

(1) 実施機関名：

東京大学地震研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模活断層帯の活動・構造の複雑性を考慮した内陸地震長期予測モデルの構築

（英文）Constructing a new long-term earthquake recurrence model from large active fault zones constrained by structural and behavioral complexities

(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（重点研究）

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) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

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

(5) 本課題の5か年の到達目標：

長大な断層帯では、その活動史や構造の複雑性等を起因として、過去の地震活動を説明するセグメント区分に大きな課題がある。例えば、糸魚川－静岡構造線断層帯では、断層トレース・活動履歴などからセグメントに区分されているが、断層帯北部で近年明らかになりつつある横ずれ変位地形や地質断層沿いの変位地形、断層トレースや一回り小さな地震等の複雑な活動履歴、断層形状とリンクしたセグメント構造など、過去の複雑な活動性を説明するためには課題が多い。また、阿寺断層帯でも従来のセグメント境界が複雑なため、断層帯北部と南部の境界における地下構造を解明して地質構造の発達過程を反映した地震発生モデルを検討する必要がある。

そこで、糸魚川－静岡構造線断層帯・阿寺断層帯・濃尾断層帯等、複数セグメントからなる長さ50 km程度を越える長大な大規模断層帯を対象に、航空レーザー測量データに基づく超高精度DEMを用いた変動地形解析により、特に山地域や地質断層沿いの変位地形を含む、断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。その結果に基づき、既往の活動履歴調査を踏まえ、最新活動時期や活動の複雑性などの活動時期に関する情報や長期間の平均的な活動性を示す平均変位速度に関する情報について更新・新規取得の必要な箇所を選定し、変動地形・地質学的手法による古地震調査を行う。過去の重要な古地震データについても、活動履歴等に再検討の必要がある場合には最新の年代測定技術・手法を用いた再調査を実施する。さらに、セグメント境界部やすべり分配など活動の複雑性が認められる箇所における浅層反射法地震探査・重力探査等の地下構造調査等により活動の複雑性を制約する断層の不均質構造を推定する。

これらの調査観測から明らかになる大規模活断層帯の複雑性を含む活動履歴と詳細活断層トレース等の断層不均質構造と、地震活動・応力場・温度構造・地震波速度構造などの地球物理学的観測を比較検討し、テクトニック環境を考慮した変動地形・古地震・構造地質学的データや、測地学的ひずみ速度と地質学的ひずみ速度の比較を行い、地震発生モデルの構築を行う。また、活断層周辺における測地学的な地殻変動量・速度場を高空間分解能で推定し、変動地形学的に得られる変位量・平均変位速度等との比較を行い、地震間の歪速度の蓄積と地震における歪解放のプロセスを定量的に検討する。加えて、調査対象以外の大規模活断層帯についても、既往研究のコンパイルを行い、同様の検討を行

うほか、長さ50 km程度以下の活断層の地震発生モデルとの比較・検討を行う。

なお、研究期間中に内陸地震が発生した場合は、活断層の地震発生モデルの構築・長期予測を高度化する上での重要な基礎的データとなり得ることから、古地震調査等の調査研究を行う。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

（令和6年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、活断層周辺の航空レーザー測量のDEMデータを収集・作成し、変動地形解析・地形地質調査により断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。また、先新第三系基盤岩類・新第三系の分布域で地質構造調査を行い、活断層周辺の割れ目の分布、断層の走向・傾斜、変位センスなどの構造地質学的データを取得する。加えて、調査対象以外のテクトニック環境の異なる大規模活断層帯を選び、既往研究に基づく断層トレース・活動性等の情報収集を行う。

（令和7年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯中部において、前年度得られた断層トレース沿いの変動地形学的調査を実施し、上下・横ずれ変位量の変位量比分布を推定する。また、阿寺断層帯等を対象に、変動地形・構造地質学的調査・解析により、セグメント境界付近での断層の分岐等の地質構造の特徴を把握する。また、構造探査によってセグメント境界の詳細構造を明らかにし、複数の断層トレースとセグメントの関係を解明する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的研究成果や調査対象以外の大規模活断層帯の断層トレース・活動性等の情報収集を引き続き行う。

（令和8年度）阿寺断層帯等を対象に、断層帯を構成する個々の活断層の変位量・平均変位速度を更新・新規取得し、万年～十万年オーダの平均的な活動性と空間分布を把握する。また、糸魚川―静岡構造線活断層帯等において、活動時期に関する情報が少ない断層トレースを中心に活動履歴調査を行う。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、地震波速度構造・応力場等の推定を進める。

（令和9年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯北部にて断層構造を解明するための構造探査と変動地形調査を実施し、既往の構造探査の結果を踏まえて断層沿いの変位ベクトル分布を解明する。また、阿寺断層帯等を対象に、セグメント境界周辺の詳細地質構造と、特に活動時期の決定精度の点で再検討が必要な断層トレースにおいて高精度14C年代測定等を適用した活動履歴調査を行い、セグメント境界部の地質構造の発達過程を考慮した地震発生モデルを検討する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、D90・D95、温度構造等の推定を進める。

（令和10年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、これまでの地形・地質学的な調査結果を踏まえて、断層トレース・変位様式・平均変位速度分布・地質構造発達過程・セグメント構造と応力場・地震活動・地震波速度構造等の地球物理学的観測に基づき、古地震活動の複雑性を説明する地震発生モデルを構築する。なお、必要に応じて補足的調査・年代測定が必要な場合は実施する。また、調査対象以外のテクトニックセッティングの異なる大規模活断層帯についても同様の検討を行い、今後の課題について取りまとめる。

また、測地学的手法による活断層周辺の地殻変動量・速度場の推定については、5年間を通じて実施する。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

糸魚川―静岡構造線活断層帯では、高分解能地形データによる変動地形の詳細分布の把握と古地震調査を行った。姫川右岸の白馬村蔵平では、2014年神城断層地震で出現した地表地震断層が完新世後期に多段化した姫川の河成段丘上を横断している。それらの段丘に変位の累積が見られることは松多ほか(2016)で報告されていた。その変位量について、地表ライダーを用いた精密測量を行った結果、従来より細かい地形面を認定することに成功した(図1)。その地形から縦ずれ量、横ずれ量を見積もった結果、3パターンの地震活動履歴の可能性を見出し、少なくともこの地域に2種類の地震が発生することを明らかにした(図1)。また、2014年神城断層地震で地表地震断層が現れなかった森上地区の活断層の上盤側では、廣内ほか(2017)がピット調査で副次的な断層を確認している。この地点を含む範囲でトレンチ掘削調査を実施した。その結果、砂礫層や砂礫層の直上の砂礫混じり黒色土に断層変位を確認した。今後、年代測定を行い、地震の発生時期を推定する。また、今年度は断層帯北部を中心に航空レーザー計測データを収集し、データ変換して0.5 m程度の高精度DEMを作成した。

阿寺断層帯を対象に、断層帯周辺の航空レーザー測量データから作成された高分解能地形データを用

いて、断層帯全域で活断層の詳細位置や変位様式の再検討を行い、活断層の延長部や並走部に断層と見られるリニアメントを複数地点で確認した（図2）。並走する断層の間で活断層に低角で斜交するリニアメントの一部で行った掘削調査では、約7300年前以降に変位していると考えられる断層を確認した（図2）。このことから、並走する活断層をつなぐようなリニアメントも活断層として活動しており、断層トレースの連結などを検討する上で重要な構造である可能性が高いと考えられる。また、阿寺断層帯北部の活断層トレースが左へステップする地点において、先新第三系基盤岩類中に分布する地質構造を調査し、割れ目の分布・姿勢・変位センスなどのデータを取得した。その結果、主断層付近の小断層などの割れ目は、主断層面に対して左右に30°未満で低角に斜交するものが多く、左雁行する割れ目は右ずれを示し、右雁行する割れ目は左ずれを示した。さらに、左ずれの割れ目が右ずれの割れ目を変位させる構造も見られた。このことは、かつて右ずれしていた主断層が、左ずれに変化した可能性がある。このような活断層が並走やステップする部分での活断層や地質構造の分布は、断層運動のセグメント区分を検討する際に重要データを提供する。

・「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

糸静線活断層帯北部と阿寺断層帯の活動に関連して、歴史地震である1714年小谷正徳地震と1586年天正地震の解釈や内陸で発生した過去の被害地震の解明に貢献するデータが得られつつある。今後、年代測定を行い、地震の発生時期を特定することで、より貢献ができると考える。

(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

・学会・シンポジウム等での発表

天児幹治・安江健一・野村成宏・丹羽正和・島田耕史，2024，地中レーダ探査の3次元解析を用いた活断層の分布と変位の調査，日本活断層学会2024年度秋季学術大会講演予稿集，p.1-2.

廣瀬健大朗・安江健一・天児幹治・白銀美里・山崎伶士・太田 麗・宇治拓海，2024，阿寺断層帯中部，中津川市加子母上桑原地区における掘削調査（速報），日本活断層学会2024年度秋季学術大会講演予稿集，p.63-64.

細矢卓志・後藤慧・安江健一・宇治拓海，2024，阿寺断層帯河床断層露頭のUAV 撮影事例，日本活断層学会2024 年度秋季学術大会講演予稿集，p.61-62.

牧野美月・安江健一・廣内大助・松多信尚・藤田奈津子・道家涼介・佐藤善輝・水谷光太郎，2024，長野県白馬村森上地区における神城断層の活動履歴調査，日本活断層学会2024 年度秋季学術大会講演予稿集，p.59-60.

水谷光太郎・松多信尚・石山達也・杉戸信彦・安江健一・竹下欣宏・藤田奈津子・澤 祥・道家涼介・廣内大助，2024，糸魚川-静岡構造線断層帯神城断層南部のトレンチ掘削調査，日本活断層学会2024 年度秋季学術大会講演予稿集，p.57-58.

太田 麗・松多信尚・杉戸信彦・シューブルース・廣内大助，2024，糸魚川-静岡構造線北部神城断層における詳細地形計測を用いた古地震イベントの変位量復元，JpGU2024，SSS11-P04.

宇治拓海・安江健一・原田駿輔・天児幹治・山崎伶士・廣瀬健大朗，2024，阿寺断層帯北部における割れ目の特徴に基づく発達史の研究，日本地質学会中部2024年支部年会 研究発表会講演要旨集，p.40-41.

安江健一・細矢卓志・中瀬千遥・後藤 慧，2024，阿寺断層におけるUAVレーザ測定の適用，JpGU2024，SSS11-P05

(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：

項目：地震：地質：活断層トレンチ・ボーリング

概要：阿寺断層帯を対象に、高分解能地形データによる変動地形の詳細分布の把握、地質構造調査、古地震調査を行った。

既存データベースとの関係：

調査・観測地域：岐阜県中津川市加子母 35.713919 137.376756

調査・観測期間：2024/9/24

公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

項目：地震：地質：活断層トレンチ・ボーリング

概要：糸魚川―静岡構造線活断層帯を対象に、高分解能地形データによる変動地形の詳細分布の把握、古地震調査を行った。

既存データベースとの関係：

調査・観測地域：長野県白馬村森上 36.713159 137.872018

調査・観測期間：2024/11/7-2025/3/31

公開状況：公開留保中（公開時期・ポリシー未定）

(10) 令和7年度実施計画の概要：

糸魚川―静岡構造線活断層帯中部において、前年度得られた断層トレース沿いの変動地形学的調査を実施し、上下・横ずれ変位量の変位量比分布を推定する。また、阿寺断層帯等を対象に、変動地形・構造地質学的調査・解析により、セグメント境界付近での断層の分岐等の地質構造の特徴を把握する。また、これらの調査結果を踏まえ、構造探査によって詳細な断層構造を明らかにする。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学の研究成果や調査対象以外の大規模活断層帯の断層トレース・活動性等の情報収集を引き続き行う。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

石山達也（東京大学地震研究所）、白濱吉起（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

弘前大学,岩手大学,東北大学,中央大学,法政大学,東京都立大学,東洋大学,信州大学,富山大学,名古屋大学,同志社大学,岡山大学,広島大学,山口大学,愛媛大学,大分大学,防災科学技術研究所,千葉県立中央博物館,地震予知総合研究振興会

(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：東京大学地震研究所

電話：

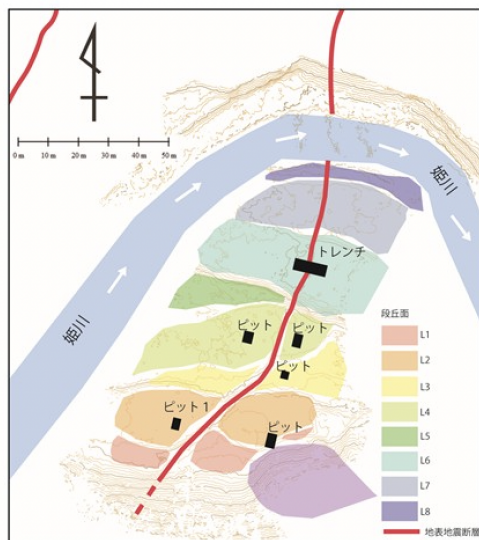
e-mail：

URL：

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石山達也

所属：東京大学地震研究所



計測機器：LiVox社 Avia
 取得点数：228,281,205点
 地表点数：26,133,559点



段丘面	縦ずれ(m)	横ずれ量(m)	
L8	0.25(±0.05)	1.1	グループ 1
L7	0.40(±0.1)	1.1	
L6	0.37(±0.1)	-	
L5	-	-	グループ 2
L4	1.06(±0.1)	5.2(±0.2)	
L3	1.68(±0.05)	7.7(±0.3)	
L2	2.06(±0.05)	8.9(±1.3)	グループ 3
L1	2.10(±0.1)	-	

グループ	発生時期	パターン①	パターン②	パターン③
グループ 1	2014年	0.3 / 1.1	0.3 / 1.1	0.3 / 1.1
グループ 2	1714年 (小谷正徳地震)			0.3 / 1.1
	1400~1500年?			0.3 / 1.1
	762年の地震 (固有地震)	0.66-0.86 / 3.9-4.3	0.36-0.56 / 2.8-4.2	0.06-0.26 / 1.7-2.1
グループ 3	255年~595年の間に 1回以上	0.47-0.77 / 2.0-3.0	0.3 / 1.1	0.3 / 1.1
		0.17-0.47 / 0.9-1.9	0.47-0.77 / 2.0-3.0	0.47-0.77 / 2.0-3.0
グループ 4	紀元前105年~415年の間に 1回以上	0.28-0.48 / 0-2.8	0.28-0.48 / 0-2.8	0.28-0.48 / 0-2.8

図1 糸魚川―静岡構造線活断層帯神城断層における変位量が累積した河岸段丘の稠密地形計測調査

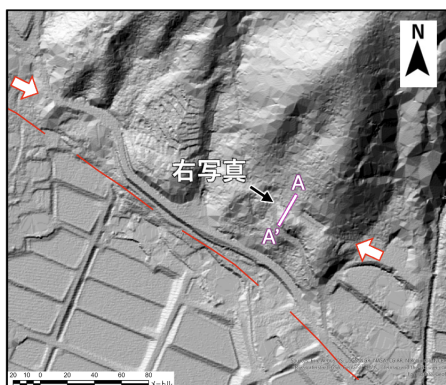
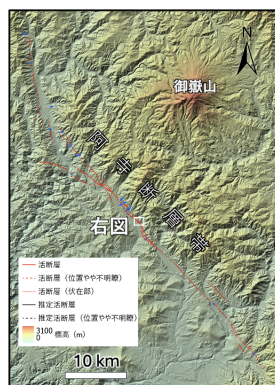


図2 阿寺断層帯中部における高分解能DEMを用いた変動地形の把握と掘削調査