

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）断層破壊過程の解明と強震動予測に関する研究

（英文）Study on earthquake source rupture process and strong motion prediction

(3) 関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

ア. 強震動の事前評価手法

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 令和5年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」（令和元年度～令和5年度）の課題（DPRI09）では、計画期間中に発生した顕著な地震の震源過程を強震記録を用いて求め、その特徴をこれまでの解析で進めてきている強震動予測のための震源断層モデルの統計的特徴と比較することにより、モデル設定の妥当性やばらつきを評価するとともに、極大地震動の特徴について震源過程や地盤構造の観点から検討し、それらのモデルの高度化に必要な要素を取り出すことを行ってきた。

前者においては、2018年北海道胆振東部の地震(M6.7)、2023年能登半島北部のM6.5の地震、そして令和6年（2024年）能登半島地震(M7.6)の震源過程を分析した。2018年北海道胆振東部の地震と2023年能登半島北部M6.5の地震については、強震記録をもちいた断層破壊過程を推定してすべりの特徴を分析するとともに、広帯域地震動シミュレーションにより、強震動生成域（SMGA）の位置を求め、従来の強震動予測のための震源断層モデルの考えが妥当であることを示した一方、通例の地殻内地震より深い位置で起きた2018年北海道胆振東部地震は、応力降下量が高く求められた。この応力降下量の深さ依存性は、静岡県及び北陸地方の強震観測網データに適用されたスペクトルインバージョン法を用いて推定された震源特性においても、そのばらつきは大きいものの、見出すことができた。加えて地表地震断層を伴った2016年熊本地震(M7.3)の浅部のすべりの特徴と強震動への影響をみるため、震源断層が観測点近くに設定する必要がある場合の震源インバージョン法の改良を行った上で不均質すべりを求めたところ、浅いすべりのすべり速度関数は台形状となっていることがわかった。これらの知見は将来予測のための震源のモデル化には考慮していく必要があると考えられる。M7.6という内陸で発生した地震としては特に大きな地震である2024年能登半島地震の震源過程については、今後の様々な地震学、測地学、地形学、地質学的などの調査結果も参照しつつ、震源特性や強震動特性を引き続き分析していく必要がある。

後者においては、2018年北海道胆振東部地震、2021年2月の福島県沖の地震、2024年能登半島地震の震源近傍の大加速度、大速度に見舞われた観測点記録では、表層地盤の非線形効果による大加速度が抑えられる傾向や卓越周期の長周期化が起きていることがわかった。2024年能登半島地震では、微動や小地震での卓越周期が1秒程度である地点で長周期化が起きたことにより、一般家屋に、より厳しい周期の地震動が長時間続くことで被害が拡大したとも考えられる。こういった極大地震動の特性は、入力にあたる震源特性に加えて、地盤構造による増幅効果をより適切に見積もる必要があり、継続して調査すべき課題と考えている。

強震動予測に必要な震源断層モデルパラメータ設定の中で、既往の不均質震源断層モデルから得られたすべり角のばらつきを、円周統計学に基づいて求めた。既存のデータベースから収集することのできた28地震の36震源モデルのすべり角の標準偏差の平均値は20度±5度となった。今後、他課題等で行われる広帯域強震動予測のための震源モデル化において、本研究の成果をもとにすべり角の

揺らぎを与えることで、より現実的な震源モデルを準備できることが期待される。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

これまでの成果も踏まえつつ、本計画期間内及びそれ以前に発生した国内外の顕著な地震の断層破壊過程の解析を継続的に行う。特に、本課題では、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要な地震シナリオ想定に有用な知見を得る。そのために必要な、震源インバージョン解析手法の改良や適用周波数帯域の拡張を目指すほか、他課題等でなされる地殻構造・地盤構造に関わる成果も活用し、動力的破壊シミュレーションから得られる知見なども参考にしながら、時空間的に複雑な断層破壊過程と震源域の強震動特性の関係解明のための研究を行う。

また、過去の地震の断層破壊過程の分析で得られた震源モデルから、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出し、広帯域強震動予測に活用できる形で整理・提案することを目標とする。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

震源断層破壊の物理解明に加え、地震被害に関係する強震動生成メカニズムの解明やその事前評価手法の高度化のために、強震記録等を用いて実際に発生した国内外の大～巨大地震の断層破壊過程を解析することで、時空間的に複雑な断層破壊過程と建物被害に直結する震源域の強震動特性の関係を明らかにする。震源断層の破壊過程の分析の観点としては、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要な地震シナリオ想定に有用な知見を得る。その際は、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出する。これには、現行計画以前の各課題等で蓄積されてきた解析結果も活用することができる。また、広帯域強震動予測のための震源モデル高度化のため、震源断層内の小スケールの空間不均質を適切に表現できる震源モデル化手法の開発を継続する。これらのために、より高度な解析手法の開発、波形インバージョンの適用周波数帯域の拡大や動力的破壊シミュレーションから得られる知見の導入等も視野に入れながら研究を進める。

本課題の研究期間内に新たに発生した地震についても、断層破壊過程の分析や特徴的な地震動の生成メカニズム解明を継続する。得られた震源モデルについては、他課題等の研究でも活用できるように、これまでと同様に成果の迅速な発信やデジタルデータの公開を推進する。

今後30年以内に高い確率での発生が予測されている南海トラフ地震を前にした、関西地方の内陸地震活発化の可能性（例：2018年大阪府北部の地震）も踏まえ、関西地方で観測される地震の震源特性や強震動特性を高精度に把握することを目指し、京都盆地及びその周辺地域の堆積層及び岩盤での広帯域速度型強震計を中心とした強震観測を継続する。加えて、前計画期間以前から観測・収集している強震波形記録の適正な保管、整理、利活用を行う。また、定常・機動的強震観測や微動観測のための観測機材維持と利用も適切に行う。

以上の研究実施に際しては、関係する大学院生の協力も得ながら実施する。

令和6年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、過去の地震の震源モデル収集と整理、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討

令和7年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造不均質等の比較、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討の継続

令和8年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造や応力場不均質等の比較、強震観測の維持管理

令和9年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価、強震観測の維持・管理

令和10年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価継続、本研究課題の成果を踏まえた強震動予測のための震源モデル設定法の整理と提案、強震観測の維持管理

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

浅野公之（京都大学防災研究所）,関口春子（京都大学防災研究所）  
他機関との共同研究の有無：無

(9) 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：京都大学防災研究所地震災害研究部門強震動研究分野  
電話：  
e-mail：  
URL：<https://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/>

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅野公之  
所属：京都大学防災研究所地震災害研究部門強震動研究分野