

柏崎刈羽原子力発電所

敷地近傍及び敷地の地質・地質構造 (概要)

平成26年 1月24日
東京電力株式会社



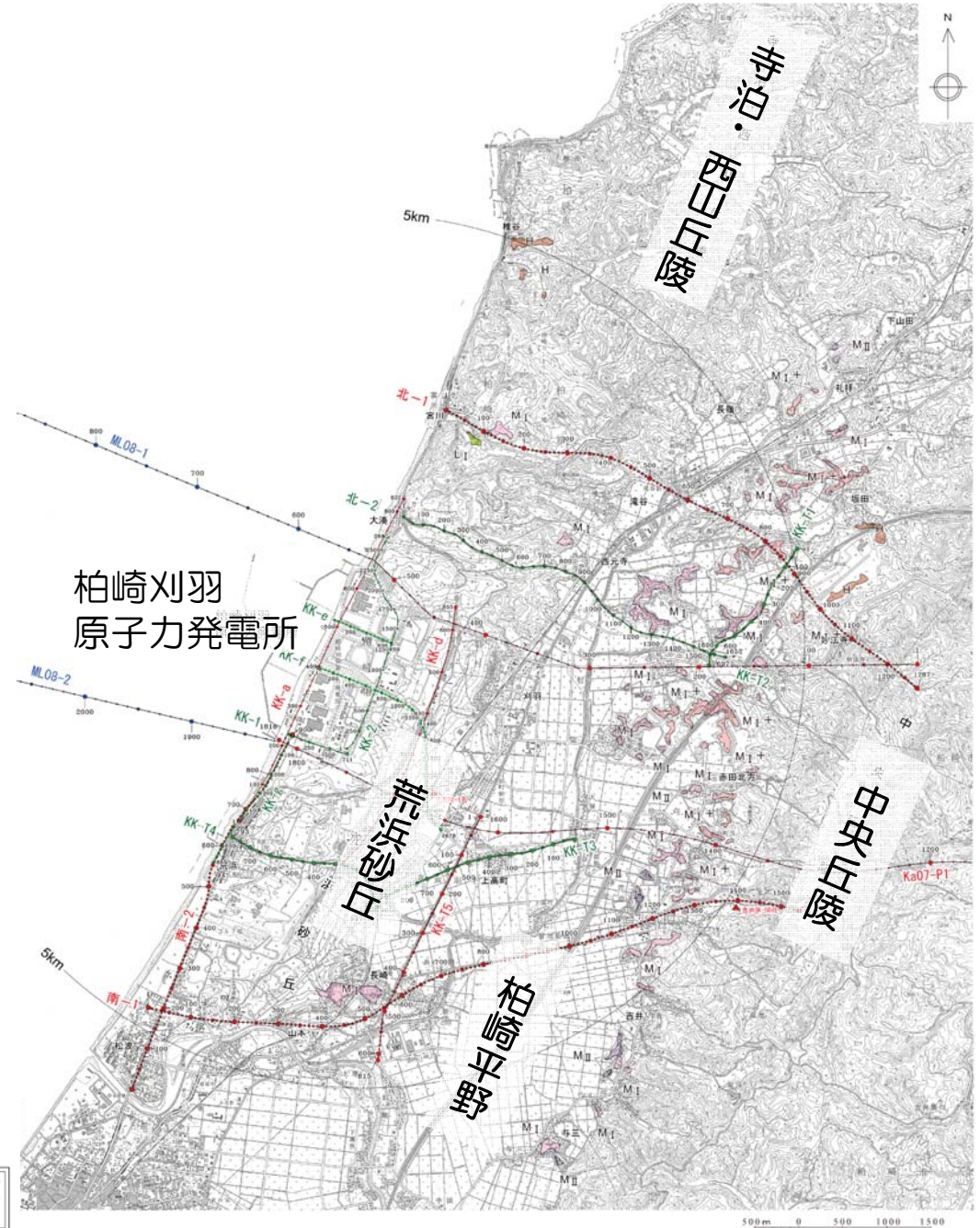
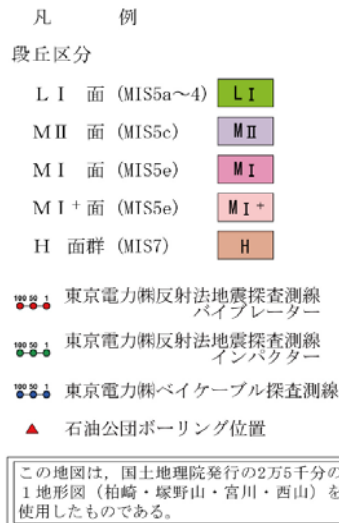
東京電力

-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

敷地近傍の地形

- 敷地近傍陸域の地形は、寺泊・西山丘陵，中央丘陵及び柏崎平野からなる。
- 寺泊・西山丘陵は，日本海に面した標高150m程度以下のなだらかな丘陵である。
- 中央丘陵は，NNE－SSW方向に連続する標高300m程度の丘陵である。
- 柏崎平野は，鯖石川，別山川等により形成された南北15km，東西4km～7kmの沖積平野であり，平野西側の海岸部には荒浜砂丘が分布する。
- 敷地は，寺泊・西山丘陵の南西部の日本海に面した荒浜砂丘北部に位置する。



敷地近傍の地質構造

- 敷地北側の寺泊・西山丘陵南部には、NE－SW方向の後谷背斜及び長嶺背斜が分布し、両背斜間には、真殿坂向斜が位置する。
- 敷地における地質調査結果によると、後谷背斜及び真殿坂向斜は敷地に連続し、後谷背斜は敷地中央部付近で、真殿坂向斜は敷地の南端部付近でそれぞれ海域に達する。
- 柏崎平野東側の中央丘陵においては、NNE－SSW方向ないしNE－SW方向に連続する中央油帯背斜が分布する。

海域の凡例

凡例	説明
	A層（沖積層相当）分布域
	Bu層（低位～中位段丘堆積物相当）
	B～Bu層
	B層（高位段丘堆積物相当）
	C層（灰爪層相当）
	D層（西山層相当）
	E層（椎谷層～七谷層相当）
	F層（グリーンタフ相当）

陸地の凡例

凡例	説明
	a 沖積層・盛土
	C 新期砂層
	MII MII 面堆積物 (MIS5c)
	B 番砂層 (MIS5e～4)
	Om 大湊砂層 (MIS5e)
	y 安田層上部層 (MIS5e)
	An 安田層下部層
	G 古安田層
	h H面群堆積物
	Ot 大坪層
	H 灰爪層
	nk 灰爪層（石灰質砂岩）
	N 西山層
	S 椎谷層
	T 寺泊層
	Iz テフラ
	Az テフラ
	Zn テフラ

テフラの名称は岸ほか（1996）による

向斜軸
 背斜軸
 層理面の走向・傾斜



敷地近傍の地質層序

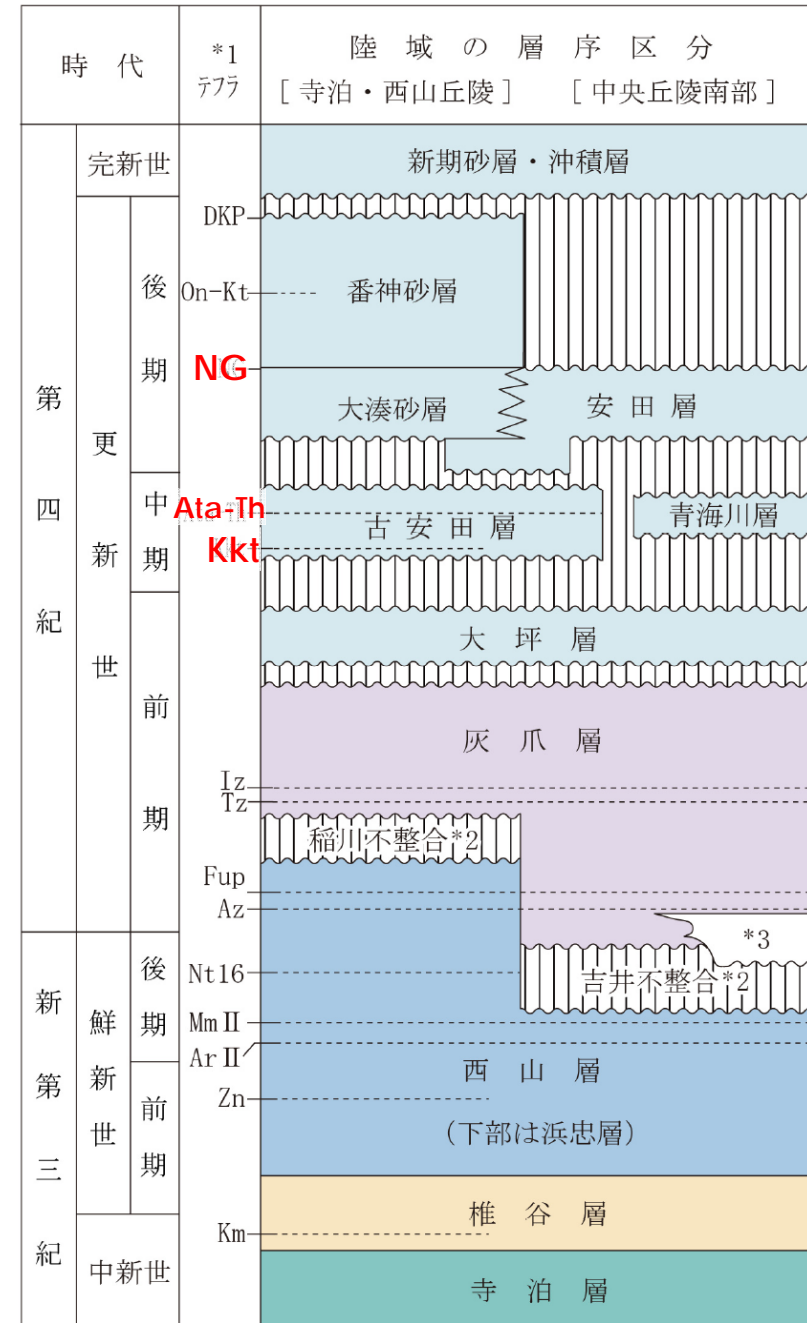
○主な指標テフラ

名称	降下時期
中子軽石層 (NG)	約13万年前
阿多鳥浜テフラ (Ata-Th)	約24万年前
加久藤テフラ (Kkt)	約33~34万年前

*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。

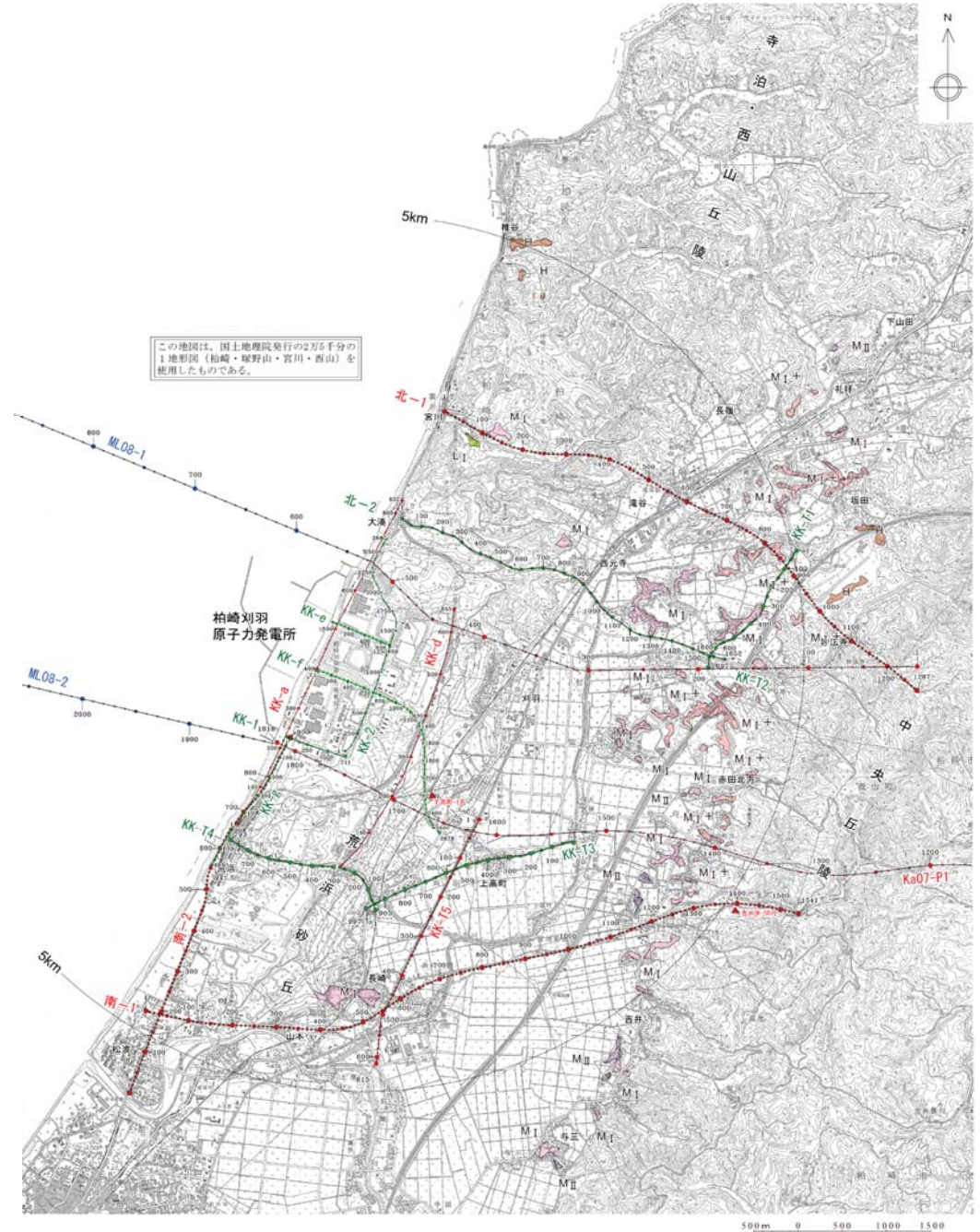
*3 米山火山岩類・同火山岩類は米山海岸に広く分布するほか、柏崎市南部の南下付近で西山層中に挟在する。



敷地近傍の空中写真判読図

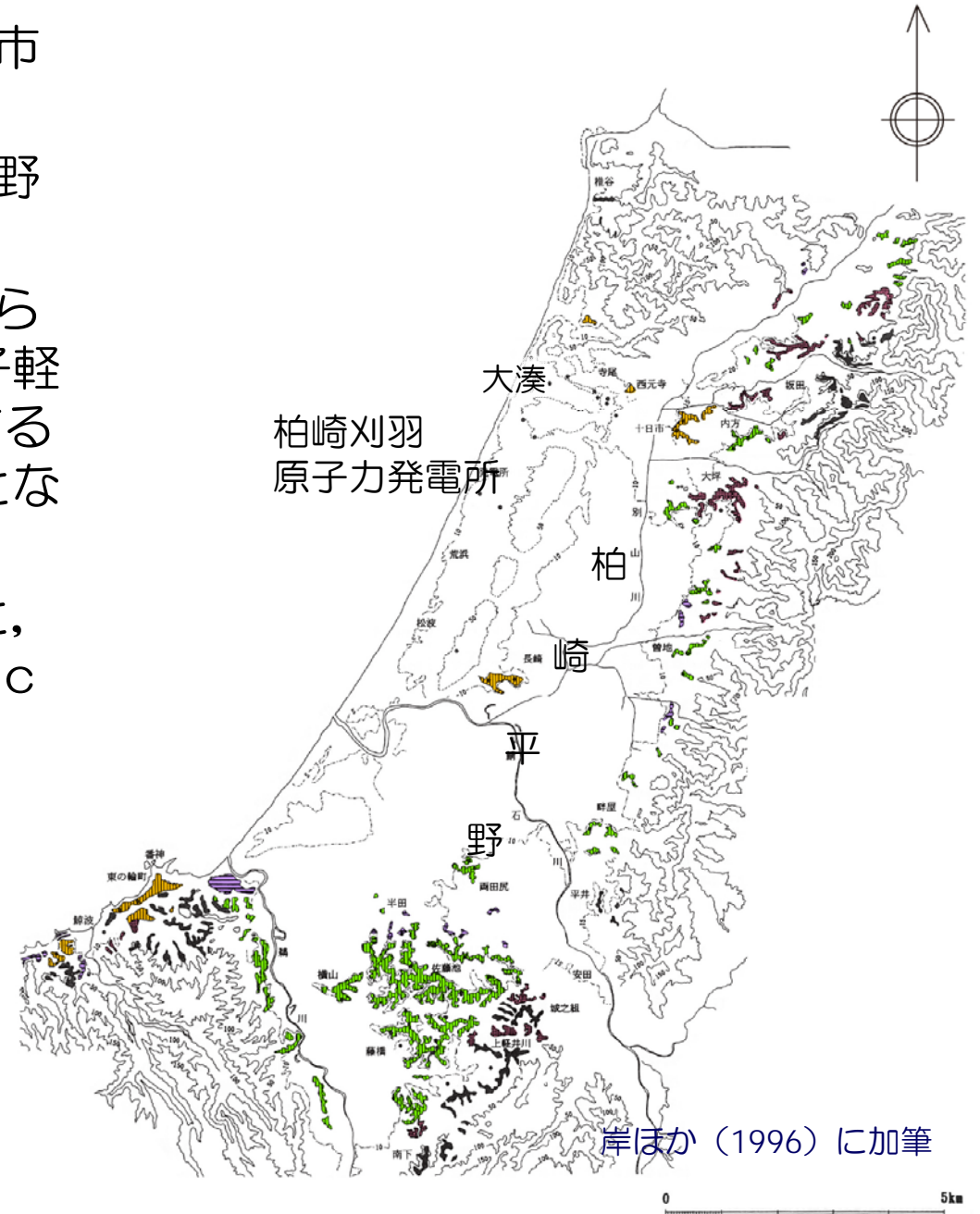
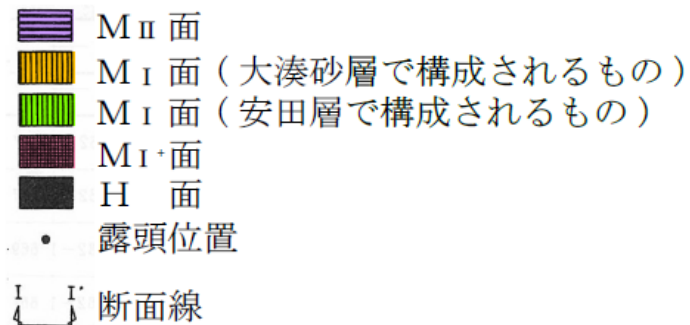
- 空中写真判読の結果によると、敷地近傍の柏崎平野周辺に分布する段丘面は、段丘面の標高、分布形態、連続性、面の開析程度等により、高位からH面群、M_I⁺面、M_I面、M_{II}面及びL_I面に区分される。
- 最も広く分布する段丘面はM_I面である。
- 敷地及び敷地近傍にリニアメントは判読されない。

凡 例	
段丘区分	
L _I 面 (MIS5a~4)	L_I
M _{II} 面 (MIS5c)	M_{II}
M _I 面 (MIS5e)	M_I
M _I ⁺ 面 (MIS5e)	M_I⁺
H 面群 (MIS7)	H
● ● ● 100 50 1	東京電力㈱反射法地震探査測線 パイプレーター
● ● ● 100 50 1	東京電力㈱反射法地震探査測線 インパクトター
● ● ● 100 50 1	東京電力㈱ベイクーブル探査測線
▲	石油公団ボーリング位置

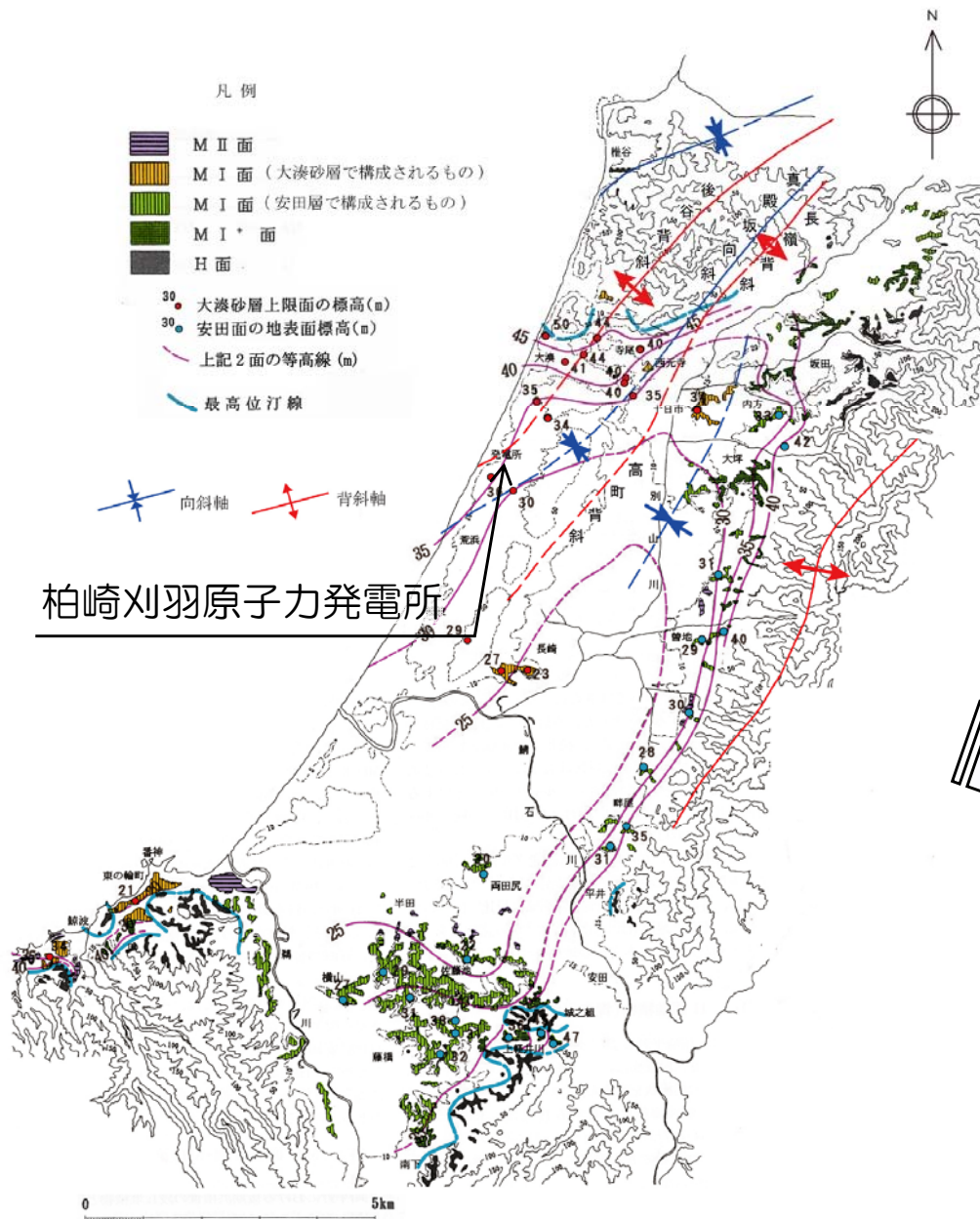


M_I面の構成層

- 大湊砂層で構成されるM_I面は、柏崎市大湊付近から南西側に分布している。
- 安田層で構成されるM_I面は、柏崎平野の東縁部～南部に分布している。
- M_I面は、大湊砂層あるいは安田層から構成され、大湊砂層上限面付近に中子軽石層：NG（MIS5e離水期）が挟在することから、断層の活動性評価の示標となる。
- なお、町田・新井（2003）によると、中子軽石層（NG）は飯縄上樽テフラc（In-Kt（c））に対比されている。

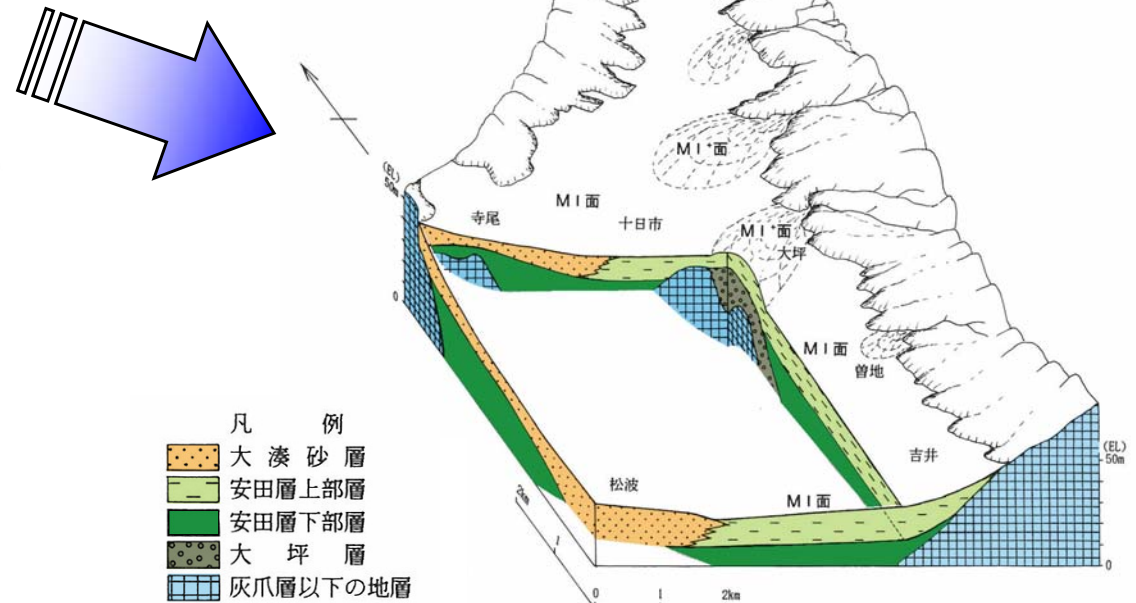


大湊砂層と安田層上部層の堆積環境



岸ほか (1996) に加筆

- 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を連ねた高度分布により復元され、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。



中部～上部更新統の堆積年代調査位置図

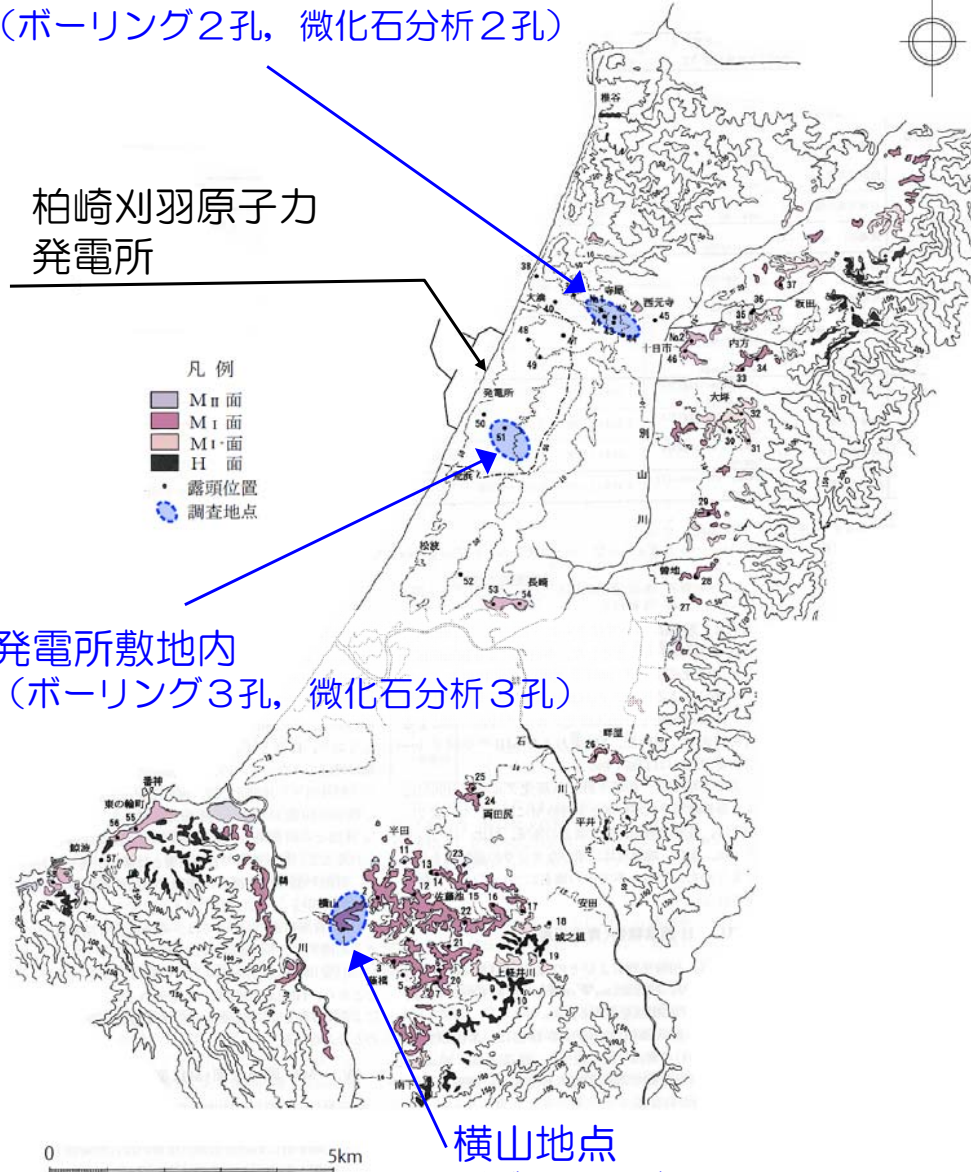
発電所北側
(ボーリング2孔, 微化石分析2孔)

柏崎刈羽原子力
発電所

- 凡例
- M_{II} 面
 - M_I 面
 - M_I* 面
 - H 面
 - 露頭位置
 - 調査地点

発電所敷地内
(ボーリング3孔, 微化石分析3孔)

横山地点
(ボーリング2孔, 微化石分析1孔)



敷地及び敷地近傍に広く分布する中部～上部更新統の堆積年代について詳細に分析するために地質調査を左図に示す3地点で実施。

発電所北側

2007年新潟県中越沖地震後に群列ボーリング調査を実施した地点（北-2測線）。

発電所敷地内

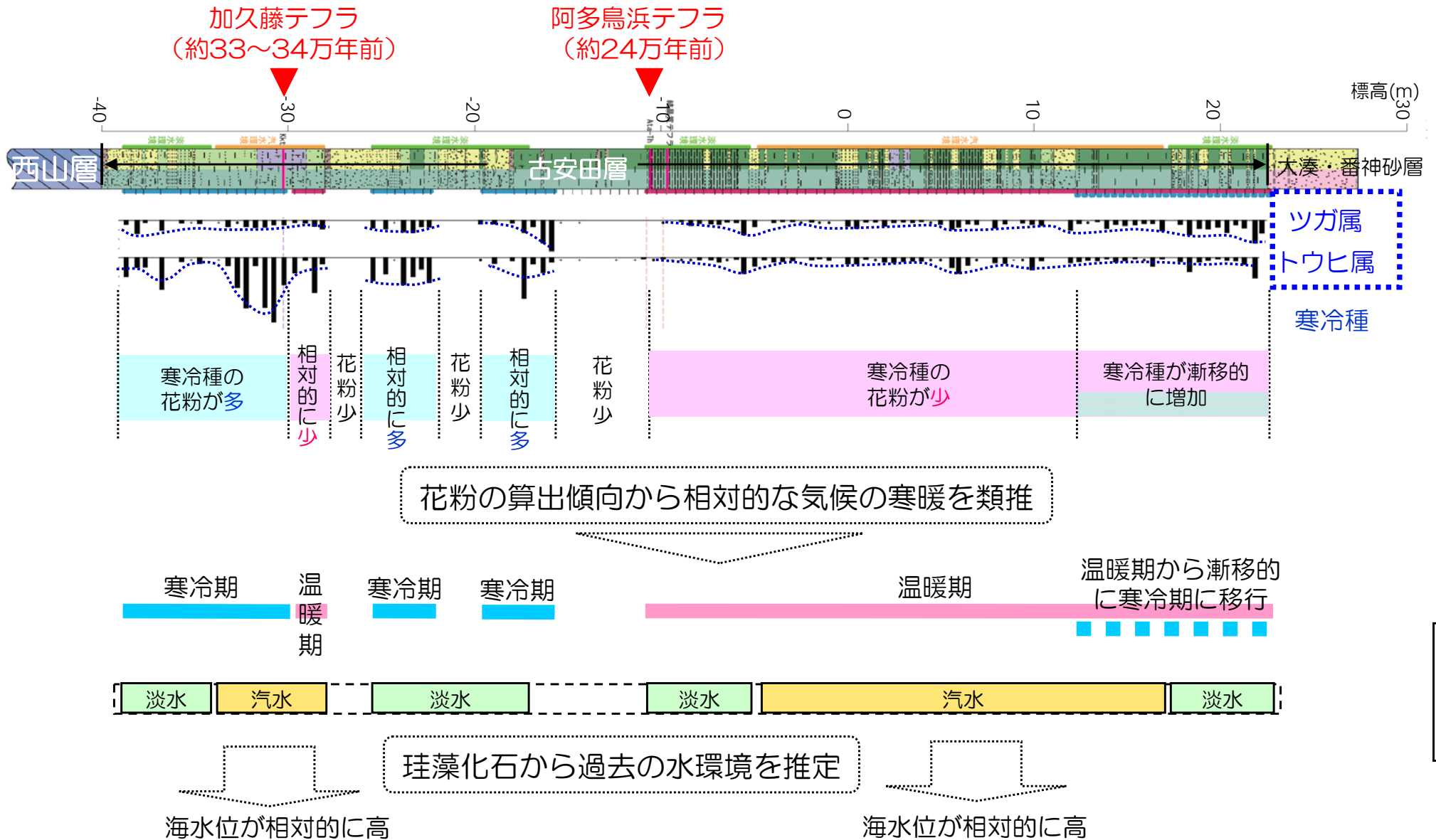
2007年新潟県中越沖地震後に群列ボーリング調査を実施した地点。

横山地点

柏崎平野団体研究グループ（1966）が安田層を定義した地点。

微化石分析結果の例（発電所敷地内：G-16孔）

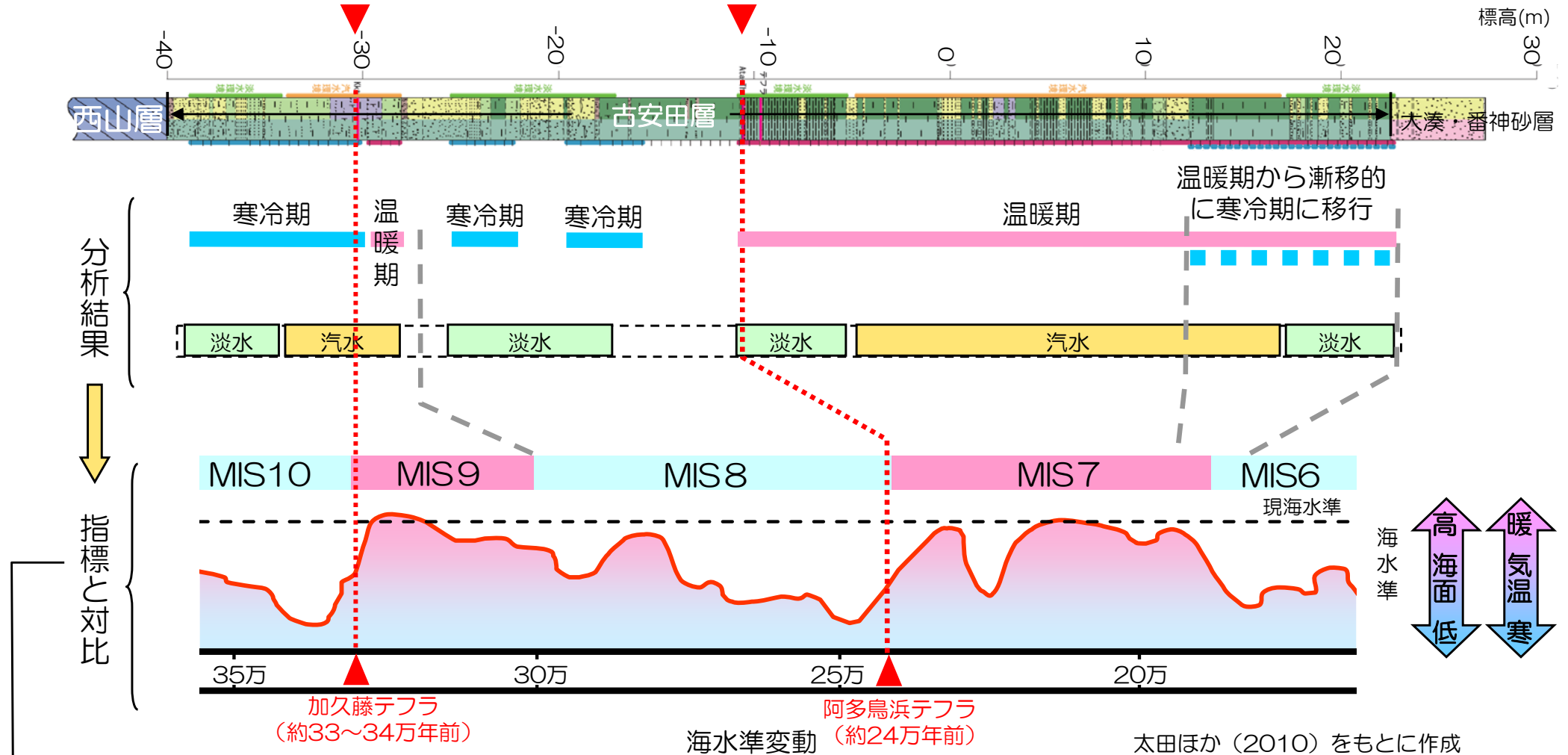
○調査結果の例（発電所敷地内：G-16孔）



微化石分析から気候や海水準の周期的な変化を推定

微化石分析結果の例（発電所敷地内：G-16孔）

○調査結果の例（発電所敷地内：G-16孔）

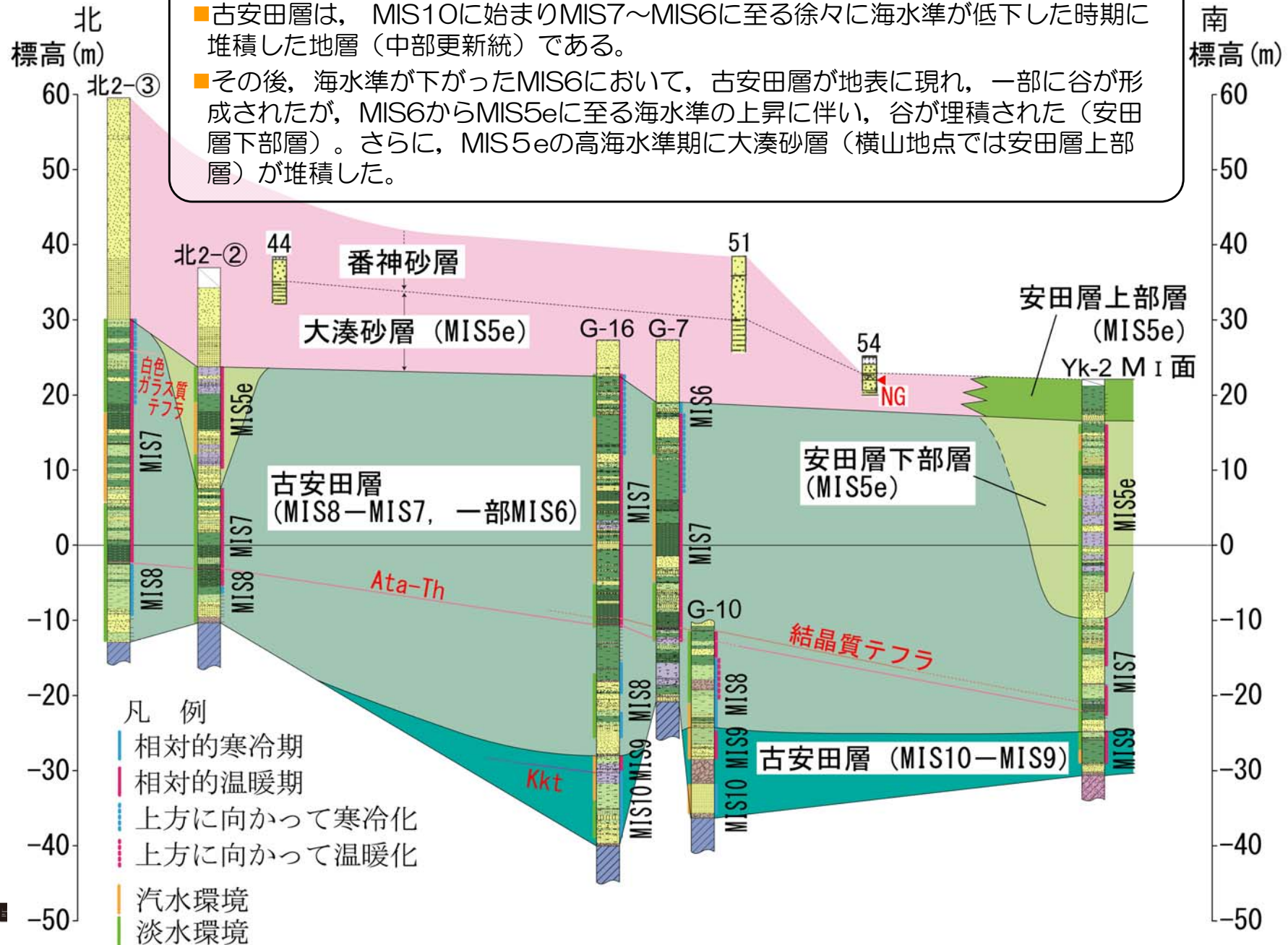


加久藤テフラ（約33~34万年前）と阿多鳥浜テフラ（約24万年前）の位置と年代を基準に、前後の地層に含まれている微化石から当時の環境を推定した結果、敷地の古安田層はMIS10からMIS7とMIS6の境界付近に至る時期にかけて堆積した中期更新世の地層と判断される。

発電所周辺の中部～上部更新統の分布と堆積時期

地質調査の結果から、一部に谷埋堆積物が確認されたことや、テフラ・微化石分析結果などから総合的に次のように評価。

- 古安田層は、MIS10に始まりMIS7～MIS6に至る徐々に海水準が低下した時期に堆積した地層（中部更新統）である。
- その後、海水準が下がったMIS6において、古安田層が地表に現れ、一部に谷が形成されたが、MIS6からMIS5eに至る海水準の上昇に伴い、谷が埋積された（安田層下部層）。さらに、MIS5eの高海水準期に大湊砂層（横山地点では安田層上部層）が堆積した。



まとめ

- 空中写真判読結果によると、敷地近傍及び敷地にリニアメントは判読されない。
- 柏崎平野周辺において最も広く分布するM_I面は、大湊砂層あるいは安田層上部層から構成される。
- 大湊砂層及び安田層の下位に分布する古安田層は、MIS10に始まりMIS7～MIS6に至る徐々に海水準が低下した時期に堆積した地層（中部更新統）である。

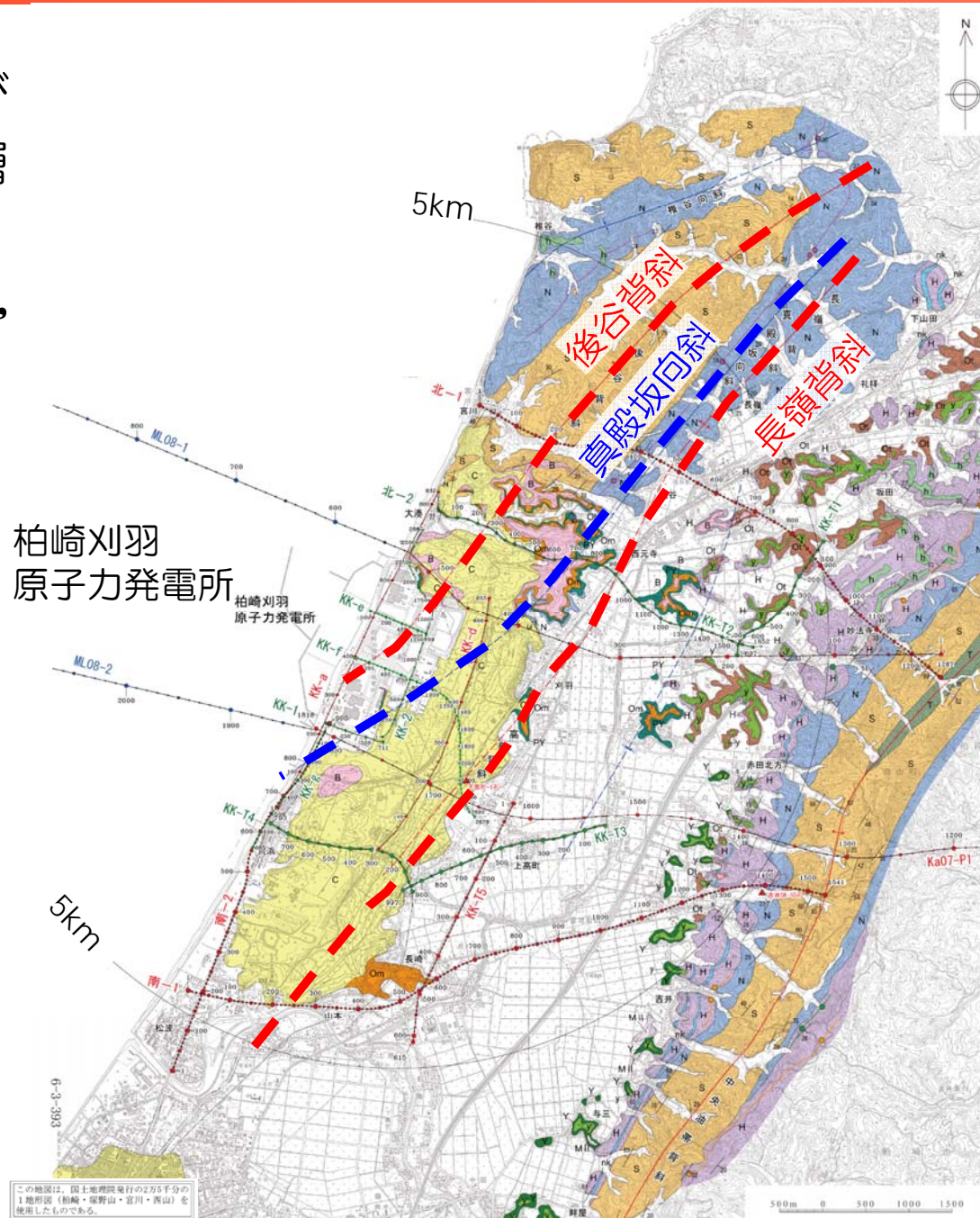
-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

敷地近傍及び敷地の地質・地質構造

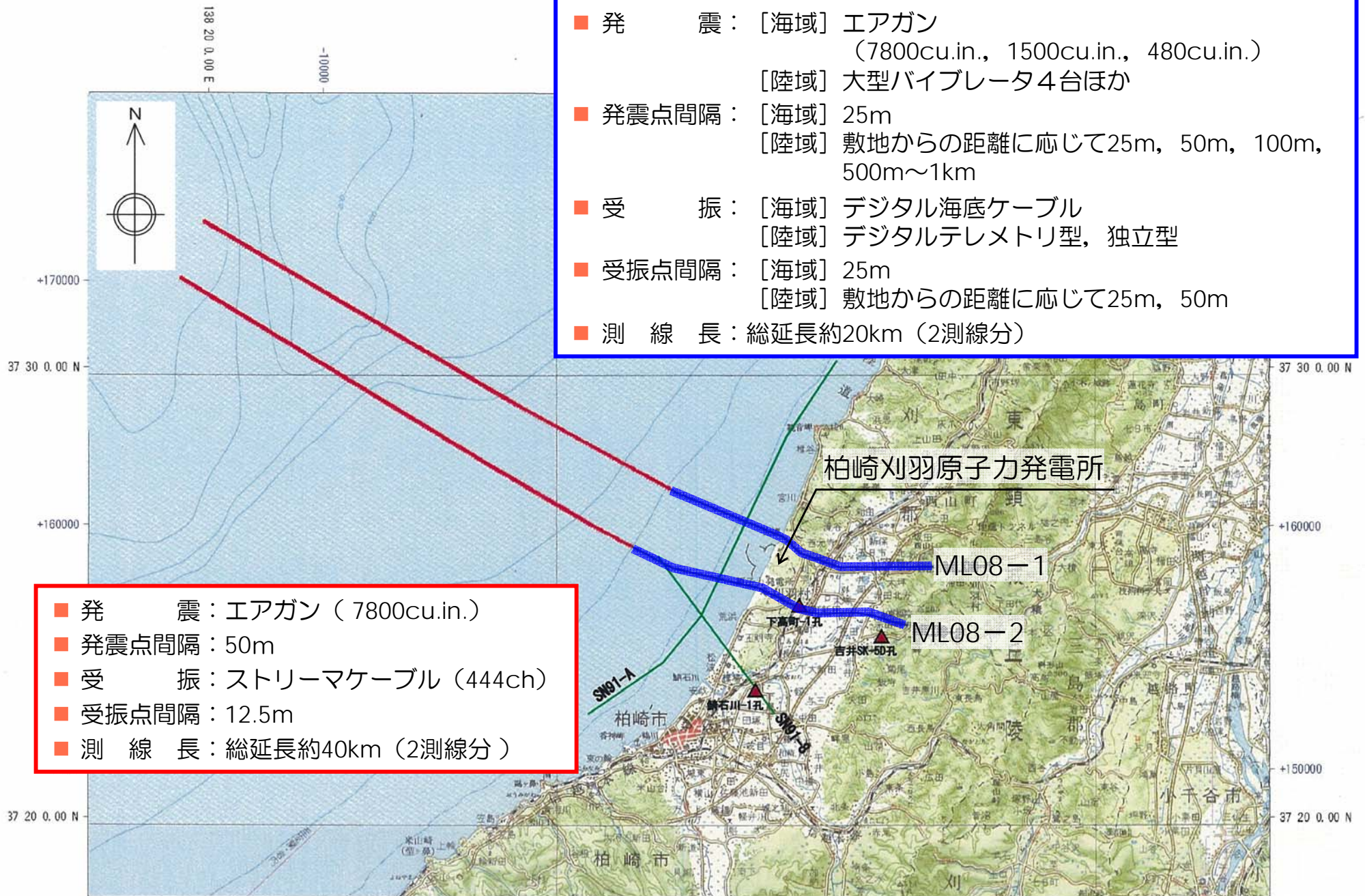
- 柏崎刈羽原子力発電所の敷地近傍及び敷地の地質構造は、西山層以下の地層にみられる褶曲構造に特徴付けられ、NE-SW方向の後谷背斜及び長嶺背斜、両背斜間に真殿坂向斜が分布する。

- 凡 例
- a 沖積層・盛土
 - C 新期砂層
 - MII MII 面堆積物 (MIS5c)
 - B 番神砂層 (MIS5e~4)
 - Om 大湊砂層 (MIS5e)
 - y 安田層上部層 (MIS5e)
 - Y 安田層下部層
 - PY 古安田層
 - h H面群堆積物
 - Ot 大坪層
 - H 灰爪層
 - nk 灰爪層 (石灰質砂岩)
 - N 西山層
 - S 椎谷層
 - T 寺泊層
 - Iz テフラ (○は確認地点)
 - Az テフラ
 - Zn テフラ
- テフラの名称は岸ほか (1996) による

- 向斜軸
- 背斜軸
- 層理面の走向・傾斜
- 東京電力(株)反射法地震探査測線パイプレーター
- 東京電力(株)反射法地震探査測線インパクトター
- 東京電力(株)ケーブル探査測線
- 石油公団ボーリング位置



反射法地震探査結果 (陸域～海域の測線位置図)

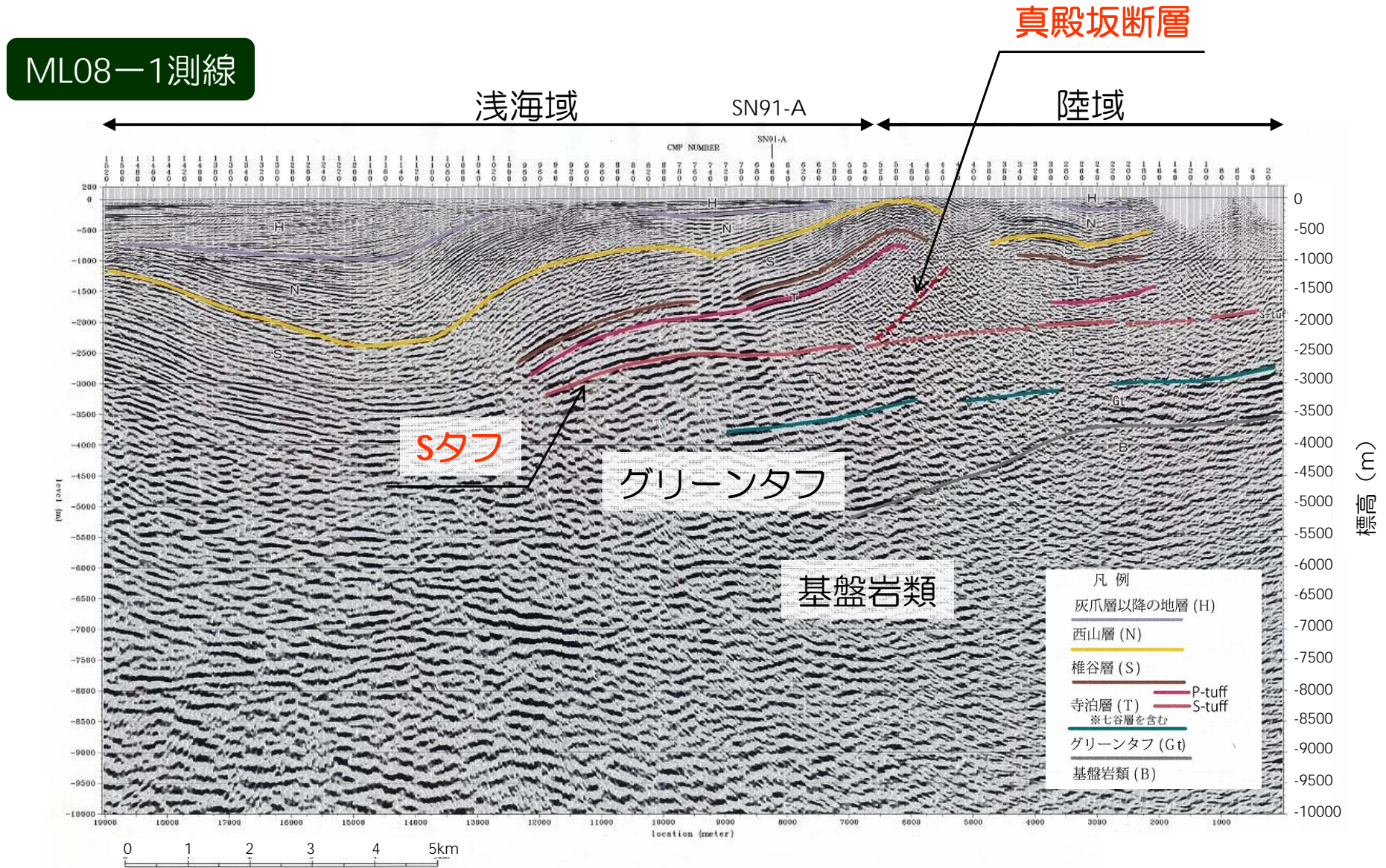


- 発 震： [海域] エアガン
(7800cu.in., 1500cu.in., 480cu.in.)
[陸域] 大型バイブレータ4台ほか
- 発震点間隔： [海域] 25m
[陸域] 敷地からの距離に応じて25m, 50m, 100m, 500m~1km
- 受 振： [海域] デジタル海底ケーブル
[陸域] デジタルテレメトリ型, 独立型
- 受振点間隔： [海域] 25m
[陸域] 敷地からの距離に応じて25m, 50m
- 測 線 長： 総延長約20km (2測線分)

- 発 震： エアガン (7800cu.in.)
- 発震点間隔： 50m
- 受 振： ストリーマケーブル (444ch)
- 受振点間隔： 12.5m
- 測 線 長： 総延長約40km (2測線分)

反射法地震探査結果 (ML08-1測線)

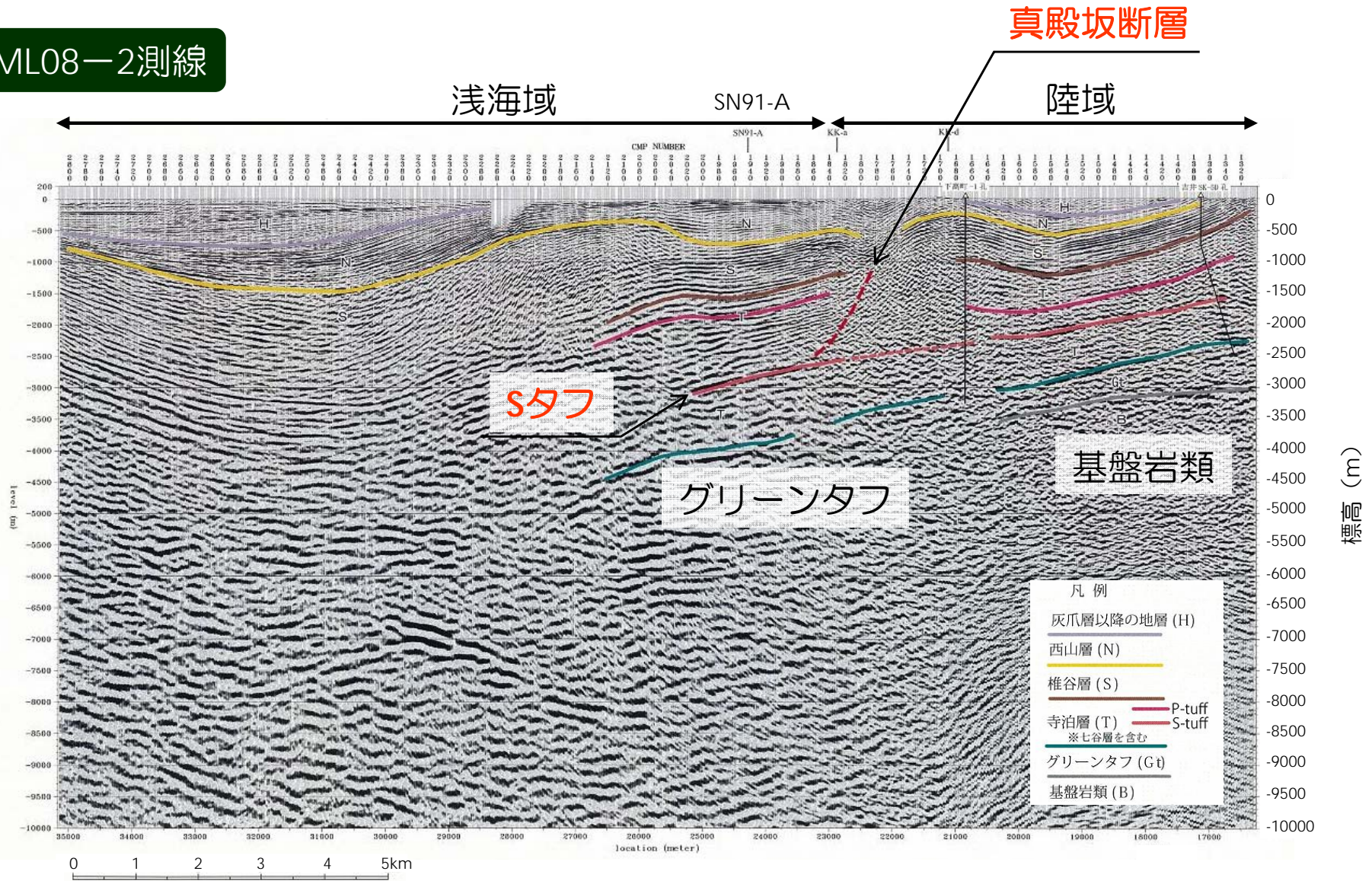
- 真殿坂向斜の深部に想定される真殿坂断層は、緩やかに西へ傾斜するSタフに収斂する構造であると考えられる。



反射法地震探査結果 (ML08-2測線)

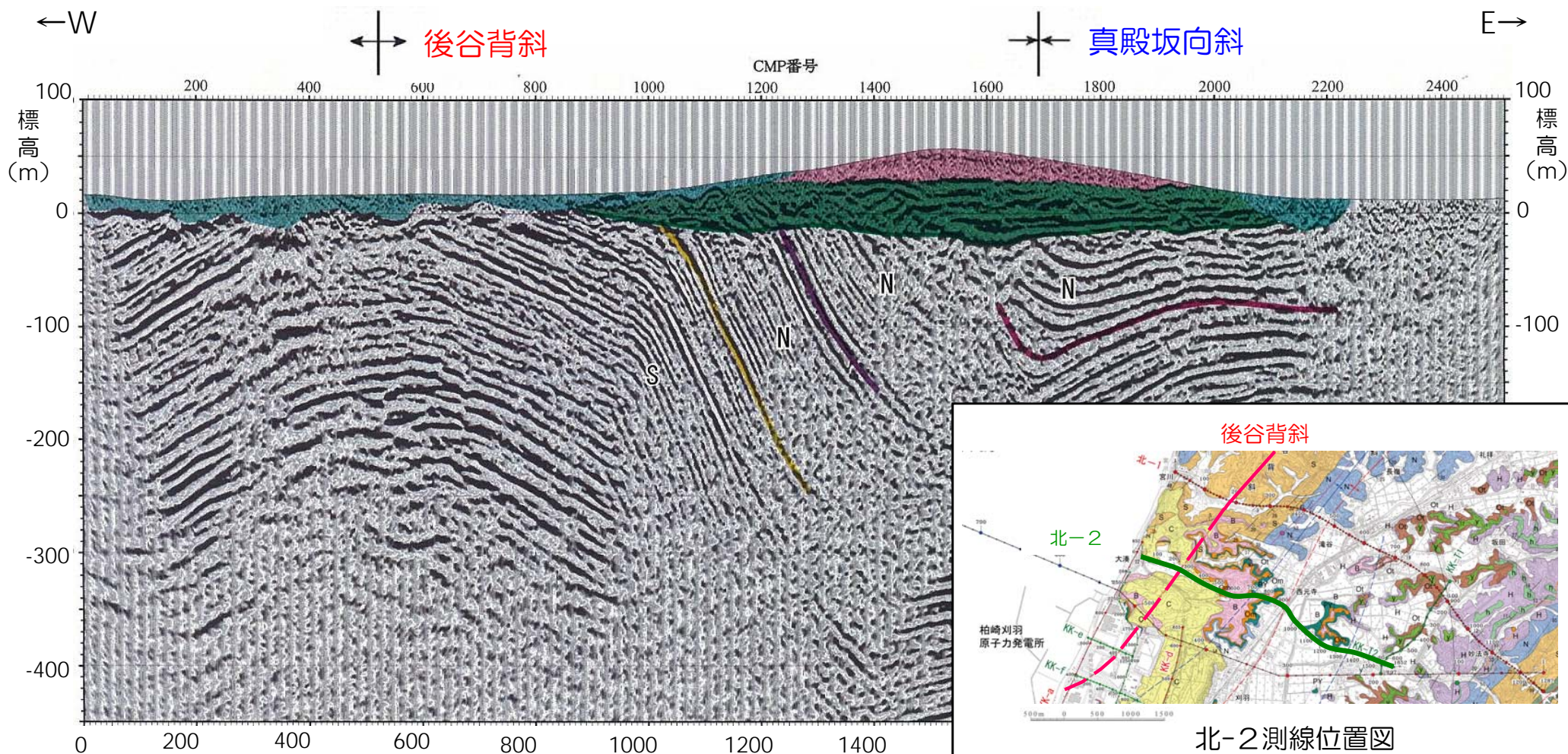
- 真殿坂向斜の深部に想定される真殿坂断層は、緩やかに西へ傾斜するSタフに収斂する構造であると考えられる。

ML08-2測線



反射法地震探査結果（北-2測線）

- 真殿坂向斜は椎谷層及び西山層が向斜軸の北西側で急傾斜を示す非対称な向斜構造であり、同向斜構造はほぼ水平な古安田層及び大湊砂層等に覆われている。



距離 (m) 凡例

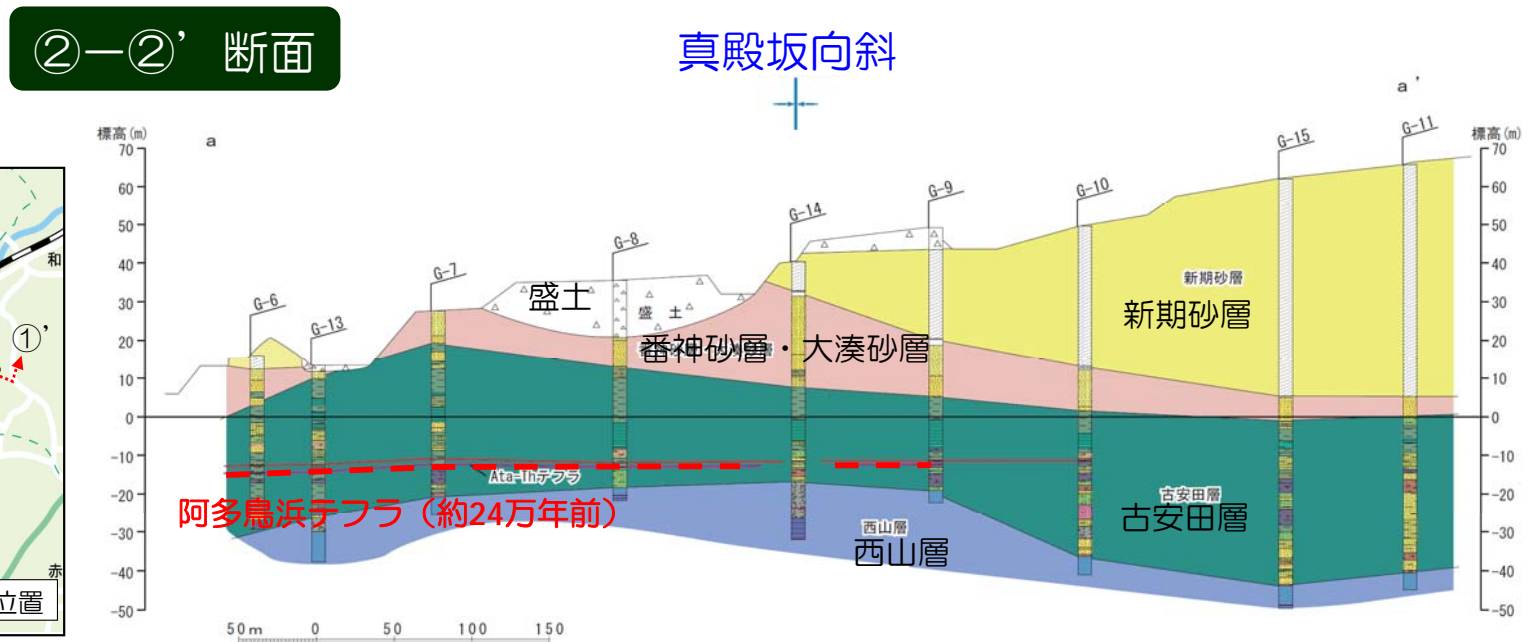
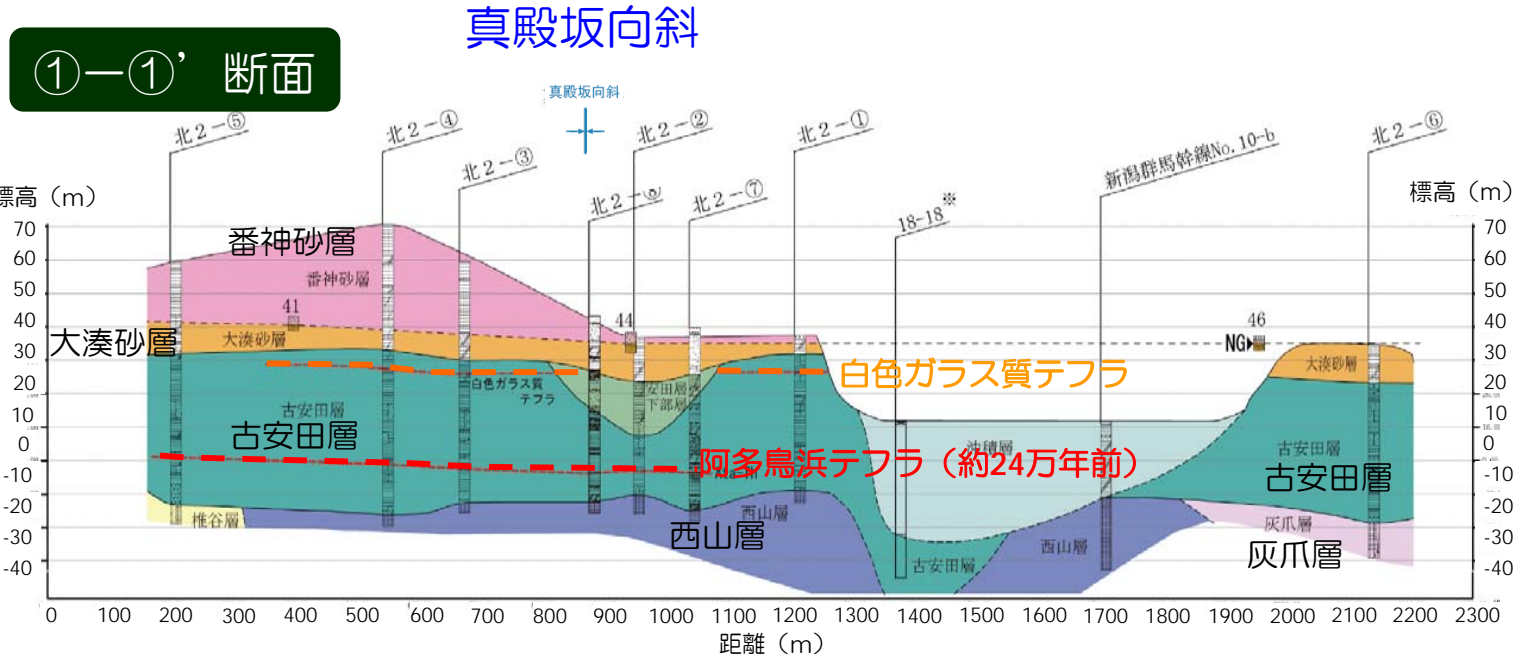
- 沖積層
- 大湊砂層・番神砂層
- 古安田層・安田層下部層

- テフラ (縦:横 = 2:1)
- 西山層 (N)
- Nt16
- Zn
- 椎谷層 (S)

(註) テフラ名は、敷地内調査結果、岸ほか(1996)による

ボーリング調査結果

- ボーリング調査の結果によると、褶曲構造を呈する西山層及び椎谷層を古安田層が不整合に覆い、同層中に挟在する阿多鳥浜テフラ等の火山灰層が真殿坂向斜を挟んでほぼ水平に分布していることが確認された。



まとめ

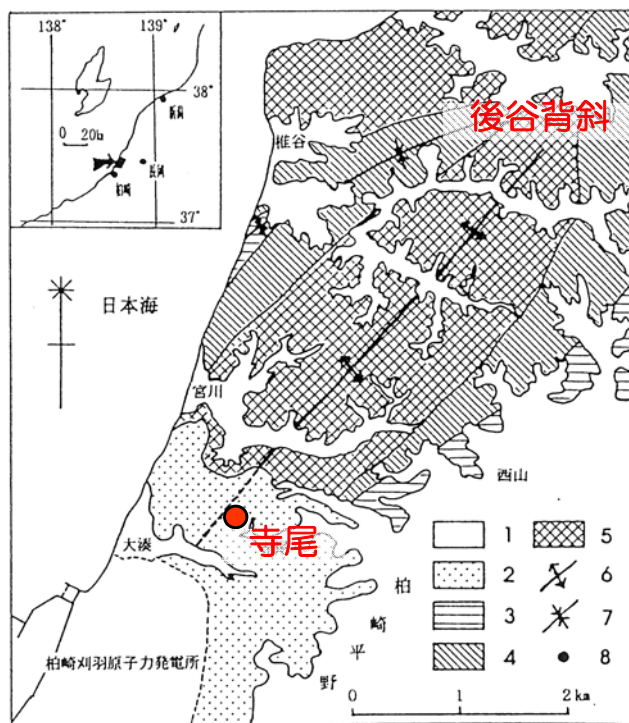
- 空中写真判読結果によると、長嶺背斜及び高町背斜の東翼を含め、寺泊・西山丘陵の全域において、リニアメントは認められない。
- 反射法地震探査の結果によると、真殿坂向斜の深部に想定される真殿坂断層は寺泊層下部に挟在するSタフに収斂し地下深部に連続しない。
- ボーリング調査の結果によると、真殿坂向斜を挟んで古安田層中に挟在する阿多鳥浜テフラ（約24万年前）などがほぼ水平に分布している。
- 以上のことから、真殿坂断層は阿多鳥浜テフラ降下以降の活動はないと評価され、震源として考慮する活断層ではないと判断される。

-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

荒浜砂丘団体研究グループ（1993）の評価

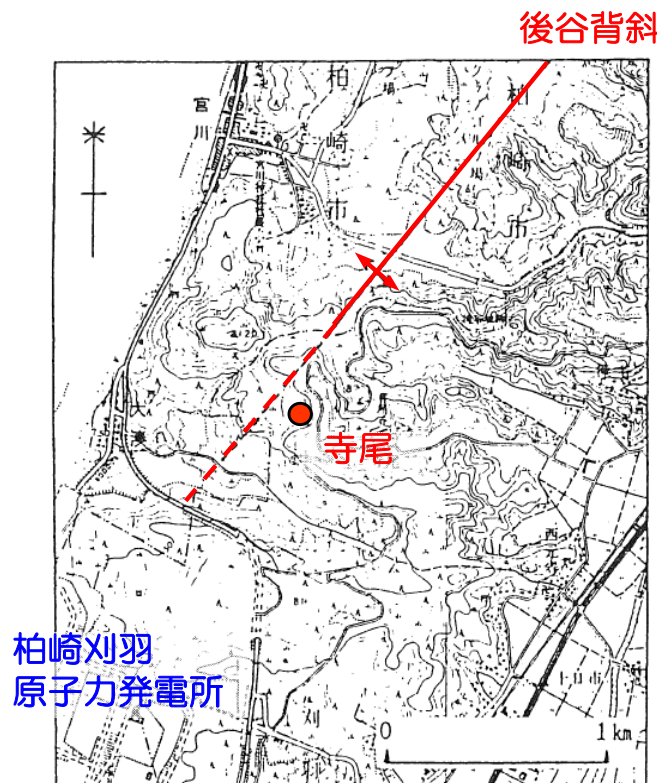
■ 荒浜砂丘団体研究グループ（1993）

「刈羽村寺尾で上部中新統の椎谷層から上部更新統の番神砂層下部までを通して切る断層を発見した」と報告している。



調査地点の位置および周辺地域の地質

1. 沖積層 2. 新期砂丘砂層 3. 西山層 4. 浜忠層
5. 椎谷層 6. 後谷背斜 7. 向斜軸 8. 調査地点
破線は新期砂丘砂層下に覆在する後谷背斜



調査周辺位置図

地質層序

地質時代		地層名	
完新世		新期砂丘砂層	
		柏崎層	
更新世	後期	雪成砂層	
		番神砂層	上部 下部 *
	中期	安田層	上部 下部 **
		青海川層	
	前期	大坪層	
		灰爪層	***
鮮新世		西山層	
中新世		浜忠層	
		椎谷層	

*4.6万年前（橋本・葉葦，1989）

**8.9～12.7万年前（橋本・葉葦，1989）

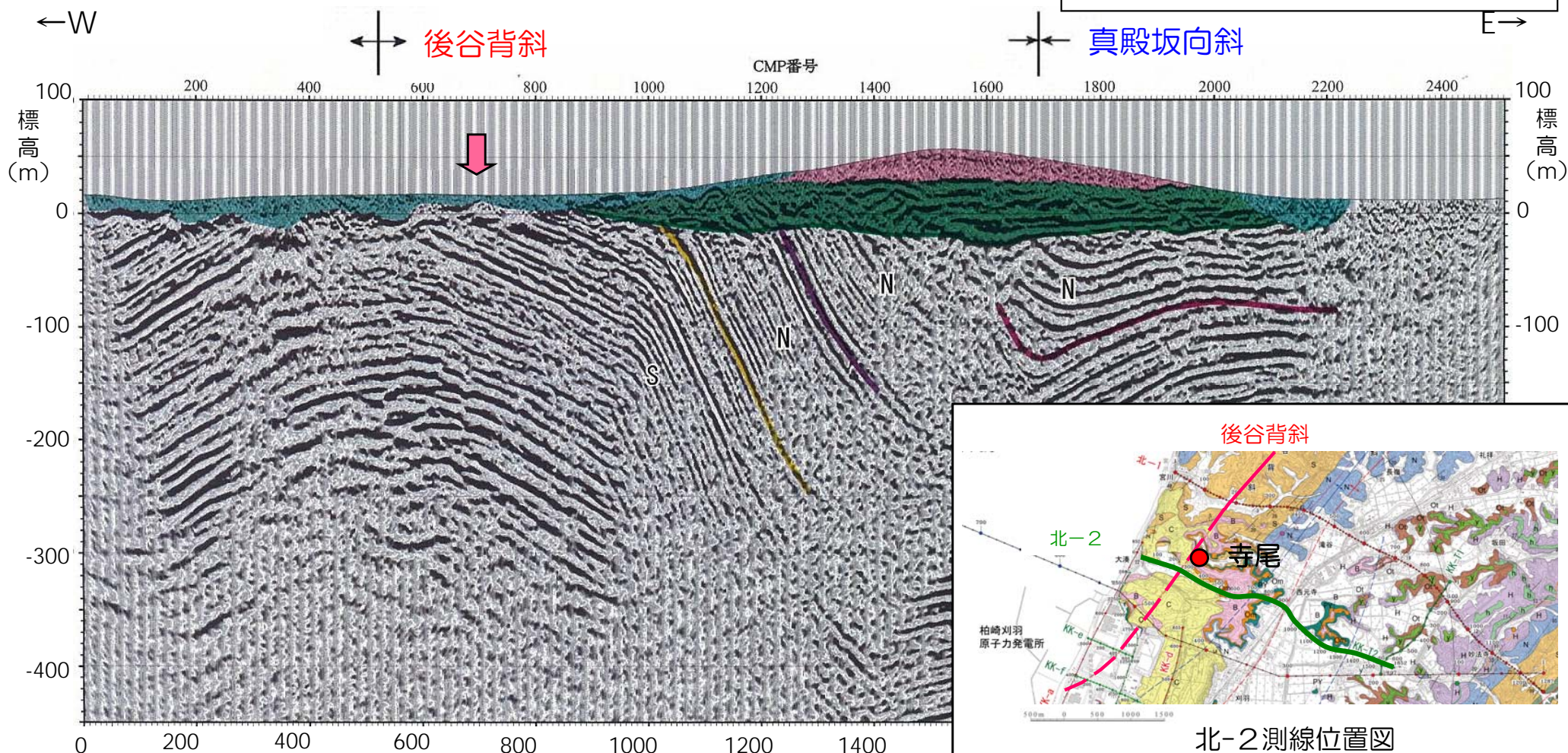
***130万年前（村松，1983）

図は、※1に加筆して作成

反射法地震探査結果（北-2測線）

- 反射法地震探査結果から、後谷背斜軸部付近において、地下深部へ連続する断層は認められない。

↓：荒浜砂丘団体研究グループ（1993）が活断層と評価しているA断層の想定延長位置



距離 (m) 凡例

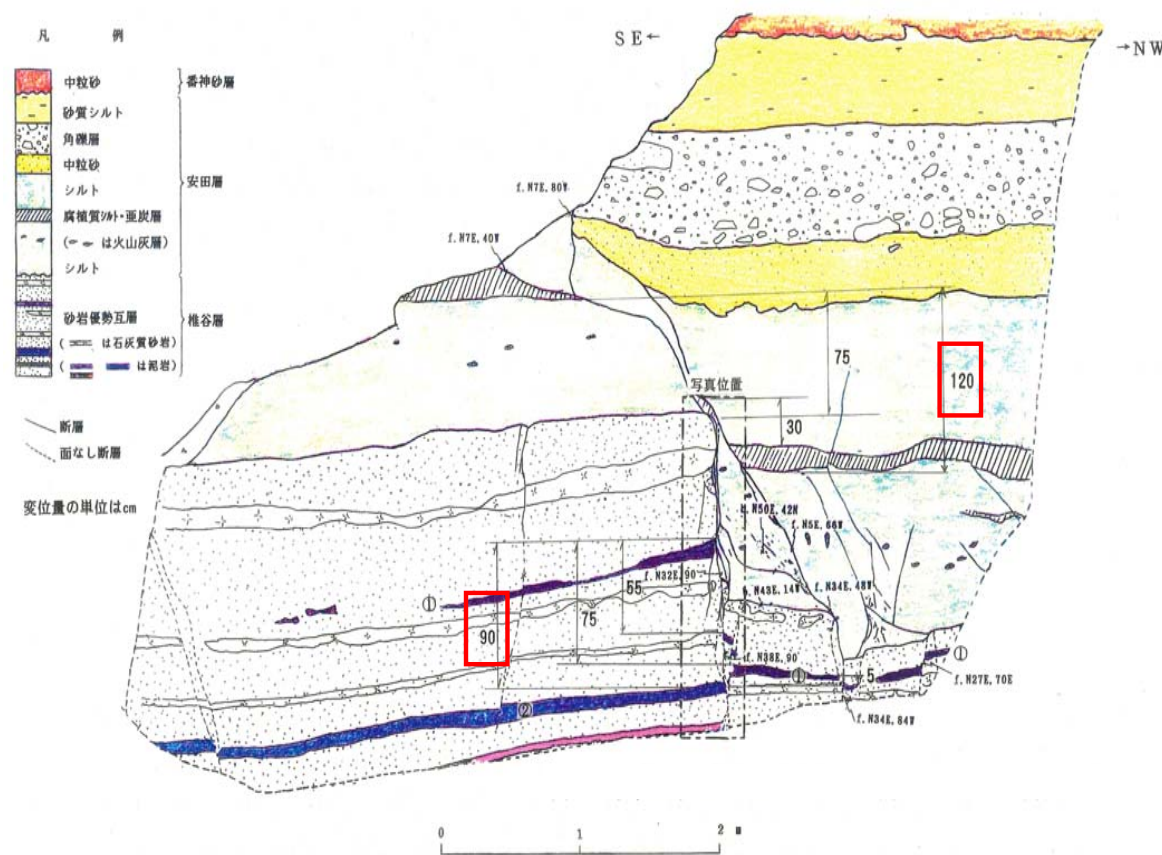
- 沖積層
- 大湊砂層・番神砂層
- 古安田層・安田層下部層

- テフラ (縦：横 = 2 : 1)
- 西山層 (N)
- Nt16
- Zn
- 椎谷層 (S)

(註) テフラ名は、敷地内調査結果、岸ほか (1996) による

寺尾付近の断層の評価（断層変位の累積性に関する見解）

- 第1トレンチ南面における地層の変位量について、椎谷層中の鉛直変位量（約90cm）は、その上の安田層中の鉛直変位量（約120cm）に比較して小さく、変位量の累積性は認められない。
- 断層は、上方から下方に向かって、枝分かれをしている。これは、安田層あるいは番神砂層中で発生した断層が下方に向かって枝分かれしたものであり、地すべり性の断層の特徴と考えられる。



第1トレンチ南面の東京電力(株)によるスケッチ

まとめ

○荒浜砂丘団体研究グループ（1993）は，寺尾付近の断層について活断層と評価している。

しかし，

- 新潟県中越沖地震後に実施した反射法地震探査結果によると，後谷背斜軸部付近に地下深部へ連続する断層が認められないこと。
- 断層の変位量は下方に向かって小さくなり，活断層の特徴である変位の累積性が認められないこと。
- 断層は上方から下方に向かって枝分かれをしたものとみられること。
- 以上より，寺尾付近の断層は地すべり性の断層と判断され、震源として考慮する活断層ではない。

-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

反射法地震探査測線の位置

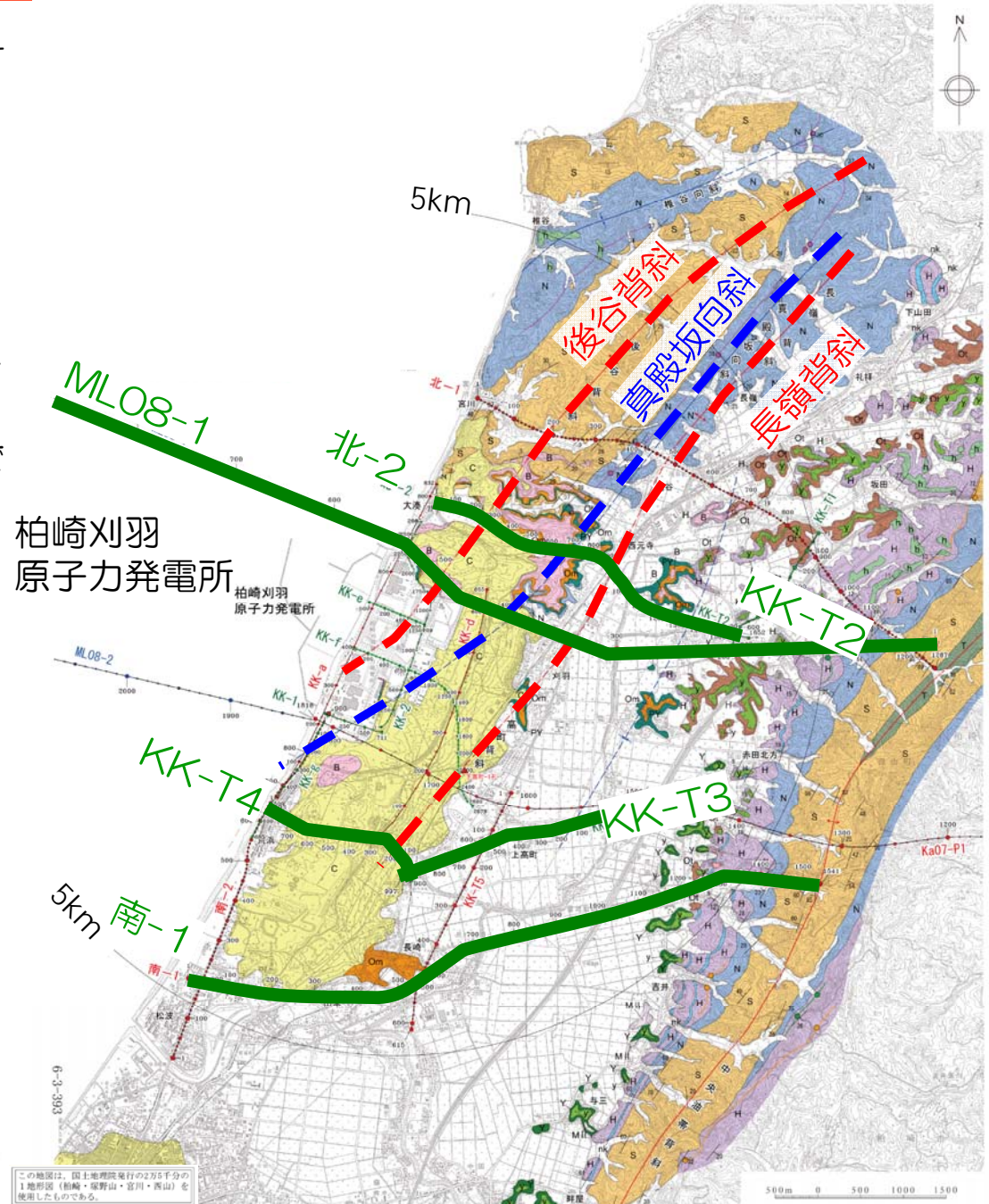
- 北-2測線及びKK-T 2測線は、敷地の北方約2.5 kmに位置し、後谷背斜、真殿坂向斜、長嶺背斜を横断する測線である。ボーリング調査（8孔）及び油圧インパクター1台で反射法地震探査を実施している。
- ML08-1線は、敷地の北側に位置し、後谷背斜、真殿坂向斜、長嶺背斜を横断する測線である。バイブレーター4台とエアガンで反射法地震探査及び海上音波探査を実施している。
- KK-T 4測線及びKK-T 3測線は、敷地の南方約2.5 kmに位置し、長嶺背斜を横断する測線である。油圧インパクター1台で反射法地震探査を実施している。
- 南-1測線は、敷地の南方約3.5 kmに位置する測線である。バイブレーター1台で反射法地震探査を実施している。

凡 例

a	沖積層・盛土
C	新期砂層
MII	MII 面堆積物 (MIS5c)
B	番神砂層 (MIS5e~4)
Om	大湊砂層 (MIS5e)
y	安田層上部層 (MIS5e)
Y	安田層下部層
PY	古安田層
h	H面群堆積物
Ot	大坪層
H	灰爪層
nk	灰爪層 (石灰質砂岩)
N	西山層
S	椎谷層
T	寺泊層

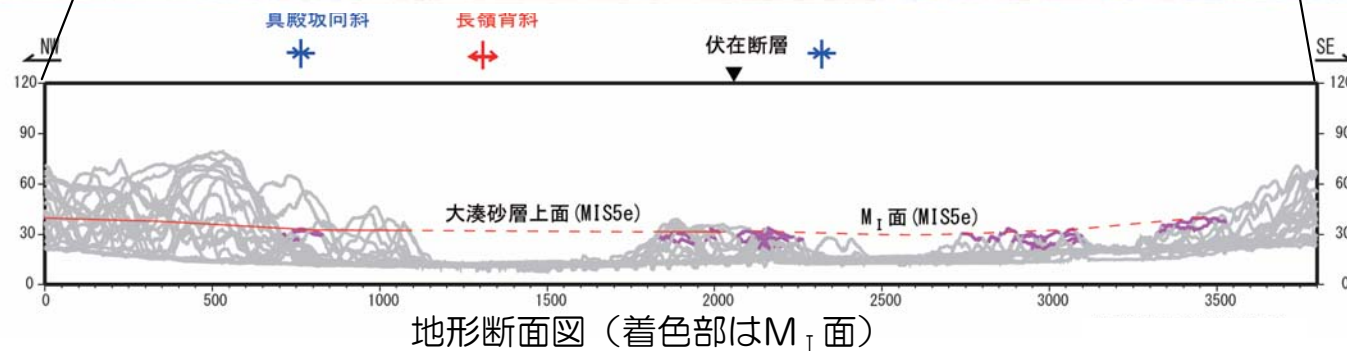
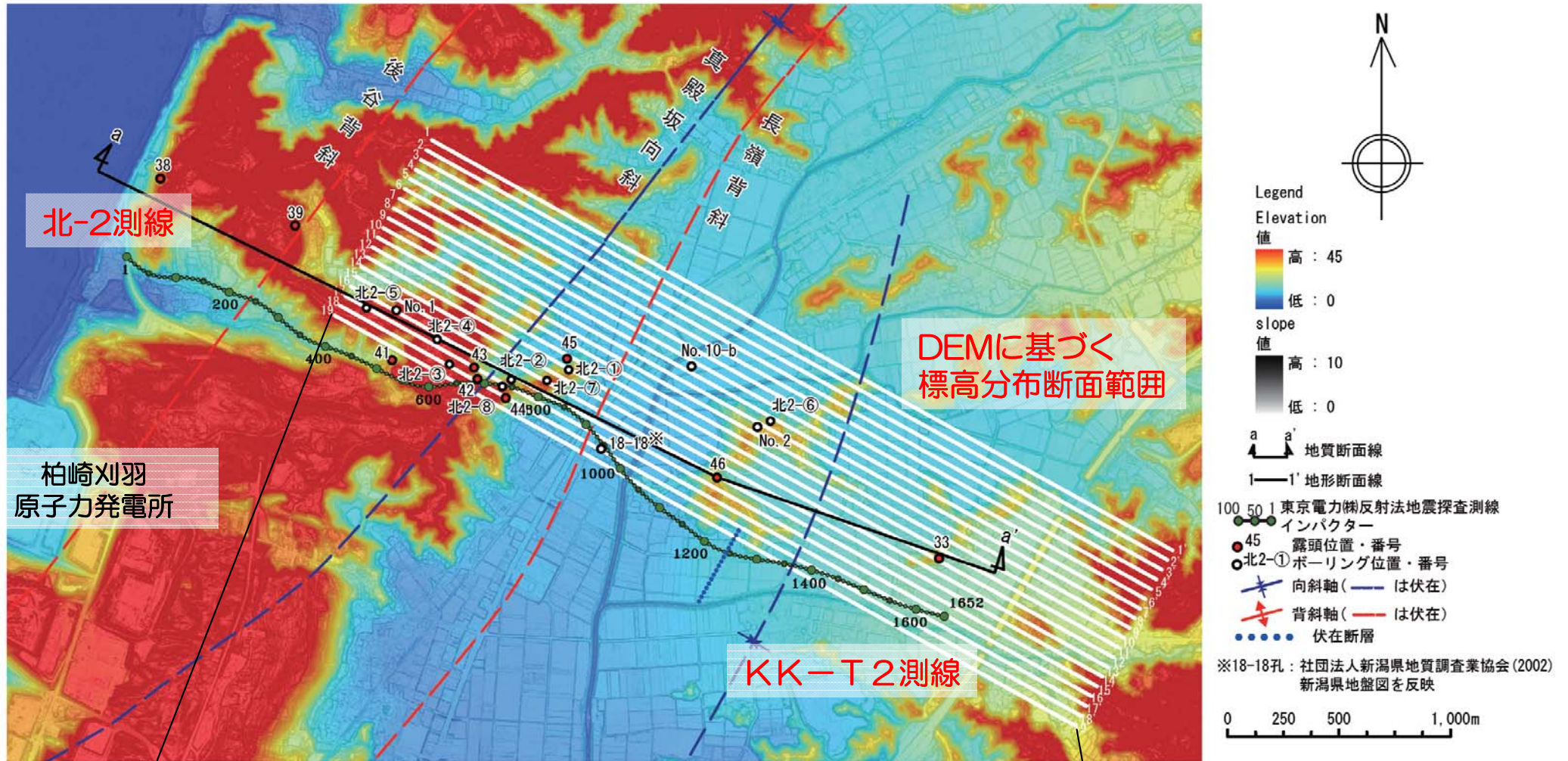
	向斜軸
	背斜軸
	層理面の走向・傾斜
	東京電力㈱反射法地震探査測線 バイブレーター
	東京電力㈱反射法地震探査測線 インパクター
	東京電力㈱ケーブル探査測線
	石油公団ボーリング位置

テフラの名称は岸ほか（1996）による

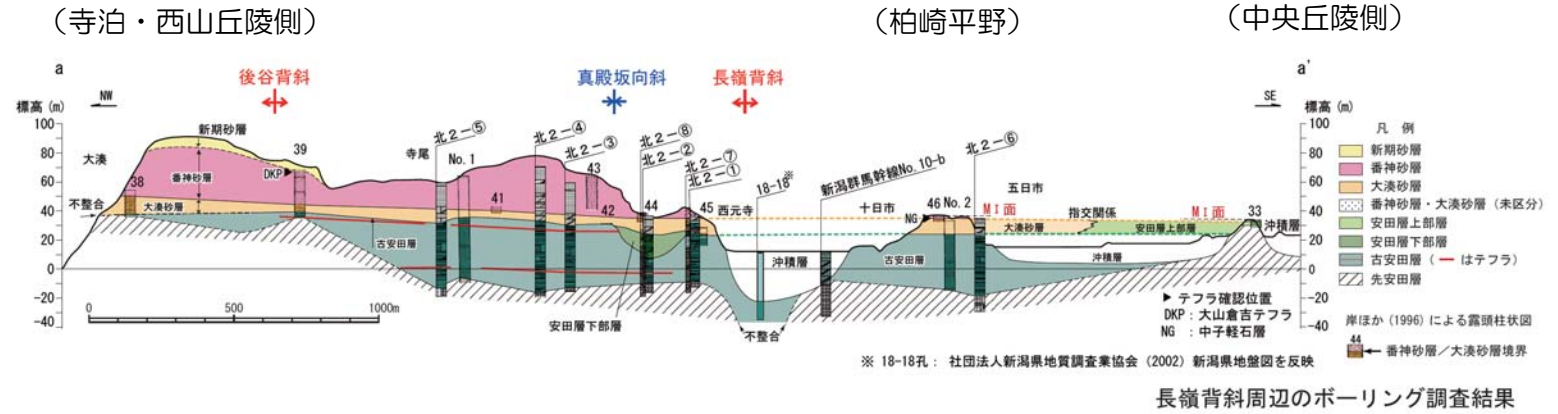


柏崎平野における段丘面の高度分布

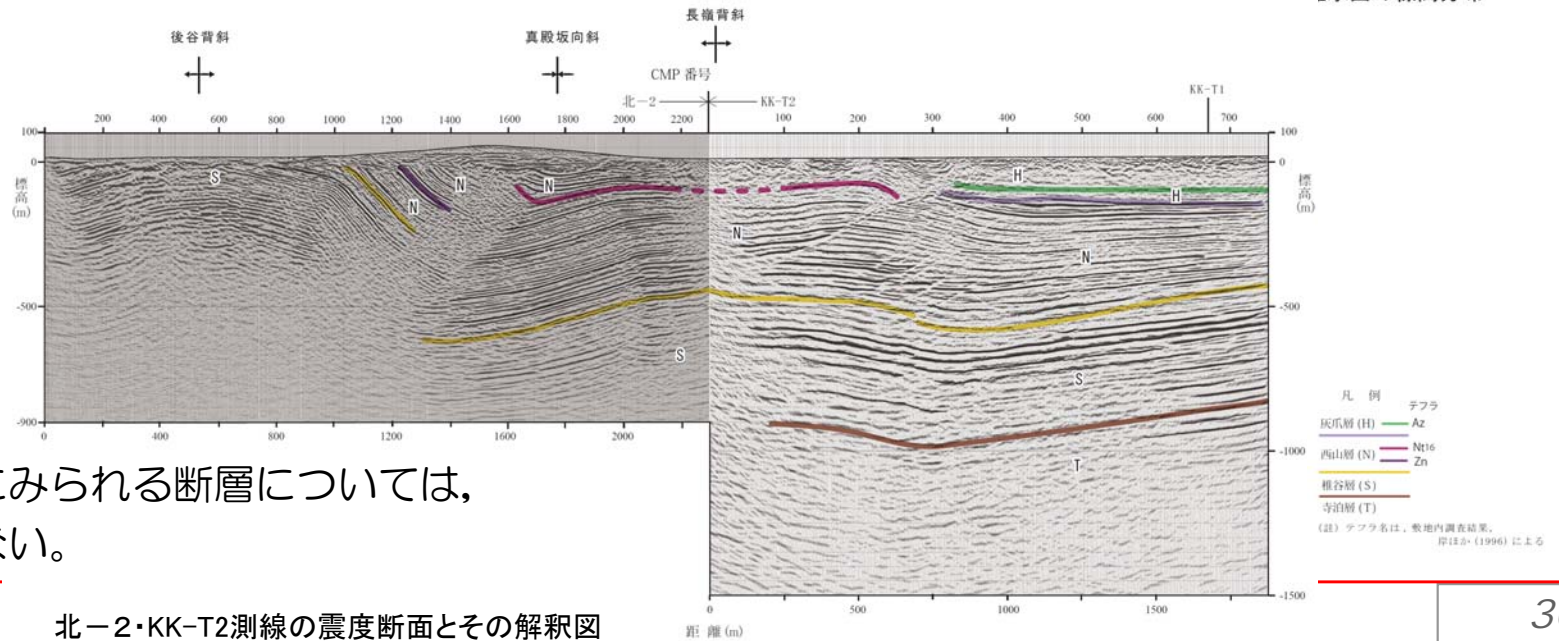
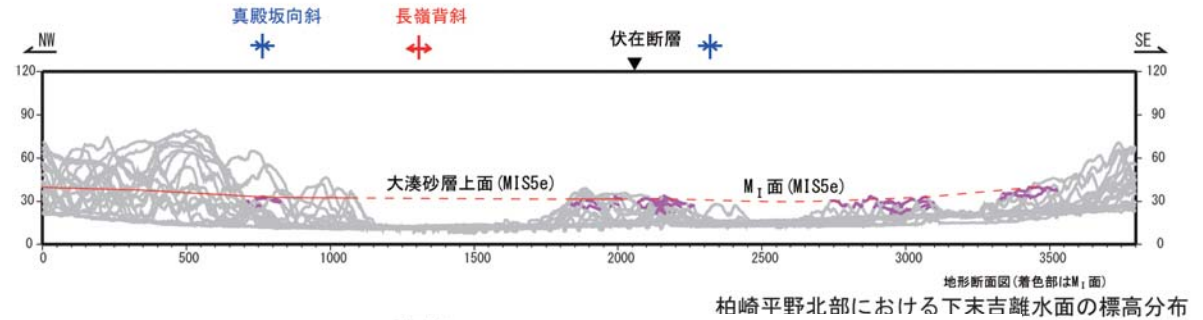
- 北-2測線~KK-T2測線に沿って、柏崎平野のM_I段丘面の標高分布断面（地形断面）をDEMに基づいて作成。



柏崎平野における段丘面の標高分布と地質構造



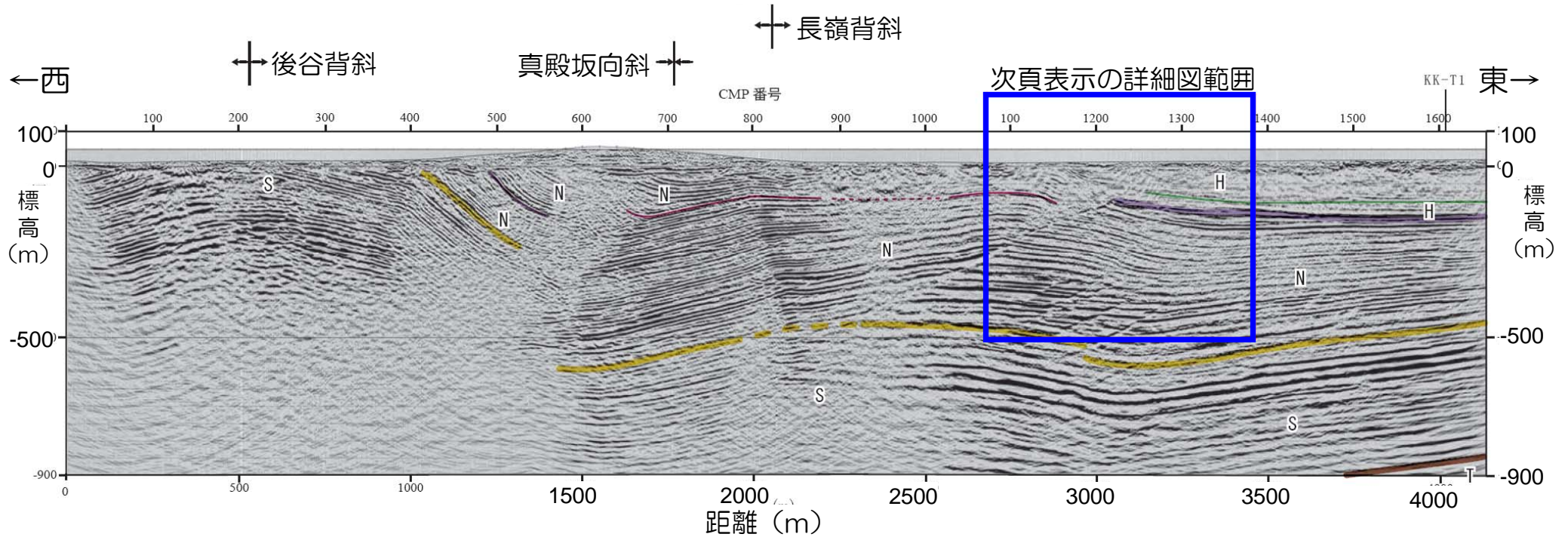
- M_I 面は寺泊・西山丘陵側では緩やかな東傾斜を、中央丘陵側は緩やかな西傾斜を示しており、柏崎平野を横断して、 M_I 面の分布標高に高度不連続は認められない。



- 長嶺背斜の東側にみられる断層については、深部まで連続しない。

反射法地震探査結果（北-2測線+KK-T2測線） 統合解析結果

- 長嶺背斜の東側において西山層およびそれ以下の地層は、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、数条の西傾斜の逆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)

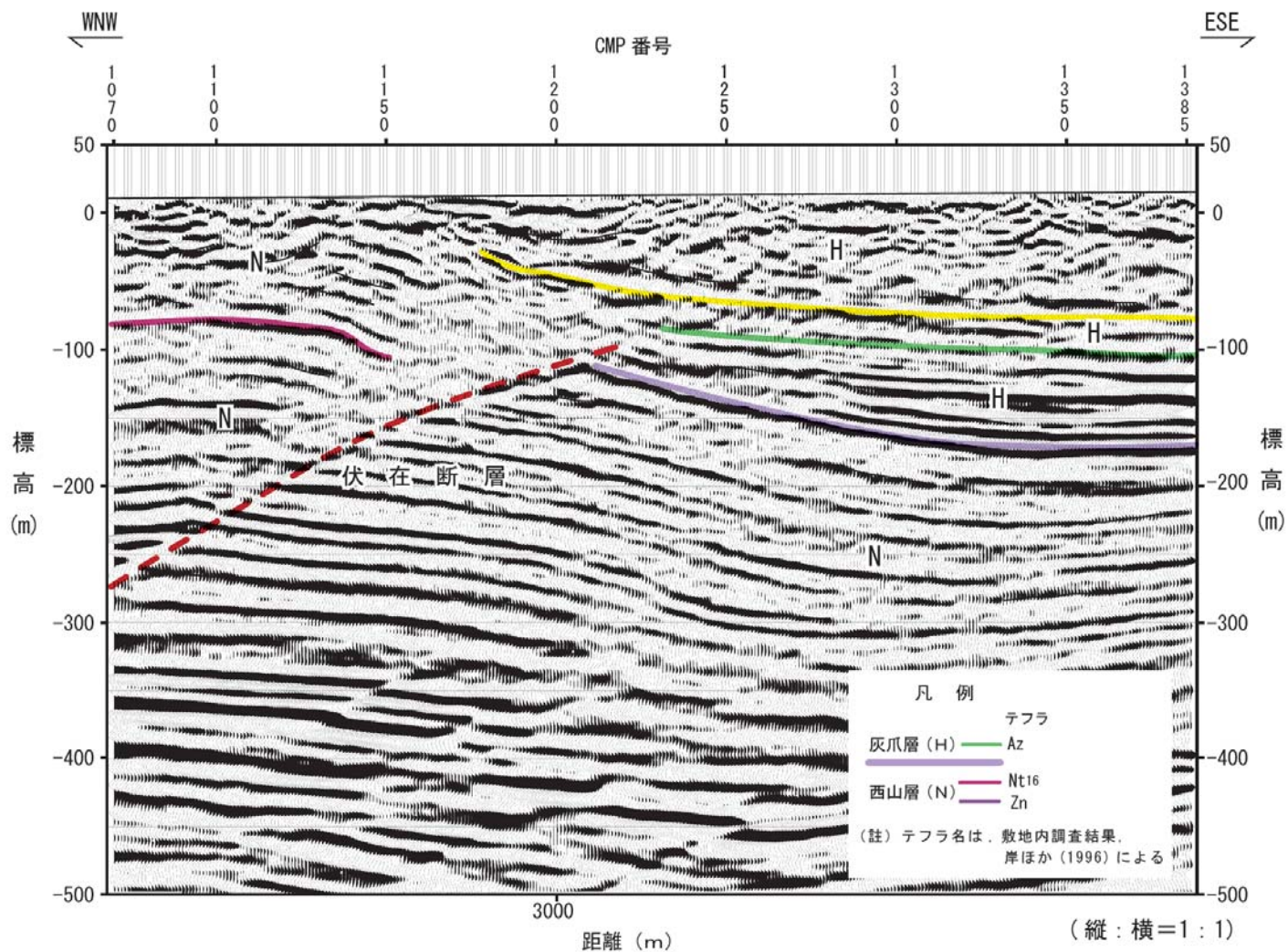
- 凡 例
- | | |
|---------|------------|
| テフラ | |
| 灰爪層 (H) | Az |
| 西山層 (N) | Nt16
Zn |
| 椎谷層 (S) | |
| 寺泊層 (T) | |

(註) テフラ名は、敷地内調査結果、岸ほか (1996) による

北-2・KK-T2測線の統合解析結果

長嶺背斜東側にみられる伏在断層

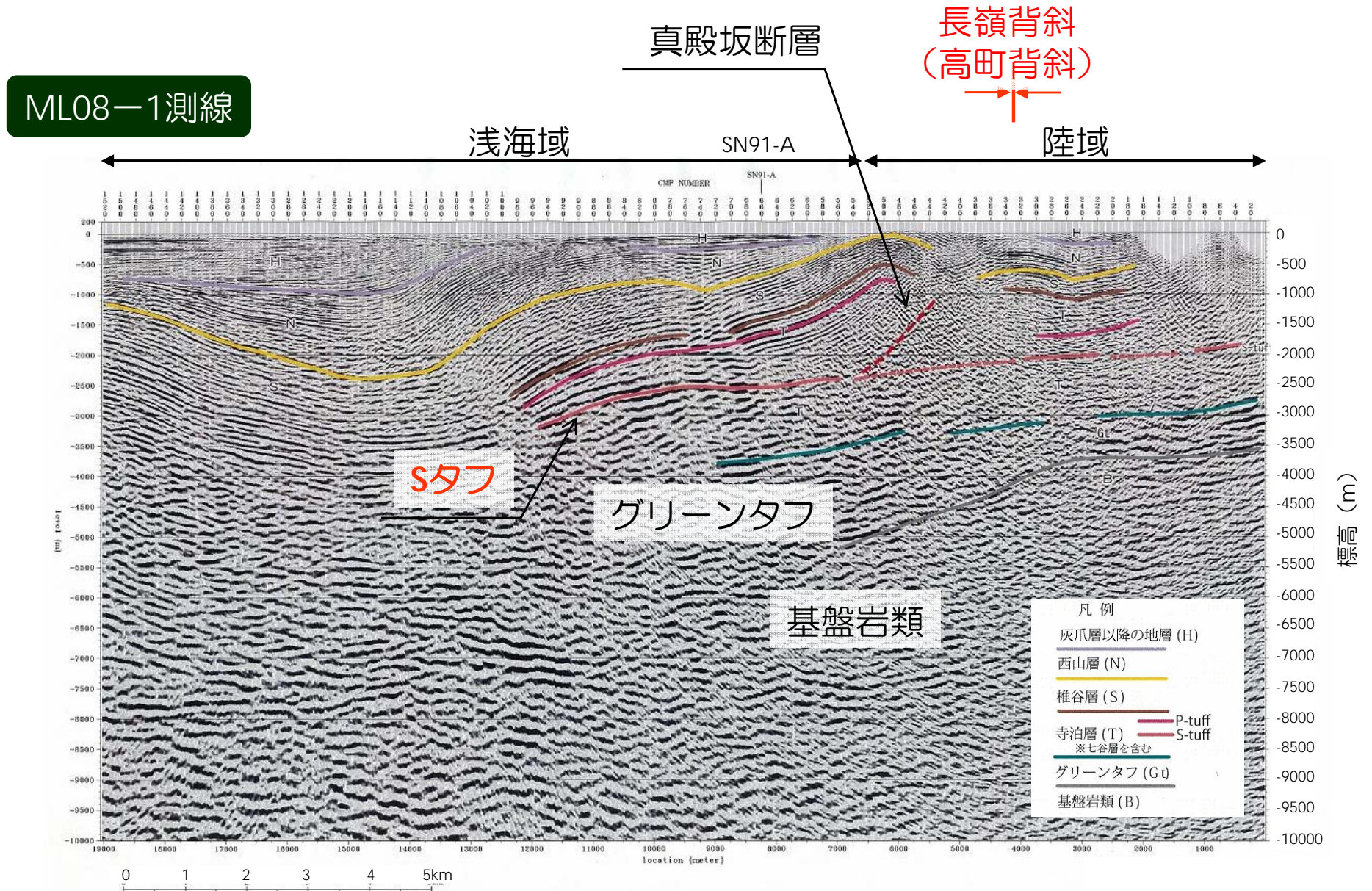
- 長嶺背斜の東側にみられる断層については、灰爪層下部に変位を与えているものの、灰爪層の中部及び上部に変位を与えていない。



北-2・KK-T2測線の深度断面とその解釈図 (浅部拡大)

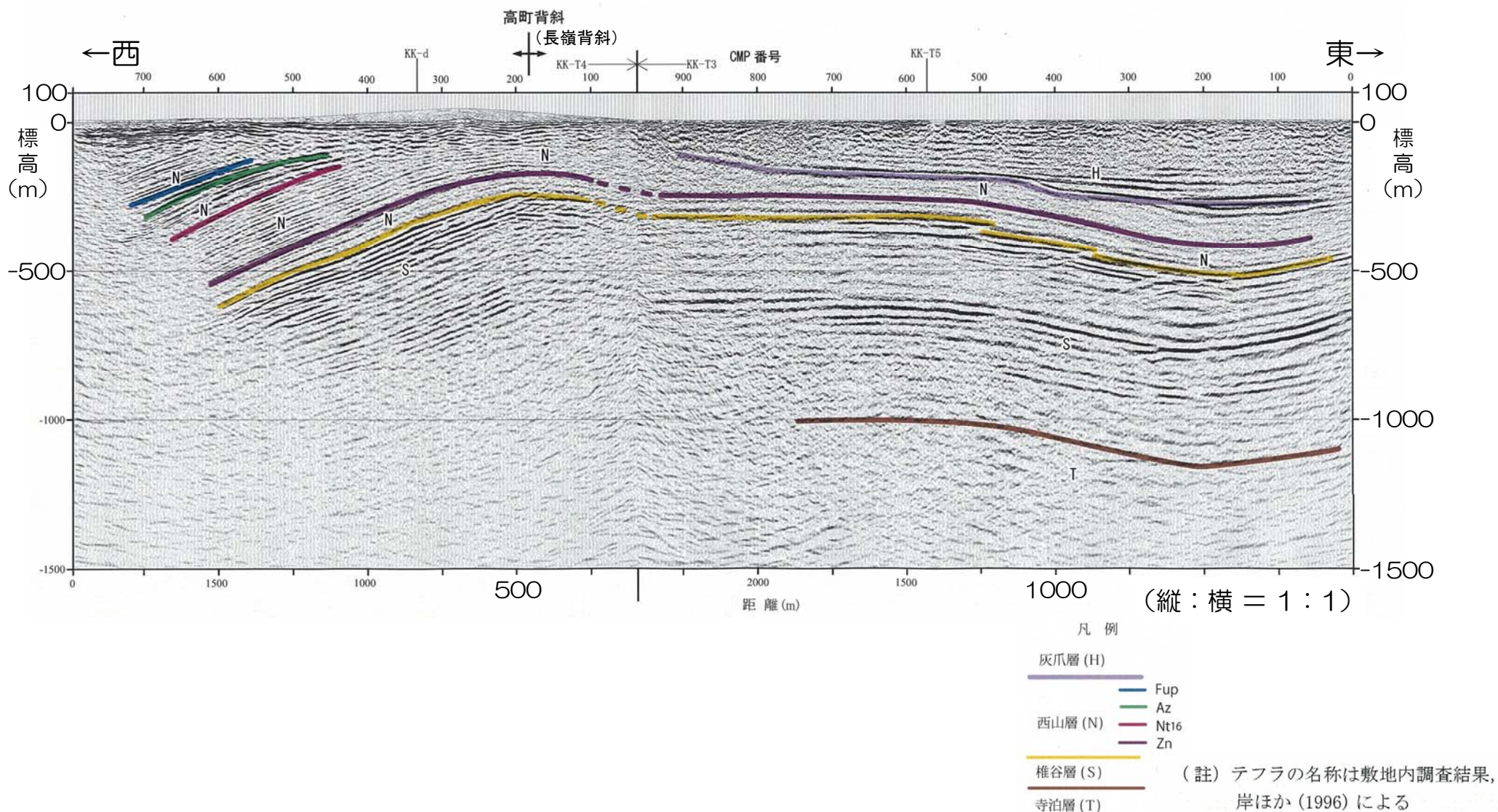
反射法地震探査結果（ML08-1測線）

- 長嶺背斜（高町背斜）周辺に、地下深部に連続する断層は認められない。



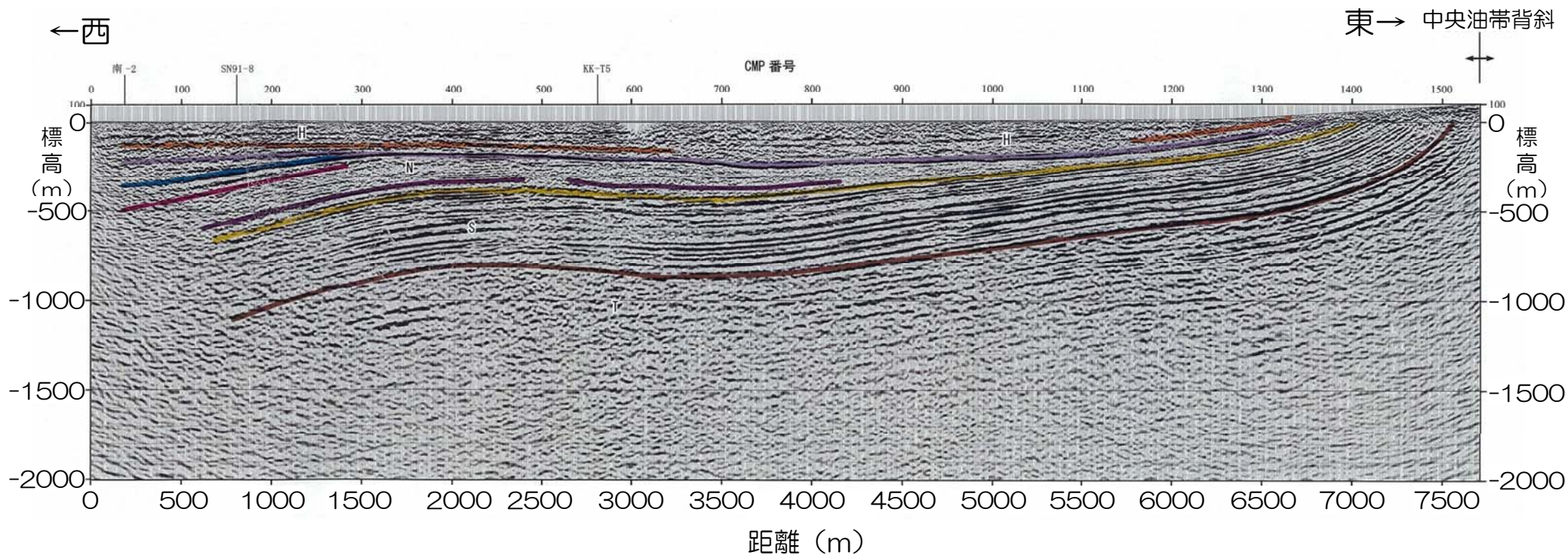
反射法地震探査結果（KK-T4測線+KK-T3測線）

- 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を示す。
- 地下深部に連続する断層は認められない。



反射法地震探査結果（南-1 測線）

- 西山層以下の地層は、平野内は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。
- 中央油帯背斜西翼～平野～海岸付近にかけて、地下深部に連続する断層は認められない。



凡例

灰爪層 (H)	テフラ (Iz)
西山層 (N)	Fup
椎谷層 (S)	Nt16
寺泊層 (T)	Zn

テフラの名称は敷地内調査結果、岸ほか(1996)による

(縦：横 = 1 : 1)

まとめ

- 空中写真判読結果によると、長嶺背斜及び高町背斜の東翼を含め、寺泊・西山丘陵の全域において、リニアメントは認められない。
- 柏崎平野下にみられる長嶺背斜等の褶曲及び長嶺背斜の東翼にみられる断層を横断して、 M_1 面の分布標高に高度不連続は認められない。
- 反射法地震探査結果によると、長嶺背斜及び高町背斜の東翼においては、西山層及びそれ以下の地層が緩やかな向斜構造を示し、地下深部へ連続する断層は認められない。
- 北-2測線及びKK-T 2測線で実施した反射法地震探査結果によると、長嶺背斜の東側において灰爪層下部に変位を与える断層が認められるものの、同断層は灰爪層中部及び上部に変位を与えていない。
- 以上のことから、長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の後期更新世以降の活動はなく、震源として考慮する活断層ではないと判断される。

-
1. 敷地近傍及び敷地の地質・地質構造
 2. 真殿坂断層の評価
 3. 寺尾付近の断層の評価
 4. 長嶺背斜及び高町背斜東翼の断層の評価
 5. 敷地内の断層の評価

敷地の地質調査

敷地の地質調査内容

調査項目	調査数量
反射法地震探査	7測線 延長約18km
ボーリング調査	約830孔 延長約71,500m
試掘坑調査 (5, 6, 7号炉)	延長約1,615m
試掘坑調査 (1, 2, 3, 4号炉)	延長約2,170m
立坑調査	3箇所

- 凡 例
- ボーリング (平成19年度以降に実施)
 - ボーリング (既往調査)
 - 試掘坑調査
 - 立坑調査
 - 東京電力(株)反射法地震探査測線
パイプレーター
 - 東京電力(株)反射法地震探査測線
インパクト
 - 東京電力(株)ベイクケーブル探査測線
エアガン, パイプレーター
 - 敷地境界



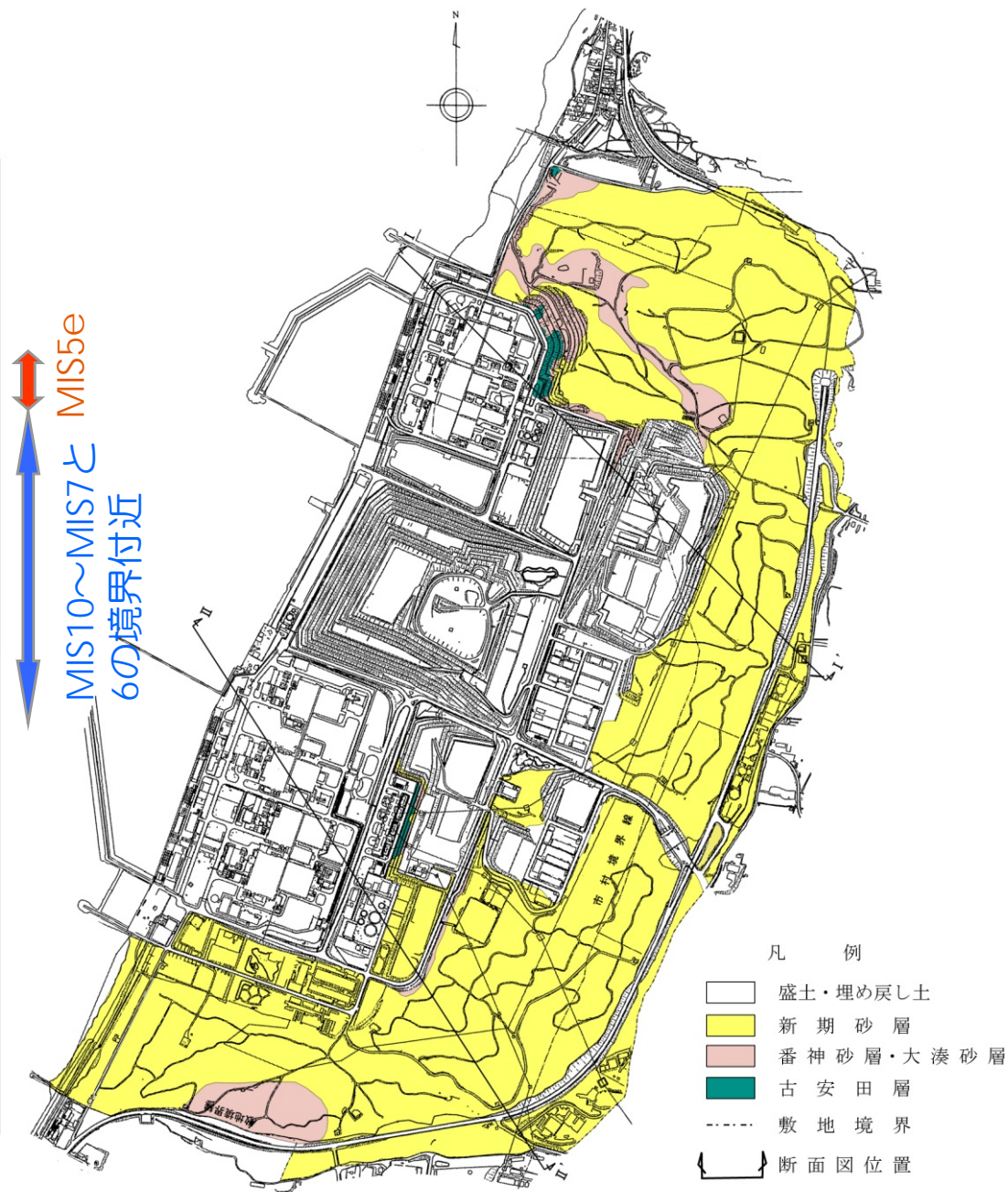
敷地の地質調査位置図

敷地の地質

敷地の地質層序表

時代	地層名	主な層相・岩質	テフラ・放射年代	
第四紀 更新世	完新世	新期砂層	上部は灰白色の細～中粒砂 下部は茶褐色の細～中粒砂，腐植物を含む ← 腐植 (6, 150±170年)	
	後期	番神砂層	灰白色～赤褐色の中～粗粒砂	
		大湊砂層	褐色～黄褐色の中～粗粒砂，シルトの薄層を含む	
	中期	古安田層	A ₃ 部層	最上部は砂 粘土～シルト，砂を多く挟む ← y-1 (年代不明)
			A ₂ 部層	粘土～シルト 綿状粘土，有機物，砂を伴う，貝化石を含む ← Ata-Th (約0.24Ma)
		A ₂ 部層	粘土～シルト 砂，厚い砂礫，有機物を挟む ← Kkt (約0.33～0.34Ma)	
		A ₁ 部層	粘土～シルト 砂，砂礫を挟む ← Iz (約1.5Ma)	
	前期	灰爪層	凝灰質泥岩，凝灰質砂岩，凝灰岩	
		西山層	N ₃ 部層	砂質泥岩 砂岩，凝灰岩，ノジュールを挟む 貝化石を含む ← Fup (約2.2Ma) ← Tsp (約2.3Ma) ← Az (約2.4Ma)
	N ₂ 部層		シルト質泥岩 綿状泥岩，凝灰岩，ノジュールを多く挟む	
	N ₁ 部層		シルト質～粘土質泥岩 砂岩，凝灰岩，ノジュールを挟む 珪質海綿化石を含む ← Nt-17 (340±20万年) ← Nt-7 (350±20万年)	
	新第三紀	後期	椎谷層	砂岩，砂岩・泥岩互層，細礫岩等を挟む
		前期	寺泊層	黒色泥岩，砂岩・泥岩互層
中期				

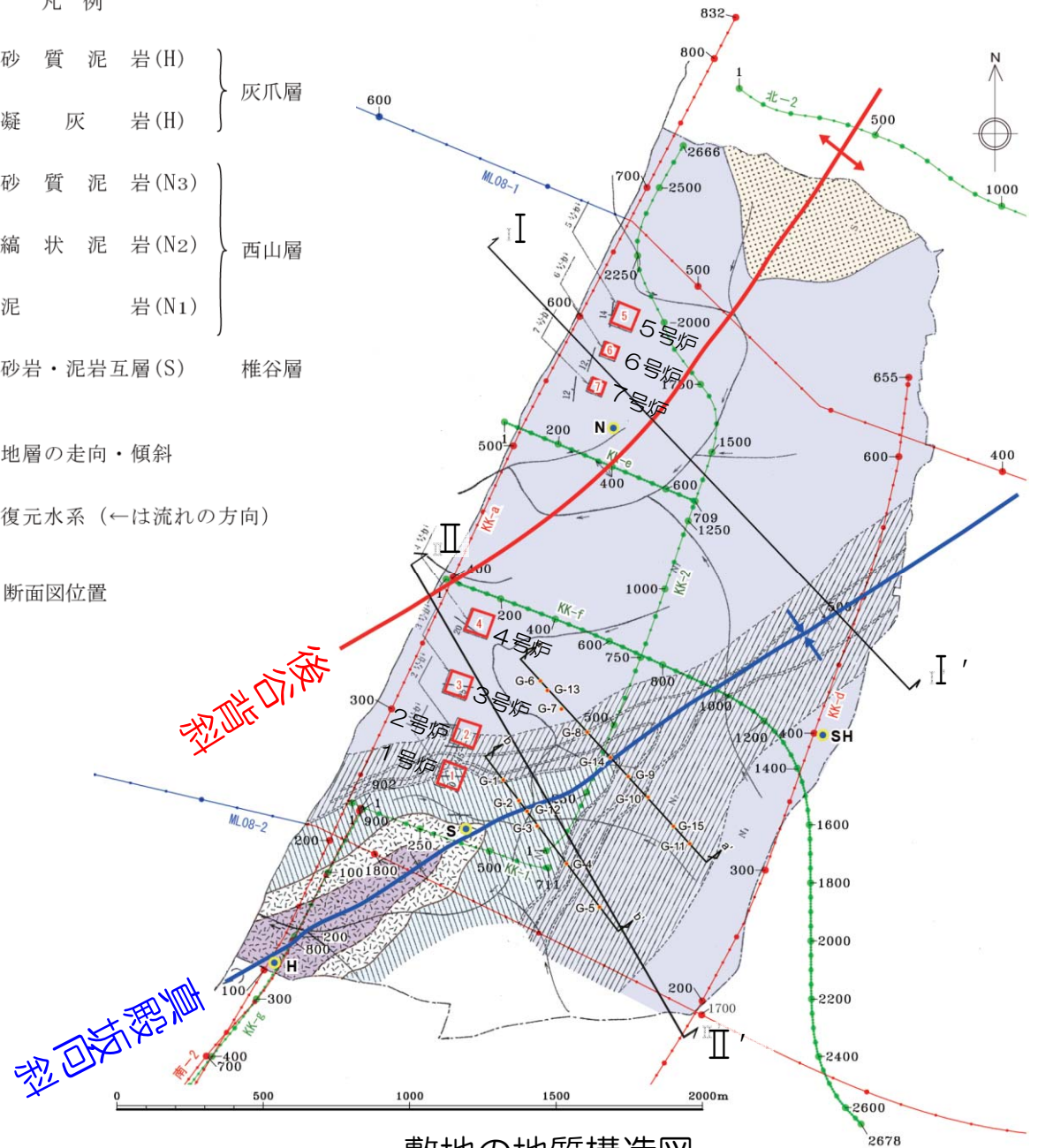
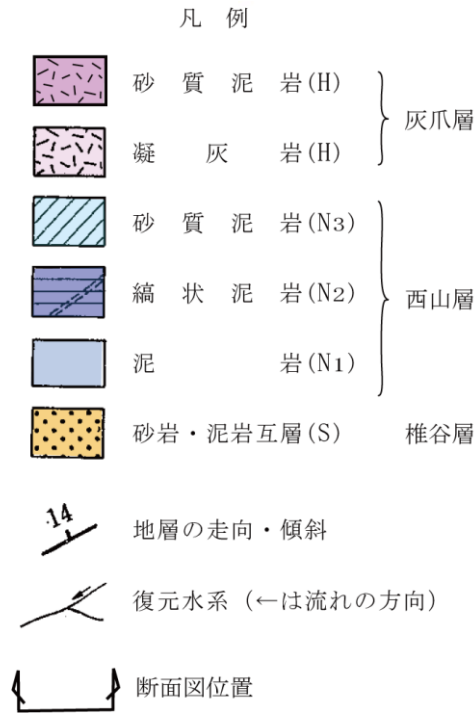
不整合



敷地の地質図

敷地の地質構造

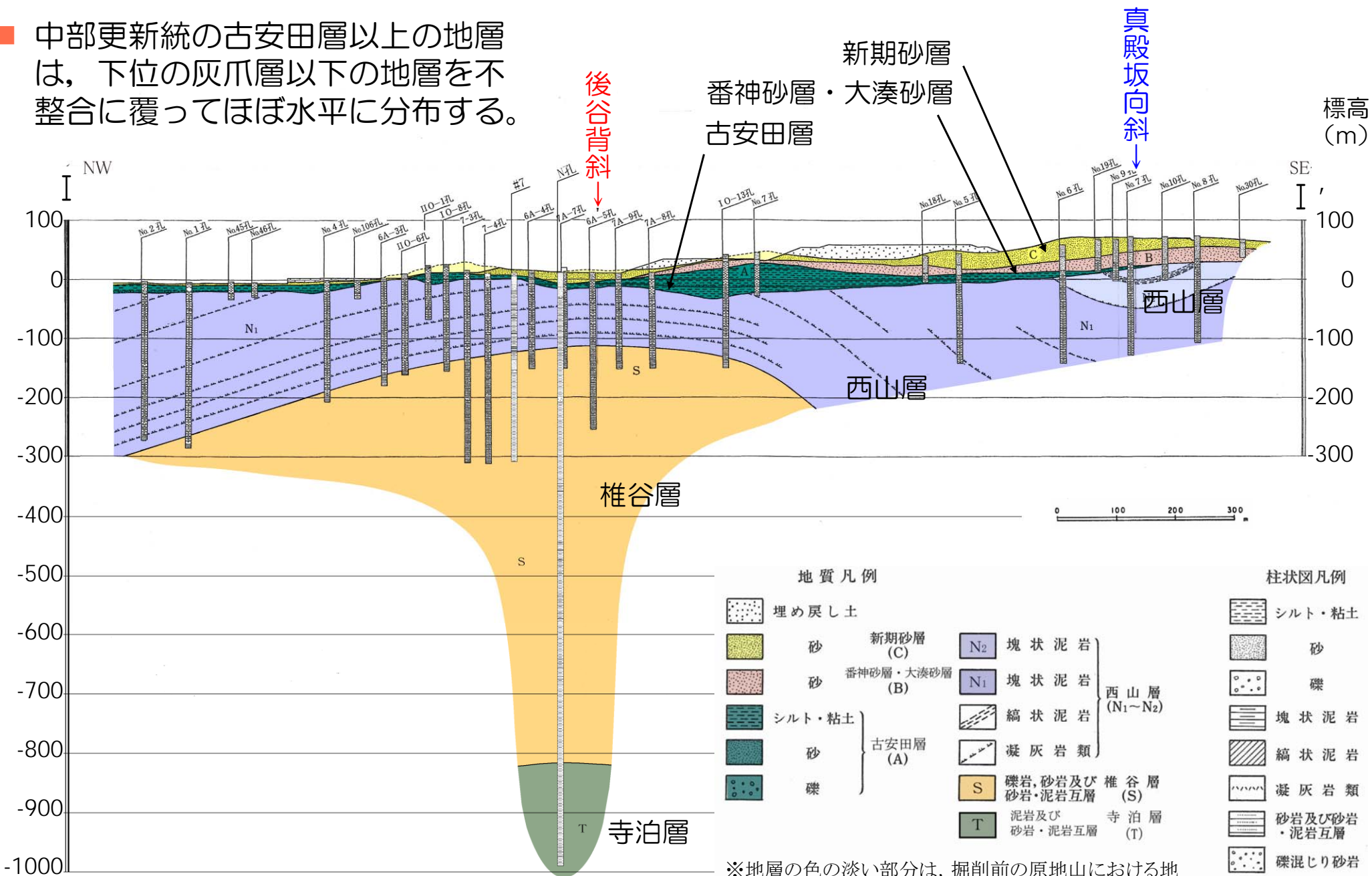
- 敷地北部では椎谷層が上位の西山層に囲まれて、敷地南西部では灰爪層が下位の西山層に囲まれて分布している。
- 後谷背斜及び真殿坂向斜は、NE-SW方向に連続し、全体としてSW方向にプランジしている。



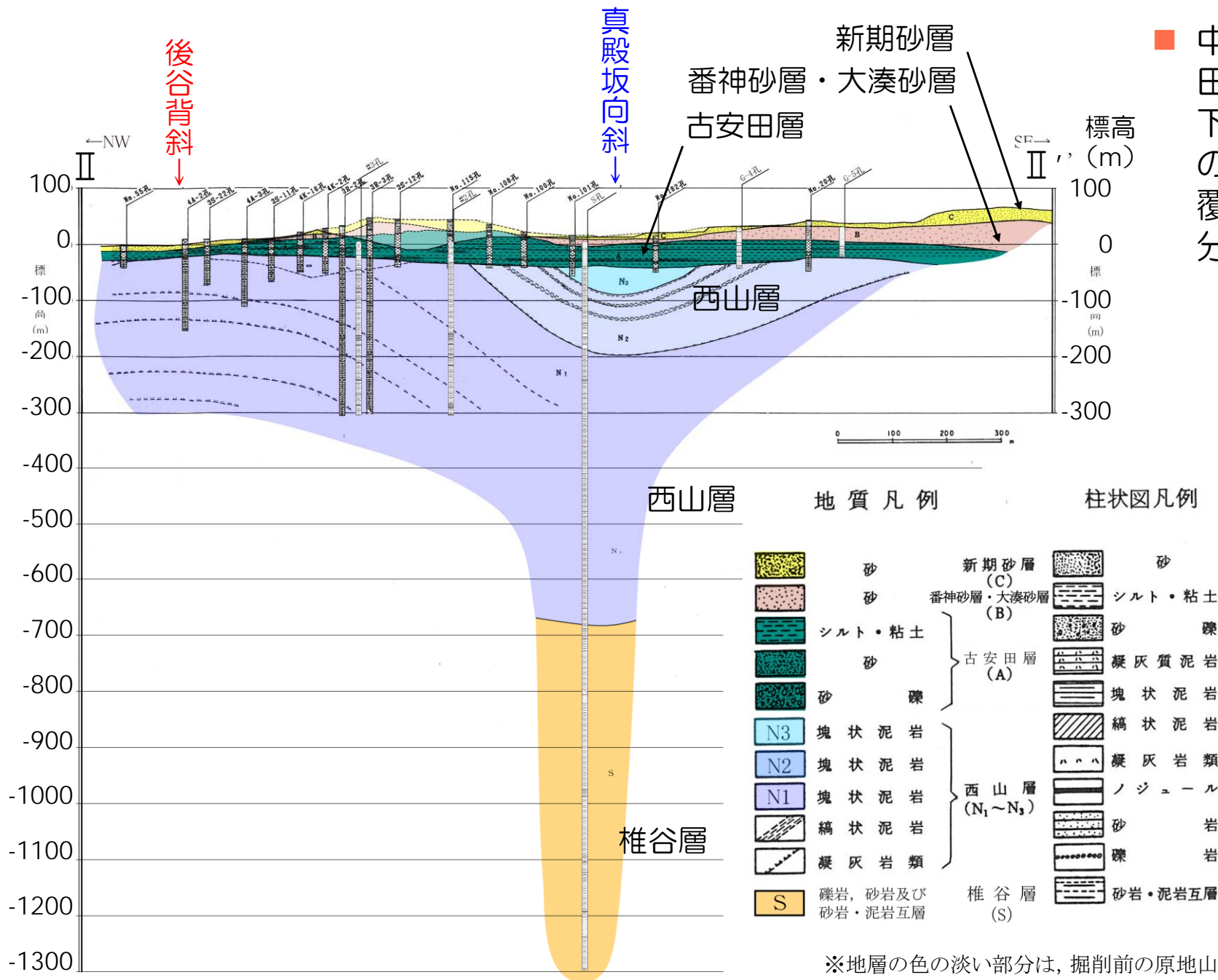
敷地の地質構造図

敷地の地質断面図 (I - I' 断面)

- 中部更新統の古安田層以上の地層は、下位の灰爪層以下の地層を不整合に覆ってほぼ水平に分布する。



敷地の地質断面図 (Ⅱ-Ⅱ'断面)

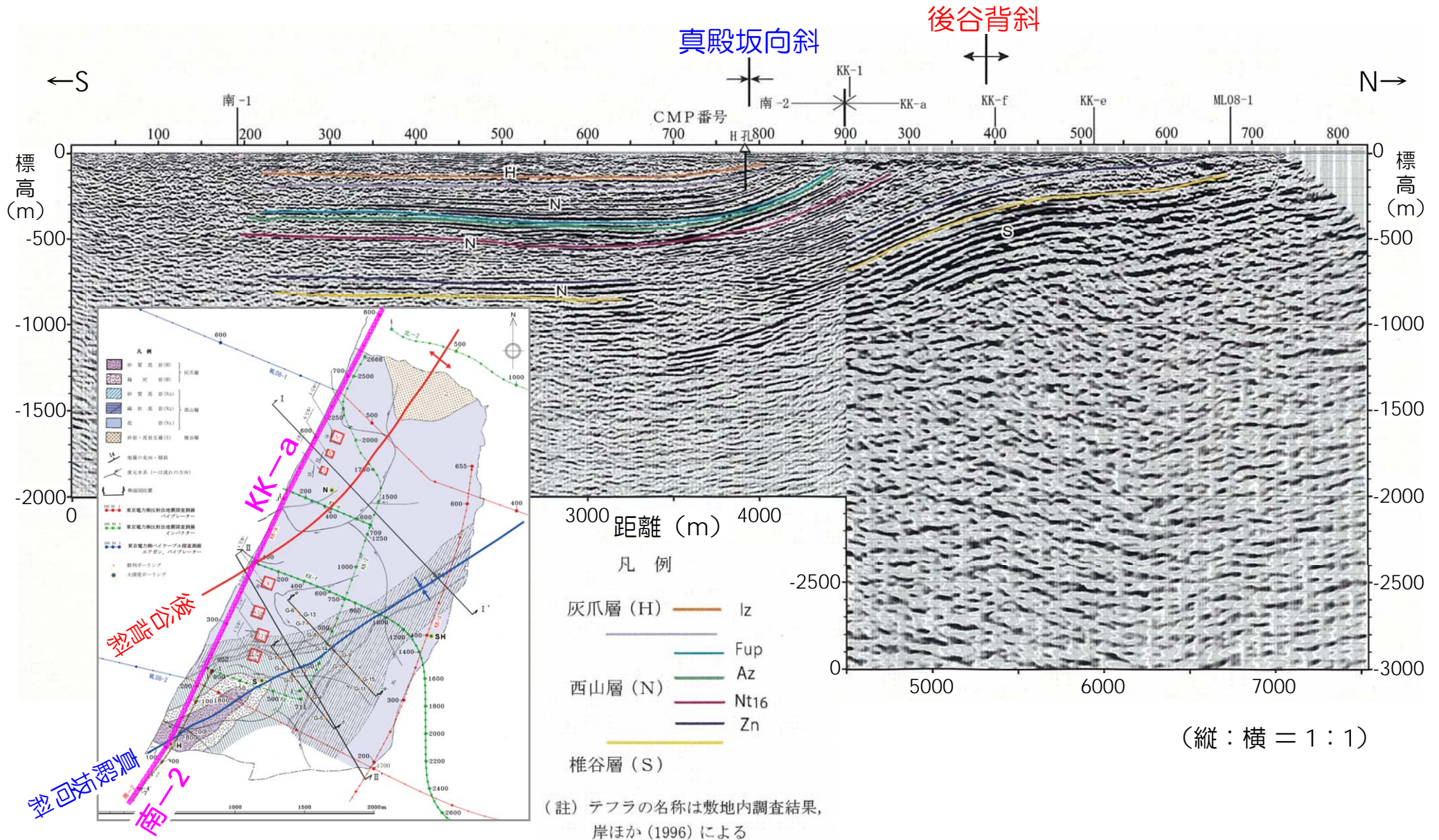


■ 中部更新統の古安田層以上の地層は、下位の灰爪層以下の地層を不整合に覆ってほぼ水平に分布する。

※地層の色の淡い部分は、掘削前の原地山における地層分布を示す。

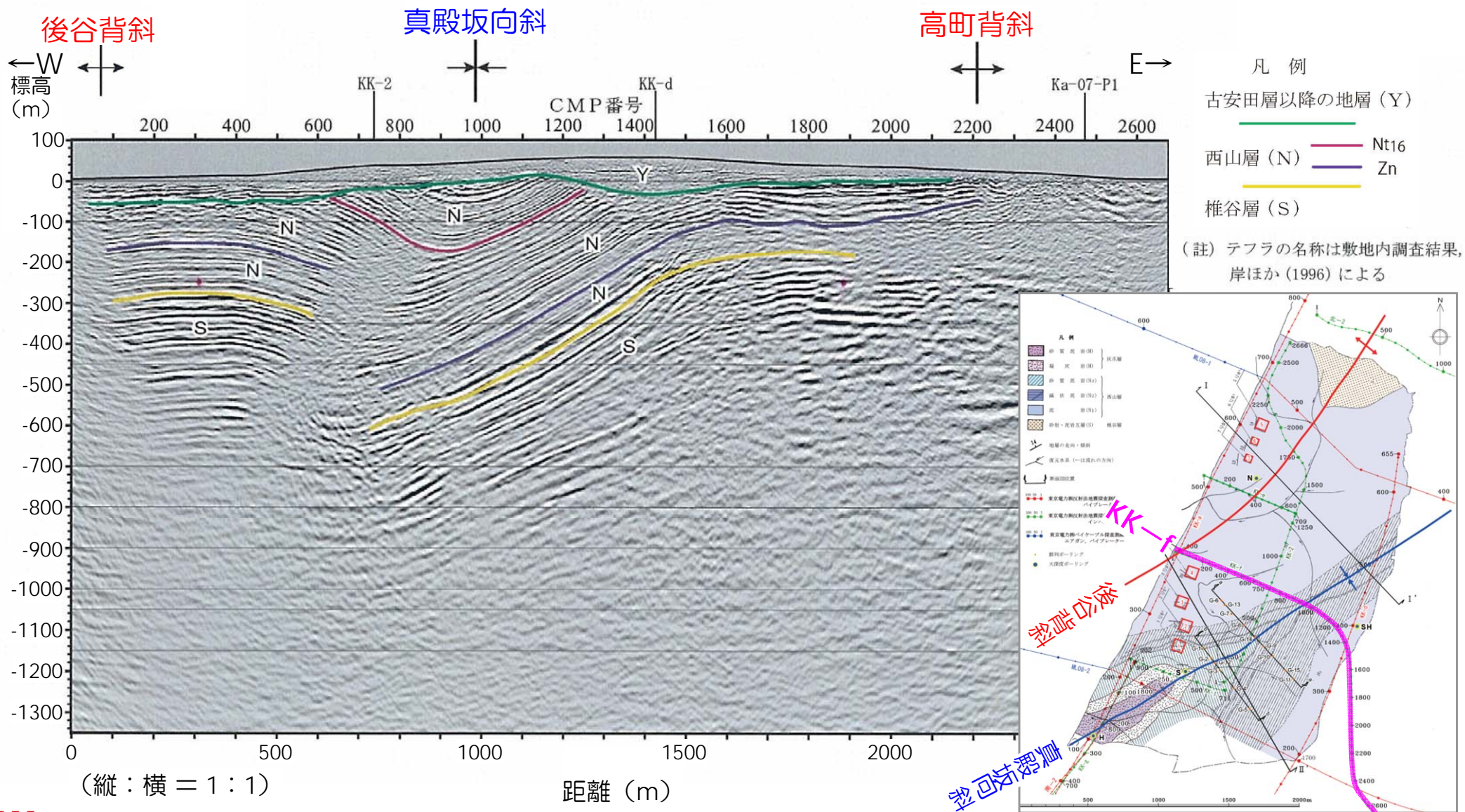
反射法地震探査結果（南-2～KK-a測線）

■ ボーリング調査結果と同様に，真殿坂向斜と後谷背斜が確認された。



反射法地震探査結果 (KK-f測線)

- ボーリング調査結果と同様に，後谷背斜東翼及び真殿坂向斜が確認された。
- 古安田層以上の地層は，西山層を不整合に覆ってほぼ水平に分布している。

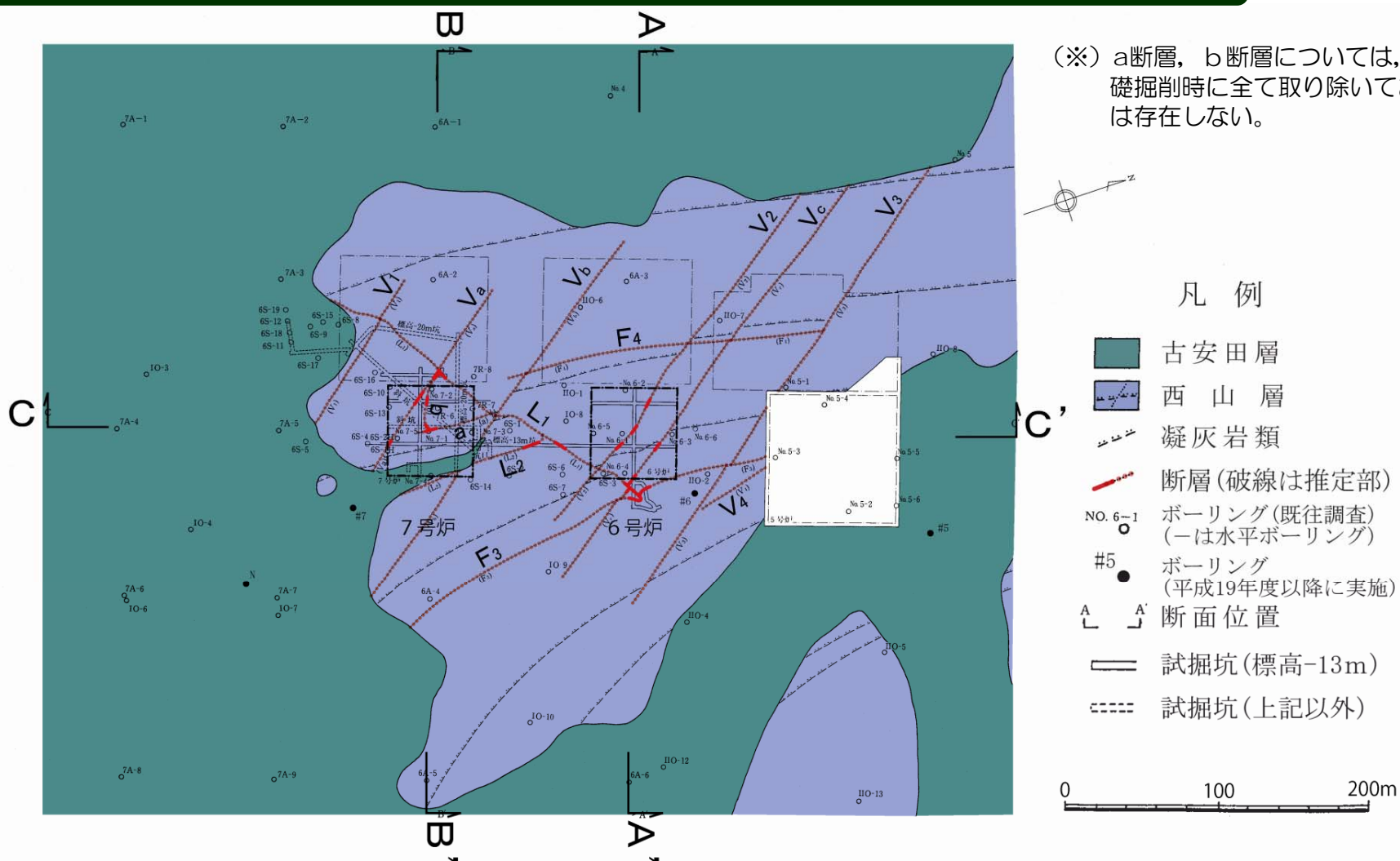


大湊側の敷地に分布する断層の評価

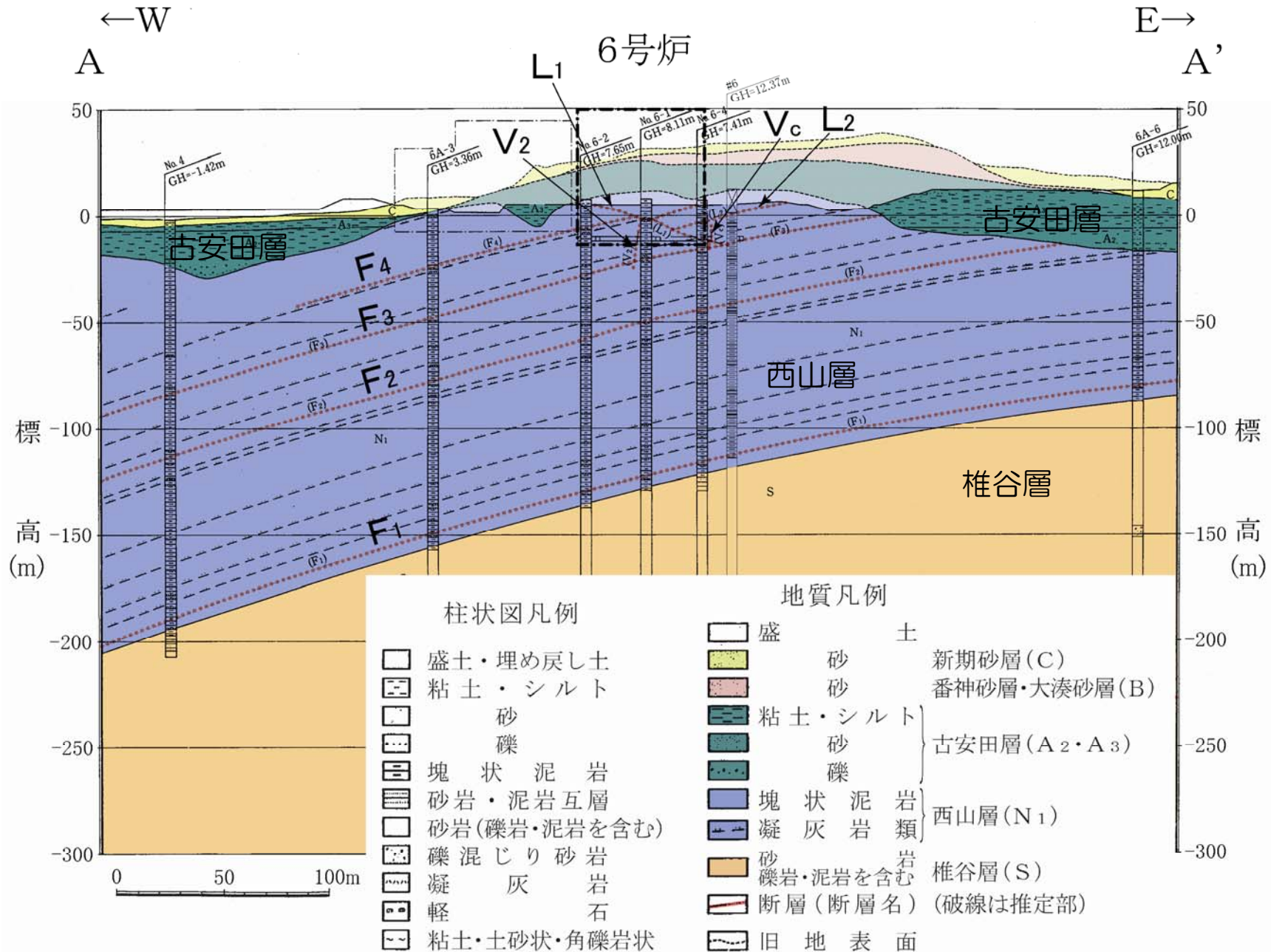
原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造

- 6号及び7号炉周辺に分布する断層は、NW-SE~NNW-SSE走向で高角度の断層（V系断層），層理面に平行な断層（F系断層），ENE-WSW走向で低角度で南に傾斜する L_1 断層とそれから分岐する層理面に平行な L_2 断層，層理面に平行なa断層（※）とそれに合流する高角度のb断層（※）からなる。

6号及び7号炉原子炉施設設置位置付近（標高約-13m）の地質水平断面図

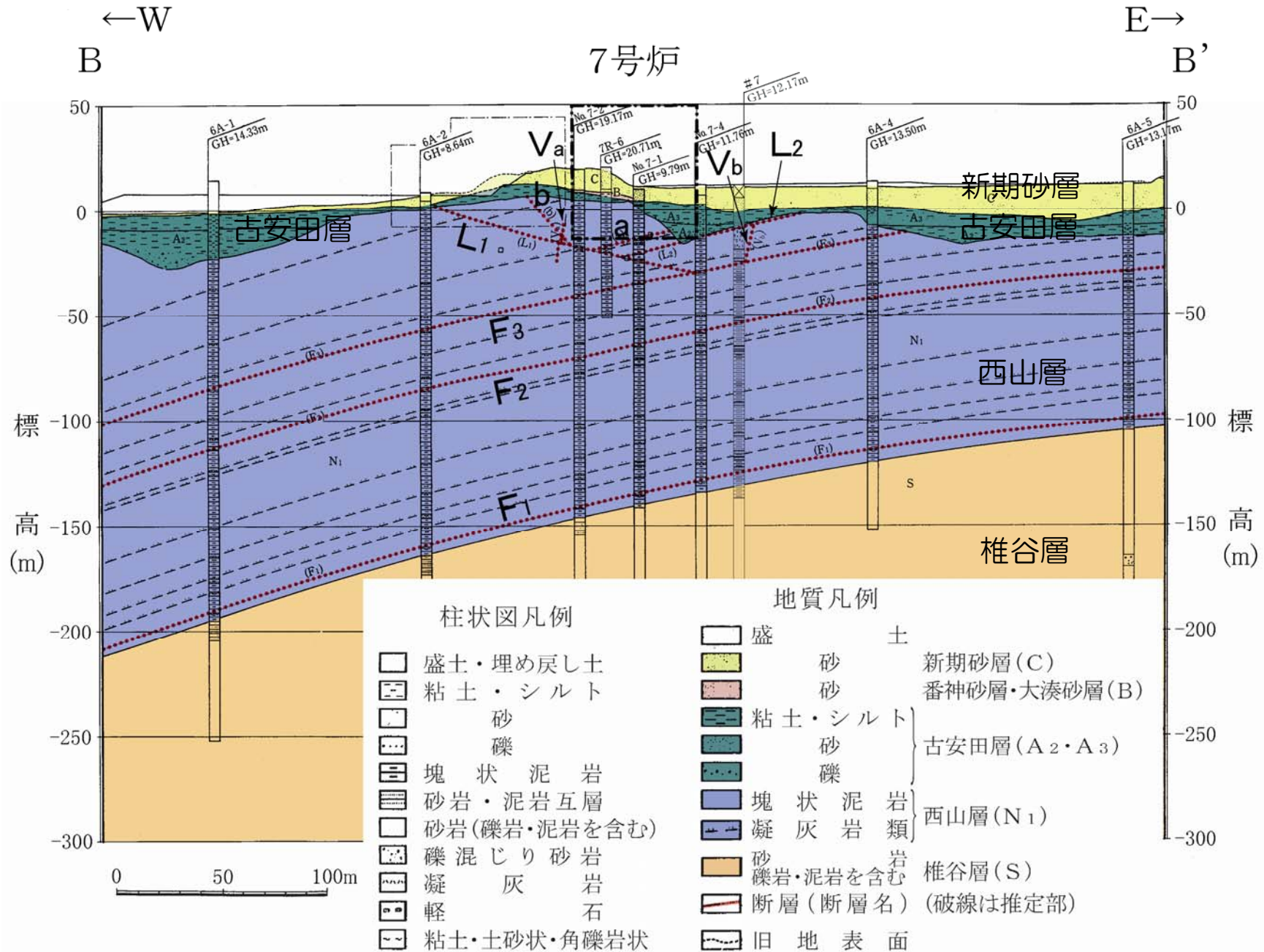


6号炉心を通る汀線直交方向の地質鉛直断面図



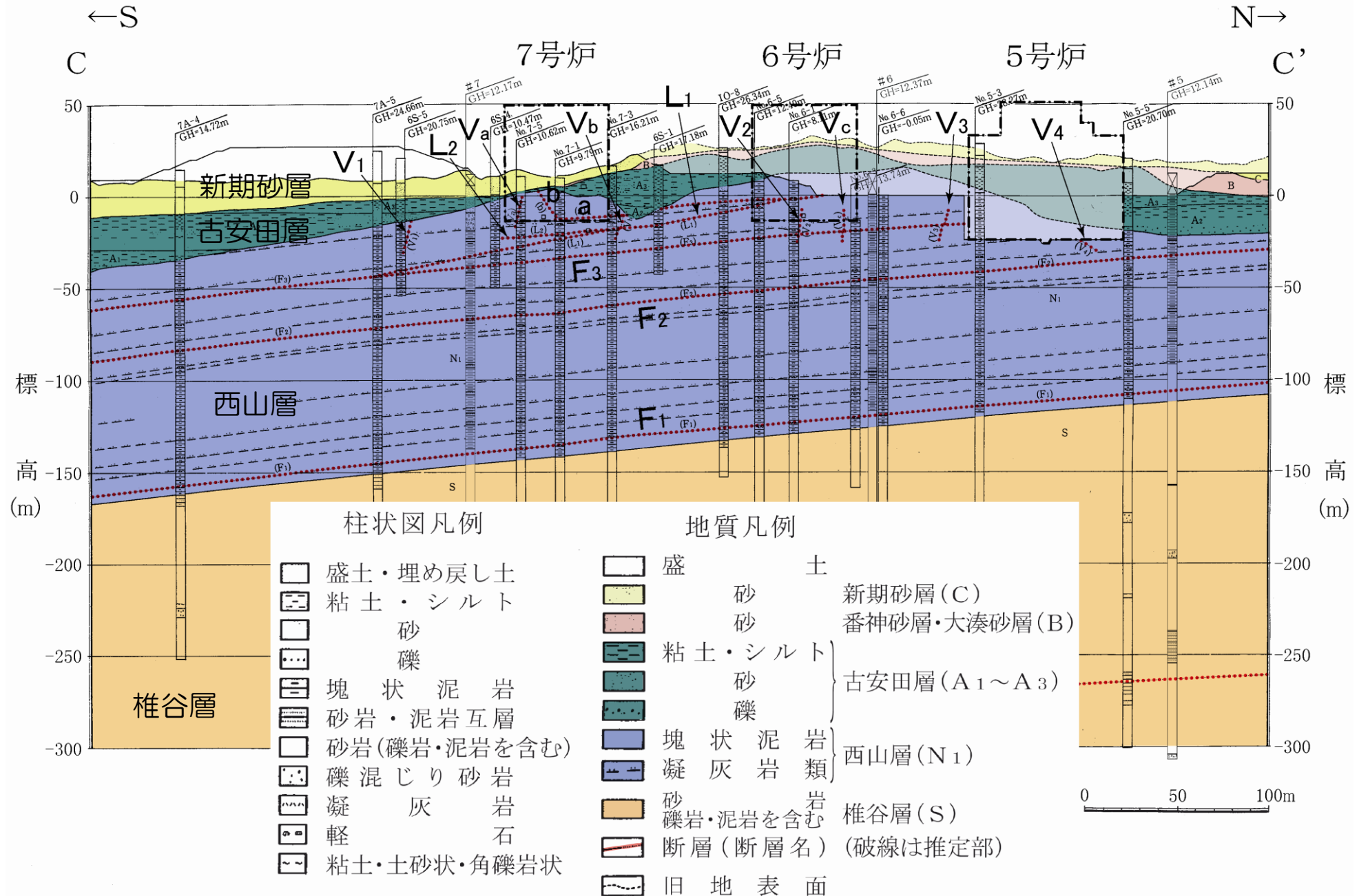
※地層の色の淡い部分は、掘削前の原地山における地層分布を示す。

7号炉心を通る汀線直交方向の地質鉛直断面図



※地層の色の淡い部分は、掘削前の原地山における地層分布を示す。

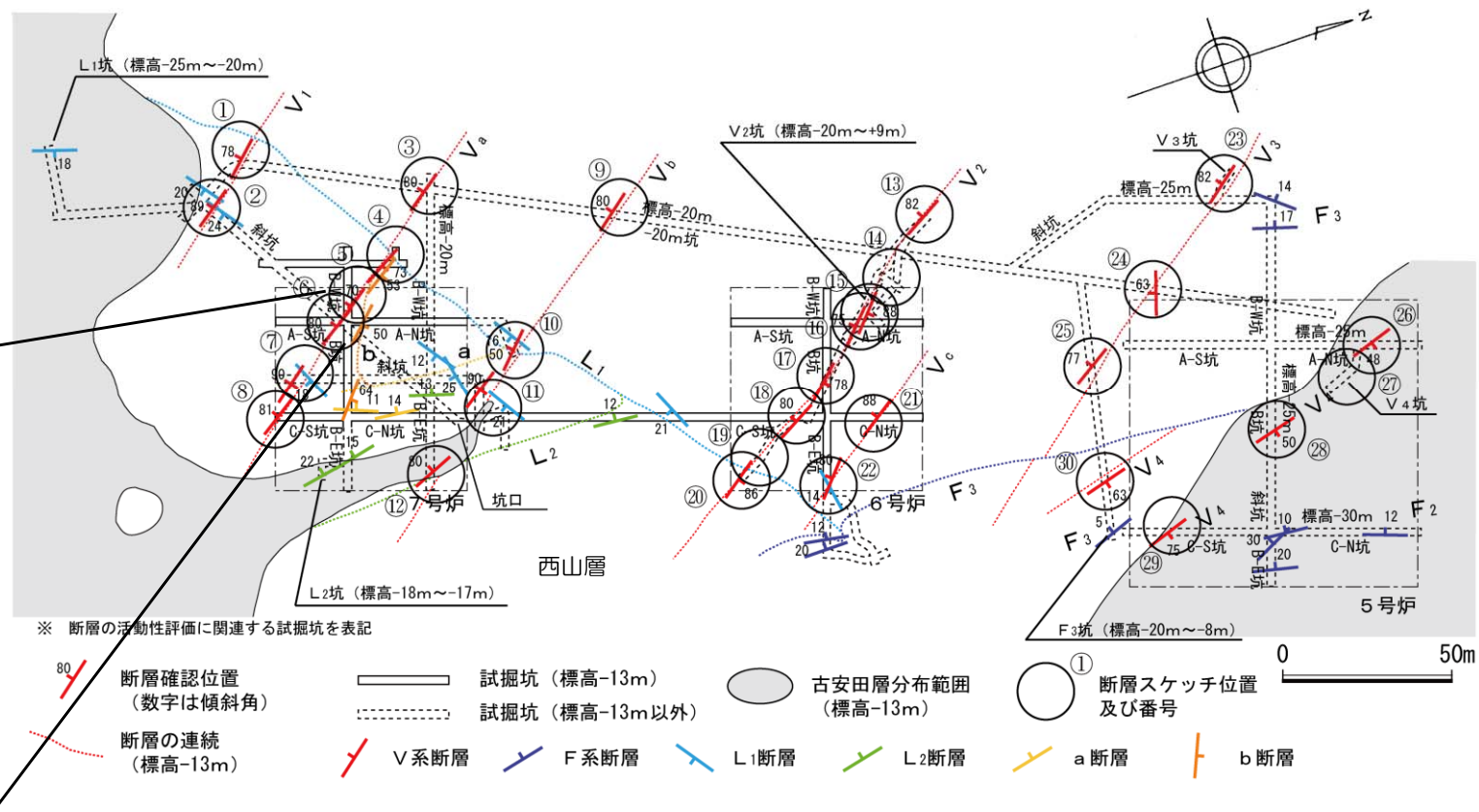
6・7号炉心を通る汀線平行方向の地質鉛直断面図



※地層の色の淡い部分は、掘削前の原地山における地層分布を示す。

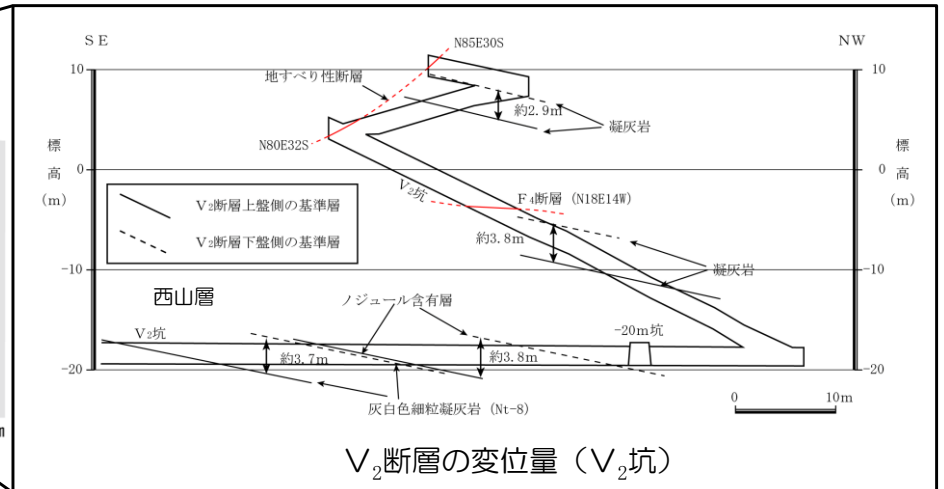
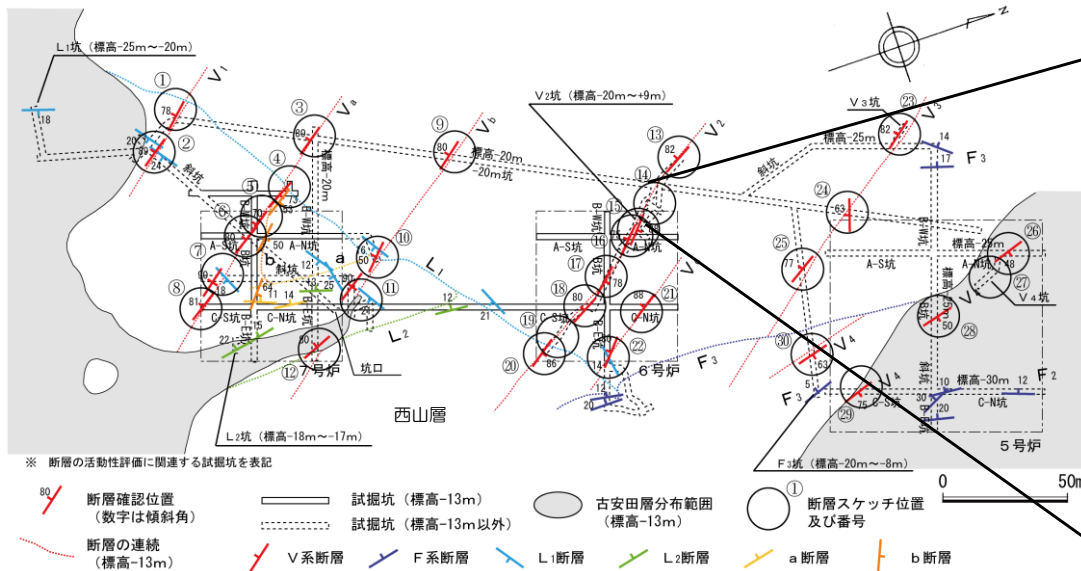
V系断層の性状

V系断層の一例

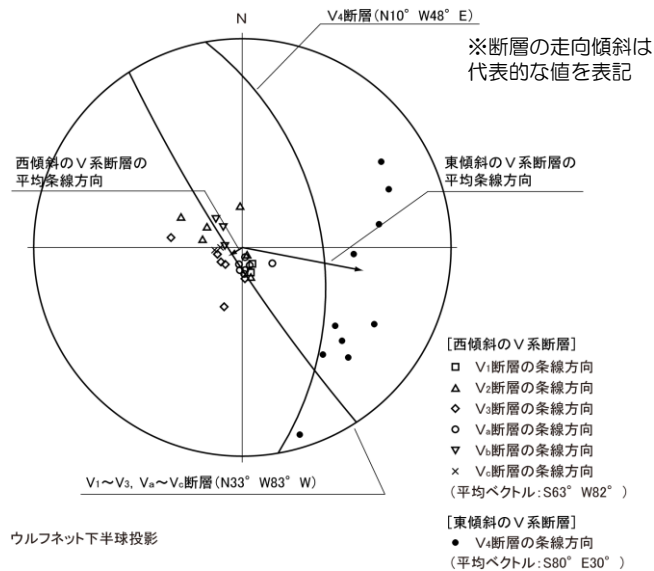


- V系断層はV₁, V_a, V_b, V₂, V_c, V₃ 及びV₄ 断層からなる。
- V₁, V₂, V₃ 及びV₄ 断層は主として5号炉試掘坑調査で、V_a, V_b 及びV_c 断層は6号及び7号炉試掘坑調査で確認している。
- V系断層は、北西-南東走向で高角度西傾斜 (一部鉛直~東傾斜) の断層 (V₁~V₃, V_a~V_c 断層) と、北北西-南南東走向で高角度東傾斜の断層 (V₄ 断層) からなる。
- いずれも破碎部と薄い粘土を伴い、破碎幅は0cm~20cm 程度、粘土幅はフィルム状~1.5cm 程度である。
- 破碎部は、V₂断層で最も厚く最大20cmを示している。

V系断層の変位量



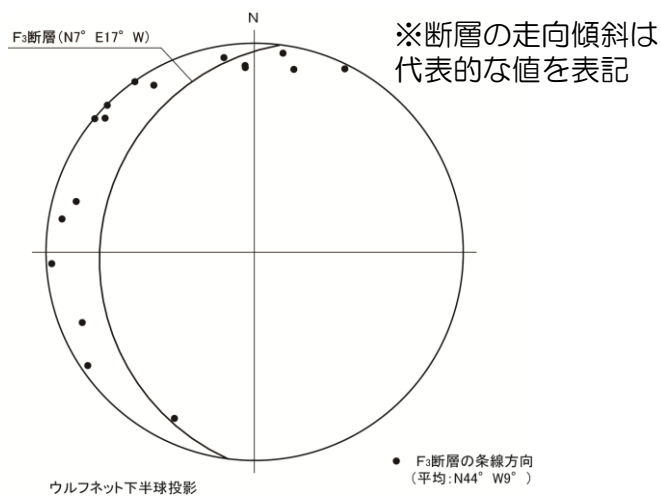
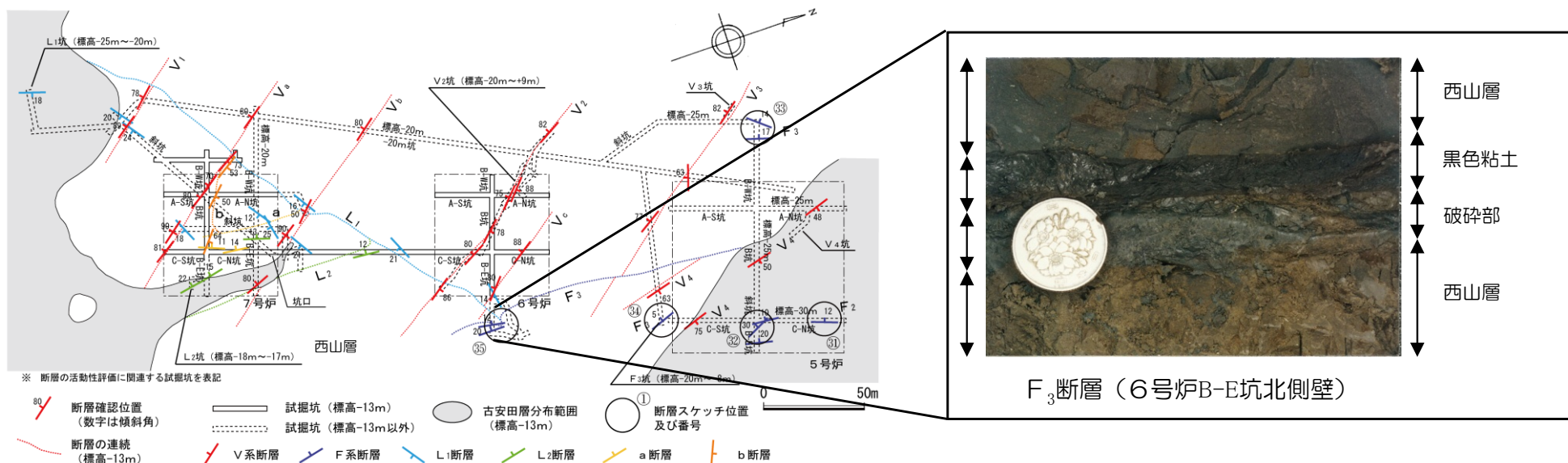
※V₂断層上盤側と下盤側の挟在層から変位量を確認。変位量は凝灰岩を基準として約2.9m～約3.8mである。



V系断層の条線方向

- 変位センスは、西傾斜（一部鉛直～東傾斜）のV₁～V₃断層、V_a～V_c断層では、西落ちを示し条線方向も縦ずれを示すことから、西落ち正断層である。
- 東傾斜のV₄断層では、東落ちを示し条線方向はばらつくもののおおむね縦ずれを示すことから、東落ち正断層である。
- 変位量は、近傍に分布する同系統の小断層の変位量を含めるとV₁断層で約3.0m、V₂断層で約3.8m、V₃断層で約3.8m、V₄断層で約3.2m、V_a断層で1.35m、V_b断層で約3.0m、V_c断層で0.8mとなっており、V₂断層及びV₃断層でそれぞれ最大（約3.8m）となっている。

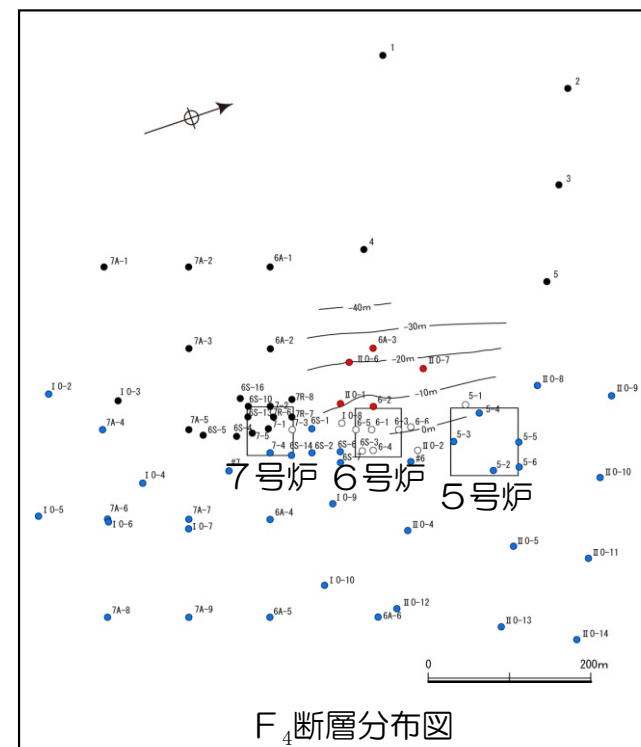
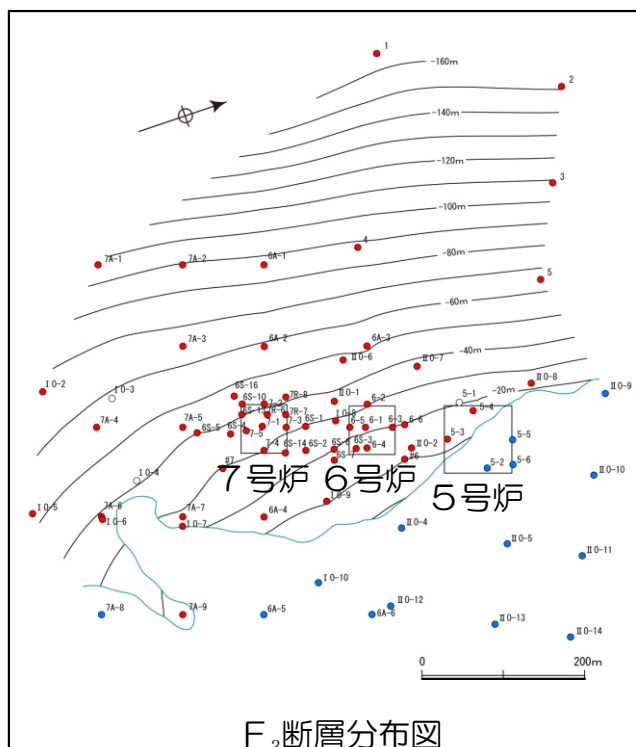
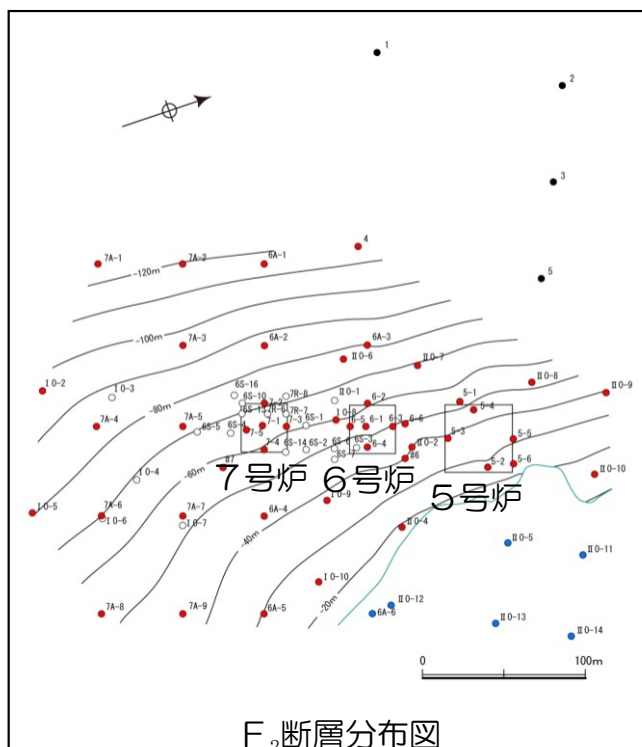
F系断層の性状



F₃断層の条線方向

- F系断層は、北北東-南南西走向で西に緩く傾斜する層理面に平行な断層で、下位からF₂、F₃及びF₄断層からなる。
- 幅0cm~20cm程度の破碎部及びフィルム状~幅5cm程度の黑色粘土を伴う。
- 条線方向はばらついているが、V系断層を基準とすると見かけ逆断層的な変位を示す。

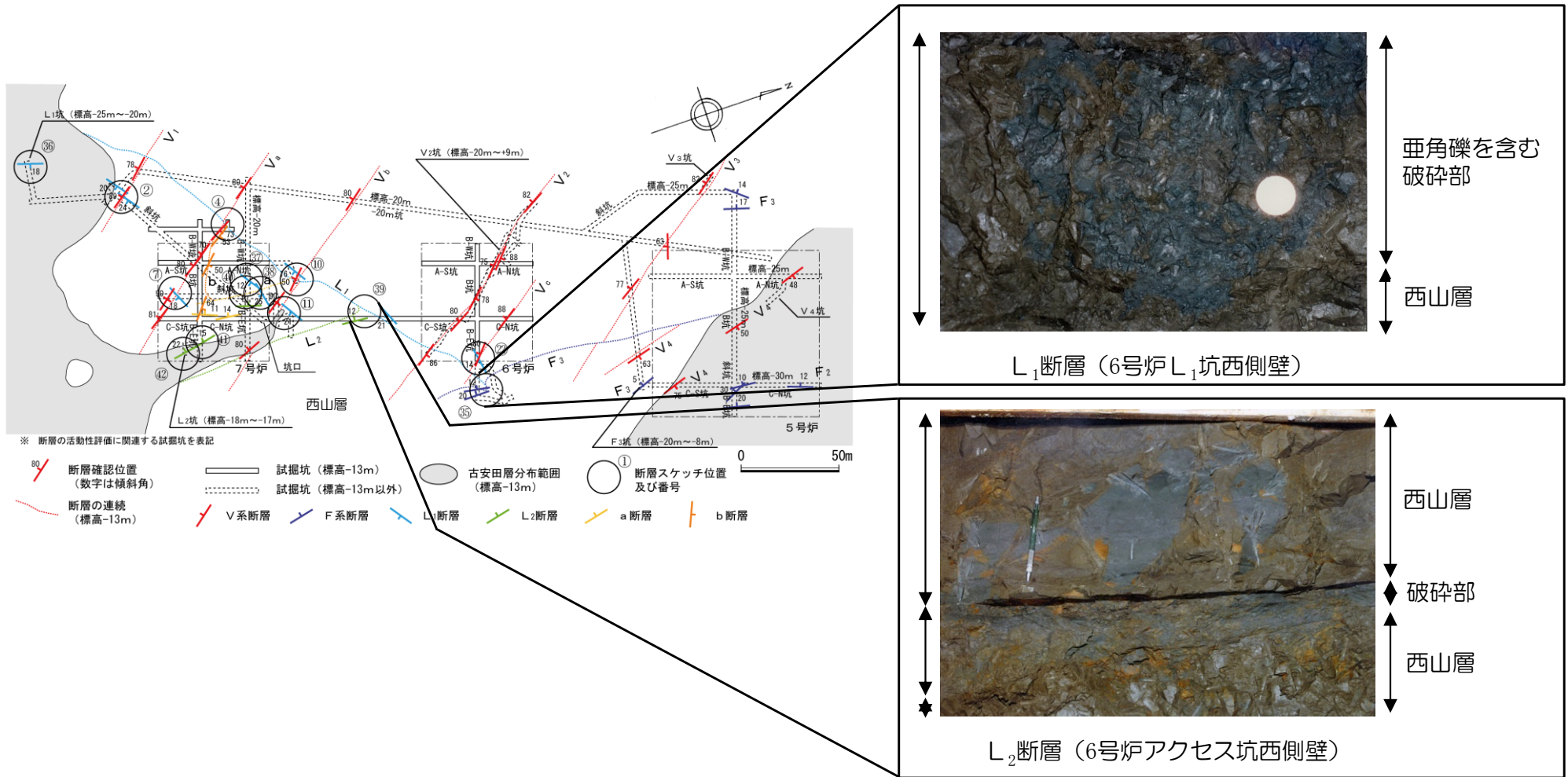
F系断層の連続性



- 5号，6号及び7号炉周辺で実施したボーリング調査から，F系断層の分布及び連続性を把握した。
- F₂断層は，西方（ボーリングNo.1，2，3及び5孔）には分布しないものの，これ以外の6号及び7号炉周辺のほとんどのボーリングで分布が確認されており，比較的連続性が良い。
- F₃断層は，6号及び7号炉周辺のほとんどのボーリングで分布が確認されており，連続性が良い。
- F₄断層は，6号炉西方の限られた範囲にのみ分布し，連続性が悪い。

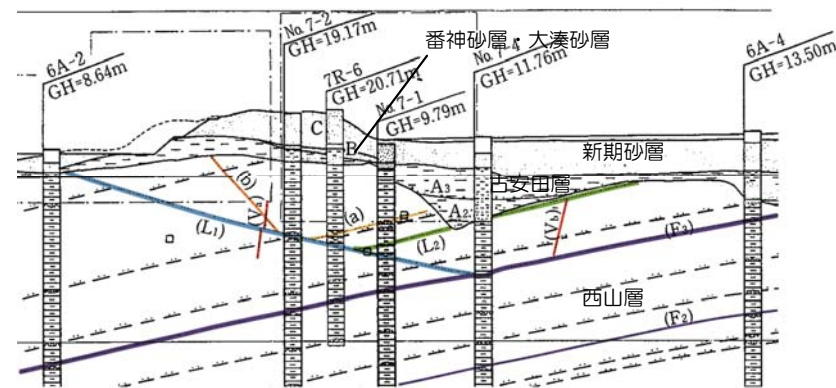
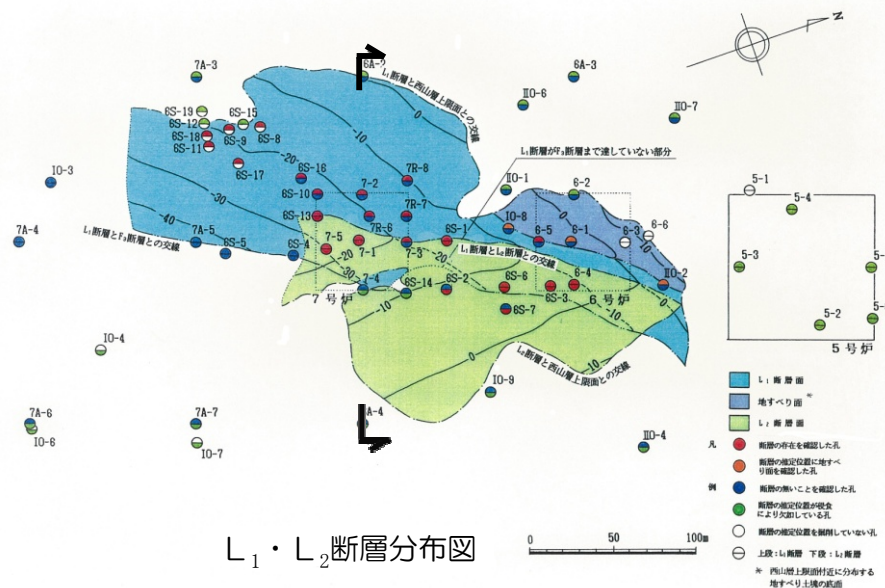
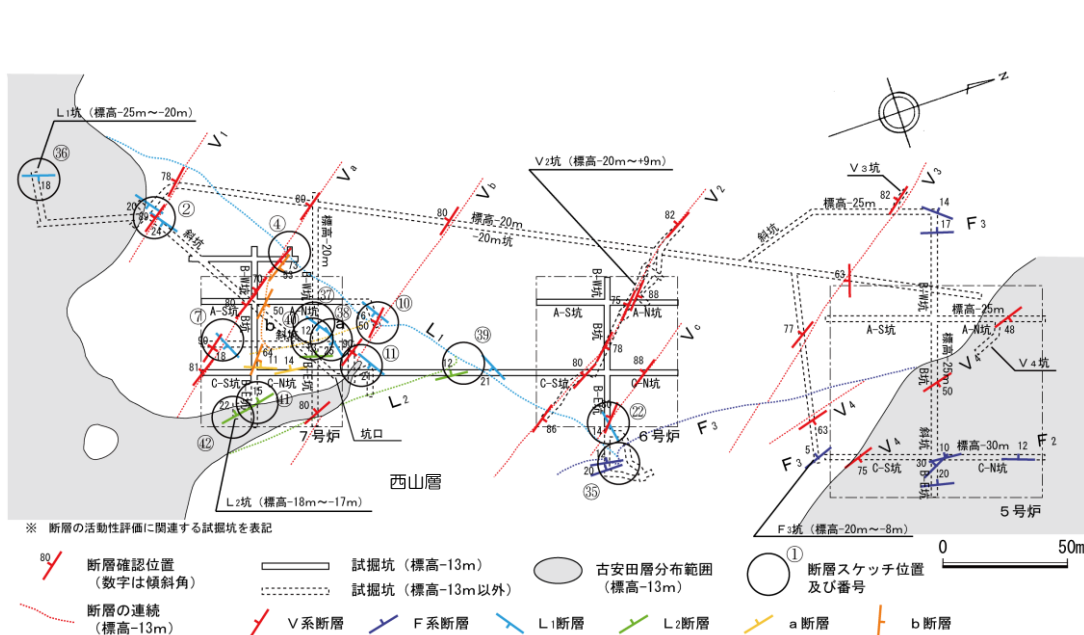
凡 例	
● (Red)	断層を確認したボーリング
● (Black)	断層が存在しないことを確認したボーリング
● (Blue)	断層の分布層準が侵食欠如しているボーリング
○ (White)	断層の存在が不明なボーリング

L₁, L₂断層の性状



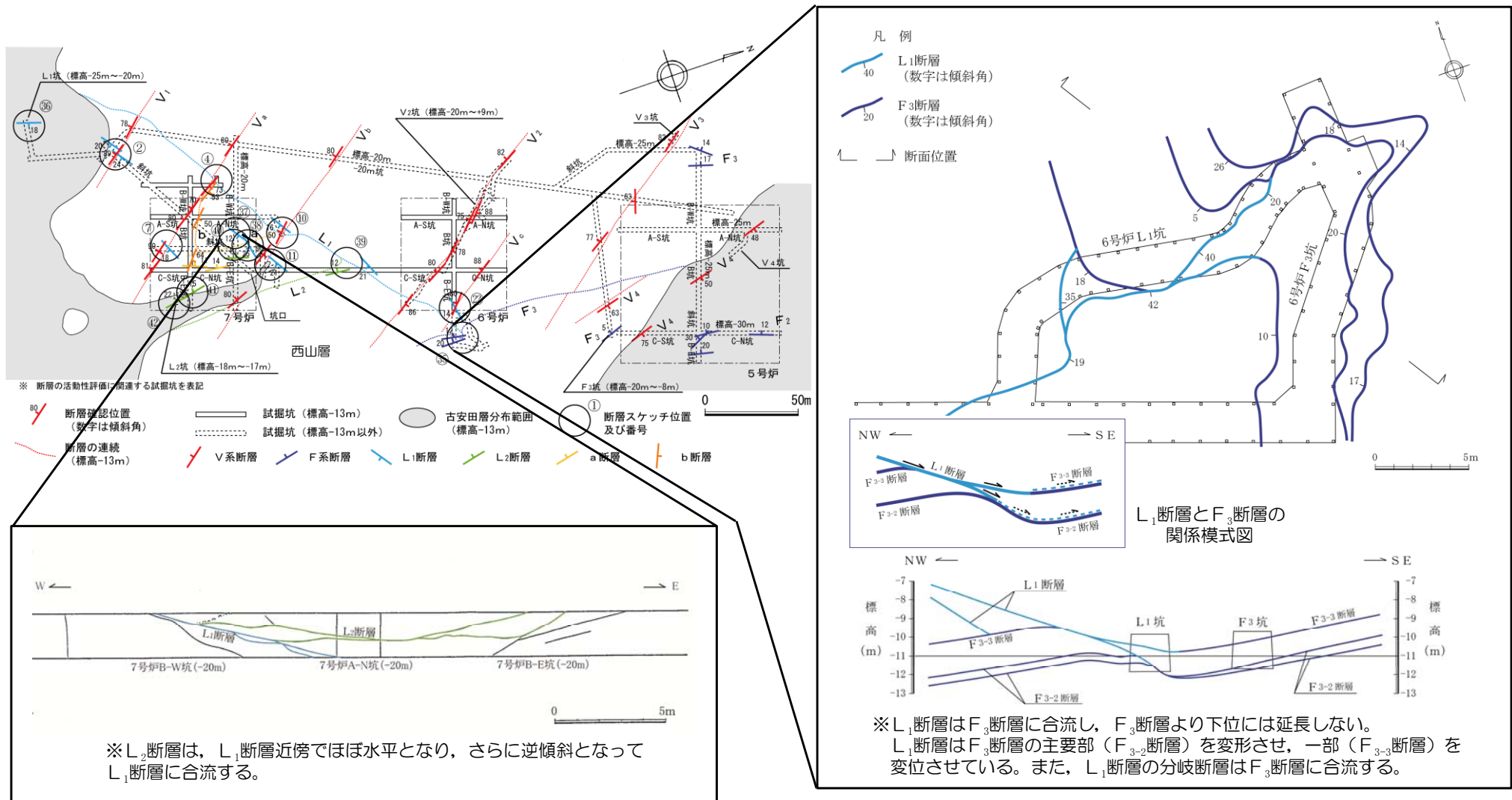
- L₁・L₂断層は、北東-南西走向で低角度南東傾斜のL₁断層と、これから分岐する層理面に平行なL₂断層からなる。
- L₁断層は幅0cm～85cm (平均15cm) の、L₂断層は幅0cm～65cm (平均7cm) のそれぞれ亜角礫を含む破碎部を伴う。破碎幅は断層合流部付近で大きくなる傾向がある。

L₁, L₂断層の連続性



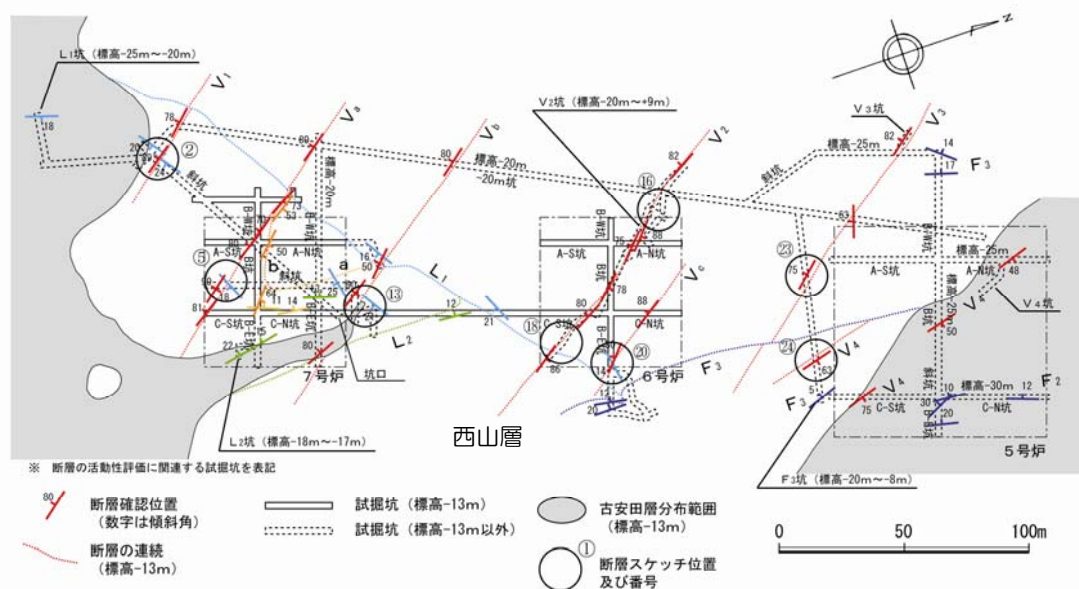
- L₁断層及びL₂断層は、試掘坑調査及び6号炉、7号炉周辺のボーリング調査によって連続性を確認している。
- L₁断層はF₃断層より下位には分布しない。また、L₂断層はL₁断層より下位には分布しない。

L₁, L₂断層及びF₃断層との関係

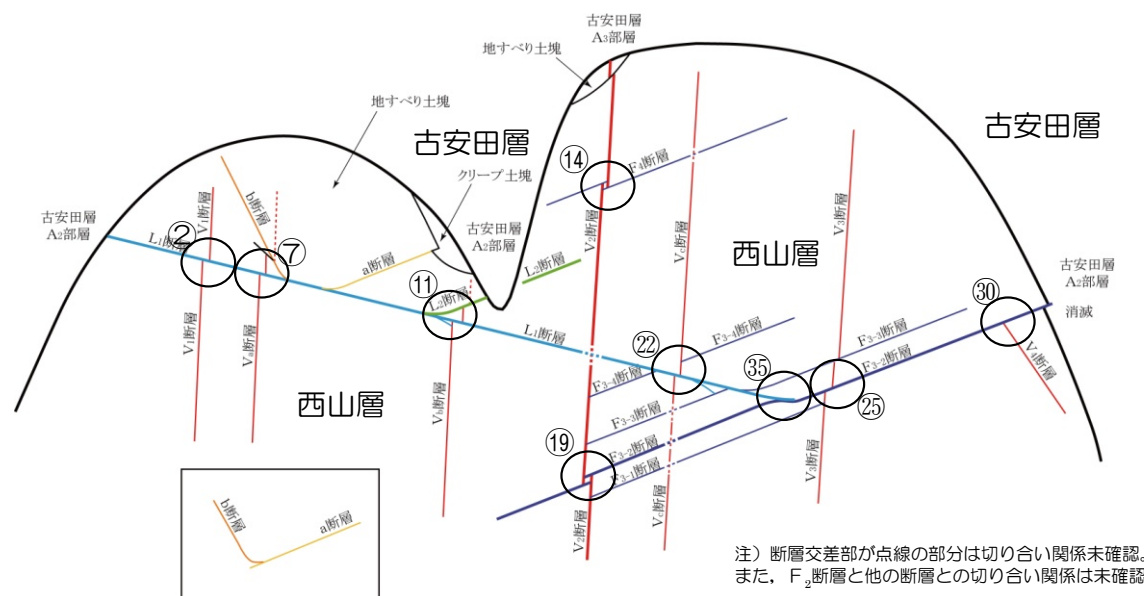


- L₁断層はL₂断層に分岐するほか、下方に向かって複数の断層に分岐している。
- L₁断層はF₃断層を変位・変形させている。

断層の切り合い関係



断層切り合い関係スケッチ位置図



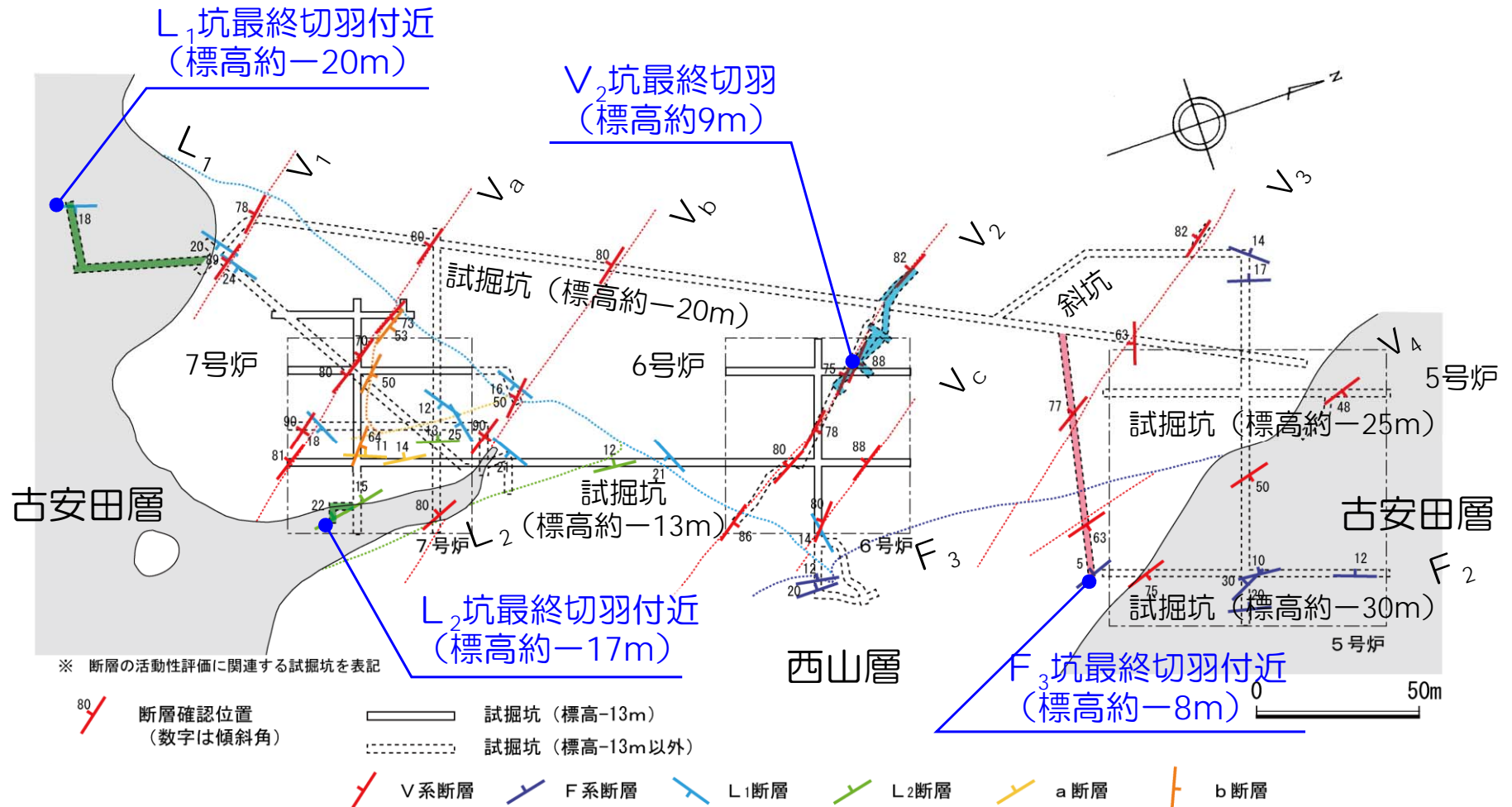
断層切り合い関係模式図

- V₂ 断層はF₃ 断層及びF₄ 断層と切り切られの関係にある。
- F₃ 断層はV₂ 断層と切り切られの関係にあり、V₃ 断層及びV₄ 断層を切る。また、F₄ 断層はV₂ 断層と切り切られの関係にある。
- L₁ 断層はV₁、V_a、V_b、V_c 断層を切り、F₃断層を変位・変形させる。また、L₂断層に分岐する。
- 以上のことから、V系断層、F系断層及びL₁・L₂断層は、大局的にはほぼ同時期に活動していると考えられるが、V系断層ではV₂断層が、F系断層ではF₃断層及びF₄断層が、L₁断層及びL₂断層が相対的により新しく、これらの中でもL₁断層及びL₂断層が最も新しい時代まで活動した断層であると判断される。

断層の活動性

- 断層の規模及び切り合い関係から、活動時期がより新しいと判断されるL₁断層、L₂断層並びにV₂断層、F₃断層を選定し、試掘坑による追跡調査を実施した。

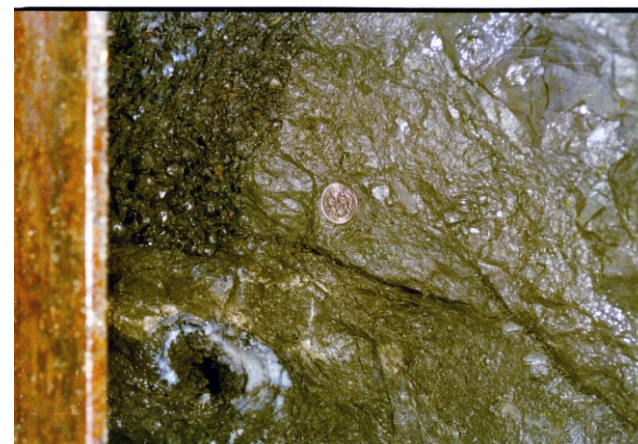
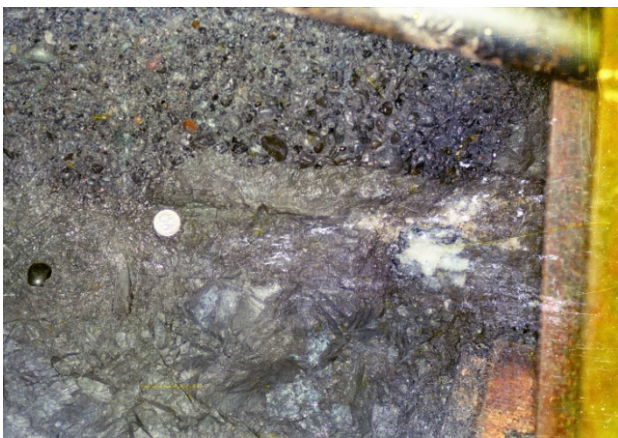
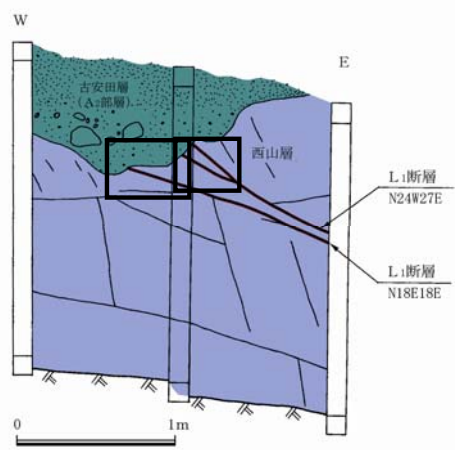
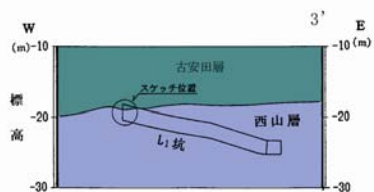
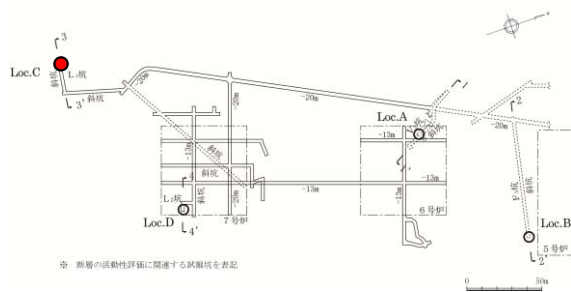
断層活動時期の確認位置



※地質水平断面図は6・7号機原子炉建屋設置レベル (標高約-13m)

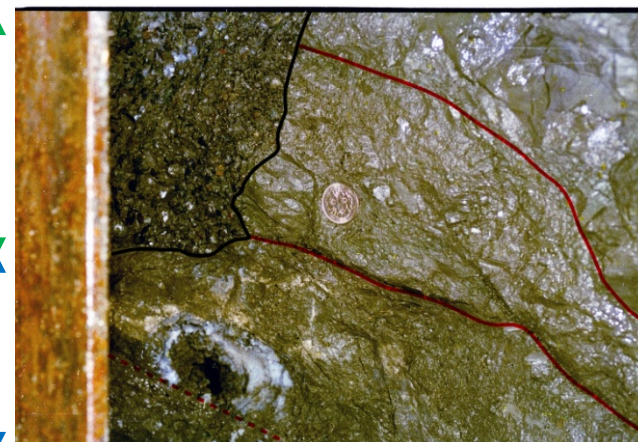
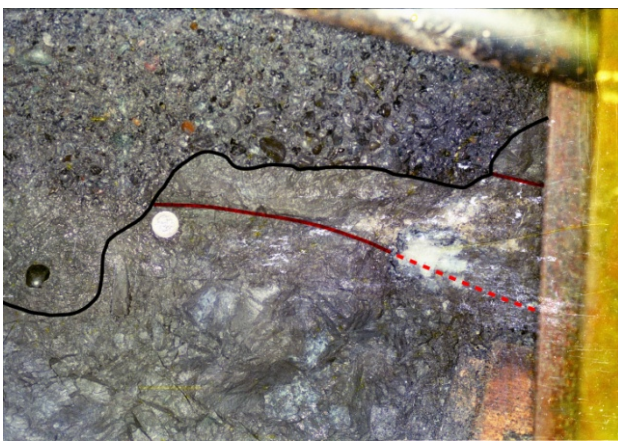
L₁断層の活動性

- L₁断層と古安田層との関係を確認するため、試掘坑による追跡調査を実施した。
- その結果、L₁断層は古安田層と西山層の境界面に変位を与えておらず、かつ、古安田層（A₂部層）中には延びていないことを確認した。



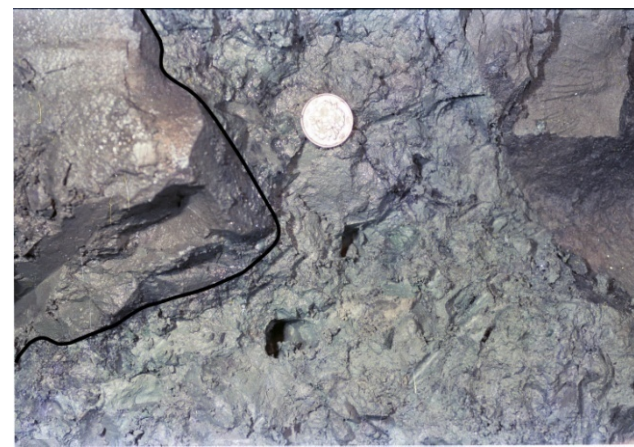
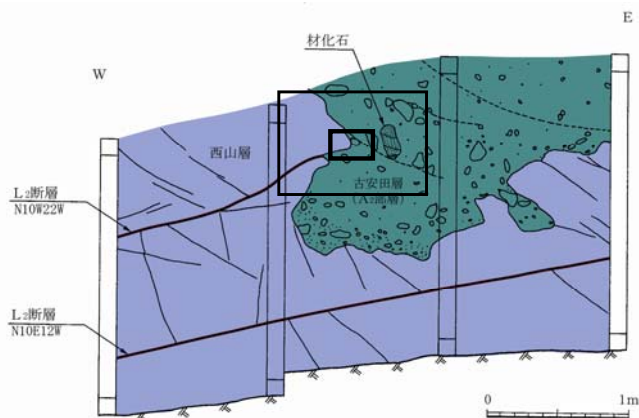
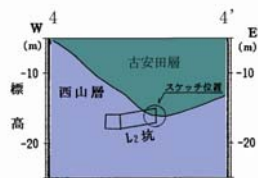
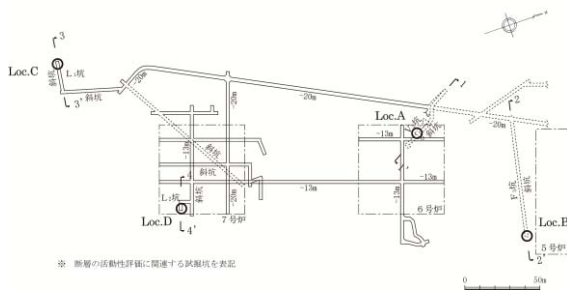
古安田層
(A₂部層)

西山層



L₂断層の活動性

- L₂断層と古安田層との関係を確認するため、試掘坑による追跡調査を実施した。
- その結果、L₂断層は古安田層と西山層の境界面に変位を与えておらず、かつ、古安田層（A₂部層）中に延びていないことを確認した。

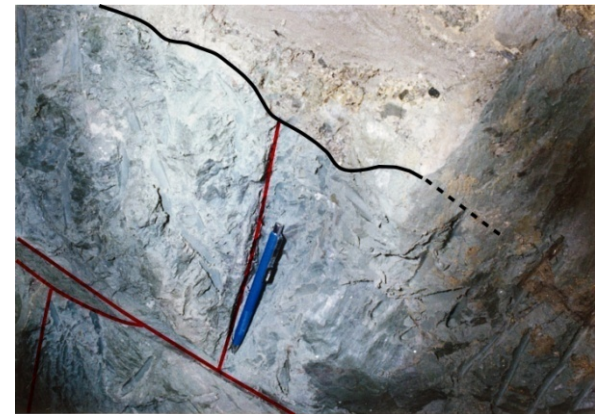
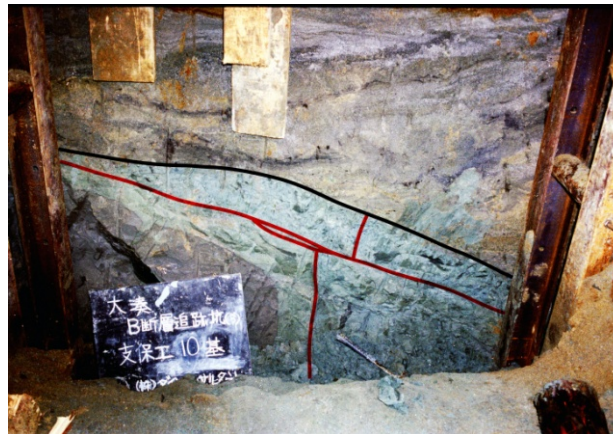
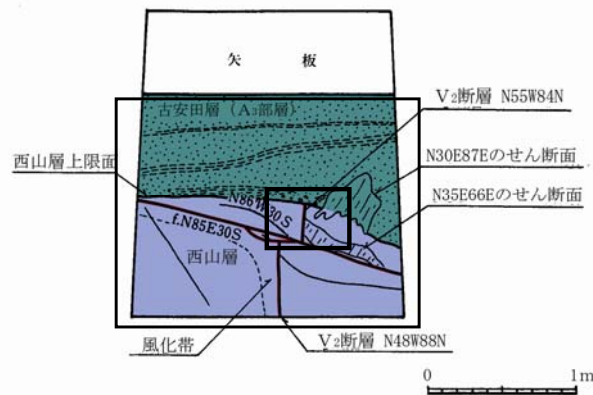
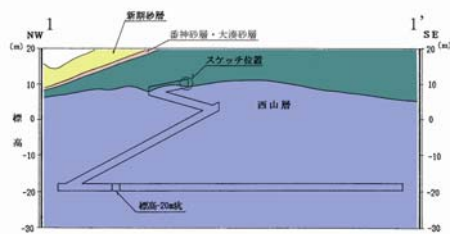
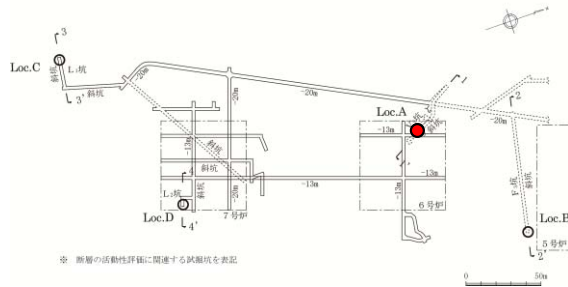


西山層 ← 古安田層 (A₂部層)

同左拡大写真

V₂断層の活動性

- V₂断層と古安田層との関係を確認するため、-20m坑から鉛直上方に試掘坑による追跡調査を実施した。
- その結果、V₂断層は古安田層と西山層の境界面に変位を与えておらず、かつ、古安田層（A₃部層）中には延びていないことを確認した。

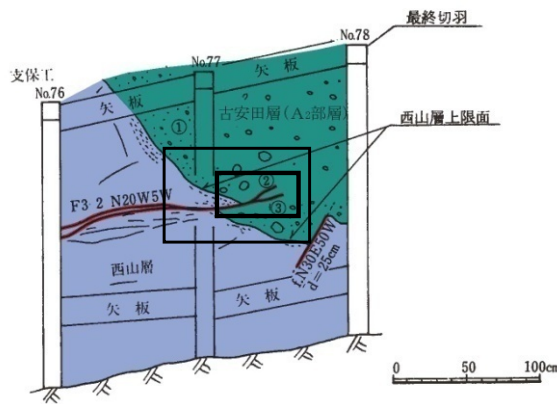
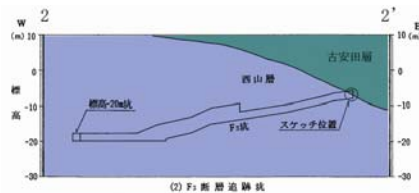
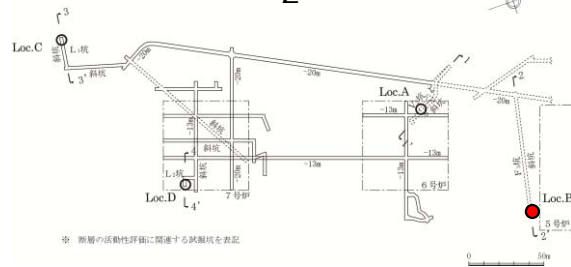


古安田層
(A₃部層)

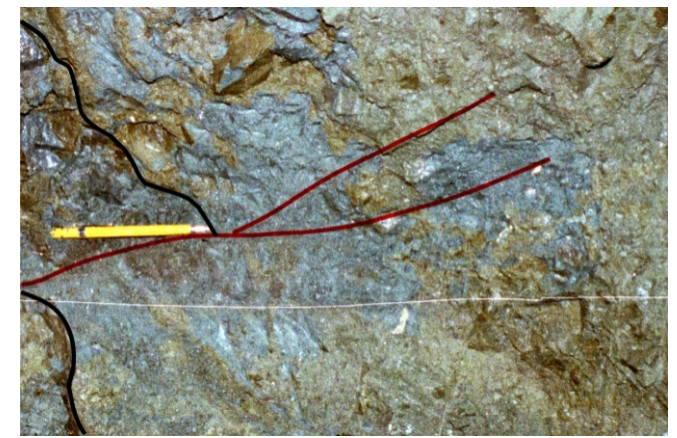
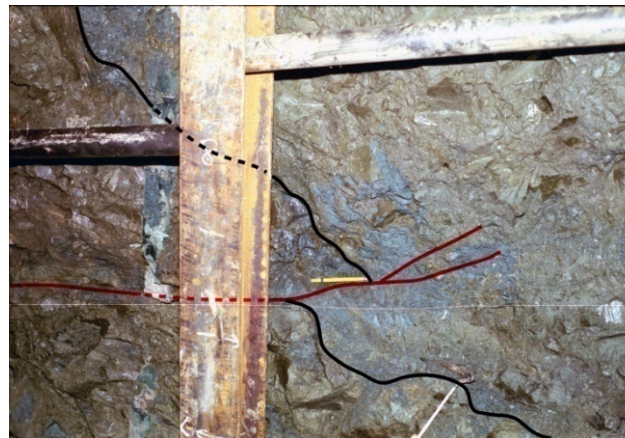
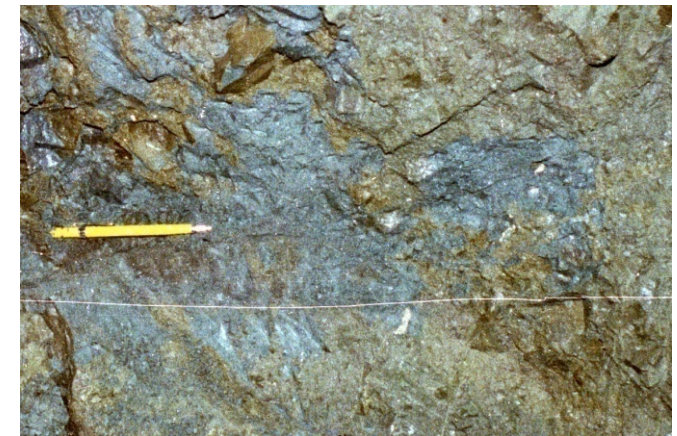
西山層

F₃断層の活動性

- F₃断層と古安田層との関係を確認するため、-20m坑から試掘坑による追跡調査を実施した。
- その結果、F₃断層は西山層上限面にごく僅かな変位を与えているものの、古安田層（A₂部層）に入るとすぐに消滅していることを確認した。



- ① マトリックスに砂を含む泥岩礫層 (安田層)
- ② N20W35W 粘土は伴わない。20cm連続して消滅。
- ③ N5W30W 粘土は伴わない。25cm連続して消滅。



西山層

古安田層 西山層
(A₂部層)

古安田層 (A₂部層)

まとめ（大湊側）

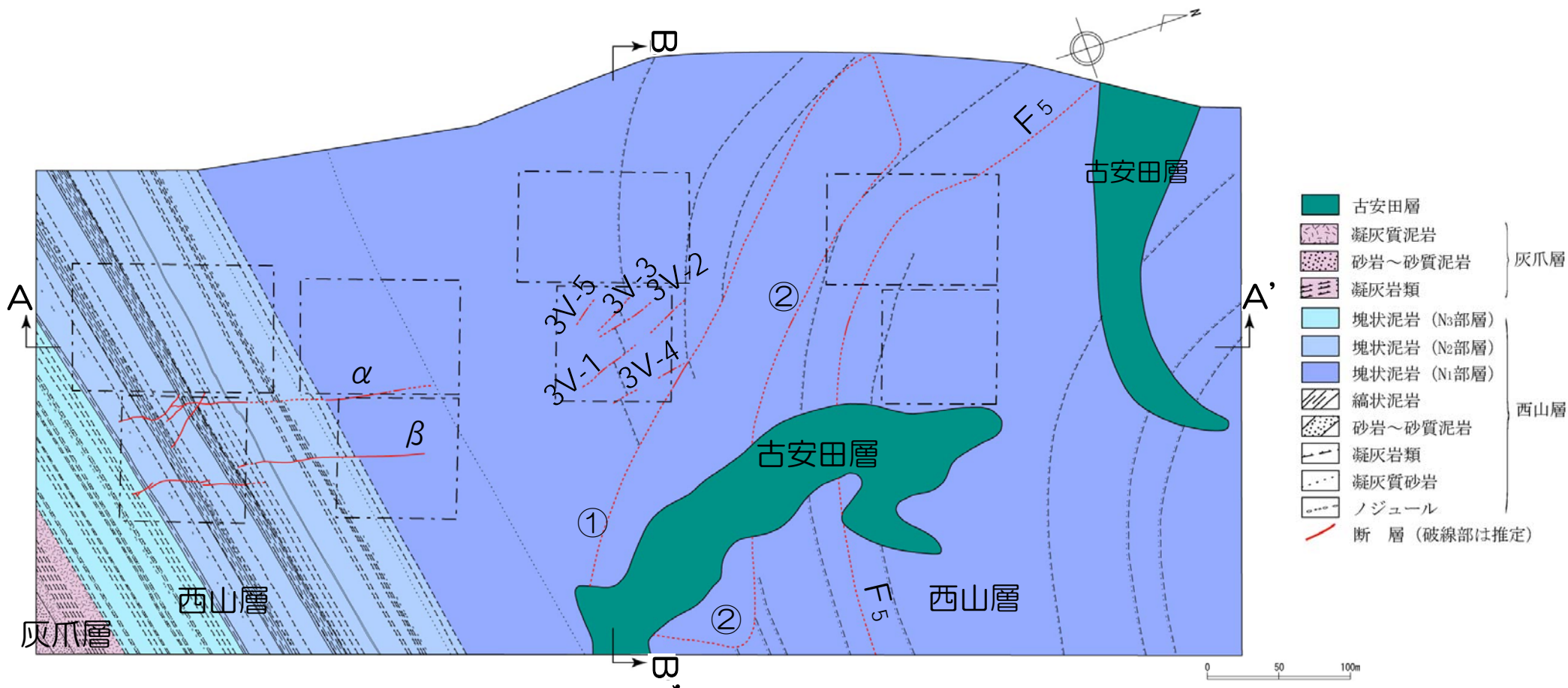
- 大湊側の敷地に分布する断層は、NW-SE～NNW-SSE走向で高角度の断層（V系断層），層理面に平行な断層（F系断層），ENE-WSW走向で低角度で南に傾斜するL₁断層とそれから分岐する層理面に平行なL₂断層に分類できる。
- 断層性状（破碎幅，変位量等）に基づき，V系はV₂断層，F系はF₃断層，L系はL₁断層が代表性を有する断層と評価される。
- このうち，L₁断層はV系断層の多くを切り，F₃断層を変位・変形させていることから最新活動を有する断層であると評価。
- 試掘坑による追跡調査の結果，L₁断層及びL₂断層はそれぞれ古安田層A₂部層中に延びていないこと，V₂断層は古安田層A₃部層中に延びていないこと，F₃断層は西山層上限面にごく僅かの変位を与えているが，古安田層A₂部層に入ってすぐに消滅していることを確認した。
- 以上のことから，いずれの断層も古安田層堆積終了以降，すなわち約20万年前以降の活動はないと判断される。

荒浜側の敷地に分布する断層の評価

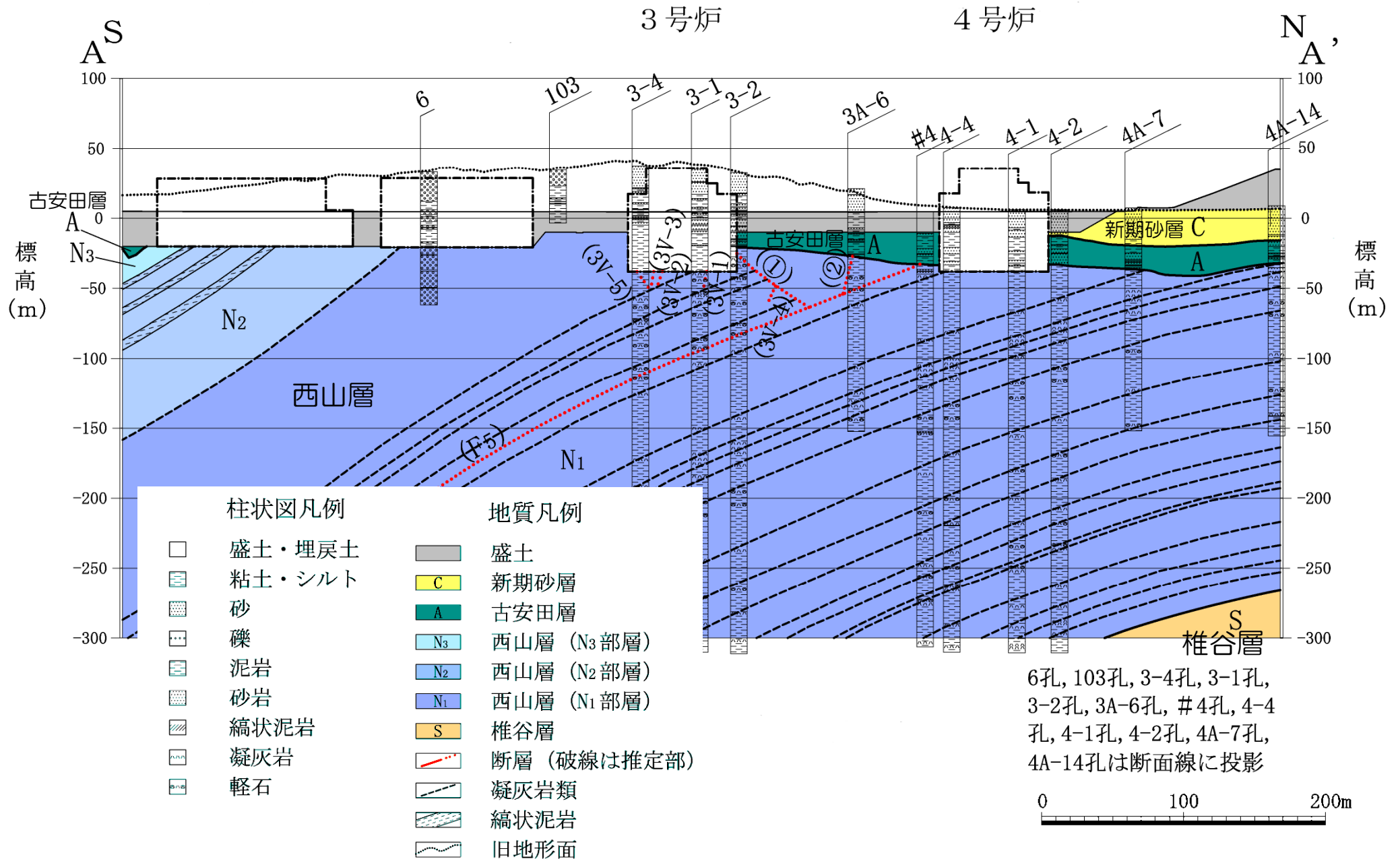
荒浜側原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造

- 1号～4号炉周辺に分布する断層は、NNW-SSE走向で高角度の断層（V系断層）、西山層の層理面に平行な断層（F系断層）、NW-SE走向で中角度北東傾斜の①断層とNW-SE走向高角度南西傾斜の②断層、及びNNE-SSW走向で高角度東傾斜の α ・ β 断層からなる。

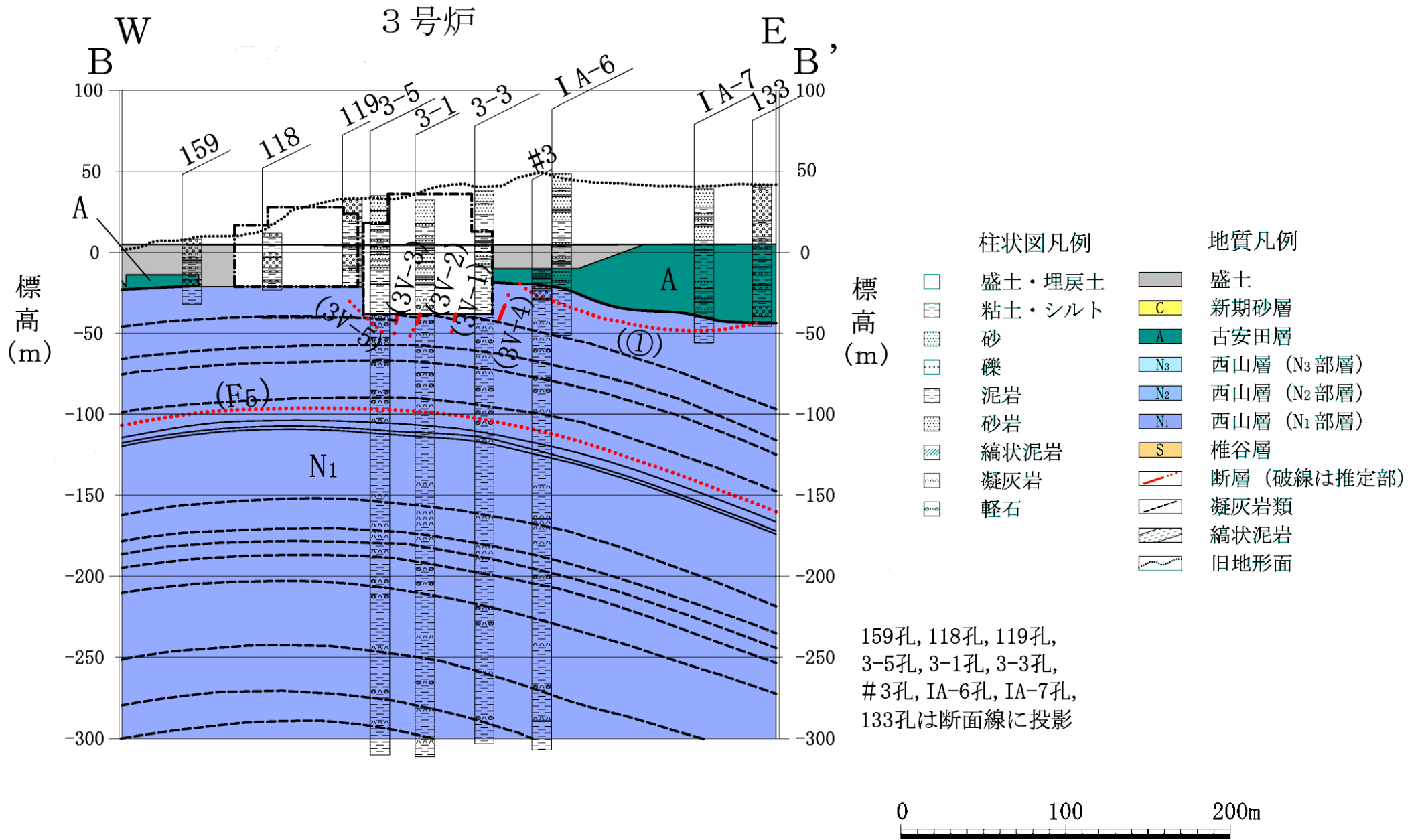
1号～4号炉原子炉施設設置位置付近（標高約-39m）の地質水平断面図



汀線平行方向の地質鉛直断面図

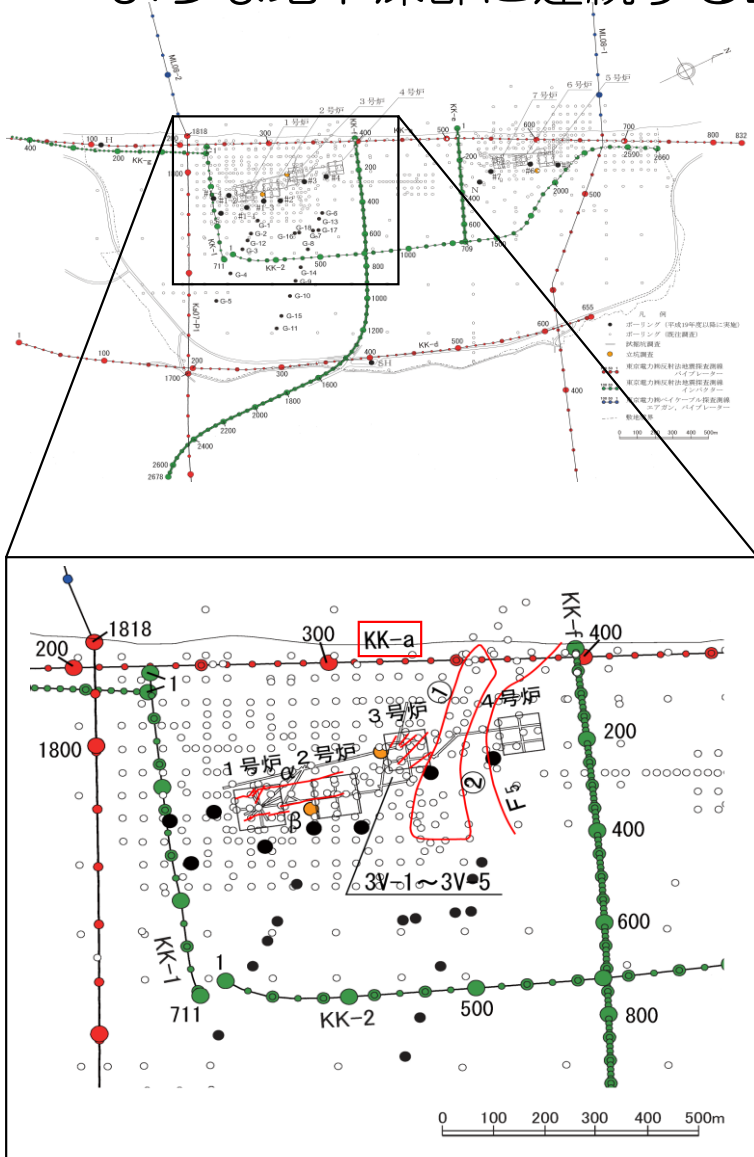


汀線直交方向の地質鉛直断面図

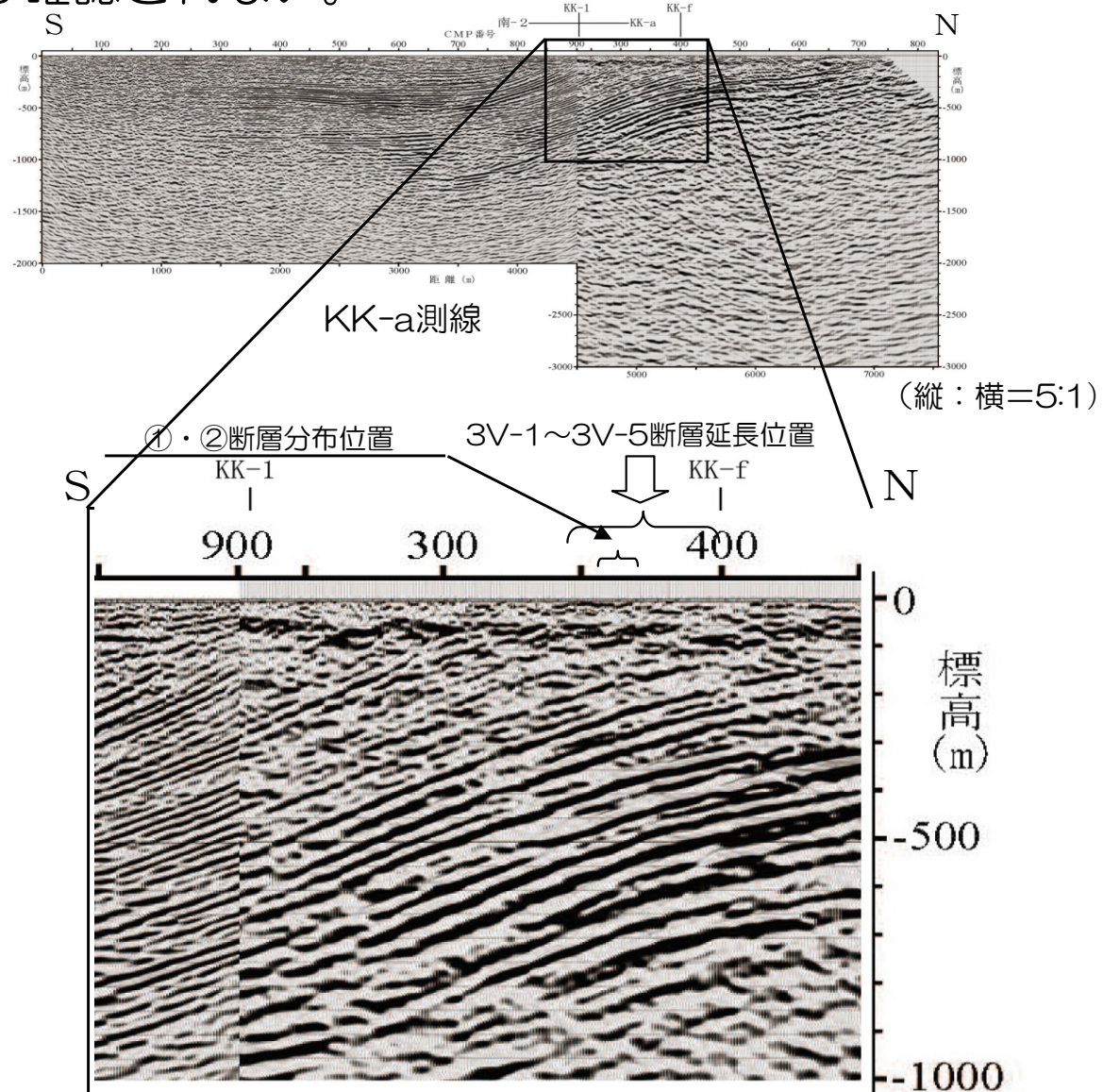


反射法地震探査結果 (KK-a測線)

- 1号~4号炉西方の汀線平行測線 (KK-a測線) においては、地震を発生させるような地下深部に連続する断層は確認されない。



反射法地震探査測線位置図

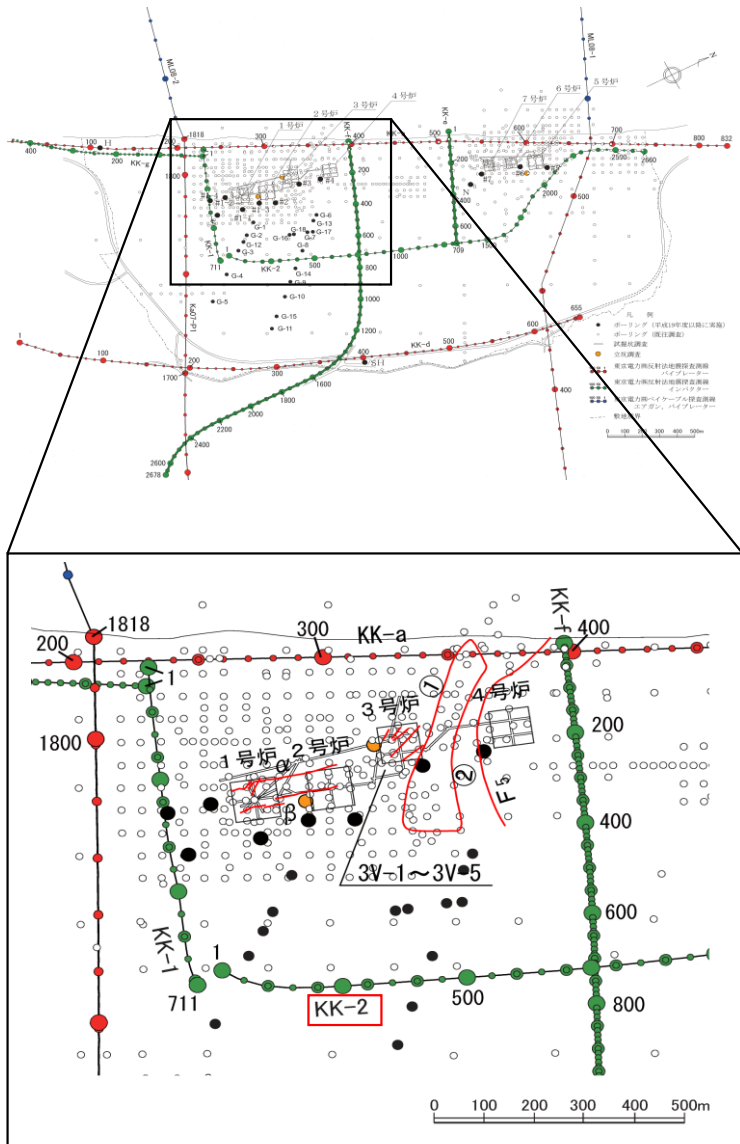


KK-a測線拡大

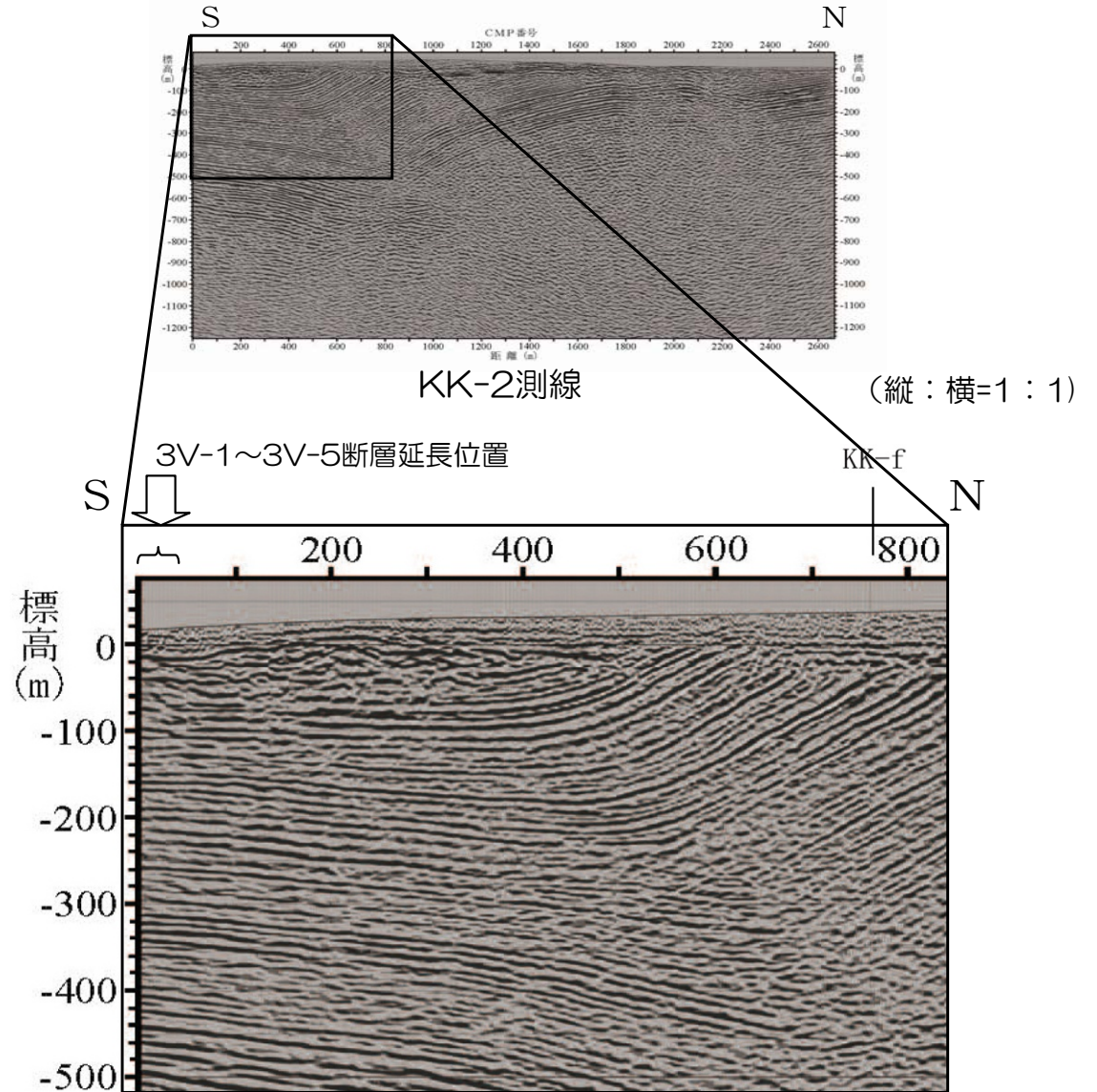
(縦：横=5:1)

反射法地震探査結果（KK-2測線）

- 1号～4号炉東方の汀線平行測線（KK-2測線）においては，地震を発生させるような地下深部に連続する断層は確認されない。



反射法地震探査測線位置図

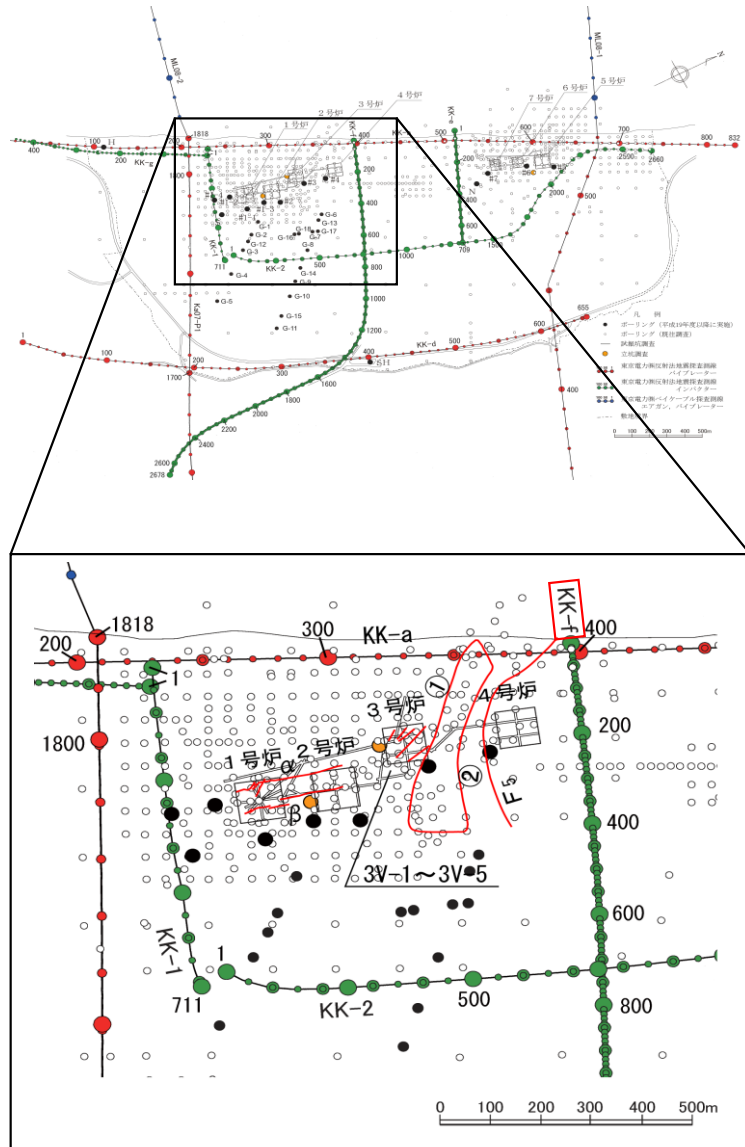


KK-2測線拡大

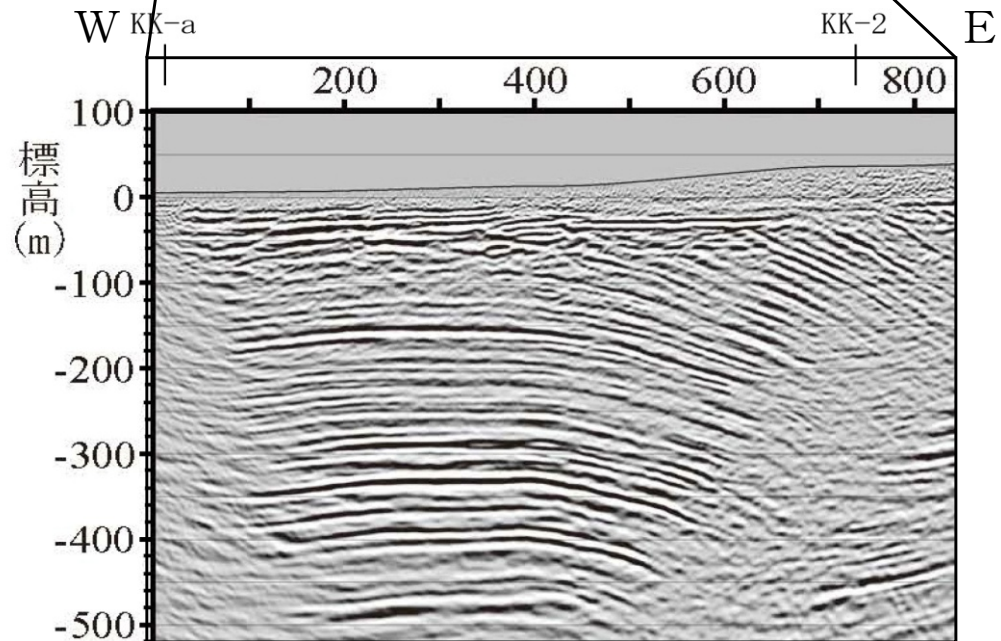
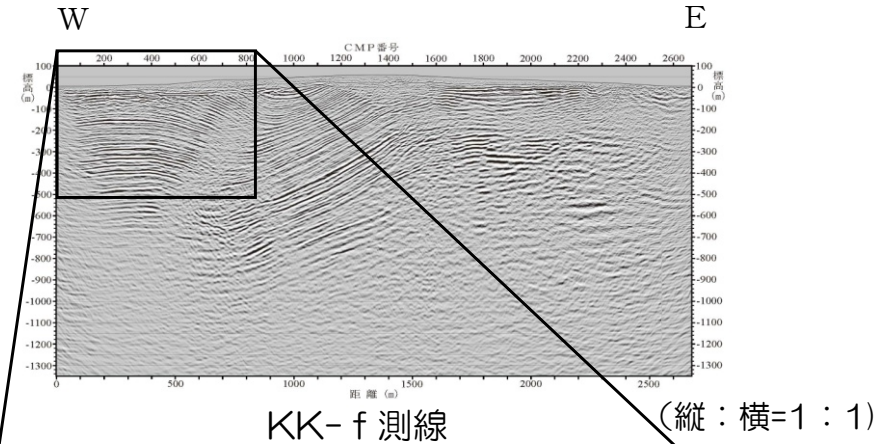
(縦：横=1：1)

反射法地震探査結果（KK-f測線）

- 1号～4号炉北方の汀線直交測線（KK-f測線）においては、地震を発生させるような地下深部に連続する断層は確認されない。



反射法地震探査測線位置図

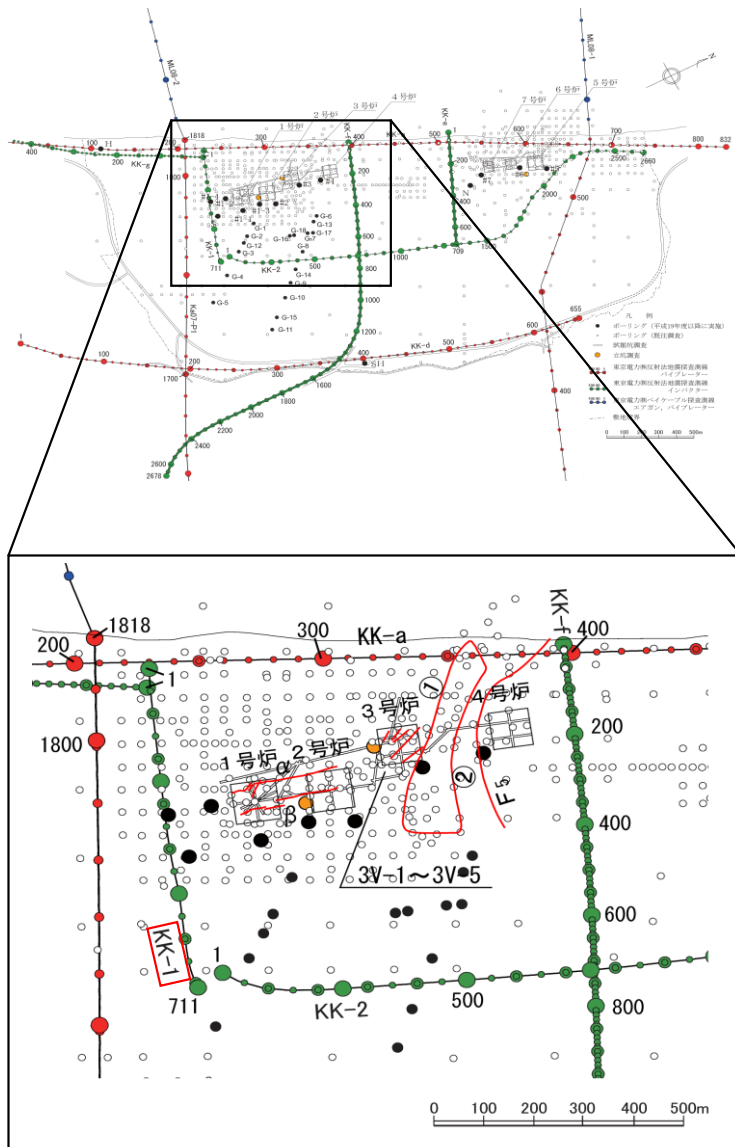


KK-f 測線拡大

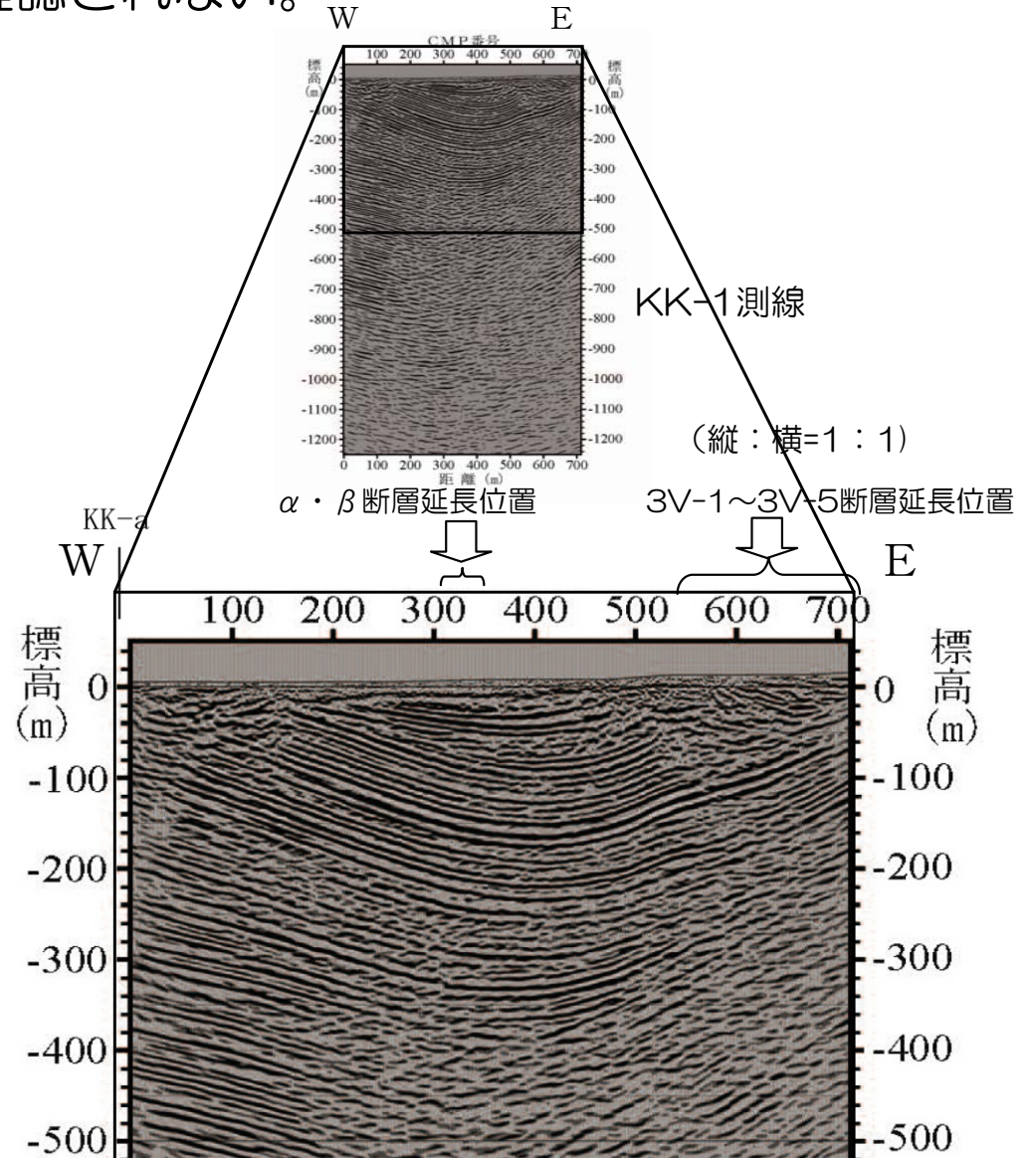
(縦：横=1：1)

反射法地震探査結果 (KK-1測線)

- 1号~4号炉南方の汀線直交測線 (KK-1測線) においては, 地震を発生させるような地下深部に連続する断層は確認されない。



反射法地震探査測線位置図

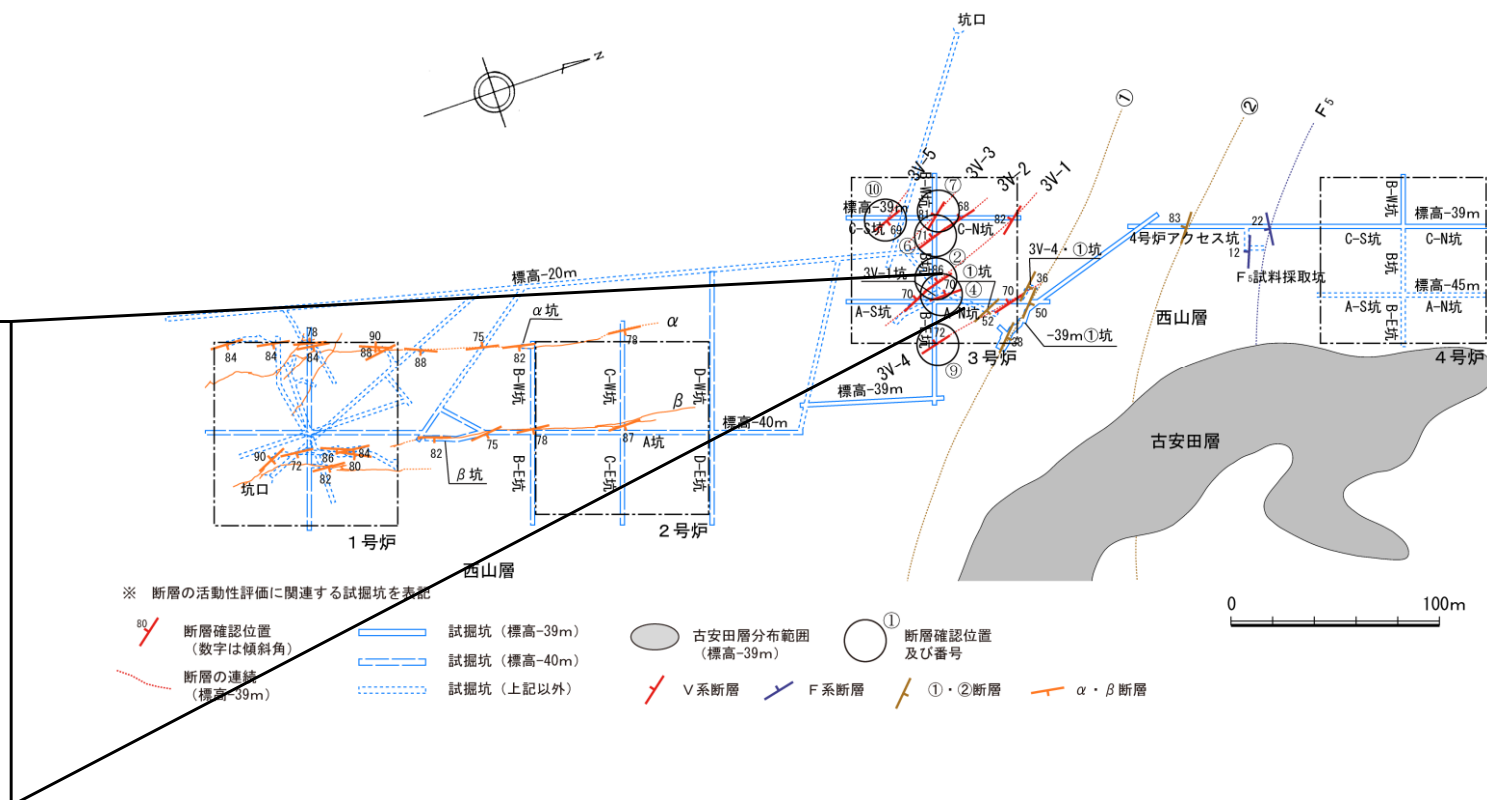
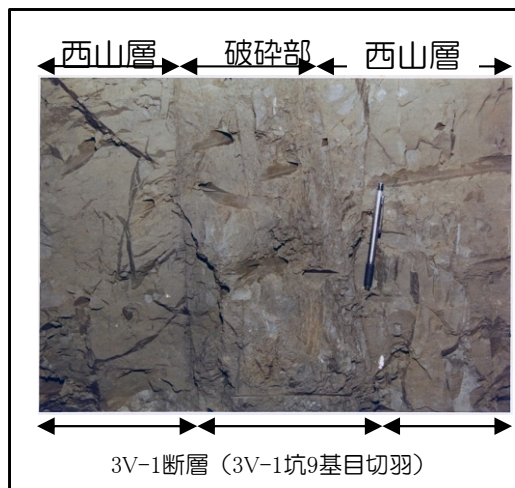


KK-1測線拡大

(縦:横=1:1)

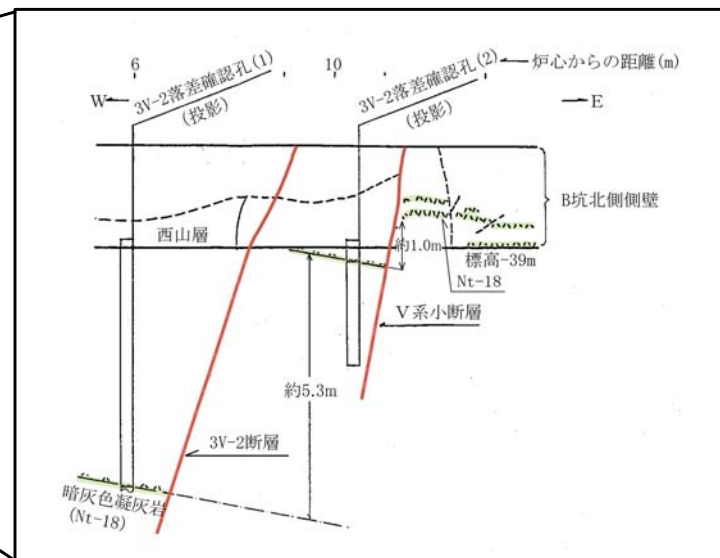
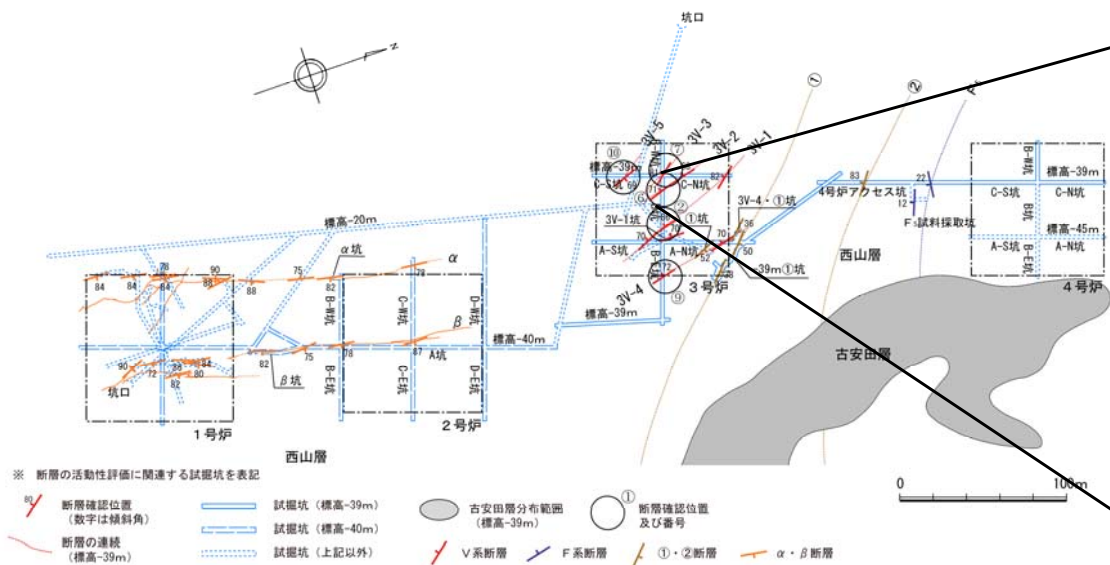
V系断層の性状

V系断層の一例

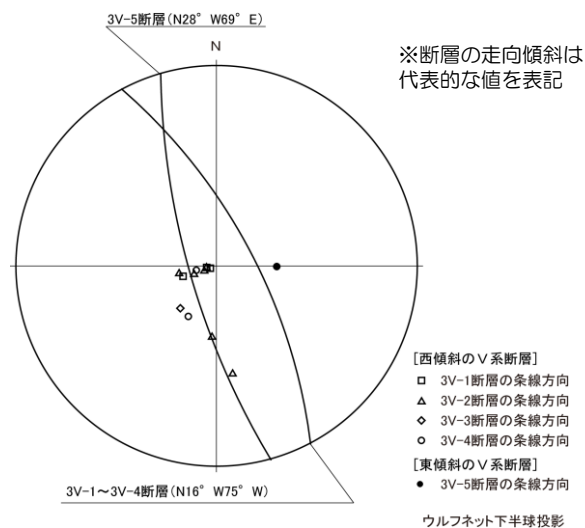


- V系断層は3V-1, 3V-2, 3V-3, 3V-4及び3V-5断層からなる。
- V系断層は3号炉試掘坑調査で確認している。
- V系断層は、北北西-南南東走向で高角度西傾斜の断層 (3V-1~3V-4断層) と、北北西-南南東走向で高角度東傾斜の断層 (3V-5断層) からなる。
- いずれも破碎部と薄い粘土を伴い、破碎部は平均幅8cm~15cm程度、粘土は平均幅フィルム状~0.1cm程度である。破碎幅は3V-1断層で最も厚く、最大44cmを示している。

V系断層の変位量



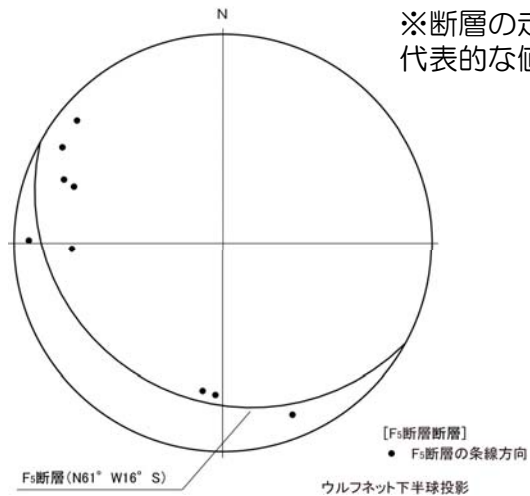
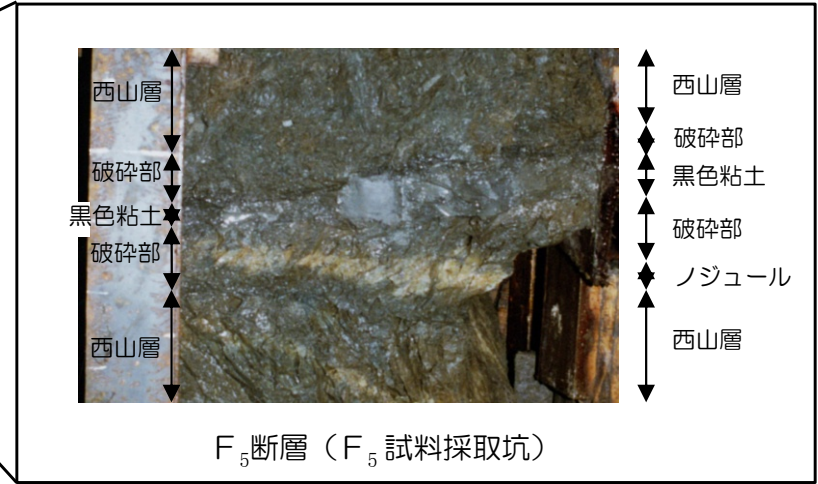
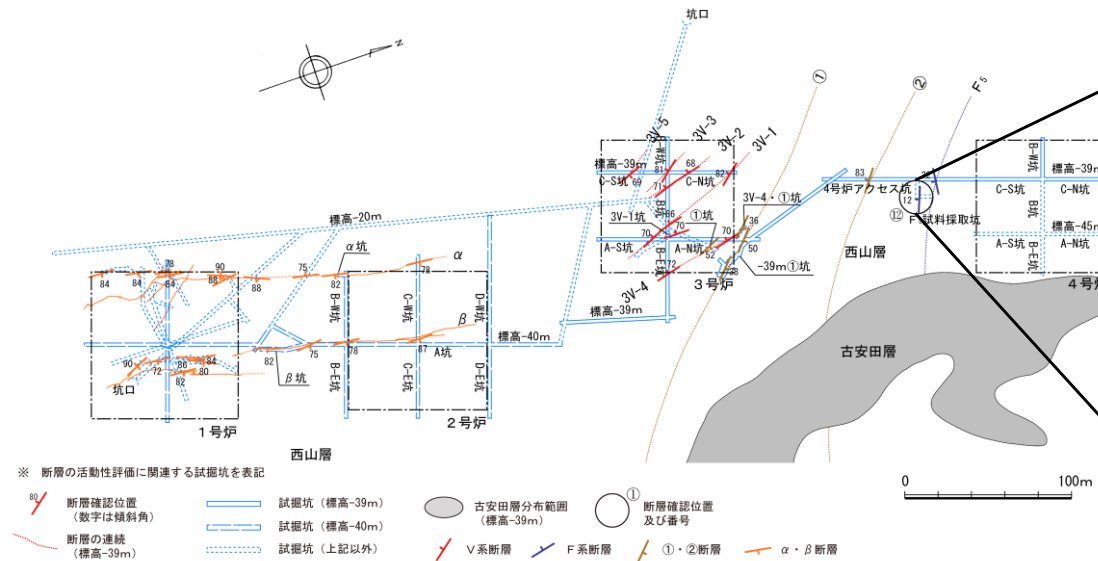
※変位量は、凝灰岩層を基準として約5.3mである。近傍の同系の断層の変位を加えると合計約6.3mとなる。



V系断層の条線方向

- 変位センスは、西傾斜の3V-1～3V-4断層では西落ちを示し、条線方向も縦ずれを示すことから西落ち正断層である。
- 東傾斜の3V-5断層では東落ちを示し、条線方向も縦ずれを示すことから東落ち正断層である。
- V系断層の変位量は、近傍に分布する同系統の小断層の変位量を含めると、3V-1断層で約4.6m、3V-2断層で約6.3m、3V-3断層で約4.0m、3V-4断層で約3.1m、3V-5断層で約1.1mとなっている。

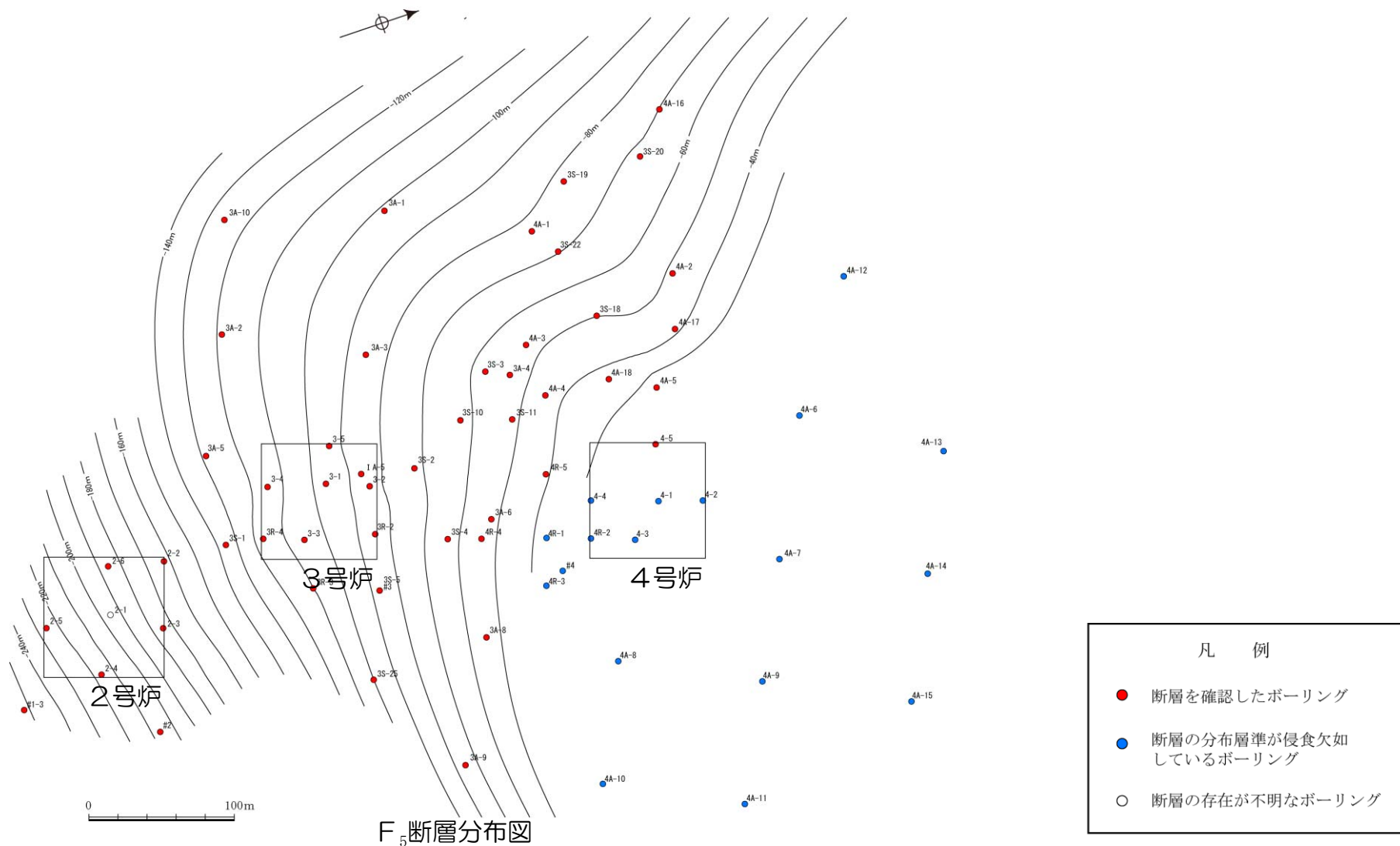
F系断層の性状



F₅断層の条線方向

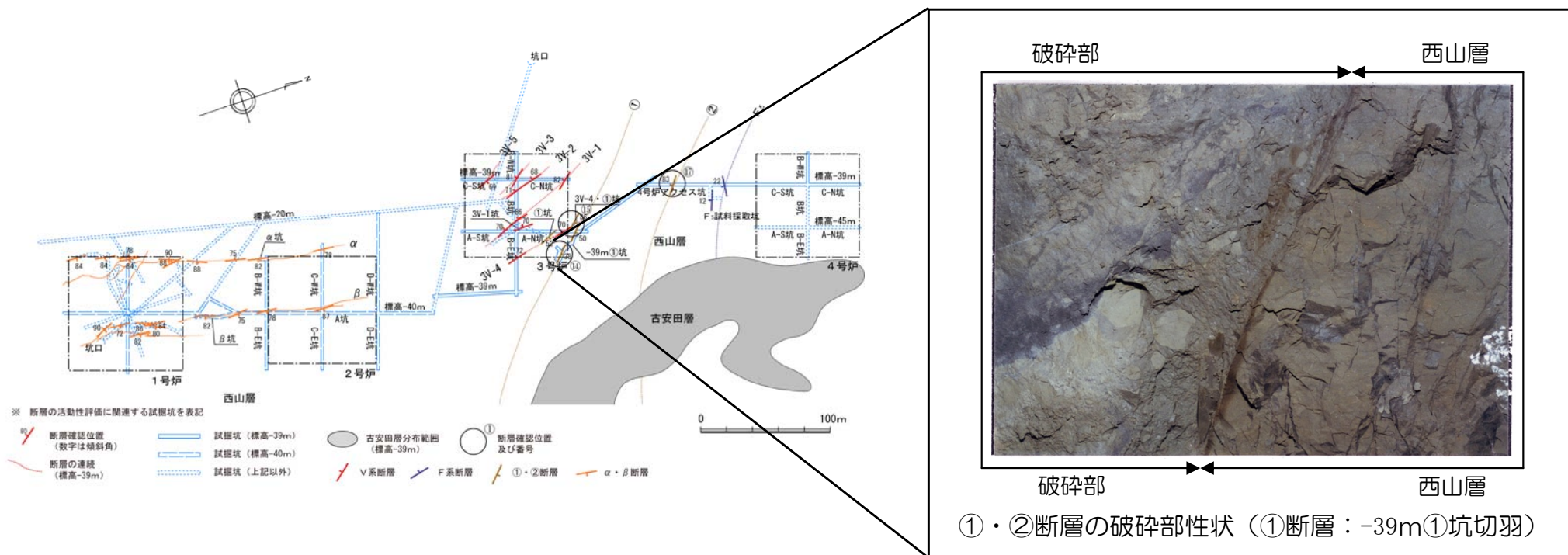
- F系断層は、西北西-東南東走向で南に緩く傾斜する西山層の層理面に平行な断層で、F₅断層が分布する。
- 平均幅5cm程度の破碎部及び平均幅6.6cm程度の黒色粘土を伴う。
- 条線方向はばらついているが、西北西-東南東方向及び南-北方向を示すものが多い。

F系断層の連続性



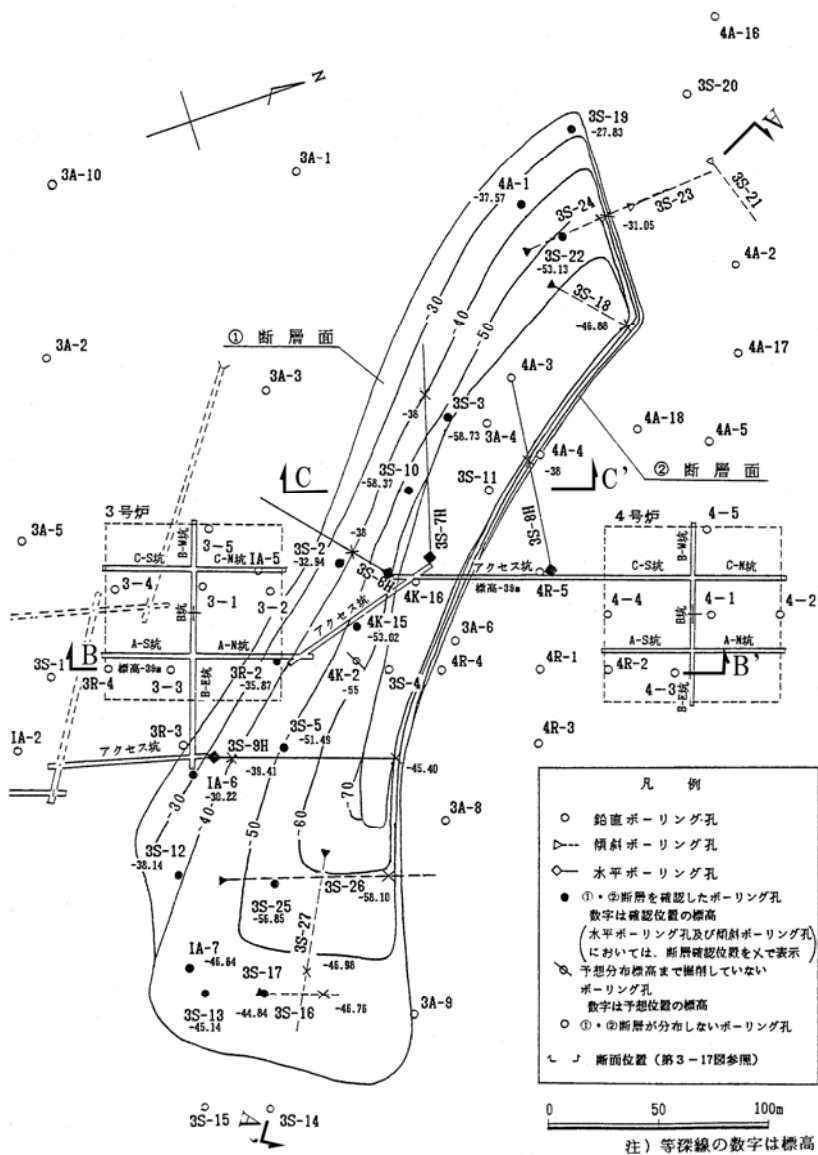
- 荒浜側で実施したボーリング調査から、F₅断層の分布及び連続性を把握した。
- F₅断層は、荒浜側のほとんどのボーリングで分布が確認されており、連続性が良い。

①, ②断層の性状

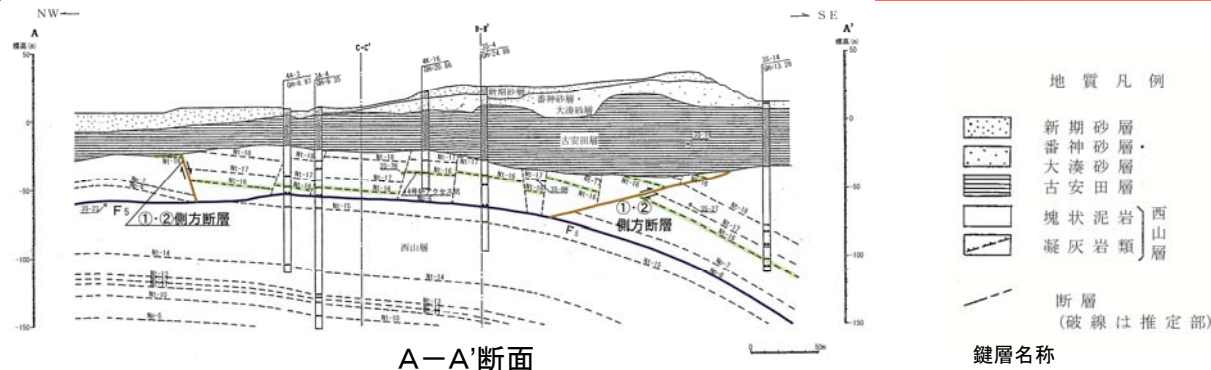


- ①・②断層は、北西-南東走向で中角度北東傾斜の①断層と、北西-南東走向で高角度南西傾斜の②断層からなる。
- ①断層は平均幅280cm程度の、②断層は平均幅220cm程度のそれぞれ亜角礫を含む破砕部を伴う。断層面が不明瞭となる場合がある。

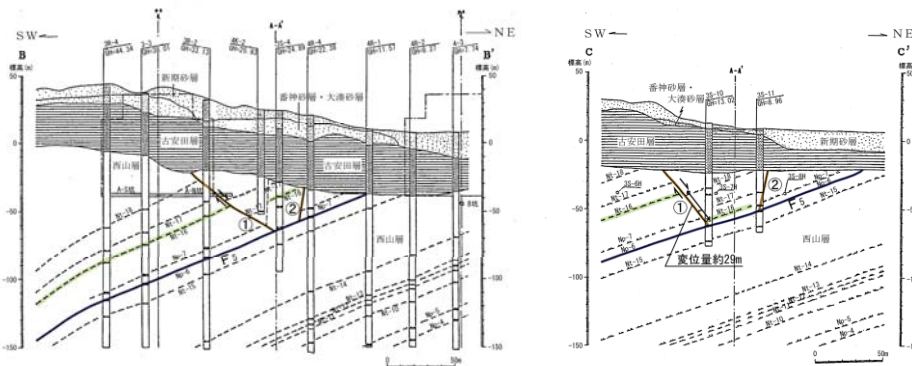
①, ②断層の連続性及び変位量



①・②断層の分布形態(平面図)



A-A'断面

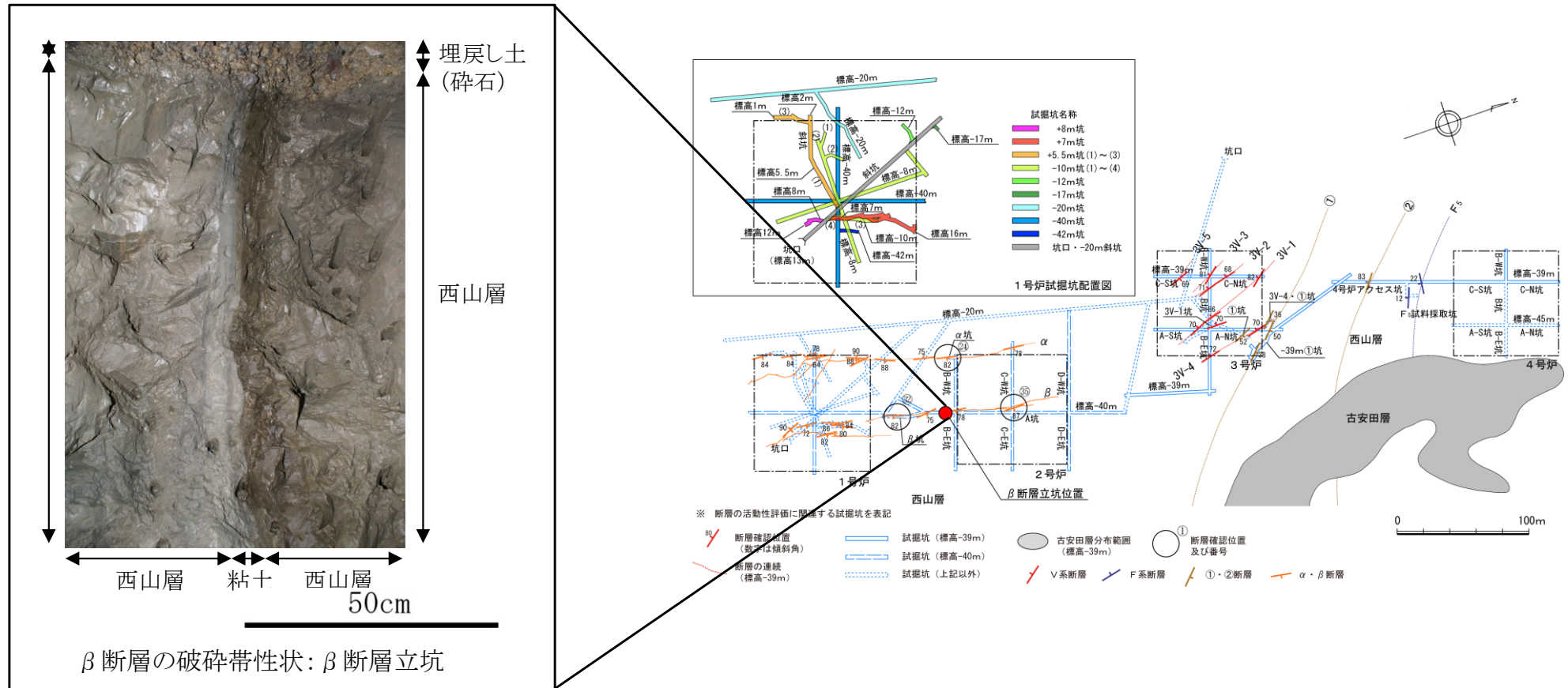


C-C'断面

※西山層中の鍵層のうち、暗灰色～灰白色凝灰岩(Nt-16)を着色表示。

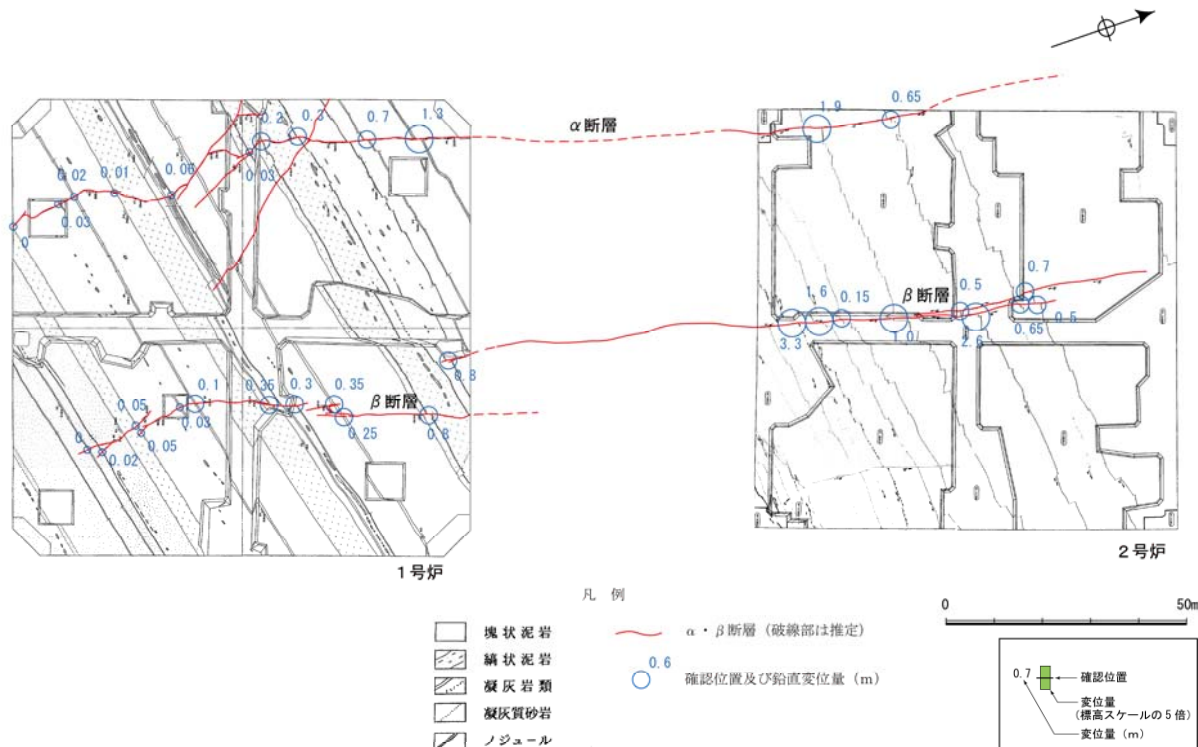
- ①断層及び②断層は、試掘坑調査及びボーリング調査によって連続性、変位量を確認している。
- 西方延長部及び東方延長部はそれぞれ側方断層に連続し、平面的には北西-南東方向に延びる環状を呈し、断面的にはF₅断層より下位には延びておらず、舟底状を呈する。
- ①断層及び②断層の変位量は、鍵層の分布から正断層的に最大約29mと推定される。また、北西側の側方断層は正断層、南東側の側方断層は逆断層である。
- 以上より、①・②・F₅断層に囲まれた土塊は、全体として正断層的に落ち込むとともに、北西から南東方向に移動した地すべり土塊と考えられる。

α, β断層の性状



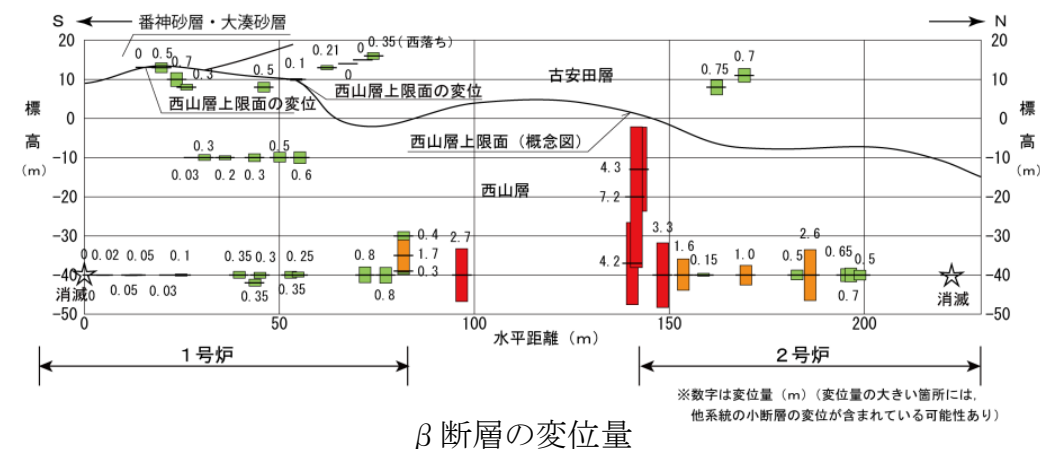
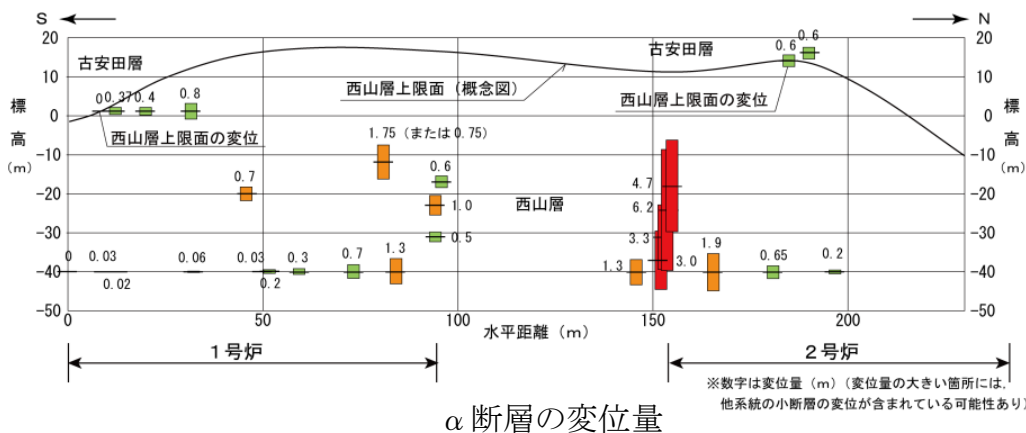
- α断層及びβ断層は、北北東-南南西走向で高角度東傾斜（一部鉛直ないし西傾斜）の断層からなり、両断層は40m~50m程度の間隔でほぼ平行に分布している。
- α断層は幅0~50cm程度の破砕部と幅0.1~2cm程度の粘土を伴い、β断層は幅0~50cm程度の破砕部と幅0.1~4cm程度の粘土を伴う。粘土は比較的良く固結している。

α, β断層の変位量 (基礎面観察結果)



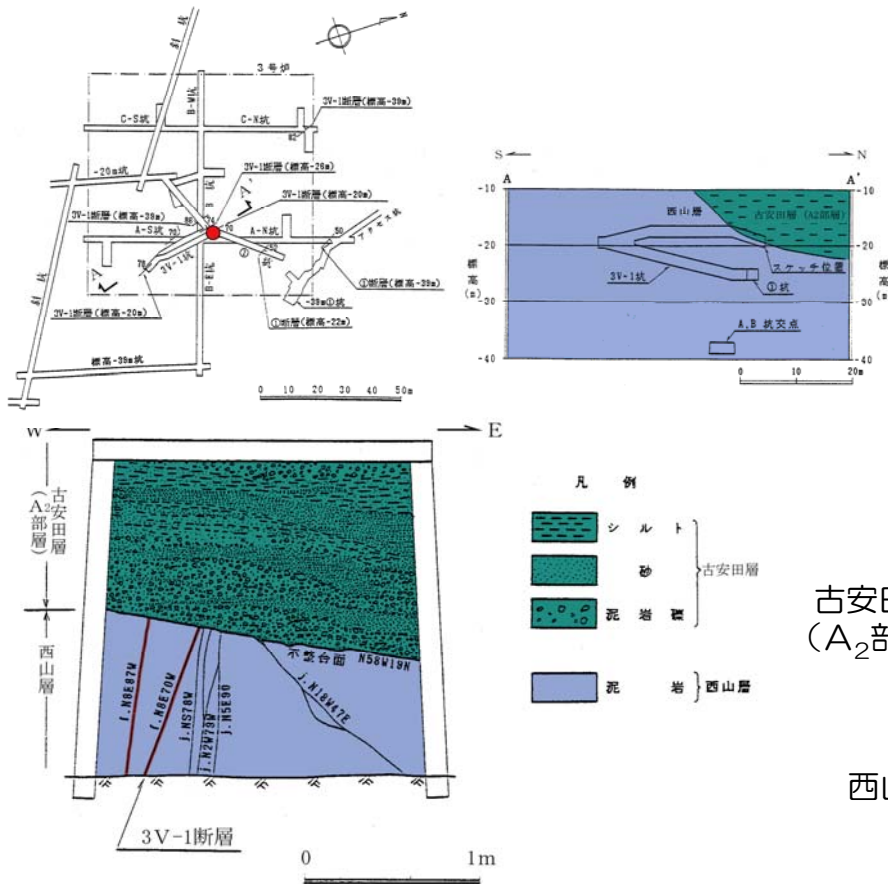
1号炉及び2号炉基礎底盤におけるα・β断層の変位量

- α断層の変位量は、1号炉南端部で0cm, 中央部付近までは数cm程度, 北部では数10cm~1.3mとなり, 2号炉南側壁面の標高-20m付近で最大6.2mを示し, その北側では1.9m, 0.65m, 0.2mと北に向かって減少している。
- β断層の変位量は、1号炉南東部では数cm程度, 北東部では数10cm程度となり, 2号炉南側壁面の標高-20m付近で最大7.2mを示し, これより北側ではややばらつくものの2号炉北部では数10cm程度となり, 2号炉北端近くで消滅している。
- 以上のように, α・β断層の変位量は, 平面的には1号炉と2号炉の中間部付近でやや大きく, 北及び南に向かって減少し, 断面的には標高-20m付近で最も大きく, 上方及び下方に向かって減少する傾向が認められる。



3V-1断層の活動性

- 3V-1断層と古安田層の関係を確認するため、-20m坑から東北東に試掘坑を掘削して3V-1断層の延長部を確認した後、上方に向かって試掘坑による追跡調査を実施した。
- その結果、3V-1断層は古安田層と西山層の境界面に変位を与えておらず、かつ、古安田層（A₂部層）中には延びていないことを確認した。



3V-1断層と古安田層との関係（3V-1坑最終切羽）

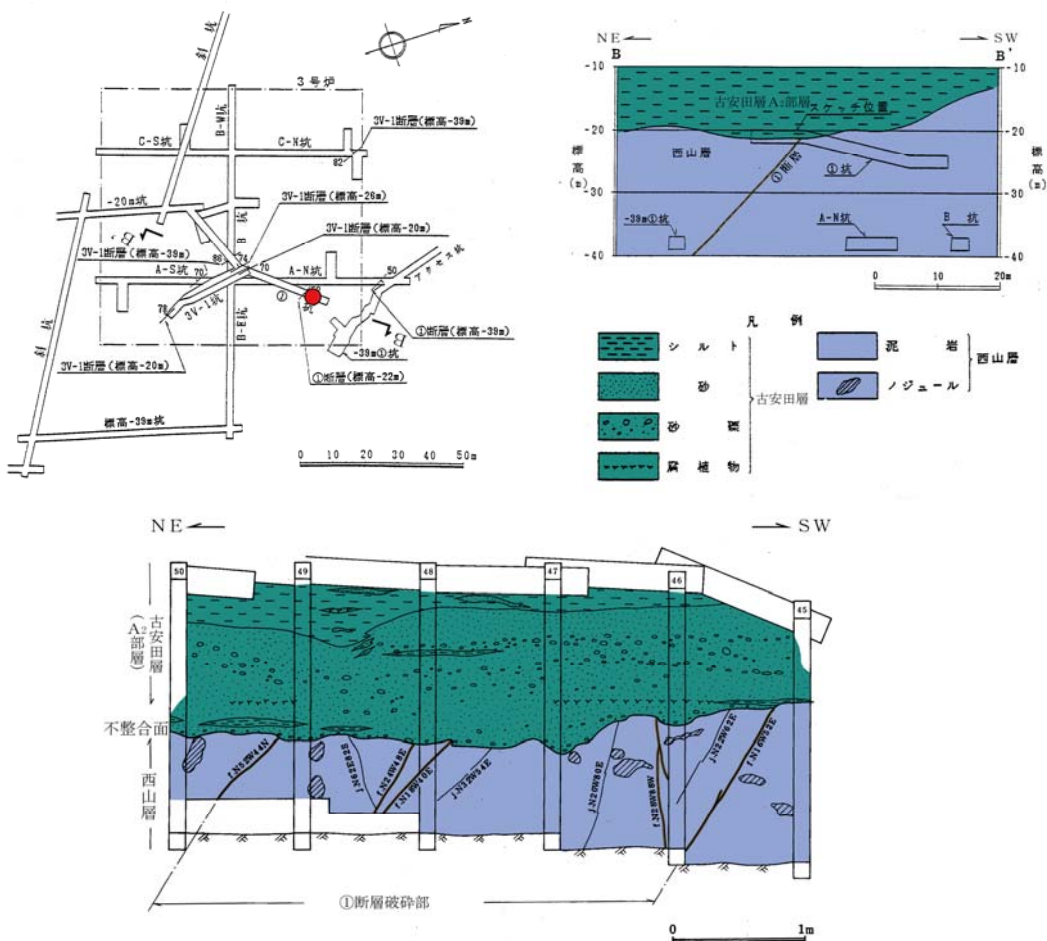


3V-1坑最終切羽写真

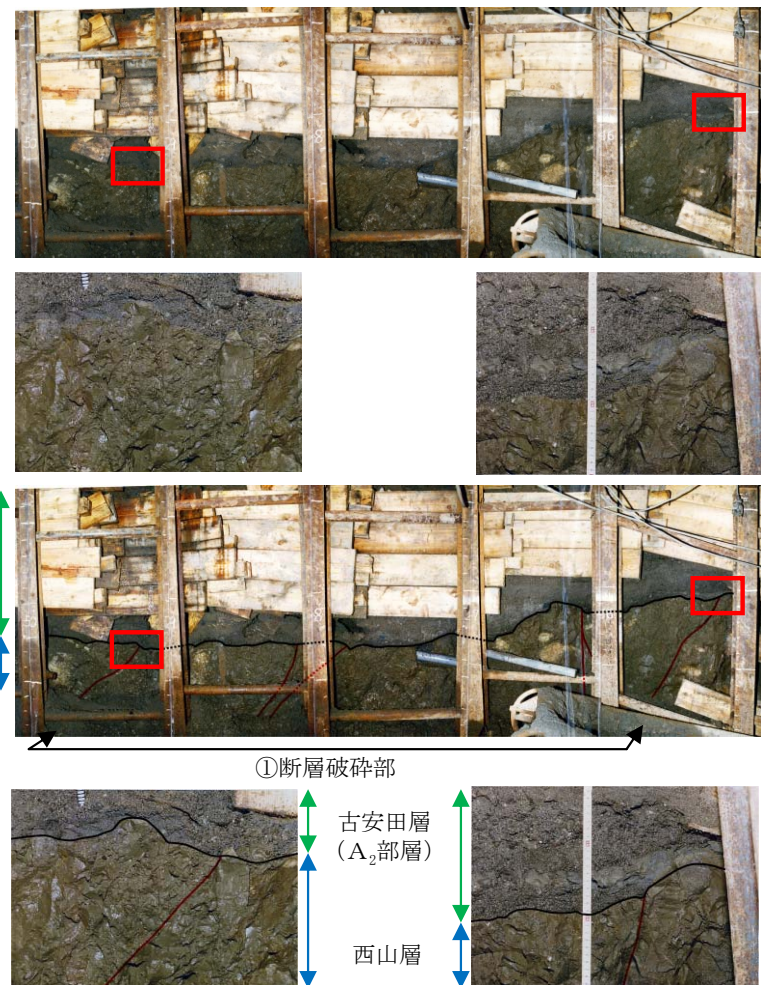
3V-1坑最終切羽拡大写真

①断層の活動性

- ①断層と古安田層との関係を確認するため、-20m坑から東北東に試掘坑を掘削して①断層の延長部を確認した。
- その結果、①断層は古安田層と西山層の境界面に変位を与えておらず、かつ、古安田層（A₂部層）中に延びていないことを確認した。



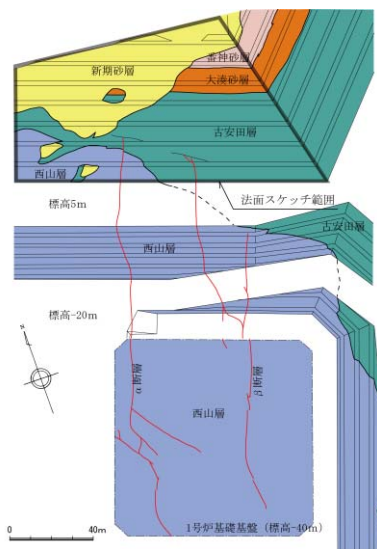
①断層と古安田層との関係（①坑南側壁）



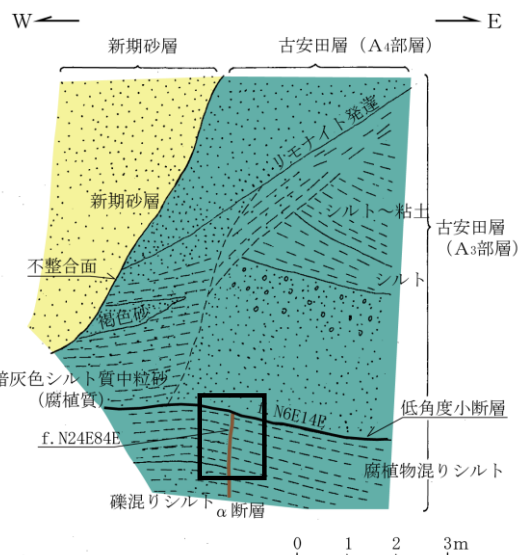
①坑南側壁①断層写真

α断層の活動性

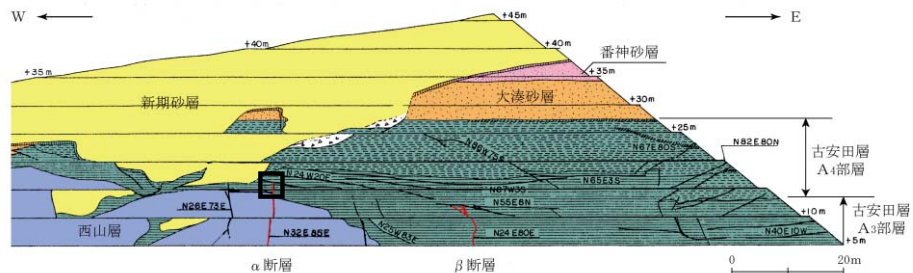
- 1号炉敷地造成法面においてα断層と古安田層との関係を調査した。
- その結果、α断層は古安田層A₃部層中に連続し、古安田層と西山層の境界面及び古安田層に変位を与えているものの、古安田層中の低角度小断層で止まっており、これより上位には延びておらず、少なくとも大湊砂層の基底面には変位を与えていないことを確認した。



1号炉北側法面位置図



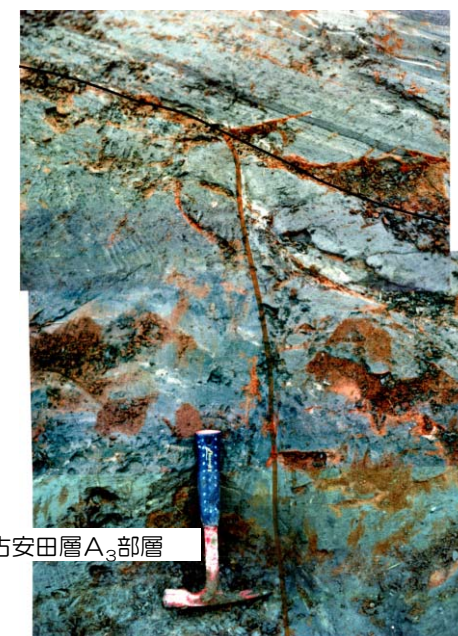
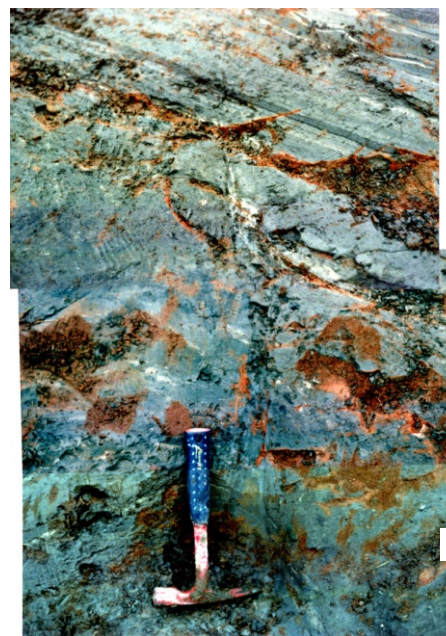
α断層スケッチ



1号炉北側法面地質スケッチ



1号炉北側法面写真 (標高5m~15m)

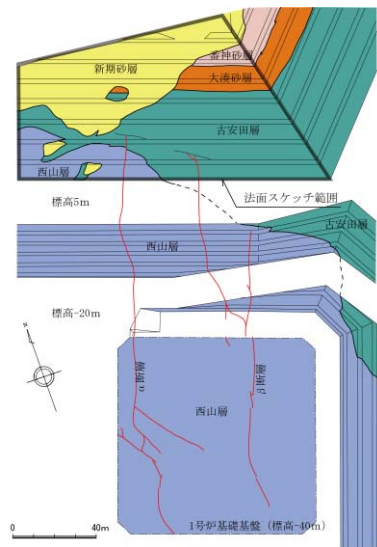


古安田層A₃部層

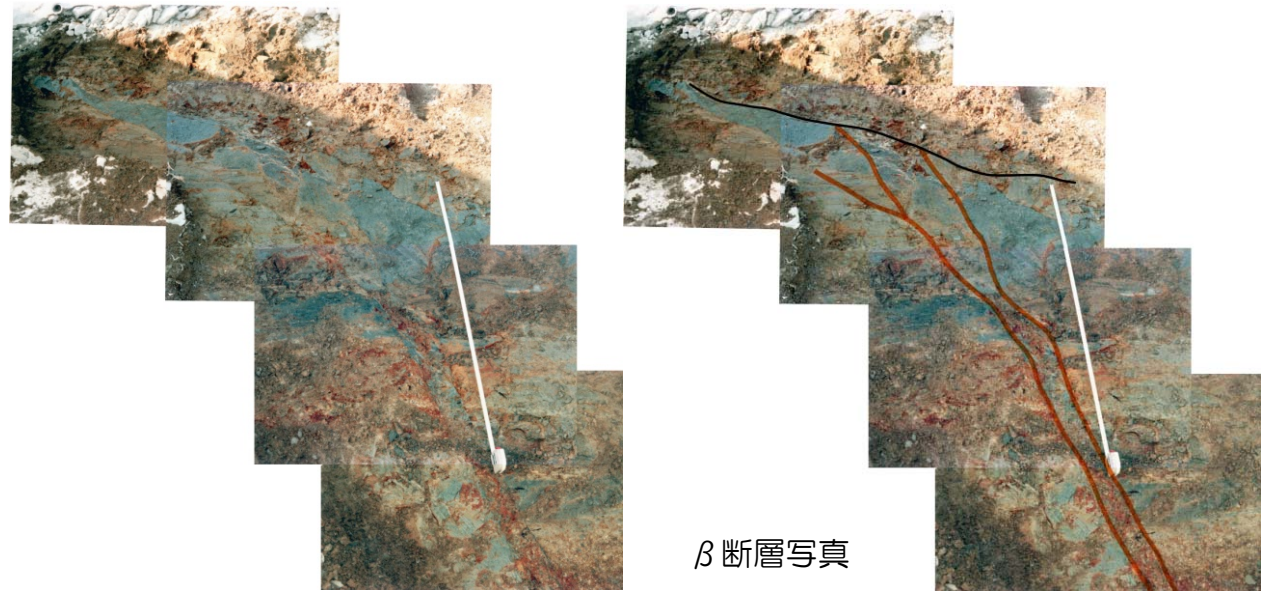
α断層写真

β断層の活動性

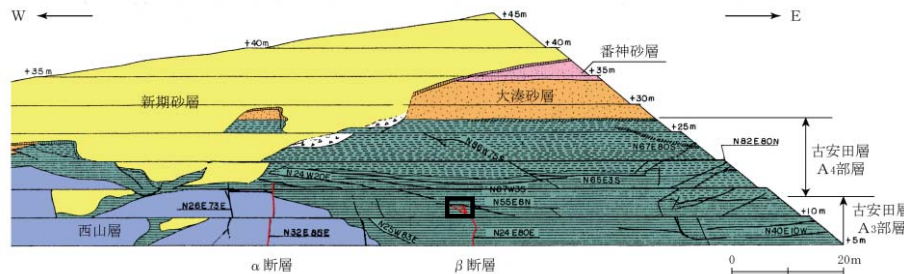
- 1号炉敷地造成法面においてβ断層と古安田層との関係を調査した。
- その結果、β断層は古安田層A₃部層中に連続し、古安田層に変位を与えているものの、古安田層中の低角度小断層で止まっており、これより上位には延びておらず、少なくとも大湊砂層の基底面には変位を与えていないことを確認した。



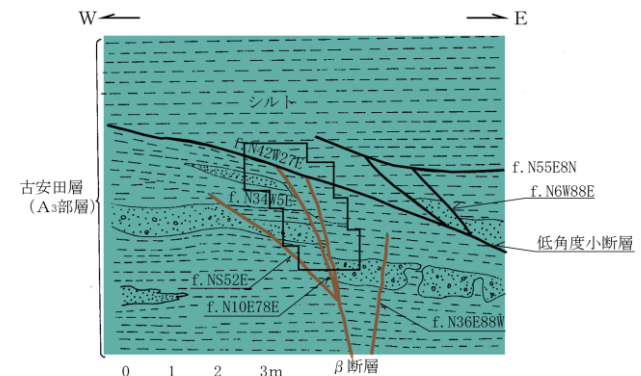
1号炉北側法面位置図



β断層写真



1号炉北側法面地質スケッチ



β断層スケッチ (1号炉北側法面)

まとめ（荒浜側）

- 荒浜側の敷地に分布する断層は，NNW－SSE走向で高角度の断層（V系断層），西山層の層理面に平行な断層（F系断層），NW－SE走向で中角度北東傾斜の①断層とNW－SE走向高角度南西傾斜の②断層，及びNNE－SSW走向で高角度東傾斜の α ・ β 断層からなる。
- 荒浜側に分布する断層は，大湊側の断層に連続せず，1号～4号炉周辺で実施した反射法地震探査結果によれば，いずれの測線においても地震を発生させるような地下深部に連続する断層は確認されない。
- また，試掘坑による追跡調査の結果，3V-1断層及び①断層はそれぞれ古安田層A₂部層中に延びていないことを確認している。また， α ・ β 断層は1号炉北側法面において古安田層A₃部層中に連続するものの，古安田層中の低角度小断層で止まっており，これより上位には延びておらず，少なくとも大湊砂層の基底面には変位を与えていないことを確認している。
- 以上より，荒浜側に分布する断層は，いずれも震源として考慮する活断層ではないと評価される。