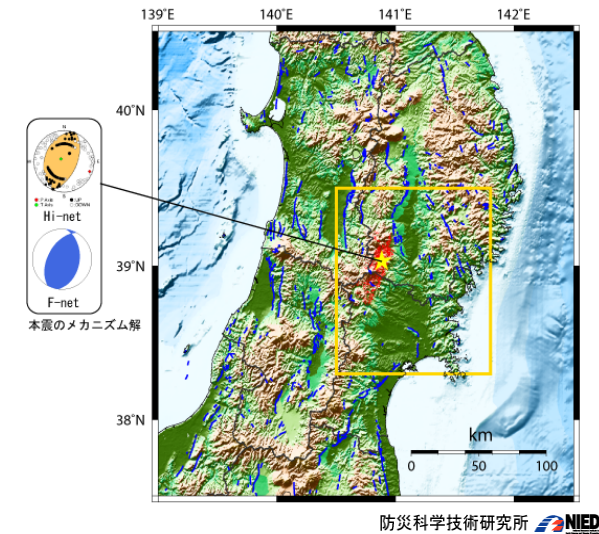


活断層に関する最近の話題

- ①2008年岩手・宮城内陸地震と活断層
- ②変動地形学と原発耐震
- ③「活断層基本図」と断層直上問題

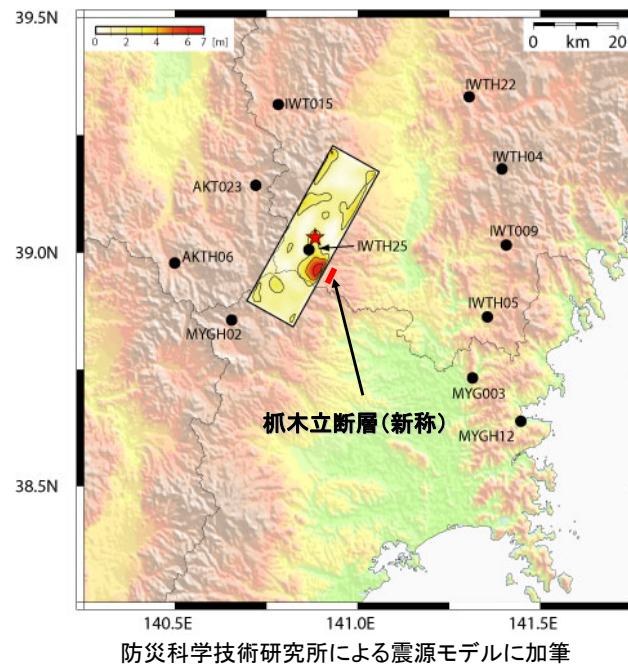
名古屋大学環境学研究科
地震火山・防災研究センター
鈴木康弘

①2008年岩手・宮城内陸地震と活断層



震源モデル と活断層

磐井川以南
～県境以北



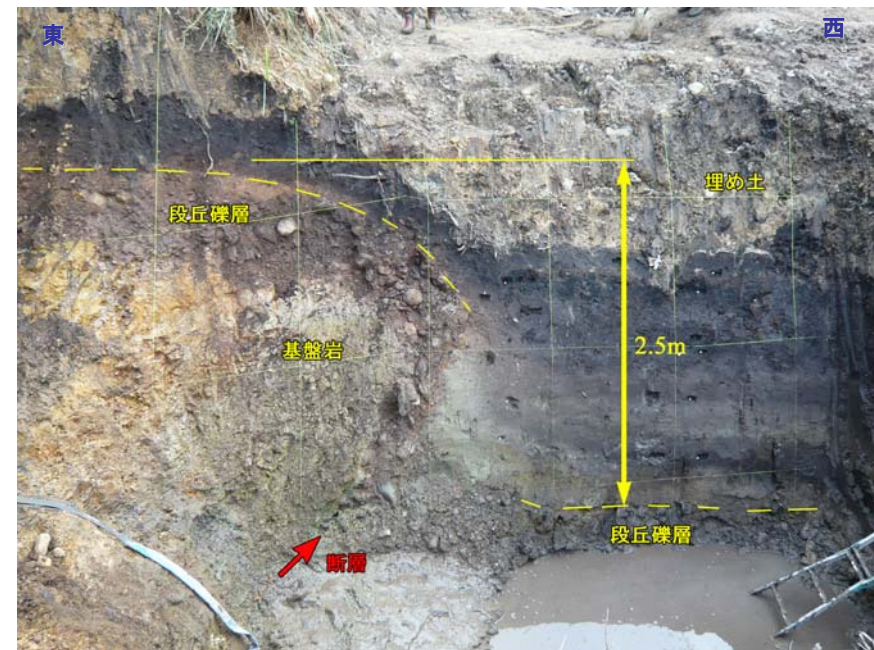
一関市巖美町柵木立の地震断層



ただし、東上がり(逆向き)

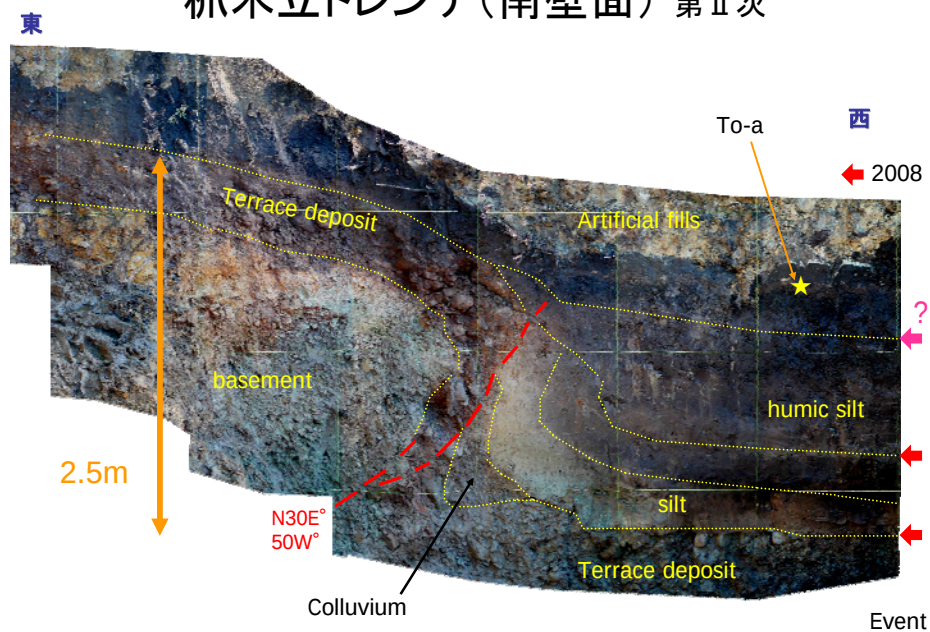


一関市巖美町柵木立 第Ⅱ次トレンチ

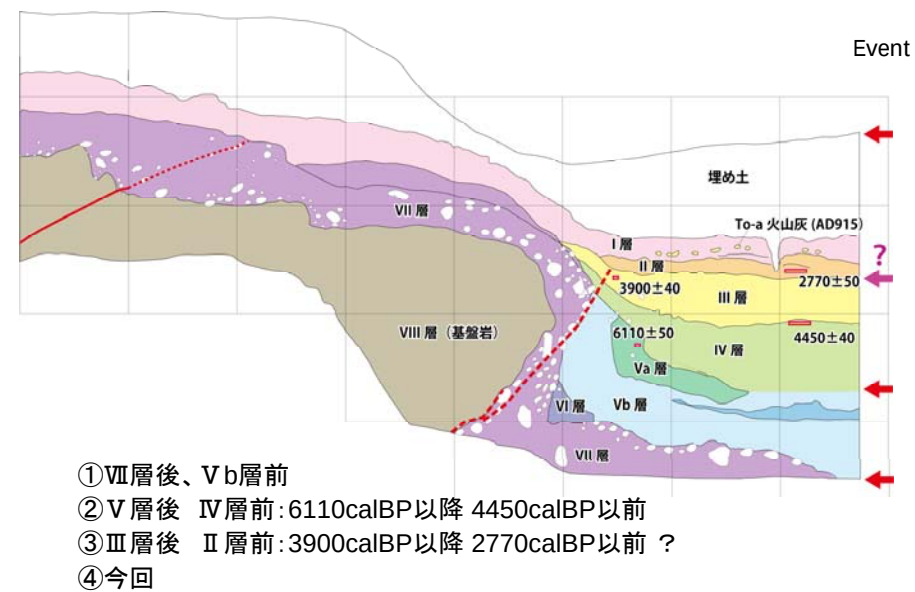


一関市巖美町柵木立 第Ⅱ次トレンチ

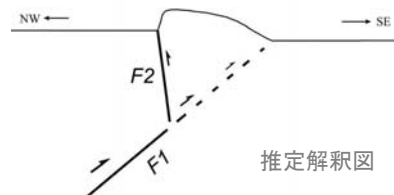
柵木立トレンチ(南壁面) 第Ⅱ次



柵木立トレンチ(南壁面) 第Ⅱ次



地震断層 巖美町柵木立 地点

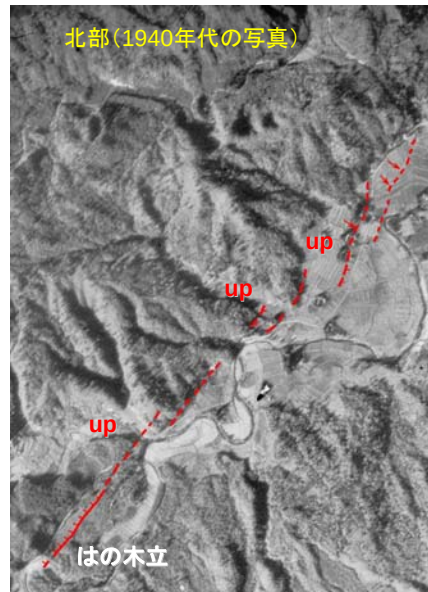
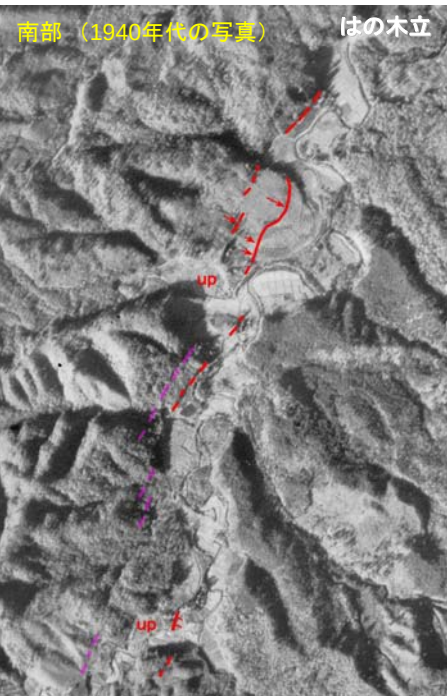


1976年撮影 国土地理院航空写真

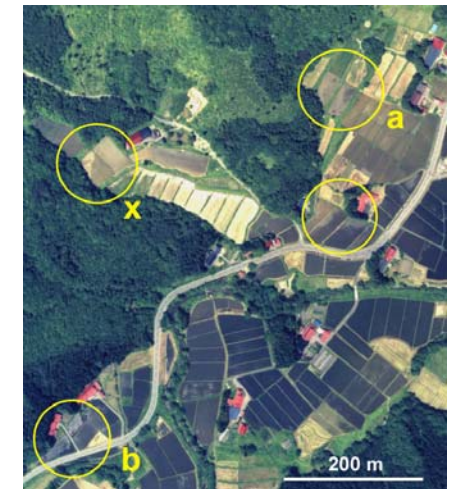
巖美町柵木立 地点



変動地形学的に「確実な活断層」



実線の箇所以外は不明瞭で、活断層を確実に認定できるレベルではない。



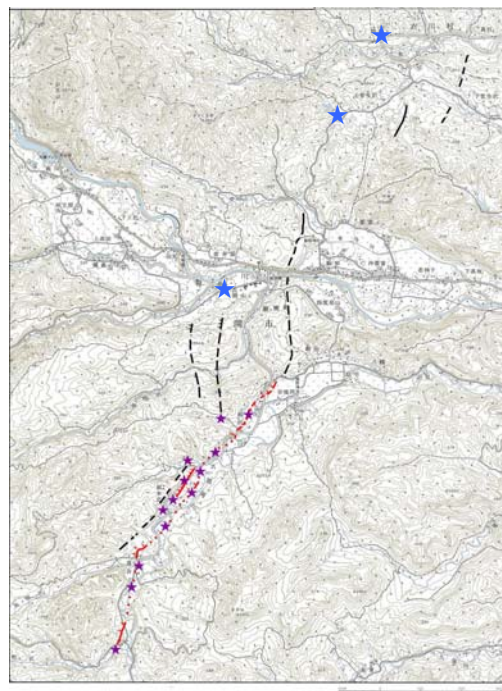
地震直後の写真に見る地変
(傾動・断層)の分布

総合的に判断される
「活断層」の長さは？

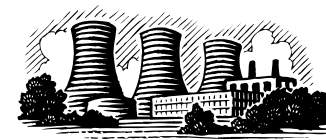
赤:活断層の可能性が高い

黒:その延長上のため可能性はあるが未確認

★:別報告による地変



②変動地形学と原発耐震



活断層の研究史



- 1891年濃尾地震
断層が動くことを目撃、断層＝地震起源説
- 1927年北丹後地震
地形学者多田文男(東京帝国大学教授)による活断層の定義
「極めて近き時代まで活動し、今後も活動する可能性の大きい断層」
- 1960～70年代:プレートテクトニクス・地殻変動論
藤田和夫・松田時彦・貝塚爽平・岡田篤正らによる先進的研究
- 1980年「日本の活断層」(東大出版会;全国20万分の1地図)
- 1991年「新編 日本の活断層」
- 1995年阪神淡路大震災(その後、国土地理院による地図作成や、地震調査研究推進本部による活断層評価が始まる)

原発耐震における活断層評価

- 原子力基本法 1955年
 - 原子炉立地審査指針 1964年
 - 地質・地盤に関する安全審査の手引き(旧手引き) 1978年
 - 耐震設計審査指針(旧指針) 1981年
- (東海村'66、敦賀'70、美浜'70、福島'71、島根'74、高浜'74、浜岡'76、伊方'77、大飯'79、柏崎刈羽'85、志賀'93・・・)
- 耐震設計審査指針(新指針) 2006年
 - 活断層等に関する安全審査の手引き(新指針) 2008年
 - 1) 考慮すべき時代を、過去5万年から約10万年間に
 - 2) 考慮すべきは「活断層である可能性の否定できないもの」と明記
 - 3) パブコメを受けて、「リニアメント調査」を「変動地形調査」に変更

リニアメント調査の基準(原子力土木委員会,1985)

- リニアメントを構成する地形形態の種類(逆向き低崖、屈曲、風隙など)、その明瞭度、基準地形の種類別、リニアメントの連続性・直線性などによりリニアメントのランクを判定し、断層の存在と活動性についての検討資料とする。
- 「日本の活断層」中の確実度 I、長さ10km以上のものから選定した11本の断層(リニアメント)のうち、ほぼ全域に断層が実在するもの1本、局部的に実在するが全域に及ばないと考えられるもの3本、地質露頭から断層が認められないもの5本、存否を判断しがたいもの2本であって、文献に示された「活断層」の実態は多様。
- 詳細な露頭調査が必要である。

文献断層ケーススタディ結果 (原子力土木委員会(1985)に加筆)

新層名	文献(日本の活断層)			現地調査結果			文獻断層沿いの地質構造及びリニアメント性状	ケーススタ ディにおける 判定	事実	
	確実度	長さ km	新層判定要素	地質	断層露頭					
					近傍	リニアメント上				
A 森 本	I	18	横曲部、横曲部	完新統、更新統、鮮新統	あり	なし	完新統と更新統、鮮新統との地質境界線である更新統の一部及び鮮新統は横曲構造を成している。断層露頭はみられず、断層の実在が認められない。	×	○	
B 富 樫	I	16	横曲部、横曲部、低断層部	完新統、更新統、鮮新統、中新統	あり	なし	完新統と更新統、鮮新統の地質境界線である。更新統の一部及び鮮新統は横曲構造を成している。断層露頭はみられず、断層の実在が認められない。	×	○	
C 白鷺峠	I	12	屈曲・直線谷・鞍部の連続	黒川流紋岩層	多数あり	1ヶ所(最大幅約3.5m)	あり	黒川流紋岩層中に存在する。リニアメント上の岩露頭には破砕は認められず、局部的に実在するが、リニアメント全体を形成する断層はみあたらない。	△	○
D 白 川	I	11	屈曲・直線谷・鞍部の連続	黒川流紋岩層	あり	なし	あり	リニアメントの一部にはマサ状を呈する部分が認められる。リニアメントを形成したと推定される断層の実在はみあたらない。	×	○
E 名 張	I	15	断層崖・鞍部の連続	花崗岩・更新統	あり	1ヶ所(幅約50cm)	あり	リニアメントの一部は断層を伴う地質境界であり、熱水変質部が認められる。断層の実在は局部的に認められるが断層の連続性については各種の可能性があり明瞭でない。	△	△
F 牛 首	I	52	谷の屈曲・鞍部の連続	花崗岩・更新統	あり	10ヶ所以上(最大20m)	なし	一面、もしくはそれ以上の断層破砕帯がみられる。部分的に、約2万年前以降の地層を切っている。リニアメント全域に断層は実在する。	○	○
G 西 山	I	24	低断層部	三都岩成岩類・白堊系・古第三系・更新統	あり	1ヶ所	あり	リニアメントを形成する連続性ある断層の実在は認められない。地質境界を反映しているかと判断される。	×	○
H 馬 道	I	15	逆向き低断層部	新第三系・更新統・火山灰層	あり	なし	なし	火山灰層が薄く分布し、近傍にこれを切る小断層があるが、リニアメントとセンスは逆である断層の存否は不明である。	×	○
I 鴨川地溝帯南	I	26	低断層部・溝状凹地・断層崖	古第三系・新第三系	あり	なし	あり	リニアメントの一部は地質境界である。他の地域ではその断層は明瞭ではないが、リニアメント状に断層露頭がある。断層の実在は認められない。	×	○
J 長 尾	I	27	高床不連続・断層露頭・低断層部	花崗岩・更新統・鮮新統	あり	8ヶ所(ただし、2地域にわたる)	あり	リニアメントは非常に不明瞭であるが、2ヶ所の地域で連続する断層露頭がみられる。下部更新統・鮮新統の地層を切っている。	△	○
K 桑 折	I	10	断層崖・低断層部・断層露頭	花崗岩類・中新統・鮮新統	あり	なし	なし	リニアメント近傍に断層がみられるが、リニアメントとの関連性は明らかでなく、断層の存否は不明である。	?	○

○:活断層である、△:一部は活断層、×:活断層ではない、?:不明

変動地形学的調査とは



- 断層活動に依らなければ出来得ない、特異な地形を成因論的・発達史論的に判断するもの。
- 一連の地形の切断・傾動・屈曲等。
- リニアメントに注目することもあるが、明瞭度や直線性で判断するものでは決してない。
- 地形発達史を検討することにより、変動地形学単独で活断層を認定し得る場合がある。

敦賀原発と浦底断層



東

西



電力会社によるトレンチ調査
公開(2008年5月)

中越沖地震によって判明した活断層認定の問題点

原発耐震安全審査における活断層評価の根本的問題

活断層を見逃さないために何が必要か？

鈴木康弘^{*1}・中田 高^{*2}・渡辺満久^{*3}

すずき やすひろ なかた たかし わたなべ みつひさ

科学 vol.78, No.1, 2008

^{*1} 名古屋大学大学院環境学研究科, ^{*2} 広島工業大学環境学部, ^{*3} 東洋大学社会学部

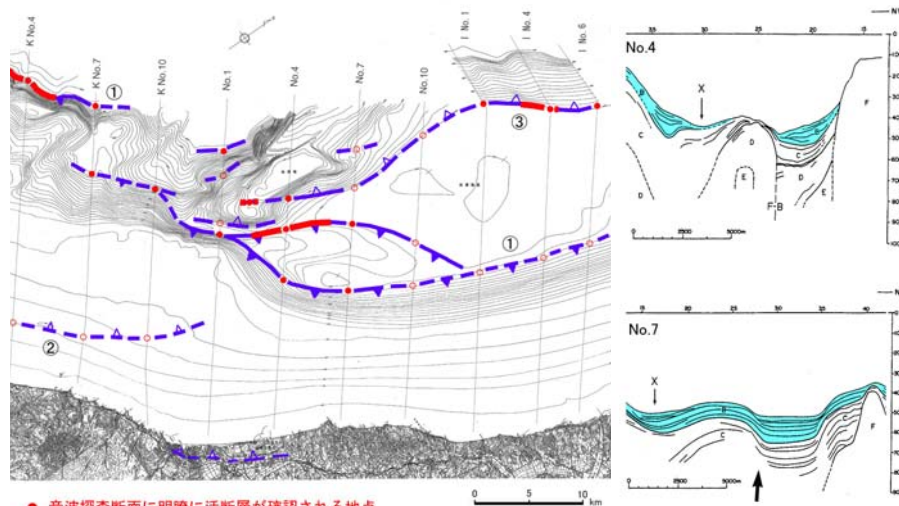
世界最大を誇る柏崎刈羽原子力発電所が、M6.8に過ぎない中越沖地震によって「想定を遙かに超える地震動に見舞われた」という事実は深刻である。中越沖地震の震源域となった原発沖合の海域に、電力会社は顕著な活断層はないと判断し、政府の審査においても追認されてきた。しかし設置許可申請書に掲載されている音波探査記録を見れば、大規模な活断層の存在を示す明らかな証拠があり、それを見逃していたことが、想定地震動を過小評価する原因となった可能性がある。

内閣府の原子力安全委員会は「電力会社による新たな調査結果を持って活断層評価を見直す」とする一方、「審査時点の知見にもとづく当時の判断は妥当」としている。これに対し、筆者らは、当時の判断の問題点を明確にすることが、今後の活断層評価の適正化にとって最重要と考える。

本稿では、公開されている原発設置許可申請書に掲載された、1980年代の音波探査結果を再解析することにより、海底活断層を認定する際に見逃されていたかを検証し、再解析の結果にもとづいて、中越沖地震の震源海域における活断層分布の全体像をまとめる。余震観測や地殻変動デ

活断層認定の基本とは

1983年に設置認可された柏崎刈羽原発2号炉・5号炉、および1987年認可の3号炉・4号炉審査の際、沿岸方向60km、沖合30kmまでの範囲で、総延長1670kmの音波探査調査が実施された。この海域では、大陸棚から佐渡海盆に下る陸棚斜面や、佐渡海盆から佐渡海盆にかけて連続する急斜面等、断層運動などの地殻変動に深く関連する海底地形が発達している。1980年代の音波探査記録は、海底面下400m程度の深度までの地質構造を明らかにしているが、深い部分の



- 音波探査断面に明瞭に活断層が確認される地点
- 音波探査断面で活断層が推定される地点
- 原発耐震設計時に存在が確認されていた断層

中越沖における音波探査結果
(設置許可申請書による)

「音波探査で見えなければ断層はない」という論理

③「活断層基本図」と断層直上問題



1999年台湾中部地震

詳細な活断層図の作成と公開(その1)



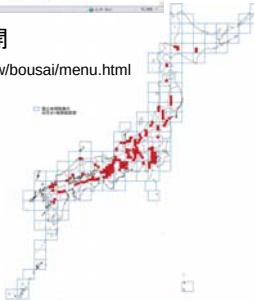
都市圏活断層図 (国土地理院)
(書店で販売)

- 1万分の1の航空写真を精査
- 地図は1枚約千円。インターネット版無料公開(2009年)
- 都市周辺の一部の地域のみ



インターネット公開

<http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/menu.html>

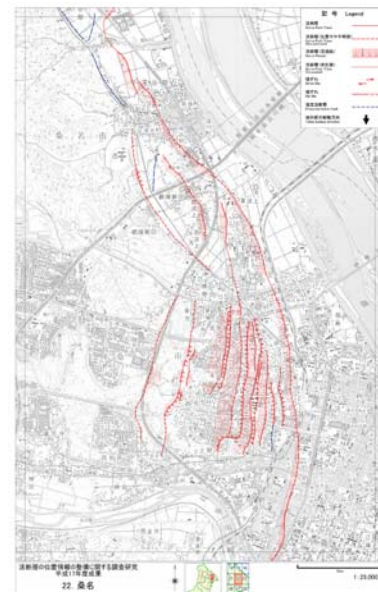
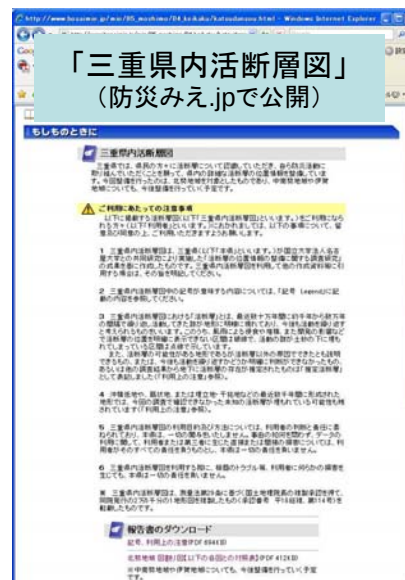


詳細な活断層図の作成と公開(その2)



- 全国版だが、4万分の1程度の航空写真しか判読していない地域もある。
- 高価なため一般には購入しにくい。

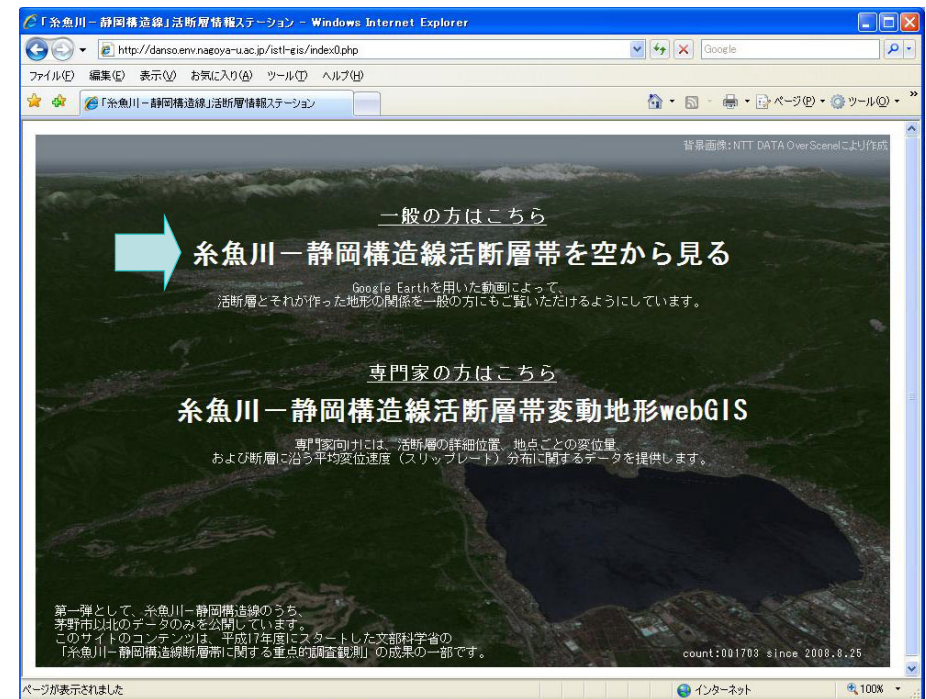
詳細な活断層図の作成と公開(その3)

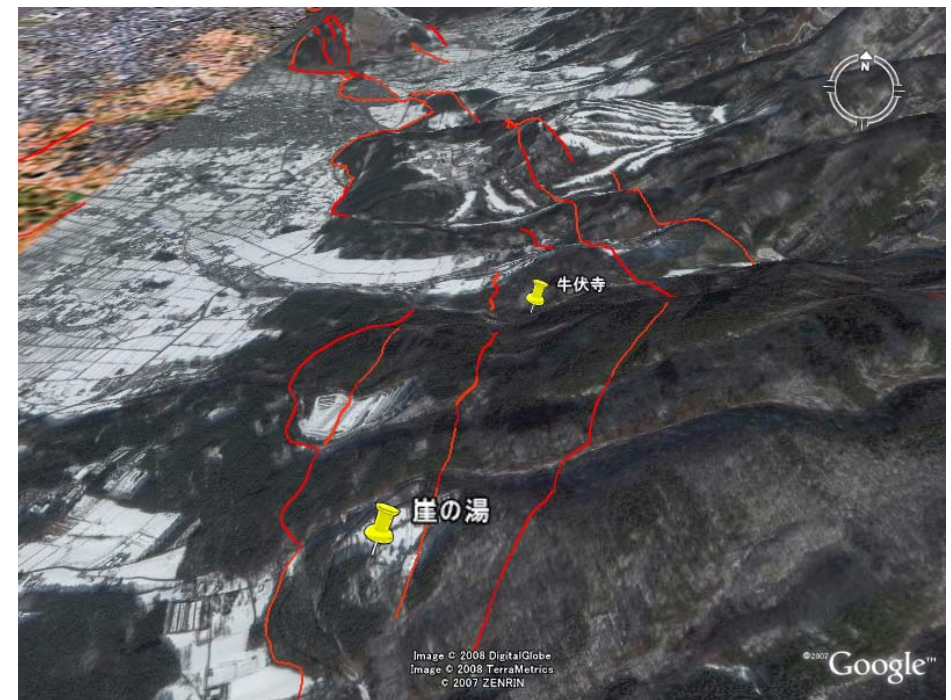


三重県内活断層図の特徴



- 県内全域を1万分の1航空写真で精査
- 既存資料間の齟齬を再検討して整理
- 自治体の防災部局が大学と共同で作成し、公表した初の公的資料
- 県から市町村に対して2009年5月に以下を一通達。
「防災対策上重要な公共施設が、活断層の直上あるいはごく近傍に存在する場合には、例えば、当該施設の建替え等の機会に、活断層位置を考慮する等、施設管理者としての対応についてご検討いただきますようよろしくお願いいたします。」





「糸魚川－静岡構造線」活断層情報ステーション - Windows Internet Explorer

http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/ist-gis/index0.php

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

「糸魚川－静岡構造線」活断層情報ステーション

背景画像: NTT DATA OverScene2 により作成

一般の方はこちら

糸魚川－静岡構造線活断層帯を空から見る

Google Earthを用いた動画によって、
活断層とそれが作った地形の関係を一般の方にもご覧いただけるようにしています。

専門家の方はこちら

糸魚川－静岡構造線活断層帯変動地形webGIS

専門家向けには、活断層の詳細位置、地点ごとの変位量、
および断層に沿う平均変位速度（スリップレート）分布に関するデータを提供します。

第一弾として、糸魚川－静岡構造線のうち、
茅野市以北のデータのみを公開しています。
このサイトのコンテンツは、平成17年度にスタートした文部科学省の
「糸魚川－静岡構造線断層帯に関する重点的調査観測」の成果の一部です。

count:001703 since 2008.8.25

ページが表示されました インターネット 100%

「糸魚川－静岡構造線」活断層情報ステーション - Windows Internet Explorer

http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/ist-gis/index1.php

背景画像: NTT DATA OverScene2 により作成

糸静線重点的調査観測・変動地形調査のページ

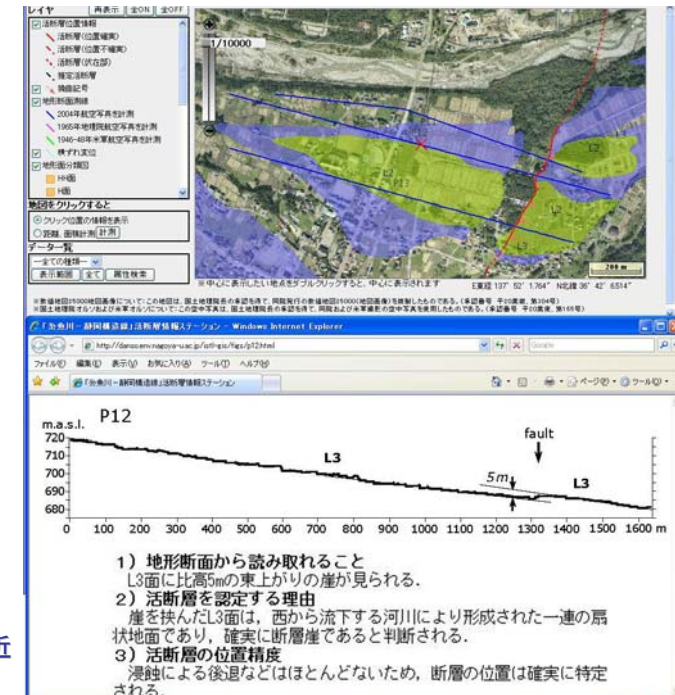
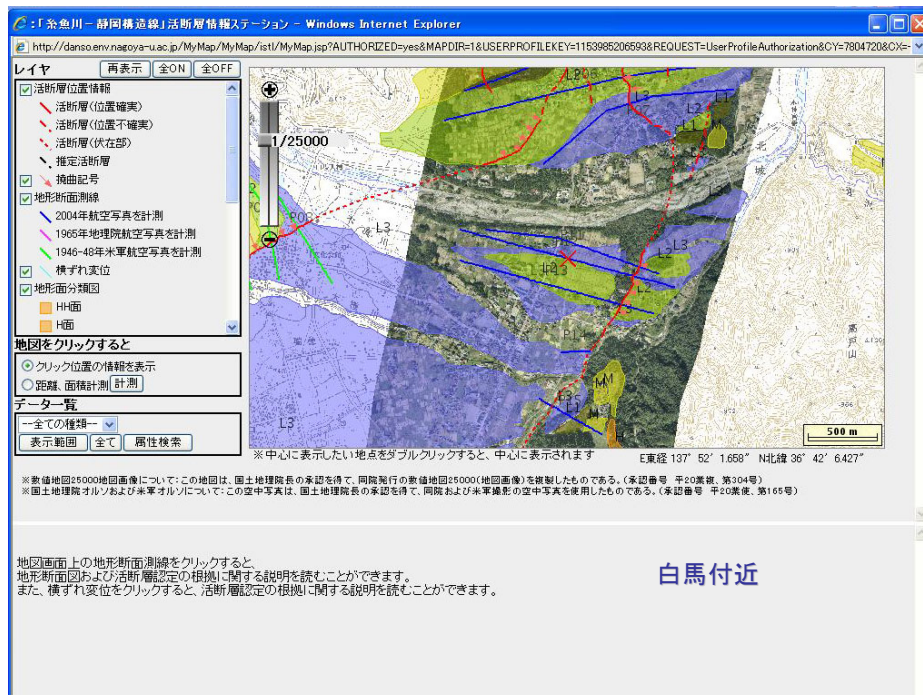
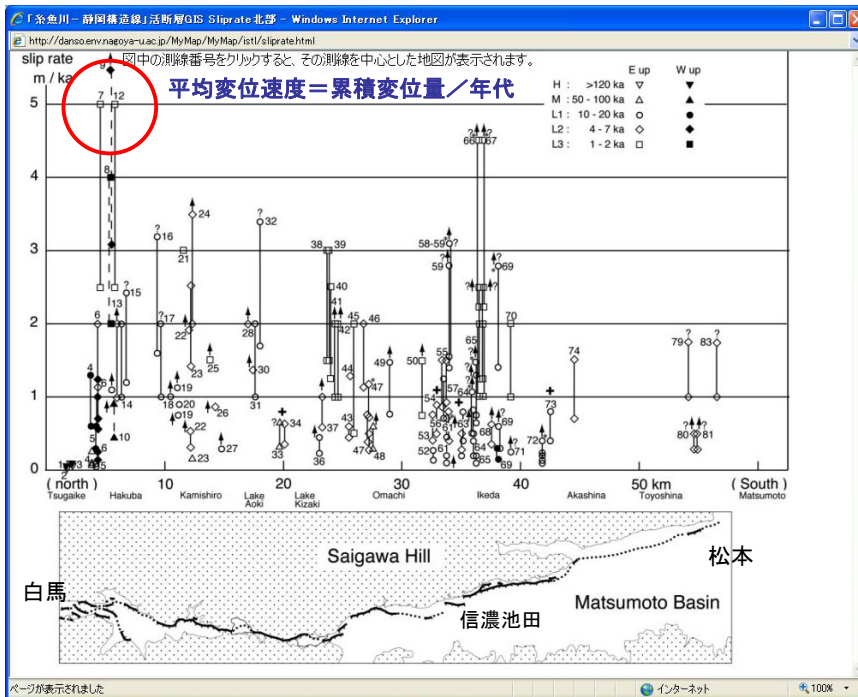
H17年度調査結果（北部）

- >>> 活断層Web-GIS (1024*768以上のモニタ推奨)
- >>> Sliprate図 (1152*864以上のモニタ推奨)

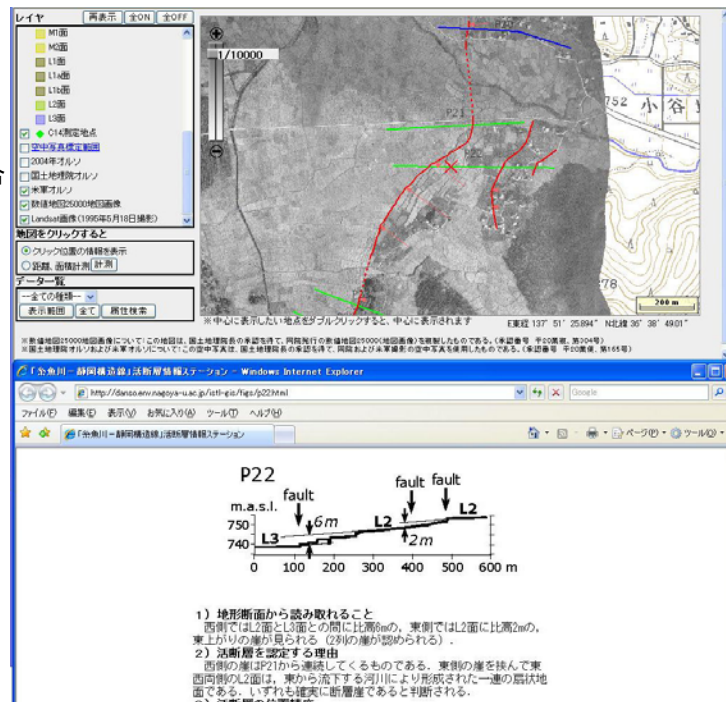
H18年度調査結果（中北部）

- >>> 活断層Web-GIS (1024*768以上のモニタ推奨)
- >>> Sliprate図 (1152*864以上のモニタ推奨)

ページが表示されました インターネット 100%



断層変位地形が
地形改変の影響
を受けている場合
は1940年代の写
真を利用



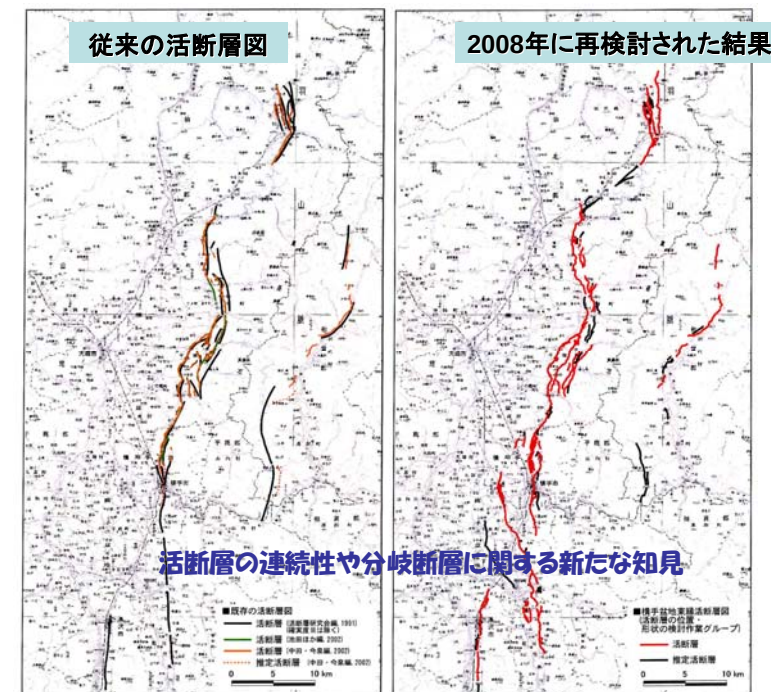
詳細な活断層図の作成と公開(その5)

「新たな地震調査研究の推進について」(新総合施策) (平成21年4月21日、地震調査研究推進本部)より

第3章 今後推進すべき地震調査研究

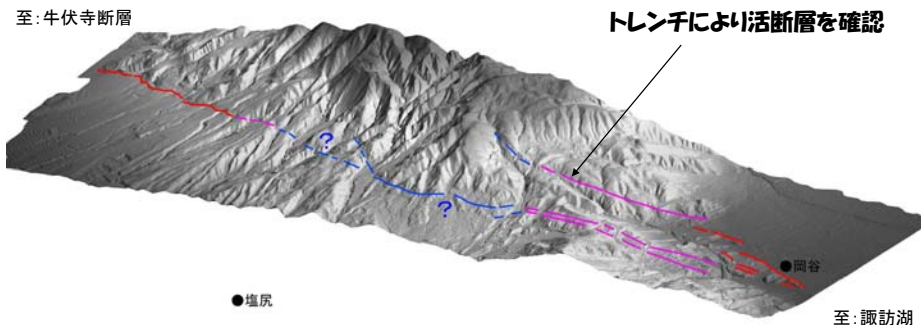
1. 当面10年間に取り組むべき地震調査研究に関する基本目標
 - (2) 活断層等に関連する調査研究による情報の体系的収集・整備及び評価の高度化
- 発生確率が高いあるいは発生した際に社会的影響が大きい活断層等が分布する地域を対象とした評価の高度化
 - 沿岸海域の活断層及びひずみ集中帯を中心とした未調査活断層の評価の高度化
 - 短い活断層や地表に現れていない断層で発生する地震の評価の高度化
 - 上記の3つの基本目標の実現による「全国を概観した地震動予測地図」の高度化及び活断層の詳細位置図に各種調査・評価結果を記した「活断層基本図(仮称)」の作成

「活断層基本図」のあり方に関する議論が開始



谷口ほか
(2008)

「糸魚川－静岡構造線」の再検討結果



紫色: 新たに確認された横ずれ断層 青色: 「推定」活断層
「塩尻ギャップ7km」(原子力土木委員会, 2004) は存在しない

「原子力発電所の活断層評価技術: 長大活断層系のセグメンテーション: 糸魚川-静岡構造線活断層系を例として」土木学会原子力土木委員会断層活動性分科会, 2004.3.

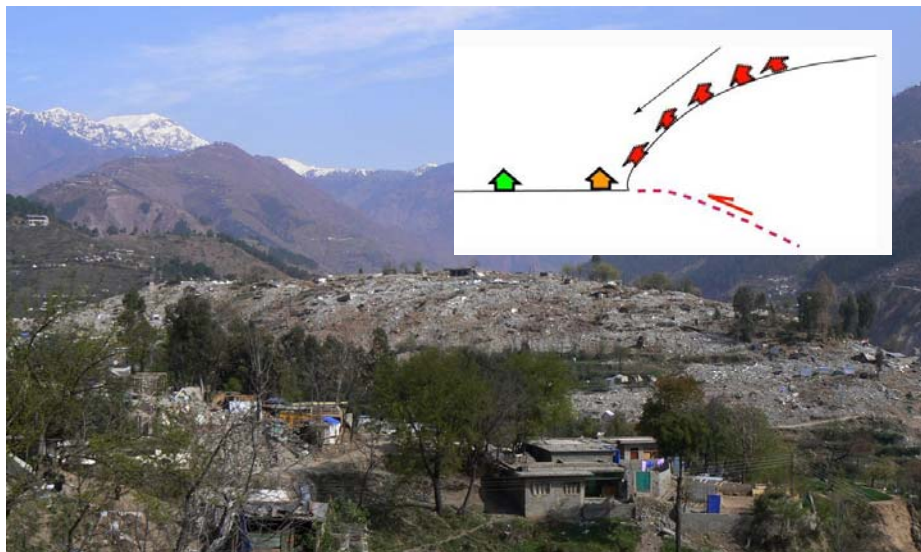
→ 断層の末端や連続性の情報は、地震規模想定にとって重要！ 今後の課題。

(糸魚川－静岡構造線重点調査研究の成果: 名古屋大学ほか)

活断層による被害とその軽減

- ①地震断層近傍の強震動
 - ②断層線直上の「ずれ」による被害
 - ③断層線近傍の傾動による被害
- ・ 対策は分けて考えることが必要。
 - ・ 「土地利用規制」の議論において混乱。
(「どれだけ離せば良いか？」等)
 - ・ ①は建築の条例で対応(福岡市の例)
 - ・ ここでは、②および③に限定して議論

「土地利用に関するガイドライン」は本当に必要なのか？



①と③による複合被害

資料提供: 中田高(広島工大)

－2005パキスタン地震で壊滅したOld Balakot－



Old Balakot 遠望

写真提供: 中田 高

1999年台湾中部地震における断層直上の被害

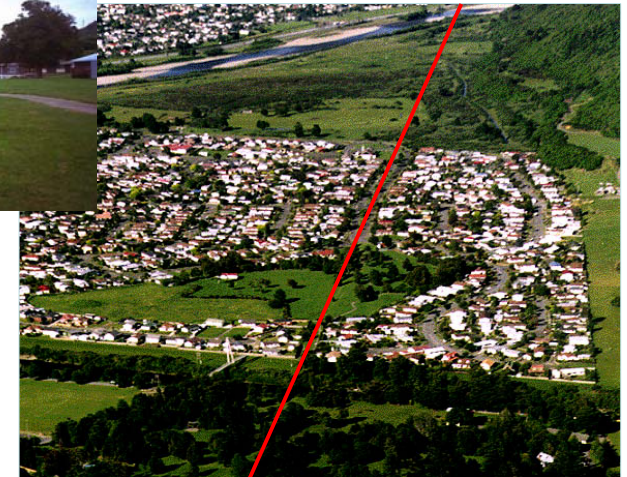


主に②「ずれ」と③「傾動」による被害

資料提供: 中田高(広島工大)



活断層直上の緑地帯



ニュージーランドにおける土地利用例

直上の建物は倒壊を免れない

1995年野島断層(産経新聞)



1999年台湾中部地震

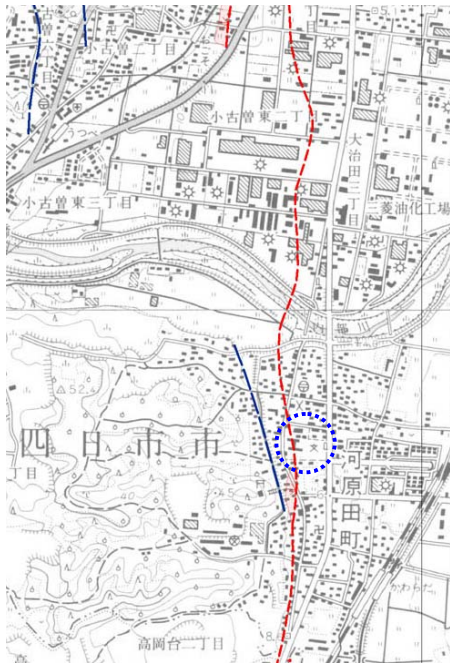


- ・ 少なくとも学校や病院等は建てるべきでない。
- ・ 土地利用に関する一定のガイドラインが必要！

活断層の直上に位置する教育施設



資料提供: 中田高(広島工大)

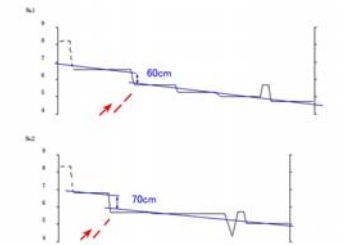


四日市河原田小学校の事例



三重県活断層図(「防災みえ.jp」で公開中)

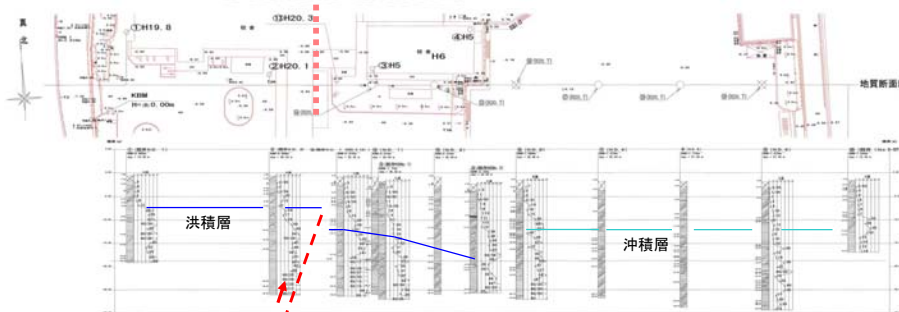
等高線図 (1m間隔)



調査報告書より



断層推定位置



調査報告書より

運動場内の地質調査(2008.7)



- 教育委員会と市長の英断
- 地域コミュニティの好意的なサポート

- 校舎と運動場を入れ替え、「耐震補強」ではなく「建て替え」を市議会で決定(2009年6月)

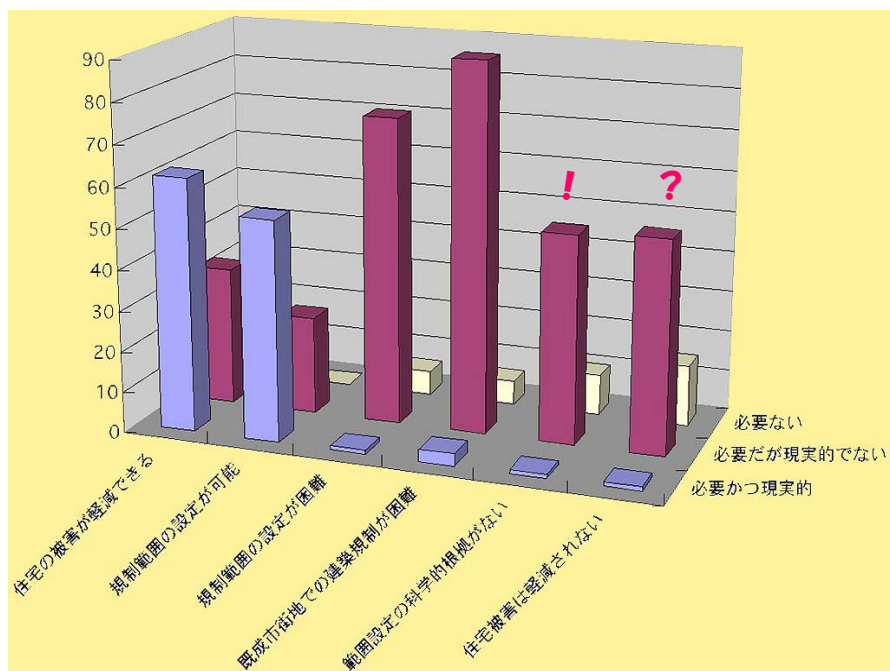
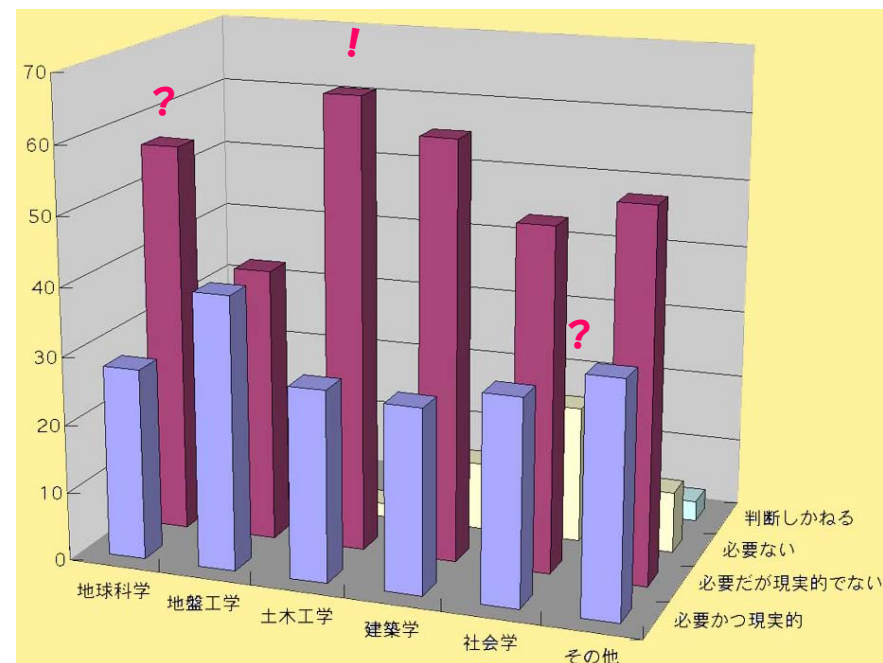


活断層直上の開発規制に関する専門家の意見



[質問]

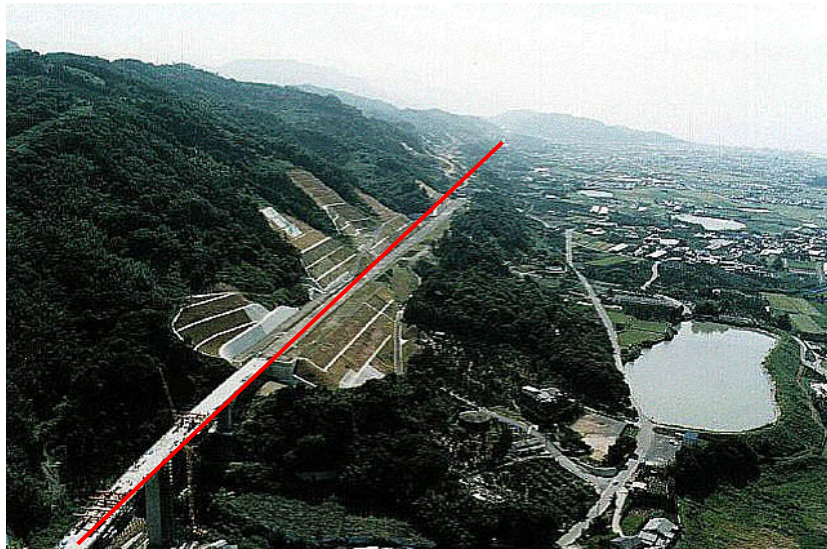
- ◆ 必要か否か？
- ◆ その理由は？



高速道路と活断層



資料提供: 中田高(広島工大)



活かされていない活断層情報

活断層防災の原則(私見)

[重要構造物]

- 「活断層は地震を起こす！」ことを前提にした費用対効果の議論。
- 「見逃しは許されない」ことの徹底。

[学校・病院・福祉施設等]

- 真上には建てない。
- できる限り移転を検討する。

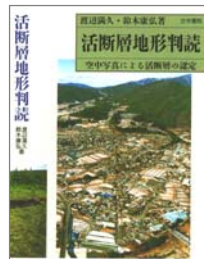


[その他の構造物]

- 活断層を無視しない。

土地利用ガイドラインの整備が必要

さらなる分野間連携を！



朝日新聞の書評(2002.02.24)
阪神大震災の後、「活断層」が一躍脚光を浴びた。…対策は難しい…。
どうすればいいのか。まず人命を守ることを最優先にする。
…活断層のイロハから始まり、耳を傾けるべき具体的な提案が盛り込まれているのが本書の特徴だ。
(編集委員 泊次郎)

