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）における重点的な調査観測

令和２～４年度

成果報告書

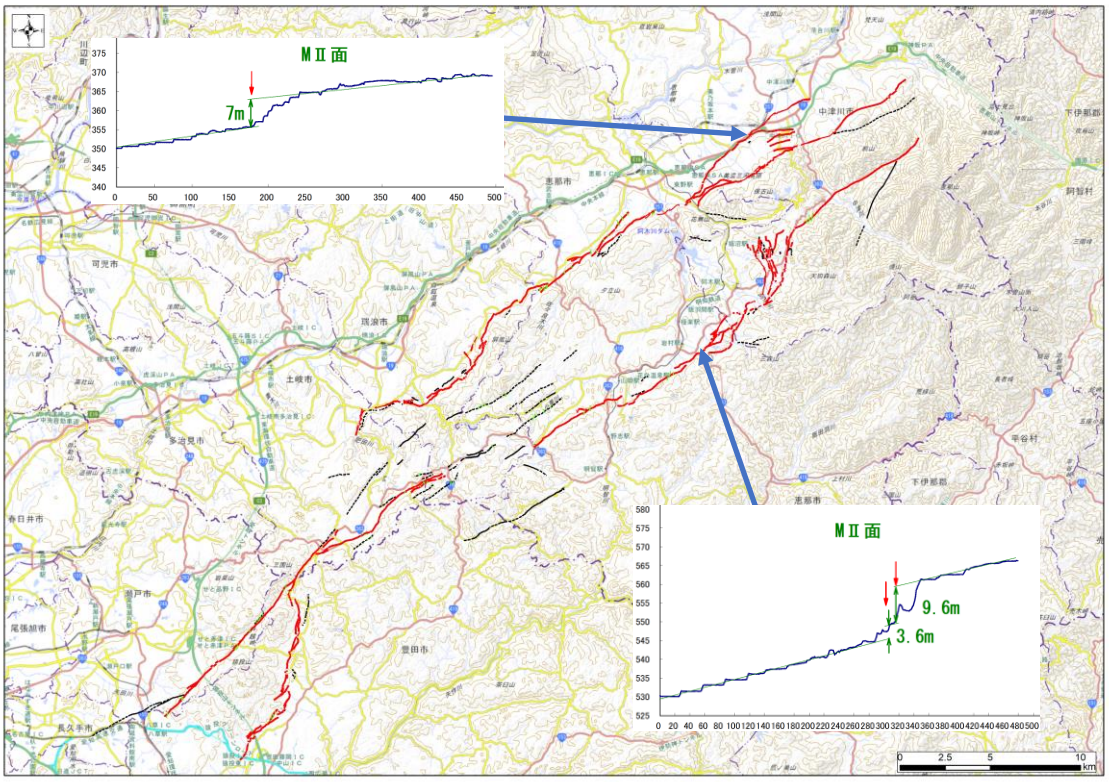
令和５年５月

文部科学省研究開発局

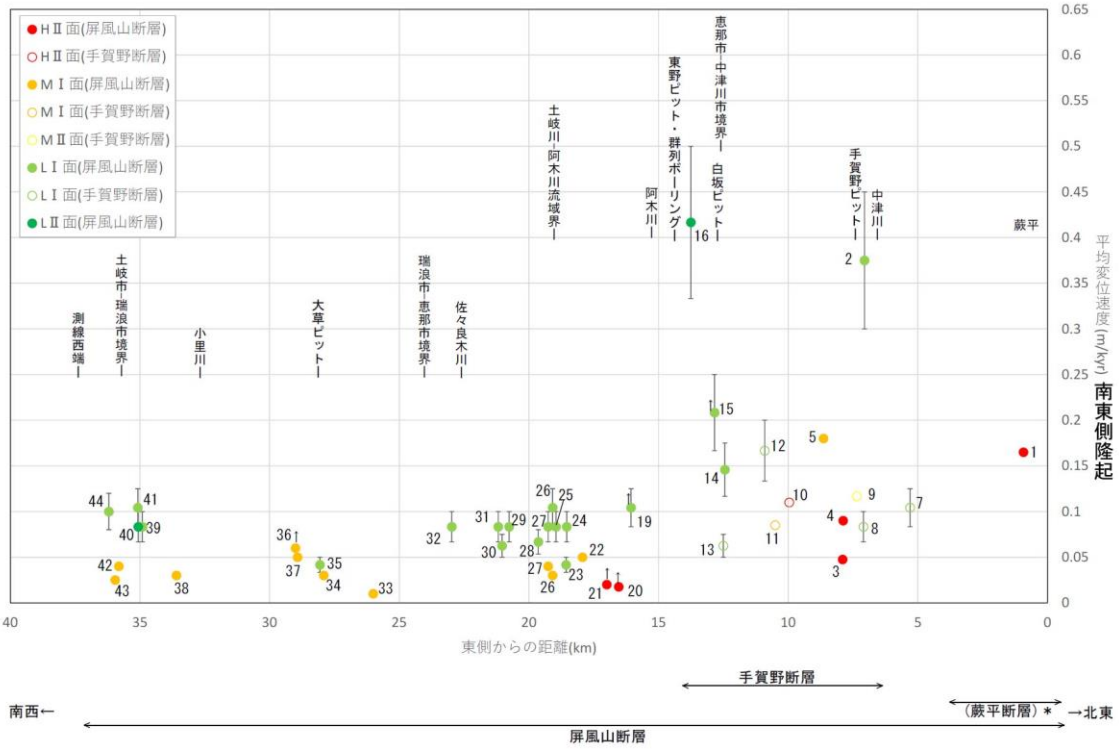
国立大学法人 東海国立大学機構

本報告書は、文部科学省の科学技術基礎調査等委託事業による委託業務として、国立大学法人東海国立大学機構が実施した令和２～４年度「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）における重点的な調査観測」の成果を取りまとめたものです。

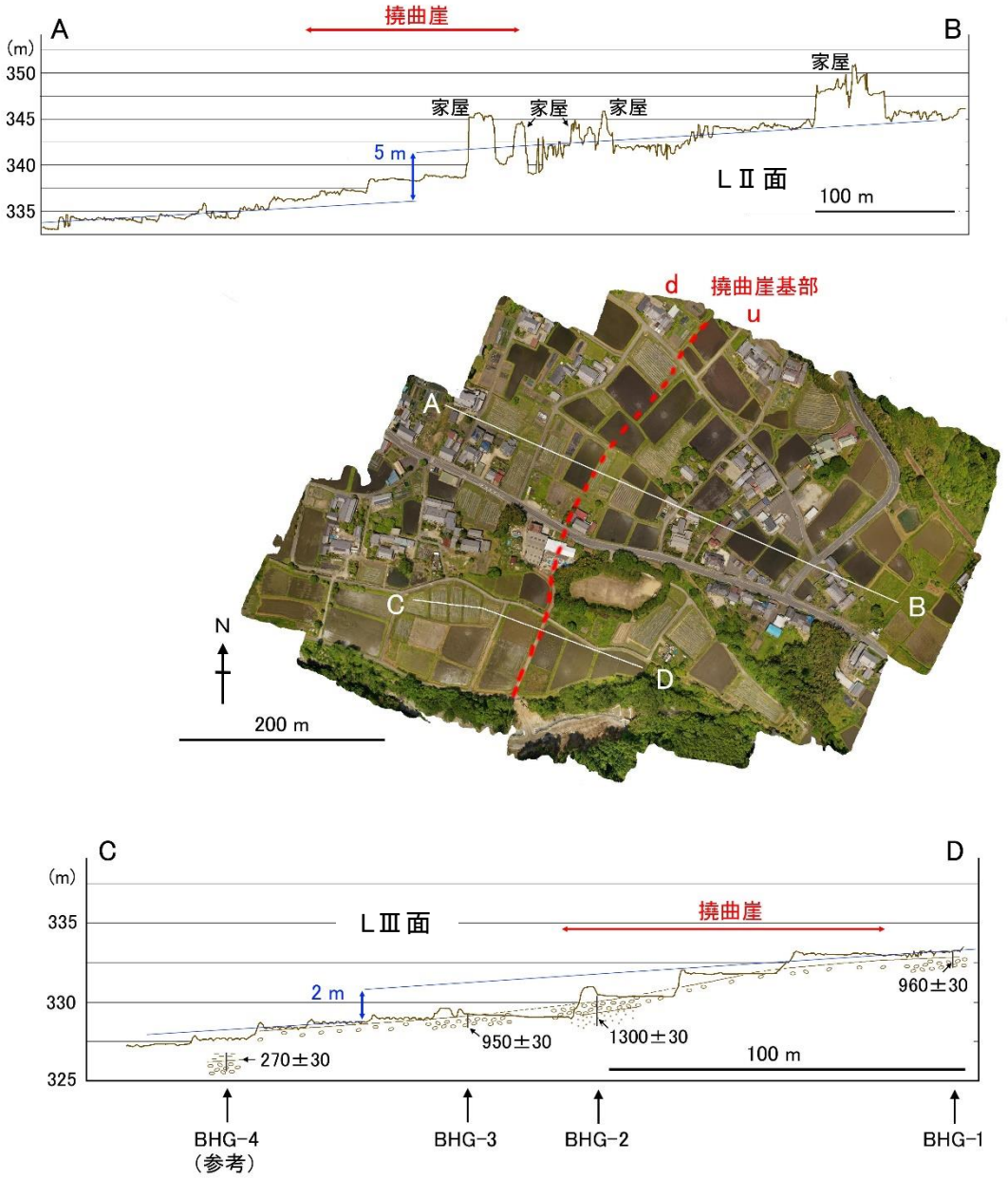
1　震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析



本研究において認定された断層トレース

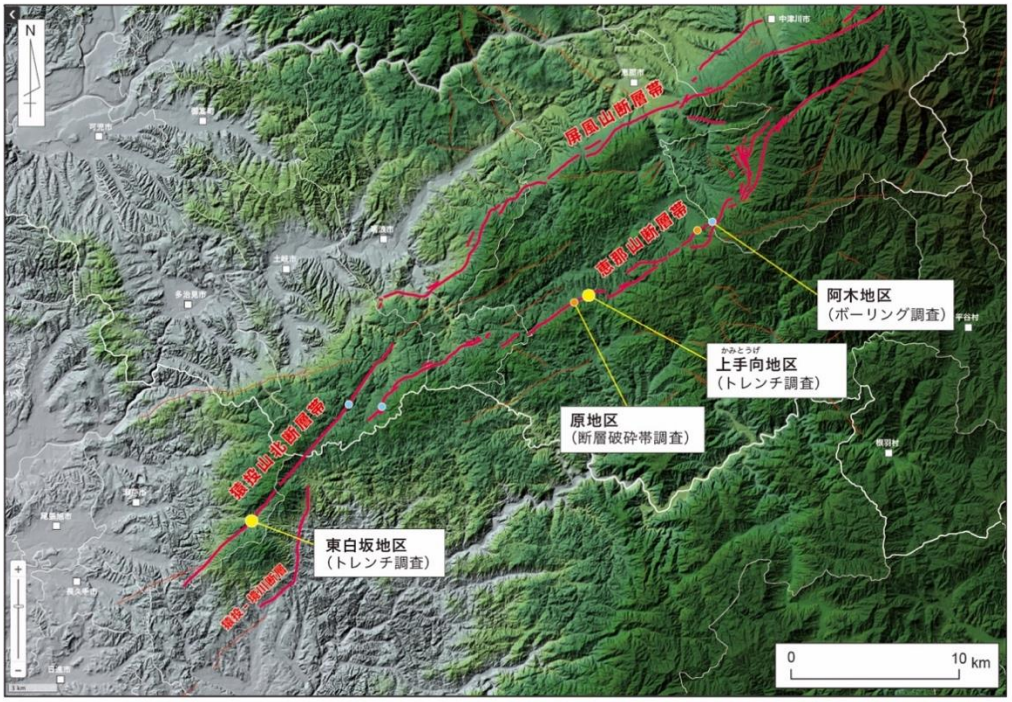


鉛直変位速度分布（屏風山断層）

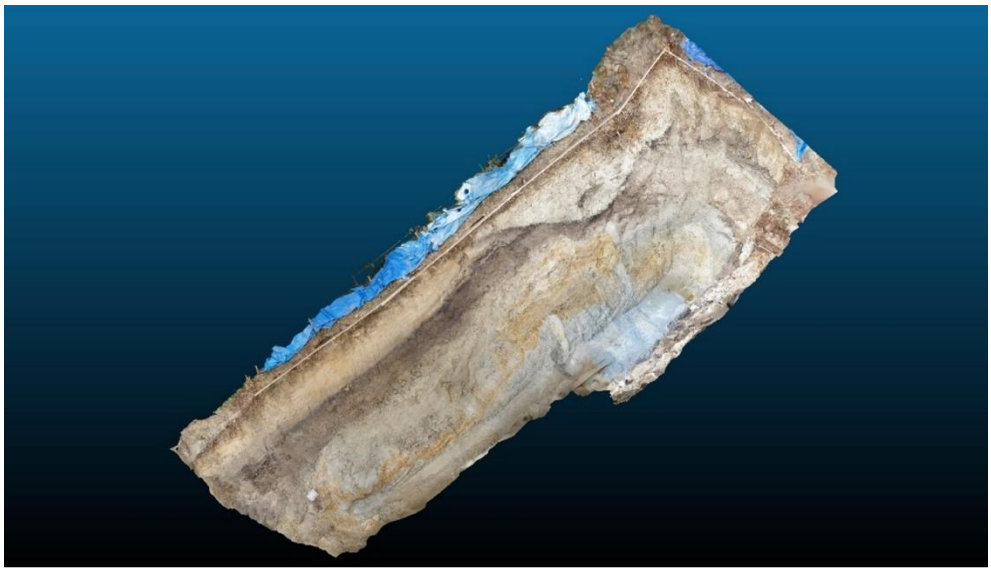


東野の変動地形と群列ボーリング調査結果（屏風山断層）

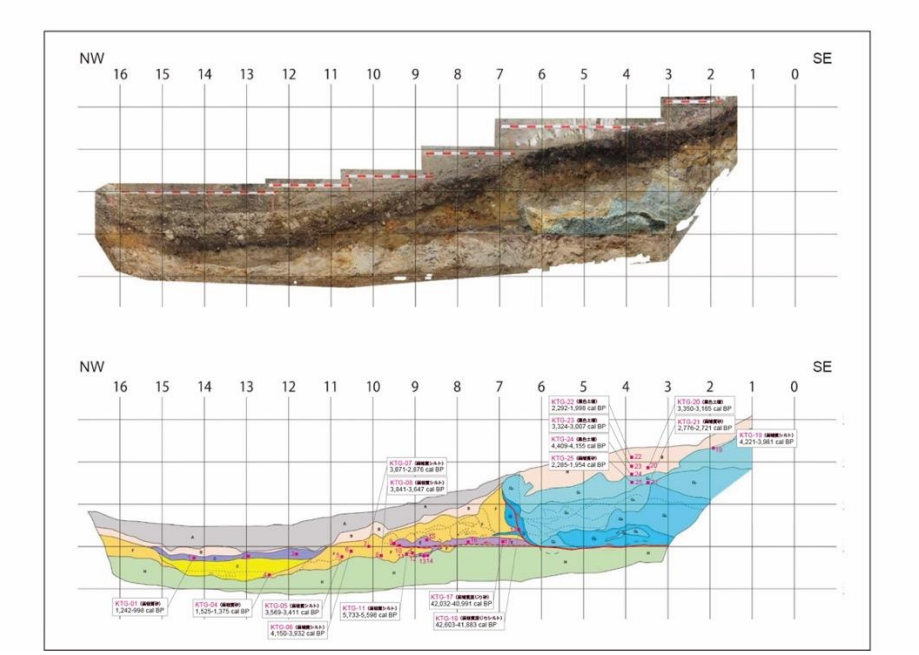
2　地震発生予測のための活動履歴調査



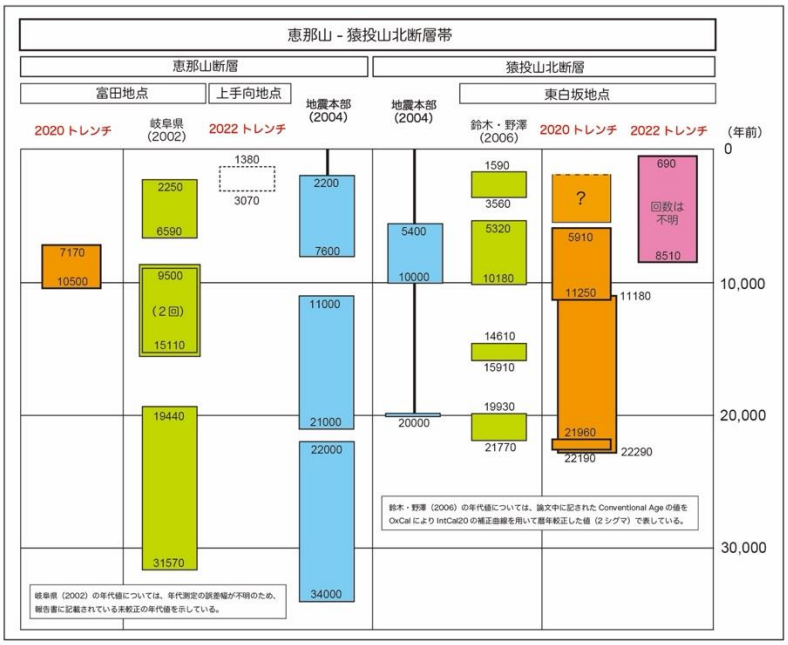
令和４年度における活動履歴調査地点
断層活動履歴を解明するためのトレンチ調査を２地区で実施したほか、
ボーリングコアの火山灰分析と断層破砕帯の追加調査を実施した。



令和４年度に掘削した東白坂トレンチの写真測量による三次元モデル
スケッチやモザイク写真よりも精度が良く、位置座標を持たせることも可能である。

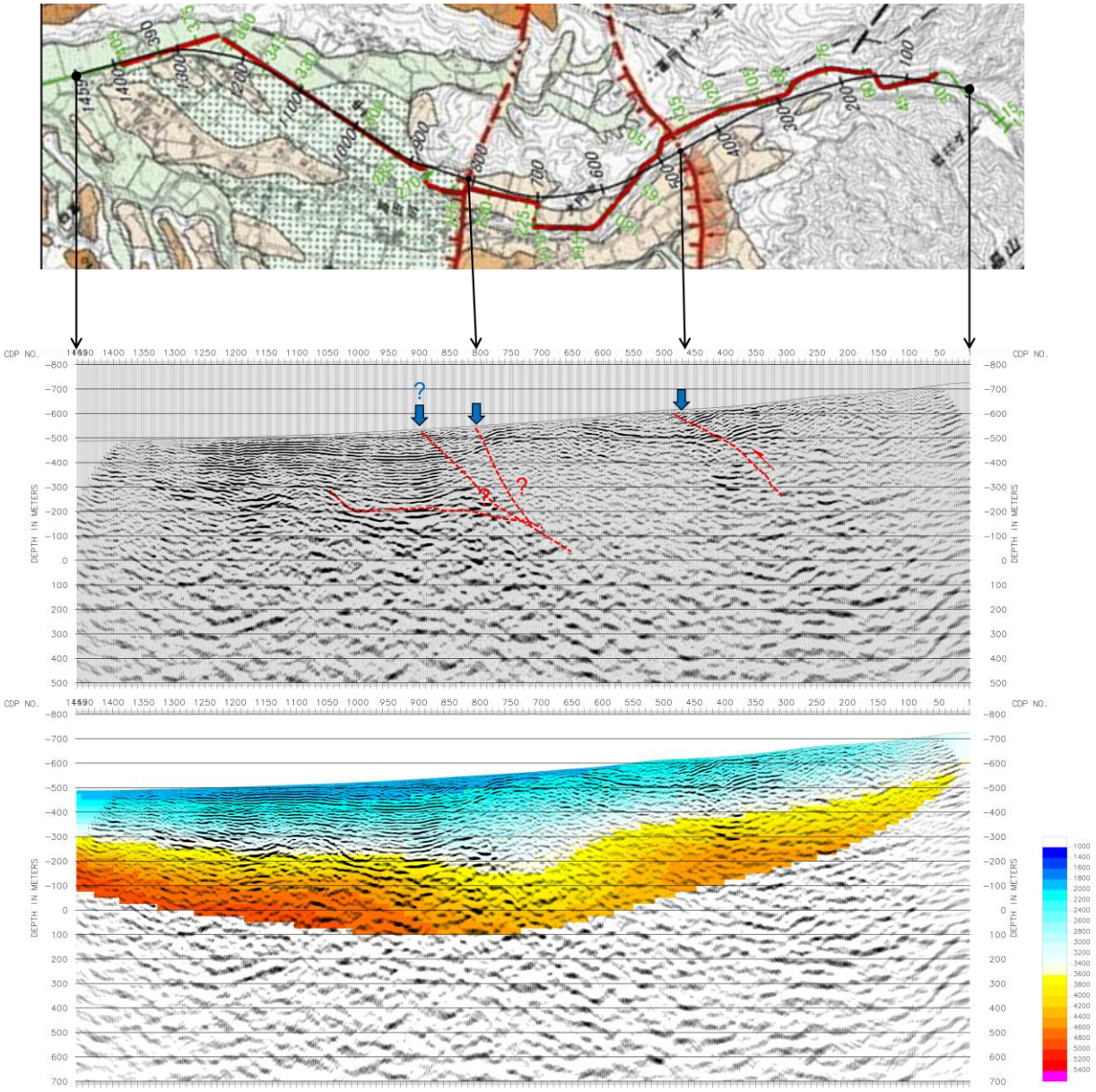


上手向トレンチ北東壁面の壁面写真とスケッチ
上段の写真は、東白坂トレンチと同様に、写真測量によって作成した三次元モデルから作成した画像。基盤の上面に水平なすべり面が存在。

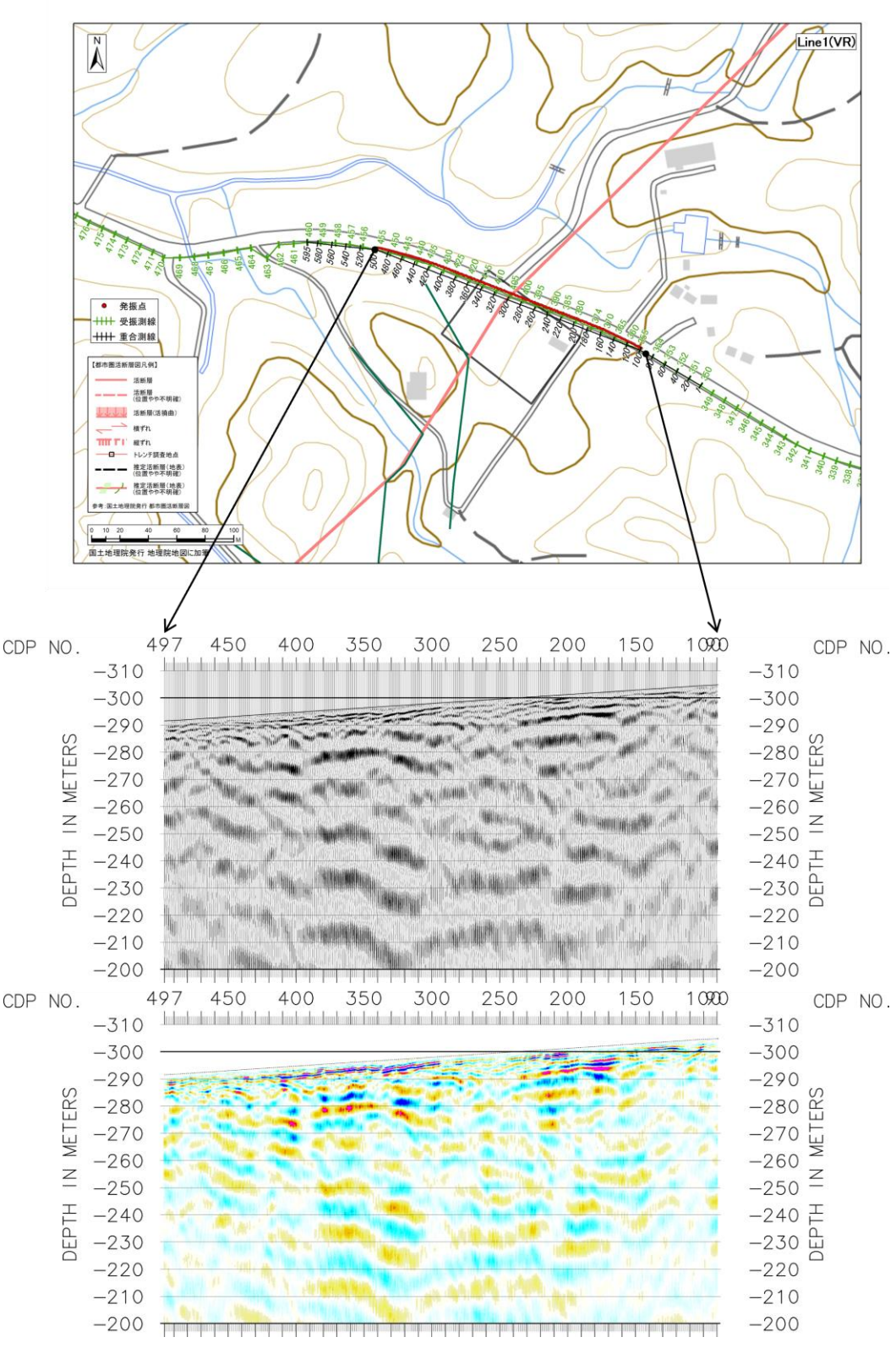


恵那山–猿投山北断層帯における断層活動の時空間ダイアグラム
本プロジェクトで実施した 4 地点でのトレンチ調査の結果を踏まえても断層帯全体が同時に活動した可能性が残り、その年代は約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前に求まる。

3　断層の三次元地下形状把握のための調査観測

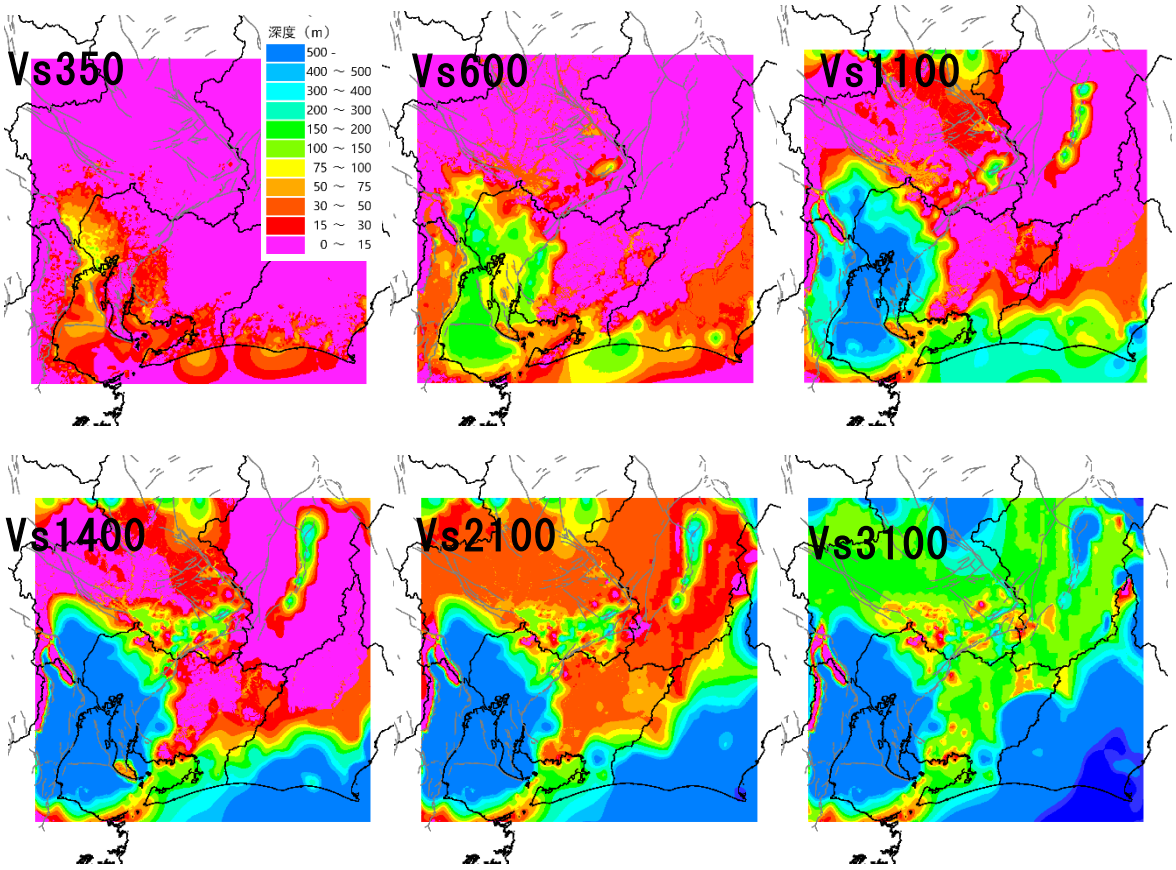


測線３（恵那市富田地区）における測線および浅層反射法の深度断面図。測線図は国土地理院の地理院地図に加筆。深度断面図にはそれぞれ断層構造の解釈と屈折トモグラフィで得られた速度構造のカラー表示を重ねた。青矢印は断層の地表位置。



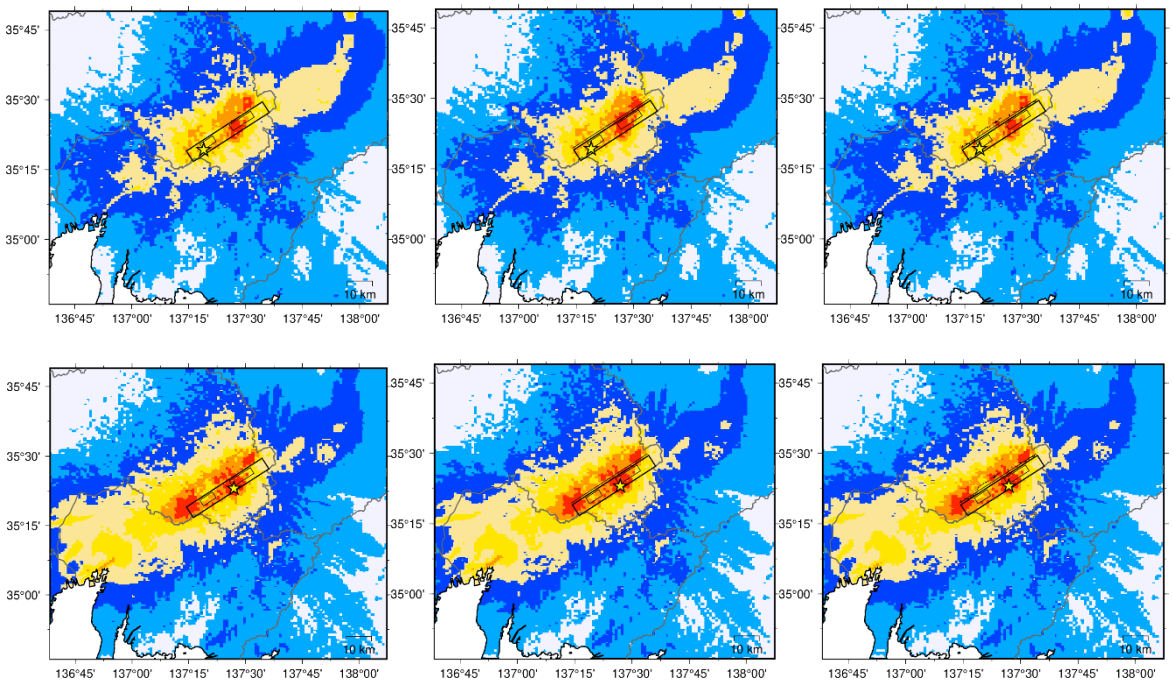
測線 1 の極浅層反射法区間（瀬戸市東白坂地区）における測線および極浅層反射法の深度断面図。測線図は国土地理院の地理院地図に加筆。

4　断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査



既往モデルを改良して本研究で作成された地盤モデルにおける各層上面深さ分布

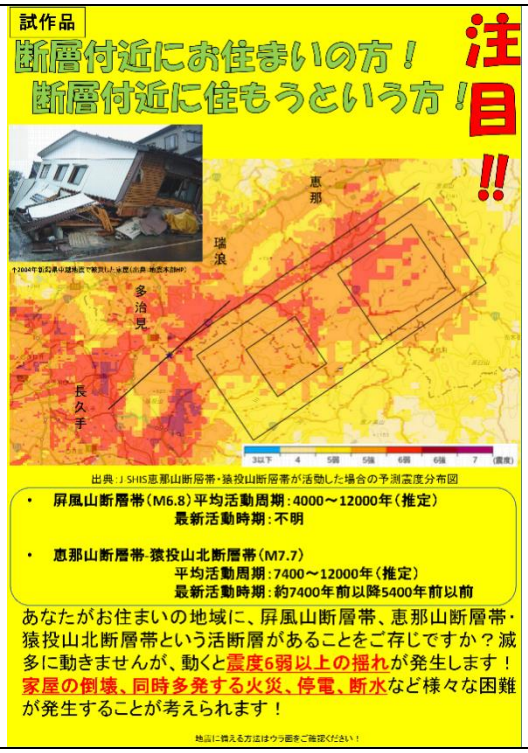
F0 深部のみ　　F1：地表直線　　F2 地表詳細トレース



サブテーマ１～３の成果に基づく地表断層の詳細なモデル化と不確実さを考慮した強震動計算結果の例（屏風山区間単独、☆は破壊開始点）

5　不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究

A



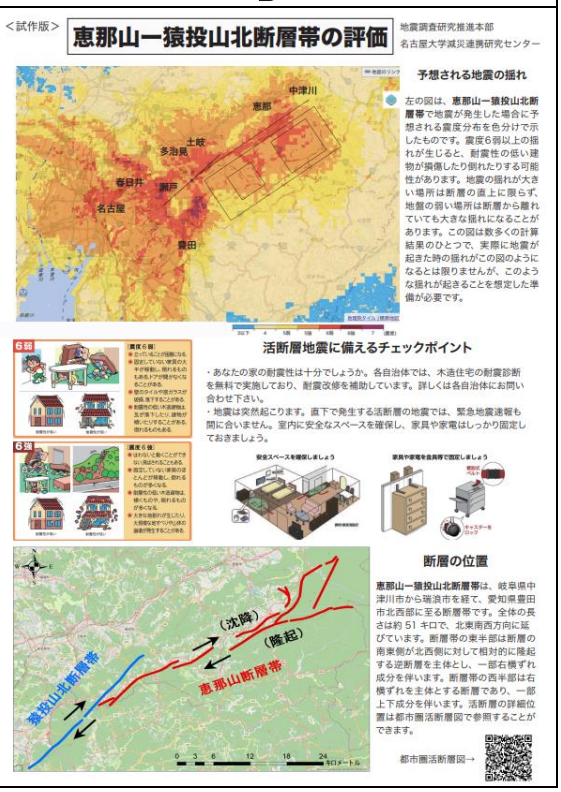
B

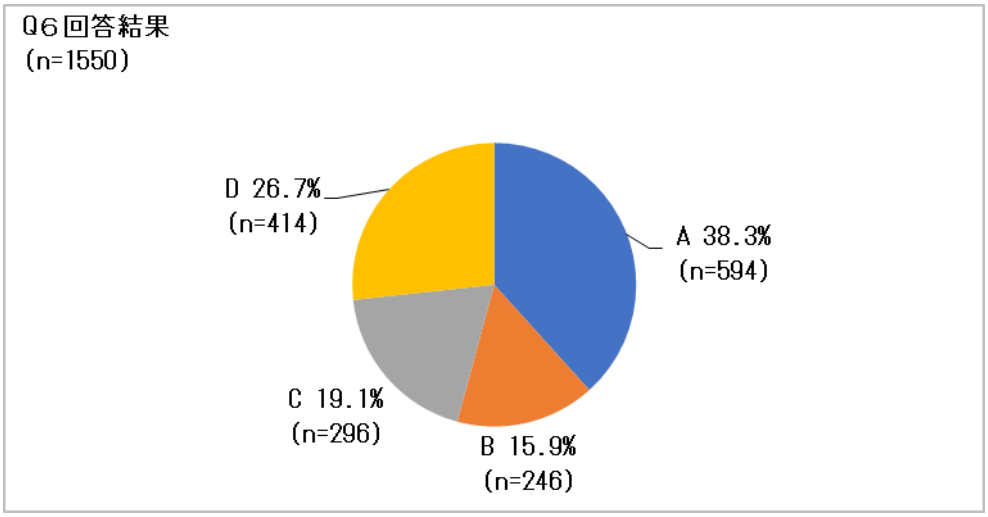


C

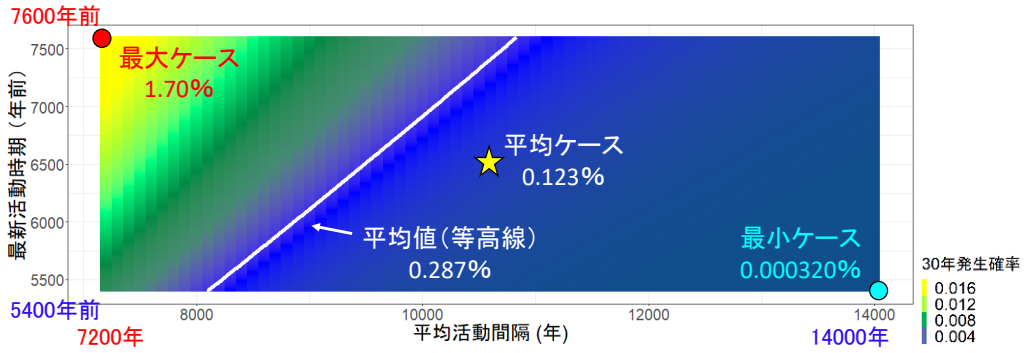


D

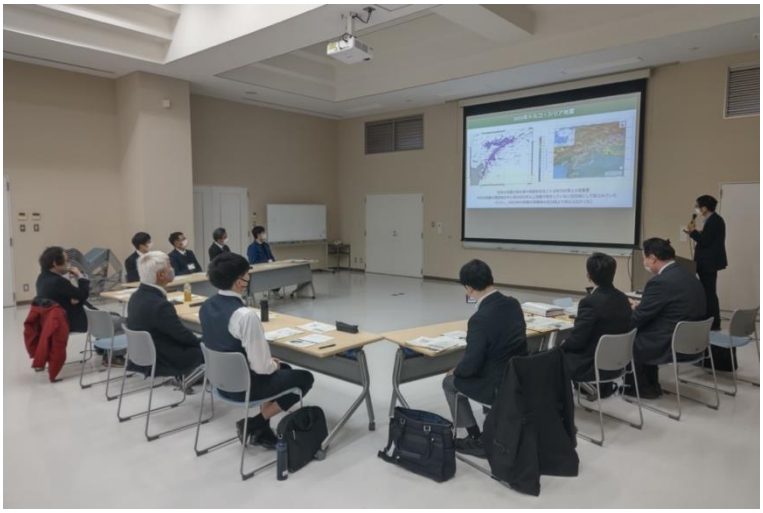




どのようなチラシが住民の注意を引きつけるのかアンケートで検証した。



平均活動間隔と最新活動時期の取り得る値を組み合わせてBPT分布で算出した30年発生確率



岐阜県恵那市にて集会「活断層調査を減災・防災に活かすには？」を開催し自治体関係者と意見交換

目次

グラビア

１．プロジェクトの概要.....1

２．業務の実施体制.....4

３．研究報告

３．１ 震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析.....6

３．２ 地震発生予測のための活動履歴調査.....77

３．３ 断層の三次元地下形状把握のための調査観測.....175

３．４ 断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査.....209

３．５ 不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究.

275

４．全体成果概要.....355

５．成果の論文発表・口頭発表等.....358

６．むすび.....361

７．全体会議・外部評価委員会.....362

１．プロジェクトの概要

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯は恵那山地から知多半島に至る総延長 100km を超える長大な活断層帯であり、これを構成する各断層は互いに近接し、震源断層シナリオを描くことが難しい。周辺には名古屋市を初めとする人口集中地域や豊田市を初めとする産業集中地域もあり、地震対策の重要度が高まっている。

従前の長期評価において、恵那山－猿投山北断層帯はＡ＊ランク、屏風山断層帯及び加木屋断層帯はＡランク、猿投－高浜断層帯はＺランク、赤河断層帯はＸランクとされているが、これらの長期評価については次に挙げるいくつかの課題が存在する。活動履歴や断層構造に関するデータは極めて乏しい。既存の活断層地図には相違があり、活断層相互の連続性は明確でない。特に恵那山断層と猿投山北断層について一括活動モデルのみを想定しているがその妥当性は再検討を要する。屏風山断層帯については活動履歴が不明な状態にあり、既存活断層地図の相違が大きい。猿投－高浜断層帯北部についても１地点で認められた活動時期を最新活動と見なし、一括活動モデルのみを想定している。これらは調査データを充実させて再検討する必要があり、また不確実性のある中での評価のあり方や情報提供についても検討を要する。

本プロジェクトは、同断層帯北部の恵那山－猿投山北断層帯と屏風山断層帯及び猿投－高浜断層帯北部を対象として、活断層長期評価並びに強震動評価をより信頼性と説明性の高いものとするため、（１）断層の詳細な位置・形状、活動性に関する変動地形調査、（２）トレンチによる活動履歴調査、（３）地下構造探査を実施し、震源断層シナリオを総合的に再検討する。その際、力学的な観点からの構成断層区分と連動性についても考慮し、また、公開可能な活断層データベースとして取り纏める。さらに防災対策立案に寄与すべく、（４）既存データの収集と微動探査、地震観測により地盤構造モデルを詳細化し、断層近傍の強震動も再現できる最新手法により強震動予測を行い、地域社会へ提供できるようにする。また、活断層評価や強震動予測の防災活用のあり方が課題となっていることを念頭に、（５）予測情報が不確実性を有することに配慮した、適切な情報発信・リスクコミュニケーションのあり方を地域社会と協働して取り纏める。

以上により、長期評価の観点としては、断層分布が複雑で活動区間の想定が容易でない地域における活断層評価手法及び強震動評価手法の提案を目指す。また、活断層調査から得られる情報の質・量と予測の不確実性についても丁寧に情報提供し、適切な防災意識啓発につなげることを目指す。そのためには地元自治体の防災担当者にも参画を求める必要があり、名古屋大学減災連携研究センター、清流の国ぎふ防災・減災センター、あいち・なごや強靱化共創センター及び活断層自治体連携会議の仕組みを積極的に活用する。

これらの課題を解決すべく、以下に示す５つのサブテーマの調査観測研究を実施した。

○サブテーマ１：震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

複雑な分布パターンを呈する屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯について、震源断層の活動区間を如何に想定すべきかが地震発生予測にとって重要である。これを検討するため、変動地形的手法および試掘調査・極浅層探査を併用して、活断層トレースの詳細な位置・形状と、地点ごとの上下および横ずれ変位量の分布を定量的に解析してデータベース化する。最終的に断層トレースの連続性、末端形状、変位量分布、およびサブテーマ２と３の結果を総合して、①想定すべき活動区間、②スリップレート、③強震動推定の際のアスペリティの位置、④断層の地下形状等を、信頼度やデータ充足度を検証可能な形で設定できるようにするためのデータベースを整備する。

○サブテーマ２：地震発生予測のための活動履歴調査

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の複数地点において活動履歴調査を行い、それぞれの断層帯の構成断層を明確にする。恵那山－猿投山北断層帯については、一括に活動した評価が現在公表されているが、恵那山断層と猿投山北断層が別々に活動した可能性があるため、両区間においてトレンチ調査を実施して最新活動時期と平均活動間隔に関する情報を取得し、活動履歴に基づく構成断層の検討を行う。また、トレンチ調査の結果から、過去の断層活動時におけるずれ量に関する情報を取得し、地震規模推定の検討を行う。

○サブテーマ３：断層の三次元地下形状把握のための調査観測

主に物理探査手法を用いることにより活断層長期評価の向上に資する調査を実施する。具体的には、恵那山－猿投山北断層帯の西半部と東半部の境界付近における複数の断層、ならびに屏風山断層及び猿投山北断層との境界における断層の連続性を把握する。また、猿投山北断層、猿投－境川断層、恵那山断層の地下の三次元的形状を明らかにする。これらの結果を、構成断層の妥当性や活動区間の検討、強震動の予測精度の高度化につなげる。

○サブテーマ４：断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査

強震動による被害が予測される震源断層ごく近傍及び周辺の大都市域を対象として、SIP の成果に基づいて構築された強震動評価のための広域地盤モデル（浅部・深部統合地盤モデル）の修正版を構築するとともに、地表断層及び地震発生層より浅い震源断層のモデル化手法を確立する。サブテーマ１～３の成果に基づいて、当該断層における活動区間などに関する不確実さを考慮した多様な震源モデルを構築し、修正した地下構造モデルを用いて地表変位を含む高精度な面的な強震動予測計算結果を平均値だけでなく幅を含めて提示する。

○サブテーマ５：不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究

活断層調査に基づく地震発生の長期評価は、一般に地震の発生頻度が非常に低く、観

測・調査で得られる知見が量・質ともに限られるために大きな不確実性を有する。長期評価やそれに基づく地震動予測地図は一般社会に対する地震リスク情報として公開されているが、その信頼性、分かり易さ、活用方法等について多くの問題が指摘されている（e.g., Geller, 2011, Nature)。本サブテーマでは、現状行われている情報発信の内容や方法について、科学的な妥当性、防災行政における情報の理解と活用、情報の受け手である地元住民の受け止め等の多様な視点から地震ハザード情報の発信における問題点を整理し、ハザード情報のより良い発信のあり方およびハザード情報活用の方向性を見出すことを目標とする。また当該断層が位置する岐阜県においては地域研究会を組織し、当該断層に関する地震関連情報のあり方について自治体や市民と双方向の議論を行い、本プロジェクトの成果に反映させる。

２．業務の実施体制

この重点的調査観測は、国立大学法人東海国立大学機構、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立研究開発法人防災科学技術研究所の３機関が協力体制を構築し、関係する研究機関（者）の参加・協力を得て実施する。調査観測代表機関は、国立大学法人東海国立大学機構（研究代表者：鈴木康弘）とする。

調査観測項目	担当機関	担当者
研究代表者	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	鈴木　康弘
震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析（サブテーマ１）	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	鈴木　康弘
	同	松多　信尚
	同	杉戸　信彦
	学校法人　東洋大学	渡辺　満久
	国立大学法人　東京大学地震研究所	石山　達也
	国立大学法人　広島大学	後藤　秀昭
	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	木村　ひなた※２
	同	三島　麟太郎※２
	国立大学法人　広島大学大学院人間社会科学研究科	山中　蛍※５
	国立大学法人　広島大学文学部	牧田　智大※５
	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	山下　日和※５
地震発生予測のための活動履歴調査（サブテーマ２）	国立研究開発法人産業技術総合研究所	吾妻　崇
	同	重松　紀生
	同	中島　礼
	国立大学法人富山大学	安江　健一
	同	立石　良
	国立大学法人信州大学	廣内　大助
断層の三次元地下形状把握のための調査観測（サブテーマ３）	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	渡辺　俊樹
	同	山岡　耕春
	同	田所　敬一
	同	市原　寛
断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査（サブテーマ４）	国立研究開発法人防災科学技術研究所	藤原　広行
	同	森川　信之
	同	先名　重樹
	同	前田　宣浩
	同	岩城　麻子
不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究（サブテーマ５）	国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター	鷺谷　威
	同	光井　能麻※２
	同	橋冨　彰吾※５
	同	甘　　佩鑫※２
	同	白　　阿栄※３

	国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学工学部	能島　暢呂
	国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学流域圏科学研究センター	久世　益充
	国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学大学院自然科学技術研究科	秋田　祐輔※２
	同	横山　太郎※１
	同	白井　拓己※１
	同	加藤　有人※５
	同	加藤　圭悟※４
	国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学大学院工学研究科	髙橋　幸宏※５
	関西大学社会安全学部	林　能成
	公益財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所	木股　文昭

※１　令和２年度

※２　令和２～３年度の期間

※３　令和３年度

※４　令和３～４年度の期間

※５　令和４年度

３．研究報告

３．１　震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	教授	鈴木　康弘
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	客員教授	松多　信尚
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学	客員教授	杉戸　信彦
学校法人　東洋大学	教授	渡辺　満久
国立大学法人　東京大学地震研究所	准教授	石山　達也
国立大学法人　広島大学	准教授	後藤　秀昭
国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学大学院	技術補佐員	山下　日和
国立大学法人　広島大学大学院	技術補佐員	山中　蛍
国立大学法人　広島大学文学部	技術補佐員	牧田　智大

(c) 業務の目的

複雑な分布パターンを呈する屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯について、震源断層の活動区間を如何に想定すべきかが地震発生予測にとって重要である。これを検討するため、変動地形的手法及び試掘調査等を併用して、活断層トレースの詳細な位置・形状と、地点ごとの上下及び横ずれ変位量の分布を定量的に解析してデータベース化する。最終的に断層トレースの連続性、末端・分岐形状、変位量分布、及びサブテーマ２と３の結果を総合解析し、①想定すべき活動区間、②スリップレート、③強震動推定の際のアスペリティの位置、④断層の地下形状等を、信頼度やデータ充足度を検証可能な形で設定できるようにするためのデータベースを整備し、震源断層シナリオを総合的に再検討する。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

活断層認定の確度を上げるため、令和２年度は LiDAR 計測と航空写真測量を実施し、高度な解析を行えるデータを整備した。また、変動地形検討の概査を行い、解明すべき具体的課題を確認した。またサブテーマ１は「総合解析」を担うことから、開始当初から全体会議を企画・実施し、問題意識および情報の共有を行った。実施項目は以下の a.～d.の４項目である。

a. LiDAR 計測及び空中写真測量による高解像度 DEM の作成

既存の LiDAR DEM 整備状況や植生・地形特性を考慮して計測計画を定め、LiDAR 計測と空中写真測量により断層変位地形を詳細に表現できる高解像度 DEM

を整備した。

b. 変動地形学的手法による活断層認定

空中写真判読と高解像度 DEM 解析により活断層トレースの位置・形状を精査し、既存の活断層地図における不一致を分析した。

c. 断層変位量分布の検討

主に南部地域（猿投山北断層及び猿投－高浜断層帯北部）を対象に、詳細標高 DEM を用いて断層変位量計測を行い、変位量の分布を検討した。

d. 総合検討のための全体会議の企画・実施

サブテーマ２と３と連携して震源断層シナリオを絞り込むための重点調査地点を検討した。

2) 令和３年度：

a. 断層トレースの精査

昨年度整備した LiDAR 計測による高解像度 DEM と、１万分の１の航空写真データベースを用いて変動地形学的調査を実施し、活断層の位置・形状を精査した。これにより詳細な断層トレース図を作成した。当該地域において既に公表されている国土地理院及び岐阜県の活断層図を改訂すべき箇所について精査し、その理由を取りまとめた。

b. 累積変位量の計測（精査）

昨年の概査データに加え、上述の断層トレースの見直しに伴い、新たに高解像度 DEM から地形断面図を作成し、断層変位量計測を行った。この結果が断層トレースの判断材料にもなった。

c. 地形面の堆積物調査

断層トレース沿いの概査において、自然露頭で地形面の堆積物を観察し、その風化程度により高位面、中位面、低位面等、地形面編年の大枠を把握することができた。これにより平均変位速度の算出に必要な地形面編年の基礎資料が得られた。

d. 変動地形データベースの整備

活断層評価のための変動地形データのデータベース化を進めるため、サーバー上にデータアーカイブするためのプロトタイプモデルを構築した。

3) 令和４年度：

a. 断層トレース・変位量分布の確定

航空写真および高解像度 DEM の判読を再度実施し、変動地形および現地調査結果を踏まえて、活断層の詳細トレース図・累積変位量分布図を完成させた。

b. スリップレートの解明

ピット調査と群列ボーリングを実施し、採取された堆積物について年代測定と火

山灰分析を実施した。断層沿いに分布する地形面の編年を行って累積変位量からスリップレート（平均変位速度）を推定し、その分布形状を検討した。

c. 起震断層区分案（震源断層シナリオ）の作成

断層トレースの連続性、スリップレート分布から震源断層シナリオを検討した。

d. 変動地形データベースの整備

変動地形および堆積物等の情報は今後も各種調査により更新される可能性があるため、本調査で得られた変動地形データベースを電子情報化してアーカイブした。

e. 総合解析

最終年度の総合解析として、サブテーマ２、３の成果を総合して震源断層シナリオを議論した。その結果をサブテーマ４の取り組みに反映させた。さらにサブテーマ５に対して情報提供し、防災情報の提供のあり方を検討した。

⑵ 令和２～４年度の成果

令和２年度に整備した高解像度 DEM や写真測量結果や、令和３年度に実施した断層トレースの検討結果を受け、令和４年度には活断層長期評価に必要な変位基準地形面の年代決定のための調査とそれに基づく活動性評価を行った。研究計画がこのような構造のため、令和４年度の成果のみを独立させて記述させるのではなく、三ヶ年分をまとめて以下に記載する。

(a) 業務の要約

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯は、相互に近接する複雑な分布パターンを呈し、震源断層としての活動区間を如何に想定すべきかが地震発生予測にとって大きな課題である。既往の活断層図（岡田・他,2017、鈴木・他,2004、宮内・他,2017、鈴木・杉戸,2010）には相違があり、活断層の長さや連続性に関する評価が定まっていない。累積変位量やスリップレートのデータも乏しい。こうした問題を解決するため、令和２年度は主に LiDAR 計測による高解像度 DEM の整備と、断層帯全体の地形概査、一部地域における横ずれ地形の計測等を実施した。令和３年度はコロナの感染防止に留意しつつ現地地形調査を集中的に実施した。地形断面計測を行い、活断層トレース認定の精度を高めた。また自然露頭調査を実施し、変動地形データベースの設計を開始した。令和４年度は変位基準の年代推定のためのピット調査と、比較的新しい地形面の変形を解明するための群列ボーリングを実施し、ａ．断層トレース・変位量分布の確定、ｂ．スリップレートの解明、ｃ．震源断層シナリオの作成、ｄ．変動地形データベースの整備を実施した。さらに他のサブグループの成果も踏まえて、ｅ．総合解析、を実施し、地震発生長期評価に資するデータを整備した。

(b) 業務の実施方法

前年度までの成果をふまえた令和４年度の具体的な調査実施方法は以下の通りである。

a. 断層トレース・変位量分布の確定

令和３年度までに検討した断層トレース図の内容を再確認するとともに、令和４年度は地形面に現れている確実な変位地形の存在を現地調査により確認した。その上で地形断面図を全域にわたり作成し、鉛直変位量を計測した。また、ピット調査により地形面の形成年代を明らかにし、さらに最新活動時期を考察できる比較的新しい地形面の変形を見出して群列ボーリング調査を実施した。

b. スリップレートの解明

ピット調査により堆積物を採取し、年代測定と火山灰分析を令和４年度に実施した。これにより地形面の編年を行い、断層トレース沿いに分布する地形面分類図を作成した。鉛直変位量をここで決定された地形面の形成年代で除することにより、地点ごとの鉛直方向のスリップレートを解明した。これをグラフ化することで、鉛直スリップレートの地域差を検討した。

さらに令和４年度において、完新世の地形面に撓曲が認められる２地点で群列ボーリングを実施して、地層の年代と変形状況を明らかにした。

横ずれ量の分布を明らかにすることで、鉛直変位のみでスリップレートを見積もるべきでない地域の存在を確認し、ネットスリップレートの評価方法を考察した。

c. 震源断層シナリオの作成

令和４年度は３ヶ年の検討結果を総合して、変動地形学的調査結果により活断層のグルーピングを行い、さらにトレンチ調査結果や地下探査等、他のサブグループの成果も考慮して震源断層シナリオを検討した。

d. 変動地形データベースの整備

こうした調査結果は今後も新たな観察事実が得られた際に再解析を行う必要がある。そのため数値地理情報の散逸を防ぐため、令和３年度に作成したプロトタイプを運用し、令和４年度にデータベースを整備した。

e. 総合解析

上記の震源断層シナリオに基づいて、当該断層の過去の活動を取り纏め、活断層長期評価に資するデータとして取り纏めた。

(c) 業務の成果

本サブテーマの成果とサブテーマ２及びサブテーマ３の成果をもとに総合解析を実施し、本事業の成果は上記の実施方法の順にまとめる。ただし、「c. 震源断層シナリオの作成」については「e. 総合解析」の中で述べる。

1) 断層トレース・変位量分布の確定

a)河成段丘面区分

本研究では、高解像度 DEM に基づくアナグリフ画像、国土地理院 70 年代撮影の縮尺約 1 万分の 1 空中写真、米軍撮影の空中写真などを用いて地形判読を実施した。その結果、研究対象地域には複数の河成段丘面が分布しており、これらを変位させる活断層の分布や特性を認定することができた。

研究対象地域に分布する河成段丘面を、現河床との比高や開析の程度などをもとに、H 面・M 面・L 面に大別した（図 1）。さらに、それぞれが細分できる場合は、高位のものから HⅠ面・HⅡ面、MⅠ面・MⅡ面、LⅠ面・LⅡ面・LⅢ面群とした。LⅢ面群と現河床との比高は、数 m 程度以下と小さいことが多い。なお、M 面や L 面が細分できない一部の地域においては、それらの段丘面をとりあえず MⅠ面・LⅠ面と表記している場合があるが、これらはそれぞれ、MⅡ面・LⅡ面である可能性も残された。

HⅡ面、MⅠ面・MⅡ面、LⅢ面群については、面を覆うテフラ層序や段丘面構成層中から得られた ^{14}C 年代測定値をもとに編年した。これらの調査地点は、図 1 に示したが、詳細な位置については、各章での記載を参考にされたい。検討の結果、HⅡ面は約 200 ka、MⅠ面は約 100 ka、MⅡ面は約 60 ka、LⅠ面より下位の段丘面は MIS 2 以降に形成されている可能性が高いことが判明した。なお、ka は千年前を示し、MIS 番号は海洋酸素同位体ステージ番号（偶数が寒冷期、奇数が温暖期）である。LⅢ面群は、現河床との比高が小さい完新世段丘面であり、東野や柿野の LⅢ面は、約 1000 年・約 2000 年前に形成されたことがわかった。これらの編年結果については、「2)スリップレートと最新活動時期」において詳しく述べる。なお、地形面分類作業は国際航業株式会社、地層掘削作業は、日本公営都市空間株式会社に発注した。断層変位および活断層トレースの認定は、調査担当者の合議により実施された。

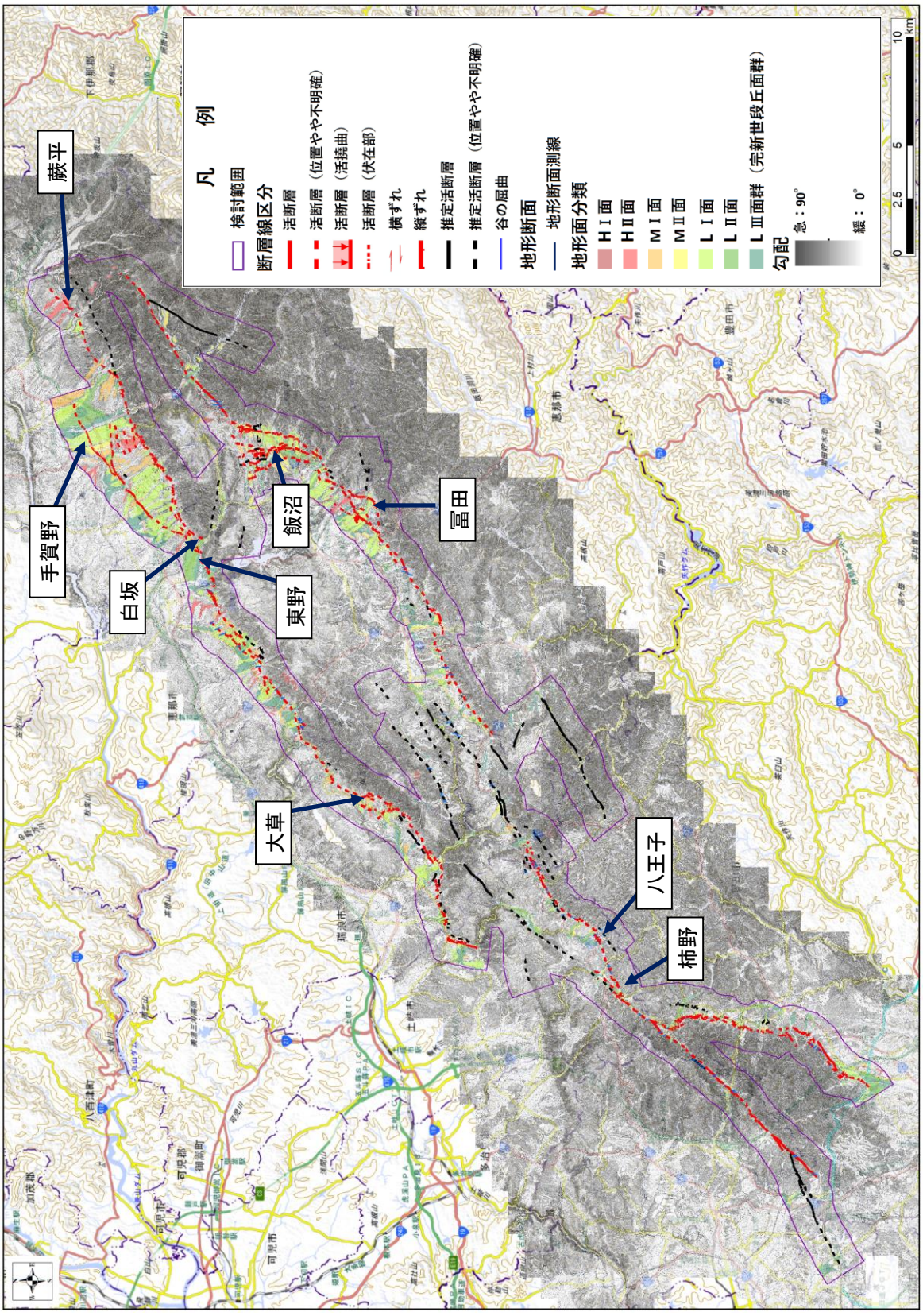


図１　地形面分類と活断層の概要および露頭・ピット調査位置（青矢印）

凡例内の勾配データは令和 2 年度に整備した LiDAR データによる。

b) 屏風山断層の変動地形

b-1) 中津川周辺

中津川盆地を北西方向に流下する温川（ぬるま）・湯舟沢川（ゆぶねさわ）左岸以西には、新旧の河成段丘面を変形・変位させる北向きの撓曲崖・低断層崖が東北東～北東走向で断続的に分布する（図 2）。断層トレースは、いわゆる屏風山断層崖基部に分布する蕨平断層・屏風山断層と、盆地（北西）側に分布する手賀野断層に大別される。これらの断層に沿っては、横ずれ変位を直接示唆する地形は認められず、南東傾斜の逆断層とする従来の見解（宮内ほか, 2017）と整合的である。

手賀野断層は、断層北東端部では屏風山断層の約 2 km 北西側に分布するのに対し、南西端部では屏風山断層に収斂する。手賀野断層の北東端部については、国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017）及び鈴木・杉戸(2010)では中津川左岸に分布する低位段丘面を変位させるとする一方、東郷・池田（2002）は中津川右岸に分布する段丘面まで延びるとした。本研究による地形判読は東郷・池田（2002）の見解を支持し、中津川右岸の ＬＩ面に北向きの低断層崖（位置不明瞭）が存在すると推定され、上下変位量は約 2.5 m である（図 3 の測線 7)。一方、これより東に分布する上位の ＭＩ面には変位は認められず（図 3 の 測線 6)、断層はこれより東には延びないものと推定される。

北に流下する中津川左岸では、ＬＩ・ＭⅡ面上にそれぞれ比高約 2 m・7 m の北向き撓曲崖・低断層崖が分布する（図 3、4 の 測線 8、9)。これらの崖線は湾曲しており、地表近傍では断層面が低角であることを示唆する。また、低断層崖より南の段丘面は上に凸のふくらみを伴い、背斜状変形を受けていると考えられる。撓曲崖・低断層崖で表される断層トレースは、中津川 IC 付近で北東～東西走向・北向きの撓曲崖・低断層崖に収斂する（図 2)。この断層線は、国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017）では推定活断層として記載されていたが、今回米軍撮影の約 1 万分の 1 空中写真を判読した結果、新旧の段丘面を変形・変位させる低断層崖を伴うことが明らかとなった。ただし、これらの多くは著しい人工改変を受けているため、上下変位量の推定は行わなかった。また、中津川左岸に位置する小向地区では、手賀野断層と屏風山断層の間に分布する ＭＩ・ＨⅡ面上に、北側低下の短い活断層トレース（位置不明瞭）が 3 条分布しており、ＨⅡの上下変位量はそれぞれ 18 m、1.5 m、8 m である（図 3 の測線３、４)。これらのうち最も北側のトレースは中津川左岸沿いに分布する ＬＩ面をも変位させており、上下変位量は 7 m である（図 3 の 測線 2)。

手賀野断層の２条の断層線が収斂する深沢地区では、新旧の地形面に累積的な上下落差を伴う変動崖が認められる。土岐砂礫層で構成される丘陵頂部に発達する ＨⅡ面を上下に変位させる低断層崖が発達し、上下変位量は約 22 m と推定される（図 4 の 測線 10)。これより南西側には、ＬＩ・ＭＩ面を上下に変位させる低断層崖・撓曲崖がほぼ連続的に分布し、上下変位量はそれぞれ約 4 m、8.5m と推定される（図 4 の 測線 11、

12)。更に西側では走向を北東に変え白坂地区まで活断層（位置不明瞭、赤破線）が分布する。白坂地区では、ＬＩに約 5 m の上下落差が認められる（図 4 の 測線 15)。

屏風山断層・蕨平断層については、断層トレースの位置は既存の断層図と大局的に一致し、一般に北～北西向きの低断層崖で表現される。ただし、国土地理院の活断層図（岡田ほか, 2017）において屏風山断層崖基部に推定されていた活断層（位置不明瞭）（落合川～四ツ目川の区間）については、新期の変位地形が認められないことから、ここでは推定活断層（位置不明瞭、黒破線）とした（図 2)。一方、屏風山断層崖前縁に分布する土岐砂礫層からなる丘陵部には、蕨平断層から連続する高度不連続が認められることから、これらを一連の活断層（丘陵部は位置不明瞭）と認定した。中津川以西では屏風山断層崖の基部に位置が確実な低断層崖が多く認められ、ＭＩ面に約 18 m の上下落差が認められる（図 3 の測線 5)。また、東野地区では、飯沼川右岸に分布するＬⅡ面上には河川の流下方向と直交する低断層崖が存在し、上下変位量は約５m である（図 4 の測線 16)。また、飯沼川沿いに局所的に分布するＬⅢ面には上下変位量は約 2 m の低断層崖が存在する（図 4 の測線面 17)。このような極新期低断層崖は、比較的最近の断層活動を示唆する。

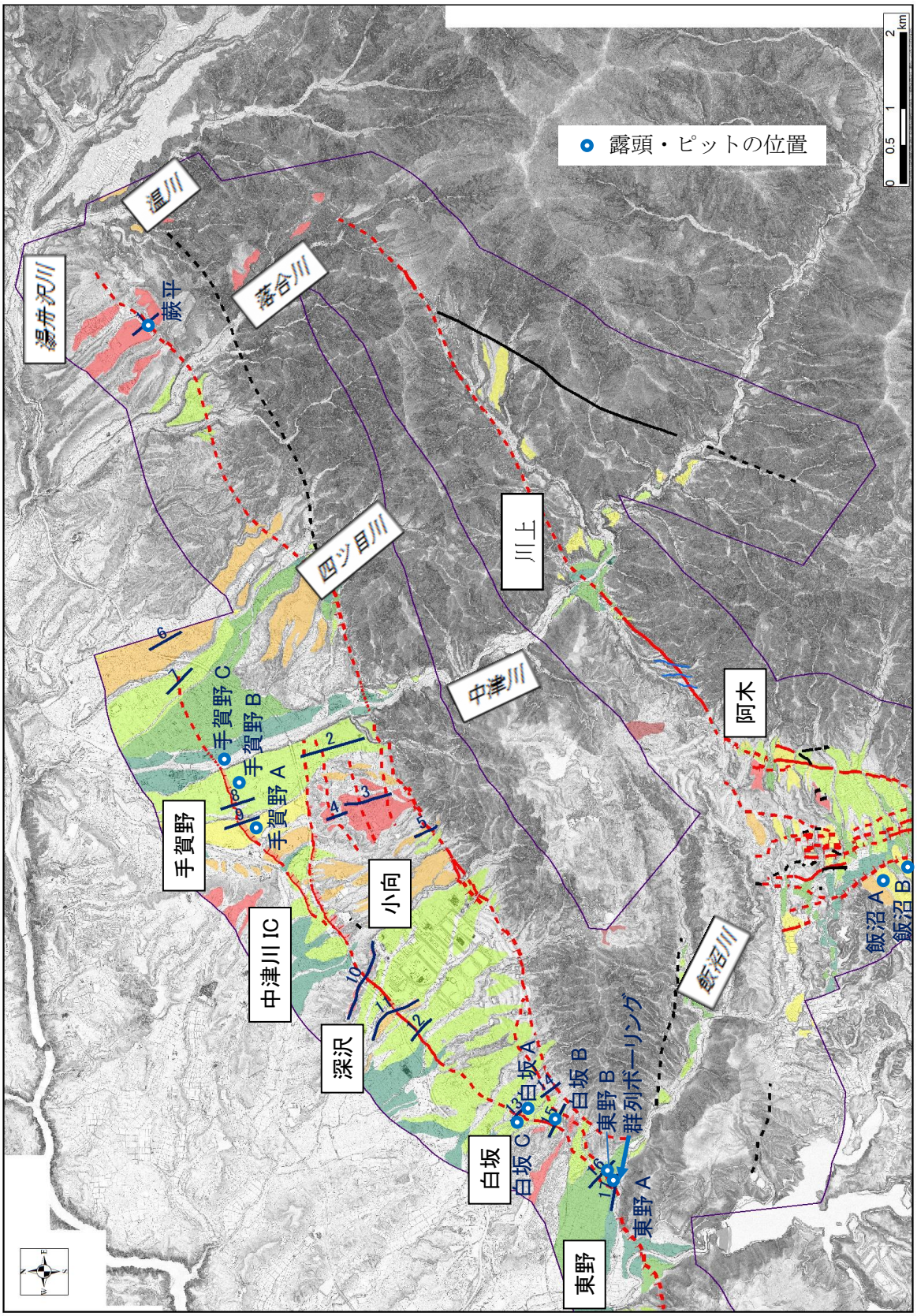


図 2　中津川市～恵那市東部の断層線図（凡例は図 1 を参照）

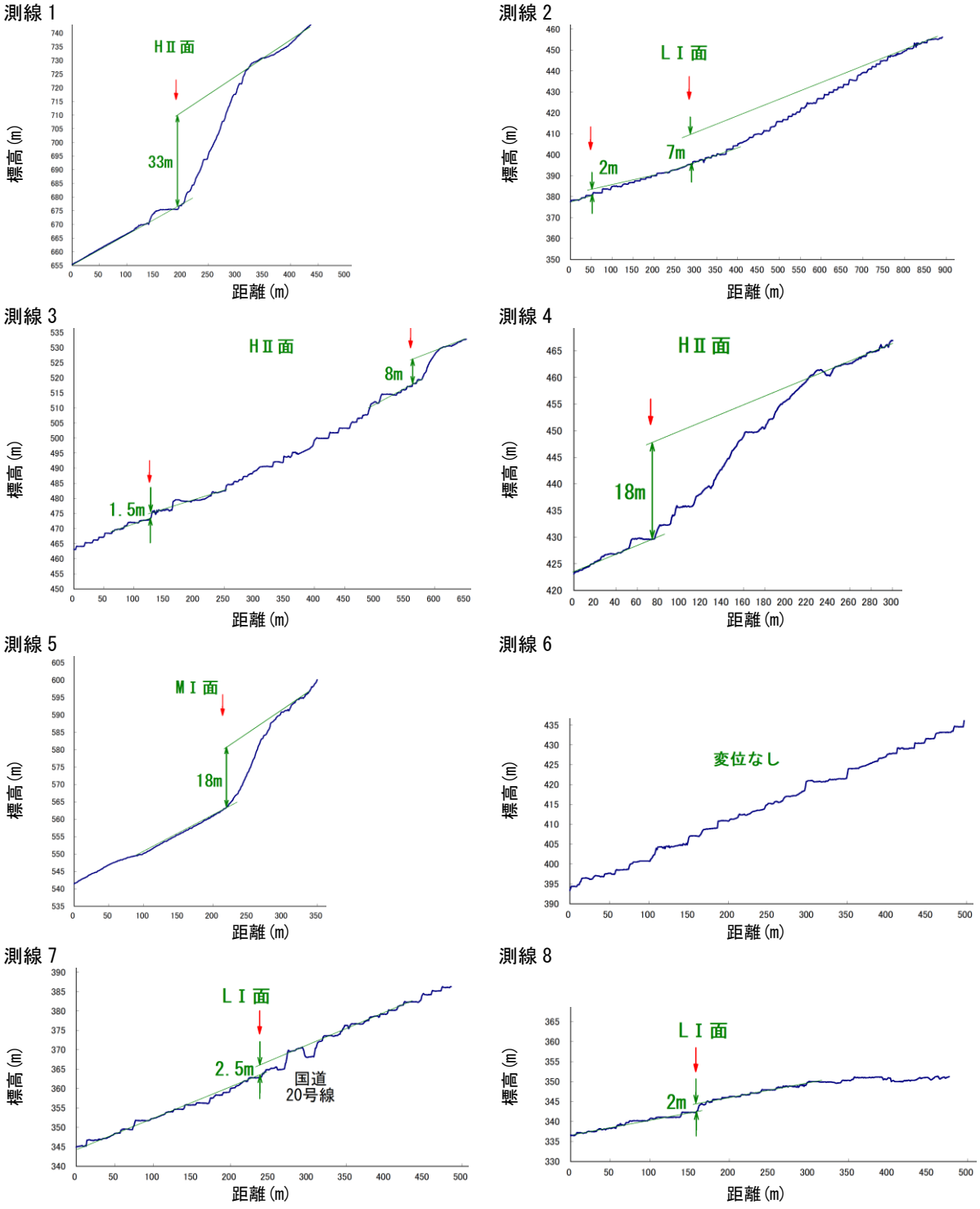


図３　中津川市～恵那市東部の地形断面図（その 1）

地形断面の位置は図 2 に示す。断面図の向きは、東方が右、西方が左である。（以下同様）

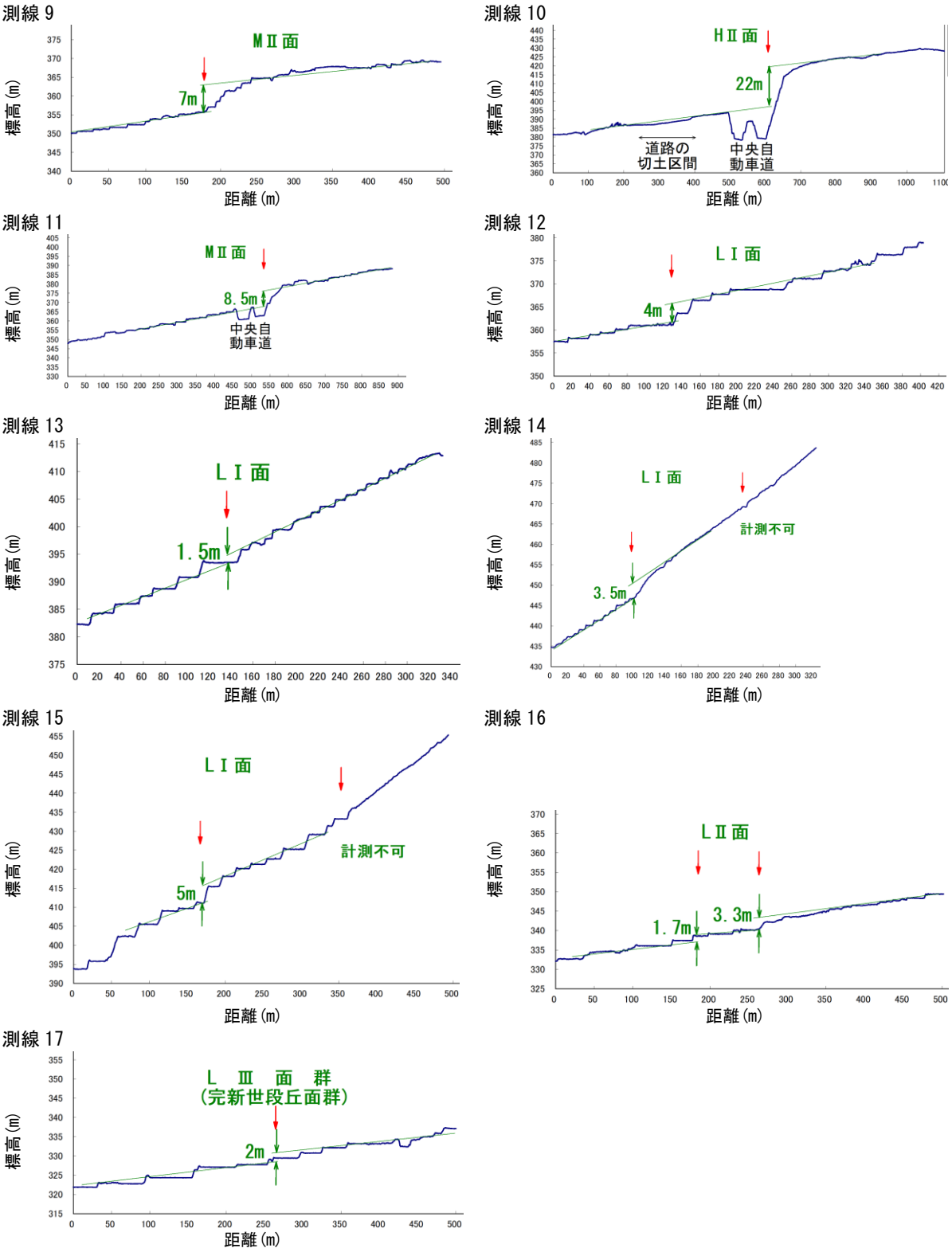


図 4　中津川市～恵那市東部の地形断面図（その 2）

地形断面の位置は図 2 に示す。

b-2) 恵那周辺

阿木川付近から三郷町佐々良木までは、屏風山の山麓に分布する第四紀後期の地形面に断層変位地形が確認できる。横ずれを示す地形的証拠は一部で確認できた。鈴木・杉戸（2010）や宮内ほか（2017）では概ね直線的な活断層トレースが山麓線に沿って表示されているが、本研究では山麓の段丘面の変位・変形をより重視し、山麓線より北西の地形面上に湾曲して分散した活断層トレースを認定した。

測線 18～測線 19 付近（長島町正家）では、山麓線から約 100 m 北に離れた位置に、L I 面を変位させる北東–南西走向で北西落ちと南東落ちを示す 2 条の活断層を確認した（図 5）。L I 面の鉛直変位量は、北西落ち（山地側の隆起）で約 2.5 m、南東落ち（山地側の沈降）で約 0.5 m であり、全体として山地側が約 2 m 相対的に隆起していると考えられる。いずれのトレースでも開析谷に右横ずれが見られる（図 5 ,横ずれの凡例は図 1 に示されている）。この変位地形の北東にあたる阿木川の谷口周辺には、LII 面上の一部に変位地形の可能性のある低崖がある。

測線 18～測線 19 付近（長島町正家）に見られた断層変位地形のうち、北西落ちのトレースの南西延長では、扇状地起源の段丘面を横切って三郷町野井付近まで連続して確認できる（図 5）。鉛直変位量は、HII 面で約 3.5 m（図 6：測線 20）、約 4 m（図 6：測線 21）、MI 面で約 5m（図 6：測線 22）、約 3m（図 7：測線 26）、約 4m（図 7：測線 27）、LI 面で約 1m（図 6：測線 23）、約 2 m（図 6：測線 24）、約 2 m（図 6：測線 25）である。MI 面と LI 面では、変位量が累積的とみることができるが、HII 面と MI 面は大差がない。このトレースの北、約 300mにも、扇状地起源の段丘面を横切って延びる変位地形が確認でき、一部で段丘開析谷に右横ずれが認められる。LI 面の鉛直変位量は、約 1m（図 6：測線 23）、約 2.5m（図 7：測線 26）、約 2m（図 7：測線 27）、約 1.6m（図 7：測線 28）である。一方、測線 22 から測線 28 付近の山麓にある山地斜面と堆積面との傾斜変換線は直線状を成すものの、地形面に明確な変位が確認できず、地滑りの滑落崖の可能性もあり、推定活断層とした（黒破線、図 5）。

土岐川左岸（三郷町野井）から佐々良木川左岸（三郷町佐々良木）の山麓付近は、地形面に明確な変位が確認できないが、傾斜変換線の連続から考えて活断層が延びているものと思われる（図 5）。この活断層の南西端付近には、右屈曲と解される河谷が複数、認められる。土岐川左岸から測線 31 付近では、LI 面、LII 面を変位させる北落ちの撓曲崖が東北東–西南西方向に延びる（図 5）。LI 面の鉛直変位量は、約 2 m（図 7：測線 29）、約 1.5m（図 7：測線 30）、約 2 m（図 7：測線 31）である。

測線 32 付近（三郷町佐々良木）から西の山麓の傾斜変換線は明瞭で、その北東延長上の LI 面では断層変位が確認できるため、この山麓線に沿って活断層が延びていると考えられる（図 5）。LI 面の鉛直変位量は、約 2 m（図 7：測線 32）である。

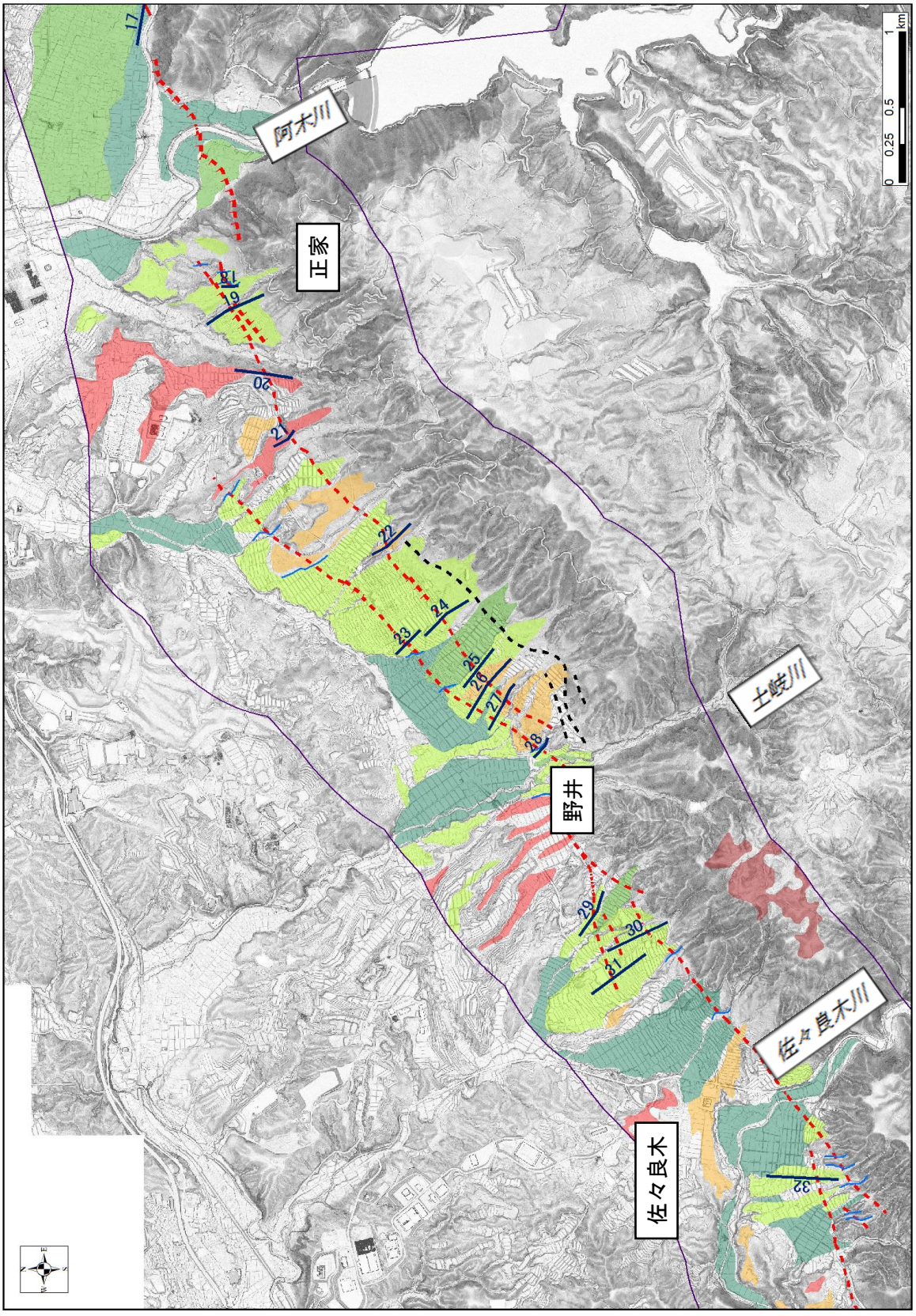


図 5　恵那周辺の断層線図（凡例は図 1 を参照）

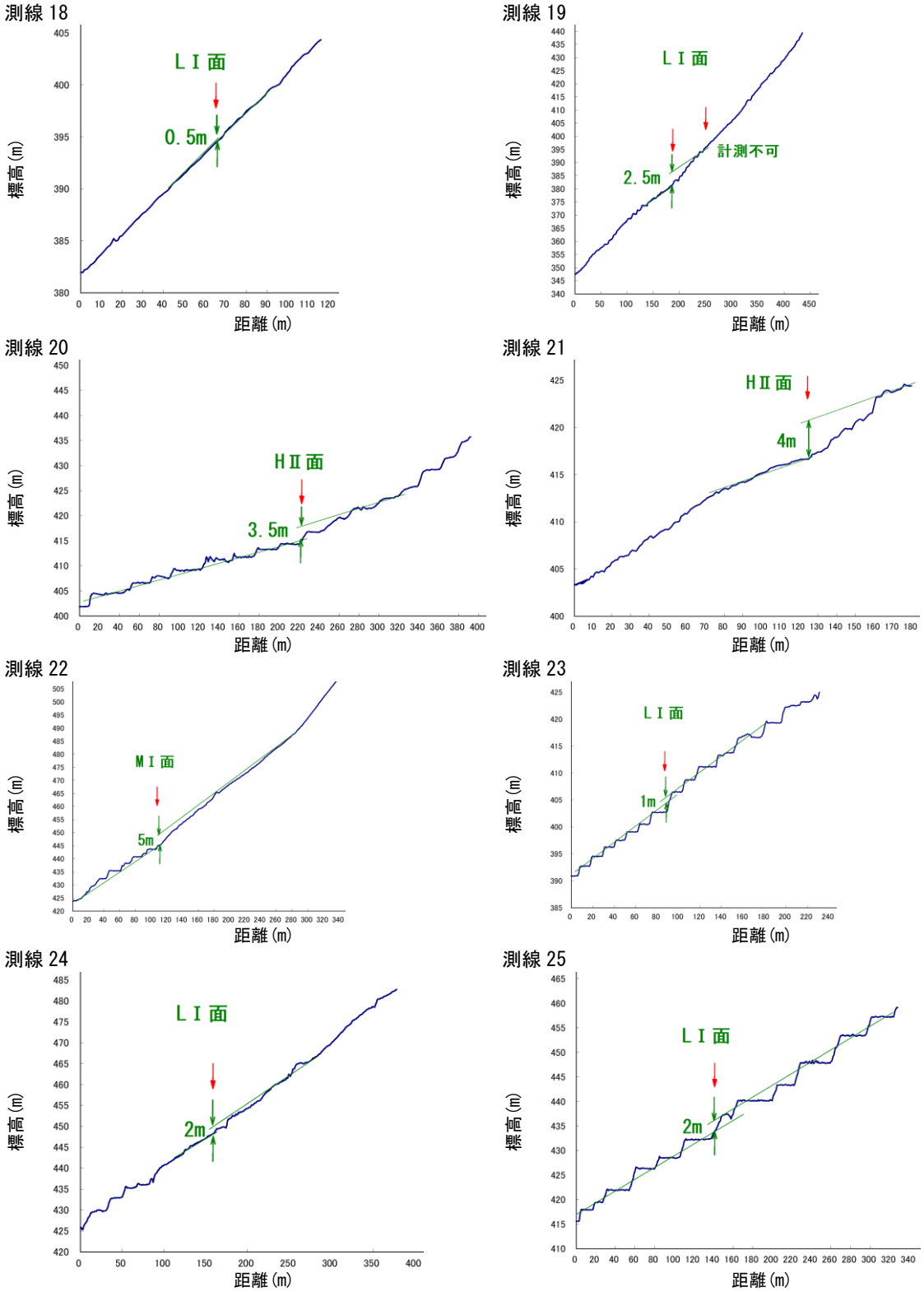


図 6　恵那周辺の地形断面図

地形断面の位置は図 5 に示す。

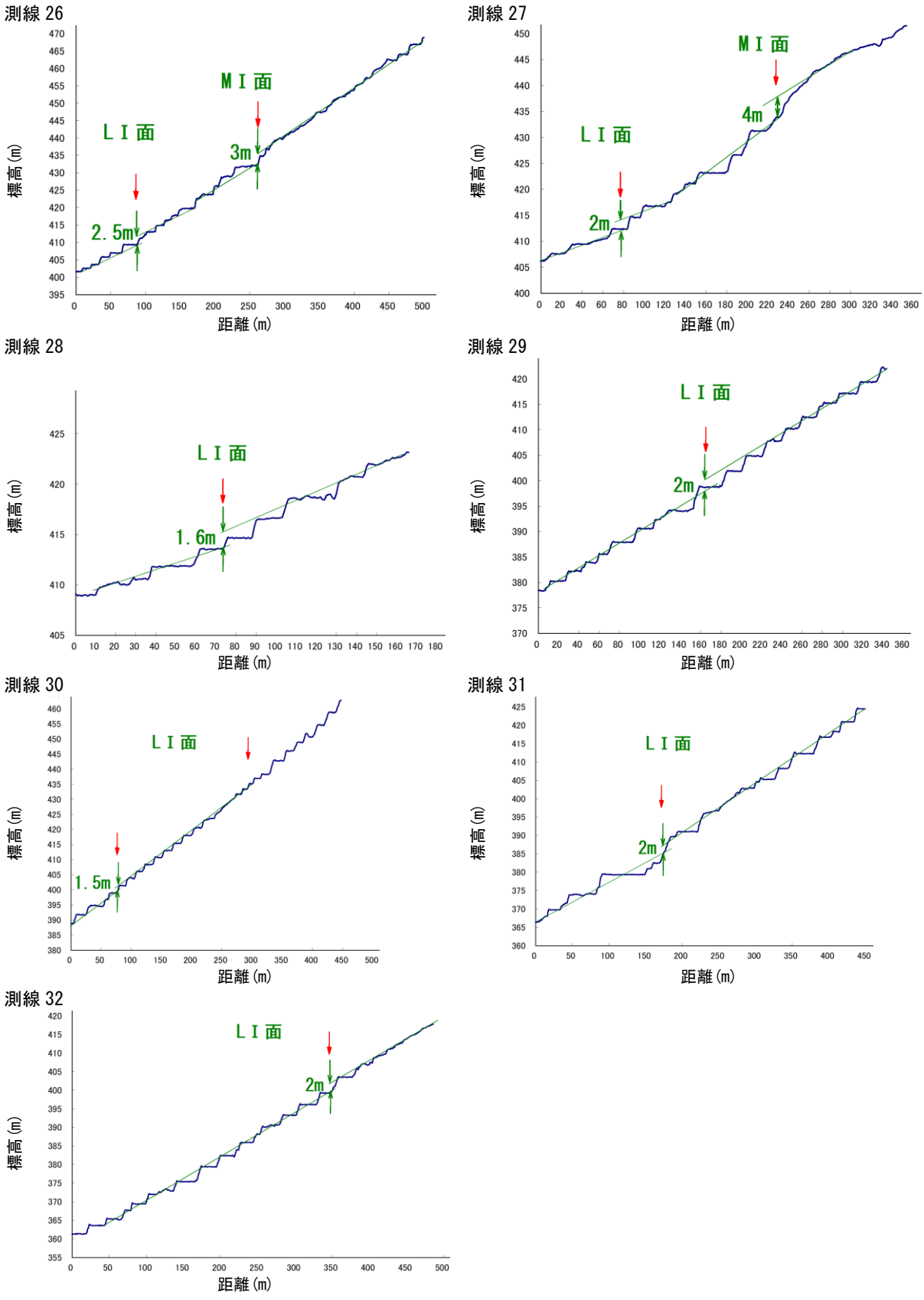


図 7　恵那周辺の地形断面図　地形断面の位置は図 5 に示す。

b-3) 瑞浪東部

山地の北西～西縁付近に高度不連続がほぼ連続して認められ、北西～西落ちの低断層崖や撓曲崖が断続的に認定される（図 8）。鈴木・杉戸（2010）には活断層・推定活断層は表示されていなかった。宮内ほか（2017）には概ね直線的な活断層トレースが表示されているが、山麓の傾斜変換線や低断層崖などの分布をもとに検討すると、トレースは全体として必ずしも直線的ではなく、とくに大草付近以南は屈曲に富むトレースとして認定される。横ずれを示す地形的証拠は認められない。

神徳付近においては、ＭＩ面に約 1m の上下落差が認められる（図 9 の測線 33）。大草付近においては、左ステップする形で２条の活断層トレースが認定される。これらのうち西側のトレースにおいては、ＭＩ面に約 2 m の上下落差が認められ、すぐ南方のＬＩ面には変位は認められない（図 9 の測線 34・35）。東側のトレースにおいては、ＭＩ面に約１ｍの上下落差が認められ、すぐ南方のＬＩ面には約１ｍの上下落差が認められる（図 9 の測線 34・35）。東側のトレースに関しては、測線 34 やや北方のため池北岸付近において断層露頭が確認され（岐阜県，2001）、宮内ほか（2017）はこれを活断層露頭として表示している。大牧付近においては、ＭＩ面に約 5 m の上下落差が認められる（図 9 の測線 37）。大牧付近には、北西－南東～南北方向に延びる南西～西落ちの活断層トレースが、山地西縁付近のやや西方に認められる。ここではＭＩ面に約６ｍの上下落差が認められるが（図 9 の測線 36）、低下側の地形面がＬＩ面に区分されることから、ＭＩ面の上下落差はさらに大きいと推定される。

大草付近には、南北方向に延びる東落ちの活断層トレースが、山地西縁付近のやや西方に認められるが、山地西縁付近に分布する活断層との関係は不明である。

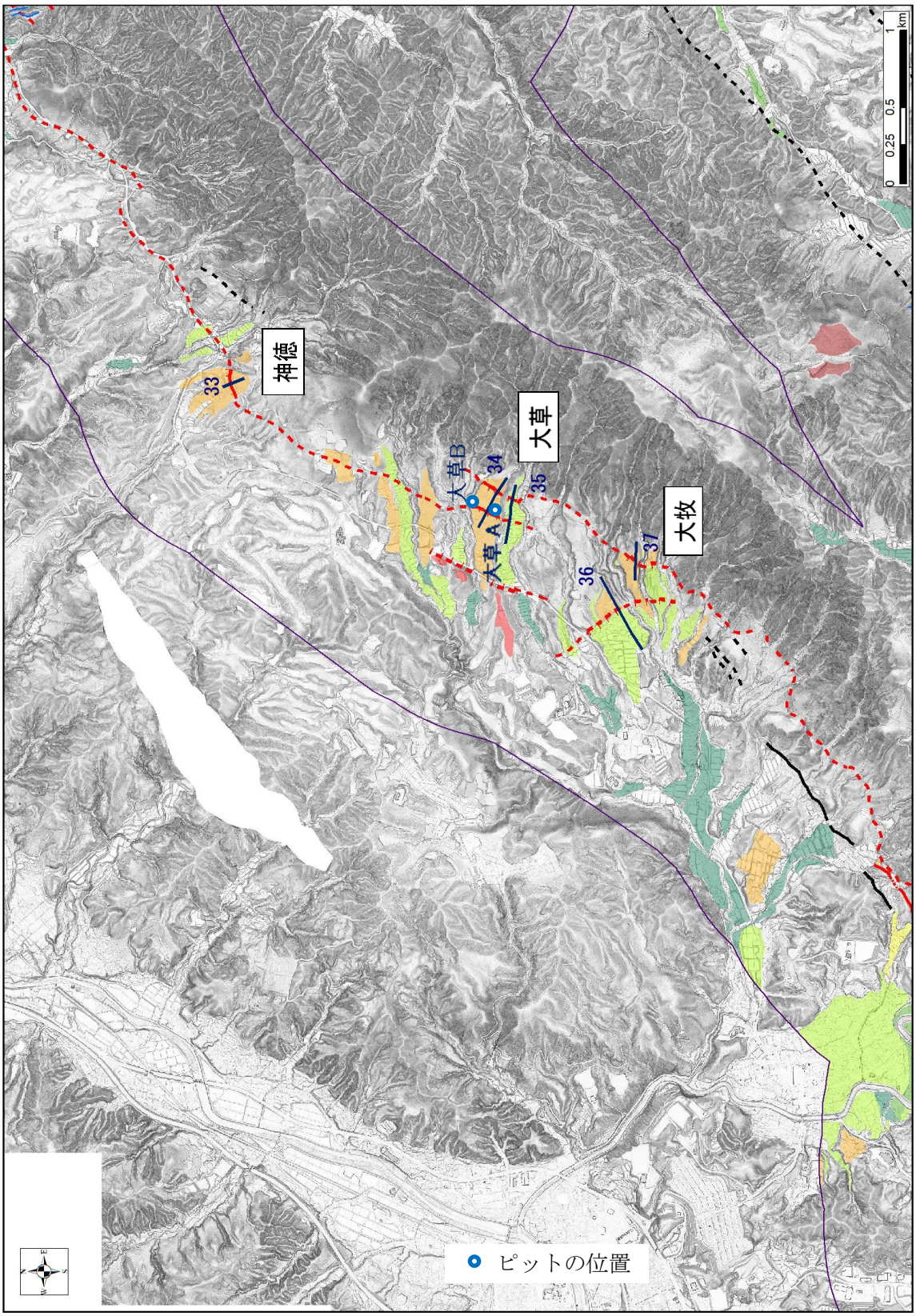


図 8　瑞浪東部の断層線図（凡例は図 1 を参照）

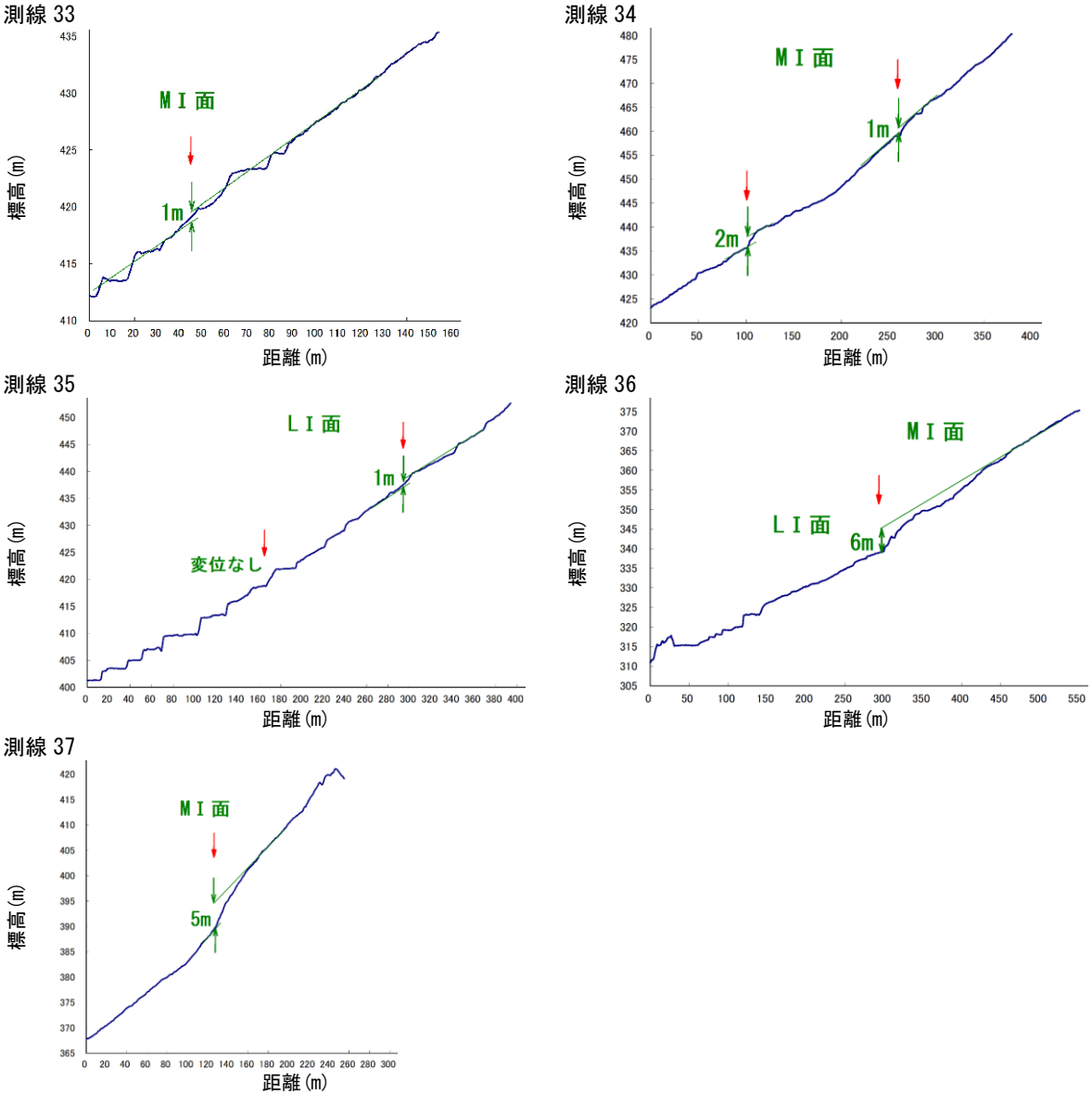


図 9　瑞浪東部の地形断面図

地形断面の位置は図 8 に示す。

b-4) 瑞浪西部～土岐

測線 37（瑞浪市土岐町大草）より南西では、小里（おり）川左岸まで、屏風山の隆起を示す確実な断層変位地形を確認することはできない。しかし、測線 37 と、後述の測線 38（稲津町小里）に断層変位地形が認められることから、それらの間では山麓部に活断層の存在を推定した。宮内ほか（2017）では概ね直線的な活断層トレースが表示されているが、本研究では山麓の傾斜変換線を重視し、屈曲に富む活断層トレースを認定した。鈴木・杉戸（2010）には、活断層・推定活断層は表示されていない。小里川沿いの沖積面には、断層変位は認められない。

山麓の活断層の西～北西方には、推定活断層がいくつか認められる。このうち、小里

川右岸付近で明瞭な逆向きの崖を伴うものを、南東落ちの変位を示す活断層として図示した。ただし、MⅡ面には確実な断層変位は確認できない。山麓の活断層との関係は不明である。

測線 38 付近の山麓から 100～200 m 程度北に離れた位置に、MⅠ面を変位させる、東西走向の活断層を確認した（赤実線、図 10)。MⅠ面（MⅡ面に対比される可能性あり）の鉛直変位量は、約 3.5 m（南側＝山地側の隆起）であるが、0.5 m 程度の鉛直変位を伴うバックスラストも存在する（図 11 の測線 38)。このため、全体として山地側が約 3 m 相対的に隆起していると考えられる。測線 38 より西では、断層変位地形は山麓から 100 m 程度以上離れた位置に認められ、山麓には確実な断層変位地形は確認できない。このため、山麓の傾斜変換部には推定活断層を図示した。なお、測線 38 の東では、山地側が低下するような活断層が存在すると考えられるが、詳細は不明である。

測線 39～測線 41（瑞浪市山田町上山田）付近では、活断層の走向は東北東－西南西方向となり（図 10)、LⅠ面には比高 2～2.5 m 程度の低断層崖が形成され（図 11：測線 39・測線 41)、いずれも山地側（南側）が隆起している。LⅡ面の鉛直変位量は約 1 m である（図 11：測線 40)。なお、上山田付近の LⅡ面は LⅢ面に対比される可能性もある。上山田付近での最新活動時期は LⅡ面ないしは LⅢ面の形成後であり、L1 面には 2～3 回の断層変位が累積している可能性がある。

測線 42～測線 44（土岐市駄知町）では、MⅠ面と LⅠ面に山地側（東側）隆起の断層変位地形が確認できた（図 10)。鈴木・杉戸（2010）や鈴木ほか（2004）では、この活断層は認定されていない。ここでは、活断層の走向は北北東－南南西方向に変化しており、山麓部の推定断層のトレースは上記の上山田付近から連続しているが、段丘面に見られる断層変位が上山田付近まで連続するかどうかは確認できていない。MⅠ面（MⅡ面に対比される可能性あり）には 4～5.5 m の西落ちの上下変位と、1.5 m 程度の東落ちの断層変位が確認され（図 11：測線 42・測線 43)、バルジ状の高まりが形成されている。LⅠ面の上下変位量（西落ち）は約 2.4 m である（図 11：測線 44)。

本図幅内では、山地側が隆起するような断層変位地形と山地側が低下するような活断層の存在が示唆される。このため、屏風山断層の活動には横ずれ変位をともなう可能性が想定される。ただし、横ずれを示すような地形的証拠は確認できない。

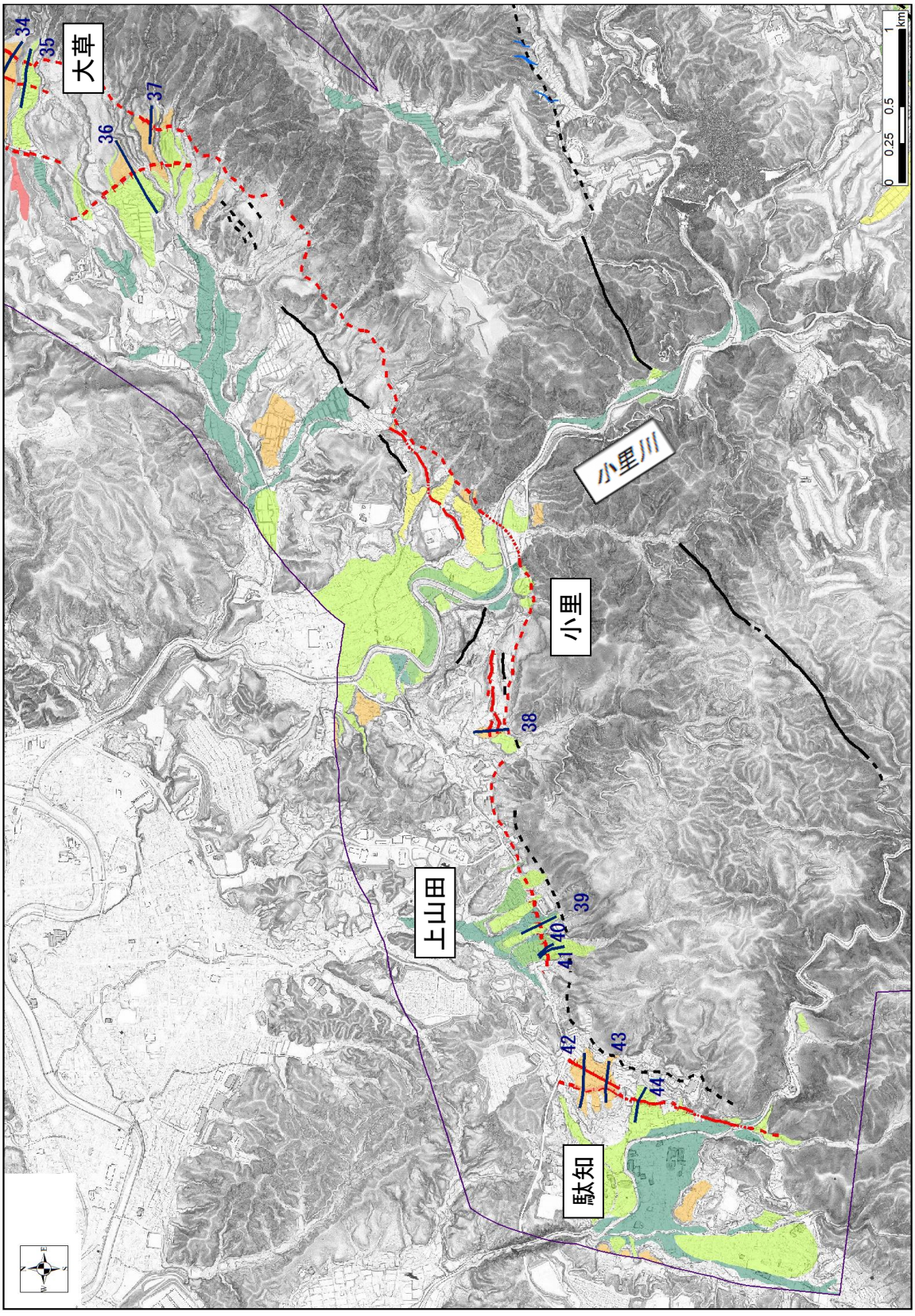


図 10　瑞浪西部～土岐の断層線図（凡例は図 1 を参照）

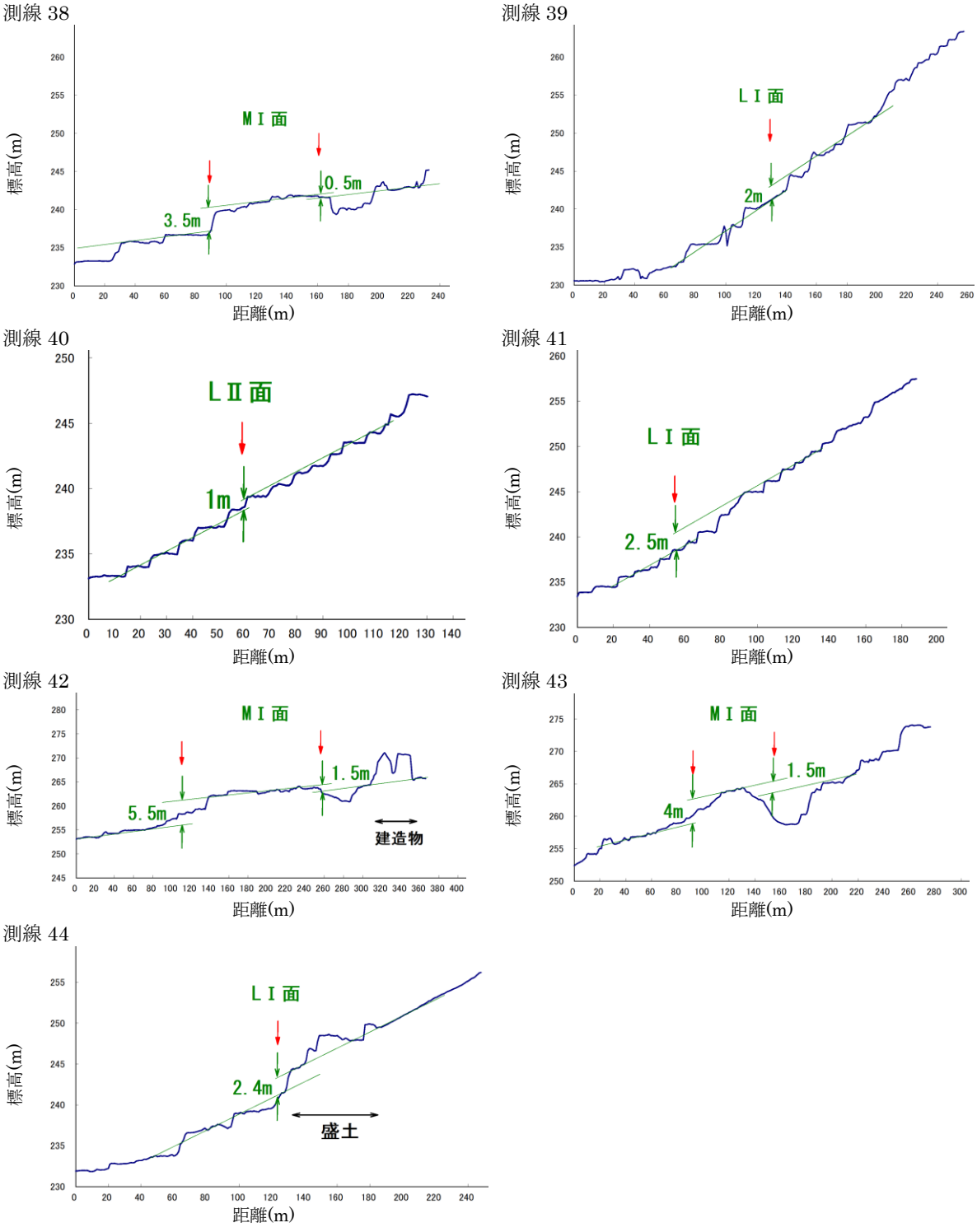


図 11　瑞浪西部～土岐の地形断面図

地形断面の位置は図 10 に示す。

c) 恵那山断層の変動地形

c-1) 川上周辺

この区間は、恵那山断層の北端部に相当し、川上（かおれ）断層とも称される（図２の川上付近、岡田ほか，2017）。大局的には恵那山北麓斜面に分布する南東側低下の急な傾斜変換線沿いに分布する右横ずれ断層である。今回、高解像度 DEM を用いて地形判読を行った結果、岡田ほか（2017）による川上断層北端部よりもさらに北東側に長さ約 1.2 km 推定活断層が確認された（図２）。これらは新期の横ずれ変位地形は伴わないものの、明瞭な南東側低下の急な傾斜変換線を伴う。恵那山（川上）断層の地表位置については、岡田ほか（2017）や鈴木・杉戸（2010）と大きくは変わらない（図２）。ただし、高解像度 DEM により作成したアナグリフ・地形陰影図・等高線図などから、横ずれ量 10m 未満の小規模な鞍部列・水系などの横ずれ地形が恵那山（川上）断層に沿って断続的に認められる。

c-2) 飯沼～岩村町周辺

この区間（図 12）は、恵那山断層帯に属する川上断層、飯沼断層、岩村断層から構成され、川上断層と飯沼断層が大根木付近で南の岩村断層に収斂する（活断層研究会編，1991；岡田ほか，2017 など）。日帰から東に延びる田代山断層は東北東―西南西走向で変位の基準となる地形面や第四紀層は無く，確実な変位地形も伴われないため推定断層である。

川上断層は血洗神社付近で走向が北東―南西方向から南北走向に変化し、盆地と山地を区切る地形境界である。位置は岡田ほか（2017）とほぼ同じである。本年度、地形断面を計測して検討した結果、変位地形がなかったトレースを削除した。測線８（図 13）ではＬⅡ面に変位が認められないが、測線 10（図 14）ではＭⅡ面を 1 m 程度変位させているため赤破線とした。また、測線 9（図 14）が横切る崖は地形の傾斜方向などからＭⅡ面を 3.5 m 程度変位させていると考えられるため断層崖と判断し、新たに赤実線と認定した。その延長部の黒実線も連続する活断層の可能性がある。川上断層の南側延長は測線 12（図 14）の地点でＬＩ面を 1 m 変位させ、測線 13（図 14）でＬＩ面を 5 m 程度撓曲変形させる。

飯沼断層は北北西―南南東から南北走向の東落ちの変位が認められ、川上断層と斜交する。位置は岡田ほか（2017）および鈴木・杉戸（2010）とほぼ同じで人工改変の影響があるものの、測線 2（図 13）ではＬⅡ面で 2 m、測線 3（図 13）ではＭⅡ面で 12 m 以上と、年代の異なる地形面で累積が認められる。北端は、測線 1（図 13）あたりに位置し、大根木付近にかけてこの断層変位の主たる東側低下の断層トレースがある。この東側低下の変位と中尾付近にかけての区間には、南北走行の 10 条近くの変位地形がその測線 1、4、5、6（図 13）で認められる。これらのトレースは M2 面を切るが L 面には変位が認められないものもあり、活動を停止している可能性も考えられるが、少なく

ともM面を変位させているのは確実なので活断層とする。その中で、測線1ではLⅡ面を1 m程度、測線4ではLⅠ面を2.5 m、測線5ではLⅡ面を2 m変位させるトレースが認められる。測線6ではもっとも西側のトレースに向かって地形面が撓曲しており、その撓曲変形上に西側低下の二条の断層変位が認められる。この東側のトレースは岡田ほか（2017）などには示されておらず、昨年度の報告書では黒破線としていたが、断面測量の結果、変位が認められたので、新たに活断層トレースと認定した。測線 12（図14）の西側の断層は地形面が同じではないので変位量は測れないが、西側の断層に向かって撓曲が認められる。測線7（図 13）の北側には円弧上で断層崖とされてきた地形がある。しかし、この地形は正断層的な形態を示しており、その南北で認められる変形とはやや性格を異にするため、これを地すべりの滑落崖と解釈した。測線7で LⅡ面を1.2 m変位させ、測線13（図14）では、人工改変で変動地形は不明瞭になっているが、LⅠ面を3 m程度撓曲変形させている。

阿木川を境に南側は岩村断層となる。岩村断層は北東―南西走向で撓曲変形を伴う西落ちの変形が認められることから南東傾斜の逆断層と考えられる。測線 14 では LⅡ面を1.1 m、測線15ではLⅠ面を1.2 m、測線16ではMⅡ面を5 m変位させ、MⅡ面とLⅠおよびLⅡ面との間に累積が見られる（図 14）。また、LⅠ面と LⅡ面で変位量がほぼ同じであるため、この間に明瞭な地表変形を伴う地震がない可能性が高い。最も東側のトレースは岡田ほか（2017）と同様で、測線 18 ではLⅠ面を 4 m、測線 19 ではMⅡ面を 9 m 変位させており、変位が累積している（図 15）。測線 20（図 15）はHⅡ面が開析されて断片的にしか残っていないが、原地形を推定すると 2 条のトレースの変位の合計が 17 m と見積もることができる。測線 17（図 15）によるとLⅠ面に 2 m の変位が認められ、黒田にかけてトレースが伸びている。鈴木・杉戸（2010）では、黒田以南にトレースは延びないとしているが、測線 20（図 15）では延長部に変位が認められることから、活断層のトレースは地形境界の西側に連続し、その南で富田川付近の LⅠ面を変位させる。とくに富田川の左岸の L1 面は複数のトレースに分岐しもっとも東側のトレースは後述の中央のトレースに収斂する。測線 21（図 15）では MⅡ面上に変位が認められないため、南西側に延長されない。中央のトレースの主トレースは岡田ほか（2017）などのトレースとほぼ一致する。測線 20 はこの断層崖の一部を横断し、鞍部を抜け、富田地域で明瞭な変位として認められる。この区間では測線 21 の MⅡ面を 2 条で13.2 m、測線22のLⅠ面を5.6 m、測線23のLⅡ面で2.5 mと異なる地形面に累積した変位を認めることができる（図15）。

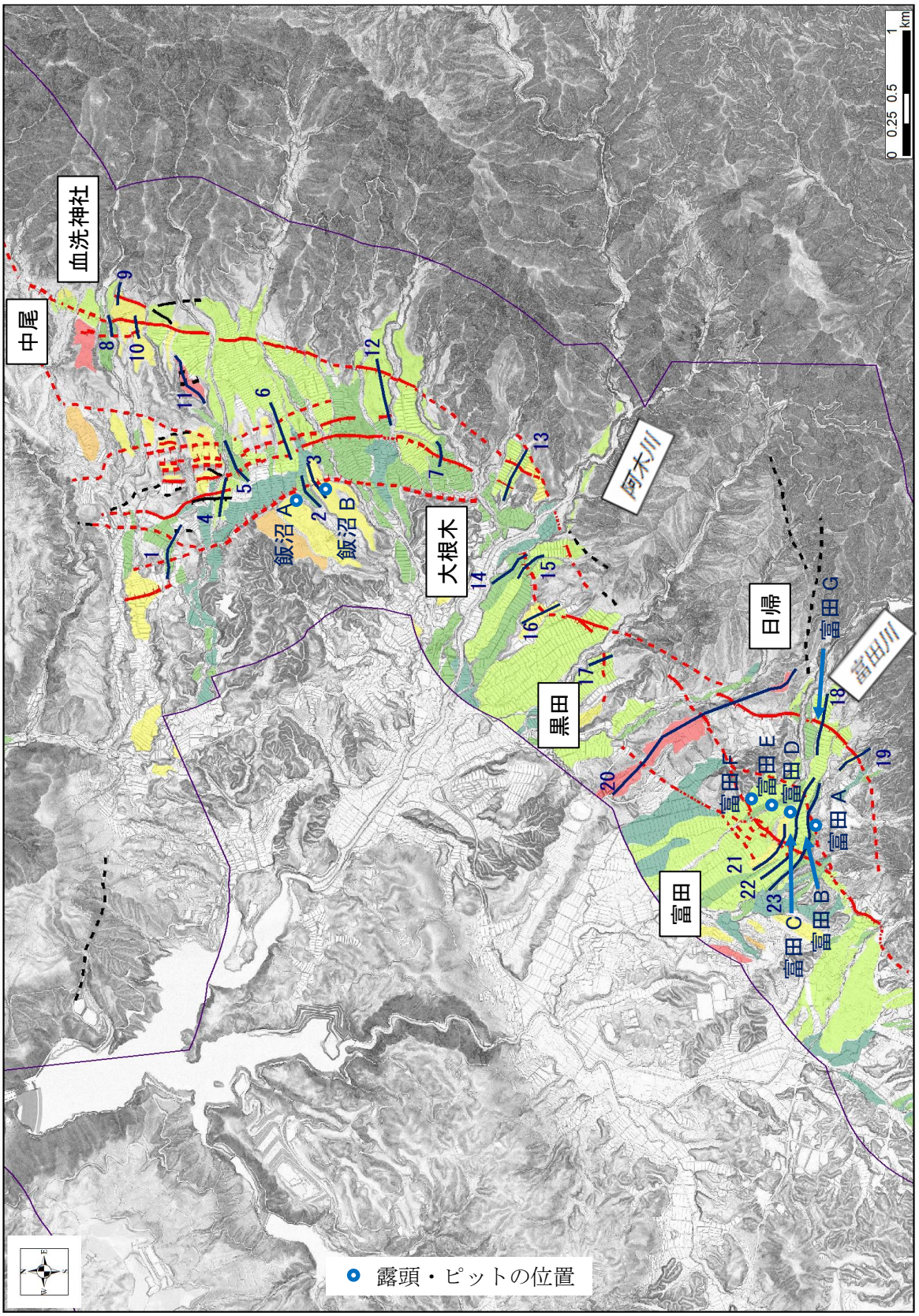


図 12　恵那市飯沼～岩村町周辺の断層線図　（凡例は図 1 を参照）

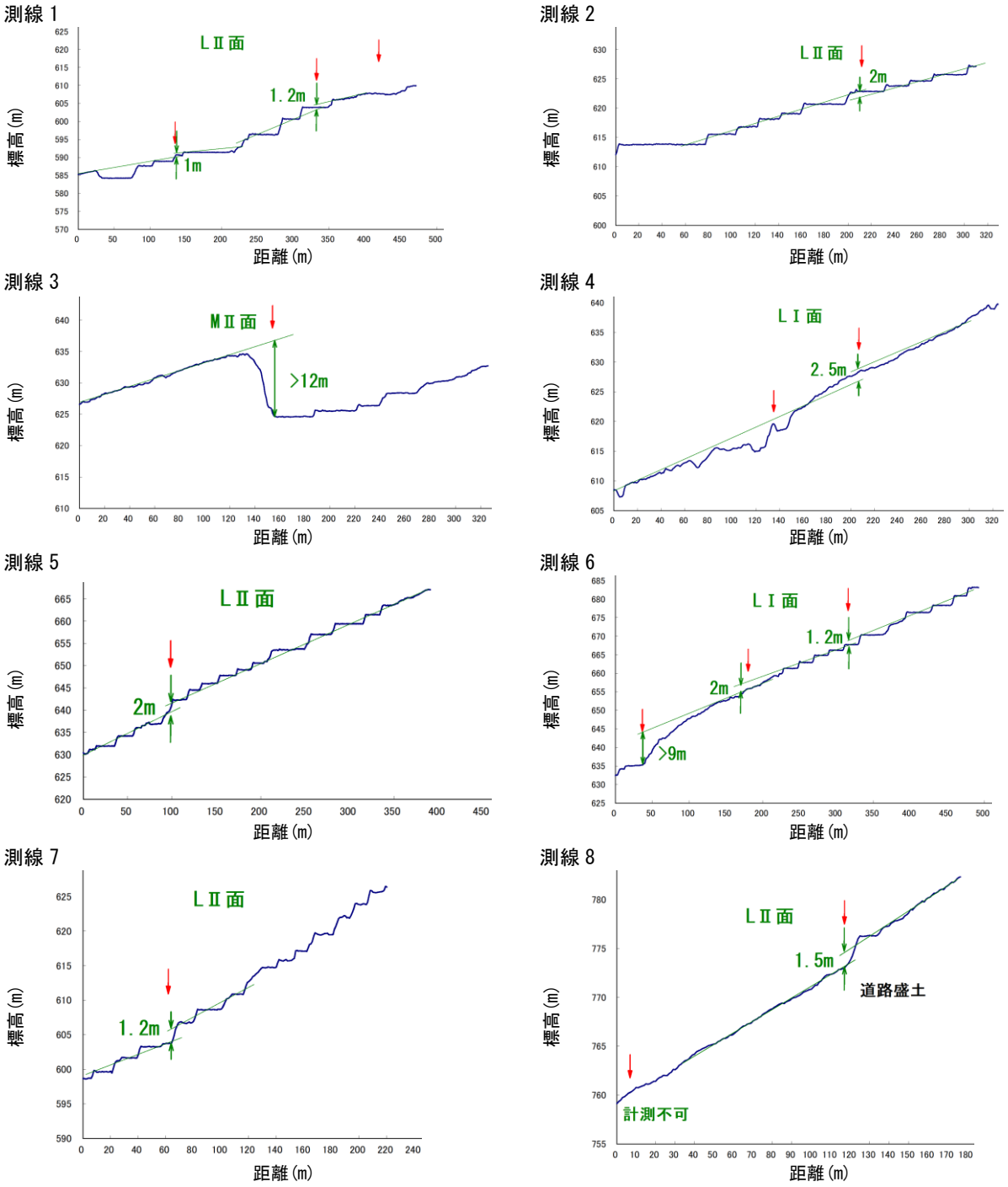


図 13　恵那市飯沼～岩村町周辺の地形断面図（1/3）
地形断面の位置は図 12 に示す。

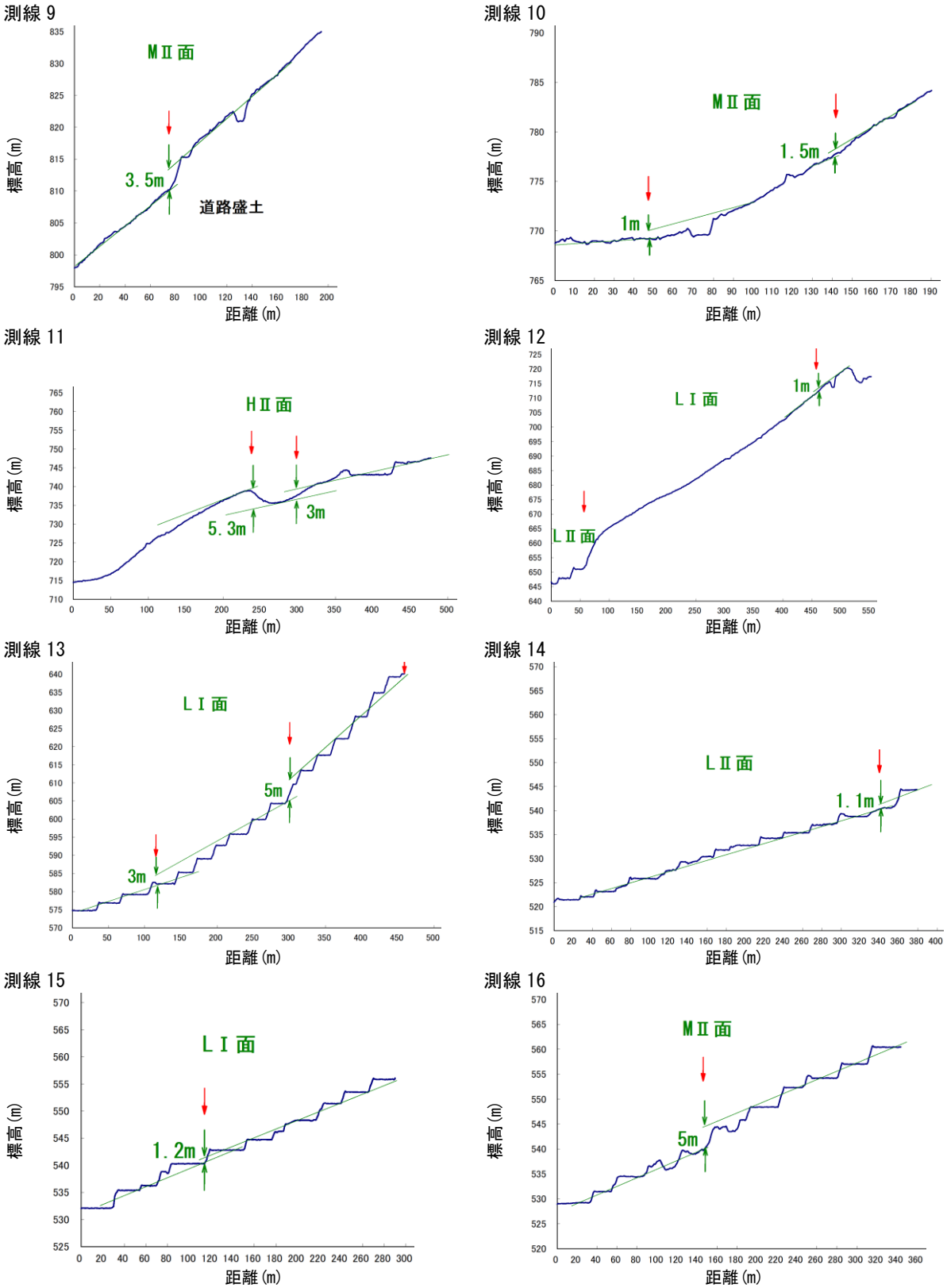


図 14　恵那市飯沼～岩村町周辺の地形断面図（2/3）
地形断面の位置は図 12 に示す。

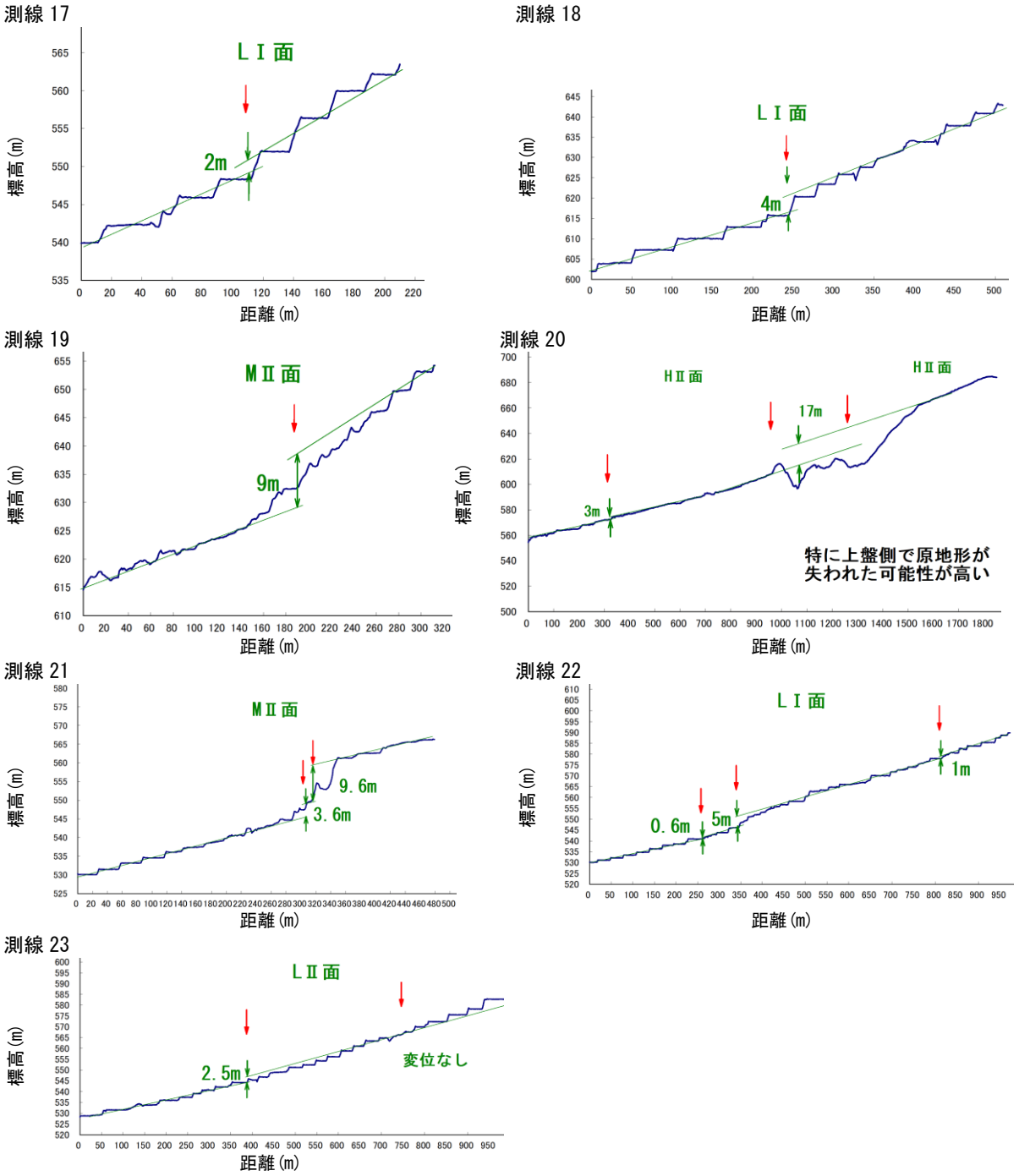


図 15　恵那市飯沼～岩村町周辺の地形断面図（3/3）
地形断面の位置は図 12 に示す。

c-3) 恵那市山岡町付近

山地の北～北西縁付近に高度不連続がほぼ連続して認められ、緑ヶ丘付近には左ステップが、山岡町田沢付近には右ステップがそれぞれ認められる（図 16）。活断層トレースは概ね直線的であり、北～北西落ちの低断層崖や撓曲崖、河谷の右屈曲が一部に認められる。鈴木・杉戸（2010）、宮内ほか（2017）、および岡田ほか（2017）も、山地の北～北西縁付近に活断層を認定している。

緑ヶ丘付近においては、河谷の右屈曲が 2 地点で認められる（青線）。山岡町田沢付近においては、LⅠ面に約 1 m の上下落差が（図 17 の測線 24）、MⅠ面に約 2 m の上下落差が（図 17 の測線 25）、それぞれ認められる。山岡町釜屋付近においては、河谷の右屈曲が 2 地点（青線）で認められるほか、やや北西を並走する活断層トレースの 2 地点において、LⅡ面に約 2 m の上下落差が認められる（図 17 の測線 26・27）。

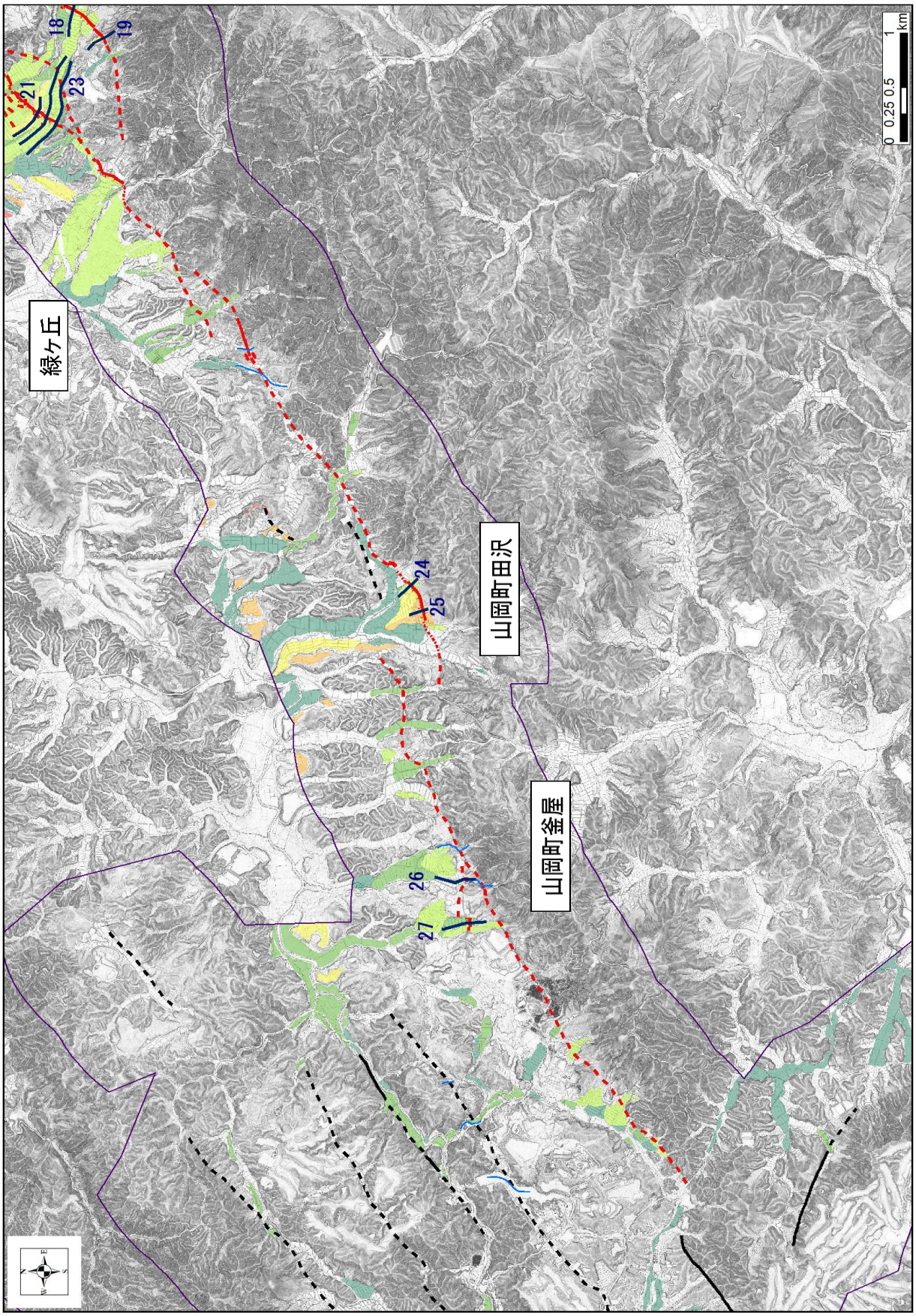


図 16　恵那市山岡町付近の断層線図　（凡例は図 1 を参照）

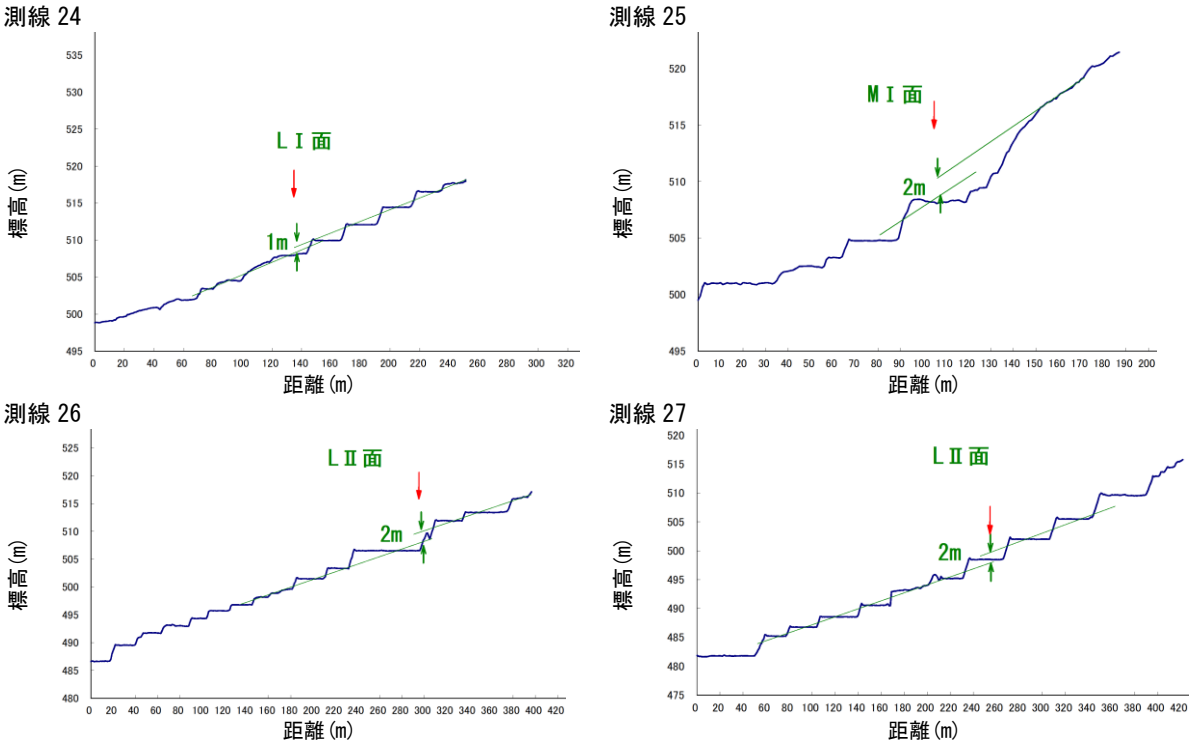


図 17　恵那市山岡町付近の地形断面図
地形断面の位置は図 16 に示す。

c-4) 瑞浪市陶(すえ)町～土岐市白鳥付近

恵那市山岡町原付近では、山地の北西縁に高度不連続が連続的に認められる（図 18)。ここでは活断層であることを示す地形的証拠は見いだせないが、東方への延長部（本図幅の範囲外）には確実な断層変位地形が確認されている。このため、断層の連続性を重視して、山麓部に活断層（位置やや不明確）を図示した（赤破線)。鈴木・杉戸（2010)・宮内ほか（2017）も、同じ位置に活断層を認定している。ただし、これらの研究で表示された河谷の屈曲の中には、今回の検討では認定されなかったものもある。

鈴木・杉戸（2010)・宮内ほか（2017）は、さらに西方、瑞浪市陶町猿爪、陶町水上～陶町大川付近にも活断層を図示している。しかし、高度不連続には明瞭さや連続性が欠けること、河谷などの屈曲を確認できないこと、段丘面に明らかな断層変位地形を見いだせないことなどから、本研究では推定活断層を図示するにとどめた（黒実線、黒破線)。

陶町大川の西方では、多くの河谷に右横ずれ屈曲が確認できる（図 18 中に青線で示す)。このため、東北東－西南西走向の右ずれ活断層を図示した。より西方においては、L 面群に鉛直変位も確認されている（c-5）参照)。本活断層と並走するリニアメントにも河谷の右ずれ屈曲がみられるが、地形的にはやや不明瞭でリニアメントの延長も短い。このため、これらを推定活断層として図示した。

陶町水上付近には、南側が低下する活断層も認定されている（宮内ほか、2017）が、組織地形の可能性があるため、これも推定活断層として認定した（図 18)。また、山岡町原～陶町大川の北西方には、河川の屈曲をともなう複数の推定活断層を図示した。組織地形である可能性が高いものの、今後、現地でその性状を慎重に確認する必要がある。

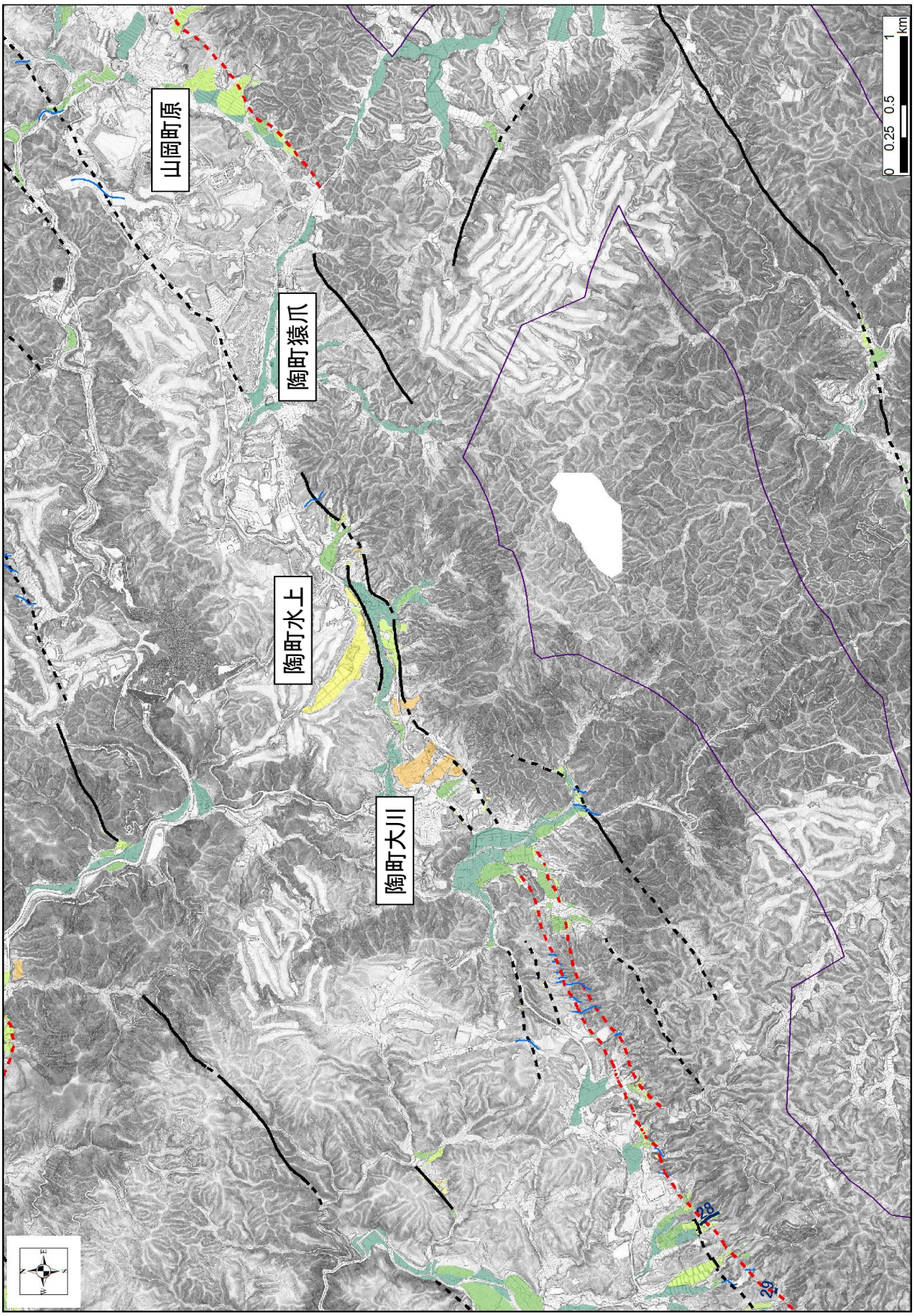


図 18　瑞浪市陶町～土岐市白鳥付近の断層線図（凡例は図 1 を参照）

c-5) 土岐市鶴里町付近

土岐市鶴里町付近の地形面分類と活断層線等を図 19 に、地形断面図を図 20 に示す。従来の国土地理院活断層図では、「恵那」図幅（宮内ほか,2017）において測線 31 付近より東で河川の右屈曲を根拠に活断層が認められていた。これより西の「瀬戸」図幅（鈴木ほか,2004）では確実な変位地形は認められないとして、測線 35～31 間にのみ推定活断層を表記していた。本研究はこの範囲に河川の右ずれを数多く認定するとともに、測線の地点で下記のとおり、地形面に鉛直変位を認めた。この断層は従来の恵那山断層の最西部に当たる。

測線 28～36 において地形面に南上がりの変位が確認される。ＬＩ面の変形は、測線 28,32 に認められ、上下変位量はそれぞれ、1.5～2 m である。ＬⅡ面の変形は測線 29, 30, 31, 34, 35, 36 で認められ、変位量は 0.8～1.5 m である。

測線 37 は柿野群列ボーリング地点であり、前述のとおり測線の東端付近で恵那山断層最西部に沿うＬⅡ面の変形として南上がり 2 m が確認される。またＬⅢ面が東（南）上がりに 1m 程度撓曲している。従来の猿投山北断層と恵那山断層最西部の中間に位置する。

一方、測線 38 は猿投山北断層上にあり、ＬＩ面に西上がり 4 m の変位がある可能性がある。ただし断層トレースの東側はＬⅡ面であることからこの値は参考値として扱う。従来、猿投山北断層は三国峠付近より南は東上がり、北は西上がりと考えられてきたが、西上がりが確認されるのは測線 38 付近のみである。また、測線 38 付近より北には確実な断層変位地形を見出すことはできない。このように柿野付近以北の猿投山北断層の活動性は高くないと判断される。

測線 38 より南では、猿投山北断層沿いに比較的明瞭な右横ずれが多数確認される。図 19 の最南部では断層線が分岐し、西側のトレースが猿投山北断層、東側のトレースが猿投－高浜断層である。この地域についてはc-6) で詳述する。

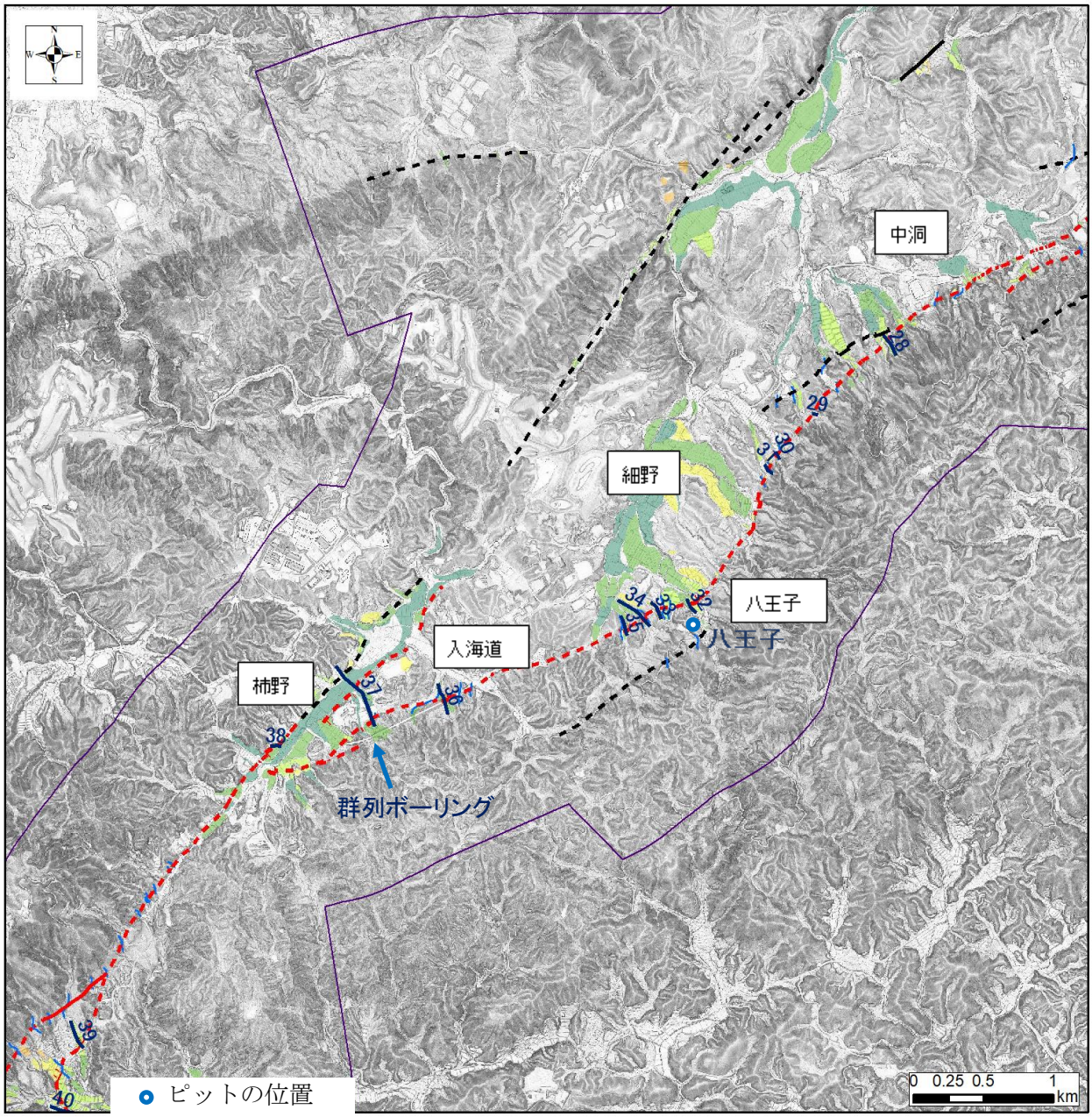


図 19　土岐市鶴里町付近の断層線図（凡例は図 1 を参照）

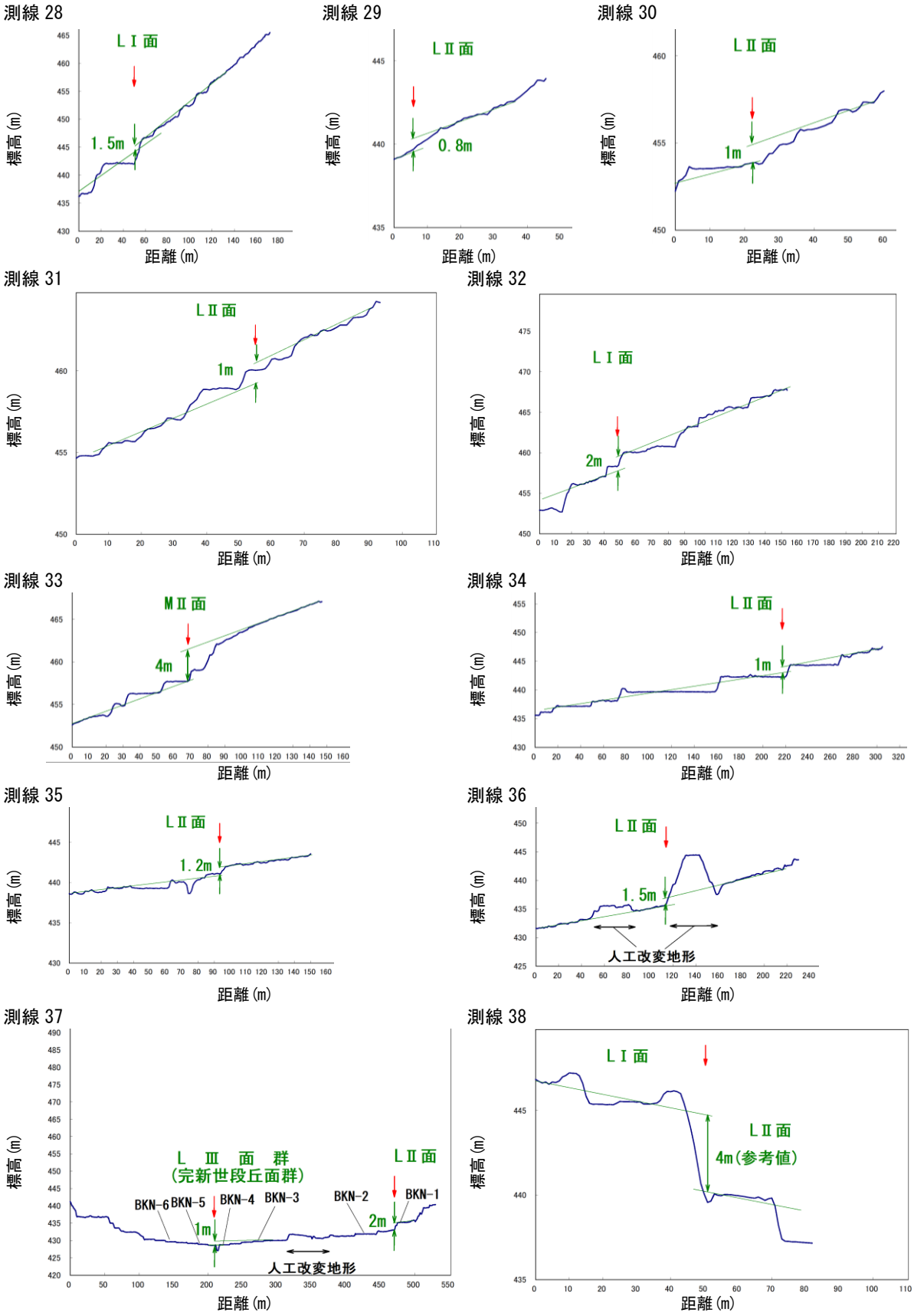


図 20　土岐市鶴里町付近の地形断面図
地形断面の位置は図 19 に示す。

c-6) 豊田市北西部

猿投山北断層は c-5）で解説した柿野地区より南方へのび、サブテーマ 2 がトレンチ調査を実施した東白坂に至る間に、河川の右ずれ地形が多数明瞭に確認される（図 21)。従来この区間は、猿投山を隆起させたものとして東上がりが想定されている。変位地形としてはその動きを確実に示し、変位量を計測できるような低断層崖は見出されない。

一方、豊田市西市野々付近から、猿投－高浜断層が分岐していることが変位地形から確認される（図 21)。測線 39～48 においては地形面に西上がりの変位が確認される（図 22)。東白坂から折平にかけてサブテーマ 3 は反射探査を実施し断層面の形状を確認している。各地形面の上下変位量は以下の通りである。測線 46 においてＭⅠ面に 3.5m、測線 39～42, 44, 45, 47, 48 において L1 面に 1.5～4 m、測線 43 においてＬⅡ面に 1 m と、概ね変位量の累積性が認められる。

測線 47 はかつて愛知県によりトレンチ調査が実施された地点（深見地区）である。この地点より南部（猿投町～加納町）では今回新たに右横ずれが多数認められた。

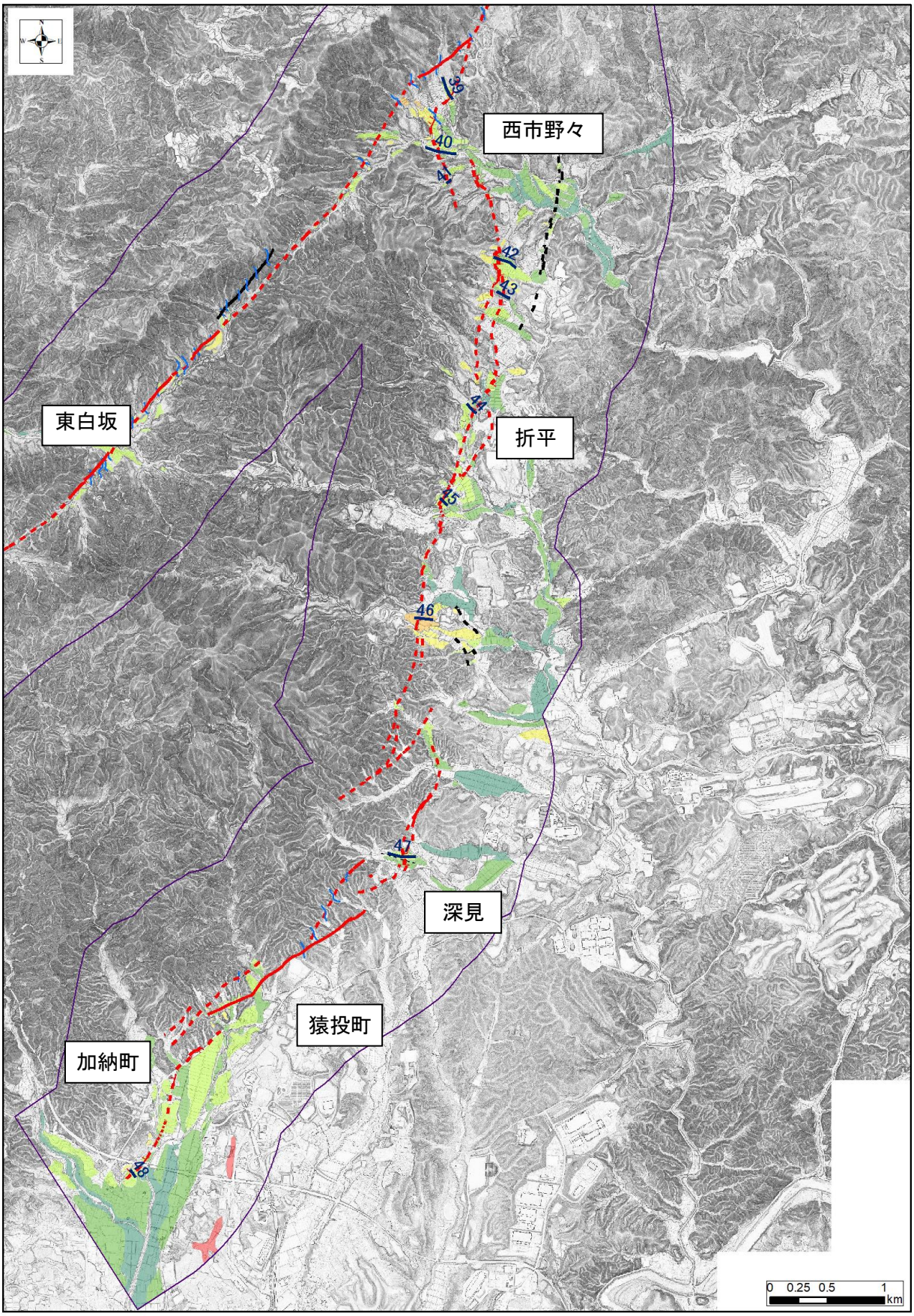


図 21　豊田市北西部周辺の断層線図（凡例は図 1 を参照）

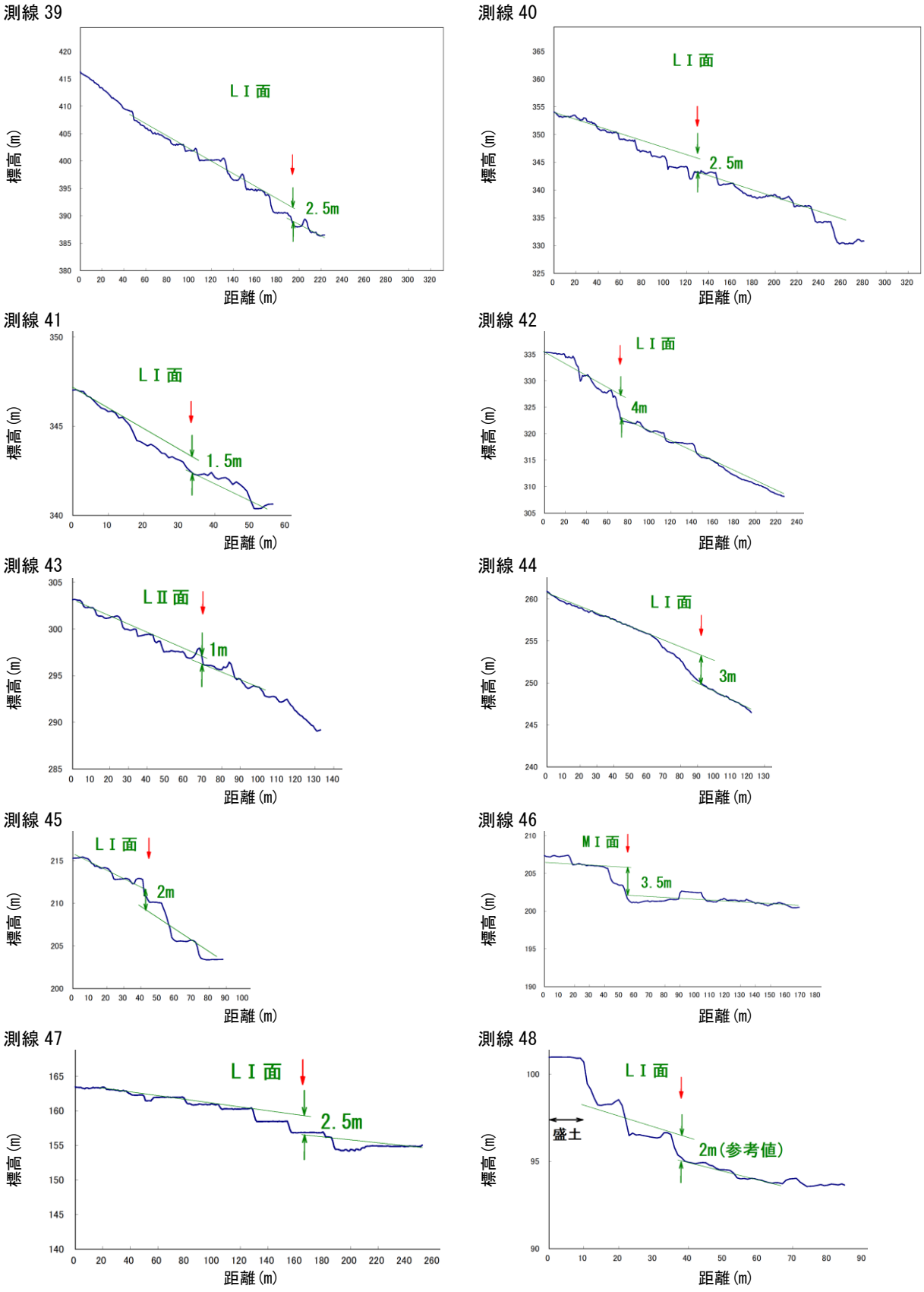


図 22　豊田市北西部周辺の地形断面図
地形断面の位置は図 21 に示す。

c-7) 瀬戸市東部

本地域における猿投山北断層は、北東－南西方向にほぼ直線的に連なる鞍部列や連続した河

谷の右屈曲、直線上の谷地形などから見出すことができる（図 23）。瀬戸市東部、東白坂地点の北東側並びに東白坂地点の周辺においては、複数の横ずれ変位を示す河谷の系統的右屈曲が認められる（青線）。このことから判断して、本地域における猿投山北断層は右横ずれ変位の卓越した断層であり、垂直変位は横ずれ変位に伴う局所的な表現にとどまるものと考えられる。

東白坂地点以南について、断層は北東－南西方向に分布し、鈴木ほか（2004）の断層線とほぼ一致している。断層を挟んだ地形は、猿投山の主稜が見られる断層より南東側が高く、東山路地点周辺では、猿投山から北西へ延びる尾根を断ち切る鞍部などが北東－南西方向に直線的に連続し、また断層を横切る河谷に右横ずれ変位が複数認められる（図 23）。断層線は南西方向に向かって複数に分岐し、東山路町の南西で分岐した後、最も南側のものは愛知工業大学の南西側野球場付近まで連続する。

一方愛知工業大学の北側に分岐した断層は、東北東－南南西方向に連続する。この猿投山北断層の南西延長部については、東海層群からなる丘陵地に明瞭な上下変位を伴わず、北西方向へ流下する河谷と直交する直線的な谷地形や鞍部列として認識され、活断層としての明瞭な根拠に欠ける推定活断層である。しかしながら愛知工業大学の北側では、東海層群と花崗岩が接する断層露頭も確認されるなど地質構造としては確認できる。

推定活断層の西方延長は、愛知工業大学の北（上ノ山団地）や同西（愛知産業科学技術総合センター敷地内）や愛知高速鉄道（リニモ）の公園西駅付近の試錐コアで断層の存在は確認されている。しかしながら、第四紀後期以降の活動の確実な証拠は得られてない。

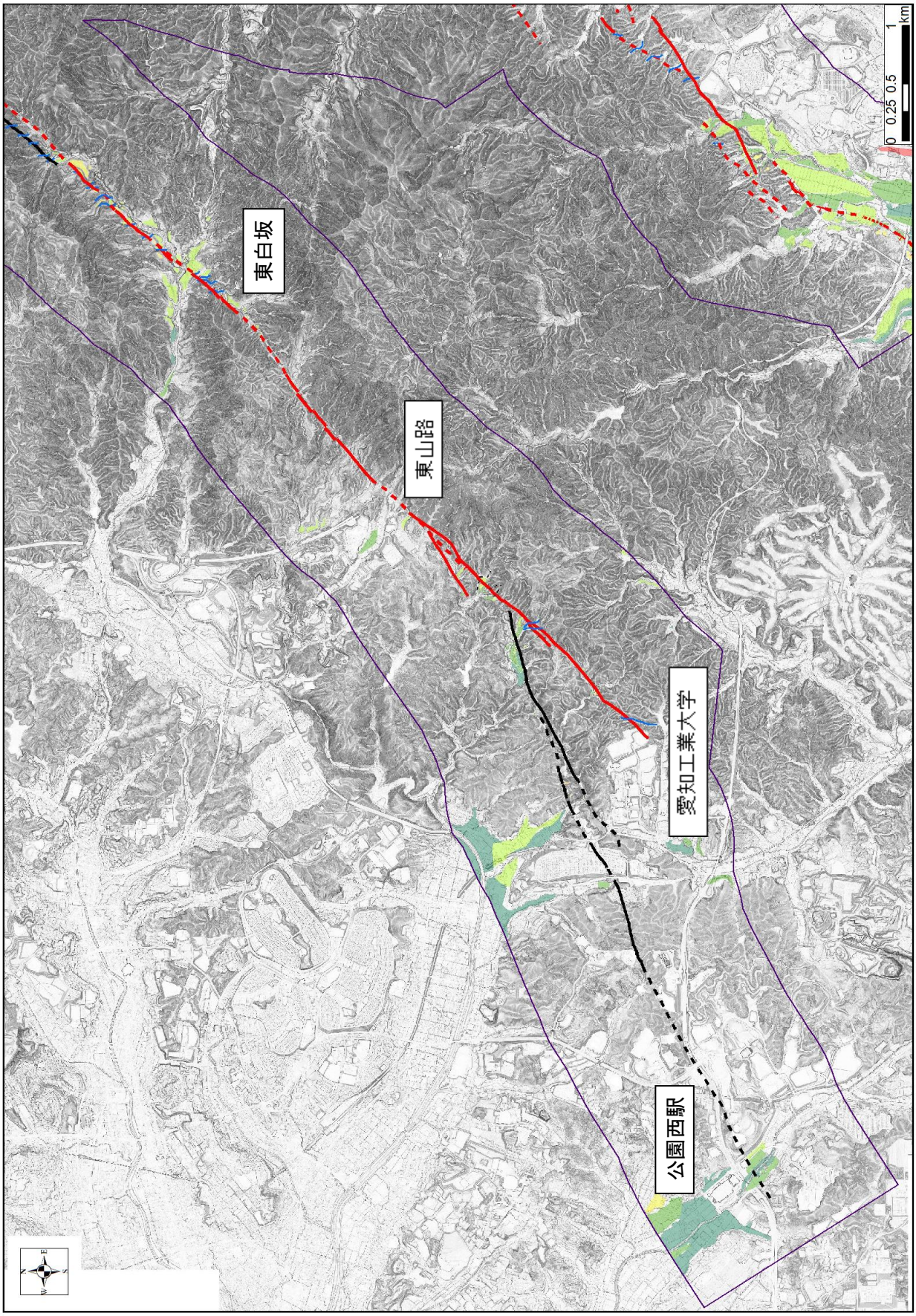


図 23 瀬戸市東部の断層線図（凡例は図 1 参照）

d) 断層トレース図の確定：従来図との比較

本研究の開始時点において、岐阜県活断層図（岐阜県,2010）や国土地理院活断層図（宮内ほか,2017, 岡田ほか,2017, 鈴木ほか,2004）等の間に齟齬があり、主に以下の課題を解決する必要があった。①屏風山断層西部（瑞浪市、土岐市）における活動性（図 24）、②中津川市付近における屏風山断層と手賀野断層の関係（図 25、以下同様）、③瑞浪市陶町付近における恵那山断層の連続性、④土岐市柿野付近における恵那山断層と猿投山北断層の連続性、⑤豊田市西市野々付近における猿投山北断層と猿投－高浜断層の連続性。

本研究は、空中写真による従来の解析に加え、高解像度の LiDAR 及び写真測量に基づく高解像度 DEM を用いた地形判読および計測を行い、これらの問題を解決した（図 26）。主な結論は以下のとおりである。

① 屏風山断層西部（瑞浪市、土岐市）において段丘面に変位が存在し、第四紀後期の活動性を有する。ただし、鉛直方向の変位速度は同断層東部に比べて小さい。

② 中津川市付近において手賀野断層のトレースは屏風山断層のトレースから分岐している。

③ 恵那山断層の陶町付近においては活断層分布に不連続が認められる。

④ 恵那山断層は従来の認定より西へ延伸し、柿野付近において猿投山北断層と連続する。また猿投山北断層の明瞭なトレースは柿野付近より北へは続かない。

⑤ 豊田市西市野々付近において、猿投山北断層と猿投－高浜断層のトレースは合流する。

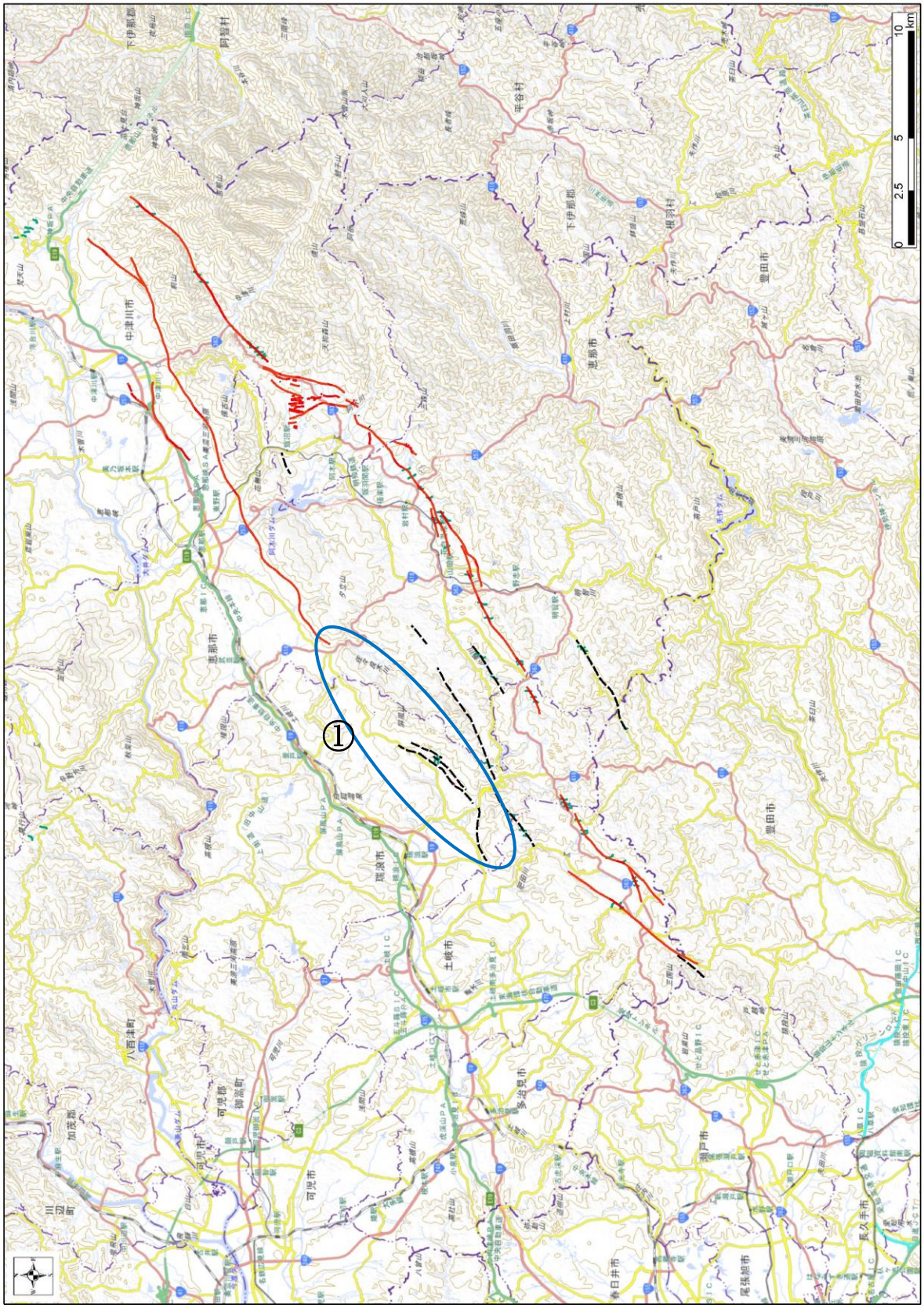


図 24　岐阜県活断層図（鈴木・杉戸,2010）の断層トレース（楕円の範囲が要検討箇所①）

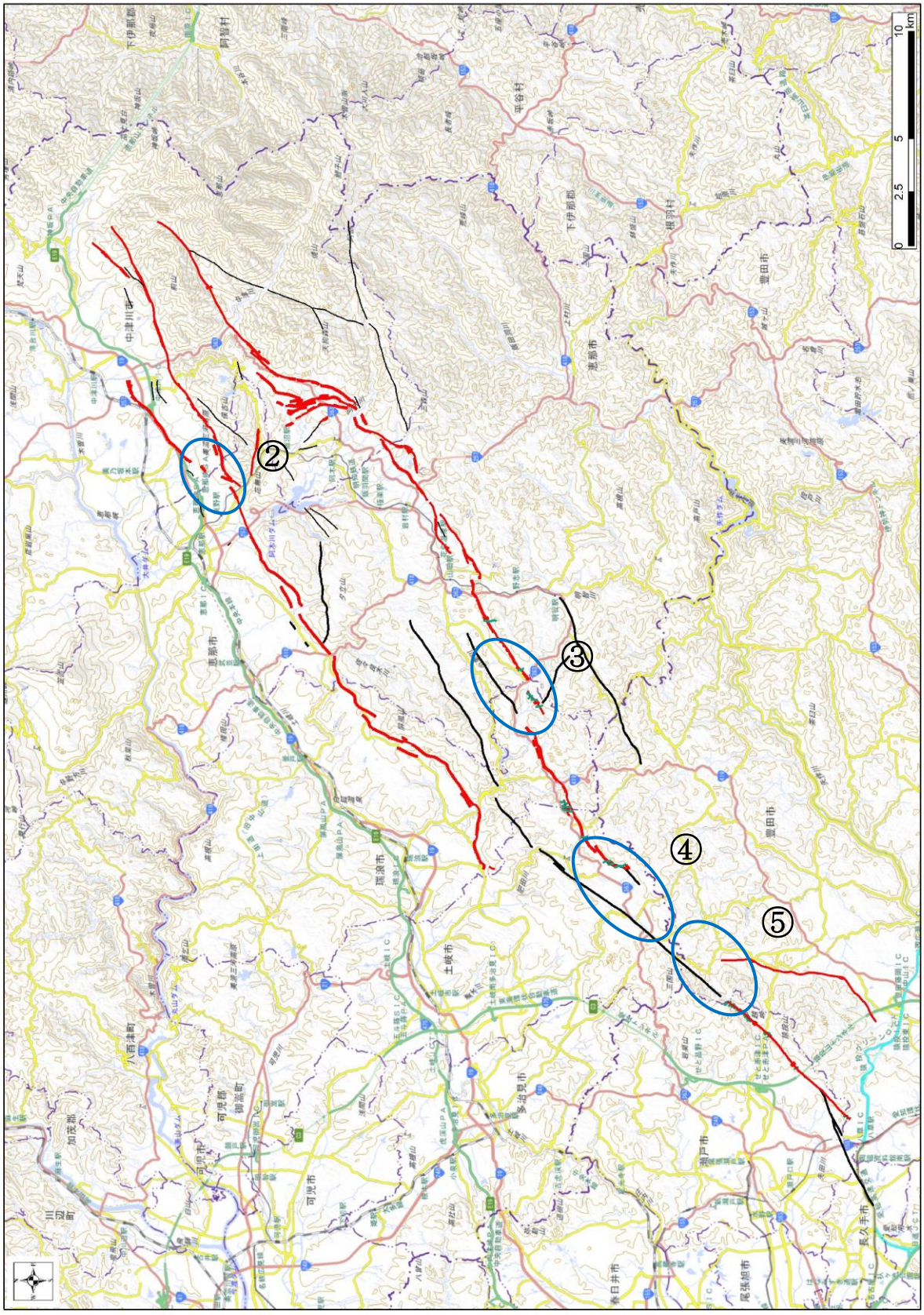


図 25　国土地理院活断層図の断層トレース（楕円の範囲が要検討箇所②～⑤）



図 26　本研究において認定された断層トレース

2)スリップレートと最新活動時期

a) 露頭調査・ピット掘削調査結果

調査地域の河成段丘面はH面・M面・L面に大別される。段丘面の開析度や現河床からの比高などを、これまで日本で知られている河成段丘面と比較すると、H 面は MIS 6 より古く、M面はMIS 5、L面はMIS 2 以降に形成された可能性がある。

活断層の変位基準となる河成段丘面の年代をさらに検討するため、蕨平・飯沼における露頭調査（図 2・図 12）、手賀野・白坂・東野（図 2）、大草（図 8）、飯沼・富田（図 12）、八王子（図 19）におけるピット掘削を実施した。露頭柱状図およびピット壁面の柱状図は、図 27 に示した。火山灰分析は株式会社京都フィッション・トラックに、^{14}C 年代測定は株式会社地球科学研究所に依頼した。火山灰分析結果は図 27 に、年代測定結果は図 27・図 37・図 38、表 1・表 3・表 4 に示す。

蕨平では、H2 面の構成礫層を厚さ 50 cm 程度の褐色風成層が覆っている。この褐色風成層の最下部から、カミングトナイトが検出された（図 27）。本地域においては、カミングトナイトを含むテフラは山郷（ざんごう）テフラ（Zug）しか知られていない（寺平、2000）。Zug は、本地域より西方を起源とするテフラのうち、大山起源の大山奥津テフラ（DOP）に対比される可能性が高い。その年代は 190±60～230±70 ka である（木村ほか、1999）ので、Zug の年代は約 200 ka とする。

手賀野 A では、MⅡ面構成層の上方約 50 cm の位置に、大山倉吉火山灰（DKP）が見いだされた（図 27）。DKP の噴出年代は約 55 ka より古い（町田・新井、2003）。フラッドローム層中の腐植土から得られた ^{14}C 年代測定値は、いずれも MⅡとしては若すぎる年代（2,500～4,200 yBP）となっており、最近の堆積物が混入していると考えられる。

大草 A では、MⅠ面で掘削調査を実施した。その結果、段丘構成層の直上に、高温型石英が付着したバブルウォール型火山ガラスが見いだされた（図 27）。屈折率は 1.497 であり、高温型石英が付着していることも考慮すれば、この火山ガラスは鬼界葛原火山灰（K-Tz）に対比できる。K-Tz の噴出年代は約 95 ka である（町田・新井、2003）。

富田 D では、MⅡ面を覆う褐色風成層ないしはフラッドローム層から、DKP ないしは御岳御岳火山灰（On-Mt）が検出された（図 27）。On-Mt は、DKP の直下に認められるテフラである。この結果は、手賀野 A での分析結果と調和している。

富田 G では、LⅡ面を覆うフラッドローム層中から腐植土を採取して年代測定を行ったところ、約 6 ka という ^{14}C 年代測定値が得られた（図 27）。後述するように、この年代測定値はLⅡ面の形成年代（上限値）を示す可能性がある。

手賀野 B（LⅠ面）・手賀野 C（LⅢ面～沖積面）、白坂 A・白坂 B（いずれも LⅠ面）、富田 C・E（LⅠ面）、八王子（LⅠ面）で得られた ^{14}C 年代測定値は（図 27）、地形発達史とは整合しない可能性が高く、最近混入した腐植土や炭質物などを試料として採取したと考えられる。また、白坂 C（LⅠ面）、東野 A・東野 B（LⅡ面）、大草 B（MⅠ面）、飯沼 A・飯沼 B（MⅡ面）、富田 A（LⅡ面）・富田 B・F（LⅠ面）では、年代を検討するための試料は得られなかった。

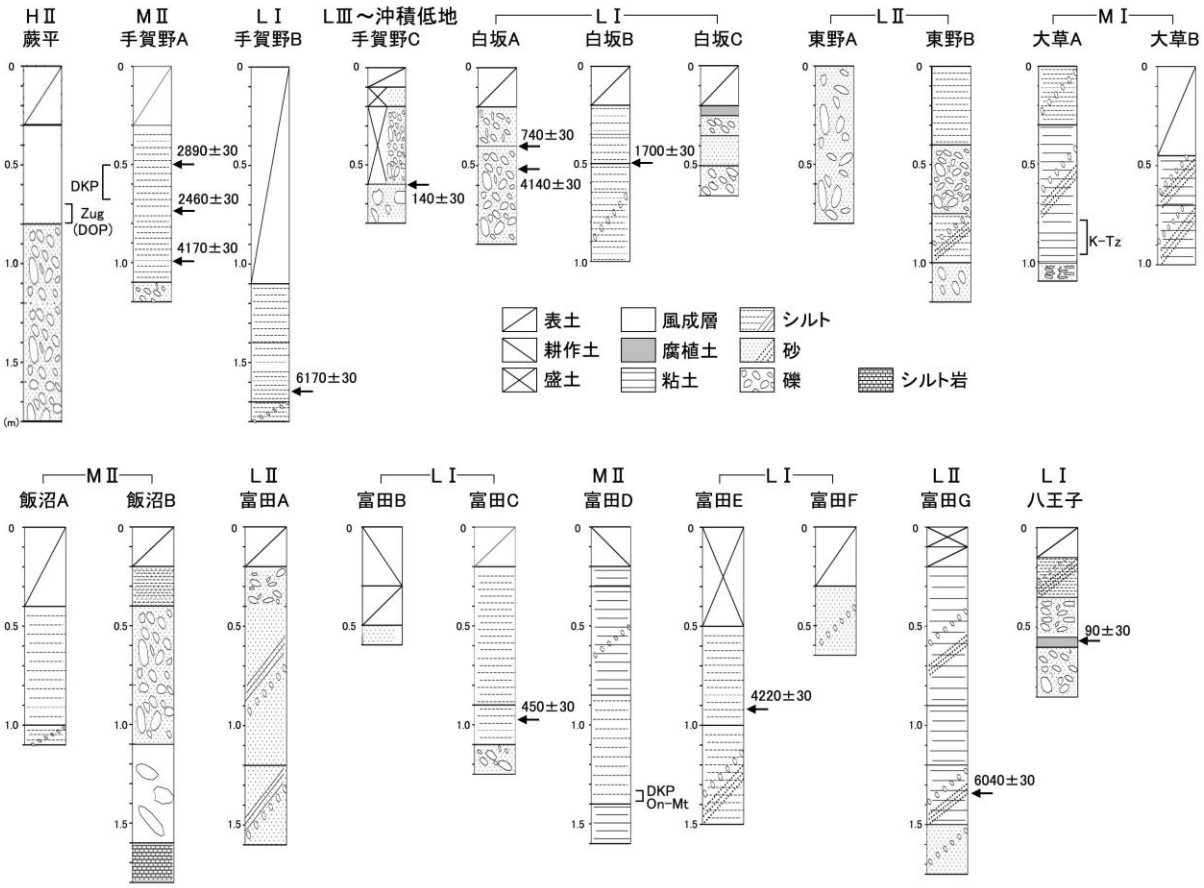


図 27　露頭およびピット壁面の柱状図

表 1　^{14}C 年代測定値（ピット調査）

測定 ID（Beta）	試料名	試料	年代測定結果(CRA)
650419	TeganoA(0.5)	organic sediment	2890±30
650420	TeganoA(0.7-0.8)	organic sediment	2460±30
650422	TeganoA(1.0)	organic sediment	4170±30
650423	TeganoB(1.6-1.7)	organic sediment	6170±30
650421	TeganoC(0.6)	wood	140±30
650424	ShirasaakaA(0.4)	organic sediment	740±30
650425	ShirasakaA(0.5)	charred material	4140±30
650426	ShirasakaB(0.5)	organic sediment	1700±30
657293	Tomita_C	charred material	450±30
657294	Tomita_E	organic sediment	4220±30
657295	Tomita_G	organic sediment	6040±30
650417	H-1	charred material	90±30

b) 河成段丘面の編年

HⅡ面の構成層直上から、約 200 ka の Zug が見いだされたことから、HⅡ面は約 200 ka 前後に形成されたと考えられる。HⅠ面の年代はそれより古いことになる。また、MⅠ面を覆うフラッドローム層中から約 95 ka の K-Tz が検出されることから、MⅠ面の形成年代は約 100 ka 程度であろう。MⅡ面は、55 ka より少し古い DKP に覆われることから、約 60 ka に形成されたと考えられる。

LⅠ面については、形成年代を知るための試料は得られなかった。ただし、LⅠ面は広く分布する段丘面であり開析も進んでおらず、日本各地で確認されている、約 20～30 ka に形成された河成段丘面に対比される可能性が高い。LⅡ面はそれ以降に形成された段丘面であるが、

これについても確実な年代試料は得られてない。ただし、富田 G で得られた約 6 ka という年代測定値は、LⅡ面の形成年代の上限を示唆する可能性がある。約 20 ka 以降～6 ka の間に形成されたと考えられるので、LⅡ面の形成年代は約 10～15 ka とする。なお、LⅢ面の形成年代は、後述するように、約 1～2 ka である。

表 2　河成段丘面の編年

段丘面区分		形成年代
H 面	HⅠ面	> ca. 200 ka
	HⅡ面	ca. 200 ka
M 面	MⅠ面	ca. 100 ka
	MⅡ面	ca. 60 ka
L 面	LⅠ面	ca. 20～30 ka？
	LⅡ面	ca. 10～15 ka？
	LⅢ面	ca. 1～2 ka

c) スリップレート分布（鉛直変位速度分布）

調査地域に分布する河成段丘面に記録されている鉛直変位量は、「1)断層トレース・変位量分布の確定」で記載した通りである。本節では、これらの鉛直変位量分布を示すとともに、河成段丘面の形成年代（表 2）にもとづいて算出される鉛直変位速度分布を提示する。

屏風山断層の鉛直変位量分布を図 28 に示す。塗りつぶされた丸印は、屏風山の山麓に沿って確認される変動崖の比高である。白抜きの丸印は、山麓からは離れた位置にある手賀野断層（図 2）に沿って計測された数値である。小さな上向きの矢印は、変位量の下限の値を示している。

基本的には低位の段丘面より高位の段丘面の方が大きく変位しており、断層変位が累積していることがわかる。ただし、阿木川付近を境に、鉛直変位量は大きく変化する。すなわち、阿木川より南西では LⅠ面に 2～3 m 程度の鉛直変位が認められるに対し、北東側では LⅢ面に約 2 m、LⅡ面に約 5 m の鉛直変位が確認できる。なお、阿木川より北東では、山麓の断層から北方へ離れた位置に手賀野断層が並走するようになる。山麓の断層と手賀野断層による変位を加えた場合、LⅠ面の鉛直変位量は 10 m を超す（図 28 の 2 と 8 の変位量を加えた場合）。

これらの鉛直変位量と HⅡ面～LⅡ面の推定形成年代（表 2）から、鉛直変位速度分布を作成した（図 29）。全体に、若い地形面から求められる鉛直変位速度の方が大きいように見える。L 面の変位量から判断すると、阿木川より南西の地域における鉛直変位速度は 0.05～0.1 m/千年程度であるのに対し、阿木川の北東（東野）での鉛直変位速度は 0.4 m/千年（図 29 の 16）に達し、手賀野付近でも 0.4 m/千年を超える（図 29 の 2 と 8 を加算）。

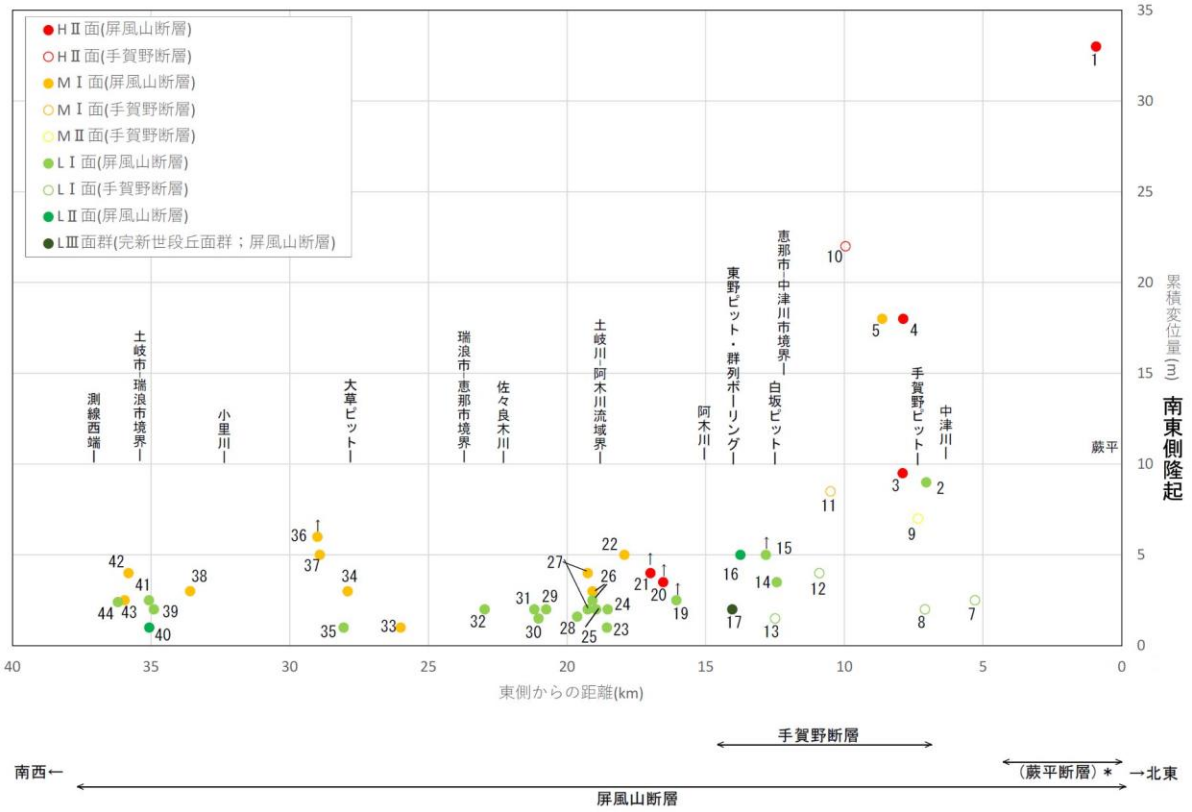


図 28 鉛直変位量分布（屏風山断層）

図中の数字は地形断面の番号である（以下同様）。

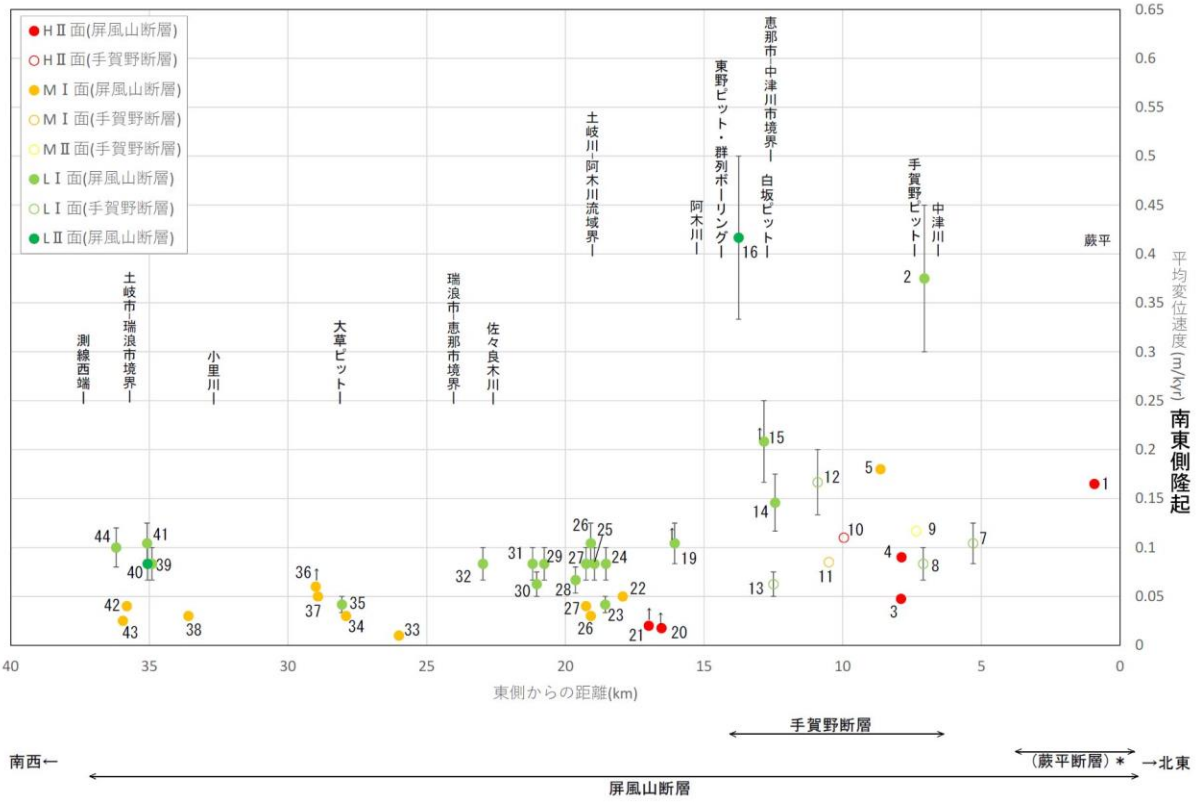


図 29 鉛直変位速度分布（屏風山断層）

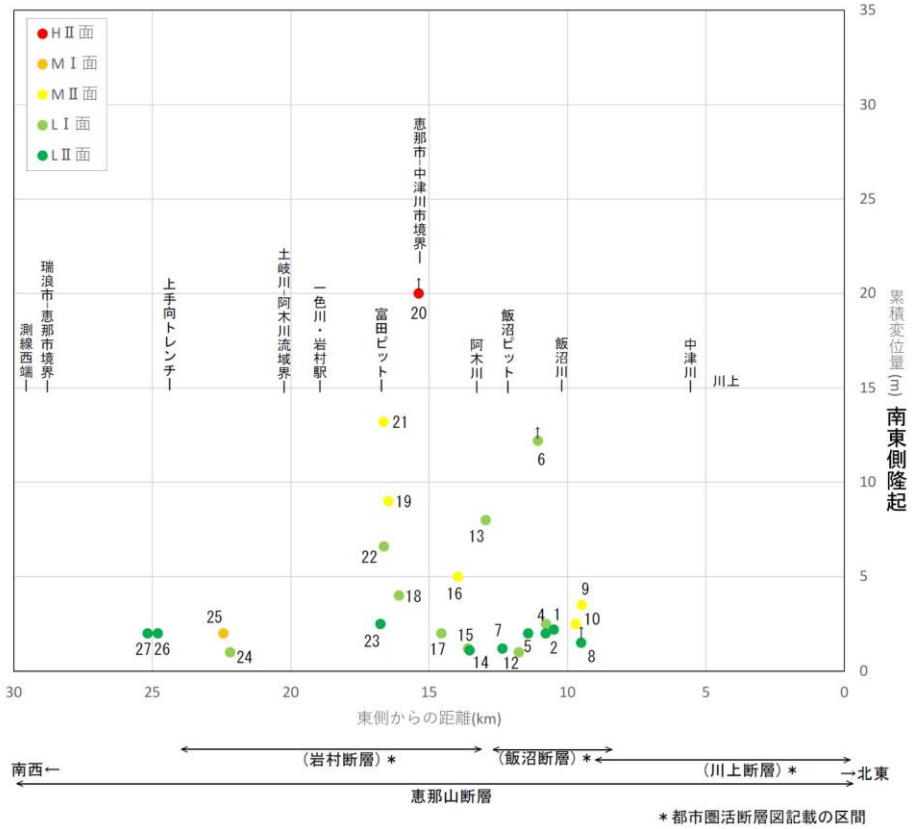


図 30 鉛直変位量分布（恵那山断層）

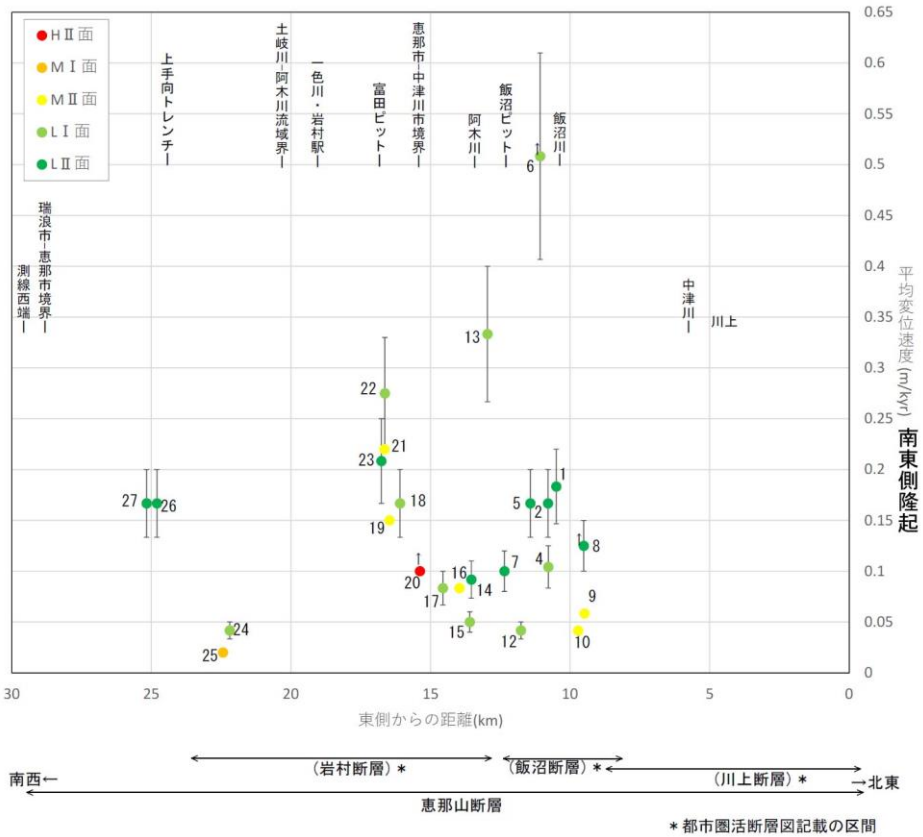


図 31 鉛直変位速度分布（恵那山断層）

恵那山断層に沿っては、L 面の鉛直変位量は 2 m 程度のことが多い（図 30）。断層中央部の

富田付近では、HⅡ面～LⅡ面の鉛直変位量に明瞭な累積性が読み取れる。全体として、富田付近で鉛直変位量が大きいように見えるが、複数の活断層トレースが確認できる北東の飯沼付近（図 12）では、LⅠ面の変位量を加算すると富田付近より大きくなる（図 30）。各段丘面の推定形成年代（表 2）に基づくと、富田付近における鉛直変位速度は 0.2～0.3 m/千年、北東の飯沼付近における鉛直変位速度は 0.5 m/千年程度以上となる（図 31）。

恵那山断層南西端付近では、LⅠ面に 2～4 m 程度の、LⅡ面に 1～2 m 程度の鉛直変位（南東側隆起）が確認でき、南西ほど大きくなる（図 32）。また、柿野においてはLⅢ面に 1 m の鉛直変位が見られるが、これについては後述する。LⅠ面の形成年代を 20～30 ka 程度とすれば（表 2）、鉛直変位速度（図 33）は、断層南西端では 0.15 m/千年を超すような値となり、北東方向へ減じて 0.1 m/千年以下となる。

猿投－高浜断層に沿っては、北西側隆起の断層変位がみられ、L 面に 2～4 m の鉛直変位が生じている（図 34）。鉛直変位速度は全域で 0.1～0.2 m/千年程度であるが、北部の猿投山北断層との接合部付近で大きい傾向がある（図 34）。

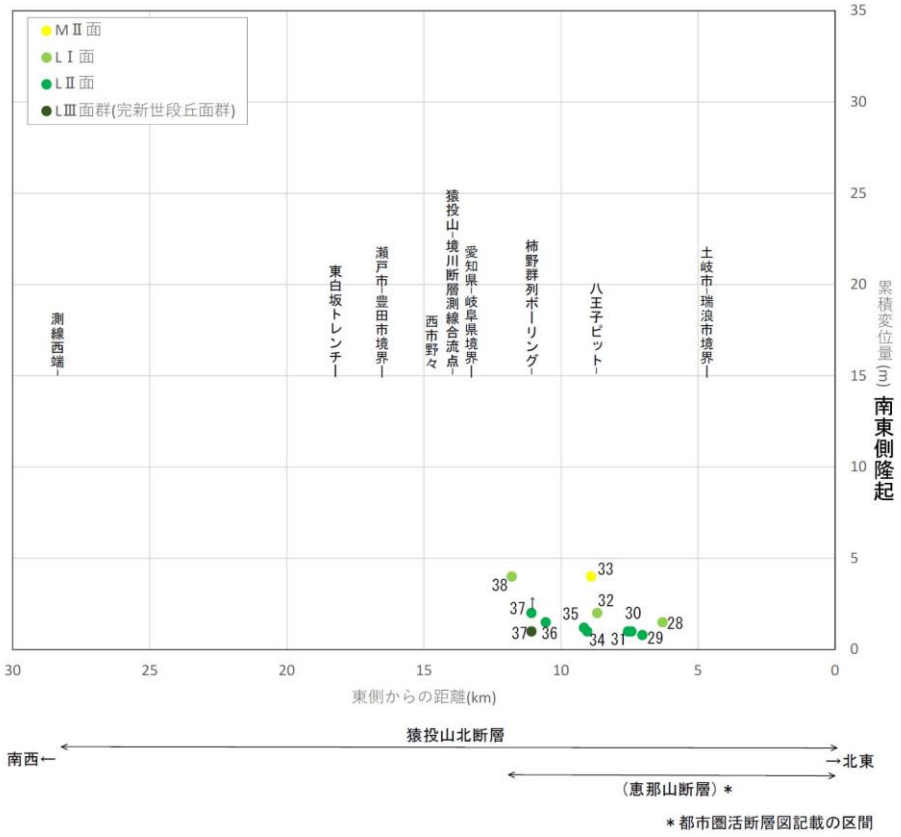


図 32 鉛直変位量分布（恵那山断層南西端付近）

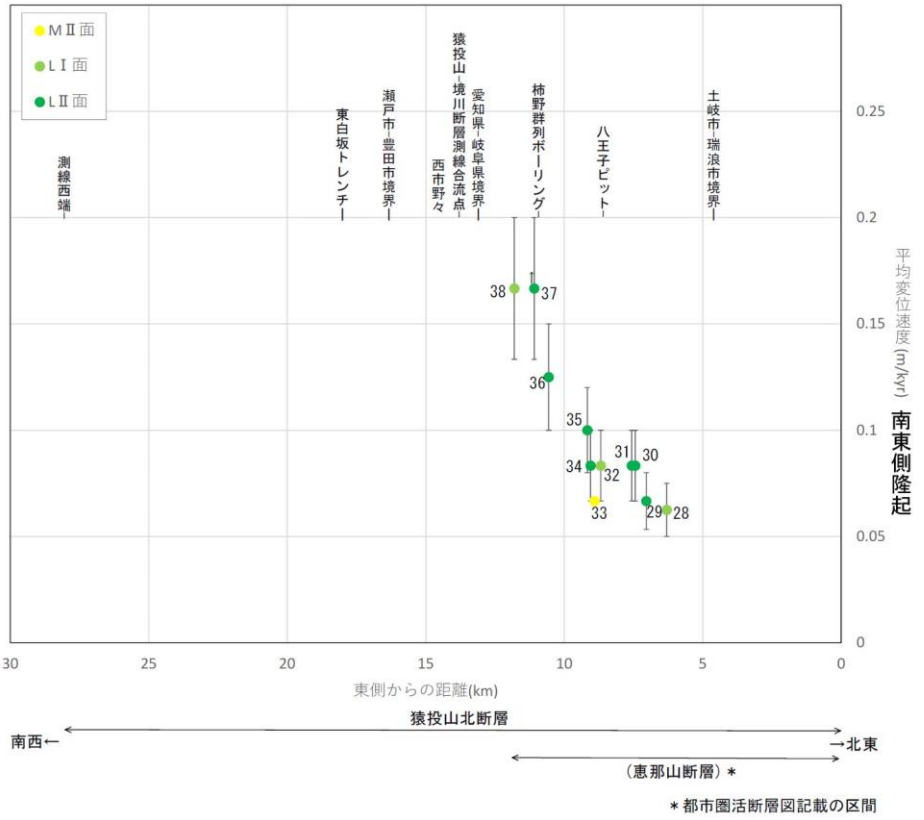


図 33 鉛直変位速度分布（恵那山断層南西端付近）

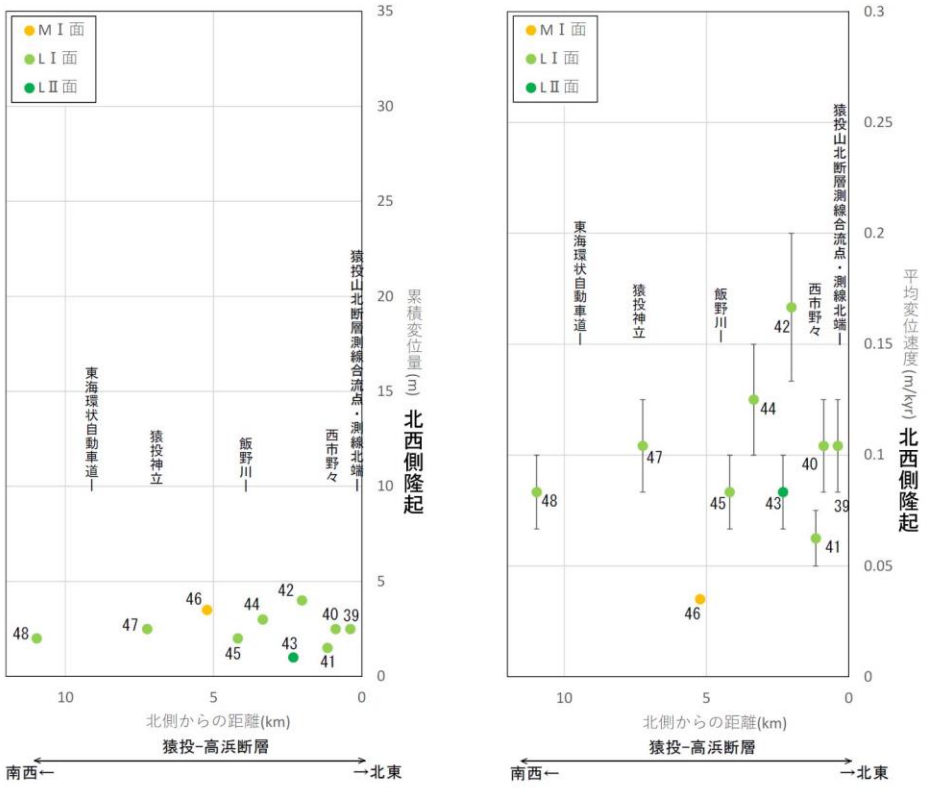


図 34 鉛直変位量・変位速度分布（猿投－高浜断層）

d) 水平方向の変位量分布と変位速度の議論

本研究においては多数の地点で横ずれ変位地形が見出され、水平方向の変位量分布を明らかにした（図 35、36）。屏風山断層においては中央部において横ずれが明瞭に確認される。そ

の値は 10～80 m であり、10～20 m、40～70 m 程度の変位を示す頻度が高い（図 36 内の表参照、以下同様）。10 m 未満は確認されない。恵那山断層陶町以東においては 10～120 m の値であり、20～70 m の頻度が高く、川上以外では概ね 10 m 未満は確認されない。恵那山断層陶町以西および猿投山北断層においては、横ずれ地形の密度が高く、10 m 未満の横ずれ地形も存在する。10～20 m の頻度が最も高く、さらに 20～70 m 程度の変位も多く確認される。最大値は 180 m 程度である。猿投－高浜断層の北部においても一部区間に横ずれが計測され、その値は 20～40 m 程度である。

以上の事実から、本研究対象地域の活断層は全域において右横ずれを伴っている可能性が高い。なお、恵那山断層の北東部（川上断層）では確実な縦ずれ断層変位は認められず、猿投山北断層では一部を除いて縦ずれ変位の確実な証拠は見出されていない（鈴木・野澤、2006）。このため、これらの活断層の変位速度は、前節の変位速度分布図には示されていない。しかし、それは、これらの活断層のスリップレートが低いことを意味するわけではない。

当地域における横ずれ変位については年代推定可能な変位基準が見出されない。例えば段丘崖や段丘面形成後に開析を始めた直線的な河谷等があれば、地形面形成期との関係から横ずれ地形の年代がわかるが、本地域においてはそのような地形が見出されなかった。

累積変位量の特徴として、恵那山断層陶町以西および猿投山北断層において 10 m 未満の比較的新鮮な横ずれが多数確認されることは、相対的に新しい時期に活動したことを示している可能性はあるが、確実な議論は困難である。

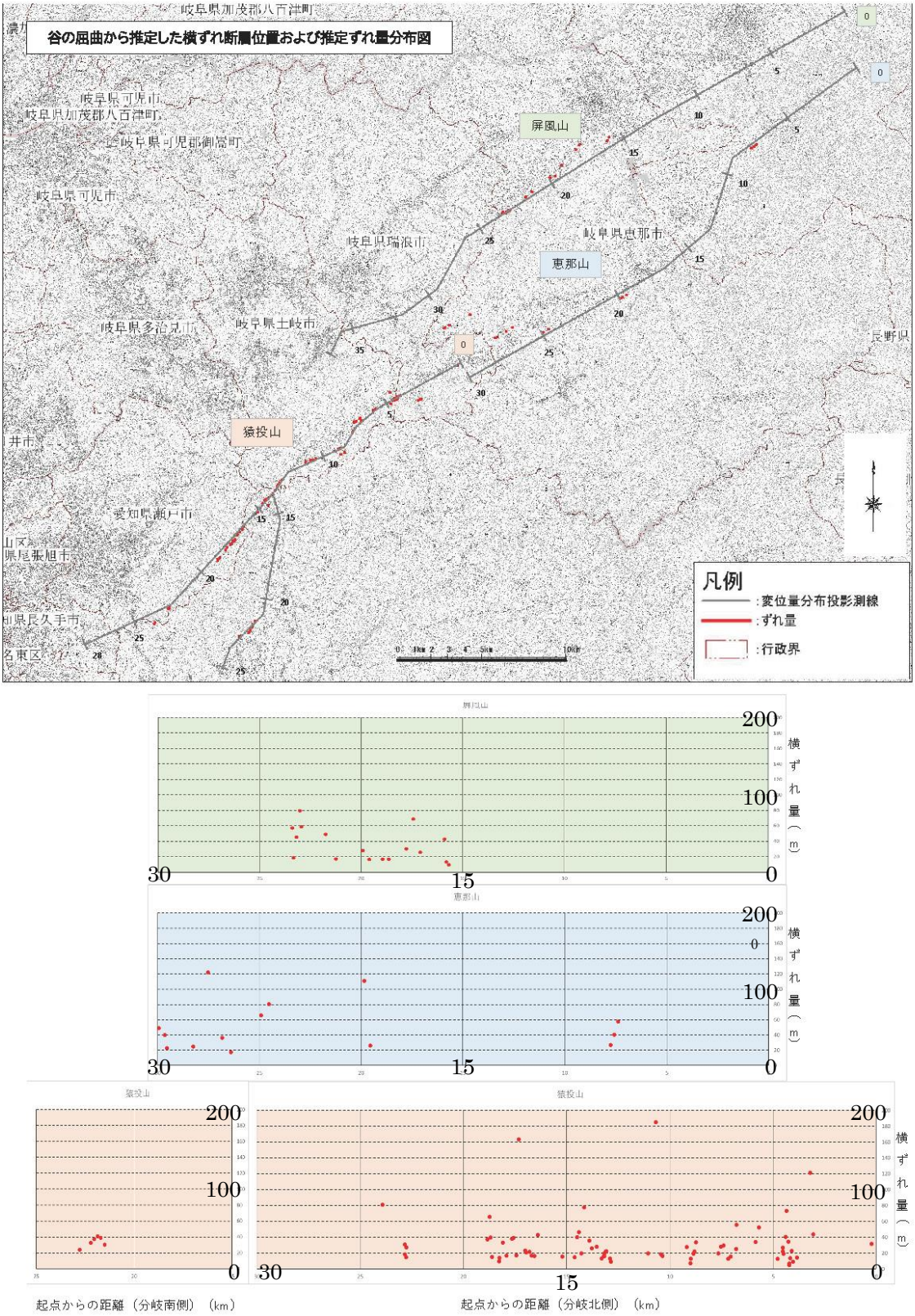


図 35 累積横ずれ変位量の分布（グラフ上は屏風山断層、中は恵那山断層、下は猿投山断層）

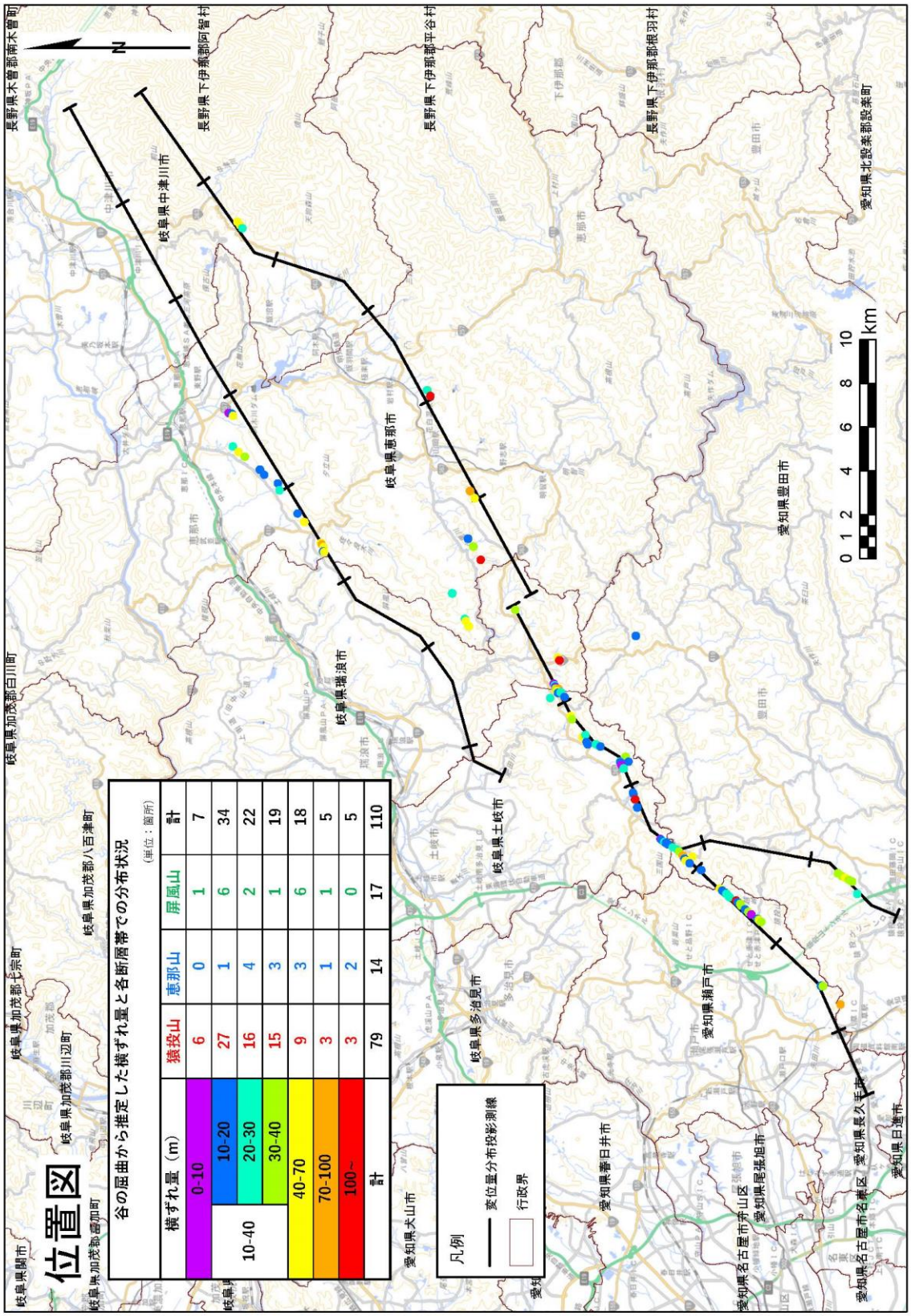


図 36：累積横ずれ変位量の頻度分布

e) 群列ボーリング調査と最新活動時期

岐阜県恵那市東野（図 2）と土岐市鶴里町柿野（図 19）では、完新世段丘面と考えられるLⅢ面にも断層変位が認められる。これらは、それぞれ、屏風山断層と恵那山断層西端部の最新活動時期を示していると考えられる。このため、両地域において群列ボーリング調査を実施して、最新活動時期の特定を試みた。東野における検討結果を図 37 に、柿野における調査結果を図 38 に示す。

東野では、ドローンによって撮影した写真を用いて DSM（Digital Surface Model：地表面だけではなく建物などの高さを含む）を作成し、撓曲崖の比高を明らかにした（図 37）。屏風山断層は LⅡ面を鉛直方向に約 5 m 変位させており（A-B 断面）、LⅢ面の鉛直変位量は約 2 m である（C-D 断面）。LⅢ面上において、4 ヶ所（BHG1～BHG4）でボーリング調査を実施し、地形と地下構造を対応させるとともに、複数の ^{14}C 年代測定値を得た（表 3）。なお、BHG-4 は、人為的に削剥された地点で掘削せざるを得なかったため、参考資料とする。

LⅢ面構成層の最上部の礫層には、地形と調和的な変形が認められる。その中から得られた試料からは、約 950 yBP の ^{14}C 年代測定値を得た。また、この礫層の下位の砂層からは約 1300 yBP の ^{14}C 年代測定値が得られた。

以上のことから、屏風山断層の最新活動時期は約 1 ka 以降であり、その時の鉛直変位量は約 2 m であったと考えられる。LⅡ面には LⅢ面の 2～3 倍の鉛直変位が記録されているため、屏風山断層は LⅡ面形成後に 2～3 回の活動を行っていることになる。今後、LⅡ面の形成時期や、屏風山断層の最新活動と歴史地震との関連を検討してゆく必要がある。

柿野では、測量によって地形断面を作成し、LⅢ面の変形を図示した（図 38）。さらに 6 ヶ所でボーリングを実施し、LⅢ面の変形と地下構造との関係を検討した。

LⅢ面は BKN-3 と BKN-4 との間で撓曲しており、1 m 程度の高度差を生じている。基盤（花崗岩）の高度はこれと全く調和的に変化している。断層は BKN-1 と BKN-2 の間にもあると考えられる。BKN-4 と BKN-5 の間に想定される活断層の隆起側の LⅢ面構成層中からは約 2000～2700 yBP の、低下側からは 2700～4300 yBP の ^{14}C 年代測定値が得られた。隆起側の 130±30 yBP という非常に若い年代を除けば、大きな矛盾はない年代であると考えられる。また、低下側の方が沖積層は厚く、より古い年代が得られていることは、断層活動によるものと考えて矛盾はない。ただし、高度差は小さいので、横ずれ変位が卓越する可能性がある。

このように、柿野においては約 2 ka 以降に最新活動時期があったと考えられる。鉛直変位量は 1 m 程度であるが、横ずれを伴っている可能性がある。なお、この地点は、これまでに恵那山断層と呼ばれてきた活断層の西端部に位置する。ただし、恵那山断層自体は、恵那市山岡町原付近より西方の陶町付近では活動的には見えない（図 18）。この地域の活断層は、むしろ、猿投山北断層と連続するようにも見える（図 19）ので、活断層の連続性を再検討する必要があるように思われる。

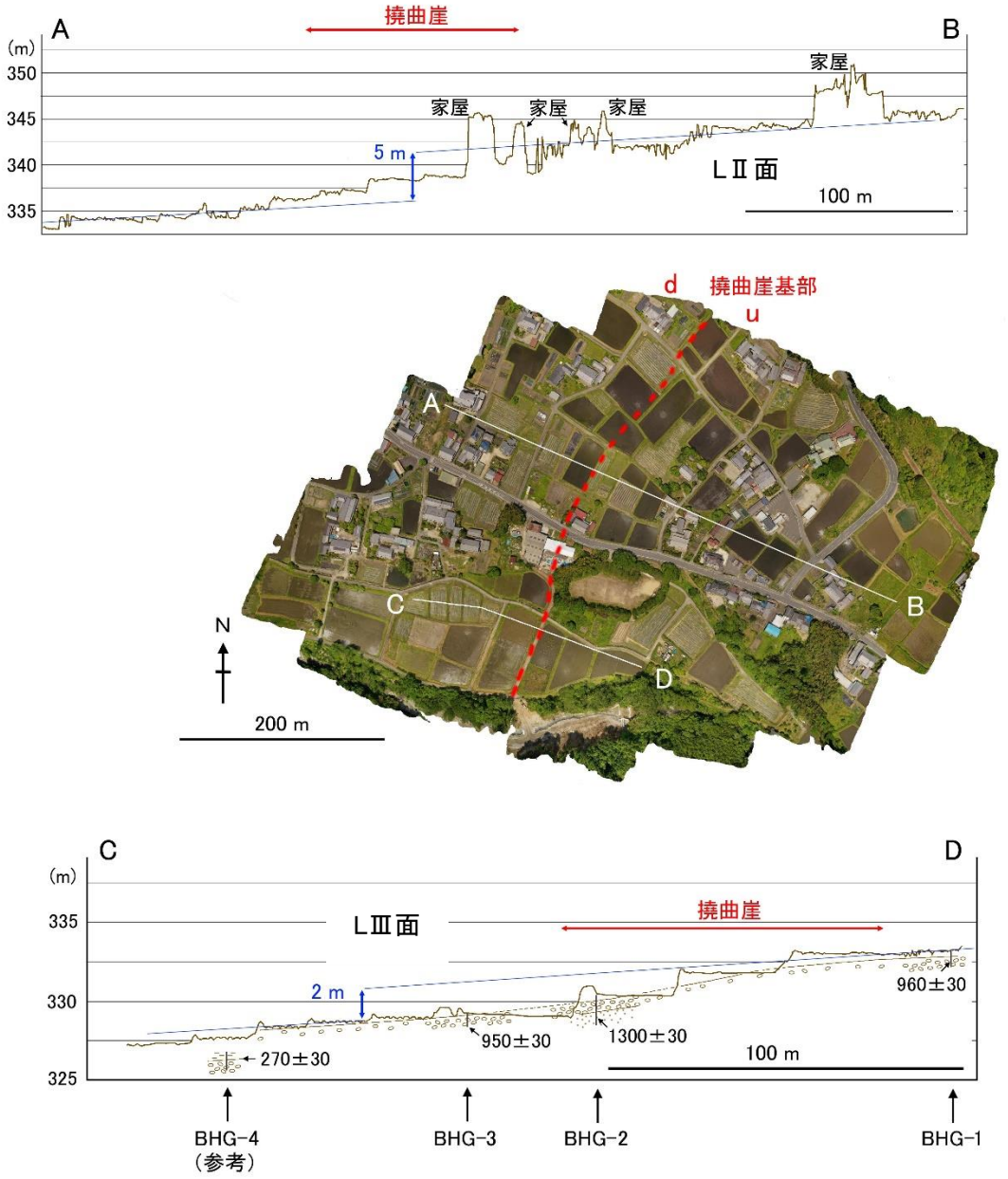


図 37　東野の変動地形と群列ボーリング調査結果（屏風山断層）

表 3 群列ボーリング年代測定結果（東野）

測定 ID（Beta）	試料名	試料	年代測定結果（CRA）
657296	BHG1	organic sediment	960±30
657297	BHG2	organic sediment	1300±30
657298	BHG3	organic sediment	950±30
657299	BHG4	charred material	270±30

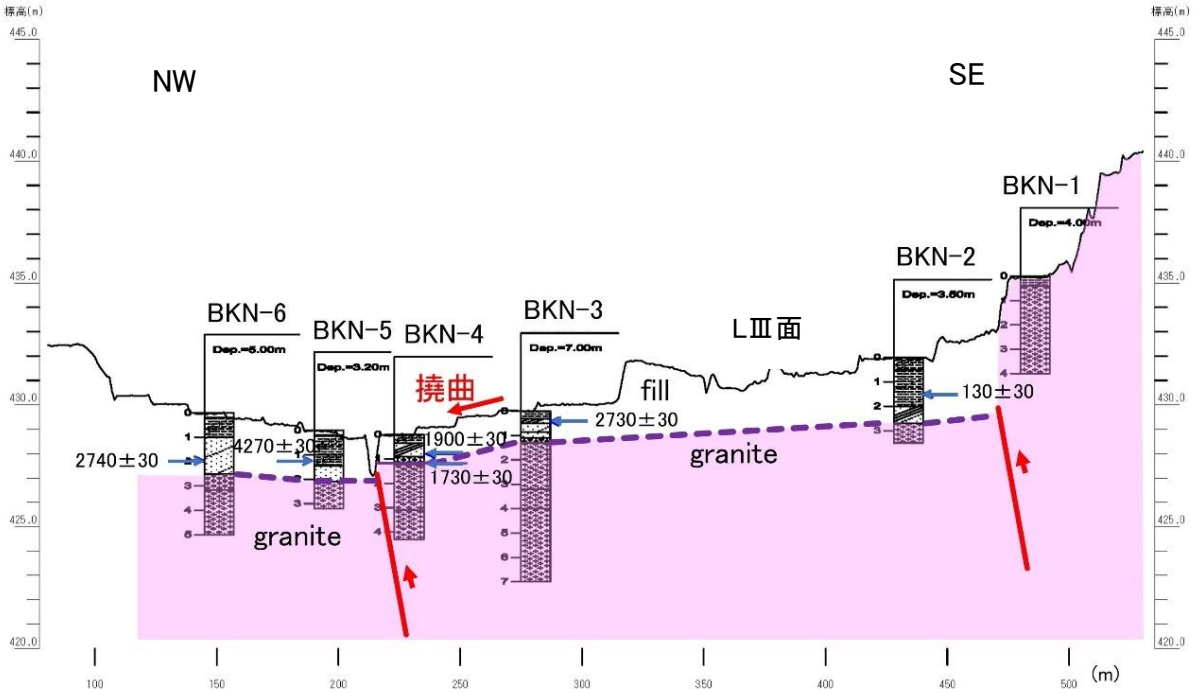


図 38　柿野における群列ボーリング調査結果（恵那山断層西端部）

表 4 群列ボーリング年代測定結果（柿野）

測定 ID（Beta）	試料名	試料	年代測定結果（CRA）
657300	BKN2	plant material	130±30
657301	BKN3	charred material	2730±30
657302	BKN4-1	organic sediment	1900±30
657303	BKN4-2	organic sediment	1730±30
657304	BKN5	charred material	4270±30
657305	BKN6	wood	2740±30

3)変動地形データベースの整備

a) データベースの概要

a-1) データベースの構成

本研究では、活断層の評価と今後の継続的な検証と更新、研究成果の普及啓発に役立てるため、研究成果として得られた変動地形に関する情報を格納した変動地形データベースを構築した。屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層については、令和 3 年度の研究成果として、WebGIS を使用したデータベースシステムのパイロットモデルを作成している。令和 4 年度は、このパイロットモデルを基本としたシステムに、確定した変動地形の情報を格納した。パイロットモデルの作成は株式会社ファルコン、データの搭載は国際航業株式会社に発注した。

データベースに格納した情報は、表 5 のとおりである。

表 5　データベースに格納したコンテンツ一覧

	情報コンテンツ	GIS 数値データ*	画像データ
①	LiDAR DEM（データ格納） （陰影図＋アナグリフで閲覧可能）	○	
②	活断層線（既存研究および本研究による判読成果）	○	
③	地形断面測線（変位基準面上の地形断面取得位置）	○	

④	地形断面図（変位基準面上の地形断面図）		○
⑤	地形面分類（変位基準面として区分された地形面）	○	
⑥	地表浅部堆積物確認地点 （ピット掘削地点および属性情報）	○	
⑦	トレンチ地点（および属性情報）	○	
⑧	トレンチ壁面スケッチ図		○
⑨	露頭地点（および属性情報）	○	
⑩	地下探査測線	○	
⑪	地下探査断面図		○
⑫	シナリオ型地震動分布（複数ケース）	○	
⑬	深部地下構造モデル（地震基盤面高度分布など）	○	

＊GIS 数値データは目的に応じて line・polygon・point 表示が可能。

a-2)データベースの特徴

構築したデータベースの特徴は下記のとおりである。既存の研究によってまとめられたデータ集や活断層図等との顕著な違いは、従来よりも高解像度の地形情報に基づいて認定した断層トレースなどの変動地形情報を、高解像度の地形図を基図として描画すると共に、変動地形を認定した箇所ごとに根拠となる詳細なデータを提示することができること、および断層帯全域の深部地下構造モデルや地震動分布などを詳細な変動地形の位置情報と共に参照できることである。

① WebGIS システムにより複数の情報を参照しながらデータの閲覧ができる。
② 必要に応じて公開用/非公開用に利用制限を設け、専門家による研究作業用データのアーカイブとしての利用ができる。
③ 変動地形の情報を表示する背景地図には、基本図として国土地理院の整備する電子国土基本図（地図情報）の地図タイルを用いるほか、主題図として、航空レーザ測量（LiDAR 計測）による高解像度の数値標高モデル（本報告書では LiDAR DEM と呼称）から作成した地図画像が選択できる。これらの主題図は、傾斜量陰影図やアナグリフなど地形の立体的な特徴を可視化した地図画像であり、これらに変動地形の情報を重ね合わせることにより、断層トレースの分布や形状を位置精度よく描画できるとともに、視覚的にリアリティをもつ情報を提供することによって変動地形についての理解の促進が図られている。
④ 変動地形が認められた地点ごとに、詳細な地形区分、地形断面計測結果、および現地における試掘調査や物理探査結果が参照でき、判断の根拠が明確にわかる。このことにより、将来の調査により新たなデータが得られた場合などに対応して、新旧データの比較検証と更新が的確かつ容易にできる。
⑤ 地表の変動地形の情報と共に、断層帯全域に対して検討された深部地下構造モデルや地震動分布などが参照できる。

b) WebGIS システムの概要

b-1) WebGIS システムの特徴

本研究では、研究成果の利用の便を図るため、WebGIS システムに、調査成果のデータベースを搭載した。この WebGIS システムは、防災科学技術研究所が「災害リスク情報プラットフォームの研究開発」の一環として開発した e コミュニティ・プラットフォームの成果に基づいて構築したものである。e コミュニティ・プラットフォームの基本設計は、調査研究成果をアーカイブデータとして格納し、閲覧・更新するだけでなく、自治体業務の支援、住民組織の平常時及び災害時の情報共有などにも運用できるものであり以下の特徴をもつ。

① インターネットに接続された PC、スマートフォンから利用可能
インターネットに接続して利用することができ、特別なソフトウェアは不要。地図の閲覧に加えて、情報の登録や写真の投稿が可能。さらに、GNSS 機能による利用者の位置情報との照合が可能である。
② 地理院地図をはじめとして各種背景地図をベースマップとして参加型で地図作成が可能
PC、スマートフォンからインターネットに接続しログインして、複数のユーザにより、参加

型で地図を作成することが可能である。

③ オープンデータとして公開された外部公開地図を組み合わせることが可能
利用者が外部で公開された地図を組み合わせて利用できる。

④ 作成したマップの公開/非公開の設定が可能
外部に公開しないマップは、ID とパスワードにより利用制限ができるため、専門分野の研究者に限定したデータの共有や研究成果の閲覧などが可能である。

⑤ 地図の印刷が可能
任意の範囲を指定した紙地図と同等のデザインの印刷出力が可能である。

⑥ 地図公開機能と外部システム連携のための API 対応
作成した地図は、国際標準の共有方式（WMS, WFS）に準拠した公開が可能。加えて、他の情報システムから API（アプリケーションやプログラムの一部を共有するためのインターフェイス）を使ってアクセスできるため、各種ウェブシステムと連携することが容易である。

本研究成果で構築したシステムは、上記の特徴を生かし、一般向けと専門家向けのメニューを備えることができる。各々のメニューの目的は、「一般向けメニュー」では変動地形の分布と基本的な情報がリアリティのある画像表現のもとに表示されること、「専門家向けメニュー」では研究者等が位置精度の高い変動地形情報のアーカイブを共有し、情報の確認・更新が行える研究環境が整備されることになる。今後は、活断層を含めた地震予測情報発信のあり方に関する調査研究の成果を踏まえ、メニューの構成とアクセス制限の範囲などについて検討した上で、データベースを公開する。

b-2) WebGIS 機能の概要

WebGIS システムでは、PC のモニター画面に表示された地図を参照しながら主にボタン操作によって簡便に情報にアクセスができる。コンテンツの表示、情報の検索およびデータの解析を行うことができる。

(ｉ) 表示機能（コンテンツ表示、重ね合わせ）

本研究による成果（判読した断層トレースの位置およびその属性・断面線および断面図・変位量・現地調査位置・採取資料年代測定値、断層モデルなど）をコンテンツとして地図上に表示する。画面左のウィンドウで表示するコンテンツを選択し、各々のコンテンツを単独に、または重ね合わせて表示することができる。また画面上でそれぞれのコンテンツをクリックすることにより、その属性を表示することができる。また、表示中のコンテンツと関連する資料を格納されたデータベースから呼び出して表示させることができる（図 39、40）。

地図の表示は、背景地図として基本地図と各種の主題図を選択することができ、画面中の地図操作ボタンで地図の移動および拡大縮小を行うことができる（図 41～44）。

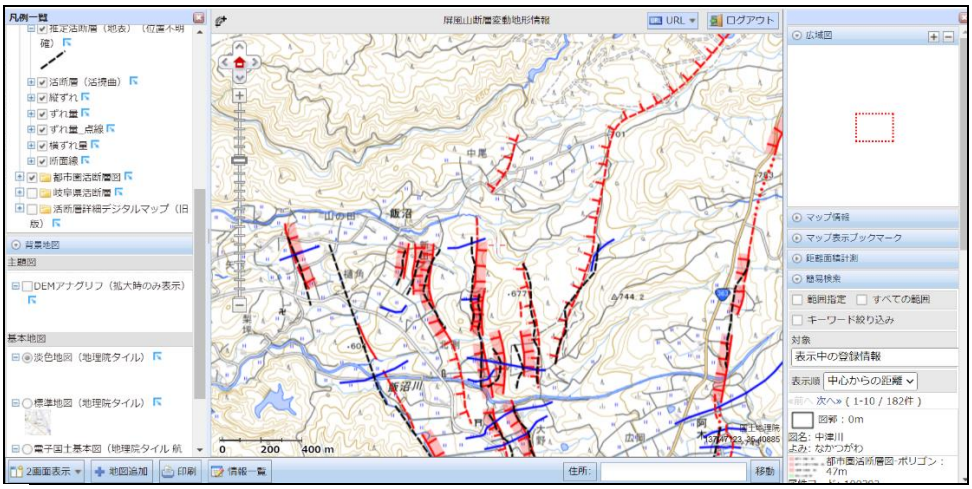


図 39　データベースのコンテンツの表示例（各研究の変動地形情報の重ね合わせ）

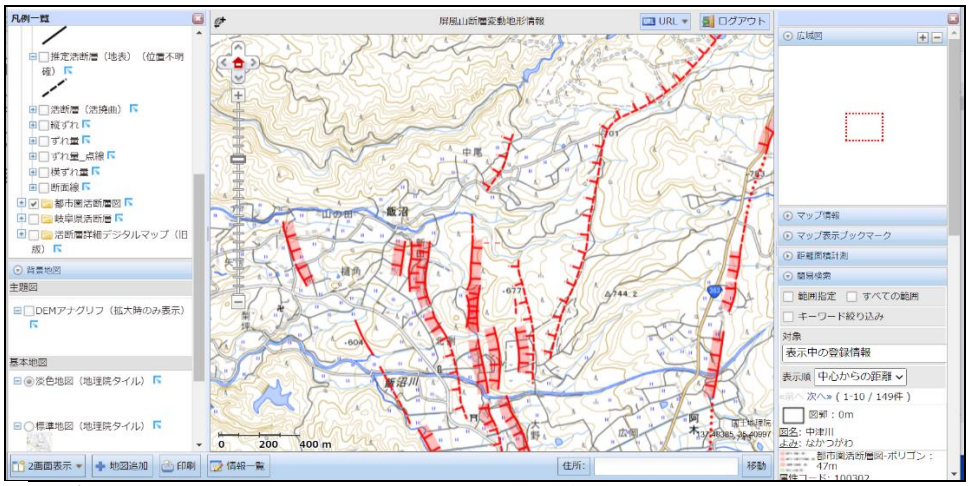


図 40　データベースのコンテンツの表示例（都市圏活断層図による変動地形情報）

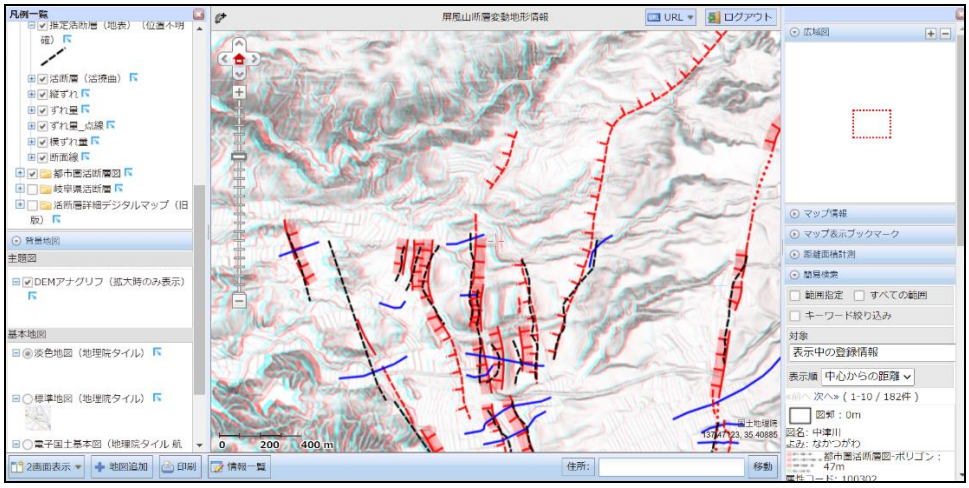


図 41　背景図に高解像地形情報から作成したアナグリフを選択したコンテンツの表示例

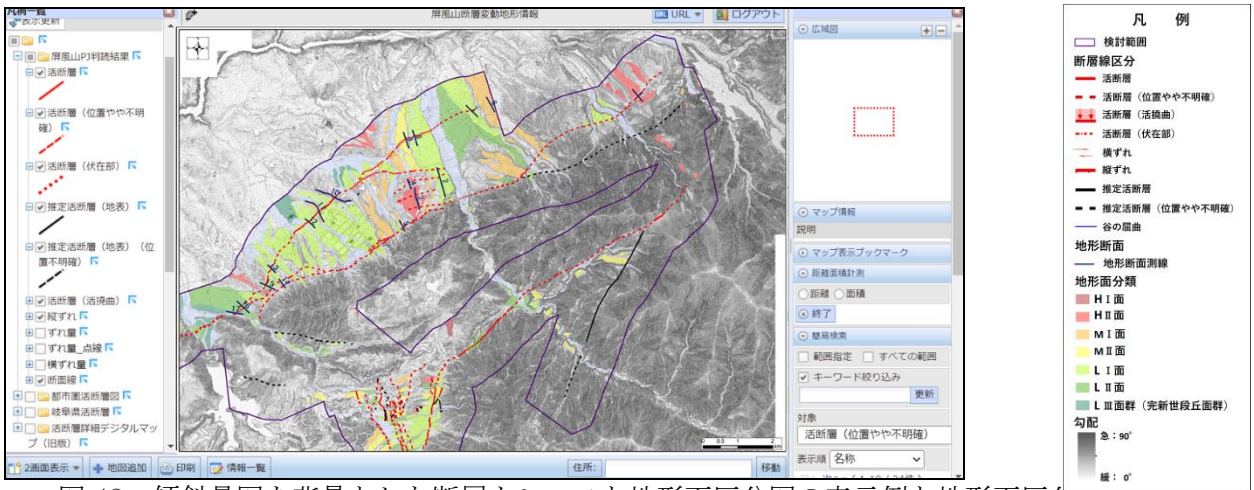


図 42　傾斜量図を背景とした断層トレースと地形面区分図の表示例と地形面区分の凡例

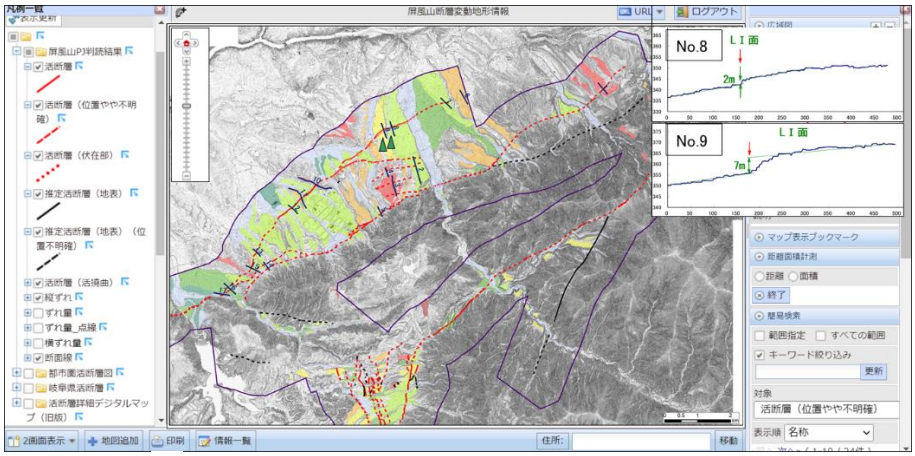


図 43　断層トレース上の指定箇所の地形断面の表示例

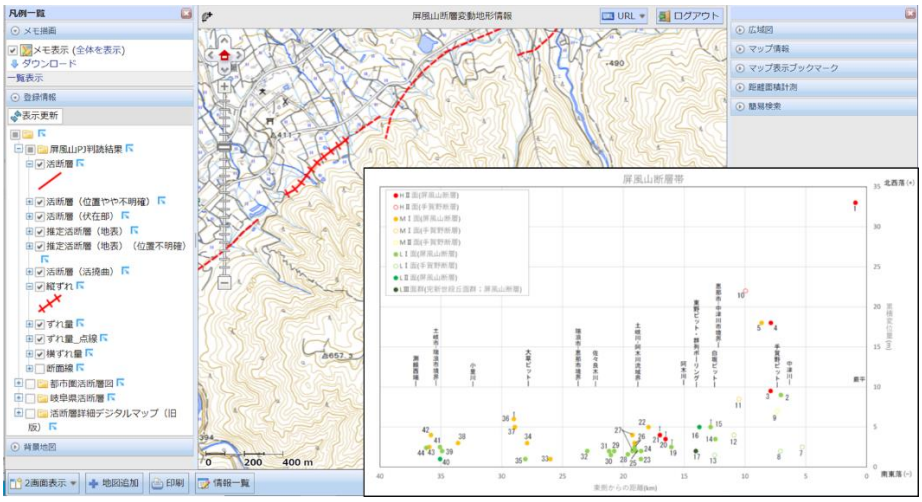


図 44　断層沿いの鉛直変位量の分布図を合わせて表示した画面の例

（ⅱ）検索機能

研究対象地域全域もしくは確認したい範囲を指定し、キーワード絞り込みが可能である。操作は画面右手のウィンドウで行い、検索結果は登録情報毎に、名称・指定した地点からの距離・更新時を選択して各々の順位毎に表示される（図 45～47）。



図 45　断層の横ずれ量を指定した検索結果の表示例

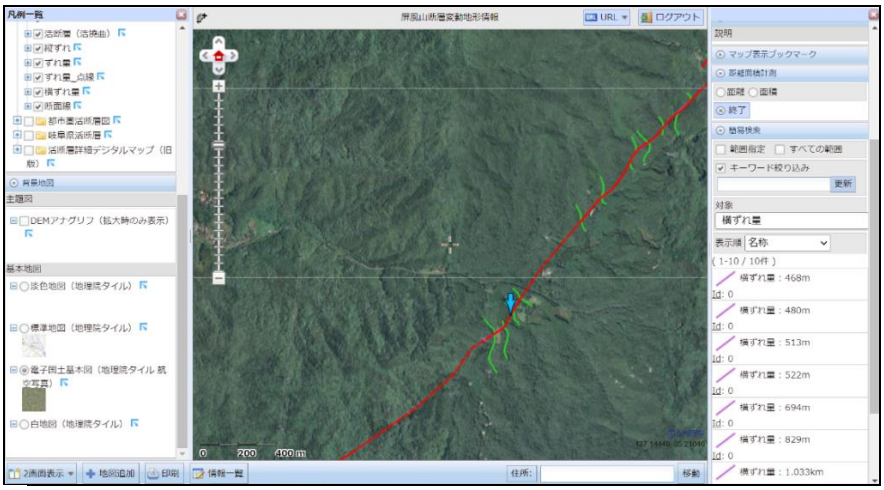


図 46　断層の横ずれ量の検索結果を背景図に航空写真を選択して表示した例

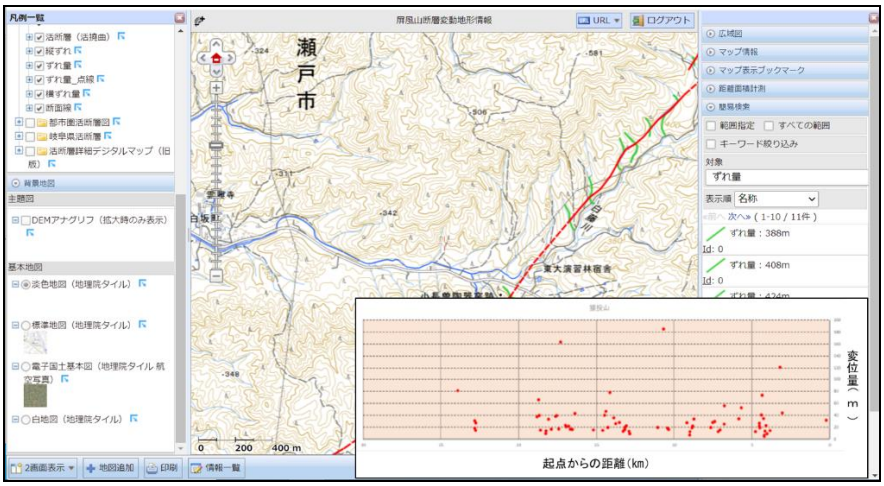


図 47　断層沿いの横ずれ量の分布図を合わせて表示した画面の例

（iii）解析機能（計測・集計）

画面上での距離計測、面積計測が可能である。操作は画面右手のウィンドウで行う。また別ウィンドウで、登録情報毎に個所数や延長を集計し、統計情報を出力することができる。さらにデータベースから基本的なデータを取り出して、別個のシステムにおいてより高度な解析を行うこともできる（図 48）。

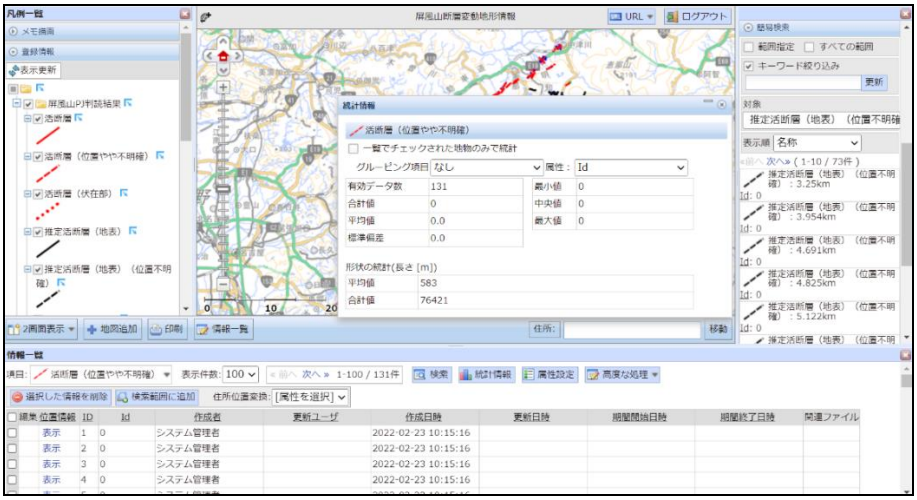


図 48　データの解析結果の表示例（位置やや不明確な活断層についての集計画面）

4)総合解析

最終年度の総合解析として令和４年度に、サブテーマ２、３の成果を総合して震源断層シナリオを議論した。その結果をサブテーマ４の取り組みに反映させた。さらにサブテーマ５に対して情報提供し、防災情報の提供のあり方を検討した。

a)震源断層シナリオの推定

上述の変動地形の特徴から、震源断層のシナリオを以下のように推定した。これまでの長期評価においては、「屏風山断層帯」と「恵那山断層帯（恵那山断層および猿投山北断層）が主な起震断層として想定されてきた。本研究においてはこの枠組みを踏襲して考える。ただし前者においては手賀野断層を分岐断層として活動性評価において合算すべきこと、また後者においては①陶町付近の不連続、②柿野付近での接合、さらに③猿投－高浜断層との接合、など本研究で明らかになった事実に基づいて見直す。

a-1)屏風山断層

屏風山断層は総延長 36 km で北東端は中津川市の温川・湯舟沢川左岸、南西端は土岐市駄知に位置する。断層の一般走向は約 N57.1° E、南東側を隆起させる逆断層であり、中央部（長島～三郷付近：8 km）では右横ずれ変位を伴う。鉛直変位速度は北東部（恵那市の阿木川付近以東：14 km）で急激に大きくなり、分岐して手賀野断層を伴う。南西部（三郷～駄知付近：13 km）では断層トレースは山麓線に沿い、屈曲に富む。

以上の特徴から屏風山断層は阿木川および三郷を挟んで３区分される可能性もあり得るが、断層線に顕著な不連続はないため、震源断層モデルとしては総延長 36km を想定することが妥当である。明瞭な右横ずれ地形が確認される範囲は中央部に限られるが、北東部において派生する手賀野断層のトレースはミ型を示すため、これは右横ずれ変位に伴う逆断層の派生と解釈することもできる。また、三郷以西においても、山地側が低下するような断層も認められるなど、断層トレースの連続性は複雑であり、横ずれ変位を伴うことを否定できない。さらに、駄知付近の走向が折れ曲がる逆断層の発生も断層線の形状から圧縮性のジョグと解釈できることから、右横ずれ変位の末端と考えられる。以上のことから、全域にわたって右横ずれを伴うと判断することが可能であろう。なお、上下方向の変位速度分布図に基づくと、強震動予測の際のアスペリティ（相対的に大きくずれる範囲）は北東部に想定することが妥当である。また、断層線の配列はほぼ全域にわたって北東方向へ分岐する形状を示すことから、破壊開始点は西端付近にあり、北東へ破壊が進行するものと考えられる（中田ほか,1998)。

a-2)恵那山－猿投山北断層

従来の恵那山－猿投山北断層帯について断層トレースを見直したところ、土岐市柿野付近で両断層が連続することが明らかとなった。このため恵那山付近から豊田市八草までの総延長 56 km に及ぶ。ただし北東端はこれ以上延びないが、南西端については推定断層としてさらに更に 4.5 km 以上続く。そのため推定断層を含めた総延長は 60 km を超える。また、断層トレースは従来の猿投－高浜断層とも連続する。今回の調査はその仕様において猿投－高浜断層帯の全体を含まず、連続性の確認に留められているため、猿投－高浜断層帯を含む断層帯の総延長は不明である（今回は 56km 以上と表記する)。

断層形状は南東へ傾く逆断層が推定され、全域にわたり右横ずれ変位が明瞭に確認される。大局的に主な断層トレースの配列を見ると三国山付近に明瞭な分岐形状が確認されることから、この付近を震源としてバイラテラルに破壊が伝播する可能性が考えられる(中田ほか,1998)。上下方向の変位速度分布図によれば、富田～飯沼にかけて値が大きく、柿野付近がその次に大きくなっている。横ずれ変位量に関してはその地形の形成年代を特定できないため、スリップレートに置き換えることはできず、地域毎の活動性に読み替えることはできないが、少なくとも現象として、恵那山断層と猿投山北断層の接合部付近で大きな横ずれ変位の累積が確認される。

ところで、従来の恵那山断層について、瑞浪市陶町付近で断層トレースの不連続が確認された。この付近には雁行配列をなす推定活断層は認められるが、連続性が明瞭ではない。丘陵地

内であるため、もしも連続する断層があれば鞍部配列などの痕跡が見られることが自然であるが、それらを見出すことができない。このことはむしろ断層活動の何らかの不連続を反映する可能性が高い。このため本研究は以下のとおり、陶町付近を境に活動区間が分割される可能性が高いと考える。

① 恵那山断層（陶町以東）

恵那山断層（陶町以東）に沿っては、基本的に右横ずれ変位を伴う南東側隆起が確認される。ただし、飯沼付近の複雑な断層の配列は、主断層の右横ずれ変位に伴って生じたと考えられるもののその成因は不明である。鉛直変位速度は、富田から飯沼において大きい。累積横ずれ量分布は 20m を超えるものが大半で、より小さい変位を示す横ずれが確認されない。その理由は不明である。断層線の分岐形状は、岩村以東で概ね東に、以西では概ね西に開く形状を示していると見ることもできる。そのため地表における破壊開始点の候補として岩村付近を挙げることが可能である。

②恵那山断層西部（陶町以西）～猿投山北断層

陶町以西の恵那山断層西部は従来の知見より西へ延伸し、土岐市柿野付近で猿投山北断層に連続する。従来、猿投山北断層は右横ずれ変位を主とするものの、三国山以南は南上がり、以北は北上がりの逆断層成分があると考えられてきた。しかし三国山以北の断層変位地形は不明瞭でその活動性が疑われる。今回見出された恵那山断層西部とのトレースの連続性を念頭に置くと、基本的に南上がりの変位と右横ずれ変位が、両トレースに共通することになる。接合部である柿野付近には南上がりの完新世における変位も明瞭に確認される。以上のことから、恵那山断層西部と猿投山北断層南半分が一連のセグメントである可能性が高い。

この断層に沿う鉛直変位速度分布は柿野付近が最大である。ただし鉛直変位を確実に計測できる箇所が限られているため、確実なことは言えない。横ずれ変位は全域にわたって確認され、最大は 100m を超え、10m 未満の箇所も多い。こうした横ずれ変位が確認されることは本断層の特徴であり、比較的新しい時期に断層活動が生じた可能性を示唆する。

なお、本研究の調査範囲を超えて南方へ続く猿投－高浜断層は、本断層と連続することが明らかとなった。サブテーマ３による解析結果でも、猿投山北断層と猿投－高浜断層はそれぞれ東、西に傾下する逆断層の形状を示し、地下数キロで交わる可能性が示唆された。こうした点からも、猿投－高浜断層を含めて地震発生を考える必要がある。猿投－高浜断層のみならず知多半島にも多くの活断層があり、従来の定義では一連の活断層帯を形成している。広域な地震防災に影響する可能性があるが、現時点では調査未了のため、断層長や連動性・活動性についてこれ以上評価することはできない。

b)ネットスリップレートの推定

活断層の活動性評価においてネットスリップレートの推定は重要である。本研究においては、①まず鉛直変位速度を分布形状と共に明らかにし、②横ずれを考慮して、求めた鉛直変位速度をネットスリップ速度に換算するという方法を目指した。①については 2)c)に記載した。

②については二つの方法があり得る。第１の方法は、横ずれ変位量を谷の屈曲や崖の屈曲等から計測し、それらの地形の形成年代を推定して横ずれ変位速度を推定し、縦ずれと横ずれ双方を考慮したネットに換算する方法である。しかし、本地域においては 2)d)で述べた通り、横ずれ速度を評価できなかった。

第２の方法は、断層露頭において条線の向きを観察し、スリップベクトルの方向によりネット量を推定する方法である。サブテーマ２の検討から、恵那山断層中部の山岡付近における条線において観察された値にはばらつきがあるものの、レイク角 20 度が代表値であると判断された。この場合、見かけの鉛直変位量の 2.7 倍をネットスリップ量と推定することになる。

第３の方法は応力場の方向と断層形状の関係から予測される断層のずれ方向（スリップテンデンシー）によりネットスリップを計算する方法であるが、本研究においてはこの値を計算しておらず、将来の課題として残された。

本研究においては、第２の方法により、恵那山断層陶町以東について、最大 1.5m/千年程度のネットスリップを有すると推定した（屏風山断層および猿投山北断層については、変位の縦

横比が不明であるためネットスリップに換算することができないが、もしも恵那山断層と同程度の場合には、それぞれ最大 1.0m/千年、0.5m/千年の可能性がある)。

ただし恵那山断層北東部（川上断層）や猿投山北断層のように横ずれ主体の場合、上下方向の確実な低断層崖の存在から評価する方法ではそもそもネットスリップを評価しきれないことには注意を要する。

なお、従来の断層評価における、断層長から単位変位量を計算してそれを平均変位速度で除して再来間隔を求める方法についても注意を要する。変位量が鉛直成分のみかネット量かを区別する必要があり、両者を混同して計算することは避ける必要がある。

c)最新活動時期および一回変位量に関する総合的検討

今回の研究においては屏風山断層の恵那市東野で重要な成果が得られた。ここでは、形成年代が 1-1.5 万年前と推定される LⅡ面に鉛直方向に 5m、約 1,000 年前に形成された LⅢ面に 2 m の鉛直変位（おそらく一回の変位）が確認された（図 37)。LⅢ面の形成年代は断層活動の再来間隔に比べて短すぎるためスリップレートの算出には適さないが、LⅡ面の鉛直変位速度（0.3-0.5m/千年）は採用可能である。すなわち同一地点で一回変位量とスリップレートが確認され、かつ双方とも鉛直成分の評価であるため、前者を後者で除した値として、活動間隔約 4,000 年が得られる。

同様の考察は恵那山断層の富田地区でも行うことができる。ここでは LⅡ面に現れた 2.5m の上下変位(図 15、測線 23)を一回のずれの鉛直成分と見なし、同地点付近の MⅡ面の平均変位速度 0.22m/千年との関係から最新活動は 1-1.5 万年以降、再来間隔 1-1.1 万年が得られる。仮に LⅡ面の変位が二回の地震によるずれとすれば、活動間隔は 5,000 - 5,500 年となる。また最新活動時期は 1-1.5 万年前以降の比較的新しい時期ということになろう。

また従来の恵那山断層最西部（本研究においては猿投山北断層の一部に含められる）柿野においては約 2,000 年前以降の活動の可能性が認められている。

後述のサブテーマ 2 は猿投山断層および恵那山断層の最新活動時期と活動間隔を議論し、以下の結果を得ている。もし仮に両者が同時に活動していると仮定した場合には、最新活動は 7,600-7,200 年前、平均活動間隔は 7,200-7,500 年（地震本部の長期評価では、約 7,200-14,000 年)。一方、別々に活動すると仮定すると、猿投山北断層の最新活動時期は 8,500-5,900 年前、平均活動間隔は 6,750-8,150 年。恵那山断層の最新活動時期は 7,600-7,200 年前、平均活動間隔は 7,200-13,400 年前であるとした。ただし、両断層ともより新しい時期に最新活動がなかったという証拠はない。

d)断層の地下形状

断層の傾斜については後述のサブ２による露頭観察の結果、以下の値が得られている。
屏風山断層：55 度程度、恵那山断層：60 度程度、猿投山北断層：70 度程度、いずれも南東傾斜

また、サブ３の探査の結果からは以下のとおりである。

・猿投山北断層と猿投－高浜断層はともに高角。
・恵那山断層（富田地点）では猿投山北断層ほどは高角ではない。

e)長期評価への反映の可能性

e-1)屏風山断層帯

従来の評価では、「断層長 15 km、上下方向の平均変位速度 0.1-0.3 m／千年、経験式による単位変位量と、平均変位速度の関係式から求めた平均活動間隔は４千-１万２千年程度」とされていた。

今回の調査結果によってこの妥当性を見直すと以下の問題がある。①横ずれが考慮されていないためネットスリップが過小評価である。②経験式から計算される一回変位量は、横ずれを含むべきだが鉛直成分のみ評価されており、単位変位量と平均変位速度の関係式には適用できない。③断層長が著しく過小評価になっている。

今回の調査結果によれば以下のとおり修正する必要がある。

・断層長 36km。平均鉛直変位速度は中津川で最大 0.5 m/千年。ネットでは 1 m/千年を超える

可能性が高い。
・最新活動時期：約 1,000 年前以降の可能性がある。
・平均活動間隔：約 4,000 年程度の可能性がある。

e-2)恵那山－猿投山北断層帯
従来の評価では、「断層長全体で 51 km（東半分 37 km、西半分 22 km)、平均変位速度 0.2-0.4 m／千年（東半部では上下成分、西半部では右横ずれ成分主体)、最新活動時期は約７千６百年前以後、約５千４百年前以前。平均活動間隔は約７千２百-１万４千年」とされていた。
今回の調査結果は以下のとおりである。
・断層長全体で 56km 以上に達する(60km 以上の可能性あり)。
・平均鉛直変位速度の最大値は富田～飯沼付近で、トレースが併走する箇所は足し合わせると 0.4～0.5 m/千年、ネットでは 1.5 m/千年と推定される。
・全域一括活動を仮定した場合のトレンチ調査の解釈は、最新活動時期は 7,600-7,200 年前、平均活動間隔は 7,200-7,500 年。ただしトレンチ調査で一括活動か分割活動かを判断することは困難である。

本調査においては、陶町以東の恵那山断層と、以西の恵那山断層西部～猿投山北断層と、活動区間が二分される可能性が高いと判断した。
【恵那山断層（陶町以東)】
・断層長は約 29km である。
・平均鉛直変位速度は富田～飯沼付近が最も大きく 0.4-0.5 m/千年、ネットでは 1.5 m/千年と推定される。
・LⅡ面に 2.5m の鉛直変位が認められる。ただしこれが一回の変位かどうかは不明である。そのため活動間隔を地形から推定することは難しい。
・本断層が分割活動を仮定した場合のトレンチ調査の結果の解釈は、最新活動時期は 7,600-7,200 年前、平均活動間隔は 7,200-13,400 年。ただし、上記の最新活動よりもより新しい時期に活動がなかったという確実な証拠はない。

【恵那山断層西部～猿投山北断層】
・断層長は 27km 以上である。
・平均鉛直変位速度は、柿野付近で最大 0.15-0.2 m/千年である。縦ずれ横ずれ比が恵那山断層と同様と仮定すると柿野付近では 0.5 m/千年である可能性が高い。猿投山北断層沿いでの数値の詳細は不明である。
・最新活動時期は、柿野の群列ボーリングの結果によれば、約 2,000 年前以降である。
・分割して活動すると仮定した場合のトレンチ調査の結果の解釈では、最新活動時期は 8,500-5,900 年前、平均活動間隔は 7,250-8,150 年である。ただし、より新しい時期に最新活動がなかったという確実な証拠はない。

e-3)猿投－高浜断層帯
従来の評価では、平均鉛直変位速度は 0.1 m／千年程度、最新活動時期は約１万４千年前頃であると考えられてきた。１回のずれ量と平均変位速度に基づき、平均活動間隔は４万年程度と算出されていた。
これを今回の調査に基づいて再検討すると以下の問題がある。①横ずれを考慮していないため平均変位速度が過小評価になっている。②断層長を 51km としているが、分割して活動を起こす可能性もあるため、一回の変位量を過大評価している可能性がある。①と②はいずれも活動間隔を長く見積もることにつながり、地震発生確率が過小になっている可能性が高い。
すでに指摘したように、本活断層トレースは猿投山北断層から分岐すること、猿投山北断層とは断層面が地下で収斂する可能性があることを考慮すると、新称「猿投山断層帯」の一部であるとみなして再調査を行い、その結果から長期評価を見直す必要がある。

f)まとめと課題

地震本部はこれまで、屏風山断層帯、恵那山－猿投山北断層帯、および猿投－高浜断層帯と分けて活断層評価を行ってきた。本研究により、震源断層としては①手賀野断層を含む屏風山断層、②恵那山断層（陶町以東）、③恵那山断層（陶町以西）～猿投山北断層と大別される可能性が示された。なお、②と③については一体で地震を起こす可能性も残される。一方、猿投－高浜断層についてはそのトレースが猿投山北断層に連続し、地下構造においても断層面が収斂する可能性が高いことが明らかになったため、上記の③（あるいは②と③の一体型）と連動する可能性が高く、その活動性の評価については今後の課題として残された。本研究の成果は表6および表7のとおり整理される（端点の位置は図26参照）。

表６　屏風山断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度	根　拠	地震調査研究推進本部地震調査委員会 2004 年の長期評価[注]
１．位置・形状				
（１）構成する断層	蕨平断層、手賀野断層、屏風山断層	◎	断層トレースの連続性	蕨平（わらびだいら）断層、手賀野（てがの）断層、屏風山（びょうぶやま）断層北東部
（２）位置・形状	（北東端） 35.5004 137.5716 （南西端） 35.3228 137.2353 長さ約 36km	◎ ◎	断層トレース	地表における断層帯の位置・形状 （北東端） 北緯　35°30′　東経 137°35′ （南西端） 北緯　35°26′　東経 137°26′ 長さ 約 15km
	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ　０km 一般走向　N57°　E 傾斜 高角、南東傾斜（地表付近） 幅 17km	○	露頭情報および反射記録の再解析 当該地域において微小地震活動が認められる深さ 16 km を地震発生	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ 上端の深さ　０km 一般走向　N60°　E 傾斜 高角、南東傾斜（地表付近） 幅 不明

				層下端とし、傾斜角を 70 度と設定したことによる。	
	（３）断層のずれの向きと種類	南東側隆起の逆断層（右ずれを伴う）	◎		南東側隆起の逆断層
２．断層帯の過去の活動					
	（１）平均的なずれの速度	鉛直成分として、中津川市付近で最大 0.5m／千年（恵那市～土岐市では0.1m／千年 横ずれを考慮すると 3 倍程度（最大 1.5m／千年）になる可能性あり	○	地形面の変位	0.1－0.3m／千年（上下成分）
	（２）過去の活動時期	1000 年前	○	東野における郡列ボーリング	不明（５万年前以後複数の断層活動が認められるが、個々の活動時期は不明。）
	（３）１回のずれの量と平均活動間隔	鉛直方向に約 2m（横ずれは数倍の可能性あり） 平均活動間隔 4000 年	○	東野地点における群列ボーリング結果および地形面の累積変形	１回のずれの量　１ｍ程度（上下成分） 平均活動間隔　４千－１万２千年程度
	（４）過去の活動区間	断層帯全体で一区間（ただし阿木川を境に活動性が異なる可能性あり）	○	断層トレースの連続性	断層帯全体で１区間
３．断層帯の将来の活動					
	（１）将来の活動区間および地震の規模	活動区間 断層帯全体で１区間 地震規模 マグニチュード 7.4 程度 ずれの量２ｍ程度（上下成分）ネットでは数倍	○	経験式	活動区間 断層帯全体で１区間 地震規模 マグニチュード 6.8 程度 ずれの量　１ｍ程度（上下成分）

表７　恵那山－猿投山北断層帯の特性

項　目	特　　性	信頼度	根　拠	地震調査研究推進本部地震調査委員会 2004 年の長期評価
１．位置・形状				
（１）構成する断	恵那山断層、奥平断層、川上断層、飯沼断	○		恵那山（えなさん）断層、奥平断層、川上

	層	層、猿投山北断層			（かおれ）断層、飯沼断層、猿投山北（さなげやまきた）断層
	（２）位置・形状				地表における断層帯の位置・形状 断層帯の位置
		全体： （北東端） 35.4712 137.5793 （南西端） 35.1725 137.0747 A 区間：恵那山断層（陶町以東）： （北東端） 35.4712 137.5793 （南西端） 35.3109 137.3262 B 区間：猿投山北断層―恵那山断層西部（陶町以西）： （北東端） 35.3183 137.3206 （南西端） 35.1725 137.0747 長さ 全体：56km 以上 A 区間：29km B 区間：27km 以上 （「以上」とする２つの理由：①猿投山北断層の南西端が不明瞭なため、②猿投－高浜断層に連続すると考えるべきため）	○	猿投－高浜断層が調査未了なため南西端は△	全体： （北東端）北緯 35°27′東経 137°33′ （南西端） 北緯 35°11′東経 137°06′ 東半部： （北東端） 北緯 35°27′東経 137°33′ （南西端） 北緯 35°16′東経 137°13′ 西半部： （北東端） 北緯 35°19′東経 137°17′ （南西端） 北緯 35°11′東経 137°06′ 長さ 全体：約 51km 東半部：約 37km 西半部：約 22km
		地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ		反射法地震探査および露頭情報	地下における断層面の位置・形状 長さ及び上端の位置 地表での長さ・位置と同じ

		上端の深さ　0km 一般走向 全 体：約N55°　E A 区間：N52°　E B 区間：N54°　E 傾斜 A 区間：やや高角（反射法探査による） B 区間：高角（反射法探査による） 幅 A 区間：17km B 区間：17km			上端の深さ　0km 一般走向 全 体：N55°　E 東半部：N55°　E 西半部：N45°　E 傾斜 東半部：30－50°　南東傾斜（地表付近） 西半部：高角（地表付近） 幅 東半部：不明 西半部：20km 程度
	（３）断層のずれの向きと種類	A 区間：南東側隆起の逆断層 （右横ずれを伴う） B 区間：右横ずれ断層 （南東側隆起を伴う）		変位地形	東半部：南東側隆起の逆断層 （右横ずれ成分を伴う） 西半部：右横ずれ断層 （上下成分を伴う）
２．断層帯の過去の活動					
	（１）平均的なずれの速度	A 区間：最大 0.5m／千年（鉛直成分）、ネットでは 1.5m／千年 B 区間：鉛直成分のみで最大 0.2m／千年、ネットで 0.5m／千年。横ずれ主体区間は不明	○	地形面の変位	0.2－0.4m／千年 （東半部は上下成分、西半部は右横ずれ 成分を主体とする。）
	（２）過去の活動時期	一括型の場合： 活動１は約 7600～7200 年前 活 動 ２ は 約　21000 ～ 20000 年前 A 区間のみが活動したと仮定すると、活動１は約 7600～7200 年前、活動２は約 21600～11000 年前 B 区間のみが活動したと仮定すると、活動１は 5900～8500 年前、活動２は約 20000 年前	○	トレンチ調査	活動１（最新活動） 約７千６百年前以後、約５千４百年前以前 活動２（１つ前の活動） 約２万１千年前以後、約２万年前以前 活動３（２つ前の活動） 約３万４千年前以後、約２万２千年前以前
	（３）１回のずれ	１回のずれの量 一括活動の場合は計算	○	経験式およびトレンチ	１回のずれの量 ２－３m程度

	の量と平均活動間隔	上4.2m程度 平均活動間隔はトレンチの結果から約 7200～7500 年 A 区間のみが活動したと仮定すると計算上 2.4ｍ、平均活動間隔はトレンチの結果から 3400～13400 年 B 区間のみが活動したと仮定すると計算上 2.1ｍ、平均活動間隔はトレンチの結果から約 7250～8150 年		調査	（東半部は上下成分、西半部は右横ずれ成分を主体とする。） 平均活動間隔 約７千２百－１万４千年
	（４）過去の活動区間	断層帯全体で１区間の可能性と、分割される可能性の２通りあり	○	断層トレースの連続性	断層帯全体で１区間
３．断層帯の将来の活動					
	（１）将来の活動区間および地震の規模	活動区間 断層帯全体で１区間 地震の規模 マグニチュード 7.7 程度以上 ずれの量 ４-５ｍ程度 （南東隆起に加えて右横ずれが生じる。ただし猿投－高浜断層は西側隆起）	○	経験式 （ただし南端は未調査）	活動区間 断層帯全体で１区間 地震の規模 マグニチュード 7.7 程度 ずれの量 ２－３ｍ程度 （東半部は上下成分、西半部は右横ずれ成分を主体とする。）

注：地震調査研究推進本部地震調査委員会、平成 16 年 10 月 13 日『屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の長期評価について』表１及び表４より引用

(d) 結論

断層トレースの分布が複雑なため震源断層を想定することが難しい屏風山・恵那山断層帯および猿投山北断層帯について、断層トレースの連続性を精査した。山地域内では地形判読が容易でないため、LiDAR-DEM を整備した。これにより変位の有無および位置の認定精度が飛躍的に向上し、既存資料間の認定の不一致を解消することができた。

これにより従来の評価を見直す必要があることがわかった。具体的には、屏風山断層は手賀野断層と一体であり、さらに西方の土岐市駄知まで連続する。恵那山断層と猿投山北断層は地表トレースが連続し、一連の構造を成している。ただし瑞浪市陶町付近に不連続部分があるため、これを境に東西が別のセグメントである可能性もある。さらに猿投－高浜断層は猿投山北断層と連続するため、一体で地震を起こす可能性を考慮する必要がある。また、横ずれがほぼ全域に見出されることから、本断層帯は横ずれが地形的に確認されない箇所も含めて右横ずれ変位があることを想定する必要がある。そのことによりネットスリップレートはより大きくなり得る。

断層に沿う変位の変動地形学的証拠が整理され、鉛直変位速度分布およびネットスリップレートの分布が明らかとなった。その分布は不均一であり、地点ごとの一回変位量や、強震動計算におけるアスペリティの位置の推定に重要なデータを提示した。また、完新世の地形面に現れた変形は、最新活動時期および一回変位量の推定に役立った。

以上により、変動地形学的調査が活断層の活動性評価および震源断層推定に有効であることが改めて示された。

なお、猿投－高浜断層は本研究の対象範囲外の知多半島方向へさらに長く続くため、現時点では地震規模等を評価することができておらず、今後の課題として残されていることを明記する。

(e) 引用文献

岐阜県：平成 12 年度屏風山・恵那山断層帯に関する調査成果報告書，2001.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の長期評価について，2004.
活断層研究会編:「新編・日本の活断層－分布図と資料－」，東京大学出版会，437 p.，1991.
木村純一・岡田昭明・中山勝博・梅田浩司・草野高志・麻原慶憲・館野満美子・檀原　徹，大山および三瓶火山起源テフラのフィッショントラック年代とその火山活動史における意義，第四紀研究，38，145-155，1999.
町田　洋・新井房夫:「新編 火山灰アトラス」，東京大学出版会，360p.，2003.
宮内崇裕・岡田篤正・杉戸信彦・鈴木康弘・吉田英嗣：1:25,000都市圏活断層図「恵那」（国土地理院），2017.
中田　高・島崎邦彦・鈴木康弘・佃　栄吉：活断層はどこから割れ始めるのか？―活断層の分岐形状と破壊の伝播方向―．地学雑誌，Vol.107，pp.512-528，1998.
岡田篤正・廣内大助・松多信尚・宮内崇裕：1:25,000 都市圏活断層図「中津川」（国土地理院）2017.
鈴木康弘・岡田篤正・熊原康博・東郷正美；1:25,000 都市圏活断層図「瀬戸」（国土地理院），2004.
鈴木康弘・野澤竜二郎：猿投山北断層のトレンチ調査－横ずれ断層の活動認定と議論－．月刊地球, 号外, No.54, 171-179，2006.
鈴木康弘・杉戸信彦編：1:25,000 岐阜県活断層図，岐阜県，2010.
寺平　宏：伊那谷のテフラ－露頭記録を中心に－，伊那谷自然史論集，1，1－9，2000.
東郷正美・池田安隆: 第 1 部 2. 第四紀逆断層帯の地表表現とその時空間変化，池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編，「第四紀逆断層アトラス」，3-4，2002.

３．２　地震発生予測のための活動履歴調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　地震発生予測のための活動履歴調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人　産業技術総合研究所	主任研究員	吾妻　崇
同	主任研究員	中島　礼
同	主任研究員	重松　紀生
国立大学法人富山大学	准教授	安江　健一
同	准教授	立石　良
国立大学法人信州大学	教授	廣内　大助

(c) 業務の目的

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の複数地点において活動履歴調査を行い、それぞれの断層帯の構成断層を明確にする。恵那山－猿投山北断層帯については、一括に活動した評価が現在公表されているが、恵那山断層と猿投山北断層が別々に活動した可能性があるため、両断層においてトレンチ調査を実施して最新活動時期と平均活動間隔に関する情報を取得し、活動履歴に基づく構成断層の検討を行う。また、トレンチ調査の結果から、過去の断層活動時におけるずれ量に関する情報を取得し、地震規模推定の検討を行う。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

恵那山－猿投山北断層帯において地形地質踏査を実施し、活動履歴調査を実施する地点を選定した。同断層帯上の２地点においてトレンチ調査及びボーリング調査を実施した。また、両地点で採取された試料について放射性炭素同位体年代測定を実施し、同断層帯の活動履歴を検討した。

2) 令和３年度：

令和４年度に実施するトレンチ調査の実施地点及びトレンチの掘削規模等を決めるため、地形地質踏査と予察的なボーリング調査を実施する。また、過去の断層活動におけるすべり方向の履歴を明らかにするための露頭観察を実施する。

3) 令和４年度：

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点においてトレンチ調査及びボーリング調査を実施し、同断層帯の最新活動時期と平均活動間隔に関する情報を取得して活動履歴に基づく構成断層の検討を行う。また、過去の断層活動時におけるずれ量に関する情報を取得し、地震規模推定の検討を行う。

(2) 令和４年度の成果

(a) 業務の要約

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点（東白坂地区、上手向（かみとうげ）地区）において、トレンチ調査を実施した。トレンチ壁面から採取した試料について放射性炭素同位体年代測定を実施し、それぞれの地点における活動時期を明らかにするとともに、これまでの調査成果と合わせて恵那山－猿投山北断層帯の活動履歴について検討した。また、令和３年度に阿木地点で掘削したボーリングコアについて火山灰分析を実施して地形面の形成年代を推定し、恵那山－猿投山北断層帯の平均変位速度を検討した。そのほか、丸原鉱山（恵那市原地区）で断層面の条線を観察し、恵那山-猿投山北断層帯が活動する際の破壊開始点とそれに基づくセグメント区分の検討を行なった。それぞれの調査を実施した地点を図１に示す。また、既往文献による情報と本調査で得られた断層露頭のデータを整理し、屏風山断層、恵那山断層、猿投山北断層における断層面の傾斜角を検討した。

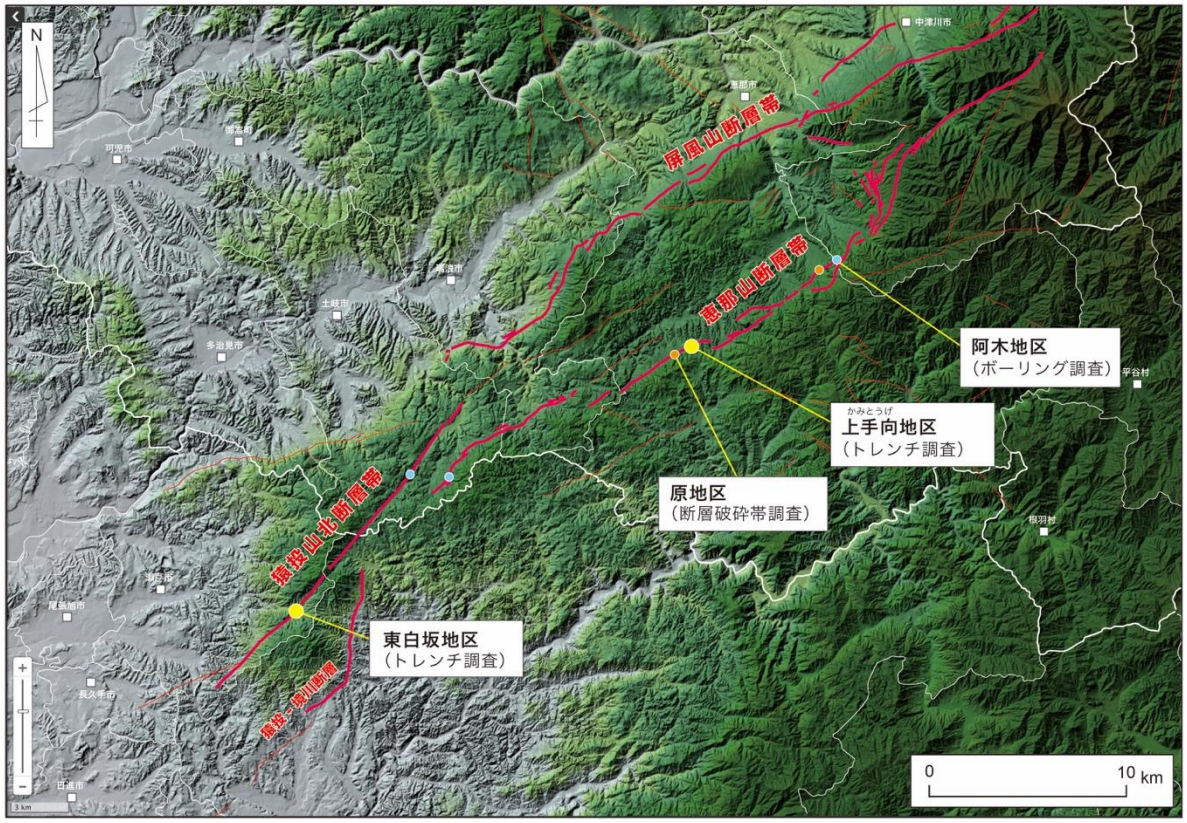


図１　令和４年度に調査を実施した調査地点位置図。
背景地図は、国土地理院が公開している「地理院地図」で作成した標高段彩陰影図に、活断層トレースや自治体の境界線を加筆して作成した。

(b) 業務の実施方法

1) ボーリング調査

令和３年度に阿木地点で掘削したボーリングコアについて火山灰分析を実施して地形面の形成年代を推定し、恵那山－猿投山北断層帯の平均変位速度を検討した。

2) トレンチ調査

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点（東白坂地区、上手向地区）において、トレンチ調査を実施した。トレンチ壁面から採取した試料について放射性炭素同位体年代測定を実施し、それぞれの地点における活動時期を明らかにするとともに、これまでの調査成果と合わせて恵那山－猿投山北断層帯の活動履歴について検討した。

3) 火山灰分析

令和３年度に阿木地点で掘削したボーリングコアから採取した火山灰試料について、火山灰の抽出、火山ガラスの屈折率測定、化学組成分析を実施し、検出された火山灰（AT 火山灰及び K-Tz 火山灰）の降灰年代と層位に基づいて地形面の形成年代を推定した。

4) ^{14}C 年代測定

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点で実施したトレンチの壁面から採取した試料について放射性炭素同位体年代測定を実施し、地層の堆積年代を推定した。

5) 断層活動履歴の検討

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点における活動時期を明らかにするとともに、これまで

の調査成果と合わせて恵那山－猿投山北断層帯の活動履歴について検討した。また、丸原鉱山（恵那市原地区）で断層面の条線を観察し、恵那山-猿投山北断層帯が活動する際の破壊開始点とそれに基づくセグメント区分の検討を行なった。

6）構成断層及び地震規模の検討

断層活動履歴の検討結果に加え、断層運動方向と断層形状（断層面の傾斜角）に関するデータを整理して、恵那山-猿投山北断層帯を構成する活断層およびその断層帯を震源として発生する地震規模について検討した。

(c) 業務の成果

1）ボーリング調査

トレンチ掘削位置及び掘削深度を決定するため、事前にボーリング調査を計画したが、新型コロナウイルス拡大による昨年度からの作業行程の遅れにより調査期間を短縮する必要が生じたため、令和４年度においてはボーリング調査を実施せずに、トレンチ調査を集中的に実施した。

2）トレンチ調査

恵那山－猿投山北断層帯上の２地点（東白坂地区、上手向地区）において、トレンチ調査を実施した。

a）東白坂地区

猿投山北断層の東白坂地区（愛知県瀬戸市）に位置する東京大学生態水文学研究所赤津実習林内においてトレンチ調査を実施した。この地区には、猿投山北断層に沿って直線的な谷地形が連続する（図２）とともに、活断層を横切る水系に系統的な右横ずれが認められる（鈴木・他，2004；鈴木・野澤，2006)。

トレンチの掘削地点を選定するため、現地踏査を行なった結果、県道の北側を東から西へ向かって流れ下る白藤川の左岸で断層露頭（図２の露頭 A）を発見した。断層露頭の写真を図３に示す。この露頭で観察された断層面の走向・傾斜は、灰色の粘土を伴う連続性の良い断層で N24°E・56°E、茶色の粘土を伴う連続性の良い断層で N18°E・52°E であった。断層と地形面を構成する堆積物との関係は、植生に覆われていたため、直接確認することができなかった。なお、断層露頭の位置と走向の関係から、この断層は愛知県が 1996 年に掘削したトレンチやそのすぐ北側で令和２年度に掘削したトレンチで観察された断層には連続しないと推定される。

一方、県道よりも南側にある窯跡付近の沢では、断層破砕帯（図４）と谷底堆積物（図５）を確認できる露頭（図２の露頭 B）を観察した。粘土化した破砕帯付近にはガリーが形成されて侵食が進んでおり、断層と谷底堆積物との関係を確認することはできなかった。

この沢の南西では、猿投山北断層に沿って沢が流れており、その河床において粘土化した断層破砕帯を確認した（図２の露頭 C)。しかし、破砕帯は粘土化が著しかったため、走向や傾斜角など断層構造を示す情報を得ることはできなかった。

さらに南西には、猿投山北断層と平行して直線的な谷と尾根の地形が存在する。その周辺において地形地質調査を実施したが、断層を観察できる露頭を見つけることはできなかった。

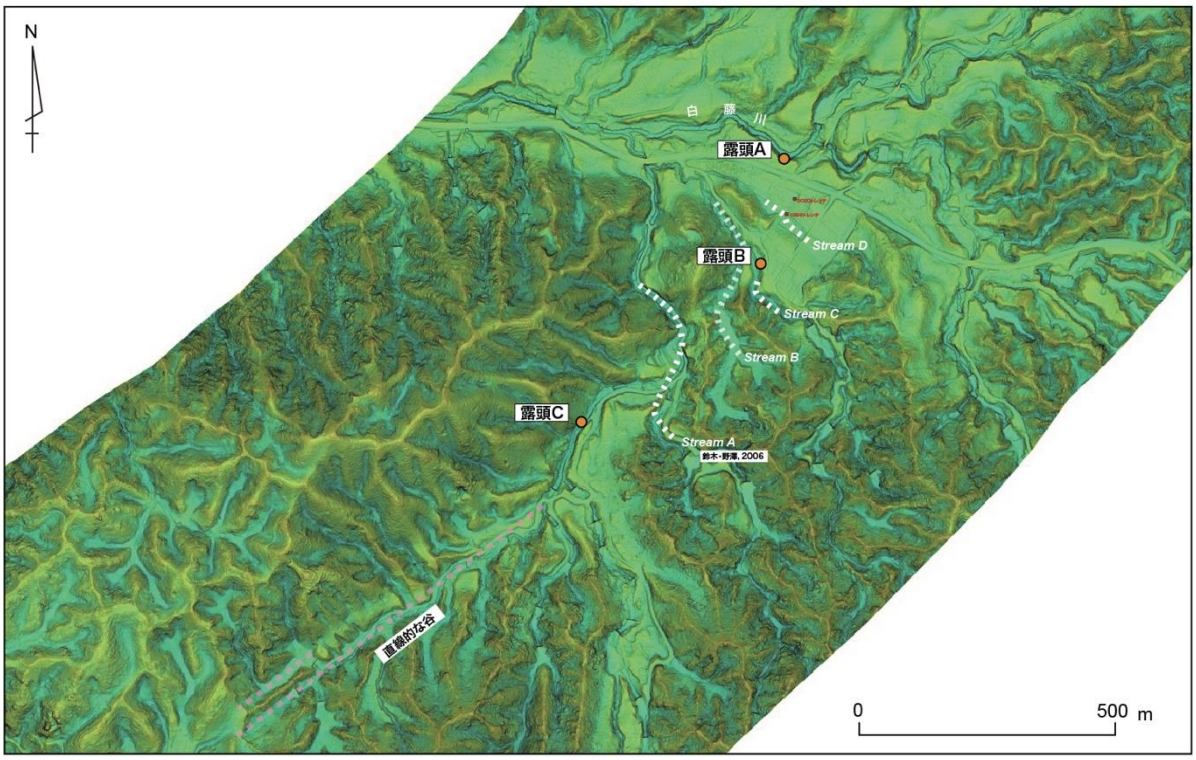


図２　猿投山北断層東白坂地区周辺の地形と露頭位置
白破線は、鈴木・野澤（2006）に示されている水系の屈曲を示す。



図３　白藤川左岸で観察された断層露頭（露頭 A）



図４　沢沿いで観察された断層露頭（露頭 B）



図５　沢沿いで観察された露頭（露頭 B）

現地踏査の結果を踏まえ、掘削地点は、1996 年に愛知県がトレンチ調査を実施した地点の南側とした（図６）。トレンチの形状は、長さが約 25 m、幅が約 8 m、深さが約 4 m であ

る。表層の地層が非常に軟弱であったため、計画していたよりも法面の傾斜を緩くする必要があり（図７）、北東壁面を成形することができなかった。そのため、全面的な観察は南西壁面のみについて実施した。

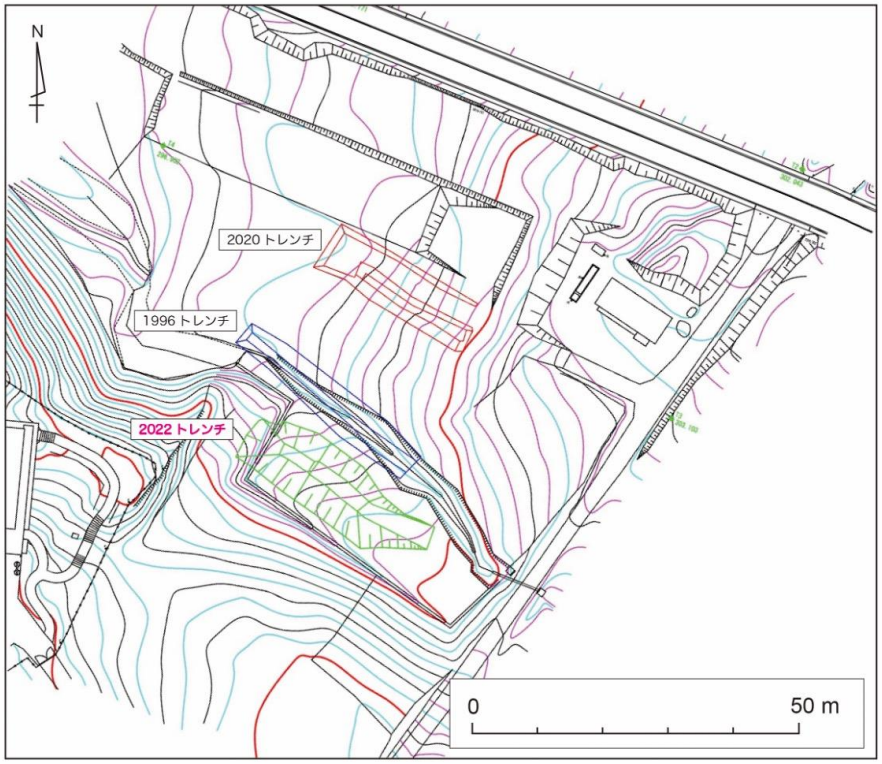


図６　東白坂地区トレンチ掘削地点周辺の測量平面図。
青線は 1996 トレンチ、赤線は 2020 トレンチ、緑線は 2022 トレンチの掘削範囲を示す。



図７　東白坂地区で掘削したトレンチの全景。
南東側から北西側（上流側から下流側）を向いて撮影した。

通常のトレンチ調査では壁面の観察記録をスケッチで行なうが、今回は「PhotoScan」（Agisoft 社製）を用いた写真画像合成によりトレンチ壁面に見られる地層構造を記録した（図８）。その結果、トレンチの形状や断層面の三次元構造が明らかになるとともに、位置座標の情報を持たせることが可能になった。

作成した合成画像に、現地での観察結果を重ねた図を図９に示す。トレンチ壁面では、基盤の花崗岩とそれを覆う堆積物が観察された。基盤の中に認められる断層破砕帯は幅約５ m 程度であり、その最も北西側（下流側）が最新に活動した断層面である。その断層面を挟んだ両側で基盤の上面に約１ m の南東側隆起の高度差が認められた。底盤では右横ずれを示す変形構造が確認された。トレンチ南西壁面で観察された断層面の上端は、谷状の構造に侵食されており、谷を埋める堆積物によって覆われている。

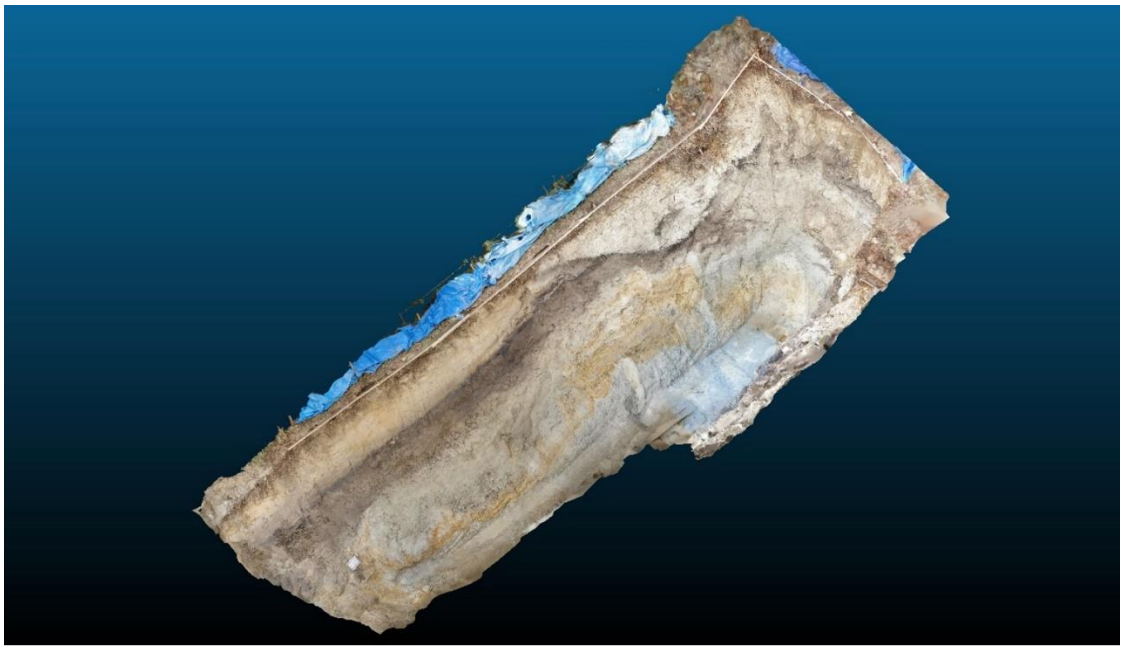


図８　写真画像合成で作成した東白坂トレンチの三次元モデル。

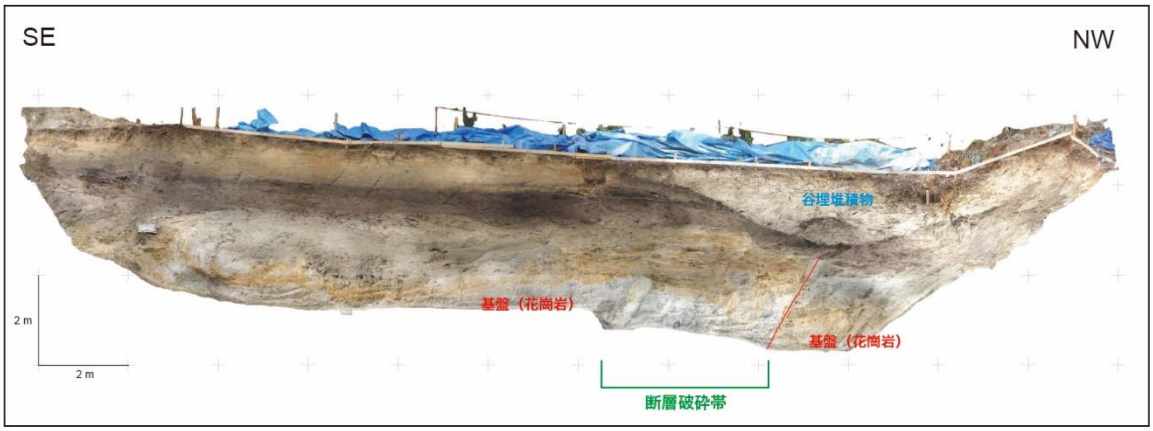


図９　三次元モデルから作成した東白坂トレンチ南西壁面の正射投影画像。

b）上手向地区

恵那山断層とされる区間の活動履歴を明らかにするため、上手向地区（恵那市山岡町）においてトレンチ調査を実施した。掘削地点の選定に当たっては、周辺に顕著な水系の右屈曲が系統的に認められる地点周辺で、人工改変の影響を受けていないと思われる場所を選定した（図 10）。破砕された花崗岩と堆積岩が接する断層露頭（図 10 の露頭 A、B：図 11）が確認されたこと、空中写真判読の際に恵那山断層の走向方向に伸びるリニアメントが圃場整備前の水田の区割に認められたこと（図 12）等が掘削地点決定の根拠となった。

トレンチは恵那山断層の走向と直交する方向に掘削された（図 13）。長さは約 16 m、幅約 8 m、深さは最大約 4 m とした。トレンチ壁面では、堆積岩からなる基盤、花崗岩の大礫を多く含む崩壊堆積物、腐植を含む谷底堆積物、黒色土壌が観察された。崩壊堆積物は水を多く含み、一部で湧水していたため壁面の保持が困難であった。とくに南西壁面において壁面の崩落が著しく、全面的な観察は北東壁面で実施した。

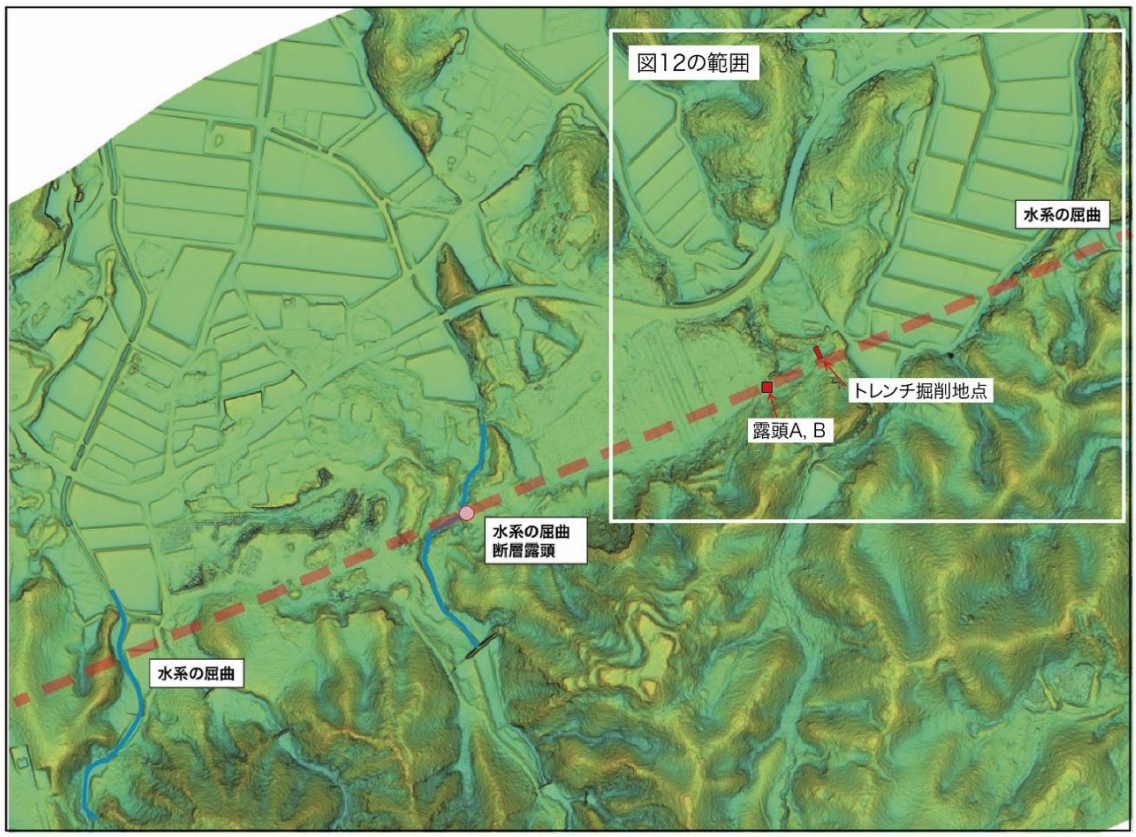


図 10　恵那山断層上手向地区周辺の地形とトレンチ掘削地点および断層露頭の位置

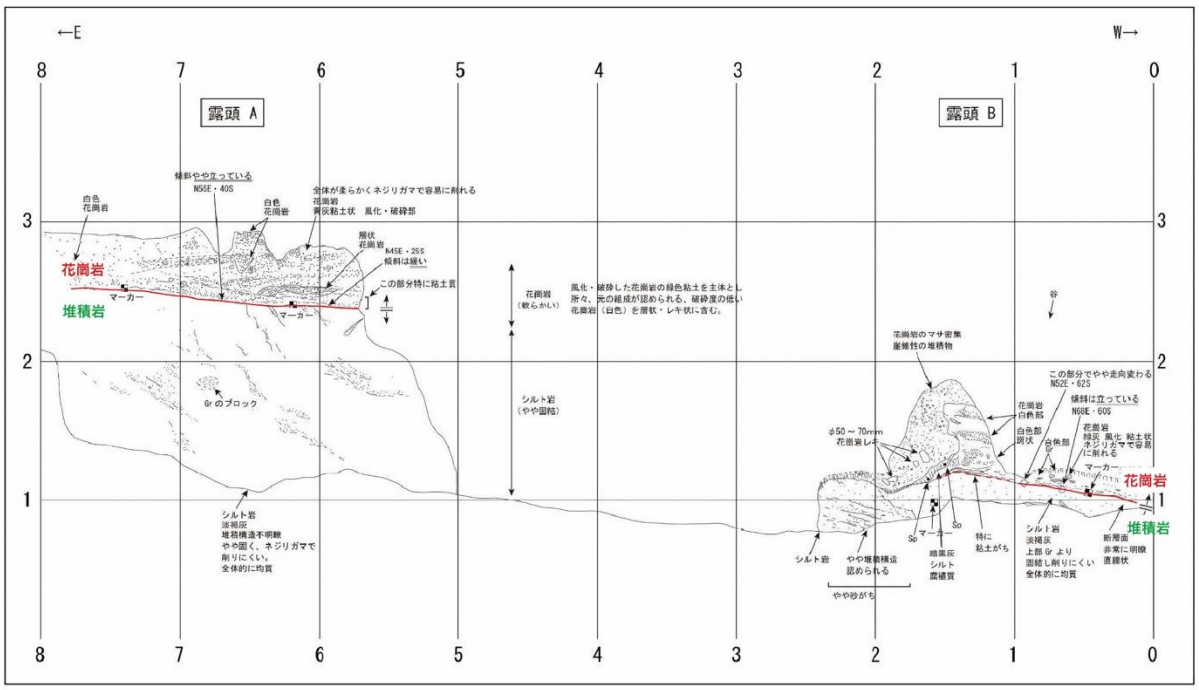


図 11 上手向地区で観察された恵那山断層の露頭のスケッチ



図 12 「地理院地図」で見出された水田の区割にみられるリニアメント
元の航空写真は国土地理院が 1976 年に撮影した CCB-76-16（C12-17）



図 13　掘削直後に撮影した上手向トレンチの全景

壁面の記録は、写真画像合成による三次元モデル作成によって行なった。三次元モデルから作成したトレンチ北東壁面の画像と観察結果に基づくスケッチを図 14 に示す。トレンチで観察された基盤は全て瀬戸層群と思われる泥岩であり、恵那山断層の上盤側（南東側）に分布すると思われる花崗岩もしくは中新統の堆積岩は観察できなかった。基盤の堆積岩の上面はほぼ水平であり、その上に崩壊堆積物もしくは谷底堆積物が載る。トレンチの北西寄りでは、谷底堆積物は基盤の堆積岩を侵食した上に堆積している。基盤の堆積岩と崩壊堆積物の境界面で観察された条線は、恵那山断層の走向に対してほぼ直交する方向に移動したことを示していることから、地すべり地形の末端における構造と解釈される。谷底堆積物は堆積構造から新旧に区分することができ、そのうちの旧期の谷底堆積物には水平方向に押されて変形した構造が認められるが、新期の谷底堆積物にはそのような変形構造は見られない。したがって、旧期の谷底堆積物の堆積後、新期の谷底堆積物の堆積前に地すべりイベントが発生したことが推定される。

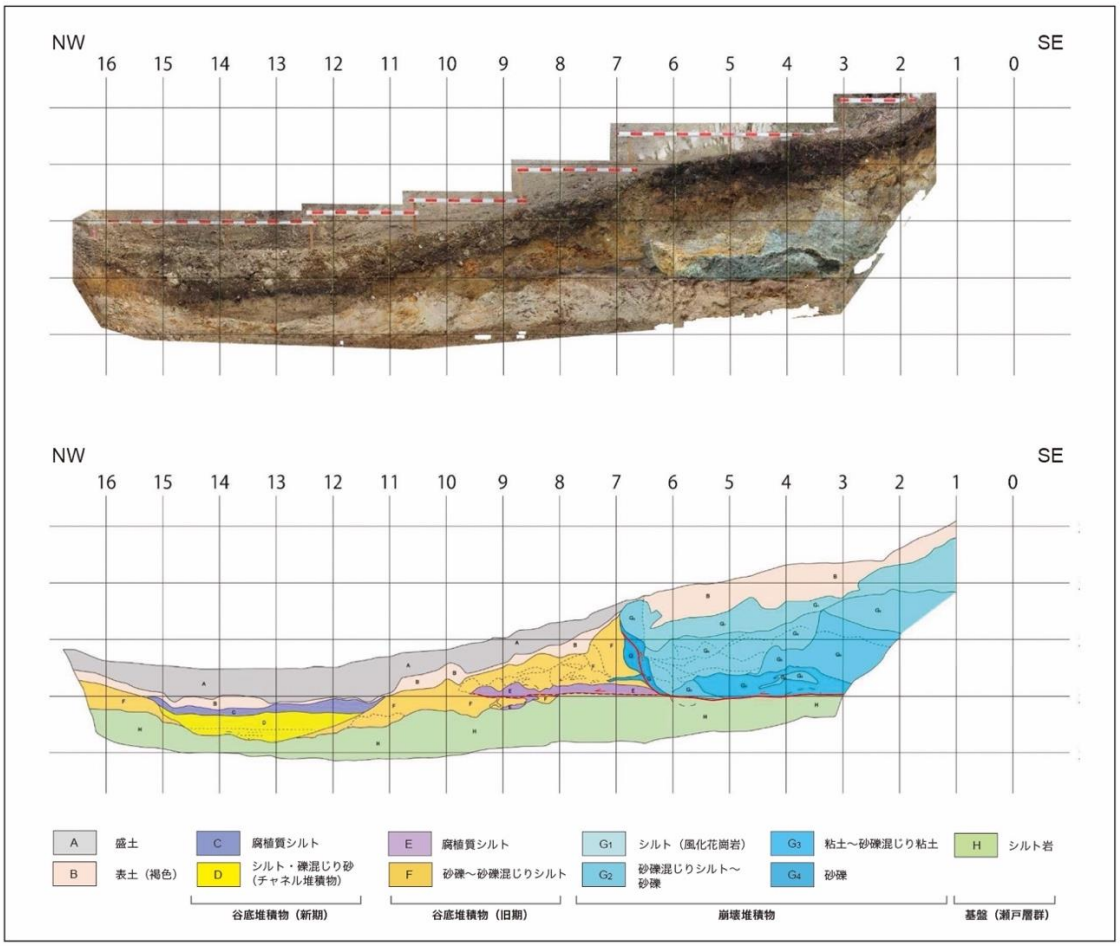


図 14　三次元モデルから作成した上手向トレンチ北東壁面の画像（上）と
現地での観察に基づくスケッチ（下）

3）火山灰分析

令和３年度に恵那山断層阿木地区（中津川市）で実施したボーリング調査のコア試料について火山灰分析を実施し、掘削地点の高位段丘の形成年代を推定した。さらに、その年代と同地点における高位段丘の上下変位量および恵那山断層における条線観察の結果から推定される断層のすべり方向に基づき、恵那山断層の横ずれ平均変位速度を検討した。

a）火山灰分析結果

ボーリングコアの深度５ｍから地表までについて、砂礫等の粗粒部及び地表付近では 10～20 cm 間隔で、ローム層については５ cm 間隔で試料を採取し、全ての試料について火山灰の検出を行なった後、火山ガラスの屈折率測定、化学組成分析を実施した。その結果、深度 0.60-0.80 ｍから姶良-丹沢火山灰（AT；約 2.9～３万年前：町田・新井, 2003）の火山ガラスが、深度 1.2-1.5 ｍから鬼界-葛原火山灰（K-Tz；約 9.5 万年前）の高温石英が、それぞれ検出された（図 15）。ローム層の中位に K-Tz が含まれていることから、ローム層の堆積速度がほぼ一定だったと仮定すれば、この高位段丘の形成年代は約 20 万年前と推定される。

b）平均変位速度の検討

「地理院地図」の断面図ツールを利用して地形断面図を作成し、高位段丘の上下変位量を確認したところ、約４ ｍであった（図 16）。火山灰分析の結果に基づき、高位段丘の形成年代を約 20 万年前と仮定すると上下成分の平均変位速度は約 0.02 m/千年と算出される。一方、恵那山断層については令和３年度に原地区（恵那市山岡町）で実施した断層条線の調査結果

から断層運動方向のレイク角（断層面上における走向方向に対するすべり方向の角度）が約20°-60°であることが確認されている。恵那山断層における断層運動方向が一様だと仮定してこのレイク角の値を適用すると、阿木地区における横ずれ平均変位速度は0.15-0.1 m/千年と求められる。

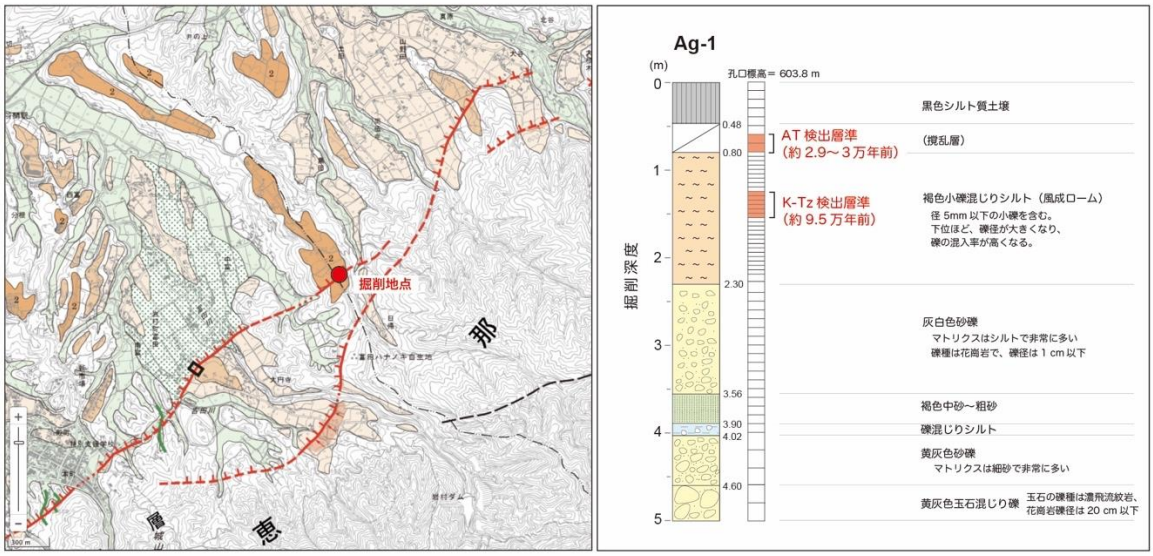


図 15　阿木地区で実施したボーリング調査の掘削地点と火山灰分析結果

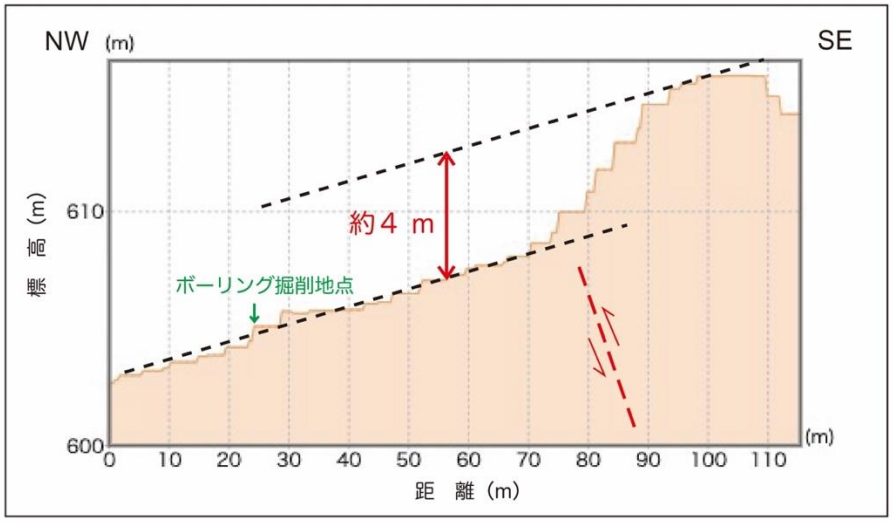


図 16　阿木地区における高位段丘の地形断面と上下変位量
「地理院地図」の断面図ツールを利用して地形断面図を作成し、
上下変位量や推定される断層を加筆した。

4）^{14}C 年代測定

恵那山－猿投山北断層の活動時期・平均活動間隔・地震後経過時間などを検討するため、東白坂トレンチと上手向トレンチの壁面から採取した試料について ^{14}C（放射性炭素同位体）年代測定を実施した。分析作業は株式会社地球科学研究所に発注し、年代測定はベータ社で実施された。以下では、得られた年代値（yBP）を、較正プログラムを用いて暦年較正した値（cal. yBP）で示す。

a）東白坂トレンチ

東白坂トレンチでは、壁面から採取した試料のうち 10 試料について放射性炭素同位体年代

測定を実施した（図 17、表１）。以下では、暦年較正した年代値（2σ）を用いて、猿投山北断層の活動時期を議論する。断層によって切られている地層から採取した試料は、HSS-19、HSS-21、HSS-25、HSS-L である。南西壁面から採取した中で最も新しい年代値を示した試料は HSS-25 であり、その年代値は 8,514-8,368 cal.yBP であった。一方、断層を覆う地層から採取した試料は、HSS-23、HSS-24、HSS-M である。これらのうち、南西壁面から採取した中で最も古い年代値を示した試料は HSS-24 であり、その年代値は 774-684 cal.yBP であった。これらの年代測定結果に基づくと、今回のトレンチ調査で明らかにされた猿投山北断層の最新活動時期は、8,514 cal.yBP 以後、684 cal.yBP 以前である（図 18）。なお、埋め戻し前に北東壁面から採取した試料（HSS-L, HSS-M）の年代測定結果に基づいて推定される断層活動時期は、14,787 cal.yBP 以後、682 cal.yBP 以前であり、南西壁面の結果とは矛盾しない。

表１　東白坂トレンチで採取された試料の放射性炭素同位体年代
年代測定は株式会社地球科学研究所に依頼した。暦年較正年代は、較正曲線に IntCal20（Reimer et al., 2020）を用いて、較正プログラム BetaCal 4.20（Beta 社）で計算した値。

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：cal.yBP)	暦年代 (1σ：cal.yBP)
HSS-04	Beta-657497	S 13.30 / 4.10	charcoal	7,900 ± 30	8,977 - 8,596	8,768 - 8,604
HSS-06	Beta-657498	S 13.30 / 4.00	organic sediment	4,360 ± 30	5,033 - 4,852	4,960 - 4,865
HSS-10	Beta-657499	S 13.30 / 3.60	organic sediment	8,700 ± 30	9,748 - 9,546	9,679 - 9,556
HSS-19	Beta-657500	S 7.10 / 2.00	wood	17,180 ± 50	20,881 - 20,561	20,838 - 20,645
HSS-21	Beta-657501	S 7.10 / 2.00	organic sediment	8,470 ± 30	9,535 - 9,446	9,527 - 9,477
HSS-23	Beta-657502	S 6.05 / 2.80	organic sediment	600 ± 30	650 - 542	636 - 552
HSS-24	Beta-657503	S 5.50 / 2.70	plant	840 ± 30	774 - 684	774 - 690
HSS-25	Beta-657504	S 5.55 / 2.50	organic sediment	7,620 ± 30	8,514 - 8,368	8,420 - 8,365
HSS-L	Beta-657505	北東壁面（増し掘り）	organic sediment	12,290 ± 30	14,787 - 14,089	14,275 - 14,125
HSS-M	Beta-657506	北東壁面（増し掘り）	plant	830 ± 30	784 - 682	770 - 687

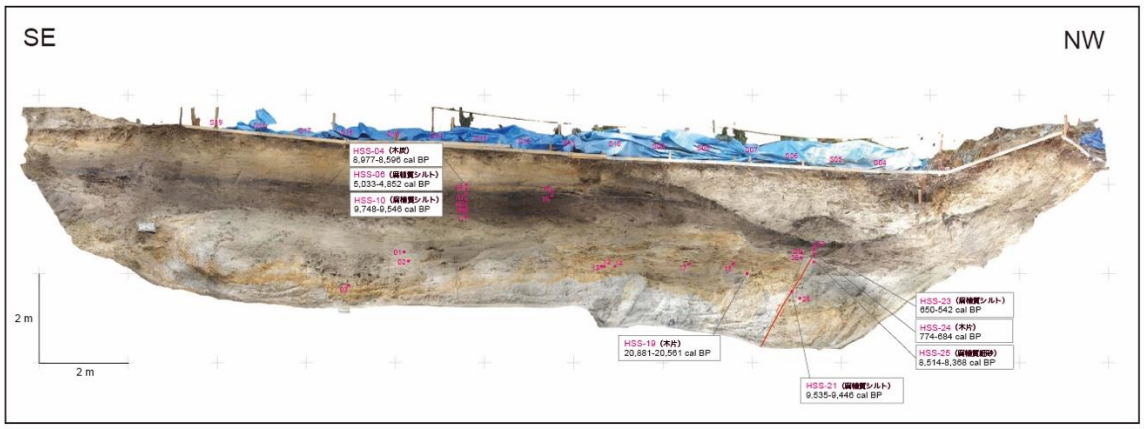


図 17　東白坂トレンチ南西壁面で得られた ^{14}C 年代測定結果

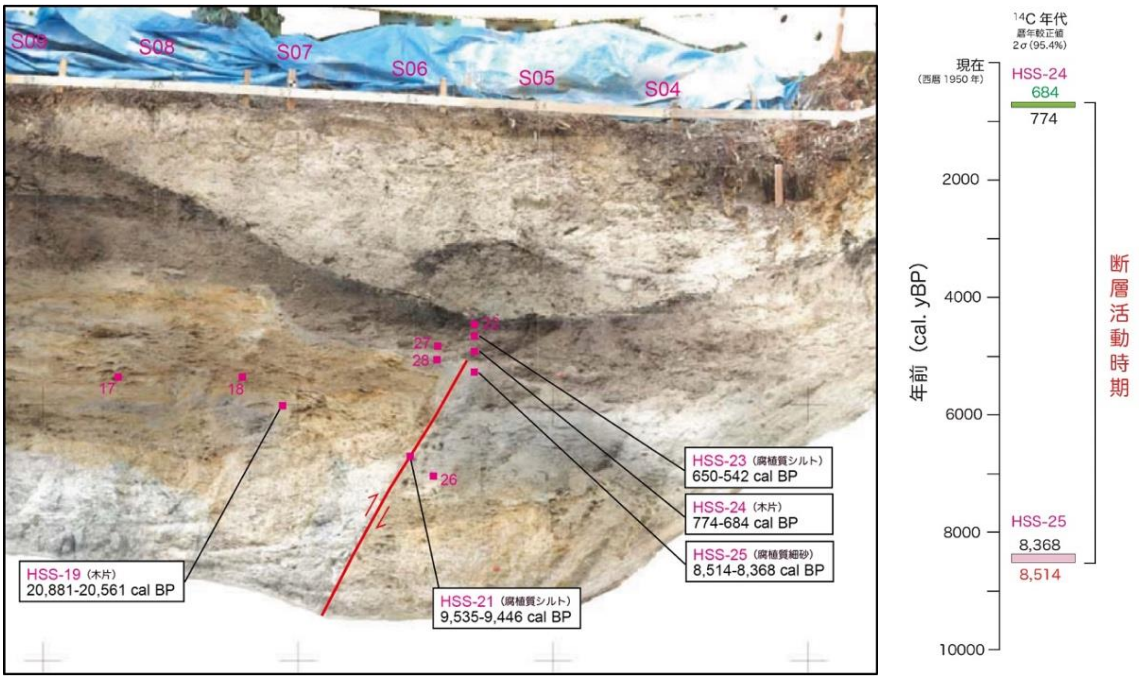


図 18　東白坂トレンチ南西壁面の断層付近の拡大画像と断層活動時期の解釈

b）上手向トレンチ

トレンチ壁面から採取した試料のうち、北東壁面から採取した 18 試料（図 19）と南西壁面から採取した 7 試料（図 20）の合計 25 試料について放射性炭素同位体年代を測定した（表２）。

表土（B 層）から採取された試料（KTG-19、KTG-20、KTG-22、KTG-23、KTG-24）は、約 2,000 年前から約 4,400 年前の年代値を示す。新期の谷底堆積物（C 層・D 層）から採取された試料（KTG-01、KTG-04、KTG-35、KTG-36）は、約 1,000 年前から約 3,000 年前の年代値を示す。旧期の谷底堆積物（E 層・F 層）から採取された試料（KTG-05、KTG-06、KTG-07、KTG-08、KTG-11）は、約 1,400 年前から約 5,700 年前の年代値を示す。崩壊堆積物の上部に挟在する腐植質砂（KTG-21 および KTG-25）は、約 2,000 年前から約 2,800 年前の年代値を示す。

北東壁面の新期の谷底堆積物から得られた最も古い年代値（1,525-1,375 cal. yBP：KTG-04）と旧期の谷底堆積物から得られた最も新しい年代値（3,071-2,876 cal. yBP：KTG-07）に基づくと、この地点で旧期の谷底堆積物が変形したイベントが発生した時期は 3,071 cal. yBP 以降、1,375 cal. yBP 以前と推定される。また、崩壊堆積物に取り込まれるように分布している腐植質砂（KTG-21 および KTG-25）の年代値（KTG-21：2,776-2,721 cal. yBP、KTG-25：2,285-1,954 cal. yBP）は、このイベントが発生した際に既に堆積していた表土の年代を表している可能性がある。

表２　上手向トレンチで採取された試料の放射性炭素同位体年代

年代測定は株式会社地球科学研究所に依頼した。暦年較正年代は、較正曲線に IntCal20（Reimer et al., 2020）を用いて、較正プログラム BetaCal 4.20 で計算した値。

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：Cal.yBP)	暦年代 (1σ：Cal.yBP)
KTG-01	Beta-656032	E 14.30 / 0.70	organic sediment	1,190 ± 30	1,242 - 998	1,176 - 1,064
KTG-04	Beta-656033	E 13.45 / 0.30	organic sediment	1,560 ± 30	1,525 - 1,375	1,514 - 1,388
KTG-05	Beta-656034	E 10.70 / 0.70	organic sediment	3,280 ± 30	3,569 - 3,411	3,556 - 3,455
KTG-06	Beta-656035	E 10.50 / 0.85	organic sediment	3,710 ± 50	4,150 - 3,932	4,140 - 3,986
KTG-07	Beta-656036	E 10.05 / 1.00	organic sediment	2,860 ± 30	3,071 - 2,876	3,057 - 2,888
KTG-08	Beta-656037	E 9.75 / 0.75	organic sediment	3,490 ± 30	3,841 - 3,647	3,829 - 3,700
KTG-10	Beta-656038	E 9.35 / 1.05	wood	>43,500	-	-
KTG-11	Beta-656039	E 9.20 / 1.05	organic sediment	4,950 ± 30	5,733 - 5,598	5,714 -5, 603
KTG-14	Beta-656040	E 8.70 / 0.80	organic sediment	>43,500	-	-
KTG-17	Beta-656041	E 6.90 / 1.20	organic sediment	36,560 ± 360	42,032 - 40,991	41,813 - 41,257
KTG-18	Beta-656042	E 6.55 / 1.40	organic sediment	37,980 ± 420	42,603 - 41,883	42,421 - 42,097
KTG-19	Beta-656043	E 1.80 / 3.30	organic sediment	3,730 ± 30	4,221 - 3,981	4,148 - 3,991
KTG-20	Beta-656044	E 3.50 / 2.90	soil	3,040 ± 30	3,350 - 3,165	3,332 - 3,180
KTG-21	Beta-656045	E 3.50 / 2.50	soil	2,620 ± 30	2,776 - 2,721	2,759 - 2,736
KTG-22	Beta-656046	E 3.80 / 3.10	soil	2,120 ± 30	2,292 - 1,998	2,124 - 2,005
KTG-23	Beta-656047	E 3.80 / 2.90	soil	2,980 ± 30	3,324 - 3,007	3,210 - 3,180
KTG-24	Beta-656048	E 3.80 / 2.70	soil	3,860 ± 30	4,409 - 4,155	4,401 - 4,185
KTG-25	Beta-656049	E 3.80 / 2.50	organic sediment	2,100 ± 30	2,285 - 1,954	2,106 - 2,003
KTG-28	Beta-656050	W 9.90 / 0.60	organic sediment	33,690 ± 250	39,330 - 37,649	39,216 - 38,252
KTG-29	Beta-656051	W 10.25 / 0.50	organic sediment	30,810 ± 190	35,555 - 34,664	35,366 - 34,875
KTG-32	Beta-656052	W 12.00 / 0.70	plant	Modern	-	-
KTG-33	Beta-656053	W 12.05 / 0.75	organic sediment	38,920 ± 470	43,034 - 42,231	42,759 - 42,409
KTG-34	Beta-656054	W 12.25 / 0.75	plant	Modern	-	-
KTG-35	Beta-656055	W 12.40 / 0.77	organic sediment	2,880 ± 30	3,146 - 2,881	3,061 - 2,961
KTG-36	Beta-656056	W 12.40 / 0.50	organic sediment	1,660 ± 30	1,690 - 1,416	1,684 - 1,520

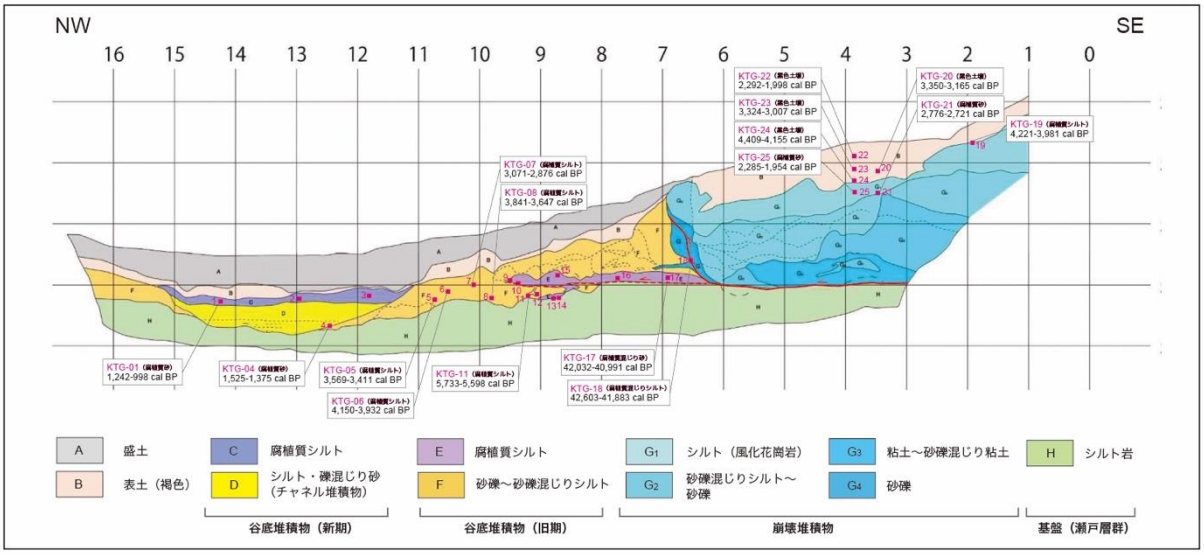


図 19　上手向トレンチ北東壁面で採取した試料の試料採取位置と年代測定結果
年代値は暦年較正した 2σ の値

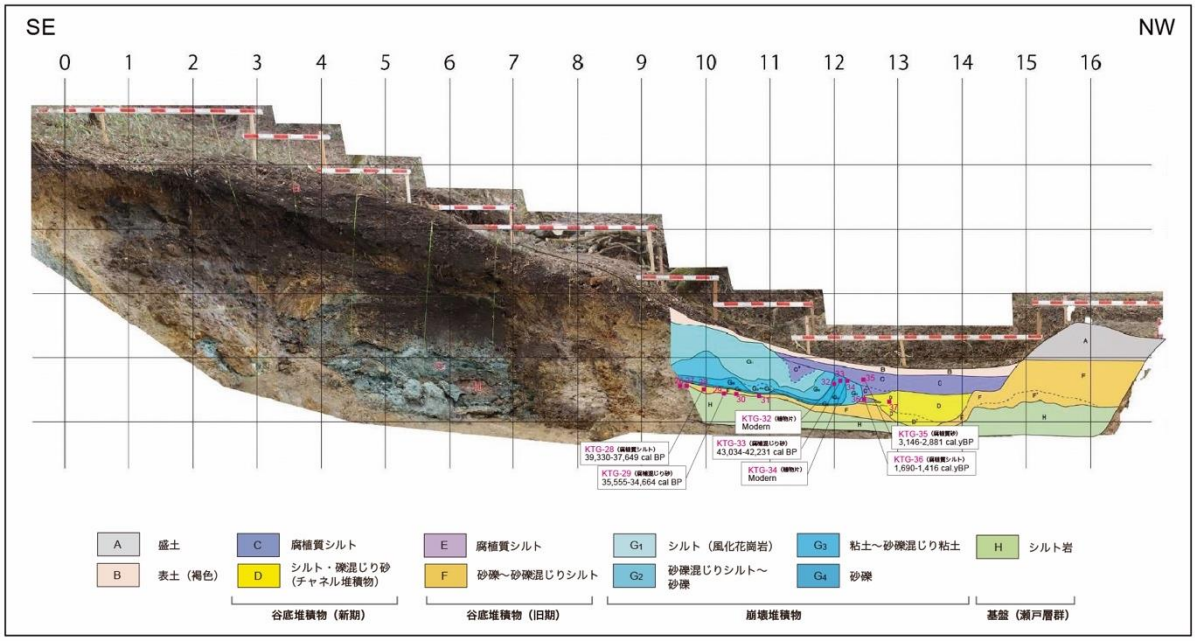


図 20　上手向トレンチ南西壁面で採取した試料の試料採取位置と年代測定結果
年代値は暦年較正した 2σ の値

5）断層活動履歴の検討

a）断層活動時期

恵那山–猿投山北断層帯における従来の調査結果および今回のトレンチ調査の結果に基づいて断層活動の時空間ダイアグラム（図 21）を作成し、同断層帯の活動履歴を検討した。恵那山断層については、活動 1（最新活動）以前の活動時期については十分な情報が得られなかったため、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の長期評価が示した断層活動時期を用いて活動間隔及び活動区間に関する議論を進める。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）による長期評価では、活動 1 について「約 7,600 年前以後、約 5,400 年前以前」に恵那山–猿投山北断層帯の全体が活動したとされている。本プロジェクトで実施した調査結果を踏まえても断層帯全体が活動した可能性が残されており、その時期は「約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前」に限定される（図 22）。活動 2（最新活動よりも一つ前の断層活動）及び活動 3 について、恵那山断層には地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の情報を、猿投山北断層には本プロジェクトの成果による活動時期を用いると、活動 2 の発生時期は「約 21,000 年前以後、約 11,200 年前以前」、活動 3 の発生時期は「約 22,200 年前以後、約 22,000 年前以前」となる。活動 1 と活動 2 の活動間隔は「3,600–13,800 年」、活動 2 と活動 3 の活動間隔は「1,000–11,000 年」となる。これら過去 3 回の活動時期に基づき、活動 1 と活動 3 の活動間隔を等分して求めた恵那山–猿投山北断層帯の平均活動間隔は「約 6,000–8,700 年」と推定される（図 22 の平均活動間隔①）。別の方法として現在までの経過時間を含めた場合の平均活動間隔を算出すると、約 22,200 年前以降に 3 回の活動時期が推定されることから、平均活動間隔は「約 7,400 年」と求めることができる（図 22 の平均活動間隔②）。

次に、同じ時空間ダイアグラムを用いて、恵那山–猿投山断層帯が「恵那山断層」と「猿投山北断層」の 2 つの活動区間に分けられると仮定した場合の活動間隔を検討した（図 23）。この場合には、「恵那山断層」の活動時期は「約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前」となる。活動間隔については、活動 2 の発生時期について従来の長期評価結果（約 21,000 年前以後、約 11,000 年前以前）を用いると、活動 1 と活動 2 の活動間隔は「約 3,400–13,800 年」となる。一方、「猿投山北断層」を単独で評価すると、活動 1（最新活動時期）は「約 8,500 年前以後、約 5,900 年前以前」、活動 2 は「約 22,300 年前以後、約 11,200 年前以前」、活動 3 は「約 22,200 年前以後、約 22,000 年前以前」となる。活動間隔については、活動 1 と活動 2 の間は「約 2,700–16,400 年」と算出される。活動 2 と活動 3 の活動間隔について

は、活動３の活動時期が活動２の活動時期の範囲に含まれてしまうため「約 11,000 年よりも短い」としか言うことができない。また、活動１と活動３の活動間隔を等分して求めた平均活動間隔は、恵那山断層（活動２と活動３については地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の長期評価に基づく）については「約 7,200–13,400 年（平均：約 10,300 年)」、猿投山北断層については「約 6,750–8,150 年（平均：約 7,450 年)」と算出される（図 24)。

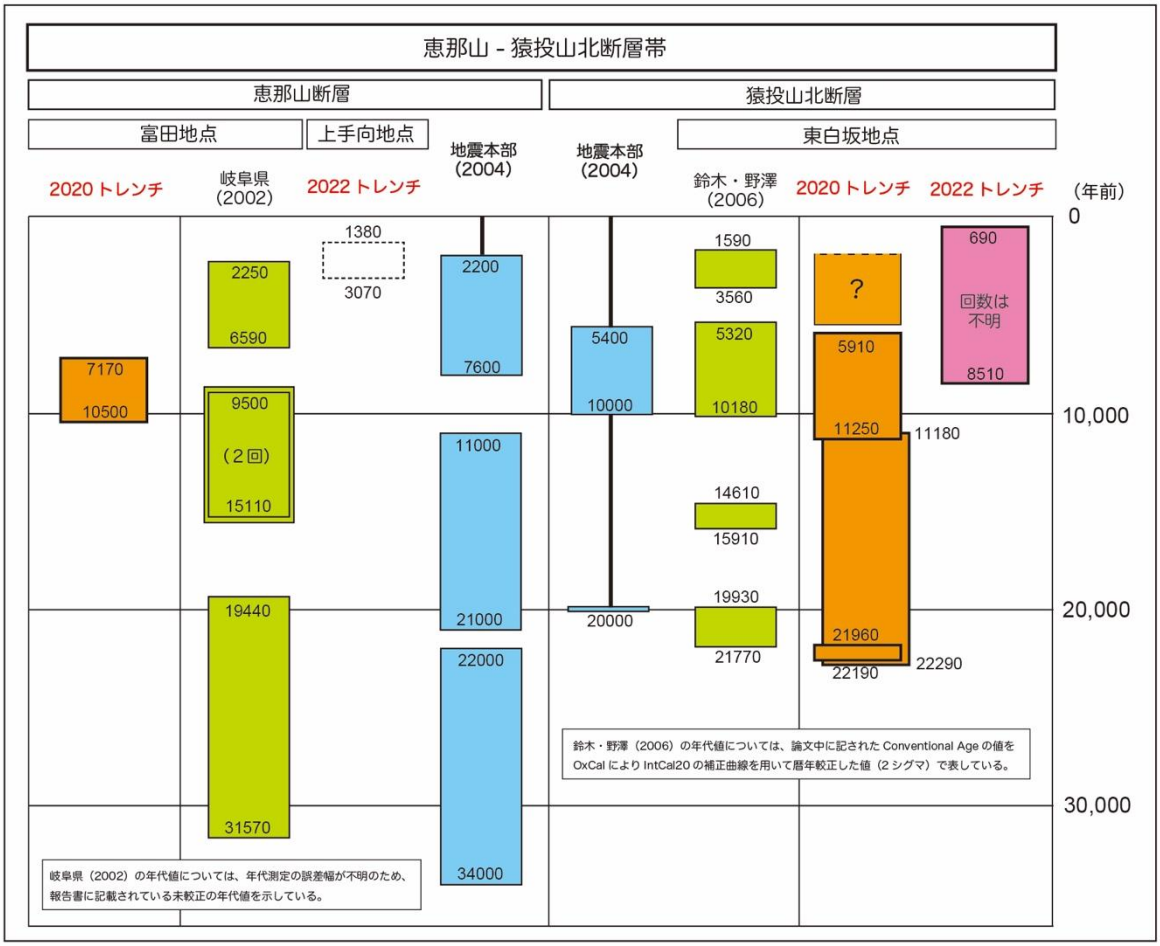


図 21　恵那山–猿投山北断層帯における断層活動時期の時空間ダイアグラム

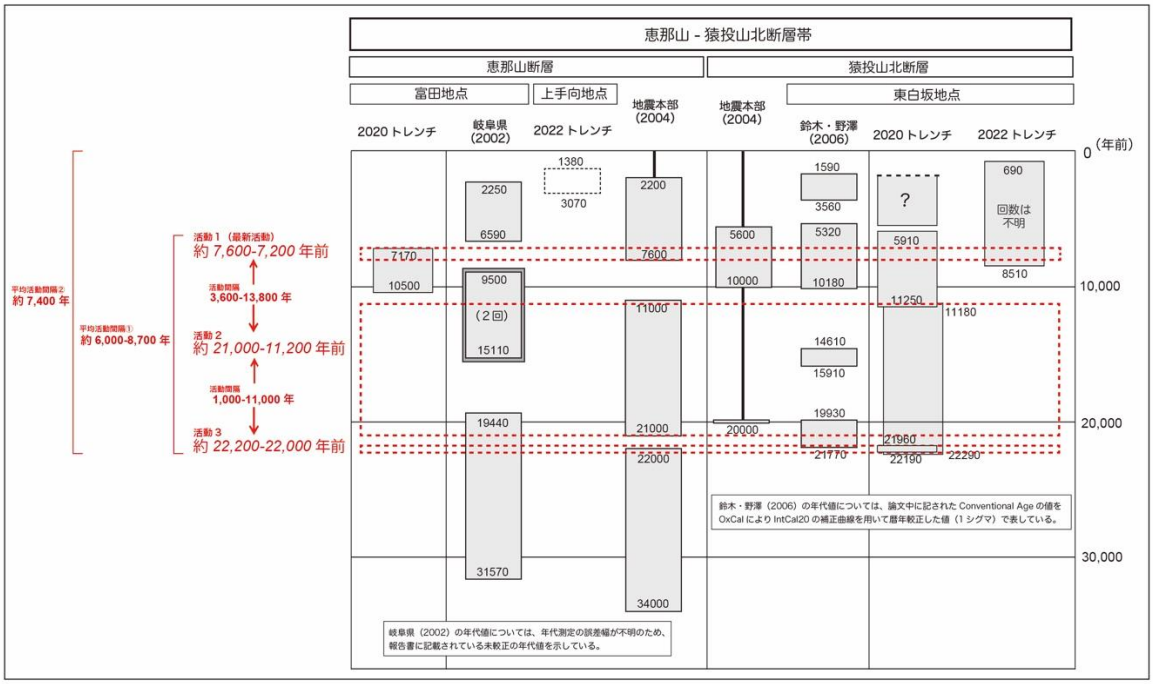


図 22　恵那山–猿投山北断層帯を一区間とした場合の活動間隔

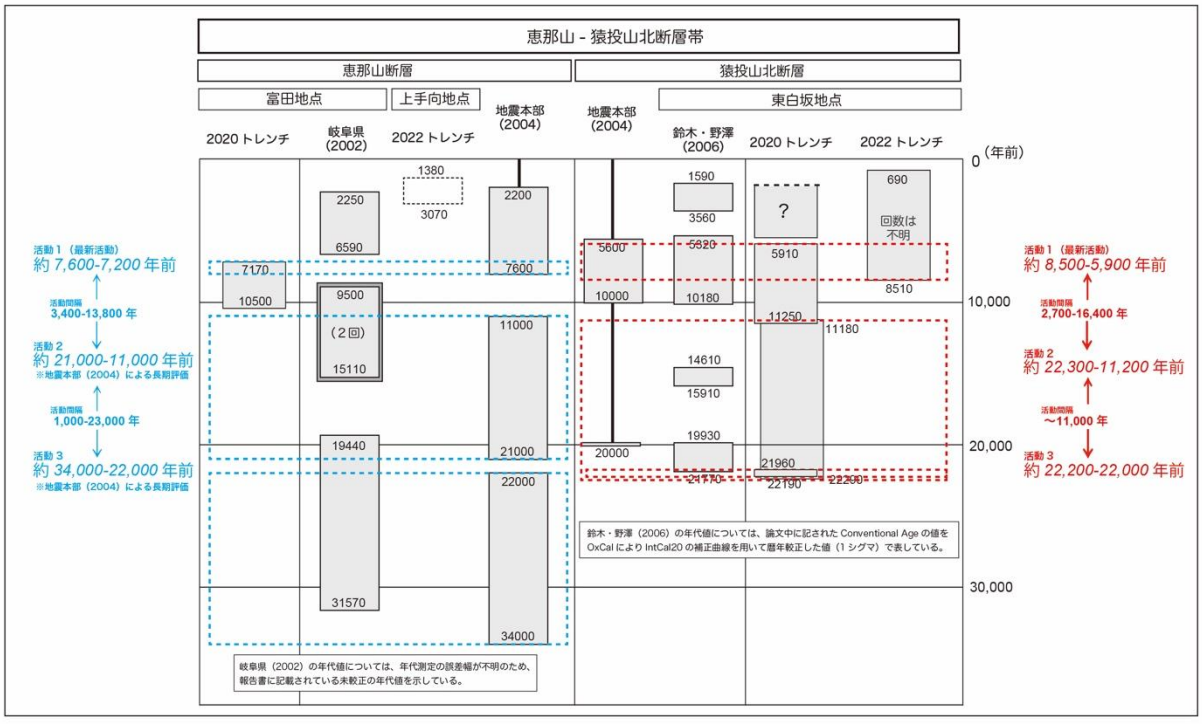


図 23　恵那山–猿投山北断層帯を２つの活動区間とした場合の活動間隔

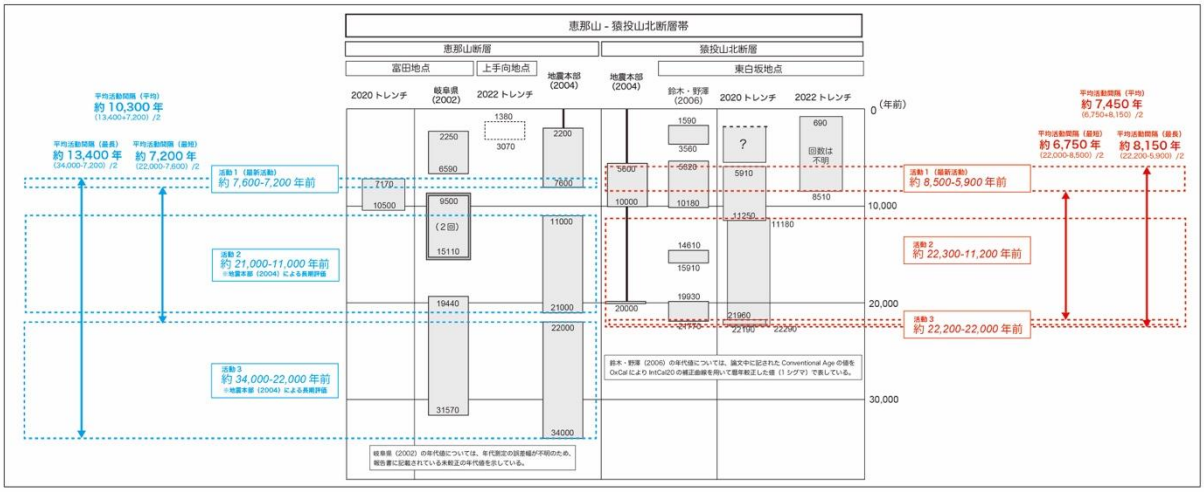


図 24　過去の３回の断層活動時期に基づく恵那山断層と猿投山北断層の平均活動間隔

b）断層運動方向

今年度に実施した東白坂トレンチにおいて断層条線を観察し、猿投山北断層の運動方向を検討した。断層面の走向と傾斜について、写真測量に基づいて作成した三次元モデルを用いて計測したところ、N54°E・62°SE であった（図 25）。トレンチの底面で断層の複合面構造（異なる方向に発達した複数の面構造）を観察した（図 26）。その結果、複合面構造から推定される断層運動方向は、レイク角 10°～30°と算出された（図 27）。

また、令和３年度に断層運動方向の調査で実施した丸原鉱山（恵那市山岡町原地区）において断層条線観察の再調査を実施したところ、ピット４の断層面において屈曲した条線を確認した（図 28）。これについて、海外（ニュージーランド）における事例研究に基づき、破壊伝播方向（観察地点と破壊開始点の位置関係）について検討した。Kearse et al.(2019)及び Kearse and Kaneko（2020）は、ニュージーランドで 2016 年に発生したカイコウラ地震における調査結果と数値解析に基づき、断層のすべり方向の屈曲が破壊伝播方向と関係していることを論じた。そのモデルに従うと、条線観察を行なった原地区における最新の断層活動における破壊伝播方向は、北東から南西方向に向かったことが推定される（図 29）。

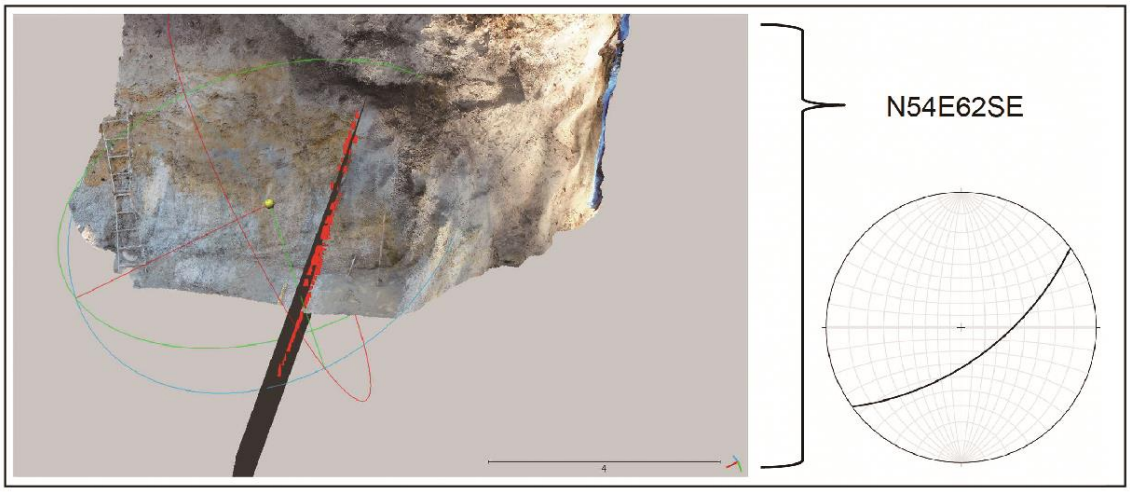


図 25　東白坂トレンチの三次元モデルを用いて計測した猿投山北断層の走向と傾斜

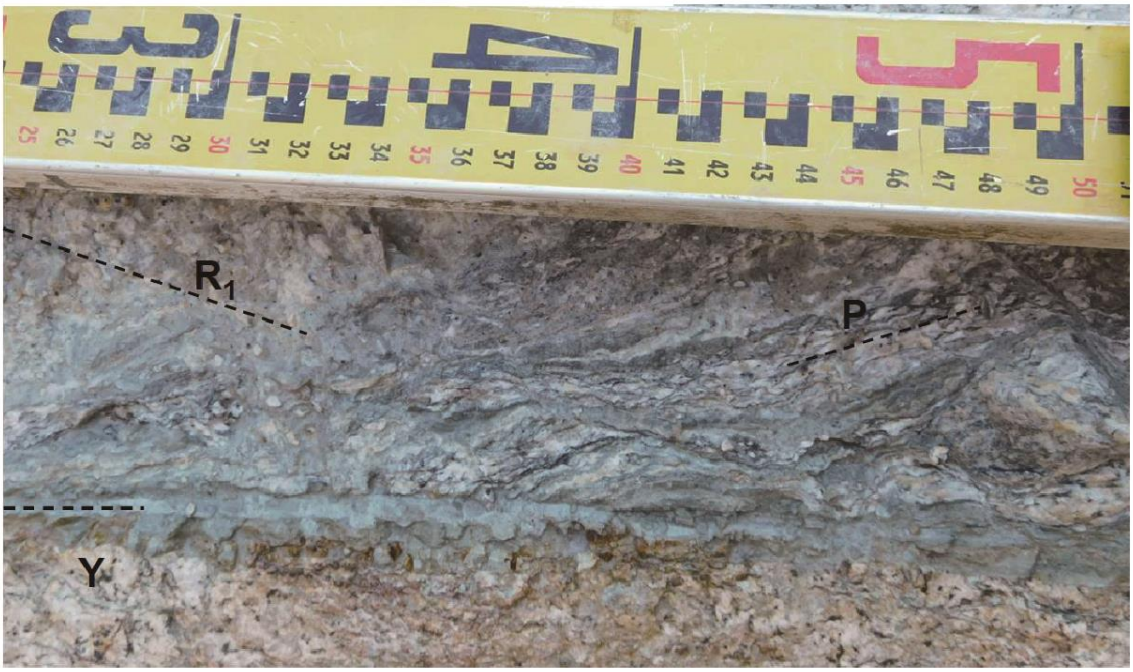


図 26　東白坂トレンチの底面で観察された猿投山北断層の複合面構造

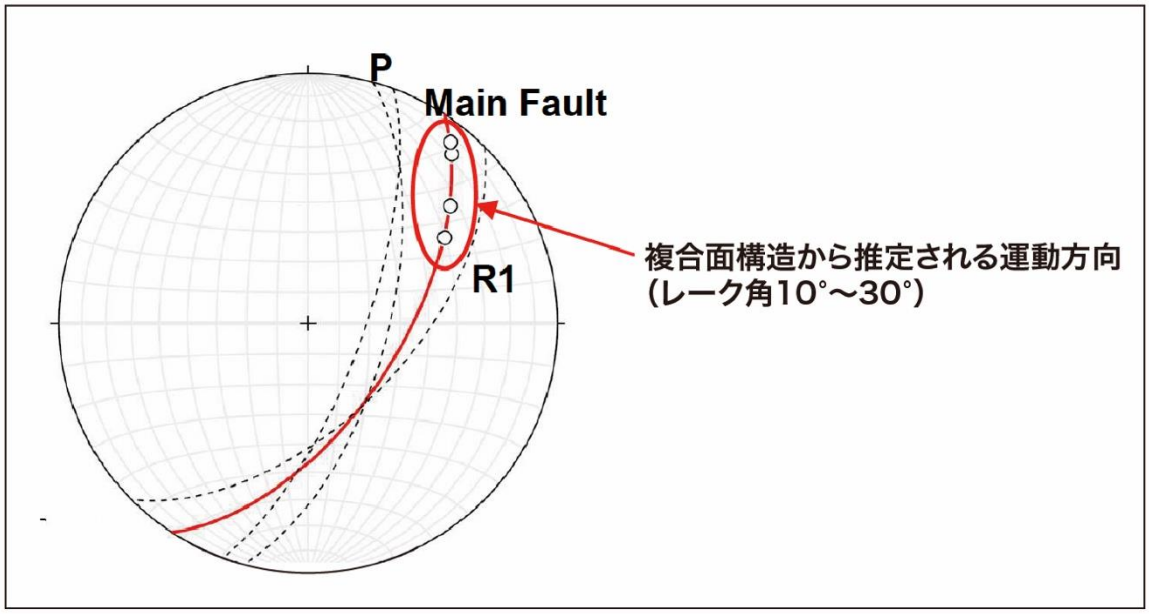


図 27　東白坂トレンチで観察された複合面構造から推定した猿投山北断層の運動方向

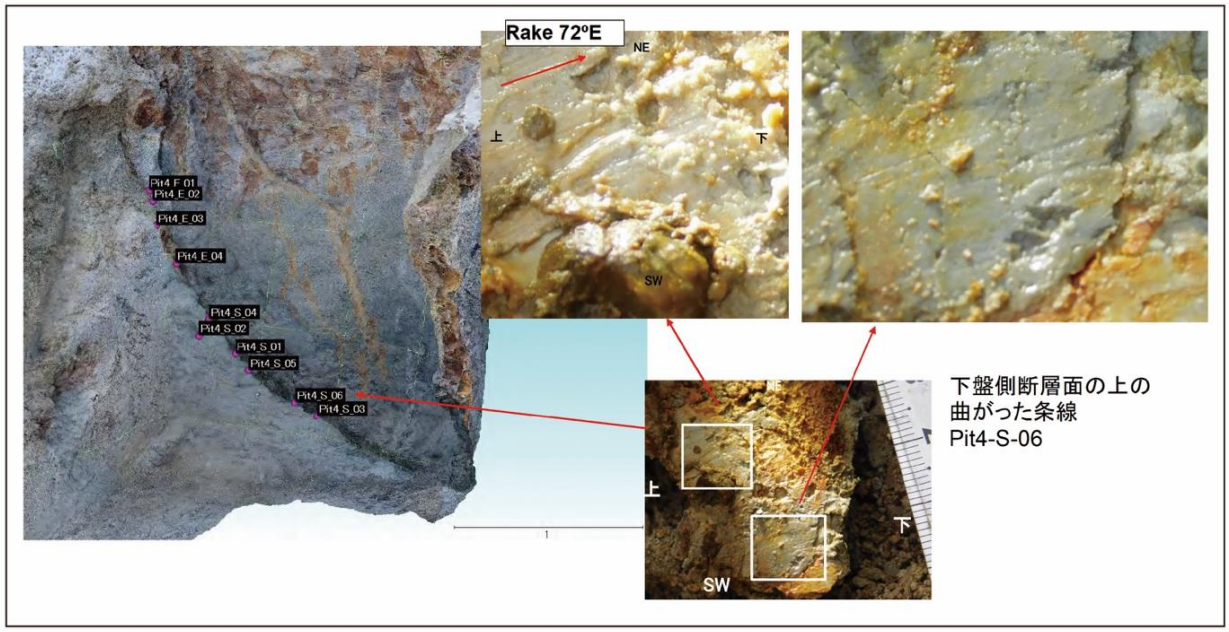


図 28　原地区丸原鉱山ピット 4 で観察された断層条線の屈曲

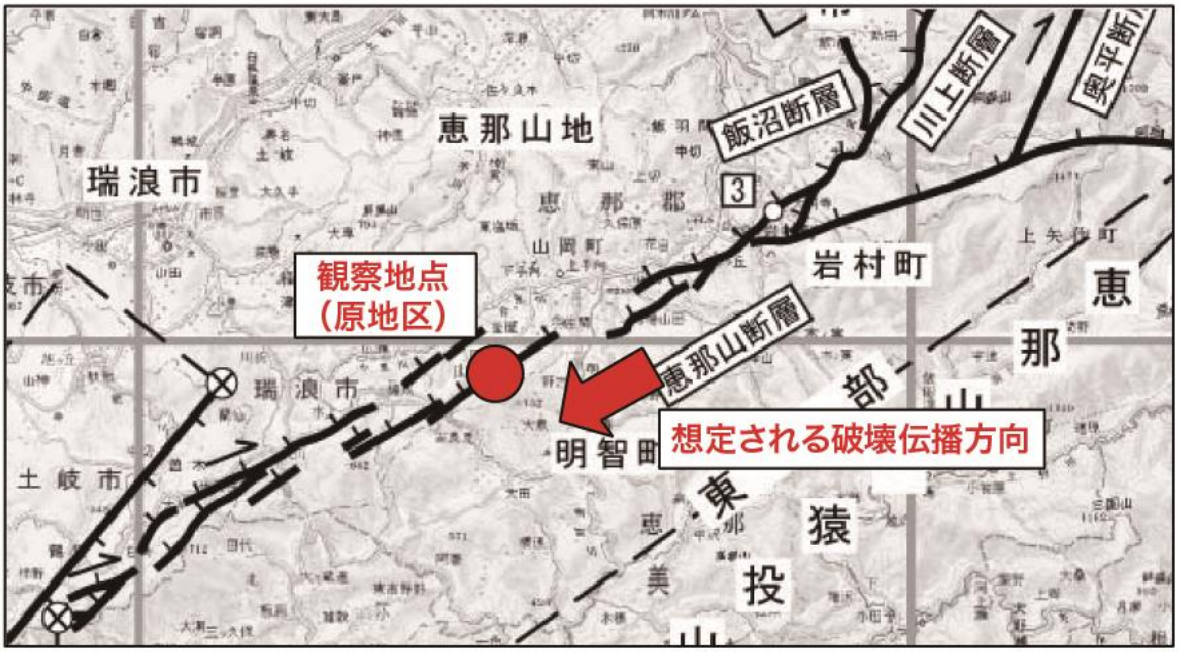


図 29　屈曲した条線から推定される破壊伝播方向
基図には、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）を使用した。

6）構成断層及び地震規模の検討

恵那山–猿投山北断層帯を構成する活断層および同断層帯を震源として発生する地震の規模について、a）断層活動時期、b）断層運動方向、c）断層面の傾斜角の観点から検討を行なった。

a）断層活動時期に基づく検討

本プロジェクトでは、恵那山断層と猿投山北断層の断層活動時期を精度良く求めることにより、両断層の活動時期が分離される可能性があるのではないかという仮説の下に調査を進めた。しかし、本プロジェクトで実施したトレンチ調査の結果を踏まえても恵那山–猿投

山北断層帯全体が活動した可能性が残され、その時期は「約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前」に限定される。

b）断層運動方向に基づく検討

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）の別冊２に示された恵那山-猿投山北断層帯の震源断層モデルでは、屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）に基づき、猿投山北断層（西半部：横ずれ断層）と恵那山断層（東半部：逆断層）のすべり角（レイク角）について、それぞれ、180°および 90°と設定されている。

今年度に実施した東白坂トレンチでは、断層破砕帯の複合面構造の解析から猿投山北断層の断層運動方向が 10°～30°であることが確認された。また、昨年度に実施したピット調査（原地区）における断層条線観察の再調査結果から、恵那山断層の断層運動方向は 20°前後であることが確認された。したがって、両断層の断層運動方向は同じセンスであり、両者が同時に活動する可能性が十分に考えられる。

c）断層面の傾斜角に基づく検討

サブテーマ２で実施した地質調査の結果に基づき、猿投山北断層、恵那山断層および屏風山断層の断層面の傾斜角に関するデータを整理し、それらの平均値を求めた。猿投山北断層については、既往のトレンチ調査（鈴木・野澤，2006）および本プロジェクトのトレンチ調査において得られたデータに基づき、断層面の傾斜角について約 70°南東傾斜という値を得た（図 30 上段）。恵那山断層については、既存文献における記載および令和３年度に原地区で実施した断層条線観察時の記録の平均値として、約 60°南東傾斜という値を得た（図 30 中段）。屏風山断層については、既往文献に記載されている断層面の傾斜角の記載に基づき、その平均が約 55°になることを確認した（図 30 下段）。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）では、恵那山断層を「逆断層」、猿投山北断層を「高角な横ずれ断層」と評価している。また、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）の震源断層モデルでは、恵那山断層の断層面の傾斜角を 40°、猿投山北断層の断層面の傾斜角を 90°と設定している。両断層は地表トレースの平面形状は近接しているが、傾斜角が大きく異なるため、同時に活動する可能性が低いことが本プロジェクトを実施する前には想定された。しかし、断層露頭の情報のデータを整理した結果、断層面の傾斜角は近似していることが確認されたため、両断層が同時に活動する可能性は十分に考えられる。

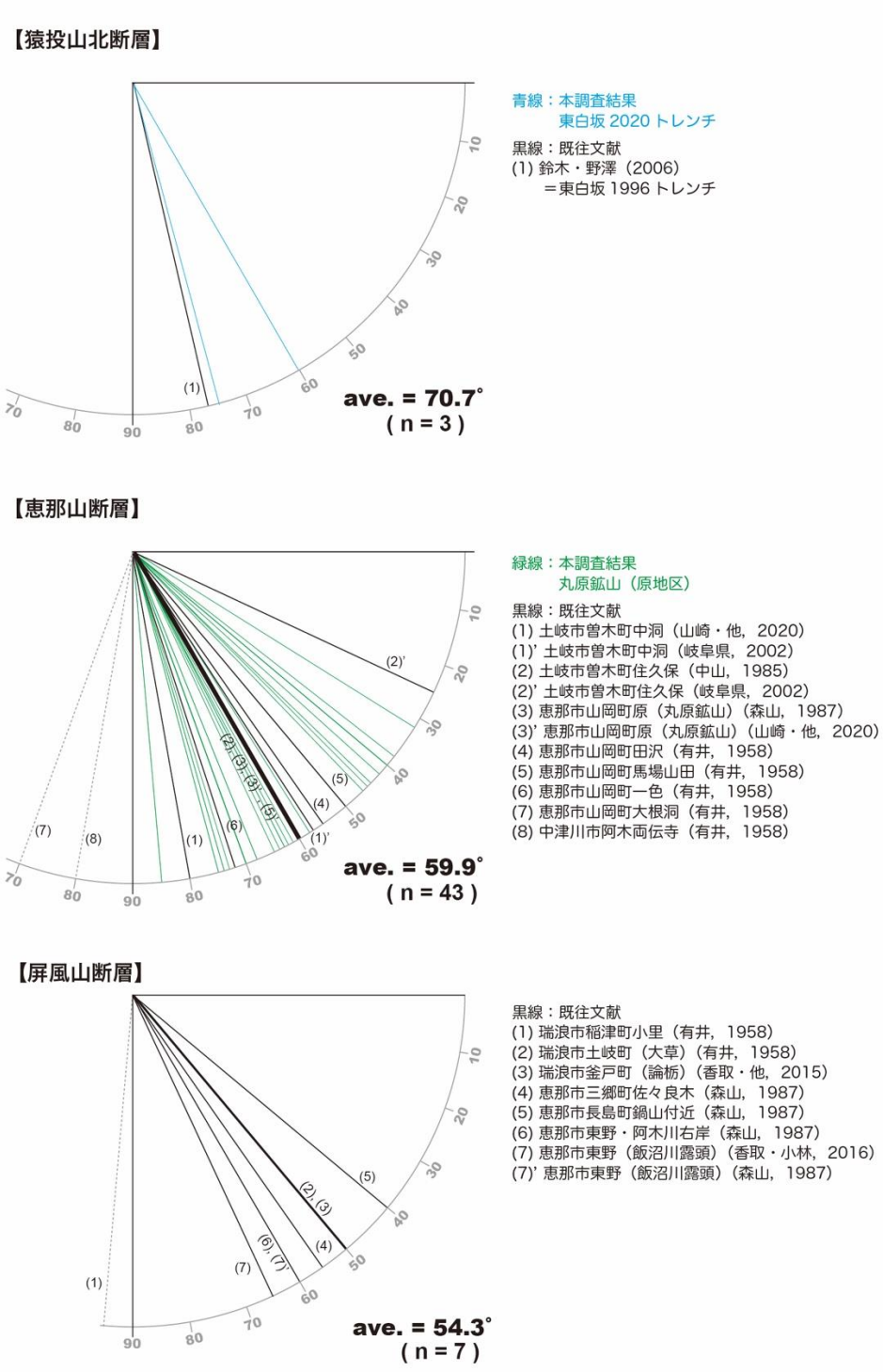


図 30　既往データと本プロジェクトで得られたデータに基づく猿投山北断層（上段）、恵那山断層（中段）および屏風山断層（下段）の断層面の傾斜角
青線及び緑線は本プロジェクトの調査で計測された値。黒線は既往文献に記された値。

(d) 結論ならびに今後の課題

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）の地震発生予測の信頼性を向上するため、恵那山-猿投山北断層帯上の複数地点（東白坂地区、上手向地区）でトレンチ調査を実施し、それぞれの調査結果と既往研究の成果を統合して活動区間の検討を行なった。今回の結果からは地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の長期評価で提示された両断層が一括される可能性は否定できない。ただし、猿投山北断層については、鈴木・野澤（2006）が指摘している最新活動が存在する可能性が残されており、同断層が単独で活動した可能性が残されている。この最新活動を考慮しなかった場合、恵那山-猿投山北断層帯が一括して活動するモデルにおいては、最新活動時期が約 7,600-7,200 年前、平均活動間隔については過去 3 回の活動時期に基づく場合には「約 7,200-7,500 年」、現在までの経過時間を考慮した場合には「約 7,400 年」と算出される。一方、両断層がそれぞれ違った固有の活動をするモデルにおいては、恵那山断層では最新活動時期が約 7,600-7,200 年前、平均活動間隔が約 7,200-13,400 年（平均：約 10,300 年）、猿投山北断層では最新活動時期が約 8,500-5,900 年前、平均活動間隔が約 6,750-8,150 年（平均：約 7,450 年）となる。

その他、令和３年度に実施した断層運動方向に関する調査及びボーリング調査の追加検討を行なった。断層運動方向の調査では屈曲した断層条線が観察されたことから、断層活動時の破壊伝播方向の検討を行ない、恵那山断層原地区においては北東から南西方向に向かって破壊が伝播するとの結論を得た。ボーリング調査については、コア試料の火山灰分析を実施して地形面の形成年代を推定し、同地点における上下変位量および恵那山断層の断層運動方向に基づいて横ずれ平均変位速度を 0.1-0.15 m/千年と推定した。この値は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）が示した平均変位速度の値（0.2-0.4 m/千年）を若干下回る結果となった。また、既往文献における記載及びサブテーマ２における地質調査の結果に基づき、猿投山北断層、恵那山断層、屏風山断層の断層面の傾斜角を、それぞれ約 70°、約 60°、約 55°（いずれも南東傾斜）と算出した。

(e) 引用文献

有井琢磨，岐阜県岩村町付近の断層地形．新地理，7，110-120，1958.

岐阜県，「平成 13 年度 地震関係基礎調査交付金 屏風山・恵那山断層帯に関する調査成果報告書」．118p，2002.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の評価，50p，2004.

地震調査研究推進本部地震調査委員会，全国地震動予測地図，別冊２，352p，2009.

香取拓馬・小林健太，斜交する断層帯会合域の断層幾何及び運動像の変遷−屏風山断層の例−（R14-P-7）（ポスターセッション）（演旨）．日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨，p.264，2016.

香取拓馬・小林健太・安江健一・丹羽正和・小松哲也・細矢卓志・笹尾英嗣，岐阜県南東部に位置する屏風山断層の破砕・変質履歴（SSS29-P06）（ポスターセッション）（演旨）．日本地球惑星科学連合大会予稿集（DVD），SSS29-P06，2015.

Kearse, J., Kaneko, Y., Little, T., Van Dissen, R., Curved slickenlines preserve direction of rupture propagation. Geology, https://doi.org/10.1130/G46563.1, 2019.

Kearse, J., Kaneko, Y., On‐fault geological fingerprint of earthquake rupture direction. J. Geophys. Res., 125, e2020JB019863. 2020.

町田洋・新井房夫編，新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺-．東京大学出版会，336p，2003.

森山昭雄，木曽川・矢作川流域の地形と地殻変動．地理学評論（Ser.A），60，67-92，1987.

中山勝博，岐阜県土岐市における瀬戸層群の堆積盆地．地団研専報：瀬戸内区の特性，no.29，119-129，1985.

Reimer, P.J. Austin,W.E.N, Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey,

C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen,K.A., Kromer,B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, u., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S., The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), Radiocarbon 62(4), 725-757, 2020.

鈴木康弘・野澤竜二郎，猿投山北断層のトレンチ調査－横ずれ断層の活動認定と議論－．月刊地球，号外，No.54，171-179，2006.

鈴木康弘・岡田篤正・熊原康博・東郷正美，1:25,000 都市圏活断層図「瀬戸」．国土地理院技術資料　D1-No.435，2004.

山崎徹・野田篤・尾崎正紀，明智地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)．産総研地質調査総合センター，120p，2020.

(3) 令和２～４年度の成果

(a) 業務の要約

恵那山－猿投山北断層帯における大地震の発生予測向上に資するため、同断層帯の３地区（富田、上手向、東白坂）でトレンチ調査等を実施し、既往研究の成果と併せて断層活動履歴に関する検討を行なった。この結果に基づいて同断層帯の断層活動に関する時空間ダイアグラムを作成し、過去の断層活動時期および周辺地質の状況から活動範囲を検討した。また、同断層帯における断層運動方向の履歴を明らかにするために断層条線及び断層破砕帯の構造に関する調査を実施した。その他、横ずれ平均変位速度、断層面の傾斜角に関する検討を行なった。各調査を実施した調査地の位置を図 31 に示す。

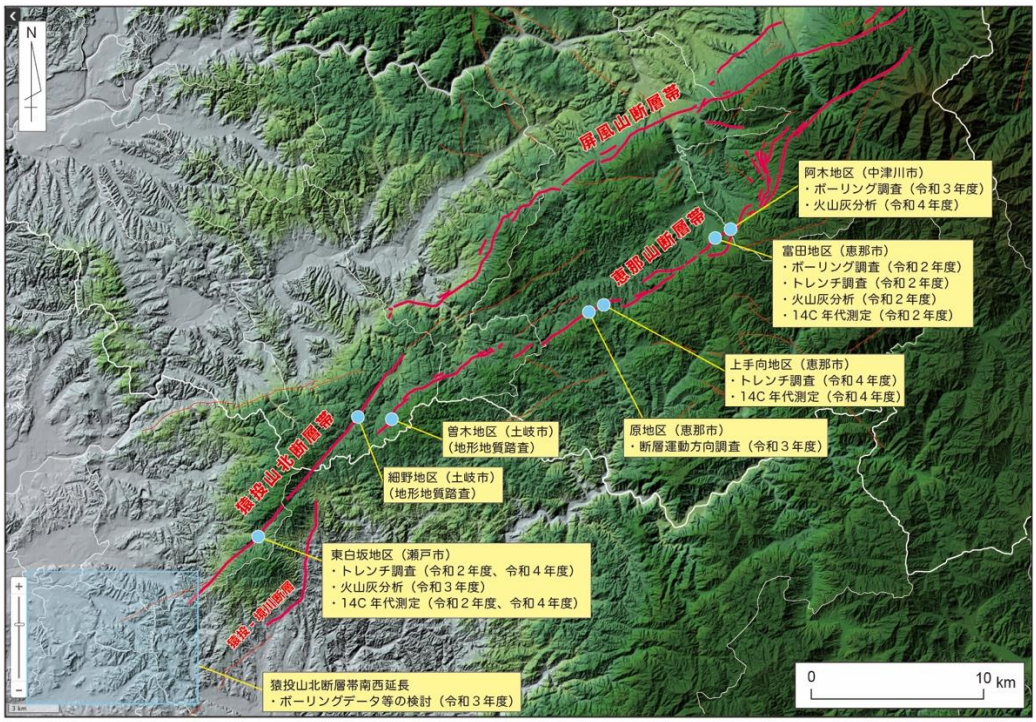


図 31　サブテーマ２で実施した活断層調査の位置図
背景地図は、国土地理院が公開している「地理院地図」で作成した標高段彩陰影図に、活断層トレースや自治体の境界線を加筆して作成した。

(b) 業務の実施方法

1) ボーリング調査

令和２年度に富田地区（恵那市）において、トレンチ調査の事前調査としてボーリング調査（10 m×４孔）を実施した。また、令和３年度に阿木地区（中津川市）において、地形面の形成年代を検討するための火山灰試料採取を目的としてボーリング調査（５ m×１孔）を実施した。

2) トレンチ調査

恵那山－猿投山北断層帯の断層活動履歴を明らかにするため、同断層帯上の３地区でトレンチ調査を実施した。調査地点の選定にあたっては、緻密な地形地質調査を実施したほか、ボーリング調査を実施して詳細な断層通過位置や地層の状況などの検討を事前に行なった。トレンチ調査を実施した地区は、富田地区（岐阜県恵那市）、上手向地区（岐阜県恵那市）、東白坂地区（愛知県瀬戸市）である。東白坂地区では、令和２年度と令和４年度の２回にわたって計２孔のトレンチを掘削した。トレンチ壁面を観察して断層活動による地層の変形の有無を確認するとともに、写真撮影とスケッチを行って観察結果の記録を残した。東白坂地区で実施した２回目のトレンチ及び上手向地区のトレンチでは、壁面記録として写真測量により三次元モデルを作成した。

3) 火山灰分析

恵那山断層帯の阿木地区で掘削したボーリングコア、富田地区で掘削したトレンチの壁面、猿投山北断層帯の東白坂地区で掘削したトレンチの壁面のそれぞれから採取した試料について火山灰分析を実施した。阿木地区では、火山灰分析結果に基づいて高位段丘の形成年代を推定し、同地点における上下変位量と恵那山断層の断層運動方向に基づき、恵那山断層の横ずれ平均変位速度を算出した。富田地区と東白坂地区では、トレンチ壁面で観察した地層の年代について、^{14}C年代測定結果と比較検討を行ない、断層活動時期の推定について信頼性を向上させた。

4) ^{14}C年代測定

主にトレンチ壁面で観察した地層の年代を明らかにするため、壁面から採取した試料の^{14}C（放射性炭素同位体）年代測定を実施した。得られた年代測定結果に基づき、各地点における断層活動履歴を検討した。

5) 断層運動履歴の検討

恵那山-猿投山北断層帯の断層運動履歴について、断層活動時期と断層運動方向の観点から検討を行なった。断層活動時期については、本調査及び従前に実施されたトレンチ調査の結果に基づき、恵那山-猿投山北断層帯全体が同時に活動した可能性とその時期について検討した。また、恵那山断層帯と猿投山北断層帯がそれぞれ個別に活動したと仮定した場合の断層活動時期及び平均活動間隔を推定した。断層運動方向については、令和３年度に恵那山断層帯の原地区で実施したピット調査の結果と、令和４年度に猿投山北断層帯の東白坂地区で実施したトレンチ調査における観察結果に基づき、それぞれの断層帯における断層運動方向を明らかにした。

6）構成断層及び地震規模の検討

断層運動履歴の検討結果及び断層帯の南西延長における地質調査の結果に基づき、恵那山-猿投山北断層帯を構成する活断層の構成とその断層帯を震源として発生する地震規模について検討を行なった。

(c) 業務の成果

1）ボーリング調査

令和２年度に富田地区（恵那市）で、令和３年度に阿木地区（中津川市）でボーリング調査を実施した。

a）富田地区ボーリング調査（令和２年度）

恵那山断層富田地点（図 32）において、トレンチの詳細な掘削位置及び掘削深度を決めるための群列ボーリング調査を実施した。掘削地点は岐阜県（2002）が ET-1 トレンチを掘削した地点の北東約 100 m の地点である。

掘削はオールコアボーリングとし、堆積物の基盤深度と岩相を確認しながら、掘削深度 10 m 前後のボーリングを合計４孔掘削した。孔名は、掘削した順に T-1 から T-4 とした。群列ボーリングの測線は、恵那山断層の走向方向（N30°E 前後）と直交するように北西－南東方向に配置した。北西から南東に向かって T-4、 T-1、 T-2、 T-3 の順である（図 33）。この地点の約 100 m 南西では、恵那山断層の低下側（北西側）に瑞浪層群が、隆起側（南東側）に花崗岩が分布することが確認されている（岐阜県, 2002）。今回のボーリング調査では、堆積物の基盤として瑞浪層群と花崗岩の境界が確認されることが期待されたが、T-1 から T-4 までのいずれにおいても地表からの掘削深度 10 m 付近で瑞浪層群の泥岩が確認された（図 34）。瑞浪層群を覆う堆積物の層相は、花崗岩や濃飛流紋岩の礫を主体とし、一部に砂層を挟在する。

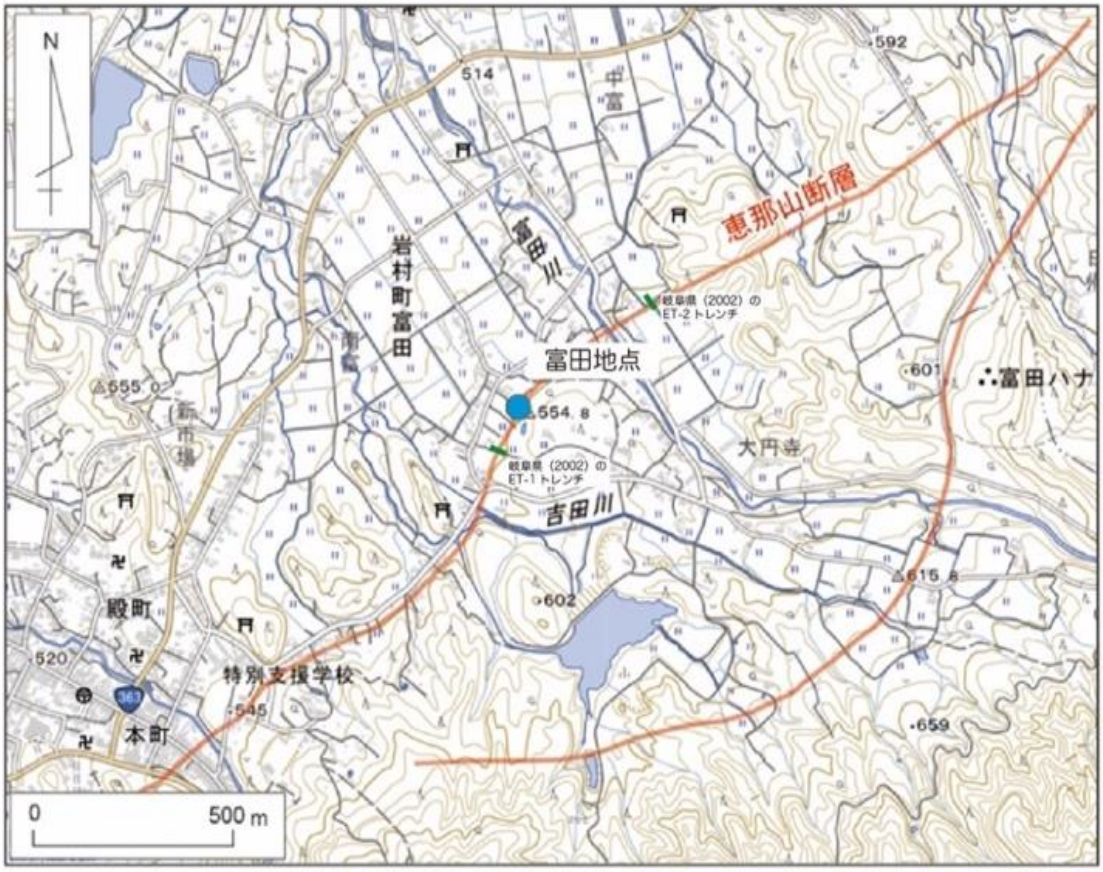


図 32　恵那山断層富田地点の位置図
基図には「地理院地図」を用いた。活断層線は「1:25,000 都市圏活断層図」の「中津川」（岡田・他，2017）及び「恵那」（宮内・他，2017）に従った。



図 33　富田地区で掘削したボーリング孔の位置図
T-1 から T-4 の丸印はボーリング孔の位置を、緑色の実線は図 34 に示す地形地質断面図の位置を示す。

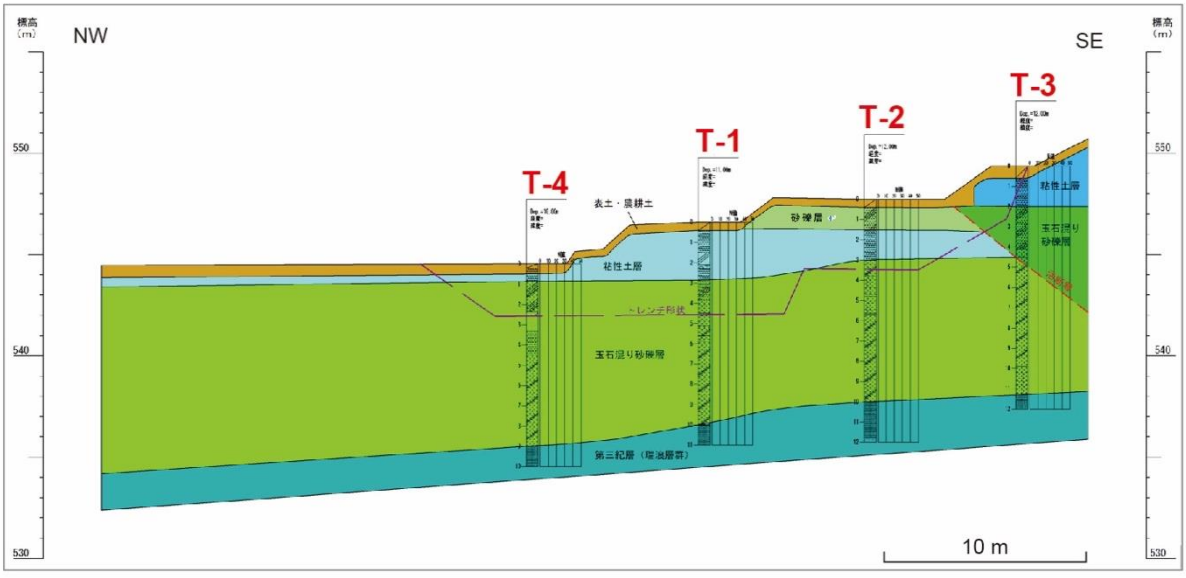


図 34　富田地点における群列ボーリング調査結果に基づく地形地質断面図

b）阿木地区ボーリング調査（令和３年度）

恵那山－猿投山北断層帯の平均変位速度を検討するため、中津川市阿木地区（図 35）に分布する高位段丘上において、深さ５ m のオールコアボーリングを１孔掘削した。掘削工法は、地層の変化に応じてコア採取に最も有効な方法を選択した。コアの採取には、径 86 mm のパックチューブを用いた。掘削地点は、南東から北西に向かって延びる尾根状の高位段丘面上に位置する。

ボーリング調査により採取された地層は、上位から順に黒色シルト質土壌、撹乱層、褐色小礫混じりシルト（風成ローム）、灰白色砂礫、褐色中砂～粗砂、礫混じりシルト、黄灰色砂礫、黄灰色玉石混じり礫に区分される（図 36、図 37）。

黒色シルト質土壌は、地表から深度 0.48 m までに分布する現在の表土である。

深度 0.48 m から 0.80 m にかけては、撹乱層と判断した。

深度 0.80 m から 2.28 m には褐色小礫混じりシルト（風成ローム）が分布する。礫径は５ mm 以下で、下方に向かうにつれて礫径が大きくなり、礫の混入率が高くなる。

深度 2.28 m から 3.56 m には灰白色砂礫が分布する。礫種は花崗岩で、礫径は１cm 以下が主体である。マトリクスはシルトで、非常に多く、マトリクス支持である。

深度 3.56 m から 3.90 m には、褐色中砂～粗砂が分布する。

深度 3.90 m から 4.02 m には、礫混じりシルトが分布する。

深度 4.02 m から 4.60 m には、黄灰色砂礫が分布する。マトリクスは細砂で非常に多く、基質支持である。

深度 4.60 m 以下には、黄灰色玉石混じり礫が分布する。コア径を超える大きさ（最大径は約 20 cm）の玉石を多く含まれており、礫種は濃飛流紋岩と花崗岩である。高位段丘構成層の主要な堆積物であると考えられる。

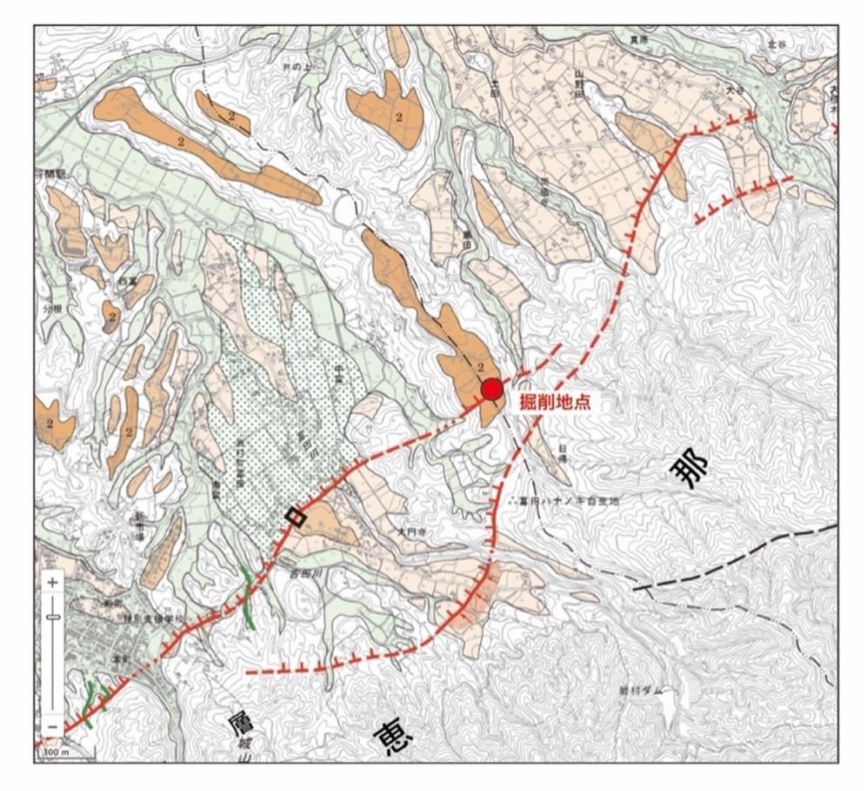


図35　阿木地区ボーリング掘削地点
基図には「1:25,000都市圏活断層図」の「中津川」（岡田・他，2017）及び「恵那」（宮内・他，2017）を用いた

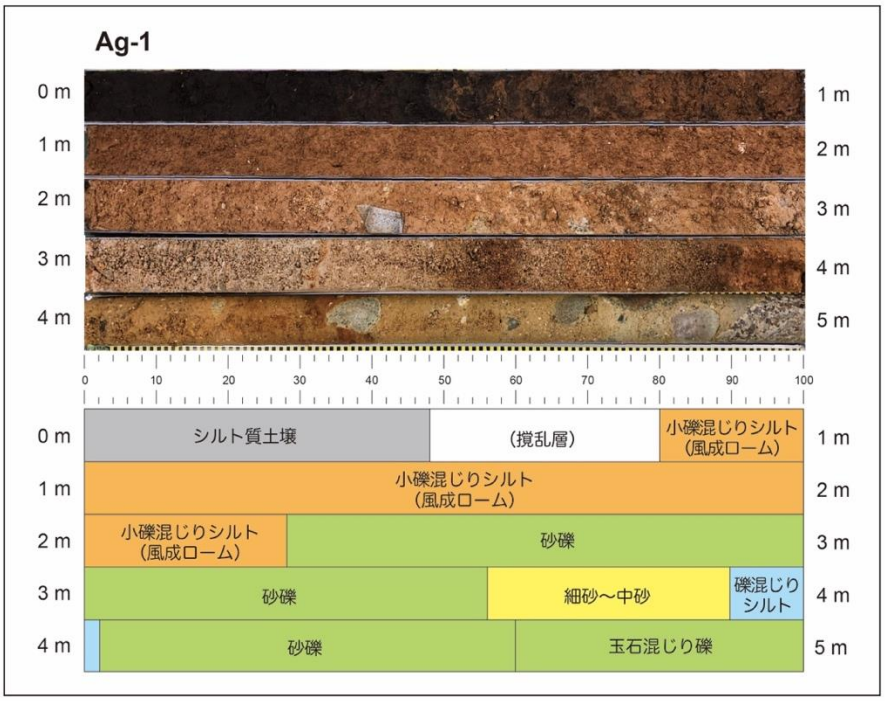


図 36　中津川市阿木地区で掘削したボーリングコアの写真（上）と層相区分（下）

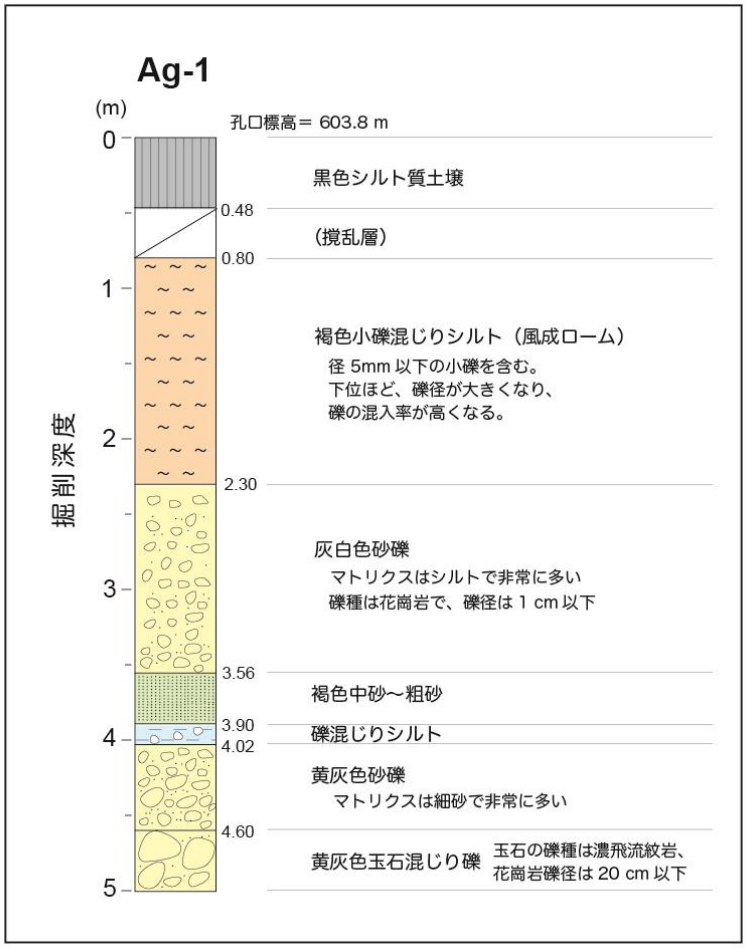


図 37　阿木地区で実施したボーリング調査の掘削地点と柱状図

2) トレンチ調査

恵那山-猿投山北断層帯の活動履歴を明らかにするため、同断層帯上の３地区（富田、上手向、東白坂）においてトレンチ調査を実施した。

a）富田地区トレンチ（岐阜県恵那市岩村町）

恵那山断層の富田地点（図32）で、長さ約30 mのトレンチを掘削した。掘削地点は、2001年に岐阜県がET-1トレンチを掘削した地点から約100 m北東の位置に位置する。トレンチ掘削に先立って実施した群列ボーリング調査（図33、図34）では、恵那山断層の隆起側（南東側）に分布する花崗岩を確認することができなかったため、調査用地の範囲の南東寄りにトレンチを掘削することとした（図38）。北西側については、群列ボーリングのT-1孔とT-4孔の間に存在する崖地形が断層崖か確認できる範囲まで掘削した。これら全ての範囲を掘削すると比高が大きくなるため、先に南東側を掘削して上段とし、その後に北西側を掘削して下段とした（図39）。上段と下段でトレンチの開口部の幅が異なるため、北東壁面を一面で観察できるようにし、南東壁面は鍵状の形状とした。

トレンチ壁面では、円～亜円の大礫を多く含む砂礫層と粘土質の細粒堆積物が主に分布し、一部に細砂層を挟在する。断層は、トレンチの南東寄りに２条確認された（北東壁面：図40、南西壁面：図41）。どちらの断層面も比較的高角に南東に傾斜する。北東壁面では、断層は腐植土に覆われている様子が観察された。



図38　富田地区トレンチ（令和２年度）の掘削位置図
T-1～T-4は群列ボーリング調査の掘削位置を示す

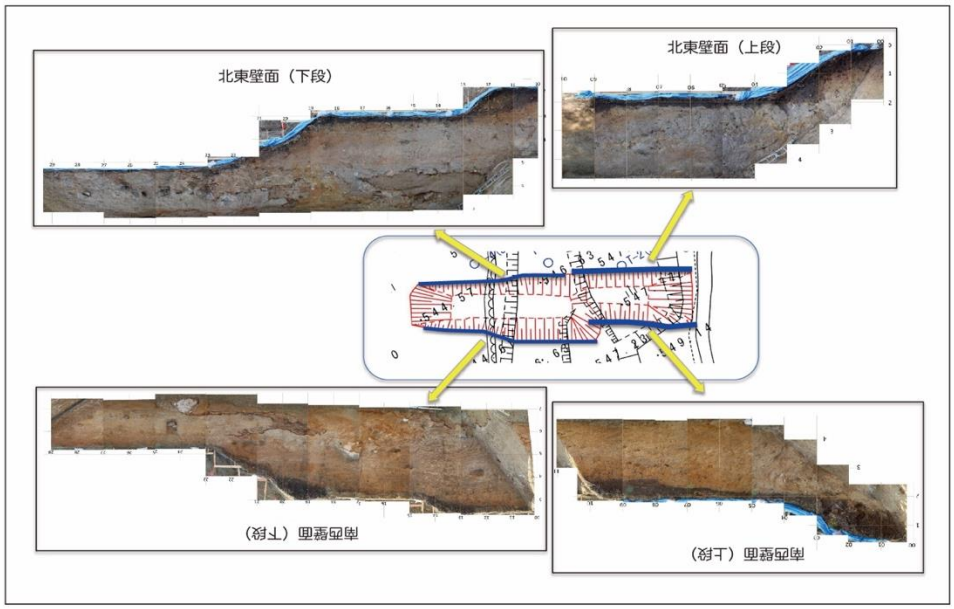


図 39 富田トレンチの全体写真

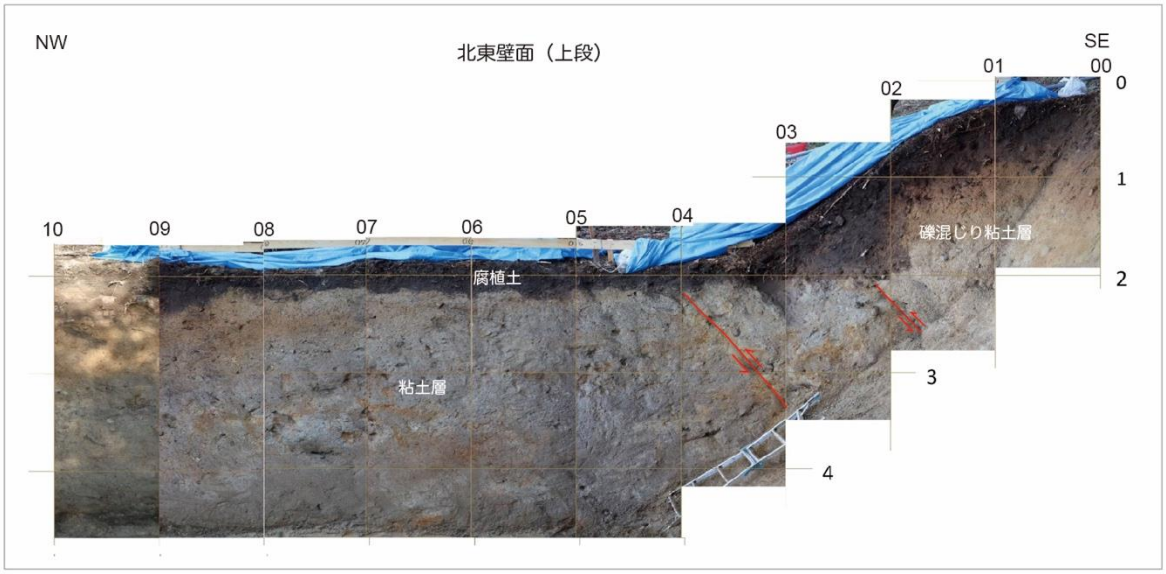


図40 富田トレンチ北東壁面（上段）の写真
赤線は断層、赤矢印はずれの方向を示す。
水平及び垂直のグリッドに間隔は1 m。

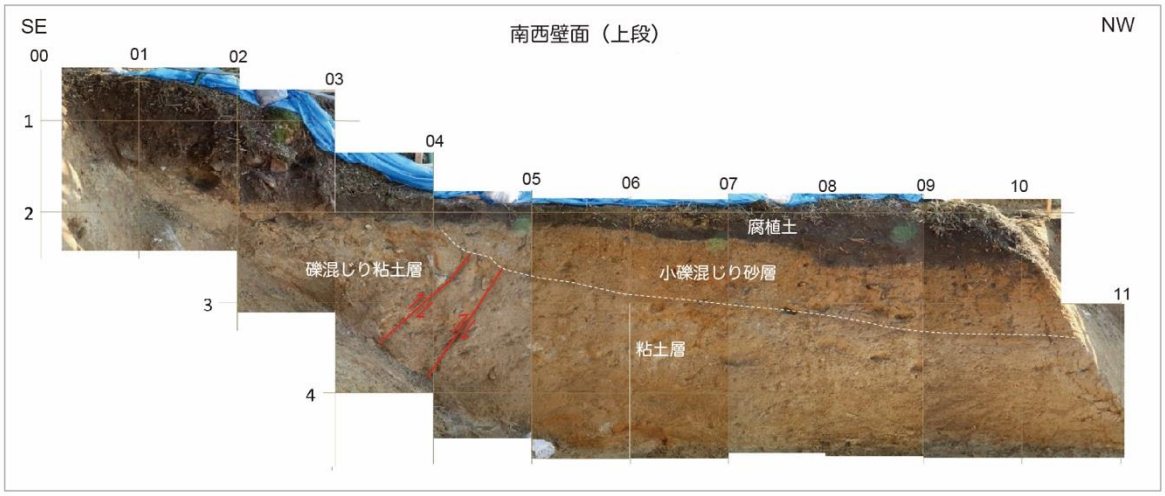


図41 富田トレンチ南西壁面（上段）の写真
赤線は断層、赤矢印はずれの方向を示す。
水平及び垂直のグリッドに間隔は1 m。

b）上手向地区トレンチ（岐阜県恵那市山岡町）

恵那山断層の上手向地地区（図 42）で、長さ約 16 m のトレンチを掘削した。トレンチ壁面では、堆積岩からなる基盤、花崗岩の大礫を多く含む崩壊堆積物、腐植を含む谷底堆積物、黒色土壌が観察された（図 43、図 44）。基盤の堆積岩の上面はほぼ水平であり、その上に崩壊堆積物もしくは谷底堆積物が載る。トレンチの北西寄りでは、谷底堆積物は基盤の堆積岩を侵食した上に堆積している。基盤の堆積岩と崩壊堆積物の境界面で観察された条線は、恵那山断層の走向に対してほぼ直交する方向に移動したことを示していることから、地すべり地形の末端における構造と解釈される。谷底堆積物は堆積構造から新旧に区分することができ、そのうちの旧期の谷底堆積物には水平方向に押されて変形した構造が認められるが、新期の谷底堆積物にはそのような変形構造は見られない。したがって、旧期の谷底堆積物の堆積後、新期の谷底堆積物の堆積前に地すべりイベントが発生したことが推定される。

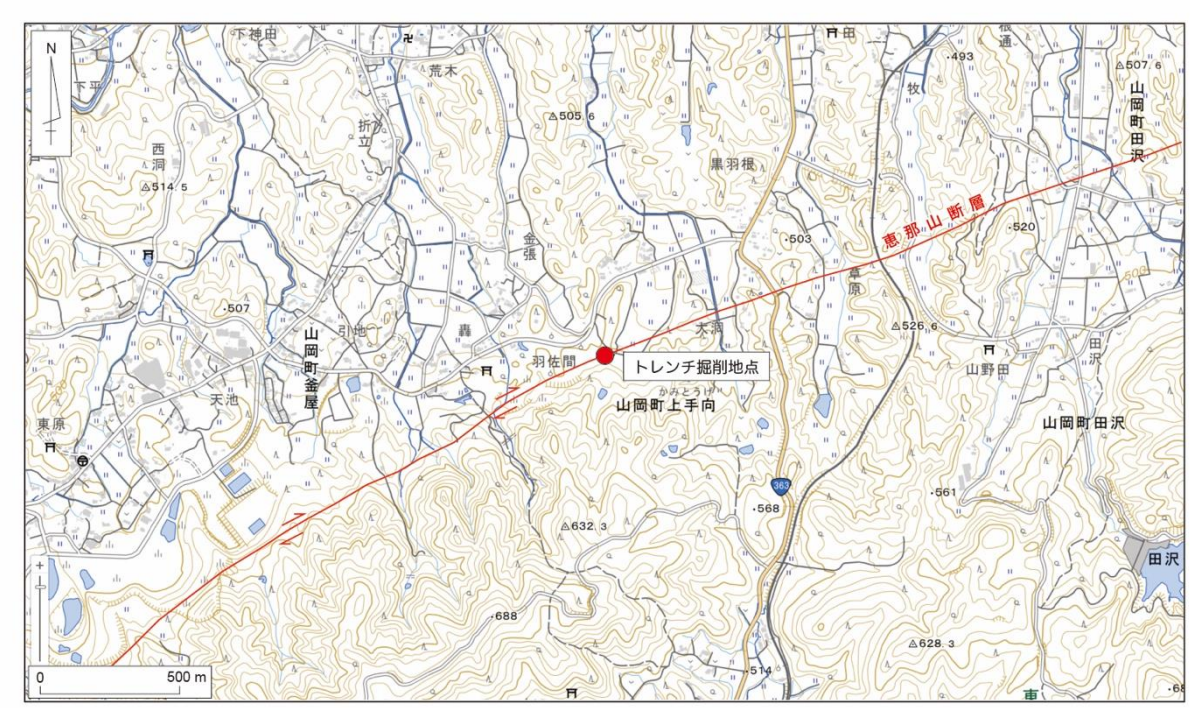


図 42　上手向地区トレンチの位置図

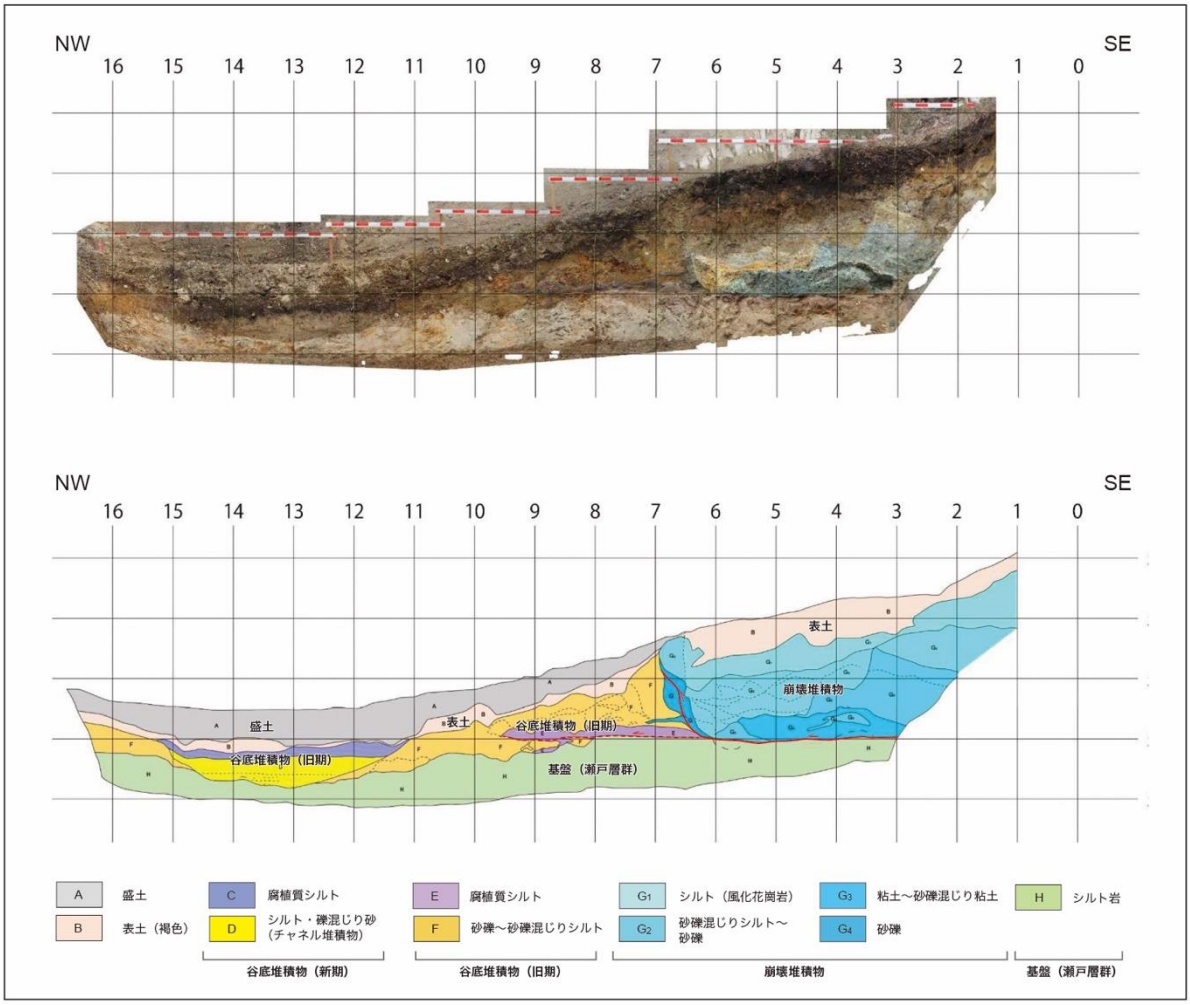


図 43　上手向トレンチ北東壁面の画像（上）と現地での観察に基づくスケッチ（下）

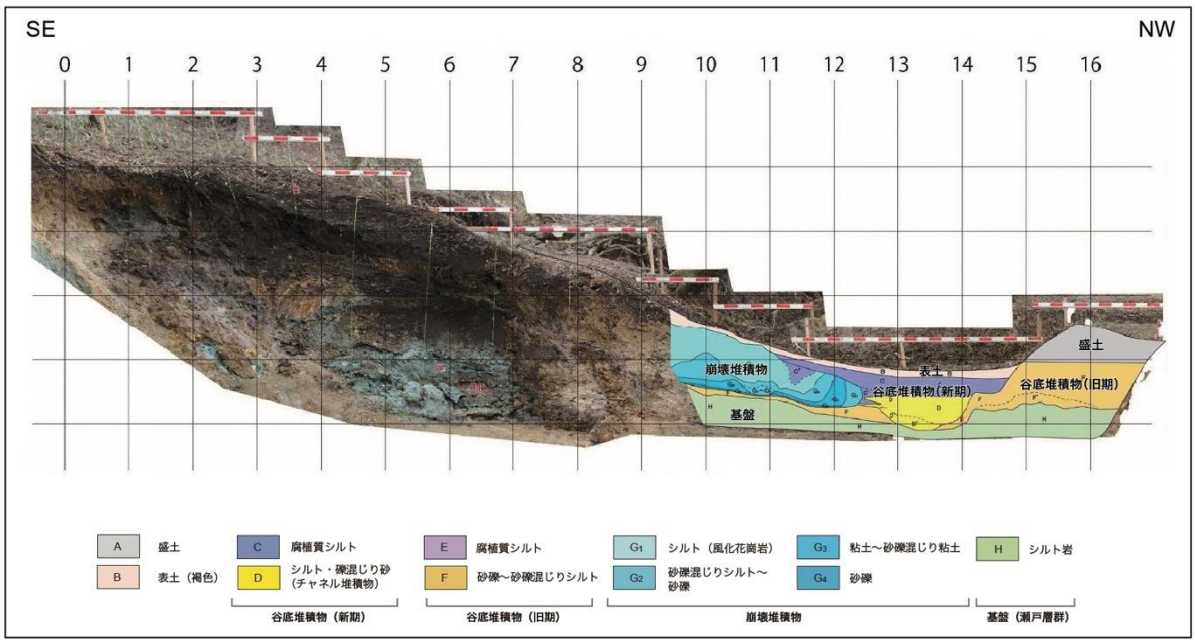


図 44　上手向トレンチ南西壁面の画像と現地での観察に基づくスケッチ

c）東白坂地区トレンチ（愛知県瀬戸市）

猿投山北断層の東白坂地区の東京大学生態水文学研究所赤津演習林内において、2020 年度と 2022 年度にそれぞれトレンチ調査を実施した。この地点においては 1996 年に愛知県がトレンチを掘削している（愛知県建築部・玉野総合コンサルタント（株），1997；鈴木・野澤，2006）。令和２年度のトレンチ調査では、1996 年度のトレンチから約 20 m 北東の位置にトレンチを掘削した（図 45 の「2020 トレンチ」）。一方、令和４年度のトレンチ調査では、1996 年度のトレンチの南東脇でトレンチを掘削した（図 45 の「2022 トレンチ」）。

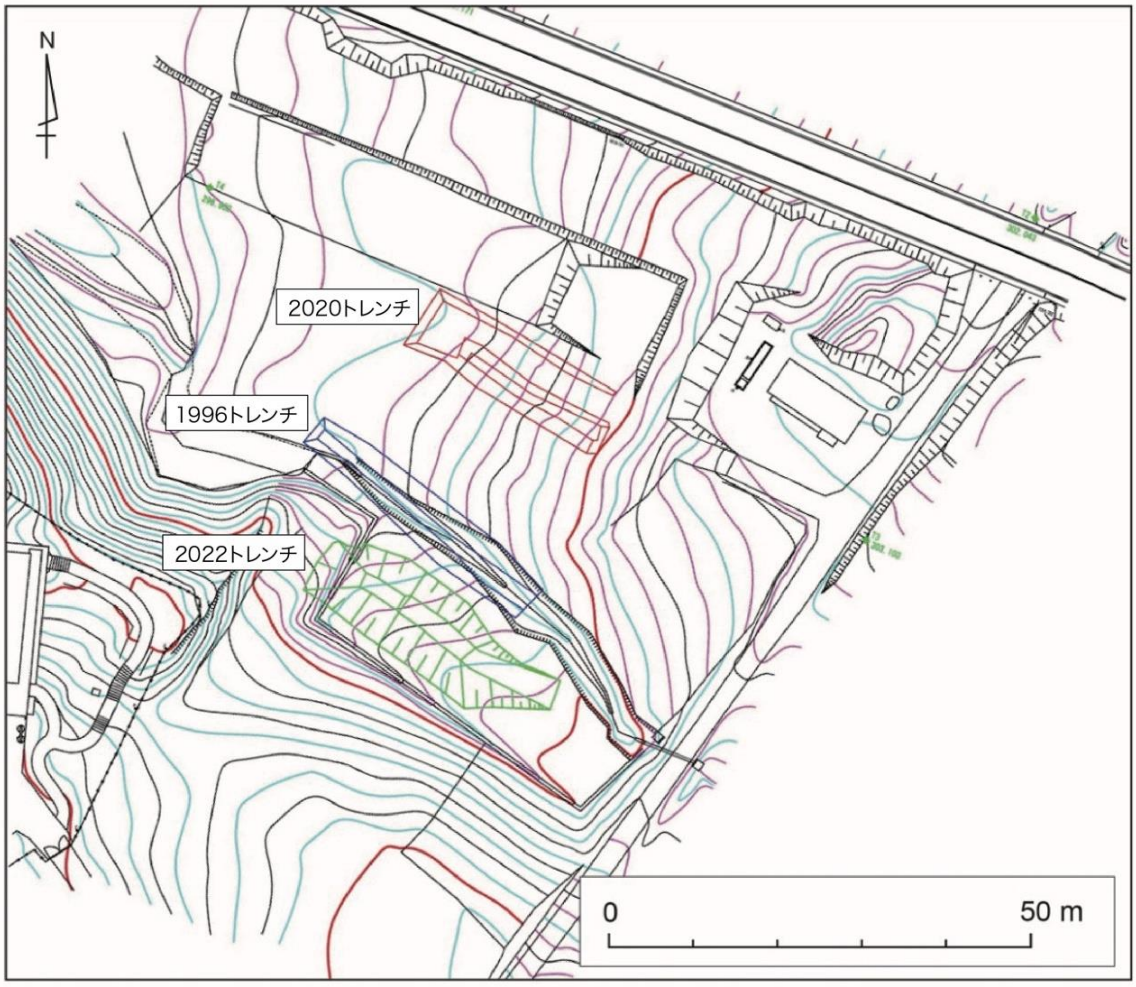


図 45　東白坂地区で掘削したトレンチの位置
等高線は現地での実測に基づき、作成した。
1996 トレンチの掘削範囲を青線で、2020 トレンチの掘削範囲を赤線で、
2022 トレンチの掘削範囲を緑線で、それぞれ示す。

（令和２年度トレンチ調査）

令和２年度に掘削したトレンチ（2020 トレンチ）は、全体として長さ約 25 ｍの範囲を深さ約２ｍまで掘り下げ、その中で約 15 ｍの範囲をさらに約２ｍの深さまで掘り下げた。トレンチの北東壁面と南西壁面では、南東へ傾斜する逆断層が観察された（図 46、図 47）。この断層は、トレンチ壁面の下部に分布するシルト層を変位させ、その上位の砂礫層及び小礫～粗砂層に覆われる。断層面の傾斜角は 20～30°SE であるが、埋め戻し前に深さ約１ｍ増し掘りしたところでは 60°SE となり、また 75°SE の傾斜角を持つ断層面も観察された（図 48）。

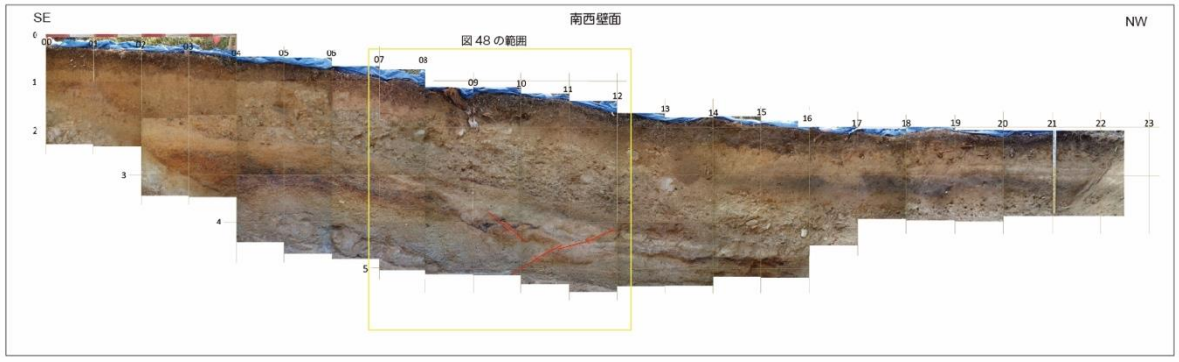


図 46　令和２年度に実施した東白坂トレンチ南西壁面の写真
赤線は観察された断層を示す。

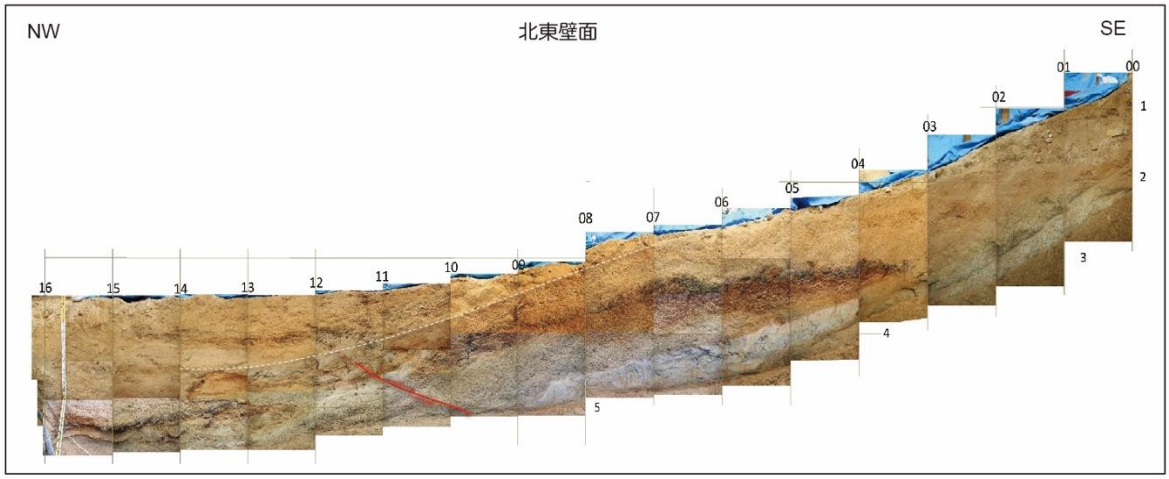


図 47　令和２年度に実施した東白坂トレンチ北東壁面の写真
赤線は観察された断層を示す。

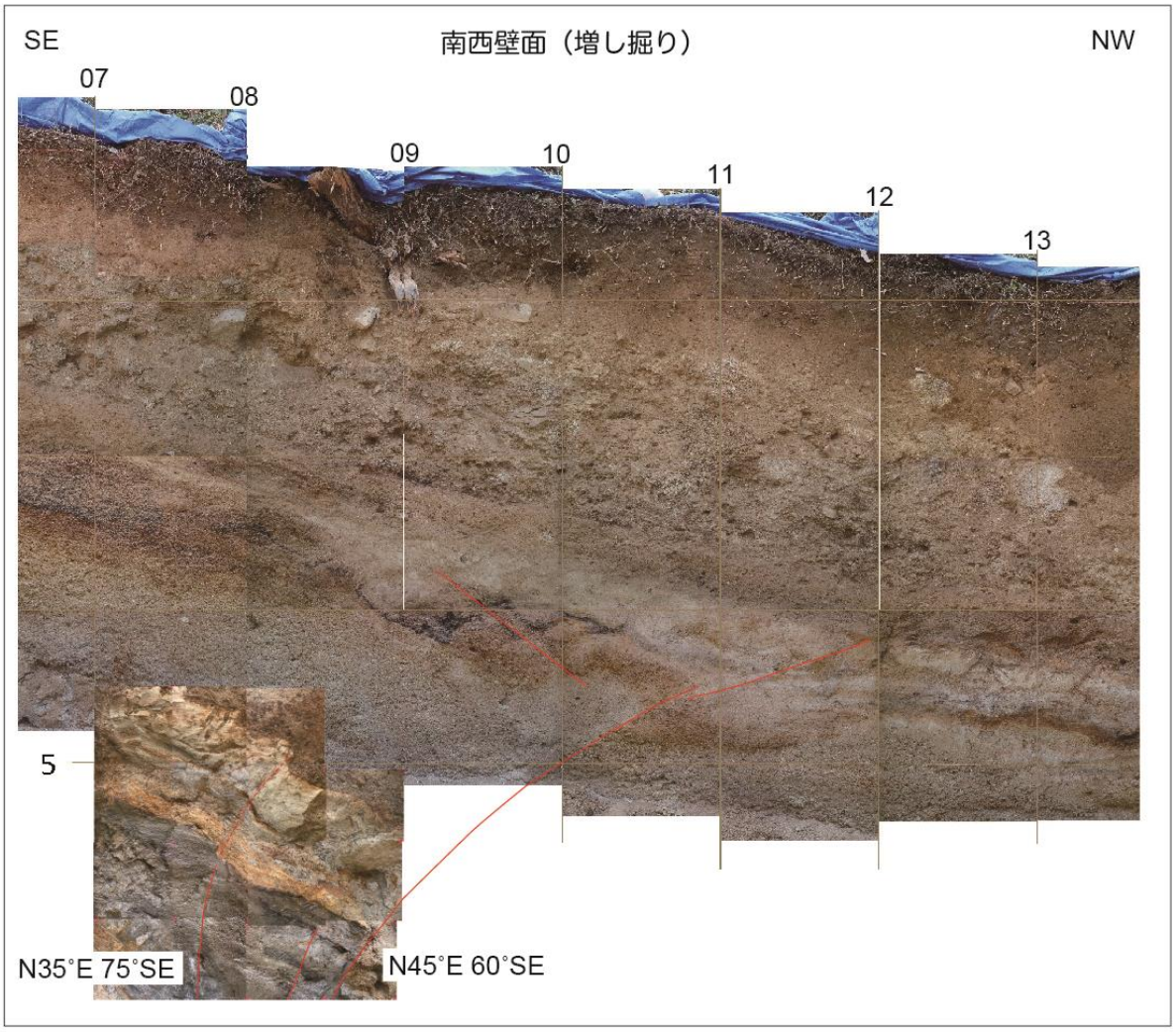


図 48　令和２年度に掘削した東白坂トレンチの増し掘り時の写真（南西壁面）
赤線は観察された断層を示す。数値は現地で計測した断層面の走向と傾斜角を表す。

（令和４年度トレンチ調査）

令和４年度に掘削したトレンチの形状は、長さ（北西-南東方向）が約25 m、幅（北東-南西方向）が約８ m、深さが約４ mである。トレンチ壁面では、基盤の花崗岩とそれを覆う河成堆積物、谷埋堆積物、古土壌、氾濫原堆積物が観察された（図49）。基盤の中に認められる断層破砕帯の幅は約５ m程度であり、その最も北西側（下流側）が最新に活動した断層面である。最新活動を示す断層面の両側では、基盤の上面に約１ mの南東側隆起の高度差が認められた（図49）。また、底盤では右横ずれを示す変形構造が確認された。トレンチ南東壁面で観察された断層面の上端は、谷状の構造に侵食されており、谷を埋める堆積物によって覆われている。

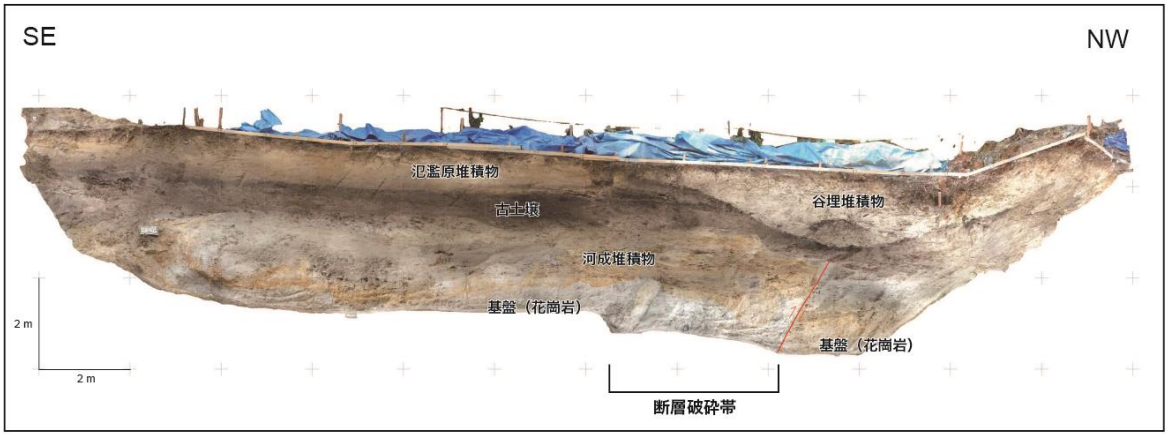


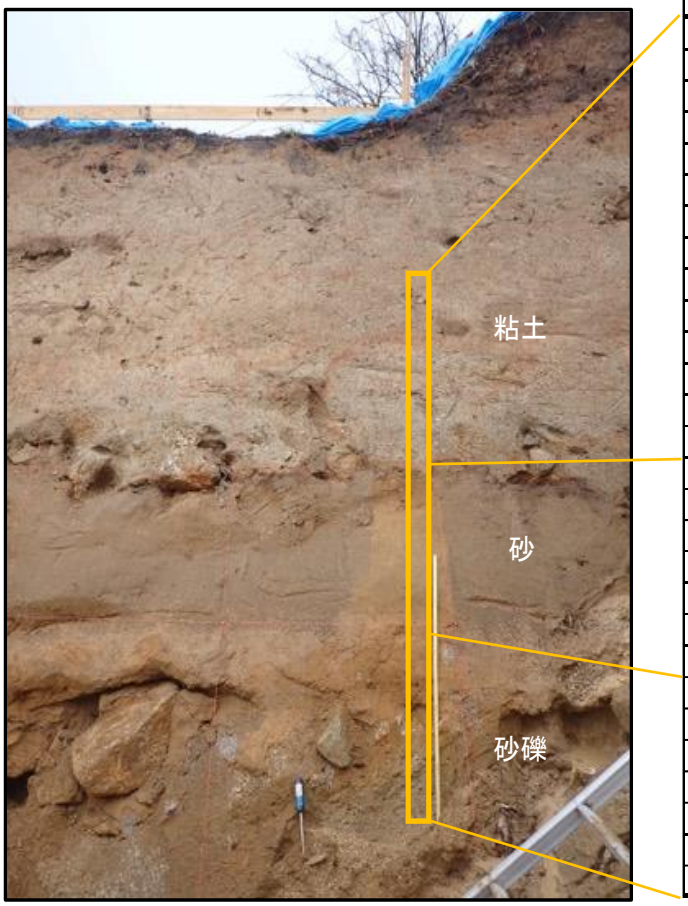
図 49　令和４年度に掘削した東白坂トレンチの南西壁面の正射投影画像。

3）火山灰分析

トレンチ壁面やボーリングコアで観察された地層の年代を推定するため、火山灰分析を実施した。令和３年度には、富田地区で掘削したトレンチの壁面及び猿投山北断層帯の東白坂地区で掘削したトレンチの壁面から採取した試料について火山灰分析を行なった。令和４年度には、恵那山断層帯の阿木地区で掘削したボーリングコアから採取した試料について火山灰分析を実施した。

a）富田トレンチ

富田トレンチ北東壁面において、断層によって変位した地層の堆積時期を推定するために、火山灰分析を実施した。トレンチ壁面の試料採取地点には、下部から砂礫、砂、粘土の層が堆積しており、これらから数 cm～10cm 間隔で試料を連続採取して分析した。分析の結果、粘土層はテフラの識別に有効なバブルウォールタイプの火山ガラスと高温型石英を含むことを確認した（図 50）。純層ではなく粒子数はわずかであるが、番号 21-22 付近で上下より多量に分布する。この番号 21-22 付近の火山ガラスの屈折率は 1.496-1.498 を示し、主成分元素組成は平均値が SiO_2 含有率で 78.7 wt.%、TiO_2 で 0.2 wt.%、Al_2O_3 で 11.9 wt.%、FeO で 1.0 wt.%、MnO で 0.1 wt.%、MgO で 0.2 wt.%、CaO で 1.1 wt.%、Na_2O で 3.5 wt.%、K_2O で 3.4 wt.%付近にクラスターを形成する。これらの特徴は、鬼界－葛原（K-Tz）火山灰（約 9.5 万年前：町田・新井, 2003）の特徴と一致する（図 51）。これらのことから、粘土層の堆積中に K-Tz 火山灰が降灰したと考えられる。そのため、粘土層の堆積時期は約 10 万年前と考えられ、粘土層から数千年間のイベントの時期を決めることは無理である。しかし、K-Tz 火山灰は段丘面の離水年代の推定に有効な火山灰であり、平均変位速度の算出に適用できる。



番号	火山ガラス: Bw	高温型石英
28	0.4	1.6
27	0.4	0.7
26	0.4	1.3
25	0	2
24	1	1.2
23	0.6	4
22	1.8	5.6
21	0.7	6.2
20	0	3.4
19	0	1.3
18	0.2	2
17	0.1	0.7
16	0.1	0.1
15	0	0.4
14	0.4	0
13	0	0
12	0	0
11	0	0
10	0	0
9	0	0
8	0	0
7	0	0
6	0	0
5	0	0.1
4	0	0
3	0	0
2	0	0
1	0	0

Bw:バブルウォールタイプ
火山ガラスと高温型石英の数字:
3000粒子中の粒子数

図 50 富田トレンチの北東壁面での火山灰試料の採取位置と火山灰分析の結果

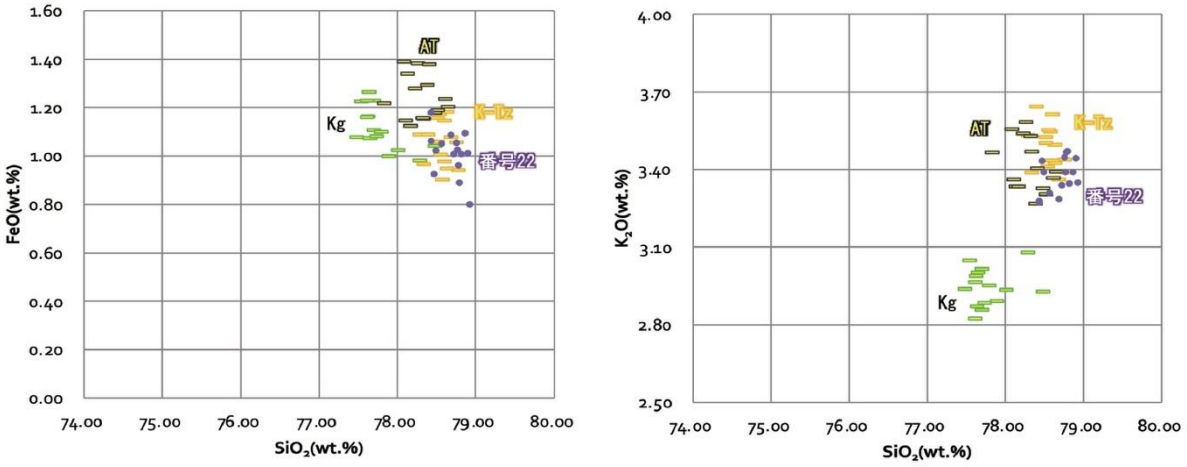


図 51　番号 22 及び広域テフラの火山ガラスの主成分元素組成の結果（SiO_2, K_2O, FeO）
Kg：天城カワゴ平火山灰、AT：姶良 Tn 火山灰、 K-Tz：鬼界－葛原火山灰

b）令和２年度東白坂トレンチ

猿投山北断層によって変位した地層と断層を覆う地層の堆積時期を推定するために、令和２年度に調査を実施した東白坂トレンチの南西壁面において火山灰分析を実施した。トレンチ壁面では、下部から粗砂、シルト、小礫～粗砂、砂礫、腐植土の層が堆積しており、これらから数 cm ～十数 cm 間隔で試料を連続採取して分析した（図 52)。分析の結果、腐植土層は下位の地層に比べて多くのバブルウォールタイプの火山ガラスを含むことを確認した（図 53)。その火山ガラスの屈折率は 1.508～1.516（番号 20）であり、鬼界アカホヤ（K-Ah）火山灰（約 7,300 年前：町田・新井, 2003）の屈折率と一致する。また、腐植土層の下位の砂礫層は、3,000 粒子中に 0.1～0.3 粒子と僅かにバブルウォールタイプの火山ガラスを含む（図 53)。これより下位の地層には、バブルウォールタイプの火山ガラスが認められず、低発泡タイプの火山ガラスが認められる（図 53)。その火山ガラスの屈折率は 1.498～1.500（番号 10）であり、姶良 Tn（AT）火山灰（約３万年前：Smith et al., 2013）の屈折率と一致する。

これらのことから、腐植土層は K-Ah 火山灰の降灰以降に堆積したと考えられる。さらに、腐植土層の下位の砂礫層に僅かに含まれるバブルウォールタイプの火山ガラスが K-Ah 火山灰であるなら、砂礫層も K-Ah 火山灰の降灰以降に堆積したと考えられる。砂礫層の下位の地層は、K-Ah 火山灰の降灰以前（約 7,300 年前以前）に堆積した可能性があるが、それ以上のことをこれらのデータから判断することは困難である。

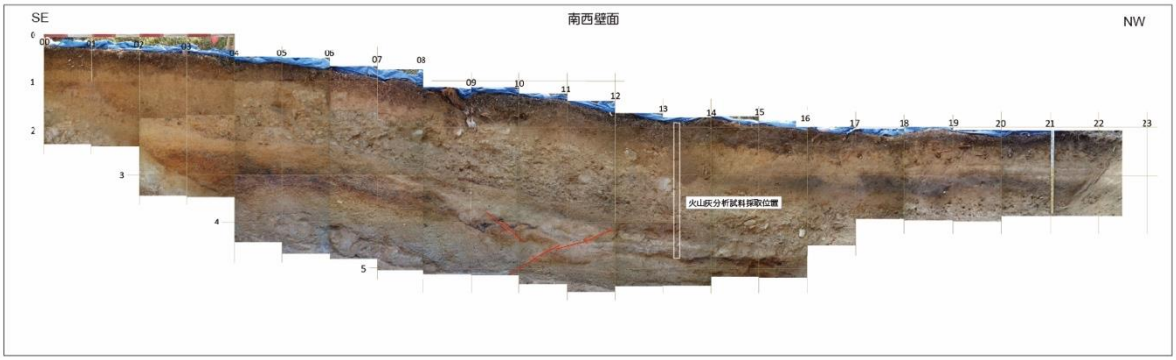
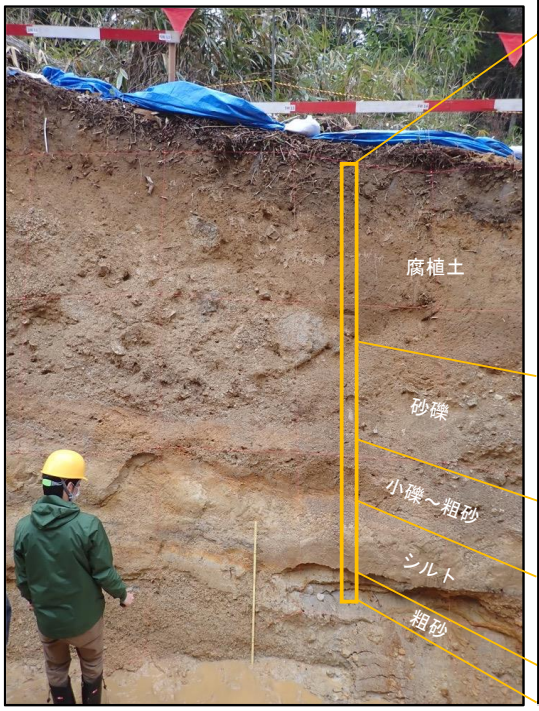


図 52　令和 2 年度に実施した東白坂トレンチ南西壁面における火山灰試料採取位置



番号	火山ガラスの形態別含有量(/3000粒子)		
	Bw	Pm	O
37	2.5	0	3.5
36	2.5	1	5
35	2.3	0	0
34	2.5	0	0
33	0.7	0	0
32	0.5	0	0
31	0.5	0	0
30	3	0	0
29	3	0	0
28	2.5	0	0
27	3.5	0	0
26	2.5	0	0
25	3	0	0
24	6	0	0
23	3.5	0	0
22	5	0	0
21	6	0	0
20	7	0	0
19	6	1	0
18	0.1	0	0
17	0.3	0	0.2
16	0	0	0.1
15	0.2	0	0
14	0	0	0
13	0.2	0	0
12	0	0	0
11	0	0	0.1
10	0	0	0.4
9	0	0	0.1
8	0	0	0.1
7	0	0	0
6	0	0	0.1
5	0	0	0.2
4	0	0	0
3	0	0	0.3
2	0	0	0
1	0	0	0.5

火山ガラス（数字：3000粒子中の粒子数）
Bw：バブルウォールタイプ
Pm：パミスタイプ
O：低発泡タイプ

図 53 令和２年度に実施した東白坂トレンチの南西壁面から採取した火山灰試料の分析結果

c）阿木地区ボーリングコア

令和３年度に恵那山断層阿木地区（中津川市）で実施したボーリング調査のコア試料について火山灰分析を実施し、掘削地点の高位段丘の形成年代を推定した。

ボーリングコアの深度 5 m から地表までについて、砂礫等の粗粒部及び地表付近では 10～20 cm 間隔で、ローム層については 5 cm 間隔で試料を採取し、全ての試料について火山灰の検出を行なった後、火山ガラスの屈折率測定、化学組成分析を実施した。その結果、深度 0.60-0.80 m から姶良-丹沢火山灰（AT；約３万年前：Smith et al., 2013）の火山ガラスが、深度 1.2-1.5 m から鬼界-葛原火山灰（K-Tz；約 9.5 万年前：町田・新井, 200）の高温石英が、それぞれ検出された（図 54）。ローム層の中位に K-Tz が含まれていることから、ローム層の堆積速度がほぼ一定だったと仮定すれば、この高位段丘の形成年代は約 20 万年前と推定される。

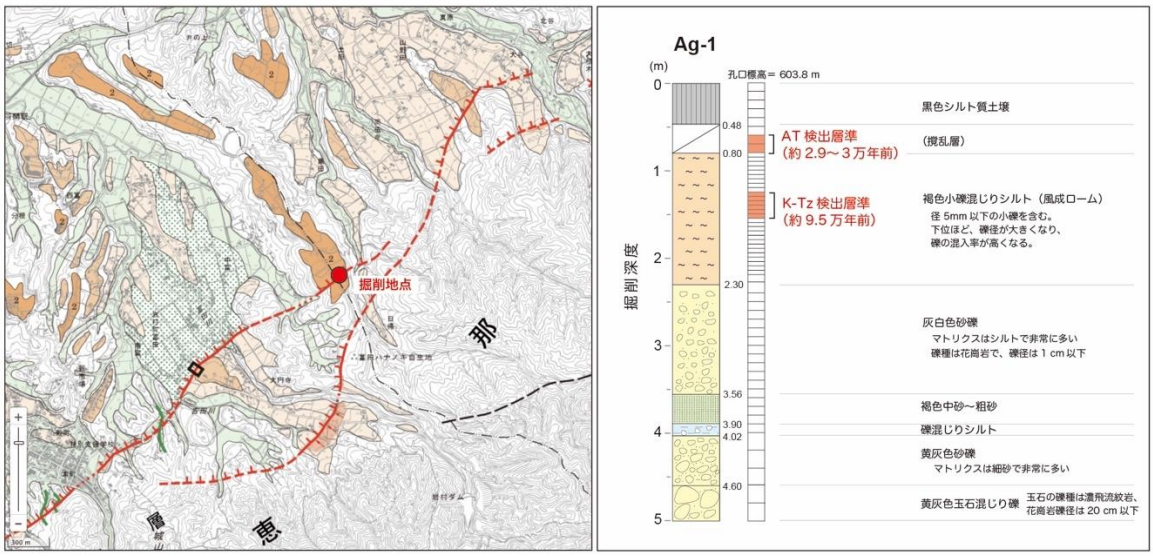


図 54　阿木地区で掘削したボーリングコアの火山灰分析結果

4）^{14}C 年代測定

ボーリングコア及びトレンチ壁面から採取した試料の^{14}C（放射性炭素同位体）年代測定を実施した。得られた年代測定結果に基づき、各地点における断層活動履歴を検討した。^{14}C年代測定を実施した試料は、富田地区ボーリングコア（令和２年度）、富田地区トレンチ壁面（令和２年度）、東白坂地区トレンチ（令和２年度）、上手向地区トレンチ（令和４年度）、東白坂地区トレンチ（令和４年度）である。

年代値は、Bronk Ramsey（2009）に基づき、IntCal20（Reimer et al., 2020）を用いて暦年較正した値である。なお、令和２年度と令和３年度の報告書では暦年較正した年代値についてシグマ１とシグマ２の値が混在しているが、ここでは全てシグマ２の値に統一して表記する。以下に、それぞれの測定結果を記述する。

a）富田地区ボーリング（岐阜県恵那市岩村町：令和２年度）

富田地区で掘削したボーリングコアのうち、T-1孔のコアから採取した１試料及びT-4孔のコアから採取した５試料について^{14}C年代測定を実施した。しかしながら、得られた年代値は非常に新しく（表３）、これらの試料は人工的に埋積されたものか、あるいはボーリング掘削時に混入したものと考えられる。したがって、地形面の形成年代や断層活動時期の議論に用いることはできなかった。

表３　富田地区で掘削したボーリングコアから採取した試料の^{14}C年代測定結果

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：cal.yBP)	暦年代 (1σ：cal.yBP)
Br-T-1_2.08	IAAA-202002	T-1 孔 深度 2.08 m	wood	Modern	---	---
Br-T-4_2.62	IAAA-201973	T-4 孔 深度 2.62 m	wood	Modern	---	---
Br-T-4_2.80	IAAA-201977	T-4 孔 深度 2.80 m	leaf	50 ± 20	---	---
Br-T-4_2.85	IAAA-201981	T-4 孔 深度 2.85 m	wood	10 ± 20	---	---
Br-T-4_2.93	IAAA-201983	T-4 孔 深度 2.93 m	charcoal	Modern	---	---
Br-T-4_3.00	IAAA-201984	T-4 孔 深度 3.00 m	leaf	40 ± 20	---	---

b）富田地区トレンチ（岐阜県恵那市岩村町：令和２年度）

富田地区で掘削したトレンチの壁面から14試料を採取し（図55、図56）、^{14}C年代測定を試みた。得られた年代値のうちT-10、T-11、T-17、T-18、T-21については、非常に新しい年代を示しており（表４）、これらの試料は人工的に埋積されたものか、あるいは植物の根等が混入したものと考えられる。したがって、これらの年代値については、断層活動時期の議論に用いないこととした。

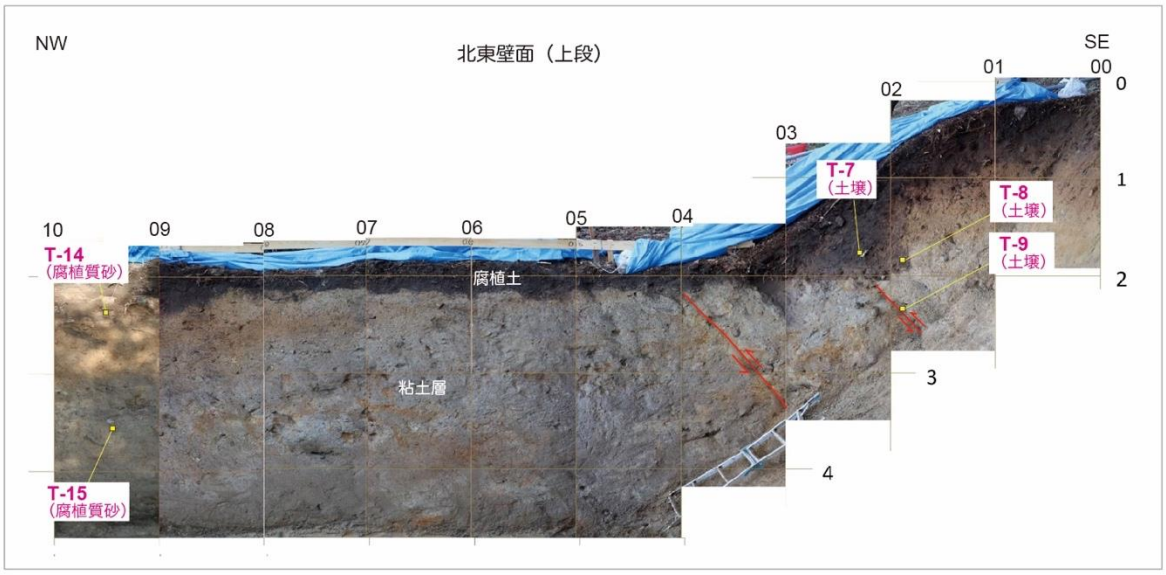


図55　富田トレンチ北東壁面における^{14}C年代測定試料採取位置

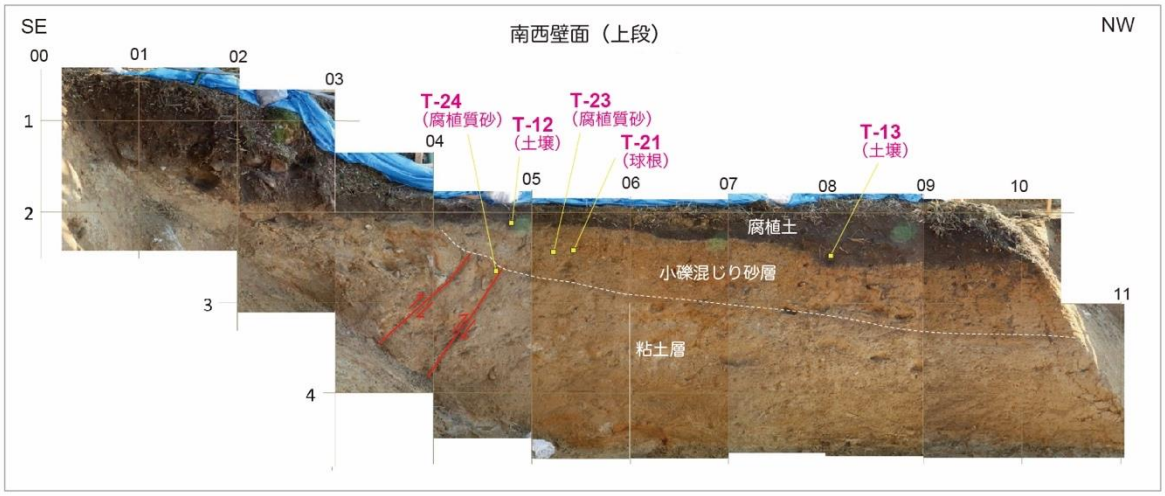


図56　富田トレンチ南西壁面における^{14}C年代測定試料採取位置

表４　富田地区トレンチの壁面から採取した試料の^{14}C年代測定結果

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：cal.yBP)	暦年代 (1σ：cal.yBP)
T-7	IAAA-201993	北東壁面	soil	2,540 ± 20	2,742 - 2,500	2,737 - 2,541
T-8	IAAA-201994	北東壁面	soil	2,090 ± 20	2,120 - 1,950	2,097 - 1,998
T-9	IAAA-201995	北東壁面	soil	2,000 ± 20	1,994 - 1,842	1,986 - 1,890
T-10	IAAA-201996	北東壁面	plant	130 ± 20	269 - 13	261 - 27
T-11	IAAA-201997	北東壁面	plant	100 ± 20	258 - 32	253 - 40
T-12	IAAA-201998	南西壁面	soil	480 ± 20	537 - 501	525 - 509
T-13	IAAA-201999	南西壁面	soil	2,350 ± 20	2,461 - 2,333	2,364 - 2,339
T-14	IAAA-202000	北東壁面	organic sediment	2,350 ± 20	2,461 - 2,333	2,364 - 2,339
T-15	IAAA-202001	北東壁面	organic sediment	8,160 ± 30	9,264 - 9,008	9,125 - 9,020
T-17	IAAA-201988	北東壁面	plant	180 ± 20	290 -	283 -
T-18	IAAA-201989	北東壁面	charcoal	0 ± 20	250 - 41	240 - 46
T-21	IAAA-202230	南西壁面	bulb	Modern	---	---
T-23	IAAA-202231	南西壁面	organic sediment	6,340± 30	7,324 - 7,166	7,309 - 7,174
T-24	IAAA-202232	南西壁面	organic sediment	9,220± 40	10,497 - 10,252	10,485 - 10,291

c）上手向地区トレンチ（岐阜県恵那市山岡町：令和４年度）

上手向地区で掘削したトレンチの壁面から採取した25試料（図57、図57）について、^{14}C年代測定を試みた。得られた年代値のうちKTG-32とKTG-34については、現世のものとの分析結果であった（表５）。これらの試料は人工的に埋積されたものか、あるいは植物の根等が混入したものと考えられる。したがって、これらの年代値については、断層活動時期の議論に用いないこととした。また、KTG-10及びKTG-14はAMS法による計測限界を超えていた。

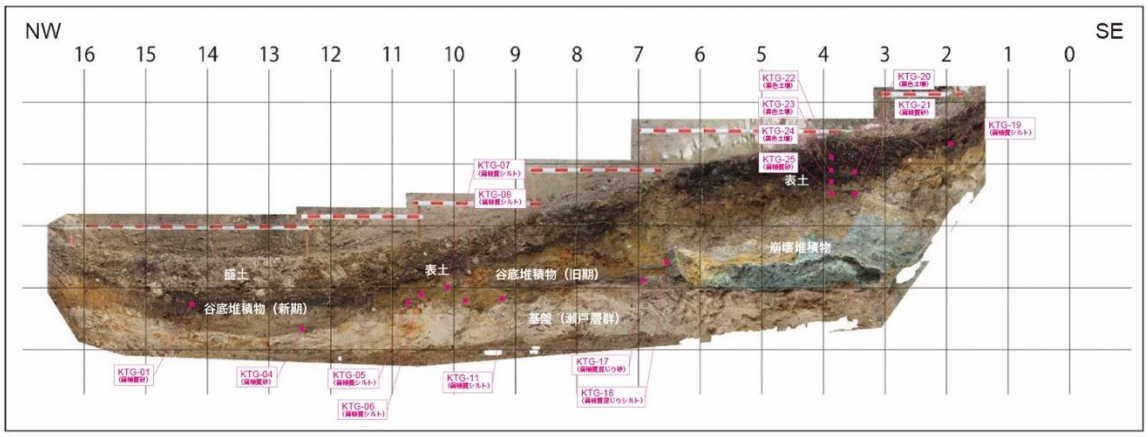


図57　上手向トレンチ北東壁面における^{14}C年代測定試料採取位置

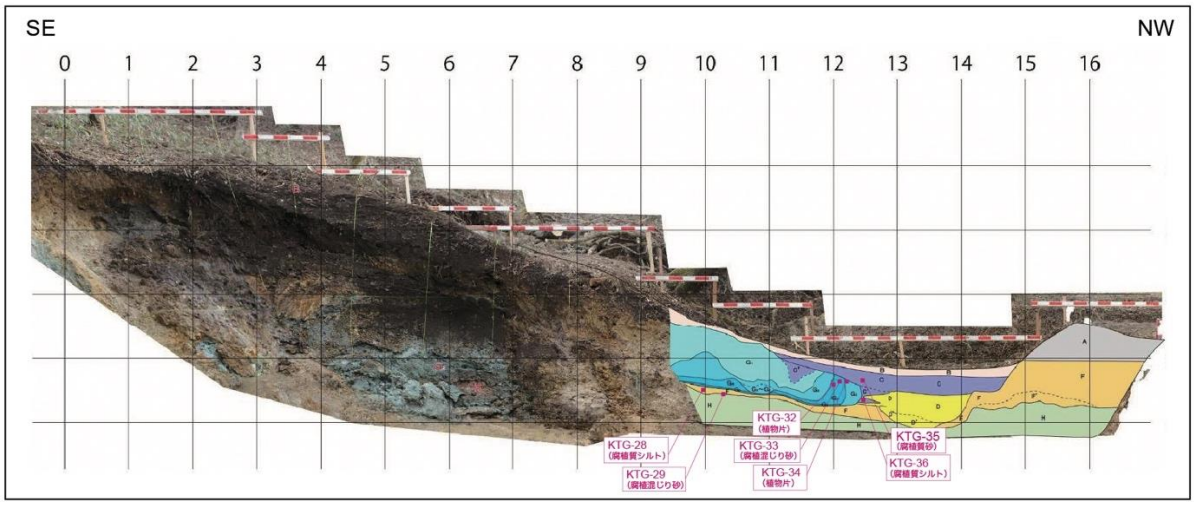


図58　上手向トレンチ南西壁面における^{14}C年代測定試料採取位置

表５　上手向地区トレンチの壁面から採取した試料の^{14}C年代測定結果

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：Cal.yBP)	暦年代 (1σ：Cal.yBP)
KTG-01	Beta-656032	北東壁面　E 14.30 / 0.70	organic sediment	1,190 ± 30	1,242 - 998	1,176 - 1,064
KTG-04	Beta-656033	北東壁面　E 13.45 / 0.30	organic sediment	1,560 ± 30	1,525 - 1,375	1,514 - 1,388
KTG-05	Beta-656034	北東壁面　E 10.70 / 0.70	organic sediment	3,280 ± 30	3,569 - 3,411	3,556 - 3,455
KTG-06	Beta-656035	北東壁面　E 10.50 / 0.85	organic sediment	3,710 ± 50	4,150 - 3,932	4,140 - 3,986
KTG-07	Beta-656036	北東壁面　E 10.05 / 1.00	organic sediment	2,860 ± 30	3,071 - 2,876	3,057 - 2,888
KTG-08	Beta-656037	北東壁面　E 9.75 / 0.75	organic sediment	3,490 ± 30	3,841 - 3,647	3,829 - 3,700
KTG-10	Beta-656038	北東壁面　E 9.35 / 1.05	wood	>43,500	-	-
KTG-11	Beta-656039	北東壁面　E 9.20 / 1.05	organic sediment	4,950 ± 30	5,733 - 5,598	5,714 -5, 603
KTG-14	Beta-656040	北東壁面　E 8.70 / 0.80	organic sediment	>43,500	-	-
KTG-17	Beta-656041	北東壁面　E 6.90 / 1.20	organic sediment	36,560 ± 360	42,032 - 40,991	41,813 - 41,257
KTG-18	Beta-656042	北東壁面　E 6.55 / 1.40	organic sediment	37,980 ± 420	42,603 - 41,883	42,421 - 42,097
KTG-19	Beta-656043	北東壁面　E 1.80 / 3.30	organic sediment	3,730 ± 30	4,221 - 3,981	4,148 - 3,991
KTG-20	Beta-656044	北東壁面　E 3.50 / 2.90	soil	3,040 ± 30	3,350 - 3,165	3,332 - 3,180
KTG-21	Beta-656045	北東壁面　E 3.50 / 2.50	soil	2,620 ± 30	2,776 - 2,721	2,759 - 2,736
KTG-22	Beta-656046	北東壁面　E 3.80 / 3.10	soil	2,120 ± 30	2,292 - 1,998	2,124 - 2,005
KTG-23	Beta-656047	北東壁面　E 3.80 / 2.90	soil	2,980 ± 30	3,324 - 3,007	3,210 - 3,180
KTG-24	Beta-656048	北東壁面　E 3.80 / 2.70	soil	3,860 ± 30	4,409 - 4,155	4,401 - 4,185
KTG-25	Beta-656049	北東壁面　E 3.80 / 2.50	organic sediment	2,100 ± 30	2,285 - 1,954	2,106 - 2,003
KTG-28	Beta-656050	南西壁面　W 9.90 / 0.60	organic sediment	33,690 ± 250	39,330 - 37,649	39,216 - 38,252
KTG-29	Beta-656051	南西壁面　W 10.25 / 0.50	organic sediment	30,810 ± 190	35,555 - 34,664	35,366 - 34,875
KTG-32	Beta-656052	南西壁面　W 12.00 / 0.70	plant	Modern	-	-
KTG-33	Beta-656053	南西壁面　W 12.05 / 0.75	organic sediment	38,920 ± 470	43,034 - 42,231	42,759 - 42,409
KTG-34	Beta-656054	南西壁面　W 12.25 / 0.75	plant	Modern	-	-
KTG-35	Beta-656055	南西壁面　W 12.40 / 0.77	organic sediment	2,880 ± 30	3,146 - 2,881	3,061 - 2,961
KTG-36	Beta-656056	南西壁面　W 12.40 / 0.50	organic sediment	1,660 ± 30	1,690 - 1,416	1,684 - 1,520

d）東白坂地区トレンチ（愛知県瀬戸市：令和２年度）

東白坂地区で掘削したトレンチの壁面から採取した16試料について^{14}C年代測定を試みた。トレンチの北西壁面から2試料、北東壁面の上段から2試料、北東壁面の下段から3試料（図59）、南西壁面から7試料（図60）、南西壁面の増し掘り部分から2試料（図61）について年代測定を実施した。北西壁面から採取した試料は埋没土壌の層準から採取した木炭であり、この埋没土壌は南西壁面のH-18、H-19を採取した層準から連続する層準である。北東壁面の上段から採取された試料（H-6、H-7）の年代値については、非常に新しい年代を示しており（表６）、これらの試料は何らかの理由で最近の試料が混入したか、地下水等の影響により汚染されたものと考えられる。したがって、これらの年代値については、断層活動時期の議論に用いないこととした。北東壁面の下段から採取した試料はいずれも木炭である（図59）。南西壁面から採取した試料は、古土壌層から採取した木炭と土壌、砂層から採取した腐植質砂である（図60）。南西壁面の増し掘り部分から採取した試料は、原型をよく留めた保存状態が良い材である（図61）。それぞれの試料について年代測定を行なった結果を表６にまとめた。

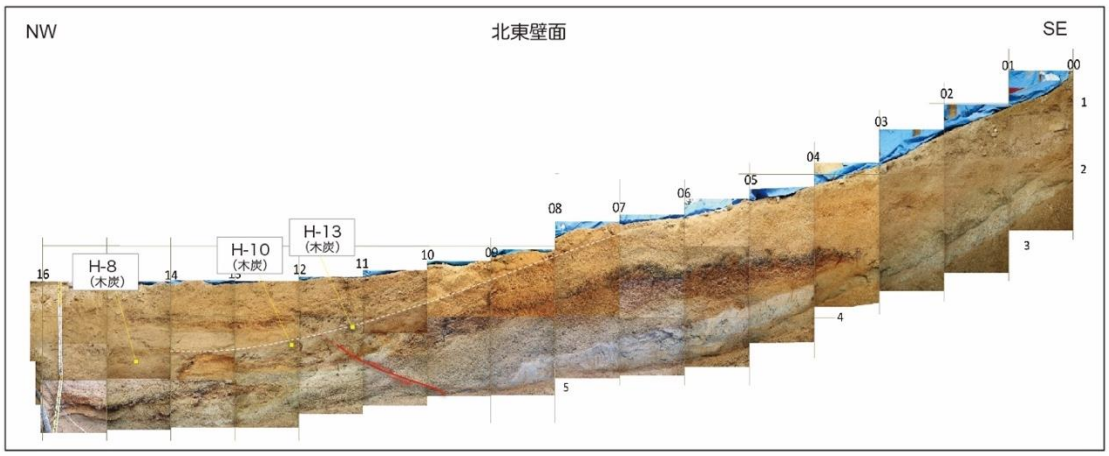


図59　令和２年度東白坂トレンチ北東壁面における^{14}C年代測定試料採取位置
赤線は壁面で観察された断層を示す。

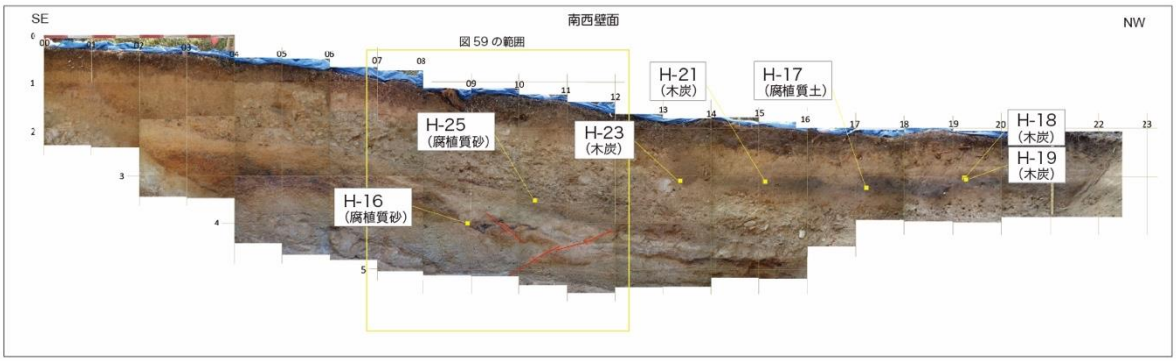


図60　令和２年度東白坂トレンチ南西壁面における^{14}C年代測定試料採取位置
赤線は壁面で観察された断層を示す。

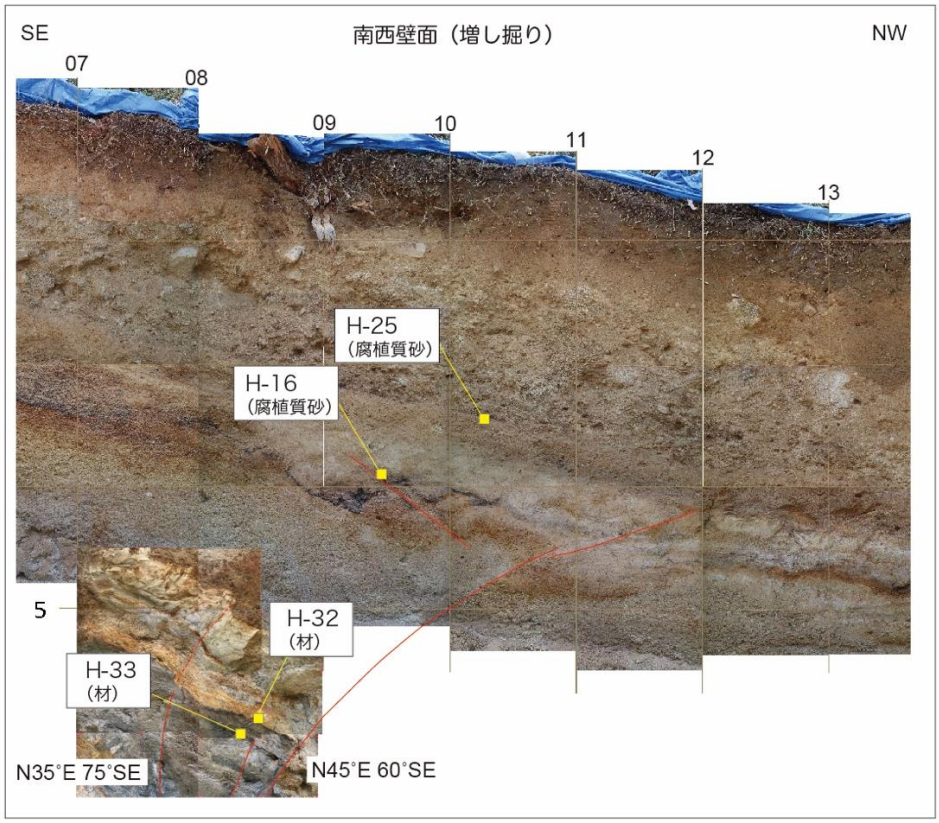


図61　令和２年度東白坂トレンチ南西壁面（増し掘り部分）における^{14}C年代測定試料採取位置

赤線は壁面で観察された断層を示す。

表６　令和２年度東白坂地区トレンチの壁面から採取した試料の^{14}C年代測定結果

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：cal.yBP)	暦年代 (1σ：cal.yBP)
H-2	IAAA-201974	北西壁面	charcoal	4,030 ± 30	4,573 - 4,421	4,528 - 4,437
H-3	IAAA-201975	北西壁面	charcoal	4,060 ± 30	4,787 - 4,425	4,575 - 4,446
H-6	IAAA-201978	北東壁面（上段）	wood	Modern	---	---
H-7	IAAA-201979	北東壁面（上段）	charcoal	230 ± 20	313 - 150	302 - 156
H-8	IAAA-201980	北東壁面（下段）	charcoal	17,870 ± 60	21,960 - 21,434	21,895 - 21,480
H-10	IAAA-201982	北東壁面（下段）	charcoal	14,510 ± 40	17,909 - 17,449	17,840 - 17,540
H-13	IAAA-201985	北東壁面（下段）	charcoal	14,500 ± 50	17,897 - 17,437	17,810 - 17,529
H-16	IAAA-201991	南西壁面	sediment	9,790 ± 30	11,249 - 11,178	11,234 - 11,198
H-17	IAAA-201992	南西壁面	organic sediment	4,000 ± 30	4,523 - 4,417	4,516 - 4,423
H-18	IAAA-201976	南西壁面	charcoal	4,040 ± 30	4,579 - 4,420	4,568 - 4,440
H-19	IAAA-201990	南西壁面	organic sediment	4,350 ± 20	4,973 - 4,853	4,960 - 4,861
H-21	IAAA-201986	南西壁面	charcoal	4,460 ± 30	5,284 - 4,971	5,272 - 4,980
H-23	IAAA-201987	南西壁面	charcoal	4,480 ± 30	5,290 - 4,985	5,279 - 5,049
H-25	IAAA-202233	南西壁面	sediment	5,190 ± 30	5,997 - 5,906	5,990 - 5,915
H-32	IAAA-202228	増し掘り	wood	18,160 ± 60	22,286 - 21,961	22,198 - 22,038
H-33	IAAA-202229	増し掘り	wood	18,070 ± 60	22,188 - 21,838	22,105 - 21,940

e）東白坂地区トレンチ（愛知県瀬戸市：令和４年度）

東白坂地区で掘削したトレンチの壁面から採取した10試料（南東壁面：８試料、北西壁面：２試料）について^{14}C年代測定を試みた。南東壁面については、断層構造から離れた位置から採取した３試料の古土壌と、断層構造付近から採取した５試料について年代測定を行なった（図62）。古土壌から得られた年代値のうちHSS-04とHSS-06の間で年代と層位関係に逆転がみられた（表７）が、どちらが正しい値を示しているのか判断が難しい。北西壁面では、断層変位を受けた地層から採取した試料（HSS-L）と断層構造を覆う地層から採取した試料（HSS-M）について年代測定を実施した。

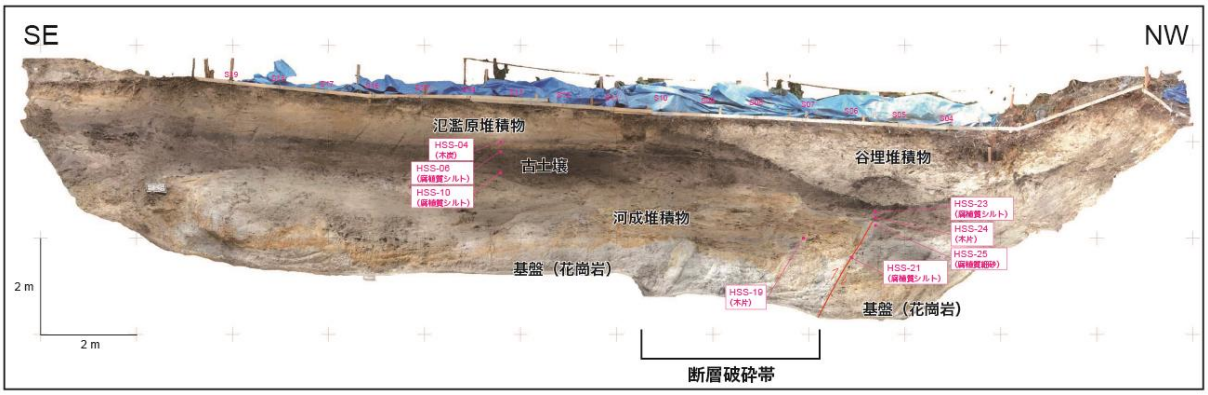


図62　令和４年度東白坂トレンチ南東壁面における^{14}C年代測定試料採取位置

表７　令和４年度東白坂地区トレンチの壁面から採取した試料の^{14}C年代測定結果

試料番号	ラボ番号	採取位置	試料種類	Conventional age (yBP)	暦年代 (2σ：cal.yBP)	暦年代 (1σ：cal.yBP)
HSS-04	Beta-657497	S 13.30 / 4.10	charcoal	7,900 ± 30	8,977 - 8,596	8,768 - 8,604
HSS-06	Beta-657498	S 13.30 / 4.00	organic sediment	4,360 ± 30	5,033 - 4,852	4,960 - 4,865
HSS-10	Beta-657499	S 13.30 / 3.60	organic sediment	8,700 ± 30	9,748 - 9,546	9,679 - 9,556
HSS-19	Beta-657500	S 7.10 / 2.00	wood	17,180 ± 50	20,881 - 20,561	20,838 - 20,645
HSS-21	Beta-657501	S 7.10 / 2.00	organic sediment	8,470 ± 30	9,535 - 9,446	9,527 - 9,477
HSS-23	Beta-657502	S 6.05 / 2.80	organic sediment	600 ± 30	650 - 542	636 - 552
HSS-24	Beta-657503	S 5.50 / 2.70	plant	840 ± 30	774 - 684	774 - 690
HSS-25	Beta-657504	S 5.55 / 2.50	organic sediment	7,620 ± 30	8,514 - 8,368	8,420 - 8,365
HSS-L	Beta-657505	北東壁面（増し掘り）	organic sediment	12,290 ± 30	14,787 - 14,089	14,275 - 14,125
HSS-M	Beta-657506	北東壁面（増し掘り）	plant	830 ± 30	784 - 682	770 - 687

5) 断層運動履歴の検討

恵那山-猿投山北断層帯の断層運動履歴について、a)断層活動時期と b)平均変位速度および c)断層運動方向の検討を行なった。

a) 断層活動時期の検討

トレンチ調査を実施した各地点について、^{14}C 年代測定や火山灰分析の結果に基づいて断層活動時期について検討した。次に、それらの結果と既往調査で明らかにされている断層活動時期について、恵那山断層と猿投山北断層に分けて時空間ダイアグラムを作成し、それぞれの活断層の活動時期について考察した。さらに、両活断層が同時に活動した可能性がある時期について検討を行った。

i) 富田地区トレンチ

トレンチ壁面では、粘土層の上に礫混じり粘土層がのし上げる断層が認められ、その断層の上端は北東壁面では腐植土に、南西壁面では砂礫層に覆われている構造が観察された。この腐植土（T-7、T-8）からは約2,000年前から約2,500年前の放射性炭素同位体年代が得られた（図63）。また、断層によって切られている粘土層中から採取した腐植質の土塊（T-15）からは9,264-9,008 cal.yBPの放射性炭素同位体年代が得られた。一方、南西壁面では腐植土の下位に小礫混じり砂層が分布し、断層構造を覆っている（図64）。断層構造を覆う砂礫層から採取した腐植質砂（T-23）から暦年較正した値で7,324-7,166 cal.yBPの年代が得られた。一方、断層構造に切られている礫混じりシルト層から採取した腐植質砂（T-24）からは、暦年較正した値で10,497-10,252 cal.yBPの年代が得られた。北東壁面から採取されたT-15の試料は低い炭素含有率を示すため、求められた年代値の信頼性にやや疑問が残る点に留意する必要がある。そのため、断層変位を受けている地層の年代としてT-24を用いることとした。したがって、富田トレンチにおける恵那山断層の最新活動時期は、10,497 cal.yBP以降、7,166 cal.yBP以前であると判断される（図64）。

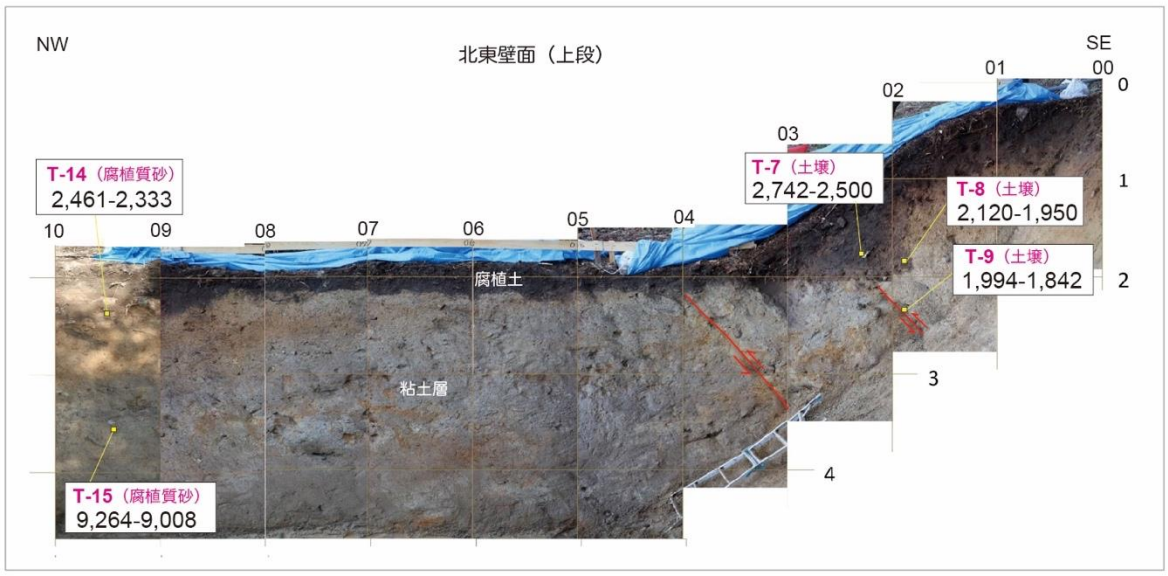


図63　富田トレンチ北東壁面（上段）で観察された断層構造と^{14}C年代

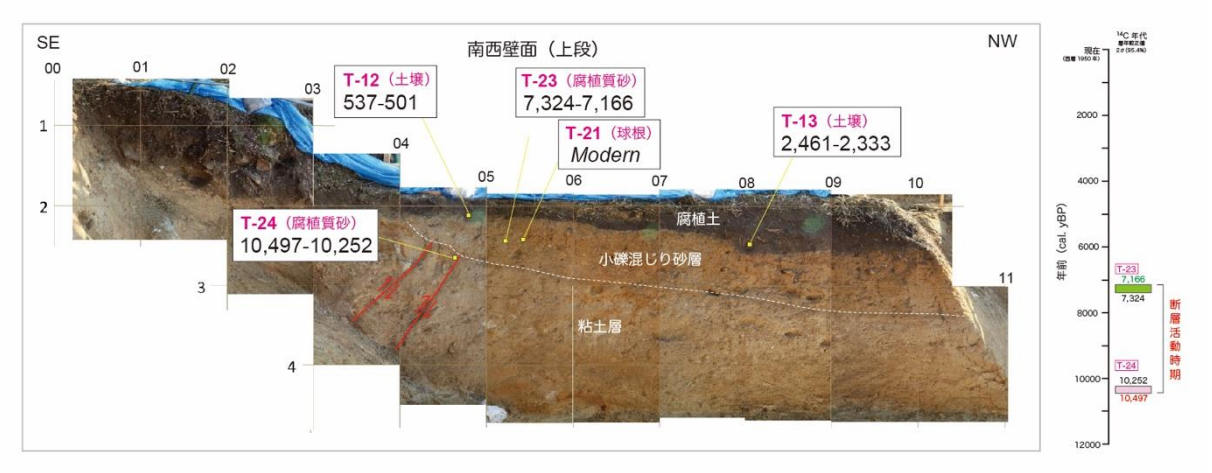


図64　富田トレンチ南西壁面（上段）で観察された断層構造と^{14}C年代及び今回の調査結果から推定される断層活動時期

ii）上手向地区トレンチ

上手向地区トレンチでは、堆積構造に基づいて谷底堆積物は新旧に区分することができ、そのうちの旧期の谷底堆積物には水平方向に押されて変形した構造が認められるが、新期の谷底堆積物にはそのような変形構造は見られない様子が観察された。したがって、旧期の谷底堆積物の堆積後、新期の谷底堆積物の堆積前に地層が変形するイベントが発生したことが推定される。

新旧の谷底堆積物から得られた年代値（図 65、図 66）に基づくと、この地点でイベントが発生した時期は 3,071 cal. yBP 以降、1,375 cal. yBP 以前と推定される。また、崩壊堆積物に取り込まれるように分布している腐植質砂（KTG-21, KTG-25）の年代値（2,776-2,721 cal. yBP、2,285-1,954 cal. yBP）は、イベントが発生した際に既に堆積していた表土の年代を表している可能性がある。

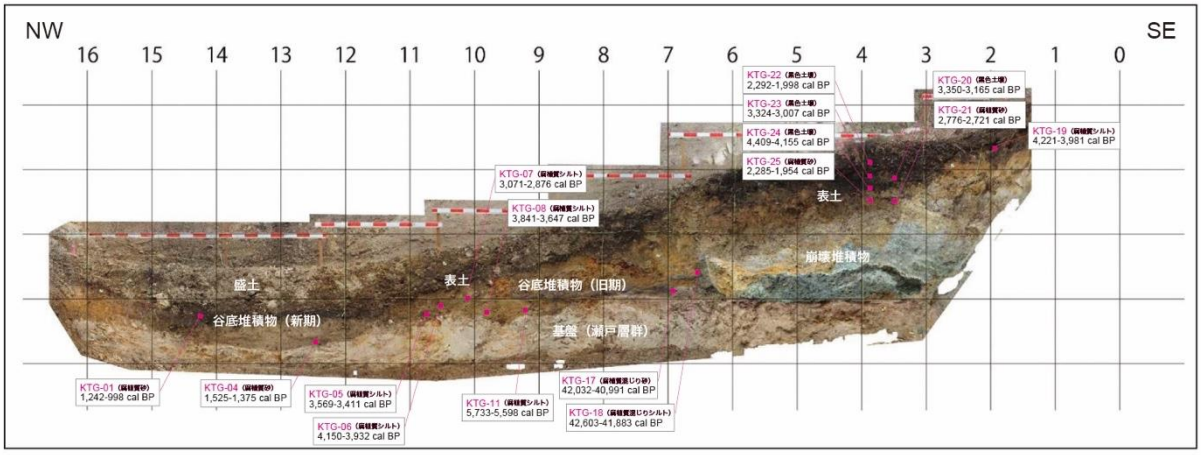


図 65　上手向トレンチ北東壁面で観察された地質構造と ^{14}C 年代測定結果

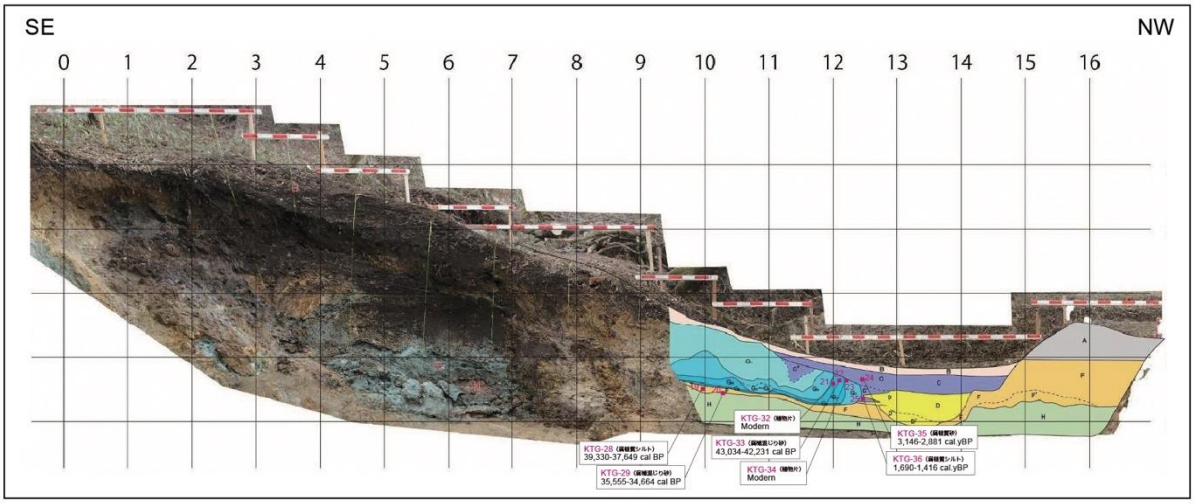


図 66　上手向トレンチ南西壁面で観察された地質構造と ^{14}C 年代測定結果

iii）東白坂地区トレンチ

東白坂地区では令和２年度と令和４年度の２回にわたってトレンチ調査を実施した。

令和２年度のトレンチ調査に基づく猿投山北断層の活動時期は、南西壁面で断層変位を受けているシルト層中から採取された木炭の年代から 11,249 cal.yBP 以後であると推定される（図 67）。一方、南西壁面で観察された腐植質シルトが断層運動によって変位を受けていないとすると、断層活動時期は 5,906 cal.yBP 以前となる。ただし、地形面に高低差があり、砂礫（土石流堆積物）がその地形面と調和的な構造を示していることから、砂礫（土石流堆積物）堆積後に撓曲変形が生じた可能性が残る。南西壁面の増し掘り部分（図 68）と北東壁面の下段（図 69）から 2 万年前前後の年代値が得られている。南壁面の増し掘り部分では、3 条の断層が認められ、そのうちで最も北西側（下流側）の断層（f-1）が増し掘りする前に観察されていた断層に連続する（図 69）。そのほかの断層は、年代測定を実施した H-32 の試料を含む地層を変位させる断層（f-2）と、H-33 を含む地層を切断して H-32 を含む地層に覆われる断層（f-3）である。これらのことから、H-32 を含む層準と H-16 を含む層準の間（f-2 の活動）及び H-32 を含む層準と H-33 を含む層準の間（f-3 の活動）に、それぞれ断層活動があったことが推定される。これらのうち、f-2 の活動時期については、H-32 と H-16 の年代値に基づき、22,286 cal.yBP 以後、11,178 cal.yBP 以前と推定される（断層活動時期２）。また、f-3 の活動時期については、H-32 と H-33 の年代値が逆転しているため限定的になるが、22,188 cal.yBP 以後、21,961 cal.yBP 以前と推定される（断層活動時期３）。

令和４年度に実施したトレンチ調査では、断層によって切られている地層から得られた最も新しい年代値と、断層を覆う地層から得られた最も古い年代値に基づくと、今回のトレンチ調査で明らかにされた猿投山北断層の最新活動時期は、8,514 cal.yBP 以後、684 cal.yBP 以前である（図 70、図 71）。令和４年度に実施したトレンチ調査では、最新活動以前の断層活動時期を読み取ることはできない。

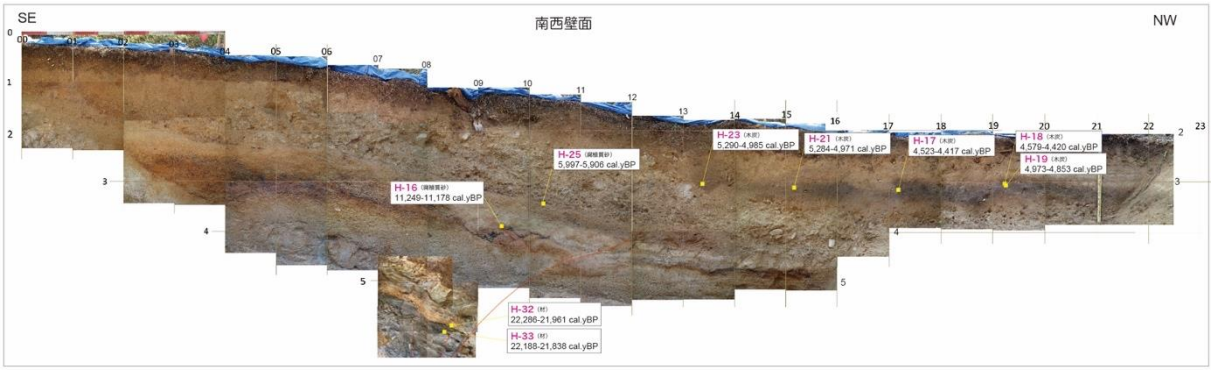


図 67　令和２年度東白坂トレンチ南西壁面で観察された地質構造と ^{14}C 年代測定結果

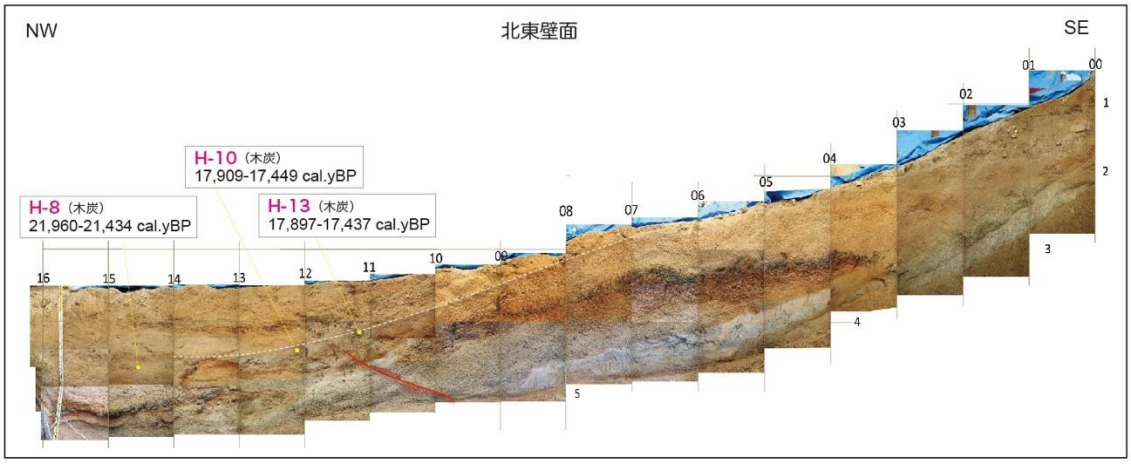


図 68　令和２年度東白坂トレンチ北東壁面で観察された地質構造と ^{14}C 年代測定結果

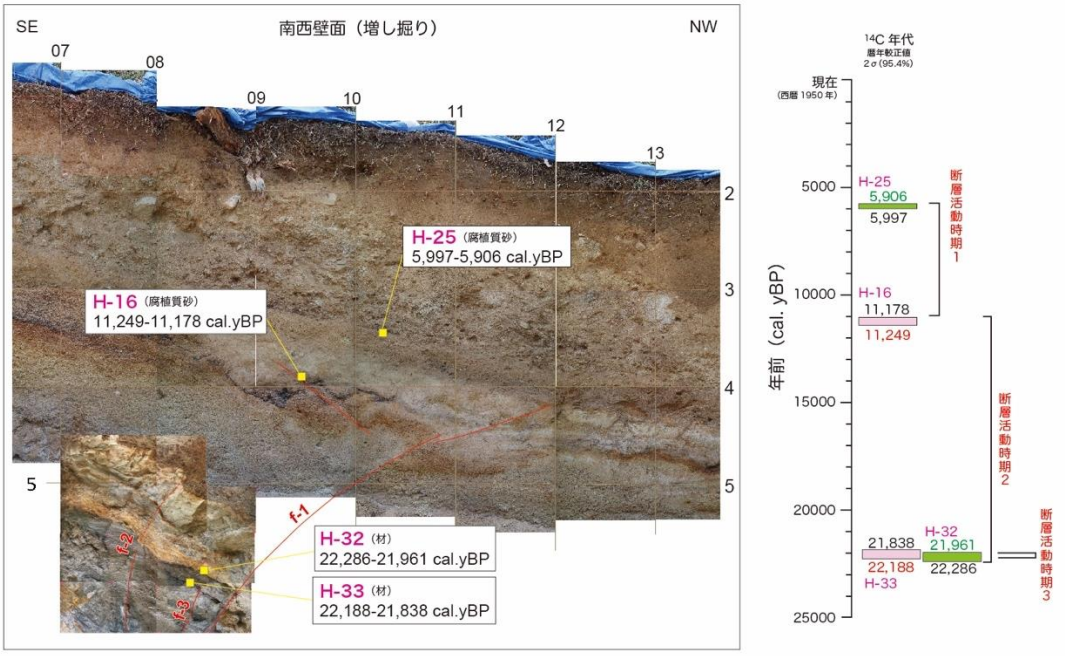


図 69　令和２年度東白坂トレンチ調査の結果から推定される断層活動時期

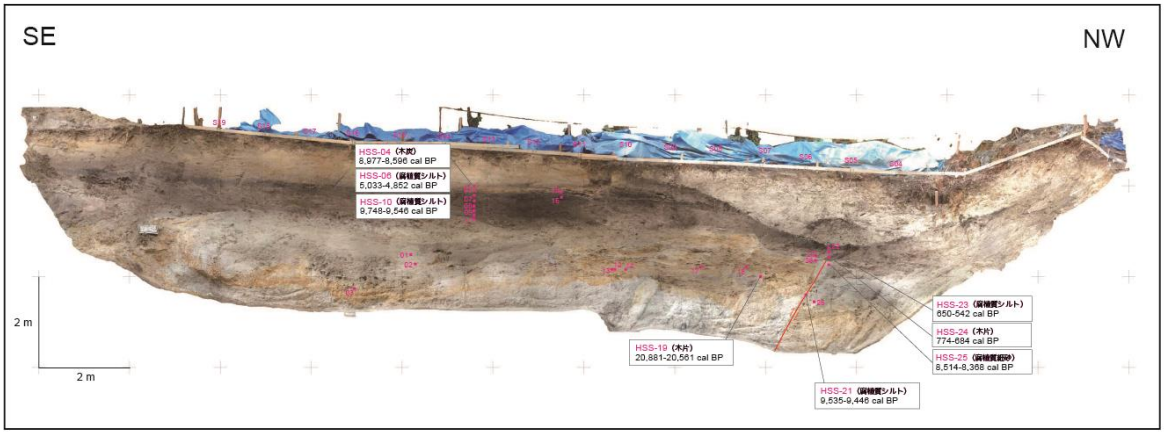


図 70　令和４年度東白坂トレンチ南西壁面で観察された地質構造と ^{14}C 年代測定結果

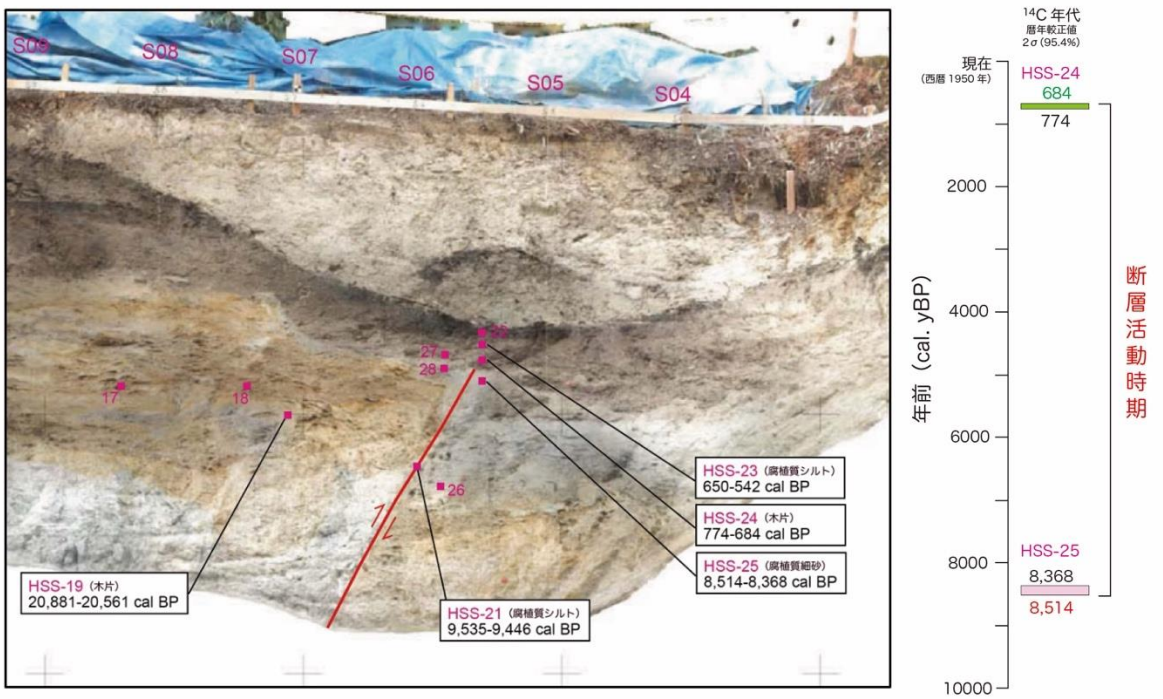


図 71　令和４年度東白坂トレンチ調査の結果から推定される猿投山北断層の活動時期

iv) 恵那山–猿投山北断層帯の活動履歴

恵那山–猿投山北断層帯における従来の調査結果および今回のトレンチ調査の結果に基づいて断層活動の時空間ダイアグラム（図 72）を作成し、同断層帯の活動履歴を検討した。恵那山断層については、活動１（最新活動）以前の活動時期については十分な情報が得られなかったため、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の長期評価が示した断層活動時期を用いて活動間隔及び活動区間に関する議論を進める。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）による長期評価では、活動１について「約 7, 600 年前以後、約 5, 400 年前以前」に断層帯全体が活動したとされている。本プロジェクトで実施した調査結果を踏まえても断層帯全体が活動した可能性が残されており、その時期は「約 7, 600 年前以後、約 7, 200 年前以前」に限定される（図 73）。活動２（最新活動よりも一つ前の断層活動）及び活動３について、恵那山断層には地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の情報を、猿投山北断層には本プロジェクトの成果による活動時期を用いると、活動２の発生時期は「約 21, 000 年前以後、約 11, 200 年前以前」、活動３の発生時期は「約 22, 200 年前以後、約 22, 000 年前以前」となる。活動１と活動２の活動間隔は「3, 600–

13,800 年」、活動２と活動３の活動間隔は「1,000–11,000 年」となる。これら過去３回の活動時期に基づき、活動１と活動３の活動間隔を等分して求めた恵那山–猿投山北断層帯の平均活動間隔は「約 6,000–8,700 年」と推定される（図 73 の平均活動間隔①）。別の方法として現在までの経過時間を含めた場合の平均活動間隔を算出すると、約 22,200 年前以降に３回の活動時期が推定されることから、「約 7,400 年」と求めることができる（図 73 の平均活動間隔②）。

次に、同じ時空間ダイアグラムを用いて、恵那山–猿投山断層帯が「恵那山断層」と「猿投山北断層」の２つの活動区間に分けられると仮定した場合の活動間隔を検討した（図 74）。この場合には、「恵那山断層」の活動時期は「約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前」となる。活動間隔については、活動２の発生時期について従来の長期評価結果（約 21,000 年前以後、約 11,000 年前以前）を用いると、活動１と活動２の活動間隔は「約 3,400–13,800 年」となる。一方、「猿投山北断層」を単独で評価すると、活動１（最新活動時期）は「約 8,500 年前以後、約 5,900 年前以前」、活動２は「約 22,300 年前以後、約 11,200 年前以前」、活動３は「約 22,200 年前以後、約 22,000 年前以前」となる。活動間隔については、活動１と活動２の間は「約 2,700–16,400 年」と算出される。活動２と活動３の活動間隔については、活動３の活動時期が活動２の活動時期の範囲に含まれてしまうため「約 11,000 年よりも短い」としか言うことができない（図 74）。また、活動１と活動３の活動間隔を等分して求めた平均活動間隔は、恵那山断層（活動２と活動３については地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）の長期評価に基づく）については「約 7,200–13,400 年（平均：約 10,300 年）」、猿投山北断層については「約 6,750–8,150 年（平均：約 7,450 年）」と算出される（図 75）。

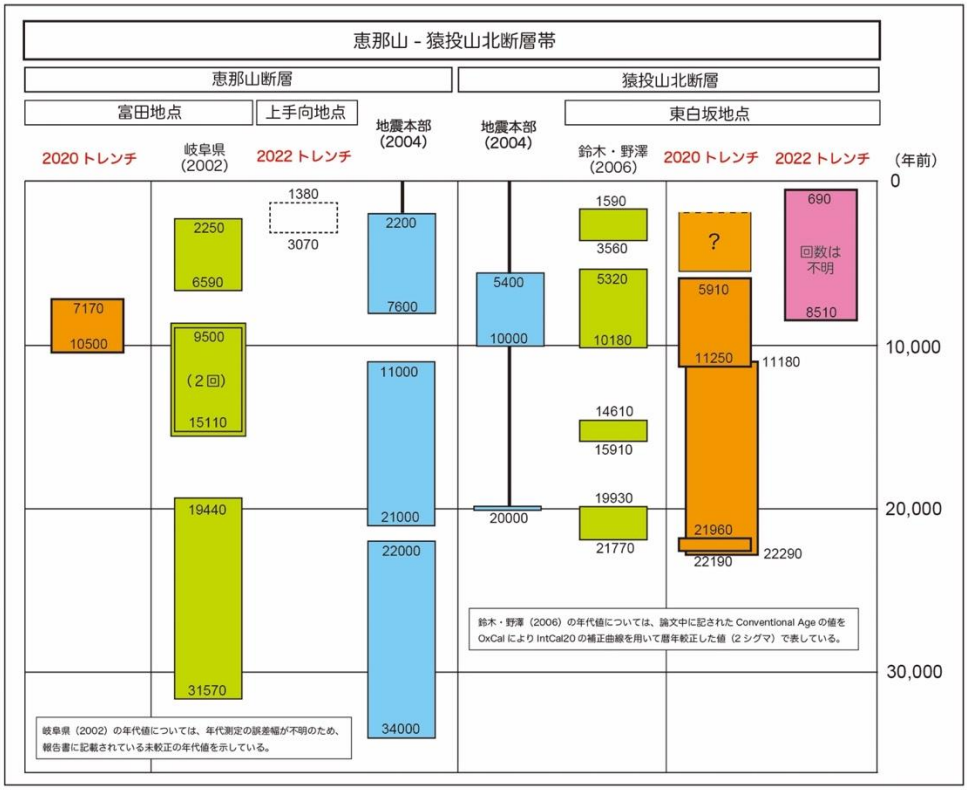


図 72　恵那山–猿投山北断層帯における断層活動時期の時空間ダイアグラム

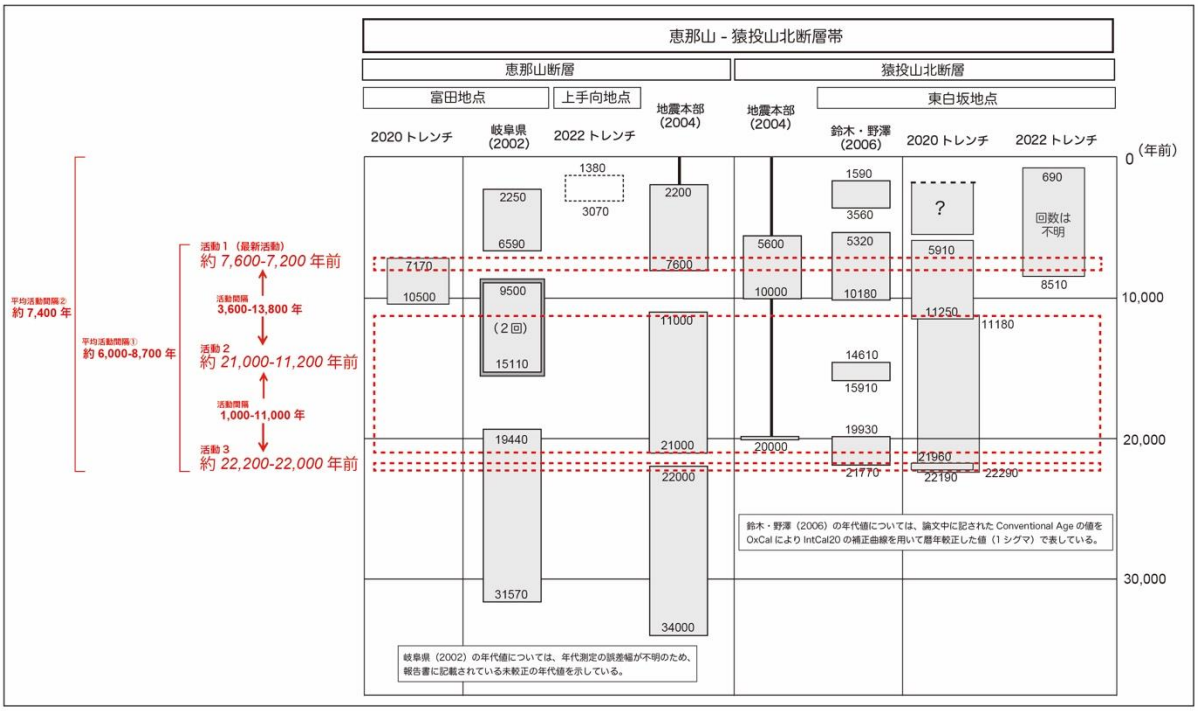


図 73　恵那山–猿投山北断層帯を一区間とした場合の平均活動間隔

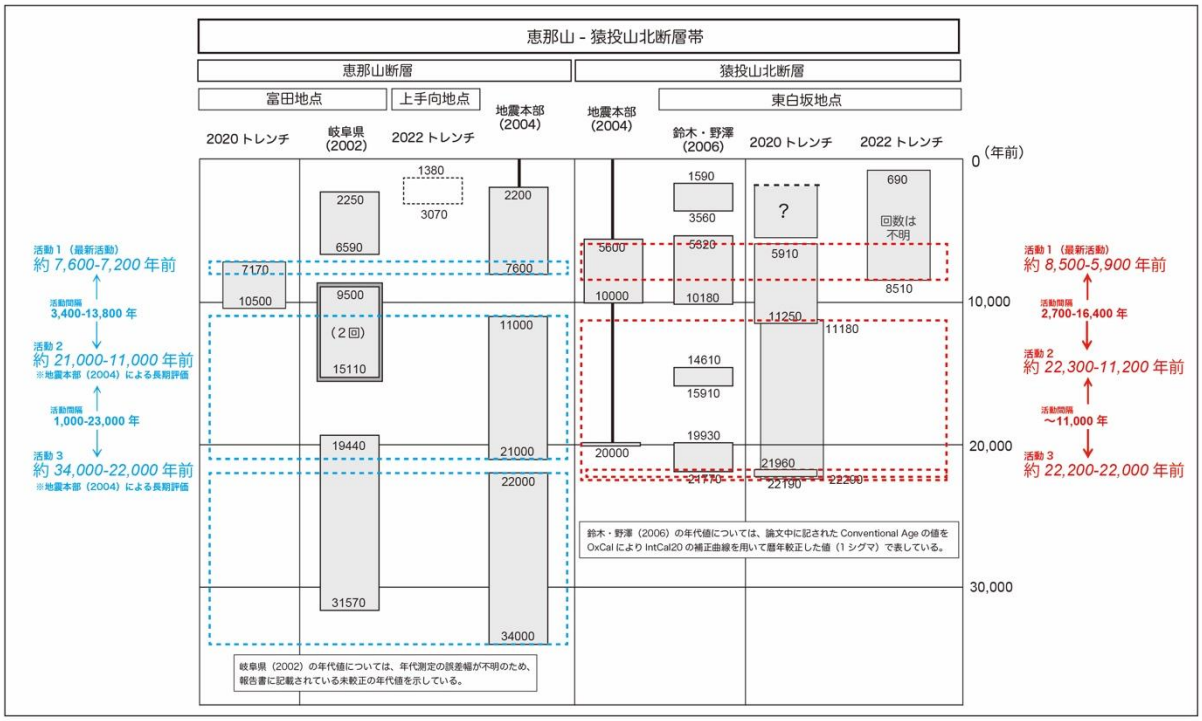


図 74　恵那山–猿投山北断層帯を２つの活動区間とした場合の活動間隔

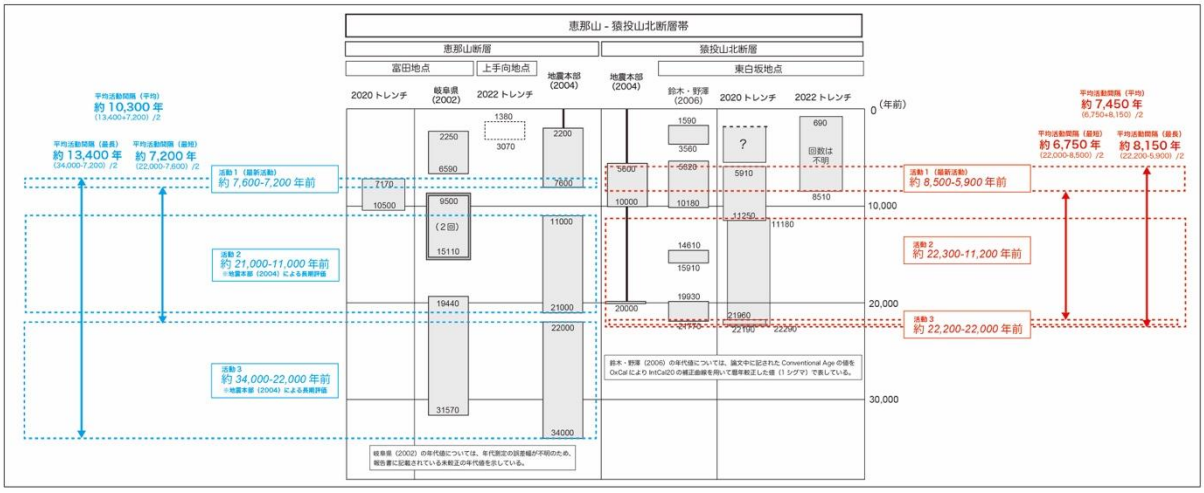


図 75　過去の３回の断層活動時期に基づく恵那山断層と猿投山北断層の平均活動間隔

b) 断層運動方向の検討

恵那山断層の断層運動方向に関する情報を取得するため、岐阜県恵那市山岡町原に位置する丸原鉱山内の大規模な露頭において、４か所にピットを掘削し、ピット内の断層破砕帯を詳細に観察した。

断層運動が生じた際、その痕跡が断層面上に筋状に残されたものを条線と呼ぶ。条線を注意深く観察すると、断層運動方向に対応した非対称構造が観察される（Petit, 1987; Fossen, 2010)。この点に着目し、本調査では基盤岩中の露頭観察を実施し、条線等の観察結果に基づいて恵那山断層の断層運動方向に関する情報を取得した。

さらに、露頭の全体像とピット内に見られる断層の位置関係を明らかにするため、デジタル露頭モデル(DOM: Digital out crop model, 例えば Triantafyllou et al., 2019）を構築した（図 76)。露頭全体のデジタル露頭モデルについては、ピット掘削前後のものを構築した。またピット掘削後に、断層破砕帯の詳細記載の前に各ピットのデジタル露頭モデルを構築した。デジタル露頭モデル構築には、複数のデジタル写真撮影に基づく Structure from Motion と Multi View Stereo (SfM/MVS, 例えば Furukawa and Hernández, 2015; Bemis et al., 2014)を手法として用い、モデル構築ソフトウェアとして Agisoft 社の Metashape を用いた。また露頭全体の DOM 内に、地理座標の基準となる GCP（Ground Control Point）を６箇所設置し、これらのうち２か所について VRS（仮想基準点）方式のネットワーク型 RTK-OTF 観測（GNSS 測量)、全箇所についてトータルステーションを用いた測量を行った。これらの測量により構築した DOM に地理座標情報を与えた。本調査では地理座標は、JGD2011（日本測地系 2011）により算出したものを平面直角座標第 VII 系で表し、標高は東京湾平均海面を基準とした。

露頭全体の DOM の構築には、DJI 社製 UAV（Unmanned Aerial Vehicle）Phantom 4 Pro 2.0 により空撮したデジタル画像を用いた。また各ピットの構築にはデジタルカメラ OLYMPUS TG-5 により撮影した画像を用いた。

ピット内の露頭は表面をねじり鎌等で、上記の目的を達成するのに適した状態にした。露頭表面の整形後に、露頭表面に水平方向、垂直方向に水糸を張った。水糸を張ったのちに各ピットの DOM を構築し、断層の構造要素の位置関係の記載、各種変形構造の記載と方向の測定を行った。方向を測定した構造の中には、面構造だけではなく、線構造も含む。また後日、顕微鏡観察を行うことができるように、観察地点周辺から断層破砕帯の定方位試料を必要に応じ採取した。なお、断層面の方位の測定においては、露頭での直接測定の他に DOM を構築することにより得られた断層沿いの点群について、最小二乗法により平面回帰を行うことによっても計算を行った。

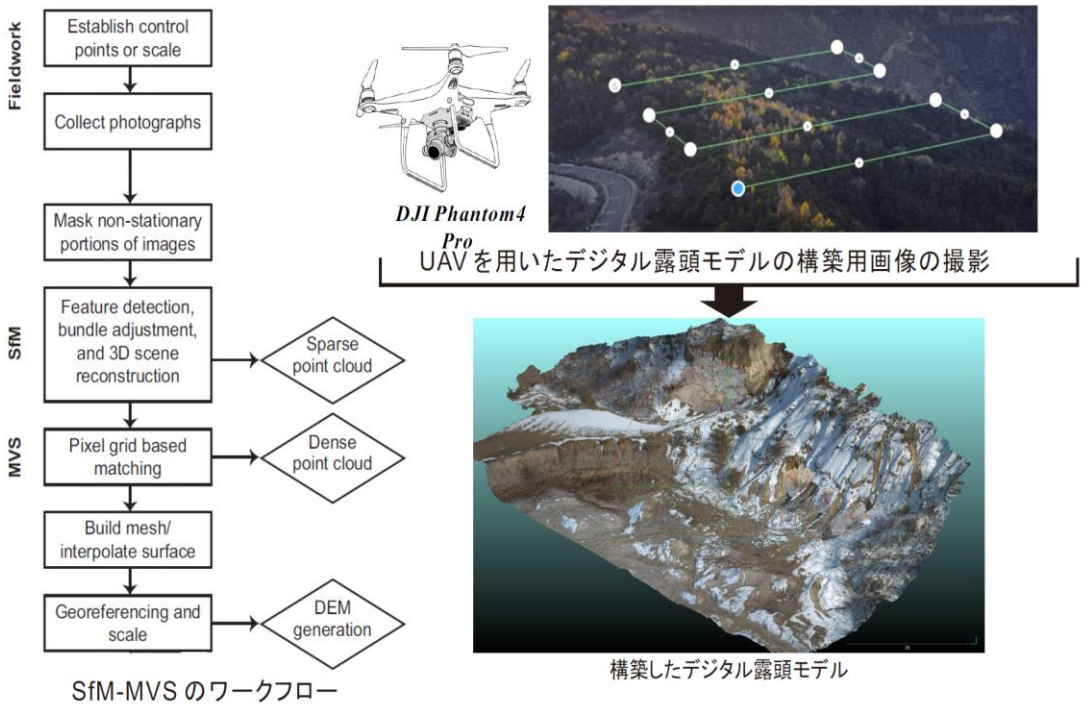


図 76　SfM-MVS によるデジタル露頭モデル（DOM）の構築

i）調査箇所

調査対象とする露頭は岐阜県恵那市山岡町原の丸原鉱山所有地に位置する。丸原鉱山の山際（北西斜面）に恵那山断層が露出しており、岩村層群遠山層の砂岩礫岩層または領家帯の花崗岩類が瀬戸層群東原層（陶土層）に衝上する。鉱山東部の 20 m×50 m 四方の範囲を主な調査範囲とした（図 77）。

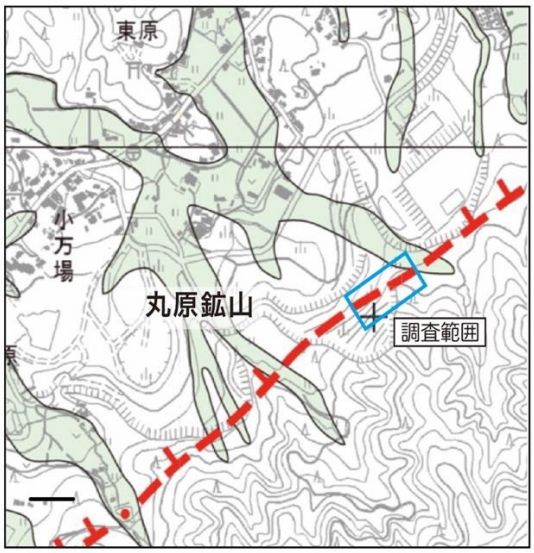


図 77 丸原鉱山（恵那市）で実施した断層運動方向調査の調査範囲。
基図には都市圏活断層図「恵那」（宮内・他，2017）を使用した。

ii）露頭全体と各ピットのデジタル露頭モデル（DOM）、ピット掘削位置決定

断層構造等に関する記載の空間的位置関係を正確に記録するために、ピット掘削前に露頭周辺に位置決定の基準になるグラウンドコントロールポイント（GCP）を計 6 カ所設置した。次に、調査予定範囲において UAV により 335 枚の空撮画像を取得し、これに基づき露頭全

体の DOM を構築した（図 78a)。

構築したモデルに基づき、６箇所のピット掘削の候補地を検討した。これらのうち現場の状況等を考慮し、恵那山断層沿いの合計４箇所で重機による掘削を行い、東から Pit 1、Pit 3、Pit 4、Pit 6 と名付けた（図 78b)。恵那山断層は逆断層成分が強い右横ずれ断層とされているため、各ピットは断層面の最大傾斜方向とほぼ直交する断面を露出させるように掘削した。元々の露頭形状や壁面状態から、Pit 1 では１壁面の１箇所、Pit 3 では東壁面と西壁面の２箇所、Pit 4 では東壁面・南壁面・西壁面の３箇所、Pit 6 では東壁面・南壁面・西壁面の３箇所の合計９箇所の壁面で観察を行った。

なお、露頭全体の DOM 構築にあたっては６箇所の GCP をマニュアルタイポイントとし SfM 計算の精度向上を図った。

またピット掘削後に UAV により 471 枚の空撮画像を取得し、これに基づき露頭全体の DOM を構築した（図 79)。

さらに Pit 1 について 148 枚、Pit 3 について 146 枚、Pit 4 について 86 枚、Pit 6 について 201 枚のデジタルカメラによる画像を取得し、それぞれのピットについて DOM を構築した（図 80)。Pit 1 と Pit 6 については航空標識を設置し露頭全体の DOM 構築との位置合わせに用いた。なお、各ピットの DOM 構築にあたっては、航空標識もしくはピット内の水糸の交点をマニュアルタイポイントとし SfM 計算の精度向上を図った。

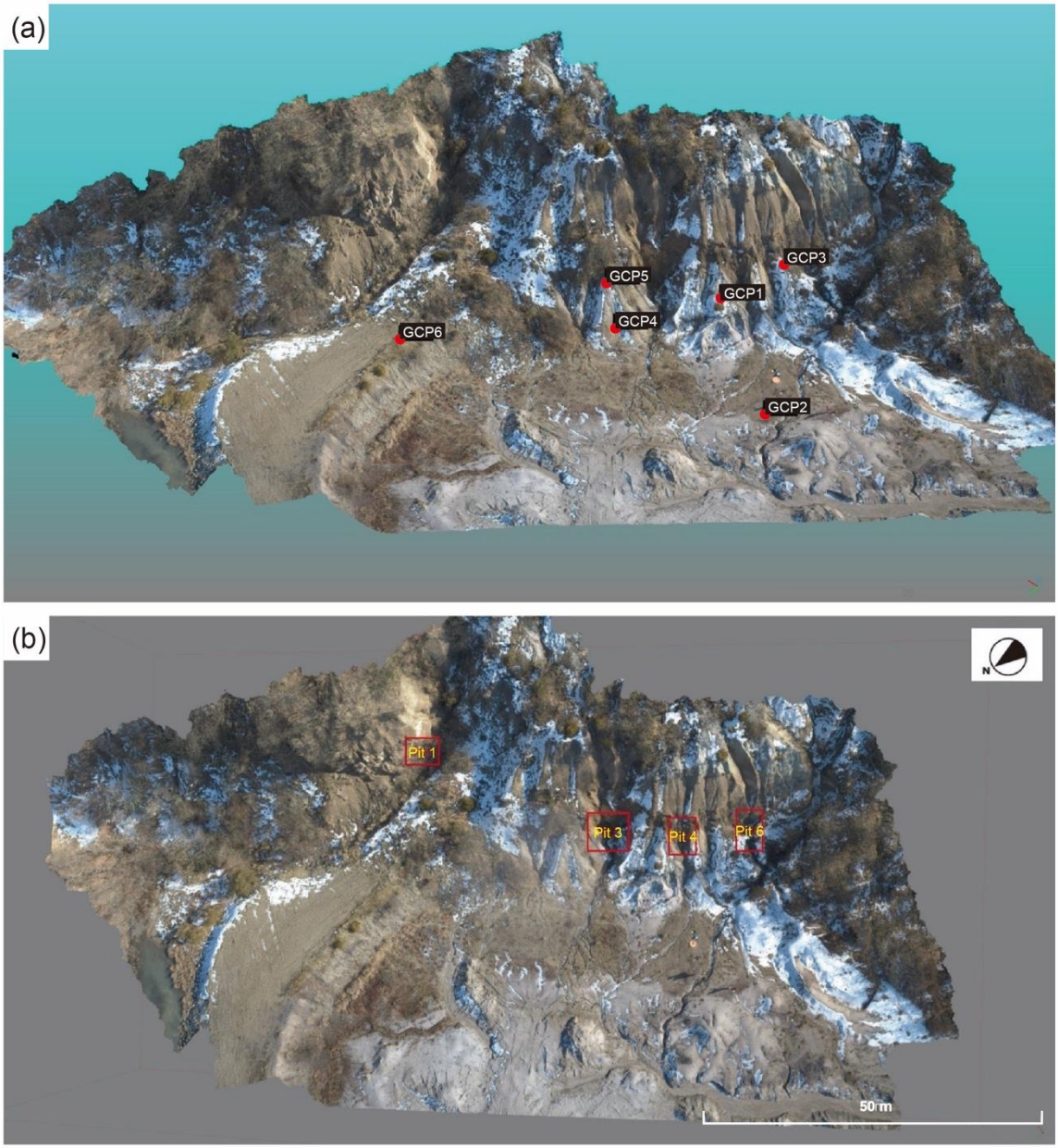


図 78 北西方向から俯瞰したピット掘削前露頭全体の DOM
(a) 6 箇所の GCP 位置。
(b) ピット位置図。北東より Pit 1、 Pit 3、 Pit 4、 Pit 6。

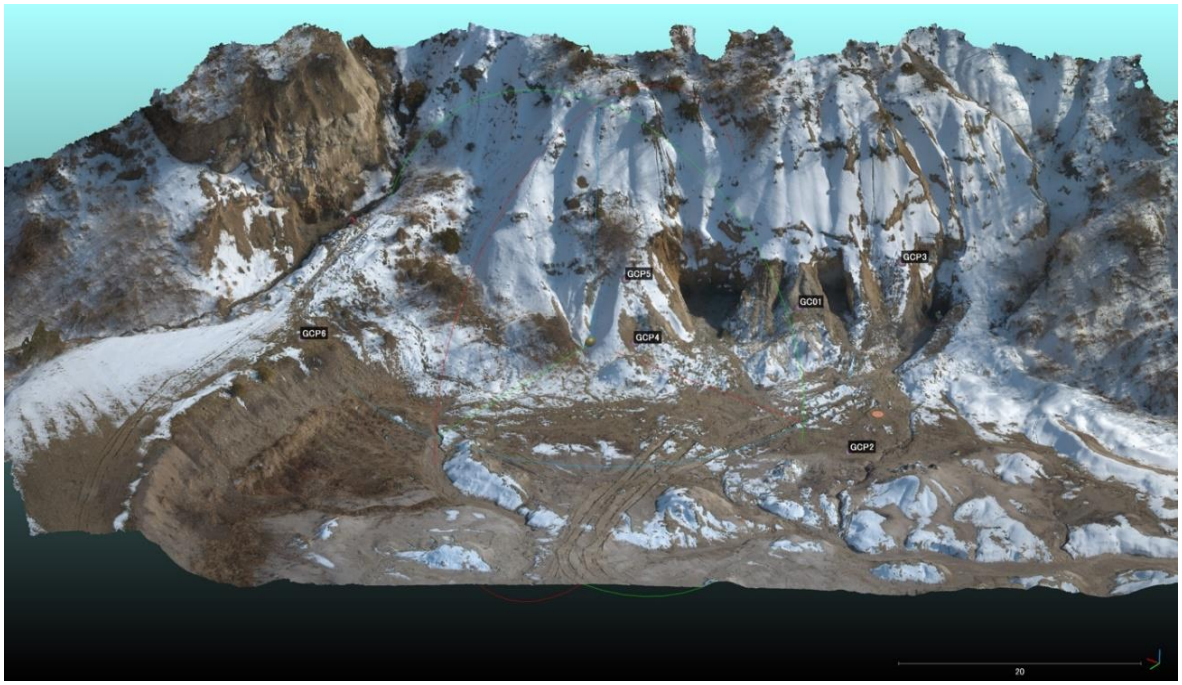


図 79　北西方向から俯瞰したピット掘削後露頭全体の DOM
6 箇所の GCP 位置を示した。

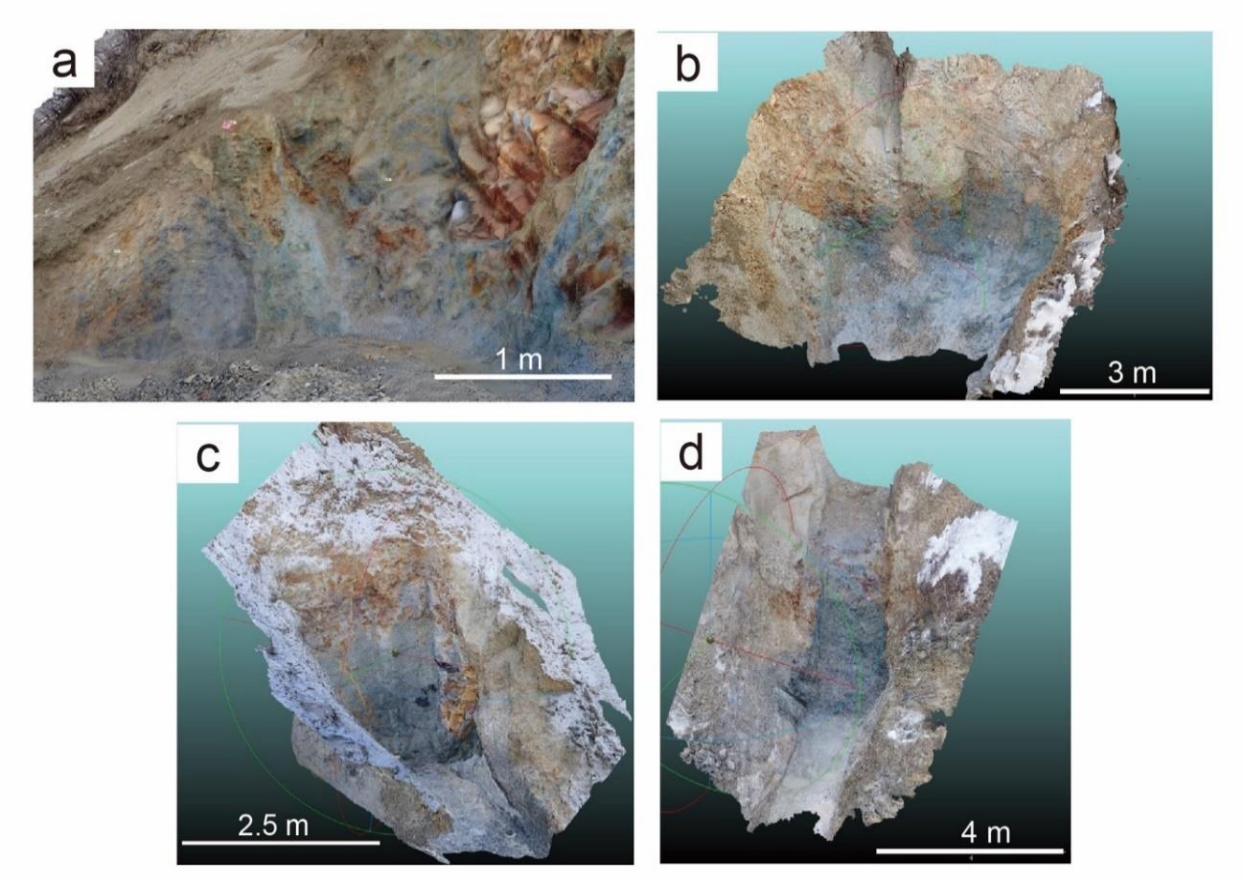


図 80　各ピットの DOM
(a) Pit 1 (b) Pit 3 (c) Pit 4 (d) Pit 6

iii）GCP 測量とデジタル露頭モデル（DOM）の地理座標

本調査で得られた GCP の測量座標一覧を表８、測量成果図を図 81 に示す。表中の「杭長」は、測量実施時に標点とした杭が地表から出た鉛直方向の長さ（m）を示す。GCP2、GCP6 に対する GNSS 測量については２セッション観測を行い、XYZ 値を求め、その標準偏差は１cm 以内であった。またトータルステーションによる１対回観測における各測点の XYZ の較差は最大で２mm であった。

これらの GCP の測量座標に基づき掘削の前後に構築した露頭全体の DOM に地理座標を与えた。この結果、掘削前の DOM に基づく地理座標と実際の測量結果の残差二乗平均は ６cm（表９）、掘削後の DOM に基づく地理座標と実際の測量結果の残差二乗平均は 3.8 cm（表 10）であった。

各ピットの DOM の地理座標については、掘削後の露頭全体の DOM から得られた地理座標に基づき決定した。表 11～表 14 に掘削後の露頭全体の DOM に基づく地理座標と各ピットの DOM に基づく地理座標の比較を示した。各ピットの地理座標の残差二乗平均は、Pit 1 が 1.6 cm、Pit 3 が 3.1 cm、Pit 4 が 2.5 cm、Pit 6 が 1.7 cm であった。

表８　測量座標一覧

測点名	X 座標	Y 座標	緯度（北緯）（度分秒）	経度（東経）（度分秒）	標高（Z 座標）	杭長（m）
GCP1	-74181.383	18244.676	35°19’52.2539”	137°22’02.4835”	509.031	0.220
GCP2	-74169.496	18230.689	35°19’52.6405”	137°22’01.9306”	505.194	0.245
GCP3	-74190.302	18240.800	35°19’51.9647”	137°22’02.3293”	510.848	0.167
GCP4	-74170.445	18253.421	35°19’52.6083”	137°22’02.8307”	507.219	0.170
GCP5	-74173.803	18256.921	35°19’52.4991”	137°22’02.9690”	510.489	0.200
GCP6	-74149.561	18272.310	35°19’53.2847”	137°22’03.5804”	509.533	0.135

座標測地系は WGS84（測地成果 2011）とする。

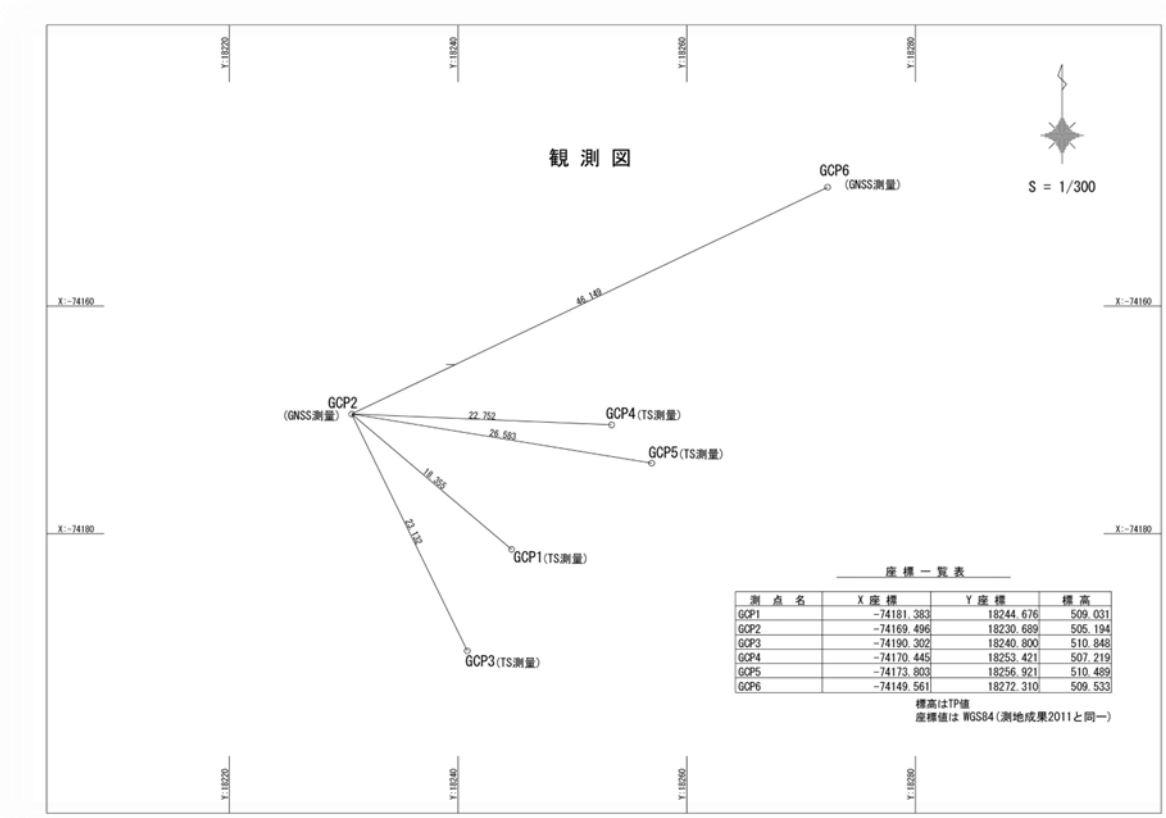


図 81　GCP 測量成果図

表 9　ピット掘削前、露頭全体 DOM の地理座標と測量値の比較

GCPs	Survey			Digital Outcrop Model			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	⊿Y	⊿X	⊿Z		
GCP1	18244.6760	-74181.3830	509.0310	18244.6665	-74181.3600	509.0600	0.0095	-0.0230	-0.0290	0.038	0.001
GCP2	18230.6890	-74169.4960	505.1940	18230.7214	-74169.4877	505.1260	-0.0324	-0.0083	0.0680	0.076	0.006
GCP3	18240.8000	-74190.3020	510.8480	18240.7786	-74190.2769	510.8910	0.0214	-0.0251	-0.0430	0.054	0.003
GCP4	18253.4210	-74170.4450	507.2190	18253.3481	-74170.4609	507.2040	0.0729	0.0159	0.0150	0.076	0.006
GCP5	18256.9210	-74173.8030	510.4890	18256.8801	-74173.8019	510.5080	0.0409	-0.0011	-0.0190	0.045	0.002
GCP6	18272.3100	-74149.5610	509.5330	18272.3653	-74149.5425	509.5390	-0.0553	-0.0185	-0.0060	0.059	0.003
										0.058	0.060

表 10　ピット掘削後、露頭全体 DOM の地理座標と測量値の比較

GCPs	Survey			Digital Outcrop Model			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	ΔY	ΔX	ΔZ		
GCP1	18244.6750	-74181.3830	509.0310	18244.6665	-74181.3672	509.0329	0.0002	-0.0158	-0.0019	0.016	0.000
GCP2	18230.6890	-74169.4960	505.1940	18230.7214	-74169.4844	505.1779	0.0055	-0.0116	0.0161	0.021	0.000
GCP3	18240.8000	-74190.3020	510.8480	18240.7786	-74190.3516	510.8422	0.0422	0.0496	0.0058	0.065	0.004
GCP4	18253.4210	-74170.4450	507.2190	18253.3481	-74170.4375	507.2000	0.0167	-0.0075	0.0190	0.026	0.001
GCP5	18256.9210	-74173.8030	510.4890	18256.8801	-74173.8359	510.5013	-0.0321	0.0329	-0.0123	0.048	0.002
GCP6	18272.3100	-74149.5610	509.5330	18272.3653	-74149.5469	509.5341	-0.0220	-0.0141	-0.0011	-0.026	0.001
											0.038

表 11　Pit 1 の DOM と掘削後の露頭全体の DOM で得られた地理座標の比較

Control Points	露頭全体 DOM 位置座標			Pit 1 DOM 位置座標			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	⊿Y	⊿X	⊿Z		
Point 1	18281.9531	-74161.5156	512.3881	18281.9467	-74161.5208	512.3820	0.0065	0.0051	0.0061	0.010	0.000
Point 2	18281.9297	-74163.6953	513.0460	18281.9352	-74163.7031	513.0610	-0.0055	0.0078	-0.0150	0.018	0.000
Point 3	18281.1523	-74165.0625	512.9219	18281.1353	-74165.0586	512.9170	0.0171	-0.0039	0.0049	0.018	0.000
										Residual	0.016

表 12　Pit 3 の DOM と掘削後の露頭全体の DOM で得られた地理座標の比較

Control Points	露頭全体 DOM			Pit 3 DOM 位置座標			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	⊿Y	⊿X	⊿Z		
Point 1	18255.1289	-74178.9531	508.6685	18255.1395	-74178.9853	508.6550	-0.0106	0.0322	0.0135	0.036	0.001
Point 2	18254.9473	-74178.2266	509.1147	18254.9752	-74178.2012	509.1290	-0.0279	-0.0254	-0.0143	0.040	0.002
Point 6	18249.6895	-74180.0078	508.6566	18249.6924	-74180.0097	508.6560	-0.0030	0.0019	0.0006	0.004	0.000
										Residual	0.031

表 13　Pit 4 の DOM と掘削後の露頭全体の DOM で得られた地理座標の比較

Control Points	露頭全体 DOM			Pit 4 DOM 位置座標			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	⊿Y	⊿X	⊿Z		
Point 11	18244.8496	-74184.8438	509.1555	18244.8320	-74184.8160	509.1630	0.0176	-0.0277	-0.0075	0.034	0.001
Point 4	18245.1445	-74186.2891	509.1476	18245.1430	-74186.2980	509.1500	0.0015	0.0089	-0.0024	0.009	0.000
Point 5	18243.2285	-74186.0078	509.2299	18243.2530	-74186.0180	509.2300	-0.0245	0.0102	-0.0001	0.027	0.001
										Residual	0.025

表 14　Pit 6 の DOM と掘削後の露頭全体の DOM で得られた地理座標の比較

Control Points	露頭全体 DOM			Pit 6 DOM 位置座標			Residual			R distance	D^2
	Y	X	Z	Y	X	Z	⊿Y	⊿X	⊿Z		
Point 1	18238.4648	-74190.8293	508.2696	18238.4746	-74190.8361	508.2720	-0.0097	0.0068	-0.0024	0.012	0.000
Point 2	18237.9004	-74192.7578	508.2399	18237.8825	-74192.7445	508.2290	0.0179	-0.0133	0.0109	0.025	0.001
Point 3	18236.3594	-74191.3516	507.8473	18236.3647	-74191.3567	507.8480	-0.0053	0.0052	-0.0007	0.007	0.000
										Residual	0.017

iv）各ピットの記載

【Pit 1】

図 82 に Pit 1 のデジタル露頭モデルの西側からのキャプチャを示した。また対応する構造要素の分布を図 83 に示す。図 82 に示す Structure_Pit1-01～04 の箇所で、断層面や条線、周囲の構造を記載した（表 15）。

Pit 1 では、主断層面を挟んで上盤上部には岩村層群遠山層の砂岩、下部には後期白亜紀の花崗閃緑岩が露出している。両者の境界には灰色の断層ガウジ帯が形成されており、一部褐色を呈する。断層面及び条線の方向データのステレオ投影図（三次元空間の方位データを平面上に投影した図）を図 84 に示した。主断層面の走向は N14°E、傾斜は 40°E を示し（図 83、表 15：Pit1-01）、条線のレイク角は不明である。なお、主断層面上の点群を平面回帰した面の方向は N53°E 63°SE で、残差の二乗平均は３cm である（図 83）。

また、下盤には東原層のシルト層が分布し、断層の影響により灰～黒色を呈する厚さ１m 程度の断層ガウジ及び断層角礫帯が発達し、青灰色、黒色、白色などの異なる色調を呈する断層ガウジを伴う。これらの破砕部分において走向が NS、傾斜は 46°E の剪断面が確認された（図 83、表 15：Pit1-02）。この剪断面は下盤側の断層角礫内に発達し、条線は確認できていない。これらの破砕部には、見掛け正断層センスの P 面方向に変形し、一部で R1 面によって切断されている（図 85）。

上盤側で観察される分岐断層においては条線が確認できた。１つは花崗閃緑岩と岩村層群遠山層の境界をなし、走向は N40°E、傾斜は 32°N を示す。淡灰色を呈する断層ガウジを少量伴い、その表面に条線が不明瞭に認められ、レイク角は 10°W を示す（図 83、表 15：Pit-1-03）。もう１つは岩村層群遠山層内に発達し、暗灰色を呈する断層ガウジが形成され、一部褐色を呈する。走向は N7°E、傾斜は 44°E、条線のレイク角は 14°N を示す(図 83、表 15：Pit1-04)。

表 15 Pit 1 取得データ一覧

条線 No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit1-01	18282.04492	-174162.25781	511.788544	N14°E	40°E	不明	—	—	○	2022.2.8
Pit1-02	18281.71680	-174162.08594	511.414856	NS	46°E	不明	—	—	○	2022.2.8
Pit1-03	18280.85938	-174165.08594	512.235840	N40°E	32°N	10°W	—	○	○	2022.2.8
Pit1-04	18282.09961	-174163.15625	511.847229	N7°E	44°E	14°N	—	—	○	2022.2.8

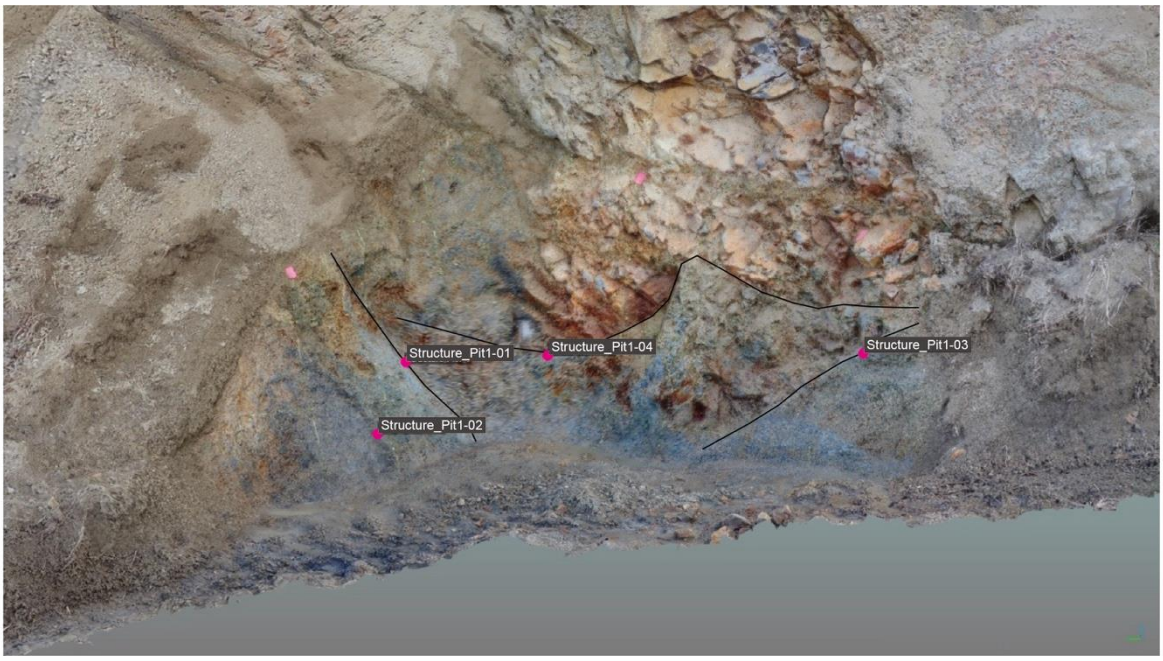


図 82　Pit 1 のデジタル露頭モデルを西側よりキャプチャしたもの。
Structure_Pit1-1～4 は露頭における構造測定位置。黒線は断層部分。

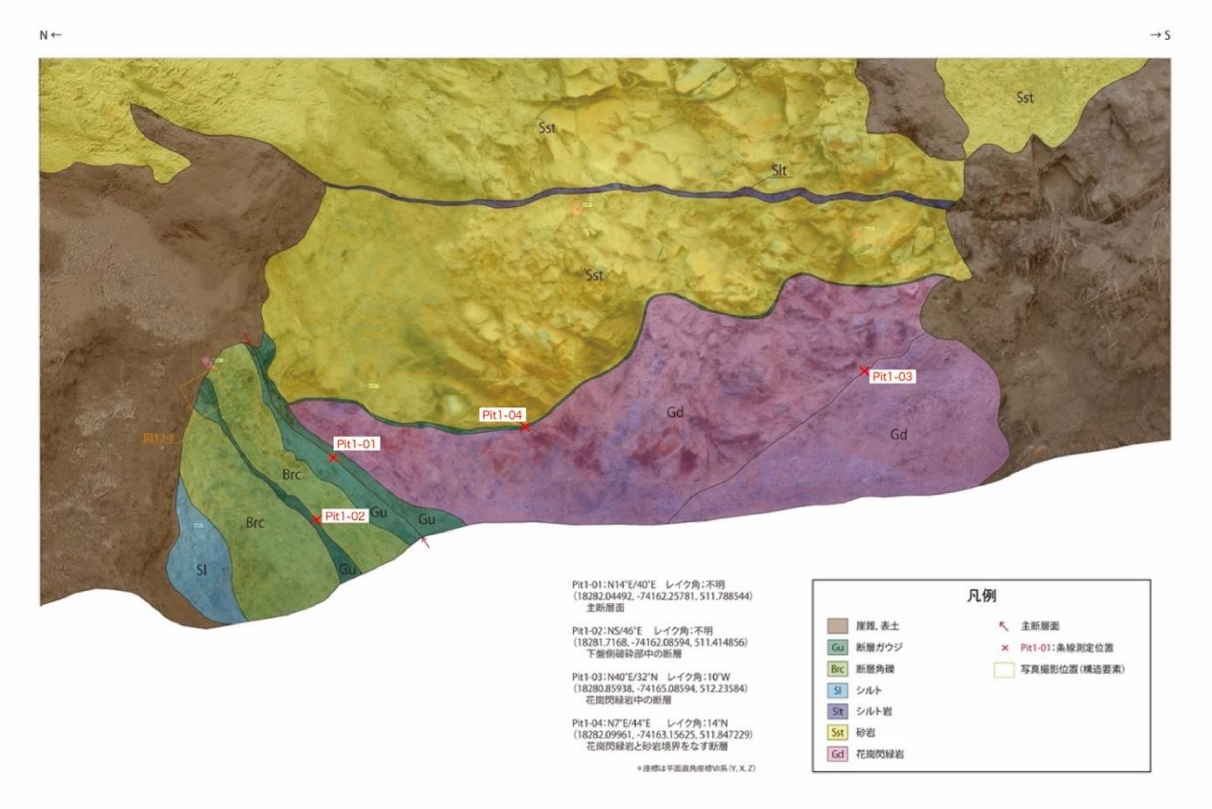


図 83　Pit 1 壁面スケッチ

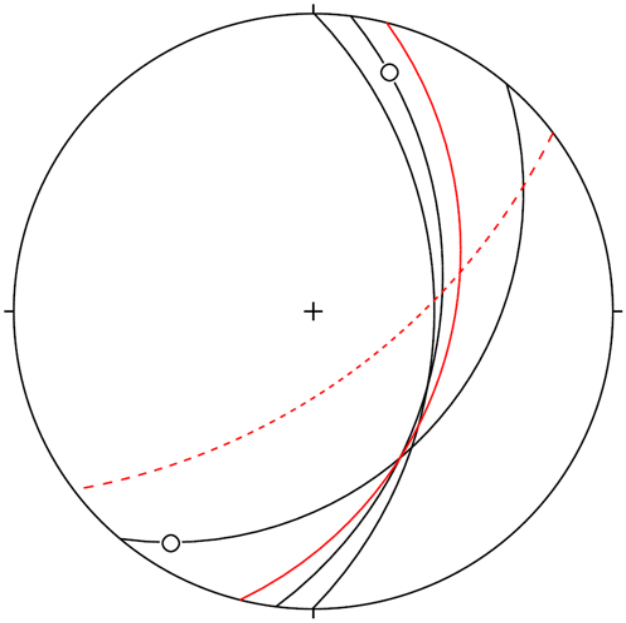


図 84　Pit 1 構造情報ステレオ投影図
（下半球等角投影，赤実線は主断層の測定値・赤点線は主断層点群の平面回帰）

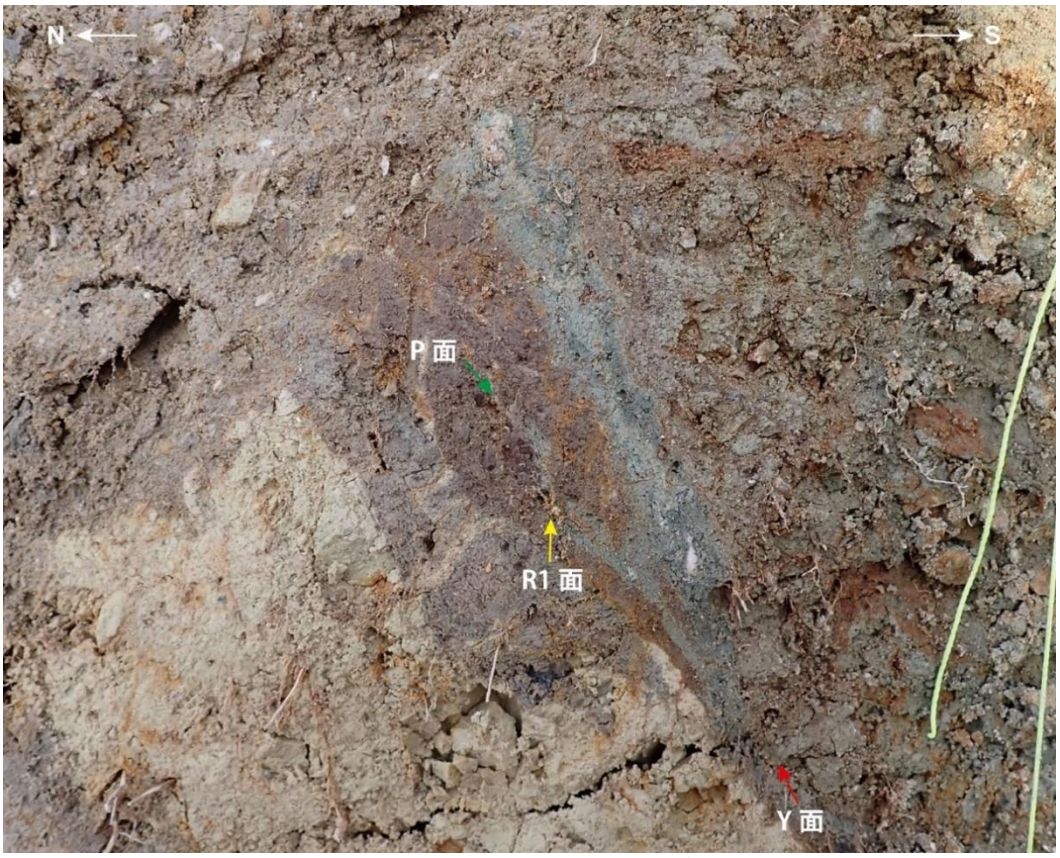


図 85　Pit 1 見掛け正断層の複合面構造

【Pit 3】

Pit 3 のデジタル露頭モデルの東壁面のキャプチャ画像を図 86 に、対応する Pit 3 の東壁面の構造要素の分布を図 87 にそれぞれ示す。また、Pit 3 のデジタル露頭モデルの西壁面のキャプチャ画像を図 88 に、対応する Pit 3 の西壁面の構造要素の分布を図 89 に示す。

図 86 と図 87 に示した Pit3-E-01～06 の 6 箇所において、Pit 3 東壁面の断層面や条線、周囲の構造の記載を行った（表 16)。図 88 と図 89 に示した Pit3-W-01～05 の 5 箇所において、Pit 3 西壁面の断層面や条線、周囲の構造の記載を行った（表 17)。

Pit 3 では、中～高角度の断層を境に、上盤には遠山層のシルト岩、下盤には東原層のシルト層が分布する（図 87 及び図 89)。主断層面は、東壁面下部では走向 N67°E～N72°E、傾斜 65°S～74°S だが、東壁面上部では走向 N32°E、傾斜 58°S となり湾曲する。西壁面では、主断層面の走向は N52°E～N62°E、傾斜は 55°S～70°S を示し、東壁面と同様に上部に行くほど緩傾斜となる。断層面及び条線の方向データのステレオ投影図を東壁面は図 90a に、西壁面は図 90b に示した。なお主断層面上の点群のうち、ピット下部の湾曲していない部分について平面回帰した面の方向は N59°E、62°SE で、残差の二乗平均は 13 cm である。

主断層面に沿って幅５～15 cm の黒色（Pit3-E-01, Pit3-E-05）もしくは灰色の断層ガウジ（Pit3-E-02)、幅 20～50 cm の断層角礫が発達する。東壁面の Pit3-E-01 付近では、周囲の幅５cm 程度の黒色ガウジ中に見掛け逆断層センスを示す複合面構造（図 91a)、西壁面の Pit3-W-01 周囲の断層ガウジ中に不明瞭な見掛け逆断層センスを示すレンズ状挟在物の非対称変形構造が見られる。また主断層面は西壁面中央部の Pit3-W-04 付近において屈曲・分岐する様子が確認される(図 92a)。一方、Pit3-W-02、Pit3-W-03 では P 面や R1 面といった複合面構造が見られ、見掛け正断層センスを示す(図 92b)。

主断層の条線のレイク角は東壁面では 60°W（Pit3-E-01), 21°NE（Pit3-E-05), 24°E (Pit3-E-02)を示す（図 90a, 表 16)。西壁面では Pit3-W-01 では 76°E、Pit3-W-02 では 55°E 及び 23°E の２方向が観察されている（図 90b, 表 17)。東壁面の主断層面上で見られた条線の写真を図 91b-c に示した。西壁面の主断層面上で見られた条線（Pit3-W-02）の写真を

図 92c に示した。

下盤側のシルト層中にも複数の断層が見られ(Pit3-E-03, Pit3-E-04)、様々な方向の条線が認められる（表 16)。

表 16　Pit 3 東壁面取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit3-E-01	18254.99414	-74178.47656	509.002197	N72°E	65°S	60°W	-	○	○	2022.2.5
Pit3-E-02	18255.07031	-74178.97656	508.332245	N67°E	74°S	24°E	-	○	○	2022.2.5
Pit3-E-03	-	-	-	N3°W	73°E	15°N	-	○	-	2022.2.5
Pit3-E-04	-	-	-	N32°E	40°N	44°SW，4°SW，72°NE	-	-	○	2022.2.5
Pit3-E-05	-	-	-	N32°E	58°S	21°NE	-	○	○	2022.2.7
Pit3-E-06	18254.73242	-74179.3047	507.946472	N52°E	40°S	34°NE	-	-	○(E-05と同じ)	2022.2.7

表 17　Pit 3 西壁面取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit3-W-01	18250.25977	-74181.65625	508.694946	N52°E	70°SE	76°E	-	-	○	2022.2.5
Pit3-W-02	18250.35156	-74181.65625	508.569122	N52°E	70°S	55°E，23°E	-	○	○	2022.2.7
Pit3-W-03	-	-	-	N62°E	55°S	不明	-	-	○	2022.2.7
Pit3-W-04	-	-	-	N62°E	68°S	不明	-	-	○	2022.2.7
Pit3-W-05	-	-	-	N22°E	40°S	82°S	-	○	○	2022.2.7

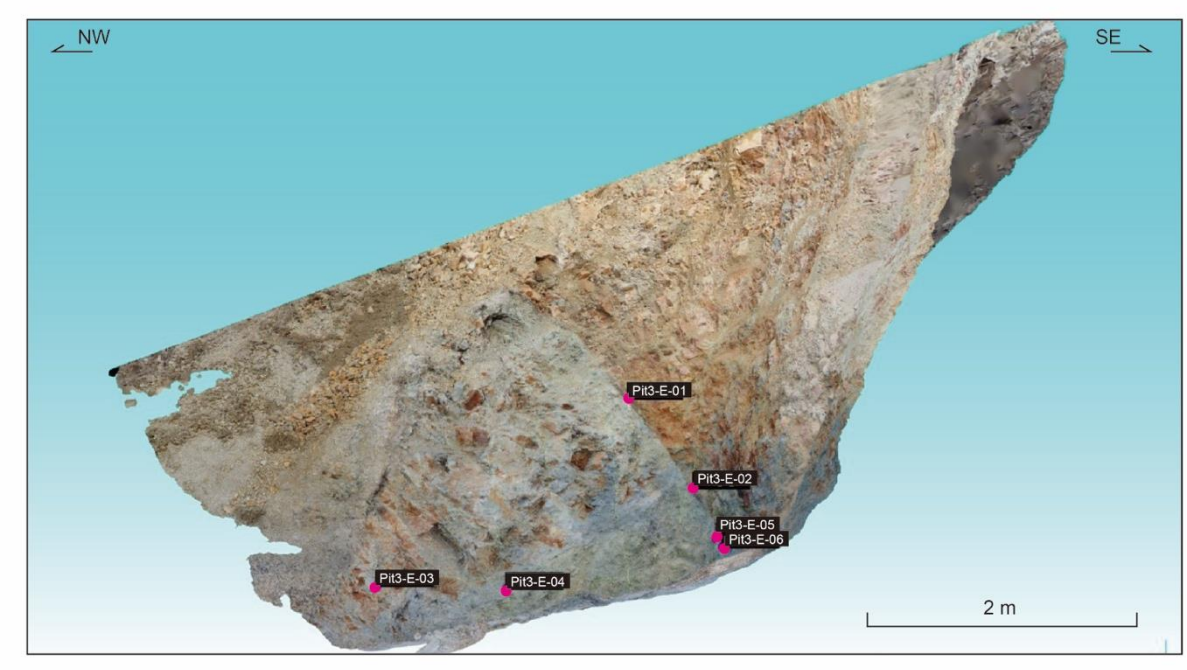


図 86　Pit 3 のデジタル露頭モデルの東壁面をキャプチャしたもの。
Pit3-E-1～6 は露頭における構造測定位置。

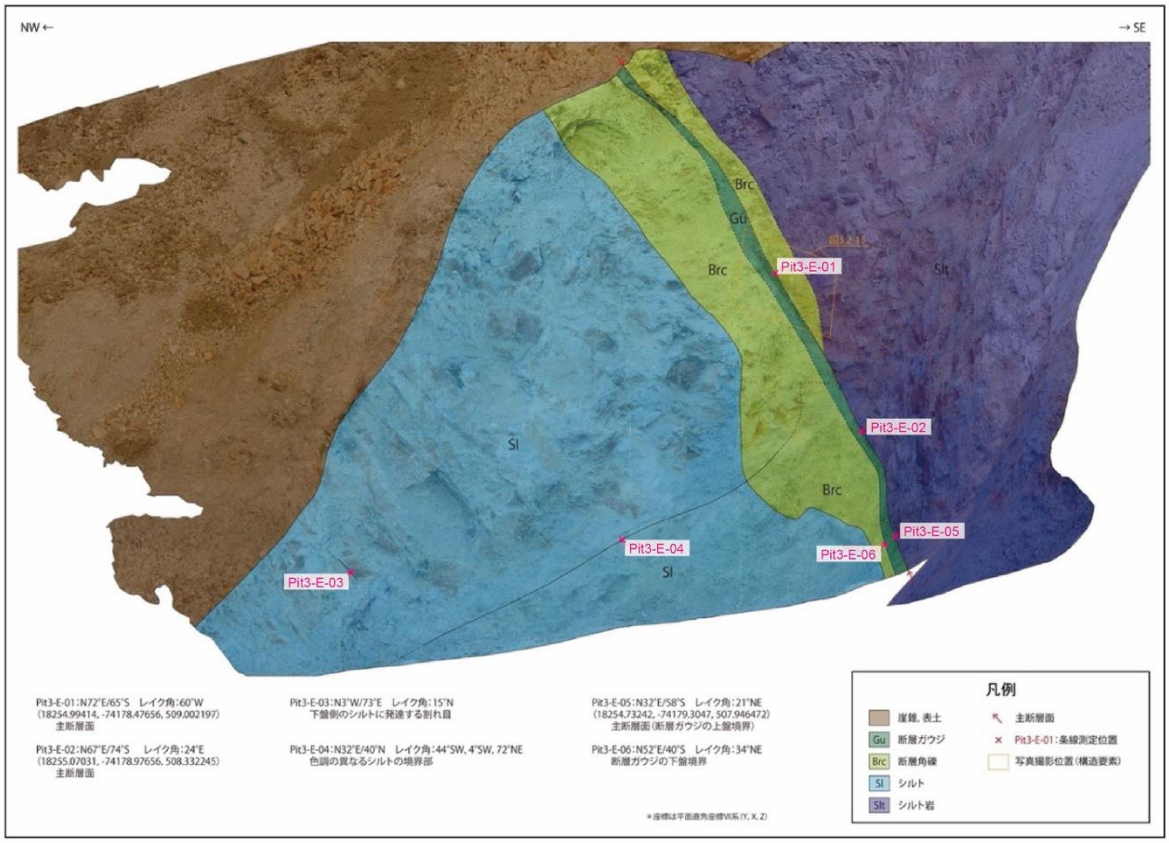


図 87　Pit 3 の東壁面スケッチ。

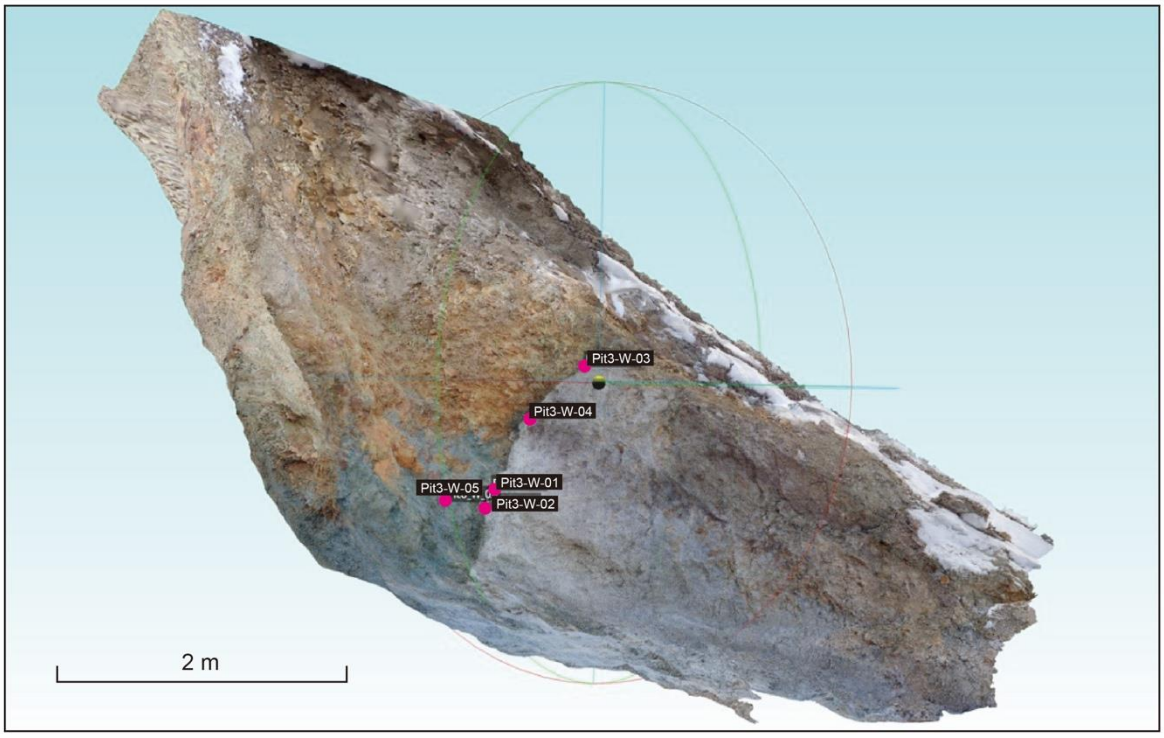


図 88　Pit 3 のデジタル露頭モデルの西壁面をキャプチャしたもの。
Pit3-W-1～5 は露頭における構造測定位置。

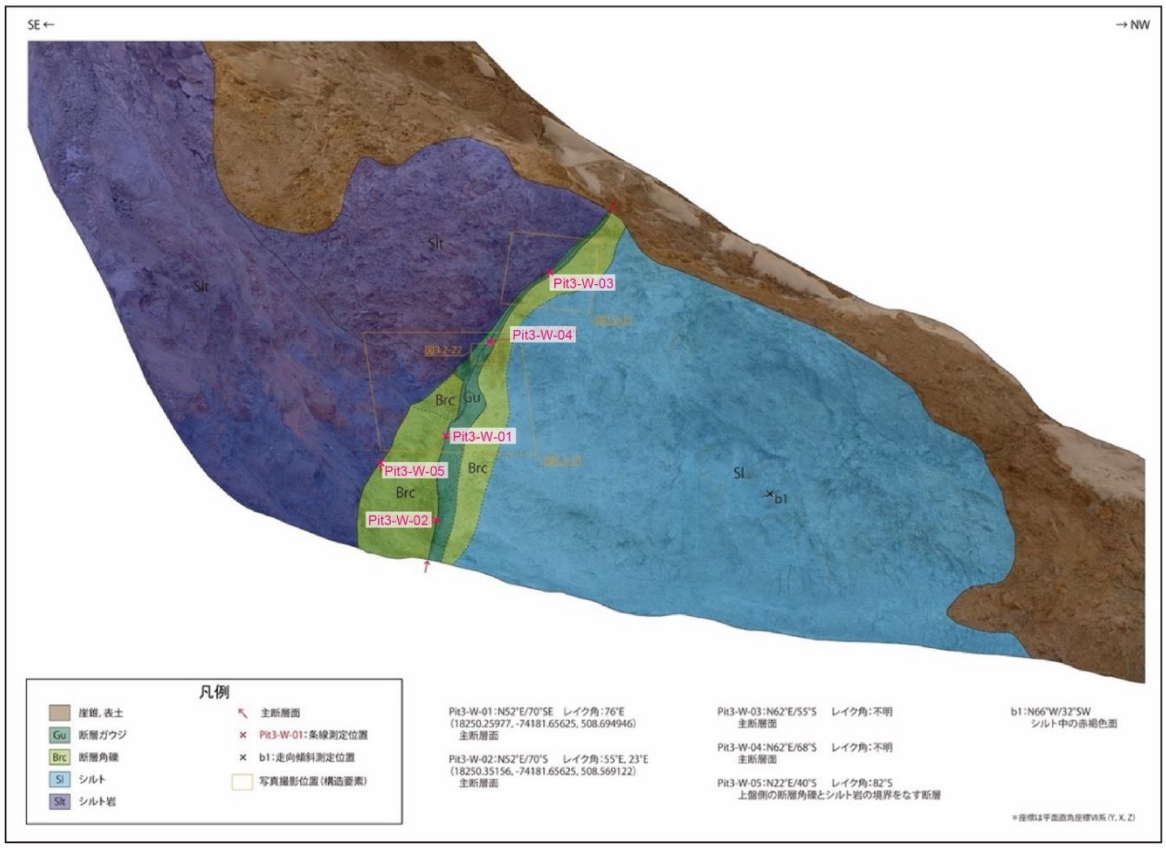


図 89　Pit 3 西壁面スケッチ

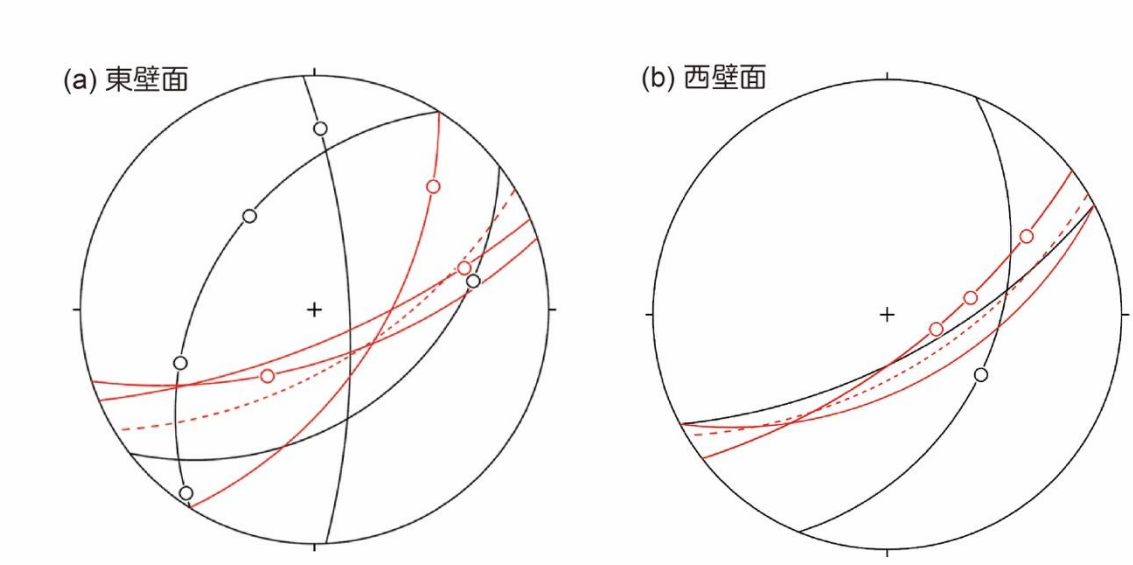


図 90　Pit 3 の構造情報ステレオ投影図（下半球等角投影，赤実線は主断層の測定値
赤点線は主断層点群の平面回帰）。(a) 東壁面の測定結果。(b) 西壁面の測定結果。

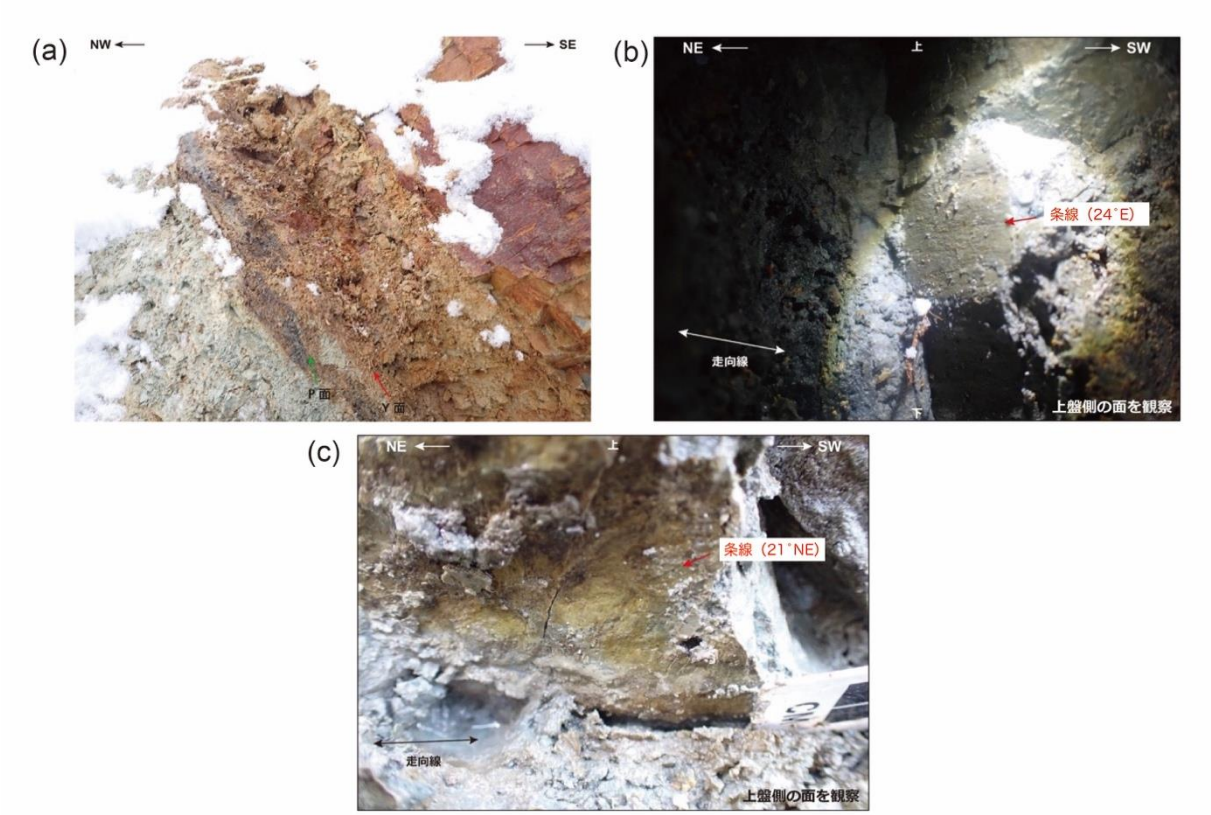


図 91　Pit 3 東壁面に見られる構造
(a) Pit3-E-01 付近の見掛け逆断層の複合面構造。
(b) Pit3-E-02 の条線。
(c) Pit3-E-05 の条線。

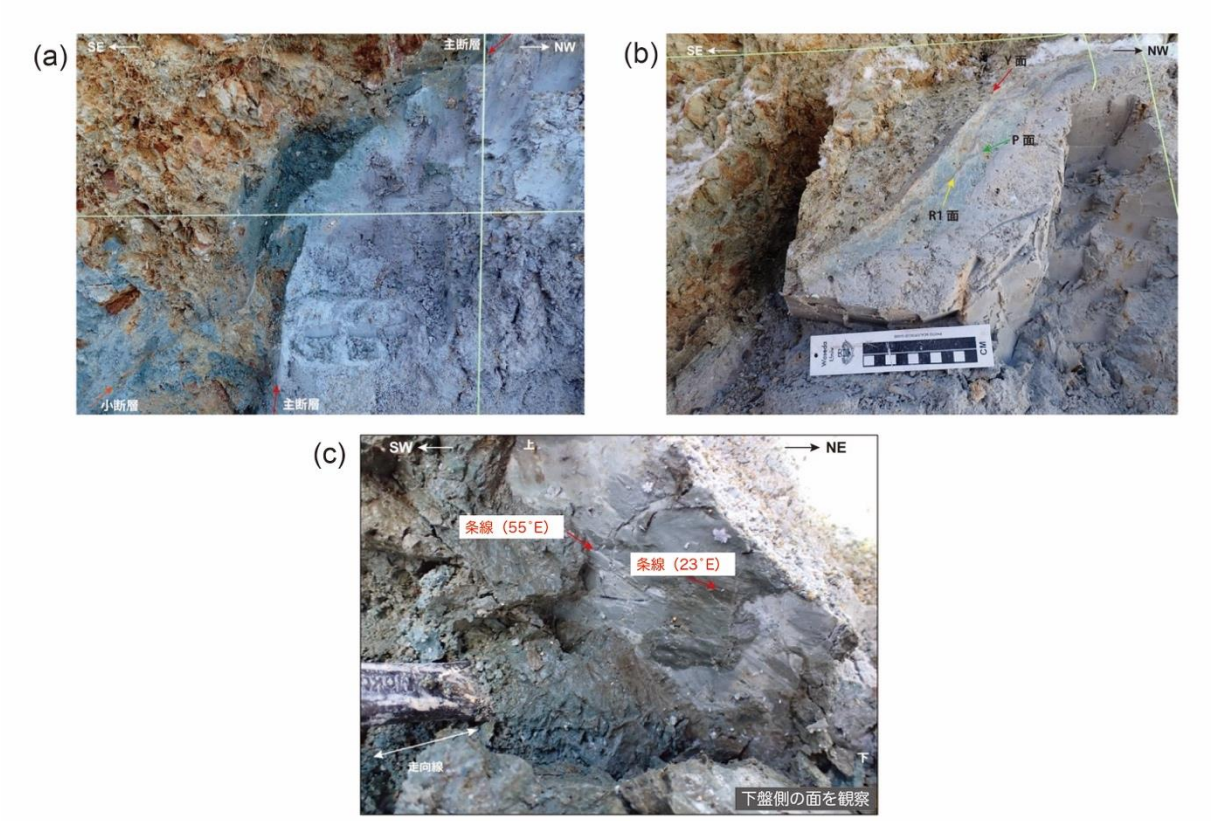


図 92　Pit 3 西壁面に見られる構造
(a) Pit3-W-04 付近の屈曲・分岐する様子。(b) Pit3-W-03 付近の正断層センスの複合面構造。(c) Pit3-W-02 の条線。

【Pit 4】

Pit 4 のデジタル露頭モデルの東壁面のキャプチャ画像を図 93 に、対応する Pit 4 の東壁面の構造要素の分布を図 94 に示す。また、Pit 4 のデジタル露頭モデルの南壁面のキャプチャ画像を図 95 に、対応する Pit 4 の南壁面の構造要素の分布を図 96 に示す。さらに、Pit 4 のデジタル露頭モデルの西壁面のキャプチャ画像を図 97 に、対応する Pit 4 の西壁面の構造要素の分布を図 98 に示した。

図 93 の Pit4-E-01～03 の箇所、図 95 の Pit4-S-01～04 の箇所、図 97 の Pit4-W-01～05 の箇所において Pit 4 の断層面や条線、周囲の構造の記載を行った（表 18：東壁面、表 19：南壁面、表 20：西壁面）。

Pit 4 では、中～高角度の断層を境に、上盤には遠山層のシルト岩及び礫岩、下盤には東原層のシルト層が分布し、これらを崖錐堆積物が被覆している（図 94、図 96）。なお、西壁面において、断層の一部は崖錐堆積物を切っているのが確認された（図 97、図 98）。上載地層の崖錐堆積物は層相から 3 層程度に分けられる。主断層面の延長部の崖錐堆積物には、粒子の配列や細粒化したゾーンが一部に認められ、壁面上での見かけの変位センスは北西側隆起の正断層である。西壁面においては岩相界をなす断層面が壁面下部で傾斜 38°S（Pit4-W-05）と低角になっており、断層面も湾曲する。一方、最新活動面と思われる主断層面は、高角度傾斜で上盤のシルト岩起源の断層角礫を切る（図 97、図 98）。

主断層面付近には色調や粒径の異なる断層ガウジからなる層状構造が認められ（図 99a、Pit4-W-01）、主断層面に沿って幅 7 cm 以下の断層ガウジが分布し、その周囲には幅数 cm の断層角礫が分布する。特に主断層面直近の幅 1 cm 程度は特に細粒化が顕著である（図 99b、Pit4-S-04）。断層ガウジには見掛け右横ずれ（図 99c、Pit4-S-03 付近）と左横ずれ（図 99d、Pit4-S-02 付近）の両方の構造が認められる。

また、壁面の中～上部では主断層が上盤側に分岐しており、東壁面の Pit4-E-01～03 付近では、主断層と分岐断層の間には崖錐堆積物が流入している（図 93、図 94)。

断層面及び条線の方向データのステレオ投影図を東壁面は図 100a に、南壁面は図 100b に、西壁面は図 100c に示した。主断層面の方位測定値に限定すると、東壁面において走向は N50°E、傾斜は 68°S（図 100a、表 18)、南壁面において走向は N54°E～N59°E、傾斜は 70°S～75°S（図 100b、表 19)、西壁面において走向は N54°E～N58°E、傾斜は 63°S～64°S（図 100c、表 20)を示す。なお、主断層面上の点群について平面回帰した面の方向は N57°E 70°SE で、残差の二乗平均は５cm である。

主断層の条線のレイク角は、東壁面の Pit4-E-03 で 82°E（表 18)、南壁面の Pit4-S-02 で 56°E（図 101a、表 19)、Pit4-S-03 で 80°E （図 101b、図 101c、表 19)、Pit4-S-04 で 80°E を示す（図 101d、表 19)。また西壁面では Pit4-W-01 において 68°S を示す（図 101e、表 20)。

表 18　Pit 4 東壁面 取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit4-E-01	18245.77148	-74185.32031	509.802582	N54°E	74°S	55°W	-	○	○	2022.2.5
Pit4-E-02	18245.77734	-74185.33594	509.740417	N65°E	63°S	70°W	-	-	○	2022.2.5
Pit4-E-03	18245.74219	-74185.35156	509.614319	N50°E	68°S	82°E	-	○	○	2022.2.5

表 19　Pit 4 南壁面 取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit4-S-01	18244.60938	-74186.52344	508.594604	N58°E	75°S	45°E	-	○	○	2022.2.5
Pit4-S-02	18244.83203	-74186.36719	508.617584	N59°E	70°S	56°E	-	○	○	2022.2.5
Pit4-S-03	18245.08398	-74186.14844	508.724854	N54°E	70°S	80°E	-	○	○	2022.2.7
Pit4-S-04	18245.65039	-74185.60938	509.113647	N58°E	75°S	80°E	-	○	○	2022.2.7

表 20　Pit 4 西壁面 取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit4-W-01	18244.06641	-74186.90625	508.596375	N58°E	63°S	68°E	-	○	○	2022.2.7
Pit4-W-02	18243.95508	-74186.92969	508.750336	N54°E	64°S	不明	-	-	○	2022.2.7
Pit4-W-03	18244.20117	-74186.88281	509.506531	N74°E	32°S	20°E	-	○	○	2022.2.8
Pit4-W-04	18244.16602	-74186.89063	509.722656	N54°E	61°S	32°E	-	○	○	2022.2.8
Pit4-W-05	18243.5293	-74186.50781	508.824585	N42°E	38°S	50°W	-	-	○	2022.2.8



図 93　Pit 4 のデジタル露頭モデルの東壁面をキャプチャしたもの。
Pit4-E-01～03 は露頭における構造測定位置。

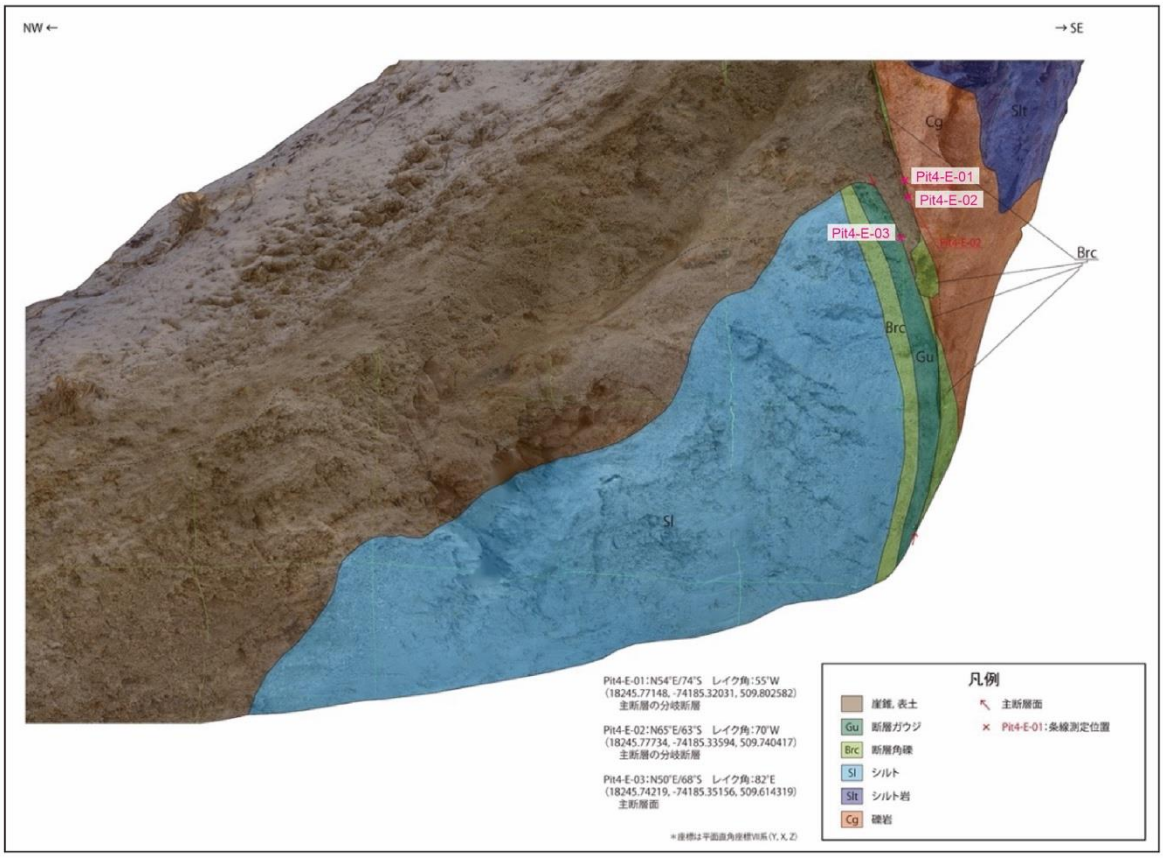


図 94　Pit 4 東壁面スケッチ

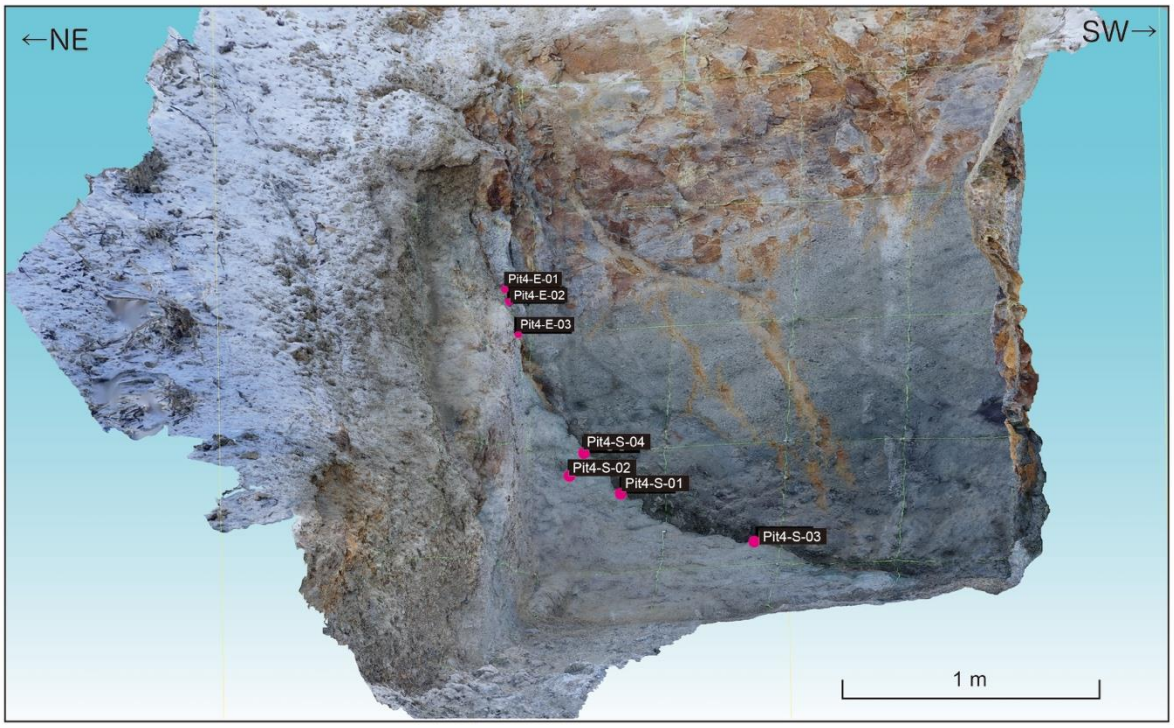


図 95　Pit 4 のデジタル露頭モデルの南壁面をキャプチャしたもの。
Pit4-E-01～03 及び Pit4-S-01～04 は露頭における構造測定位置。

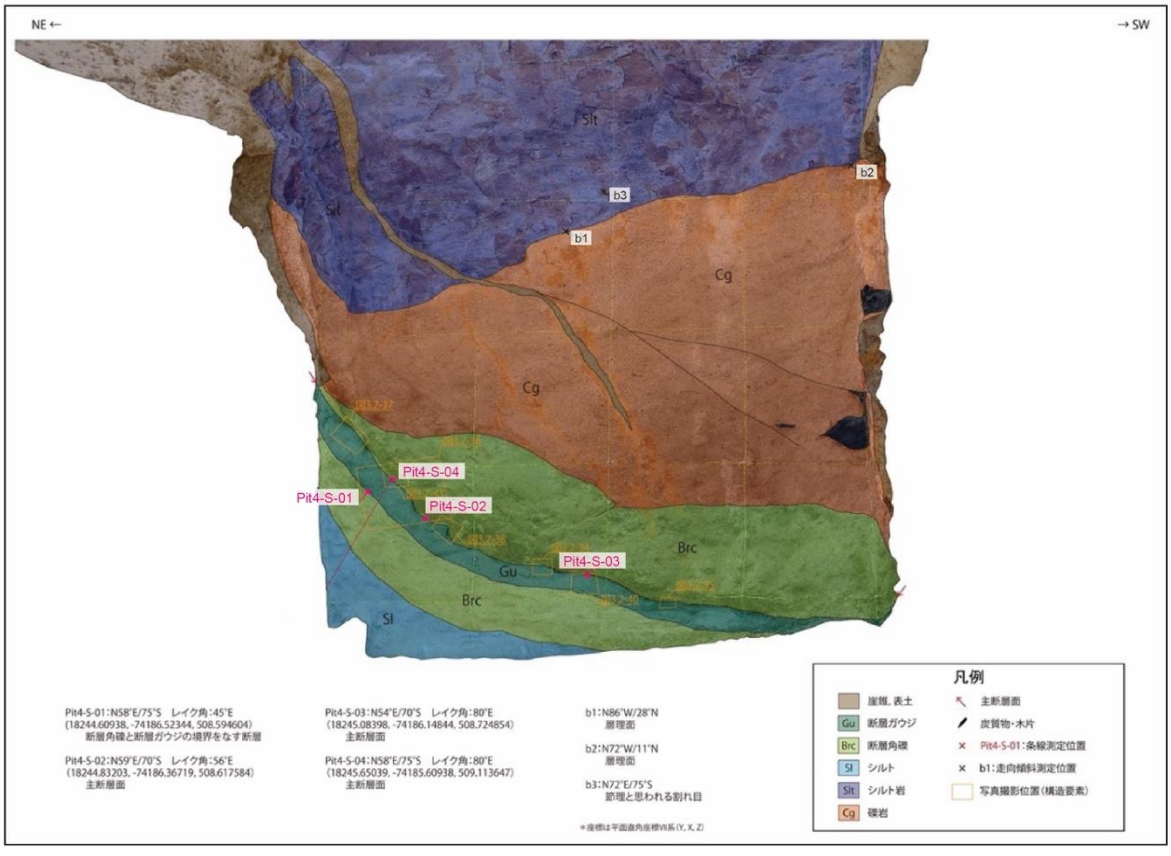


図 96　Pit 4 南壁面スケッチ

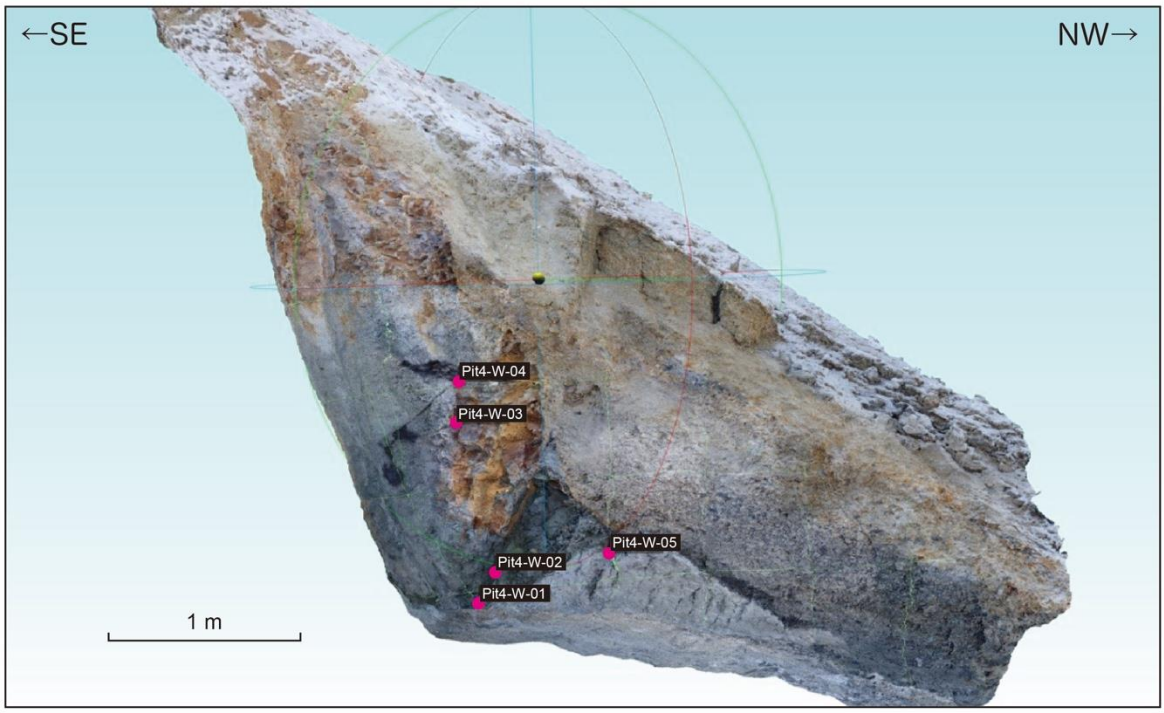


図 97　Pit 4 のデジタル露頭モデルの西壁面をキャプチャしたもの。
Pit4-W-01～05 は露頭における構造測定位置。

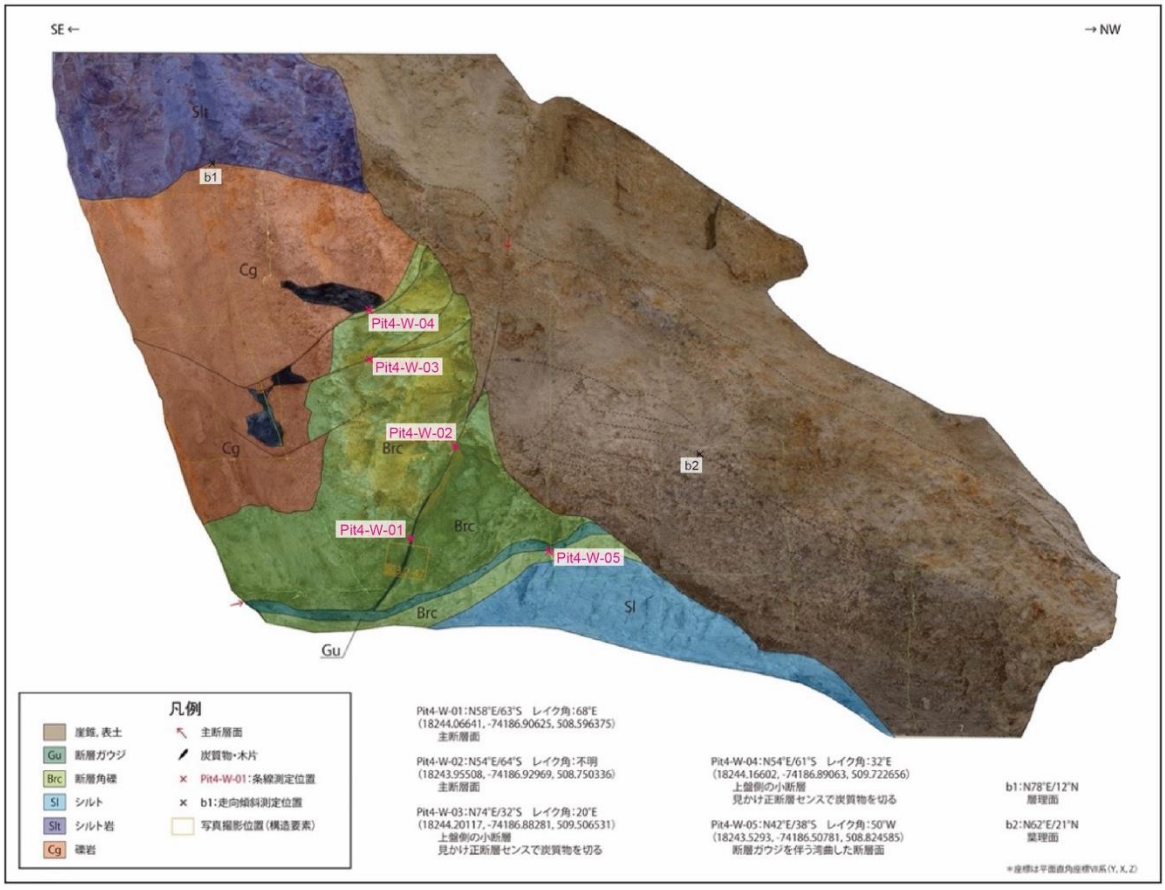


図 98　Pit 4 西壁面スケッチ

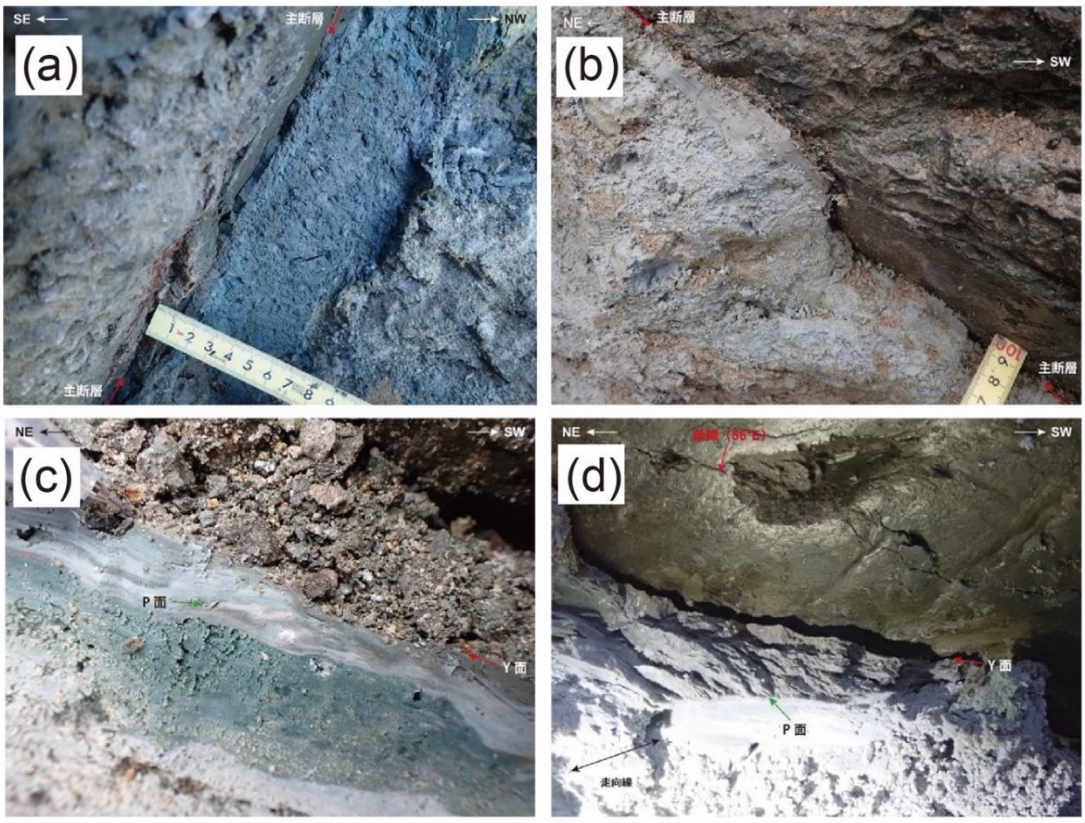


図 99　Pit 4 に見られる構造。
(a) 西壁面の断層ガウジの層状構造 (Pit4-W-01)。
(b) 南壁面、主断層近傍の幅 1cm 程度の細粒化した灰色断層ガウジ (Pit4-S-02, 04 付近)。
(c) 南壁面、断層ガウジ中の見掛け右横ずれ構造 (Pit4-S-03 付近)。
(d) 南壁面、断層ガウジ中の左横ずれ構造 (Pit4-S-02 付近)。

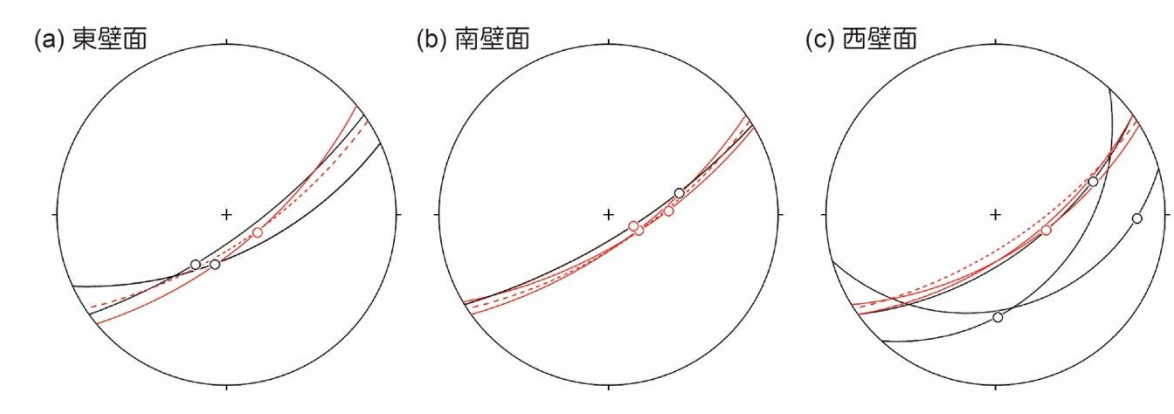


図 100　Pit 4 の構造情報ステレオ投影図
(下半球等角投影, 赤実線は主断層の測定値。赤点線は主断層点群の平面回帰)
(a) 東壁面の測定結果。(b) 南壁面の測定結果。(c) 西壁面の測定結果。

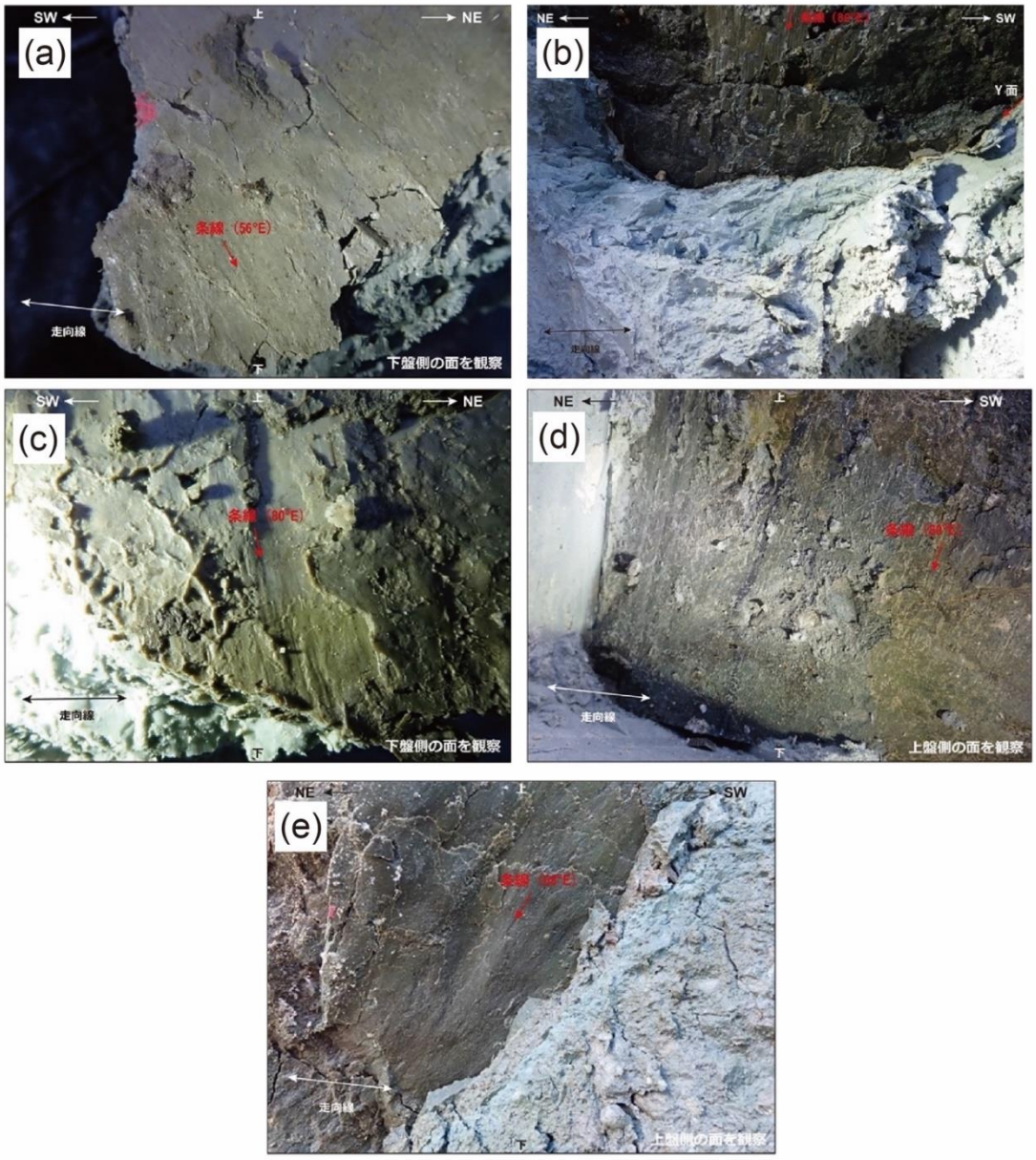


図 101　Pit 4 で観察された条線
(a) Pit4-S-02 で下盤側に観察された条線。
(b) Pit4-S-03 で上盤側に観察された条線。
(c) Pit4-S-03 で下盤側に観察された条線。
(d) Pit4-S-04 で上盤側に観察された条線。
(e) Pit4-W-01 において上盤側に観察された条線。

【Pit 6】

Pit 6 のデジタル露頭モデルの東壁面のキャプチャ画像を図 102 に、対応する Pit 6 の東壁面の構造要素の分布を図 103 に示す。また、Pit6 のデジタル露頭モデルの南壁面のキャプチャ画像を図 104 に、対応する Pit 6 の南壁面の構造要素の分布を図 105 に示した。さらに、Pit 6 のデジタル露頭モデルの西壁面のキャプチャ画像を図 106 に、対応する Pit 6 の西壁面の構造要素の分布を図 107 に示した。

図 102 の Pit6-E-01～06 の箇所、図 106 の Pit6-W-01～02 の箇所において Pit 6 の断層面や条線、周囲の構造の記載を行った（表 21：東壁面、表 22：西壁面）。

Pit 6 では、中～高角度の断層を境に、上盤には遠山層のシルト岩及び砂礫岩、下盤には東原層の粗～細粒砂層が分布し、一部にシルト層を伴う。下盤側の砂層中の層理面は、走向 N62°E～N82°E、傾斜 80～85°N を示す（図 103 の b_1、b_2）。これらの地層は角礫に富み、淘汰が悪い崖錐堆積物に覆われるが、一部は断層で切られている（図 103）。Pit 6 の東側壁面において、主断層面付近の上盤には葉理を呈し淘汰の良い中～粗粒砂層が一部に認められる。これらは崖錐堆積物より古い地層の可能性がある。これらの第四紀堆積物には、主断層面延長部において見掛け約 15～20cm 北西側隆起の正断層変位が見られる（図 108）。第四紀堆積物中での累積変位は認められない。一方、西側壁面では高角度北傾斜の砂層を崖錐堆積物が覆う。断層付近には見掛け正断層センスの動きを示す複合面構造が形成されている（図 109）。

Pit 6 で見られた構造の方位を示すステレオ投影図を図 110 に示した。主断層面付近に幅 30cm 以下の断層ガウジ、幅２m 以下の断層角礫が発達する（図 103、図 105、図 107）。主断層の方位測定値は、東壁面において走向は N62°E、傾斜は 62°S、西壁面において走向は N72°E、傾斜は 70°S を示す。なお、主断層面上の点群について平面回帰した面の方向は N62°E、61°S で、残差の二乗平均は２cm である（図 110）。

主断層面の条線は、東側壁面の Pit6-E-04 において軟質な青灰色ガウジを切る断層面上に２方向認められ、連続性が良い（図 111）。レイク角はそれぞれ 90°、60°E である（図 111 拡大図）。主断層以外の剪断面の方位のばらつきは大きく、条線のレイク角も西に沈下しているものや東に沈下しているものが認められる。これらの条線の写真を図 112 に示した。

表 21　Pit 6 東壁面 取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit6-E-01	18238.14648	-74189.78126	506.870483	N62°E	85°S	不明	-	-	○	2022.2.8
Pit6-E-02	18238.23633	-74190.5625	506.988007	N42°E	85°S	20°E	-	○	○	2022.2.8
Pit6-E-03	-	-	-	N82°E	45°S	60°E	-	○	○	2022.2.8
Pit6-E-04	18238.44922	-74190.17969	507.220306	N62°E	62°S	90°, 60°E	-	○	○	2022.2.8
Pit6-E-05	-	-	-	N73°W	50°S	45°W	-	-	-	2022.2.8
Pit6-E-06	-	-	-	N82°E	42°S	70°W	-	-	-	2022.2.9

表 22　Pit 6 西壁面 取得データ一覧

条線No.	座標位置（平面直角座標Ⅶ系）			走向	傾斜	レイク角	条線の変位センス	条線写真	定方位サンプル	採取日
	Y	X	Z							
Pit6-W-01	18237.06055	-74191.72156	507.113281	N22°E	60°E	80°E	-	○	○	2022.2.8
Pit6-W-02	18236.71484	-74191.27344	506.918427	N72°E	70°S	不明	-	-	○	2022.2.8

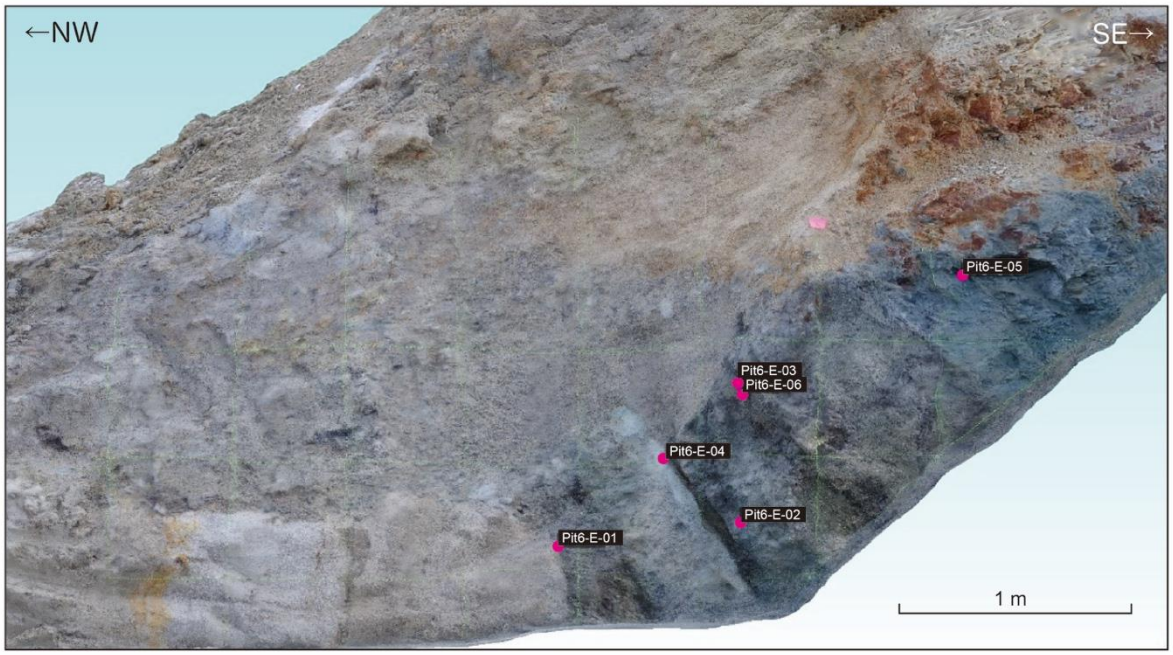


図 102　Pit 6 のデジタル露頭モデルの東壁面をキャプチャしたもの。
Pit6-E-01～06 は露頭における構造測定位置。

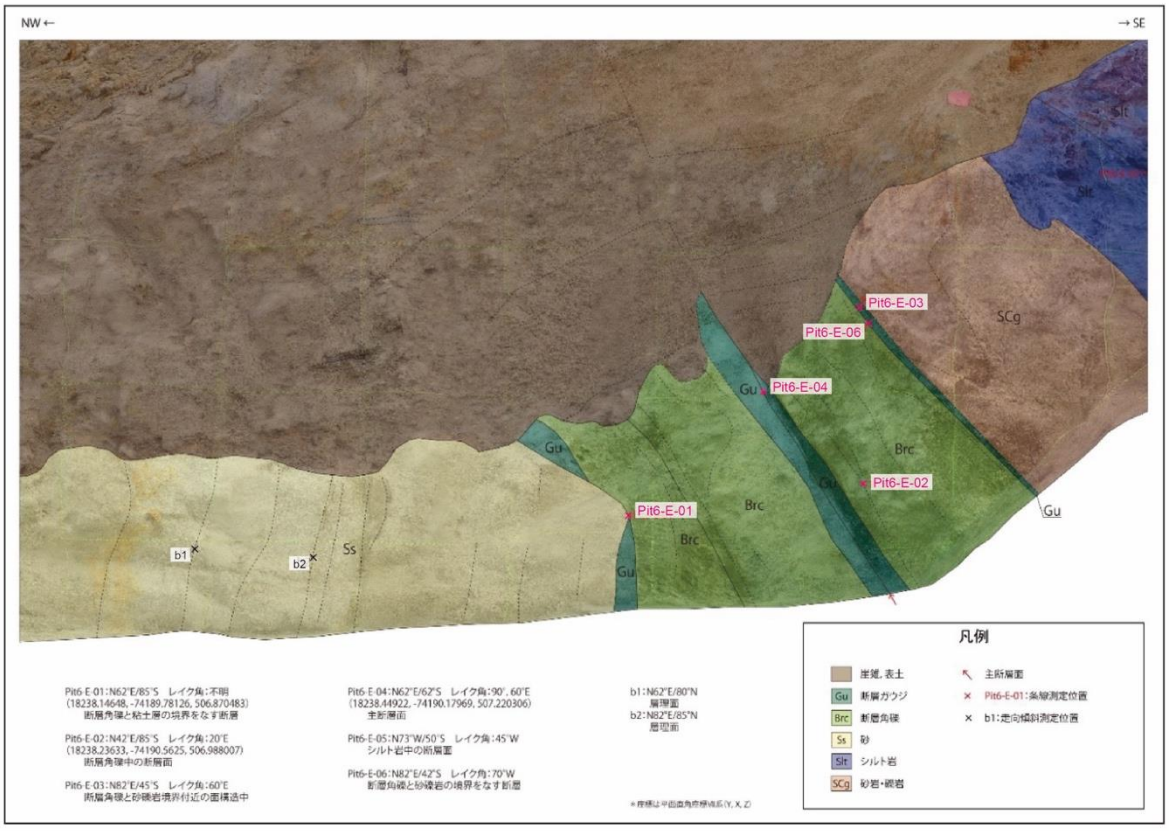


図 103　Pit 6 東壁面スケッチ

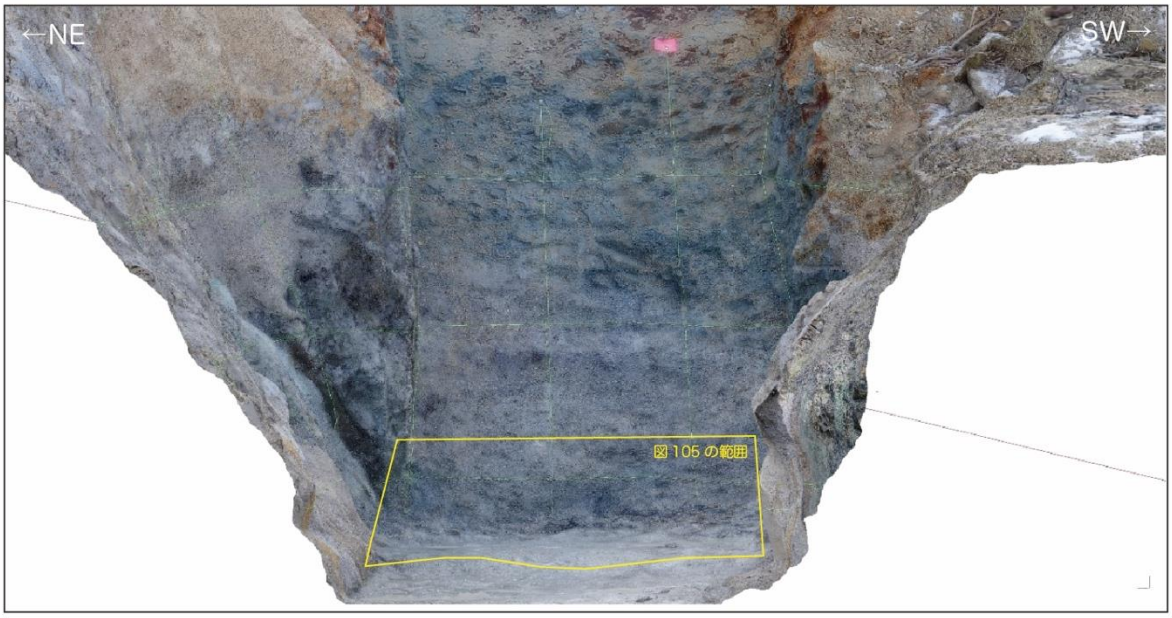


図 104　Pit 6 のデジタル露頭モデルの南壁面をキャプチャしたもの。

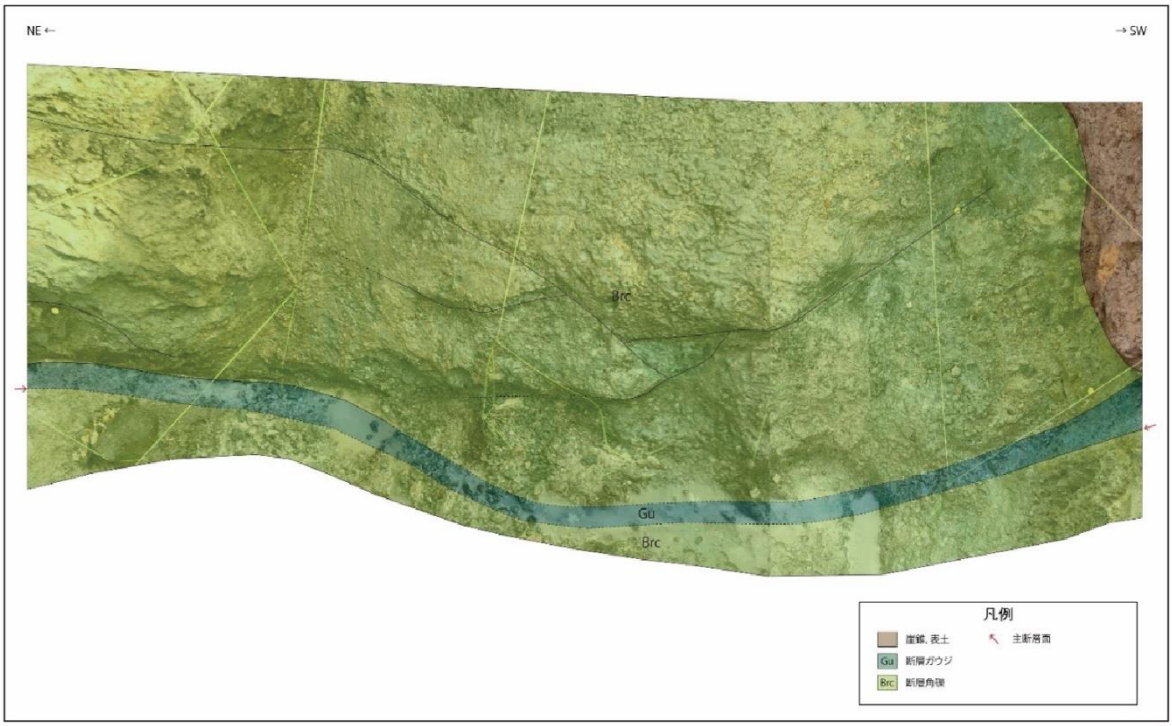


図 105　Pit 6 南壁面最下部のスケッチ

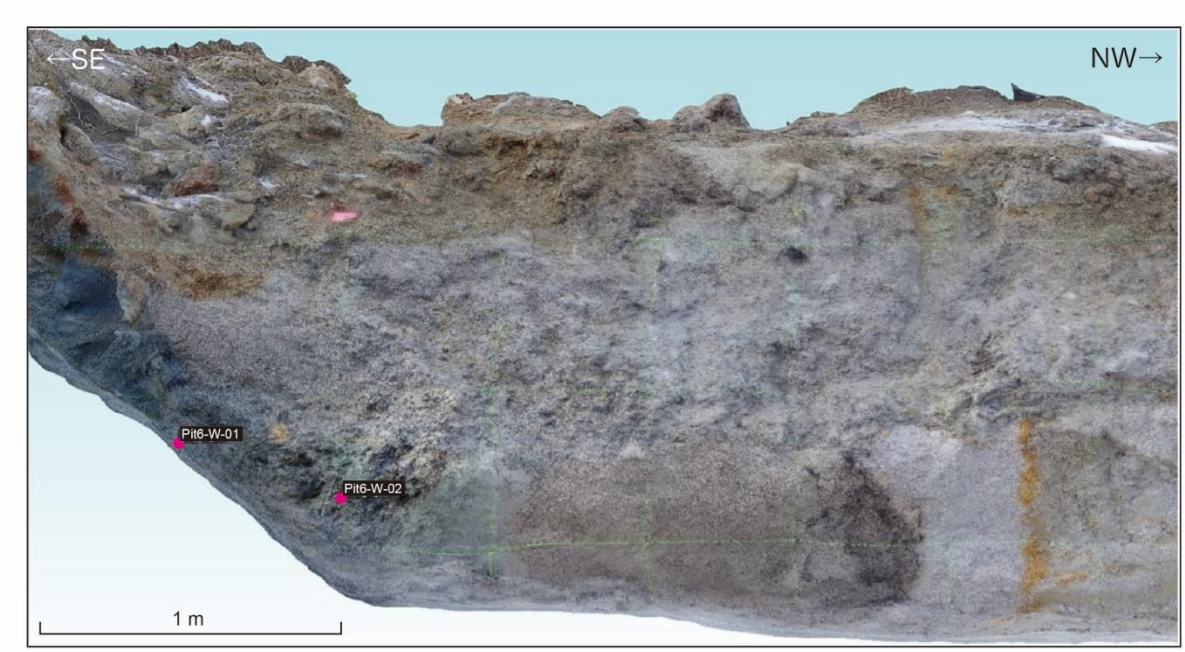


図 106　Pit 6 のデジタル露頭モデルの西壁面をキャプチャしたもの。
Pit6-W-01～02 は露頭における構造測定位置。

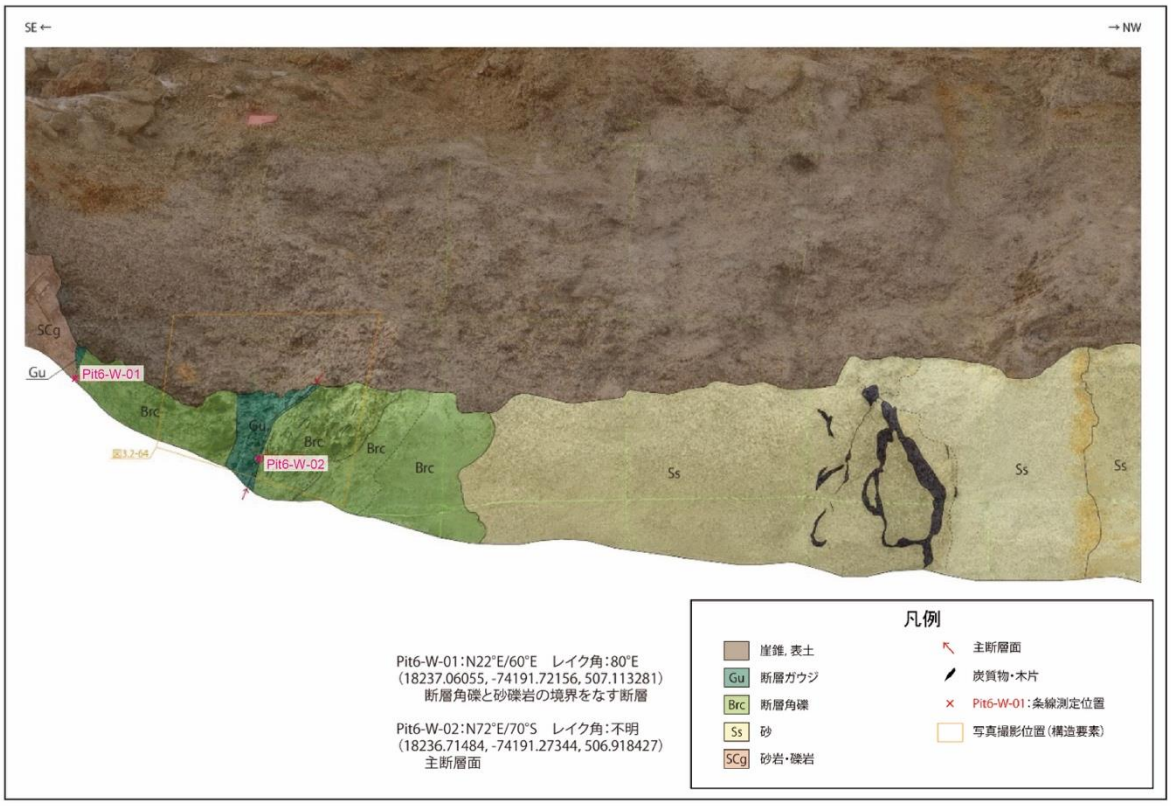


図 107　Pit 6 西壁面スケッチ



図 108　Pit 6 の東壁面、主断層面直上の堆積物
堆積物の写真（左）とそのスケッチ（右）。



図 109　Pit 6 西壁面 見掛け正断層らしき複合面構造

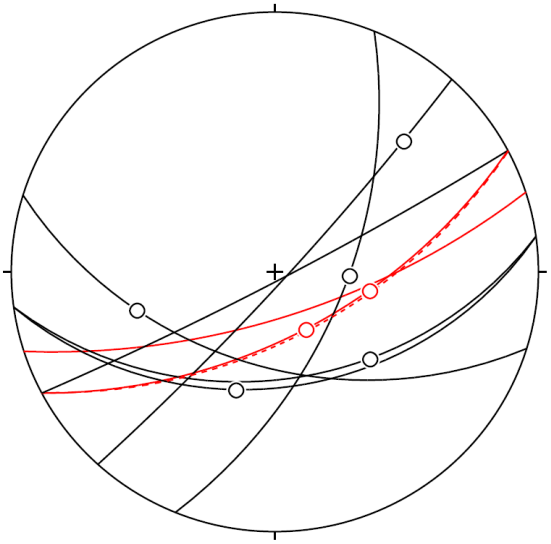


図 110　Pit 6 の構造情報ステレオ投影図
（下半球等角投影，赤実線は主断層の測定値。赤点線は主断層点群の平面回帰）。

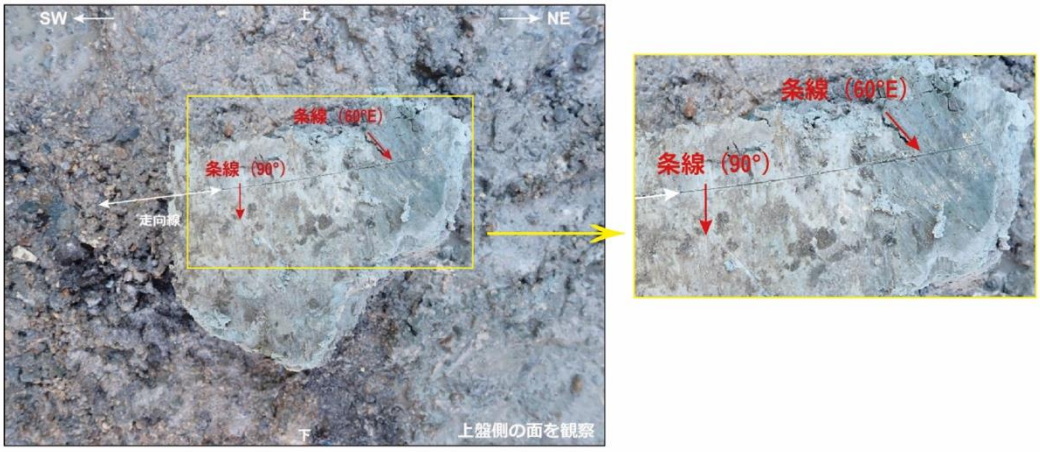


図 111　Pit 6 で認められた条線（Pit6-E-04）。右は拡大したもの。

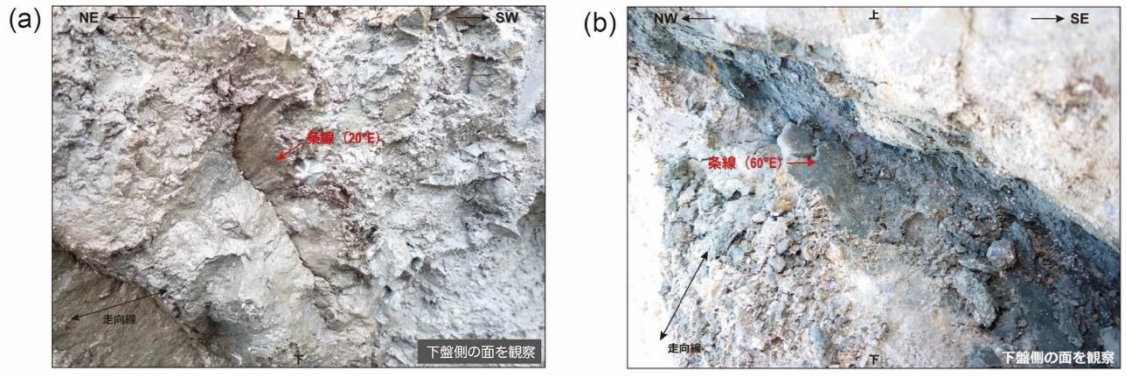


図 112　Pit 6 主断層以外で認められた条線の写真。
(a) Pit6-E-02。 (b) Pit6-E-03

v）考察

本調査で取得した断層と条線の全データのステレオ投影図を図 113 に示した。これを見ると断層面と条線の方向は一見大きくばらついている。次に主断層のみのステレオ投影図を図

114 に示した。これを見ると条線の方位は北東方向に沈下した方位、もしくは鉛直に近い方位を示しばらつきは小さくなる。今回の調査の中では、断層面のずれの方向を決めていないが、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）が評価している右横ずれ成分を伴う南東側隆起の逆断層のずれによるものと大きく矛盾しない。ただし、方位のばらつきは 90° 近い大きなものであり、このばらつきについては断層のずれの方向の決定とともに検討の必要がある。

なお、最新すべり面の条線方位のばらつきについては、これまで他の活断層において地震時のすべり方向が変化し（例えば Otsubo et al., 2013）、この変化が断層沿いの震央との位置関係が関係している可能性が指摘されている（Kearse et al., 2019, Kearse and Kaneko, 2020）。今後、最新すべり面上の条線を再確認し、条線方位の前後関係、連続性を検討する必要がある。

一方、破砕帯に発達する非対称変形構造には見掛けの変位センスとして、正断層、逆断層、右横ずれ、左横ずれの全ての運動方向を示す組織が確認された。このことに対する１つの説明として、それぞれのずれの向きが異なる活動時期の痕跡を残している可能性が考えられる。今回の調査結果を改めて見直す必要がある。

なお、今回の調査では３次元的な位置座標を決定することで、各ピットにおける断層面の方位を決定している。この結果を改めて露頭全体の DOM にプロットした（図 115）。露頭内で岩村層群遠山層の砂岩礫岩層または領家帯の花崗岩類と、瀬戸層群東原層（陶土層）の岩相境界をなす恵那山断層は、おおむね北東－南西走向、南東傾斜を示す。しかし検討するべき点が２点考えられる。１つは傾斜角が 60°から 70°と比較的急傾斜であることである。これまで恵那山断層の傾斜は 30～50° の南東傾斜を示す逆断層とされてきた。しかし、純粋な逆断層の場合は、このような急傾斜の断層については断層にかかる剪断応力が摩擦に対し小さくなるため滑りにくい点である。もう１点はピットごとの断層同士の位置関係である。図 116 に Pit 3～6 とそれぞれで観察された断層面の位置関係を示した。それぞれのピットで観察される断層面は互いに連続はしておらず、地表付近の断層が 10 m 程度のセグメントに分かれ、フラワー構造を形成しているようにも見える。

恵那山断層の最新活動時期、活動間隔の検討とともに、これらの断層が活動した際の運動方向を検討する必要がある。

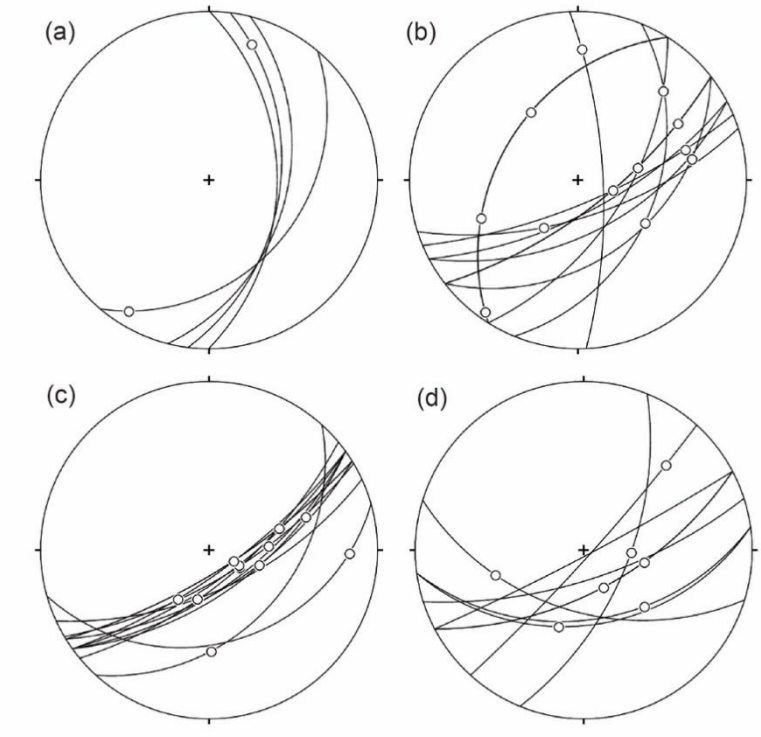


図 113　丸原鉱山における恵那山断層で観察された構造情報ステレオ投影図（下半球等角投影）。(a). Pit 1、(b) Pit 3、(c) Pit 4、(d) Pit 6。

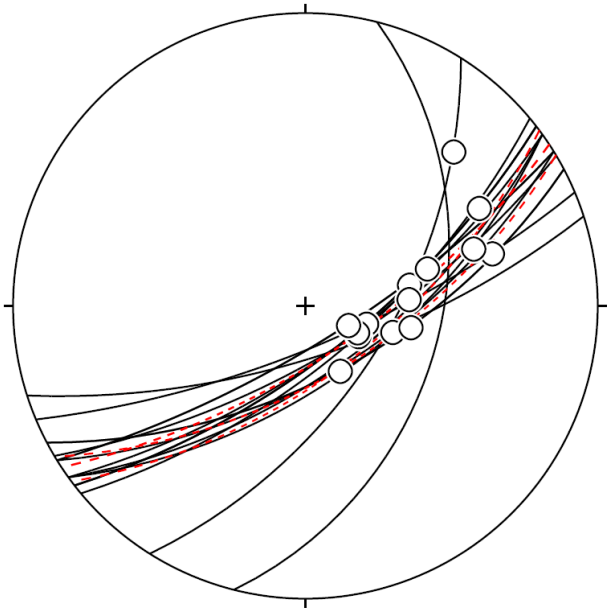


図 114　丸原鉱山における恵那山断層の主断層で得られた構造情報ステレオ投影図（下半球等角投影)。

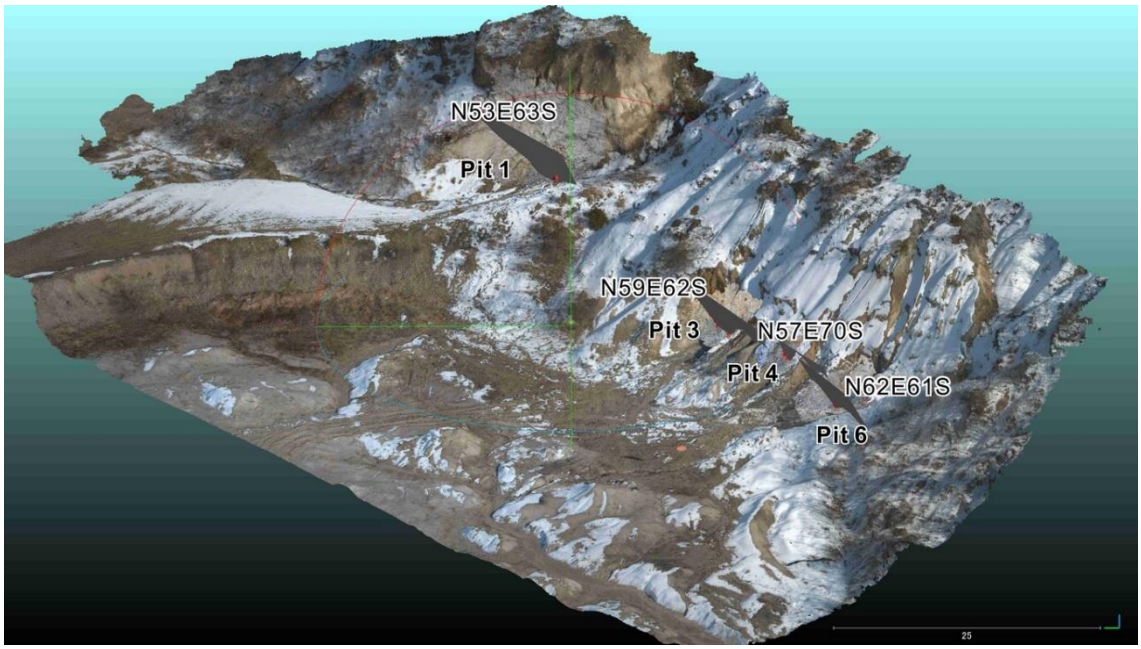


図 115　丸原鉱山における恵那山断層露頭の全体像。露頭全体の DOM に各ピットの位置と、各ピットにおいて断層通過位置から求めた断層面をプロットした。

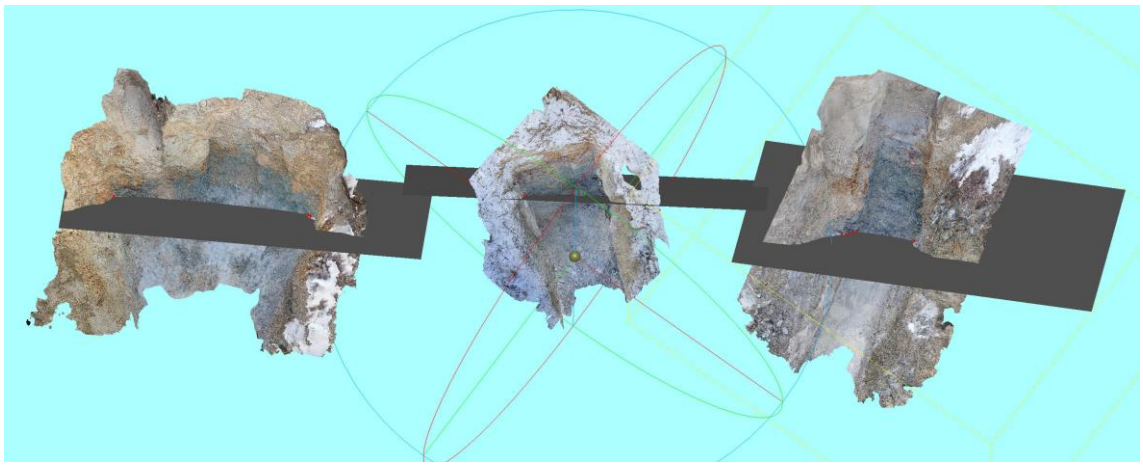


図 116　Pit 3～6 と各ピットにおける断層面の位置関係。

vi）破壊伝播方向の検討

令和３年度に丸原鉱山（恵那市山岡町原地区）で実施した恵那山断層の断層運動方向を解明するための断層条線調査に関して、取得データ確認及び追加データの取得を目的とした再調査を実施した。その際にピット４の断層面から採取した試料で屈曲した条線を確認した（図 117）。Kearse et al.(2019) 及び Kearse and Kaneko (2020) は、ニュージーランドで 2016 年に発生したカイコウラ地震における調査結果と数値解析に基づき、断層のすべり方向の屈曲が破壊伝播方向と関係していることを論じた。そのモデルに従うと、原地区における最新の断層活動における破壊伝播方向は、北東から南西方向に向かったことが推定される（図 118）。

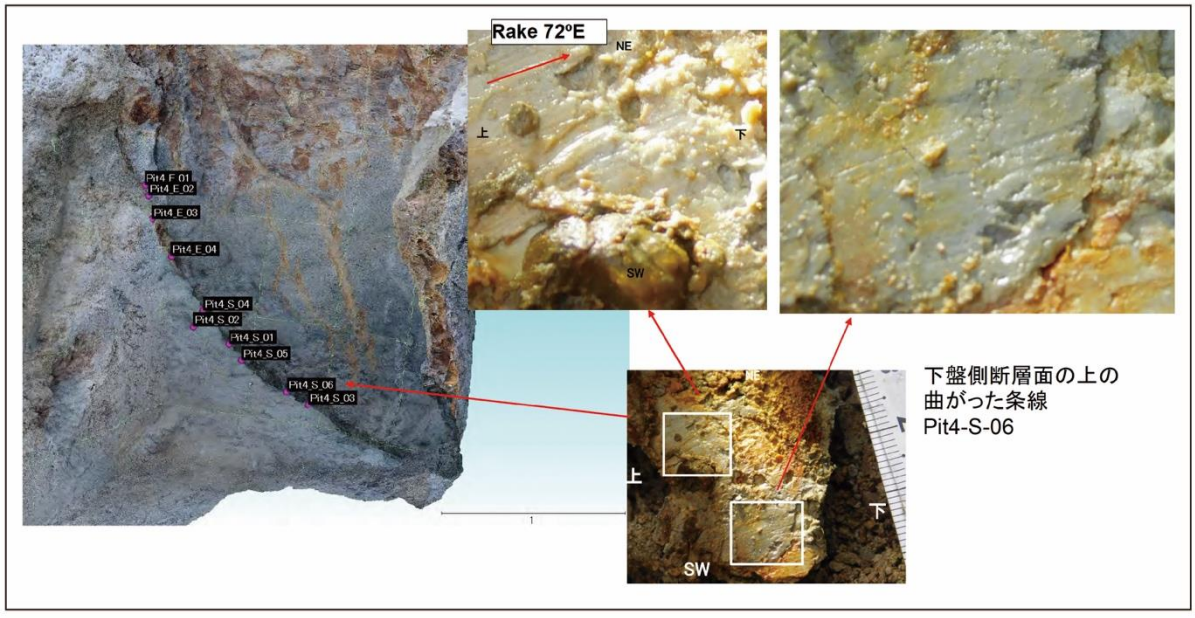


図 117　原地区丸原鉱山の Pit 4 で観察された断層条線の屈曲

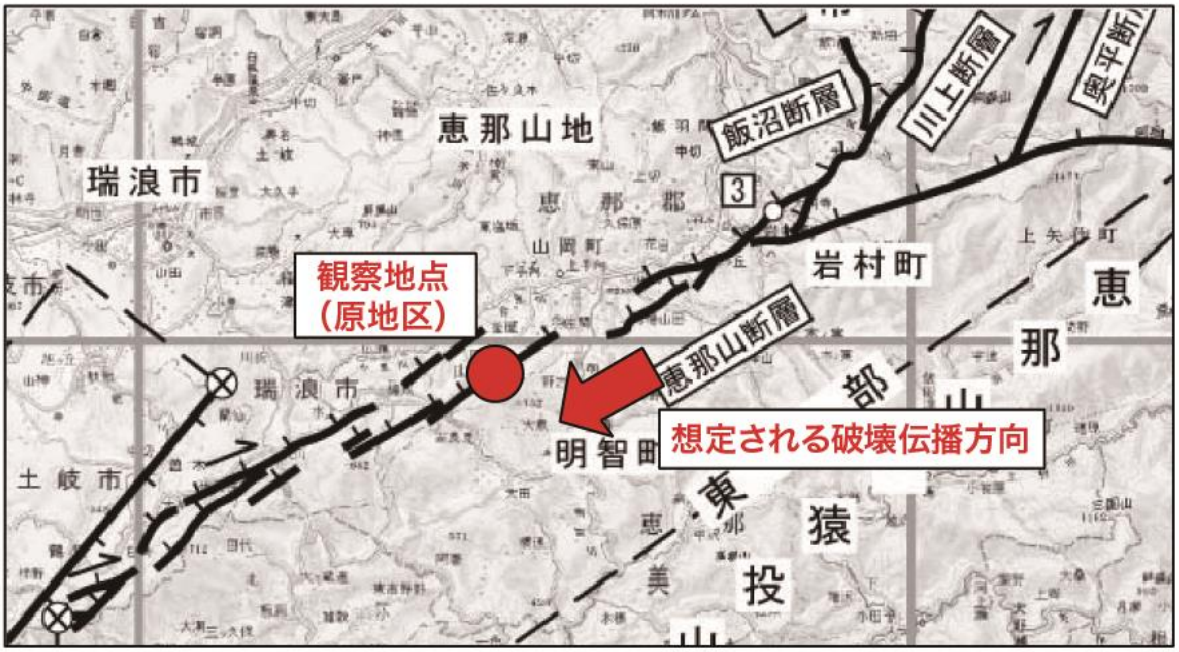


図 118　屈曲した条線から推定される恵那山断層における破壊伝播方向
基図には地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）を使用した。

6）構成断層及び地震規模の検討

恵那山-猿投山北断層帯を構成する活断層およびその断層帯を震源として発生する地震規模について、a）断層長さの検討、b）断層活動時期、c）断層運動方向、d）断層面の傾斜角の観点から検討を行なった。

a）断層長さの検討

猿投山北断層の南方への分布については、長久手市と豊田市の境界周辺までが知られており、鈴木・他(2004)によって愛知高速交通リニモの公園西駅西方（長久手市前熊一ノ井）が推定活断層の南限と図示されている。しかし、長久手市周辺より南西方向には、断層露頭が地表に露出していることがないため、地下における分布の南限が明確ではない。豊田地域の図幅（中島・他，2021）の範囲に、本断層の西南西方向を延長すると、断層の南には美濃帯のジュラ紀付加体が残丘状に小高い山地の地形を作っており、地下構造の隆起が予想される（斎藤，2021）。また、この地域の重力異常からも、長久手市から豊田市、名古屋市の西南西方向に重力異常の高まりが存在しており（村田・他，2020）、この方向に何らかの構造が存在していることが予想される。以上のように、猿投山北断層は従来知られるよりも南方への分布が予想される。そこで、猿投山北断層の南限周辺の断層情報を整理するため、この地域の地下地質情報であるボーリング資料やトレンチなどの調査報告を収集した。

断層露頭については、鈴木・他(2004)が示した猿投山北断層の南限以南では、長久手市前熊一ノ井付近と愛知高速交通リニモの公園西駅付近で報告がある。長久手市前熊一ノ井付近の県道力石名古屋線沿いでは、瀬戸層群矢田川累層日進部層のシルト層が破砕されて断層粘土化した構造が観察された（豊田市，1999）。この露頭は断層活動による撓曲帯と想定され、構造はN70°E、78°Nの走向傾斜を示す。愛知高速交通リニモの公園西駅付近で、リニモ建設時に駅の東北東側へ約 400 m において愛知県がトレンチ調査を実施し、断層の精査と断層活動が起こったときの構造物の耐震性評価を行った（昭和土木株式会社，2002）。断層は橋脚の間で見つかり、瀬戸層群矢田川累層藤岡部層の砂礫層（上盤）と日進部層の砂泥互層（下盤）が断層によって境されていることが明らかとなった。断層の走向はN50～57°E、傾斜は62～80°Sであり、猿投山北断層の走向傾斜と調和的である。

地下構造から推定される断層について、既存のボーリング資料（経済企画庁総合開発局国

土調査課，1973；愛知県防災会議地震部会，1983）や国土地盤情報検索サイト KuniJiban (https://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/index.html： 2022 年 4 月 15 日閲覧)を利用して検討を行なった（図 119)。豊田市八草町付近では、ボーリング資料から約 50 m の基盤上面の変位が確認された（図 120)。長久手市丸山では、ボーリング掘削と浅層反射法 S 波探査により基盤上面に約 60 m の南東側隆起の変位があることが確認された（図 121)。長久手市前熊一ノ井付近ではボーリング資料（図 119 に示した 5-84、5-85）から瀬戸層群の固結シルト層が約 12 m 変位している可能性が示唆された（愛知県防災会議地震部会，1983)。名古屋市天白区の国道 302 号線沿いの２本のボーリング資料において、標高約 38 m と 43 m に「軟岩・風化岩」と記載された地層がみられる。この地層は、周囲に広く分布する瀬戸層群の堆積岩ではなく、基盤岩を示唆している可能性がある。このボーリング位置の東北東 2.5 km の日進市香久山には、美濃帯のジュラ紀付加体の変成を受けた砂岩・泥岩・チャートが残丘状に地表に現れており（斎藤，2021)、この岩石が「軟岩・風化岩」として地下に分布している可能性がある。この位置より北方及び南方には同様の地層はみられないが、猿投山北断層の走向やジュラ紀付加体の残丘状に露出した分布を考慮すると、断層活動による隆起が起こった可能性もある。

今回の調査では猿投山北断層の分布の南限延長を明らかにすることは出来なかったが、また、従来から南限付近とされている長久手市前熊一ノ井に近接する長久手市丸山において、約 60 m の変位が確認されたことは、この場所よりも南方にも変位が地下に分布することを示唆している。本断層の分布を知るためには 50 m 以上のボーリング掘削や反射法地震波探査などの重力探査を用いた調査を実施する必要がある。

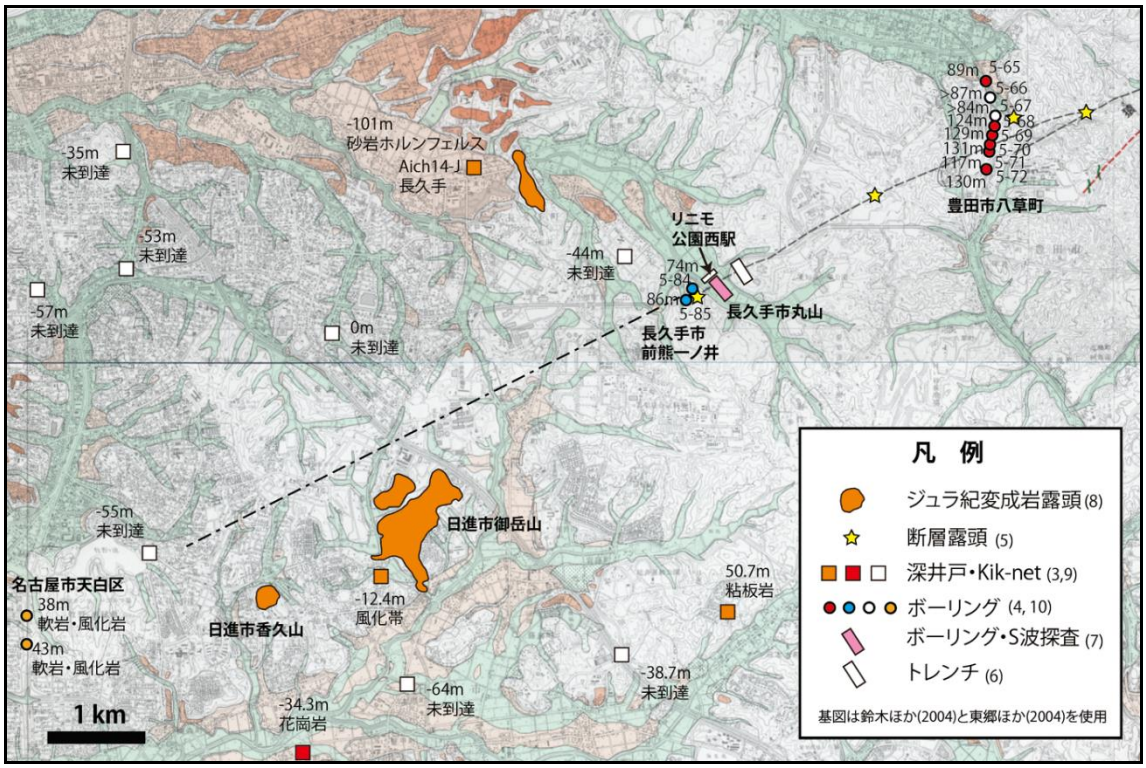


図 119 猿投山北断層の分布南限周辺において収集したボーリング、トレンチ、S 波探査などの文献情報の位置。

1:鈴木・他(2004)，2:東郷・他(2004)，3:経済企画庁総合開発局国土調査課(1973)，4:愛知県防災会議地震部会(1983)，5:豊田市(1999)，6:昭和土木株式会社(2002)，7:長久手市区画整理課公園西駅開発推進室・玉野総合コンサルタント株式会社(2015)，8:斎藤(2021)，9:中島(2021)，10: KuniJiban

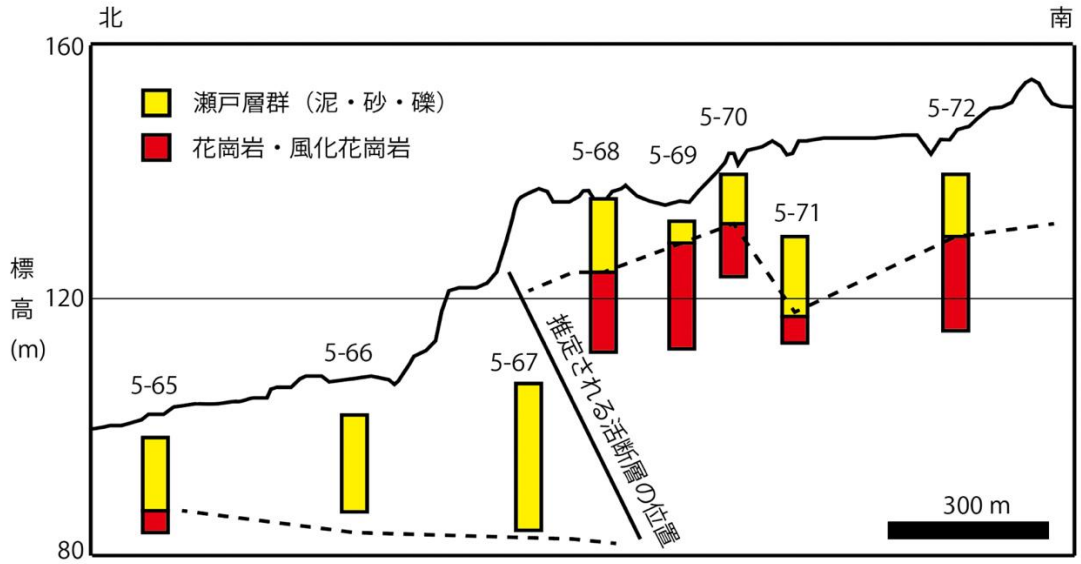


図 120 豊田市八草町周辺におけるボーリング資料に基づく猿投山北断層の位置。
ボーリングの位置は図 118 を参照。

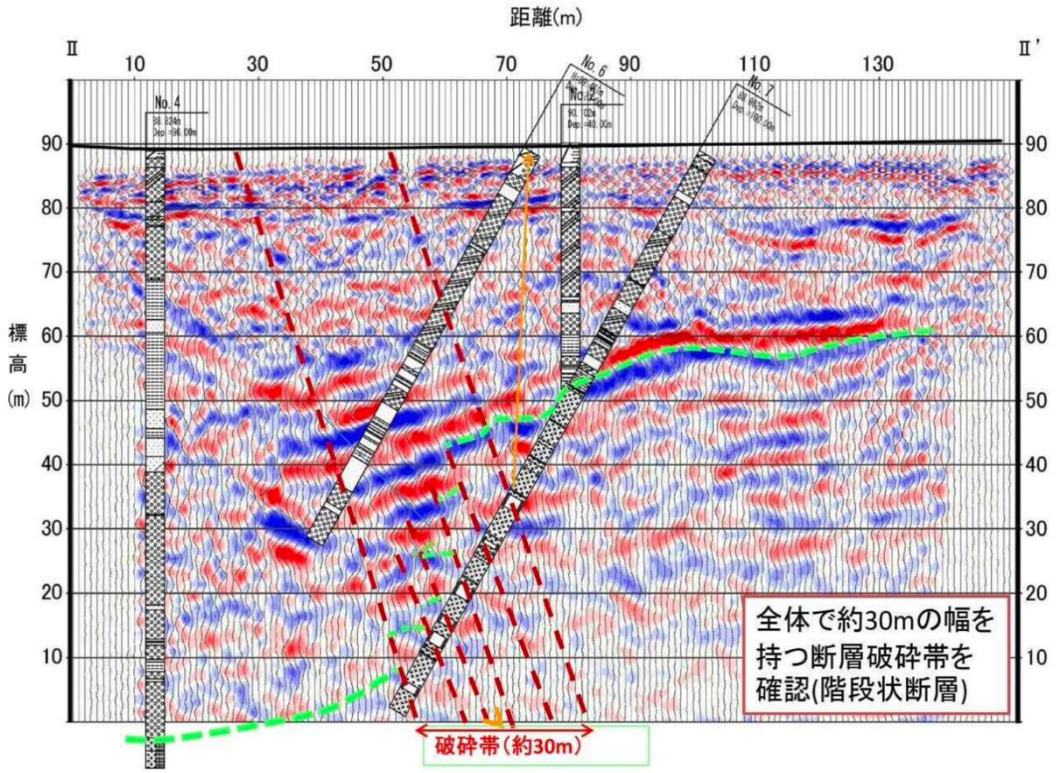


図 121 愛知高速交通リニモ公園西駅南西側（長久手市丸山）の香流川流域の低地において実施したボーリング調査と浅層反射法 S 波探査の結果。
長久手市区画整理課公園西駅開発推進室・玉野総合コンサルタント株式会社(2015)の図 33 を転載。
７本のオールコアボーリング掘削と３測線の浅層反射法 S 波探査を実施。
緑色の破線：基盤（花崗岩）の上面
南東側の上面標高が約 50～60 m、北西側の上面標高が約 0 ～10 m を示しており、その境界が破砕帯に相当する。60 m ほどの基盤上面の標高差と約 30 m の幅の破砕帯が明瞭に認められた。

b）断層活動時期に基づく検討

本プロジェクトでは、恵那山断層と猿投山北断層の断層活動時期を精度良く求めることにより、両断層の活動時期が分離される可能性があるのではないかという仮説の下に調査を進めた。しかし、本プロジェクトで実施したトレンチ調査の結果を踏まえても恵那山–猿投山北断層帯全体が活動した可能性が残され、その時期は「約 7,600 年前以後、約 7,200 年前以前」に限定される。

c）断層運動方向に基づく検討

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）の別冊２に示された恵那山–猿投山北断層帯の震源断層モデルでは、屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004）に基づき、猿投山北断層（西半部：横ずれ断層）と恵那山断層（東半部：逆断層）のすべり角（レイク角）について、それぞれ、180°および 90°と設定されている。

今年度に実施した東白坂トレンチでは、断層破砕帯の複合面構造の解析から猿投山北断層の断層運動方向が 10°～30°であることが確認された。また、昨年度に実施したピット調査における断層条線の観察結果から、恵那山断層の断層運動方向は 20°前後であることが確認された。したがって、両断層の断層運動方向は同じセンスであり、両者が同時に活動する可能性が十分に考えられる。

d）断層面の傾斜角に基づく検討

サブテーマ２で実施した地質調査の結果に基づき、猿投山北断層、恵那山断層および屏風山断層の断層面の傾斜角に関するデータを整理し、それらの平均値を求めた。猿投山北断層については、既往のトレンチ調査（鈴木・野澤，2006）および本プロジェクトのトレンチ調査において得られたデータに基づき、断層面の傾斜角について約 70°南東傾斜という値を得た（図 122 上段）。恵那山断層については、既存文献における記載および令和３年度に原地区で実施した断層条線観察時の記録の平均値として、約 60°南東傾斜という値を得た（図 122 中段）。屏風山断層については、既往文献に記載されている断層面の傾斜角の記載に基づき、その平均が約 55°になることを確認した（図 122 下段）。実際には、断層面の走向・傾斜は地点ごとに変わるものであり、上記の値は単なる平均像に過ぎないが、それぞれの活断層の地下構造モデルや断層モデルを想定する際の参考となることが期待される。

地震調査研究推進本部地震調査委員会（2004）では、恵那山断層を「逆断層」、猿投山北断層を「高角な横ずれ断層」と評価している。また、地震調査研究推進本部地震調査委員会（2009）の震源断層モデルでは、恵那山断層の断層面の傾斜角を 45°、猿投山北断層の断層面の傾斜角を 90°と設定している。両断層は地表トレースの平面形状は近接しているが、傾斜角が大きく異なるため、同時に活動する可能性が低いことが本プロジェクトを実施する前には想定された。しかし、断層露頭の情報のデータを整理した結果、断層面の傾斜角は近似していることが確認されたため、両断層が同時に活動する可能性は十分に考えられる。

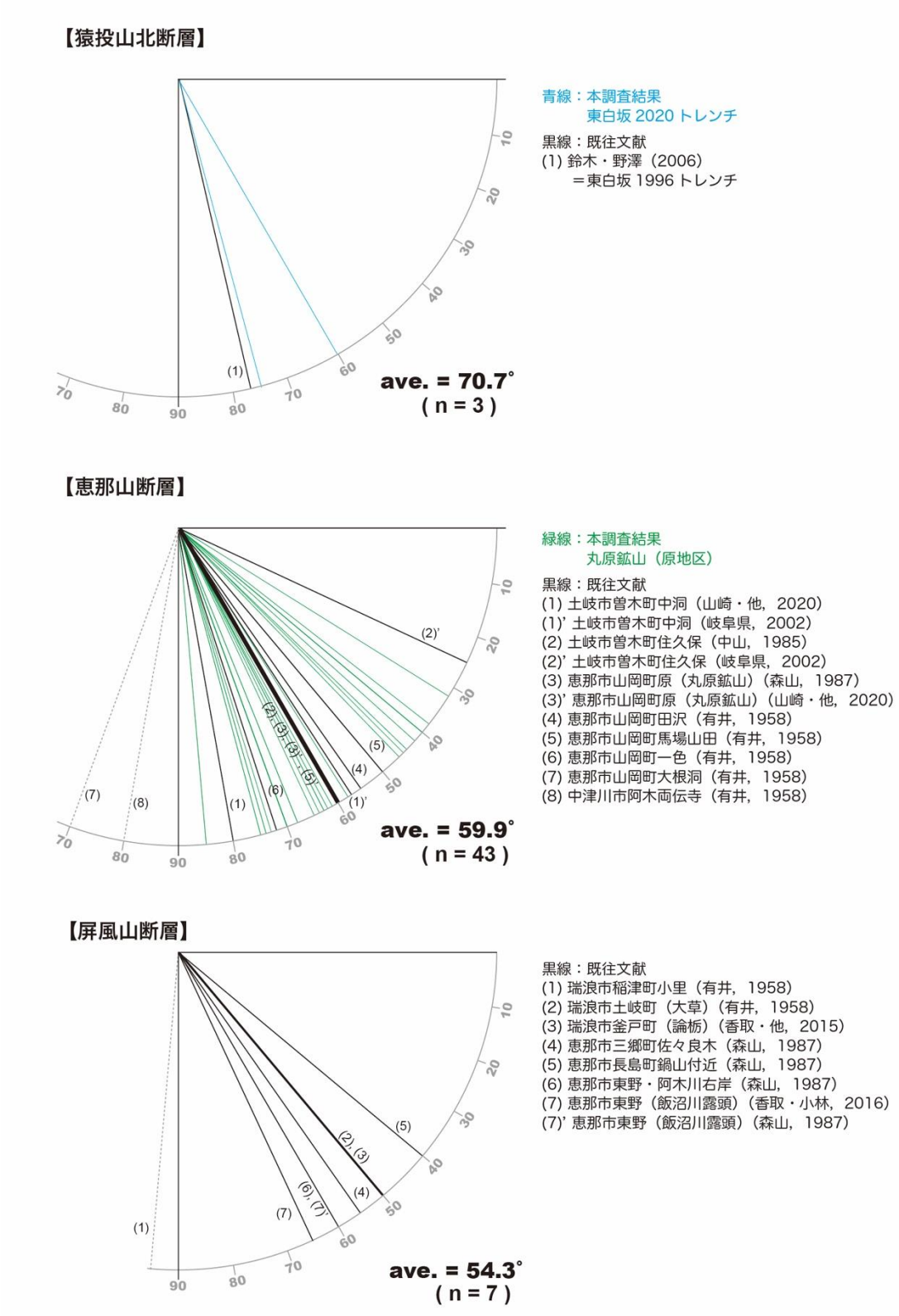


図 122　既往データと本プロジェクトで得られたデータに基づく猿投山北断層（上段）、恵那山断層（中段）および屏風山断層（下段）の断層面の傾斜角

(d) 結論ならびに今後の課題

恵那山－猿投山北断層帯及びその周辺において、地形地質調査を実施し、断層活動履歴、断層運動方向、平均変位速度、断層面の傾斜角、断層帯南西端の位置などを検討した。

断層活動履歴については、３地区において４孔のトレンチを掘削し、各地点における断層活

動時期に関する新しい情報を取得した。その結果、恵那山－猿投山北断層帯が 1 区間として活動した可能性は残されたままとなり、その時期は従来よりも限定された。新しく得られた活動履歴に関する情報を踏まえて、同断層帯が 1 区間で活動する場合と 2 区間に別れて活動する場合の最新活動時期と平均活動間隔を算出した。一方で、猿投山北断層における最新活動時期に関する問題については、本プロジェクトでは解決することができなかった。

断層運動方向について恵那山断層の丸原鉱山で実施した断層破砕帯調査では、最新活動面に残された断層条線の方向からすべり角が 20°程度であることが推定された。また、屈曲した断層条線の観察結果から調査地（丸原鉱山）では断層活動時における破壊伝播方向が北東から南西に向かったことが推定された。

阿木地区で実施したボーリング調査結果に基づく平均変位速度の検討については、火山灰分析結果に基づく地形面の年代（約 20 万年前）と地形面の変形量（約４ m）から上下平均変位速度を算出した後、断層条線の観察結果に基づいたすべり角の方向を考慮して、横ずれ平均変位速度を 0.1-0.15 m/千年と見積もった。

断層面の傾斜角については、既往文献に記されている断層面の傾斜に関する情報のデータ整理および本プロジェクトで得られたデータに基づいて、猿投山北断層、恵那山断層、屏風山断層の断層面の平均的な傾斜角を、それぞれ約70°、約60°、約55°と算出した。

猿投山北断層の南西延長については、既存ボーリング資料、トレンチ調査情報、地下構造探査資料の収集を行なった。これまでに猿投山北断層の南西端とされていた地点よりも先では活断層の存在を示す明瞭な情報を確認することはできなかったが、ジュラ紀付加体の変成岩の分布を指標とすると猿投山北断層延長で南東側が隆起した可能性がある。

(e) 引用文献

愛知県防災会議地震部会, 愛知県の地質・地盤.資料集, その 1 尾張部, 768p, 1983.

愛知県建築部・玉野総合コンサルタント (株),「平成８年度 瀬戸市南東部開発事業地質調査報告書（２） 第２編 断層調査」. 60p, 1997.

有井琢磨, 岐阜県岩村町付近の断層地形. 新地理, 7, 110-120, 1958.

Bemis, S.P., Micklethwaite, S., Turner, D., James, M.R., Akciz, S., Thiele, S.T., Bangash, H.A., Ground-based and UAV-Based photogrammetry: a multi-scale, high-resolution mapping tool for structural geology and paleoseismology. J. Struct. Geol. 69, 163-178, 2014.

Bronk Ramsey, C., Bayesian analysis of radiocarbon dates, Radiocarbon 51(1), 337-360, 2009.

Fossen, H., Structural Geology. Cambridge University Press, Cambridge. 2010.

Furukawa, Y., Hernández, C., Multi-view Stereo: A Tutorial. Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision, 9, 1-148, 2015.

岐阜県,「平成 13 年度 地震関係基礎調査交付金 屏風山・恵那山断層帯に関する調査成果報告書」. 118p, 2002.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の評価, 50p, 2004.

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 全国地震動予測地図, 別冊２, 352p, 2009.

経済企画庁総合開発局国土調査課, 中部圏地下水(深井戸)資料台帳, 1597p, 1973.

香取拓馬・小林健太, 斜交する断層帯会合域の断層幾何及び運動像の変遷–屏風山断層の例–（R14-P-7）（ポスターセッション）（演旨）. 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, p.264, 2016.

香取拓馬・小林健太・安江健一・丹羽正和・小松哲也・細矢卓志・笹尾英嗣, 岐阜県南東部に位置する屏風山断層の破砕・変質履歴（SSS29-P06）（ポスターセッション）（演旨）. 日本地球惑星科学連合大会予稿集（DVD), SSS29-P06, 2015.

Kearse, J., Kaneko, Y., Little, T., Van Dissen, R., Curved slickenlines preserve direction of rupture propagation. Geology, https:// doi.org/10.1130/G46563.1,

2019.
Kearse, J., Kaneko, Y., On‐fault geological fingerprint of earthquake rupture direction. J. Geophys. Res., 125, e2020JB019863. 2020.
町田　洋・新井房夫編，新編火山灰アトラス-日本列島とその周辺-. 東京大学出版会，336p, 2003.
宮内崇裕・岡田篤正・杉戸信彦・鈴木康弘・吉田英嗣，1:25,000 都市圏活断層図　屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯とその周辺「恵那」. 国土地理院技術資料　D1-No.758, 2017.
森山昭雄，木曽川・矢作川流域の地形と地殻変動. 地理学評論（Ser.A），60，67-92，1987.
村田泰章・宮川歩夢・駒澤正夫・名和一成・大熊茂雄・岸本清行・石原丈実・志知龍一,名古屋地域重力図（ブーゲー異常）1:200,000.重力図，no. 34，産業技術総合研究所地質調査総合センター，2020.
長久手市区画整理課公園西駅開発推進室・玉野総合コンサルタント株式会社，長久手市公園西駅周辺土地区画整理事業　平成 26 年度　地質調査業務委託　（推定活断層調査）報告書. 長久手市，71p，2015.
中島　礼，第 9 章 地質構造.豊田地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター，64-74，2021.
中島　礼・植木岳雪・山崎　徹・高木哲一・斎藤　眞，豊田地域の地質.地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅).産総研地質調査総合センター，91p，2021.
中山勝博，岐阜県土岐市における瀬戸層群の堆積盆地. 地団研専報：瀬戸内区の特性，no. 29，119-129，1985.
岡田篤正・廣内大助・松多信尚・宮内崇裕，1:25,000 都市圏活断層図　屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯とその周辺「中津川」. 国土地理院技術資料　D1-No.758，2017.
Otsubo, M., Shigematsu, N., Imanishi, K., Ando, R., Takahashi, M., Azuma, T., Temporal slip change based on curved slickenlines on fault scarps along Itozawa fault caused by 2011 Iwaki earthquake, northeast Japan. Tectonophysics, 608, 970-979, 2013.
Petit, J.P., Criteria for the sense of movement on fault surfaces in brittle rocks. J. Struct. Geol., 9, 597-608, 1987.
Reimer, P.J. Austin,W.E.N, Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen,K.A., Kromer,B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, u., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S., The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), Radiocarbon 62(4), 725-757, 2020.
斎藤　眞，第 3 章 美濃帯のジュラ紀付加体.豊田地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅).産総研地質調査総合センター，12-16，2021.
昭和土木株式会社，東部丘陵切土面での地質変質部に関する考察. 愛知県，60p，2002.
Smith, V.C., Staff, R.A., Blockley, S.P.E., Bronk Ramsey, C., Nakagawa, T., Mark, D.F., Takemura, K., Danhara, T., and Suigetsu 2006 Project Members, Identification and correlation of visible tephras in the Lake Suigetsu SG06 sedimentary archive, Japan: chronostratigraphic markers for synchronising of east Asian/west Pacific palaeoclimatic records across the last 150ka. Quaternary Science Reviews, 67, 121-137, 2013.
鈴木康弘・野澤竜二郎，猿投山北断層のトレンチ調査－横ずれ断層の活動認定と議論－. 月刊地球，号外，No.54，171-179，2006.
鈴木康弘・岡田篤正・熊原康博・東郷正美，1:25,000 都市圏活断層図「瀬戸」. 国土地理院技術資料　D1-No.435，2004.

東郷正美・岡田篤正・澤 祥・鈴木康弘, 1:25,000 都市圏活断層図「豊田」. 国土地理院, 2004.
豊田市環境部自然保全課, 豊田市の活断層と地震.108p, 1999.
Triantafyllou, A., Watlet, A., Le Mou'elic, S., Camelbeeck, T., Civet, F., Kaufmann, O., Quinif,Y., Vandycke,S., 3-D digital outcrop model for analysis of brittle deformation and lithological mapping (Lorette cave, Belgium). J. Struct. Geol., 120, 55-66, 2019.
山崎　徹・野田　篤・尾崎正紀, 明智地域の地質, 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 120p, 2020.

３．３　断層の三次元地下形状把握のための調査観測

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　断層の三次元地下形状把握のための調査観測

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	教授	渡辺　俊樹
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	教授	山岡　耕春
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	准教授	田所　敬一
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学	講師	市原　寛

(c) 業務の目的

恵那山–猿投山北断層帯の西半部と東半部の境界付近における複数の断層、ならびに屏風山断層と猿投山北断層の地下での連続性を把握するとともに、猿投山北断層、猿投–境川断層、恵那山断層の地下での三次元的形状を明らかにする。これらの結果を本断層帯の構成断層の妥当性や活動区間の検討、強震動の予測精度の高度化に活用する。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

恵那山断層、猿投山北断層、猿投－境川断層の境界付近で、過去に生じた微小地震の精密震源再決定を行った。得られた震源分布の三次元的形状を基に、各断層の地下での関係について検討した。浅部反射法探査を実施するために予備調査を行い、恵那山－猿投山北断層帯の西半部と東半部との境界付近、並びに屏風山断層と猿投山北断層との間において反射法探査の測線を選定し、調査仕様を検討した。

2) 令和３年度：

令和２年度に実施した予備調査により選定した測線と調査仕様に基づいて浅部反射法探査を実施した。当該地域の既存の反射法探査のデータの再解析に着手した。

3) 令和４年度：

令和３年度に実施した浅部反射法探査データの解析および既存の反射法探査のデータ解析と解釈を行った。令和２年度に実施した地震活動の再解析結果と合わせて、調査観測のまとめを行った。地下構造の知見は本断層帯の構成断層や活動区間の検討に活用された。

(2) 令和４年度の成果

(a) 業務の要約

昨年度（2021年９月）恵那山断層と猿投山北断層、猿投－境川断層を横切る約５～７km長の計３本の測線において実施した浅部反射法探査のデータ解析を実施した。この探査データを用いて、各測線における屈折法（トモグラフィ）解析、４区間で実施した浅層反射法解析、各測線における屈折法データを用いた低重合反射法解析、猿投山北断層を横切る測線のサブテーマ２で実施したトレンチ調査地点付近において実施した高密度高分解能な極浅層反射法解析を実施した。これらの結果の断層構造の解釈を行った。

当該地域の既存の反射法調査のデータを用いて、反射法の再解析および屈折法（トモグラフィ）解析を実施した。

(b) 業務の実施方法

本年度の業務項目は、下記の１項目とした（令和２、３年度の報告書との対応を維持するため1)とした）。

1) 浅部反射法探査の実施と既存の反射法調査のデータの再解析

実施方法の概要は以下の通りである。詳しくは次節「(c)業務の成果」で述べる。

恵那山-猿投山北断層帯の西半部と東半部の境界付近における複数の断層、ならびに屏風山断層および猿投山北断層との間の地下での連続性を把握するとともに、各断層の地下での三次元的形状や連続性等を明らかにするため、浅部反射法探査を実施した。本年度は、昨年度実施した浅部反射法探査のデータ解析を実施した。また、当該地域の既存の反射法調査のデータ再解析を実施した。

(c) 業務の成果

1) 浅部反射法探査データの解析および既存の反射法探査データの再解析

a) 浅部反射法探査データの解析

対象データは昨年度に実施した以下の３測線の浅部反射法と屈折法の地震探査データである。測線１、２、３の３測線であり、測線長合計は約17.8 kmであった。３つの測線と既存の調査の測線を図１に合わせて示す。

測線１：猿投山北断層地表位置および猿投－境川断層地表位置を横切る全長約5.4 km（図２）

- 測線概要：愛知県県道33号線上の東西約5.4 km区間。
- 断層との位置関係：測線西側において猿投山北断層を横断し、測線東側で猿投－境川断層を横切る。

測線２：恵那山断層地表位置南端付近において猿投山北断層地表位置を横切る全長約7.0 km（図３）

- 測線概要：岐阜県県道13号線および同県道33号線上の東南東－西北西方向の約７km区間。
- 断層との位置関係：測線中央部において猿投山北断層地表位置を横切る。

測線３：恵那山断層地表位置を横断する全長約5.4 km（図４）

- 測線概要：富田川および吉田川に沿う南東－北西方向の約5.3 km区間。
- 断層との位置関係：測線中央部の二か所で恵那山断層地表位置を横切る。

調査測線上に想定される地質構造に応じて、調査測線を浅層反射法区間と屈折法延長・接続区間および極浅層反射法区間（測線１のみ）に区分しており、データはそれぞれ異なる調査仕様で取得された。調査仕様の詳細は令和３年度の成果報告書に詳述されている。

1. 浅層反射法区間
   - 測線１：猿投山北断層地表位置を横断する２km 区間および猿投－境川断層地表位置を横断する２km 区間
   - 測線２：猿投山北断層地表位置を横断する３km 区間
   - 測線３：恵那山断層地表位置を横断する４km 区間
2. 極浅層反射法区間
   測線１のうち、猿投山北断層地表位置を横断する 200 m 区間。
3. 屈折法区間
   - 全３測線。

データ解析作業は（株）地球科学総合研究所に委託した。以下に、屈折法（トモグラフィ法）、反射法（浅部反射法および極浅層反射法）のそれぞれのデータ処理手法を記載する。

i) 屈折法データ解析

測線１、２および３の各屈折法発振記録の初動走時を読み取り、屈折トモグラフィ解析を行った。

トモグラフィ解析におけるインバージョンのアルゴリズムには Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT法)を用いた。セルのサイズはすべての測線で水平方向 25 m、鉛直方向 25 mとした。インバージョンの信頼性評価として、初期モデルランダム化によるモンテカルロ不確実性解析（白石・他, 2010）を行った。ランダムに生成した100ケースの初期モデルに対してトモグラフィ解析を実施し、すべての結果を平均した速度分布および標準偏差分布を求めた後、平均速度分布を初期モデルとして再度トモグラフィ解析を実施し、得られた速度構造モデルを最終的な解析結果とした。反復回数は各初期モデルに対して15回とした。

図５～７にそれぞれ測線１～３のトモグラフィ解析結果を示した。

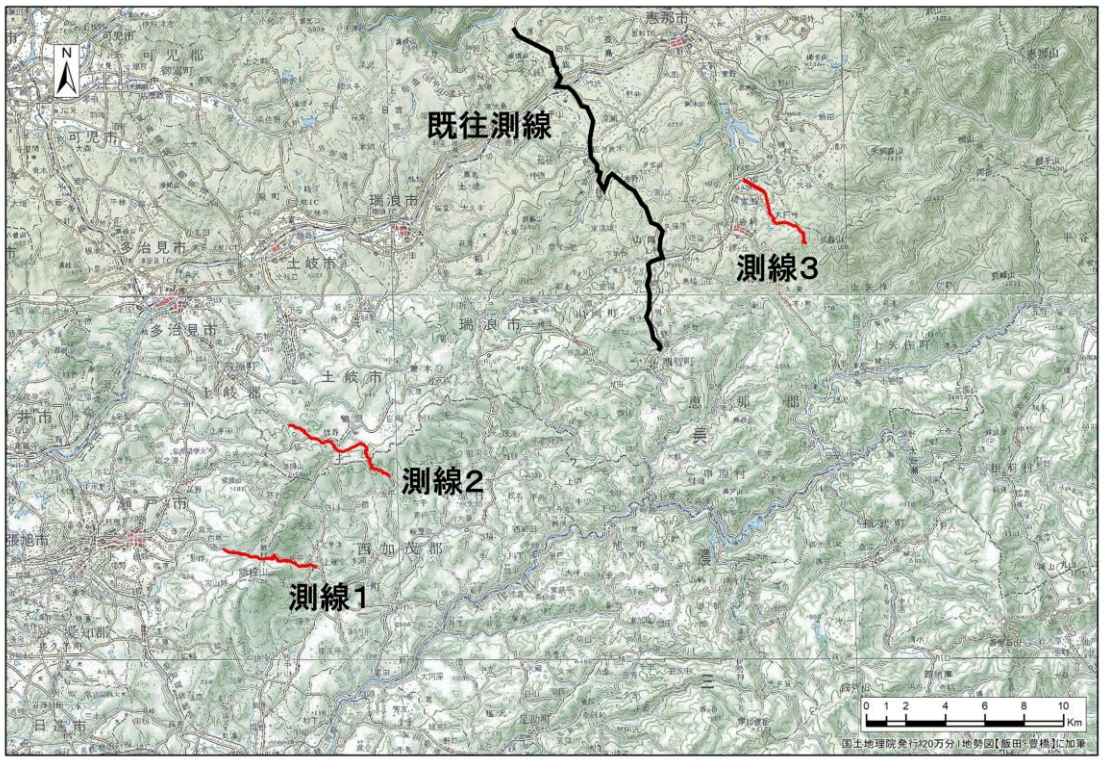


図１　探査測線（全体）。国土地理院 20 万分の 1 地図に加筆。



図２　測線１（長さ約 5.4 km）。国土地理院の地理院地図に都市圏活断層図（岡田・他，2017）の断層の地表トレースを参照して加筆。



図３　測線２（長さ約 7.0 km）。国土地理院の地理院地図に都市圏活断層図（岡田・他，2017）の断層の地表トレースを参照して加筆。



図４　測線３（長さ約 5.3 km）。国土地理院の地理院地図に都市圏活断層図（岡田・他，2017）の断層の地表トレースを参照して加筆。

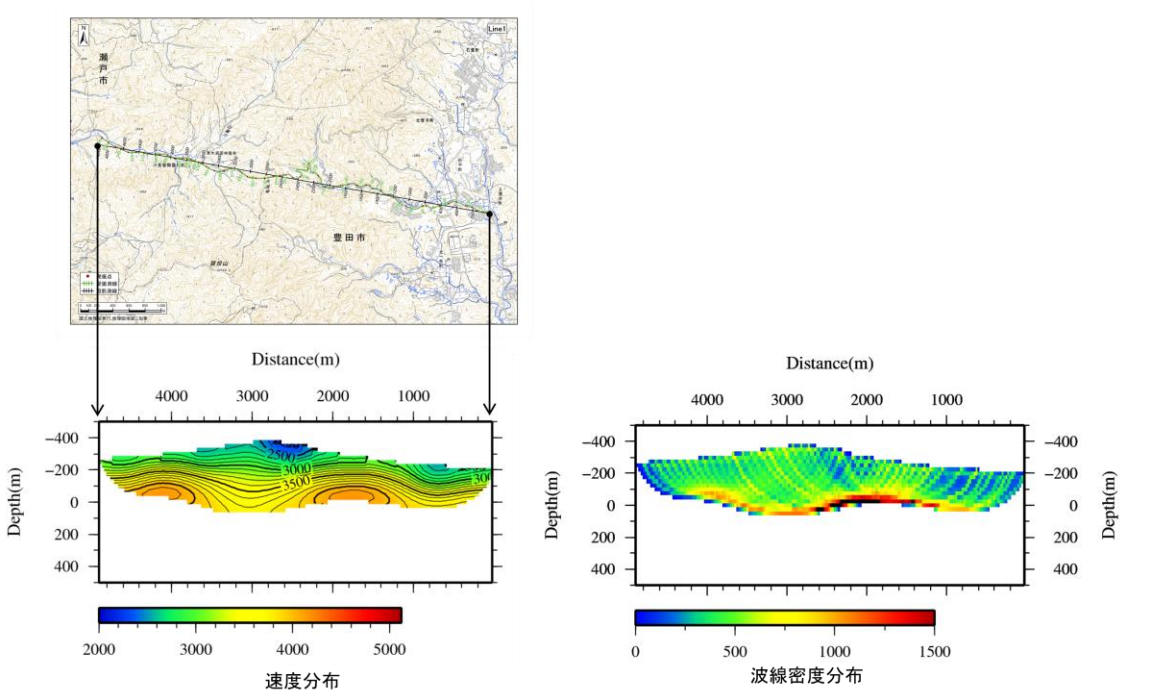


図５　屈折法データのトモグラフィ解析結果（測線１）。速度分布（左）と波線密度分布(右)。測線図は国土地理院の地理院地図に加筆。

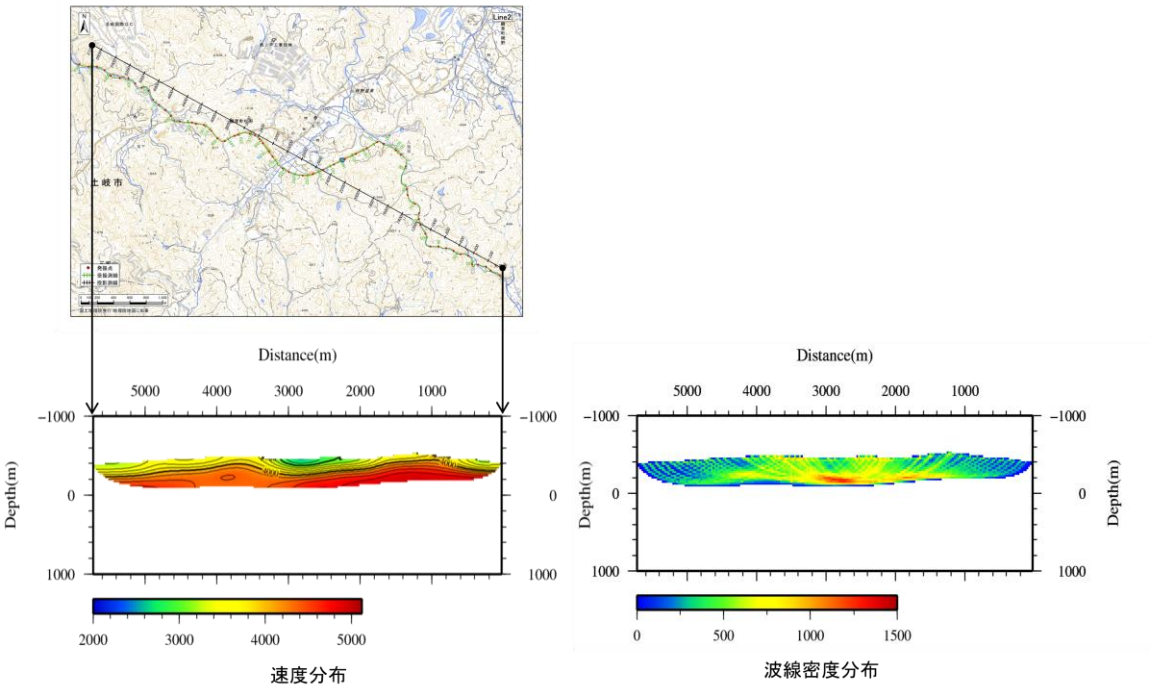


図６　屈折法データのトモグラフィ解析結果（測線２）。速度分布（左）と波線密度分布(右)。測線図は国土地理院の地理院地図に加筆。

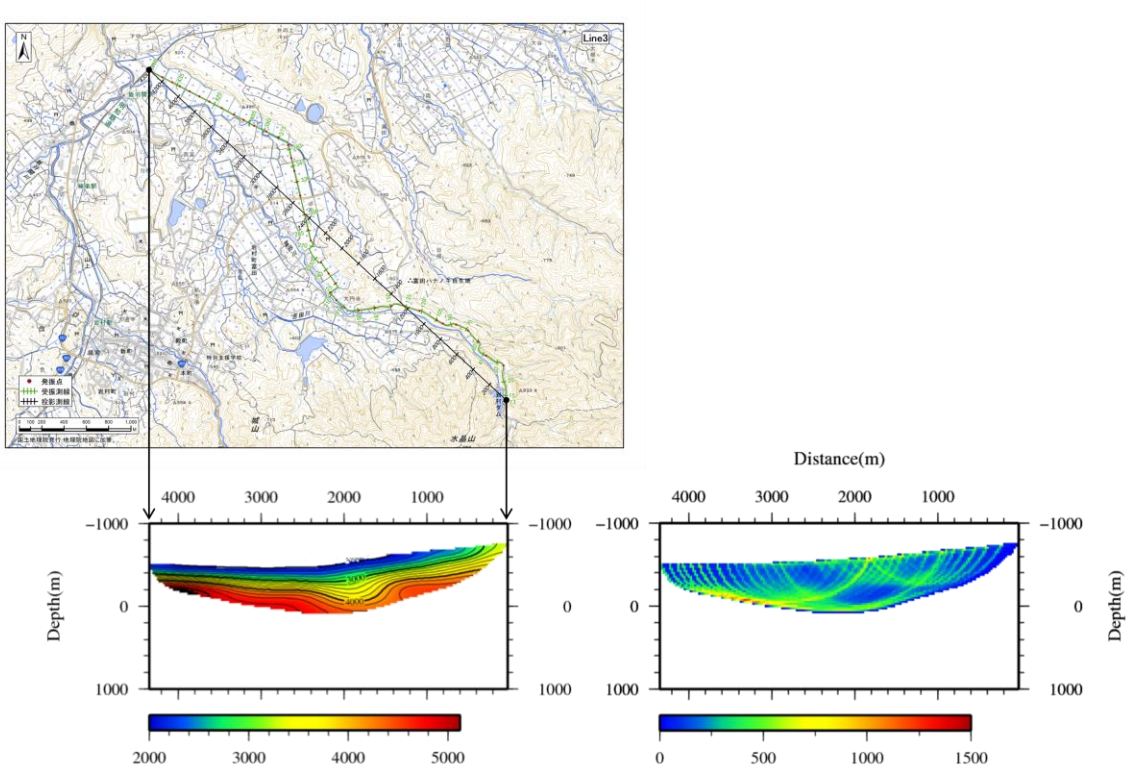


図７　屈折法データのトモグラフィ解析結果（測線３）。速度分布（左）と波線密度分布(右)。測線図は国土地理院の地理院地図に加筆。

ii）反射法データ解析

３測線計４区間の浅層反射法データ解析、１区間の極浅層反射法データ解析、３測線の屈折法発振記録を用いた低重合反射法データ解析を行った。浅層反射法データ解析と低重合反射法データ解析ではCMP重合法に加えてMDRS重合法によるデータ処理もあわせて実施した。

浅層反射法のデータ処理フローを図８に示す。以下には各データ処理を列挙し、今回の解析で採用した手法やその理由、与えたパラメータなどの特記事項があれば付記した。極浅層反射法および低重合反射法のデータ処理では浅層反射法と重複する部分は報告書では割愛し、特記事項があれば付記した。

浅層反射法データ解析

(1) フォーマット変換およびデータ編集

(2) トレースヘッダへの測線情報の入力

データ解析における基準標高面を平均海水面位置に設定した。CMP 間隔を 2.5 m とした。

(3) 屈折波初動解析

改良型タイムターム法による屈折初動解析を行い、受振点および発振点タイムターム値と表層基底層速度を算出した。この手法では、解析対象とする屈折面を２次元ブロックに分割し、一般化線形インバージョンによって各ブロックに対して表層基底層速度を求める。また、各発振点および各受振点における表層基底深度を求めることができる。

(4) 最小位相変換

(5) 初動繰り返しノイズ抑制処理

強振幅の屈折波初動およびその繰り返しを抑制するための初動抑制処理を実施した。

(6) 線形ノイズ抑制処理

表面波等の低速度の線形ノイズを抑制するため、共通発振点記録において F-X 速度フィルタを適用した。本処理は測線 3 のデータのみに適用した。

(7) 共通反射点編集

(8) 浮動基準面に対する静補正

各発振点および受振点の静補正値は標高補正量および表層補正量の和とした。表層補正により低速度の表層構造の変化による影響が除去される。標高補正速度には屈折波初動解析で求めた基準面補正速度（測線１：3000 m/s、測線２：3500 m/s、測線３：4000 m/s）」を用いた。

(9) 初動ミュート

(10) 振幅補償

(11) デコンボリューション

記録の分解能向上を図るために適用した。

(12) 音波抑制処理

測線 2 および測線 1 西側区間について、高周波の音波ノイズを抑制するために実施した。

(13) 重合速度解析

定速度重合法による速度解析を実施した。

(14) NMO 補正

(15) 残差静補正

本処理は連続的な反射面が認められる測線 3 のみに適用した。

(16) 重合前振幅調整

(17) 共通反射点重合処理（CMP Stacking）

(18) 周波数－空間領域予測フィルタ

ランダムノイズを抑制し相対的に S/N を向上させるために実施した。

(19) 重合後時間マイグレーション

時間－空間座標領域における差分法時間マイグレーションを適用した。マイグレーショ

ン速度には時間および空間方向に平滑化およびスケーリングを施した重合速度を用いた。

(20) 時間－空間可変帯域通過フィルタ

有効周波数帯域外のノイズを抑制しS/Nを向上させるために適用した。

(21) 深度変換

重合速度解析結果を時間および空間方向に平滑化した速度分布を用いて、Vertical Stretch法による深度変換を実施した。

(22) 基準面補正

上記の標準的な反射法処理に加えて、マルチディップ型CRS法処理(MDRS処理)を行った。MDRS 処理は、複数の反射面を含む複雑な地質構造に対応しつつ、反射面の連続性に着目してより多くの CMP を合わせたスーパーギャザーを重合処理することで従来の CMP 処理よりも高い S/N 反射比を得て反射面検出の精度を向上させる手法である（青木・他, 2010）。MDRS処理は以下にしたがって実施した。

(23) スーパーギャザーの作成

(24) 定速度スキャン

(25) MDRSスキャン

まず傾斜範囲を設定し、それぞれの傾斜に対して CRS スキャンを実施して、CRS アトリビュートを求め、それを用いてスーパーギャザーへの走時補正を行って、重合処理を行った。

(26) MDRSピッキング

重合結果および CRS アトリビュートに対してサンプル毎にセンブランス値の高い順に並べ替えを行った。

(27) MDRS重合

センブランス値の高い方から２番目までのセクションを用いて MDRS 重合を実行し、最大２つまでの反射波が交差する状況（コンフリクティング・ディップ）に対応した CRS 重合記録を作成した。

以上の処理により得られたCMP重合法およびMDRS重合法の深度断面図を、それぞれ測線１～３について図９～11 に示す。反射法深度断面図には屈折トモグラフィ法により得られた速度分布を重畳して表示した。

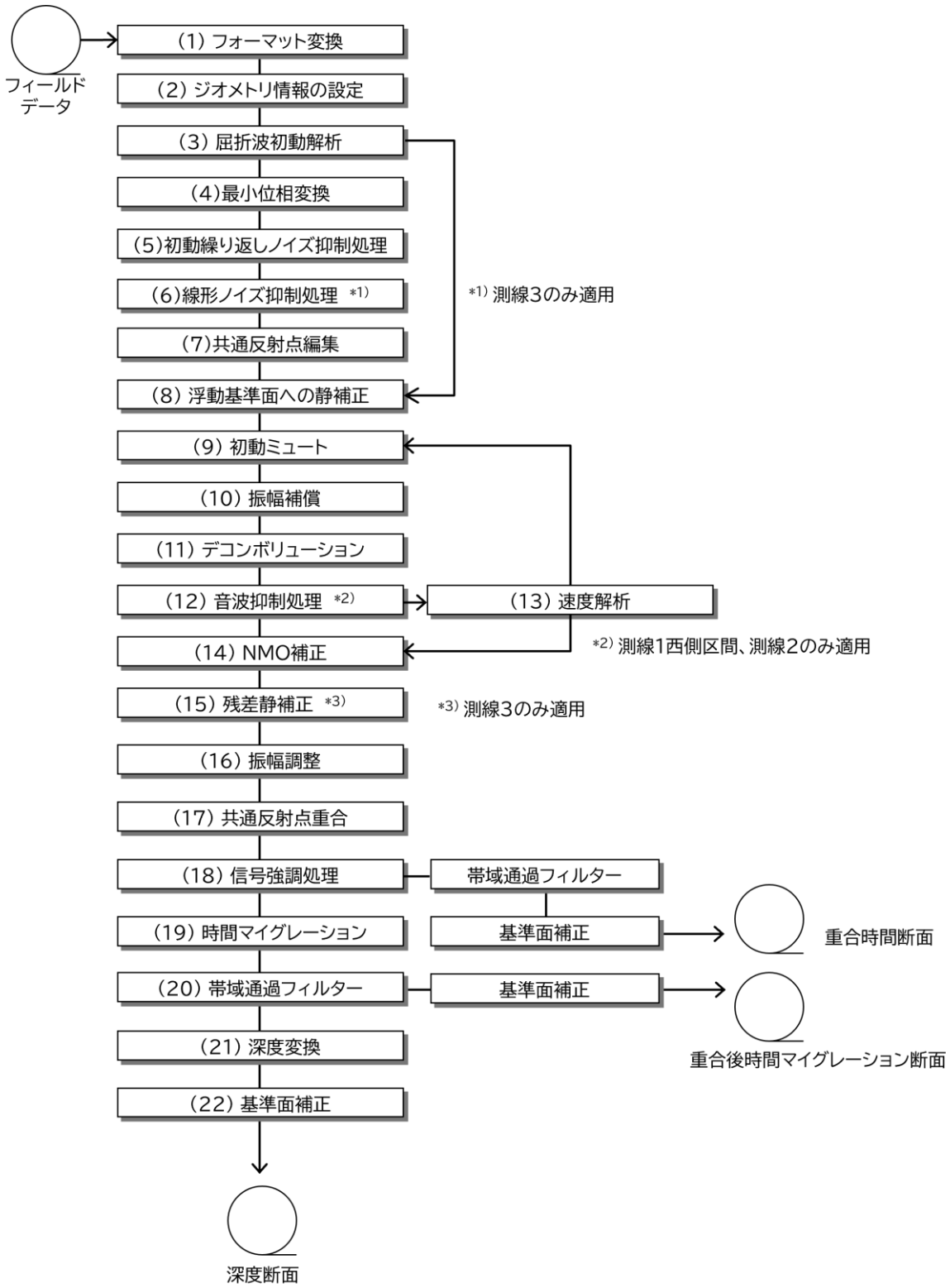


図８　浅層反射法解析のデータ処理フロー。

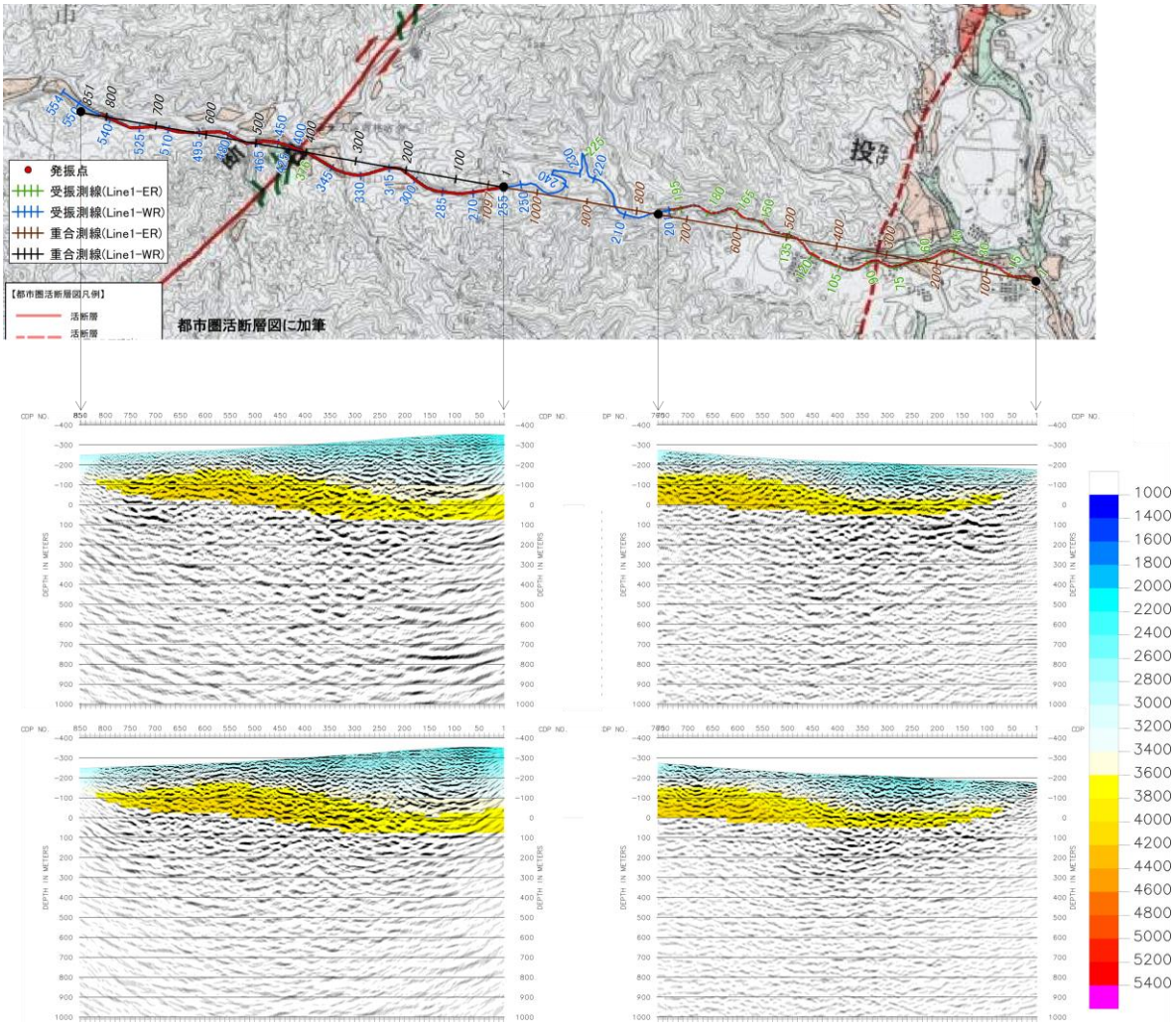


図９　浅層反射法の測線および深度断面（測線１）。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。図中の黒と茶の数字は CMP 番号であり反射断面の横軸（CDP No.）に対応する（CDP と CMP の意味は同じ）。青と緑の数字は受振点番号を表す。反射法断面図はそれぞれ（中）CMP 重合法、および（下）MDRS 重合法による。カラーは屈折トモグラフィ法により得られた速度分布を表す。

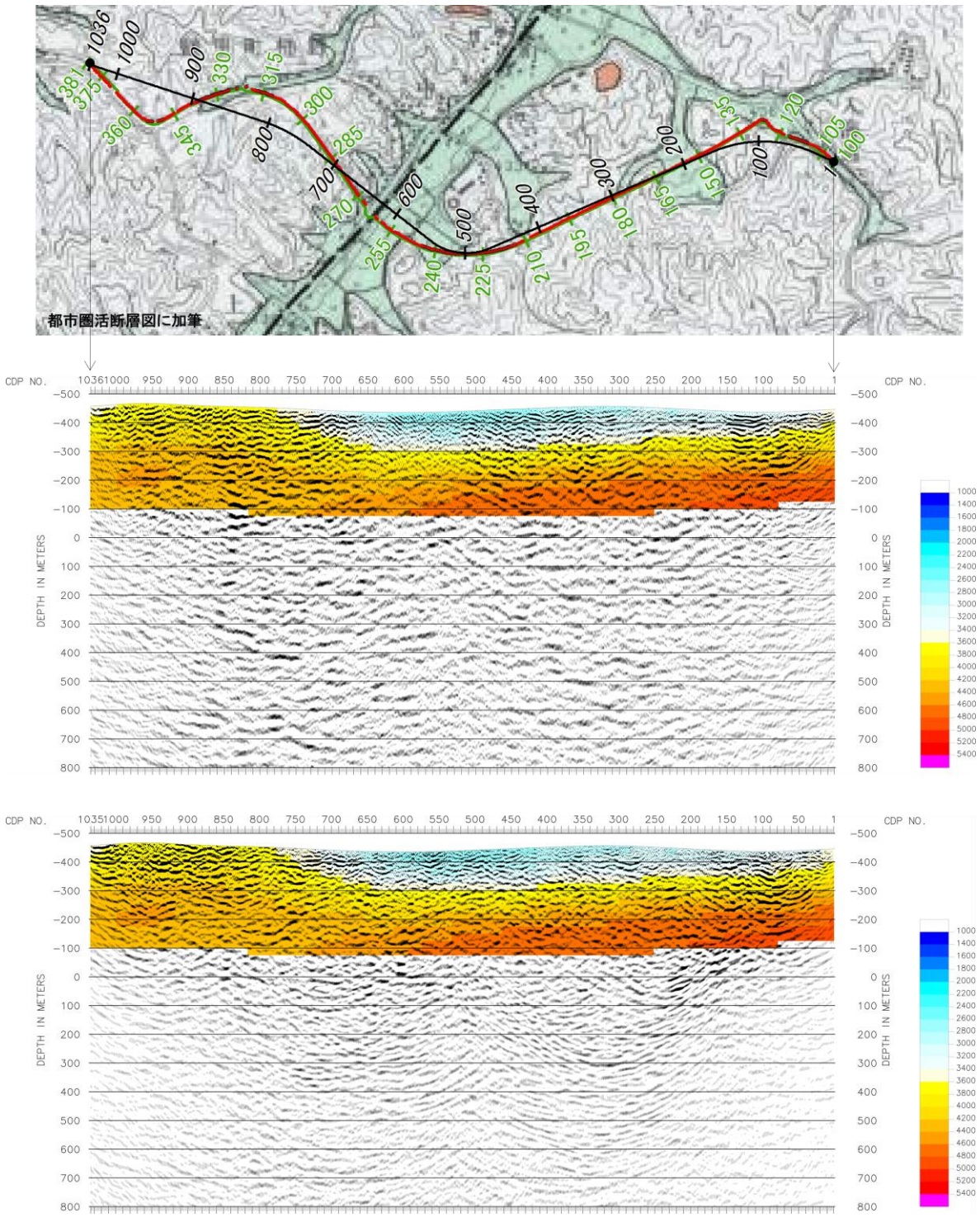


図 10　浅層反射法の測線および深度断面（測線２）。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。反射法断面図はそれぞれ（中）CMP 重合法、および（下）MDRS 重合法による。カラーは屈折トモグラフィ法により得られた速度分布を表す。

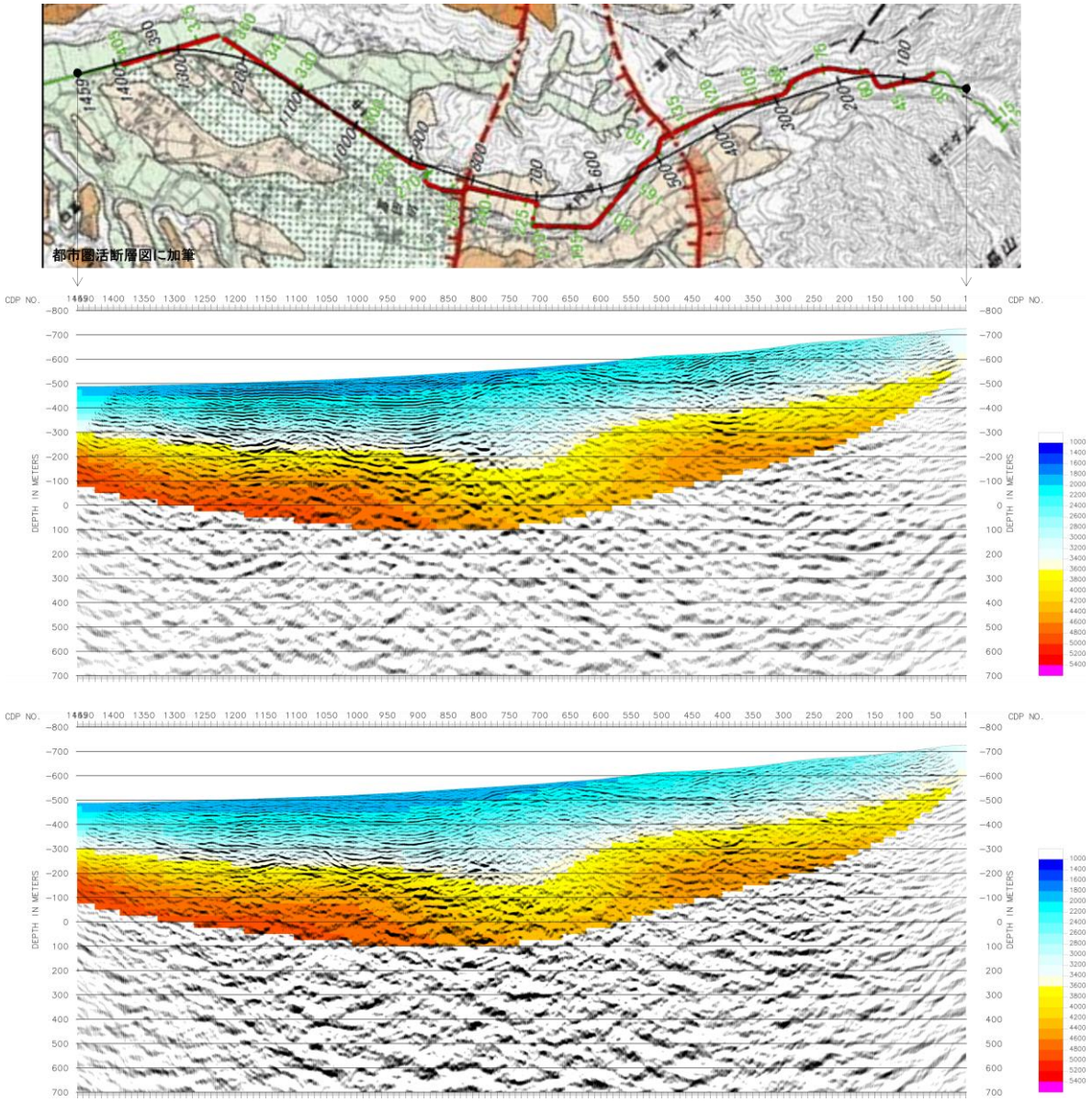


図 11　浅層反射法の測線および深度断面（測線３）。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。反射法断面図はそれぞれ（中）CMP 重合法、および（下）MDRS 重合法による。カラーは屈折トモグラフィ法により得られた速度分布を表す。

極浅層反射法データ解析

測線１の西側区間、すなわち猿投山北断層を横断するように設定された極浅層反射法区間で得られた極浅層反射法データについて、極浅層反射法データ解析を行った。データ処理フローは浅層反射法とおおむね共通しているため割愛する。CMP 間隔を 0.5 m とし、高い空間解像度の解析を実施した。

図 12 にマイグレーション後の時間断面、図 13 に深度断面を示す。図 14 にタイムターム法による表層構造推定結果と時間断面および深度断面の比較を示す。

低重合反射法データ解析

測線１～３の屈折法発振記録を用いた低重合反射法データ解析を行った。データ処理フローは浅層反射法とおおむね共通しているため割愛する。CMP 間隔は 2.5 m である。この解析では、重合数が低下するため S/N 比の改善は見込めないものの、屈折法発振記録を用いることにより測線長が長く取れること、および発振周波数が低いことから、より深部までの反射断面の作成が可能となる。また、低角な波線経路が増加するため断層のような高角な反射面での反射波を捉えられる可能性が向上することが期待される。

すべての測線の記録に対しこの解析を行ったが、本報告書では、測線１の結果のみを示す。測線１では浅層反射法を東部と西部の２区間で実施したが、その延長区間および結合区間において屈折法発振とデータ取得を実施した。このデータ解析を行うことで、測線の全体を通した反射断面の作成が可能になり、浅層反射法よりも広範囲でやや深部に至る反射断面が得られた。

図 15 に測線１の CMP 重合法によるマイグレーション後の深度断面、図 16 に MDRS 重合法によるマイグレーション後の深度断面を示す。

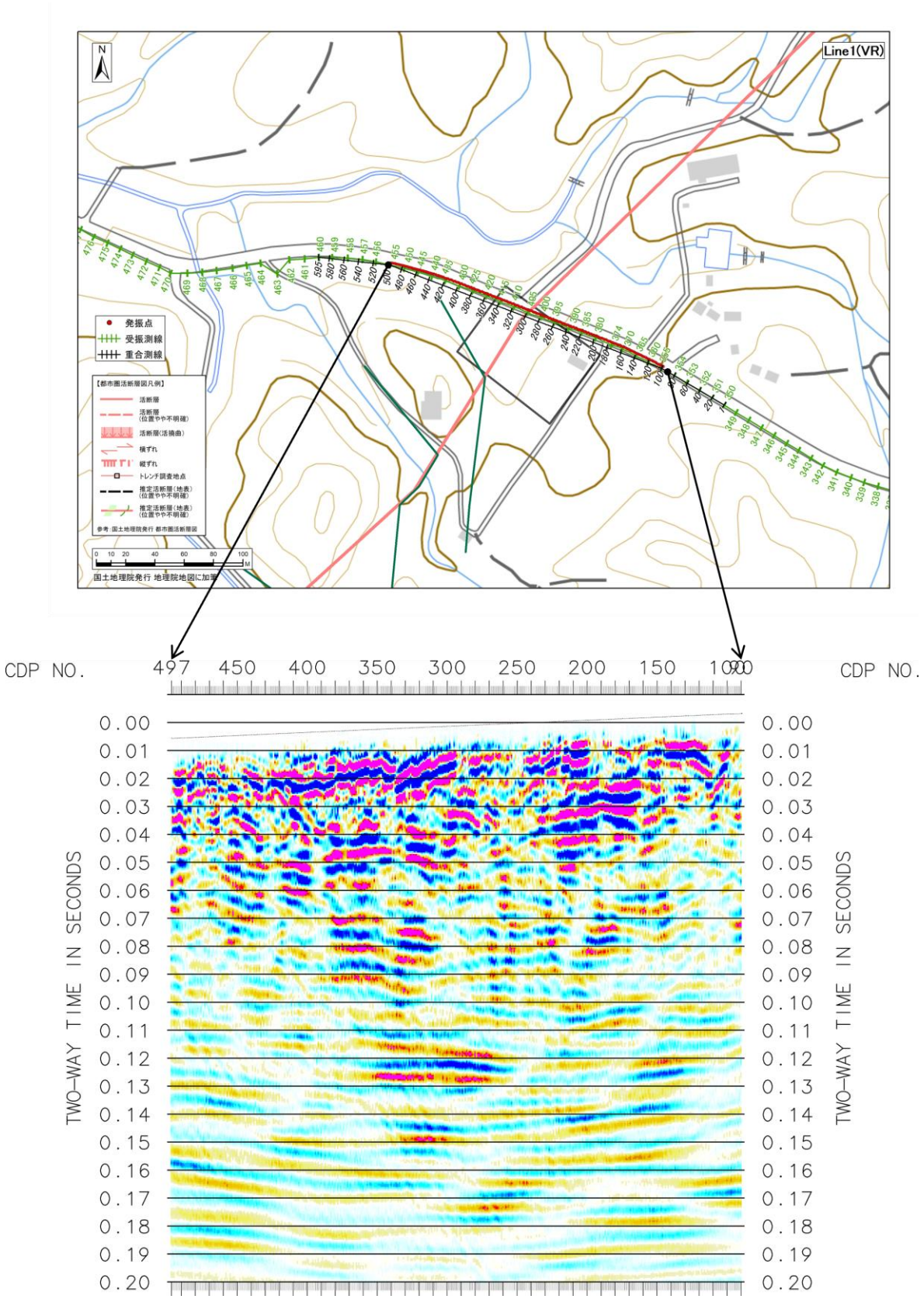


図 12　極浅層反射法の測線（測線１西側）および時間断面。測線図（上）は国土地理院の地理院地図に加筆。反射時間断面の表示縦横比：2000 m/s（基盤内速度）仮定で１：１。

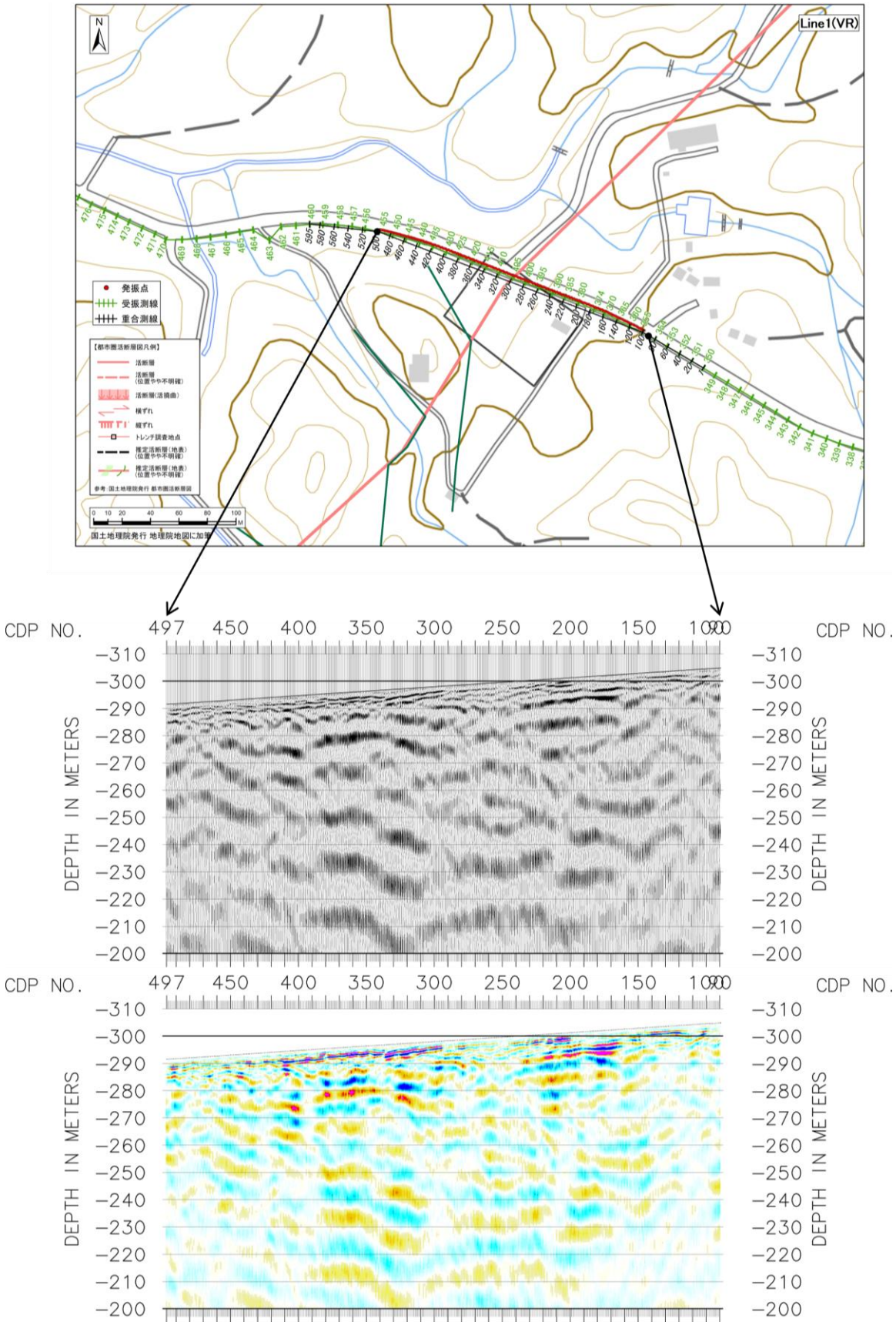


図 13　極浅層反射法の測線（測線 1 西側）および深度断面。測線図（上）は国土地理院の地理院地図に加筆。深度断面はそれぞれ白黒表示とカラー表示。

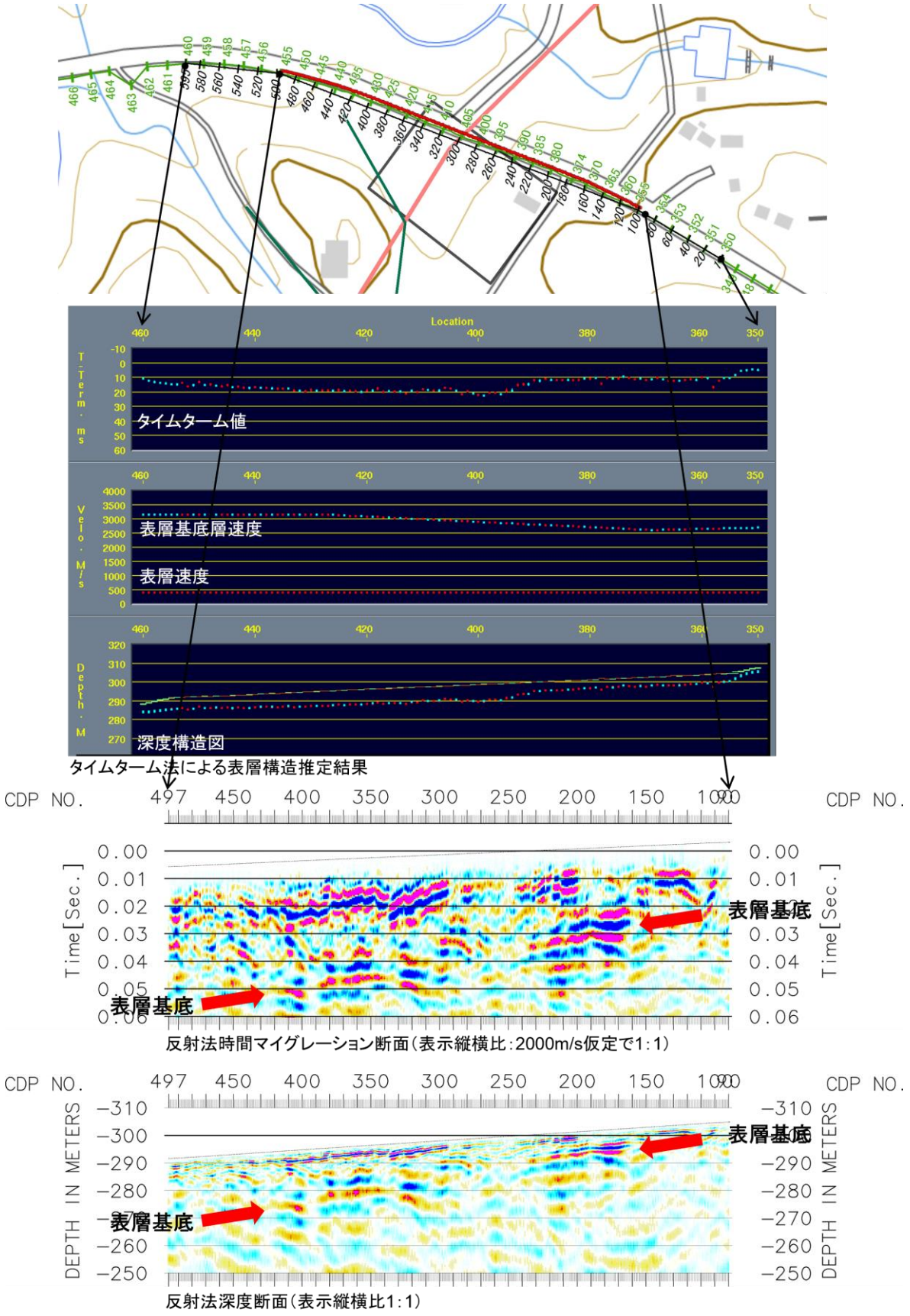


図 14　極浅層反射法の測線（測線 1 西側）、タイムターム法による表層構造推定結果と時間断面、深度断面の比較。測線図（上）は国土地理院の地理院地図に加筆。

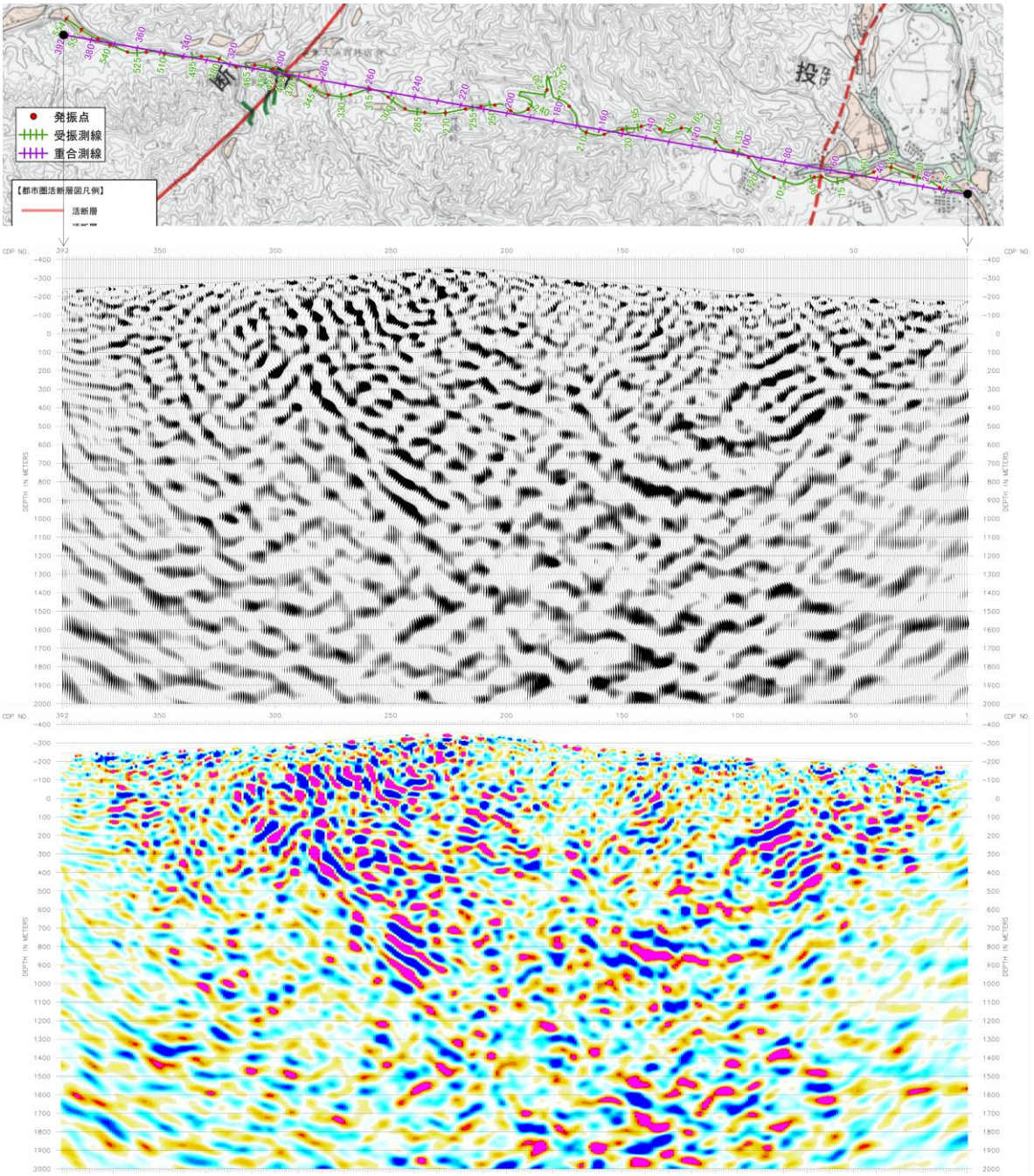


図 15　低重合数反射法の測線および CDP 重合法による深度断面（測線１）。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。（上）白黒表示と（下）カラー表示。

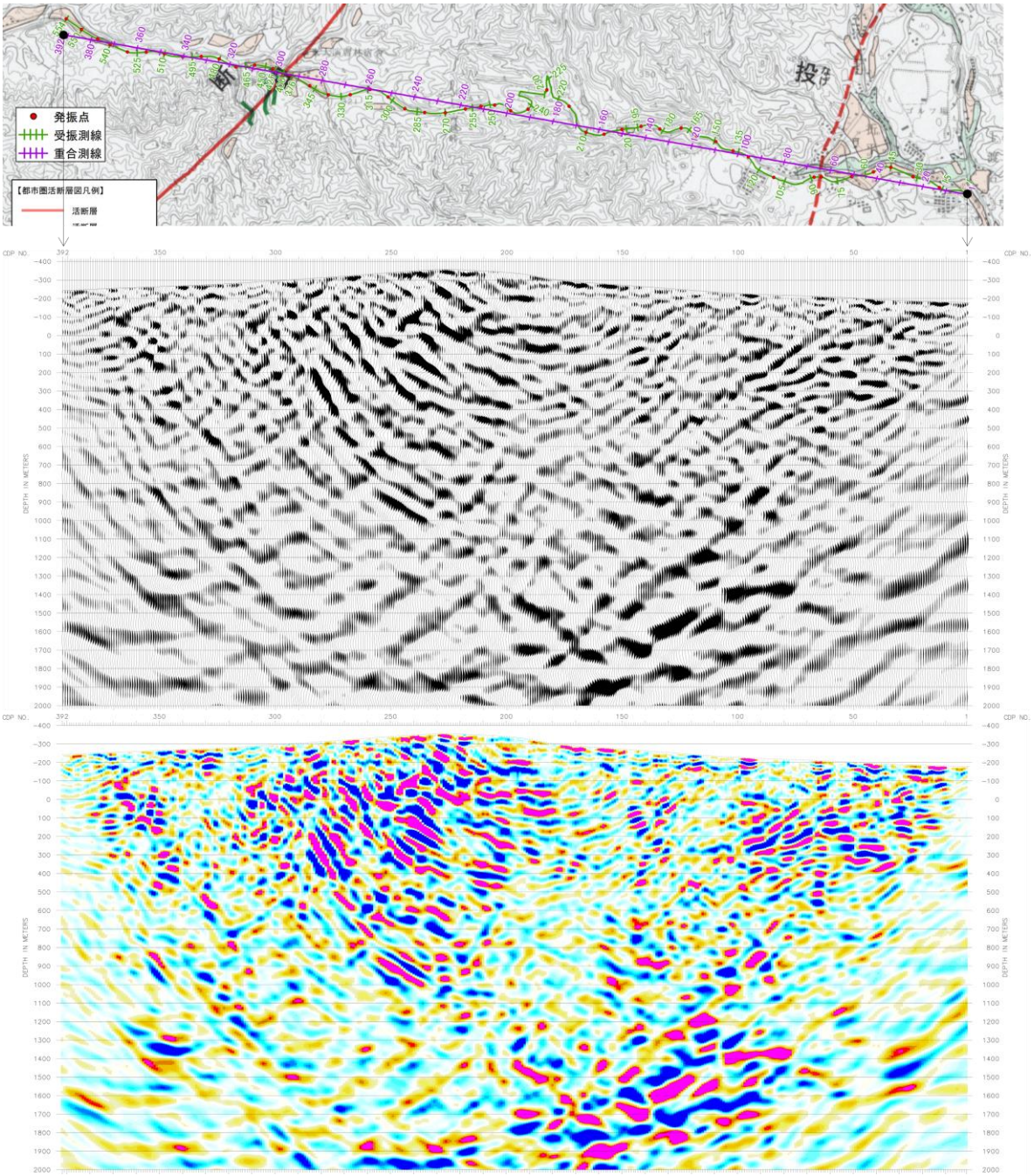


図 16　低重合数反射法の測線および MDRS 重合法による深度断面（測線１）。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。（上）白黒表示と（下）カラー表示。

iii) 断層構造解釈

測線１（猿投山北断層および猿投－境川断層）

図 17 に測線１の浅層反射法断面と低重合反射法断面に断層の解釈を加筆して示した。断層の地表位置を青矢印で示す。

測線下の地質構造はおおむね基盤岩（花崗岩）で構成されていると考えられる。わずかな段丘堆積物があるものの堆積層は非常に薄く、浅部まで基盤が存在していると考えられる。図５の速度構造によると、新鮮な花崗岩体(コアサンプルで 4000～6000 m/s の速度を示す（物理探査学会, 1990）)に比べて速度が 3500～4000 m/s とやや小さいことから、堆積層から風化あるいは劣化した花崗岩層へと漸次移行するような明瞭な構造の乏しい構造であると推定される。反射断面からは、測線 1 西部の猿投山北断層区間、東部の猿投－境川断層区間とも明瞭な基盤構造は認められず、断層の存在を示す明瞭な反射構造も得られなかった。そこで、断層の地表での位置と浅部の基盤岩中の反射パターンの不連続または側方変化に着目して解釈を試みた。断層面の解釈はいずれも困難であるが、例えば、赤破線で示したような位置に断層の存在の可能性を解釈しうる。反射断面からは少なくとも中角度あるいは低角度で傾斜した断層構造は認められないことから、両断層とも高角ないしはほぼ垂直であると考えられる。猿投山北断層区間では、赤矢印で示した位置にやや西傾斜の特徴的な反射パターンの変化が認められるが、これを断層と解釈すると南東傾斜とされる猿投北断層と傾斜が整合しない。

低重合反射法では、浅層反射法に比べて低角度な波線が増加することから、高角度な断層などの構造からの反射波を捉えられる可能性がある。低重合反射断面において、猿投北断層から右下（南東）方向に続く反射イベントが認められ、浅層反射法断面における断層の解釈と整合的である。猿投－境川断層では明瞭ではないものの断層位置から左下（北西）方向への構造のセンスが認められる。これらは両断層の傾斜の方向と整合的であり、断層そのものを捉えているとは必ずしも言えないが、断層構造を含む構造的特徴を捉えている可能性はある。この反射断面からは両断層はこの断面の深部もしくはそれ以深で収斂している可能性を示唆する。

図 18 に猿投山北断層区間における極浅層反射法の解析結果を示す。測線図には、愛知県平成 10 年度報告書（愛知県, 1999）の図３.41 および図３.46 から読み取ったボーリング位置（白抜き黒丸)、地質断面図位置（赤破線）と記載されている断層帯（橙太破線）を記入した。また、令和２年度および令和４年度にサブグループ２が実施したトレンチ（東白坂トレンチ 2020 および 2022）の概形と、地表踏査で発見された断層露頭の情報も記載した。これらから、断層露頭の位置から走向方向（ここでは地表踏査で指摘された２つの走向の中央値である西偏未補正値 N21E を採用した）への延長（青破線）と測線との交点（CDP No.390 付近)、東白坂トレンチ 2022 および愛知県報告書の断層帯が上記断層と同じ走向を持つと仮定した場合の延長（青破線）と測線との交点（CDP No.310 付近)、愛知県報告書の断層帯（橙太破線）の延長と測線との交点（CDP No.260 付近）に着目した（それぞれ青または赤の矢印)。断層に伴う破砕帯の幅は約 16 m（愛知県報告書）あるいは約 15 m（サブ２東白坂トレンチ）とされており、緑の両矢印でおおよその幅を示した。また、反射深度断面には断層の可能性に着目した位置から傾斜 75° （愛知県報告書の図 3.46 に示された断層傾斜角度と等しい）の線を補助線として入れた。反射断面上では、CDP No.240～310 にかけて、基盤と解釈される反射面（深さ-290～-280m）の振幅が低下していることがわかる。また、同様の振幅低下は CDP No.390 付近にも認められる。この振幅低下域（弱反射域）と想定断層および破砕帯の位置が対応していることが認められる。

測線２（猿投山北断層）

図 19 に測線２の浅層反射法断面に断層の解釈を加筆して示した。断層の地表位置を青矢印で示す。CDP No.660 付近から東へ CDP No.530 付近までの、浅部で反射波振幅が低下している範囲がおおむね谷部の堆積層（第三紀鮮新世の土岐砂礫層および完新世の砂礫層）に対応する。しかし、その基盤の構造は明瞭でない。反射断面には明瞭な断層構造は認められず、猿投山北断層の地表での推定位置(CDP No.620 付近)の浅部の堆積層内に反射

構造の乱れが認められるのみである。猿投北断層が北西に傾斜した高角な横ずれ断層であることを考慮すると、破線で示した解釈が一つの可能性としてあり得る。CDP No.100～500では測線がほぼ恵那山断層上に位置している。この領域では断層が構造谷を形成しているが、図10から表層付近の速度が2800 m/sと他の領域（3600 m/s 程度を示す）に比べて全体に低速度であることが示される。また、この部分、特にCDP No. 150～350では反射波振幅が全体的に小さく断面上で白っぽく見えることが特徴的である。

測線３（恵那山断層）

図20に測線３の浅層反射法断面に断層の解釈を加筆して示した。断層の地表位置を青矢印で示す。この領域は全体に第三紀中新世の堆積層（瑞浪層群）および第四紀完新世の堆積層が覆っている場所である。全体的な地質構造として、恵那山断層は盆地と山地の境界に位置しており、恵那山断層の活動が地形を形成したと考えられる。恵那山断層の南東側は白亜紀花崗岩地帯である。表層地質を考慮して断面解釈を行った結果、地表での断層トレースに対応する複数の南東傾斜の逆断層と解釈可能な構造が認められた。この傾斜は、サブグループ２が実施した富田トレンチ（測線の南西約 400 m に位置している）の断層露頭とおおむね整合的である。反射断面からは南東側の恵那山断層（CDP No.460 付近）は地表付近で低角化している可能性が示唆されるが、この断層の地表トレースがこの付近で屈曲しオフセットすることと対応している。また、北西側の恵那山断層（CDP No.800 付近）は盆地側に分岐構造を持っている可能性が示唆される。「？」を付した青矢印位置（CDP No.900 付近）はサブグループ１によって今回新たに認められた地表変位の位置（本報告書3.1 の図 12：恵那市飯沼～岩村町周辺の断層線図に記載されている）であり、反射断面からは恵那山断層の分岐構造によって形成された可能性が示唆される。

一般に、単純な逆断層構造では上盤側が高速度になることが多いが、図 20（下）からは、上盤側がむしろ低速度になっていることがわかる。上盤側の浅部は反射断面上では連続した反射イベントに乏しく、白っぽくぬけて見えることもあわせて考えると、この部分は花崗岩体ではなく堆積層（瑞浪層群）が比較的厚みをもって堆積したブロックであることが推察され、地形や地表地質とも整合的である。また、盆地部の基盤に複数のグラーベン状の落ち込みが認められることからも、この地域の地質構造がインバージョンテクトニクスによる断層活動の変遷により形成されていると解釈することが可能である。

測線３の反射断面は、約６km 西に位置する既存の反射法測線の浅部反射法南部区間断面（地震予知総合研究振興会, 2000）および、今回その再解析を行って得られた結果（図 23 および図24）の浅部構造の特徴とよい対応を示している。

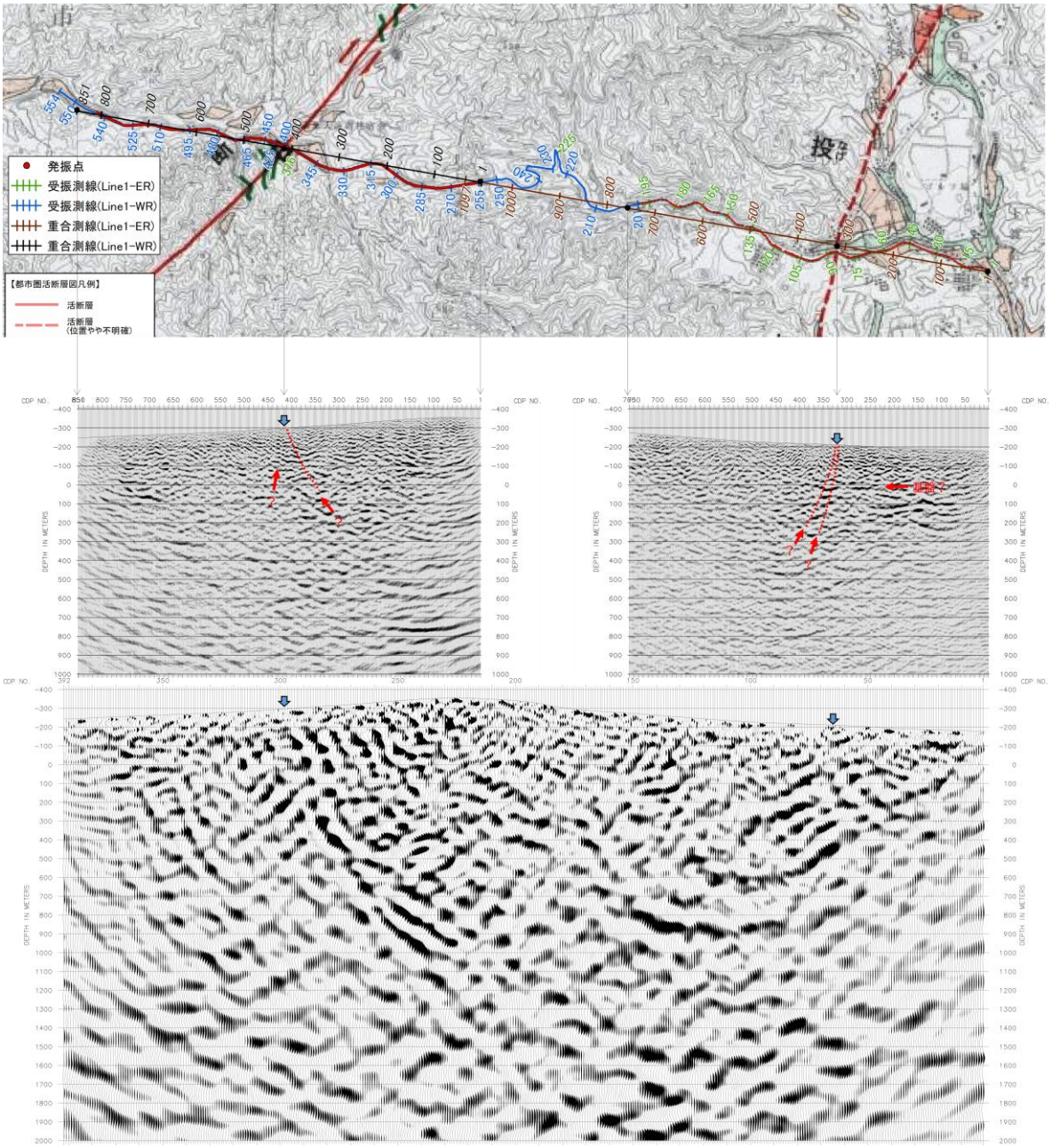


図 17　測線 1 の断層構造の解釈。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。（中）浅層反射法断面と（下）低重合反射法断面。断層の地表位置を青矢印で示す。

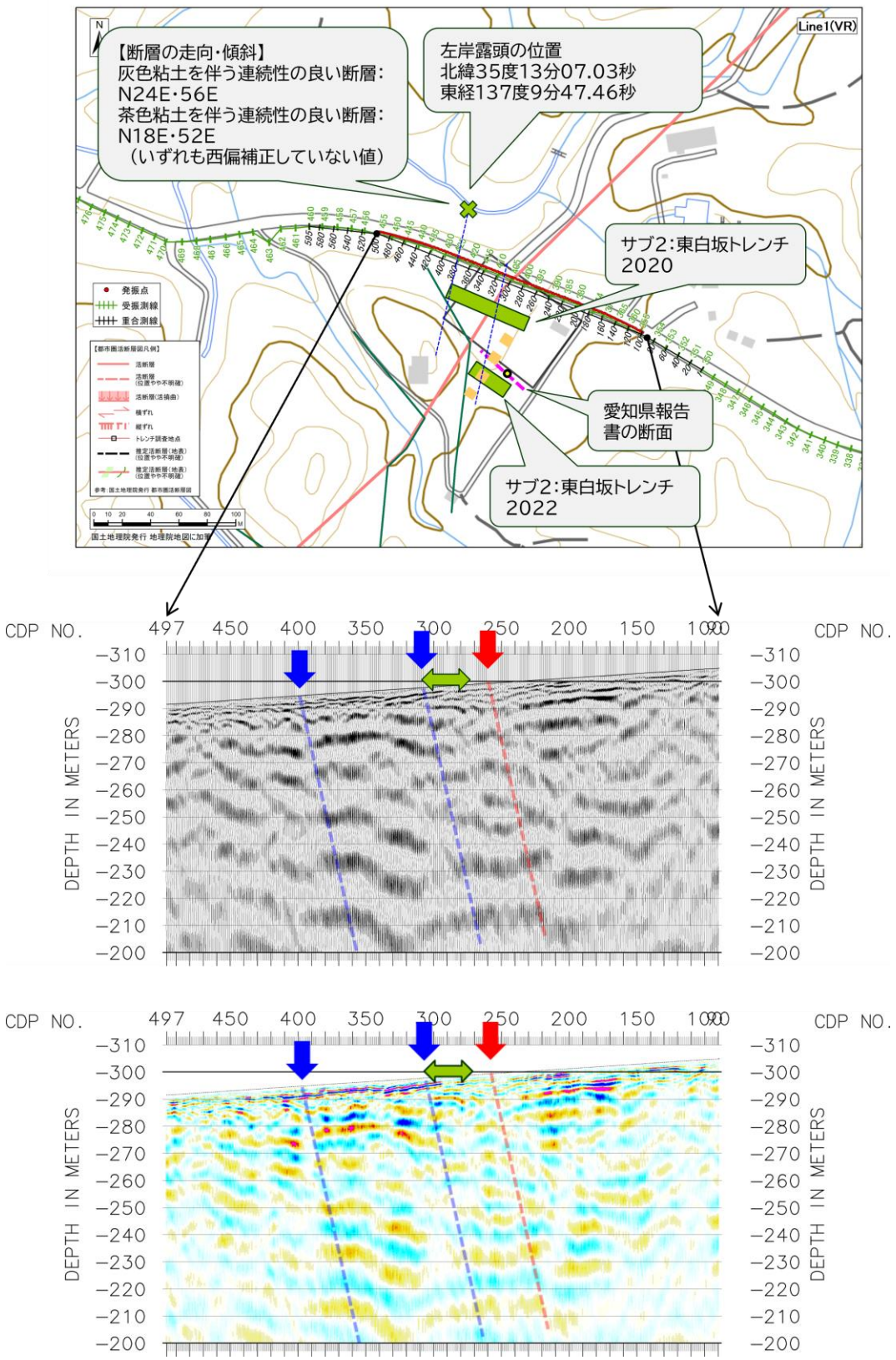


図 18　測線 1 の極浅層反射法断面の検討。測線図（上）は都市圏活断層図に情報を加筆。橙太破線、青破線（詳細は本文を参照）と反射法測線との交点で断層の可能性を検討した位置を反射断面（下）に赤・青の矢印で示す。反射断面中の破線は傾斜 75° を示す補助線であり必ずしも断層の解釈ではない。

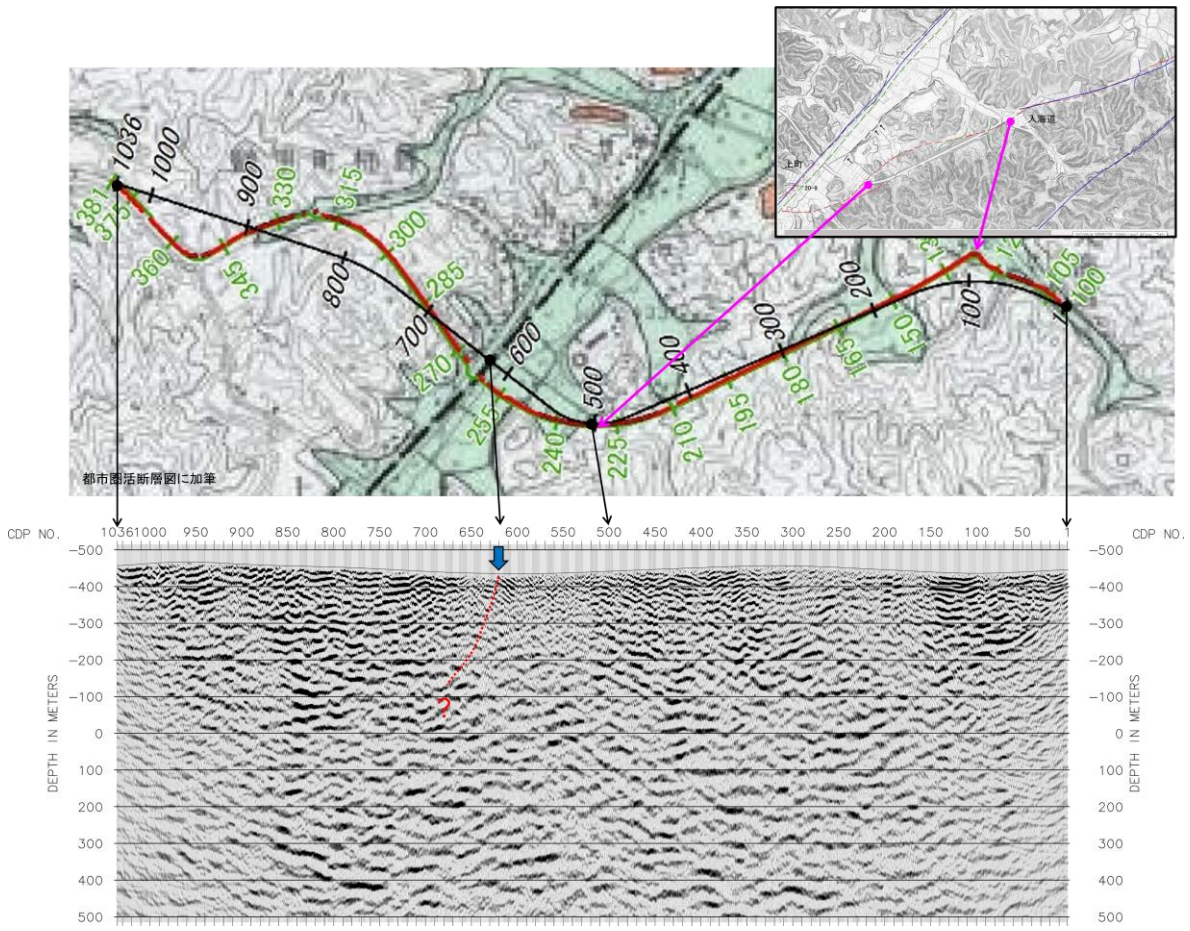


図 19　測線 2 の断層構造の解釈。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。（下）浅層反射法断面。断層の地表位置を青矢印で示す。

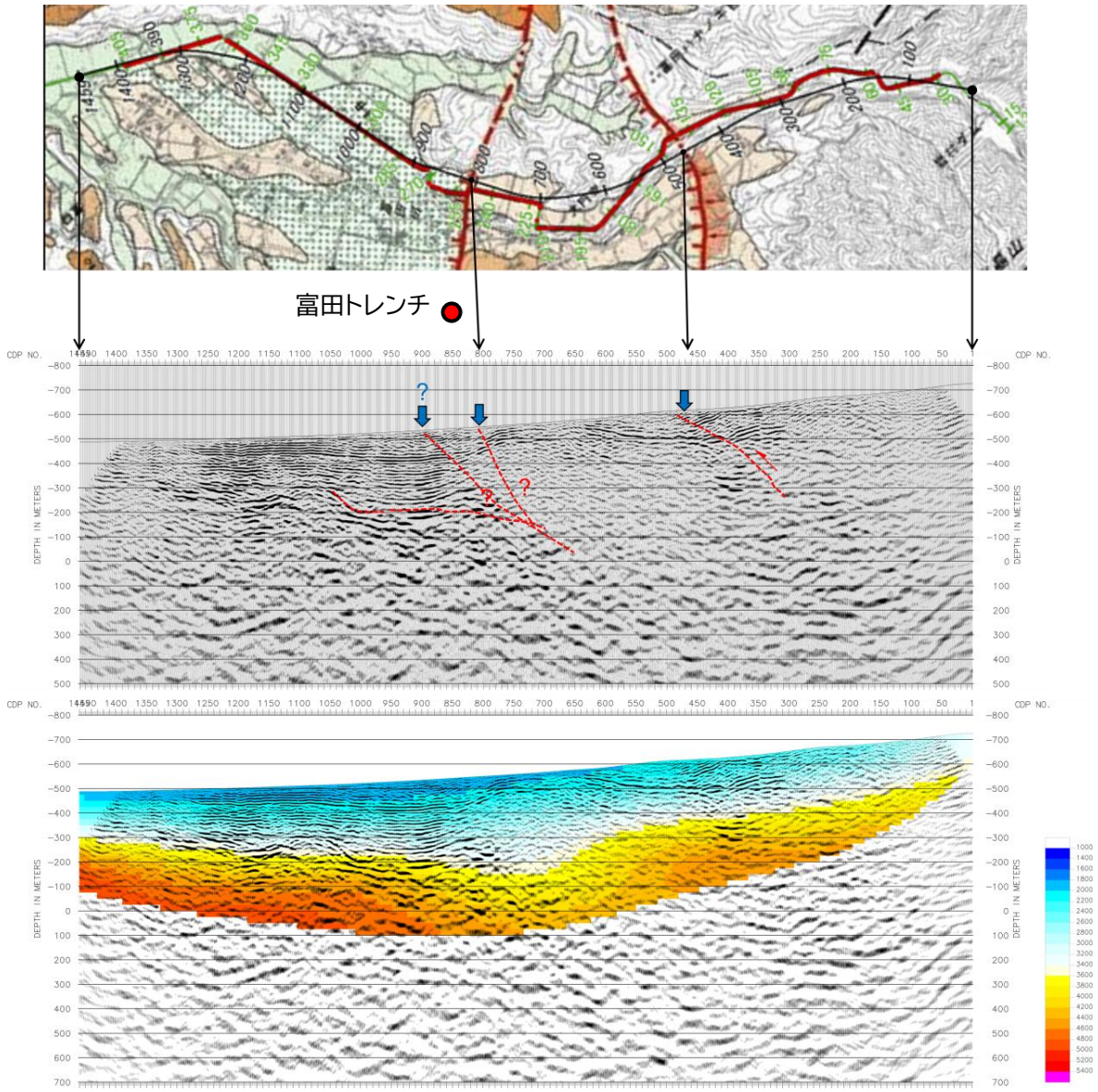


図 20　測線 3 の断層構造の解釈。測線図（上）は都市圏活断層図に加筆。測線図から外れているが富田トレンチのおおよその位置を赤丸で示す。（中）（下）浅層反射法断面。断層の地表位置を青矢印で示す。

b）既存の反射法調査のデータの再解析

本調査の地域で実施された既存の反射法調査として、1999 年に財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震研究所（当時）が実施した屏風山断層調査（財団法人地震予知総合研究振興会，2000）の一環として実施された反射法探査があり、知られている限りこの調査が比較的近年でこの断層帯を対象とした唯一の反射法調査である。調査データの所有権を有する同法人の許諾を得て、このデータの再解析を行った。以下、このデータを「東濃地震研 1999」と称する。

図 21 に調査測線を示す。調査測線は屏風山断層および恵那山断層を横断する全長約 23 km であり、全区間のうち屏風山断層を横断する約７km 区間（浅部反射法北部区間）および恵那山断層を横断する約３km 区間（浅部反射法南部区間）で浅部反射法記録が取得されている。

表１に東濃地震研 1999 の主な調査仕様を示す。探査データは深部反射法データ、浅部反射法データ（2 区間)、屈折法データで構成されており、このうち深部反射法データ、浅部反射法データに対してそれぞれ反射法データ再解析を行い、深部反射法データと屈折法データをあわせたデータセットに対してトモグラフィ解析による屈折法解析を行った。当時は受振チャンネル数に限りがあり、今回実施した調査のような受振点の全点設置による固定展開ではなく、発振点の移動にしたがって一定数の受振点展開を移動していた。現在の調査の仕様と比較して重合数が少ないため S/N 比の向上には限りがあるものの、現時点で最新のデータ処理を適用することにより、反射断面の品質を向上させることができると期待される。

表１ 既存探査データ（東濃地震研 1999）の主な調査仕様

	深部反射法	浅部反射法		屈折法
		北部区間	南部区間	
測線長	23.4 km	7.0 km	3.1 km	23.4 km
発振点間隔	100 m	25 m	25 m	100 m
発振周波数	8 - 40 Hz	8 - 80 Hz	8 - 80 Hz	8 - 40 Hz
受振点間隔	25 m	25 m	25 m	25 m
受振展開長	8 km	3 km	3 km	固定展開
サンプルレート	4 ms	4 ms	4 ms	4 ms
チャンネル数	320 ch	120 ch	120 ch	936 ch
記録長	20 s	5 s	5 s	20 s

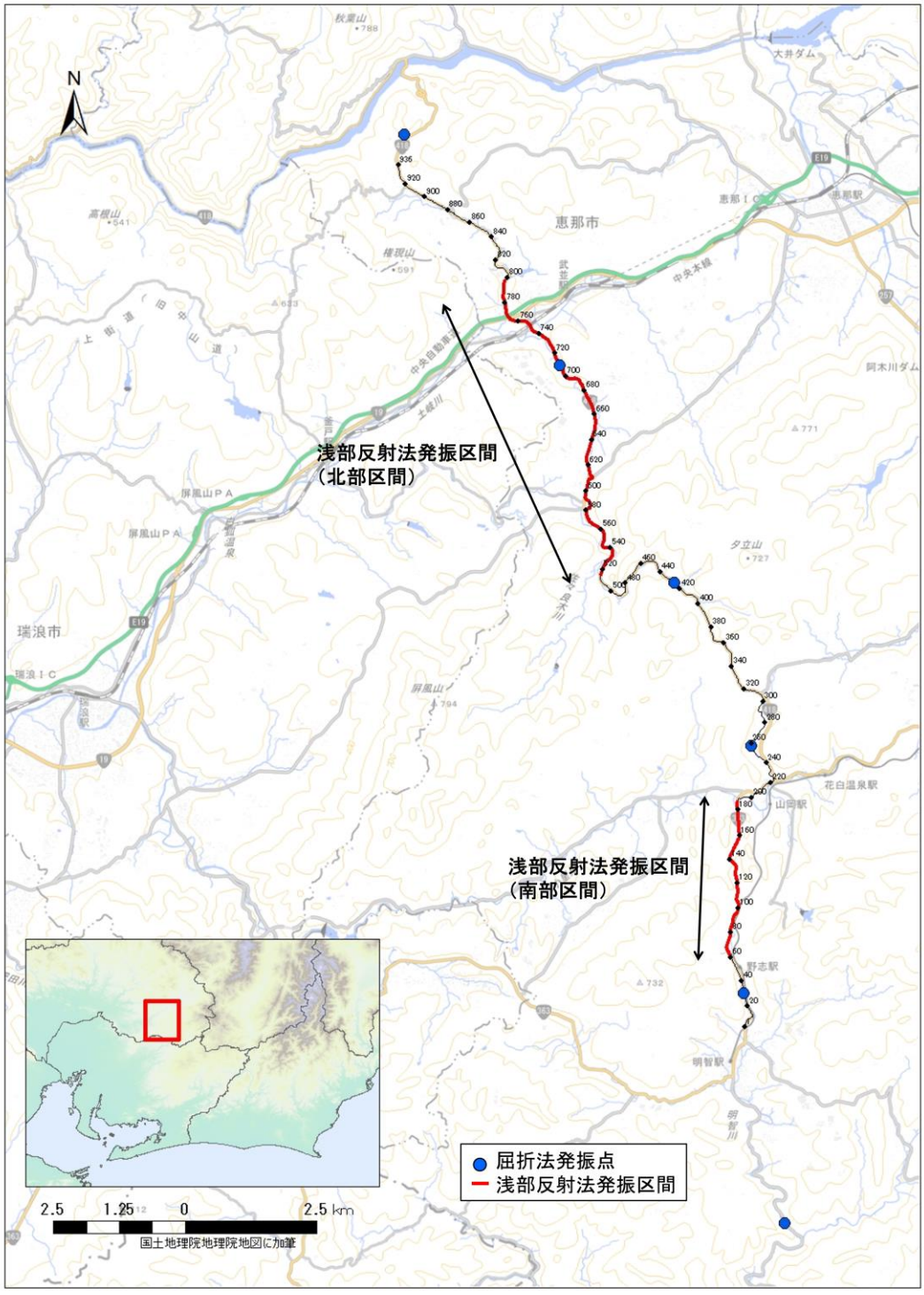


図 21　東濃地震研 1999 の調査測線。国土地理院地図に加筆。

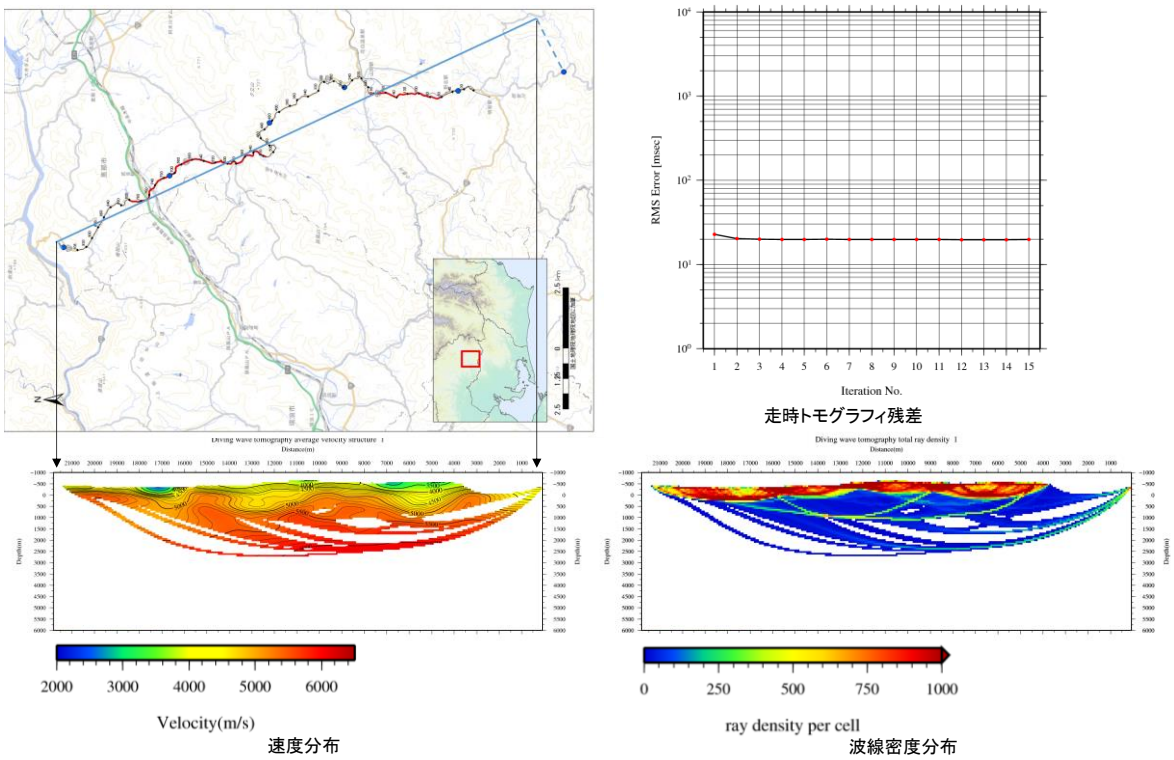


図 22　東濃地震研 1999 の屈折法トモグラフィ解析の結果。測線図（上左）は国土地理院の地理院地図に加筆。

i）屈折法解析

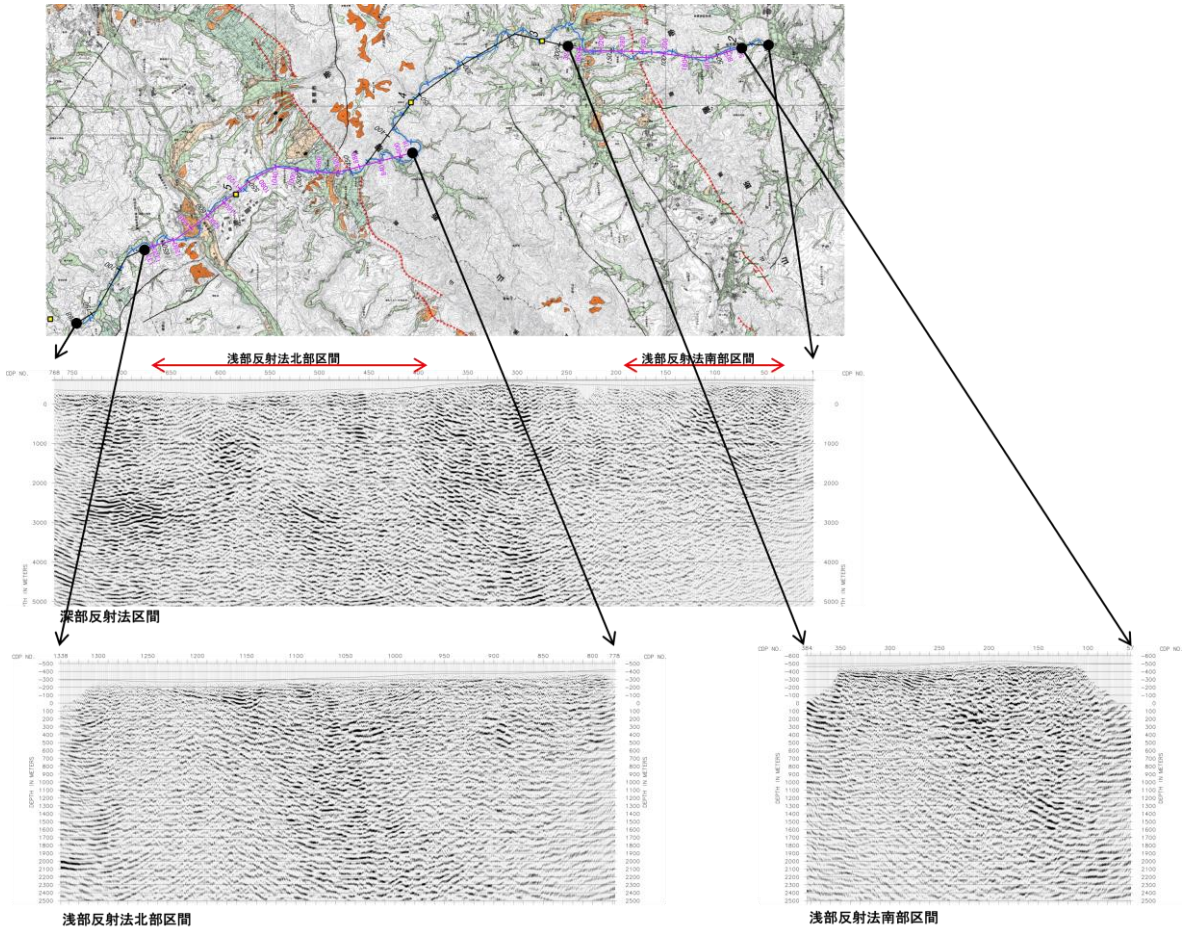
屈折法発振記録および深部反射法発振記録の初動走時を読み取り、屈折トモグラフィ解析を行った。トモグラフィ解析の手法は前述の解析と同じであり詳細は割愛する。セルのサイズは水平方向 75 m、鉛直方向 75 mとした。

図22にトモグラフィ解析結果を示した。測線は連続する山地と谷を横断しているが、堆積層が存在する谷部で浅部が低速度になっていること、全体として南東傾斜の逆断層構造に調和的な地質構造であることが見て取れる。

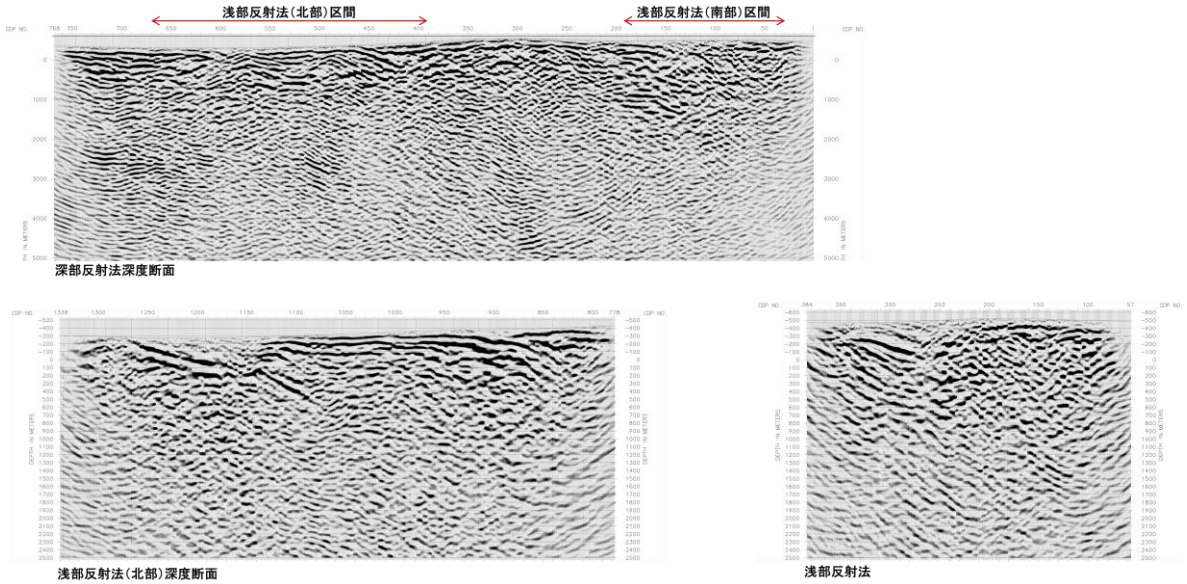
ii）反射法再解析

測線全域にわたる深部反射法データ、計２区間の浅部反射法データの解析（再解析）を行った。データ解析の内容は前述した今回の調査のデータ解析と同じであり、詳細は割愛する。既存の解析でもおおむね同様の処理フローが採用されているが、深部構造を重視したためか、浅部構造の解析には最適でない解析設定やパラメータ選択であったと推察された。そこで、浅部の速度構造を見直すとともに、解析の各段階で現在の技術標準を考慮してより適切な設定を採用し、解像度を向上させるための処理を加えた。

図23(a)に反射法の再解析結果を示した。(b)は屏風山断層調査報告書（財団法人地震予知総合研究振興会，2000）の反射断面のデータを(a)と同様に表示した反射断面である。両者を比較すると、(a)は構造の全体的特徴を保持しながらも断面全体が高解像度化されており、特に浅部で顕著な解像度の向上が見られる。また、基盤内部の反射面の連続性が向上していることが認められる。



(a) 再解析結果



(b) 既往処理（財団法人地震予知総合研究振興会，2000）のデータを(a)と同様に表示した深度断面

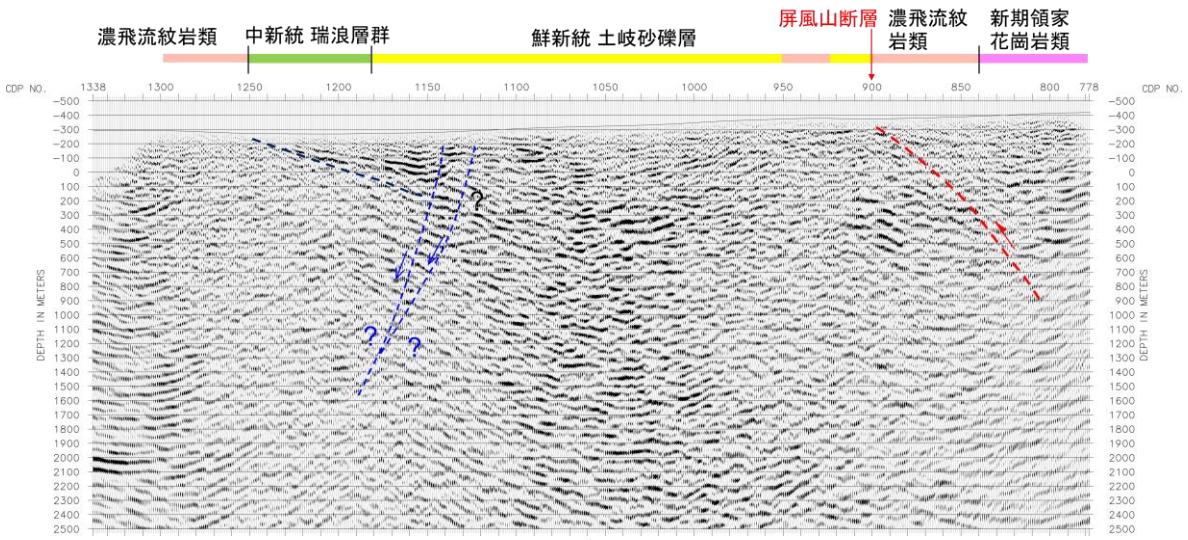
図 23　東濃地震研 1999 の反射法解析の深度断面図。測線図（上）は国土地理院の地理院地図に加筆。

iii) 断層構造解釈

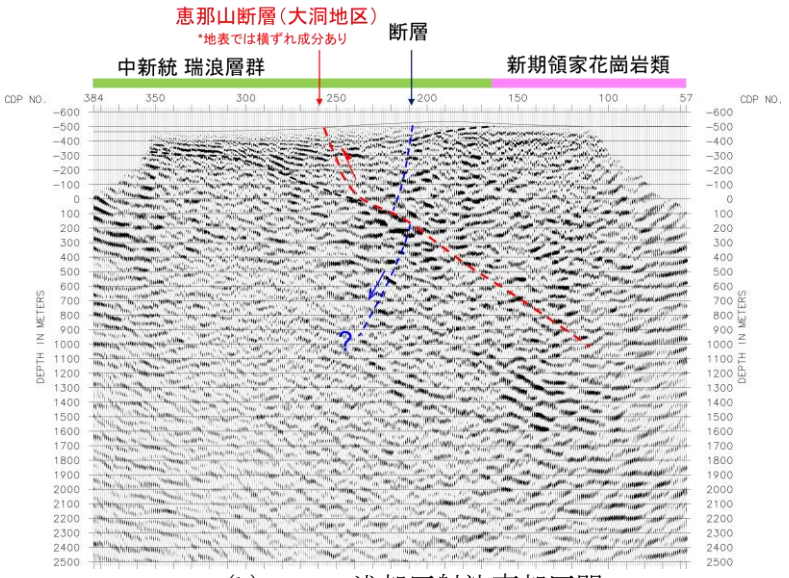
図24にそれぞれ(a)浅部反射法北部区間、(b)南部区間の反射深度断面に断層構造の解釈を加筆して示した。地表の地形と地質、これまでの調査で判明している断層の地表トレース位置等に留意して断層構造を解釈した。

北部区間では屏風山断層の地表トレースが赤矢印の位置に存在しており、第三紀鮮新統（土岐砂礫層）と白亜紀濃飛流紋岩の境界を形成している。屏風山断層が南東傾斜の逆断層であることを考えると、赤破線のような断層構造の解釈が可能である。ただし、測線の南東端に近づくこともあって深さ500 m以深では構造を解釈することは困難である。断面の左側（北部）の武並地区は土岐川が形成する谷部にあたるが、より北部では表層に見られる白亜紀濃飛流紋岩の基盤を第三紀中新統～鮮新統の堆積岩が覆っている構造となっていることがわかる。屈折法トモグラフィによって得られた速度構造（図22）と反射深度断面から、この堆積層を横切る正断層の存在が示唆され、一つの解釈として青破線のような正断層構造の解釈を提示することができる。ただし、断層の深部構造や基盤との関係は必ずしも明瞭でなく、他の調査も含めてさらに検討が必要である。

南部区間では恵那山断層の地表トレースが赤矢印の位置に存在しており、第三紀中新統瑞浪層群と白亜紀新期領家花崗岩の境界を形成している。この断層も南東傾斜の横ずれ成分を伴う逆断層であることが知られており、赤破線のような断層構造の解釈が可能である。この測線の東側約６km（富田地区）に今回調査を行った測線３が位置しており、その反射断面（図11および図20）と比較すると、南東側に深くなる基盤構造と恵那山断層の逆断層構造、断層周辺の地震波速度が低下傾向にあり堆積層の存在を示していることなど、構造的特徴がよく対応している。地質図（牧本・他，2004，山田・他、2008）において断面の青矢印の位置に正断層のトレースが指摘されており、地質構造からも速度構造と反射深度断面からも断層の存在が示唆される。インバージョンテクトニクスを念頭におくと、一つの解釈として青破線のような断層構造の解釈があり得る。ただし、下盤側の断層解釈は一つの解釈として示しうるものであり、今後の検討が必要である。



(a) 浅部反射法北部区間



(b)　　浅部反射法南部区間

図 24　東濃地震研 1999 の反射法解析の深度断面の断層構造の解釈。

(d) 結論

昨年度2021年9月に、恵那山断層と猿投山北断層、猿投－境川断層を横切る計３本の測線において実施した浅部反射法探査のデータ解析を実施した。特に、猿投山北断層を横切る測線では、サブテーマ２で実施したトレンチ調査地点付近において高密度高分解能な極浅層反射法探査を実施した。当該地域は浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況であり、断層の規模も小さかったことから、必ずしも明確な断層構造が得られない測線もあった。しかし、測線１、２で猿投山北断層、猿投－境川断層との対応が示唆される堆積層内の構造の乱れや基盤岩類内の反射パターンの不連続ならびに側方変化、地表踏査で認められた断層の位置に対応した表層基底の反射面の側方変化がイメージされた。また、サブテーマ２の東白坂トレンチ近傍で実施した高密度高分解能な極浅層反射法によって、トレンチや過去のボーリング調査で調べられていた断層破砕帯に対応すると考えられる基盤反射強度の側方変化が得られた。測線３では恵那山断層の地表トレースに対応する東傾斜の複数の逆断層等が認められ、断層活動により当該地域の地質構造が形成されたことがわかった。既存の反射法調査のデータの再解析を実施し、高解像度な断面を得ることができた。特に、恵那山断層については、今回の調査と既存調査の２断面を得ることができた。両者の構造はよい対応を示しており、この地域の構造が恵那山断層の断層活動により形成されていることが確認できた。

今回の対象地域は浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況で断層の規模も小さかったことから、詳細な地下の構造把握は想定以上に困難であった。同様の地質環境を有する地域に存在する活断層調査に適した探査方法や解析方法の開発・高度化が必要である。

(e) 引用文献

愛知県, 平成 10 年度地震関係基礎調査交付金　猿投山断層帯に関する調査成果報告書, pp. 148, 1999.

青木直史・楢原省吾・高橋明久・西木司, MDRS 法によるコンフリクティング・ディップのイメージング, 物理探査学会第 122 回（平成 22 年春季）学術講演会講演論文集, 60-63, 2010.

物理探査学会, “土と岩”の弾性波速度, 物理探査学会, pp. 137, 1990.

牧本博・山田直利・水野清秀・高田亮・駒澤正夫・須藤定久, 20万分の1地質図幅「豊橋及び伊良湖岬」, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2004.

岡田篤正・廣内大助・松田信尚・宮内崇裕, 1:25,000都市圏活断層図屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯とその周辺「中津川」, 国土地理院技術資料, D1-No.758, 2017.

白石和也・阿部進・岩崎貴哉・斉藤秀雄・佐藤比呂志・越谷信・加藤直子・新井隆太・川中卓, 屈折初動走時トモグラフィ解析における初期モデルランダム化による解の信頼性評価, 物理探査, 63, 4, 345-356, 2010.

山田直利・脇田浩二・広島俊男・駒澤正夫, 20万分の1地質図幅「飯田」(第2版), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2008.

財団法人地震予知総合研究振興会, 「屏風山断層調査研究委員会報告書」, 東濃地震科学研究所報告, Seq. No. 5, 2000.

(3) 令和２～４年度の成果

(a) 業務の要約

恵那山断層と猿投山北断層、猿投－境川断層を横切る計３本の測線において高分解能な浅部反射法探査を実施した。特に、猿投山北断層を横切る測線１で、サブテーマ２で実施したトレンチ調査地点付近において高密度高分解能な極浅層反射法探査を実施した。当該地域は浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況であり、断層の規模も小さかったことから、必ずしも明確な断層構造が得られない測線もあったが、断層の地表トレースに対応する位置に断層を示す反射断面上の特徴が認められ、断層の解釈が可能な断面が得られた。また、当該地域の既存の反射法調査のデータの再解析によって高解像度な反射断面が得られ、本調査と整合的な結果を得た。

また、調査対象地域の深部で過去に発生した地震について精密震源再決定を行った。その結果、猿投山北断層や恵那山断層の断層面とは異なる面上や、恵那山断層の地表トレースがステップしている領域に恵那山断層に平行な面的構造が存在することを明らかにした。

サブテーマ３での成果は、サブテーマ１，２における構成断層の妥当性や活動区間の検討、サブテーマ４における強震動の予測精度の高度化に活用された。

(b) 業務の実施方法

1) 浅部反射法探査の実施と既存の反射法調査のデータの再解析

恵那山−猿投山北断層帯の西半部と東半部の境界付近における複数の断層、ならびに屏風山断層および猿投山北断層との間の地下での連続性を把握するとともに、各断層の地下での三次元的形状や連続性等を明らかにするため、計３本の測線において浅部反射法探査を実施した（本報告書の(2)令和4年度の成果の図1〜4)。その際に、全体計画、ならびにサブテーマ２で実施したトレンチ調査地点や道路網をふまえて現地踏査を行った上で測線や探査仕様を決定した。また、当該地域の既存の反射法調査のデータの再解析を実施した。

2) 過去に生じた微小地震の精密震源再決定

恵那山断層、猿投山北断層、猿投－境川断層の境界付近、および恵那山断層の地表トレースがステップしている地域や恵那山断層沿いに発生した地震群を対象にDouble Difference法（Waldhauser and Ellsworth, 2000）によって精密震源再決定を行った。

(c) 業務の成果

1) 浅部反射法探査の実施と既存の反射法調査のデータの再解析

恵那山断層と猿投山北断層、猿投－境川断層を横切る計３本の測線において高分解能な浅部反射法探査を実施した。特に、猿投山北断層を横切る測線１では、サブテーマ２で実施したトレンチ調査地点付近において高密度高分解能な極浅層反射法探査を実施した。当該地域は浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況であり、断層の規模も小さかったことから、必ずしも明確な断層構造が得られない測線もあった。しかし、測線１，２で猿投山北断層、猿投－境川断層との対応が示唆される堆積層内の構造の乱れや基盤岩類内の反射パターンの不連続ならびに側方変化、地表踏査で認められた断層の位置に対応した表層基底の反射面の側方変化がイメージされた。また、サブテーマ２の東白坂トレンチ近傍で実施した高密度高分解能な極浅層反射法によって、トレンチや過去のボーリング調査で調べられていた断層破砕帯に対応すると考えられる基盤反射強度の側方変化が得られた。測線３では恵那山断層の地表トレースに対応する東傾斜の複数の逆断層等が認められ、断層活動により当該地域の地質構造が形成されたことがわかった。既存の反射法調査のデータの再解析結果を実施し、高解像度な断面を得ることができた。

2) 過去に生じた微小地震の精密震源再決定

恵那山断層、猿投山北断層、猿投－境川断層の境界付近では2006年12月19日にマグニチュード（M)4.4の地震が深さ約15kmで発生した。この地震では明瞭な余震活動がみられるほか、その発生前から同じ場所で微小地震活動が観測されていた（領域A）。また、恵那山断層の地表トレースがステップしている地点にも地震群が見受けられる（領域B）。これらの地震群を対象にDouble Difference（DD）法による精密震源再決定を行った。

領域Aについては、互いに近接した複数の高角な面上に分布していることが明らかになった。このような面状の地震分布は、恵那山断層西端付近の深部におけるこの断層に関係する小規模な面構造の存在を示唆している。特に、M4.4の地震の震源を含む走向約235°(N55°E方向)、傾斜70〜80°(70〜80°NW)の面上に分布する地震群が顕著である。この面は、M4.4の地震のメカニズム解における片方の節面とほぼ一致しており、恵那山断層の地表トレースとも平行に近い。しかし、面構造の傾斜が恵那山断層や猿投山北断層の傾斜と一致しておらず、これらの断層が地下深部において連続している証拠は得られなかった。ただし、猿投山北断層や恵那山断層西端部が地下深部まで約80°SEで傾斜していれば、M4.4の地震を含む面の最下端で合流することになる。領域Bについても複数の面的構造が検出された。そのうちの一つは恵那山断層と平行な面であり、このほかに恵那山断層と共役な構造を成している面的構造が検出さ

れた。DD法による精密震源決定結果から明らかになった深部における面的構造の模式図は、令和３年度報告書のp.127の図20の通りである。

(d) 結論

反射法地震探査によって地下の三次元的形状について知見が得られた。猿投山北断層と猿投－境川断層を横切る測線では、堆積層内の構造の乱れや基盤岩類内の反射パターンの不連続ならびに側方変化が認められ、断層構造との対応が示唆される。このほか、表層基底を示す強反射面の両端が地表踏査で認められた2条の断層の位置に対応し、これらの断層の地下への延長が示唆される。恵那山断層を横断する測線では、断層の地表トレースに対応する東傾斜の逆断層等が認められ、断層活動により構造が形成されたことが分かった。また、調査対象地域で過去に発生した地震群の精密相対震源決定から、断層の連続性や地下深部における断層構造に関する知見が得られた。猿投山北断層、猿投-境川断層、恵那山断層の接合部付近の深部で2006年12月19日に発生したM4.4の地震を含む面的構造は、猿投山北断層や恵那山断層の深部延長とは異なるものであり、これらの断層が地下深部において連続している証拠は地震活動からは得られなかった。このほか、恵那山断層の直下には断層と平行な小規模な面的構造の存在が明らかになった。

反射法地震探査と地震学的手法で得られた情報は、それぞれ深さ約１km程度以浅および約10 km程度よりも深い構造の把握に活用されたが、これらの間の深度における情報を得るには、より深部を対象とした大規模な地震探査等が必要である。また、今回の対象地域は浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況で断層の規模も小さかったことから、反射法地震探査をもってしても詳細な地下の構造把握が困難であった。同様の地質環境を有する地域に存在する活断層調査に適した探査方法や解析方法の開発・高度化が必要である。

(e) 引用文献

Waldhauser, F. and W. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the Northern Hayward Fault, California, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 90(6), 1353-1368, 2000.

３．４　断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　断層近傍及びび都市域における強震動予測向上のための調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人防災科学技術研究所	部門長	藤原　広行
同上	主任研究員	森川　信之
同上	主幹研究員	先名　重樹
同上	主任研究員	岩城　麻子
同上	主任研究員	前田　宜浩

(c) 業務の目的

強い揺れによる被害が予測される震源断層ごく近傍及び周辺の大都市域を対象として、SIPの成果に基づいて構築された強震動評価のための広域地盤構造モデル（浅部・深部統合地盤構造モデル）の修正版を構築するとともに、地表断層及び地震発生層より浅い震源断層のモデル化手法を確立する。サブテーマ１～３の成果に基づいて、当該断層における活動区間などに関する不確実さを考慮した多様な震源モデルを構築し、修正した地下構造モデルを用いて地表変位を含む高精度な面的な強震動予測計算結果を平均値だけでなく幅を含めて提示する。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

地震調査研究推進本部による現行の屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯）の地震を想定した震源断層を特定した地震動予測地図(地震調査研究推進本部地震調査委員会、2021)において震度６弱から６強の強い揺れが予測されている地表断層周辺、及び周辺都市域（名古屋市、瀬戸市、長久手市、豊田市域）の強震動計算のための地盤構造モデルの構築について、工学的基盤の不整形性を高精度化するための微動アレイ観測、地震観測（地震計設置）を実施した。

震源断層を特定した地震動予測地図では、震源モデルが地中の単純な矩形で表現されており、谷筋に沿って複雑な地表断層形状をしている当該断層帯と乖離している部分もある。そこで、複雑な地表断層形状の詳細なモデル化手法と計算ツールを作成した。

2) 令和３年度：

地盤構造モデル高精度化のための地震観測を引き続き行うとともに、令和２年度の調査データとあわせて分析し、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果に基づく東海地域の浅部・深部統合地盤構造モデルを修正した。

平成 28 年（2016 年）熊本地震を対象とした検討で得られている知見を踏まえ、当該断層帯における地震発生層上端深さとそれ以浅の地表変形を含む破壊過程が強震動計算結果に及ぼす影響を、定量的に評価するための感度解析を実施した。

3) 令和４年度：

令和３年度までに構築した強震動計算のための地盤構造モデルの検証を行い、必要に応じて修正及び調整を行った。

当該断層帯を対象とした地表変位を含む高精度化された強震動予測を行うため、活動区間などの不確実さを考慮した多様な震源モデル群を設定した。構築した地下構造モデル及び震源モデル群を用いて広帯域（周期 0.1～10 秒）強震動シミュレーションを行い、現在の地震動予測地図から高精度化された面的な強震動予測計算結果を不確実さも含めて提示した。

(2) 令和４年度の成果

(a) 業務の要約

地震調査研究推進本部による震源断層を特定した地震動予測地図（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2021）において、震度６弱から６強の強い揺れが予測されている地表断層周辺及び周辺都市域における強震動予測を向上させるため、地盤構造モデル高精度化のための地震観測等を引き続き行うとともに、令和３年度までに構築した強震動計算のための地盤構造モデルの修正および検証を行った。

サブテーマ１～３と連携して活動区間の不確実さを考慮した多様な震源モデル群を設定した。構築した地下構造モデル及び震源モデル群を用いて広帯域（周期 0.1～10 秒）強震動シミュレーションを行い、現在の地震動予測地図から高精度化された面的な強震動予測結果について不確実さも含めて示した。

(b) 業務の実施方法

断層近傍及び周辺都市域の詳細な地盤構造モデル構築のため、令和３年度に引き続き、地震観測を実施した。昨年度までに作成した浅部・深部統合地盤構造モデルについて、設置した地震観測点等の地震観測記録を用いたスペクトルインバージョンや地震波干渉法を用いた周期・増幅特性の精度検証を行い、作成範囲外の既往の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果に基づく東海地域の浅部・深部統合地盤構造モデル（以後 SIP モデル）との接続を行うために作成した地盤構造モデルの微調整を行った。

サブテーマ１～３に基づく活断層形状の詳細な情報を取り入れて、想定される震源シナリオについて強震動計算のための断層モデルを設定し、作成した地盤構造モデルを用いて強震動計算を行った。

(c) 業務の成果

1) 地盤構造モデルの検討

本研究における浅部・深部統合地盤構造モデル構築のため、地盤構造モデル構築範囲内において、昨年度に引き続き 20 箇所の地震観測を実施し、地震計設置後に観測された地震記録（令和４年４月～令和４年 12 月）を整理した。また、本研究にて作成した地盤構造モデルの範囲外については SIP モデルと接続出来るようにモデルの修正を行った。さらに、修正した地盤構造モデルを用いて、地震観測記録を用いてスペクトルインバージョンおよび地震波干渉法による浅部・深部統合地盤構造モデルの精度の検証・修正を行った。昨年度までの地盤構造モデルは、重力基盤上面≒地震基盤上面とみなして作成したが、範囲外の結果に対し、主に山間部において、深さ方向で数十メートル程度の大きな乖離（昨年度モデルの方が浅い）が出来ていた。そこで、地盤構造モデル間の相違を解消するための調整作業として、基本的に重力基盤上面の形状を変えずに、各データとモデルの地震基盤相当の速度層（Vs3100 m/s 程度）の上面深度値に修正した。修正方法を図１に示す。修正に用いたデータは、大アレイの微動探査、地震観測、PS 検層（KiK-net；防災科学技術研究所、2019a）、屈折トモグラフィの各データである（図２）。SIP モデルとの接合部分については補填ポイントを設定して接合した。

令和３年度に作成したモデルと SIP モデルを単純に接合した場合の地震基盤上面深度を図３（左）に、図１に従って修正した地震基盤上面深度（本年度作成したモデルの地震基盤上面深度）を図３（右）にそれぞれ示す。本年度の修正モデルでは、弾性波探査や PS 検層結果に基づき、山地部で地震基盤上面深度が深くなっている。また、SIP モデルとの接続境界部でもスムーズに接続できている。

地震基盤上面の深度を修正したうえで、工学的基盤から地震基盤までの深部地盤構造モデルに合わせて修正を行った。工学的基盤～地震基盤の地盤構造モデルの作成方針を表１にまとめた。

上記の作業で作成した最終的な地盤構造モデルを図４－１と４－２にそれぞれ示す。

スペクトルインバージョンにより求められた経験的サイト増幅特性（昨年度報告）と本年度作成した地盤構造モデルから求めた理論増幅率を比較した。なお、スペクトルインバージョン解析は、片岡・他（2006）を参考に計算した。解析に用いた地震は、Mj3.0 以上で、震源深さが 100

km 以下の地震を対象とし、震源深さが 25 km 以下の地震を内陸地震、震源深さが 25 km 以上の地震を海溝型地震として整理した。伝播経路の Q 値を適切に推定するために、観測データの最小震源距離と最大震源距離の差が 100 ㎞以上の地震のみを用いて解析した。拘束条件には、S 波速度 3 km/s 程度の地震基盤が確認されている、AICH04、AICH07、GIFH22 の 3 つの観測点において、孔中と地表のスペクトル比を同定することにより，拘束条件とした。逆解析には山中・石田（1995）による遺伝的アルゴリズムを用いた。図 5 に解析に用いた地震の震央位置等を示す。

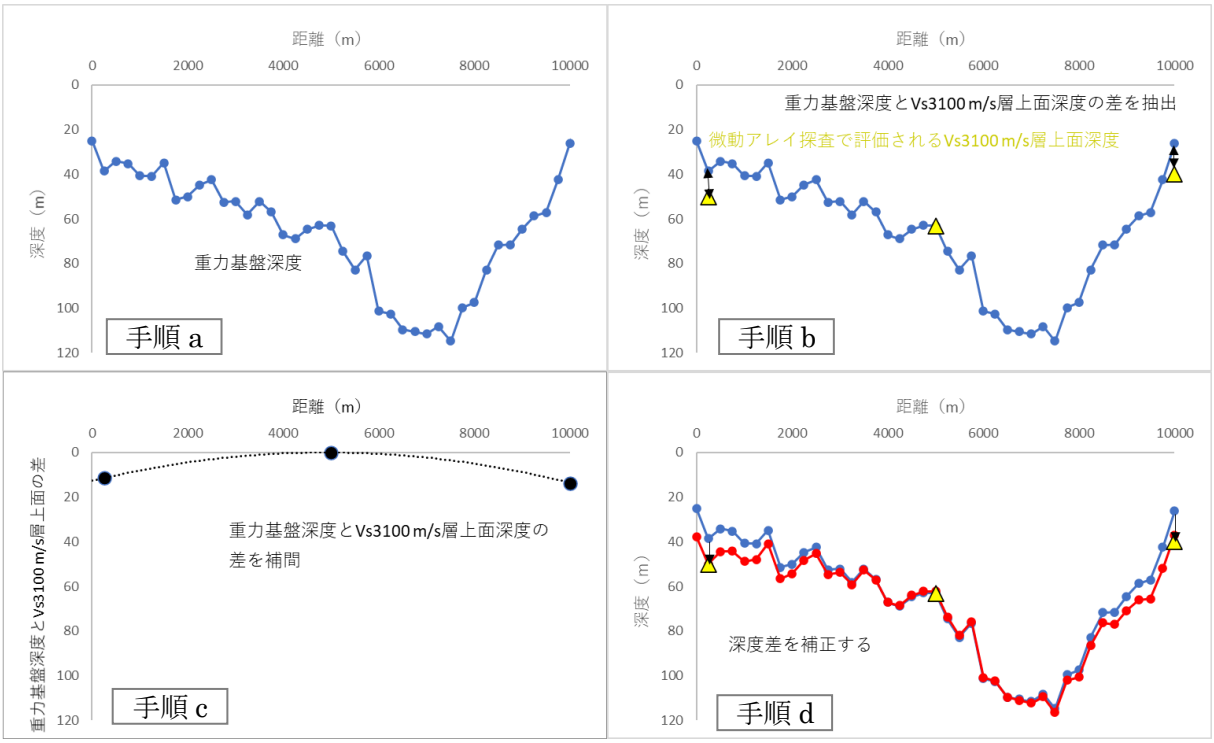


図 1　地震基盤上面の修正方法

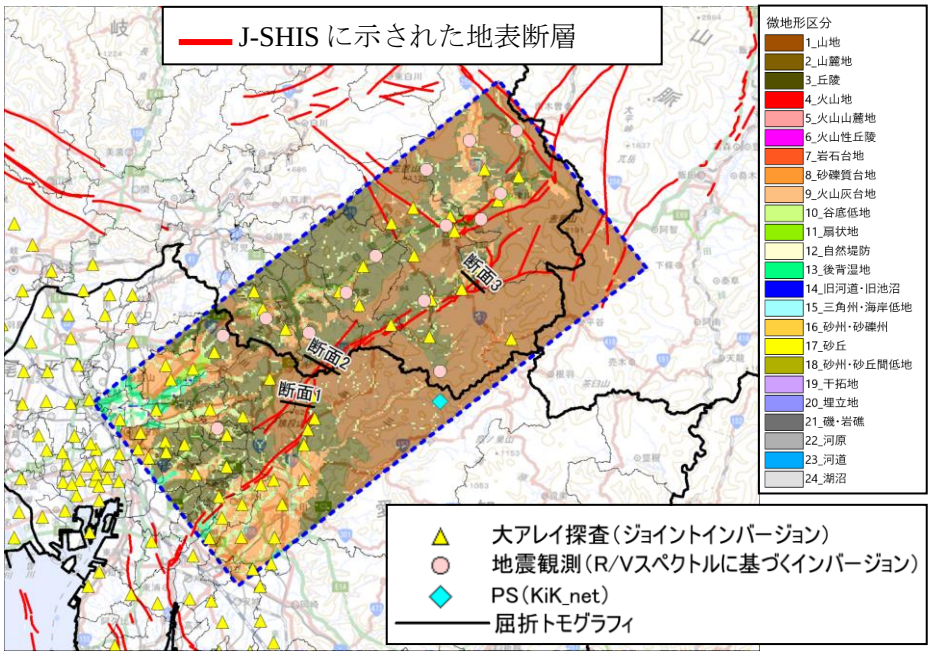


図 2　地震基盤上面の修正に使用したデータ

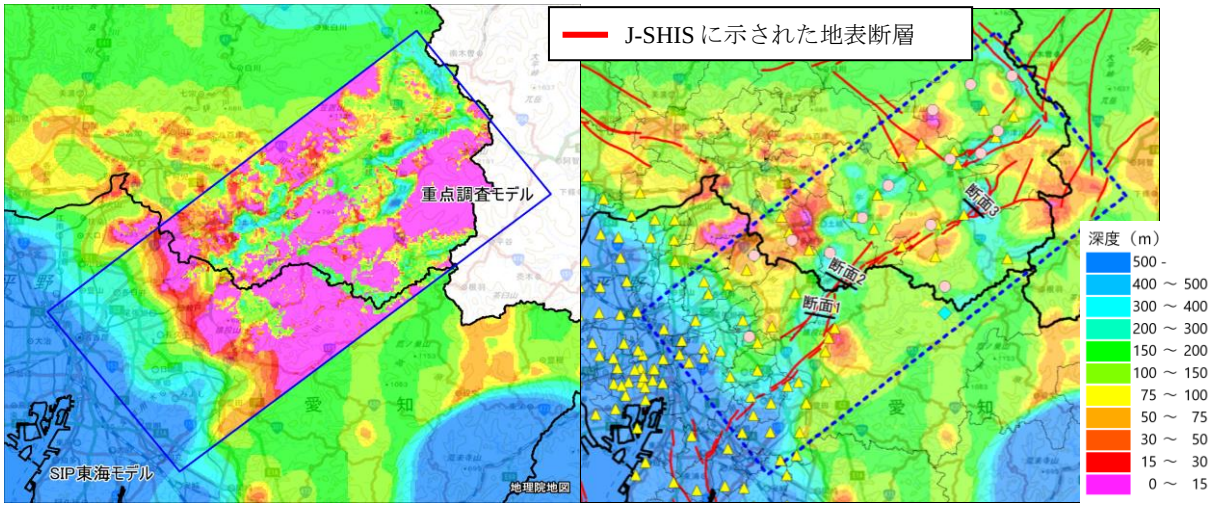


図３　令和３年度に作成した地震基盤上面深度（左）と本年度の地震基盤上面深度（右）

表１　工学的基盤～地震基盤の地盤構造モデルの作成方針

作成する速度層	作成手法
Vs350 m/s 層～ Vs500 m/s 層	Kriging 法（Cressie, 1991）を用いて,大アレイ探査のジョイントインバージョン結果および小アレイ探査から読み取った速度層境界深度を補間。 ※補填ポイントとして、「微地形区分：山地 or 丘陵」かつ「地形区分：基盤岩類」となっている箇所に風化層モデルを挿入して補間を行った。
Vs600 m/s 層～ Vs1100 m/s 層	Kriging 法を用いて、大アレイ探査のジョイントインバージョン結果の速度層境界深度を補間。 ※補填ポイントとして,「微地形区分：山地 or 丘陵」かつ「地形区分：基盤岩類」となっている箇所に風化層モデルを挿入して補間を行った.
Vs1200 m/s 層～ Vs3100 m/s 層	① Vs3100 m/s 層上面深度に対する各速度層の上面深度の比を計算。 ※大アレイ探査、地震観測、PS 検層（KiK-net）、モデル化接合部分の補填ポイント。 ② Kriging を用いて、①で計算した深度比を補間。 ③ 地震基盤上面深度と補間した深度比を使って、各速度層の上面深度を計算。

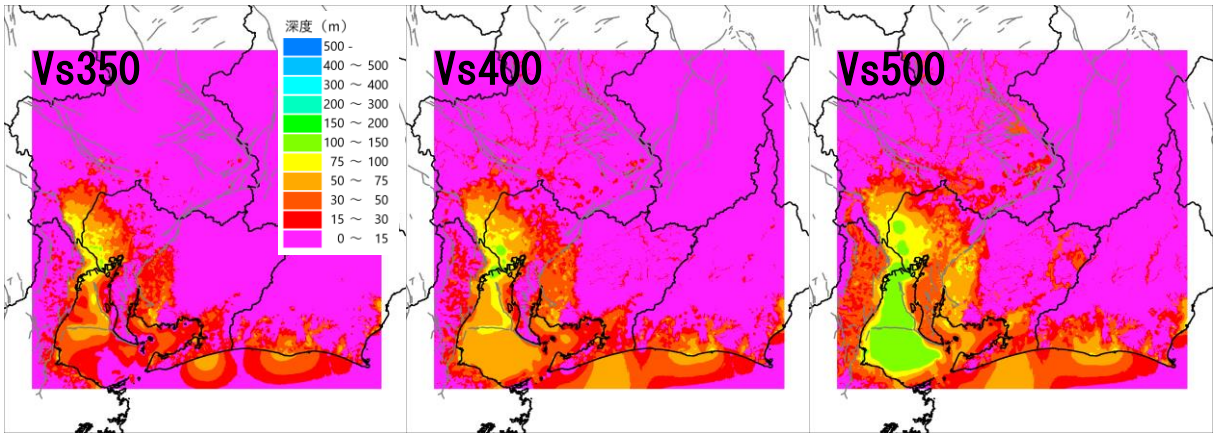


図４－１　深部地盤構造モデル各速度層上面深度（Vs350～Vs500）

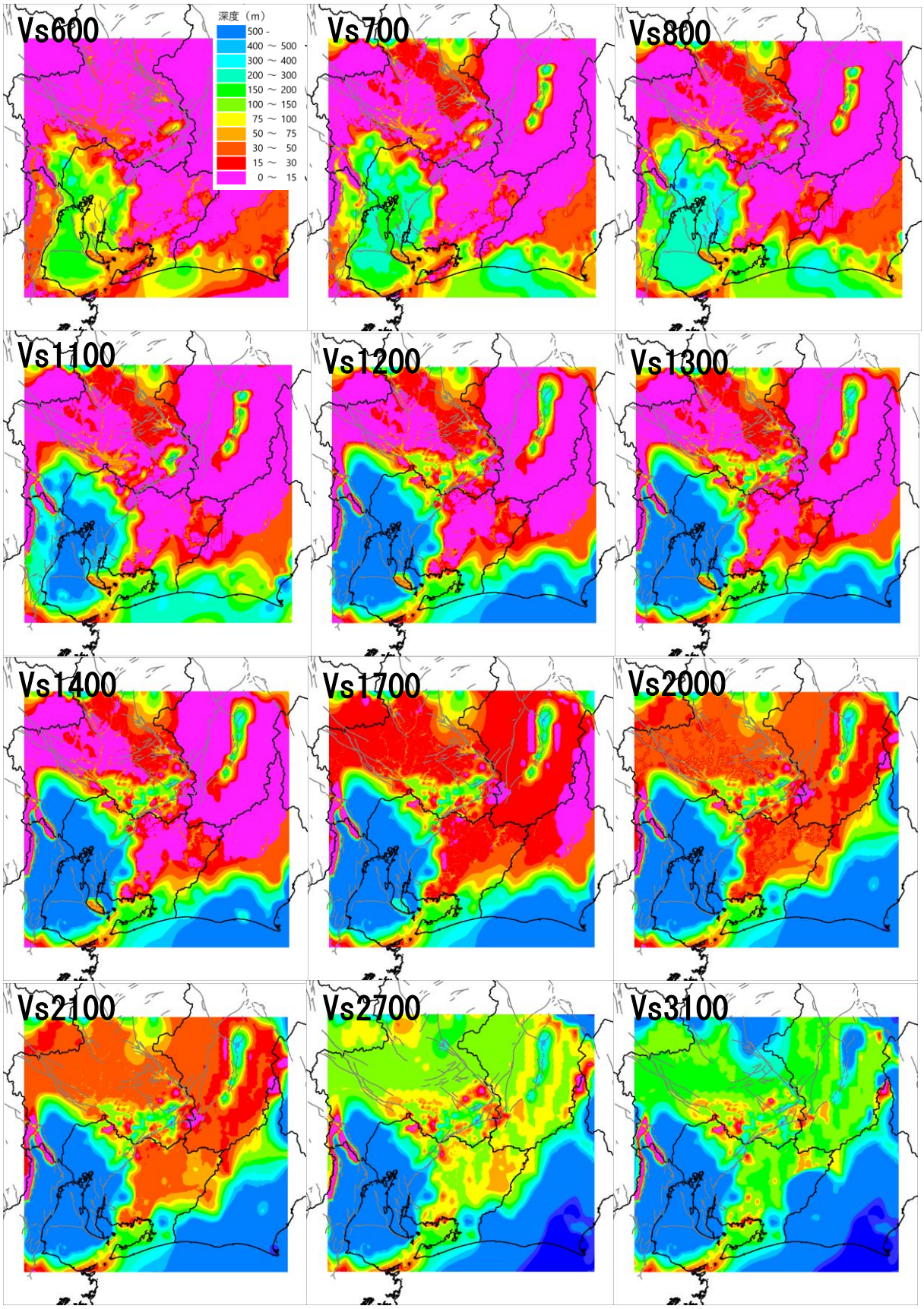


図４－２　深部地盤構造モデル各速度層上面深度（Vs600～Vs3100）

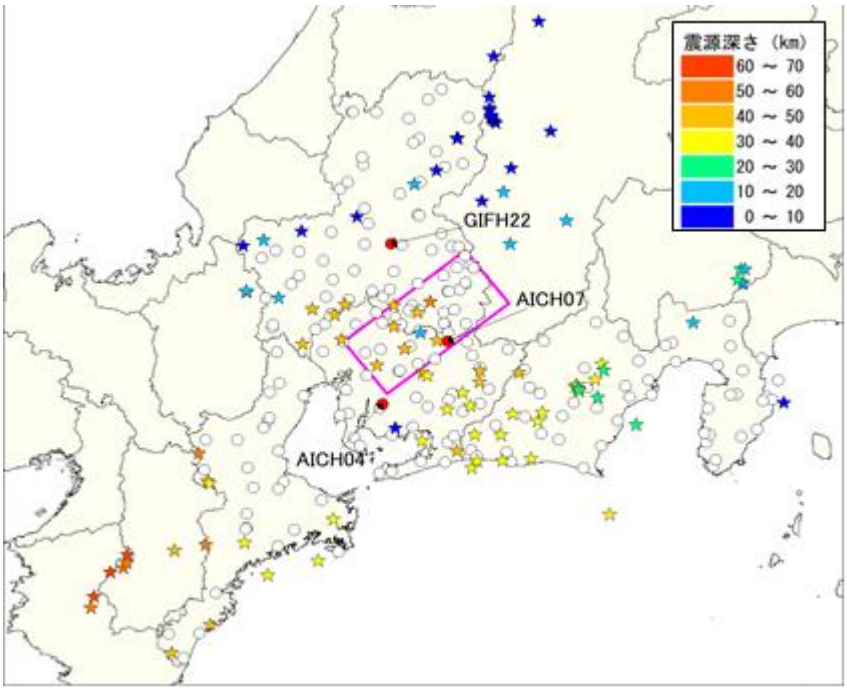


図５　解析に用いた地震の震央位置
○：観測点位置　☆：震央位置　赤丸：拘束条件に用いた観測点

図６に伝播経路の Q 値を示す。図には佐藤(2006)による東海・東南海沖周辺の Q 値を示している．今回推定した Q 値は，佐藤(2006)による結果と整合的である。図７に震源スペクトルと ω^2 モデルフィッティング結果を示す。観測データを概ねよく説明できていることがわかる。図８には、F-net の地震モーメント（防災科学技術研究所、2019b）との比較（左）と地震モーメントと震源スペクトルのコーナー周波数 Fc の関係（右）をそれぞれ示す。概ね倍半分のばらつきの中に推定された地震モーメントが位置していることがわかる。また、Fc は、川瀬・松尾（2004）によるプレート内地震の関係と概ね整合的である。図９に分離されたサイト増幅特性の例を示す。図には、野津・長尾（2005）によるサイト増幅特性も併せて示している。本解析によるサイト増幅特性は低周波数側でやや過小評価であるが、この原因としては、本解析では地震波の S 波部分のみを解析に用いているが、野津・長尾(2005)では，表面波部分も解析に用いているためと考えられる。

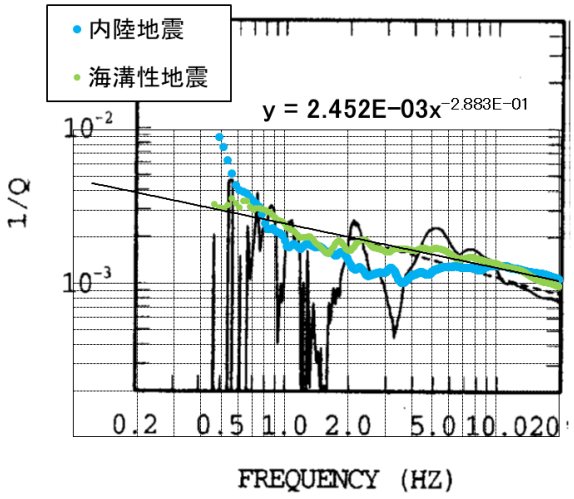


図６　伝播経路の Q 値：佐藤(2006)による Q^{-1} の図面に重ね書きした結果

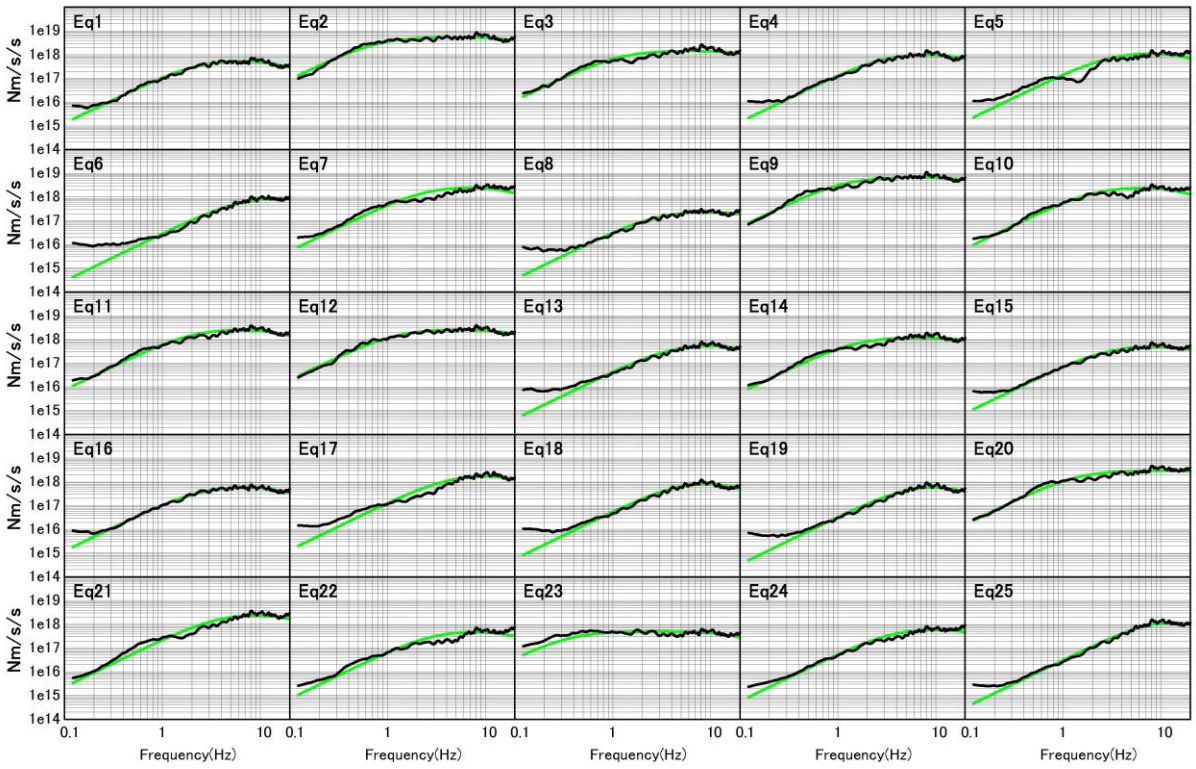


図７　震源スペクトル
黒：最大最小距離 100 ㎞以上の地震を使用した場合の例
緑：震源距離最大最小距離差 100㎞ 以上の地震を使用した場合のω2 モデルフィッティング結果

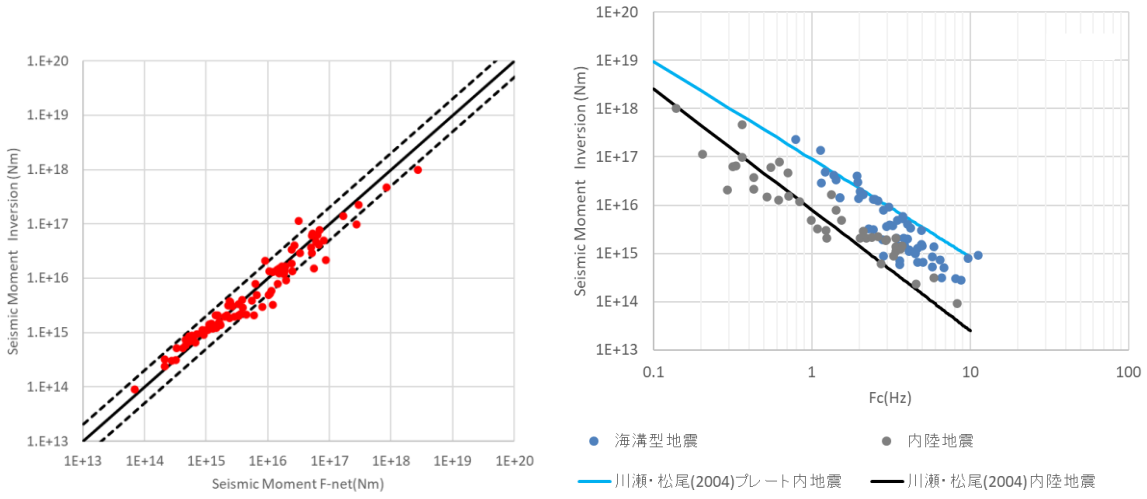


図８　F-net による地震モーメントと解析された地震モーメントの比較（左）、解析された地震モーメントとコーナー周波数の関係（右）

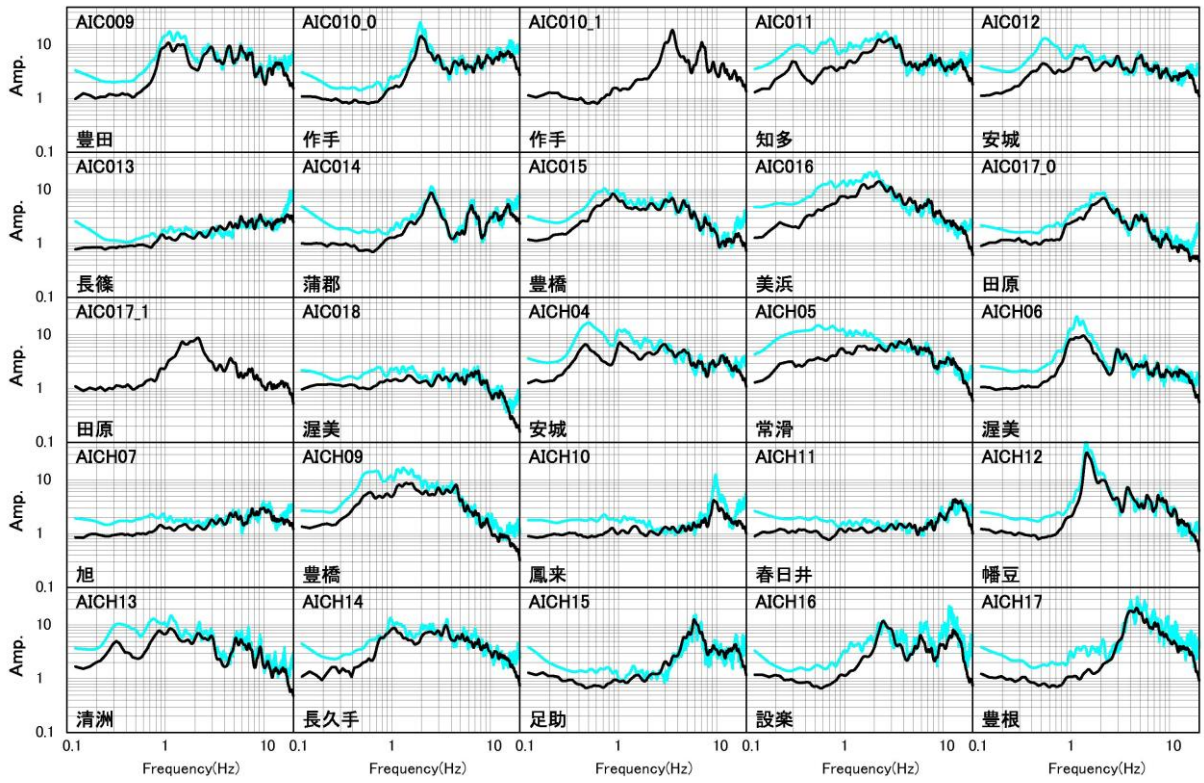


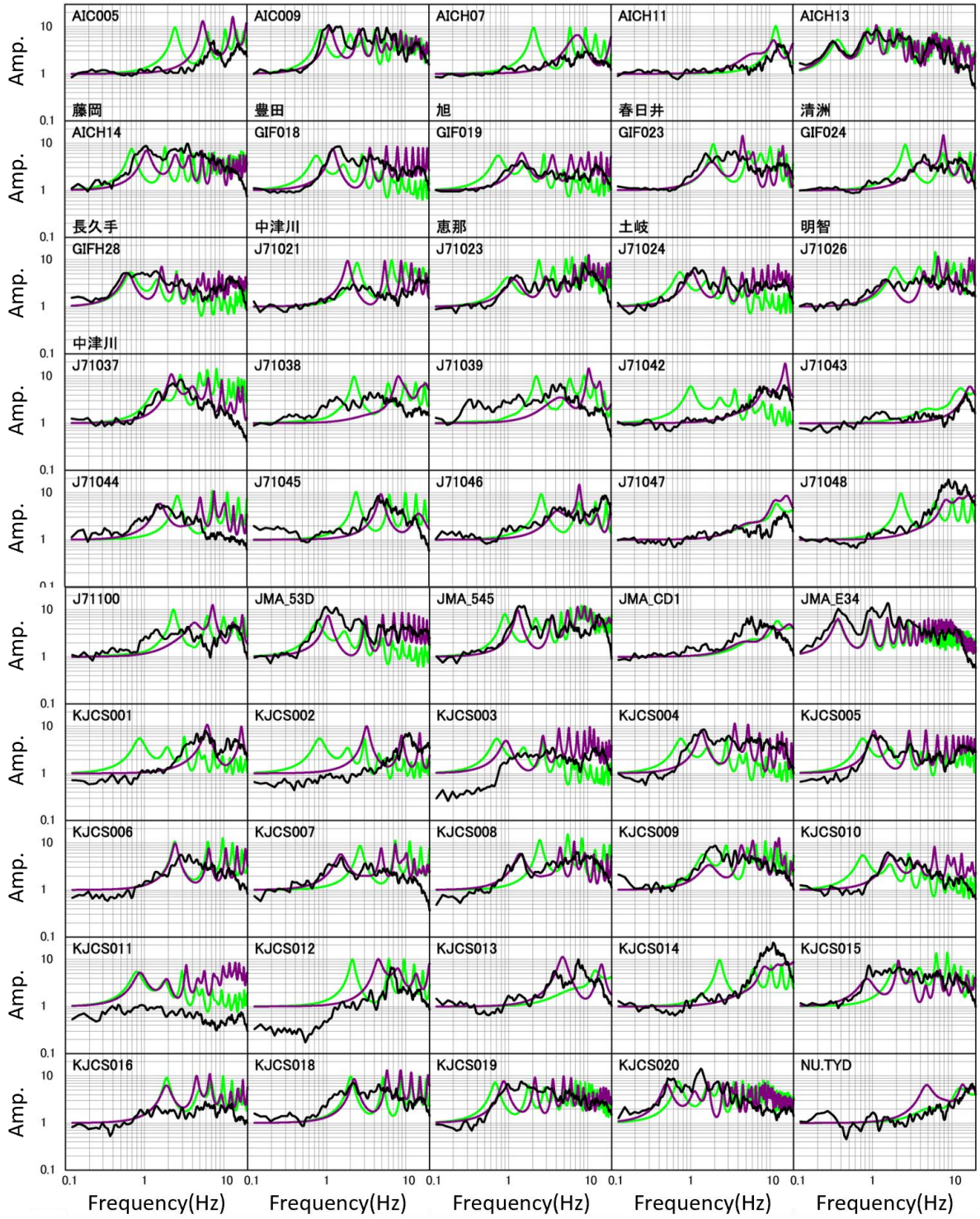
図９　分離されたサイト増幅特性
（黒：今回のスペクトルインバージョン解析結果　水色：野津・長尾（2005））

次に、微動アレイ探査を用いたモデル化を行っている低地・台地を対象に、スペクトルインバージョン解析の手法で求めた S 波の増幅特性と本年度作成した地盤構造モデルの理論増幅特性を比較し、地盤構造モデルの妥当性を検証した。Q 値については，山中・他（2009）を参考に設定した。また、スペクトルインバージョン解析による S 波増幅特性と本年度作成した地盤構造モデルの理論増幅特性の比較を図 10 に示す。比較のために、SIP モデルの理論増幅特性も同図に示す。Anderson(2004)に基づき、0.5～2.0 秒の S 波増幅特性の合致度の評価も行った（図 11)。この評価では、10 に近い程、比較対象と整合的であることを示す。

本年度作成した地盤構造モデルの理論増幅率はスペクトルインバージョン解析による S 波増幅特性と概ね調和的であることが分かった。

本検討では、設置した地震計の観測記録（20 地点）を用いて、地震波干渉法により、調査地周辺の観測点ペア（図 12）での相互相関関数（観測グリーン関数）を推定した。

さらに、SIP モデルと本年度作成した地盤構造モデルを用いて、３次元差分法により連続地震観測点間の理論グリーン関数を計算し、地震波干渉法によって得られた観測点間のグリーン関数との比較により、モデルの妥当性を検証した。約４か月分（2021 年 2 月～ 2021 年 5 月）の連続観測記録を用いて，２点間の相互相関関数を計算した。相互相関関数がグリーン関数と同等であると見なし（観測グリーン関数)、これらの観測グリーン関数と SIP モデル、および、今回作成したモデルによって得られる理論グリーン関数との比較検討を行った。また、理論グリーン関数の導出にも有限差分法コードを用いた。



—：重複反射理論に基づく、本年度作成した地盤構造モデルの理論増幅特性
—：重複反射理論に基づく SIP モデルの理論増幅特性
—：昨年度にスペクトルインバージョン解析で求めた経験的サイト増幅特性

図 10　経験的サイト増幅特性および理論増幅率特性

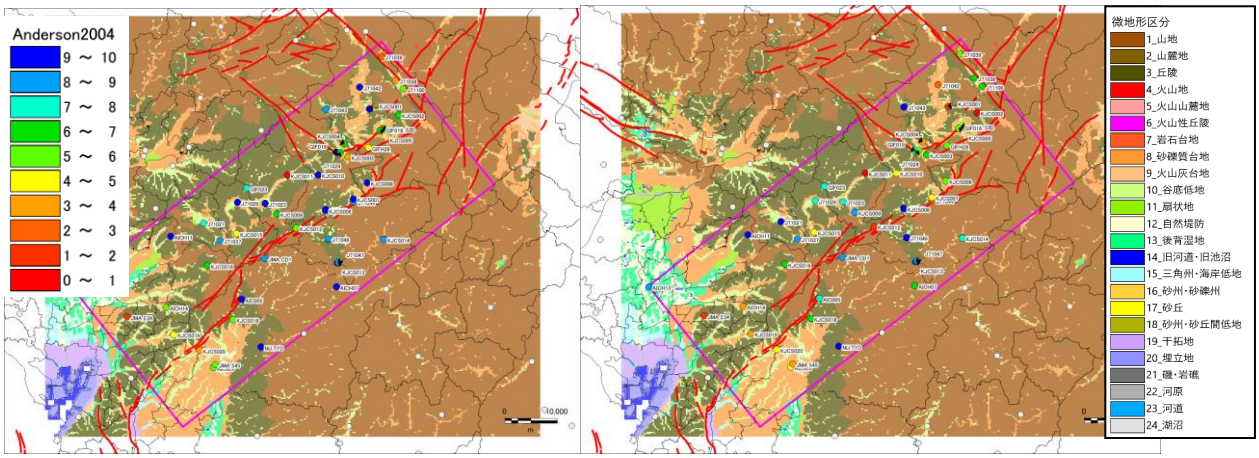


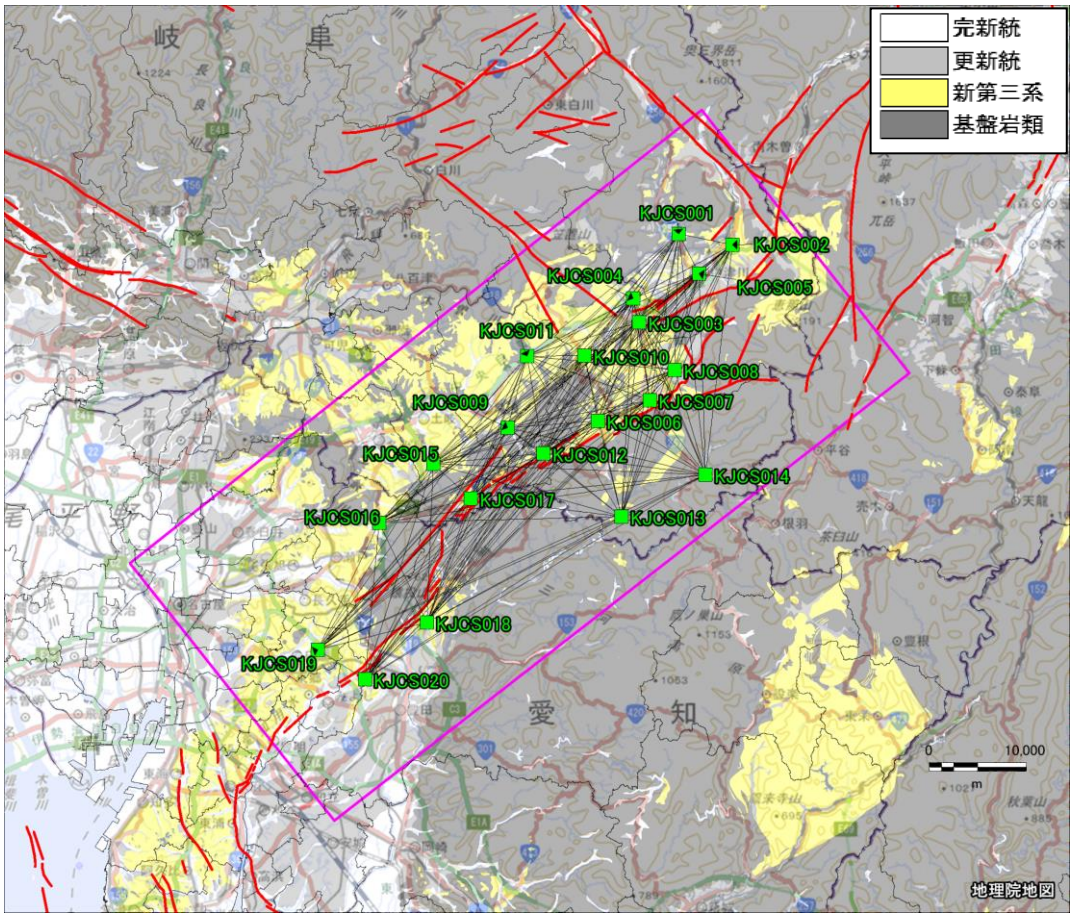
図 11　地震観測点における Anderson(2004)に基づく評価
（左：SIP モデル、右：本年度作成したモデル）

地震波干渉法解析は，以下の手順に基づいて実施した。(1) 各観測点で得られた 1 時間の時間長をもつ上下動の連続微動記録に対して、0.166～10 Hz のバンドパスフィルターを施す。(2) 40 Hz へのデータリサンプリングを行う。(3) 1 時間の時間長をもつ微動記録を 400 秒の波形に分割する。(4) 地元 (2011) を参考に、コヒーレンシーの計算を行う。(5) 各分割記録により計算されたコヒーレンシーを平均する。(6) 平均化されたコヒーレンシーの逆フーリエ変換により相互相関関数を得る。理論グリーン関数の導出は、基本となる差分スキームは、速度―応力スタッガード・グリッド (Virieux, 1986) であり、時間方向に 2 次，空間方向に 4 次の精度 (Levander, 1988) で計算を行っている。速度―応力スタガード･グリッドに対する震源の導入には、モーメント・テンソルを等価な体積力として表現する方法 (Graves, 1996) を用いた。吸収境界条件は、Cerjan et al. (1985) による方法を用いた。厚さ 20 格子分を吸収境界とした。粘弾性条件は、メモリバリアブルによる方法 (Robertsson, 1994) を用い、基準周期は 4 秒とした。差分法の計算条件を表 2 に示す。震源は中心周波数 1 Hz のリッカー波として、加振点の地表面において鉛直方向のシングルフォースを与えた。上下動成分の応答波形に対して震源の影響を取り除くデコンボリューション演算を行い、最終的な理論グリーン関数とした。

例として、KJCS003 を発信点としたときの観測点ペアについて近傍の観測点である KJCS004、KJCS010 との観測点ペアの R/V スペクトル図、断面図およびグリーン関数比較図を示す (図 13-1、図 13-2)。全体的な傾向として、観測グリーン関数はノイズが大きいが、これは狭い盆地内部や平野端部で観測されているため、伝播経路が複雑であるためと考えられる。

受信点が発信点 (KJCS003) に近い観測点間の理論グリーン関数は，比較的観測グリーン関数と整合的である。発信点から遠い地点についても、本年度作成した地盤構造モデルの理論グリーン関数と観測グリーン関数は一部区間で整合的である。SIP モデルの理論グリーン関数は本年度作成した地盤構造モデルの理論グリーン関数よりも後続波が表れている。これは、発信点近傍で堆積層が厚く設定されているためであると考えられる。

Vs350m/s 以深の深部地盤構造モデルを調整したことにより、昨年度までに作成した浅部地盤構造モデルによる AVS30 も若干変化するため、以下に本年度調整した最終的な浅部・深部統合地盤構造モデルの AVS30、工学的基盤 (Vs400) を地表とした場合の AVS30eb、藤本・翠川(2006)による最大速度増幅率(Vs400 層に対する増幅率)を図 14 にそれぞれ示す。



— J-SHIS で示された地表断層

■緑：2021 年臨時地震観測地震計地点

図 12　地震観測地点位置図

表 2　地震波干渉法の検討における差分法の計算条件

グリッドサイズ(m)	25	
経度方向距離(km)	85	グリッド数3408
緯度方向距離(km)	86	グリッド数3432
深度方向 グリッドサイズ(m)	10 20 80 300	深さ0 km～0.4 km 深さ0.4km～0.6 km 深さ0.6km～1.4 km 深さ1.4km～10.4 km 吸収境界を除いた深度
計算間隔(秒)	0.0010	
ステップ数	25,000	計算時間 25 (s)
左下隅の座標	EW:−30500m　NS:−118400m	
右上隅の座標	EW:54700m　NS:−32600m	
計算最小周期(秒)	0.357	

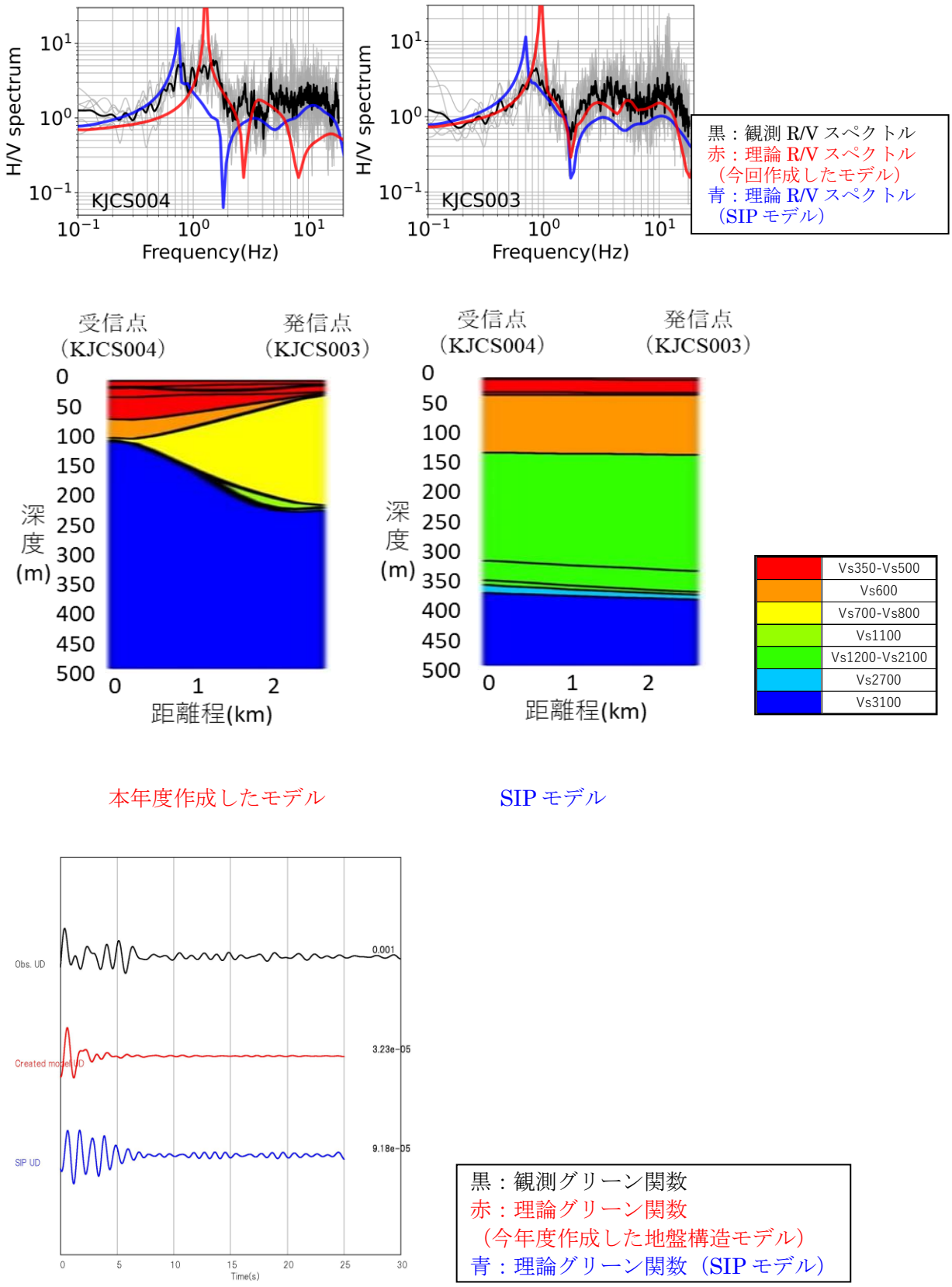


図 13-1　R/V スペクトル（左上：受信点 KJCS004，右上：発信点 KJCS003）観測点ペアの断面図（左中：今年度作成した地盤構造モデル　右中：SIP モデル）下：グリーン関数の比較（KJCS004）

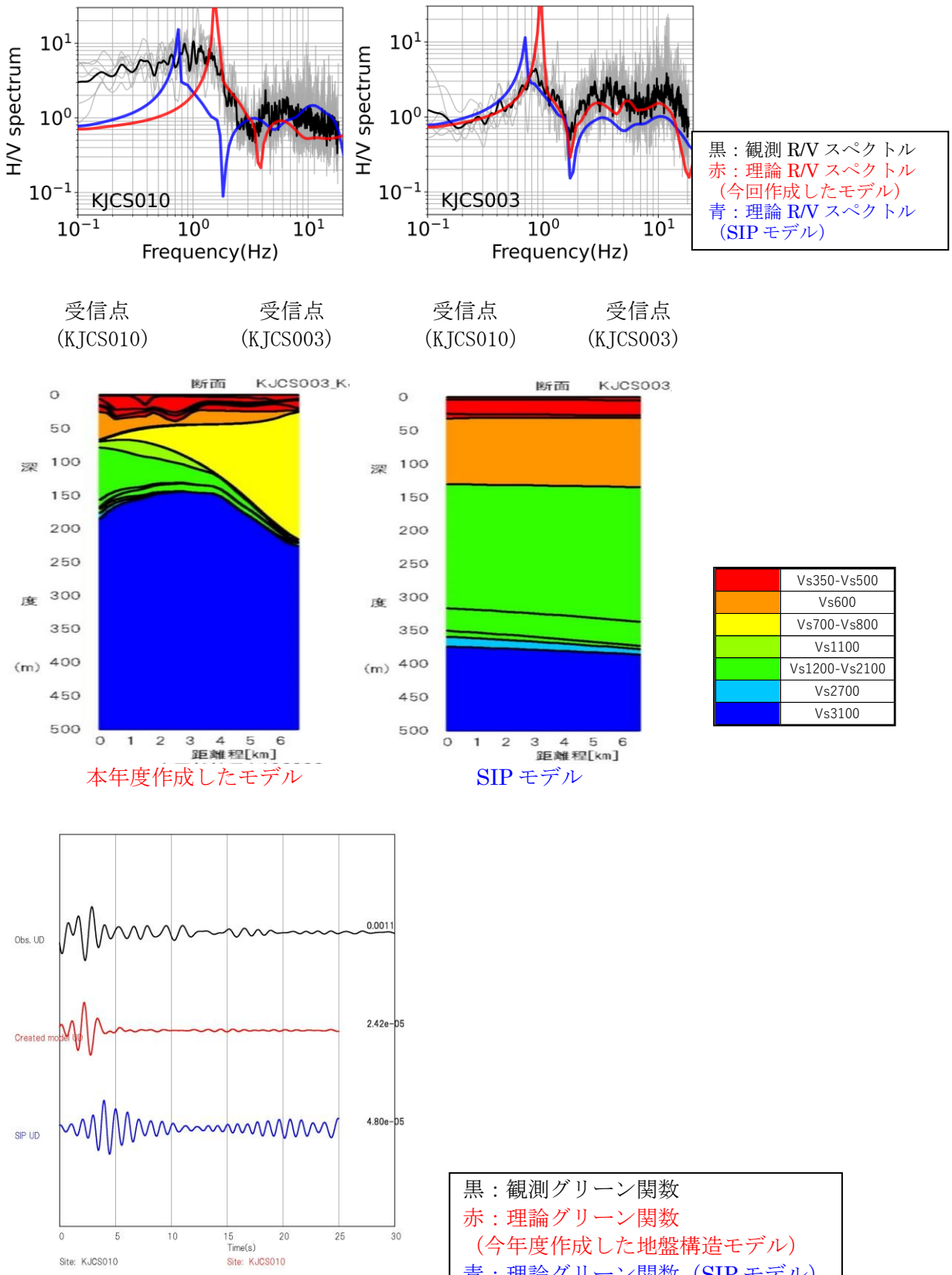


図 13-2　R/V スペクトル（左上：受信点 KJCS010，右上：発信点 KJCS003）観測点ペアの断面図（左中：今年度作成した地盤構造モデル　右中：SIP モデル）下：グリーン関数の比較(KJCS010)

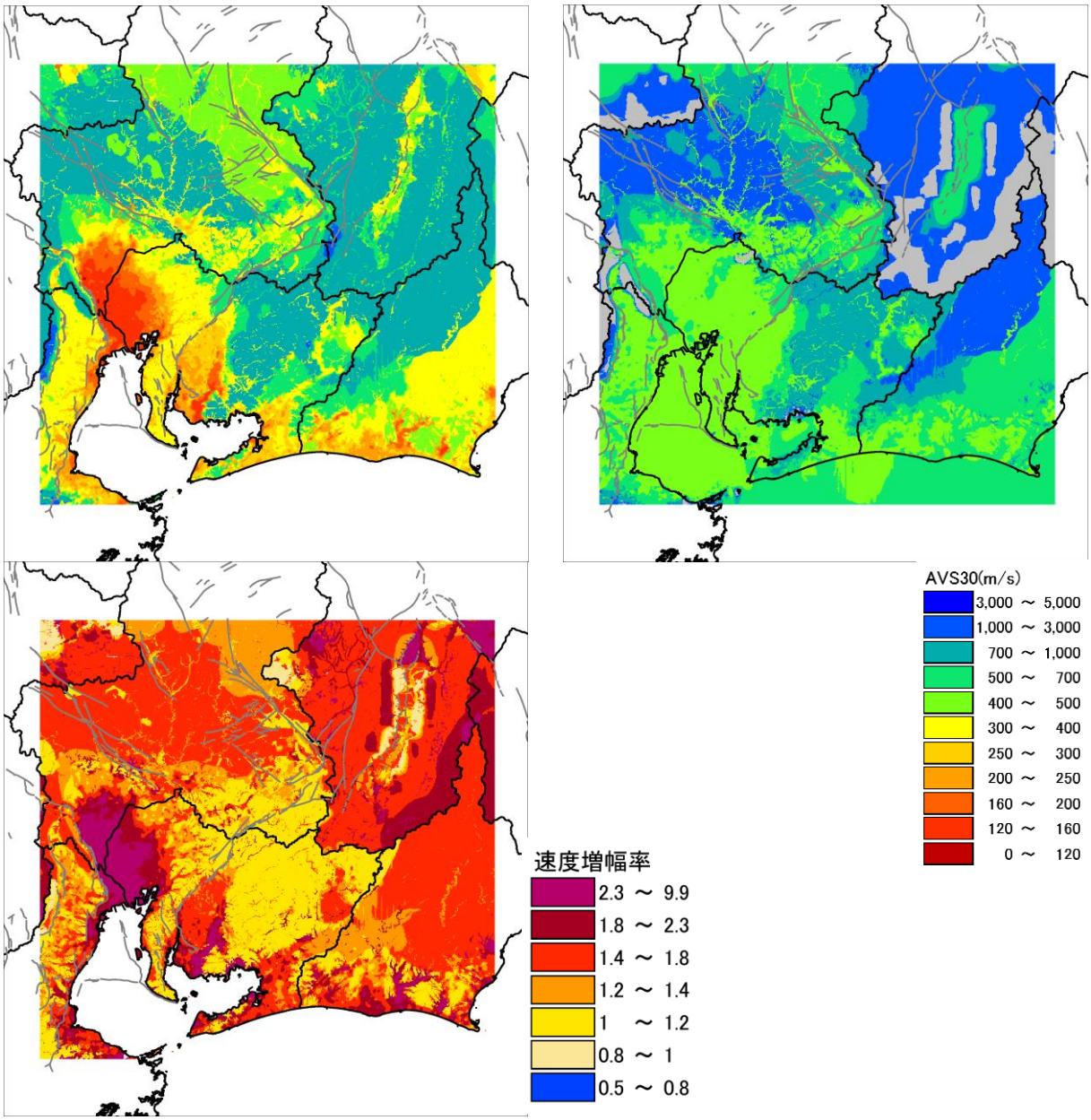


図 14　地表の AVS30（上左図）、Vs400m/s 層上面を地表としたときの AVS30eb（上右図）Vs400m/s 層に対する速度増幅率（下図）

2）震源断層の詳細なモデル化と強震動計算

強震動計算のための断層モデル作成にあたり、サブテーマ１～３による三次元断層形状の調査結果を参照して、震源シナリオを「屏風山区間」「恵那山区間」「猿投山区間」「恵那山・猿投山区間同時活動」の断層区間について設定することとした。

従来の強震動予測の枠組みでは強震動を生成する断層運動は地震発生層以深でモデル化されてきたが、断層運動が地表付近に達する地震では従来のモデル化方法では断層近傍の永久変位を伴う地震動を説明できないことが 2016 年熊本地震を対象とする検討（地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会, 2022）で指摘されていることから、本検討においては地震発生層以深の「深部断層モデル」と地震発生層以浅から地表付近に至る「浅部断層モデル」に分けてモデル化することとした。

まず、「深部断層モデル」の設定のため、「屏風山区間」「恵那山区間」「猿投山区間」「恵那山・猿投山区間同時活動」それぞれについて端点位置と長さ、傾斜角、幅を設定し、強震動予測「レシピ」（地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2020）に従い矩形の形状を持つ特性化震源モデルを作成した。以下、深部断層のみのモデルを F0 とする。

続いて、二通りの方法で「浅部断層モデル」を設定した。一つは、深部断層モデル F0 を矩形のまま幅を延長し地表へ延長するモデル（F1 とする）、もう一つは、深部断層と地表断層トレースを接続するモデル（F2 とする）である。F2 では、図 15 に示すようにサブテーマ 1 による詳細な活断層トレース形状を 100～500m 程度の間隔の節点を持つ線分の集合で近似し、地表から深部断層モデル上端に収れんさせることにより浅部断層モデルを設定した。

以上のように設定した各断層区間の位置、長さ、幅、断層幅、走向・傾斜・滑り角、「レシピ」に基づいて算出した震源パラメータを、浅部断層を考慮する場合としない場合のそれぞれについて表 3 に記す。また、各断層モデルの模式図を図 16 に示す。震源パラメータの算出においては、深部断層・浅部断層それぞれについて表 4 に示す物性値を仮定した。破壊伝播速度は浅部・深部それぞれの領域内で表 4 の S 波速度の 72%とした。

破壊開始点の設定については、サブテーマ 1 の検討結果における断層の推定分岐方向等を考慮し、屏風山、恵那山、猿投山断層帯のそれぞれの区間においてそれぞれ断層西端付近または中央付近、断層東端または中央付近、断層中央付近に設定した。浅部断層の滑り量は深部断層の背景領域と同じ滑り量とし、滑り速度時間関数は地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会（2022）を参照し、立ち上がり 2 秒の smoothed ramp 型関数（SR）と、深部断層と同じ中村・宮武（2000）による関数（NM）の 2 通りを検討した。ただし、本検討では後述の通り統計的グリーン関数法における短周期地震動の計算において浅部断層の寄与を考慮しないモデルを基本とすることから、NM については屏風山区間のみに対して参考モデルとしての設定にとどめた。以上の設定条件の組み合わせにより、表 5 に示す 25 ケースの震源シナリオについて強震動計算を実施した。強震動計算は、本研究で構築した地盤構造モデルのうち深部地盤構造モデルを媒質モデルとして用いて、周期 1 秒以上の長周期側を 3 次元差分法（Aoi and Fujiwara 1999）、周期 1 秒以下の短周期側を統計的グリーン関数法（壇・佐藤、1998）で行い、接続周期 1 秒でハイブリッド波形合成を行った。震源断層モデルの離散化間隔、計算格子間隔等の計算条件を表 6 に示す。差分法計算においては、3 次元的に不均質な地盤構造モデル中で各点震源位置での地盤物性値を地震モーメントに反映させた。

発震から 60 秒間の地震動を計算し、解放工学的基盤上の地震動(0.1-1.0 Hz)および計測震度（藤本・翠川, 2005 による最大速度からの換算値）を出力した。

地震動計算結果として、全 25 ケースの工学的基盤上の最大速度分布を図 17 に示す。また、図 18 に工学的基盤上の計測震度分布を示す。ただし計測震度では浅部の滑り速度時間関数の違い（SM、NM の違い）は極めて小さいため、NM のケースは割愛している。図 19 に断層近傍のエリアについて最終変位量の分布を示す。ここでは変位量は速度波形を一回積分し、変位振幅がおおむね安定する 25 秒後～30 秒後の振幅の平均値とした。

断層ごく近傍の地点として恵那（K-NET GIF019 観測点位置）、土岐（K-NET GIF023 観測点位置）、および濃尾平野内に位置する名古屋（愛知県庁位置）（図 20）における工学的基盤上の 5%減衰の擬似速度応答スペクトルを図 21 に、工学的基盤上の速度時刻歴波形を図 22 に示す。予測地震動は破壊開始点の設定による違いが顕著に大きく、また断層近傍観測点においては周期 1 秒以上の帯域で浅部断層モデルの設定による違いがみられる（図 21(a), (b)）。

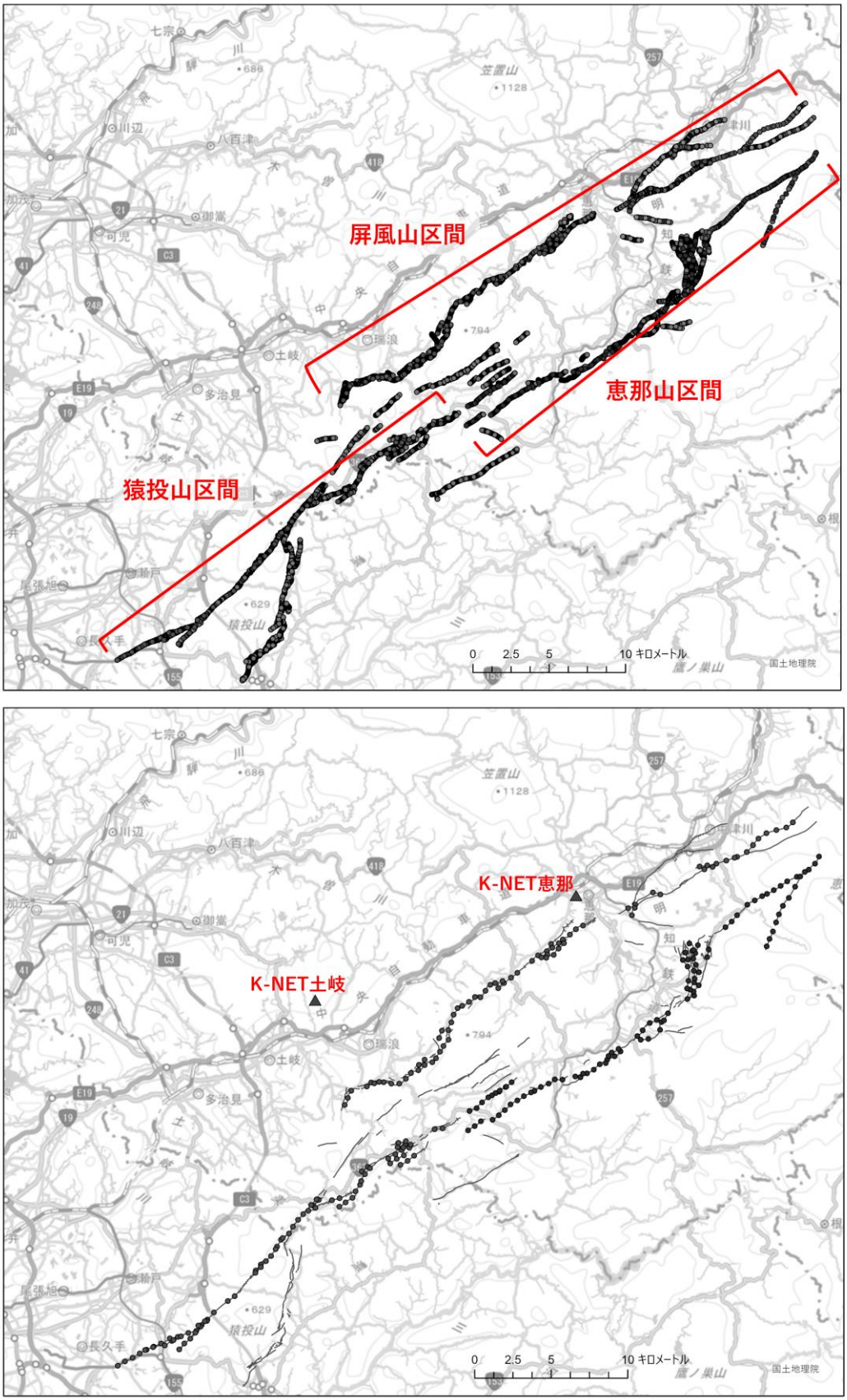
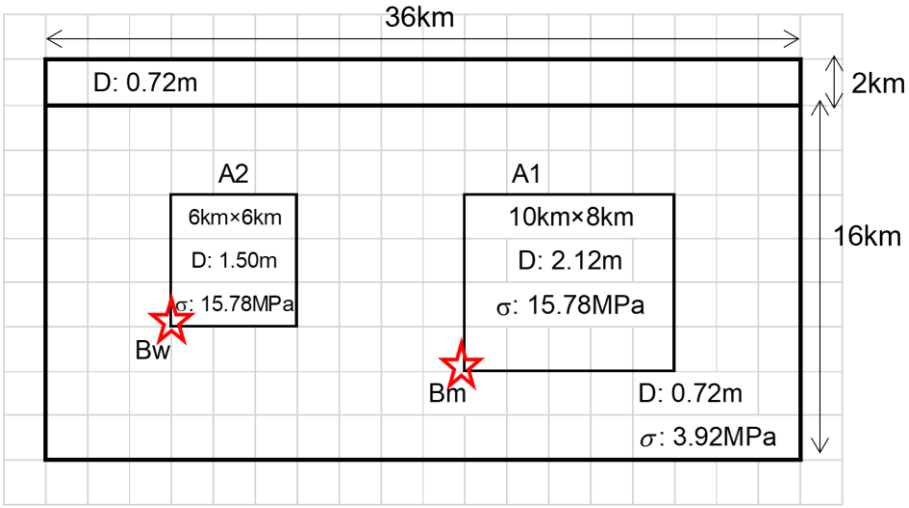
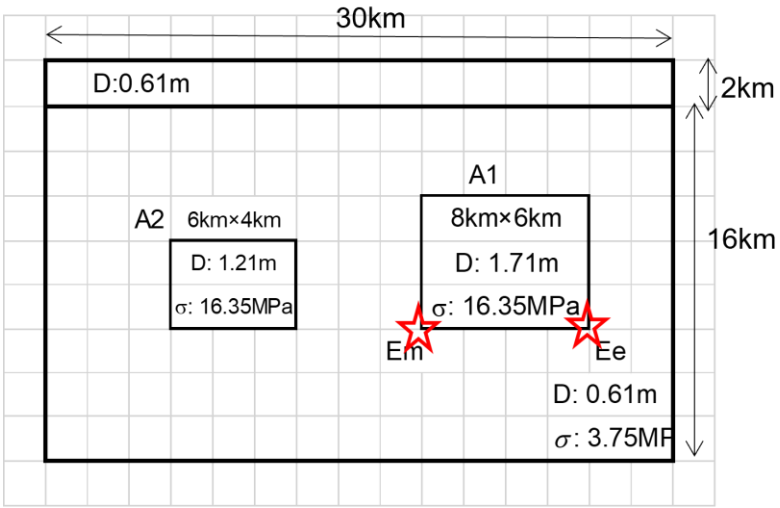


図 15　サブテーマ 1 による断層トレース（上）と強震動計算のための浅部断層モデル化に用いた点群（下）。背景地図は国土地理院による。▲は後述の観測点位置。

屏風山区間



恵那山区間



猿投山区間

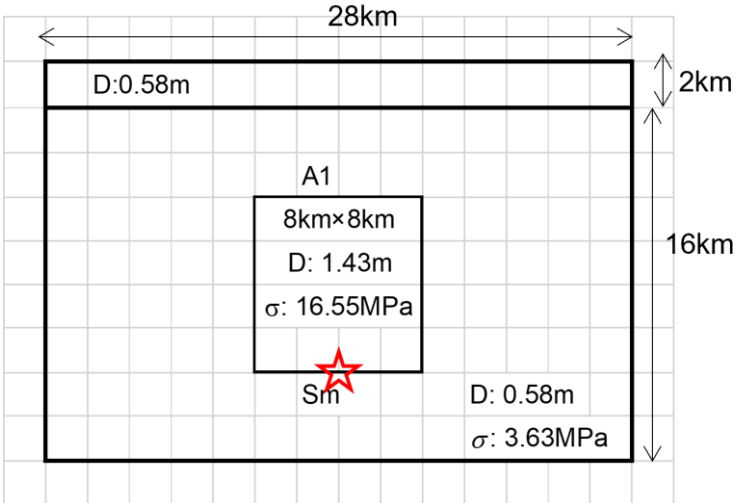


図 16　各断層区間の特性化震源モデルの模式図。横軸は長さ、縦軸は傾斜角方向長さを表し、2km 単位に丸めている。浅部 2km は浅部断層を表す。D は滑り量、σ は実効応力、A1 と A2 はアスペリティ、☆は破壊開始点を表す。

表３　各断層区間の震源パラメータ

パラメータ		設定方法	A: 屏風山		B: 恵那山		C: 猿投山	
断層長さ　L [km]		サブテーマ1, 2, 3	36		29		27	
地表起点緯度　[° N]		サブテーマ1, 2, 3	35.3228		35.3109		35.1725	
地表起点経度　[° E]		サブテーマ1, 2, 3	137.2353		137.3262		137.0747	
走向 θ [度]		サブテーマ1, 2, 3	57.1		52.2		54.1	
地震発生層上端深さ　H_s [km]		地震動予測地図2020年版	2		2		2	
地震発生層下端深さ　H_d [km]		サブテーマ1, 2, 3	16		16		16	
傾斜角　δ [度]		サブテーマ1, 2, 3	70		70		70	
すべり角　λ [度]		サブテーマ1, 2, 3	45		20		20	
			浅部なし	浅部あり	浅部なし	浅部あり	浅部なし	浅部あり
断層上端深さ　D_{top} [km]		Hs または 0	2	0	2	0	2	0
断層幅　W [km]		$W = (H_d - D_{top}) / \sin\delta$	14.9	17.0	14.9	17.0	14.9	17.0
断層面積　S [km^2]		$S = L \times W$	536.3	613.0	432.1	493.8	402.3	459.7
地震モーメント　M_0 [Nm]		$M_0 = M_{0a} + M_{0b} + M_{0shal}$	1.60E+19	1.7E+19	1E+19	1.1E+19	9.0E+18	9.4E+18
モーメントマグニチュード　M_w		$M_w = (\log_{10} M_0 - 9.1) / 1.5$	6.74	6.75	6.61	6.62	6.57	6.58
平均すべり量　D [m]		$D = M_{0tmp} / (\mu \times S_{tmp})$	0.96	0.96	0.77	0.77	0.72	0.72
静的応力降下量　$\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = (7/16) \times M_{0tmp} / R_{tmp}^3$	3.14	3.14	2.82	2.82	2.72	2.72
短周期レベル　A [Nm/s^2]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_{0tmp} \times 10^7)^{1/3}$	1.34E+19	1.34E+19	1.16E+19	1.16E+19	1.10E+19	1.10E+19
アスペリティ全体	面積　S_a [km^2]	$S_a = \pi \times r^2$	106.7	106.7	74.4	74.4	66.1	66.1
	平均すべり量　D_a [m]	$D_a = 2D$	1.91	1.91	1.54	1.54	1.43	1.43
	地震モーメント　M_{0a} [Nm]	$M_{0a} = \mu \times D_a \times S_a$	6.37E+18	6.37E+18	3.58E+18	3.58E+18	2.96E+18	2.96E+18
	実効応力　σ_a [MPa]	$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (7/16) \times M_{0tmp} / (r^2 \times R_{tmp})$	15.78	15.78	16.35	16.35	16.55	16.55
アスペリティ1	面積　S_{a1} [km^2]	$S_{a1} = S_a \times 2/3$ または S_a	71.1	71.1	49.6	49.6	66.1	66.1
	すべり量　D_{a1} [m]	$D_{a1} = (\gamma_1 / \Sigma \gamma_j^3) \times D_a$, $\gamma_1 = r_1 / r$	2.12	2.12	1.71	1.71	1.43	1.43
アスペリティ2	面積　S_{a2} [km^2]	$S_{a2} = S_a \times 1/3$ または 0 (－)	35.6	35.6	24.8	24.8	—	—
	すべり量　D_{a2} [m]	$D_{a2} = (\gamma_2 / \Sigma \gamma_j^3) \times D_a$, $\gamma_2 = r_2 / r$	1.50	1.50	1.21	1.21	—	—
背景領域（地震発生層内）	面積　S_b [km^2]	$S_b = S - S_{shal} - S_a$	429.6	429.6	357.6	357.6	336.2	336.2
	すべり量　D_b [m]	$D_b = M_{0b} / (\mu \times S_b)$	0.72	0.72	0.61	0.61	0.58	0.58
	地震モーメント　M_{0b} [Nm]	$M_{0b} = M_{0tmp} - M_{0a}$	9.63E+18	9.63E+18	6.81E+18	6.81E+18	6.04E+18	6.04E+18
	実効応力　σ_b [MPa]	$\sigma_b = (D_b / W_{tmp}) / (D_a / W_a) \times \sigma_a$	4.11	4.11	3.75	3.75	3.63	3.63
浅部	面積　S_{shal} [km^2]	$S_{shal} = L \times (H_s - D_{top}) / \sin\delta$	0	76.6	0	61.7	0	57.5
	すべり量　D_{shal} [m]	$D_{shal} = D_b$		0.72		0.61		0.58
	地震モーメント　M_{0shal} [Nm]	$M_{0shal} = \mu_{shal} \times D_{shal} \times S_{shal}$	0	5.83E+17	0	3.98E+17	0	3.50E+17

注：赤字は本調査研究のサブテーマ１～３の成果に基づいて設定したパラメータ

表３（つづき）複数区間同時活動の場合。

			B: 恵那山 + C: 猿投山			
パラメータ		設定方法	B	C	B	C
区間長さ L_{seg} [km]		サブテーマ1	**29**	**27**	**29**	**27**
地震発生層上端深さ H_{sseg} [km]		地震動予測地図2020年版	2	2	2	2
地震発生層下端深さ H_{dseg} [km]		サブテーマ2,3	**16**	**16**	**16**	**16**
傾斜角 δ_{seg} [度]		サブテーマ1,2,3	**70**	**70**	**70**	**70**
すべり角 λ_{seg} [度]		サブテーマ1,2,3	**20**	**20**	**20**	**20**
			浅部なし		s1	
断層上端深さ D_{topseg} [km]		"浅部なし"は H_s , "s1","s2" は 0	2	2	0	0
区間幅 W_{seg} [km]		$W_{seg} = (H_{dseg} - D_{topseg}) / \sin \delta_{seg}$	14.9	14.9	17.0	17.0
区間面積 S_{seg} [km^2]		$S_{seg} = L_{seg} \times W_{seg}$	432.1	402.3	493.8	459.7
総地震モーメント M_0 [Nm]		$M_0 = M_{0a} + M_{0b} + M_{0shal}$	3.87E+19		3.99E+19	
モーメントマグニチュード M_w		$M_w = (\log_{10} M_0 - 9.1) / 1.5$	6.99		7.00	
静的応力降下量 $\Delta\sigma$ [MPa]		$\Delta\sigma = (7/16) \times M_{0tmp} / R_{tmp}^3$	3.91		3.91	
短周期レベル A [Nm/s^2]		$A = 2.46 \times 10^{10} \times (M_{0tmp} \times 10^7)^{1/3}$	1.79E+19		1.79E+19	
アスペリティ総面積 S_a [km^2]		$S_a = \pi \times r^2$	222.8		222.8	
アスペリティの実効応力 σ_a [MPa]		$\sigma_a = \Delta\sigma_a = (7/16) \times M_{0tmp} / (r^2 \times R_{tmp})$	14.66		14.66	
区間地震モーメント $M_{0tmpseg}$ [Nm]		$M_{0tmpseg} = M_{0tmp} \times S_{tmpseg}^{3/2} / \Sigma (S_{tmpseg}^{3/2})$	2.04E+19	1.83E+19	2.04E+19	1.83E+19
平均すべり量 D_{seg} [m]		$D_{seg} = M_{0seg} / (\mu \times S_{segtmp})$	1.51	1.46	1.51	1.46
アスペリティ	面積 S_{aseg} [km^2]	$S_{aseg} = S_a \times S_{segtmp} / \Sigma (S_{segtmp})$	115.4	107.4	115.4	107.4
	平均すべり量 D_{aseg} [m]	$D_{aseg} = 2D_{seg}$	3.02	2.92	3.02	2.92
	地震モーメント M_{0aseg} [Nm]	$M_{0a} = \mu \times D_a \times S_a$	1.09E+19	9.79E+18	1.09E+19	9.79E+18
	実効応力 σ_{aseg} [MPa]	$\sigma_{aseg} = \sigma_a$	14.66	14.66	14.66	14.66
アスペリティ1	面積 S_{a1seg} [km^2]	$S_{a1seg} = S_{aseg} \times 2/3$ または S_{aseg}	76.9	107.4	76.9	107.4
	すべり量 D_{a1seg} [m]	$D_{a1seg} = (\gamma_{1seg} / \Sigma \gamma_{jseg}^3) \times D_a$, $\gamma_{1seg} = r_{1seg} / r$	3.35	2.92	3.35	2.92
アスペリティ2	面積 S_{a2seg} [km^2]	$S_{a2seg} = S_{aseg} \times 1/3$ または 0 (－)	38.5	—	38.5	—
	すべり量 D_{a2seg} [m]	$D_{a2seg} = (\gamma_{2seg} / \Sigma \gamma_{jseg}^3) \times D_a$, $\gamma_{2seg} = r_{2seg} / r$	2.37	—	2.37	—
背景領域（地震発生層内）	面積 S_{bseg} [km^2]	$S_{bseg} = S_{seg} - S_{shalseg} - S_{aseg}$	316.7	294.8	316.7	294.8
	すべり量 D_{bseg} [m]	$D_{bseg} = M_{0bseg} / (\mu \times S_{bseg})$	0.96	0.93	0.96	0.93
	地震モーメント M_{0bseg} [Nm]	$M_{0bseg} = M_{0tmpseg} - M_{0aseg}$	9.50E+18	8.54E+18	9.50E+18	8.54E+18
	実効応力 σ_{bseg} [MPa]	$\sigma_b = (D_b / W_{tmp}) / (D_a / W_a) \times \sigma_a$	3.36	3.24	3.36	3.24
浅部	面積 $S_{shalseg}$ [km^2]	$S_{shalseg} = L \times (H_{sseg} - D_{topseg}) / \sin \delta_{seg}$	0	0	61.7	57.5
	すべり量 $D_{shalseg}$ [m]	$D_{shalseg} = D_{bseg}$			0.96	0.93
	地震モーメント $M_{0shalseg}$ [Nm]	$M_{0shalseg} = \mu_{shal} \times D_{shalseg} \times S_{shalseg}$	0	0	6.28E+17	5.64E+17

注：赤字は本調査研究のサブテーマ１～３の成果に基づいて設定したパラメータ

表４　断層パラメータの設定に使用した媒質パラメータ

地震発生層 S 波速度［m/s］	3400
地震発生層密度［kg/cm^3］	2700
浅部断層設定用 S 波速度［m/s］	2100
浅部断層設定用密度[kg/cm^3]	2400

表５　強震動計算を実施した震源シナリオケース

震源区間	断層モデル*1	破壊開始点	浅部滑り量*2	浅部滑り速度時間関数	番号
屏風山単独(Byobuyama)	F0	屏風 西(Bw)	設定なし(A)	設定なし(xx)	1
		屏風中央(Bm)	設定なし(A)	設定なし(xx)	2
	F1	屏風 西(Bw)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	3
		屏風 西(Bw)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	4
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	5
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	6
	F2	屏風 西(Bw)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	7
		屏風 西(Bw)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	8
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	9
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	10
恵那山単独(Ena)	F0	恵那 東(Ee)	設定なし(A)	設定なし(xx)	11
		恵那中央(Em)	設定なし(A)	設定なし(xx)	12
	F1	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	13
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	14
	F2	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	15
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	16
猿投山単独(Sanage)	F0	猿投中央(Sm)	設定なし(A)	設定なし(xx)	17
	F1	猿投中央(Sm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	18
	F2	猿投中央(Sm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	19
恵那山＋猿投山同時活動(EnaSanage)	F0	恵那 東(Ee)	設定なし(A)	設定なし(xx)	20
		恵那中央(Em)	設定なし(A)	設定なし(xx)	21
	F1	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	22
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	23
	F2	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	24
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	25

*1 F0 は深部断層モデルのみ，F1 と F2 は F0 に浅部断層を加えたモデル。
*2 背景領域(B)は、浅部断層の滑り量が深部断層の背景領域と同じ滑り量であることを示す。

表６　ハイブリッド波形合成法の計算条件

	計算手法	断層モデル離散化間隔	計算格子間隔	出力メッシュ間隔
長周期	3 次元差分法	100m	45.5m(深さ 8km 以浅) 136.5m (8km 以深)	約 1km*1
短周期	統計的グリーン関数法	2000m*2		同上

*1 断層距離 3km 以内の領域では約 250m 間隔のメッシュで出力した。
*2 短周期の震源は深部断層（地震発生層以深）にのみ設定した。

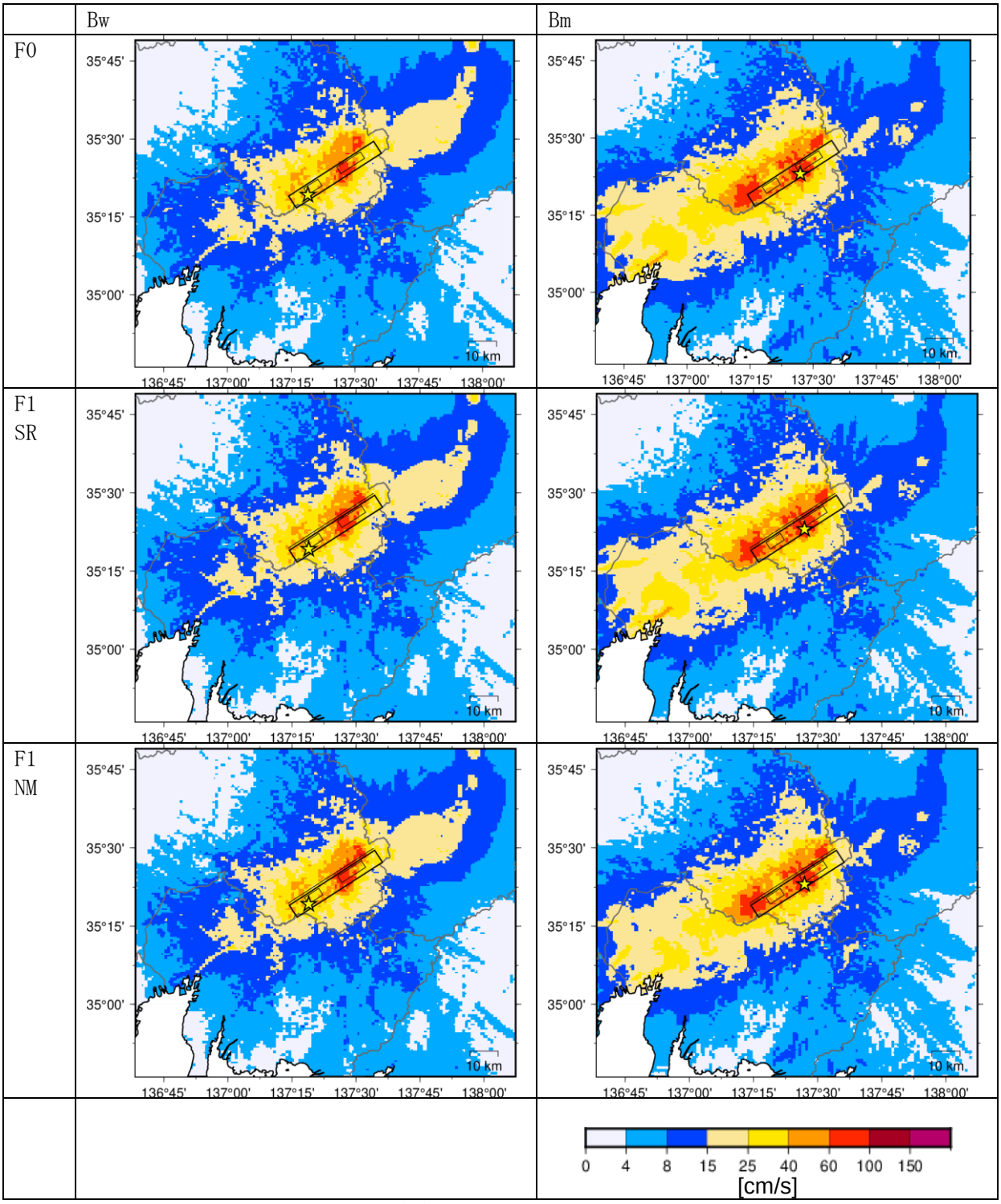


図 17(a)　最大速度分布（屏風山区間単独の場合）。

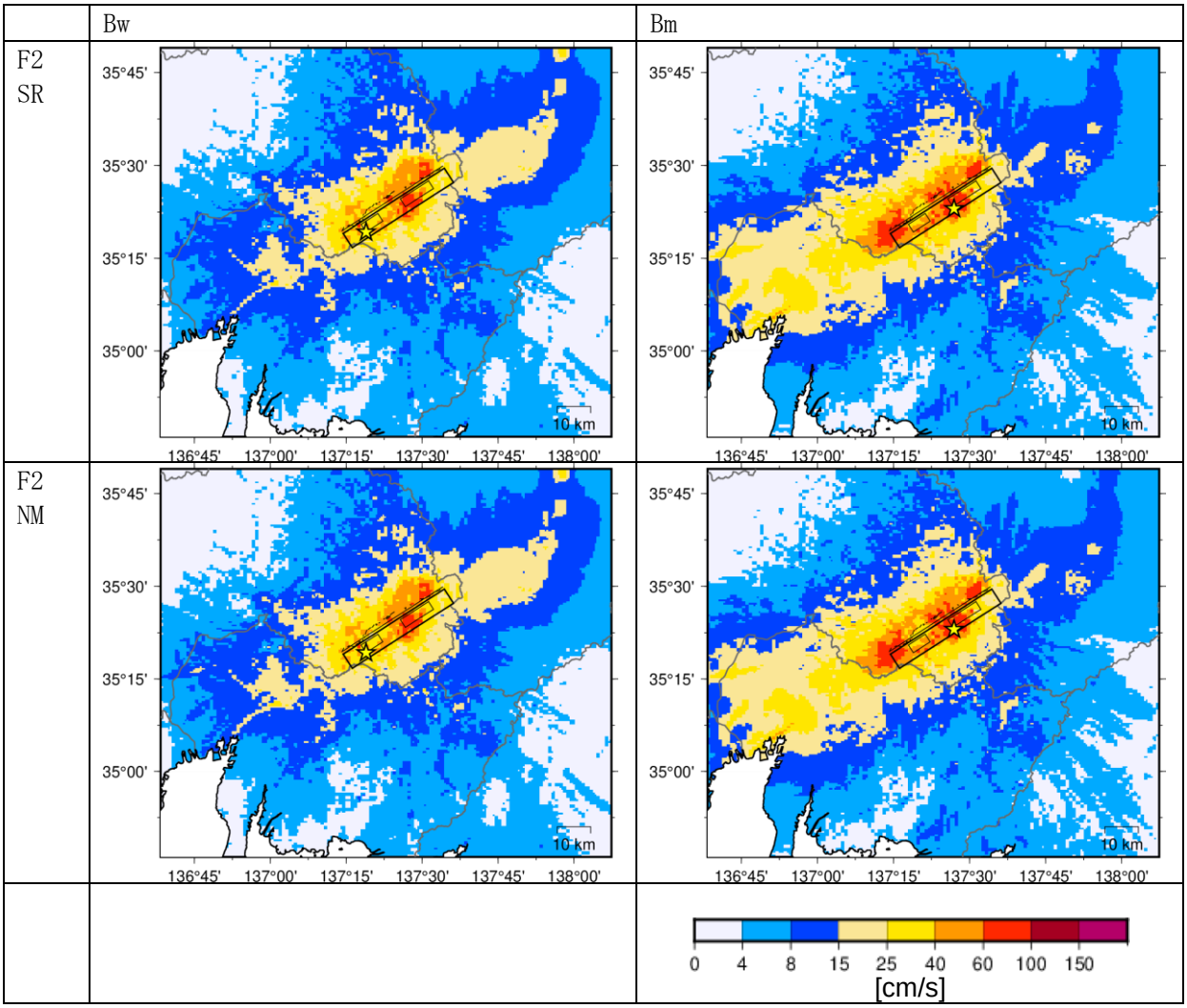


図 17(a)　（つづき）最大速度分布（屏風山区間単独の場合）。

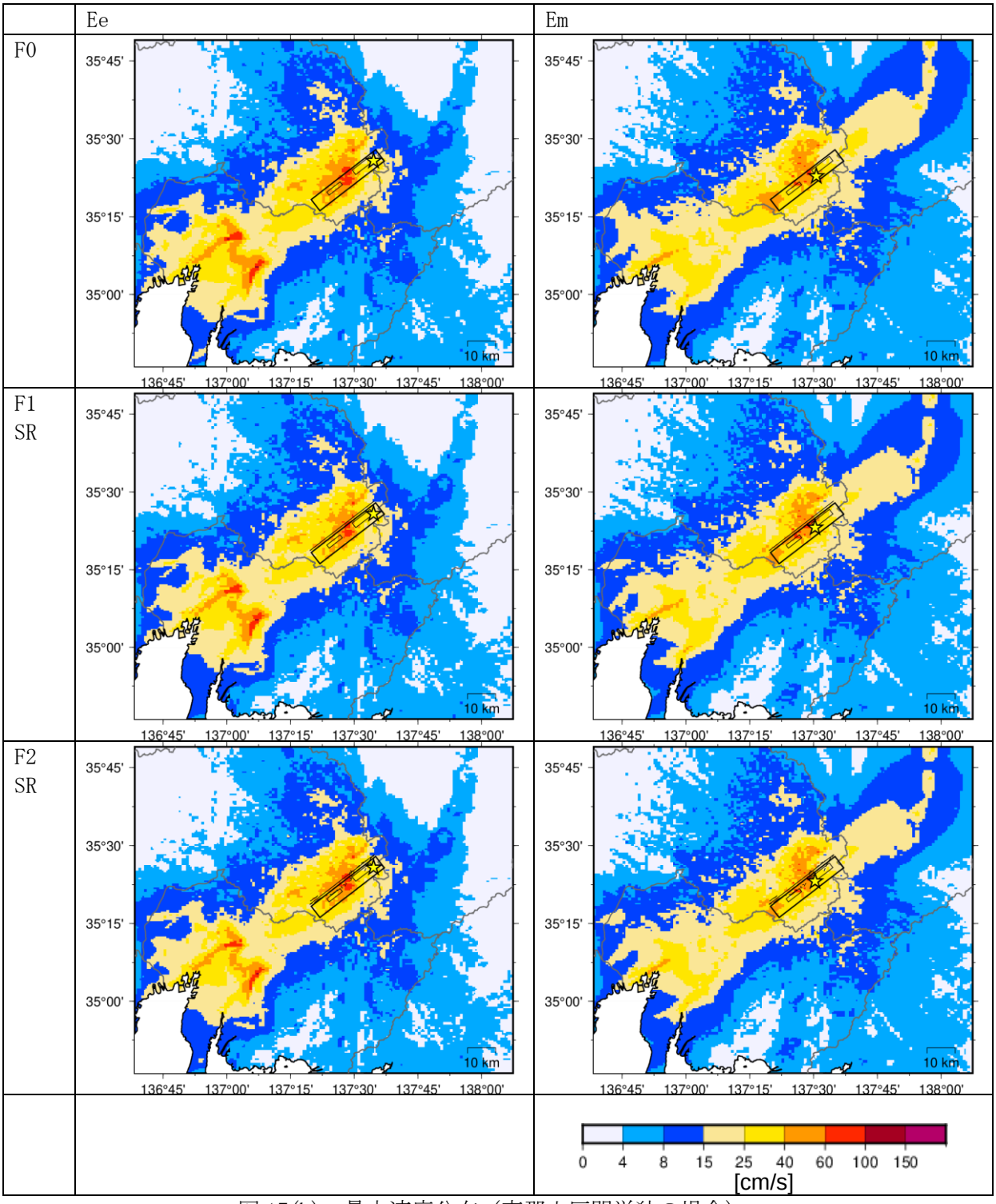


図 17(b)　最大速度分布（恵那山区間単独の場合）。

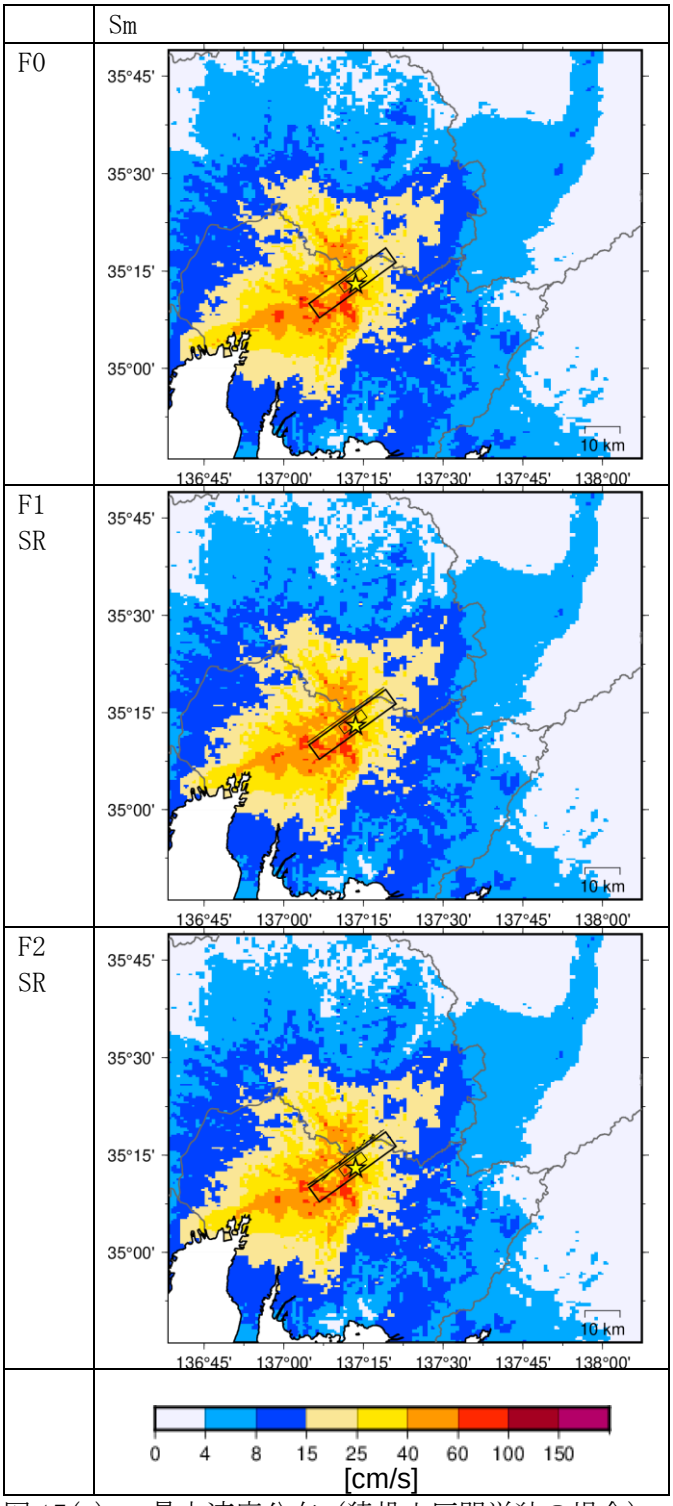


図 17(c)　　最大速度分布（猿投山区間単独の場合）。

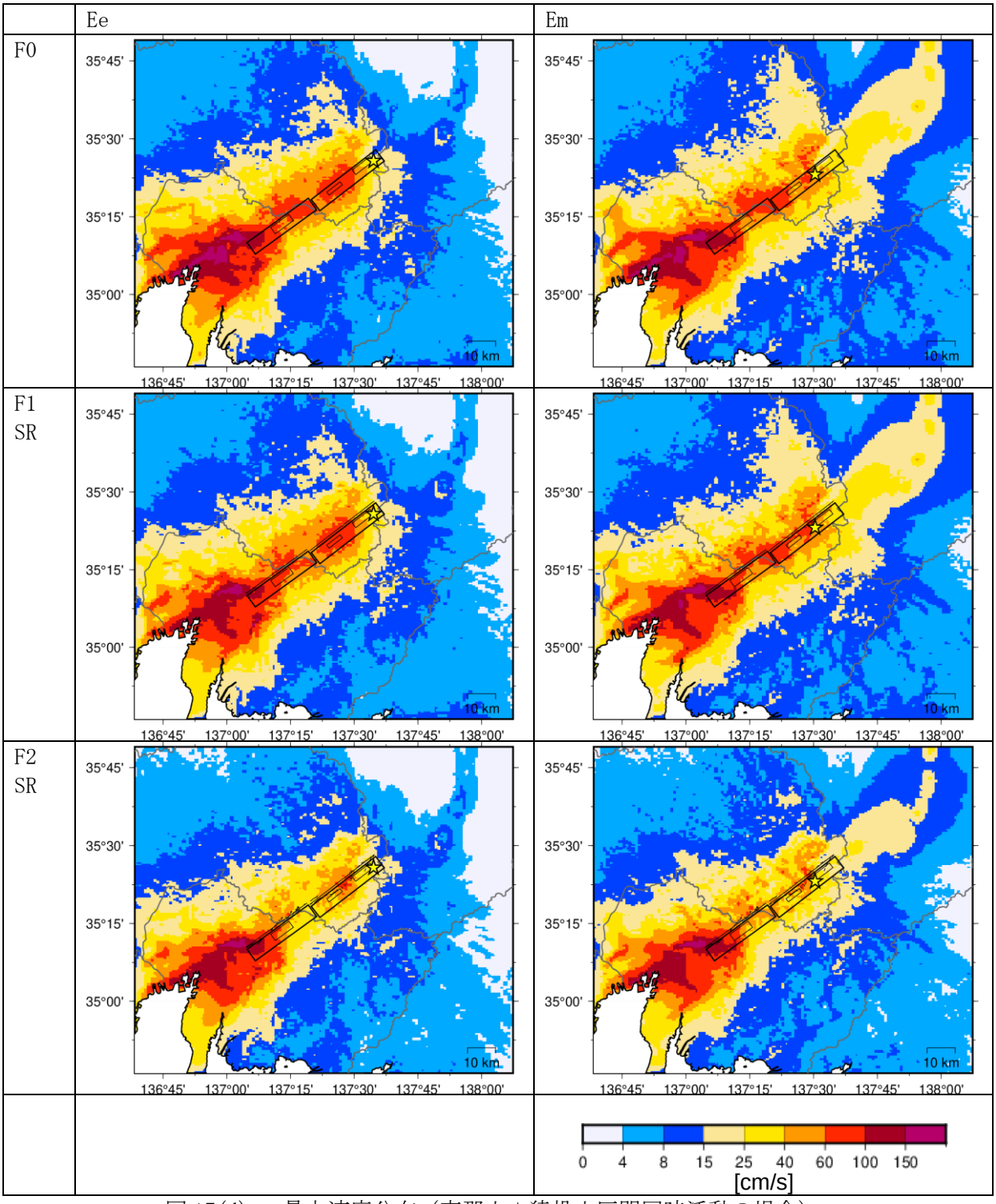


図 17(d)　　最大速度分布（恵那山＋猿投山区間同時活動の場合）。

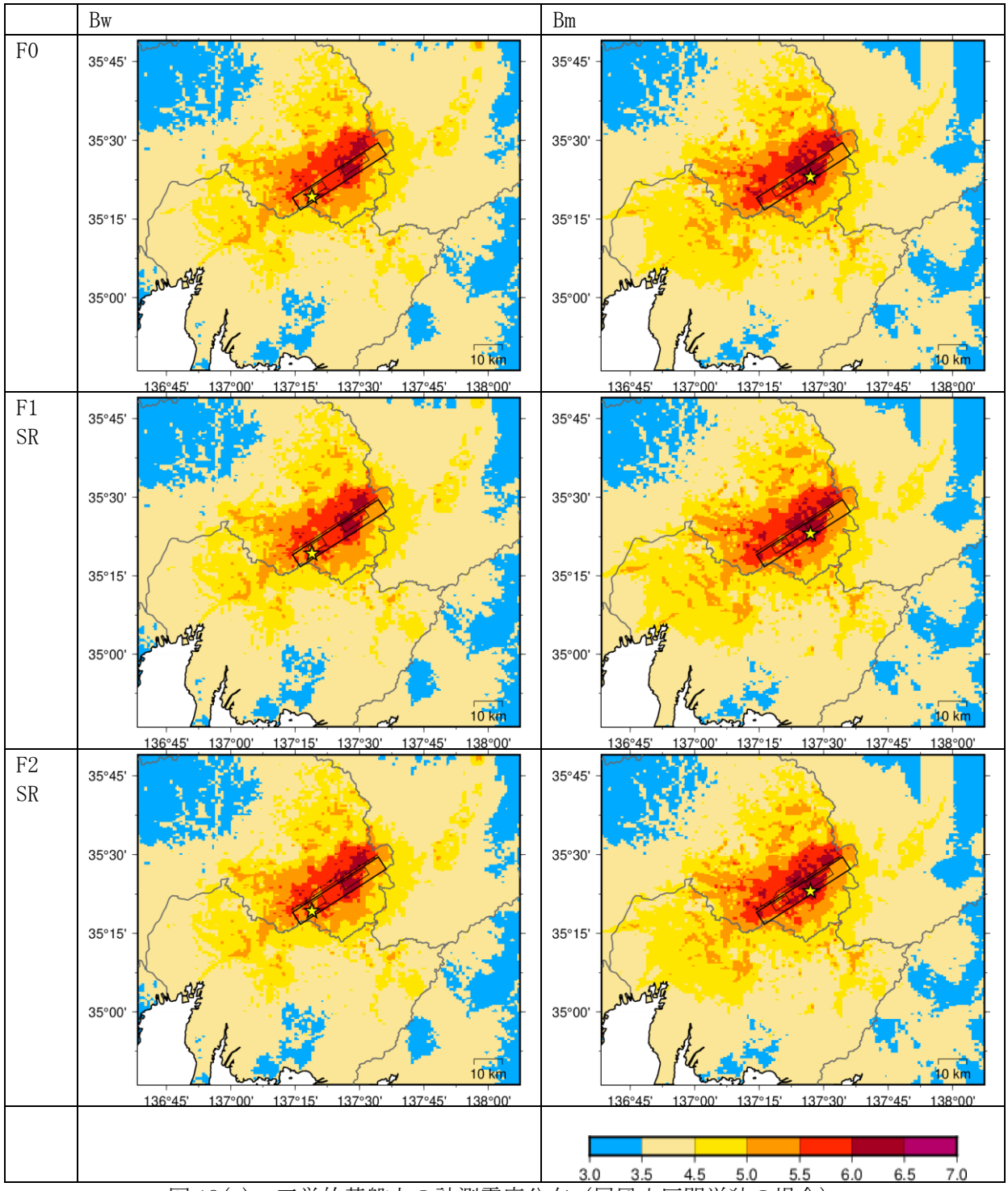


図 18(a)　工学的基盤上の計測震度分布（屏風山区間単独の場合）

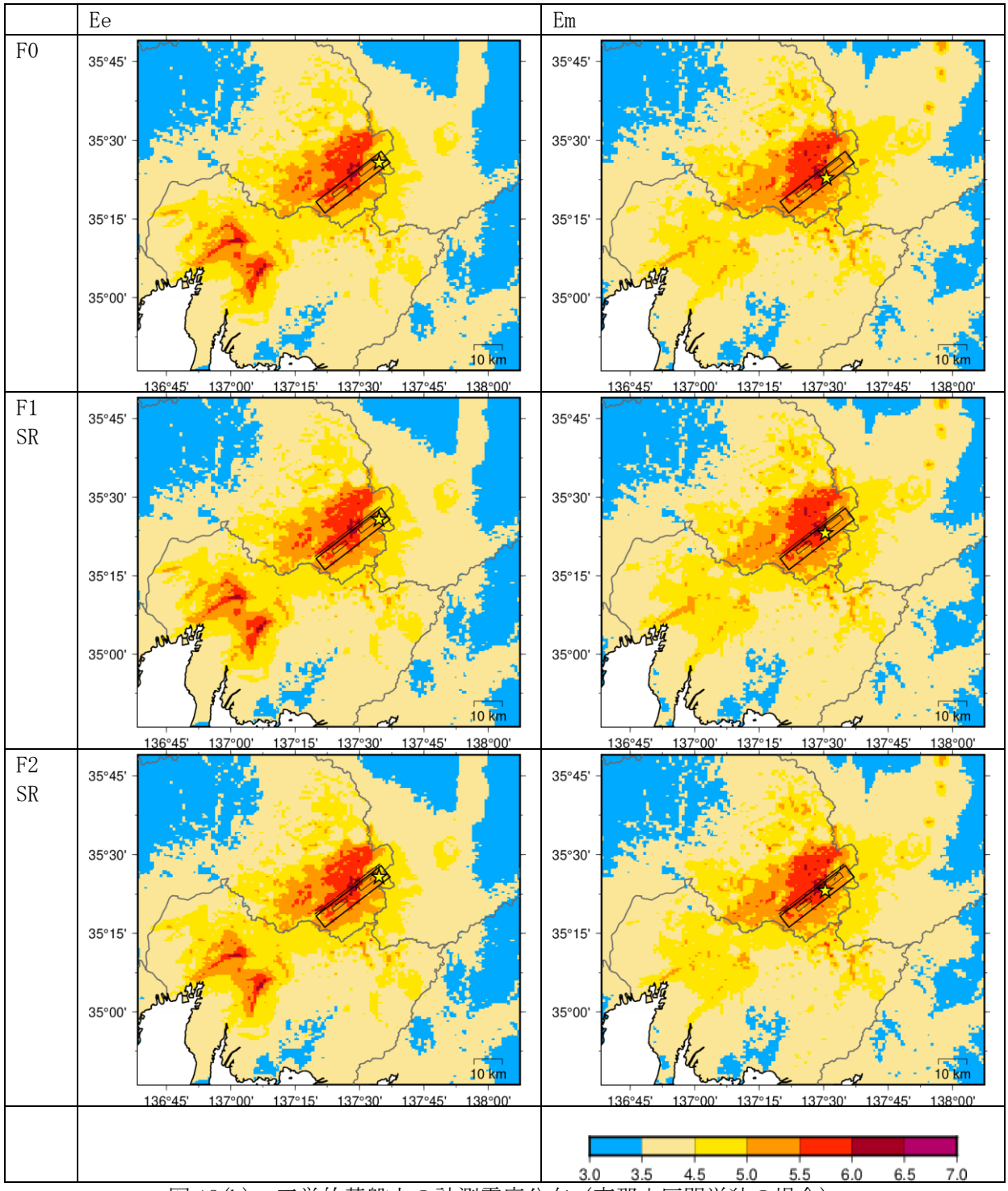


図 18(b)　工学的基盤上の計測震度分布（恵那山区間単独の場合）

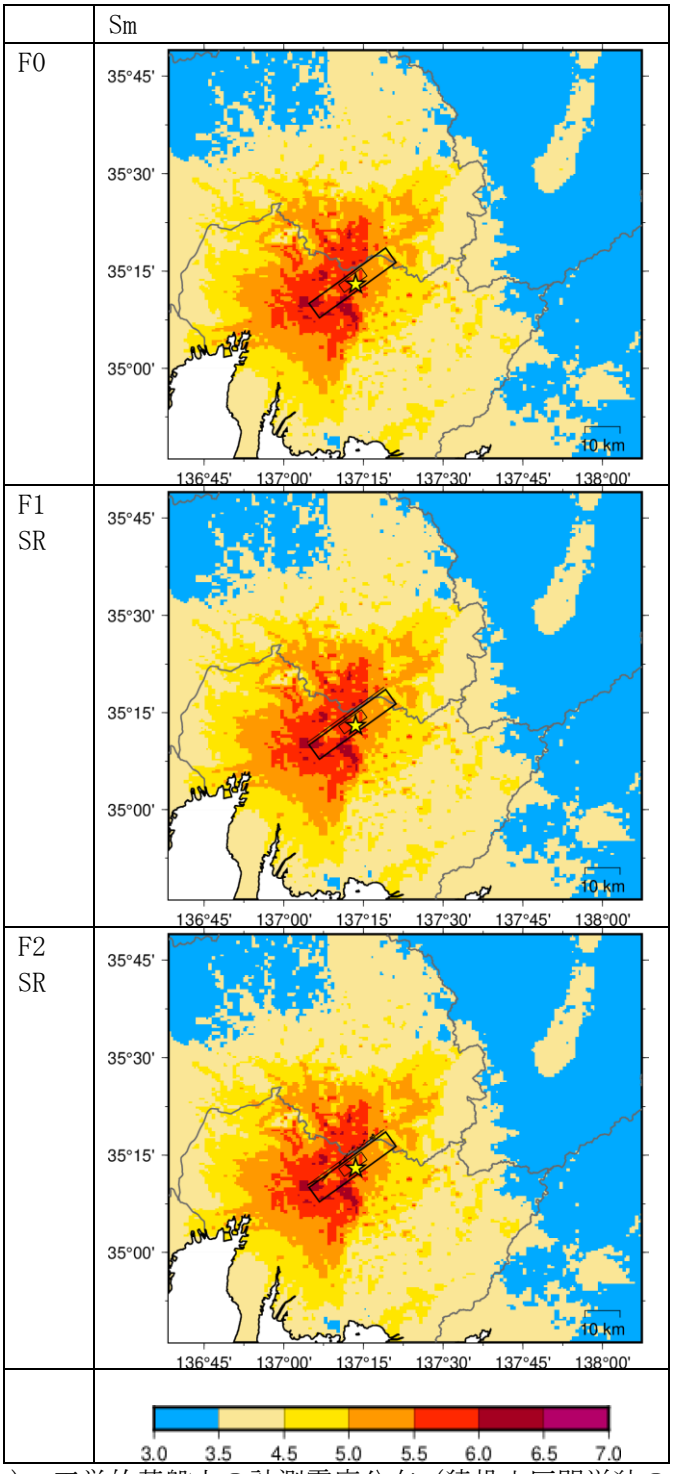


図 18(c)　工学的基盤上の計測震度分布（猿投山区間単独の場合）

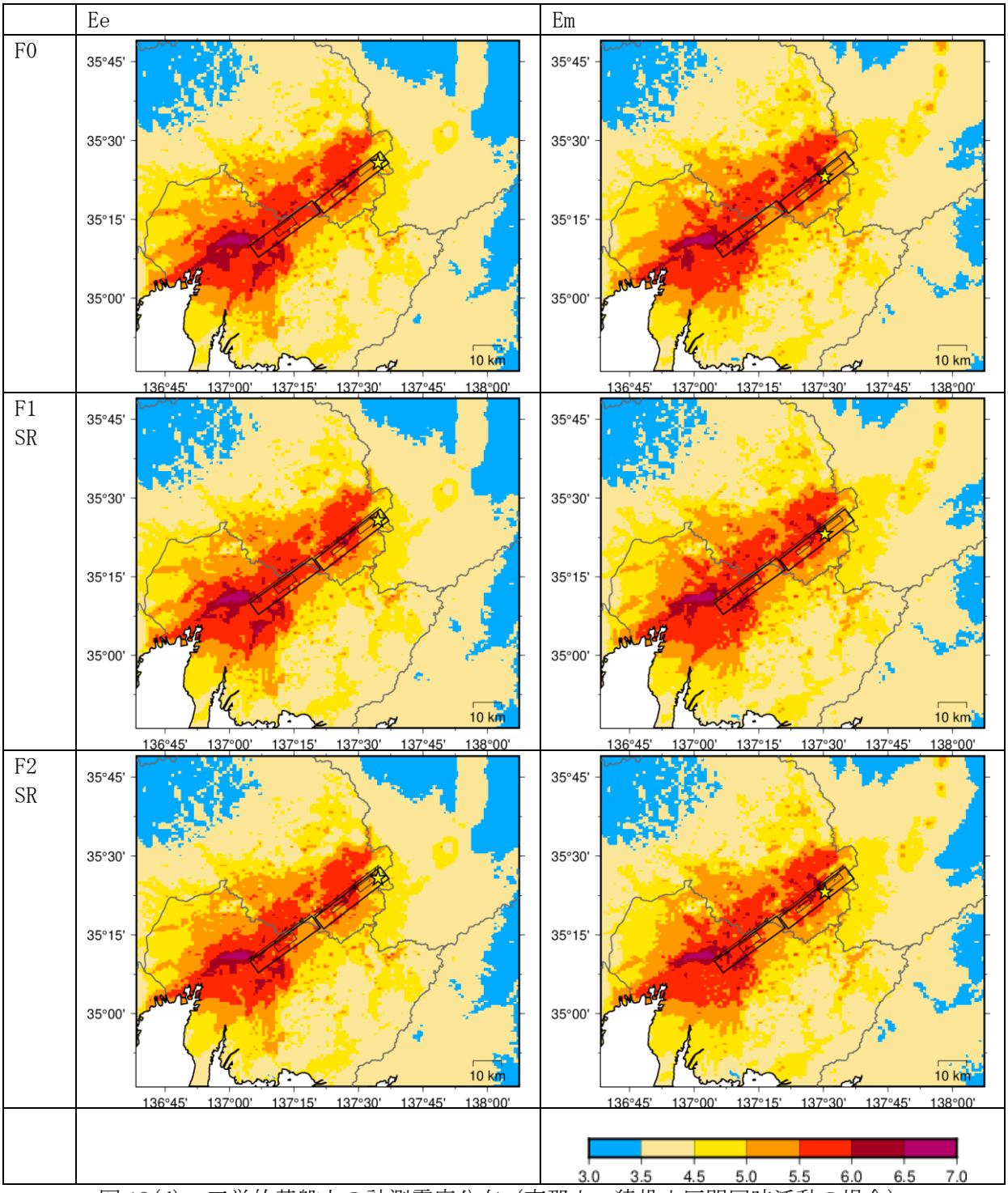


図 18(d)　工学的基盤上の計測震度分布（恵那山・猿投山区間同時活動の場合）

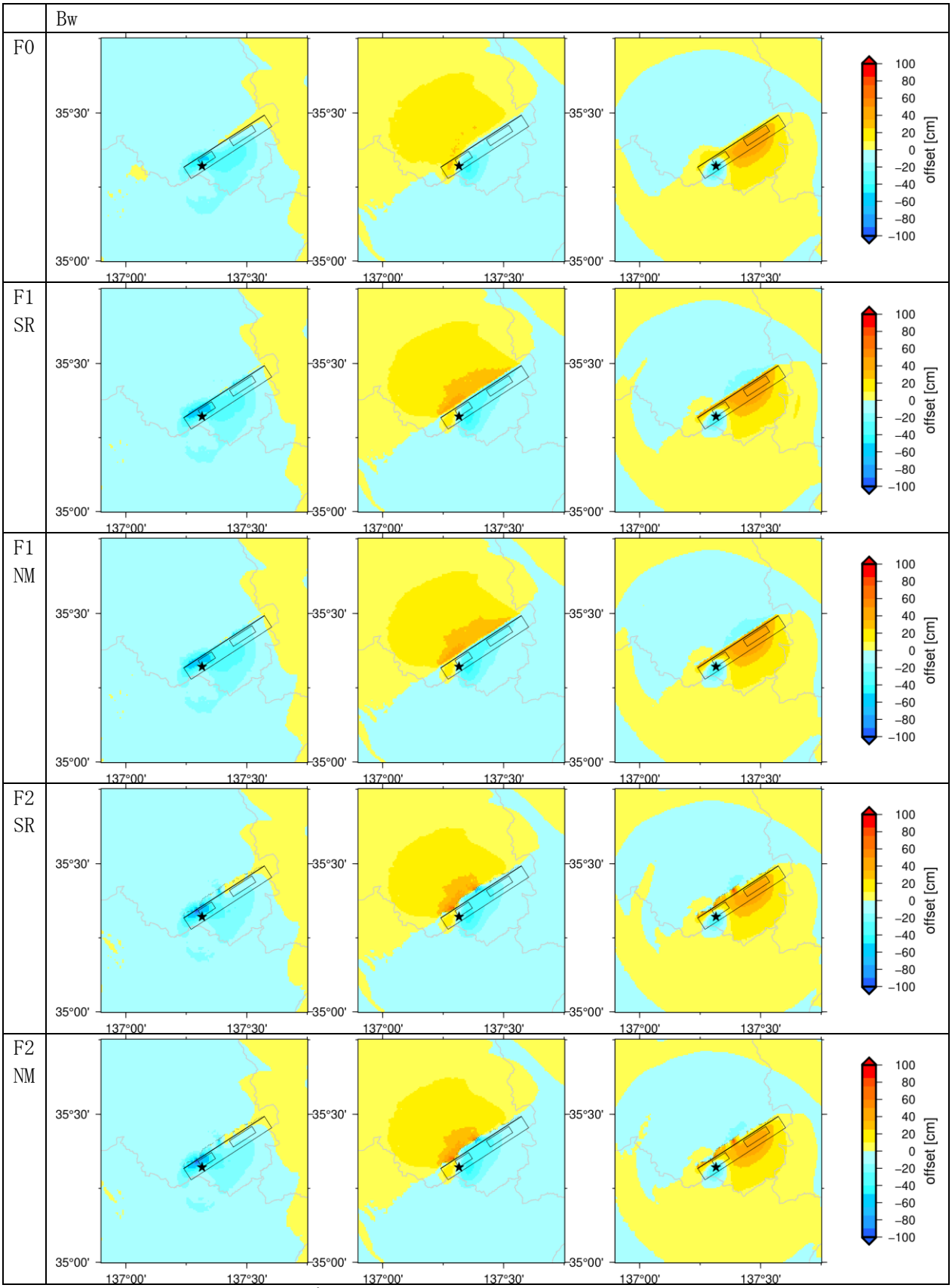


図 19(a)　変位量分布。左から南北、東西、上下動成分。(屏風山区間単独、破壊開始点 Bw の場合)

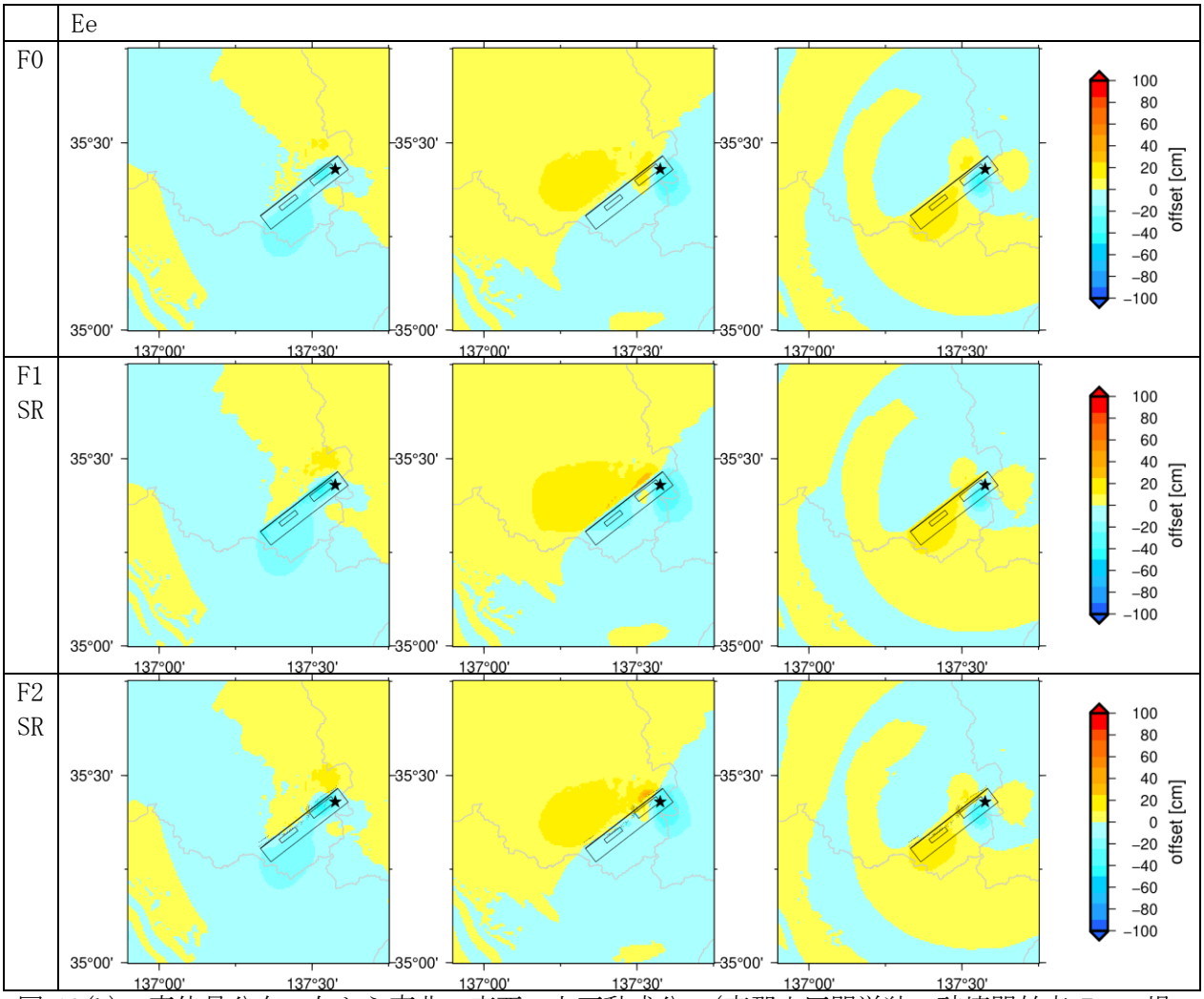


図 19(b)　変位量分布。左から南北、東西、上下動成分。(恵那山区間単独、破壊開始点 Ee の場合)

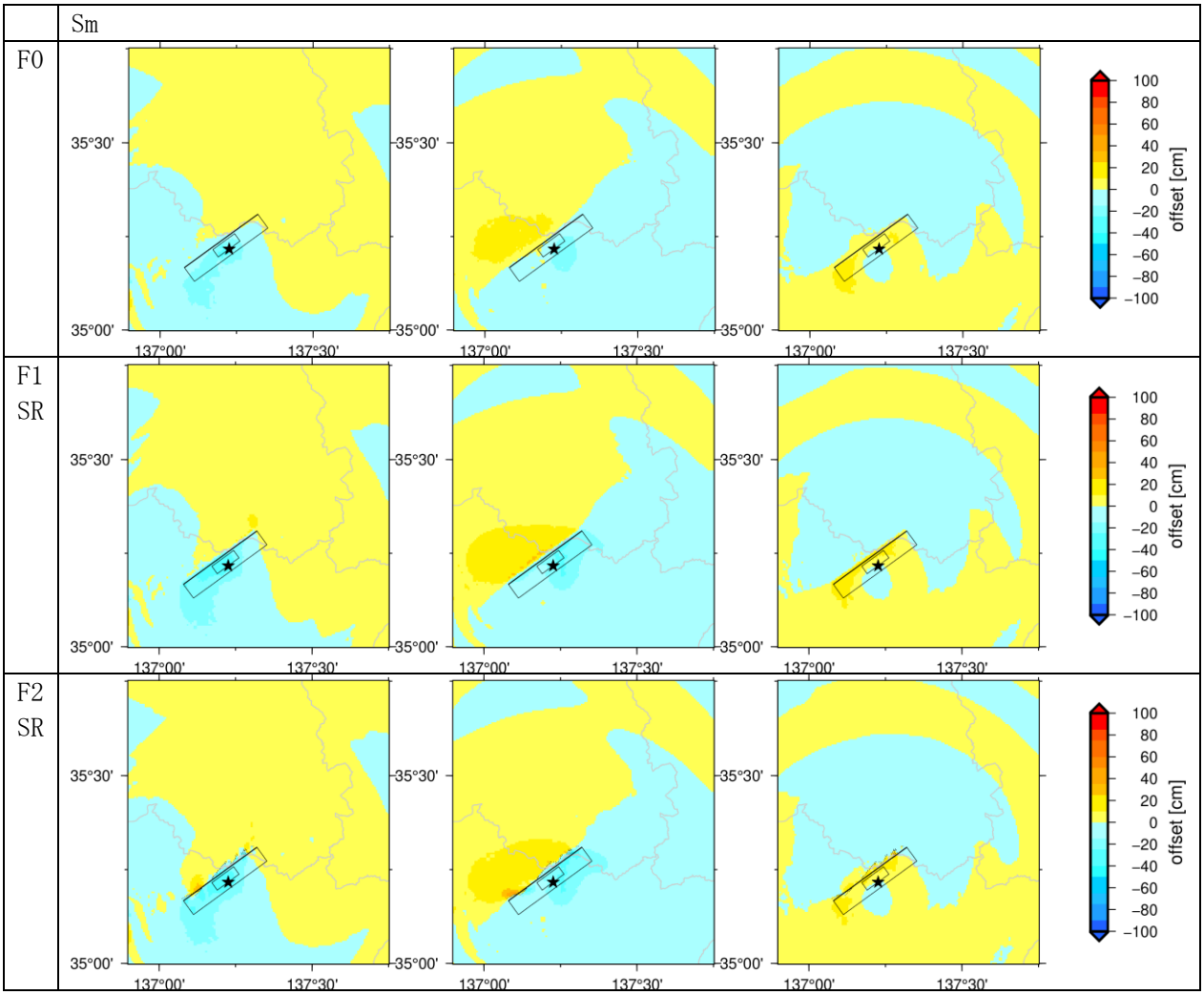


図 19(c)　変位量分布。左から南北、東西、上下動成分。(猿投山区間単独の場合)

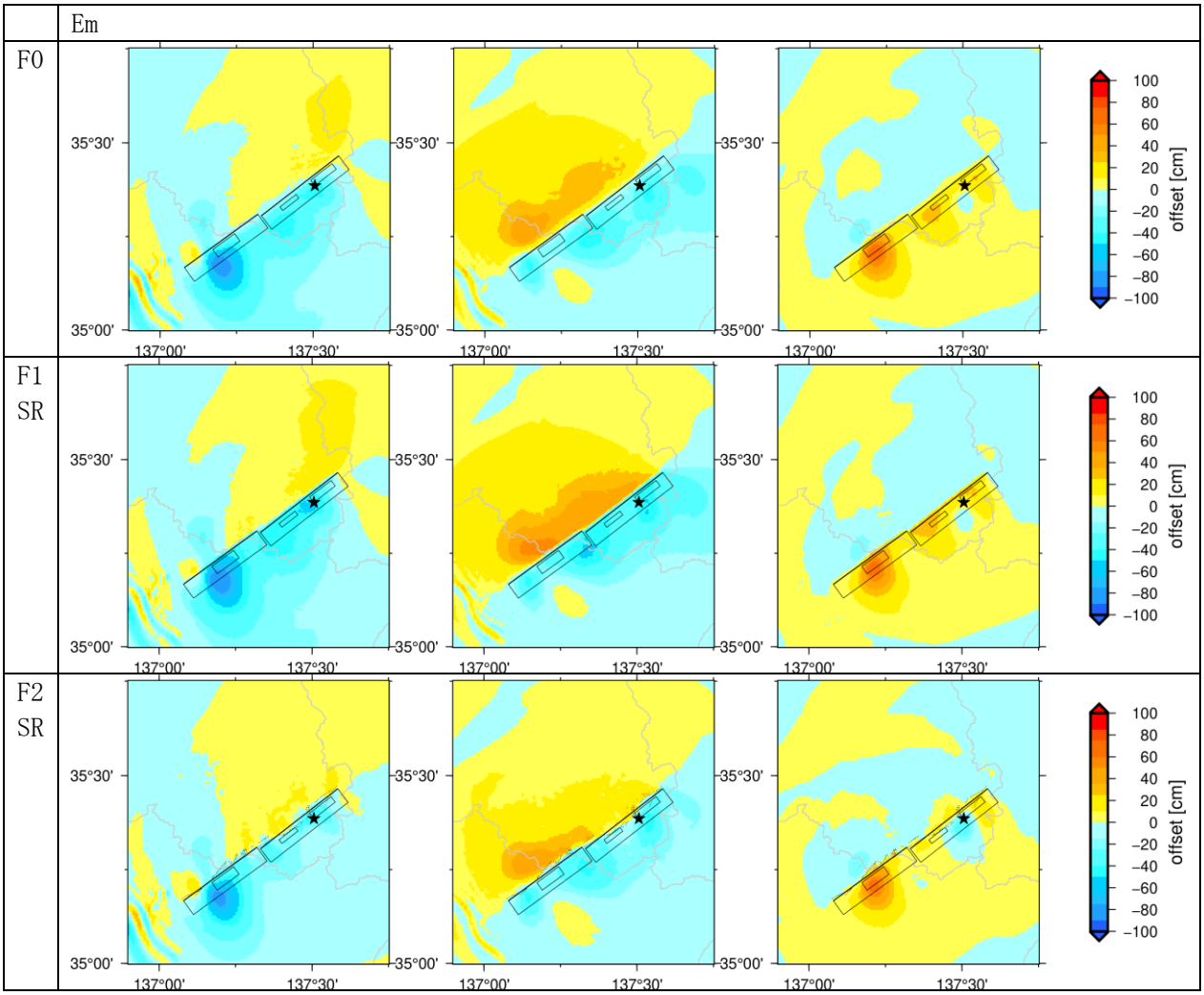


図 19(d)　変位量分布。左から南北、東西、上下動成分。(恵那山＋猿投山区間同時活動、破壊開始点 Ee の場合)

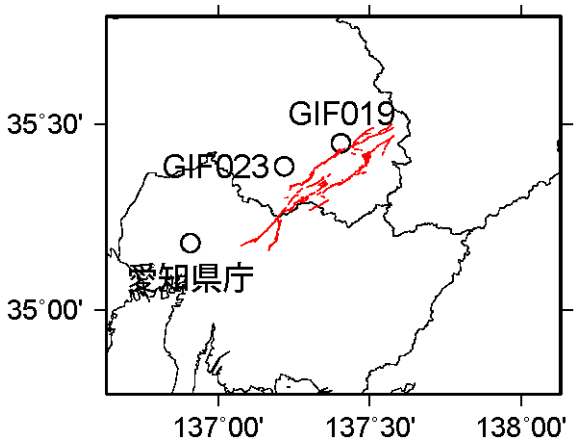


図 20　波形およびスペクトルを例示する観測点（○）と断層（赤線）位置

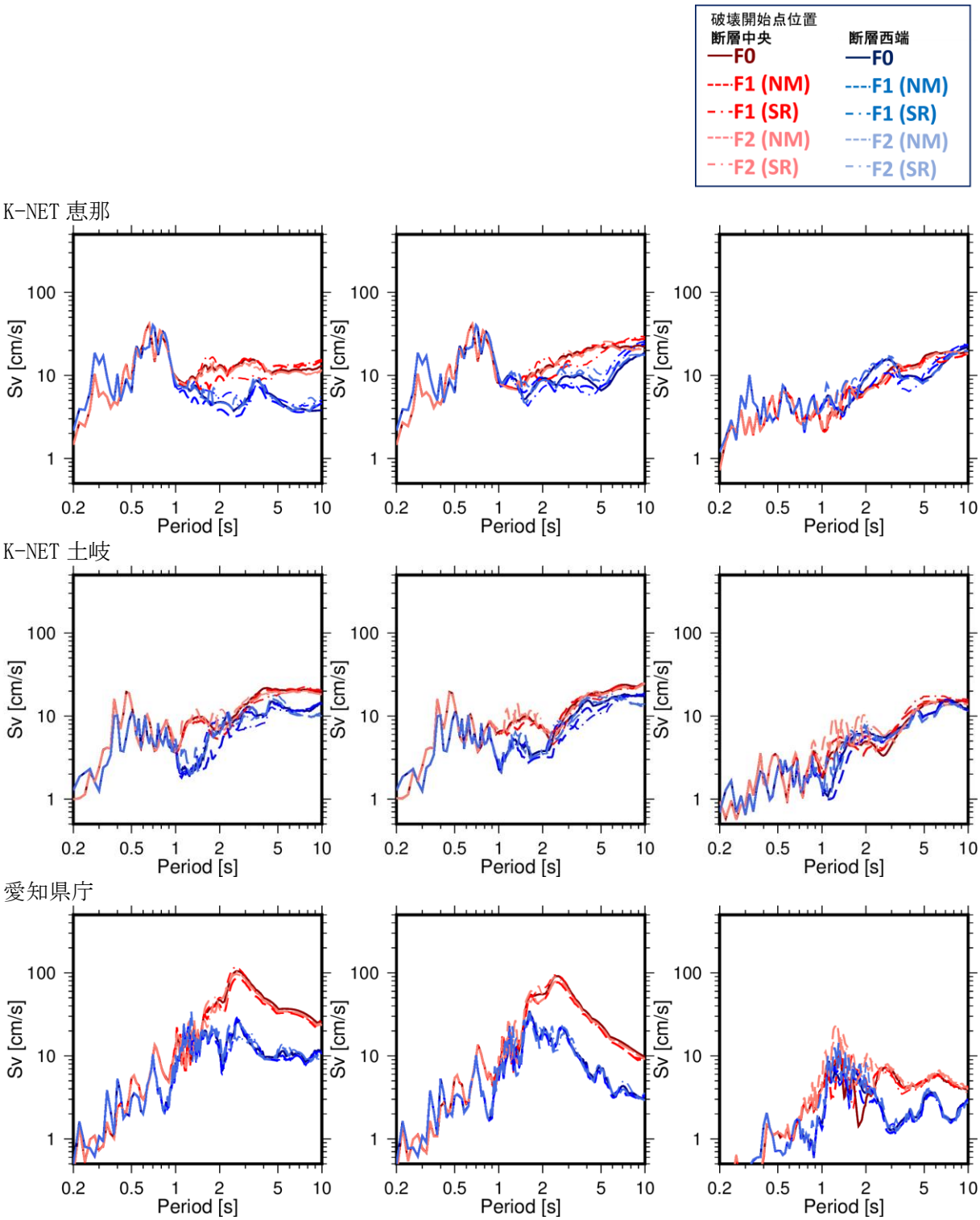


図 21(a)　代表地点における工学的基盤上の 5%減衰速度応答スペクトル（屏風山区間単独の場合)。左から南北、東西、上下動成分。

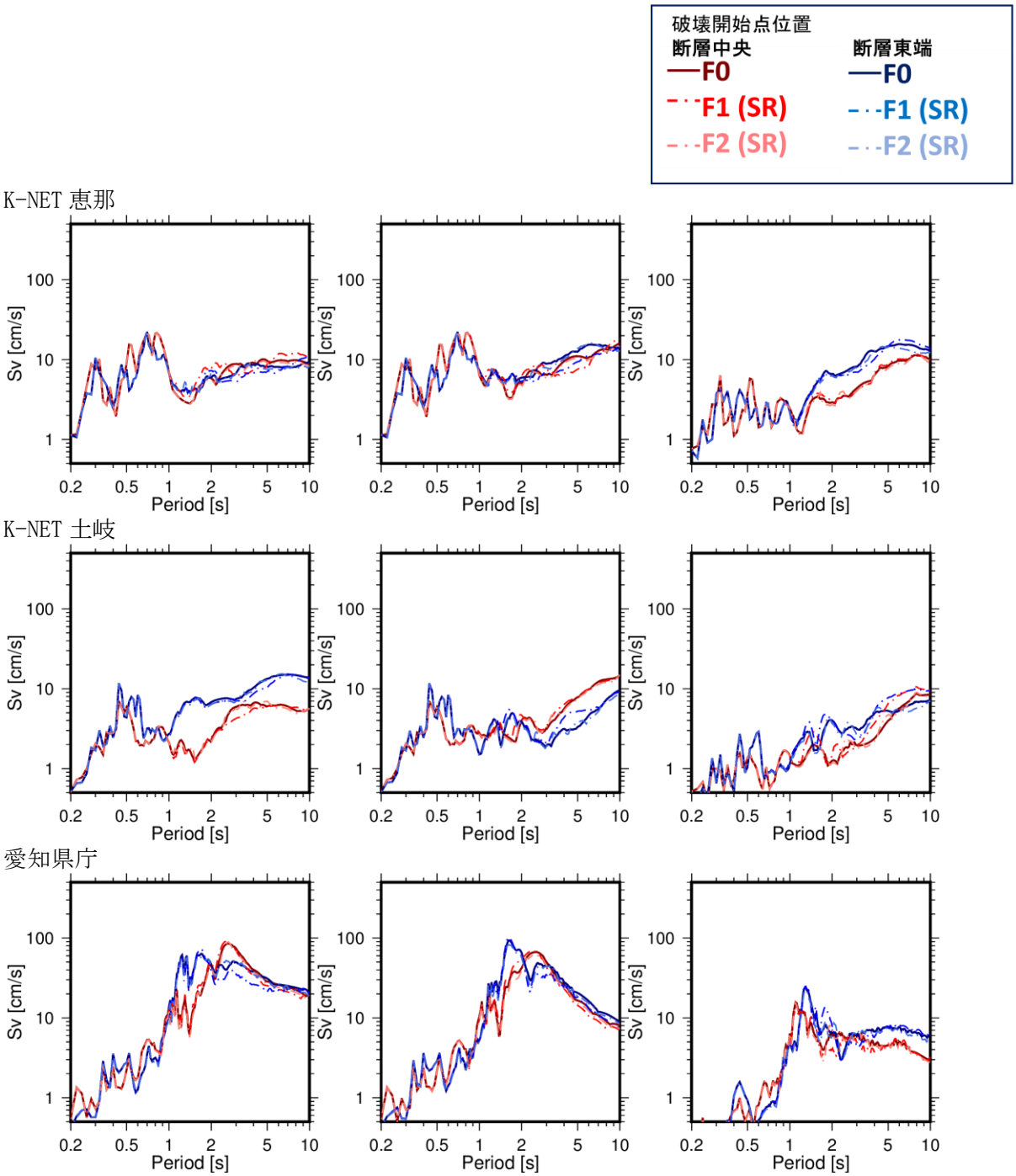


図 21(b)　代表地点における工学的基盤上の 5%減衰速度応答スペクトル（恵那山区間単独の場合）。左から南北、東西、上下動成分。

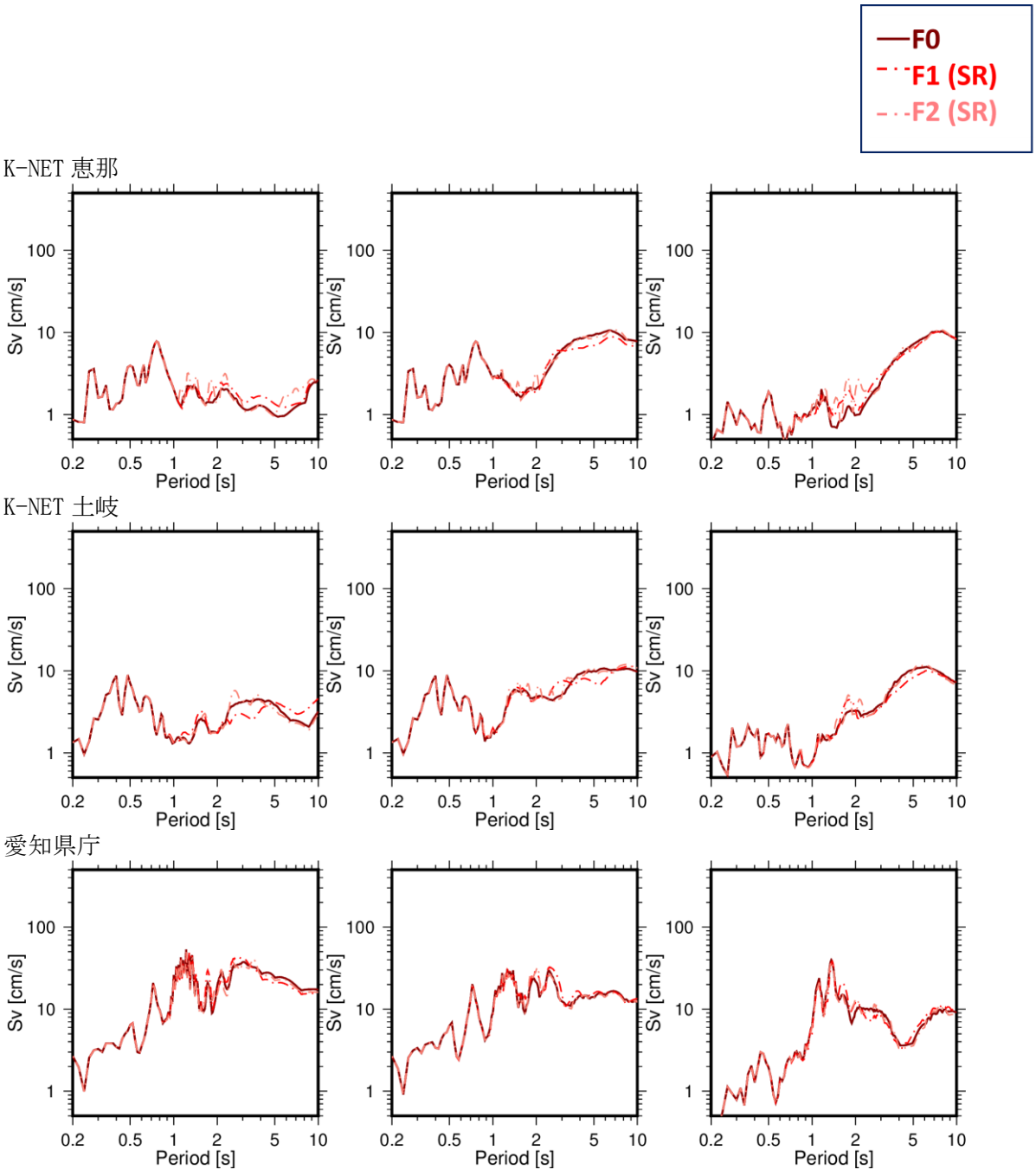


図 21(c)　代表地点における工学的基盤上の 5%減衰速度応答スペクトル（猿投山区間単独の場合）。左から南北、東西、上下動成分。

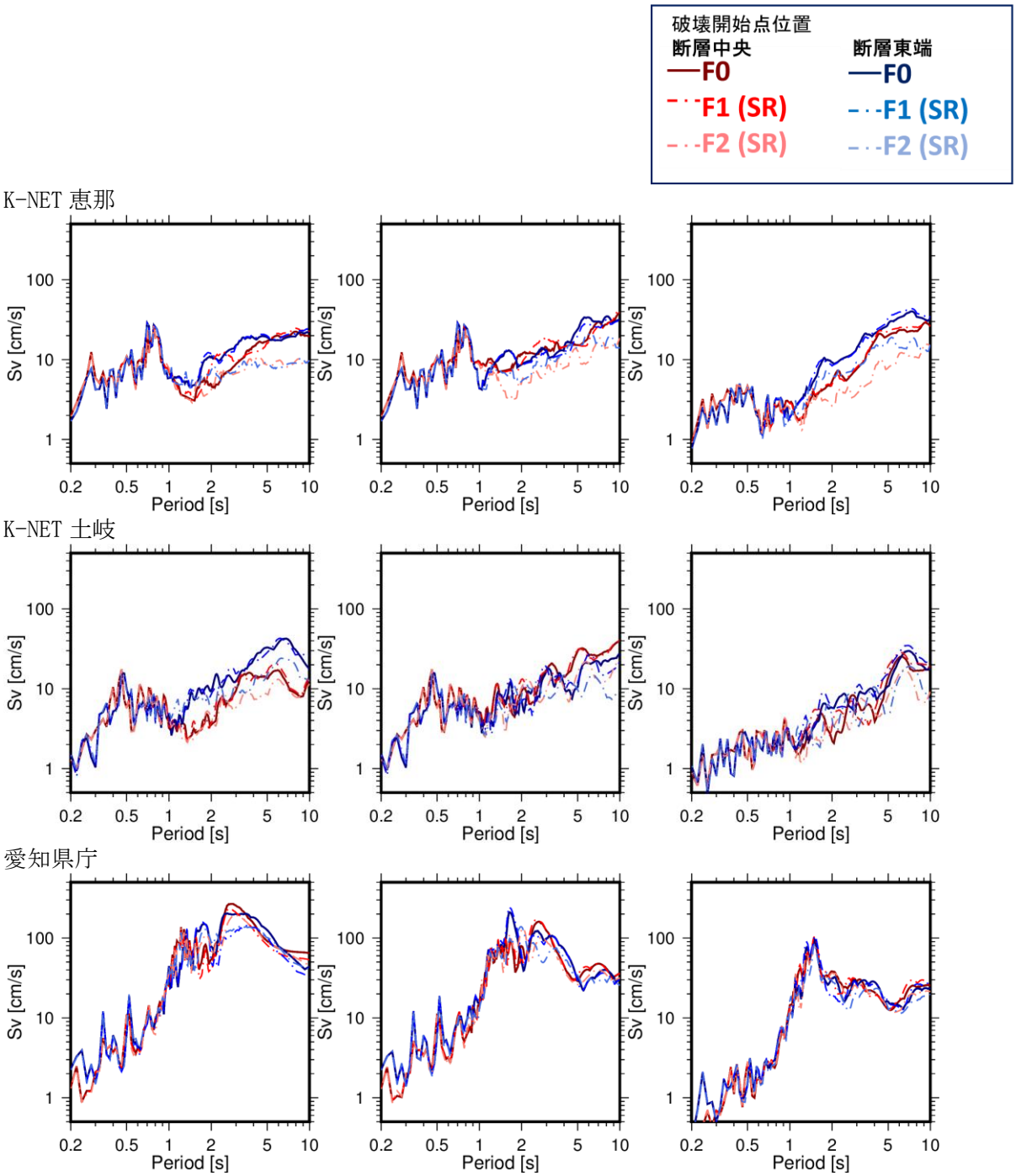


図 21(d)　代表地点における工学的基盤上の 5%減衰速度応答スペクトル（恵那山＋猿投山区間同時活動の場合）。左から南北、東西、上下動成分。

K-NET 恵那

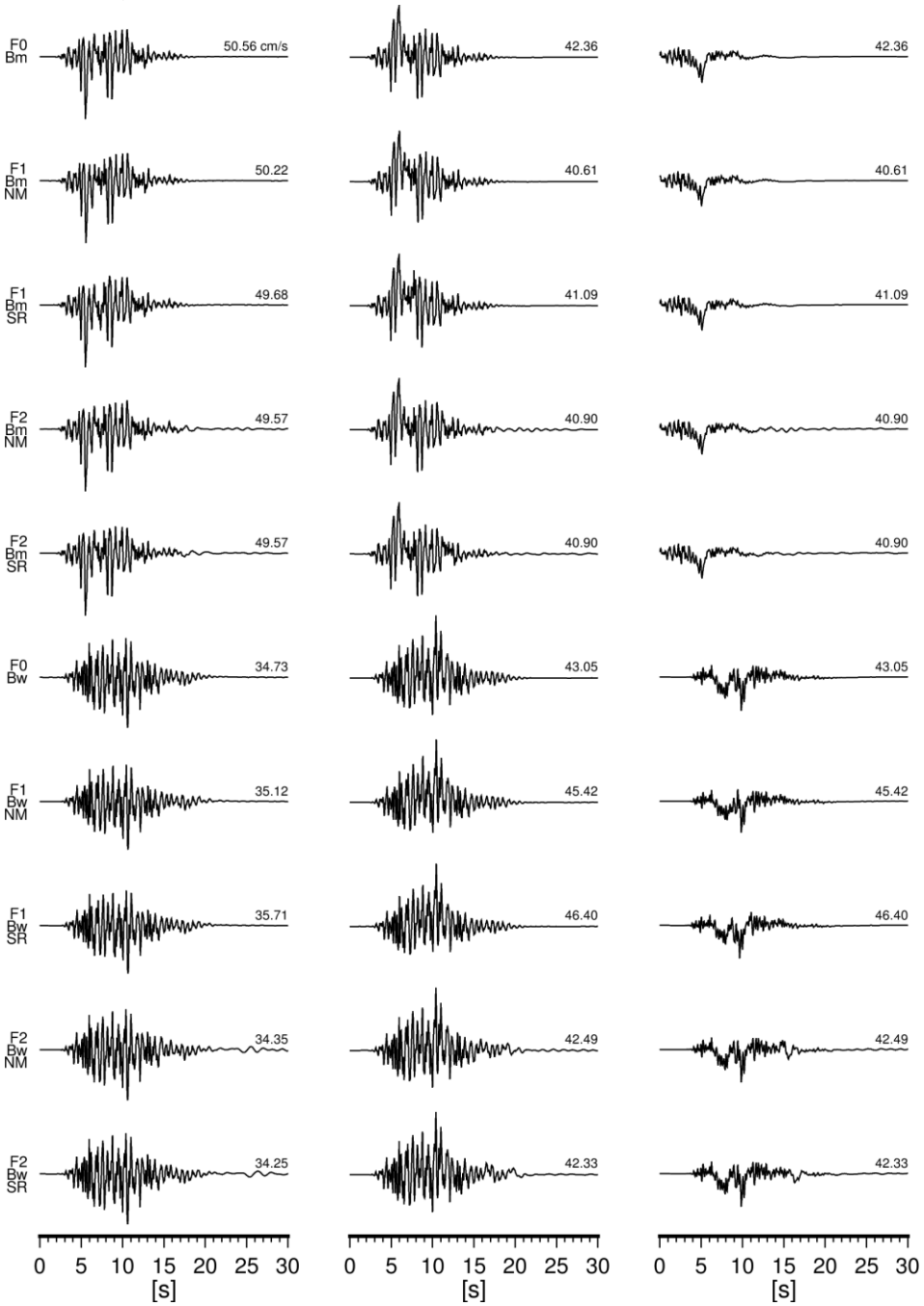


図 22(a) 代表地点における工学的基盤上の速度時刻歴波形（屏風山区間単独の場合)。左から南北、東西、上下動成分。波形の上の数字は各成分の最大振幅絶対値(cm/s)を表す。

K-NET 土岐

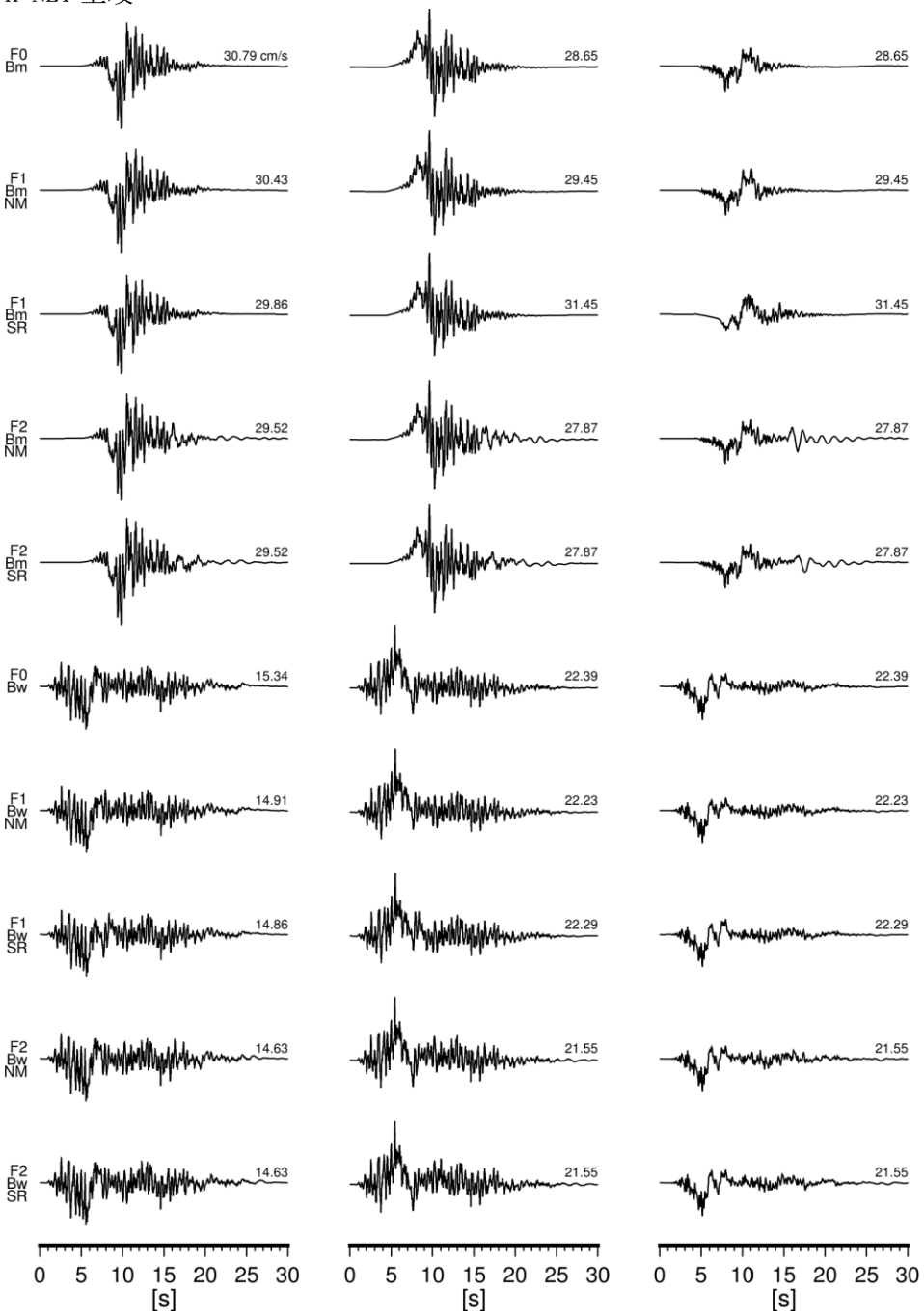


図 22(a) つづき

愛知県庁

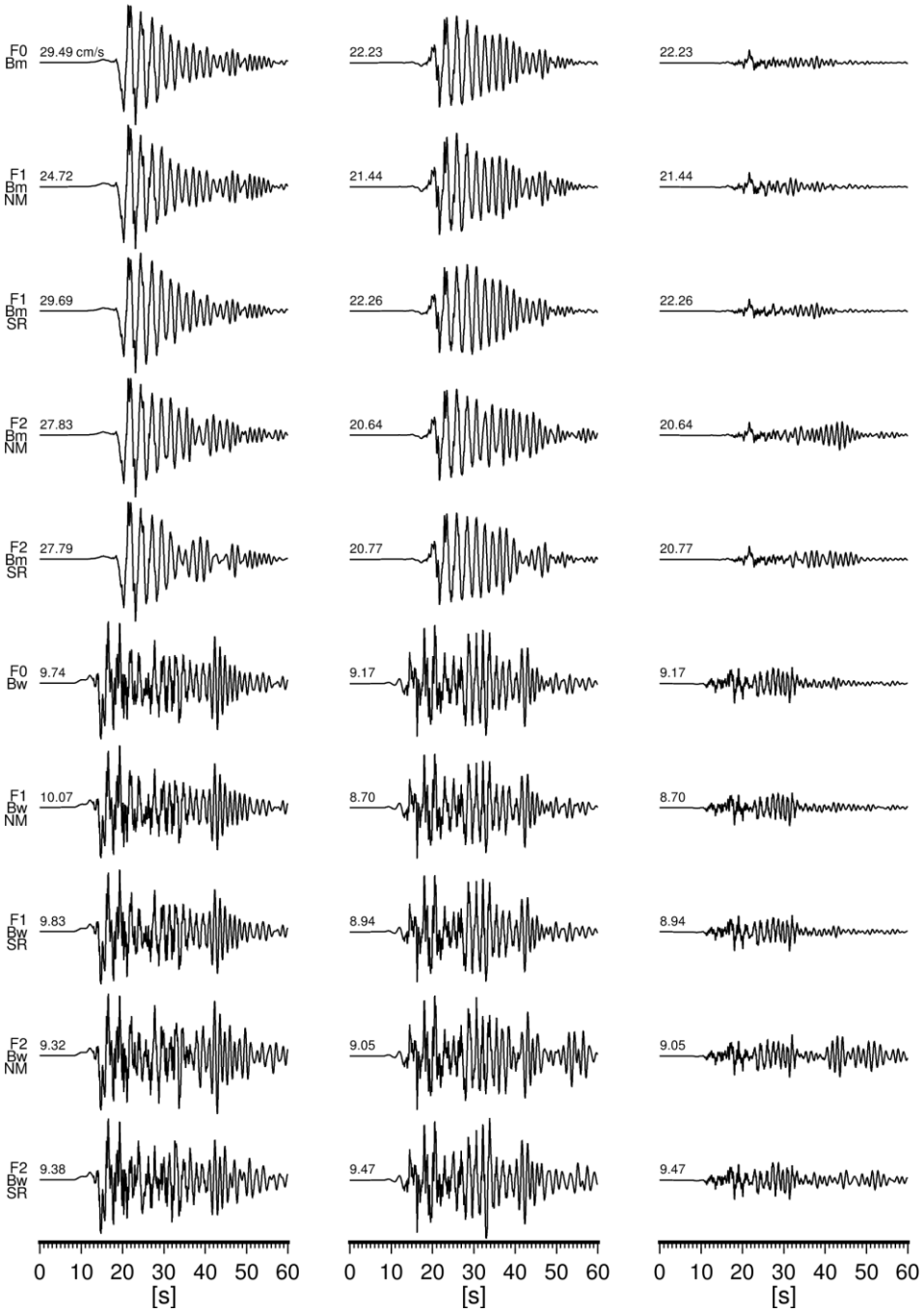
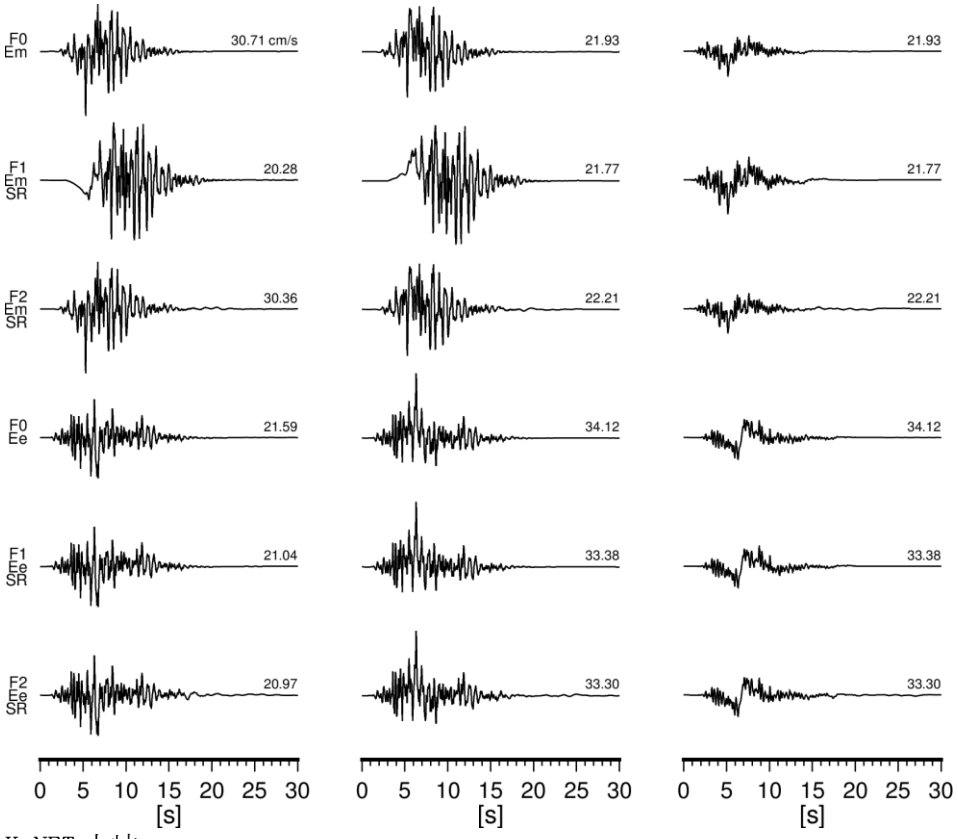


図 22(a) つづき

K-NET 恵那



K-NET 土岐

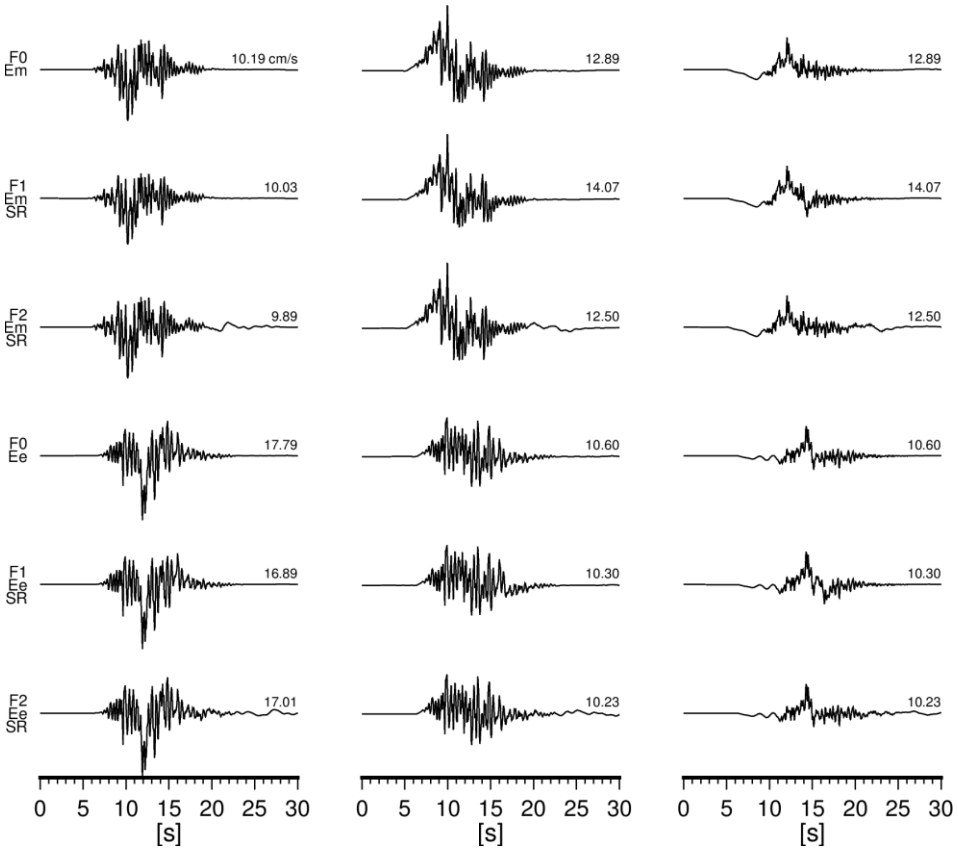


図 22(b) 代表地点における工学的基盤上の速度時刻歴波形（恵那山区間単独の場合)。左から南北、東西、上下動成分。波形の上の数字は各成分の最大振幅絶対値(cm/s)を表す。

愛知県庁

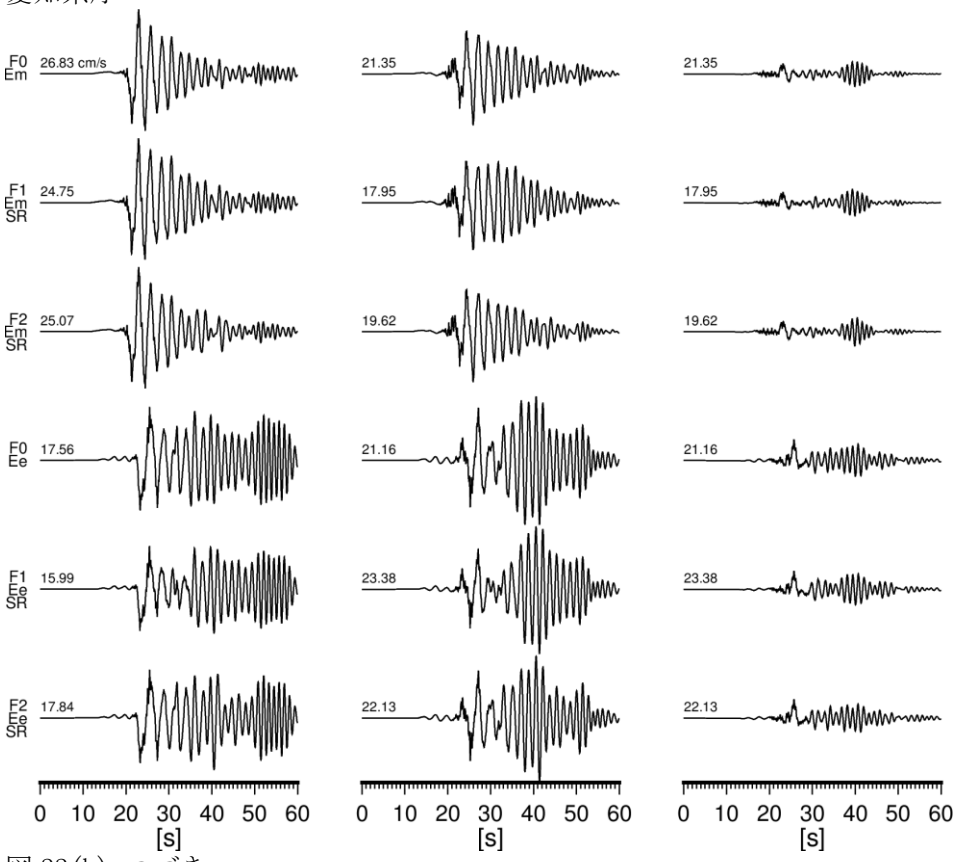


図 22(b) つづき

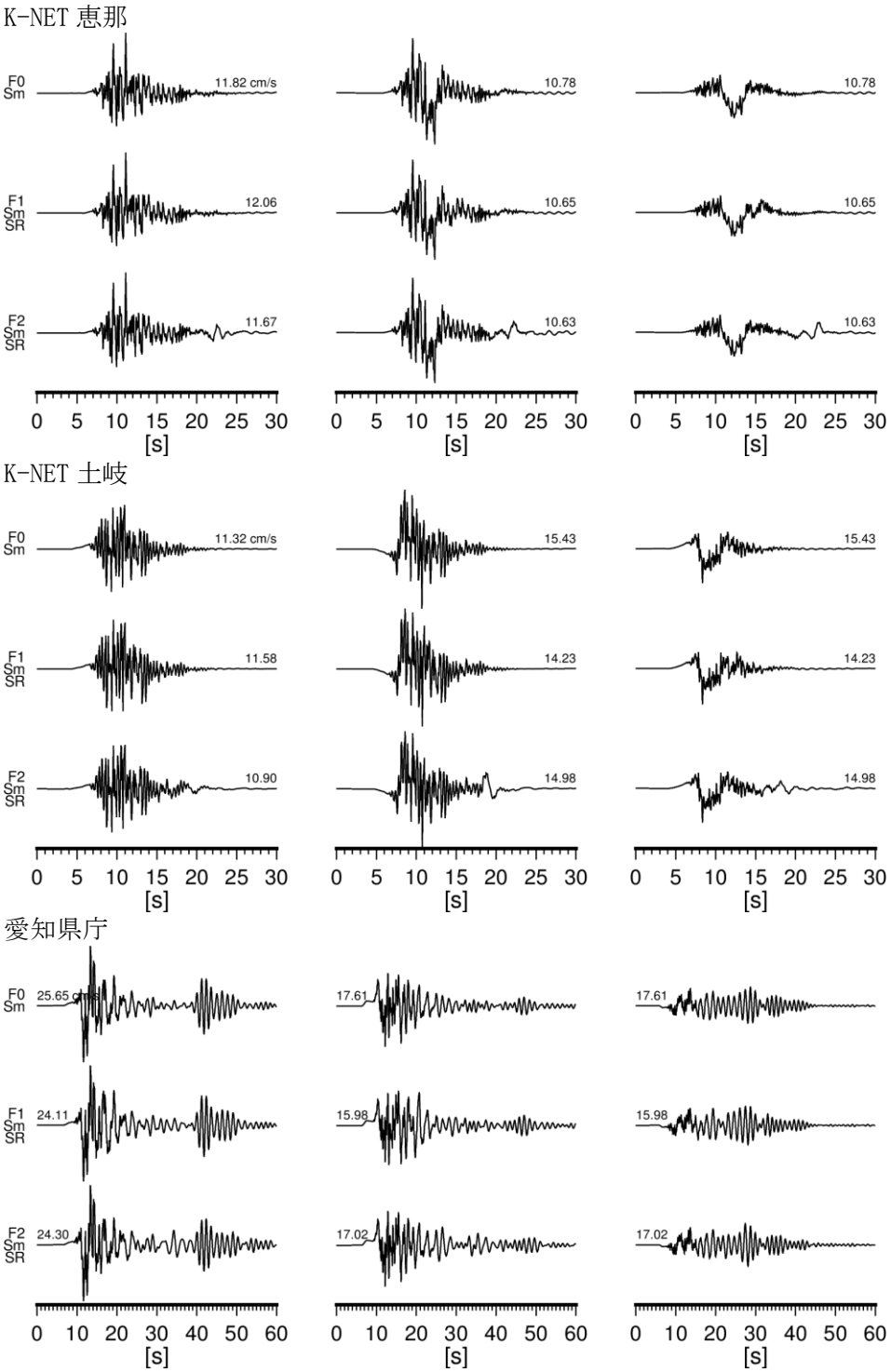
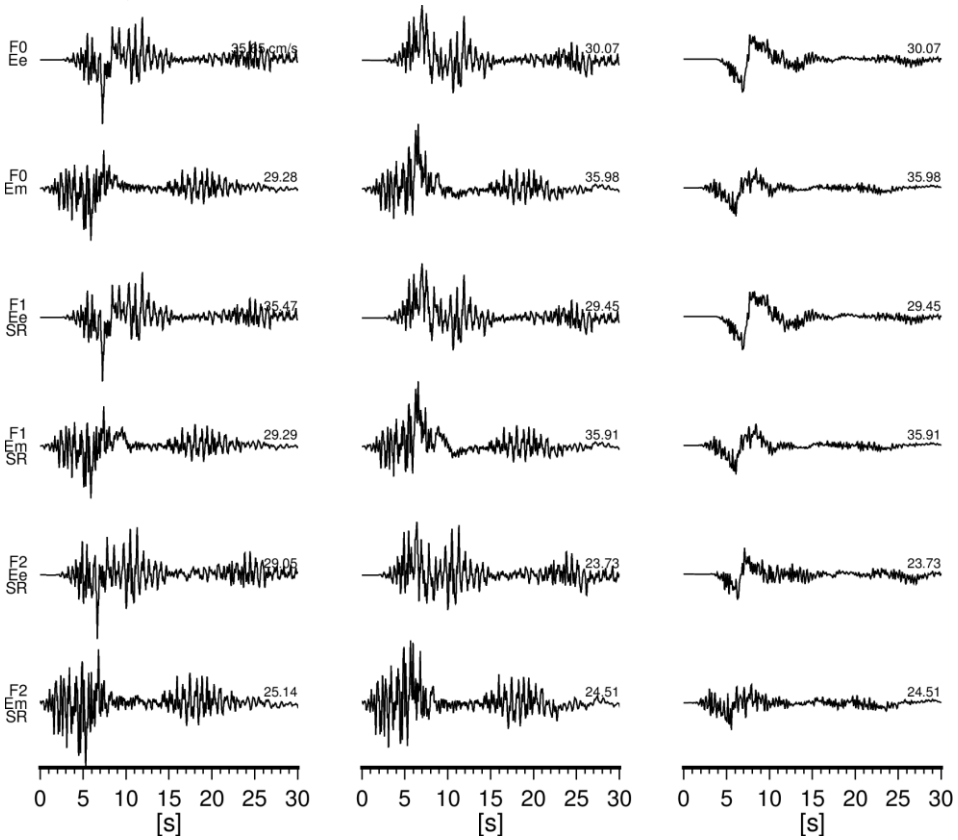


図 22(c) 代表地点における工学的基盤上の速度時刻歴波形（猿投山区間単独の場合)。左から南北、東西、上下動成分。波形の上の数字は各成分の最大振幅絶対値(cm/s)を表す。

K-NET 恵那



K-NET 土岐

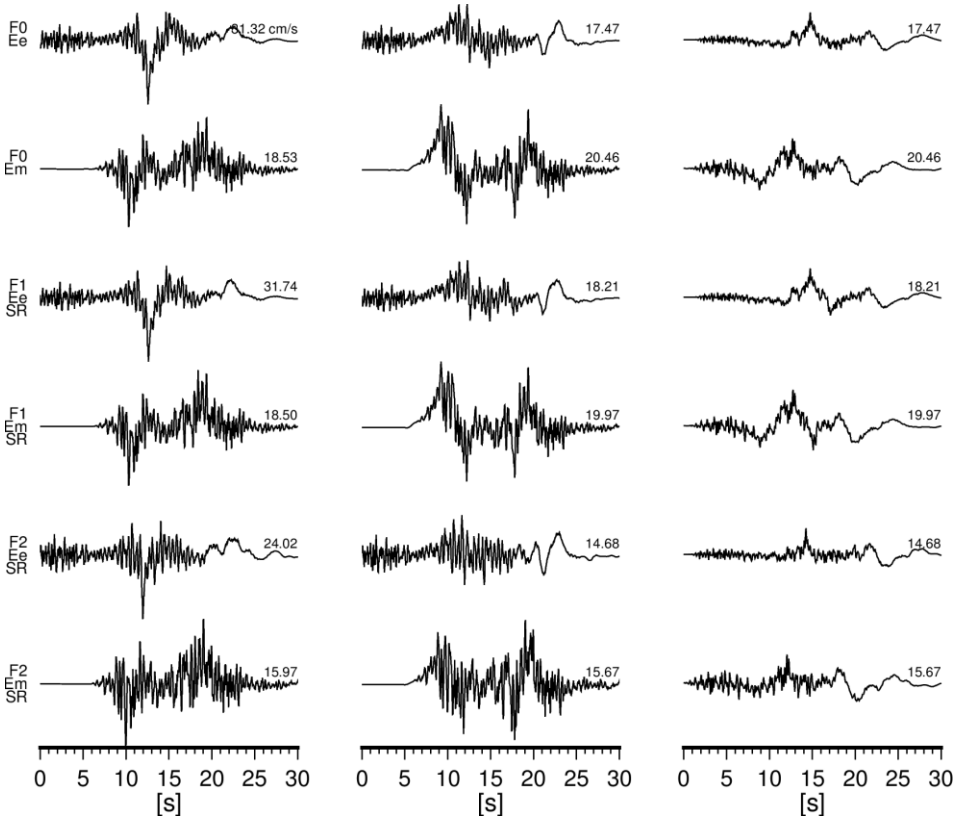


図 22(d) 代表地点における工学的基盤上の速度時刻歴波形（恵那山＋猿投山同時活動の場合)。左から南北、東西、上下動成分。波形の上の数字は各成分の最大振幅絶対値(cm/s)を表す。

愛知県庁

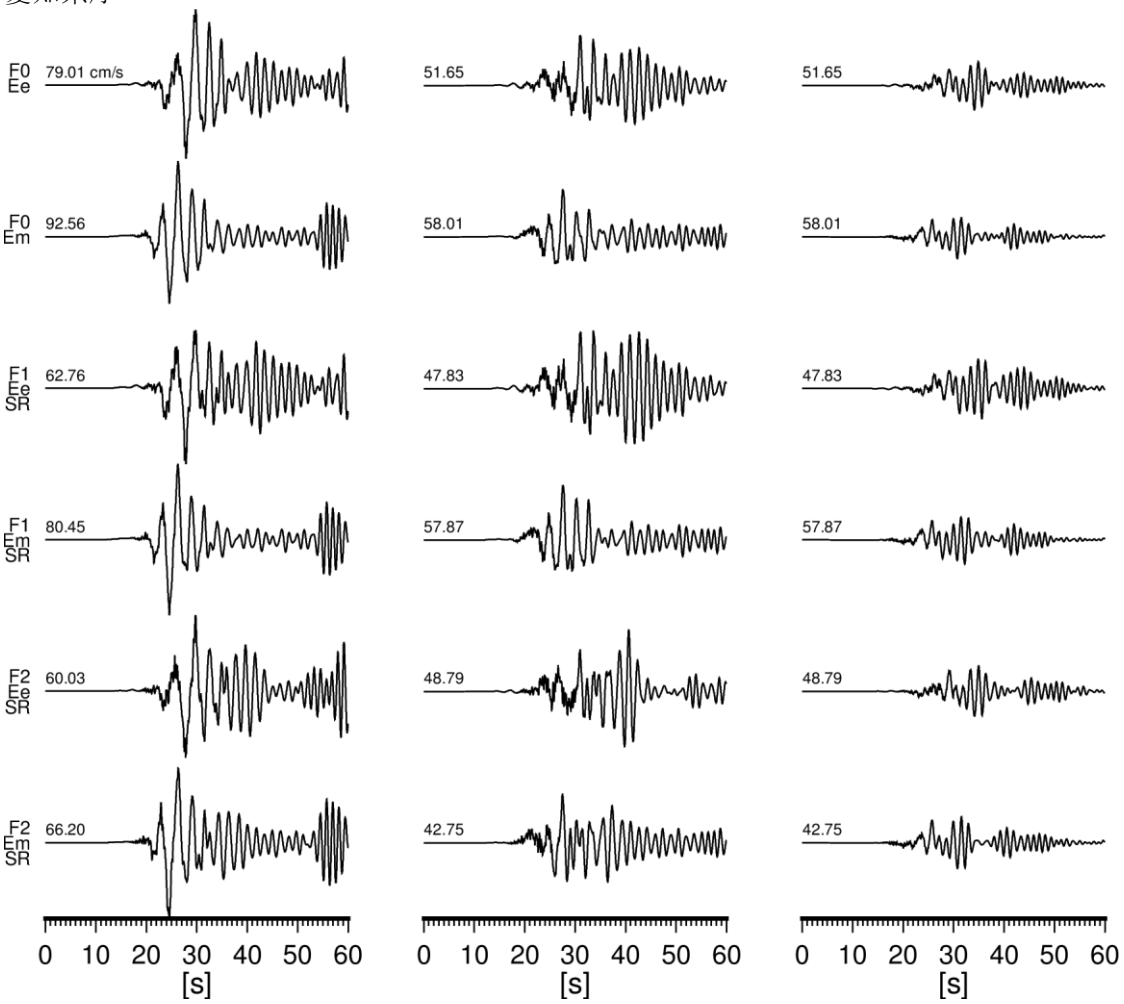


図 22(d) つづき

(d) 結論

本年度は、昨年度に引き続き地震観測を実施し、昨年度までに作成された浅部・深部統合地盤構造モデルの修正および検証を行った。修正は、本検討による作成範囲外の SIP モデルとの接続を行うために、反射法地震波探査やボーリングデータを用いて深部地盤構造モデルの調整を行った。検証は、設置した地震観測点等の地震観測記録を用いたスペクトルインバージョンや地震波干渉法を用いた周期・増幅特性の比較を行った。作成された地盤構造モデルは、既往の SIP モデルよりも、より地震観測記録と調和的な結果となっている。

(e) 引用文献

Anderson, J, G.: Quantitative measure of the goodness-of-fit of synthetic seismograms, 13th World Conference on Earthquake Engineering, 243, 2004.

Aoi, S. and H. Fujiwara: 3D Finite-Difference Method using discontinuous grids, Bulletin of the Seismological Society of America, 89, 918-930, 1999.

防災科学技術研究所, 防災科研 K-NET, KiK-net, doi:10.17598/NIED.0004, 2019a.

防災科学技術研究所, 防災科研 F-net, doi:10.17598/NIED.0005, 2019b.

Cerjan, C., D. Kosloff, R. Kosloff and M. Reshef: A nonreflecting boundary condition for discrete acoustic and elastic wave equations, Geophysics, 50, 705-708, 1985.

Cressie N. A. C.: Statistics for Spatial Data, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.
壇一男・佐藤俊明：断層の非一様すべり破壊を考慮した半経験的波形合成法による強震動予測，日本建築学会構造系論文集，509，49-60，1998.
藤本一雄・翠川三郎：近年の強震記録に基づく地震動強さ指標による計測震度推定法，地域安全学会論文集，No.7，241-246，2005.
藤本一雄・翠川三郎: 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係，日本地震工学会論文集，Vol.6，No.1，pp.11-22，2006.
Graves, R. W.: Simulating seismic wave propagation in 3D elastic media using staggered-grid finite differences, Bulletin of the Seismological Society of America, 86, 1091-1106, 1996.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf，2020.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：全国地震動予測地図 2020 年版，https://www.jishin.go.jp/evaluation/seismic_hazard_map/shm_report/shm_report_2020/，2021.
地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会：2016 年熊本地震（M_J7.3）の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について（中間報告），https://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/pdf/20220314kumamoto.pdf，2022.
片岡正次郎・佐藤智美・松本俊輔・日下部毅明：短周期レベルをパラメータとした地震動強さの距離減衰式，土木学会論文集 A，Vol. 62，No. 4，740-757，2006.
川瀬博・松尾秀典：K-NET，KiK-net，JMA 震度計観測網による強震動波形を用いた震源・パス・サイト各特性の分離解析，日本地震工学会論文集，Vol. 4，No. 1，33-52，2004.
Levander, A. R.: Fourth-order finite-difference P-SV seismograms, Geophysics, 53, 1425-1436, 1988.
中村洋光・宮武隆：断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式，地震 2，53，1-9，2000.
野津厚・長尾毅：スペクトルインバージョンに基づく全国の港湾等の強震観測地点におけるサイト増幅特性，港湾空港技術研究所資料，No.1112、2005.
Robertsson, J. O. A., J. O. Blanch and W. W. Symes: Viscoelastic finite-difference modeling, Geophysics, 59, 1444-1456, 1994.
佐藤智美：フィリピン海プレートの海溝型地震による短周期地震動の散乱理論に基づく経時特性モデル，日本建築学会構造系論文集，No. 601，75-82，2006.
Virieux, J.: P-SV wave propagation in heterogeneous media: Velocity-stress finite-difference method, Geophysics, 51, 889-901, 1986.
山中浩明・石田寛：遺伝的アルゴリズムによる位相速度の逆解析，日本建築学会構造系論文集，No. 468，9-17，1995.
山中浩明・大堀道広・翠川三郎：地震記録に基づく地盤増幅特性の逆解析による関東平野のシームレス S 波速度構造モデルの推定，日本建築学会学術講演梗概集，B-2，構造Ⅱ，47-48，2009.

(3) 令和２～４年度の成果

(a) 業務の要約

地震調査研究推進本部による震源断層を特定した地震動予測地図において、震度６弱から６強の強い揺れが予測されている地表断層周辺及び周辺都市域における強震動予測を向上させるため、地盤構造モデルの改良を目的に、工学的基盤の不整形性を高精度化するための微動アレイ観測及び地震観測を実施した。調査データと併せて分析し、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果に基づく東海地方の浅部・深部統合地盤構造モデル（東海地方の既往地盤構造モデル Wakai et al., 2019）を修正し、検証を行った。また、作成された地盤構造モデルに基づき、断層傾斜を変えた重力分布の理論計算を行い、断層傾斜角に関する検討を実施した。

震源モデルを単純な矩形と仮定せず、複雑な地表断層形状を考慮した震源断層の詳細なモデル

化手法を構築するとともに、当該断層帯における地震発生層上端深さとそれ以浅の地表変形を含む破壊過程が強震動計算結果に及ぼす影響を、定量的に評価するための感度解析を行った。サブテーマ１～３と連携して活動区間の不確実さを考慮した多様な震源モデル群を設定した。本研究で構築した地盤構造モデル及び震源モデル群を用いて広帯域（周期0.1～10秒）強震動シミュレーションを行い、現在の地震動予測地図から高精度化された面的な強震動予測結果について不確実さも含めて示した。

(b) 業務の実施方法

断層近傍および周辺都市域の詳細な地盤構造モデル構築のため、稠密な微動観測および、地震計を設置し、観測を開始した。地震基盤深さまでの地盤構造モデルの高精度化のため、断層近傍および周辺都市域において、既往の地盤情報として重力探査データおよびボーリングデータ等を収集・整理するとともに地震観測を実施した。重力基盤解析結果、微動解析結果及び、地震観測記録等に基づき、浅部・深部統合地盤構造モデルを修正した。修正した浅部・深部統合地盤構造モデルについて、設置した地震観測点等の地震観測記録を用いたスペクトルインバージョンや地震波干渉法を用いた周期・増幅特性の精度検証を行い、作成範囲外の既往の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果に基づく東海地域の浅部・深部統合地盤構造モデル（以後 SIP モデル）との接続を行うために作成した地盤構造モデルの微調整を行った。さらに、作成された地盤構造モデルに基づき断層傾斜角を変えた重力分布の理論解析を行うことで、断層傾斜角に関する検討を実施した。

地表断層形状データを用いて、長さ数百 m 程度の線分により詳細な形状をモデル化し、それを地中の震源断層モデルにおける断層上端と接続することにより現行の震源モデルを活かし、かつ地表まで達する新たな震源モデルを構築した。また、地震発生層より浅い震源断層における滑り量を変えた震源モデルによる感度解析を実施した。サブテーマ１～３に基づく活断層形状の詳細な情報を取り入れて、想定される震源シナリオについて強震動計算のための断層モデル群を感度解析結果も参照して設定し、作成した地盤構造モデルを用いてハイブリッド合成法による強震動計算を行った。

(c) 業務の成果

1) 地盤構造モデルの検討

地盤構造モデル構築のため、地盤構造モデル構築範囲内において、微動アレイ探査（大アレイ 40 地点、小アレイ 843 地点）を実施した（図 23)。また、地震観測点を岐阜県および愛知県の 20 か所（愛知県・岐阜県の小中学校の敷地内）に設置し、観測を実施した。地盤構造モデルの高精度化のため、断層周辺および周辺都市域の既往の地盤等の情報として、重力探査データ（例えば田中(2009)）、既往地盤構造モデル（SIP 地盤構造モデル（Wakai et al.,(2019))・地震被害想定で作成された地盤構造モデル(愛知県(2014)・岐阜県(2018)))、反射法地震探査データ（東濃地震科学研究所(2000)）、自治体等の地震観測記録を収集・整理した（図 24)。初期地盤構造モデルの作成は、重力探査データから得られるブーゲー異常値に基づいた解析を、堆積層と基盤岩類の２層構造と仮定し、ブーゲー異常値に対してフィルターテスト(上方接続法)を行い、シグナル成分とトレンド成分が分離できている 5000 m の上方接続高度を最適な接続高度とした。シグナル成分表示では、恵那山断層帯、屏風山断層帯沿いに断続的な低重力異常を確認できる。阿寺断層帯、養老断層帯、中央構造線断層帯による重力異常も明瞭に見て取れる。次に、ボーリングデータから得られる基盤深さとの調整を行うことで、地震基盤相当の３次元地盤初期モデルを構築した（図 25)。

地震計設置後に観測された地震記録を整理し、R/V スペクトル比を計算した（図 26)。微動アレイ探査（大アレイ 40 地点、小アレイ 843 地点）の観測位相速度に基づき、S 波速度構造の解析（図 27）と AVS30 等の計算を実施した（図 28)。これらの解析結果より、東海地方の既往地盤構造モデルを初期モデルとして、重力基盤解析結果、収集・整理された反射法地震探査データ、自治体等の地震観測記録等も活用した上で、浅部・深部統合地盤構造モデルを修正した。また、本研究にて作成した地盤構造モデルの範囲外については SIP モデルと接続出来るようにモデルの修正を行った。さらに、修正した地盤構造モデルを用いて、地震観測記録を用いてスペクトルイ

ンバージョンおよび地震波干渉法による浅部・深部統合地盤構造モデルの精度の検証・修正を行った。昨年度までの地盤構造モデルは、重力基盤上面≒地震基盤上面とみなして作成したが、範囲外の結果と大きな乖離が出来ていた。そこで、地盤構造モデル間の相違を解消するための調整作業として、基本的に重力基盤上面の形状を変えずに、各データとモデルの地震基盤相当の速度層（Vs3100 m/s 程度）の上面深度値に修正した。SIP モデルとの接合部分については補填ポイントを設定して接合した。最終的な地盤構造モデルを図 29-1 と 29-2（図 4 の再掲）に示す。

スペクトルインバージョンにより求められた経験的サイト増幅特性と本年度作成した地盤構造モデルから求めた理論増幅率を比較した。表面波部分も解析に用いた野津・長尾（2005）によるサイト増幅特性と比べると本解析によるサイト増幅特性は低周波数側でやや過小評価であったが、本解析では地震波の S 波部分のみを解析に用いたためと考えられる。

設置した地震計の観測記録（20 地点）を用いて、地震波干渉法により、調査地周辺の観測点ペアでの相互相関関数（観測グリーン関数）を推定した。さらに、SIP モデルと本年度作成した地盤構造モデルを用いて、3 次元差分法により連続地震観測点間の理論グリーン関数を計算し、地震波干渉法によって得られた観測点間のグリーン関数との比較により、モデルの妥当性を検証した。

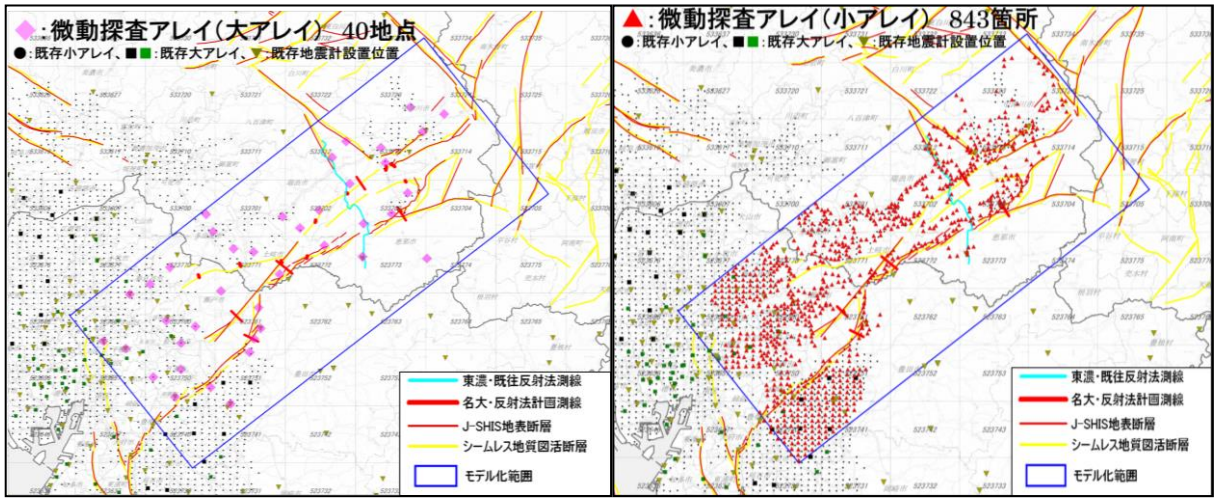


図 23　微動アレイ観測点分布図（左：大アレイ、右：小アレイ）

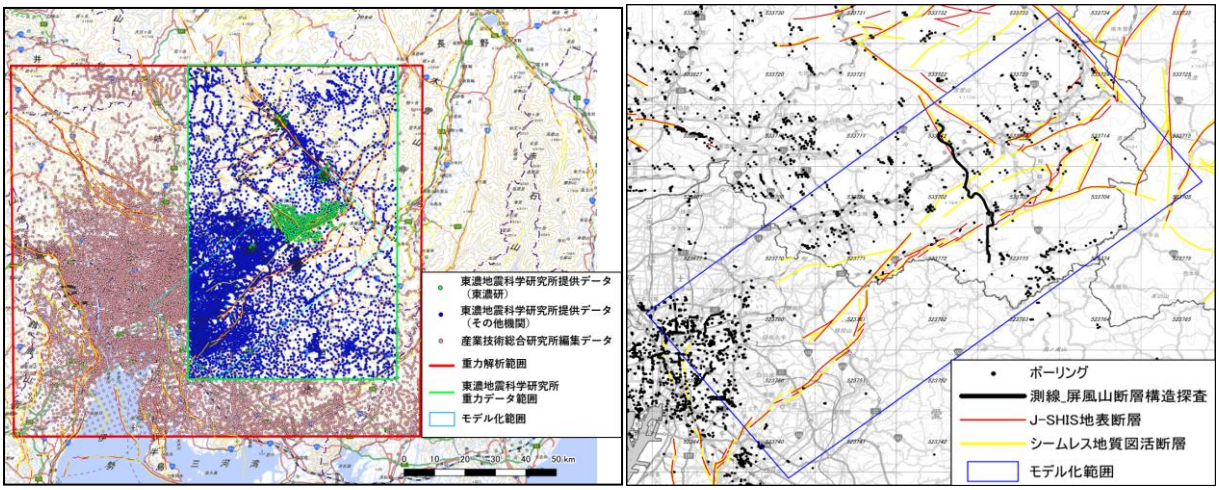


図 24　重力観測点分布（左図）とボーリングおよび反射法地震探査測線地点（右図）

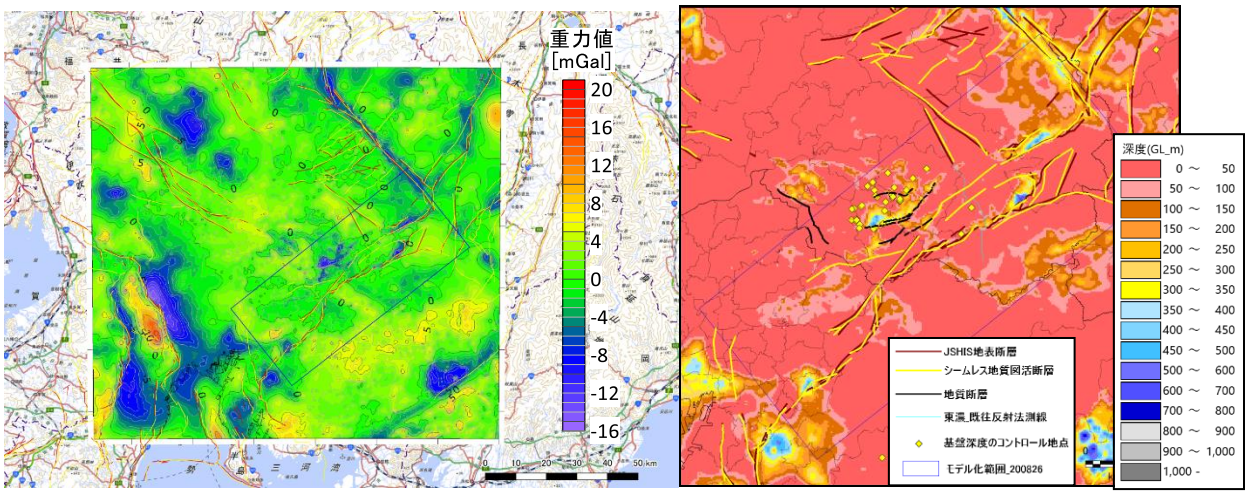


図 25　重力解析結果とボーリングデータによる重力基盤（地震基盤相当）上面深度

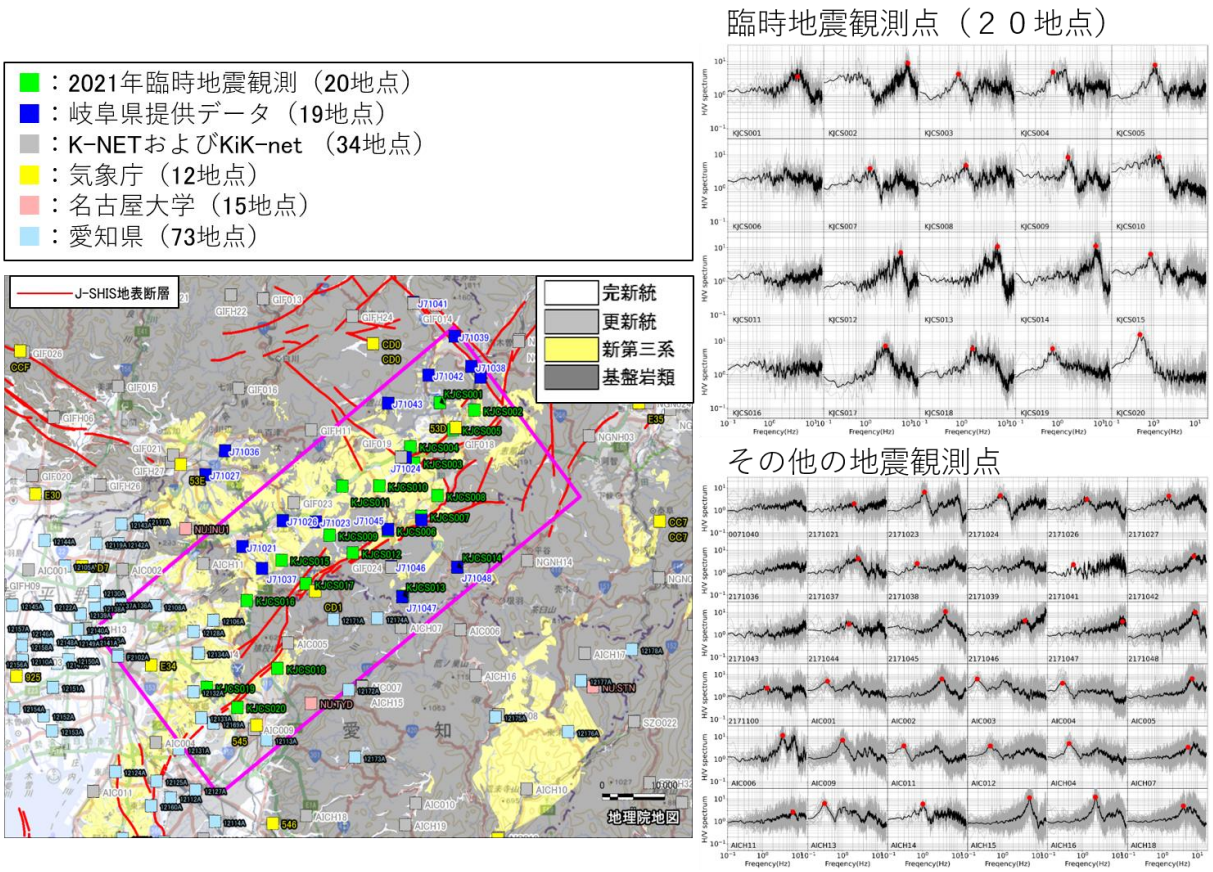


図 26　モデル化に使用した地震観測点分布図（左図）と R/V スペクトル比の計算例

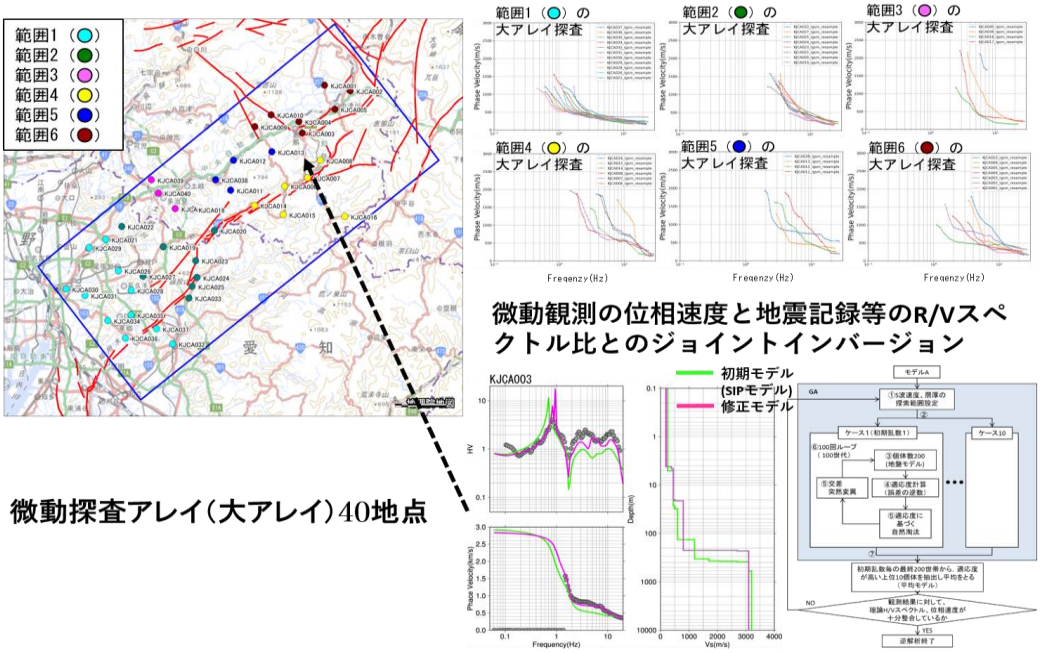


図 27　微動アレイ探査（大アレイ）の観測地点及び観測結果（位相速度）と、S 波速度構造解析手法及び解析結果の例

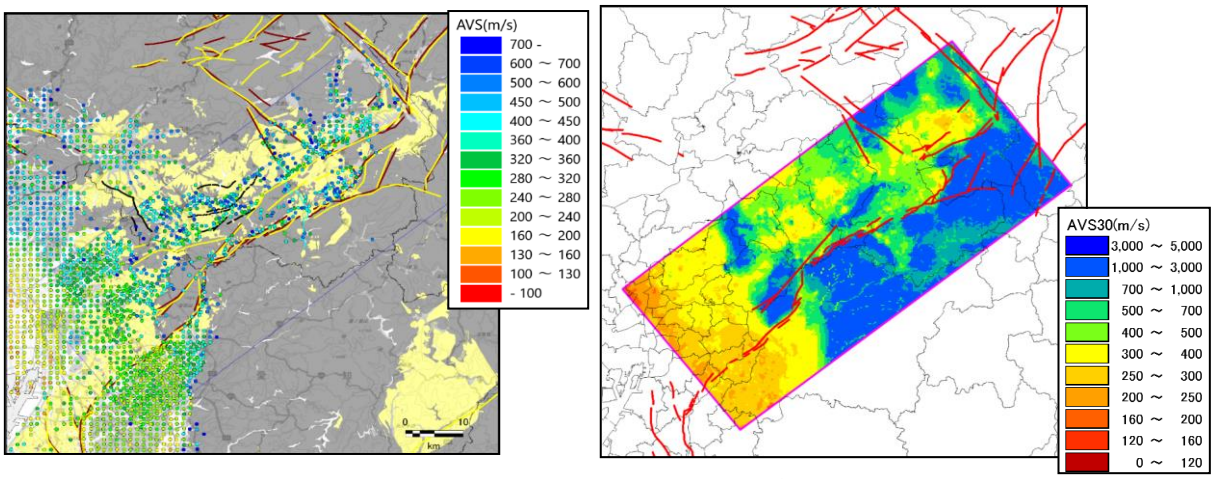


図 28　微動アレイ観測（小アレイ）による AVS30（左）と、修正した浅部・深部統合地盤構造モデルの AVS30(右)

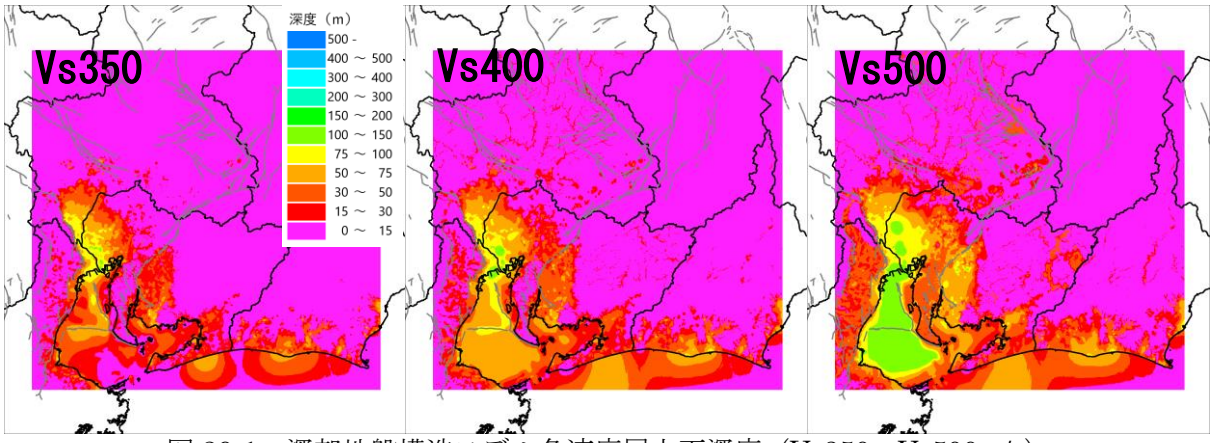


図 29-1　深部地盤構造モデル各速度層上面深度（Vs350～Vs500m/s）

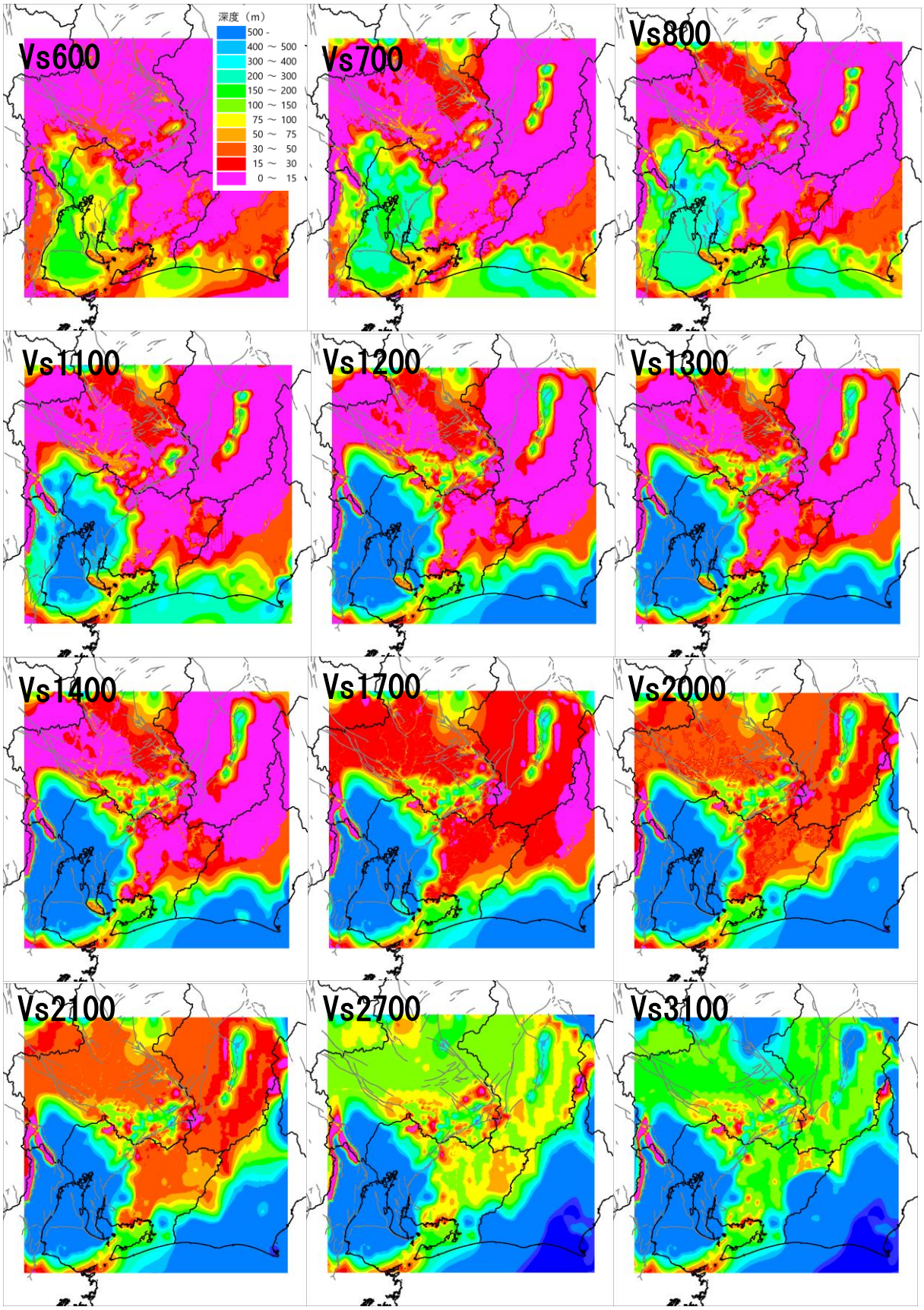


図 29-2　深部地盤構造モデル各速度層上面深度（Vs600～Vs3100m/s）

約４か月分（2021 年 2 月～ 2021 年 5 月）の連続観測記録を用いて，２点間の相互相関関数を計算した。相互相関関数がグリーン関数と同等であると見なし（観測グリーン関数）、これらの観測グリーン関数と SIP モデル、および、今回作成したモデルによって得られる理論グリーン関数との比較検討を行った。受信点が発信点に近い観測点間の理論グリーン関数は，比較的観測グリーン関数と整合的であった。発信点から遠い地点についても、本年度作成した地盤構造モデルの理論グリーン関数と観測グリーン関数は一部区間で整合的であった。SIP モデルの理論グリーン関数は本年度作成した地盤構造モデルの理論グリーン関数よりも後続波が表れていた。これは、発信点近傍で堆積層が厚く設定されているためであると考えられる。

また、恵那山断層帯の傾斜角を検討するため、本解析で得られた重力基盤標高（初期条件）と残差重力（シグナル成分）を用いて Komazawa(1995)の手法による２次元フォワード解析を行った。図 30 に解析測線及びフォワード解析結果を示す。断層と直交方向の NW8 測線では、逆断層で傾斜角 30 度とした場合、観測重力値と理論重力値が整合する結果となった。

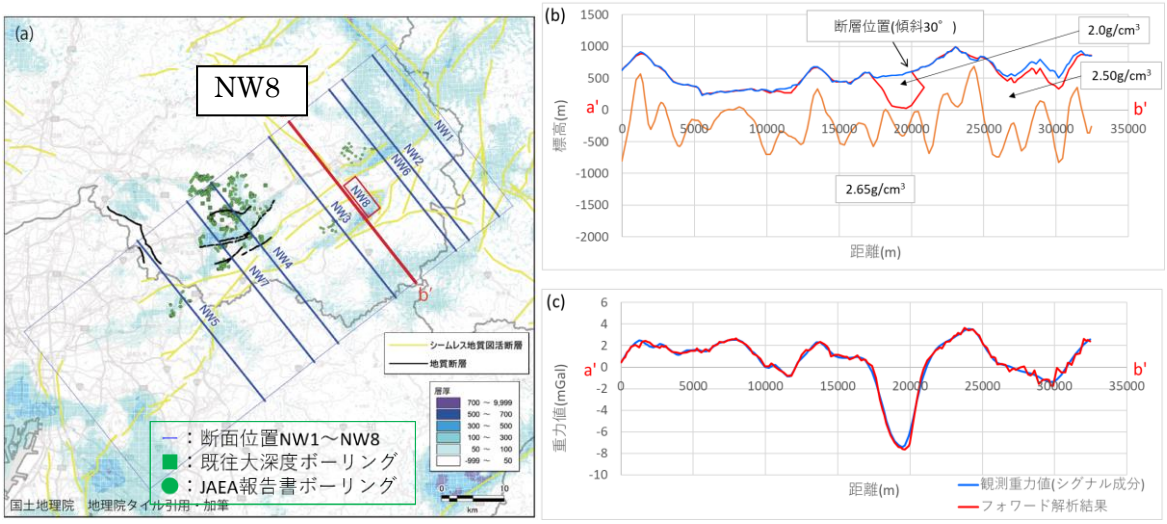


図 30　重力基盤層厚(a)と、地盤構造モデルを使った理論重力計算結果（NW8 断面(b),(c)）の比較
(a) 重力基盤層厚とフォワード解析測線位置　(b)解析モデル　(c)フォワード解析結果（シグナル成分）

2）震源断層の詳細なモデル化と強震動計算

断層の詳細な位置・形状データを強震動計算のための震源断層モデル形状に反映させることを目的として、矩形で表現される地中の震源断層モデルと、地表断層形状を接続させる手法について検討した。検討にあたり、地表断層形状データとして地震調査委員会による長期評価に基づく「主要活断層帯地表トレース」の位置座標データを、地中の震源断層モデルについては全国地震動予測地図の該当断層帯の震源断層モデルをそれぞれテストデータとして用いた（図 31）。

整備したモデル化手法及びツールの概要を説明する。

- 入力データ

地表断層形状データとして用いた主要活断層帯地表断層トレースは、全国主要活断層帯の地表断層形状が線分の集合として表現されるシェープファイルになっている。このシェープファイルを CSV ファイルに変換し、対象領域を緯度経度で指定することにより対象断層帯に該当する部分を抜き出した。その際、トレースを近似する線分の長さの最低値を設定できるようにし、任意の精度で地表トレース形状を単純化することができるようにした。一方、地中の震源断層モデルには三次元差分法の強震動計算ツール GMS（青井・他，2004）に入力可能なフォーマットの震源断層モデルデータを入力するものとする。地震動予測地図における矩形の震源断層モデルは 666m

間隔の点震源を並べたもので表現されているが、本業務ではより断層近傍にフォーカスした強震動予測を行うことを想定しているため、本年度業務では点震源間隔を 100m に設定したものを用いた。

- 浅部断層の点震源配置

地表断層トレースと地中断層上端の間を任意の間隔の点震源で接続する。接続部分を浅部断層と呼ぶ。まず、指定した間隔で３次元の等間隔格子を作成する。地表断層トレースを近似する各線分とそれに対応する地中断層上端の始点と終点をそれぞれ決め、始点同士と終点同士を結ぶ２直線を求める。格子の各深さにおいて地表面に平行な面と２直線の交点同士を結ぶ線分を引き（例えば断層上端深さが２km で深さ方向に 100m 間隔とする場合、19 本の地表面に平行な線分が引かれる）、線分から最も近い格子に点震源を配置する。図 32 に概念図を示す。

- 強震動計算用震源断層ファイルの作成

設定した浅部断層は、地中地震断層モデルと同様、強震動計算ツール GMS に入力可能なフォーマットで出力され、両者を合わせることにより地表断層形状を考慮した断層モデルによる強震動を計算することができる。図 33 に今回設定した恵那山－猿投山北断層帯東側の地中地震断層モデルと浅部断層の位置形状を示す。

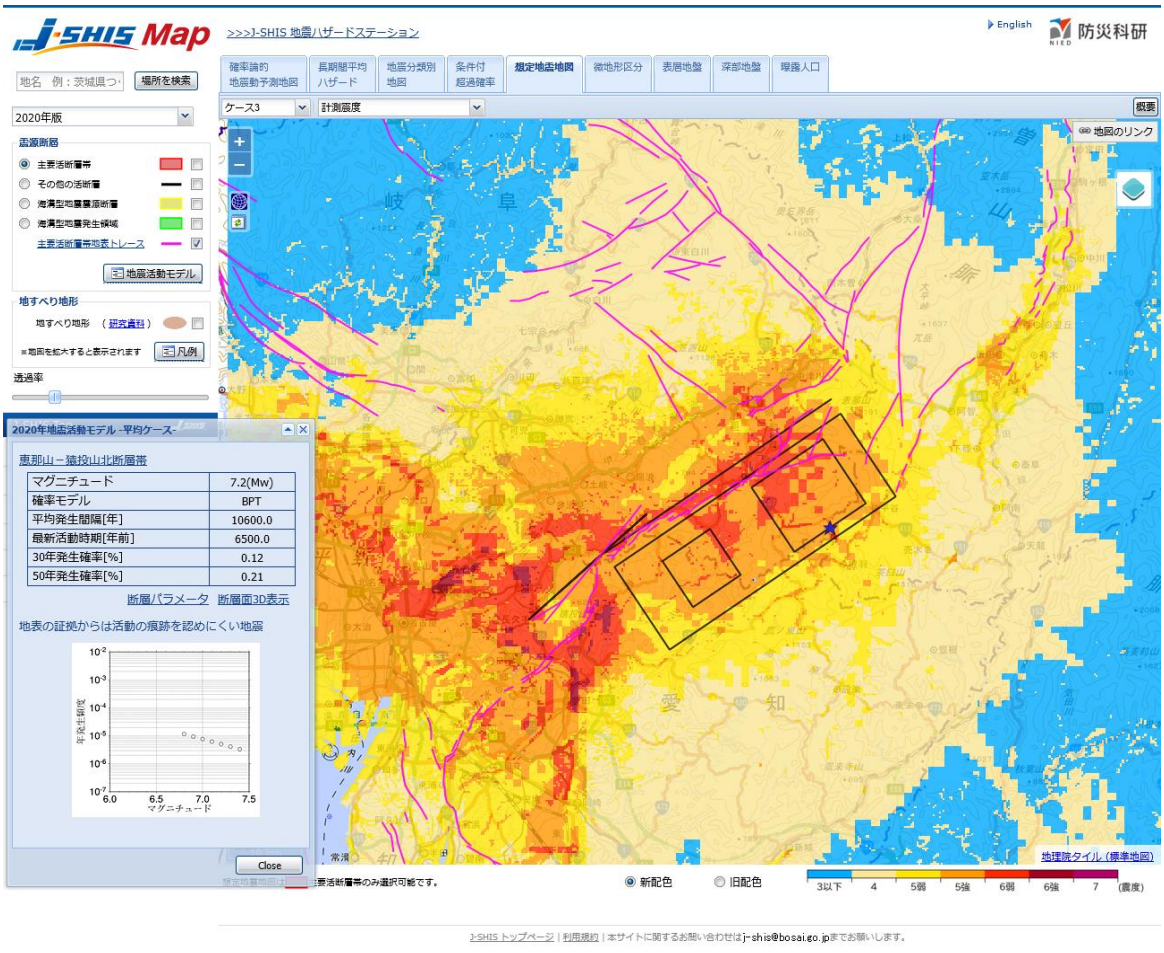


図 31　全国地震動予測地図における恵那山－猿投山北断層帯の震源断層を特定した地震動予測地図（背景色）とその震源断層（黒色矩形）および主要活断層帯地表トレース（ピンク色）の J-SHIS 上での表示

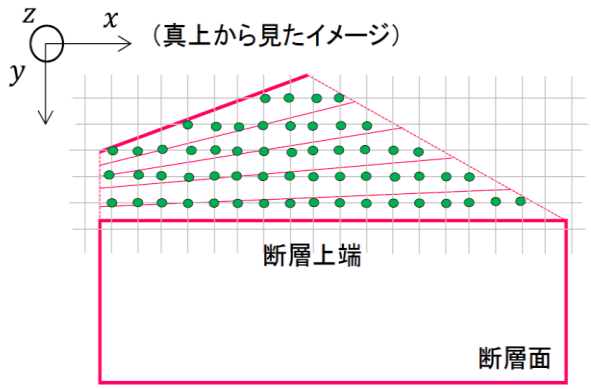


図 32　断層浅部の点震源の配置（真上から見た概念図）

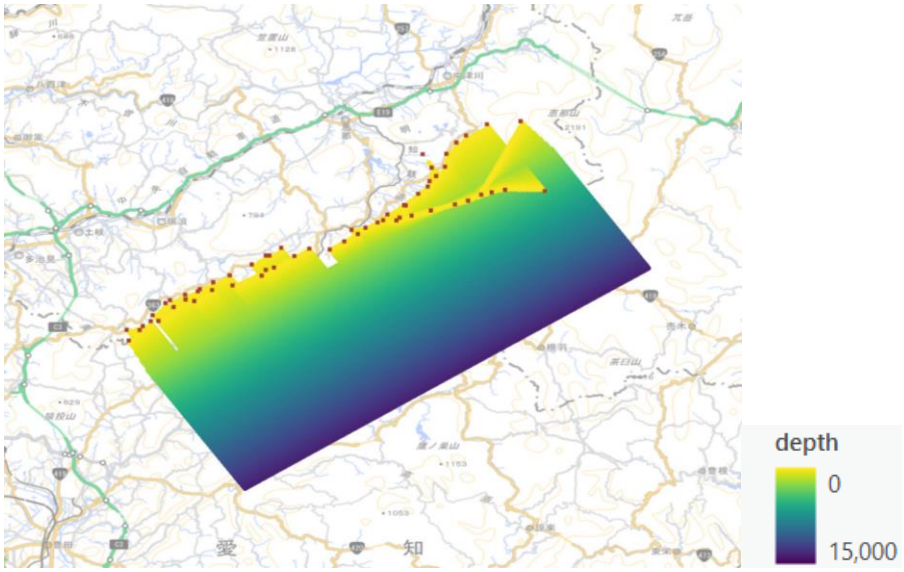


図 33　恵那山－猿投山北断層帯（東部分）の地中断層および浅部断層の地図上への投影。カラースケールは震源断層モデルの深さ(m)を表す。赤い四角の点は地表断層トレースを近似した線分の端点位置を表す。

2016 年熊本地震を対象とした検討から、従来の強震動予測では考慮されていなかった地震発生層よりも浅部における震源断層の滑りが断層ごく近傍の強震動に影響を及ぼすことが分かってきた。そこで、本検討では当該断層帯においてどの程度の違いが生じるかを調べた。具体的には、全国地震動予測地図 2020 年版の恵那山－猿投山北断層帯の震源断層モデル（ケース 1；従来モデル）の上端から地表付近まで、背景領域と同じ滑り量を付与した。工学的基盤（Vs=600m/s）上の最大速度分布を図 34 に、近接地点の速度及び変位波形の比較を図 35 に示す。このとき、smoothed ramp 型の滑り関数を仮定し、パルス幅を２秒とした。断層近傍において違いが顕著に見られ、特に変位においては 2 倍程度大きくなる地点もあることが確認された。一方、滑り速度時間関数におけるパルス幅を地震発生層内のアスペリティに近い 0.5 秒に変えた場合には、最大振幅だけでなく、後続波形にも違いが見られる（図 36）。すなわち、計算波形の違いには、単に滑り速度時間関数の違いだけでなく、その後生じた表面波が伝播している様子が見られ、地下構造による影響も含まれていることが確認された。

強震動計算のための断層モデル作成にあたり、サブテーマ１～３による三次元断層形状の調査

結果を参照して、震源シナリオを「屏風山区間」「恵那山区間」「猿投山区間」「恵那山・猿投山区間同時活動」の断層区間について設定した。本検討においては地震発生層以深の「深部断層モデル」と地震発生層以浅から地表付近に至る「浅部断層モデル」に分けてモデル化した。「深部断層モデル」は、それぞれの区間について端点位置と長さ、傾斜角、幅を設定し、強震動予測「レシピ」（地震調査研究推進本部地震調査委員会、2020）に従い矩形の形状を持つ特性化震源モデル（F0）を作成した。続いて、２通りの方法で「浅部断層モデル」を設定した。一つは、深部断層モデル F0 を矩形のまま幅を延長し地表へ延長するモデル（F1）、もう一つは、深部断層と地表断層トレースを接続するモデル（F2）である。F2 では、サブテーマ１による詳細な活断層トレース形状を 100～500m 程度の間隔の節点を持つ線分の集合で近似し、地表から深部断層モデル上端に収れんさせることにより浅部断層モデルを設定した。

破壊開始点の設定については、サブテーマ１の検討結果における断層の推定分岐方向等を考慮し、屏風山、恵那山、猿投山断層帯のそれぞれの区間においてそれぞれ断層西端付近または中央付近、断層東端または中央付近、断層中央付近に設定した。浅部断層の滑り量は深部断層の背景領域と同じ滑り量とし、滑り速度時間関数は地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会（2022）を参照し、立ち上がり２秒の smoothed ramp 型関数（SR）と、深部断層と同じ中村・宮武(2000)による関数（NM）の２通りを検討した。以上の設定条件の組み合わせにより、表７（表５の再掲）に示す 25 ケースの震源シナリオについて強震動計算を実施した。強震動計算は、本研究で構築した地盤構造モデルのうち深部地盤構造モデルを用いて、周期１秒以上の長周期側を３次元差分法（Aoi and Fujiwara 1999）、周期１秒以下の短周期側を統計的グリーン関数法（壇・佐藤、1998）で行い、接続周期１秒でハイブリッド波形合成を行った。差分法計算においては、３次元的に不均質な地盤構造モデル中で各点震源位置での地盤物性値を地震モーメントに反映させた。

地震動計算結果として、全 25 ケースの工学的基盤上の最大速度分布を図 37（図 17 の再掲）に示す。断層ごく近傍の地点として恵那（K-NET GIF019 観測点位置）、土岐（K-NET GIF023 観測点位置）、および濃尾平野内に位置する名古屋（愛知県庁位置）における工学的基盤上の 5%減衰の擬似速度応答スペクトルを図 38（図 20 の一部を再掲）に示す。予測地震動は破壊開始点の設定による違いが顕著に大きく、また断層近傍観測点においては周期１秒以上の帯域で浅部断層モデルの設定による違いがみられる。

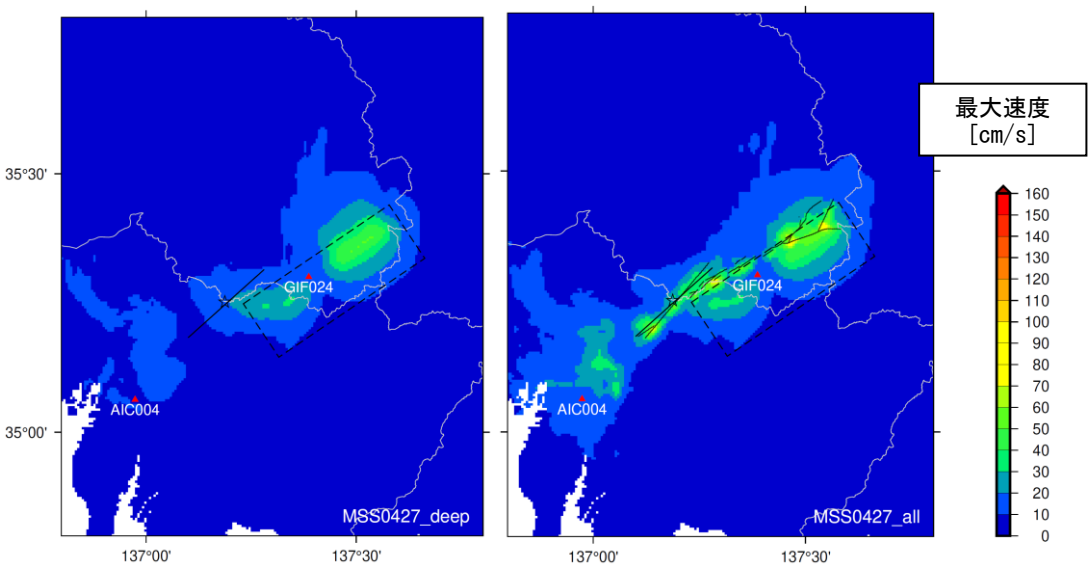


図 34　従来モデル（左）と浅部に滑りを付与したモデル（右）による工学的基盤上の最大速度分布

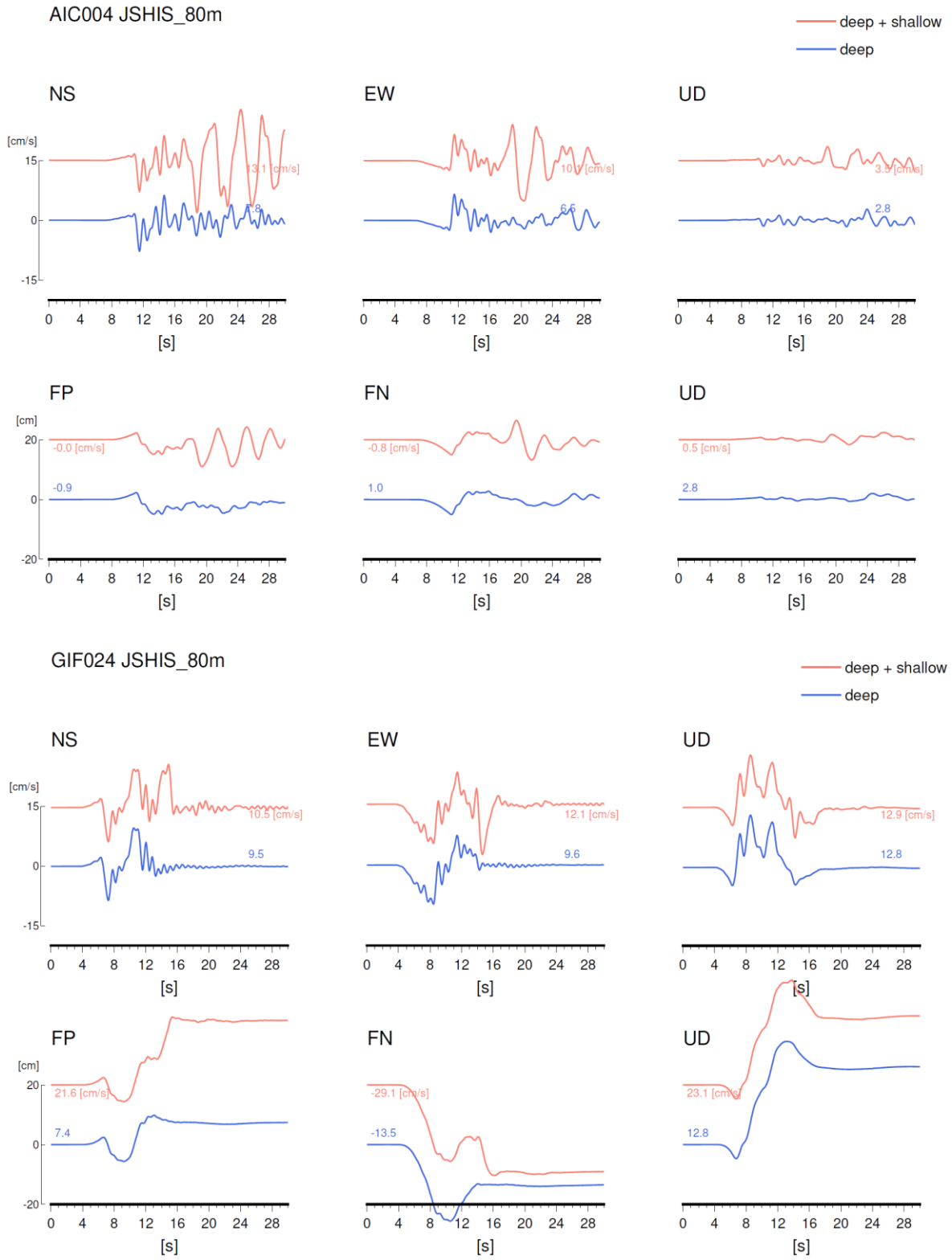


図 35　断層近傍の地点における波形の比較（青：従来モデル、赤：浅部に付与したモデル）

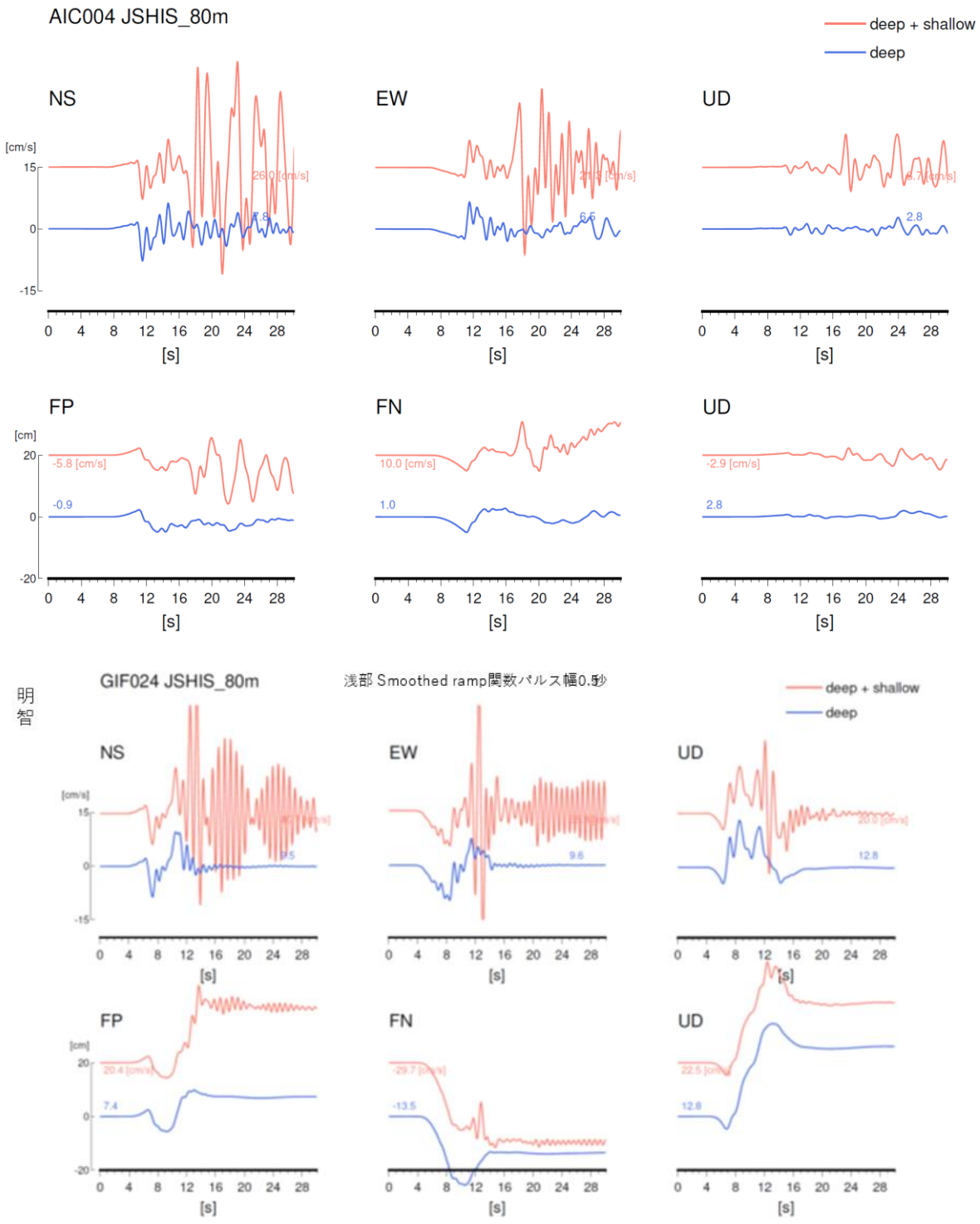


図 36　滑り速度関数のパルス幅を変えた検討における断層近傍の地点における波形の比較（青：パルス幅 2 秒（図 35 の青と同じ）、赤：パルス幅を 0.5 秒としたモデル）

表７　強震動計算を実施した震源シナリオケース

震源区間	断層モデル*1	破壊開始点	浅部滑り量*2	浅部滑り速度時間関数	番号
屏風山単独(Byobuyama)	F0	屏風 西(Bw)	設定なし(A)	設定なし(xx)	1
		屏風中央(Bm)	設定なし(A)	設定なし(xx)	2
	F1	屏風 西(Bw)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	3
		屏風 西(Bw)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	4
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	5
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	6
	F2	屏風 西(Bw)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	7
		屏風 西(Bw)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	8
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	9
		屏風中央(Bm)	背景領域(B)	中村・宮武(NM)	10
恵那山単独(Ena)	F0	恵那 東(Ee)	設定なし(A)	設定なし(xx)	11
		恵那中央(Em)	設定なし(A)	設定なし(xx)	12
	F1	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	13
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	14
	F2	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	15
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	16
猿投山単独(Sanage)	F0	猿投中央(Sm)	設定なし(A)	設定なし(xx)	17
	F1	猿投中央(Sm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	18
	F2	猿投中央(Sm)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	19
恵那山＋猿投山同時活動(EnaSanage)	F0	恵那 東(Ee)	設定なし(A)	設定なし(xx)	20
		恵那中央(Em)	設定なし(A)	設定なし(xx)	21
	F1	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	22
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	23
	F2	恵那 東(Ee)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	24
		恵那中央(Em)	背景領域(B)	Smoothed ramp (SR)	25

*1 F0 は深部断層モデルのみ，F1 と F2 は F0 に浅部断層を加えたモデル。

*2 背景領域(B)は、浅部断層の滑り量が深部断層の背景領域と同じ滑り量であることを示す。

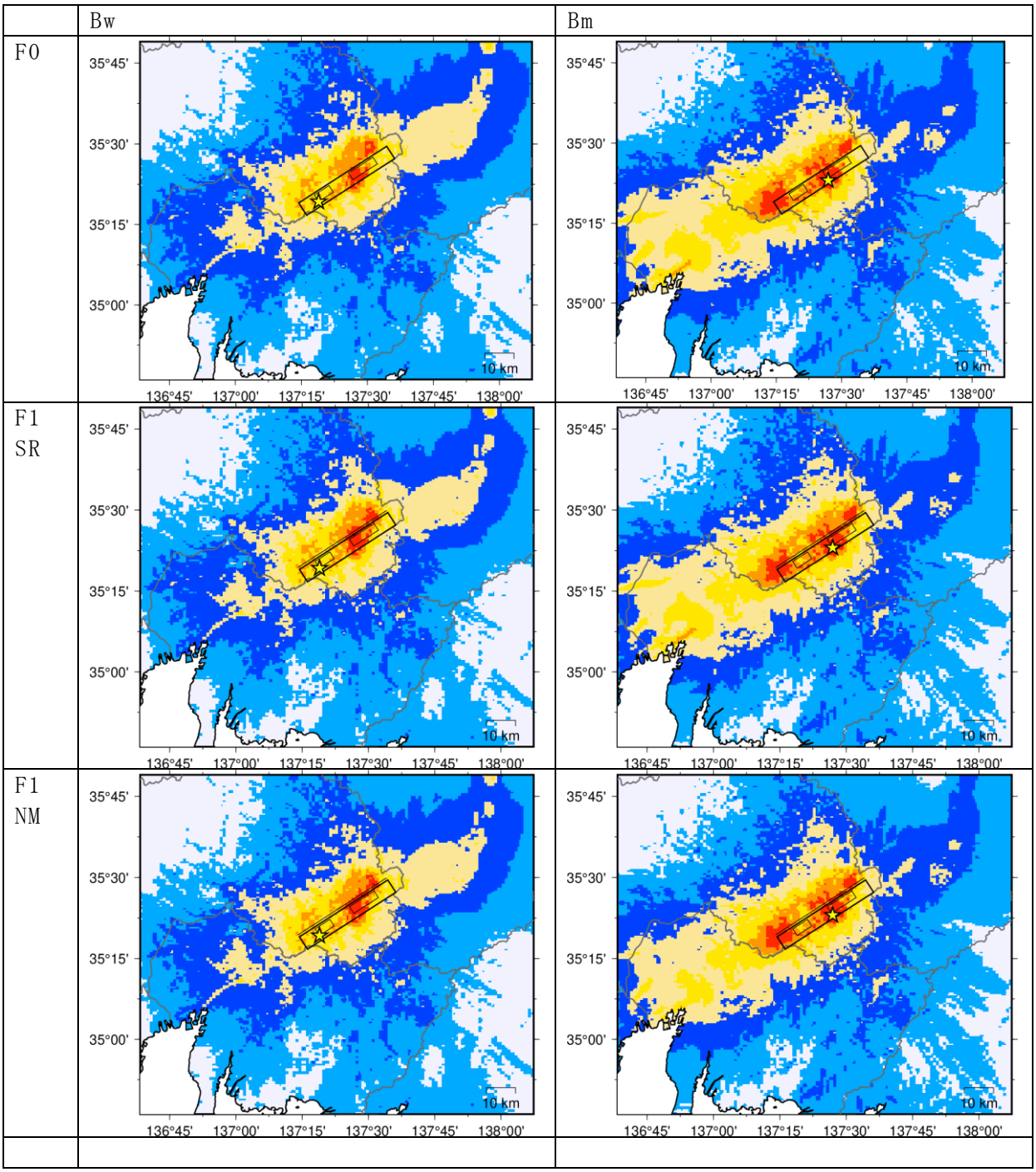


図 37(a)　最大速度分布（屏風山区間単独の場合）。

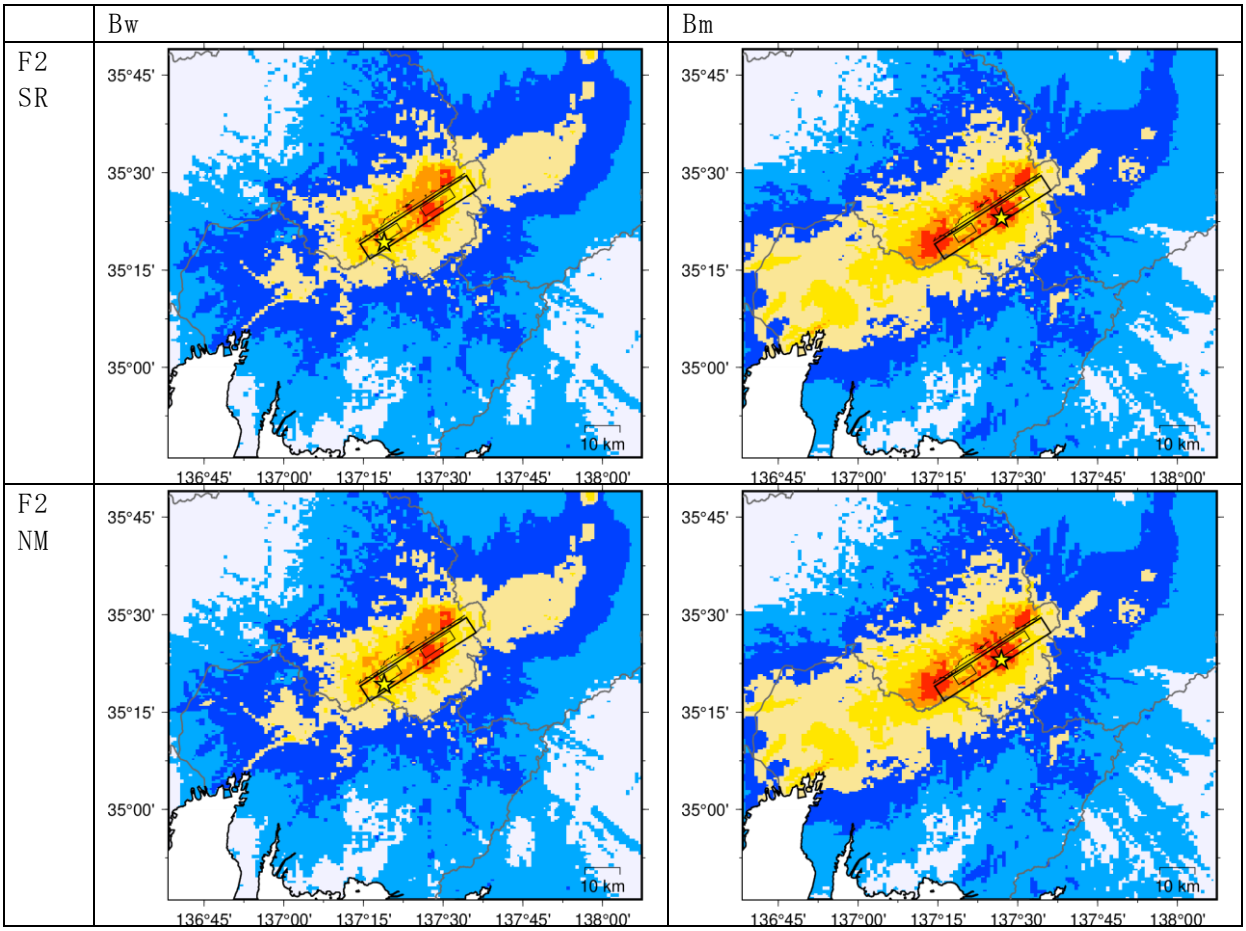


図 37(a)　（つづき）最大速度分布（屏風山区間単独の場合）。

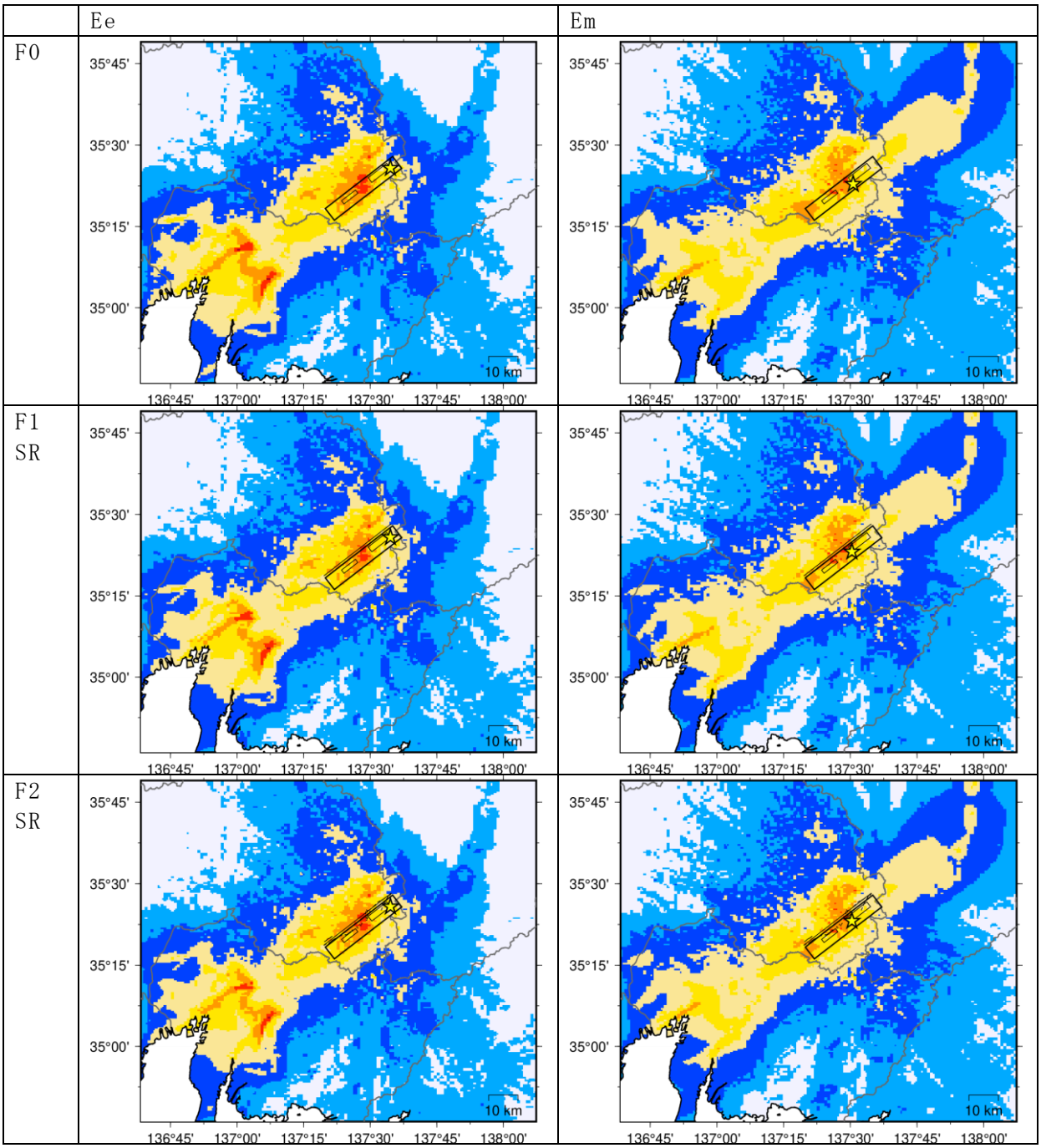


図 37(b)　最大速度分布（恵那山区間単独の場合）。

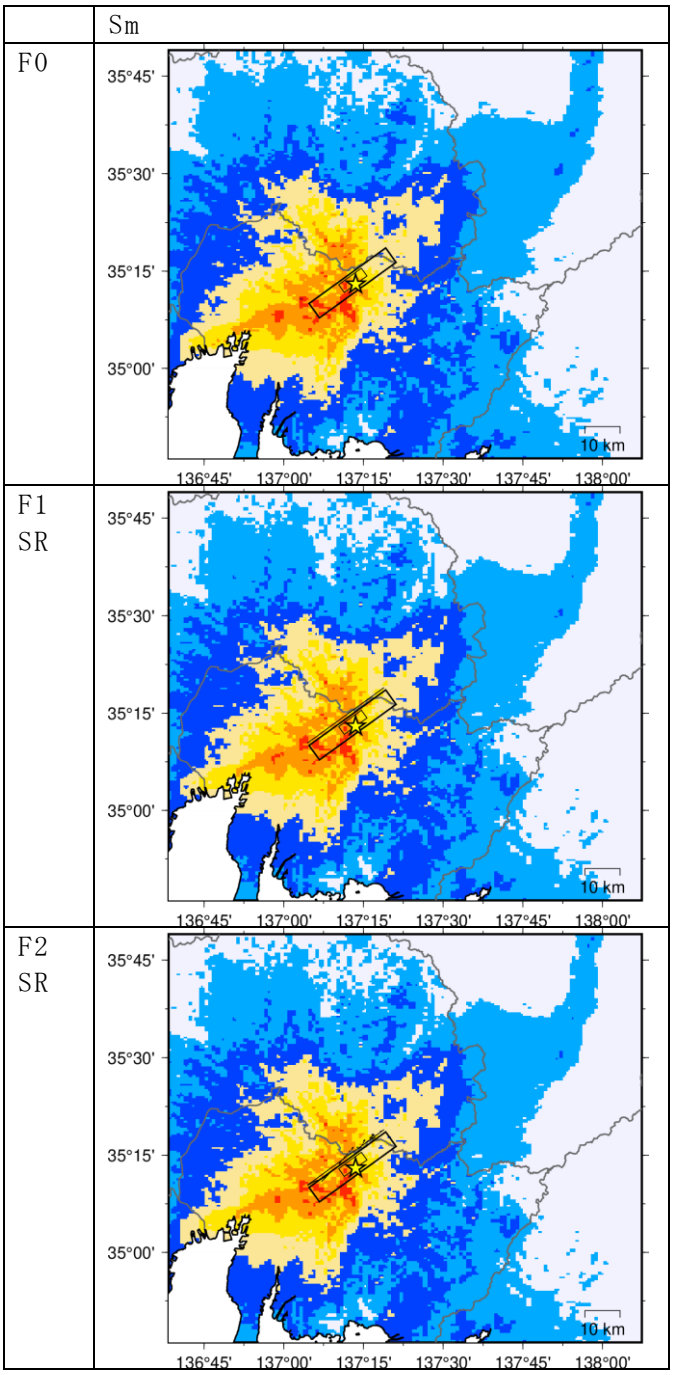


図 37(c)　　最大速度分布（猿投山区間単独の場合）。

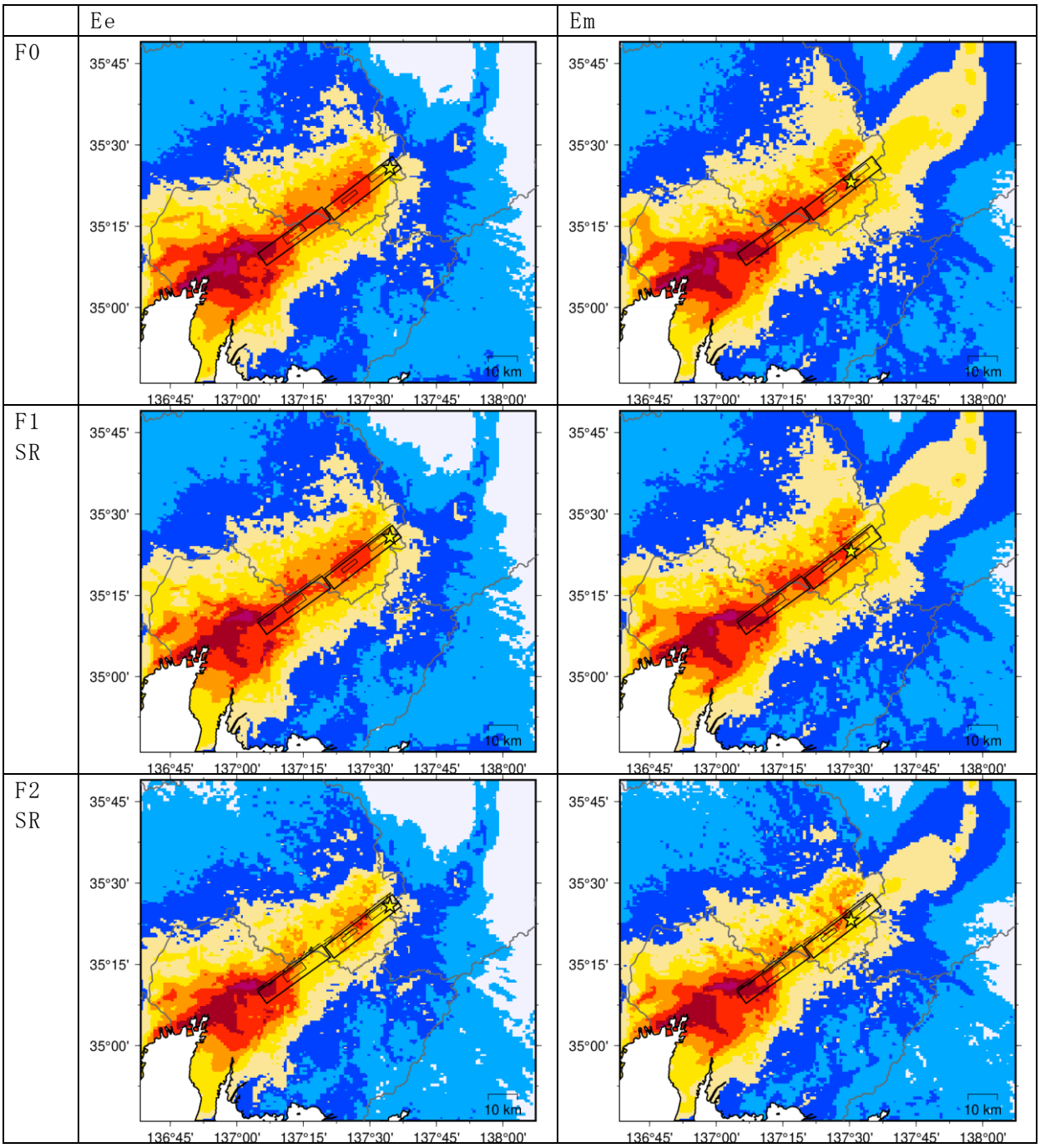


図 37(d)　　最大速度分布（恵那山＋猿投山区間同時活動の場合）。

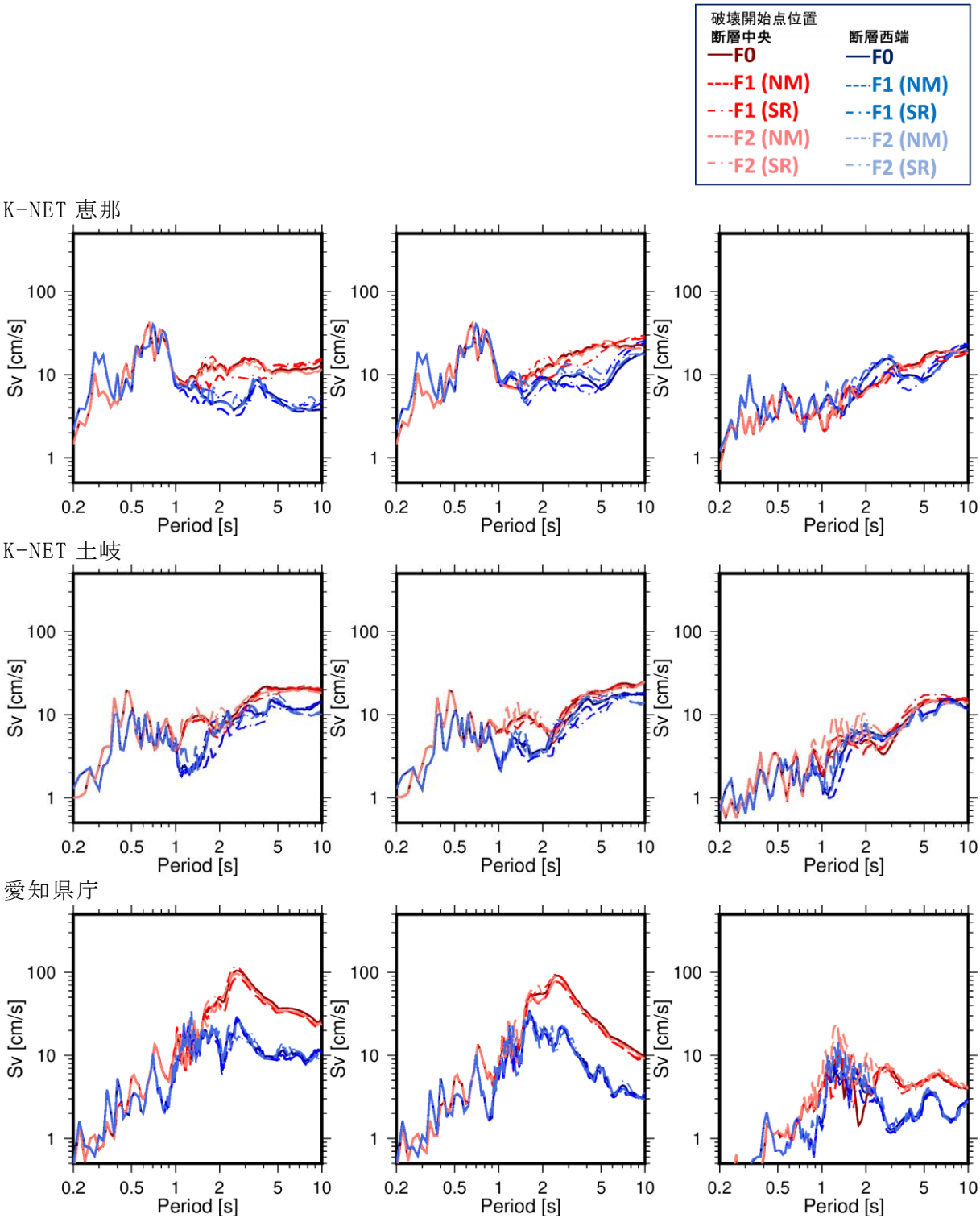


図 38　代表地点における工学的基盤上の 5%減衰速度応答スペクトル（屏風山区間単独の場合）。左から NS、EW、上下動成分。

(d) 結論ならびに今後の課題

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯における強震動計算のための地盤構造モデルの構築について、断層帯周辺地域において、地震基盤から地表を高精度化するための稠密な微動アレイ観測（大アレイ 40 か所、小アレイ約 840 か所)、地震観測（臨時地震計設置 20 か所）を実施した。また、既往の地下構造調査データ（ボーリングデータ・重力データ・反射法地震波探査データ等）を収集し、既往の地盤構造モデルである SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果である、東海地域の浅部・深部統合地盤構造モデルを修正した。本研究にて作成した浅部・深部統合地盤構造モデルは、設置した地震観測点等の観測記録を用いたスペクトルインバージョンや地震波干渉法を用いて精度の検証を行い、その結果、既往のモデルよりも広域かつ広帯域において地震観測記録と調和的である。

強震動計算における震源断層モデルを、地震発生層以深の「深部断層モデル」と地震発生層以浅から地表付近に至る「浅部断層モデル」に分けてモデル化した。まず、サブテーマ１～３の調査結果を参照して深部断層の位置と長さ、傾斜角、幅を設定し、「レシピ」に従ってパラメータを設定した。続いて、サブテーマ１による詳細な活断層トレース形状を 100～500m 程度の間隔の節点を持つ線分の集合で近似し、地表から深部断層モデル上端に収れんさせることにより浅部断層モデルを設定した。浅部・深部断層モデルともに 100m 間隔の点震源で表現し、断層帯周辺の浅部・深部統合地盤構造モデルを用いて３次元差分法による波動場計算と統計的グリーン関数法による地震動計算を実施し、周期１秒を接続周期としたハイブリッド合成によって広帯域地震動を計算した。断層活動区間、浅部断層モデルの設定方法、破壊開始点の不確実さを考慮した 25 通りの震源モデルについて、断層周辺および地盤構造モデルを構築した周辺都市域を含む地域の地震動予測結果を示した。

活動区間、アスペリティや破壊開始点位置の不確実さは本研究による 25 通りで網羅できたわけではない。また、地震発生層より浅部がどのようにすべるか（滑り量、滑り時間関数）については解明されていない部分が多く、今後強震動予測においてどのようにモデル化するかについては課題として残されている。

(e) 引用文献

愛知県：平成 23 年度～25 年度愛知県東海地震・東南海地震・南海地震等被害予測調査報告書，2014.

Aoi, S. and H. Fujiwara: 3D Finite-Difference Method using discontinuous grids, Bulletin of the Seismological Society of America, 89, 918-930, 1999.

青井真・早川俊彦・藤原広行：地震動シミュレータ：GMS，物理探査，Vol. 57, No. 6, 651-666, 2004.

壇一男・佐藤俊明：断層の非一様すべり破壊を考慮した半経験的波形合成法による強震動予測，日本建築学会構造系論文集，509，49-60，1998.

岐阜県：内陸直下地震に係る震度分布解析・被害想定調査結果　平成 30 年３月，

https://www.pref.gifu.lg.jp/page/19732.html, 2018.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）, https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf, 2020.
地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会：2016 年熊本地震（M_J7.3）の観測記録に基づく強震動評価手法の検証について（中間報告), https://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/pdf/20220314kumamoto.pdf, 2022.
Komazawa, M.: Gravimetric Analysis of Aso Volcano and its Interpretation, J. Geod. Soc. Japan. 41, 17-45, 1995.
中村洋光・宮武隆：断層近傍強震動シミュレーションのための滑り速度時間関数の近似式, 地震 2, 53, 1-9, 2000.
田中俊行：東濃地震科学研究所の重力異常データの現状, 東濃地震科学研究所報告 No.23, 93-100, 2009.
東濃地震科学研究所：屏風山断層調査研究委員会報告書, No.5, 2000.
Wakai, A, S. Senna, K. Jin, A. Yatagai, H. Suzuki, Y. Inagaki, H. Matsuyama, H. Fujiwara, Modeling of Subsurface Velocity Structures from Seismic Bedrock to Ground Surface in the Tokai Region, Japan, for Broadband Strong Ground Motion Prediction, Journal of Disaster Research, Vol.14, No.9, 1140-1153, 2019.

３．５　不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究

(1) 業務の内容

(a) 業務題目　不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター	教授	鷺谷　威
同	研究員	橋冨　彰吾
国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学 工学部	教授	能島　暢呂
国立大学法人東海国立大学機構 岐阜大学 流域圏科学研究センター	准教授	久世　益充
国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学大学院自然科学技術研究科	技術補佐員	加藤　圭悟
同	技術補佐員	加藤　有人
国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学大学院工学研究科	技術補佐員	髙橋　幸宏
関西大学社会安全学部	教授	林　　能成
公益財団法人地震予知総合研究振興会東濃地震科学研究所	副主席主任研究員	木股　文昭

(c) 業務の目的

屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯は恵那山地から知多半島に至る総延長100kmを超える長大な活断層帯であり、これを構成する各断層は互いに近接し、震源断層シナリオを描くことが難しい。周辺には名古屋市を初めとする人口集中地域や豊田市を初めとする産業集中地域もあり、地震対策の重要度が高まっている。また不確実性のある中での地震評価のあり方や情報提供についても検討を要する。

そのため、活断層評価や強震動予測の防災活用のあり方が課題となっていることを念頭に、予測情報が不確実性を有することに配慮した、適切な情報発信・リスクコミュニケーションのあり方を地域社会と協働して取り纏める。以上により、活断層調査から得られる情報の質・量と予測の不確実性についても丁寧に情報提供し、適切な防災意識啓発につなげることを目指す。そのためには全体で問題意識を共有し、相互の意見交換を緊密に進め、地元自治体の防災担当者にも参画していただく必要がある。そこで名古屋大学減災連携研究センター、清流の国ぎふ防災・減災センター、あいち・なごや強靱化共創センター及び活断層自治体連携会議の仕組みを活用する。

(d) ３ヵ年の年次実施業務の要約

1) 令和２年度：

専門家および住民向けアンケートを実施して地震ハザード評価および情報発信の問題点を検討した。

自治体のシナリオ地震と震度分布予測の現況を調査するとともに、「岐阜地域研究会」を組織した。地震ハザード情報の基礎資料として「地震ハザードプロファイル」を考案し、利用者側の受け止め方、活用方法、情報発信のあり方について検討する準備を整えた。

2）令和３年度：

自治体の防災担当者への聞き取り、専門家および住民向けアンケートを通して地震ハザード評価及び情報発信の問題点を検討し、情報発信の改良案を作成した。

不確実性を有する地震ハザード情報発信の表現・提供方法について検討し、「地震ハザードプロファイル」の市町村版を作成するとともに、複数の震度分布をクラスター化し、想定地震の特徴の分類を行った。また「げんさい楽座」においてプロジェクトの紹介と地震ハザード情報に関する意見交換を行った。

3）令和４年度：

これまで実施してきた自治体担当者からの聞き取り、専門家および住民向けのアンケート調査に基づいて地震本部の地震ハザード情報発信に関する問題点をまとめるとともに、効果的な発信を行うための表現方法を工夫した案を作成し、住民向けアンケート調査を通してその効果を検証した。また、地震の確率表現に関する理解促進を狙いとして、活断層調査から得られる情報とその扱いに起因する地震発生確率のばらつきに関する検討を行った。自治体等の防災関係者との直接の議論の場を設け、本研究で得られた知見を共有するとともに地震防災対策を進めるための方策について意見交換を行った。

(2) 令和２～４年度の成果

(a) 業務の要約

本研究では、地震調査研究推進本部が実施してきた日本全体を俯瞰した地震ハザード評価およびそれに関する社会へ向けた情報発信について、主としてハザード情報の社会との共有という観点から、現状の問題点およびその改善策について検討を行った。情報発信の問題点を明らかにするため、自治体防災担当者への聞き取り調査、理学および工学の専門家向けアンケート調査、地域住民向けを実施し、提供される地震ハザード情報の内容や発信方法の問題点や地域住民の情報理解の現状について調査した。これらの結果に基づいて問題点を整理するとともに情報発信の改善案を作成し、住民向けのアンケート調査でその効果を検討した。これらの調査を通して、地震調査研究推進本部が発信している情報に対する信頼性は高いものの、自治体職員や住民にとっては難解すぎ、地震防災対策に活かせる情報とは必ずしもなっていないことがわかった。また、活断層の低い地震発生確率は、住民は安全情報として誤解し易い傾向にあることも明らかとなった。

現在提供されている地震ハザード情報は対象とする地震や活断層毎に地震発生確率や地震動が評価される一方、各地域においてそれぞれの地震がどのような被害を生じるか、といった情報を読み取るのは困難である。地域の視点で地震ハザード情報を読み解くことを可能にするようことを目的として、地震ハザードプロファイルの試作を行った。作成し

た地震ハザードプロファイルでは、地震の発生確率とともにその地震によって生じる被害の程度が表示され、同一地点における複数の地震の比較、同一地震に対する複数の地点の比較などを通して、地震ハザード情報のより良い理解が可能となる。こうした情報は、市町村レベルで地震ハザード情報を活用する上で利用価値が高い。

以上のような本研究で得られた成果を自治体の防災担当者や住民との対話を通して共有し、様々なフィードバックを得るとともに、地域における地震防災の現状についての情報共有を行うことができた。これらの知見は、地震調査研究推進本部の今後の情報発信を考える上で役立つものと期待できる。

(b) 業務の成果

1) 専門家向けアンケートの実施（令和２、３年度）

地震調査研究推進本部が実施してきた活断層の長期評価及び強震動予測の内容および社会に対する情報発信に関する問題点について検討するための基礎資料とするため、令和２年度に日本地震学会および日本活断層学会を対象として、令和３年度に日本地震工学会会員を対象として Web アンケートを実施し、現在の地震ハザード評価および情報提供に関して専門的観点からの意見を集めた。アンケートの詳細な実施内容については、令和２年度および３年度の報告書に述べた通りである。以下、それぞれのアンケート結果から得られた知見をまとめる。

a) 日本活断層学会および日本地震学会対象アンケート（令和２年度実施）

活断層に関して社会に知ってほしい情報を，対象（住民，自治体，企業など）ごとに尋ねたところ、自治体関係者への期待が最も高く，住民が最も低かった。知ってほしい項目は，「予想される被害」，「過去の被害地震」「活断層の将来の活動（地震の規模，発生確率)」であった。

一方、活断層評価の発表方法やその内容に関しては、地震本部の委員経験者以外では、必ずしも十分に理解されているようには見られなかった。こうした評価は、専門家コミュニティの合意が得られる最大公約数的な内容であるのが望ましいが、評価に関わっていない専門家とも情報共有を深める必要があると考えられる。

活断層に関する情報が社会（住民，自治体，企業など）で利活用されるための情報発信は、地震本部のホームページや J-SHIS で閲覧できるが，活断層に関しては産業技術総合研究所の活断層データベース（https://gbank.gsj.jp/activefault/）があり，詳細な地表トレースは国土地理院の活断層図（都市圏活断層図）が地理院地図（https://maps.gsi.go.jp/）で示されている。こうした機関毎の情報の連携を深めるべき、という意見も多く見られた。

以上の結果から、活断層に関する地震ハザード情報は専門家コミュニティの意見を概ね反映したものと言えるが、より一層の情報共有の強化と関係機関の連携の充実が必要といえる。また、理学系の専門家は地震に関するリスクコミュニケーションにおいて、自治体関係者に期待をしている、という知見が得られた。

b) 日本地震工学会対象アンケート（令和３年度実施）

今回の回答者の内訳は民間企業関係者が 51%、大学関係者が 28%、それ以外の研究機関の関係者が 13%であった。前年度に実施した日本地震学会および日本活断層学会の専門家向けアンケートでは、それぞれ 23%、45%、17%だったので、今回の回答では民間企業の関係者が多い点に特徴がある。

社会に知って欲しい情報を、対象を住民、自治体、企業に分けて聞いた結果からは、「過去の被害地震」と「予想される被害」が社会に最も知って欲しい情報であり、自治体関係者に対してより高いレベルの理解を期待していることがわかった。この傾向は前年度に実施した理学（地震学・活断層学）の専門家向けの調査でもほぼ同じ傾向であった。一方、期待の度合いは理学の専門家に比べると全般にやや低い傾向にあり、より社会との接点の多い工学者は社会に過度の期待をしていないようにも見える。

地震の長期評価に対して様々な観点から意見を聞いた結果では、「情報量」は妥当とする意見が約半数を占めるが、「内容の難易度」については、難解またはやや難解とする意見が約半数を占めた。情報の信頼性は比較的高いが、表現のわかりやすさという観点では評価が低いことがわかる。

「確率論的地震動予測地図」に関しては、「情報量」は概ね妥当だが、「内容の難易度」について難解またはやや難解という意見が約４割を占めた。ここでも「表現のわかりやすさ」に関する評価は非常に低かった。一方、「震源断層を特定した地震動予測地図」に関しては、「情報量」がやや多く、「内容の難易度」もやや高いという評価であるが、「表現のわかりやすさ」については、確率論的地震動予測地図よりも高い評価となった。

それぞれの地震ハザード情報について、企業、住民、自治体等にとっての有用性に関する評価を聞いたところ、活断層の長期評価は、自治体にはある程度有用とする意見が多い一方で、住民にとってはあまり有用な情報ではないとする意見が強い。活断層のランクに応じた対策の必要性についての問いに対しては、対象を問わず、活断層のランクに関わりなく地震防災対策が必要とする意見が多かった。こうした傾向は前年度に実施した住民向けのアンケートでも同様であった。これらの点を考えると、活断層については、その存在や位置情報を周知することがまず重要であり、確率評価は、少なくとも住民向けの情報としては不要と言える。

一方、２種類の地震動予測地図は自治体や企業にとって有用な情報であるという意見が大勢を占めた。ただし、地震動予測地図についても、住民にとっての有用性の評価は比較的低く、自治体の防災施策や企業の防災対策にとって重要という意見が強い。

今回のアンケート調査の回答数は日本地震工学会の１割に満たず、専門家集団全体の意見分布を示すものとは必ずしも言えないが、日本地震学会および日本活断層学会を対象として全く独立に行った結果でも同様な面が見られることから、回答分布は専門家の意見をあまり偏り無く示すものと捉えることができるだろう。長期評価そのものよりも２種類の地震動予測地図の有用性が高いとする点は、情報の利用者側の観点として、地震ハザード情報の発信にあたって考慮すべきだと考えられる。

以上２つのアンケート調査を通して、地震調査研究推進本部から出される地震ハザード

情報が、情報量は十分で信頼性も高いが、専門家から見ても内容が難し過ぎるという点は重要である。これでは、住民の防災意識向上という観点で情報がその効果を発揮しているとは言い難い。地震調査研究の成果を社会に生かすためには、誰を対象として、どのような目的で情報を発信するか、という点が明確化されることが必要だが現状は必ずしもそうなっていない。地震調査研究推進本部の活動は既に四半世紀に及ぶが、肝心の社会に対する発信がこうした状況にある点は懸念される。

活断層調査に基づく地震活動の長期評価については、理学的な研究の延長としての位置付けが大きい。理学関係者はそうした情報発信が社会に対する研究成果の還元と考えているが、その成果が社会においてどのように活用できるかについては、検討が必ずしも十分とは言えないのではないだろうか。

専門家からは、地震ハザード情報の理解について自治体関係者への期待が高い。自治体の防災担当職員の多くは強い責任感を持って業務にあたっているが、必ずしも地震や活断層を専門としていない彼らにとって、現在提供されている情報を十分理解することは困難であろう。こうした自治体職員を対象として、専門的な情報を読み解くのを手助けする解説資料を用意したり、住民に向けた説明等の機会に利用しやすい資料を提供したりするといった工夫が必要であろう。

2）自治体担当者に対する聞き取り調査（令和３、４年度）

都道府県や市町村は、地震本部から提供される地震ハザード情報を住民に伝える重要な役割を担っている。令和２～３年度に実施した専門家向けアンケート調査においても、理学・工学分野の専門家がともに、ハザード情報の理解に関して、自治体担当者に一般住民よりも高い理解度を期待しているという結果が得られた。こうした状況を考慮し、地震ハザード情報の理解や利活用の現状に関して、自治体関係者を対象とする聞き取り調査を実施した。令和３年度は愛知県の防災安全局防災危機管理課の担当者に対して、令和４年度は豊田市の防災担当者に対して、活断層を中心とする国が提供する地震ハザード情報の利活用に関する聞き取り調査を実施した。愛知県を対象とする聞き取りは、2022 年 1 月 6 日に愛知県庁本庁舎２階の愛知県防災局防災危機管理課において、豊田市を対象とする聞き取りは 2022 年 10 月 26 日に豊田市役所で実施した。調査にあたっては、調査の趣旨を伝え、質問内容を事前に通知して検討を依頼した上で対面での聞き取りを行った。やり取りの内容をまとめたメモの確認を依頼するとともに、やり取りの録音および報告書への掲載や学会発表等に関しても許諾を得ている。

聞き取り調査の内容の詳細は資料として末尾に掲載した。聞き取り調査の結果、愛知県、豊田市いずれの場合でも、地震本部が提供する地震ハザード情報は専門性が高く自治体の防災担当者が持て余してしまい、提供される情報を主体的に活用することができていない状況が明らかとなった。

3）表現方法の改良案作成とそれを用いた住民向けアンケートの実施（令和２～４年度）

地域住民における政府の地震ハザード評価の受容状況を確認し問題点を抽出すること

を目的として、民間の社会調査会社を利用して、本研究の主対象である屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯周辺の住民を対象とするWebアンケートを令和２～４年度に実施した。各年の実施概要は以下の通りである。

①令和２年度　令和3年3月17日～令和3年3月19日に実施。調査対象は岐阜県・愛知県在住の15歳～79歳の男女 計1,340人。地震本部が公表しているハザード情報を示して、その内容の理解度について聞いた。結果の詳細は令和２年度報告書に記載した。

このアンケートでは、ハザード情報を受け取る際に地震発生の確率値はあまり重視されていないこと、ハザード情報に加えて被害に関する情報に関する期待が大きいといった傾向が見られた。また、地震ハザード情報の提供者である専門家と受け手である住民の間に重大でこそないが意識や観点のずれが生じていると見受けられ、情報の媒介者となる自治体関係者やメディアでその食い違いが吸収できるかどうかが検討課題として残った。

②令和３年度　令和4年3月25日～令和4年3月28日に実施。調査対象は岐阜県・愛知県在住の15歳～79歳の男女 計1,340人。自治体関係者への聞き取り調査や専門家へのアンケート調査の結果を参考にハザード情報の表現方法を改良したパンフレットを作成し、その実効性を検証した。結果の詳細は令和３年度報告書に記載した。

アンケートの結果、地震本部のWebページの情報を見た場合と比較して、表現を工夫したパンフレットを見てもらった方が情報の理解が改善していることが確認できた。しかし、さまざまな内容を理解できないという答えも一定の割合存在することがわかった。

③令和４年度　令和5年3月17日～令和5年3月23日に実施。調査対象は岐阜県・愛知県在住の15歳～79歳の男女 計1,550人。地震ハザードの広報資料に掲載する情報の違いによる効果を検証した。以下がアンケート内容であり、**太文字**はアンケートの質問文等である。

「地震に関する情報の提供に関するアンケート」ご協力のお願い

名古屋大学減災連携研究センターでは文部科学省からの受託により屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山猿投山北断層帯）における重点的調査観測を実施しています。その一環として、地震に関する情報提供のあり方についての調査・研究を実施しております。今回の調査で得られた結果は、地震に関する情報の発信方法改善などに活用されます。本調査の趣旨をご理解の上、何とぞご協力いただきますようお願い申し上げます。

あなたがお住まいのエリアとしてあてはまるものをひとつお選びください。
※お住まいの場所が複数ある場合は、最も滞在時間の長いエリアをお答えください。
※住民票がある場所ではなく、現在お住まいのところについてお答えください。
カテゴリー１：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯沿いの自治体（岐阜県）
中津川市、恵那市、瑞浪市、土岐市、多治見市
カテゴリー２：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯沿いの自治体（愛知県）
豊田市、瀬戸市
カテゴリー３：愛知県内で震度６弱以上の揺れが想定されている地域

【名古屋市】
守山区、北区、西区、中村区、熱田区、中川区、南区、名東区、天白区
【名古屋市以外の尾張地方】
尾張旭市、長久手市、日進市、東郷町、豊明市、春日井市、小牧市、豊山町、岩倉市、一宮市、北名古屋市、清須市、あま市、大治町
【三河地方】みよし市、刈谷市

アンケート結果

a) サンプル数と構成

回答者は３つのカテゴリーで構成される。カテゴリー１は、岐阜県内の屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯沿いの自治体に居住する方で、中津川市、恵那市、瑞浪市、土岐市、多治見市に在住している方が該当する。カテゴリー２は、愛知県内の屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯沿いの自治体に居住する方で、豊田市または瀬戸市に居住する方が該当する。カテゴリー３は、愛知県内で震度６弱以上の揺れが想定されている地域に居住する方で、名古屋市（守山区、北区、西区、中村区、熱田区、中川区、南区、名東区、天白区）、尾張旭市、長久手市、日進市、東郷町、豊明市、春日井市、小牧市、豊山町、岩倉市、一宮市、北名古屋市、清須市、あま市、大治町、みよし市、刈谷市に居住する方が該当する。

サンプル数とその属性を示す。今回、1550 人のサンプルを得ることができた。回収されたサンプルを回答者の居住地カテゴリーにまとめると、カテゴリー１が 443 人（28.6%）、カテゴリー２が 555 人（35.8%）、カテゴリー３が 552 人（35.6%）であった（図１）。年齢層別にみると、15～29 歳が人 271（17.5%）人、30～39 歳が 204 人（13.2%）、40～49 歳が 259 人（16.7%）、50～59 歳が 235 人（15.2%）、60 歳以上が 581 人（37.5%）であった（図２）。男女比は男性 816 人（52.6%）、女性 734 人（47.4%）であった（図３）。なお、回答者の年齢構成が地域の年齢構成に近い値となるよう、地域の人口構成比に合わせて回答募集時に調整されている。

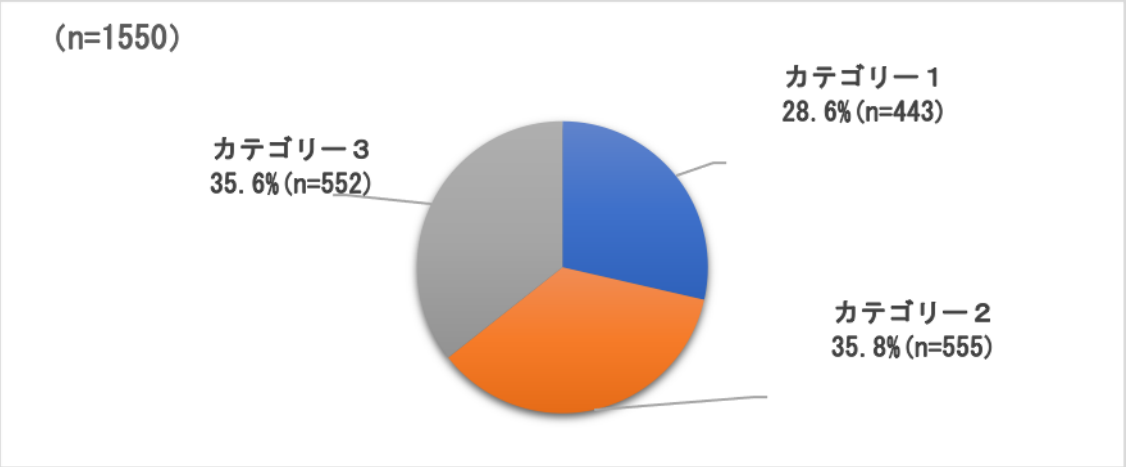


図１　回答者の居住地カテゴリー構成

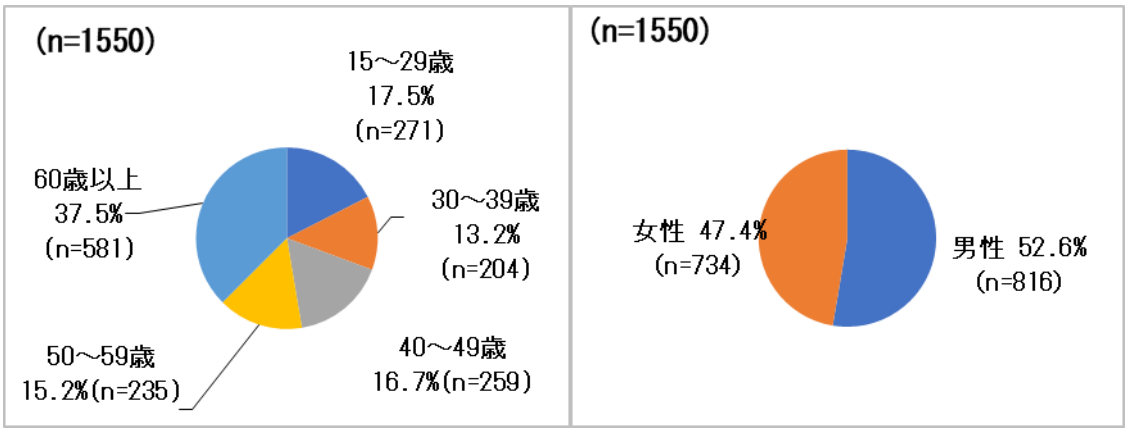


図２年齢構成　　図３性別

b) 質問内容と回答結果

アンケート調査の質問事項とその回答結果及び分析結果を示す。Ｑ１～５は被災経験や本事業が対象としている断層帯の認知度を確認するものである。

Ｑ１　あなたはこれまでに大きな地震に遭ったことはありますか。あてはまるものをひとつお選びください。※過去、大きな地震に複数回あっている方は直近のものについてお答えください。選択肢：１．ある　２．ない

Ｑ２　Ｑ２で「ある」とお答えになった方にお伺いします。あなたはその地震によって被害に遭いましたか。あてはまるものをひとつお選びください。選択肢：1．はい　2．いいえ

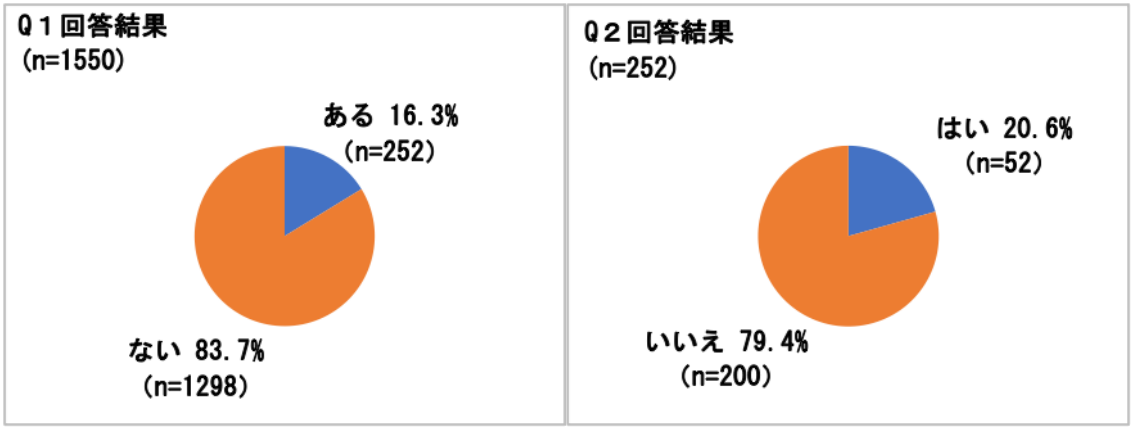


図４　大きな地震の遭遇経験の有無　　図５地震被害経験の有無

大きな地震に遭ったことがあるか質問した。その結果、1550 人の回答中、16.3%に相当する 252 人が大きな地震に遭遇したと回答した（図４）。また、そのうちの 52 人は被害があったとしている（図５）。

Q３　Q１で「ある」とお答えになった方にお伺いします。その地震に遭った際、あなたが居た場所の震度はどれくらいでしたか。あてはまるものをひとつお選びください。

選択肢 1．震度 4 以下　2．震度 5 弱 3．震度 5 強　4．震度 6 弱　5．震度 6 強　6．震度 7　7．おぼえてない

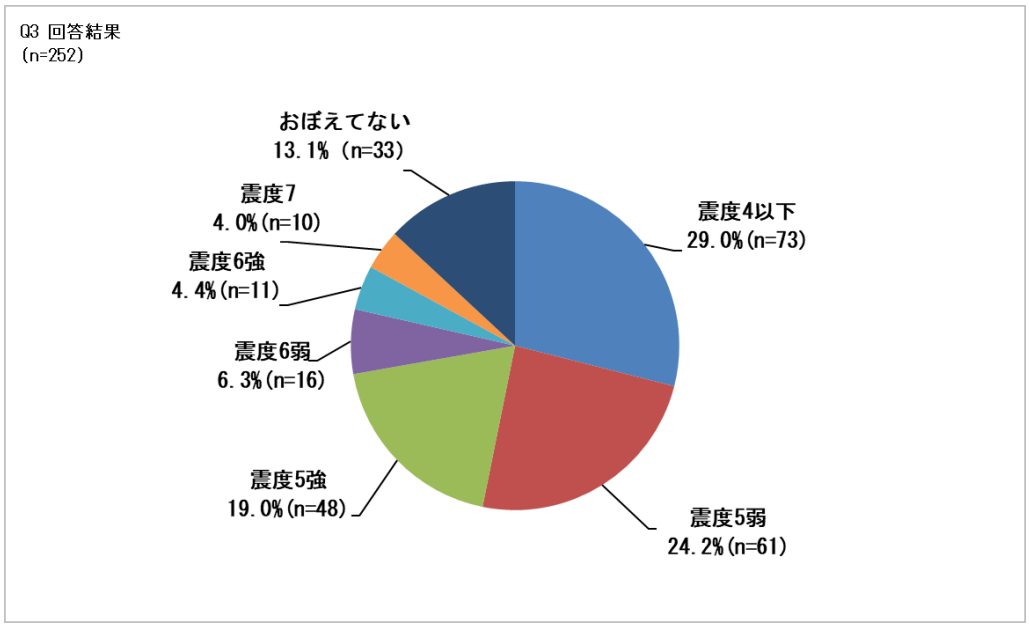


図６　大きな地震に遭遇した人が居た場所の震度

大きな地震に遭遇した人たちがいた場所の震度について質問した。その結果、震度７が 10 人、震度６強が 11 人と回答したものの、震度４以下と回答した人が 73 人と最多であった（図６）。なお、今回のアンケート調査の対象地域とその周辺に当たる、愛知・岐阜・三重の３県において、この 32 年間で最大震度 5 弱以上の地震が観測された回数を確認した。気象庁ホームページの震度データベースで 1990 年 1 月 1 日～2022 年 12 月 31 日の期間で検索した結果、愛知県と三重県でそれぞれ１回の合計２回であった。これらのことから、今回のサンプル群は地震に対する経験があまりない集団であると言える。

Q４あなたは屏風山断層帯、恵那山断層帯、猿投山北断層帯、南海トラフについてそれぞれどの程度ご存じですか。あてはまるものをそれぞれひとつずつお選びください。

========== 項目 ==========

1．屏風山断層帯
2．恵那山断層帯
3．猿投山北断層帯
4．南海トラフ（南海トラフ地震）

==========選択肢==========

1．断層等の位置や活動周期など詳しく知っている
2．断層等のおおよその位置などは知っている

3. 名前を聞いたことはある
4. 初めて聞いたし、何も知らない

この質問では、本事業が対象としている屏風山断層帯、恵那山断層帯、猿投山北断層帯についての認知について質問している。また、比較のため、南海トラフ（南海トラフ地震）の認知について質問した。その結果を示したものが図７のグラフである。

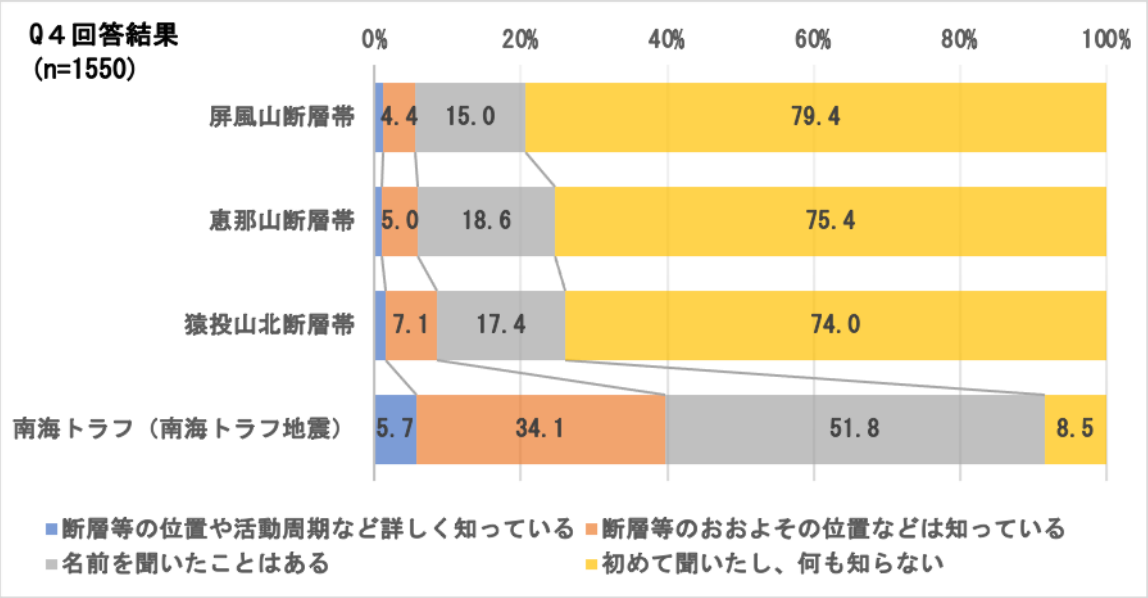


図７　活断層の認知度

注「断層等の位置や活動周期など詳しく知っている」に対する回答率は、屏風山断層帯 1.2%、恵那山断層帯 1.0%、猿投山北断層帯 1.5%であった。

図７のグラフを見ると、屏風山断層帯、恵那山断層帯、猿投山北断層帯のいずれも、約 3 分の 2 から 8 割の人が「初めて聞いたし、何も知らない」と回答していた。そして、本事業の対象である３つの断層帯すべてを、1021 人の回答者が、「初めて聞いたし、何も知らない」と回答していた。これは全体の 65.9%に相当する。県別のサンプル数に占める「初めて聞いたし、何も知らない」と回答した割合は、岐阜県 253 人 57.1%、愛知県 768 人 69.4%であった。岐阜県の回答者は、居住する市内に少なくとも１つ以上の断層帯が立地している。このことを踏まえると、これらの断層帯の認知度は地元においても非常に低いと判断せざるを得ない。また、これらの断層帯が実際に活動すると、名古屋市内などでも震度 6 弱以上の揺れが来ると想定されている。しかし、愛知県在住の回答者 1107 人中、768 人は「初めて聞いたし、何も知らない」と回答している。まずは断層帯の存在をしっかり周知していく必要がある。一方、南海トラフ（南海トラフ地震）は、非常に認知度が高いことも示された。

Q５日頃の備えについてお伺いします。次の各項目について、あなたの状況に最も近いものをそれぞれひとつずつお選びください。

========== 項目 ==========

1. 家屋の耐震化
2. 家具固定や家具の配置の工夫
3. 自宅からの避難場所・避難ルートの確認
4. 安否確認方法の確認
5. 水・食料・生活必需品の備蓄
6. 非常用持ち出し袋の準備
7. 周囲の危険箇所の確認
8. 勤め先、学校、その他頻繁に訪問する場所からの避難場所・避難ルートの確認

==========選択肢==========

1. 実行済み
2. 実行しているが不完全
3. 実行するつもりだが、まだしていない
4. 実行しないといけないが、実行する予定はない
5. 実行する必要がない

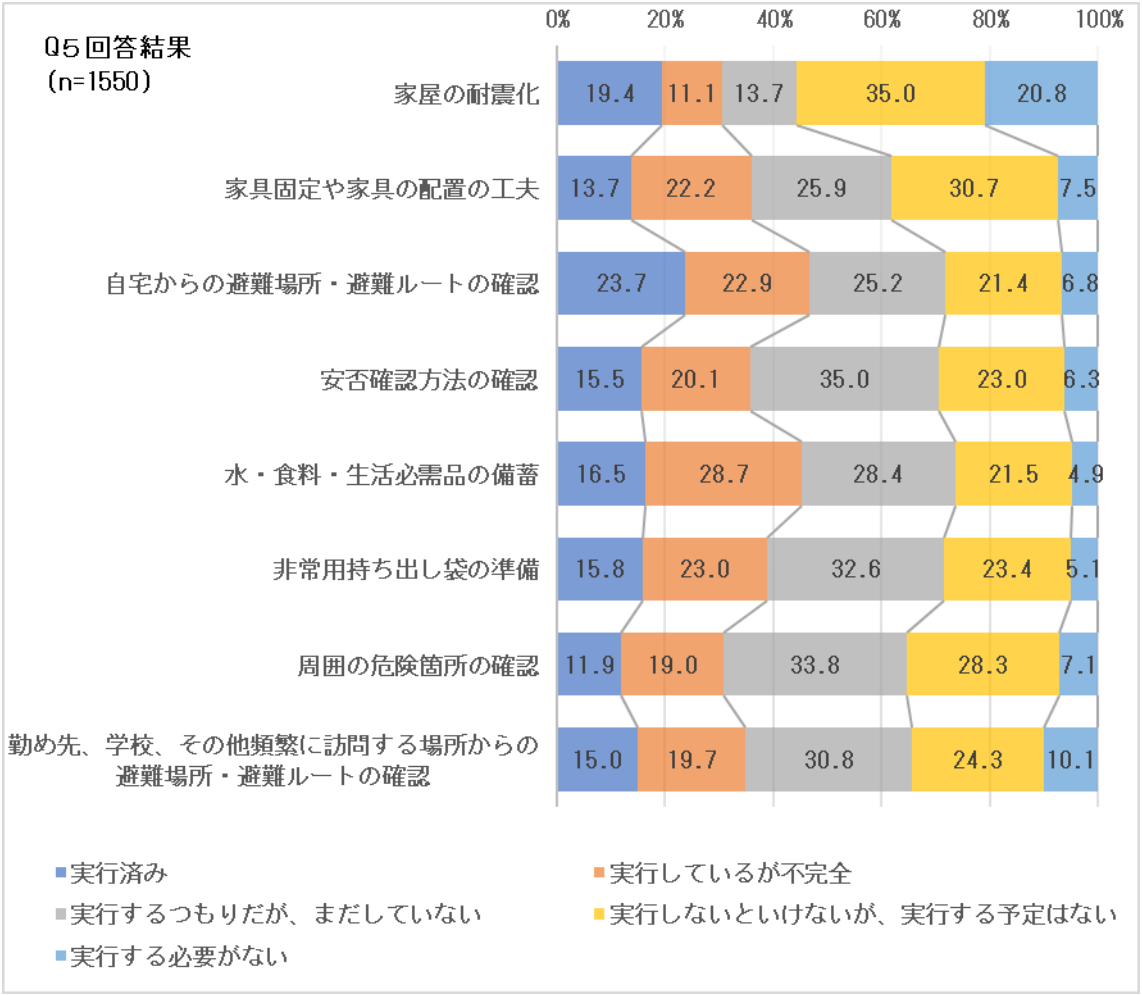
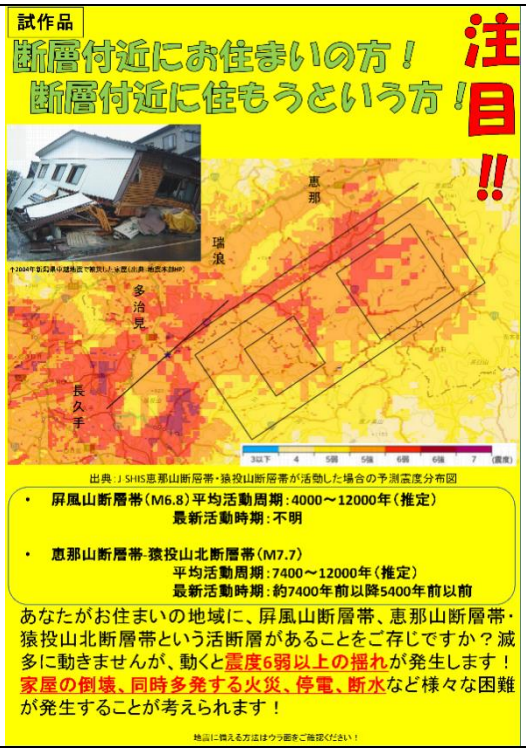


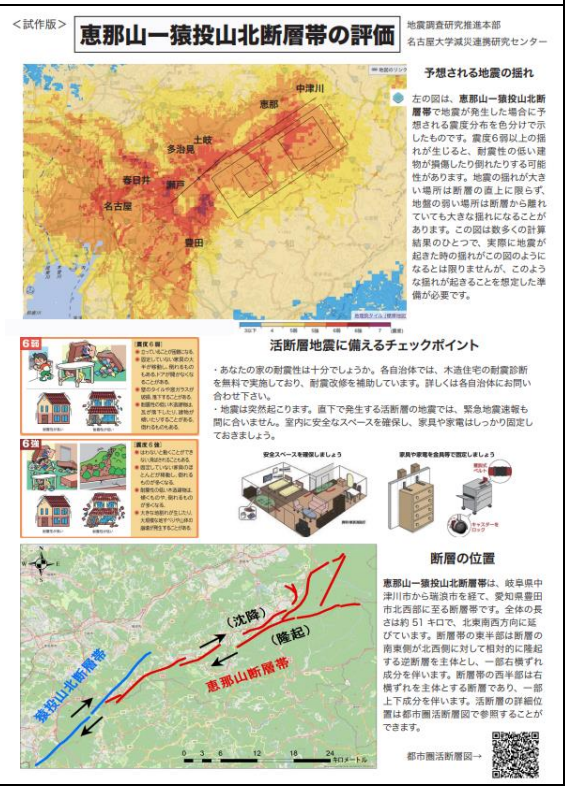
図８　家庭での日頃の備えの実施状況

Ｑ５は、家庭での日ごろの備えについて各項目の実行状況を質問した。その結果をまとめたグラフが図８である。このグラフを見ると、当事者がその必要性を認識しつつも、実行する予定が無い対策として、家屋の耐震化、家具固定や家具の配置の工夫、周囲の危険箇所の確認が選ばれる傾向があることが明らかになった。いずれも、費用や時間と労力が必要なものである一方、対策の有無が発災時に直接命に係わる問題でもある。他方、水や食料等の備蓄、自宅からの避難場所・避難ルートの確認は 40％以上の人が既に不完全な面があるとはいえ着手していることが分かった。

Ｑ６から Q18 までの質問は、啓発用のチラシを作成する際に、如何に多くの人に興味を持ってもらうかという課題を解決するため、表面４種、裏面２種のチラシを作成し、回答者に見てもらい、質問に回答してもらった。

Ｑ６下記のチラシをご覧ください。どのチラシがより目を引きますか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

A	B
	

C	D
	

Q６では、４ 種類の啓発用チラシの試作品を見て頂き最も目を引いたものを選択してもらった。啓発に使用するチラシは、関心のない人にも見てもらう必要がある。見てもらえなければ内容の良し悪しに関わらず、啓発用としての役目を果たすことができない。そのため、如何にチラシに注目させるかが重要になる。選択肢 A は予測震度分布図、選択肢 B は、中津川市で撮影した断層活動によって発生したと考えられる断層崖、選択肢 C は断層の位置関係を示した地図を、それぞれ目立つように配置したものである。選択肢 D は令和２年度に作成したものを一部修正したものである。回答者が選んだ結果をまとめたものが図９グラフである。

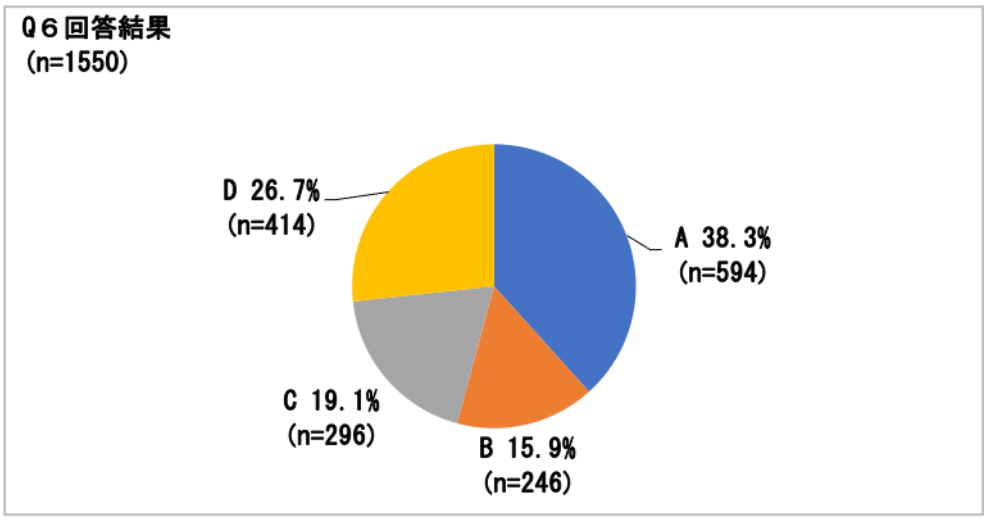


図９　Q６回答結果

結果は、選択肢 A を選んだ人が最も多く、次いで選択肢 D を選んだ人が多かった。いずれのチラシも震度予測図が示されており、それが目を引いたと考えられる。選択肢 C には、選択肢 D と同じ恵那山断層帯と猿投山北断層帯の位置を示した図も掲載されているが、こちらは、震度予測図ほど一般人の目を引かなかった可能性がある。また、D を選んだ人については、「活断層地震に備えるチェックポイント」が目を引いた可能性もある。

Q７回答者条件：Q６で『1.A』　いずれかを選択した方のみ
下記のチラシのどの部分に最も関心がありましたか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

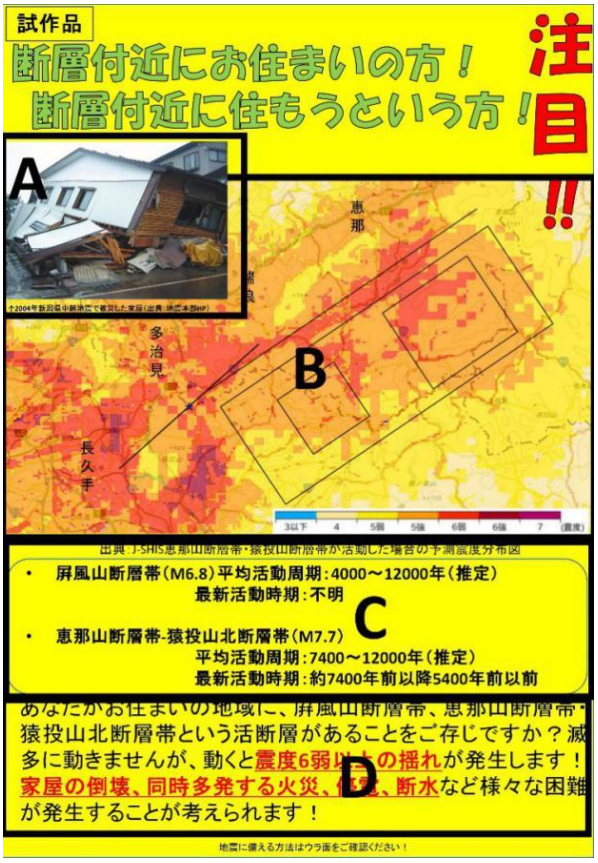


図 10　選択肢 A のチラシ

Q７では、Q６で選択肢 A を選んだ人に、チラシのどの部分（図 10）が最も関心があるか質問した。その結果が図 11 のグラフである。その結果、Q６で選択肢 A を選んだ人の 73.1％に相当する 434 人が B の震度予測図を選択していた。

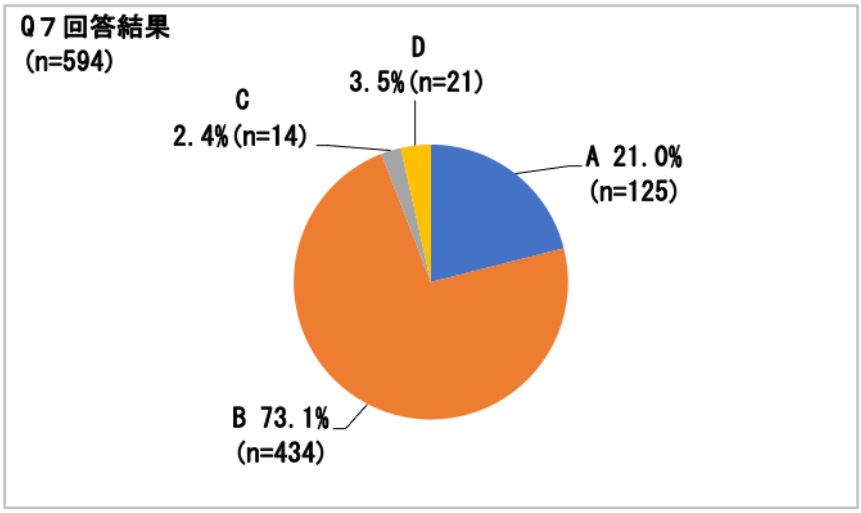


図 11　Ｑ７回答結果

Ｑ８回答者条件：Ｑ６で『1.A』　いずれかを選択した方のみ
チラシの A の部分についてお聞きします。チラシ A の部分に、選択肢のどちらの情報を表示すれば、あなたは、より地震に備えようと思いますか。あてはまるものをひとつお選びください。

1	2	3
 ©吉嶺氏		どれも備える気にならない

Ｑ７の選択肢 A の部分について、どういった内容なら地震に備える気になるか、家屋が倒壊している写真と、この地震による被害想定の一部を示した。両方とも備える気にはならないということも考えられるので、それも選択肢に加えた 3 択で回答者に選んでもらった。
その結果をまとめたものが図 12 のグラフである。その結果、選択肢１の写真の方が選択肢２の被害想定より 24.7 ポイント多かった。

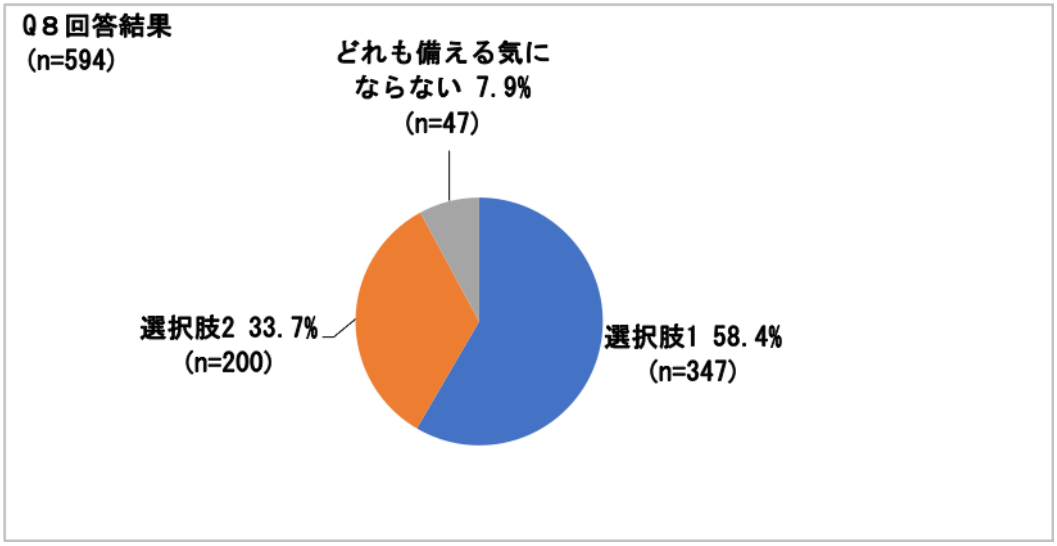


図 12　Q８回答結果

Q９回答者条件：Q６で『2.B』を選択した方のみ

下記のチラシのどの部分に最も関心がありましたか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

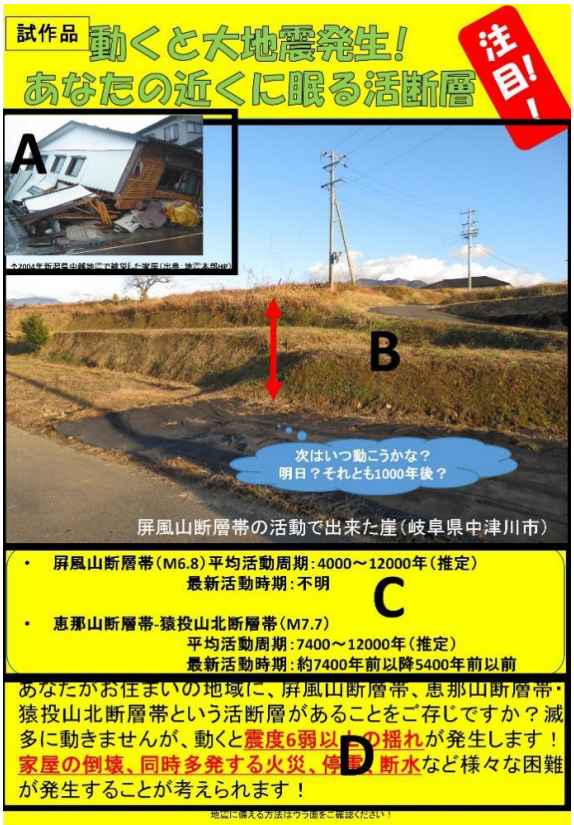


図 13　選択肢 B のチラシ

Q９では、Q６で選択肢 B を選んだ人に、チラシのどの部分（図 13）が最も関心がある

か質問した。その結果が図 14 のグラフである。その結果、Q６で選択肢 B を選んだ人の 74.4%に相当する 184 人が B の屏風山断層帯の活動でできた崖の写真を選択していた。

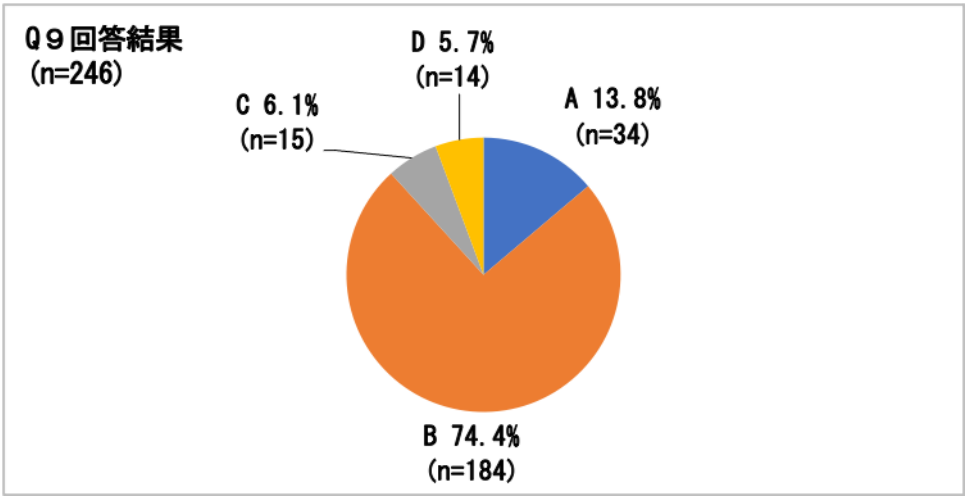


図 14　Q９回答結果

Q10 回答者条件：Q６で『2.B』を選択した方のみ
チラシの A の部分についてお聞きします。チラシ A の部分に、選択肢のどちらの情報を表示すれば、あなたは、より地震に備えようと思いますか。あてはまるものをひとつお選びください。

1	2	3
 ©吉嶺氏	被害想定 死者:1700人！ 負傷者:13200人！ 避難者:85000人！ 全壊家屋:3100棟！ 出典:岐阜県パンフレット『迫る地震に備えましょう』	どれも備える気にならない

Q10 は、Q８と同じ構成である。その結果をまとめたものが図 15 のグラフである。その結果、選択肢１の写真の方が選択肢２の被害想定より 28.5 ポイント多かった。

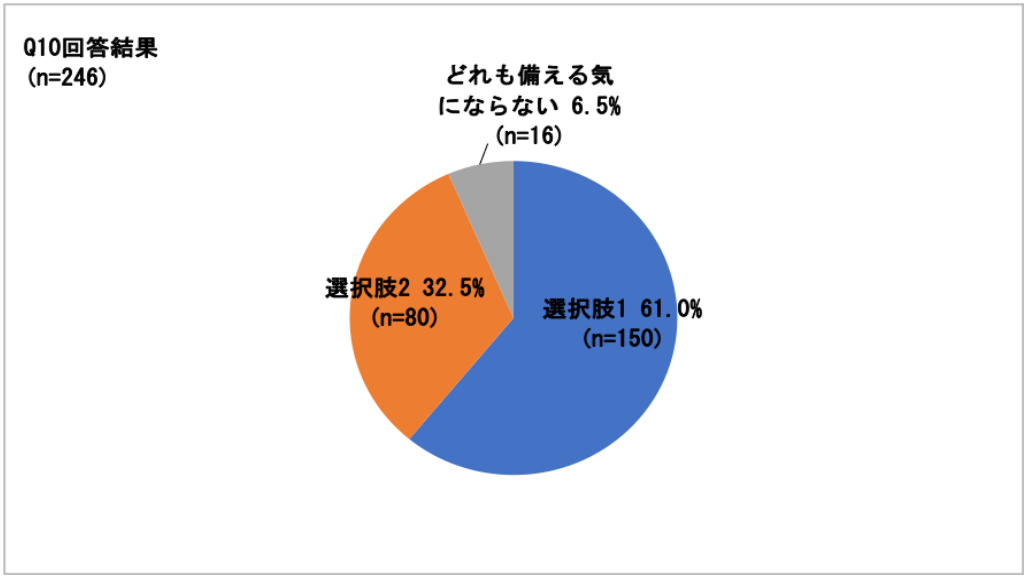


図 15　Q10 回答結果

Q11 回答者条件：Q６で『3.C』選択した方のみ

下記のチラシのどの部分に最も関心がありましたか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

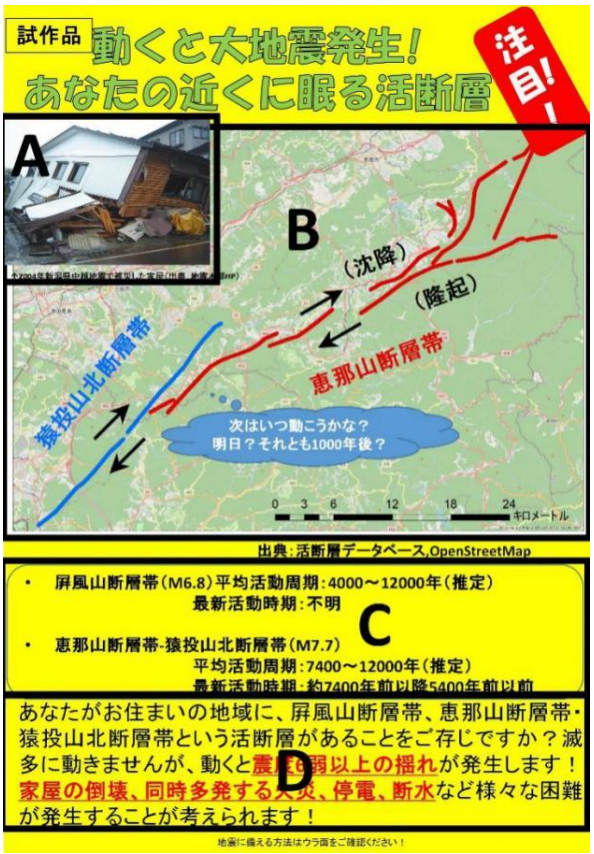


図 16　選択肢 C のチラシ

Q11 では、Q６で選択肢 C を選んだ人に、チラシのどの部分（図 16）が最も関心があるか質問した。その結果が図 17 のグラフである。その結果、Q６で選択肢 C を選んだ人の 68.9%に相当する 204 人が B の断層の位置を示した図を選択していた。

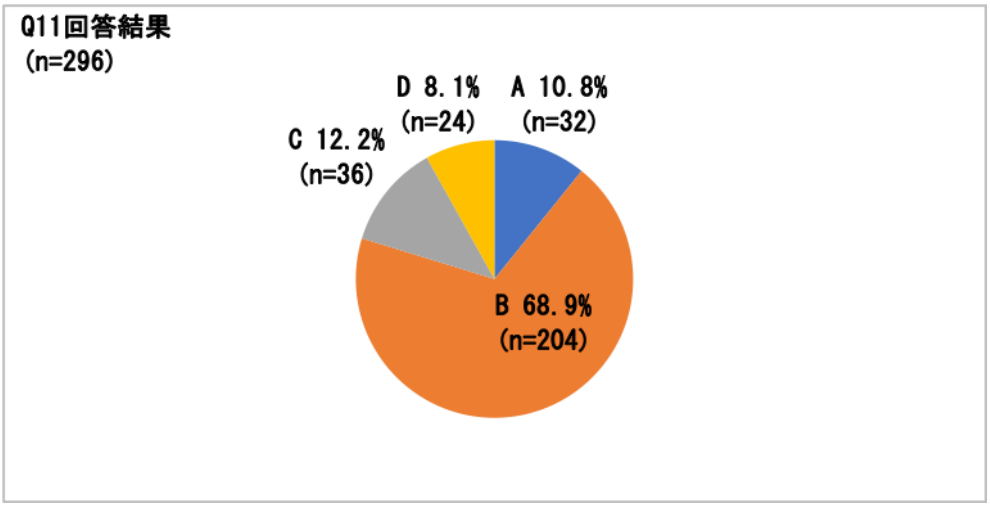


図 17 Q11 回答結果

Q12 回答者条件：Q６で『3.C』を選択した方のみ
チラシの A の部分についてお聞きします。チラシ A の部分に、選択肢のどちらの情報を表示すれば、あなたは、より地震に備えようと思いますか。あてはまるものをひとつお選びください。

1	2	3
 ©吉嶺氏	**被害想定** **死者:1700人！** **負傷者:13200人！** **避難者:85000人！** **全壊家屋:3100棟！** 出典:岐阜県パンフレット『迫る地震に備えましょう』	どれも備える気にならない

Q12 は、Q８と同じ構成である。その結果をまとめたものが図 18 のグラフである。その結果、選択肢１の写真の方が選択肢２の被害想定より 16.9 ポイント多かった。

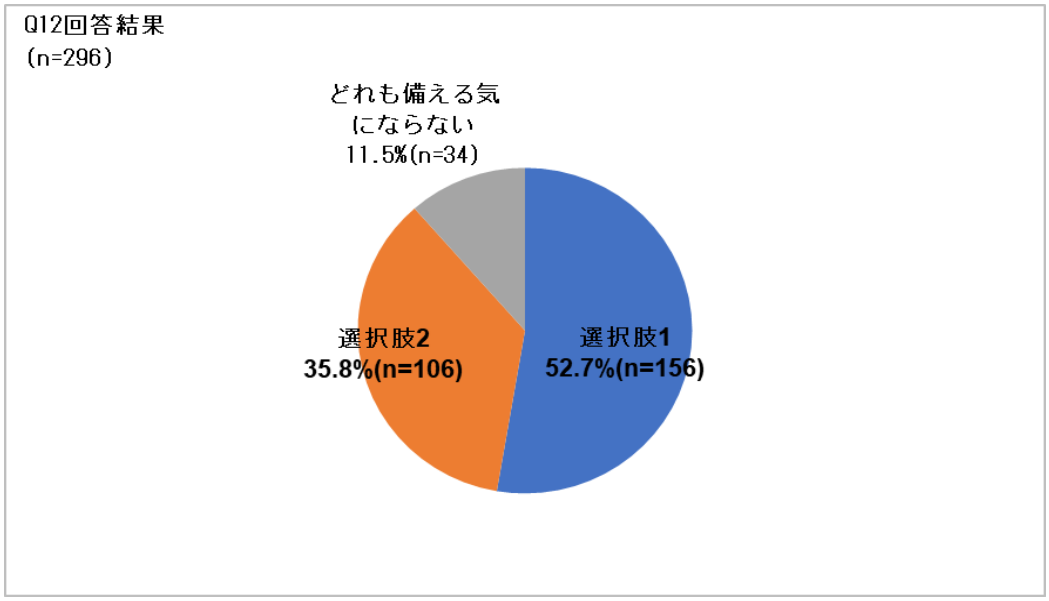


図 18　Q12 回答結果

Q13 回答者条件：Q６で『4.D』　いずれかを選択した方のみ

下記のチラシのどの部分に最も関心がありましたか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

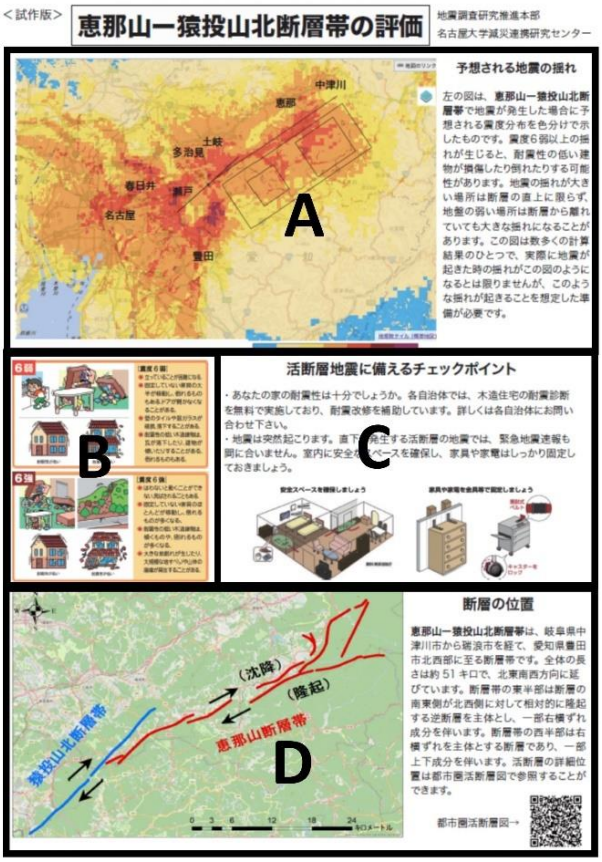


図 19　選択肢 D のチラシ

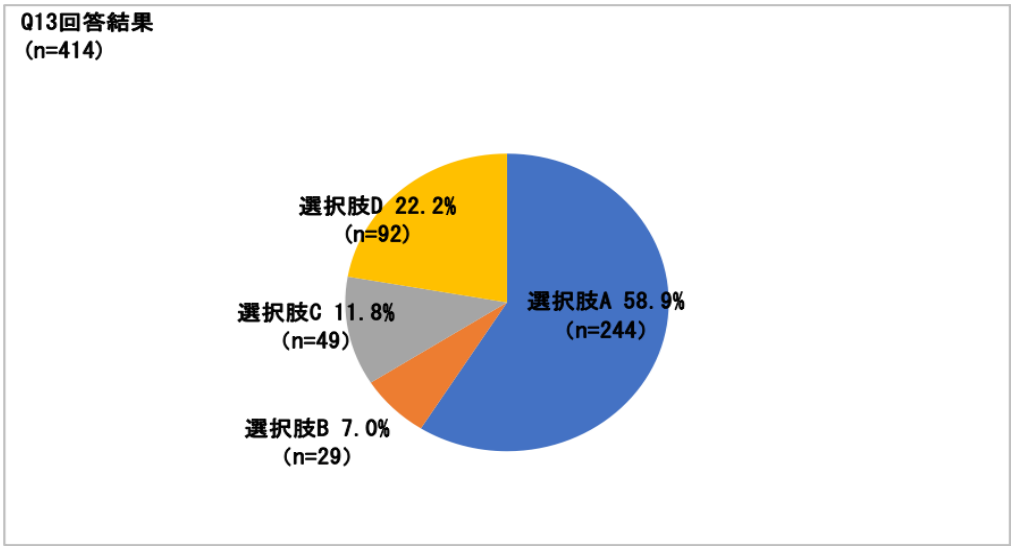
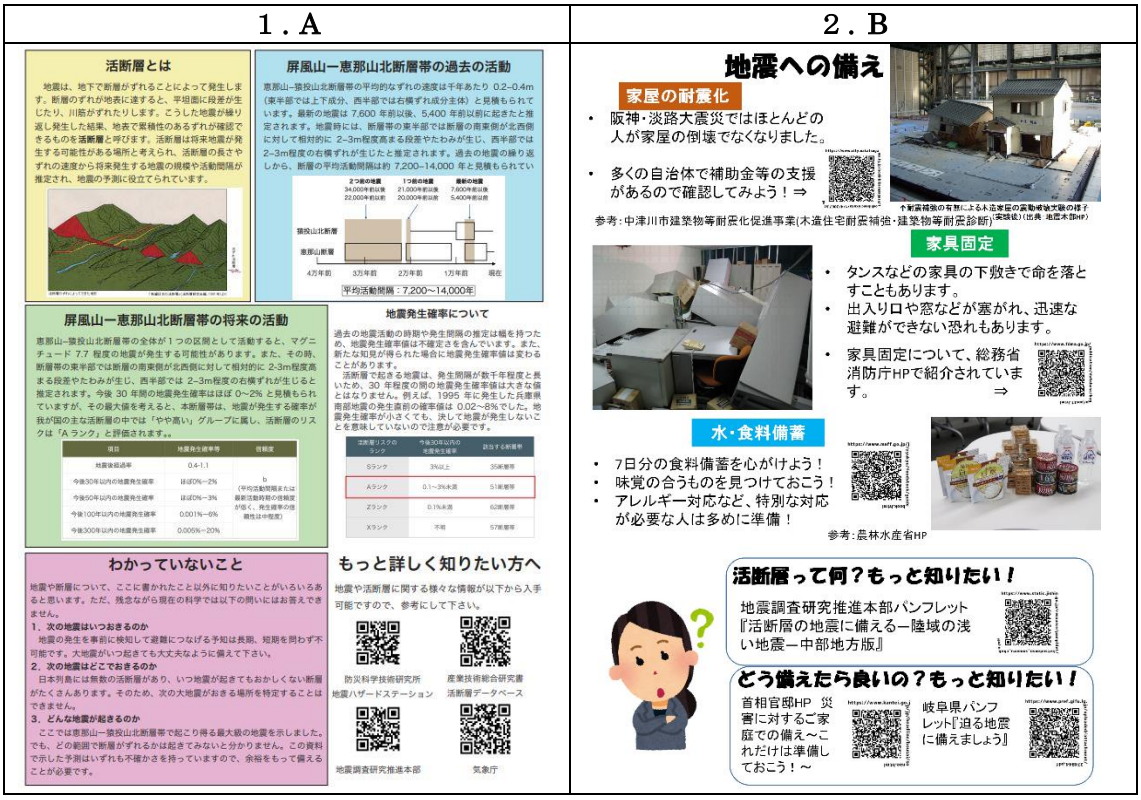


図 20　Q13 回答結果

Q13 は、Q6 で選択肢 D を選んだ人に、そのチラシのどの部分に関心があったか質問した（図 19)。その結果をまとめたものが、図 20 である。58.9%が選択肢 A の予想される地震動の部分を選んでいた。次に選択肢 D の断層の位置を 22.2%の人が選択していた。

Q14 下記のチラシをご覧ください。どのチラシがより目を引きますか。あてはまるものをひとつお選びください。

▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼



チラシの裏面として選択肢 A と選択肢 B を用意した。選択肢 A は令和２年度に作成したものである。選択肢 B は、地震への備えに特化した内容とした。なお選択肢 B のチラシを作成するにあたって防災科研 E-ディフェンスより写真提供の協力を得た。選択肢 A は活断層や屏風山―恵那山断層帯、地震発生確率、現代の科学では分からないことを示している。また図表を掲載することで理解しやすい内容とした。一方、選択肢 B は、家屋の耐震化や家具固定、水・食糧の備蓄について記載した。いずれのチラシも詳細な情報は QR コードを介することでアクセスできるようにした。なお、QR コードの利用については、Q17 と Q18 で質問した。

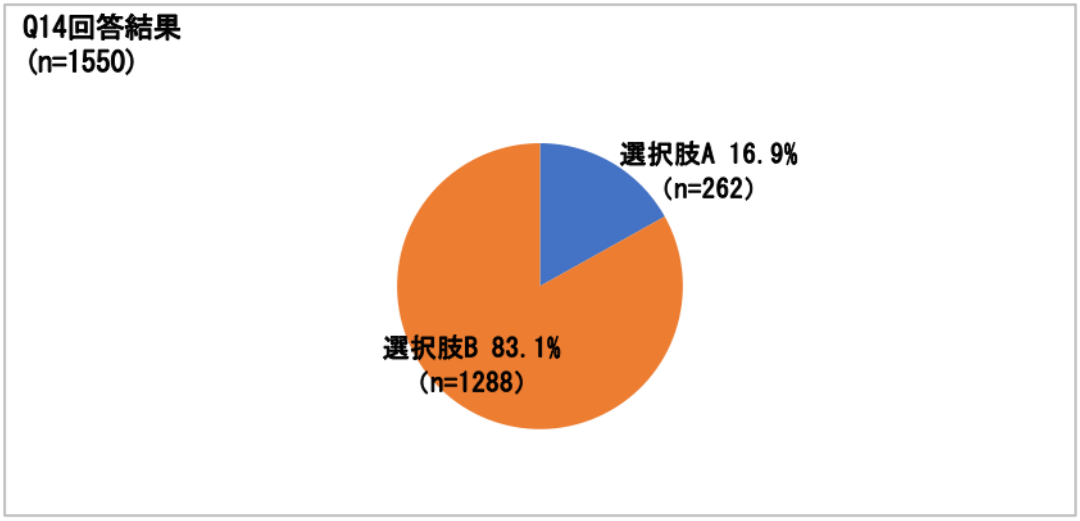


図 21　Q14 回答結果

図 21 は、Q14 の回答結果をとりまとめたものである。回答結果としては、選択肢 B により多くが注目したことが示された。各チラシのどの部分に最も注目したか、次の Q15 及び Q16 で確認した。

Q15 回答者条件：Q14 で『1.A』を選択した方のみ
下記のチラシにおいて最も目を引いた部分は何ですか。あてはまるものをひとつお選びください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼

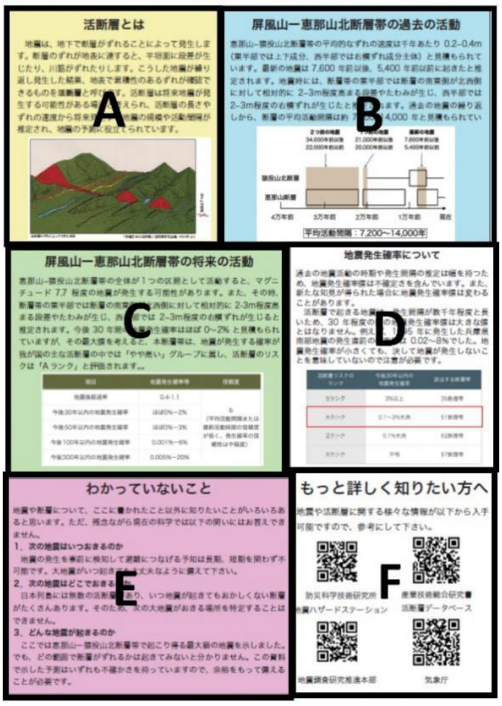


図 22　選択肢 A のチラシ

Q14 において、選択肢 A を選択した人にチラシ（図 22）のどの部分が目を引いたか質問した。その結果をまとめたものが図 23 のグラフである。このグラフを見ると選択肢 A の「活断層とは」を選択した人が最も多く 113 人（43.1%）であった。次いで、選択肢 B が 54 人（20.6%）、選択肢 C が 45 人（17.2%）であった。

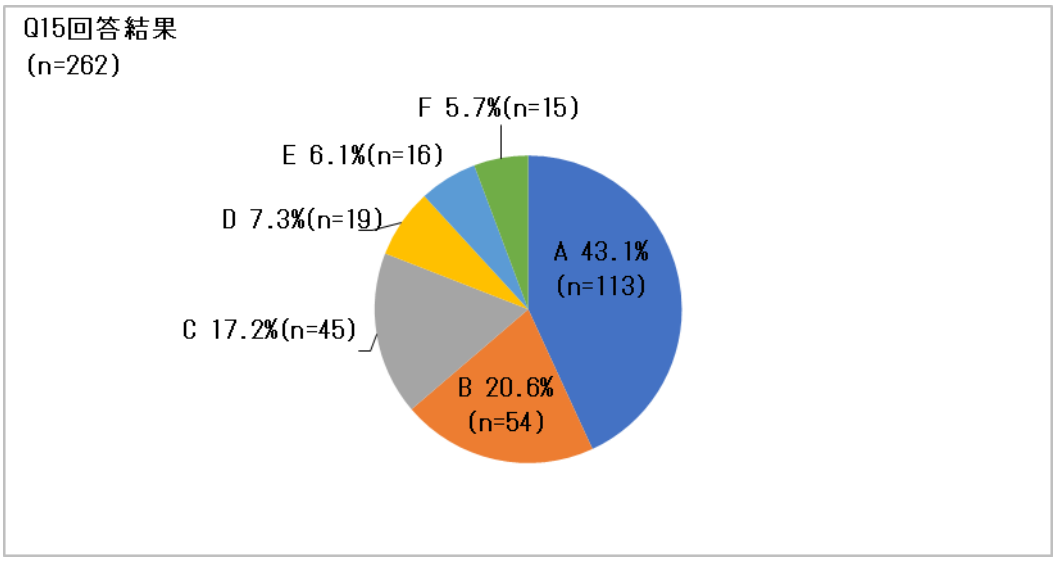


図 23　Q15 回答結果

Q16 回答者条件：Q14 で『2.B』　を選択した方のみ
下記のチラシにおいて最も目を引いた部分は何ですか。あてはまるものをひとつお選び

ください。▼画像をクリックすると拡大表示されます。▼



図 24　選択肢 B のチラシ

Q14 において、選択肢 B を選択した人にチラシ（図 24）のどの部分が目を引いたか質問した。その結果をまとめたものが図 25 のグラフである。このグラフを見ると選択肢 B の「家具固定」を選択した人が最も多く 859 人（66.7%）であった。次いで、選択肢 A が 186 人（14.4%）、選択肢 C が 132 人（10.2%）であった。

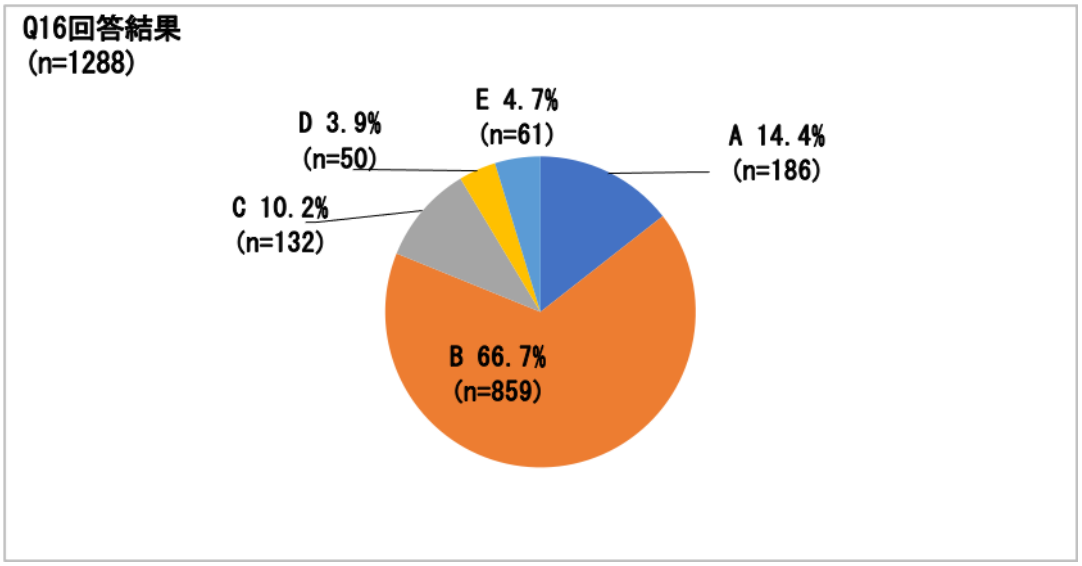


図 25　Q16 回答結果

Q17、Q18 では、Q６～16 で使用したチラシに掲載されていた QR コードについて質問した。質問と選択肢は下記のとおりである。Q17 で「２.いいえ」を選択した人のみ、Q18 を回答してもらった。

Q17 チラシ上の QR コードにアクセスしたいと思いましたか。あてはまるものをひとつお選びください。
1.はい
2.いいえ

Q18 回答者条件：Q17 で『2.いいえ』を選択した方のみ
前問にて「いいえ」と回答した方にお伺いします。その理由を選択してください。
1.興味を持ったものが無かった
2.興味のあるものはあったが、アクセスしよう（したい）とは思わなかった
3.その他 ※その他については具体的に記述してもらった

Q17 と Q18 の結果をまとめて報告する。Q17 で「１. はい」と回答した人は 42.3％の 655 人であった。Q18 で「２.いいえ」と回答した残りの 895 人に理由を選択してもらった。1550 人の回答者の Q17 と 18 の回答結果を合わせたグラフが図 26 である。

QR コードにアクセスしたいと思った人が 655 人で全体の 42.3％であった。全体の 17.8％に相当する 260 人が「興味を持ったものが無かった」を回答した。また、「興味のあるものはあったが、アクセスしよう（したい）とは思わなかった」を選択した人が全体の 38.8％に相当する 601 人だった。その他と回答した人は全体の 2.2％に相当する 34 人であった。「その他」を選択した人は自由記述欄に理由を記述してもらった。その内容を確認すると、「スマホ（端末）等が無い」というのが、14 人で最も多かった。また、ウイルスや不審なサイトへの接続など、セキュリティー上の懸念を挙げたものが 3 人いた。回答者の年齢層は全体の 37.5%が 60 歳以上であったが、スマホ（端末）等が無いことや、QR コードの使い方がわからないことを理由にした回答が 1550 人中 16 人であったことを考えると、ある程度年齢層が高くても、チラシに QR コードを掲載し、より詳しい情報へのアクセスを誘導することができると考えられる。

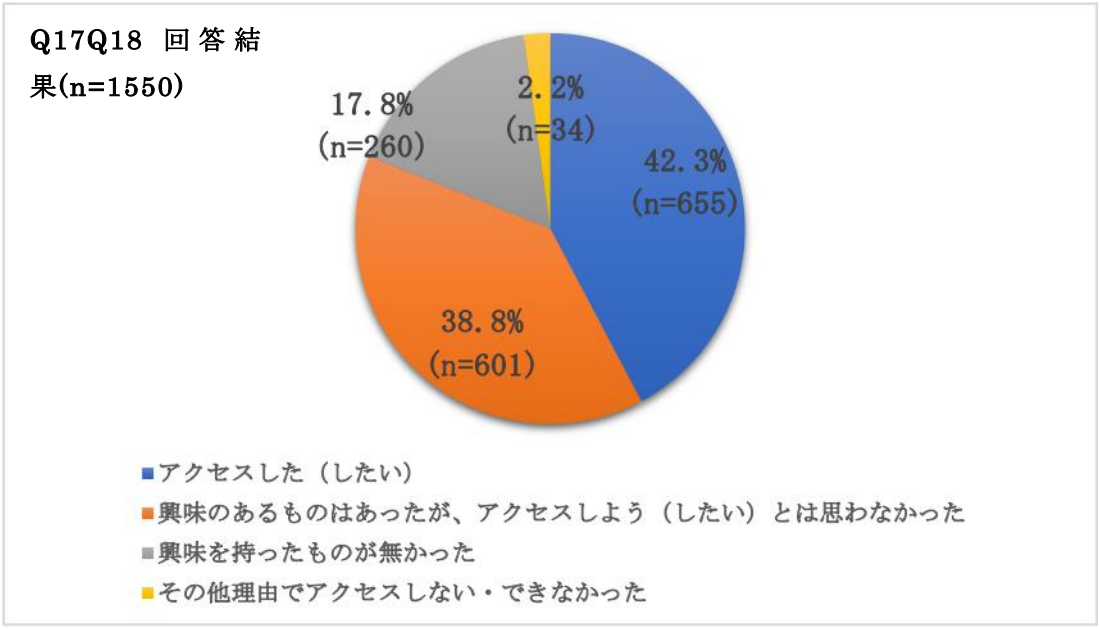


図 26　Q17、Q18 回答結果

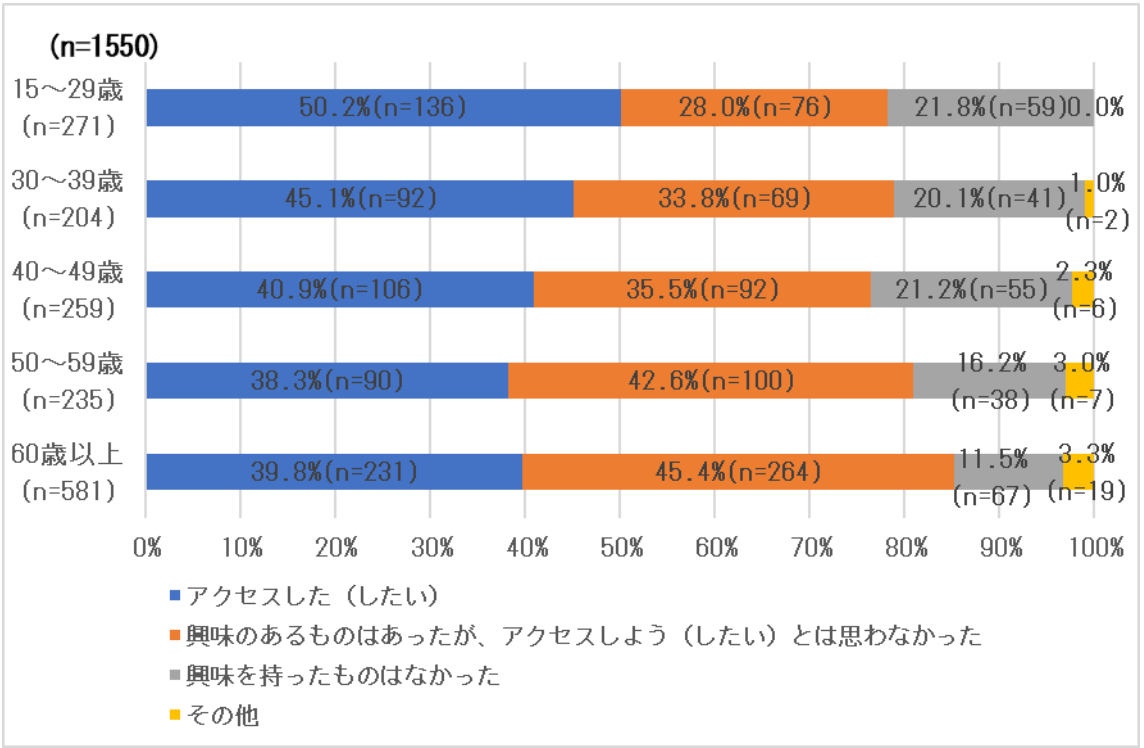


図 27　年齢層別、QR コードへのアクセス意向

次に年齢層別の QR コードへの接続意思を検討した。その結果を示したグラフが図 27 である。このグラフを見ると、Q17 で「はい」と回答した「アクセスした（したい）」と思った人の比率は年齢層が上がるほど減少していることが分かる。一方、年齢層が上がるほど、「興味のあるものはあったが、アクセスしよう（したい）とは思わなかった」を選択した人の比率は上昇している。40 代までは、「興味を持ったものはなかった」を選択し

た人の比率は 20～22%の間であまり変わらないが、50 代、60 代と年齢層が上昇するほどその比率は減少している。次の図 28 のグラフは、Q17 で「はい」と答えた「アクセスしたい（した）」人と Q18 で「興味のあるものはあったが、アクセスしよう（したい）とは思わなかった」と回答した 1256 人をチラシの内容に興味を持ったグループとし、年齢層別にどちらを選択していたかを示したものである。

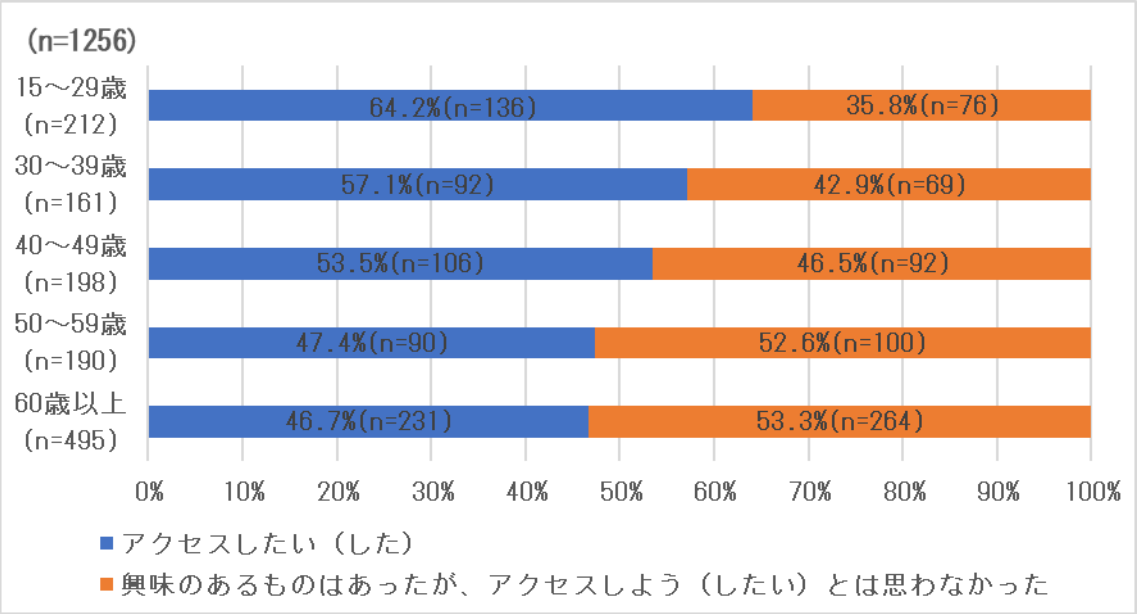


図 28　年齢層別、チラシ内容に興味を持ったグループの QR コードアクセス意向

チラシ内容に興味を持ったグループの QR コードアクセス意向を確認すると、年齢層が上昇するほど QR コードに「アクセスしたい（した）」とする人の比率が減少していることが明確に示された。今回のアンケートでは、20 代以下であれば 64.2%の人が「アクセスしたい（した）」と回答しているが、50 代では 47.4%、60 代以上では 46.7%まで減少している。

これらのことを総合すると、年齢層が上がるほど、チラシの内容に興味を持つ人の比率は上昇するが（図 27）、QR コードにアクセスし、より詳細な情報にアクセスしようとする人の比率は減少することが明らかになった（図 28）。これは、年齢層別にチラシのデザインや掲載するべき情報の粒度が異なると言える。つまり、若い世代に対しては、興味を持ってもらうことに主眼を置き、詳細な情報は QR コードでホームページなどにアクセスしてもらう方法が利用できる。一方、年齢層が高い世代に対しては QR コードでの詳細な情報へのアクセスが若い世代ほど期待できない。したがって、それなりの情報を記載しておく必要があると考えられた。

Q19 から Q21 は、活断層の活動性の情報提供について、その情報を受け取った側の反応を確認するとともに、提供者側の意図通りに情報が伝わるか確認するものである。

Q19（この質問では、回答者を甲と乙の２グループに分けた。甲グループは下記の文言

が掲載されたページに進まず、直接回答ページに進み回答した。一方、乙グループは、下記の文言を読んだうえで回答した。）なお、各サンプル数は甲グループ 770 人、乙グループ 780 人である。

下記を読んだうえで、次にお進みください。

恵那山断層帯－猿投山北断層帯の活動性を示しています。

恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7．7）
30 年以内の地震発生確率：ほぼ 0%～2%
＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊文言ここまで＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

Q19 下記項目について、A～D の中からあてはまるものをすべてお選びください。
A：近所の活断層における M7 クラスの大地震の発生確率　30 年以内に 2%

B：旅行先の A 国は、30 年間で殺人事件に遭遇する確率　2%

C：火災で被災する確率　30 年以内に 1．9%※

D：空き巣に遭う確率　30 年以内に 3．4%※

出典：※地震調査研究推進本部地震調査委員会（2005）「全国を概観した地震動予測地図」報告書
========== 項目 ==========
1. 直感的にわかりやすい
2. 危機感を感じる
3. 安心する
4. 自分に起こりそう
5. 対策をしたい
==========選択肢==========
1. A　2. B　3. C　4. D　5. 該当なし

表１　結果１（甲グループ）単位：%

複数回答マトリクス		1	2	3	4	5
		A	B	C	D	該当なし
1	直感的にわかりやすい	37.8	20.9	15.5	16.8	40.8
2	危機感を感じる	33.8	29.2	22.3	23.8	32.6
3	安心する	7.0	11.9	13.1	7.9	68.1
4	自分に起こりそう	21.2	14.3	19.9	24.8	45.8
5	対策をしたい	31.4	15.5	22.1	31.7	37.9

表２　結果２（乙グループ）単位：%

複数回答マトリクス		1	2	3	4	5
		A	B	C	D	該当なし
1	直感的にわかりやすい	38.8	20.9	21.2	16.7	35.1
2	危機感を感じる	28.2	24.1	20.1	23.1	34.5
3	安心する	13.7	13.8	15.8	7.6	63.2
4	自分に起こりそう	17.9	10.8	18.2	23.7	47.7
5	対策をしたい	28.2	13.6	23.1	31.5	38.5

表３　結果３（甲を基準としたときの乙との差）　単位：%

複数回答マトリクス		1	2	3	4	5
		A	B	C	D	該当なし
1	直感的にわかりやすい	1.1	0.0	5.7	3.0	-5.7
2	危機感を感じる	-5.6	-5.1	-2.2	-0.7	1.9
3	安心する	6.7	1.9	2.7	-0.4	-4.8
4	自分に起こりそう	-3.2	-3.5	-1.7	-1.1	1.8
5	対策をしたい	-3.2	-1.9	1.0	-0.1	0.5

なにも見せずに、それぞれの項目について選択肢を選んでもらった甲グループの結果（表１）と、事前に恵那山断層帯－猿投山北断層帯の 30 年以内地震発生確率がほぼ 0%～2%であることを知ってもらった乙グループの回答結果（表２）の差（表３）を見ると、恵那山断層帯－猿投山北断層帯という具体的な活断層の活動性を示すことによって、項目「危機感を感じる」に該当するとした人が全ての選択肢で減少した。一方、項目「安心する」に該当するとした人は、選択肢 D「空き巣に遭遇する」以外で増加していた。今回の調査では、選択肢に旅行先の A 国での殺人事件遭遇の確率や火災で被災する確率を示した。活断層の活動可能性を一般人に示す際、例えば、交通事故に遭う確率や火災に遭う確率、ガンを患う確率など、様々な危機事象に遭遇する確率を比較対象にしていることがある。今回の各グループの回答結果（表１，表２）とその差（表３）を踏まえると、情報を提供する側の意図としては、一緒に示したリスクと同じように備えて欲しいわけだが、情報を受け取った側は、「活断層の地震と同じぐらい滅多に起きない。」と解釈してしまっている人が一定数いるものと考えられる。安心したわけではないが、少なくとも危機意識が低減されてしまっている。これは、活断層地震の将来の発生確率を安易に他のリスクと一緒に示すことで、他のリスクに備えるという意識まで弱らせてしまう危険性があると言える。

Q20　A と B の項目の内容は恵那山―猿投山北断層帯の活動性について同じことを示しています。A と B を見比べた際に、項目についてよりあてはまるものをそれぞれひとつずつお選びください。

A：恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7．7）

平均活動周期：7400～12000 年（推定）

最新活動時期：約 7400 年前以降 5400 年前以前

B：恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7．7）
　　30 年以内の地震発生確率：ほぼ 0%～2%
========== 項目 ==========
1. 直感的にわかりやすい
2. 危機感を感じる
3. 地震への備えをしようと思う
4. 安心する
5. この断層について詳しく知りたい
==========選択肢==========
1. A
2. B
3. どちらもそう思わない

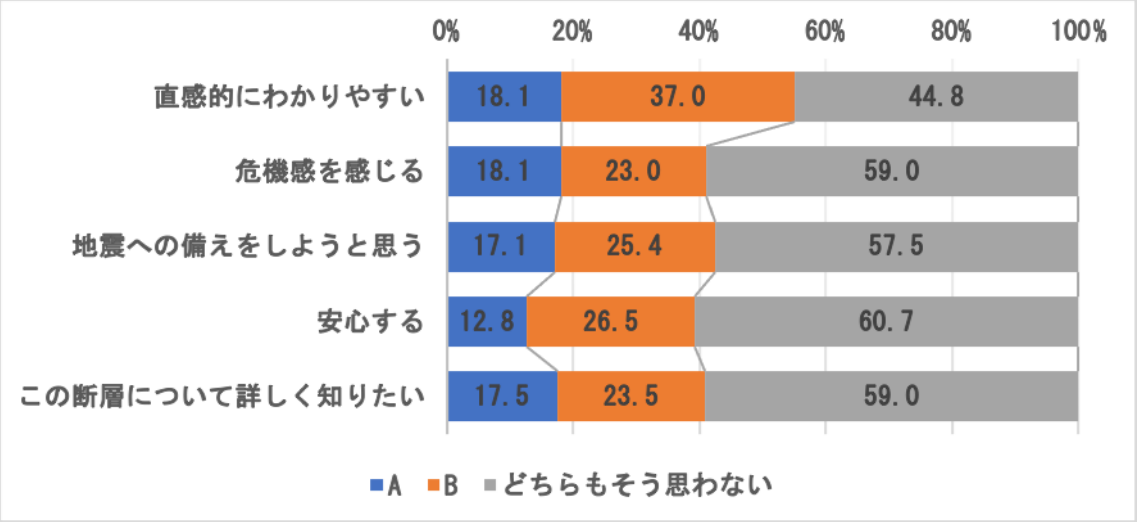


図 29　Q20 回答結果（n=1550）

Q21　2016 年に発生した熊本地震の 2 度目の地震（M7.3）を発生させた布田川断層帯の地震発生直前の 30 年以内地震発生確率はほぼ 0%～0.9%でした。また、阪神・淡路大震災を引き起こした断層帯の地震直前の発生確率は 0.02%～8%でした。このことを知ったうえで、「恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7.7）30 年以内の地震発生確率：ほぼ 0%～2%」と知った場合にあてはまるものをそれぞれひとつずつお選びください。
A：恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7.7）
　　平均活動周期：7400～12000 年（推定）
　　最新活動時期：約 7400 年前以降 5400 年前以前

B：恵那山断層帯－猿投山北断層帯（M7.7）
　　30 年以内の地震発生確率：ほぼ 0%～2%

========== 項目 ==========

1. 直感的にわかりやすい
2. 危機感を感じる
3. 地震への備えをしようと思う
4. 安心する
5. この断層について詳しく知りたい

==========選択肢==========

1. A
2. B
3. どちらもそう思わない

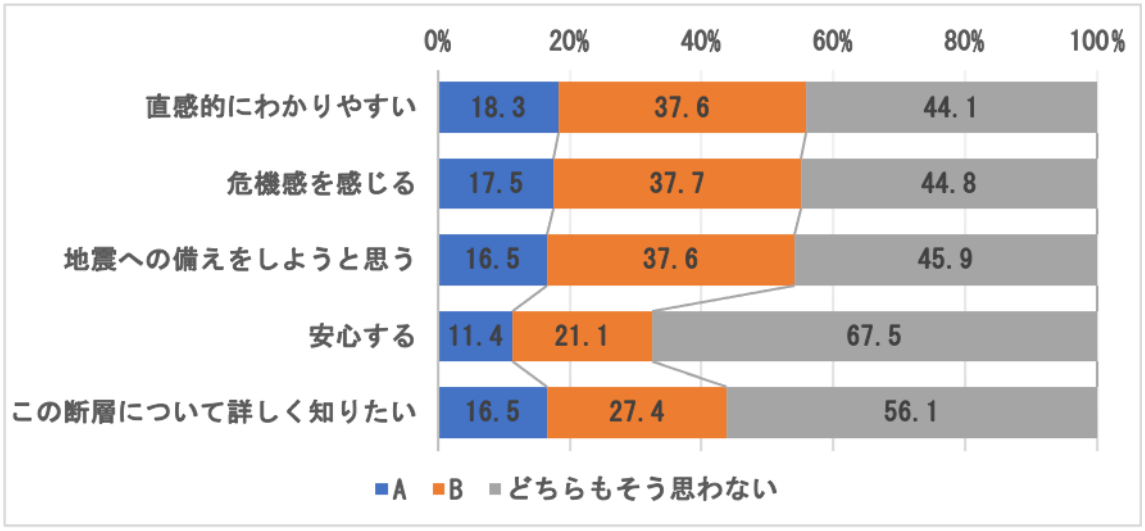


図 30　Q21 回答結果（n=1550）

Q20 と Q21 は、質問内容は同じであるが、Q21 では、阪神・淡路大震災や熊本地震を引き起こした断層の発生直前における 30 年以内地震発生確率を示したうえで、回答をしてもらった。すると、それぞれの項目について選択肢 A を選択する人はあまり変わらないのに対して、「危機感を感じる」、「地震への備えをしようと思う」、「この断層について詳しく知りたい」の項目において選択肢 B を選択した人の比率が増加している（図 29，図 30）。逆に「安心する」の項目に対しては、選択肢 B を選択した人が 5 ポイントに減り「どちらもそう思わない」を選択した人が 6.8 ポイント増加している。このことは、実際に発生した活断層による地震を例示すことで、発生確率が小さいながらも実際に地震が発生し得ることを認識したためだと考えられる。

Q19 から Q21 の結果を総合すると、1．活断層地震の発生可能性と他の様々なリスクを一緒に示すことでそのリスクの理解を促す手法は、活断層地震のリスクを理解させるどころか、一緒に例示したリスクに対する危機意識をも引き下げてしまう恐れがあること、2．実際に発生した活断層地震の発生直前の 30 年発生確率を例示することで、まだ発生していない活断層での地震に対する危機感をもたらすことができること、が明らかになった。

最後に一般市民の中でどういった情報に需要があるのかを確認するために、Q22 と Q23 の質問をした。Q22 ではそれぞれの項目を５段階で評価してもらい、Q23 では、最も欲しい情報を１つ選択してもらった。

Q22 次の各項目について、欲しい情報はありますか。それぞれの項目について 5 段階で評価してください。

========== 項目 ==========

1. 想定震度分布図
2. 被害想定（死者数や負傷者数、全壊棟数等）
3. 地震のメカニズムの解説
4. 断層の位置関係
5. 過去の活動と将来の活動について
6. 被災後の各種支援制度
7. 地震とその被害の特徴
8. 被災事例
9. 災害に備えるための公的支援制度（例：無料耐震診断や家屋の耐震化に関する補助金など）

==========選択肢==========

1. 5（必ず欲しい）
2. 4
3. 3
4. 2
5. 1（不要）

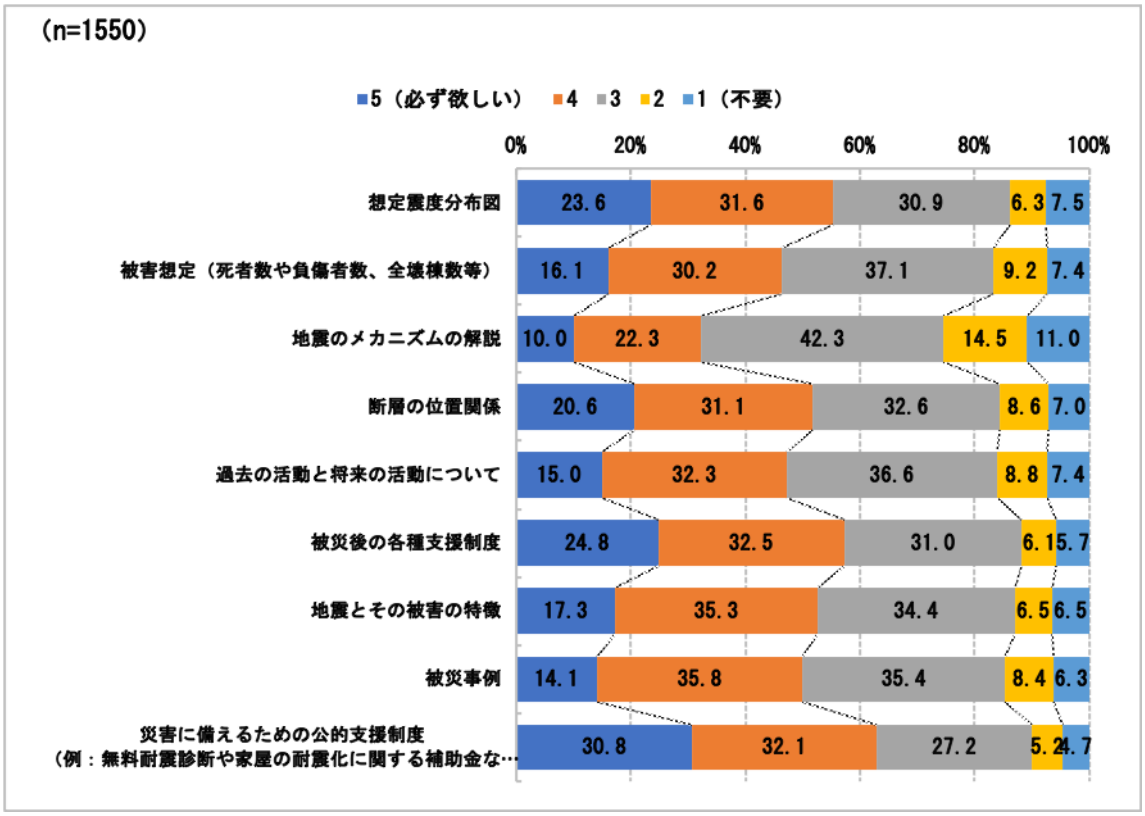


図 31　各種情報に対する需要（複数回答）

Q22 では、どのような情報に需要があるのか確認した。各項目の情報について、５を必ず欲しい、１を不要としたときの欲しい度合いを５段階評価で評価をしてもらった。その結果を取り纏めたものが、図 31 のグラフである。５または４を選択した人が最も多かったのは、「災害に備えるための公的支援制度」（62.9%）であった。次いで、「被災後の各種支援制度」（57.3%）、「想定震度分布図」（55.2%）と続いた。一方、１または２を選択した人が多かったのは、「地震のメカニズムの解説」（25.5%）、「被害想定（死者数や負傷者数、全壊棟数等）」（16.6%）、「過去の活動と将来の活動について」（16.2%）であった。一般市民にとって地震がなぜ発生するのか、どの程度の頻度で発生し得るのかっといった情報よりも、回答者自身の具体的な対処に関わるような情報に需要があることが示された。これは、想定震度分布に関心はあるが、被害想定にはそこまで関心がないとする結果から指摘されることである。

Q23 下記の各項目について、最も欲しい情報をひとつ選択してください。

1. 想定震度分布図
2. 被害想定（死者数や負傷者数、全壊棟数等）
3. 地震のメカニズムの解説
4. 断層の位置関係
5. 過去の活動と将来の活動について
6. 被災後の各種支援制度

7. 地震とその被害の特徴
8. 被災事例
9. 災害に備えるための公的支援制度（例：無料耐震診断や家屋の耐震化に関する補助金など）

Q23 では、Q22 と同じ項目のもので１つだけを選択してもらった。その結果を取り纏めたものが図 32 で、想定震度分布図や災害に備えるための公的な支援制度の情報に対する需要があることが示された。想定震度分布図を欲するのは、自分が危険な場所にいるのか否かを知りたいからだと考えられる。しかし、「断層の位置関係」や「地震のメカニズム」、「過去の活動と将来の活動について」というようなどちらかというと細かな情報に対する需要は大きくなかった。

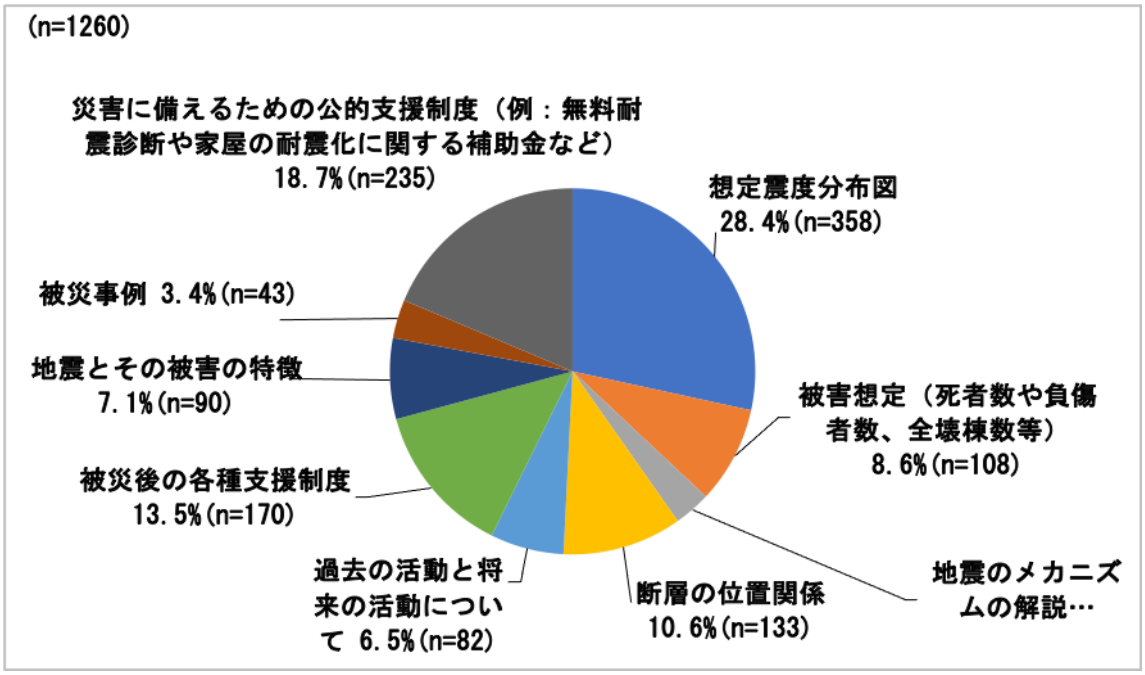


図 32　各種情報に対する需要（最も欲しいもの）

啓発チラシの提案

以上の結果を踏まえると、インパクトのある写真や図、文言を用いまずは手に取ってもらえるチラシとする。この写真や図には、予想震度分布図や実際の被害の写真を掲載する。地域の活断層について啓発する場合には、チラシに地震以外のリスクとの比較は載せず、阪神・淡路大震災など実際に発生した地震災害の直前での 30 年発生確率を示すことが重要である。

啓発用チラシの運用方法として、例えば中学校や高校で配布してもらい、そのチラシの QR コードからより詳しい情報の掲載されたホームページにアクセスしてもらうという手法が考えられるのではないだろうか。特に小学校～高等学校は各種配布物が児童・生徒に配られており、それらと一緒に配布してもらうことで標的とする若者が高確率でチラシに触れる。

満 10 歳から満 17 歳を対象とした内閣府の令和４年度青少年のインターネット利用環境実態調査（内閣府，2023）では、98.5%がインターネットを利用しており、そのうち74.5%がスマートフォンを利用していると回答している（複数回答可）。大雑把な計算であるが、1 万人の中高生にビラを撒くと、約５千人が詳細な情報にアクセスしたいと考え、QR コードの利用にはスマートフォンが必要であるので、約５千人のうち 74.5%に相当する約 3700～3800 人が詳細な情報へのアクセスを期待できるのではないかと考えられる。社会全体であれば、１万人に啓発用チラシを撒くと、約 4200 人が詳細な情報にアクセスしたいと考えるものと推定された。総務省令和３年通信利用動向調査（総務省，2022）によると、スマートフォンをインターネットへのアクセスに利用していたのは 68.5%であった。以上を踏まえると約 2800～2900 人が詳細な情報へのアクセスを期待できるのではないかと考えられる。

ただし、社会全体への展開を考えた場合、年齢層別に手法を変える必要がある。若者にはチラシに QR コードを掲載し、詳細な情報はホームページから入手してもらう手法で良い。しかし、年齢層が高くなるとそれが有効ではなくなる恐れがある。今回のアンケート調査は WEB 調査であり、60 歳以上の回答者もインターネット利用者である。しかし、先述の総務省の調査によれば、60 代は 84.4%、70 代で 59.4%、80 代以上では 27.6%しかインターネットを利用していない。したがって、2022 年時点で 70 代以上の世代に対しては別の手法での対応も必要であると考えられる。このような年代別の適切な啓発手法については今後も検討していく必要がある。

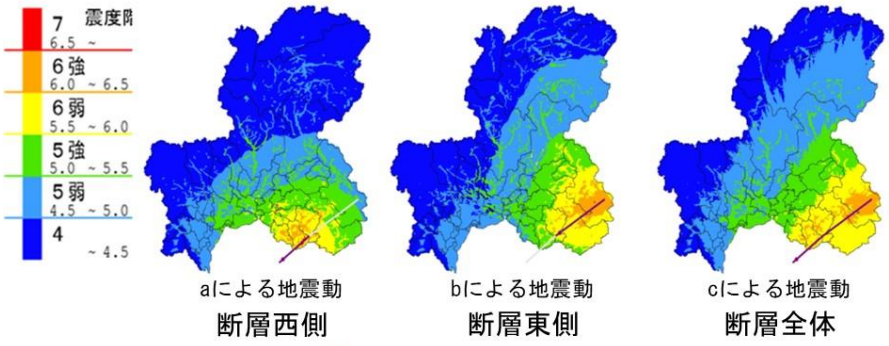
4）岐阜県および東濃４市における地震被害想定（令和２年度）

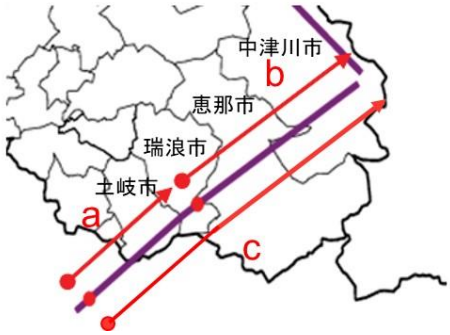
プロジェクト開始にあたって、対象とする「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯)」が、岐阜県の地震ハザード情報発信において、どのように扱われているかを調査した。

岐阜県では近年、３回にわたって地震被害想定が実施され、その結果が公表されてきた。

① 内陸直下型地震と複合型東海地震に関する被害対応シナリオについて（平成 16 年５月）（岐阜県，2004）
② 南海トラフの巨大地震等被害想定調査について（平成 25 年２月）（岐阜県，2013）
③ 内陸直下地震に係る震度分布解析・被害想定調査結果（平成 31 年２月公表）（岐阜県，2019）

「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯」に関しては、①②では対象外とされたが、③で追加された。上記③の報道発表資料（岐阜県，2019）では、「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯」について、「中津川市から愛知県豊田市に及ぶ断層帯（約 56km)、M7.7 程度、30 年地震発生確率 0.2～２%」と記している。「平成 29 年度内陸直下地震の震度分布解析調査報告書(岐阜県・岐阜大学，2018)」によると、「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯」に関する地震動予測においては、断層西部が破壊（図 33 の a）と断層東部が破壊（図 33 の b)、断層全体が破壊（図 33 の c）の３ケースの地震が想定されている。実際に被害想定の対象とされたのは、断層全体が連動するケースである。





	a	b	c
断層長さ(km)	22.3	34.0	56.3
震源深さ(km)	16.25		
幅(km)	15		
傾斜角（度）	90.0		
破壊伝播速度(km/sec)	2.5		
地震波伝播速度(km/sec)	3.0		

図 33 岐阜県における「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯地震」の推定震度分布

次に、東濃４市（中津川市・恵那市・土岐市・瑞浪市）の現況について確認した。恵那市・土岐市・瑞浪市の地域防災計画においては、いずれも③による連動ケースが参照されている。中津川市においては、屏風山断層帯と恵那山・猿投山北断層帯が別々に扱われている。「地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査報告書（平成 31 年３月）（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2019)」によると、岐阜県内の市町村では、岐阜県の公表データを基に地震ハザード情報を公表していることが多く、東濃４市についても同様であることがわかった。隣接する地方自治体で、行政界に関わらず統一的なシナリオとする利点はあるものの、それぞれが異なる地震環境下にあることから、シナリオ地震に多様性を持たせることも重要である。また、地震ハザード情報の不確定性を積極的に示すことで理解促進を図ることも必要と考えられる。

5） 地震ハザードプロファイルの提案（令和２年度）

地震調査研究推進本部では、確率論的地震動予測地図とシナリオ地震動予測地図の２種類からなる全国地震動予測地図（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2018）を作成・公開している。地震動予測地図及び作成に用いられた基礎データなどの関連情報は、「地震ハザードステーション(J-SHIS」((国研）防災科学技術研究所，2021）を通じて公開されている。前者の確率論的地震動予測地図に関しては、個別地点の地震ハザード情報として「地震ハザードカルテ」が提供されており、主に工学利用の面で活用されている。しかし、ｉ）個々の活断層による地震のイメージが捉えにくいこと、ii）震度分布の広がりがもたらす影響を示せないこと、iii）ハザードカーブなど一般的には馴染みの薄い項目が含まれること、などから、必ずしも行政担当者や地域住民が容易に理解できる地震ハザード情報とは言えない側面もある。一方、後者のシナリオ地震動予測地図に関しては、

複数の断層破壊シナリオを適用して強震動シミュレーションによって得られる複数ケースの地震動予測地図が示されている。主要活断層帯ごとの地震動分布や長期評価結果は入手可能であるものの、特定の地点（あるいは地域）に影響を及ぼす可能性のあるシナリオ地震を一覧して地震ハザードの全体像を概観できるような環境は整っていない。

行政担当者や地域住民が地震ハザード情報をより良く理解し活用すること支援するためには、「分かり易い表示、丁寧な解説、適切な発信方法」を兼ね備えた情報提供が望まれる。「地震ハザードカルテ」はそのための参考例となるが、上記のⅰ）～ⅲ）に対応して、ⅰ）個々の地震のイメージを捉えやすくすること、ⅱ）揺れの広がりを表現できること、ⅲ）影響度（揺れの程度）と切迫度（発生確率）をセットで分かり易く示すこと、の３点に加えて、「シナリオ地震の多様性」と「地震ハザード情報の不確定性」を示すことも求められる。

以上を踏まえて本研究では、シナリオ地震動予測地図をベースとした地震ハザード情報の提供手段として「**地震ハザードプロファイル**」を提案した。これは「ある地点や地域に影響を及ぼすと考えられる地震に関する情報（活断層の位置、地震規模、揺れの強さ・広がり・影響、地震発生確率）を集録し、地震ハザードの多様性と不確定性を分かりやすく解説したもの」であり、図 34 にその構成イメージを示す。特定の地点を対象とした「地点版」と、特定の市町村を対象とした「市町村版」の２種類としている。両者に共通するのは、活断層に関する情報（位置・規模）、活断層に発生する地震発生確率、地震が発生した場合の震度分布の３要素である。相違点は以下の通りである。

・地点版：着目地点における計測震度Ｉを抽出して「地点への影響度」とし、「切迫度」としての地震発生確率Ｐとの関係を「P-I 図」として図示する。
・市町村版：震度分布と人口分布を重ね合わせて、震度レベルごとに震度曝露人口（能島・他，2004，能島・他，2010）PEX を算出して「地域への影響度」とし、「切迫度」としての地震発生確率Ｐとの関係を「P-PEX 図」として図示する。

「P-I 図」と「P-PEX 図」の両図においては、横軸・縦軸のそれぞれに関して適切な区分を設定して、ハザードレベル（地震の相対的な危険度を表すレベル）を色分け表示することで、想定シナリオの相対的な位置づけを可視化する。以下では、屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の近傍に位置する恵那市役所（地点版）および恵那市（市町村版）を対象地点としたプロトタイプの試作例を示す。

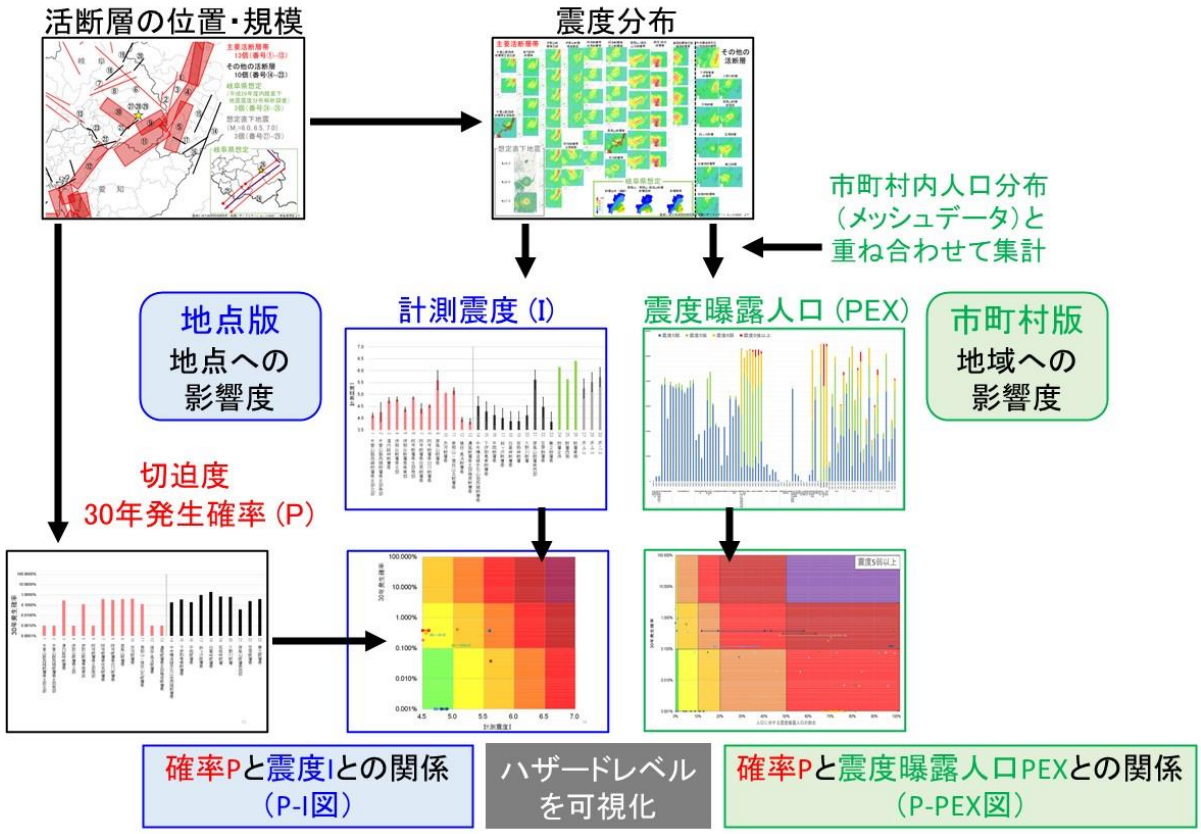


図 34　地点版および市町村版の地震ハザードプロファイルの構成イメージ

6）地震ハザードプロファイル（地点版）の試作（令和２年度）

a）対象地震

恵那市役所地点に影響を及ぼす可能性のある地震として、「シナリオ地震の多様性」を重視して、図 35 に示すように 29 地震 65 ケースを選定した。内訳は以下のとおりである。

・全国地震動予測地図における震源断層を特定した地震：

主要活断層帯による 13 地震 49 ケースとその他の活断層による 10 地震 10 ケース

・岐阜県想定：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯

断層破壊シナリオとして、断層西側、東側、全体の３地震の３ケース

・想定直下型地震：恵那市役所直下に発生する３地震（M_J=6.0，6.5，7.0）の３ケース

全国地震動予測地図の作成に用いられる内陸地殻内地震の地震活動モデルの中から、「主要活断層帯」として 13 断層（番号①～⑬）、「その他の活断層」として 10 断層（番号⑭～㉓）の計 23 断層を選定した。また、岐阜県による「平成 29 年度内陸直下地震の震度分布解析調査（岐阜県・岐阜大学，2018）（以下、岐阜県想定）」より、「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯」を選定した（番号㉔～㉖）。これは、地方自治体で独自に設定された想定地震が、多様な地震シナリオの中で占める位置づけを明らかにする狙いがある。断層西側および東側がそれぞれ単独で活動するケースと両者が連動するケースの計３ケース（順に M_J=7.1，7.4，7.7）が想定されている。さらに、震源不特定地震として、着目地点直下で発生する地震（M_J=6.0，6.5，7.0）を選定した（番号㉗～㉙）。

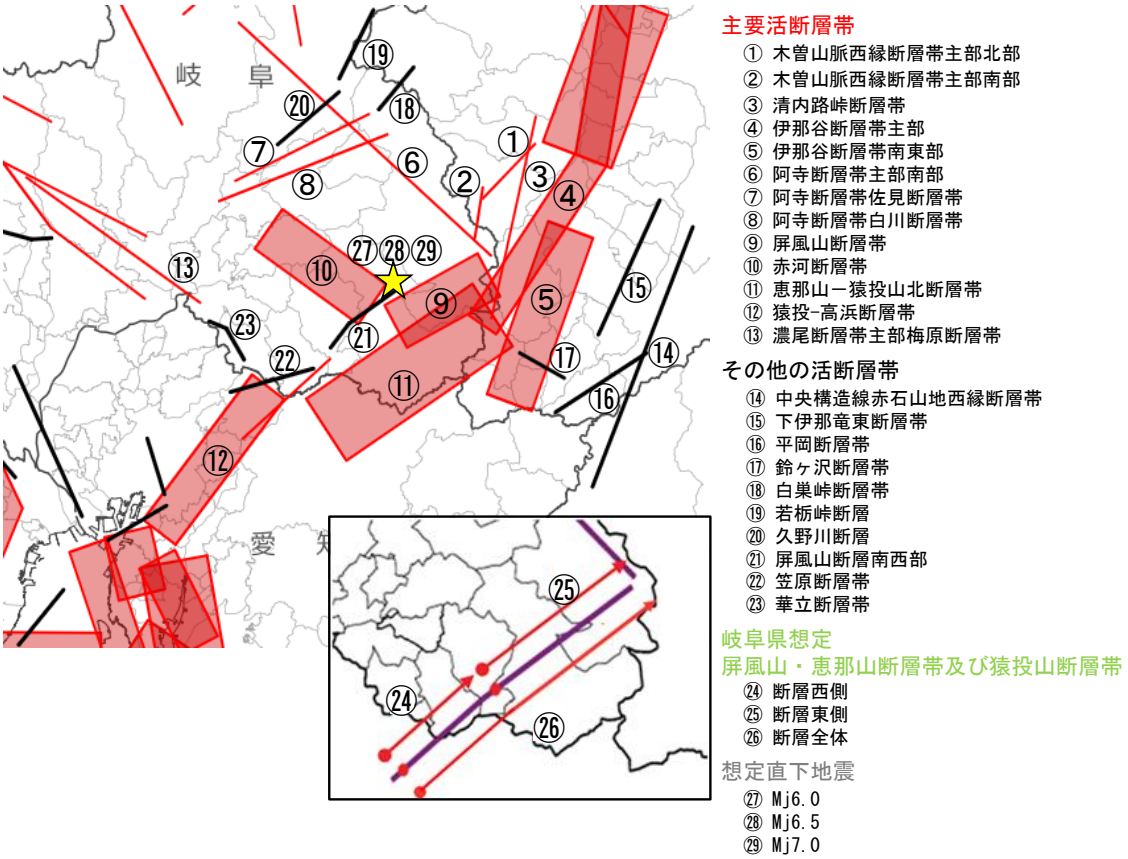


図 35　恵那市役所地点（星印）を対象として選出した活断層・地震の位置
（赤枠・赤線：主要活断層帯、黒線：その他の活断層）
（地震ハザードステーション（(国研）防災科学技術研究所，2021）に基づいて作成）

b）対象地震の計測震度

主要活断層帯に発生する固有地震の強震動予測においては、基本的に詳細法が用いられており（②と⑨を除く）、破壊開始点とアスペリティ配置の組み合わせによって１～８ケースの断層破壊シナリオが設定されている。予測震度の最大値は恵那山－猿投山北断層帯のケース５で 5.27 であり、これ以外に震度５強に達するのは、同断層帯のケース１～４と赤河断層帯（唯一のケース）であった。その他の活断層および主要活断層帯の②と⑨の強震動予測においては、地震動予測式に基づく簡便法が用いられている。岐阜県想定による予測震度は、断層西側、断層東側、連動ケースの順に 5.64、 6.41、6.15 で、他より全体的に高い震度レベルである。想定直下地震に関しては、確率論的地震動予測地図における内陸地殻内地震の「震源を予め特定しにくい地震」の作成手法に従って、深さ３km の点震源を仮定し簡便法を適用して予測震度を算出した結果、M_J=6.0，6.5，7.0 の順に 5.25、5.52、5.73 となった。

c）対象地震の 30 年地震発生確率

主要活断層帯に発生する固有地震、および、その他の地震の発生確率は、「主要活断層帯の長期評価」（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2021）の結果に基づいて、確率

論的地震動予測地図の作成に用いられている値を採用した。なお「ほぼ０％」と評価された断層については、便宜的に 0.001%とした。最新活動時期および平均活動間隔は、幅を持って評価されることが多く、地震発生確率も幅を持って示される。それぞれのレンジ中央値に基づく平均ケースを扱っている。岐阜県想定の「屏風山・恵那山及び猿投山断層帯」と３つの想定直下地震については、対応する確率値が公表されていないため、ここでは除外した。

d) 着目地点における P-I 図とハザードマトリクス

30 年発生確率(P)の代表値を「切迫度」として縦軸に取り、計測震度(Ｉ)を「影響度」として横軸に取って組み合わせた P-I 図を図 36 に示す。縦軸は 0.001%以上をプロットの対象として、その区分けは地震調査研究推進本部のランク分けを参考に、0.001%～0.1%（0.1%未満：Ｚランクに相当)、0.1%～３%（やや高い：Ａランクに相当)、３%以上（高い：Ｓランクに相当）とした。横軸は計測震度 4.5 以上（震度５弱以上）をプロットの対象として、その区分けは 0.5 刻み（気象庁震度階級毎）とした。予測値が複数ケースある場合は、それらすべてをプロットして線で連結して表示している。プロット位置が右上ほどハザードレベルが高く左下ほど低いことを、７段階で色分けしたハザードマトリクスとして表示している。

縦軸の 30 年発生確率(Ｐ)で見ると、赤河断層帯が最も高く、次いで阿寺断層帯佐見断層帯、屏風山断層帯となっている。横軸の計測震度(Ｉ)で見ると、屏風山断層南西部が最も高く、次いで屏風山断層帯、恵那山－猿投山北断層帯となっている。一方、P-I 図のランク分けによると、屏風山断層帯における危険度がランク４で最も高く、次いでランク５には屏風山断層南西部、赤河断層帯、恵那山－猿投山北断層帯が入っている。このように、P-I 図ならびにハザードマトリクスを用いると、切迫度、影響度、ハザードレベルによって序列が異なることを示すことができる。

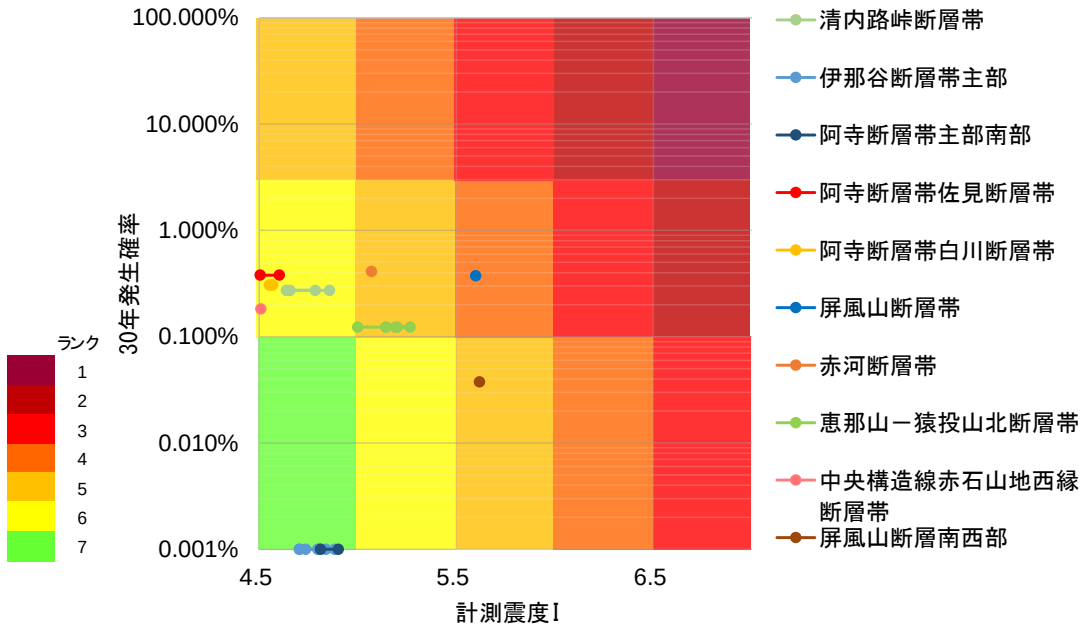


図 36　P-I 図（Probability-Intensity 図）とハザードマトリクスによる表示

7） 地震ハザードプロファイル（市町村版）の試作（令和３年度）

a） 対象地震

対象地震は基本的に地点版と同じとした。ただし恵那市域の空間的広がりを考慮して、想定直下型地震の震源位置については、図 37 に示す５地点（北西部・北部・中部・南部・南西部）とした。その結果、41 地震 77 ケースとなった。

・全国地震動予測地図における震源断層を特定した地震：

主要活断層帯による 13 地震 49 ケースとその他の活断層による 10 地震 10 ケース

・岐阜県想定：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯

断層破壊シナリオとして、断層西側、東側、全体の３ケース

・想定直下型地震：恵那市近傍で選択した５地点直下に発生する５地震

それぞれ地震規模として３種類（M_J=6.0, 6.5, 7.0）の計 15 ケース



図37　選択した想定直下型地震の５地点

b） 対象地震の計測震度分布と震度曝露人口

市町村版においては、地点情報としての震度ではなく、震度分布が必要となることから、それらのデータを改めて整備した。主要活断層帯とその他の活断層の震度分布データは、J-SHIS((国研)防災科学技術研究所,2021)にて提供されているものを用いた。岐阜県想定地震については非定常パワースペクトルの重ね合わせに基づく強震動予測手法EMPR（Earthquake Motion Prediction on Rock Surface）(Sugito et al., 2000)、想定直下型地震は簡便法に基づいて算出した計測震度の値を用いた。想定直下型地震については、確率論的地震動予測地図において考慮されている震源断層を予め特定しにくい地震（震源不特定地震）のうち点震源を仮定した震度分布の算出方法を適用した。

これらの震度分布と恵那市の人口分布を重ね合わせることで、震度レベル（５弱・５強・６弱・６強）以上に曝される震度曝露人口(PEX, Population Exposure to Shaking Intensity)を算出し、恵那市地域への影響度とした。恵那市人口データについては、平成27年度国勢調査－世界測地系（250mメッシュ）（政府統計の総合窓口e-Stat, 2021)の夜間人口を用いた。総人口は52,187人で、北東部に集中しており、南部から南東部地域は主に山間部で人口は少ない。

c） 対象地震の 30 年発生確率

地点版では対象外とした岐阜県想定と想定直下型地震に関しては新たに設定した。岐阜県想定では屏風山・恵那山－猿投山断層帯における 30 年発生確率は 0.2～2%とされている。

しかしこの値は地震調査研究推進本部の長期評価から「屏風山断層帯」の下限値と「恵那山－猿投山北断層帯」の上限値が参照されて設定されたものであり、厳密な値ではない。本検討においては、連動の可能性のある複数断層の地震発生確率について、確率論的地震動予測地図の作成において用いられている確率配分方法を適用して算出した。想定直下型地震については、年平均地震発生頻度とグーテンベルクーリヒター式に基づいて、M_J=5.0～7.3 の 30 年発生確率を 0.1 刻みで算出した後、M_J=6.0，6.5，7.0 の 3 種類に集約した。

d）P-PEX図とハザードマトリクスによるハザード評価

各断層の30年発生確率(P)を「切迫度」として縦軸に取り、震度曝露人口（PEX）「影響度」として横軸に取ったものをP-PEX図として表現する。縦軸は0.001%以上をプロットの対象とした。横軸については、本検討では、恵那市人口52,187人に対する震度曝露人口の割合（震度曝露人口比）としてPEXを相対化して表示することとした。P-I図と同様に、P-PEX図ではプロット位置が右上ほどハザードレベルは高く左下ほど低いことを表し、ハザードレベルに応じて色分けしてハザードマトリクスとして可視化する。縦軸の区分けについては地点版と同じである。横軸の区分けは、震度曝露人口比の50%以上を最も高いレベルに設定し、50%～20%、20%～10%、10%～1%、1%～0%の5ランクで区分した。以上により、右上端のランク１から左下端のランク７まで、ハザードレベルを７ランクで評価する。

代表例として、震度６弱以上に関するP-PEX図とハザードマトリクスを図38に示す。主要活断層帯に関しては、詳細法による震度分布が複数ケースある場合は、それらすべてのプロットを線で連結して表示しており、30年発生確率（平均ケース）は同一のため水平に並ぶ。確率が幅を持つ活断層に関しては、確率の上下限値を連結して幅を表示するが、複数ケースある場合に確率幅を示す横軸位置としては、震度曝露人口比PEXの上下限値の平均値の位置とした。その他の活断層に関しては、簡便法による１ケースのみ想定されており、確率の値も単一であるため、単独のプロットとなっている。岐阜県想定に関しては、屏風山・恵那山－猿投山断層帯における単独活動（西側・東側）とそれらの連動ケースを連結して表示している。30年発生確率は、大きい順に、西側、東側、全体である。想定直下型地震に関しては、マグニチュード(M_J=6.0，6.5，7.0)の３ケースを連結して表示している。

図38より、遠方に位置する多くの断層帯の震度曝露人口は０人となり、高ランクで着目すべき断層は比較的限定的であることがわかる。ハザードレベルが最も高いのは岐阜県想定による３ケースの地震である。震度曝露人口は全体、東側、西側の順に多くなっている。このうち西側と東側はランク２に該当し、対象地震の中ではハザードレベルが最も高くなっている。全体ケースについては、震度曝露人口は最多であるが、確率の値は西側・東側に比べて小さいためハザードレベルはランク３となっている。これらに次いで、屏風山断層帯及び屏風山断層南西部がランク３となっている。これらは恵那市中心部に位置するため、恵那市人口のそれぞれ50%及び54%が震度６弱以上に曝される。恵那山－猿投山北断層帯の６ケースもランク３であるが、震度６弱以上の震度曝露人口比は最小21%～最大33%と大きな開きが見られる。30年地震発生確率の幅も大きく、平均ケースと最大ケースではランク３となり、下限値ではランク４となっている。想定直下地震については、ハザードレベルのランク４以下となっているが、北部及び中部を震源とするM_J=7.0の地震では、震度

曝露人口比が30%程度に達するものもあり、低確率ながら注意しておくべき地震である。

以上のように、30年地震発生確率(P)と震度曝露人口(PEX)をそれぞれ単独で考察するよりも、これらを二軸として表現したP-PEX図の方がわかりやすい。つまり「切迫度」と「影響度」の双方の観点からハザードレベルを視覚的に理解できるため、シナリオ地震間の相互関係を捉えやすくなるという利点がある。

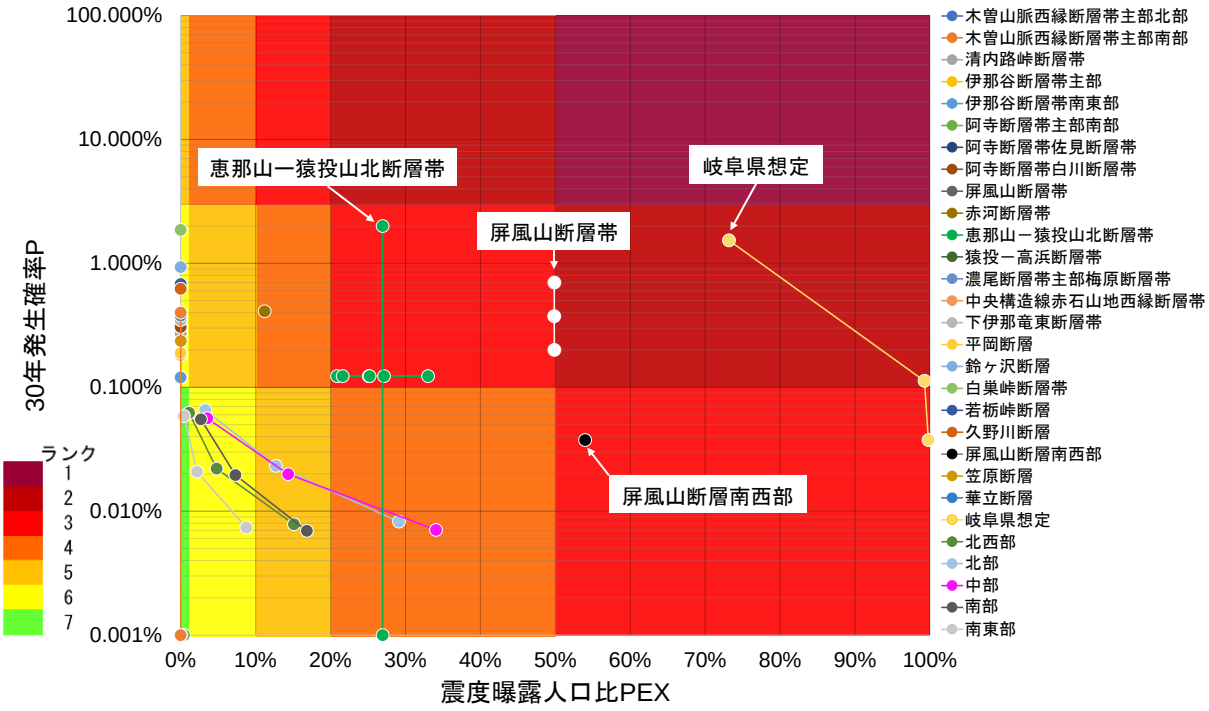


図38　P-PEX図とハザードマトリクス（震度６弱以上）

8）震度曝露人口の空間分布における不確定性の表現（令和３年度）

P-PEX図では、集計することで影響を受ける地域の空間分布に関する情報やその不確定性を表現できていない。震度分布の特徴を踏まえて想定シナリオの比較を行うため、各断層の震度曝露人口分布を特徴ベクトルとした階層的クラスター分析（群平均法）を適用する。本検討で対象とする断層は、恵那市において最大震度が６弱以上の19断層25ケースとした。

震度レベルごと（５弱・５強・６弱・６強）の震度曝露人口分布に対して階層的クラスター分析を適用し、デンドログラムを作成して、クラスター数を一律に７としてクラスター化を行った。代表例として震度６弱以上の震度曝露人口分布における結果を図39に示す。このレベルでは、断層近傍の地域に影響が広がっており、各クラスターにおける震度分布の特徴が明確に表れている。

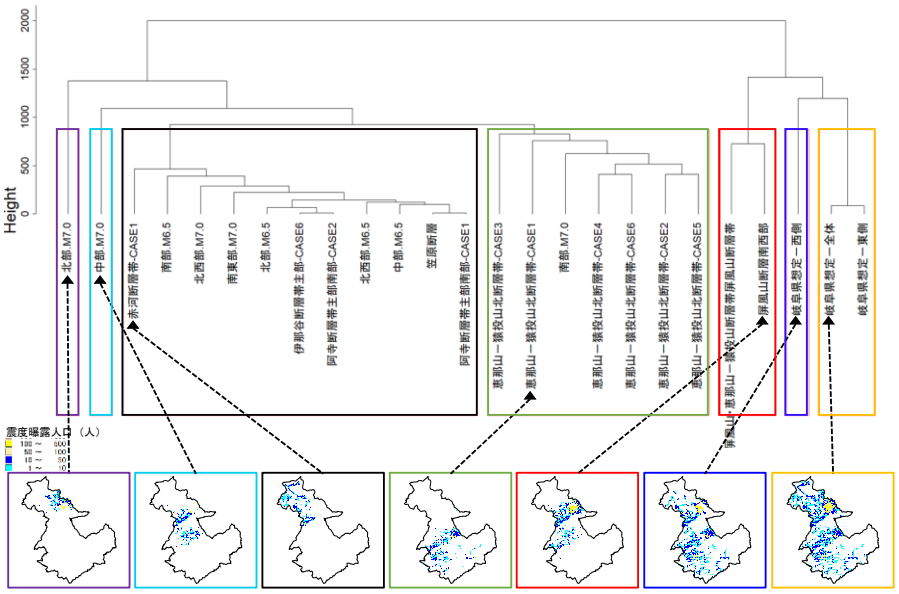


図39　震度６弱以上による震度曝露人口分布のデンドログラム
（▲は分布図を図示した断層、枠線の色は表4のセルの色と対応）

各震度レベルのクラスター分析における結果を表４にまとめて示す。クラスター分析による色分けは、それぞれの震度レベル内でのみ意味を持つ。震度５弱レベルで多数を占める赤色のクラスターは、恵那市のほぼ全域に影響する想定シナリオであり、シナリオ間の違いは大きくはない。震度５強レベルにおいてはやや多様性が現われているものの、恵那市全域や人口集中地域に影響を及ぼす赤色のクラスターが支配的である。震度５弱や５強レベルでは断層を特定することなく、常識的に備えるべきといえる。

一方、震度６弱レベルでは、恵那市全域に影響を及ぼす断層は黄色と青色のクラスターの３ケースに限られる。それ以外で人口集中地域への影響が大きいのは赤色のクラスターのみである。他のクラスターでは、それぞれの影響地域を恵那市の北部、中部、南部に分けることができる。震度６弱レベルになると断層周辺の地域に影響が限定され、クラスターごとに分布の特徴が明確に表れる。震度６強レベルの影響を示す断層は４断層12ケースに限られる。特に影響が大きい岐阜県想定の３ケースはすべて個別にクラスター化されており、それぞれの影響は断層近傍に限定されている。恵那山－猿投山北断層帯のCASE4, CASE5, CASE6の３ケースは、６ケース中では震度６強の曝露人口が多いケースであり、これらも個別に３つのクラスターを形成している。震度６強レベルでは、個別の断層の特徴がより顕著となり、地域ごとにターゲットとすべき地震は絞られる。

以上のように、恵那市地域に対する各断層の震度レベルごとの分布の特徴を把握することで、備えるべき断層を明確にし、想定シナリオの選定基準とすることが可能である。

表４　クラスター結果（※斜線部は震度曝露人口０人）

断層名	震度曝露人口			
	5弱	5強	6弱	6強
屏風山・恵那山－猿投山断層帯 屏風山断層帯				
屏風山断層南西部				
笠原断層				
伊那谷断層帯主部-CASE6				
阿寺断層帯主部南部-CASE1				
阿寺断層帯主部南部-CASE2				
赤河断層帯-CASE1				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE1				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE2				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE3				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE4				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE5				
恵那山－猿投山北断層帯-CASE6				
岐阜県想定－全体				
岐阜県想定－西側				
岐阜県想定－東側				
北西部M6.5				
北西部M7.0				
北部M6.5				
北部M7.0				
中部M6.5				
中部M7.0				
南部M6.5				
南部M7.0				
南東部M7.0				

9）恵那山―猿投山北断層帯における 30 年発生確率の不確定性（令和４年度）

本プロジェクトで開発した「地震ハザードプロファイル」では、想定シナリオの多様性に起因する地震動強度とその分布のばらつきを明示的に表現している。30 年発生確率については、「平均ケース」と「最大ケース」の幅を示しているが、確率表現に関する理解促進を狙いとして、本研究では、活断層調査から得られる情報とその扱いに起因する地震発生確率のばらつきに関する検討を行った。

a）30 年発生確率の評価方法

地震発生確率の算定においては、主要活断層帯の平均活動間隔と最新活動時期が判明している場合、確率過程として更新過程を適用し、活動間隔の確率モデルとしては BPT 分布が用いられる。

$$f\left(t|\mu,\alpha\right)=\sqrt{\frac{\mu}{2\pi\alpha^2t^3}}\exp\left\{-\frac{\left(t-\mu\right)^2}{2\mu\alpha^2t}\right\}\qquad(t>0)$$

ここで μ：平均活動間隔（年）、α：変動係数である。地震調査研究推進本部では変動係数 α=0.24 である。時間 t までに地震が発生していないという条件の下で、将来 T（=30）年間に地震が発生する条件付き超過確率は、次式で求められる。

$$P[t+T \mid \tau > t] = \frac{P[\tau < t+T \bigcap \tau > t]}{P[\tau > t]} = \frac{P[t < \tau < t+T]}{P[\tau > t]}$$

b) 恵那山―猿投山北断層帯の現行の 30 年発生確率

「屏風山・恵那山及び猿投山断層帯の長期評価（地震調査研究推進本部地震調査委員会，2004)」においては、過去の断層活動履歴に基づいて、地震の平均活動間隔は最短で 7200 年、最長で 14000 年、レンジ中央値は 10600 年とされている。最新活動時期については、最近で 5400 年前、最古で 7600 年前、レンジ中央値は 6500 年前とされている。一般には代表値として、平均活動間隔と最新活動時期ともにレンジ中央値を採用した「平均ケース」と、平均活動間隔を最短、最新活動時期を最古とした「最大ケース」が用いられている。ここでは、平均活動間隔のレンジ（7200～14000 年）を横軸、最新活動時期のレンジ（5400～7600 年前）を縦軸に取って、平均活動間隔を 100 年刻み、最新活動時期を 10 年刻みに離散化して取りうる値を組み合わせて、BPT 分布により 30 年発生確率を算出した結果を図 40 に示す。右下の青丸が最小ケース(0.000320%)、左上の赤丸が最大ケース(1.70%)であり、図中央の星印が平均ケース（0.123%）に相当しており、確率が高くなるにつれて寒色系から暖色系に変化するように表示している。

ここで、平均活動間隔および最新活動時期を確率変数として扱い、それぞれのレンジにおいて一様分布に従うものと仮定して、30 年発生確率の確率関数を算出した。前述のように平均活動間隔を 100 年刻み、最新活動時期を 10 年刻みとしているため、図 40 は 221×69=15429 点の離散点からなっている。各点に 1/15429=6.56×10^{-3}%の確率を与えて 30 年発生確率のヒストグラムを求めた結果を図 41 に示す。30 年発生確率はほぼ 0～0.1%付近に値が集中しており、強い正の歪を持つ（右に広い裾野を持つ）分布形状となっている。星印の平均ケース(0.123%)は、この確率分布の中央値に相当する。全体の平均値(0.287%)は、図 41 では縦線で示しており、図 40 では等高線として白線で示している。平均値は平均ケース(0.123%)の 2 倍以上の値を取っている。「平均ケース」および「最大ケース」に加えて、この平均値(0.0287%)を代表値の一つとして活用することも考えられる。

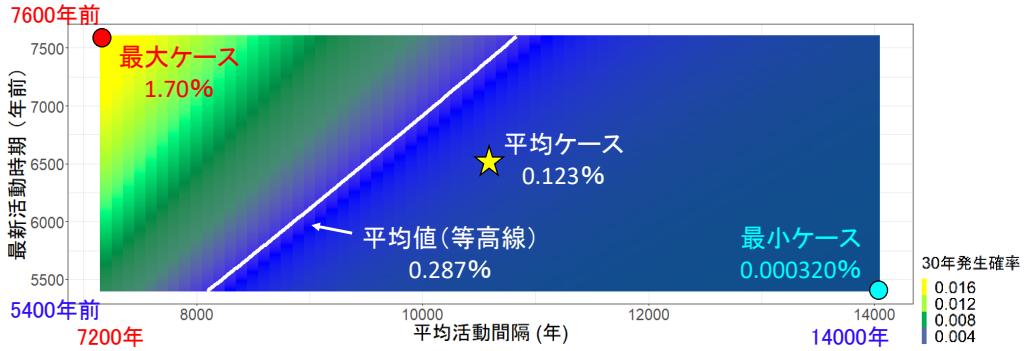


図40　平均活動間隔と最新活動時期の取り得る値を組み合わせて
BPT分布により算出した30年発生確率

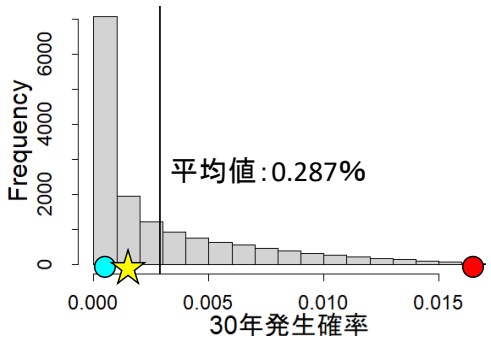


図 41　BPT 分布による 30 年発生確率の分布のヒストグラム

c）断層情報の更新による 30 年発生確率の変化

調査によって活断層の活動履歴に関する新たな知見が得られると、平均活動間隔と最新活動時期が更新され、30 年発生確率の評価値が変化する。ここでは、最新活動時期の評価値のレンジ（5400～7600 年前）のうち、「最近」に相当する評価値（5400 年前）が、現在の評価値よりも以前（6000 年前、6600 年前、7200 年前、7500 年前）であることが判明して推定幅が狭まった場合を想定した。更新された最新活動時期と平均活動間隔を用いた 30 年発生確率の試算結果を図 42 に示し、ヒストグラムを平滑化したカーネル密度曲線と箱ひげ図（矩形で第 1,2,3 四分位値を表し，上下に伸びた線で最大・最小値を示した図）で図 43 に示す。更新前はほぼ 0%付近に分布が集中して裾野が広いが、最新活動時期のレンジが狭まるにつれて、平坦な分布形状となっている。更新前の 5400 年前と 7500 年前の場合を比較すると、30 年発生確率の平均値（橙色のドット）は約２倍、平均ケースの値（箱ひげ図の箱の中央の棒線）は約 3.5 倍にまで増加していることがわかる。

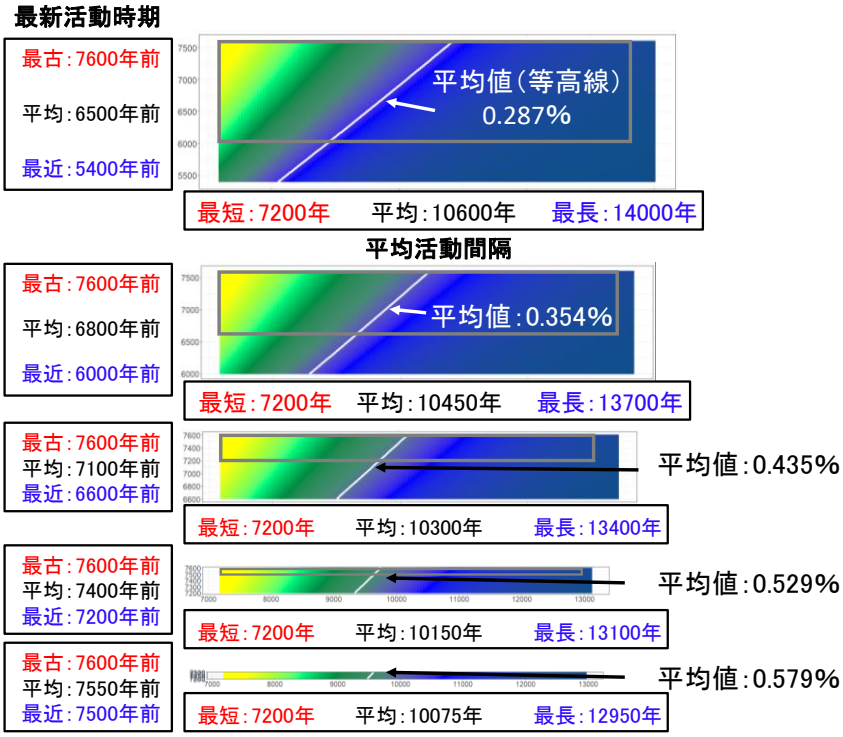


図 42　断層活動履歴の更新に伴う地震発生確率の取りうる値の範囲の変化
（灰色線の矩形は、それぞれの下段における限定範囲を示す）

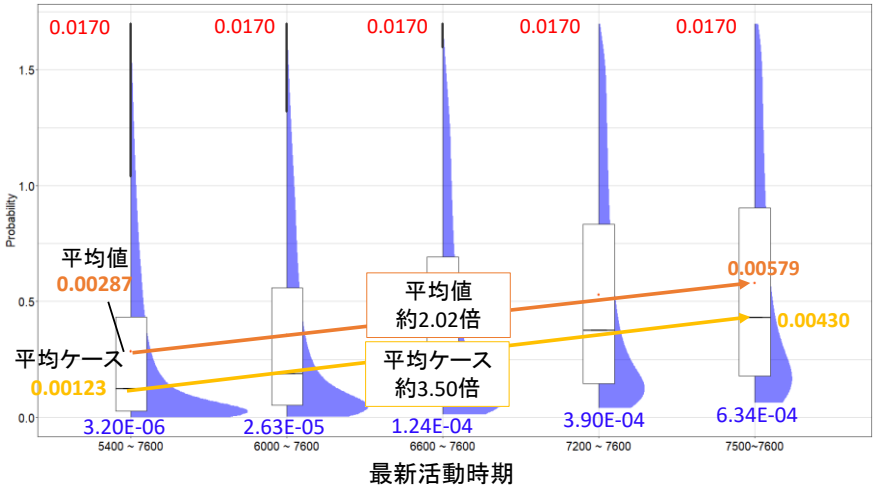


図 43　断層活動履歴の更新前後の比較（上下端の数値はそれぞれ分布の最大・最小値）

d）BPT分布のばらつきの設定による地震発生確率の不確定性

30 年発生確率の評価における不確定要因の一つに、BPT 分布における発生間隔の変動係数αの設定が挙げられる。変動係数の設定により、完全に周期的な地震発生パターン（α=0）から、ほぼランダムとみなされるような地震発生パターン（α=100%）まで表現することができる。

最新活動時期と平均活動間隔については現行の値のままとして、変動係数をα=20%，24%，30%，40%，50%と変化させた場合の 30 年発生確率の変化を、図 43 と同じ形式で図

44 に示す。変動係数が大きくなるにつれて、30 年発生確率の最小値から最大値の幅は狭まり、ばらつきは小さく、分布のひずみも小さくなる。全体の平均値および平均ケースの値（分布の中央値に相当し、箱ひげ図の棒線で表示）ともに増加するが、変動係数が大きくなるにつれて正の歪が小さくなるため、平均ケースと平均値の差は小さくなっている。

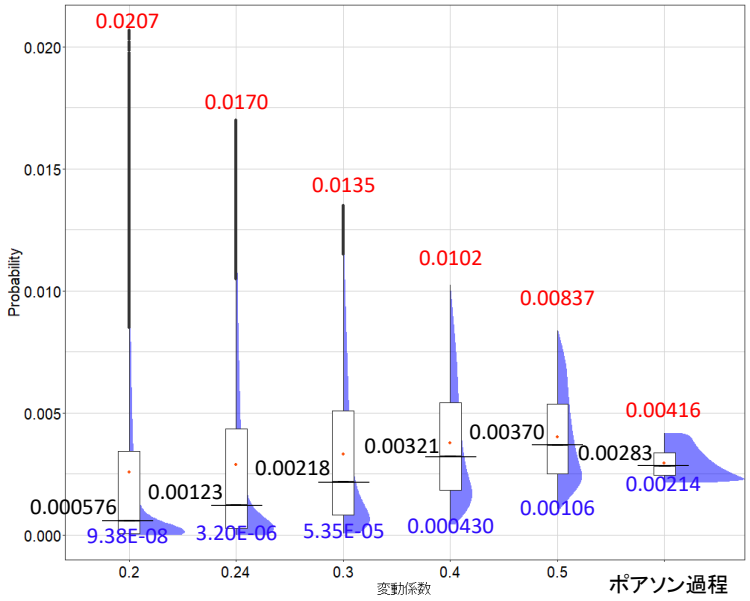


図44　BPT分布とポアソン過程の30年発生確率の比較
（上下端の数値はそれぞれ分布の最大・最小値）

地震発生を完全にランダムと仮定すると、確率過程としてポアソン過程を採用することになり、その場合の活動間隔の確率分布は指数分布（変動係数 100%）となる。この場合は、最新活動時期に関する情報は使われないため、30 年発生確率は平均活動間隔のみに依存し、図 40 および図 41 に相当する図は、それぞれ図 45 および図 46 のようになる。最大ケース(0.416%)は最小ケース(0.214%)の 2 倍程度であまり開きが見られず、それらの中間的な値をとる平均ケース(0.283%)および平均値(0.293%)はほぼ同じ値となった。これらの値は、図 44 によると、BPT 分布では変動係数 30～40%の場合に相当することがわかる。

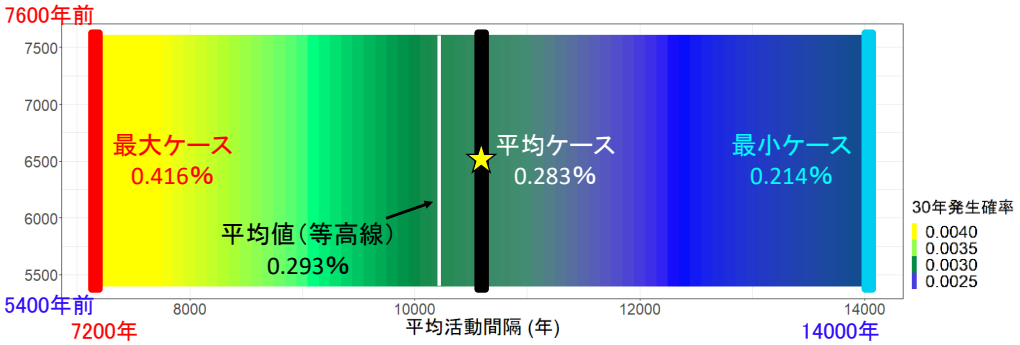


図 45　ポアソン過程による 30 年発生確率の取りうる値

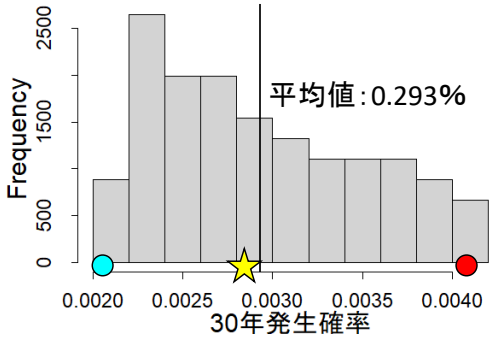


図 46　ポアソン過程による 30 年発生確率の分布傾向

10）断層帯周辺の自治体・地域住民等との情報共有（令和２～４年度）

令和２年度においては、不確定性を有する地震ハザード情報の利用者側の受け止め方や、活用方法、情報発信のあり方について検討するために、「岐阜地域研究会」を組織し、断層周辺の自治体、防災研究会組織、防災コーディネータ、地域住民らとの双方向のコミュニケーションの場とした。またホームページを起ち上げ、情報発信のプラットフォームを構築した（https://www1.gifu-u.ac.jp/~eerl/Byoubuyama-Juten/）。

令和３年度においては、社会連携活動の場として、清流の国ぎふ 防災・減災センターの集会の場を活用して、プロジェクトの紹介を行うとともに、恵那市の防災担当職員、防災リーダー、防災士を交えて、プロジェクトへの期待や地域における地震防災対策に関する課題などについて意見交換を行った（図47）。以下にその概要を示す。

・行　　事：清流の国ぎふ 防災・減災センター　第80回げんさい楽座
・日　　時：2022年２月28日（月）19時～20時30分
・テーマ　：「活断層調査を減災・防災に活かすには？」
・場　　所：ふるさと富田会館（恵那市岩村町富田）
・発信方法：Facebookでライブ配信。終了後にZoom収録動画をYouTubeで公開
（https://www.youtube.com/watch?v=bzAWKkf-oP8&t=3799s）

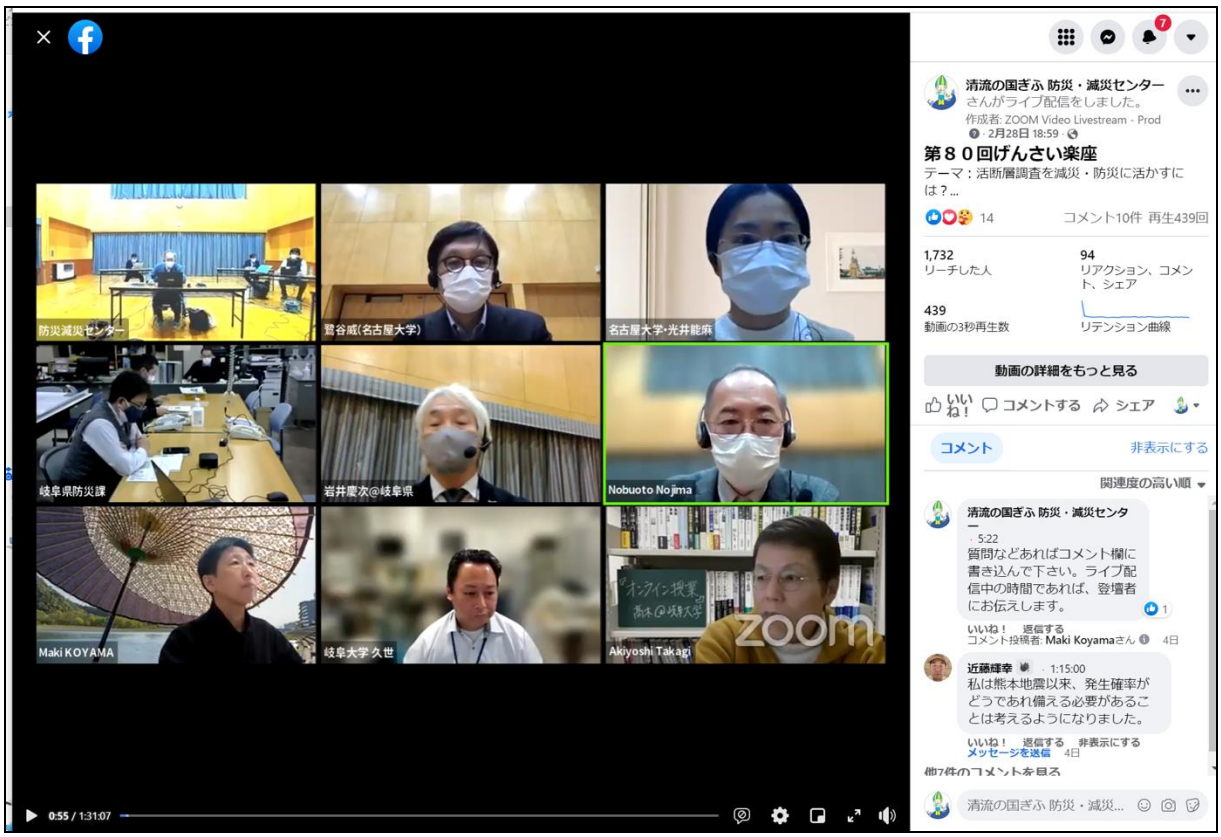


図47 第80回げんさい楽座（2022年２月28日）の様子

まず能島暢呂教授（岐阜大学）より趣旨説明が行われた。引き続き、鷲谷威教授（名古屋大学）より「『屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯における重点的な調査観測』の概要」と題して話題提供がなされた。地震調査研究推進本部による屏風山・恵那山及び猿投山断層帯の評価の現状についての説明の後に、プロジェクトの全体像及びサブテーマ１～５の個別の取り組みの内容が紹介された。次に、光井能麻研究員（名古屋大学）より「住民アンケート調査から見えてきたこと」と題して話題提供がなされた。昨年度のアンケート調査の結果に基づいて、住民の備えの実態や、活断層や地震ハザードについて知りたい情報の内容、地震動予測地図に対する理解の現状などについて説明がなされた。さらに能島暢呂教授（岐阜大学）より「『地震ハザードプロファイル』による理解促進の試み」と題して話題提供がなされた。揺れの強さと地震発生確率の関係に基づいて地震ハザード・リスクを捉える視点について説明がなされた後、令和２年度の成果としての「地震ハザードプロファイル（地点版）」の紹介がなされた。

さらに後半では、話題提供の３名に加えて、岩井慶次氏（恵那市防災研究会 会長）、渡辺靖氏（恵那市総務部危機管理課長）、服部紀史氏（防災士、元恵那市総務部危機管理課）、奥田克彦氏（岐阜県防災対策監）、久世益充准教授（岐阜大学）の５名を交えて意見交換を行った。公開されている地震ハザード情報については、震度分布のみならず地震被害としてのイメージを持たせてほしいという要望があった。揺れの強さに関する情報の空間解像度については、ピンポイントで詳細な情報が求められることも多いという指摘もあった。また活断層情報については、建物が断層を跨いでいるか否かがわかるようなレベ

ルの詳細な情報があれば、土砂災害警戒区域に匹敵するようなハザード情報として周知し、危険性を明示できるという意見があった。さらに、地域住民に地震ハザードを伝える立場としては、経験が多くイメージしやすい風水害とは異なり、地震のイメージを持ちにくいうえ、危険性の高い場所を特定しづらいため、「いつ・どこで」という疑問に答えるのが困難であるという現状が指摘された。また、地区防災計画を推進する防災リーダーの立場としては、専門家に対して地震ハザードに関する分かり易い情報発信を求めたい、との要望が出された。さらに、地域住民と専門家が協力して地震防災・減災に取り組むことの重要性が指摘された。

令和４年度においては、引き続き、地域連携の一環として「活断層調査を減災・防災に活かすには？」と題する集会を開催し、プロジェクトについて説明を行うとともに、地域の地震防災への活用に関して意見交換を行った（図 48～50）。以下にプログラムと議論の概要を示す。

・日　時：　2023 年２月 28 日（火）14:00～17:20
・テーマ：「活断層調査を減災・防災に活かすには？」
・場　所：恵那市消防防災センター３階（恵那市消防本部）
・内　容：
（1）自己紹介、趣旨説明
（2）屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯における重点的な調査観測（鈴木教授）
（3）地震ハザード情報を社会にどのように伝えるか（鷺谷教授）
（4）様々な可能性を示す地震ハザードプロファイル（能島教授）
（5）岐阜県における地震想定・被害想定について（奥田防災対策監）
（6）岐阜県被害想定調査の概説、想定地震の選定と地震動予測（久世准教授）
（7）意見交換

参加者の自己紹介の後、能島暢呂教授（岐阜大学）より趣旨説明がなされ、様々な地震ハザード情報の種類、ハザード情報の流れ、東濃地域における地震想定などに関する整理が示された後に、昨年度（2022年２月28日）、清流の国ぎふ 防災・減災センターの第80回げんさい楽座として実施された意見交換会の振り返りが行われた。

話題提供として、まず鈴木康弘教授（名古屋大学）から、地震調査研究推進本部による活断層の重点的調査観測の目的や対象選定条件について説明があり、当該「屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯における重点的な調査観測」のプロジェクトにおける研究課題・目的・手法の全体像が示されたうえで、サブテーマ１～５の実施体制および取り組み内容の概要が紹介された。



図48 鈴木教授による話題提供

次に、鷺谷威教授（名古屋大学）より「地震ハザード情報を社会にどのように伝えるか」と題して話題提供がなされた。地震調査研究推進本部による活断層の長期評価と地域評価、地震動予測地図とその情報提供についての説明の後に、サブテーマ５の活動報告として、専門家向けアンケート（日本活断層学会、日本地震学会、日本地震工学会）、住民向けアンケート（公表資料の理解度に関する内容、 試作パンフレットの内容と表現方法）、防災担当者聞き取り（愛知県、愛知県豊田市）の成果が紹介された。以上の成果を踏まえて、地震調査研究推進本部から発信される地震ハザード情報は、情報量としては十分で内容の信頼性が高い一方、内容が難し過ぎる傾向にあり、防災意識向上を図るには、社会への伝え方を改善する必要があることが指摘された。具体的な改善策として、地震ハザード情報のみならず、被害や対策に関する情報を合わせて示すとともに、住民向けには、活断層の危険性と真に必要な情報を分かり易く伝えること、自治体担当者向け、専門的な情報を読み解けるようにする解説を付けること、などの工夫が挙げられた。

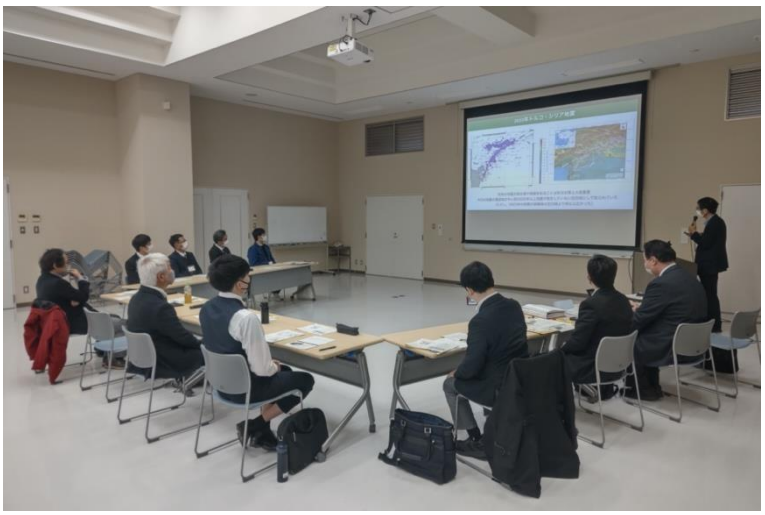


図49 鷺谷教授による話題提供

続いて、能島暢呂教授（岐阜大学）より「様々な可能性を示す地震ハザードプロファイル」と題して話題提供がなされた。本プロジェクトで開発した「地震ハザードプロファイル（地点版・市町村版）」の試作版が紹介され、東濃地域周辺には地震発生の可能性のある内陸活断層が数多く存在することから、揺れの強さ（影響度）と地震発生確率（切迫度）の関係に基づいて、地震ハザード・リスク情報を理解する必要があることが説明された。また、震度レベル毎の曝露人口分布を用いたクラスター分析の結果が示され、震度５弱・５強については地域や断層を特定することなく備えるべきレベルであること、震度６弱・６強以上については備えるべき断層が地域ごとに明確になることが説明された。以上を通じて、岐阜県において想定地震とされている屏風山・恵那山-猿投山断層が、多数の地震群において占める位置づけが明らかにされた。また、地震発生確率の評価方法と、断層の活動履歴に関する新たな知見が長期評価に及ぼす影響について説明がなされた。

さらに、奥田克彦防災対策監（岐阜県危機管理部）より、岐阜県発行のパンフレット「迫る地震に備えましょう」（岐阜県，2021）を用いて、「岐阜県における地震想定・被害想定について」と題して話題提供が行われた。また、久世益充准教授（岐阜大学）により、「岐阜県被害想定調査の概説、想定地震の選定と地震動予測」と題して、1996～1998年、2003～2004年、2011～2012年の３期にわたって実施された岐阜県地震被害想定における想定地震の設定、地震動予測の手法、地盤モデルの整備、予測される揺れの特徴などについて説明がなされた。

後半では、以上５名からの話題提供を踏まえて、志津博光氏、渡辺靖氏（恵那市危機管理課）、後藤颯太氏（中津川市防災安全課）、安江一将主査（瑞浪市生活安全課）、岩井慶次氏（恵那市防災研究会会長、日本防災士会理事・岐阜県支部長）、橋冨彰吾氏（名古屋大学研究員）の６名を交えて意見交換を行い、次のような意見が出された。



図50 意見交換会の様子

- 地震発生はイメージしにくいが、神戸や熊本のように、地震は滅多に起きないと思われていた地域でも内陸活断層の地震が発生し、甚大な被害が発生したことを重く受け取るべきである。

- 内陸活断層の地震が「滅多に起こらない」というよりも、「低頻度だが必ず起きる」といった言い方をするなど、長期的観点での説明も必要である。
- 短期的予知や直前予知に過大な期待を寄せてはならない。また、発災後の危機管理的対応も重要だが、地震に関しては、事前のリスク管理的な対応が一層重要である。
- 国が発信する情報が必ずしも適切に社会に伝わっていない。地震ハザード情報の活用促進に向けて、地域特性や情報の受け取られ方を踏まえて改善してゆく必要がある。
- 地震発生確率と震度曝露人口の関係図において、県単位や全国で見たら備えるべき断層を明確化できるのではないか。影響度（鉛直線）、切迫度（水平線）、等リスク線（右下がり45°線）などの多面的な切り口で説明できる。個人単位のことになると、横軸を資産などのリスク指標にすると関心が持たれやすいのではないか。
- 被害想定に用いた地震動の揺れを地震体験車で体験できるようになっているので、地震の揺れの恐ろしさを実感して防災意識を高めるために活用できる。
- 岐阜県内で育成された多数の防災リーダーが、地震ハザード情報に関する理解を深めて、広く社会に浸透させてゆく役割を担うことを期待したい。
- 愛知県で行っている活断層自治会連携会議では、自治体関係の参加者が色々な悩みを共有するとともに、お互いに情報交換を行っており、貴重な場となっているので、広く参加を呼び掛けたい。

最後に、自治体および市民防災の視点から、次のような感想が述べられた。

- 自治体では豪雨災害の方に注目が集まる。地区の防災訓練も豪雨災害が対象で、地震を対象とした防災訓練はなかった。地震災害に向き合う必要性を改めて感じた。
- 台風の場合は、強さ・進路・到達時刻などの情報が得られるので避難所開設などの対応がしやすいのに対して、地震の場合は地震規模・発生場所・発生時期がわからない。地震に関して、自治体から市民に分かり易く説明することが必要であることは理解しているが、そのことの大変さを改めて実感した。
- 防災訓練の主な対象は風水害であり、洪水ハザードマップが欲しいと来る方は多い。洪水の L1，L2 の説明については、難しいが工夫して説明している。一方、地震ハザードマップが欲しいと来る方はおらず、地震ハザードマップの説明も難しい。当市では東日本大震災で震度４を経験した程度で、大きな揺れを経験したことがなく、伝え方は難しい。地震に関する情報を周知するために適切な伝え方を考えて行きたい。
- 日本防災士会では地区防災計画を進めており、各地区でのボトムアップ的な取り組みを強化していきたい。風水害とは異なり、地震ではリードタイムがなく、いつ発生するかわからないので、「フォワードタイムライン」の考えで、地震発生を前提にして「常に備えよ」の一言に尽きる。

以上のことから、防災実務の現場では、洪水ハザードマップと比べて地震ハザードマップはあまり利用されていないこと、風水害には危機管理的に対応できる一方、地震災害にはリスク管理的な対応と、低頻度だが地震発生を前提とした備えの両方が必要であること、岐阜県の地震環境や市民の受け取り方の傾向を踏まえて、確率表現を工夫して理解を

深め、活用を促進することの必要性が明らかとなった。

（c）結論

地震調査研究推進本部は、1995年の阪神淡路大震災の発生を受けて設置され、地震に関する正しい情報を広く社会に伝え防災に役立てることを目的として様々な施策を推進してきた。活断層の長期評価とそれに基づく地震動予測地図の作成は、地震調査研究の社会への中心的なアウトプットというべきものである。地震本部が設置されて今年で28年になるが、これらの地震ハザードが本来の目的である防災意識防災に役立っているか、もしそうと言えないのであれば、情報発信をどのように工夫すべきか、といった疑問が本研究の出発点であった。

上記のような疑問から、地震本部が公表している地震ハザード情報の活用状況や問題点を探るため、自治体の防災担当者を対象とする聞き取り調査および専門家および地域住民を対象とするアンケート調査を実施した。その結果、地震本部による現在の地震ハザード情報提供の問題点が浮かび上がった。

まず、地震本部でまとめている地震ハザード情報は、専門的観点からも十分な信頼性を有しており、全国を同じ基準で網羅した貴重な情報と評価できる。個々の活断層の活動履歴や将来の地震活動の長期予測、それに基づく地震動の予測は、将来起こり得る地震災害について正しく理解し備える上で必要不可欠な情報と言える。一方、こうして得られた知見が社会に正しく伝わり利用されているかというと、そうとは言い難い。地震工学の専門家や自治体の防災担当者など、地震防災の現場を知る層を対象とした調査では、地震本部のハザード情報は信頼できるが内容が難しく理解が困難である、といった評価であった。地域住民を対象としたアンケート結果からは、地震現象そのものではなく、起こり得る被害やその対策に関する情報を求める声が多かった。これらの結果からは、地震に関するリスクコミュニケーションにおいて、情報を提供する側（国、専門家）と受け取る側（自治体、住民）との間でコミュニケーションのギャップが生じていることが窺われ、何らかの対策を講じることが必要である。

まず、長期評価や地震動予測の専門的な内容は十分な信頼性を有しており、その内容を変える必要は無い。しかし、こうした情報をデータベースとしてまとめることと、社会にハザード情報を発信することを明確に区別することが必要である。社会に対する情報発信においては、誰を対象として、どんな目的で情報を出すのかを明確にし、対象毎に必要な内容を厳選し表現方法を最適化する必要がある。手間はかかるが、自治体向け、企業向け、住民向けといった形で必要な情報をまとめた資料を用意した方が良い。また、自治体の防災担当者は、国と住民の間で情報を伝える役割が期待されている。自治体担当者向けに分かりやすい解説資料を作成するとともに、住民向けに説明を行う際に使用できる資料を地震本部の側で用意することは検討に値する。住民向けの説明資料では、情報を正しく伝えることが必ずしも防災意識の向上につながらない、といった皮肉な結果も得られた。活断層では地震の発生頻度が一般的に低く、その確率を伝えるだけでは逆に安全情報として誤解されてしまい、防災行動の誘発効果が低かった。こうした事例の場合には、発生確率といった時間に関する情報を出すよりも、ひとたび地震が発生した時の被害の程度を理

解してもらった方が防災意識の向上という目的の達成に近づく。

また、本研究では調査対象とできなかったが、住民向けのハザード情報提供においては、自治体の防災担当者とともに、テレビ・新聞等のメディアも重大な役割を担っている。新聞の見出しの限られた字数やテレビの限られた時間で情報を伝えようとすると、地震発生確率といった必ずしも重要度の高くない情報ばかりが注目されて住民の受け取り方が偏ってしまうケースも見られる。メディア関係者との交流を深め、正しく報道してもらうことは大変重要な課題と言える。

地震ハザードの多様性と不確定性に対する理解促進を図るための基礎資料として、「地震ハザードプロファイル」を考案し、恵那市役所地点を対象とした「地点版」と恵那市全体を対象とした「市町村版」のプロトタイプを試作した。30 年地震発生確率(P)と計測震度(I)の関係を表す P-I 図、および、震度曝露人口(PEX)との関係を表す P-PEX 図を用いて、「切迫度」と「影響度」の二軸でハザードレベルを視覚的に理解しやすく、シナリオ地震間の相互関係、特に岐阜県の想定地震との関係も捉えやすくすることができた。

揺れの広がりの多様性の表現に関しては、震度曝露人口分布のクラスター分析により、震度レベルごとに備えるべき対象地震が異なることを明らかにし、想定シナリオ選定のための参考情報とした。また、確率表現の多様性に関しては、恵那山－猿投山北断層帯を対象として 30 年発生確率の確率分布を算出し、その平均値が平均ケースの２倍以上となることを明らかにした。加えて、活断層調査により最新活動時期に関する新たな知見が得られた場合を想定し、30 年発生確率の評価値に与える影響を明らかにした。

「活断層調査を減災・防災に活かすには？」と題する集会を２回開催し、プロジェクトの概要、地震ハザード情報の社会への伝え方、地震ハザードプロファイルに関する説明を行うとともに、岐阜県の地震・被害想定、地震動予測手法などについて紹介した。また、恵那市の防災担当職員、防災リーダー、防災士を交えて、プロジェクトへの期待や地域における地震防災対策に関する課題などについて意見交換を行った。ハザード情報をリスク情報につなげることの重要性、地震ハザード情報を伝えることの難しさ、活断層情報や予測震度情報に求められる解像度などに関する意見や要望が出されたほか、地域住民と専門家が協力して地震防災・減災に取り組むことの重要性が指摘された。また、洪水ハザードマップと比べて地震ハザードマップはあまり利用されていないこと、風水害には危機管理的に対応できる一方、地震災害にはリスク管理的な対応と、低頻度だが地震発生を前提とした備えの両方が必要であること、などの意見が出された。岐阜県の地震環境や市民の受け取り方の傾向を踏まえて、確率表現を工夫して理解を深め、活用を促進する必要性があることが明らかとなった。

将来の課題として、地震ハザードプロファイルの試作を通じて、不確定性を有する地震ハザード情報の理解を深め、活用を促進するための情報発信のあり方について、留意すべき点を考察した。まず、震度などの地震動強度に関しては、以下の点が挙げられる。

- 国の研究機関や地方自治体などによって多数の地震ハザードマップが公開されている

中で、それぞれのシナリオ地震設定の狙いや、評価結果の相対的な位置づけを明確にし、分かり易く伝えることが重要である。

- 地震動シミュレーションによる詳細法、地震動予測式による簡便法のそれぞれにおいて、地震動予測手法として様々な手法があり、それぞれの評価結果の不確定性の要因やばらつきの程度などを明らかにし、適切に伝える必要がある。
- 想定されたシナリオ地震通りに地震が発生することはなく、他にも多くの可能性が存在すること、すなわち、地震ハザードの多様性について理解を得ることが重要である。

また、地震発生確率に関しては、以下の点が挙げられる。

- 基礎データ（最新活動時期・平均活動間隔）自体が大きな不確定性を持ち、不明とされる場合もあることを適切に伝える必要がある。
- 基礎データの状況に応じて、適用可能な地震発生確率の評価手法が異なり、評価値の不確定性が大きく、その信頼性も様々であることについて、理解を得ることが重要である。
- 地方自治体が独自に設定するシナリオ地震については、対応する地震発生確率が求められていない場合があり、地震ハザードを定量的に考察するうえでは、主要活断層帯と整合するような評価が行われることが望ましい。

本研究で試作した「地震ハザードプロファイル」は、地点版・市町村版ともに多くの情報を掲載している。地震ハザード情報の不確定性に対する理解を深める方向性と、地震ハザード情報をシンプルに分かり易く表現する方向性の両者を考慮して、地震ハザード情報の表現・提供方法の改良を進めることが将来の課題として挙げられる。

謝辞：チラシを試作しアンケート調査を実施するにあたり東京都立大学吉嶺充俊氏及び防災科学技術研究所 E-ディフェンスより写真提供を頂きました。ここに記して感謝します。

(d) 引用文献

（国研）防災科学技術研究所：地震ハザードステーション(J-SHIS；Japan Seismic Hazard Information Station), 2021.

岐阜県：内陸直下型地震と複合型東海地震に関する被害対応シナリオについて（平成 16 年 5 月公表）https://www.pref.gifu.lg.jp/page/8348.html, 2004.

岐阜県：南海トラフの巨大地震等被害想定調査について（平成 25 年 2 月公表）https://www.pref.gifu.lg.jp/page/9601.html, 2013.

岐阜県：内陸直下地震に係る震度分布解析・被害想定調査結果（平成 31 年 2 月公表）https://www.pref.gifu.lg.jp/page/19732.html, 2019.

岐阜県：「迫る地震に備えましょう」, https://www.pref.gifu.lg.jp/uploaded/attachment/274844.pdf, 2021.

岐阜県・岐阜大学：平成 29 年度内陸直下地震の震度分布解析調査, 報告書, 2018.3.

地震調査研究推進本部地震調査委員会：屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯の長期評価,

https://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/53_54_byobu_ena_sanage.pdf, 2004.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：「全国を概観した地震動予測地図」報告書,2005.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：全国地震動予測地図, 2018.
地震調査研究推進本部地震調査委員会：主要活断層帯の長期評価：https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/major_active_fault/, 2021.
地震文部科学省研究開発局地震・防災研究課：地震調査研究成果の普及展開方策に関する調査報告書（平成 31 年 3 月), 地震調査研究推進本部政策委員会第 73 回総合部会資料 参考総 73-(1), 2019.
Sugito, M., Furumoto, Y. and Sugiyama, T.: Strong Motion Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, The 12 th World Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM, Aukland, New Zealand, January 2000.
内閣府：令和 4 年度 青少年のインターネット利用環境実態調査第 2 部 調査の結果 第 1 章 青少年調査の結果, 19-70,2023. https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/12772297/www8.cao.go.jp/youth/kankyou/internet_torikumi/tyousa/r04/net-jittai/pdf/2-1-1.pdf
能島暢呂・久世益充・杉戸真太・鈴木康夫：震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み, 自然災害科学 23(3), 363-380, 2004.
能島暢呂・藤原広行・森川信之・石川 裕・奥村俊彦・宮腰淳一： 震度曝露人口による活断層の地震リスク評価, 日本地震工学会論文集 10(2), 22-40, 2010.
政府統計の総合窓口 e-Stat：統計 GIS データダウンロード, https://www.e-stat.go.jp/gis/statmap-search?page=1&type=1&toukeiCode=00200521&toukeiYear=2015&aggregateUnit=Q&serveyId=Q002005112015&statsId=T000876
総務省：令和３年通信利用動向調査の結果,p. ３.,2022. https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/220527_1.pdf

(e) 資料

1) 愛知県防災担当者聞き取り調査結果

実施日：2022 年 1 月 6 日 10:00-11:00 頃

場所：防災危機管理課打合せスペース（愛知県庁 本庁舎２階）

調査協力者：愛知県防災安全局 防災危機管理課 上阪勇輔主任、御園玲奈主事

質問者：鷺谷、光井

質問開始前の挨拶・説明

・最初に、本調査の趣旨や昨年度の理学系研究者向けアンケートの結果（理解度などの面

で自治体の担当者を重視している点）を伝えた上で、聞き取り開始
・録音・報告書の作成・学会発表の許可を得た
・南海トラフ地震への対策を含んで回答しても差し支えないことを伝えた

質問内容：

１．地震調査研究推進本部（以下，地震本部）が提供している地震ハザード情報の活用について

1-1．地域の防災対策における地震本部の地震ハザード情報の活用事例があれば教えて下さい。

南海トラフ地震向け：

・「お役立ちガイド」（啓発用パンフレット）の中の「地震の基礎知識」
https://www.pref.aichi.jp/soshiki/bosai/oyakudatigaidojisinnhenn.html

・県政お届け講座（県政に関する講座）の資料
https://www.pref.aichi.jp/soshiki/koho/0000036522.html

活断層地震：

・「愛知県内活断層ポータル」内の「愛知県内活断層図」（2017 年 12 月以降、更新なし）
http://area.quake-learning.pref.aichi.jp/katsudansou-portal.html

Q. このような情報提供について住民・企業からの反応やフィードバックはあるか？
A. 近年ほぼない
Q. 元の情報もほとんど変わっていないと思うが、定期的な更新の計画などの可能性は？
A. ベースになっている情報の更新があれば速やかに行う
Q. 更新時に文科省からの通知はあるか？
A. ある（内閣府防災担当や消防庁など）
Q. アクセス数の解析は行っているか？
A. 特に行っていない。重要なのは誰でもアクセスできる状態を確保することなので、それは維持していきたい
Q.この情報内容について、県の部局内で精査・確認は行っているか？
A. 国がやったものをあらためて県が調査するのは、予算の関係もあり難しい。出された結果は国の研究結果として活用していきたい。30 年程前は県の建設部門で独自の活断層調査があったが、現在は国の調査機関の結果をいただくことが中心となっている。
Q. 情報の出し方について「こうしたら良い」など意見を出すことはあるか？
A．ICT 全般（HP の見せ方、スマホ対応など）の変化への対応は県全体でやるべきかもしれない。

1-2. 地震本部のハザード情報を利用する上での問題点があればお知らせ下さい。

内容の専門性が高く、理解して、そこからさらに活用するのは難しいので、1-3 にも通じるが、行政がどのように活用したら良いかというところまで示してもらえると良い。
専門的知識を持たない人でも活用できるような形で情報提供してもらえれば、ただそこに情報がある、という状態ではなく、人に伝わっていくと考える。

1-3. 地震本部のハザード情報の内容または提供方法に関する希望があればお知らせ下さい。

Q. 国からの活用事例の提供はあるか？

A. 特に見たことがない。

地震の関係でよく分かるものを見ることはない。月例会で気象台から防災対策部門・防災関係機関・メディアに月に 1 回情報提供されるが、それも難しい。速報的なものだけでなく、解説があっても難しい。

南海トラフ地震の「30 年以内に 70～80%」がやはり分かりやすい

活用しやすい数字があると使いやすいので、それを国の方で、行政サイドの専門家と地震サイドの専門家の間で、どうやったら一般の方にわかりやすいかを噛み砕いた上で、エッセンスを抜き出して伝えてもらえると有難い

＊防災担当者は、大抵は２～３年で異動する（一部の人はもっと長く担当する）→行政の組織として全般的に言えることである

Q. 活断層地震の場合は 30 年間で「1%」や「0.?%」などの発生確率になるが、愛知県の防災担当として、このような確率の低い事象をどのような感覚で捉えているのか？

A. 正直なところ、その確率をどう使ったら良いか分からない。ここに家を建てても良いのか？どのくらい安全だと言えるのか。「あまり高くない」と思ってしまう。どのように伝えたら良いのか。

（ここで鷲谷から算出方法を説明：対象としている地震の発生間隔と前回の地震発生時期で決まる。南海トラフ地震だと約 100 年周期なので今後 30 年の発生確率が高くなるが、活断層の地震だと 5000 年～10000 年周期の地震を 30 年あたりにすることで確率が低くなる。確率が低いということが安全を意味しないため、分かりにくいが本質的なところ。頻度が低いことが対策上でも難しい点の一つ。絶対安全と言える場合はかなり限られていて、ごく最近地震が起こった場所ぐらいである。基本的には活断層があるということは、そこで繰り返し地震が起こっているということなので、決して安全とはいえない、ということは日本全体がそのような場所となるが、その警戒度の違いを確率で表現しているのが現状。その良し悪しも専門家の間でも意見が分かれるところ。）

A. 地域防災計画（地震津波災害編）で過去の地震として濃尾地震を挙げており、そのことから活断層も視野に入っている。我々としては、「地震はいつでも起こりうる」ことや「備え」、これらを伝える必要性がある。より正確な知識、発生確率だけでないことも伝えていかなければと思っている。南海トラフ地震だけでないということも。

Q. 内容が難しいという点に関連して、NSL（Network for Saving Lives; 「マスメディア

と研究者のための地震災害に関する懇話会」）※はご存知であるか？
※主に東海地域で活動しているマスメディア、研究者、行政機関、NPO、インフラ事業者等のメンバーによる大地震等による大規模災害に備える意見交換、情報交換を目的として 2001 年に発足した勉強会を指す。
A. 参加している

２．活断層地震に関する地震本部の地震ハザード情報について

2-1. 愛知県における活断層地震に対する防災対策の取り組みについて教えて下さい。

2-2. 活断層地震対策において，地震本部のハザード情報の活用事例があれば教えて下さい。

（2-1, 2-2 含む形で回答）
・愛知県活断層アトラス（1996 年度作成）
https://www.pref.aichi.jp/bousai/atlas.html
・愛知県内活断層ポータル（再掲）：活断層図に加えて、Q&A でも活用している
・活断層関連リンク：地震本部、産総研データベースなど
http://area.quake-learning.pref.aichi.jp/katsudansou-link.html
・第 3 次あいち地震対策アクションプラン：熊本地震や大阪北部地震などの活断層地震の発生を受けて項目の新規追加・修正（例：熊本地震→避難所外の避難者への対策・被災市町村への人的支援体制の整備、大阪北部地震→ブロック塀の安全対策、など）
https://www.pref.aichi.jp/soshiki/bosai/0000078460.html

2-3. 活断層地震に関する地震本部のハザード情報を利用する上での問題点があればお知らせ下さい。
（1-2 と重複しても構いません）

2-4. 活断層地震に関する地震本部のハザード情報の内容または提供方法に関する希望があればお知らせ下さい。（1-3 と重複しても構いません）

Q. 地震本部, 産総研（活断層データベース）、J-SHIS などバラバラにあるところの使いにくさ、わかりにくさはないか？
A. 確かにあるかもしれない。バラバラにあるので、相互に関連していない状況。
Q. それぞれの情報に齟齬はないと思うが、内容がそれぞれ非常に専門的であるため、一般住民の方が関心を持って見に行かれても知りたいことが得られているのか気になる。そのような点について、住民からの声や、ご自身が見られての感想は？
A. 難しいなあ、というのが正直なところ。それぞれで熱心に緻密な研究成果を出されていると思うが、それらの整合性まではわからないので、それをかみ砕いて説明するのは難しい。より地震の全般事項について県民に周知・広報する・ある程度の発生確率がある前提で各機関が取るべき対応を連携して検討するのは有り得るが、あれだけ細かい研究結果をどのように扱うかは悩ましい。
Q. 県から市町村への災害に関する情報提供は？
A. 基本は逆（市町村から県に被害報告が上がってくる。）。国から情報提供があった場合

にはメールやシステムで提供する。
Q. 市町村とのやりとりで難しいことは？
A. 近年大きな地震対応はないが、直近の事例で、台風であれば、台風説明会などで気象庁の情報をリアルタイムで市町村と共有しながら、被害予測や災害対応のあり方について連携して対応できているので、地震でもできれば。
Q. 活断層に関係なく、地震本部の情報提供などについてお気づきの点などはあるか？
A. 特にない。これまでの回答と同じ。
（ここで鷺谷から地震本部の取り組みの歴史(1996 年～)などを説明した上で、問題点（利用する側の視点が欠けている部分）を述べた）
A. 自分自身、子供の頃に震災があったことはなんとなく知っていて「活断層→地震」という意識が浸透してきたなかで、活断層がどこにあって、それがどのようなリスクがあるのかを正しく理解していくことが大事だと思っている。
活断層は掘ってみないとわからない部分もあると思っている。開発が進んで掘れないところも多い中で、掘れないところの活断層調査は？
（トレンチ調査が難しい場合の調査方法として、ボーリング調査、地中レーダー（電磁波での調査）を紹介した）
Q. 市町村とのやりとりに関して、市町村も地域防災計画やアクションプランを作成していると思うが、それ自体は県が基本的な指針を出しているという理解で良いか？
A. 災害対策基本法上、国が基本計画、都道府県・市町村が地域防災計画を作成することになっている。市町村の地域防災計画も県の作るものと反してはいけないとか、法律上のルールがあるなかで、市町村が地域防災計画を作る流れになっており、県でも確認している。アクションプランは県の条例で作っているものなので、全市町村で作っているわけではない。
Q. それに関して市町村から問い合わせは？
A. 多くはない。災害対策基本法の改正に伴う作成時はそれなりに問い合わせがあった。
Q. 地域防災計画の改正に係る通知は国から直接？県を通じて？
A. そもそも法律上、毎年見直すものなので、見直しは定例業務としてやっている。国から計画に関する通知があれば県を通じて伝えている
Q. 活断層の情報が使いにくいという話で、「南海トラフ地震は 70-80%」に対応する内容として、活断層の想定震度だけでは情報として弱いという認識ということか？
A. 1 万何千年後にあると言われても、リスクを具体にイメージすることは難しい。不安をあおるという表現は良くないが、こういうリスクがそこにあるということを認識してもらうことがまず大事と思っていて、何年後かは分からないが震度いくつ位の地震が起こるかもしれないという表現であれば、活用する方法はあると思う。現在の調査で明らかになっていて地域防災計画に記載している内容として、前回の発生時期と今後の発生時期を聞くと、素人目線で「(次の頃に）生きてないなあ」と思ってしまう。調査が終わっているところだけでなく、リスクがあるという観点で整理したものがあれば、そのほうが注意喚起・意識啓発の使い道が高いのかなと思う。大事なことは、「地震はいつ起こるかわからない」ということを言い続けることなので、地震の最た

るものが活断層地震という言い方が意識付けには良いかもしれない。
（鷺谷：（地震本部が公表している県別の情報を見せながら）国の方で確率論的地震動予測地図を作成していて、県ごとに資料を作成している。また、ハザードカルテも作成されている。シナリオ地震動予測地図も掲載されている。これもかなり専門的なことが書かれているが、震度分布図だと一般の方でも分かりやすいのかも。これをどのように使えば良いかという情報もあると一番良いのだろうと思う）
A. 自分の地域の情報を見る前に、最初にこのページが出てきた時点で諦めると思う。ハザードカルテくらいなら見られると思うが。
（光井：情報としては同じだとしても、どういう順番でどういう説明を添えて載せるかということが大事だということだと思う）
A. 数ある情報をいかにかみ砕いて、自分の地域において、どう我が事として受け止めてもらうのか、その情報を発信していくのかというのが仕事だとは思いつつも、やはり難しい。最初 1 枚くらいでリスクの説明の概要があった上で、細かい数字については後ろで説明してもらえると良いと思う。

2）豊田市防災担当者聞き取り調査結果
2022 年 10 月 26 日 13:00～14:00　於豊田市役所
出席者：大滝主査・町屋主事（豊田市）、鷺谷・橋冨（名古屋大学）

Q1 地域の防災対策における地震本部の地震ハザード情報の活用事例があれば教えてください。
・豊田市はハザードマップを全戸配布しており、そこで利用している。また、出前講座などでも利用している。出前講座での質問や市への問い合わせでは、活断層に関するものは年に数件程度で、市民の目は南海トラフに向いている。
Q2　出前講座などではどのような質問を受けますか？
・南海トラフの発生確率の話をすると、30 年確率 70%～80%って何と同じくらいなのか比較になるものはないのか？であるとか、人によってはやたら詳しい人もいて温度差がある（他と違う確率の計算方法ですよねとか、室津港のデータだけで本当に良いのかなど）。受け取る側のレベル差が激しいので、説明するときが難しい。自治体としても説明が難しい。
・風水害の L2 が発表されたので庁舎移転も検討されている。地震後の社会がどうなっているのかイメージできると、対策すべきことも分かる。こういったことが発生しそうというのは啓発できていると思うが、発生した後にどういったことが困るのかを住民に啓発する必要がある。
・豊田市も広いので、地震に注目している地域もあれば、水害に注目している地域もある。活断層は意識が向いているというのはほぼ無い。
Q3 地震本部のハザード情報の内容または提供方法に関する希望があれば教えて下さい。
・内閣府の南海トラフの映像をよく使う。フリー素材の映像なんかがあると良い。映像があると住民啓発もしやすい。ドラマ仕立てのような長いものではなく数分程度の短い

ものが良い。

Q4 企業はどのようなことを懸念されているか。

・企業とのやり取りではインフラ・ライフライン復旧に注目しているという印象を受ける。市も BCP 作成に補助金をつけて支援している。
・南海トラフでは、豊田市は支援する側になるかもしれず、その場合、復旧が遅くなる可能性もあるので備えを進めるよう住民や企業を啓発している。

Q5 ハザードカルテを住民向けの啓発などに使えそうか。（ハザードカルテを見ながら）

・ハザードカルテが非常に詳細に出ているが、その内容を自治体職員が説明できないといけない。
・自治体職員を教育する場があると有難い。近年、活断層地震が起きた地域だと、問い合わせはまず市町村に来ると思うので、参考になるような資料があると良い。

Q6 資料はどのような形式や内容が必要か。

・分量はあまり多いと大変なので、Q&A（住民の問い合わせ例と適切な回答例）だと有難い。ただ、書かれている内容が難しいと説明する自治体職員が理解できない。
・小学校で子供向けの出前講座をすることはあるが、本当に理解してもらえているのか分からないことがある。子供向けの教材があると有難い。「総合」の時間に防災を取り上げることがあり、学校から出前講座依頼されることが多くなった。
・小さい子はアニメを使ったりシェイクアウトで愛知県の「なまずん」のものを使ったりする。
・帰宅困難対策が進んでない。企業へは行動ルールの策定などお願いしているが、スタジアム（※豊田スタジアム）でのイベントなどの際に地震などが発生した場合どうするか。

3）地震工学会アンケート結果

2021 年度に実施した日本地震工学会会員対象のアンケートについて、2021 年度の報告書で概要を報告済みであるが、自由記載欄の内容も含め、アンケート結果を以下に記載する。

１．アンケート実施概要

・調査期間：2022 年 2 月 15 日～3 月 11 日
・調査対象：日本地震工学会会員
・調査方法：アンケートサイトを利用。学会のメーリングリストを通じて回答を依頼。
・回収状況：回収数　80

２．設問および回答

各設問を以下に示す。各選択肢に対する回答数はゴシック体で示す通りである。なお、いずれの項目でも総回答数は 80 である。

Ｑ１．最初に、「活断層で発生する地震」の情報提供に関する、あなたご自身のお考えを

おたずねします。活断層に関する情報として、あなたご自身が社会（住民、自治体、企業など）に知ってほしい情報（地震調査研究推進本部の評価内容に関わらず、一般的な知識・情報として大事な情報）について、当てはまるものを全てお知らせください。

・活断層の基本情報（位置、ずれの向き）[53/71/62]
・活断層の過去の活動（ずれの量、活動時期）[32/65/44]
・活断層の将来の活動（地震の規模、発生確率）[54/72/57]
・過去の被害地震 [68/73/66]
・地域のテクトニクスに関する情報（地質構造、活火山の分布、重力異常、ひずみ速度分布、地震活動、発震機構） [12/45/23]
・海溝型地震との違い・関係性[37/57/41]
・地震動に影響を及ぼす情報（速度構造）[12/49/27]
・予測される地震動 [47/68/59]
・予想される被害 [72/76/73]
・その他 [14/12/12]

（数字はそれぞれ「住民」、「自治体」、「企業など」についての回答数）

Q2. Q1 で回答した内容について、具体例またはご意見をお聞かせください。

・被害形態、被害のバックアップの重大さの情報が必要（単なる人命でなく）
・過去の地震被害に加えて避難場所や方法等も知らせたい
・評価の不確かさと不確かさが予測される地震動や予想される被害に及ぼす影響
・自治体・企業はリスク管理の観点からハザードを認識していればよく、住民はその必要はない。それ以外の情報はいずれのステークホルダーにも必要はない。
・上記のようなシナリオ型の想定ではなく，超過確率に基づいた情報の方が科学的に適切ではないでしょうか？
・地震が発生するメカニズムとそれに関係する身近な観測データを周知することと。 それを日々の生活で身近に感じてもらうこと。 降雨に関しては日本人なら感度を有しているのは、降雨が身近な存在だからである。地震もこのようにしていく必要性を感じる。
・自宅に及ぼされる被害や自身の負傷、企業の施設・設備被害
・個々に発信ということではなく、サーバーにアクセスして、適宜必要な情報を入手。情報は専門的、一般的及びわかりやすい、の 3 種類程度に分類。
・震度階級に対し、地震加速度の相対に認識が業界等で大きく違います。各機関から公開されている相対資料もかなりの相違が見受けられます。ここらをもう少し精査した研究発表が各団体の指針に統一性がでてくると、期待してます。
・国費が投入された研究成果は、争点や未解決課題も含め、かつ難解であるかどうかにかかわらず、原則すべてを住民、自治体、企業等が利用できる形で開示され、共有されるべきと考えます。
・自分達が住んでいる地域において、どのような活断層が存在しているのかを認識して、皆さんが「正しく恐れる（リスクを承知する）」ことができることが、防災・減災に役

立つ状況提供となると思います。
・項目として全て選びましたが、それぞれ、どのくらい知っておいて欲しいかは違うと思います。その情報をどう使うかが主体により違うと思いますので。
・猿投山があり活断層が存在することは周知の事なので、詳しい情報を提供されることは必要なことである。
・基本的には、住宅や企業の建物は個人資産ですので、これに対して自己責任で地震防災減災の対応を実施することになります。しかし、どの場所に居住してよいかを決めるのは地方自治体であり、土地利用（用途地域、容積率）の決定の際に、どの地域が地震で揺れが大きくなるかを十分に考慮して、居住可能な地域（市街化区域）を指定することが必要になると考えます。活断層からの距離で地震動強さを簡便に推定できれば指定も可能です。(ただし、課題は、どの程度の周期で地震が発生するかの情報をわかりやすく提示できるかです）つまり、自然災害から安全安心な居住地域を指定して提供することは、地方自治体の住民や企業に対する責任であるといえます。そういった意味では、地震の揺れが大きくなる地域にすでに居住している方に対しては、次に建て替える際には、建物の建て方を工夫してより耐震化を強めるよう条例を制定することも必要になります。最近、国土交通省が立地適正化計画を自治体ごとに作成することとなっていますが、地震は全体的に揺れが生じるので、区域の指定が難しく思われがちです。確率論の話もありますが、まずは地盤の軟弱な地域、過去に被害を生じた明確な活断層の周辺地域、などを立地適正化計画での規制に取り入れてはと考えます。
・情報の内容は素人が分かるものから専門家しか分からないものまで広がるが、この情報はそもそも国民のものである。したがって、情報を出す側が勝手に難易度と称して国民に提示すべきデータを選別すべきではなく、すべてを提示することが基本である。
・住民向け：　・他の地域で実際に発生した内陸地震の事例　・自分の地域で起こりうる内陸地震と近い実際に発生した事例　・実際に発生した事例で住民が困ったこと一覧
自治体・企業向け：　・各自治体での対策補助金の有り無し　・想定される内陸地震による停電範囲と復旧までの想定時間　・鉄道など移動インフラ停止想定期間
・大半の住民にとっては、身近な活断層の活動実績・経験が無いと思いますので、他の地域の事例で構いませんから、同様の地震・地震動・地震被害が生じた事例を紹介した上で、身近な活断層によっても同じようなことが起きる可能性があることを認識したり想像したり出来るように工夫することが大切だと思います。
・活断層の情報と同様に，断層がなくても，どこでも起こりえる M6.5 レベルの地震の存在を知ってもらう必要がある。もしかすると，活断層の情報を強調すると，このようなどこでもおこえりえる（が，直下で起きたらそれなりの被害が生じる）地震に対する認識が薄まりそうな気がする。
・活断層位置情報の意味するところ。地図に示される断層（線）の意味（必ずしも地表に現れる断層という意味ではないこと)、その線上に入っていなければ安全あるいは被害はないというような認識に対する啓蒙が必要に思います。
・企業については地域住民や社会的責任の関係性や重要度によって把握しておくべき情報

は変わると考える。一方、自治体は、管轄する地域内の住民や企業に対して、提供する情報を選別、問い合わせに対応する必要があることから、ある程度背景となる情報を把握する必要があると考える。
・人類が地下を調べる能力には限界があるため，J-SHIS Map 等で確認できる断層の分布図に断層が無いからといって，そこに断層が無いと言い切れるものではないということを多くの人が知る必要があると考える.
・予想される被害として、建物倒壊率などで示されることが多いが、地震が発生すると地域でどの様な困ったことが起こるか？をより具体的に示した方が現実味を持って考えて頂くきっかけになるかと思います。 企業にとっては、自社だけでなくサプライチェーンの一部として、波及的にどの様なことが起こるかを想像する必要があると思います。
・誰を想定して回答するかがあいまいなので，ここでは以下のように考えました．住民としては町内会長，自治体としては市レベル以上の自治体で地震防災に関わる担当者を想定しました．企業は幅が広すぎてよくわかりませんが，防災とは無縁の会社を想定し，町内会長と一緒にしました． なお，活断層の位置は重要だがずれの向きは気にしない．地震規模は重要だが，発生確率はそうでもないと考えます.
・活断層による地震評価は，実際には（結果として）多くの場合ハズレになる確率の方が高いと思われるので，一般住民までその情報を知らないといけないとは思いません．むしろ，その市町村で一番被害が大きくなるような想定での，耐震化した場合とそうでない場合の損失や，その後の税収の落ち込み，人口流出などを自治体に示した方が，対策のモチベーションになるのではないかと思います.
・被害を低減するための対策の概要：全員 活断層の基本情報-位置のみでよい：住民 速度構造は地盤の揺れやすさ・液状化傾向等であれば：全員

Q3. 以降は、地震調査研究推進本部（以下、地震本部）が公表している情報についておたずねします。

地震本部が公表する「地震に関する評価」には、地震活動の評価、長期評価、強震動評価、地震動予測地図、津波評価があります。本調査では、これらのうち活断層地震に関する長期評価と地震動予測地図を「活断層の地震ハザード情報」と呼ぶこととします。
「活断層の地震ハザード情報」の各情報について、あなたに当てはまるものをお知らせください。
・情報の存在を全く知らなかった（今初めて知った）[2/2/3]
・情報の存在は報道等で知っていたが、情報の詳細を地震本部の HP などで確認したことはない[14/7/7]
・情報の詳細を地震本部の HP などで確認したことがあるが、それらの情報を業務や研究活動で使用したことはない [13/22/20]
・上記の情報を業務や研究活動で使用したことがある [51/49/50]
（数字は長期評価/確率論的地震動予測地図/震源断層を特定した地震動予測地図に対する回答数。）

Q4. 続いて、「活断層の地震ハザード情報」の表現方法についておうかがいします。長期評価の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。（情報量と内容の難易度については３が最適値、その他の観点については５が最適値となります）
・情報量（5:多い～1:少ない）[7/18/40/5/3/7]
・内容の難易度（5:専門的～1:基本的） [22/22/29/3/0/4]
・内容の信頼性（5:高い～1:低い）[15/16/31/6/2/10]
・表現の分かりやすさ（5:平易～1:難解） [1/7/25/29/9/9]
・「断層の位置情報」の分かりやすさ（5:平易～1:難解）[13/14/34/11/3/5]
・「引き起こされる地震規模」の分かりやすさ（5:平易～1:難解）[9/16/32/14/3/6]
・「将来の地震発生確率」の分かりやすさ（５：平易～１：難解）[3/13/25/16/14/9]
（５段階評価および「分からない」の回答数）

Q5. Q4 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・地震後、追跡調査がもっと必要と思われます。
・最初に summary が書かれていて、そのあとにその根拠などより詳しい説明が書かれているような構成にするなど、構成に工夫の余地があるように感じる。 また、細かい記載においても、例えば、地震の発生確率について、信頼度が比較的高い b と評価されるものは、確率が幅をもって記載されているのに対して、信頼度が低い d と評価されているものは、信頼度が低いということを定量的に示すべきと思われるところ、そのような検討がされず、確率の値が確定的に（評価されているかの誤解を与えかねない表現で）記載されている。 様々な断層帯が重複して名前をつけられており、わかりづらい。 また、解説文において、専門家の判断と客観的な評価が混在していて読みづらい。
・上記より,「地震動の発生確率」の方が意志決定において重要ではないでしょうか？
・本断層帯、他の断層帯に関わらず、長期評価の記載スタイルは文章を中心としているため、複数のページを読み比べることがしにくい。 箇条書きや表を活用するなどの工夫をすれば、もっと読みやすくなり、一般市民や自治体の職員の活用が広がるのではないかと思う。
・地震の発生に関しては本来的に予測が難しい現象であるため、確率的表現は合理的であると思います。一方、リアル感に欠けるところもあるため、住民に対しては、理解を助ける工夫も必要かと思います。
・断層の位置情報が、もう少しクローズアップされた地図情報として提供できると、より理解が深まると思います。
・長期評価は、専門家が読む分には非常に有効な資料ですが、住民や自治体の担当者レベルでは、理解が難しい内容が多く含まれていると思われます。（この資料の使われ方を誤解している場合は、ご容赦ください）住民レベル、自治体担当者レベルでみると、活断層の位置を図面で確認して、それに付随する発生確率を知る、さらには地震が発生した場合の周辺地域での震動マップもあるとよいでしょう。震動マップの作成には当然ながら地盤の増幅も検討されなくてはなりませんし、場合によっては、震源の崩壊メカニズムまで検討しなくてはならないかもしれません。そうしますと、強震動予

測の専門家との協同作業（分業？）が必要になりそうです。その結果をどのようにわかりやすく住民へ伝えるのか、居住地域をどうするべきか、長期評価の結果の使われ方についての基本指針のような説明もあるとよいです。
・情報量・内容は、受け取り側要求に差があるので、多寡や専門的表現の難易度は一概に評価できないです。
・表現方法に特に特に問題があるとは思えない。 ただし、一般の人が分かりにくいと考えられるような箇所には別途、説明書きのような注釈もあると良い。
・情報として、調査した業者、調査金額などの情報もあるとよい。また近年の調査結果と実地震（例えば熊本地震）の精度や結果の検討などを交えた評価結果があるとよい
・何をもって最適と考えるかは，目的によっても異なると思うので，判断できない。政府の発表資料としてはこんなものだろうと思うし，情報は多い方がいいと思うのが，情報が多いとわかりにくくなるのもやむを得ない。
・一般の人にはまず分からない。一般の人向けの部分と専門家向けの部分を分けることは考えられないでしょうか。 また、専門家でも活断層を専門としない者には、どの程度の根拠がある情報・推測なのかがよく分かりません。
・確率の話に落とし込む重要性は理解できます。ただ、確率と聞くと他の確率の話と同じように感じる方が多く、大数の法則が成り立っているとバイアスのかかった目で見られる方が多いので、一般教養の範疇とは思いますが啓蒙活動が必要と感じます。
・断層ごとにファイルを分けるなどした方が業務上は使いやすいか
・当初から指摘されているが、活断層による地震の発生確率と海溝型地震の発生確率が合体しているので分かりにくいばかりでなく、活断層に対して安心情報になりかねない。
・地震発生確率の数値をどの様に理解すれば良いかが、未だによく分かりません…。 確率が高かったら、具体的に何をすればよいのでしょうか。
・「誰にとって」の情報を聞かれているのかよく分かりませんでした.

Q6. 「確率論的地震動予測地図」の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。(情報量と内容の難易度については３が最適値、その他の観点については５が最適値となります)
・情報量（5:多い～1:少ない）[6/6/47/10/5/6]
・内容の難易度（5:専門的～1:基本的）[16/15/30/13/2/4]
・内容の信頼性（5:高い～1:低い）[10/14/29/15/4/8]
・表現の分かりやすさ（5:平易～1:難解）[1/14/32/18/6/9]
（５段階評価および「分からない」の回答数）

Q7. Q6 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・米国では応答スペクトルなどの評価も行っているのに対し、震度のみの評価しかなされておらずあまり有益でない。
・「確率論的地震動予測地図」に基づいた行政・企業などの意思決定支援を充実させるべきと考えます
・本来は一般の人にとって理解が難しいものをわかりやすく見せようとする努力は感じら

れる。
・地震リスクを図として可視化して示すことは理解を助ける重要な方法と思います。
・陸域の活断層だけでなく、海域の活断層についても地震動予測があると良いですね。
・発生確率の分布なので、切迫感は伝わるが、業務に直結しにくい。個別断層や海溝型地震のパラメーターや地震動予測やハザードマップを使っている。
・私個人の意見もありますので、一概にはいえませんが、たとえば、兵庫県南部地震が突然発生しましたが、それまでは、誰も予測していませんでした。大地震を生じる活断層の研究がますます増えていますが、確率論にしてしまうと、いったいどの地域の活断層が危険であるかはみえなくなります。地震動予測地図では、３０～４０年周期のような頻度の海溝型地震の影響を大きく反映しているようにみえます。保険業界など特定の業種では、地震リスクマネジメントを実施することで、企業活動などの判断材料にするのかもしれません。しかし、建物の大多数を占めるであろう個人住宅、集合住宅、店舗併用住宅などにおいては、そもそも、一世帯の住宅を分散立地させるわけにもゆきませんから、確率論は使い方が非常に難しいと考えます。（とくに関東平野など市街地が多い地域での色がより濃いので、それらの地域をみな危険と判断するのでは、ハザードマップの意味が薄れてしまいます。その地域の自治体は、住民にその結果をどのように伝えたらよいか困ってしまうでしょう。確率論の適切な使われ方まで指針が説明されると利用者にとってわかりやすいと思います。）
・予測図はあってもよいが、具体的な防災・減災のアクションにどのようにつながるのか見えない。
・現時点では、情報の量、質ともこの程度が精一杯であると思われる。
・対象ユーザを誰にしているかで評価は変わりますが、行政職員でも確率の表現は難しいと思われます。 企業等の技術系の方向けであれば適切と思います。
・そもそも情報量の偏りがあるので、そのあたりも含めた表現が必要。一般には不確実性や情報量の影響、ばらつきなどがきちんと伝わっていない状況で地図を出してしまうのはもう少し検討が必要。専門的には情報量が少ないし、一般にはちょっと難解になっており、中途半端と言わざるを得ない。
・見慣れてしまうと，こんなものなんじゃないの，という気になるので，判断できない。
・様々な設定によって、かなり値は変動すると思います。目安にはなっても、そんなに信頼できるとは思えません。どこかに、専門家が確認できる詳細情報を掲載できないものか、と思います。
・30 年内に何らかの被害（犯罪や事故，自然災害など）に遭遇する確率を示す資料をどこかのページで見たことがあるが，あの図は確率論的地震動予測地図で示された確率をどのように受け止めるかの良い参考になると思うので，必ずセットで示すのが良いのではないか.
・確率的地震動と地震発生確率とは違うものであるが、非常に難しく理解しにくい。マスコミはその違いを理解して伝えているとは思えない。学校でもそのような教育がなされていると思えない。公表のたびに確率の数字だけが踊っている。
・この地図を見て、具体的にどの様な対策を考えれば良いかが分かりません。自宅の耐震

化、避難グッズの準備の他にどの様に備えれば良いですか？
・「誰にとって」のわかりやすさでしょうか.

Q8.「震源断層を特定した地震動予測地図」の一例をご覧いただき、下記の観点での評価をお聞かせください。(情報量と内容の難易度については３が最適値、その他の観点については５が最適値となります)
・情報量（5:多い～1:少ない）[8/16/46/5/2/3]
・内容の難易度（5:専門的～1:基本的）[14/23/33/6/1/3]
・内容の信頼性（5:高い～1:低い）[8/16/36/10/4/6]
・表現の分かりやすさ（5:平易～1:難解）[4/13/33/19/6/5]
（５段階評価および「分からない」の回答数）

Q9. Q8 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・利用者立場と利用頻度の調査を十分に行うと良い、と思います。
・確率を無視したシナリオ型の予想に科学的な意味はあるのでしょうか？
・震源断層のパラメータの違いが何なのか、多数ある結果をどう活用すればよいのか、一般市民や自治体職員には解りづらいと思う。
・震源断層を特定した場合の地震動予測地図が、住民にも企業にも最もわかりやすく、それぞれの意思決定に活用しやすい情報であると思います。地域により危険度に差異があることを知らせる、知ることは重要であると考えます。
・GIS で使える shape 形式が 250m メッシュデータでの情報提供を望む。一部、防災科学技術研究所の地震ハザードステーション（Ｊ－ＳＨＩＳ）で一部公開されていると認識している。
・シナリオ地震は、確率論よりも地震の揺れが伝わる地域が明確になるので、住民レベルでは、わかりやすいと考えます。一方、どの程度の頻度でその地震が発生するのか、説明もあるとよいでしょう。先述のとおり、兵庫県南部地震は人間が予測困難であったわけですから、すべてを調べつくすには困難が伴うことが予想されます。仮にすべて調べつくすことができたとして、具体的な○○年までに○○％の確率で発生するなどと特定することで、その意味を住民が判断して、「これは危険だ」となるのか「まだまだ大丈夫だ」となるのか、評価が分かれるでしょう。研究成果の確率をありのままに提示しても住民が活用できるレベルには至らなとの考えに落ち着きます。ただし、地方自治体が、長期的な視野に立って、安全安心なまちづくりを行うのであれば、その目的にふさわしい、ゆるやかな土地利用（規制のみならず、建物の建て方、高さ、耐震性を規定する）を計画して、住民の合意をとりつけることもできると思います。活断層研究の成果を地方自治体の安全安心なまちづくり計画に反映させる工夫を実施できるとよいと考えます。
・どのように使うかの例示があるとよいと思います。
・詳細法と簡便法と言っているが、そもそも誰を対象にしているのかわからない。市町村の被害想定などは主に簡便法（距離減衰式）で評価しているので、住民に合わせての表現なのか企業（建設系や保険系など）や専門家向けなのかを明確にしたうえで出す

べきではないか？
・これ以上に，どのような示し方が適切なのかはわからないので，適切にマークをしたが，適切な示し方であっても内容は難解だから，表現が難解になるのはやむを得ない気がする。
・目安とはなりますが、あくまで評価の一例に過ぎないと思いますが、これが標準になります。ある程度揺れが大きくなる条件を選んでいるでしょうが、都市レベルではそれぞれ最悪シナリオは変わります。誤解を招かないのか、というのを危惧します。
・異なるケースが出てくると何が違うのか迷うと感じます。詳細は別リンクを見ればとなっているが、もう少し何が違うのか丁寧に記載した方が良いと思う。
・自治体の地震防災計画にも関連付けて理解・利用されうる内容と思われる。
・この地図を見て、具体的に何をすべきかがよく分かりません。
・誰にとって？

Q10. 活断層地震に関する長期評価の有用性（利用しやすさ）について評価をおうかがいします。

主要活断層の長期評価では、それぞれの活断層の位置や形状、発生する地震の規模に加え将来の発生確率が評価されていますが、大部分の活断層では、今後 30 年以内の地震発生確率が「不明」または「ほぼ０％」から数％と低く、地震の発生時期に関して大きな不確かさを持ちます（発生確率が 0 でない限り地震発生の可能性は否定できません)。こうした点を踏まえ、「主要活断層の長期評価」の自治体、住民、企業等の災害対策における有用性について、評価をお聞かせください。

・自治体の災害対策 [25/20/15/9/4/7]
・住民の災害対策 [10/17/13/24/10/6]
・企業等の災害対策 [16/21/12/16/8/7]

（5:有用～1:有用でない、の５段階および「分からない」の回答数）

Q11. Q10 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・長期評価と被害定量化の関連を深化されると良い、と思います。
・評価された結果を確率値のみに集約して、確率の大小で、対策を実施するかしないかを判断するというような危うい結果の使い方をしないような社会構造をつくることが必要
・活断層地震の発生確率は，研究者には理解可能ですが，一般の人に対して極低確率の値を伝えることは難しいと思います.
・Q10，Q12 ともに，個々の断層情報には意味がないと思います。重要なのは地震動の発生確率だと思います。
・地震はいつ発生するかわからないため、臨場感を持ち続けるための工夫が必要であり、この工夫なしには専門的知見を多少でも有している者以外には、有用とはならないと思う。
・現時点において得られている情報量からくる限界も踏まえ、提供されている確率情報の

意味を知ることが必要である。この点はやや難解でも住民も企業も学ぶ努力が求められていると思います。そして、専門家は理解を進める支援を継続的に行っていくべきと考えます。

・地震発生確率に関して、天気予報の降水確率のように、どの位の確率ならば傘を持っていく・いかない、という物差しができていないので、もう少し事例を積み重ねていく必要があると思います。例えば、熊本地震が起こるべきして起きたのかなど、地震発生確率の評価の事例に基づく解釈などもフォローしていったらどうか。
・長期評価は、地震リスク評価の基礎資料との認識であるが、それ単独では話が閉じないので難しい。
・すでに、いくつか提案を含めて述べていますので、省略します。要点は、確率の数値をそのまま見せても住民レベルでは理解が困難。被害に遭うのは次の世代、次の次の世代、遠い将来かもしれないが、地震の危険があることを子々孫々伝えてゆくには、地方自治体の「まちづくり（都市計画)」に組み込むことが重要だと考えます。
・断層の走っている位置は、地上にわかる形で明示するなどの施策につなげてほしい。
・不明、または、0%、と言った情報も重要である。 情報の受け手にとって、所詮、その程度までしか分かっていないのだ、と理解することもリスク評価する場合には必要である。
・長期評価の発信そのものは、自治体の災害対策へは一定の影響度を持つと考えますが、住民・企業に対しては直接的な影響は及ぼせないと考えます。 長期評価に基づく危険性について、自治体を通じての啓発・強制（法令・条例・ハザードマップ作成等）があって初めて有用性を発揮するものと考えます。
・自治体と住民の意識啓発として役立つ資料ではある。 企業が事業計画・事業継続などお金が関係する緻密な計算・判断を行うには発生確率の不確かさがネックになり使いづらい。
・確率の数字だけを見て「少ない」と判断する市民は多いと思うので、今後 30 年以内の地震発生確率よりも、何らかの方法で評価された「地震発生切迫度」を前面に出して公表した方が良い。なお、専門家向けには、今の公表内容でも十分に良く整理されている。
・自治体であれば、確率にとらわれずそこに危険がある以上検討する必要がある。企業の場合、リスク評価の時に確率を基に検討するが、確率の幅も数値ではなく PDF で使いやすい情報として提供すべき。住民にとってもそもそも発生確率で出してしまうと変に安心情報になりかねず、検討が必要。
・なんとかとはさみは使いよう，なので，有用かどうかは，使う人による。
・質問にも記載の通り，発生確率が 0 でない限り地震発生の可能性は否定できず，現実的には「対策しましょう」という呼びかけになるため，極端な話，長期評価しても，しなくても，災害対策はしないといけないと考えます。だからといって，長期評価の取り組みが不要かといえば，それもまた違い，地盤の動きを観測することや，過去の地震の調査を行うことは重要な取り組みなので，長期評価は続けた方が良いと私は考えます。

・活断層については、長く動いていない、有史で動いているの２区分でいいくらいかと思います。活断層上に建物を作らないとか、そういうこと以外、なかなか難しいかと。上町断層とか大都市の真ん中を走るようなものは、国として取り組みが必要と思います。
・住民や企業は発生確率の受け止め方や「結局どうしたいいのか」という点だけが関心事になりやすいと思います。そのため、他の項目でも同様なのですが、誰にどのレベルを認識いただく資料のなのか、を明確にされる必要があると思います。
・自治体のように限られた予算で様々なことを実行しなければならない立場では優先度の決定に寄与すると思うが，一般人には「30 年で数％なら大したことはない」と逆に油断を生まないか． 住民向けには，確率よりも見舞われる可能性のある最大震度を主に説明したほうが良くないか.
・リスクが年々高くなる方向にある。 見直して低減する可能性もあるのではないか。
・発生確率の低い活断層では、却って安心情報になりかねない。この情報を使って安全性をアピールし、企業誘致をしている自治体もある。
・活断層の直上を避けること以外に、具体的にどの様な対策を考えれば良いかが、分からないので、判断できません。
・周辺の活断層の存在を認識することはどの立場の人にとっても，地震災害のポテンシャルを把握しておくという意味で大事でしょうから，長期評価の基礎資料の公表は有用であると思います.
・不確かさが大きすぎること，社会が考える時間間隔があまりにも違いすぎるので，活断層の推定そのものの有用性は低いと思います.

Q12. 活断層で起きる地震の発生確率は、４つのランク（X，Z，A，S）に分けて公表されています。地域に被害をもたらす活断層があるとき、その活断層で発生する地震に対して、地域社会（住民、自治体、企業など）が防災対策をとる必要があると考えますか？あなたのお考えにあてはまるものをお知らせください。
1: X ランク（確率不明）もしくは Z ランク（0.1%未満）であっても、活断層で起きる地震の発生確率に関係なく防災対策は必要
2: A ランク（0.1～3%）以上なら防災対策は必要
3: S ランク（3%以上）なら防災対策は必要
4: 活断層で起きる地震の発生確率に関係なく、防災対策は必要でない
5: 判断できない
・住民 [31/10/18/3/18]
・自治体 [48/13/7/2/10]
・企業 [38/19/11/1/11]
（上記 1～5 の回答数）

Q13. 「確率論的地震動予測地図」の有用性について評価をお聞かせください。
・自治体の災害対策 [34/18/10/11/3/4]

・住民の災害対策 [17/16/18/12/12/5]
・企業等の災害対策 [28/26/8/9/4/5]
（5:有用～1:有用でない、の５段階および「分からない」の回答数）

Q14. Q13 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・確率と被害度の認識を結びつける説明が必要と思います。
・地図そのものの数値を対策に活用できるかという上記の設問自体が、地図の趣旨を理解していない設問ではないでしょうか。
・行政の施策，企業の投資行動は「確率論的地震動予測地図」に基づいた意思決定がなされるべきと思います。
・Q11 と同じ
・社会に大きな影響を与える低頻度重大事象である大地震は、日本においては、全国どこでもいつでも発生すると考えて防災対策をすべきと考えます。地震リスクを示す地図上に濃淡があるとしても、発生した地震が 1000 年に 1 回起こる地震であっても、100 年に 1 回起こる地震であっても、起きてしまえば住民への影響はともに等しく甚大であるためです。
・自治体においては、予測地図に関わらず、一定の地震対策が必要だと思います。また、企業では BCP 対策を図ること、住民も家屋の耐震・家具の転倒防止などの地震対策は行っていくことが大切です。
・たとえば、地方自治体の従来からの役割は、地震被害に遭われた住民の方向けに、避難場所の確保と避難者用物資の維持（被害想定から割り出す）がまず挙げられます。確率論でははたしてその計算が十分にできるものか、疑わしいです。確率の数値の割合だけの住民の数だけ物資を準備すればよいというわけにもゆきません。そのためには、やはりシナリオで想定した地震の被害想定が必要になります。（ただし、将来発生するであろう規模の大きなシナリオ地震を地域ごとにリストアップして、それらの発生確率を考慮して重みづけをした被害想定は効果があると考えます。その重みづけは、相対評価など人為的な処理も必要になるかもしれません。）
・現状は、地震動の予測によって土地利用が影響を受けていないように感じます。その意味では、これを公開しても、防災・減災につながっていないように思われます。
・意識啓発のための資料として、とても役立っています。
・既に活用している人や組織にとっては既に「有用」である。専門性が高くて「活用しにくい」と言う人が多いかもしれないが、以前は「活断層」ですらそうだった時代があるので、そういう人にも粘り強くその有用性を伝えていくことが大切である。地図が出来上がれば終わりでなく、作った地図の活用・普及にも力を入れるべきではないか？　なお、ある震度以上になる確率の地図よりも、ある超過確率となる震度の地図の方が普及しやすいと思う。前者は専門家にはわかりやすいが、一般市民には後者の方がわかりやすい。
・前述の通り、確率の意味が十分に住民に伝わっていない以上現状のままでは難しい。また、低確率でも発生してしまえば、それを引き当てた当人にとっては、災害になり、

問題となる。そのため、日本中のどこで地震が起こってもおかしくないことを伝えたうえで対策を進めるべき。予測地図はある程度、確率や地震調査に知識のある人たちが活用すべき情報であると考える。
・確率で評価することの難しさを理解するうえで，この図はとても有用だと思う
・Q11 の回答と同じで，確率の大きさに一喜一憂しても意味がないと思っています。
・日本はどこでも危ない。また、一定の耐震性はある。震源近傍について重点的に対策をとるのが理にかなう。
・この図は，本来は「日本のどこで大きな揺れに見舞われてもおかしくはない」ことを示しているが，例えば「0.1~3%だから我が家の近所は危険ではない」と誤解するのではないか．住民向けには確率論的地震動予測地図とともに「0.1~3%は火災や交通事故よりも高い確率」ということを示すことで，0.1~3%ですら危険ということをもっと強調すると良いのでは．
・確率論的地震動予測地図の利用には高度な知識が必要で、利用しているのは、地震保険業界や原子力発電所など、ごく一部ではないだろうか。
・住民は容易に別の土地を探すことはできないので、判断しかねます。
・長期評価は理学的に正しいのかもしれないが、どの程度の震度なのか、そしてどの程度の被害があるのか不明であり、工学的には有用ではない。 確率論なハザードマップは地震対策の費用対効果を評価する上で一定の役割を果たせるため、非常に有用である。ただ、厳密な費用対効果はリスクカーブ、リスクマップに基づいてなされるべきであり、建物の固有周期別の地震リスクマップが文科省から公表されていないのは残念である。 内閣府や国交省が巨額の税金を投入して進めている国土強靭化の費用対効果を検証し、その妥当性を主張するためにも文科省にはリスクマップの公表をぜひ進めてもらいたい。

Q15. 「震源断層を特定した地震動予測地図」の有用性について評価をお聞かせください。
・自治体の災害対策 [36/24/9/7/2/2]
・住民の災害対策 [18/22/22/7/7/4]
・企業等の災害対策 [29/25/12/6/5/5]
（5:有用～1:有用でない、の５段階および「分からない」の回答数）

Q16. Q15 の回答について、ご意見がございましたらお聞かせください。
・情報量を選択できる工夫が必要と思います。
・シナリオ型の評価は，いたずらに社会不安を煽り，誤った意思決定をもたらすのではないでしょうか？
・Q11 と同じ
・震源断層を特定した地震動予測地図は、非専門家 である地域住民や企業にとって、地震被害等を想像しやすく、リアル感や切迫度を感じることができる情報である。
・自分達の住む地域にどのような地震リスクがあるのかを認識するための情報として有用だと思います。

・大方、すでに述べてきたので、省略します。(企業の活動について、災害時の BCP 策定があるかと思いますが、被災する可能性が高い事務所や工場、店舗がどこか、事前に把握しておくことが考えられます。)
・内陸活断層地震の確率が非常に低いので、現実の社会・企業・個人の対策にどのように反映させてゆくべきなのかは、今後議論が必要かと思います。
・研修などで考えていただくための資料として、とても役立っています。
・確率論的地図よりは活用しやすいと思う。また、海溝型地震は活断層よりも発生確率が高く影響範囲も広いとされているで、海溝型地震の地震動予測地図とその強震動予測結果の公表にもっと力を入れて欲しい。建築物や構造物の設計などの工学面での活用可能性を考えると、海溝型地震による工学的基盤上での広帯域地震動（長周期・長継続時間を含むもの）を予測して欲しい。対象とする地震やその破壊シナリオも、なるべく多様に想定して欲しい。
・震度分布図は計算する手間が省けるので利用価値はある。
・もし＊＊がおきたら，というシミュレーション，想定，の重要性を理解するうえで，とても有用だと思う
・断層を特定しているとはいえ，自分の身近なところの揺れの大きさがどの程度になるのか把握しておくことは重要だと思います。地震に関して言えば，この地図が一番，ハザードマップに近いと私は思っています。確率の話よりは，これくらいは揺れるのだから対策してくださいという指標として重要だと考えています。
・条件で変わる計算より距離減衰式でいいと思うが、震源断層に近い場所では、備えが必要。
・長期評価によって推定されたパラメータが公開されているとはいえ，強震動予測手法を用いて地震動を計算することは容易ではなく，この結果が公開されている意義は大きい． 一方で，複数の計算結果が示されているが，その要因はアスペリティ領域の配置や破壊開始点の不確実性が主で，それ以外の巨視的・微視的パラメータの不確実性は含まれていない．レシピの経験式の範囲でパラメータをある程度ばらつかせた場合の最大ケースや最小ケースもあるとより良い参考になると思う．
・ハザードマップで総合的な耐震性能は評価できる。 （例えば、大阪では南海トラフ沿いの地震と上町断層による地震の両方への対策の必要性がわかる。） しかし、具体的な地震後対策を立案するには、シナリオ評価の活用が不可欠であり、その点において重要である。

Q17. 活断層地震対策における、地震本部のハザード情報の活用事例や問題点があればお聞かせください。
・活用目的と実際を調査・整理すると良いと思います。
・発生確率のあまりにも低い地震動に対しては，基本的な災害対策だけで十分と考える．人生における各種イベントから考えれば，ハラスメント，犯罪，事故に遭遇する可能性の方が高い．
・現在の科学で考えられる十分なハザード情報が提供されている。 利活用は利用者側の

判断であり、リスク管理の立場から判断すればよい。
・シナリオ型の想定からの確率想定への転換が必要と思います。
・地震調査研究推進本部の各種アウトプットのパラメータと、中央防災会議の地震被害想定で適用しているパラメータが異なる場合が多く見られる。 パラメータは前者のどれかを適用することにより、両者の並列的な活用につながると思う。
・地震ハザードカルテが利用できるようになっているが、表層地盤の最大速度が、地震工学的な知見や経験的な数値と比べ過大な評価になっていると思います。
・地表面の揺れとして、自分の住んでいる所が揺れやすいのかどうか、という情報も併せて確認できると、納得感が得られやすいと思います。
・市民レベルには情報が難解 具体例とともに示さないと有用な情報であっても理解し、行動に繋がらない
・所有設備の地震対策の検討に活用
・活断層は、確率が非常に小さいため、シナリオのひとつにはなりますが、対策のためにどこまで考慮するべきか、住民や自治体の担当者によっては、判断が難しいことかもしれません。そのほか、活断層付近に住んでいる住民は、土地の価格に影響を与えることを嫌がるかもしれません。そうはいっても、住民が被災した際に避難場所を提供したり、救助活動を実施するのは基本的に自治体ですから、自治体はそのような地域に居住している住民に対して、税金を別途徴収して対策費用に充てるなど、具体的な検討に活用してはどうかと考えます。(その際、住民の反発を招かないような丁寧な説明が必要であることは、いうまでもありません)
・切迫性のないものに、どのように注意喚起するか？ 現実にあるものに、どの程度の対策をすべきなのか？ 判断が難しい。
・行政の危機管理部署や地域住民啓発部署、地域活動団体向けの研修にてとても利用しております。
・建築物や構造物の企画・計画・設計・補強など、工学面では非常に役に立っている。「わかりにくい」とか「使いにくい」という理由で活用しない人がいるが、そのような意識の低い人たちではなく意識の高い人たちにターゲットをあて、その活用事例を積み上げ普及することによって社会全体の底上げを図っていく必要がある。
・地震本部の情報だけでは足りない。そもそも計算のための地盤モデルが統合されていないことと J-SHISV2 を基にしており、実地震を十分に再現できていない（被害につながる高周波数領域で)。現在統合や更新を図っているが、現状では微動に偏りすぎており、もう少し地質を考慮した評価も必要と考える。また１社独占のような状況になっているのも問題。
・様々な知見が得られるたびに，いろいろと評価が変わると思うが，そういった経緯は整理しておくことが望ましいと思う。(すでにきちんと整理されているのかもしれませんが)
・上記のように、震源を詳細にやっても条件で変わる。表層地盤の評価の方が重要であり、そこを単に微地形区分や Vs30 で評価しているのは問題である。多くの観測記録が得られており、それを活用して評価精度を高めるべきである。

・災害対策を行う基本単位は基礎自治体なので，基礎自治体単位に最も厳しい想定での，対策の有無による損失，将来の地域の持続可能性，都市計画の考え方への提案などを行ってはどうかと思います.

Q18. あなたの年齢をお知らせください。
24 歳以下[0]、25-29 歳[2]、30-34 歳[3]、35-39 歳[4]、40-44 歳[6]、45-49 歳[11]、50-54 歳[12]、55-59 歳[15]、60-64 歳[16]、65-69 歳[7]、70-74 歳[4]、75-79 歳[0]、80 歳以上[0]

Q19. あなたの現在の所属に最もあてはまる（一番近い）ものを以下の中からお知らせください。
大学[22]、大学以外の研究機関[10]、民間企業[41]、　国・自治体[2]、その他[4]、所属なし[1]

Q20. あなたの専門分野を以下の中からすべてお知らせください。(複数回答可)
自然現象[37]、構造物[58]、社会問題[14]、被害調査[28]、その他[5]

Q21. 地震調査研究推進本部（以降、地震本部）との関わりについて、あてはまるものを以下よりお知らせください。
・委員を務めた経験がある[8]
・委員を務めた経験はない[72]

４．全体成果概要

１．プロジェクトの概要で触れたように、本プロジェクトは、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）の活断層長期評価並びに強震動評価の高度化に資するため、当該断層において、(１)断層の詳細な位置・形状、活動性に関する変動地形調査、(２)トレンチによる活動履歴調査、(３)地下構造探査を実施し、震源断層シナリオを総合的に再検討する。さらに、(４)既存データの収集と微動探査、地震観測により地盤構造モデルを詳細化し、断層近傍の強震動も再現できる最新手法により強震動予測を行い、地域社会へ提供できるようにする。また、活断層評価や強震動予測の防災活用のあり方が課題となっていることを念頭に、(５)予測情報が不確実性を有することに配慮した、適切な情報発信・リスクコミュニケーションのあり方を地域社会と協働して検討する。

これらの課題を解決するため、（１）から（５）の各実施内容をサブテーマとして設定して調査観測・研究を進め、令和４年度に実施したものを含む３年間の成果として、下記の成果が得られた。

(１)断層の詳細な位置・形状、活動性に関する変動地形調査では、令和２年度は主にLiDAR 計測による高解像度 DEM の整備と、断層帯全体の地形概査、一部地域における横ずれ地形の計測等を実施した。令和３年度はコロナの感染防止に留意しつつ現地地形調査を集中的に実施した。地形断面計測を行い、活断層トレース認定の精度を高めた。また自然露頭調査を実施し、最終的なデータベース設計を行った。令和４年度は変位基準の年代推定のためのピットと、比較的新しい地形面の変形を解明するための群列ボーリングを実施し、ａ．断層トレース・変位量分布の確定、ｂ．スリップレートの解明、ｃ．震源断層シナリオの作成、ｄ．変動地形データベースの整備をサブテーマ１として実施するとともに、他のサブグループの成果も踏まえて、ｅ．総合解析、を実施した。これにより地震発生長期評価に資するデータを整備した。

(２)トレンチによる活動履歴調査では、恵那山－猿投山北断層帯における大地震の発生予測向上に資するため、同断層帯の３地区（富田、上手向、東白坂）でトレンチ調査等を実施し、既往研究の成果と併せて断層活動履歴に関する検討を行なった。この結果に基づいて同断層帯の断層活動に関する時空間ダイアグラムを作成し、過去の断層活動時期および周辺地質の状況から活動範囲を検討した。また、同断層帯における断層運動方向の履歴を明らかにするために断層条線及び断層破砕帯の構造に関する調査を実施した。その他、横ずれ平均変位速度、断層面の傾斜角に関する検討を行なった。

(３)地下構造探査を実施し、震源断層シナリオを総合的に再検討するため、恵那山断層と猿投山北断層、猿投－境川断層を横切る計３本の測線において高分解能な浅部反射法探査を実施した。特に、猿投山北断層を横切る測線で、サブテーマ２で実施したトレンチ調査地点付近において高密度高分解能な極浅層反射法探査を実施した。当該地域は

浅部まで花崗岩基盤が存在し堆積層が薄い地質状況であり、断層の規模も小さかったことから、必ずしも明確な断層構造が得られない測線もあったが、断層の地表トレースに対応する位置に断層を示す反射断面上の特徴が認められ、断層の解釈が可能な断面が得られた。当該地域の既存の反射法調査のデータの再解析によって高解像度な反射断面が得られ、本調査と整合的な結果を得た。

また、調査対象地域の深部で過去に発生した地震について精密震源再決定を行った。その結果、猿投山北断層や恵那山断層の断層面とは異なる面上や、恵那山断層の地表トレースがステップしている領域に恵那山断層に平行な面的構造が存在することを明らかにした。

これらの成果は、サブテーマ１，２における構成断層の妥当性や活動区間の検討、サブテーマ４における強震動の予測精度の高度化に活用された。

（４）既存データの収集と微動探査、地震観測により地盤構造モデルを詳細化し、断層近傍の強震動も再現できる最新手法による強震動予測では、地震調査研究推進本部による震源断層を特定した地震動予測地図において、震度６弱から６強の強い揺れが予測されている地表断層周辺及び周辺都市域における強震動予測を向上させるため、地盤モデルの改良を目的に、工学的基盤の不整形性を高精度化するための微動アレイ観測及び地震観測を実施した。調査データと併せて分析し、SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の成果に基づく東海地方の浅部・深部統合地盤モデル（東海地方の既往地盤モデル Wakai et al,.(2019)）を修正し、検証を行った。また、作成された地盤モデルに基づき、断層傾斜を変えた場合の重力分布の理論計算を行い、断層傾斜角に関する検討を実施した。

震源モデルを単純な矩形と仮定せず、複雑な地表断層形状を考慮した震源断層の詳細なモデル化手法を構築するとともに、当該断層帯における地震発生層上端深さとそれ以浅の地表変形を含む破壊過程が強震動計算結果に及ぼす影響を、定量的に評価するための感度解析を行った。サブテーマ１～３と連携して活動区間の不確実さを考慮した多様な震源モデル群を設定した。本研究で構築した地盤モデル及び震源モデル群を用いて広帯域（周期0.1～10秒）強震動シミュレーションを行い、現在の地震動予測地図から高精度化された面的な強震動予測結果について不確実さも含めて示した。

（５）予測情報が不確実性を有することに配慮した、適切な情報発信・リスクコミュニケーションのあり方を地域社会と協働で実施した検討では、本研究では、地震調査研究推進本部が実施してきた日本全体を俯瞰した地震ハザード評価およびそれに関する社会へ向けた情報発信について、主としてハザード情報の社会との共有という観点から、現状の問題点およびその改善策について検討を行った。情報発信の問題点を明らかにするため、自治体防災担当者への聞き取り調査、理学および工学の専門家向けアンケート調査、地域住民向けアンケート調査を実施し、提供される地震ハザード情報の内容や発信方法の問題点や地域住民の情報理解の現状について調査した。これらの結果に基づいて問題点を整理するとともに情報発信の改善案を作成し、住民向けのアンケート調査でそ

の効果を検討した。これらの調査を通して、地震調査研究推進本部が発信している情報に対する信頼性は高いものの、自治体職員や住民にとっては難解すぎ、地震防災対策に活かせる情報とは必ずしもなっていないことがわかった。また、活断層の低い地震発生確率は、住民は安全情報として誤解し易い傾向にあることも明らかとなった。

現在提供されている地震ハザード情報は対象とする地震や活断層毎に地震発生確率や地震動が評価される一方、各地域においてそれぞれの地震がどのような被害を生じるか、といった情報を読み取るのは困難である。地域の視点で地震ハザード情報を読み解くことを可能にすることを目的として、地震ハザードプロファイルの試作を行った。作成した地震ハザードプロファイルでは、地震の発生確率とともにその地震によって生じる被害の程度が表示され、同一地点における複数の地震の比較、同一地震に対する複数の地点の比較などを通して、地震ハザード情報のより良い理解が可能となる。こうした情報は、市町村レベルで地震ハザード情報を活用する上で利用価値が高い。

以上のような本研究で得られた成果を自治体の防災担当者や住民との対話を通して共有し、様々なフィードバックを得るとともに、地域における地震防災の現状についての情報共有を行うことができた。これらの知見は、地震調査研究推進本部の今後の情報発信を考える上で役立つものと期待できる。

５．成果の論文発表・口頭発表等

（１）震源断層シナリオ評価のための詳細位置形状・変位量調査及び総合解析

（a）成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
鈴木康弘	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）の長期評価の課題	日本地球惑星科学連合 2021 年大会, HDS07-01	令和３年６月５日

（b）特許出願，ソフトウエア開発，仕様・標準等の策定

1）特許出願

なし

2）ソフトウエア開発

なし

3）仕様・標準等の策定

なし

（２）地震発生予測のための断層活動履歴調査

（a）成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
吾妻 崇・重松紀生・中島 礼・安江健一・立石 良・廣内大助	恵那山- 猿投山北断層帯における古地震トレンチ調査	日本地球惑星科学連合 2021 年大会, HDS07-01	令和３年６月５日
吾妻 崇	中部日本の活断層の特性とその地域性	日本地球惑星科学連合 2022 年大会, HDS12-P01	令和４年５月 24 日
重松紀生・吾妻 崇・中島 礼・安江健一・立石 良・中村耕佑・廣内大助	恵那山-猿投山北断層帯の断層運動方向	日本地球惑星科学連合 2022 年大会, HDS12-P03	令和４年５月 24 日

（b）特許出願，ソフトウエア開発，仕様・標準等の策定

1）特許出願

なし

2）ソフトウエア開発

なし

3）仕様・標準等の策定

なし

（３）断層の三次元地下形状把握のための調査観測

（a）成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
東城龍之介・田所敬	恵那山-猿投山北断層帯に	日本地球惑星科学連	令和４年５

一・渡辺俊樹	おける DD 法による震源再決定	合 2022 年大会, HDS12-P04	月 24 日

(b) 特許出願，ソフトウエア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウエア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

（４）断層近傍及び都市域における強震動予測向上のための調査

(a) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
小鹿浩太，野崎京三，駒澤正夫，松山尚典，谷田貝淳，先名重樹，藤原広行	恵那山－猿投山北断層帯周辺における重力データ解析	第 145 回物理探査学会学術講演会、サンポートホテル高松、講演番号 17.	令和３年１１月
先名重樹･谷田貝淳･小鹿浩太･稲垣賢亮･松山尚典･藤原広行	屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯周辺における強震動評価のための浅部・深部統合地盤構造モデルの構築	日本地球惑星科学連合 2022 年大会, HDS12-P05	令和４年５月 24 日

(b) 特許出願，ソフトウエア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウエア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

（５）不確定性を有する地震予測情報に関する情報発信のあり方に関する調査研究

(a) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
能島暢呂	地震ハザードプロファイルの試作～地震ハザード情報の理解促進のために～	第５回流域圏保全研究推進セミナー要旨集、岐阜大学流域圏科学研究センター、p. 19	令和３年３月
光井能麻	こころで備える地震学―地震に対する恐怖を軽減し、	名古屋大学減災連携研究センター　げん	令和３年２月９日

	今日を大切に生きる―	さいカフェ	
光井能麻・鷺谷　威	活断層の長期評価と地震動予測に関する専門家向けアンケート調査（その１）	日本地球惑星科学連合 2021 年大会	令和３年６月５日
加藤圭悟・秋田祐輔・能島暢呂・高橋幸宏	ハザード情報の理解促進のための「地震ハザードプロファイル」の提案　－特定地点に着目した地点版－	第 40 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集，pp.61-62	令和３年９月 11 日
秋田祐輔・加藤圭悟・能島暢呂・高橋幸宏	ハザード情報の理解促進のための「地震ハザードプロファイル」の提案　－震度分布の広がりを考慮した市町村版－	第 40 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集，　pp.63-64	令和３年９月 11 日
光井能麻・鷺谷　威	活断層の長期評価と地震動予測に関する理学系専門家向けアンケート調査-不確実性を有する情報の発信方法改善に向けて-	日本地震学会 2021 年秋季大会	令和３年 10 月 16 日
光井能麻・鷺谷　威	活断層の長期評価と地震動予測に関する理学系専門家向けアンケート調査-不確実性を有する情報の発信方法改善に向けて-	日本活断層学会 2021 年度秋季学術大会	令和３年 10 月 22 日
光井能麻・鷺谷　威	活断層の長期評価と地震動予測に関する住民アンケート調査	日本地球惑星科学連合 2022 年大会，HDS12-P02	令和４年５月 24 日
鷺谷　威・光井能麻・橋冨彰吾	活断層の長期評価と地震動予測を社会にどう伝えるべきか	日本活断層学会 2022 年度秋季学術大会	令和４年 11 月 26 日

(b) 特許出願，ソフトウエア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウエア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

６．むすび

地震調査研究推進本部（以下、「地震本部」という。）では、平成 17 年８月に策定した「今後の重点的調査観測について（―活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方―）」に基づき、活断層帯の重点的な調査観測を推進している。さらに、地震本部では、平成 21 年４月に策定し、平成 25 年３月に改訂した「新たな活断層調査について」において、必要とされる活断層調査に関する基本方針や実施方法等についてとりまとめるとともに、重点的調査観測の対象候補となる活断層帯を明記している。この対象候補に該当する屏風山・恵那山断層帯及び猿投山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯）の重点的な調査観測（以下、本重点調査観測）を令和２年度から３ヵ年計画で開始した。

本重点調査観測では、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）の活断層長期評価並びに強震動評価の高度化に資するため、当該断層において、（１）断層の詳細な位置・形状、活動性に関する変動地形調査、（２）トレンチによる活動履歴調査、（３）地下構造探査を実施し、震源断層シナリオを総合的に再検討する。さらに、（４）既存データの収集と微動探査、地震観測により地盤構造モデルを詳細化し、断層近傍の強震動も再現できる最新手法により強震動予測を行い、地域社会へ提供できるようにする。また、活断層評価や強震動予測の防災活用のあり方が課題となっていることを念頭に、（５）予測情報が不確実性を有することに配慮した、適切な情報発信・リスクコミュニケーションのあり方を地域社会と協働して検討する。そのため、（１）から（５）の各実施内容をサブテーマとして設定した。各サブテーマでの調査観測研究を推進するとともに、サブテーマ間で調査観測研究結果の共有を行い、各サブテーマでの更なる調査観測研究への活用を推進するとともに、最終年度として本事業全体の成果をまとめた。

重点調査観測を行うにあたり、調査対象地域である岐阜県、愛知県等の関連機関の皆様には調査観測の実施等についてご協力をいただいた。また現地調査では地権者の皆様にも便宜を図っていただいた。ここに記して深謝する。

７．全体会議・外部評価委員会

７．１　活動報告

第１回(令和３年度第１回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要

日時 令和２年９月 17 日（木） 13 時 00 分～16 時 00 分

場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）

議事 １.「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）における重点的な調査観測」の趣旨説明

２．各サブグループの令和２年度計画

３．進め方に関する質疑、意見交換

４．その他

第２回(令和３年度第２回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要

日時 令和４年３月 31 日（水） 10 時 00 分～12 時 30 分

場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）

議事 １．令和２年度業務の実施概要説明

２．各サブグループの実施内容報告

３．質疑応答、意見交換

４．その他

第３回(令和３年度第１回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要

日時 令和３年 11 月５日（金） 15 時 00 分～18 時 00 分

場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）

議事 １．業務の実施概要説明

２．各サブグループの今年度計画と現状報告

３．質疑応答、意見交換

４．その他：事務連絡

第４回(令和３年度第２回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要

日時 令和４年３月７日（月） 15 時 00 分～17 時 00 分

場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）

議事 ０．来年度事務局担当者の変更のお知らせ

１．令和３年度業務の実施概要説明

２．各サブグループの実施内容報告

３．質疑応答、意見交換

４．その他

第５回(令和４年度第１回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要
日時 令和４年 10 月 13 日（木） 9 時 00 分～12 時 00 分
場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）
議事 １．令和３年度業務の実施概要説明
２．各サブグループの実施内容報告
３．質疑応答、意見交換
４．その他

第６回(令和４年度第２回)「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）における重点的な調査観測」全体会議 議事概要
日時 令和４年３月 30 日（木） 13 時 00 分～18 時 00 分
場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）
議事 １．研究結果報告
２．全体討論
３．その他、事務連絡

第１回(令和２年度第１回)「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）における重点的な調査観測」外部評価委員会 議事概要
日時 令和４年３月 31 日（水） 13 時 00 分～14 時 00 分
場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）
議事 １．令和２年度実施内容に関する質疑
２．令和３年度計画について
３．全体の意見交換
４．その他

第２回(令和３年度第１回)「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）における重点的な調査観測」外部評価委員会 議事概要
日時 令和４年３月７日（月） 17 時 00 分～18 時 00 分
場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）
議事 １．令和４年度計画について
２．全体の意見交換

第３回(令和４年度第１回)「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）における重点的な調査観測」外部評価委員会 議事概要
日時 令和４年３月 30 日（木） 18 時 00 分～19 時 00 分
場所 オンライン開催（zoom により名古屋大学から発信）
議事 １．研究結果及び評価についての意見交換
２．その他

「屏風山・恵那山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯）における重点的な調査観測」
外部評価委員会規則

令和２年８月 27 日制定

（趣旨）
第１条　この規則は、「屏風山・恵那山断層帯（恵那山－猿投山北断層帯）における重点的な調査観測」を適切かつ効果的に推進するため、外部評価委員会（以下「委員会」という。）を設置し、その組織及び運営について定めるものとする。

（目的）
第２条　委員会は、外部有識者を評価委員（以下「委員」という。）として招聘し、本プロジェクトの進捗状況の把握・評価・改善提言・指導等を行うことを目的とする。

（任務）
第３条　前条に定める目的を達成するため、委員会は、次の各号に掲げる事項について審議する。
（１）本プロジェクトに関わる研究計画や実施状況及び研究成果に関すること
（２）事後評価に関すること
（３）その他、研究推進に関わる事項に関すること

（構成）
第４条　委員会の委員は、次に掲げる者の中からそれぞれ１名以上を減災連携研究センター長（以下「センター長」という。）が委嘱する。
（１）地震学・変動地形学・強震動地震学・測地学・地震防災学の各分野における有識者
（２）　必要に応じて、オブザーバーの参加を認める。

（委員長）
第５条　委員会に委員長を置く。
２　委員長に事故あるときは、あらかじめ委員長の指名する委員がその職務を代理する。

（任期）
第６条　委員の任期は、１年とする。ただし、再任を妨げない。
２　補欠による委員の任期は、前任者の残任期間とする。

（会議）
第７条　委員会は、必要に応じ、委員長が招集する。

（庶務）
第８条　委員会の事務は、本学減災連携研究センターにおいて実施する。

（委員会の期限）
第９条　委員会の期限は本プロジェクトの終了までとする。

（補則）
第１１条　この規則に定めるもののほか、委員会の運営に関して必要な事項は、委員会の定めるところによる。

附 則
１．この規則は、令和２年７月７日から施行される。
２．この規則の施行によって委嘱された最初の委員の任期は、第６条第１項の規定にかかわらず、令和３年３月３１日までとする。

７．２　全体会議・外部評価委員会構成員

１．外部評価委員

国立大学法人京都大学防災研究所　岩田 知孝（委員長）
国立大学法人静岡大学防災総合センター　岩田 孝仁
国立大学法人東京大学地震研究所附属地震予知研究センター　加藤 愛太郎
同志社大学理工学部　堤 浩之
東京電機大学理工学研究科　橋本 学

２．オブザーバー

（委託元）　文部科学省研究開発局地震・防災研究課
（委託・再委託機関）　研究代表者、各サブテーマ責任者