

研究プロフィールシート（終了時評価）

研究課題名：N 南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視と津波地震の発生状況
即時把握に関する研究

（副課題1）南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化

（副課題2）津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発

研究期間：平成28年度～令和2年度

研究費総額：51百万円

研究代表者：干場充之（地震津波研究部研究部長）

研究担当者：勝間田明男、小林昭夫、田中昌之、安藤忍、弘瀬冬樹、溜渕功史（以上、平成28～令和2年度）、中田健嗣（平成28～令和元年度）、藤田健一（平成28～30年度）、宮岡一樹（平成28～29年度）、前田憲二（平成28年度）、西宮隆仁（平成29～令和2年度）、橋本徹夫（平成29～令和元年度）、露木貴裕（平成30～令和2年度）、永田広平（令和元～2年度）

（以下、併任）吉田康宏（平成28～令和2年度）、上野寛（平成28～令和元年度）、森脇健、田中美穂（以上、平成28～29年度）、露木貴裕、森田裕貴（以上、平成28年度）、甲斐玲子、前田憲二（以上、平成29～令和2年度）、木村久夫（平成29～30年度）、案浦理（平成29年度）、宮岡一樹、岩切一宏（以上、平成30～令和2年度）、山内崇彦（令和元～2年度）、中田健嗣（令和2年度）

1. 研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の発生を受け、広範囲で大規模な被害が懸念され、かつ切迫性が高い南海トラフの大規模地震についての評価及び地震対策の見直しが各機関において行われている。地震調査研究推進本部は、平成25年に「南海トラフの地震活動の長期評価」の改訂版（第二版）を公表し、その中で次の南海トラフの大地震の規模をM8～9クラスとし、今後30年の発生確率を60～70%と推定した（令和2年時点では70～80%）。平成26年6月24日には「経済財政運営と改革の基本方針2014（骨太方針）」が閣議決定され、その中で平成26年3月に内閣府によりまとめられた「南海トラフ地震防災対策推進基本計画」を推進することとしている。この基本計画の中では、「津波に関する情報については、（中略）予測の精度向上について検討を進める」こと、東海・東南海・南海地域の「時間差発生等への対応」の必要性が指摘されている。また、「経済財政運営と改革の基本方針2015（骨太方針）（平成27年6月30日閣議決定）」には、南海トラフ巨大地震などの自然災害に対し、研究・人材育成を含め防災・減災の取組を推進することとしている。国土交通省では、平成26年に「国土交通省南海トラフ巨大地震対策計画〔第1版〕」を公表し、重点項目の一つとして緊急地震速報・津波警報等及び津波観測情報の迅速化・高精度化を挙げている。また、内閣府は平成25年に「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性につ

いて」の報告書を公表した。その中で、「地震の規模や発生時期を高い確度で予測することは困難である」が、「観測データの変化に基づいてプレート境界のすべり等の固着状態の変化が検知できれば、不確実性は伴うものの地震発生の危険性が相対的に高まっていることは言及できそうである」としている。地震調査研究推進本部は、平成 24 年 9 月に「新たな地震調査研究の推進について」、平成 26 年 8 月に「地震に関する総合的な調査観測計画～東日本大震災を踏まえて～」を発表した。これらの中で、「海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化（プレート境界の状況を把握することが重要、調査観測から得られる成果を総合的に取り込んだモデルを構築することが重要）」を挙げている。平成 25 年に科学技術・学術審議会は「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について」を文部科学大臣や国土交通大臣などに建議し、その中で「モニタリングによる地震活動予測」や「地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化」のための研究について推進することを提言している。平成 29 年 9 月の中央防災会議防災対策実行会議において、「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」の検討結果が報告された。その報告では、現在の科学的知見からは 2～3 日以内に発生するとの確度の高い地震の予測は困難であること、東海地震のみならず南海トラフ全体で大規模地震が切迫していることを指摘している。また、典型的なケースとして、(1)南海トラフの東側だけで大規模地震が発生、(2)M7 クラスの地震が発生、(3)先行現象を多種目観測、(4)プレート境界面でのすべりが発生をあげて検討した。これを受け気象庁では、平成 29 年 11 月から「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」を開催し、令和元年 5 月からは「南海トラフ地震臨時情報」の発表を開始した。

(学術的背景・意義)

十数年前から高密度の GPS や高感度地震計の展開により、南海トラフ沿いでは深部低周波微動・地震（高感度地震計で観測できる微小な振動）を伴うプレート境界の短期的スロースリップ（ゆっくりすべり）、長期的スロースリップ等が観測されるようになってきた。これらはプレート間巨大地震の震源域となりうる固着域周辺で発生している現象であり、プレート間の固着状態に影響を及ぼす可能性が指摘されている。このため、東海地域だけではなく南海トラフ全体におけるプレート間固着状態の変化を地震活動、地殻変動の複数の観測手法を用いて検出し、地震サイクルの数値シミュレーションによってそれら変化が示す意味に対する理解を深めることが重要である。また、想定東海地震が現時点で発生していないことから、南海トラフ全体で大規模地震が発生する可能性について指摘されている。東海地域で巨大地震が発生した場合、想定東海地震なのか、東南海・南海地域も連動して地震が発生したのか、あるいは今後連動して地震が発生するか等を評価することは国の応急対策活動や復旧・復興活動にとって極めて重要である。このため、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震防災対策強化地域判定会や地震調査委員会等で、発生した巨大地震や今後の巨大地震の連動可能性についてすみやかに検討できるよう、震源域がどこまで及んでいるかを速やかに分析して提供できるようにする必要がある。さらに、過去の南海トラフ沿いの地震のうち 1605 年の慶長地震は、地震動被害に比べて津波被害が大きい「津

波地震」であった可能性が指摘されている。平成 23 年の東北地方太平洋沖地震の発生は、改めて地震の多様性を示す例となっており、津波地震に対しても対策が必要である。現在の気象庁の津波警報システムでは、巨大地震の発生時に規模を過小評価しない対策は取られているが、さらに適切な津波警報等を行うために津波地震の識別の信頼性向上と津波地震の定量的な規模推定を行う必要がある。

(気象業務での意義)

南海トラフ沿いにおける地震に関する観測体制の整備が法律（東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成 14 年 7 月 26 日法律第 92 号））で求められており気象庁でも観測強化を進めている。平成 29 年 11 月からは気象庁による「南海トラフ地震に関連する情報」の発表が開始された。本研究課題は、南海トラフ沿いの震源域およびその深部延長域におけるプレート境界の固着状態の監視能力の向上を通じた地震直前の異常検知の早期化への寄与と、地震発生シミュレーションなどによる地震発生に至る過程の解明を通じた南海トラフ沿いの海溝型巨大地震の観測・監視業務への貢献を目的としている。

現在の気象庁の津波警報システムでは、巨大地震の発生時に規模を過小評価しない対策は取られているが、本研究課題の津波地震の識別の信頼性向上と津波地震の定量的な規模推定により期待される成果は、さらに適切な津波警報等に寄与する。

また、東海地域で地震が発生した場合、判定会では発生した地震が東海地震であるかどうかの判定を行う必要がある。評価検討会では今後連動して地震が発生するか等について評価を行う必要がある。本研究課題の地震の規模・震源域の広がり等を即時に推定する手法はこの判定に寄与する。

2. 研究の目的

(全体)

切迫性の高い南海トラフの大規模地震に関連し、プレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法を高度化するとともに、観測された現象と大地震発生との関連性を理解し、地震発生前の的確な情報発信を可能とする。さらに、津波地震を含む巨大地震の多様な発生状況を想定した地震の規模・震源域の広がり等を迅速に把握するための手法を開発し、津波地震に対する津波警報の適切な発表や、東海・東南海・南海地域の時間差発生対応のための割れ残りの判定により、的確な災害対策に貢献する情報発信を可能とする。これらにより大地震、津波から国民の生命と財産を守る。

(副課題 1) 南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化

南海トラフの大規模地震に関連した、プレート間固着状態変化検出の手法向上と、観測現象の理解向上による地震発生前の的確な情報発信。

(副課題 2) 津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発

津波地震を含む大規模な地震発生の的確な把握による、地震発生後のよりの的確な防災情報発信。

3. 研究の目標

(全体)

南海トラフ沿いのプレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法を高度化するとともに、その物理的背景（固着域の状態変化）に関する説明能力の向上を図る。さらに、津波地震を含む巨大地震の多様な発生状況を想定した地震の規模・震源域の広がり等を迅速に把握するための手法を開発する。

(副課題1) 南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化

1.1 プレート間固着状態のモニタ

1.1.1 衛星データ（干渉 SAR）による地殻変動検出手法の改良

プレート間の固着状態の変化による地殻変動を面的に詳細に把握するため、人工衛星リモートセンシング手法の一つである SAR 干渉解析手法の改良を行う。

1.1.2 スロースリップ変動源推定手法の高度化

プレート間のゆっくりしたすべり現象について、数か月から数年間継続する長期的スロースリップによる地殻変動をひずみ計、GNSS 等を用いて客観的に検出するなど、すべり現象の検出手法、変動源を推定する手法の改良を行う。

1.2 地震発生の数値シミュレーションによる固着状態推定

観測された固着状態の変化の物理的背景の理解を進めるとともに、プレスリップにつながるなど将来の大地震の発生に結びつく可能性について評価する手法を開発する。

(副課題2) 津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発

2.1 津波地震等の検出手法の開発

津波地震や海底地すべりの発生を検知し、津波予測に用いるための規模等を推定するための手法を開発する。

2.2 余震活動の即時把握の高度化

発生した地震の震源域の広がり把握や、余震発生予測等に寄与するため、地震発生直後の余震の発生状況について即時に把握する手法を改良する。

2.3 地震断層のすべり分布推定手法の高度化

津波予測や連動発生地震の監視に寄与するため、発生した地震のすべり分布を迅速に推定するための手法を改良する。

4. 研究結果

(1) 成果の概要

(全体)

副課題1のプレート間固着状態監視として、GNSS やひずみ、傾斜データを用いたスロースリップの検出と変動源の推定精度向上、干渉 SAR を用いた定常地殻変動の検出、地震波形を用いた浅部低周波微動の特徴把握などを行った。また、地震発生シミュレーションにおいて、最新の観測・解析結果を取り込み、南海トラフ沿い巨大地震の過去の発生パターンを再現するモデルを構築した。副課題2の津波地震関係については、津波地震（破壊伝播速度が遅く、地震動のわりに津波が大きな地震）

の規模推定手法開発、海底地すべりや山体崩壊に関する事例調査を行った。余震活動把握のための自動震源決定については、本手法の運用開始後に明らかになった地震頻発時の震源決定精度低下やエアガンが誤って震源決定されるなどの問題点について適切な改良を行った。断層すべり分布推定については、遠地地震波を用いた自動解析手法を開発し、地震発生後 45 分程度ですべり分布が得られるようにした。

(副課題 1) 南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化

(1.1) プレート間固着状態のモニタ

- 中国地方を領域固定した GNSS 日値を用い、フィリピン海プレートの沈み込みと逆方向の成分について、南海トラフのプレート等深線 25 km および 30 km 沿いに計算地点を並べ、それら地点を中心とする一定範囲内の観測点の平均を求め、1 年および 1 週間の傾斜期間を持つランプ関数との相関を取ることで、南海トラフ沿いの長期的 (1 年から数年程度の継続期間) および短期的 (数日から 1 週間程度の継続時間) スロースリップの客観的な時空間分布を得る手法を開発した。これにより、2000~2002 年に紀伊水道長期的スロースリップが発生していたことを新たに指摘し、そのすべり分布を推定した。
- 中国地方を領域固定した GNSS 日値を用い、フィリピン海プレートの沈み込みと逆方向の成分について 2 年間の変化量を求め、あらかじめ南海トラフのプレート等深線 25 km 上を中心とする矩形断層に一定のすべりを与えて計算した理論変位と比較することで、南海トラフ沿いの長期的スロースリップの 2 年あたりの規模の時空間分布を得る手法を開発した。
- GNSS 日値を用い、2017 年春から 2018 年秋にかけて発生した志摩半島付近の長期的スロースリップを検出した。長期的スロースリップ発生期間には隣接する領域で短期的スロースリップが活性化され、短期的スロースリップによる変位を除くと長期的スロースリップのすべりの規模は Mw 6.4 相当であった。
- GNSS 日値の解析から、2014 年半ばから始まった紀伊水道における長期的スロースリップが 2017 年まで継続し、その規模が 2017 年 1 月時点で Mw 6.7 相当であることを明らかにした。
- ひずみデータのスタッキング解析により、2013 年に開始した東海地域長期的スロースリップのモーメント解放量の時間変化を求めた。このとき、ひずみ計設置後の緩和的なトレンド変化を補正した解析を行い、GNSS を用いた解析結果と合う結果が得られた。
- やや長期間のひずみデータを用いたスタッキングにより、東海地域の短期的スロースリップの時空間分布を明らかにした。
- ひずみデータを用い、グリッドサーチと SCE-UA 法を組み合わせ、南海トラフ沿いの短期的スロースリップの矩形断層を推定する手法を開発した。
- レーザー式変位計及びひずみデータから、これまで報告されていない継続時間約 1 時間のスロースリップ現象を発見した。そのスロースリップは愛知県中部の短期的スロースリップが発生している期間中に同地域で発生したもので、Mw 5.0 ほどの規模を持ち Ide et al. (2007) のスロー地震のスケーリング則と調和的であった。
- 気象庁に導入済みのすべり位置推定ツールに、ひずみ、傾斜、GNSS それぞれ単一のデータを用いてすべり分布インバージョン解析を行えるよう機能を追加した。また、複数のデータ項目を同時に用いたすべり分布インバージョン機能を開発した。
- 防災科研の傾斜データを潮汐・気圧補正し、ひずみデータに傾斜データを追加し

た場合に、スタッキングによる短期的スロースリップの検知能力が改善されることがわかった。

- 海底観測システムである DONET の 2015 年 9 月から 2016 年 4 月までの連続地震記録をエンベロープ相関法により解析し、南海トラフの島弧側において浅部低周波微動が発生していることがわかった。微動は 2015 年 10 月と 2016 年 4 月に発生しており、深部の微動活動と同様に地震動によるトリガ現象が見られた。
- 南海トラフ沿いの浅部低周波地震の処理にエンベロープ相関法を適用し、2018 年 3 月から 6 月にかけて断続的に四国地方南東沖から紀伊半島南方沖で浅部低周波微動活動が活発なことを示した。
- 2014 年 7 月～2014 年 12 月までの連続地震波形を用いて、西南日本の南海トラフ沿いの深部低周波地震活動に Matched Filter (MF) 法を適用してイベントの検出を行った。その結果、5188 個のイベントを検出し、3744 個の震源を決定した。イベント検出の際の誤検出率は約 4.0%と低い値であるにも関わらず、MF 法で決定した震源数是一元化震源カタログに掲載されている同期間、同領域の深部低周波地震数の約 2 倍となった。
- SAR 衛星 ALOS のデータを用いた時系列解析により、御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動の検出を行い、面的に詳細でスムーズな地殻変動分布を得た。2.5 次元解析の結果と GNSS 観測点の変位を比較し、特に上下方向で 0.5 cm/年の範囲内で調和的であることを確認した。
- 年平均潮位に日本沿岸の海水位の長期変化傾向を補正して、長期間の地殻上下変動を推定した。各地点の最近の上下変動速度は GNSS とほぼ一致し、串本では 1925～1942 年に年平均 3 mm 強の沈降速度が推定された。
- 2004 年紀伊半島南東沖の地震後に行った海底地震計観測から、浅部低周波地震が紀伊半島南東沖の地震の余震域と近接した場所で多数発生していたことを示した。また、浅部低周波地震が 2004 年新潟県中越地震や潮汐に敏感に反応していること、浅部低周波地震と浅部超低周波地震が同じすべり現象であることを示した。
- 東海大学と共同で、駿河湾における海底地震計観測を行った。また、これら観測データに浅部低周波微動が含まれていないか調査するツールを開発した。過去データへ適用を開始したが、微動活動とみられるイベントは見つかっていない。

(1.2) 地震発生シミュレーションによる固着状態推定

- 南海トラフ沿いの巨大地震シミュレーションにおいて、巨大地震の発生履歴、比較的よくわかっている昭和東南海・南海地震のすべり分布、最新のすべり欠損レート分布、そして繰り返す長期的スロースリップに対応したパラメータを設定し、それらを再現するモデルを構築した。宝永→安政→昭和の発生順は再現できなかったが、各地震のすべり分布は概ね再現できた。
- 2016 年 4 月に紀伊半島南東沖で発生したような M6 クラスの地震が南海トラフ巨大地震に与える影響について数値モデルを用いて調査した。低角・M 6.5 の地震を仮定した場合、サイクル終盤に擾乱を投入すると擾乱の半年～1 年以内に巨大地震を誘発し、規模は若干小さくなった。その他の場合は、巨大地震にはほとんど影響を与えない。
- 南海トラフ沿いシミュレーションにおいて、東海と豊後水道の傾斜方向浅部が未破壊の状態であれば長期的スロースリップが出現する傾向を示した。浅部の未破壊域によって生じる応力不均一が、その深部に位置する長期的スロースリップの発生要因となっていると考えられる。1944 年東南海地震や 1946 年南海地震で両

長期的スロースリップ域の傾斜方向浅部が未破壊と考えられていることと、長期的スロースリップが現在観測されていることとは整合する。

- ・日本海溝沿い（青森県東方沖から房総沖）について、深さ 16-50 km の地震発生層に M7-8 を想定した小さな L（特徴的すべり量）と σ （有効法線応力）を持つアスペリティ 9 個、海溝軸の浅部に M8-9 及び津波地震を想定した大きな L と σ を持つアスペリティ 3 個を設定し、2011 年東北地方太平洋沖地震時のすべり分布や余効すべり分布、M9 前に観測されたスロースリップ、M7-9 の発生間隔を概ね再現する地震発生シミュレーションモデルを構築した。
- ・千島海溝沿い（十勝沖からウルップ島沖）シミュレーションについて、深さ 20-40 km の地震発生層に小さな L（特徴的すべり量）を持つアスペリティ 5 個、十勝・根室沖の浅部に大きな σ （有効法線応力）と L を持つアスペリティ 1 個を設定し、M7-9 地震の規模や発生間隔をある程度再現した。ただし、発生パターン（順番）の再現には至っていない。
- ・飯作家文書の中の「大地震富士山焼之事覚書」の原本を確認し、全文を翻刻した。この史料の観測地は『新収日本地震史料』に記された静岡市ではなく、富士本宮浅間社のあった富士宮市と考えられる。この史料は富士本宮浅間社および富士宮市の宝永地震被害、富士宮市から見た宝永噴火、地震被害からの復興に関する史料として、現存知られているものの中では最も完全なもの、かつ、古い時代に記されたものと考えられる。

（副課題 2）津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発

（2.1）津波地震等の検出手法の開発

- ・津波地震の規模推定法として、積分変位を用いた方法、複数の帯域の変位振幅を用いて特徴的周期を抽出する手法などを開発した。複数帯域振幅を用いた手法を、過去に世界の各地で発生した津波地震を模擬した地震記録及び日本周辺で発生した規模の大きな地震の記録に適用した結果、一部の過大評価はあるもの、適正に規模が推定できることが確認された。
- ・遠地実体波のスペクトル解析から、代表的な津波地震（Mw7 クラス後半）の特徴抽出を行った。震源スペクトルを推定し通常海溝型地震のものと比較したところ、気象庁マグニチュードに特徴的な周波数帯でみるとマグニチュード換算で 1 程度小さく震度階級で 2 階級低くなる結果が得られた。そこで、スペクトル解析結果及び先行研究に基づき、津波地震の震源時間関数を設定し、日本各地の地震観測点での理論波形を算出して時間領域から気象庁マグニチュードを評価した。その結果、気象庁マグニチュードが津波地震の規模を 1 以上過小に評価する可能性があることが確認された。
- ・1998 年パプアニューギニアの地震発生 10 分後の海底地すべりにより津波が発生したとみられる事例について、地すべりによる地震波の励起の理論計算を行い、地震発生後間もない地震計記録からでは地すべり現象が検知困難であることを明らかにした。
- ・2018 年インドネシアのスラウェシ島パル湾で発生した津波について、観測された遡上高・ビデオ記録に基づいて地震断層モデルによる津波モデルを再検討し、地震断層モデルだけでは、津波記録を再現することが困難であることを示した。更に、それらの遡上高・ビデオ記録を説明しうる海底地すべりによる津波のモデルを提示した。
- ・山体崩壊による津波について、崩壊後の地形を与えた上で崩落させた土砂の移動

を計算し、その結果に基づいて津波を計算する手法について検討を行った。この手法を歴史津波観測高の得られている 1741 年渡島大島及び 1792 年雲仙眉山の事例に適用し、概ね妥当な予測結果を得た。更に、同手法を過去に山体崩壊を起こしたことがある富士山に適用し、南方に崩壊した場合には駿河湾に土砂が流入して津波を発生する可能性のあることを示した。

- ・単独観測で得られる地震動データから、津波来襲の可能性の検知が可能であるかどうか調査した。加速度記録を積分して得られる 20 秒周期の変位を用いた。比較的最近発生した M8 クラス以上の地震のデータを用いて、観測点から約 100 km まで震源域が至る M8 クラスの地震の発生が識別可能であることを示した。ただし、東北日本太平洋沖地震の場合には、日本海側の観測点においても津波の危険性を示すような誤検知も示した。

(2.2) 余震活動の即時把握の高度化

- ・2016 年 4 月に運用開始した自動震源決定手法 (PF 法) の改良を行い、震源出力条件の見直し、複数の地震が発生した場合には振幅の大きいイベントから処理を行うこと、及び走時残差が大きな相を削除する等の改良を行った。その結果、島嶼部及び地震多発時における震源決定性能を向上させた。さらに、ベイズ推定における事前確率を改良することにより、計算結果に変化を与えずに解の収束速度をわずかではあるが向上した。
- ・波形相関を用いた自動震源の識別手法を開発し、2016 年熊本地震の自動処理結果 (35,921 個) に適用した。その結果、58%に相当する 20,970 個の地震が目視確認した震源と同等の精度であり、目視に寄らず精度の高い震源を抽出できた。
- ・自動震源決定手法に関連し、海底地震計で特徴的に観測される人工ノイズであるエアガンの信号を、波形の自己相関を用いて効率的に識別する手法を開発した。
- ・2016 年 4 月から 2017 年 12 月までの気象庁に導入された PF 法自動震源の処理結果を評価し、その導入前後で一元化震源カタログのイベント数が 2 倍となり、導入によって震源カタログに系統的な差が生じていないことを確認した。
- ・2011 年 3 月の地震波形に震源自動決定手法 (PF 法) を適用し、現在の一元化震源カタログの 2 倍以上のイベントを検出した。その結果、東北地方では規模別頻度分布のべき乗則 (GR 則) が成り立つ M の下限を約 1.0 程度低下できることを示した。

(2.3) 地震断層のすべり分布推定手法の高度化

- ・解析に時間を要していた遠地実体波震源過程解析の迅速化のため、サンプリング間隔・基底関数の数等を最適化し、比較的短い処理時間で安定して解が得られる自動解析プログラムを開発した。その結果、地震発生後約 45 分後に、震源過程解析結果が得られるようになった。
- ・2011 年 (M6.1) と 2016 年 (M6.3) に茨城県北部において発生した 2 地震の震源過程を推定した。余震分布からは、これらの 2 地震は全く同じ断層面の活動として解析されたが、震源過程解析からは、2 地震は共通の断層面の活動ではあったが、すべりが大きかった領域は重なりあってはいないとみられる。
- ・2016 年 4 月 14 日と 4 月 16 日の熊本地震の震源過程解析、干渉 SAR 解析を行い、震源過程解析で推定されたすべり分布をもとにした地殻変動が干渉 SAR 解析結果と整合することを確認した。
- ・国内外で発生した規模の大きな地震に伴う地殻変動について干渉 SAR 解析を行っ

た。このうち、イタリア中部で発生した地震とフィリピンレイテ島で発生した地震については、震源過程解析から得られたすべり分布との比較を行い、矩形断層モデルの推定を行った。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

干渉 SAR の大気遅延軽減手法については、文部科学省の次世代火山研究推進事業の課題 B：先端的な観測技術の開発のサブテーマ 2 の中で開発された、気象庁が公表している数値気象モデルの解析値を用いた大気遅延軽減手法を利用することとし、この手法を加味した時系列解析を中心に研究を進めた。なお、気象庁数値モデルの変更による軽減手法の妥当性については、火山研究部が実施している火山活動の監視・予測手法に関する研究の副課題 1 地殻変動等に基づく火山活動評価の中で、引き続き手法の改善を検討している。

経常研究 S「地震と津波の監視・予測に関する研究」の事前評価の結果、北海道・千島列島南部沖の地震発生シミュレーションを本課題において実施することとした。

(3) 成果の他の研究への波及状況

本課題の自動震源決定手法により得られた即時・多数の震源データを用いて、重点研究 B2「地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究」(H26-30)、経常研究 S「地震と津波の監視・予測に関する研究」(R1-5) の地震活動評価に関する解析が行われた。また、本課題の干渉 SAR 時系列解析手法は、重点研究 B5「地殻変動観測による火山活動評価・予測の高度化に関する研究」(H26-30)、経常研究 V「火山活動の監視・予測に関する研究」(R1-5) において活用された。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

事前評価での指摘と対応は以下の通り。

- ・現在実施中の他の研究課題（B2「地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究」(H26-30) 及び B3「津波の予測手法の高度化に関する研究」(H26-30)）と連携し、得られた成果を積極的に活用しながら進められる体制とする必要がある：

B2 課題において開発された地殻変動検出手法を本課題で取り入れて、副課題 1 に関わる解析を行った。本課題の自動震源決定手法により得られた即時・多数の震源データを用いて、B2 課題の地震活動評価に関するツールが開発された。また、B3 課題において検討が進められてきた津波計算法は副課題 2 の津波計算に用いた。

- ・容易ではないが、1945 年三河地震など誘発地震や余震の予測にも取り組んでほしい：

誘発地震の予測自体は未だに困難であるが、地震発生シミュレーション手法を用いて、規模の大きな地震相互の影響評価を行えるようにし、2016 年 4 月に三重県南東沖において発生した地震(M 6.5)に適用し、南海トラフ沿いの巨大地震との関連性の評価を行った。

- ・1605年慶長地震は、南海トラフの地震ではないという説（石橋(2014)）がある。こういった考えに対して、説明できる知見を本研究で得られることを期待する：これまでのところ慶長地震に関する新たな知見は得られていないが、南海トラフの地震に関し歴史史料を用いた研究も行った。また、近年日本近海で発生していない津波地震については、世界各地で発生した津波地震の地震データを解析し、日本近海で発生した場合の津波予測上の問題点の検討を進めた。
中間評価での指摘と対応は以下の通り。
- ・副課題2の即時的地震像把握手法の開発は、B1（緊急地震速報）やB3（津波）課題の後継課題と併合した方がいいのでは：
本課題の地震像即時把握部分を計画途中で切り離すことはできないが、緊急地震速報、津波の分野とは連携して計画を進めた。B1やB3の後継課題であるS課題「地震と津波の監視・予測に関する研究」(R1-5)において、緊急地震速報は揺れから揺れを予測する手法の高度化、津波は沖合の観測値からの波源推定や沿岸域での後続波の予測精度向上が中心であるが、本課題の後継課題でも両分野と連携して研究を進める予定である。
- ・中央防災会議の典型ケースを意識しつつ研究を進めるのが望ましい。ただ5年や10年の研究で結論が出るものではない事も留意する必要がある：
地震像の即時把握は大地震発生時の2ケースを、プレート間固着状態監視はスロースリップケースを意識した研究を行った。また、本課題の後継課題でも、引き続き南海トラフ地震臨時情報に結び付く3ケースに関連した研究を予定している。
- ・物理的背景（プレート間固着域の状態変化）に関する説明能力の向上を図るための研究にも今後は力を入れて欲しい。他の研究課題の研究成果を適用しつつ、南海トラフの地震発生ポテンシャルの定量的把握に引き続き努めて欲しい：
スロースリップや低周波地震が将来の大地震発生とどのような物理的意味を持ち、どんな現象が発生したら大地震の危険性が高まるのかについては、気象庁からも要望の強い課題である。しかし、本課題では長期的スロースリップは再現でき、一部物理的背景の考察をしたが、短期的スロースリップなど小規模な現象の再現はできていない。本課題の後継課題では、メッシュ細分化、高速化により、短期的スロースリップなど小規模な現象の再現をし、まずは現状把握されているプレート間固着状態変化の物理的背景の説明を試みたい。

(5) 今後の課題

本課題で取り組んだプレート間固着状況変化の把握や地震像（規模やすべり分布）の即時把握に関する研究は一定の進展が見られ、開発された複数の手法が気象庁の業務に取り入れられ、または業務化が検討されている。気象庁では2019年5月から南海トラフ地震臨時情報等の提供を開始したが、臨時情報に結び付く大地震発生とスロースリップケースについては、本課題で取り組んだ内容でもある。

本課題により、津波地震の規模推定や地震の破壊領域の早期把握が可能となったが、南海トラフ地震臨時情報発表のためには、発生した地震の地震像把握の更なる迅速化

が必要となる。また、陸域（プレート境界深部）で発生するスロースリップについては解析手法が高度化されたが、海域（プレート境界浅部）のスロースリップについては不十分である。今後、臨時情報等の発表迅速化、発表につながるすべりの監視強化のため、主に海域を意識した地震像やスロースリップの推定精度と即時性の向上を図る研究を進める必要がある。また、地震発生シミュレーションは、長期的スロースリップの再現が可能になったが、現在観測されている短期的・小規模な現象の再現のため、メッシュ細分化、高速化を行う必要がある。

5. 自己点検

(1) 到達目標に対する達成度

スロースリップなど固着状態変化の解析手法の高度化、津波地震を含む地震像の迅速な把握手法の開発・高度化という目標は概ね達成した。

(2) 到達目標の設定の妥当性

開発した複数の手法が気象庁業務に取り入れられ、または業務化が検討され、各種解析で活用されており、目標は妥当であったと考える。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

研究担当者間で定期的に打ち合わせ、研究手法について確認するなど、相互の研究がスムーズに進むようにした。また、併任を含む気象庁担当者とも適宜打ち合わせを行い、研究の進捗状況や最新の要望を共有した。以下の共同研究などを実施し、各研究機関とも連携して研究を進めた。

- ・東海大学「プレート境界の海底地震活動に関する共同研究」（副課題 1.1 駿河湾における海底地震観測関連）
- ・京都大学・東北大学「南海トラフ沈み込み帯におけるゆっくりすべりに関する共同研究」（副課題 1.1 スロースリップ関連）
- ・国土地理院「GNSS データと地震計データを用いた断層すべり推定に関する研究」（副課題 2.1 地震像即時把握関連）
- ・防災科学技術研究所「傾斜・ひずみデータを活用したスロー地震解析等に関する研究」（副課題 1.1 スロースリップ関連）
- ・東京大学地震研究所共同研究「新世代合成開口レーダーを用いた地表変動研究」（副課題 1.1 干渉 SAR 関連）
- ・東京大学地震研究所共同研究「『みんなで翻刻』ソフトを用いた地震研究所所蔵地震史料の調査・研究」（副課題 1.2 古文書関連）
- ・宇宙航空研究開発機構共同研究「干渉 SAR 手法を用いたプレート間固着による定常的な地殻変動の検出」（副課題 1.1 干渉 SAR 関連）
- ・東京大学・沖縄気象台「石垣島のスロースリップ域における重力変化に関する研究」（副課題 1.1 スロースリップ関連）
- ・大阪管区気象台（地方共同研究）「機械学習を用いた地震波形検測に関する研究」（副課題 2.2 自動震源決定関連）
- ・沖縄気象台（地方共同研究）「沖縄地方の低周波地震の震源決定と発生状況等の調査」（副課題 1.1 スロースリップ関連）

- ・ 科研費（若手研究）「同時多発地震に対応した自動震源推定法による隠れた微小地震活動の解明」（副課題 2.2 自動震源決定関連）

（4）成果の施策への活用・学術的意義

研究成果は、以下のように気象庁業務への活用、各種会議への報告がなされている。

（気象庁業務への活用）

- ・ 気象庁における南海トラフ沿い深部低周波地震の処理に、2018年3月22日から Matched Filter 法が導入された。
- ・ 気象庁に導入されているスロースリップ用のすべり位置推定ツールに、すべり分布インバージョン解析を行えるよう機能を追加した。
- ・ 気象庁に導入されているひずみスタッキング処理に、ひずみ設置後のトレンドを補正する処理を追加した。
- ・ 自動震源決定手法が 2016年4月1日から気象庁の地域地震情報センターデータ処理システム (REDC3) に導入された。また、改良版が 2017年3月22日から運用開始された。
- ・ 波形相関による自動震源分類処理を気象庁に提供し、2016年熊本地震の余震処理に活用された（2016年12月）。
- ・ 遠地実体波震源過程解析の準自動解析プログラムを気象庁のシステム上に構築した（2016年8月25日）。

（各種会議への報告）

- ・ 第 211 回地震予知連絡会（2016年05月18日）において、平成 28 年（2016 年）熊本地震に関する資料（干渉 SAR、近地震源過程解析、余震解析）を提出した。
- ・ 南海トラフ沿いの浅部低周波地震の処理にエンベロープ相関法を適用した。処理結果は 2018 年 4 月以降の地震防災対策強化地域判定会資料に活用されている。
- ・ 第 363 回地震防災対策強化地域判定会（2016年7月25日）において、ひずみ計データのスタッキング解析から、2013 年から継続している長期的ゆっくりすべりが鈍化していることを報告した。
- ・ 第 7 回南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会（2018年5月9日）、第 16 回南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会（2019年2月7日）において、志摩半島付近の長期的スロースリップが 2017～2018 年にかけて発生していたことを報告した。
- ・ GNSS 日値を用いた南海トラフ沿い長期的スロースリップ客観検知に関する資料を 2018 年 2 月から定期的に地震防災対策強化地域判定会、地震予知連絡会に提出している。
- ・ 第 360 回地震防災対策強化地域判定会（2016年4月25日）において、2016 年 4 月に紀伊半島南東沖で発生したような M6 クラスの地震が南海トラフ巨大地震に与える影響について報告した。
- ・ 第 211 回地震予知連絡会（2016年05月18日）において、2016 年 4 月 1 日の三重県南東沖の地震に関する資料（地殻変動、数値シミュレーション）を提出

した。

- ・第15回津波予測技術に関する勉強会（2018年2月21日）において、津波地震及び海底地すべりなどによる津波の予測技術に関する報告を行った。

（5）総合評価

副課題1では各種データを用いたスロースリップ、低周波微動検出、変動源推定手法の高度化、南海トラフ巨大地震の発生パターンを再現する地震発生モデル構築などを行った。副課題2では、津波地震の規模推定手法開発、海底地すべりや山体崩壊に関する調査、自動震源決定、すべり分布推定手法の改良などを行った。開発した複数の手法が気象庁業務に取り入れられ、または業務化が検討され、各種解析に用いられている。目標を達成し、業務的にも重要な貢献をした。

6. 参考資料

6.1 研究成果リスト

（1）査読論文

1. Annoura, S., T. Hashimoto, N. Kamaya, and A. Katsumata, 2017: Shallow episodic tremor near the Nankai trough axis off southeast Mie prefecture, Japan. *Geophysical Research Letters*, 44.
2. Katsumata, A., Y. Hayashi, K. Miyaoka, H. Tsushima, T. Baba, P. A. Catalán, C. Zelaya, F. R. Vasquez, R. Sanchez-Olavarria, and S. Barrientos, 2017: Stand-alone tsunami alarm equipment. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17, 685–692.
3. Kobayashi, A., 2017: Objective detection of long-term slow slip events along the Nankai Trough using GNSS data (1996–2016). *Earth, Planets and Space*, 69, 171.
4. Kobayashi, A. and T. Tsuyuki, 2019: Long-term slow slip event detected beneath the Shima Peninsula, central Japan, from GNSS data. *Earth, Planets and Space*, 71, 60.
5. Nakata K., A. Kobayashi, A. Katsumata, F. Hirose, T. Nishimiya, K. Kimura, H. Tsushima, K. Maeda, H. Baba, N. Hanamura, C. Yamada, and M. Kanezashi, 2019: Double seismic zone and seismicity in the mantle wedge beneath the Ogasawara Islands identified by an ocean bottom seismometer observation. *Earth, Planets and Space*, 71, 29.
6. Nakata, K., Y. Hayashi, H. Tsushima, K. Fujita, Y. Yoshida, and A. Katsumata, 2019: Performance of uniform and heterogeneous slip distributions for the modeling of the November 2016 off Fukushima earthquake and tsunami, Japan. *Earth, Planets and Space*, 71, 30.
7. Nakata, K., A. Katsumata, and A. Muhari, 2020: Submarine landslide source models consistent with multiple tsunami records of the 2018 Palu tsunami, Sulawesi, Indonesia. *Earth, Planets and Space*, 72, 44.

8. Tamaribuchi, K., 2018: Evaluation of automatic hypocenter determination in the JMA unified catalog. *Earth, Planets and Space*, 70, 141.
9. Tamaribuchi, K., Y. Yagi, B. Enescu, and S. Hirano, 2018: Characteristics of foreshock activity inferred from the JMA earthquake catalog. *Earth, Planets and Space*, 70, 90.
10. Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, 46, 13737-13745.
11. Yamada, M., T. Kandel, K. Tamaribuchi, and A. Ghosh, 2019: 3D Fault Structure Inferred from a Refined Aftershock Catalog for the 2015 Gorkha Earthquake in Nepal. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 110, 26-37.
12. 小林昭夫, 弘瀬冬樹, 堀川晴央, 平田賢治, 中西一郎, 2018: 1707 年宝永地震と富士山宝永噴火に関する一史料 ——飯作家「大地震富士山焼之事覚書」の調査と翻刻——. *地震*, 70, 221-231.
13. 露木貴裕, 長谷川浩, 近澤心, 木村久夫, 棚田理絵, 沼野あかね, 2017: 新しい地震活動等総合監視システム (EPOS) における地殻変動監視手法の改善. *験震時報 (論文)*, 81.
14. 溜瀧功史, 2017: 波形相関による自動震源分類の効率化. *験震時報 (論文)*, 81, 6.
15. 溜瀧功史, 中川茂樹, 2020: 広域多発時における自動震源を用いた地震活動評価 — 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震への適用 —. *験震時報 (論文)*, 83, 3.
16. 田中美穂, 岩切一宏, 2017: 2 つの茨城県北部の地震 (MJMA6.1, MJMA6.3) の震源過程と破壊域の比較. *験震時報 (論文)*, 81.
17. 森脇健, 2017: Matched Filter 法を用いた西南日本の深部低周波地震の自動検出. *験震時報 (論文)*, 81.
18. 中田健嗣, 小林昭夫, 平田賢治, 対馬弘晃, 山崎明, 勝間田明男, 前田憲二, 馬場久紀, 一ノ瀬里美, 牛田堯, 石原昂典, 稲村嘉津也, 蓮澤豪, 2017: 自己浮上式海底地震計観測によって推定された紀伊半島南方の南海トラフ軸南側の地震活動. *地震*, 69, 59-68.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)

1. 安藤忍, 2018: 陸域観測技術衛星「だいち 2 号」(ALOS-2/PALSAR-2) を用いた合成開口レーダ (SAR) 干渉解析. 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震調査報告, 135, 35-45.
2. 気象研究所, 2018: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, 100, 280-283.
3. 気象研究所, 2019: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, 101, 379-382.
4. 気象研究所, 2019: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予*

- 知連絡会会報, 102, 277-279.
5. 気象研究所, 2020: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. 地震予知連絡会会報, 103, 251-252.
 6. 気象庁, 気象研究所, 2017: 2016年10月21日 鳥取県中部の地震. 地震予知連絡会会報, 97, 323-350.
 7. 気象庁, 2017: 世界の地震活動(2016年5月~10月). 地震予知連絡会会報, 97, 478-504.
 8. 気象庁, 気象研究所, 2016: 平成28年(2016年)熊本地震. 地震予知連絡会会報, 96, 492-556.
 9. 気象庁, 気象研究所, 2017: 東海・南関東地域におけるひずみ観測結果(2016年5月~10月). 地震予知連絡会会報, 97, 222-241.
 10. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 藤田健一, 2016: 紀伊半島南東沖の地震(2016年4月1日, M6.5)による南海トラフ大地震に対する影響. 地震予知連絡会会報, 96, 311-316.
 11. 廣田伸之, 溜渕功史, 2018: 即時的な解説資料における自動震源の活用. 平成28年(2016年)熊本地震調査報告, 135, 67-72.
 12. 宮岡一樹, 小林昭夫, 2020: 南海トラフ地域のスロー地震 (2)気象庁・気象研究所による観測. 地震予知連絡会50年のあゆみ, 148-150.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等

1. Ando, S., Detection of steady crustal deformation associated with locking at plate boundary using InSAR analysis, Joint PI Meeting of Global Environment Observation Mission FY2018, 2019年1月, 東京都中央区
2. Hirose, F., K. Maeda, K. Fujita, and A. Kobayashi, Simulation of the Great Earthquakes along the Nankai Trough: An Attempt to Simulate Event History, Slip Areas of the Showa Tonankai / Nankai Earthquakes, Heterogeneous Slip Deficit Rate Distribution, and Long-term Slow Slips, 12th joint meeting of UJNR on earthquake research, 2018年10月, 熊本県熊本市
3. Katsumata, A., K. Nakata, M. Tanaka, K. Fujita, K. Tamaribuchi, T. Nishimiya, and A. Kobayashi, Rapid magnitude estimation of tsunami earthquakes and detectability of submarine landslide by seismic record, French-Japanese Week on Disaster Risk Reduction, 2017年10月, 東京都
4. Tamaribuchi, K., Real-time monitoring of the 2016 Kumamoto Earthquake sequence by new automatic hypocenter determination method, 12th joint meeting of UJNR on earthquake research, 2018年10月, 熊本県熊本市
5. Tamaribuchi, K., Automatic hypocenter determination for the

- Seismological Bulletin of Japan using Bayesian estimation and its applications, Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior 2017, 2017年7月, 兵庫県神戸市
6. Tamaribuchi, K., Real-time Monitoring System of Earthquakes by Bayesian estimation, ICMMA 2018 "Data Science, Time Series Modeling and Applications", 2019年2月, 東京都中野区
 7. Tamaribuchi, K., An automatic hypocenter determination system of the JMA unified earthquake catalog, Seminar on high-quality earthquake locations, 2019年6月, 京都府宇治市
 8. Tamaribuchi, K. and Y. Kodera, Integration of different observation networks to the IPF hypocenter determination algorithm, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019年9月, 韓国, ソウル
・国内の会議・学会等
 1. 板場智史, 案浦理, 橋本徹夫, 鎌谷紀子, 勝間田明男, 紀伊半島沖における浅部 SSE, 日本地震学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
 2. 一ノ瀬里美, 花村憲亨, 馬場久紀, 中田健嗣, 平田賢治, 山崎明, 小林昭夫, 勝間田明男, 対馬弘晃, 前田憲二, 自己浮上式海底地震計 (OBS) を用いた駿河湾での連続地震観測について, 海洋理工学会平成 28 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 京都府京都市
 3. 勝間田明男, 海溝沿い巨大地震の地震像の即時的把握に関する研究, 東北地方太平洋沖地震総合研究グループ研究集会, 2018 年 3 月, 東京都
 4. 勝間田明男, 中田健嗣, 藤田健一, 田中昌之, 溜瀧功史, 弘瀬 冬樹, 小林昭夫, 津波地震対策について, 日本地球惑星科学連合 2017 年大会, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
 5. 勝間田明男, 船明レーザーひずみ計の性能評価と GNSS・ボアホール多成分歪計の観測能力, 高精度ひずみ観測ネットワークによる地殻活動モニター研究集会, 2016 年 11 月, 富山県富山市
 6. 勝間田 明男, 田中 昌之, スロー津波地震の規模推定手法の検討(4), 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
 7. 勝間田 明男, 中田 健嗣, 小林 昭夫, 弘瀬 冬樹, 西宮 隆仁, 小笠原諸島周辺及びカリブ海小アンティル諸島周辺のマントルウェッジ内 地震活動, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 8. 田中昌之, 天竜船明長基線レーザーひずみ計のデータ補正に資する水位観測, 「精密地球物理観測ネットワークによる地殻活動の総合的な理解」2019 年度研究集会, 2019 年 12 月, 神奈川県小田原市
 9. 溜瀧功史, 一元化震源の最近の検知力と余震予測への活用, 研究集会”日本における地震発生予測検証実験 (CSEP-Japan)”, 2019 年 1 月, 東京都文京区
 10. 溜瀧功史, ベイズ推定による地震のリアルタイム監視予測システム, 科研

- 費シンポジウム「空間データと災害の統計モデル」，2019年1月，京都府京都市
11. 溜瀧功史，小寺祐貴，観測網を統合した震源推定手法 (IPF 法) の検討，東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動のリアルタイム解析：防災・減災に向けた即時的な活用を目指して」，2019年1月，東京都
 12. 溜瀧功史，機械学習による P 波・S 波の自動判別，日本地震学会 2018 年度秋季大会，2018年10月，福島県郡山市
 13. 溜瀧功史，ベイズ推定を用いた地震観測データの即時解析と地震カタログへの適用，2018年度統計関連学会連合大会，2018年9月，東京都文京区
 14. 溜瀧功史，中川茂樹，大規模連続地震波形データ解析システムの活用例：自動震源決定による東北地方太平洋沖地震前後の震源の再解析，データ流通ワークショップ，2018年3月，東京都文京区
 15. 溜瀧功史，地震波リアルタイムモニタリングによる大地震発生後の余震活動等の即時予測の試み，東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと予測情報の利活用」，2018年1月，東京都文京区
 16. 溜瀧功史，八木勇治，自動処理を活用した一元化震源から推定された前震・余震活動の特徴抽出，JpGU-AGU Joint Meeting 2017，2017年5月，千葉県千葉市
 17. 溜瀧功史，熊本地震 ～地震発生状況の即時把握技術の開発～，平成 28 年度気象研究所研究成果発表会，2017年2月，東京都千代田区
 18. 溜瀧功史，ベイズ推定を用いた自動震源決定の高度化 ―事前確率の改良―，東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと情報の利活用」，2016年11月，東京都文京区
 19. 溜瀧功史，弘瀬冬樹，自動震源を活用した地震活動の統計的特徴即時把握の試み，第 7 回研究集会”日本における地震発生予測検証実験 (CSEP-Japan)” ，2016年10月，東京都文京区
 20. 溜瀧功史，波形相関による自動震源の分類，日本地震学会 2016 年度秋季大会，2016年10月，愛知県名古屋市
 21. 溜瀧功史，海底地震観測網で観測されるエアガンの自動識別法，東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測と情報の利活用」，2020年1月，東京都文京区
 22. 溜瀧功史，岩崎友理子，岩切一宏，上野寛，海底地震観測網が一元化自動震源に及ぼす影響，研究集会”日本における地震発生予測検証実験 (CSEP-Japan)” ，2019年11月，東京都文京区
 23. 中田健嗣・勝間田明男，2018年9月のインドネシア・スラウェシ島の津波の波源場所の検討について，第 8 回巨大津波災害に関する合同研究集会，2018年12月，東京都
 24. 中田健嗣，藤田健一，吉田康宏，林豊，対馬弘晃，勝間田明男，震源過程解析によるすべり分布を用いた 2016年11月福島県沖の地震の津波数値解析，第 7 回巨大津波災害に関する合同研究集会，2017年12月，宮城県仙台市

25. 中田 健嗣, 勝間田 明男, Abdul Muhari, 2018年インドネシア・スラウェシ島の津波の現地調査高とビデオ記録データから推定された海底地すべり波源, 第9回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2019年12月, 大阪府大阪市
26. 中尾風佐, 馬場久紀, 佐藤比呂志, 鶴我佳代子, 坂本泉, 西宮隆仁, 篠原雅尚, 阿部信太郎, 台風24号通過時に駿河湾北部で発生したと考えられる混濁流について—OBSアレイが捉えた海底異常現象の痕跡—, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
27. 西宮隆仁, 勝間田明男, スペクトル解析を用いた津波地震(スロー地震)の震度及び気象庁マグニチュードの考察, JpGU meeting 2018, 2018年5月, 千葉県千葉市
28. 橋本徹夫, 続発する大地震—南海トラフ地震—, 第24回「震災対策技術展」横浜 災害・危機管理 ICT シンポジウム 2020, 2020年2月, 神奈川県横浜市
29. 橋本徹夫, 横田崇, 世界の大規模地震の続発性について, 日本災害情報学会20周年記念大会 日本災害復興学会10周年記念大会合同大会, 2018年10月, 東京都文京区
30. 橋本徹夫, 案浦理, 池田雅也, 前田憲二, 武田清史, 岩村公太, 横田崇, 大規模地震の連動と大きな前震を伴う大規模地震の発生数について(2), 日本地球惑星科学連合2018年大会, 2018年5月, 千葉県千葉市
31. 橋本徹夫, 横田崇, 世界の大規模地震の続発性—同規模の地震の続発と連動—, 日本地震学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 京都府京都市
32. 馬場久紀, 鶴我佳代子, 佐藤比呂志, 石山達也, 篠原雅尚, 西宮隆仁, 阿部信太郎, 駿河湾北部-富士川河口断層帯におけるエアガン-OBS構造探査(序報), JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
33. 弘瀬冬樹, 古文書からわかる昔の大地震, 日本気象学会関西支部2018年度第3回例会, 2018年12月, 大阪府大阪市

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等

1. Itaba, S., S. Annoura, T. Hashimoto, N. Kamaya, and A. Katsumata, Shallow Slow Slip Event Off the Kii Peninsula, Japan, IAG-IASPEI 2017, 2017年8月, 兵庫県神戸市
2. Katsumata, A., Fast hypocenter determination with a 3D velocity model and its implication for seismicity monitoring, IAG-IASPEI 2017, 2017年8月, 兵庫県神戸市
3. Miyaoka, K., T. Tsuyuki, H. Kimura, Real-time slow slip monitoring with the Geodetic Data Stacking (GDS) method, IAG-IASPEI Joint Scientific Assembly 2017, 2017年8月, 兵庫県神戸市
4. Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, and S. Annoura, Shallow

Low Frequency Earthquake after the 2004 off the Kii Peninsula Earthquakes revealed by Ocean Bottom Seismometer, International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2018, 2018年9月, 福岡県福岡市

5. Tamaribuchi, K., Y. Iwasaki, K. Iwakiri, and H. Ueno, Evaluation of automatic hypocenter determination (PF method) for dense ocean bottom seismograph networks, AGU Fall Meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ

・国内の会議・学会等

1. 案浦理, 橋本徹夫, 鎌谷紀子, 勝間田明男, Episodic shallow tremor off southeast Mie prefecture and its monitoring, 日本地球惑星科学連合 2017年大会, 2017年5月, 千葉県千葉市
2. 安藤忍, 小林昭夫, InSAR 時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動 2, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
3. 安藤忍, 小林昭夫, InSAR 時系列解析による太平洋沿岸の岬周辺における定常的地殻変動, 日本地震学会 2018年度秋季大会, 2018年10月, 福島県郡山市
4. 安藤忍, 小林昭夫, InSAR 時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動, JpGU meeting 2018, 2018年5月, 千葉県千葉市
5. 安藤忍, 奥山哲, InSAR 解析によるフィリピンレイテ島で発生した M6.5 地震に伴う地殻変動, 日本測地学会第 128 回講演会, 2017年10月, 岐阜県瑞浪市
6. 安藤忍, ALOS-2/PALSAR-2 で検出された 2016 年にイタリアで発生した地震の地殻変動, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
7. 安藤忍, 奥山哲, 勝間田明男, 藤田健一, 溜瀧功史, ALOS-2/PALSAR-2 による平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の解析, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016年5月, 千葉県千葉市
8. 上野寛, 上田満治, 森脇健, 溜瀧功史, 最近の気象庁一元化震源の動向, 日本地震学会 2018 年度秋季大会, 2018年10月, 福島県郡山市
9. 勝間田明男, 速度構造の震源決定位置への影響について(3), 日本地震学会 2018 年度秋季大会, 2018年10月, 福島県郡山市
10. 勝間田明男, 中田健嗣, 藤田健一, 田中昌之, 西宮隆仁, 小林昭夫, 吉田康宏, 1998 年パプアニューギニア津波を起こした海底地すべりは地震計で検知可能か?(2), 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018年5月, 千葉県千葉市
11. 勝間田明男, 速度構造の震源決定位置への影響について(2), 日本地震学会 2017 年度秋季大会, 2017年10月, 鹿児島県鹿児島市
12. 勝間田明男, 速度構造の震源決定位置への影響について, 日本地震学会 2016 年度秋季大会, 2016年10月, 愛知県名古屋市
13. 勝間田明男, 中田健嗣, 藤田健一, 田中昌之, 小林昭夫, 吉田康宏 2, 1998 年パプアニューギニア津波を起こした海底地すべりは地震計で検知可能

- か？, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
14. 勝間田明男, 林豊, 宮岡一樹, 対馬弘晃, 馬場俊孝, 津波警報器の試作 (3), 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
 15. 勝間田明男, 藤田健一, 溜瀧功史, 安藤忍, 平成 28 年(2016 年)熊本地震の震源分布と震源過程について, JpGU meeting 2016, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
 16. 木村久夫, 宮岡一樹, 東海地方における短期的ゆっくりすべりの ひずみ計による検知能力評価, 日本地震学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
 17. 小林昭夫, 2017 年後半からの志摩半島長期的スロースリップの可能性, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
 18. 小林昭夫, 南海トラフ沿い短期的スロースリップの客観的検知, 日本地球惑星科学連合 2017 年大会, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
 19. 小林昭夫, 木村一洋, 南海トラフ沿い長期的スロースリップの客観的検知, 日本地震学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 愛知県名古屋市
 20. 小林昭夫, 露木貴裕, 2017 年から 2018 年にかけての志摩半島長期的スロースリップ, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 21. 曾谷太洋, 馬場久紀, 西宮隆仁, 中尾風佐, 長尾年恭, 駿河湾石花海周辺における OBS 地震観測の b 値について, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 22. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震の規模推定への利用を想定した広帯域地震計・速度型強震計の性能調査, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
 23. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 24. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震(スロー地震)規模推定手法の検討(3), 日本地震学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 10 月, 福島県郡山市
 25. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震(スロー地震)規模推定手法の検討(2), 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
 26. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震(スロー地震)規模推定手法の検討, 日本地震学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
 27. Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, and S. Annoura, Off the Kii Peninsula Shallow Low Frequency Earthquake in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 28. 溜瀧功史, 中川茂樹, PF 法自動震源決定による 2011 年東北地方太平洋沖地震前後の震源の再解析, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
 29. 溜瀧功史, 一元化震源のための自動震源推定手法—2016 年熊本地震を受けた改良, 日本地震学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市

30. 溜渕功史, 自動震源を活用した地震活動の統計的特徴即時把握の試み, 日本地震学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 愛知県名古屋市
31. 溜渕功史, 岩崎友理子, 岩切一宏, 上野寛, 海底地震観測網を活用した自動震源決定 (PF 法) の評価, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
32. 露木貴裕, ひずみデータを用いたすべり量分布の解析について, 日本地震学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 10 月, 福島県郡山市
33. 中田健嗣, 勝間田明男, 山体崩壊による津波の想定事例の検討, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
34. 中田健嗣, 小林昭夫, 勝間田明男, 弘瀬冬樹, 馬場久紀, 木村一洋, 長岡優, 対馬弘晃, 前田憲二, 小笠原周辺海域の自己浮上式海底地震計の観測で得られた、二重深発地震面と考えられる震源分布について, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
35. 中田健嗣, 藤田健一, 吉田康宏, 林豊, 対馬弘晃, 勝間田明男, 震源過程解析のすべり分布を使用した、2016 年 11 月福島県沖の地震の津波解析, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017 年 5 月, 千葉県千葉市
36. 中田健嗣・勝間田明男・小林昭夫, 1741 年渡島大島の津波への簡易予測式の適用性について, 日本地震学会 2016 年度秋季大会, 2016 年 10 月, 愛知県名古屋市
37. 中田健嗣, 小林昭夫, 木村一洋, 馬場久紀, 長岡優, 対馬弘晃, 勝間田明男, 前田 憲二, 自己浮上式海底地震計の観測による小笠原諸島周辺の震源決定精度向上について, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
38. 中田健嗣, 勝間田明男, Abdul Muhari, 2018 年インドネシア・パル津波の複数の種類の津波記録から推定された海底地すべり源, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
39. 中田健嗣, 勝間田明男, Abdul Muhari, 2018 年スラウェシ島地震時の津波の海底地滑り波源の可能性, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
40. 西宮隆仁, 勝間田明男, 津波地震 (スロー地震) の近地波形の推計とそれに基づくマグニチュード推定の考察, 日本地震学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 10 月, 福島県郡山市
41. 西宮隆仁, 小林昭夫, 溜渕功史, 馬場久紀, 駿河湾における OBS 観測記録への低周波微動検出手法適用の試み, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
42. 西宮隆仁, 勝間田明男, 吉田康弘, 震源スペクトル解析に基づく津波地震 (スロー地震) の近地波形の推計とマグニチュードの評価, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
43. パナヨトプロスヤニス, 馬場久紀, 西宮隆仁, 曾谷太洋, 中尾風佐, 自己浮上型海底地震計 (OBS) と陸上地震観測網の併合処理による駿河湾周辺の地

- 震活動観測, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
44. 花村憲享, 中田健嗣, 馬場久紀, 木村一洋, 長岡優, 小笠原地域の地震火山活動—OBSを用いた西之島の地震観測—, 日本地球惑星科学連合2018年大会, 2018年5月, 千葉県千葉市
 45. 花村憲享, 一ノ瀬里美, 馬場久紀, 中田健嗣, 小林昭夫, 浅原里美, 茂木伸治, 自己浮上式海底地震計の回収支援に向けた小型衛星通信端末の搭載実験について, 海洋理工学会平成28年度秋季大会, 2016年10月, 京都府京都市
 46. 馬場久紀, 西宮隆仁, 中田健嗣, 小林昭夫, 勝間田明男, 対馬弘晃, 澤田義博, 笠原敬司, Panayotopoulos Yannis, 阿部信太郎, 曾谷太洋, 中尾風佐, OBS観測による駿河湾の地震活動について—駿河湾における最近の地震活動の特徴—, 日本地震学会2018年度秋季大会, 2018年10月, 福島県郡山市
 47. 橋本徹夫, 横田崇, 世界の大規模地震の続発性—実事例と時空間ETASによる比較, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
 48. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 藤田健一, 小林昭夫, 南海トラフ沿い巨大地震のシミュレーションモデルの高度化, 日本地震学会2017年度秋季大会, 2017年10月, 鹿児島県鹿児島市
 49. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 藤田健一, 小林昭夫, 南海トラフ沿い巨大地震のシミュレーション: 不均質なすべり欠損レート分布と昭和東南海・南海地震のすべり分布の再現の試み, JpGU meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
 50. 藤田健一, 勝間田明男, 岩切一宏, 田中美穂, 断層すべり分布のスケーリング則に基づいた自動遠地実体波震源過程解析から得られるすべり量分布, 日本地球惑星科学連合2017年大会, 2017年5月, 千葉県千葉市
 51. 藤田健一, 勝間田明男, 迫田浩司, 遠地実体波震源過程解析によるすべり分布と震源の様々な特徴との関係性, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016年5月, 千葉県千葉市
 52. 宮岡一樹, 勝間田明男, 上野寛, 川元智司, 檜山洋平, W-phase analysis by using real-time GNSS 1Hz data, JpGU meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
 53. 宮岡一樹, 木村久夫, 甲斐玲子, 東海～東南海地域における短期的ゆっくりすべりの時間的推移とすべり量分布, 日本地震学会2017年度秋季大会, 2017年10月, 鹿児島県鹿児島市
 54. 宮岡一樹, 木村久夫, 東海地域の長期的ゆっくりすべりの推移 ～やや鈍化傾向か～, 日本地震学会2016年度秋季大会, 2016年10月, 愛知県名古屋市
 55. 宮岡一樹, 勝間田明男, 上野寛, 川元智司, 檜山洋平, GNSSの1秒データを用いたW-phase解析と断層面推定(2003年十勝沖地震の事例), JpGU meeting 2016, 2016年5月, 千葉県千葉市

6.2 報道・記事

- ・毎日新聞「＜熊本地震＞その後 13 万回発生 九州 1 年間、前年比 22 倍」（平成 29 年 4 月 9 日）
- ・読売新聞「火山の崩壊で起きる津波、予測へ」（平成 30 年 5 月 28 日）
- ・日本経済新聞「20XX 年、巨大地震が連鎖したら… 富士山は」（平成 30 年 8 月 5 日）
- ・朝日新聞「土砂流入がもたらす津波」（平成 30 年 12 月 24 日）

6.3 その他（3.（3）「成果の他の研究への波及状況」関連）

- ・気象研究所所長表彰「新たな自動震源決定手法の開発により一元化震源決定業務の改善・効率化に貢献した功績」（溜瀧功史）（平成 29 年 2 月）
- ・気象庁長官表彰「新たな震源推定手法の開発により、緊急地震速報の精度向上及び精密地震解析業務の改善に貢献した功績」（溜瀧功史）（平成 29 年 6 月）