

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究

（英文）Studies on advancing the monitoring seismic activities and crustal movements

(3) 関連の深い建議の項目：

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(4) その他関連する建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

5 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

(5) 本課題の5か年の到達目標：

発生した地震の地震像を即時把握するデータ処理技術を改良する。

南海トラフ沿いをはじめとするプレート境界における固着状況変化の把握精度を向上し、地震発生シナリオを構築する。

地殻内のひずみ速度と地震活動との関係性を明らかにする。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

地震の震源決定について、機械学習を利用した地震波形の識別能力向上等により自動震源の震源精度を向上させる。南海トラフ域の超低周波地震の検出手法の開発を進めるとともに、浅部低周波微動の検出精度を高める。さらに他の海域を監視対象とするための技術開発を進める。近地地震波形を用いた即時震源過程解析手法の改良を進める。

南海トラフ沿いのプレート境界でのすべり分布の時間変化をモニタリングする手法を開発する。測地データに基づく地殻内のひずみ速度の推定などにより、地殻変動と地震活動との関係などを考察する。統計モデルによる地震活動の異常度の評価手法を改良する。地震発生モデルでより小規模なスロースリップの再現に向けモデルの改善を図る。応力蓄積に基づくプレート境界地震の地震シナリオを構築する。

(7) 令和7年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

・地震観測波形をP相・S相・ノイズに分類するPhaseNetを拡張して低周波地震のP相・S相も加えた5値に分類する深層学習モデル(PhaseNet5)を考案し、従来よりも多くの低周波地震の震源決定を可能にした。また、低周波地震らしさの指標を考案した。

・従来の自動震源決定手法であるPF法に深層学習を活用する手法の実機評価を開始した。島しょ部や日本海側等で多くみられた誤決定が大幅に低減したが、新たに海底地震計観測網が整備された海域では見逃しが増えたため手法の改修を行って改善した。

・震源直上に観測網がない場合を念頭に震源深さ等を推定する深層学習モデルを検討し、概ね予測で

きているが深さ推定が20 km以上外れる場合があるなどの課題を見いだした。

- ・稠密観測網を複数のアレイに分割し、アレイ解析によって得られた地震波の伝播方向を用いて常時震央を推定するプログラムを開発し、硫黄島噴火に伴う長周期震動や紀伊半島沖、日向灘南部、琉球海溝で発生する超低周波地震などの現象の震央を即時的に推定できることを確認した。
- ・四国沖から紀伊半島沖の超低周波地震のMF法による検出において、日向灘で発生した超低周波地震を誤って検出する事例が見られたため、機械学習を用いた発生領域判定手法を検討した結果、誤検出の低減に一定の効果があることを確認した。
- ・近地地震波形を用いた震源過程解析の迅速化を図り、パラメータの自動設定と処理の並列化により、解析を始めてから5分以内に処理が終わる手法を構築した。また、近地地震波形を用いた震源過程解析が安定的に実施できるよう、バックプロジェクションを取り入れた手法について検討し、従来手法よりも安定的に解が求まる場合があることを確認した。
- ・深層学習モデルを用いた低周波地震と通常地震の判別手法を2025年2月頃からの山口県北部の地震活動に適用し、従来の解析では判別できなかった低周波地震を検出し、低周波地震および通常地震の時空間分布が流体流動や流体圧の分布を反映している可能性を示した。
- ・山口県北部の地震活動については地震の最大規模が小さいため、S波初動を併用した発震機構解の推定手法を用いることにより、P波初動で求められたものと整合的な解をより安定して求めることができた。発震機構にバラつきがみられることから、既存弱面に対するすべりはその面内においてせん断応力が最大となる方向に生じるとしたWallace Bott仮説に基づき、観測されているP波初動極性を説明しうる起震応力場の推定を試み、活動の前半と後半で起震応力場の時空間変化がある可能性を示した。
- ・奈良県とその周辺の群発地震活動について調査を行い、拡散的な震源移動や背景地震活動度の時間変化から、スラブから脱水した流体の関与の可能性を推定した。
- ・南海トラフ沿いの地震発生シミュレーションモデルについて、aging lawにカットオフ時間を導入したすべり速度・状態依存摩擦則、深さに応じた摩擦パラメータを用いたシミュレーションを行った。シミュレーションによって再現した、長期的スロースリップの日向灘から四国西部へかけての移動速度や、四国～紀伊水道の地域で1～6か月間隔、伊勢湾付近で3～12か月間隔で発生する短期的スロースリップは、観測結果と整合的であった。
- ・GNSSデータを用いた南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知について、2024年8月および2025年1月に発生した日向灘の地震の余効変動除去パラメータを再推定することにより、2024年8月以降日向灘から豊後水道にかけて広い範囲で検出されていた非定常変位の範囲を見直し、余効変動に隠れて新たなスロースリップが発生していないことを確認した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

(8) 令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

- ・論文・報告書等

気象研究所, 2025, 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化, 地震予知連絡会会報, 114, 21-25, 査読無, 謝辞無

気象研究所, 2025, 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, 114, 292-294, 査読無, 謝辞無

気象研究所, 2025, 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測, 地震予知連絡会会報, 114, 326-329, 査読無, 謝辞無

田中昌之, 2025, 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2025), 地震予知連絡会会報, 114, 476-481, 査読無, 謝辞無

- ・学会・シンポジウム等での発表

弘瀬冬樹, 2025, 南海トラフ沿いプレート間のすべり現象の再現：深部短期的スロースリップイベント, 日本地球惑星科学連合2025年大会

弘瀬冬樹, 中村雅基, 2025, 流体の貫入と拡散を示唆する背景地震活動度の時間変化と震源移動: 奈良県とその周辺における群発地震活動, 日本地震学会2025年度秋季大会

中田健嗣, 山本剛靖, 2025, 自動化を目指した近地データを使用した震源過程解析, 日本地球惑星科学連合2025年大会

直井誠, 溜瀧功史, 下條賢梧, 2025, 20年分の気象庁一元化カタログを用いた深層学習走時検出モデルの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会

小木曾仁, 2025, 定常観測網のアレイ解析を使用した常時震央モニタリングシステムの開発, 日本地球惑星科学連合2025年大会

小木曾仁, 2025, 稠密観測網のアレイ解析による常時震央モニタリングシステムの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会

小木曾仁, 2026, 複数のアレイ解析を用いたリアルタイム震央モニタリングシステムの開発, 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即時予測情報の活用」

下條賢梧, 2025, 通常地震と低周波地震の位相の分類に基づく気象庁一元化地震カタログの改善検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会

下條賢梧, 2025, 低周波地震の区分を考慮したPhaseNetモデルによる山口県北部の群発地震活動の評価, 日本地震学会2025年度秋季大会

吉本昌弘, 吉田康宏, 下條賢梧, 溜瀧功史, 岩切一宏, 2025, 気象庁におけるP波初動発震機構解析及びCMT解析の改良の取り組み, 日本地球惑星科学連合2025年大会

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報:

項目: 地震: 地殻変動: ひずみ計観測

概要: 石井式三成分ひずみ計の常時観測を行った

既存データベースとの関係:

調査・観測地域: 福井敦賀市山泉 35.6178 136.0700

調査・観測期間: 昨年度より継続-次年度も継続予定

公開状況: 公開中 (データベース・データリポジトリ・Web)

<https://crust-db.sci.hokudai.ac.jp/db/login.php>

(10) 令和8年度実施計画の概要:

南海トラフ域での浅部超低周波地震の検出手法を開発する。近地地震波形を用いた南海トラフプレート境界に震源域を固定する震源過程解析手法による解の決定精度評価手法を開発する。他の地域へ適用できるように迅速性と汎用性を両立する震源過程解析手法の開発に着手する。

スロースリップ検出手法の高度化を行い、監視ツールを日本海溝・千島海溝に適用するための改良を進める。変動源推定手法について、手法の信頼性評価の研究を進める。地震発生シミュレーション技術の改良を行う。地殻内現象と地震活動の関係について事例解析を進める。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名:

気象研究所地震津波研究部

他機関との共同研究の有無: 有

東京大学, 東海大学, 防災科学技術研究所

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等: 気象研究所企画室

電話:

e-mail: [ngmn11ts@mri-jma.go.jp](mailto:ngmn11ts@mri-jma.go.jp)

URL : <http://www.mri-jma.go.jp/>

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：露木貴裕

所属：気象研究所地震津波研究部