

第65回地域の会 地盤・地質・地震関係ご説明資料

平成20年11月5日

東京電力株式会社

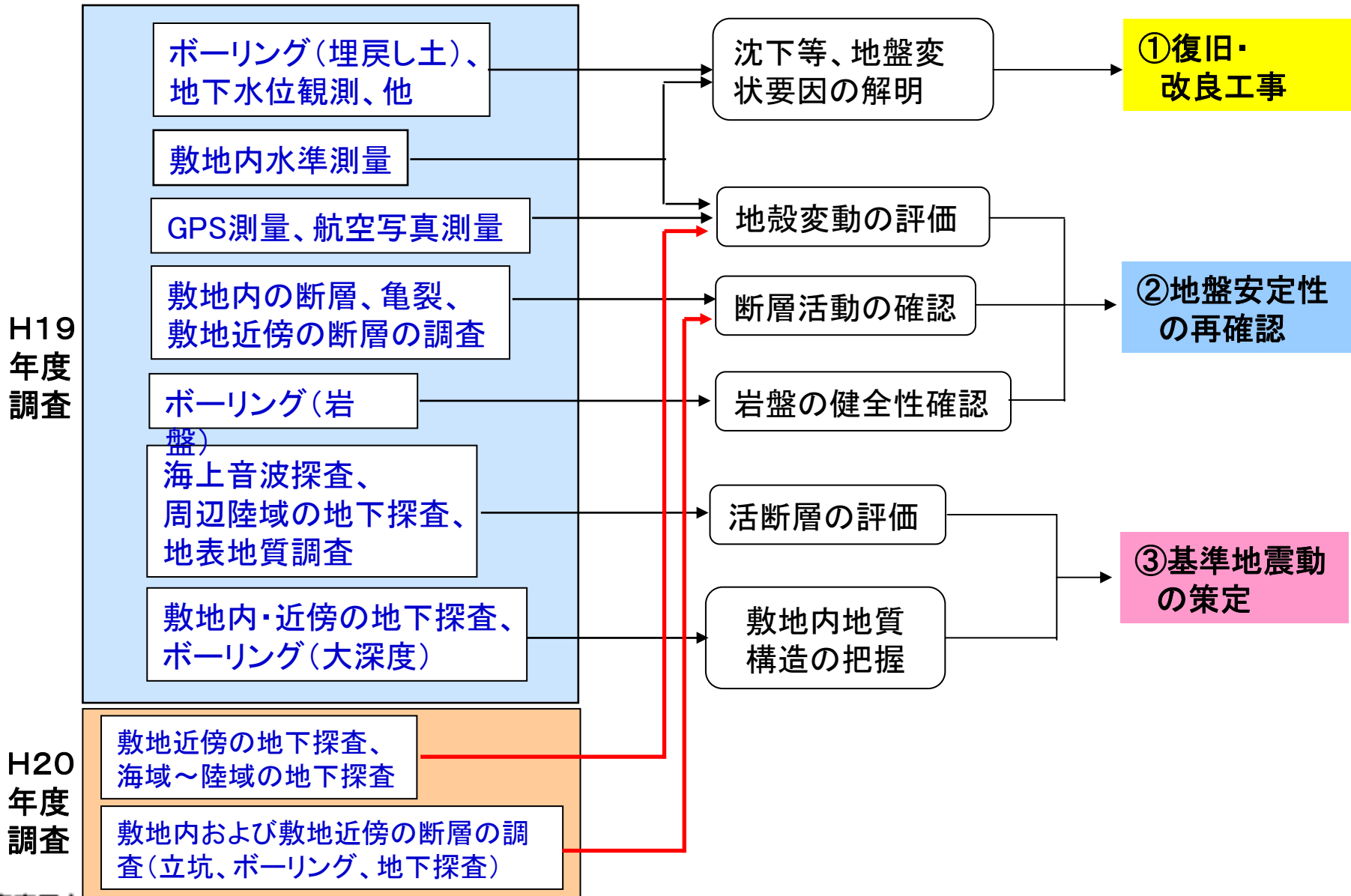


東京電力

本日のご説明事項

1. 地質・地盤調査
2. 基準地震動（ S_s ）の策定
3. 水準測量で捉えられた建屋の傾斜に対する健全性
4. 真殿坂断層の活動性

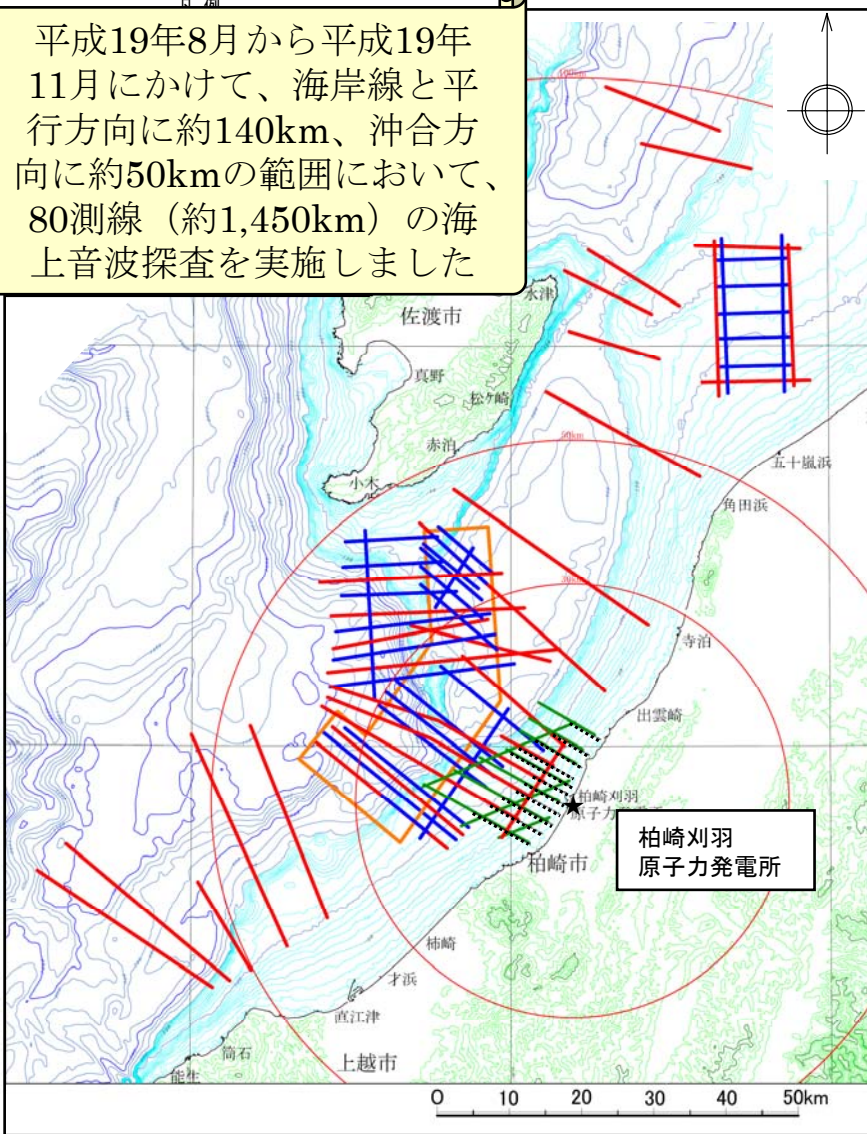
地質調査の概要



H19年度調査

【海上音波探査】H19年8月～11月

平成19年8月から平成19年11月にかけて、海岸線と平行方向に約140km、沖合方向に約50kmの範囲において、80測線（約1,450km）の海上音波探査を実施しました



【周辺陸域の地下探査】H19年9月～H20年4月

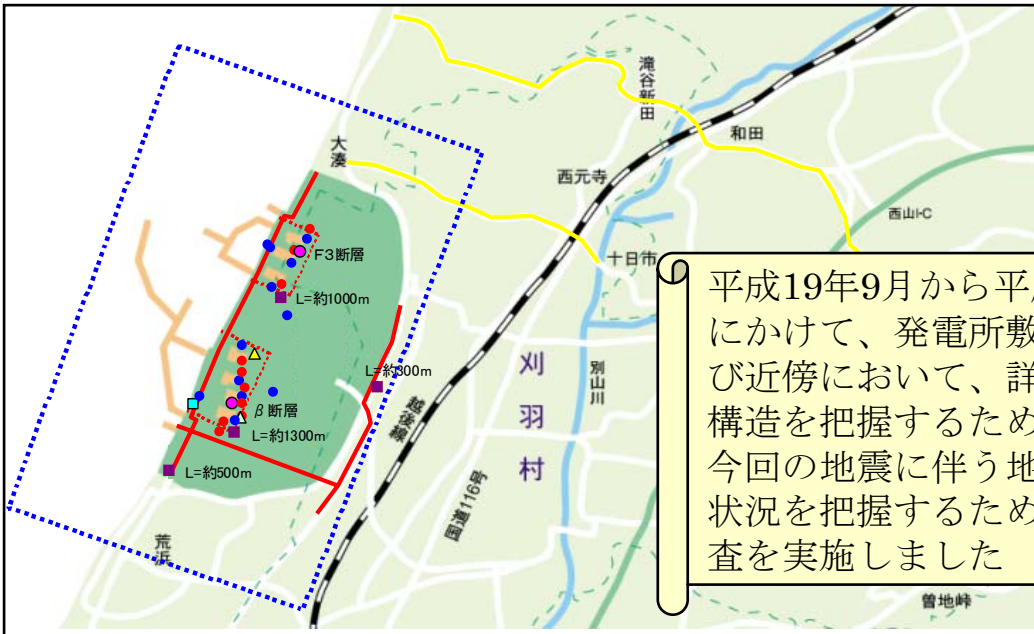
平成19年9月から平成20年4月にかけて、発電所から半径30kmおよび長岡平野西縁断層帯を含む範囲において、14測線（約110km）の反射法地震探査を実施しました



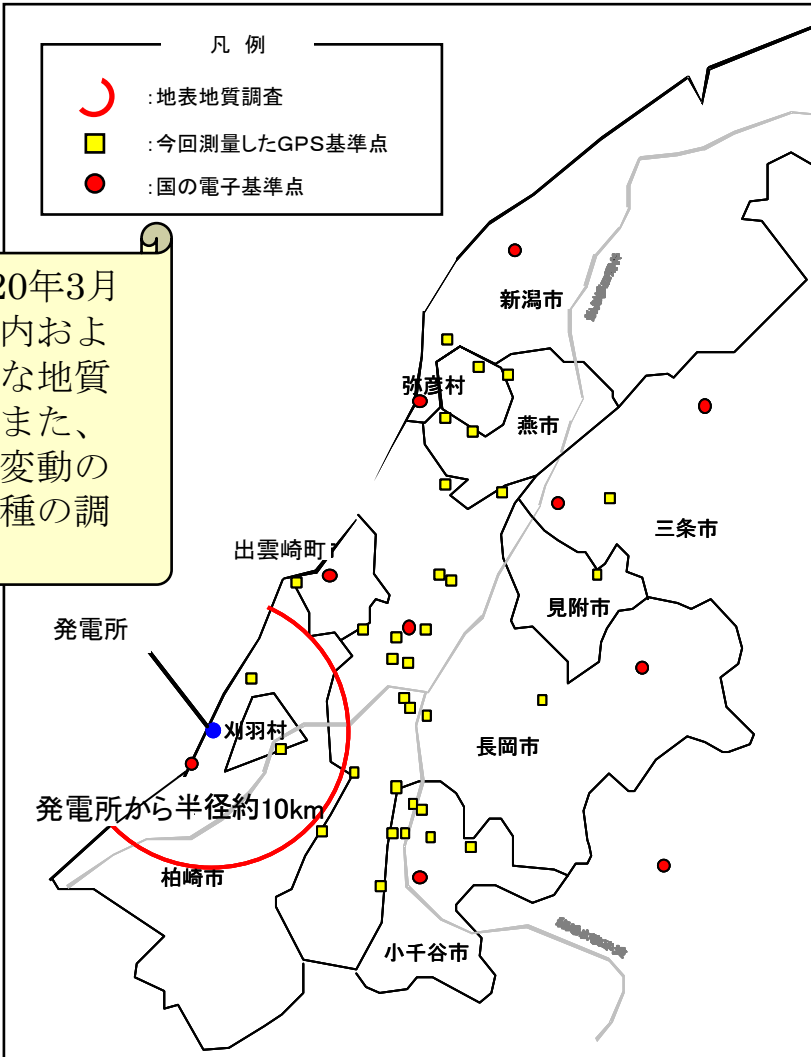
※測線⑧、⑨については積雪のため、
⑧の測定は平成20年4月9日に終了
⑨の測定は平成20年4月2日に終了

H19年度調査

【発電所敷地内および近傍の調査】 H19年9月～H20年3月



平成19年9月から平成20年3月にかけて、発電所敷地内および近傍において、詳細な地質構造を把握するため、また、今回の地震に伴う地殻変動の状況を把握するため各種の調査を実施しました



- 凡例
- : 地表地質調査
 - : 今回測量したGPS基準点
 - : 国の電子基準点

- 凡例
- : 地下探査結果と地質を対比するためのボーリング
 - : 埋戻し土を対象としたボーリング
 - : 岩盤を対象としたボーリング
 - : 敷地内の断層調査
 - : 敷地内の亀裂調査
 - : 航空写真測量
 - : 発電所内地形測量
 - : 地表弾性波探査
 - : 埋戻し土掘削調査
 - : 敷地近傍の断層の調査(水準測量)
 - : 地下探査(敷地内)

H20年度調査

H20年4月～H20年6月

平成20年4月から平成20年5月にかけて、発電所全面の海域から発電所敷地内および近傍にかけて、より深部までの地下構造を詳細に把握するため、国内最大級の音波探査船も用いた海～陸連続的な地下探査を実施しました

凡例

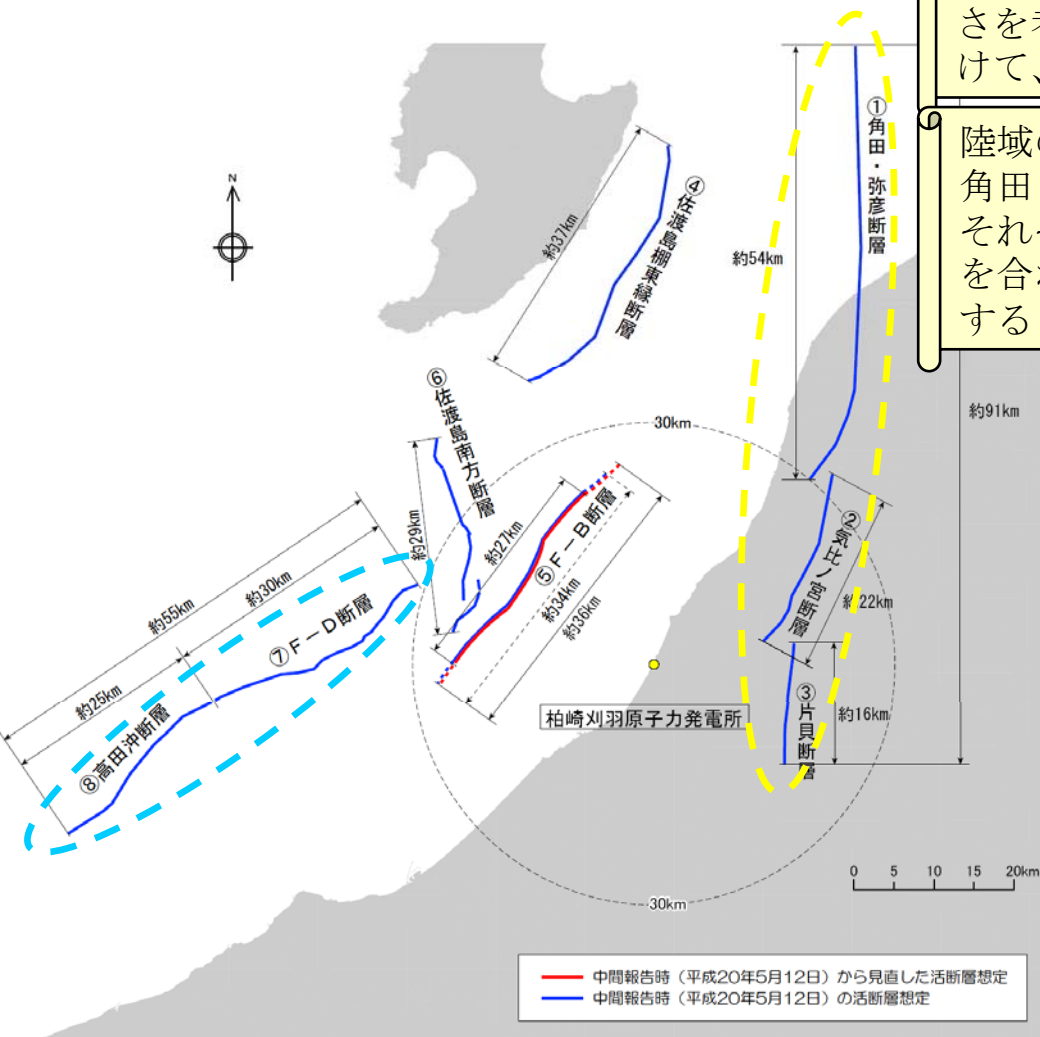
- 敷地近傍の地下探査
(破線は受振のみの区間)
- 陸・海域の地下探査
(破線は発振のみの区間)
- 敷地内の断層の調査
 - ▲ 立孔調査(V系)
 - 群列ボーリング
- 敷地近傍の断層の調査
 - 地下探査
 - ボーリング調査



海域・陸域の活断層の評価結果

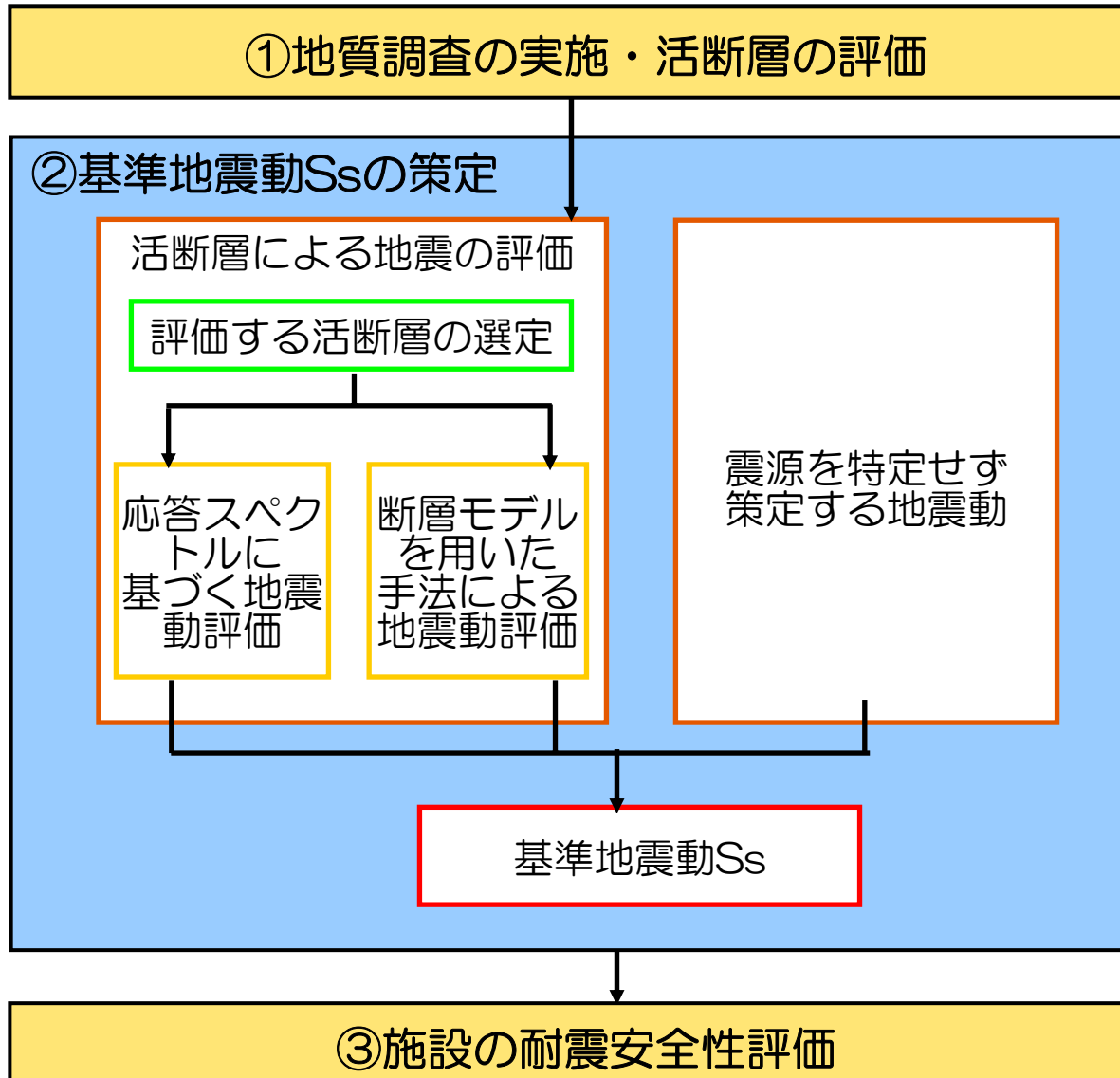
海域の活断層としては、F-B断層について地質調査結果に基づく活動的な区間は約27kmであるが、不確かさを考慮した断層長さは、その後の国による審議を受けて、当初の約34kmから約36kmに再評価しました。

陸域の活断層としては、長岡平野西縁断層帯について角田・弥彦断層、気比ノ宮断層、片貝断層の各断層は、それぞれ独立した活断層と考えられるが、3つの断層を合わせた91kmの区間が同時に活動する場合も考慮することとしました。



	調査結果 (単位： km)	同時活動を 考慮
佐渡島棚東縁断層	37	なし
F-B断層	34→36	なし
佐渡島南方断層	29	なし
F-D断層	30	長さ 55km
高田沖断層	25	
角田・弥彦断層	54	長さ 91km
気比ノ宮断層	22	
片貝断層	16	

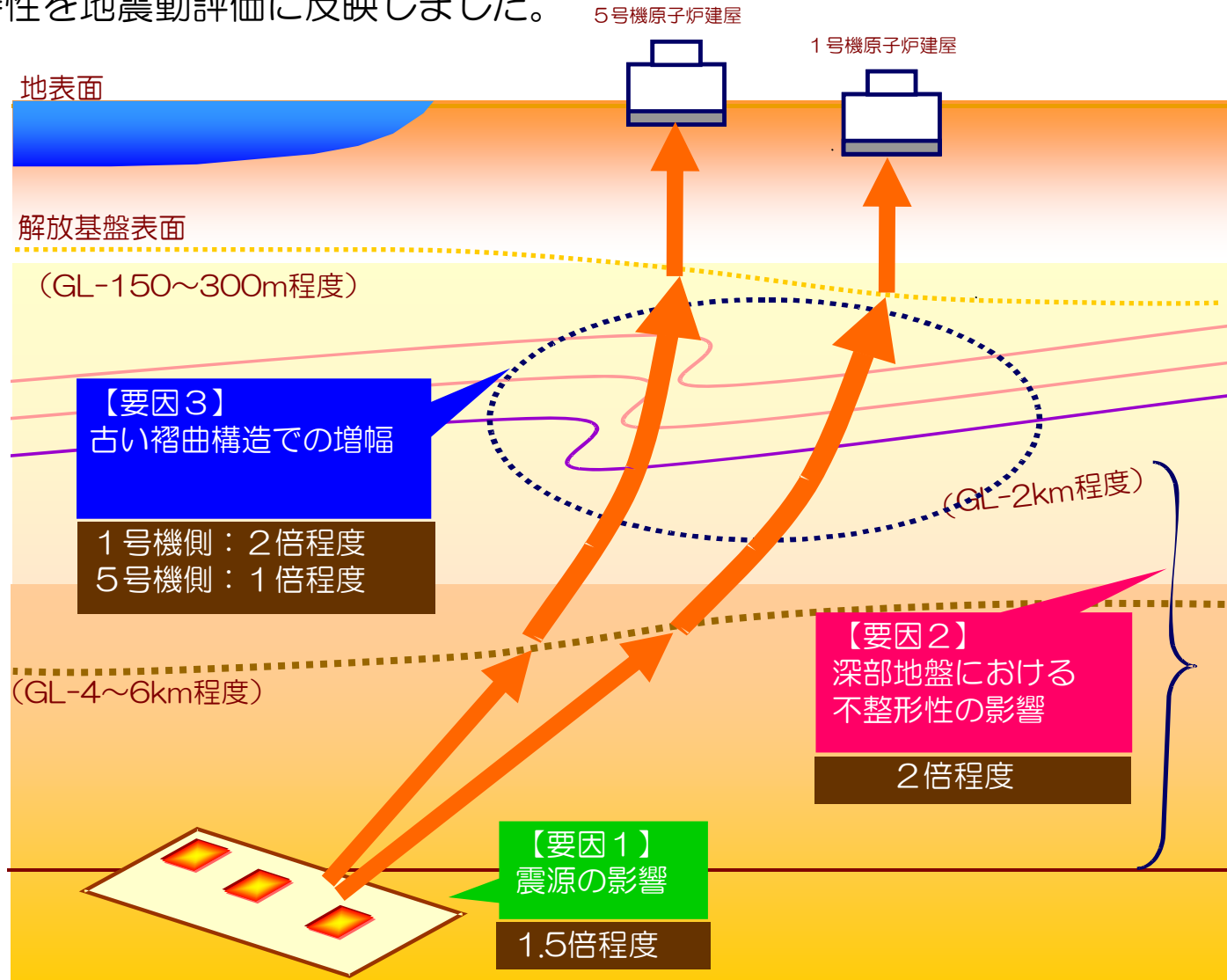
基準地震動の策定の方針



- ★新指針で考慮する事項
不確かさの考慮
(断層の連動, 断層長さ
の安全側の設定)
- ★中越沖地震を踏まえた
耐震安全性評価に反映す
べき事項

新潟県中越沖地震の分析に基づく反映事項

新潟県中越沖地震時に取得された地震観測データの分析結果に基づいて、以下のような敷地の地震動特性を地震動評価に反映しました。



検討用地震の選定及び地震動評価（その1）

検討用地震

- 活断層による敷地への影響を評価し、以下の二つの活断層を検討用地震として選定しました

海域の活断層

- F-B断層による地震（M7.0）

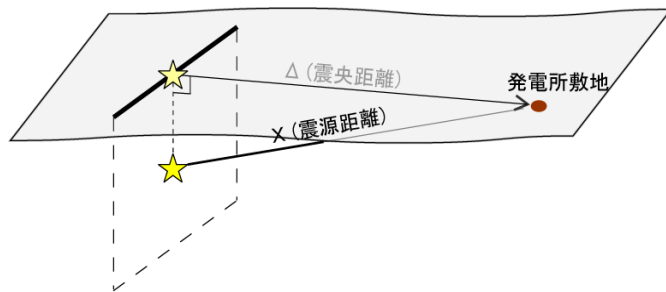
陸域の活断層

- 長岡平野西縁断層帯による地震（M8.1）

地震動評価

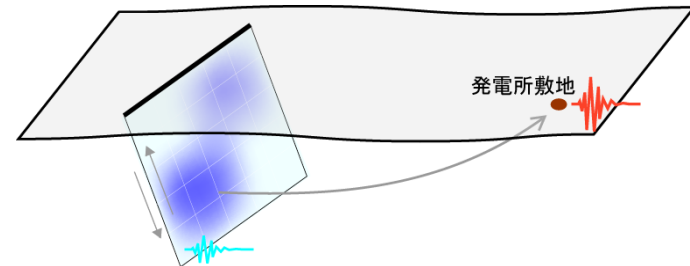
- 応答スペクトルに基づく地震動評価

- ・ Noda et al.(2002)による応答スペクトル評価
- ・ 補正係数を海域で発生した地震と陸域で発生した地震で分けて評価



- 断層モデルを用いた手法による地震動評価

- ・ 想定した震源域で発生した中小地震を要素地震として用いることにより、伝播特性等を反映することが可能な経験的グリーン関数法で評価



検討用地震の選定結果及び地震動評価（その2）

- 検討用地震の応答スペクトル・断層モデルによる地震動評価結果をそれぞれ基準地震動Ssとして設定しました

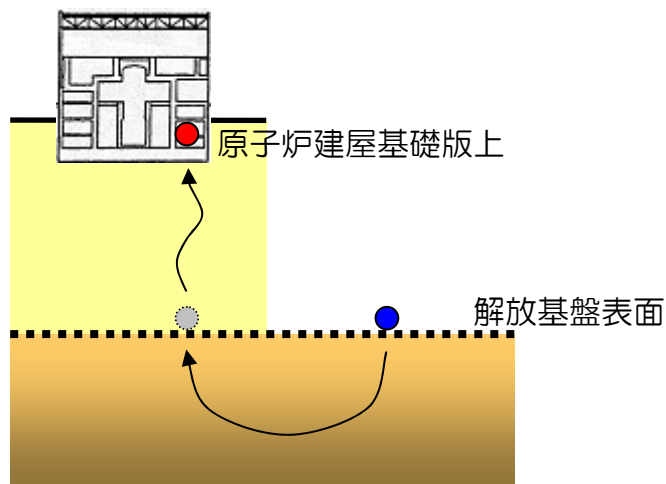
基準地震動	検討用地震	地震動評価手法
Ss-1	F-B断層による地震 (M7.0)	応答スペクトル
Ss-2		断層モデル
Ss-3	長岡平野西縁断層帯 による地震 (M8.1)	応答スペクトル 〔 応力降下量 標準の1.5倍、傾斜角50° + 応力降下量 標準、傾斜角35° 〕
Ss-4		断層モデル (応力降下量 標準の1.5倍、傾斜角50°)
Ss-5		断層モデル (応力降下量 標準、傾斜角35°)

基準地震動Ss

■ 基準地震動Ssの評価結果

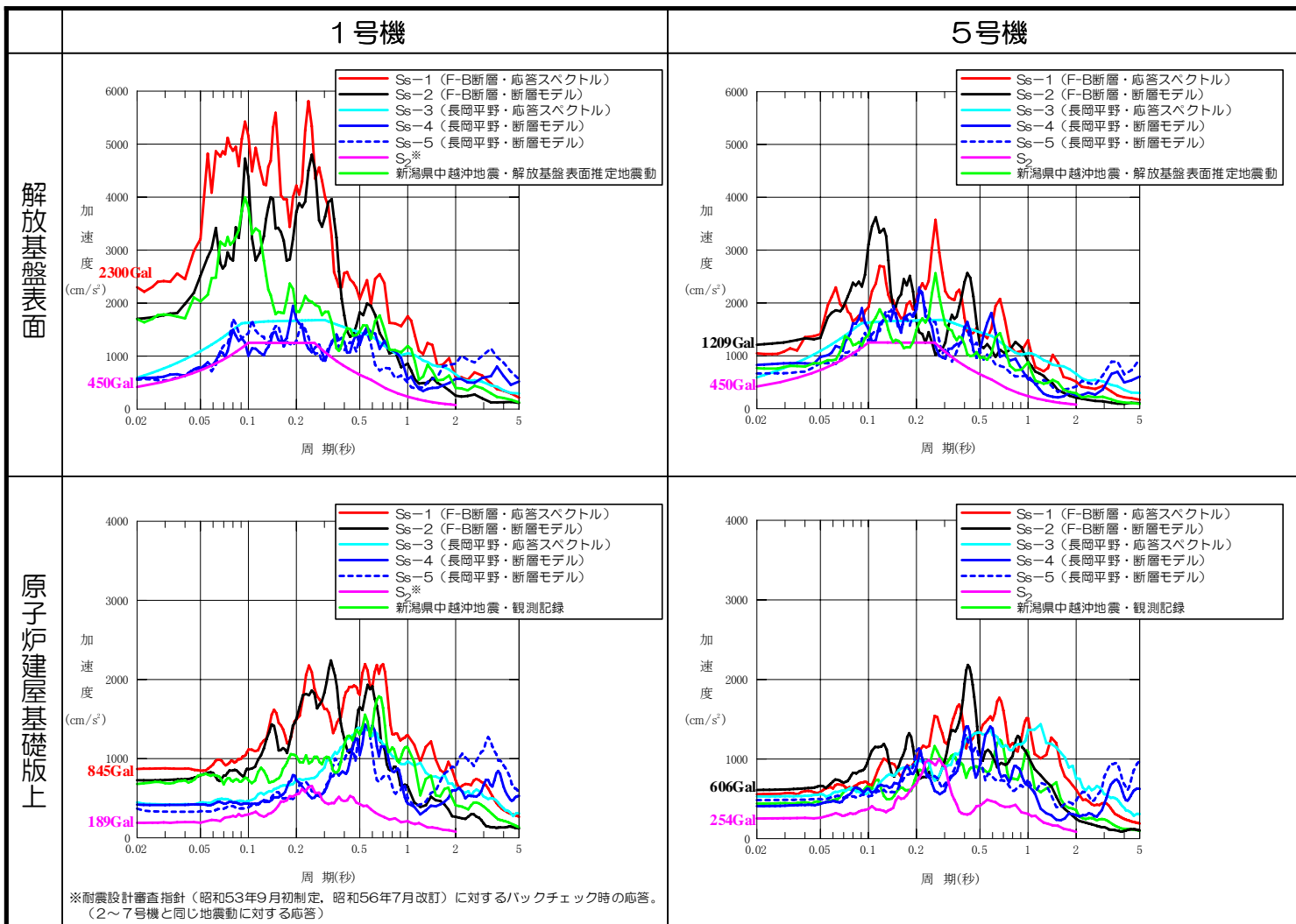
対象とする地震	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
新潟県中越沖地震 (観測値：基礎上)	680	606	384	492	442	322	356
基準地震動Ssの応答値 (基礎上)	845	809	761	704	606	724	738
基準地震動Ssの最大値 (解放基盤表面)	2,300				1,209		

(東西成分の最大値)



基準地震動Ssの応答スペクトル

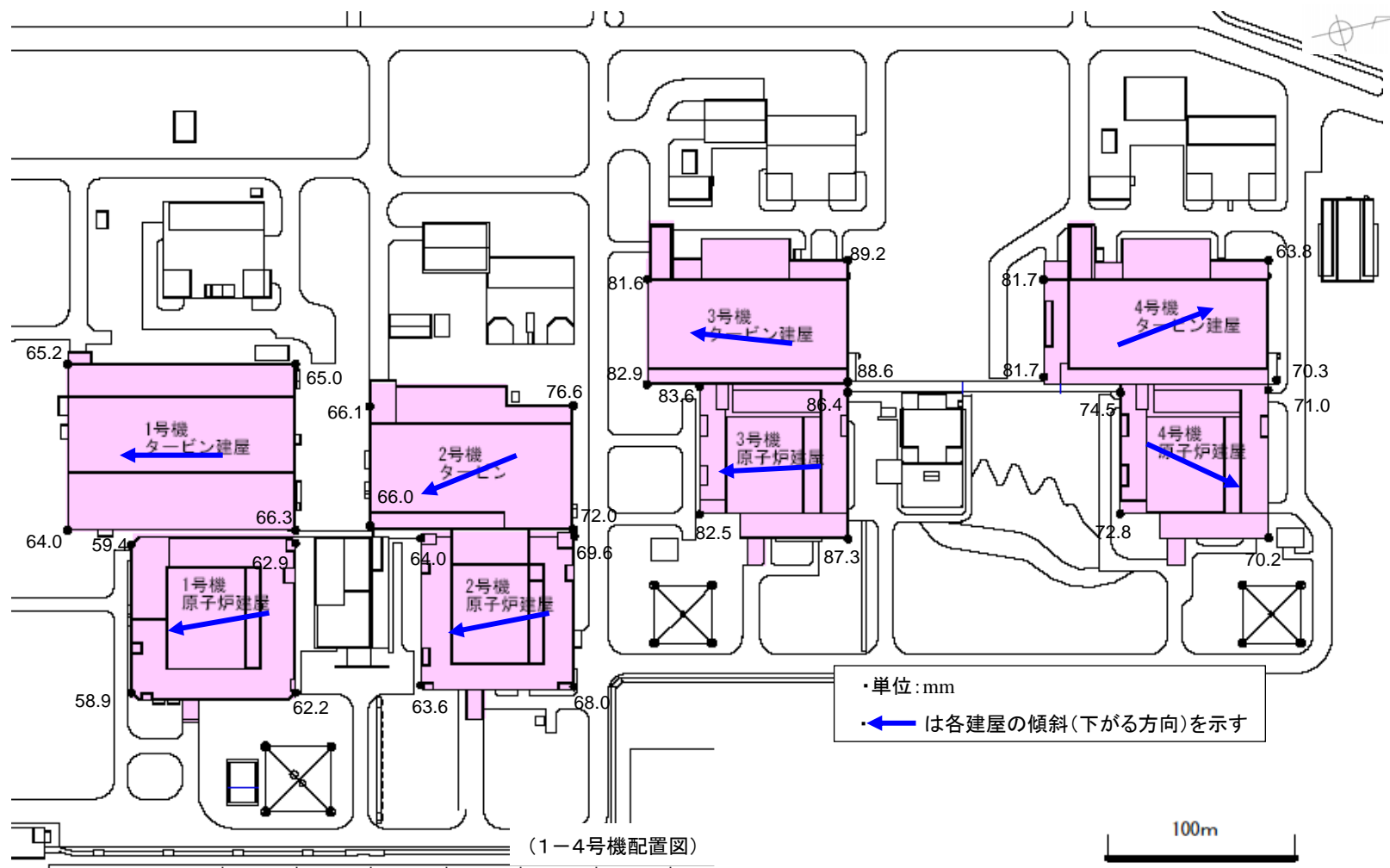
■ 基準地震動Ssの比較



（方位は東西成分）

敷地の変動：建屋水準測量（1-4号機側）

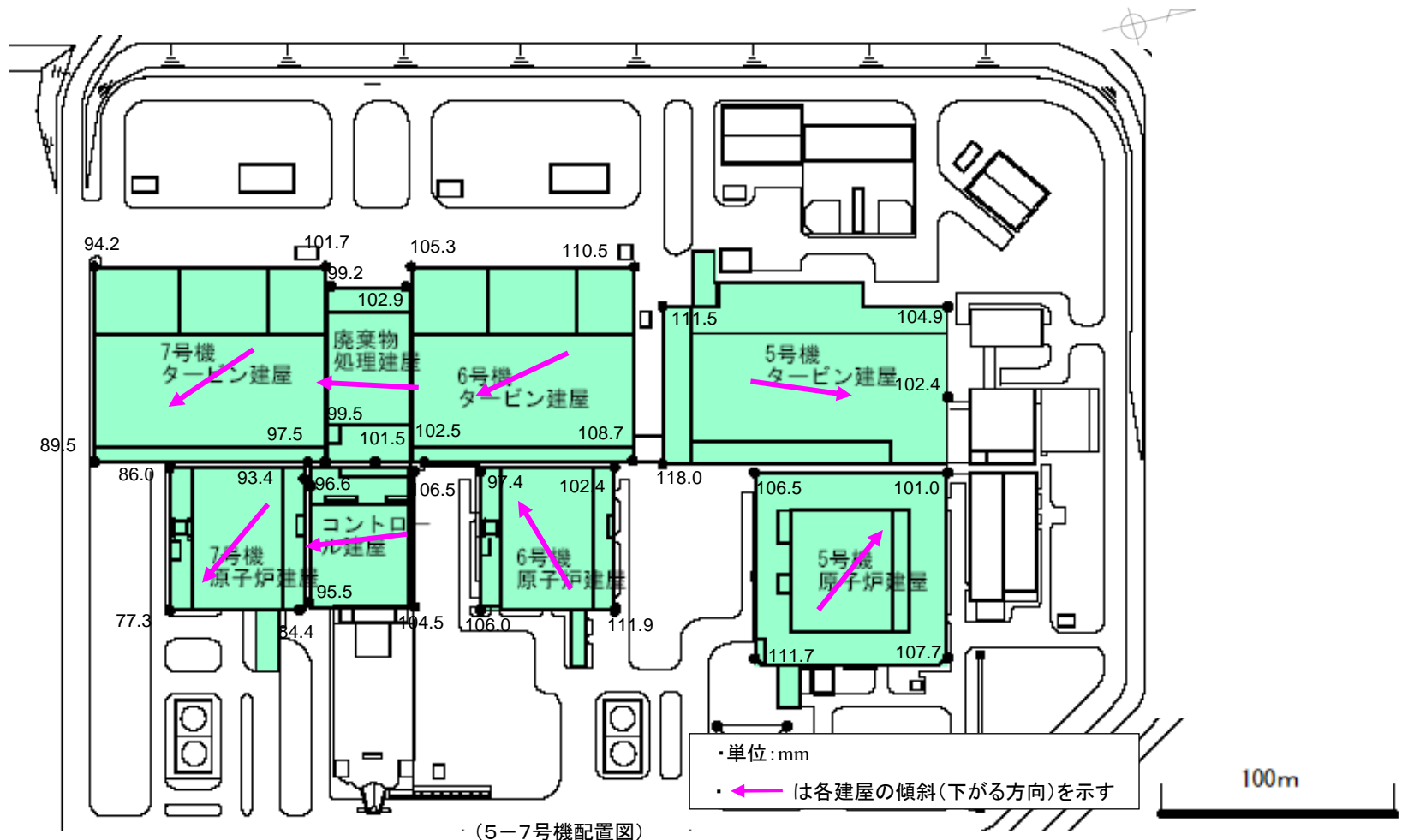
- 測量結果にばらつきはあるものの、6~9cm程度（平均約7cm）の隆起が見られました



・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）

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

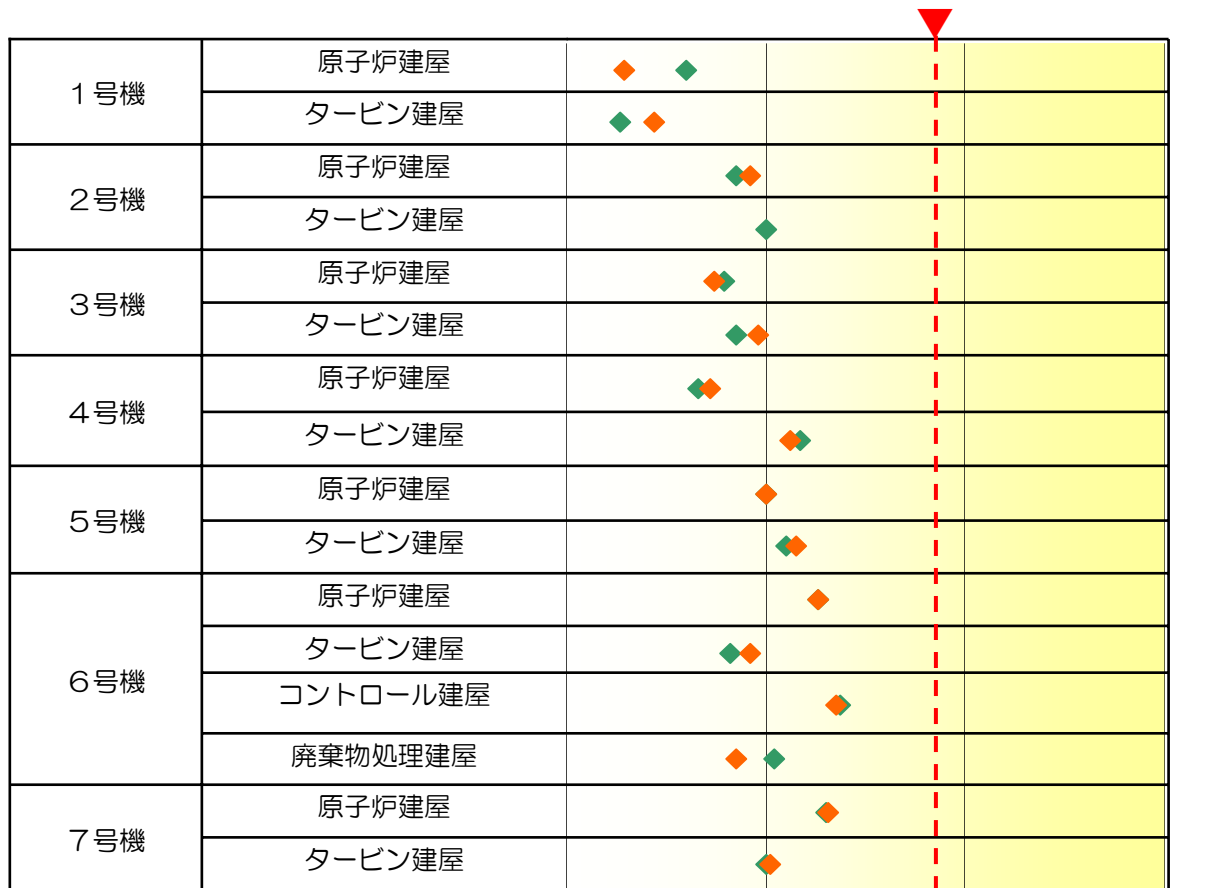


・建屋レベル変動図は、地震前水準測量(平成18年5月に実施)に対する地震後水準測量(平成20年2月に実施)の差分

建屋傾斜変化について

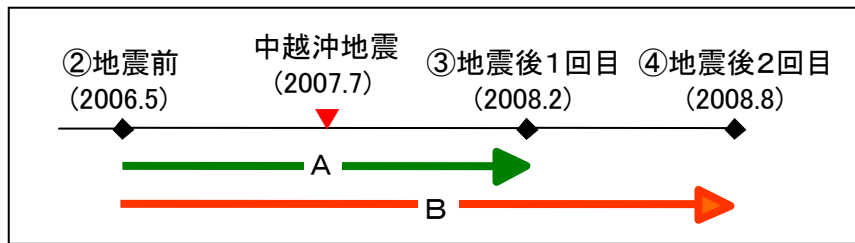
- 2008年2月の測量においては、地震前に比べて、最大1/4200の傾斜変化量が認められました
- 2008年8月の測量においては、地震前に比べて、最大1/4400の傾斜変化量が認められました
- 2008年2月と2008年8月の測量に基づく、地震に伴う各号機の傾斜変化量には大きな変化は認められません

傾斜限界値の目安(日本建築学会)(1/2000)



1/100000 1/10000 1/1000 1/100

小 ← 傾斜量 → 大



機器の安全性への影響検討

今回の地震に伴い建屋の傾斜が観測されましたが、以下のとおり機器・配管系の安全性に問題はありません

・配管および弁

従来から、弁・配管は様々な方向に設置されており傾斜の影響はない。

・制御棒挿入性

制御棒と燃料集合体は同一方向に傾斜するとともに、当該の傾斜量では燃料集合体の相対変位が生じないため、挿入性への影響はない。

・容器基礎

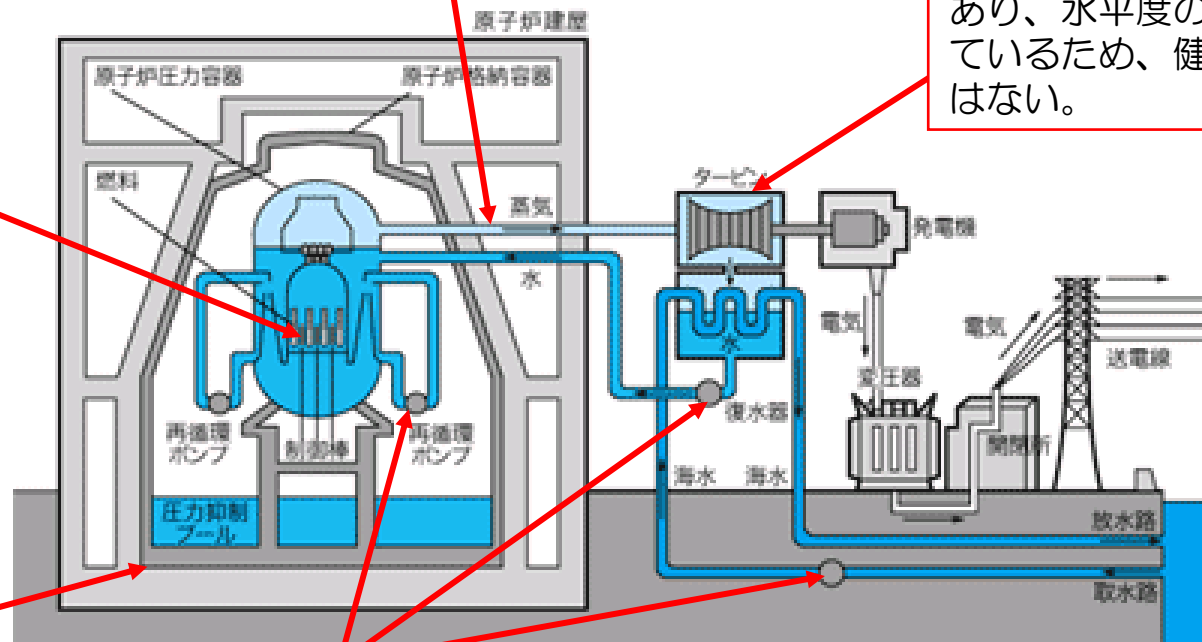
基礎部の荷重の変化は無視できるほど小さい。

・ポンプ

基礎部への影響は無視できるとともに、軸受荷重への影響も無視できる。

・タービン

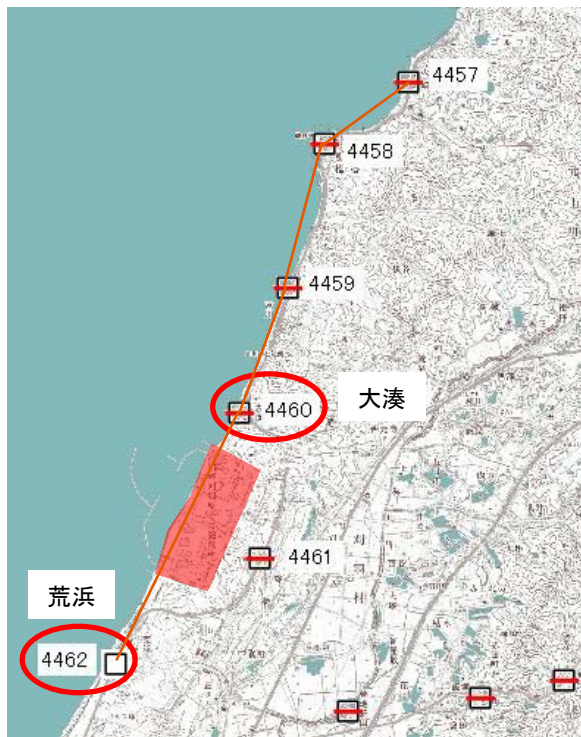
アライメント調整が可能であり、水平度の確認を行っているため、健全性に影響はない。



建屋傾斜の目安値（1/1000～1/2000：建築基礎構造設計指針）の範囲では、荷重の変化等は0.1%程度あり、当該目安値で管理することにより機器・配管系の健全性は確保できる

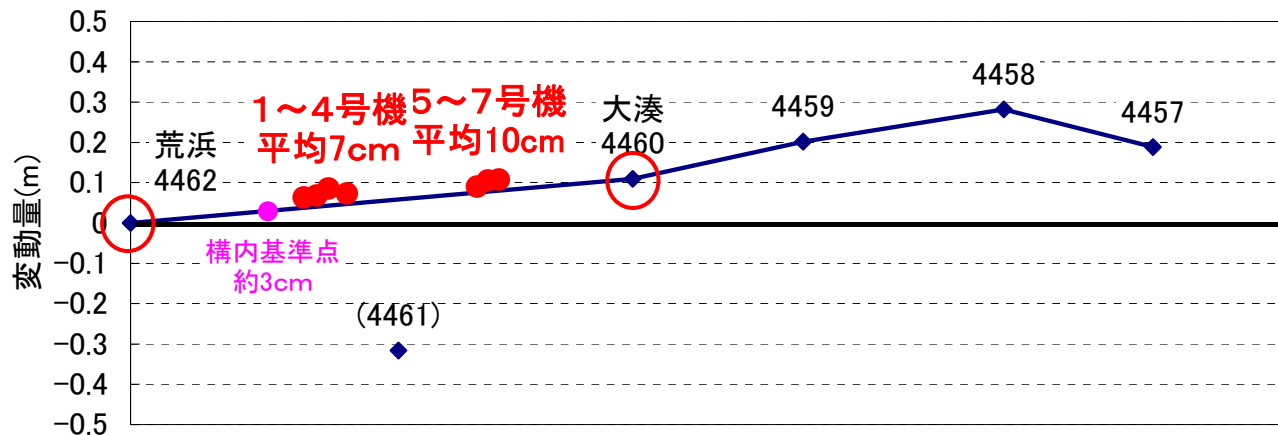
敷地の変動：一等水準点との比較

- 岩盤に設置されている建屋の隆起量は、国土地理院の一等水準点から評価される地震前後の地盤鉛直変動量と調和的です
- この変動は、GPS測量の結果から推定された敷地付近の動きとも調和的です
- なお、水準測量の海側における隆起量は、4460（大湊）における変動量とほぼ一致します

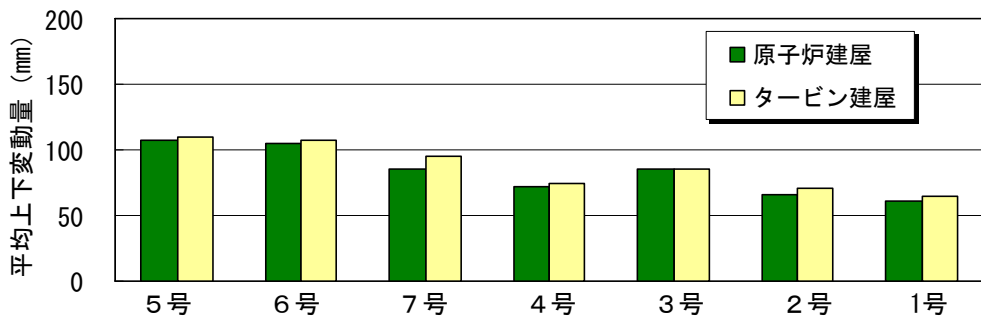


水準点位置図

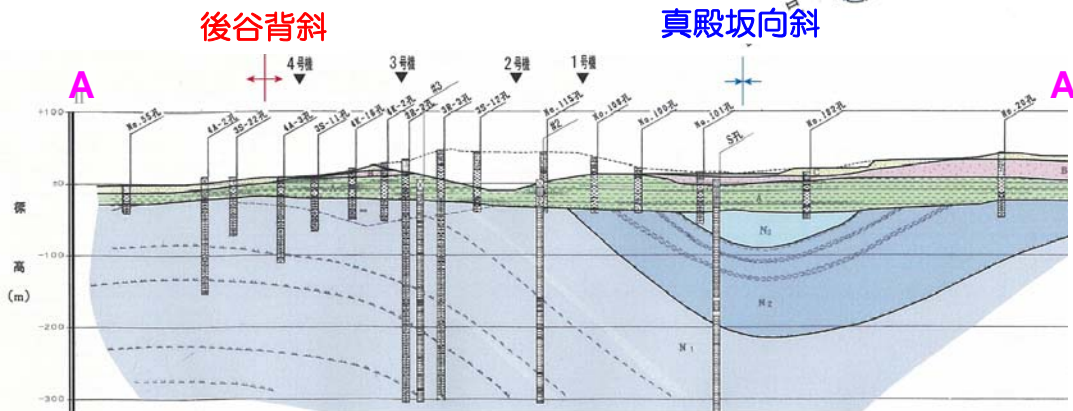
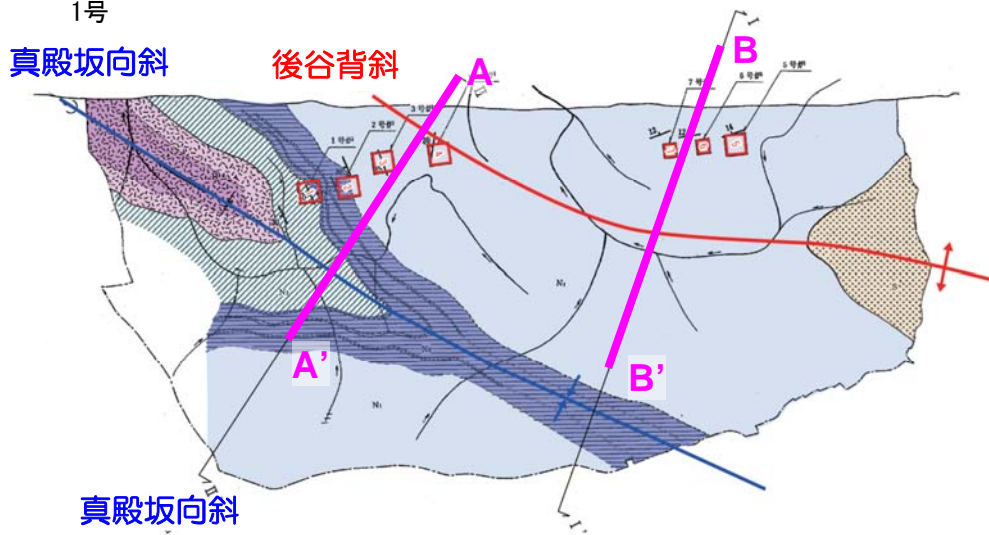
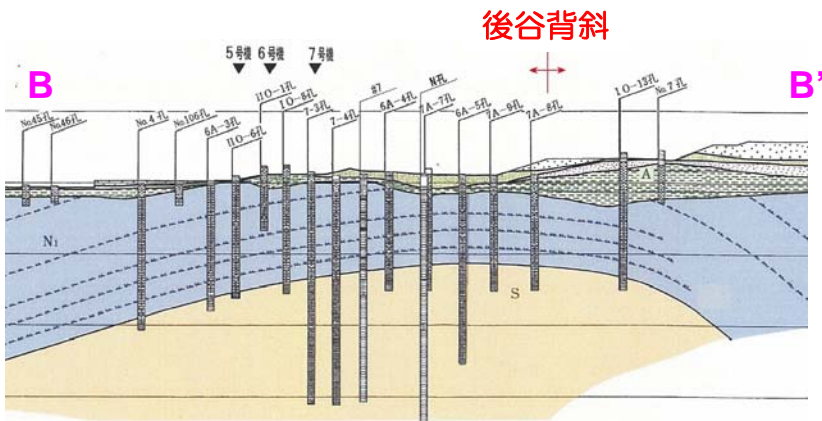
地震前後の一等水準点成果の鉛直変動量



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。



	砂	礫層 (C)
	砂	
	シルト・粘土	番神砂層 (B)
	砂	
	砂 礫	安田層 (A)
	N3 塊状泥岩	
	N2 塊状泥岩	西山層 (N1~N3)
	N1 塊状泥岩	
	縞状泥岩	椎谷層 (S)
	凝灰岩類	
	礫岩、砂岩及び砂岩・泥岩互層	

※大湊砂層を含む

敷地内断層の調査結果

敷地内の断層が、今回の地震に伴い動いたかどうかを確認するため、β断層、3V-5断層、F3断層について立坑調査を行い、これらの断層が動いていないことを確認しました。



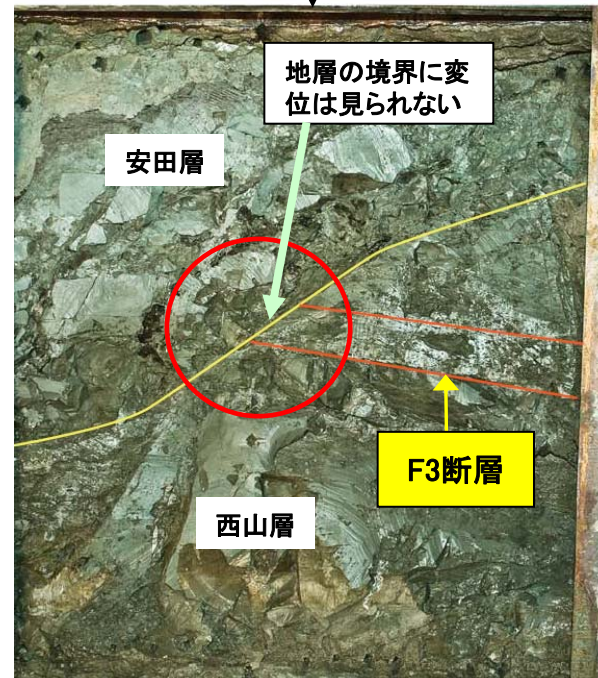
建設時の仮設ヤード

岩盤(西山層)



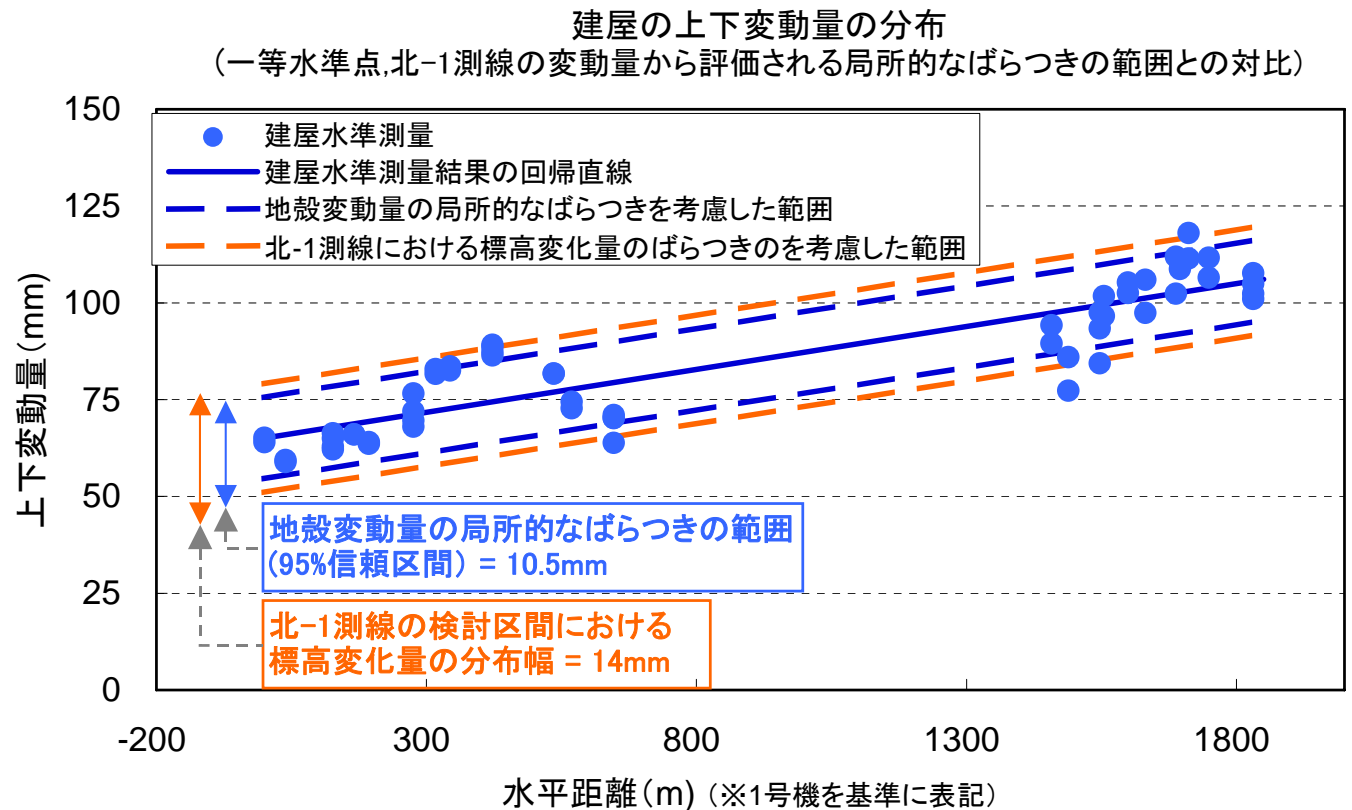
建設時の道路

岩盤(西山層)



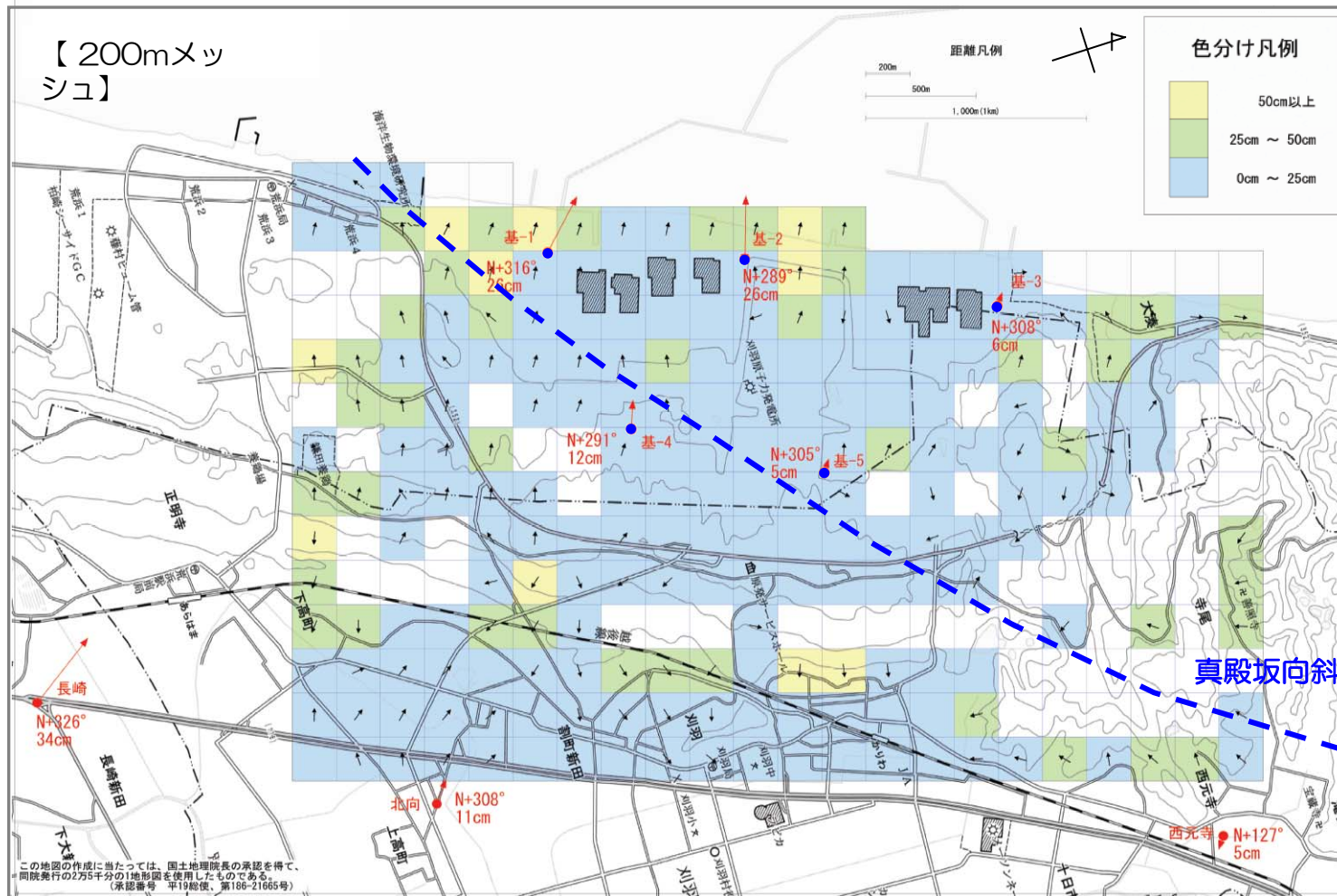
地殻変動量の局所的なばらつきとの対比

- 建屋の水準測量結果とその回帰直線を示します。また、一等水準点及び北-1測線でみられた標高変化量の分布幅が地殻変動量の局所的なばらつきを表すと考えて、それらの範囲を破線で示します
- 図に示すとおり、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、発電所敷地周辺の測量結果から評価される地殻変動量の局所的なばらつきの範囲内におおむね入っていることを確認しました



敷地の変動：航空写真測量による（水平変動）

- 敷地の北側では変動の方向が明瞭ではありませんが、敷地の南側では概ね北西方向に移動しており、広域的な地殻変動から推定された動きと調和的です
- また、護岸部が海側に、斜面部が傾斜方向に動く、やや大きい局所的な変動がみとめられます。
- なお、空中写真判読などの結果、敷地には変動地形の可能性のある地形はみとめられず、真殿坂向斜に対応した地形もみとめられません



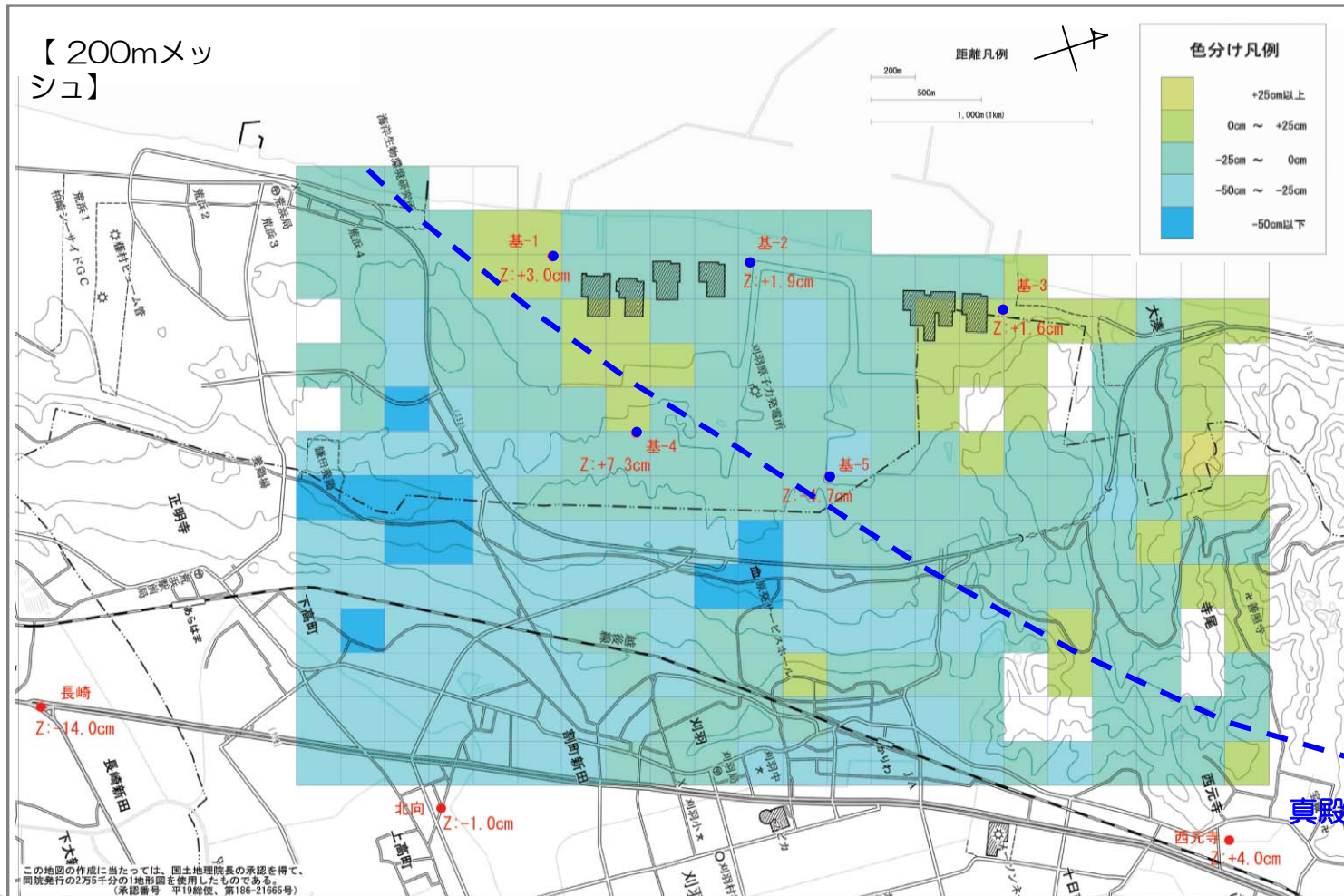
測量誤差が24cmであり小さくないこと、岩盤ではなく地表面の動きを捉えていることに留意する必要があります。

変動量	
	25cm以下
	25-50cm
	50cm以上
	四等三角点
	航空写真測量 用示標点

- * 許容誤差：24cm
- * 12cm以下のベクトルは精度が低いため表示していない
- * 四等三角点の移動量は地震前後 (H18.8-H20.2) の比較
- * 構内基準点は地震前後 (H18.4-H19.10) のGPS測量結果の比較
- * 空白のメッシュは標点が無かったため変動量を算出できなかった領域

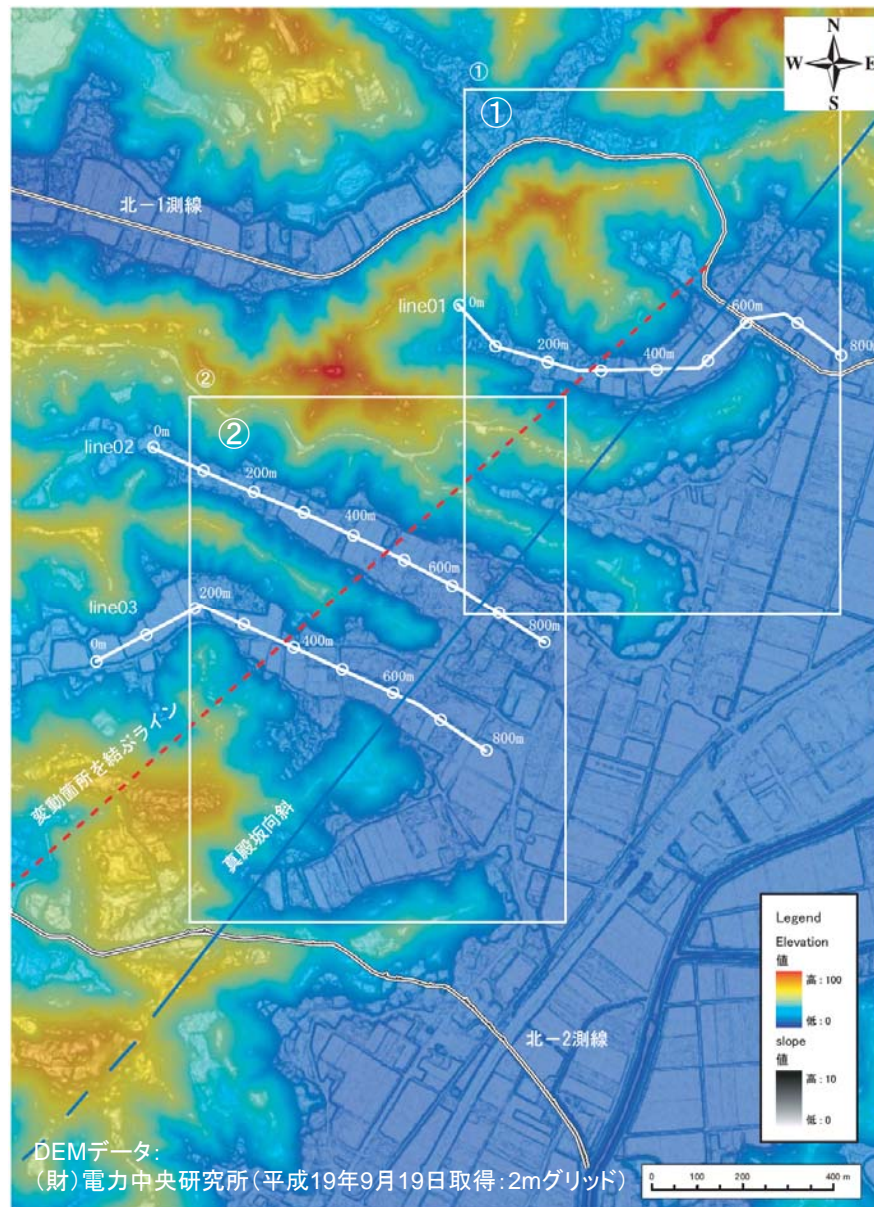
敷地の変動：航空写真測量による（鉛直変動）

- 敷地では液状化や埋戻し土の沈下があり、沈降域が広がっている。建屋近傍は隆起しており、広域的な地殻変動から推定された動きと調和的です
- 砂丘斜面にて沈降が、敷地北側でやや隆起傾向が捉えられているが、真殿坂向斜軸沿いに隆起、沈降の境界はみとめられません



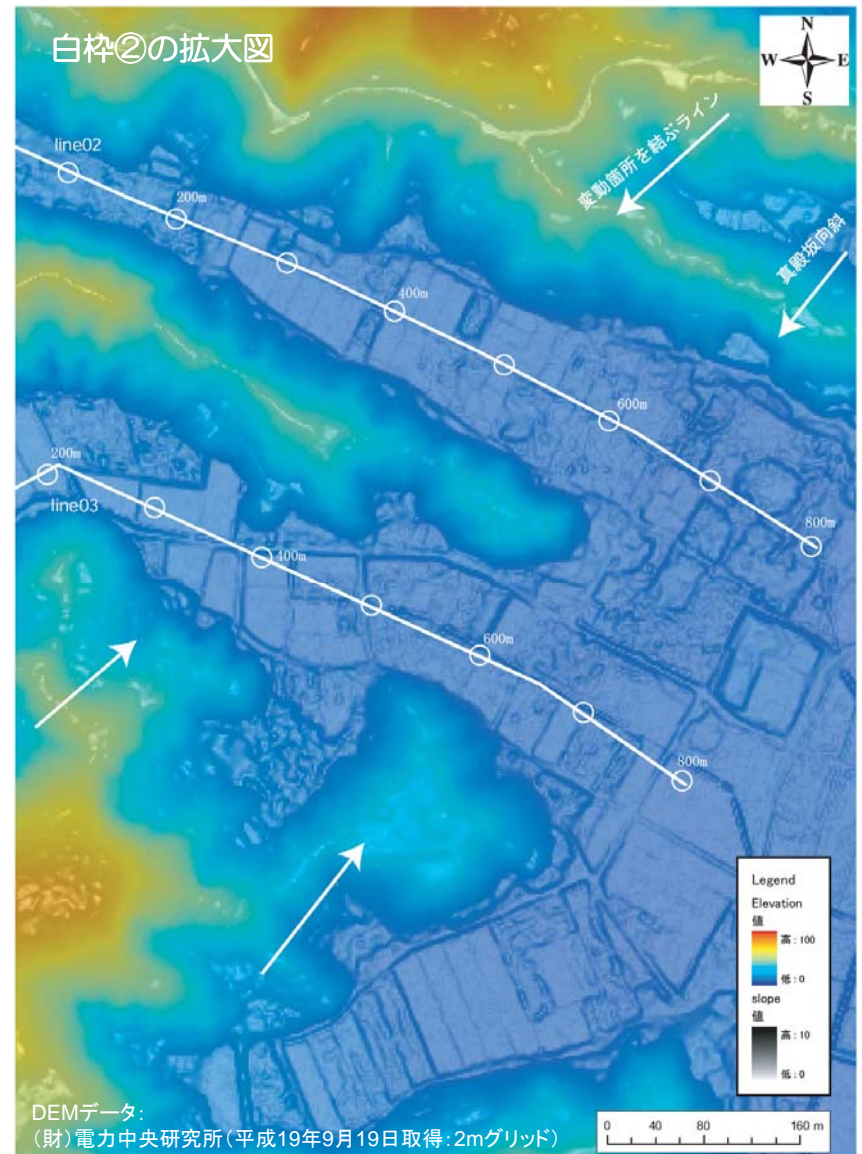
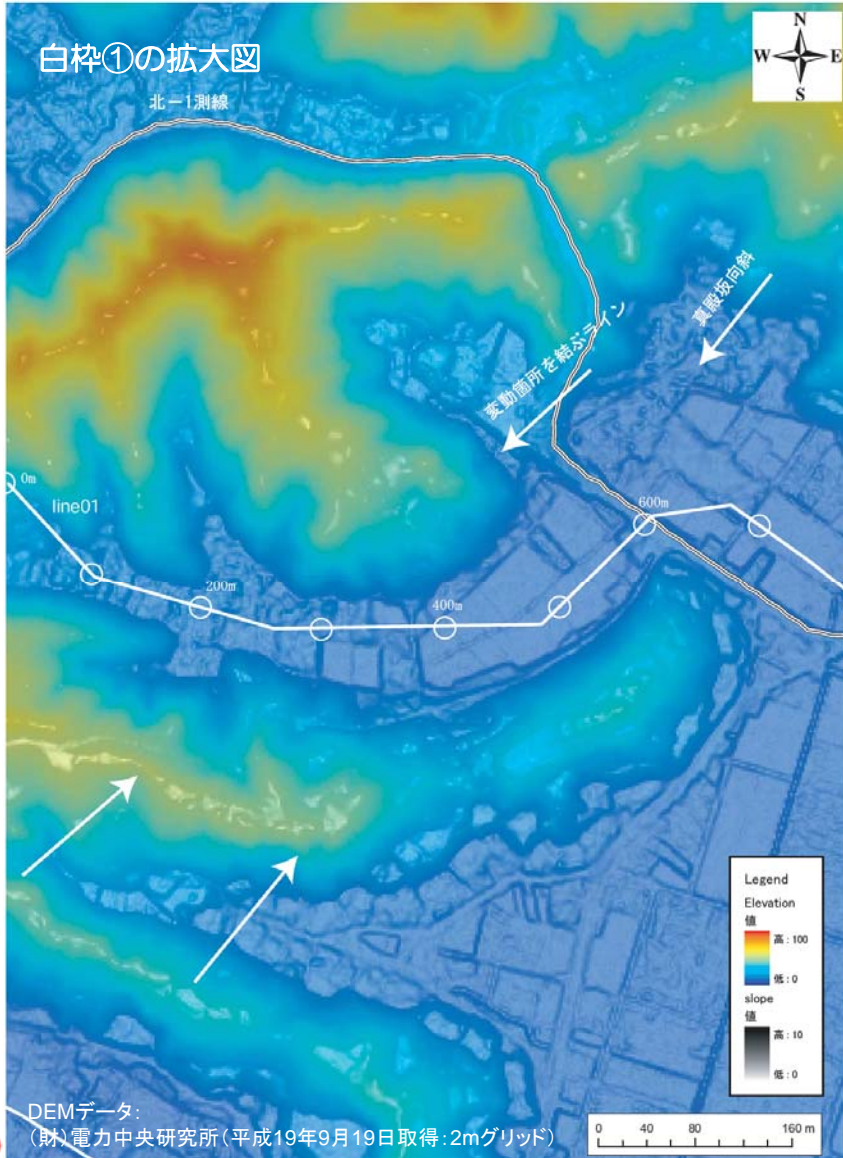
数値標高モデル（DEM）による敷地近傍の変状

- 北-1測線及び北-2測線で捉えられている変動が、両測線において連続する地表地震断層の活動によるものか否かを確認するために、数値標高モデル（DEM）を用いて、両測線の間分布する沖積地に着目して、地表地震断層を示す変状の有無の確認を行いました



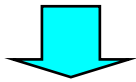
DEMによる敷地近傍の変状

- 真殿坂向斜軸付近および変動箇所を結ぶライン上に、断層の動きを示すような変状は認められません



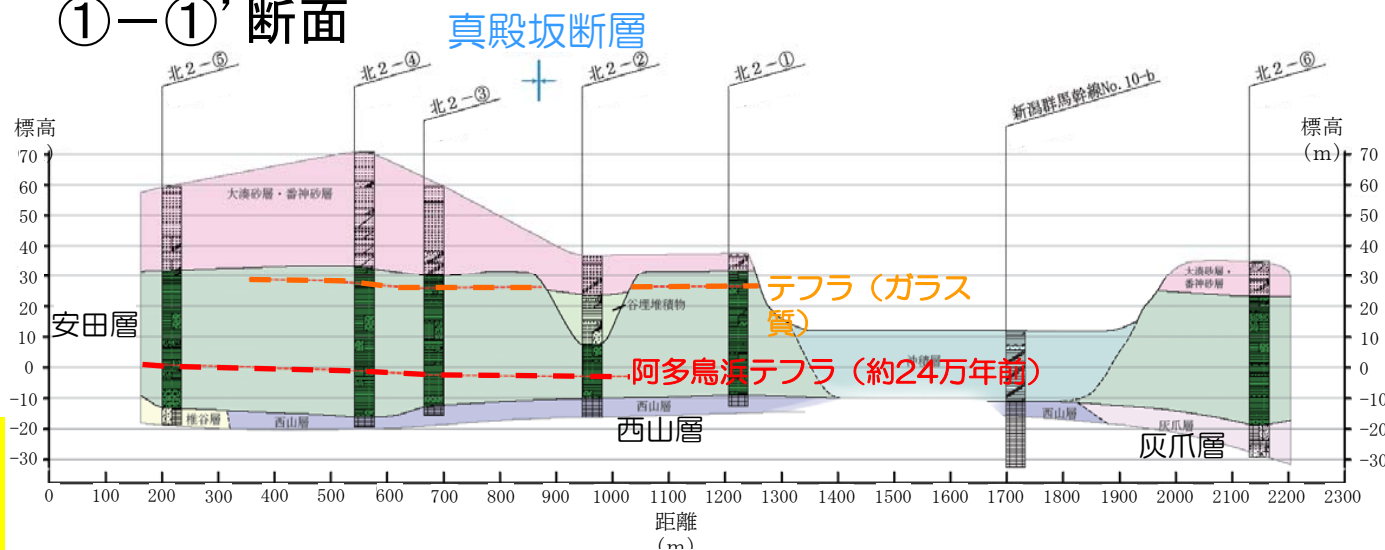
真殿坂断層の活動性に関する調査結果

阿多鳥浜テフラ(約24万年前)等が、真殿坂断層を横断し、ほぼ水平に堆積していることが確認されました



約24万年前以降の真殿坂断層の活動は示唆されず、活断層ではありません

①-①' 断面



②-②' 断面

