

(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。R 6～8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、R 9～10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。R 6～8年度は、弾塑性計算による各種地表地震断層形態の再現、R 9～10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、R 6～7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、R 8～10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7年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

令和7年度は定期的に6回の研究会と、現地検討会を開催し、研究グループ間の知見の共有と議論を深めた。活断層研究グループは、令和7年度は昨年度に引き続き、能登半島地震の地震被害と活断層の関係を検討した。国土地理院1:25,000活断層図作成において、富来周辺や輪島周辺などで、従来確認されていなかった活断層の存在を明らかにし、そのうち数地点においては既存の活断層が地震時に再活動したことを確認した。また断層トレースの直近において局所的に甚大な被害が発生していることを確認した。強震動グループは、詳細な地表地震断層を強震動計算用の断層モデルに効率的に組み込むためのツールを開発し、主要な断層帯に適用して強震動計算を行った。また、活断層グループと合同でモンゴルにおける微動観測と強震動予測に取り組んだ。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、地盤の破壊に伴う震動発生を検討した。地震防災研究グループはミャンマー中部マンダレーを震源として発生した地震の際の被害映像を分析した。地震防災検討グループは、2025年ミャンマー地震の際の現地映像を分析して、活断層の断層運動および断層近傍における地震動が周辺の被害に及ぼす影響について検討した。各グループの検討内容は以下の通り。

- 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、複雑な断層形状や不均質媒質を断層モデルに効率的に反映させる断層モデル構築ツールを開発するとともに、昨年度に引き続いて2016年熊本地震の地震断層や、主要活断層帯である三浦半島断層群、中央構造線断層帯について、詳細な地表断層形状を反映させた強震動の試算を行った。また、まだ調査が十分に行われていない地域における断層周辺強震動ハザード評価手法の高度化に資するため、活断層グループと合同でモンゴル・ウランバートル市内の断層調査地点周辺において微動観測を実施した。観測データの解析により推定される断層をまたぐ範囲の地盤モデル推定を行い、日本の強震動予測手法「レシピ」に従う震源モデルと経験的地震動予測モデル(Ground-Motion Model; GMM)を用いて面的地震動分布を試算した。なお、GMMについては、強震観測記録をフルに活用することによりモデル高度化と確率論的ハザード評価等における利活用を促進する取り組みに着手しており、断層近傍強震動ハザード評価高度化にも資することが期待される。
- 2) 活断層研究グループ：国土地理院の1:25,000活断層整備の一環として「富来」図幅、「輪島図幅」の作成に携わった。従来確認されていなかった活断層の存在が明らかとなり、数地点において既存の活断層がこの地震時に再活動したことを現地調査により確認した。その活動は活断層の固有な活動に比べると小規模で、ズレのセンスも異なることがあったが、断層トレースの直近において局所的に甚大な被害が発生していることが確認された。こうした事実は能登半島の北方沖合に位置する海底活断層（逆断層）の上盤側において最大20km近く離れた場所の活断層が付随的な活動を起こし得ること、その活動は固有規模の活動より遙かに小さいものであっても局所的な強震動を発生させうることを明らかにした点で、地震防災上の重要性は高い。なお、能登半島の東方海域においては従来確認されていない、沿岸近くの海底活断層の存在も確認された。

3) 地盤力学グループ：2016年熊本地震の際に地表地震断層の極近傍で発生した建物被害は、浅部地盤の変形に伴って発生する特異な加速度に起因するのではないかという仮説に対する力学的正当性を数値解析により検証した。深度50 mまでのごく浅部地盤領域を対象とし、領域底面に 1 m/s の一定横ずれ相対変位速度を与える三次元動的弾塑性解析を実施した。地盤は全体を弱く固結した軟岩相当の仮想材料として一様に設定した。この結果、地盤の変形から脆性破壊に至る過程で波動が生成され、断層直上の地表面では最大 2000~3000 gal 程度の水平加速度が発生する様子が再現された。入力した断層変位速度は一定、すなわち“静的”であるため、この応答加速度はもっぱら浅部地盤体積領域の変形により発生したものと言える。このことは、従来「地表地震断層」は地震動を生じないと考えられてきたが、その形成過程において、断層線直上のごく狭い範囲に限定されるものの、強震動を生じ得る可能性が数値解析的に裏付けられたことを示す。また、断層直上領域では地盤の体積領域の変形に伴い、水平加速度と同程度の鉛直加速度も発生した。鉛直方向に突き上げるような加速度が水平加速度と重ね合わさることで、断層直上の建物被害の甚大化に寄与した可能性が示唆される。

4) 地震防災検討グループ：本年度は当初の計画を変更して、活断層の断層運動および断層近傍における地震動の評価が周辺の被害に及ぼす影響について検討することとした。2025年3月28日に発生したミャンマー地震においては、ザガイン断層の断層運動や、周辺での揺れの様子、送電鉄塔の倒壊などの被害を記録した映像がSNSに投稿されており、岐阜大学が中心となって動画解析を行った。まずピクセルトラッキングを適用し、フリングステップの動的変位とそれに伴う振動変位、強震動による振動変位の3成分を分離して評価するとともに、現地での入力加速度波形を推定した。さらに、送電鉄塔の倒壊などの時系列とフリングステップおよび入力地震動の時系列を比較することで、被害発生過程について考察を行った。我が国では、津波や土砂崩れなどによらない地震による送電鉄塔の倒壊事例はほとんどほとんどなく、平成以降で発生したものは阪神・淡路大震災で倒壊したものだけであり、貴重な成果が得られた。

・「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

内陸地震の被害軽減において、地表地震断層近傍における強震動発生メカニズムを解明し、予測可能にすることは極めて重要である。従来から地表地震断層近傍における甚大な被害は確認されてきたが、強震動学においては断層浅部2km程度は強震動を発生させないと見なされてきた。一方、地盤工学においては近年地盤破壊に伴う震動発生の予測が可能になりつつある。活断層研究においては地表地震断層沿いの被害の地域差と断層の性状との関連が示唆されている。地震防災の観点からは断層近傍の被害発生メカニズムの研究が進んでいる。本研究はこうした分野間連携により、新たな視点から課題解決を図る。

(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

鈴木康弘・後藤秀昭・松多信尚・渡辺満久（2025）1:25,000活断層図「富来」. 国土地理院技術資料, D1-No.1133., 査読無, 謝辞無

松多信尚・鈴木康弘・後藤秀昭・渡辺満久（2025）1:25,000活断層図「門前」. 国土地理院技術資料, D1-No.1132., 査読無, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

森川信之・岩城麻子・松本雄馬・今井隆太・秋山伸一・前田宜浩・鈴木亘・久保久彦・先名重樹・河合伸一・中村洋光・藤原広行 (2025) 地震動予測モデルのための強震動情報共通基盤の構築(GMM Project in Japan; GMM-PJ), 日本地震工学会・大会—2025, E-7-4.

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025, 接触面における固着状態の時間発展を記述する上下負荷面摩擦構成式を用いた単純せん断場でのすべり伝播解析, 日本地球惑星科学連合, SCG46-P13.

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025, 非一様な法線応力分布が作用する単純せん断場におけるすべり伝播解析, 23-7-2-06.

焦禹禹・能島暢呂（2025）2025年ミャンマー地震における断層変位映像を用いた地震動推定、日

(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：

(10) 令和8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2024年能登半島地震や2025年ミャンマー地震などにおける地震断層の性状と周辺建物被害発生過程について調査する。地震断層近傍における強震動発生メカニズムについて、従来の理論的考え方にとらわれず、現実を説明し得るモデルの構築を目指す。従来の強震動モデル計算手法の改良のほか、地盤工学的手法による新たな震動発生モデルも導入できるようにすることを目指す。なお、地震断層沿いでは必ず強震動が発生するわけではなく、熊本地震においては地表地震断層近傍でもほとんど揺れなかった場所もあった。こうした地域差をどのように説明できるか、地震防災上どのような扱いが重要になるかについて様々な観点からアプローチしたい。

強震動関係：令和7年度に引き続き、複雑な断層形状を反映した強震動計算の事例を増やし、地盤構造モデルの影響と合わせて活断層情報が断層近傍強震動に与える影響を分析する。また、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、断層パラメータのうち影響の強いもの（破壊伝播速度、応力降下量、破壊開始点位置）の取りうる幅を観測記録や物理的妥当性に基づいて拘束することを試みる。

活断層関係：地震断層近傍において強震動が発生した事例と、発生しなかった事例を整理する。過去の例としてはこれまでに検討した2016年熊本地震、2024年能登半島地震のほか、2014年長野県神城断層地震、2011年福島県浜通り地震、2008年岩手・宮城内陸地震、1995年兵庫県南部地震が挙げられる。とくに強震動が発生しなかった事例についての共通点の整理が重要な検討課題である。こうした情報を他の研究チームと共有することを目指す。

地盤工学関係：次年度は、熊本地震における実際の地層構成を考慮したパラメータ設定に加え、非一様な堆積構造、地盤の不均質性の影響を考慮することで、より現実的な条件下での数値解析を実施してゆく。また、強震動計算グループのモデル改良に資するため、地盤破壊に伴う領域内での要素挙動（応力降下量の分布など）を精査してゆく。また、令和9年度以降の展開を見据え、弾塑性摩擦構成則の初期値境界値問題への実装ならびに断層面における状態パラメータの設定方法についても併せて検討してゆく。

地震防災関係：令和8年度は、第1に、今年度明らかにしたフリングステップや地震動の評価結果や、送電鉄塔倒壊などの被害発生過程について、さらに詳細な検討を進める。また、得られた知見の国内への適用可能性について検証するため、2024年能登半島地震で得られた映像記録についても分析を行う。さらに、他プロジェクトで既に作成済みの60Hz地域の500kV送電鉄塔立地データと活断層データを用いていくつかの断層について活動時の広域送電網への影響を検討する。第2に、情報提供のあり方については、これまでのマップ表現にとどまらず、映像記録とその解説による可視化表現について検討を進める。また、活断層にあるような不確実性を孕む他の事象での情報提供がどのようになされているか、その手法が活断層に対しても有効か、という点について文献調査を中心に進めていく。

(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