

柏崎刈羽原子力発電所

敷地の地質・地質構造（概要）

平成26年 10月3日
東京電力株式会社



東京電力

-
1. 敷地の地質・地質構造
 2. 大湊側の敷地に分布する断層の評価
 3. 荒浜側の敷地に分布する断層の評価

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



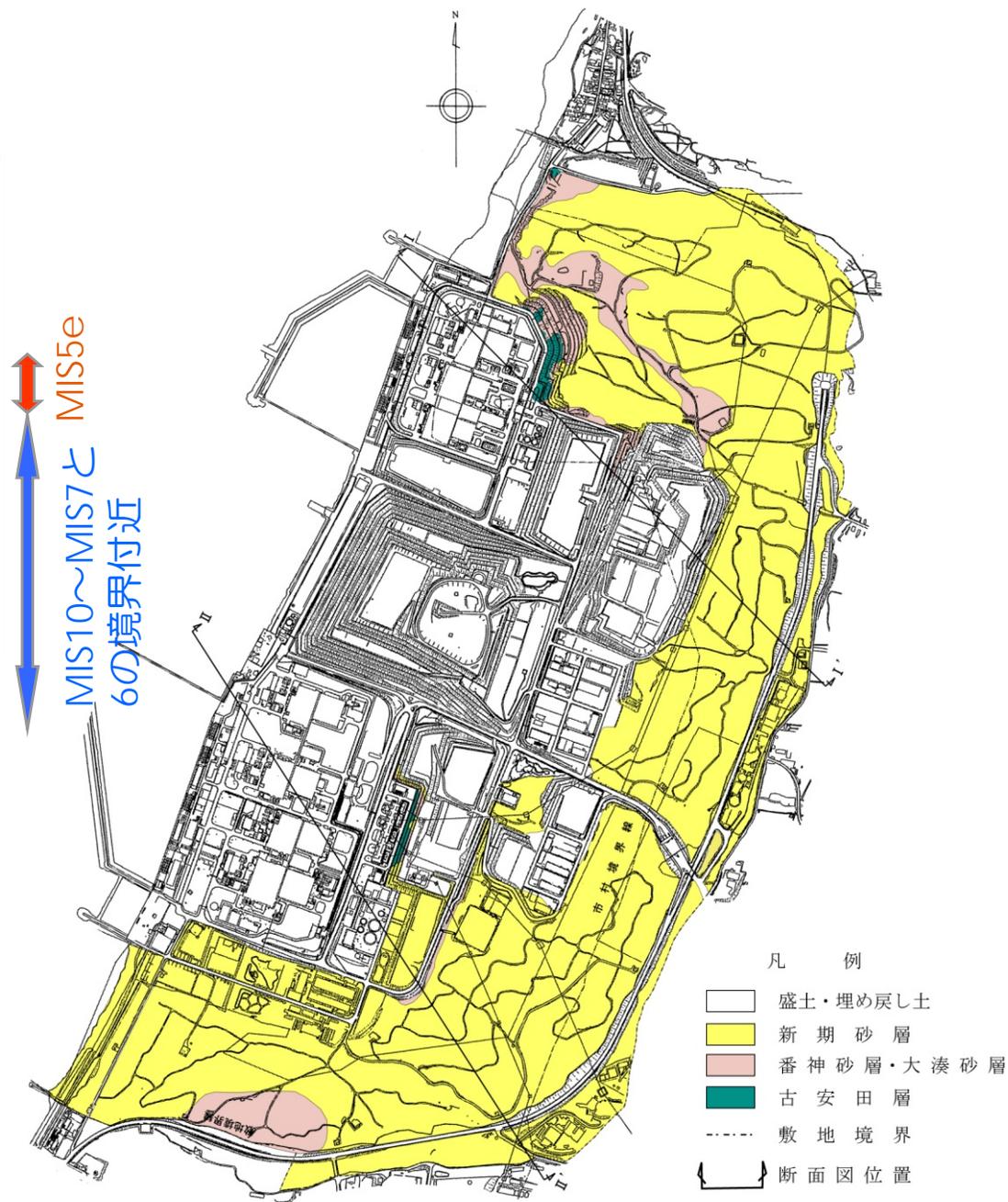
敷地の地質調査位置図

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	鮮新世	椎谷層	砂岩，砂岩・泥岩互層，細礫岩等を挟む
			寺泊層	黒色泥岩，砂岩・泥岩互層
中新世		中期		

不整合



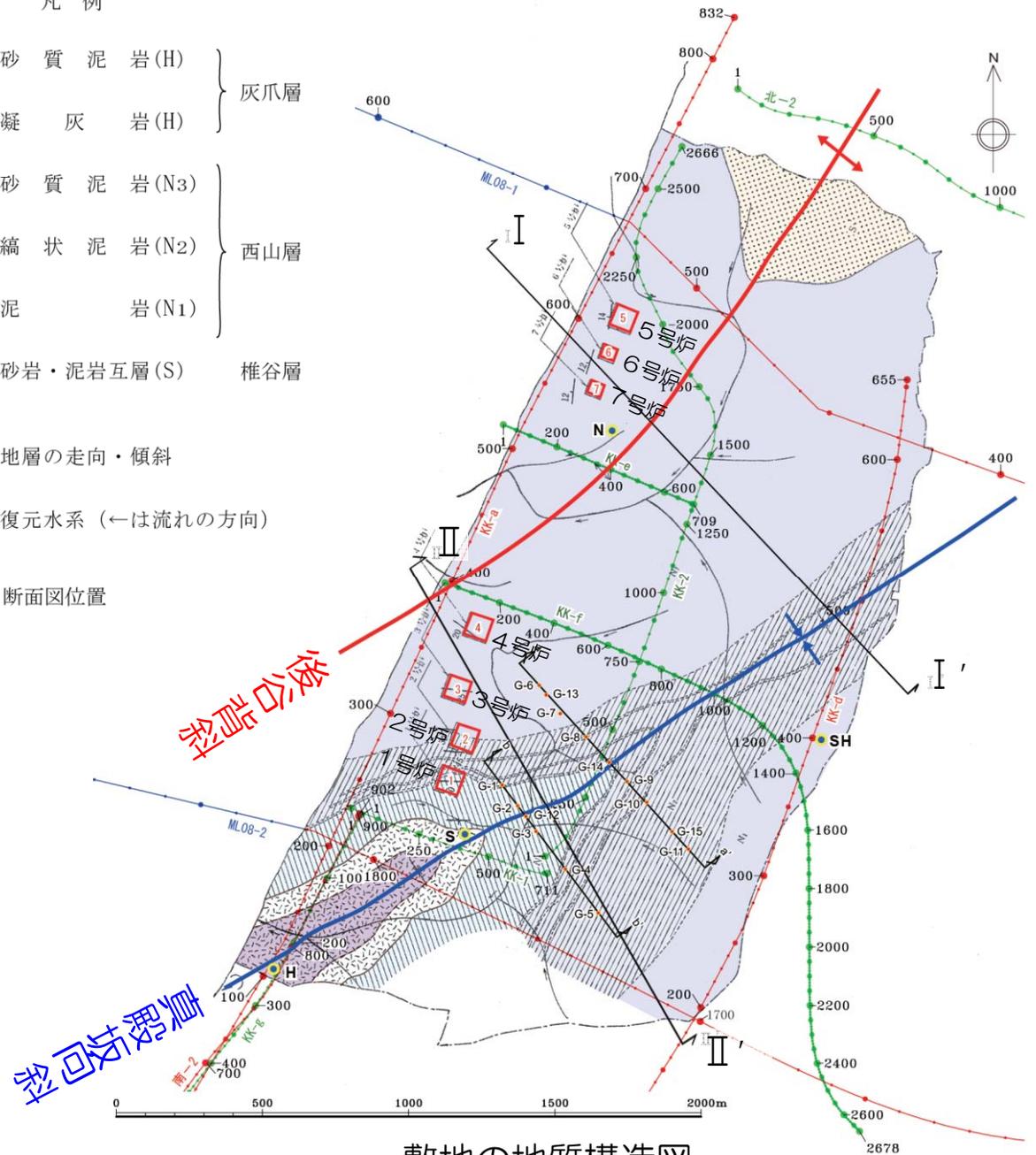
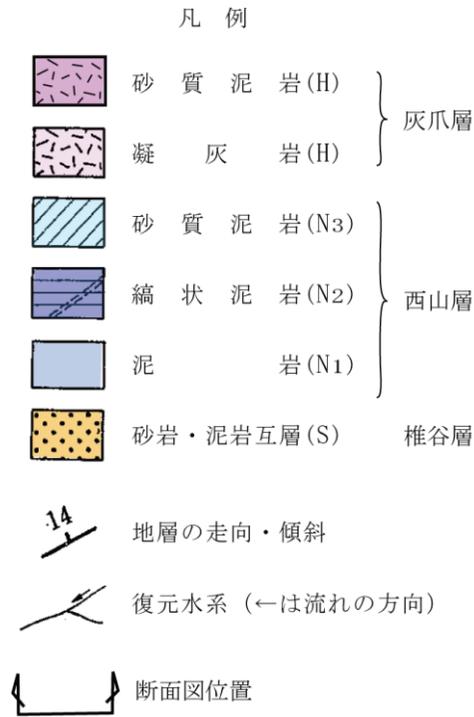
凡例

- 盛土・埋め戻し土
- 新期砂層
- 番神砂層・大湊砂層
- 古安田層
- 敷地境界
- 断面図位置

敷地の地質図

敷地の地質構造

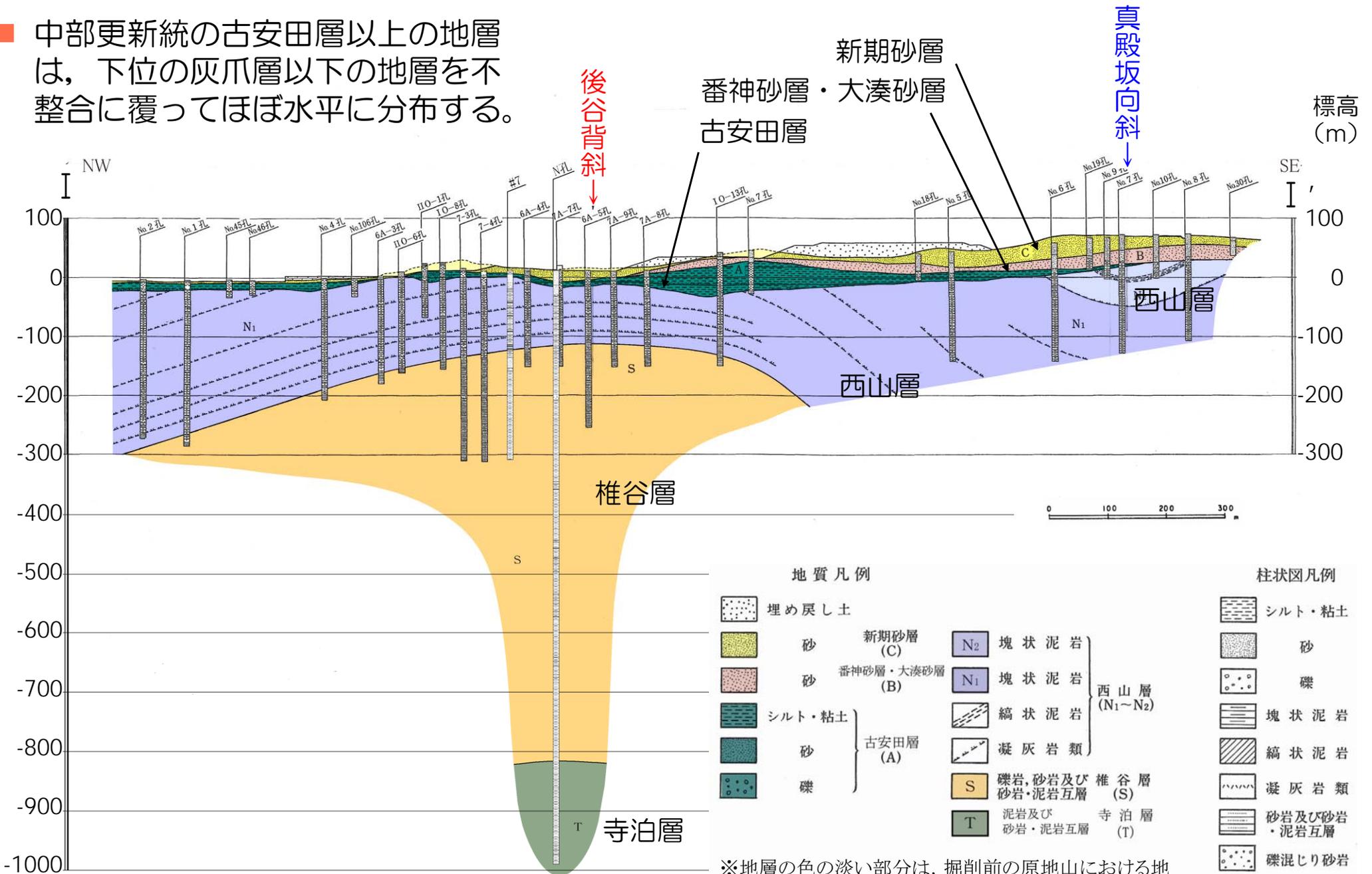
- 敷地北部では椎谷層が上位の西山層に囲まれて、敷地南西部では灰爪層が下位の西山層に囲まれて分布している。
- 後谷背斜及び真殿坂向斜は、NE-SW方向に連続し、全体としてSW方向にプランジしている。



敷地の地質構造図

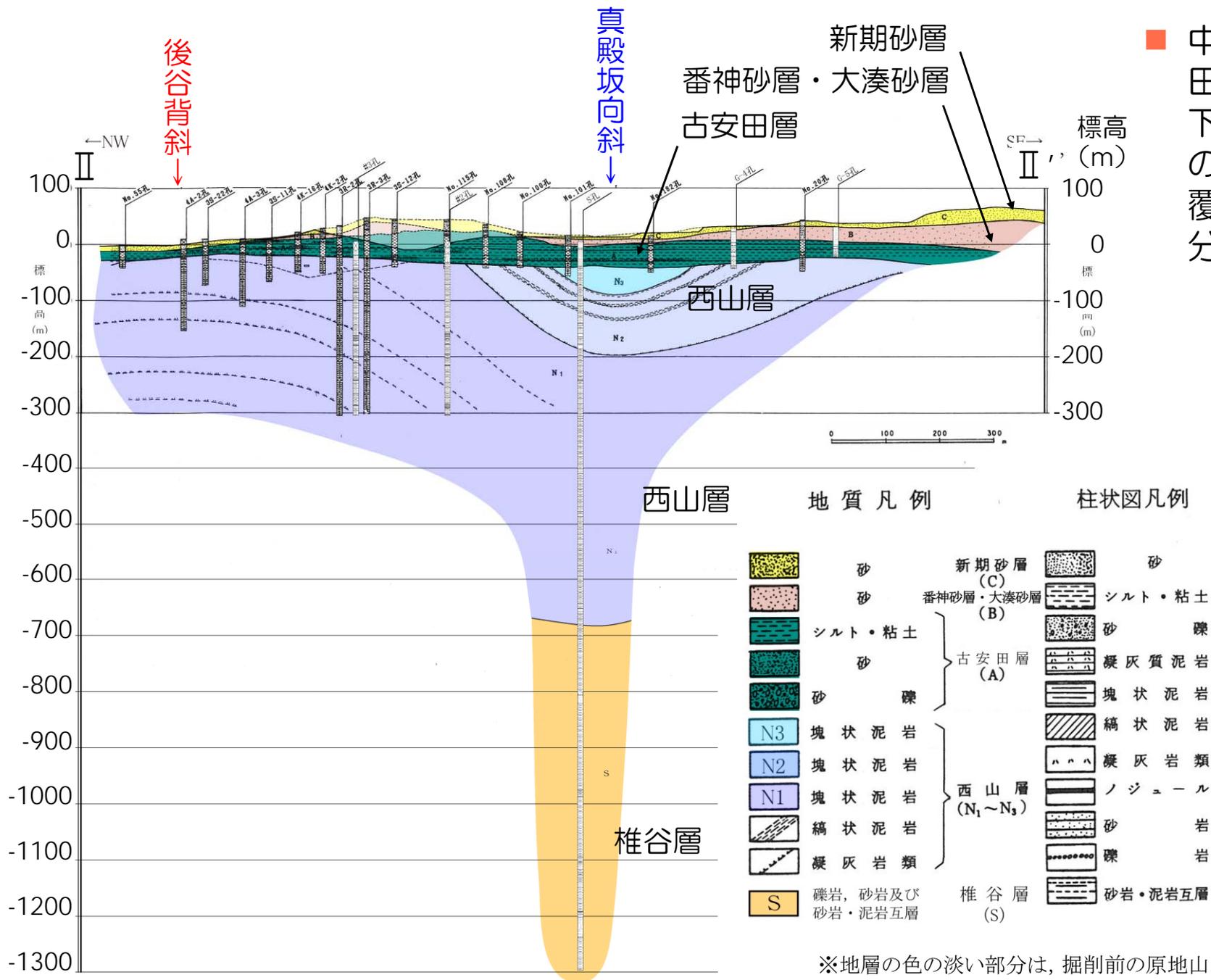
敷地の地質断面図 (I - I' 断面)

- 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。



※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。

敷地の地質断面図 (II-II'断面)

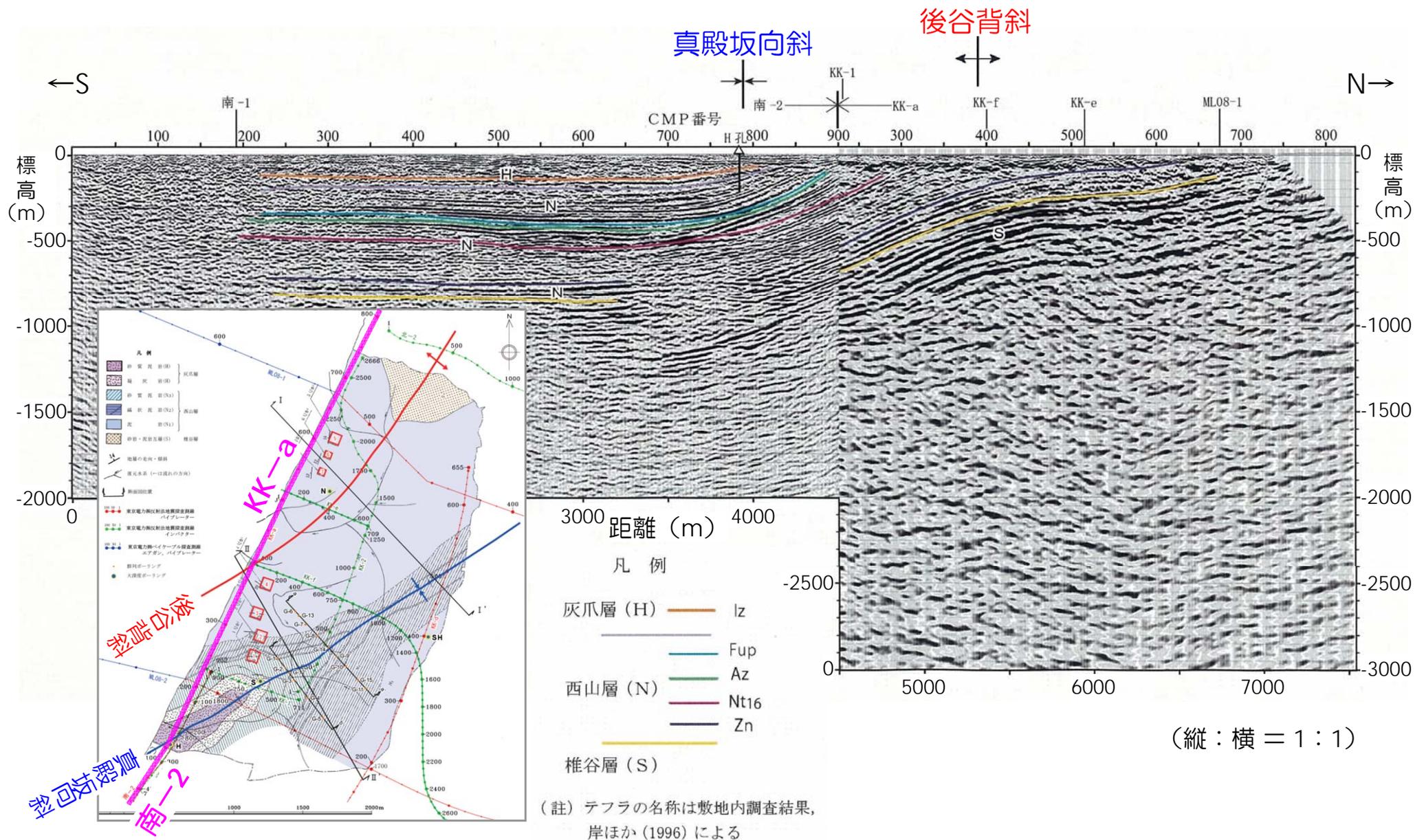


■ 中部更新統の古安田層以上の地層は、下位の灰爪層以下の地層を不整合に覆ってほぼ水平に分布する。

※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。

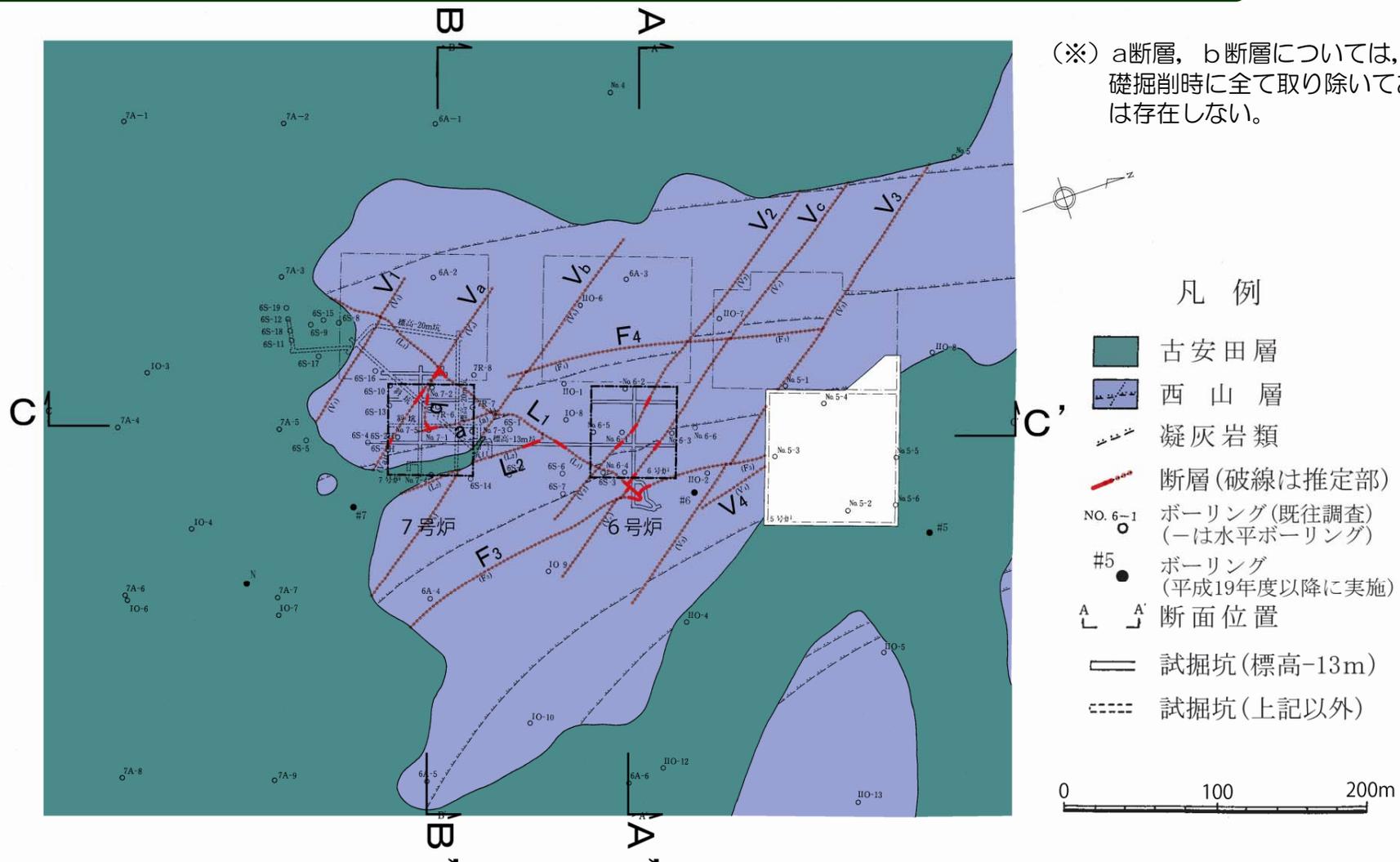


-
1. 敷地の地質・地質構造
 2. 大湊側の敷地に分布する断層の評価
 3. 荒浜側の敷地に分布する断層の評価

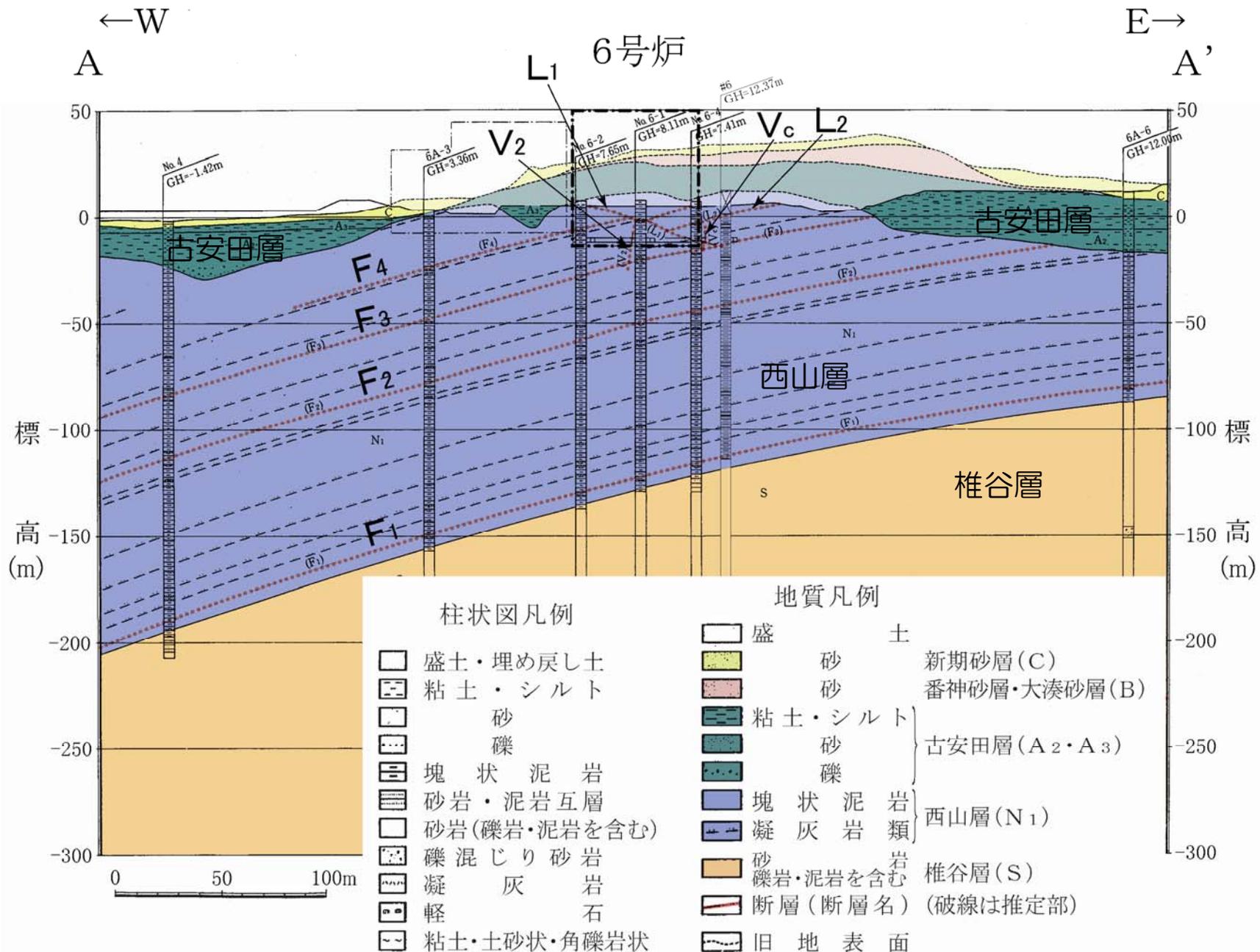
原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造

- 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

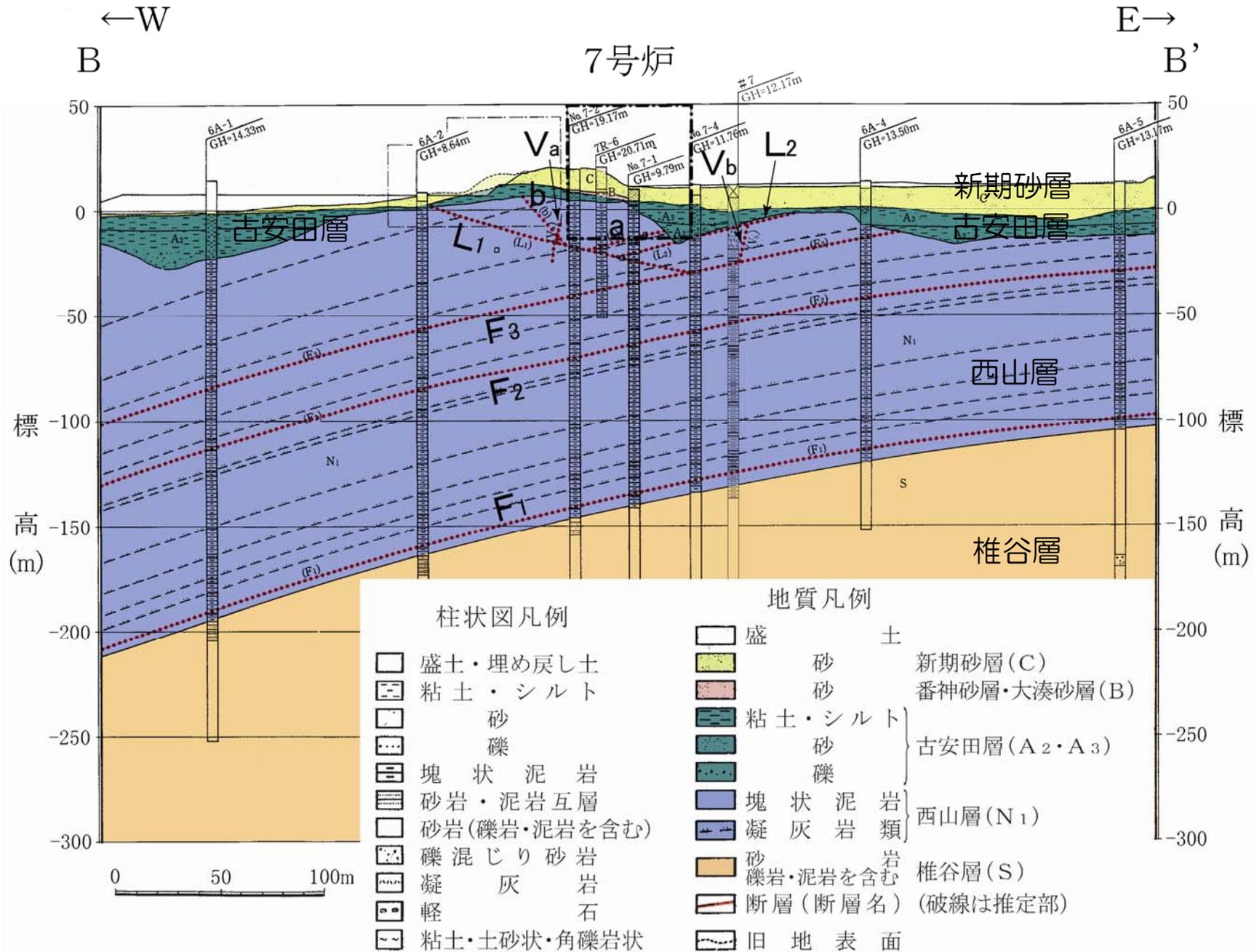


6号炉心を通る汀線直交方向の地質鉛直断面図



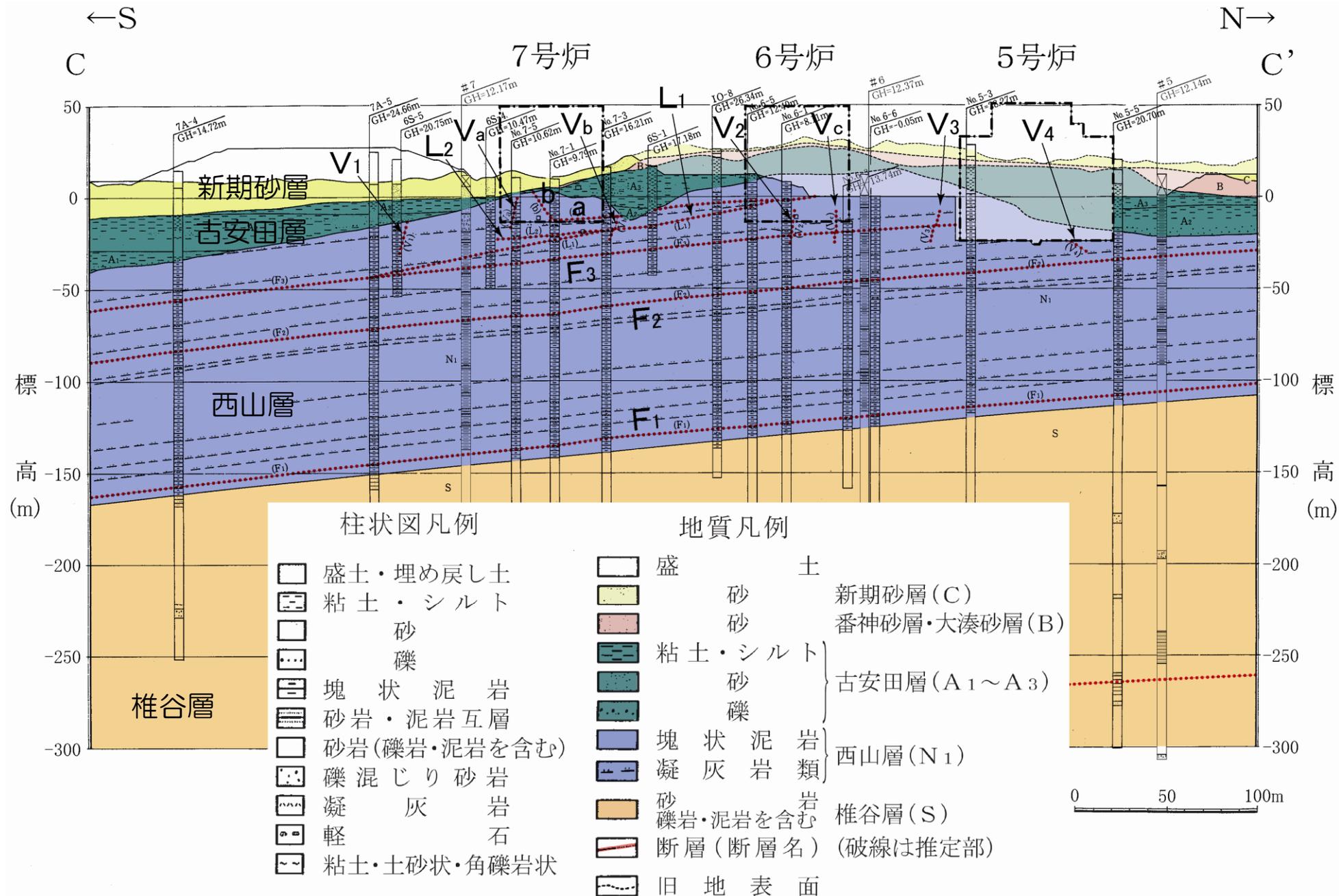
※地層の色の淡い部分は、掘削前の原地山における地層分布を示す。

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。

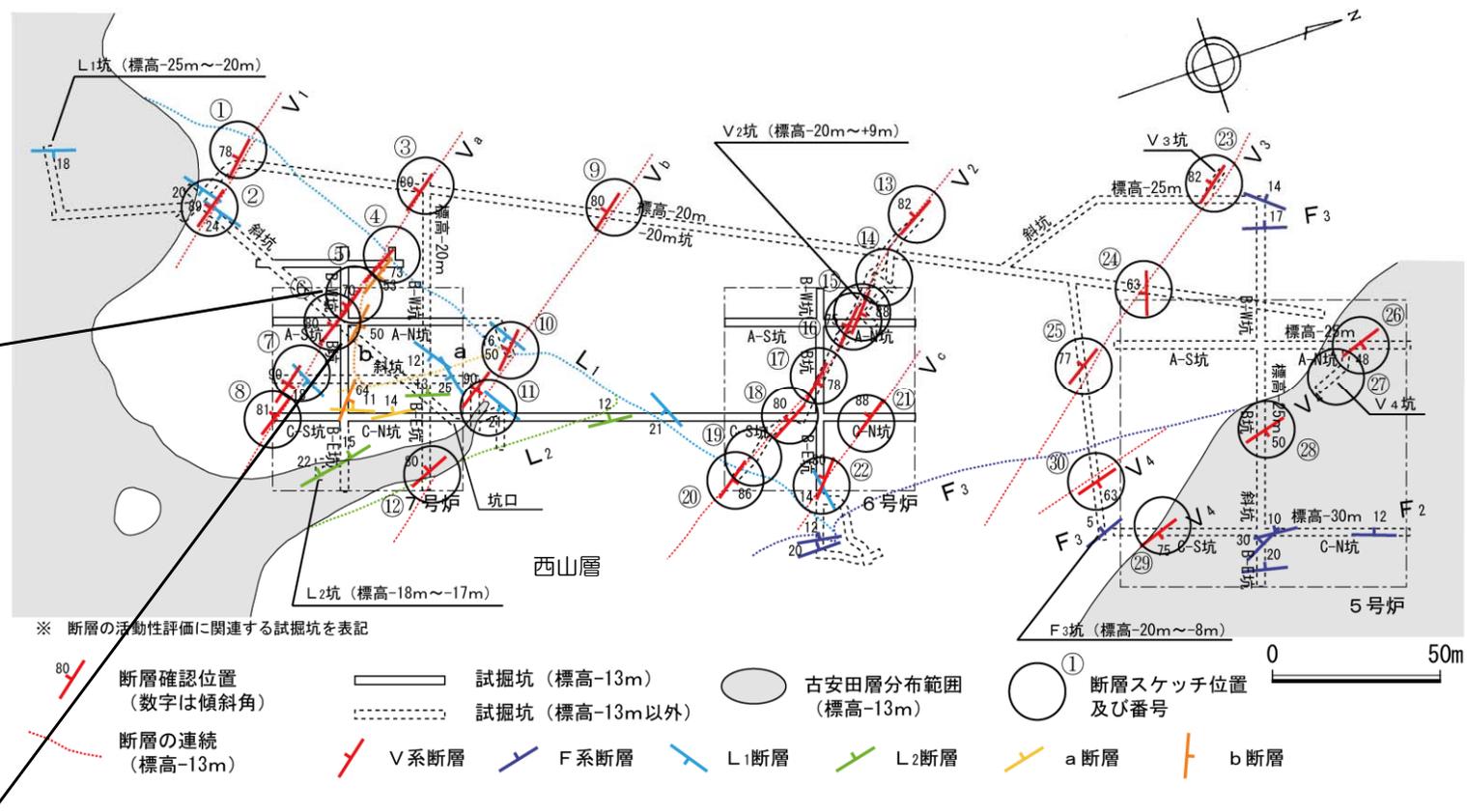
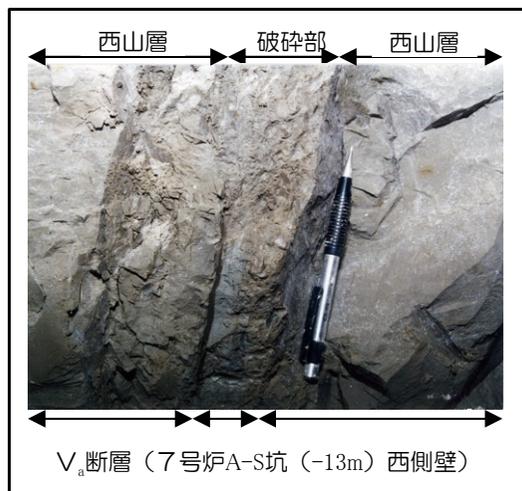
6・7号炉心を通る汀線平行方向の地質鉛直断面図



※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。

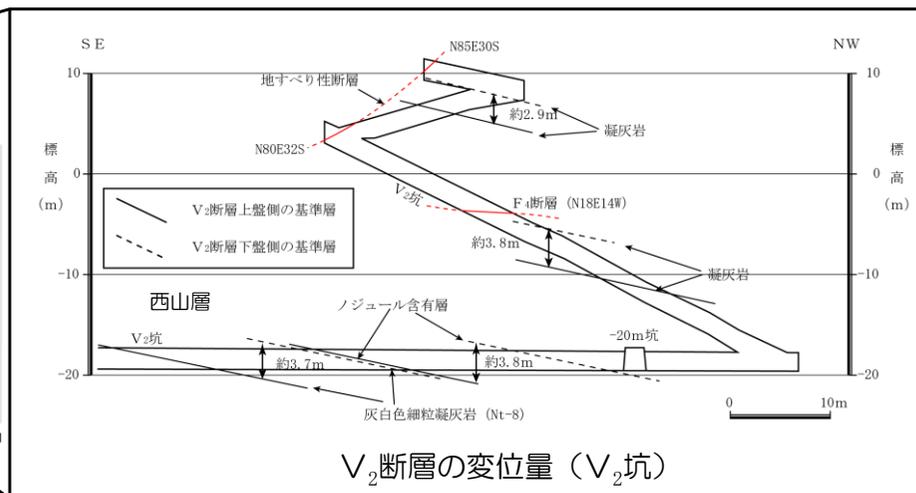
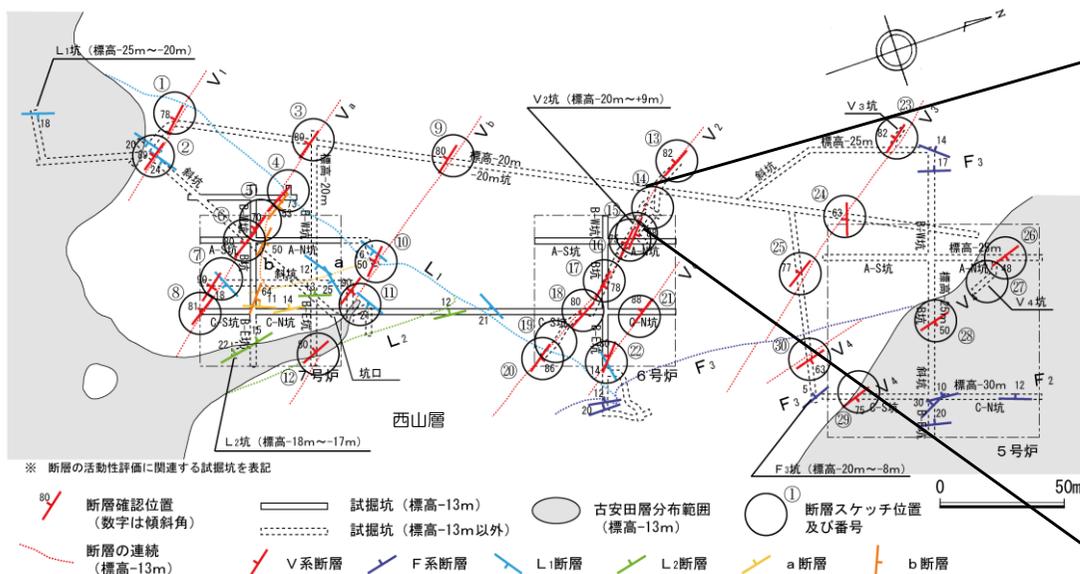
V系断層の性状

V系断層の一例

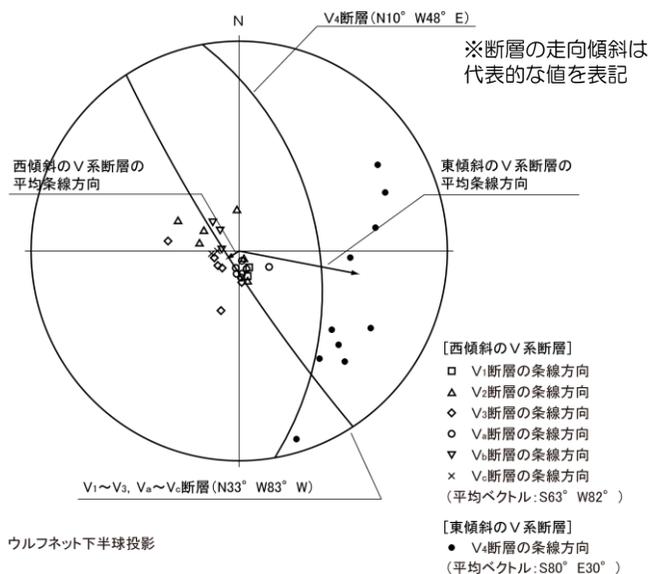


- V系断層はV₁, V_a, V_b, V₂, V_c, V₃ 及びV₄ 断層からなる。
- V₁, V₂, V₃ 及びV₄ 断層は主として5号炉試掘坑調査で、V_a, V_b 及びV_c 断層は6号及び7号炉試掘坑調査で確認している。
- V系断層は、北西-南東走向で高角度西傾斜（一部鉛直～東傾斜）の断層（V₁～V₃, V_a～V_c断層）と、北北西-南南東走向で高角度東傾斜の断層（V₄断層）からなる。
- いずれも破碎部と薄い粘土を伴い、破碎幅は0cm～20cm程度、粘土幅はフィルム状～1.5cm程度である。
- 破碎部は、V₂断層で最も厚く最大20cmを示している。

V系断層の変位量



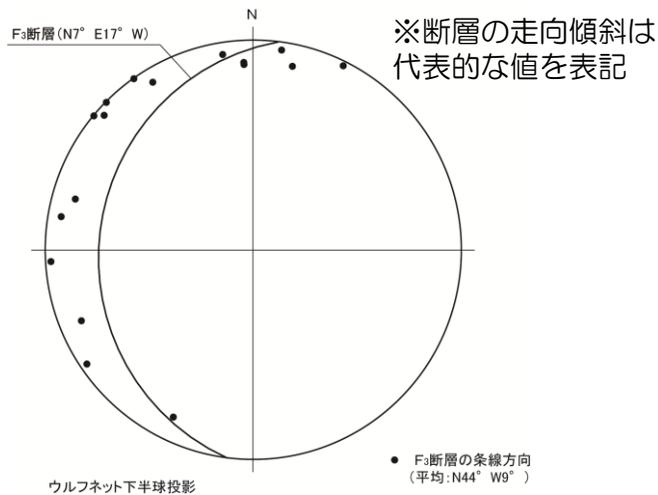
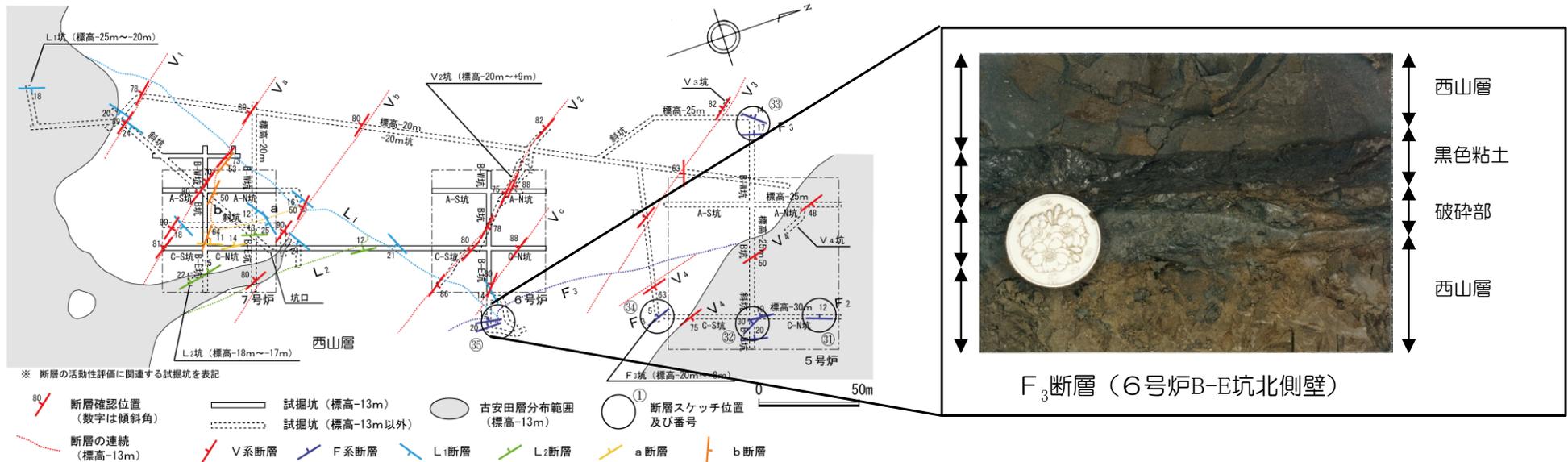
※V₂断層上盤側と下盤側の挟在層から変位量を確認。変位量は凝灰岩を基準として約2.9m～約3.8mである。



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。

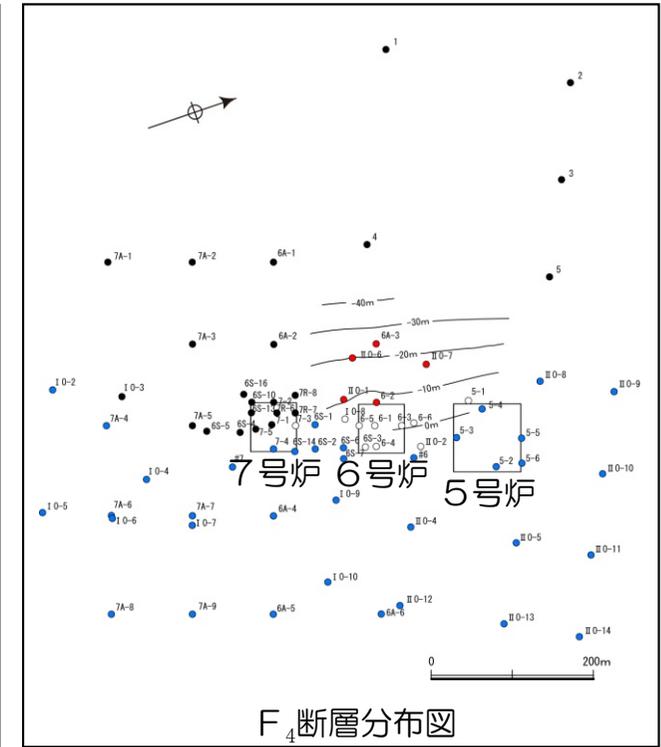
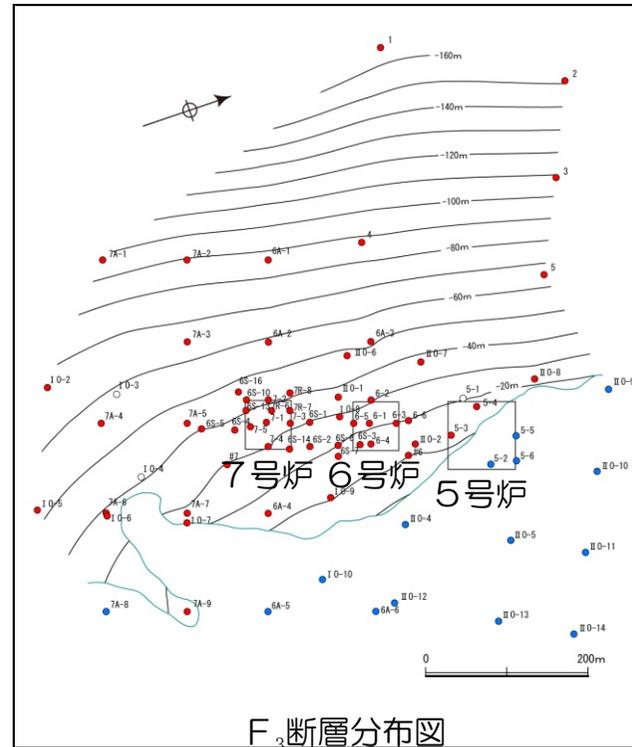
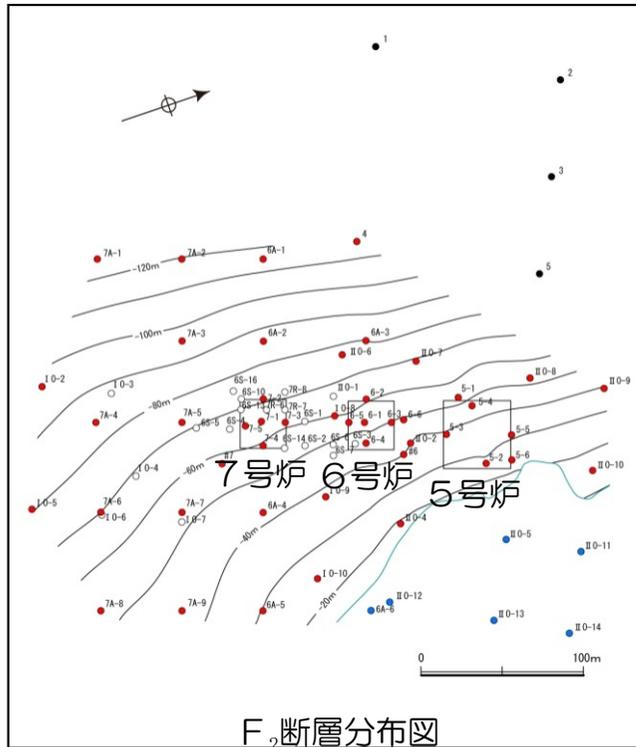
F系断層の性状



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程度の黒色粘土を伴う。
- 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。

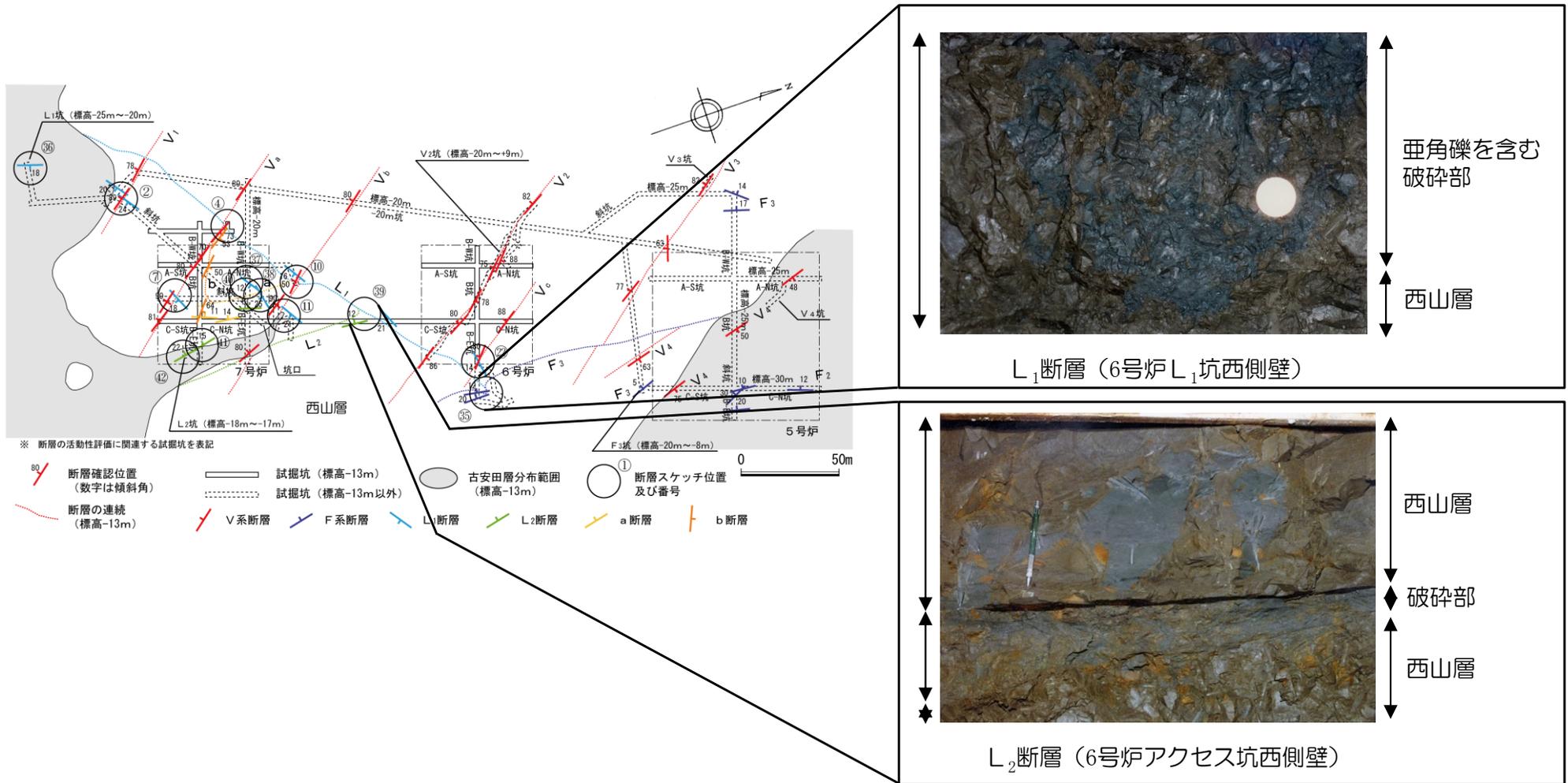
F系断層の連続性



- 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。

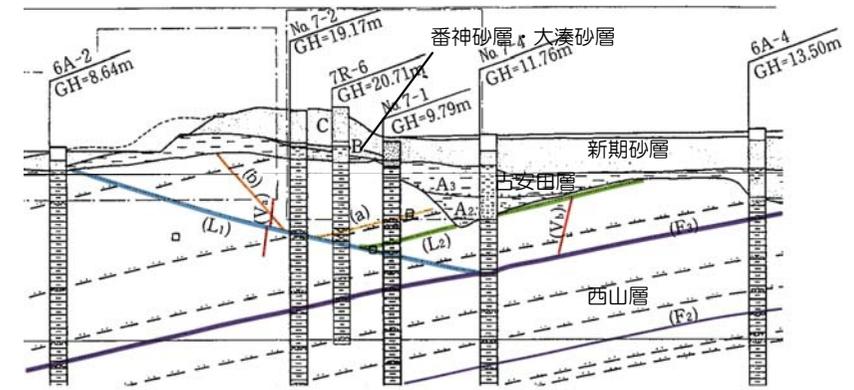
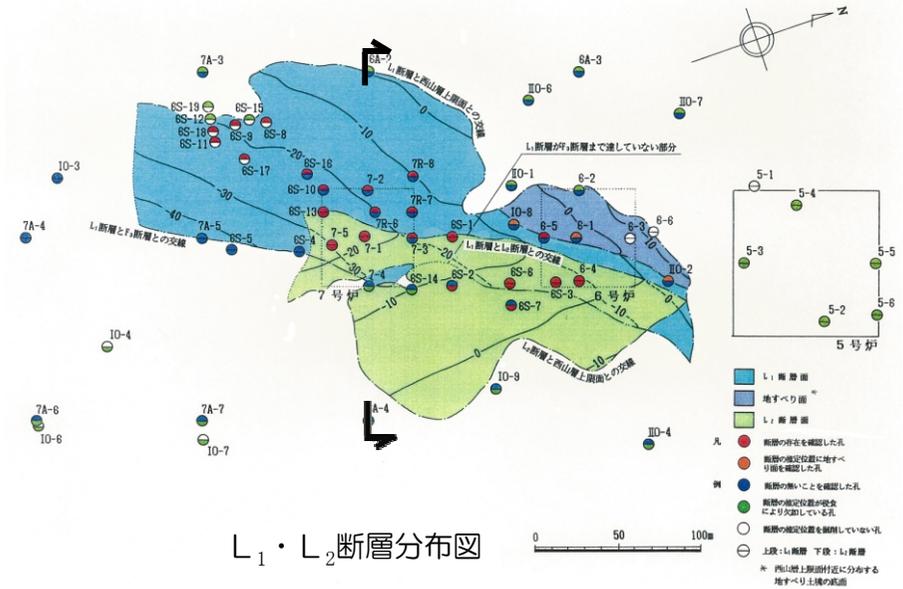
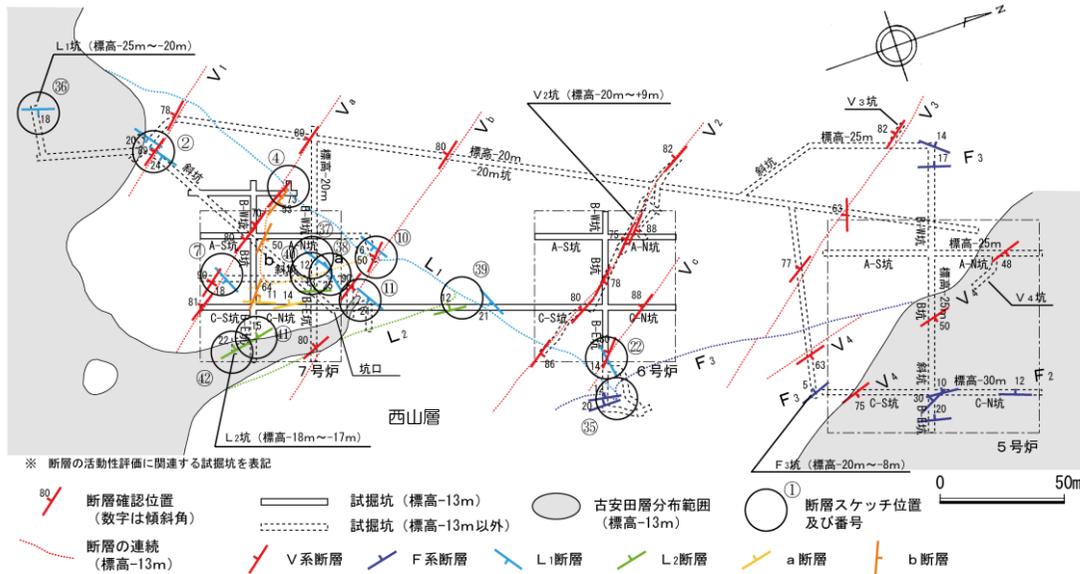
凡 例	
●	断層を確認したボーリング
●	断層が存在しないことを確認したボーリング
●	断層の分布層準が侵食欠如しているボーリング
○	断層の存在が不明なボーリング

L₁, L₂断層の性状



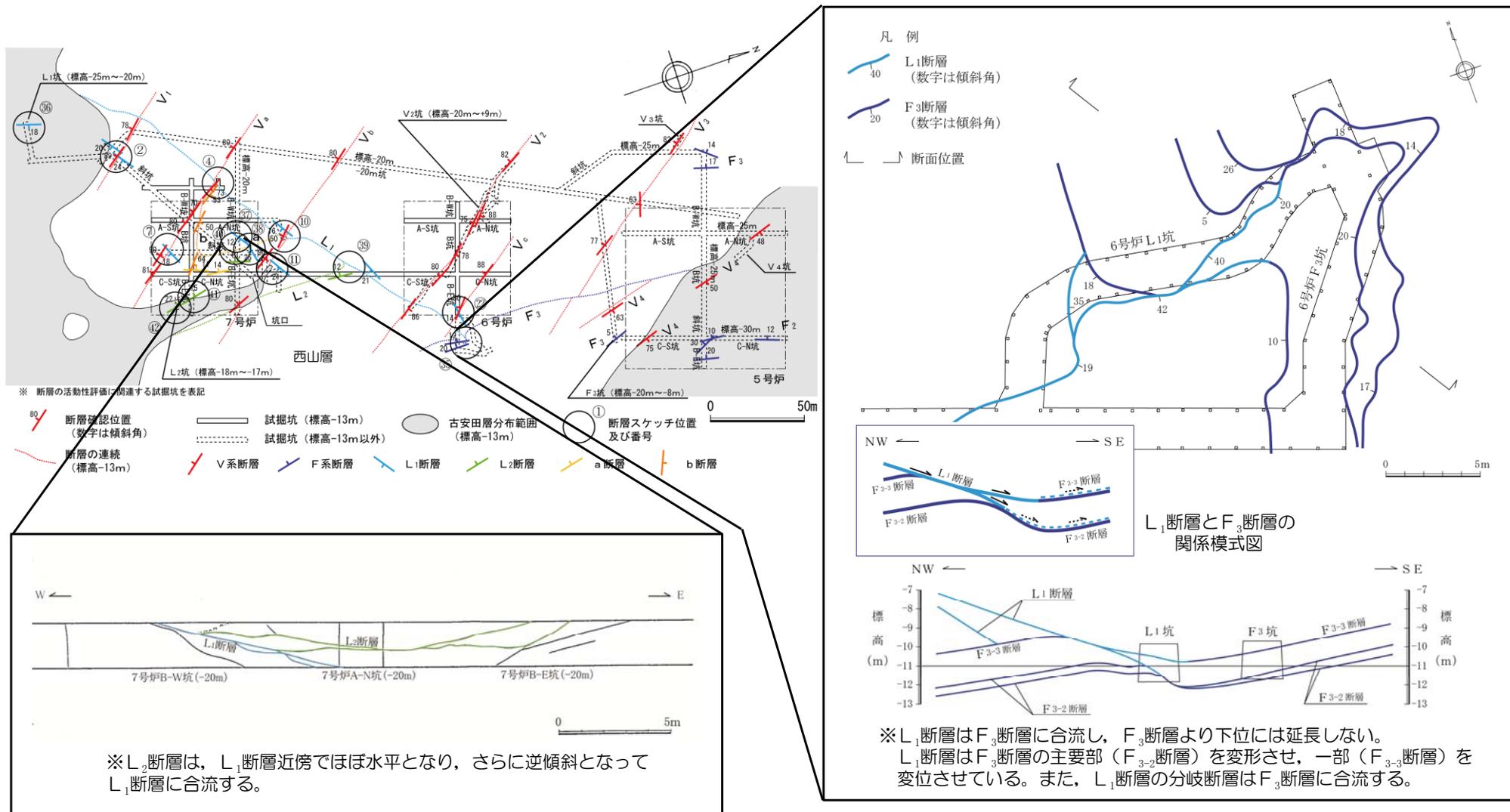
- L₁・L₂断層は、北東-南西走向で低角度南東傾斜のL₁断層と、これから分岐する層理面に平行なL₂断層からなる。
- L₁断層は幅0cm～85cm (平均15cm) の、L₂断層は幅0cm～65cm (平均7cm) のそれぞれ亜角礫を含む破碎部を伴う。破碎幅は断層合流部付近で大きくなる傾向がある。

L₁, L₂断層の連続性



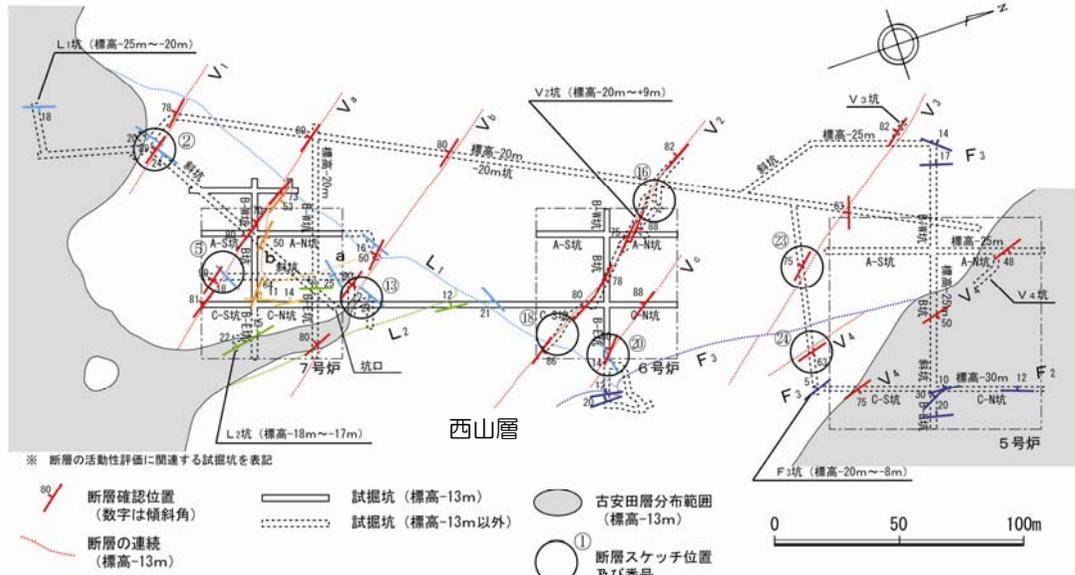
- L₁断層及びL₂断層は、試掘坑調査及び6号炉、7号炉周辺のボーリング調査によって連続性を確認している。
- L₁断層はF₃断層より下位には分布しない。また、L₂断層はL₁断層より下位には分布しない。

L₁, L₂断層及びF₃断層との関係

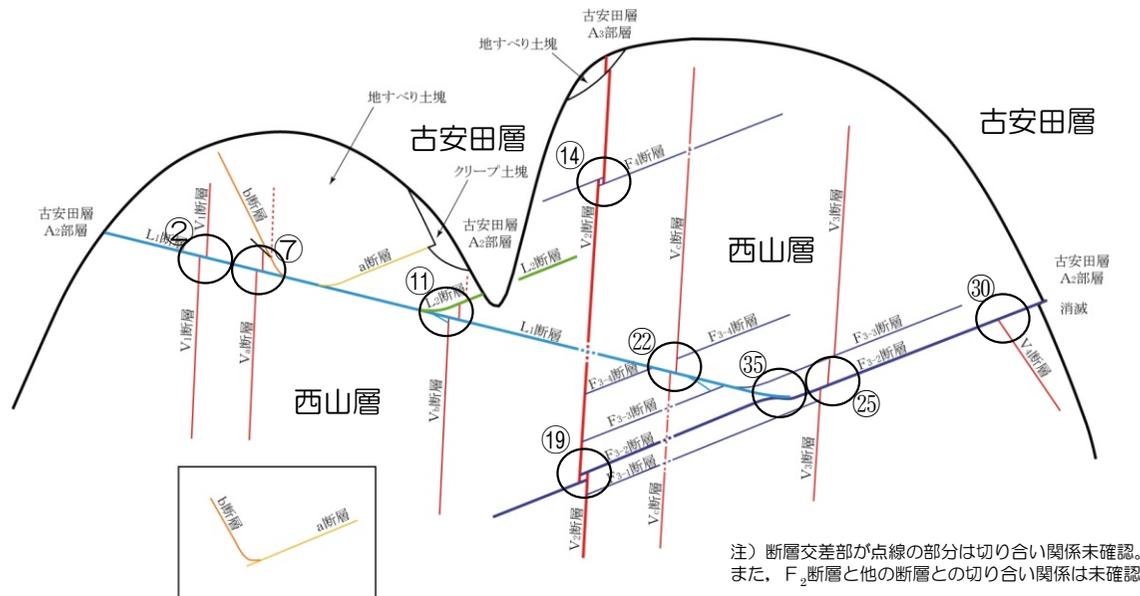


- L₁断層はL₂断層に分岐するほか、下方に向かって複数の断層に分岐している。
- L₁断層はF₃断層を変位・変形させている。

断層の切り合い関係



断層切り合い関係スケッチ位置図



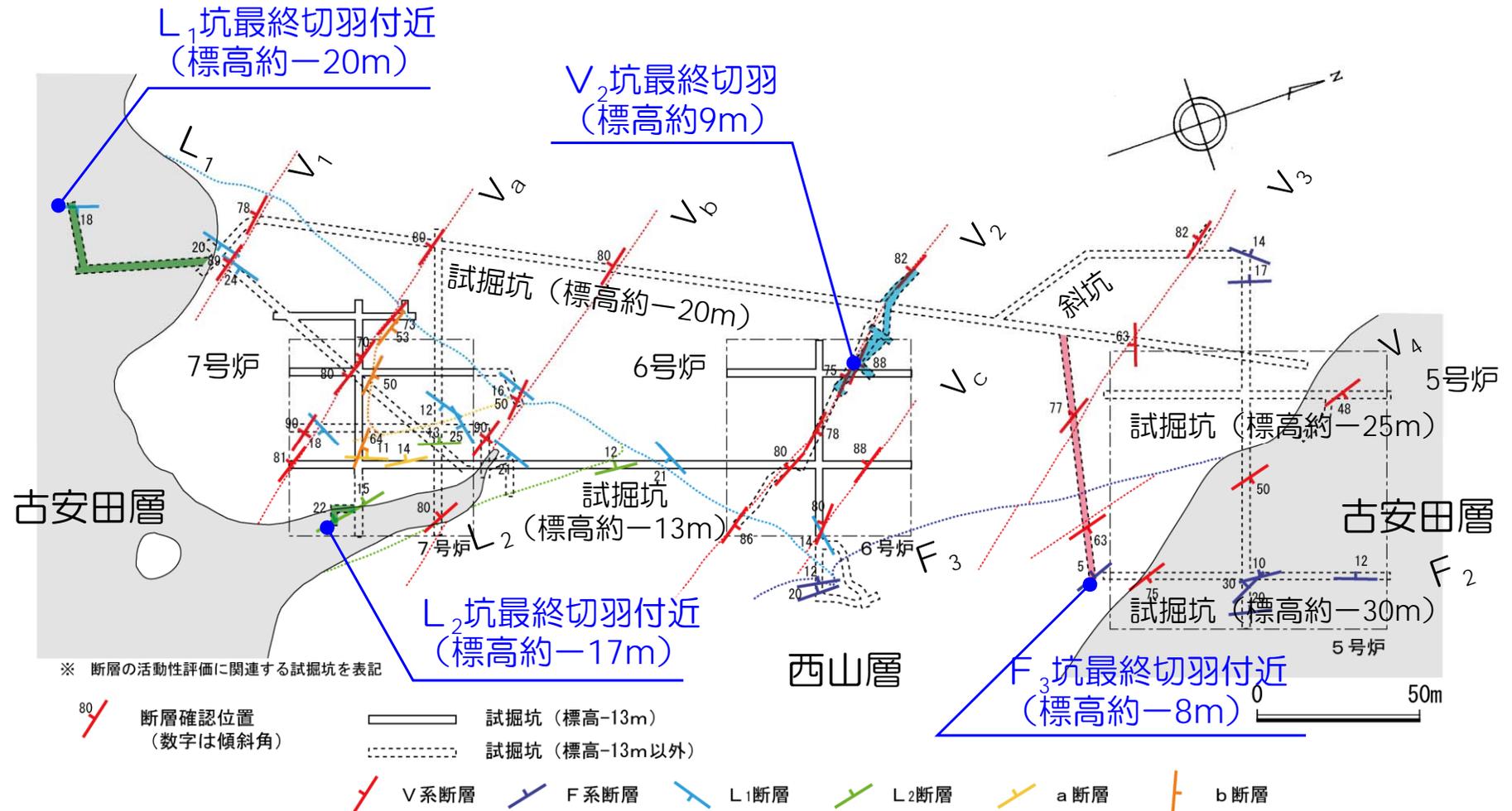
断層切り合い関係模式図

- 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 L_1 断層、 L_2 断層並びに V_2 断層、 F_3 断層を選定し、試掘坑による追跡調査を実施した。

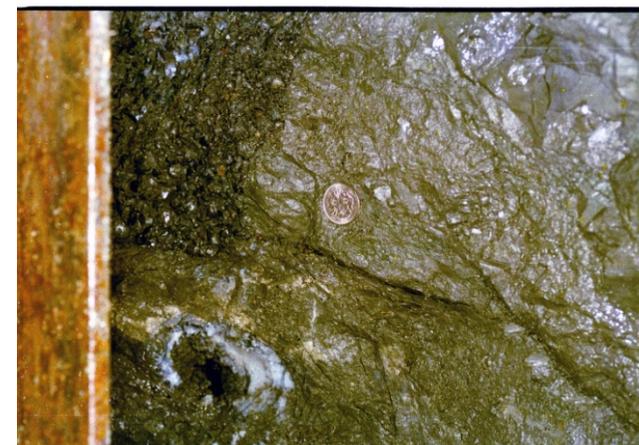
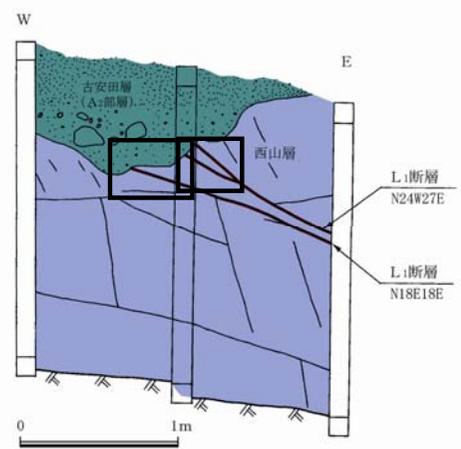
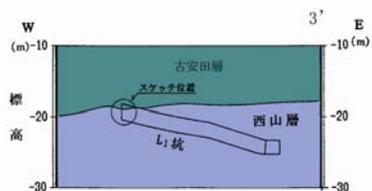
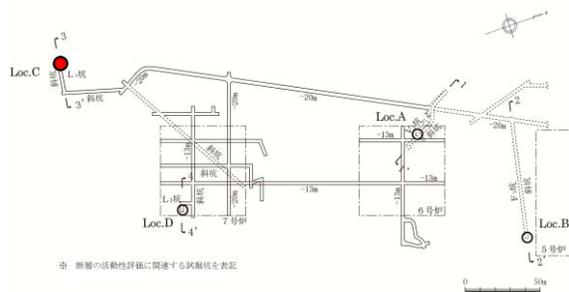
断層活動時期の確認位置



※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)

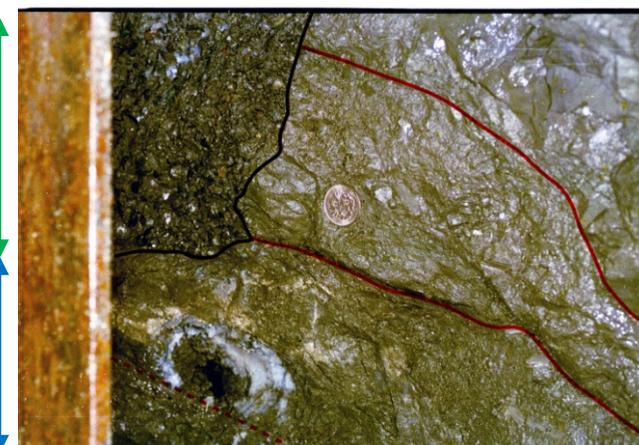
L₁断層の活動性

- 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。



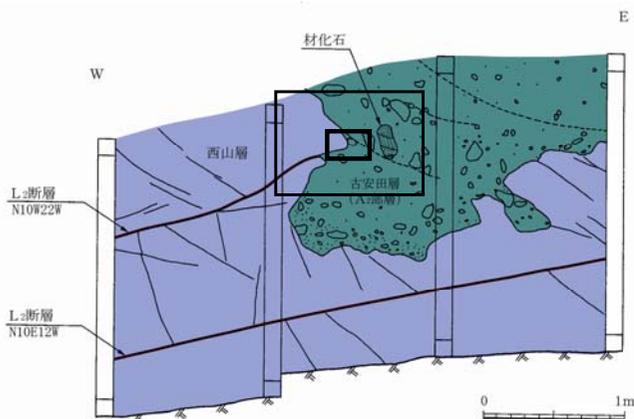
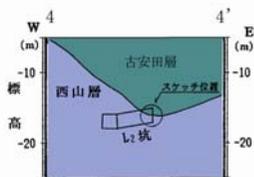
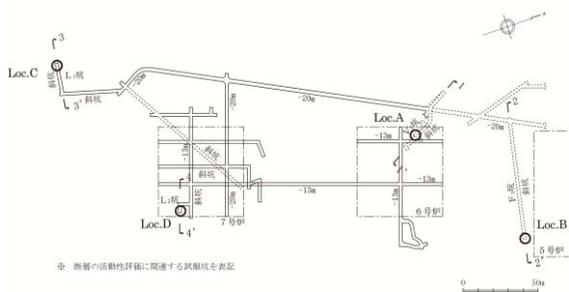
古安田層 (A₂部層)

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。

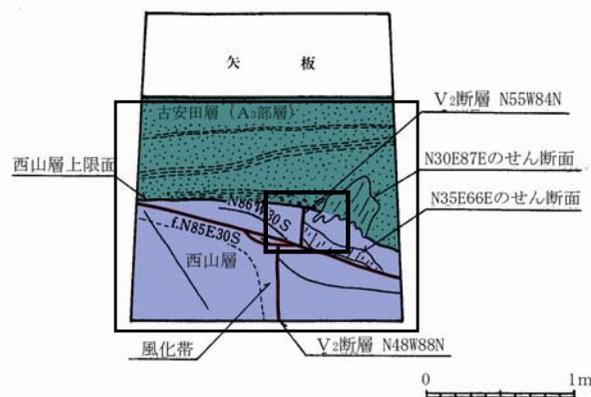
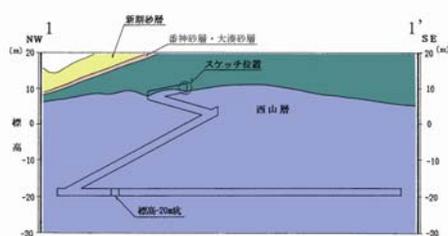
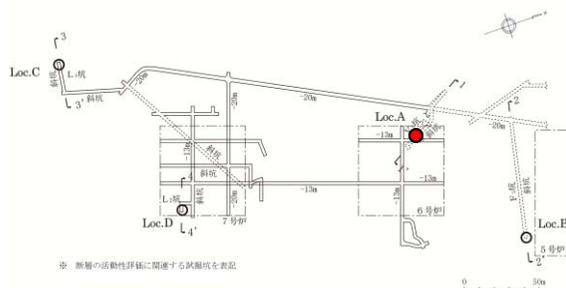


西山層 ← 古安田層 (A₂部層)

同左拡大写真

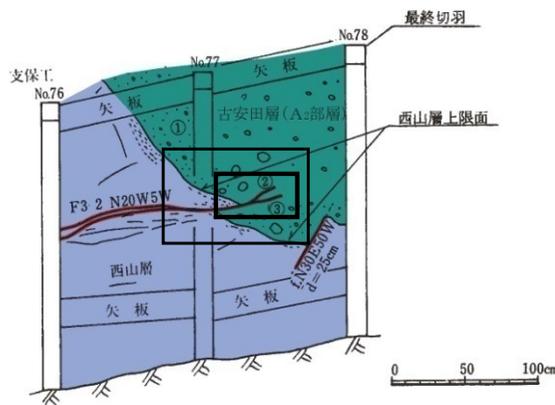
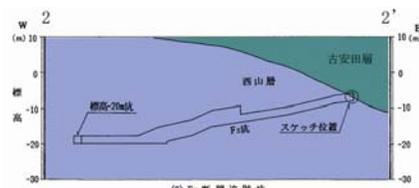
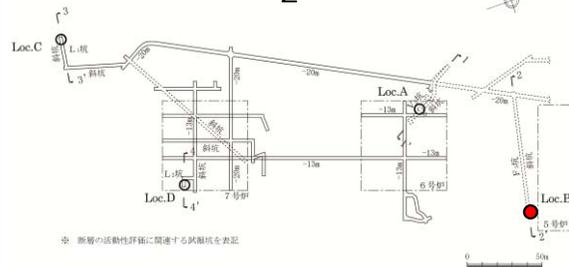
V₂断層の活動性

- 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。

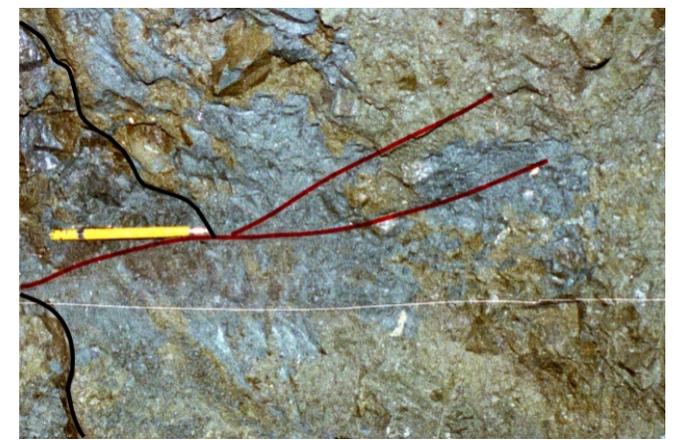
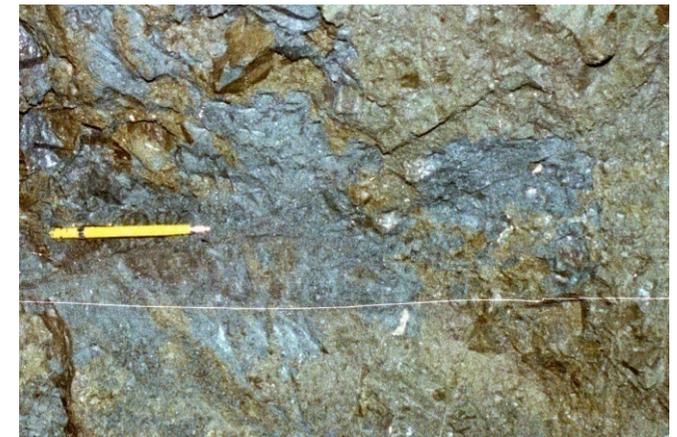


F₃断層の活動性

- 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）

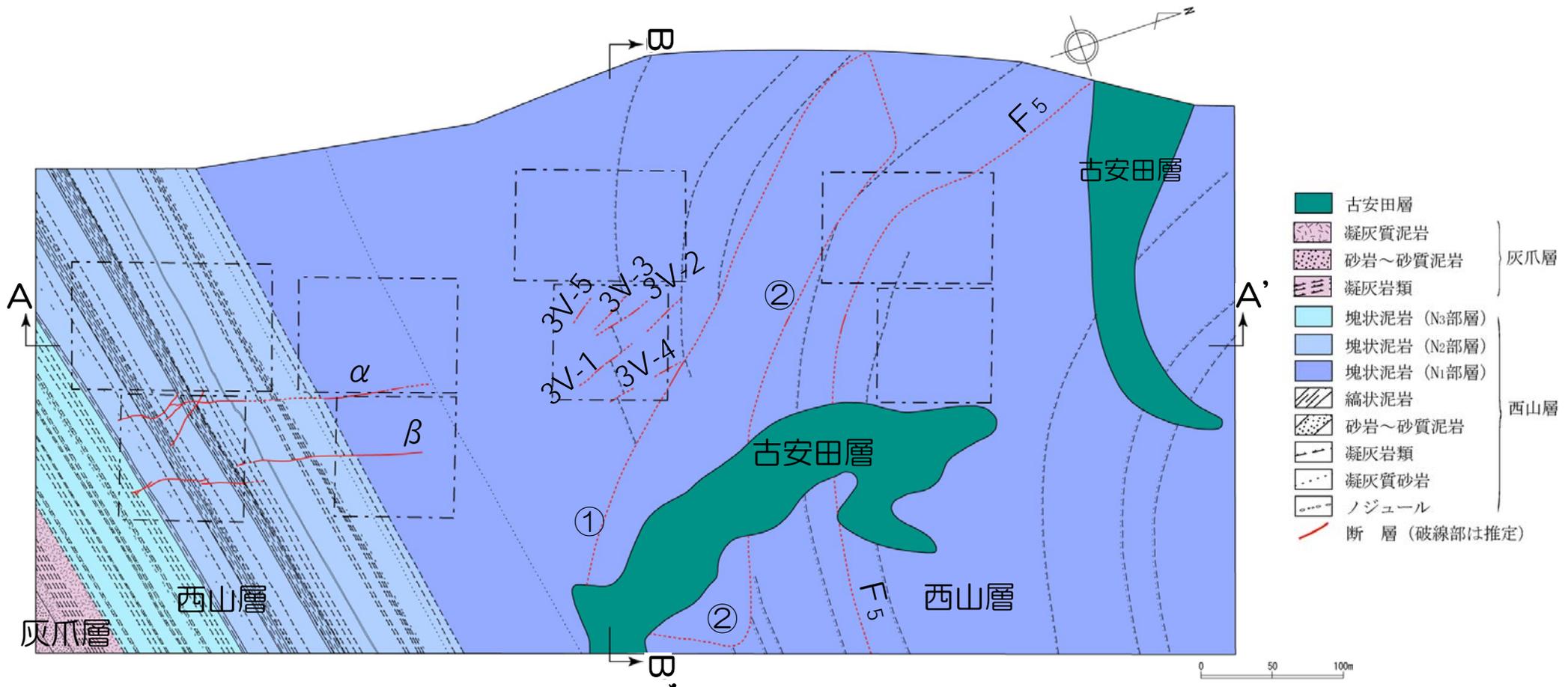
- 大湊側の敷地に分布する断層は、NW-SE～NNW-SSE走向で高角度の断層（V系断層）、層理面に平行な断層（F系断層）、ENE-WSW走向で低角度で南に傾斜するL₁断層とそれから分岐する層理面に平行なL₂断層に分類できる。
- 断層性状（破碎幅、変位量等）に基づき、V系はV₂断層、F系はF₃断層、L系はL₁断層が代表性を有する断層と評価される。
- このうち、L₁断層はV系断層の多くを切り、F₃断層を変位・変形させていることから最新活動を有する断層であると評価。
- 試掘坑による追跡調査の結果、L₁断層及びL₂断層はそれぞれ古安田層A₂部層中に延びていないこと、V₂断層は古安田層A₃部層中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。

-
1. 敷地の地質・地質構造
 2. 大湊側の敷地に分布する断層の評価
 3. 荒浜側の敷地に分布する断層の評価

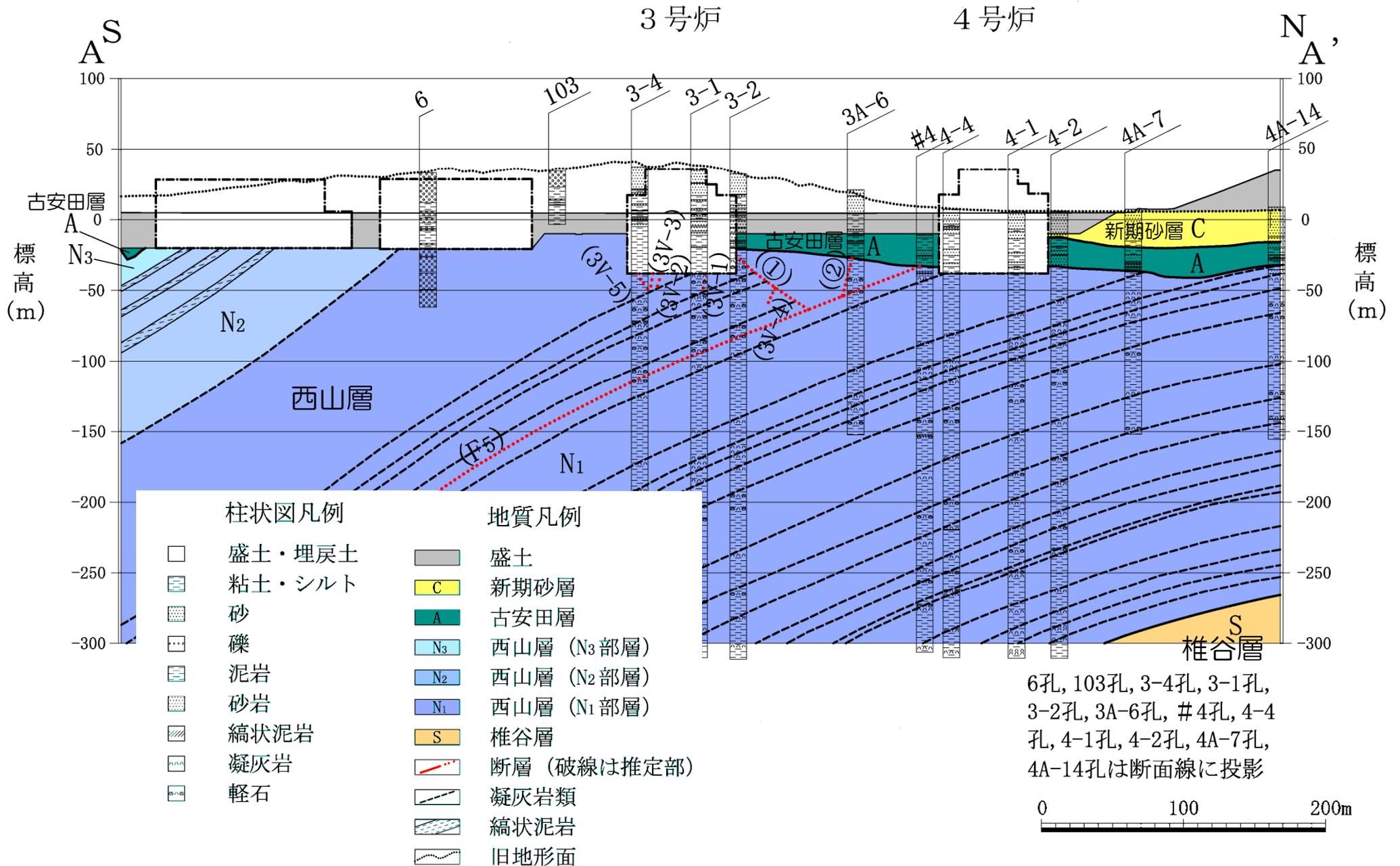
荒浜側原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造

- 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。

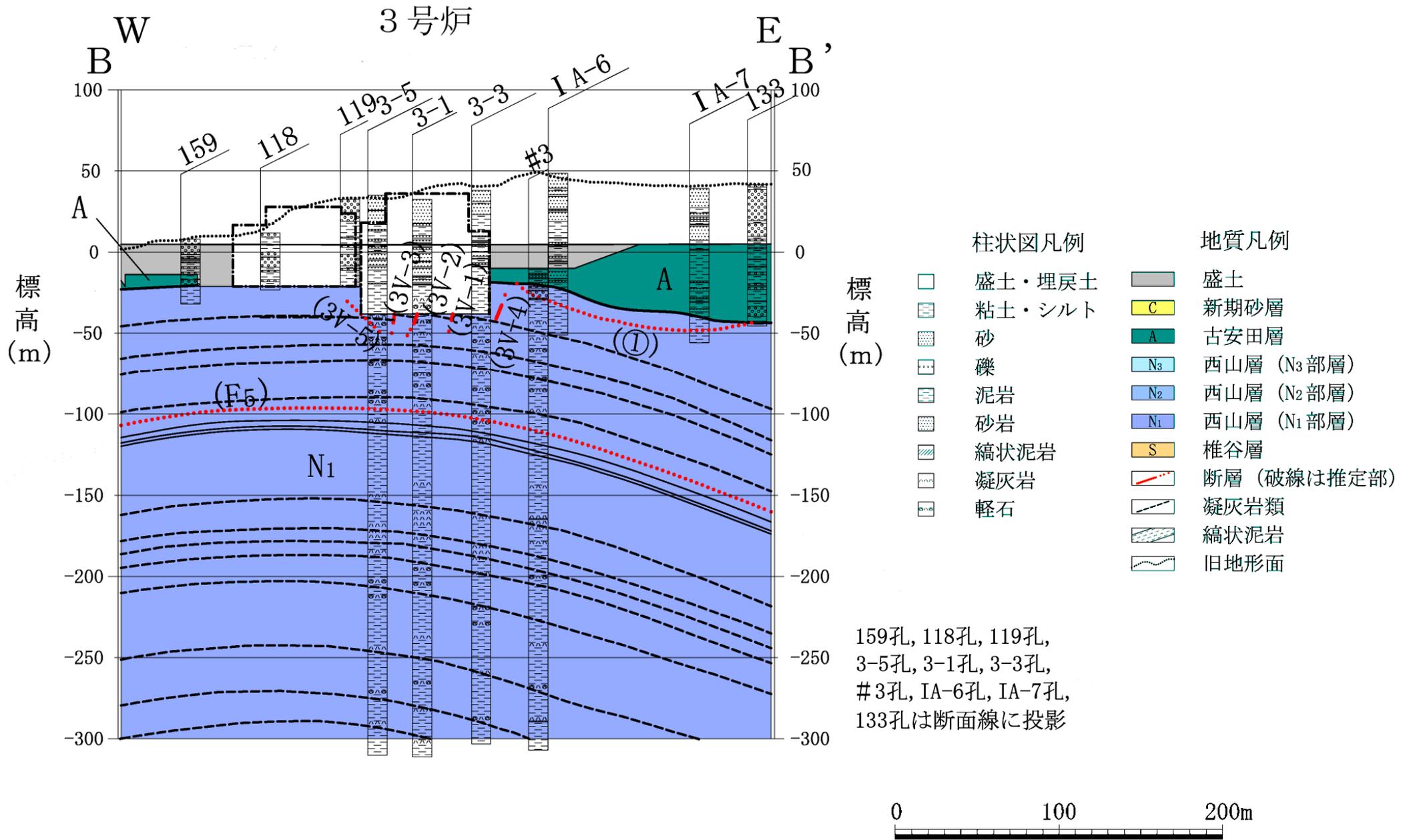
1号～4号炉原子炉施設設置位置付近（標高約-39m）の地質水平断面図



汀線平行方向の地質鉛直断面図

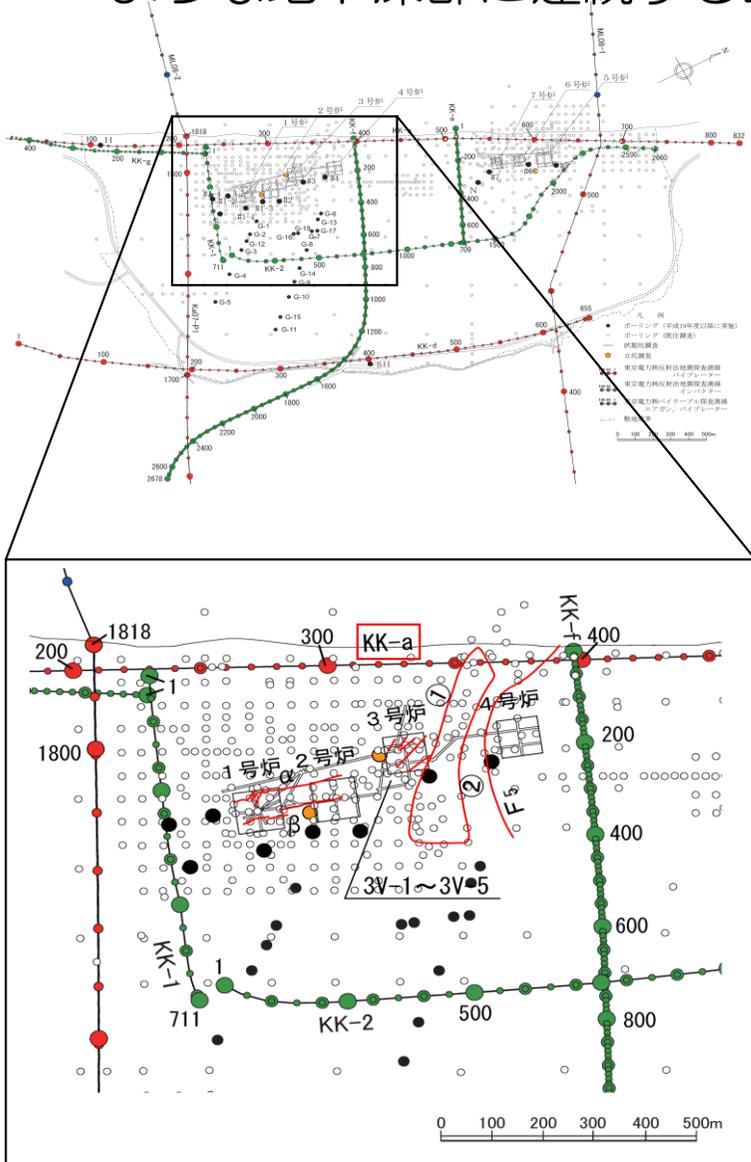


汀線直交方向の地質鉛直断面図

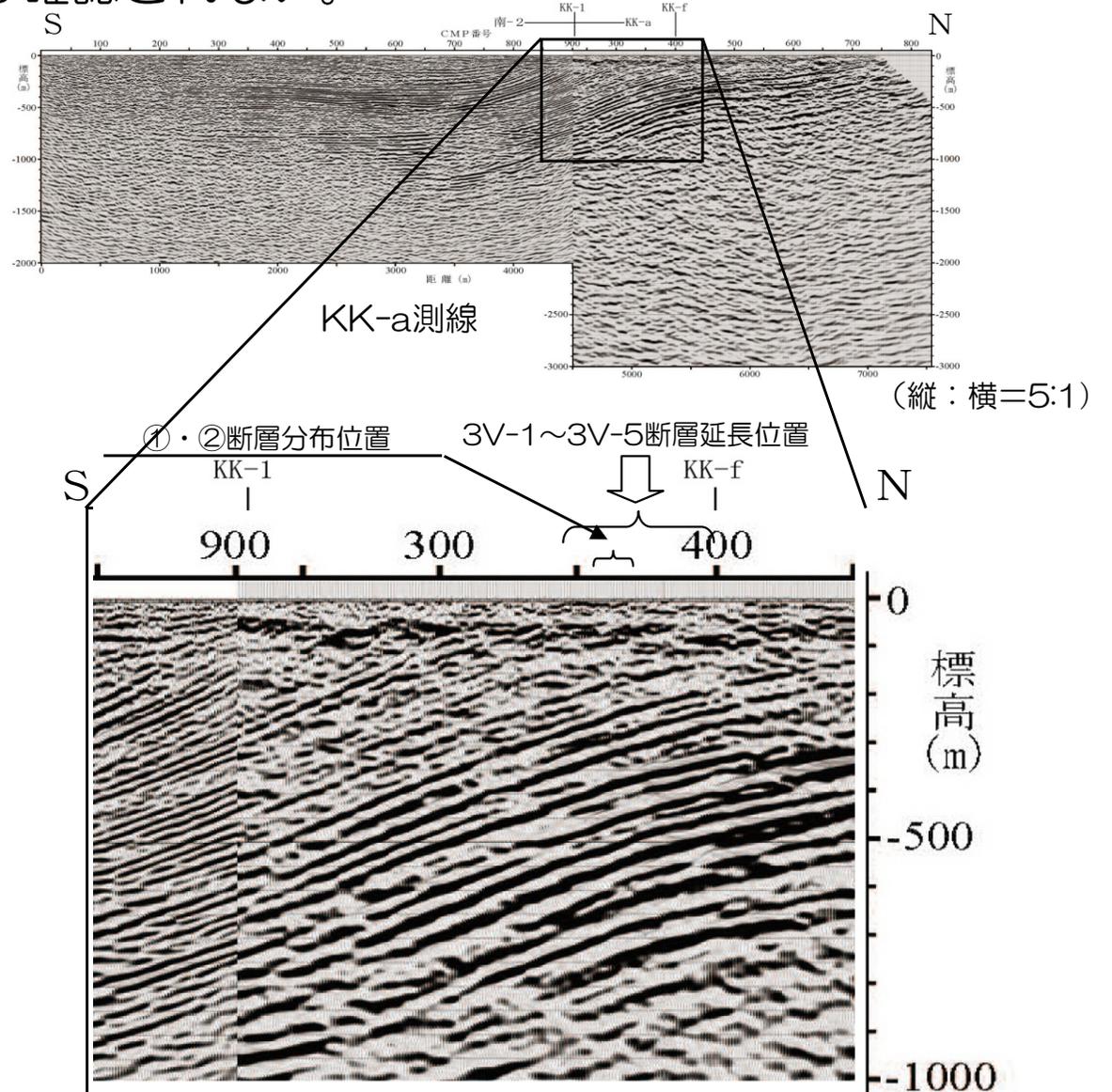


反射法地震探査結果 (KK-a測線)

- 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

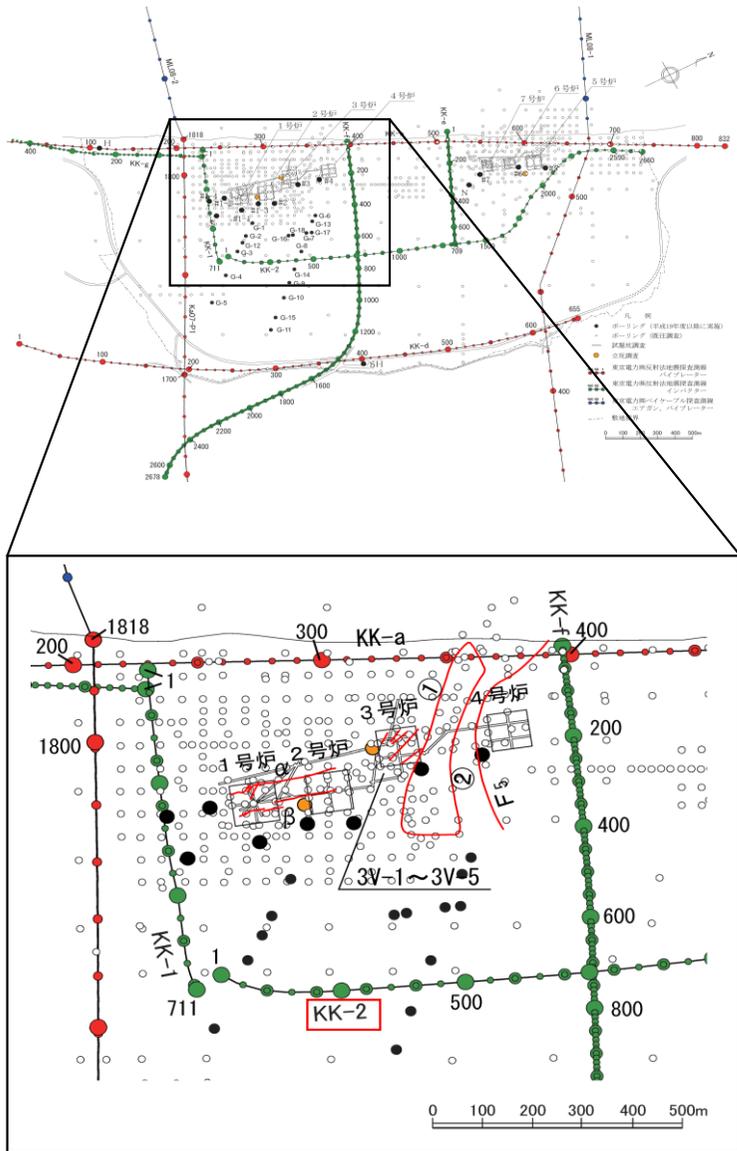


KK-a測線拡大

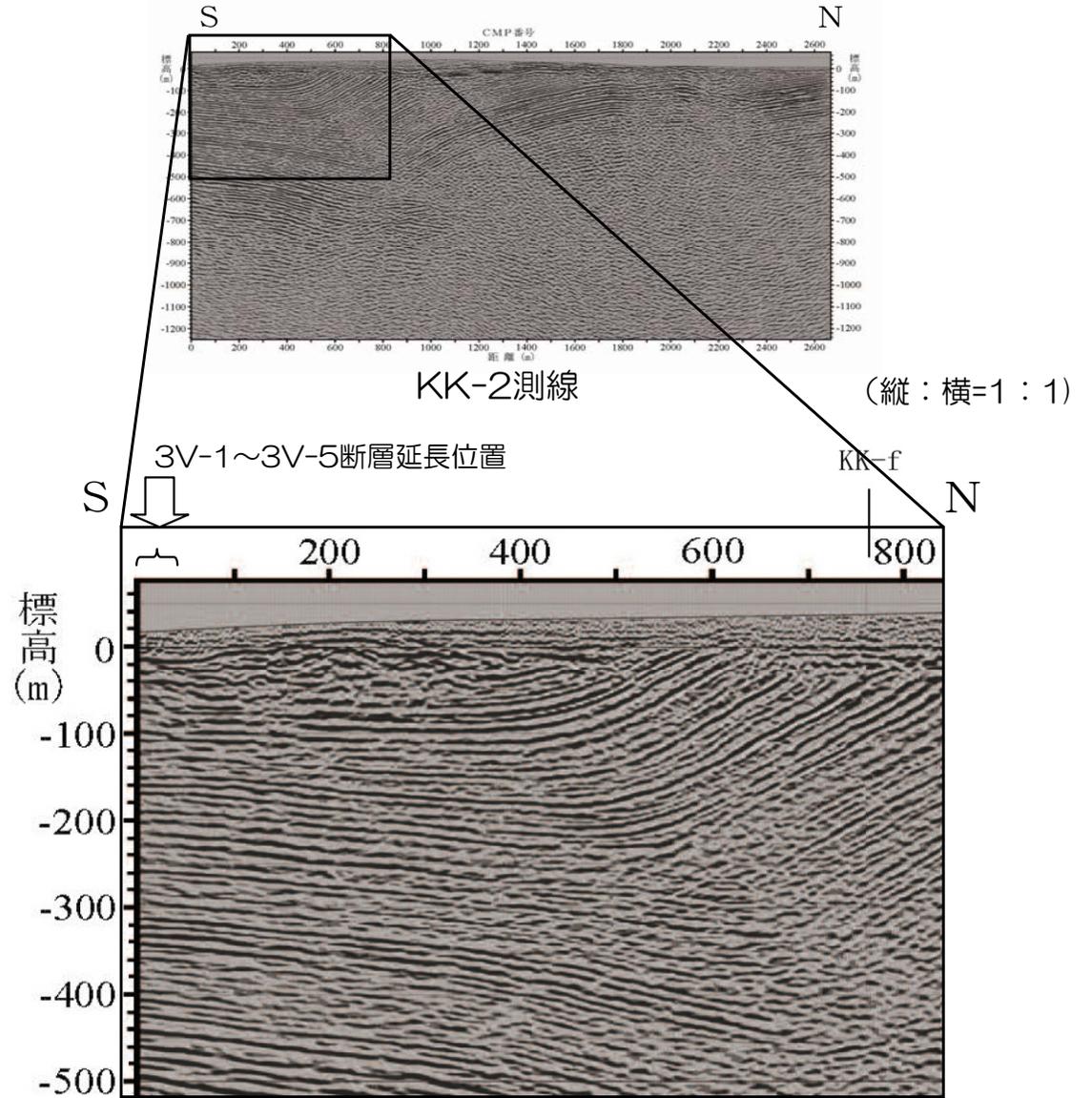
(縦：横=5:1)

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

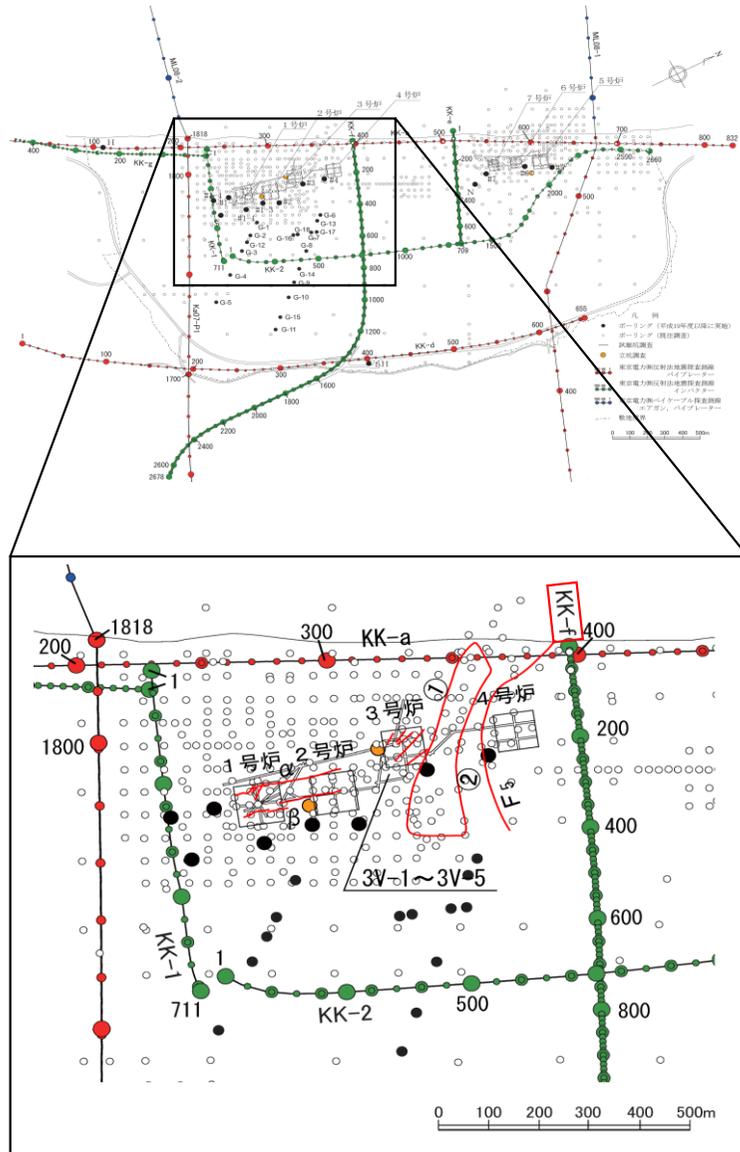


KK-2測線拡大

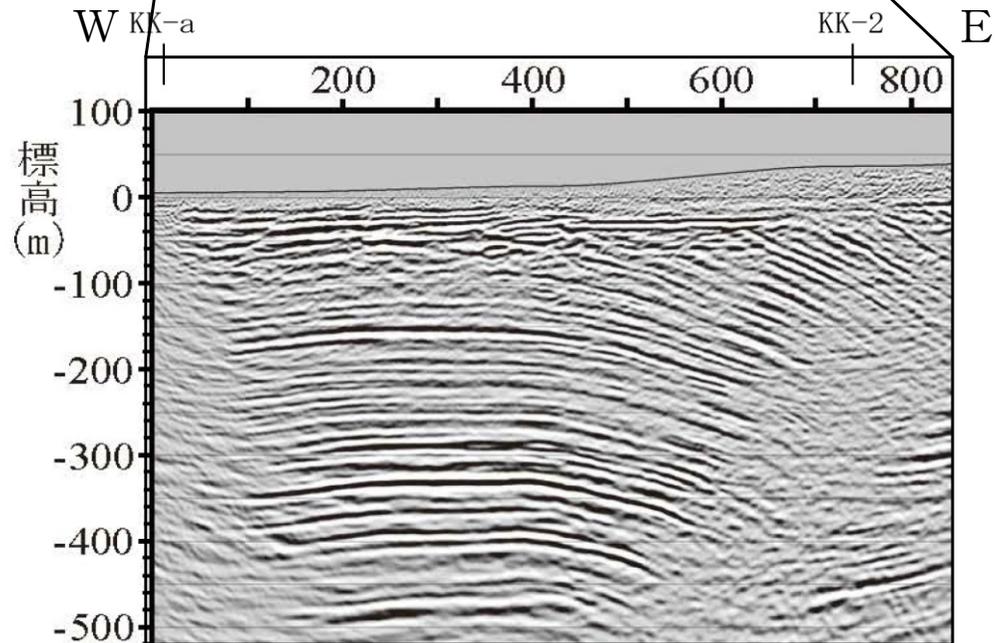
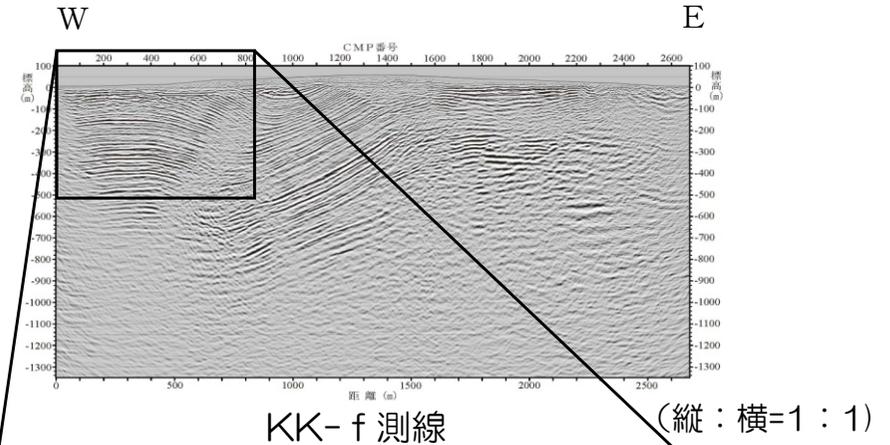
(縦：横=1：1)

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

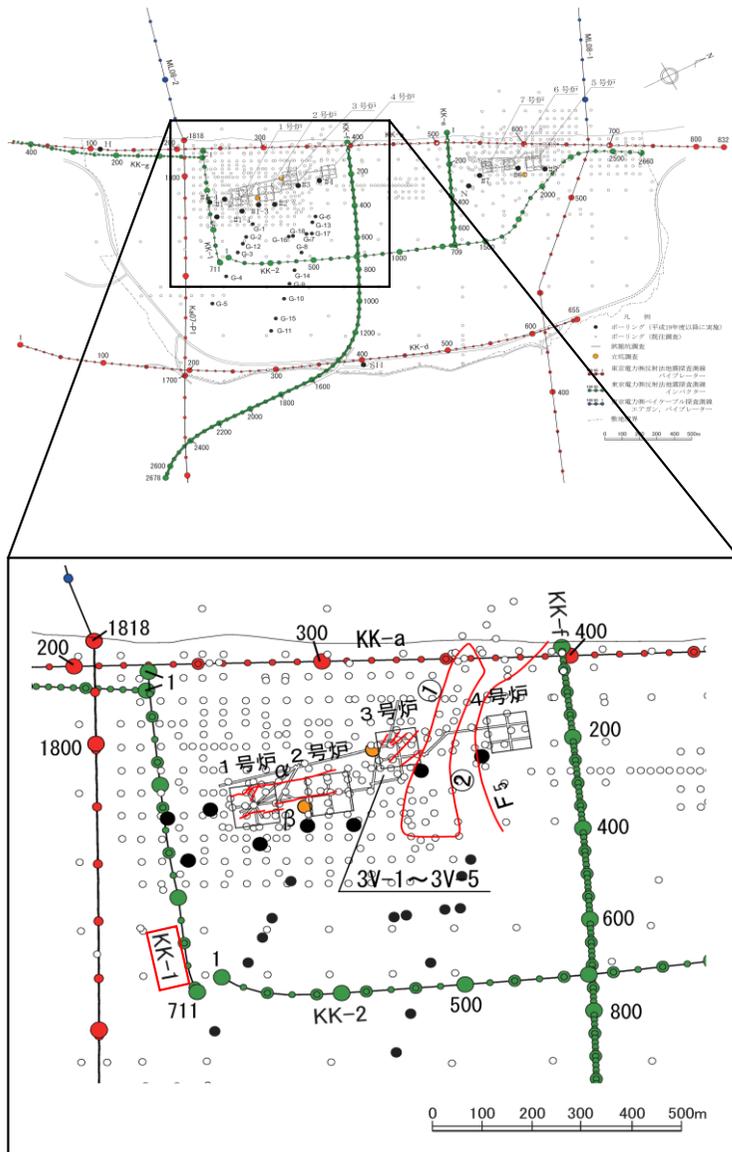


KK-f 測線拡大

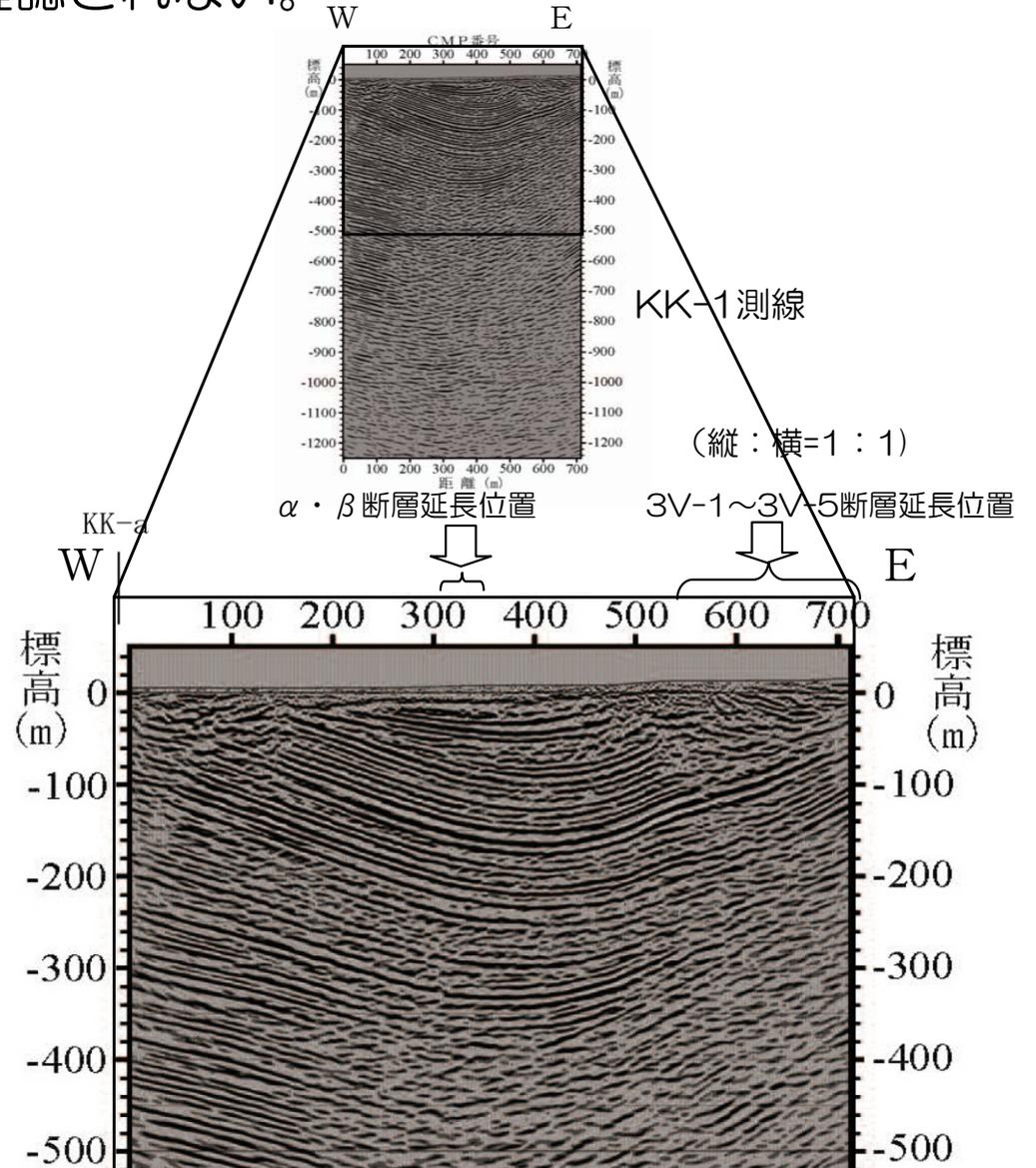
(縦:横=1:1)

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。



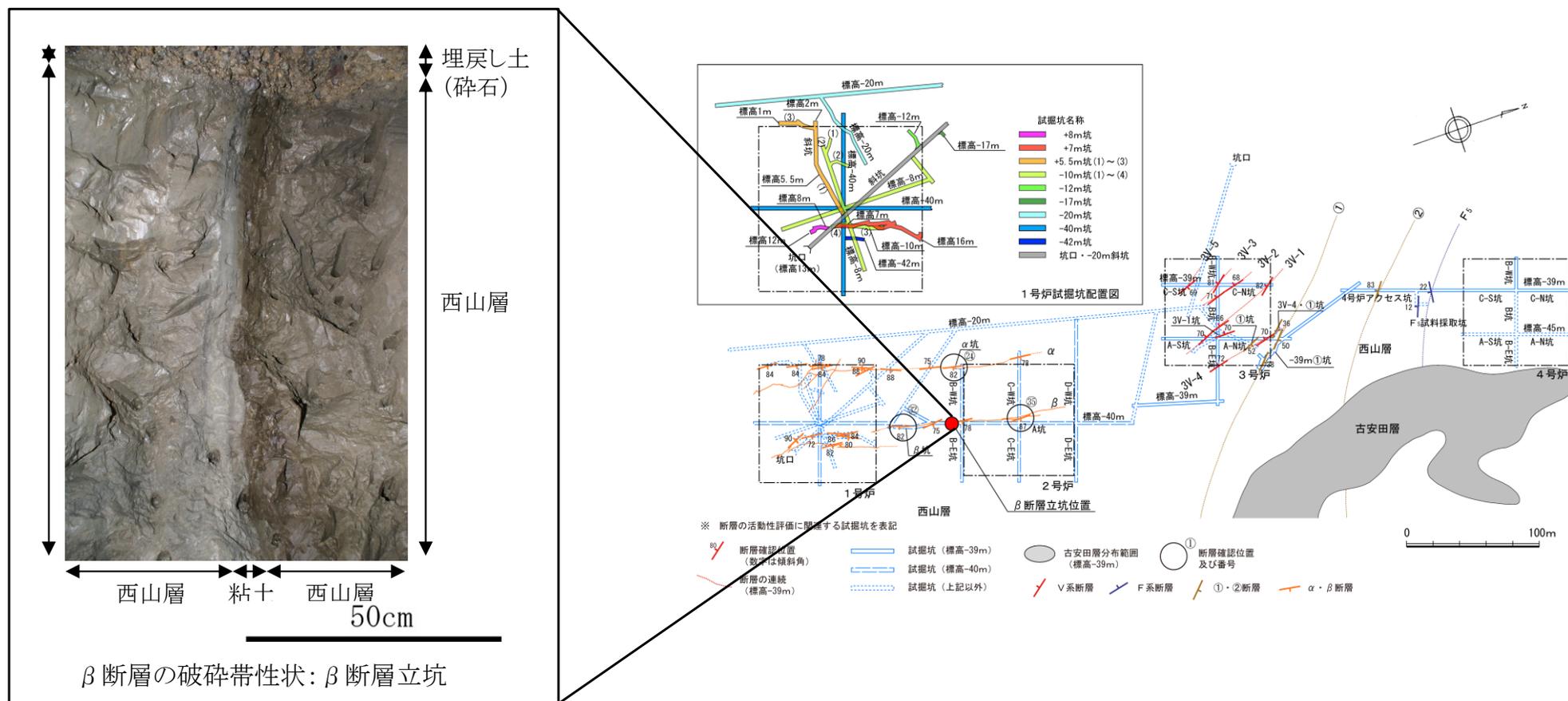
反射法地震探査測線位置図



KK-1測線拡大

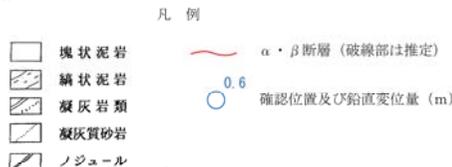
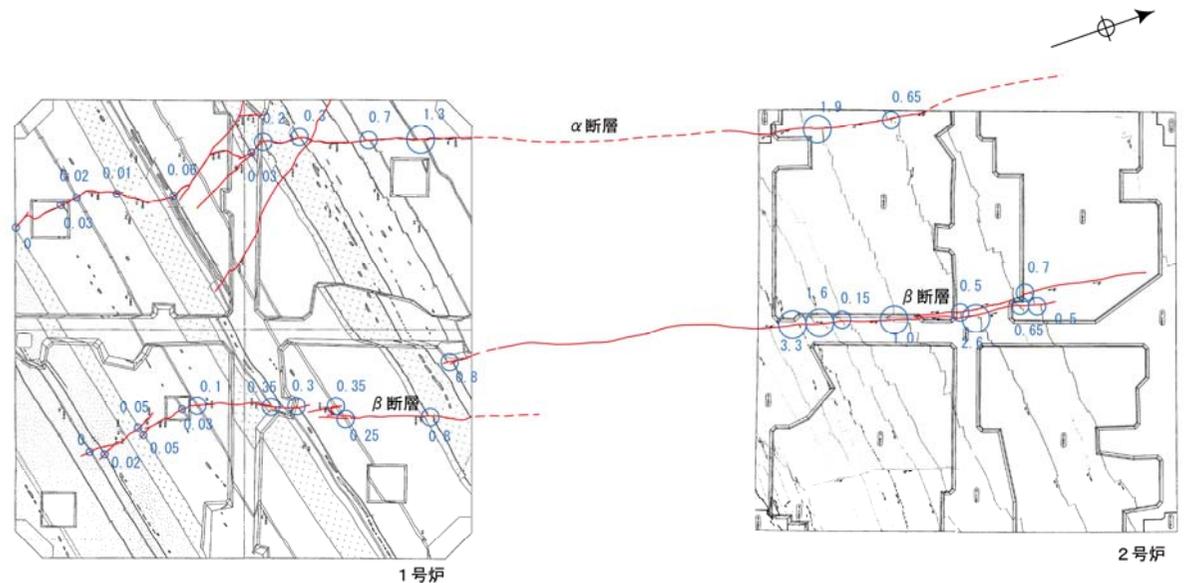
(縦:横=1:1)

α, β断層の性状



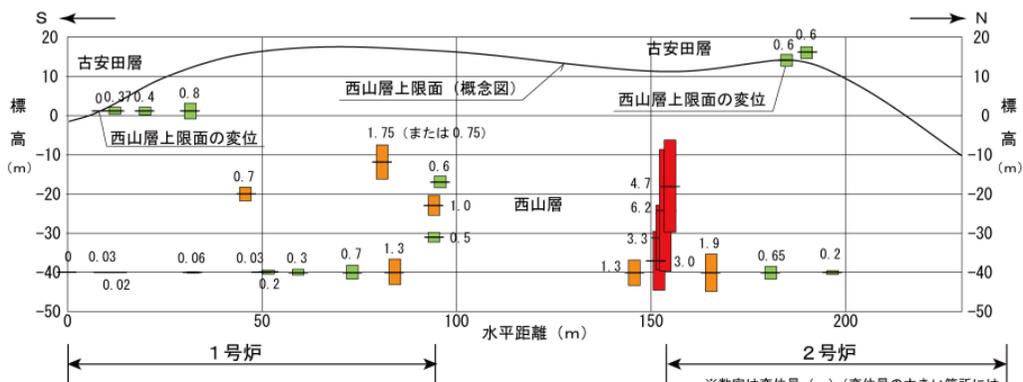
- α断層及びβ断層は、北北東-南南西走向で高角度東傾斜（一部鉛直ないし西傾斜）の断層からなり、両断層は40m~50m程度の間隔でほぼ平行に分布している。
- α断層は幅0~50cm程度の破砕部と幅0.1~2cm程度の粘土を伴い、β断層は幅0~50cm程度の破砕部と幅0.1~4cm程度の粘土を伴う。粘土は比較的良く固結している。

α, β断層の変位量 (基礎面観察結果)



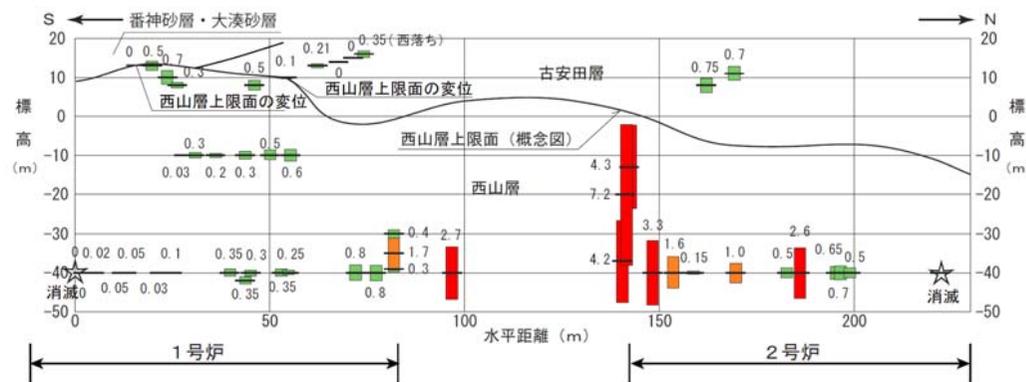
1号炉及び2号炉基礎底盤におけるα・β断層の変位量

- 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。



α断層の変位量

※数字は変位量 (m) (変位量の大きい箇所には, 他系統の小断層の変位が含まれている可能性あり)

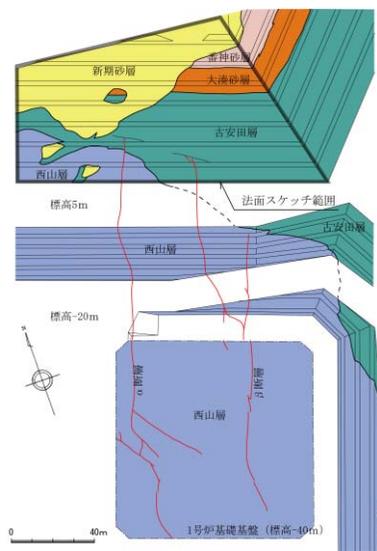


β断層の変位量

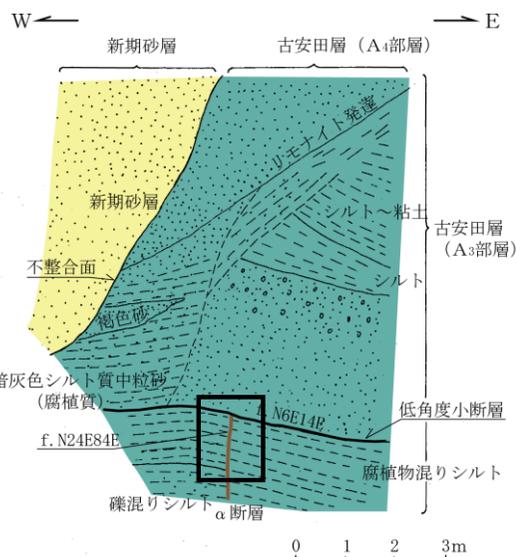
※数字は変位量 (m) (変位量の大きい箇所には, 他系統の小断層の変位が含まれている可能性あり)

α断層の活動性

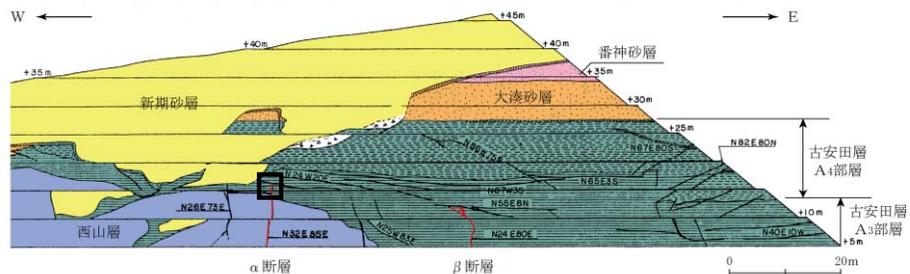
- 1号炉敷地造成法面においてα断層と古安田層との関係を調査した。
- その結果、α断層は古安田層A₃部層中に連続し、古安田層と西山層の境界面及び古安田層に変位を与えているものの、古安田層中の低角度小断層で止まっており、これより上位には延びておらず、少なくとも大湊砂層の基底面には変位を与えていないことを確認した。



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)

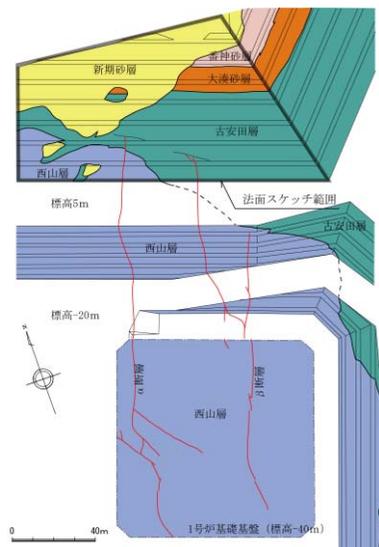


古安田層A₃部層

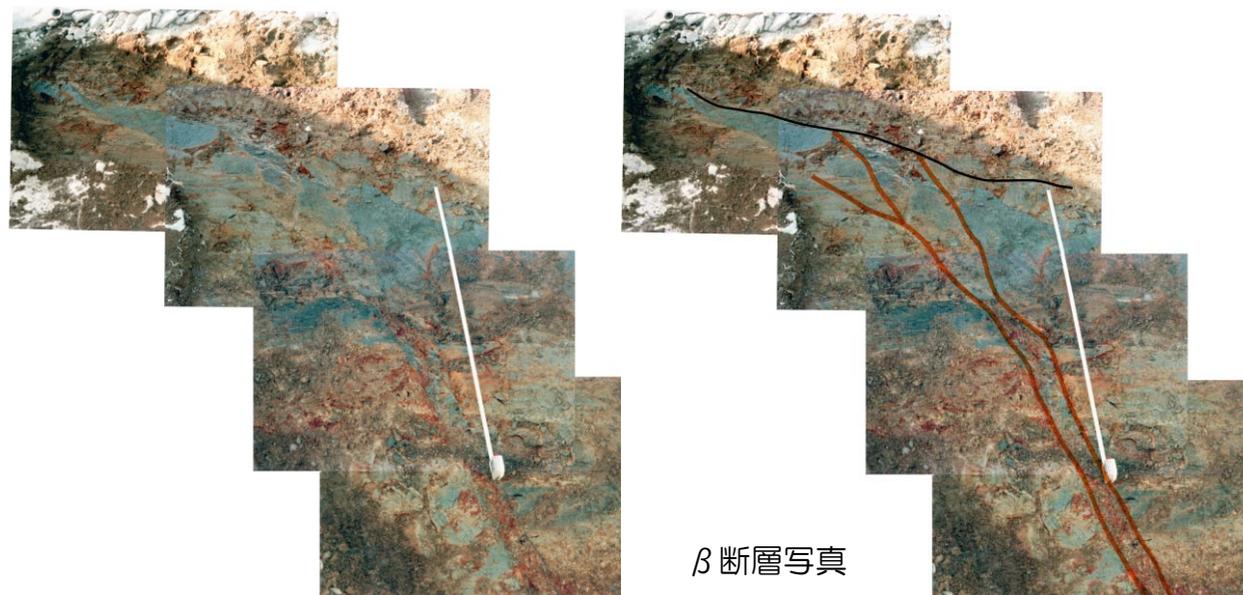
α断層写真

β断層の活動性

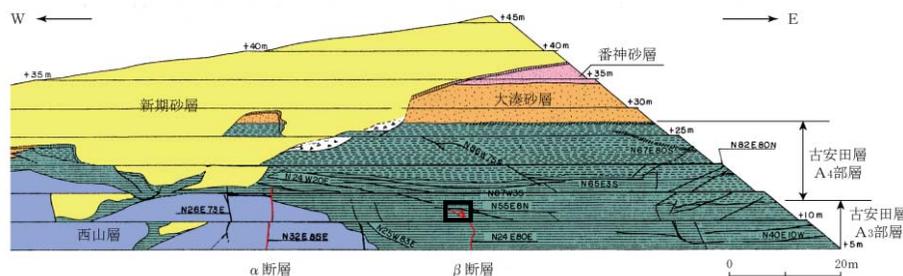
- 1号炉敷地造成法面においてβ断層と古安田層との関係を調査した。
- その結果、β断層は古安田層A₃部層中に連続し、古安田層に変位を与えているものの、古安田層中の低角度小断層で止まっており、これより上位には延びておらず、少なくとも大湊砂層の基底面には変位を与えていないことを確認した。



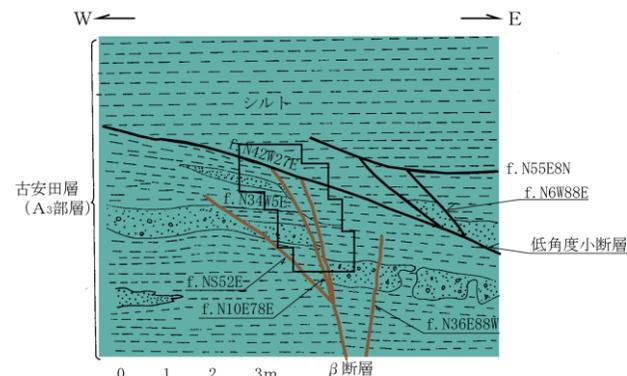
1号炉北側法面位置図



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。
- 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。