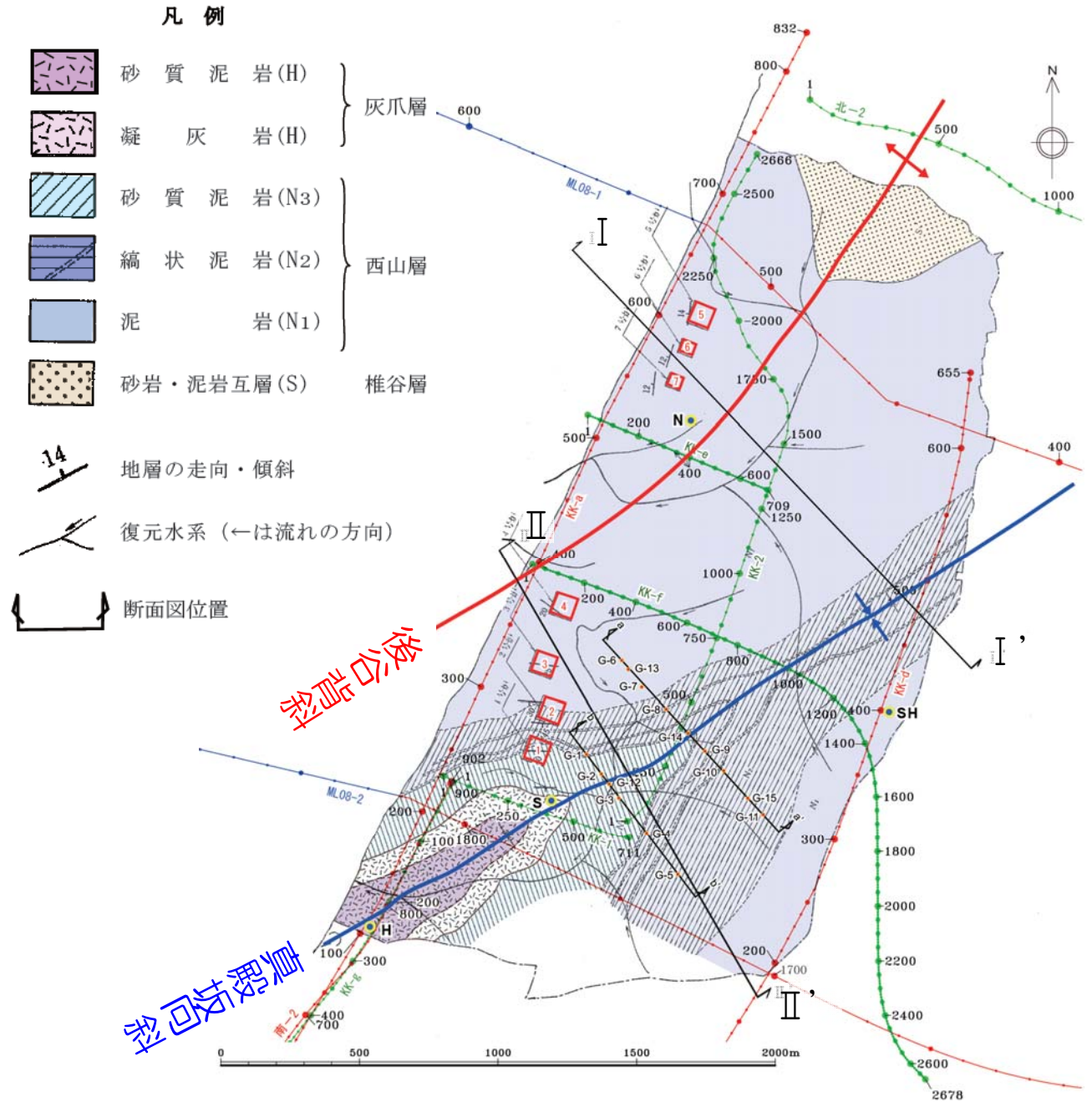


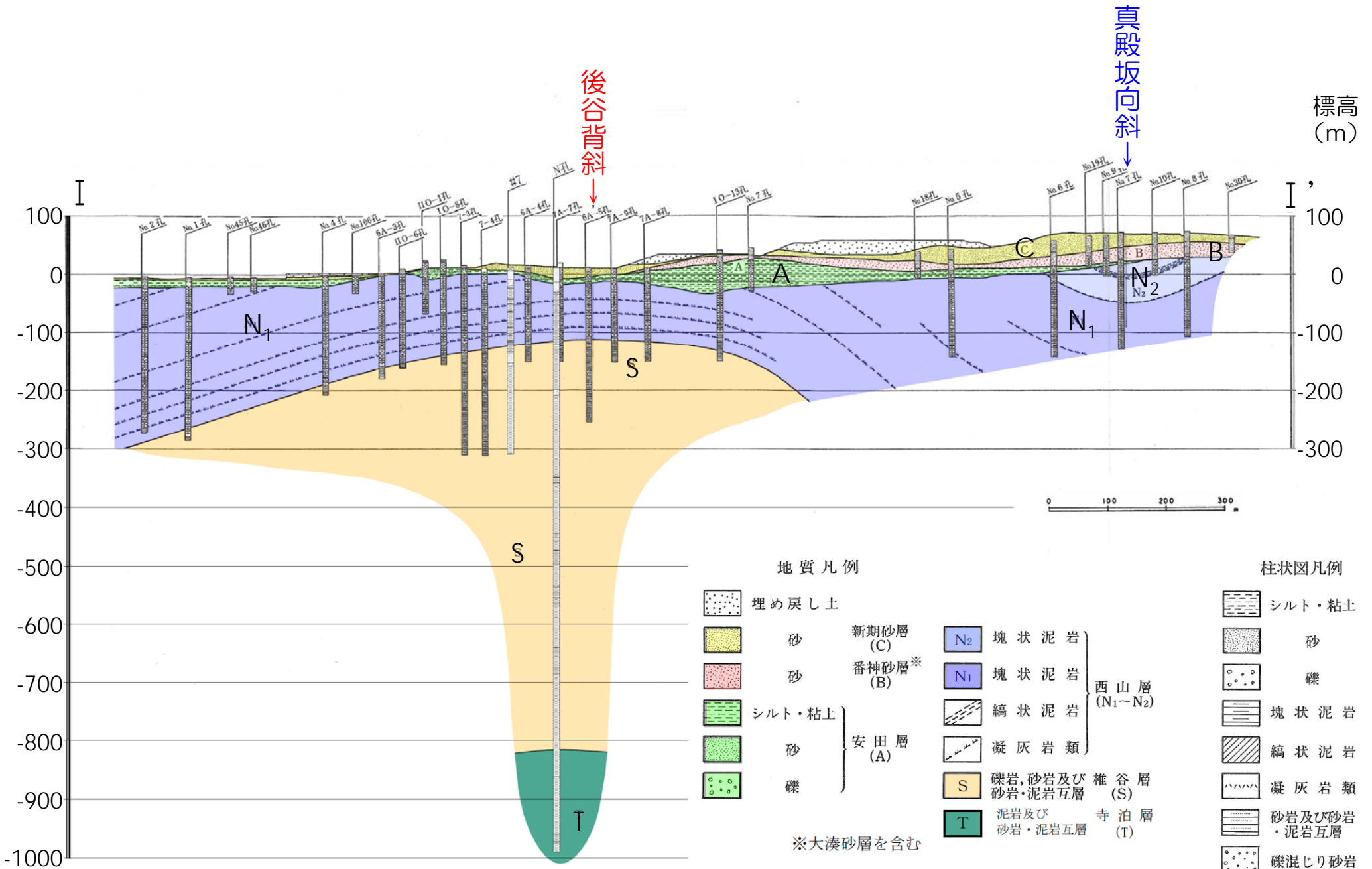
- 
1. 敷地及び敷地近傍における中部・上部更新統の地質層序
  2. 真殿坂断層の評価
  3. 敷地内断層の評価
  4. まとめ

# 敷地内の地質構造図

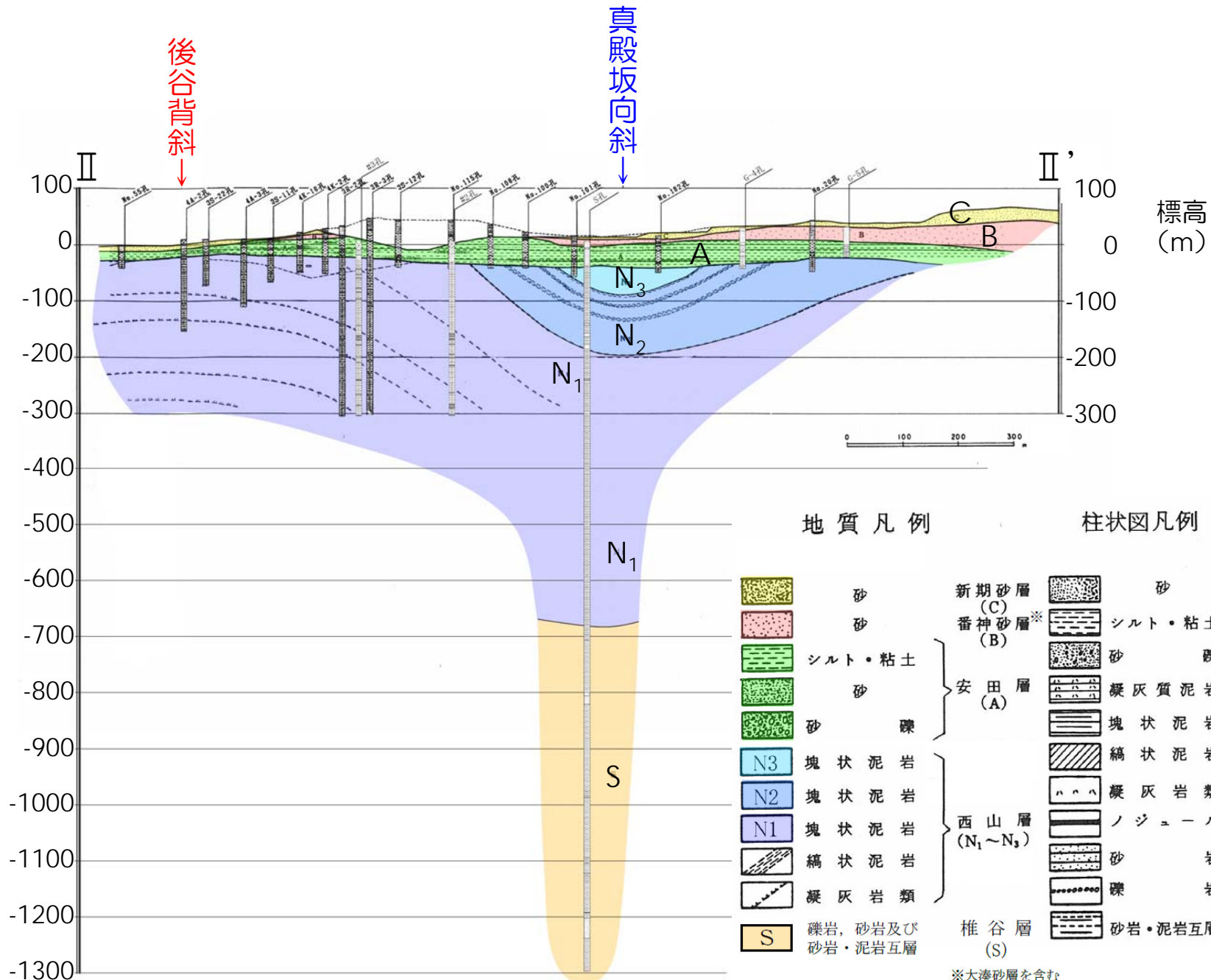
- 敷地北部では椎谷層が上位の西山層に囲まれて、敷地南西部では灰爪層が下位の西山層に囲まれて分布している。
- 後谷背斜及び真殿坂向斜は、NE-SW方向に連続し、全体としてSW方向にプランジしている。



# 敷地内の地質断面図 (I-I' 断面)

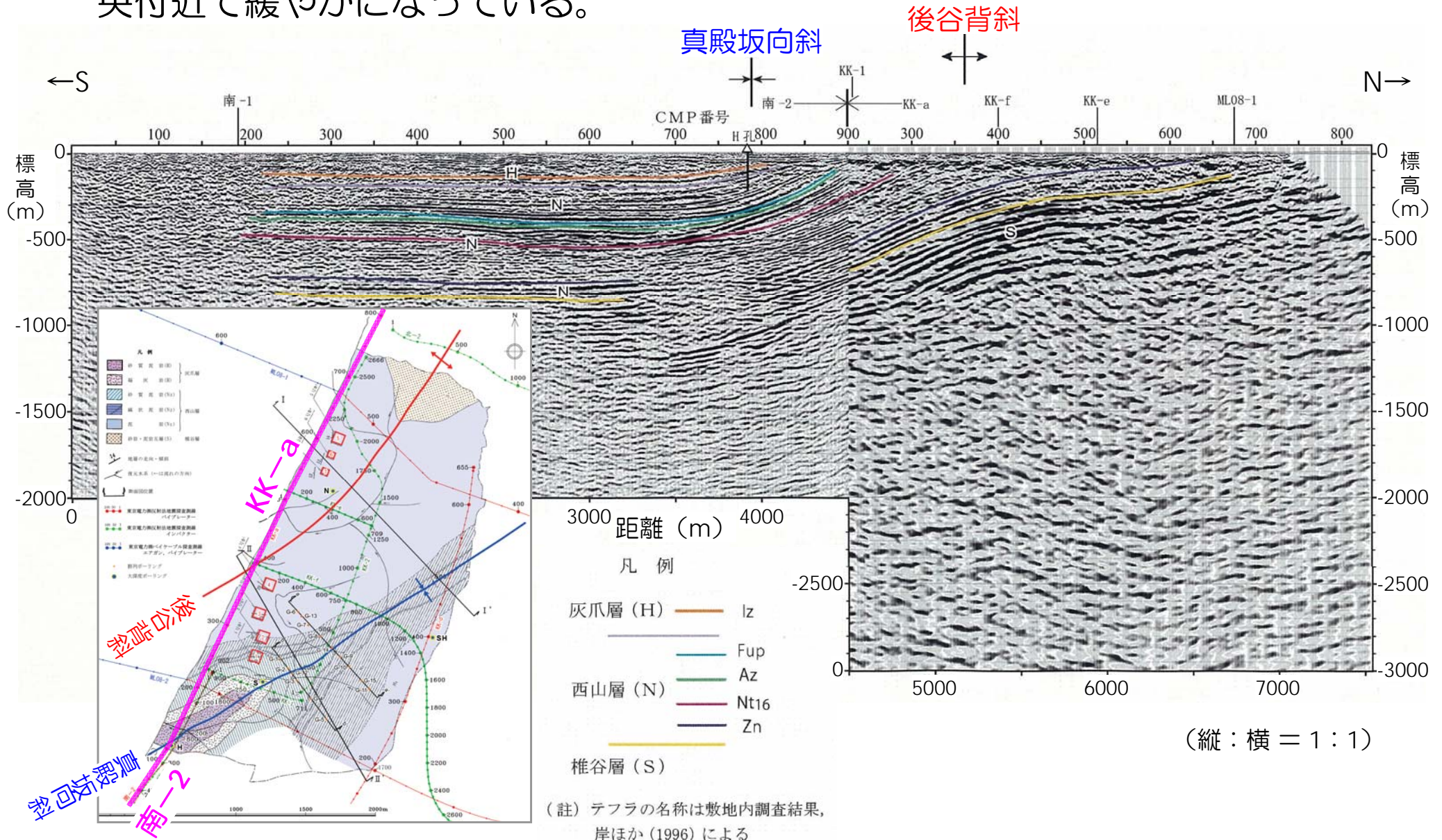


# 敷地内の地質断面図 (II-II' 断面)



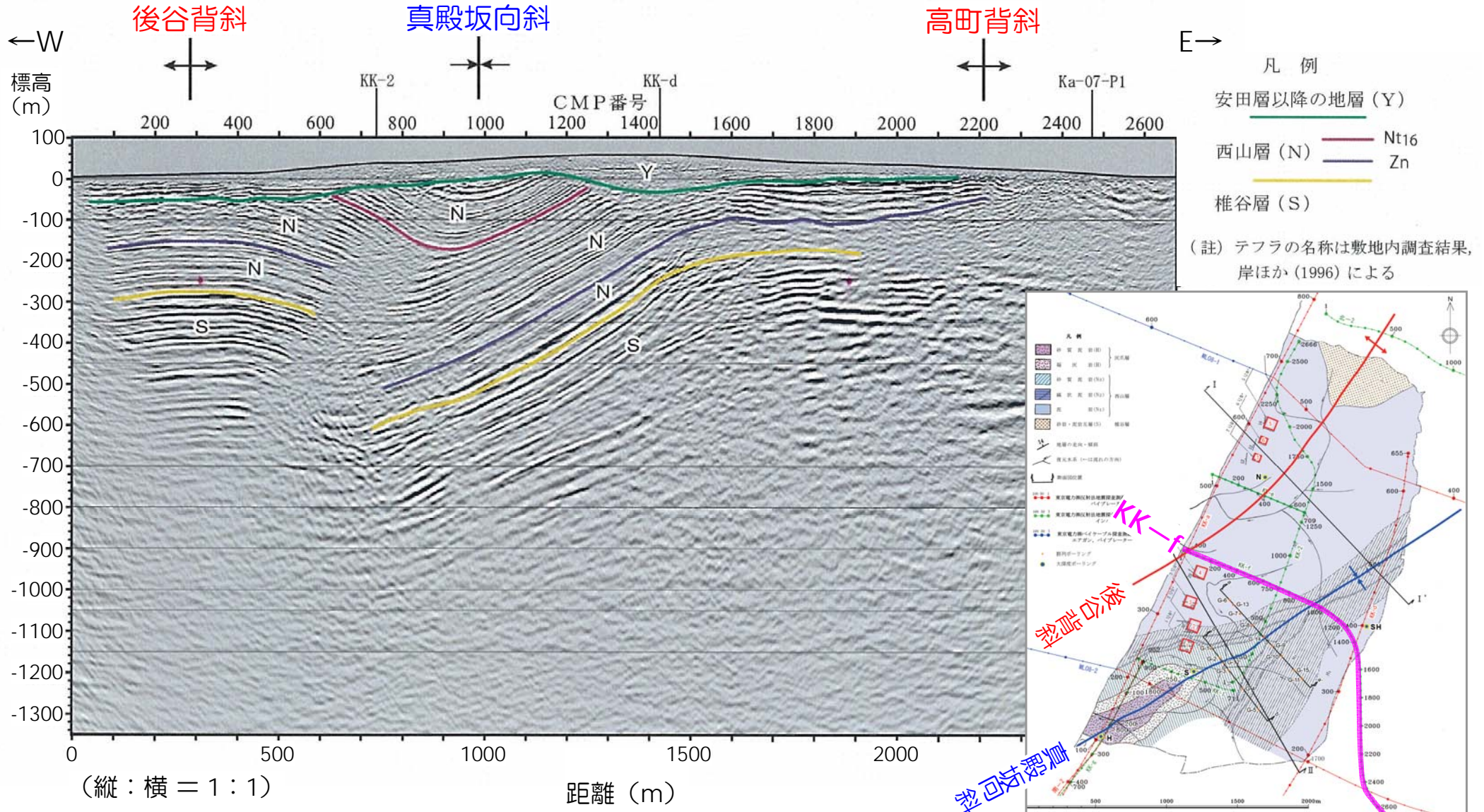
# 反射法地震探査結果（南-2～KK-a測線）

- 真殿坂向斜及び後谷背斜は、海側へ連続するものの、それぞれ敷地南側及び中央付近で緩やかになっている。



# 反射法地震探査結果 (KK-f測線)

- 西山層以下の地層に認められる褶曲構造は、安田層以上の地層に不整合に覆われている。





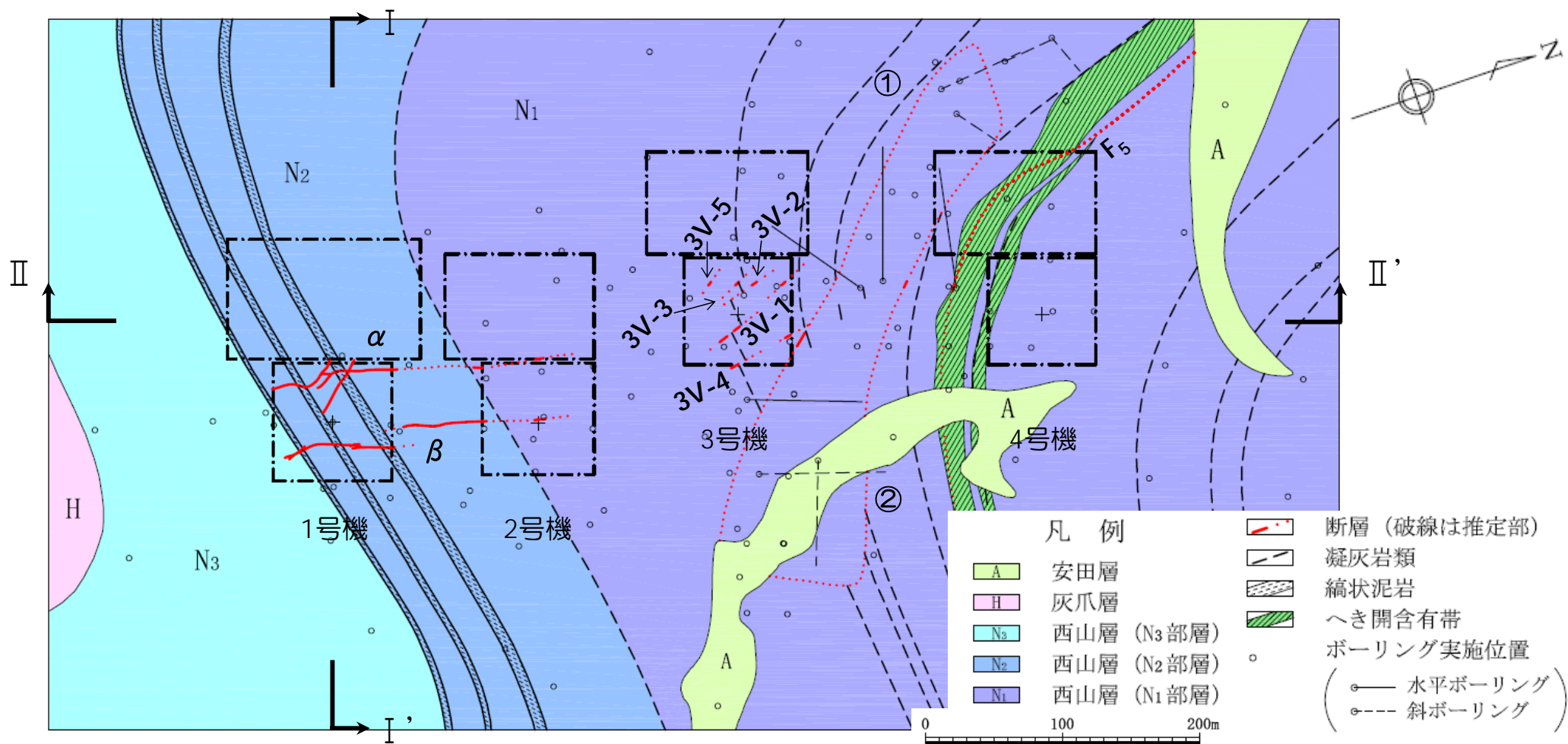




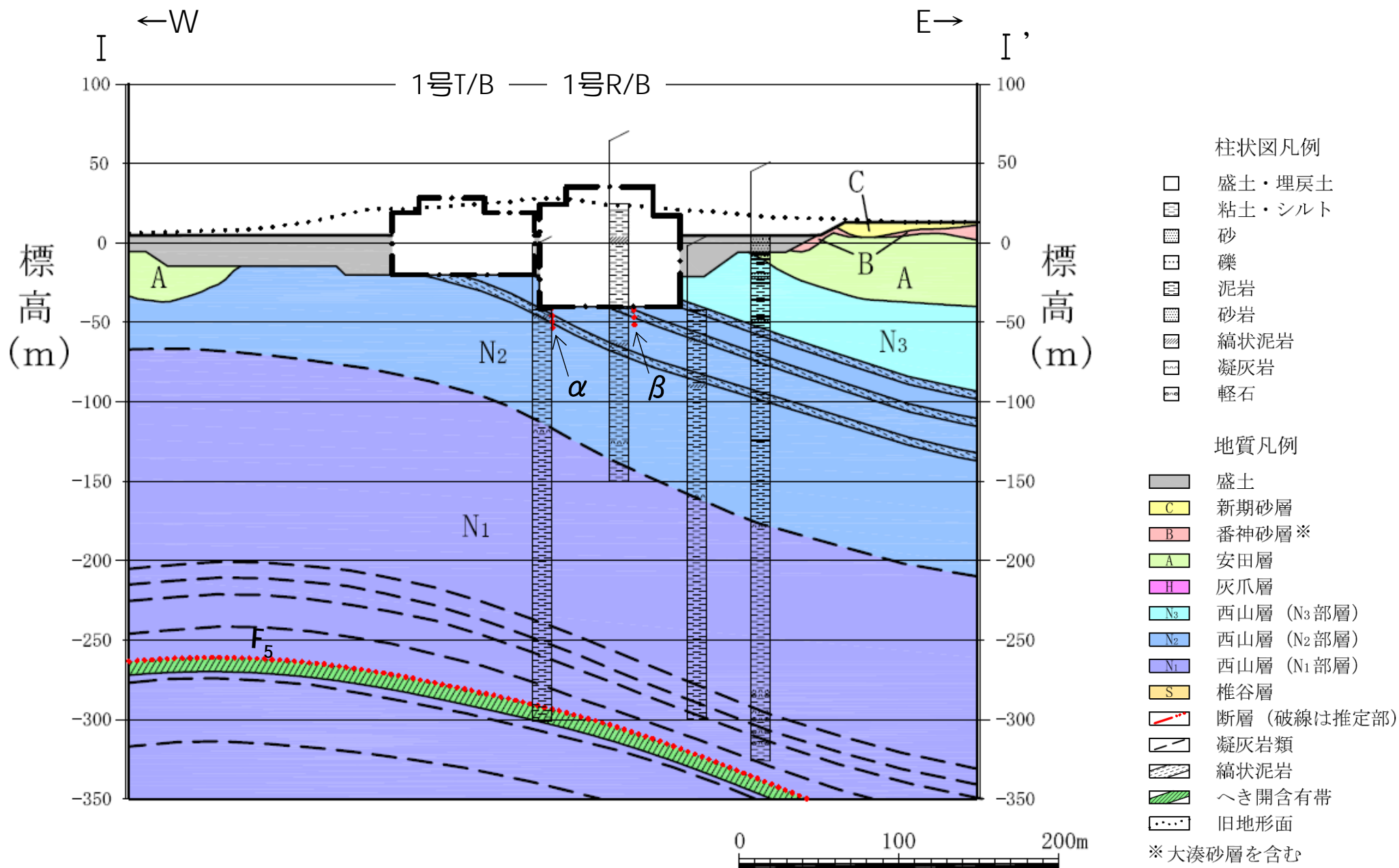
# 敷地内断層 (1~4号機側、地質水平断面図)

- 1・2号機側には、褶曲軸と斜交する高角系断層の $\alpha$ ・ $\beta$ 断層が分布している。
- 3・4号機側には、褶曲軸と直交する高角系断層のV系断層、層理面に平行な低角系断層のF系断層及び環状を呈す地すべり性断層の①・②断層が分布している。

## 1・2号機原子炉建屋設置レベル (標高約-40m) の地質水平断面図



# 敷地内断層 (1号炉心を通る汀線直交方向の地質鉛直断面図)

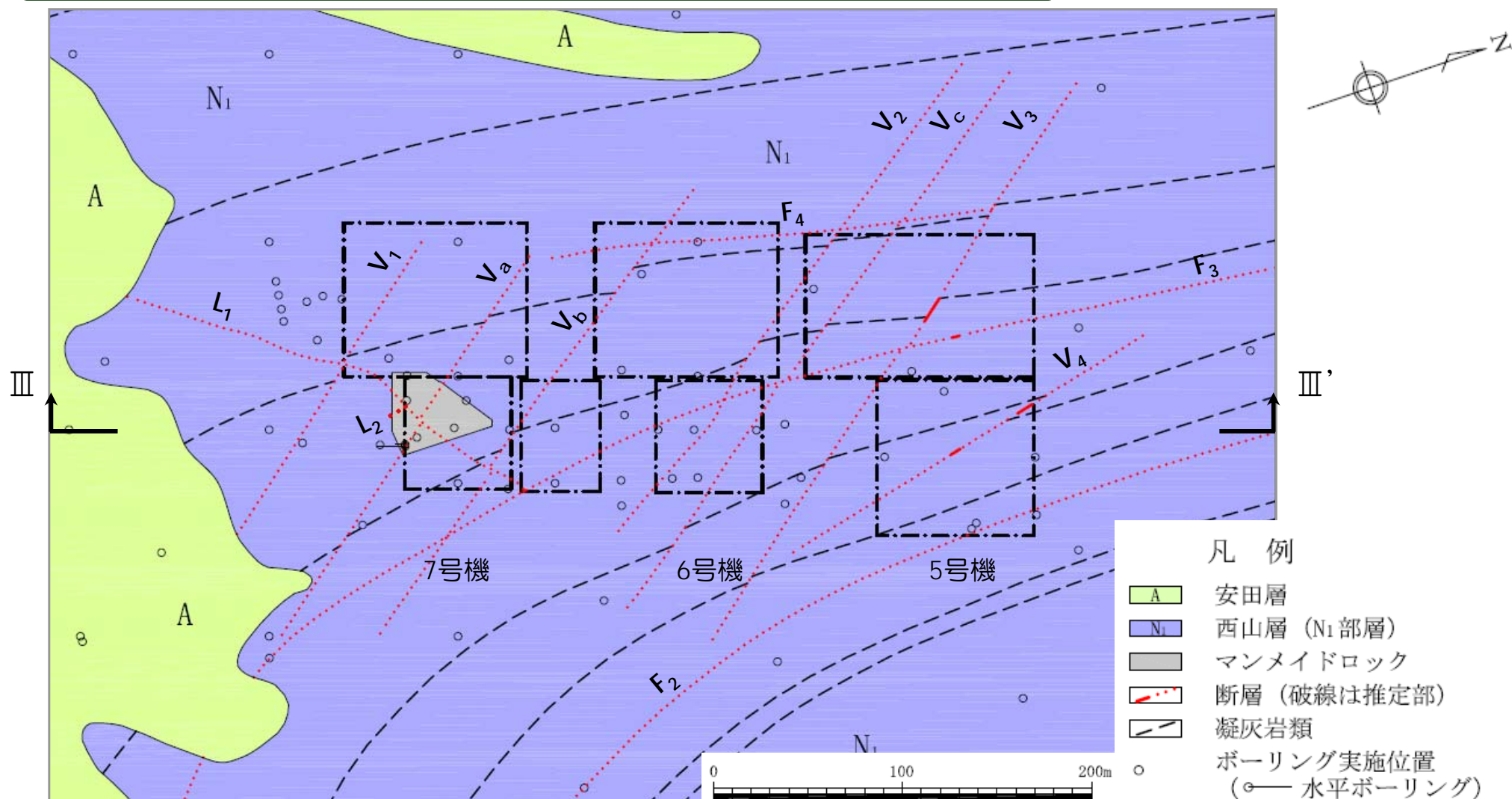




# 敷地内断層 (5~7号機側)

- 5~7号機側には、褶曲軸と直交する高角系断層のV系断層、層理面に平行な低角系断層のF系断層、L系断層が分布している。

5号機原子炉建屋設置レベル（標高約-25m）の地質水平断面図

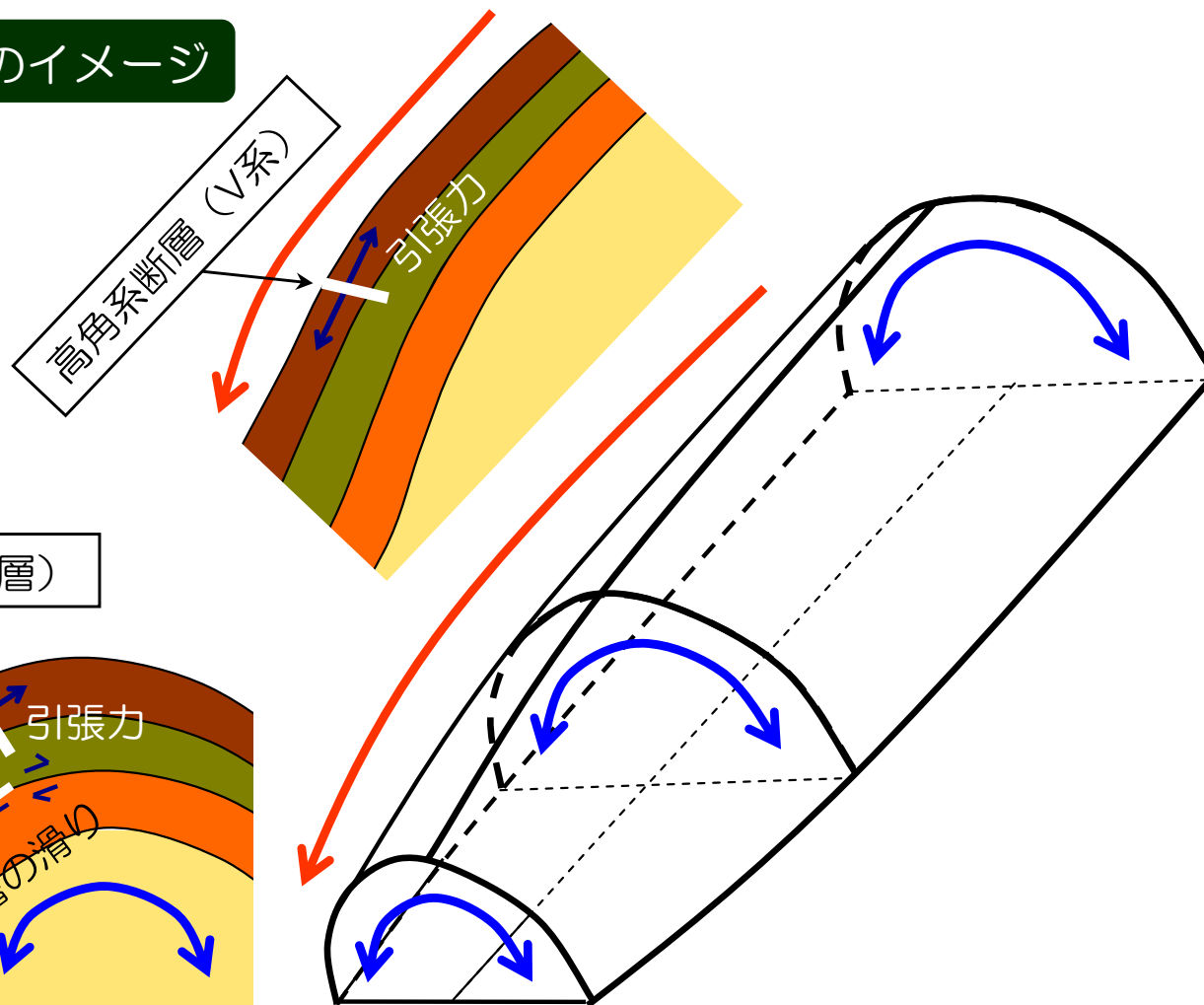




# 敷地内断層と褶曲構造との関係

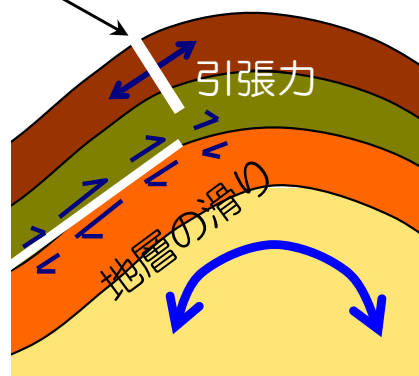
- 敷地内断層は、褶曲軸や層理面との関係から、褶曲軸に斜交する「高角系断層（ $\alpha \cdot \beta$ 断層）」、褶曲軸に直交する「高角系断層（V系断層）」、層理面に平行な「低角系断層（F系断層）」等に分類され、地層が褶曲する際に形成された断層であり、地震を起こすようなものではないと考えられる。

## プランジに伴う断層のイメージ



## 褶曲に伴う断層のイメージ

高角系断層（ $\alpha \cdot \beta$ 断層）



低角系断層（F系断層）

# 敷地内断層の性状

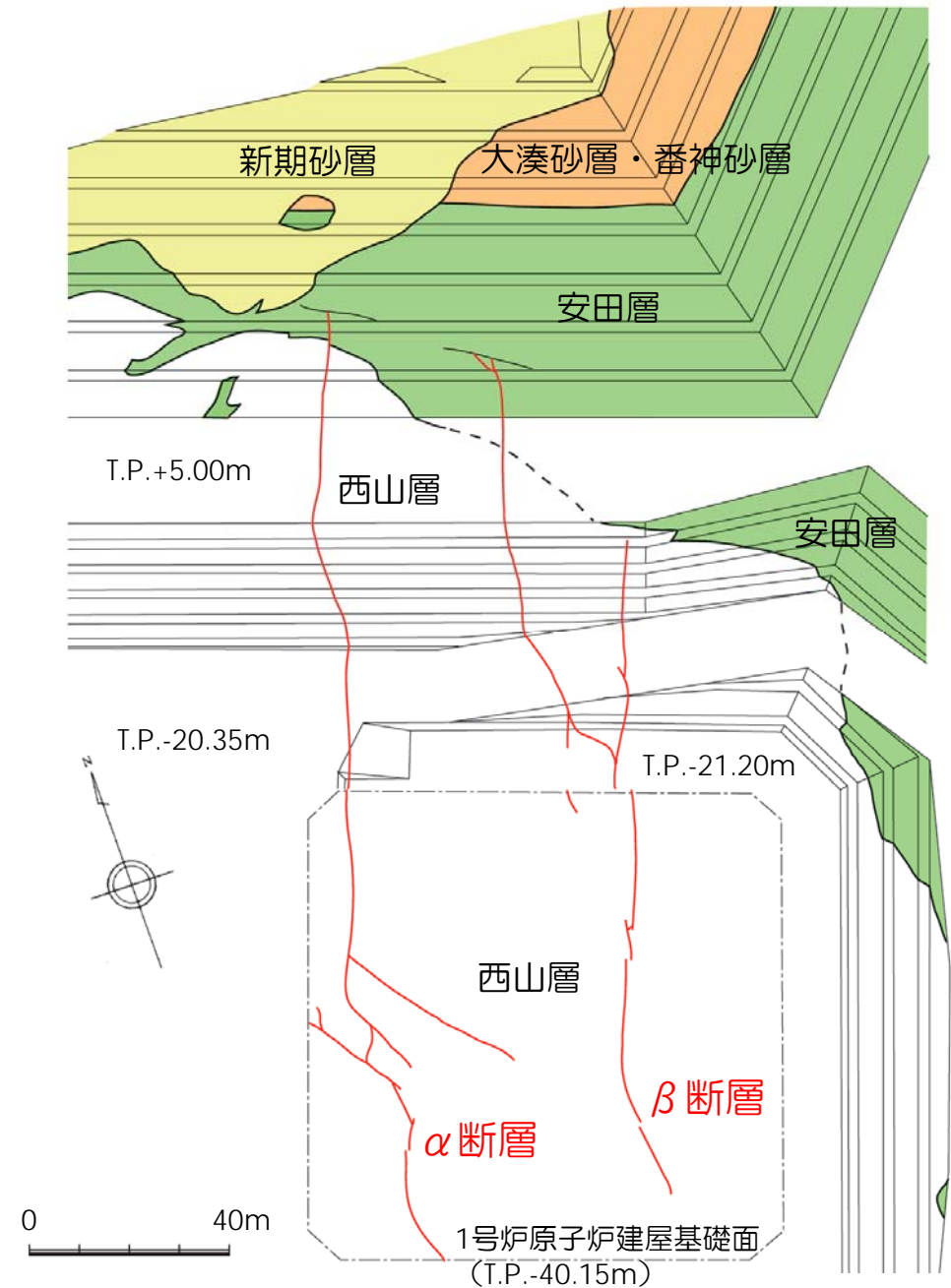
- 地質調査結果によると、最も浅部まで変位が及んでいるのは $\alpha$ ・ $\beta$ 断層である。

断層名	変位センス	変位が及んでいない地層名※
$\alpha$ ・ $\beta$ 断層	正断層	安田層A <sub>4</sub> 部層
V系断層 (V <sub>1</sub> ~V <sub>4</sub> 、Va~Vc、3V-1~3V-5断層)	正断層	安田層A <sub>3</sub> 部層
F系断層 (F <sub>1</sub> ~F <sub>5</sub> 断層)	逆断層	安田層A <sub>3</sub> 部層
L系断層 (L <sub>1</sub> 、L <sub>2</sub> 断層)	正断層 (L <sub>1</sub> 断層) 逆断層 (L <sub>2</sub> 断層)	安田層A <sub>2</sub> 部層
①・②断層	正断層 (地すべり性断層)	安田層A <sub>2</sub> 部層

※：V系断層、F系断層、①・②断層は、代表的な断層を選定して調査した結果

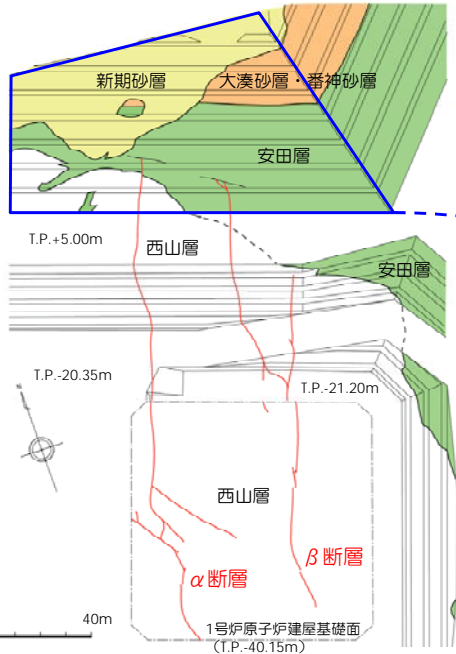
# 造成法面調査結果 ( $\alpha$ ・ $\beta$ 断層)

- $\alpha$ ・ $\beta$ 断層の分布状況及び上載地層（安田層）との関係については、1号機造成工事中の法面調査等において確認している。
- 確認された $\alpha$ ・ $\beta$ 断層の長さは約210m～約220mである。





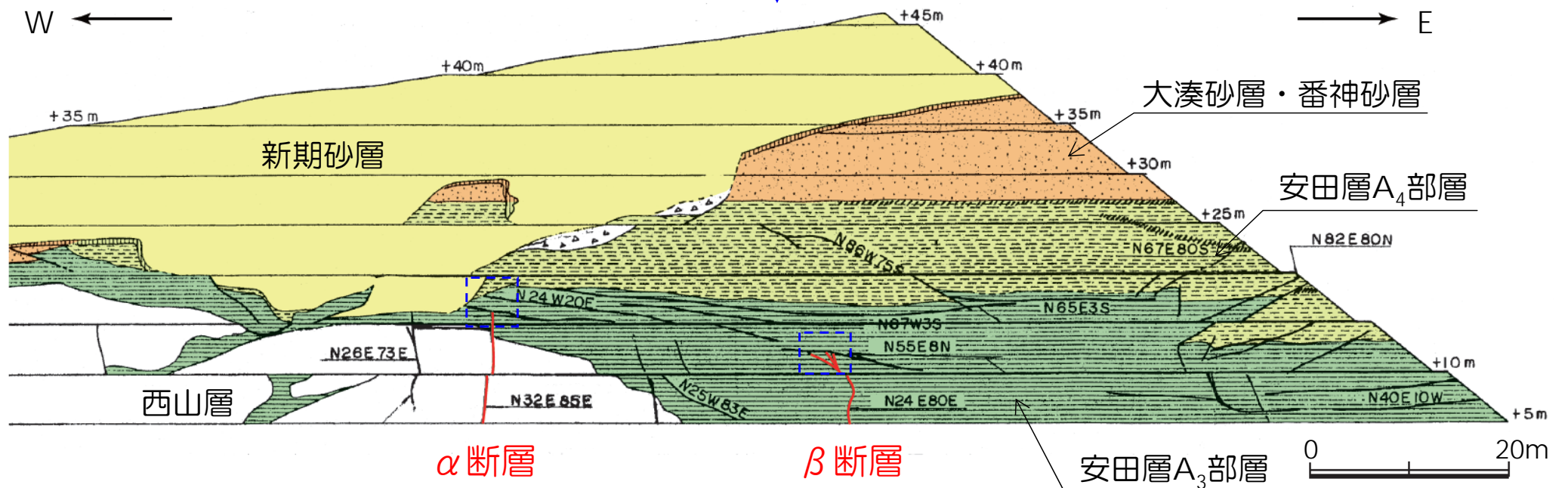
# 造成法面調査結果 ( $\alpha$ ・ $\beta$ 断層)



- 安田層A<sub>3</sub>部層及びA<sub>4</sub>部層中には、連続性に乏しい小規模な低角度断層がみられる。
- $\alpha$ ・ $\beta$ 断層はA<sub>3</sub>部層中の小規模な低角度断層で止まっており、それより上方への延長は認められない。

凡 例

	新期砂層		崖錐堆積物
	番神砂層・大湊砂層		風化・土壌化部
	安田層 (A <sub>4</sub> 部層)		$\alpha$ ・ $\beta$ 断層
	安田層 (A <sub>3</sub> 部層)		小断層
	西山層		N24E80E 断層の走向傾斜



$\alpha$ 断層

$\beta$ 断層

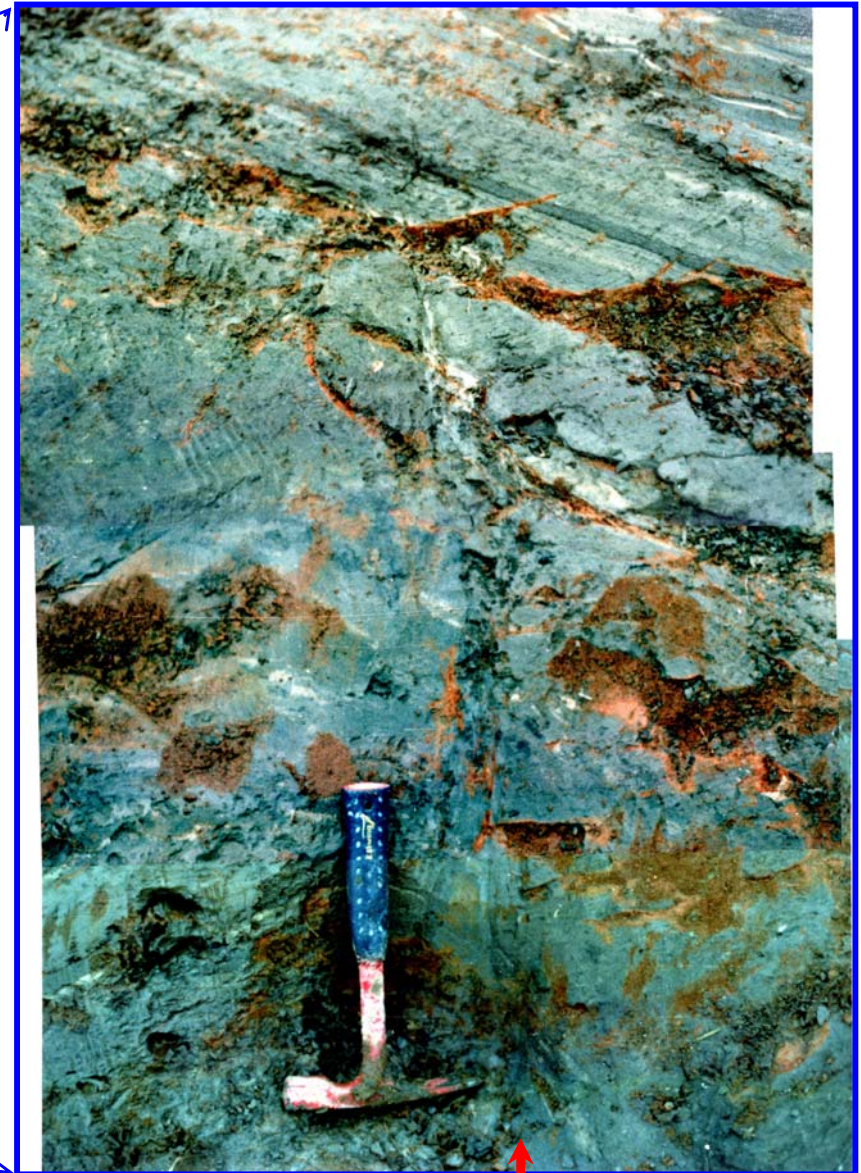
安田層A<sub>3</sub>部層

: 次頁以降に示す詳細範囲

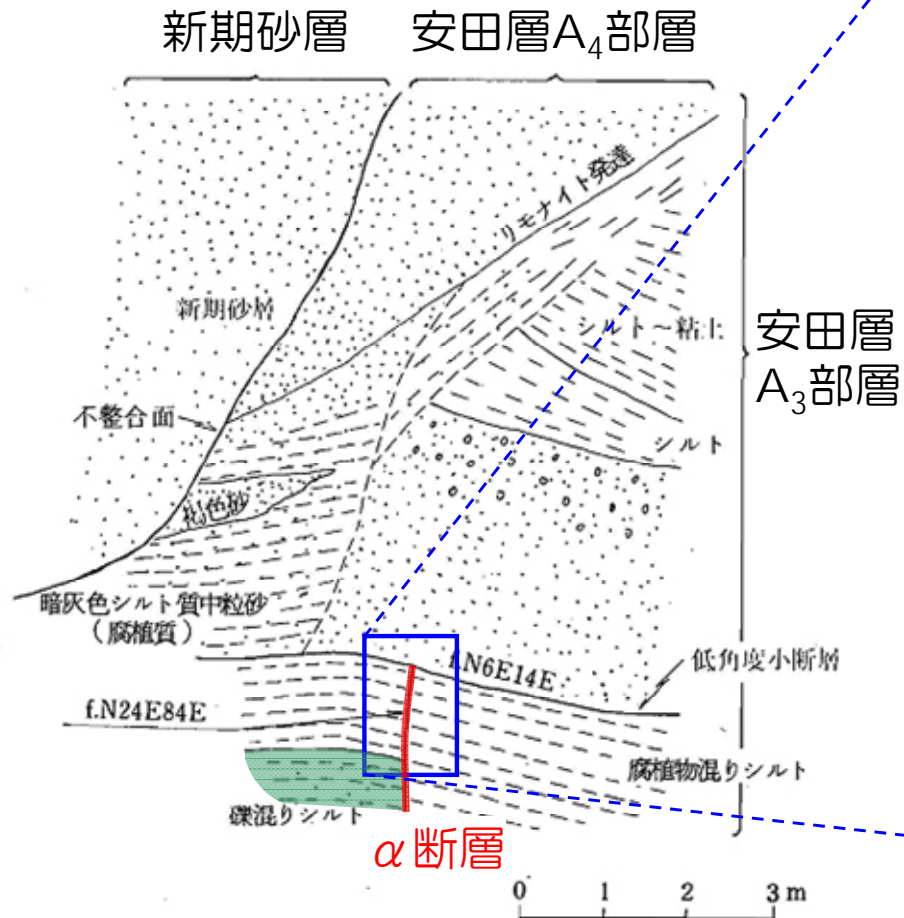
# 造成法面調査結果 ( $\alpha$ 断層)

- $\alpha$ 断層は安田層A<sub>3</sub>部層中に分布する小規模な低角度断層で止まっており、これより上方への延長は認められない。

露头写真



露头スケッチ

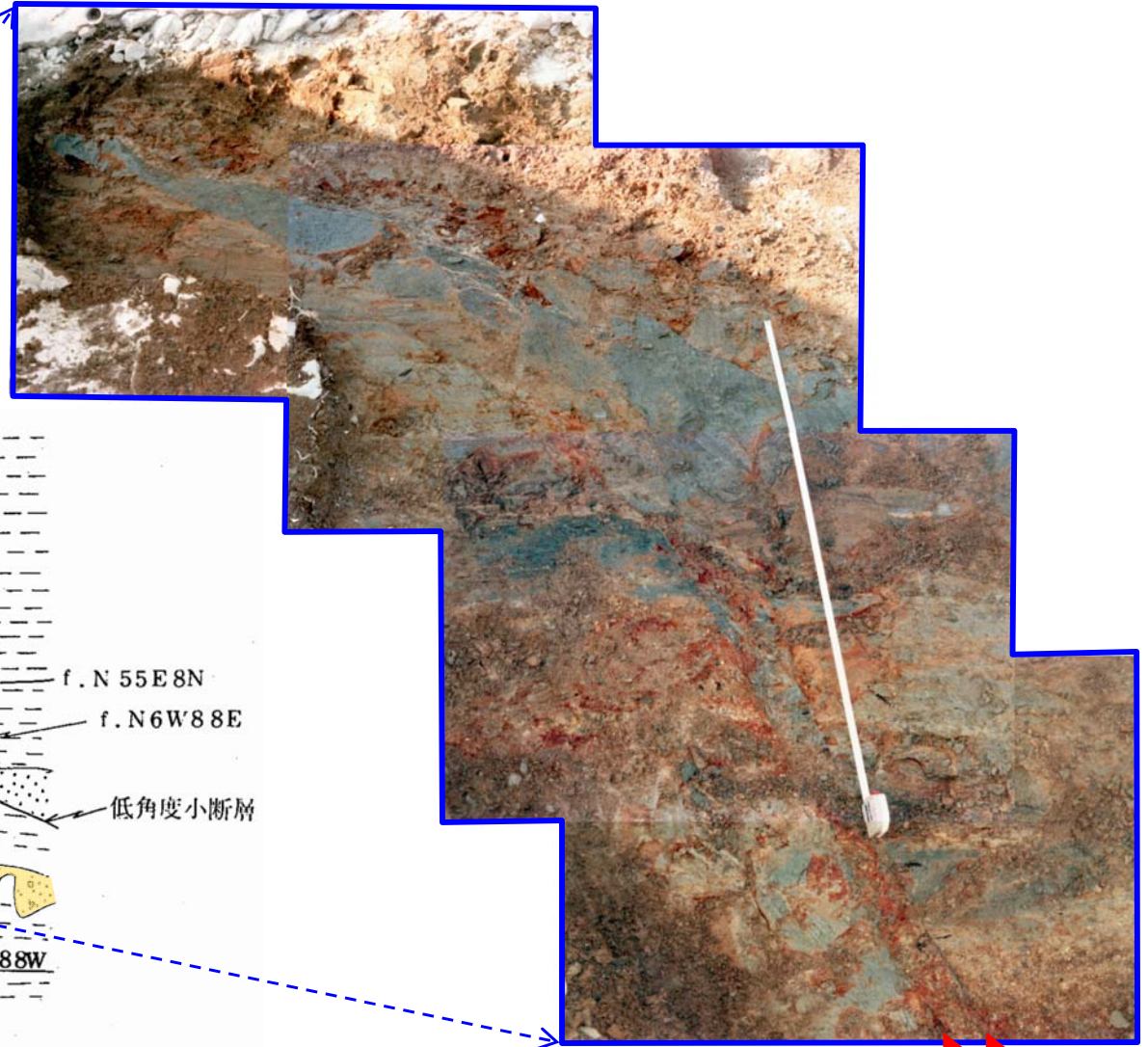


↑  $\alpha$ 断層

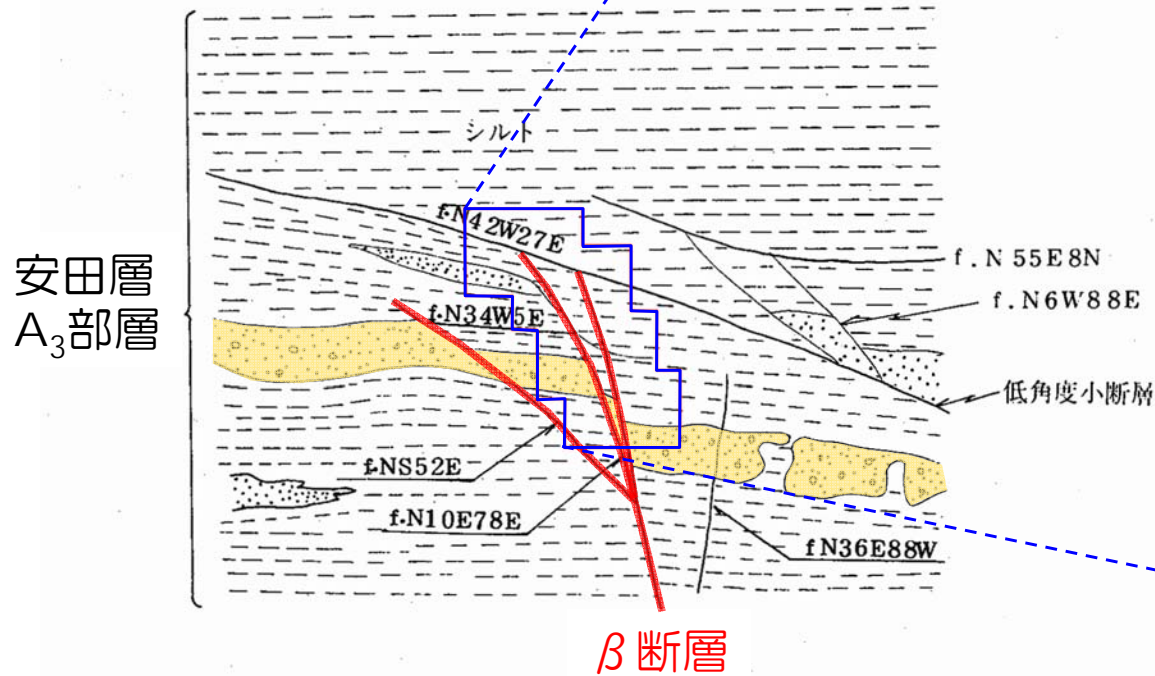
# 造成法面調査結果 (β断層)

- β断層は安田層A<sub>3</sub>部層中に分布する小規模な低角度断層で止まっており、これより上方への延長は認められない。

露頭写真



露頭スケッチ

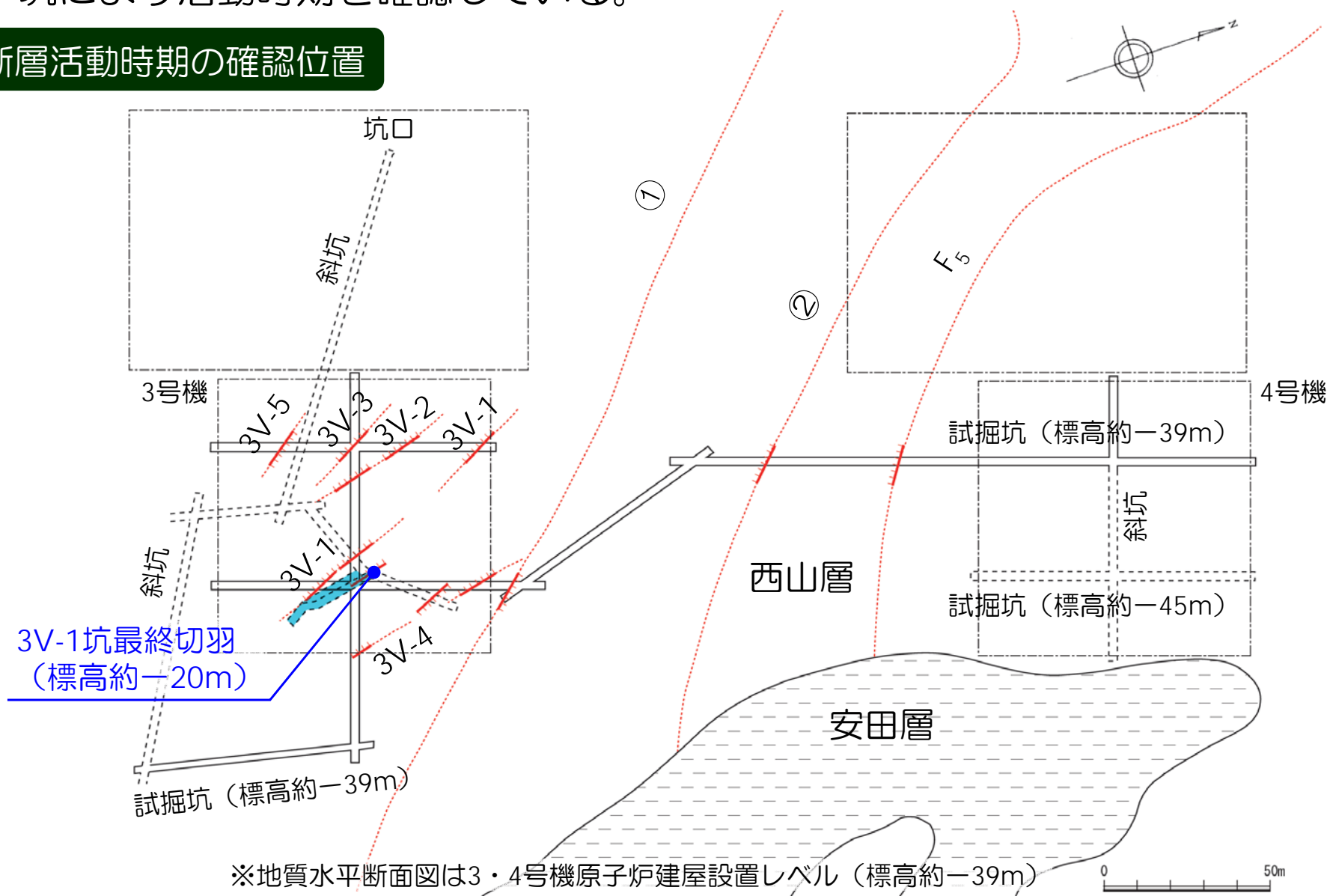


β断層

# 試掘坑調査結果 (3・4号機)

- 3・4号機側では、V系断層のうち比較的規模が大きい3V-1断層を選定し、追跡坑により活動時期を確認している。

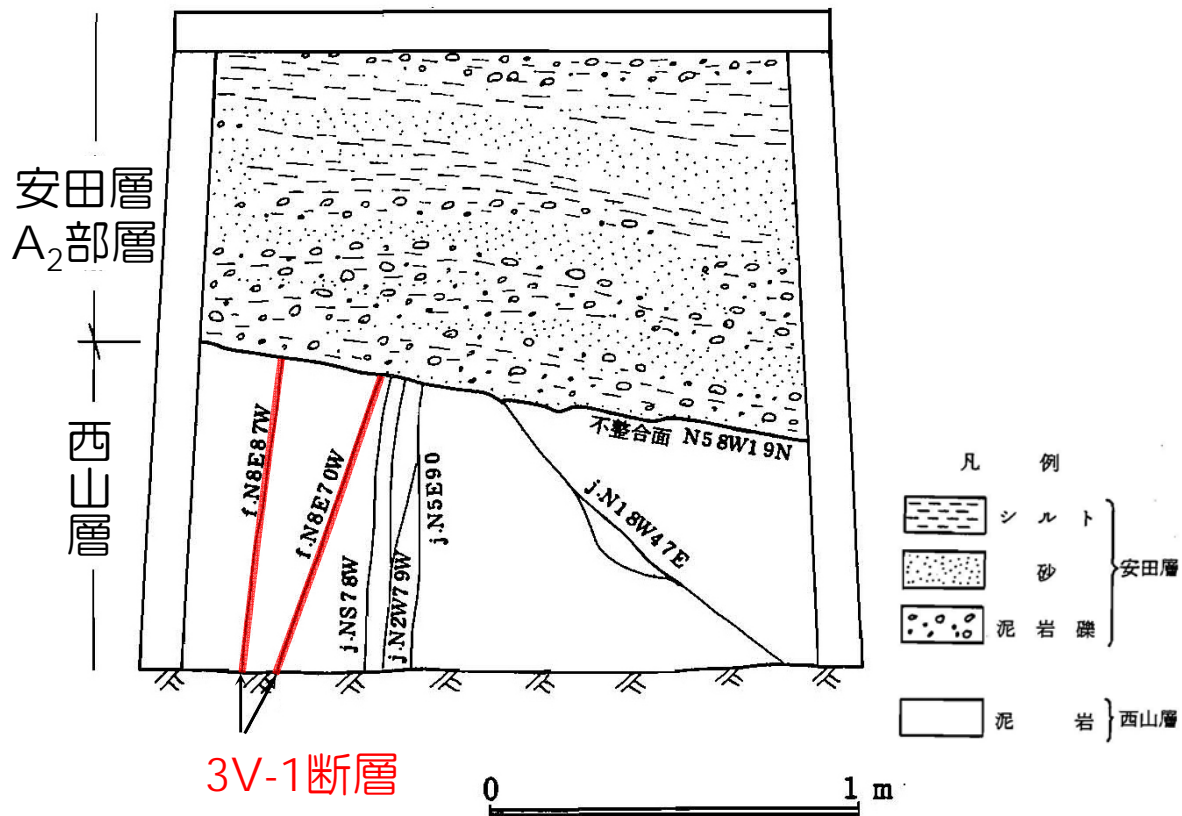
## 断層活動時期の確認位置



# 試掘坑調査結果 (3V-1断層)

- 3V-1断層については、追跡坑 (3V-1坑) 最終切羽において、西山層と安田層 (A<sub>2</sub>部層) との境界面には変位を与えておらず、かつ、安田層中には延びていないことを確認している。

露頭スケッチ



露頭写真

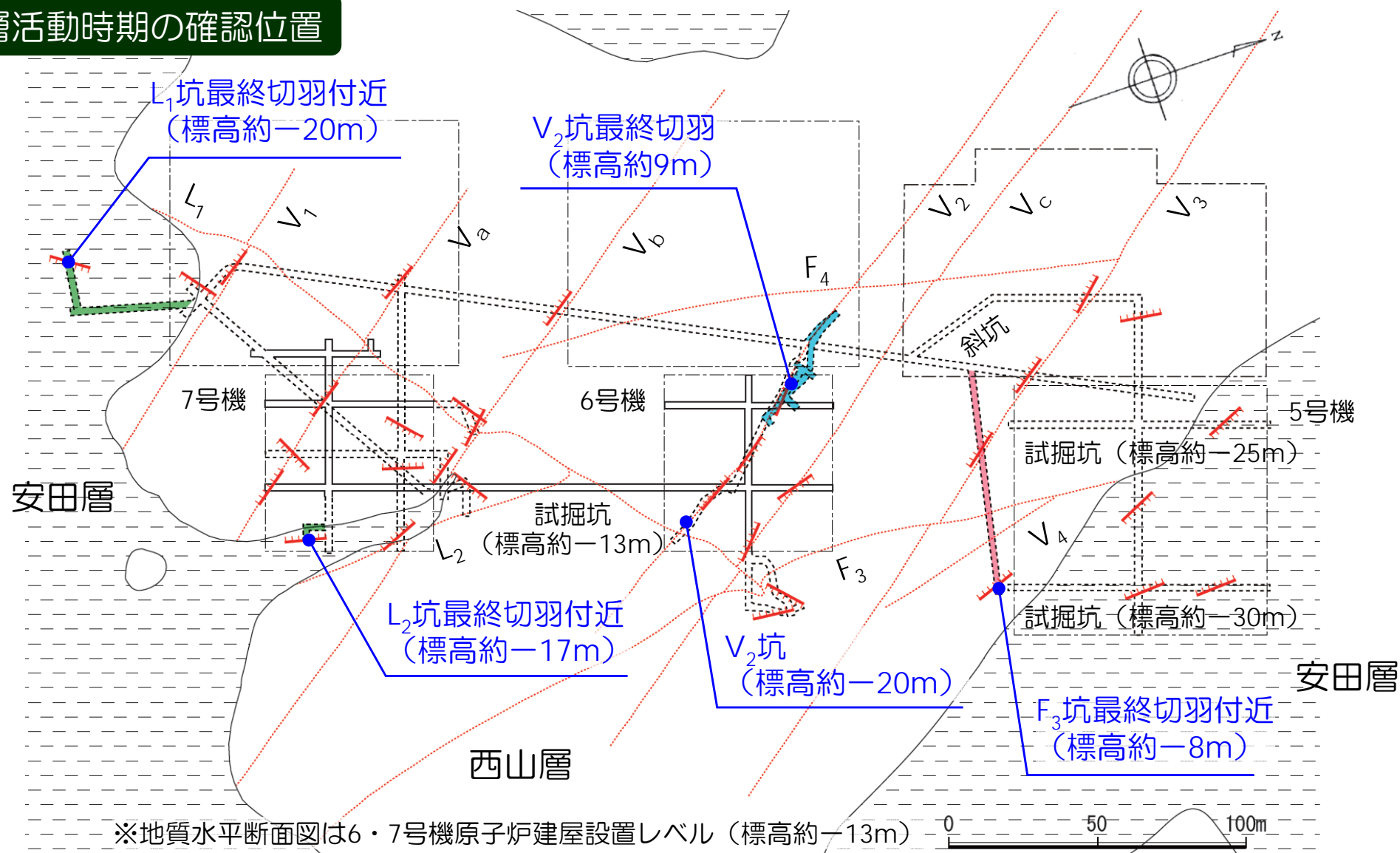


3V-1断層

# 試掘坑調査結果 (5~7号機)

- 5~7号機側では、 $L_1$ 断層・ $L_2$ 断層、F系及びV系断層については比較的規模が大きい $F_3$ 断層と $V_2$ 断層をそれぞれ選定し、追跡坑により活動時期を確認している。

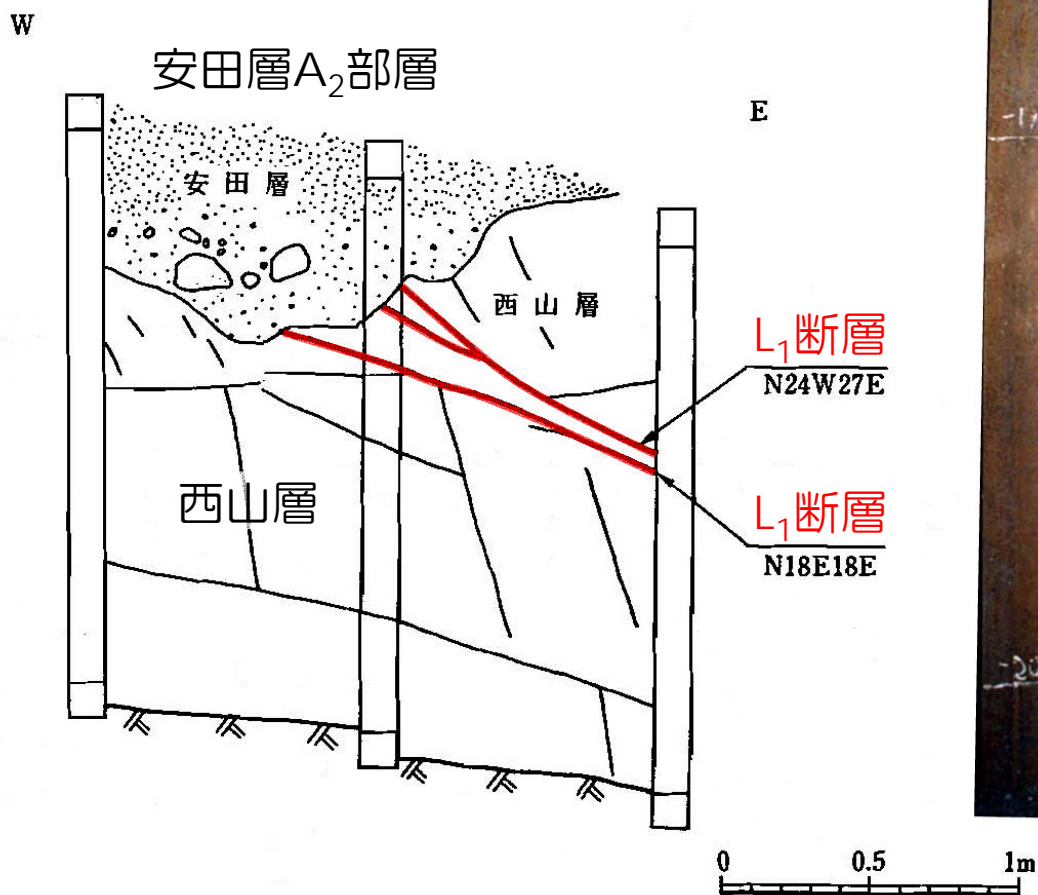
## 断層活動時期の確認位置



# 試掘坑調査結果 (L<sub>1</sub>断層)

- L<sub>1</sub>断層については、追跡坑 (L<sub>1</sub>坑) 最終切羽付近の側壁において、安田層 (A<sub>2</sub>部層) に延びていないことを確認している。

## 露頭スケッチ

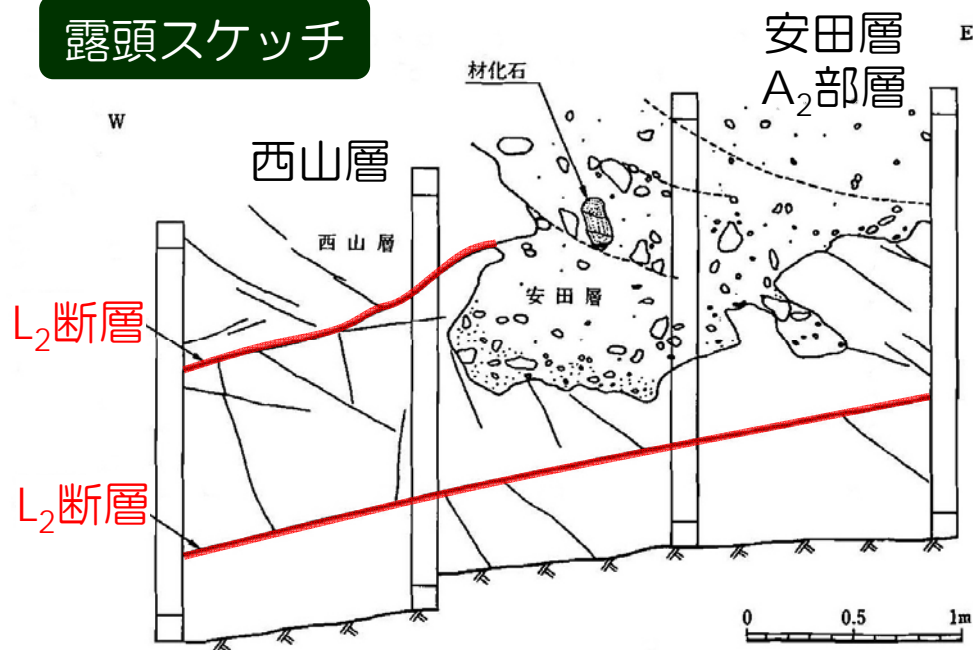


## 露頭写真



# 試掘坑調査結果 (L<sub>2</sub>断層)

## 露頭スケッチ



- L<sub>2</sub>断層については、追跡坑 (L<sub>2</sub>坑) 最終切羽付近の側壁において、安田層 (A<sub>2</sub>部層) に延びていないことを確認している。

## 露頭写真

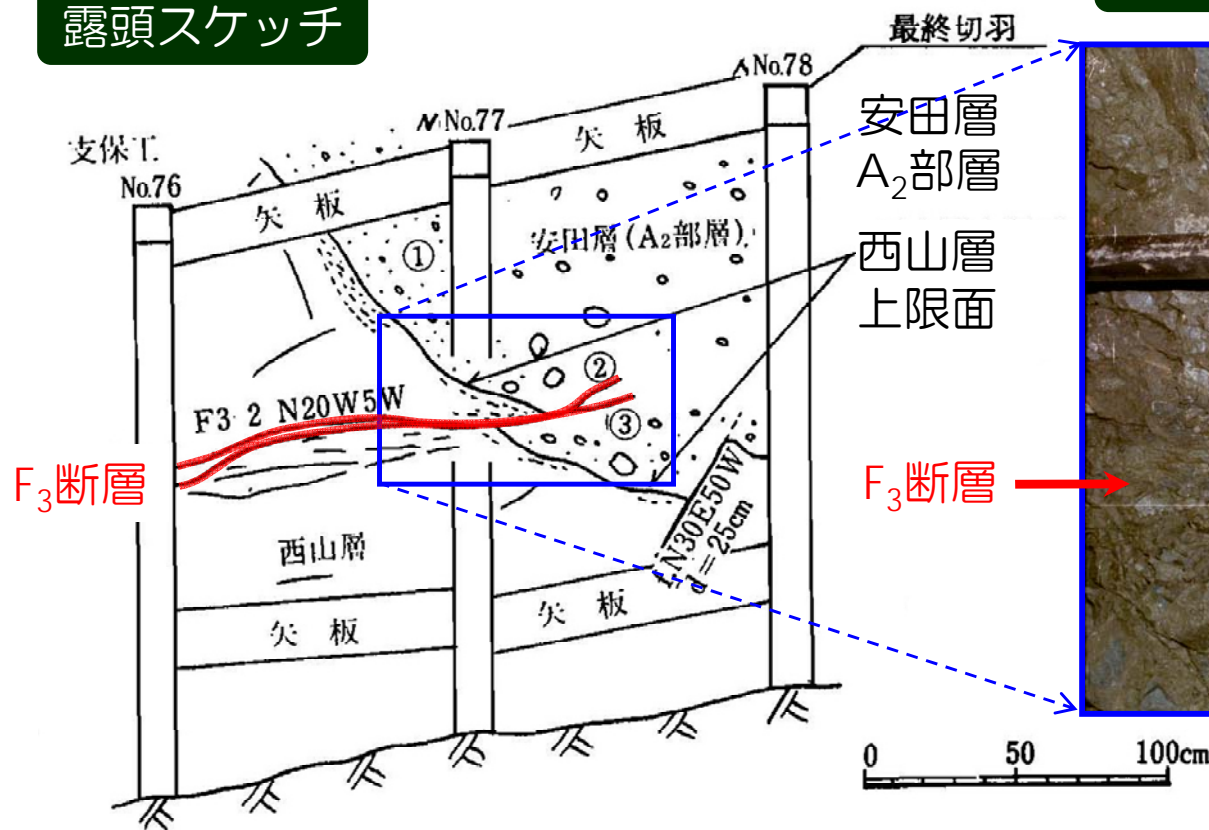




# 試掘坑調査結果 (F<sub>3</sub>断層)

- F<sub>3</sub>断層については、追跡坑 (F<sub>3</sub>坑) 最終切羽付近の側壁において、西山層上限面に変位を与えているが、安田層 (A<sub>2</sub>部層) に入るとすぐに消滅していることを確認している。

露頭スケッチ



露頭写真

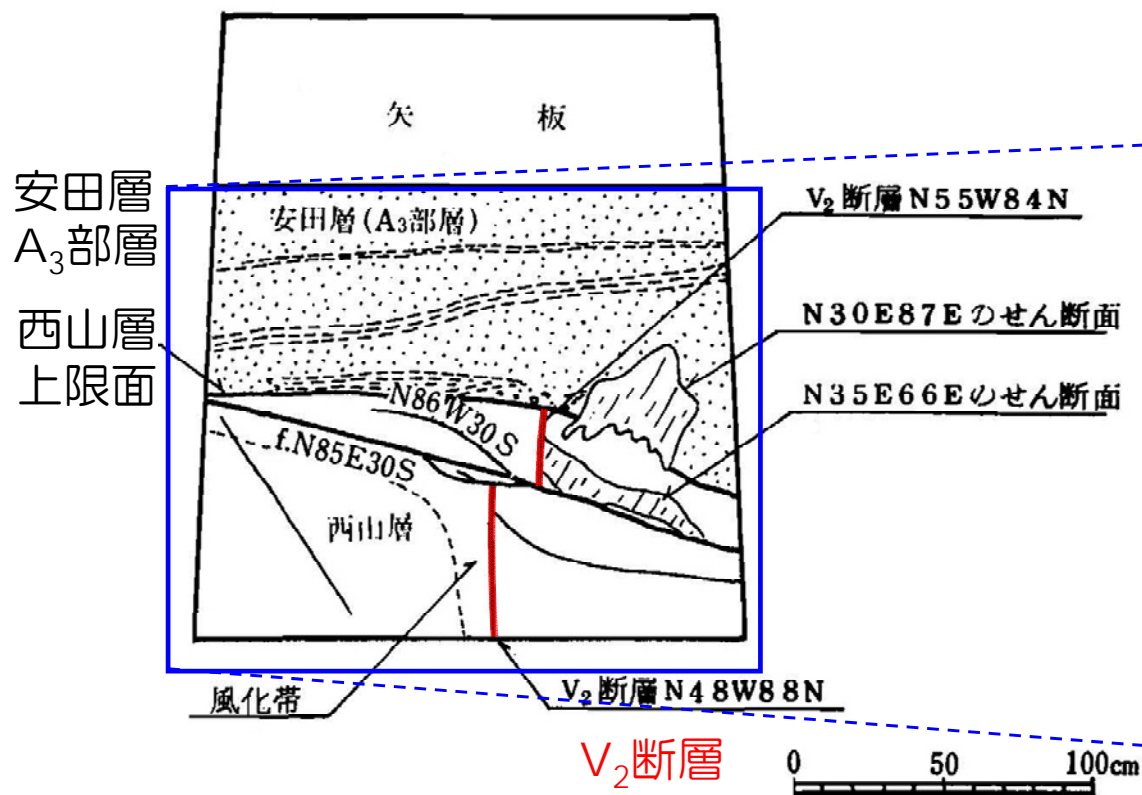


- ① マトリックスに砂を含む泥岩礫層 (安田層)
- ② N20W35W 粘土は伴わない, 20cm連続して消滅。
- ③ N5W30W 粘土は伴わない, 25cm連続して消滅。

# 試掘坑調査結果 (V<sub>2</sub>断層)

- V<sub>2</sub>断層については、追跡坑 (V<sub>2</sub>坑) 最終切羽において、西山層と安田層 (A<sub>3</sub>部層) の境界面には変位を与えておらず、かつ、安田層中には延びていないことを確認している。

露頭スケッチ

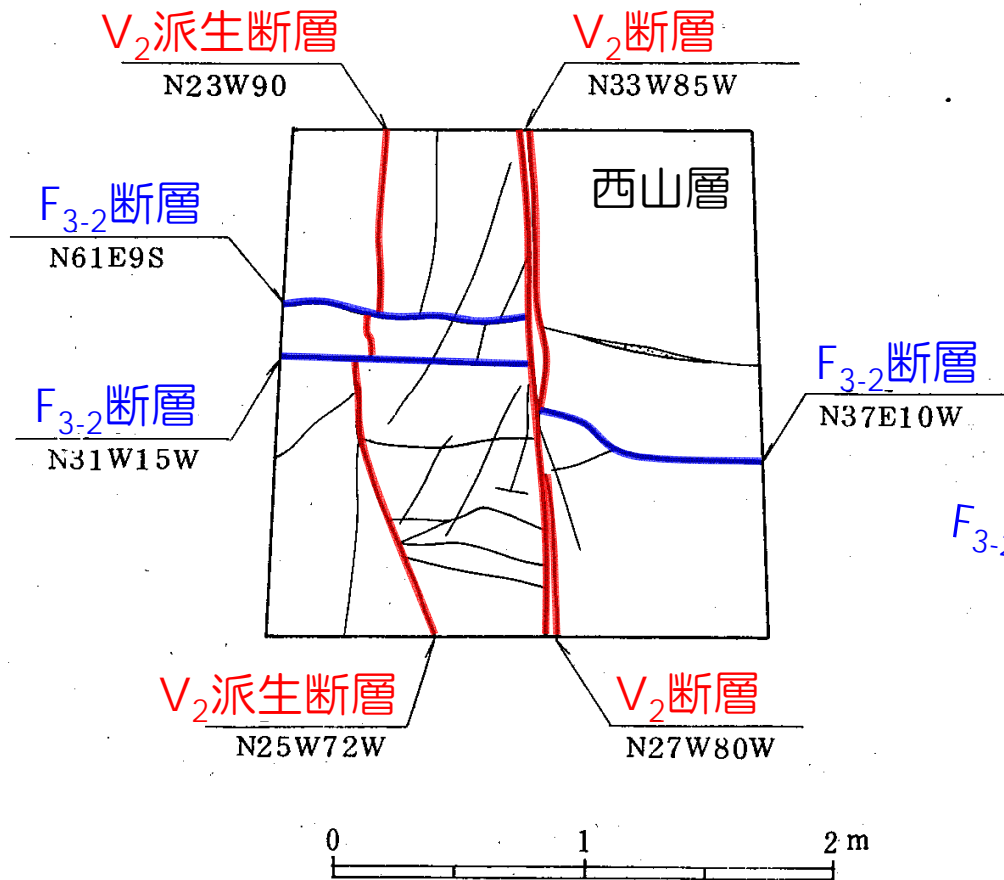


露頭写真

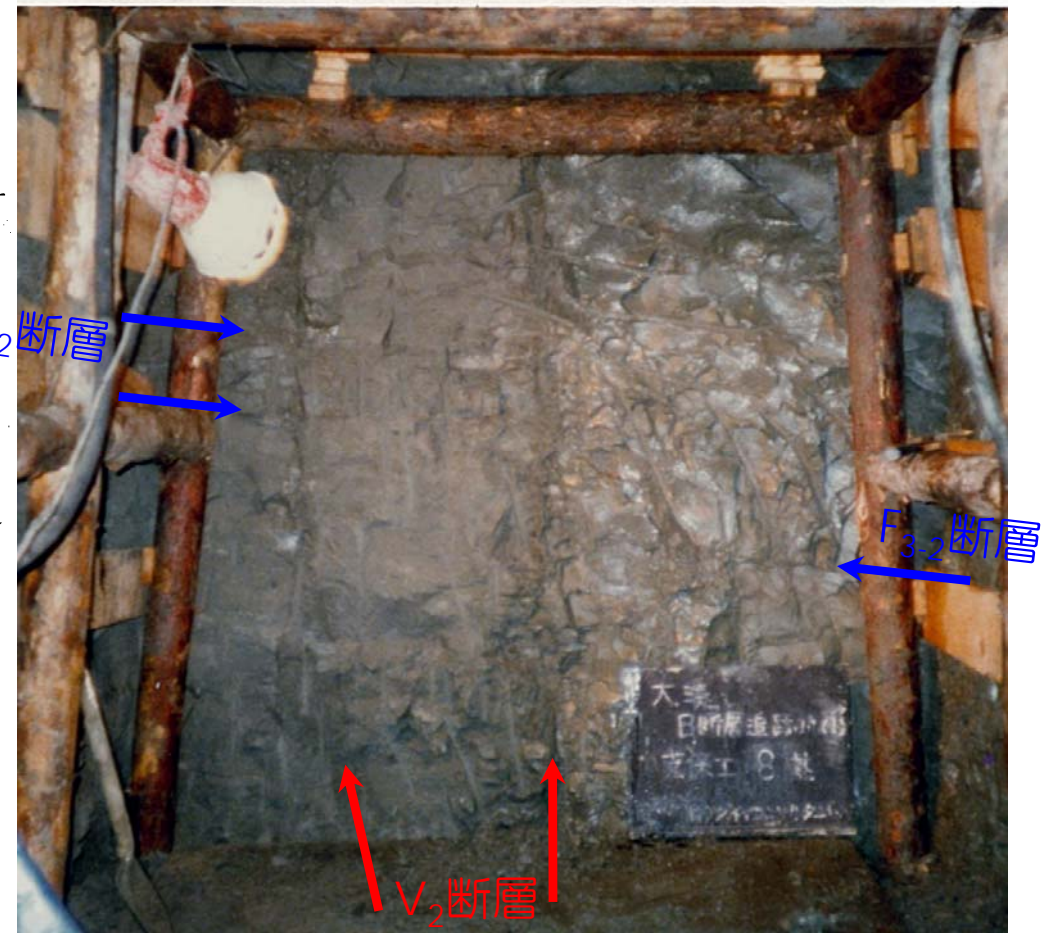


# 試掘坑調査結果 (V系断層とF系断層の切り合い関係)

## 露頭スケッチ



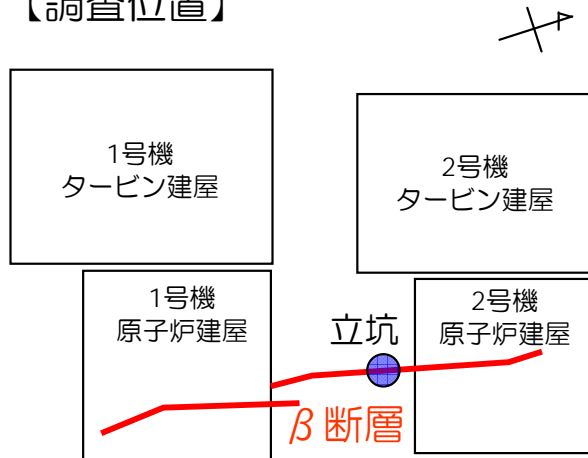
- V<sub>2</sub>断層とF<sub>3</sub>断層については、調査坑 (V<sub>2</sub>坑) において、切り・切られの関係が確認されていることから、ほぼ同時期に形成されたものと考えられる。



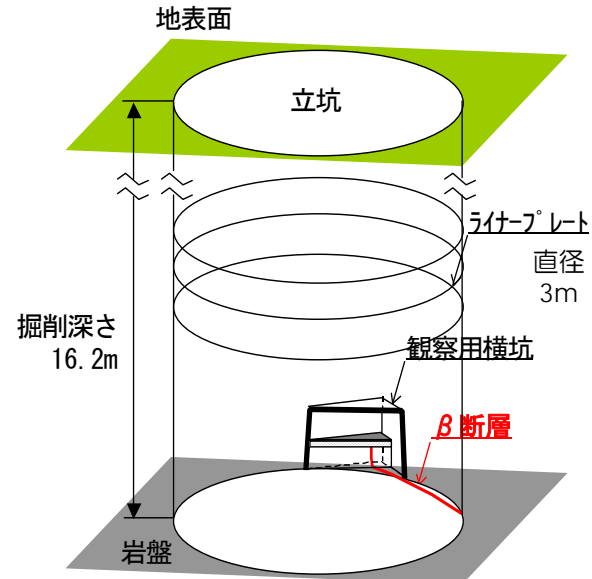
# 立坑調査結果 (β断層)

- 立坑調査により中越沖地震に伴う活動の有無を確認した結果、β断層は建設時の道路に及んでいないことを確認している。

【調査位置】

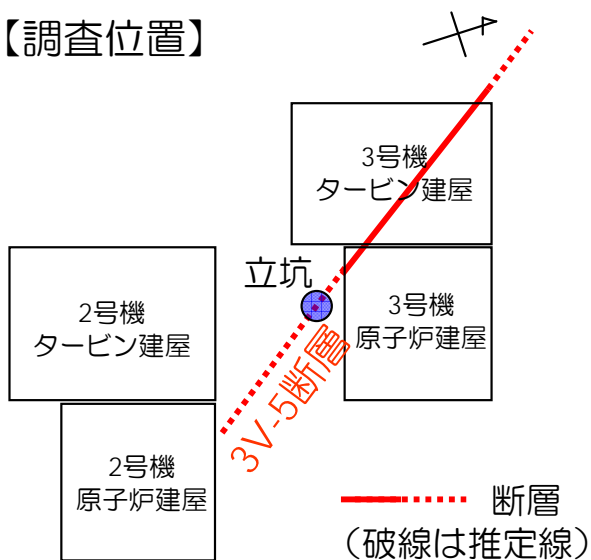


【調査の概念図】

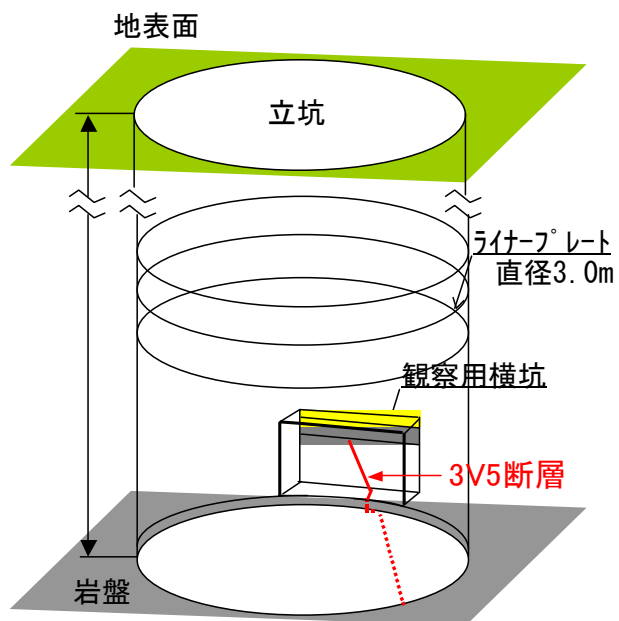


# 立坑調査結果 (3V-5断層)

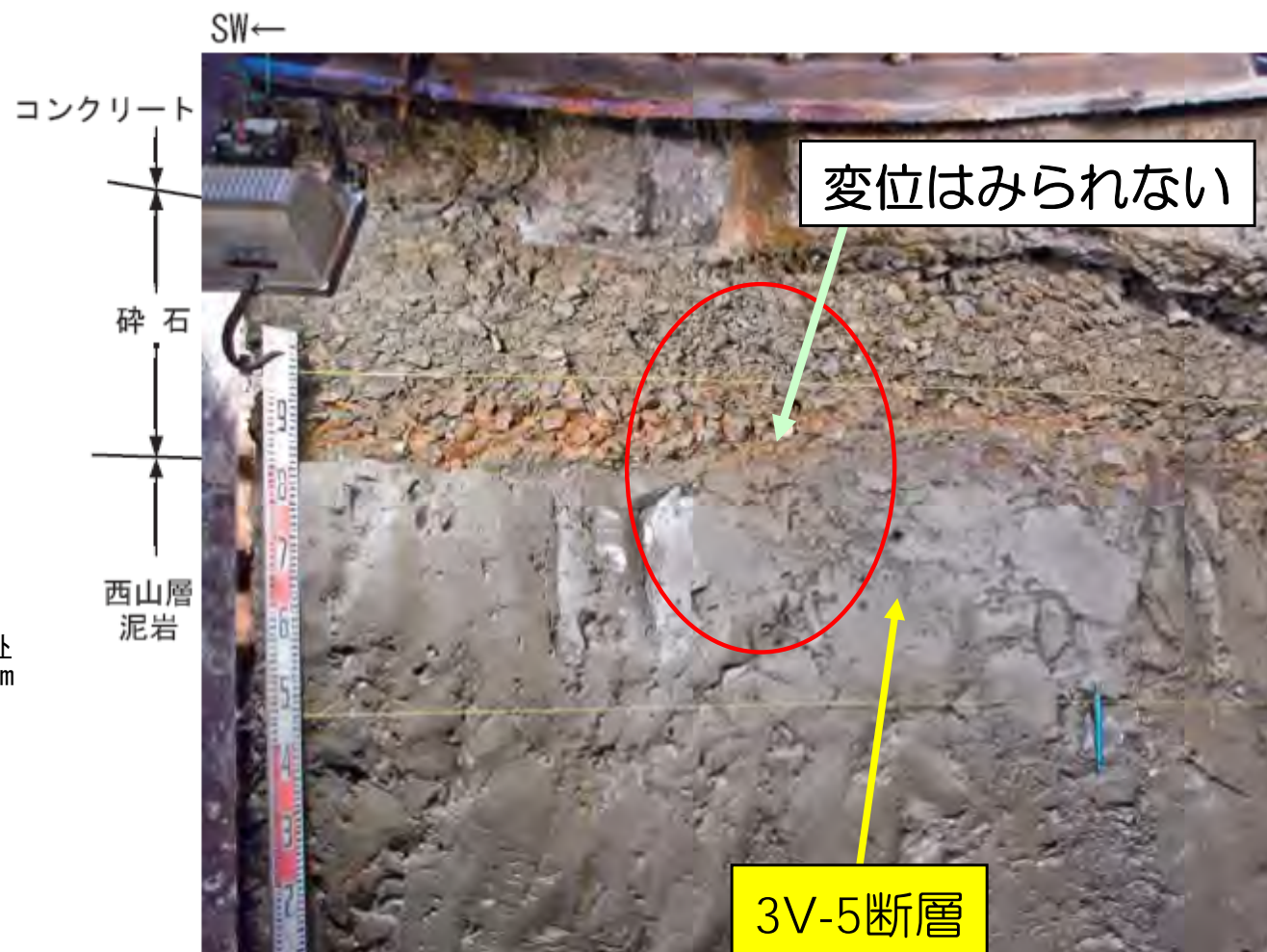
## 【調査位置】



## 【調査の概念図】

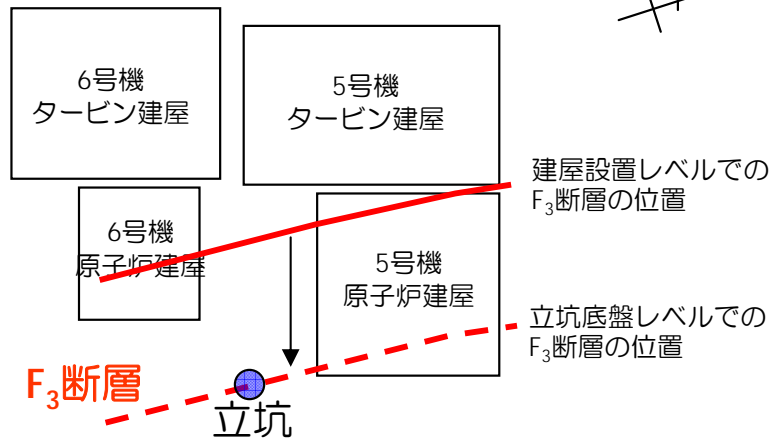


- 立坑調査により中越沖地震に伴う活動の有無を確認した結果、3V-5断層は上位の碎石に及んでいないことを確認している。



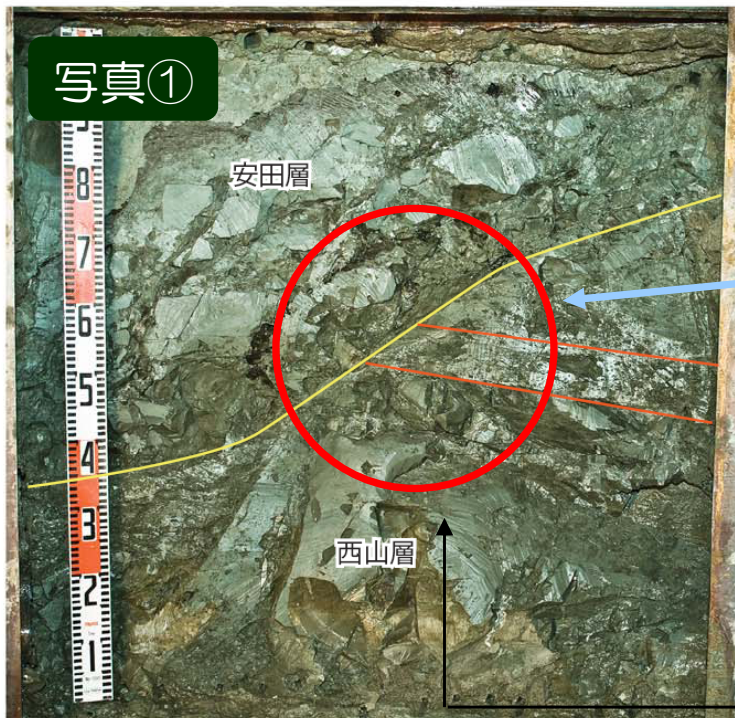
# 立坑調査結果 (F<sub>3</sub>断層)

## 【調査位置】



- 立坑調査により中越沖地震に伴う活動の有無を確認した結果、F<sub>3</sub>断層は安田層 (A<sub>3</sub>部層) と西山層の地層境界に及んでいないことを確認している。

SE← →NW

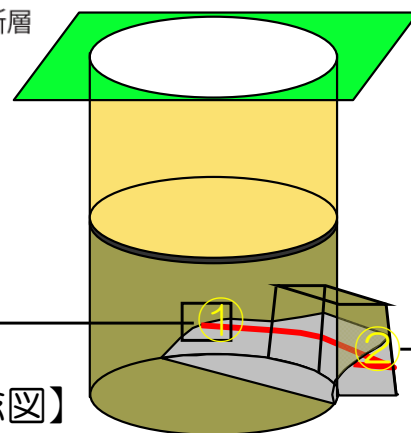


西山層泥岩  
角礫含む  
地層境界のすべり面

変位はみられない

F<sub>3</sub>断層

## 【調査の概念図】



## 写真②



地層境界のすべり面

F<sub>3</sub>断層

# 小 括

- 敷地内断層は、褶曲軸や層理面との関係から、地層が褶曲する際に形成された断層であり、地震を起こすような断層ではないと考えられる。
- 造成法面調査や試掘坑調査の結果によると、敷地内断層による変位はMIS5eの離水面を構成している大湊砂層の下位に分布する安田層中あるいは西山層中に認められ、これより上位には延長していないことから、少なくとも安田層堆積終了以降は活動していないと考えられる。
- また、中越沖地震後に実施した立坑調査の結果によると、敷地内断層は地震に伴って動いた形跡は認められない。
- 以上のことから、敷地内断層は耐震設計上考慮すべき活断層ではないと判断される。

- 
1. 敷地及び敷地近傍における中部・上部更新統の地質層序
  2. 真殿坂断層の評価
  3. 敷地内断層の評価
  4. まとめ



# まとめ

- 敷地及び敷地近傍にリニアメントは判読されず、活断層は分布していない。
- 真殿坂断層については、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断層構造はSタフに収斂しており、またボーリング調査の結果によると、少なくとも阿多鳥浜テフラ降下以降の活動は認められない。
- 敷地内断層については、造成法面調査や試掘坑調査の結果によると、少なくとも安田層堆積終了以降の活動は認められない。また、立坑調査の結果によると、中越沖地震時に動いた形跡は認められない。
- 以上のことから、真殿坂断層及び敷地内断層は、耐震設計上考慮すべき活断層ではないと判断される。

# 参考文献

---

- 岸清・宮脇理一郎（1996）：新潟県柏崎平野周辺における鮮新世～更新世の褶曲形成史、地学雑誌、vol.105、No.1、pp.88-112.
- 早津賢二・新井房夫（1982）：信濃川下流地域（新潟県小千谷市付近）における河成段丘群の形成年代と段丘面の変位速度、地理学論評、55-2、pp.130-138.
- 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.
- 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、pp.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IV、新潟大学教育学部高田分校研究紀要、No.10、pp.145-185.

# 柏崎刈羽原子力発電所 敷地内断層に関する地質調査の概要について

## 1. 調査目的

柏崎刈羽原子力発電所の敷地内断層については、これまで安全審査や耐震安全性評価において詳細な地質調査を実施し、耐震設計上考慮すべき活断層ではないと評価しております。

一方、本年 8 月 10 日に開催された経済産業省原子力安全・保安院の地震・津波に関する意見聴取会において、敷地内断層の評価にあたっては第四紀の地層の年代等のより詳細な検討が必要との指摘がありました。

これを踏まえて、当社は、当該地層の年代評価をより精緻に行うことを目的とした地質調査を実施いたします。

## 2. 調査概要

### (1) 調査地点

下図に示す地点において調査を実施する予定。

### (2) 調査実施時期（予定）

平成 24 年 9 月～平成 25 年 2 月末

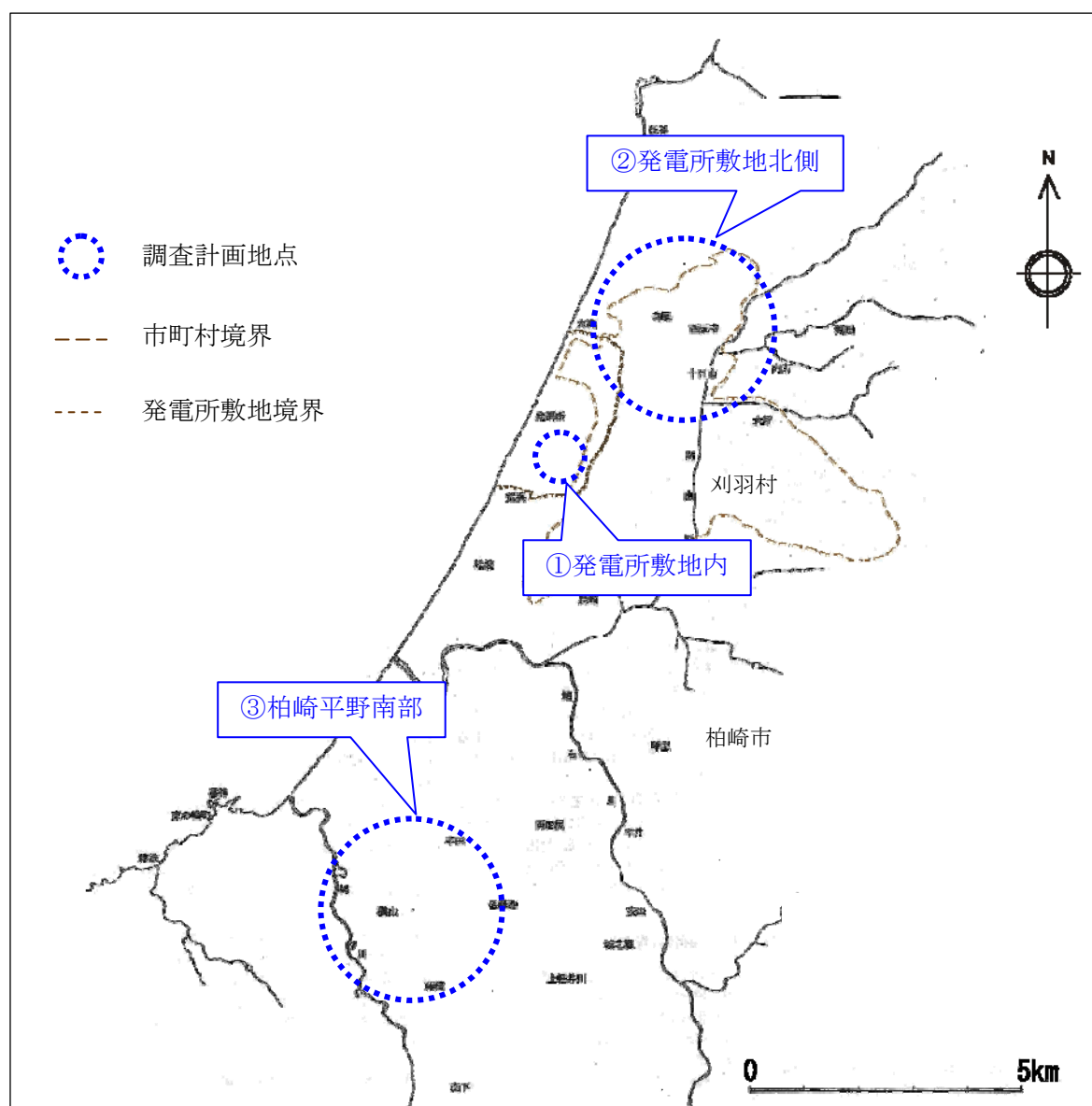


図 1 柏崎刈羽原子力発電所敷地内および敷地近傍の地質調査地点

## (3) 調査方法

安田層など第四紀の地層の年代評価を行うため、図 1 に示す地点においてボーリング調査を実施し、採取した試料に対して各種分析を実施いたします。

### <ボーリング調査>

地盤を構成する岩石などを棒状のコアとして連続的に採取し、これを観察して地質の状況を調査します。これを複数本実施することにより、地層の分布状況（連続分布など）を把握します。

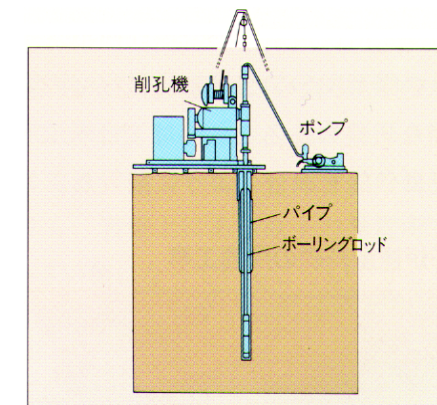


図 2 ボーリング調査（イメージ）

### <採取試料の分析>

地層に含まれる花粉化石は、その種類によって堆積当時の気候（たとえば温暖なのか、あるいは寒冷なのか）を推定する材料になります。また、珪藻化石についても堆積当時の環境（たとえば海水環境なのか、あるいは淡水環境なのか）を推定する材料になります。

そこでボーリング調査で採取した試料について深度方向に花粉分析、珪藻分析等を行い、当時の気候や堆積環境からその地層が形成された年代を推定します。

## 3. 調査工程（予定）

調査項目	平成 24 年				平成 25 年		
	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
ボーリング調査	■						
採取試料の分析		■					
結果のとりまとめ				■	■	■	■

(注) 調査の状況によっては調査内容や工程を変更する場合があります。

以上

平成 24 年 8 月 10 日  
東京電力株式会社

過去に柏崎刈羽原子力発電所で確認した  
チャンネルボックス上部の一部剥離事象について

1. はじめに

平成 24 年 7 月 10 日に原子力安全・保安院から東北電力に対して「東北電力株式会社女川原子力発電所第 3 号機における燃料集合体チャンネルボックス上部（クリップ）の一部欠損について（指示）」が指示され、同日その旨公表された。女川原子力発電所 3 号機において確認された事象は、チャンネルボックス上端のクリップ接合部付近に欠損（長さ約 19 mm）が確認されたものであった。

当社においては、過去にチャンネルボックス上端のクリップ接合部付近が、溶接施工条件の問題から白色化（腐食）して一部剥離する事象（以下、「当該事象」という）を経験しており、女川原子力発電所 3 号機の事象との関連は不明であったものの、原子力安全・保安院に対して当該事象について「類似の事象」として情報提供することとした。それを受け、平成 24 年 8 月 1 日に原子力安全・保安院から当該事象の概要、当該事象を確認した当時の調査内容や対応等について報告するよう求められたことから、本文書を取り纏めた。

2. 当該事象の概要等

当該事象は柏崎刈羽原子力発電所 5 号機（以下、「K-5」という）において平成 9 年 5 月に実施したチャンネルボックスの外観点検において初めて確認し、同年 7 月までに評価を実施している。その後、柏崎刈羽原子力発電所 3 号機（以下、「K-3」という）において平成 9 年 11 月に実施したチャンネルボックスの外観点検においても同様な事象を確認し（平成 10 年 4 月までに評価を実施）、更に新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月 16 日発生）の影響を確認するために行ったチャンネルボックスの外観点検（平成 20 年 3 月実施）においても同様に K-3 において確認している。ここでは、これら 3 事象についてそれぞれの概要、当時の調査内容、当時の対応等を示す。

（添付資料-1、2）

2.1 平成 9 年 5 月実施の外観点検時に K-5 において確認した事象

2.1.1 概要

平成 9 年 5 月、K-5 の初装荷燃料（新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料）に取り付けていたチャンネルボックスを取り外し、新燃料に取り付けて継続使用する<sup>\*1</sup>ために外観点検を行った。その結果、点検対象のチャンネルボックス 52 本のうち、7 本<sup>\*2</sup>についてチャンネルボックス上端のクリップ接合部付近が白色化していることを確認した。

調査の結果、当該事象はチャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすものではないと評価したが、白色化の程度が比較的大きい5本については、念のため、継続使用を行わないこととし、予備扱いとしていたチャンネルボックス5本を代替として使用することとした(当該のチャンネルボックス5本については平成9年6月に外観点検を行い、問題のないことを確認した上で使用)。なお、白色化の程度が比較的小さい残りのチャンネルボックス2本については、問題なく取り出しまで継続使用した(4運転サイクル使用)。

その後、平成9年7月までに、過去の燃料集合体炉内配置検査<sup>※3</sup>時の録画記録を再確認した結果、同時期に製造した初装荷燃料向けのチャンネルボックス770本のうち、103本(上記7本を含む)に同様な白色化を確認した。

(添付資料-3)

- ※1：一般に沸騰水型原子力発電所では定期検査毎に全炉心の1/4程度の燃料を新燃料に取り替える。この燃料取替にあたり、初装荷燃料の一部は他の燃料よりも短い燃焼期間で取り出されることになる。こうした初装荷燃料に取り付けているチャンネルボックスは、中性子照射量が比較的少なく、継続使用可能であることから、新燃料に付け替えて再使用する運用を行っていた。なお、再使用するにあたっては、それに先立ち、対象の全数について外観点検や寸法測定等を行って、その性状に問題がないことを確認している。その際に行う外観点検では、側面部の性状に特に注目しつつ、チャンネルボックスの側方から、コーナー部を画面の中心に置いて、2つの側面を同時に観察する形で点検を行った(各側面に対して45度方向から観察する形)。
- ※2：当社が実施したチャンネルボックス外観点検中に1本の白色化を確認し、それを受けて日立製作所とともに行った調査において計7本(確認済みの1本を含む)に白色化を確認した。この確認の経緯の詳細については添付資料-5に示す。
- ※3：燃料取替後の原子炉内の燃料配置が、燃料取替実施計画によって予め定めた通りとなっていることを確認するために定期検査時に行う検査。燃料のハンドル部に刻字した番号を炉心の上方から水中カメラを用いて読み取ることで検査を行う。検査時の確認対象は燃料のハンドル部の刻印であるが、チャンネルボックス上端部を上方から眺める形になるため、その録画記録からクリップ接合部付近の白色化を確認することが可能と考えられ、当時の調査においてはそれを活用することとした。

## 2.1.2 当時の調査について

当該事象を確認したチャンネルボックスは日立製作所において製造され、納入されたものであり、事象の調査は日立製作所とともに行った。調査の結果を纏めると以下の通りである。

<事象の原因・対策等>

- ・外観点検結果から、白色化はクリップ接合部の端部付近の溶接部近傍に限定して発生していることを確認した。また、ファイバースコープを用いて、当該部分の内側の面の観察を行い、同様に溶接部近傍に白色化が発生していることを確認した。このような同一部分の内外面にわたる白色化はチャンネルボックスの素材であるジ

ルコニウム合金において部分的に腐食（酸化）の程度が大きくなった結果として発生したと考えられ、何らかの原因によって当該部分の耐食性が低下し、腐食が発生したものと判断した。

- ・初装荷燃料向けのチャンネルボックス 770 本のクリップ接合部の溶接施工記録を確認したところ、白色化を確認した 103 本の施工はほぼ同じ時期に集中して行われていた。そのため、当該事象は溶接施工に起因するものと考えられ、再現試験の結果等から、クリップ接合部の溶接施工時に溶接部近傍に供給するバックパーシガスの流量不足が生じたために、クリップ接合部の端部付近に局所的に空気の混入が発生し、部分的な耐食性の低下が起こったことが原因と推定した。原因調査のために実施した内容の詳細については添付資料-5 に示す。
- ・上記の発生メカニズムは、耐食性の低下は空気の混入が発生した局所的な部分に留まり、クリップ接合部の溶接部全体には白色化が進展しないことを示唆するものであるが、撮影時期の異なる過去の燃料集合体炉内配置検査時の録画記録を複数確認した結果においても、白色化は最初の 1~2 運転サイクルに発生し、その後はほとんど進展していないと評価しており、その裏付けとなった。なお、当該事象確認直後の定期検査時に取り出した燃料に装着していたチャンネルボックスのうち、過去の燃料集合体炉内配置検査時の録画記録によって白色化が確認されていた 2 本の外観点検を実施し（平成 10 年 1 月）、録画記録と状態に差異がないことを確認した。
- ・白色化を確認したチャンネルボックス 103 本のクリップ接合部の溶接施工時期は昭和 63 年 10 月～平成元年 3 月であり、当該事象を確認した平成 9 年時点までには既に溶接設備の改修等が行われていたが、日立製作所では当該事象を受けて、溶接設備の日常点検において「パーシガス供給ホースの漏れがないこと」を確認する等の再発防止策を取っている。

#### <事象が健全性等に及ぼす影響>

- ・クリップは、チャンネルボックスを燃料の上部タイプレートに固定する目的で設けており、通常、チャンネルボックスの自重のみが付加される。燃料の取り扱い時やチャンネルボックスの取り付け・取り外し時にはそれを上回る荷重が付加されるが、保守的に余裕を見込んでも 200 kg 以下である。当該事象においては、最大で長さ約 15 mm の白色化を確認したが（残存する健全な溶接部の長さ約 75 mm）、2 つあるクリップの片側のみに 200 kg の荷重が全て付加されるという保守的な条件においても、溶接部の長さが 20 mm 残存していれば必要な強度は確保されると評価しており、チャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすことはない。
- ・白色化した溶接部表面には一部剥離している部分も認められるが、このようなジルコニウム合金の酸化物の剥離片は脆く、わずかな力で微細化することから、燃料や炉内構造物にフレットングや閉塞等の悪影響を及ぼすことは考えがたい。なお、K-5 においてはこれまで漏えい燃料が発生したことはない。
- ・チャンネルボックスは放射化しており、剥離片が定期検査作業時の被曝に与える影響も想定されるが、剥離片の発生量を保守的に見積もった上で、それらが全て再循環系配管に付着するという保守的な仮定を行っても実績の配管の放射能密度より 3

桁低いと評価されており、作業員の被曝の観点から問題となることはない。

### 2.1.3 当時の対応について

当時、当該事象は初めて経験するものであったことから、2.1.2 に示す通りの調査を行い、事象がチャンネルボックスの健全性に影響を及ぼさないことを確認した。

設備の健全性に影響を及ぼすものではないため、規制当局に報告すべきトラブル事象ではないと判断し、当時、規制当局への報告は行っておらず、また、対外的な公表も行っていない※4。

※4：当社において現在の不適合管理の運用を開始したのは平成 15 年であり、当時、トラブル事象未満の事象の取り扱いは所管箇所に任せられていた。また、原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA）や BWR 事業者協議会（JBOG）等、事業者間で情報を共有する仕組みも未整備であった。

## 2.2 平成 9 年 11 月実施の外観点検時に K-3 において確認した事象

### 2.2.1 概要

平成 9 年 11 月、K-3 の初装荷燃料（高燃焼度 8×8 燃料）に取り付けていたチャンネルボックスを取り外し、新燃料に取り付けて継続使用するために外観点検を行った。その結果、点検対象のチャンネルボックス 156 本のうち、4 本についてチャンネルボックス上端のクリップ接合部付近が白色化していることを確認した。

当該事象は、2.1 に示す事象に引き続いて確認した経験の範囲内の事象であり、同様にチャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすものではないと評価した。そのため、2.1 に示す事象とは異なり、確認対象範囲を拡大することは行っていない。また、白色化を確認したチャンネルボックス 4 本はそのまま継続使用することとし、問題なく取り出しまで使用した（3～5 運転サイクル使用）。

（添付資料-4）

### 2.2.2 当時の調査について

当該事象を確認したチャンネルボックスは東芝が設計し、ABB-Atom 社（当時）において製造されたものを東芝が納入したものである。従って、事象の調査は東芝とともに行った。調査の結果を纏めると以下の通りである。なお、東芝は当該事象を製造上まれに発生するものと見なしており、チャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすものではないことから対策の検討は特に行っていない。

<事象の原因等>

- ・外観点検結果から、白色化はクリップ接合部の端部付近の溶接部近傍に限定して発生していることを確認した。
- ・クリップ接合部の端部は、その形状の特徴（鋭角となっており面積が小さい）のために、溶接施工方法によっては相対的に局所的な入熱量が増加することとなり、他の部位に比べて耐食性が相対的に低下することが考えられる。当該事象はそのような部分的な耐食性の低下が白色化として顕在化したものと推定した。

- ・上記の発生メカニズムは、耐食性の低下は特徴的な形状を有する端部に留まり、クリップ接合部の溶接部全体には白色化が進展しないことを示唆するものである。

<事象が健全性等に及ぼす影響>

- ・クリップ接合部の溶接部の設計上の肉厚 2 mmのうち、仮に溶接部全体にわたり半分の肉厚が失われたとしても、燃料の取り扱い時にクリップに対して付加される荷重として保守的に燃料取替機の誤作動を考慮して 700 kgを想定し、それが 2 つあるクリップの片側のみに全て付加されるという保守的な条件において必要な強度は確保されると評価しており、チャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすことはない。
- ・白色化した溶接部表面が一部剥離したとしても、酸化皮膜の体積は小さく、被曝等に及ぼす影響は無視しうる。なお、燃料への影響の観点からは、K-3 においてこれまで漏えい燃料が発生したことはない。

### 2.2.3 当時の対応について

2.1 に示す事象と同様、当該事象は設備の健全性に影響を及ぼすものではないことから、規制当局に報告すべきトラブル事象ではないと判断し、当時、規制当局への報告は行っておらず、また、対外的な公表も行っていない

## 2.3 平成 20 年 3 月実施の外観点検時に K-3 において確認した事象

(新潟県中越沖地震後の点検時に確認した事象)

### 2.3.1 概要

平成 20 年 3 月、K-3 において新潟県中越沖地震（平成 19 年 7 月 16 日発生）の影響を確認するために行ったチャンネルボックスの外観点検<sup>※5</sup>において、点検対象のチャンネルボックス 100 本のうち、1 本（9×9 燃料（A型）に装着）についてチャンネルボックス上端のクリップ接合部付近が白色化していることを確認した。

当該事象は、2.1 及び 2.2 に示す事象と同様の経験の範囲内の事象であり、チャンネルボックスの健全性に影響を及ぼすものではないと評価したため、白色化を確認したチャンネルボックス 1 本はそのまま継続使用することとし、現在、炉内に装荷している。

(添付資料-4)

※5：新潟県中越沖地震時に炉内に燃料が装荷してあった K-3（プラント運転中に被災）については、原子炉内での装荷位置の差異による地震動の影響を考慮する観点から、炉心の中心部から外層部まで偏りなく離散的に抜き取る形で点検対象を選定して、制御棒及びその周囲のチャンネルボックス（制御棒 1 本につきチャンネルボックスは 4 本となる）の外観点検を実施した。このチャンネルボックス外観点検では、地震動の外力による変形の有無を正確に確認する観点から、制御棒の挿入経路や冷却材の流路として重要な機能を果たす側面部を正面に向けて、チャンネルボックスの側方から 1 面ずつ観察する形で点検を行った。



### 2.3.2 当時の調査について

当該事象を確認したチャンネルボックスは東芝が設計し、神戸製鋼所において製造されたものを東芝が納入したものである。事象の様相から、東芝は2.2に示す事象と同様の事象と評価し、当社もそれを了承した。2.2に示す事象と同様、東芝による対策の検討は特に行われていない。

なお、燃料を原子炉に装荷した状態では、チャンネルボックスのクリップ接合部は上部格子板等の炉内構造物と接触する位置になく、地震動によって損傷が生じることは考えがたい。

### 2.3.3 当時の対応について

2.1及び2.2に示す事象を既に経験していたことから、当該事象を確認した社員にとってこのような事象は「想定内事象」であった。当時、当社における不適合管理の運用は開始されていたが、当該事象は設備の健全性に影響を及ぼすものではなく、手入等の対応も特段必要としないものであることから、不適合事象には当たらないと判断し、規制当局への報告、対外的な公表、事業者間の情報共有は行われなかった。

## 3. 当該事象に関わるその他の情報の有無について

当社においては、チャンネルボックス外観点検を以下の場合に行っている。これらはチャンネルボックス全体（特に機能面で重要な側面部）の性状に着目して行っているものであり、クリップ接合部に大きな注意を払って行っているものではない（当該事象を確認した平成9年以降も基本的には同様）。

当社において保管しているこれまでに実施したチャンネルボックス外観点検の記録（作業報告書）を確認した限りにおいて上記3事象以外に白色化を確認したとの情報はない。

(添付資料-6)

- ① 初装荷燃料に取り付けていたチャンネルボックスを新燃料に付け替えて再使用する場合
- ② 定期検査時に燃料集合体外観検査（調査）を行う場合（過去の運用<sup>※6</sup>）
- ③ チャンネルボックスの設計変更を実施した等の理由から、特性の追跡調査を行う必要が生じた場合（一般に代表性を考慮した抜き取りで実施）
- ④ 地震による影響の調査等、非定例の点検を行う必要が生じた場合（一般に代表性を考慮した抜き取りで実施）

※6：過去に燃料集合体外観検査（調査）対象の燃料について、自主的に全数のチャンネルボックスの外観点検も行っていたものであるが、点検実績が蓄積されてきたことから、近年は実施していない。

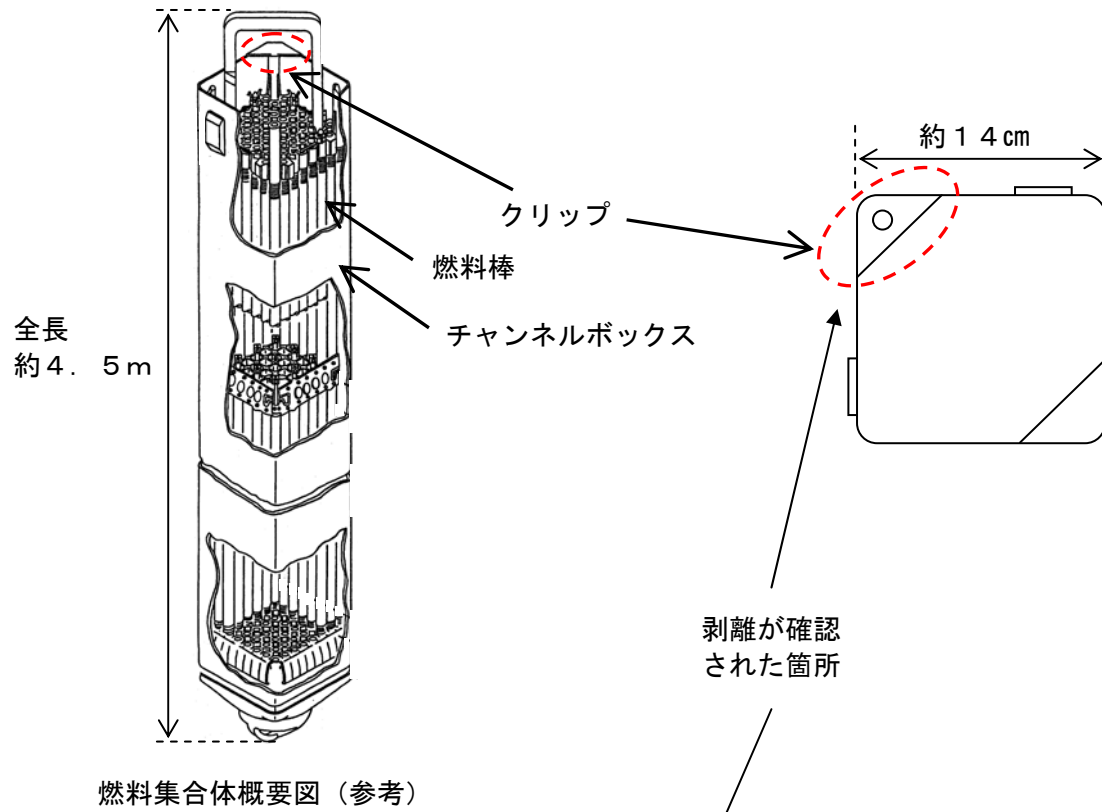
## 4. 添付資料

- (1) 平成9年5月実施の外観点検時にK-5において確認したチャンネルボックス上部の一部剥離状況（製造番号V89H567）

- (2) 平成 20 年 3 月実施の外観点検時に K-3 において確認したチャンネルボックス上部の一部剥離状況
- (3) 平成 9 年 5 月実施の外観点検時に K-5 において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等
- (4) 平成 9 年 11 月及び平成 20 年 3 月実施の外観点検時に K-3 において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等
- (5) 平成 9 年 5 月実施の外観点検時に K-5 において確認した事象に関して実施した調査について
- (6) 柏崎刈羽原子力発電所においてこれまでに実施したチャンネルボックス外観点検の実績

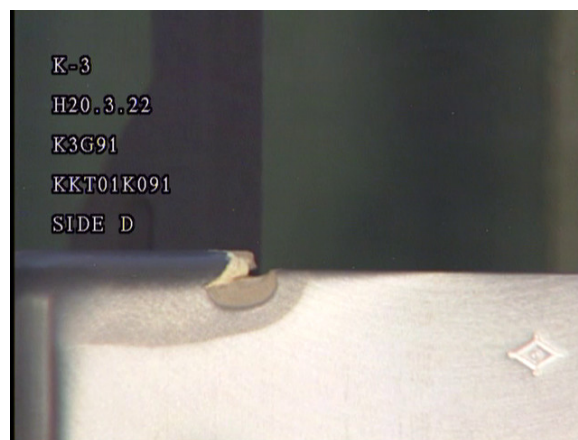
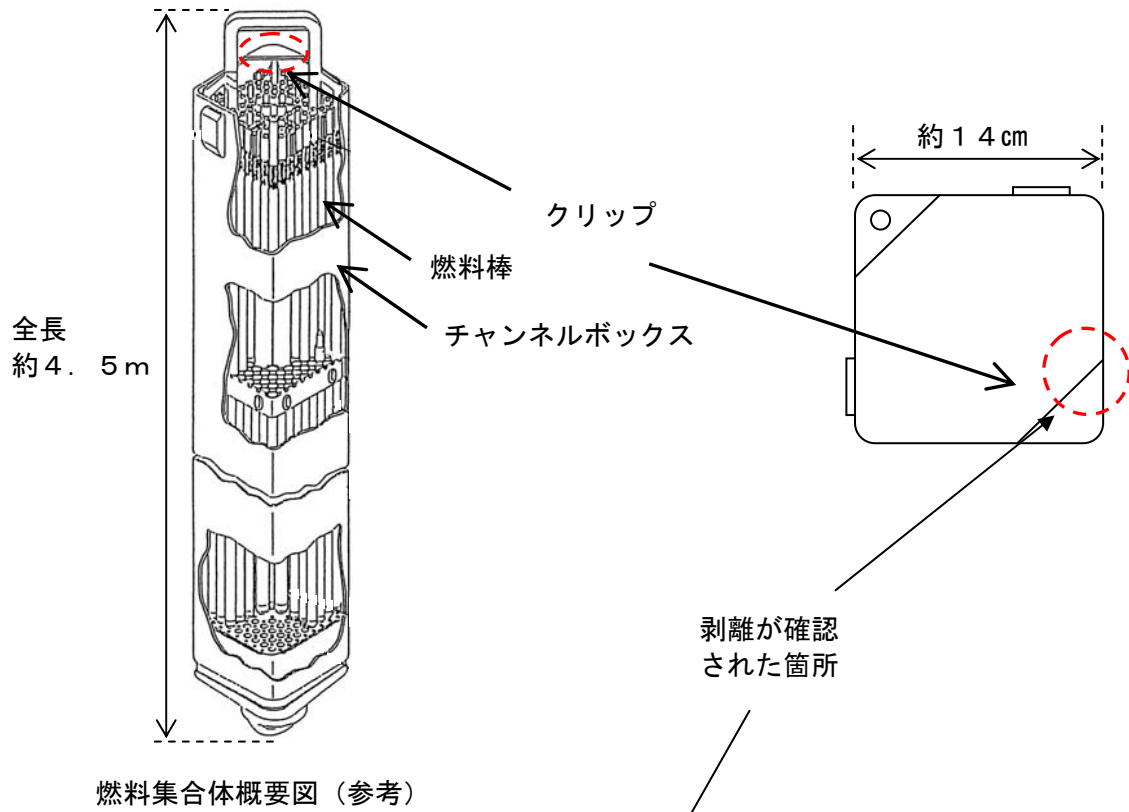
以 上

平成 9 年 5 月実施の外観点検時に K-5 において確認したチャンネルボックス上部の一部剥離状況（製造番号 V89H567）



K5 剥離状況（V89H567）

平成 20 年 3 月実施の外観点検時に K-3 において確認した  
チャンネルボックス上部の一部剥離状況



K3 剥離状況 (KKT01K091)

平成9年5月実施の外観点検時にK-5において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等

CB番号	チャンネルボックスデータ								H19.7時点	装着燃料データ						備考	
	最初に使用された履歴 (1バンドルライフ目)				再使用された履歴 (2バンドルライフ目)					製造データ			最初に装着した燃料		再使用時に装着した燃料		
	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月		製造時期	製造者	納入者	燃料番号	製造者	燃料番号		製造者
V89H411	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	1988/7	日立製作所	日立製作所	K5Y98	JNF	-	-	2001/9号機間移送
V89H441	1	1989/7	2	1992/9	11	2004/1	11	2005/7	POOL		日立製作所	日立製作所	K5Y68	JNF	K5G34	JNF	
V89H471	1	1989/6	2	1992/9	7	1998/2	10	2003/3	POOL	日立製作所	日立製作所	K5Y38	JNF	K5F44	JNF		
V89H528	1	1989/7	2	1992/9	7	1998/2	10	2003/3	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X243	JNF	K5F32	JNF		
V89H559	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X212	JNF	K5GN134	NFI		
V89H560	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	1989/3	日立製作所	日立製作所	K5X211	JNF	-	-	2001/9号機間移送
V89H562	1	1989/7	2	1992/9	8	1999/5	11	2005/7	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X209	JNF	K5G13	JNF	
V89H563	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	日立製作所	日立製作所	K5X208	JNF	-	-	2001/9号機間移送	
V89H564	1	1989/7	2	1992/9	8	1999/5	12	2006/11	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X207	JNF	K5G6	JNF		
V89H565	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	日立製作所	日立製作所	K5X206	JNF	-	-	2001/9号機間移送	
V89H566	1	1989/7	2	1992/9	6	1996/10	9	2002/2	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X205	JNF	K5E13	JNF		
V89H567	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	日立製作所	日立製作所	K5X204	JNF	-	-	2001/9号機間移送	
V89H568	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X203	JNF	K5GN122	NFI		
V89H569	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X202	JNF	K5GN116	NFI		
V89H570	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X201	JNF	K5GN125	NFI		
V89H572	1	1989/7	2	1992/9	6	1996/10	6	1997/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X199	JNF	K5Y218	JNF		
V89H573	1	1989/7	2	1992/9	-	-	-	-	K7POOL	日立製作所	日立製作所	K5X198	JNF	-	-	2001/9号機間移送	
V89H575	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X196	JNF	K5GN124	NFI		
V89H576	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X195	JNF	K5C31	JNF	2002/9JNFL	
V89H577	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X194	JNF	K5GN128	NFI		
V89H578	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X193	JNF	K5C30	JNF	2002/9JNFL	
V89H579	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X192	JNF	K5GN129	NFI		
V89H582	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X189	JNF	K5D19	JNF		
V89H589	1	1989/7	2	1992/9	9	2000/10	12	2006/12	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X182	JNF	K5GN118	NFI		
V89H590	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/8	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X181	JNF	K5D20	JNF		
V89H591	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X180	JNF	K5D3	JNF		
V89H592	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/9	9	2002/2	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X179	JNF	K5E4	JNF		
V89H593	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X178	JNF	K5C11	JNF		
V89H594	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X177	JNF	K5D2	JNF		
V89H595	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/8	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X176	JNF	K5E24	JNF		
V89H596	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X175	JNF	K5C32	JNF	2002/9JNFL	
V89H597	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X174	JNF	K5E51	JNF		
V89H636	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/8	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X135	JNF	K5D28	JNF		
V89H639	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X132	JNF	K5E34	JNF		
V89H640	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X131	JNF	K5D108	JNF		
V89H642	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X129	JNF	K5E39	JNF		
V89H643	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X128	JNF	K5C35	JNF	2002/9JNFL	
V89H644	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X127	JNF	K5D107	JNF		
V89H654	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X117	JNF	K5C134	JNF		
V89H663	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X108	JNF	K5D79	JNF	2002/9JNFL	
V89H667	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X104	JNF	K5C133	JNF		
V89H668	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X103	JNF	K5E22	JNF		
V89H670	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X101	JNF	K5D77	JNF	2002/9JNFL	
V89H671	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X100	JNF	K5D96	JNF	2002/9JNFL	
V89H672	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X99	JNF	K5C36	JNF	2002/9JNFL	

平成9年5月実施の外観点検時にK-5において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等

CB番号	チャンネルボックスデータ								H19.7時点	装着燃料データ						備考	
	最初に使用された履歴 (1バンドルライフ目)				再使用された履歴 (2バンドルライフ目)					製造データ			最初に装着した燃料		再使用時に装着した燃料		
	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月		製造時期	製造者	納入者	燃料番号	製造者	燃料番号		製造者
V89H673	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL	1988/7 ~ 1989/3	日立製作所	日立製作所	K5X98	JNF	K5E144	JNF	
V89H674	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X97	JNF	K5C163	JNF	2002/9JNFL
V89H675	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X96	JNF	K5C137	JNF	2002/9JNFL
V89H676	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X95	JNF	K5E31	JNF	
V89H678	1	1989/7	1	1991/5	6	1996/10	8	2000/8	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X93	JNF	K5E140	JNF	
V89H680	1	1989/7	1	1991/5	6	1996/9	9	2002/1	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X91	JNF	K5E134	JNF	
V89H681	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/8	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X90	JNF	K5D84	JNF	
V89H682	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/9	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X89	JNF	K5E55	JNF	
V89H683	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X88	JNF	K5D14	JNF	
V89H684	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X87	JNF	K5C26	JNF	2002/9JNFL
V89H686	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X85	JNF	K5D31	JNF	
V89H690	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X81	JNF	K5C146	JNF	2002/9JNFL
V89H691	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X80	JNF	K5D93	JNF	2002/9JNFL
V89H692	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X79	JNF	K5D29	JNF	
V89H693	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X78	JNF	K5D88	JNF	
V89H695	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X76	JNF	K5E33	JNF	
V89H696	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X75	JNF	K5E138	JNF	
V89H697	1	1989/7	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X74	JNF	K5C29	JNF	2002/9JNFL
V89H698	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X73	JNF	K5E128	JNF	
V89H705	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/8	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X66	JNF	K5D90	JNF	
V89H707	1	1989/7	1	1991/5	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X64	JNF	K5C33	JNF	2002/9JNFL
V89H708	1	1989/7	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X63	JNF	K5D99	JNF	
V89H709	1	1989/7	1	1991/4	6	1996/9	10	2003/3	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X62	JNF	K5E57	JNF	
V89H713	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X58	JNF	K5D18	JNF	
V89H714	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/6	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X57	JNF	K5D15	JNF	
V89H715	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X56	JNF	K5C27	JNF	2002/9JNFL
V89H720	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/2	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X51	JNF	K5E48	JNF	
V89H721	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X50	JNF	K5D17	JNF	
V89H722	1	1989/6	1	1991/5	4	1994/2	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X49	JNF	K5C135	JNF		
V89H723	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X48	JNF	K5D81	JNF		
V89H724	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X47	JNF	K5C148	JNF	2002/9JNFL	
V89H725	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X46	JNF	K5D94	JNF	2002/9JNFL	
V89H726	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X45	JNF	K5E53	JNF		
V89H727	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X44	JNF	K5D26	JNF		
V89H729	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/6	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X42	JNF	K5C150	JNF		
V89H730	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X41	JNF	K5D21	JNF		
V89H732	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X39	JNF	K5D89	JNF		
V89H734	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X37	JNF	K5E43	JNF		
V89H735	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X36	JNF	K5C167	JNF		
V89H737	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X34	JNF	K5D22	JNF		
V89H738	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X33	JNF	K5D80	JNF	2002/9JNFL	
V89H740	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X31	JNF	K5C138	JNF	2002/9JNFL	
V89H742	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/1	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X29	JNF	K5E46	JNF		
V89H743	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/8	POOL	日立製作所	日立製作所	K5X28	JNF	K5D91	JNF		
V89H744	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL	日立製作所	日立製作所	K5X27	JNF	K5C164	JNF	2002/9JNFL	

平成9年5月実施の外観点検時にK-5において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等

CB番号	チャンネルボックスデータ								装着燃料データ				備考				
	最初に使用された履歴 (1バンドルライフ目)				再使用された履歴 (2バンドルライフ目)				H19.7時点	製造データ				最初に装着した燃料		再使用時に装着した燃料	
	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月	装荷 サイクル	装荷 年月	取出 サイクル	取出 年月		製造時期	製造者	納入者		燃料番号	製造者	燃料番号	製造者
V89H745	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL	1988/7 ~ 1989/3	日立製作所	日立製作所	K6X26	JNF	K5E30	JNF	
V89H748	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X23	JNF	K5E44	JNF	
V89H750	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	10	2003/3	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X21	JNF	K5E59	JNF	
V89H751	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X20	JNF	K5D92	JNF	
V89H753	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	6	1997/12	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X18	JNF	K5C37	JNF	
V89H756	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X15	JNF	K5D103	JNF	
V89H757	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X14	JNF	K5D34	JNF	
V89H758	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	7	1999/5	JNFL		日立製作所	日立製作所	K5X13	JNF	K5C154	JNF	
V89H759	1	1989/6	1	1991/4	4	1994/2	6	1997/12	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X12	JNF	K5C43	JNF	
V89H760	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	9	2002/1	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X11	JNF	K5E28	JNF	
V89H761	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/10	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X10	JNF	K5E139	JNF	
V89H762	1	1989/6	1	1991/4	6	1996/9	9	2002/2	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X9	JNF	K5E40	JNF	
V89H764	1	1989/6	1	1991/4	5	1995/6	8	2000/9	POOL		日立製作所	日立製作所	K5X7	JNF	K5D12	JNF	

C1装荷 103	C1取出 82	C4装荷 24	C4取出 0	炉内	0
	C2取出 21	C5装荷 33	C5取出 0	K5POOL	75
		C6装荷 27	C6取出 3	K7POOL	6
		C7装荷 2	C7取出 35	JNFL	22
		C8装荷 2	C8取出 32		
		C9装荷 8	C9取出 12		
		C10装荷 0	C10取出 4		
		C11装荷 1	C11取出 2		
		C12装荷 0	C12取出 9		

↑  
装荷サイ  
クルと装荷本  
数の内訳

↑  
取出サイク  
ルと取出  
本数の内  
訳

↑  
装荷サイク  
ルと装荷  
本数の内  
訳

↑  
取出サイク  
ルと取出  
本数の内  
訳

平成9年11月実施の外観点検時にK-3において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等

CB番号	チャンネルボックスデータ									装着燃料データ								備考
	最初に使用された履歴 (1/バンドルライフ目)				再使用された履歴 (2/バンドルライフ目)				H19.7時点	製造データ			最初に装着した燃料		再使用時に装着した燃料			
	装着 サイクル	装着 年月	取出 サイクル	取出 年月	装着 サイクル	装着 年月	取出 サイクル	取出 年月		製造時期	製造者	納入者	燃料番号	製造者	燃料番号	製造者		
T92A030	1	1992/9	1	1994/9	5	1998/10	9	2006/5	K3POOL	1991/2	ABB-Atom	東芝	K3X30	JNF	K3D22	JNF		
T92A057	1	1992/10	1	1994/9	5	1998/10	9	2006/6	K3POOL	1991/2	ABB-Atom	東芝	K3X57	JNF	K3DN76	NFI		
T92A083	1	1992/10	1	1994/9	5	1998/10	8	2005/1	K3POOL	1991/2	ABB-Atom	東芝	K3X83	JNF	K3DN89	NFI		
T92A228	1	1992/10	2	1996/2	6	2000/1	8	2005/1	K3POOL	1991/2	ABB-Atom	東芝	K3X228	JNF	K3DN37	NFI		
	C1装着 4		C1取出 3 C2取出 1		C5装着 3 C6装着 1		C8取出 2 C9取出 2		K3POOL									4
	↑ 装着サイ クルと装 荷本数の 内訳		↑ 取出サイ クルと取 出本数の 内訳		↑ 装着サイ クルと装 荷本数の 内訳		↑ 取出サイ クルと取 出本数の 内訳											

平成20年3月実施の外観点検時にK3において白色化を確認したチャンネルボックスの使用履歴等

CB番号	チャンネルボックスデータ				装着燃料データ				備考
	製造時期	製造者	納入者	装着 サイクル	装着 年月	H24.7 時点	燃料番号	製造者	
KKT01K091	2001/7	神戸製鋼所	東芝	8	2004/1	K3炉心 (33-28)	K3G91	JNF	燃料K3G91(第7回取替燃料)に装着され、中越地震後も炉心に装着されている。(4サイクル目)



平成 9 年 5 月実施の外観点検時に  
K-5 において確認した事象に関して実施した調査について

当時（平成 9 年 5 月～7 月）、以下の通りの調査を実施しており、その結果、当該事象の原因は、クリップ接合部の溶接施工時に溶接部近傍に供給するバックパーシブガスの流量不足が生じたために、クリップ接合部の端部付近に局所的に空気の混入が発生し、部分的な耐食性の低下が起こったことが原因と結論付けている。

(1) 事象の影響範囲の特定

チャンネルボックスの外観点検は、側面部の性状に特に注目しつつ、チャンネルボックスの側方から、コーナー部を画面の中心に置いて、2 つの側面を同時に観察する形で行っている（各面に対して 45 度方向から観察する形）。この点検によって点検対象 52 本のうち 1 本（製造番号 V89H563）に白色化を確認した。

それを受けて、改めてチャンネルボックスの上方からクリップ接合部付近に注目した外観点検を行い、計 7 本のチャンネルボックス（上記 1 本を含む）に白色化を確認した。チャンネルボックスによって白色化の程度に差異があり、上記の外観点検で白色化を確認した 1 本は比較的白色化の程度が大きいものであった<sup>※1</sup>。

複数のチャンネルボックスに同様な事象が確認されたことから、確認対象を拡大することとし、同時期に製造した初装荷燃料向けのチャンネルボックス 770 本全ての調査を行うこととした。調査は過去の燃料集合体炉内配置検査時の録画記録を用いて行うこととし、結果、103 本（上記 7 本を含む）に同様な白色化を確認した。

※1：新たに白色化を確認した 6 本のチャンネルボックスのうち、4 本（製造番号 V89H560、V89H565、V89H567、V89H573）の白色化の程度はこの 1 本と同様に比較的大きいものであった。そこで、これら 5 本のチャンネルボックスは念のために継続使用を行わないこととした。一方、比較的白色化の程度が小さいと評価した 2 本のチャンネルボックス（製造番号 V89H471、V89H528）については継続使用することとした。

(2) 白色化の様相の調査

チャンネルボックスの白色化が生じた部位について、外面から水中カメラを用いて観察するとともに（7 本全てに対して実施）、うち 4 本（製造番号 V89H471（白色化の程度：小）、V89H528（白色化の程度：小）、V89H560（白色化の程度：大）、V89H563（白色化の程度：大））についてはファイバースコープを用いて内面も観察した。その結果、以下のことが判明した。

なお、チャンネルボックスにクリップは 2 つ（チャンネルファスナを取り付ける側とその対角側）あるが、白色化はそのどちらにも認められている。

- ・白色化した部位はクリップ接合部の端部（溶接開始部付近<sup>※2</sup>）のみであり、溶接部全体には及んでいなかった。

- ・白色化した部位の中では、溶接部が崩れている状態に見える一方、母材部（熱影響部も含む）は健全に見えた。
- ・白色化した部位は内面も白色化していた。

以上の観察結果は、溶接部において耐食性の低下が部分的に生じた結果、白色化が発生したことを示唆するものであった。

※2：クリップ接合部の溶接は、端部（クリップの鋭角側）からコーナー部（クリップの直角部）方向へ複数回に分けて行う。

### (3) 溶接部に耐食性の低下が生じた原因の調査

#### (3)-1 溶接設備・溶接士について

初装荷燃料向けのチャンネルボックス 770 本のクリップ接合部の溶接施工は、昭和 63 年 7 月～平成元年 3 月に実施しており、そのうち、白色化を確認した 103 本の施工時期は昭和 63 年 10 月～平成元年 3 月の期間であった（溶接本数に対する白色化の発生率で見ると、この期間の中でも特に昭和 63 年 11 月～平成元年 2 月が高い）。

昭和 63 年 7 月～平成元年 3 月の期間で溶接設備の更新は行っておらず、また、白色化を確認した 103 本の溶接施工を行った溶接士に偏りが無いことから、耐食性の低下は設備や人の特異性によるものではない。

#### (3)-2 溶接施工条件について

クリップ接合部の溶接は自動 TIG 溶接装置を用いて行っており、溶接時の電流、電圧、溶接速度、プリフロー時間（溶接直前にトーチのシールドガスを流しておく時間）は装置への設定値である。また、溶接部近傍への空気の混入を防止するためのトーチのシールドガス、バックパージガス（溶接部裏側へ供給する不活性気体）はボンベから供給していた（流量計にて流量設定）。

これらの溶接施工条件のうち、プリフロー時間、トーチシールドガス流量、バックパージガス流量について、作業指示書に定めた規定値から変更した場合の耐食性への影響を確認することとし、再現試験<sup>※3</sup>を実施した。その結果、バックパージガス流量を変更したケースにおいて実現象を再現することができたことから、耐食性の低下はバックパージガスの流量不足が生じたために発生したと推定した。

- ・プリフロー時間：時間を極端に短くしたケースでは若干腐食が発生したが、実現象を再現するものではないと判断。
- ・トーチシールドガス流量：流量を低下させたケースでは腐食が発生したが、溶接部全面にわたっており、実現象を再現するものではないと判断。
- ・バックパージガス流量：流量を低下させたケースでクリップ接合部の端部のみに腐食が発生し、実現象を再現。

※3：溶接施工条件を変更した上で試験片の溶接を行い、当該試験片の高温蒸気による腐食試験によって腐食発生の有無を確認した。

### (3)-3 使用材料について

初装荷燃料向けのチャンネルボックス 770 本のうち、白色化を確認した 103 本に使用した各部材の素材ロットに特段の偏りはなく、耐食性の低下は材料の特異性によるものではない。

### (3)-4 溶接時の部材間の寸法精度の影響について

溶接時には部材間のギャップが規定値となるよう調整しており、その寸法調整にばらつきが生じたことで耐食性に影響を及ぼしたことも考えられる。しかしながら、ギャップの値を変更して行った再現試験の結果、白色化は発生せず、耐食性の低下は部材間の寸法精度の問題によるものではないと判断した。

### (3)-5 原子炉内での使用条件による影響について

白色化を確認したチャンネルボックス 103 本は、低濃縮初装荷燃料に 100 本、中濃縮初装荷燃料に 3 本を装着して原子炉内で使用した<sup>※4</sup>。白色化を確認したチャンネルボックスの製造時期が比較的集中していることから、装着先が低濃縮初装荷燃料に集中したものと考えられる。これら 103 本のチャンネルボックスを装着した初装荷燃料の使用条件は、その他の初装荷燃料と差異はなく、耐食性の低下は原子炉内での使用条件の特異性によるものではない。

※4：取替燃料によって構成する炉心は、燃焼期間が異なる燃料（新燃料、1 サイクル燃焼燃料、2 サイクル燃焼燃料、…）が混在しており、それらを適切に配列することで出力分布が大きく偏らない炉心配置としている。一方、初装荷燃料にはそのような燃焼期間の差異がないことから、<sup>235</sup>U 濃縮度の異なる複数の設計の燃料（新型 8×8 ジルコニウムライナ燃料の場合、「低濃縮」、「中濃縮」、「高濃縮」の 3 種類）を用意することで同様な構成の炉心配置を実現している。なお、低濃縮初装荷燃料の場合、1～2 運転サイクルで全ての燃料を使用済燃料として取り出すことになるため、その燃料に装着していたチャンネルボックスを他の燃料へ付け替えて再使用することが多い。

以 上

柏崎刈羽原子力発電所においてこれまでに実施したチャンネルボックス外観点検の実績

以下に示す過去に実施したチャンネルボックス外観点検について、記録(作業報告書)の調査を行った。

報告書上の分類		作業件名	点検内容
①	初装荷燃料のチャンネルボックスを新燃料に付け替えて再使用する場合	再使用外観	チャンネルボックスの再使用(2バンドルライフ運用)に際して、対象チャンネルボックスを確認。
		CB差し替え	2バンドルライフ運用を継続するために予備のチャンネルボックスの曲がりや異常腐食のないことを確認し、チャンネルボックスの差し替えを実施。
②	定期検査時に燃料集合体外観検査(調査)を行う場合	定検外観	定期検査の燃料集合体外観検査時に、対象燃料(継続装荷燃料)に装着されているチャンネルボックスを確認。
		漏えい燃料	漏えい燃料の燃料集合体外観検査時に、当該燃料に装着されているチャンネルボックスを確認。
		中間停止外観	中間停止時の燃料集合体外観調査において、漏えい燃料・継続装荷燃料に装着されているチャンネルボックスを確認。
③	チャンネルボックスの設計変更を実施した等の理由から、特性の追跡調査を行う必要が生じた場合	CB外観	追跡調査等、知見拡充のためチャンネルボックスの外観を確認。
		クリップ白色化進行調査	追跡調査等、知見拡充のためチャンネルボックスの外観を確認。
		共研Zr-2外観	共同研究にて追跡調査等チャンネルボックスの外観を確認。
④	地震による影響の調査等、非定例の点検を行う必要が生じた場合	地震後点検	新潟県中越沖地震後に地震による影響の有無を確認。

<1号機>

点検時期	件名	分類	点検数	点検結果	備考
H1. 4~5	第3回定検外観	②	16	異常なし	
H2. 3~4	再使用外観	①	198	異常なし	
H4. 3	第5回定検外観	②	22	異常なし	
H4. 3	CB外観	③	10	異常なし	
H5. 5	第6回定検外観	②	21	異常なし	
H6. 10	第7回定検外観	②	4	異常なし	
H8. 2	CB差し替え	①	11	異常なし	
H8. 2	第8回定検外観	②	6	異常なし	
H8. 7	再使用外観	①	50	異常なし	
H9. 7	第9回定検外観	②	6	異常なし	
H10. 1~2	中間停止外観	②	9	異常なし	漏えい燃料1体含む
H10. 11	第10回定検外観	②	8	異常なし	
H12. 3	第11回定検外観	②	8	異常なし	
H13. 6	第12回定検外観	②	7	異常なし	
H20. 4	地震後点検	④	40	異常なし	
	合計		416		

<2号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H3. 10	第1回定検外観	②	8	異常なし	
H3. 10	再使用外観	①	13	異常なし	
H5. 2	第2回定検外観	②	16	異常なし	
H6. 5	第3回定検外観	②	10	異常なし	
H6. 5	CB外観	③	353	異常なし	
H6. 5	共研Zr-2外観	③	12	異常なし	
H7. 9	第4回定検外観	②	6	異常なし	
H7. 9	CB差し替え	①	22	異常なし	
H9. 1	第5回定検外観	②	7	異常なし	
H9. 1	CB差し替え	①	7	異常なし	
H10. 5	第6回定検外観	②	12	異常なし	
H10. 5	共研Zr-2外観	③	8	異常なし	
H11. 9	第7回定検外観	②	13	異常なし	
H19. 11~H20. 2	地震後点検	④	100	異常なし	
	合計		587		

<3号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H6. 9~10	第1回定検外観	②	8	異常なし	
H8. 1	第2回定検外観	②	12	異常なし	
H9. 5	第3回定検外観	②	10	異常なし	
H9. 11	再使用外観	①	156	異常なし	4本の白色化を確認
H10. 8~9	CB差し替え	①	20	異常なし	
H10. 8~9	第4回定検外観	②	10	異常なし	
H12. 1	第5回定検外観	②	14	異常なし	
H13. 5	CB差し替え	①	2	異常なし	
H15. 9	CB差し替え	①	14	異常なし	
H17. 3	CB差し替え	①	3	異常なし	
H20. 3	地震後点検	④	100	異常なし	1本の白色化を確認
	合計		349		

<4号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H7. 3	第1回定検外観	②	6	異常なし	
H8. 5	第2回定検外観	②	8	異常なし	
H9. 9	第3回定検外観	②	8	異常なし	
H9. 9	再使用外観	①	4	異常なし	
H10. 3	再使用外観	①	156	異常なし	
H11. 1	第4回定検外観	②	10	異常なし	
H12. 4	第5回定検外観	②	8	異常なし	
H15. 1	CB差し替え	①	4	異常なし	
H16. 9	CB差し替え	①	9	異常なし	
H20.3~4	地震後点検	④	100	異常なし	
	合計		313		

<5号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H3. 5	第1回定検外観	②	8	異常なし	
H4. 9	第2回定検外観	②	14	異常なし	
H4. 9	CB外観	③	152	異常なし	
H5. 4	再使用外観	①	72	異常なし	
H6. 1~2	第3回定検外観	②	10	異常なし	
H6. 2	共研Zr-2外観	③	6	異常なし	
H6. 2	CB外観	③	27	異常なし	
H6. 8~9	再使用外観	①	68	異常なし	
H7. 1	共研Zr-2外観	③	2	異常なし	
H7. 5	第4回定検外観	②	7	異常なし	
H7. 5	共研Zr-2外観	③	10	異常なし	
H7. 12	再使用外観	①	100	異常なし	
H8. 9	第5回定検外観	②	5	異常なし	
H8. 9	再使用外観	①	4	異常なし	
H8. 9	CB差し替え	①	6	異常なし	
H9. 5	再使用外観	①	52	異常なし	7本の白色化を確認
H9. 6	再使用外観追加	①	5	異常なし	
H10. 1	クリップ白色化進行調査	③	2	進行なし	クリップ溶接部のみ外観
H10. 1	第6回定検外観	②	8	異常なし	
H10. 9	再使用外観	①	100	異常なし	
H11. 5	第7回定検外観	②	9	異常なし	
H11. 5	CB差し替え	①	2	異常なし	
H12. 9	第8回定検外観	②	4	異常なし	
H12. 10	CB差し替え	①	2	異常なし	
H13. 11	CB差し替え	①	16	異常なし	
H15. 3	CB差し替え	①	18	異常なし	
H17. 8	CB差し替え	①	6	異常なし	
H20. 2~3	地震後点検	④	100	異常なし	
	合計		815		

<6号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H9. 12	第1回定検外観	②	10	異常なし	
H11. 3	第2回定検外観	②	8	異常なし	
H12. 6	漏えい燃料	②	1	異常なし	
H20. 2	地震後点検	④	116	異常なし	
	合計		135		

<7号機>

点検時期	件名		点検数	点検結果	備考
H10. 6	第1回定検外観	②	10	異常なし	
H11. 4	漏えい燃料	②	1	異常なし	
H11. 9	第2回定検外観	②	9	異常なし	
H19. 12~H20. 2	地震後点検	④	116	異常なし	
	合計		136		

柏崎刈羽原子力発電所 総計		2751
---------------	--	------