

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので、公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉

敷地の地質・地質構造について (参考資料)

平成28年5月9日

東京電力ホールディングス株式会社

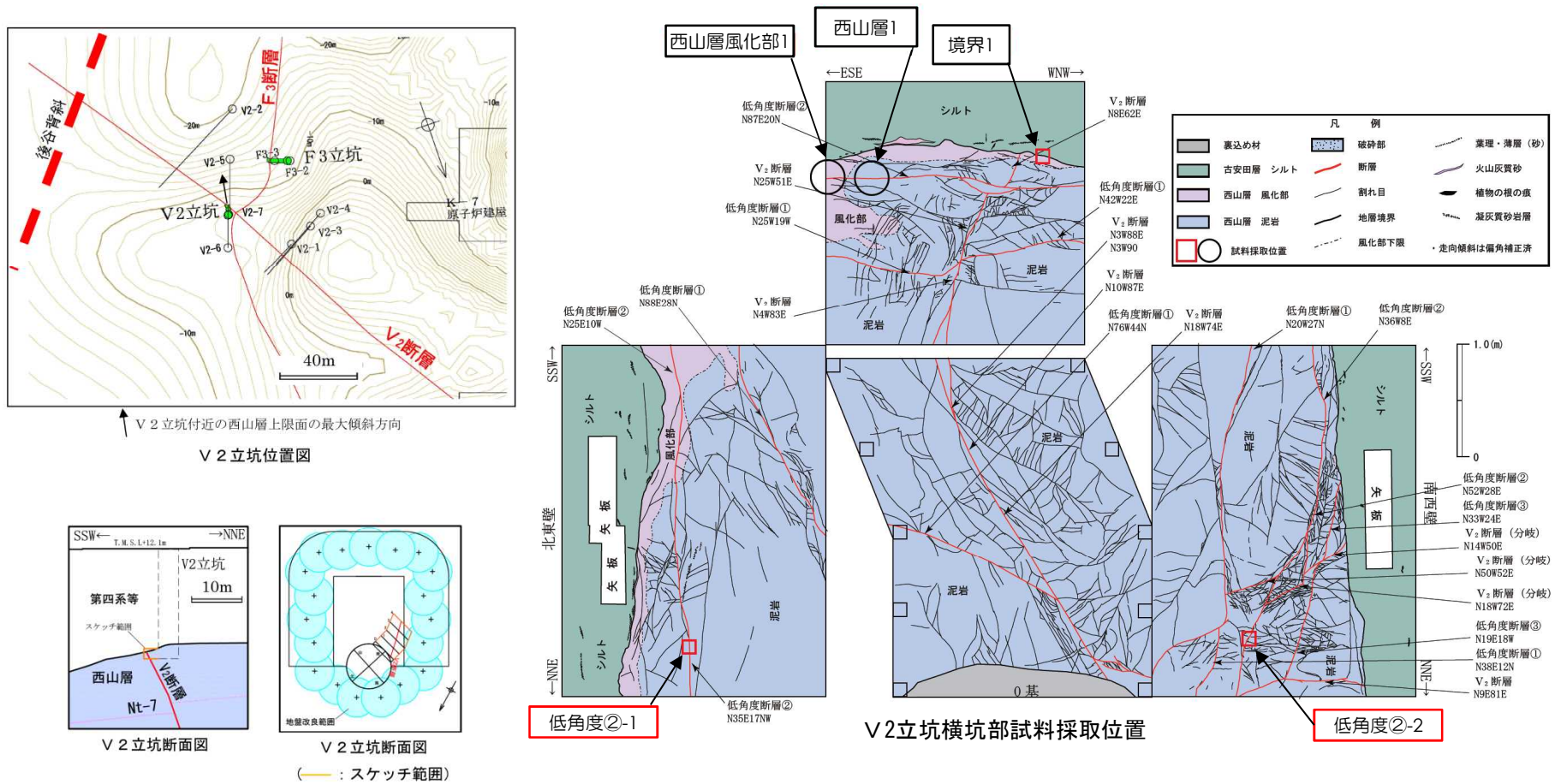
※安田層下部層のMIS10～MIS7とMIS6の境界付近の堆積物については、本資料では『古安田層』と仮称する。

TEPCO

-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

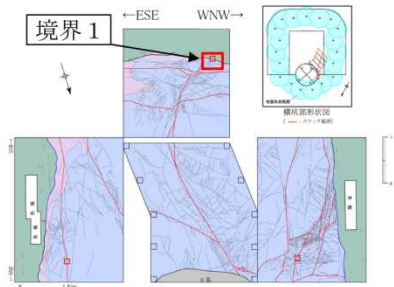
-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

1.1 V2立坑における分析概要

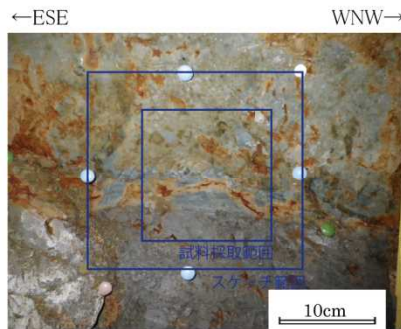


- 境界1において、古安田層と西山層の境界面の性状を確認した。
- 低角度②-1及び低角度②-2において、条線の方向及び変位センスを確認した。

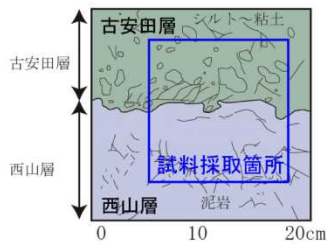
1.2 古安田層／西山層境界の性状分析（1）



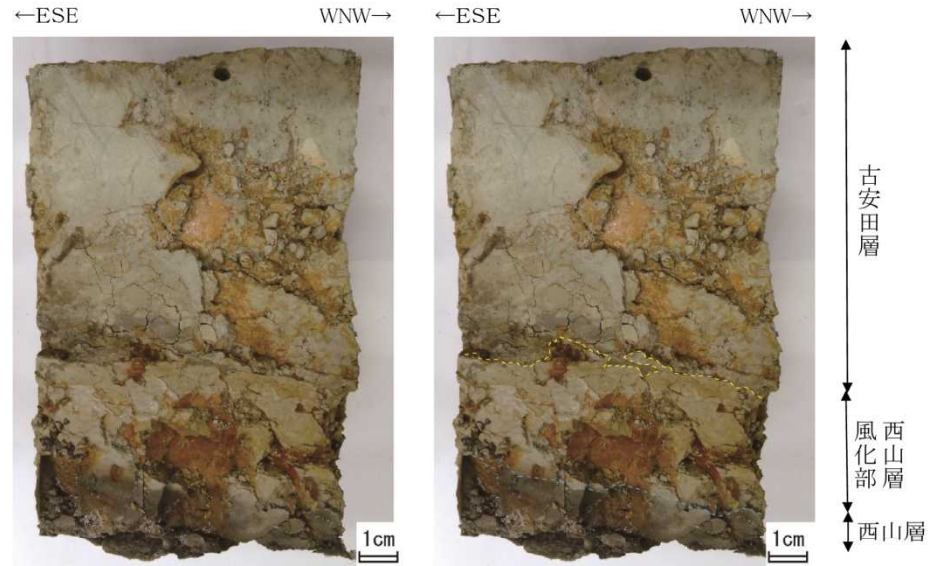
境界1 試料採取位置



境界1 試料採取面写真

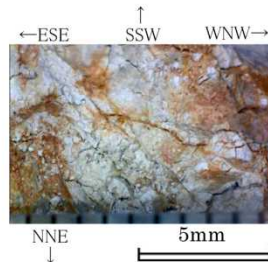


横坑壁面詳細観察
(境界1 試料採取箇所)

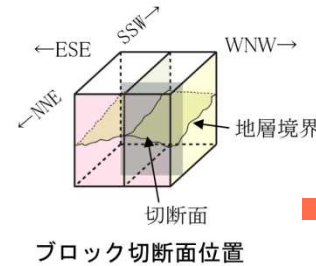


境界1 古安田層／西山層境界切断面写真

※黄色破線：地層境界
水色破線：西山層風化境界



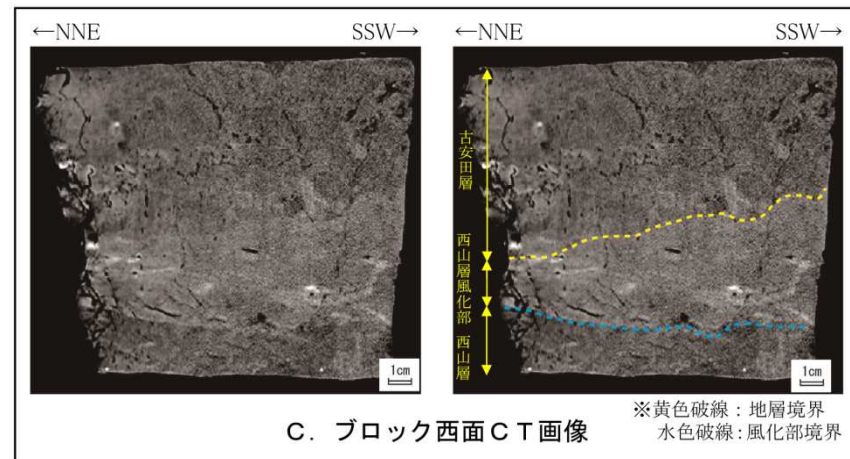
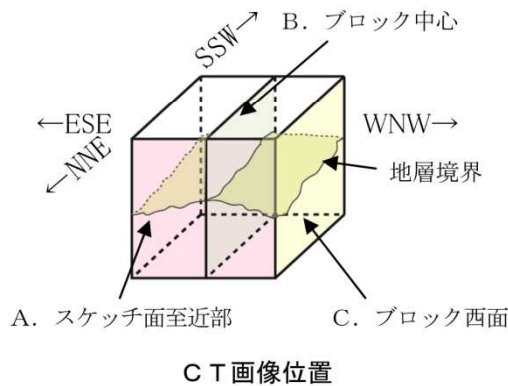
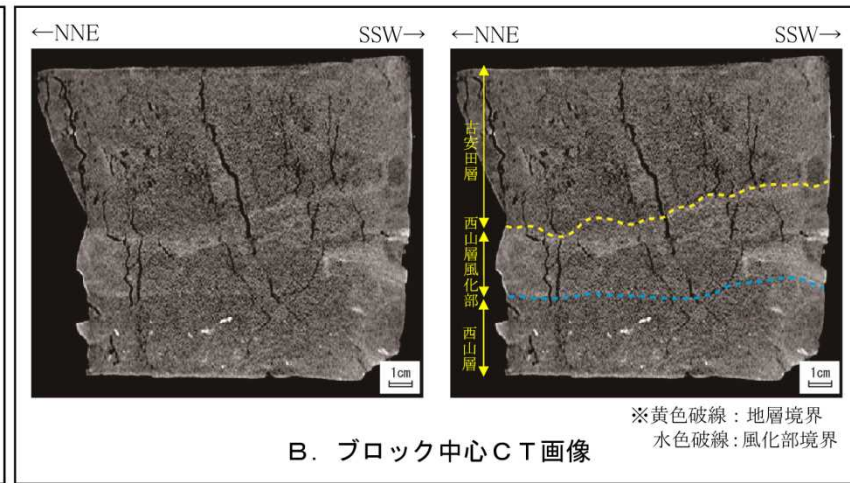
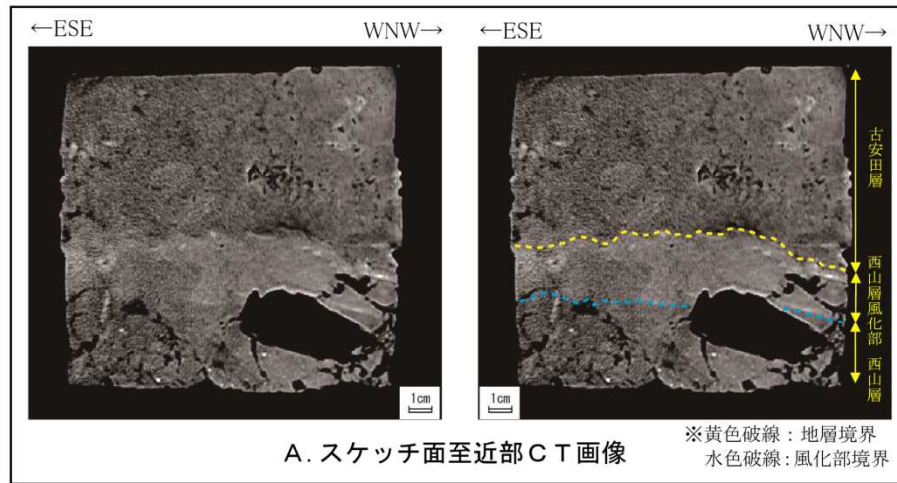
地層境界面の状況
(古安田層側から西山層を見る)
境界面には不規則な凹凸があり、
鏡肌及び条線は認められない。



ブロック切断面位置

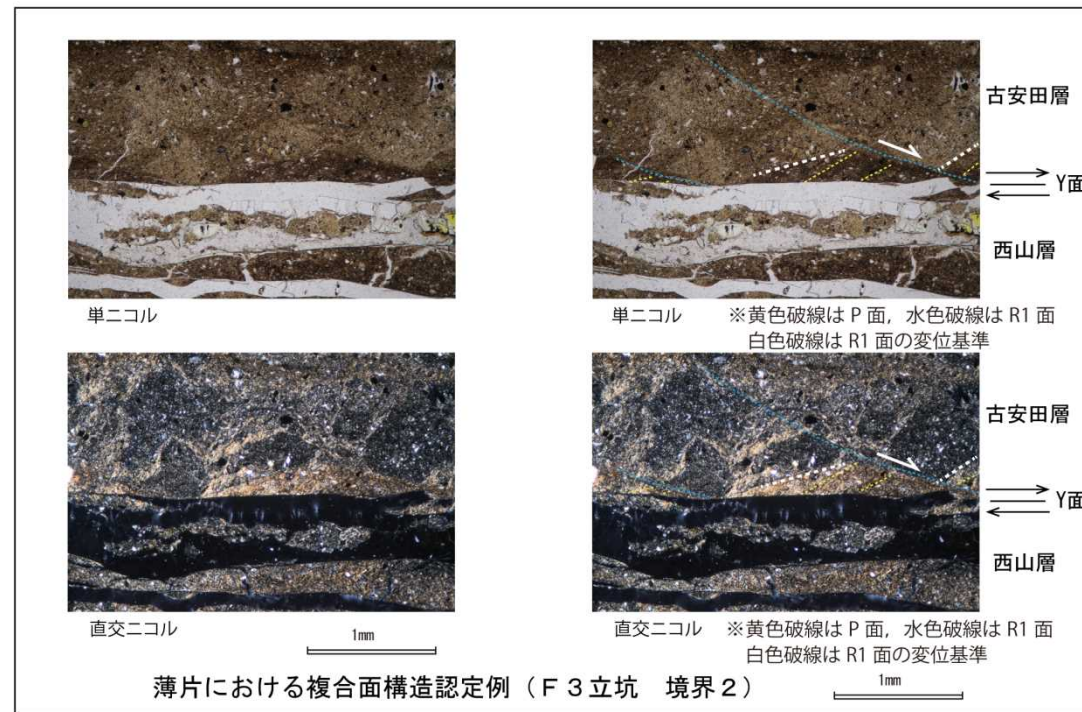
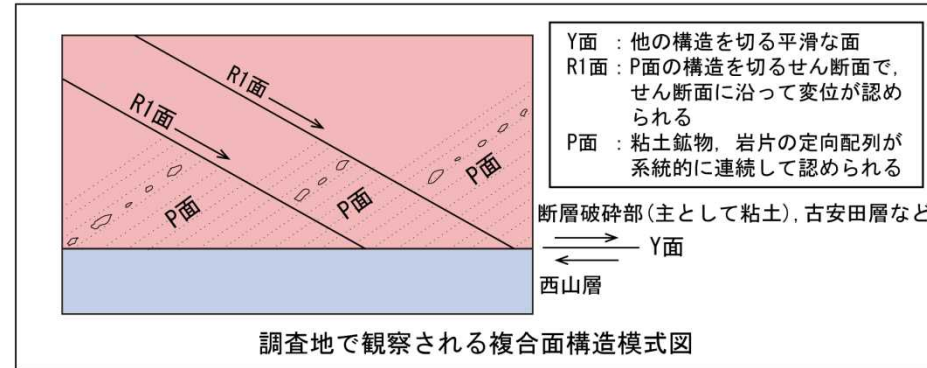
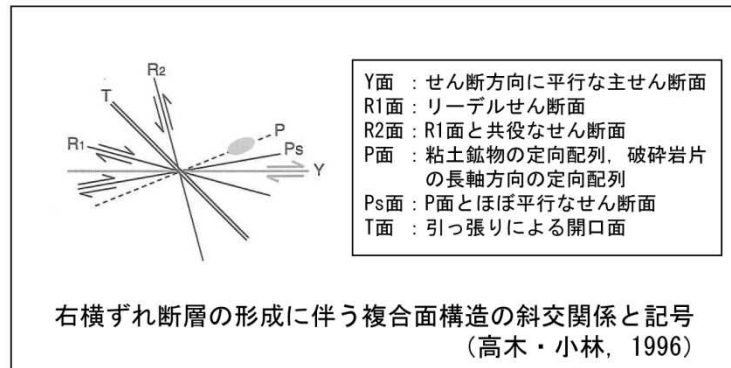
■ 古安田層と西山層の境界面は、不規則な凹凸をなし、鏡肌や条線は認められないことから、不整合面と判断される。

1.2 古安田層／西山層境界の性状分析 (2)



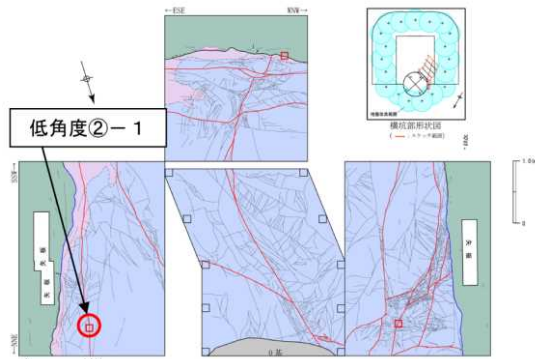
- 古安田層と西山層の境界面は、3次元的にも不規則な凹凸をなしていることから、不整合面と判断される。
- V_2 断層は、不整合面をなしている古安田層基底面に変位・変形を与えていないことから、少なくとも古安田層堆積以降の活動はないと判断される。

1.3 低角度断層の性状分析（複合面構造の認定方法）

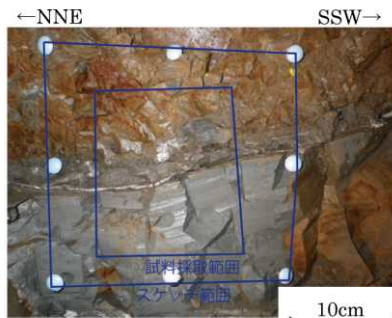


- Y面は、他の構造を切る平滑な面として認定される。
- P面は、粘土鉱物及び細片の長軸が一定方向に配列することで認定され、右ずれの断層の場合はY面に対して反時計回りに $\phi/2$ ($0 < \phi/2 < 30^\circ$ 程度, ϕ : 内部摩擦角) の角度だけ斜交して生じる関係がある (左ずれの断層の場合は時計回り)。
- R1面は、P面とは反対の傾斜でP面の構造を切るせん断面として認定される。
- 変位センスは、Y面とP面及びR1面との配置から推定される。

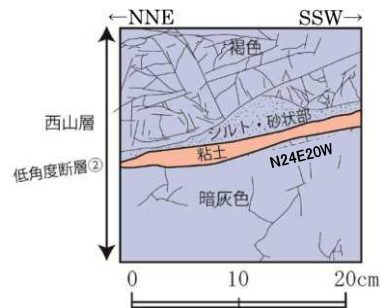
1.3 低角度断層の性状分析 (低角度断層の条線方向の確認)



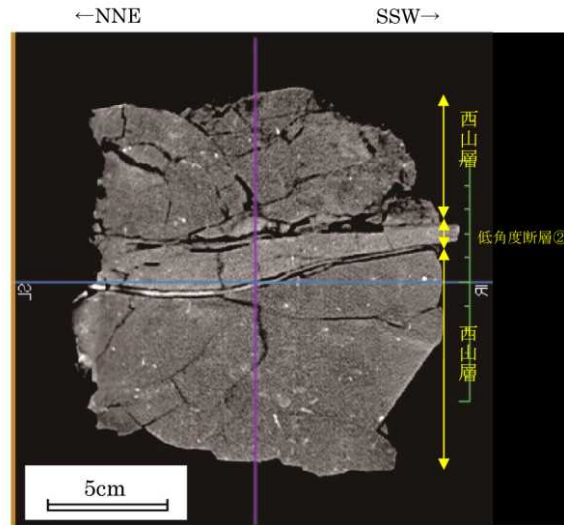
低角度②-1 試料採取位置



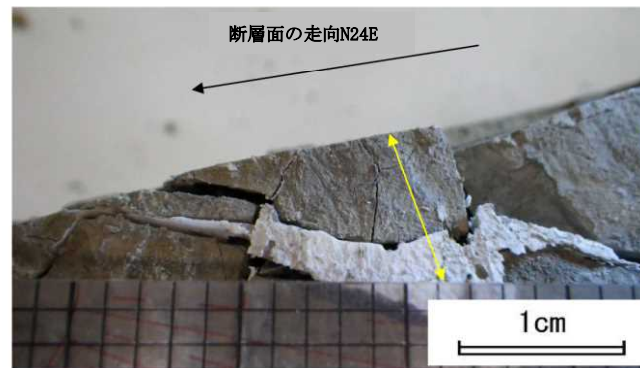
低角度②-1 試料採取面写真



低角度②-1 試料採取面スケッチ

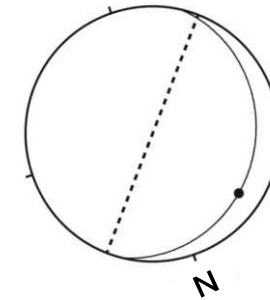


CTスキャン画像 (スケッチ面の画像)



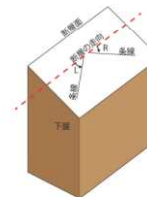
低角度断層②下面の条線 (黄色矢印方向)

断層面の走向傾斜: N24E20W
 条線のレイク角: 70L (本面は下盤側から上盤側を見ている)



低角度②-1の断層面の
 走向・傾斜と条線方向
 (シュミットネット 下半球投影)

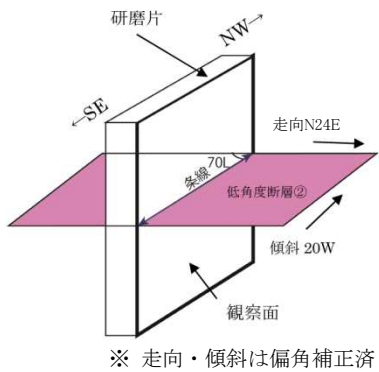
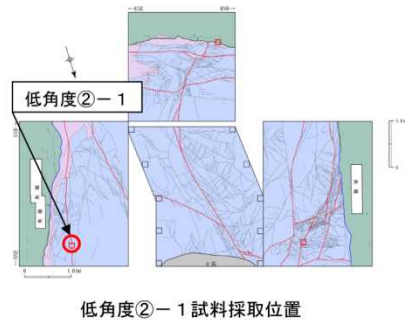
- 低角度断層②の条線
 方向は、褶曲
 軸に高角度で交差
 する関係にある。



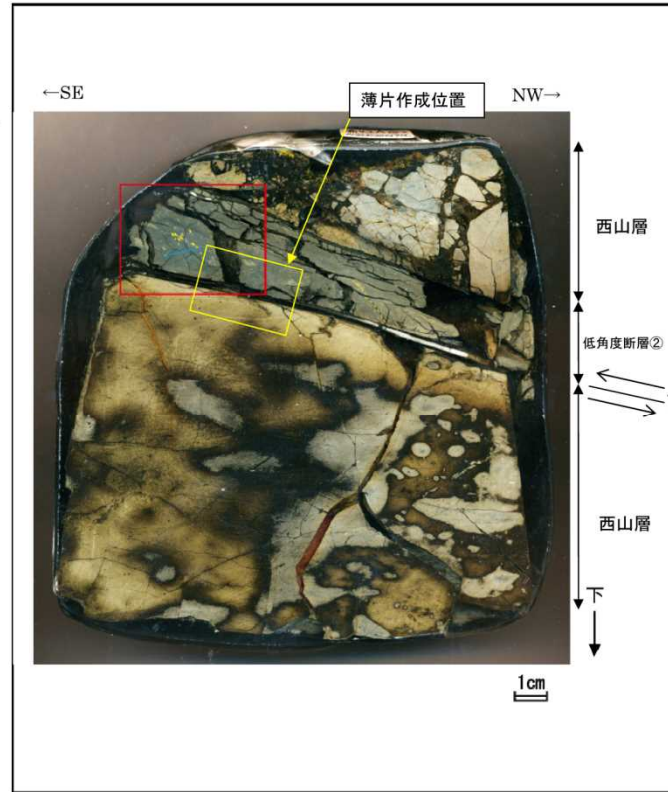
本資料のレイク角の
 表示方法

※ 走向・傾斜は偏角補正済

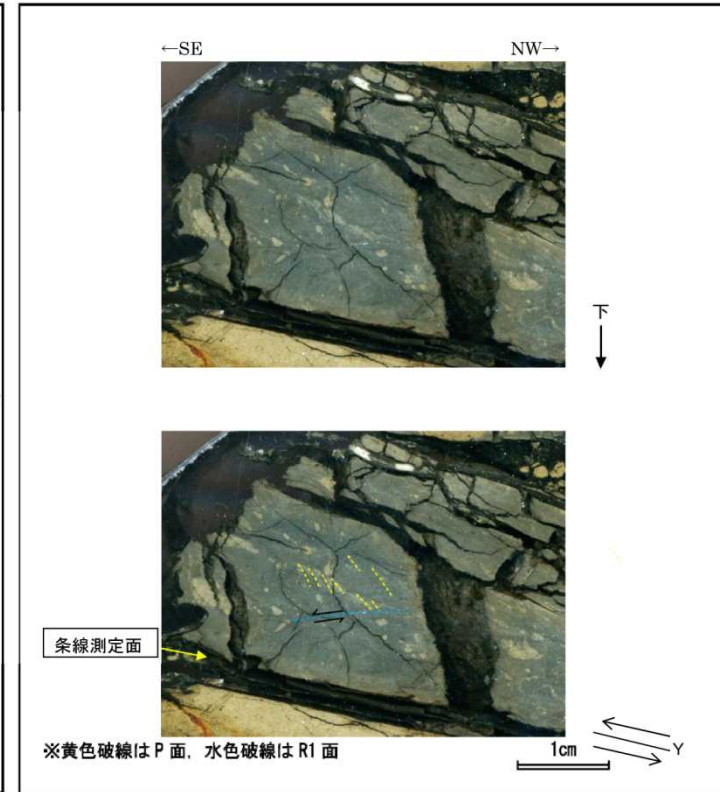
1.3 低角度断層の性状分析（変位センスの確認（低角度②-1 研磨片））



研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



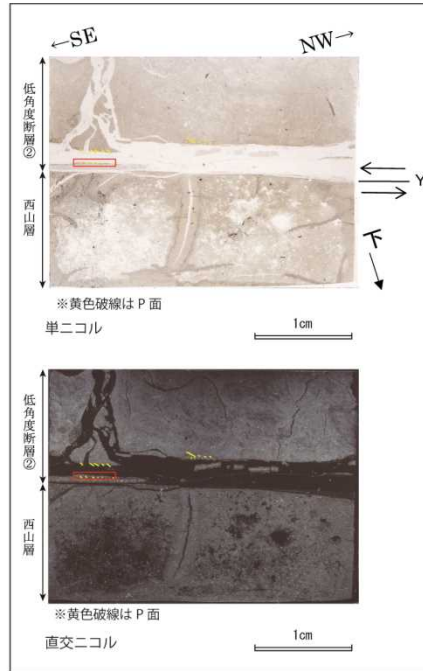
研磨片試料観察結果



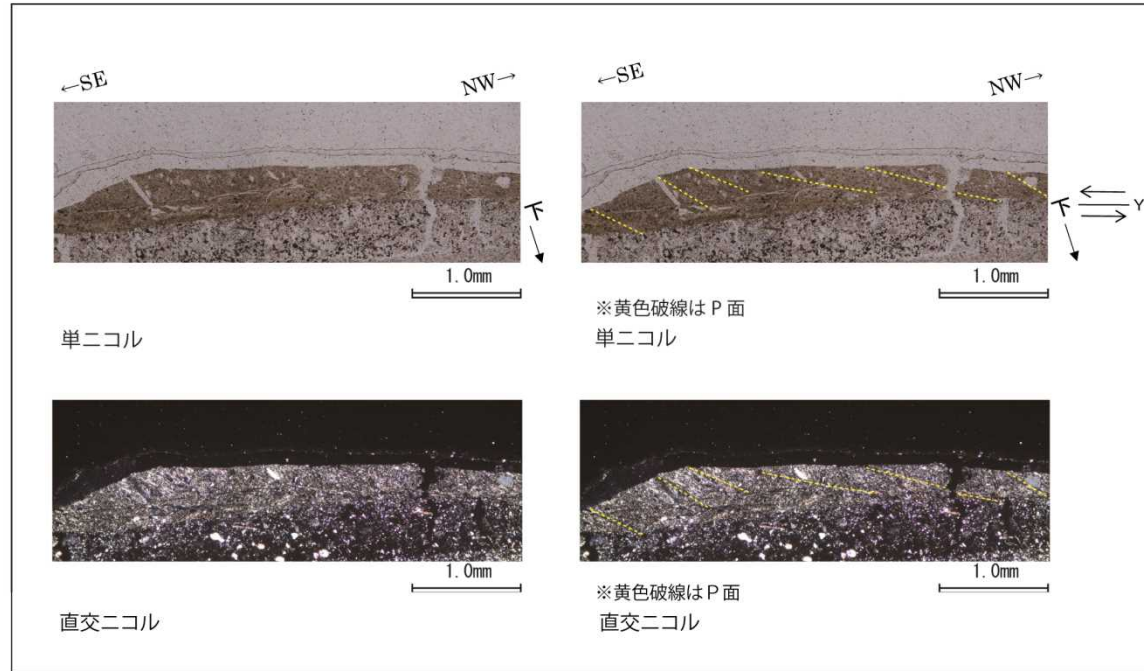
研磨片試料観察結果（赤枠内の拡大）

- 低角度断層②の粘土に含まれるNW方向下がり細片の長軸方向の配列がP面と判断され、この構造を切るSE方向下がりせん断面がR1面と判断される。断層面との配置から、上盤側がSE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

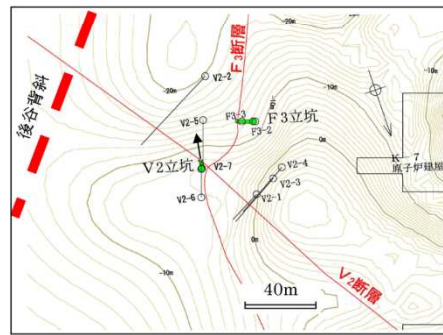
1.3 低角度断層の性状分析 (変位センスの確認 (低角度②-1 薄片))



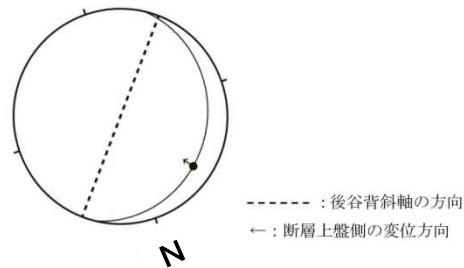
薄片試料観察結果



薄片試料観察結果 (赤枠内の拡大)



V2立坑付近の西山層上限面の全体的な傾斜方向
V2立坑位置図

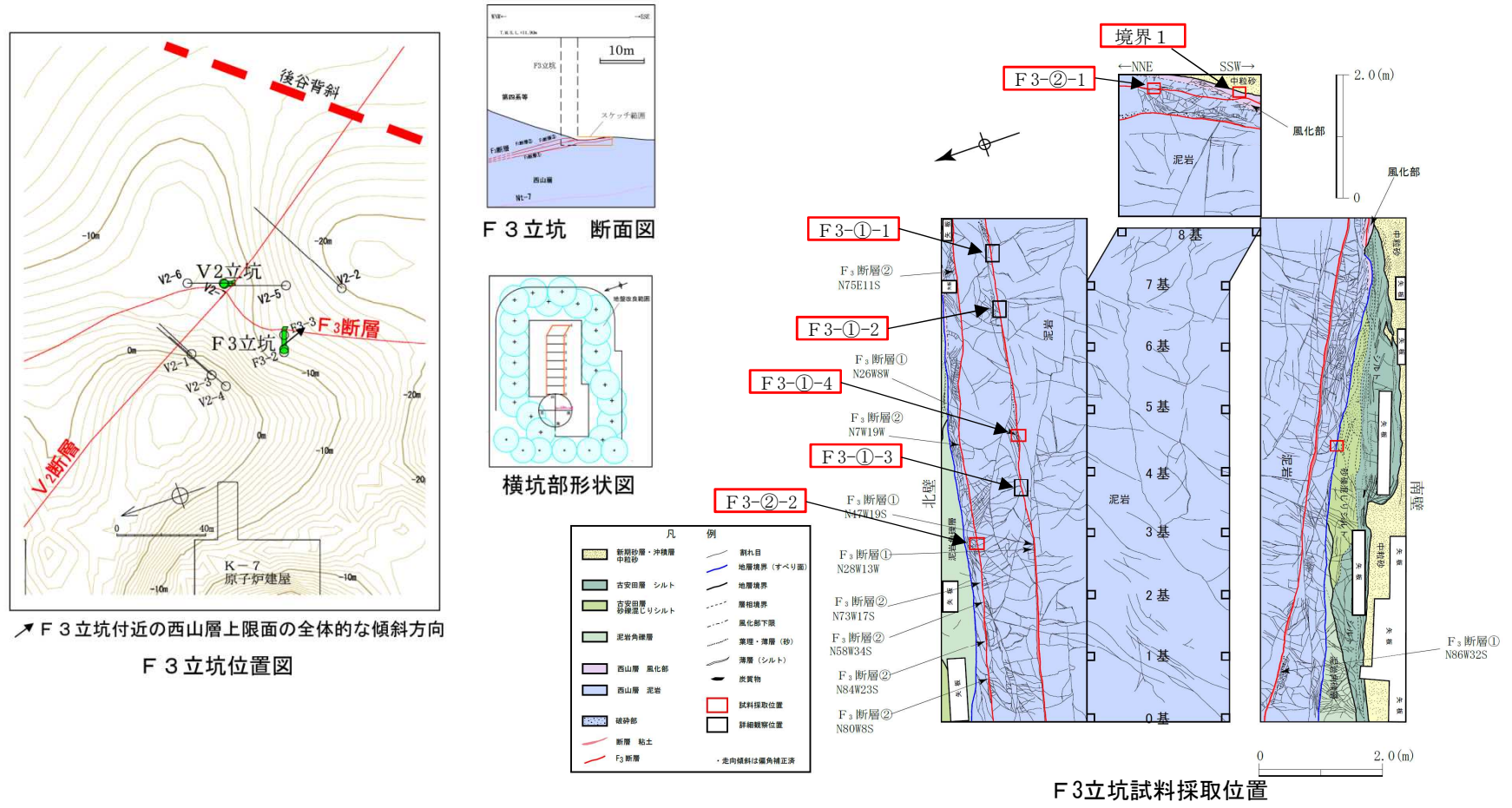


低角度②-1の断層面の
走向・傾斜と変位センス
(シュミットネット 下半球投影)

- 低角度断層②の粘土部にみられるNW方向下がりでの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がSE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

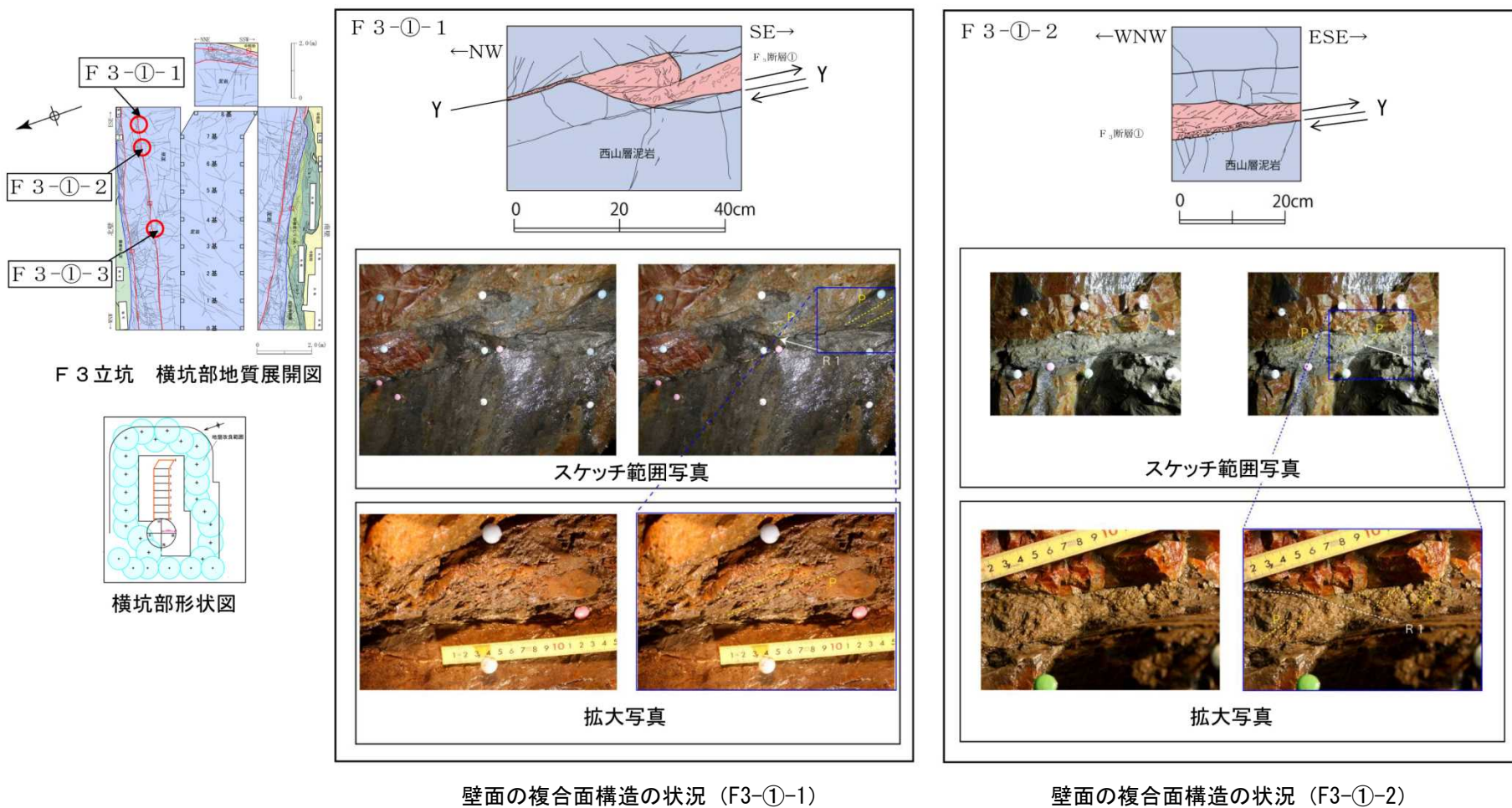
-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

2.1 F3立坑における分析結果



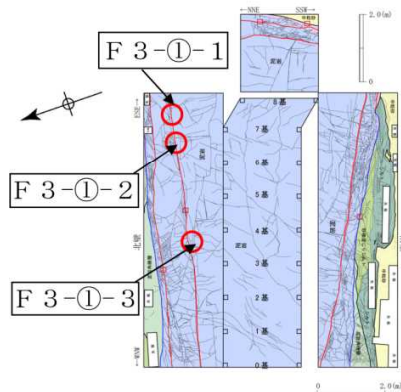
- F 3-①-1～F 3-①-3において、壁面の複合面構造を観察し、変位センスを確認した。
- F 3-②-1において、ブロック試料を採取して、条線方向及び変位センスを確認した。
- 境界1において、沖積層と西山層の境界面の性状を確認した。
- 境界2において、古安田層と西山層の境界面のすべり面の条線方向及び変位センスを確認した。

2.2 F₃断層の変位センスの確認 (壁面の複合面構造 (1))

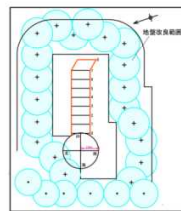


- F 3-①-1 及び F 3-①-2 では、F₃断層粘土部に含まれるNW～WNW方向下がりの細片の系統的な配列がP面と判断され、この構造を切るSE～ESE方向下がりのせん断面がR1面と判断される。断層面との配置から、上盤側がSE～ESE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

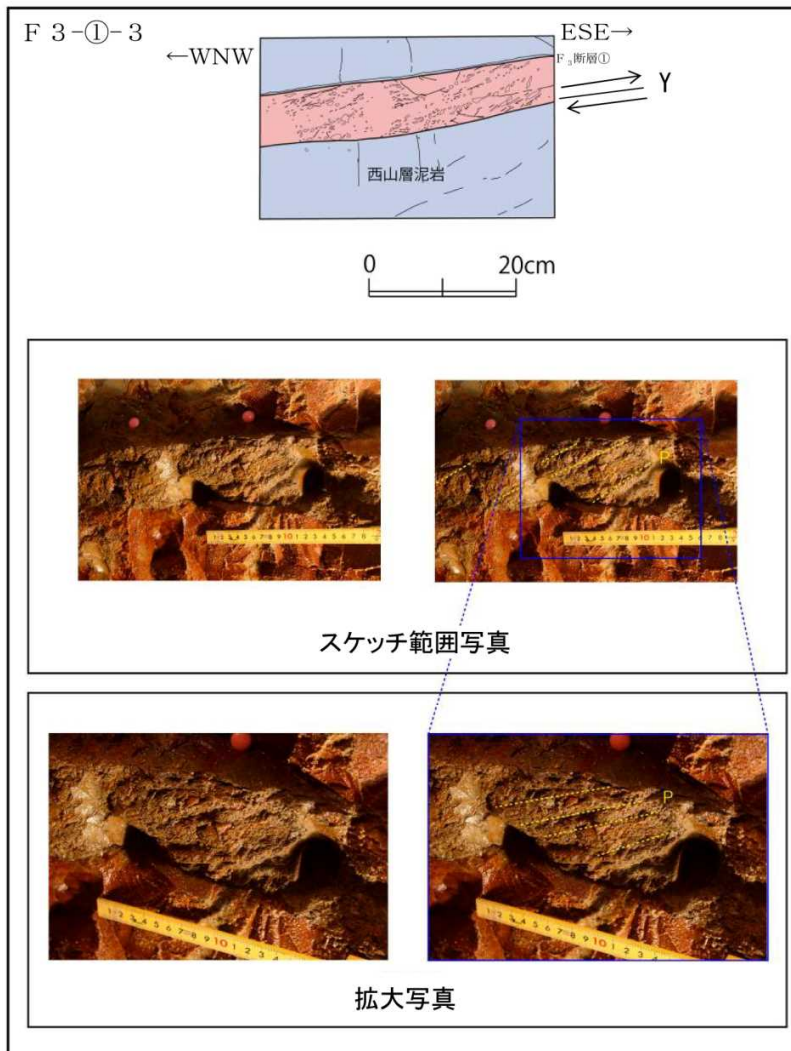
2.2 F₃断層の変位センスの確認 (壁面の複合面構造 (2))



F 3 立坑 横坑部地質展開図



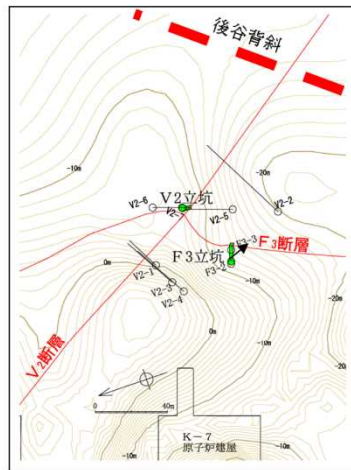
横坑部形状図



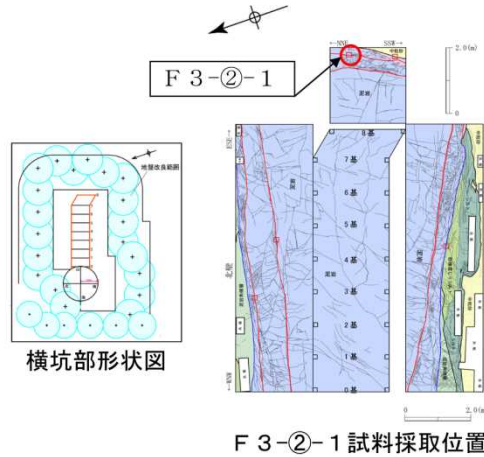
壁面の複合面構造の状況 (F3-①-3)

- F 3-①-3では、F₃断層粘土部に含まれるWNW方向下がりの細片の系統的な配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がESE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

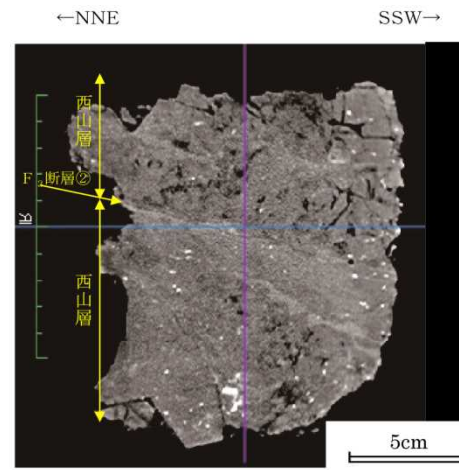
2.2 F₃断層の条線方向の確認



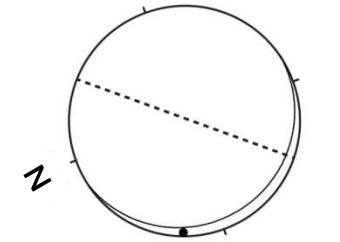
↗ F3立坑付近の西山層上限面の全体的な傾斜方向
F3立坑位置図



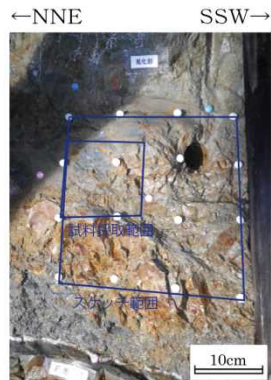
F3-2-1 試料採取位置



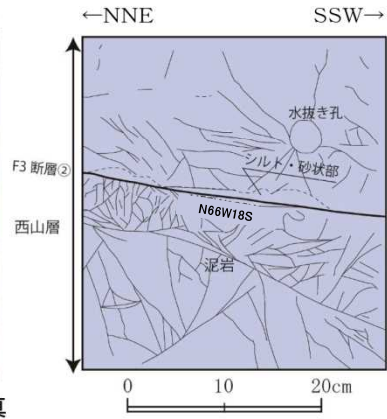
F3-2-1 CTスキャン画像 (スケッチ面の画像)



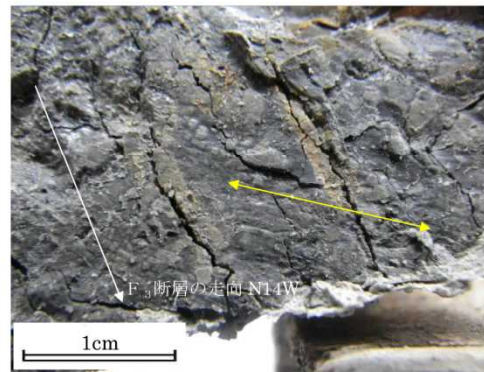
----- : 後谷背斜軸の方向
F3-2-1の条線方向
(シュミットネット下半球投影)



F3-2-1 試料採取面写真

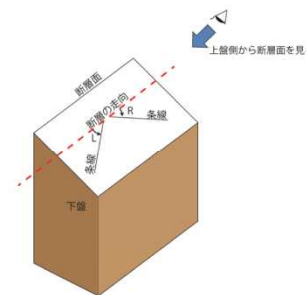


F3-2-1 試料採取面スケッチ



F₃断層②の条線 (黄色矢印方向)

断層面の走向・傾斜 : N66W18S ※ F3立坑付近のF₃断層の条線のレイク角 : 12L ※ F3立坑付近のF₃断層の全体的な走向傾斜はN14W9Wである。

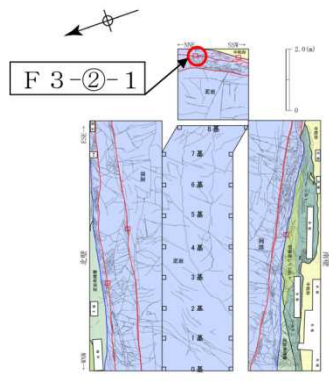


レイク角の表示方法

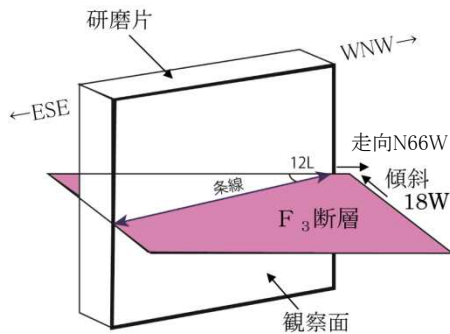
※ 走向・傾斜は偏角補正済

- F₃断層②の粘土部には、NW-SE方向の不明瞭な条線が認められる。
- 条線の方法は、褶曲軸に高角度で交差する関係にある。

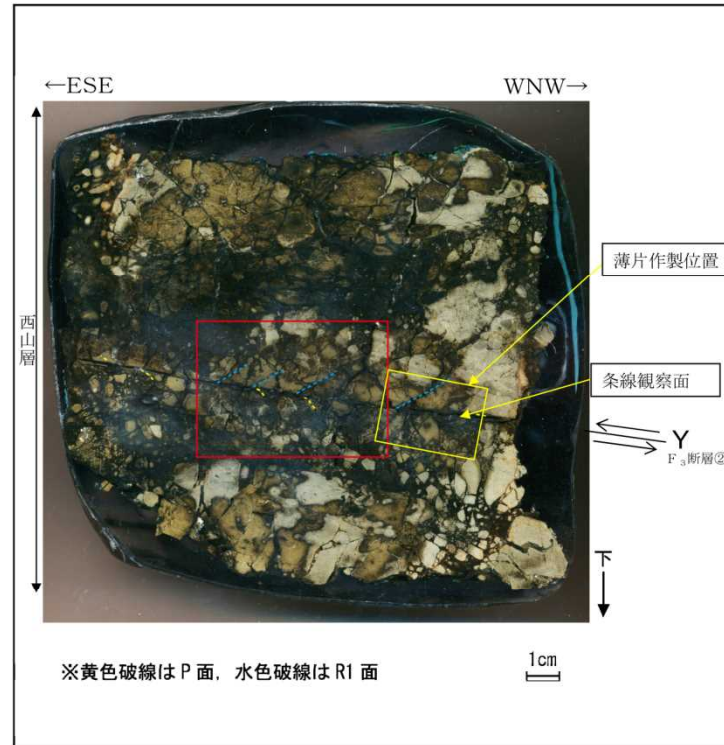
2.2 F₃断層の変位センスの確認 (F3-②-1 研磨片)



F3-②-1 試料採取位置

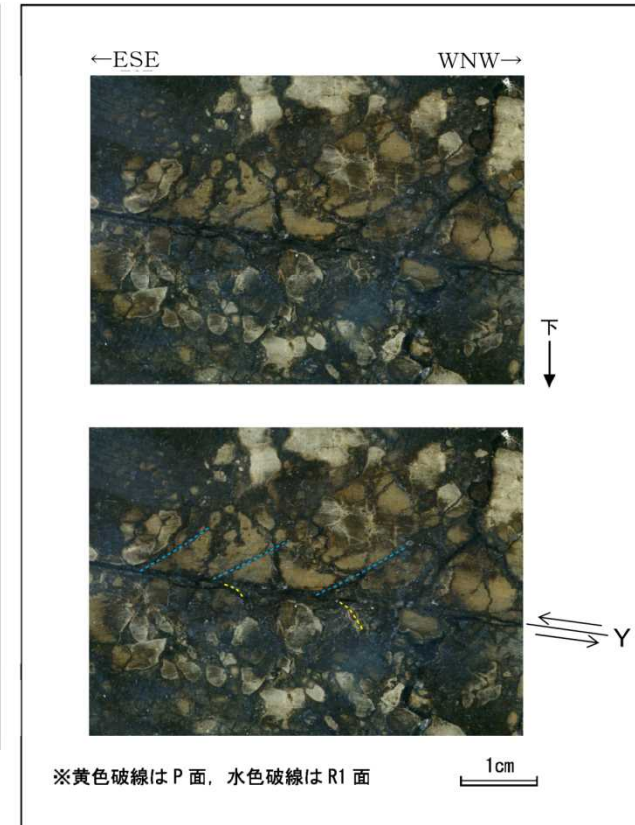


※ 走向・傾斜は偏角補正済



研磨片試料観察結果

※黄色破線はP面, 水色破線はR1面



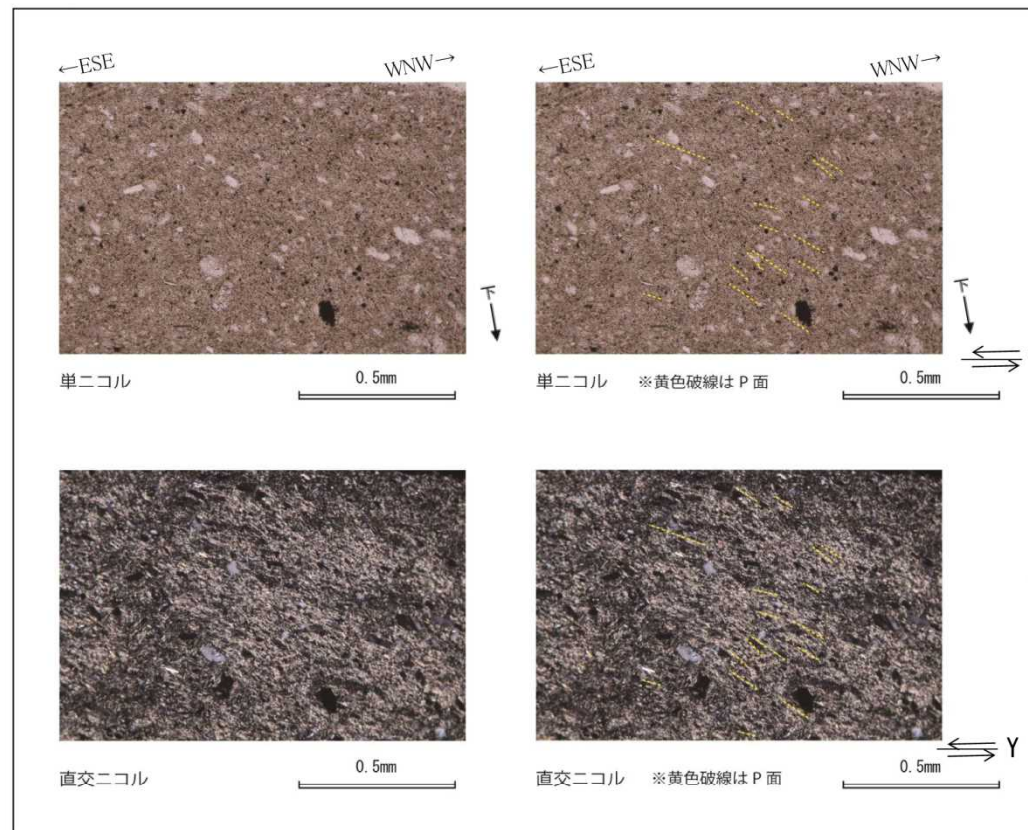
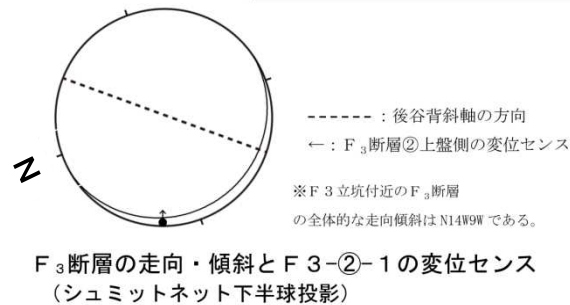
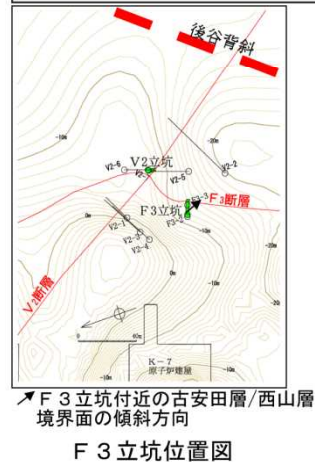
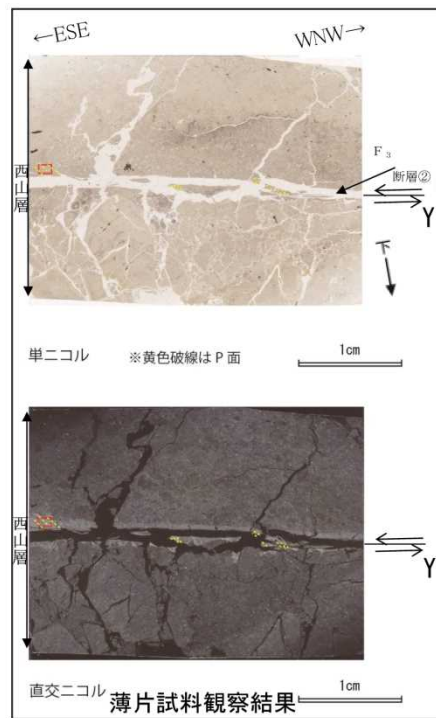
研磨片試料観察結果(赤枠内の拡大)

※黄色破線はP面, 水色破線はR1面

研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。

- F₃断層②の下盤側には、WNW方向下がりの砂粒の配列が、上盤側にはESE方向下がりのせん断面が系統的に認められ、それぞれP面、R1面と判断される。断層面との配置から、上盤側がESE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

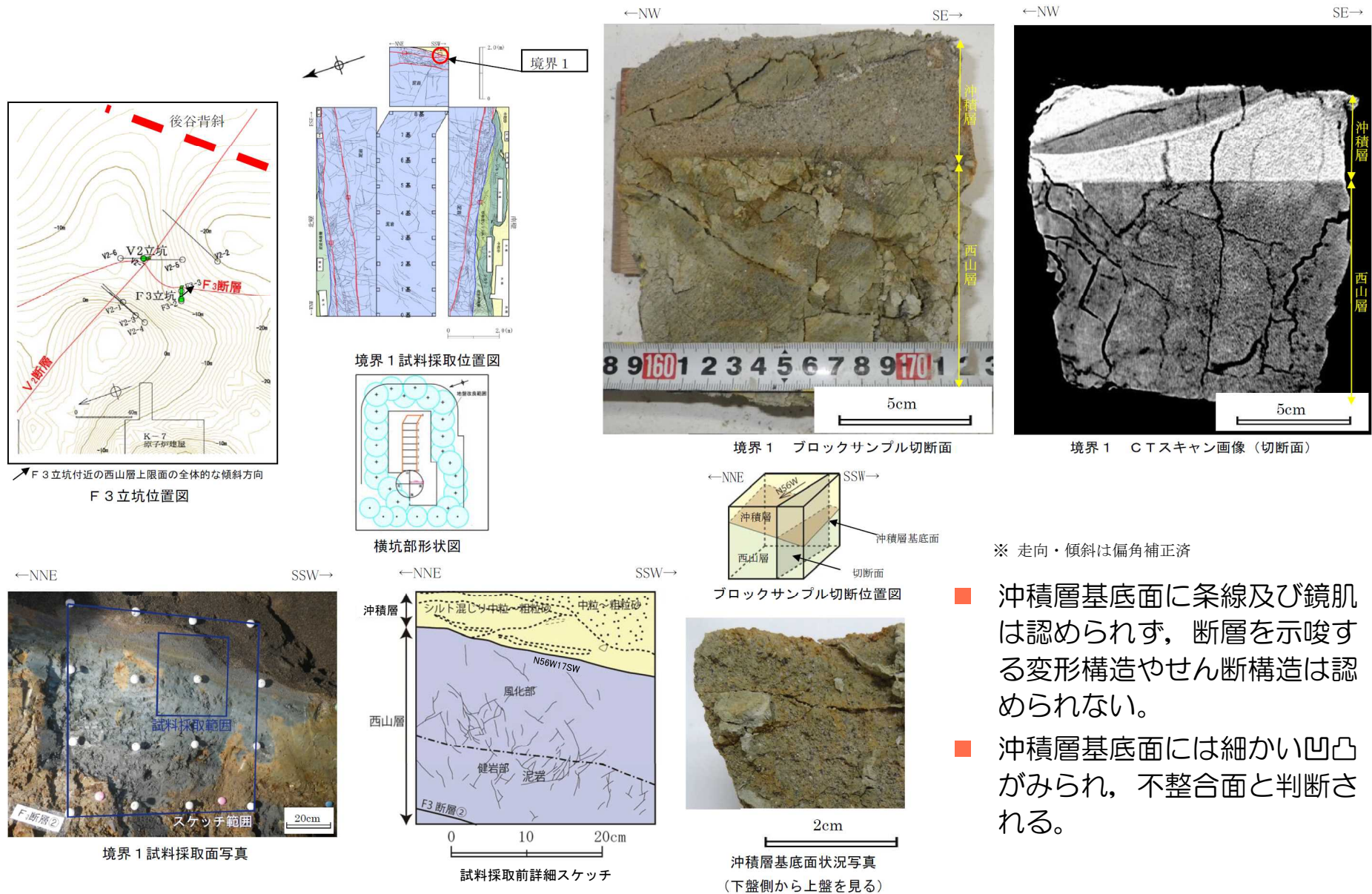
2.2 F₃断層の変位センスの確認 (F3-②-1 薄片)



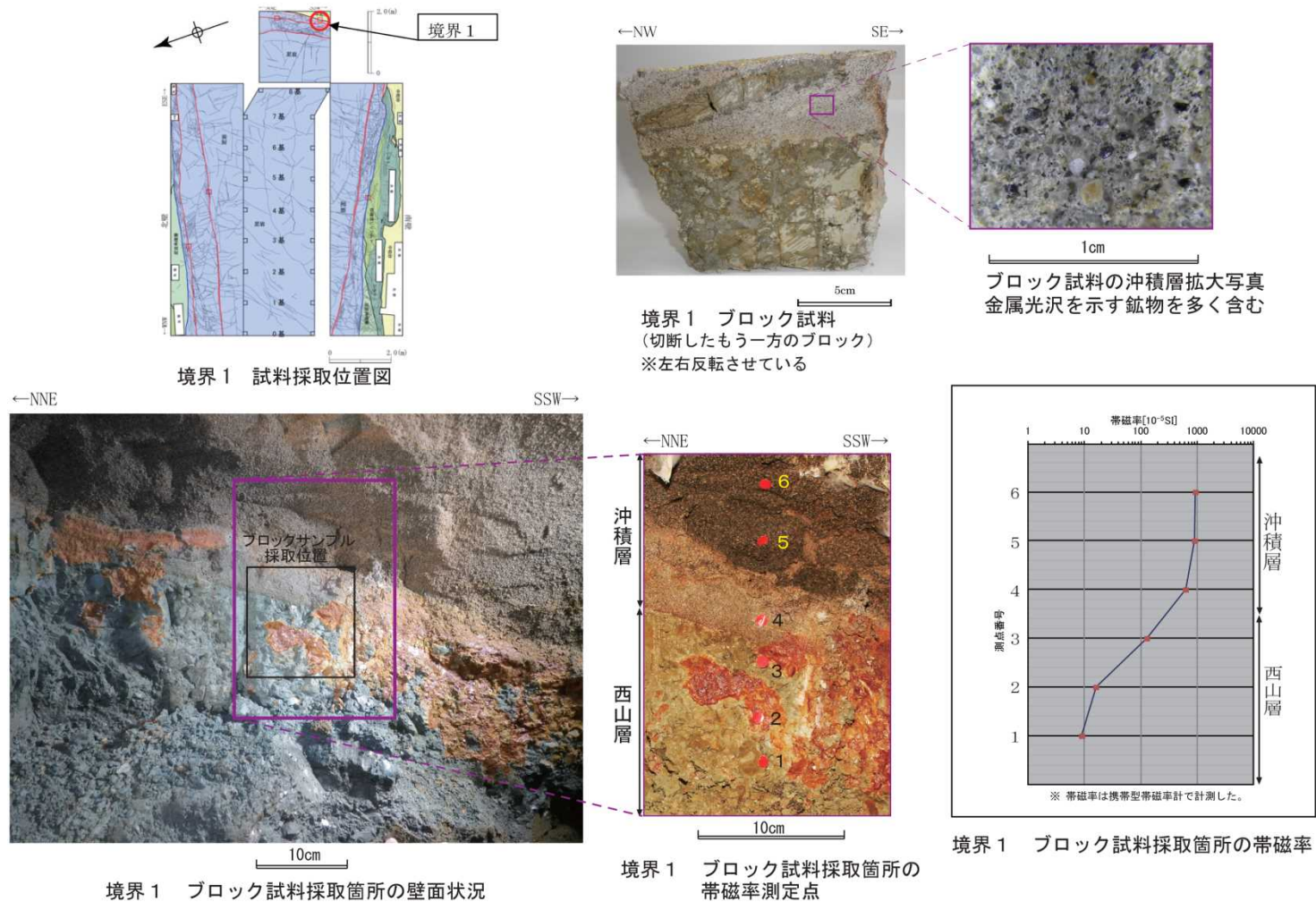
薄片試料観察結果 (赤枠内の拡大)

- F₃断層②の粘土部にみられる WNW 方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され, 断層面との配置から, 上盤側がESE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

2.3 沖積層と西山層の境界面の性状分析（地質観察）

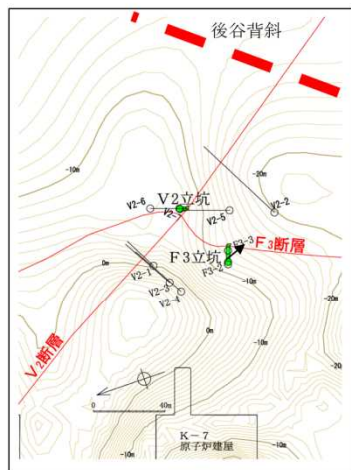


2.3 沖積層と西山層の境界面の性状分析（帯磁率測定）

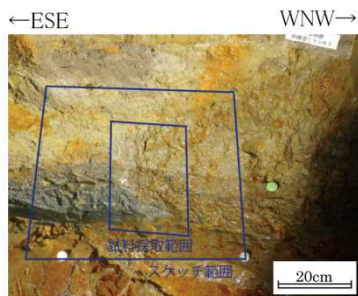


- ブロック試料を採取した境界1の沖積層から西山層にかけて帯磁率を測定した。
- 沖積層は西山層に比べて高帯磁率を示す。また、金属光沢を示す鉱物を多く含む。
- 沖積層が高帯磁率を示すのは磁性が高い鉱物を多く含むためであり、そのため密度が高く、CT画像では白く表示されるものと考えられる。

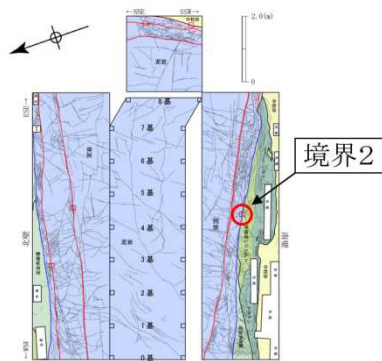
2.4 古安田層と西山層の境界面の性状分析（条線方向）



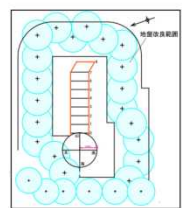
F3立坑付近の西山層上限面の全体的な傾斜方向
F3立坑位置図



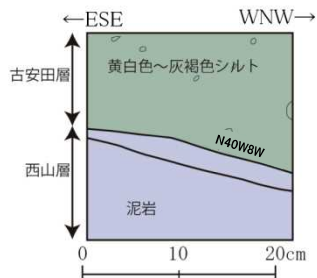
境界2 試料採取面写真



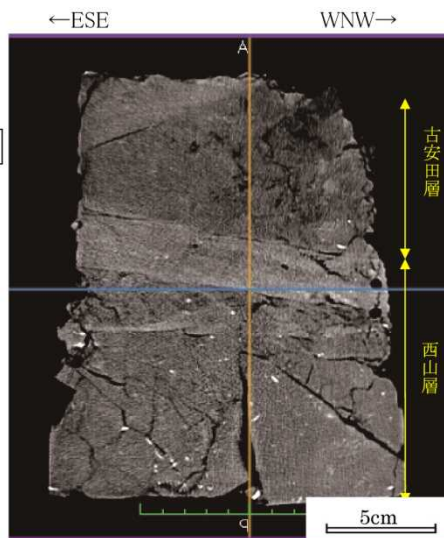
境界2 試料採取位置図



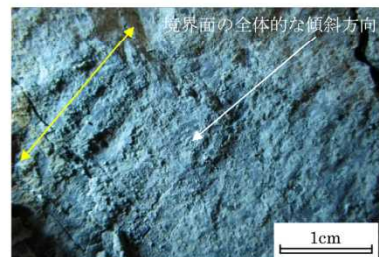
横坑部形状図



境界2 試料採取面スケッチ



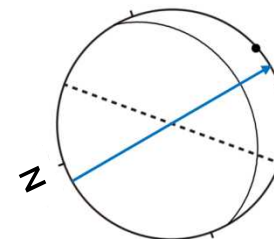
境界2 CTスキャン画像(スケッチ面の画像)



古安田層と西山層の境界面の条線
(黄色矢印方向)

境界面の走向・傾斜： N40W8W
条線のレイク角：10R

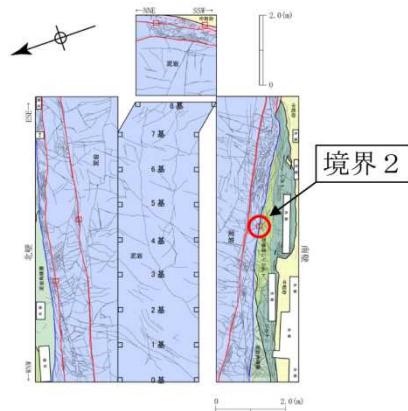
※ 走向・傾斜は偏角補正済



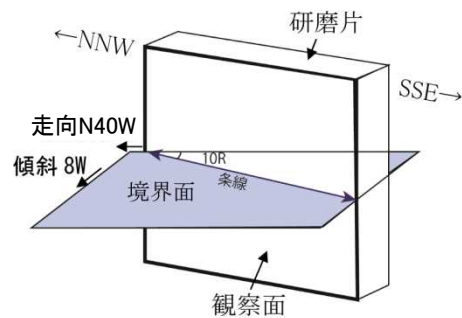
-----: 後谷背斜軸の方向
←: F3立坑付近の西山層上限面の全体的な傾斜方向
古安田層と西山層境界の走向・傾斜と境界2の条線方向
(シュミットネット 下半球投影)

- 古安田層基底面は、部分的に鏡肌を有する平滑な面となっており、境界面に条線が認められる。
- 条線の方法は、西山層上限面の最大傾斜方向に近いNNW-SSE方向を示している。

2.4 古安田層／西山層境界の性状分析 (変位センスの確認-研磨片観察)

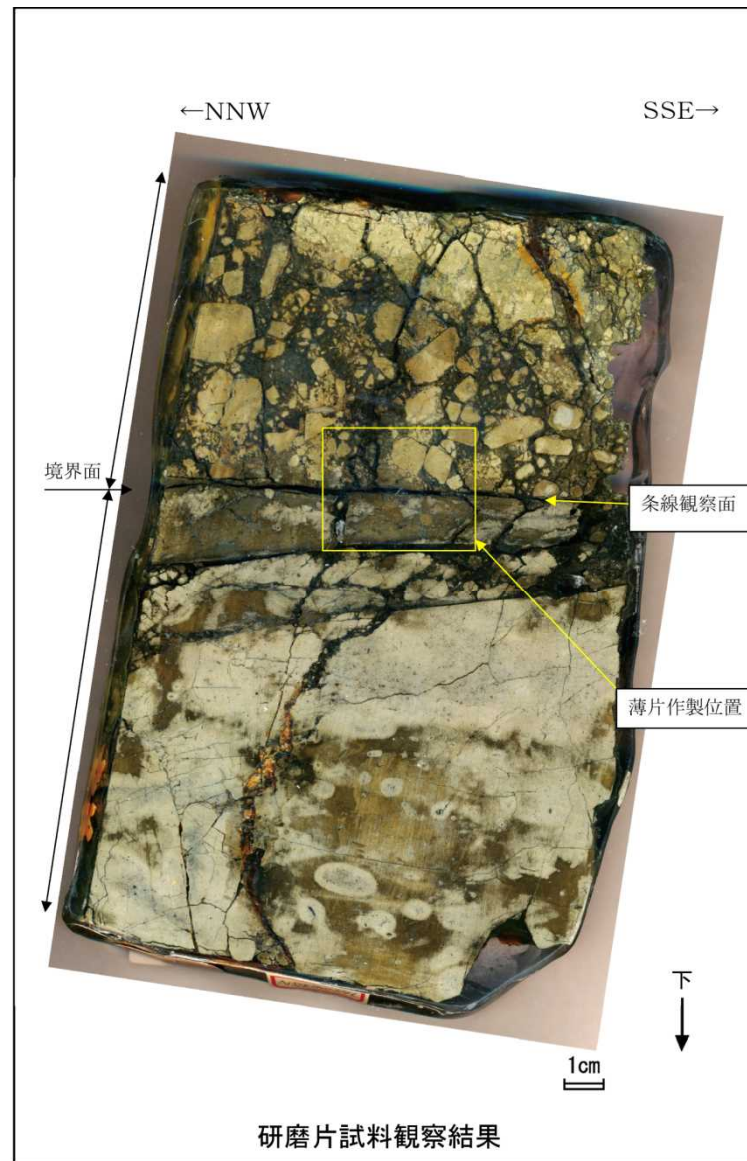


境界 2 試料採取位置図



※ 走向・傾斜は偏角補正済

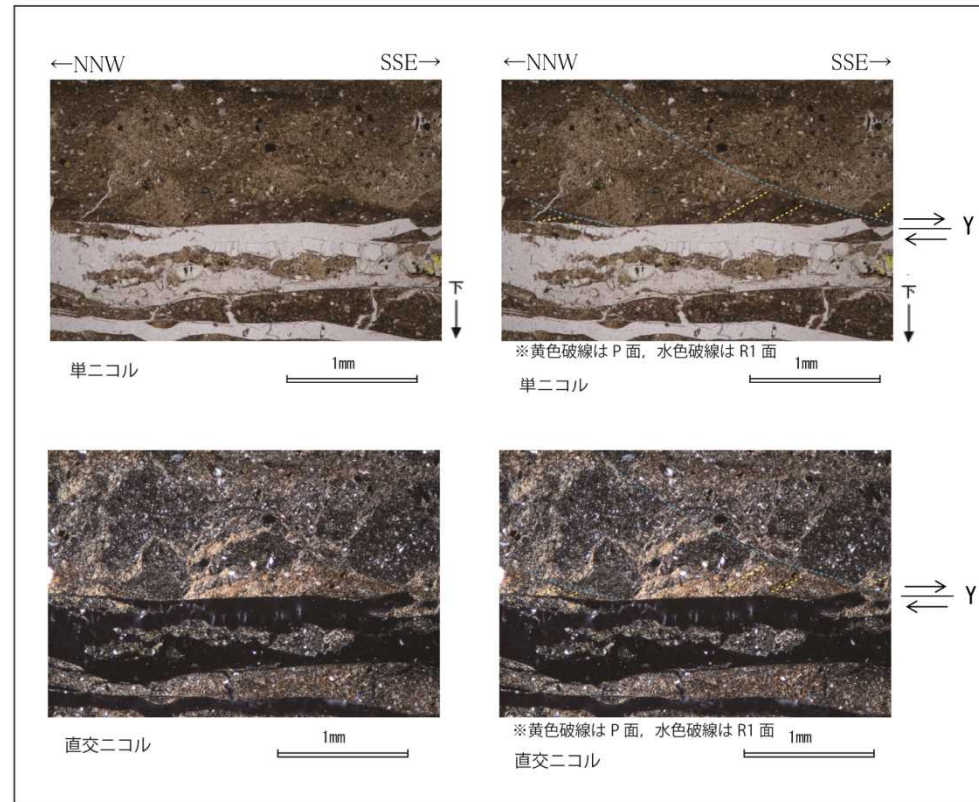
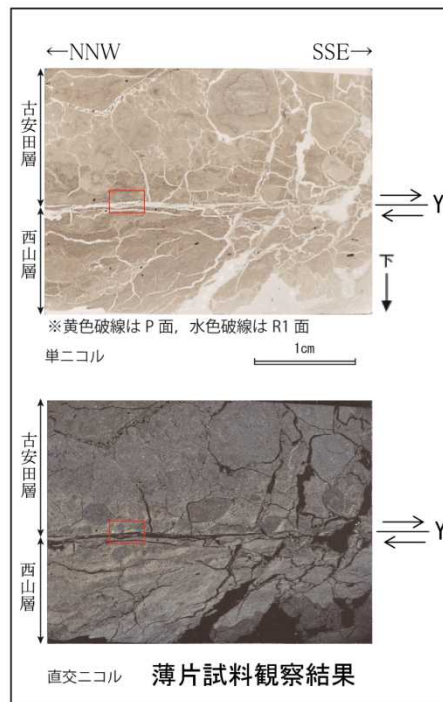
研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



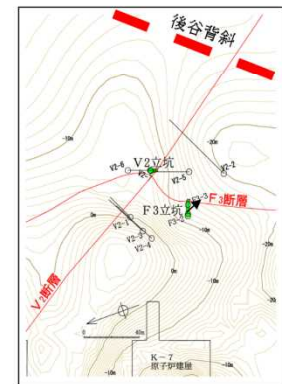
研磨片試料観察結果

- 境界 2 のブロック試料の研磨片観察では、古安田層と西山層の境界面に複合面構造は認められない。

2.4 古安田層と西山層の境界面の性状分析 (変位センスの確認-薄片観察)

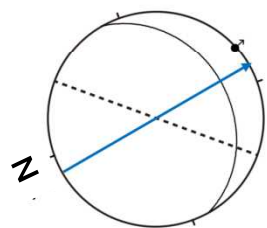


薄片試料観察結果 (赤枠内の拡大)



→ F3立坑付近の西山層境界面の全体的な傾斜方向

F3立坑位置図



-----: 後谷背斜軸の方向

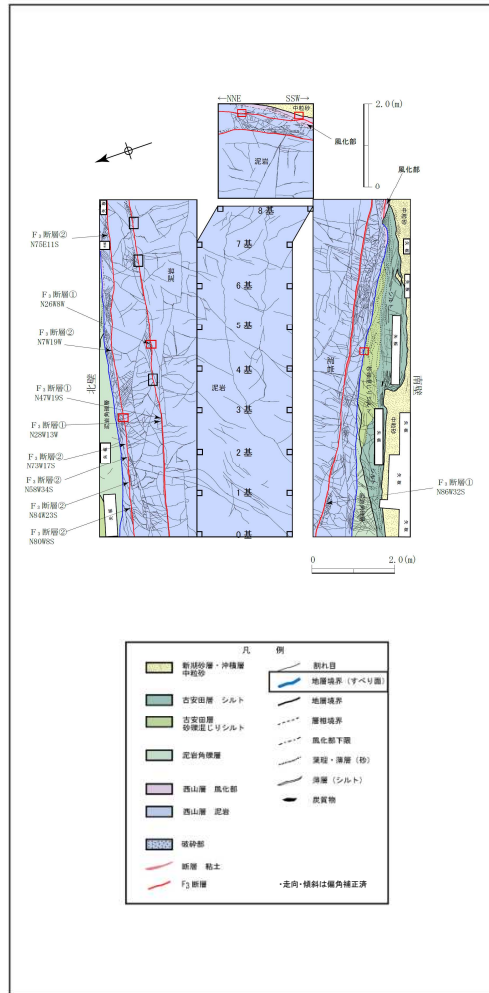
←: F3立坑付近の西山層上限面の全体的な傾斜方向

⇄: 境界2上盤側の変位センス

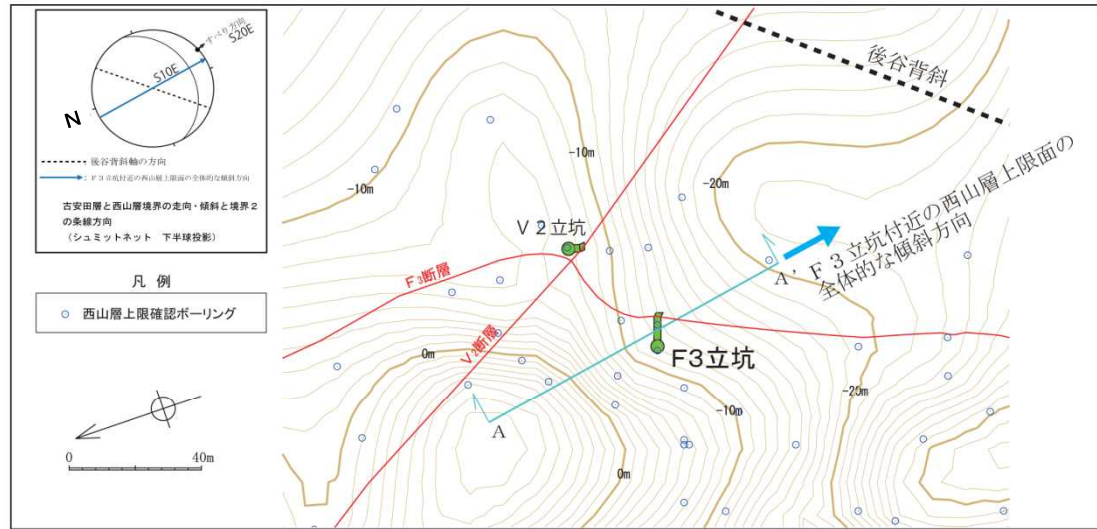
古安田層と西山層境界の走向・傾斜と境界2の変位センス

- すべり面上盤側の古安田層中にみられるNNW方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され, この構造を切るSSE方向下がりのせん断面がR1面と判断される。断層面との配置から, 上盤側がSSE方向へ向かう正断層変位が推定される。

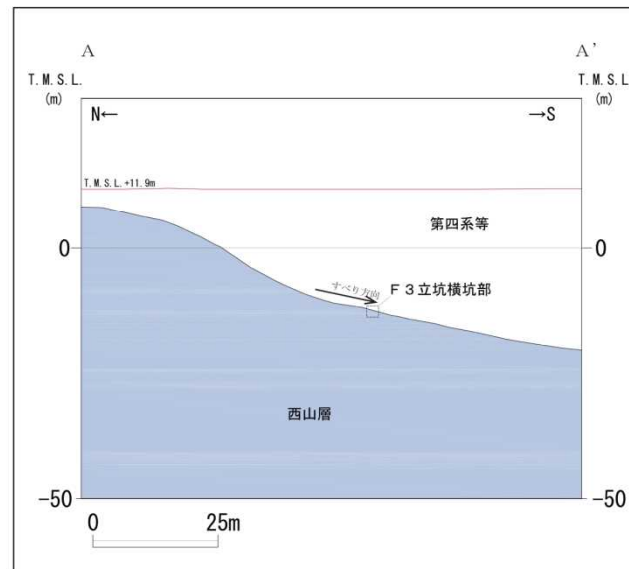
2.4 古安田層と西山層の境界面の性状分析（すべりの方向）



F 3 立坑部及び横坑部の地質展開図



F 3 立坑位置と西山層上限面等高線図

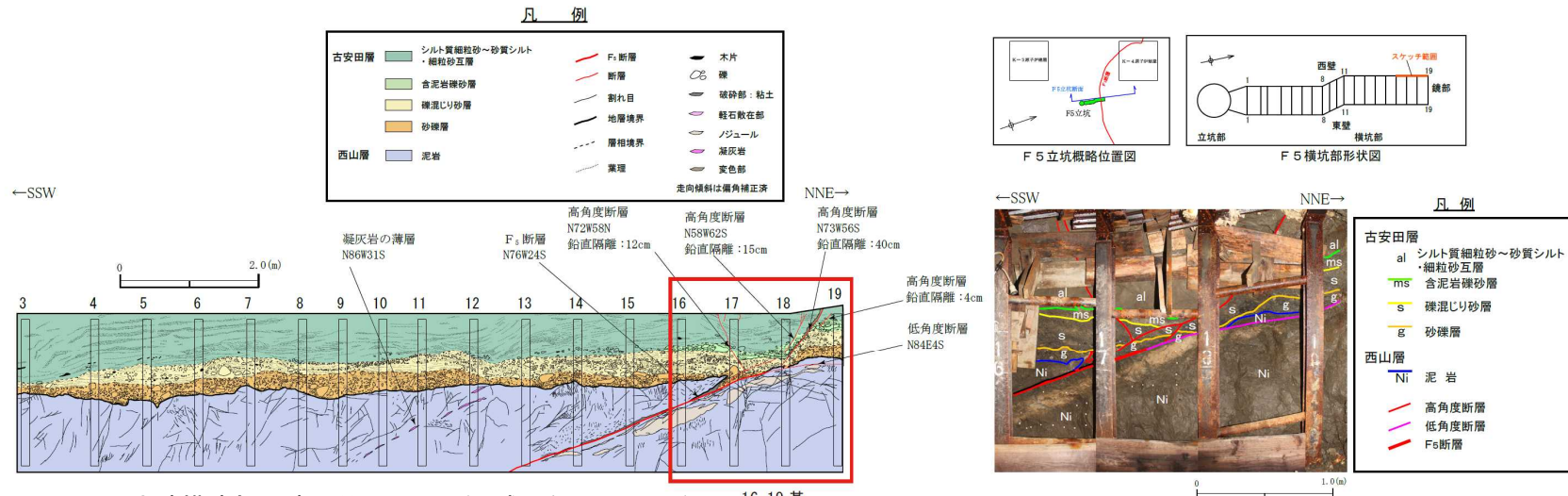


F 3 坑周辺の全体的な傾斜方向の断面図

- 古安田層と西山層の境界のすべり面は、研磨片及び薄片観察によって、SSE方向へ向かう正断層と判断され、その方向はF3立坑付近の西山層上限面の最大傾斜方向にほぼ一致する。

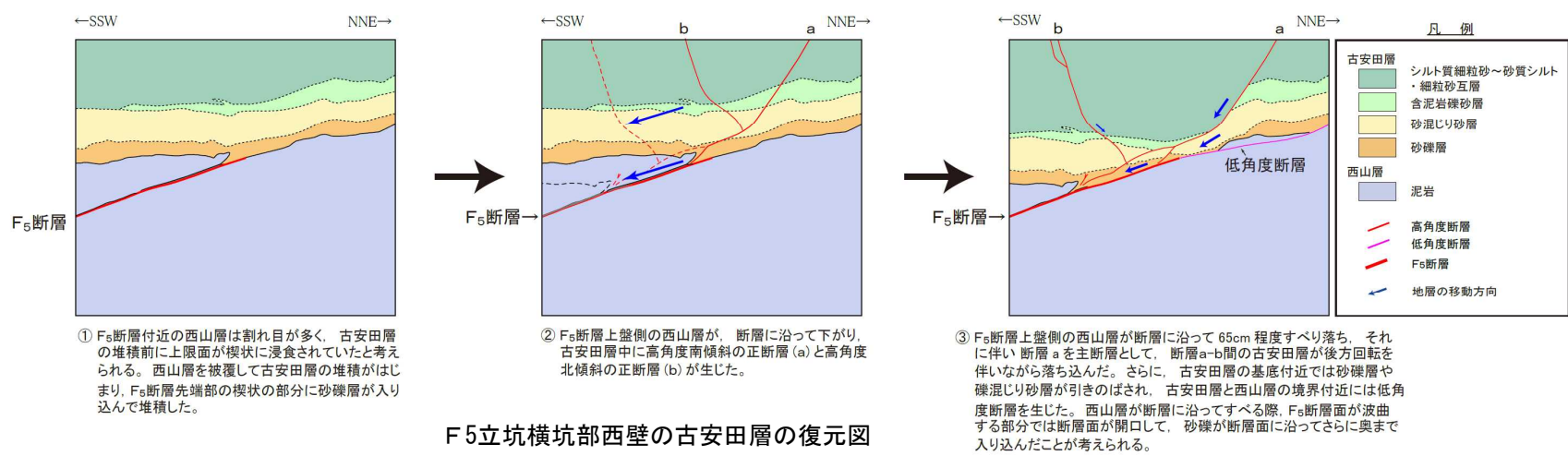
-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

3.1 F₅断層の運動像 (F₅立坑横坑部壁面観察)



F5立坑横坑部西壁地質スケッチ (平成26年9月~12月) 16-19基

F5立坑横坑部西壁 16-19基 (崩壊後, 平成27年3月)

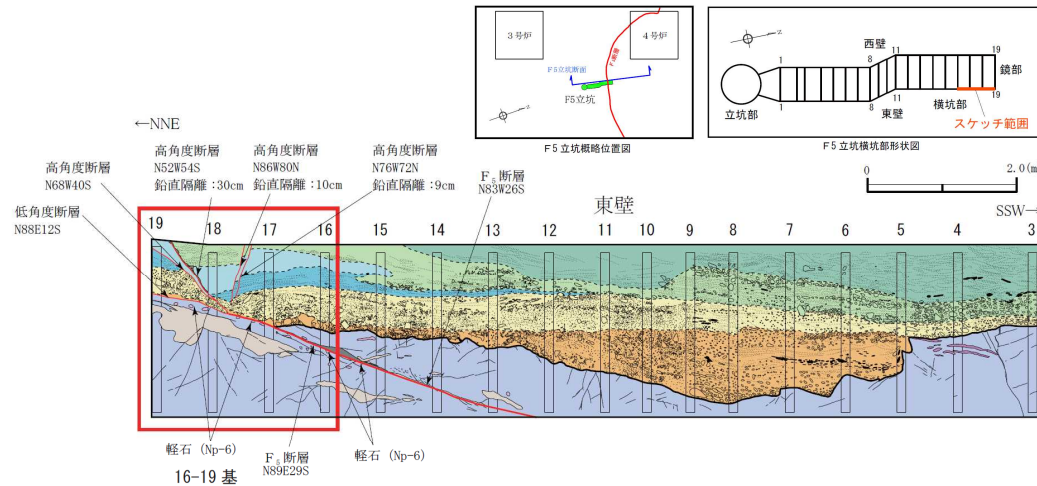


- ① F₅断層付近の西山層は割れ目が多く、古安田層の堆積前に上限面が楔状に浸食されていたと考えられる。西山層を被覆して古安田層の堆積がはじまり、F₅断層先端部の楔状の部分に砂礫層が入り込んで堆積した。
- ② F₅断層上盤側の西山層が、断層に沿って下がり、古安田層中に高角度南傾斜の正断層 (a) と高角度北傾斜の正断層 (b) が生じた。
- ③ F₅断層上盤側の西山層が断層に沿って65cm程度すべり落ち、それに伴い断層 a を主断層として、断層 a-b間の古安田層が後方回転を伴いながら落ち込んだ。さらに、古安田層の基底付近では砂礫層や礫混じり砂層が引きのばされ、古安田層と西山層の境界付近には低角度断層を生じた。西山層が断層に沿ってすべる際、F₅断層面が波曲する部分では断層面が開き、砂礫が断層面に沿ってさらに奥まで入り込んだことが考えられる。

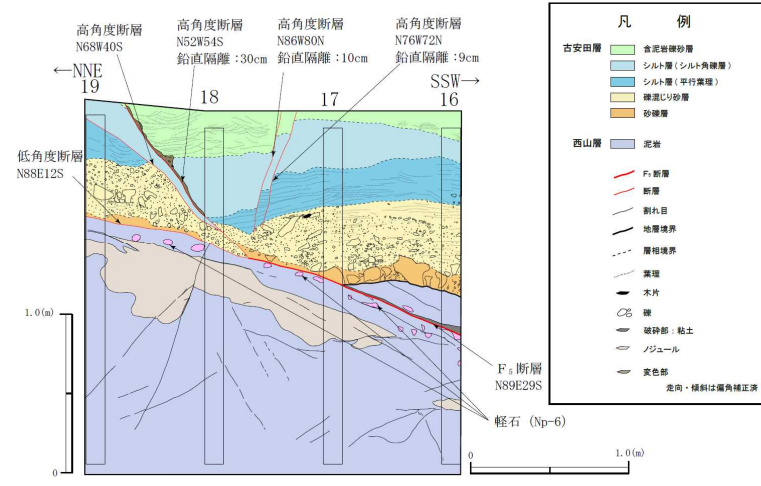
F5立坑横坑部西壁の古安田層の復元図

■ F5立坑横坑部西壁においては、低角度断層及び高角度断層は、F₅断層から連続していることから、これらは一連の断層として活動したと考えられる。

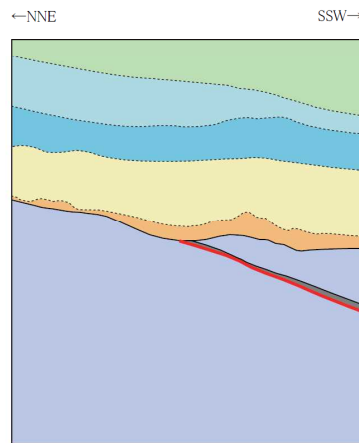
3.1 F₅断層の運動像 (F₅立坑横坑部壁面観察)



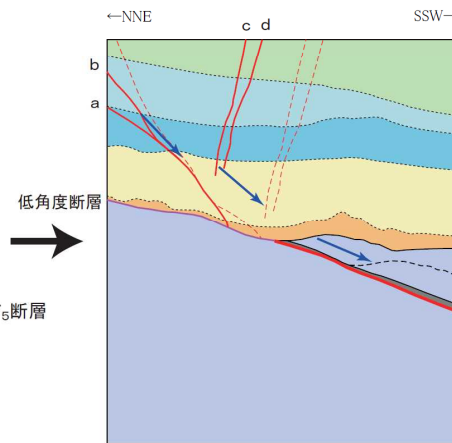
F5立坑横坑部東壁地質スケッチ (平成26年9月~12月)



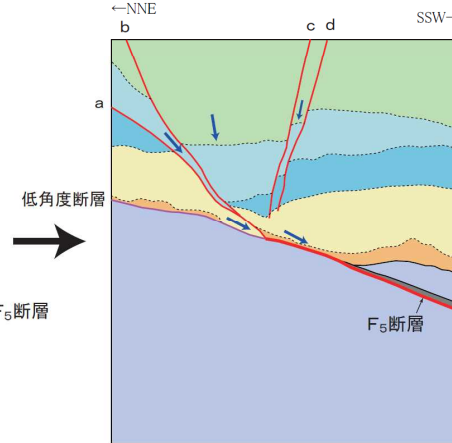
F5立坑横坑部東壁 16-19基 (平成26年9月~12月)



① 古安田層が西山層を不整合関係に覆って堆積した。



② F₅断層上盤側の西山層が、断層に沿って60cm程度下がることによって、古安田層中に高角度南傾斜の正断層 (a, b) と高角度北傾斜の正断層 (c, d) が生じ、西山層と古安田層の境界付近に低角度断層が生じた。

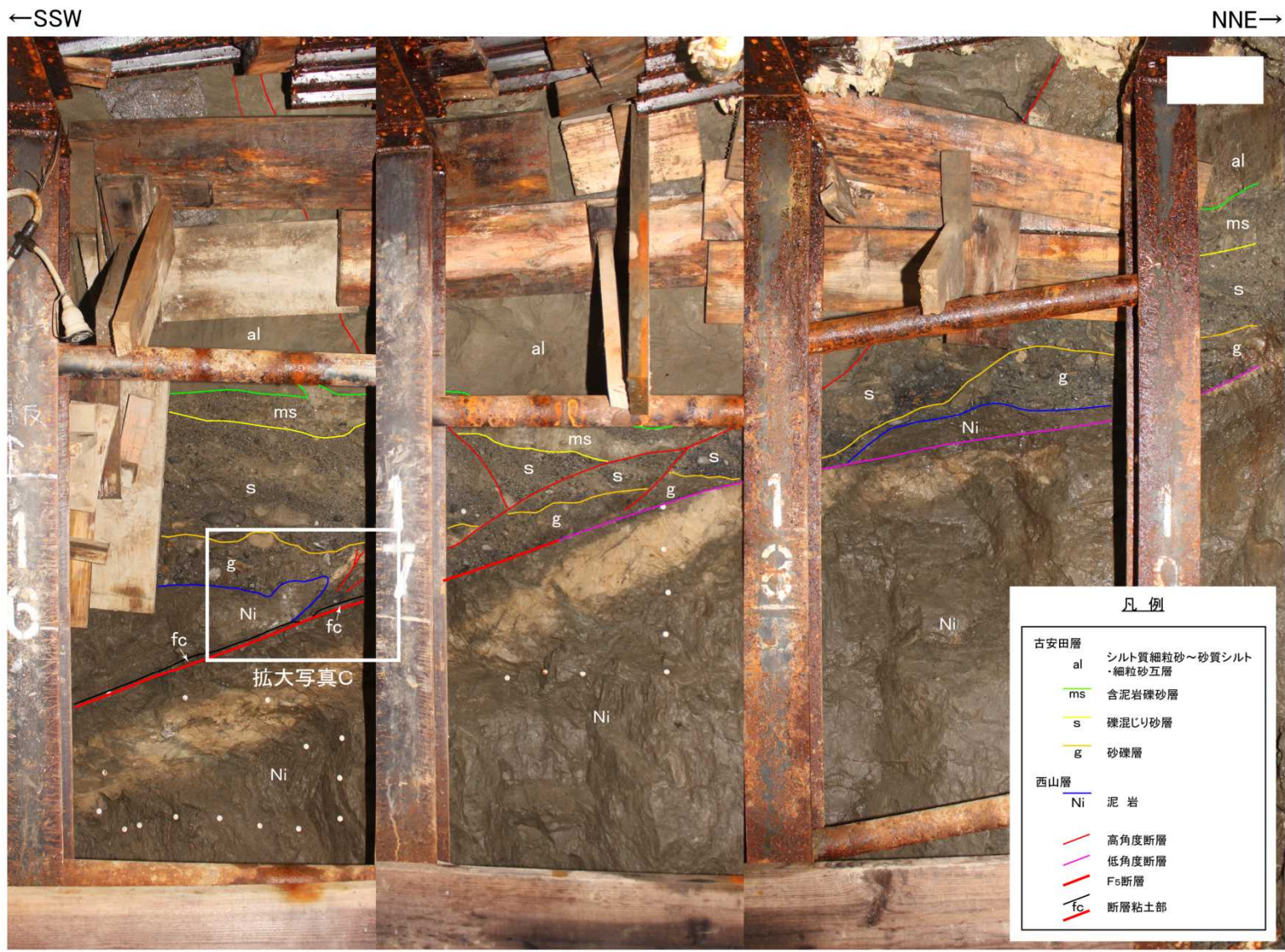


③ 古安田層中の正断層は、断層 a を主断層とし、その変位に伴い a ~ d 間が開き、その間の地層がわずかな後方回転を伴いながら落ち込んだ。それに伴い a ~ b 間も開き、その割れ目にシルト角礫層が落ち込んだ。さらに、古安田層基底付近の地層は、F₅断層上盤側の西山層の移動にもよって引きずられて変形した。

F5立坑横坑部東壁の古安田層の復元図

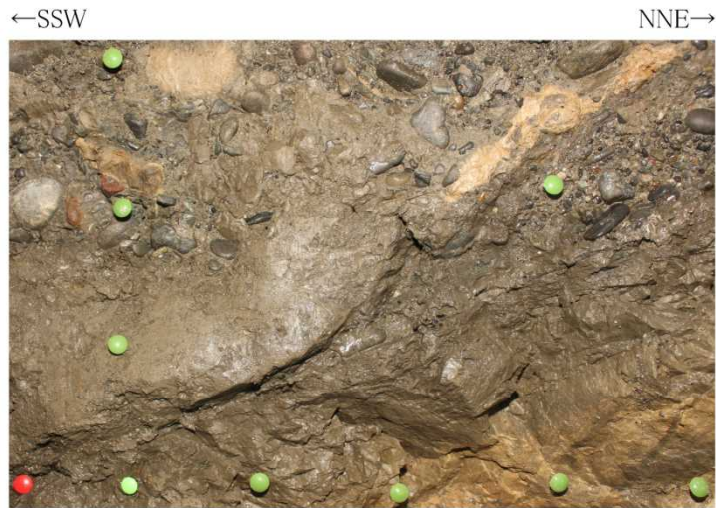
- F5立坑横坑部西壁においては、低角度断層及び高角度断層は、F₅断層から連続していることから、これらは一連の断層として活動したと考えられる。

3.1 F₅断層の運動像 (F5立坑横坑部壁面観察)



F5横坑部西壁 16-19基(崩壊後, 平成27年3月)

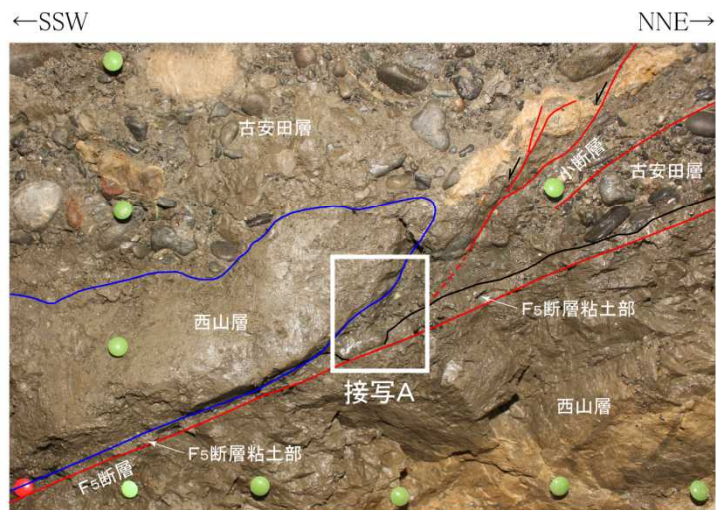
3.1 F₅断層の運動像 (F5立坑横坑部壁面観察)



緑のピンの間隔は10cm

拡大写真C F₅断層先端部 (西山層オーバーハング部)

- F₅断層先端部の西山層がオーバーハングしている部分の古安田層との境界面は凹凸があり、鏡肌・条線は認められない。境界面に付着する礫についても引きずりの痕跡が認められないことから、不整合面と判断される。



緑のピンの間隔は10cm

拡大写真C F₅断層先端部 (西山層オーバーハング部)
(地層境界, 断層を記入)



接写A 西山層オーバーハング部の接写
(左写真の白枠内を右斜め前方から接写)

3.1 F₅断層の運動像 (F₅立坑横坑部壁面観察)



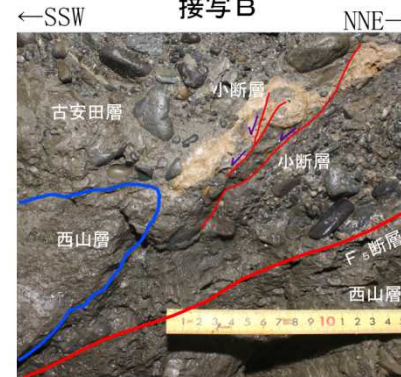
詳細観察部 写真



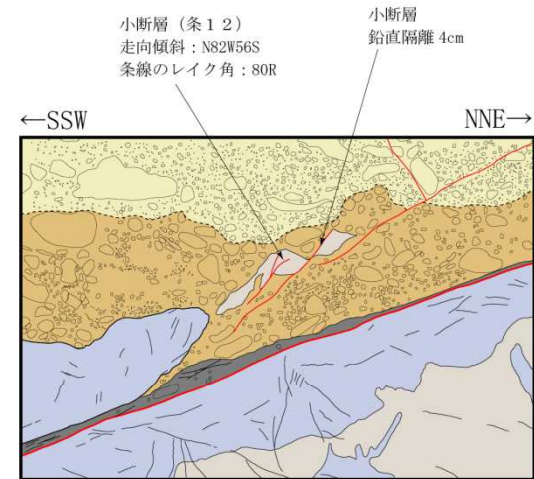
接写B



詳細観察部 写真



接写B

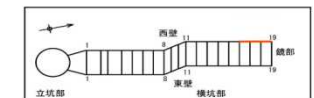


詳細観察部 地質スケッチ
(平成27年3月)

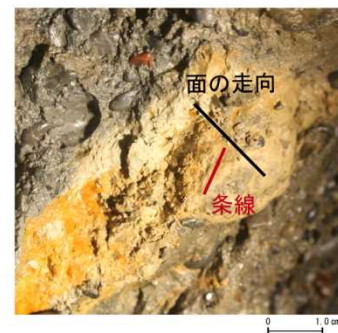
凡例

| | | | | |
|------|--------|-------------------|------|---------|
| 古安田層 | 硬泥じり砂層 | F ₅ 断層 | 地層境界 | 破砕部: 粘土 |
| 西山層 | 砂礫層 | 新層 | 層相境界 | ノジュール |
| 西山層 | 泥岩 | 割れ目 | ○ | 礎 |

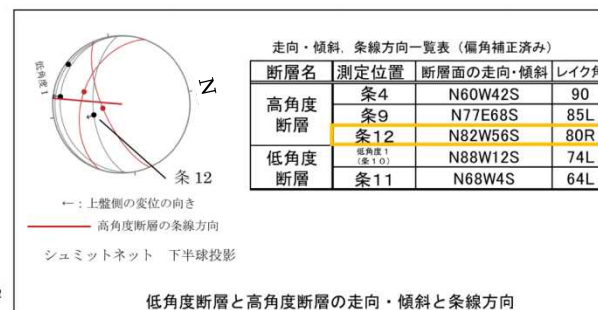
注: 走向・傾斜は補正済み



F₅横坑部形状図

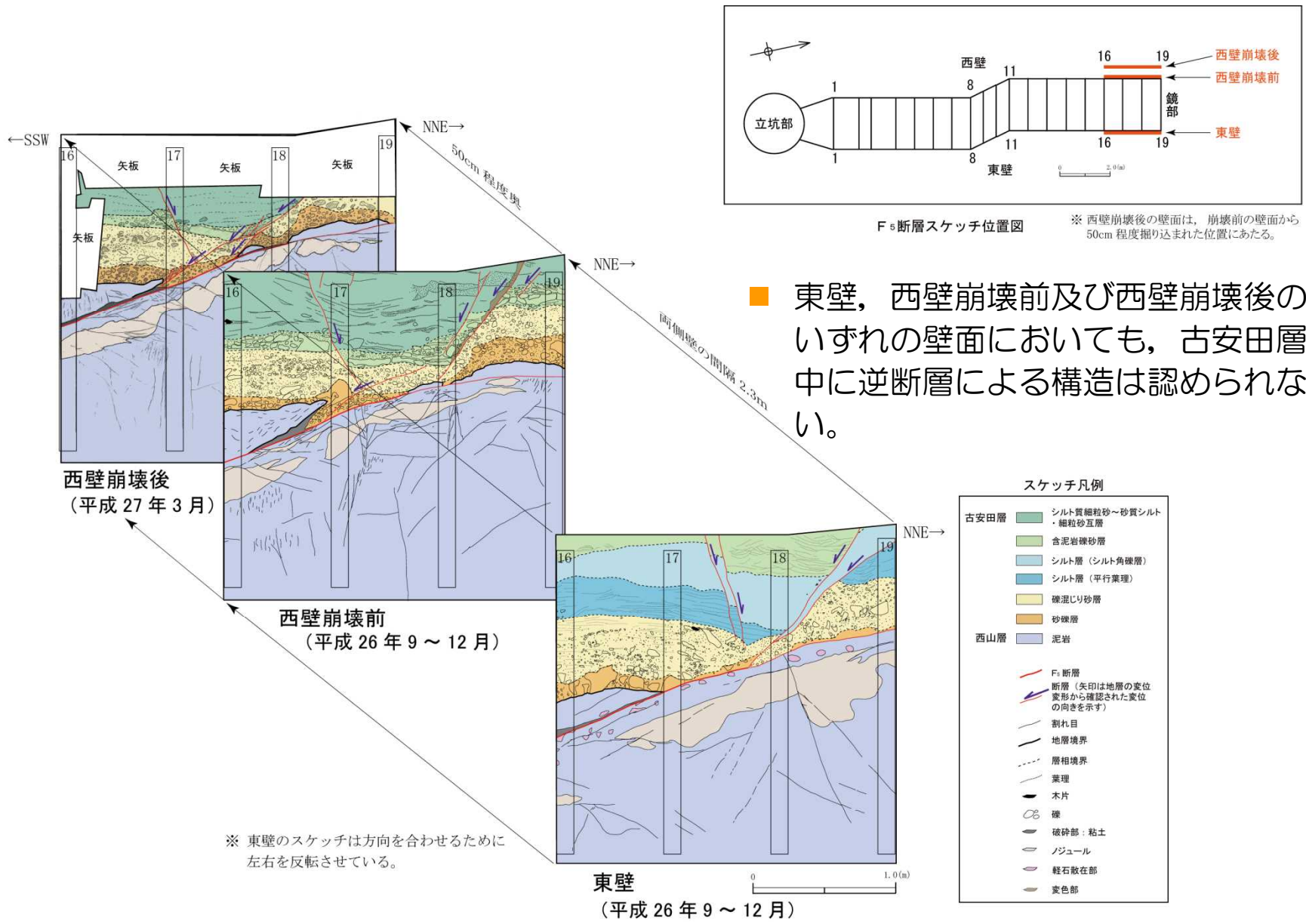


接写C: 小断層の条線



- F₅断層先端部上方延長の古安田層には、正断層変位を示す小断層が分布しており、その条線方向は高角度断層及び低角度断層と同様の方向を示す。

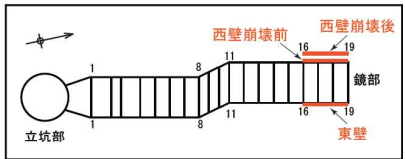
3.1 F₅断層の運動像 (F5立坑横坑部壁面観察)



■ 東壁，西壁崩壊前及び西壁崩壊後のいずれの壁面においても，古安田層中に逆断層による構造は認められない。

※ 東壁のスケッチは方向を合わせるために左右を反転させている。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅立坑横坑部壁面観察)



F₅立坑横坑部スケッチ位置図

スケッチ凡例

| | |
|------|---------------------|
| 古安田層 | シルト質細粒砂～砂質シルト・細粒砂互層 |
| | 含泥岩礫砂層 |
| | シルト層 (シルト角礫層) |
| | シルト層 (平行葉理) |
| | 礫混じり砂層 |
| | 砂礫層 |
| 西山層 | 泥岩 |

| | |
|---|--------------------------------|
| — | F ₅ 断層 |
| → | 断層 (矢印は地層の変位変形から確認された変位の向きを示す) |
| — | 割れ目 |
| — | 地層境界 |
| — | 層相境界 |
| — | 葉理 |
| — | 木片 |
| — | 礫 |
| — | 破碎部：粘土 |
| — | ノジュール |
| — | 軽石散在部 |
| — | 変色部 |

走向・傾斜は偏角補正済

西壁崩壊後 (平成 27 年 3 月)

F₅断層先端部の拡大写真

○崩壊前の壁面で認められたノジュール偽礫は、崩壊後の壁面では小規模に分布するのみで、F₅断層先端部にはノジュール偽礫を正断層的に変位させる小断層が認められ、逆断層は認められない。

西壁崩壊前 (平成 26 年 9 ~ 12 月)

F₅断層先端部の拡大写真

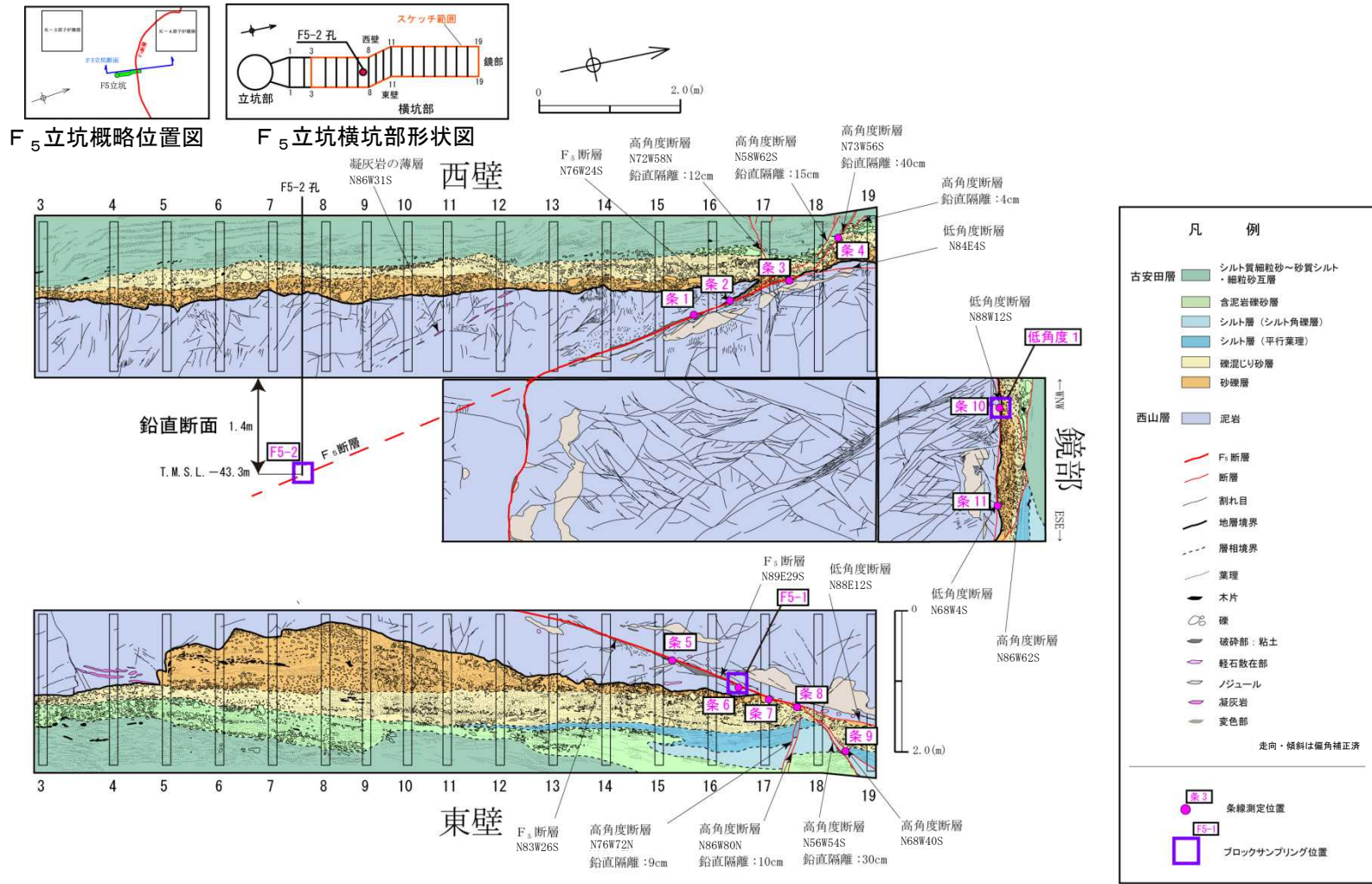
○古安田層中にみられるノジュール偽礫は、垂円礫を取り囲むように分布する箇所がみられることから、軟質な状態で砂礫層に取り込まれたとみられる。F₅断層の近傍で形成されたノジュールが風化等によって軟質となり、偽礫状に再堆積したものとみられる。

東壁 (平成 26 年 9 ~ 12 月)

F₅断層先端部の拡大写真

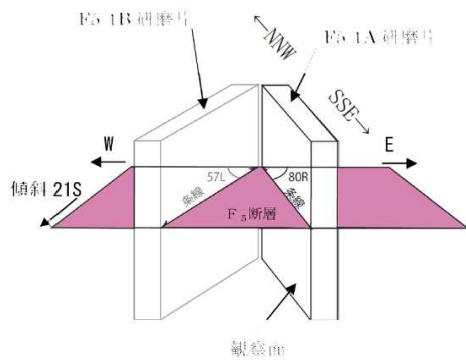
○東壁では、西壁で認められた楔状の構造は認められない。F₅断層先端付近の古安田層中には、地層の落ち込みによる正断層が確認され、逆断層変位を示す構造は認められない。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅立坑横坑部壁面観察)



- F₅立坑横坑部において、F₅断層・低角度断層・高角度断層の条線方向を測定するとともに、それらの断層の変位センスを確認するための研磨片及び薄片作製用試料を採取した。

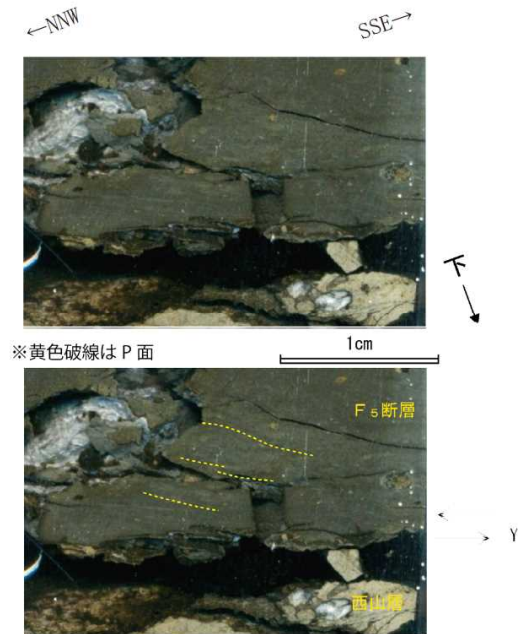
3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層の変位センスの確認 (1) F5-1A研磨片)



研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



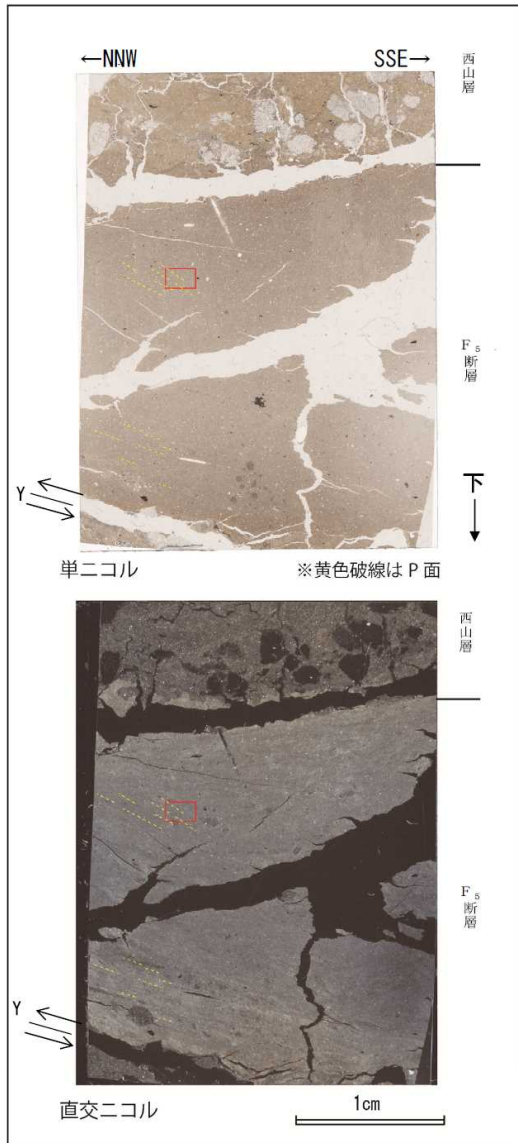
F5-1A研磨片観察結果



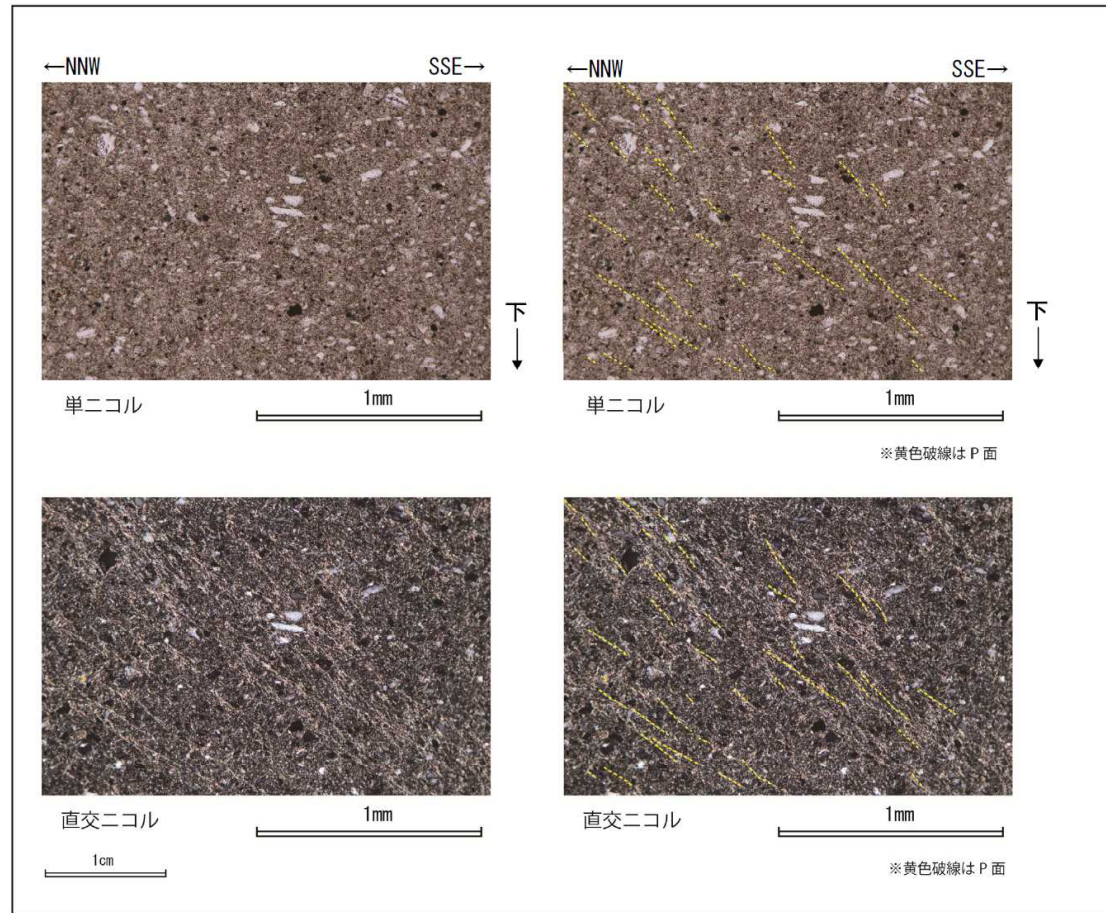
F5-1A研磨片観察結果 (赤枠内拡大)

- F₅断層粘土部にはSSE方向下がりP面が認められ、断層面との配置から、上盤側がNNW方向へ向かう逆断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層の変位センスの確認 (2) F5-1A 薄片1)



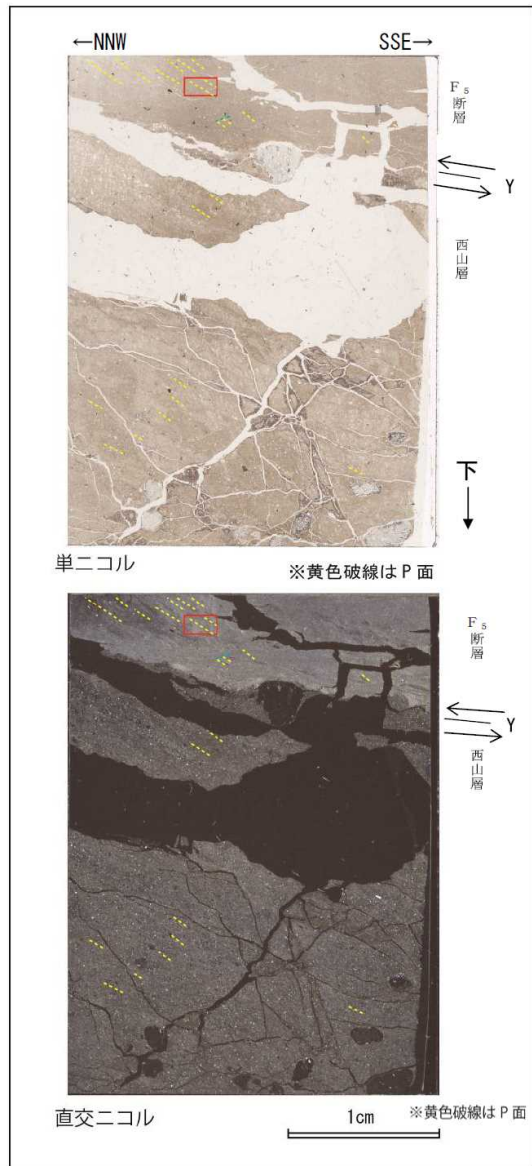
F5-1A(その1)薄片観察結果



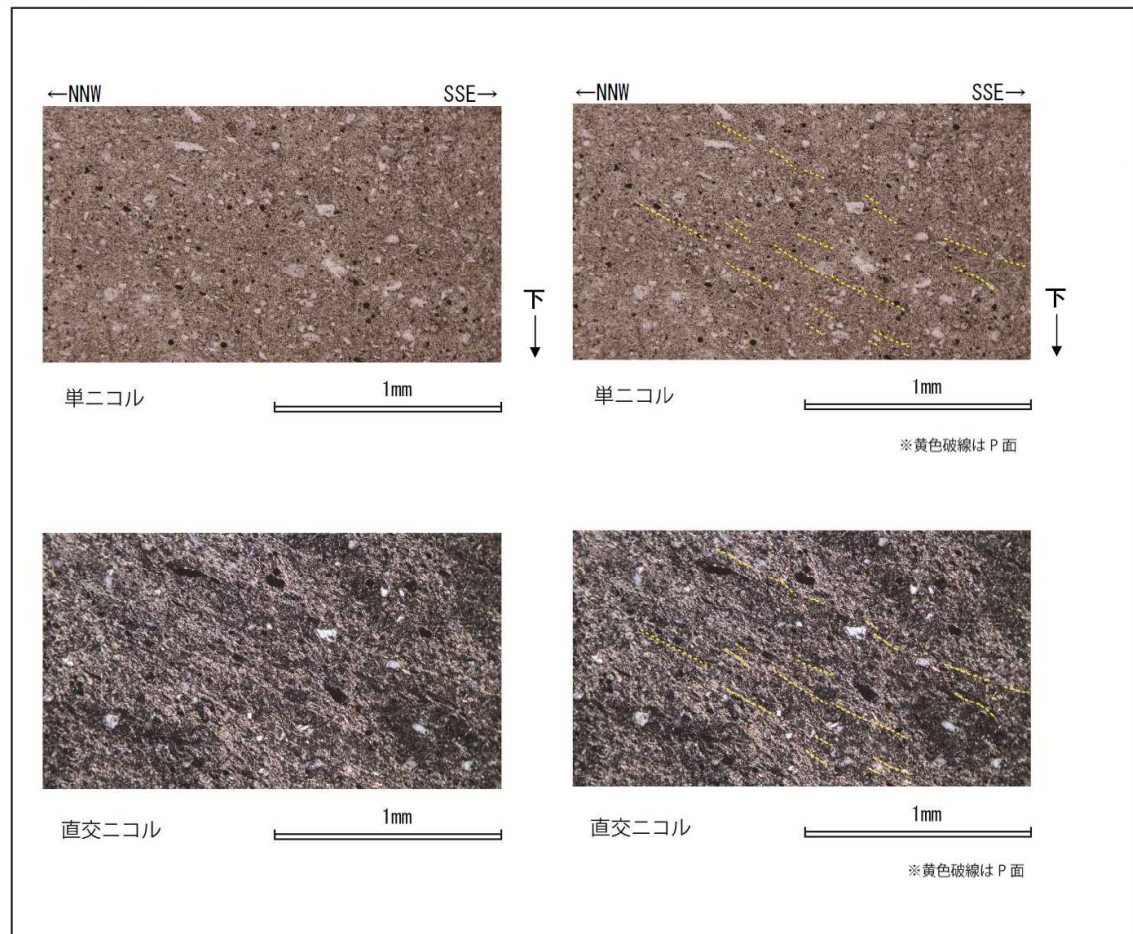
F5-1A(その1)薄片観察結果 (赤枠内の拡大)

- F₅断層粘土部のSSE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がNNE方向へ向かう逆断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層の変位センスの確認 (3) F5-1A 薄片2)



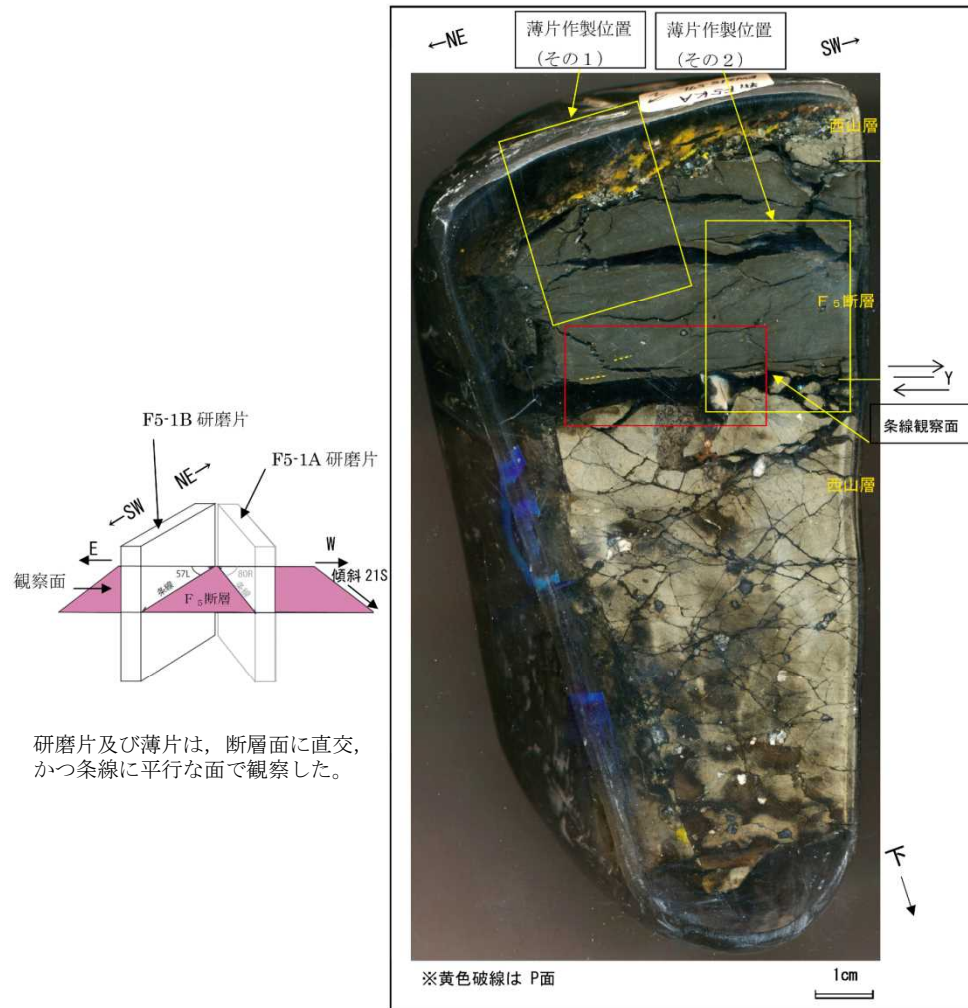
F5-1A(その2)薄片観察結果



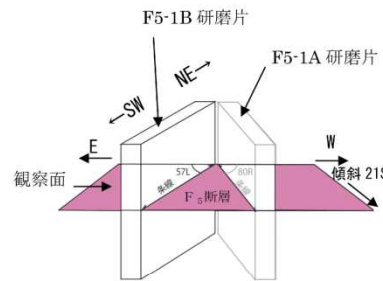
F5-1A(その2)薄片観察結果 (赤枠内の拡大)

- F₅断層粘土部のSSE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がNNW方向へ向かう逆断層変位が推定される。

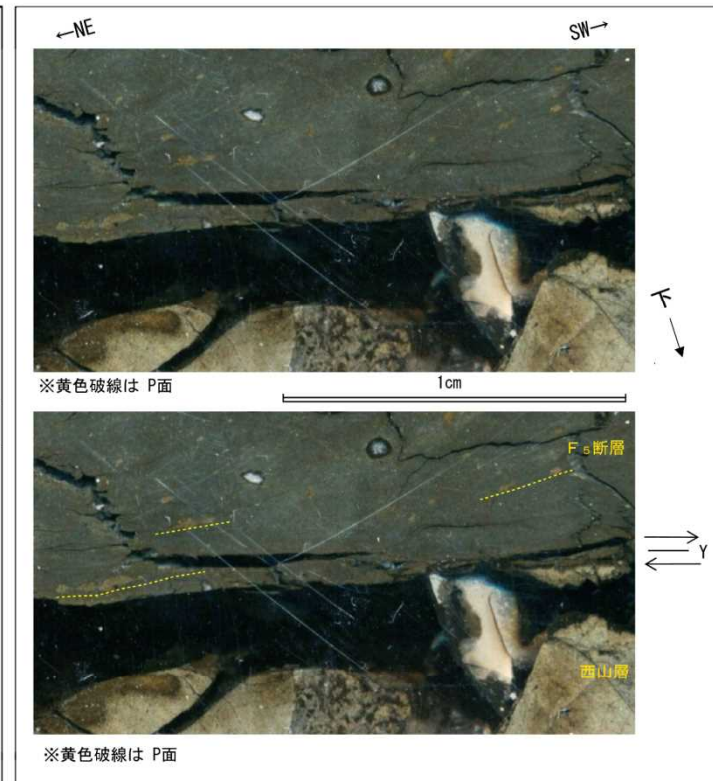
3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層の変位センスの確認 (4) F5-1B 研磨片)



F5-1B 研磨片観察結果



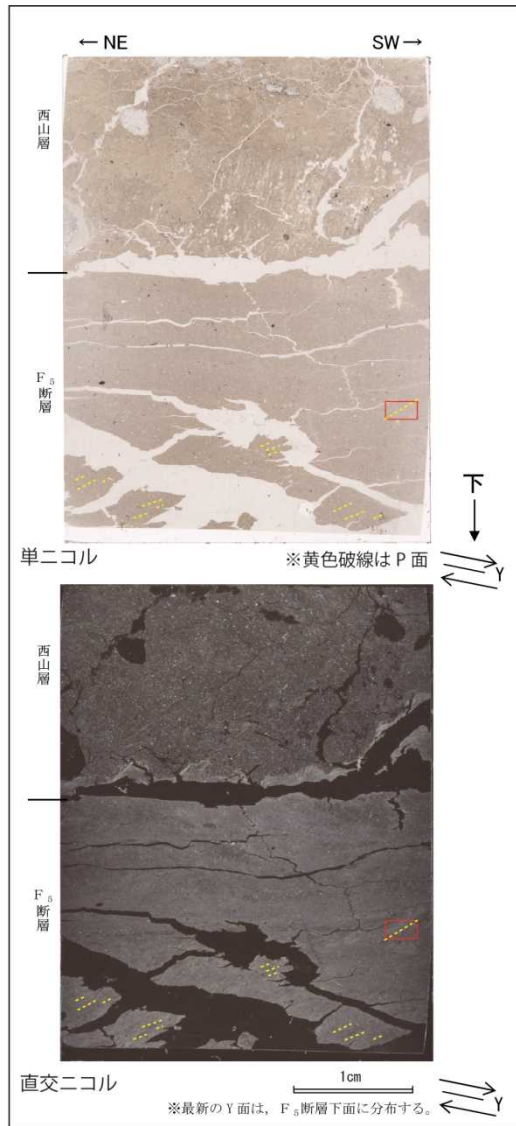
研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



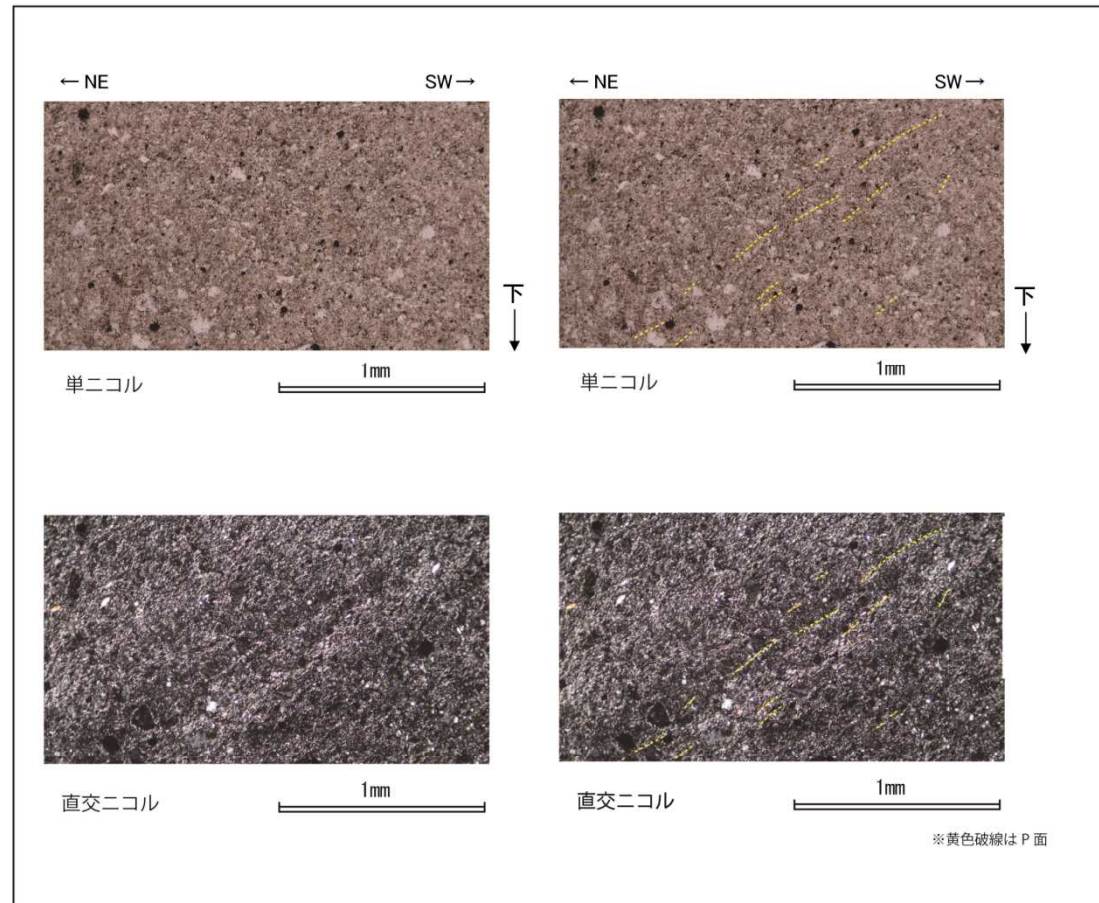
F5-1B 研磨片観察結果(赤枠内拡大)

- F₅断層粘土部のNE方向下がりの細片の長軸方向の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層変位センスの確認 (5) F5-1B 薄片1)



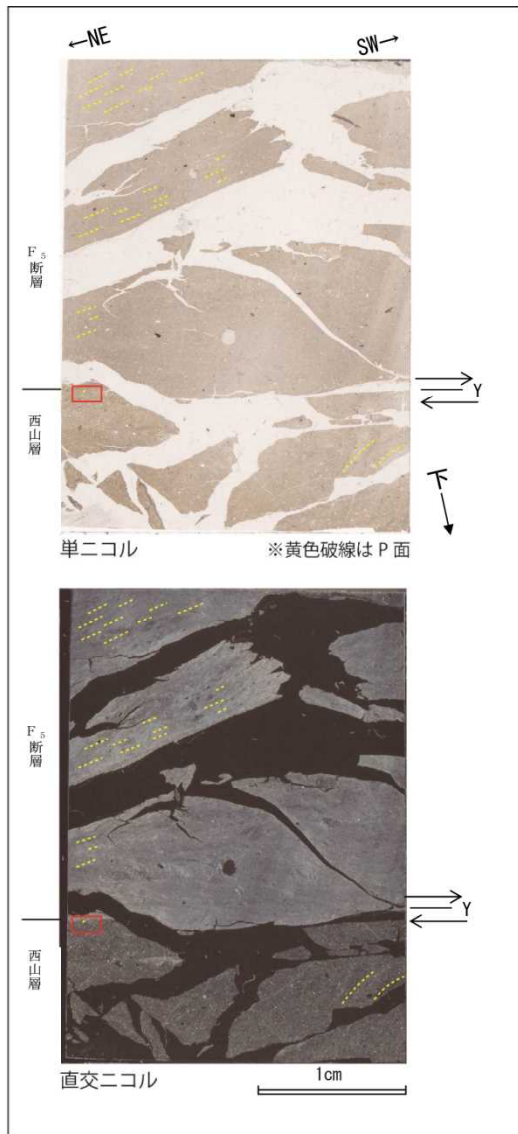
F5-1B(その1) 薄片観察結果



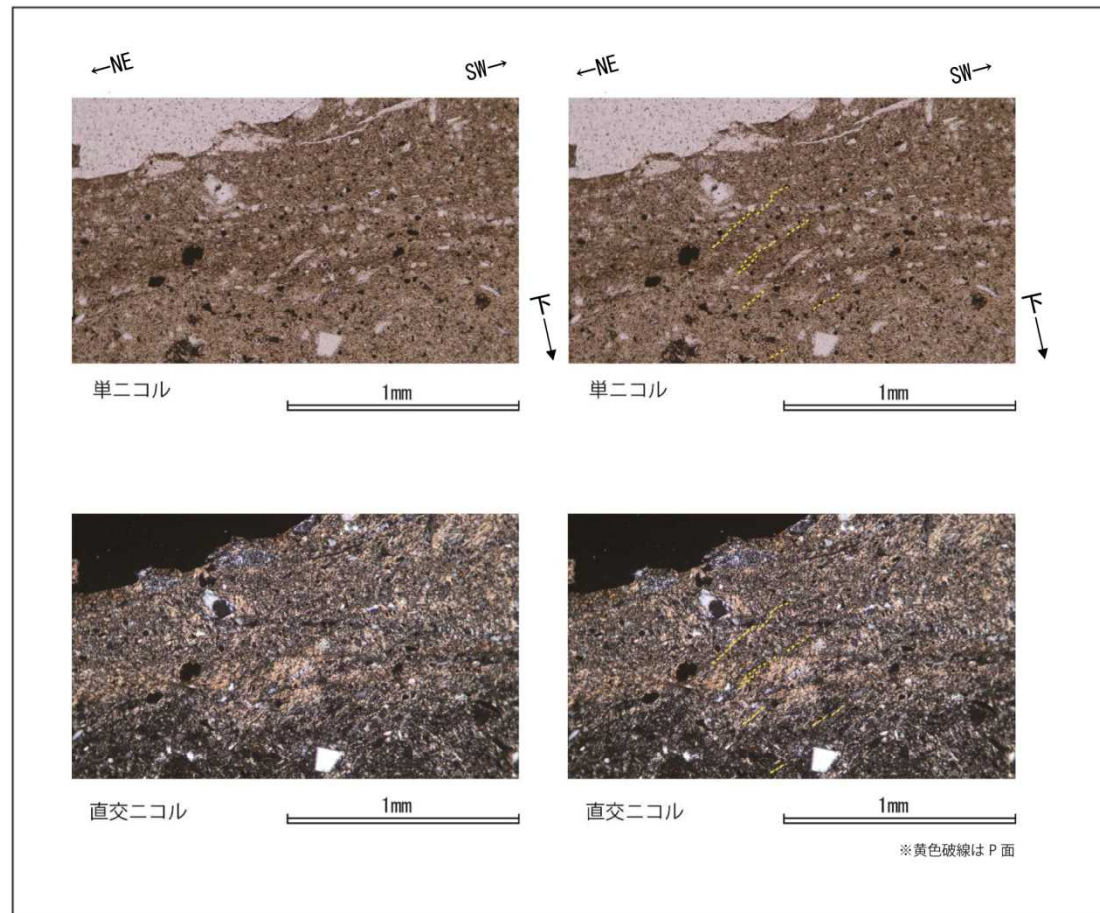
F5-1B(その1) 薄片観察結果(赤枠内の拡大)

- F₅断層粘土部のNE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (F₅断層の変位センスの確認 (6) F5-1B 薄片2)



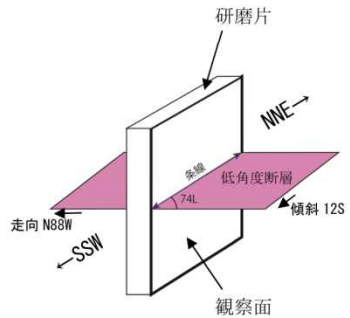
F5-1B(その2) 薄片観察結果



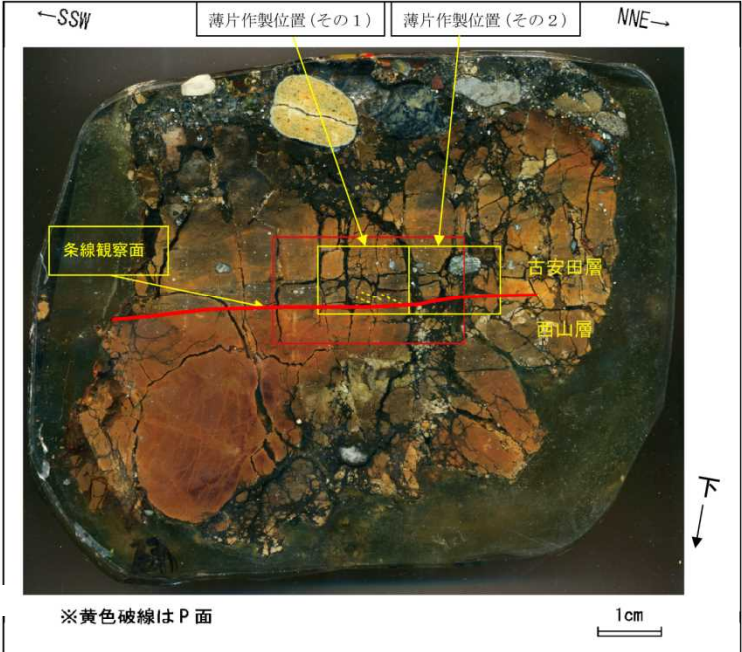
F5-1B(その2) 薄片観察結果(赤枠内の拡大)

- F₅断層粘土部のNE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

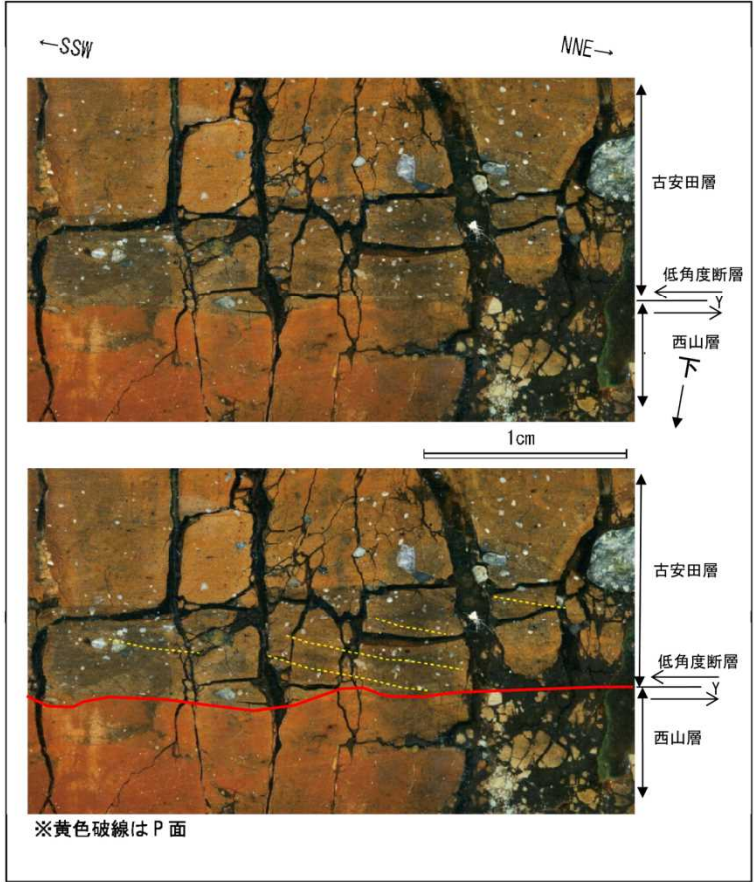
3.1 F₅断層の運動像 (低角度断層の変位センスの確認 (1) 低角度1 研磨片)



※ 走向・傾斜は偏角補正済
研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



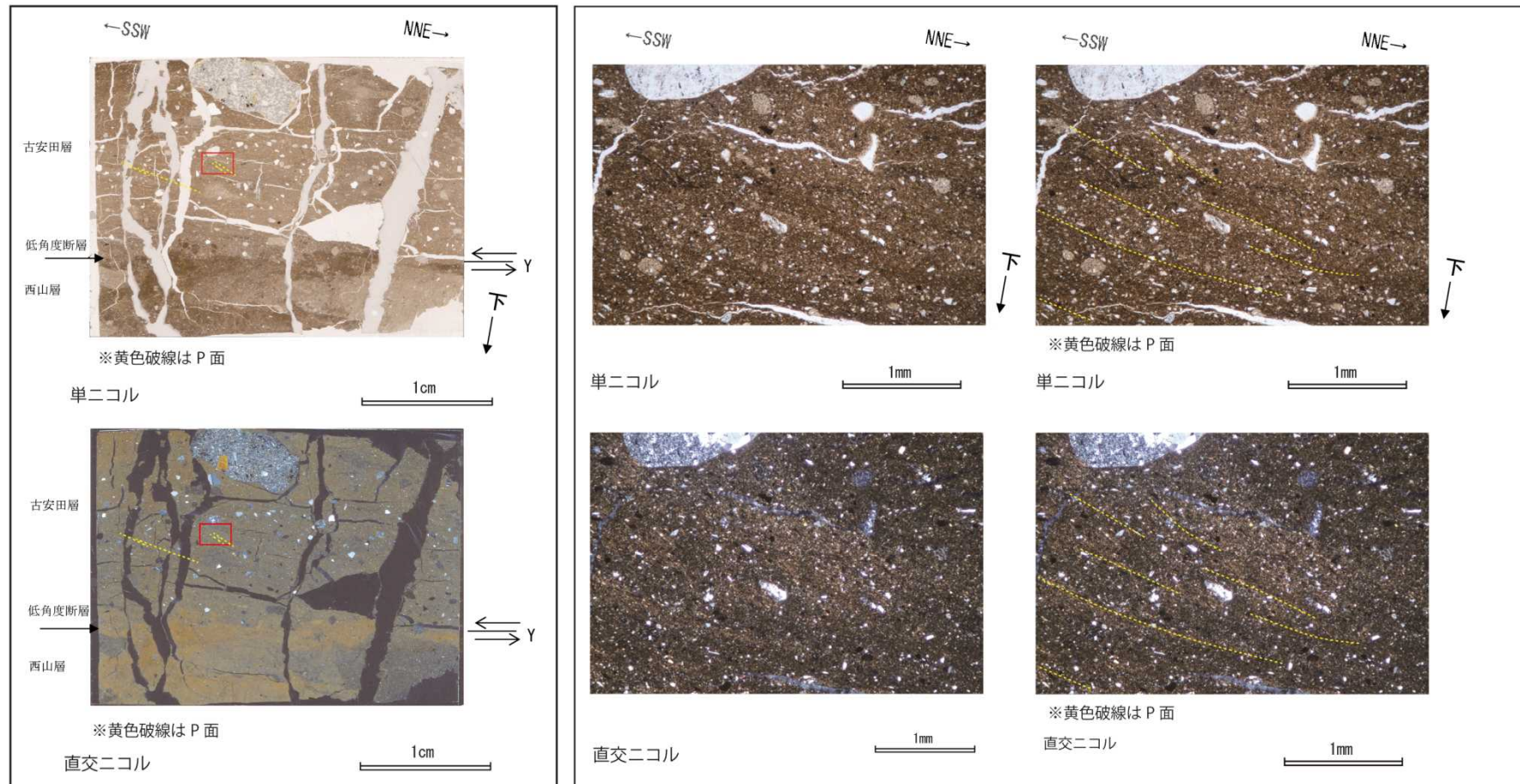
低角度1 研磨片観察結果



低角度1 研磨片観察結果(赤枠内拡大)

- 低角度断層上盤側のNNE方向下がりの砂粒子の配列及び褐色シルト層がP面と判断され、断層面との配置から、上盤側がSSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (低角度断層の変位センスの確認 (2) 低角度1 薄片1)

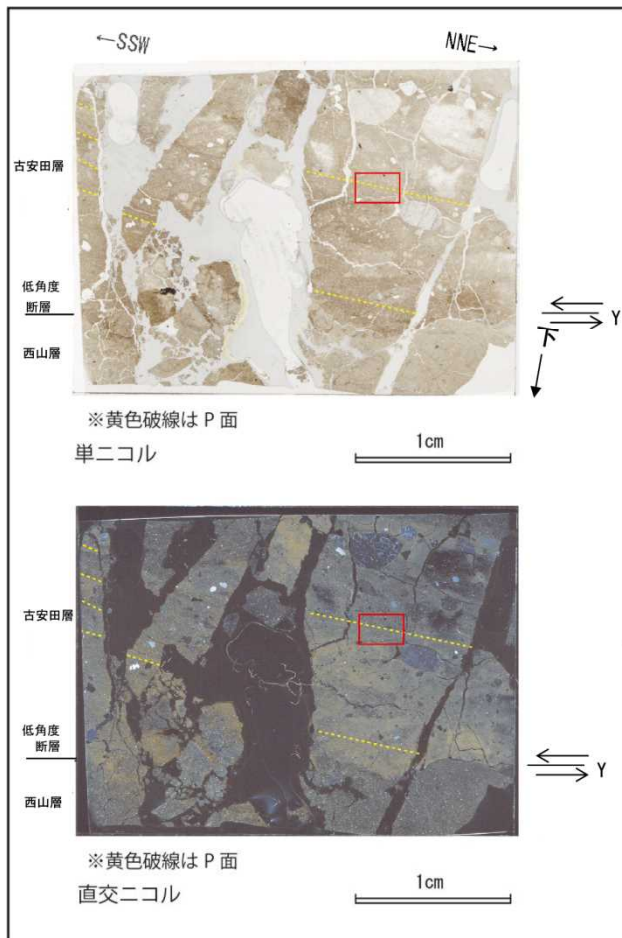


低角度1(その1) 薄片観察結果

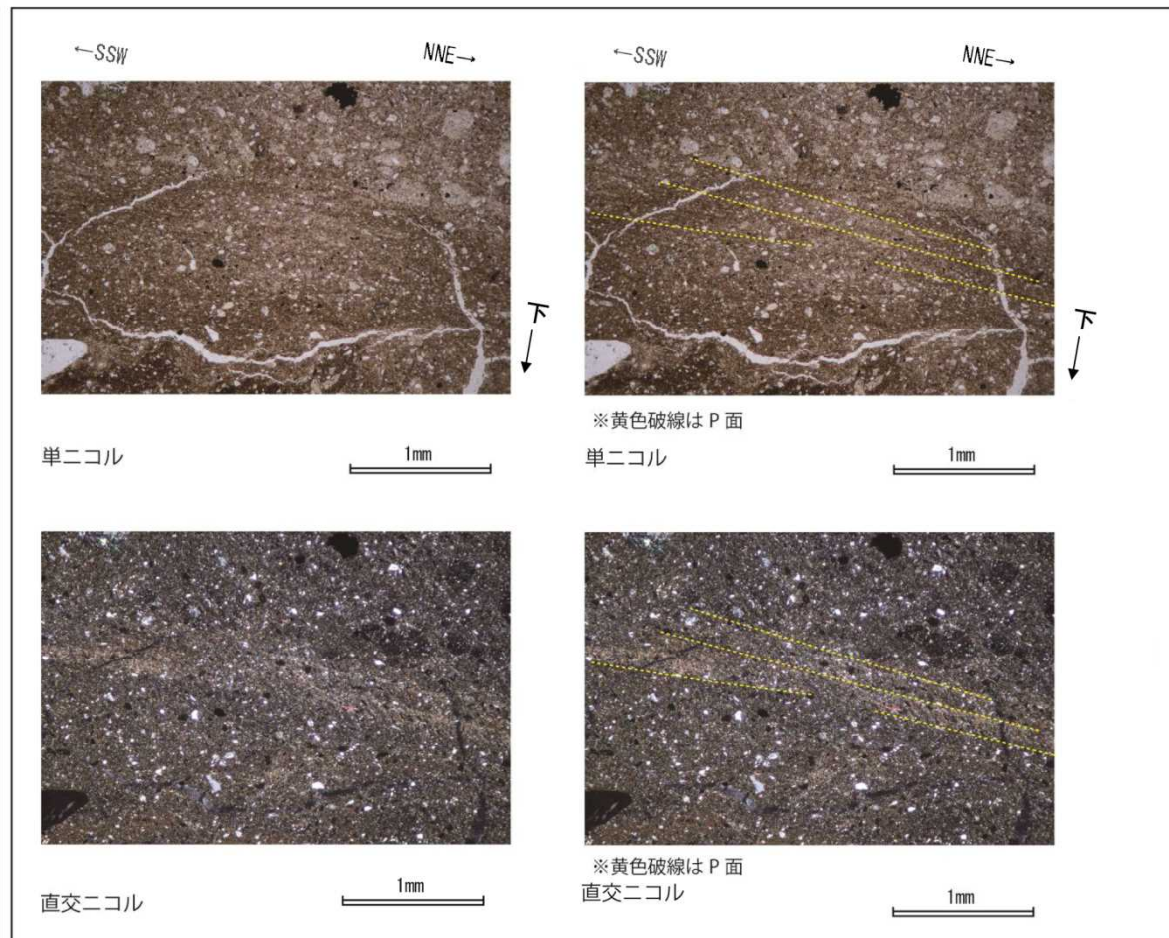
低角度1(その1) 薄片観察結果(赤枠内の拡大)

- 低角度断層上盤側のNNE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列及び石英粒子の長軸の配列がP面と判断され，断層面との配置から，上盤側がSSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (低角度断層の変位センスの確認 (2) 低角度1 薄片2)



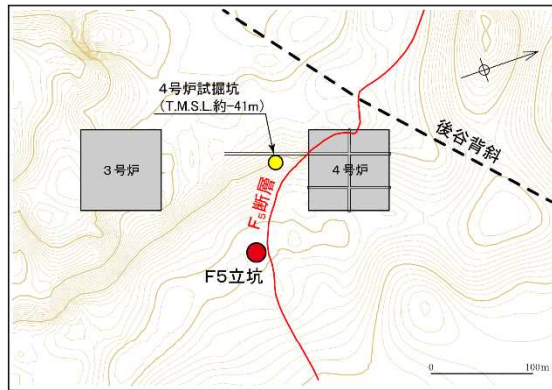
低角度1(その2) 薄片観察結果



低角度1(その2) 薄片観察結果(赤枠内の拡大)

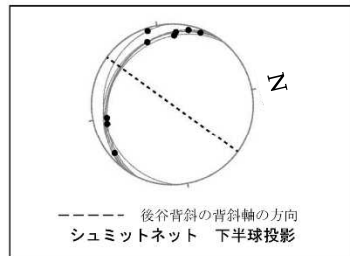
- 低角度断層上盤側のNNE方向下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断され，断層面との配置から，上盤側がSSW方向へ向かう正断層変位が推定される。

3.1 F₅断層の運動像 (まとめ)

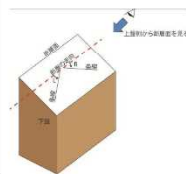


荒浜側立坑調査位置図

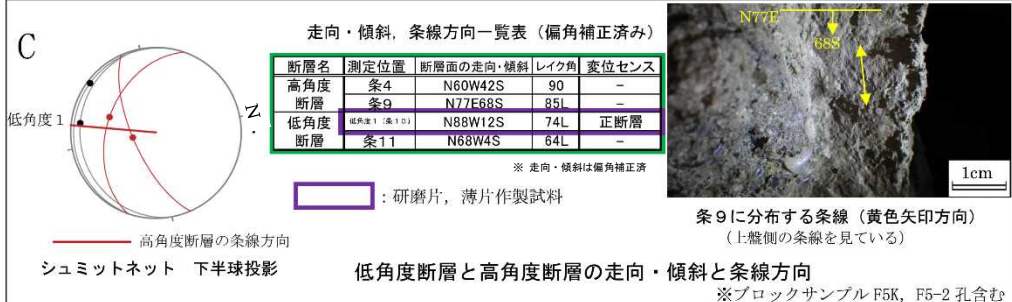
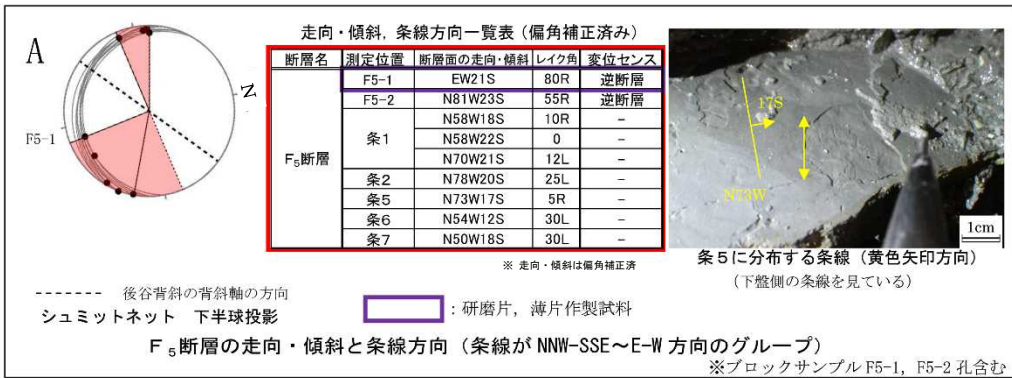
※等高線図は西山層上限で1m間隔
F₅断層は上限面に投影



4号炉試掘坑(T.M.S.L.約-41m)の
F₅断層の走向・傾斜と条線方向

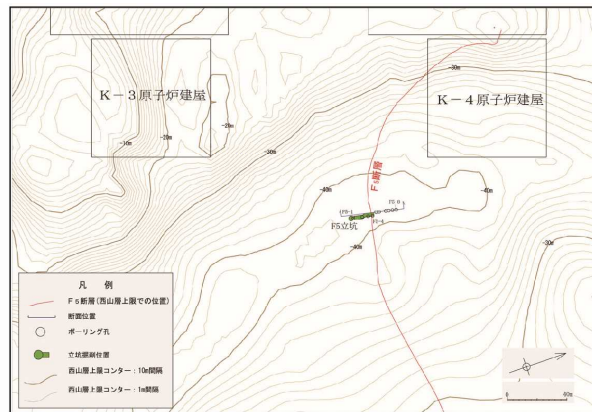


レイク角の表示方法



- 横坑壁面等に関する詳細な観察の結果、F₅断層にはNNW-SSE~E-W方向とNE-SW~N-S方向の2方向の条線が認められる。
- NNW-SSE~E-W方向の条線を示す運動については、研磨片、薄片の観察結果から逆断層センスの動きであること、条線の方向が褶曲軸に高角度に交差する関係にあることから、褶曲運動に関連した活動で形成されたものと判断される。
- NE-SW~N-S方向の条線を示す運動については、研磨片、薄片及び横坑壁面の観察結果から正断層センスの動きであること、条線の方向がF₅断層の最大傾斜方向であり、かつ褶曲運動に伴う動きとは調和しないことから、褶曲運動に関連して形成されたものではないと判断される。

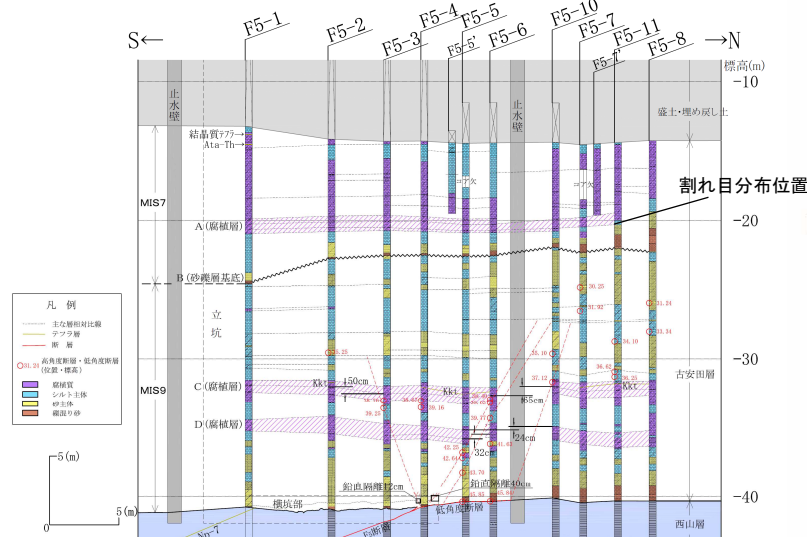
3.2 MIS7の古安田層中の割れ目の評価（F5立坑ボーリング調査）



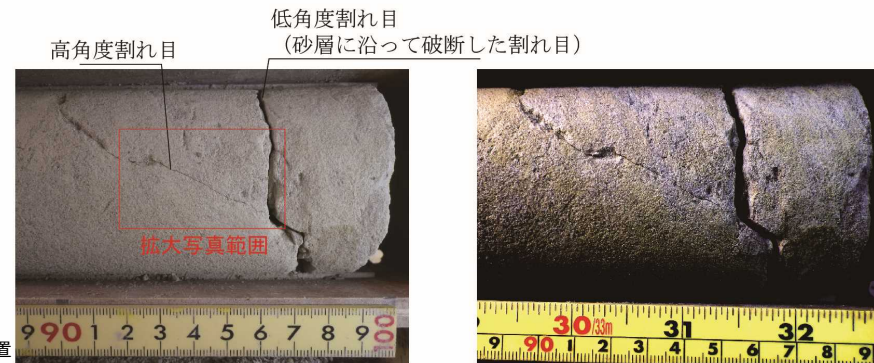
F 5 立坑位置図



F5-11 孔 深度 24m ~ 27m コア写真



F 5 立坑近傍の地質断面図※

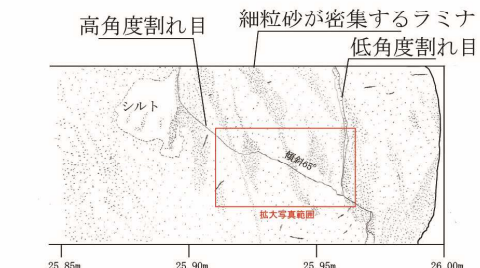


F5-11 孔 掘削深度25.85~26.00m写真

同左 画像強調写真



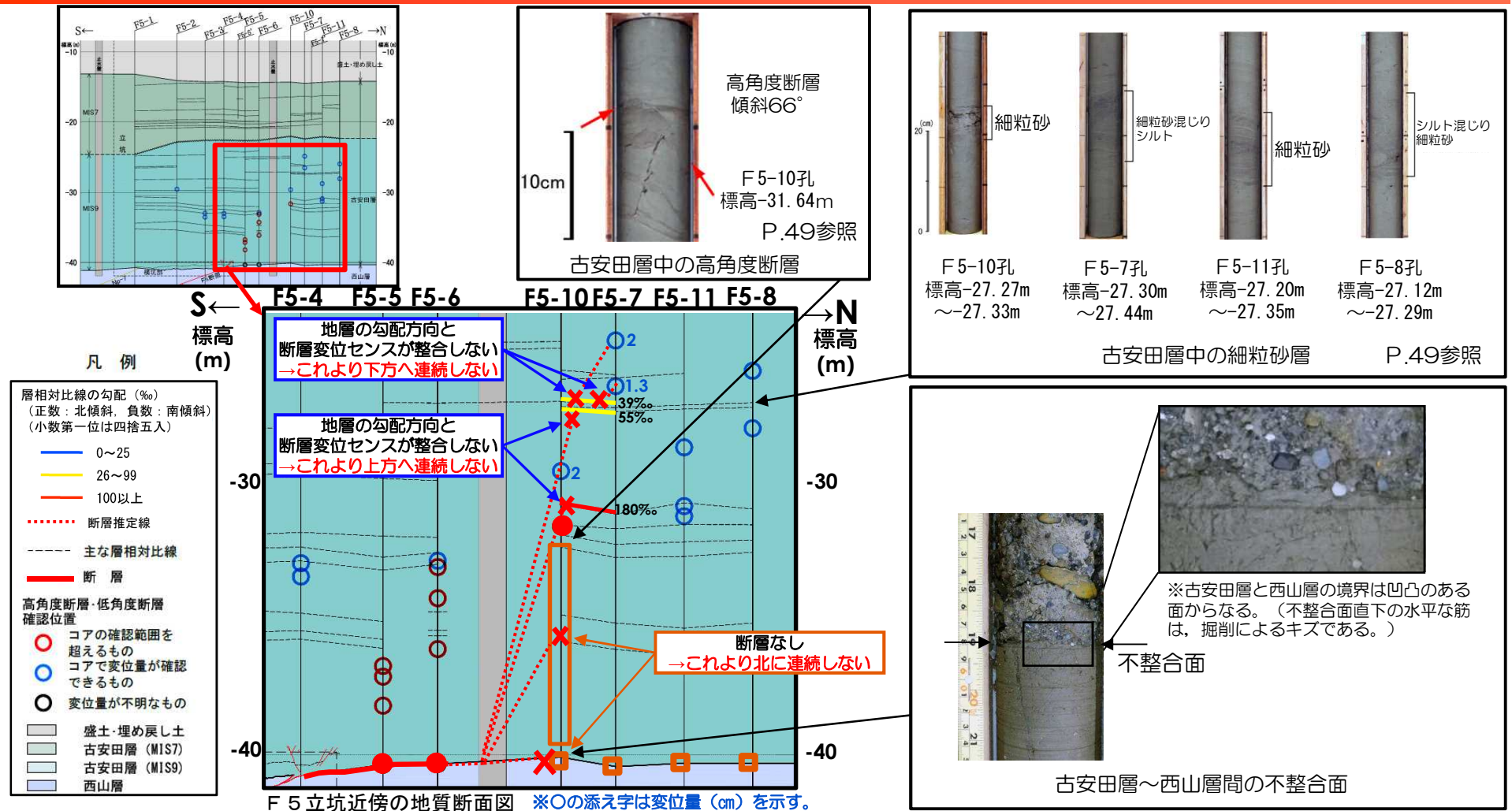
拡大写真



F5-11 孔 掘削深度25.85~26.00mスケッチ

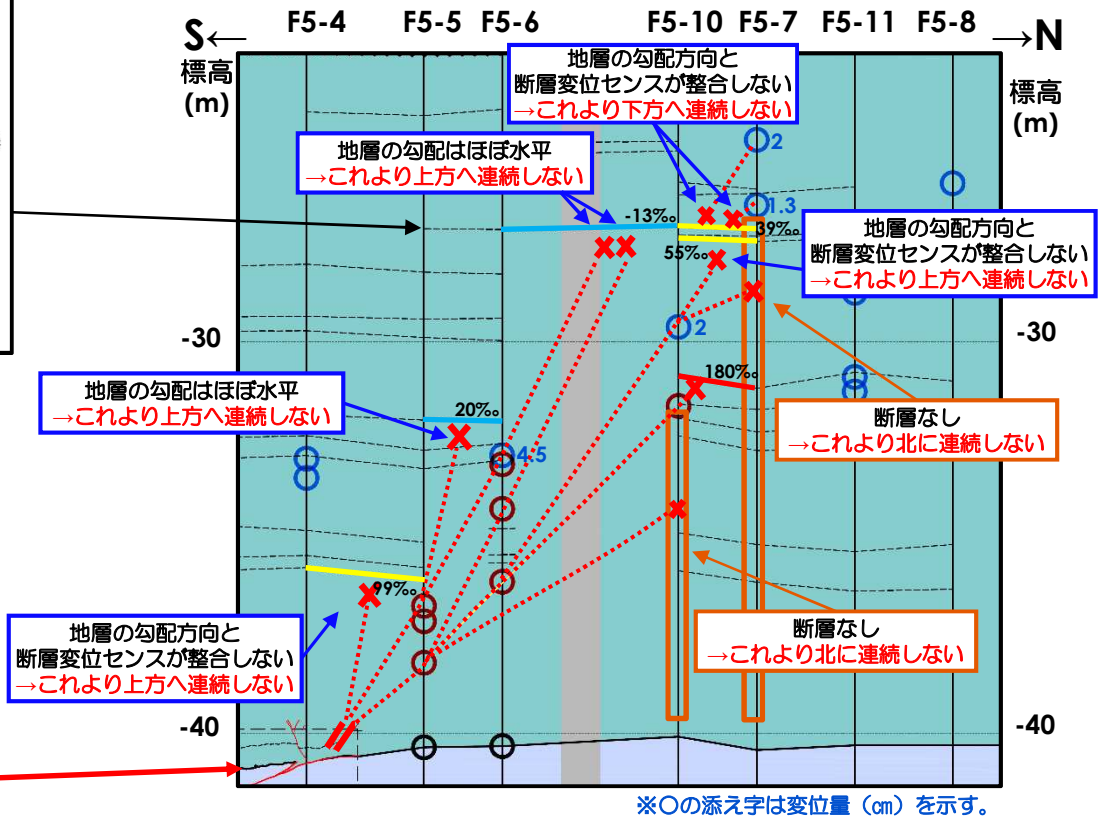
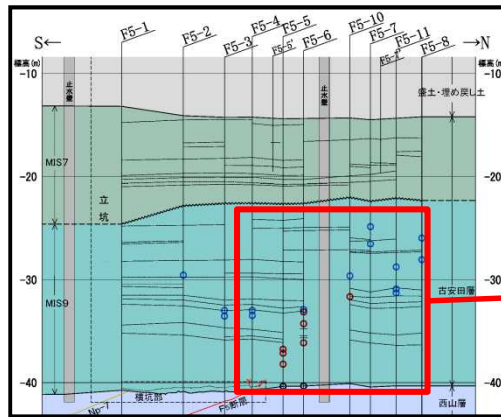
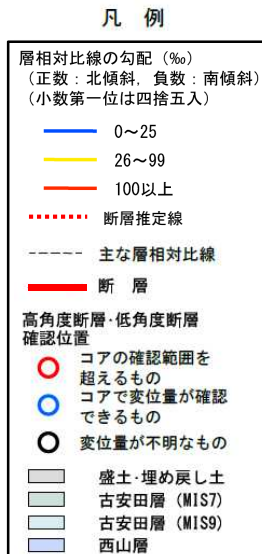
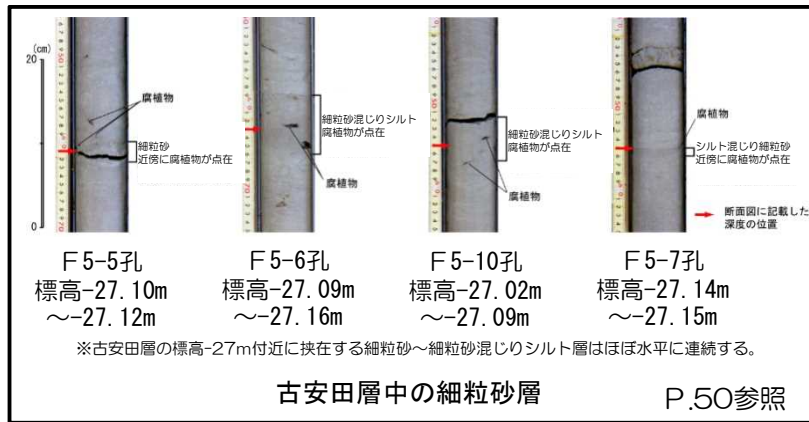
- F5-11孔の深度25.9mにみられる高角度割れ目は、これを挟んで細粒砂密集部による葉理に変位が認められないことから、断層ではないと判断される。

3.3 低角度断層の連続性 (F5立坑ボーリング調査)



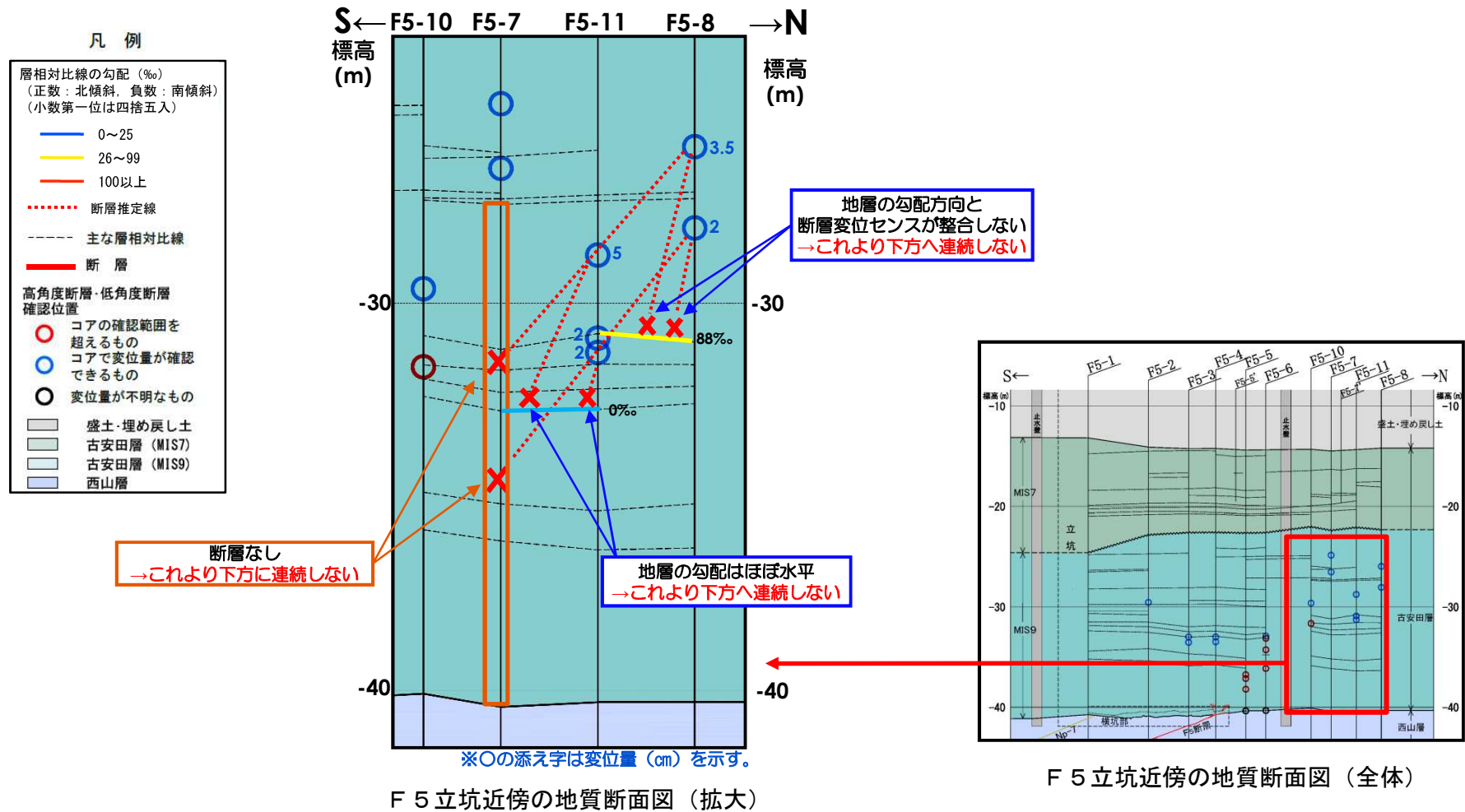
- 立坑調査で確認された低角度断層は、F5-6孔までは確認されるが、F5-10孔より北では確認されないことから、これより北方へ連続しないと判断される。
- F5-10孔の変位量不明の断層に連続する場合および変位量2cmの断層に連続する場合のいずれにおいても、地層の勾配方向と断層変位センスが整合しないことから、これより上方に連続しないと判断される。
- F5-7孔の変位量2cm及び変位量1.3cmの小断層は、それらの下方延長にある地層の勾配方向と断層変位センスが整合しないことから、これより下方に連続しないと判断される。

3.3 南傾斜高角度断層の連続性（F5立坑ボーリング調査）



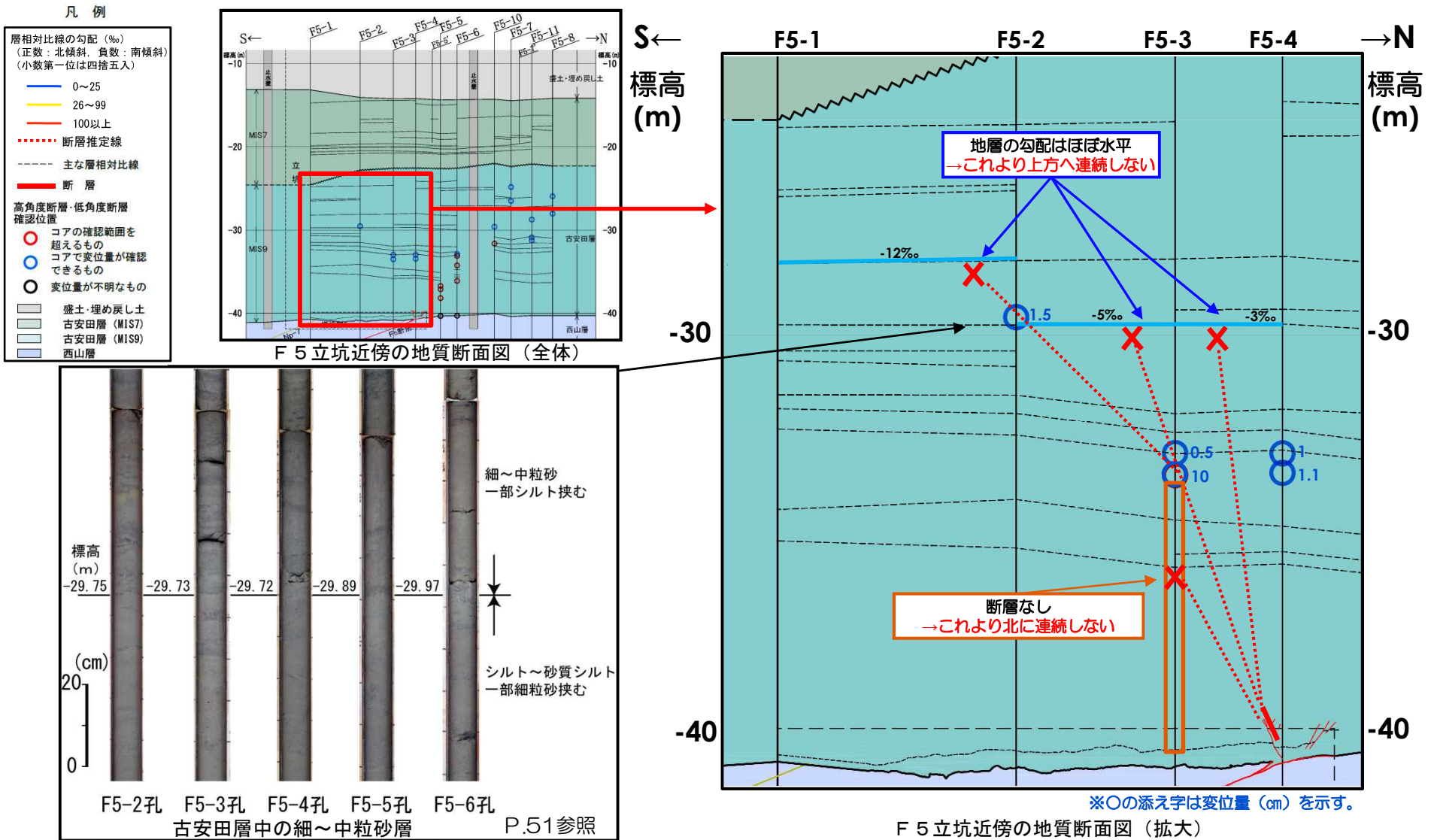
- 立坑調査で確認された南傾斜高角度断層とボーリングで確認された断層が連続する場合には、それらの上方延長上にある地層がほぼ水平または勾配方向と断層変位センスが整合しないこと、並びに、F5-10孔の標高-32m以深及びF5-7孔の標高-27m以深には断層が確認されないことから、これらより上方または北方に連続しないと判断される。

3.3 F5-10孔以北の小断層の連続性（F5立坑ボーリング調査）



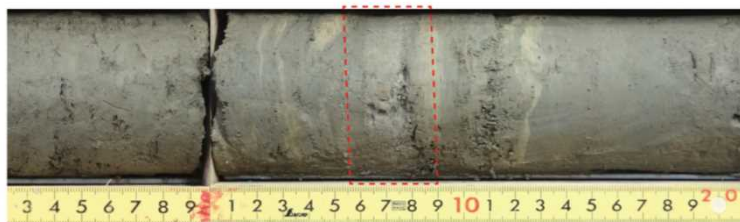
- F5-11孔及びF5-8孔の標高-31m付近以浅の変位量2cm~5cmの小断層は、これらの下方延長上にある地層がほぼ水平または勾配方向と断層変位センスが整合しないこと、南方延長上のF5-7孔の標高-26m以深には断層が認められないことから、これらより下方または南方へ連続しないと判断される。

3.3 北傾斜高角度断層の連続性（F5立坑ボーリング調査）



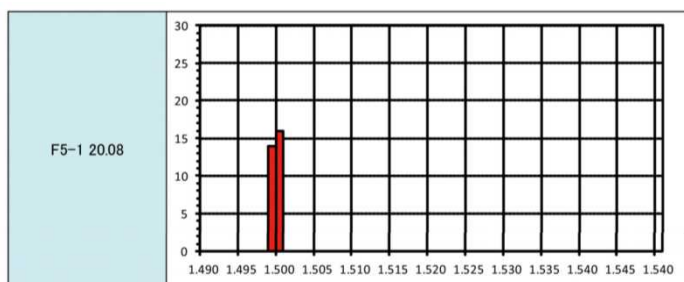
- 立坑調査で確認された北傾斜高角度断層とボーリングで確認された断層が連続する場合には、それらの上方延長にある地層の勾配がほぼ水平であること、F5-3孔の標高-33m以深に断層が認められないことから、これより上方に連続しないと判断される。

3.4 火山灰分析：阿多鳥浜テフラ（F5立坑ボーリング調査）



F5-1 孔の掘削深度 20.08m に層厚 20mm の細粒火山灰が分布する。

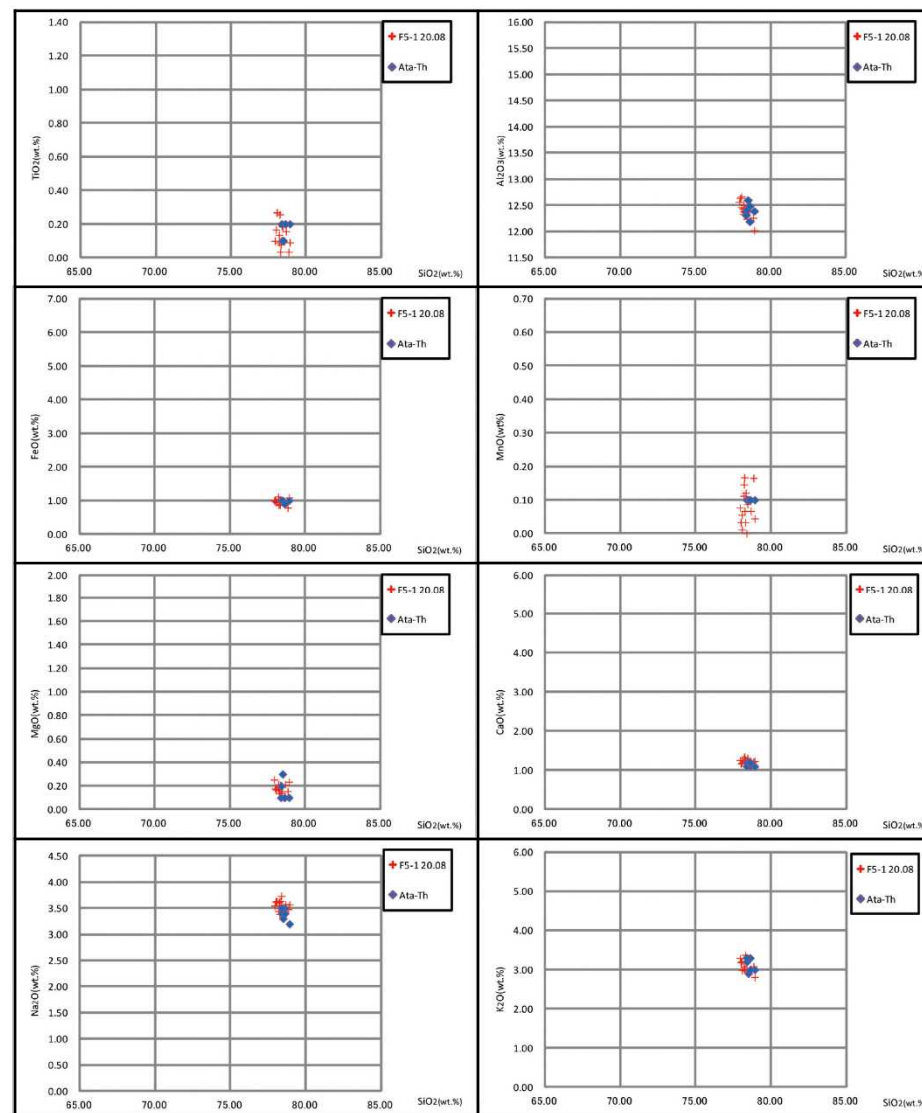
コア写真 (F5-1 孔：深度20m付近)



※阿多鳥浜テフラの屈折率は 1.498-1.500 を示す (「新編火山灰アトラス」, 2003)。

火山ガラスの屈折率分析結果

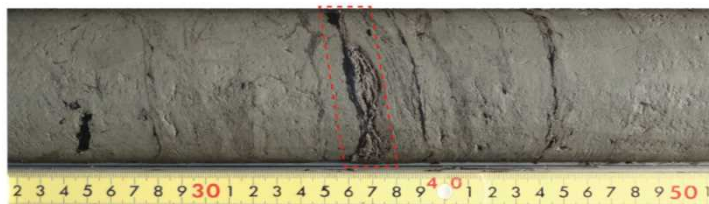
- F5-1 孔の掘削深度20.08m に分布するテフラは、火山ガラスの主成分分析及び屈折率分析の結果から、阿多鳥浜テフラ (Ata-Th：約24 万年前) に対比される。



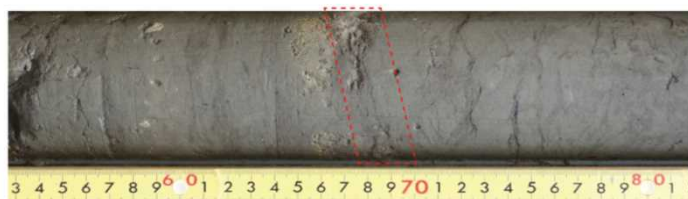
※阿多鳥浜テフラのデータは新編火山灰アトラス (2003) より引用。

火山ガラスの主成分分析結果

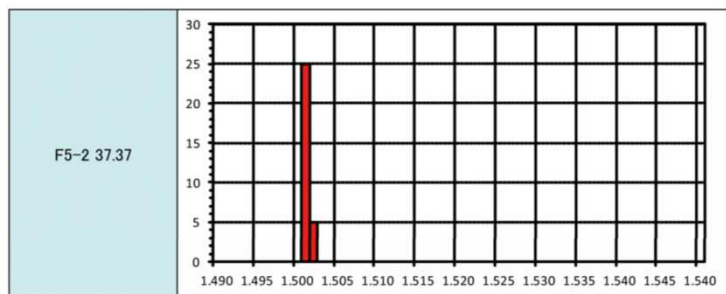
3.4 火山灰分析：加久藤テフラ（F5立坑ボーリング調査）



F5-2 孔の掘削深度 37.37m に、レンズ状の細粒火山灰が分布する。
コア写真（F5-2 孔：深度37m付近）



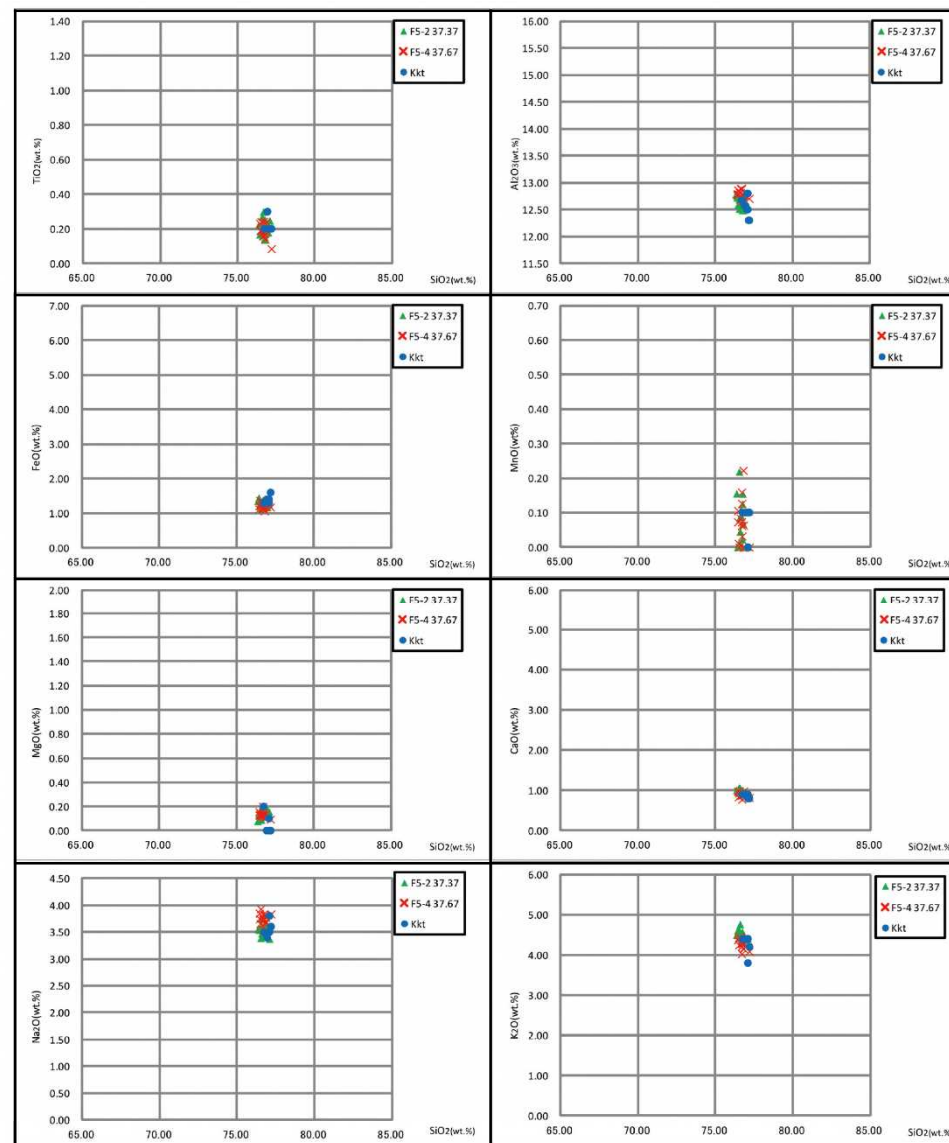
F5-4 孔の掘削深度 37.67m に、レンズ状の細粒火山灰が分布する。
コア写真（F5-4 孔：深度37m付近）



※加久藤テフラの屈折率は 1.500-1.502 を示す（「新編火山灰アトラス」, 2003）。

火山ガラスの屈折率分析結果

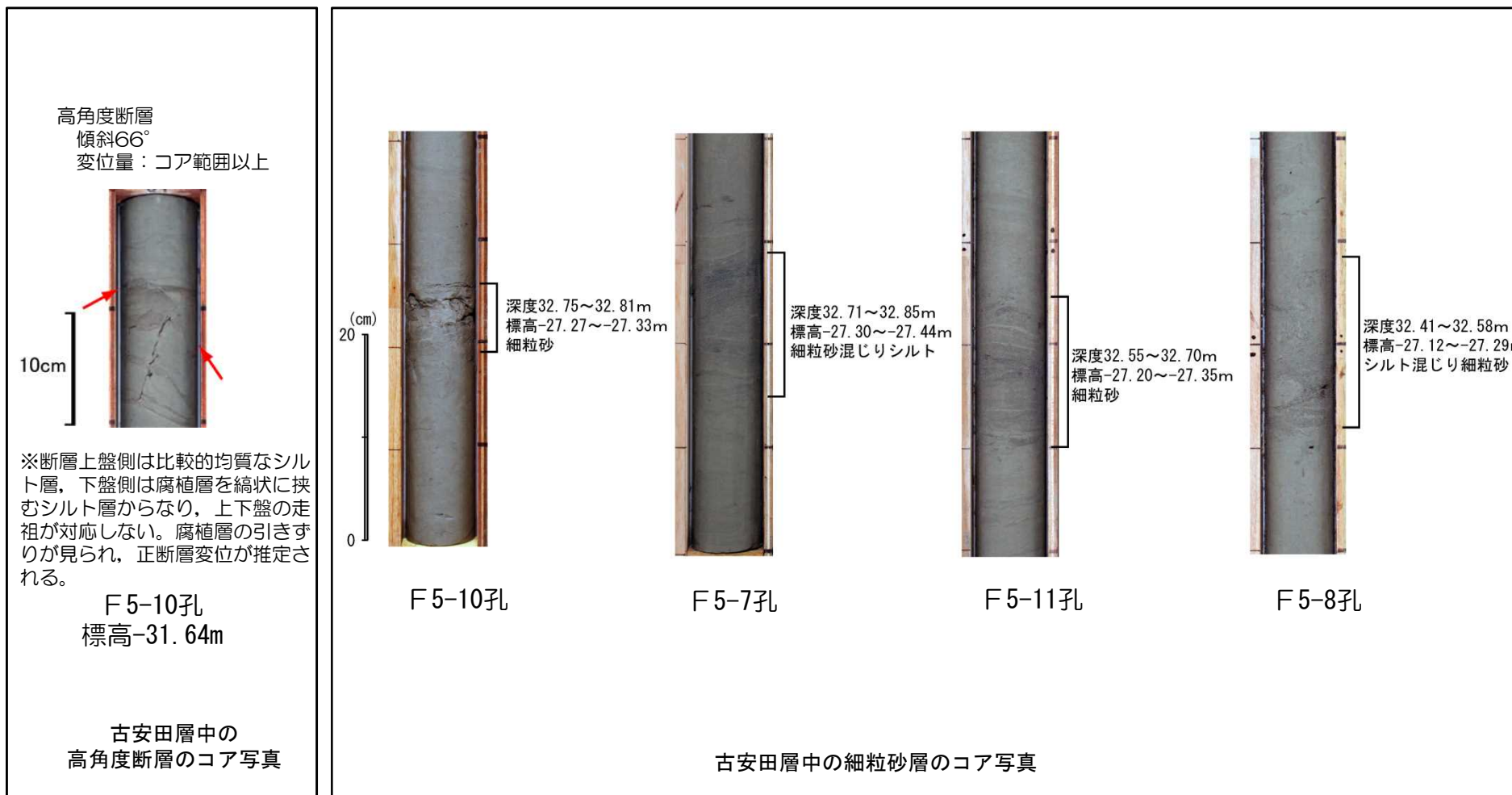
- F5-2 孔の掘削深度37.37m 及びF5-4 孔の掘削深度37.67m に分布するテフラは、火山ガラスの主成分分析及び屈折率分析の結果から、加久藤テフラ（Kkt：約33～34 万年前）に対比される。



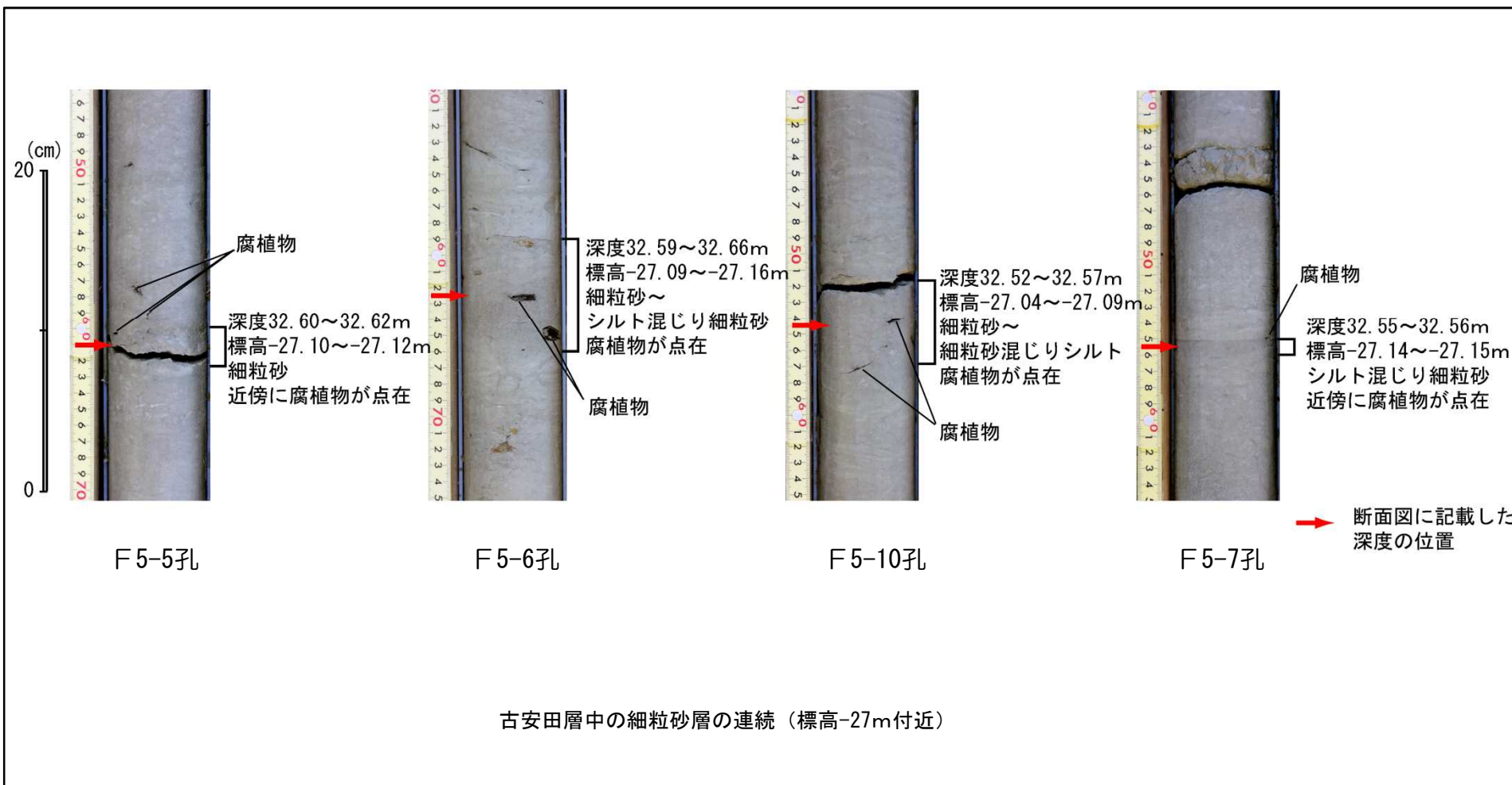
※加久藤テフラのデータは新編火山灰アトラス（2003）より引用。

火山ガラスの主成分分析結果

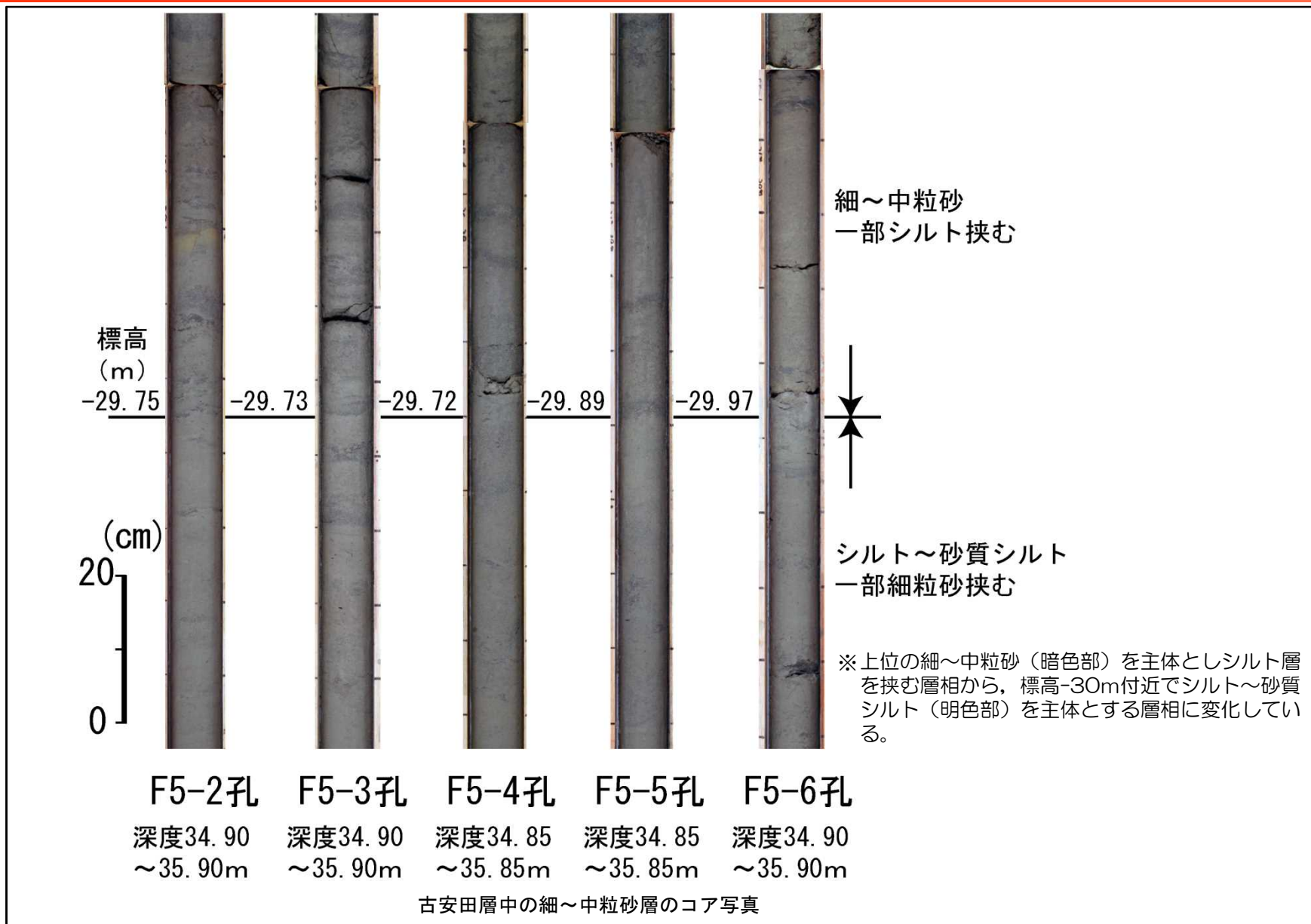
3.5 ボーリングコア写真1 (F5立坑ボーリング調査)



3.5 ボーリングコア写真2 (F5立坑ボーリング調査)

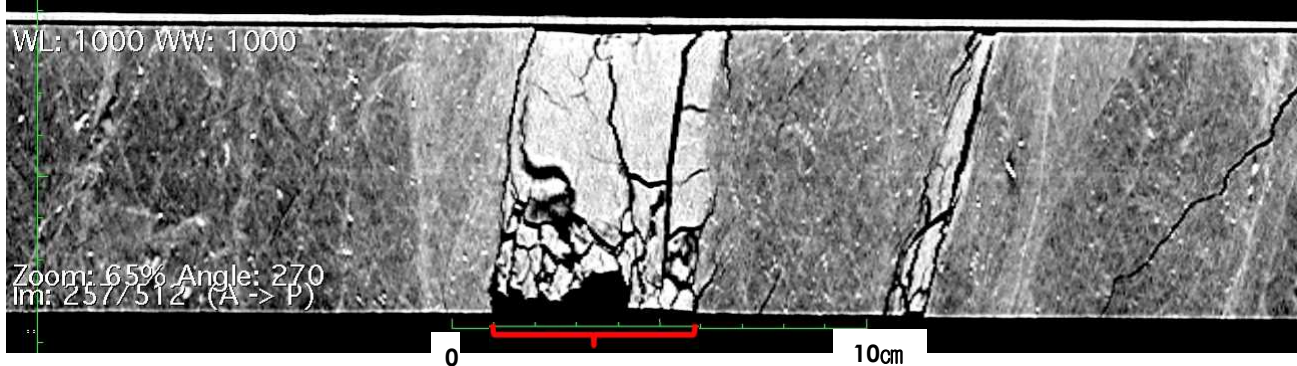


3.5 ボーリングコア写真3 (F5立坑ボーリング調査)



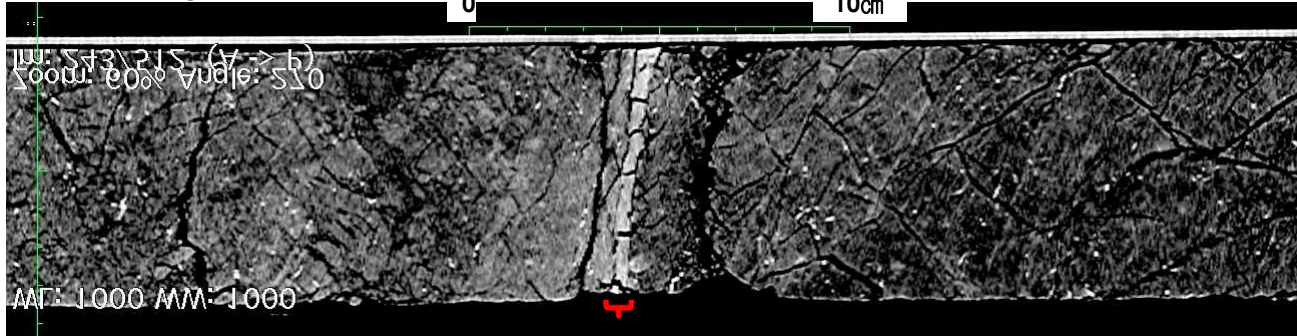
3.7 F₅断層CTスキャン結果（荒浜側防潮堤付近ボーリング調査）

F5-17孔



F₅断層 下面深度42.30m 標高-36.99m

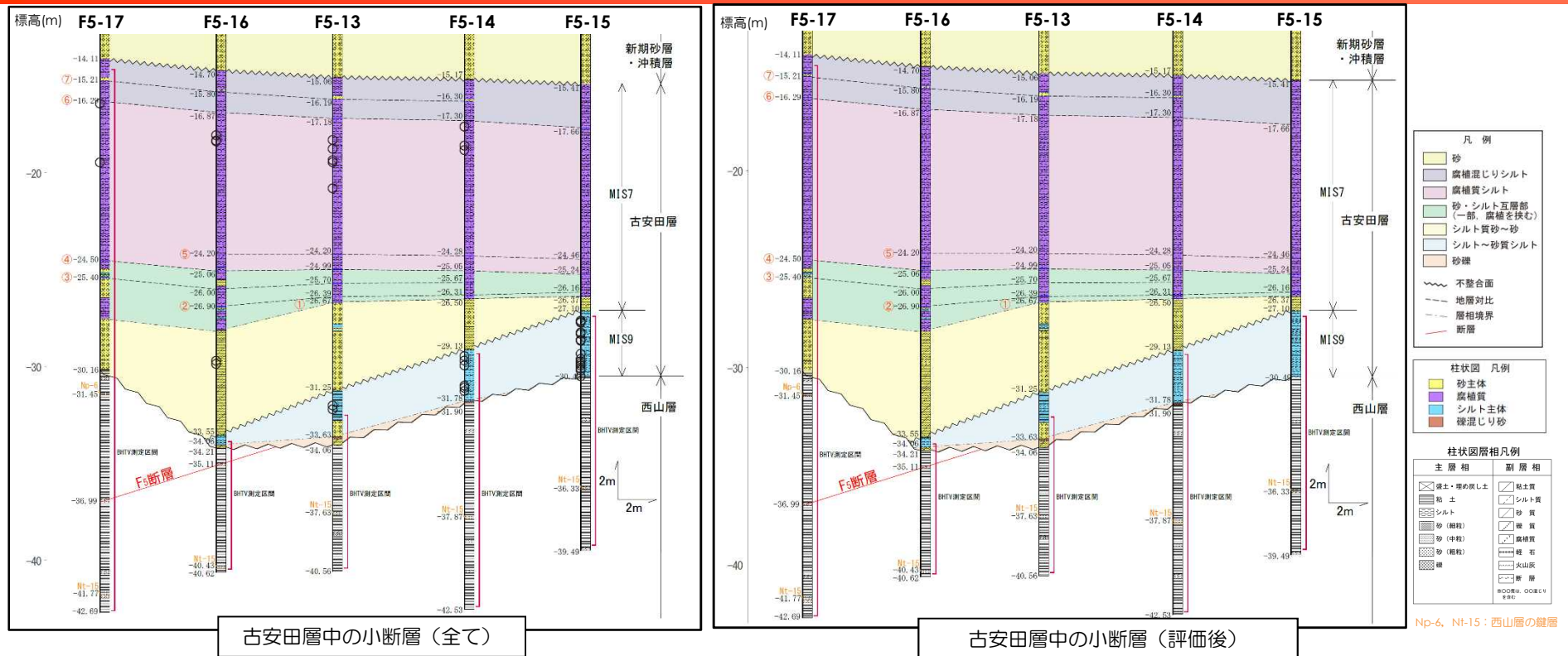
F5-16孔



F₅断層 下面深度40.49m 標高-35.11m

- F5-17孔のF₅断層は、上面境界が下面境界に比べてシャープである。
- F5-16孔のF₅断層は、掘削時にやや組織が乱れている可能性があるが、全体としては上面境界、下面境界ともにシャープである。

3.8 古安田層中の小断層の評価 (荒浜側防潮堤付近ボーリング調査)



古安田層中の小断層 (全て)

古安田層中の小断層 (評価後)

MIS7の古安田層に分布する小断層の性状

| 孔名 | 標高T.M.S.L.m | 傾斜(コア) | 走向傾斜 (BHTV) | 変位 | 変位量 | 向き | その他 |
|----|-------------|--------|-------------|---------|-------|----|----------|
| 1 | F5-13 | -18.29 | 75 | -- | 0.5cm | 正 | 下方への連続なし |
| 2 | F5-13 | -18.75 | 30 | -- | 0.5cm | 正 | |
| 3 | F5-13 | -19.33 | 75 | -- | 0.5cm | 正 | |
| 4 | F5-13 | -19.44 | 60 | -- | 0.3cm | 正 | |
| 5 | F5-13 | -20.79 | 80-90 | -- | 0.3cm | 正 | 下方への連続なし |
| 6 | F5-14 | -17.60 | 40 | -- | 2cm | 正 | |
| 7 | F5-14 | -18.58 | 30 | -- | 1cm | 正 | |
| 8 | F5-14 | -18.81 | 50 | -- | 2cm | 正 | |
| 9 | F5-16 | -18.04 | 30 | -- | 1cm | 正 | |
| 10 | F5-16 | -18.32 | 65 | -- | 0.5cm | 正 | |
| 11 | F5-16 | -18.36 | 65 | -- | 1cm | 正 | |
| 12 | F5-16 | -29.69 | 90 | -- | 1.5cm | 正 | |
| 13 | F5-16 | -29.85 | 50 | -- | 2cm | 正 | |
| 14 | F5-17 | -16.41 | 50 | N37E51W | 1.5cm | 正 | |
| 15 | F5-17 | -19.45 | 76 | N48E74S | 2cm | 正 | |

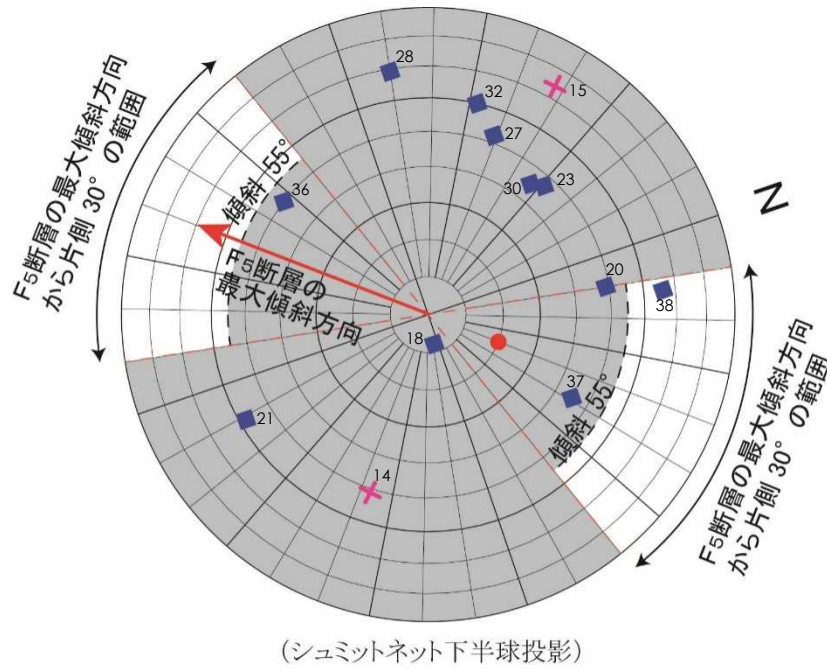
■ 次のいずれかに該当
 ・ 傾斜55°以下
 ・ 変位量2cm以下
 ・ F₅断層へ連続しない走向・傾斜

MIS9の古安田層に分布する小断層の性状

| 孔名 | 標高T.M.S.L.m | 傾斜(コア) | 走向傾斜 (BHTV) | 変位 | 変位量 | 向き | その他 |
|----|-------------|--------|-------------|---------|-------|----|-----------------------------|
| 16 | F5-13 | -32.00 | 45 | -- | 不明 | | |
| 17 | F5-13 | -32.20 | 45 | -- | 不明 | | |
| 18 | F5-14 | -29.45 | 0 | N7E6W | 不明 | | |
| 19 | F5-14 | -29.68 | 70 | 不明 | 不明 | | 断層の延長方向にF ₅ 断層なし |
| 20 | F5-14 | -29.93 | 45 | N80W49S | コア以上 | 不明 | |
| 21 | F5-14 | -30.98 | 40 | N79E59N | 不明 | | |
| 22 | F5-14 | -31.08 | 55 | 不明 | 0.2cm | 正 | |
| 23 | F5-14 | -31.25 | 45 | N61E47S | 不明 | | |
| 24 | F5-15 | -27.62 | 5 | -- | 不明 | | |
| 25 | F5-15 | -27.69 | 60 | 不明 | 1cm | 正 | |
| 26 | F5-15 | -27.72 | 64 | 不明 | 0.3cm | 正 | |
| 27 | F5-15 | -28.23 | 50 | N38E52S | 不明 | | |
| 28 | F5-15 | -28.30 | 60 | N10E95S | 不明 | | |
| 29 | F5-15 | -28.61 | 30 | 不明 | 不明 | | |
| 30 | F5-15 | -28.66 | 55 | N57E45S | 不明 | | 断層の延長方向にF ₅ 断層なし |
| 31 | F5-15 | -29.33 | 44 | 不明 | 不明 | | |
| 32 | F5-15 | -29.60 | 50 | N32E60S | 不明 | | |
| 33 | F5-15 | -29.72 | 47 | 不明 | 0.5cm | 正 | |
| 34 | F5-15 | -29.84 | 60 | 不明 | 不明 | | 断層の延長方向にF ₅ 断層なし |
| 35 | F5-15 | -29.94 | 50 | 不明 | 不明 | | |
| 36 | F5-15 | -30.09 | 45 | N33W50N | 不明 | | |
| 37 | F5-15 | -30.19 | 50 | N41W45S | コア以上 | 不明 | |
| 38 | F5-15 | -30.49 | 60 | N77W66S | コア以上 | 正 | 断層の延長方向にF ₅ 断層なし |

- 荒浜側防潮堤付近のボーリング調査結果によると、古安田層中に複数の小断層が確認された(左図の黒丸)。
- これらの小断層とF₅断層の関連性について、F5立坑調査の結果等を踏まえ次の特徴を持つものをF₅断層に関連しないものと判断した。
 - ・ 傾斜が低~中角 (55°以下)
 - ・ 変位量が小 (2cm以下)
 - ・ 小断層の走向・傾斜とF₅断層の連続性が無し
- 検討の結果、いずれの小断層も立坑調査で認められたF₅断層の正断層活動に伴う小断層の特徴を有しない。
- また、前述のとおり、F₅断層の条線からは立坑調査で認められた正断層活動はなく、堆積構造からも断層活動が想定されないことも合わせ考えると、これら小断層はF₅断層と関連しないものと判断される。

3.8 古安田層中の小断層の評価（荒浜側防潮堤付近ボーリング調査）



- × MIS7堆積物中の小断層
- MIS9堆積物中の小断層
- F5断層（調査地周辺の代表的な走向・傾斜）

(シュミットネット下半球投影)

MIS7の古安田層に分布する小断層の性状

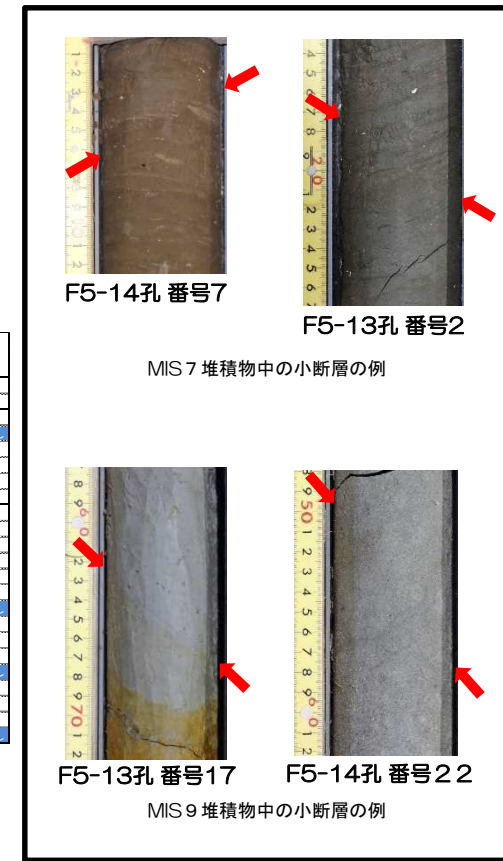
| 孔名 | 標高T.M.S.L.m | 傾斜(コア) | 走向傾斜(BHTV) | 変位 | | その他 | |
|----|-------------|--------|------------|---------|-------|-----|----------|
| | | | | 変位量 | 変位方向 | | |
| 1 | F5-13 | -1829 | 75 | - | 0.5cm | 正 | 上方への連続なし |
| 2 | F5-13 | -1875 | 30 | - | 0.5cm | 正 | |
| 3 | F5-13 | -1932 | 75 | - | 0.5cm | 正 | |
| 4 | F5-13 | -1944 | 60 | - | 0.3cm | 正 | |
| 5 | F5-13 | -2079 | 80-90 | - | 0.3cm | 正 | 下方へ連続なし |
| 6 | F5-14 | -1780 | 40 | - | 2cm | 正 | |
| 7 | F5-14 | -1858 | 30 | - | 1cm | 正 | |
| 8 | F5-14 | -1881 | 50 | - | 0.5cm | 正 | |
| 9 | F5-16 | -1804 | 30 | - | 1cm | 正 | |
| 10 | F5-16 | -1832 | 65 | - | 0.5cm | 正 | |
| 11 | F5-16 | -1836 | 65 | - | 1cm | 正 | |
| 12 | F5-16 | -2969 | 90 | - | 1.5cm | 正 | |
| 13 | F5-16 | -2985 | 50 | - | 2cm | 正 | |
| 14 | F5-17 | -1641 | 50 | N37E51N | 1.5cm | 正 | |
| 15 | F5-17 | -1945 | 76 | N46E74S | 2cm | 正 | |

MIS9の古安田層に分布する小断層の性状

| 孔名 | 標高M.S.L.m | 傾斜(コア) | 走向傾斜(BHTV) | 変位 | | その他 | |
|----|-----------|--------|------------|---------|-------|----------------|----------------|
| | | | | 変位量 | 変位方向 | | |
| 16 | F5-13 | -3200 | 45 | - | 不明 | | |
| 17 | F5-13 | -3220 | 45 | - | 不明 | | |
| 18 | F5-14 | -2945 | 0 | N7E5W | 不明 | | |
| 19 | F5-14 | -2968 | 70 | 不明 | 不明 | 前層の延長方向にF5断層なし | |
| 20 | F5-14 | -2993 | 45 | N80W49S | コア以上 | 不明 | |
| 21 | F5-14 | -3098 | 20 | N7E53N | 不明 | | |
| 22 | F5-14 | -3108 | 55 | 不明 | 0.2cm | 正 | |
| 23 | F5-14 | -3125 | 45 | N1E47S | 不明 | | |
| 24 | F5-15 | -2782 | 5 | - | 不明 | | |
| 25 | F5-15 | -2789 | 60 | 不明 | 1cm | 正 | |
| 26 | F5-15 | -2772 | 64 | 不明 | 0.2cm | 正 | |
| 27 | F5-15 | -2823 | 50 | N39E52S | 不明 | | |
| 28 | F5-15 | -2830 | 60 | N10E69S | 不明 | | |
| 29 | F5-15 | -2861 | 30 | 不明 | 不明 | | |
| 30 | F5-15 | -2866 | 55 | N37E45S | 不明 | 前層の延長方向にF5断層なし | |
| 31 | F5-15 | -2933 | 48 | 不明 | 不明 | | |
| 32 | F5-15 | -2960 | 30 | N12E60S | 不明 | | |
| 33 | F5-15 | -2972 | 47 | 不明 | 0.3cm | 正 | |
| 34 | F5-15 | -2984 | 60 | 不明 | 不明 | 前層の延長方向にF5断層なし | |
| 35 | F5-15 | -2994 | 30 | 不明 | 不明 | | |
| 36 | F5-15 | -3009 | 45 | N33W50N | 不明 | | |
| 37 | F5-15 | -3019 | 50 | N41W45S | コア以上 | 不明 | |
| 38 | F5-15 | -3049 | 60 | N77W66S | コア以上 | 正 | 前層の延長方向にF5断層なし |

- 次のいずれかに該当
 - ・傾斜55°以下
 - ・変位量2cm以下
 - ・F5断層へ連続しない走向・傾斜

小断層の状況写真

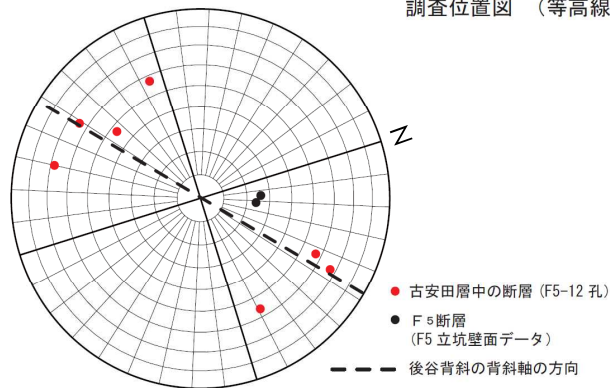
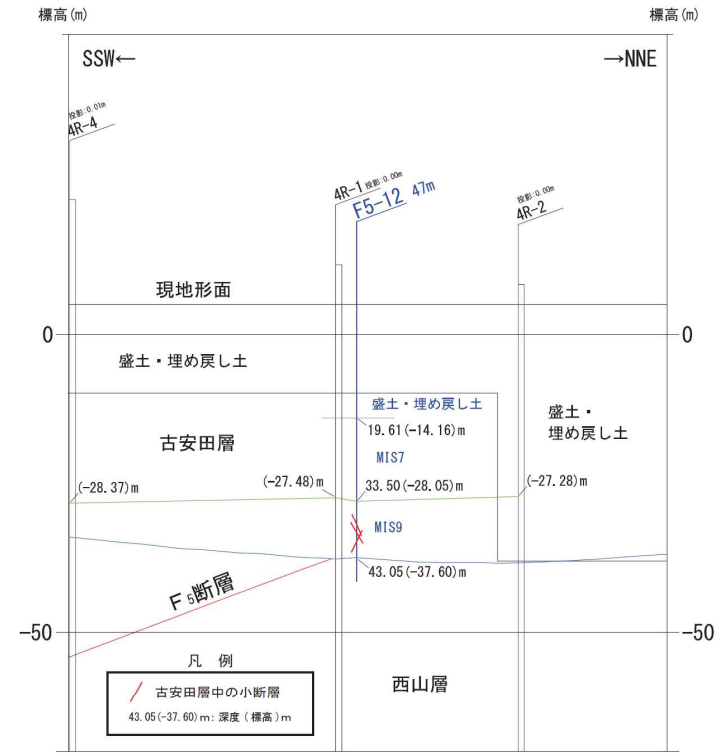
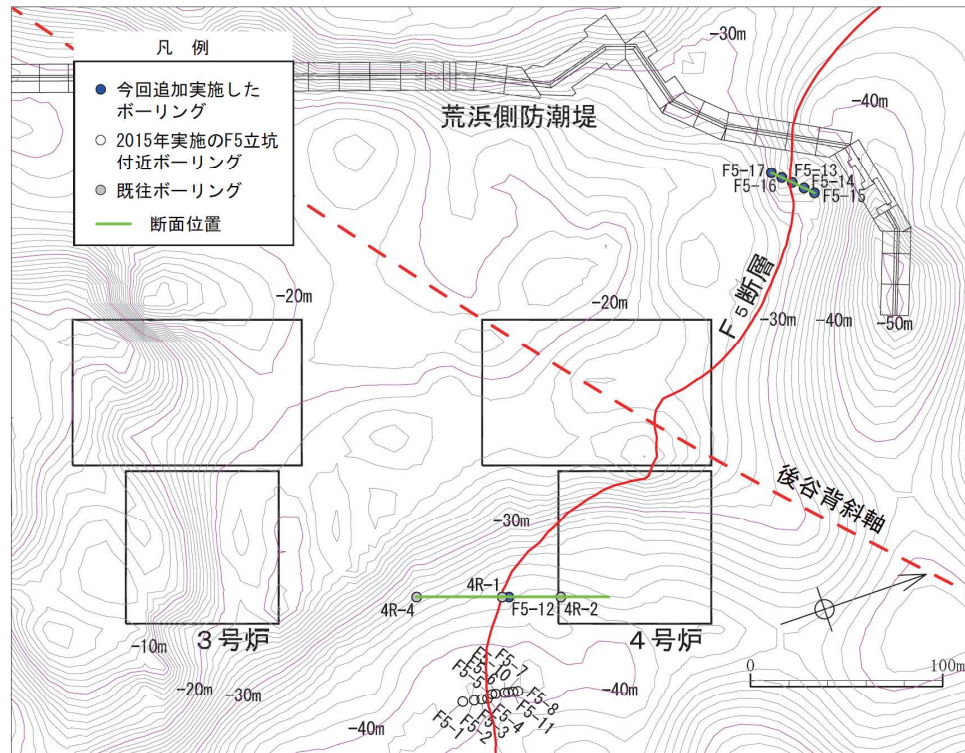


MIS 7 堆積物中の小断層の例

MIS 9 堆積物中の小断層の例

- 古安田層中の小断層をBHTV観察による走向・傾斜で整理した。
- MIS9堆積物中の小断層は、走向がばらつき方向性は認められない。傾斜は、低角な8°を除くと、45°～69°の範囲にあり、中角度のものが多く。
- 走向・傾斜において、立坑調査で認められたF5断層の正断層活動に伴う小断層と類似するものはF5-15孔の標高-30.49mに分布するN77W66Sの小断層であるが、この小断層は位置関係からF5断層に連続するものではない。
- 古安田層 MIS7堆積物中に認められる小断層は、変位量が小さくコアの中で消滅するものがみられること、断層粘土や破砕部が認められないこと、傾斜に系統性が認められないこと等から、地層の未固結時に圧密沈下量の差などによって形成されたと考えられる。

3.9 4号炉南側のボーリング調査結果

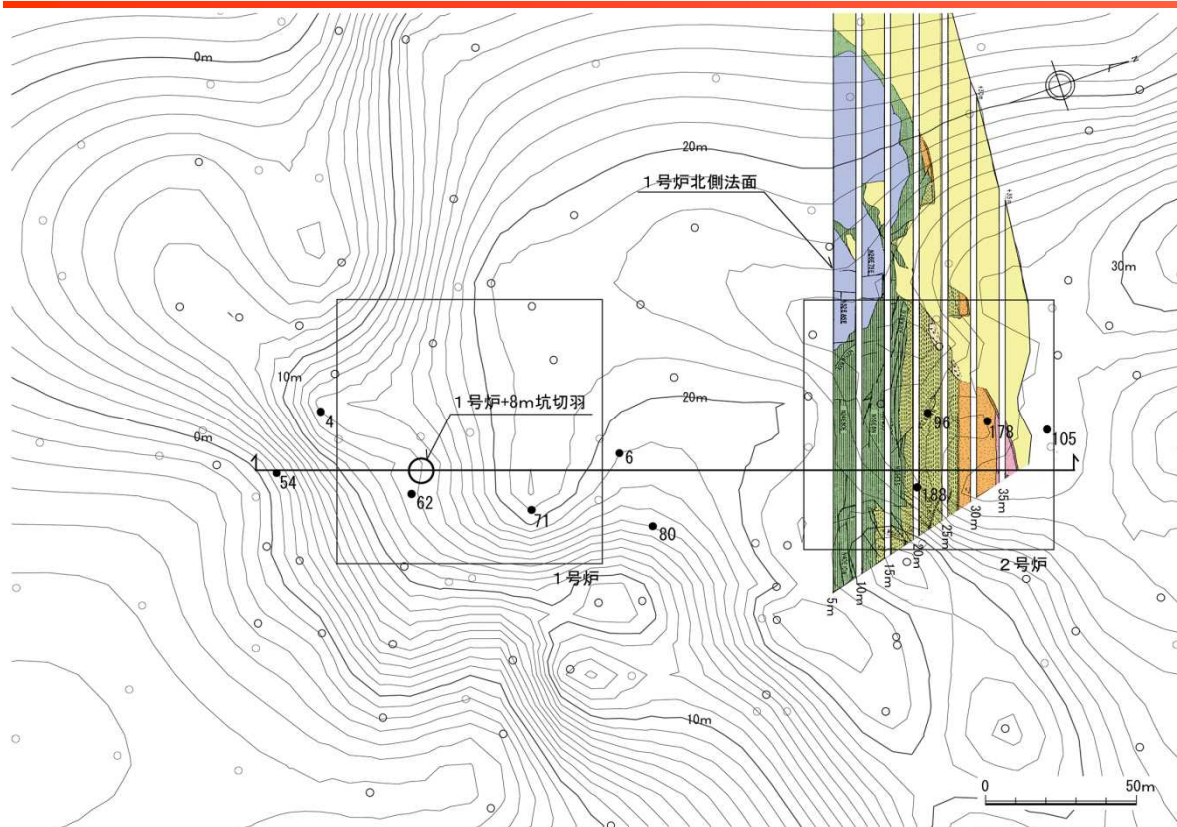


古安田層中の断層の走向傾斜
シュミット下半球投影

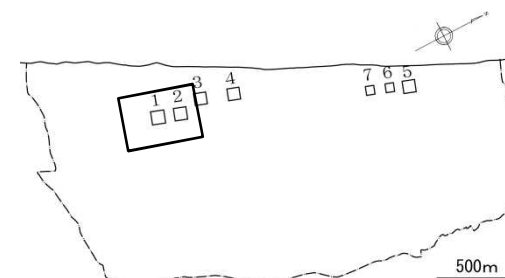
- F5立坑周辺の状況を確認するため、4号炉原子炉建屋南側でボーリング調査を実施した (F5-12孔)。
- 調査結果によると、F₅断層の上載層の古安田層は、MIS9堆積物とこれを不整合に覆うMIS7堆積物からなる。
- 古安田層のMIS9堆積物には小断層が確認されたものの、MIS7堆積物中には小断層は認められない。

-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 **α・β断層に関する分析結果**
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

4.1 大湊砂層の原地形における分布（大湊砂層基底面の形状）



番神砂層・大湊砂層基底面等高線図

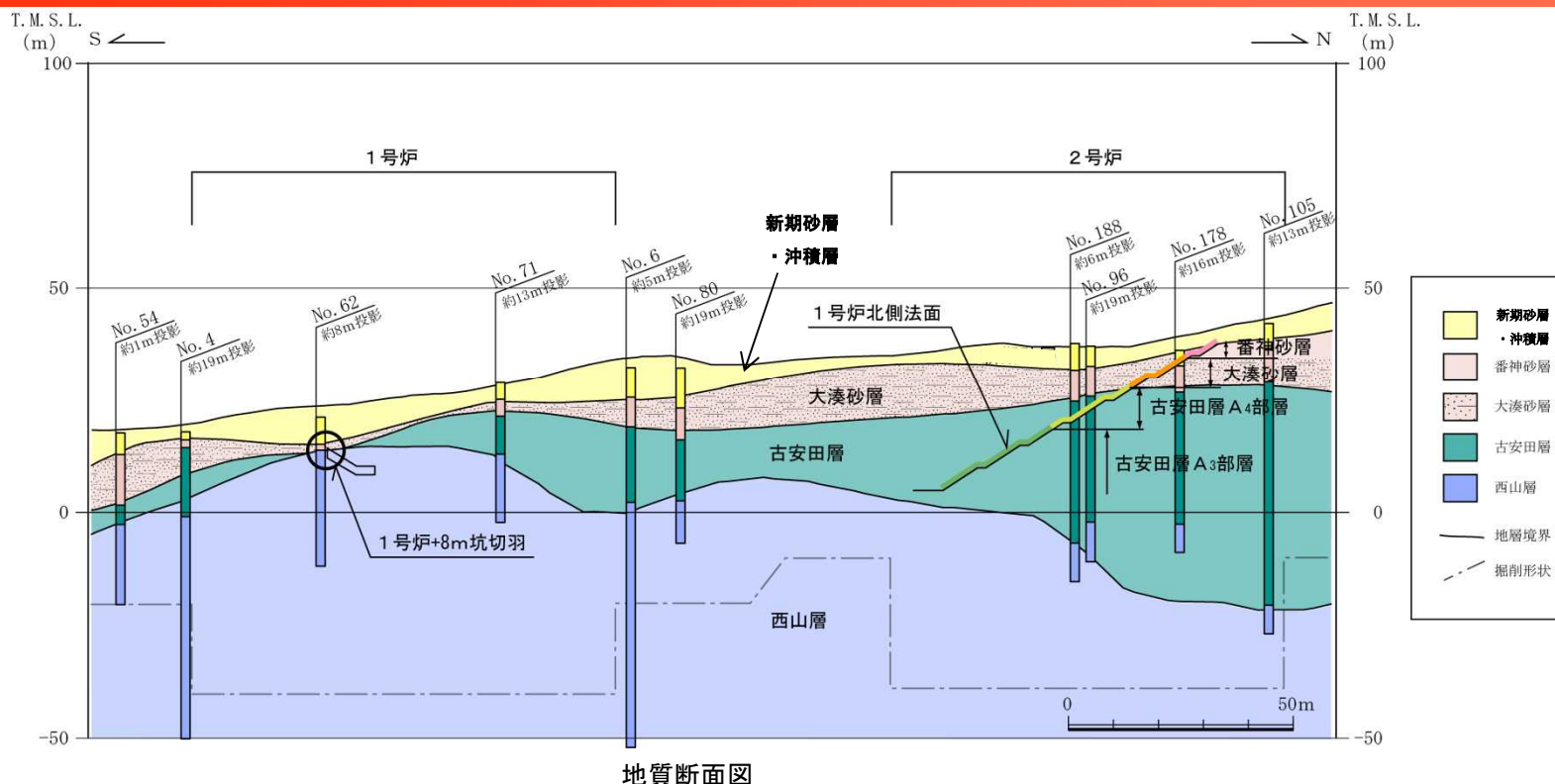


位置図



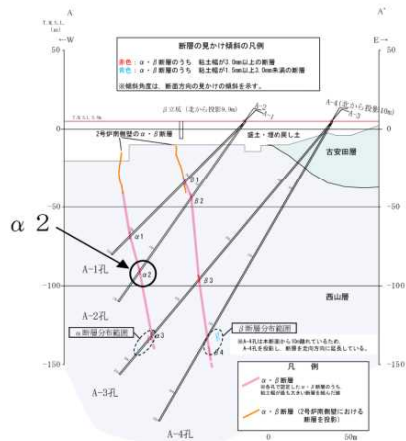
- 番神砂層・大湊砂層基底面（古安田層上限面に等しい）は、1号炉北半部から2号炉周辺にかけて標高20m～30m程度の緩斜面～平坦面からなる高まりを形成しており、その周囲はやや急な斜面となっている。
- 1号炉北側法面の東半部に分布する大湊砂層は、この緩斜面～平坦面を覆って堆積している。

4.1 大湊砂層の分布（1号炉北側法面～1号炉+8m坑断面図）

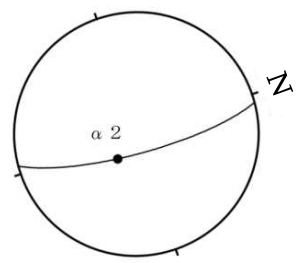


- 大湊砂層は、1号炉北側法面では古安田層上限面の緩斜面～平坦面を覆って標高27m～34m付近に分布しており、南側に緩やかに高度を下げながら連続している。
- 1号炉+8m坑切羽は標高12m～14m付近にあり、上記の緩斜面～平坦面から南に傾斜する斜面の肩部付近に位置している。
- 同切羽では西山層を水平な成層構造を示す水成砂層が覆っており、層相及び分布位置から1号炉北側法面に分布する大湊砂層と一連の堆積物と判断される。

4.2 α 断層の運動像の分析 (A-2孔($\alpha 2$)ボーリングコア)

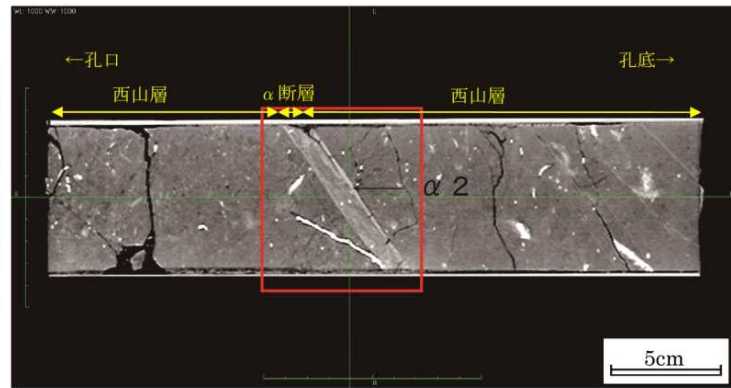
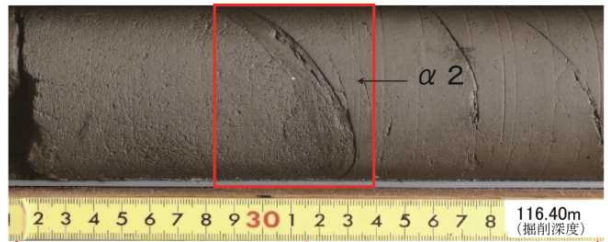


1・2号炉間地質断面図 (A-A' 断面)



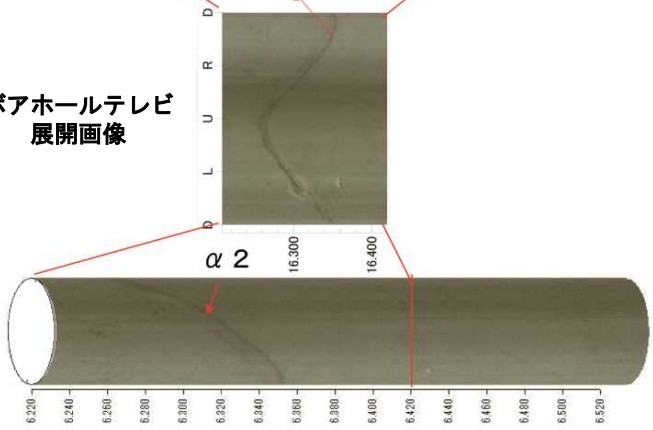
$\alpha 2$ の走向・傾斜と条線方向 (シュミットネット下半球投影)

ボーリングコア写真

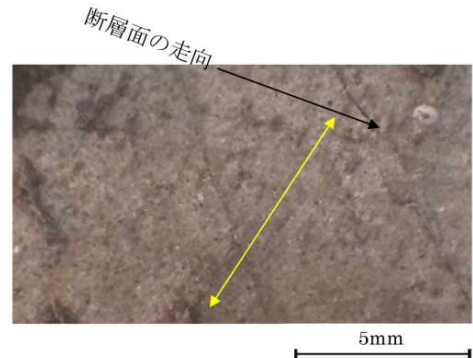


CT画像

ボアホールテレビ展開画像



ボアホールテレビ孔壁画像

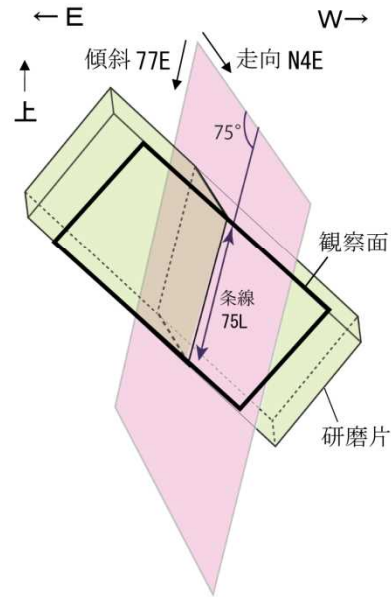


α 断層 ($\alpha 2$)の条線 (黄色矢印方向)
断層面の走向・傾斜: N4E77E
条線のレイク角: 75L

※ 走向・傾斜は偏角補正済

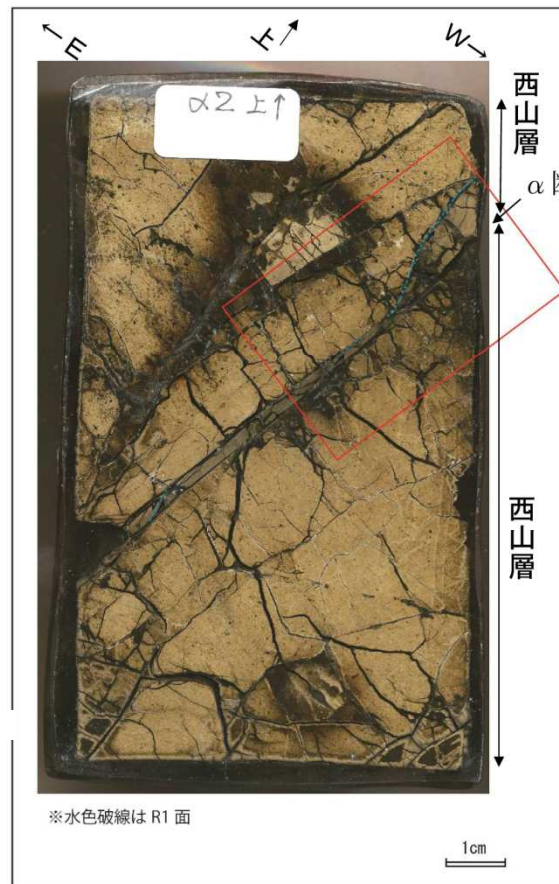
- α 断層粘土部の下面には不明瞭な条線が認められる。条線の方法は、断層面の走向・傾斜 N4E77Eに対してレイク角 75Lと、高角度であることから、 α 断層は鉛直変位成分が卓越する断層と判断される。

4.2 α 断層の運動像の分析 (A-2孔($\alpha 2$)研磨片)



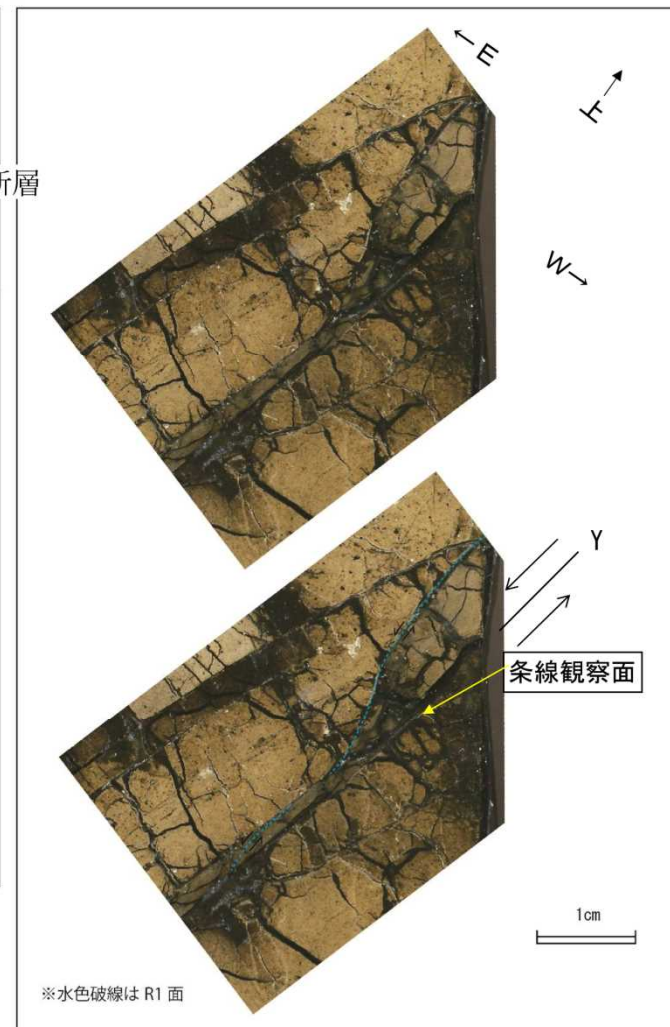
※ 走向・傾斜は偏角補正済

研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。



※水色破線は R1 面

研磨片試料観察結果



※水色破線は R1 面

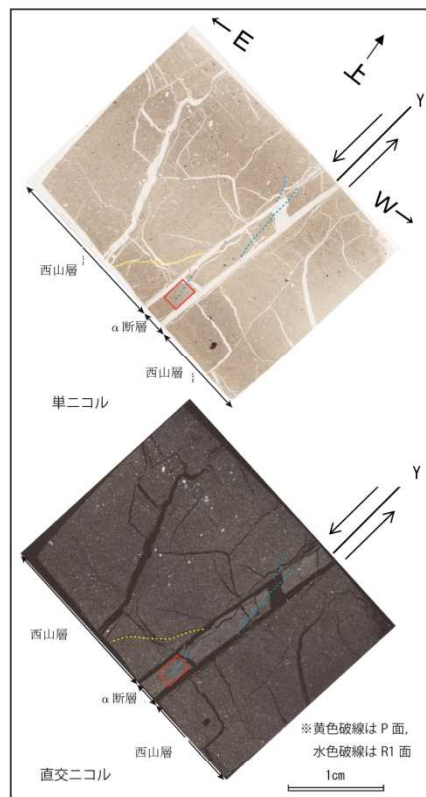
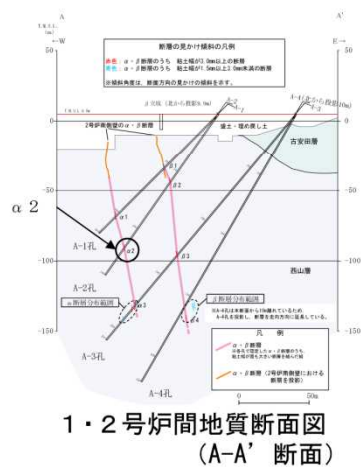
研磨片試料観察結果 (赤枠内の拡大)

- α 断層粘土部及び断層上盤側に認められる断層面に対して、左下がりのせん断面がR1面と判断され、断層面との配置から東落ちの正断層変位が推定される。

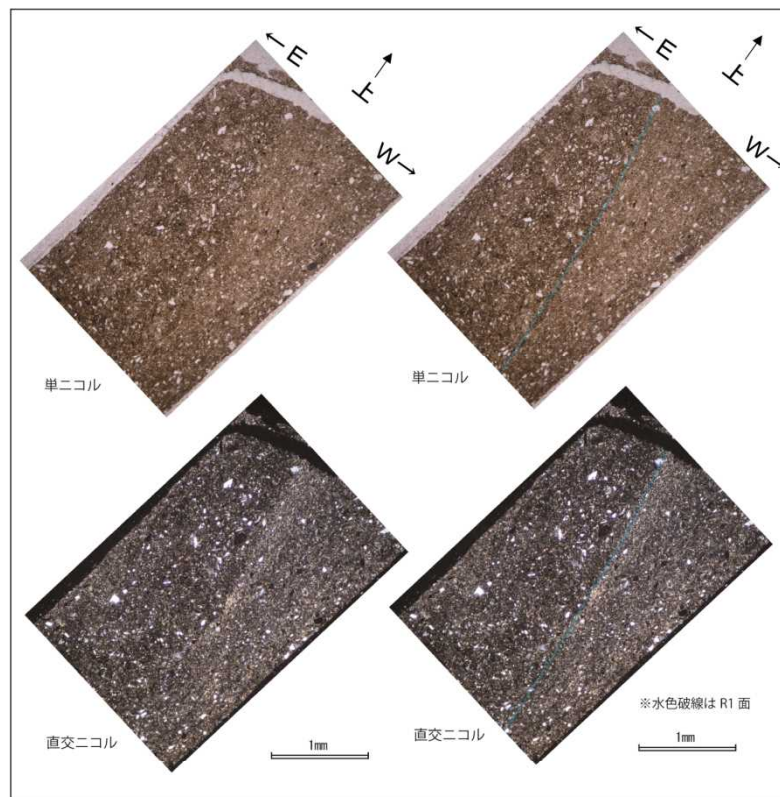
4.2 α 断層の運動像の分析（A-2孔($\alpha 2$)薄片)



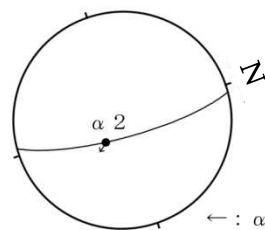
薄片試料採取位置



薄片試料観察結果



薄片試料観察結果（赤枠内の拡大）

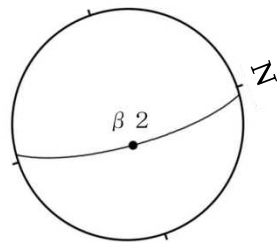
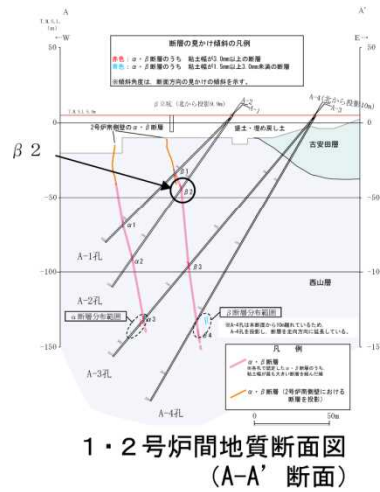


←: $\alpha 2$ 上盤側の変位センス

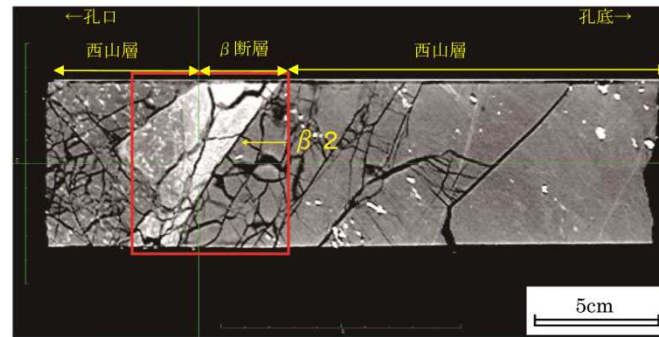
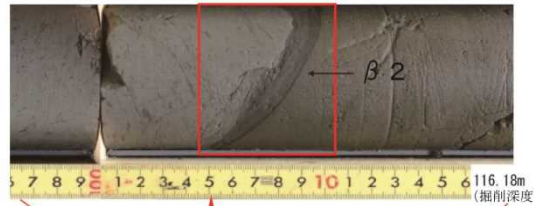
$\alpha 2$ の走向・傾斜と変位センス
(シュミットネット下半球投影)

- α 断層粘土部に認められる断層面に対して、左下がりのせん断断面がR1面と判断され、断層面との配置から、東落ちの正断層変位が推定される。

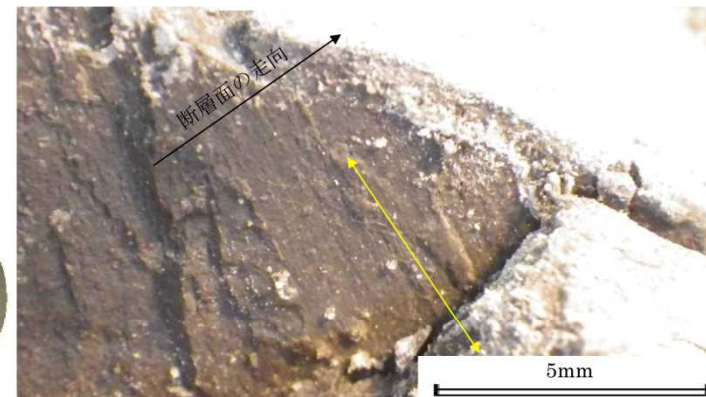
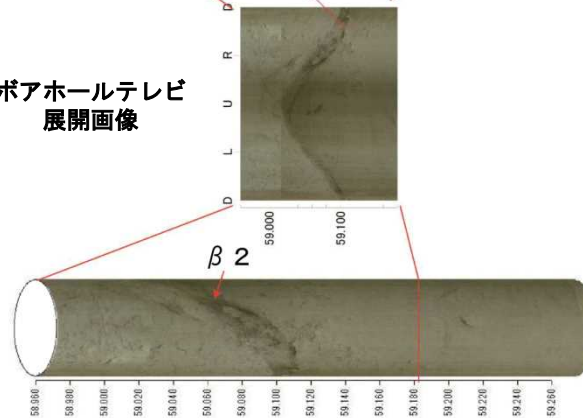
4.3 β 断層の運動像の分析 (A-2孔($\beta 2$)ボーリングコア)



ボーリングコア写真



ボアホールテレビ展開画像

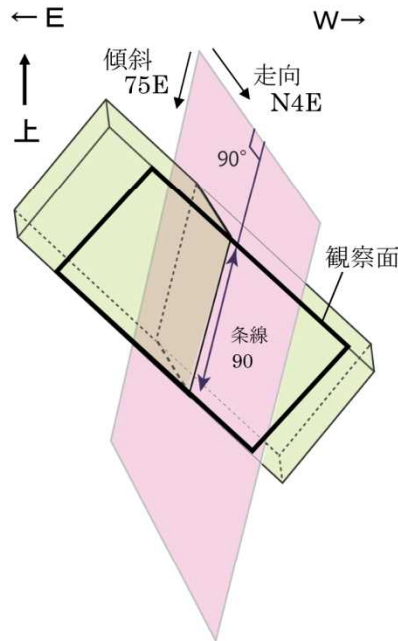


断層面の走向・傾斜: N4E75E
 条線のレイク角: 90

※ 走向・傾斜は偏角補正済

- β 断層粘土部の下面には明瞭な条線が認められる。条線の方法は、断層面の走向・傾斜 N4E75E に対してレイク角 90 と、最大傾斜方向を示すことから、 β 断層は鉛直変位成分が主体の断層と判断される。

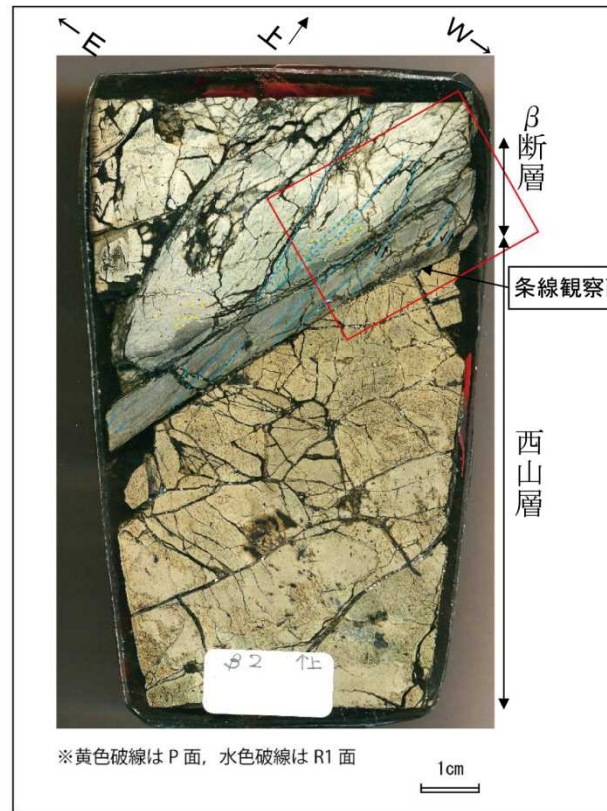
4.3 β 断層の運動像の分析 (A-2孔(β 2)研磨片)



※ 走向・傾斜は偏角補正済

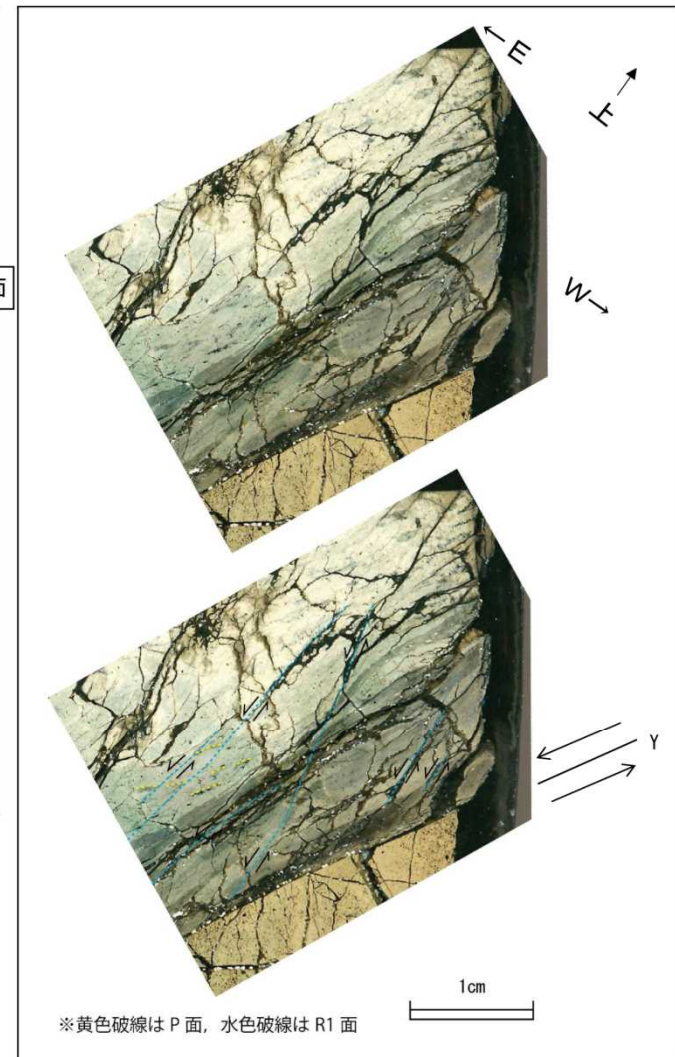
研磨片及び薄片は、断層面に直交、かつ条線に平行な面で観察した。

- β 断層粘土部及び断層上盤側に認められる断層面に対して左下がりのせん断面がR1面と判断され、断層上盤側に認められる断層面に対して右下がりの砂粒の配列がP面と判断される。それらの面と断層面との配置から、東落ちの正断層変位が推定される。



研磨片観察結果

※黄色破線はP面、水色破線はR1面



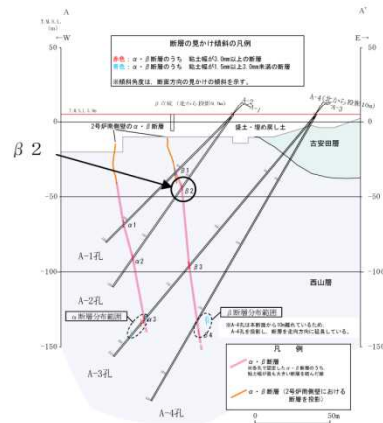
研磨片観察結果(赤枠内の拡大)

※黄色破線はP面、水色破線はR1面

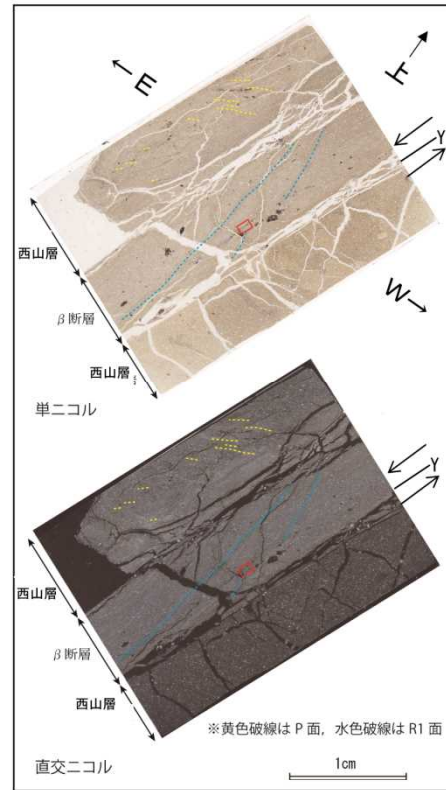
4.3 β 断層の運動像の分析 (A-2孔(β 2)薄片)



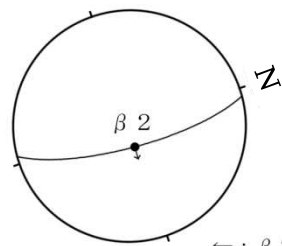
薄片試料採取位置



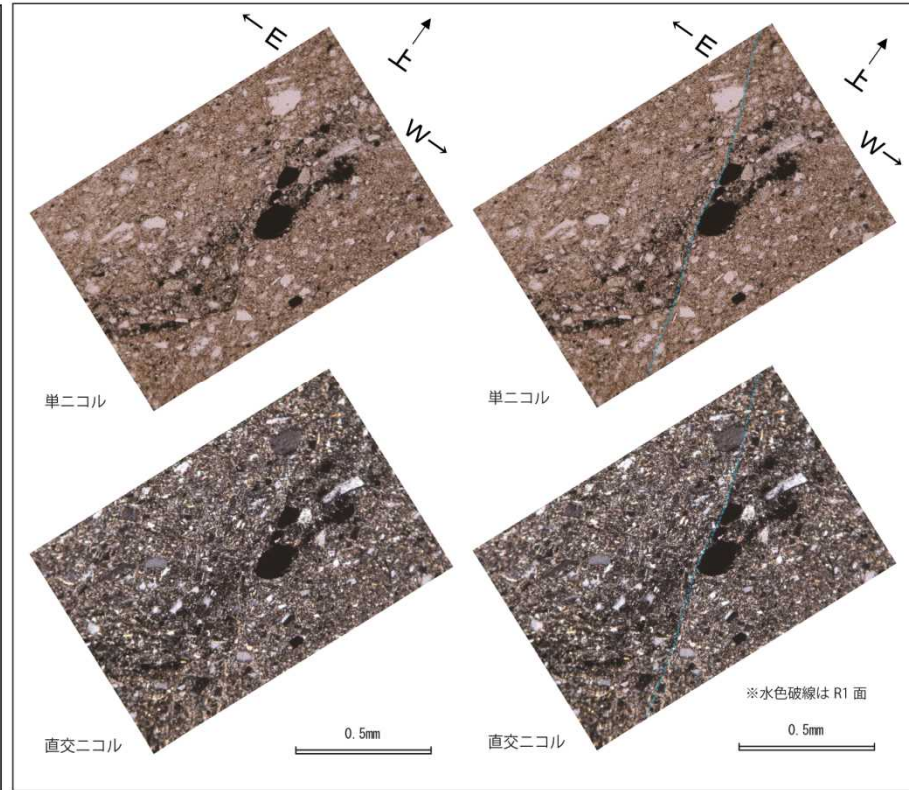
1・2号炉間地質断面図 (A-A' 断面)



薄片試料観察結果



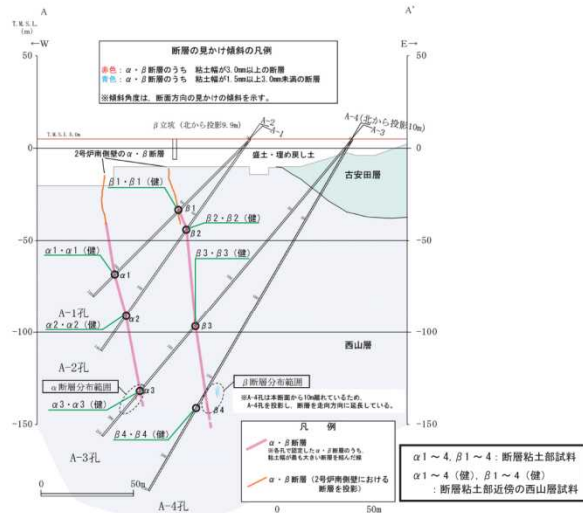
β 2の走向・傾斜と変位センス (シュミットネット下半球投影)



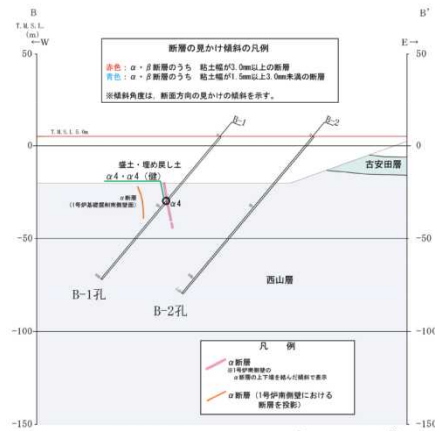
薄片試料観察結果 (赤枠内の拡大)

- β 断層の断層粘土部に認められる断層面に対して、左下がりのせん断面がR1面と判断され、断層上盤側に認められる断層面に対して右下がりの系統的な粘土鉱物の配列がP面と判断される。それらの面と断層面との配置から、東落ちの変位が推定される。

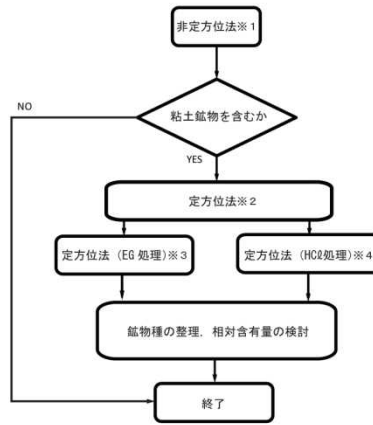
4.4 $\alpha \cdot \beta$ 断層の鉱物組成 (X線回折分析結果)



X線回折分析試料採取位置図
(1・2号炉間断面図)



X線回折分析試料採取位置図
(1号炉南方断面図)



粉末X線回折分析の流れ

本測定は、「JIS K 0131 X線回折分析通則」および「JGS 0251 粘土鉱物判定のための試料調整方法」(地盤工学会 地盤材料試験の方法と解説)に準拠し実施

- ※1: 試料全体に含まれる鉱物の同定を行う分析。75 μ mの試験ふるいを通過するまで粉砕して測定。
- ※2: 粘土鉱物の同定を行う分析。層状珪酸塩鉱物である粘土鉱物を定方位で配列させることで回折したX線の信号強度を増加させ、粘土鉱物を強調して区別しやすくする。予め、水びにより2 μ m以下の粒子を抽出し、粘土鉱物の純度を向上させる。
- ※3: 同じ格子面間隔を有する膨潤性粘土鉱物及びその他の粘土鉱物を区別するための分析。エチレンジリコール(EG)は、膨潤性粘土鉱物の層間水としてすばやく取り込まれる。膨潤性粘土鉱物の格子面間隔を増大させる性質を利用して、同じ格子面間隔の粘土鉱物と区別しやすくする方法。
- ※4: 格子面間隔7Å(2 θ =12.5°付近)にピークを有するカオリナイト及び緑泥石を区別する分析。緑泥石が酸で分解しやすい性質を利用してカオリナイトと区別する。

鉱物の種類と相対含有量

| 断層名 | 試料名 | 採取孔 採取位置(掘削深度) | 性状 ●: 固結, ○: 固結しにくい | 鉱物名 | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|-------------------|------------------------|--------|-----|--------|------|------|----|----|------|-----|--------|-----|
| | | | | スメクタイト | 緑泥石 | カオリナイト | イライト | 角閃石類 | 石膏 | 石英 | カリ長石 | 斜長石 | 方解石(微) | 黄鉄鉱 |
| α 断層 | $\alpha 1$ | A-1_103.24 | 粘土(●) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | △ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 1$ (健) | A-1_103.41 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 2$ | A-2_116.33 | 粘土(○) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 2$ (健) | A-2_116.50 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 3$ | A-3_177.99 | 粘土(●) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 3$ (健) | A-3_178.01 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | △ | △ | ・ | ・ |
| | $\alpha 4$ | B-1_44.94 | 粘土(●) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | ○ | ・ | ・ |
| | $\alpha 4$ (健) | B-1_44.69 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | ○ | ・ | ・ |
| β 断層 | $\beta 1$ | A-1_54.16 | 粘土(●) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 1$ (健) | A-1_54.36 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 2$ | A-2_59.10 | 粘土(○) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 2$ (健) | A-2_59.29 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 3$ | A-3_131.30 | 粘土(○) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 3$ (健) | A-3_131.52 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ○ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 4$ | A-4_168.68 | 粘土(●) | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | △ | ・ | ・ |
| | $\beta 4$ (健) | A-4_168.88 | 西山層泥岩 | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ・ | ◎ | ・ | △ | ・ | ・ |

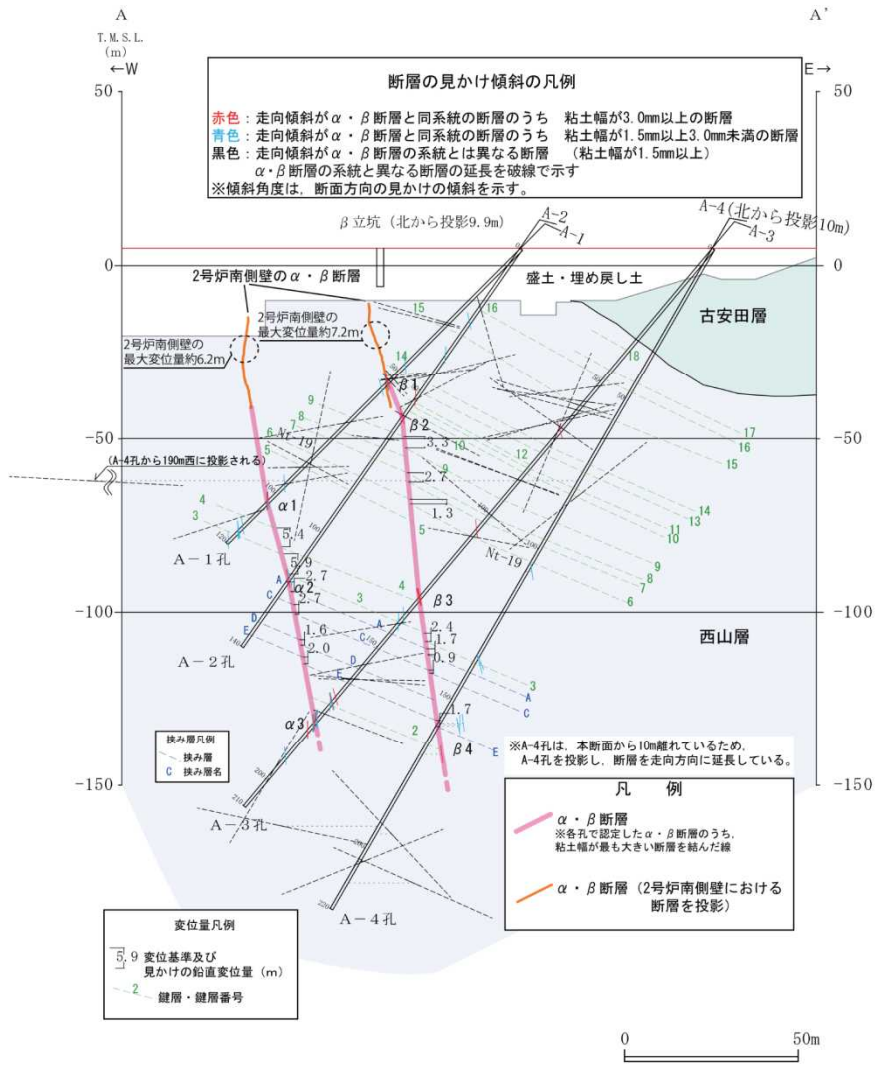
相対含有量(※6): ◎多量, ○中量, △少量, ・微量

※5 微量のピーク1箇所のため、不確定。

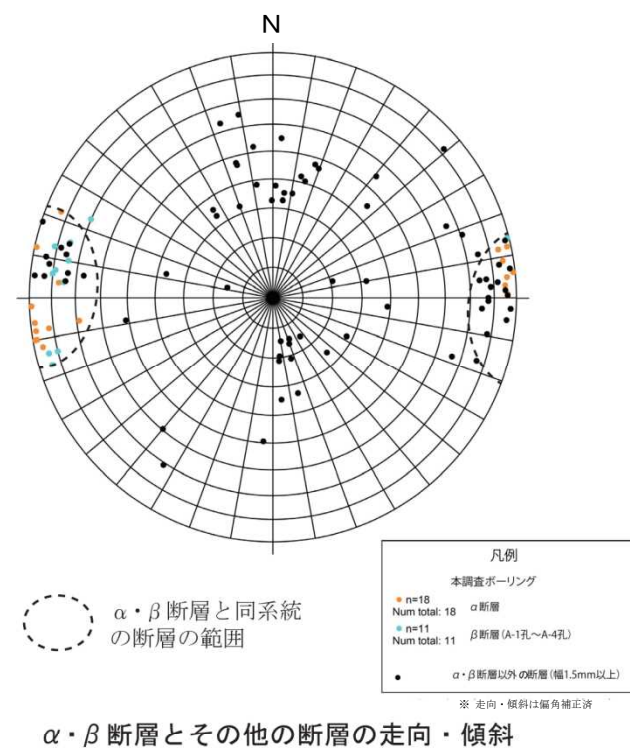
※6 相対含有量は、石英のピーク強度を基準として、各鉱物のピーク強度との比から簡易的に求めた相対量で、定量したものではない。

■ $\alpha \cdot \beta$ 断層の粘土部と断層近傍の西山層についてX線回折分析を行った結果、断層粘土部とその近傍の西山層の鉱物組成に、有意な違いは認められない。

4.5 $\alpha \cdot \beta$ 断層の変位量評価と $\alpha \cdot \beta$ と系統が異なる断層の影響



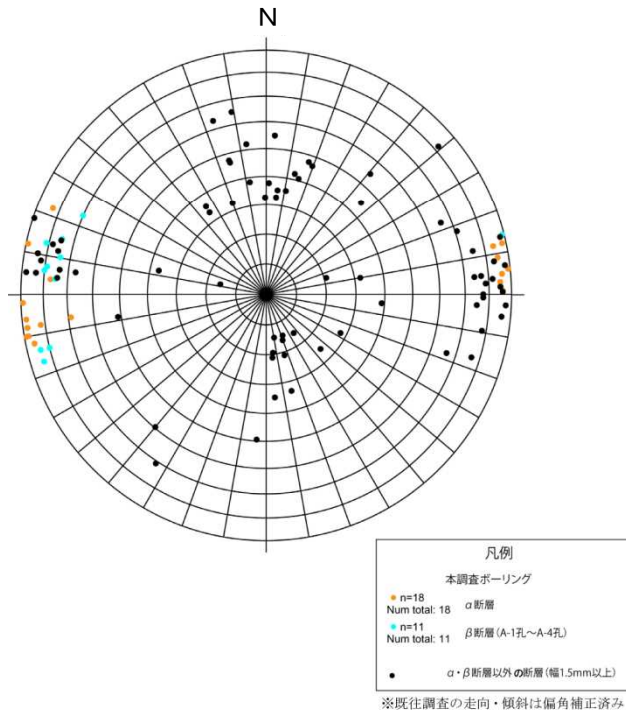
$\alpha \cdot \beta$ 断層の変位量とその他の断層の分布図



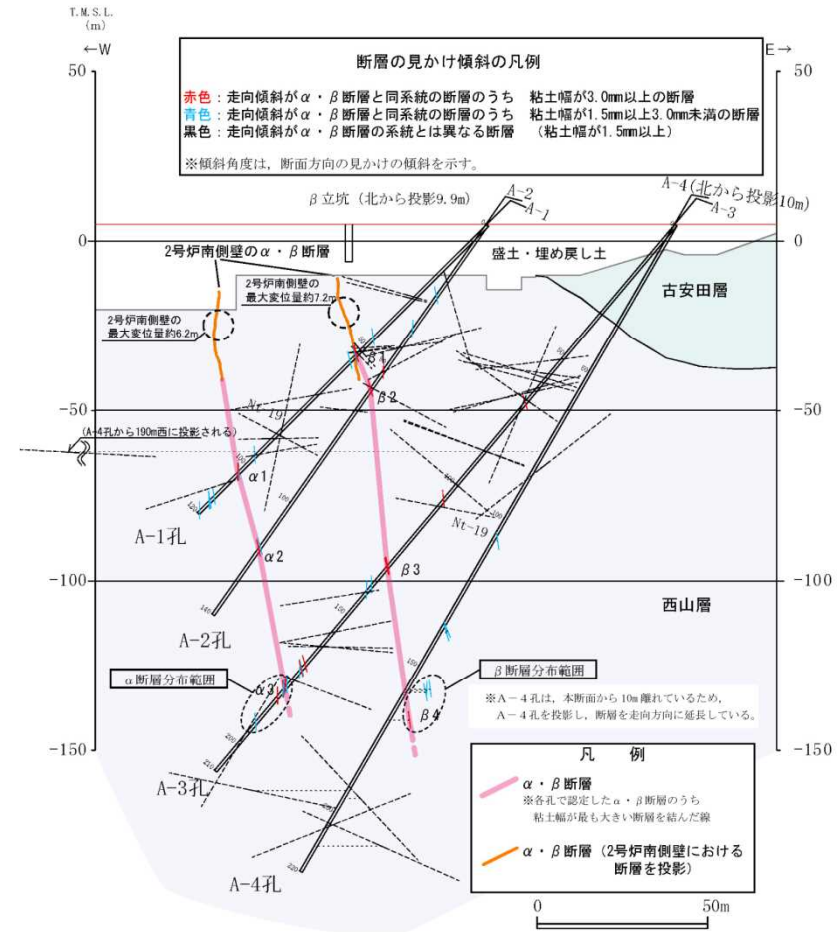
$\alpha \cdot \beta$ 断層とその他の断層の走向・傾斜

- $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統と異なる断層は、隣接するボーリング孔に連続しない。
- ボーリングで確認した鍵層をつないだ対比線は、概ね平行に分布し、それぞれの鍵層の間隔は、ほぼ一定であることから、 $\alpha \cdot \beta$ 断層の変位量の推定にあたり、それらの小断層の影響はほとんどないと判断される。

4.6 $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統と異なる断層の評価



ボーリング孔で確認された断層の走向・傾斜
 (シュミットネット下半球投影)



断層の連続性
 (走向・傾斜が $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統と異なる幅1.5mm以上の断層)

- $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統と異なる断層の走向・傾斜はばらついており、 $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統の他に方向の集中は認められない。
- $\alpha \cdot \beta$ 断層の系統と異なる断層は、隣接するボーリング孔に延長せず、連続性がない。

4.7 $\alpha \cdot \beta$ 断層の活動模式図

$\alpha \cdot \beta$ 断層の活動模式図

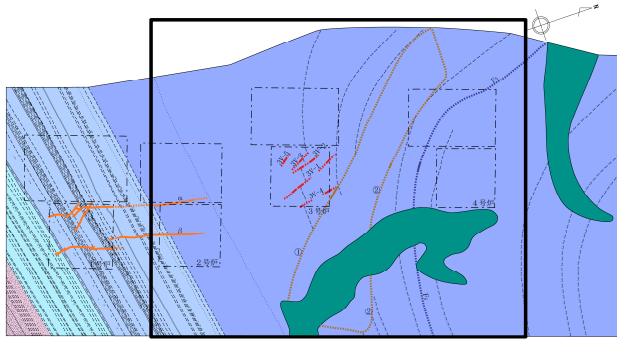
| 番号 | 地質時代 | 模式図 | 地質イベント | 記事 |
|-----|---------------------|-----|--|--|
| ① | 前期更新世 | | <ul style="list-style-type: none"> 西山層の堆積 褶曲運動の進行 $\alpha \cdot \beta$ 断層の形成 | 西山層堆積末期に褶曲運動が進行し、背斜構造翼部に $\alpha \cdot \beta$ 断層が形成された。 |
| ② | 前期更新世 ↓ 中期更新世 | | <ul style="list-style-type: none"> 褶曲運動の停止 西山層の圧密・固化 西山層の侵食 | 褶曲運動が停止するとともに、西山層の圧密・固化作用が進行し、 $\alpha \cdot \beta$ 断層の破砕部も固結した。さらに、海水準の相対的な低下に伴って西山層が侵食され、起伏に富む地形が形成された。 |
| ③ a | 中期更新世 | | <ul style="list-style-type: none"> 古安田層の堆積 $\alpha \cdot \beta$ 断層の重力性すべり | 海水準の相対的な上昇に伴い、西山層の侵食地形を埋積して古安田層が堆積した。古安田層の圧密作用に伴い、古安田層基底面の谷方向への引張応力が作用し、西山層上限面付近の $\alpha \cdot \beta$ 断層に重力性のすべりが生じるとともに、古安田層内に小断層が形成された。その後、圧密作用の進行によって古安田層の強度が一定程度に達すると小断層の生成は終息した。 |
| ③ b | | | <ul style="list-style-type: none"> 古安田層中の小断層の形成 | |
| ④ | 後期更新世 | | <ul style="list-style-type: none"> 古安田層の侵食 大湊砂層の堆積 | 海面低下時に古安田層が侵食された。さらに、その後の海面上昇に伴って大湊砂層が堆積した。 |
| ⑤ | 現在 | | <ul style="list-style-type: none"> 施工による掘削除去 | 1号及び2号炉の建設に伴い、 $\alpha \cdot \beta$ 断層の分布する西山層の高まりは掘削除去された。 |

大湊砂層
 古安田層
 西山層

-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

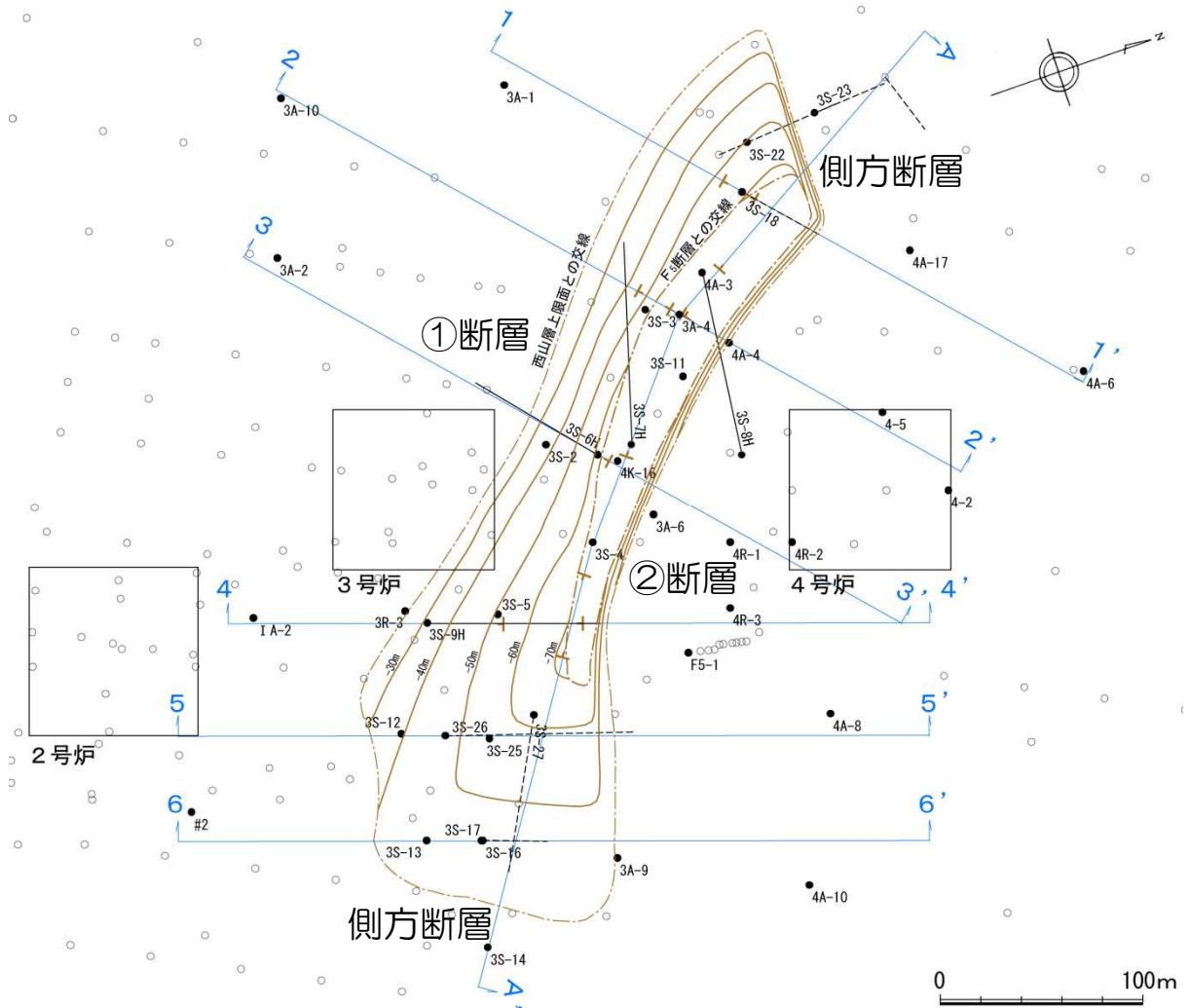
5 ①・②断層の分布形態及び運動像

■ ①・②断層付近の横断面図（1-1'断面～6-6'断面）及び縦断面図（A-A'断面）を作成し、分布形態及び運動像の検討を行った。



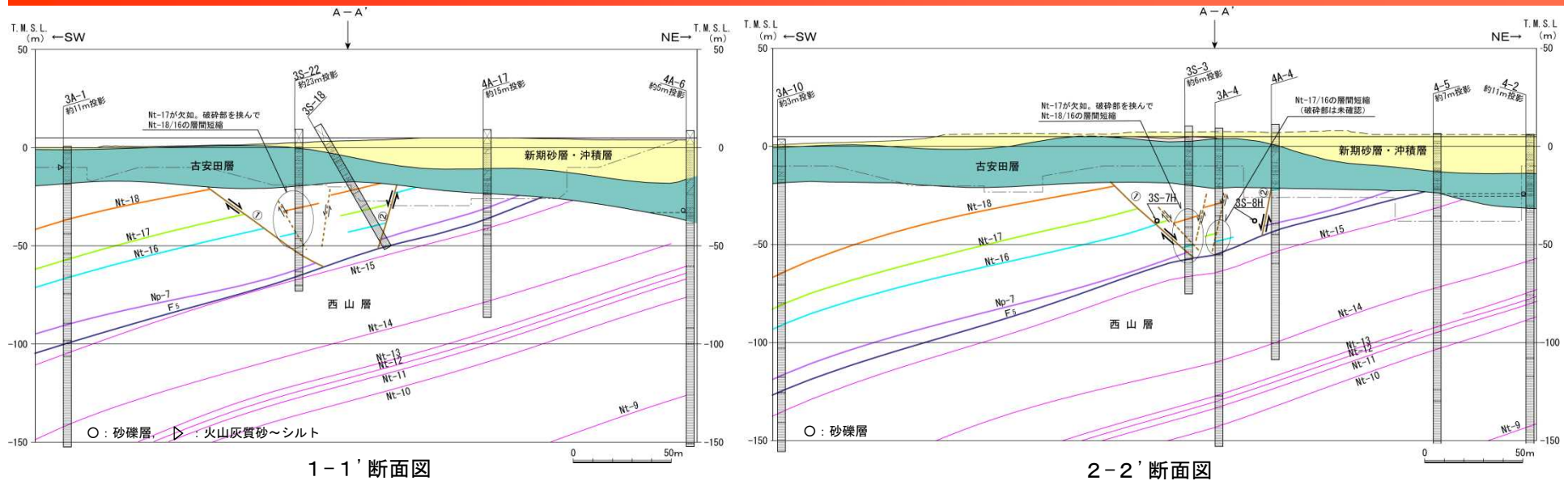
荒浜側地質水平断面図（標高-39m）

- 凡 例
- ①・②断層等高線
 - ①・②断層と西山層上限面またはF5断層との交線
 - すべり土塊内の推定断層位置（走向・傾斜は不明）
 - ボーリング位置（●は断面図に記載）
 - 鉛直ボーリング
 - 斜めボーリング
 - 水平ボーリング
 - 断面位置

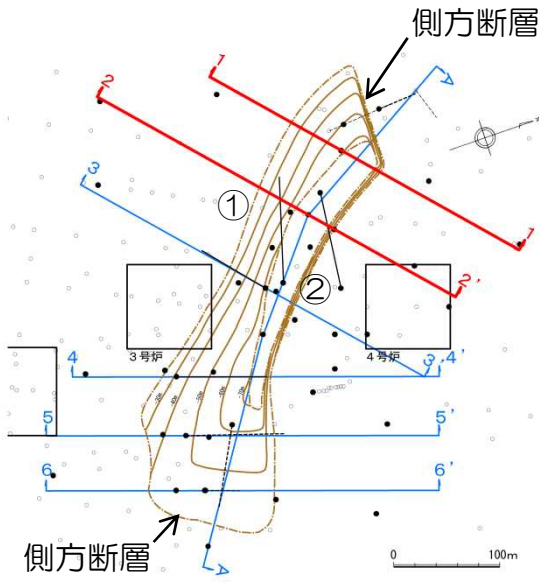


①・②断層の分布形態及び断面位置

5 ①・②断層の分布形態及び運動像

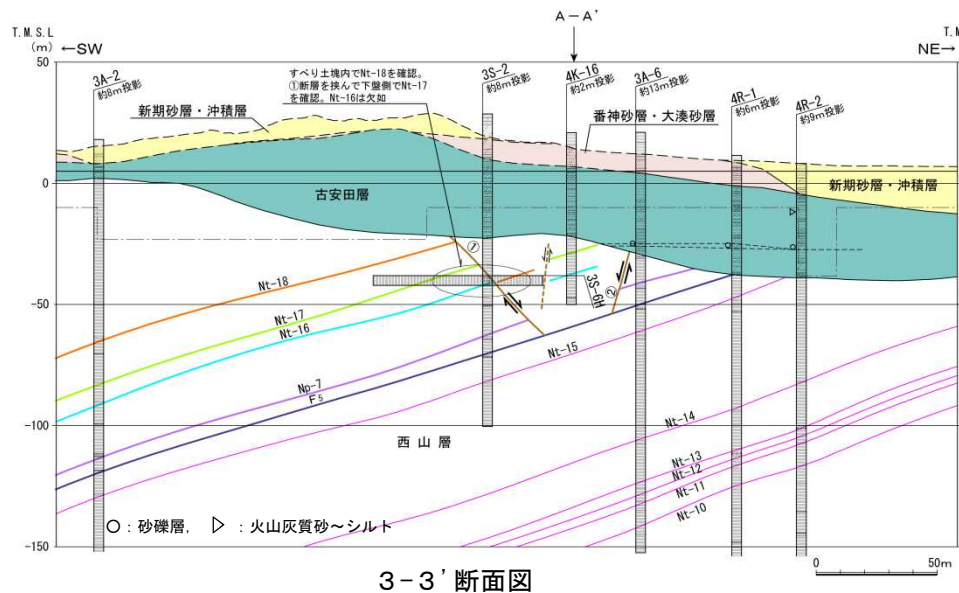


注) 鍵層の走向・傾斜は、地すべり土塊の外側の構造と平行と仮定して表記。推定断層は、鍵層の分布に不連続や鍵層間の層厚の短縮が見られる箇所に高角度正断層として表記。(他の断面図も同様)

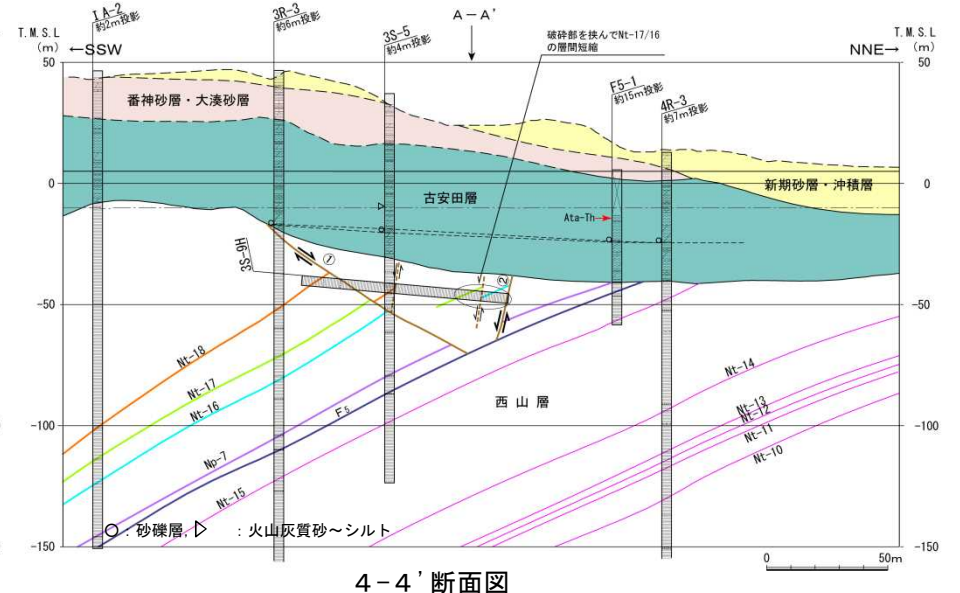


- 北西部の横断面では、地すべり土塊は底面をF₅断層とし、南西側を①断層、北東側を②断層に囲まれた逆台形を示している。
- 1-1' 断面では、3S-22孔で①断層を、3S-18孔で②断層を確認しており、地すべり土塊内で鍵層が落ち込んだ形態を示している。3S-22孔では、Nt-17が欠如しNt-18とNt-16間の層厚が短縮していることから、地すべり土塊内に正断層の分布が推定される。
- 2-2' 断面では3S-3孔で①断層を確認しており、地すべり土塊内で鍵層が落ち込んだ形態を示している。3S-3孔ではNt-17が欠如し、Nt-18とNt-16間の層厚が短縮していること、3A-4孔においてもNt-17とNt-16間の層厚が短縮していることから、地すべり土塊内に正断層の分布が推定される。

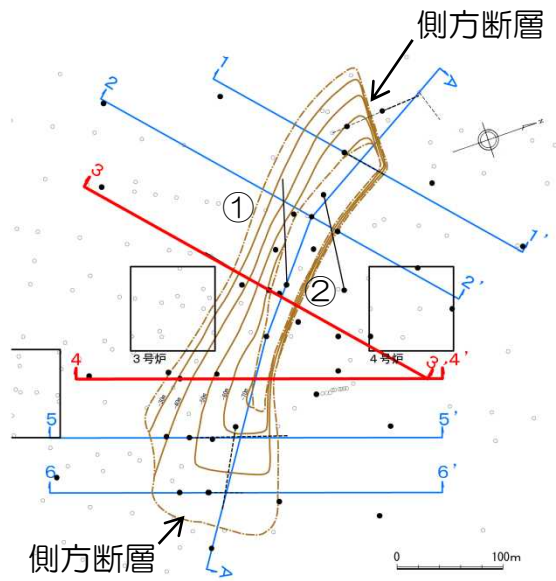
5 ①・②断層の分布形態及び運動像



3-3' 断面図

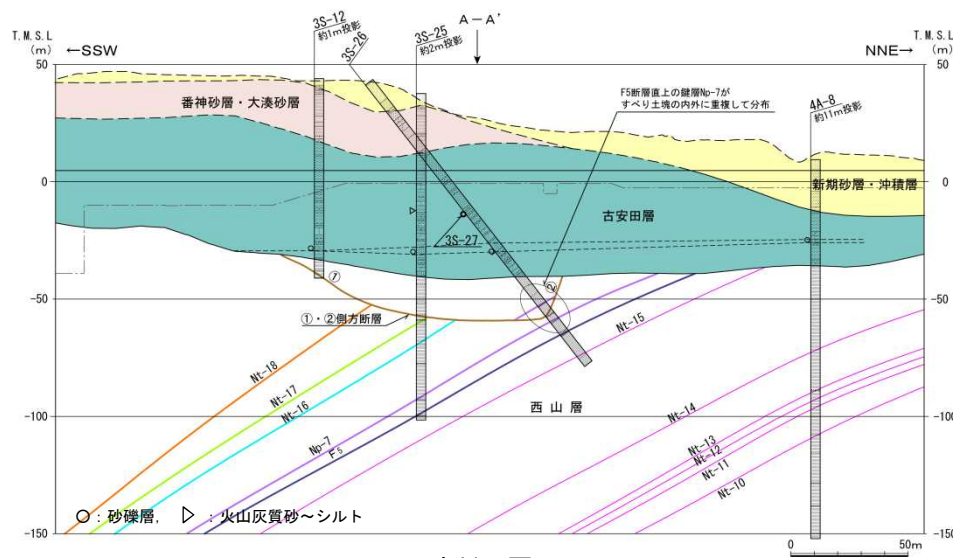


4-4' 断面図

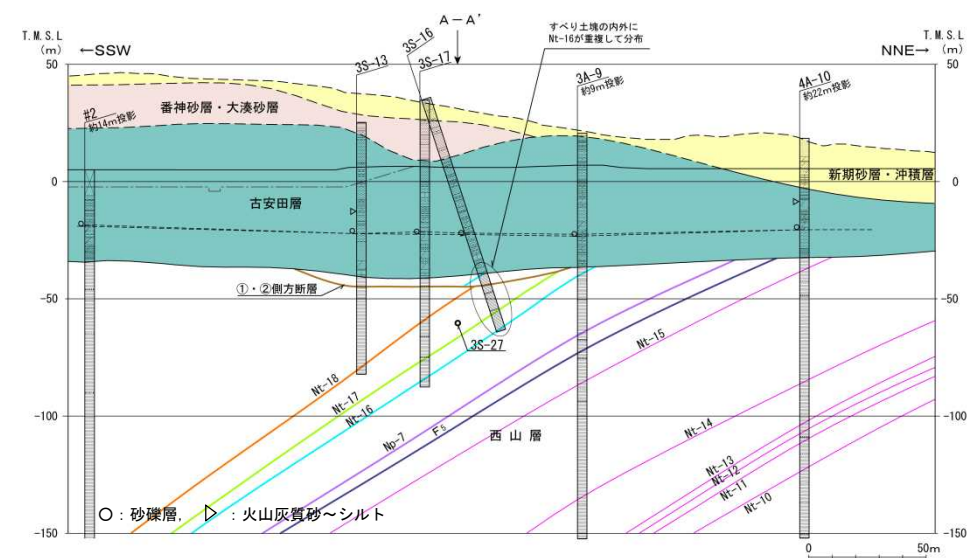


- 中央部の横断面では、地すべり土塊は北西部と同様の逆台形を示している。
- 3-3' 断面では、3S-2孔及び水平ボーリング3S-6H孔で①断層を確認しており、地すべり土塊内で鍵層が落ち込んだ形態を示している。また、3S-6H孔では、地すべり土塊内でNt-18を確認しているが、4K-16孔ではほぼ同じ標高付近にNt-16を確認しており、鍵層の分布に不連続が見られる。
- 4-4' 断面では、3S-5孔で①断層を、斜めボーリング3S-9H孔で①断層及び②断層を確認しており、地すべり土塊内で鍵層が落ち込んだ形態を示している。3S-9H孔ではNt-17とNt-16間の層厚が短縮していることから、地すべり土塊内に正断層の分布が推定される。
- 古安田層の標高-25m付近には砂礫層がほぼ水平に分布している。

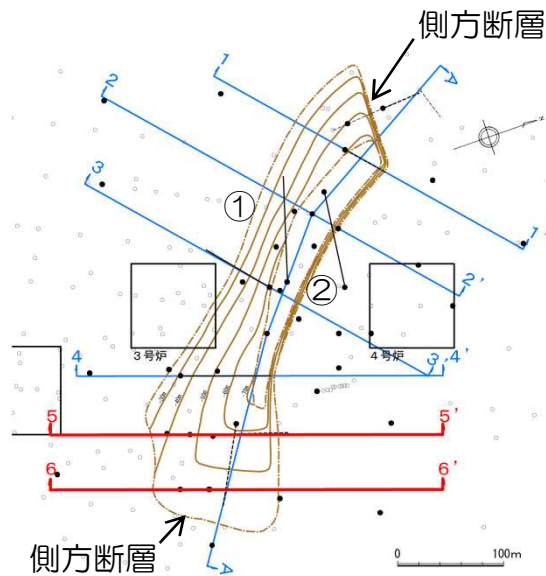
5 ①・②断層の分布形態及び運動像



5-5' 断面図



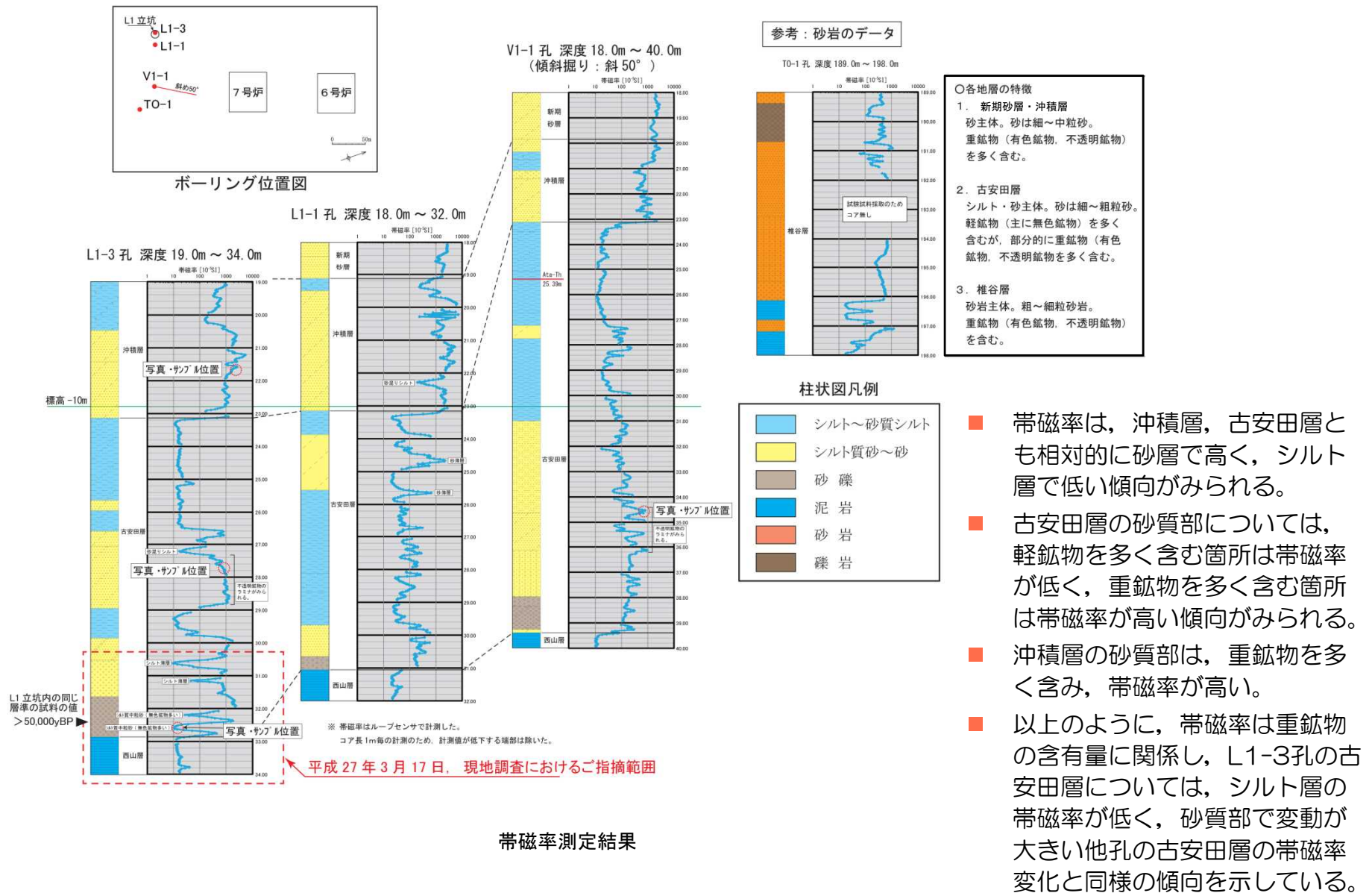
6-6' 断面図



- 南東部の横断面においては、地すべり土塊は鍋底状の形態を示している。
- 5-5' 断面では、3S-12孔で①断層を、3S-26孔で②断層を、3S-25孔では側方断層を確認している。3S-26孔では、軽石からなる鍵層Np-7が地すべり土塊の内外で重複して確認されており、地すべり土塊が逆断層的に変位したと推定される。
- 6-6' 断面では、3S-13孔、3S-16孔及び3S-17孔で側方断層を確認している。3S-16孔では、Nt-16が地すべり土塊の内外で重複して確認されていることから、地すべり土塊が逆断層的に変位したと推定される。
- 古安田層の標高-25m付近には砂礫層がほぼ水平に分布し、標高-10数m付近には複数のボーリングで火山灰質～シルトの分布が確認されている。

-
- 1 V₂断層に関する分析結果
 - 2 F₃断層に関する分析結果
 - 3 F₅断層に関する分析結果
 - 4 α・β断層に関する分析結果
 - 5 ①・②断層に関する分析結果
 - 6 帯磁率に関する分析結果
 - 7 その他の断層に関する評価
 - 8 KK-f測線にみられる断層の評価
 - 9 基盤上限面等の地形

6.1 沖積層と古安田層の帯磁率の比較



- 帯磁率は、沖積層、古安田層とも相対的に砂層で高く、シルト層で低い傾向がみられる。
- 古安田層の砂質部については、軽鉱物を多く含む箇所は帯磁率が低く、重鉱物を多く含む箇所は帯磁率が高い傾向がみられる。
- 沖積層の砂質部は、重鉱物を多く含み、帯磁率が高い。
- 以上のように、帯磁率は重鉱物の含有量に関係し、L1-3孔の古安田層については、シルト層の帯磁率が低く、砂質部で変動が大きい他孔の古安田層の帯磁率変化と同様の傾向を示している。

6.1 沖積層と古安田層の帯磁率の比較

L1-3 孔 深度 21-24m

拡大写真位置



沖積層：中粒砂 (L1-3 孔 深度 21.70m 付近)



・重鉱物（有色鉱物、不透明鉱物）を多く含む。有色鉱物は斜方輝石を多く含む。不透明鉱物は磁性鉱物を多く含む。

L1-3 孔 深度 27-30m

拡大写真位置



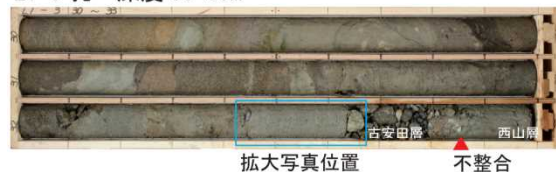
古安田層：中粒砂 (L1-3 孔 深度 27.70m 付近)



・重鉱物を多く含む。重鉱物は有色鉱物、不透明鉱物ともに多く含む。有色鉱物は、斜方輝石が多い。不透明鉱物は磁性鉱物を含む。

L1-3 孔 深度 30-33m

拡大写真位置



古安田層：シルト質中粒砂 (L1-3 孔 深度 32.55m 付近)



・軽鉱物（主に無色鉱物）を多く含む。重鉱物は有色鉱物をわずかに含むのみである。

V1-1 孔 深度 33-36m (傾斜掘り：斜 50°)

拡大写真位置



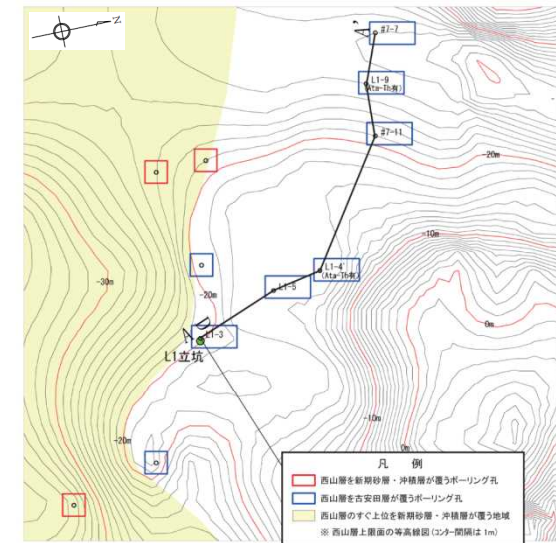
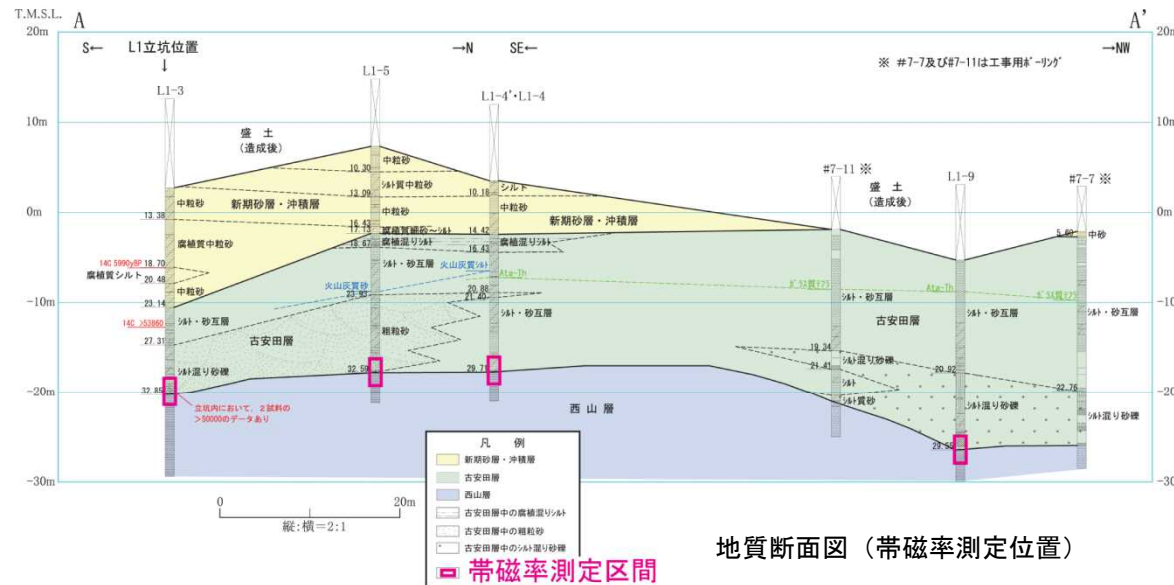
古安田層：細～中粒砂，シルト葉理あり (V1-1 孔 深度 34.60m 付近)



・重鉱物を多く含む。重鉱物は有色鉱物が少なく、不透明鉱物が多い。不透明鉱物は磁性鉱物を含む。

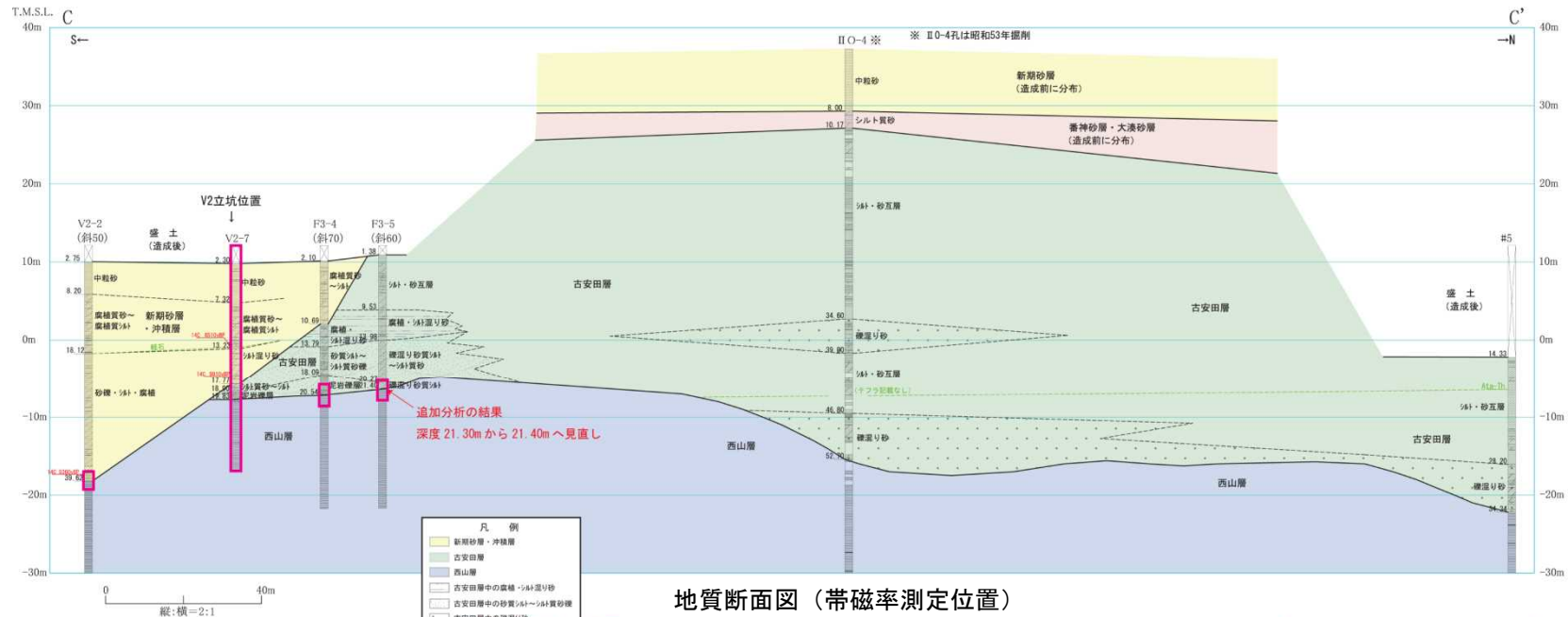
- 沖積層の砂質部は、重鉱物を多く含む、帯磁率が高い。
- 古安田層の砂質部については、軽鉱物を多く含む箇所は帯磁率が低く、重鉱物を多く含む箇所は帯磁率が高い傾向がみられる。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 L1立坑～海側）

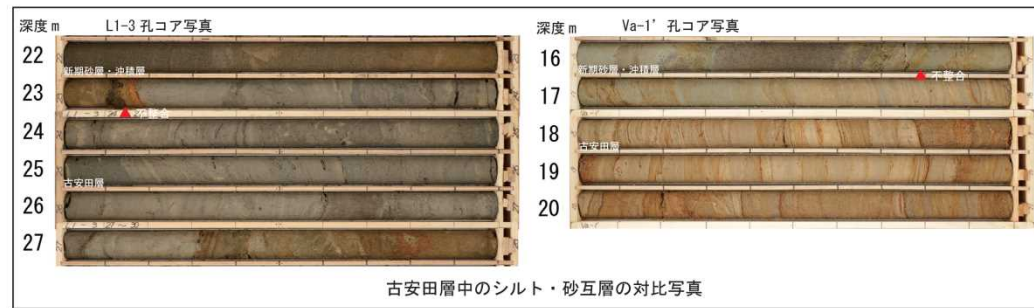
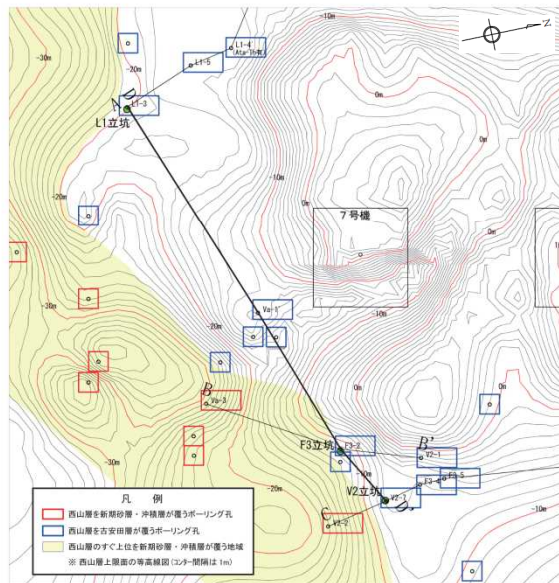
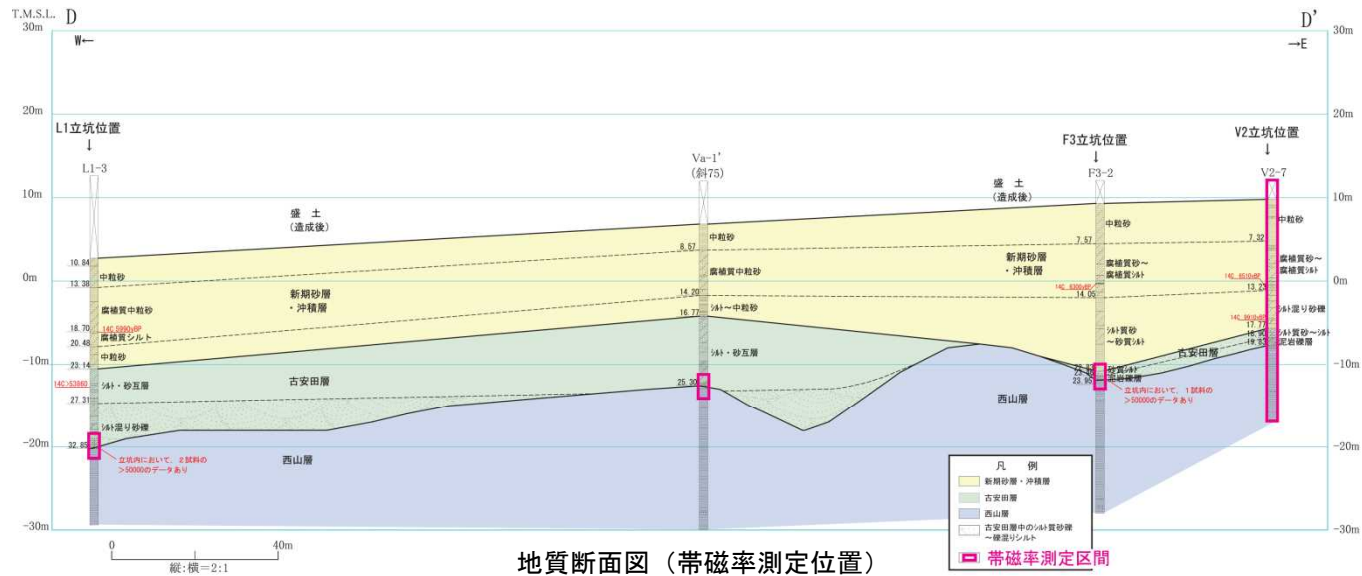


- 地層境界の定量的な認定を目的として、古安田層と西山層の境界付近及び沖積層と西山層の境界付近のボーリングコアについて、帯磁率測定を行った。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果 (帯磁率測定位置 V2立坑~5号炉側, F3立坑付近)



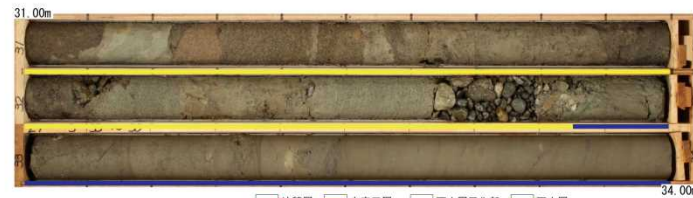
6.2 地層境界の帯磁率測定結果 (帯磁率測定位置 L1立坑~F3立坑~V2立坑)



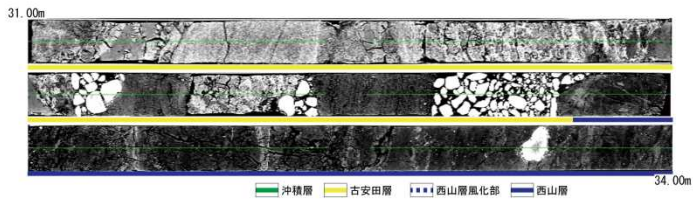
- 地層境界の定量的な認定を目的として、古安田層と西山層の境界付近及び沖積層と西山層の境界付近のボーリングコアについて、帯磁率測定を行った。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果 (帯磁率測定位置 L1-3孔)

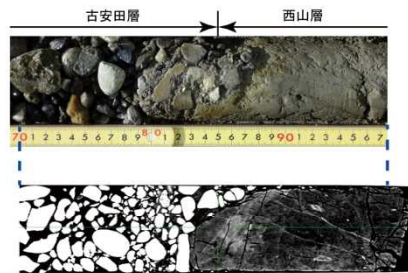
L1-3孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

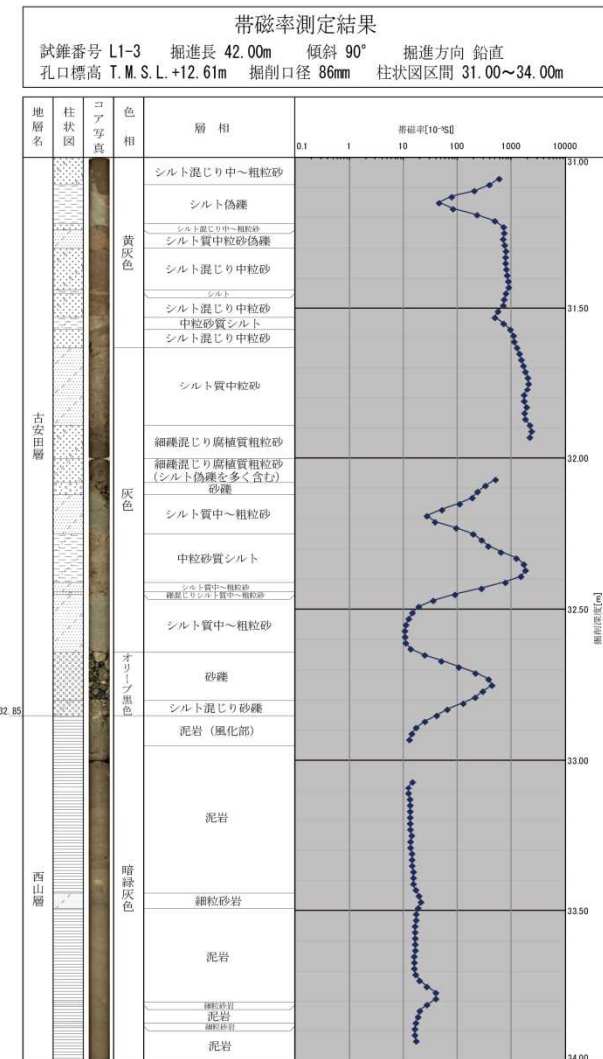


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

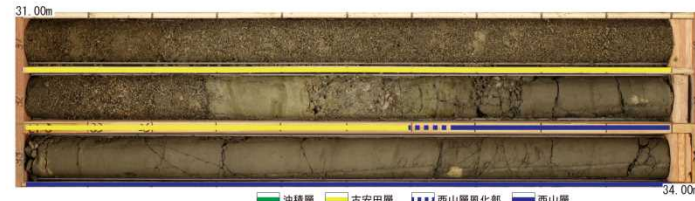
- 帯磁率は、古安田層の砂質部及び基底付近の礫を含む部分で高く、西山層（泥岩）で低い。
- 深度 32.5m付近の葉理が明瞭なシルト質砂で帯磁率が低下している。



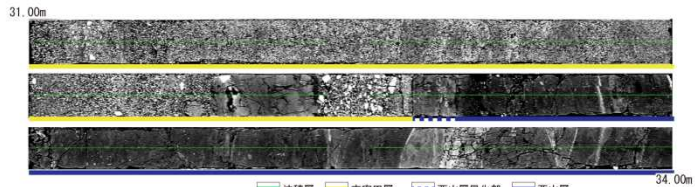
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果 (帯磁率測定位置 L1-5孔)

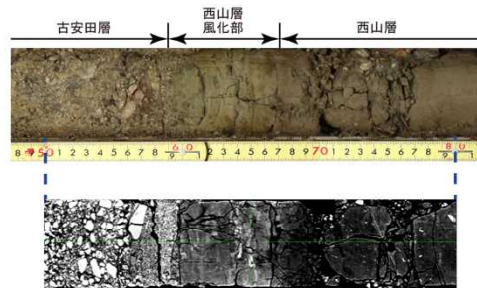
L1-5孔の分析結果



古安田層/西山層境界付近のコア写真

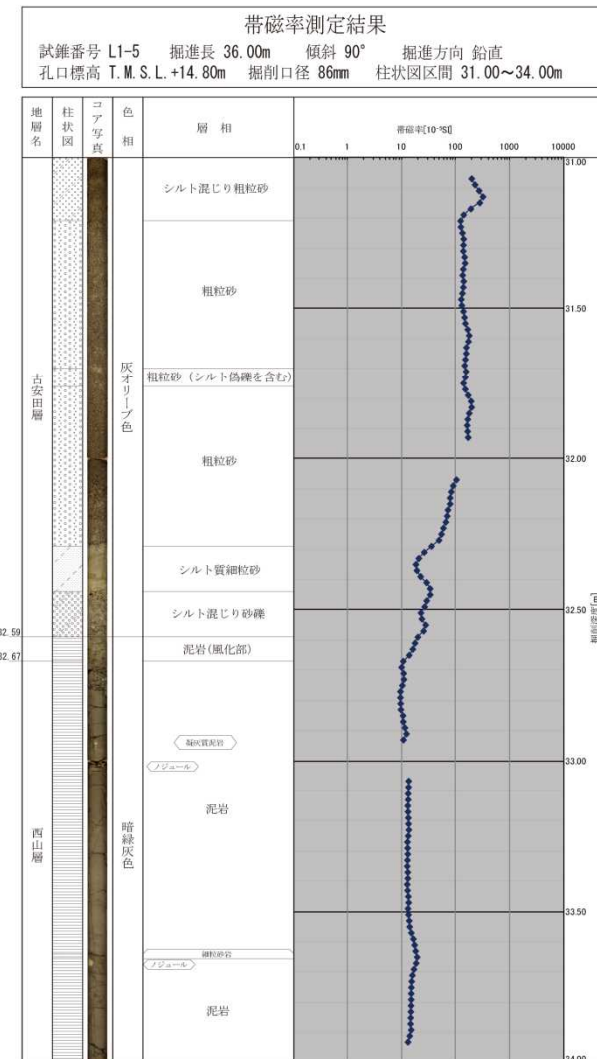


古安田層/西山層境界付近のCT画像



古安田層/西山層境界の拡大写真及びCT画像

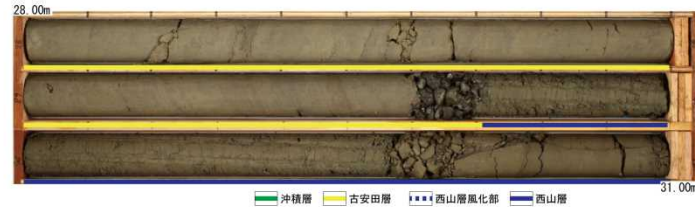
- 帯磁率は、古安田層の砂質部で高く、西山層（泥岩）で低い。



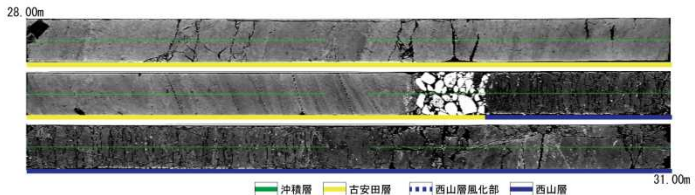
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 L1-4' 孔）

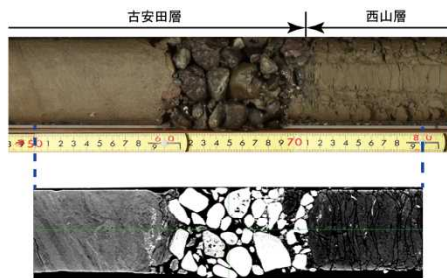
L1-4' 孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

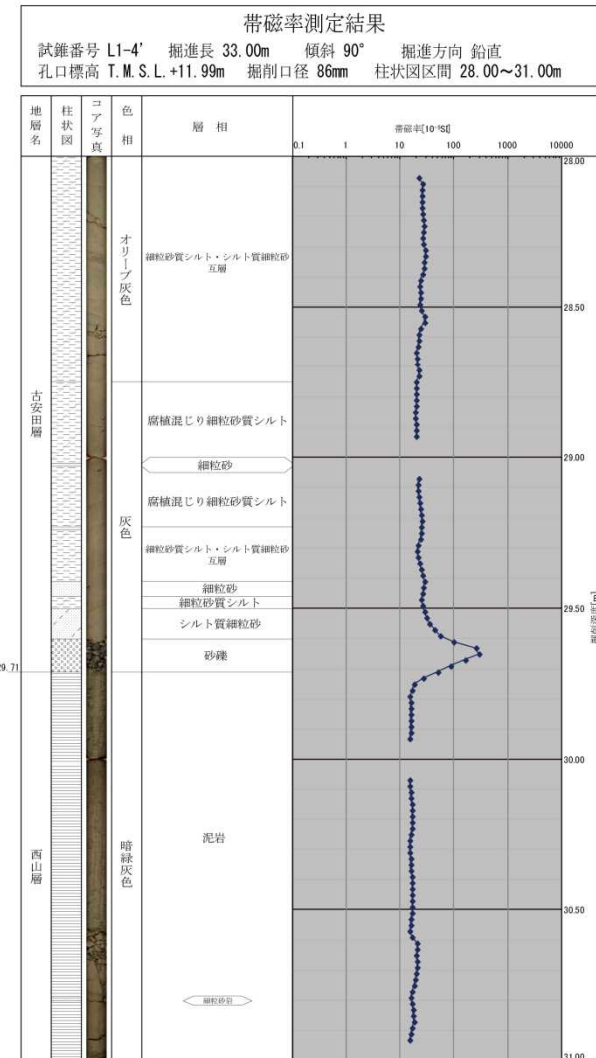


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

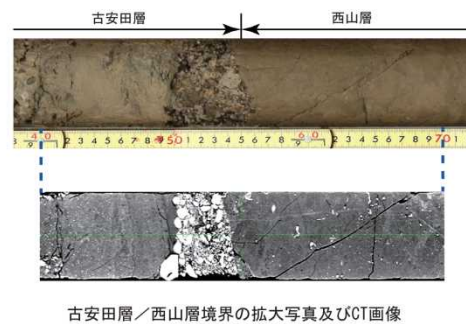
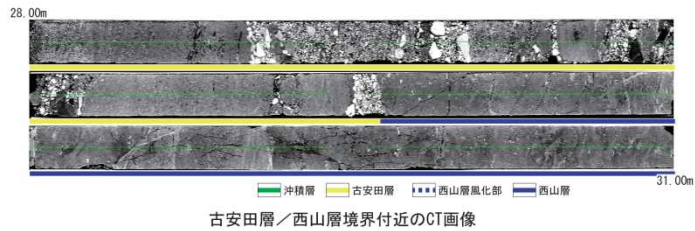
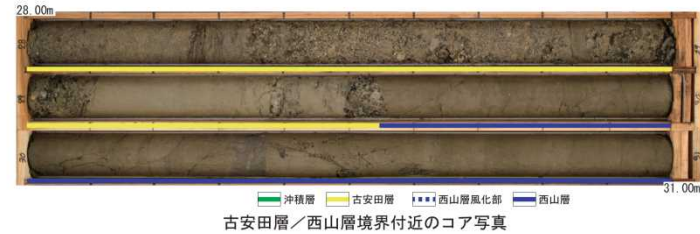
- 帯磁率は、古安田層基底付近の砂礫で高く、西山層（泥岩）及び古安田層の砂質シルト及びシルト・砂互層で低い。



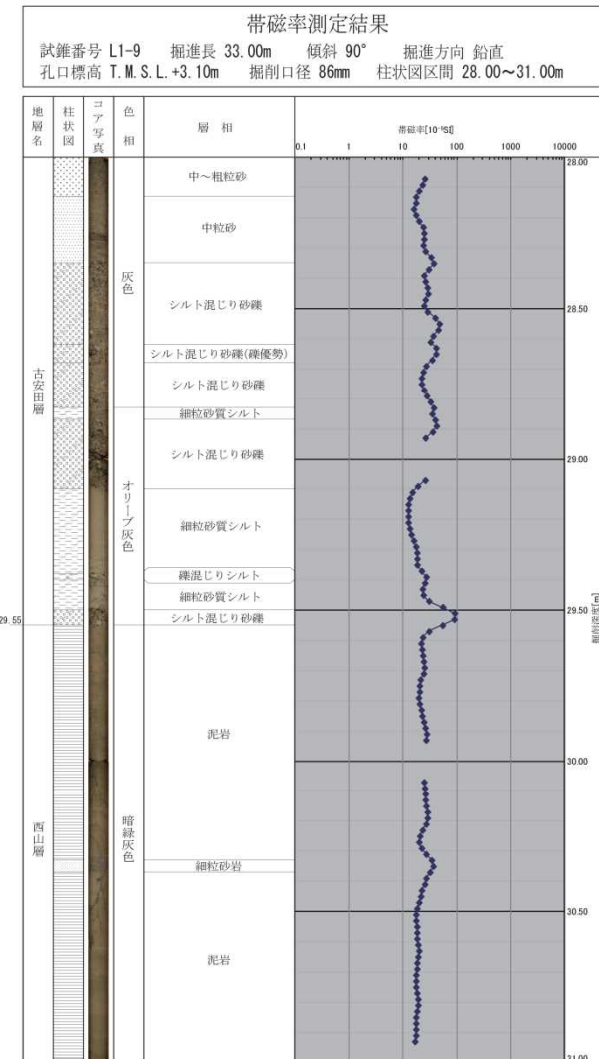
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長 1 m 毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 L1-9孔）

L1-9孔の分析結果



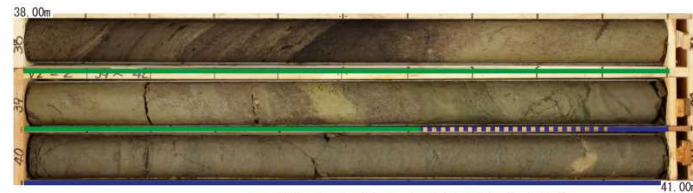
- 帯磁率は、古安田層基底付近の砂礫で高く、西山層（泥岩）及び古安田層の砂質シルトで低い。古安田層の砂礫を含む部分でやや高い傾向がみられる。



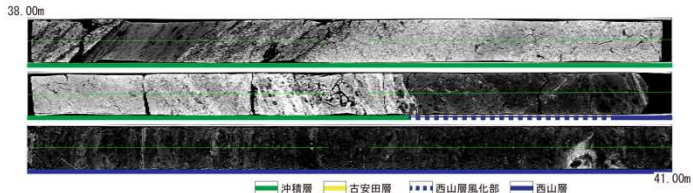
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 V2-2孔）

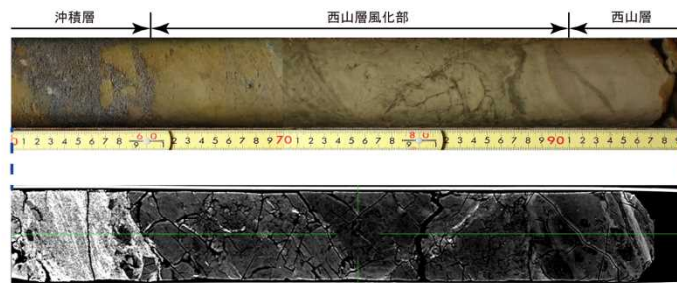
V2-2孔の分析結果



沖積層／西山層境界付近のコア写真

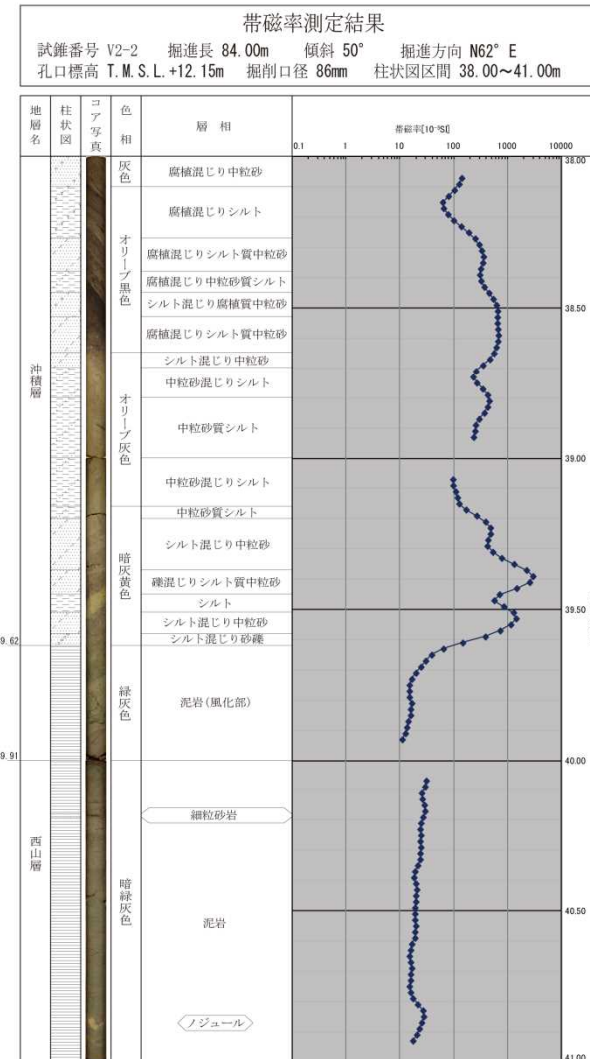


沖積層／西山層境界付近のCT画像



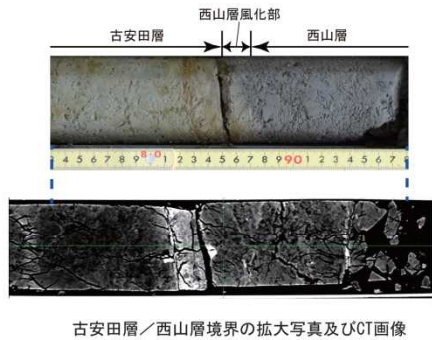
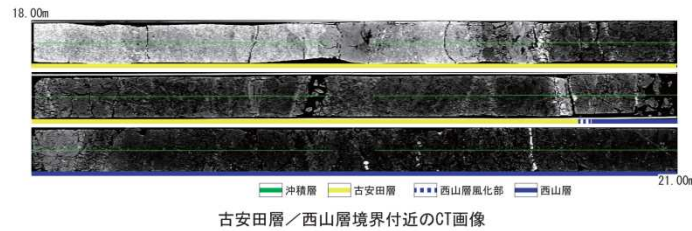
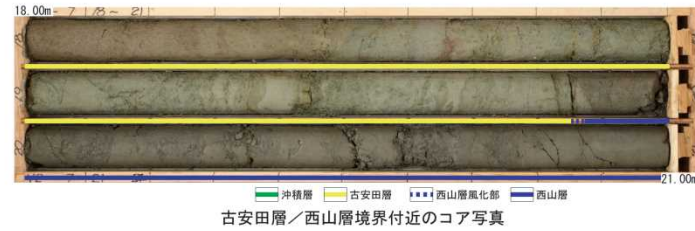
沖積層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

- 帯磁率は、沖積層の砂質部で高く、西山層（泥岩）で低い。沖積層の基底付近の砂質部では特に高く、シルトではやや低い。

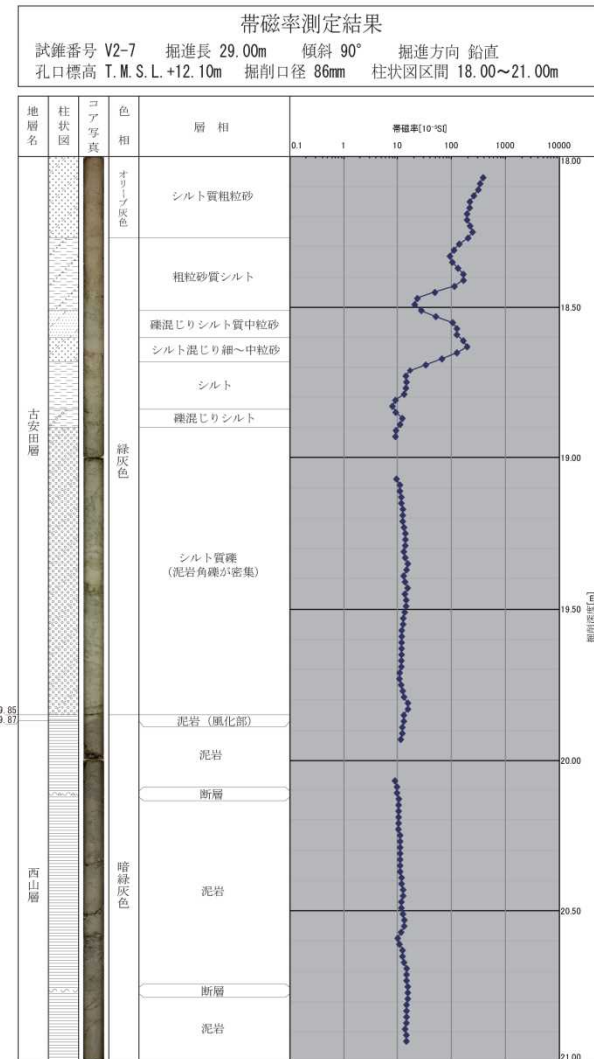


6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 V2-7孔）

V2-7孔の分析結果

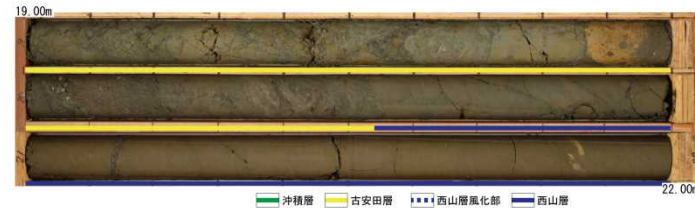


- 帯磁率は、古安田層の砂質部で高く、西山層（泥岩）及び古安田層のシルト質部及び泥岩角礫密集部で低い。

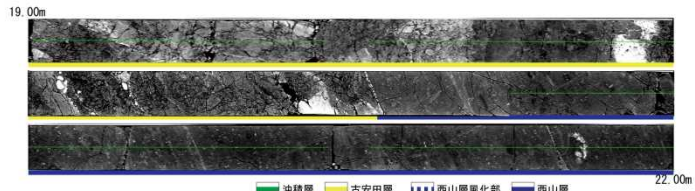


6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 F3-4孔）

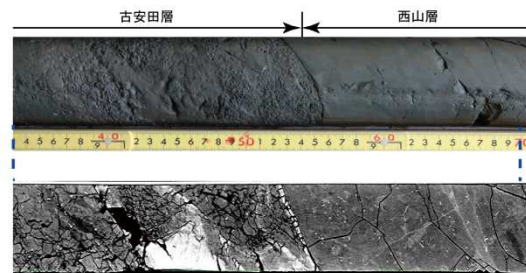
F3-4孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

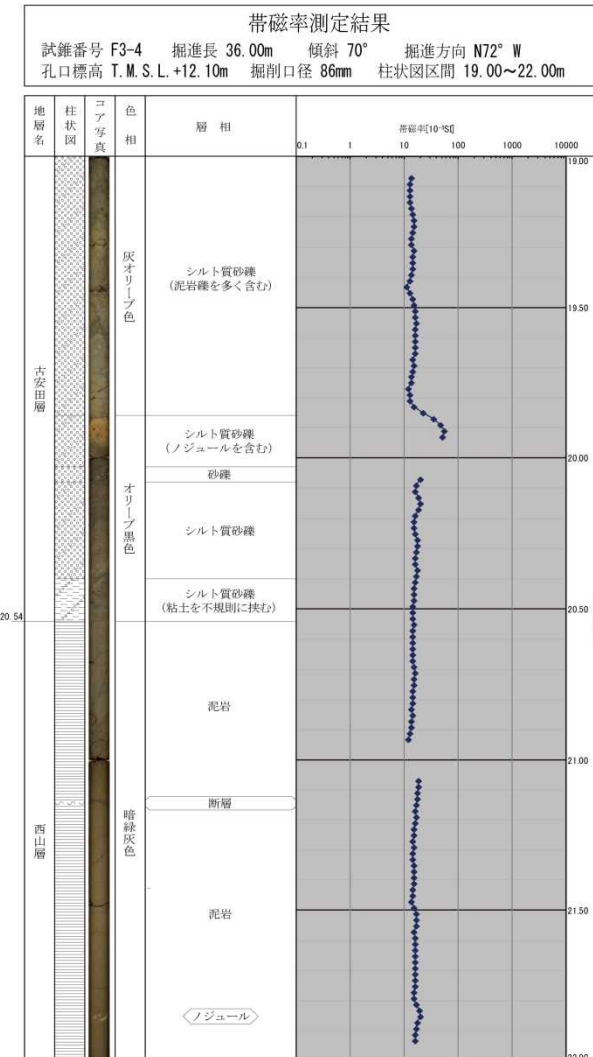


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

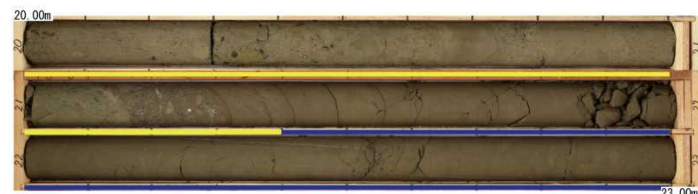
- 帯磁率は、古安田層の泥岩礫を多く含むシルト質砂礫で低く、西山層（泥岩）も低い。古安田層のノジュールを含む部分はやや高い。



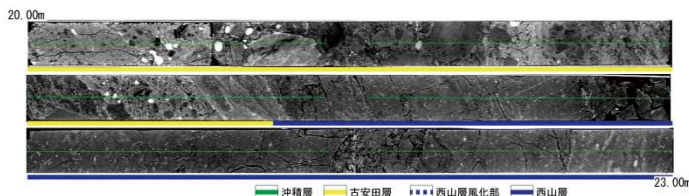
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 F3-5孔）

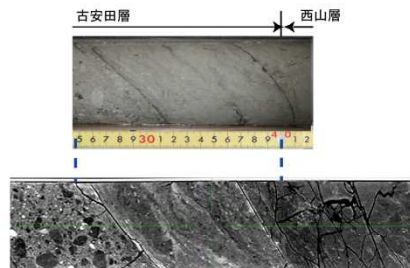
F3-5孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

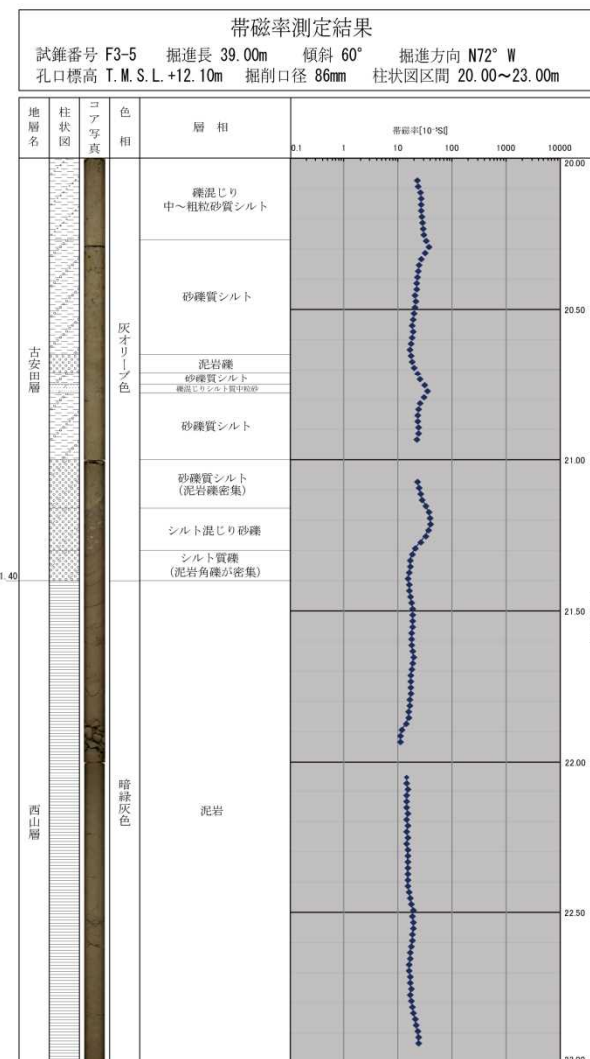


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界部の拡大写真及びCT画像

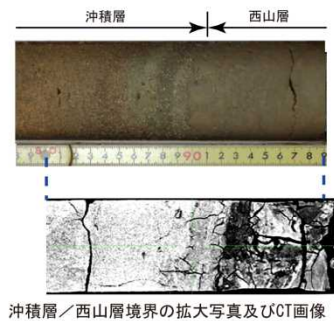
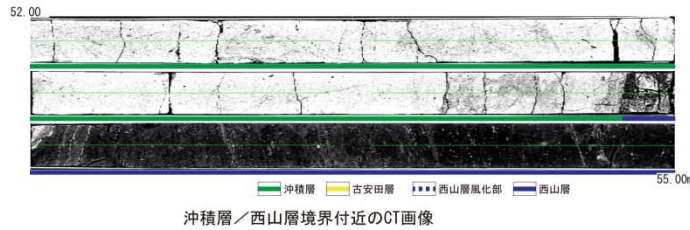
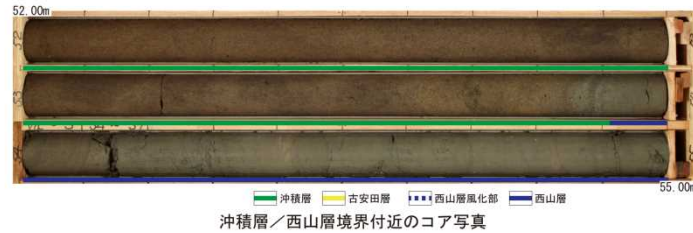
- 帯磁率は、古安田層のシルト質部及び西山層（泥岩）で低い。古安田層の砂礫を含む部分ではやや高いが、礫が泥岩礫からなる部分では低い。
- CT画像解析とコアの再観察結果から、古安田層／西山層境界を深度 21.30mから深度 21.40mに修正した。



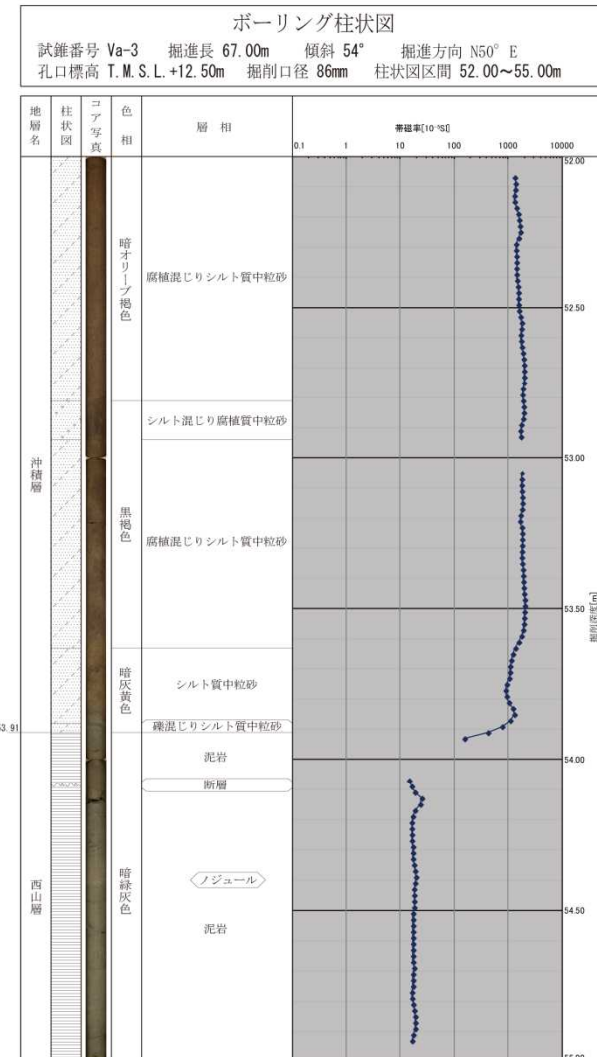
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 Va-3孔）

Va-3孔の分析結果

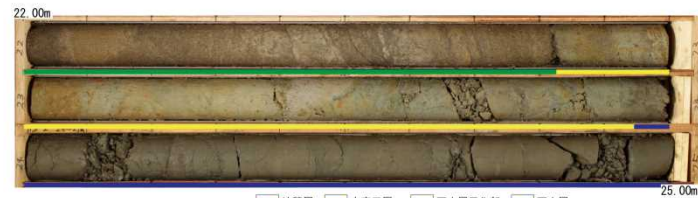


- 沖積層の砂室部の帯磁率は変動なく極めて高く、帯磁率が低い西山層（泥岩）とは明瞭に区分できる。

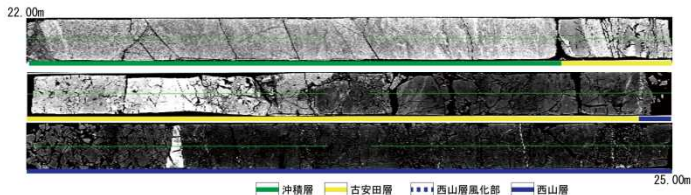


6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 F3-2孔）

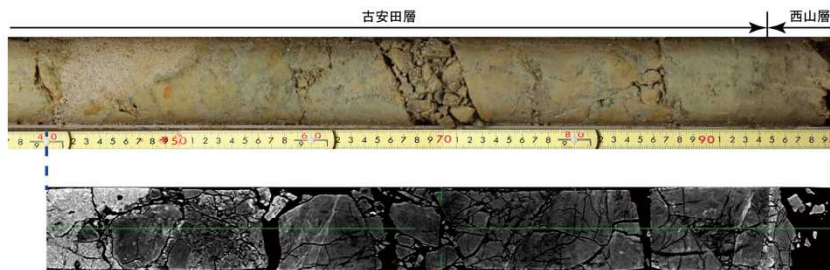
F3-2孔の分析結果



沖積層／古安田層／西山層境界付近のコア写真

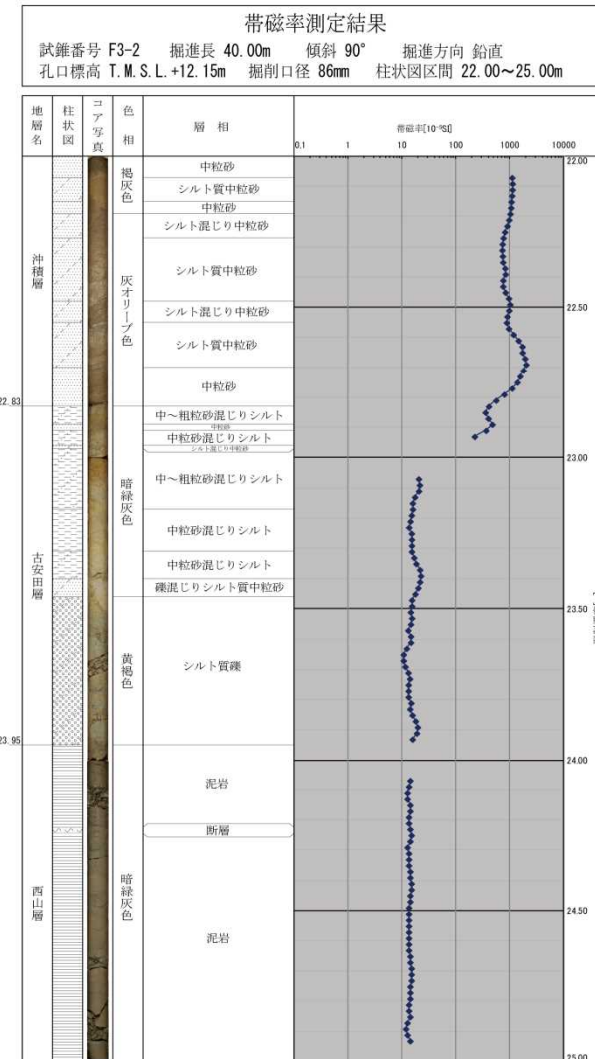


沖積層／古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

- 帯磁率は、沖積層の砂で極めて高く、西山層泥岩並びに古安田層のシルト及び泥岩礫密集部で低い。

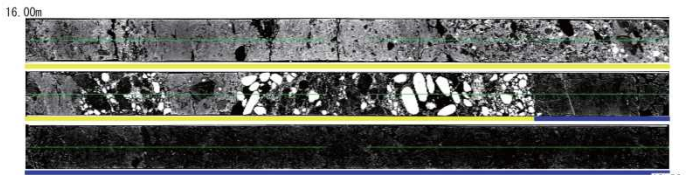


6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 V2-1孔）

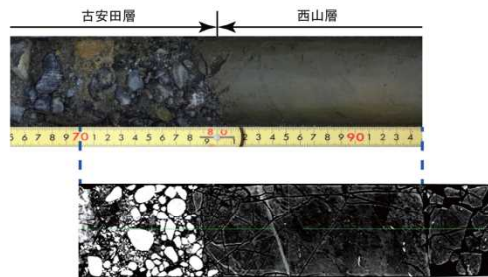
V2-1孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

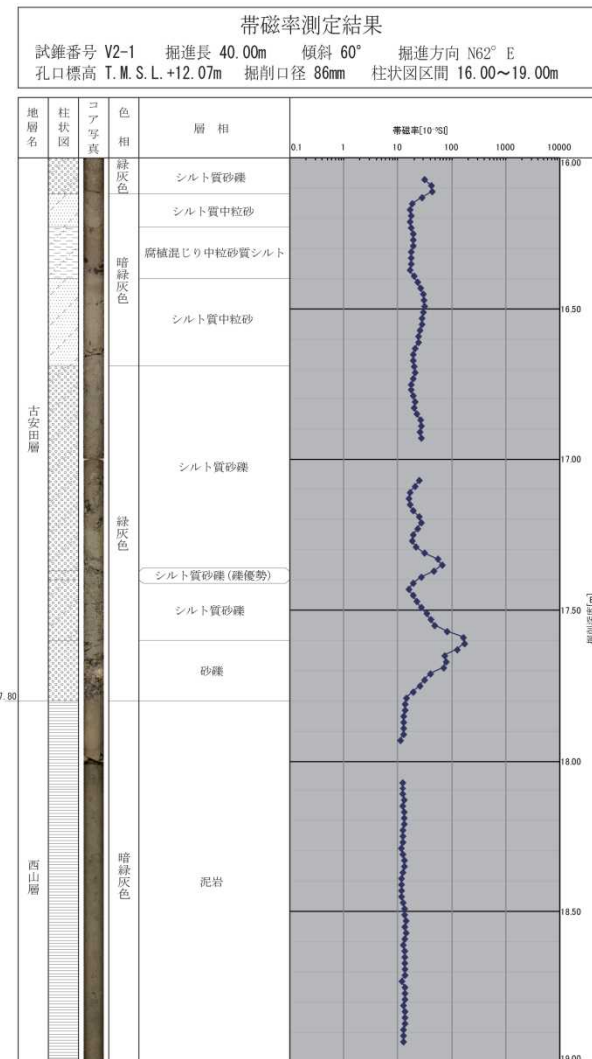


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

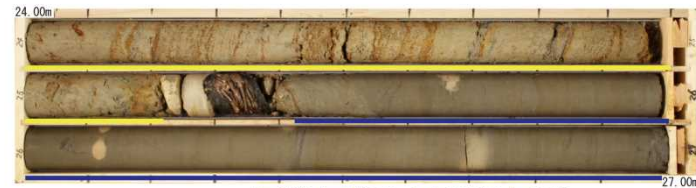
- 帯磁率は、古安田層のシルト質部でやや低く、西山層泥岩で低い。古安田層の泥岩以外の密度の高い礫を含む部分で高い。



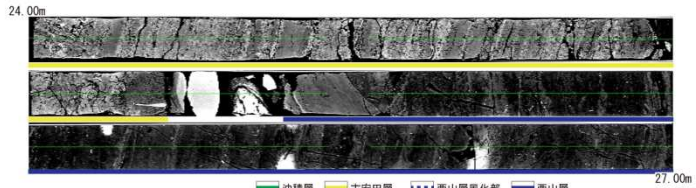
※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。

6.2 地層境界の帯磁率測定結果（帯磁率測定位置 Va-1' 孔）

Va-1' 孔の分析結果



古安田層／西山層境界付近のコア写真

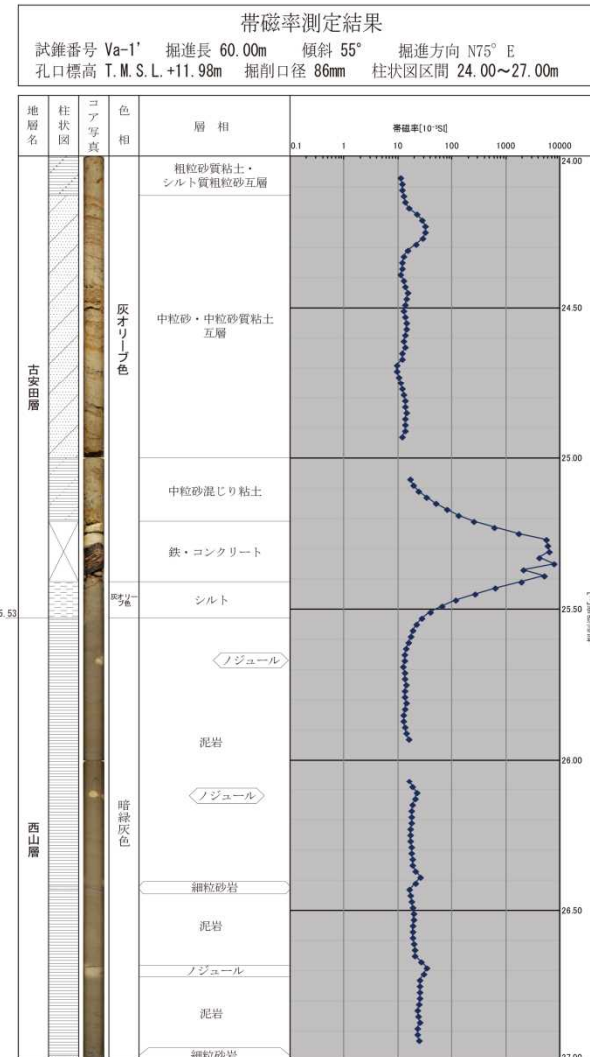


古安田層／西山層境界付近のCT画像



古安田層／西山層境界の拡大写真及びCT画像

- 帯磁率は、古安田層の粘土・砂互層、西山層泥岩ともに低い。
- グラウンドアンカーをくり抜いた箇所がある。



※帯磁率はループセンサで計測した。
 コア長1m毎の計測のため、計測値が低下する端部の値は除いた。