

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所 敷地周辺の地質・地質構造に関する補足説明

平成20年9月24日
東京電力株式会社



東京電力

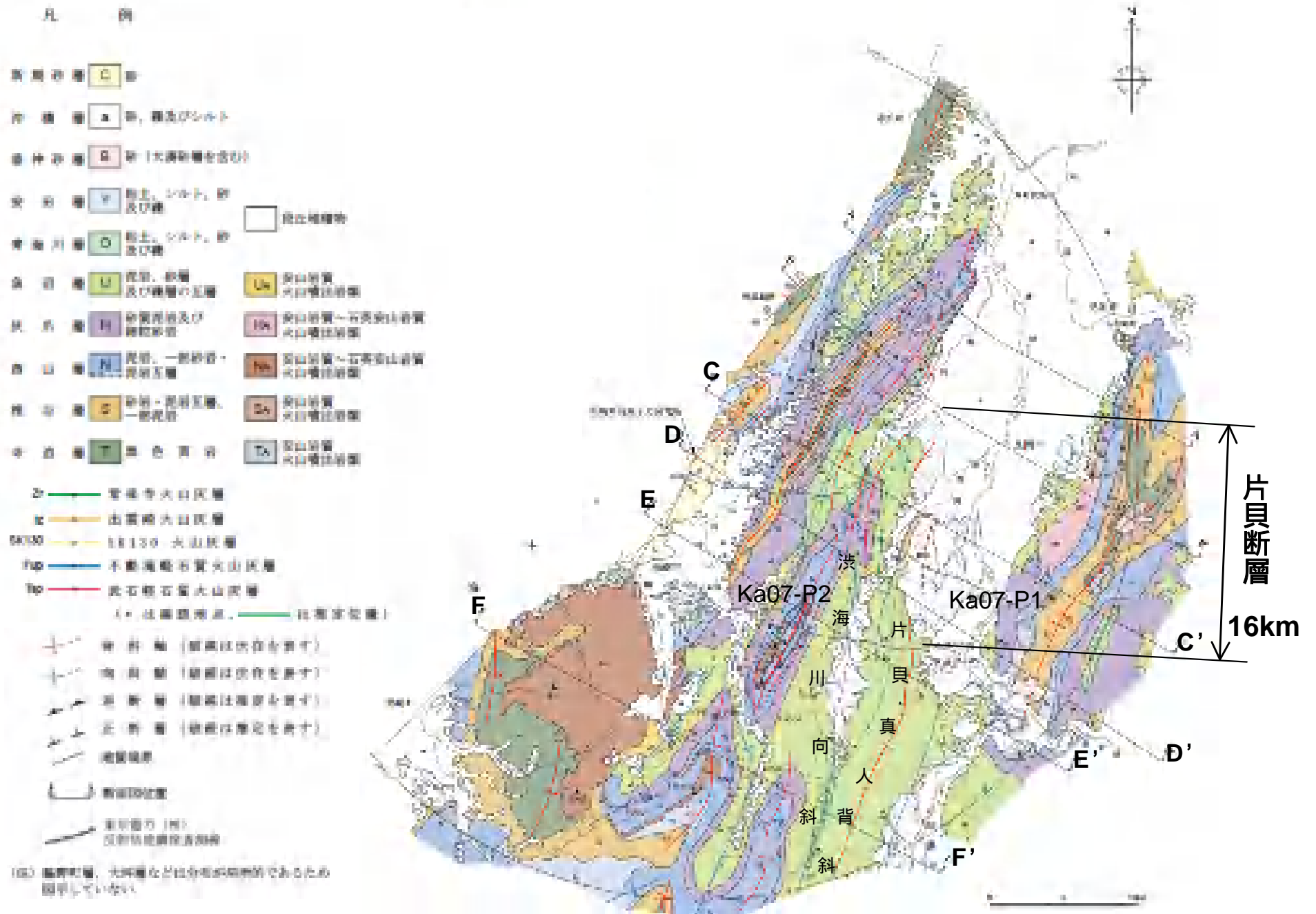
ご指摘事項

指摘分類	指摘日	指摘事項	コメントの趣旨
合同WG	8月12日 (現地調査)	片貝断層については、活動性を考慮する区間の南端を小千谷市桜町までとしているが、片貝・真人背斜はその南部にも連続することから、念のため、南部にける活動性の有無等について検討すること	<p>片貝断層南方延長部における片貝・真人背斜の活動性について検討すること</p> <p>片貝断層南方延長部の変動地形の有無に関する説明，片貝断層周辺の活構造との関係の説明 (1章で説明)</p>
	7月23日 (第14回)	時水付近以南は、地滑り状の構造が多数読み取れるので、リニアメントがマスクされている可能性もあるので再検討すること	
合同WG	8月12日 (現地調査)	離水ベンチなどの微地形の分布も把握すること	<p>段丘面や離水ベンチの高度分布を詳細に把握し、その分布から考えられる隆起のメカニズムについて検討すること</p> <p>段丘面及び離水ベンチの高度分布、断層モデルによる地殻変動との関係の説明 (2章で説明)</p>
	8月26日 (第16回)	アトラスが示す米山海岸のM面がH面であることは理解したが、M面の高度は50m程度であり、その隆起のメカニズムを説明すること	
	9月11日 (第17回)	段丘面高度の分布については、M面だけでなくH面についても検討すること	
原発反対地元三団体申し入れ	1月11日	敷地周辺の段丘面の詳細調査を実施すること	

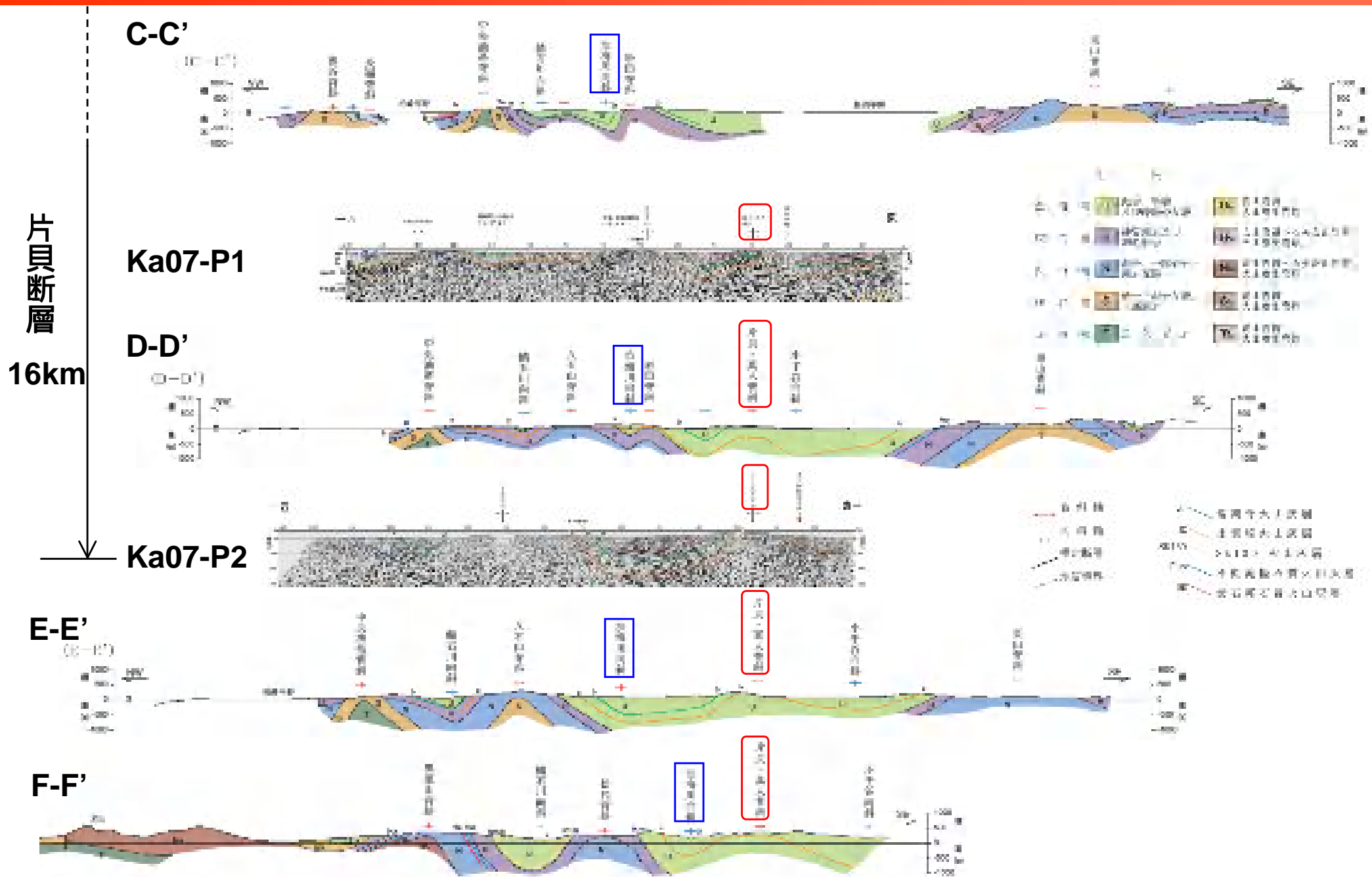
1. 片貝・真人背斜南部の活動性について
2. 米山海岸付近，柏崎平野，角田山・弥彦山付近の段丘について

1. 片貝・真人背斜南部の活動性について
2. 米山海岸付近，柏崎平野，角田山・弥彦山付近の段丘について

敷地周辺陸域の地質図



敷地周辺陸域の地質断面及び反射断面



活断層詳細デジタルマップ・活断層データベースに示される活断層

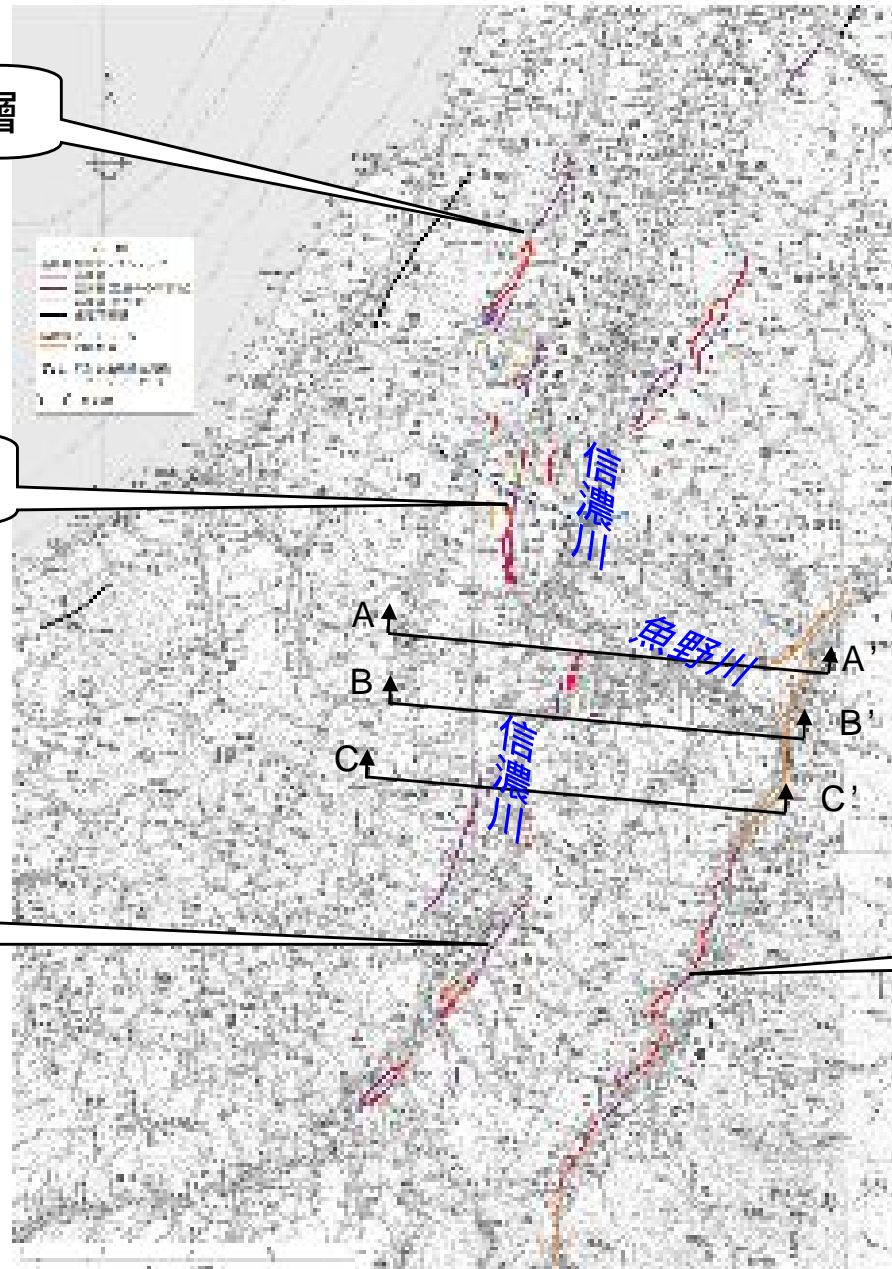
長岡平野西縁断層帯

気比ノ宮断層

片貝断層

十日町断層帯

六日町断層帯



■ 片貝断層を中心としてみたときに、

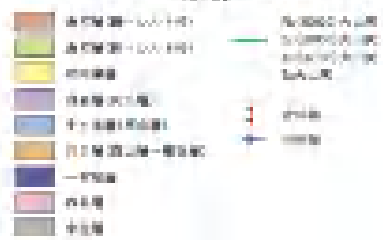
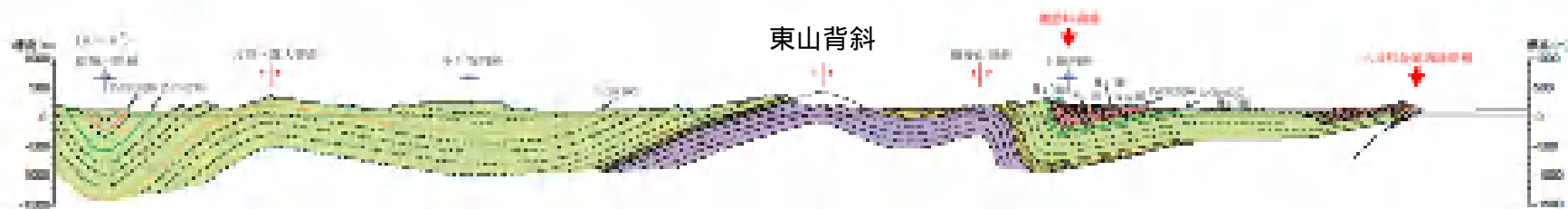
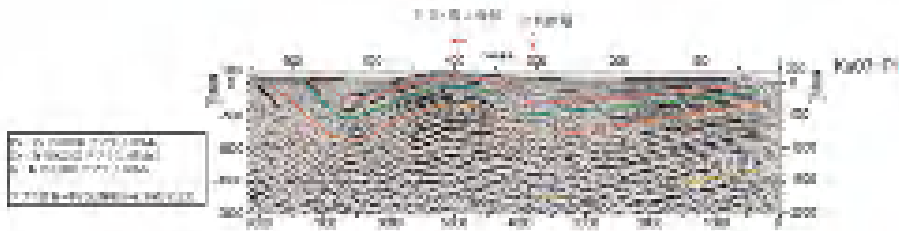
1. 北：長岡平野西縁断層帯
2. 南：十日町断層帯
3. 東：六日町断層帯

■ それぞれ主要な活構造が指摘されている

■ 魚野川付近が地形的な、構造的な境界になっている様子が伺える

澁海川向斜～片貝・真人背斜～六日町盆地西縁断層

- 片貝断層南方延長部（A - A'～C - C'）では，東山背斜の東側に小平尾断層，諏訪峠撓曲，六日町盆地西縁断層などの新しい時代の活発な活動がみられる
- 東側背斜の西側には小規模な山本山断層がみられる



片貝断層南方延長部の空中写真判読結果

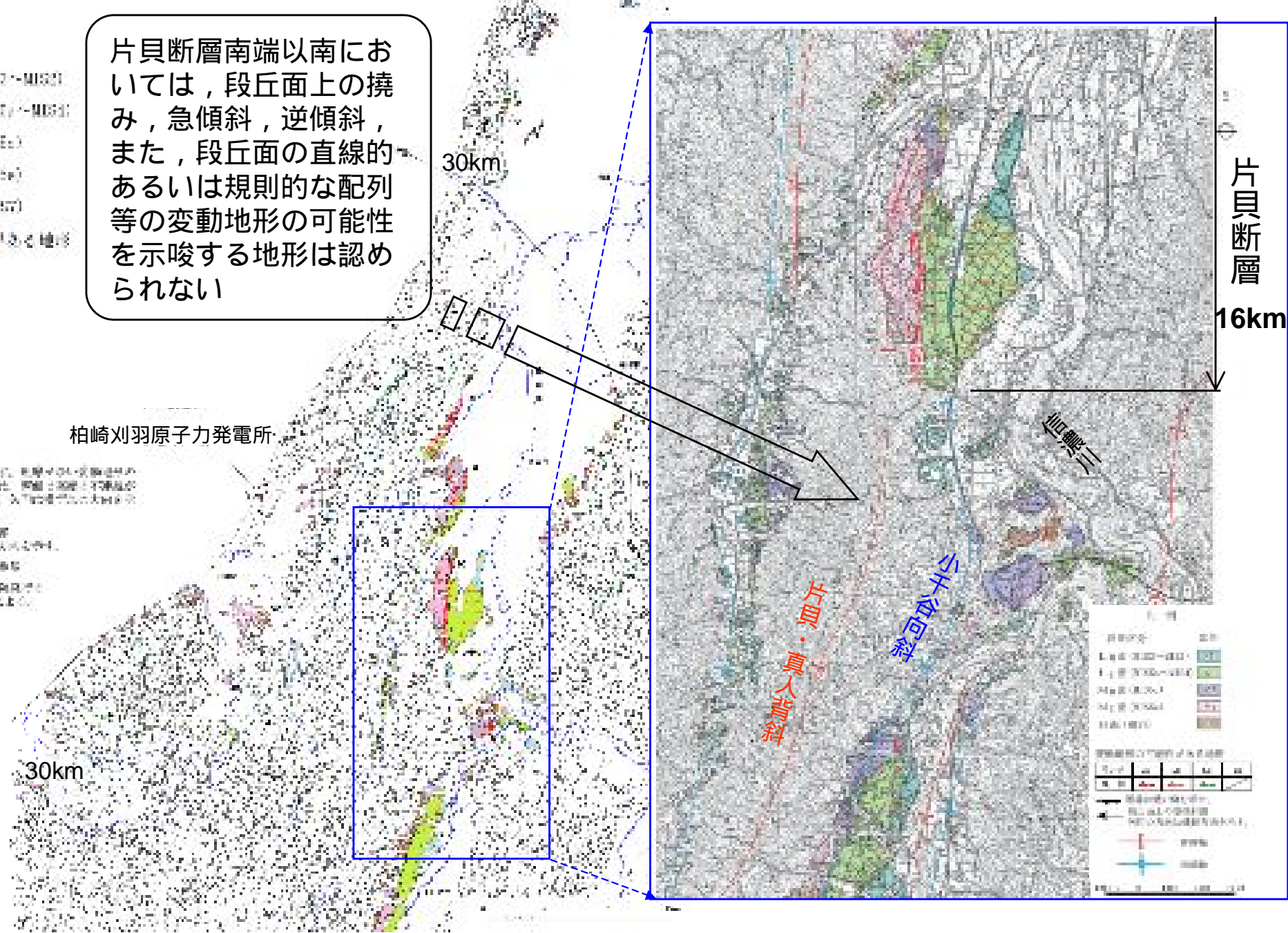
- 凡例
- 歳立
- 上層部 (M152)~(M153)
 - 上層部 (M157)~(M159)
 - 中層部 (M155a)
 - 中層部 (M155b)
 - 下層部 (M157)
- 表層地形の可能性のある地形

- 凡例
- L1
 - L2
 - L3
 - L4

- 地質図に示す断層線は、地質図の作成時に判別された断層線であり、実際の断層線とは一致しない可能性がある。
- 地質図に示す断層線は、地質図の作成時に判別された断層線であり、実際の断層線とは一致しない可能性がある。
- 地質図に示す断層線は、地質図の作成時に判別された断層線であり、実際の断層線とは一致しない可能性がある。
- 地質図に示す断層線は、地質図の作成時に判別された断層線であり、実際の断層線とは一致しない可能性がある。

片貝断層南端以南においては、段丘面上の撓み、急傾斜、逆傾斜、また、段丘面の直線的あるいは規則的な配列等の変動地形の可能性を示唆する地形は認められない

柏崎刈羽原子力発電所



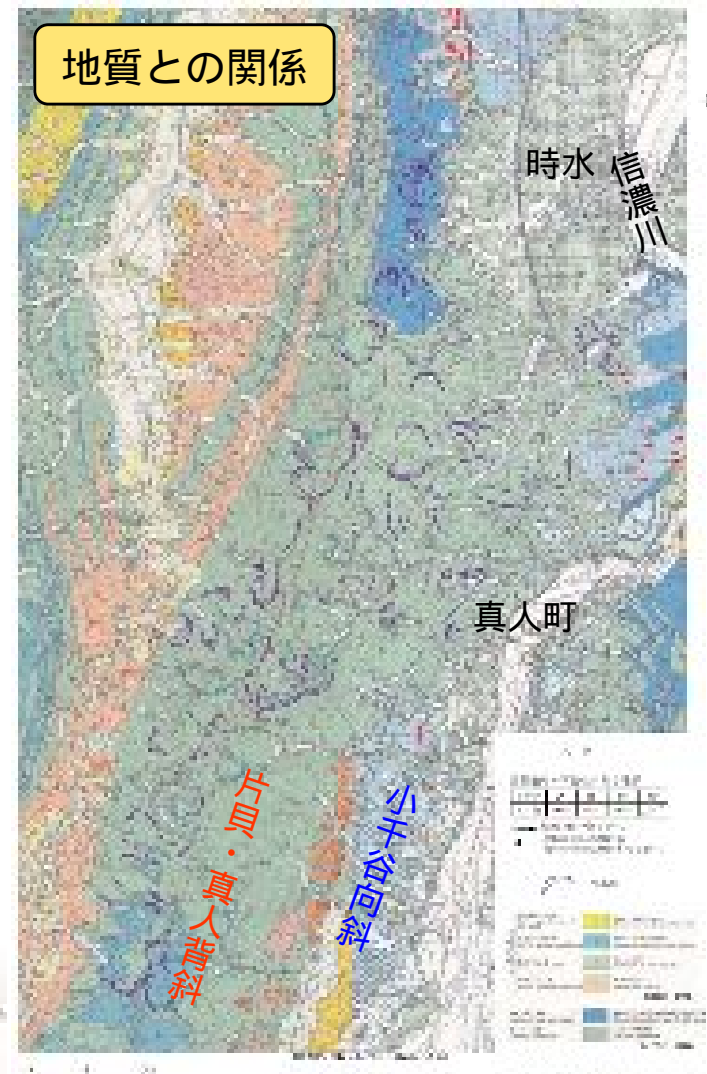
片貝・真人背斜

片貝断層

- 凡例
- 上層部 (M152)~(M153)
 - 上層部 (M157)~(M159)
 - 中層部 (M155a)
 - 中層部 (M155b)
 - 下層部 (M157)
- 地質図に示す断層線は、地質図の作成時に判別された断層線であり、実際の断層線とは一致しない可能性がある。

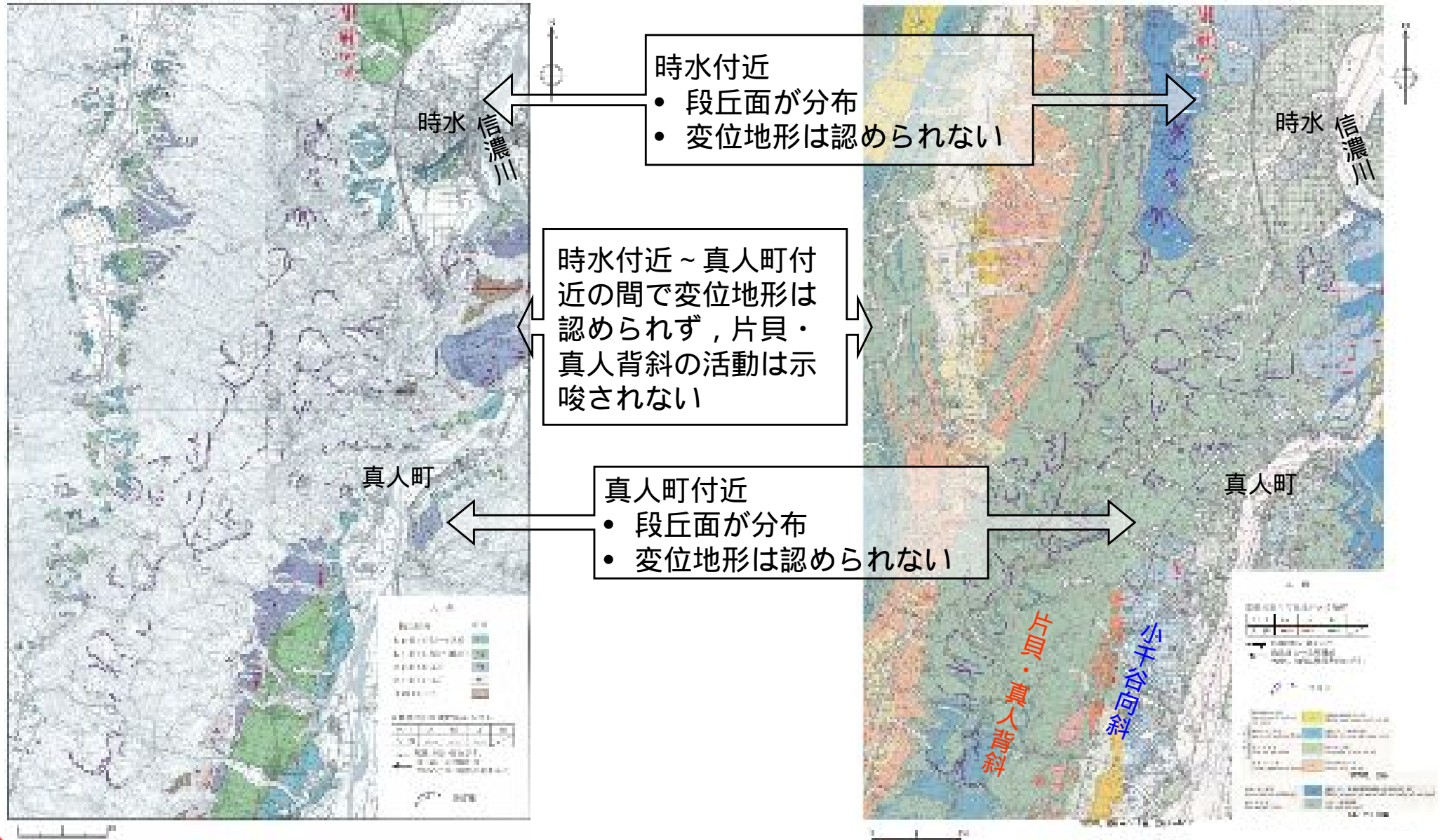
片貝断層南方延長部の地すべり分布（1）

- 国土地理院撮影の1/4万，米軍撮影の1/5万～1/4万の空中写真判読により地すべり地形を抽出した
- 片貝断層南方延長部には多数の滑落崖が認められ，そのほとんどは魚沼層分布域である
- 段丘面は信濃川左岸に発達しており，小千谷向斜沿いでは時水付近や真人町付近に地すべりにマスクされていない段丘面が認められる

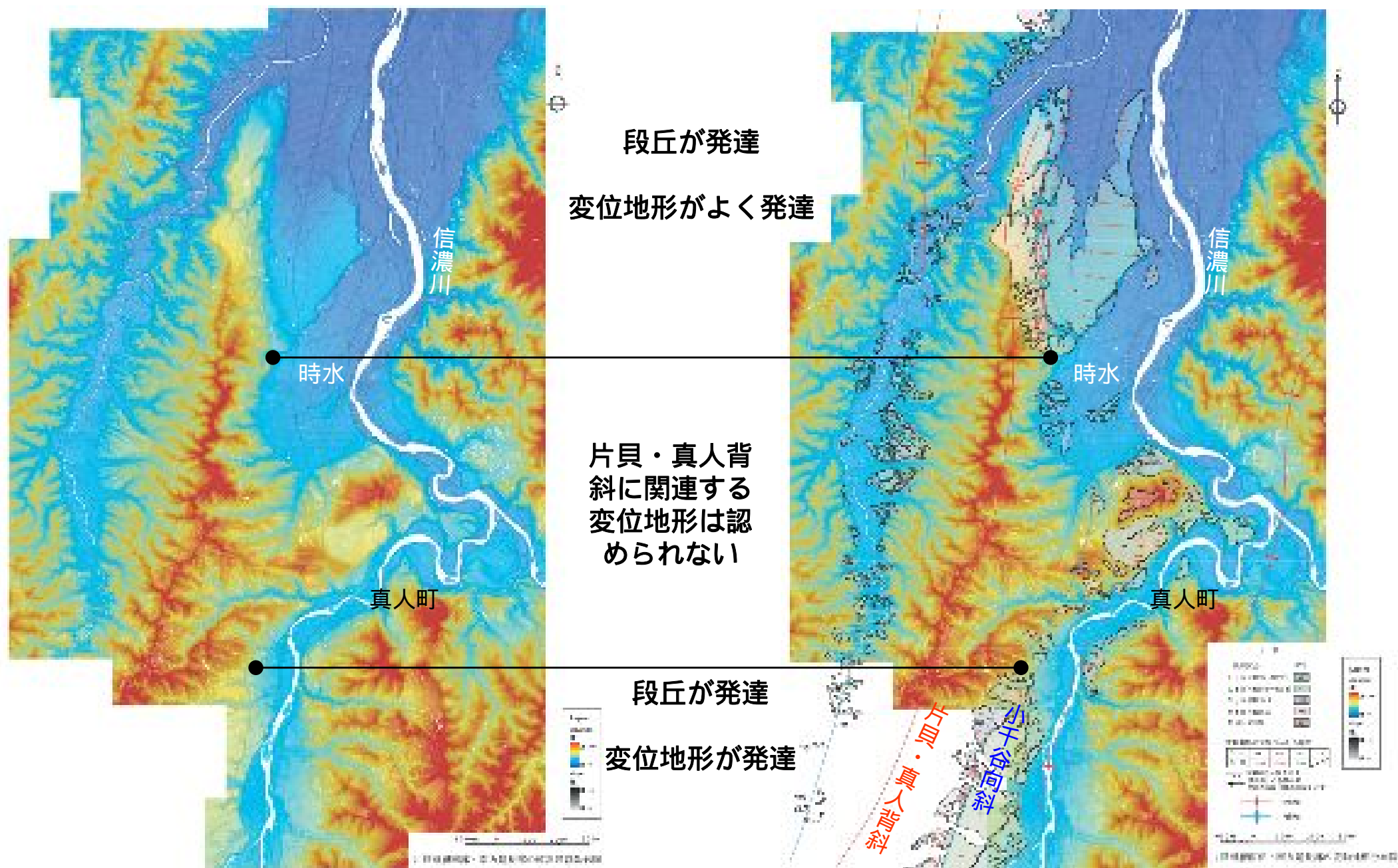


片貝断層南方延長部の地すべり分布（２）

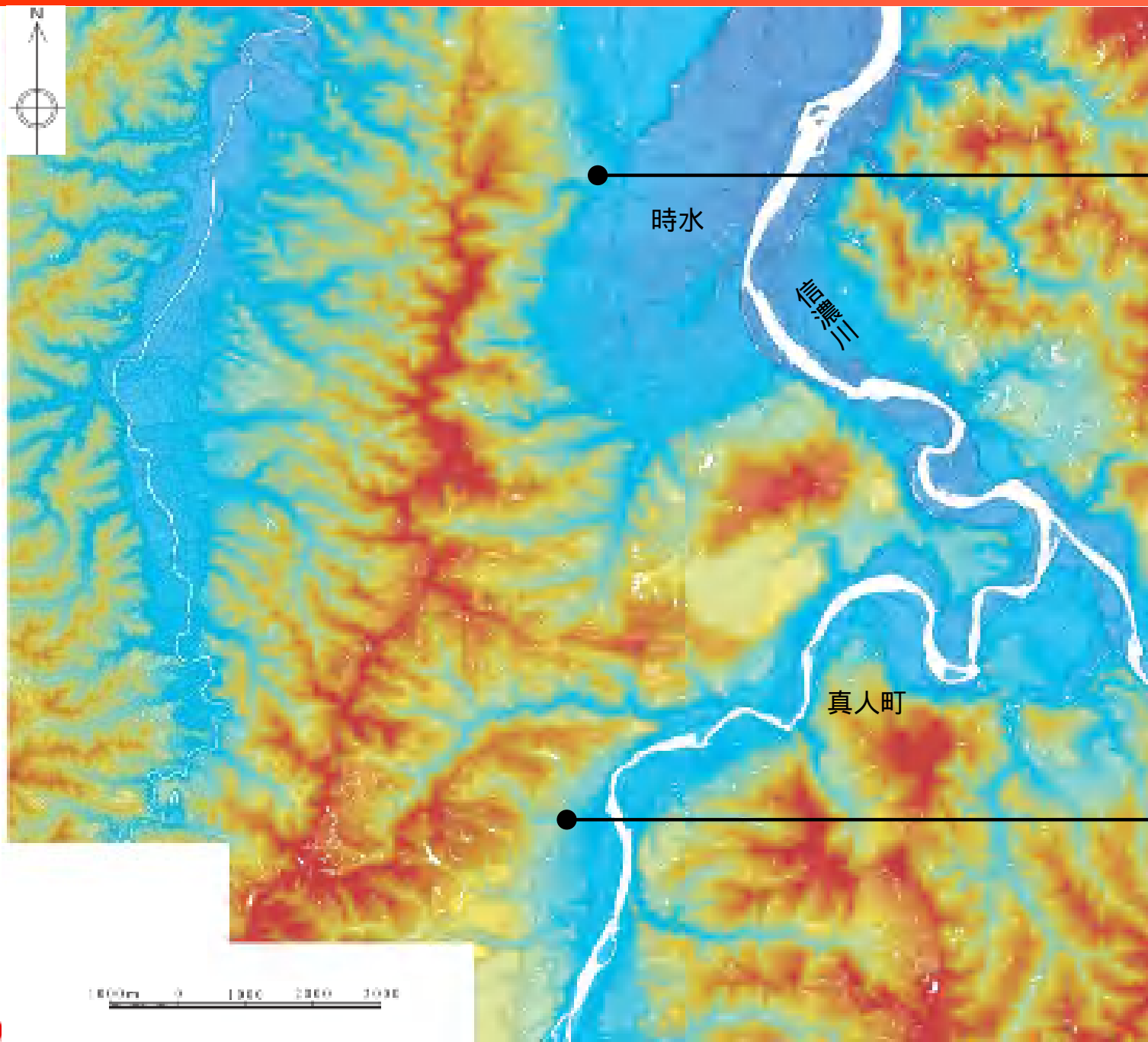
- 片貝断層南方延長の小千谷向斜沿いの時水付近及び十日町断層帯北方の真人町付近に分布する段丘面には、いずれも変位地形は認められないことから、その間の片貝・真人背斜の活動は示唆されない



片貝断層南方延長部のDEM (1)



片貝断層南方延長部のDEM (2) : (1) の拡大



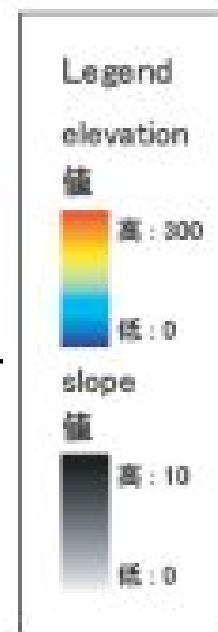
段丘が発達

変位地形がよく発達

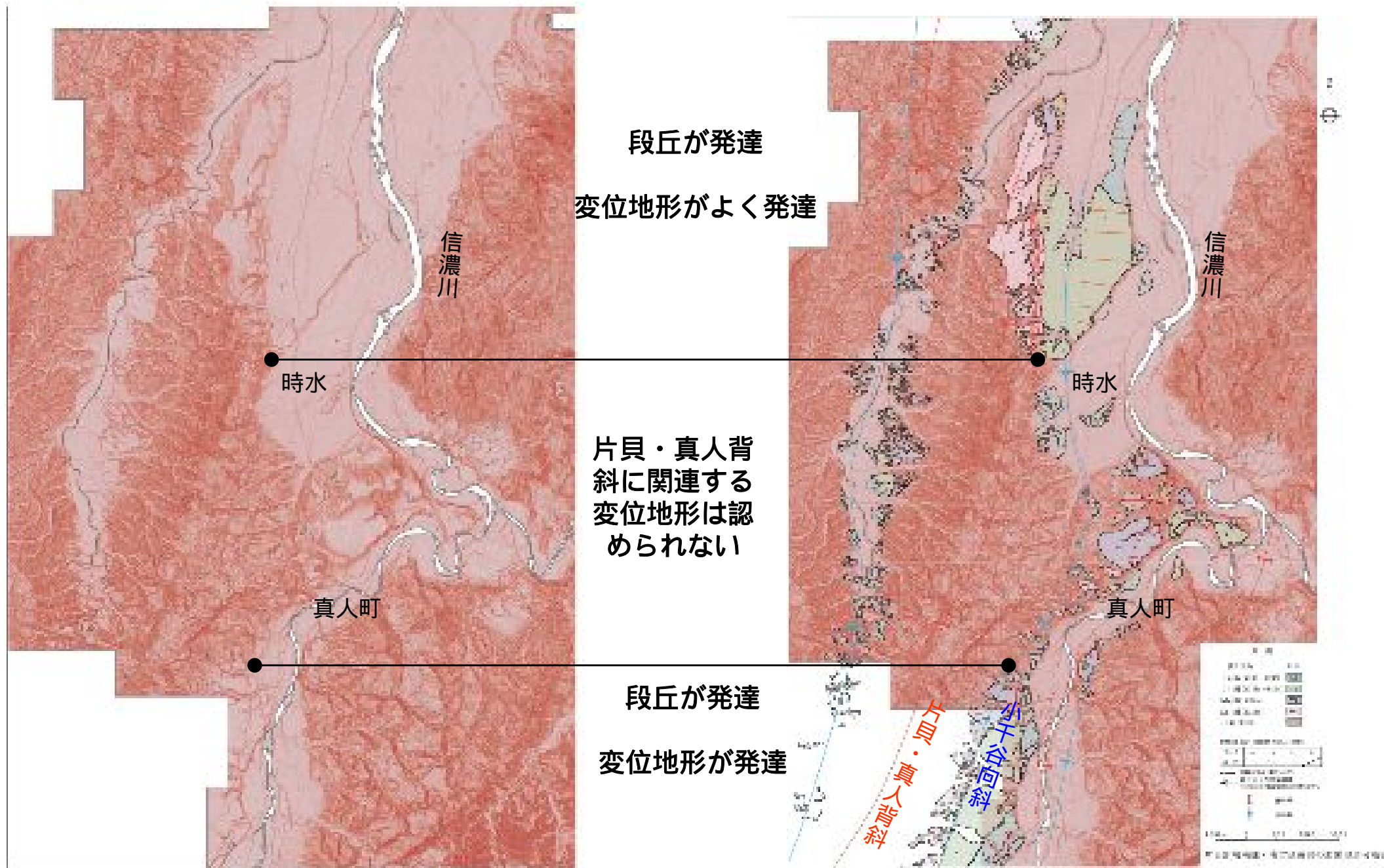
片貝・真人背斜に関連する変位地形は認められない

段丘が発達

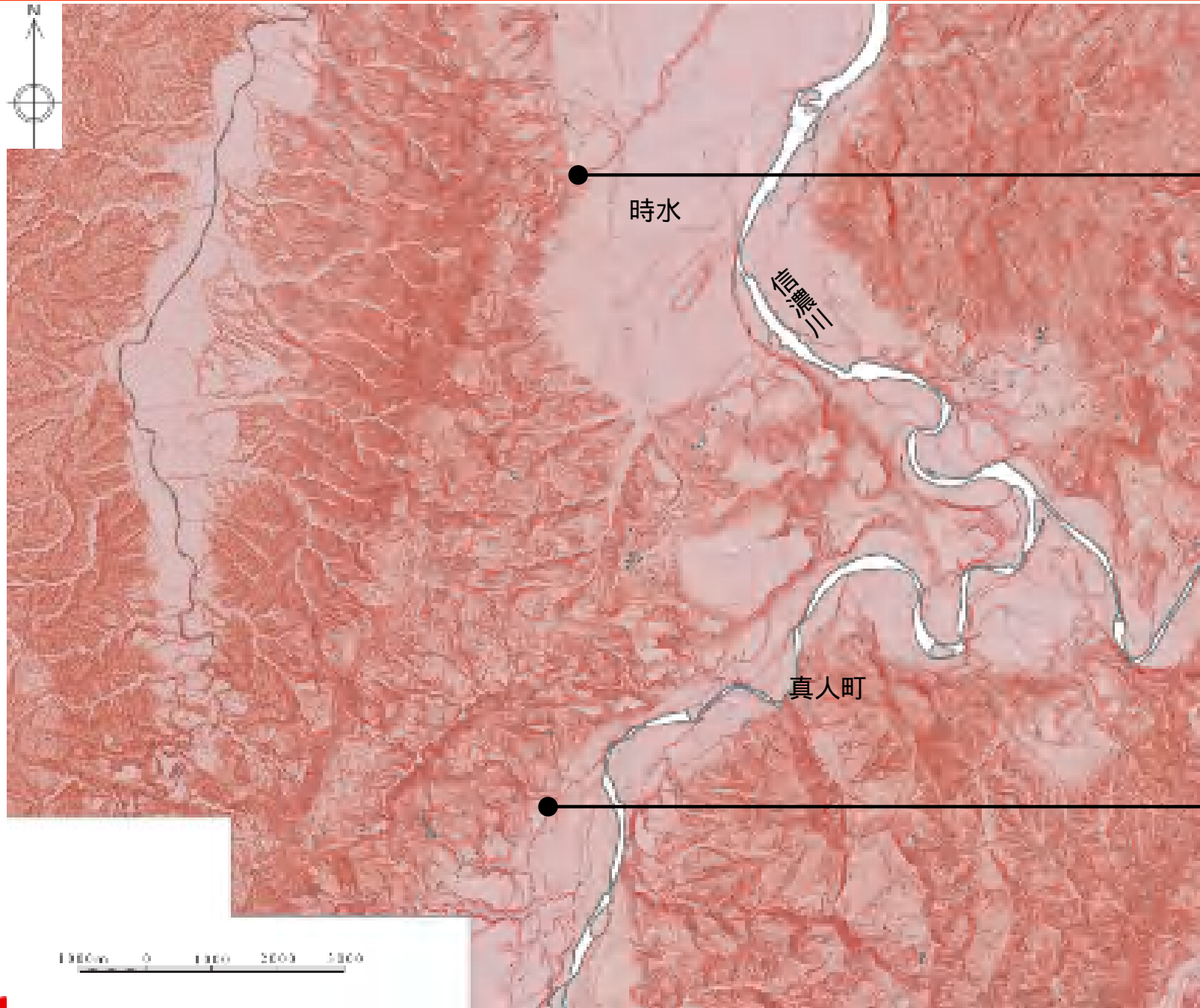
変位地形が発達



片貝断層南方延長部のDEM (3)



片貝断層南方延長部のDEM (4) : (3) の拡大



段丘が発達

変位地形がよく発達

片貝・真人背斜に関連する
変位地形は認められない

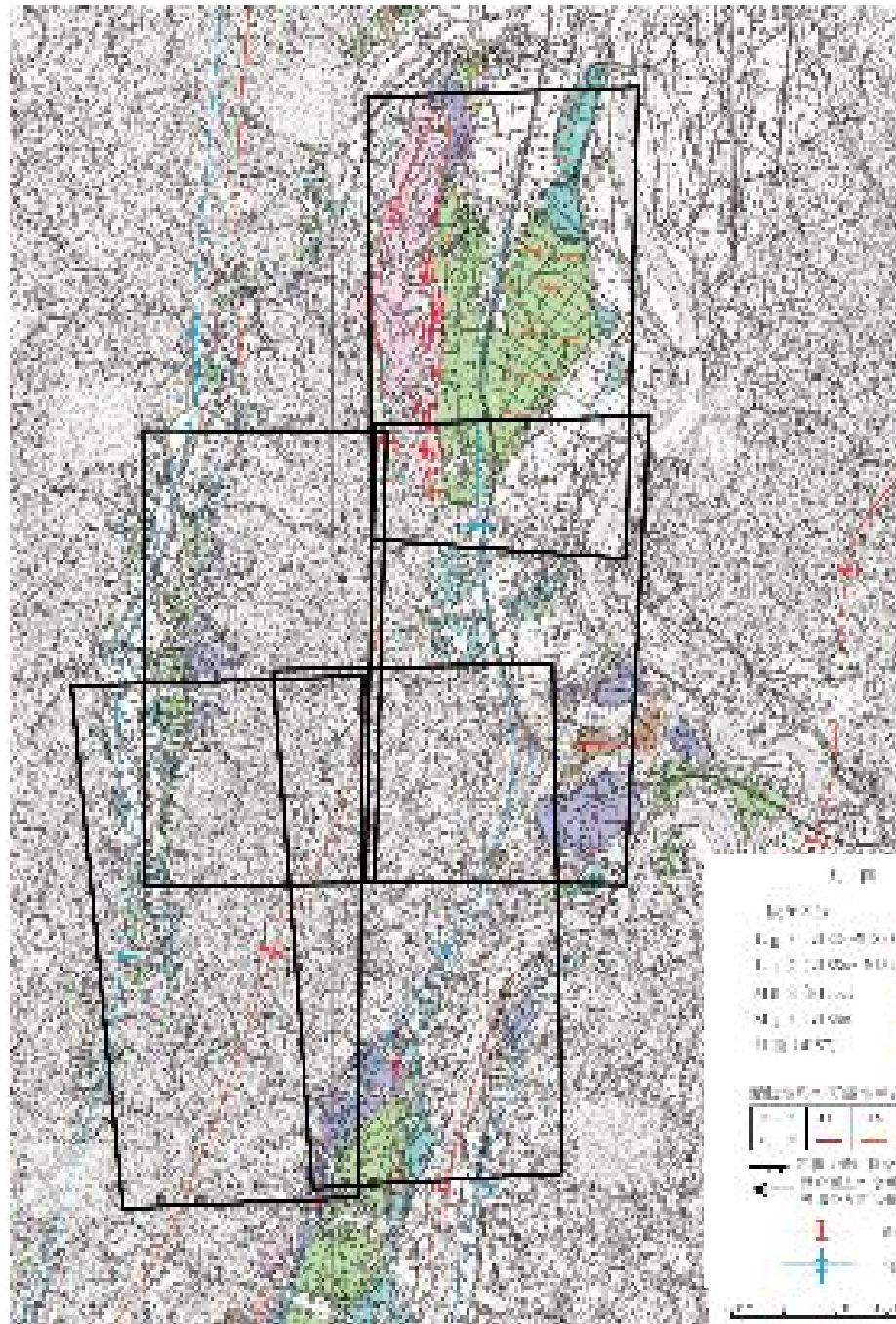
段丘が発達

変位地形が発達

まとめ

- 片貝断層南端と評価している小千谷市桜町付近以南においては，片貝・真人背斜西翼が急な構造を示すが，時水付近から真人町付近までの区間にその活動性を示唆する変位地形は認められない
- 片貝断層南方延長部には多数の滑落崖が認められ，そのほとんどは魚沼層分布域である。段丘面はこの魚沼層分布域東側の信濃川左岸部に発達しており，小千谷向斜沿いの時水付近や真人町付近には地すべりでマスクされない段丘面が認められ，いずれも変位地形は認められないことから，その間の片貝・真人背斜の活動は示唆されない
- 上記の片貝・真人背斜の活動性が認められない区間の東側には，小平尾断層，諏訪峠撓曲，六日町盆地西縁断層等に新しい時代の活発な活動がみられることから，片貝断層以南における活構造は東側にステップしているものと考えられる

参考：片貝・真人背斜付近の空中写真範囲



片貝断層主部

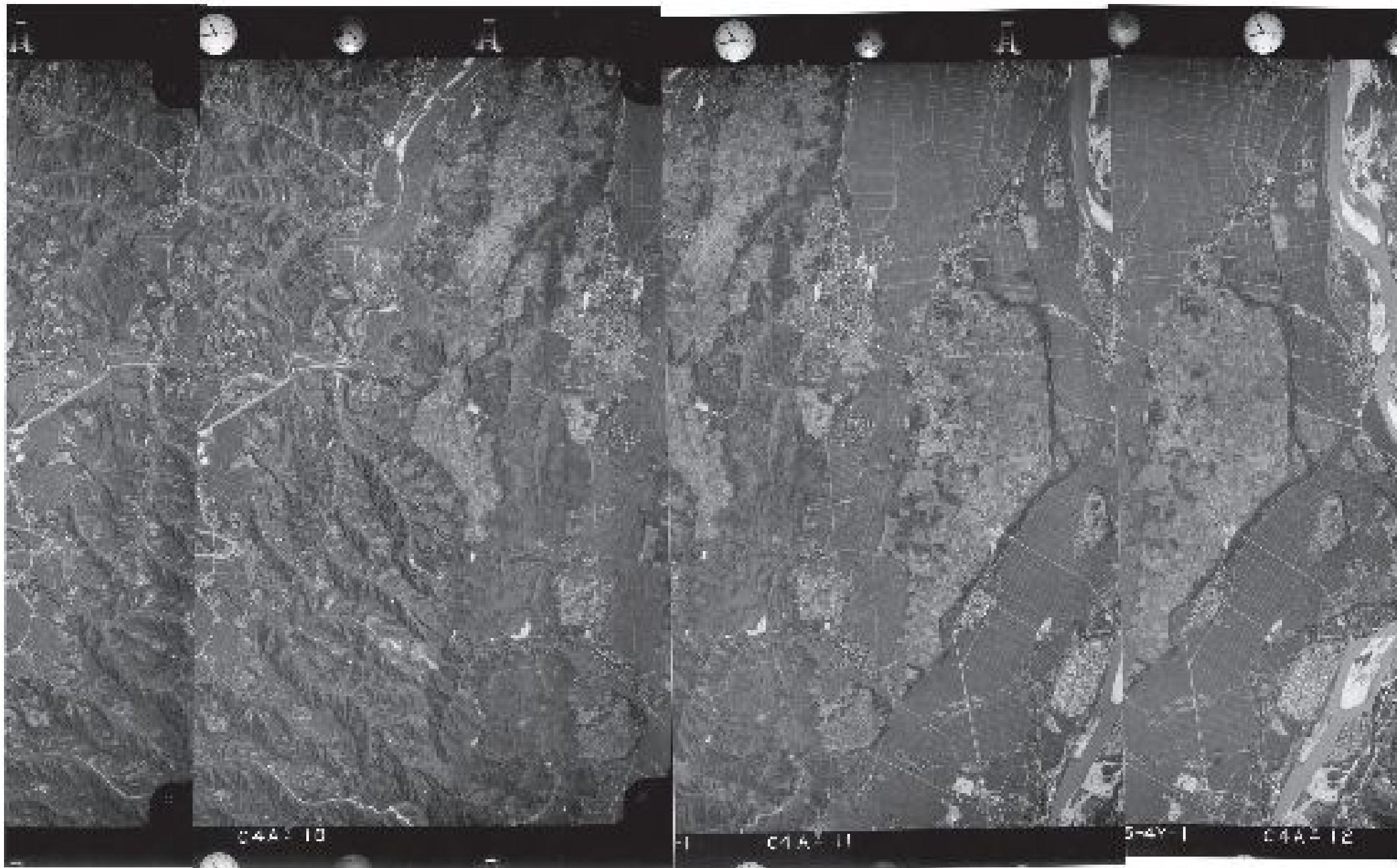
片貝断層南方延長西部

片貝断層南方延長東部

十日町断層帯北端部付近西部

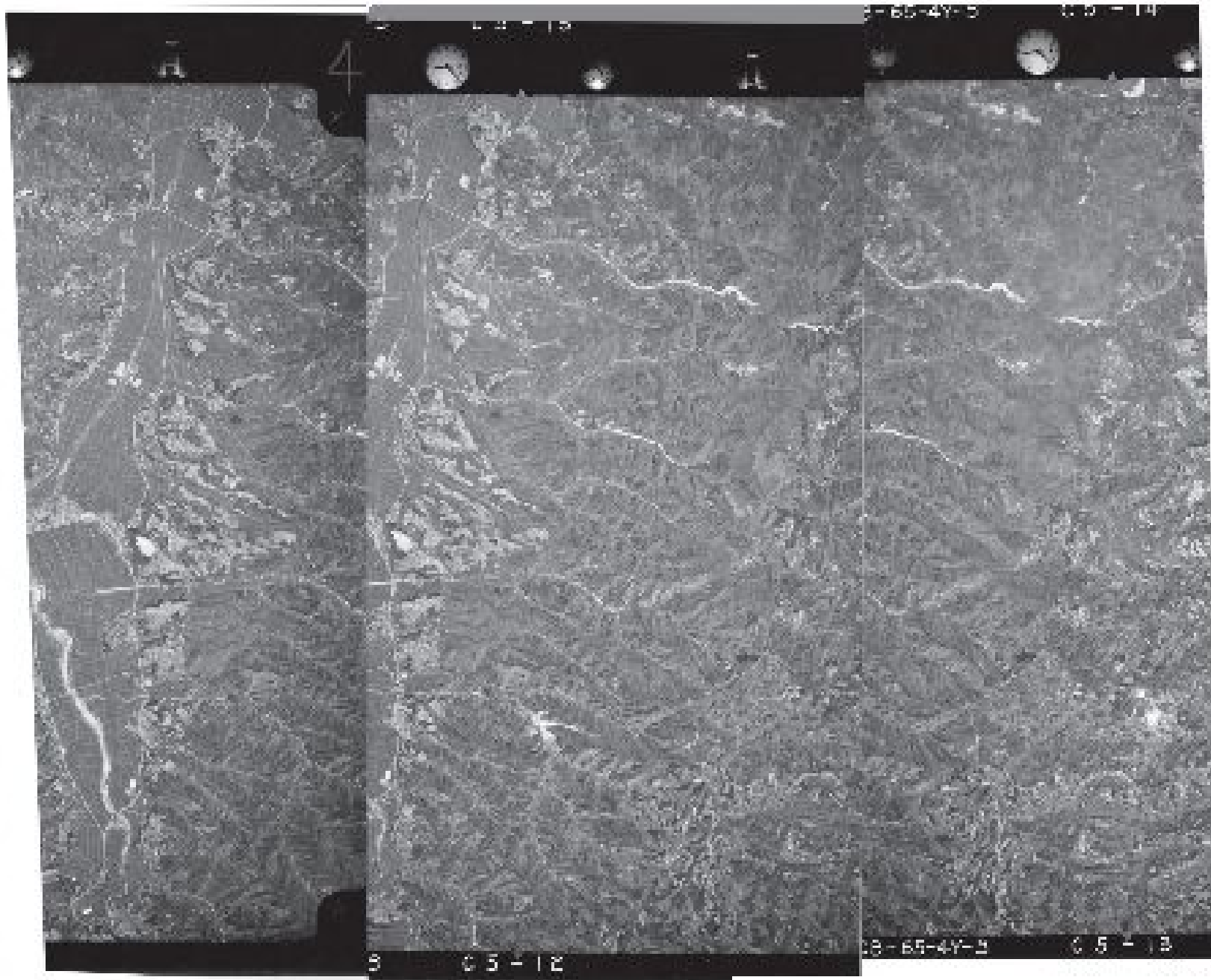
十日町断層帯北端部付近東部

参考：片貝・真人背斜付近の空中写真（片貝断層主部）



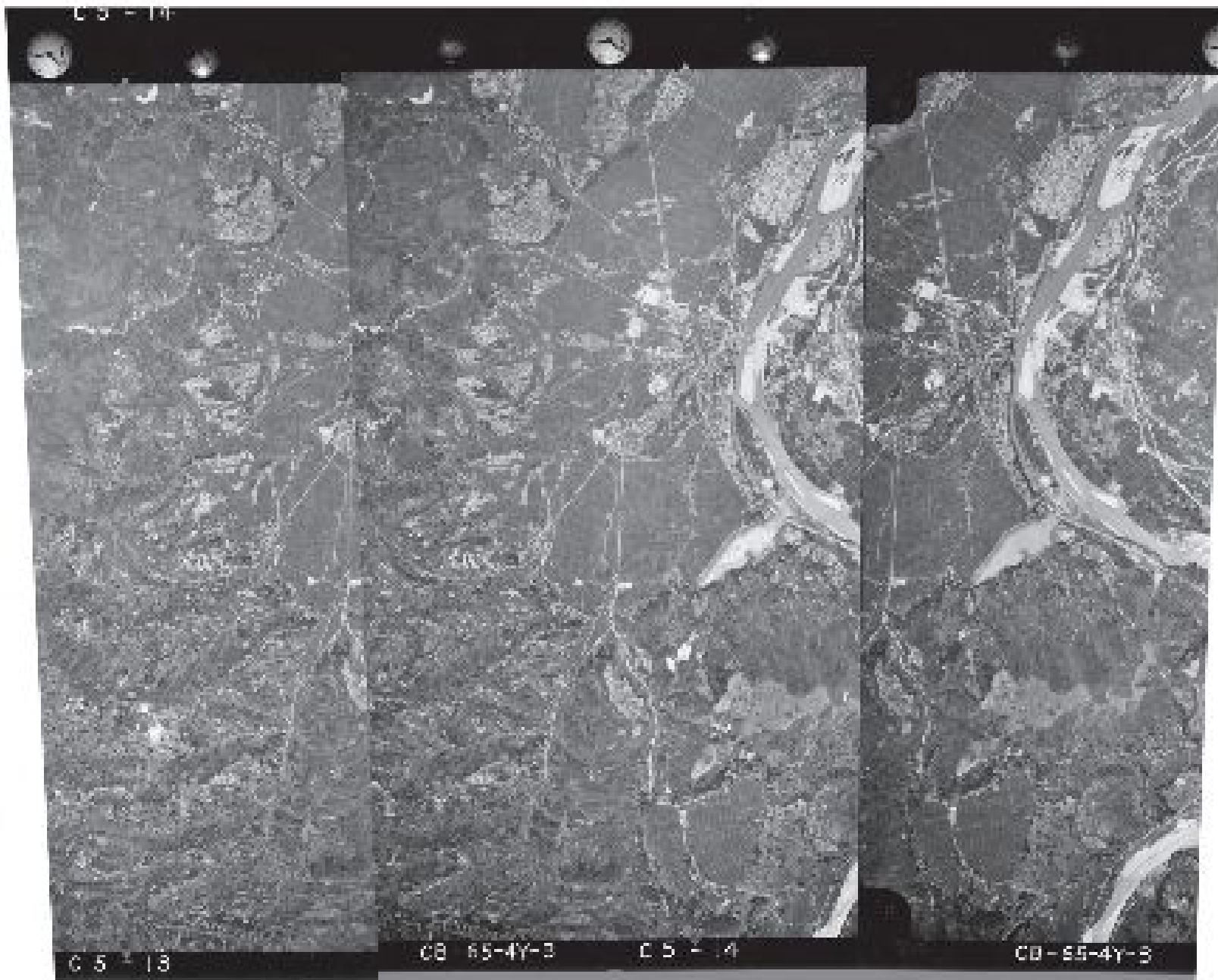
国土地理院撮影：CB-65-4Y-3, C4A-9 ~ 12

参考：片貝・真人背斜付近の空中写真（片貝断層南方延長西部）

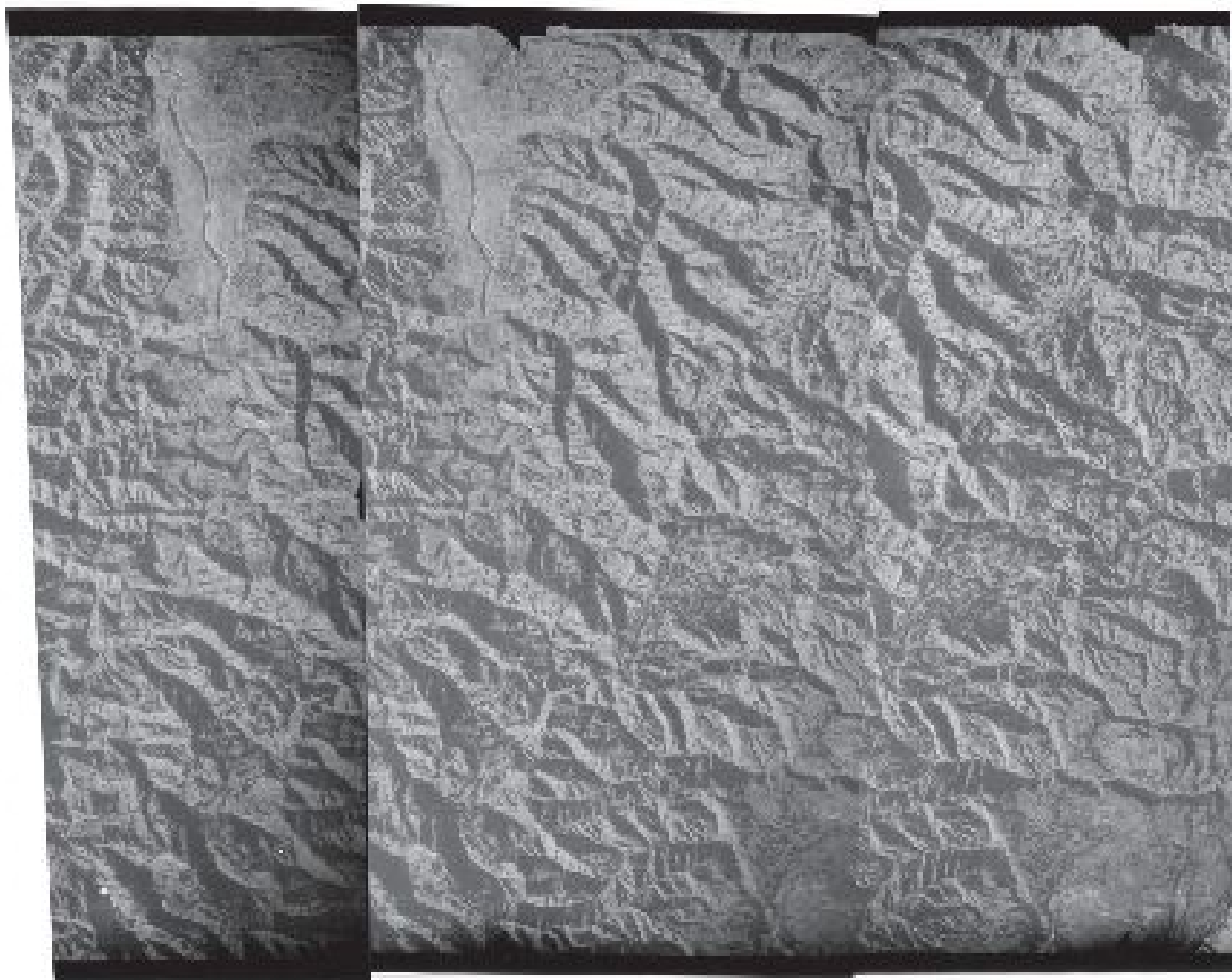


国土地理院撮影：CB-65-4Y-3, C5-11～13

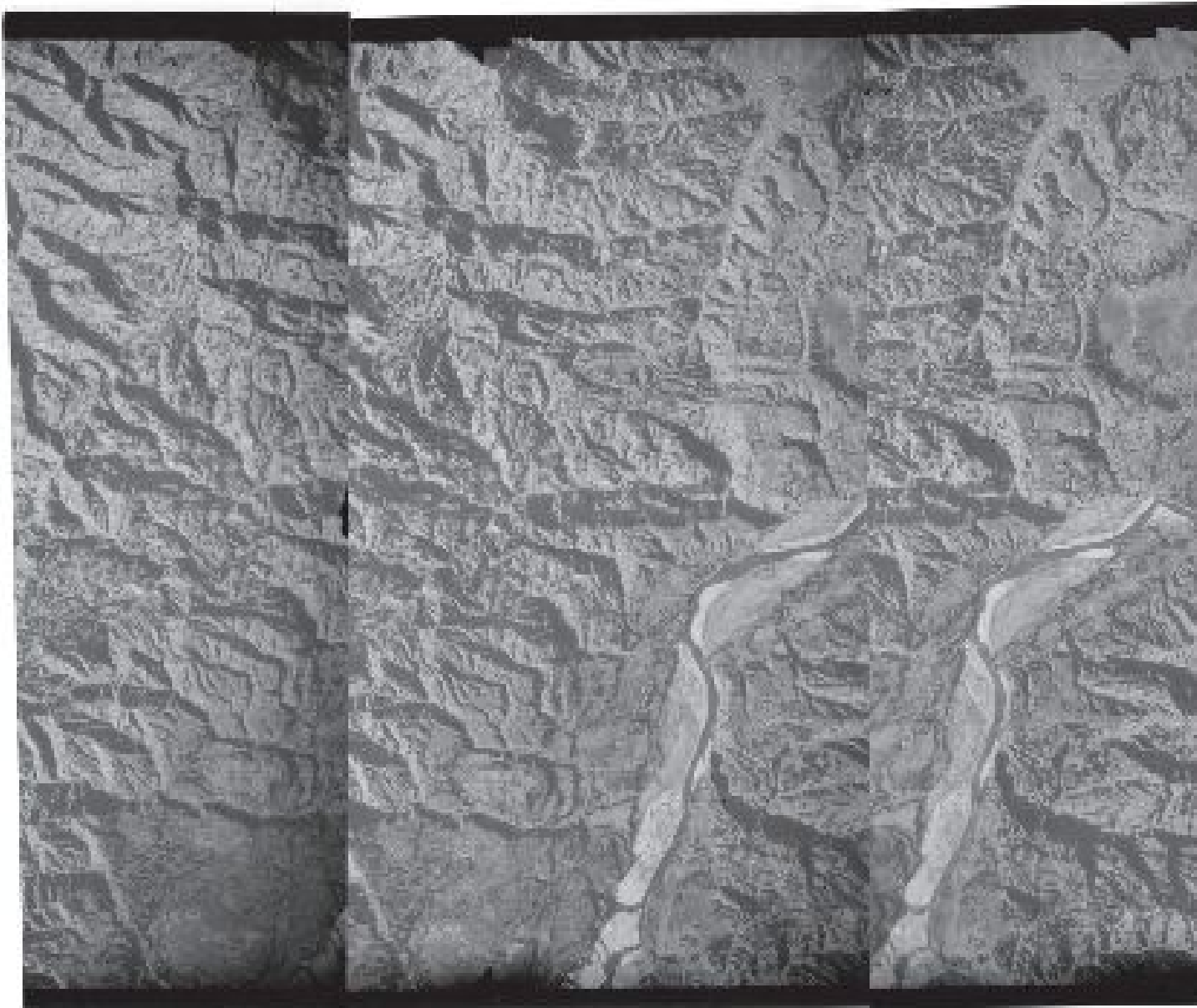
参考：片貝・真人背斜付近の空中写真（片貝断層南方延長東部）



参考：片貝・真人背斜付近の空中写真（十日町断層帯北端付近西部）



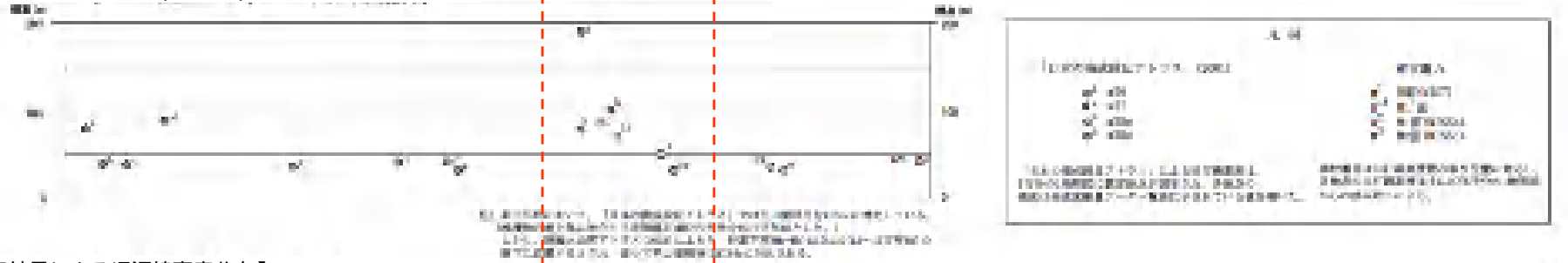
参考：片貝・真人背斜付近の空中写真（ 十日町断層帯北端付近東部）



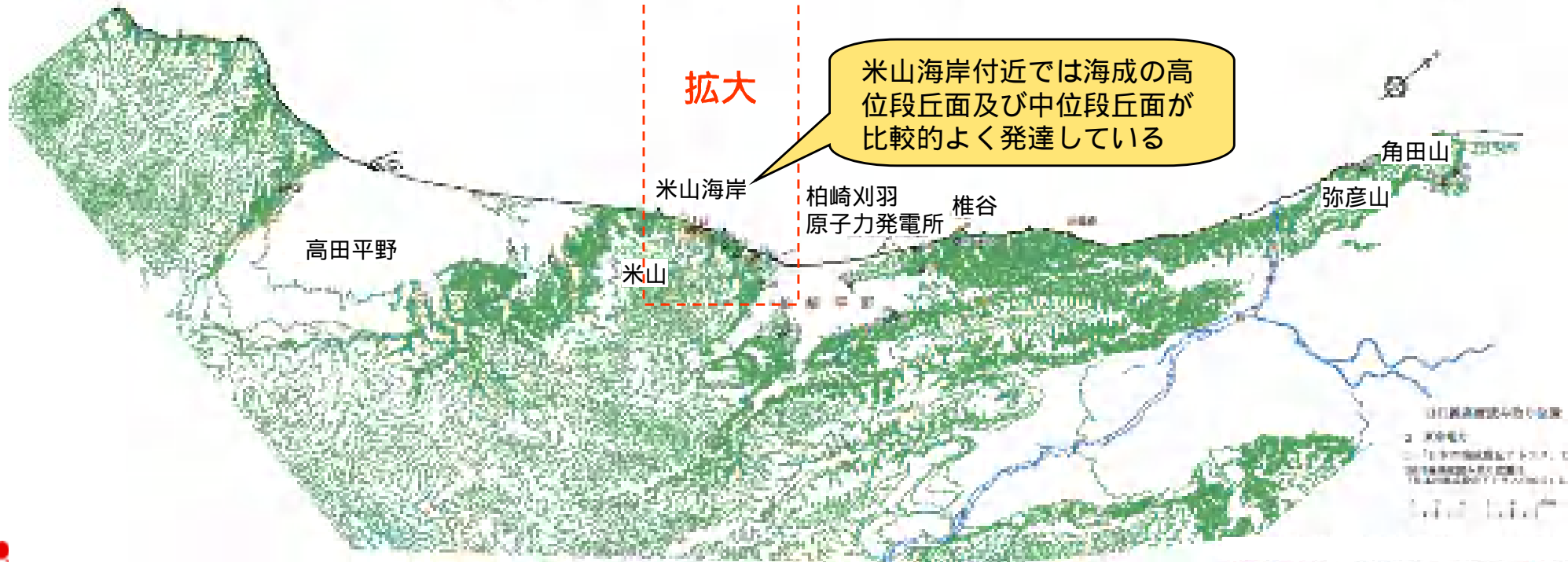
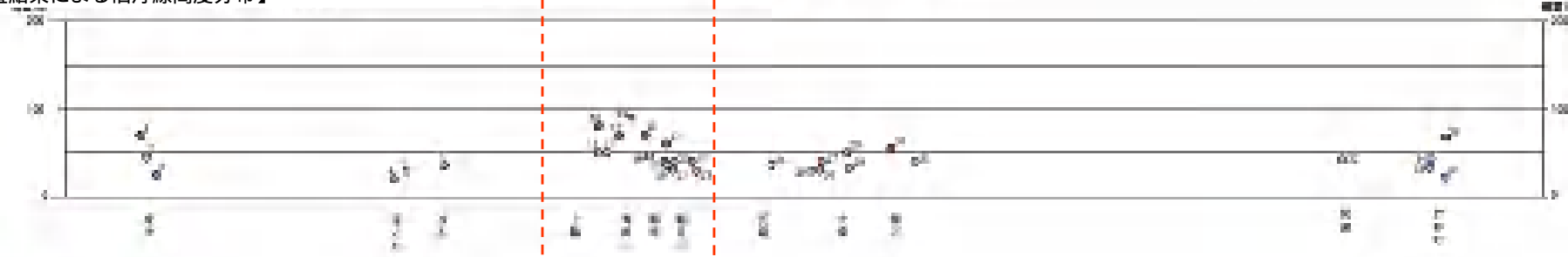
-
1. 片貝・真人背斜南部の活動性について
 2. 米山海岸付近，柏崎平野，角田山・弥彦山付近の段丘について

敷地周辺の旧汀線高度分布

【「日本の海成段丘アトラス」(2001)による旧汀線高度分布】

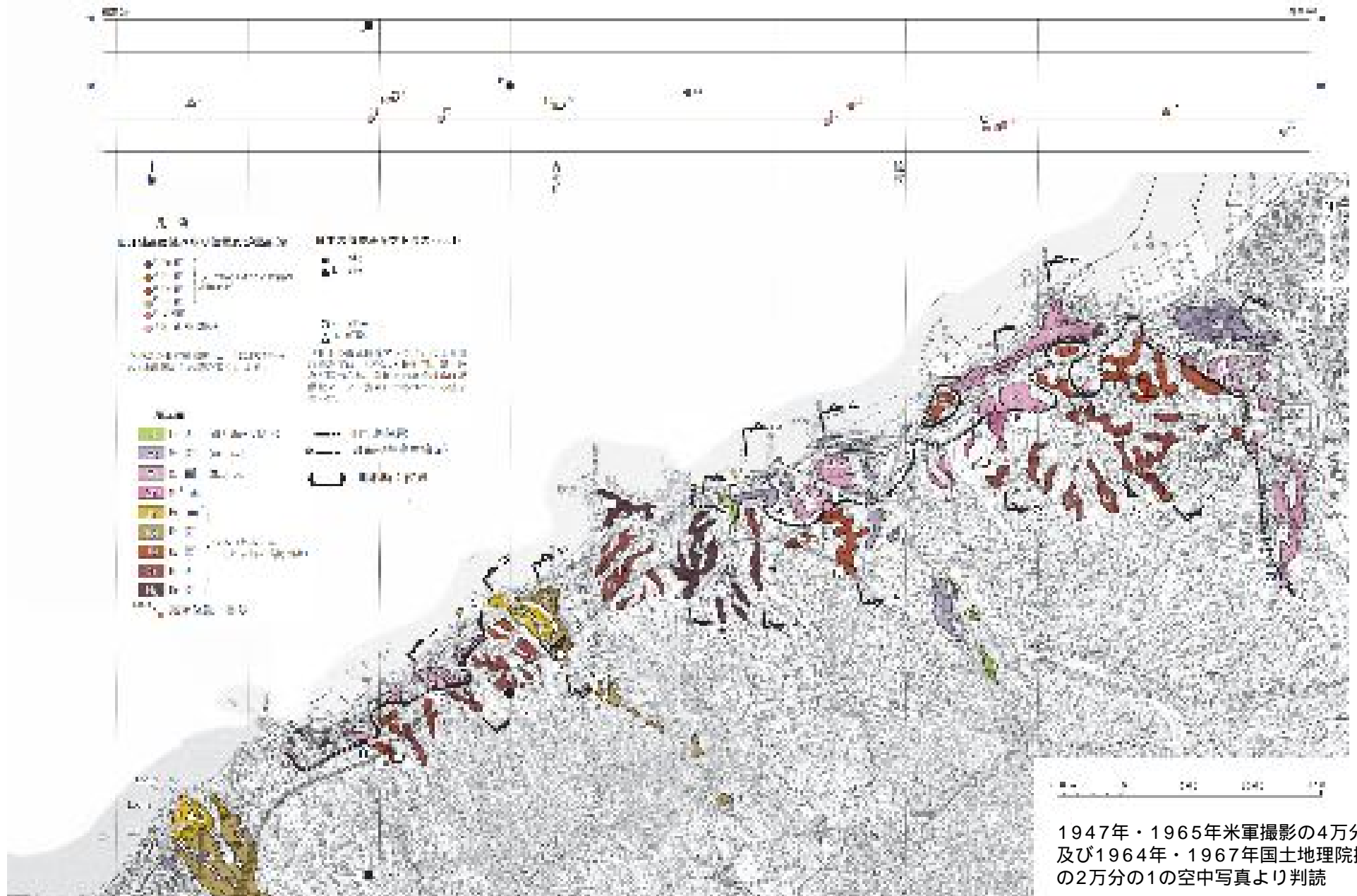


【東京電力調査結果による旧汀線高度分布】



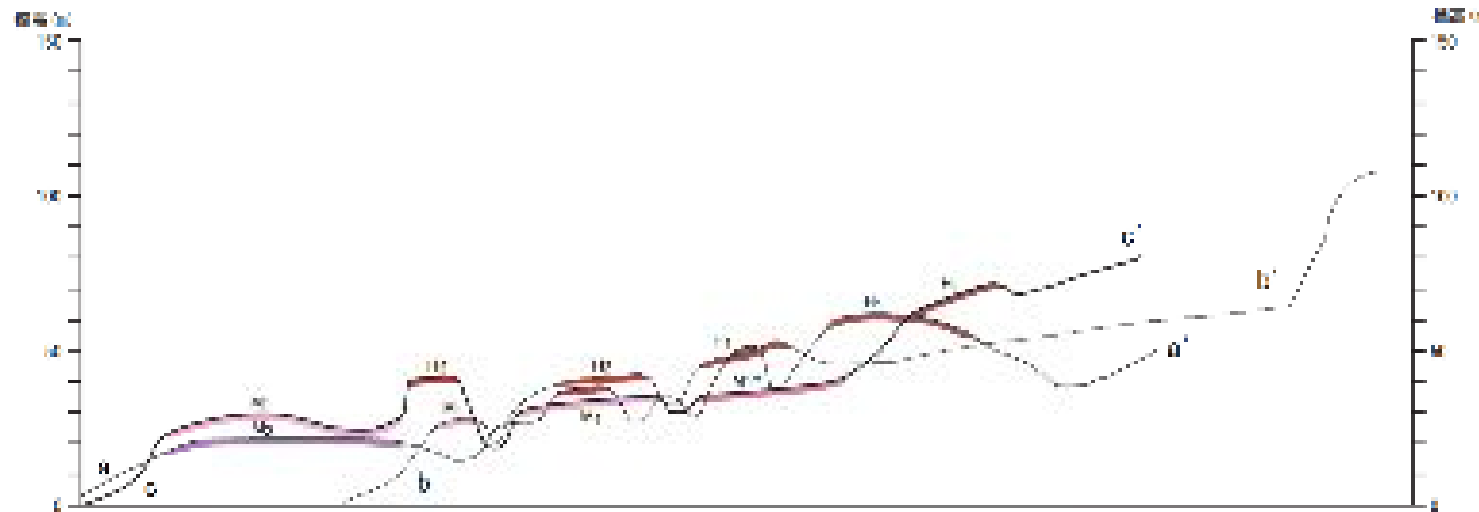
米山海岸周辺の段丘面分布

- 米山海岸付近におけるMIS5eの段丘面，等高線及び旧汀線高度の分布を示す

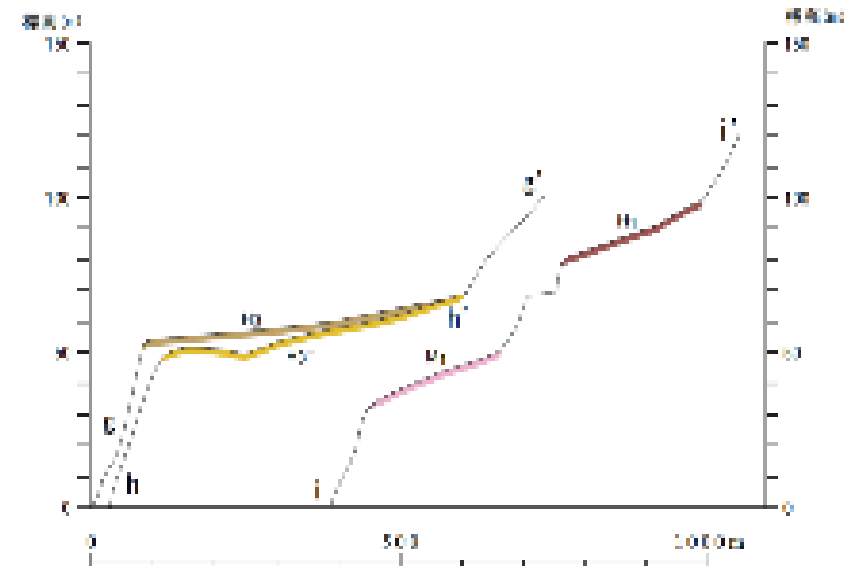
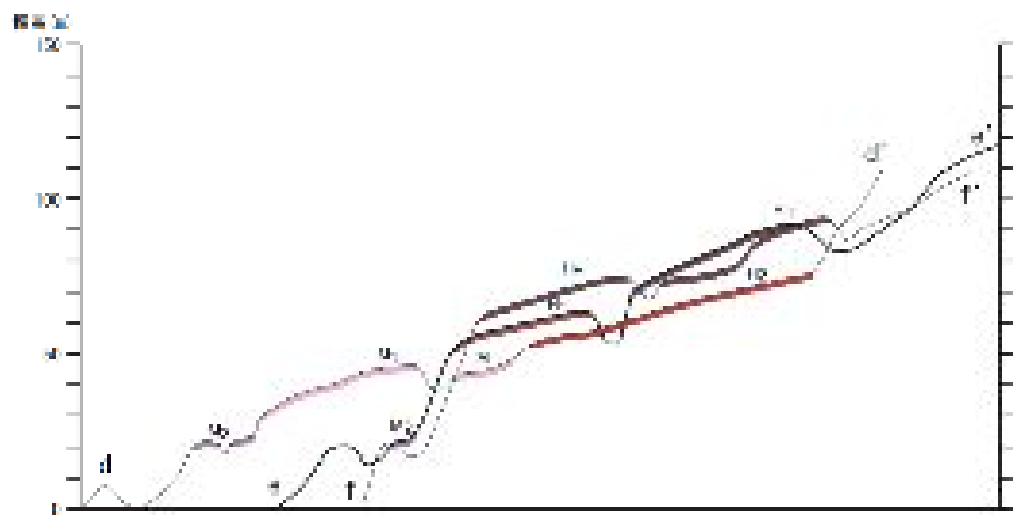


米山海岸周辺の中位段丘面及び高位段丘面の傾斜

- 高位段丘面の傾斜は，中位段丘面のそれと顕著な差異がみられず，段丘の傾動を累積させるような動きは認められないことから，この近傍に局所的な動きを示す活断層は存在しないと考えられる
- なお，柏崎平野及び角田山・弥彦山周辺では，高位段丘の分布が限られるため，米山海岸周辺を代表して検討した

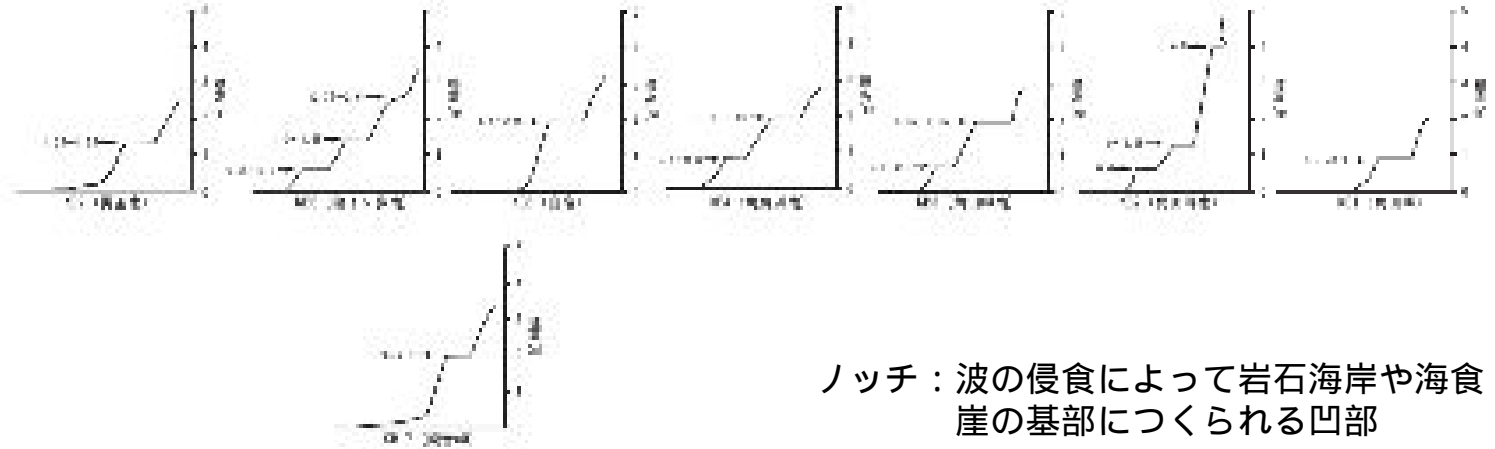


この地形断面は，平成19年7月1日
国土地理院発行の2万5千分の1地形
図：「柏崎」より作成

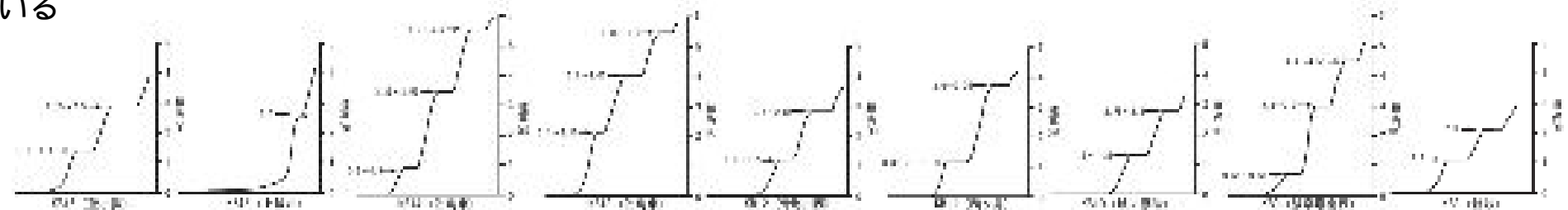


離水ベンチ・ノッチの分布と標高

- 間瀬（角田山・弥彦山）周辺では標高1m～2m程度に離水ベンチが，角田岬に標高4m程度にノッチ がそれぞれ分布する
- 椎谷（観音岬）では標高2m程度に離水ベンチが分布する
- 米山海岸周辺では標高5m程度までに複数段の離水ベンチが分布し，他の地域と比較して隆起傾向が大きい
- なお，その他のほとんどの海岸部は護岸されている，もしくは砂浜海岸となっている

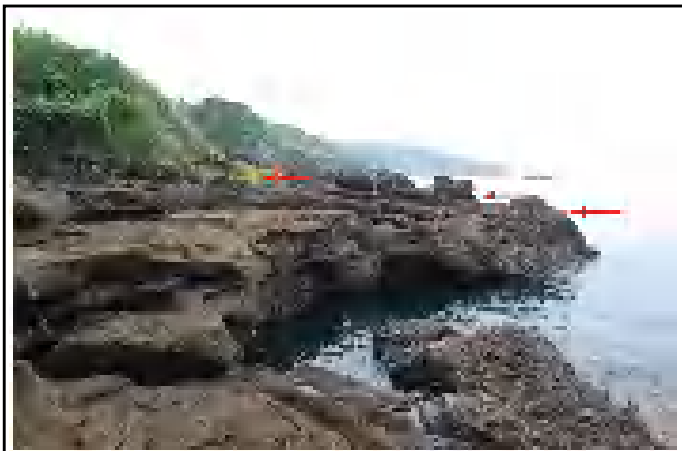


ノッチ：波の侵食によって岩石海岸や海食崖の基部につくられる凹部



離水ベンチの露頭写真

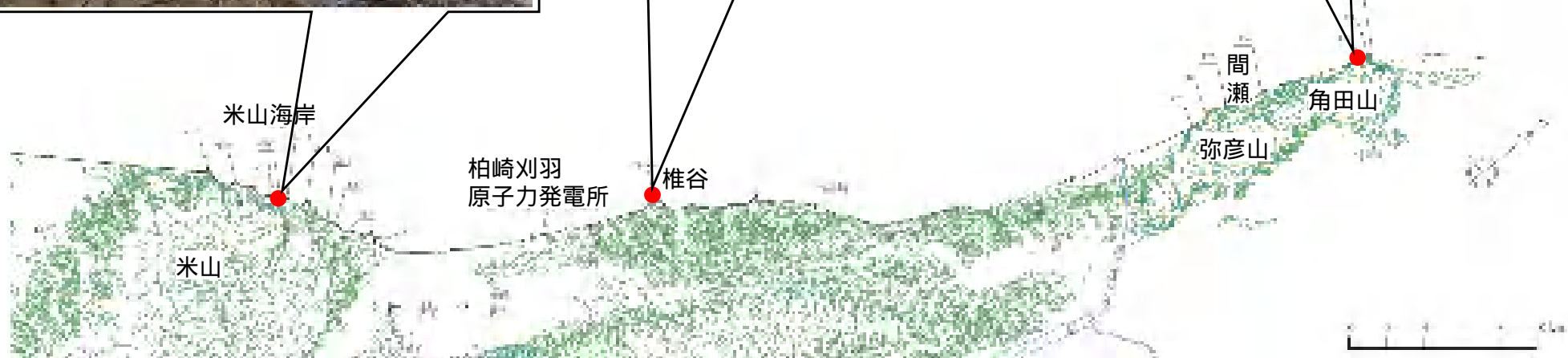
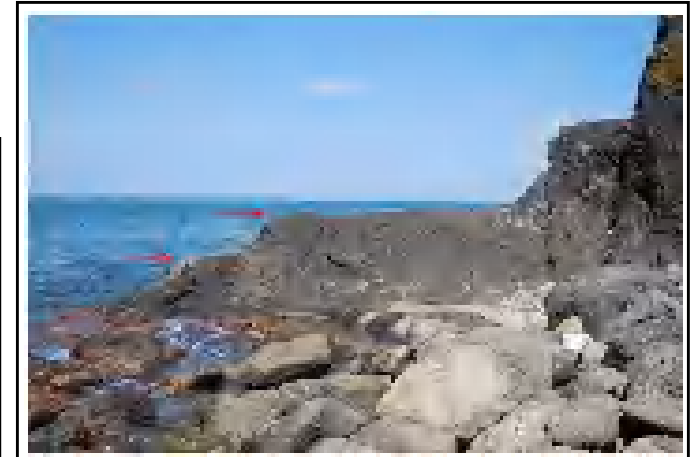
KB13 (笠島東)



KB17 (観音岬)



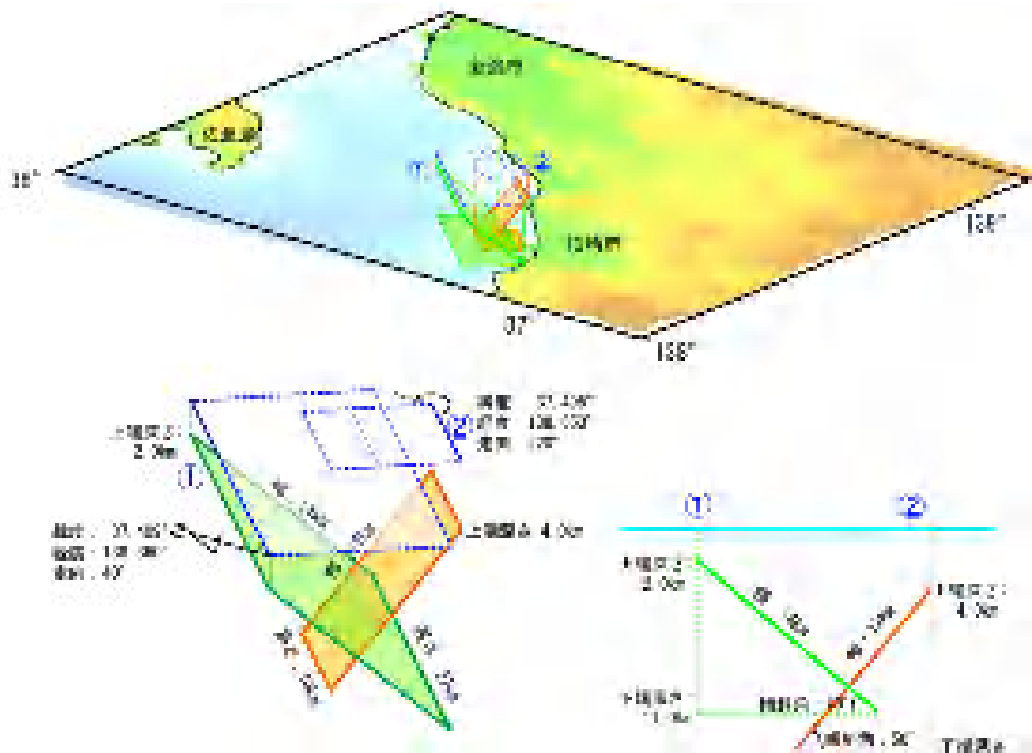
KB3 (角田岬)



広域の変動との対比：国土地理院の解析結果

- 鉛直方向：敷地前面の海域は全体的に隆起し，敷地から敷地北側にかけても隆起する。敷地は0～6cm程度隆起し，敷地北側の観音崎付近では20cm以上となる
- 水平方向：敷地前面海域から敷地北側にかけて，北～北東方向に移動し，敷地付近から南側にかけて南西～北西方向に移動する傾向に変わる

解析に用いた主要な滑り面の概念図



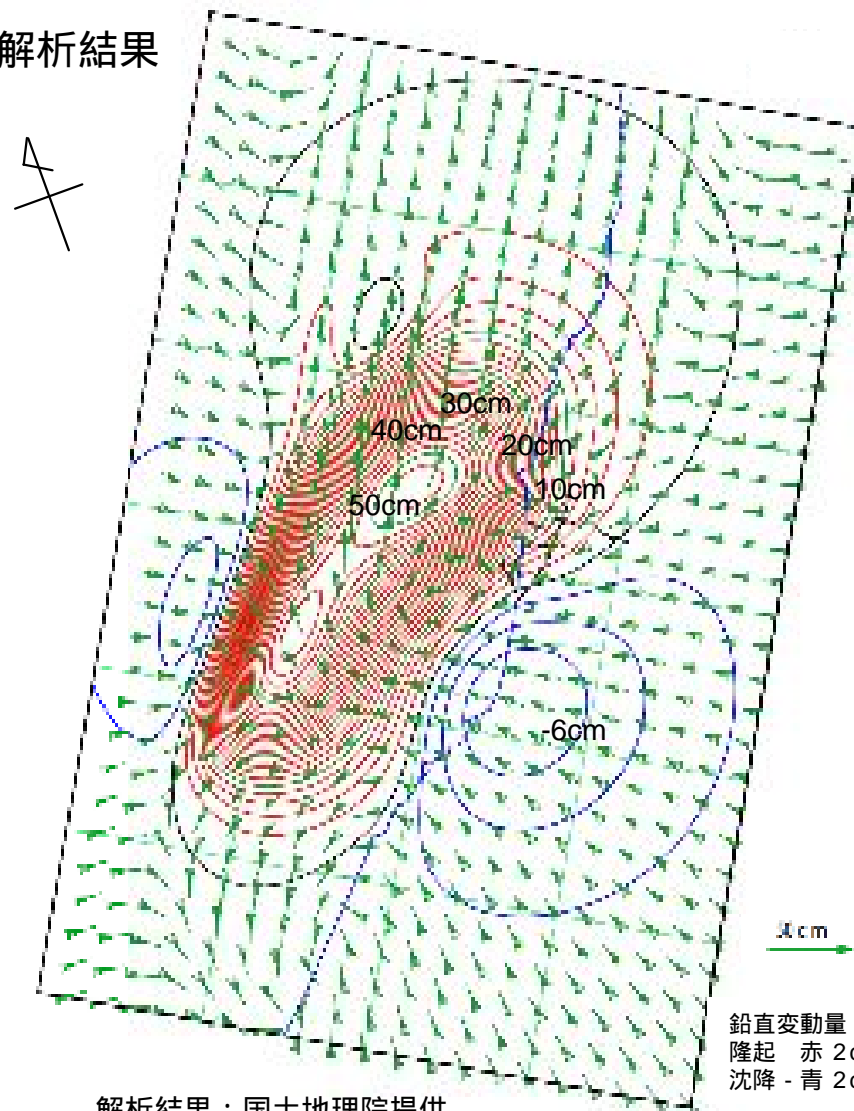
断層面の概略パラメータ

	経度	緯度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜角	モーメントマグニチュード
①	37.409°	138.350°	2.0km	27km	14km	40°	40°	6.64
②	37.495°	138.653°	4.0km	10km	12km	220°	50°	6.24

[total] M 6.70

国土地理院HP

解析結果



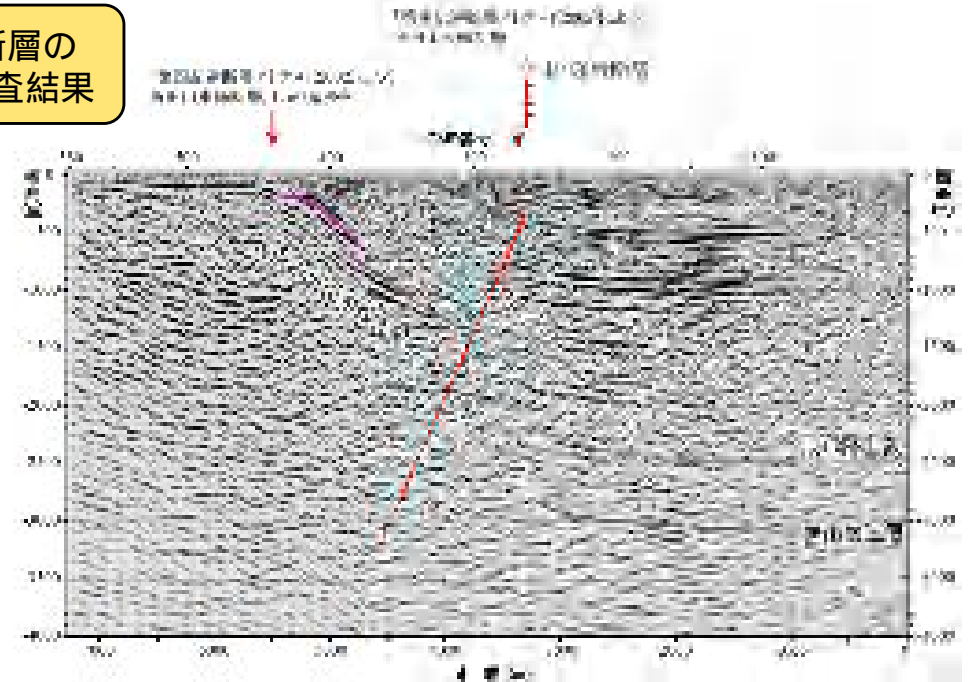
鉛直変動量：
隆起 赤 2cm/間隔
沈降 青 2cm/間隔

解析結果：国土地理院提供

断層モデルによる地殻変動の計算方法

- 基準地震動策定に用いた断層モデル（強震動モデル）は，エネルギーを発生する断層面を地震発生層内に設定しているため，必ずしも地表付近の地殻変動を適切に表現できるものではない
- このため，断層変位が地表付近まで及んでいることから，断層面を地表付近まで延長したモデル（地殻変動モデル）により地殻変動を検討した
- 本検討では，隆起・沈降の傾向をみるためにすべり量は1 mとした

角田・弥彦断層の
反射法地震探査結果

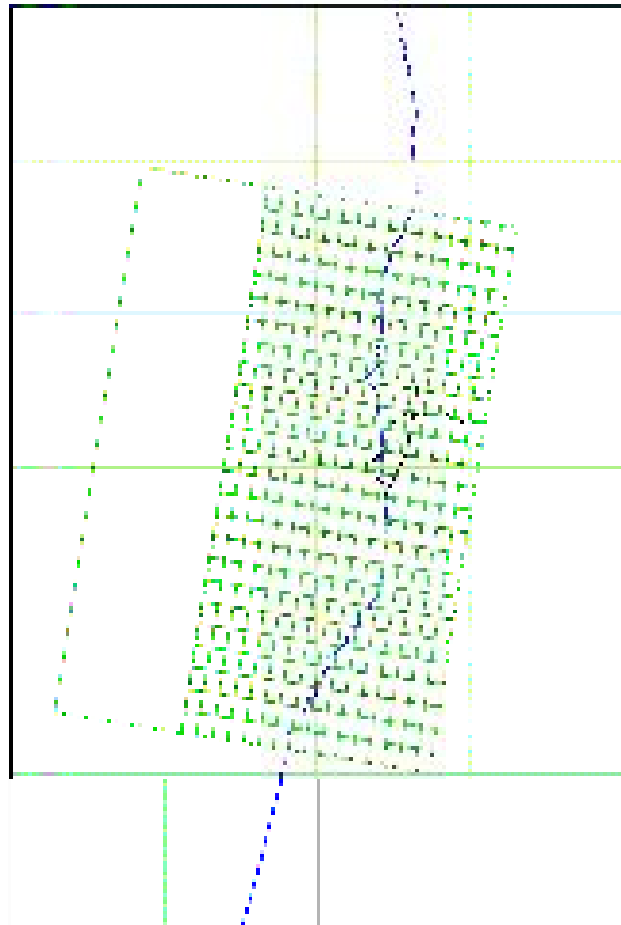


断層名	断層の諸元					備考
	長さ	上端深さ	下端深さ	傾斜角	アスペリティ	
F - B断層	36 km	0.1 km	17 km	35 °	なし	すべり量1 m
		6 km			3個	強震動予測用
F - D断層 + 高田沖断層	55 km	0.1 km	17 km	35 °	なし	すべり量1 m
		6 km			2個	強震動予測用
長岡平野西縁断層帯	91 km	0.1 km	17 km	50 °	なし	すべり量1 m
		6 km			4個	強震動予測用
		0.1 km		35 °	なし	すべり量1 m
		6 km			4個	強震動予測用

F - B断層による地殻変動

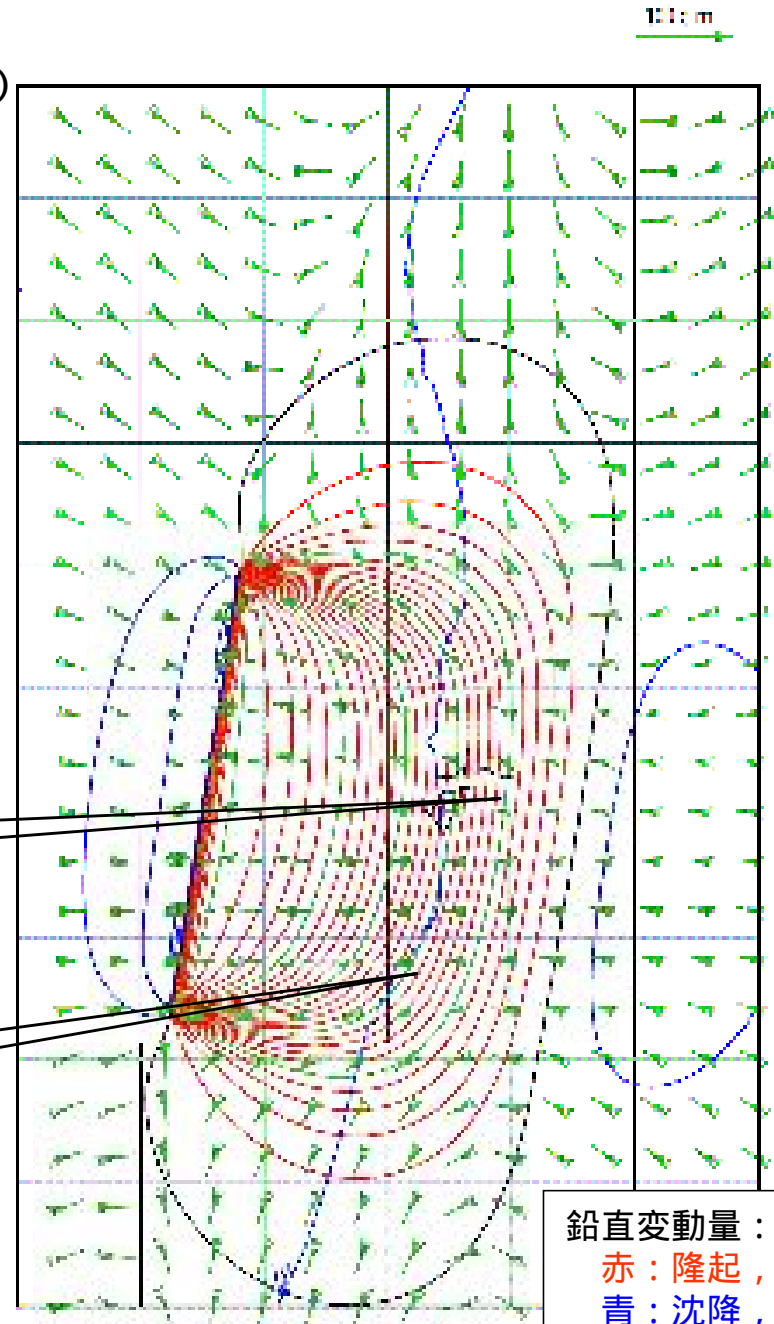
- F - B断層の地殻変動モデル（断層面の長さ：36km，深さ：0.1km～17km，傾斜：35°，すべり量：1m）により地殻変動を計算した結果，柏崎平野付近において数cm～十数cm，米山海岸付近において十数cm以上の隆起傾向を示す

△



柏崎平野

米山海岸



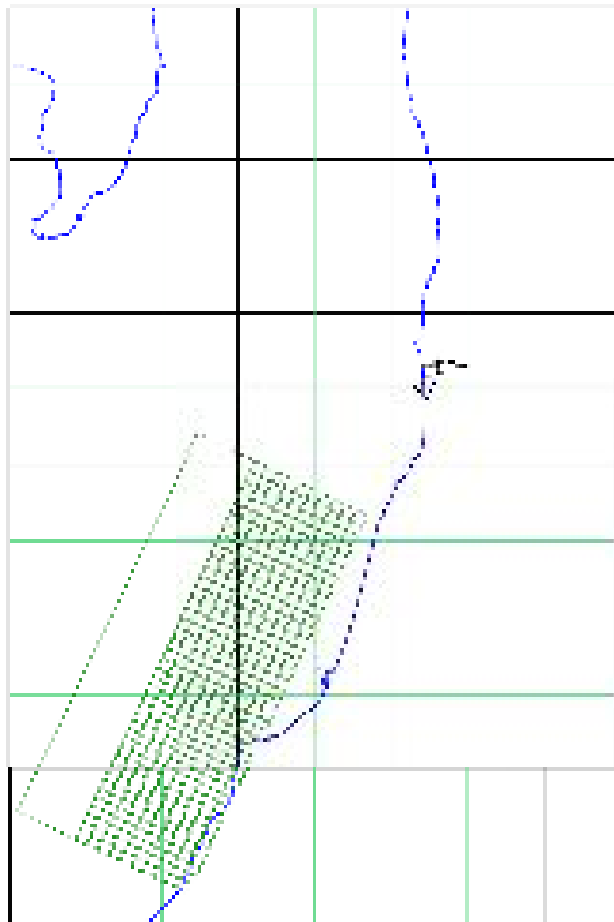
鉛直変動量：

赤：隆起，2cm間隔

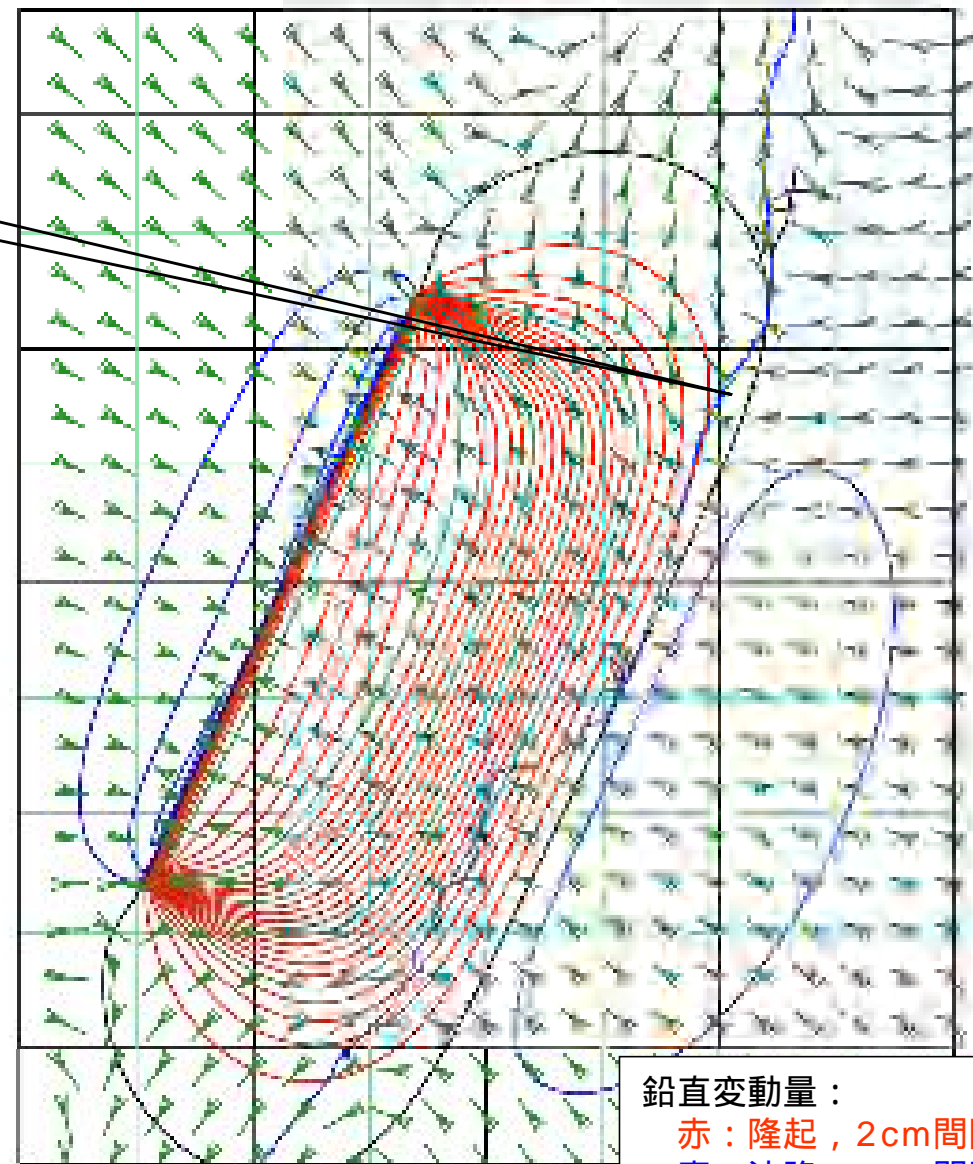
青：沈降，2cm間隔

F - D断層 + 高田沖断層による地殻変動

- F - D断層 + 高田沖断層の地殻変動モデル（断層面の長さ：55km，深さ：0.1km～17km，傾斜：35°，すべり量：1m）により地殻変動を計算した結果，米山海岸周辺において数cmの隆起傾向を示す



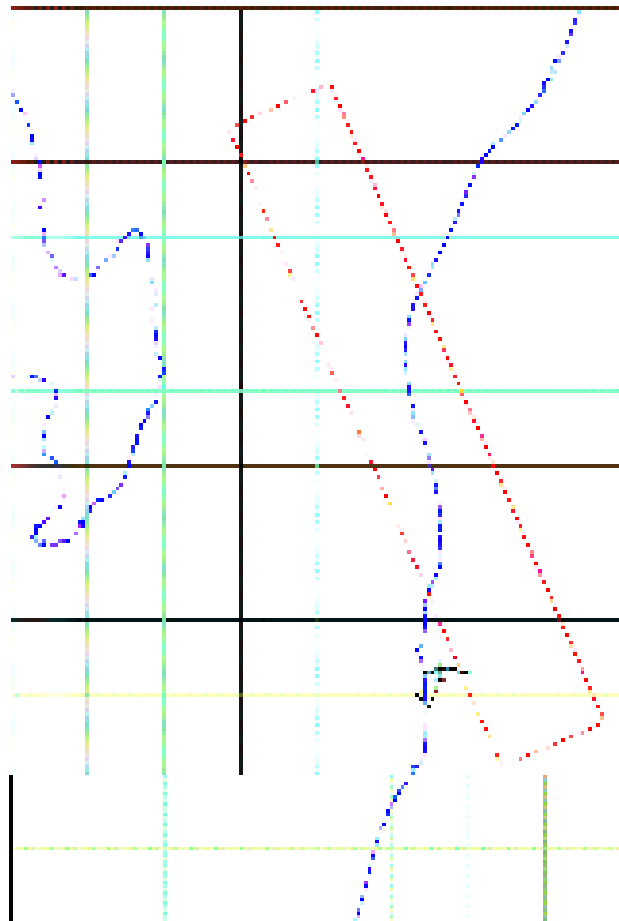
米山海岸



鉛直変動量：
赤：隆起，2cm間隔
青：沈降，2cm間隔

長岡平野西縁断層帯による地殻変動

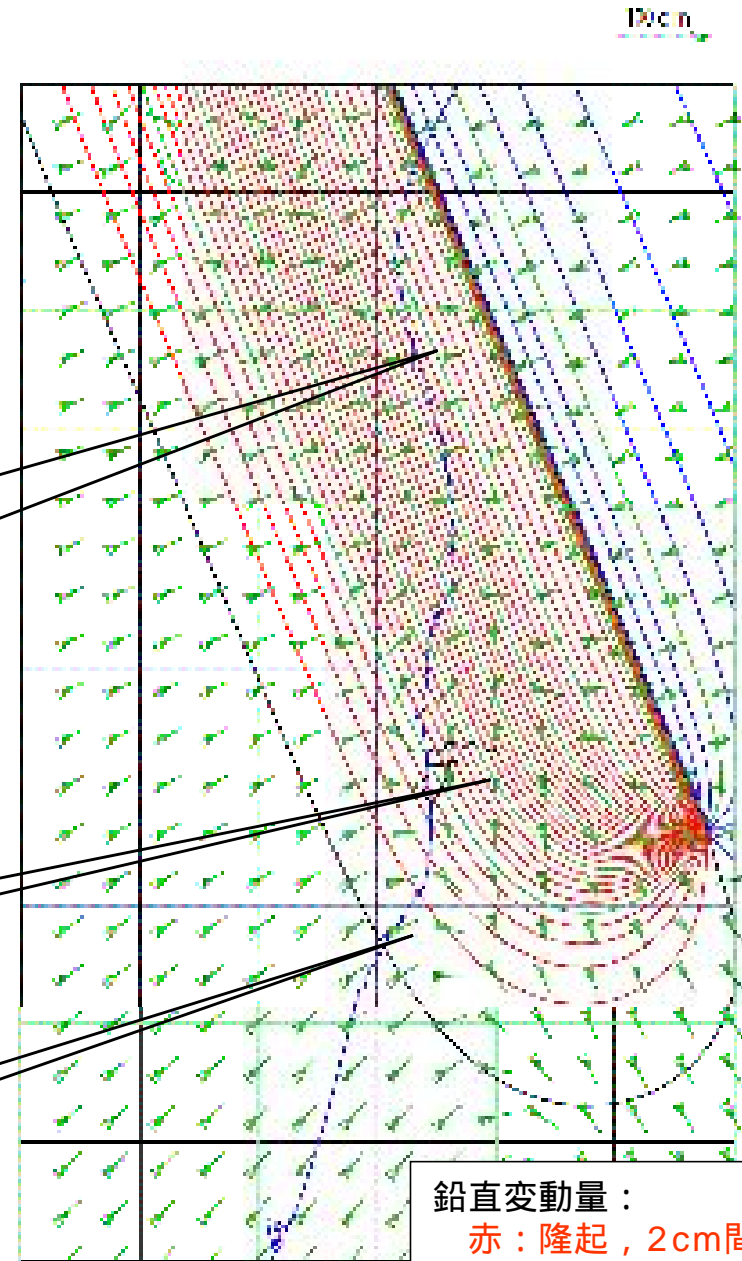
- 長岡平野西縁断層帯の地殻変動モデル（断層面の長さ：91km，深さ：0.1km～17km，傾斜：50°，すべり量：1m）により地殻変動を計算した結果，角田山～弥彦山付近において数十cmの隆起傾向を，柏崎平野付近において十数cm～数十cmの緩やかな隆起傾向を，米山海岸付近において数cmの隆起傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

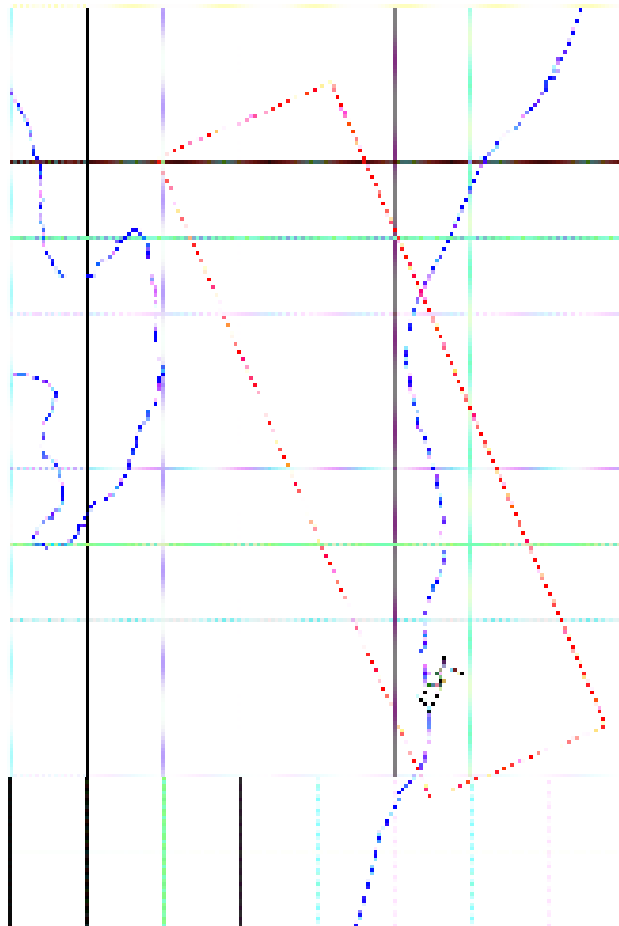
米山海岸



鉛直変動量：
赤：隆起，2cm間隔
青：沈降，2cm間隔

長岡平野西縁断層帯による地殻変動

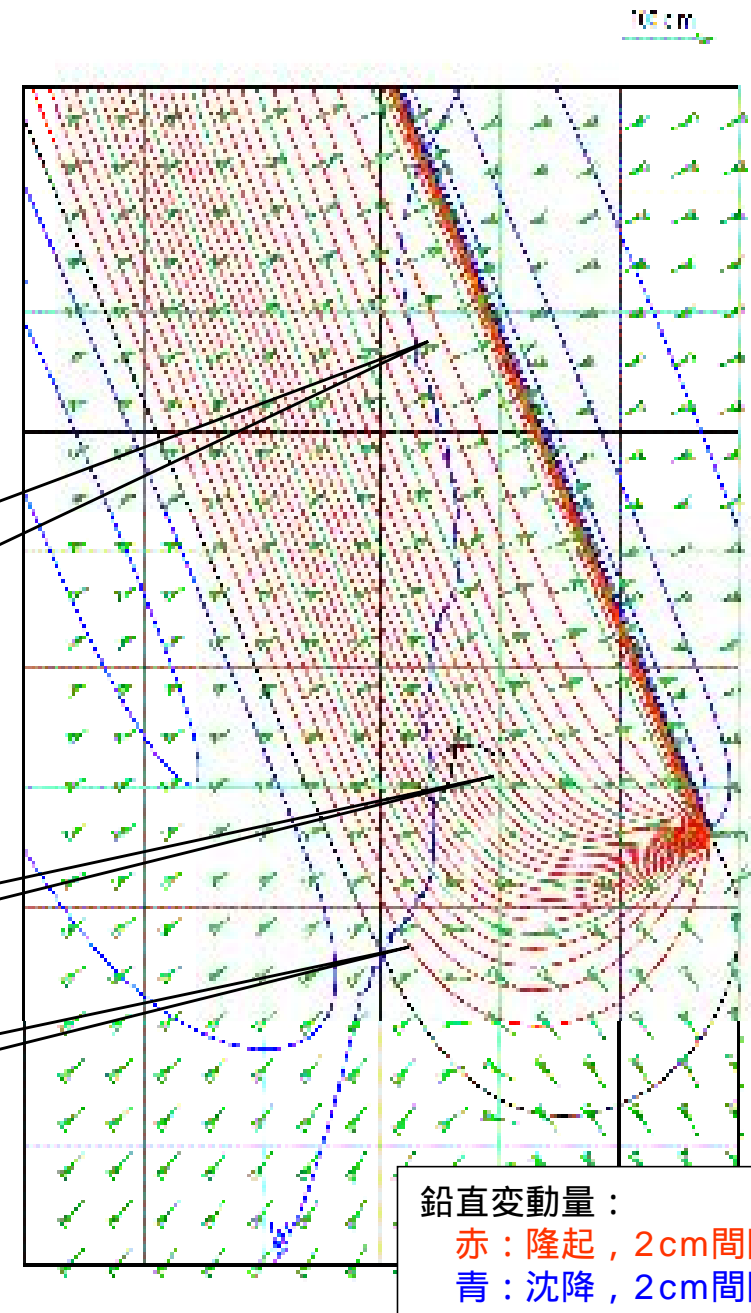
- 長岡平野西縁断層帯の地殻変動モデル（断層面の長さ：91km，深さ：0.1km～17km，傾斜：35°，すべり量：1m）により地殻変動を計算した結果，角田山～弥彦山付近において数十cmの隆起傾向を，柏崎平野付近において十数cm～数十cmの緩やかな隆起傾向を，米山海岸付近において数cmの隆起傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

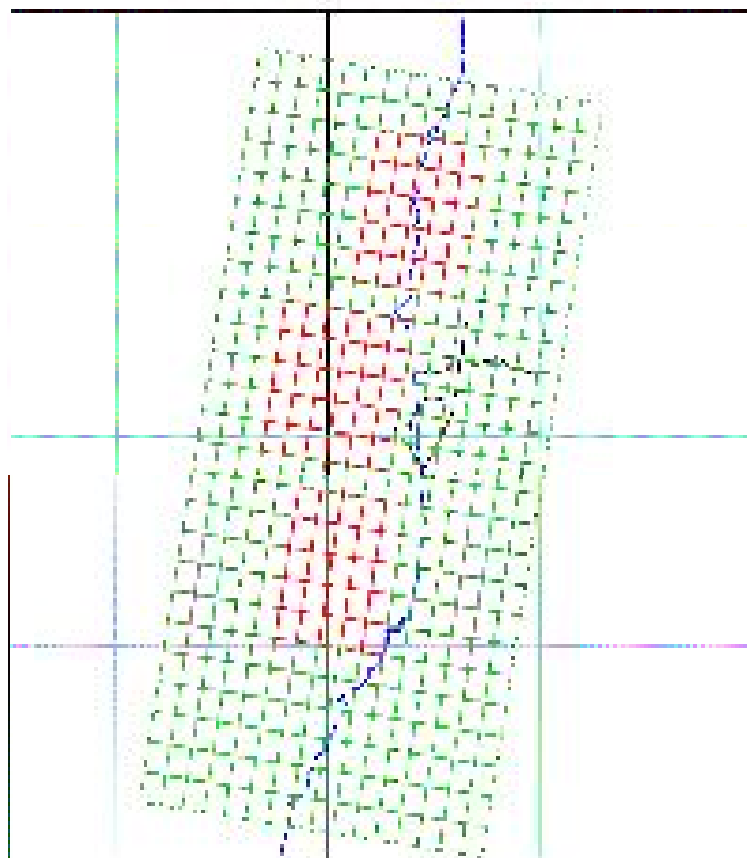
米山海岸



鉛直変動量：
赤：隆起，2cm間隔
青：沈降，2cm間隔

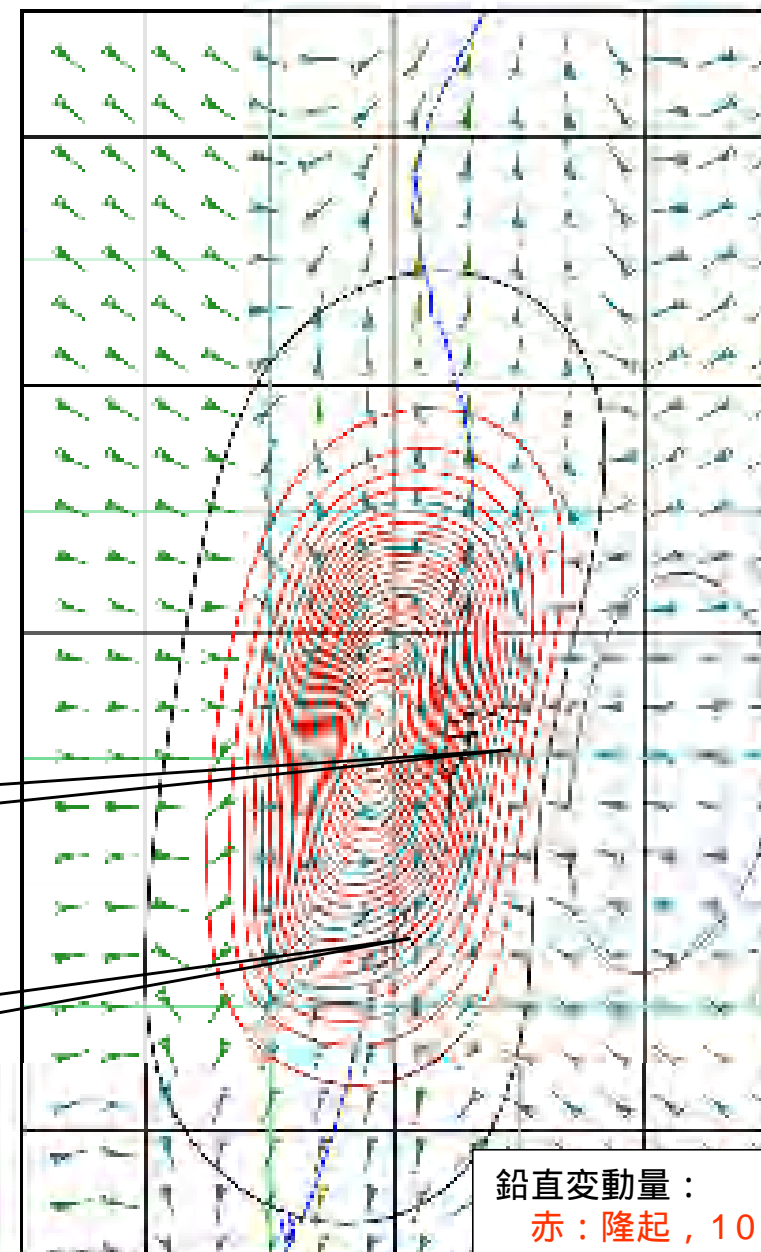
参考：F - B断層による地殻変動（強振動モデル）

- F - B断層の強震動モデル（断層面の長さ：36km，深さ：6km～17km，傾斜：35°，アスペリティ：3箇所）により地殻変動を計算した結果，地殻変動モデルと同様の傾向を示す



柏崎平野

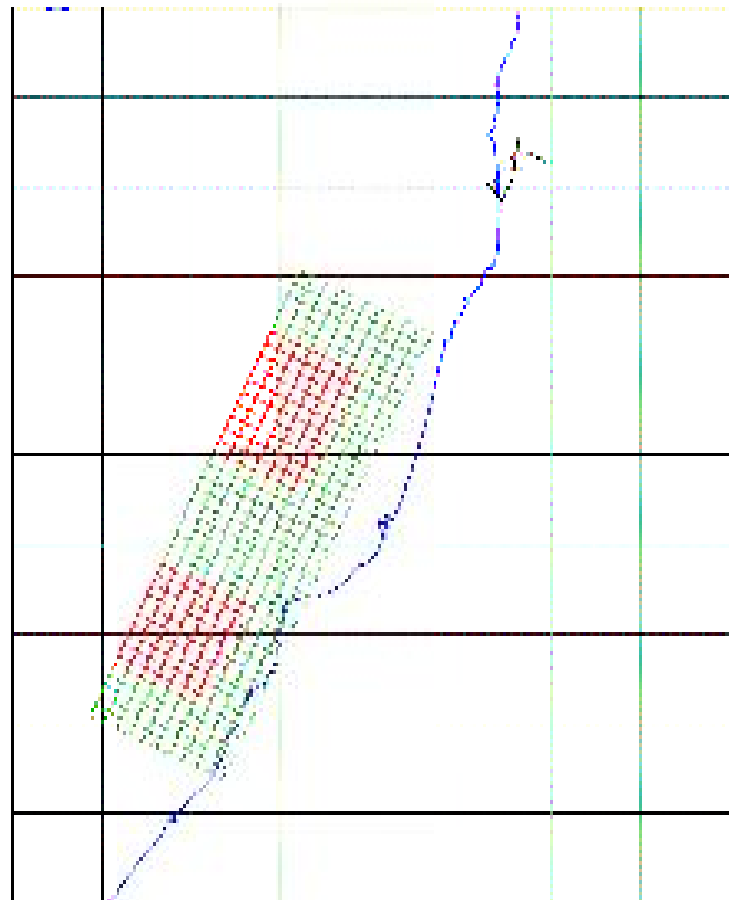
米山海岸



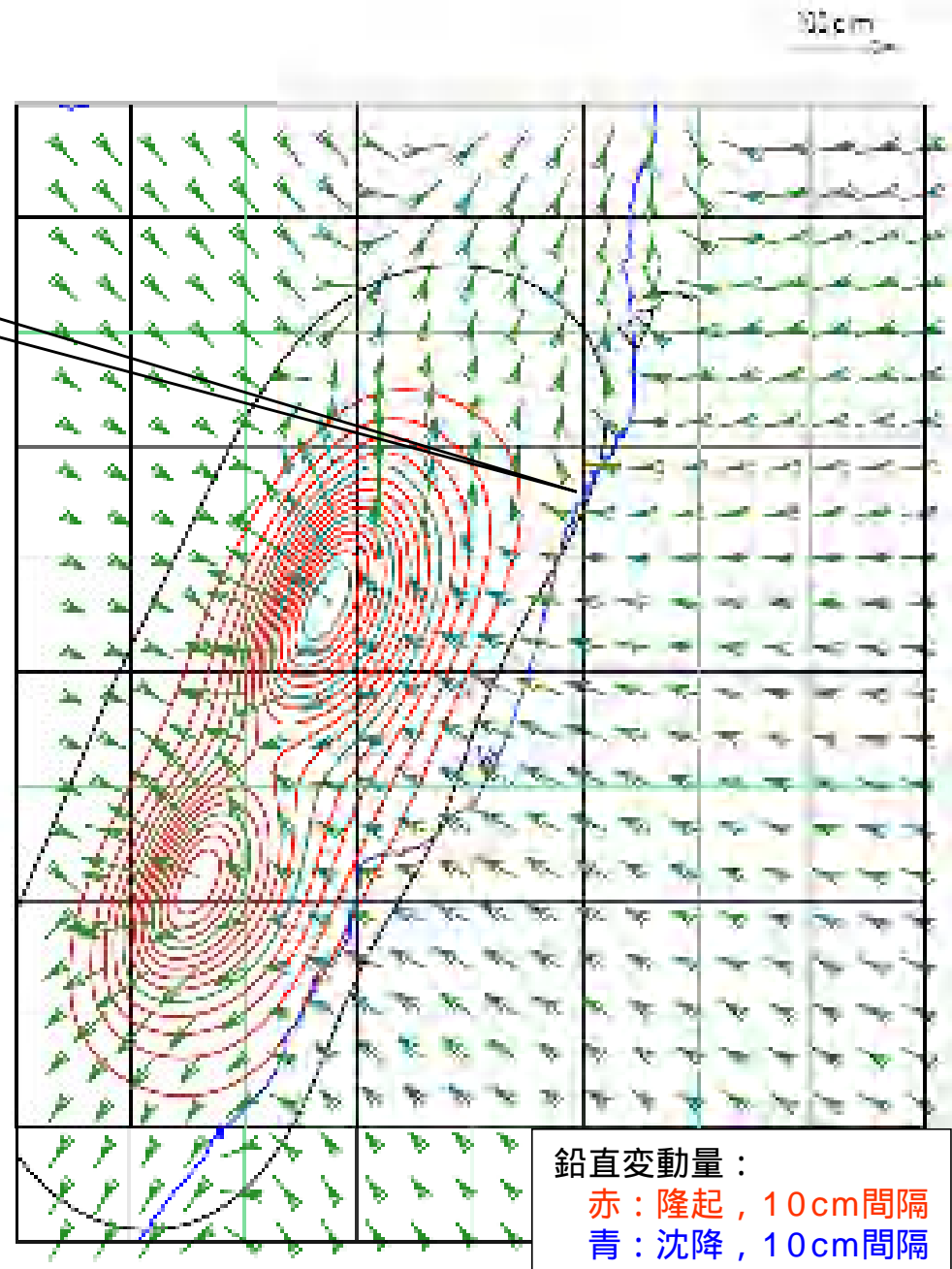
鉛直変動量：
赤：隆起，10cm間隔
青：沈降，10cm間隔

参考：F - D断層 + 高田沖断層による地殻変動（強振動モデル）

- F - D断層 + 高田沖断層の強震動モデル（断層面の長さ：55km，深さ：6km～17km，傾斜：35°，アスペリティ：2箇所）により地殻変動を計算した結果，地殻変動モデルと同様の傾向を示す

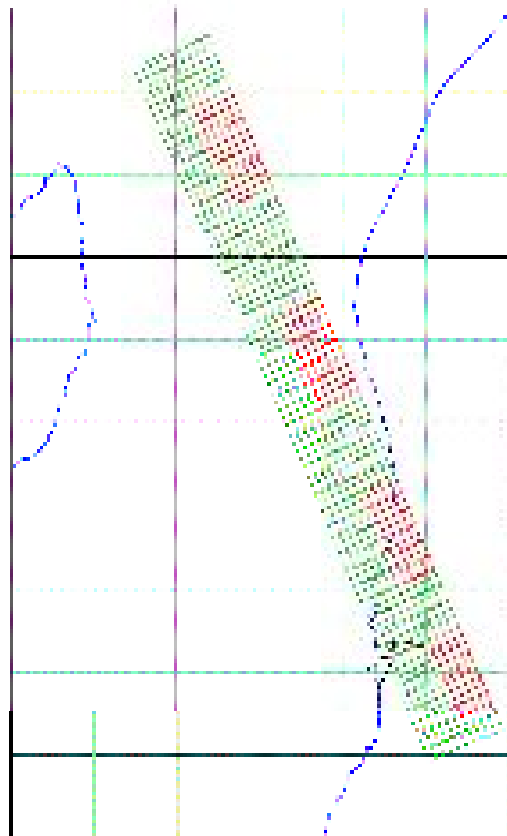


米山海岸



参考：長岡平野西縁断層帯による地殻変動（強振動モデル）

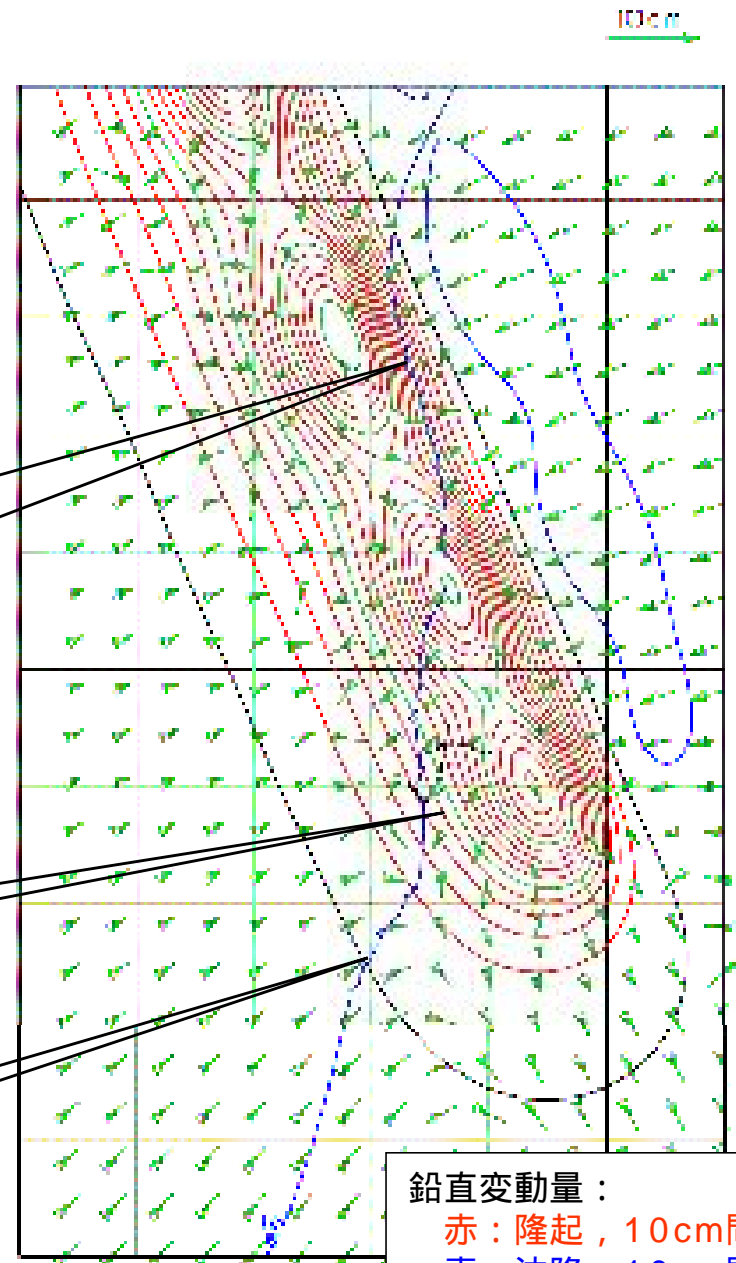
- 長岡平野西縁断層帯の強震動モデル（断層面の長さ：91km，深さ：6km～17km，傾斜：50°，アスペリティー：4箇所）により地殻変動を計算した結果，地殻変動モデルと同様の傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

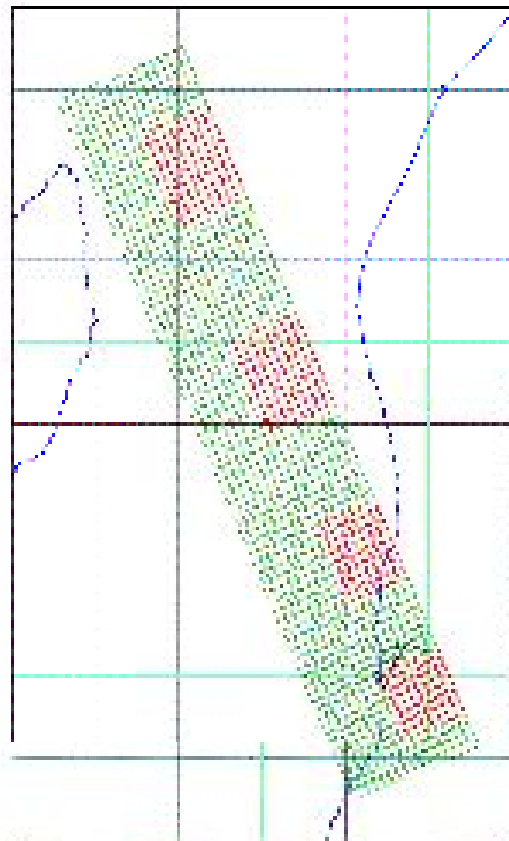
米山海岸



鉛直変動量：
赤：隆起，10cm間隔
青：沈降，10cm間隔

参考：長岡平野西縁断層帯による地殻変動（強振動モデル）

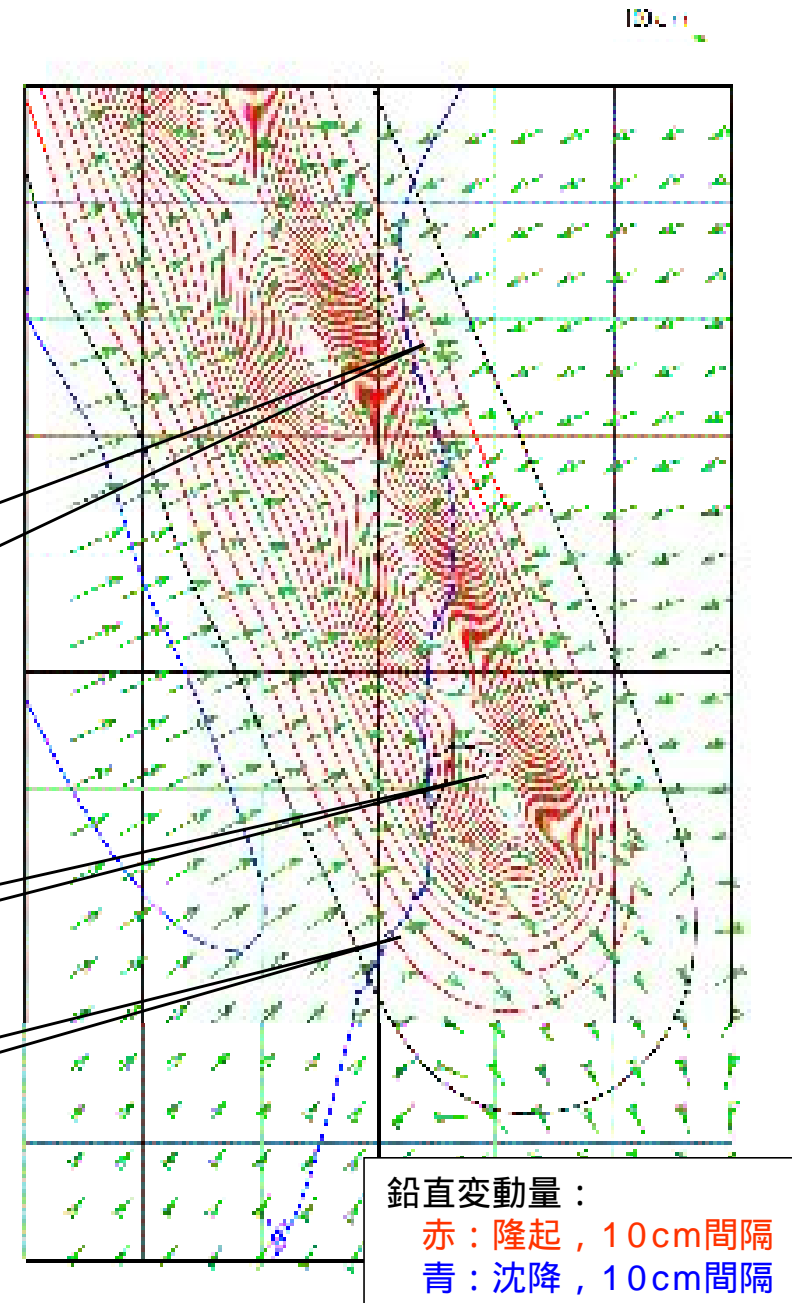
- 長岡平野西縁断層帯の強震動モデル（断層面の長さ：91km，深さ：6km～17km，傾斜：35°，アスペリティー：4箇所）により地殻変動を計算した結果，地殻変動モデルと同様の傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

米山海岸

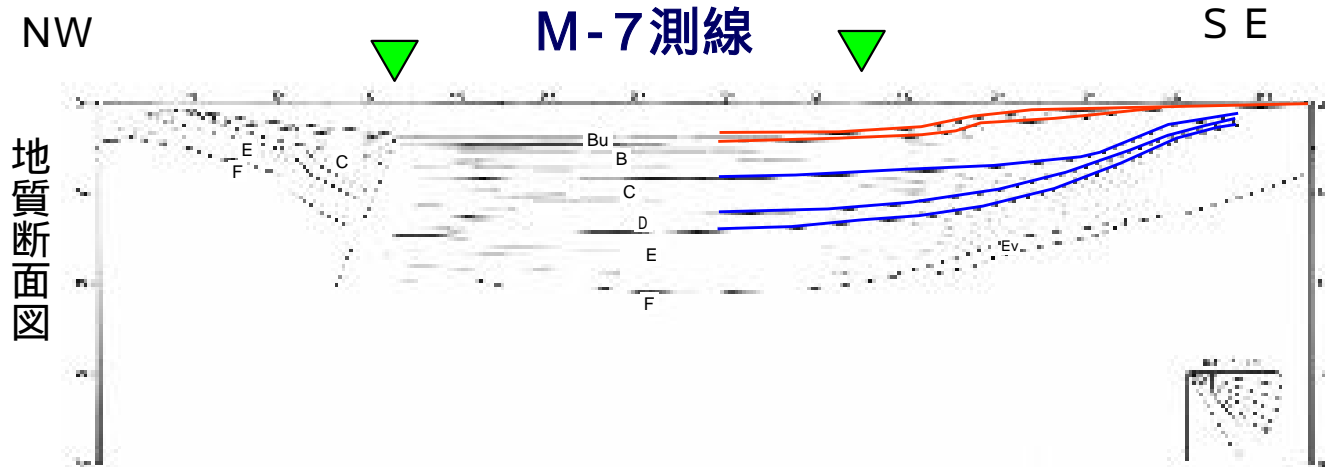


鉛直変動量：
赤：隆起，10cm間隔
青：沈降，10cm間隔

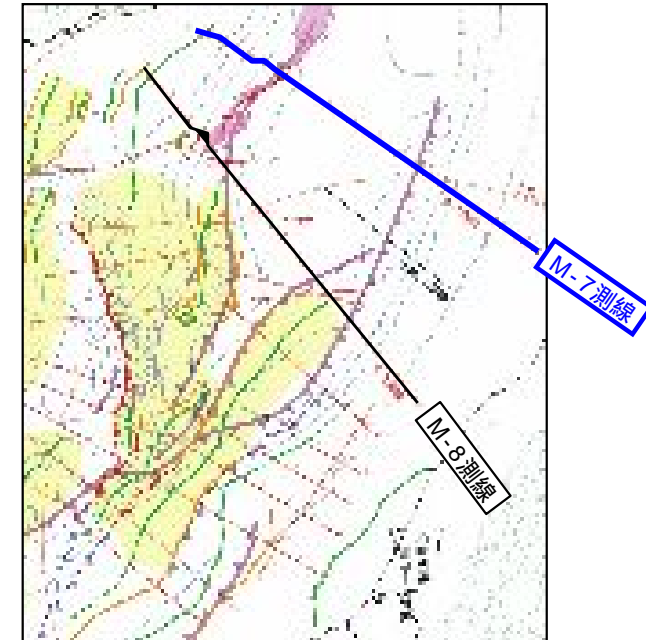
石橋（2008a, 2008b）について

- 石橋（2008a）：石橋克彦，佐渡海盆東縁断層の存在の可能性について，新潟県「地震，地質・地盤に関する小委員会」第6回，」2008.6.11
- 石橋（2008b）：石橋克彦，柏崎刈羽原発の新たな基準地震動：内容と審議の大きな欠陥，岩波「科学」Vol.78, No.8, PP.819-823

石橋（2008a）, 石橋（2008b）の指摘について



▼ 渡辺ほか（2007）が示す活断層の位置



■ 渡辺ほか（2007）：2007年新潟県中越沖地震と活構造，日本第四紀学会講演要旨集

「石橋（2008a）より抜粋」

5．SBEM()断層の存在を推論する根拠は、佐渡海盆東縁の一直線状の『撓曲崖的な大陸棚斜面』の存在、**海岸線付近の海拔高度40～50mのMIS5e海成段丘面の存在と同段丘面の内陸での高度分布、前2項目が2007年新潟県中越沖地震の南東傾斜の断層モデルと整合することである。**

9．上端の深さが4km程度で海底に明瞭には現われていないSBEM断層を想定することにより、5項の と が統一的に説明されることを、断層モデルの計算によって示すことができる。

SBEM断層：佐渡海盆東縁の大陸棚斜面の基部付近から陸側に傾き下がる逆断層

東京電力

見解1：『撓曲崖的な大陸棚斜面』の地下深部にはそれに対応する断層構造はない

見解2：上部のBu層やB層（橙）と下部のC層，D層，E層などの地層（青）とは構造が異なる
地下深部の断層の活動により一連で変形を受けたものではない

参考 : Tabuchi et al. (2008) が指摘する中越沖地震の震源断層

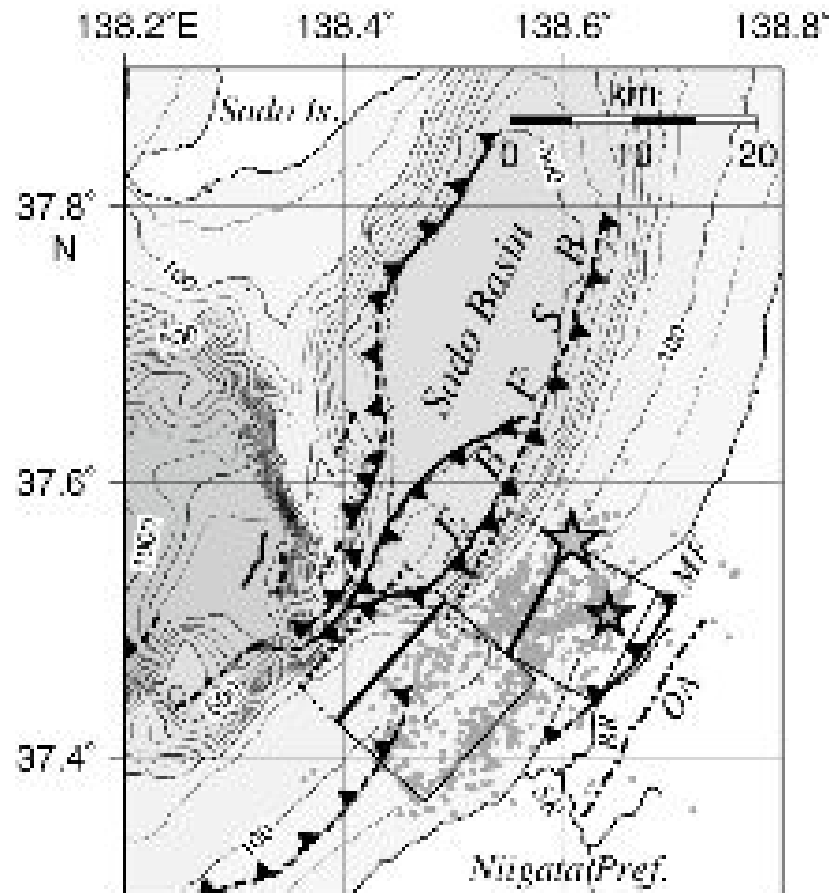
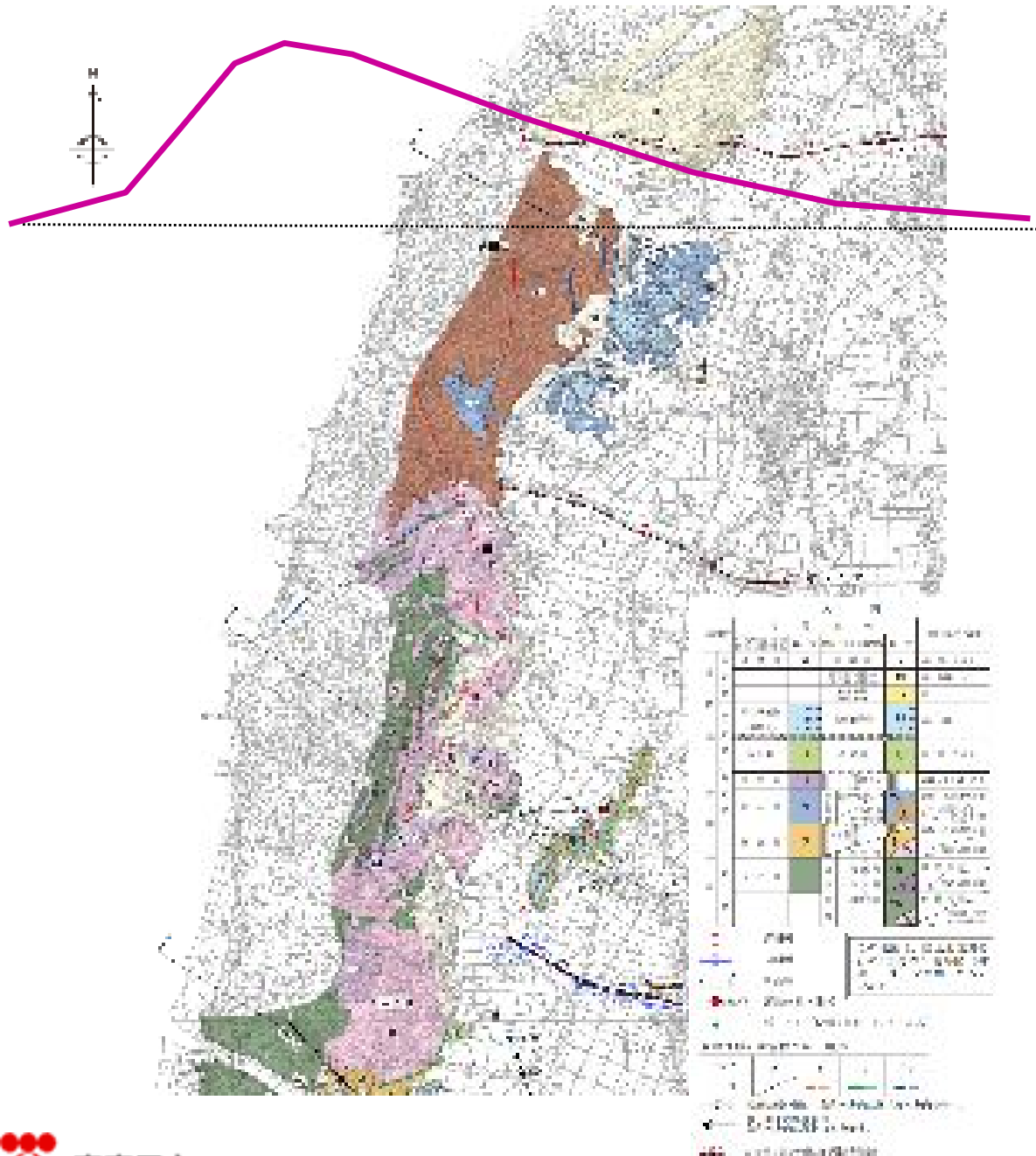


Figure 5. Active faults and the static fault model of the 2007 Chuetsuoki earthquake. Solid and broken lines in the sea area indicate well defined and inferred submarine active faults, respectively, with solid triangles showing dip direction (Watanabe et al., 2007). *MS* denotes the Median boundary fault of Sado Basin after Watanabe et al. (2007). The best, the Misogata fault (*MF*) is after Tabuchi (1997) and Watanabe et al. (2007) and the axis of Oginome anticline (*OA*) is after USF (2007). Two examples represent horizontal projections of fault planes of the southeastward-dipping fault model. Thick and dotted lines indicate upper edges of fault planes and roughly sea bottom (300 m deep) traces of shallower extensions of fault planes, respectively. Large and small stars and grey dots show epicenters of the main shock of the Chuetsuoki earthquake, the largest aftershocks and aftershocks during intensity period after the main shock, respectively from the integral hypocenter database prepared by JMA. Sakai River (*SR*) and Niigata River (*NR*) are also shown.

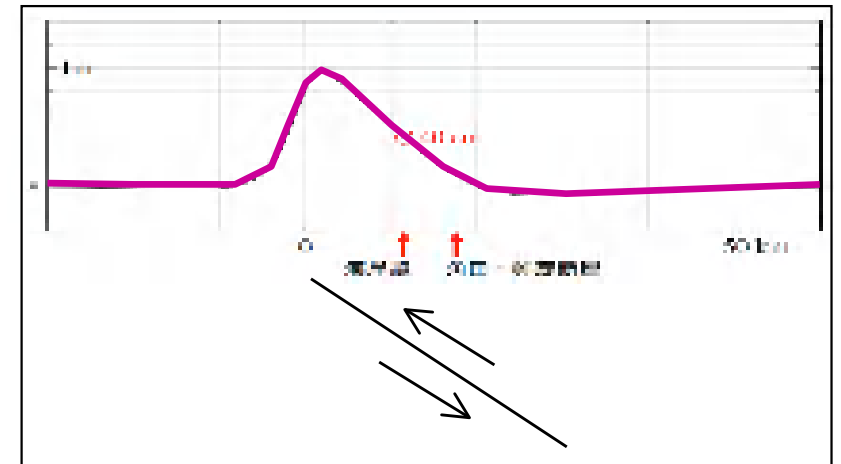
■ Tabuchi et al. (2008) : 神戸大学都市安全研究センター研究報告, No.12

石橋 (2008a) による指摘



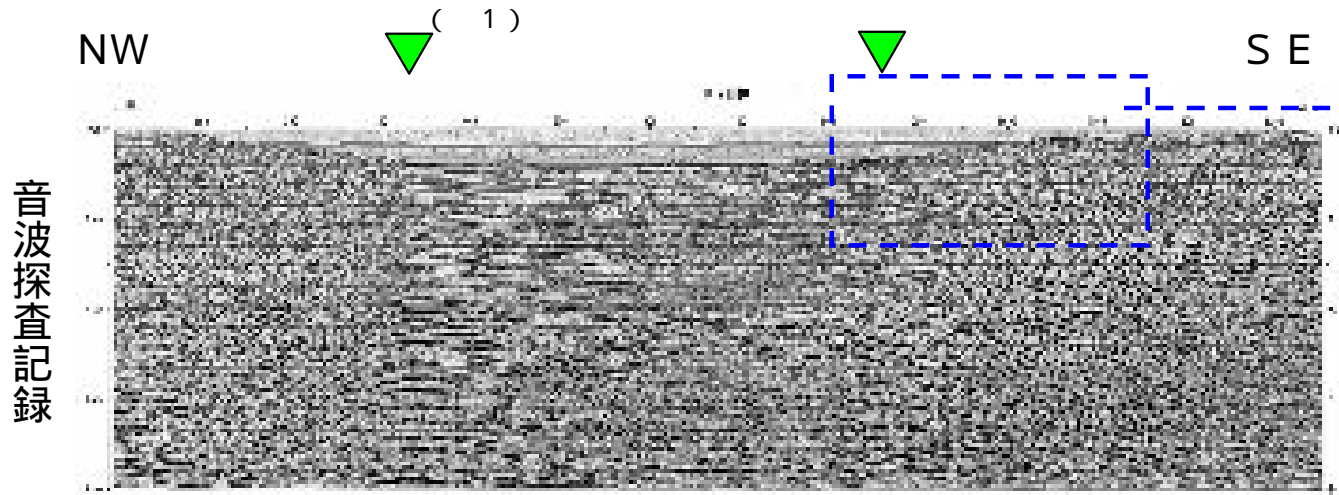
石橋 (2008a) の指摘

- 段丘面の分布は、海域の断層（東傾斜，東側隆起の逆断層）が活動した場合の地表面の変動と対応



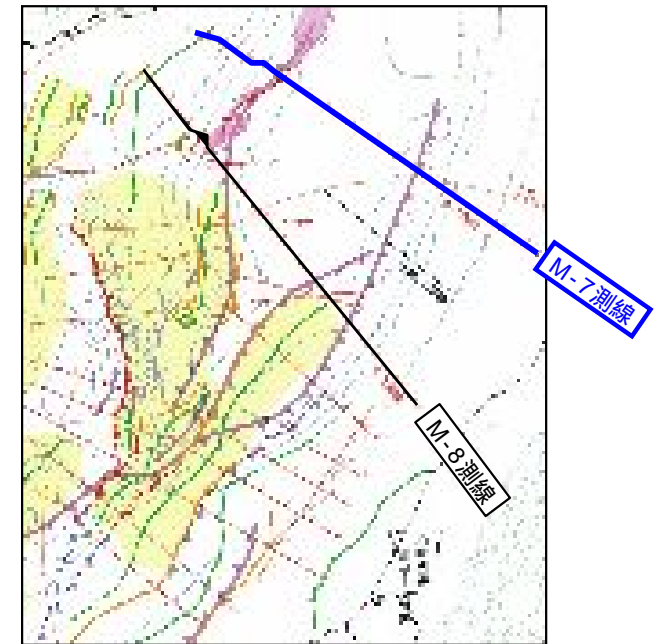
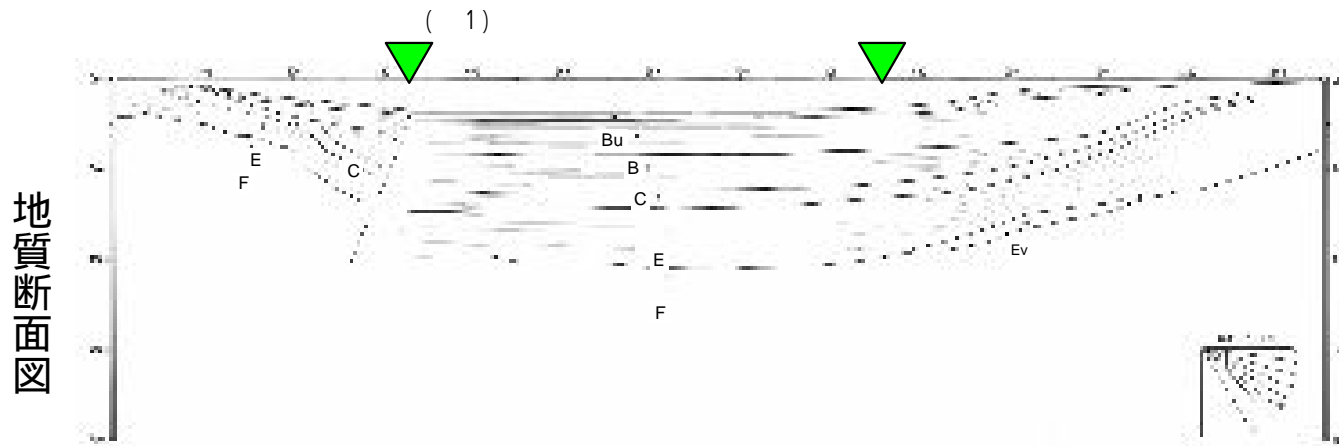
上記の地形変化のイメージは、石橋 (2008a) による

M-7測線



拡大 (次ページ) →

▼ 渡辺ほか (2007) が示す活断層の位置

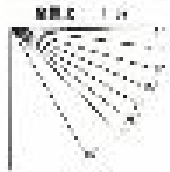
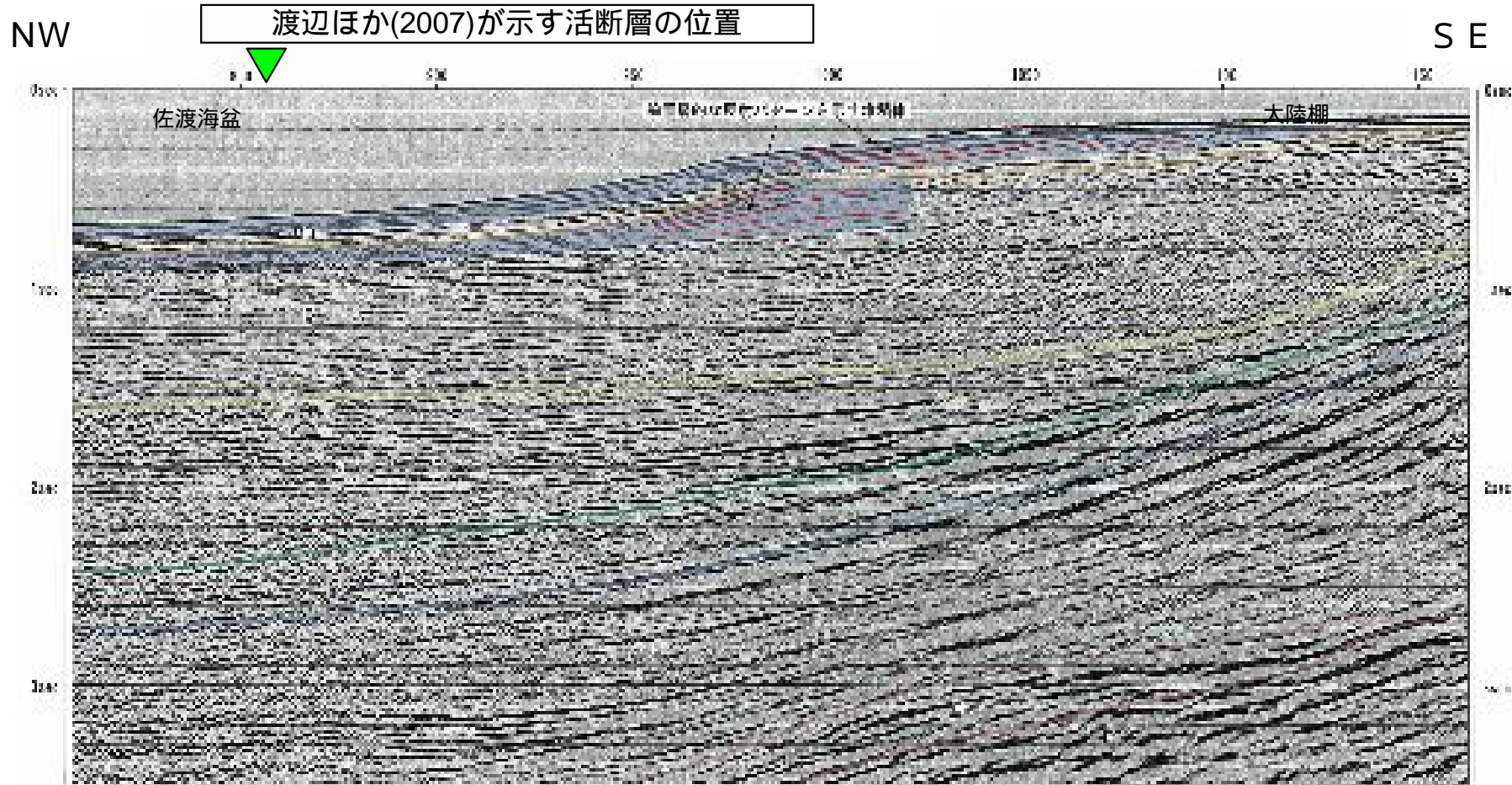


1 当該位置には佐渡島棚東縁撓曲を活構造として評価

【地質区分】

A:沖積層相当層 B_u:低位～中位段丘堆積物相当層 B:高位段丘堆積物相当層 C:灰爪層相当層 D:西山層相当層 E:椎谷層～七谷層相当層 (E_v:グリーンタツより上位の火山噴出物) F:グリーンタツ相当層

M-7測線（大陸棚部拡大）



- 大陸棚斜面に緩やかに傾斜した地質構造が認められるものの、南側の測線で認められるような短波長の褶曲構造は認められない
- 非常に緩やかな長波長の構造であって、growth triangle などの活構造の存在を示唆する地質構造は認められない
- 大陸棚外縁部の斜面の形態は、その付近においてB層及びBu層の上部に前置層的な反射パターンを示し、堆積構造を反映したものであると判断される

【地質区分】

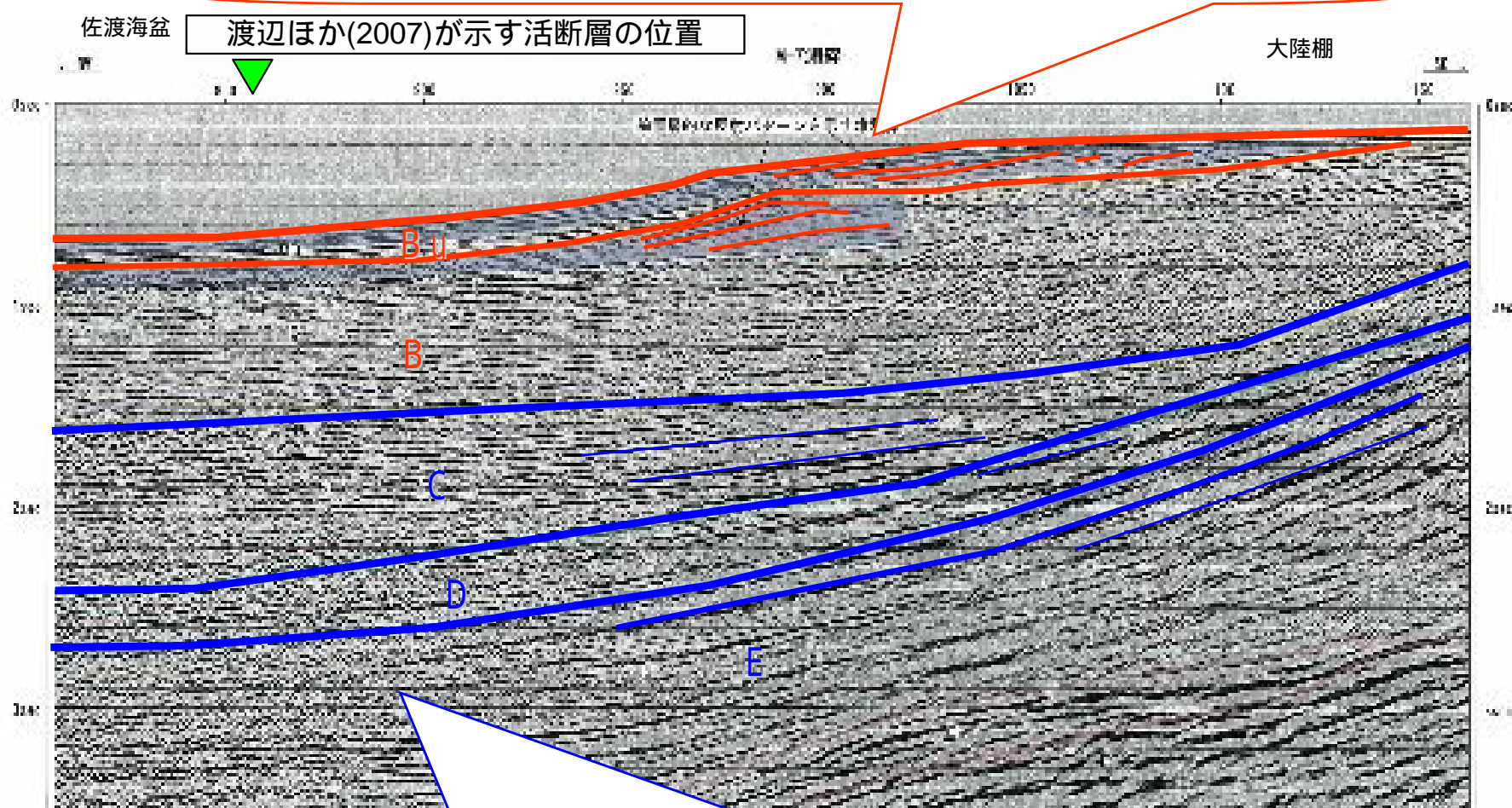
A:沖積層相当層 B_u:低位～中位段丘堆積物相当層 B:高位段丘堆積物相当層 C:灰爪層相当層 D:西山層相当層 E:椎谷層～七谷層相当層 (E_v:グリーンツツより上位の火山噴出物) F:グリーンツツ相当層

M-7測線（大陸棚部拡大）

NW

： Bu層， B層は， Progradationによるforeset bed構造を示す

SE

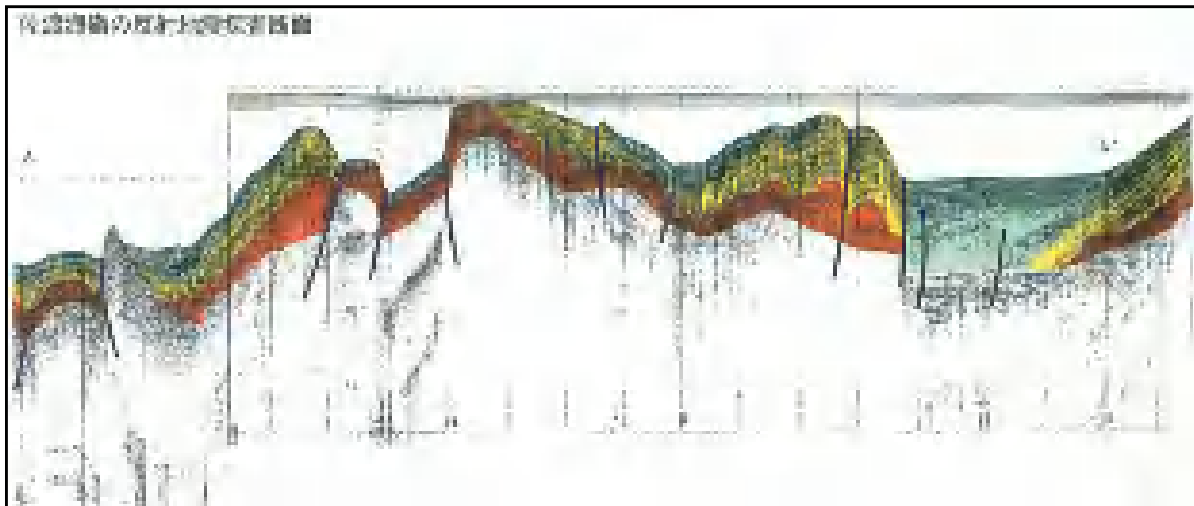


渡辺ほか(2007)が示す活断層の位置

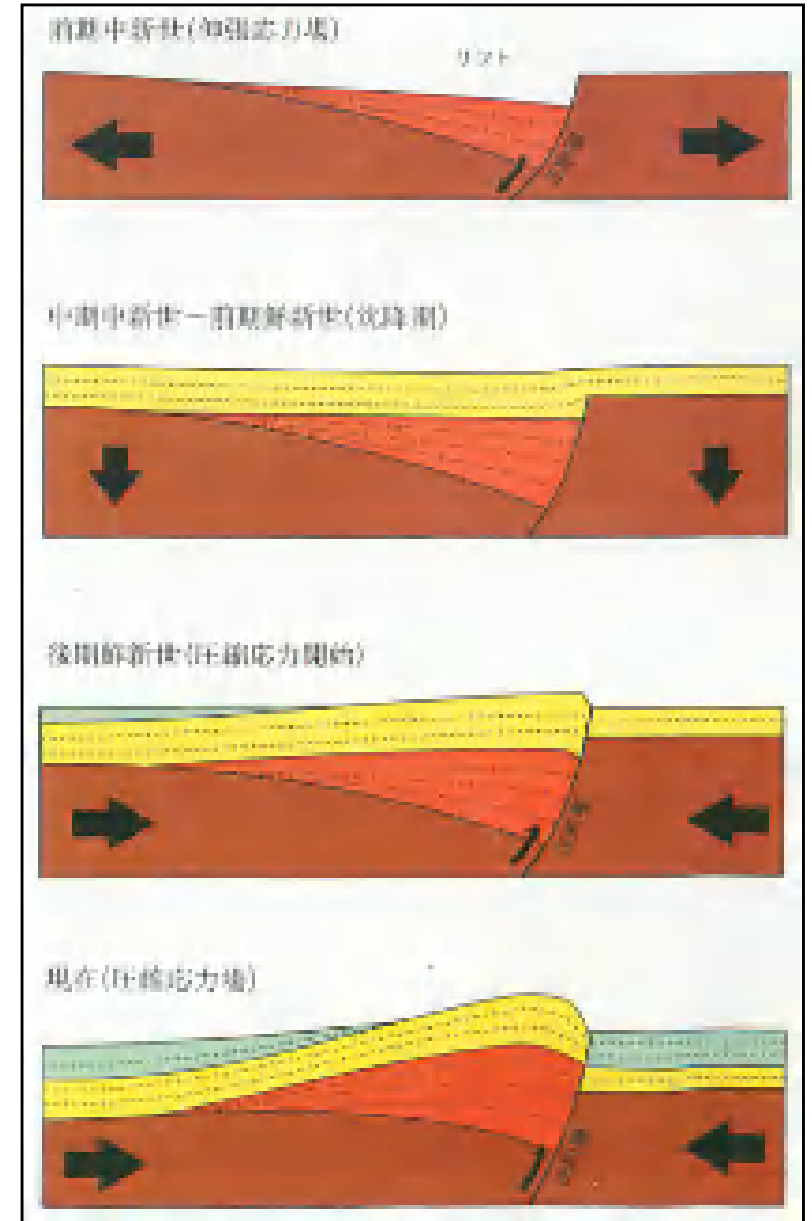
**： C層， D層， E層以下の地層は， 緩やかに西に傾斜する構造
断層は認められない
構造（緩やかな凹状）は， Bu層， B層の構造と調和的でない
Bu層， B層の構造は， 地下の断層活動によるものではない**

補足：大陸棚～大陸棚斜面の深部の構造について（１）

- 文献によれば「盆地は日本海の形成時期と同時に伸張応力によって形成されたリフト（地溝）で，周囲を正断層によって限られたが，後期鮮新世から第四紀にかけて圧縮応力が強まることによって，正断層が逆断層として再活動し始めたためにリフトが隆起し，現在見られるような地質構造と地形が形成されたと考えられている」としている



佐渡海嶺の反射地震探査断面(佐渡島北方の断面図)

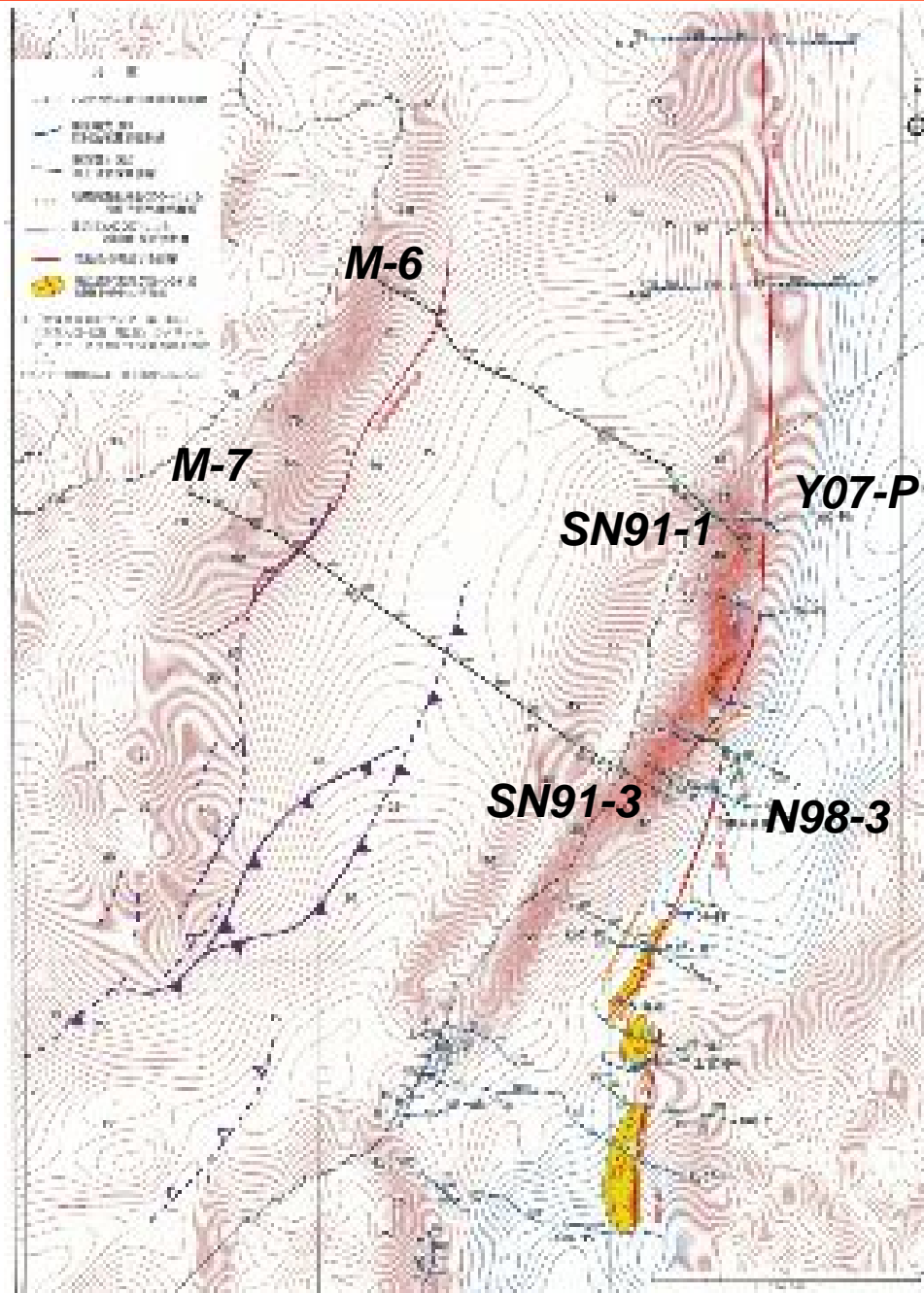


小海嶺の構造発達史

図は，日本列島の地質編集委員会 編（1996）による

補足：大陸棚～大陸棚斜面の深部の構造について（2）

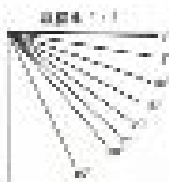
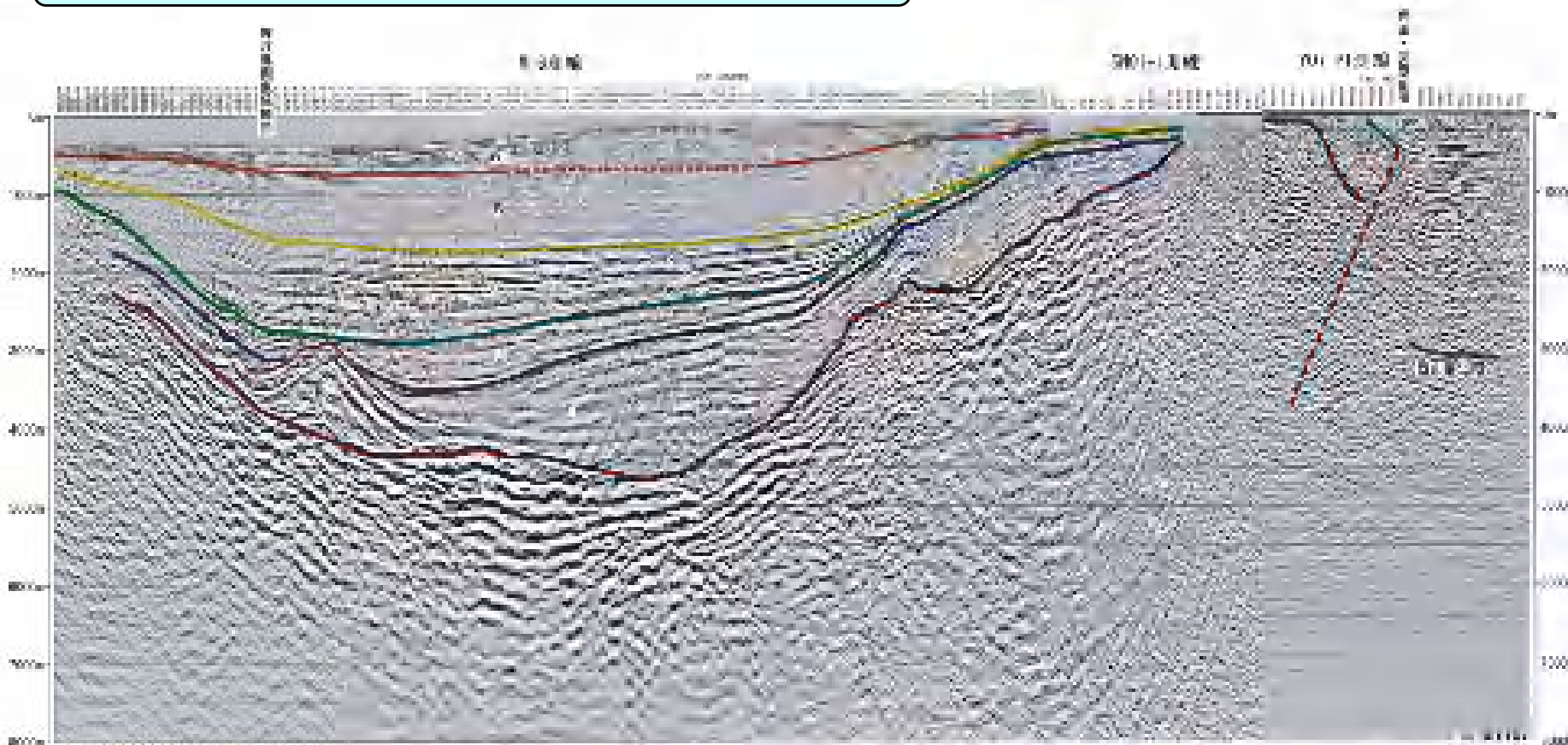
- 重力異常図に，海域から陸域にかけて連続させた探査測線の位置を重ね描いて示す



補足：大陸棚～大陸棚斜面の深部の構造について（２）

- 日本列島の地質編集委員会 編（１９９６）による「小海嶺の構造発達史」にみられる構造と類似した構造が認められる

海域～陸域の探査記録 M-6～SN91-1～Y07-P1



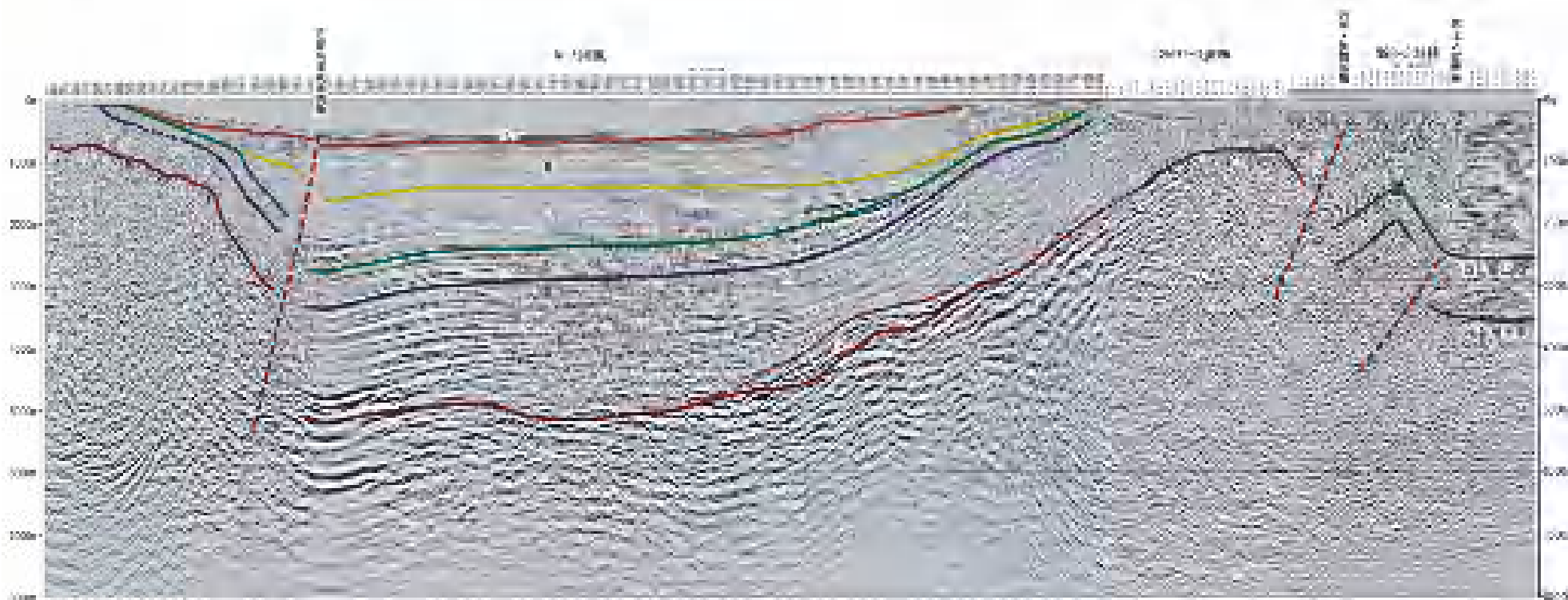
本図のうちSN91-1測線は、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が実施した反射法地震探査記録を、東京電力（株）が独自に再処理・解析し、作成したものです。

補足：大陸棚～大陸棚斜面の深部の構造について（2）

- 日本列島の地質編集委員会 編（1996）による「小海嶺の構造発達史」にみられる構造と類似した構造が認められる

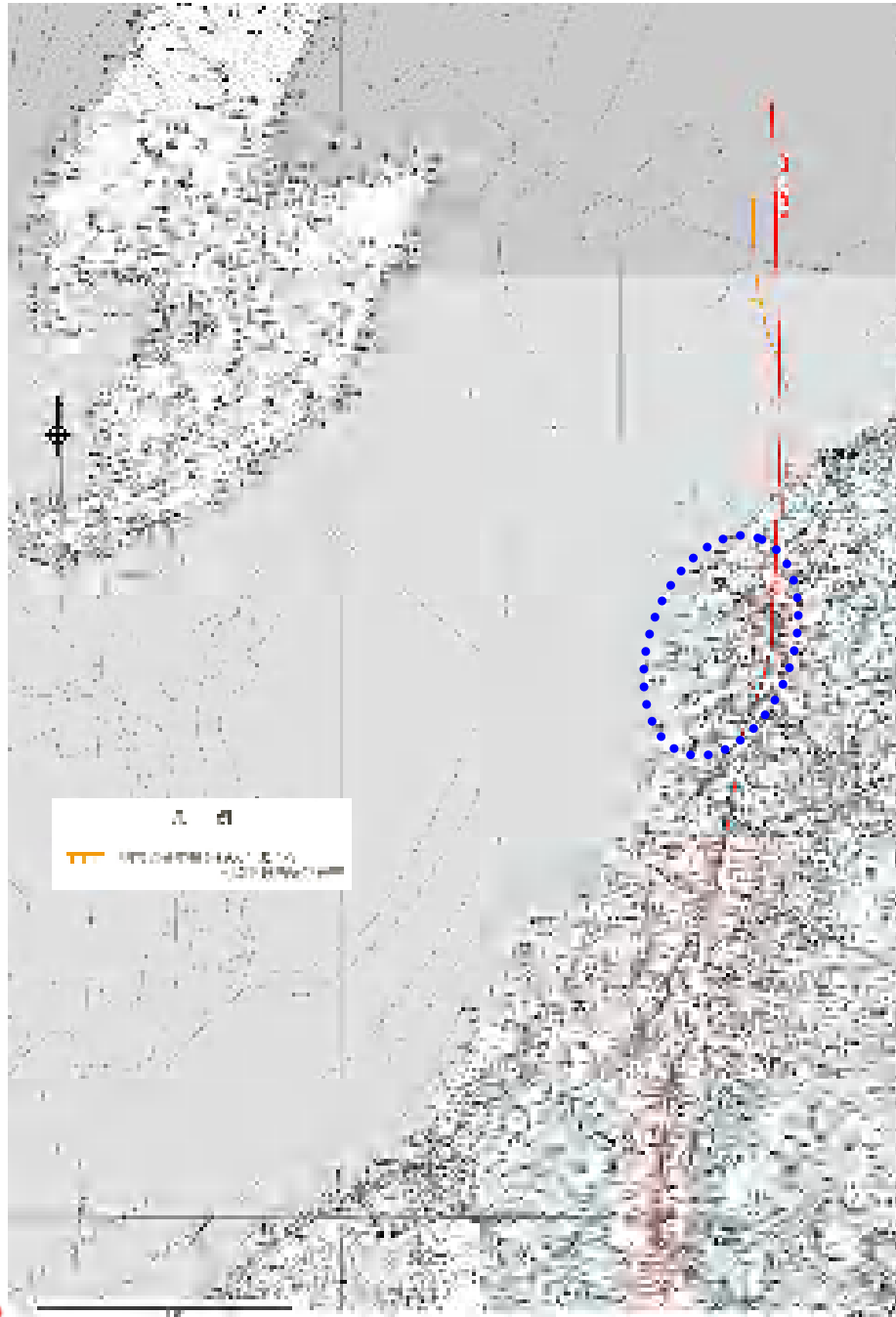
海域～陸域の探査記録 M-7～SN91-3～N98-3

渡辺ほか（2007）が示す活断層の位置



本図のうちSN91-3及びSN98-3測線は、石油公団（現 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が実施した反射法地震探査記録を、東京電力（株）が独自に再処理・解析し、作成したものです。

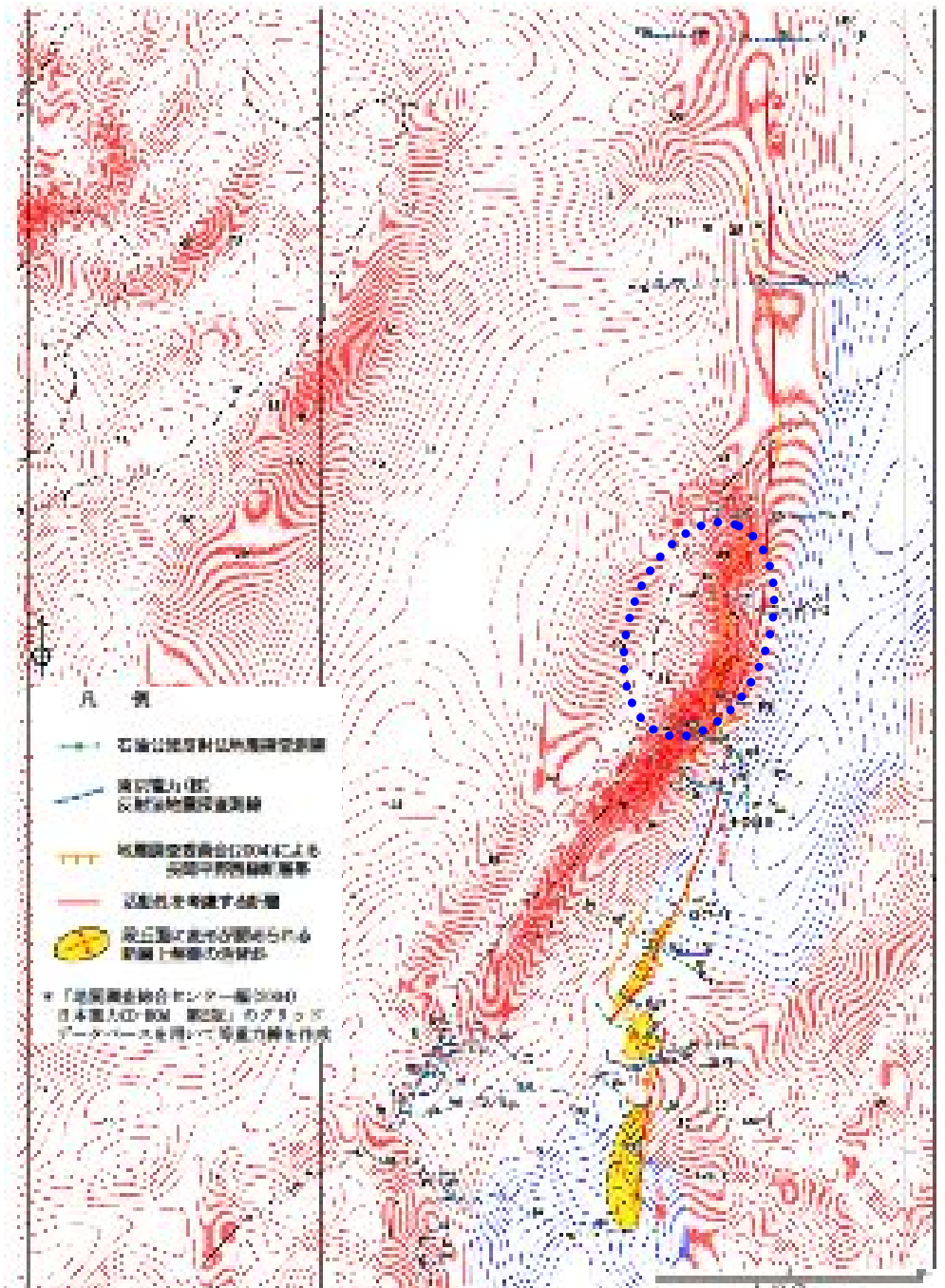
角田・弥彦断層



角田・弥彦断層

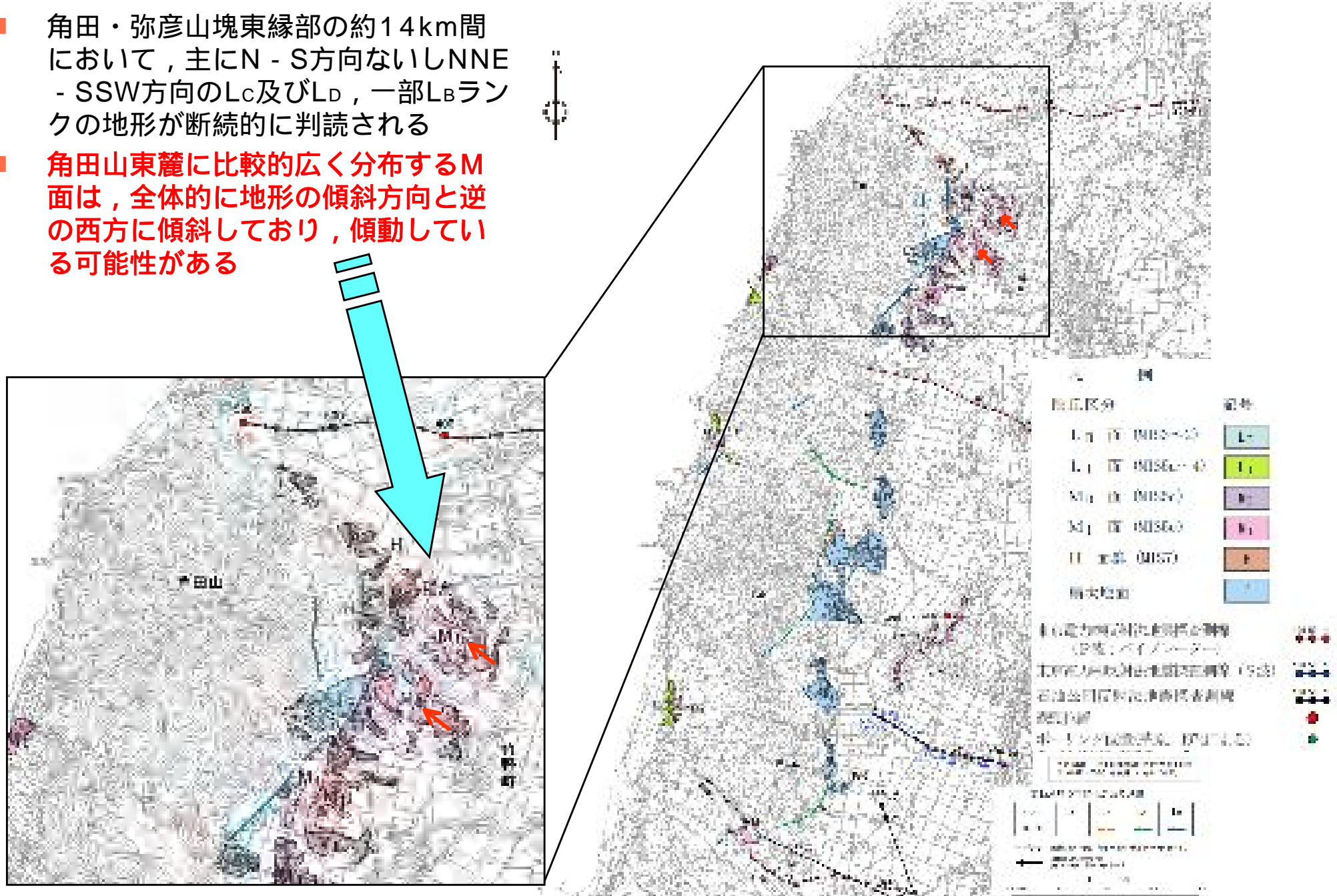
気比ノ宮断層

片貝断層



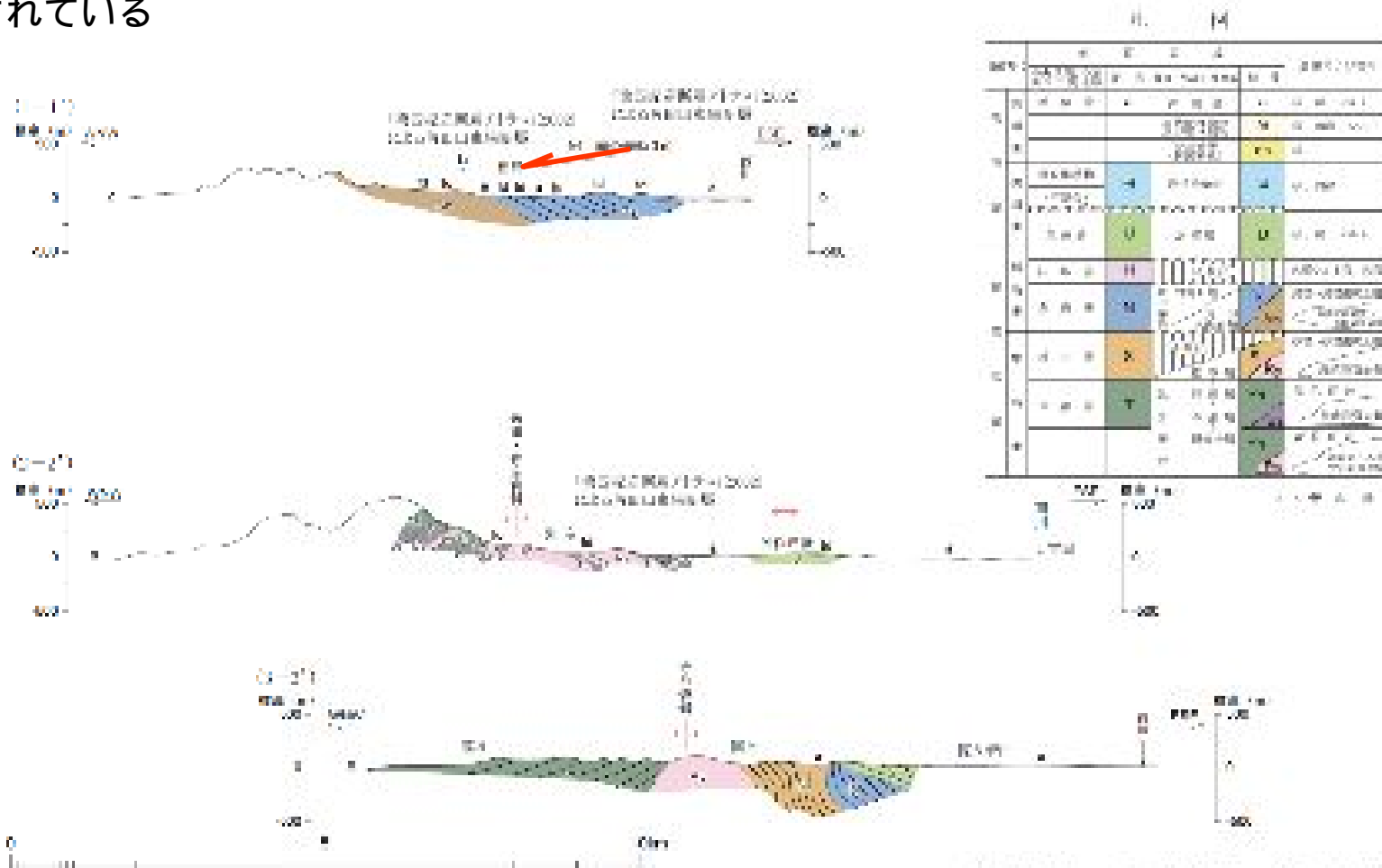
角田・弥彦断層周辺の地形調査結果

- 角田・弥彦山塊東縁部の約14km間において，主にN - S方向ないしNNE - SSW方向のL_C及びL_D，一部L_Bランクの地形が断続的に判読される
- 角田山東麓に比較的広く分布するM面は，全体的に地形の傾斜方向と逆の西方に傾斜しており，傾動している可能性がある

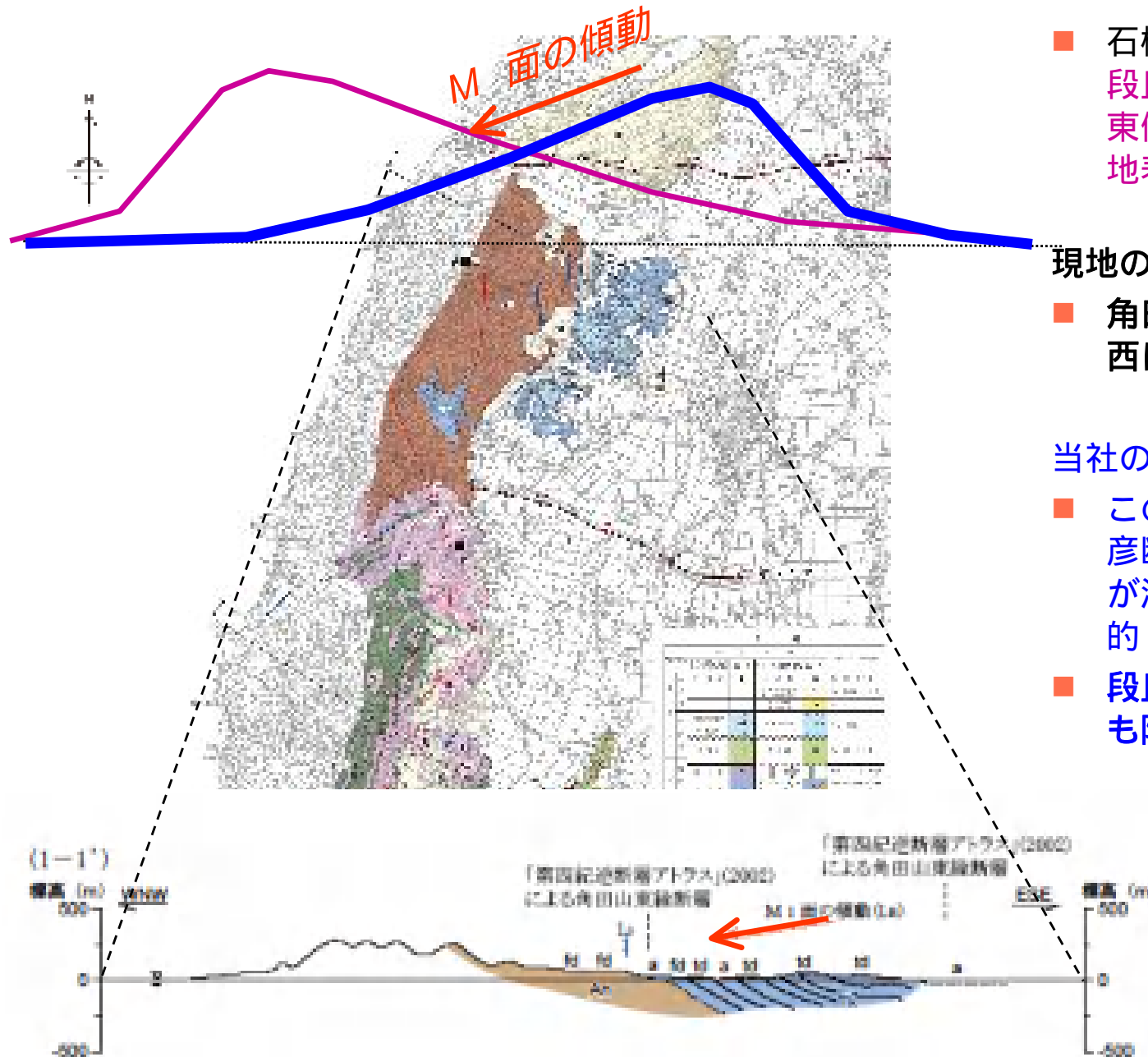


角田・弥彦断層周辺の地表地質調査結果（地質断面図）

- 「第四紀逆断層アトラス」（2002）等により角田山東麓に示されている角田山東麓断層（推定活断層）は，角田山火山岩類と竹野町層（西山層相当）との境界付近に対応している
- 角田・弥彦断層の位置は，竹野町層が20°～30°程度東傾斜の同斜構造を示し，東側の沖積層分布域に接していること，**竹野町層を覆うM面には東上がりの傾動が認められることから**，沖積層分布域と推定される
- 弥彦山東麓においても，茅原（1974）によると，東西両側で層序的に大きな不連続は認められないとされている



角田・弥彦断層周辺のM面の傾斜（傾動）



- 石橋（2008a）の指摘：
段丘面の分布は、海域の断層（東傾斜，東側隆起の逆断層）が活動した場合の地表面の変動と対応（図の赤線）

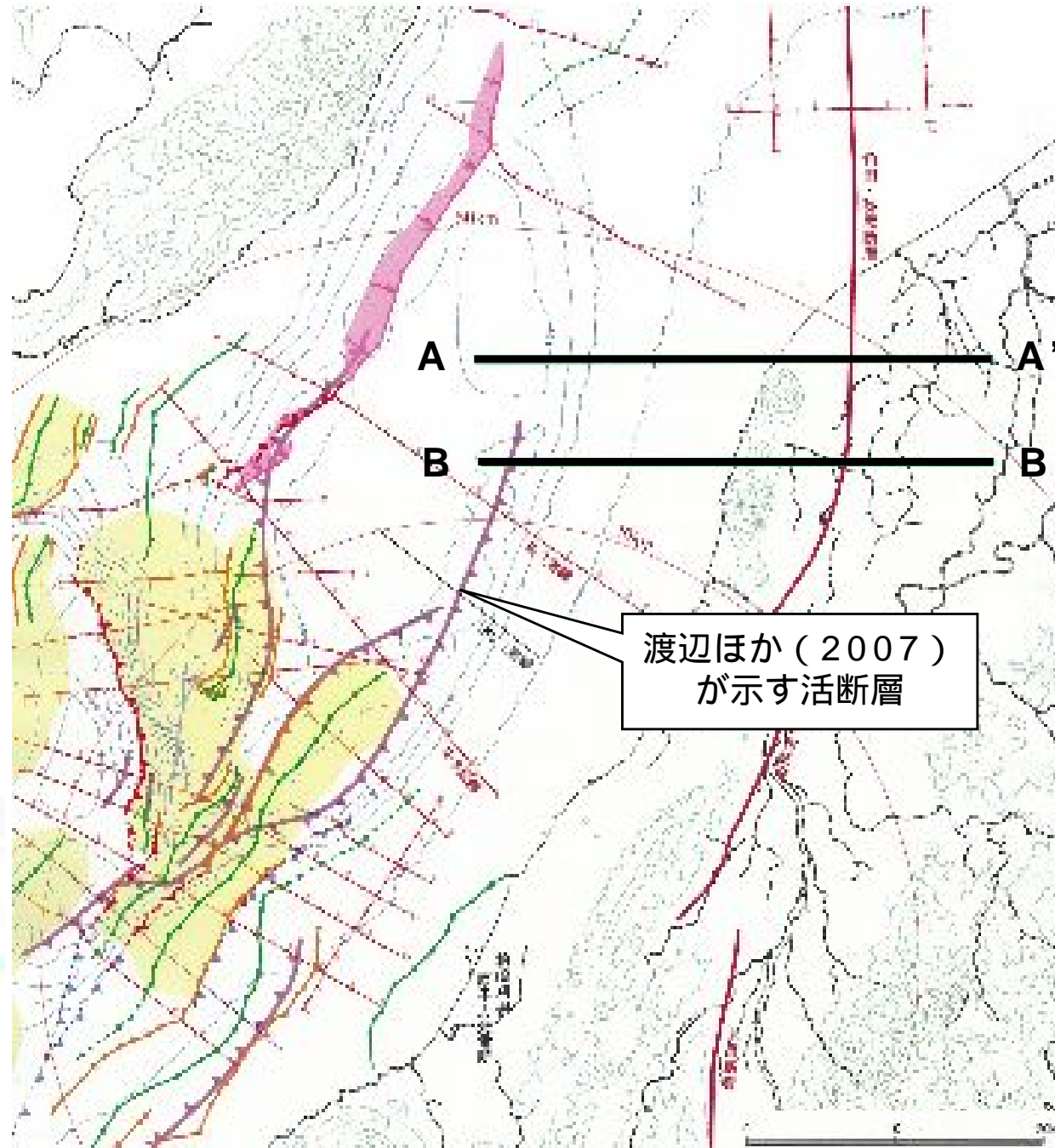
現地の状況

- 角田山東方の竹野町付近では，M面が西に傾動する様子を確認している

当社の考え

- この段丘面の傾斜（傾動）は角田・弥彦断層（西傾斜，西側隆起の逆断層）が活動した場合の地表面の変動と整合的（図の青線）
- 段丘面の分布からは，海域の断層よりも陸域の断層の寄与が考えられる

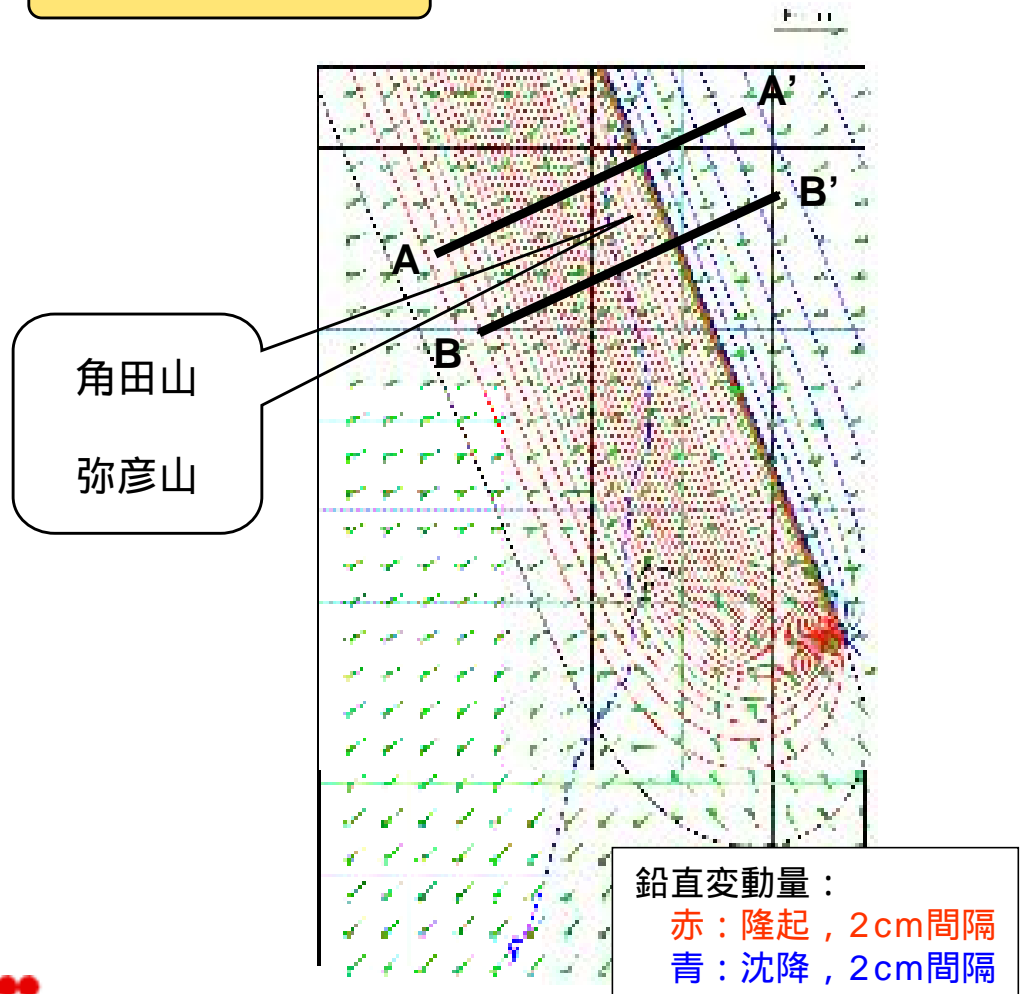
長岡平野西縁断層帯による地殻変動の試算（1）



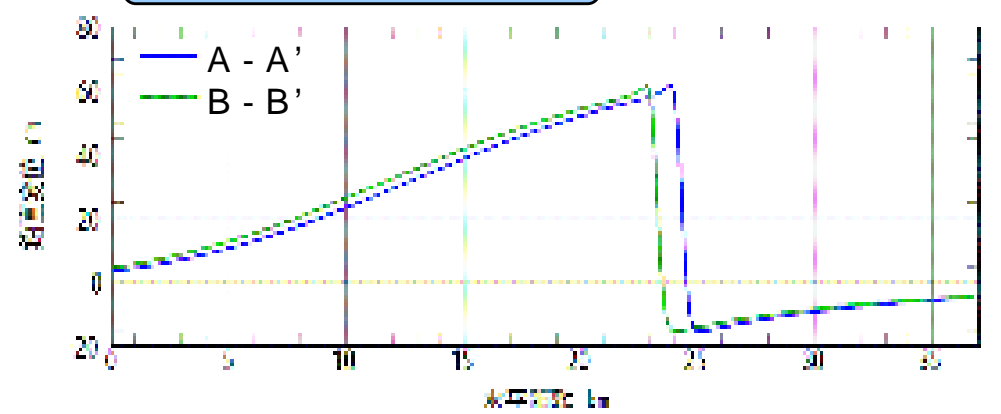
長岡平野西縁断層帯による地殻変動の試算（2）

- 断層モデル（地殻変動モデル）により角田・弥彦断層による地殻変動を試算した結果，同断層の活動により山塊より東側を隆起させる傾向を示す
- 前述の段丘面の傾動（西傾斜）と調和的

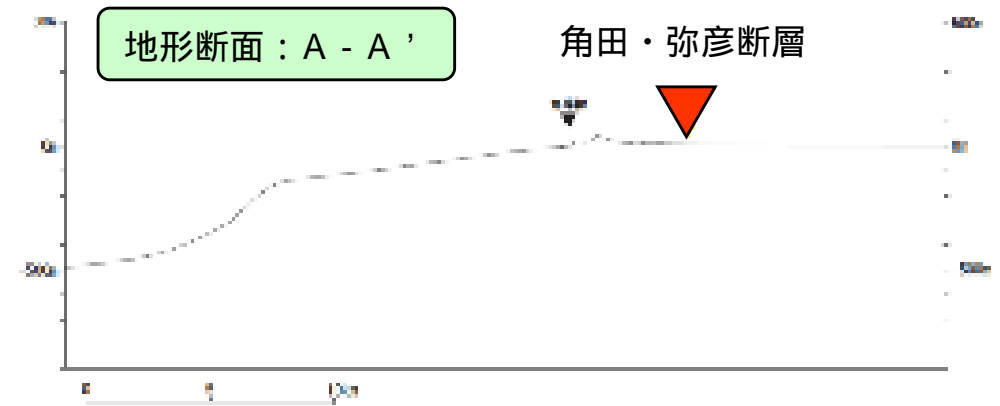
傾斜角50°の場合



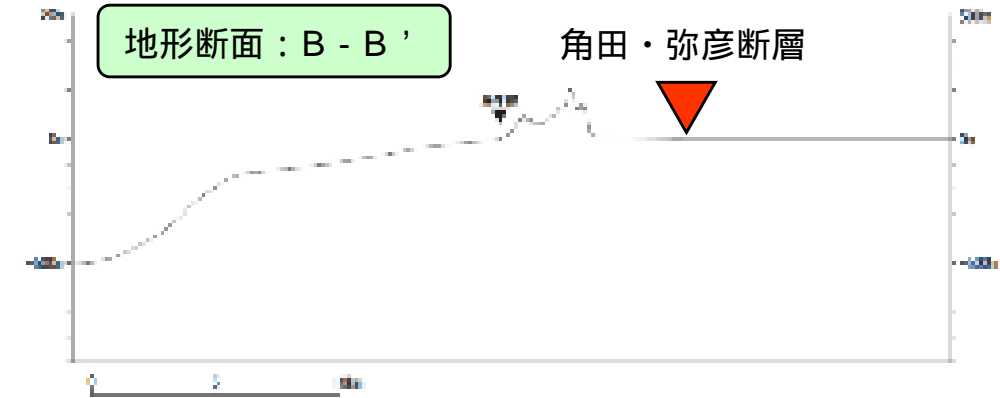
断層モデルによる試算結果



地形断面：A - A'



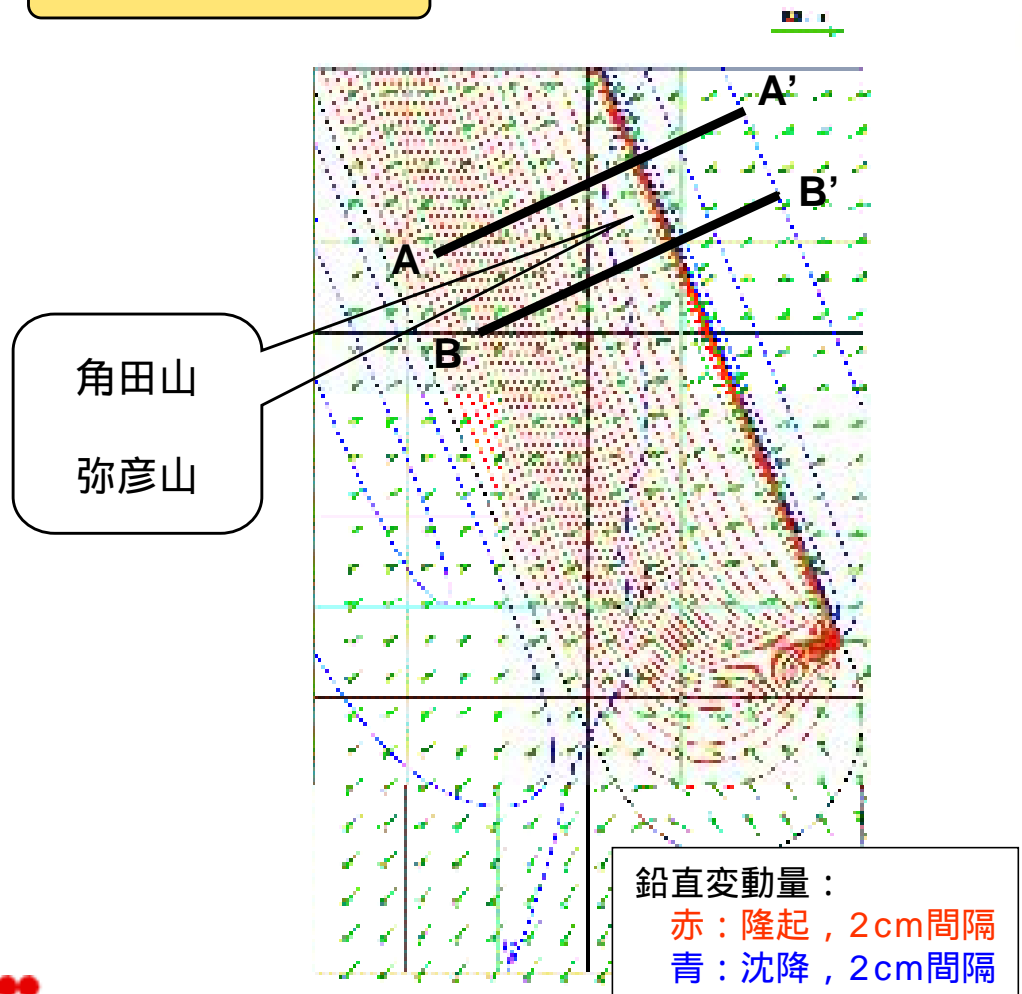
地形断面：B - B'



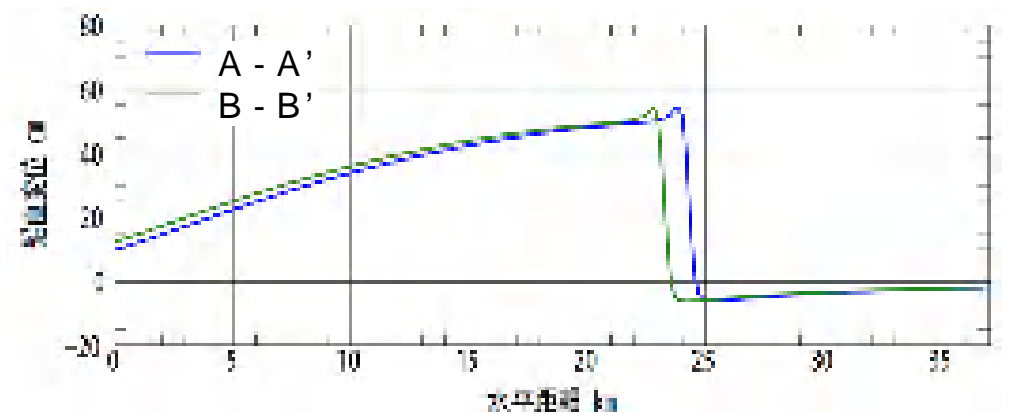
長岡平野西縁断層帯による地殻変動の試算（3）

- 断層モデル（地殻変動モデル）により角田・弥彦断層による地殻変動を試算した結果，同断層の活動により山塊より東側を隆起させる傾向を示す
- 前述の段丘面の傾動（西傾斜）と調和的

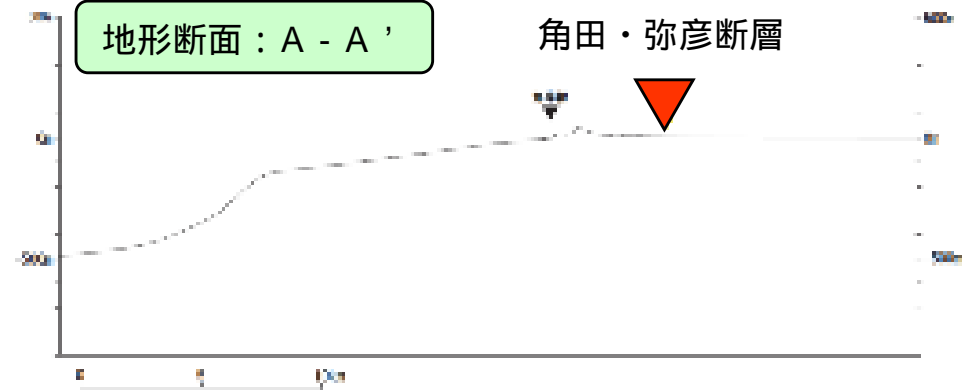
傾斜角35°の場合



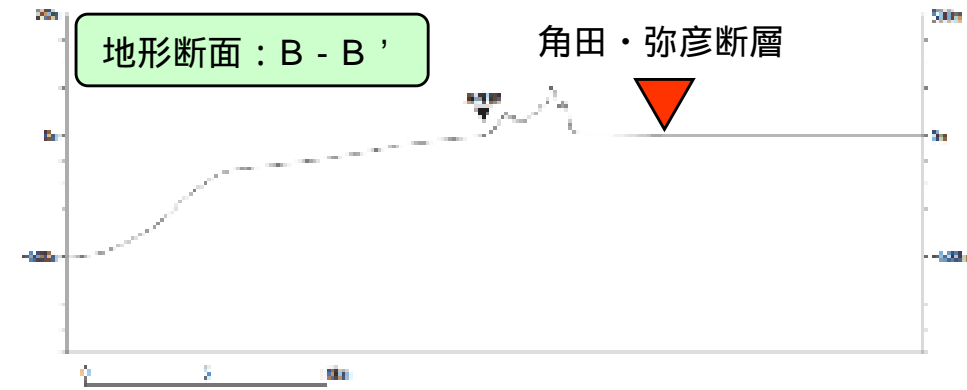
断層モデルによる試算結果



地形断面：A - A'



地形断面：B - B'



参考：長岡平野西縁断層帯による地殻変動の試算（４）

- 仮定した断層モデル（地殻変動モデル）の単位すべり量を1mとした場合，角田山・弥彦山周辺～野積や間瀬にかけての隆起量は約0.5mと試算される
- 地震調査委員会（2004）によると，想定される長岡平野西縁断層帯の単位変位量は，2m / 回（渡辺ほか（2000）による）ないし6～7m / 回（松田（1975）の式と断層長さ約83kmによる）とされている
- また，地震調査委員会（2004）によると，想定される長岡平野西縁断層帯の平均活動間隔は1200年～3700年とされている
- 以上の単位変位量及び平均活動間隔を用いて，M 面（約125,000年前）形成後の隆起量を試算した結果，ケース の隆起量は当該付近のM 面の高度分布に近い値となっているが，それ以外は相当に大きな値となっている
- 現地の状況として沖積層基底に仮定したような変位の累積量は認められないことから，地震調査委員会（2004）の想定は，相当に保守的なものであると考えられる

ケース					備考
単位変位量 (a)	2m / 回		7m / 回		
単位隆起量 (b)	1m / 回		3.5m / 回		(b) = 0.5 × (a)
平均活動間隔 (c)	約1200年	約3700年	約1200年	約3700年	
M 面形成後の活動回数 (d)	約100回	約30回	約100回	約30回	(d) = 125,000 / (c)
隆起量 (e)	約100m	約30m	約350m	約100m	(e) = (d) × (b)

- 地震調査研究推進本部地震調査委員会. (2004) : 長岡平野西縁断層帯の長期評価について. 地震調査委員会 (平成16年11月13日)
- 渡辺ほか (2000) : 越後平野西縁, 鳥越断層群の完新世における活動性と最新活動時期. 地震第2輯, 53, 153-164

まとめ

- 敷地周辺における離水ベンチは，標高1 m ~ 5 mに複数段認めることができ，米山海岸周辺に比較的良く発達することから，この付近の隆起傾向が比較的大きいものと考えられる
- 米山海岸周辺においては，中期更新世の高位段丘も比較的よく発達しており，隆起傾向が比較的大きいことが伺えるが，その傾斜は中位段丘面のそれと顕著な差異がみられないことから，段丘近傍に局所的な動きを示す活断層は存在しないと考えられる
- 敷地周辺におけるMIS5eの段丘面は，標高40 m ~ 50 mに分布しているが，信濃川左岸や佐渡島と比較して緩やかであり，浅部の活発な活動は示唆されない
- 断層モデルにより地殻変動を試算した結果，段丘面及び離水ベンチの高度分布には，活構造として評価したF - B断層，F - D断層 + 高田沖断層，長岡平野西縁断層帯，それぞれの活動による隆起が寄与していることが確認された
- なお，石橋（2008a，2008b）が指摘する角田山・弥彦山西側の間瀬周辺の段丘面高度については，佐渡海盆東縁の海域の活断層よりも陸域の長岡平野西縁断層帯（角田・弥彦断層）の活動による寄与を考えると合理的であると判断される