

(1) 実施機関名：

名古屋大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

変動地形学的手法による内陸地震発生モデルと活断層長期評価手法の再検討

(3) 関連の深い建議の項目：

2 地震・火山噴火の予測のための研究

- (1) 地震発生の新たな長期予測
  - イ. 内陸地震の長期予測

(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

- (1) 地震・火山現象に関する史料・考古データ、地質データ等の収集と解析
  - ウ. 地質データ等の収集・集成と分析
- (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
  - イ. 内陸地震

4 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

- (1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

5 研究を推進するための体制の整備

- (4) 関連研究分野との連携強化

(5) 総合的研究との関連：

(6) 平成30年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震災害軽減のためには、将来発生する地震の場所と規模、頻度など（以下、「地震像」）と自然現象がもたらす被害の「災害像」を予測する必要がある、そのためには「活断層」「地表地震断層」「地震像」「災害像」4者の相互関係を解明することが求められる。活断層が一般に千年程度以上の長い活動間隔を有することを考えれば、1：変動地形学的手法によって数千年～数万年の時間スケールでの調査によって活断層の位置形状を明らかにする、2：過去の「地震像」を復元して活動繰り返しパターンを明らかにする、3：活断層が実際に動いて出現した地表地震断層を精査してその位置形状と「地震像」の関係を検証する、4：地震像と災害像の相互関係を明らかにすることが不可欠であるのは明らかで、その際には、5：近年充実しつつある高解像度DEMの活用とそのデータ取得手法の改良も重要である。これらを解明するために過去に地表地震断層が出現した断層帯で調査を行うことを目的としていた。この間、熊本地震や神城断層地震が発生したことで、4者（「活断層」「地表地震断層」「地震像」「災害像」）の相互関係を検証する貴重な機会を得ることが出来た。調査の結果、これらの断層における多様な地震像の存在が明確になってきた。具体的には1）LiDARやSAR等の高解像度DEMやドローンを用いた地形計測を用いた変動地形および地震断層の解析を目指し、これまで未確認の長波長変形や、断層末端の微地形が新たに見出され、そのテクトニクスにおける意義が考察された。同時にデータ取得手法や加工技術の検証がかなり進み、その有効性と将来性が示された。

2）2014年神城断層地震や2016年熊本地震時にオールジャパン体制で地震断層調査を行い速報した。神城断層地震では地表地震断層の地上踏査を用いた変位量分布調査と強震動データを用いた震源破壊過程モデルに基づくすべり量分布は震源中部においてやや齟齬が生じた。ところが、DEMを用いた地震前後の差分を用いると1km程度の測線でとらえることのできる長波長の変位量は震源破壊過程モデ

ルに基づくすべり量分布と近い値を示し、地表地震断層の断層近傍の短波長の変位量分布のみでは深度1km以深の断層運動の解明には不十分である場合があることが明らかとなった。また、断層トレースの活動履歴調査によって、神城断層には複数の地震像が併存していることが明らかとなり、それらは地震像ごとに変位が生ずる断層が異なる可能性が指摘された。熊本地震では地表地震断層の変位量分布と強震動データ等を用いた震源破壊過程モデルに基づくすべり量分布は地域的に概ね対応することが明らかになった。しかし、活断層と地表地震断層の対応関係は複雑で、新たに確認された益城に伸びる活断層の存在や、正断層である出ノ口断層と横ずれ断層である布田川断層が同時に活動するといった活断層間の関連性、一部区間は前震と本震の両方で地震することなど、従来の長期評価とは異なる現象が確認された。また、布田川断層と日奈久断層の区分に問題があることも判明した。断層の走向分岐により機械的に分けるのではなく、変位地形の連続性に注目することで改善されることを提案した。また、従来の活断層評価の問題点（セグメンテーションおよび一回り小さな地震）をいち早く指摘して改良提案も行った。3) LiDARの差分解析手法を検討し、地震断層認定を高精度化させるとともに、地表変形の「波長問題」（短波長変位と長波長変位とが食い違うこと）に気づき、変動地形学的な長期評価手法の改良という視点で検討を開始した。4) 神城断層地震と熊本地震において、地震断層と被害集中の関係を明らかにし、本グループが問題提起した強震動評価における地下浅部の断層破壊の影響は、強震動研究者にもある程度受け入れられ、強震動計算手法の高度化の機運を生んだ。

#### (7) 本課題の5か年の到達目標：

地震調査研究推進本部において20年以上にわたり、主要活断層の長期評価が行われてきた。この成果は防災上重要な活断層が認知されたことにある。しかし近年発生した内陸直下地震の中には、実際に破壊した活断層区間が評価結果と整合しない例や、一見整合的でも実際は十分な予測精度を有していなかった例が多々ある。こうした問題の背景には、活断層の長さや規模を最大に見積もった固有地震の単純な繰り返しを仮定していたこと、ひとまわり小さなM6級地震で出現する地表地震断層の地形形成への寄与を評価できていないこと、断層ごとの構造的な特徴を重視した評価手法ではなかったこと、解釈に任意性もある活断層の活動履歴データに過度に依存したこと、活断層分布の知られていない場所で変位が生じたことなどがある。本研究は、これらの課題解決をめざして以下の点を検討し、活断層長期評価に資する新たな活動モデルの構築をめざす。基本的には近年地表地震断層を出現させた地震について、地震規模や断層長、断層位置、変位量が従来の予測とどう異なり、何が評価できていなかったのかを明確にする。その上で、地震時の地表地震断層トレースおよび変位量分布、変動地形による断層分布と累積変位量・平均変位速度分布とそのパターンを比較して、断層分布と累積変位量や平均変位速度の分布パターンから予測される断層活動を検証する。加えて断層線の分岐形状なども参考に地震ごとの破壊範囲の多様性や断層構造の複雑性を考慮した地震発生モデルの構築を目指す。当研究グループはこれまで10年以上にわたって、活動履歴データを活用しつつも、活断層線の形状や平均変位速度の走向方向の分布を重視した活動予測に取り組んできた。その成果を、活断層の長期評価手法の改良という形に集約する。断層変位地形を詳細に観察すると、近年出現した地表地震断層近傍に、地震時には活動しなかった活断層が見つかる。また地表地震断層の変位量分布が変動地形からわかる累積変位量分布・平均変位速度分布と一致しない事例もある。こうした活断層を含む活動履歴や変位量分布パターンを説明できる震源断層モデルが必要である。そのためには断層最大長に拘らない過去複数回における地震時活動区間の特定と、各々の地震時に発生した地表地震断層の変位量分布を明らかにして、累積的な変位量分布を説明できる適切な震源断層モデルが重要であり、2014年長野県北部の地震や2004年新潟県中越地震のような一回り小さな活動も考慮に入れる必要がある。地表変位の証拠が残らない活動については、地震観測データからの検討も必要である。こうした情報を総合して、活断層のセグメンテーション・グルーピングに焦点を当て、本課題によって、蓄積された活断層情報と実際に発生した物理現象との関連性を考えることで、新たな活断層長期評価手法を再検討する。

#### (8) 本課題の5か年計画の概要：

近年発生した内陸地震（2016年熊本地震、2014年長野県北部の地震など）を対象に、変動地形学・第四紀地質学・古地震学的な調査研究に基づき、地表地震断層の幾何学的形状や地震時変位量分布などのパラメーターを、活動しなかった断層を含む断層系全体の累積変位量分布・活動履歴と過去複数

回の一回変位量・浅層部の地下構造・地質構造などと総合的に解釈する。調査結果と観測事実に基づき、地表地震断層トレースの諸特徴と震源断層や地震時すべり量、断層破壊過程との関連性を、海外の事例も含めて詳細に検討し、地震毎の地震の規模・破壊領域・地表変位のばらつきなどを説明する活断層の地震発生・震源断層モデルを構築し、内陸地震の長期予測の高度化を図る。なお、研究期間中に地表地震断層を伴う内陸地震が発生した場合は、その地震も同様に重点的な調査研究を行う。

平成31(令和1)年度においては、2016年熊本地震や2014年長野県北部の地震に伴う地表地震断層などを対象に変動地形調査・トレンチ掘削による古地震調査を実施し、内陸地震に伴う地表地震断層の諸特徴(過去の地震発生時期・地震時変位量)を推定する。これらのデータと地表地震断層と地震時の断層破壊過程の関係を考察するとともに、既往研究のレビューを行い、断層活動の多様性を考慮した活断層における地震発生モデルを立てる。令和2年度においては、上記のモデルをトレンチ掘削調査などから検証し、活断層で発生する地震の多様性を明らかにする。令和3年度においては、地表地震断層と活断層・変動地形との関係を明らかにするための戦略的古地震調査を実施する。令和4年度においては、地表地震断層と活断層・変動地形との関係を明らかにするための浅層反射法地震探査を実施し、地表地震断層・変動地形の震源断層モデルの再構築を試みる。令和5年度においては、補足的な調査を行い震源断層とリンクした断層活動の多様性を考慮した活断層における地震発生モデルの高度化を実現する

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

鈴木康弘

他機関との共同研究の有無：有

石山達也(東京大学地震研究所),杉戸信彦(法政大学),後藤秀昭(広島大学),熊原康博(広島大学),中田高(広島大学),金田平太郎(中央大学),松多信尚(岡山大学),廣内大助(信州大学),石村大輔(都立大),岡田真介(岩手大学),楮原京子(山口大学),渡辺満久(東洋大学),澤祥(国立鶴岡工業高等専門学校),等

(10) 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：052-789-3468

e-mail：

URL：<http://www.gensai.nagoya-u.ac.jp/>

(11) 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