

(1) 実施機関名：

名古屋大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地表地震断層の特性を考慮した断層近傍の強震動ハザード評価

（英文）Strong ground motion prediction considering characteristics of surface earthquake faults

(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

(4) 内陸で発生する被害地震

(4) その他関連する建議の項目：

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

(5) 本課題の5か年の到達目標：

内陸地震の被害軽減にとっては、震度6強や7の強震動発生を高精度で予測し、不確実性も含めて住民に説明することが求められる。本研究は、地表地震断層や震源断層浅部の断層運動と、強震動および建物被害との関係を分析することにより、地震断層近傍の強震動予測手法の確立を目指す。近年の地震本部の活断層重点調査においても強震動の試計算が始まっているため、当初は屏風山・恵那山断層帯を事例として取り扱い、徐々に他の重点調査の結果に基づく取り組みにも拡大させる。

当研究グループは、これまでの実績に基づき、大学の変動地形学研究チームと防災科研の強震動研究チームが連携して強震動評価手法の改良に着手する。その際には、1)活断層と地表地震断層の関連、2)断層の破壊の不均質性（特に断層浅部での滑り速度時間関数の形状）、3)破壊開始点と破壊伝播の予測、が重要な鍵を握る。また新たに、断層破壊のシミュレーションを進める大学の地盤力学研究グループとも議論を深める。

今期の5年間で、近年地震断層が出現した事例において断層近傍の変形を再検討する。また、地表まで達する断層面全体をモデル化し、断層変位および地盤変形と断層ごく近傍域での強震動を同時に説明可能なモデルを提案し、その妥当性について検証する。さらにその防災活用についてワークショップを開催してリスクコミュニケーションを重視した検討を行う。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

従来接点の少なかった活断層研究グループと強震動研究グループと地震防災研究グループの連携を強化して、課題解決を目指す。

活断層研究グループは、現地調査および既存資料から、地震時の断層変位および地盤変形データを解析するとともに、建物被害や墓石倒壊の空間分布を明らかにする。とくに断層線上の短波長変形のみでなく、LiDAR差分やSAR画像解析により断層近傍に現れる長波長変形にも注目する。これにより地震時の断層変位を含む地盤変動像を解明し、被害分布との関係を議論する。R6～7年度は熊本地震の地震断層近傍の長波長変形調査、R8～9年度は糸静線等における調査、R10年度は長波長変形の強震動に与える影響を検討したい。

強震動計算グループは、断層ごく近傍強震動の事前評価の高度化のため、活断層情報や変動地形学の知見を取り入れた強震動生成モデルに関する研究を実施する。まず、地表地震断層形状と変位量等

の情報を断層モデルに反映可能な形式にデータ変換する方法を検討する。また、最新の地震学的知見を取り入れつつ活断層情報を反映させるのに適した強震動計算方法を検討する。それらを踏まえ、過去の複数の被害地震を対象として、整備された活断層データおよび活断層周辺の浅部地盤構造を強震動計算用断層モデルに反映させ、強震動予測結果と地球物理学的観測記録や建物被害分布との整合性を高める事例を増やすことで、断層近傍強震動予測に関する課題を抽出する。R6～8年度は強震動予測のための地表付近の詳細なモデル化手法検討、R9～10年度は強震動の試算とモデル改良を行う予定である。

地盤力学グループは、弾塑性地盤力学による地表地震断層の再現、弾塑性地盤力学による断層破壊に伴う波動発生に関する検討を進める。R6～8年度は、弾塑性計算による各種地表地震断層形態の再現、R9～10年度：地盤条件に応じた生成波動の特徴の理解断層破壊モデル計算による地表地震断層の再現を検討する。

また、地震防災検討グループは本研究の成果を地震防災に役立てる方策を検討する。検討地域のコミュニティに対して情報を発信し、双方向のリスクコミュニケーションを行い、不確実性の高い予測結果の扱いを議論する。これまでの取り組みをベースに、R6～7年度は屏風山・恵那山断層の新たな強震動予測結果に関するリスクコミュニケーションを試行し、R8～10年度は不確実性を含む断層近傍の強震動計算結果の伝達手法の体系化を検討する。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和6年度は、2024年1月に能登半島地震により震源断層に近い能登半島北部で強い揺れが発生したことから、強震動発生の複雑な要因を検討する重要性を再確認した。断層線は海域にあったため、直近の現象を確認することはできなかつたため、活断層グループの調査は断層からやや離れた地域を検討することになった。強震動計算はこの地震と必ずしも関係せず、一般的な考察を行ったが、科研費プロジェクトで活断層グループと一緒にモンゴルにおける強震動予測に取り組むことも行った。以前に実施した文科省の屏風山・恵那山断層に関する重点的調査において活断層グループおよび地震防災研究グループと共同で実施した検討を継続した。地盤力学グループは独立にモデル計算により深部断層と地表断層の形成メカニズムを検討し、次年度以降の共同検討の準備を整えた。

1) 強震動グループ：変動学的知見等を踏まえた詳細な地表地震断層の属性を組み入れたモデルに基づく強震動計算の高度化に資するため、今年度は地震調査委員会「2016年熊本地震の観測記録に基づく強震動評価手法の検討について（中間報告）」で検討された断層モデルに対して、断層浅部に詳細な地表断層形状を反映させ、強震動の試算を行った。さらに、断層モデルのパラメータの不確実性が断層近傍強震動に与える影響を見積もるため、断層パラメータ（断層面積、地震モーメント、アスペリティ面積比）を確率変数として確率密度関数によって表現した断層パラメータの設定方法を検討した。単純なケースについての強震動試算によりパラメータの分布が強震動のばらつきに与える影響を調べた。

2) 活断層研究グループ：令和5年度に実施した熊本地震の地表変位の再検討の結果、地震後に現地調査により確認された地震断層変位量は、周辺数百メートルの変形を捉えておらず、過小評価になっていたことを再確認した。その割合は最大2倍に及ぶ可能性があることは重要である。このことを念頭に、能登半島地震の際の地表地震断層を考察した。能登半島北岸沖断層は海底にあるため地形調査をすることができないが、20km程度南方の志賀町の、富来川南岸断層に沿って地震断層が現れたことを確認した。地震直後に変位が確認された場所は限定的で、盛土の変形を地震断層と誤認しているとの批判もあったが、5月までの再調査により、3km以上の範囲に南方隆起で左横ずれを伴う変形が生じたことが確実であることが判明した（鈴木・渡辺,2024）。ずれの量は縦ずれ・横ずれとも見かけ最大30～40cmである。また注目に値することは、この断層線近傍の建物被害が激しいことであり、この程度の地震断層でも何らかの強震動発生に寄与した可能性がある。富来川南岸断層はこれまで北陸電力による反射法地震探査で南方へ45度程度で傾下する逆断層であることが判明している。またその後の写真判読調査により、その北東方では従来富来川断層と呼ばれていた断層に続くことがわかり、総延長は10kmを超える可能性が高いことが判明した。なおこの断層の地震時の活動は、活断層固有の変位ではない。断層面に沿う余震活動は乏しく、本震時のみの付随的な活動であったと考えられる。

3) 地盤力学グループ：

接触面の凝着状態を表す「構造」発展則パラメータを変化させることで「安定すべり」から「stick-slip」までを表現できる上下負荷面摩擦モデルを、接触力境界条件として導入した動的・一相系微小変形

弾性解析法を開発した。これを単純せん断場に適用した結果、法線応力の非一様化に伴う局所的すべりの促進/抑制により、すべり伝播過程が現れ波動が生成されること、初期値境界値問題の帰結として局所的な摩擦力変動/応力再配置が評価可能であることなどを示した。

4) 地震防災検討グループ：

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯）が活動した場合に被害が発生し得ると考えられる東濃地域および尾張・西三河地域を対象に実施した不確実性を有する活断層情報の提供のあり方を検討するためのアンケート調査結果を解析し論文化した。また、同断層帯が活動した場合の震度予測をもとに、電力と石油燃料の供給について検討した。電力については、当該地域に立地する基幹送電網（公称電圧500kVおよび275kV）を構成する鉄塔の位置データ（別プロジェクトで作成）をもとに震度別曝露基数を既存の地震シナリオ別に明らかにした。また、石油燃料については、住民拠点SSの震度別曝露数を確認した。

・「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

本研究は、建議項目のうち、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のうち(4) 内陸で発生する被害地震、にあたる。地震断層近傍の強震動は内陸地震の被害原因として重要であり、そのメカニズムを解明して事前予測可能にすることは被害軽減に大きく貢献するものである。予測の不確実性に関する検討やその防災への反映方法も含め、分野連携で取り組む。

(8) 令和6年度の成果に関連の深いもので、令和6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

橋富彰吾・鷺谷威（2024）不確実性を有する活断層情報の提供のあり方に関する研究，災害情報 No.22-2, pp.207-218.,査読有,謝辞無

橋富彰吾・千葉啓広・小沢裕治・都築充雄・鷺谷威・鈴木康弘（2023）屏風山・恵那山断層帯及び猿投山北断層帯が活動した場合のエネルギー供給支障についての検討，エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集 42, pp.205-210.,査読無,謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

鈴木康弘・渡辺満久, 2024, 令和6年能登半島地震における富来川南岸断層の活動とその意義, 日本惑星科学連合, HDS09-10.

安池 亮・豊田智大・野田利弘, 2024, 上下負荷面摩擦モデルによるstick-slip 現象および非一様なすべり伝播過程の数値解析, 第36回中部地盤工学シンポジウム, 87-94.

(9) 令和6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：

(10) 令和7年度実施計画の概要：

被害地震の発生は新たな重要な知見を与える。引き続き能登半島の活断層および2024年能登半島地震における地震断層の性状と周辺建物被害を調査する。また強震動発生メカニズムについては地表地震断層形状を詳細に反映させたモデル構築に向けた検討を進める。現時点で表層地盤の破壊に伴う影響に注目しているため、地盤力学的視点から力学的挙動に関する検討を加える。さらに防災研究の視点から、屏風山断層をはじめ、近年得られた強震動予測データの不確実性を考慮し、住民への伝達方法のもつ問題点を整理する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

鈴木康弘（減災連携研究センター）,野田利弘（工学研究科）,豊田智大（工学研究科）,橋富彰吾（減災連携研究センター）,平井 敬（減災連携研究センター（客員））

他機関との共同研究の有無：有

藤原広行（防災科学研究所）,先名重樹（防災科学研究所）,岩城麻子（防災科学研究所）,隈元 崇（岡山大学）,能島暢呂（岐阜大学）,石黒聡士（愛媛大学）,平井 敬（兵庫県立大学）

(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：名古屋大学減災連携研究センター

電話：

e-mail：resilience.nagoya@gmail.com

URL：https://www.gensai.nagoya-u.ac.jp/

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鈴木康弘

所属：名古屋大学減災連携研究センター