

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調査

平成21年1月14日

東京電力株式会社



東京電力

・ 地元団体による指摘事項

■ 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 真殿坂断層を横断する大湊～西元寺・十日市間（北-2測線沿い）の番神砂層下部水成層及び中位段丘面の分布標高は，真殿坂断層の活動を示す
- 真殿坂断層沿いに地変が集中しているが，東京電力の報告はそれを無視している
- 敷地内及び敷地北側のボーリング調査において確認された阿多鳥浜テフラと敷地周辺の高位面は同年代であるが，両者の分布標高には顕著な高度差があり，本当に阿多鳥浜テフラなのか疑問である
- 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無については，新潟県地質図（2000）等も踏まえた検討が必要である
- 敷地内及び敷地北側のボーリング調査に基づく地質断面図は，既往の設置許可申請時の調査結果と整合的でない

■ 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構

- 中越沖地震により椎谷付近の海底に断層が出現したことは，これまでの東京電力の主張の根底を覆す事実である
- 観音岬付近に江戸時代の遺構が海底に沈んでいる事実は，後期更新世以降の地殻構造運動はないとする東京電力の主張は誤り

■ 相場川の流路

- 島崎川に合流していた相場川が，日本海に注ぐようになったのは，背斜構造が隆起したためである

補足調査結果

1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高

1.2 敷地及び敷地近傍の変状

1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係

1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無

1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

2.1 海底断層

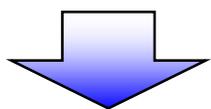
2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

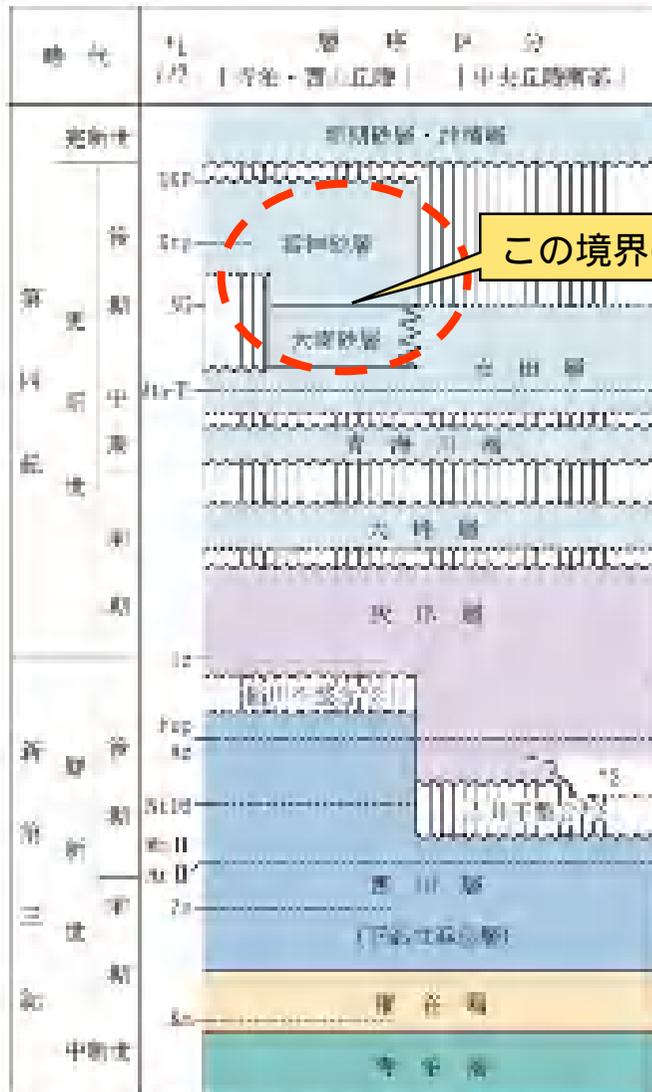
- 敷地北側の露頭において番神砂層下部水成層（大湊砂層）と番神砂層上部風成層（番神砂層）との境界の標高が，真殿坂断層を挟んで西側と東側で顕著な差異があることは，真殿坂断層の活動を示す 活断層である



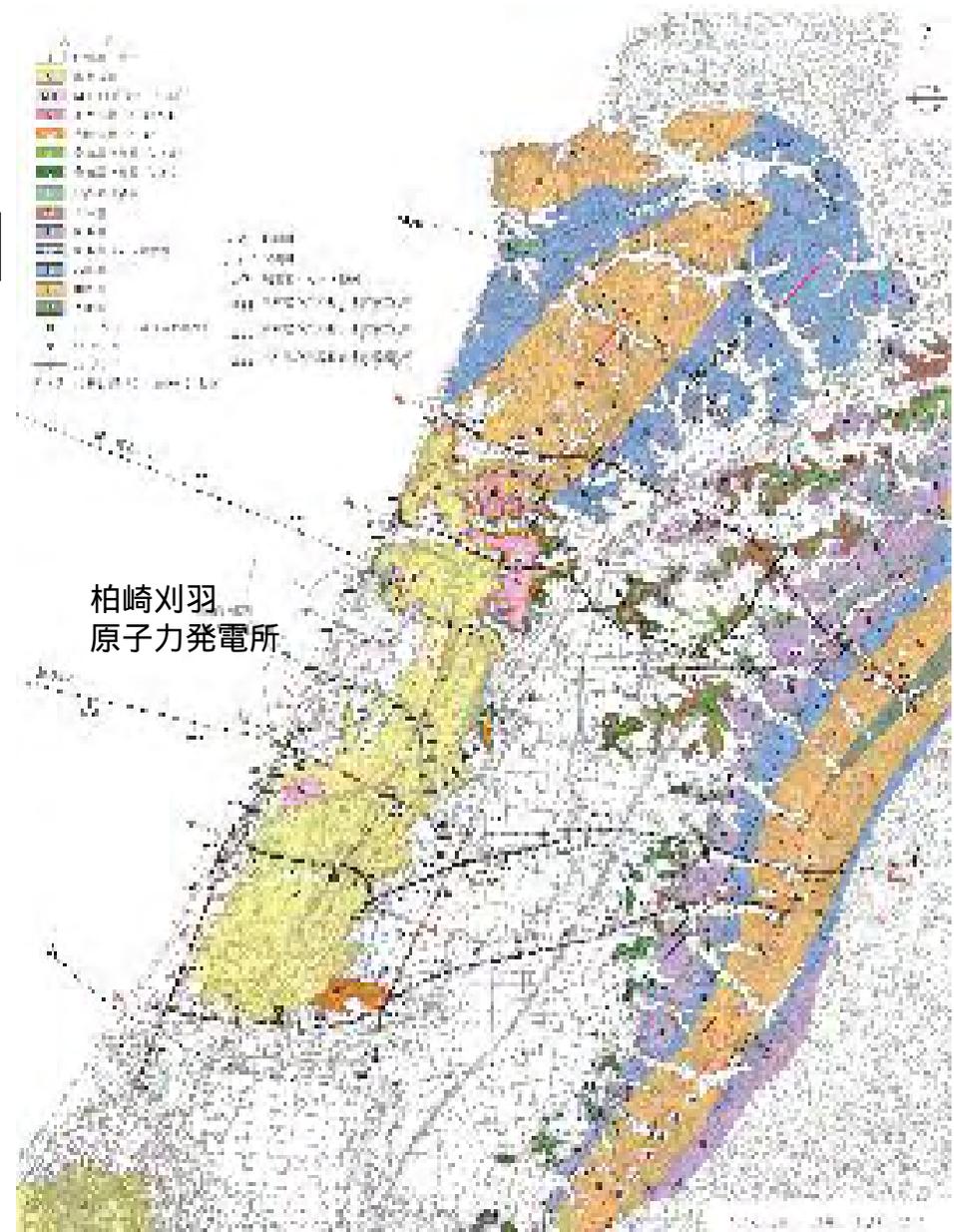
■ 東京電力の評価：

- 真殿坂断層については，ボーリング調査等の結果から，ガラス質テフラ，結晶質テフラ，阿多鳥浜テフラ，安田層の上面と基底面等，多くの変位基準に変位が認められておらず，活動性は認められない。すなわち，活断層ではない
- 真殿坂断層を挟んで東側の大湊砂層と番神砂層との境界の標高が，西側と比較して低いと指摘されている露頭は，地形判読や露頭の状況から，地すべりにより低下していると判断
- 真殿坂断層を挟んで西側の大湊砂層と番神砂層との境界標高は，周辺露頭の標高35m～40mと同程度である（当初，周辺より高い標高50m程度と判断していた露頭については，11月22日の現地調査を踏まえて，評価を見直して周辺と同程度と判断）
- したがって，真殿坂断層を挟んで大湊砂層と番神砂層との境界標高に顕著な差異はなく，真殿坂断層が活断層であることは示唆されない

敷地近傍の地質層序及び地質構造



この境界の議論



*1 テラマの名称・年代は、岸ほか（1991）などによる。
 *2 不整合の名称は、岸ほか（1996）による。
 *3 赤山火山岩類・同火山岩類は火山岩類に広く包含するほか、柏崎市南部の南下村をで西へ層中に接する。

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），新潟古砂丘グループ（1975）等は，安田層を整合に覆う番神砂層を下部の水成層と上部の風成層に区分している
- 岸ほか（1996）は，番神砂層下部層（水成層）と番神砂層上部層（風成層）の境界付近にNG（中子軽石層：約13～15万年前）が挟在されることを確認し，「番神砂層下部層（水成層）」は安田層下部層を整合に覆う海浜～浅海性のMIS5eの堆積物と判断して「大湊砂層」と再定義している

柏崎平野団体研究グループによる区分

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
青海川面	青海川面
青海川層	

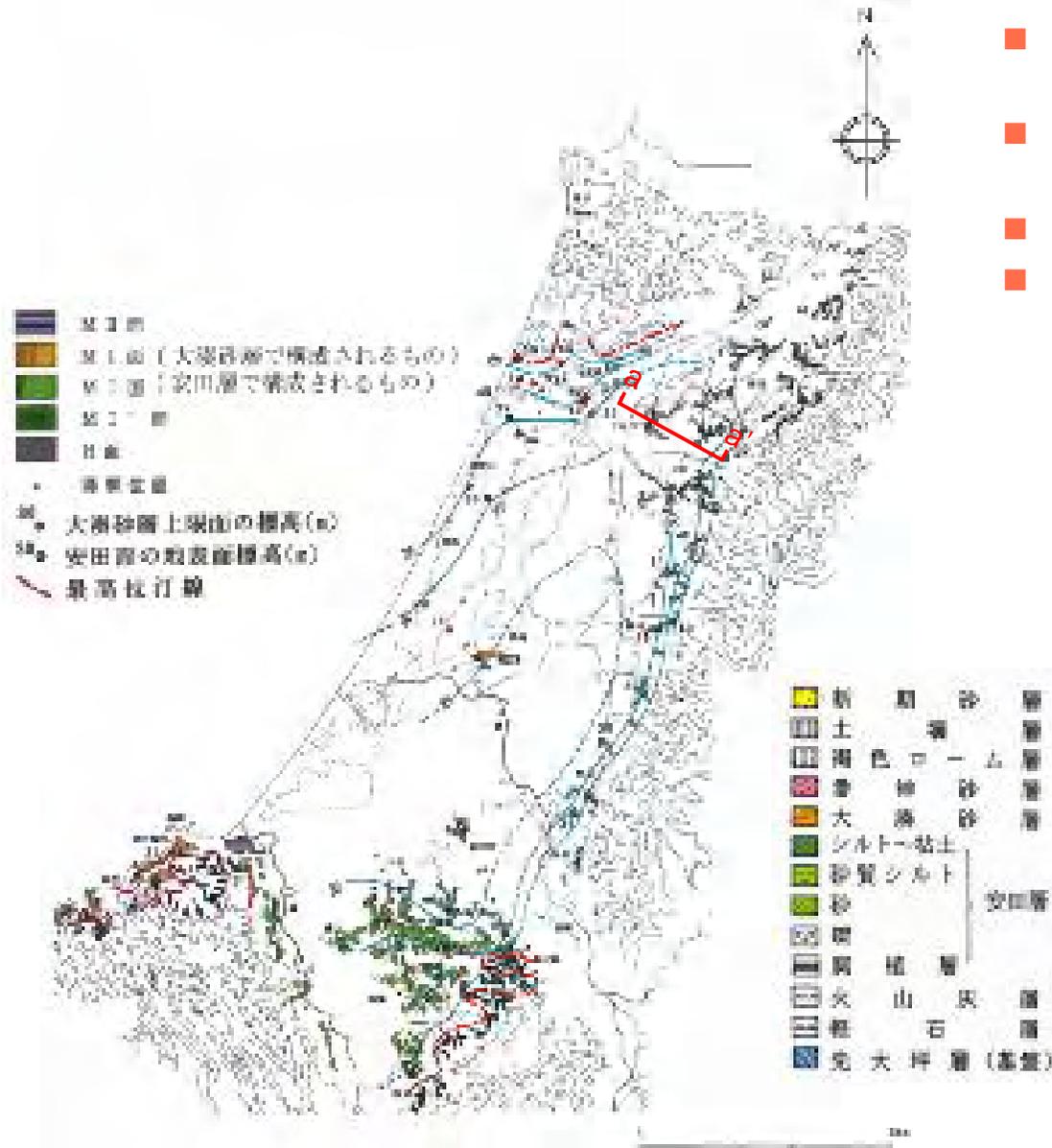
東京電力による区分



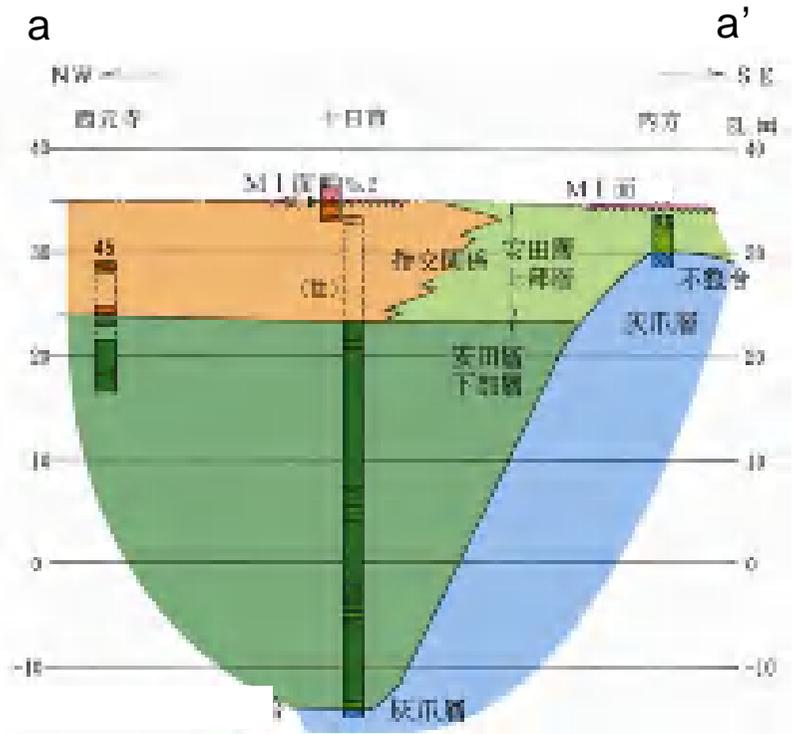
NG（中子軽石層：約13～15万年前）

MIS5eの堆積物と判断

柏崎平野における中部・上部更新統の地質層序



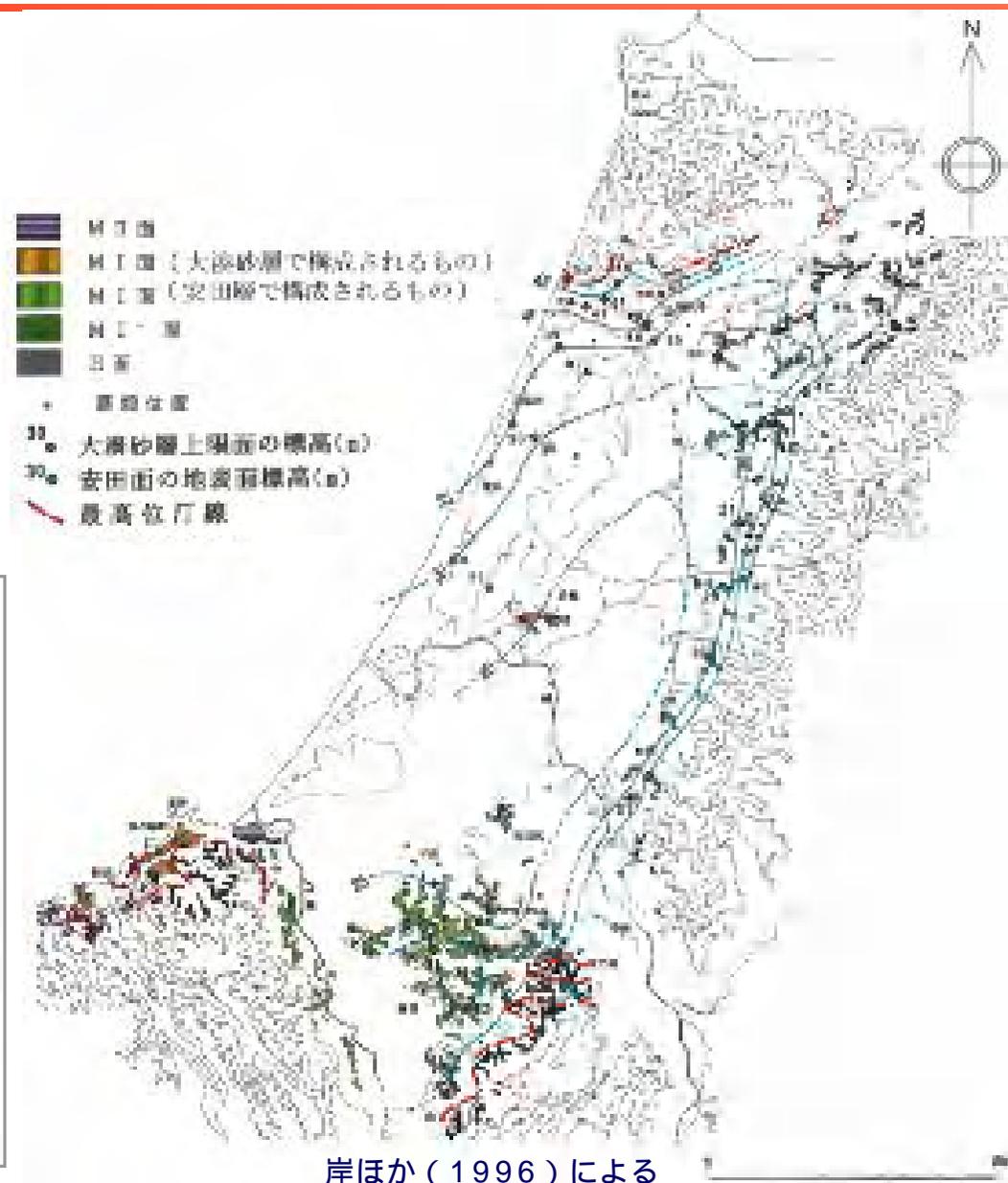
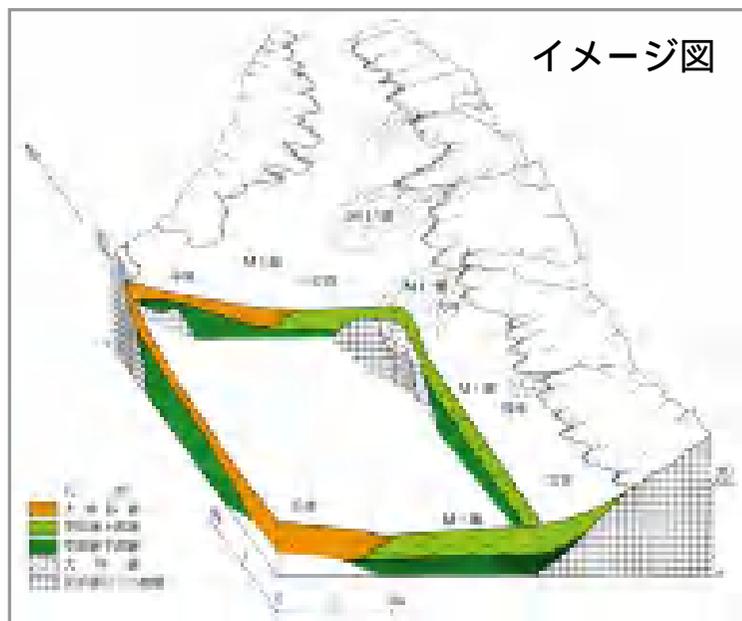
- 柏崎平野の西側，柏崎市大湊付近から南西側には大湊砂層が分布する
- 柏崎平野の東縁～奥（別山川や鯖石川の上流）には安田層が分布する
- 大湊砂層と安田層上部層は指交関係にある
- 大湊砂層と安田層上部層は安田層下部層を整合に覆う



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

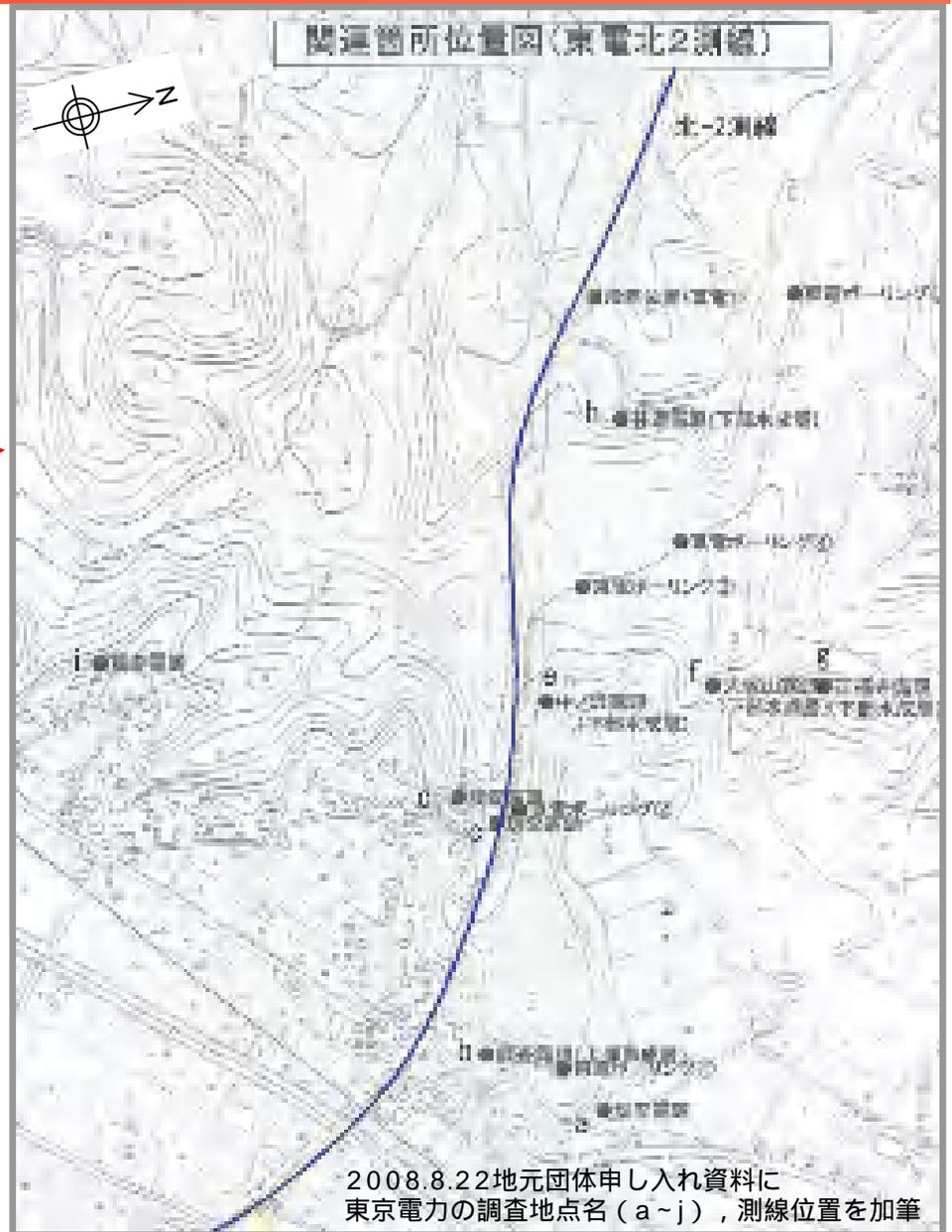
- 下末吉海進における離水面は、大湊砂層及び安田面上部層の上限面の高度分布に基づいて復元され、柏崎平野中央部を中心とする盆状を呈している
- 本地域の堆積環境としてはバリアーシステムがあてはまり、大湊砂層はバリアーの構成層（砂州）、安田層上部層はバリアー背後のラグーンの構成層と考えられる



岸ほか(1996)による

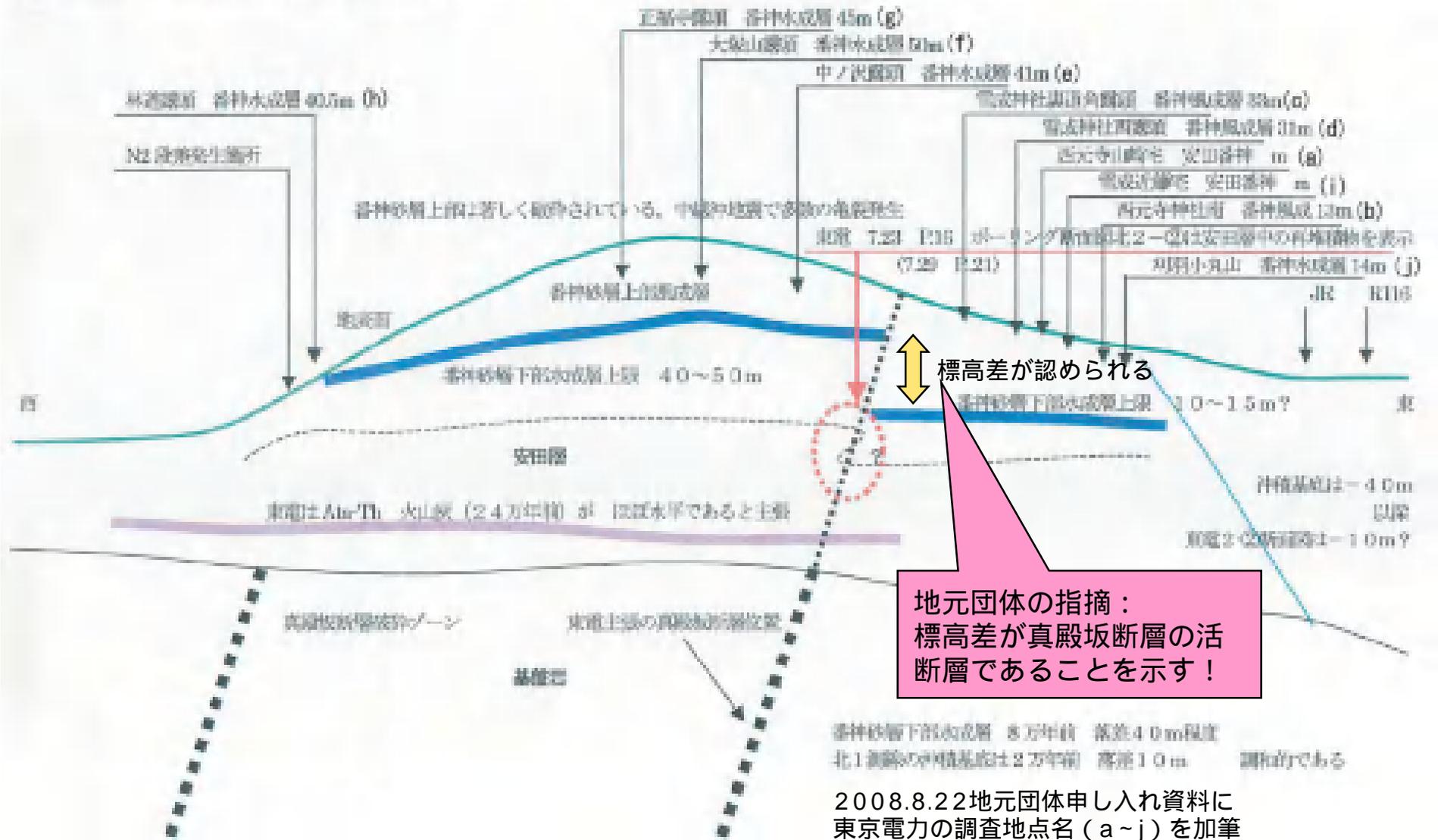
地元団体が指摘する露頭

- 地元団体の申し入れ資料の露頭位置図を示す
- 地元団体が指摘する大湊砂層と番神砂層との境界などが確認できる露頭は右図のとおり



地元団体が指摘する番神砂層風成層と水成層との境界

大湊～西元寺・十日市（N2路線）断面概念図

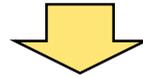


地元団体の指摘：
標高差が真殿坂断層の活断層であることを示す！

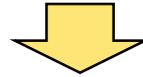
番神砂層下部水成層 8万年前 高さ40m程度
北1測線の沖積基礎は2万年前 高さ10m 調和的である

番神砂層と大湊砂層との境界の標高差に関する経緯

- 地元団体の申し入れ（保安院；平成20年8月11，22日，東京電力；平成20年9月11日）
 - 大湊～西元寺・十日市間（東電N2測線沿い）の番神砂層下部水成層の標高は，真殿坂断層の活動を示し，活断層である



- 東京電力の調査結果（合同WG報告第18回 / 平成20年9月24日）
 - 真殿坂断層（向斜）を挟んで東側で低いと指摘のあった番神砂層と大湊砂層との境界標高については，地すべりにより低下したものであり，活動性は示唆されず，活断層ではない

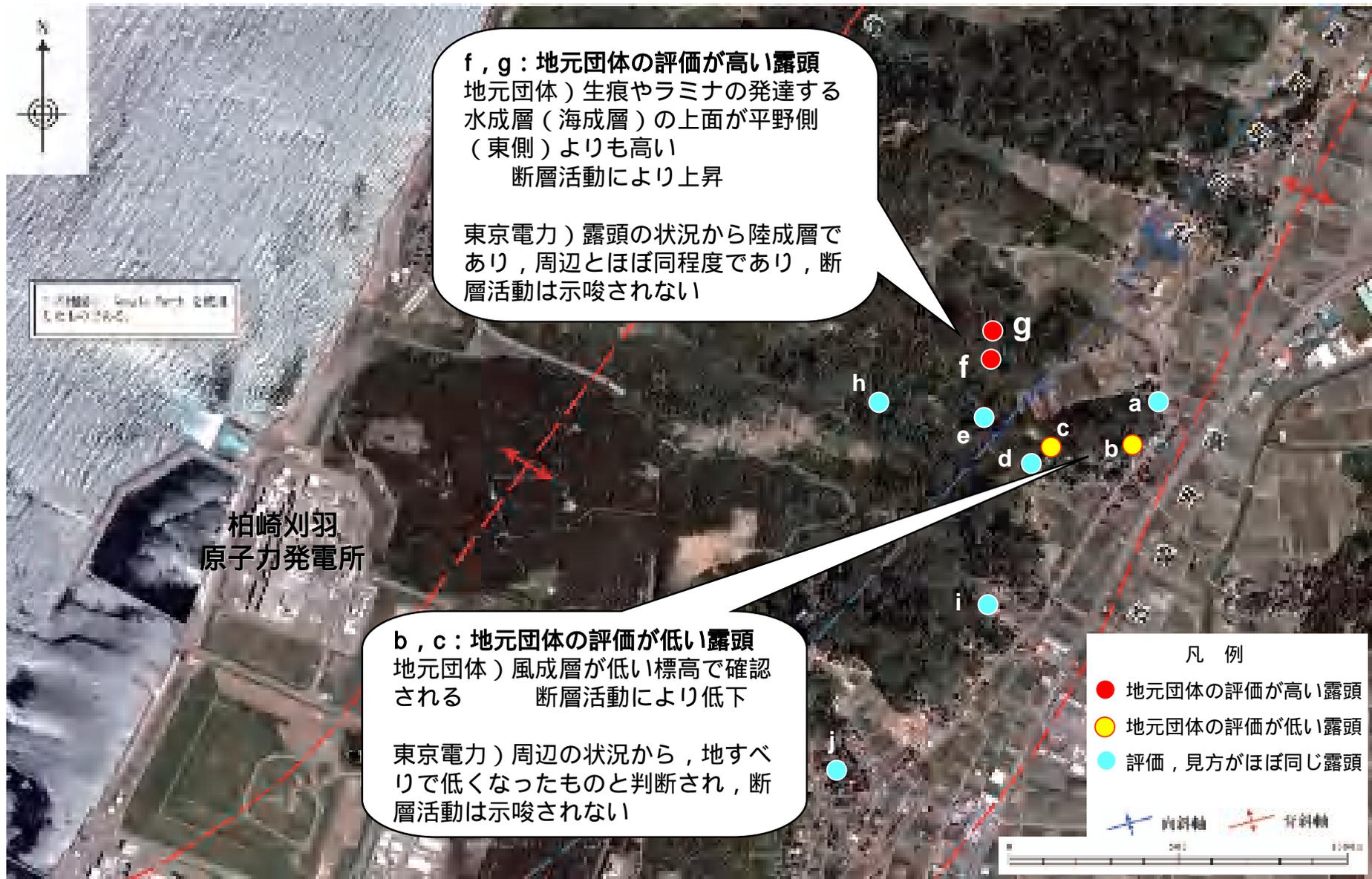


- 保安院，地元団体，東京電力による現地確認（測量）（平成20年10月7日）
 - 三者立会のもと，地元団体及び東京電力が考える番神砂層（風成層(陸成層)）と大湊砂層（水成層(海成層)）との境界の位置を確認するとともに，GPS測量・水準測量を実施し，測量方法による差異を除去し，地層境界の認定の議論に論点を絞りこみ



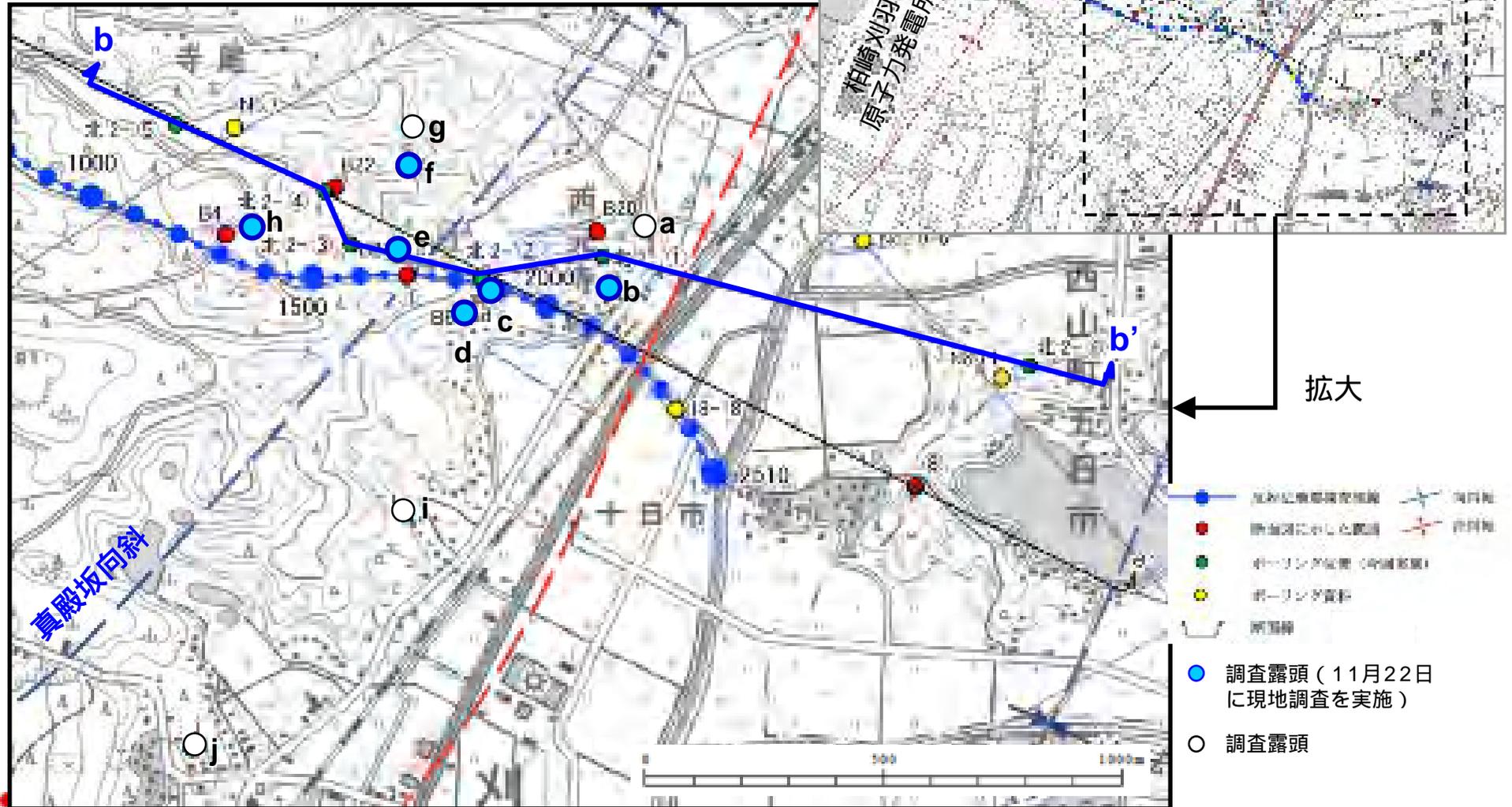
- 保安院，新潟県による現地調査（平成20年11月22日）
 - 保安院の地質専門家及び新潟県の地震，地質・地盤に関する小委員会委員に対して，露頭において地元団体及び東京電力の考え方を説明し，ご確認いただいた

地元団体の評価と東京電力の評価との差異



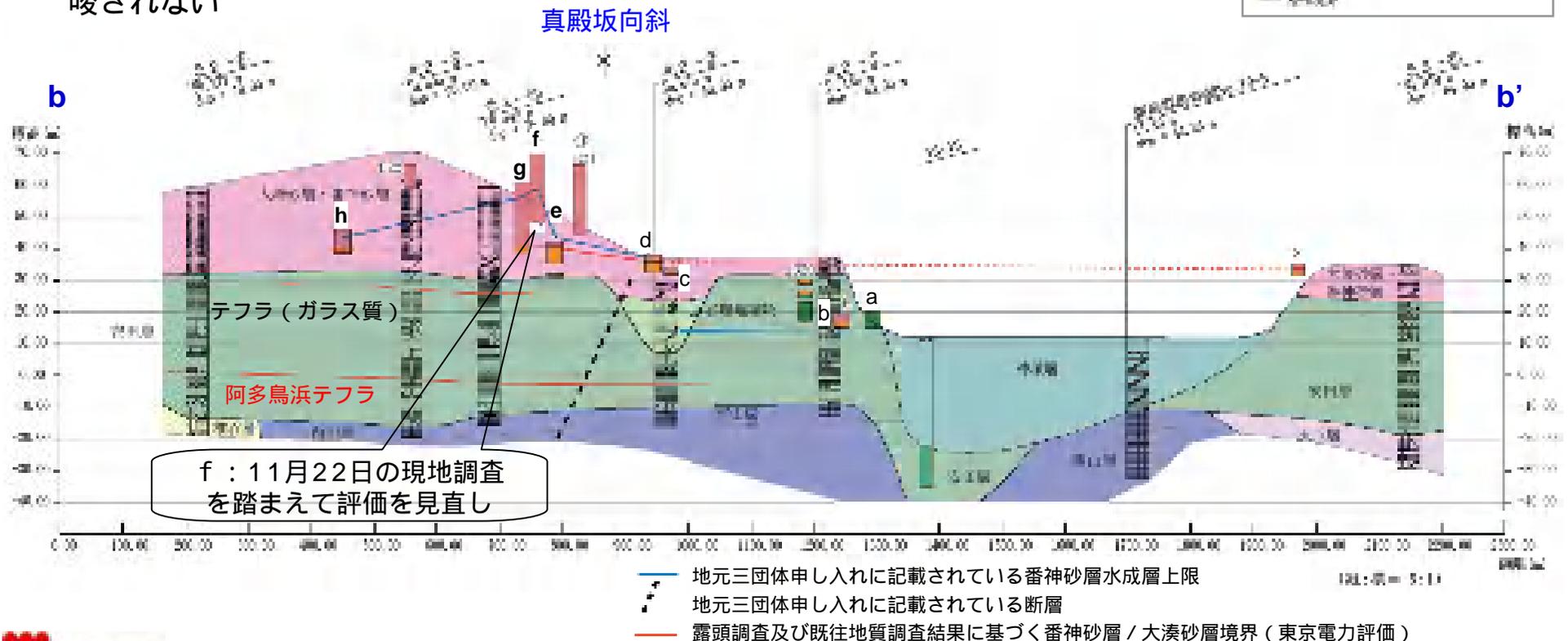
地元団体が指摘する露頭位置

- 地元団体が指摘する露頭の現地調査を実施（図中の●の位置を平成20年11月22日に調査）



大湊砂層と番神砂層との境界の標高分布

- 大湊砂層（番神砂層下部水成層）と番神砂層（番神砂層上部風成層）との境界の標高は概ね35m～40mに分布し，真殿坂向斜を挟んで顕著な高度不連続は認められない
- 上記の境界標高よりも低いと指摘される地点（Loc.b，Loc.c）は，近傍のボーリング北2 - で安田層の上限面を標高約32mに確認していること，露頭の状況，周辺の地形から地すべりにより低下していると推定される
- 安田層中の阿多鳥浜テフラやガラス質テフラは概ね水平に分布し，西山層以下の地層にみられる褶曲構造に対応した変形が認められないことから，真殿坂断層の活動は示唆されない

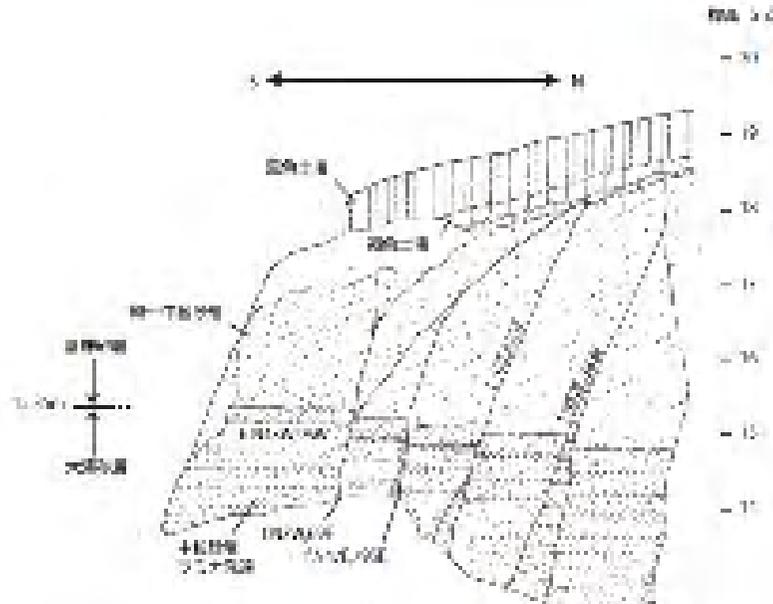


現地調査を踏まえた評価

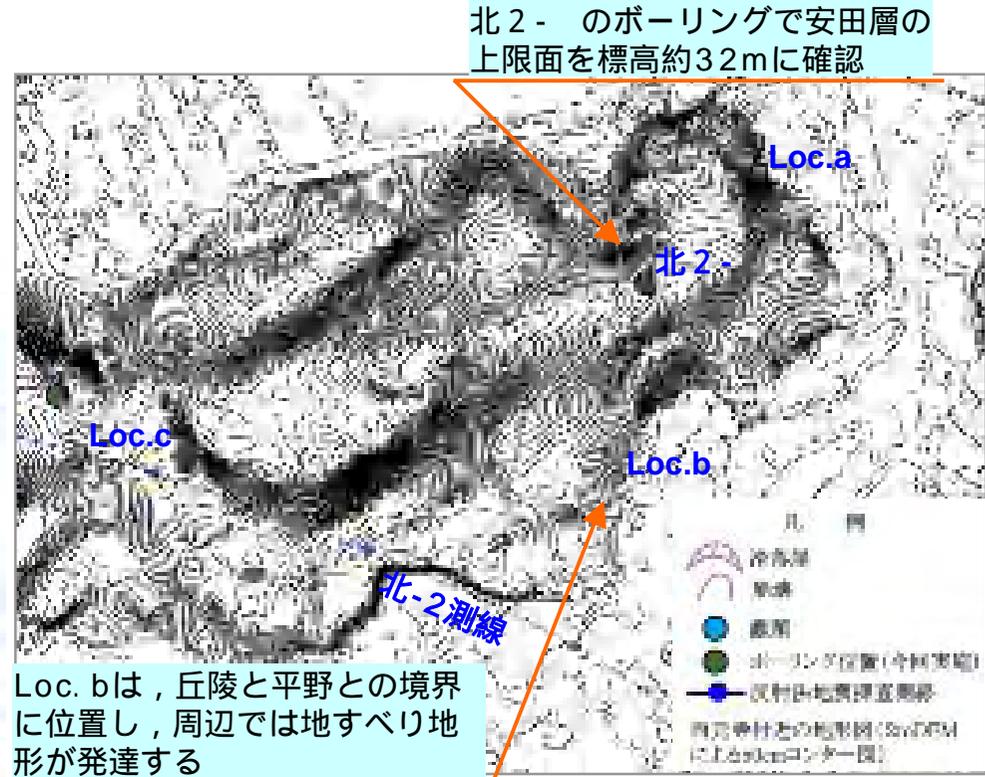
露頭番号	地元団体申し入れ (2008.8.22)		測量結果(2008.10)		東京電力の評価
			東京電力	地元団体	
a	西元寺山崎宅	安田番神 m	-	-	安田層が、標高15m~20m付近に分布
b	西元寺神社南	番神風成層33m	15.35m	15.35m	標高15.5m付近に大湊砂層/番神砂層境界が認められるものの、高角系の小断層が多く認められること、丘陵と平野との境界の斜面部であること、近くのボーリング北2-で安田層上限面が標高約32mに確認されることから、地すべりにより低下していると判断
c	雪成神社 裏道角露頭	番神風成層33m	33.76m 32.88m	33.76m 32.88m	地すべりが認められるため、大湊砂層/番神砂層境界の標高として評価に用いることはできない
d	雪成神社西露頭	番神風成層31m	35.26m	35.69m	大湊砂層/番神砂層境界は標高35m付近
e	中ノ沢露頭	番神水成層41m	40.20m	42.91m	大湊砂層/番神砂層境界は標高40m付近
f	大塚山露頭	番神水成層50m	現地調査を踏まえ見直し (45m未満)	58.37m	露頭下部の砂層中に腐植質シルト層が挟在し、小型のトラフ型斜交ラミナ(葉理)が認められることから、砂丘間低地の堆積物(陸水成)の可能性があると考えられ、大湊砂層/番神砂層境界はさらに露頭位置より低いものと判断
g	正福寺露頭	番神水成層45m	41.81m	55.07m	大湊砂層/番神砂層境界は標高42m付近
h	林道露頭	番神水成層40.5m	40.15m	41.44m	大湊砂層/番神砂層境界は標高40m付近
i	雪成近藤宅	安田番神 m	-	-	安田層が、標高15m~17m付近に分布
j	刈羽小小丸山	番神水成層14m	15.65m	18.12m	層相が大湊砂層と類似する海浜砂層が標高14m~16m付近に認められるが、シルト層に不整合に覆われており、大湊砂層や番神砂層とは明らかに異なるため、評価に用いることはできない

露頭調査結果 (Loc. b , 西元寺神社南)

- 標高16.5m付近に、番神砂層と大湊砂層との境界が認められるものの、高角度の小断層が多く認められ、大湊砂層の層理はやや南西(9° SW)に傾斜する
- 同露頭は丘陵と平野との境界の斜面部に位置しており、周辺では地すべり地形が発達する
- 近接するボーリング北2- で安田層の上限面が標高約32mに確認される
地すべりにより大湊砂層と番神砂層との境界が低下しており、評価に用いることはできない



小断層(地すべり)が多くみられる



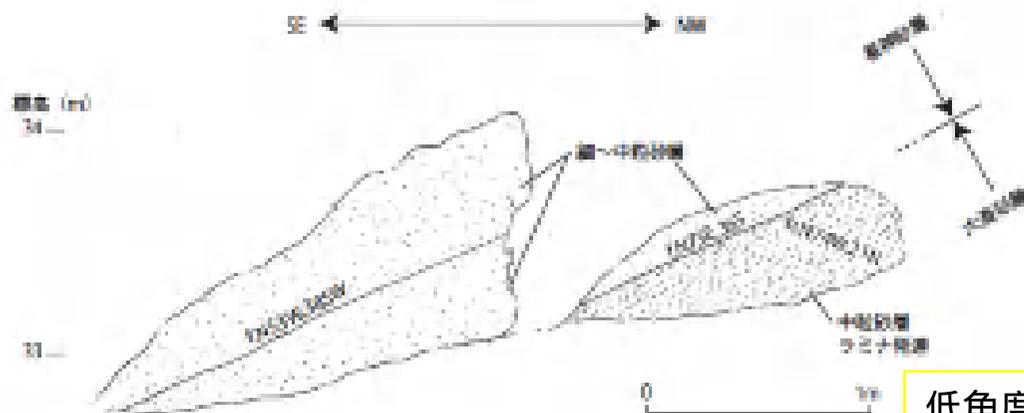
北2- のボーリングで安田層の上限面を標高約32mに確認

Loc. bは、丘陵と平野との境界に位置し、周辺では地すべり地形が発達する

露頭調査結果 (Loc. c , 雪成神社裏道角露頭)

- 大湊砂層及び番神砂層が分布するが、低角度 ($36 \sim 38^\circ$) の地すべり性の断層がみられる
- 大湊砂層中の層理は 20° 程度の北傾斜を示し、地すべりに伴い後方回転した様子がある

地すべりにより大湊砂層と番神砂層との境界が低下しており、評価に用いることはできない

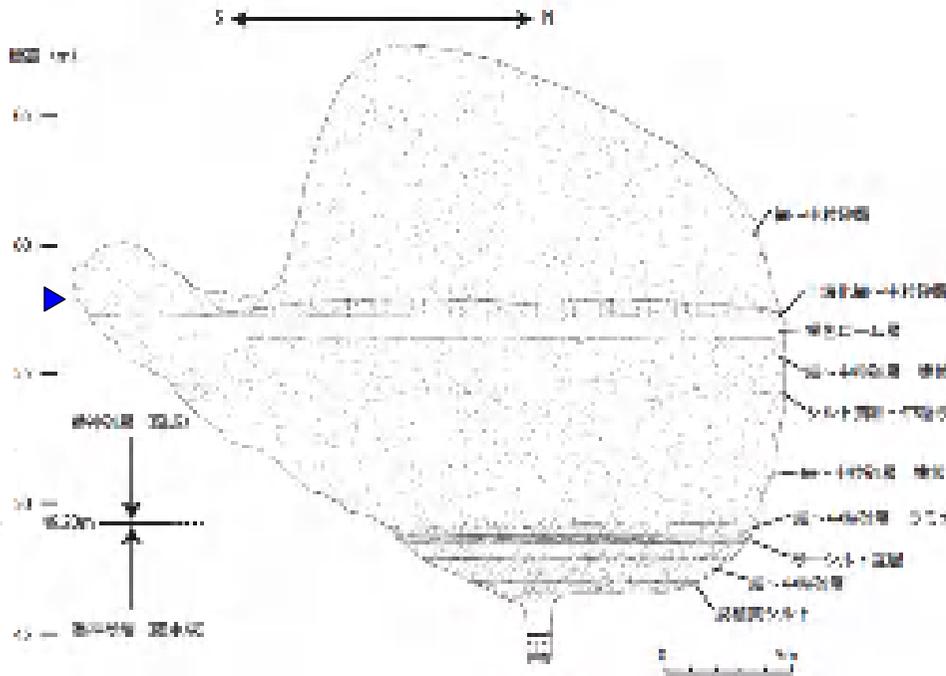


低角度の地すべり

大湊砂層中の層理が傾斜

露頭調査結果 (Loc. f, 大塚山露頭)

- 標高56m～57m付近には、厚さ1m程度の風成ローム層がみられる
- 標高53m付近には、弱いクロスラミナがみられ、ラミナは短波長であることから、陸水成と考えられる
- 標高46m～47m付近には、砂層中に腐植質のシルト層が挟在する。小型（短波長）のトラフ型斜交ラミナがみられ、比較的弱い水の営力によるクロスラミナとも考えられることから、陸水成の砂丘間低地の堆積物と判断される
- したがって、海成層の上面は露頭で確認される標高45m付近よりも低いと判断される



風成ローム層
標高56m～57m付近

弱いクロスラミナ
標高53m付近

腐植質シルト層
小型のトラフ型斜交ラミナ
標高46m～47m付近

凡例
 ■ 土壌
 ■ ローム層
 ■ 細～中粒砂層
 ■ 中～粗粒砂層
 ■ シルト層
 ▲ 地元団体の評価位置

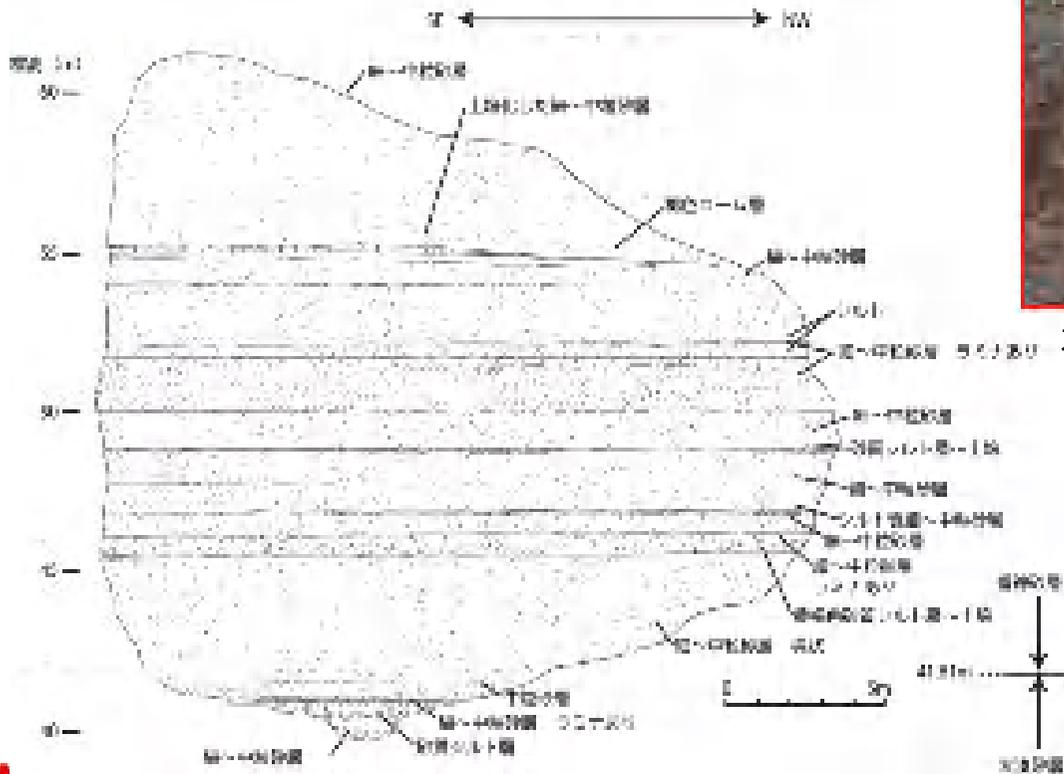
露頭調査結果 (Loc. g , 正福寺露頭)

- 標高42m付近より下位は，ラミナの発達した砂層が連続的に分布し，長波長の大型のクロスラミナが認められることなどから，海成層と判断される
- 標高42m付近より上位は，無層理の砂層が発達し，ローム層を挟在することなどから，風成層と判断される
- なお，標高42mより上位にも，ラミナが認められるが短波長のクロスラミナを呈するしており，陸水成の堆積物と判断される



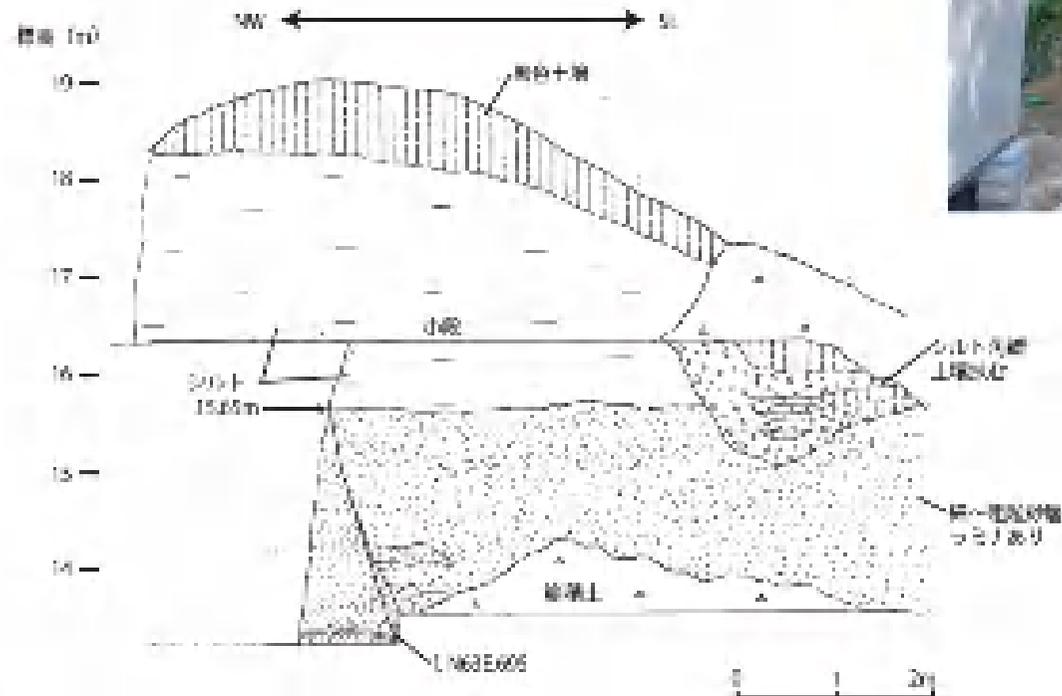
大湊砂層及びその上位の番神砂層

大湊砂層と番神砂層の境界 標高約41.8m



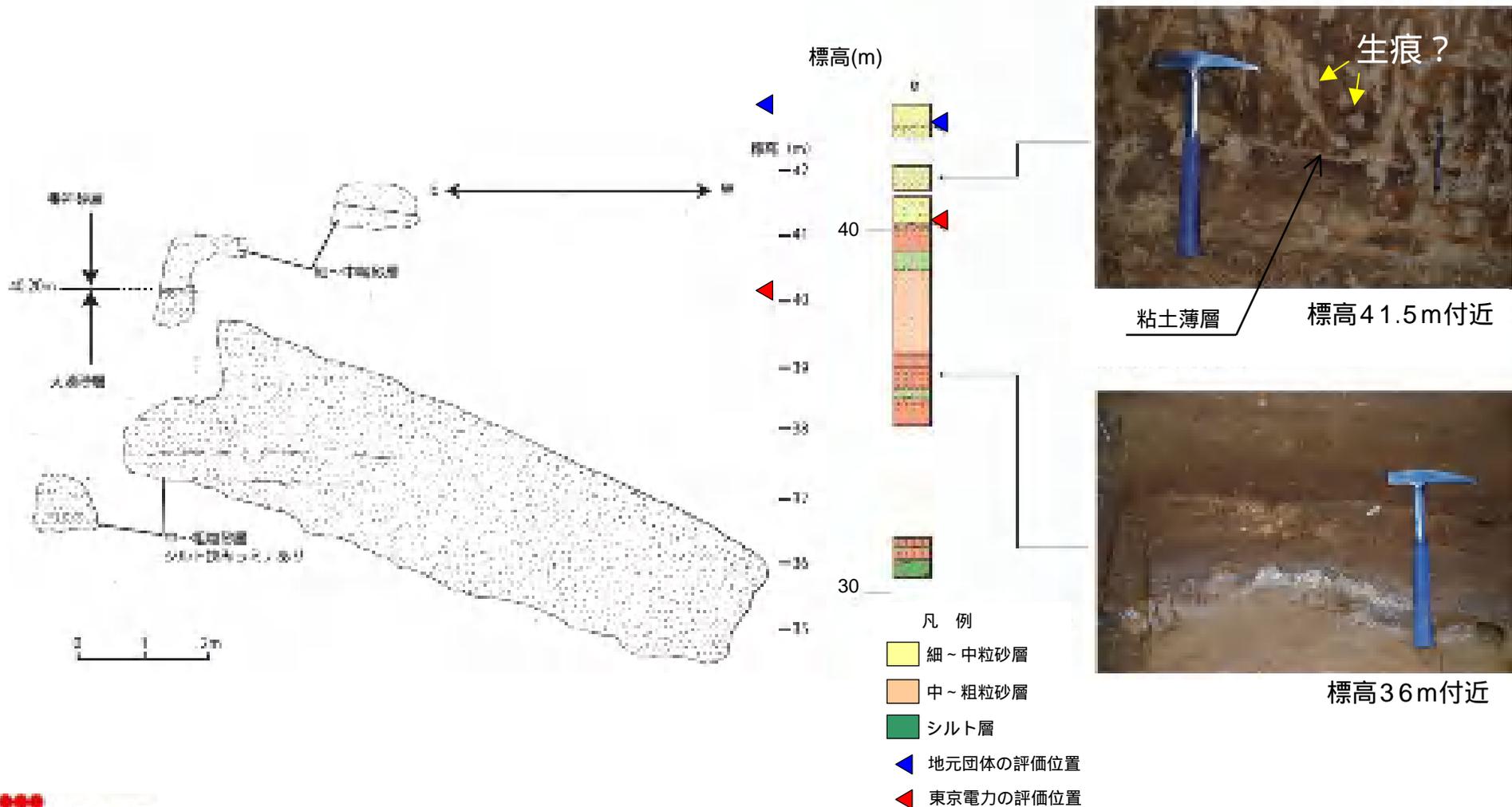
露頭調査結果 (Loc. j , 刈羽小丸山)

- 海浜砂層が標高14m～16m付近に認められ、層相は大湊砂層と類似するものの、この海浜砂層は、シルト層に不整合に覆われており、大湊砂層と番神砂層との境界とは明らかに異なる
 - 大湊砂層と番神砂層との境界ではなく評価に用いることはできない
- なお、このシルト層は、標高約20mに小規模な平坦面を形成しており、大湊砂層堆積以降に形成された谷埋め堆積物である可能性が考えられる



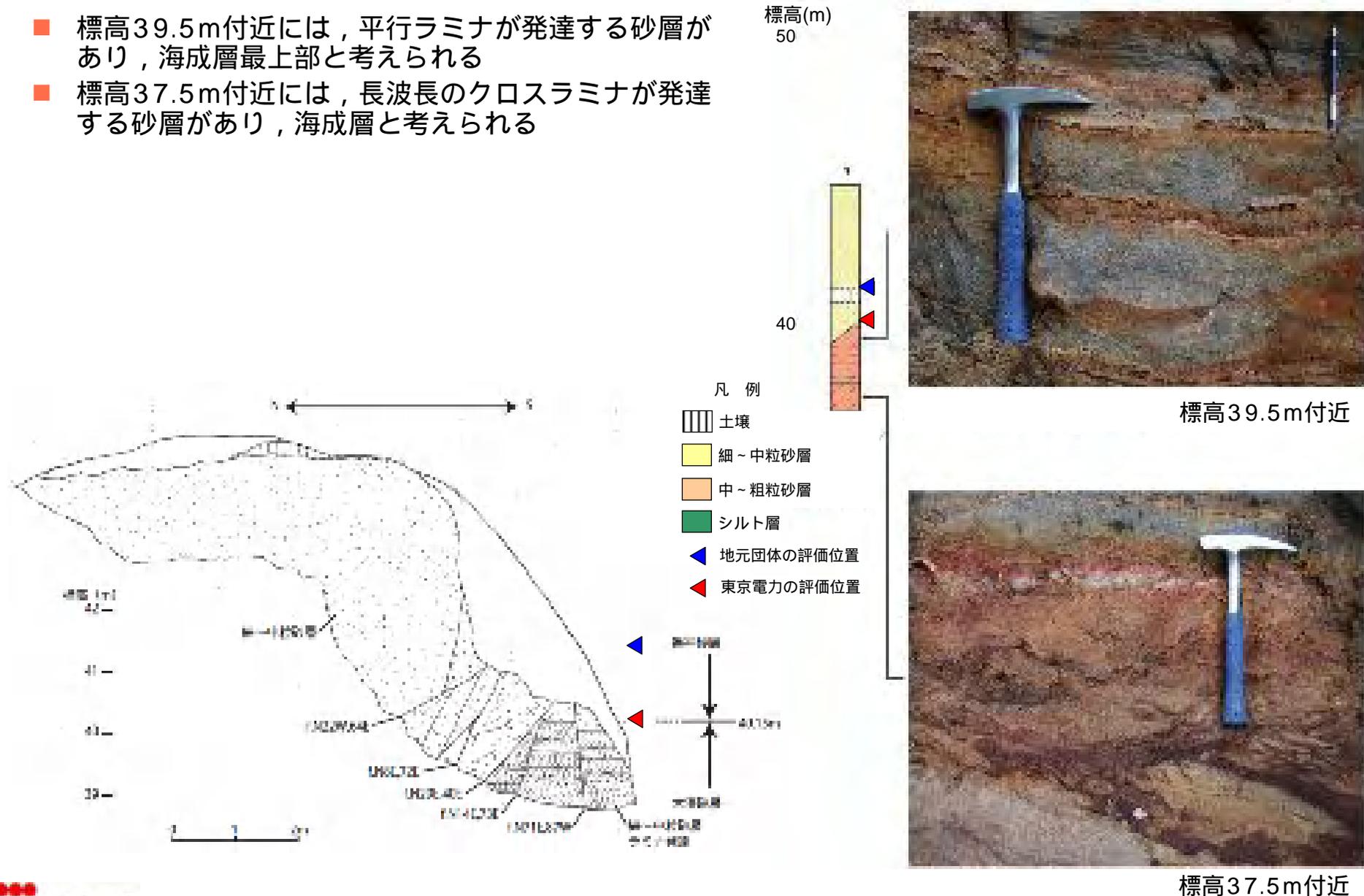
露頭調査結果 (Loc. e, 中ノ沢露頭)

- 標高41.5m付近には、砂層中に生痕化石(ゴカイの巣穴)と指摘される模様が認められるものの、粘土薄層に攪乱は認められないことから、地下水の影響(酸化)などと考えられる
明らかに生痕ではなく、海成層が高いものではない
- 標高36m付近には、砂層中にシルト層及び礫層を挟在しており、海成層と判断される



露頭調査結果 (Loc. h, 林道露頭)

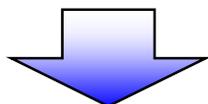
- 標高39.5m付近には、平行ラミナが発達する砂層があり、海成層最上部と考えられる
- 標高37.5m付近には、長波長のクロスラミナが発達する砂層があり、海成層と考えられる



M 面（中山段丘面）の傾斜に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 真殿坂断層東側のM 面（中山段丘面）は，西傾斜で標高30m程度に分布しており，西側の露頭における大湊砂層と番神砂層との境界標高55m～58m程度と差異があることから，真殿坂断層は後期更新世以降も活動している活断層である



■ 東京電力の評価：

- 中山段丘面の高度は標高30数m程度であり，周辺の大湊砂層と番神砂層との境界標高が35m～40m程度であること，MIS5eの離水面は緩やかに東側へ高度が低下することを踏まえると，矛盾はない
- 指摘の中山段丘面がやや西に傾斜して見えるという点については，段丘面は小規模で起伏もあることから，段丘面としての傾斜（傾動）を議論できるものではない
- 周辺の地形や地質の状況に，活断層であることを示唆するものは見出されない

中山段丘面の位置図

- 指摘のあったM 段丘面（中山段丘面）は，真殿坂向斜軸上に位置する



地元団体の主張：
 • M 面（中山段丘面）の高度は露頭g, fと比較して低く，西に傾斜しており断層活動が示唆される

東京電力：
 • 段丘面の高度は周辺と大きく異なる
 • 段丘は小規模で起伏もあり面の傾斜を議論できない
 • 周辺に変位地形，変動地形は見出されない

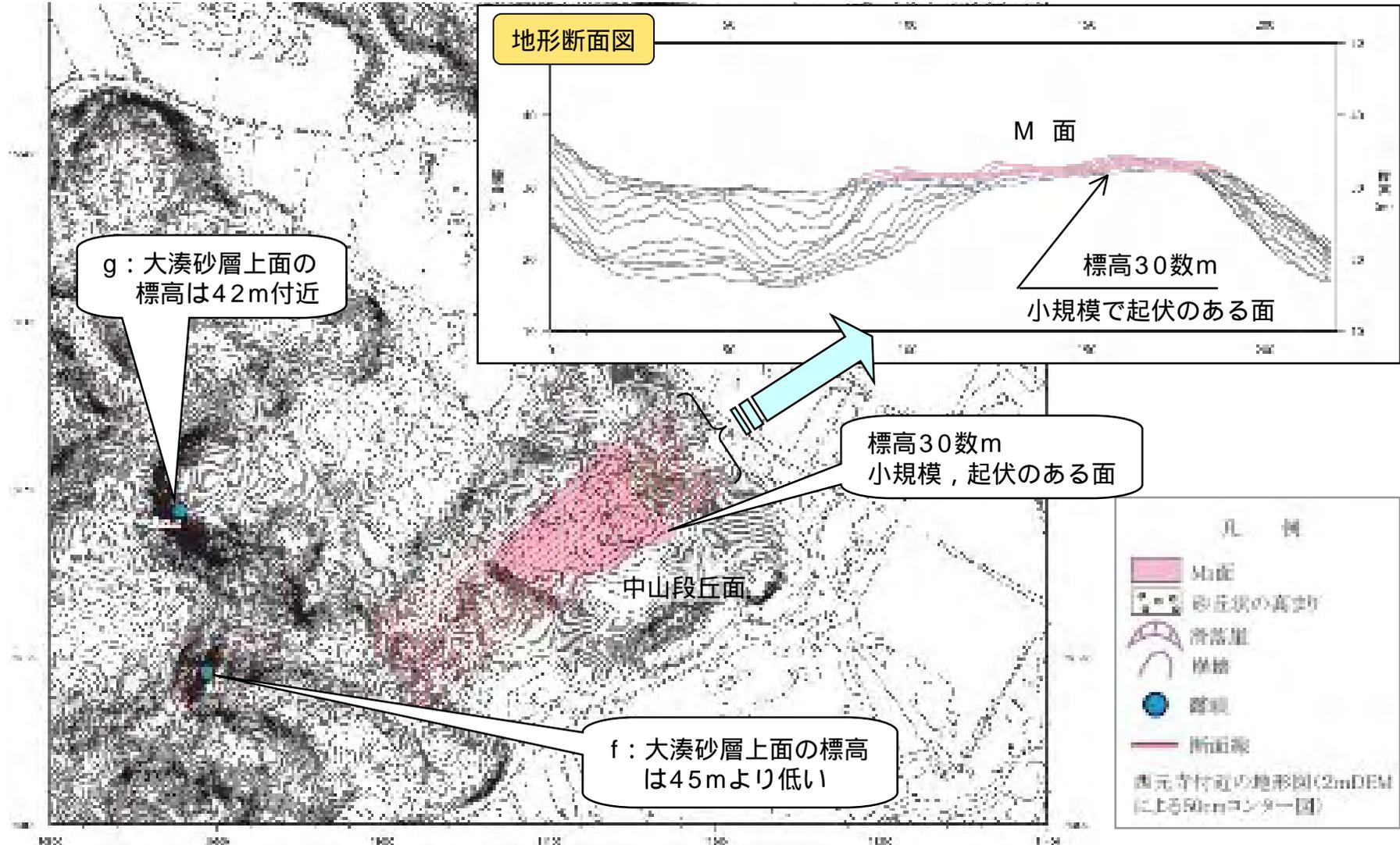
柏崎刈羽
 原子力発電所

この衛星画像は、真殿坂向斜軸上に位置するM段丘面（中山段丘面）を示しています。図には、北極星の方位磁針、スケール、および地形の傾斜を示す赤い矢印が描かれています。また、M段丘面の位置を特定するための黄色い点線と赤い矢印が描かれています。



中山段丘面の地形

- 空中写真判読によると、指摘のM面（中山段丘面）は小規模で起伏もあり段丘面の傾斜（傾動）を議論できるものではない
- 露頭f，gと比較して著しく低いものではなく，真殿坂断層の活動は示唆されない



1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

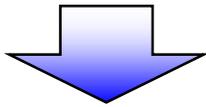
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

中越沖地震に伴う敷地近傍の変状に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 中越沖地震後の真殿坂断層沿いにおける崖崩れ等の変状の集中は，中越沖地震時に真殿坂断層が動いたことを示す



■ 当社の評価：

- 真殿坂断層（向斜）が通る敷地及び敷地近傍の西山丘陵を中心に，中越沖地震前後の空中写真から判読できる明瞭な崩壊，亀裂，段差等の変状を抽出した結果，それらが真殿坂断層沿いに集中・線状配列していることはない
- さらに，国土地理院，民間測量会社（株）パスコによる変状調査結果も踏まえ，新たな判読基準を追加して空中写真による再判読を実施し，明瞭でない変状も含めて抽出するとともに，変状の密度分布を整理した結果，それらが真殿坂断層沿いに集中・線状配列していることはない

敷地及び敷地近傍における変状の判読結果

調査目的

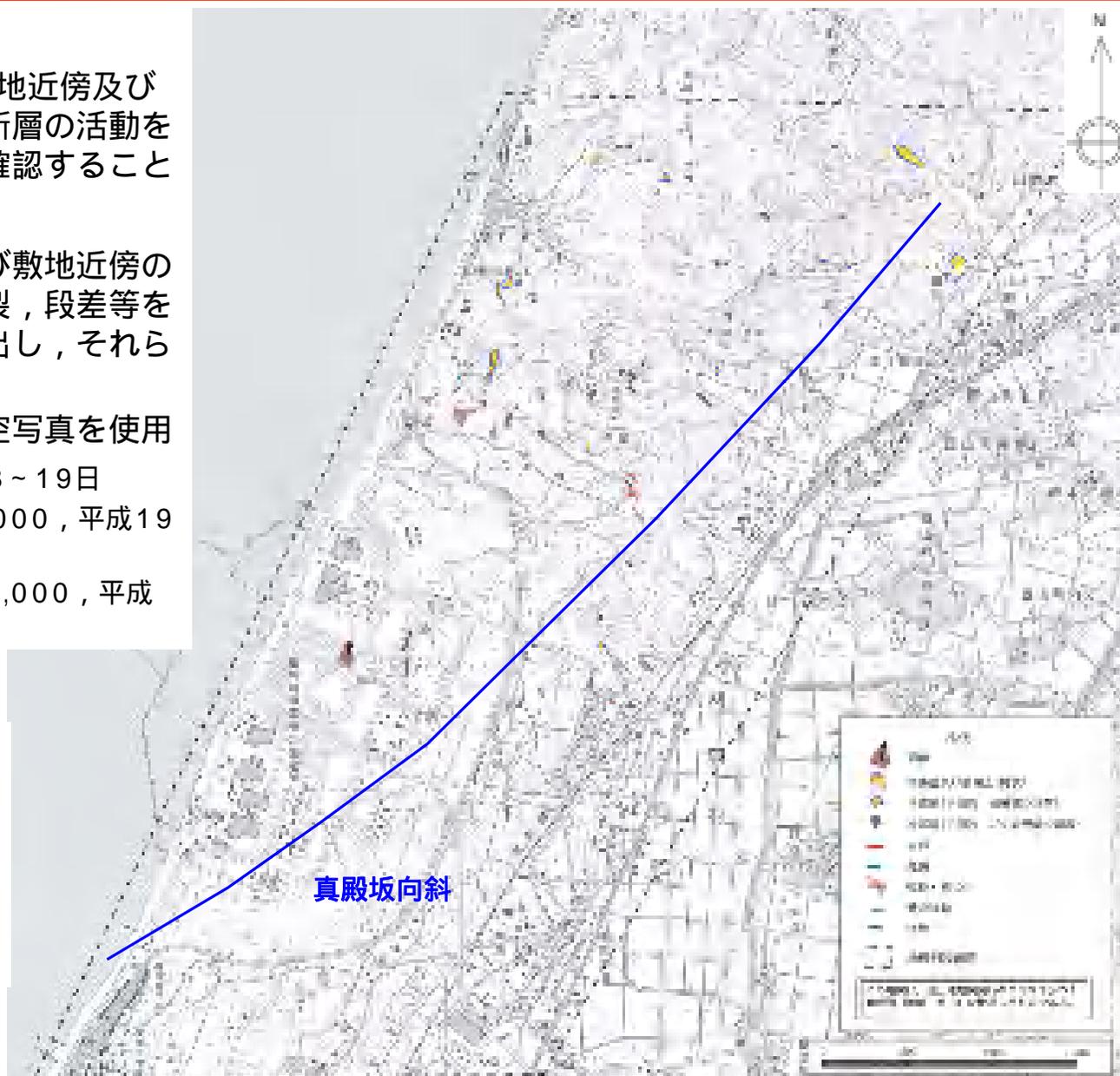
- 北-1測線，北-2測線を含む敷地近傍及び敷地において，地表付近での断層の活動を示唆する変状の分布の有無を確認すること

着眼点

- 空中写真判読により，敷地及び敷地近傍の西山丘陵を中心に，崩壊，亀裂，段差等を対象に**比較的明瞭な変状**を抽出し，それら変状の分布状況を分析
- 空中写真判読には，以下の航空写真を使用
敷地；1/6,500，平成19年7月18～19日
敷地近傍（北-1測線まで）；1/4,000，平成19年10月18日
敷地近傍（北-1測線以北）；1/10,000，平成19年7月19日，国土地理院発行

調査結果

- 敷地及び西山丘陵において，中越沖地震に伴い発生した崩壊・亀裂等の変状が，真殿坂向斜沿いに集中・線状配列をしていないことを確認した



地元団体が指摘する変状

当社実施の空中写真判読結果

必ずしも全ての地すべりが抽出されているものではないが、崩壊土を伴う等今回の地震により生じたものを抽出したものの



他機関による報告も踏まえた変状の判読基準

- 中越沖地震に伴う変状について公表されている国土地理院及び（株）パスコによる被害状況図において、当社が判読していない箇所を把握した上で、変状の判読基準を追加して再判読を実施した
- 変状の抽出は、判読範囲を敷地から半径約5kmの範囲まで広げて、空中写真から判読できる中越沖地震に伴い発生したことが明らかな変状に加えて、その可能性がある不明瞭な変状についても対象とした

要素	当初判読基準	今回追加した判読基準
崩壊・地すべり	<ul style="list-style-type: none"> ● 馬蹄形の滑落崖であり、移動土塊が下方に認められるもの ● 馬蹄形～円弧状の滑落崖であり、崖面に削剥跡、明褐色部が認められるもの ● 平面的な崖面を呈する崩壊であり、崖面の削剥跡、明褐色部が認められるもの 	<ul style="list-style-type: none"> ● 急崖の崖面に、比較的明るい褐色の裸地が認められるもの ● 保護シートに覆われた法面崩壊
亀裂	<ul style="list-style-type: none"> ● 地すべりに伴う亀裂 ● 規則的な配列を示す亀裂 	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路，法面，芝生等に認められるやや不規則な亀裂，線状～円弧状の筋
噴砂・液状化	<ul style="list-style-type: none"> ● 白色～乳白色を呈する円形～楕円形の変色域 	<ul style="list-style-type: none"> ● 裸地からなり、明褐色部と暗褐色部とが不規則に分布する部分
砂の移動	<ul style="list-style-type: none"> ● 砂丘分布域において、小丘状あるいは堤状の高まりが認められるもの ● 砂丘背後斜面において、植生の乱れが認められるもの 	<ul style="list-style-type: none"> ● 斜面を呈する裸地内において、周囲より僅かに明るい褐色を呈する部分
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 法面の変形に伴う皿状の凹地として抽出 	<ul style="list-style-type: none"> ● 道路に認められる新しい補修跡

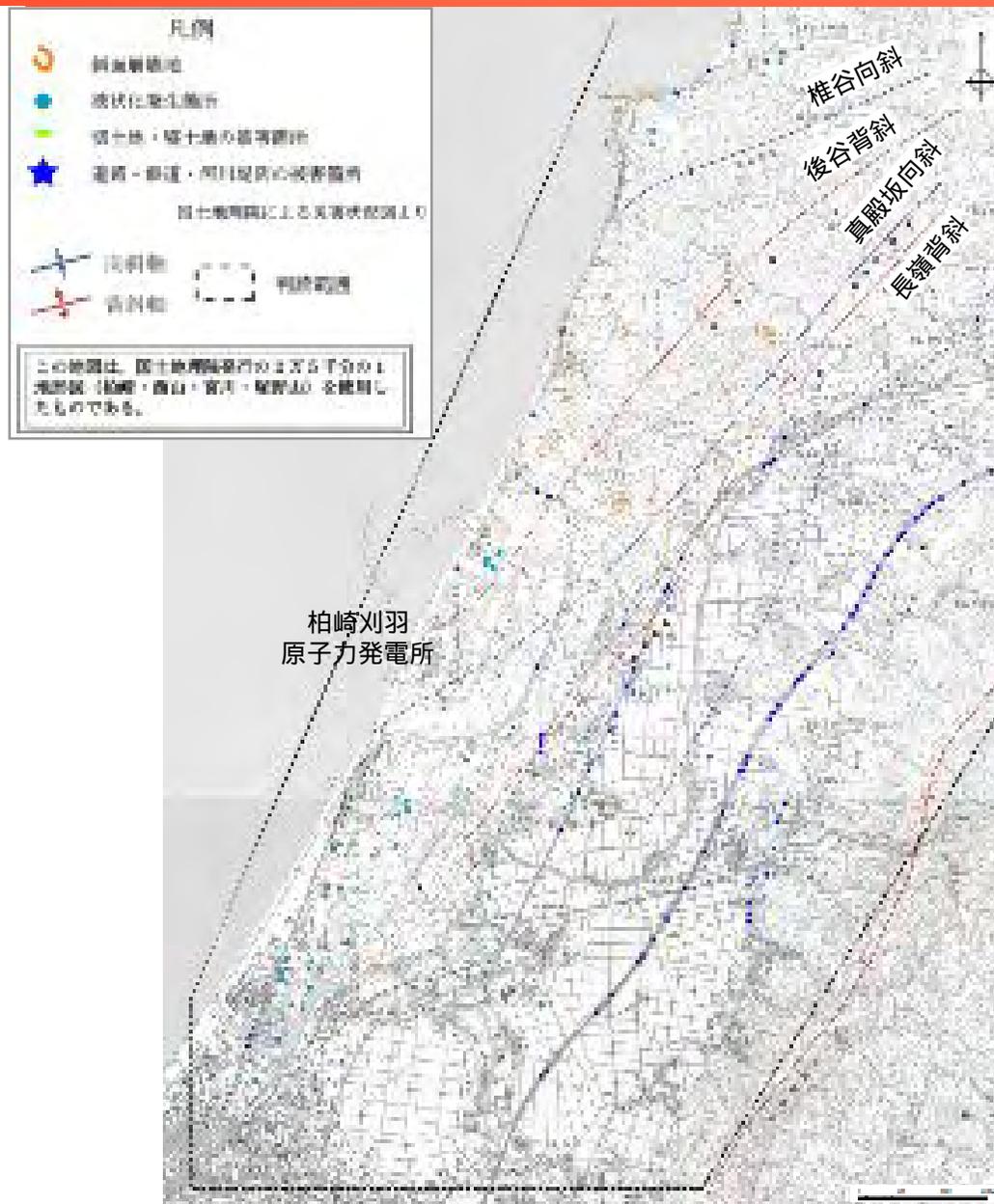
敷地及び敷地近傍における変状の再判読結果

- 敷地及び西山丘陵において、中越沖地震に伴い発生した可能性のある崩壊・亀裂等の変状は、真殿坂向斜沿いに集中・線状配列をしていない



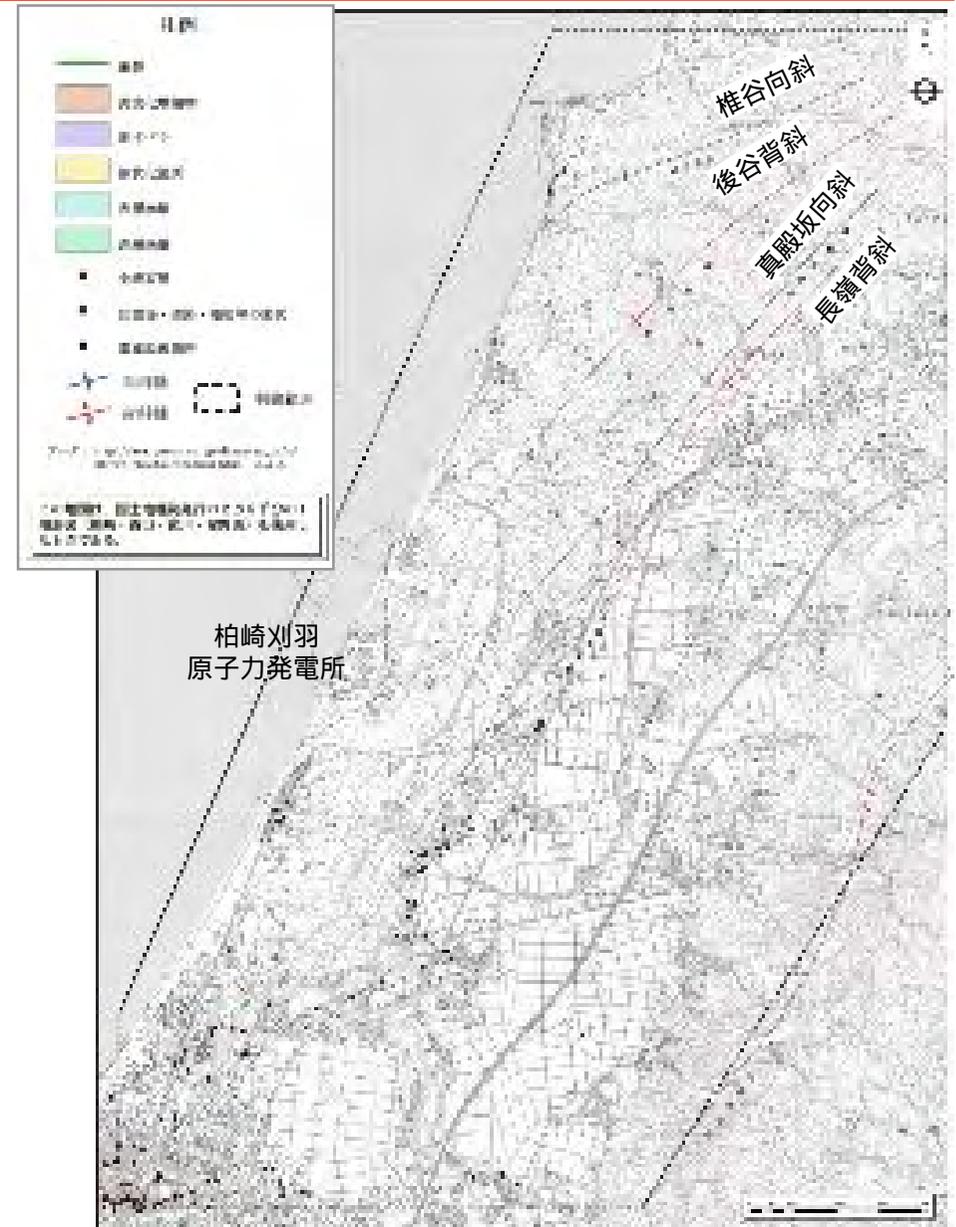
参考：国土地理院による変状分布

- 国土地理院から報告されている中越沖地震の災害状況図に基づき、敷地及び敷地近傍の変状を2万5千分の1の地形図にプロットした



参考：（株）パスコによる変状分布

- （株）パスコから報告されている中越沖地震の災害状況図に基づき、敷地及び敷地近傍の変状を2万5千分の1の地形図にプロットした



1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

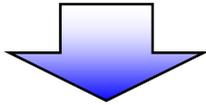
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

阿多鳥浜テフラと高位面の標高に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 敷地内及び敷地北側の真殿坂断層を横断して実施したボーリング調査において確認された阿多鳥浜テフラ（約24万年前）は、標高0m～ - 10m程度に分布しているが、敷地周辺で確認されたMIS7の高位面は標高60m以上に分布しており、この高度差は不合理である

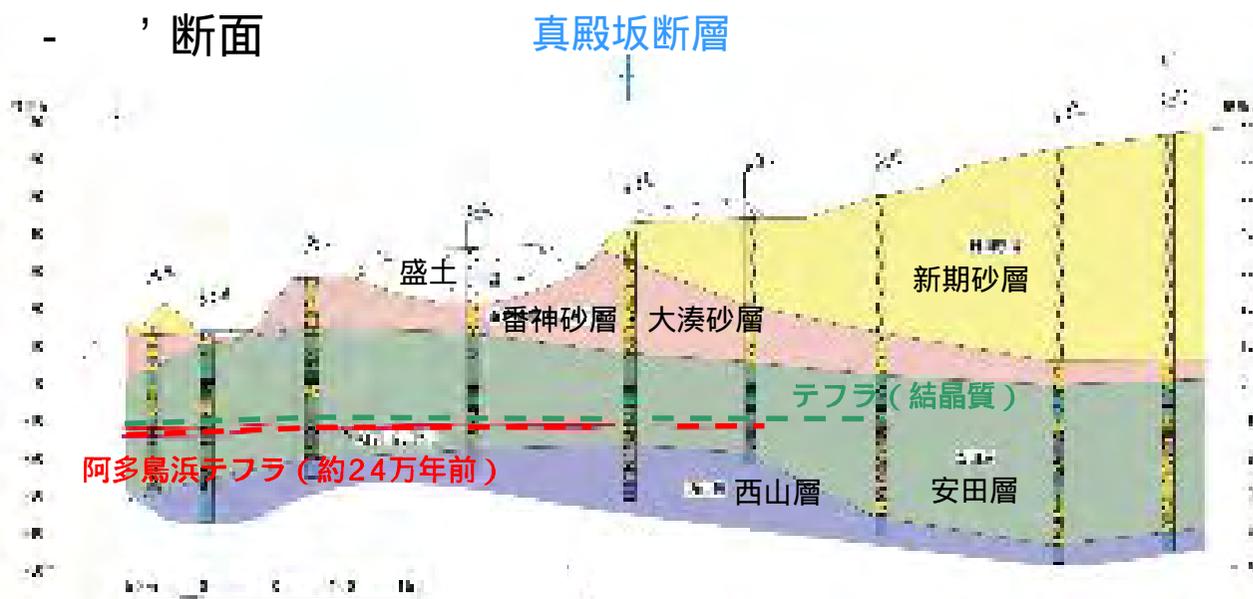
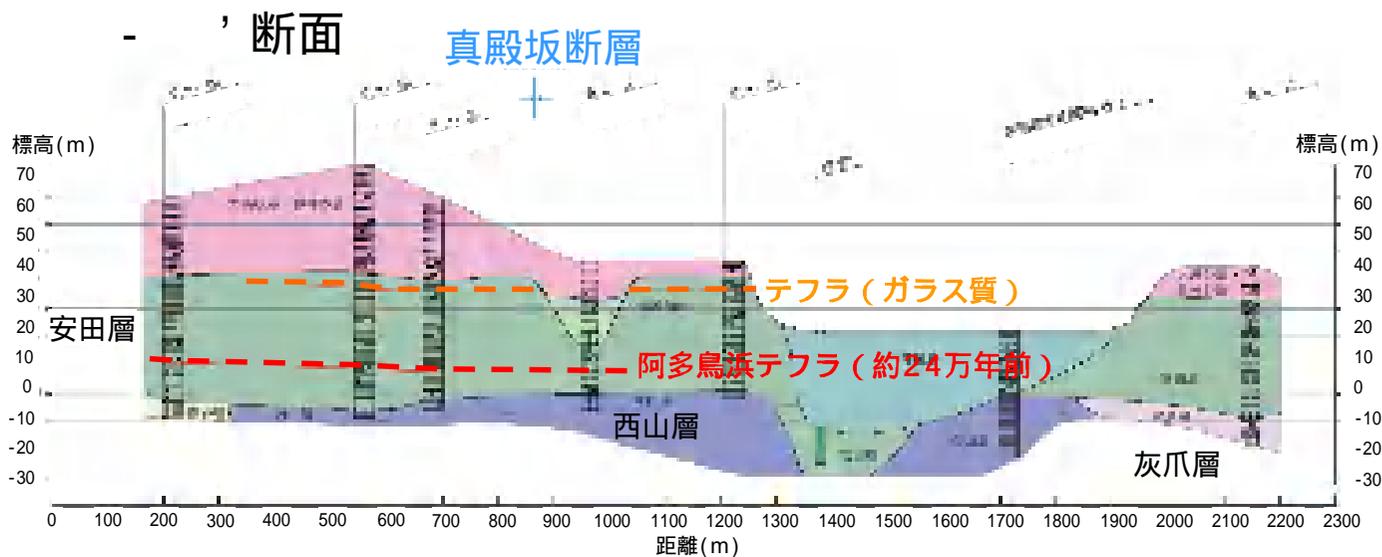


■ 東京電力の評価：

- 段丘面の高度，すなわち堆積物の上面の標高と，堆積物の下部に挟在される阿多鳥浜テフラの標高との差は，MIS7以降の海水準変動や広域的な隆起（沈降）で説明することができ，阿多鳥浜テフラであることを否定するものではない

敷地北側及び敷地内における阿多鳥浜テフラの分布標高

ボーリング調査結果によると、阿多鳥浜テフラは敷地北側では標高-10m付近に、敷地内では標高0m付近に分布することが確認されている

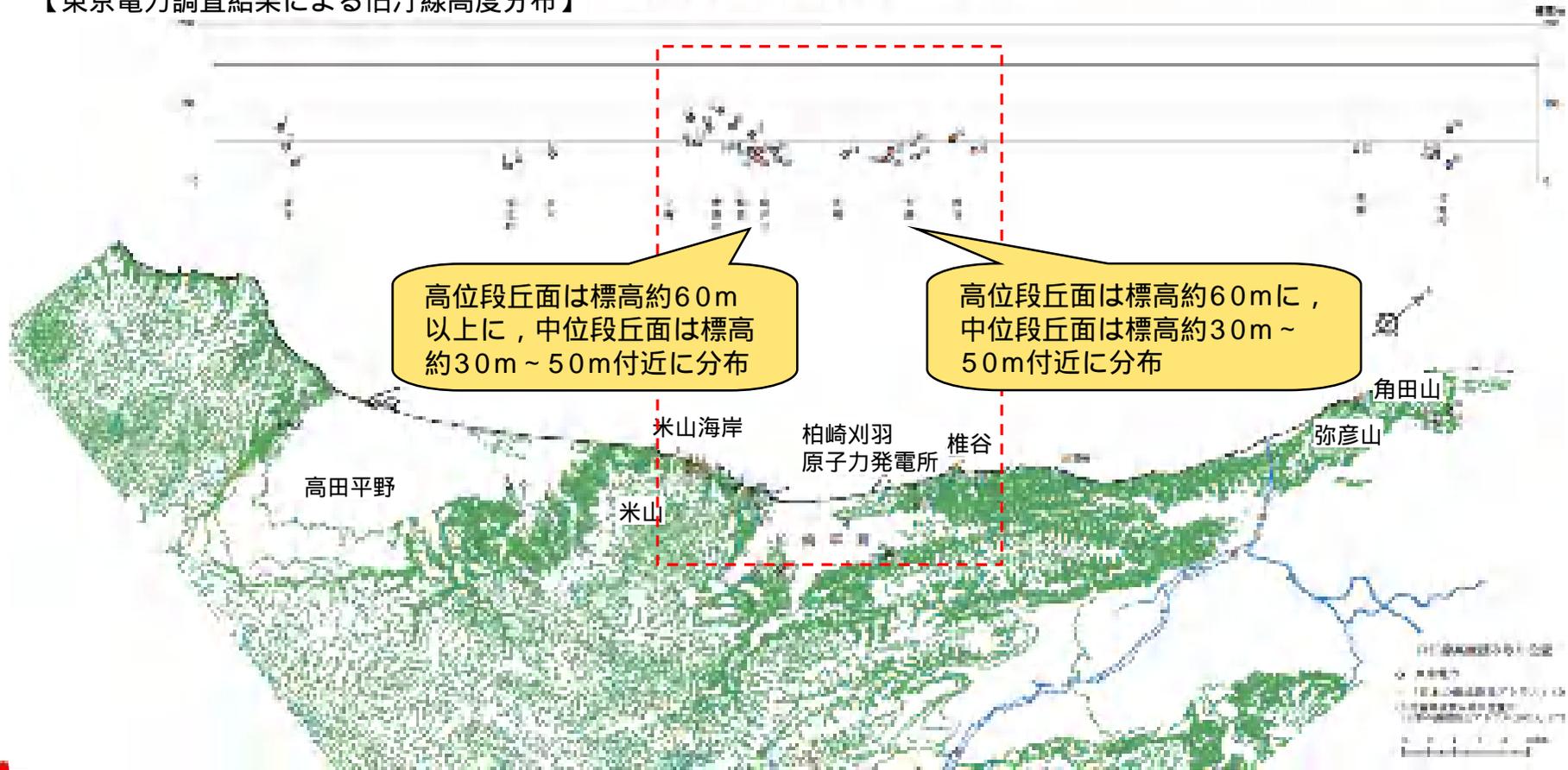


敷地周辺における高位段丘面の分布標高

【「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】



阿多鳥浜テフラ (Ata-Th) の降下時期について

- 「新編 火山灰アトラス」(2003)に示される阿多鳥浜テフラの降下時期は以下のとおり
- 本テフラの層位は酸素同位体ステージ7 (MIS7) 初期に対比できるもので、多摩b海進の途次とみられ、その層位からMIS7のうち約240kaと見積もられた¹⁾こと
 - ジルコンのFT年代は 240 ± 40 ka²⁾であること
 - 日本海のODP794コアではMIS7とMIS8の境界 (MIS8.0) に対比できる層位に見いだされて、やはり240kaと考えられた³⁾こと等から、噴出年代として240kaを採用している
 - 文献に示される確認地点のうち、浜名湖北岸細江町油田では細江礫層の中部泥層中の標高+10m付近に挟在され⁴⁾、発電所付近で標高0m ~ -10m付近に挟在される様子と大きく異なる
- 1)鈴木毅彦・早津賢二(1991): 関東 - 中部地方の第四紀テフラ研究 - 特に中期更新世テフラの重要性 - . 第四紀研究, 30, 361-368 .
 - 2)壇原徹(1995): 第四紀テフラの高精度フィッシュトラック (FT) 年代測定 - ジルコンとガラスを用いた測定法の確立に向けて - . 第四紀研究, 34, 221-237 .
 - 3)白井正明(2000): 男鹿半島浅海成堆積物と日本海半遠洋成堆積物の第四紀氷河性海水準変動への応答 . 第四紀, 32, 19-27 .
 - 4)杉山雄一(1991): 渥美半島 - 浜名湖東岸地域の中部更新統 - 海進 - 海退サイクルとその広域対比 - . 地調月報, 42, 75-109 .

MIS 8 から MIS 7 における海水準変動

- 阿多鳥浜テフラは、MIS7の堆積物の下部に狭在されることから、MIS7初期の海面上昇期（海進期）に降灰したものと考えられている
- MIS8の低海面期からMIS7の高海面期にかけての海面上昇量は、100m程度である
- MIS6の低海面期からMIS5の高海面期にかけて再び海面は上昇し、MIS7とほぼ同じ高さまで上昇したとされる

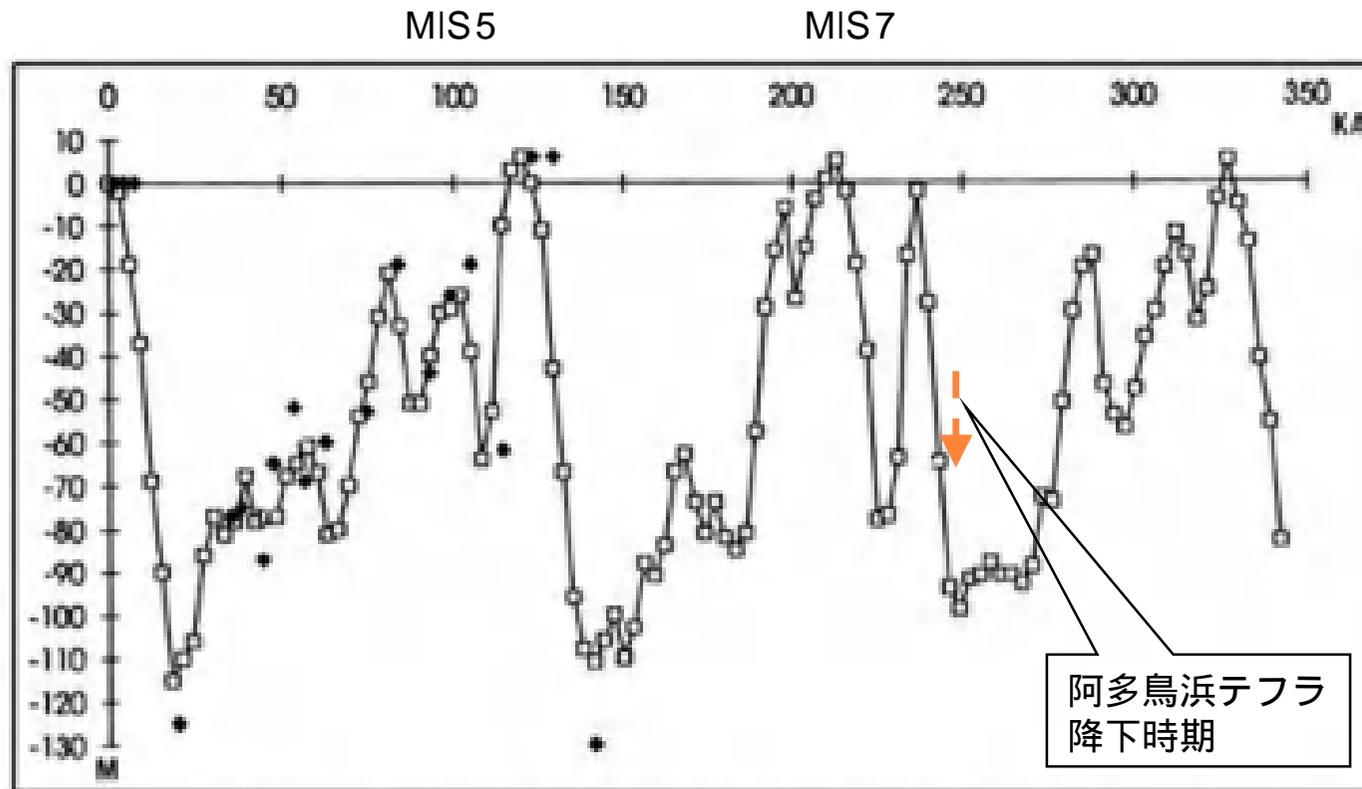


図5 酸素同位体曲線から推定された33万年前以降の海水準変動曲線 (Chappell, 1994)

「日本の海成段丘アトラス」(2002)に加筆

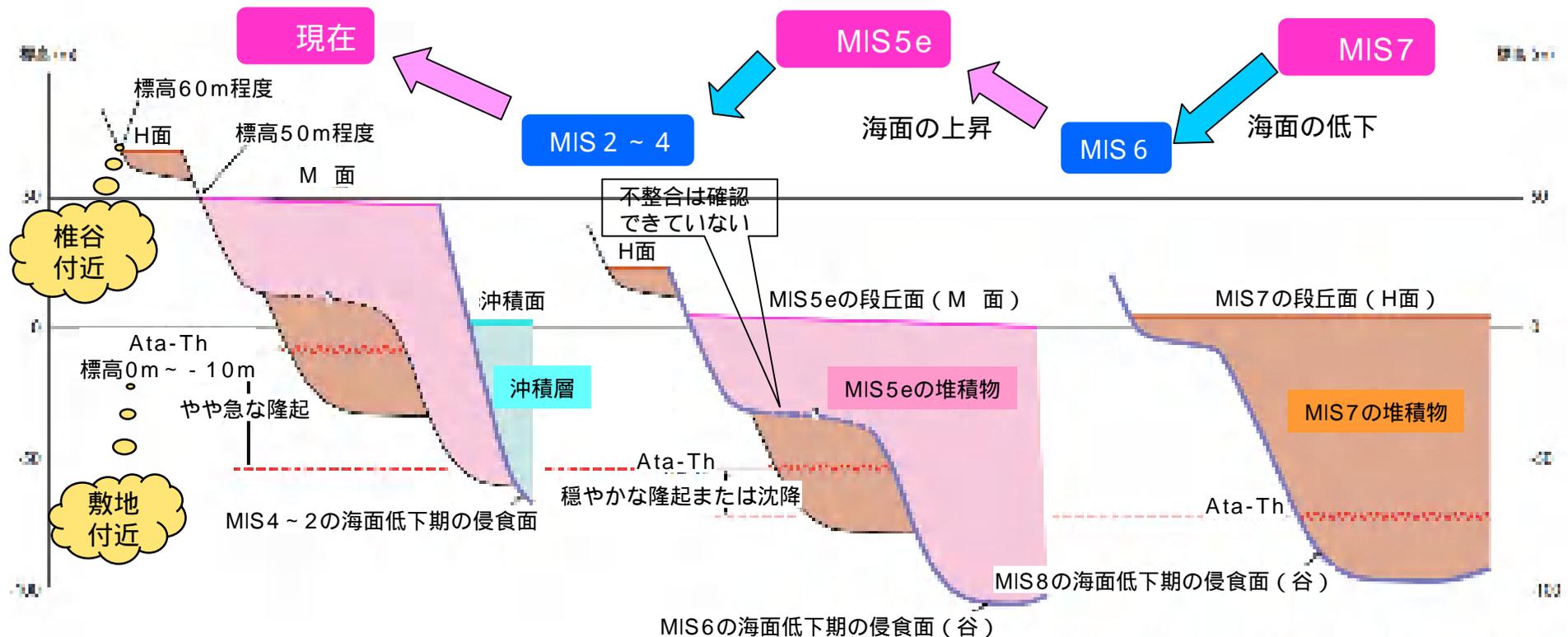
MIS7 ~ MIS5e ~ 現在までの堆積過程

MIS7：海面上昇に伴いMIS7の堆積物が侵食谷を埋め，その下部に阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)が挟在される

MIS5e：海面上昇に伴いMIS5eの堆積物が侵食谷を埋め，また，Ata-Thを挟在するMIS7の堆積物を覆う。
H面の発達がよくないこと等から，この時期，広域的には穏やかな隆起もしくは穏やかな沈降が考えられる

現在：その後の海面の低下～上昇に伴い，現在にかけて沖積層が沖積平野を形成した。M面の発達状況等から，この時期，広域的には相対的にやや急な隆起が考えられる

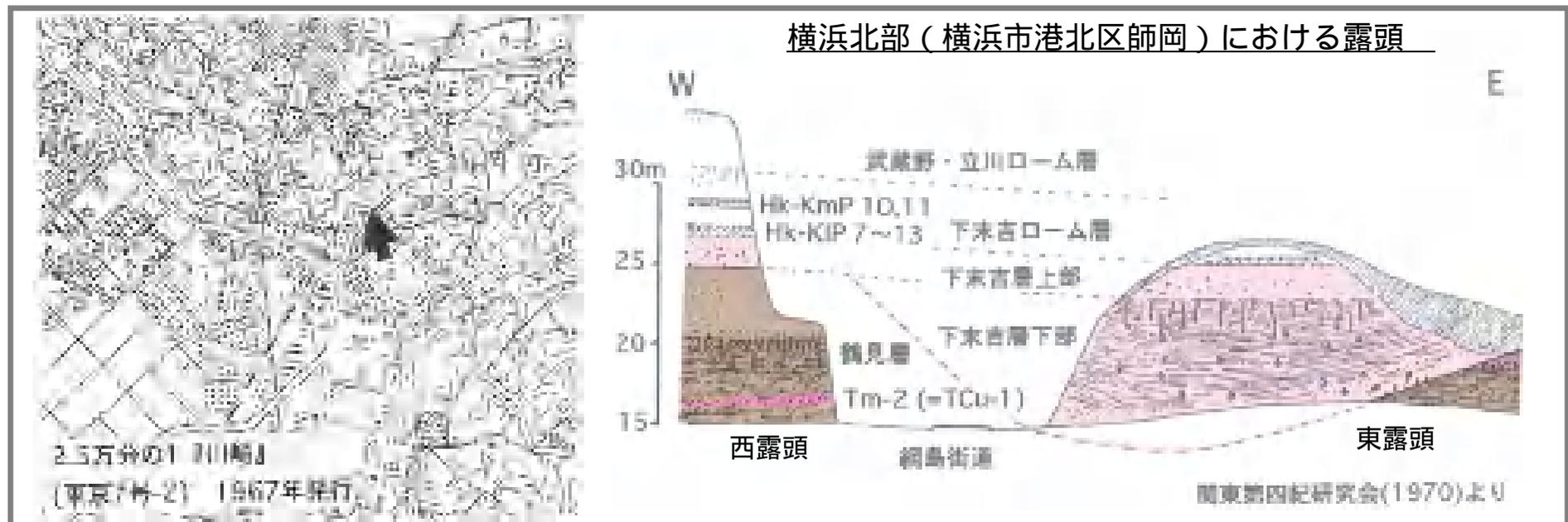
椎谷付近におけるMIS7の高位面の標高約60mと阿多鳥浜テフラ分布標高の約 - 10m ~ 0mとの関係（高度差：約50m ~ 70m）は，以上のような海水準変動と広域的な隆起・沈降により形成されたと考えられる



註) 各ステージにおける最高位及び最低位の海水準高度は「日本の海成段丘アトラス」(2002)による

横浜市北部の露頭における堆積状況

- MIS7の堆積物がMIS5eの堆積物の下位に保存されている露頭として、横浜市北部（横浜市港北区師岡）の露頭がある
- 本露頭は、第四紀露頭集（1996）等によると、MIS7の堆積層である鶴見層が、MIS5eの堆積層である下末吉層に不整合に覆われているとされている
- 本露頭の概要は、以下の通りとされている
 - 下末吉層は、MIS5eの下末吉段丘構成層であり、溺れ谷を埋積した下部層と、それを覆う上部層に区分される
 - 西露頭では、鶴見層は、不明瞭な不整合面を境に下末吉層上部に覆われる。なお、鶴見層は、下部にTcu-1（多摩Tcu-1, MIS8, Aso-1(250~270Ka)の上位)を挟在することから、本層の年代は、MIS7の前半にあたる
 - 東露頭では、鶴見層は、明らかな起伏のある不整合を境に下末吉層下部の泥質堆積物に覆われる



1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

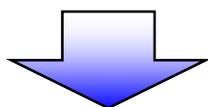
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

柏崎平野における断層活動の有無に関する指摘

■ 指摘内容：

- 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無については，新潟県地質図（2000）等も踏まえた検討が必要である

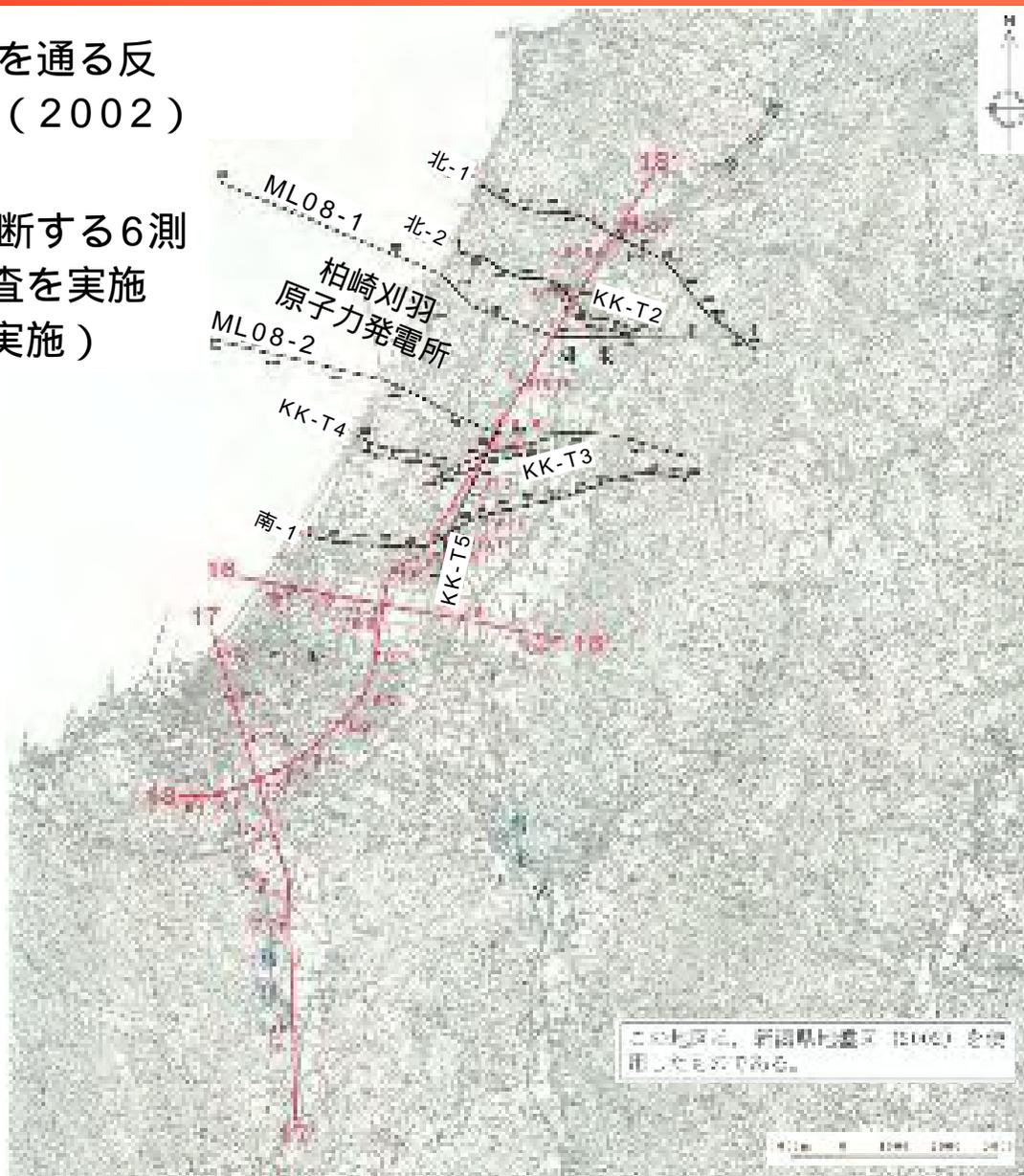


■ 東京電力の評価：

- 新潟県地質図（2000）等によると，数十m程度以浅の地層に不陸はあるものの，当社が実施した反射法地震探査結果等によると，数百m以深の地層は緩やかに傾斜する構造であり，一部認められる断層についても地下深部まで連続せず，後期更新世以降の活動性が認められないことから，その不陸は海水準低下期の侵食地形であり，断層活動によるものではないと判断される

柏崎平野を通る反射法地震探査の測線位置図

- 敷地近傍において実施した柏崎平野を通る反射法地震探査測線及び新潟県地盤図（2002）の地質断面位置を右図に示す
- 敷地近傍においては，柏崎平野を横断する6測線，縦断する1測線で反射法地震探査を実施（うち2測線は海域～陸域にかけて実施）

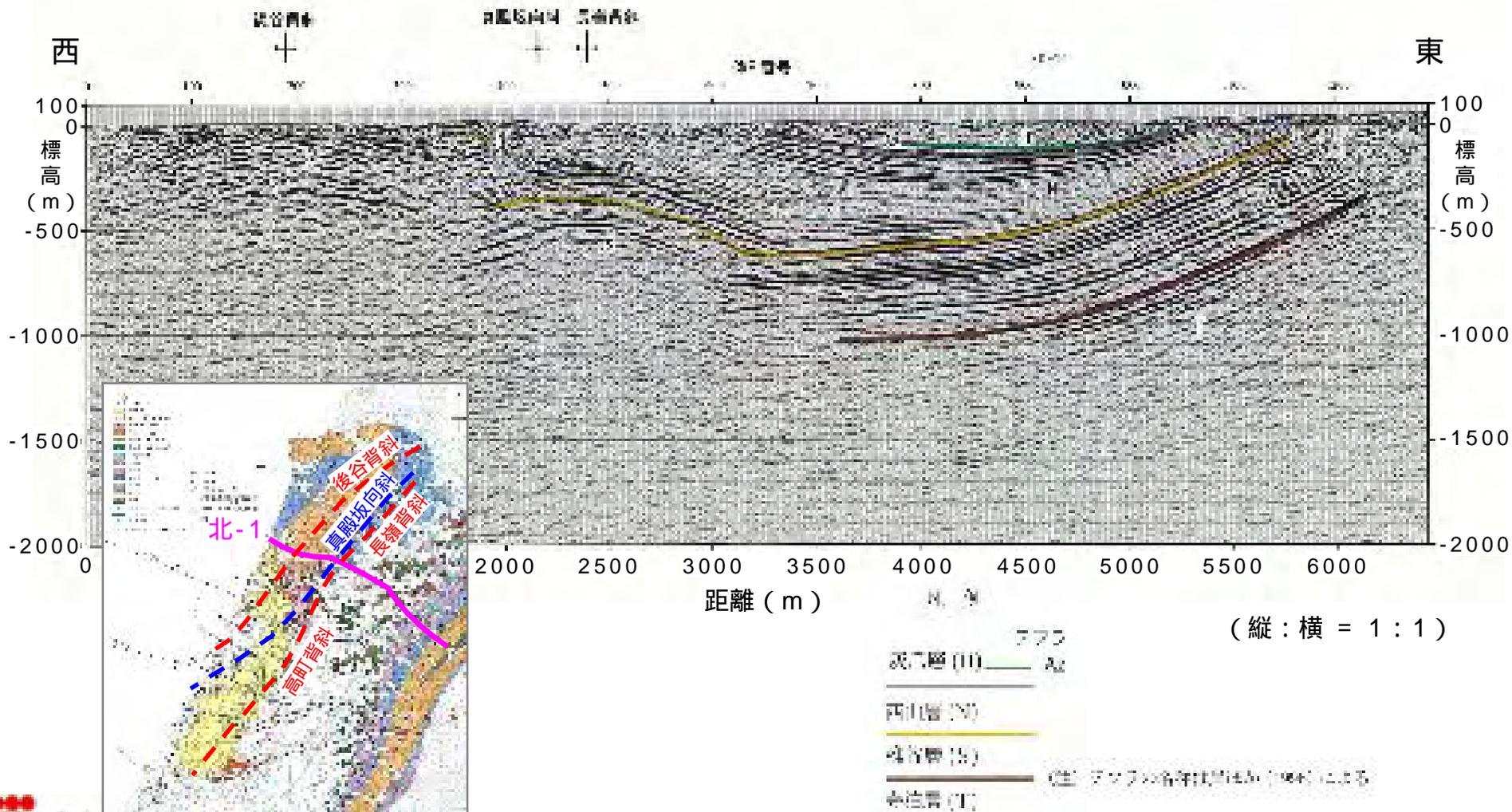


凡 例	
	東京電力㈱反射法地震探査測線 パイプレーダー
	東京電力㈱反射法地震探査測線 インパクト
	東京電力㈱反射法地震探査測線 ベイクアップ
	新潟県地盤図（2002）の地質断面位置

この地図は、新潟県地盤図（2002）を使用している。

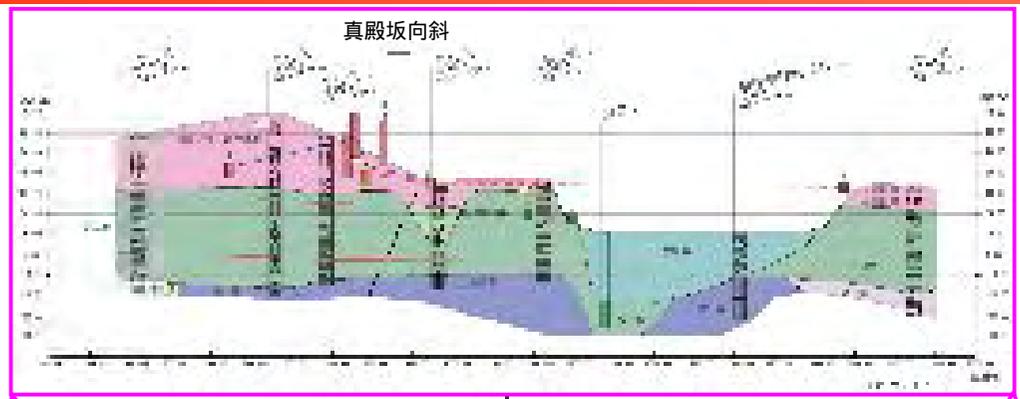
敷地北側の地質構造：北-1測線

- 後谷背斜と長嶺背斜の間に真殿坂向斜が位置し、その深部には真殿坂断層が想定される
- 長嶺背斜東側の平野内では緩い向斜構造が認められる。同向斜軸部においては、西山層中部以下の地層は北西側の翼がやや急な非対称な向斜構造を示すものの、西山層中部以上の地層は地層の屈曲部を伴わない緩やかな同斜構造あるいは向斜構造を示す

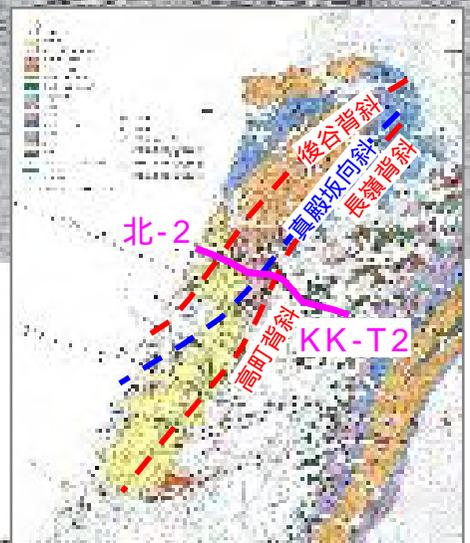
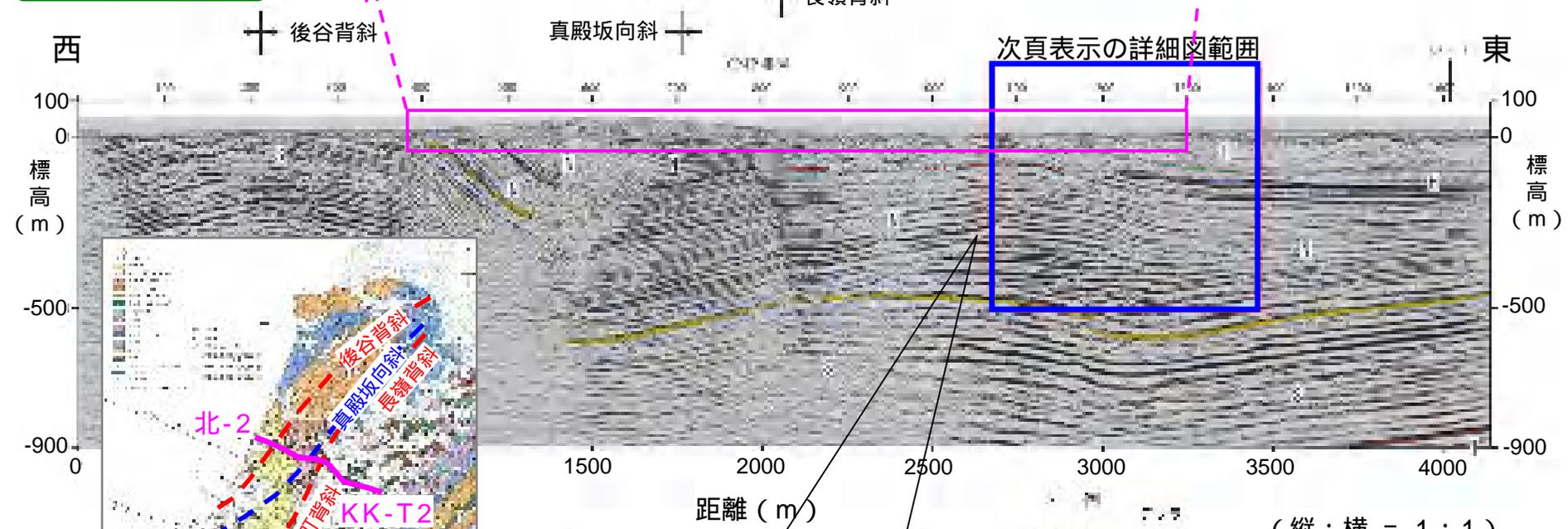


敷地北側の地質構造：北-2測線 + KK-T2測線

地質断面図



反射法地震探査



西山層及び椎谷層中に断層（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

(縦：横 = 1 : 1)

図例

- 地層境界線
- 断層線
- 調査線

資料：(1) 国土院「地質調査報告書」(2) 国土院「地質調査報告書」(3) 国土院「地質調査報告書」

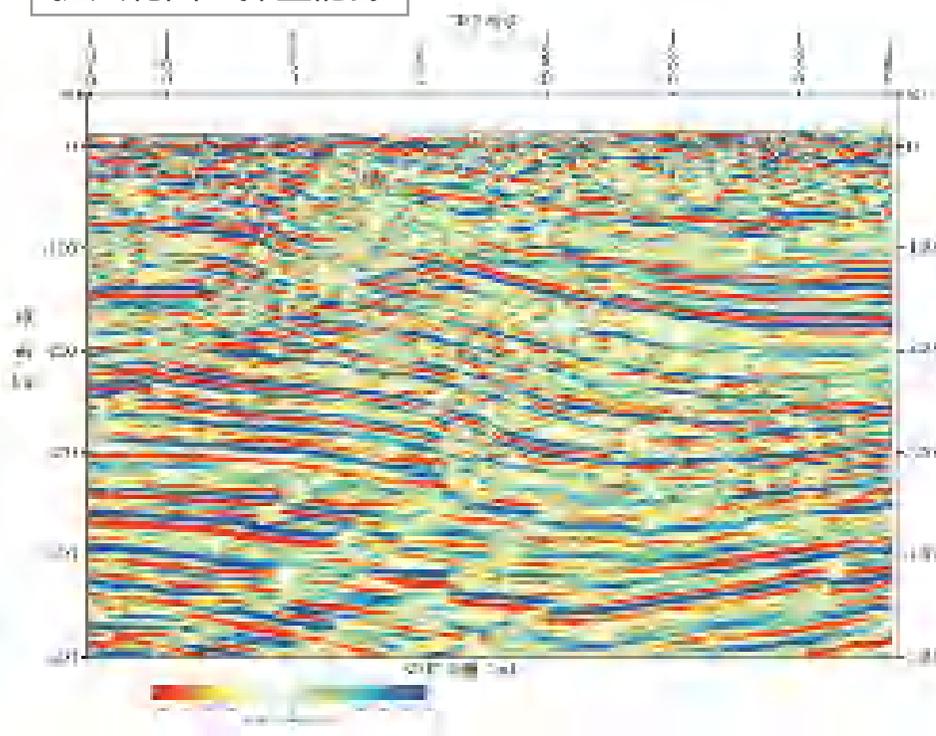
発行：2019年10月



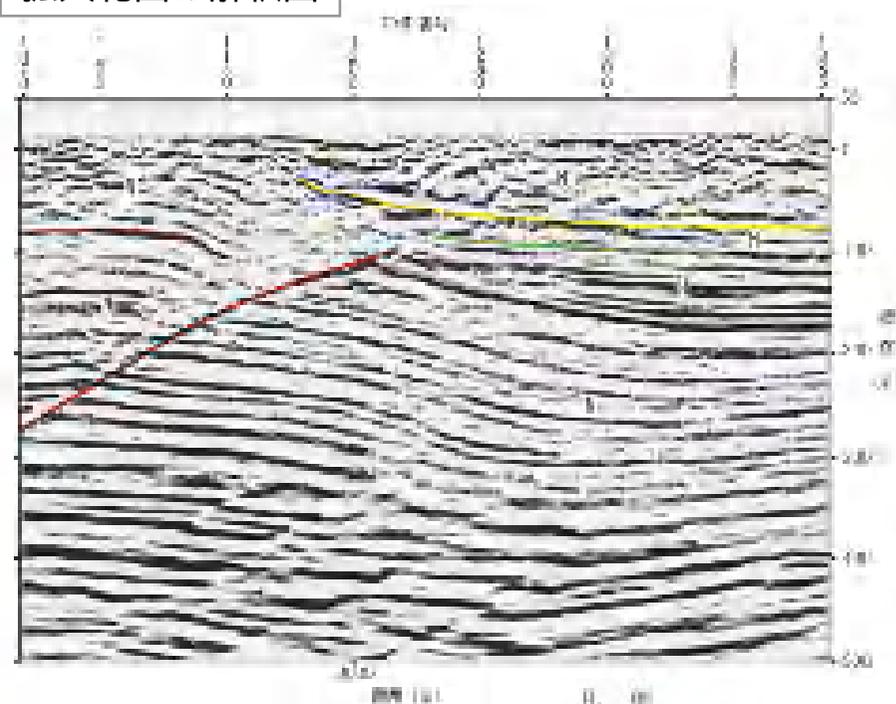
長嶺背斜東側にみられる伏在断層

- 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



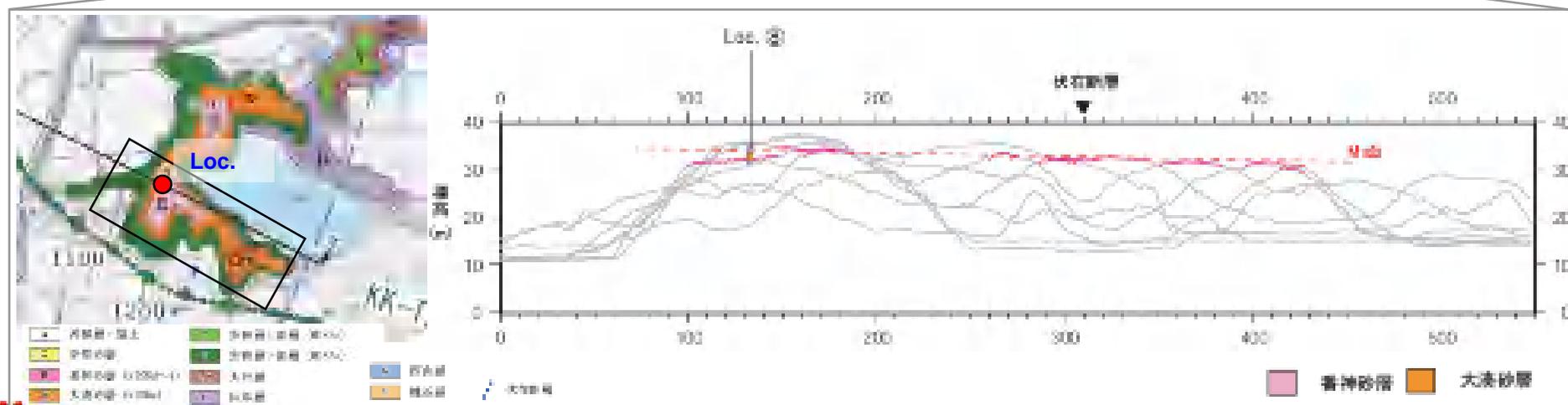
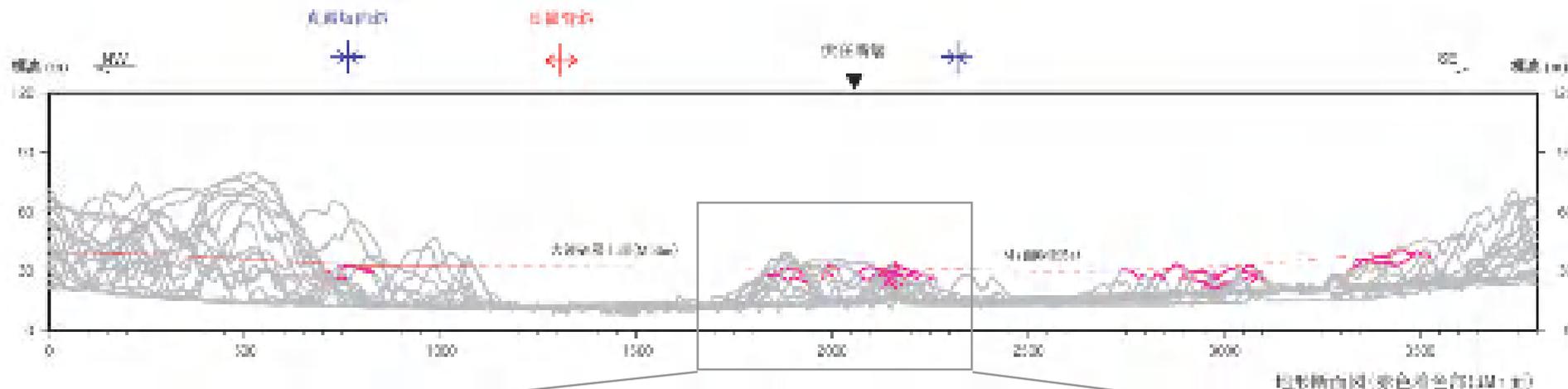
凡 例

アフラ	—	Afla
灰爪層 (H)	—	H
西山層 (N)	—	N
	—	Zn

(注) アフラ層は、敷地内調査結果、
 図12カ・12450) による

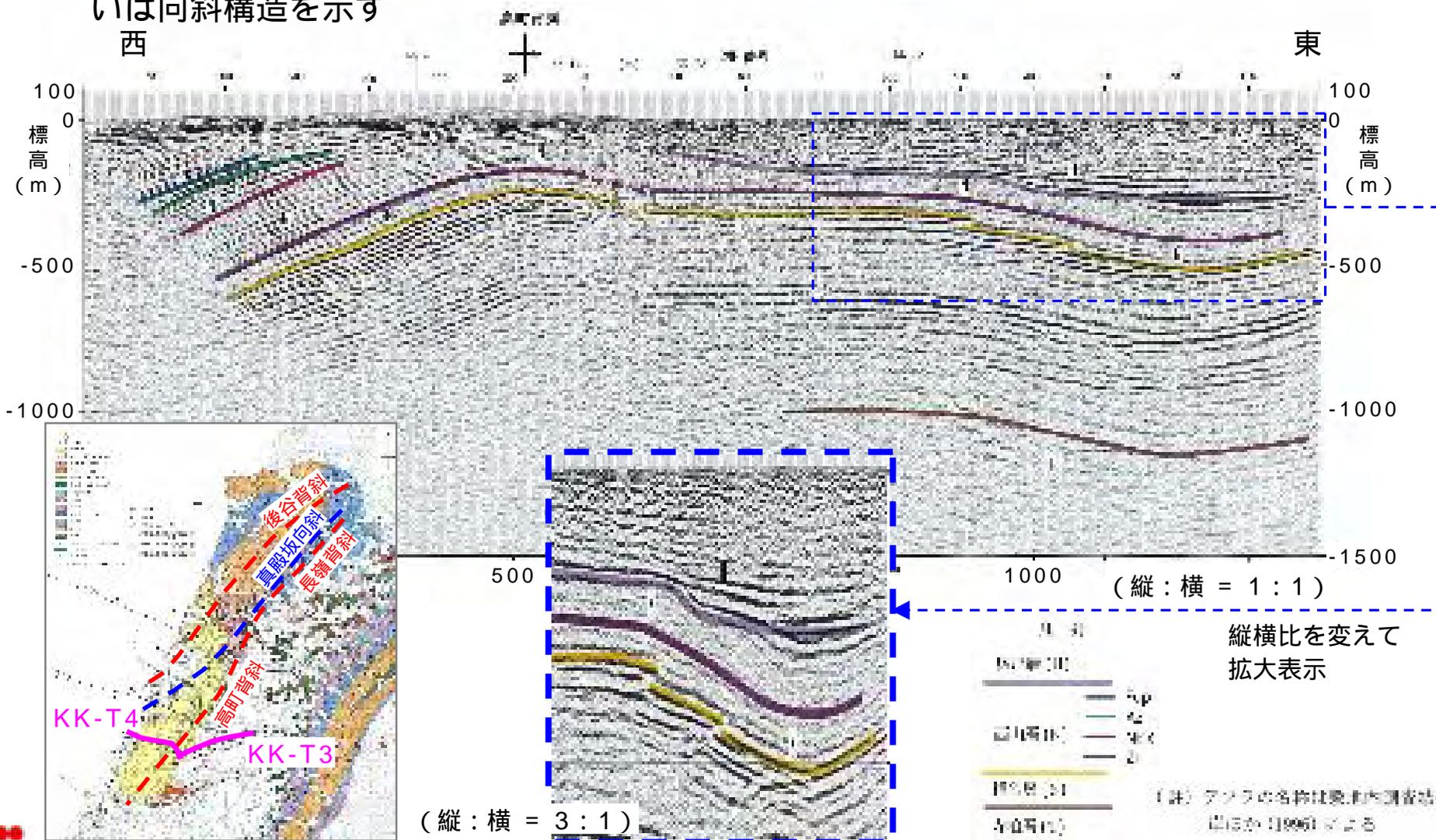
柏崎平野における段丘面の標高分布について

- 柏崎平野のM 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 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



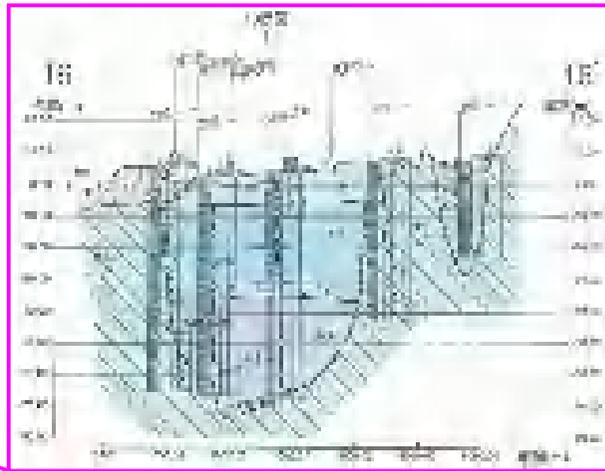
敷地南側の地質構造：KK-T4測線 + KK-T3測線

- 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
- 西山層以下の向斜構造を上位の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



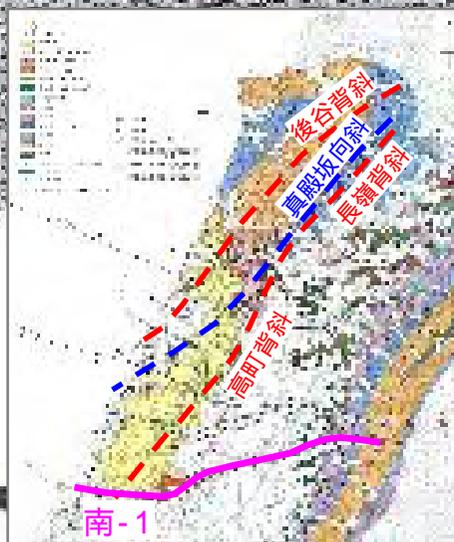
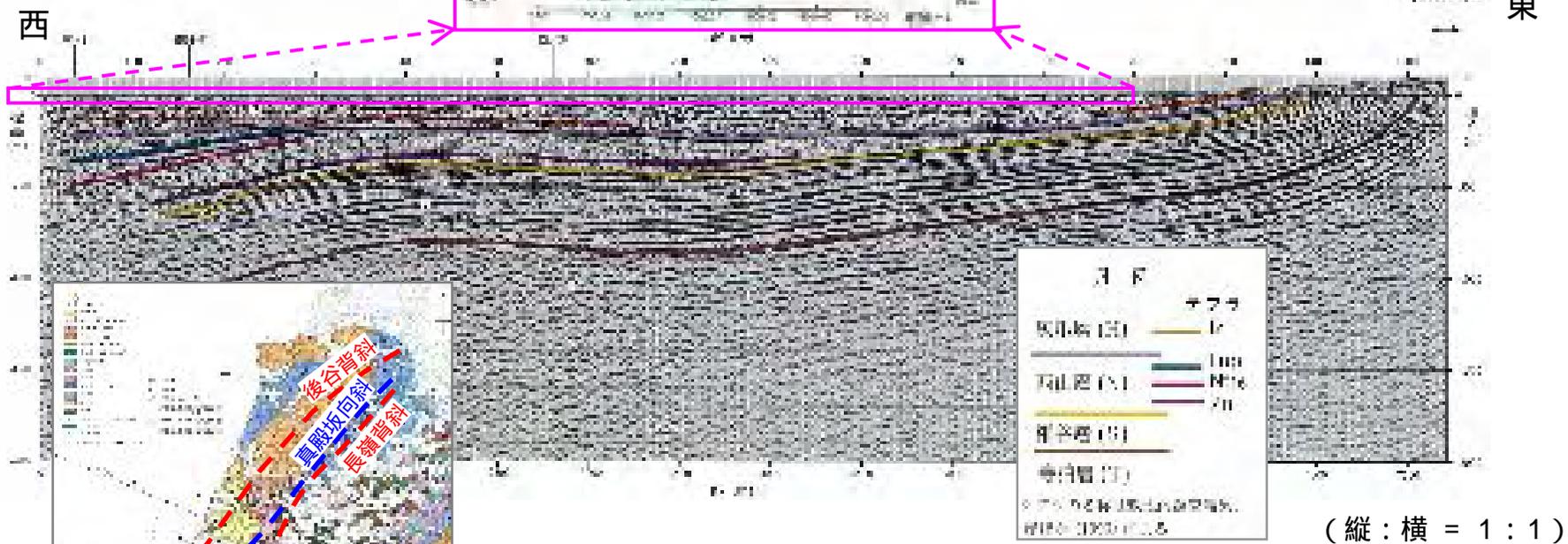
敷地南側の地質構造：南-1測線

地質断面図16-16'
(新潟県地盤図, 2002)



凡例・拡大図は
参考資料2参照

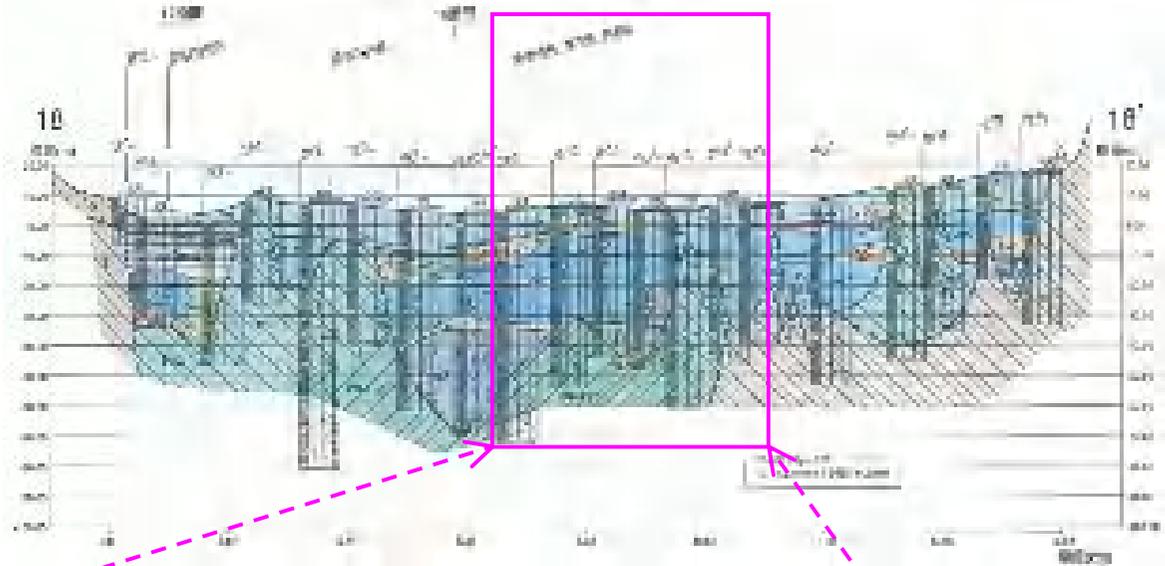
反射法地震探査



- 西山層以下の地層は，平野内でやや波状を呈するものの，西傾斜の緩やかな同斜構造を示す

敷地南側の地質構造：KK-T5測線

地質断面図18-18'
(新潟県地盤図, 2002)

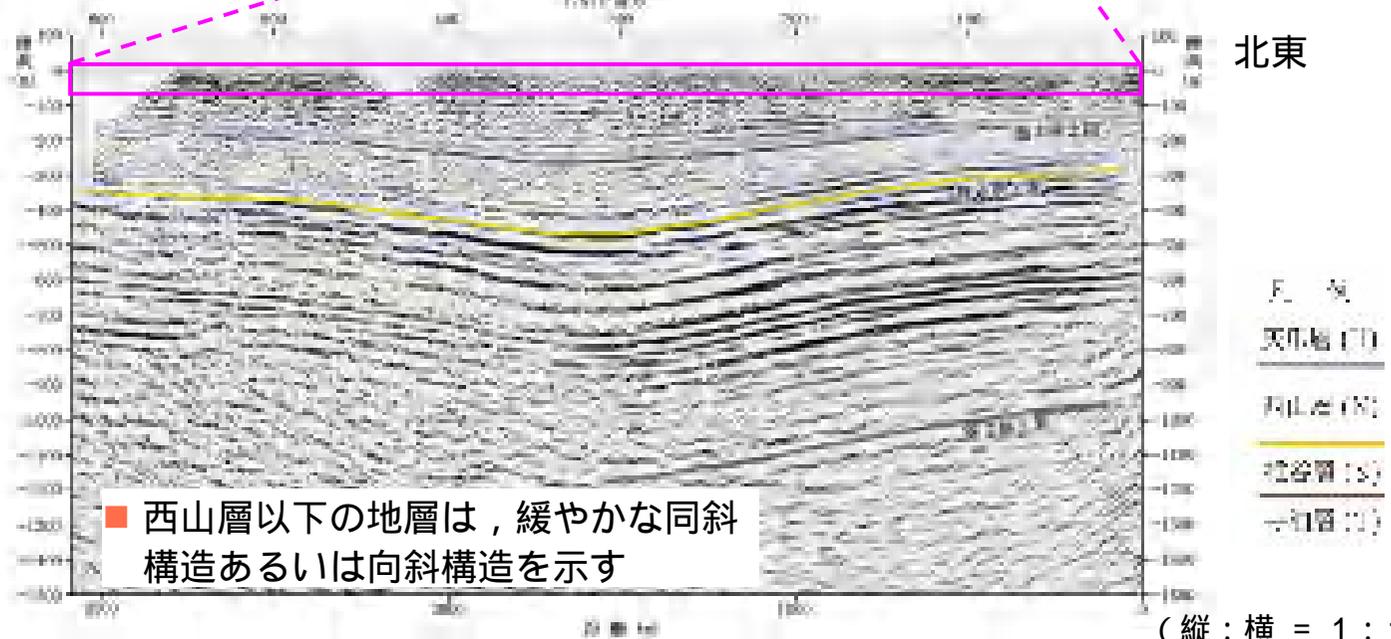
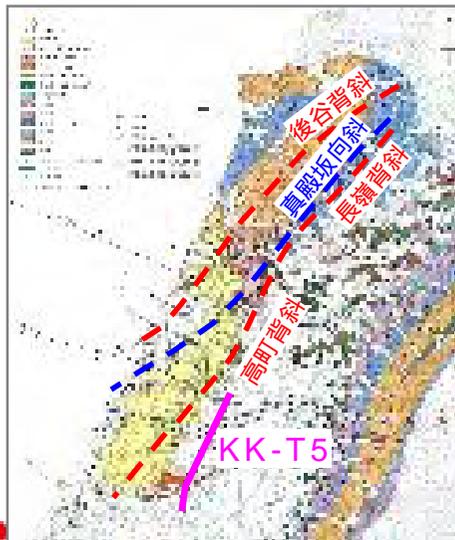


凡例・拡大図は
参考資料2参照

反射法地震探査

南西

北東

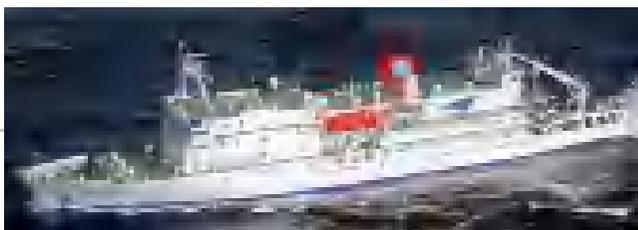


■ 西山層以下の地層は、緩やかな同斜構造あるいは向斜構造を示す

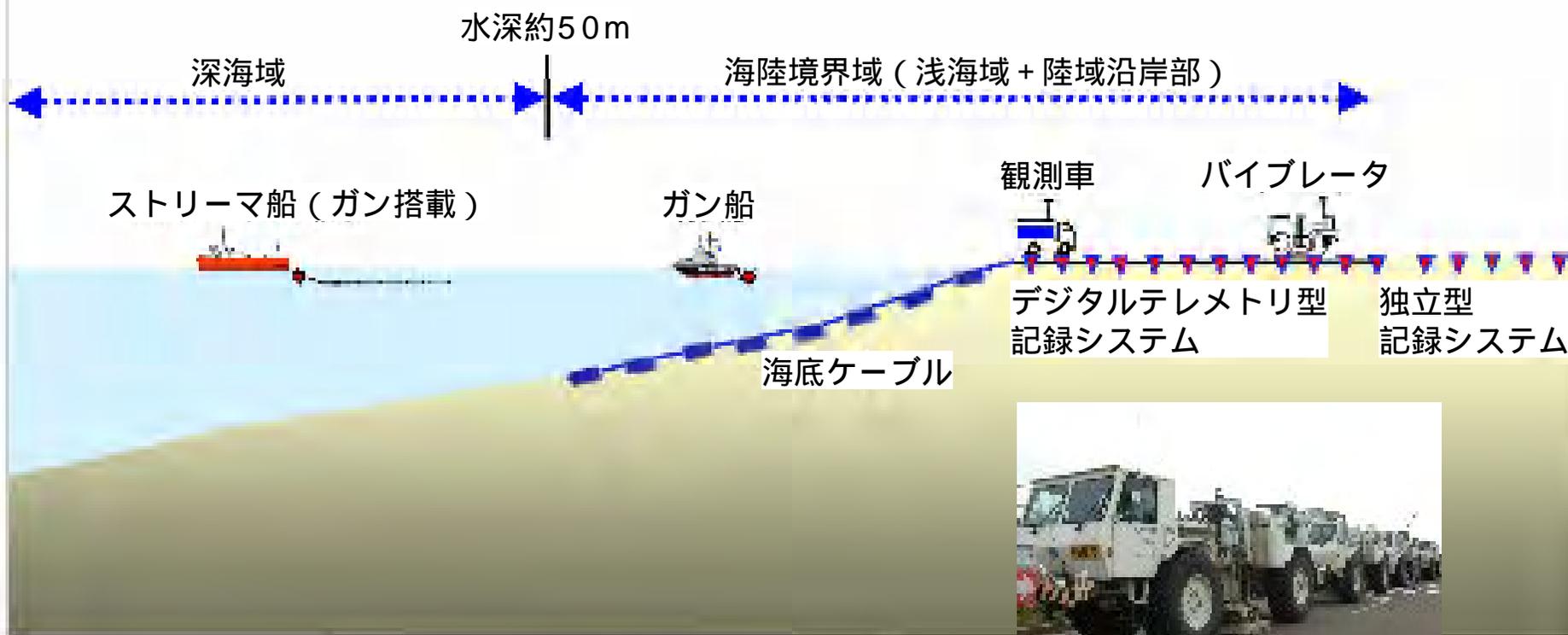
- 凡例
- 天竺層 (T)
- 内山層 (N)
- 地谷層 (S)
- 寺泊層 (J)

(縦：横 = 1：1)

海域～陸域の反射法地震探査の概念図



発震：深海調査研究船「かいいい」（7800cu.in.）ほか

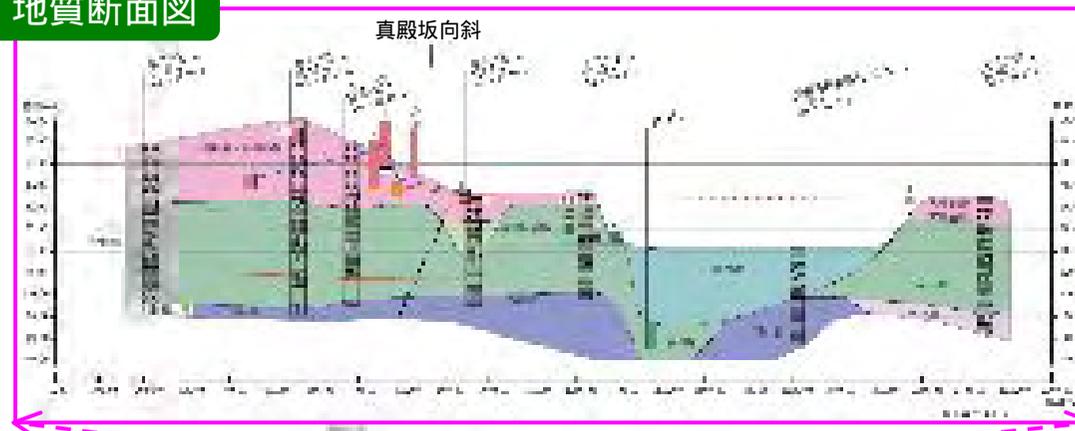


発震：大型バイブレータ 4 台ほか

柏崎平野を含む地下深部までの活構造

- 柏崎平野下のさらに地下深部までの地質構造を把握して評価
- 耐震設計上はF-B褶曲群を活構造として評価することが適切

地質断面図



反射法地震探査

F-B褶曲群



1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

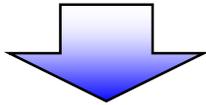
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

敷地内ボーリング調査結果に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 敷地内において真殿坂断層を横断して実施したボーリング調査結果に基づく地質断面図は、設置変更許可申請書に記載されている新第三紀層，安田層等の上限面等高線と整合的でない

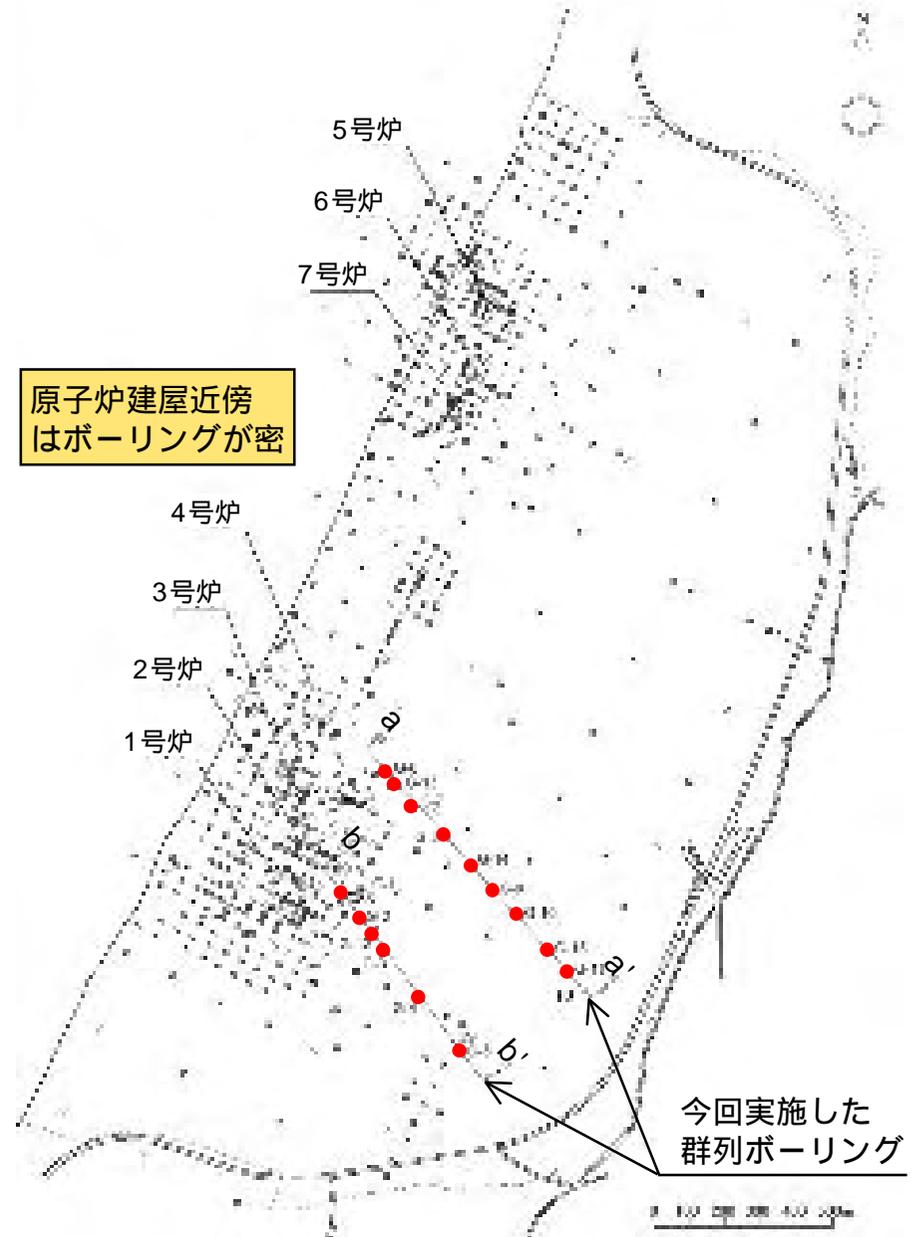
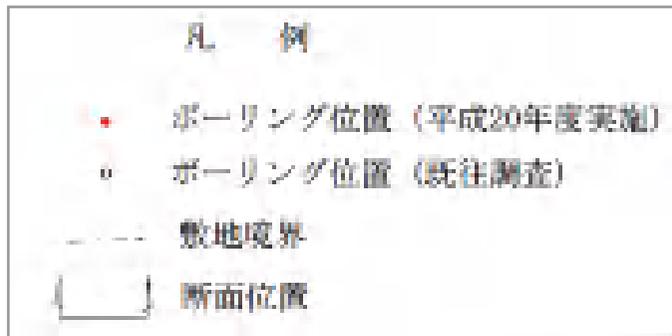


■ 東京電力の評価：

- 設置変更許可申請書の新第三紀層，安田層等の上限面等高線と今回実施したボーリング調査結果に基づく地質断面図は基本的に整合的である
- 一部の境界の標高に差異が生じているのは，今回の群列ボーリングが，粗な既往のボーリングデータを基に等高線が作成された場所で開催されたためであり，今回，新たなデータを追加し，より詳細な地質構造を捉えることができた

敷地内におけるボーリング調査位置図

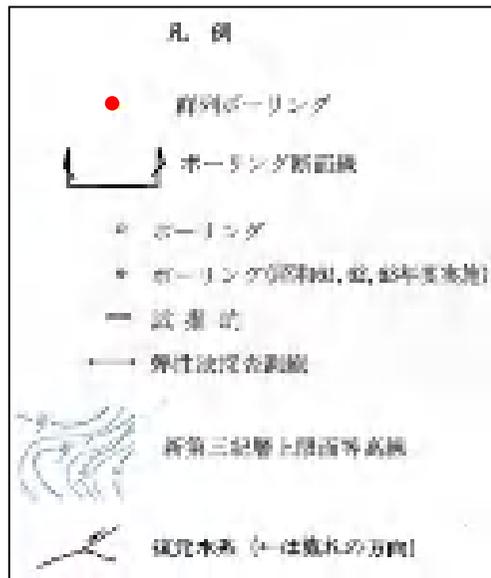
- 既往の設置（変更）許可申請時には，その重要性から原子炉建屋近傍を重点的にボーリング調査を実施しており，密なデータが得られている
- 原子炉建屋近傍については各号炉の建設にあわせて実施し，周辺のボーリングは1号炉の建設に先立ち実施している
- 今回実施した群列ボーリングの実施位置は，1～4号路の山側の比較的ボーリングデータが粗な範囲である



敷地内における新第三紀層上限面の等高線

- 6・7号炉設置変更許可申請書（1988）の新第三紀層上限面等高線及びボーリング位置に，今回実施した群列ボーリング位置を加えて記載
- 原子炉建屋近傍についてはボーリングが密であるのに対して，その周囲は比較的粗になっており，このことは等高線にも表れている
- 今回実施した群列ボーリングの実施位置は，1～4号路の山側の比較的ボーリングデータが粗な範囲である

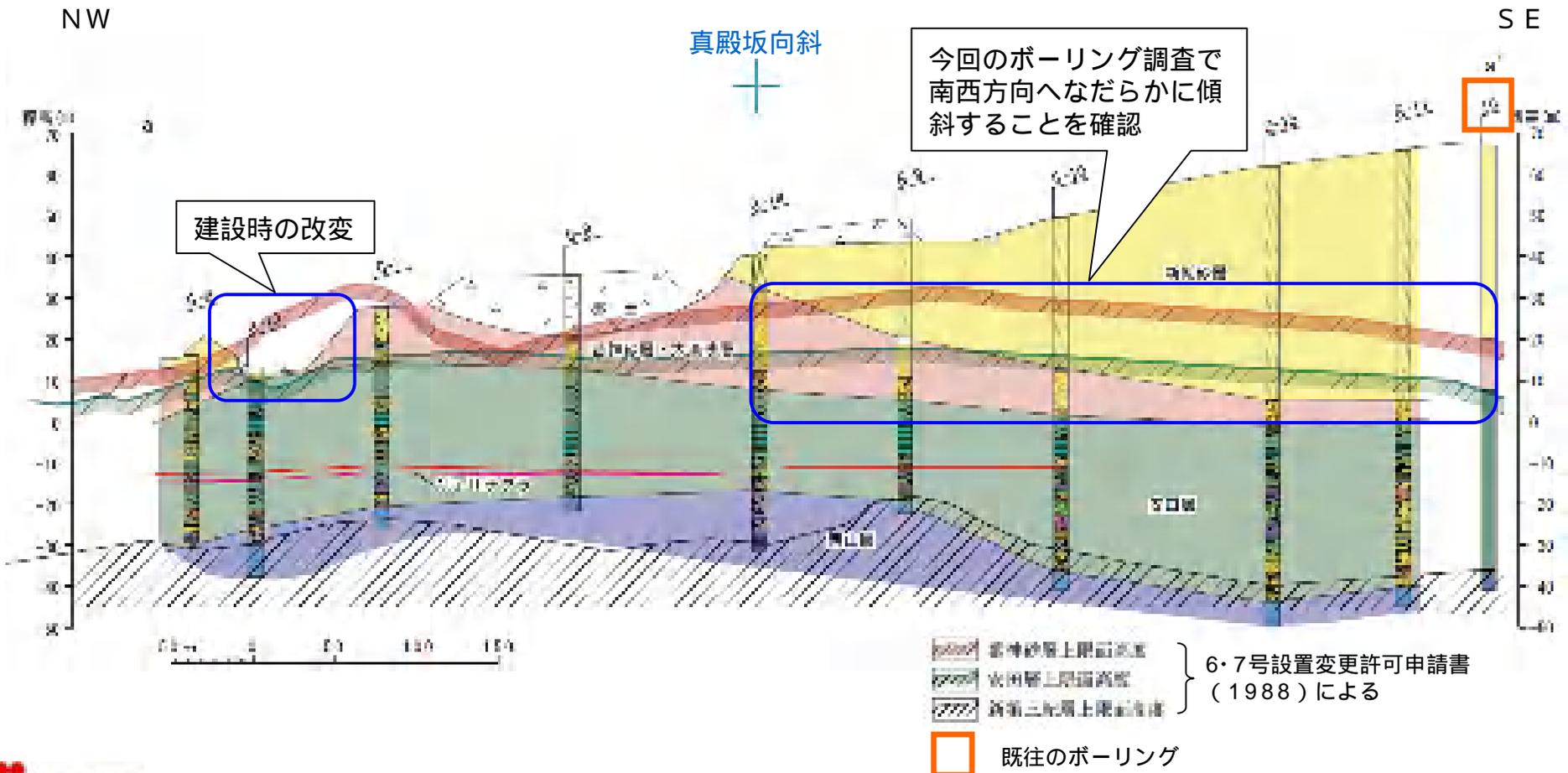
原子炉建屋近傍は地質の情報が密



今回実施した群列ボーリング

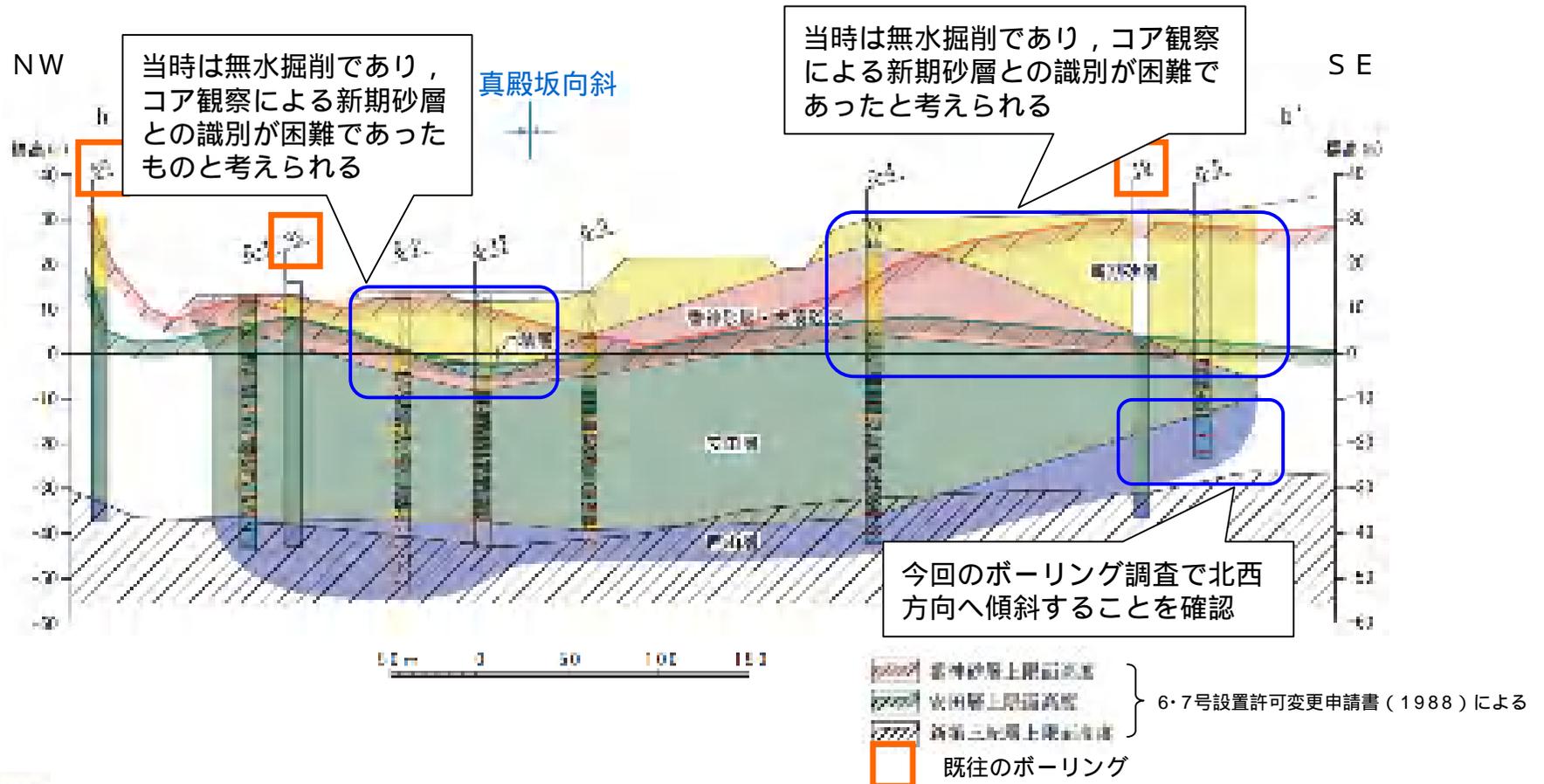
設置許可時の等高線との比較 (a - a'断面)

- 今回実施したa - a'断面における西山層，安田層，番神砂層・大湊砂層の上限面標高について，6・7号設置変更許可申請書（1988）の各層上限面の等高線図と比較して示す
- それぞれの基づくデータの密度を考慮すると，基本的に整合的な結果が得られている
- なお，番神砂層・大湊砂層の上限面は，建設時の改変，今回のデータ追加によりこの断面では差異が生じている



設置許可時の等高線との比較 (b - b'断面)

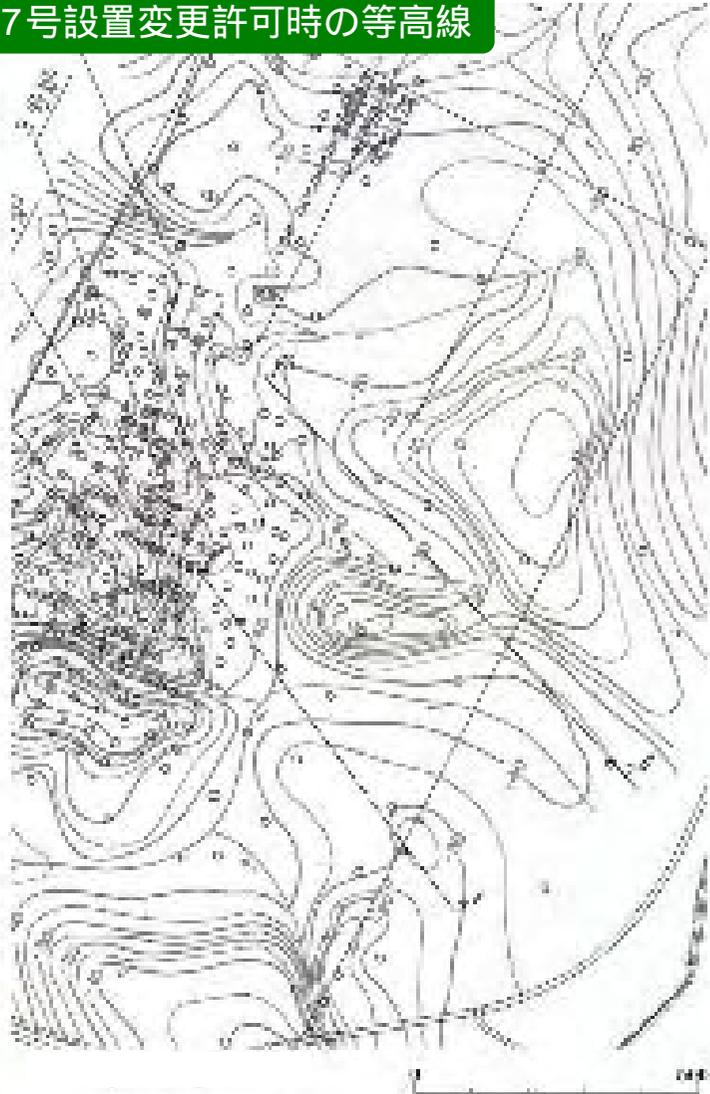
- 今回実施したa - a'断面における西山層，安田層，番神砂層・大湊砂層の上限面標高について，6・7号設置変更許可申請書（1988）の各層上限面の等高線図と比較して示す
- それぞれの基づくデータの密度を考慮すると，基本的に整合的な結果が得られている
- なお，番神砂層・大湊砂層の上限面については，当時は無水掘削であったため，コア観察による大湊砂層と新期砂層との識別が困難であったものと考えられる



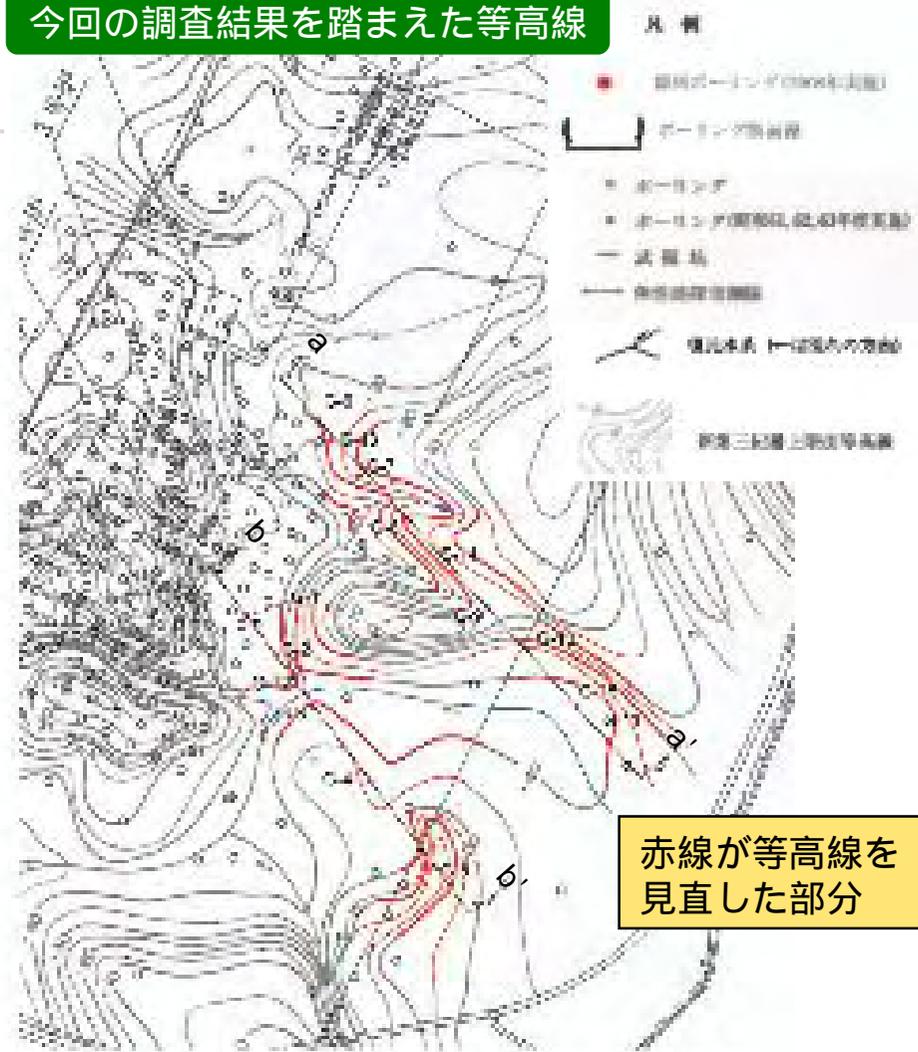
新第三系上限面の等高線の更新

- 新第三系上限面の等高線の精度を向上させるために、今回のボーリングデータを加えて更新した
- 阿多鳥浜テフラが確認された断面 (a-a') 付近には小規模な谷地形が存在する

6・7号設置変更許可時の等高線



今回の調査結果を踏まえた等高線



赤線が等高線を見直した部分

1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

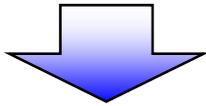
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

椎谷・観音岬付近の海底断層に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 中越沖地震で椎谷海岸付近に海底断層が出現した事実は，敷地近傍の断層活動を示す

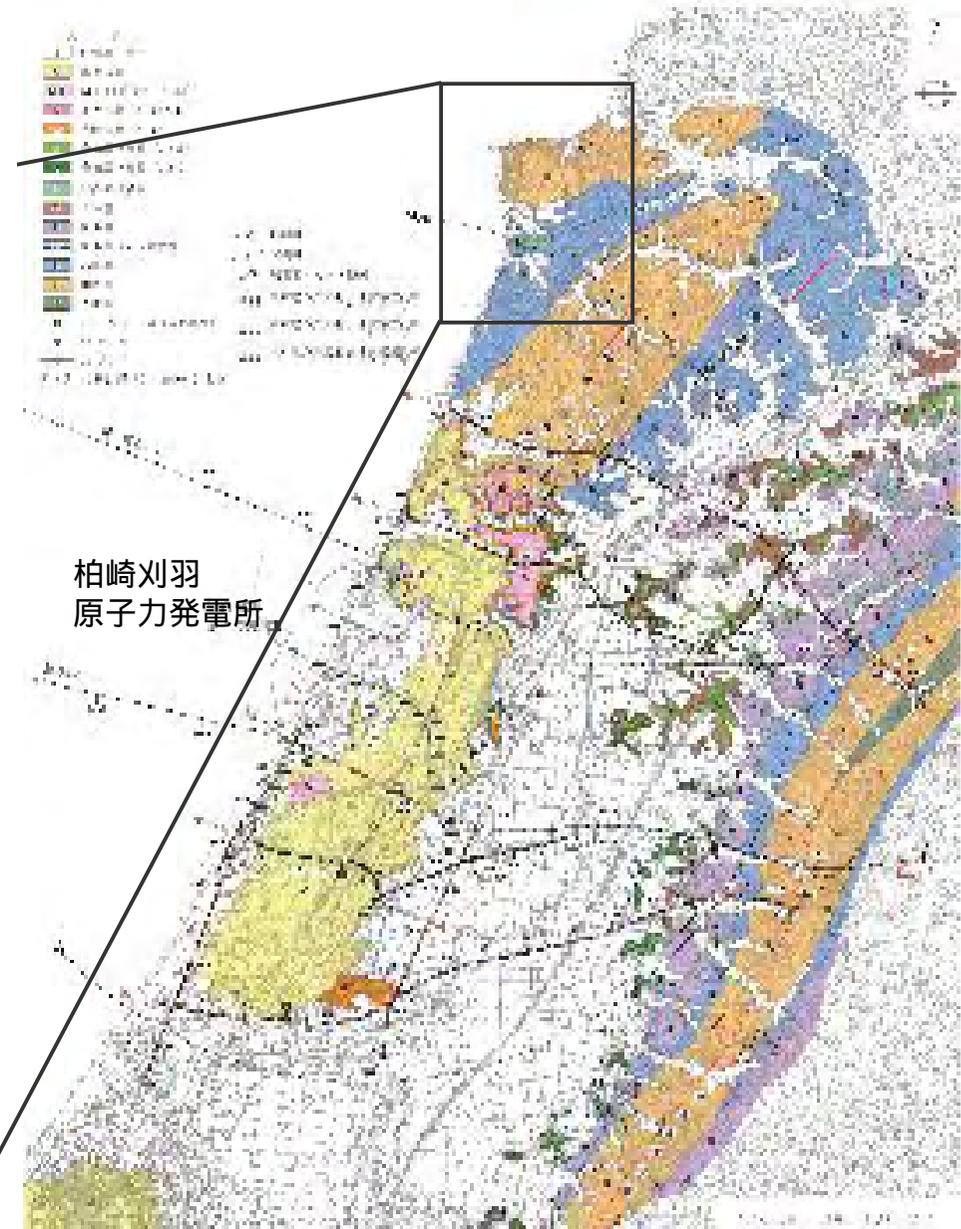
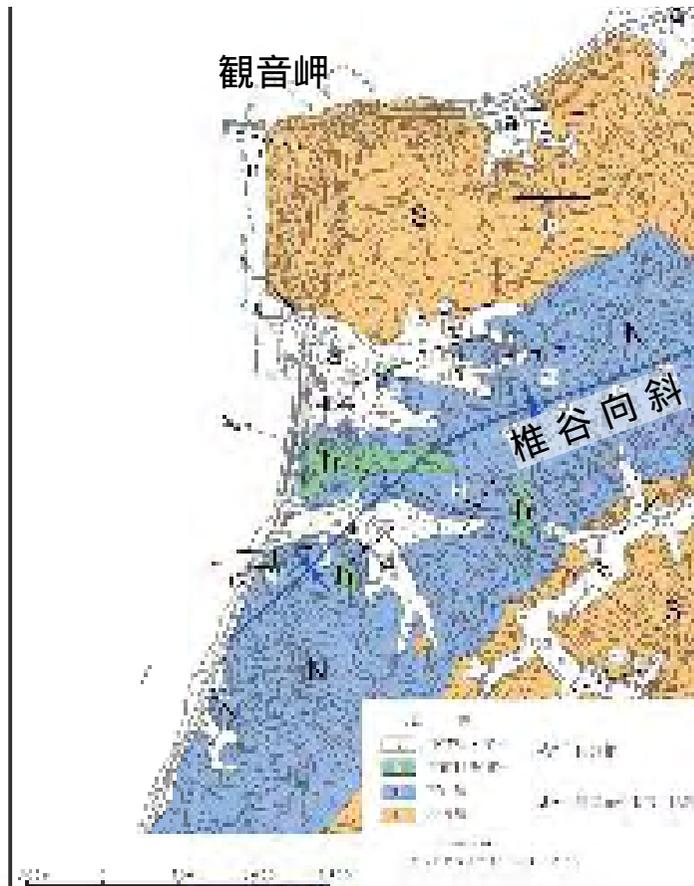


■ 東京電力の評価：

- 椎谷海岸付近の海底断層は中越沖地震前から存在し，陸域延長部に中越沖地震で動いた痕跡は認められない

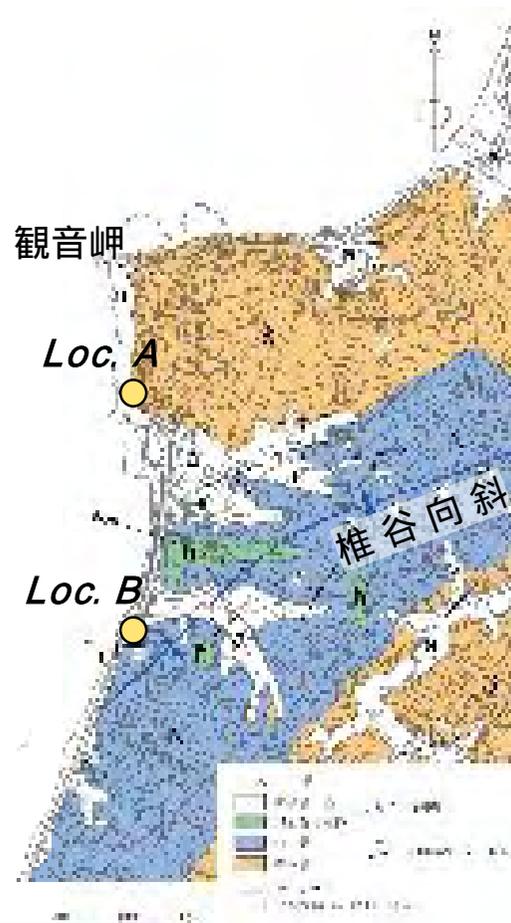
観音岬・椎谷付近の地質図

- 椎谷向斜周辺には西山層が分布し，その層理の走向は，褶曲軸よりも北側の海岸付近では椎谷向斜軸に斜交し，E - W方向を示す
- 西山層の北側に分布する椎谷層の層理の走向は，観音岬付近ではほぼE-W方向を，その下の海岸付近ではNW - SE方向を示す



観音岬・椎谷付近における露頭

- 椎谷層は、主に砂岩・泥岩互層からなり、凝灰岩を挟在する
- 西山層は、下部に多数の砂岩薄層を挟在し、泥岩優勢の互層となっている



椎谷層
(Loc.A)

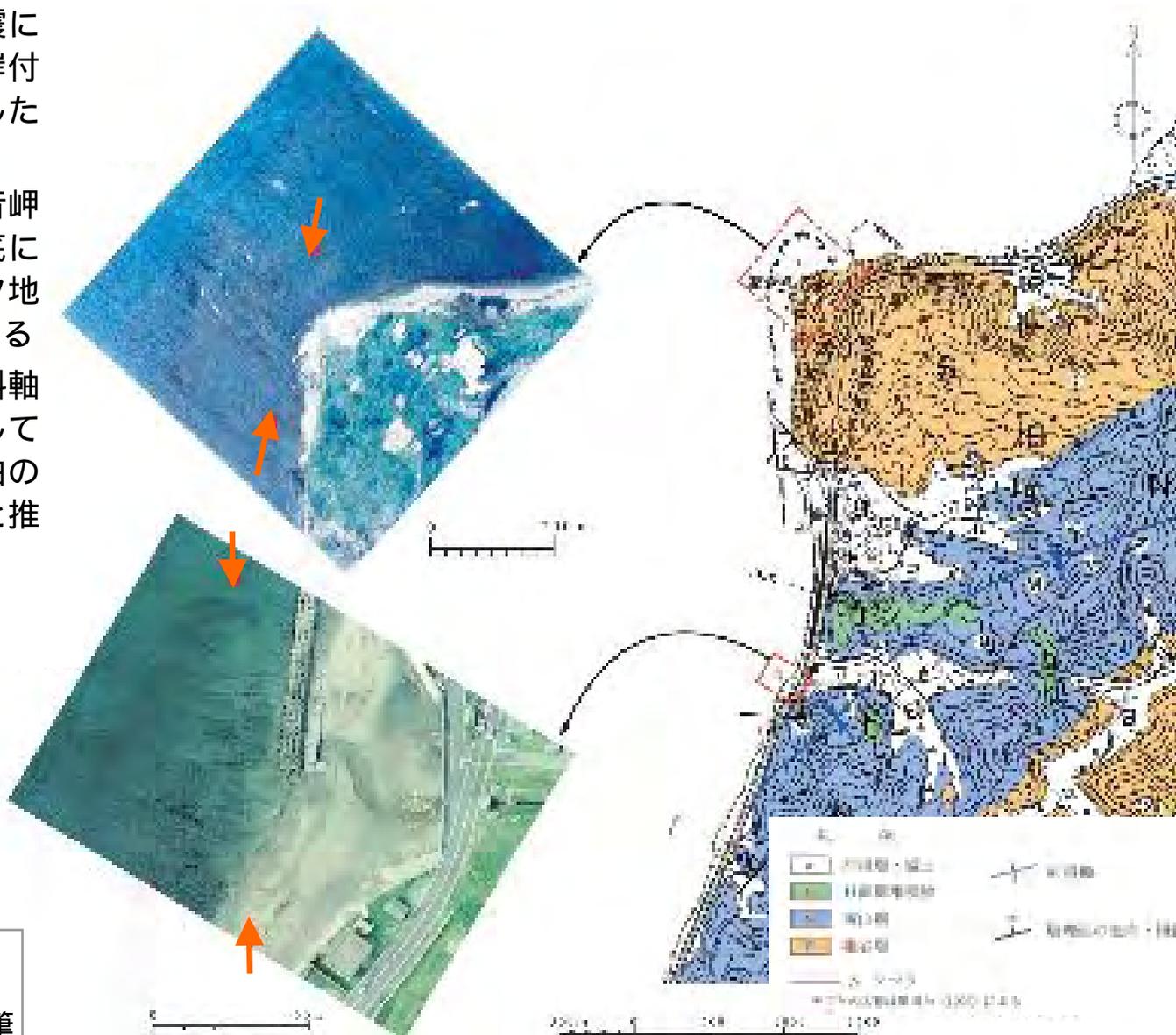


西山層
(Loc.B)



観音岬・椎谷海岸付近の海底断層

- 地元団体は、中越沖地震により観音岬及び椎谷海岸付近の海底に断層が出現したと指摘している
- 指摘の海底断層は、観音岬及び椎谷海岸付近の海底において認められるケスタ地形に直交あるいは斜交する
- また、同断層は椎谷向斜軸に対して斜交して分布しており、椎谷向斜等の褶曲の成長に伴い生じたものと推定される



空中写真により確認される観音岬付近の海底断層

2007.7.19



1975.11



- 地元団体は、中越沖地震後の2007年7月19日撮影の観音岬北側の空中写真において、赤矢印に示される位置に海底断層を指摘している
- 中越沖地震前後の空中写真からは、赤矢印が示す位置に海底断層の存在を確認することはできない

2007.7.19



1975.11

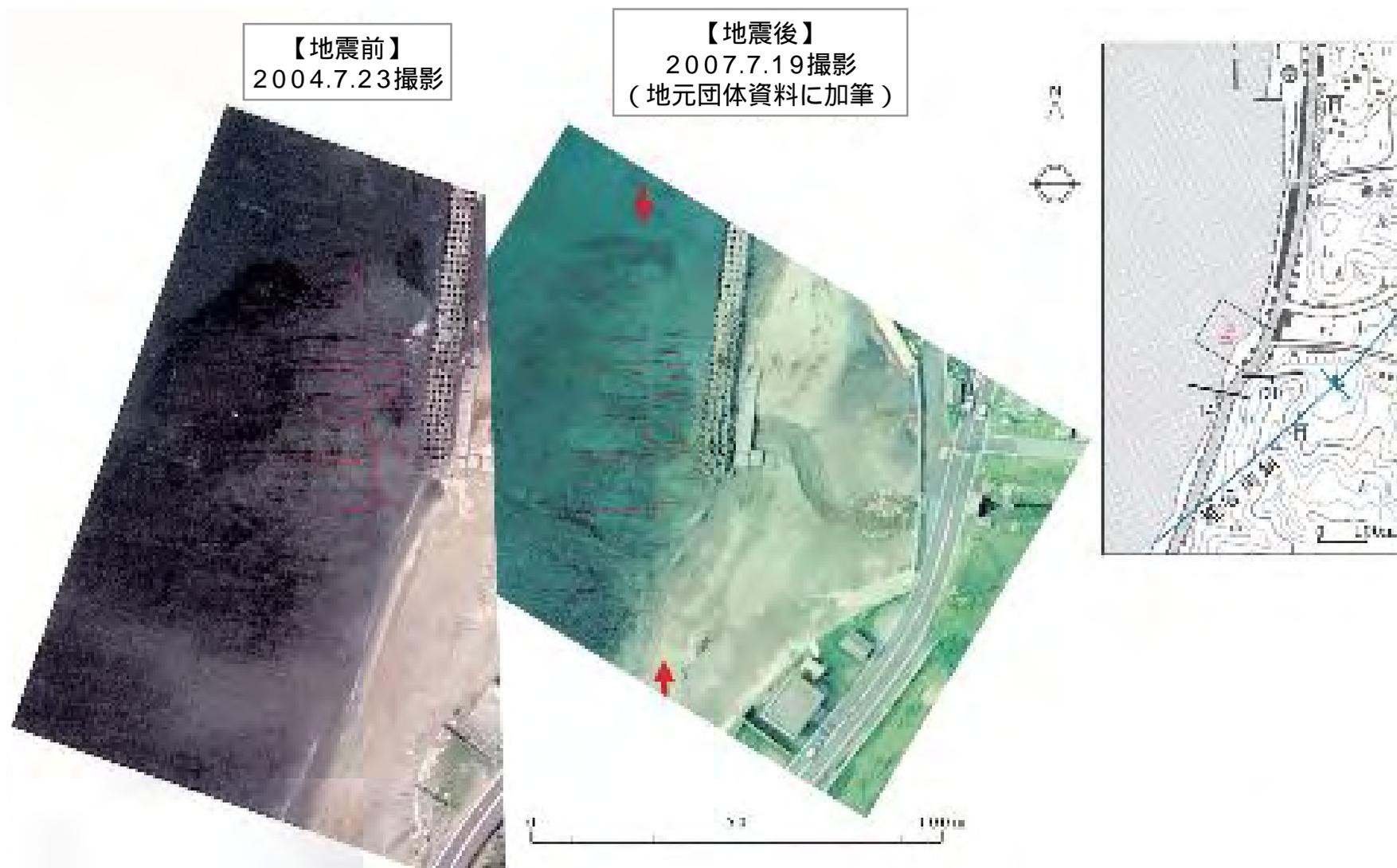


- 地元団体は、中越沖地震後の2007年7月19日撮影の観音岬西側の空中写真において、赤矢印に示される位置に海底断層を指摘している
- 中越沖地震前の空中写真においても、同様の位置に海底断層が確認される（橙色の矢印が示す位置）

空中写真はいずれも
地元団体資料より、
断層位置を示す矢印 → を加筆

空中写真により確認される椎谷海岸付近の海底断層

- 指摘されるN - S方向の海底断層は，中越沖地震前後の空中写真において，ほぼ同じ位置に確認される



椎谷海岸の波蝕台における断層のスケッチ

- 椎谷海岸の波蝕台付近の西山層の層理面は，ほぼ東西走向，南傾斜を示し，海底断層とほぼ直交する
- 西山層内の凝灰質泥岩等には，断層を境に，約3mの左横ずれが認められることから，西上がりの逆断層と推定される



(国土地理院：CCB-2007-8，CIB-1662)



椎谷海岸の波蝕台における断層の写真

- 断層面は比較的シャープであり，近傍には多くの節理が認められるものの，断層面は癒着しており，軟質なガウジも認められない



椎谷海岸付近の海底断層の陸側延長部

- 海底断層の陸側延長部において、護岸の壁面及び道路に亀裂あるいは修復跡は認められないことから、今回の中越沖地震により本断層は動いていないと判断される



1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

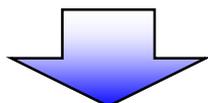
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

椎谷・観音岬付近の遺構に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 観音岬付近の海底に江戸時代の遺構（井戸，階段，北前船の石柱）が沈んでいる
事実は，後期更新世以降の地下構造運動を示す



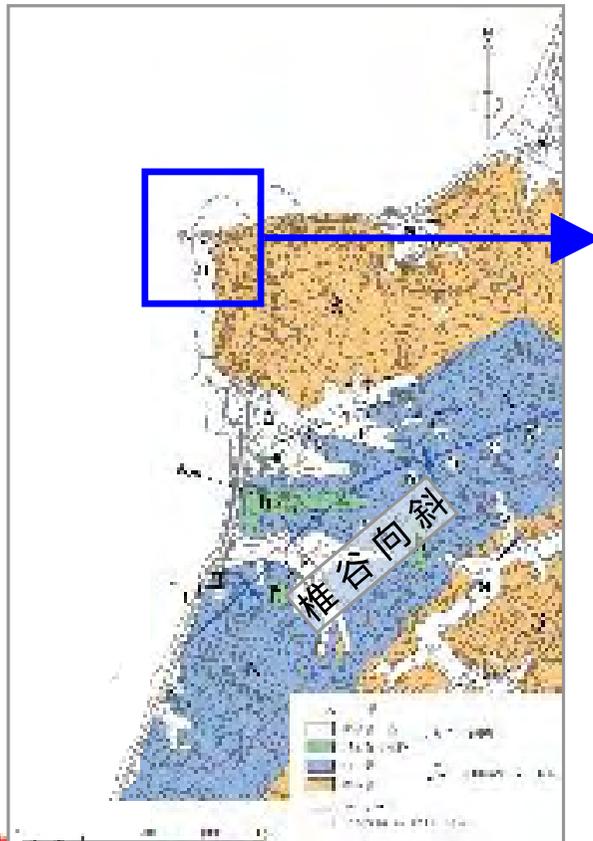
■ 東京電力の評価：

- 現地調査，文献調査等を実施し，遺構と指摘されるものに関する情報等は追加されたものの，地殻変動及び構造運動の痕跡，記録等は見つからない
- 椎谷・観音岬付近においては，新潟県中越沖地震に伴う隆起が認められており，海成丘面の標高も周辺より低い状況ではない
- また，敷地及び敷地近傍の地質調査から，西山層及びそれ以下の地層にみられる褶曲及び断層の後期更新世以降の活動は認められない
- 以上のことから，歴史時代の遺構と指摘されているもの等により，当該地域の後期更新世以降における地下構造運動評価に変更が生じることはない判断される

地元三団体の指摘事項

- 地元団体は「椎谷付近の海底に、江戸時代の遺構が沈んでいる事実は、後期更新世以降の地下構造運動を示す」と指摘している（右下の写真）
- 上記以外にも、以下の歴史時代の遺構が指摘されている

「柏崎刈羽地域に故事を収集した古文庫には、椎谷岬に千畳敷があり、人々が酒宴を催したことが記されている。類似の遺構は鯨波海岸にも存在すると伝承されている。1000年余前石井神社が大地震で柏崎沖に水没したとの神社記録が存在する。大湊で縄文前期の考古遺跡がマイナス5mの海底から出土（後述略）」



指摘事項のまとめ

北前船の寄港と石柱

- 椎谷観音岬一带では，北前船の船着場や建物が地震で水没している

階段・井戸

- 井戸や階段が海中に存在している

千畳敷

- 柏崎刈羽地域の故事を収集した古文庫には椎谷岬に千畳敷があり，人々が酒宴を催したことが記されている

石井神社

- 1000年余前石井神社が大地震により柏崎沖に水没したとの神社記録が存在する

縄文前期遺跡

- 大湊で縄文前期の考古遺跡が，マイナス5mの海底から出土したり，柏崎平野の沖積層下から出土する

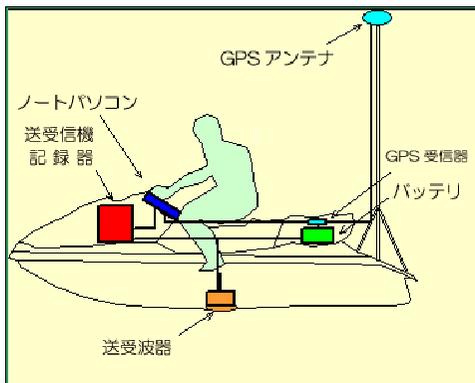
調査内容

指摘された内容を確認するために、以下の調査を実施

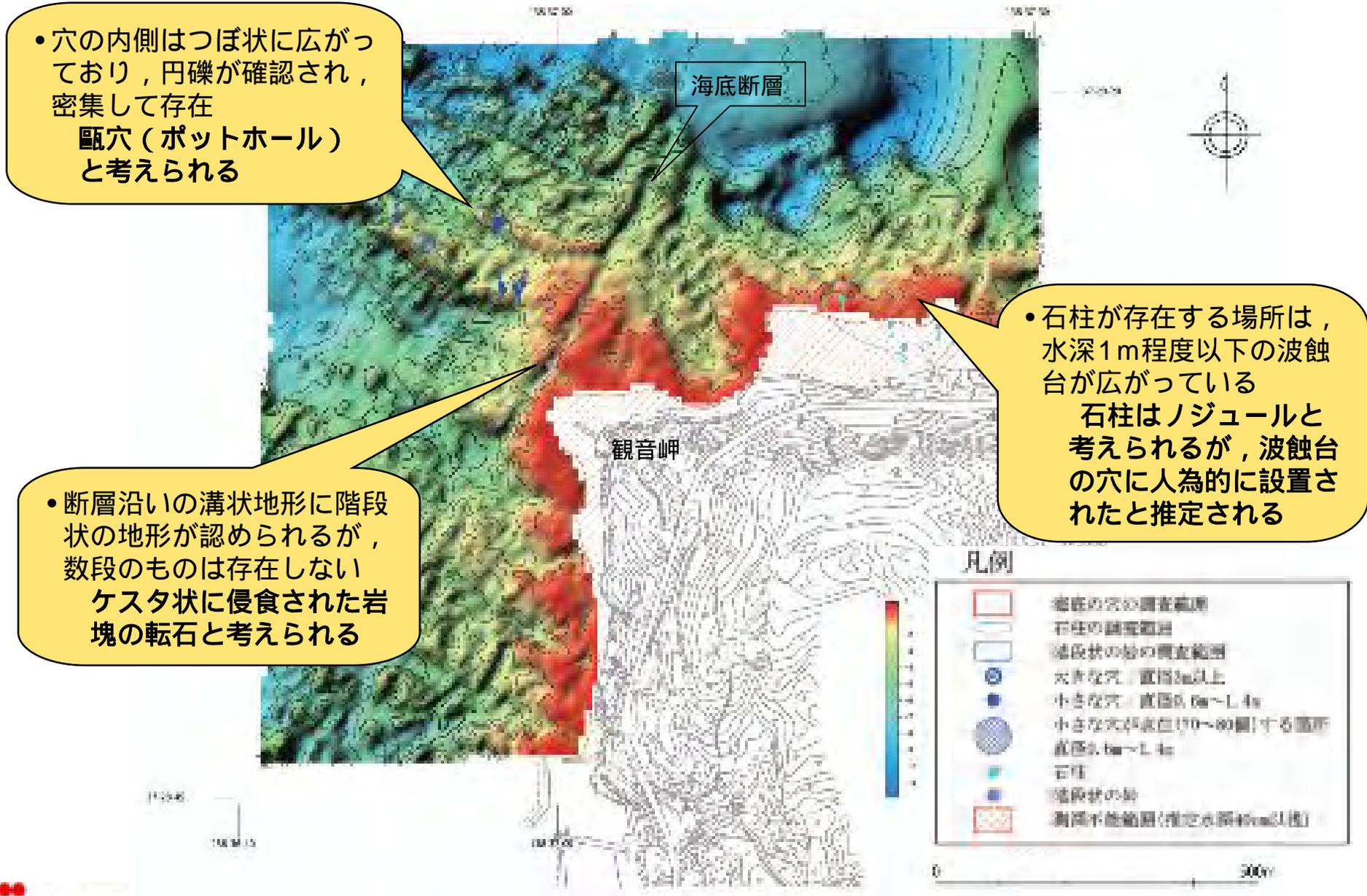
- 現地調査
- 聞き取り調査
- 文献調査

現地調査内容

- 椎谷・観音岬付近の海底に遺構が存在すると指摘のあった箇所について確認調査を実施した（調査期間：平成20年10月17～20日）
- 海底写真撮影：
海底遺構といわれる箇所について、潜水士による写真撮影等を実施
- 海底地形調査：
水上バイクによる測量を実施



現地調査結果



• 穴の内側はつぼ状に広がっており、円礫が確認され、密集して存在
甌穴（ポットホール）
 と考えられる

• 断層沿いの溝状地形に階段状の地形が認められるが、数段のものは存在しない
ケスタ状に侵食された岩塊の転石と考えられる

• 石柱が存在する場所は、水深1m程度以下の波蝕台が広がっている
石柱はノジュールと考えられるが、波蝕台の穴に人為的に設置されたと推定される

遺構（井戸）に関する調査結果

- 井戸とされるものは、内側がつぼ状に広がっていること、内部に円礫が確認されること、集中して存在することから、甕穴（ポットホール）と推定される



穴1
水深2.0m
長径×短径×深さ=1.6×1.0×0.5m



穴3
水深1.8m
長径×短径×深さ=1.4×0.9×1.2m



穴5
水深2.0m
長径×短径×深さ=1.4×0.9×0.8m



大きな穴
水深5.0m
長径×短径×深さ=3.5×2.6×0.9m



小さな穴が点在する箇所
水深3～5m程度
直径0.6～1.4m程度
深さ0.5～1.5m程度



同左
(穴の中央部分に白い板石あり)

遺構（階段）に関する調査結果

- 階段状の地形が認められるが、数段のものではなく、波蝕によりケスタ状に侵食された椎谷層の砂岩・泥岩互層の岩塊が、崩落した転石のようにもみえる

階段状地形（遠景）



階段状地形（近景）



南側から北方向に撮影

遺構（石柱）に関する調査結果

- 石柱は、その形状及び岩質から椎谷層中から洗い出されたノジュールと思われる
- 石柱はいずれも波蝕台上の穴から突出していることから、人為的なものと考えられるが、その目的は不明である

石柱2



石柱4



文献調査：調査文献リスト（１）

- 大学，博物館等の専門家の方々に向けた内容も踏まえて，文献調査を実施しており，伺った内容については，文献調査結果として整理する
- 文献調査を実施した文献は下表のとおり

No.	文献名	発行年	編著者名
1	柏崎文庫	1922年	関甲子次郎
2	こどものための柏崎物語	1960年	笹川芳三
3	こどものための柏崎物語 続	1963年	笹川芳三
4	寺泊の歴史	1961年	青柳清作
5	西山町誌	1963年	西山町誌編纂委員会
6	柏崎編年史 上巻	1970年	新沢佳大
7	刈羽郡旧蹟史 全	1973年	山田八十八郎
8	柏崎の船絵馬	1974年	笹川芳三
9	柏崎港史	1976年	山田良平
10	白川風土記	1977年	柏崎市立図書館
11	大崎村のあゆみ	1984年	大崎村のあゆみ編集委員会
12	越後宮川記録集成	1984年	加藤勝太郎
13	越後宮川浦松前行き	-	加藤勝太郎
14	新潟県史 資料編 10 近世5 流通編	1984年	新潟県
15	刈羽郡案内 全	1986年	関甲子次郎

参考：文献調査 調査文献リスト（２）

No.	文献名	発行年	編著者名
16	柏崎市史資料集 民俗篇	1986年	柏崎市史編さん委員会
17	柏崎市史資料集 近世篇	-	柏崎市史編さん委員会
18	柏崎市史資料集 地質篇	-	柏崎市史編さん委員会
19	柏崎刈羽 第17号	1990年	柏崎刈羽郷土史研究会
20	柏崎市史 中巻	1990年	柏崎市史編さん委員会
21	高浜ものがたり	1993年	柏崎市立高浜小学校
22	出雲崎町史 通史編 上巻	1993年	出雲崎町史編さん委員会
23	出雲崎町史 海運資料編	-	出雲崎町史編さん委員会
24	柏崎刈羽 第21号	1994年	柏崎刈羽郷土史研究会
25	北前船異国漂流記	1998年	瀬波郷土史研究会
26	遺跡保存方法の検討－水中遺跡－	2000年	文化庁
27	柏崎刈羽 第35号	2008年	柏崎刈羽郷土史研究会
28	近世日本海海運と港町の研究	-	小村式
29	越佐研究 8（第30～33号）	-	新潟県人文研究会
30	荒浜村誌	-	柏崎郷土資料刊行会
31	西山町誌 続	-	続「西山町誌」編集委員会
32	椎谷藩史	-	磯谷文嶺

文献調査結果：北前船の寄港と石柱（1）

椎谷における北前船等の寄港について

- 「出雲崎町史」（1993）に、蝦夷地側の資料によれば、椎谷に蝦夷地と廻船で取引を行う商人がいたとの記述がある。また、椎谷周辺は、近隣港との間で商品や物資を運搬するため、小廻船が往来していたとされている
- 「柏崎市史資料集民族篇」（1986）に、椎谷の船問屋などが各種交易につとめ、その繁栄は江戸中期から明治にまで及んだが、北越鉄道が開通し、鉄道時代到来と共に海運は次第に消えていったという記述がある。また同文献には、海上安全や航海安全などの祈願を目的として、椎谷地区で奉納された絵馬や石造物が紹介されている
- 「越後宮川浦松前行き」には、椎谷香取神社に奉納されている絵馬が紹介され、椎谷に二百石積以上の船が4艘あったという寛文14年の記録も紹介されている
- 「北前船の交易 江差の繁栄と柏崎四港」（2008）には、江差関川家の資料を調べた上で、椎谷を含む柏崎四港と江差との交易は、幕末天保年間～明治初年の40年間前後が最盛期であったことが紹介されている。また、椎谷港では、江差間との北前船の往来は、文化14年から嘉永5年までの35年間で十五艘と紹介されている
- 「新潟県史 資料編10 近世五 流通編」（1984）に引用された関川家と越後商人との関係を示す資料には、椎谷の商人も含まれている。また、同文献付図「正保国絵図による海上交通路」には、椎谷に船番所の存在が示され、椎谷港の船の出入りについての記載もある

文献調査結果：北前船の寄港と石柱（2）

- 「柏崎の船絵馬」（1974）には、奉納石造物として椎谷香取神社明神鳥居が紹介され、それが船中安全を祈ったものである旨記されている
- 「柏崎港史」（1976）によれば、以前小澗といわれたところ（番神海岸）に現在も残る石柱（石の繰棒）は、かつて宮川氏によって建てられた船繫場であり、水主一人に付き二十文ずつ船繫賃として徴収していたとされている

石柱について

- 椎谷観音岬の波蝕台に立つ石柱に関する記述は見あたらない

地震による被災について

- 北前船や椎谷港の地震による被災記録に関する記述は見あたらない

文献調査結果：北前船の寄港と石柱（3）

- 各地の北前船に関わる船つなぎ石を、下に整理する
- 補修状況は不明であるが、椎谷岬の石柱に比べると基礎はしっかりとしている



象潟町「船つなぎ石」（秋田県）



旧赤碕町（琴浦町）「船つなぎ石」（鳥取県）



佐渡市宿根木「船つなぎ石」（新潟県）



温泉津町「鼻ぐり石（もやい綱を結んだ）」（島根県）

加藤貞仁『北前船 寄港地と交易の物語』（無明舎出版，2002年）

文献調査結果：階段・井戸（１）

井戸の存在について

■ 「大崎村のあゆみ」（１９８４）における井戸に関する記載は以下のとおり

- 地元の磯漁師の話：「館瀬に今もはっきりと先住民族が使用したと思われる立井戸跡がある。同じものが椎谷観音岬の沖合いの釜瀬にもあり，多くの古老もこの事を伝えている。」

- 昭和54年の現地調査結果：

館瀬について：「第一井戸を水中鏡で観察すると，円形で深さ一メートル前後と推察できた。（中略）第二井戸の探索に移る。（中略）両井戸跡とも殆ど同形であった。」

釜瀬について：「海藻が繁茂していて，残念ながら発見することができず後日の調査に委ねることにした。」

- 釜瀬は沖合500間まで突き出ている広く浅い瀬で，多くの釜跡が残っているという話も紹介している。

「」内は，上記文献からの抜粋



大崎村のあゆみ（１９８４）による

■ 上記以外に，井戸の存在に関する記述は見あたらない

文献調査結果：階段・井戸（２）

階段の存在について

- 「大崎村のあゆみ」（１９８４）に、武田嘉一氏の談として、釜瀬の中間約５００ｍ陸地寄の所に神社の階段跡と伝えられる１２段の階段があることが記述されている
- 上記以外に、階段の存在に関する記述は見あたらない

地震による被災について

- 「大崎村のあゆみ」（１９８４）には、古文書を引用し、越後大地震（１０９２年）が当該地域で起きたことが記述されている
- 但し、「最新版日本被害地震総覧」（２００３）には、「柏崎～岩船間の沿岸，海府浦・親不知大津波おそわる。「地震」とある古記もあるも，地震の状況を記した古記録未発見．疑わしい．」と記されている

文献調査結果：その他（１）

千畳敷の存在について

- 関甲子次郎著の「柏崎文庫(14)」(1921)及び「刈羽郡案内 全」(1986)に、観音坂下に千畳敷という岩があって、夏には人々がそこで酒宴を催し、岩場の蛸や小魚を捕って鍋で料理し、小唄や三味線などで遊ぶ所であったと記述されている
- なお、「刈羽郡案内 全」(1986)は、著者が一私人の見聞録として取り纏めたものであると記述されている
- 「大崎村のあゆみ」(1984)では、千畳敷という言葉は使われていないものの、昔の大崎村が今の汀線よりも1,000mも沖合に突き出ていたという古老の話を紹介している
- 著者は、昔の大崎村が沖合に突き出ていた理由を最終的に結論づけていないが、文献を引用し、海水準のわずかな変動で海岸線の位置が移動し、砂丘も発達し、海岸侵食による汀線の後退もあることを示している
- また、鳥居下（椎谷観音岬東方約2kmの浜）では、かつて大運動会が開かれたことがあるとし、著者は、わずか100年でも海岸は数10m侵食されているとしている

文献調査結果：その他（２）

石井神社について

- 「柏崎市史 中巻」（１９９０）に、白川家「諸国神社附属帳」及び神社明細帳の記録を写した神社の記録において、いずれの記録にも延暦の時代に地震があった旨の記載がある
 - 記述の概要は、延暦８年（７８９年）に強い地震があり、海岸近くにあった旧石井神社の地盤が陥没して海となり、そこは沖合い２０丁あまり（約２.２km）の地点になってしまったとのことである
- 「最新版日本被害地震総覧」（２００３）には、７８９年の地震に関する記述は見当たらない
- なお、当文献の記録の元となる神社明細帳の記載は、社掌の提出した由緒書に基づいているものの、その社掌の提出した由緒書が、何に基づいているかの記述はない

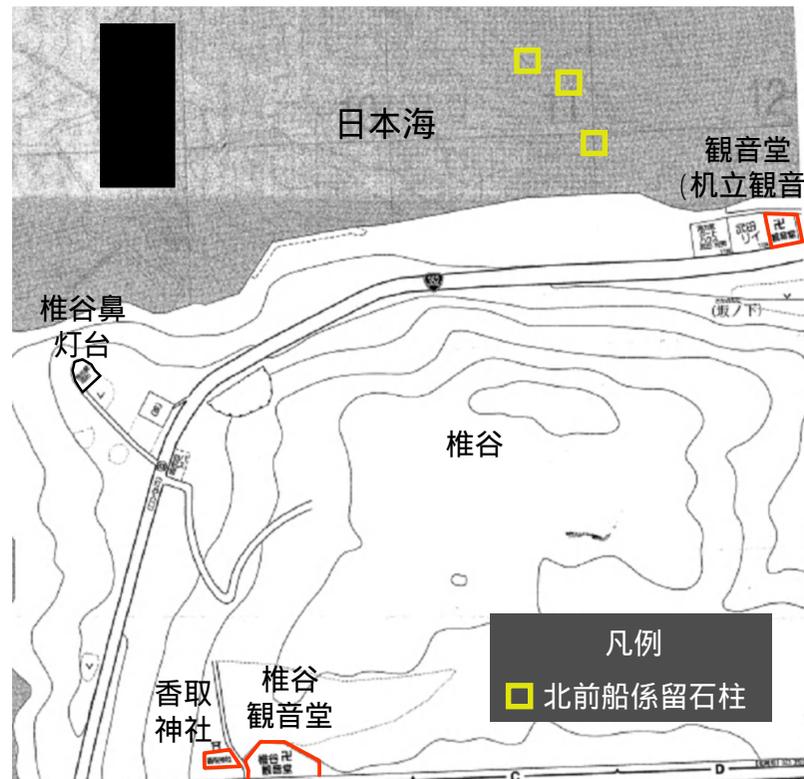
縄文前期遺跡について

- 「柏崎市史資料集 考古篇１ 考古資料（図・拓本・説明）」（１９８７）の、大湊遺跡の発掘記録によれば、ホースを利用した採鉄作業の過程で、海水面下約５mのレベルから縄文前期の土器が砂や砂鉄と共に吸いあげられてきたところを採集したとされている

調査結果のまとめ（１）

北前船の寄港と石柱

- 文献より，北前船や小廻船等の船が椎谷に寄港していたことは否定できない
- 現地調査から，石柱とされているものは，波蝕台に人為的に設置されたものと思われる
- 文献調査等からは，石柱が船つなぎ石とは断定できないものの，机立観音の位置とそこに奉納されている北前船の船模型等から，石柱が設置されている付近に北前船が寄港していたことは否定できない



神社・観音堂の位置

調査結果のまとめ（２）

階段・井戸

- 階段，井戸とされているものについては，「大崎村のあゆみ」（１９８４）に記述はあるものの，甌穴や侵食地形と推定される
 - 井戸とされる穴については，穴の状態，穴の中の円礫の存在等を踏まえると，甌穴と推定される
 - 階段とされるものについては，ケスタ状に侵食された椎谷層の岩塊が崩落した転石と推定される
- 「大崎村のあゆみ」（１９８４）で記述されている越後大地震（１０９２）については，その存在が疑わしい
 - 「最新版日本被害地震総覧」（２００３）で「地震」とある古記もあるも，地震の状況を記した古記録未発見。疑わしい。」と記されている

千畳敷

- 「刈羽郡案内 全」（１９８６）等の千畳敷に関する記述は，言い伝え等の情報であるものの，観音岬周辺に平場が存在した可能性は否定できない
- 但し，観音岬付近における海岸侵食に関する記述を踏まえると，海岸侵食により千畳敷が消失した可能性が考えられる

調査結果のまとめ（３）

石井神社

- 旧石井神社の地震に伴う水没に関する記述は「柏崎市史 中巻」（１９９０）に認められるものの、記述されている地震は、「最新版日本被害地震総覧」（２００３）に記述されていない

縄文前期遺跡

- 「柏崎市史資料集 考古篇 1 考古資料（図・拓本・説明）」（１９８７）によれば、縄文前期の土器は、ホースを利用した採鉄作業で採集されており、土器の埋蔵深度は採集位置と一致しない可能性があり、埋蔵深度を特定することはできない

1. 真殿坂断層の活動性に係る調査結果

- 1.1 敷地北側の大湊砂層と番神砂層との境界及びその標高
- 1.2 敷地及び敷地近傍の変状
- 1.3 阿多鳥浜テフラと高位面の標高との関係
- 1.4 西山丘陵と柏崎平野の境界部における断層活動の有無
- 1.5 敷地内ボーリング調査結果と既存の調査結果との整合性

2. 椎谷・観音岬付近の海底断層及び遺構に係る調査結果

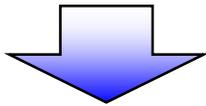
- 2.1 海底断層
- 2.2 遺構

3. 相場川の流路に係る調査結果

相場川に関する指摘

■ 地元団体の指摘：

- 島崎川に合流していた相場川が途中で流れを変えて日本海に注いでいることは、相場川と島崎川との間に存在する背斜構造が隆起したためである

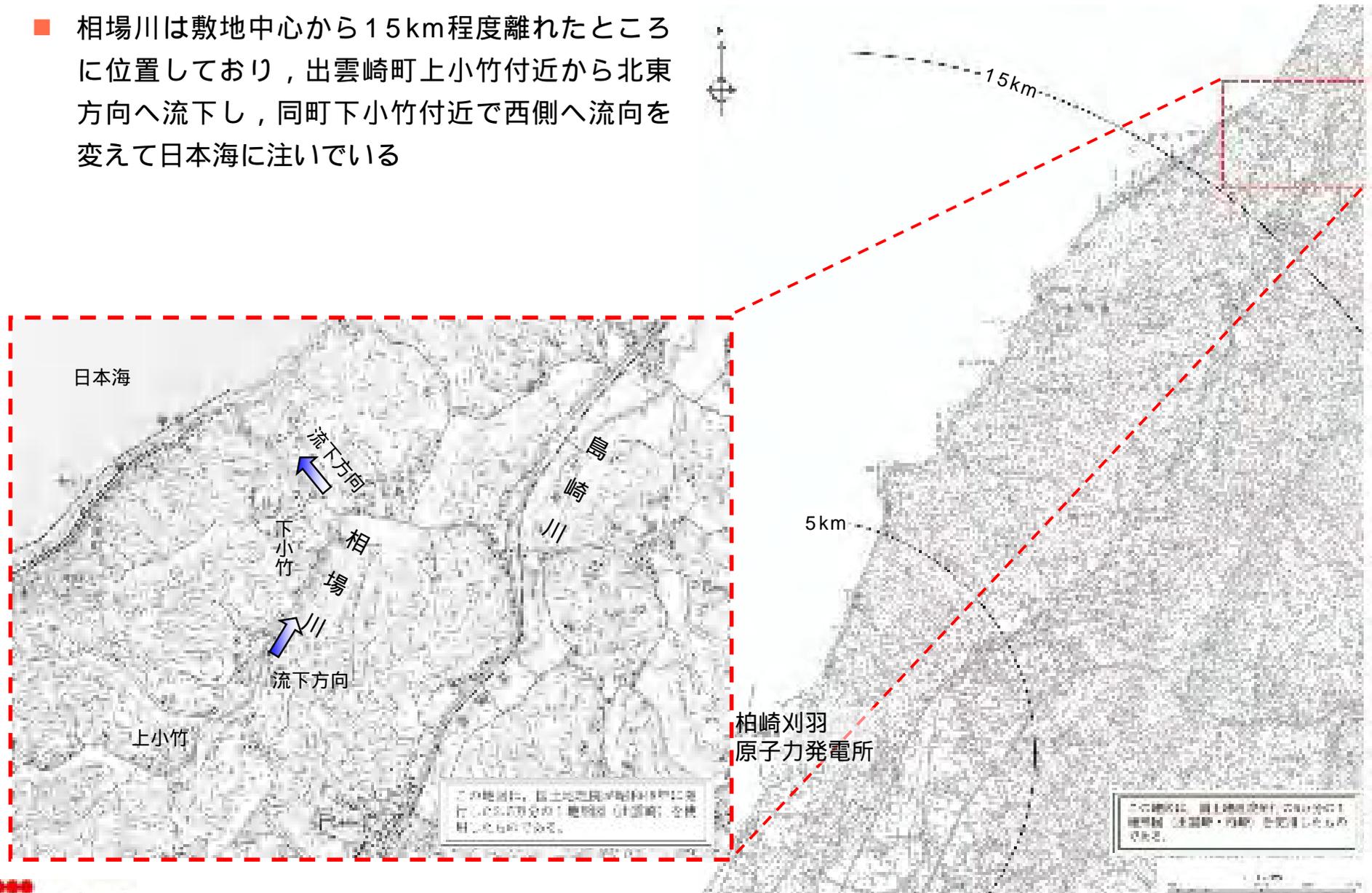


■ 東京電力の評価：

- 地表地質調査結果によると、相場川東側の谷中分水嶺付近に背斜構造は認められず、DEMによっても対応する地形は認められない
- また、既往文献においても背斜構造は示されていない
- 相場川近傍の露頭において西山層にみられる急傾斜を示す褶曲構造を灰爪層が不整合に覆っていることを確認しており、灰爪層堆積以降、褶曲構造の活発な成長は認められない
- 相場川が流路を変更した理由としては、相場川河口付近の海食崖に相場川の流下方向と同じガリー状の沢が形成され、その沢が東方に向かって延びて、旧相場川及びその支流沿いの谷底を河刻したためと考えられる

相場川の位置図

- 相場川は敷地中心から15km程度離れたところに位置しており，出雲崎町上小竹付近から北東方向へ流下し，同町下小竹付近で西側へ流向を変えて日本海に注いでいる



出雲崎町史（1993）による相場川付近の背斜構造の隆起

- 「出雲崎町史」（1993）によると、相場川が島崎川に合流していたころ、谷中分水嶺付近を通る背斜構造が隆起を始め、相場川の流れが下小竹付近で滞るようになったとされている

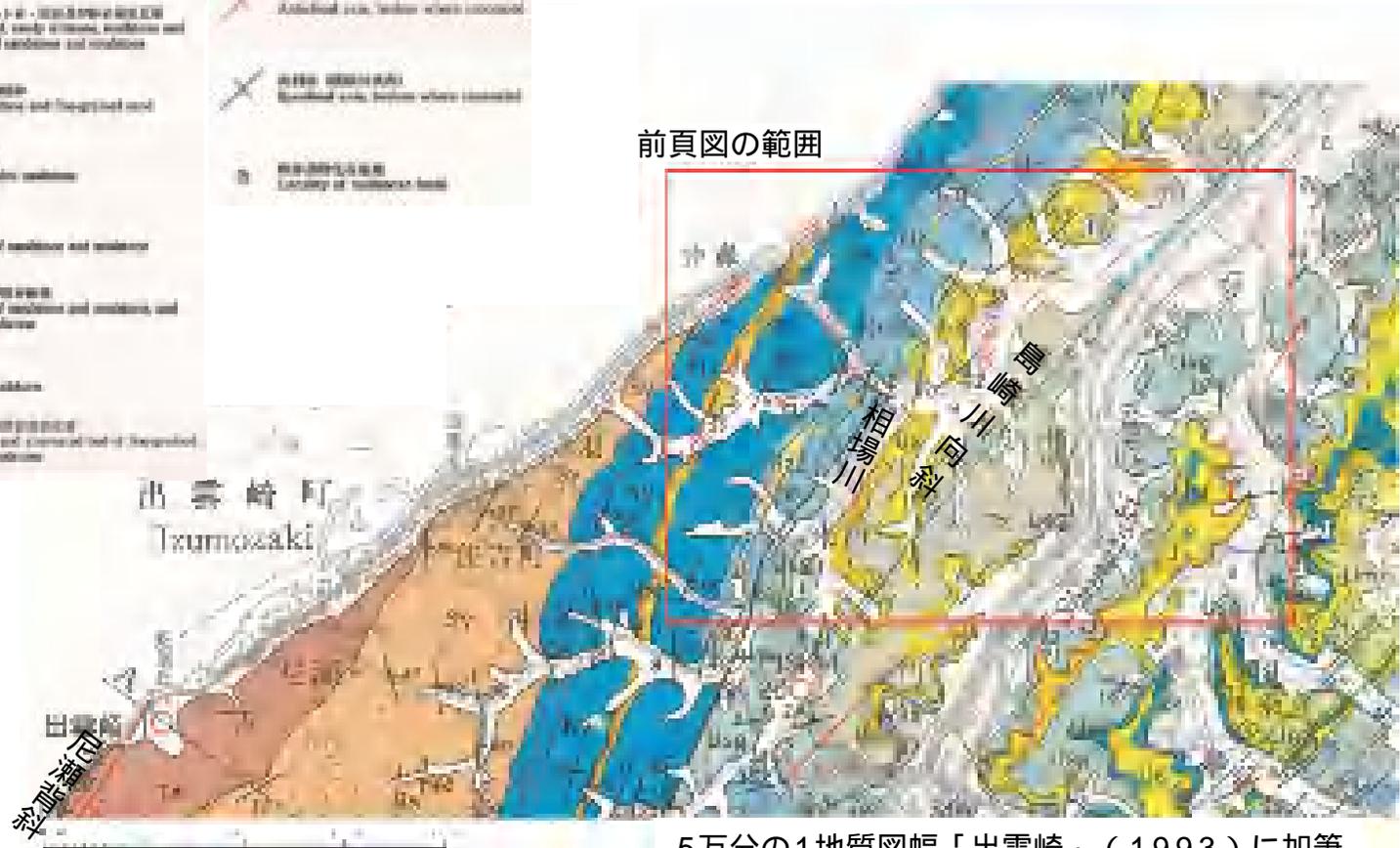
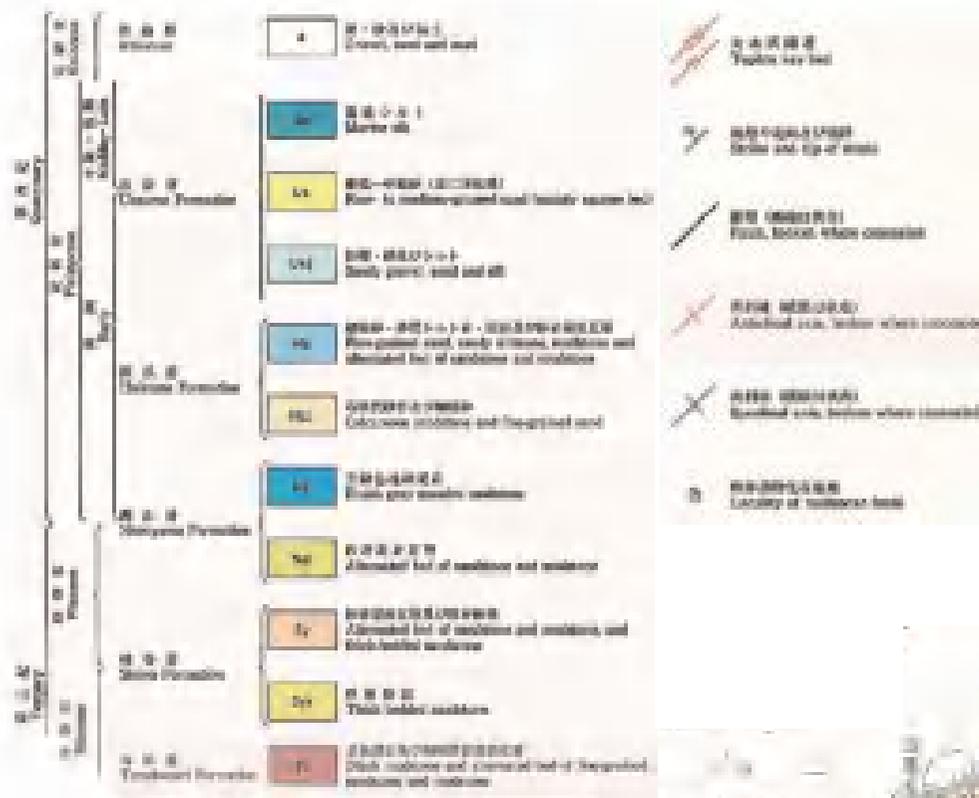


図4 相場川による川つなぎ

「出雲崎町史」（1993）より抜粋・加筆

相場川付近の地質構造

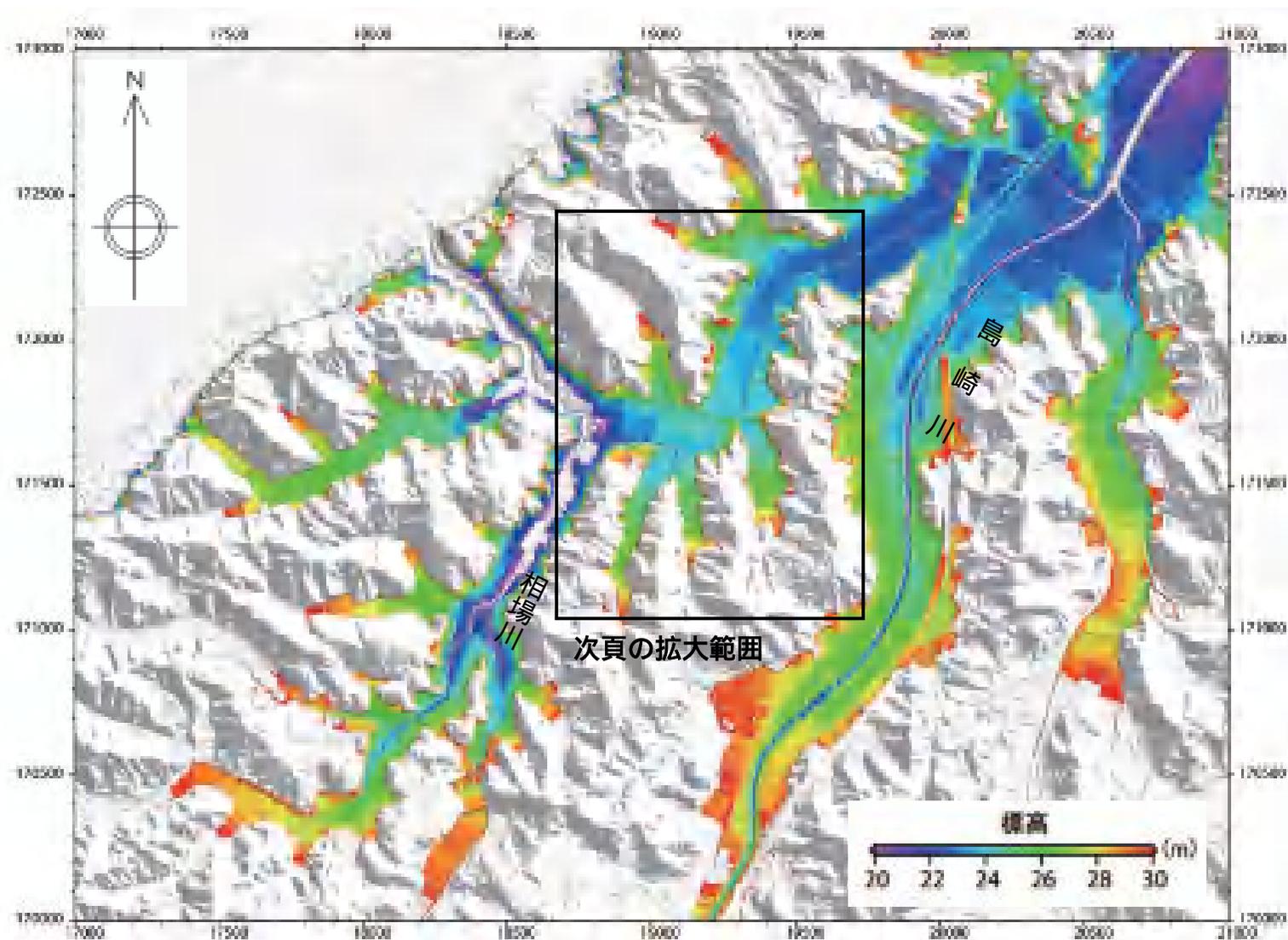
- 5万分の1地質図幅「出雲崎」(1993)には、相場川の東側に島崎川向斜が、南西側に尼瀬背斜が示されている



5万分の1地質図幅「出雲崎」(1993)に加筆

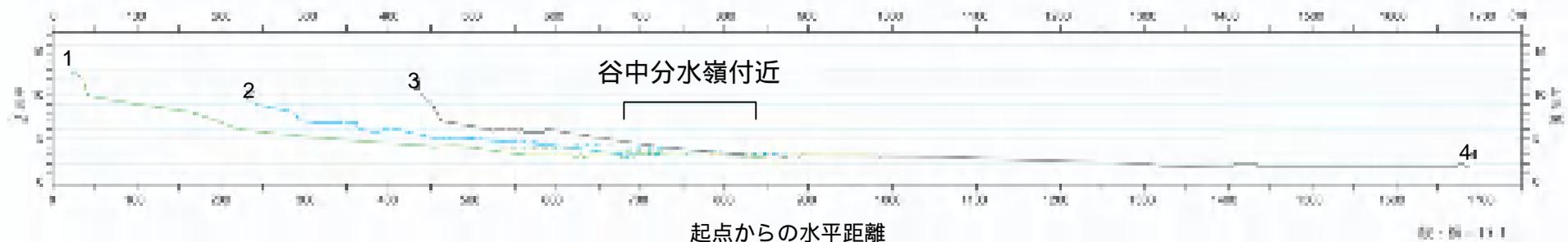
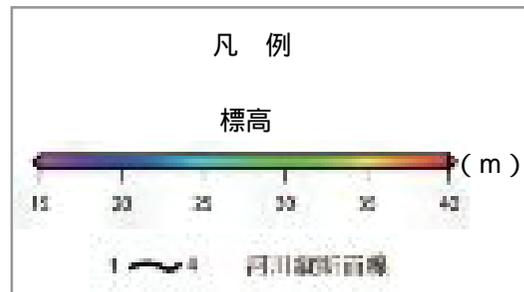
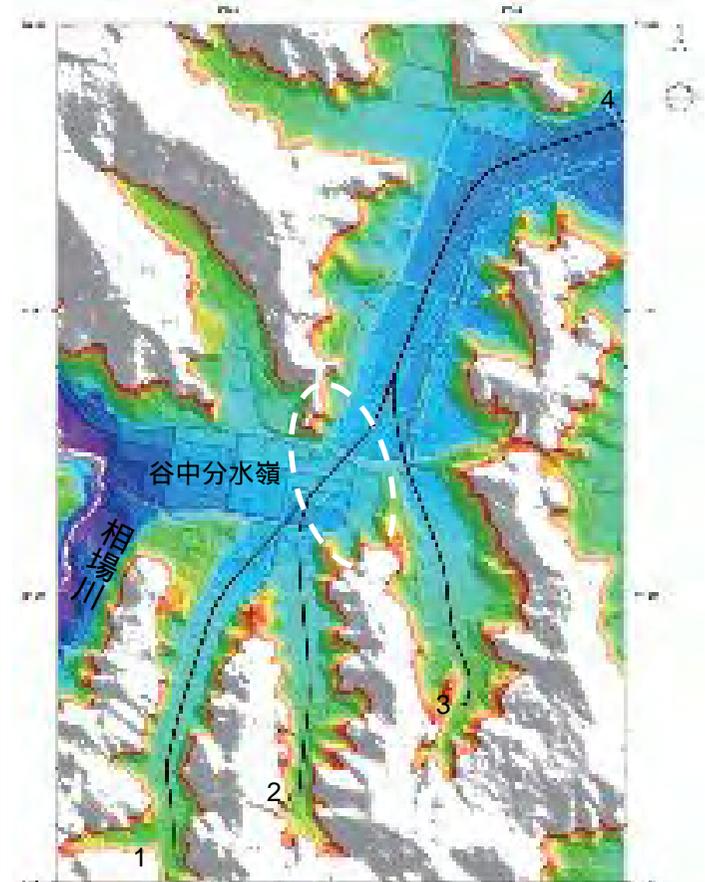
相場川周辺のDEM

- 相場川周辺のDEMによると、相場川と島崎川との間に背斜構造を示す地形的な高まりは認められない



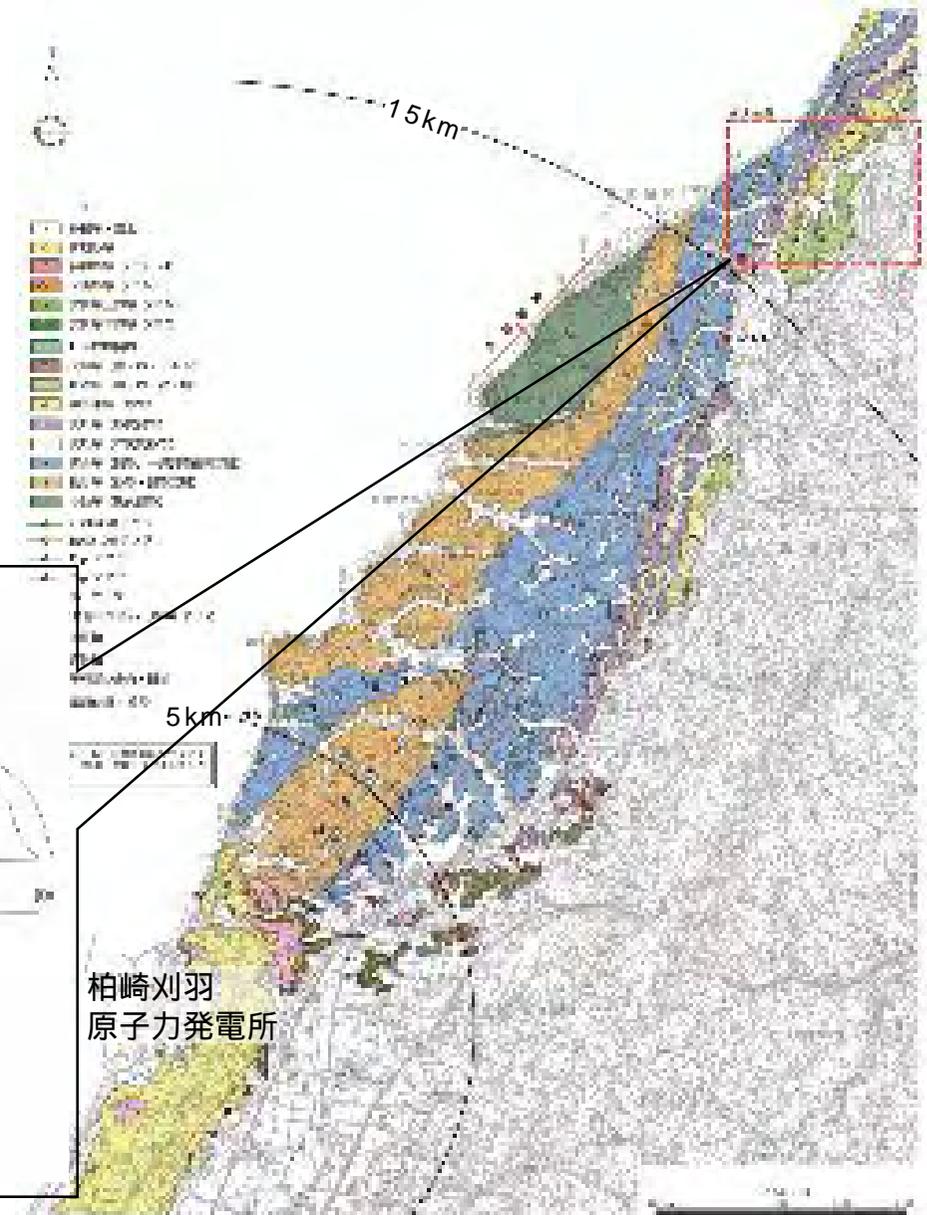
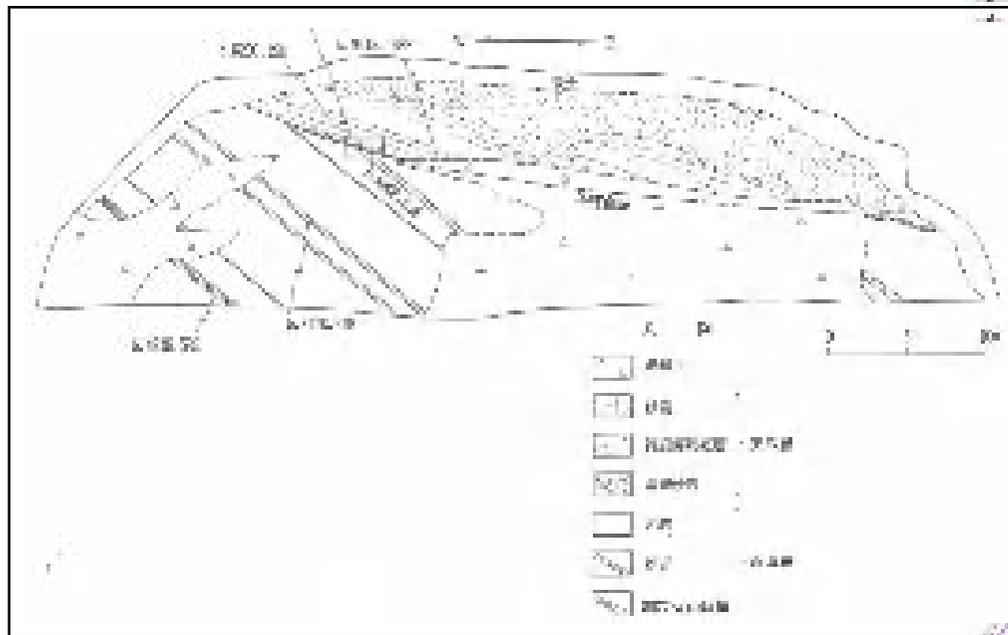
谷中分水嶺付近の沢の縦断勾配

- 出雲崎町史（1993）によると、谷中分水嶺付近を通る背斜構造が隆起したため、相場川東側にある3本の小規模な沢のうち、1・2の沢が相場川に、3の沢は島崎川に合流したとされている
- 1・2の沢の縦断勾配は、谷中分水嶺付近に地形的な高まりは認められず、その西側では3の沢との合流地点を結んだ河川勾配（河川断面の破線）より低くなっており、河刻が進んだ様子が認められる



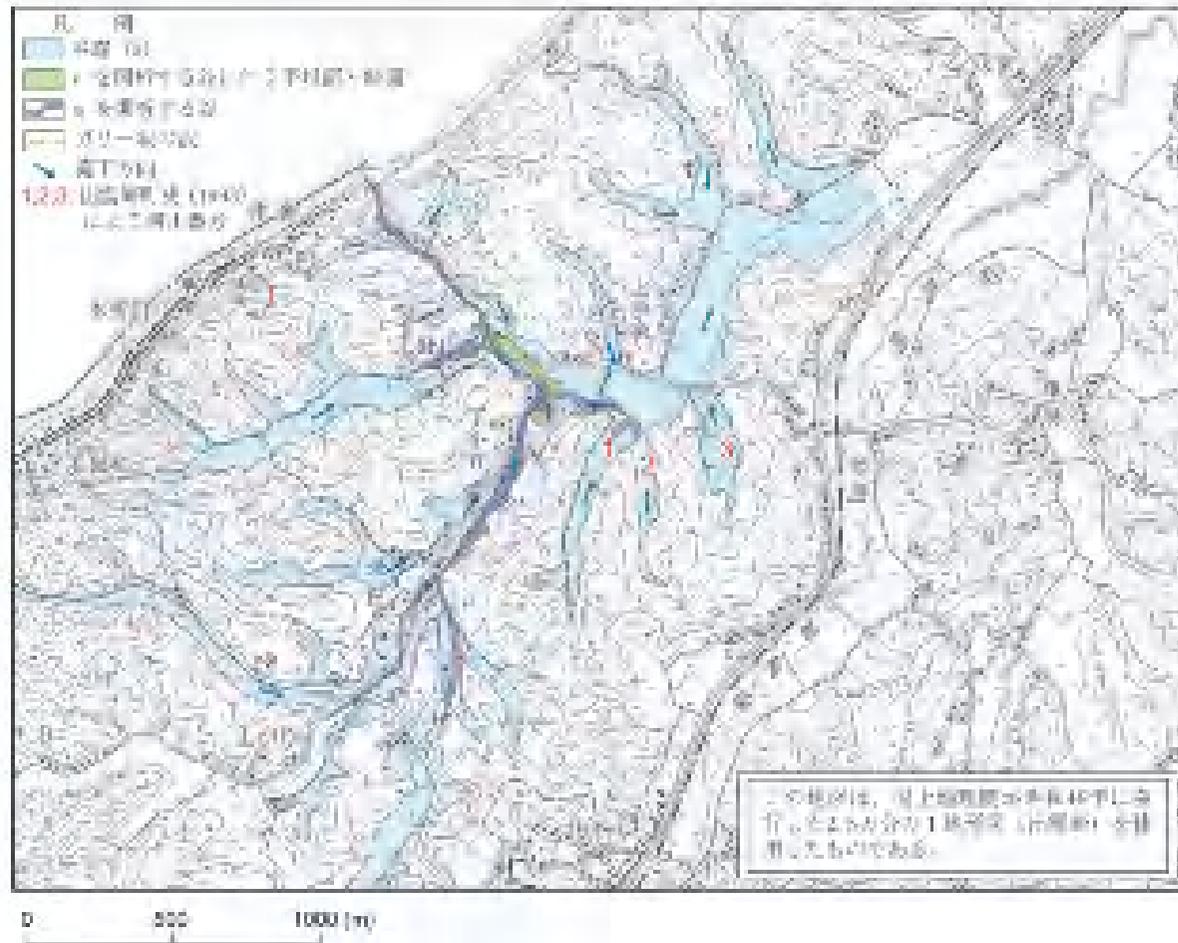
地表地質調査結果（出雲崎町上小竹）

- 地表地質調査結果によると、相場川東側の谷中分水嶺付近に背斜構造は認められない
- また、相場川近傍の出雲崎町上小竹の露頭においては、急傾斜の西山層を緩傾斜の灰爪層が不整合で覆っていることを確認しており、この地域における褶曲構造は灰爪層堆積以降、活発な成長はないと判断される



相場川流路変更の原因

- 空中写真判読結果によると、谷底が比較的広く分布しており、以前は相場川が島崎川に合流していたと判断され、相場川はその谷底を開析した谷に対応している
- 相場川の河口付近の海食崖には、現海岸線と直交する方向で日本海に流下するガリー状の沢が数条認められ、これらの沢は流路変更後の相場川の方角及び流下方向が同じである
- 相場川の流路変更の原因を示唆するデータは認められないものの、現在の相場川河口付近に上記のガリー状の沢が形成され、その沢が東方に向かって延びて、下小竹付近まで達した場合、相場川は流路を変えて日本海に注ぐことになり、旧相場川及びその支流沿いの谷底を河刻したことが考えられる



参考文献

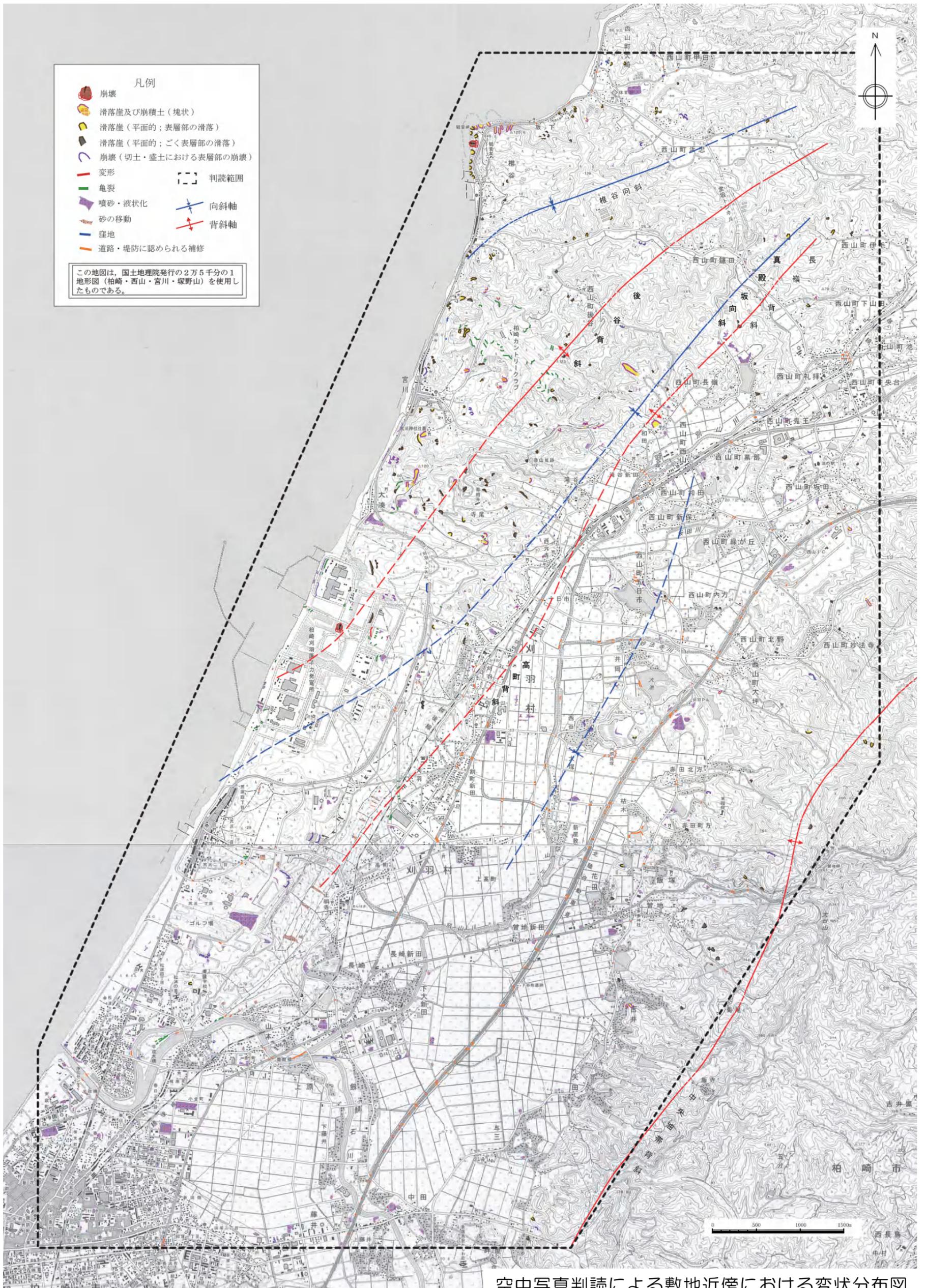
- 岸清・宮脇理一郎・宮脇明子（1996）：新潟県柏崎平野における上部更新統の層序と古環境の復元．第四紀研究，vol.35，no.1，p.1-16．
- 柏崎平野団体研究グループ（1965）：柏崎平野の第四系；新潟の第四系・その ．新潟大学教育学部高田分校研究紀要，no.10，p.145-185．
- 新潟古砂丘グループ（1975）：日本海沿岸の古砂丘．第四紀研究，vol.14，no.4，p.231-237．
- 新潟県地質図改訂委員会編（2000）：新潟県地質図及び同説明書．新潟県商工労働部商工振興課．
- 新潟県地盤図編集委員会編（2002）：新潟県地盤図及び同説明書．社団法人新潟県地質調査業協会．
- 町田洋・新井房夫（2003）：新編火山灰アトラス．東京大学出版会，336p．
- 鈴木毅彦・早津賢二（1991）：関東 - 中部地方の第四紀テフラ研究 - 特に中期更新世テフラの重要性 - ．第四紀研究，30，361-368．
- 壇原徹（1995）：第四紀テフラの高精度フィッシュトラック（FT）年代測定 - ジルコンとガラスを用いた測定法の確立に向けて．第四紀研究，221-237．
- 白井正明（2000）：男鹿半島浅海成堆積物と日本海半遠洋成堆積物の第四紀氷河性海水準変動への応答．第四紀，32，19-27．
- 杉山雄一（1991）：渥美半島 - 浜名湖東岸地域の中部更新統 - 海進 - 海退サイクルとその広域対比 - ．地調月報，42，75-109．
- 小池一之・町田 洋編（2001）：日本の海成段丘アトラス．東京大学出版会，CD-ROM日本 [北海道・東北]．
- 日本第四紀学会第四紀露頭集編集委員会編（1996）：第四紀露頭集 - 日本のテフラ．日本第四紀学会，p.203．
- 関東第四紀研究会（1970）：地球科学24巻5号．1970年9月，p.151-166．

・参考文献

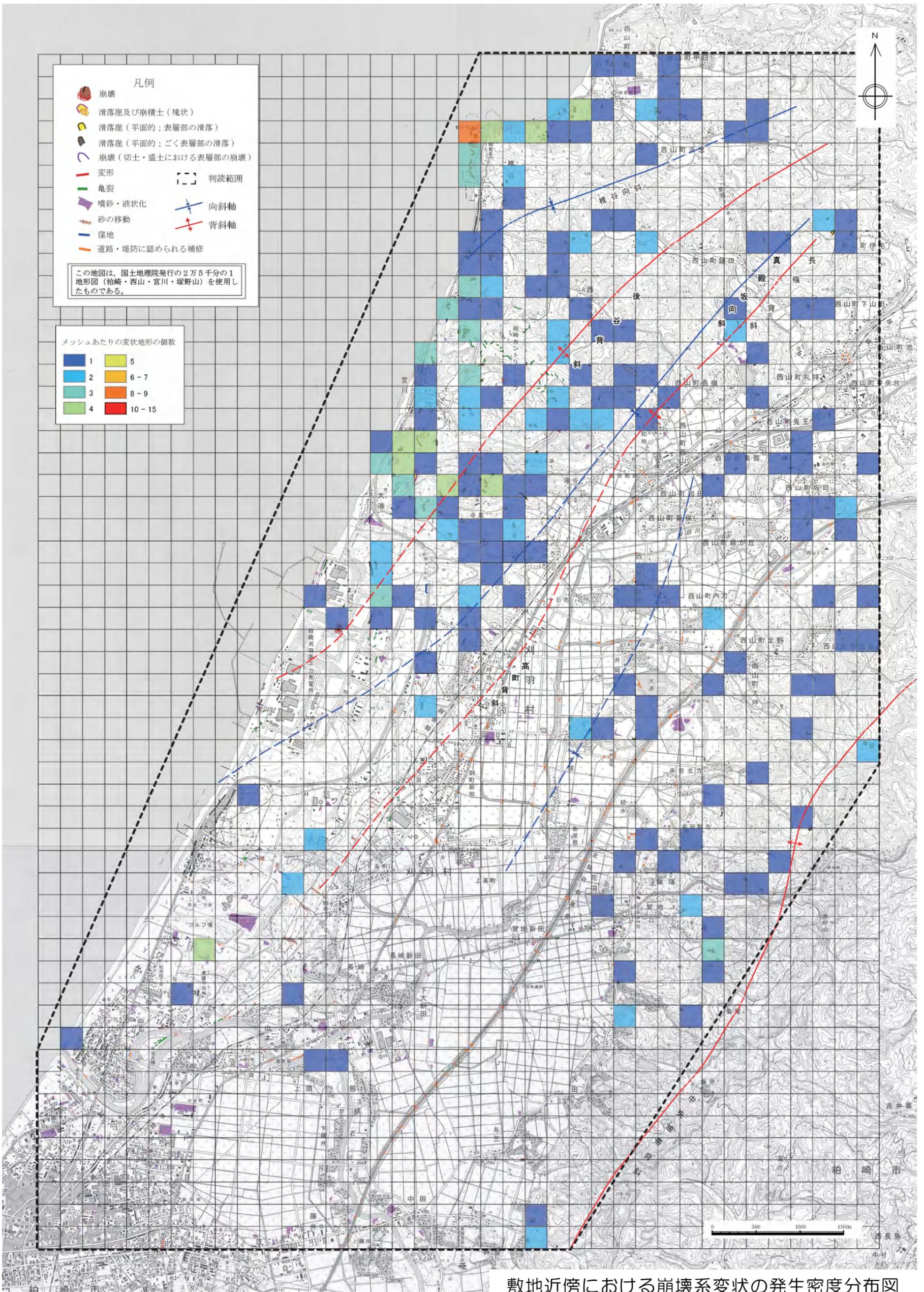
- 西山町教育委員会（1984）：大崎村のあゆみ．
- 出雲崎町史編さん委員会（1993）：出雲崎町史 通史編 上巻．出雲崎町．
- 柏崎市史編さん委員会（1986）：柏崎市史資料集 民族篇．柏崎市史編さん室，p.509-515．
- 加藤勝太郎：越後宮川浦松前行き．宮川コミュニティ，p.18，39．
- 桑山省吾（2008）：柏崎刈羽 第35号 北前船の交易 江差の繁栄と柏崎四港．柏崎刈羽郷土史研究会，p.74-85．
- 新潟県（1984）：新潟県史 資料編10 近世五 流通編．新潟県，p.926-929．
- 笹川芳三（1974）：柏崎の船絵馬．柏崎市立図書館後援会，p.29．
- 山田良平（1976）：柏崎港史．柏崎港期成同盟会，p.3-4．
- 宇佐美龍夫（2003）：「最新版」日本被害地震総覧．東京大学出版会，p.41．
- 加藤貞仁（2002）：北前船 寄港地と交易の物語．無明舎出版，241p．
- 文化庁（2000）：遺跡保存方法の検討－水中遺跡－，P.67
- 関甲子次郎（1921）：柏崎文庫（14）．P.133-135．
- 関甲子次郎（1986）：刈羽郡案内 全＜復刻＞．柏崎市立図書館，p.95．
- 柏崎市史編さん委員会（1990）：柏崎市史 中巻．柏崎市史編さん室，p.749-751．

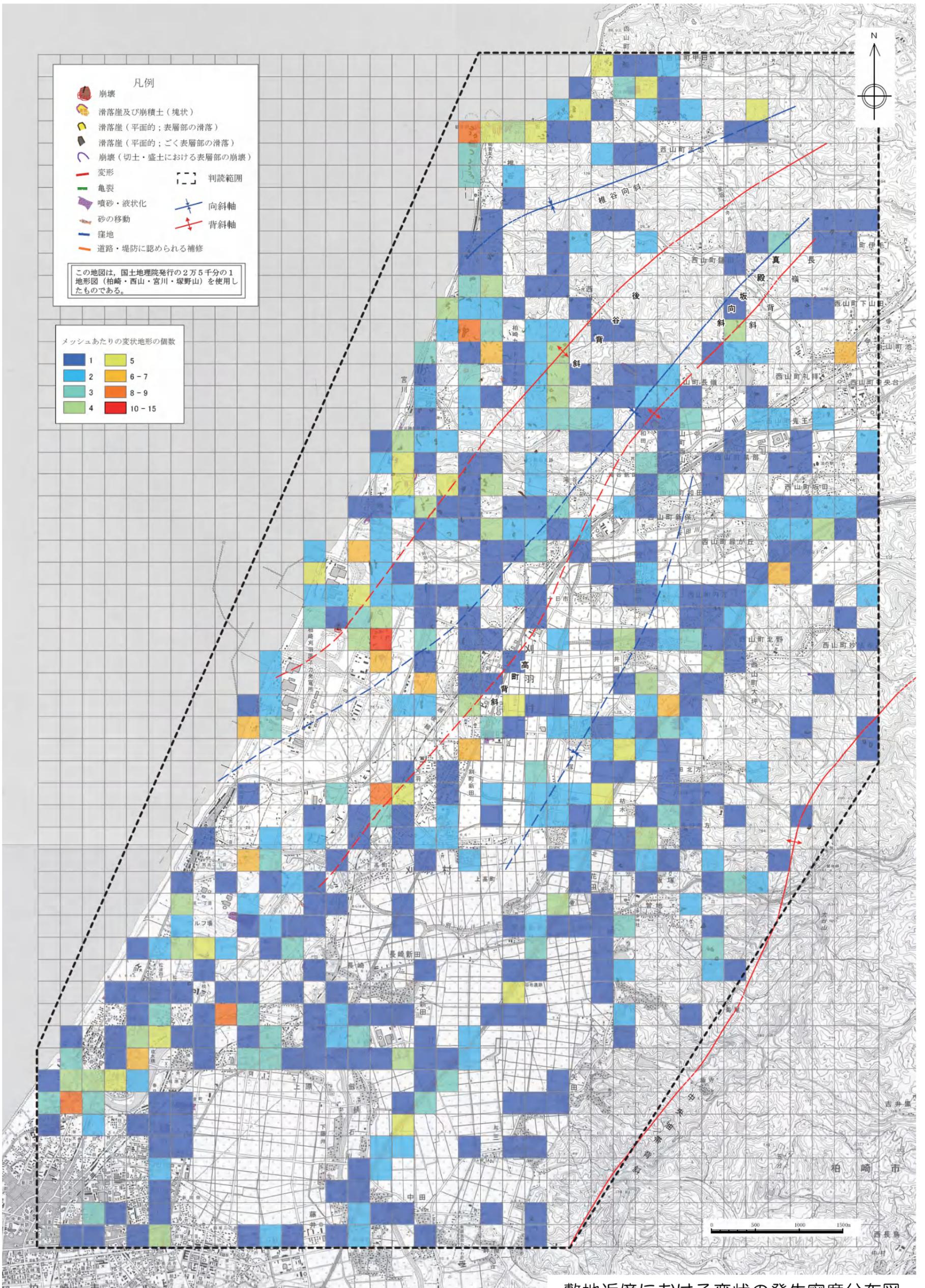
参考資料 1 : 敷地近傍における変状分布図 及び変状の発生密度分布図

- 凡例
- 崩壊
 - 滑落崖及び崩積土（塊状）
 - 滑落崖（平面的；表層部の滑落）
 - 滑落崖（平面的；ごく表層部の滑落）
 - 崩壊（切土・盛土における表層部の崩壊）
 - 変形
 - 亀裂
 - 噴砂・液状化
 - 砂の移動
 - 窪地
 - 道路・堤防に認められる補修
 - 判読範囲
 - 向斜軸
 - 背斜軸
- この地図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図（柏崎・西山・宮川・塚野山）を使用したものである。



空中写真判読による敷地近傍における変状分布図





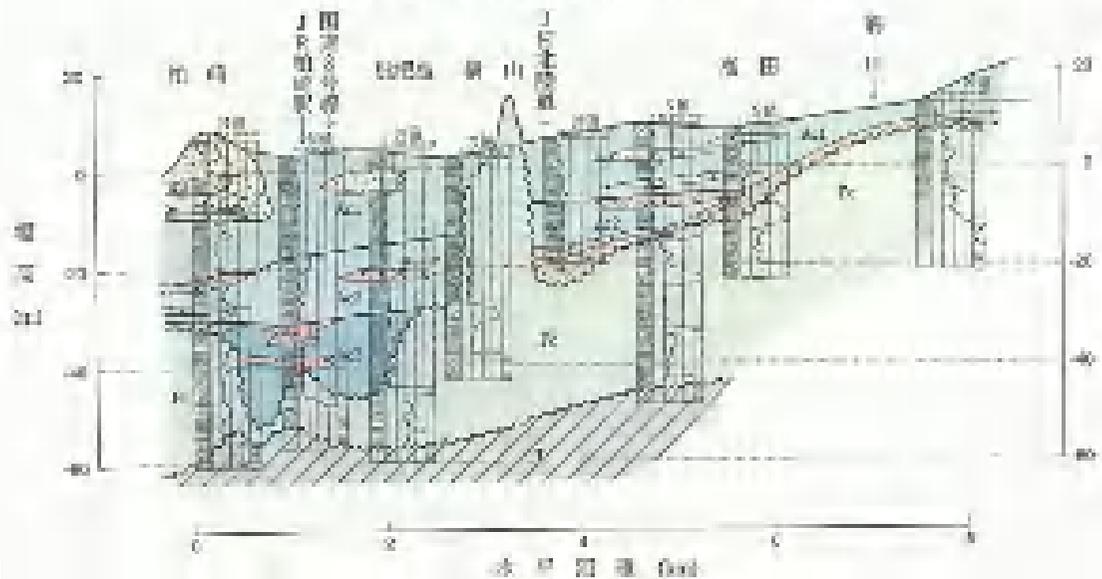
敷地近傍における変状の発生密度分布図

参考資料2：新潟県地質図（2000）
新潟県地盤図（2002）

新潟県地質図（2000）による地質断面図

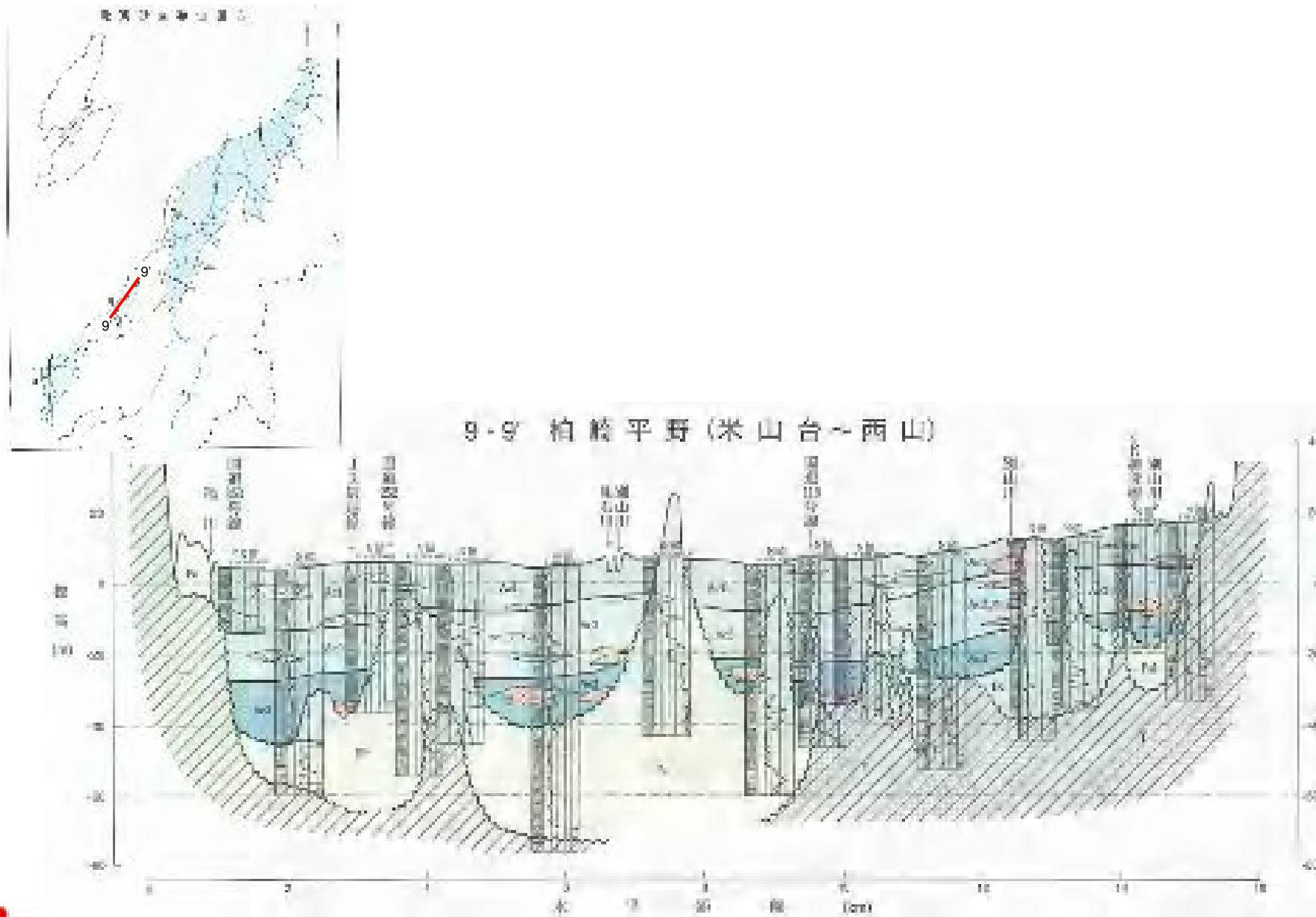


10-10' 柏崎平野(米山台～西山)



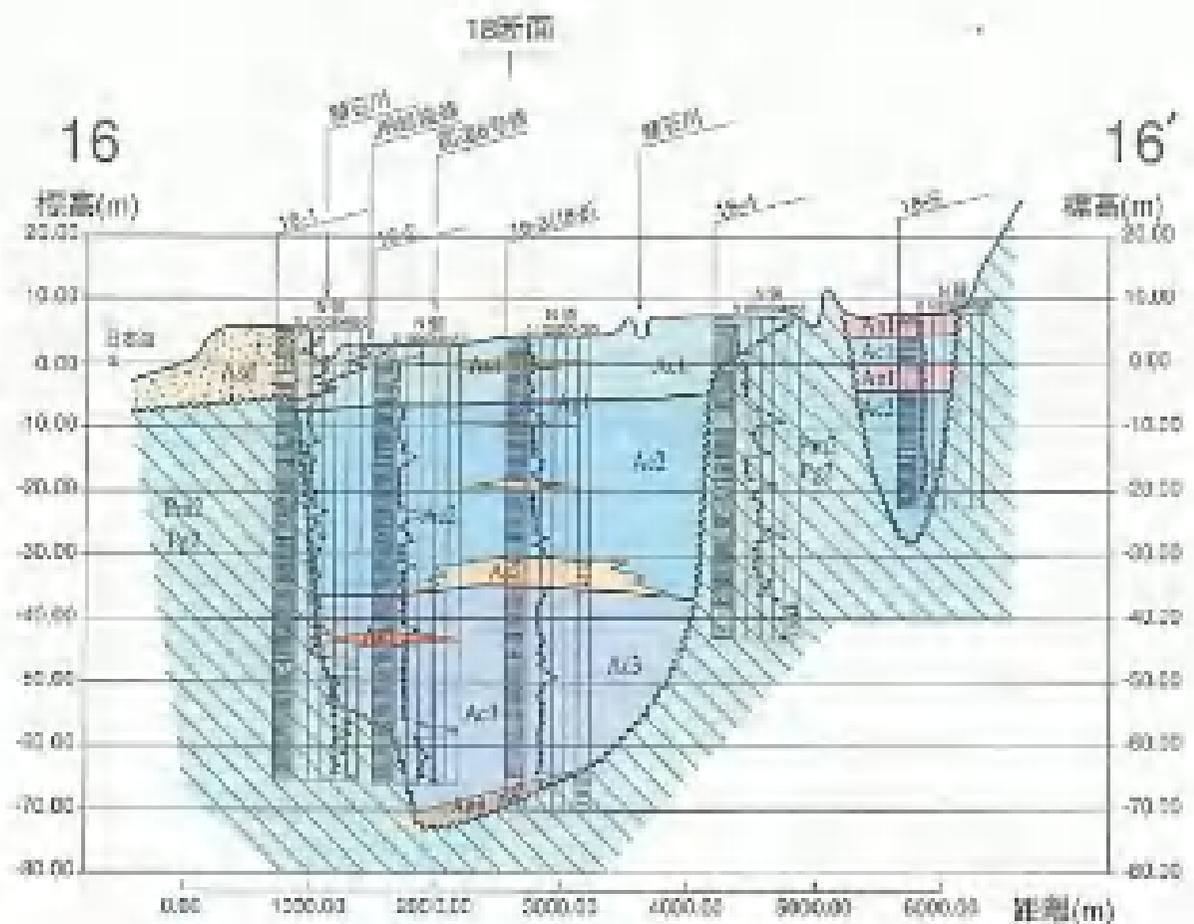
地質図記号	地層名	記号	地質		備考
			自然	人工	
新 潟 県	上 部 沖 積 層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層
		砂・砂礫	砂・砂礫	砂・砂礫	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
中 部 沖 積 層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層
		砂・砂礫	砂・砂礫	砂・砂礫	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
下 部 沖 積 層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層	沖積層
		砂・砂礫	砂・砂礫	砂・砂礫	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
地 盤 層	地盤層	地盤層	地盤層	地盤層	地盤層
		砂・砂礫	砂・砂礫	砂・砂礫	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	
		砂礫層	砂礫層	砂礫層	
		砂層	砂層	砂層	

新潟県地質図（2000）による地質断面図



新潟県地盤図（2002）による地質断面図

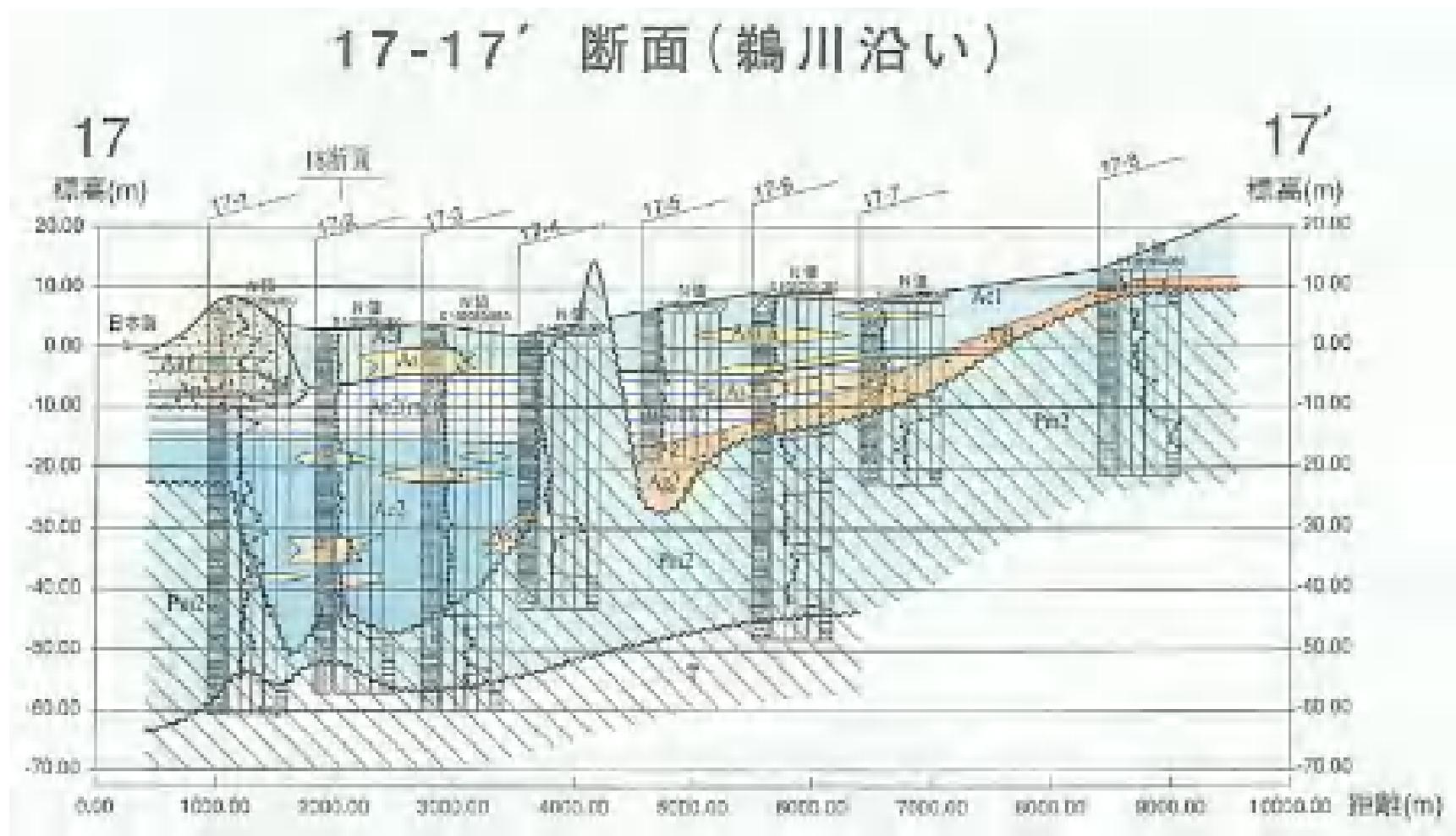
16-16' 断面（柏崎東西）



凡 例

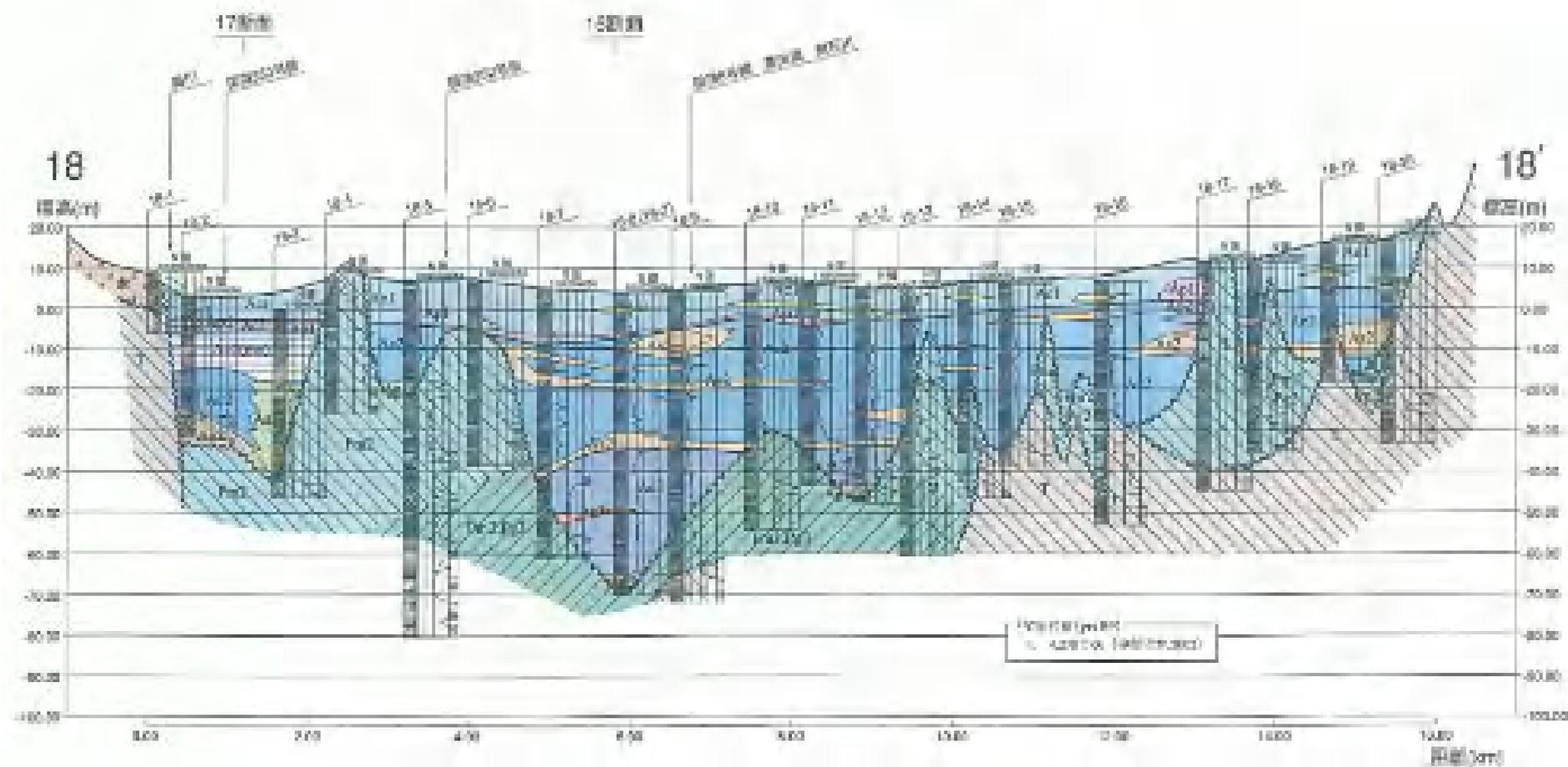
地質記号	層名	説明
Bc2	礫層	礫層
Bc1	砂層	砂層
Ac1	礫層	礫層
Ac2	砂層	砂層
Ac3	礫層	礫層
Aa1	礫層	礫層
Aa2	砂層	砂層
Aa3	礫層	礫層
Aa4	砂層	砂層
Aa5	礫層	礫層
Aa6	砂層	砂層
Aa7	礫層	礫層
Aa8	砂層	砂層
Aa9	礫層	礫層
Aa10	砂層	砂層
Aa11	礫層	礫層
Aa12	砂層	砂層
Aa13	礫層	礫層
Aa14	砂層	砂層
Aa15	礫層	礫層
Aa16	砂層	砂層
Aa17	礫層	礫層
Aa18	砂層	砂層
Aa19	礫層	礫層
Aa20	砂層	砂層
Aa21	礫層	礫層
Aa22	砂層	砂層
Aa23	礫層	礫層
Aa24	砂層	砂層
Aa25	礫層	礫層
Aa26	砂層	砂層
Aa27	礫層	礫層
Aa28	砂層	砂層
Aa29	礫層	礫層
Aa30	砂層	砂層
Aa31	礫層	礫層
Aa32	砂層	砂層
Aa33	礫層	礫層
Aa34	砂層	砂層
Aa35	礫層	礫層
Aa36	砂層	砂層
Aa37	礫層	礫層
Aa38	砂層	砂層
Aa39	礫層	礫層
Aa40	砂層	砂層
Aa41	礫層	礫層
Aa42	砂層	砂層
Aa43	礫層	礫層
Aa44	砂層	砂層
Aa45	礫層	礫層
Aa46	砂層	砂層
Aa47	礫層	礫層
Aa48	砂層	砂層
Aa49	礫層	礫層
Aa50	砂層	砂層
Aa51	礫層	礫層
Aa52	砂層	砂層
Aa53	礫層	礫層
Aa54	砂層	砂層
Aa55	礫層	礫層
Aa56	砂層	砂層
Aa57	礫層	礫層
Aa58	砂層	砂層
Aa59	礫層	礫層
Aa60	砂層	砂層
Aa61	礫層	礫層
Aa62	砂層	砂層
Aa63	礫層	礫層
Aa64	砂層	砂層
Aa65	礫層	礫層
Aa66	砂層	砂層
Aa67	礫層	礫層
Aa68	砂層	砂層
Aa69	礫層	礫層
Aa70	砂層	砂層
Aa71	礫層	礫層
Aa72	砂層	砂層
Aa73	礫層	礫層
Aa74	砂層	砂層
Aa75	礫層	礫層
Aa76	砂層	砂層
Aa77	礫層	礫層
Aa78	砂層	砂層
Aa79	礫層	礫層
Aa80	砂層	砂層
Aa81	礫層	礫層
Aa82	砂層	砂層
Aa83	礫層	礫層
Aa84	砂層	砂層
Aa85	礫層	礫層
Aa86	砂層	砂層
Aa87	礫層	礫層
Aa88	砂層	砂層
Aa89	礫層	礫層
Aa90	砂層	砂層
Aa91	礫層	礫層
Aa92	砂層	砂層
Aa93	礫層	礫層
Aa94	砂層	砂層
Aa95	礫層	礫層
Aa96	砂層	砂層
Aa97	礫層	礫層
Aa98	砂層	砂層
Aa99	礫層	礫層
Aa100	砂層	砂層

新潟県地盤図（2002）による地質断面図



新潟県地盤図（2002）による地質断面図

18-18' 断面（柏崎バイパス―西山）



参考資料3：甌穴（ポットホール）

甌穴（ポットホール）



佐渡市戸中「平根崎波蝕甌穴群」
(<http://www.mapple.net/photos/l01500117202.htm>)



宮崎市青島「鬼の洗濯岩」
周辺には大小の甌穴が点在し、大きいものは直径2～3m、小さいものは20～30cm
南九州大学・高谷研究室HPより
(<http://takayalabo.web.fc2.com/hyakusen/potto.JPG>)