時の地殻変動分布の非対称性に注目し、島弧地殻内で顕著な非弾性変形が生じている可能性を指摘し、東北地方太平洋沖地震の余効変動の分析から、新潟周辺で2011年以前に局所的な東西短縮変形が生じていた地域において、余効変動による広域的な東西伸張変形の中に局所的な東西短縮変形が存在することを見出した。この結果は、島弧地殻変形において非弾性変形が重要な役割を果たしており、プレート境界の大地震発生に伴う周期的な地殻変動とは別に、永続的な非弾性地殻変動が生じていることを示した。

上記の先行研究によって非弾性変形の存在は示されたが、日本列島においてこうした非弾性変形がどこにどの程度の規模で分布しているのかは不明なままであった。そこで、東北日本の島弧内における非弾性変形を検出しその分布を明らかにすることを目的として本研究が計画されるに至った。

2. 研究の目的

島弧の地殻変動は、プレート境界に起因する弾性変形に加えて地殻内における非弾性変形の影響を含んでおり、内陸活断層における地震発生や長期的な島弧のテクトニクスを理解する上で、島弧地殻内の非弾性変形の特性および空間分布を把握することは大変重要である。本研究では、GPS観測から得られた2011年東北地方太平洋沖地震および2003年十勝沖地震の地震前・地震時・地震後に対する島弧の地殻変形応答に注目し、弾性変形と非弾性変形の寄与を定量的に分離し、東北日本における非弾性変形の分布を明らかにすることを目指す。また、得られた結果に対して総合的な考察を行い、島弧の地殻変形における非弾性変形の寄与を明らかにし、島弧地殻変形に関する理解の枠組みを刷新することを目指す。

3. 研究の方法

(1) GNSSデータの再解析

地殻変動解析における基本的なデータはGNSS連続観測データの座標値である。国土地理院はGNSS観測点の日々の座標値を公開しているが、研究開始時に公開されていた結果 (F3解) は座標値データの質が一定ではなく、特に1990年代後半の座標のばらつきが大きい問題があった。そこで、IGS (International GNSS Service) が進めていた統一的な手法による再解析で得られた衛星軌道暦を利用し、精密単独測位法 (PPP) による再解析を実施し東北日本のデータを処理した。

(2) 非弾性変形抽出手法の他地域への適用

Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016) による先行研究では、歪み速度分布の空間波長に応じて長波長成分と短波長成分に分離する手法を新潟-神戸歪み集中帯に適用して非弾性変形を抽出した。同様の手法を大地震の影響を受けた他地域に適用し、非弾性変形の抽出を試みた。

(3) 新たな非弾性変形抽出手法の開発・改良

非弾性変形の抽出方法としては、従来、Noda and Matsu'ura (2010) による定常地殻変動の力学的逆解析による手法と、Meneses-Gutierrez and Sagiya (2016) による大地震前後の地殻変動の波長分割による手法があった。これらに加え、座標時系列データに対して主成分分析を適用し、各主成分の特徴の違いから非弾性変形を抽出する、地殻の弾性構造を仮定して、弾性変形の寄与を予測して観測データから差し引いて非弾性変形を抽出する、隣接地域の歪み変化を比較して変形の構成則を推定する、という3つの新たな手法を考案し、実データに適用して非弾性変形の抽出を試みた。また、新潟・中越地域ではGEONETデータに加えて稠密GNSS観測データを考慮することで空間解像度を向上し、非弾性変形のより詳細な解明を試みた。

一方、非弾性変形推定の先駆けとなったNoda and Matsu'ura (2010) の手法についても、非

弾性変形が応力場によって駆動されるという物理的な条件を拘束条件として加え、さらに非弾性変形の分布を表現する関数形を工夫するなどの改良を試みた。

4. 研究成果

(1) GNSS データの再解析

統一的な基準で再解析された 20 年分の座標値を国土地理院のルーチン解析結果 (F3 解) と比較すると両者の間には有意な差が認められ、ルーチン解が時間依存するバイアスを含むことが明らかになった。また、地震および機器交換に伴う座標値の跳びの選択を状態空間モデルで選択する手法、マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて大規模地震後の余効変動を補正する手法を開発し、時系列データに適用し良好な結果を得ることができた。

(2) 非弾性変形抽出手法の他地域への適用

波長分割法を 2003 年十勝沖地震前後の地殻変動分布に適用し、胆振東部地域で非弾性変形の可能性がある持続的なシグナルを検出した。一方、2008 年岩手・宮城内陸地震の余効変動域を調べたところ、地殻内の低粘性領域と断層の余効すべりが相互作用することで非弾性的な振る舞いを生じていたことが明らかとなり、粘性構造のモデル化を行った。また、ひずみ集中帯の中軸部に位置する跡津川断層周辺では干渉合成開口レーダー (InSAR) と GNSS を組み合わせた地震間および地震後の詳細な地殻変動場を求め、波長分割法を適用することで非弾性変形の分布を明らかにした。また、九州地域でも 2016 年熊本地震に伴う変形の解析を行い、本震に伴う誘発地震に関連する非弾性変形を検出した。

(3) 新たな非弾性変形抽出手法の開発・改良

2011 年東北地方太平洋沖地震前後に得られた GNSS 連続観測網の 3 次元座標値データに主成分分析を適用して異なる時空間パターンを持つ地殻変動成分の分離を試みた。その結果、地震前後の第一主成分に奥羽脊梁山脈における局在化した東西短縮変形が現れ、このパターンは地震前後を通して変わらず持続性が見られることから、非弾性変形を特定したと考えられる。地震前の第一主成分が時間に対して線形に増加する定常的な変動であるのに対し、地震後の第一主成分は比較的長い時定数で減衰する様子を見せており、非弾性変形として期待された定常的な変化と混在している様子が見られた。

隣接地域の歪み変化を比較して変形の構成則を推定する新たな解析手法を日本海東縁ひずみ集中帯に適用すると、東北地方太平洋沖地震後の伸張変形時には応力変化に対するひずみ変化が線形で弾性的に振る舞うのに対し、地震前の短縮変形時には、応力が変化してひずみ速度が一定で塑性的な挙動を示すことが示された。この結果は、非弾性変形が定常的・永続的であると仮定した先行研究とは異なり、非弾性変形のより詳細な特性を示すものである。地殻の非弾性挙動が媒質の降伏応力付近で生じることを考えれば、周囲の応力が増加する短縮変形時と応力が減少する伸張変形時で非対称な応答が現れるのは物理的に妥当と考えられる。

さらに、解析対象域の弾性変形を予測して観測データから差し引くことで非弾性変形のシグナルを分離する手法を開発し、実データへの適用を試みた。この手法は、東北地方太平洋沖地震のような巨大地震前後のデータを必要とせず、座標時系列データが利用できない場合でも、出版済みの速度データを用いた解析が可能であり、解析対象とする島弧内部に対するプレート境界からの寄与を弾性変形として取り除くことで、そうした寄与を考慮していなかった Noda and Matsu'ura (2010) の手法を改良するものである。人工的に合成したデータに対して適用可能性を検証するとともに実データでの検証を試みた。変形が 2 次元的で比較的単純なケースとして、米国カリフォルニア州の San Jacinto 断層周辺のデータへの適用を試みた結果、先行研究で推定された断層パラメーターと整合的な非弾性変形分布を得ることができた。

新潟・中越地域では、稠密 GNSS 観測データの利用によって地殻変動の詳細な空間分布を検討したところ、東北地方太平洋沖地震の前後で歪み速度の空間分布に系統的な違いが検出された。この違いは定常的な非弾性変形と、空間的に不均質な弾性媒質の影響を考慮することで説明される。推定された弾性不均質の影響は堆積盆地の弾性定数が周囲より 70% 低いと推定されたが、堆積層中に発達していると考えられる体角度のデタッチメント断層により堆積層と基盤岩が力学的に分離していると考えれば妥当な値である。

一方、先行研究である Noda and Matsu'ura (2010) による手法の改良として、地震観測から得られる応力場の情報を用いて非弾性変形を表すモーメントテンソルの成分比を固定化し、さらにその空間分布を表す関数形を工夫することで、非弾性変形分布をより安定的に推定する手法を開発した。この手法により求めたひずみ集中帯の非弾性変形分布は活断層分布と整合的であり、地殻内の非弾性変形分布を適切に表現したものと考えられる。

以上のように、本研究では測地データから島弧地殻変動における非弾性変形の寄与を分離・抽出する複数の手法を考案し、実データへの適用を通じて非弾性変形の検出を試みた。こうした解析の結果は活断層分布など他の非弾性変形の指標と整合的であり、地殻内で進行する変形過程を的確に捉えたものと考えられる。推定された非弾性変形はプレート境界の大地震発生サイクルに起因する周期的な地殻変形とは基本的に独立であり、島弧内の応力場によって駆動され、地質学的時間スケールで累積性を示す。こうして得られた結果は、島弧地殻を単純な弾性体として、または人為的に分割された弾性ブロックの集まりとして捉えてきた従来の研究とは一線を画し、連続体中に不均質に分布した非弾性変形が局所的な応力集中を生じるという島弧

地殻変形の新たな描像を提示している。従来は謎とされてきた内陸地震の発生メカニズムについても定量的な説明を与えている。このように、本研究は島弧の地殻変形や内陸地震の発生に関して、より包括的な知見と重要な進展をもたらした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 鷲谷威・大坪誠	4. 巻 128
2. 論文標題 日本列島の地殻ひずみ速度－測地学的データと地質・地形学的データの統一的理解－	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地学雑誌	6. 最初と最後の頁 689～705
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5026/jgeography.128.689	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 Fukahata Yukitoshi, Meneses-Gutierrez Angela, Sagiya Takeshi	4. 巻 72
2. 論文標題 Detection of plastic strain using GNSS data of pre- and post-seismic deformation of the 2011 Tohoku-oki earthquake	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40623-020-1144-1	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 Otsubo Makoto, Katayama Ikuo, Miyakawa Ayumu, Sagiya Takeshi	4. 巻 72
2. 論文標題 Inelastic behavior and mechanical strength of the shallow upper crust controlled by layer-parallel slip in the high-strain zone of the Niigata region, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s40623-020-01154-w	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 Takeshi Sagiya, Hector Mora-Paez	4. 巻 4
2. 論文標題 Interplate coupling along the Nazca subduction zone on the Pacific coast of Colombia deduced from GeoRED GPS observation data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geology of Colombia	6. 最初と最後の頁 15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.382685/pub.esp.38.2019.15	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 高田 陽一郎	4. 巻 65
2. 論文標題 InSARとGNSSによる東北地方太平洋沖地震前と後の内陸地殻変動様式の解明	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 測地学会誌	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11366/sokuchi.65.1	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 Meneses-Gutierrez A., Sagiya T., Sekine S.	4. 巻 123
2. 論文標題 Crustal Deformation Process in the Mid-Niigata Region of the Niigata-Kobe Tectonic Zone as Observed by Dense GPS Network Before, During, and After the Tohoku-Oki Earthquake	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 6072~6085
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JB015567	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 Sagiya Takeshi, Matta Nobuhisa, Ohta Yusaku	4. 巻 70
2. 論文標題 Triangulation scale error caused by the 1894 Shonai earthquake: a possible cause of erroneous interpretation of seismic potential along the Japan Trench	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0890-9	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 Zhang Xuelei, Sagiya Takeshi	4. 巻 123
2. 論文標題 Intraplate Strike-Slip Faulting, Stress Accumulation, and Shear Localization of a Crust-Upper Mantle System With Nonlinear Viscoelastic Material	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 9269~9285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JB016421	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 Kumagai Koki, Sagiya Takeshi	4. 巻 70
2. 論文標題 Topographic effects on crustal stress around the Atera Fault, central Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0961-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 Meneses Gutierrez Angela, Segall Paul, Sagiya Takeshi	4. 巻 127
2. 論文標題 How Steady is Interseismic Crustal Deformation in Northeast Japan? Evidence From an Integrated Analysis of Centennial Geodetic Data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 e2021JB023100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JB023100	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 Lizarazo Sindy Carolina, Sagiya Takeshi, Mora-P?ez H?ctor	4. 巻 110
2. 論文標題 Interplate coupling along the Caribbean coast of Colombia and its implications for seismic/tsunami hazards	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of South American Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 103332 ~ 103332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsames.2021.103332	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 Sagiya Takeshi, Meneses-Gutierrez Angela	4. 巻 50
2. 論文標題 Geodetic and Geological Deformation of the Island Arc in Northeast Japan Revealed by the 2011 Tohoku Earthquake	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annual Review of Earth and Planetary Sciences	6. 最初と最後の頁 345-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1146/annurev-earth-032320-074429	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 Takada Youichiro, Motono George	4. 巻 72
2. 論文標題 Spatiotemporal behavior of a large-scale landslide at Mt. Onnebetsu-dake, Japan, detected by three L-band SAR satellites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01265-4	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38件(うち招待講演 4件/うち国際学会 14件)

1. 発表者名 野田朱美・齋藤竜彦
2. 発表標題 地表変形のフーリエ級数表現：異なるスケールの地殻変動
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 Akemi Noda, and Tatsuhiko Saito
2. 発表標題 Different scales of crustal deformation estimated from two-dimensional Fourier series representation of GNSS data
3. 学会等名 AGU 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高田陽一郎、稲松知美
2. 発表標題 東北沖地震後の東北地方における局所的な歪速度の急激な減衰について
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 竹井義貴、高田陽一郎
2. 発表標題 台湾南西部陸上における非周期的な褶曲の発達メカニズム
3. 学会等名 日本測地学会第132回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹井義貴、高田陽一郎
2. 発表標題 台湾南西沖における褶曲の発達メカニズム：侵食・堆積の影響
3. 学会等名 日本測地学会第132回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koki Kumagai, Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez, Nobuhisa Matta, Daisuke Hirouchi, Kenjiro Matsuhiro, Takashi Okuda
2. 発表標題 Persistent and time-dependent crustal deformation in northern Fossa Magna and its tectonic implications
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 Takeshi Sagiya, Nobuhisa Matta, Yusaku Ohta
2. 発表標題 Erroneous Seismic Hazard Estimation due to a Triangulation Scale Error Caused by the 1894 Shonai Earthquake
3. 学会等名 IUGG 2019 General Assembly (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez, Xuelei Zhang, Koki Kumagai
2. 発表標題 Persistent crustal deformation in northern Fossa Magna, central Japan, and its tectonic implications
3. 学会等名 IUGG 2019 General Assembly (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鷺谷 威, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 測地データで見る日本列島弧のダイナミクス
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鷺谷 威, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 基線ひずみ変化率に基づく非弾性変形の定量的推定
3. 学会等名 日本測地学会第132回講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Sagiya, Koki Kumagai, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 Peseistent contraction and time-dependent slip behavior around the northern Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line fault system, central Japan: Implications for tectonics and seismogenesis
3. 学会等名 AGU 2019 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 Geodetic exploration of the elastic/inelastic behavior of the Earth's crust: resolution of mechanical response using interseismic, coseismic, and postseismic deformation
3. 学会等名 AGU 2018 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鷺谷威, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 測地データに基づく非弾性変形抽出の試み：北海道
3. 学会等名 日本測地学会第130回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Sagiya, Angela Meneses-Gutierrez, Xuelei Zhang, Yumi Shimoyama, and Koki Kumagai
2. 発表標題 Crustal strain rate paradoxes of intraplate Japan: their solutions and implications
3. 学会等名 10th ACES International Workshop - Toward Comprehensive Understanding of Earthquake Physics - (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Sagiya, Yo Kawashima
2. 発表標題 The pre-slip controversy: a review of the 1944 Tonankai and the 2011 Tohoku-oki cases and their implications (or no implication) for short-term prediction
3. 学会等名 International Symposium on Earthquake Forecast / 5th International Workshop on Earthquake Preparation Process -Observation, Validation, Modeling, Forecasting- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鷺谷 威, Meneses-Gutierrez Angela, 熊谷 光起
2. 発表標題 Geodetic exploration of the elastic/inelastic behavior of the Earth's crust: resolution of mechanical response using interseismic, coseismic, and postseismic deformation
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noda, A., T. Saito, E. Fukuyama, T. Terakawa, and M. Matsu'ura
2. 発表標題 Estimation of gradual stress changes before the 2016 Mw7.0 Kumamoto, Japan, earthquake
3. 学会等名 AGU 2018 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田朱美・齋藤竜彦・福山英一・松浦 充宏
2. 発表標題 弾性・非弾性歪み解析を用いた地殻内応力蓄積・解放の評価：2016年熊本地震への適用
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野田朱美・齋藤竜彦・福山英一・寺川寿子・松浦充宏
2. 発表標題 弾性・非弾性歪み解析を用いた地震間の応力蓄積・解放の推定：別府 - 島原地溝帯周辺域への適用
3. 学会等名 日本地震学会2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomomi Inamatsu, Youichiro Takada, Takeshi Sagiya, Takuya Nishimura
2. 発表標題 Localized strain rate in Central and Northeast Japan before and after the Tohoku-Oki earthquake
3. 学会等名 AGU 2018 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Youichiro Takada, Tomomi Inamatsu, Kotaro Tsukahara, Takeshi Sagiya, Takuya Nishimura
2. 発表標題 Lessons from crustal responses to co- and inter-seismic stress disturbances
3. 学会等名 AGU 2018 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲松知美、高田陽一郎、鷺谷威、西村卓也
2. 発表標題 東北地方太平洋沖地震前後の東北地方における局所的な歪速度について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高田陽一郎
2. 発表標題 InSARとGNSSによる東北地方太平洋沖地震前と後の内陸地殻変動様式の解明
3. 学会等名 日本測地学会第130回講演会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲松知美、高田陽一郎、鷺谷威、西村卓也
2. 発表標題 東北地方太平洋沖地震前後の東北地方における局所的な歪速度について
3. 学会等名 日本測地学会第130回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鷺谷威, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 基線ひずみ変化率に基づくひずみ集中帯の弾塑性挙動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鷺谷威, Angela Meneses-Gutierrez
2. 発表標題 GNSSひずみ速度比から推定する新潟-神戸ひずみ集中帯の力学特性
3. 学会等名 日本測地学会第134回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野田朱美・齋藤竜彦・福山英一・寺川寿子・田中佐千子・松浦充宏
2. 発表標題 2016年熊本地震による地殻内せん断歪みエネルギー変化の定量評価:余震活動との関係
3. 学会等名 日本地震学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Wang, X. and Takada, Y.
2. 発表標題 Interseismic crustal deformation along the Xianshuihe Fault System, Western China, detected by ALOS-2 ScanSAR interferometry
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takei, Y., Takada, Y., Moore, J.D.P., and Ohzono, M.
2. 発表標題 Physical modeling of postseismic deformation following the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiki Takeki, Youichiro Takada, James D.P. Moore, Mako Ohzono
2. 発表標題 Physical modeling of postseismic deformation following the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake
3. 学会等名 AGU fall meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井義貴・高田陽一郎
2. 発表標題 2008年岩手宮城内陸地震の余効変動における地殻内不均質構造の影響
3. 学会等名 日本測地学会第134回講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹井義貴, 高田陽一郎, James D.P. Moore, 大園真子
2. 発表標題 2008年岩手宮城内陸地震の余効変動における地殻内不均質構造の影響
3. 学会等名 (東京大学地震研究所研究集会)「SARによる地表変動解析の新展開: 先進レーダー衛星の活用を見据えて」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高田陽一郎, 竹井義貴, Moore James, 大園真子
2. 発表標題 2008年岩手宮城内陸地震の余効変動における地殻内不均質構造の影響
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 高田陽一郎, 竹井義貴
2. 発表標題 台湾南西沖における褶曲の発達メカニズム: パラメーター依存性について
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 Youichiro Takada, Yoshiki Takei
2. 発表標題 A Physical Model of Mud Diapir Growth off Southwest Taiwan: Effects of Rapid Erosion and Sedimentation
3. 学会等名 AGU 2021 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田朱美・齋藤竜彦
2. 発表標題 測地データと地震データを併用した非弾性変形の解析:新潟神戸変形集中帯への適用
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 Angela MENESES-GUTIERREZ, 鷺谷威, 三浦哲, 大園真子
2. 発表標題 A Universal Feature of Postseismic Transient Found in Inland and Interplate Earthquakes
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 Arong Bai, Takeshi Sagiya
2. 発表標題 Toward a quantitative analysis of inelastic crustal deformation: performance evaluation of elastic prediction method
3. 学会等名 日本測地学会第136回講演会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鳥海光弘、入船徹男、岩森光、ウォリスサイモン、小平秀一、小宮剛、阪口秀、鷺谷威、末次大輔、中川貴司、宮本英昭	4. 発行年 2018年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 248
3. 書名 図説地球科学の事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	高田 陽一郎 (Takada Youichiro) (80466458)	北海道大学・理学研究院・准教授 (10101)	
研究分担者	野田 朱美 (Noda Akemi) (80793992)	気象庁気象研究所・地震津波研究部・研究官 (82109)	

	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
研究協力者	Meneses-Gutierrez z Angela (Meneses Gutierrez Angela Del Valle) (90846099)	名古屋大学・高等研究院・特任助教 (13901)	

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			
米国	スタンフォード大学			
コロンビア	コロンビア地質調査所			