

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11月6日
東京電力株式会社



東京電力

ご説明事項

1. 米山海岸付近の段丘面高度と断層活動との関係について

- 第19回合同WG（10月9日）における指摘事項；
「米山海岸付近の段丘面高度分布は南西側が若干高くなっていることから、その原因について検討すること」への回答

2. 渋海川沿いの段丘面の傾斜について

- 第19回合同WG（10月9日）における指摘事項；
「渋海川沿いの段丘面は傾斜していることから、変動地形の有無等について検討すること」への回答

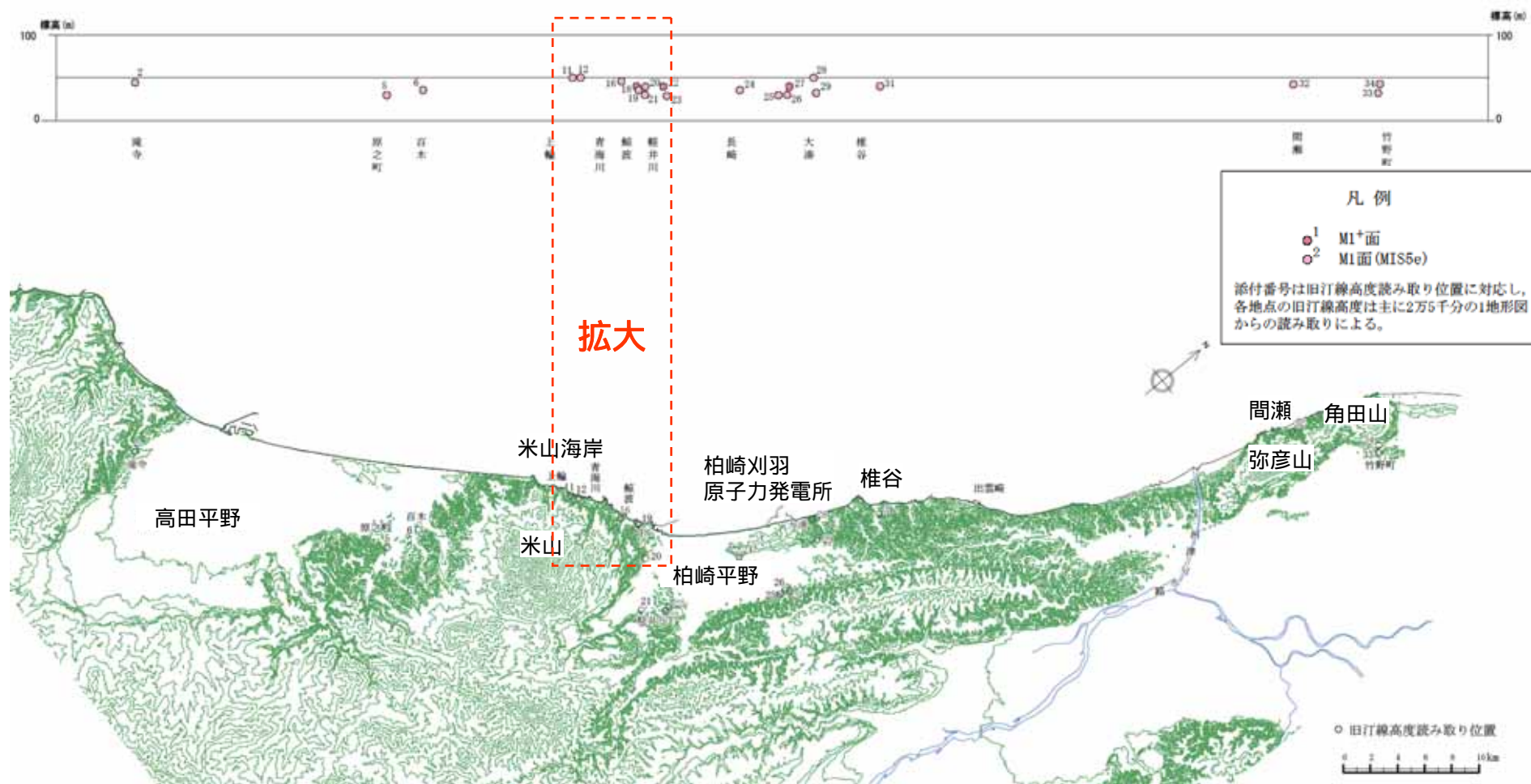
-
1. 米山海岸付近の段丘面高度と断層活動との関係について
 2. 澁海川沿いの段丘面の傾斜について

< 概要 >

米山海岸付近の段丘面高度分布が南西側へ若干高くなっていることについて、くいちがい弾性論に基づき活断層・活褶曲の活動による地殻変動の寄与について検討した

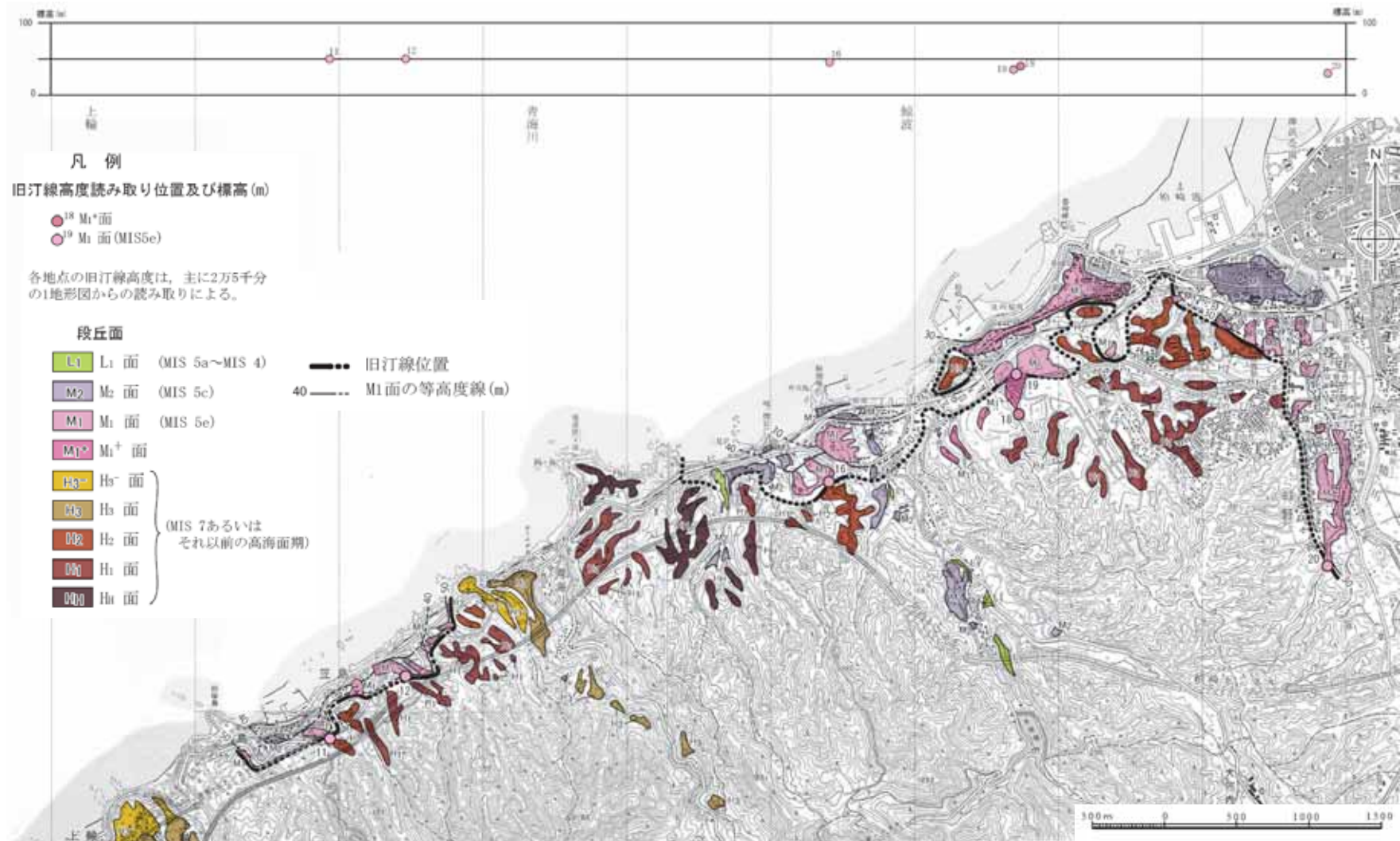
敷地周辺におけるMIS5eの段丘面高度分布

- 敷地周辺におけるMIS5e段丘面は標高30m～50m程度に分布している
 くいちがい弾性論により地殻変動の傾向を試算し、活構造として考慮した各断層の活動による隆起が寄与していることを確認した（第19回合同WGにて報告）



米山海岸付近におけるMIS5eの段丘面高度分布

- 米山海岸付近におけるMIS5eの段丘面高度分布は南西側が若干高くなる傾向があり、前回報告したくいちがい弾性論による地殻変動では、この傾向を十分に説明できていない（第19回合同WGでの指摘事項）



米山海岸周辺の主な活断層

- 米山海岸付近を中心としてみた場合、主な活構造として、
 - [海域] 北方向 ; F - B 断層 (褶曲群)
 - 西方向 ; F - D 断層 (褶曲群)
 - 南西方向 ; 高田沖断層 (褶曲群)
 - [陸域] 北東方向 ; 気比ノ宮断層
 - 東方向 ; 片貝断層
 - 南東方向 ; 十日町盆地西縁断層
 - 南西方向 ; 高田平野東縁断層
- 等が分布する



凡例

- 当社の評価結果
- 都市圏活断層図「高田」(2002)による高田平野東縁断層
- 「活断層詳細デジタルマップ」(2002)による高田平野東縁断層
- 産業技術総合研究所活断層データベースによる高田平野東縁断層

文献による高田平野東縁断層北部

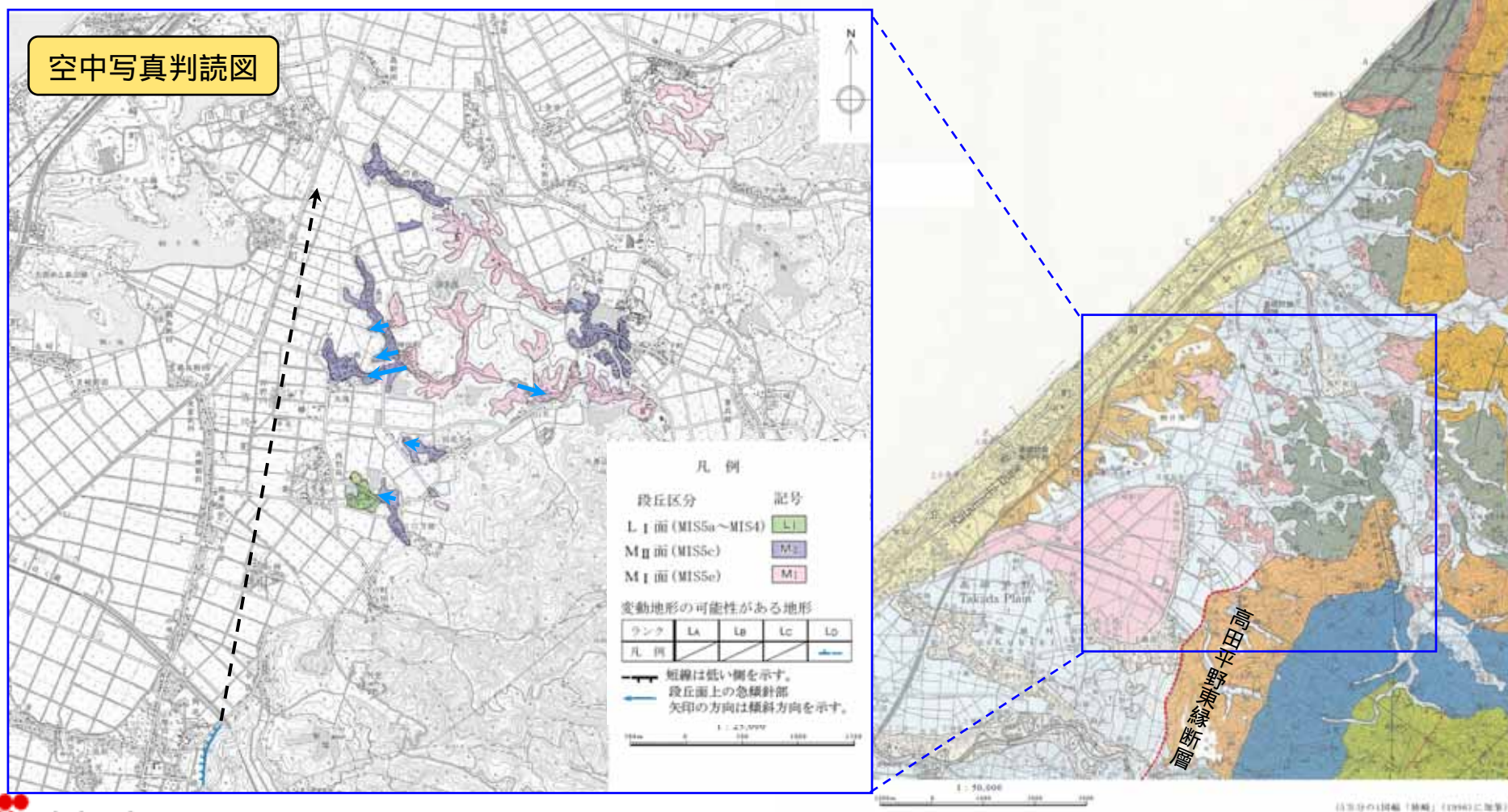


----- 高田平野東縁断層：都市圏活断層図「高田」(2002)による活断層（位置やや不明瞭）

- 都市圏活断層図（2002）によると，高田平野東縁断層は「活断層のうち，活動の痕跡が侵食や人工的な要因等によって改変されているために，その位置が明確には特定できないもの」として示されている
- 活断層データベースによると，高田平野東縁断層は，東傾斜（傾斜角 45° ）の逆断層とされている

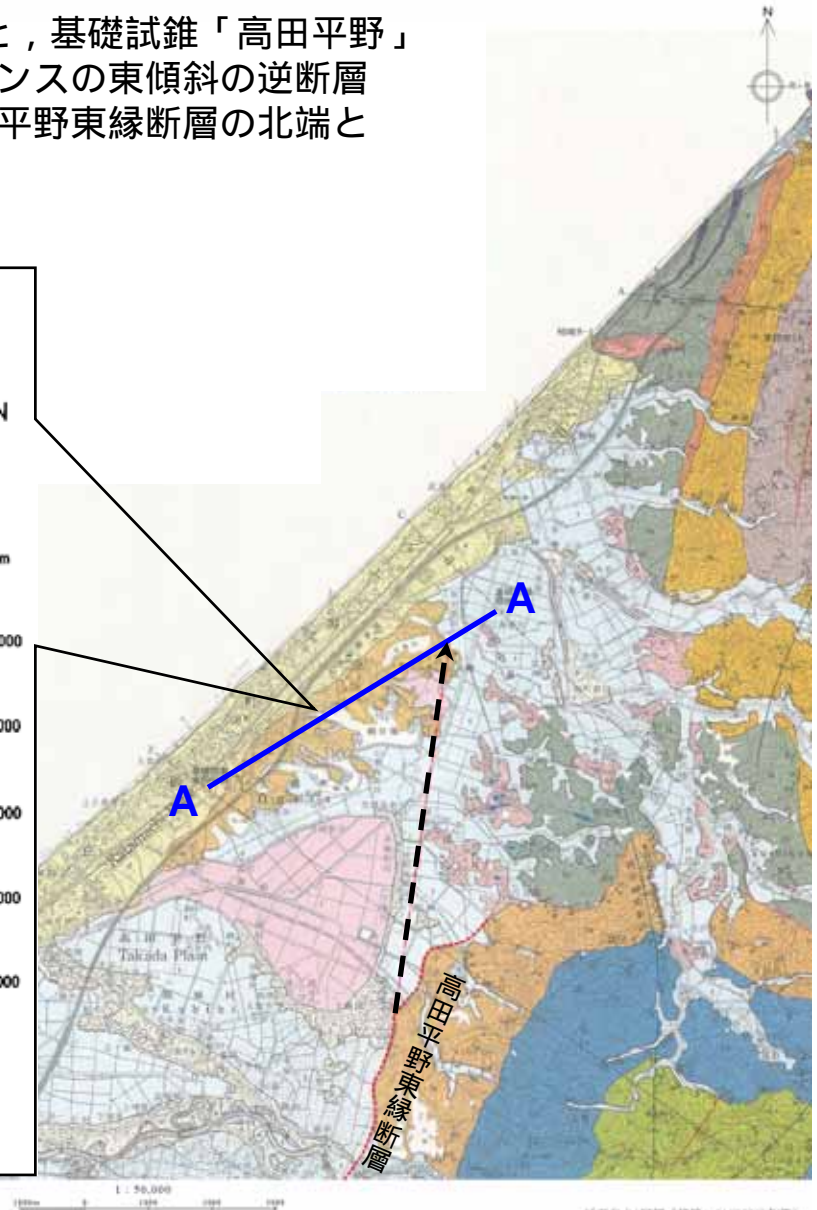
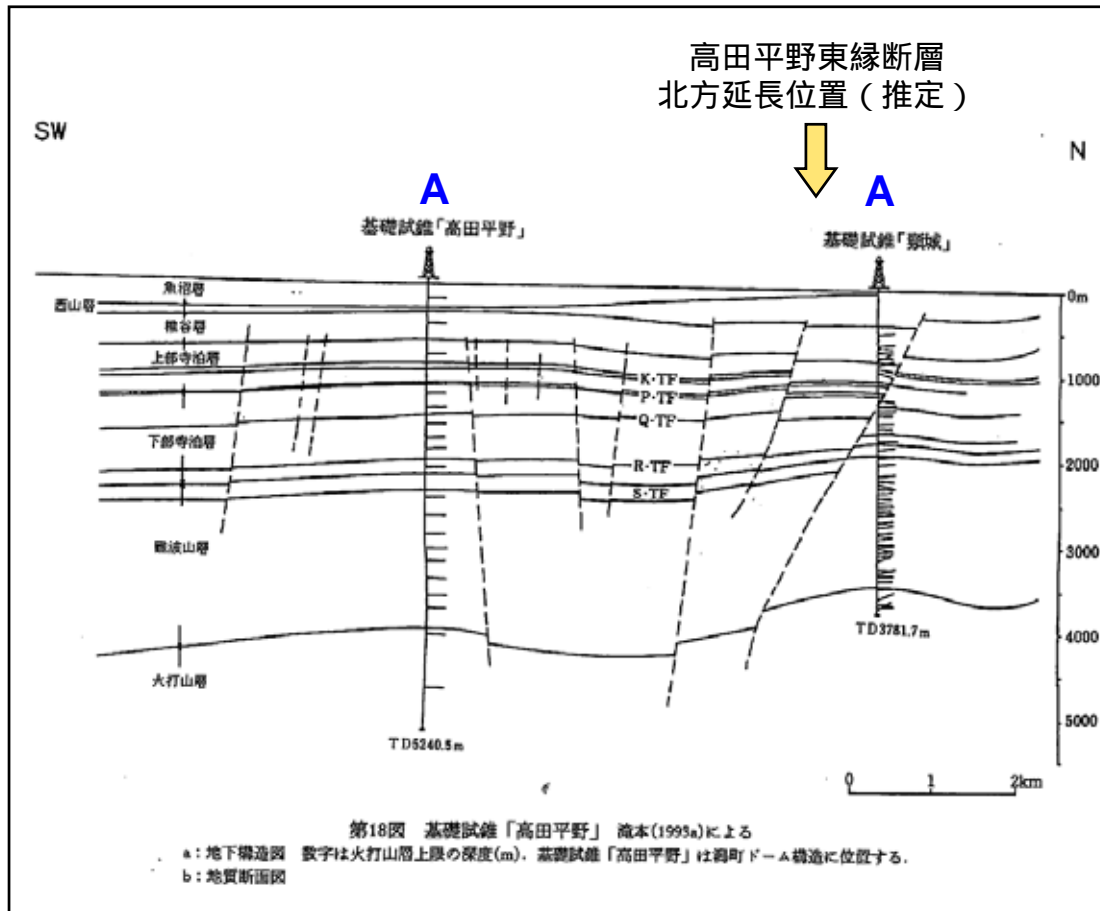
高田平野東縁断層北部の空中写真判読結果

- 高田平野東縁断層北部について空中写真判読等を実施し、北端の位置について検討した
- 空中写真判読結果によると、都市圏活断層図（2002）等が示す高田平野東縁断層北部に分布するM面は西側に、M面は東側にそれぞれ傾斜してドーム状をなしていることから、同断層の上記M面の西側（平野側）への延長が示唆される



高田平野東縁断層の北端

- 5万分の1地質図幅「柿崎地域の地質」(1996)によると、基礎試錐「高田平野」～「頸城」間の地質断面図に、高田平野東縁断層と同じセンスの東傾斜の逆断層は示されていないことから、この地質断面位置までを高田平野東縁断層の北端と考えた



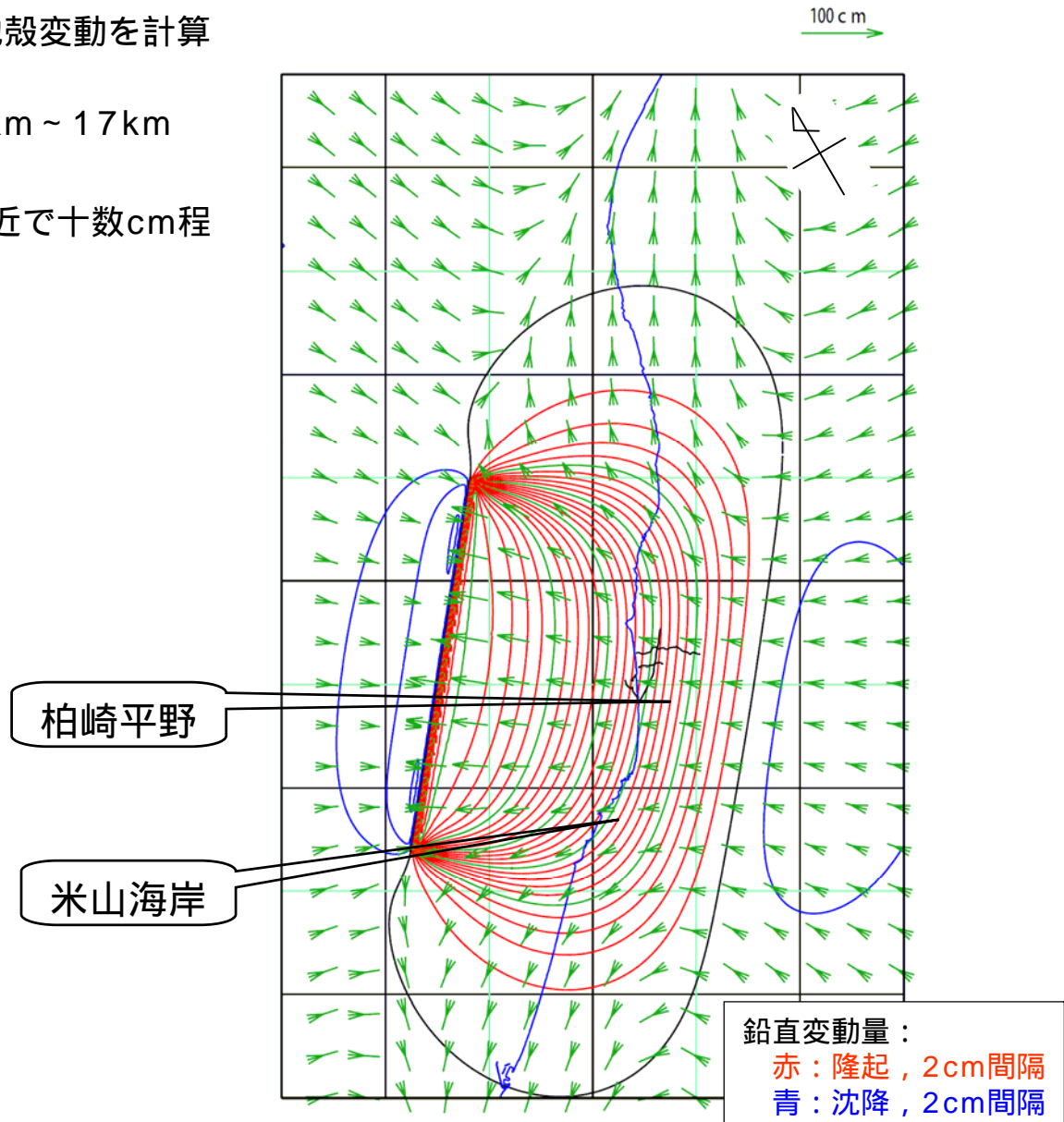
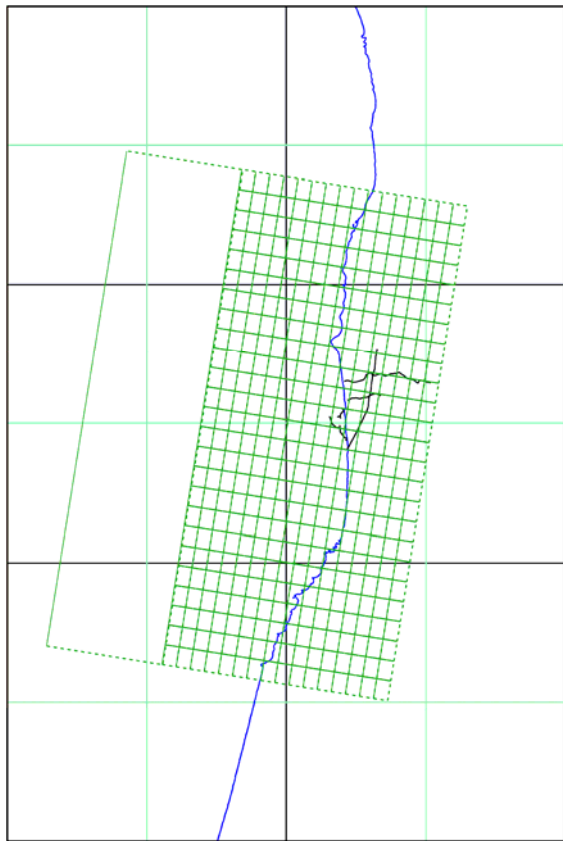
くいちがい弾性論による地殻変動の計算条件

- 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
- 地質調査結果を踏まえて断層の長さを設定し，反射法地震探査結果等において確認された断層変位は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）を用いた
- 本検討では，Wang et al.（2003）に基づく多層モデルを用いて，隆起・沈降の傾向をみるためにすべり量は1mとした
- 計算ケースは各断層の個別活動に加えて，中越沖地震では柏崎平野～米山海岸付近において沈降が確認されたことから，国土地理院の計算結果との重ね合わせによる地殻変動の傾向についても検討した

計算ケース（断層名など）	断層の諸元				
	長さ(km)	傾斜角(°)	上端深さ(km)	下端深さ(km)	すべり量(m)
F - B 断層	36	35	0.1	17	1.0
F - D 断層 + 高田沖断層	55	35	0.1	17	1.0
気比ノ宮断層	25	50	0.1	17	1.0
片貝断層	25	50	0.1	17	1.0
	20	35	0.1	17	1.0
長岡平野西縁断層帯	91	50	0.1	17	1.0
	91	35	0.1	17	1.0
十日町盆地西縁断層	33	60	0.1	17	1.0
高田平野東縁断層	26	45	0.1	17	1.0
	28	45	0.1	17	1.0
F - B 断層 + 中越沖地震	36	35	0.1	17	1.0

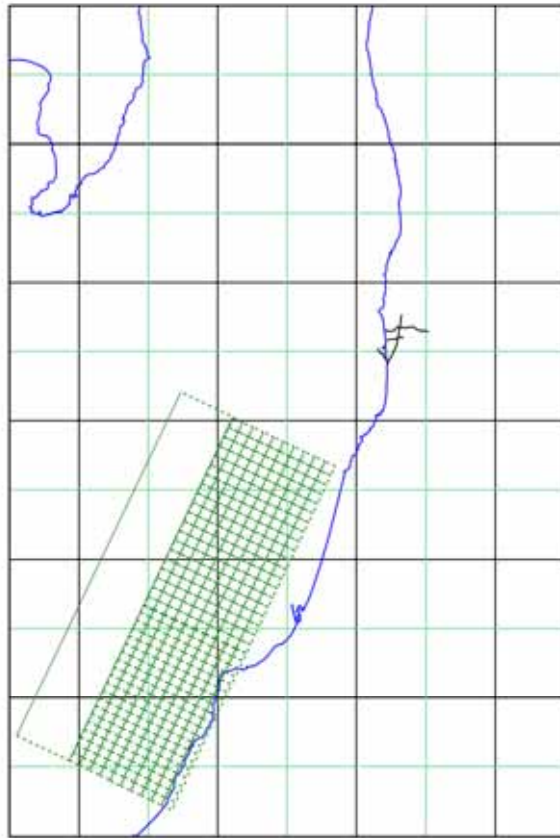
F - B 断層による地殻変動

- F - B 断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：36km，深さ：0.1km ~ 17km
 - 傾斜：35°，すべり量：1m
- 柏崎平野付近で十数cm，米山海岸付近で十数cm程度の隆起傾向を示す

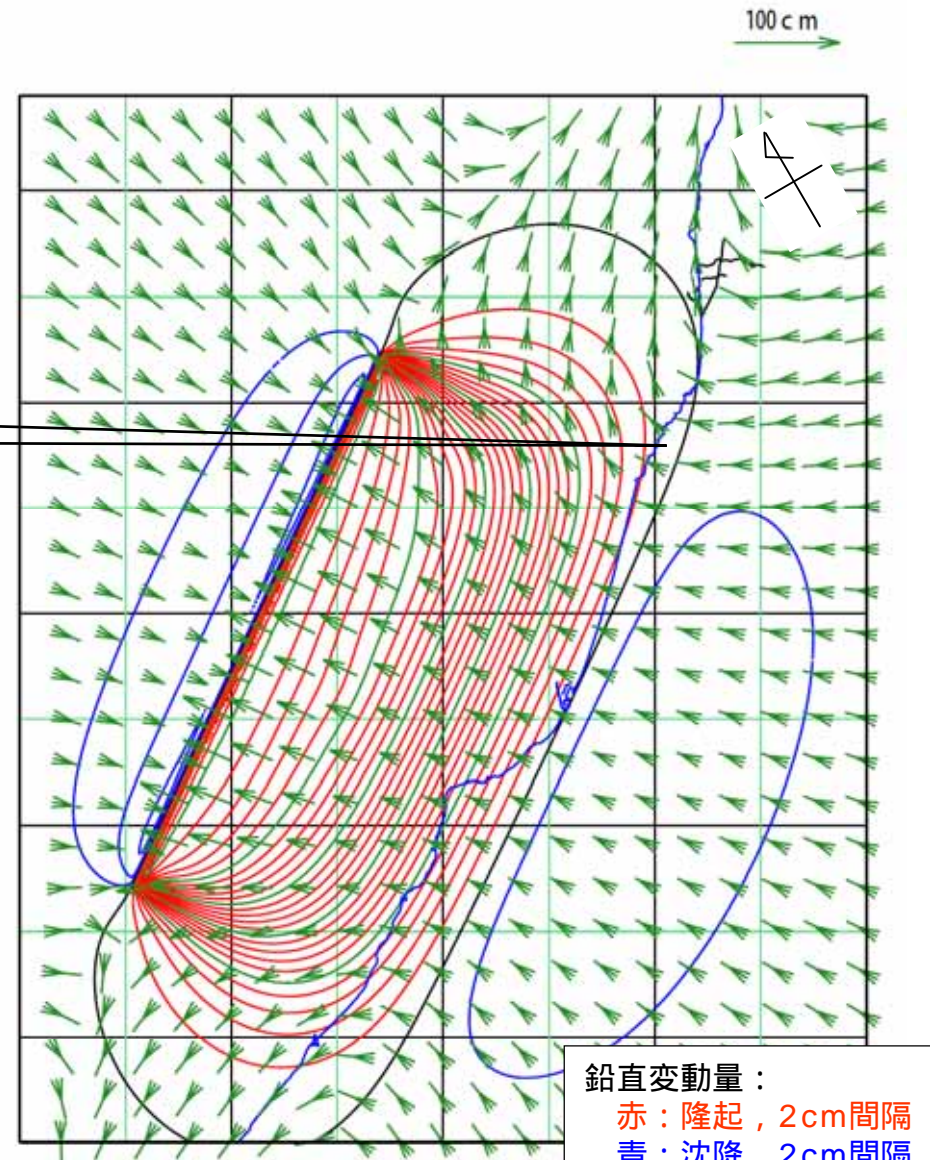


F - D断層 + 高田沖断層による地殻変動

- F - D断層 + 高田沖断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：55km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：35°，すべり量：1m
- 米山海岸付近では南西側の隆起が大きくなる傾向を示す



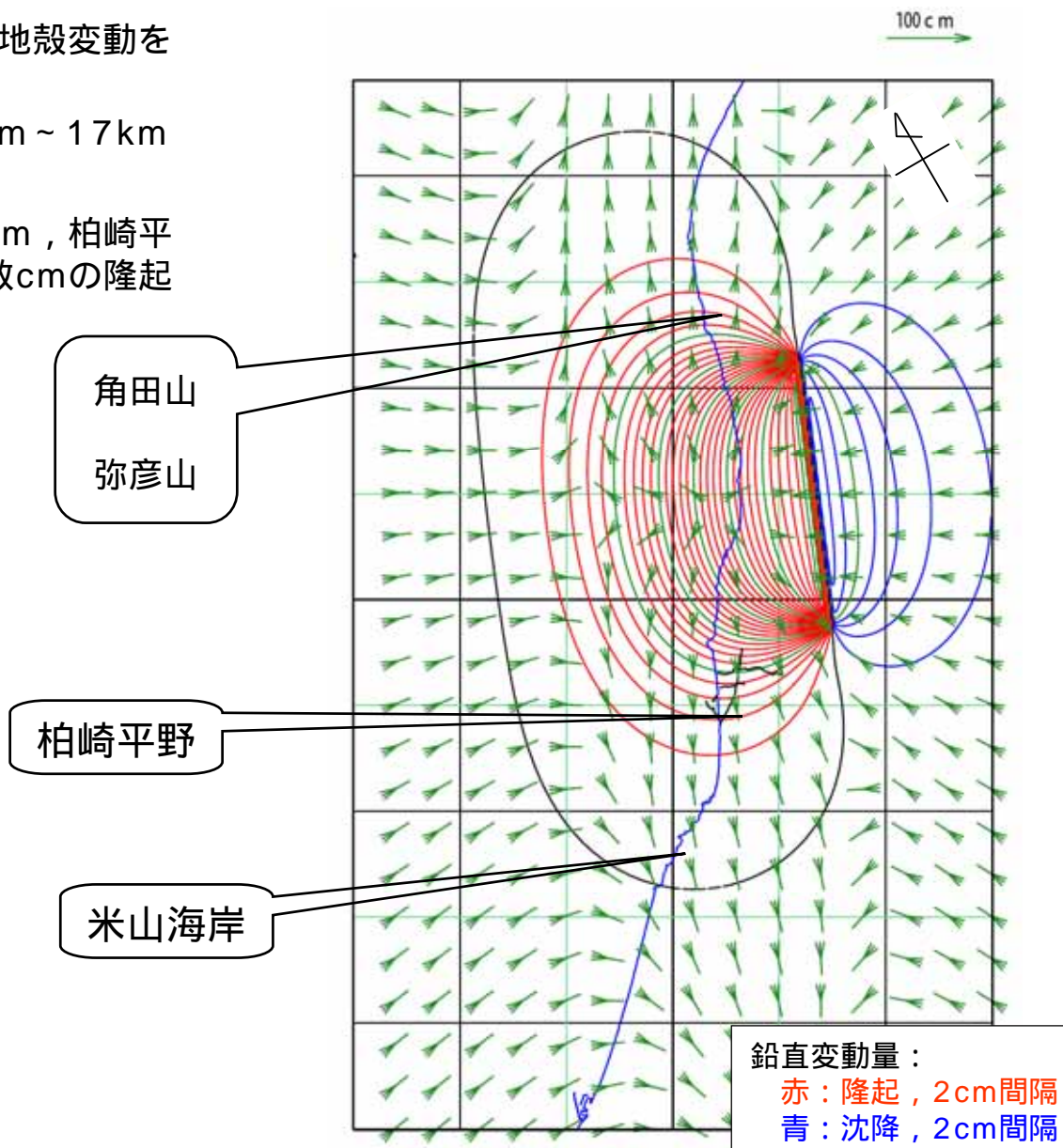
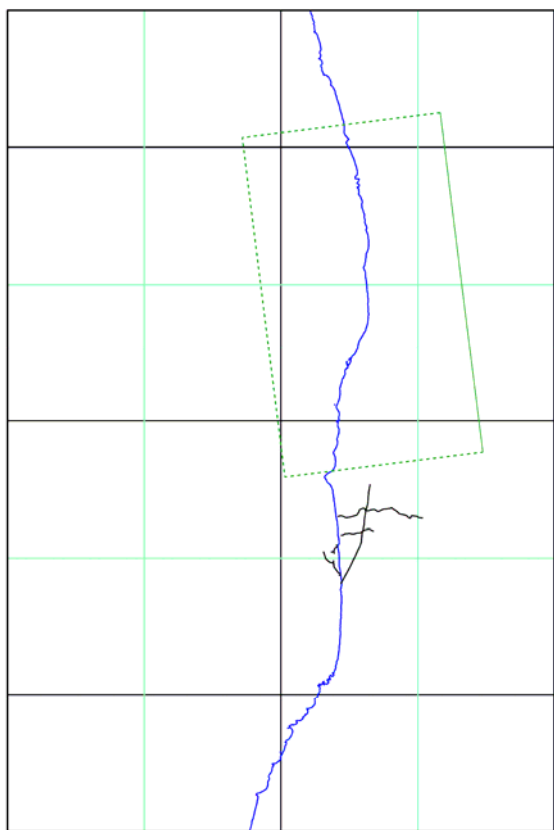
米山海岸



鉛直変動量：
赤：隆起，2cm間隔
青：沈降，2cm間隔

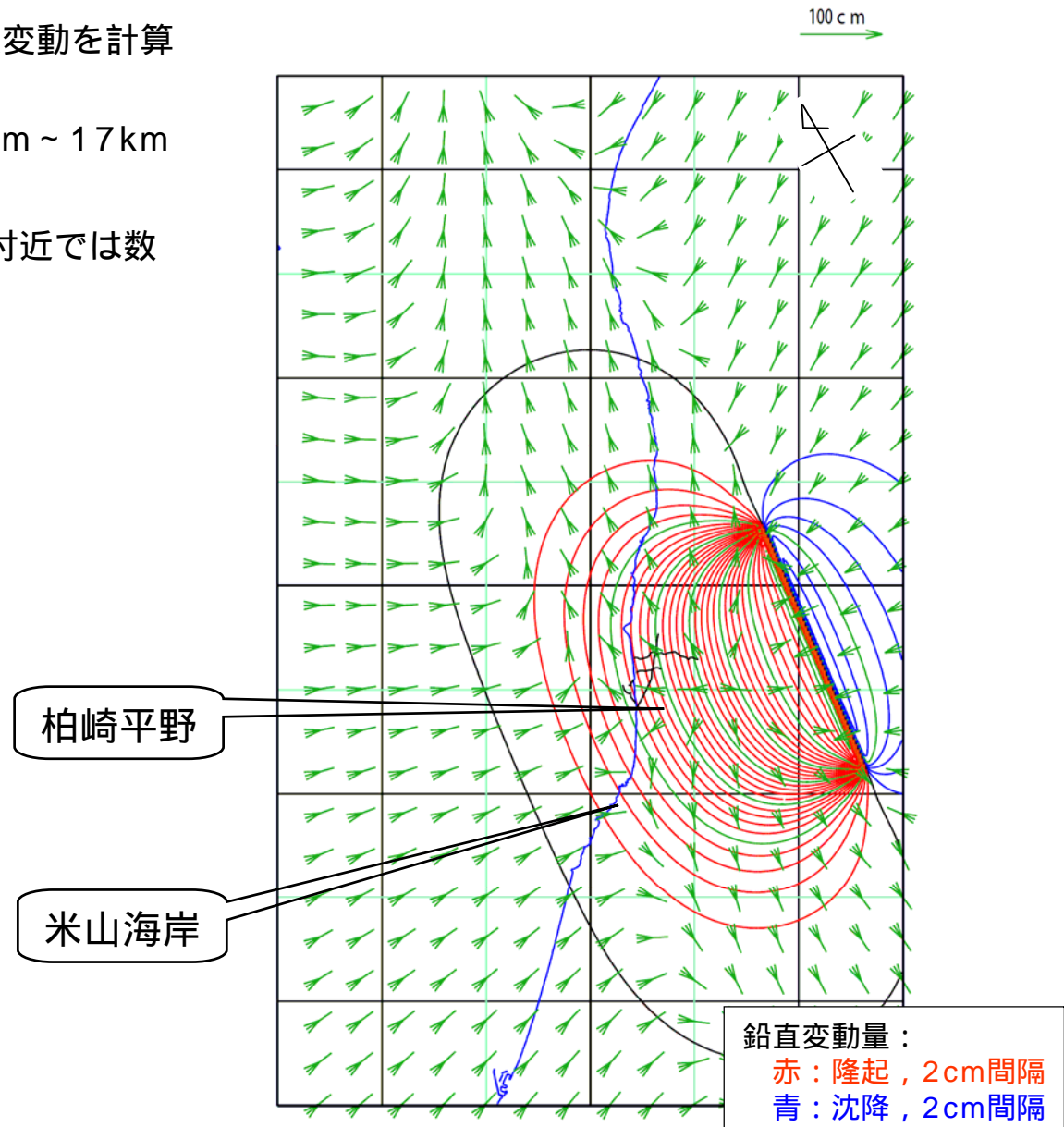
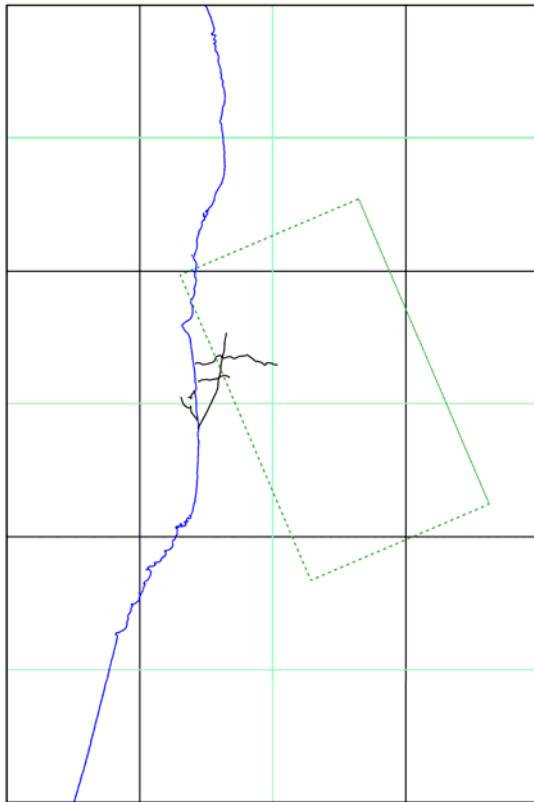
気比ノ宮断層による地殻変動

- 気比ノ宮断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：25km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：50°，すべり量：1m
- 角田山～弥彦山付近では数cm～十数cm，柏崎平野付近では数cm，米山海岸付近では数cmの隆起傾向を示す



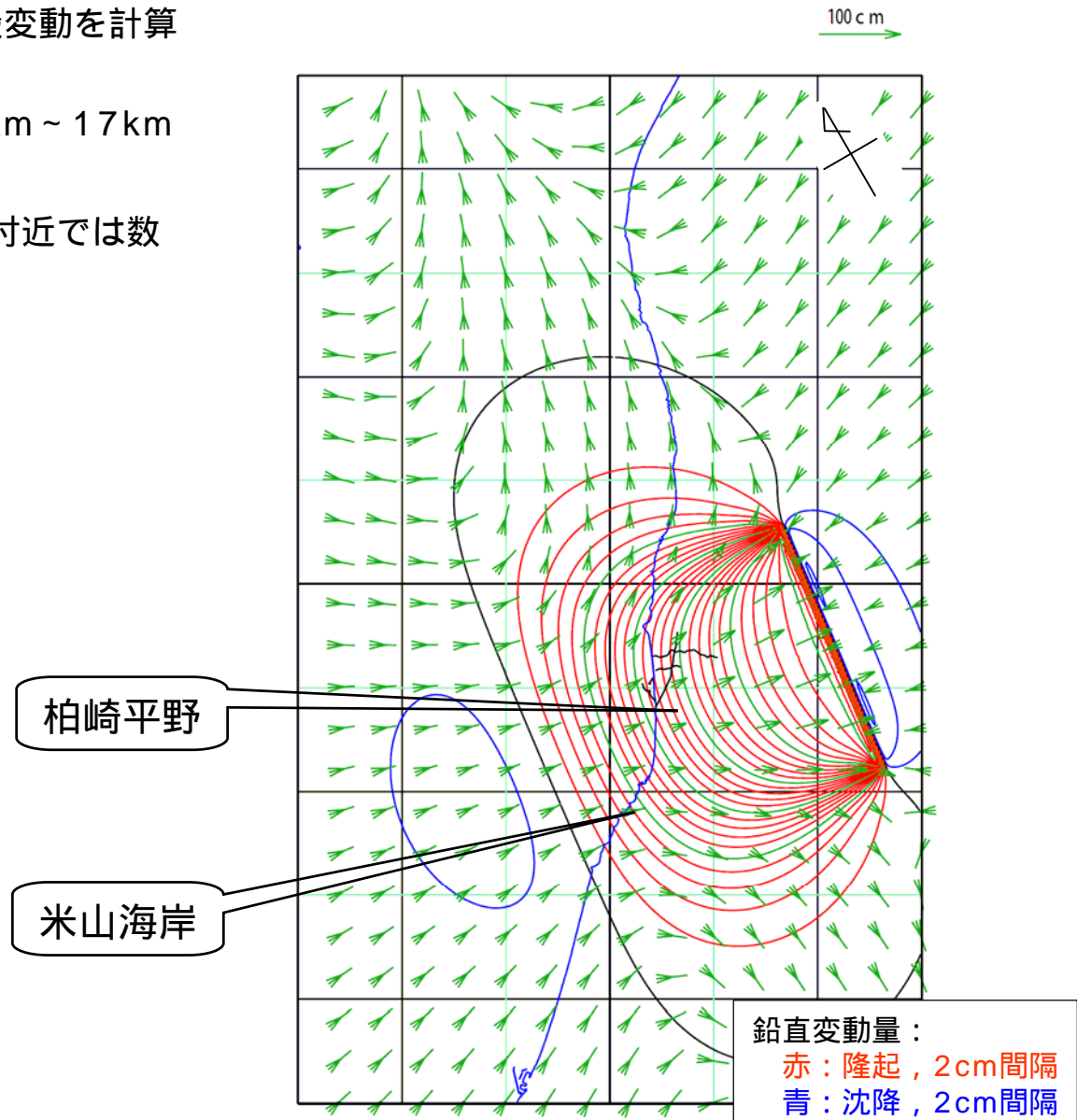
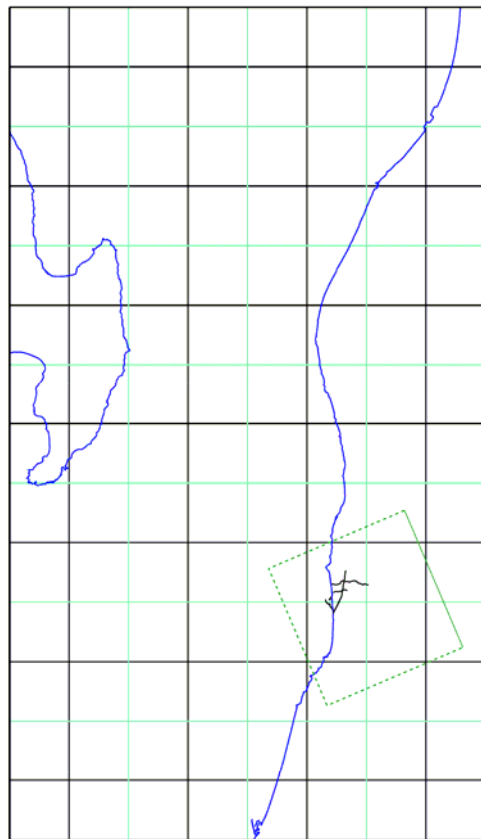
片貝断層による地殻変動（1）

- 片貝断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：25km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：50°，すべり量：1m
- 柏崎平野付近では数十cm，米山海岸付近では数cmの隆起傾向を示す



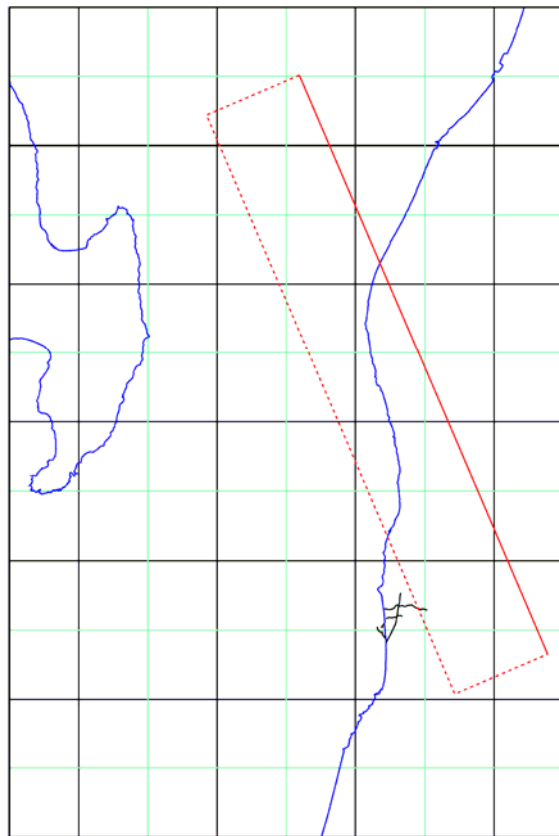
片貝断層による地殻変動（ 2 ）

- 片貝断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：20km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：35°，すべり量：1m
- 柏崎平野付近では数十cm，米山海岸付近では数cm～十数cmの隆起傾向を示す



長岡平野西縁断層帯による地殻変動（1）

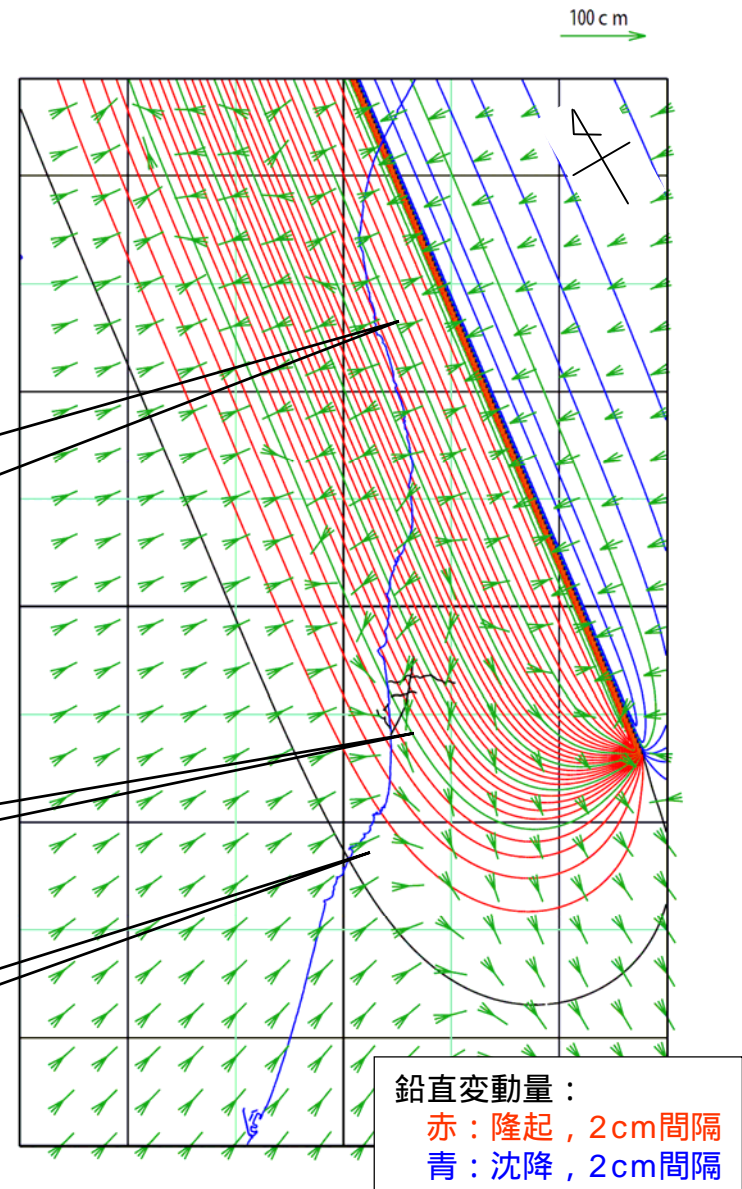
- 長岡平野西縁断層帯の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：91km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：50°，すべり量：1m
- 角田山～弥彦山付近では数十cm，柏崎平野付近では十数cm～数十cm，米山海岸付近では数cmの隆起傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

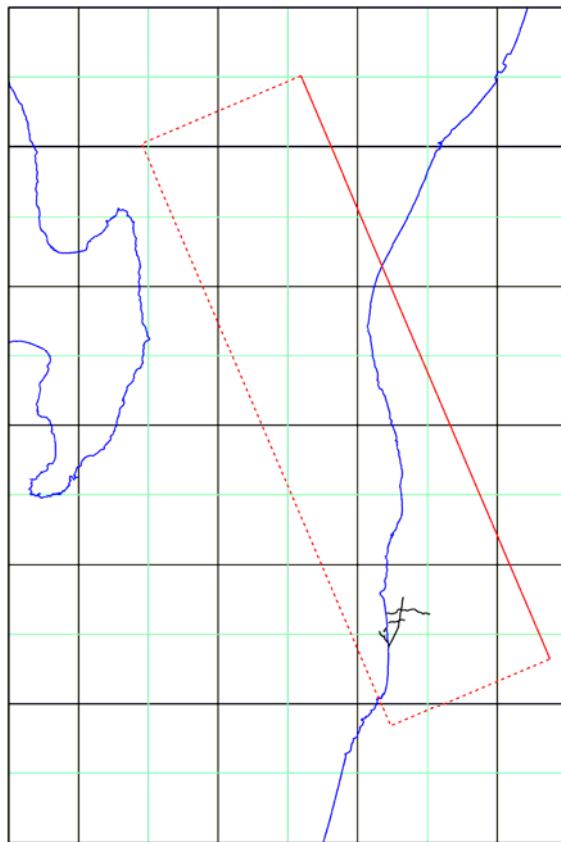
米山海岸



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（2）

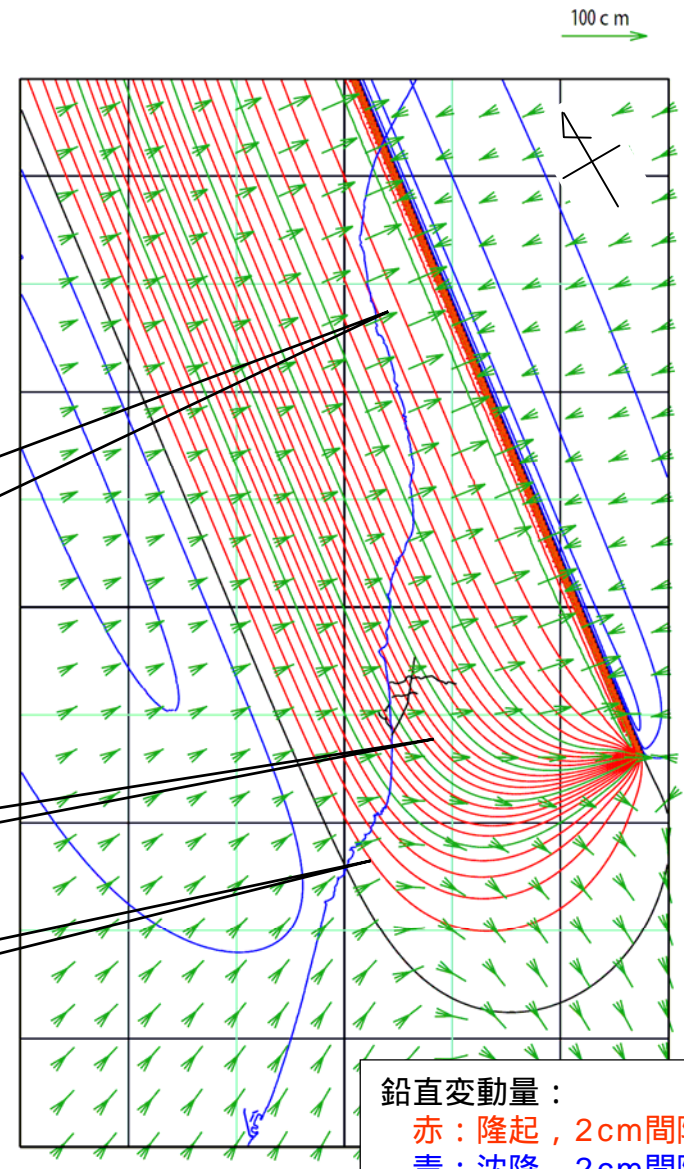
- 長岡平野西縁断層帯の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：91km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：35°，すべり量：1m
- 角田山～弥彦山付近では数十cm，柏崎平野付近では数十cm，米山海岸付近では数cmの隆起傾向を示す



角田山
弥彦山

柏崎平野

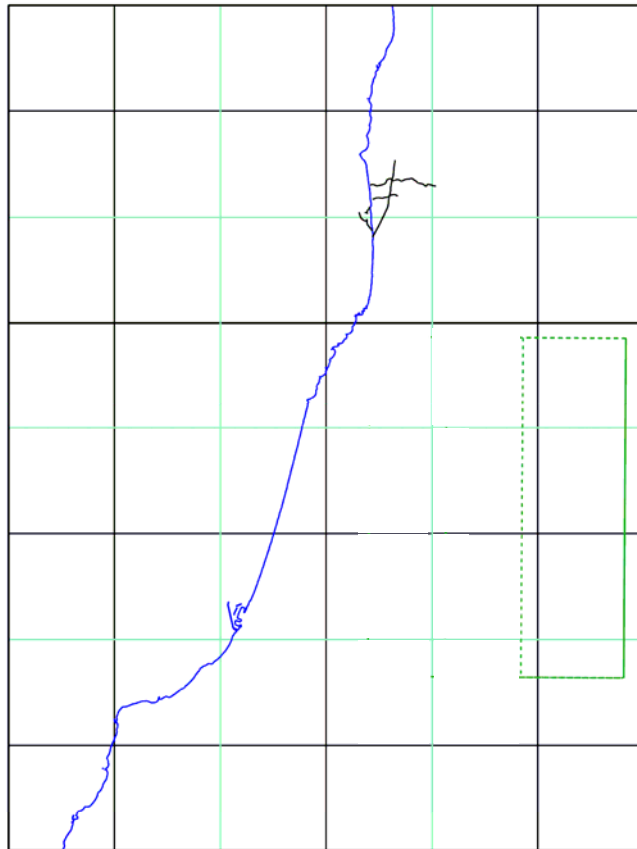
米山海岸



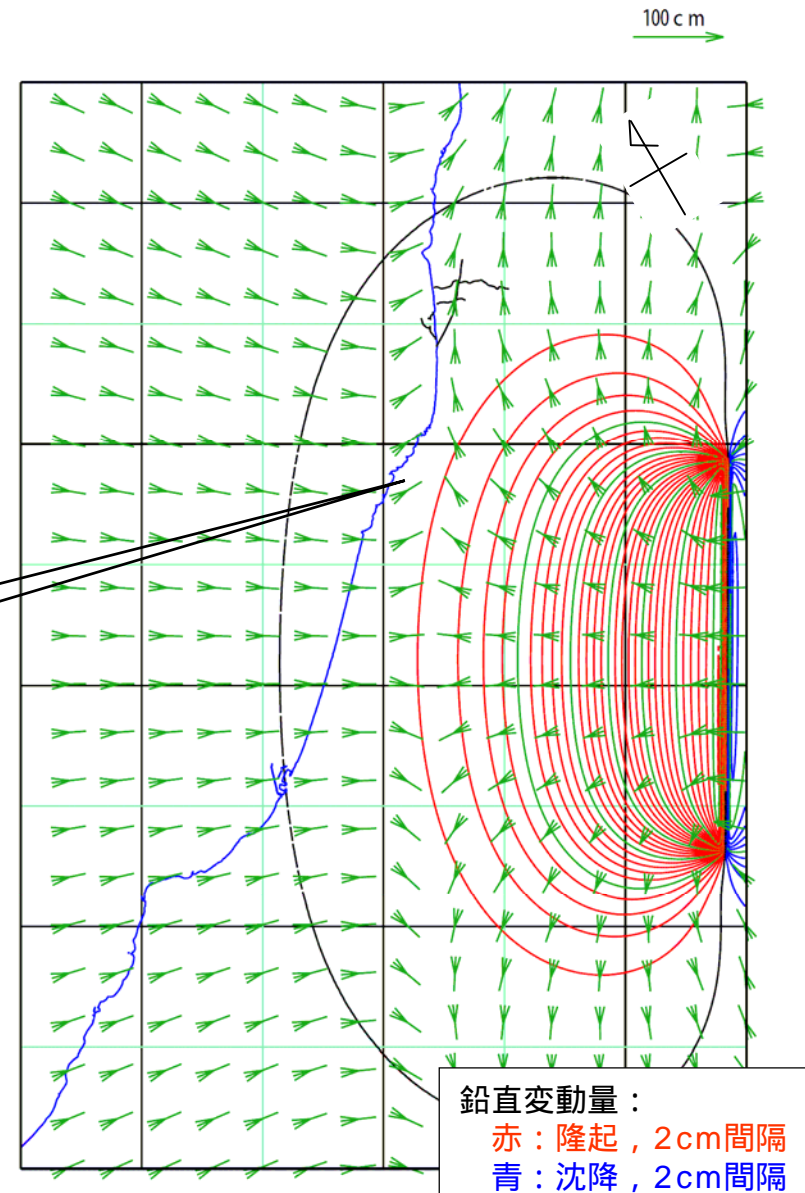
鉛直変動量：
赤：隆起，2cm間隔
青：沈降，2cm間隔

十日町盆地西縁断層による地殻変動

- 十日町盆地西縁断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：33km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：60°，すべり量：1m
- 米山海岸付近では数cmの隆起傾向を示す

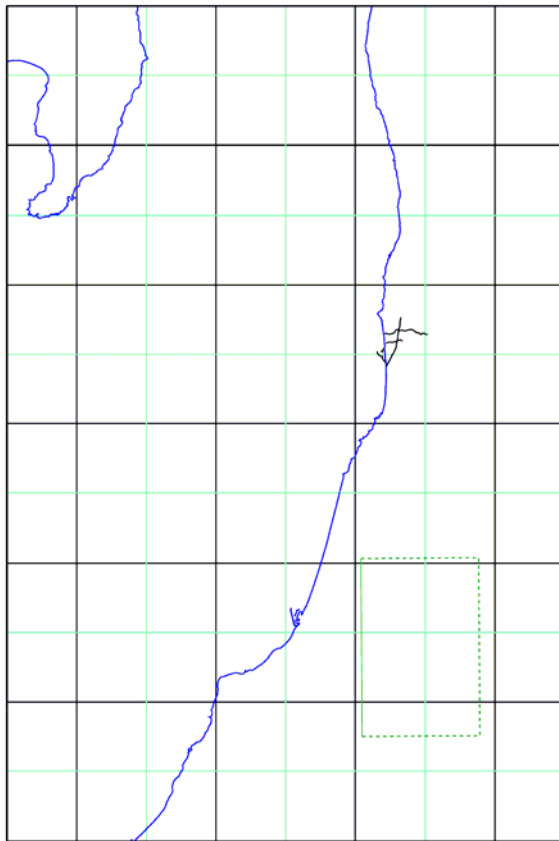


米山海岸

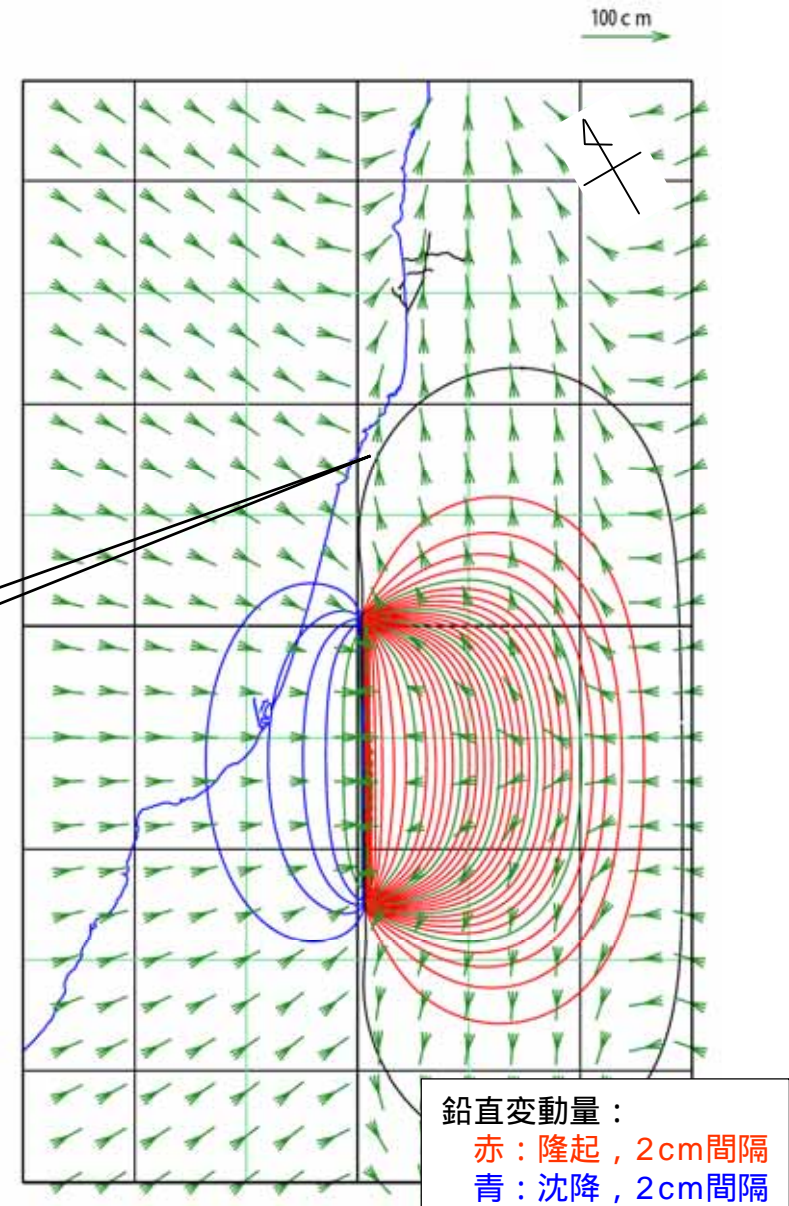


高田平野東縁断層による地殻変動（1）

- 高田平野東縁断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：26km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：45°，すべり量：1m
- 米山海岸付近では隆起する傾向は認められない

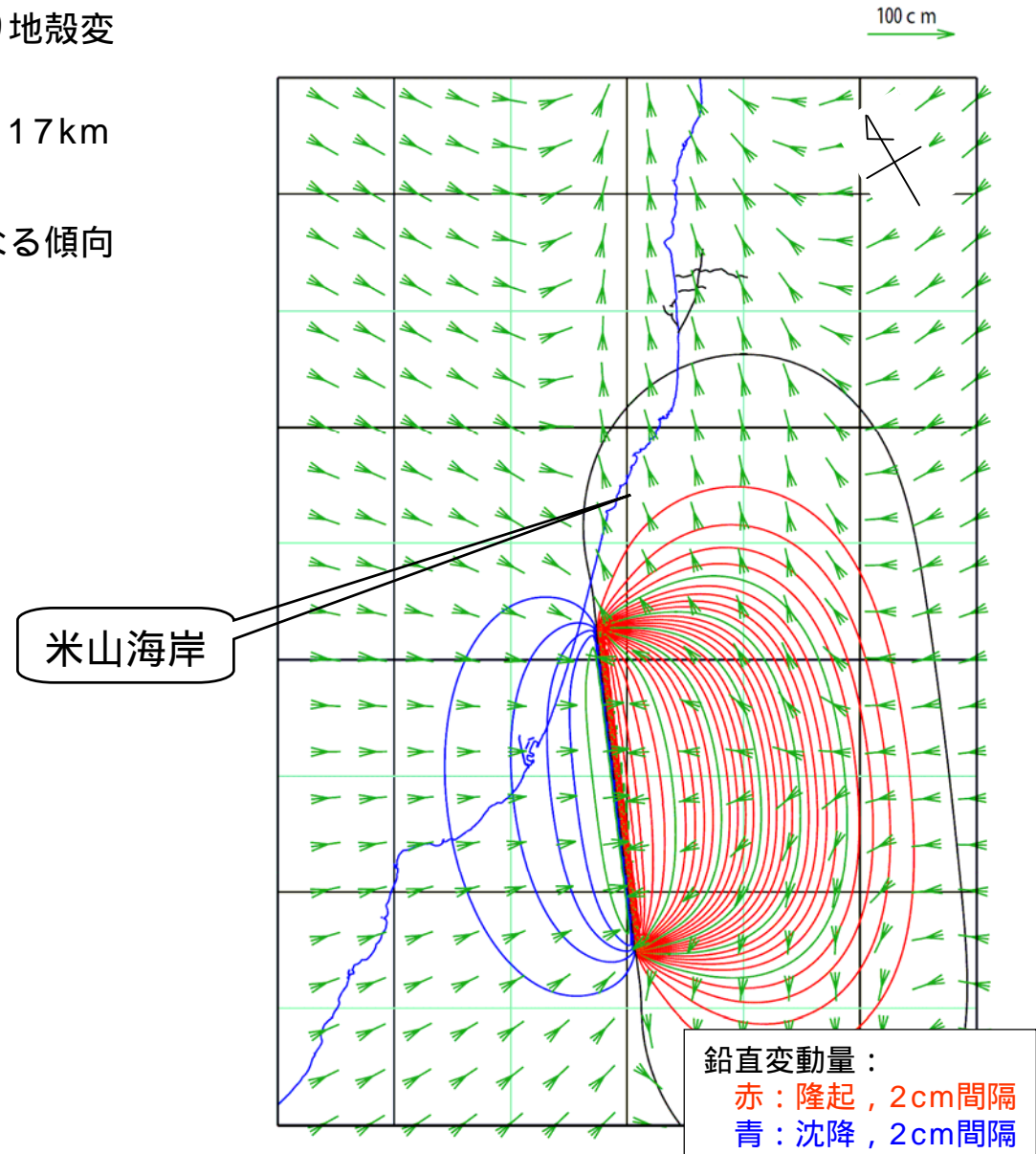
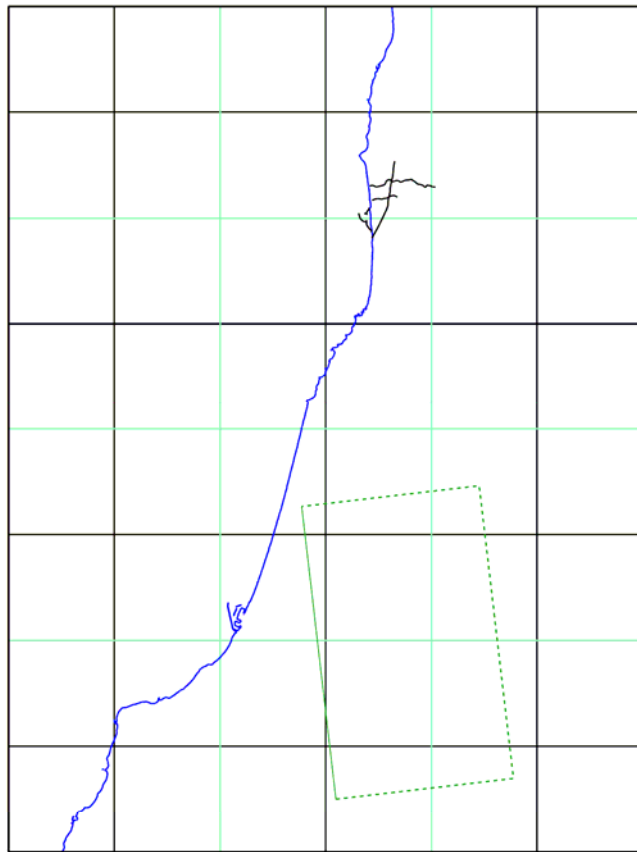


米山海岸



高田平野東縁断層による地殻変動（2）

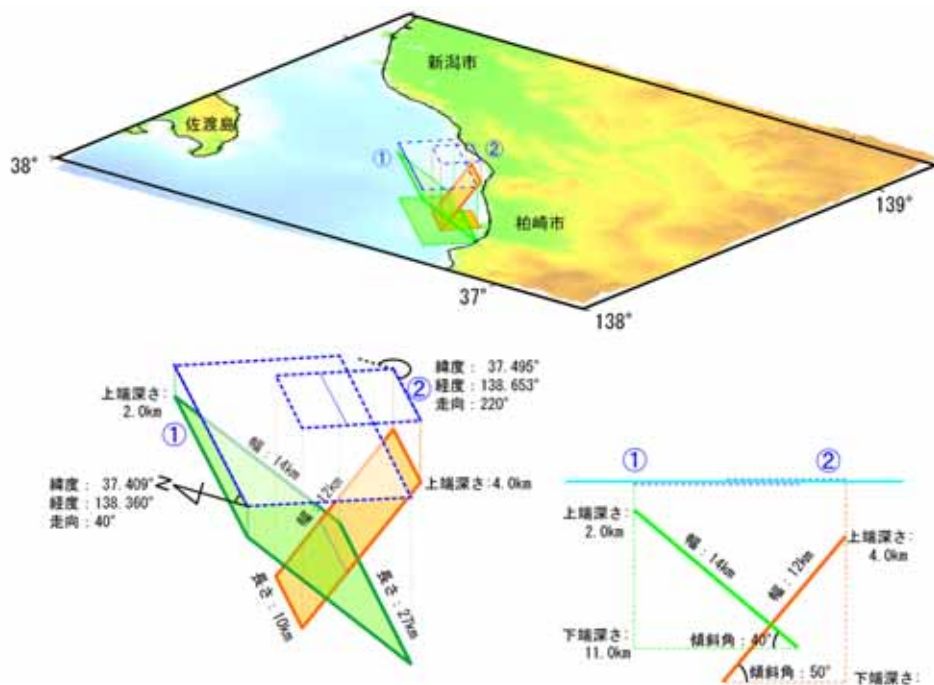
- 高田平野東縁断層の地殻変動モデルにより地殻変動を計算した
 - 断層長さ：28km，深さ：0.1km～17km
 - 傾斜：45°，すべり量：1m
- 米山海岸付近では南西側の隆起が大きくなる傾向を示す



国土地理院による新潟県中越沖地震の解析結果

- 敷地前面の海域は全体的に隆起している
- 敷地は0cm～6cm程度，敷地北側の観音岬付近では20cm以上隆起している
- 敷地南側～柏崎平野～米山海岸付近にかけては，沈降している

解析に用いた主要な滑り面の概念図



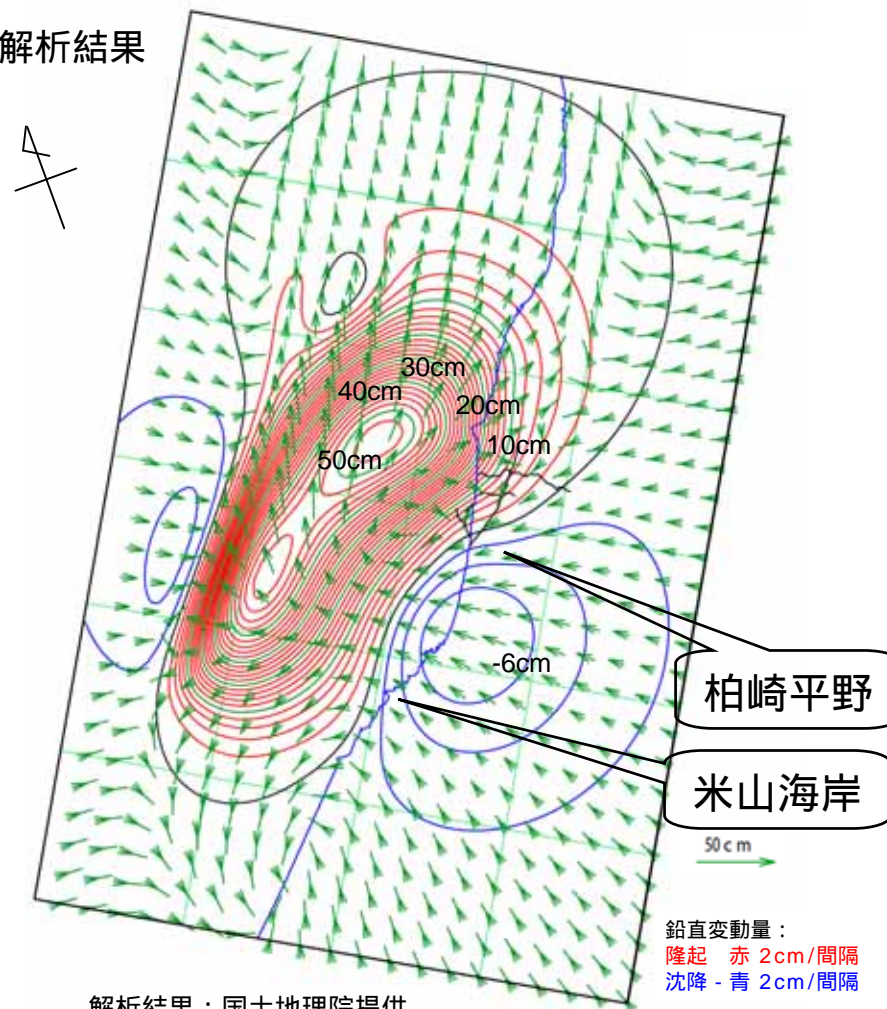
断層面の概略パラメータ

	緯度	経度	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°	138.360°	2.0km	27km	14km	40°	40°	6.64
②	37.495°	138.653°	4.0km	10km	12km	220°	50°	6.24

Total Mw 6.70

国土地理院HP

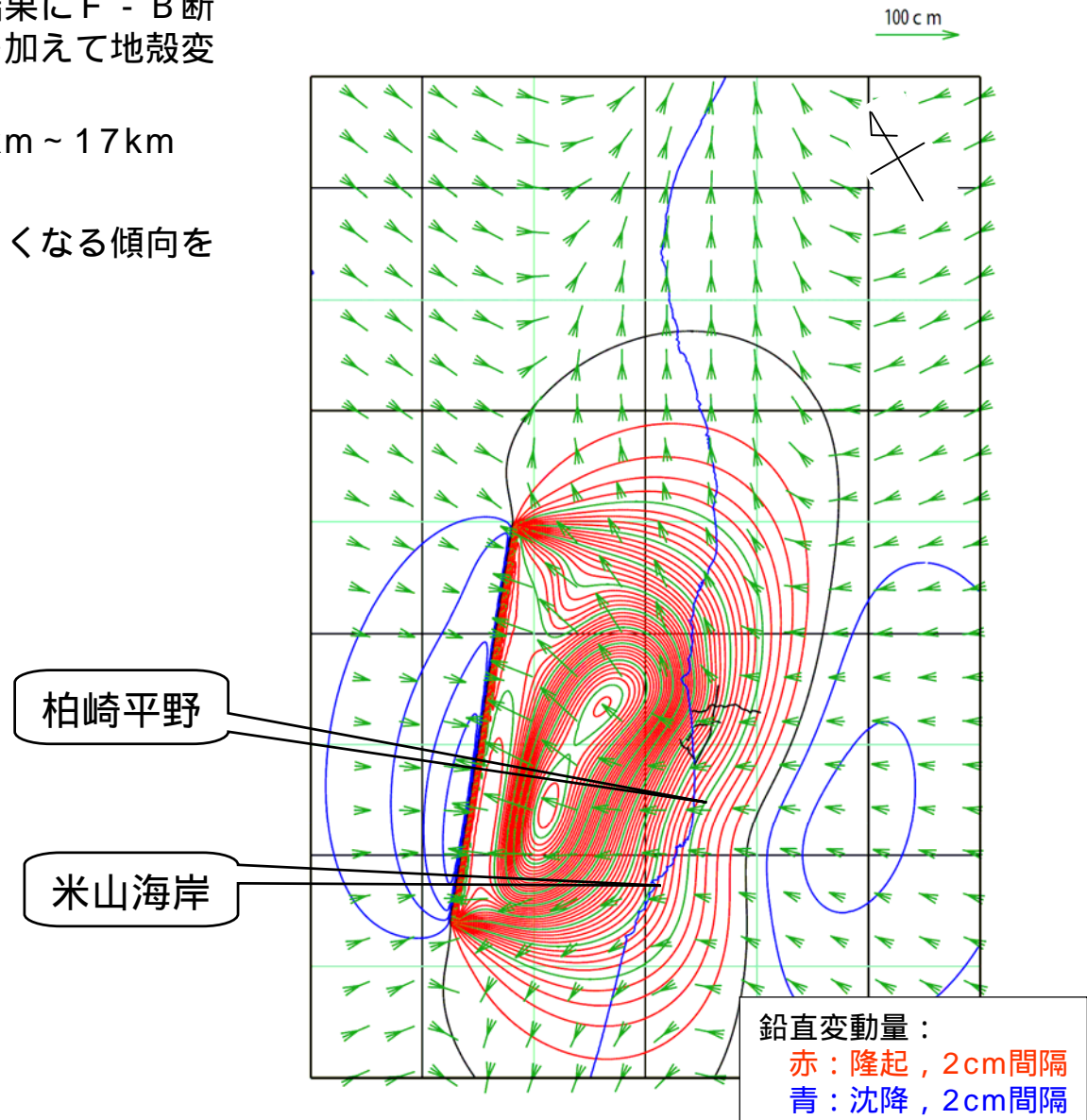
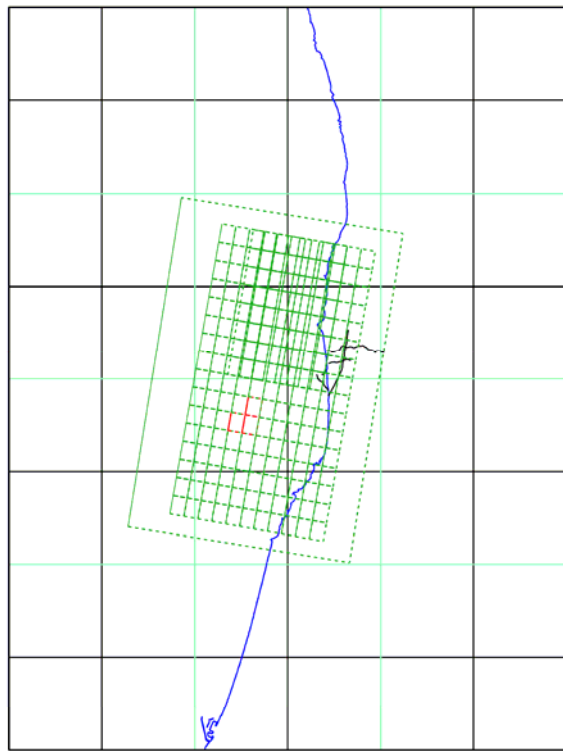
解析結果



解析結果：国土地理院提供

中越沖地震 + F - B 断層による地殻変動

- 国土地理院による中越沖地震の解析結果に F - B 断層の地殻変動モデルによる計算結果を加えて地殻変動を計算した
 - 断層長さ：36km，深さ：0.1km ~ 17km
 - 傾斜角：35°，すべり量：1m
- 米山海岸付近では南西側の隆起が大きくなる傾向を示す



まとめ

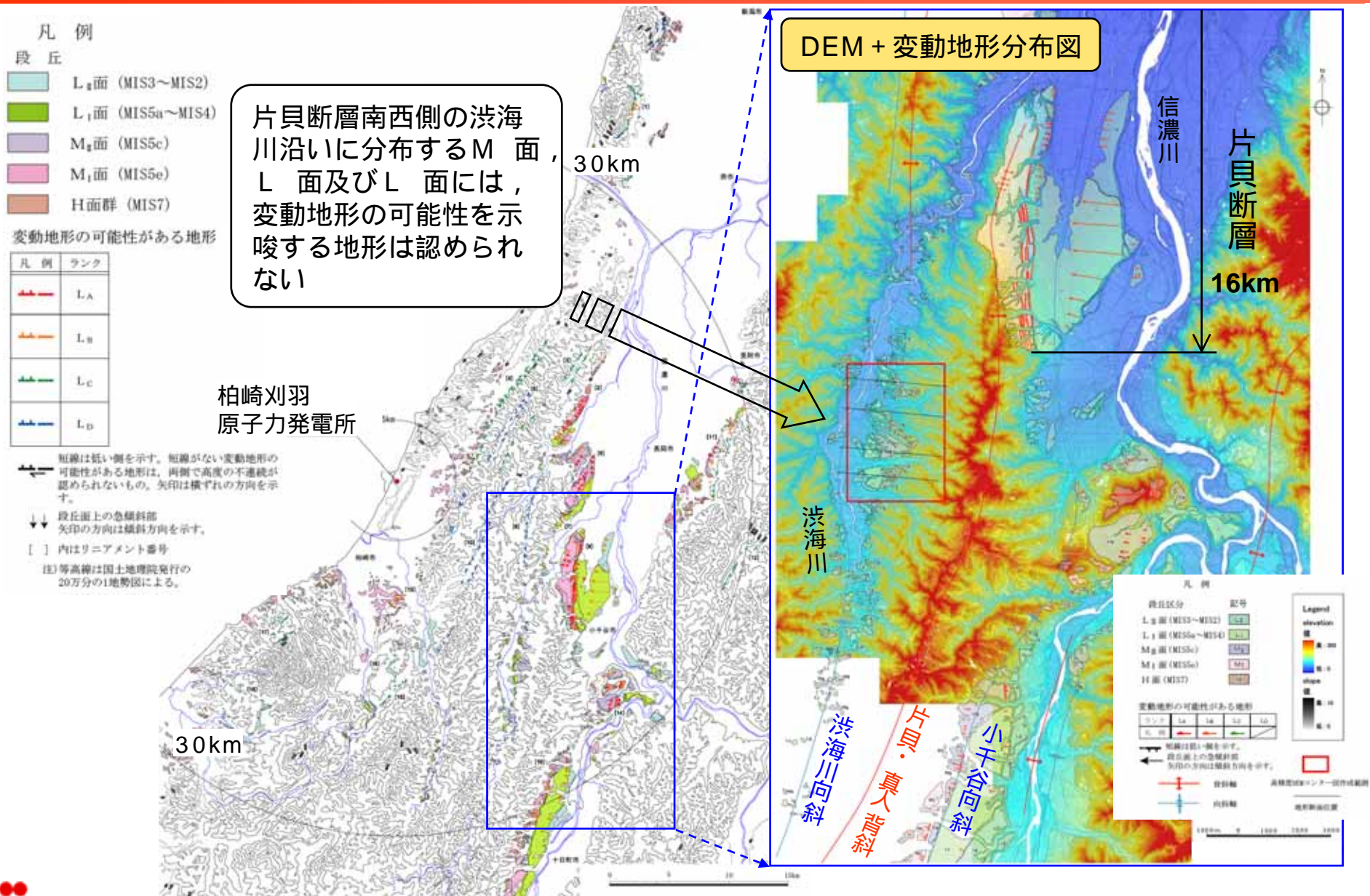
- 耐震設計上考慮しているF - B断層（褶曲群）、F - D断層（褶曲群）、高田沖断層（褶曲群）及び長岡平野西縁断層帯を構成する各活断層に加え、高田平野東縁断層について、くいちがい弾性論により地殻変動を試算した
- 米山海岸付近の段丘面高度分布が南西側において若干高くなる傾向にあることに関しては、F - D断層（褶曲群）・高田沖断層（褶曲群）、高田平野東縁断層等の活動による隆起や柏崎平野～米山海岸付近にかけて沈降した中越沖地震のような地殻変動が寄与しているものと考えられる

-
1. 米山海岸付近の段丘面高度と断層活動との関係について
 2. 渋海川沿いの段丘面の傾斜について

< 概要 >

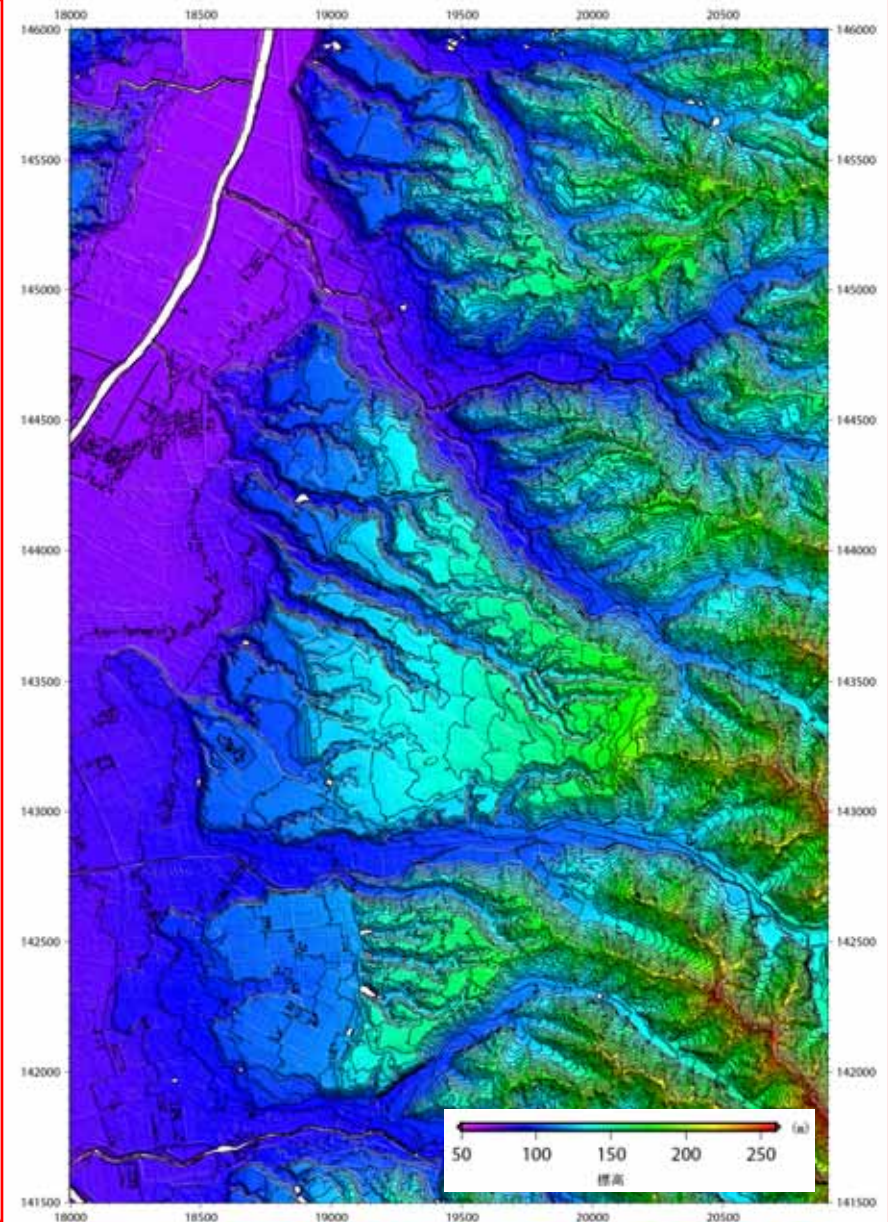
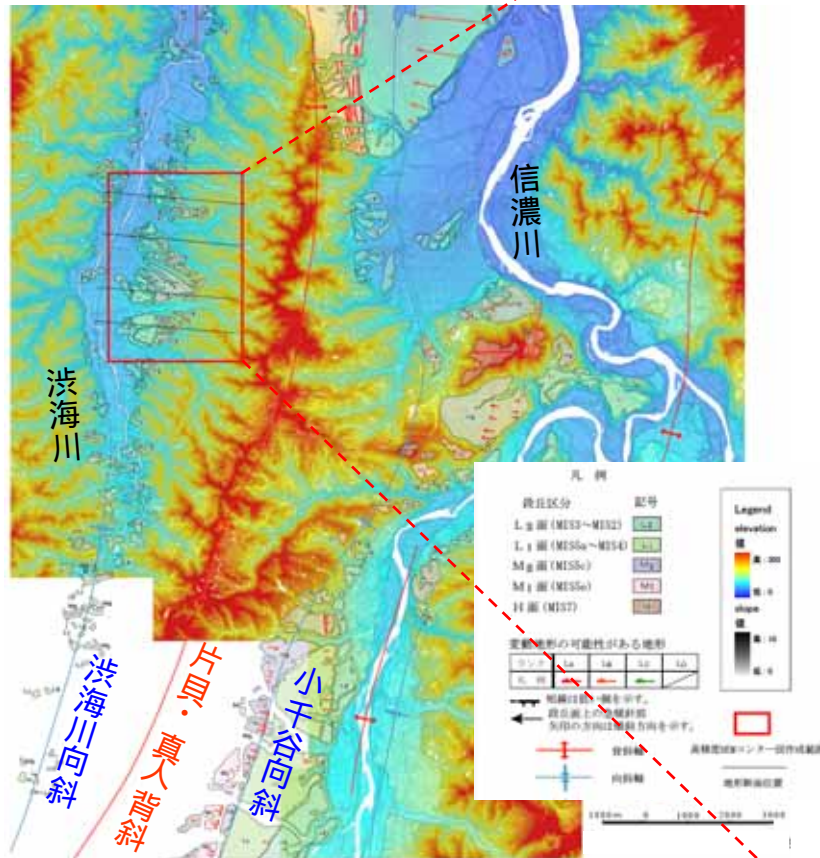
片貝断層南西側の渋海川沿いに分布する段丘面を対象に，空中写真判読，DEMによる地形解析等により，変動地形の有無について検討した

渋海川沿いの変動地形学的調査結果



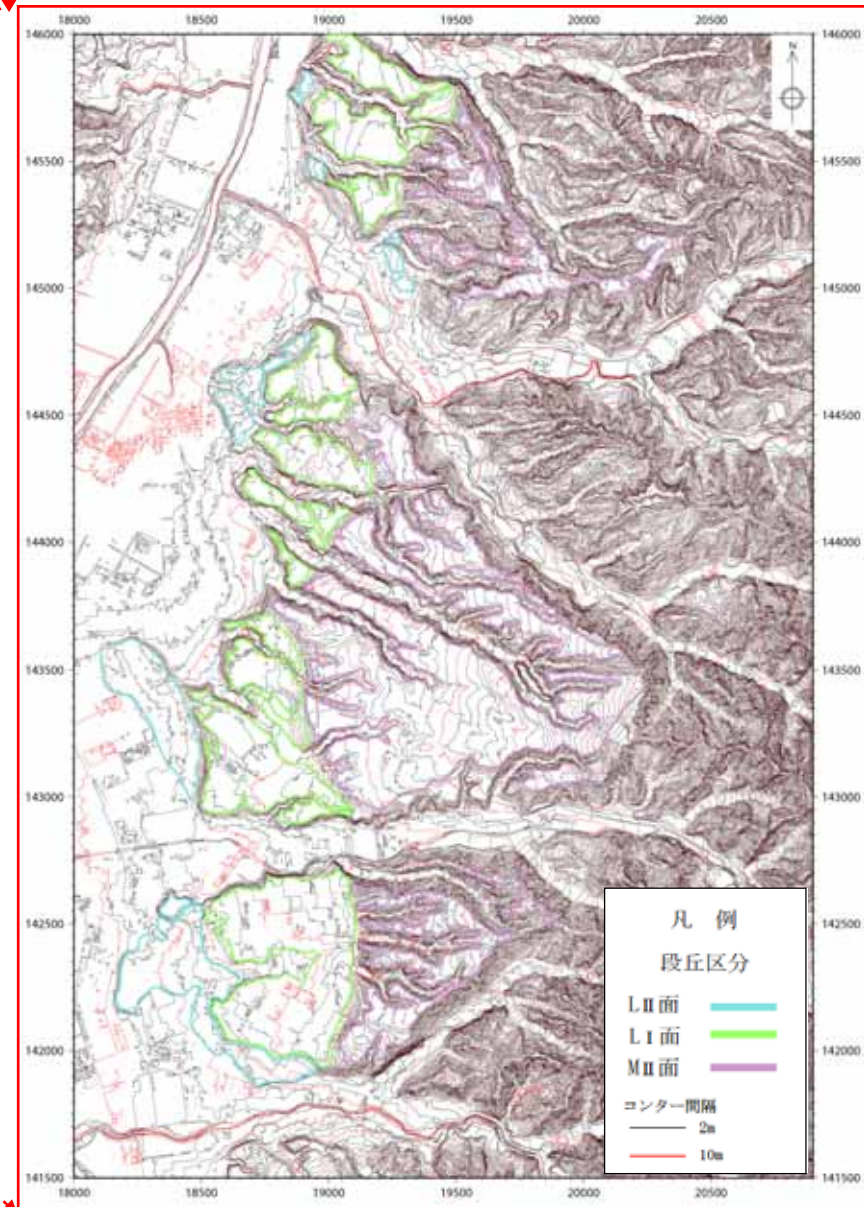
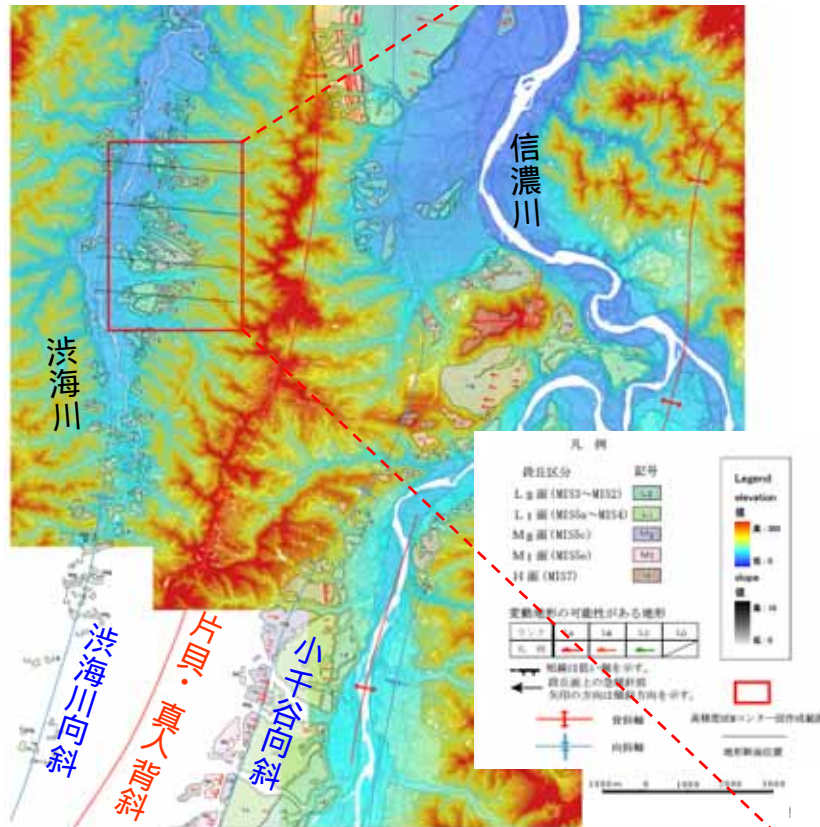
DEMに基づく段丘面の等高線分布

- DEMに基づく段丘面の等高線分布（コンター間隔5m）によると，段丘面は西傾斜を示すものの，段丘面上の撓み（増傾斜），等高線の直線的な配列等は認められない



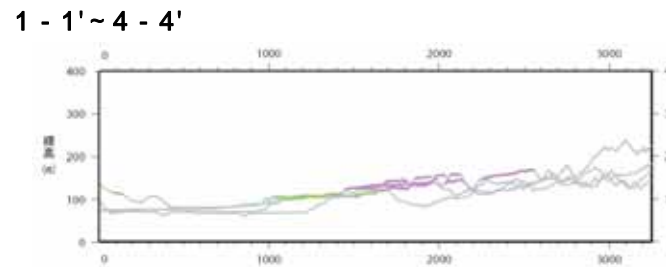
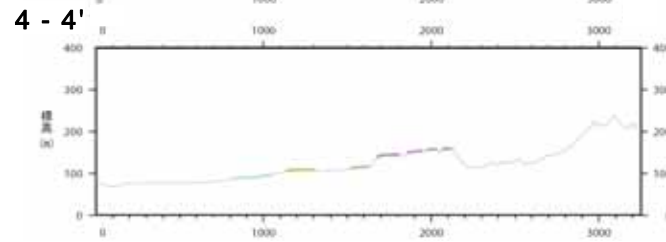
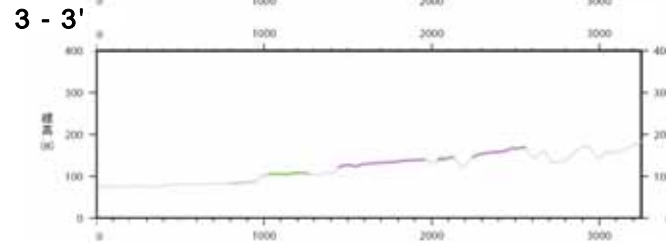
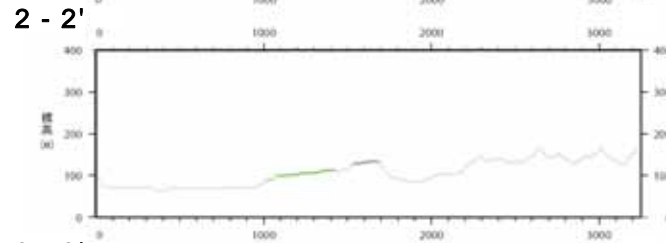
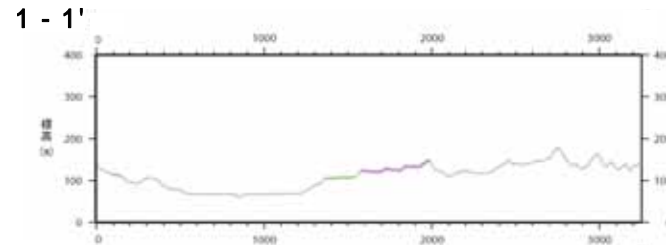
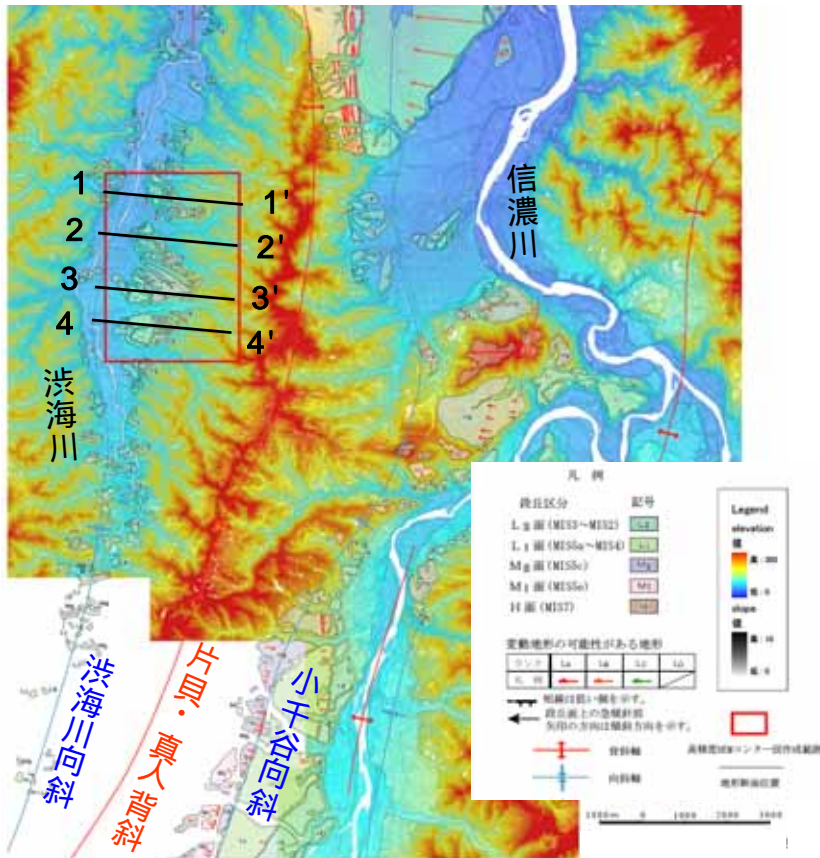
段丘面区分

- M 面, L 面及びL 面の小規模な扇状地が重なり合い, 複合してやや広い扇状地面を形成している様子がある
- 各段丘面において段丘面上の撓み(増傾斜), 等高線の直線的な配列等は認められない



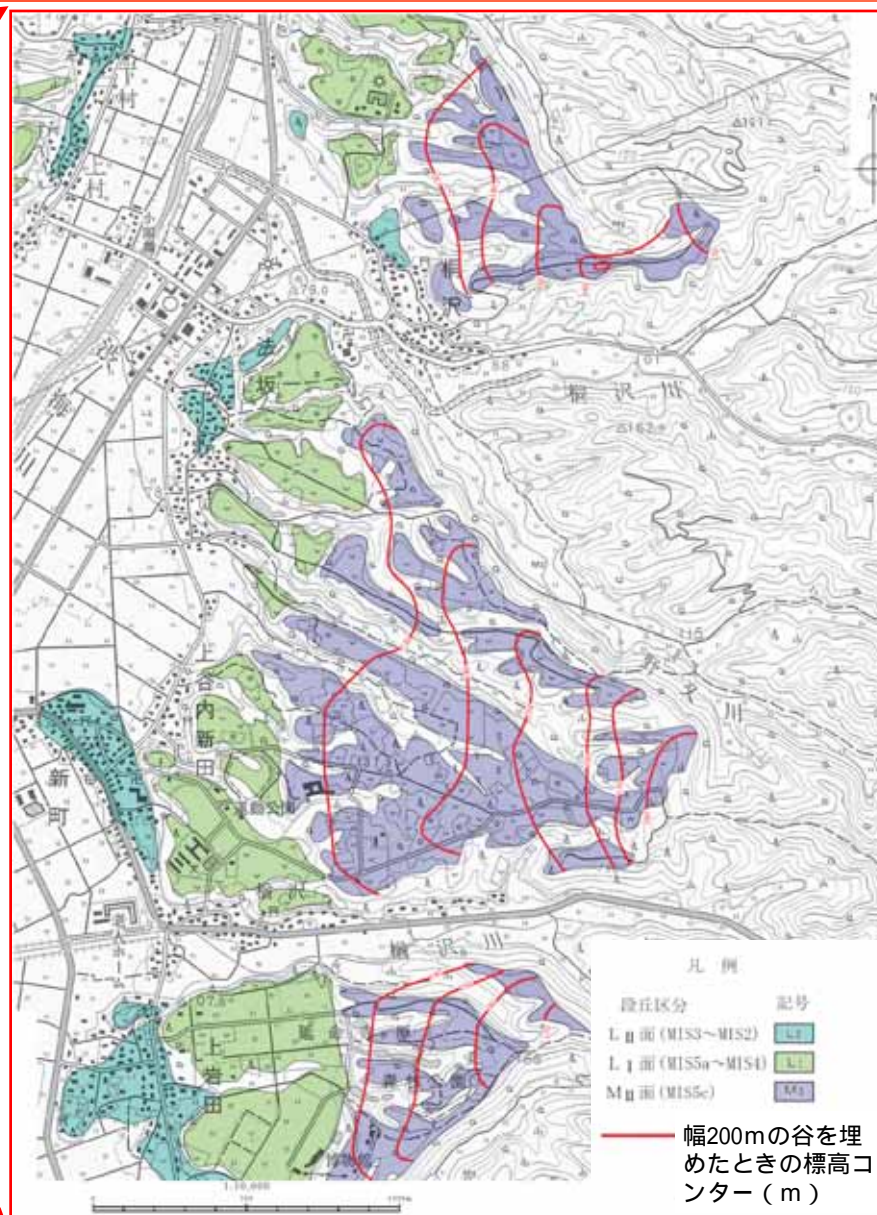
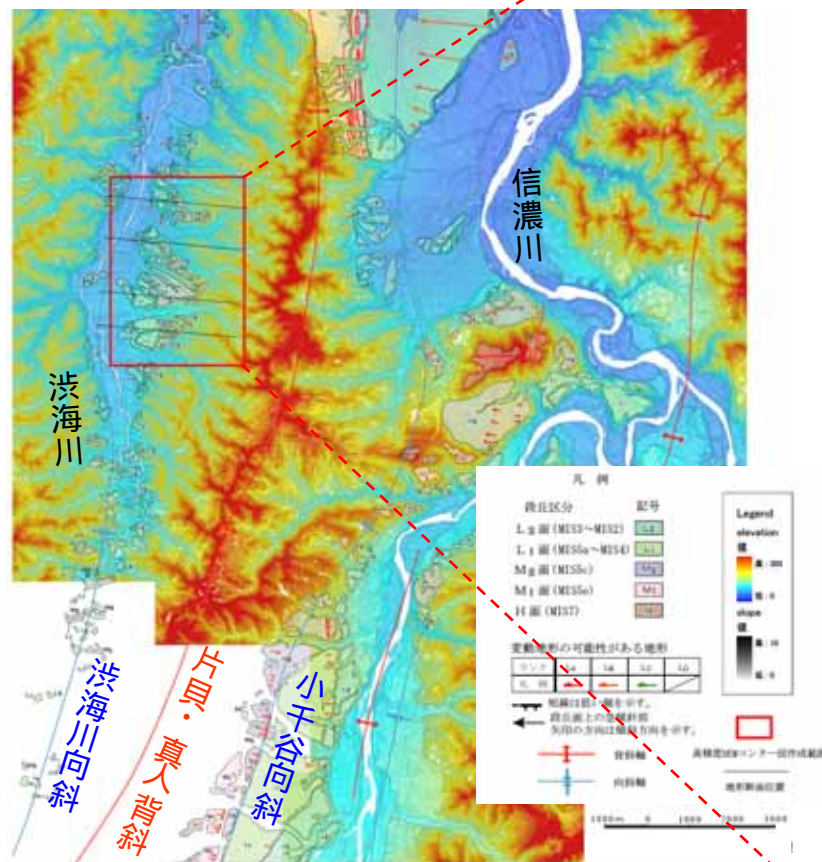
地形断面

- M 面, L 面, L 面のそれぞれの傾斜に顕著な差異はみられず, 傾斜を累積させるような動きは認められない



(参考) 復元したM面の等高線分布

- 埋谷法により復元したM面の等高線においても、段丘面上の撓み（増傾斜）、等高線の直線的な配列等は認められない



まとめ

- 空中写真判読によると、渋海川沿いに分布している段丘面に変動地形の可能性のある地形は判読されず、DEMによる等高線分布においても、段丘面上の撓み（増傾斜）、等高線の直線的な配列等は認められないことから、断層等による活動は示唆されない
- 同段丘面が西側へ傾斜していることに関しては、M 面、L 面及び L 面として判読される小規模な扇状地が重なり合い、複合してやや広い扇状地面を形成しているためと判断される

参考文献

- 渡辺満久・堤浩之・宮内崇裕・金幸隆・藤本大介（2002）：2万5千分の1都市圏活断層図「高田」．国土地理院技術資料D・1-No.396
- 中田 高・今泉俊文編（2002）：活断層詳細デジタルマップ．東京大学出版会
- 地質調査総合センター（2007）：活断層データベース．
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/>
- 竹内圭史・吉村尚久・加藤碩一（1996）：柿崎地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所
- Rongjiang Wang, Francisco Lorenzo Martin, Frank Roth (2003) : Computation of deformation induced by earthquakes in a multi-layered elastic crust – FORTRAN programs EDGRN/EDCMP. Computers & Geosciences 29.