

研究課題	(S課題) 地震と津波の監視・予測に関する研究 副課題1：地殻活動監視に関する研究 副課題2：地震動即時予測に関する研究 副課題3：津波予測に関する研究
研究期間	令和元年度から5年間(5年計画第4年度)
担当者	○中村雅基 地震津波研究部長 (副課題1) [地震津波研究部] ○山本剛靖、小林昭夫、田中昌之、露木貴裕、弘瀬冬樹、木村久夫、溜淵功史、野田朱美 (副課題2) [地震津波研究部] ○下山利浩、小木曾仁、小寺祐貴 [研究総務官] 干場充之 (副課題3) [地震津波研究部] ○林豊、対馬弘晃、南雅晃
目的	地震の発生に伴う災害を防止・軽減するため、地震活動・地震動・津波の諸現象への理解を深め、地震と津波の監視・予測技術の開発・改良を行う。  (副課題1) 地震活動の状況把握と推移予測を的確に行うため、地震・地殻変動データの解析に基づいて地殻活動の状況を適切に指標化することによって、地殻活動状態の変化を監視し異常度を評価する手法を開発する。  (副課題2) 地震動即時予測の有効性を広げるため、地震動即時予測技術の精度向上、迅速化、及び堅牢化を図るとともに、長周期地震動までを含めた様々な周期での地震動即時予測を行えるよう改良する。  (副課題3) 長時間継続する津波の事前予測や推移予測を行うため、津波伝播計算手法を改良することによって、日本の沿岸域における津波全過程予測精度を改善する。
目標	統合的な地殻活動指標を考案し、地殻活動の異常度を表す手段としての可能性を評価する。地震動即時予測の精度、迅速性、及び堅牢性の向上、様々な周期の揺れの予測への拡張、日本の沿岸域における津波全過程予測の精度向上を図る。  (副課題1) 地震活動の特徴を表す様々な指標と地殻変動の解析結果の地域特性・時間変化の特徴を調査し、さらにそれらの様々な指標を組み合わせた統合的指標を考案する。統合的指標について、顕著地震の発生との関連性の調査や物理的背景の検討などにより、地殻活動の現在の異常度を表現する手段としての可能性を評価する。  (副課題2) 地震動即時予測について観測震度に対して予測震度が概ね震度差1以内に収まる精度を目指す。また、震源位置やマグニチュードが決まっていない段階においても震度予測ができる迅速性・堅牢性の向上も目指す。さらに、長周期(おおよそ周期10秒程度まで)の様々な揺れの予測にも対応できるように拡張・強化する。  (副課題3) 津波伝播計算における沿岸域での境界条件等を最適化する。それにより、津波伝播計算による日本の沿岸域における第1波到達から後続波、減衰に至るまでの津波全過程予測の精度向上を図る。
研究の概要	(副課題1) 均質なデータの蓄積が進んでいる日本全国・長期間の地震・地殻変動データを活用し、これまでに知られているb値やp値などの各種地震活動パラメータ、及び地震波速度やひずみ速度など場の状態を表すパラメータのそれぞれの時間変化について長期間にわたる発現頻度調査等を行うことによって平常時の状態からの異常の程

	<p>度を示す指標化を行う。それら個々の指標、及びそれらを重ね合わせた統合指標について、将来的な地震活動の見通し情報への活用を念頭に、異常発生頻度等時間・空間的な変化、指標相互の関係や比較的規模の大きな地震、いわゆる顕著地震の発生との関連性について解析を進める。さらに、相互の現象の統合的理解のため、地殻活動指標変化の物理的背景について検討を加える。</p> <p>(副課題 2)</p> <p>これまで構築してきた揺れから揺れを予測する技術をさらに発展させ、データ同化手法を用いて波動場を正確に推定し、そこから未来の波動場を予測する手法を目指す。これにより、(震度だけではなく)長周期地震動を含めた波形での予測が可能となる。また、海域や陸上の観測網の環境の変化に対応するとともに、波動の同定(P波かS波か)の手法、伝播経路特性や地盤増幅特性の改良を行うことで、緊急地震速報や長周期地震動予測情報の精度向上・迅速化・堅牢化に向けた技術開発を行う。さらには、これらの予測手法は、現場への応用を考慮し、実時間よりも早く計算が行えるようにする。</p> <p>(副課題 3)</p> <p>沖合津波観測データを用いることにより、沿岸津波観測データからよりも正確に津波波源を推定する。推定された津波波源から得られる津波伝播計算結果と観測データとの比較により、沿岸域の地形データや摩擦パラメータ等、津波伝播計算における境界条件を評価し、その最適化を行う。それにより、沿岸域に捕捉され長時間継続する津波の後続波の伝播や減衰過程の予測精度向上を図る。また、これらの成果を活用するなどして、データ同化を含む沖合津波観測データを用いた津波の面的把握技術と津波即時予測技術の改良を進めるとともに、新たな津波監視技術の活用可能性に関する調査を行う。</p>
<p>研究の有効性</p>	<p>本研究が目標とする成果は、緊急地震速報の予測精度向上、迅速化、及び長周期地震動予測への対応、津波の時間的推移や津波警報・注意報の解除の見通しに関する情報発表、並びに地震活動の推移の的確な評価と見通しについてのより具体的な情報の提供に結びつく。</p> <p>地震津波に関する警報・情報の精度向上、迅速化、及び内容の充実は、情報の利便性を高め、情報の受け手がよりの確に防災・減災行動を取れるようになることが期待される。</p> <p>地震動即時予測に関する研究においてこれまで取り組んできた手法は、USGSにより米国でも応用への研究が進められている。</p>
<p>令和4年度実施計画</p>	<p>(副課題 1)</p> <p>地震活動に関する各種パラメータの発現頻度等に基づく指標を重ね合わせ、統合的な指標として地殻活動を評価する手法を構築する。統合指標について、その変動状態の確認、顕著な地震との関連性などについて調査する。更に、活動指標の変動の物理的な背景について考察を進める。</p> <p>(副課題 2)</p> <p>長周期地震動を含めた地震動の即時予測について、データ同化手法や波動伝播シミュレーションの効率的な計算手法を検討し、地震動波形の予測モデルの構築を進める。</p> <p>(副課題 3)</p> <p>津波後続波の観測事例を再現する津波波源の推定、及び長時間津波伝播計算による後続波と減衰過程を再現に基づき、沿岸域地形データ等の計算条件設定を改良してその再現精度の向上を図る。それらの結果に基づき、津波事前・即時予測手法、及び津波継続時間予測手法の改良を進める。</p>

研究課題	(N課題) 南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究
研究期間	令和3年度から5年間(5年計画第2年度)
担当者	○中村雅基 地震津波研究部長 [地震津波研究部] ○小林昭夫、田中昌之、露木貴裕、西宮隆仁、弘瀬冬樹、木村久夫、溜淵功史、野田朱美
目的	内閣府のガイドラインに示された南海トラフでの「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり(スロースリップ)ケース」の3通りのケースに対応し、気象庁が行う解析に貢献し、地震像を即時把握することで南海トラフ地震臨時情報の確実な早期発表と、情報発表につながるスロースリップの監視強化に寄与することを目的とする。
目標	発生した地震の規模、破壊領域など地震像を即時把握する手法を改善するとともに、把握精度を向上させる。また、多様なスロースリップの監視技術開発、把握精度向上を図る。さらに、地震観測活用のための光ファイバー振動計の検証、現在観測されているより小規模な現象を再現できるように地震発生の数値モデルの改善を行う。
研究の概要	<p>(1) 光ファイバー振動計(DAS)の検証 海域で発生した地震の地震像(規模や破壊領域)をより正確に把握するためには、海域においてより稠密な地震観測が必要となる。先進技術である光ファイバー振動計(DAS)を用いた長期間の観測を行い、振幅情報の再現性、位相や振幅の長期安定性などの評価を含め、地震計としての活用に関する検証を行う。</p> <p>(2) 即時震源過程解析手法の開発 これまでに遠地地震波形を用いた即時震源過程解析手法を開発し、地震発生後1時間程度で破壊領域が得られるようになったが、より迅速かつ破壊領域を詳細に得るためには、観測点近傍で観測される近地地震波形を用いる必要がある。本研究では、近地地震波形を用いた即時震源過程解析手法を開発し、地震発生後15分程度でより高解像度な破壊領域が得られるようにする。</p> <p>(3) 自動震源決定精度の改善 現在の自動震源決定手法による自動震源の、一元化震源への採用率は7割程度に留まっている。また、稠密な海底地震観測網の展開により、海底で多数観測されるP波、S波以外の様々な波などのノイズ除去が課題となっている。P波、S波、ノイズの位相識別や、複数イベントや遠地地震の識別などに機械学習を利用し、地震波形の識別能力を向上させることで自動震源の震源精度を向上させる。 駿河湾では海底地震計による観測を行い、詳細な地震活動からプレート形状など地下構造を把握する。</p> <p>(4) プレート境界スロースリップ推定手法の改良・開発 海底地震計網のデータなどを用いて、南海トラフ沿いの浅部低周波微動や浅部超低周波地震の検出、震源決定等、海域のスロースリップの監視手法を開発する。 ひずみ計、GNSSなど地殻変動データを用いた短期的、長期的スロースリップ検出手法、変動源推定手法を高度化する。</p> <p>(5) 大地震発生後のスロースリップ監視手法開発 大地震発生後の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かを監視するため、地殻変動データについて、地震時の急激な変化と余効変動を除去した監視手法を開発する。</p> <p>(6) 地震発生シミュレーション技術の改良 地震発生モデルで再現可能な現象の規模を、現在のM6クラス(長期的スロースリップ相当)からM5クラス(短期的スロースリップ相当)にするため、メッシュ細分化、計算速度高速化を行い、シミュレーション手法を高度化する。また、地震発生モデルに最新の知見を反映してモデルを改良するとともに、単独のスロースリップ発生後、および大地震発生後の隣接固着領域への影響について、用いるパラメータの不確実性を考慮し、発生する事象の可能性を検討する。</p>
研究の有効性	本研究が目標とする成果は、気象庁が発表する「南海トラフ地震臨時情報」の発表迅速化と発表につながるスロースリップの監視強化に結びつく。数値シミュレーションは、現在発生している現象の発生条件などを解釈し、大地震との関連を評価することに結び付く。また、地震像即時把握手法、自動震源決定手法、スロースリップ即時把握手法は、南海トラフ沿いだけでなく全国において適用可能である。

	<p>光ケーブルを用いた DAS の地震観測への有効性が確認されると、従来よりも低コストの稠密な地震観測が可能となり、海域だけではなく火山周辺など多方面での活用が見込まれる。</p>
令和4年度実施計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光ファイバーを用いた振動計（DAS）の試験観測を行う。振幅情報の再現性を調査する。</li> <li>・これまでに開発を進めてきた遠地地震波形による即時震源過程解析手法を元に、近地地震波形を用いた即時震源過程解析処理の開発を進める。</li> <li>・東海大学と共同で海域の地震観測を行う。</li> <li>・AI 技術を用いた地震波検出処理の適用可能性検証を行い、地震波形データの識別処理の開発を行う。</li> <li>・海底地震観測網を活用した浅部低周波微動の検出手法の改良を行う。</li> <li>・大地震発生後の余効変動の逐次推定・除去処理を開発する。</li> <li>・地震発生シミュレーションについてメッシュ細分化、計算速度高速化を行う。</li> </ul>