

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所
敷地及び敷地近傍の地質・地質構造に関する補足説明

平成20年8月26日
東京電力株式会社



東京電力

ご説明事項

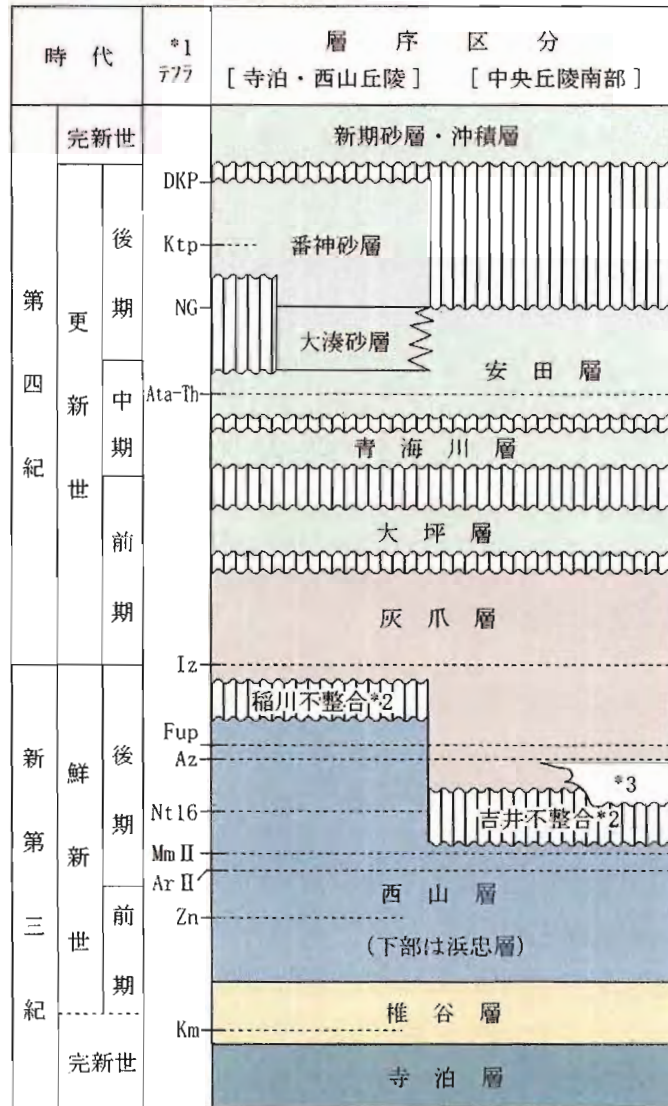
1. 柏崎平野及びその周辺の地質・地質構造について

- ① 長嶺背斜東側の断層の活動性について
- ② 敷地北側の安田層一番神砂層境界の標高分布について

2. 水準測量結果について

- ① 水準測量結果（北-2測線）に関する補足説明
- ② 建屋の水準測量結果に関する補足説明

敷地近傍の層序および地質構造



*1 テフラの名称・年代は、岸ほか(1996)などによる。
 *2 不整合の名称は、岸ほか(1996)による。
 *3 米山火山岩類・同火山岩類は米山海岸に広く分布するほか、柏崎市南部の南下付近で西山層中に挟在する。



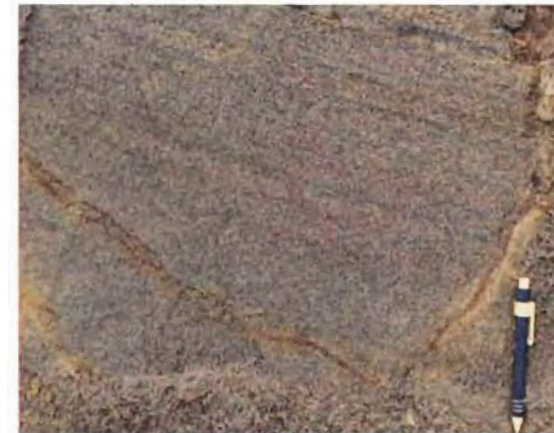
柏崎平野における中部・上部更新統の地質層序

- 柏崎平野団体研究グループ（1965）によると、柏崎平野に分布する中部更新統最上部～上部更新統は、下位より青梅川層、安田層下部層、安田層上部層、番神砂層下部層、番神砂層上部層及び雪成砂層からなる。
- 岸ほか（1996）は、「番神砂層下部層」を「大湊砂層」として、安田層下部層を整合に覆う海浜～浅海性の堆積物と再定義。

柏崎平野団体研究グループ(1965)*1	
米山海岸	柏崎平野
	雪成砂層
番神砂層	番神砂層
岩野面	安田面
	上部
	下部
岩野層	安田層
	上部
	下部
青海川面	青海川面
青海川層	



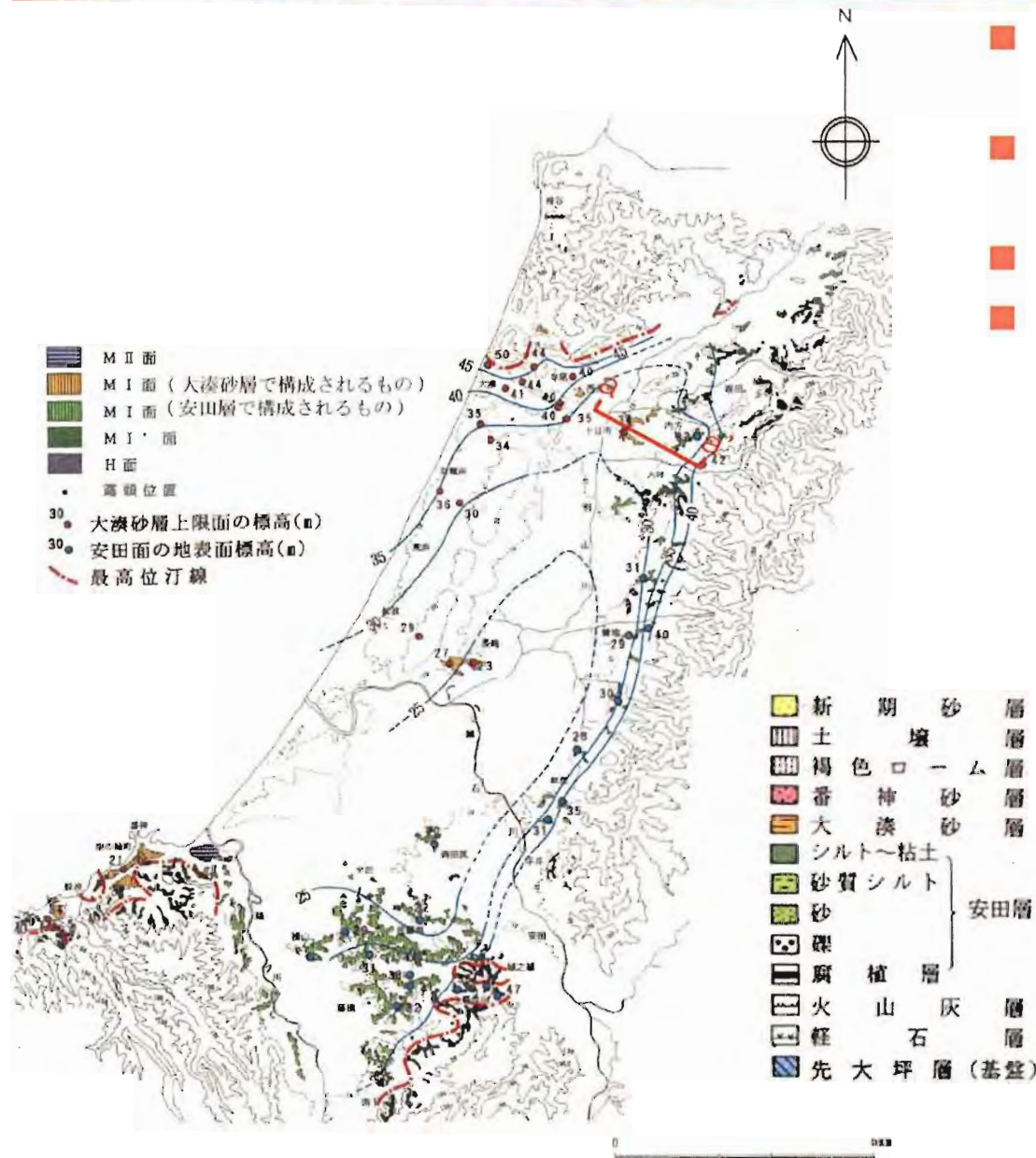
番神砂層



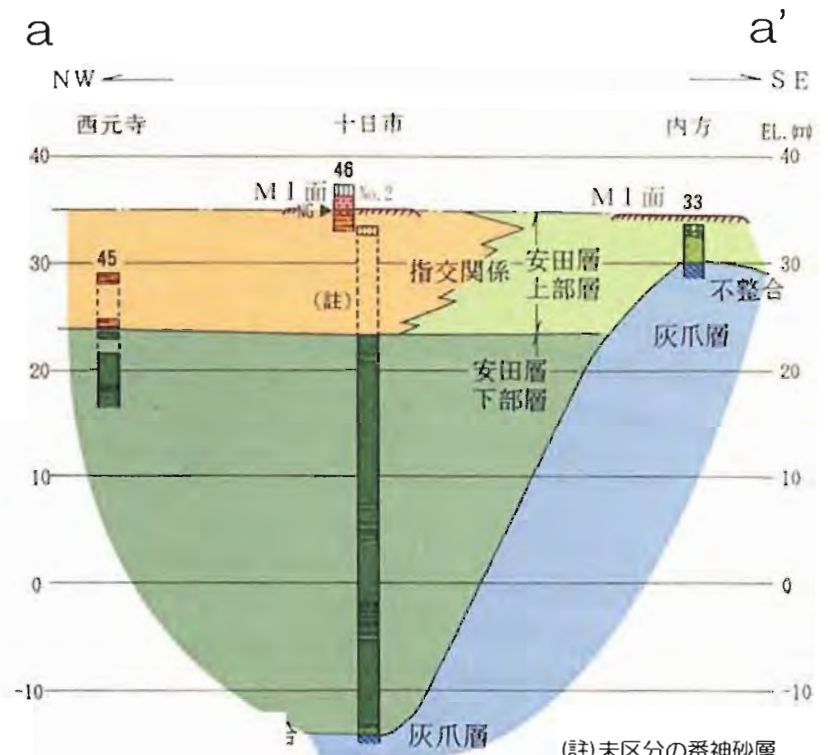
大湊砂層



柏崎平野における中部・上部更新統の地質層序

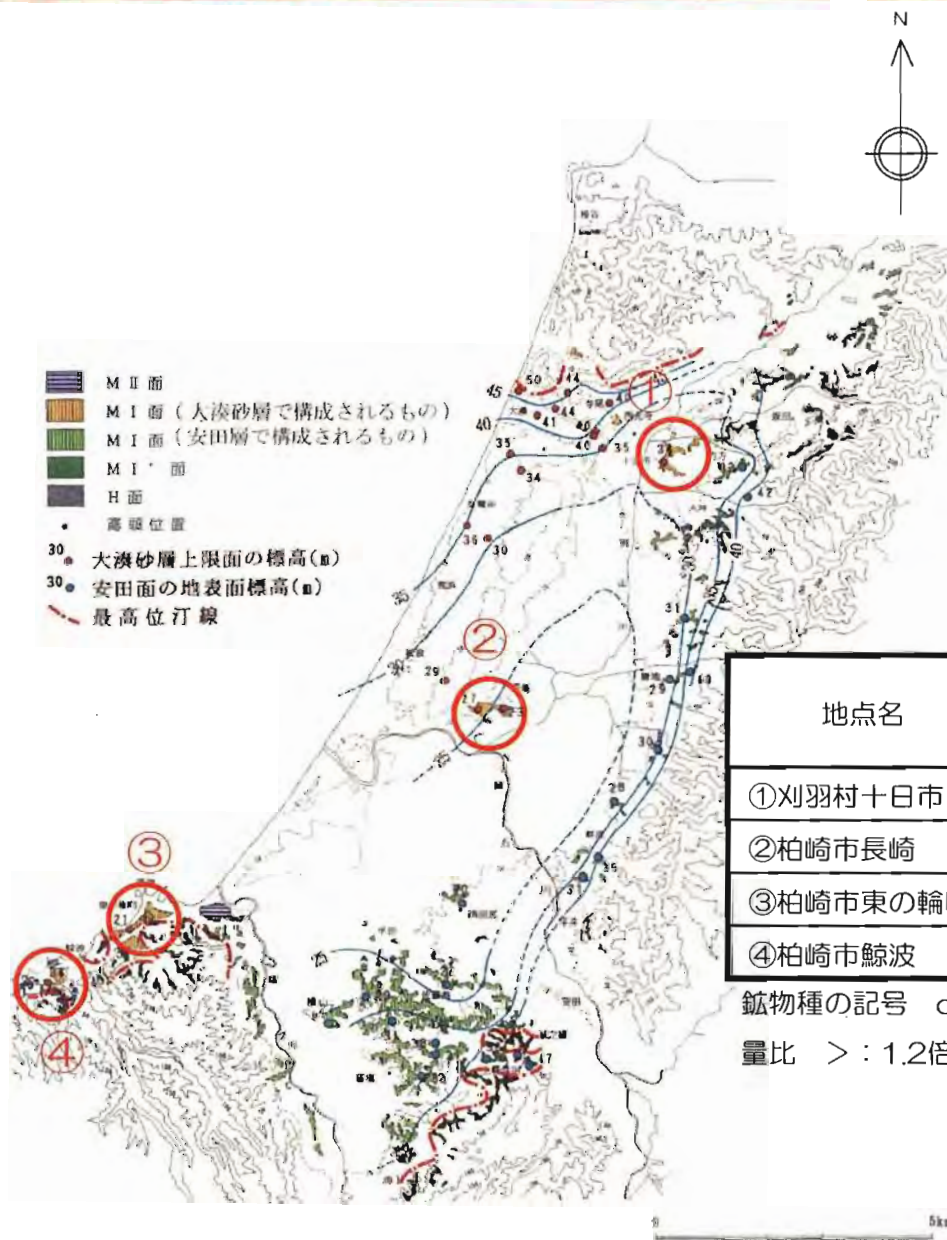


- 平野の西側、柏崎市大湊付近から南西方向には大湊砂層が分布する。
- 平野の東縁～奥（別山川や鯖石川の上流）には安田層が分布する。
- 大湊砂層と安田層上部層は指交関係。
- 大湊砂層と安田層上部層は安田層下部層を整合に覆う。



岸ほか (1996) による

柏崎平野における中部・上部更新統の地質層序



- 大湊砂層と番神砂層の境界付近に中子軽石層（NG、約15～13万年前）が狭在されることを確認。
- このことから、大湊砂層は、安田層上部とほぼ同時期のMIS5eの堆積物と考えられ、その上限面は下末吉面相当のMI層と評価される。

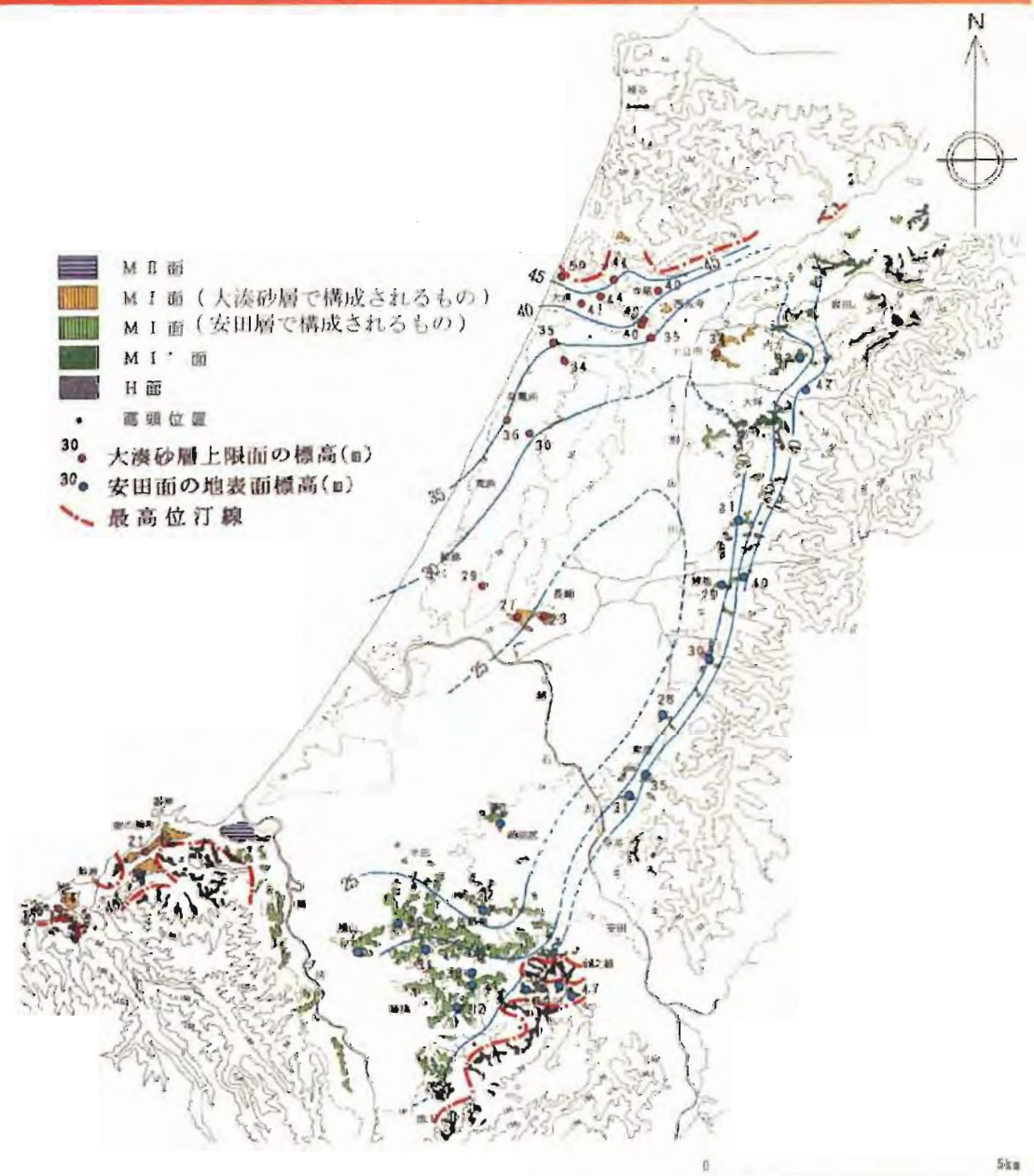
地点名	試料番号	重鉱物組成	鉱物の屈折率	
			普通角閃石(n ₂)	カミソト閃石(n ₂)
①刈羽村十日市	46	ho>>cm>opx	1.674-1.680	1.662-1.667
②柏崎市長崎	53	ho>opx>cm	1.674-1.680	1.662-1.667
③柏崎市東の輪町	54	ho>>cm>opx	1.675-1.680	1.662-1.669
④柏崎市鯨波	58	ho>>cm>>opx	1.675-1.681	1.662-1.667

鉱物種の記号 opx：斜方輝石, cpx：単斜輝石, ho：普通角閃石, cm：カミングトン閃石
 量比 >：1.2倍～5倍, >>：5倍

岸ほか（1996）による

柏崎平野における中部・上部更新統の堆積環境について

- 下末吉海進における離水面は、大湊砂層上限面及び安田面の高度分布に基づいて復元される。
- 離水面の分布は平野中央部を中心とする盆状を呈している。
- 本地域の堆積環境としてはバリアーシステムがあてはまると考えられる。
- すなわち、大湊砂層はバリアーの構成層（砂州）、安田層はバリアー背後のラグーンの構成層と考えられる。



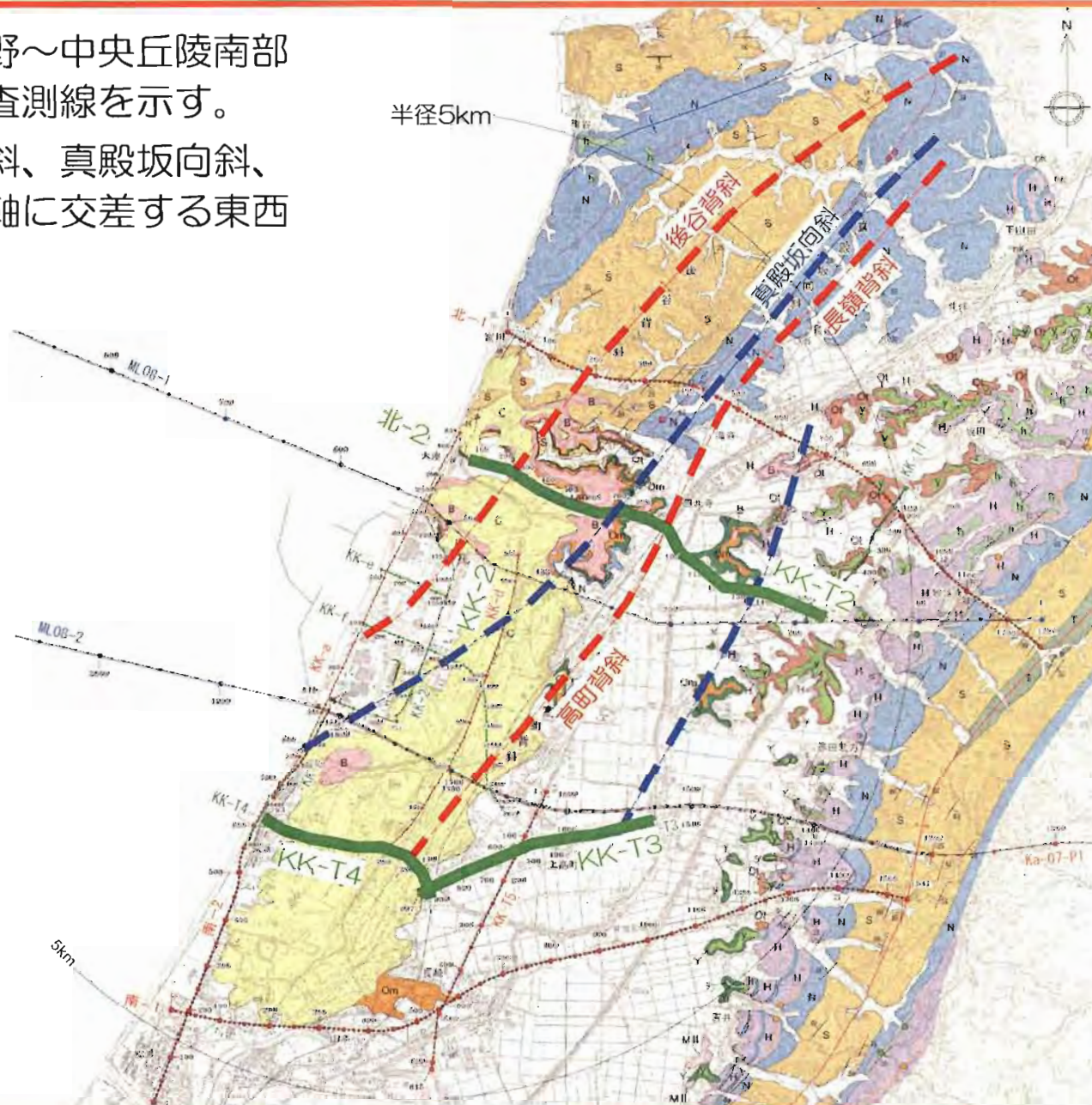
敷地近傍における東西方向の反射法地震探査測線

- 西山丘陵の南部～柏崎平野～中央丘陵南部にかけての反射法地震探査測線を示す。
- 主な探査測線は、後谷背斜、真殿坂向斜、高町背斜及び長峰背斜の軸に交差する東西方向に配置。

凡	例
a	沖積層・盛土
C	新期砂礫
MII	MII 前堆積物 (MIS5e)
B	遊神砂層 (MIS5d～4)
Om	大湊砂層 (MIS5e)
v	安田層上部層 (MIS5e)
y	安田層下部層 (MIS5e)
b	貝殻堆積物
Or	大坪層
H	灰爪層
ak	灰爪層 (石灰質砂岩)
N	西山層
S	鎌谷層
T	寺泊層
Iz	テフラ (○は確認地点)
Ac	テフラ
Zn	テフラ

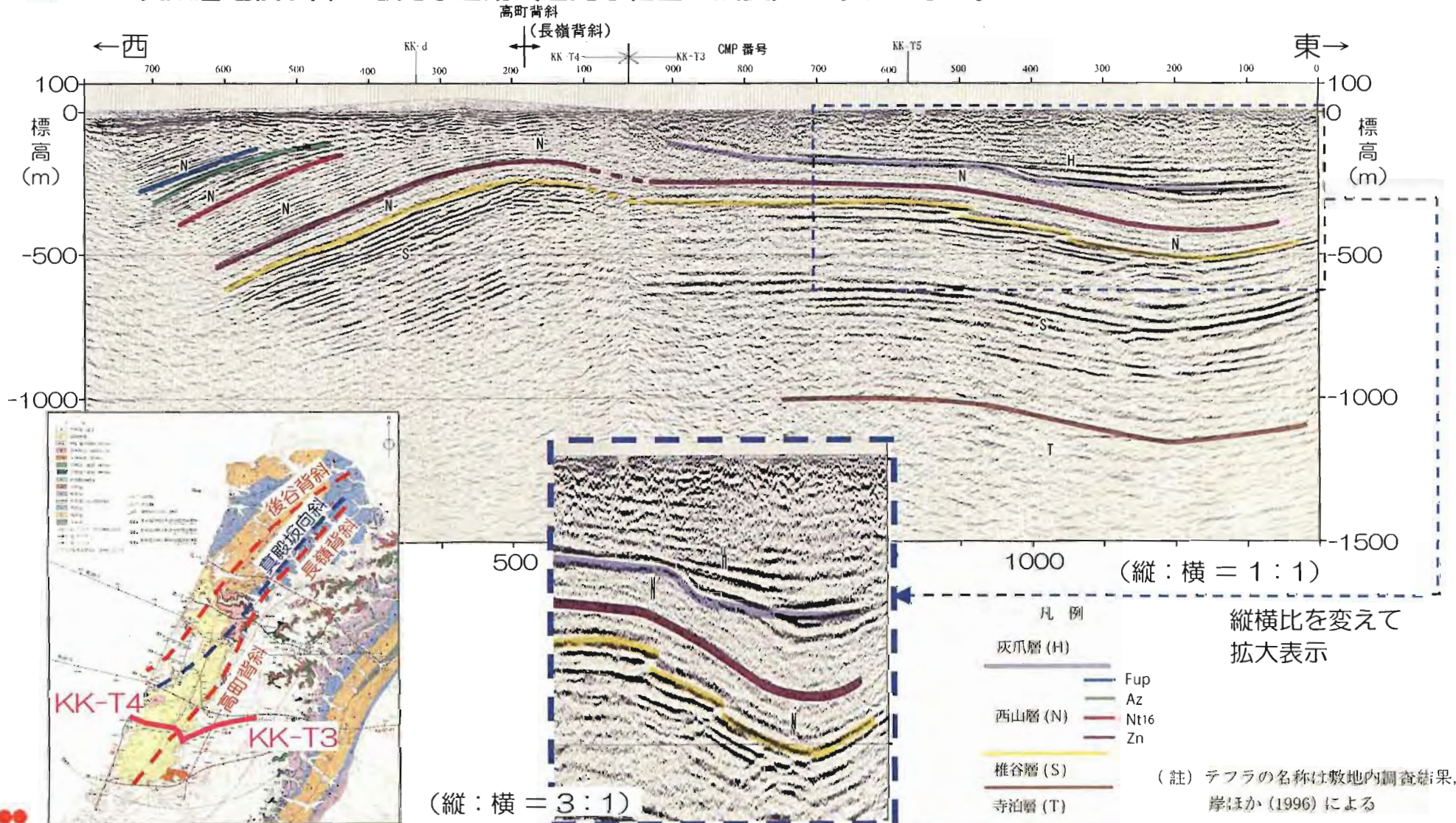
テフラの名称は厚田か(1996)による

- 反射法地震探査 (既往調査) (P波、パイプレータ)
- 反射法地震探査 (既往調査) (P波、インパクト)



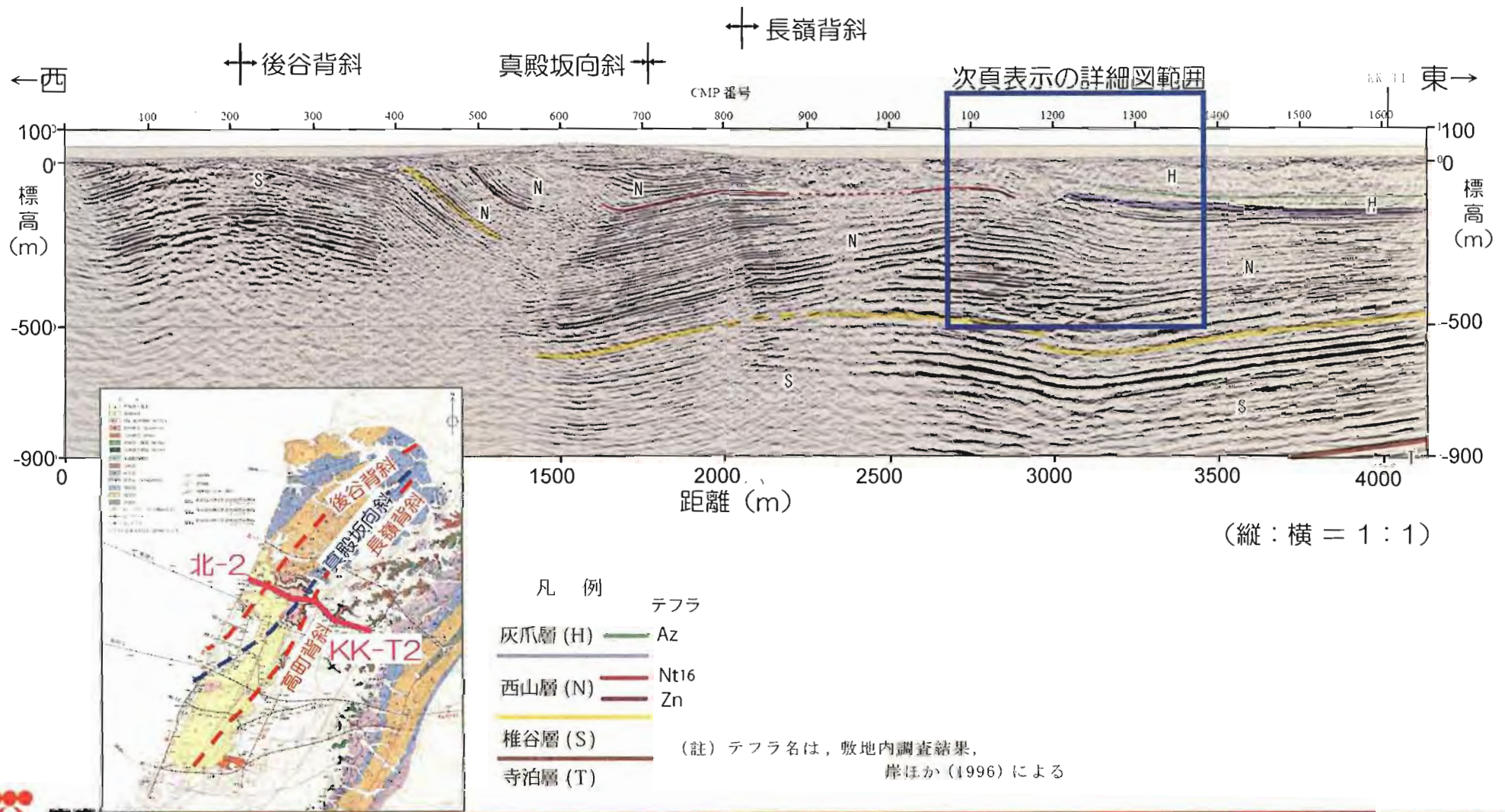
敷地南側～柏崎平野の地質構造：KK-T4測線+KK-T3測線

- 高町背斜の東側においては、西山層及びそれ以下の地層は緩やかな向斜構造を示す。
- 西山層以下の褶曲構造を灰爪層が不整合に覆い、灰爪層は緩やかな同斜構造あるいは向斜構造を示す。
- → 灰爪層堆積以降の活発な活動（活発な褶曲の成長）はみられない。



敷地北側～柏崎平野の地質構造：北-2測線+KK-T2測線

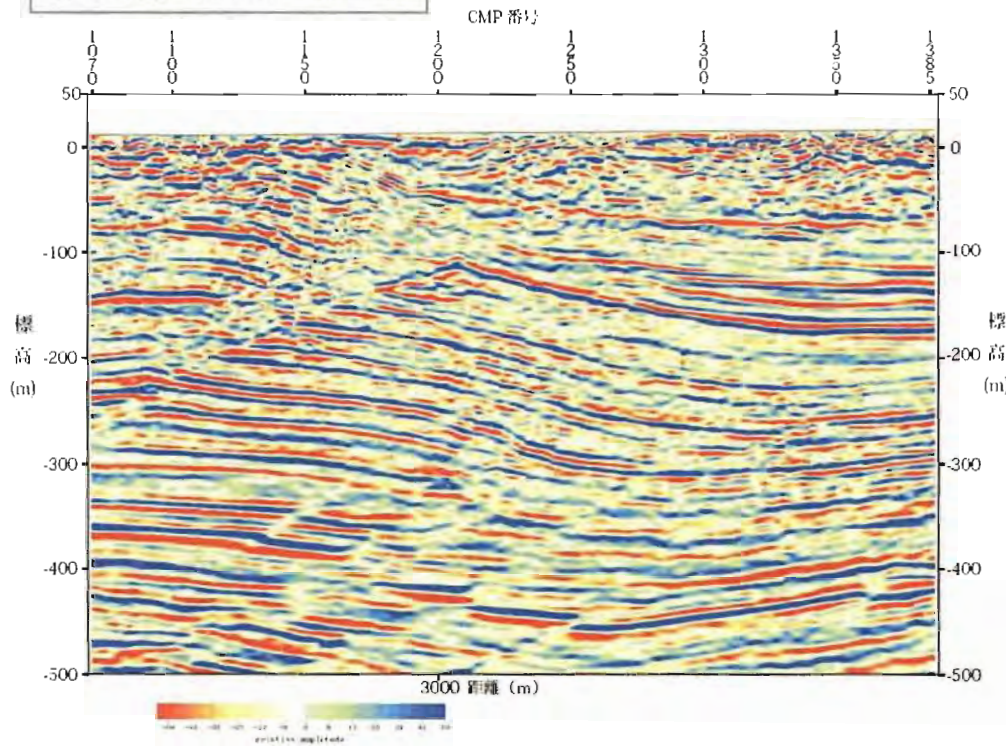
- 長峰背斜の東側において西山層および椎谷層は、大局的には緩やかな向斜構造を示し、西山層及び椎谷層中には、断層（伏在断層）が認められるが、その断層は深部まで連続するものではない。



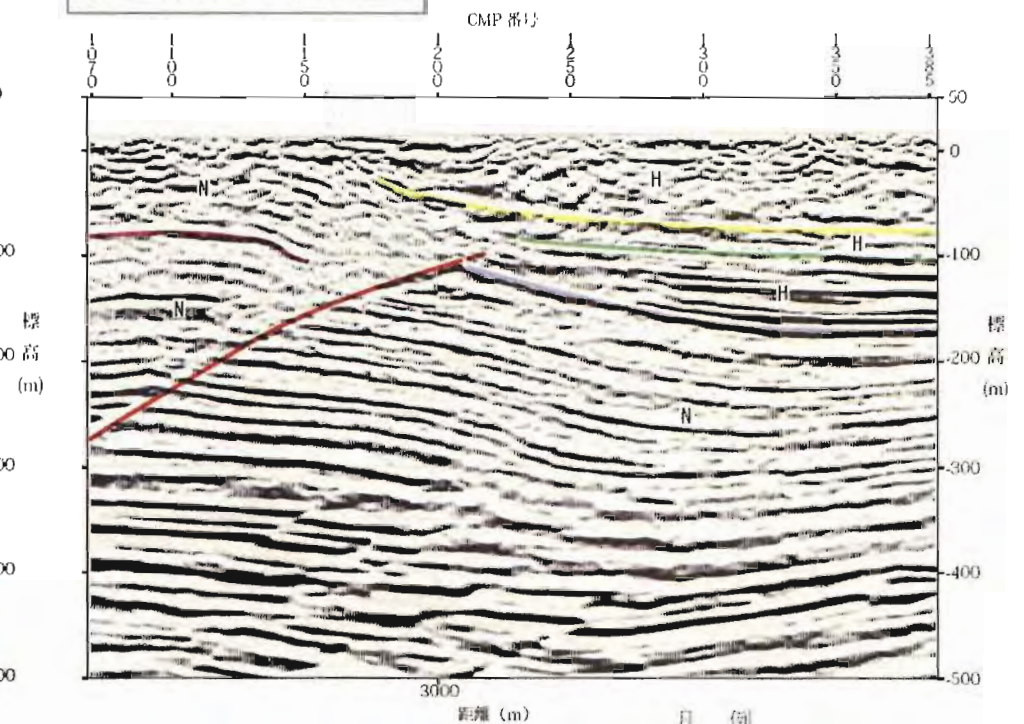
長嶺背斜東側にみられる伏在断層

- 西山層から灰爪層下部にみられる伏在断層は、灰爪層の下部に変位を与えているものの、上部まで変位を与えるものではない。
- → 灰爪層堆積以降の活発な活動（活発な褶曲の成長）はみられない。

拡大範囲の探査記録



拡大範囲の解釈図



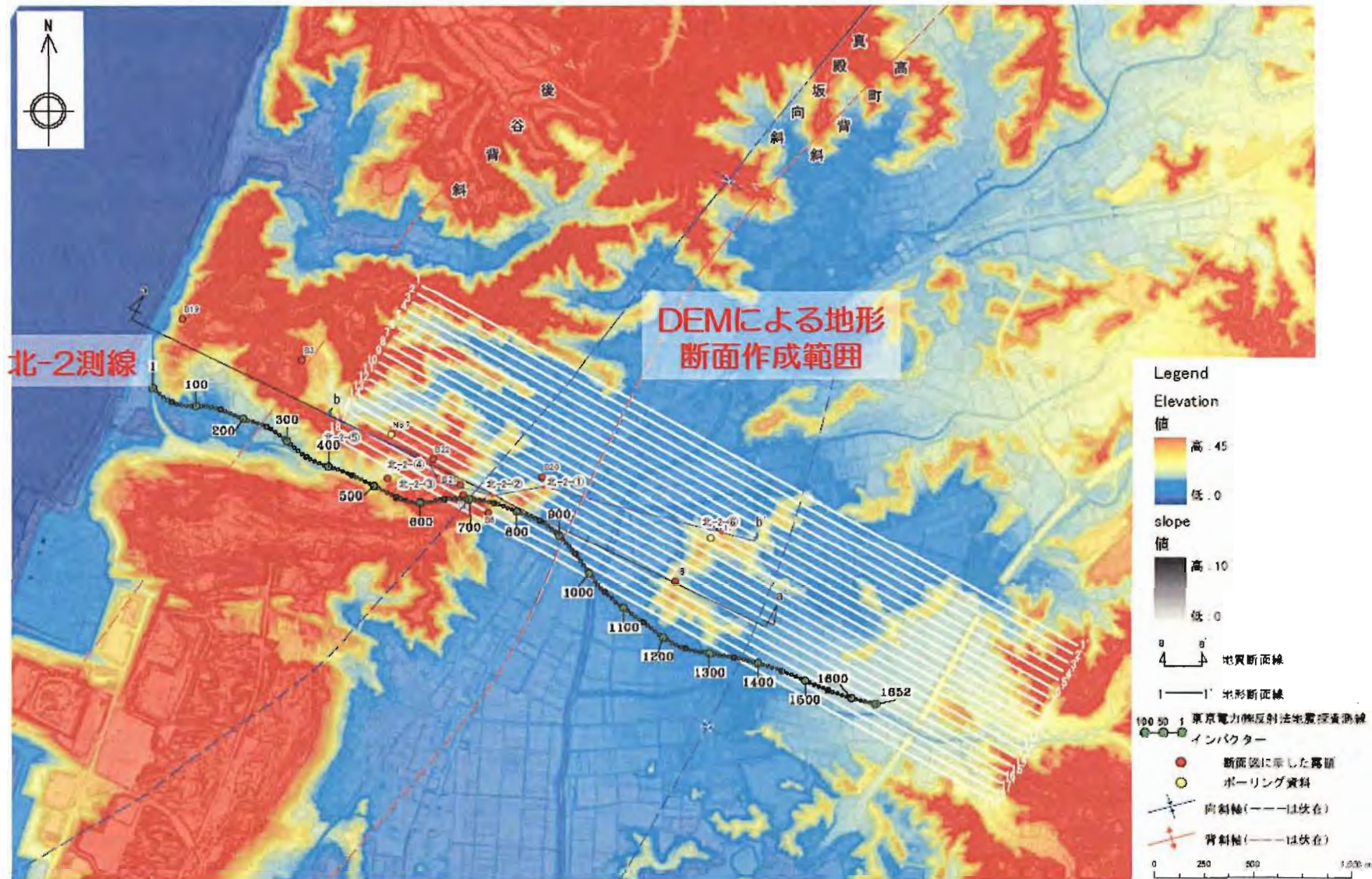
凡 例

- テフラ
- 灰爪層 (H) — Az
- 西山層 (N) — Nt1s
- Zn

(注) テフラ名は、敷地内調査結果、
岸田か(1996)による

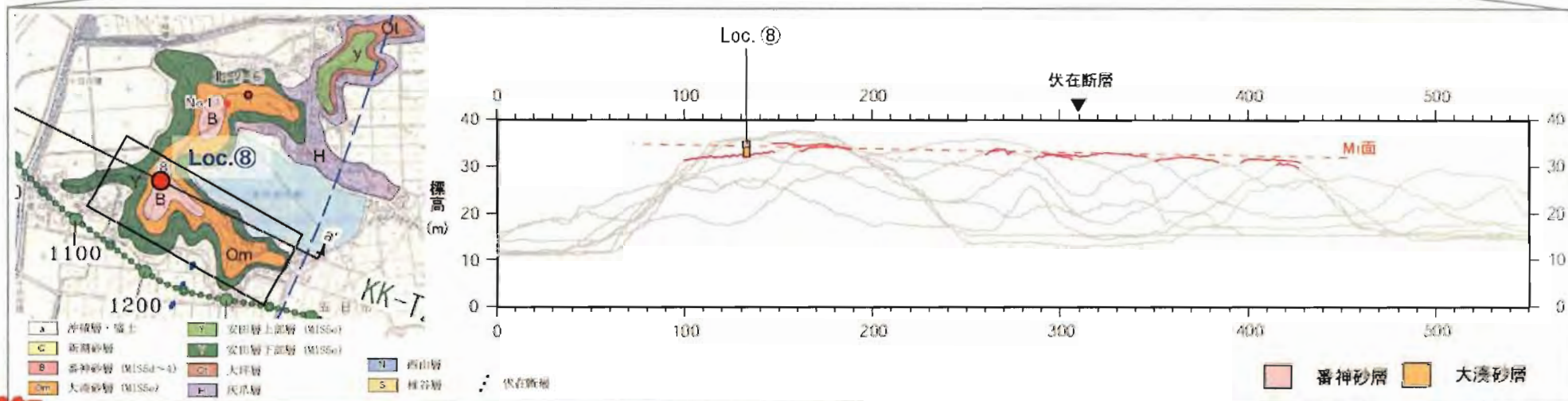
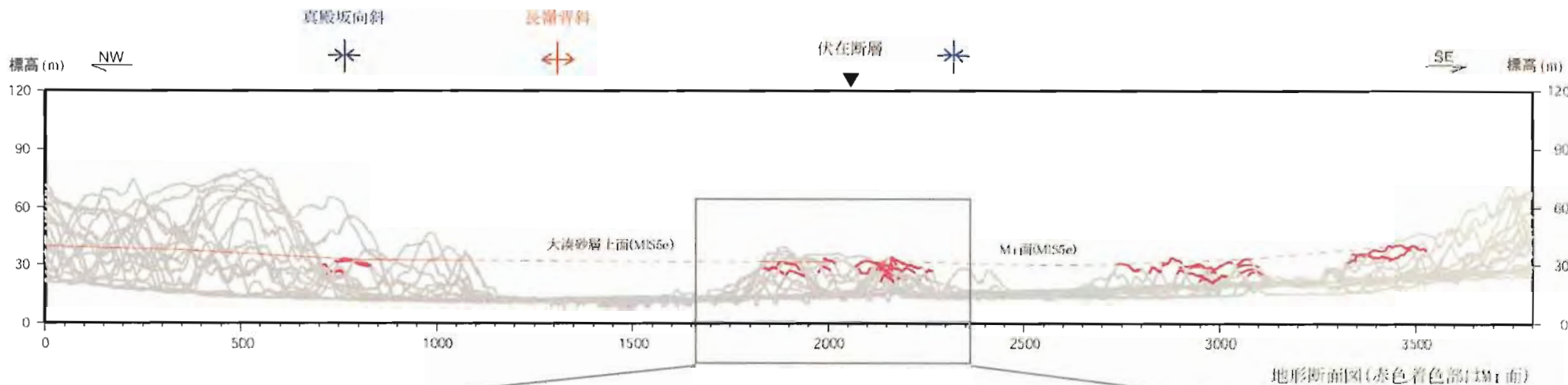
柏崎平野における段丘面の高度分布について

- 前述の伏在断層を横断する方向の柏崎平野のMⅠ段丘面の標高分布（地形断面）をDEMを用いて示す。



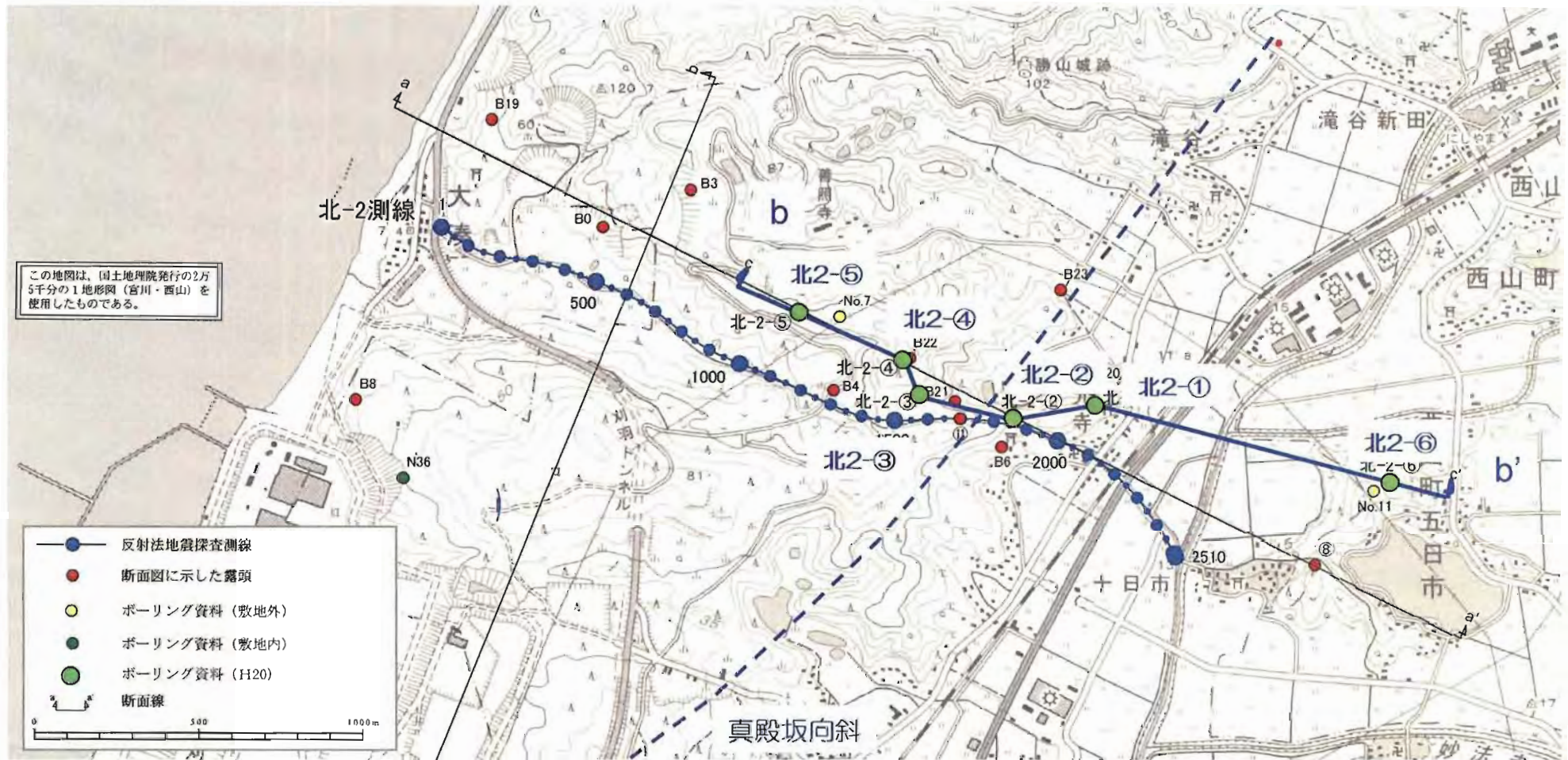
柏崎平野における段丘面の標高分布について

- 柏崎平野のM_I段丘面の標高分布については、西山丘陵側は東緩傾斜を、中央丘陵側は西緩傾斜を示すが、平野を横断してM_I段丘面の高度不連続は認められないことから、伏在断層及び長嶺背斜、真殿坂向斜等の褶曲の大湊砂層堆積時以降の活発な成長は認められない。



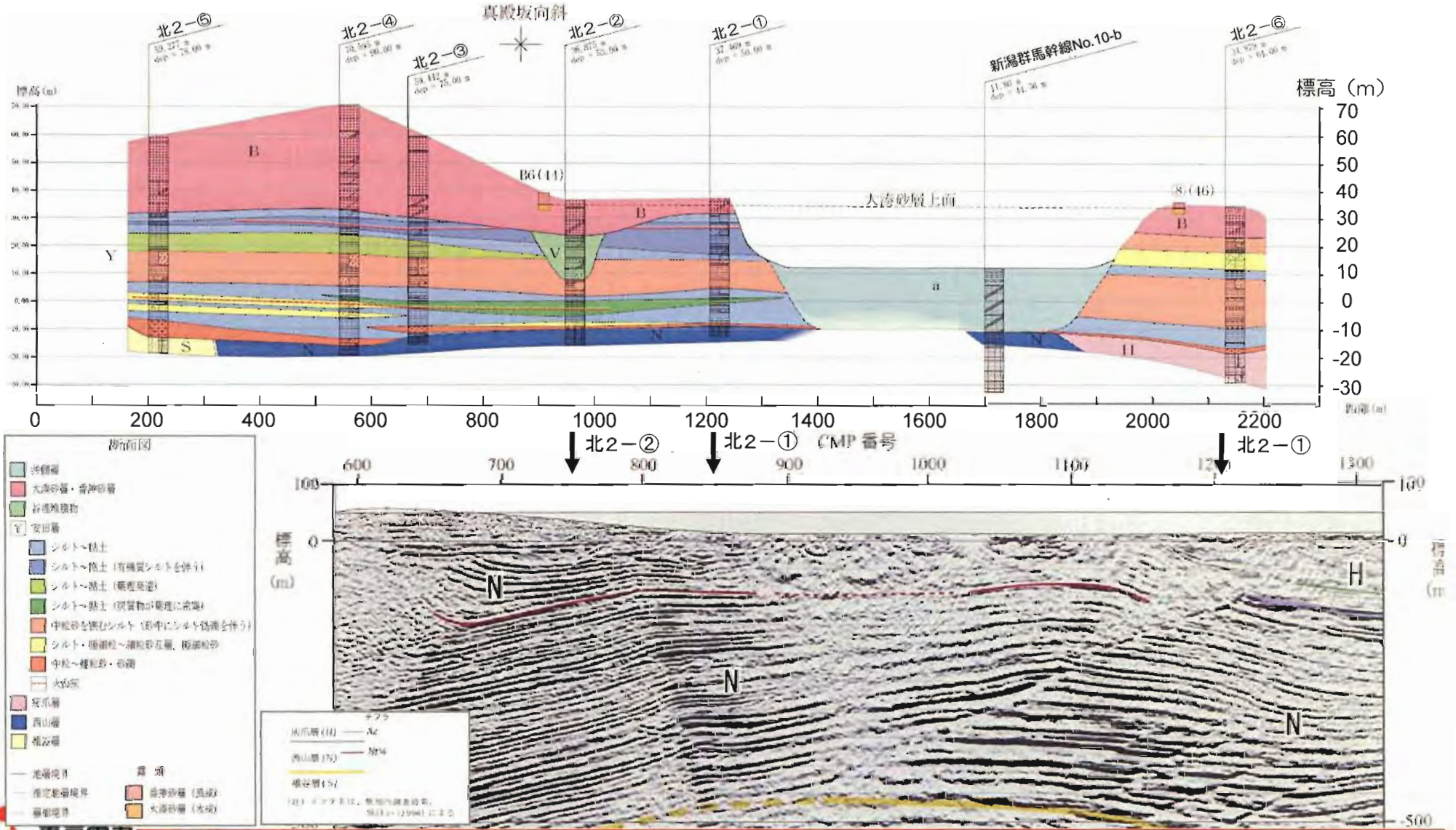
敷地北側の安田層一番神砂層境界面の標高分布について

- 西山丘陵の褶曲の活動性を再確認するために、敷地北側において実施したボーリングの位置を下図に示す。



敷地北側の安田層一番神砂層境界面の標高分布について

- 露頭調査より認められる水成層である大湊砂層の上限面は、北2-②～北2-⑥にかけての範囲で東緩傾斜を示す。なお、北2-①と北2-⑥の間に、高度差を生じさせる地質構造は地下探査の反射記録では認められない。



1. 柏崎平野及びその周辺の地質・地質構造について

- ① 長嶺背斜東側の断層の活動性について
- ② 敷地北側の安田層一番神砂層境界の標高分布について

2. 水準測量結果について

- ① 水準測量結果（北-2測線）に関する補足説明
- ② 建屋の水準測量結果に関する補足説明

敷地北側における水準測量の概要

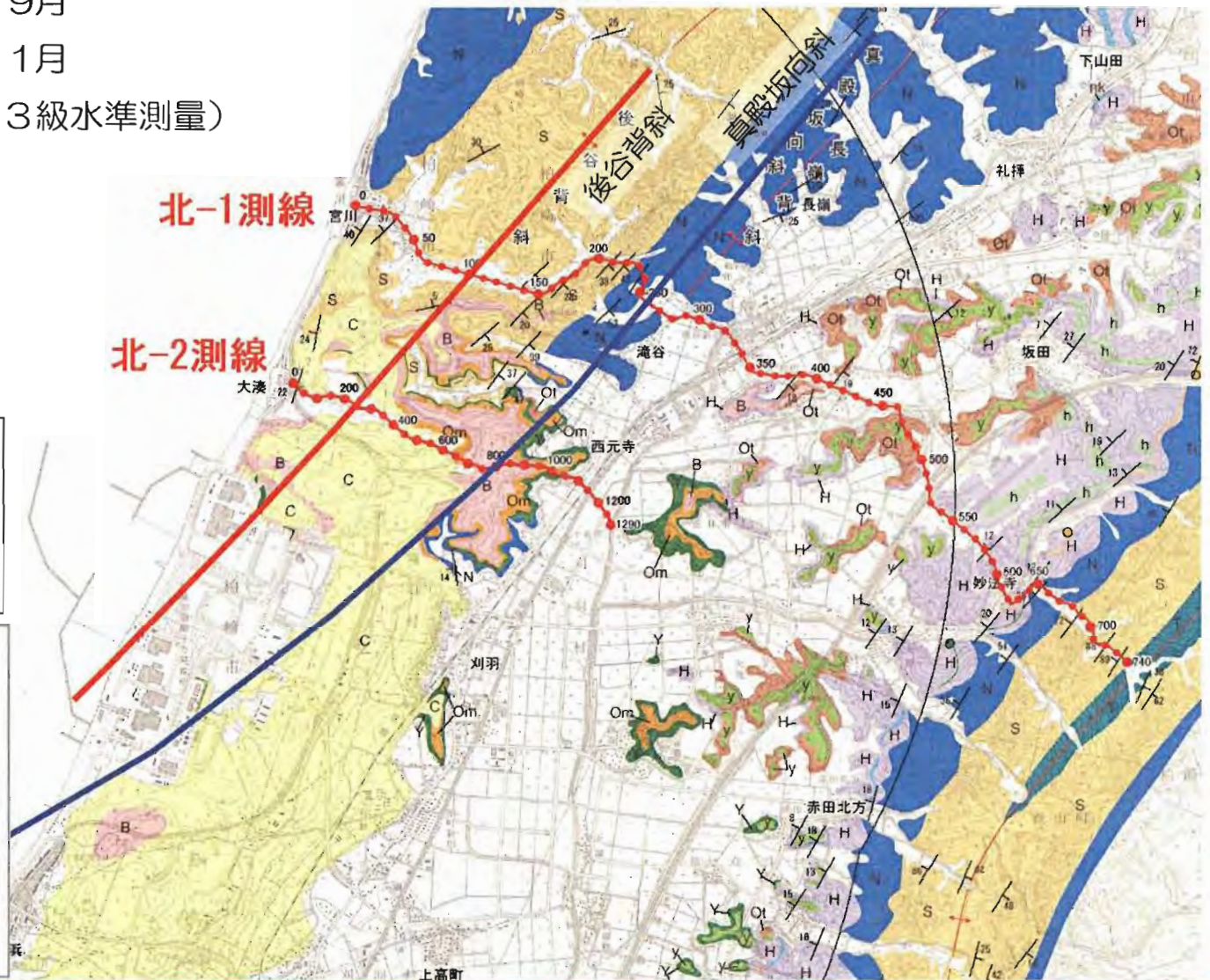
合同W13-2-2
からの再掲

■ 今回の地震に伴う西山丘陵の上下方向の地盤変動を捉えるため、西山丘陵にみられる後谷背斜や真殿坂向斜などを横断する地下探査測線（北-1測線、北-2測線）で、水準測量を実施。

- 地震前 : 平成18年 9月
- 地震後 : 平成19年11月
- 精度 : 縦断測量（3級水準測量）

- 北-1測線における延長距離は
(測点番号×10) m
- 北-2測線における延長距離は
(測点番号×2) m

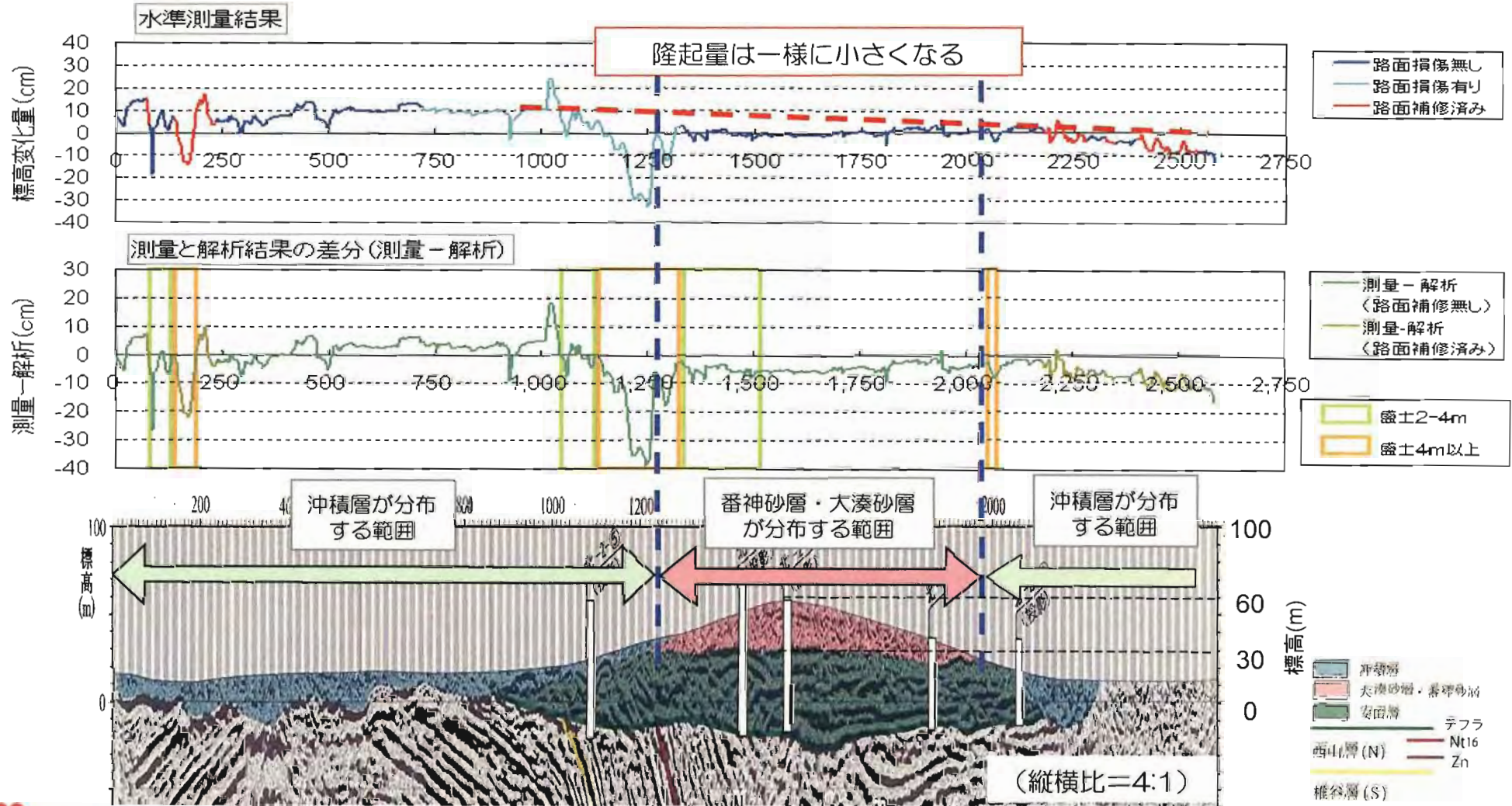
凡 例	
a	沖積層・盛土
C	新期砂層
MII	MII 面堆積物 (MIS5e)
II	番神砂層 (MIS5d~4)
Ca	大湊砂層 (MIS5e)
y	安田層上部層 (MIS5e)
v	安田層下部層 (MIS5e)
h	旧面群堆積物
Q	大坪層
灰爪	灰爪層
灰爪層 (石灰質砂岩相)	灰爪層 (石灰質砂岩相)
H	西山層
S	権谷層
T	寺泊層



北-2測線における番神砂層の分布状況

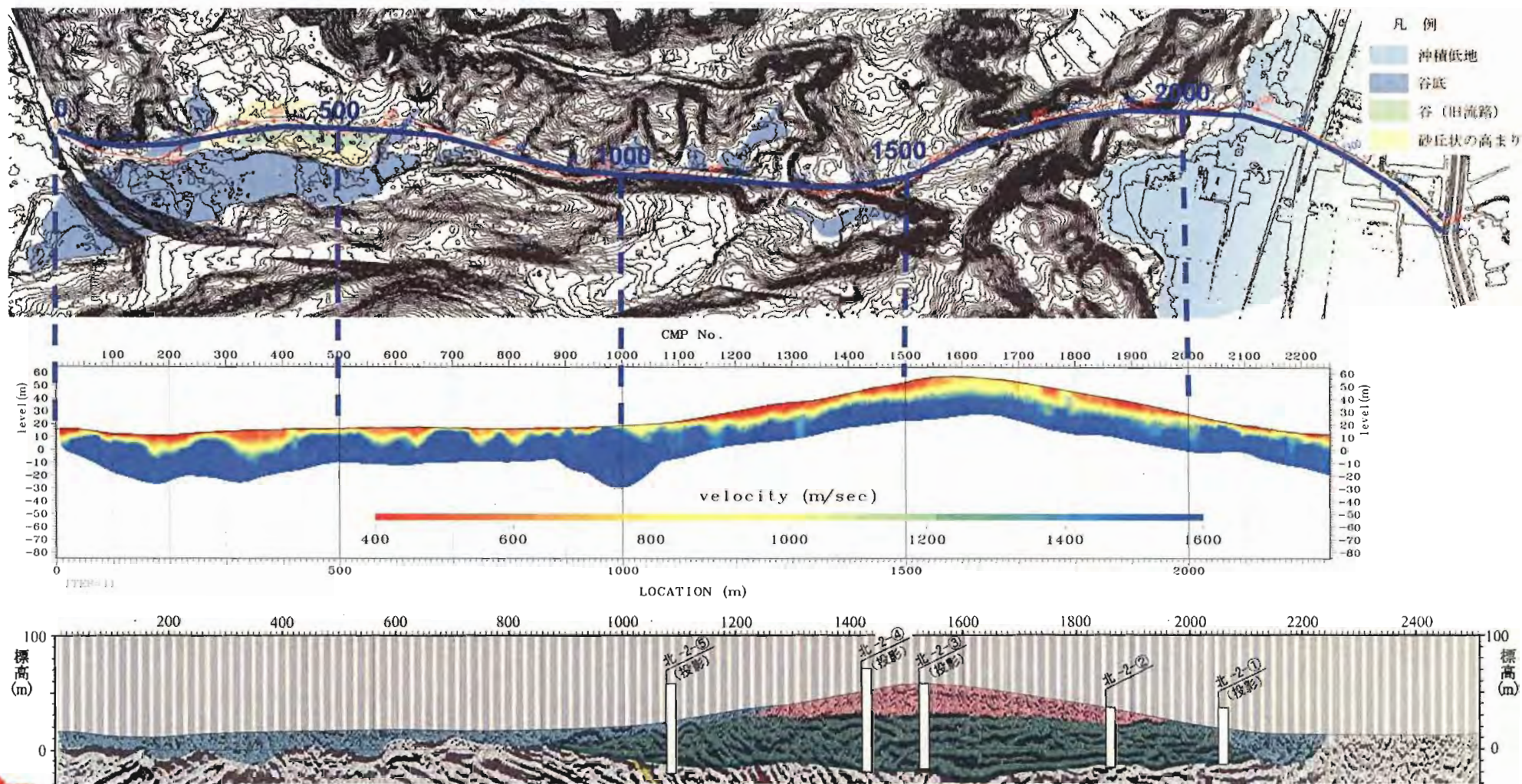
合同W14-2-3
からの再掲

- 北-2測線付近で実施した地下探査およびボーリング調査を踏まえて推定される番神砂層・大湊砂層の堆積範囲と厚さ分布は、該当範囲における水準測量結果と敷地周辺の全体的な変動との差分の傾向と対応が良い。
- 水準測量でみられる局所的な変動が、盛土、沖積層、番神砂層の地表付近での変状の影響によるものと考えられると、水準測量の結果は、内陸側から海側にかけて一様に隆起する傾向を捉えていると考えられる。

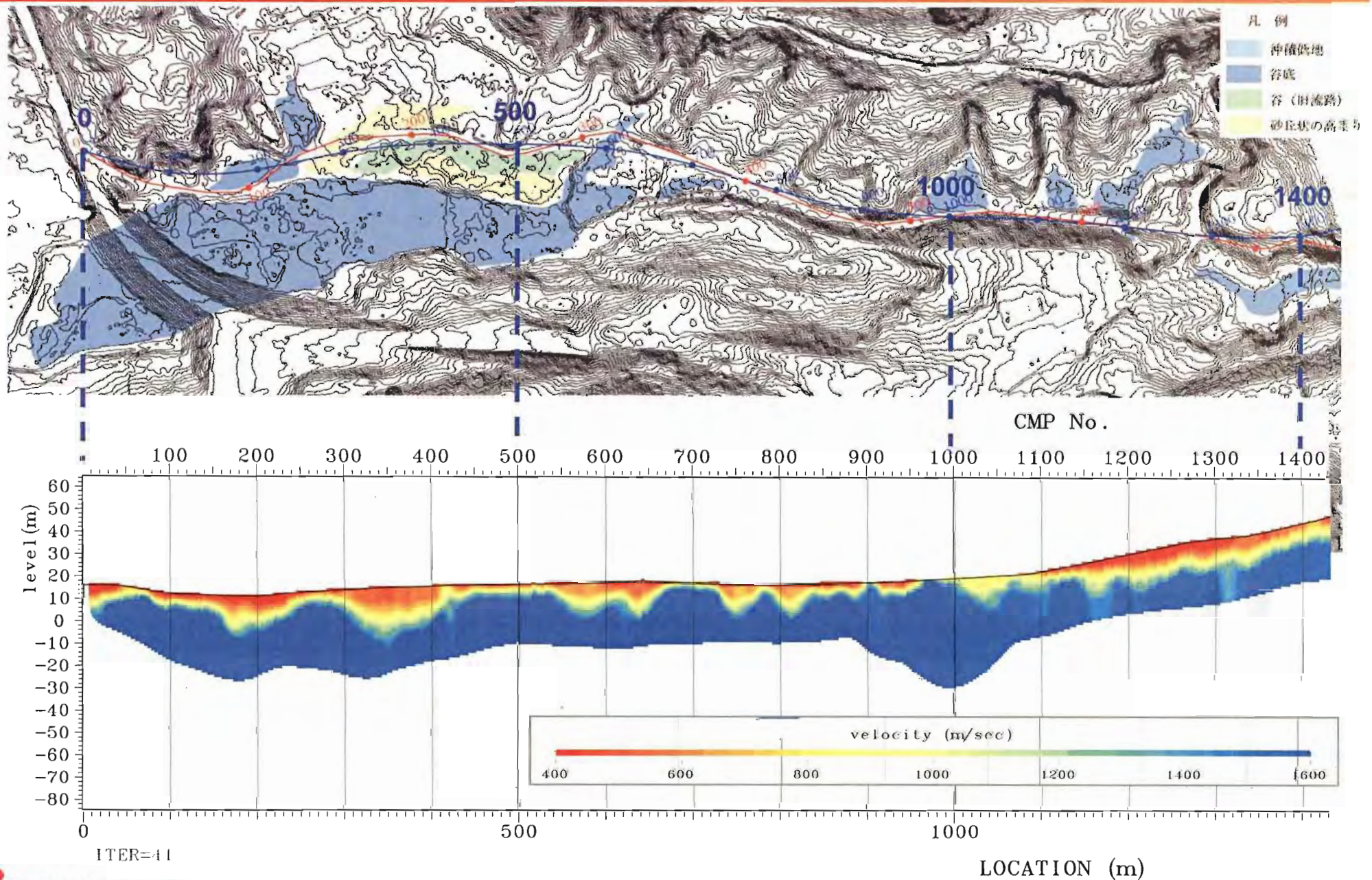


北-2測線沿いの沖積層等の分布状況について

- 北-2測線沿いの海側（起点から約1000m付近までの範囲）には、谷底、旧流路と思われる谷、砂丘の高まり等が認められる。
- 該当範囲は、反射法地震探査記録（P波）においても低速度域が分布し、沖積層等の軟らかい層が堆積していると推定される。

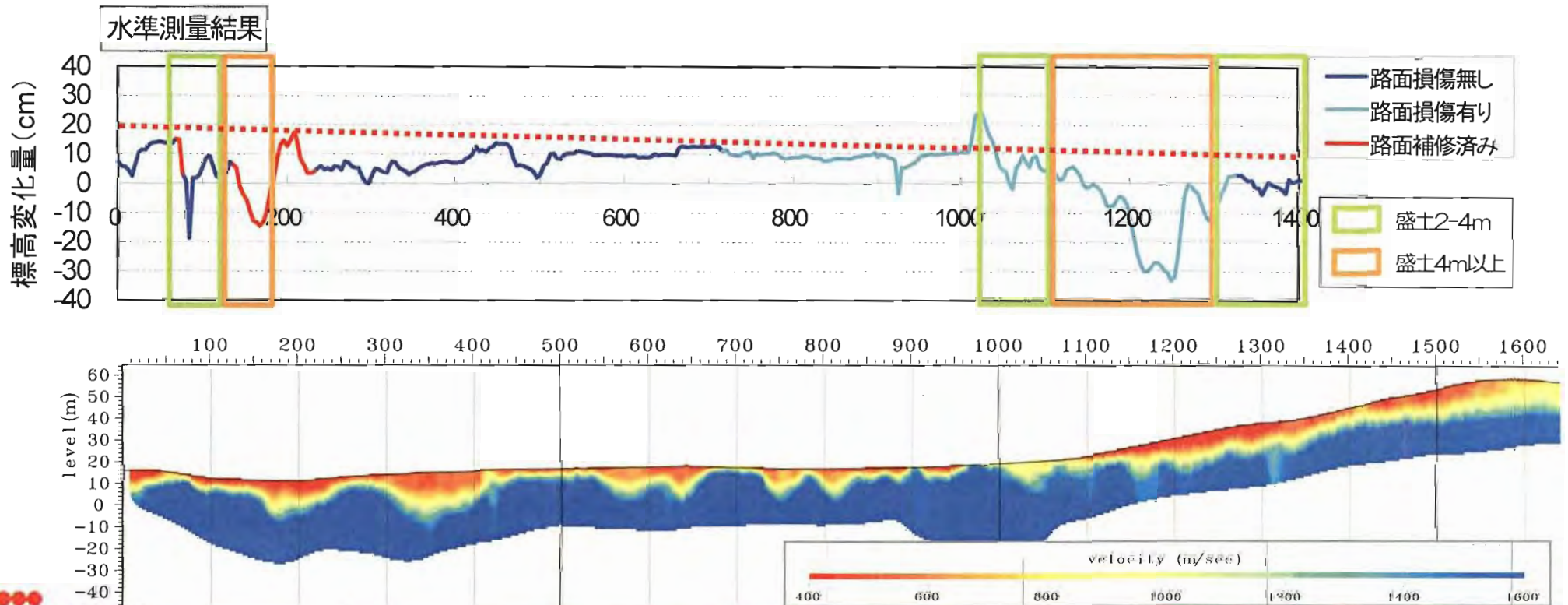
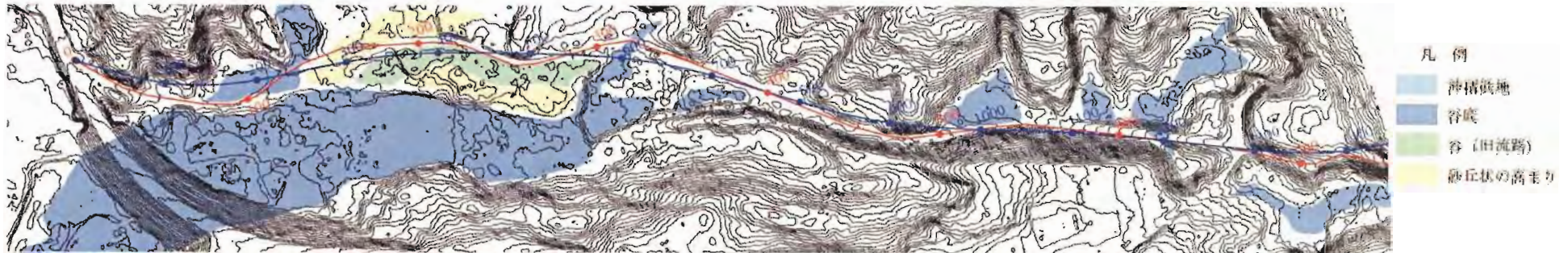


北-2測線沿いの沖積層等の分布状況について



北-2測線沿いの沖積層等の分布状況について

- 北-2測線沿いの海側（起点から約1000m付近までの範囲）では、反射法地震探査（P波）において低速度域が分布する範囲は、水準測量において全体の変動傾向（赤破線）より沈下する範囲と対応が良い。



1. 柏崎平野及びその周辺の地質・地質構造について

① 長嶺背斜東側の断層の活動性について

② 敷地北側の安田層一番神砂層境界の標高分布について

2. 水準測量結果について

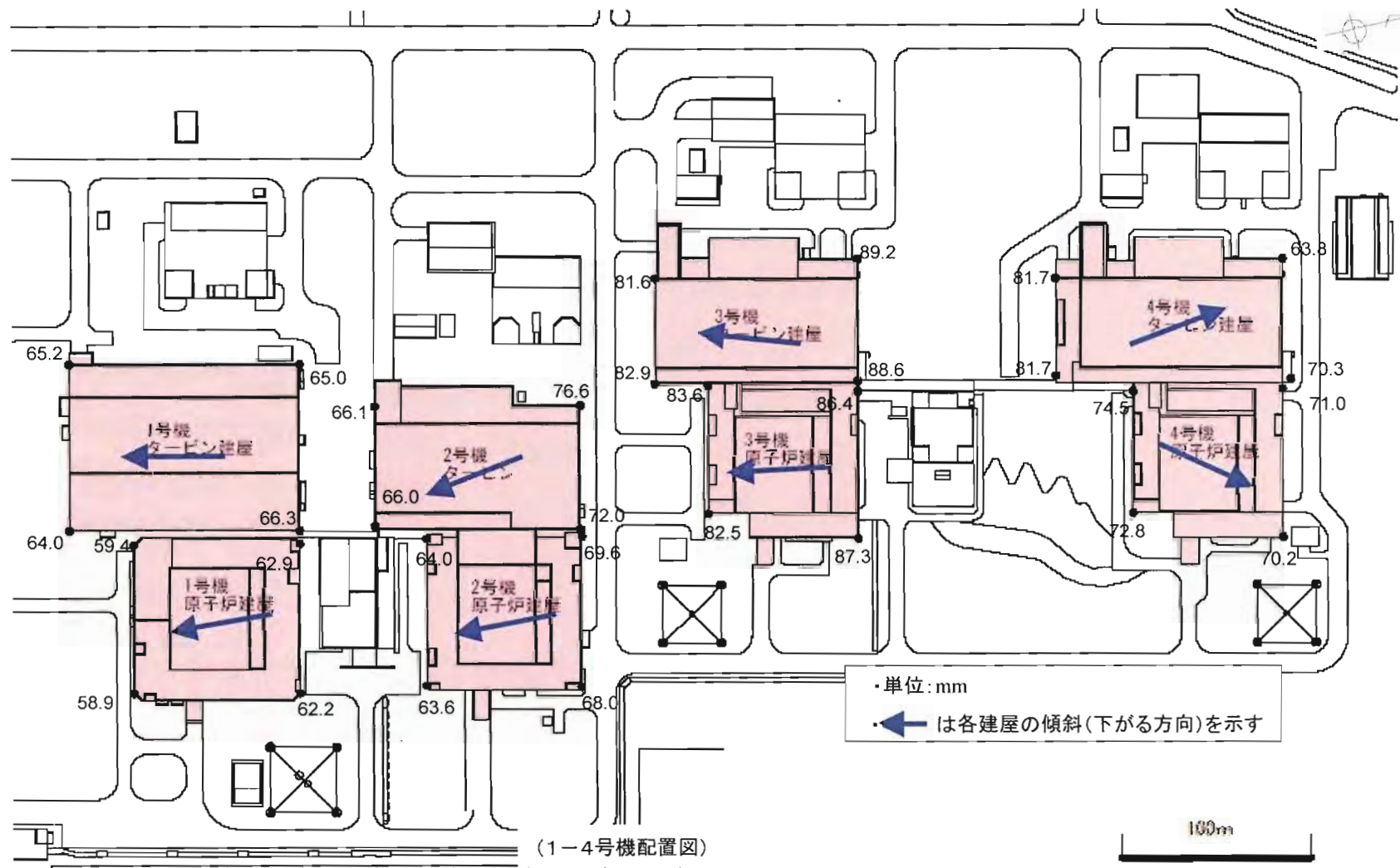
① 水準測量結果（北-2測線）に関する補足説明

② 建屋の水準測量結果に関する補足説明

敷地の変動：建屋水準測量（1-4号機側）

合同W13-2-2
からの再掲

- 測量結果にばらつきはあるものの、6~9cm程度（平均約7cm）の隆起が見られる。

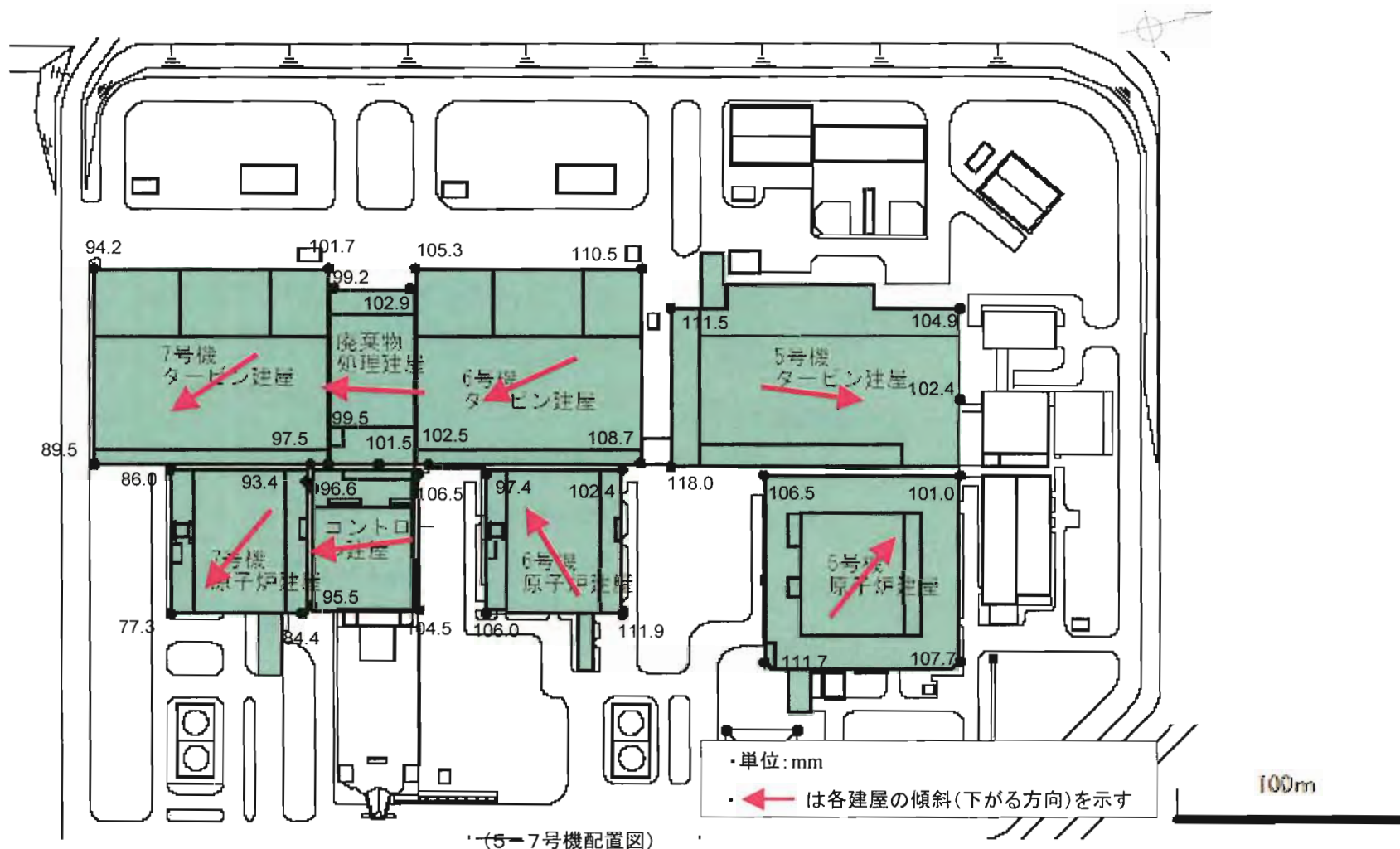


・建屋レベル変動図は、地震前水準測量(平成18年5月に実施)に対する地震後水準測量(平成20年2月に実施)の差分

敷地の変動：建屋水準測量（5-7号機側）

合同W13-2-2
からの再掲

- 測量結果にばらつきはあるものの、8~12cm程度（平均約10cm）の隆起が見られる。

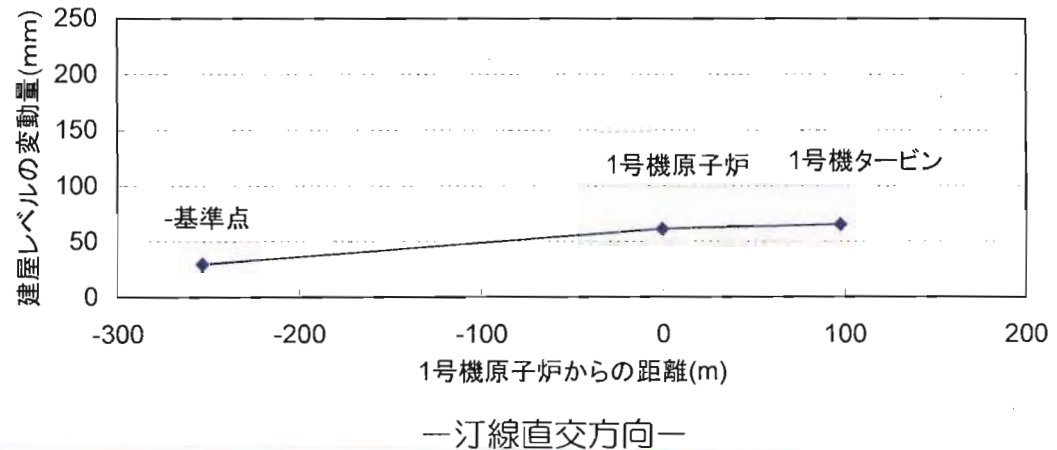
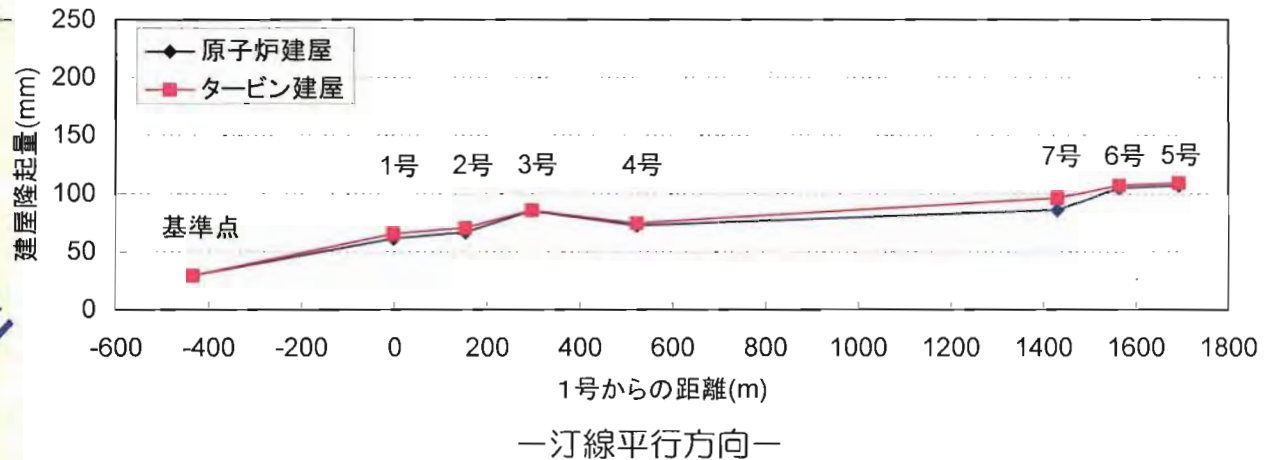


・建屋レベル変動図は、地震前水準測量(平成18年5月に実施)に対する地震後水準測量(平成20年2月に実施)の差分

敷地の変動：建屋水準測量

合同W13-2-2
からの再掲

- 汀線平行方向には、基準点から北側に向かい、緩やかに隆起する傾向を示す。隆起量の傾きは、非常に小さい（距離約2100mに対して、約8cmの隆起量）。
- 汀線直交方向にも、基準点から海側に向かい、緩やかに隆起する傾向を示す。隆起量の傾きは、非常に小さい（距離約350mに対して、約3.5cmの隆起）。
- 隆起量の増加傾向のばらつきは、地盤物性の局所的なばらつきなどの影響と考えている。



建屋水準測量結果について

- 建屋水準測量結果を、敷地の地質構造（褶曲、断層）および地殻変動量の局所的な変動幅と比較し、建屋の上下変動量の分布が、発電所の敷地にとって問題となる動きか否かを検討する。

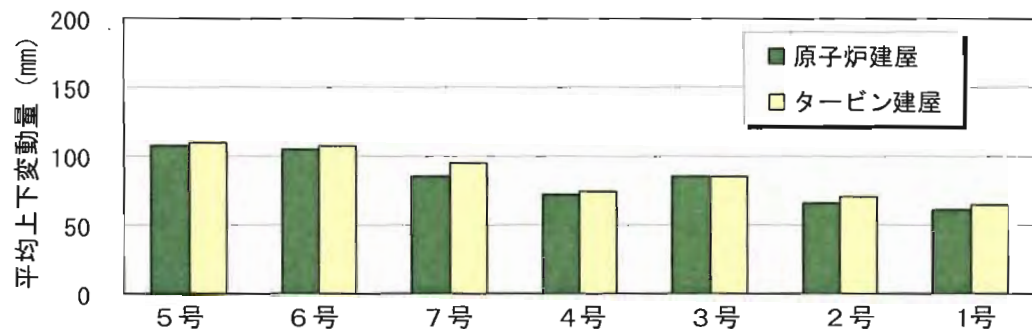
地質構造との対比

- ① 褶曲構造（後谷背斜、真殿坂向斜）との関係
- ② 敷地内断層（V系断層）との関係

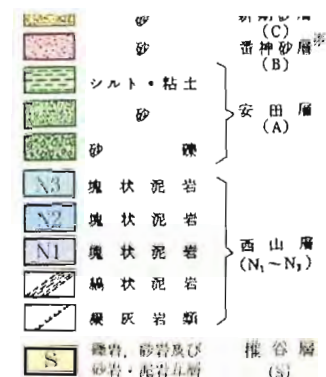
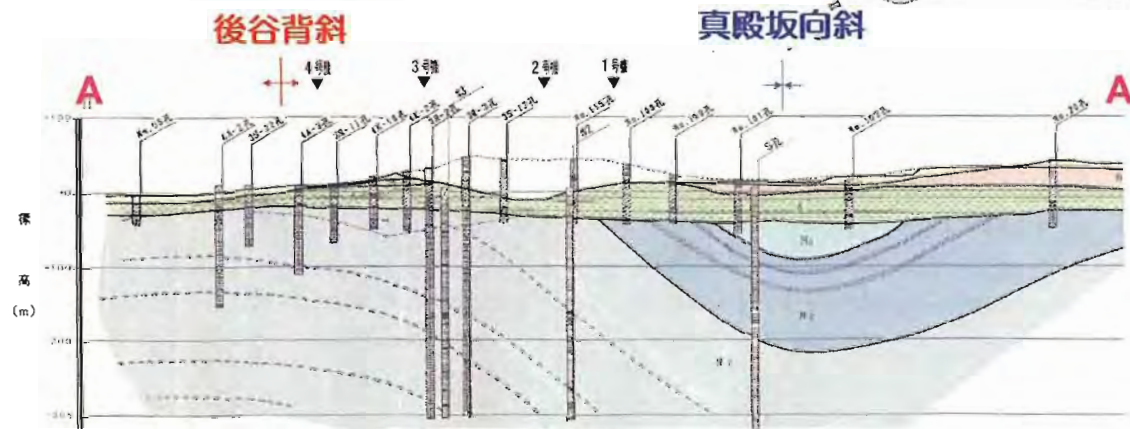
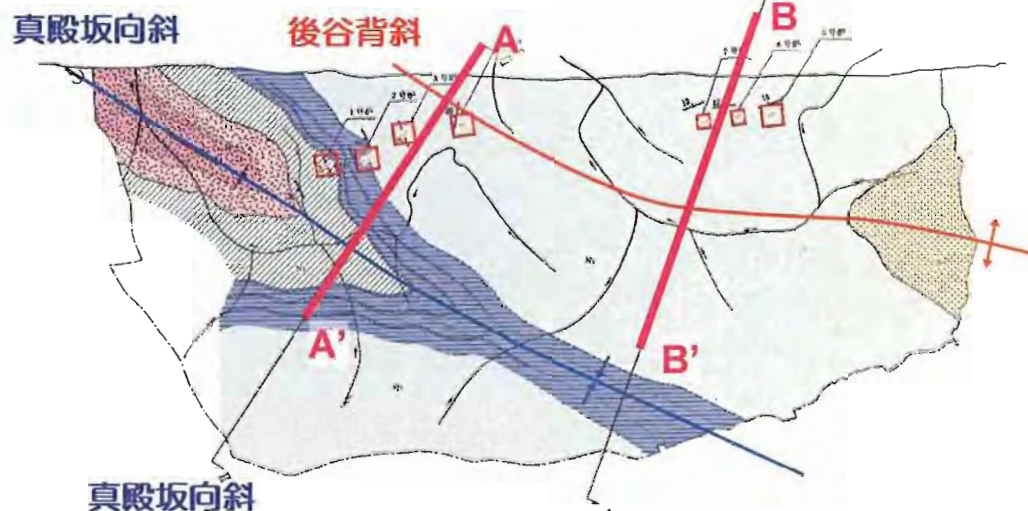
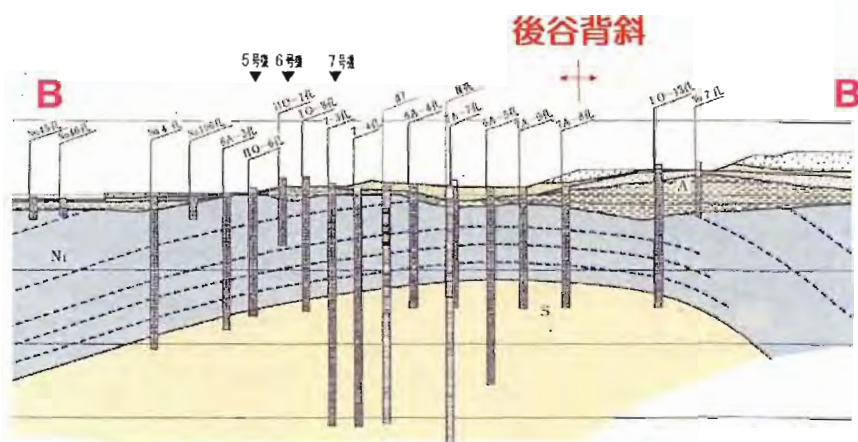
地殻変動量の局所的な変動幅との対比

- ① 発電所敷地周辺の一等水準点の地震前後の変動量と国土地理院の震源断層モデルによる想定変動量との比較から評価される敷地周辺の地殻変動量の局所的な変動幅との対比
- ② 一等水準点の地震前後の変動量と、その分布から補間関数を用いて想定される地殻変動量との比較から評価される発電所敷地周辺の地殻変動量の局所的な変動幅との対比

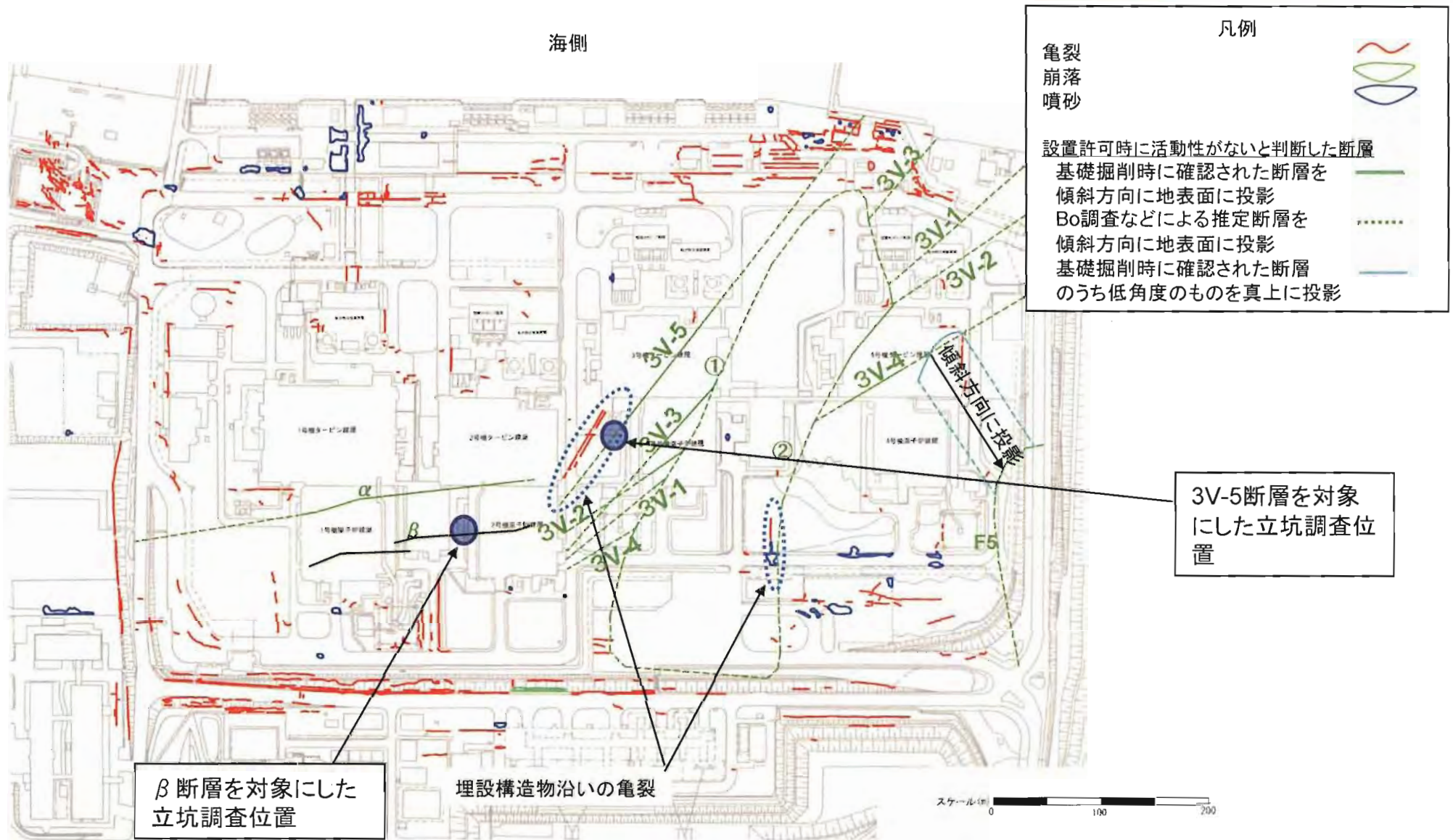
建屋と褶曲構造との位置関係について



■ 建屋の上下変動量の分布は、背斜軸部で大きくなる傾向は認めらず、3号機は背斜軸上に位置していない。



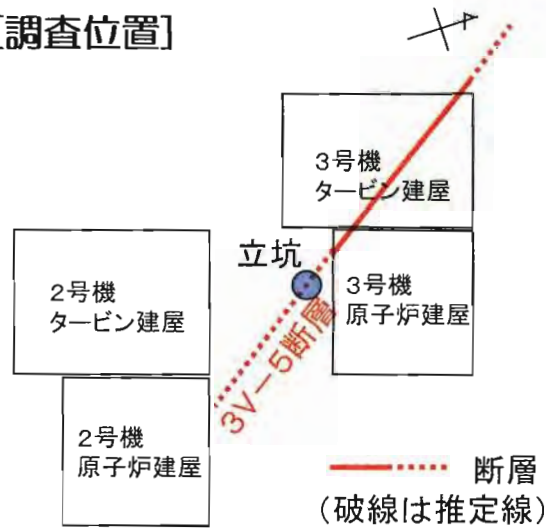
建屋の隆起傾向と地質構造との関係について



1 - 4号機側の敷地内断層

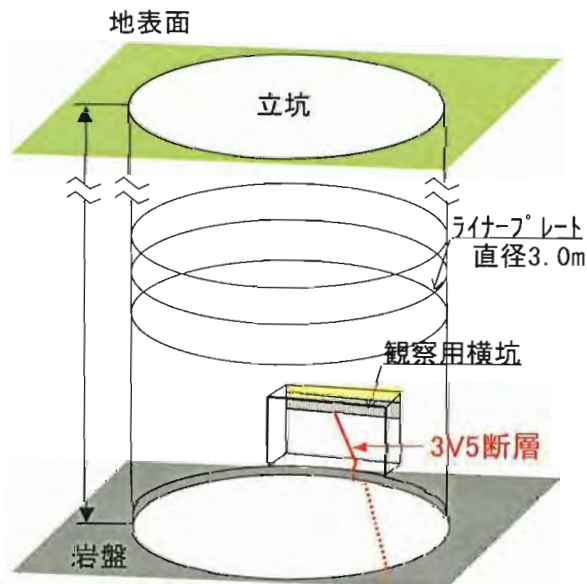
敷地内断層「V系断層」の調査結果

[調査位置]



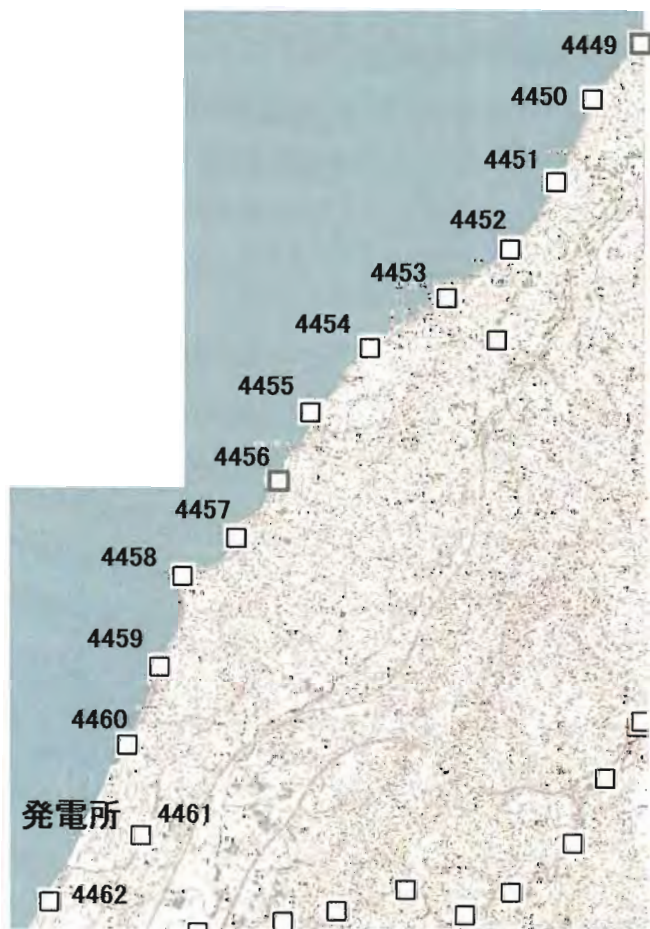
- 上の砕石に変位がないことから、今回の地震に伴って3V-5断層は動いていないことを確認。

[調査の概念図]



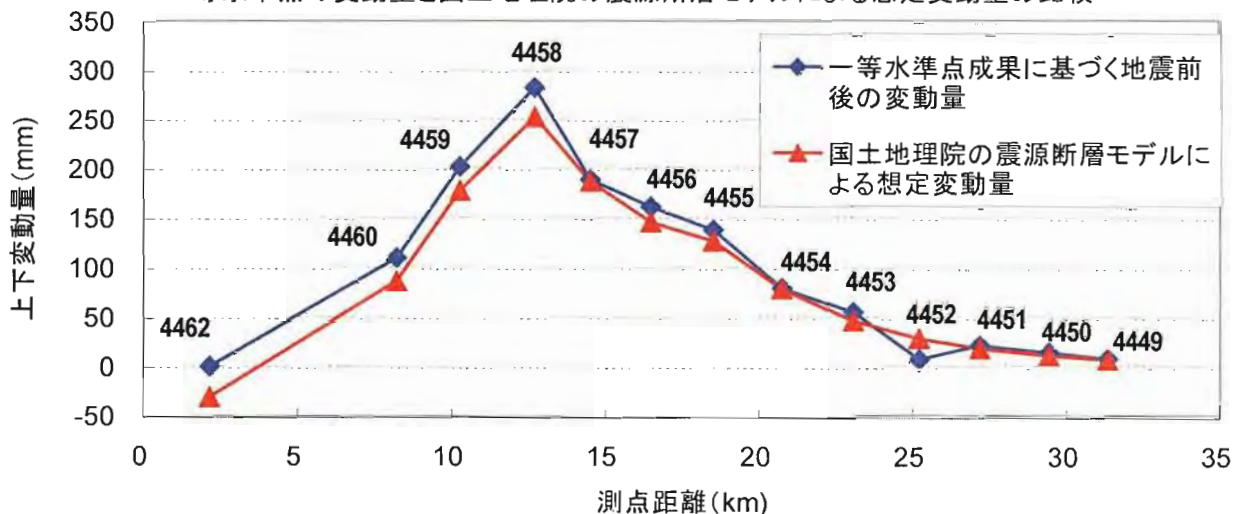
地殻変動量の局所的な変動幅について

- 一等水準点の地震前後の変動量を、国土地理院の震源断層モデルより想定される上下変動量と比較し、地殻変動量の局所的な変動幅（ばらつき）を検討する。

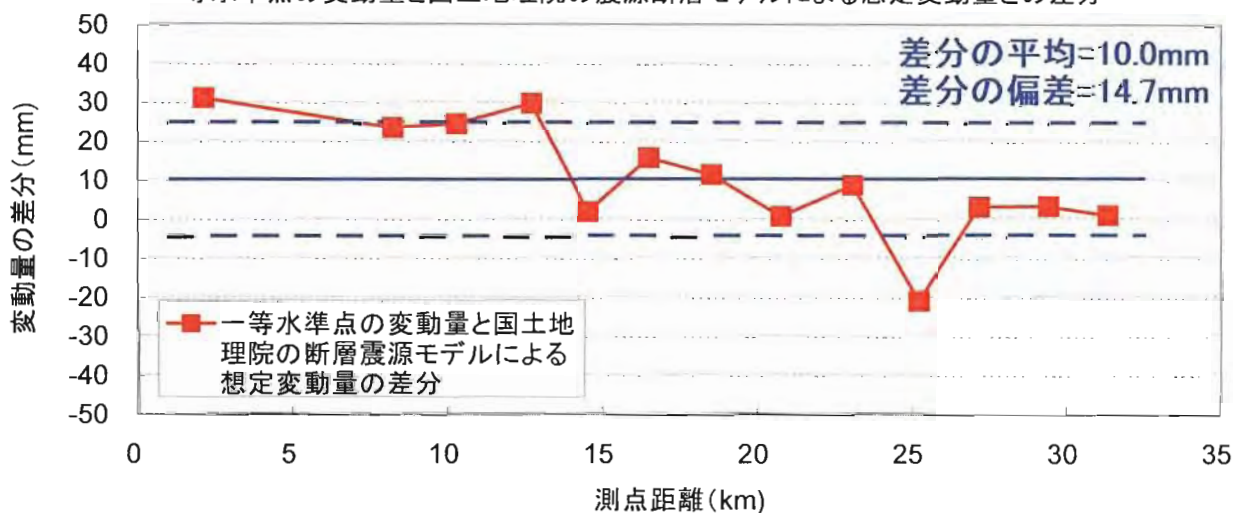


発電所敷地周辺の一等水準点位置図

一等水準点の変動量と国土地理院の震源断層モデルによる想定変動量の比較

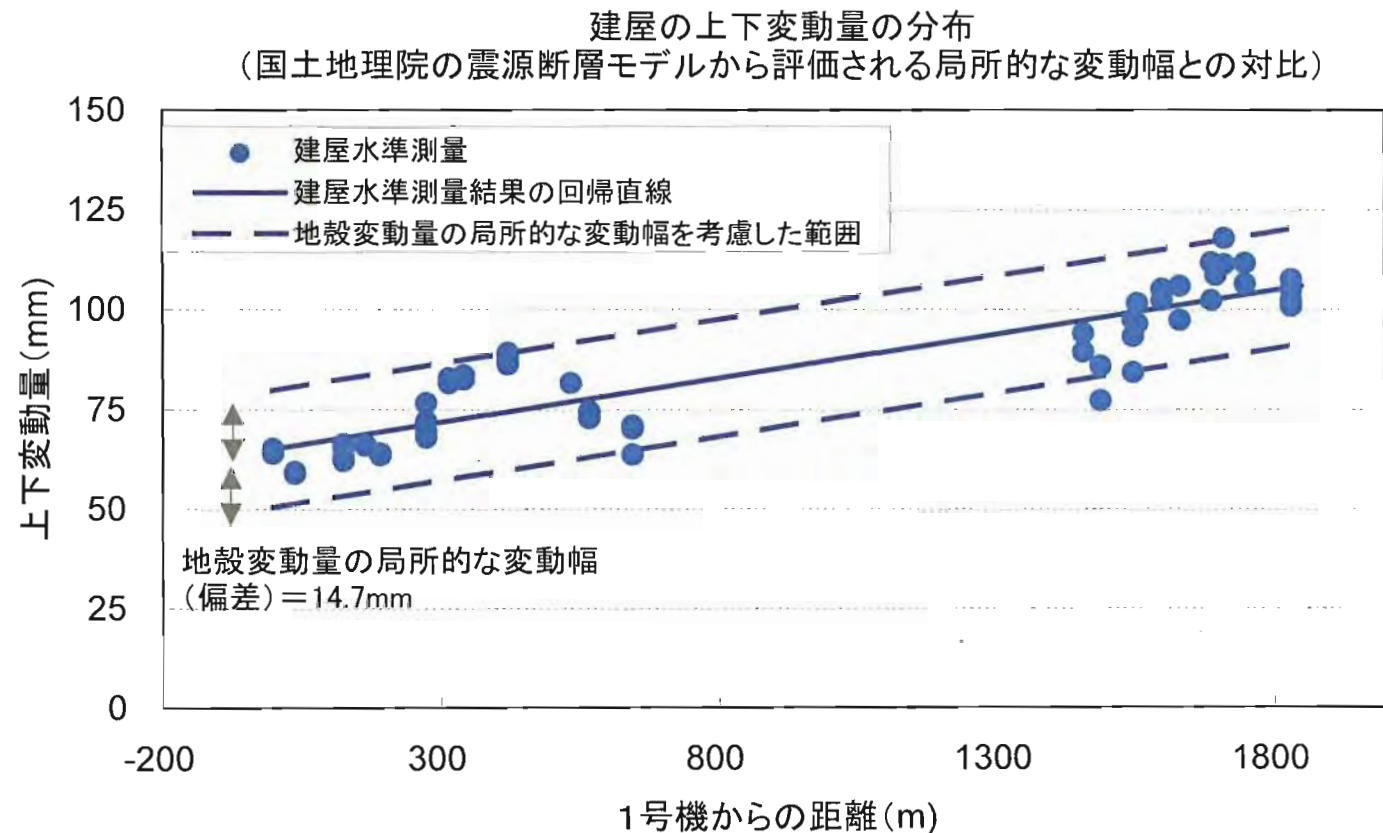


一等水準点の変動量と国土地理院の震源断層モデルによる想定変動量との差分



建屋の上下変動量の分布について

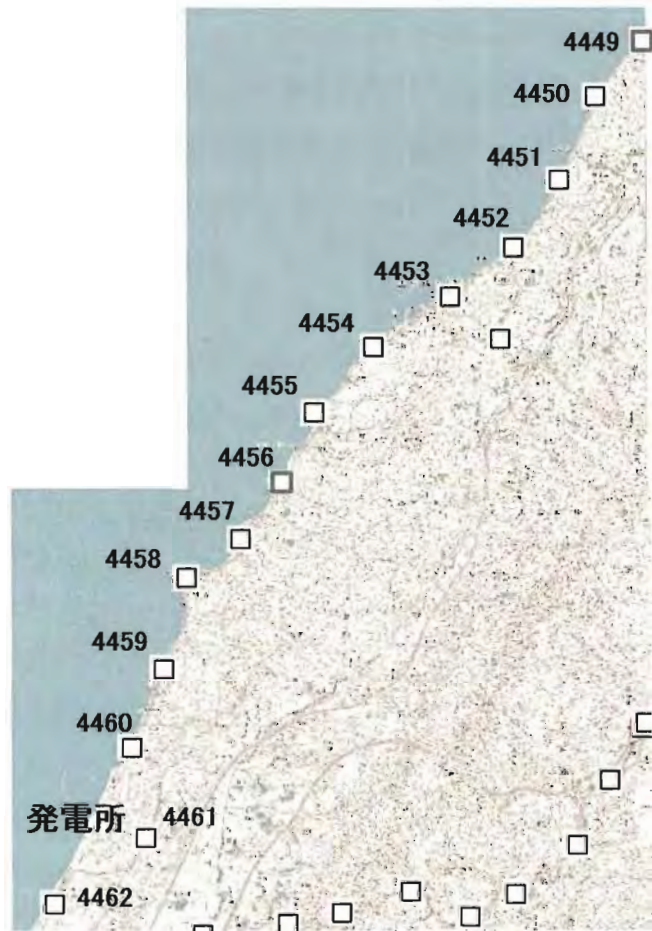
- 下図に、建屋水準測量結果とその回帰直線を示す。さらに、一等水準点の変動量と国土地理院の震源断層モデルから想定される変動量との比較から評価される地殻変動量の局所的な変動幅（ばらつき）を破線にて示す。
- 下図より、建屋水準測量により捉えられた建屋の上下変動量の分布は、発電所敷地周辺の地殻変動量の局所的な変動幅の範囲内に概ね入っていることを確認した。



地殻変動量の局所的な変動幅について

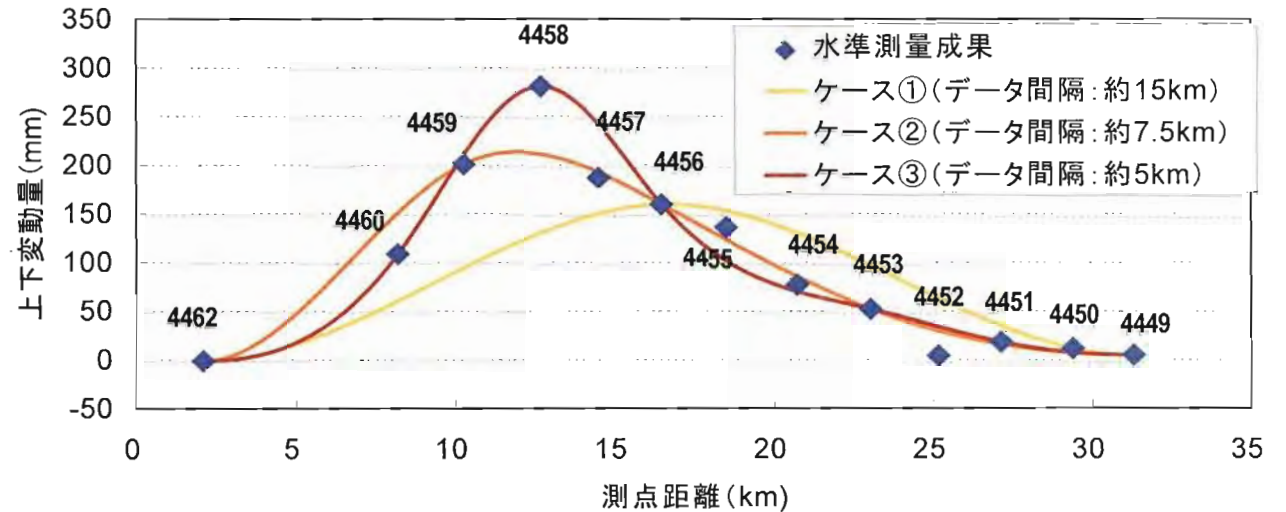
- 一等水準点の変動量を、スプライン関数を用いて想定される地殻変動量と比較し、地殻変動量の局所的な変動幅（ばらつき）を検討する。

一等水準点の地震前後の変動量とスプライン補間関数

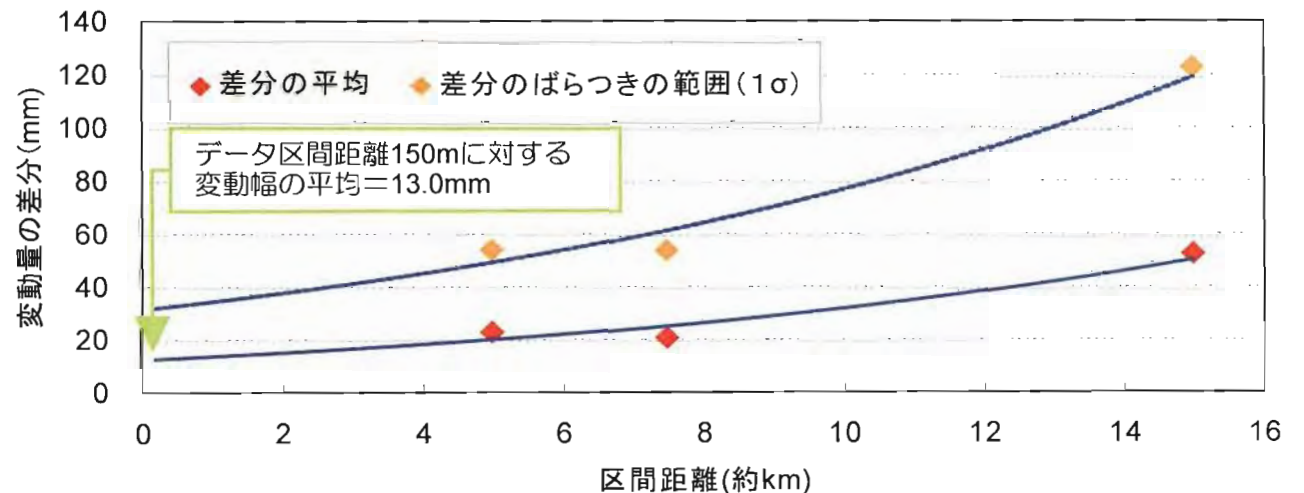


発電所敷地周辺の一等水準点位置図

国土地理院HPIに加筆

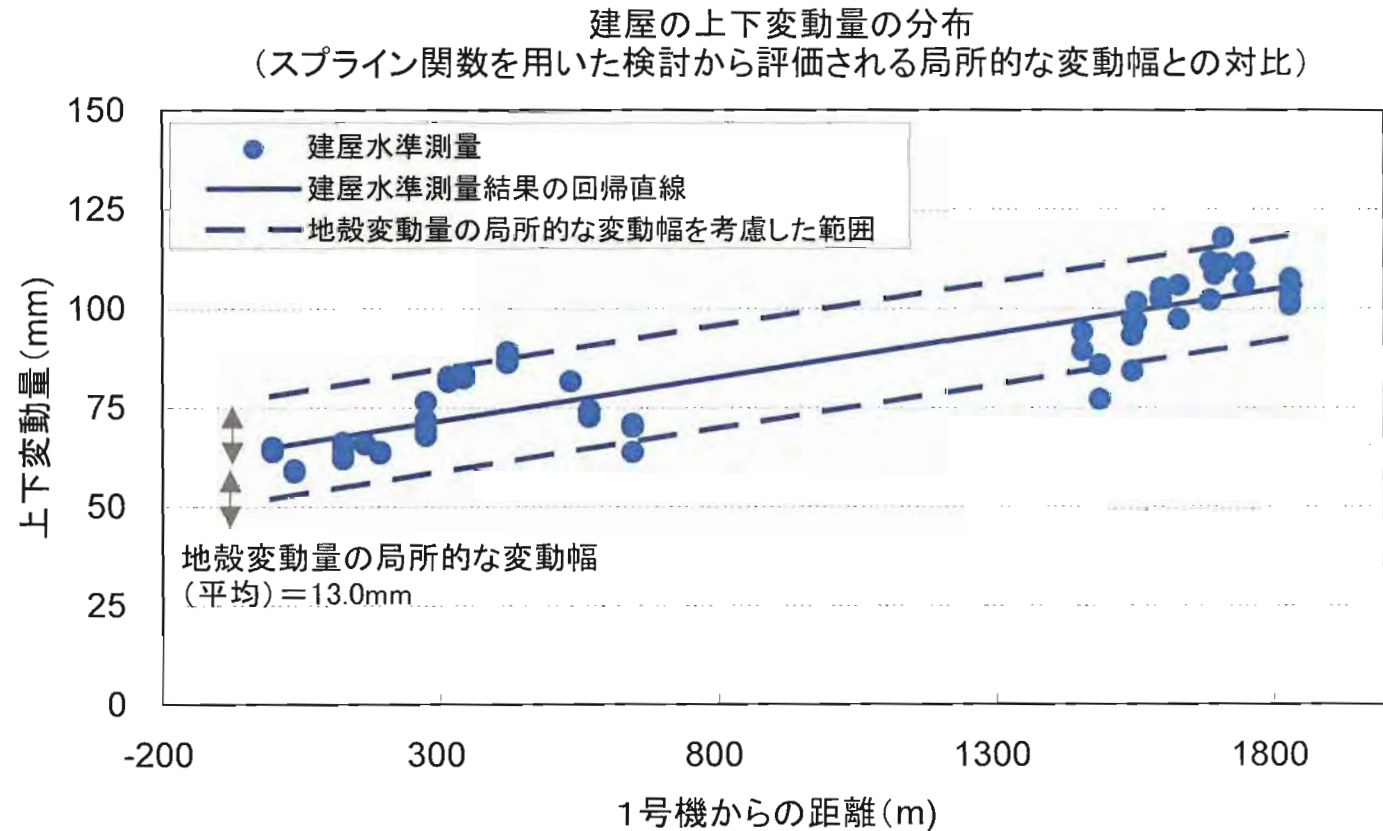


一等水準点の変動量とスプライン関数より想定される変動量との差分



建屋の上下変動量の分布について

- 下図に、建屋水準測量結果とその回帰直線を示す。さらに、一等水準点の変動量とスプライン関数から想定される変動量との比較から評価される地殻変動量の局所的な変動幅（ばらつき）を破線にて示す。
- 下図より、建屋水準測量により捉えられた建屋の上下変動量の分布は、発電所敷地周辺の地殻変動量の局所的な変動幅の範囲内に概ね入っていることを確認した。



建屋水準測量結果について

- 建屋水準測量により捉えられた建屋の上下変動量の分布は、後谷背斜および真殿坂向斜の褶曲構造との対応は認められない。また、隆起量が大きい3号機建屋付近のV断層について、3V-5断層を選定して立坑調査を行い、地震により動いていないことを確認した。
- 建屋水準測量により捉えられた建屋の上下変動量の分布は、発電所敷地周辺の一等水準点の地震前後の変動量の分布から推定される地殻変動量の局所的な変動幅の範囲内に概ねはいることことを確認した。