

3. 活動性評価

- 3.1 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認
- 3.2 f-1断層の活動性評価
- 3.3 f-2断層の活動性評価
- 3.4 m-a断層の活動性評価
- 3.5 総合評価

3.4.1 調査, 評価の概要

m-a断層に関する調査, 活動性評価

震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
 地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

確認項目

- 【リニアメント, 変動地形】 新しい時代の活動を示唆するリニアメント, 変動地形の有無
- 【岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係】
後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地形, 地層の変位・変形の有無
第四系の状況と断層による変位・変形の有無
- 【断層破碎部の性状】 断層破碎部の性状(破碎性状と固結・岩石化, 熱水変質, 微細構造)
- 【分布・連続性, 断層等との関係】 地質・地質構造の確認(分布・連続性, 断層等との関係)
- 【地下深部への連続性】 地下深部の地震発生層から地表付近まで破壊している断層に該当しない

(説明箇所:3.1)

支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面に該当しない

(説明箇所:3.4.2)

リニアメント, 変動地形

空中写真判読により, リニアメント, 変動地形は認められない

(説明箇所:3.4.5)

断層破碎部の性状

薄片観察
 ・せん断面沿いに変形組織をもたないセピオライトが見られる
 ・炭酸塩鉱物が割れ目を充填して生成

SEM観察
 ・最新面にセピオライトが生成し, 破碎されていない(形成年代10Ma)

↓

熱水変質によるセピオライト形成後の断層活動はない

(説明箇所:3.4.4)

分布・連続性, 断層等との関係

原子炉建屋設置位置付近で海域に分布, 北方では断層は確認されず, 南方は沿岸部に達して消滅

(説明箇所:3.4.3)

地下深部への連続性

反射法地震探査から, 地下深部に連続しない

震源として考慮する活断層に該当しない

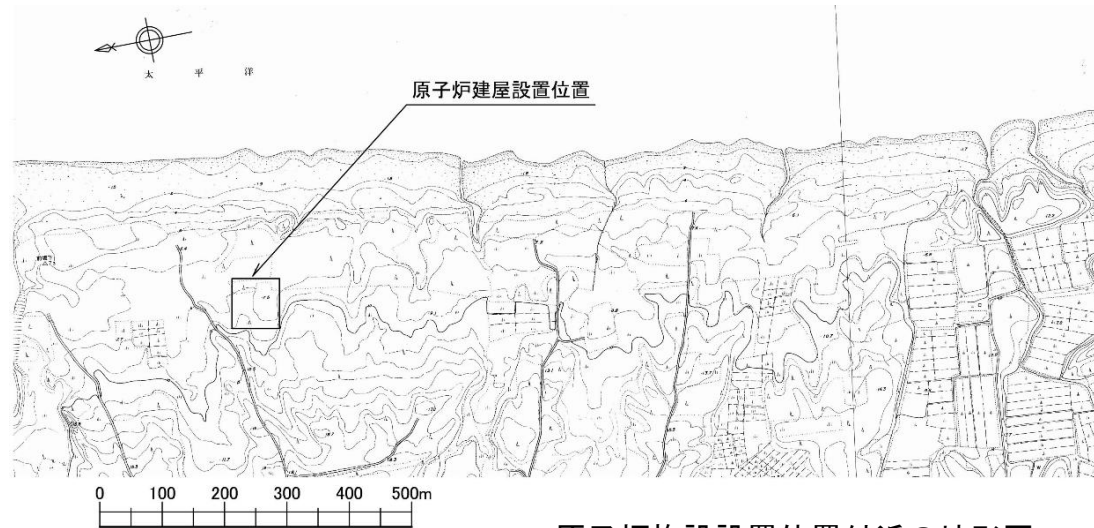
後期更新世以降の断層活動はない

将来活動する可能性のある断層等ではない

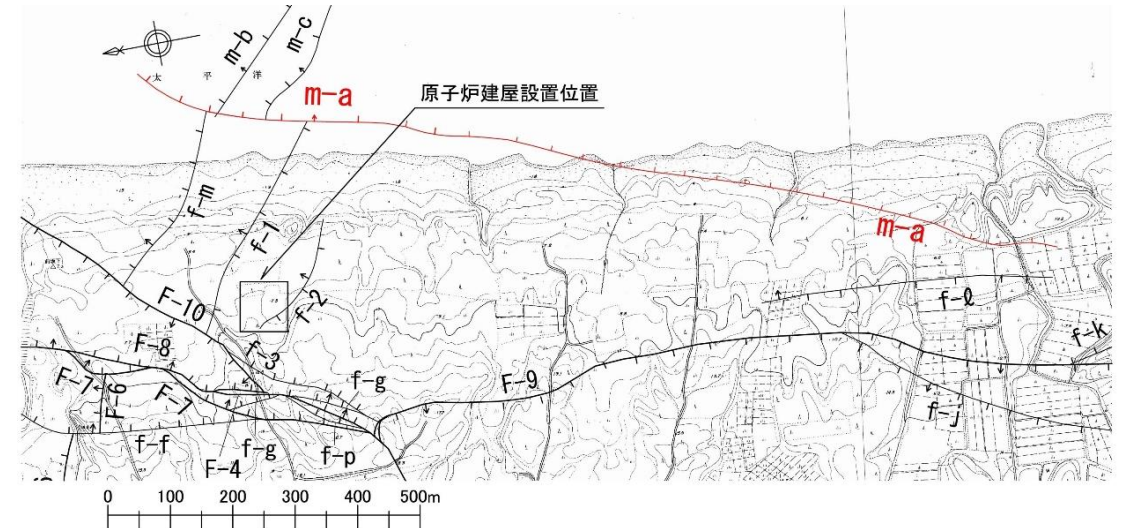
3.4.2 リニアメント, 変動地形

m-a断層周辺の地形

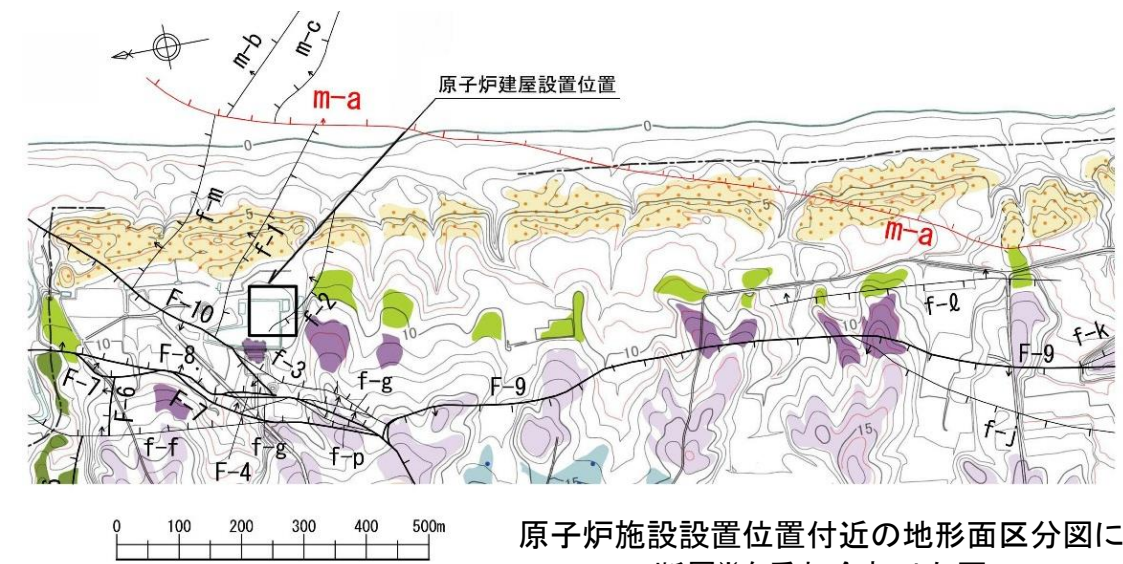
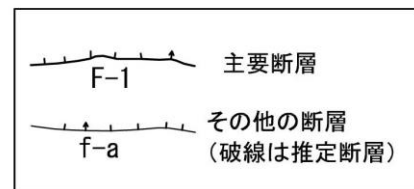
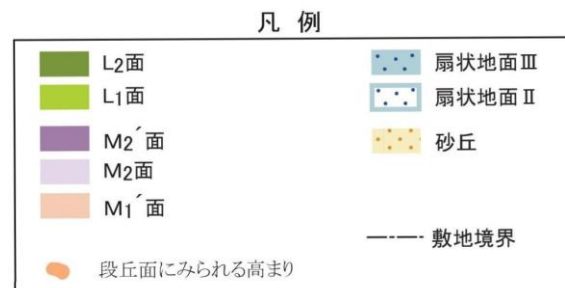
- 原子炉施設設置位置付近の地形図, 敷地造成前の空中写真判読による地形面区分図, 断層の分布を示す。
- 原子炉施設設置位置付近の地形は, 段丘面(M₂'面, L₁面)及び砂丘より構成される。
- 空中写真判読によると, m-a断層に沿うリニアメント, 高低差等の地形変化は判読されない。
⇒m-a断層付近にはリニアメント及び変動地形は認められない。



原子炉施設設置位置付近の地形図
(昭和50年撮影の空中写真による)



原子炉施設設置位置付近の地形図に
断層※を重ね合わせた図



原子炉施設設置位置付近の地形面区分図に
断層※を重ね合わせた図
(平成5年撮影の空中写真による)

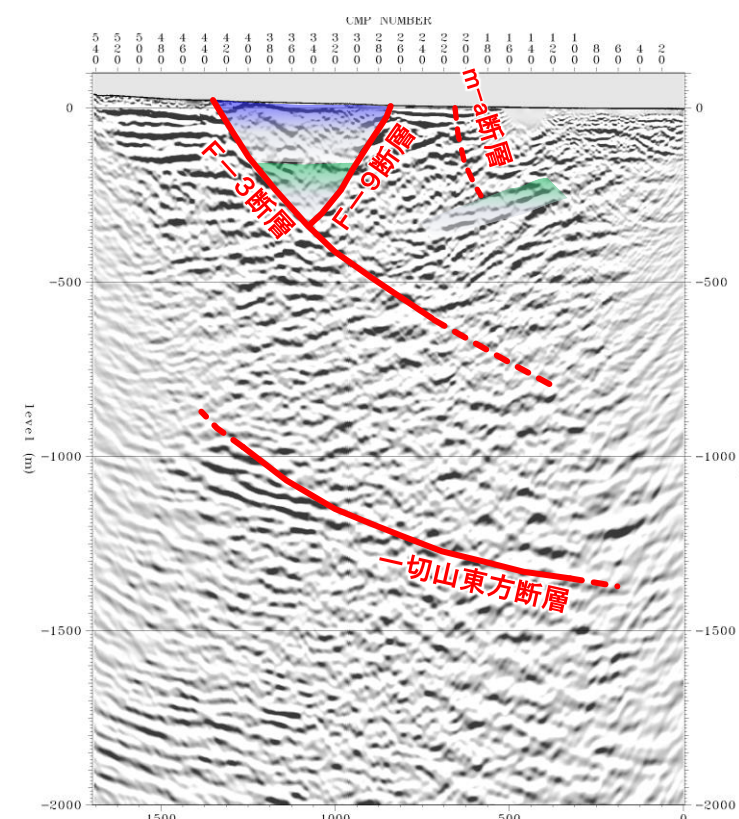
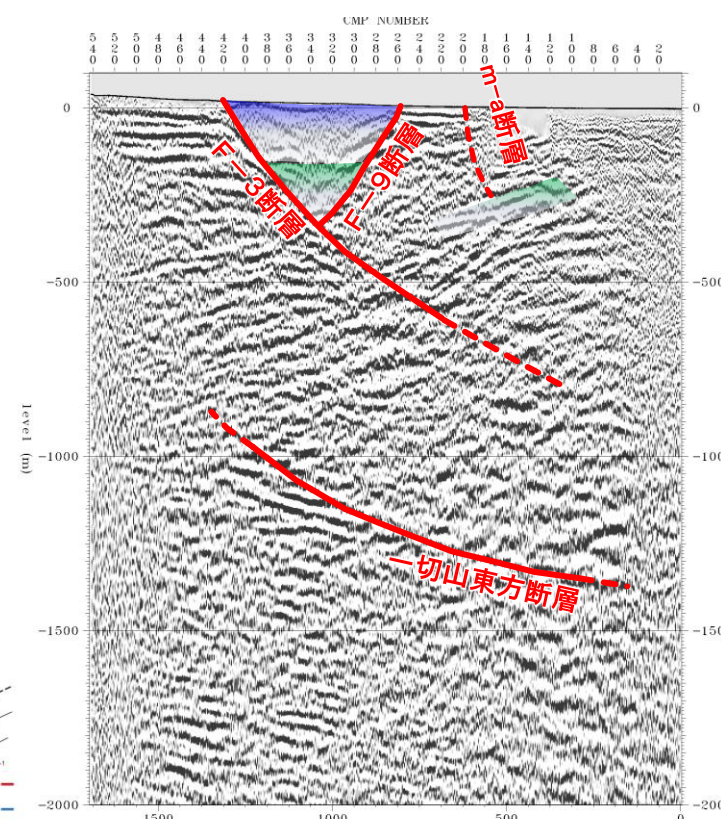
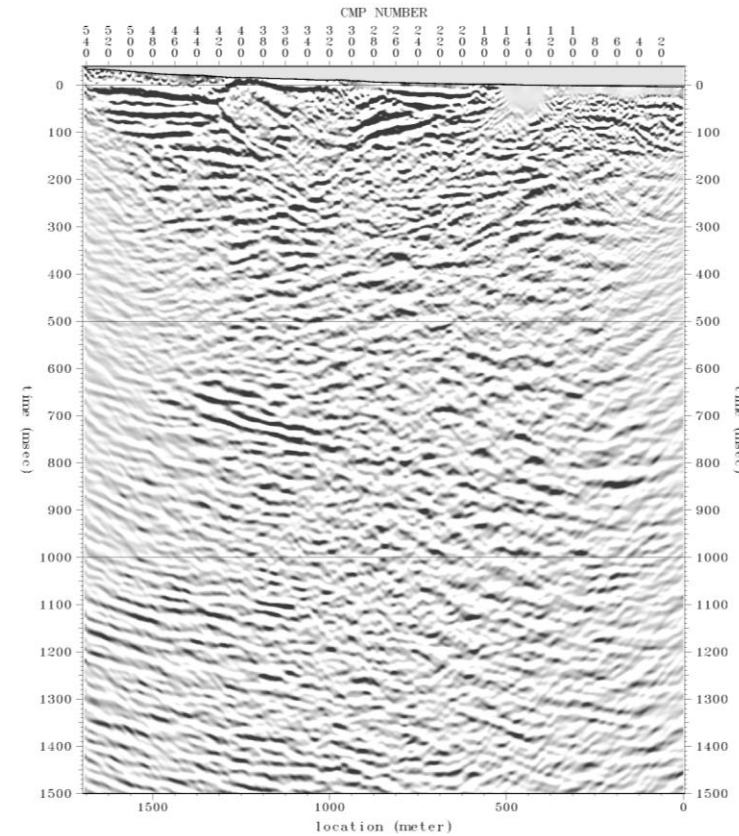
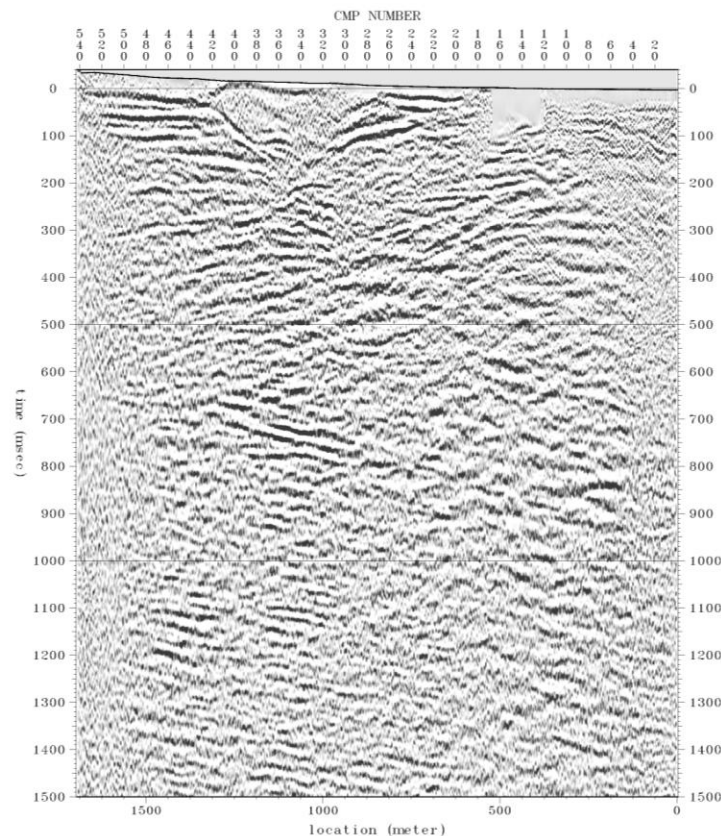
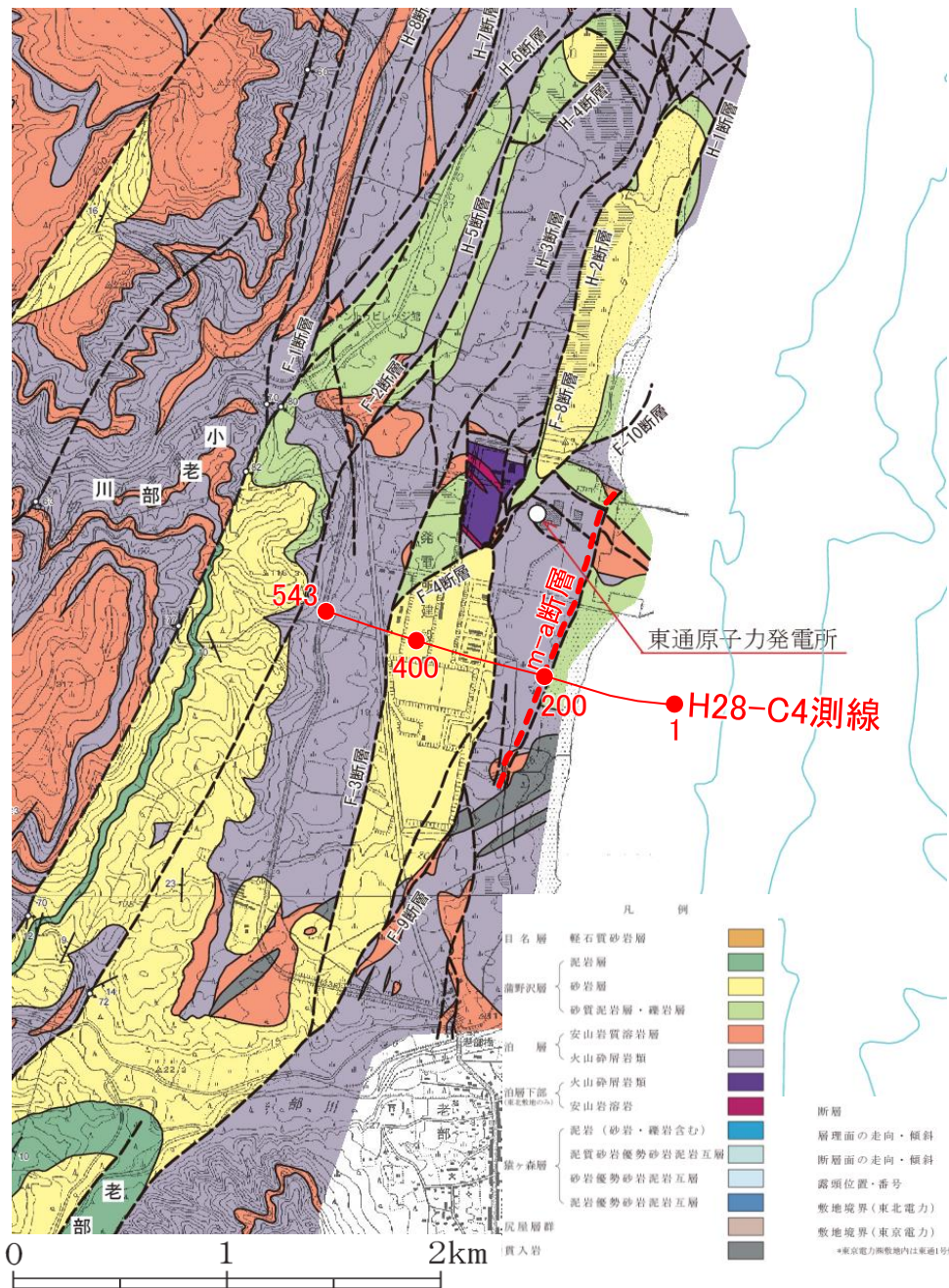
※原地形の岩盤上面における断層の分布

余 白

3.4.3 m-a断層の地下深部への連続性

m-a断層の深部連続性(H28-C4測線解析結果)

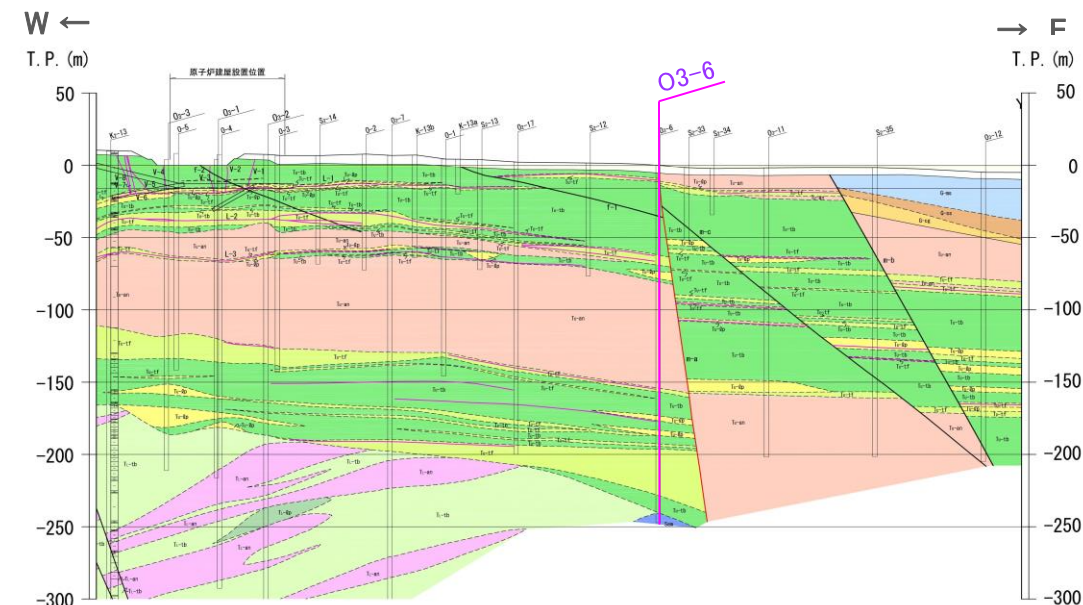
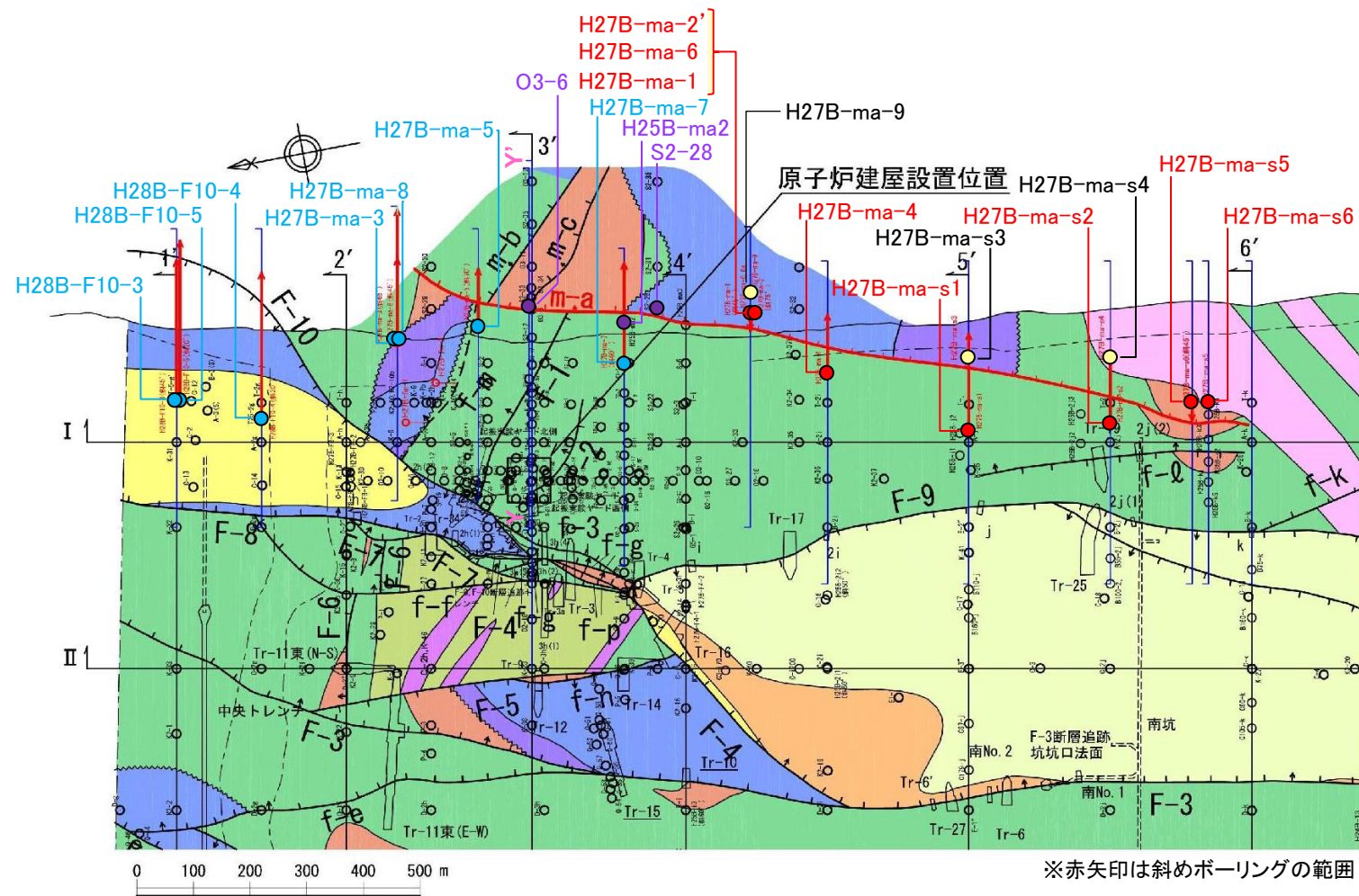
- ▶ 平成28年に実施した反射法地震探査のうち、地質調査によりm-a断層を確認している箇所を横断するH28-C4測線について解釈を行った。
- ▶ 本測線においては、敷地内の主要な断層であるF-3断層、F-9断層が明確に認識される一方、地質調査においてm-a断層が確認される付近では、わずかな反射パターンの違いによりm-a断層の存在が推定されるが、深部の想定延長部では複数の強い反射面が連続しており、m-a断層は地下深部に連続する断層ではないことが確認された。



3.4.4 m-a断層の分布・連続性

m-a断層の調査位置

- m-a断層は原子炉施設設置位置の既往ボーリングO3-6孔, S2-28孔, H25Bma2, 取水口基礎掘削面で確認されている。
- m-a断層の分布・連続性, 破碎部の性状を確認する目的でボーリング調査を実施した。



- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔

| | | | |
|-------|-----------|-------|--------------------------|
| Ge | e部層 砂岩 | — — — | 敷地境界 |
| Gd | d部層 礫岩・砂岩 | — — — | 地層境界 |
| Ge | c部層 砂岩 | — — — | 地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合) |
| Gb | b部層 泥岩 | — — — | 岩種境界 |
| Ga | a部層 礫岩・砂岩 | — — — | 主要断層 (F-3) |
| D | 安山岩岩脈 | — — — | その他の断層 (破線は推定断層) |
| Tu-tb | 火山砕屑岩 | — — — | (断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向) |
| Tu-an | 安山岩溶岩 | — — — | 1' 地質断面図位置 |
| Tl-tb | 凝灰角礫岩 | | |
| Tl-qp | 火山礫凝灰岩 | | |
| Tl-an | 安山岩溶岩 | | |
| La-m | 泥岩 | | |

| | |
|--------------|-------------------|
| 第四系 | 岩種境界 |
| G-ms 泥岩 | 不整合境界 |
| G-ss 砂岩 | 変質鉱物脈 |
| G-og 礫岩 | f-1 断層 |
| Tu-tb 凝灰角礫岩 | O3-1 炉心ボーリング |
| Tu-qp 火山礫凝灰岩 | ボーリング位置 |
| Tu-tf 凝灰岩 | 試掘坑 敷高T.P. 約 -16m |
| Tu-an 安山岩溶岩 | |
| Tl-tb 凝灰角礫岩 | |
| Tl-qp 火山礫凝灰岩 | |
| Tl-an 安山岩溶岩 | |
| Sa-m 泥岩 | |

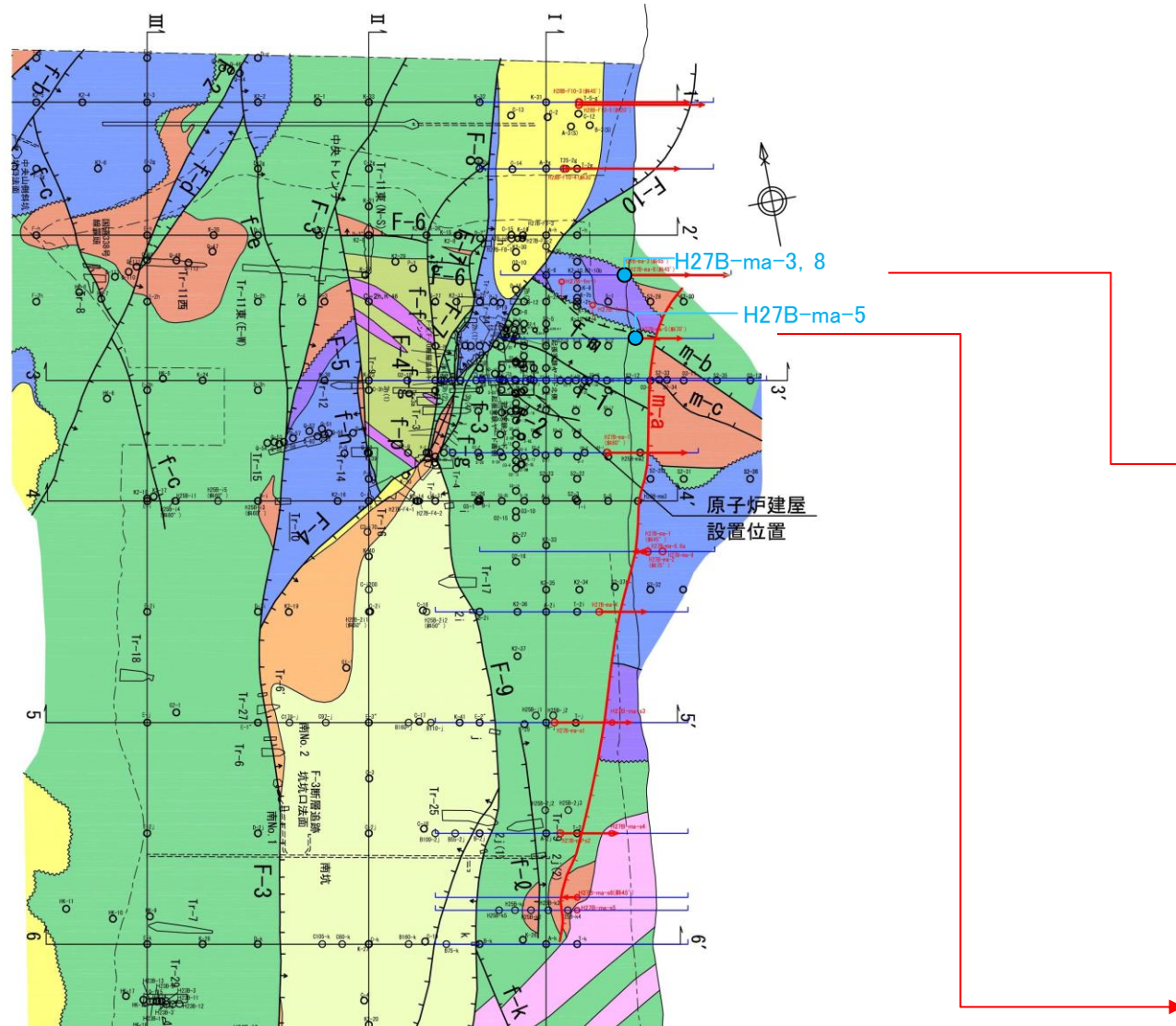
m-a断層の分布(地質構造図)

原子炉施設設置位置の地質鉛直断面図(Y-Y'断面)

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

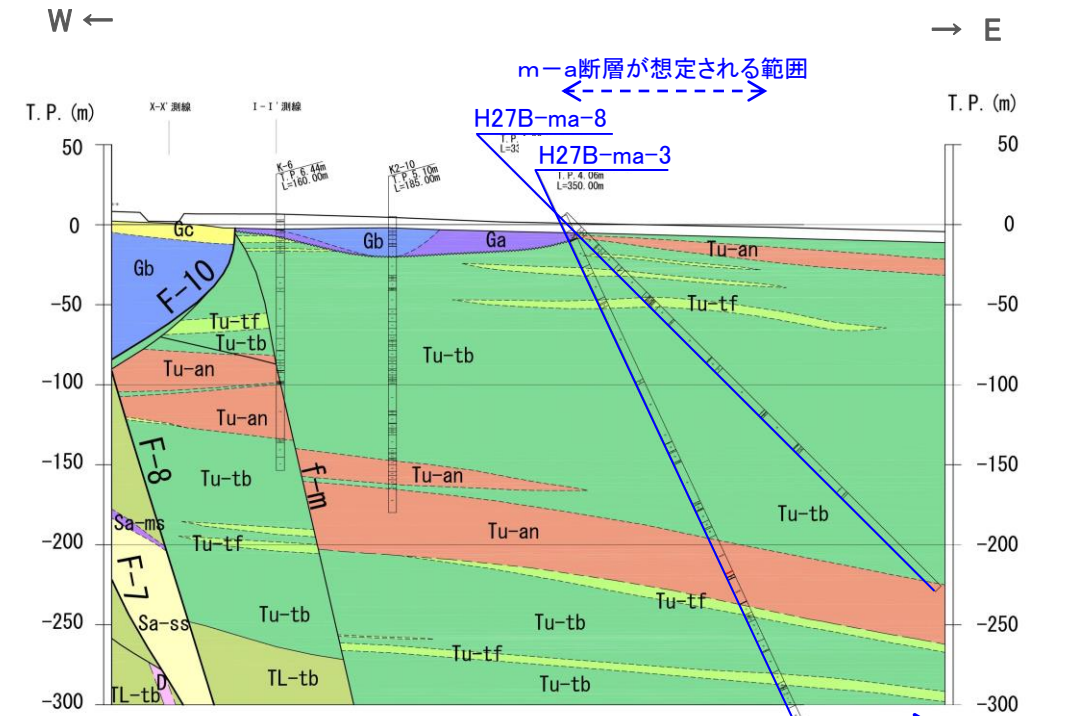
敷地北部のm-a断層の分布

- 2h-60断面のH27B-ma-3孔, H27B-ma-8孔, 2h+83断面のH27B-ma-5孔では, m-a断層は確認されなかった。
- m-a断層は, 敷地北部で走向がやや東側に変化し, 深部でやや緩傾斜になっており, 北側で消滅していると考えられる。

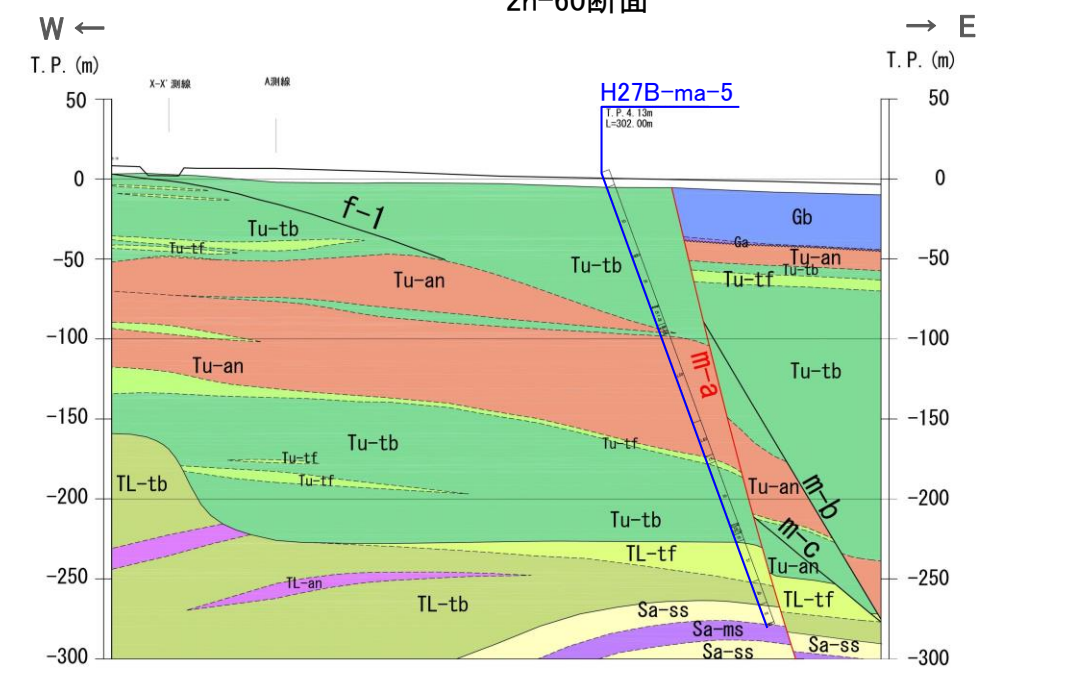


ボーリング調査位置図 (地質構造図)

| | | | | |
|-------|-------|----------|-----|--------------------------|
| Ge | e部層 | 砂岩 | --- | 敷地境界 |
| Gd | d部層 | 礫岩・砂岩 | --- | 地層境界 |
| Gc | c部層 | 砂岩 | --- | 地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合) |
| Gb | b部層 | 泥岩 | --- | 岩種境界 |
| Ga | a部層 | 礫岩・砂岩 | --- | |
| D | | 安山岩岩脈 | + | 主要断層 |
| Tu-tb | 泊層上部層 | 火山砕屑岩 | + | その他の断層 (破線は推定断層) |
| Tu-tf | | 凝灰岩 | + | (断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向) |
| Tu-an | | 安山岩溶岩 | | |
| Tl-tb | 泊層下部層 | 火山砕屑岩 | | |
| Tl-an | | 安山岩溶岩 | | |
| Sa-ss | | 砂岩・軽石凝灰岩 | | |
| Sa-ms | 猿ヶ森層 | 泥岩 | | |



H27B-ma-3孔より西側は, 溶岩の連続性からm-a断層が通らないことを確認



2h+83断面

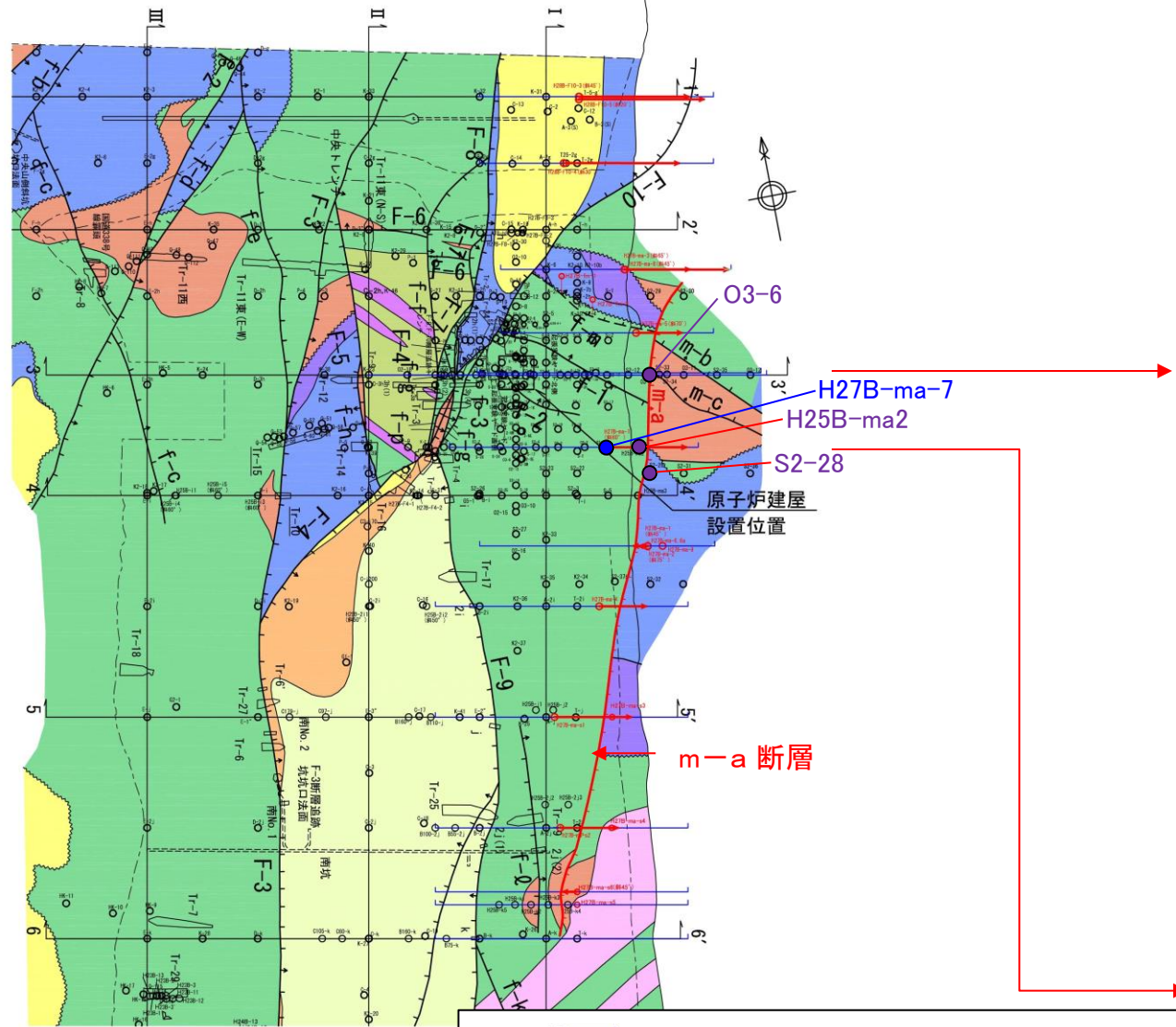
- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔

※ 地質図は, 現在実施中の調査結果により変更となる可能性がある。

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

原子炉施設設置位置付近のm-a断層の分布(1)

- 原子炉施設設置位置付近では、既往の3h-22断面のO3-6孔、3h+141断面のH25B-ma-2孔でm-a断層が確認されているとともに、取水口の基礎掘削面でm-a断層を確認している。
- m-a断層は、N15° E80° E、最大破碎幅0.5mである。
- 3h+141断面のH27B-ma-7孔(傾斜70°、掘進長357m)では、m-a断層が確認されなかったことから、m-a断層の傾斜は深部では70°以下と推定される。

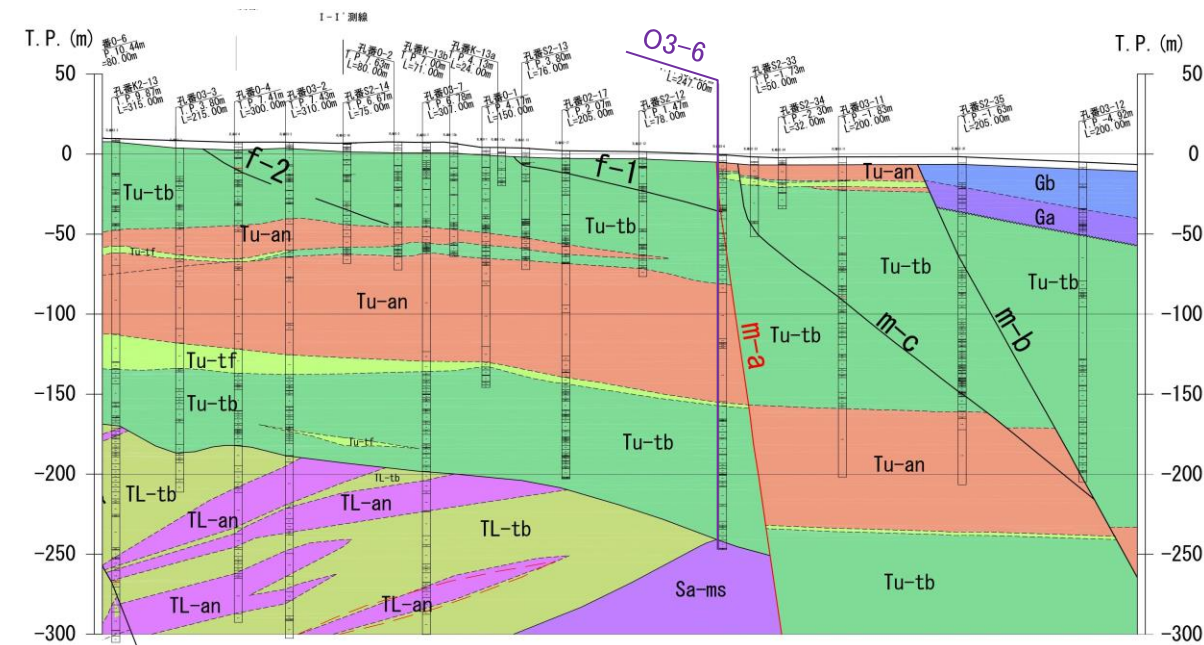


ボーリング調査位置図
(地質構造図)

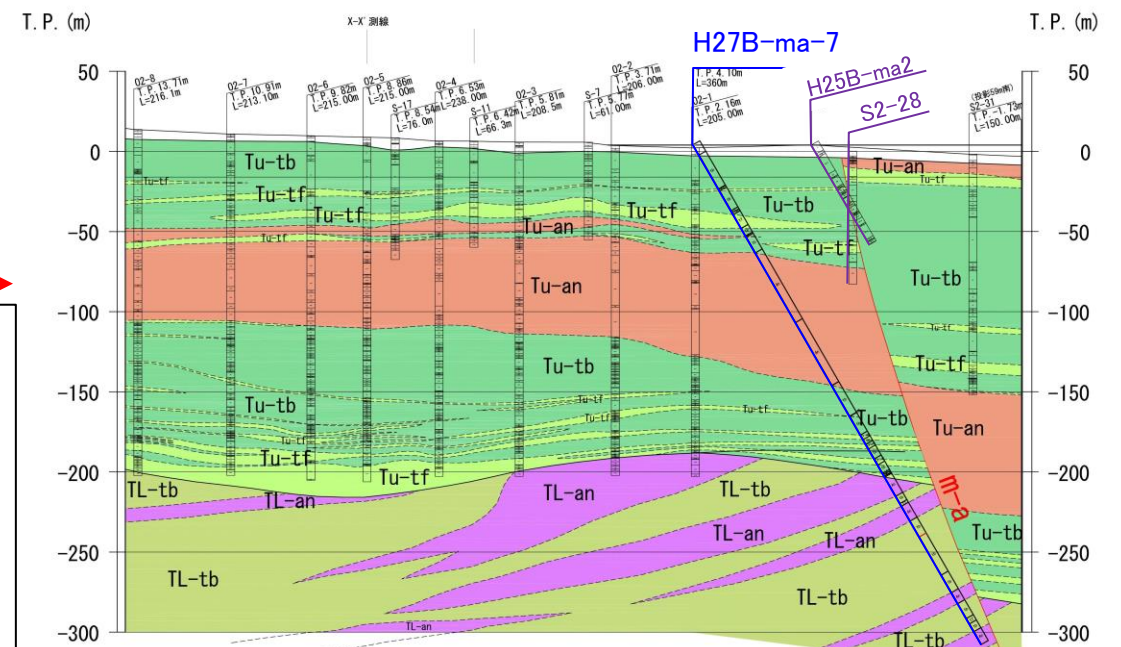
| | | | | |
|-------|----------|-------|-----|---------------------------|
| Ge | e部層 | 砂岩 | --- | 敷地境界 |
| Gd | d部層 | 礫岩・砂岩 | --- | 地層境界 |
| Gc | c部層 | 砂岩 | --- | 地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合) |
| Gb | b部層 | 泥岩 | --- | 岩種境界 |
| Ga | a部層 | 礫岩・砂岩 | F-3 | 主要断層 |
| D | 安山岩岩脈 | | f-b | その他の断層(破線は推定断層) |
| Tu-tb | 火山砕屑岩 | | | (断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向) |
| Tu-tf | 凝灰岩 | | | |
| Tu-an | 安山岩溶岩 | | | |
| TL-tb | 火山砕屑岩 | | | |
| TL-an | 安山岩溶岩 | | | |
| Sa-ss | 砂岩・軽石凝灰岩 | | | |
| Sa-ms | 泥岩 | | | |

1' 地質断面図位置

- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔



3h-22測線(3断面)



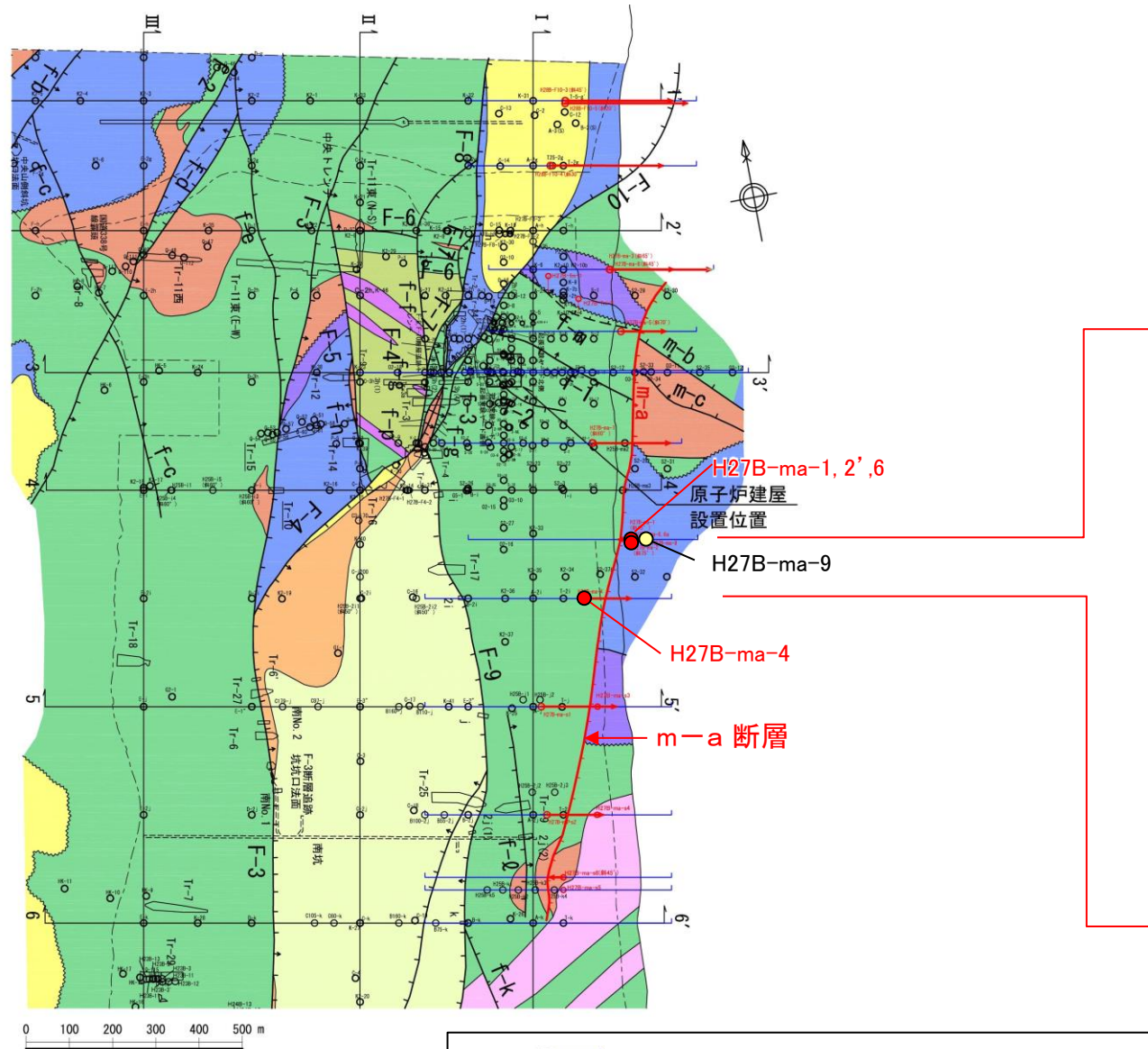
3h+141断面

※ 地質図は、現在実施中の調査結果により変更となる可能性がある。

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

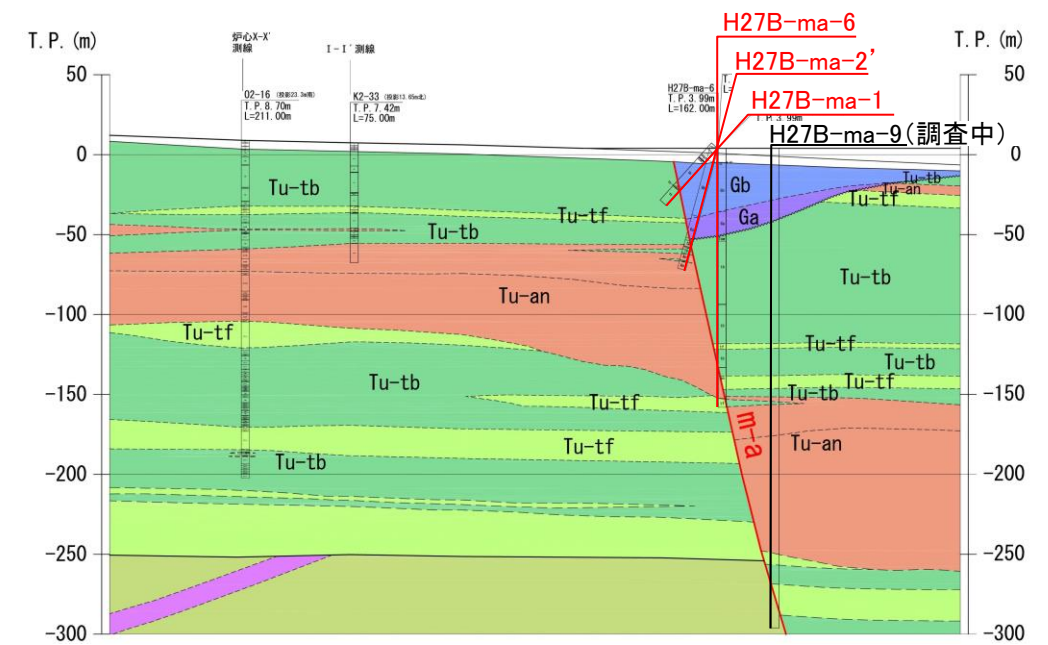
原子炉施設設置位置付近のm-a断層の分布(2)

▶ 原子炉施設設置位置より南においては、i+114断面上のH27B-ma-1孔、H27B-ma-2'孔、H27B-ma-6孔、2i断面上のH27B-ma-4孔でm-a断層を確認した。

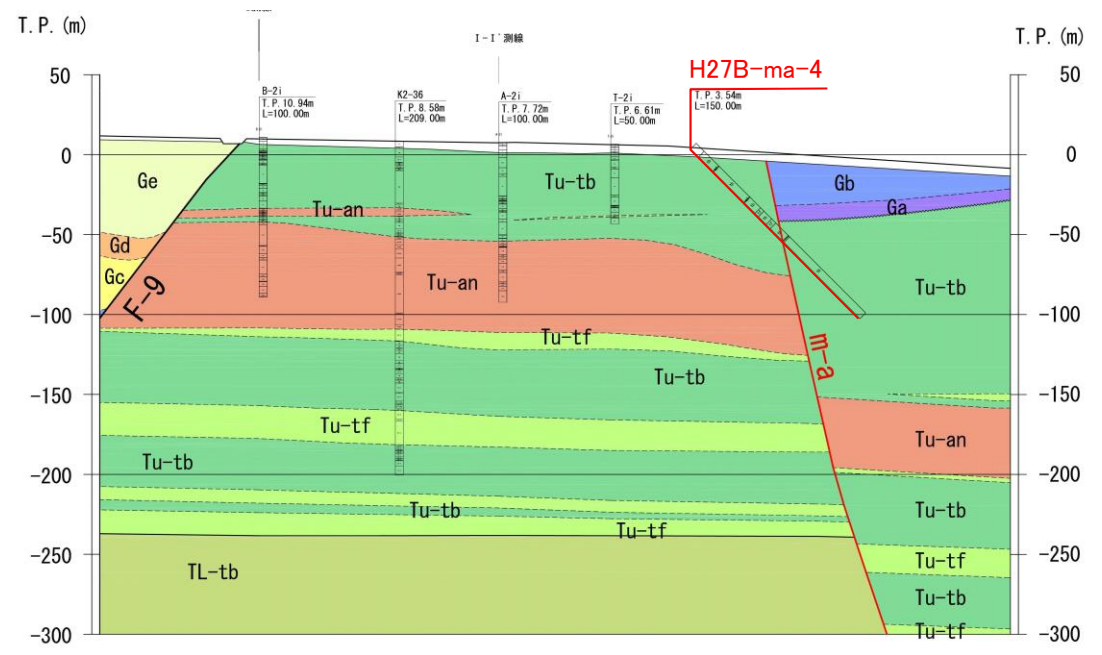


ボーリング調査位置図 (地質構造図)

| | | | | |
|-------|--------|----------|-------|--------------------------|
| Ge | e部層 | 砂岩 | --- | 敷地境界 |
| Gd | d部層 | 礫岩・砂岩 | --- | 地層境界 |
| Gc | c部層 | 砂岩 | ~~~~~ | 地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合) |
| Gb | b部層 | 泥岩 | ---- | 岩種境界 |
| Ga | a部層 | 礫岩・砂岩 | + | F-3 主要断層 |
| D | 安山岩岩脈 | | + | f-b その他の断層 (破線は推定断層) |
| Tu-tb | 泊層 上部層 | 火山砕屑岩 | ↑↑↑ | (断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向) |
| Tu-tf | | 凝灰岩 | | |
| Tu-an | | 安山岩溶岩 | | |
| Ti-an | 泊層 下部層 | 火山砕屑岩 | | |
| Ti-an | | 安山岩溶岩 | | |
| Sa-ss | 猿ヶ森層 | 砂岩・軽石凝灰岩 | | |
| Sa-ms | | 泥岩 | | |



i+114断面図



2i 断面

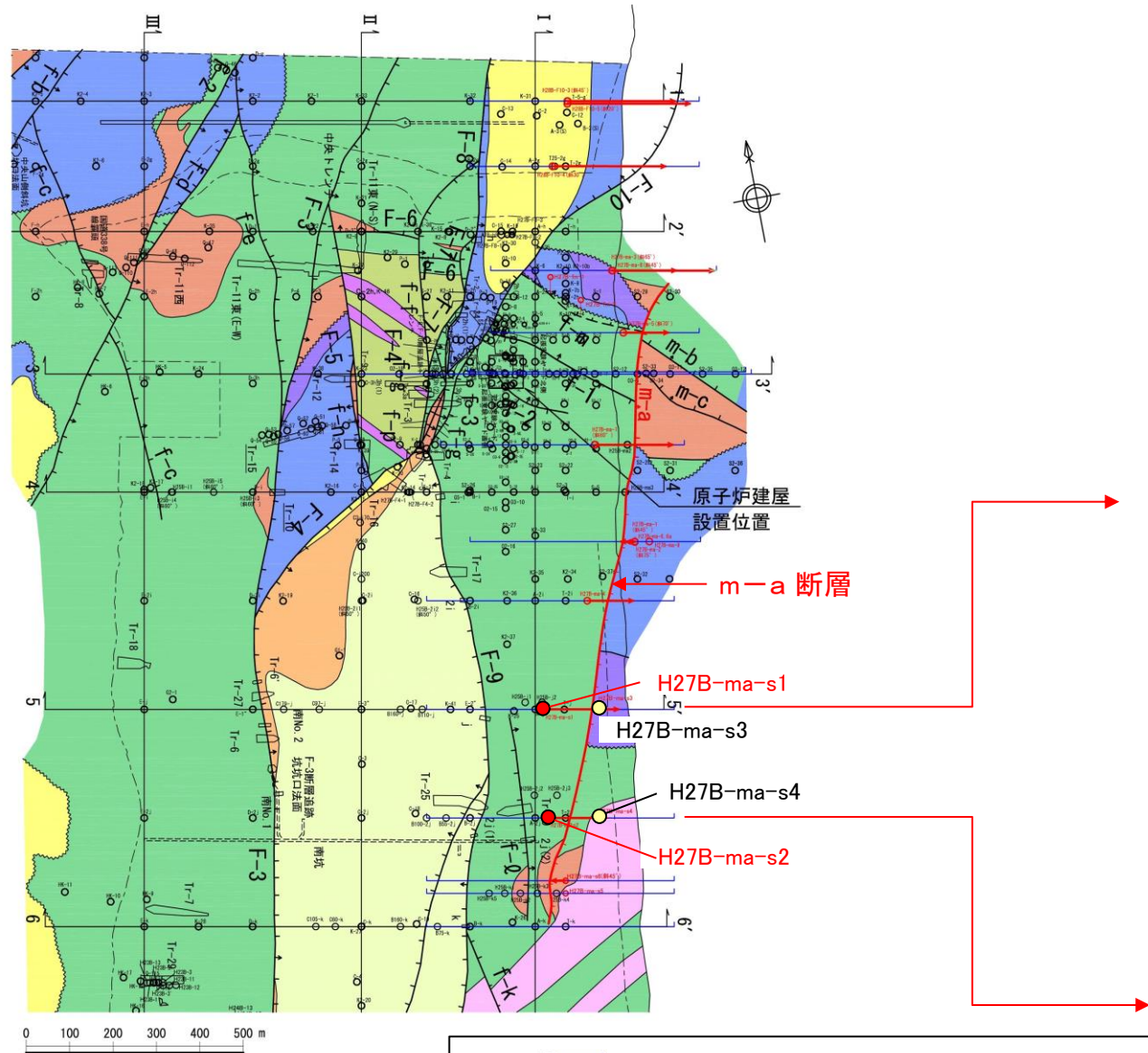
- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔

※ 地質図は、現在実施中の調査結果により変更となる可能性がある。

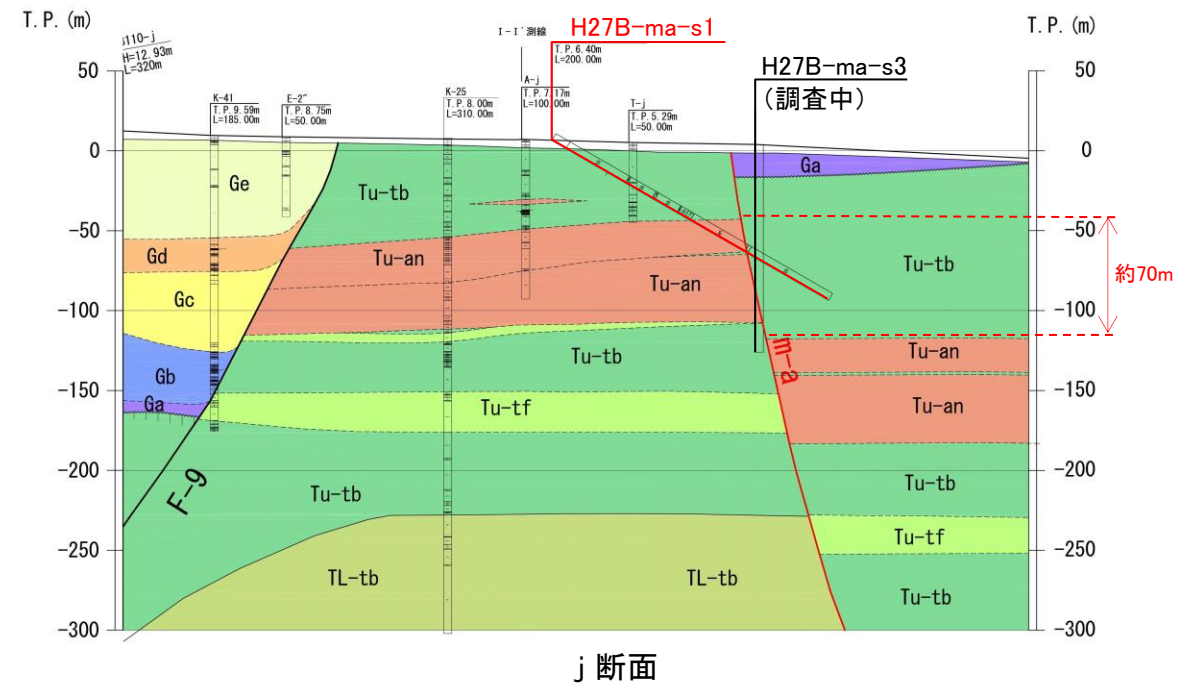
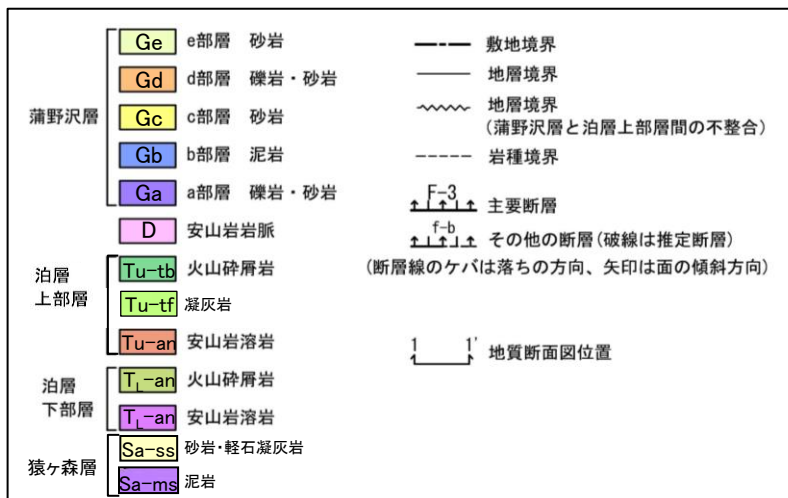
3.4.4 m-a断層の分布・連続性

敷地中部のm-a断層の分布(1)

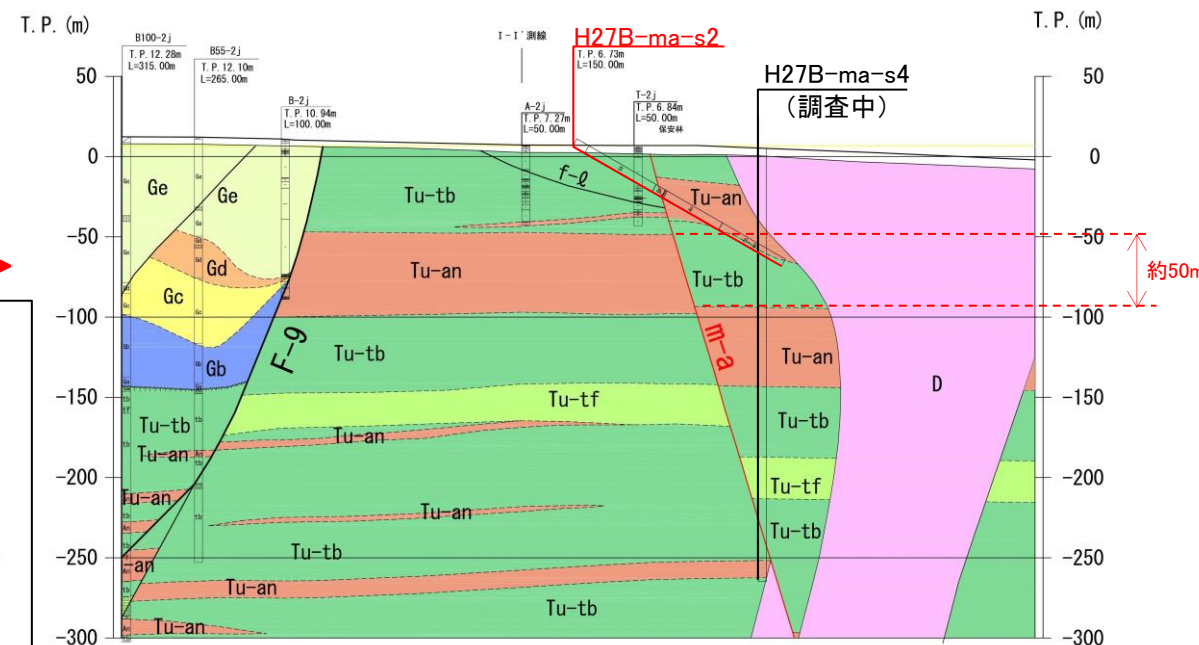
➤ j断面のH27B-ma-s1孔, 2j断面のH27B-ma-s2孔では, m-a断層を確認した。



ボーリング調査位置図
(地質構造図)



j 断面



2j 断面

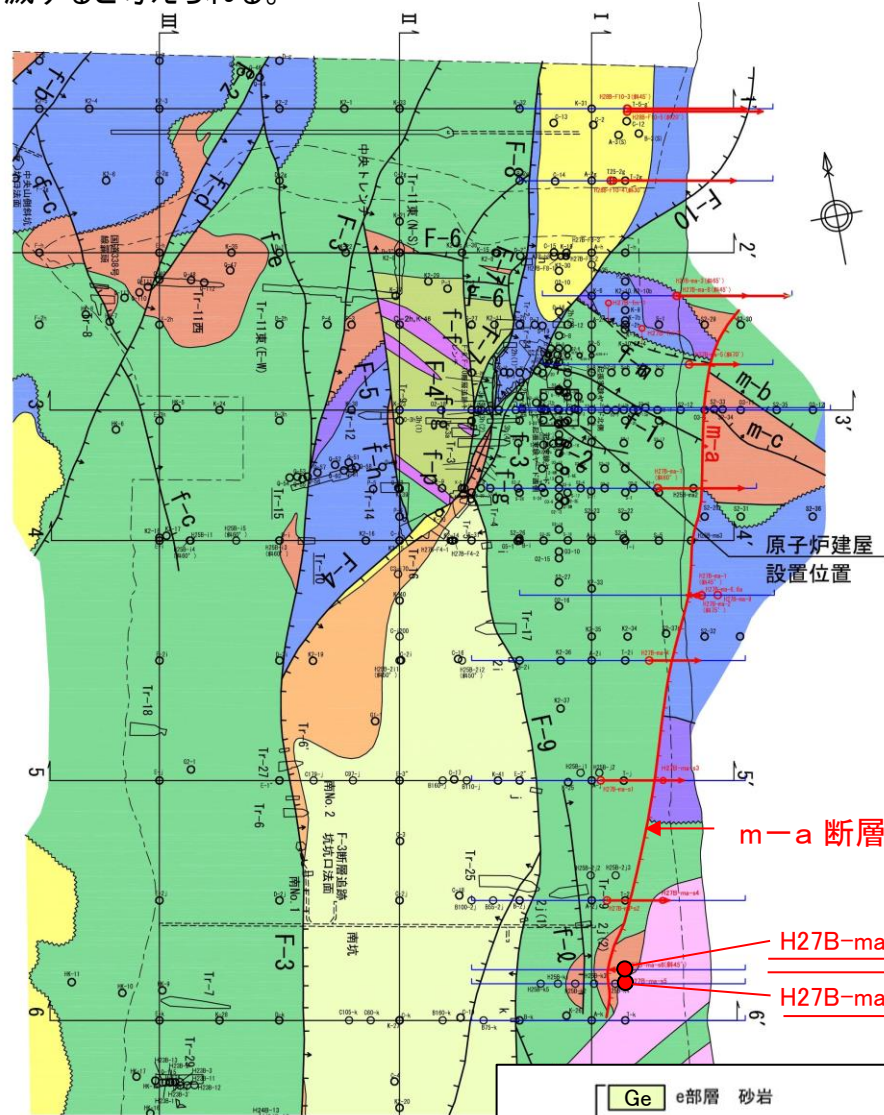
- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔

※ 地質図は, 現在実施中の調査結果により変更となる可能性がある。

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

敷地中部のm-a断層の分布(2)

- 2j+144.5断面のH27-ma-s6孔, 2j+173.5断面のH27-ma-s5孔ではm-a断層を確認している。破碎部は、固結・非固結混在型である。
- m-a断層は、南方に向かって見かけ鉛直変位量が小さくなり、6-6'断面付近で消滅すると考えられる。

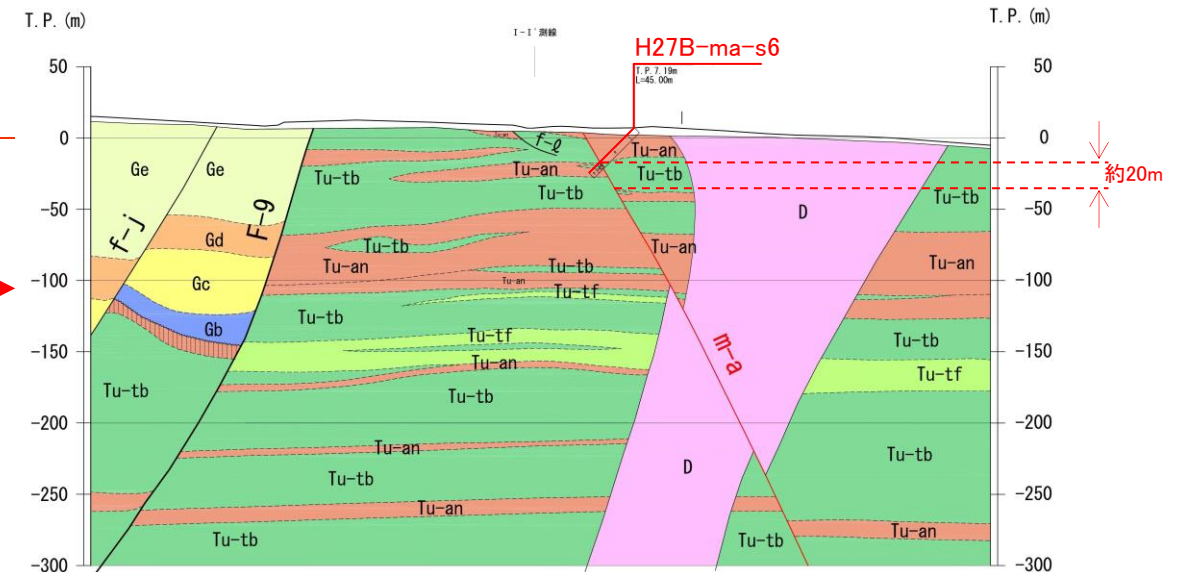


ボーリング調査位置図
(地質構造図)

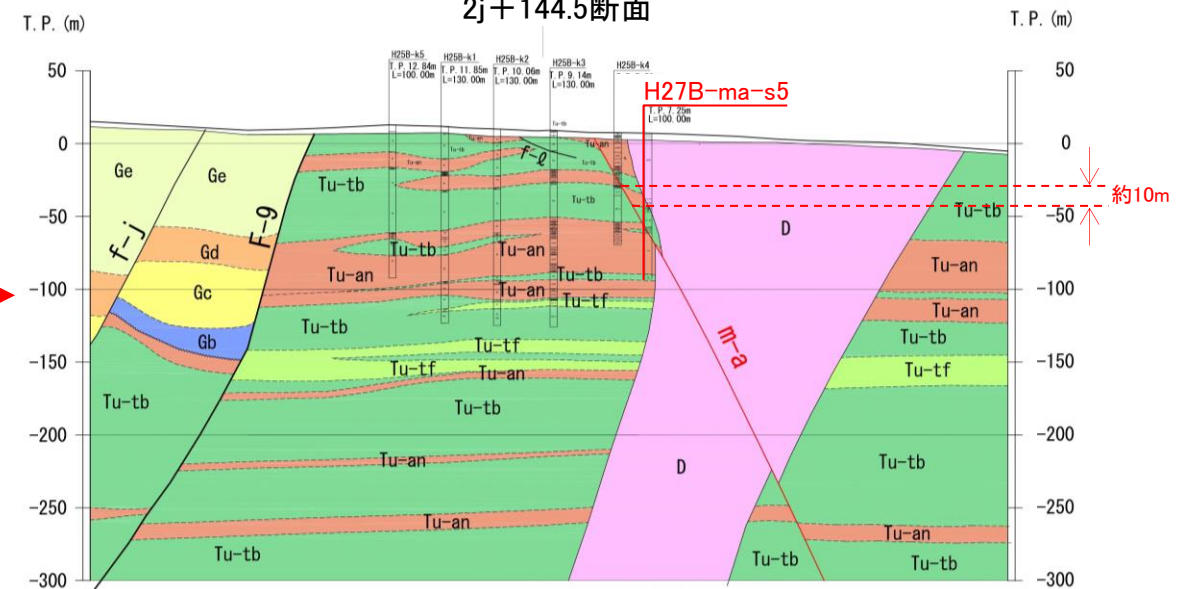
| | | | | |
|-------|----------|-------|-----|---------------------------|
| Ge | e部層 | 砂岩 | --- | 敷地境界 |
| Gd | d部層 | 礫岩・砂岩 | --- | 地層境界 |
| Gc | c部層 | 砂岩 | --- | 地層境界 (蒲野沢層と泊層上部層間の不整合) |
| Gb | b部層 | 泥岩 | --- | 岩種境界 |
| Ga | a部層 | 礫岩・砂岩 | --- | |
| D | 安山岩岩脈 | | + | 主要断層 |
| Tu-tb | 火山砕屑岩 | | + | その他の断層(破線は推定断層) |
| Tu-tf | 凝灰岩 | | + | (断層線のケバは落ちの方向、矢印は面の傾斜方向) |
| Tu-an | 安山岩溶岩 | | + | |
| Ti-an | 火山砕屑岩 | | + | |
| Ti-an | 安山岩溶岩 | | + | |
| Sa-ss | 砂岩・軽石凝灰岩 | | + | |
| Sa-ms | 泥岩 | | + | |

1' 地質断面図位置

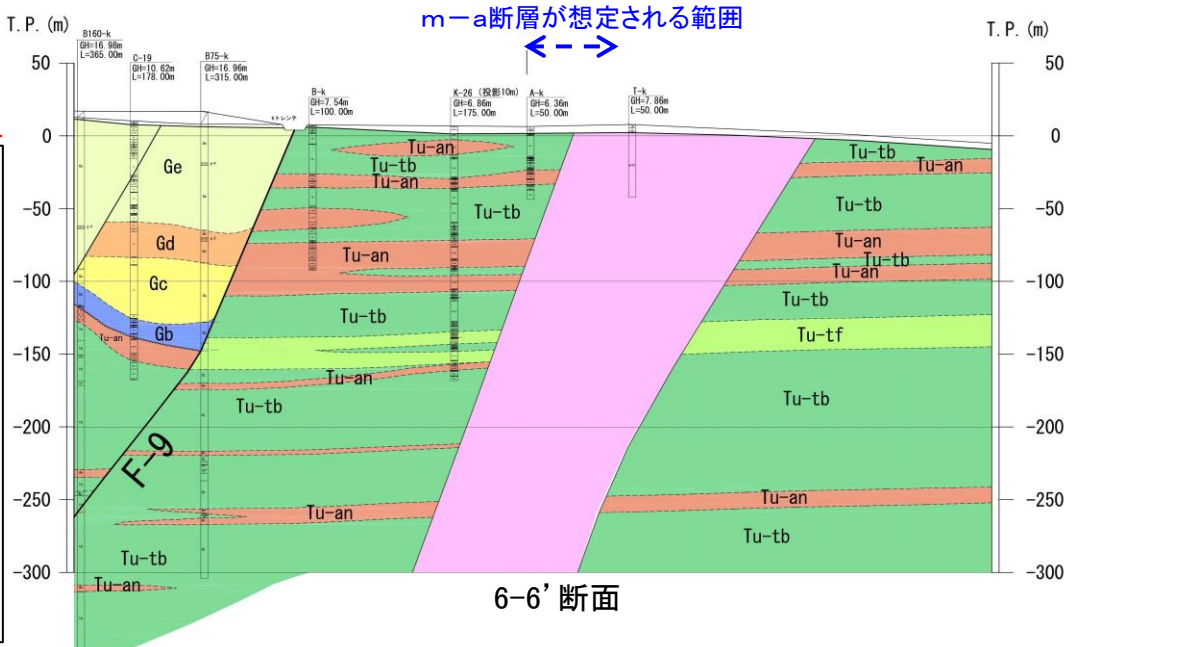
- 追加調査
- m-a断層を確認したボーリング孔
 - m-a断層を確認していないボーリング孔
 - m-a断層を調査中のボーリング孔
 - m-a断層を確認した既往のボーリング孔



2j+144.5断面



2j+173.5断面

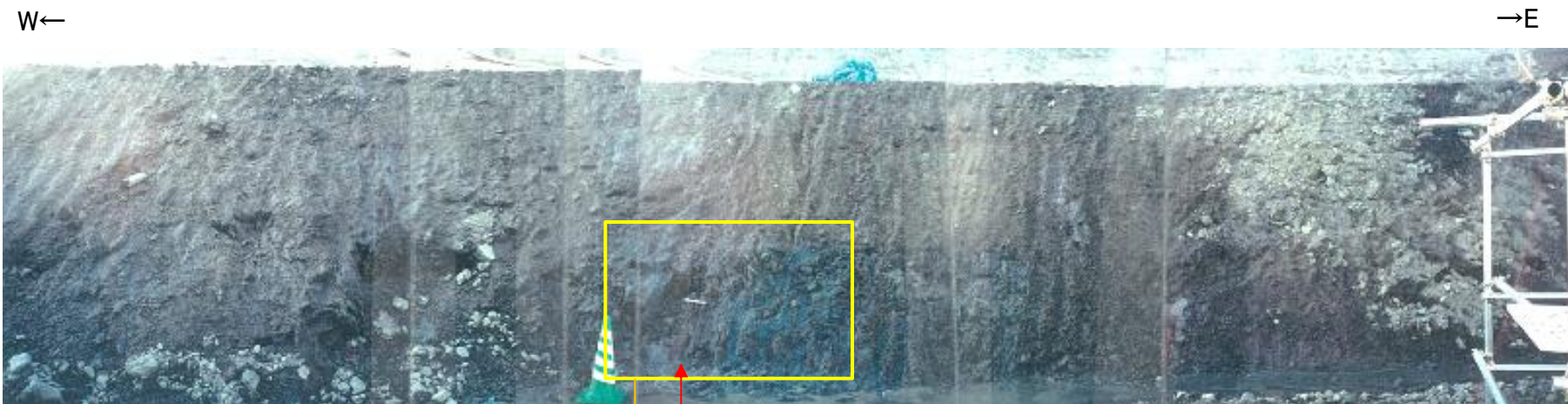
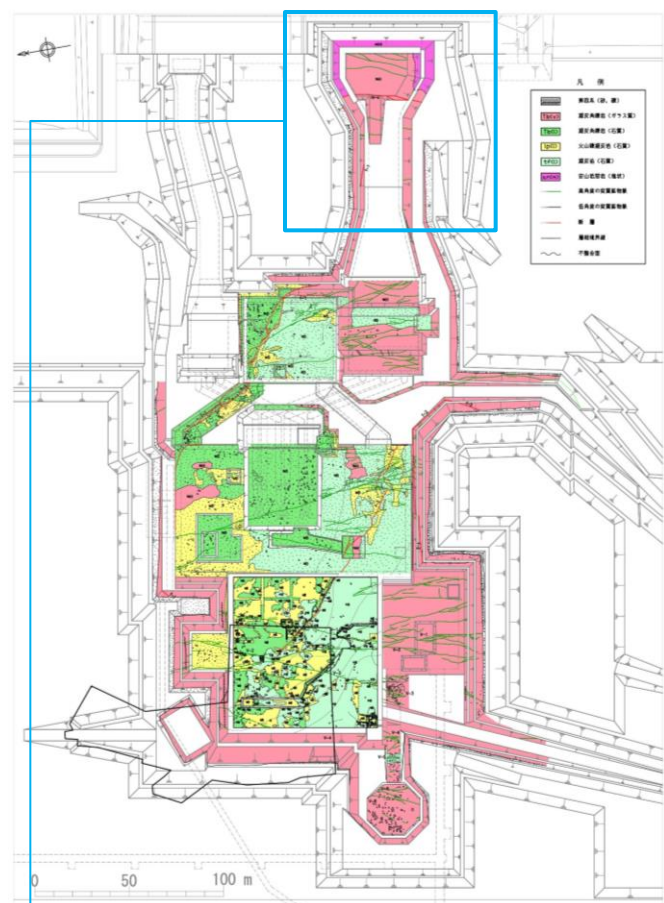


6-6'断面

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

取水口基礎掘削法面のm-a断層の性状(北法面)

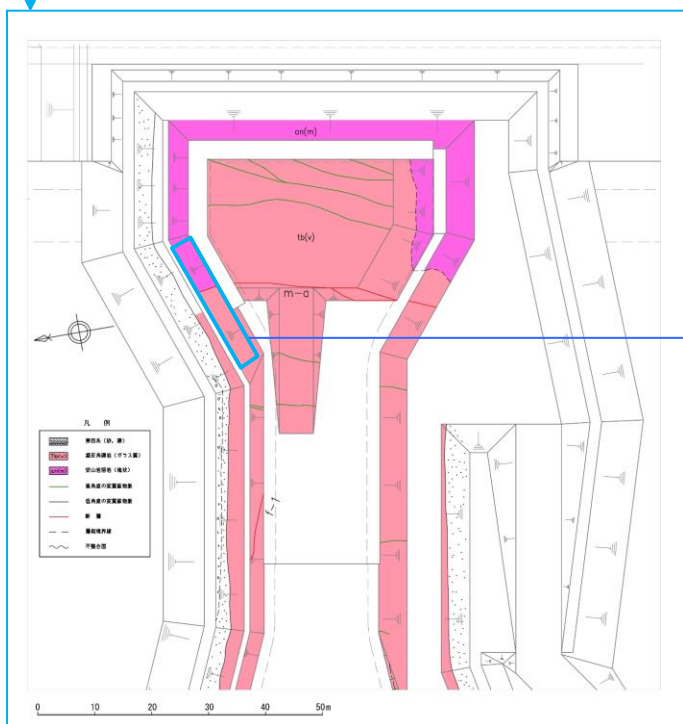
- m-a断層は、取水口北法面の凝灰角礫岩と安山岩溶岩の境界部に分布する。
- m-a断層の破碎部付近は、赤褐色を呈し、やや割れ目が多い。



泊層上部層 凝灰角礫岩

m-a断層 (N10°E80°E)

泊層上部層 安山岩溶岩



泊層上部層
凝灰角礫岩

泊層上部層
安山岩溶岩

m-a断層

部分的に粘土を挟むせん断面

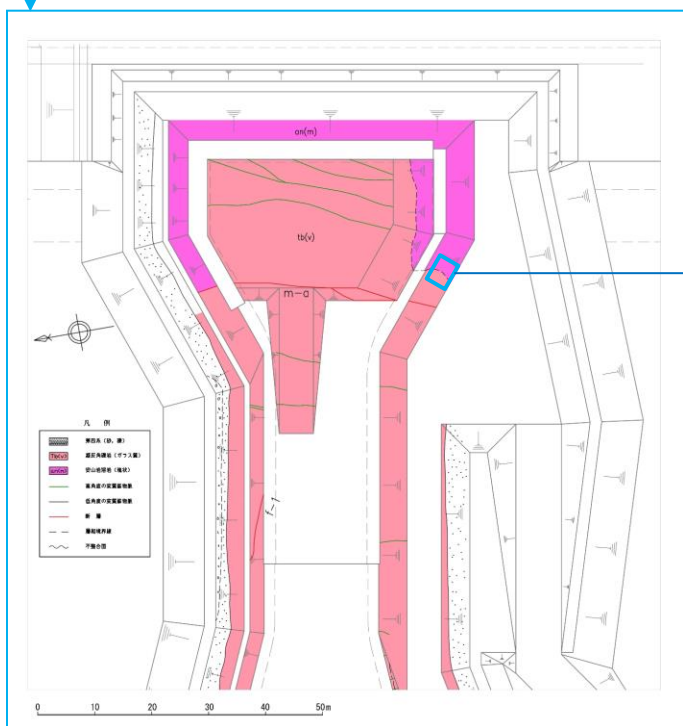
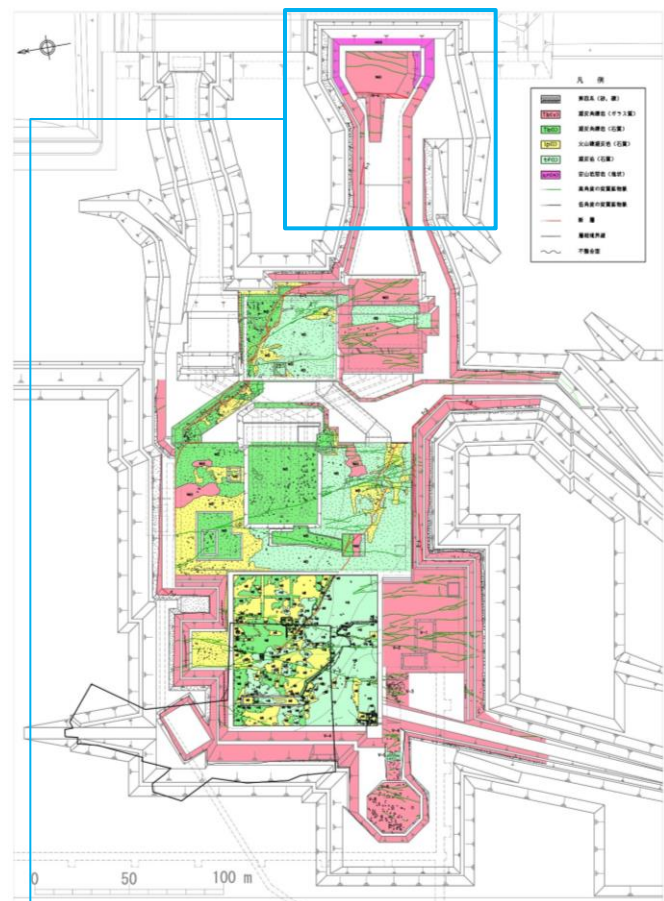
下盤側約50cmはやや割れ目が多い

取水口北法面のm-a断層の性状

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

取水口基礎掘削法面のm-a断層の性状(南法面上部)

- m-a断層は、取水口南法面上部の凝灰角礫岩と安山岩溶岩の境界部に確認されている。
- m-a断層の破碎部は、セピオライトよりなり、幅は10cm以下である。



泊層上部層 安山岩溶岩

やや割れ目が多い

小破碎部

泊層上部層 凝灰角礫岩

m-a断層



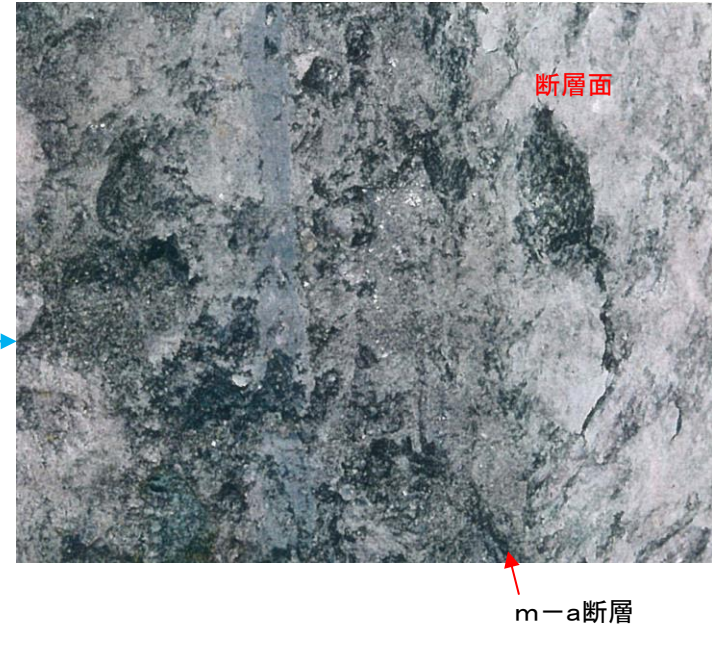
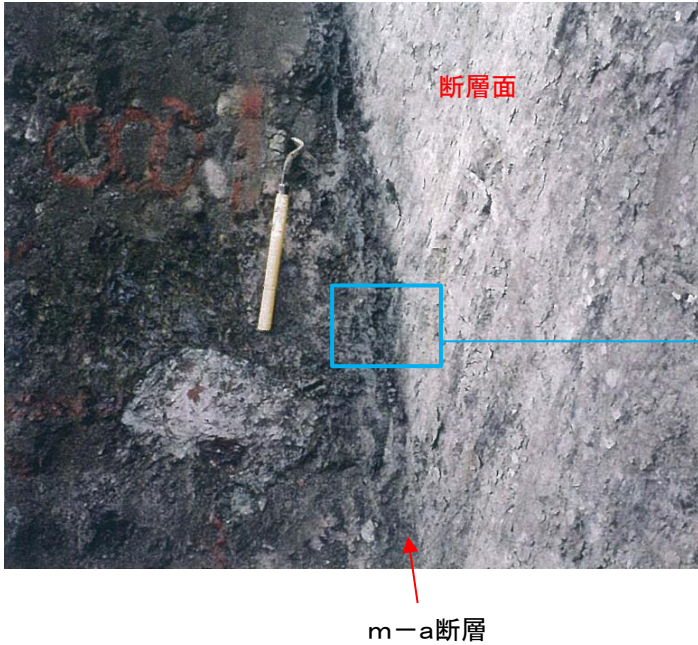
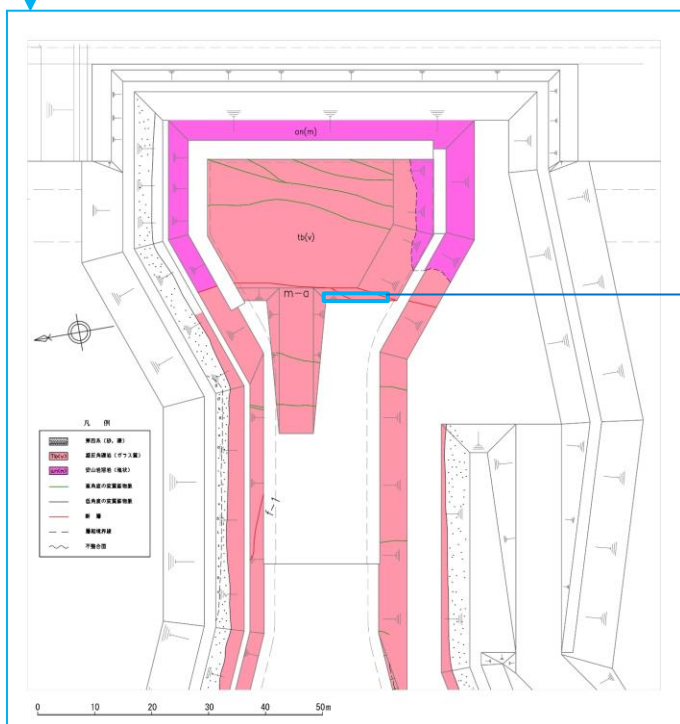
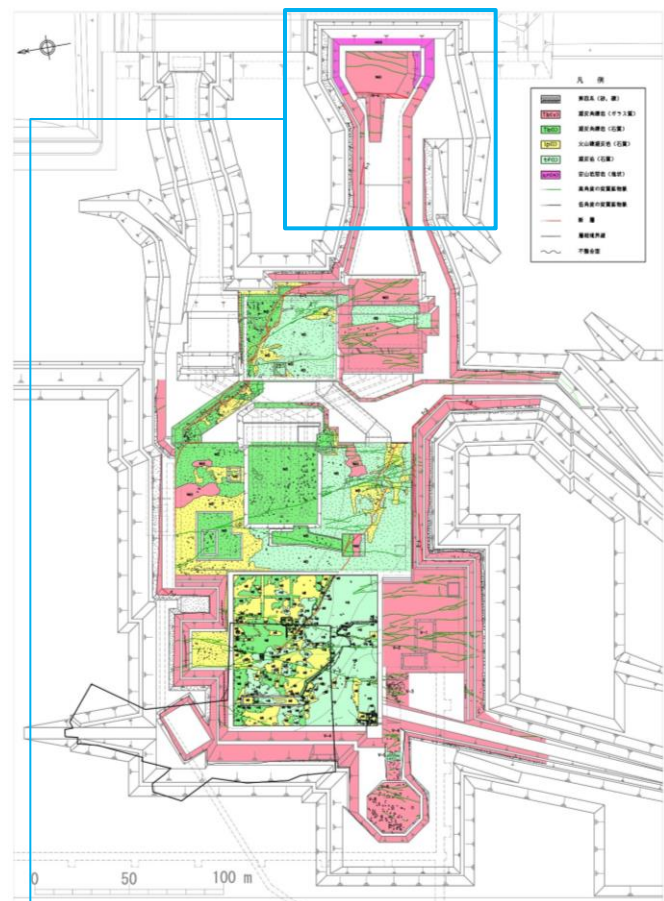
m-a断層

取水口南法面上部のm-a断層の性状

3.4.4 m-a断層の分布・連続性

取水口基礎掘削法面のm-a断層の性状(西側法面)

- m-a断層は、取水口西法面上部に確認されている。
- m-a断層は、断層面が法面に露出し、縦ずれの条線を有している。
- m-a断層破碎部は、幅約10cm以下のセピオライトよりなる。



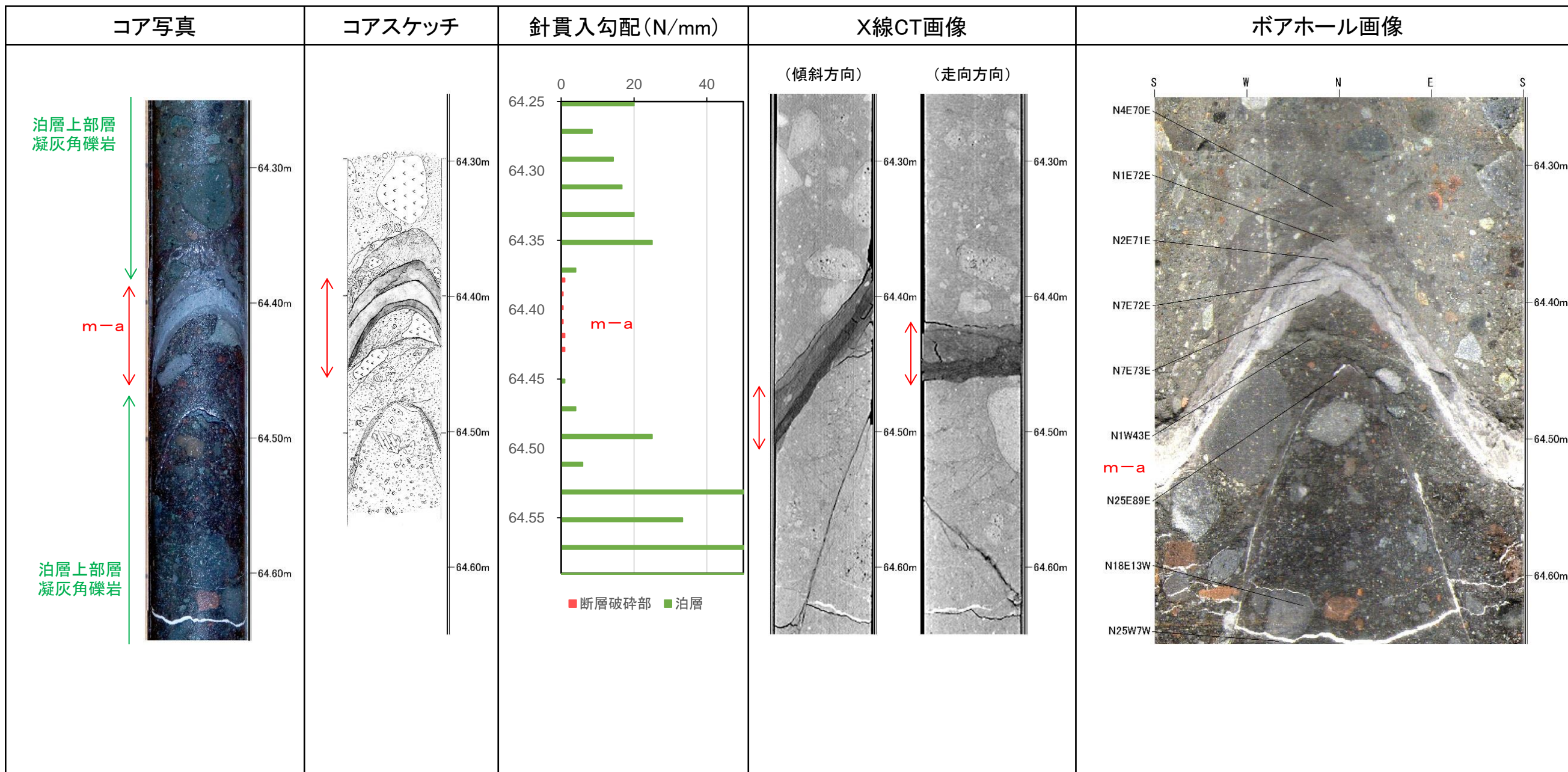
取水口西法面上部のm-a断層の性状

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の性状・(H27B-ma-2' 孔)

- H27B-ma-2' 孔は、下方傾斜75° で西向きに掘削し、泊層上部層中のm-a断層破碎部の試料を採取した。
- m-a断層は、幅2~3cmであり、白色~灰白色で非固結状をなす。
- X線CT画像ではセピオライト化する破碎部中に非変質の安山岩礫が含まれている。
- B.H.Tでは白色セピオライトが熱水変質脈の形態を保持しており、明瞭なせん断面は認められない。

m-a断層破碎部の性状(m-a断層:H27B-ma-2' 孔)

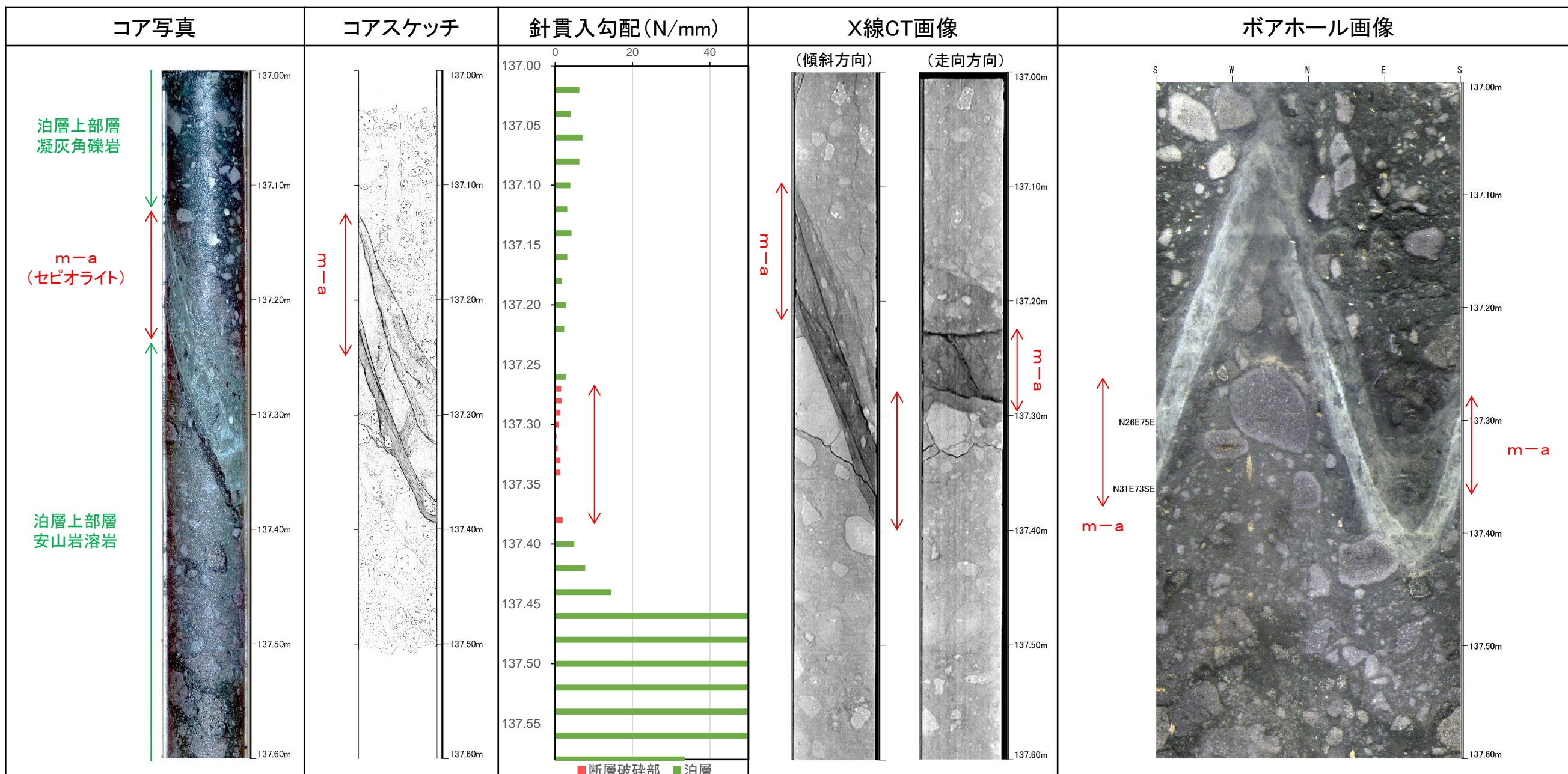


3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の性状・(H27B-ma-6孔)

- H27B-ma-6孔は、鉛直で掘削し、泊層上部層中のm-a断層破碎部の試料を採取した。
- m-a断層は、幅5~6cmであり、白色~灰白色で非固結状をなす。
- X線CT画像ではセピオライト化する破碎部中に非変質の安山岩礫が含まれている。
- B.H.Tでは白色セピオライト脈が不明瞭となり不連続であり、熱水変質脈の形態を保持しており、明瞭なせん断面は認められない。

m-a断層破碎部の性状(m-a断層:H27B-ma-6孔)

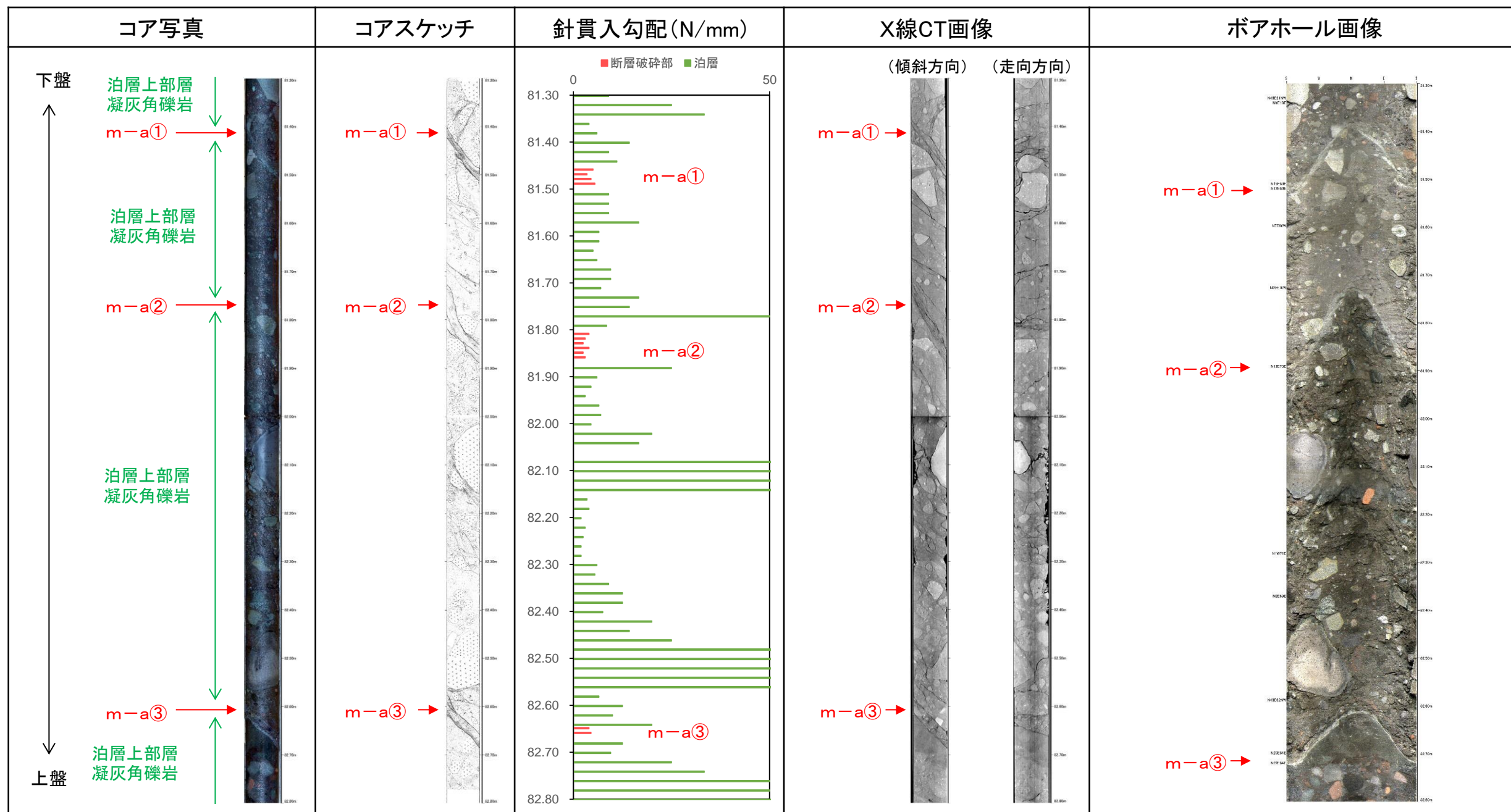


3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の性状・(H27B-ma-4孔)

- H27B-ma-4孔は、下方傾斜45° で東向きに掘削し、m-a断層の下盤側より上盤側に掘削して試料を採取した。
- m-a断層破碎部は、泊層上部層の凝灰角礫岩中で3条に分岐しており、それぞれの幅は1~3cmである。破碎部は、母岩に比較して軟質であり、非固結状をなす。

m-a断層破碎部の性状(m-a断層:H27B-ma-4孔)

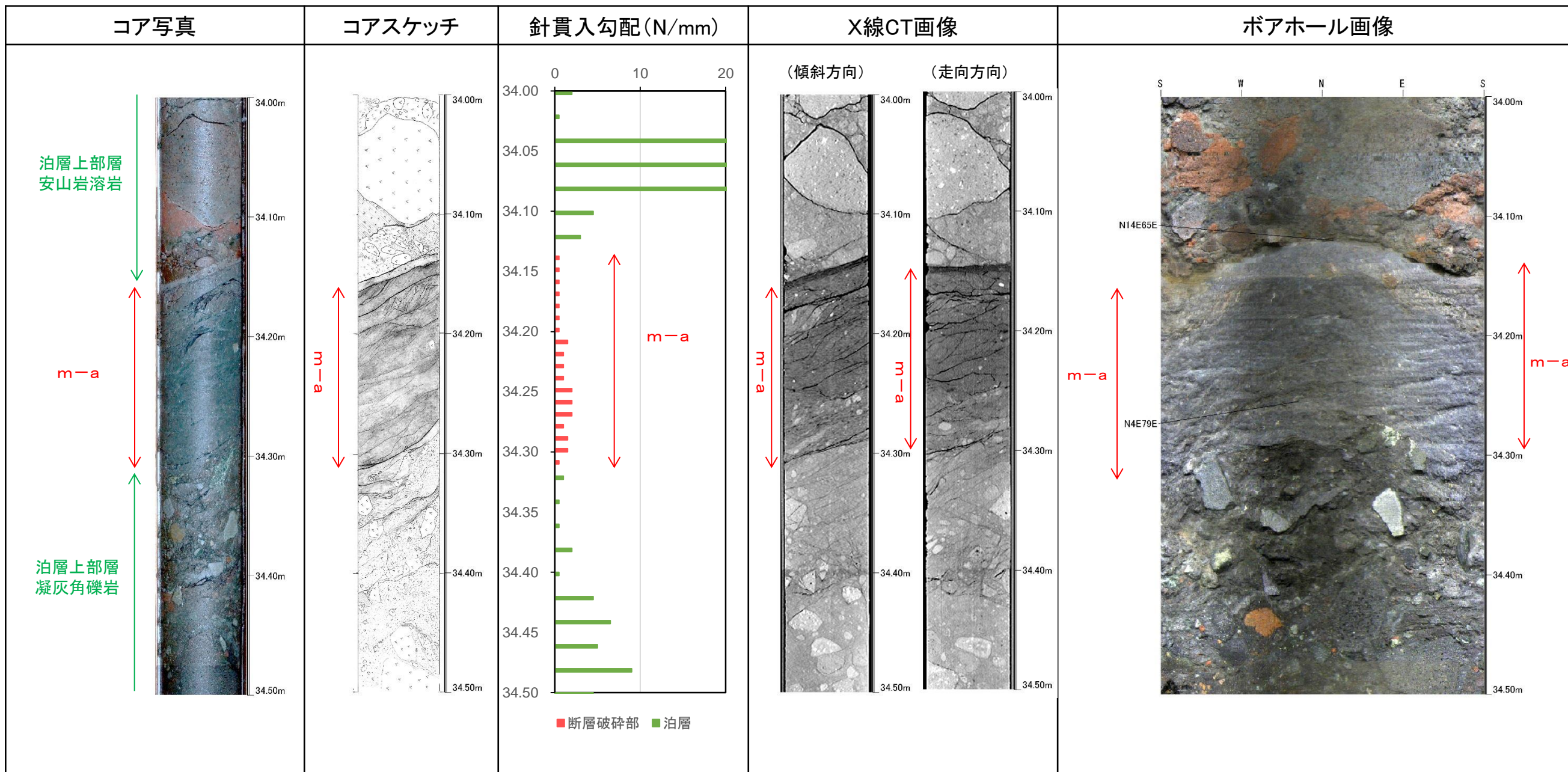


3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の性状・(H27B-ma-s6孔)

- H27B-ma-s6孔は、下方傾斜45°で掘削し、m-a断層の上盤側より下盤側に向かって掘削して試料を採取した。
- m-a断層破碎部は、泊層上部層の溶岩と凝灰角礫岩の境界にあり、幅は約15cmであり、両側に薄い非固結部よりなる粘土を伴う固結・非固結混在の性状である。

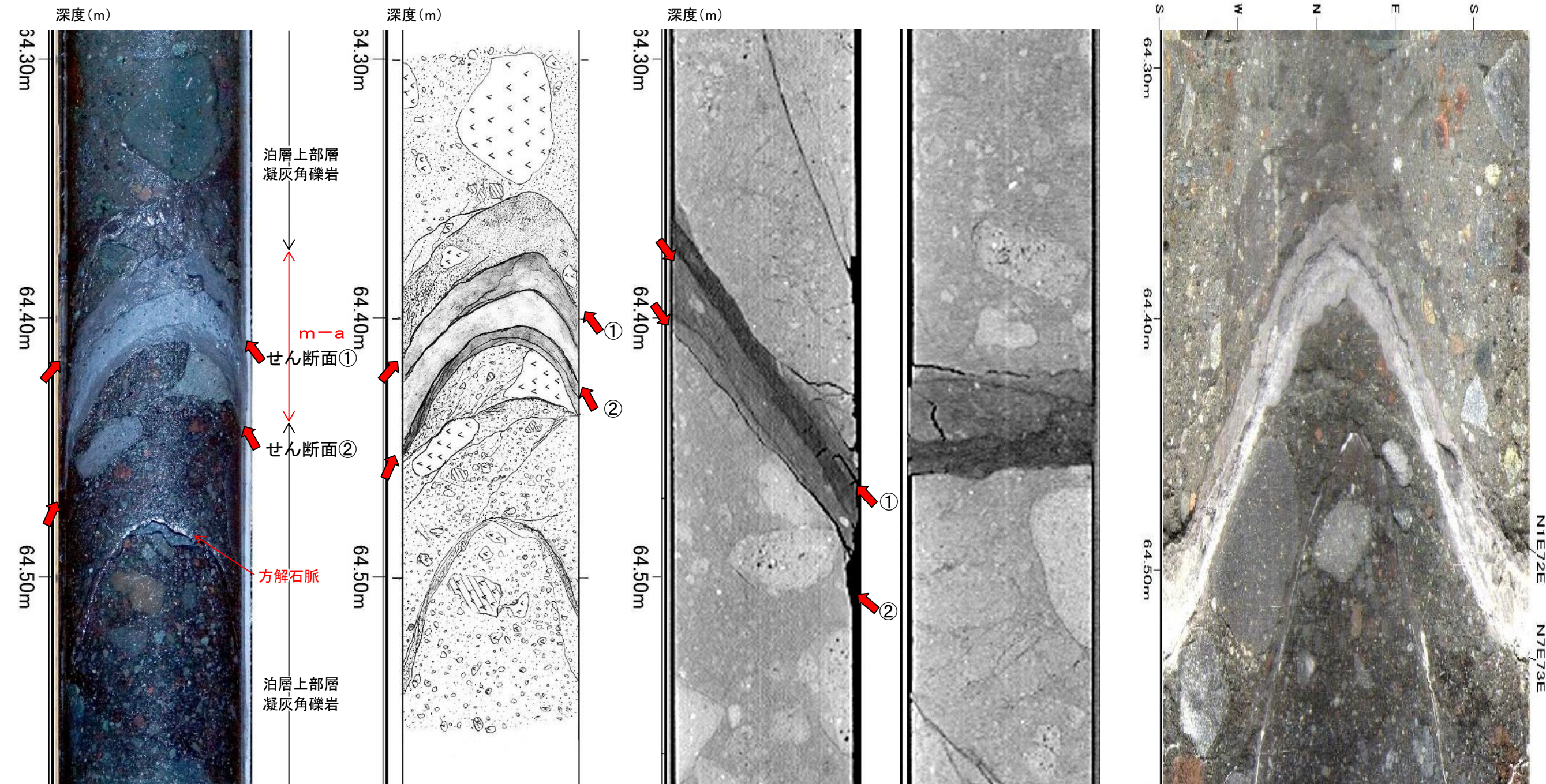
m-a断層破碎部の性状 (m-a断層:H27B-ma-s6孔)



3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:H27B-ma-2' 孔, CT画像等)

- コア観察, CT画像及びボアホールテレビ画像から, H27B-ma-2' 孔のm-a断層破碎部は軟質化している。
- 断層破碎部中には比較的直線的で明瞭な2条のせん断面(せん断面①, ②)が認められる。



m-a断層破碎部コア写真(左)・スケッチ(右)

m-a断層破碎部X線CT画像:傾斜方向(左)・走向方向(右)

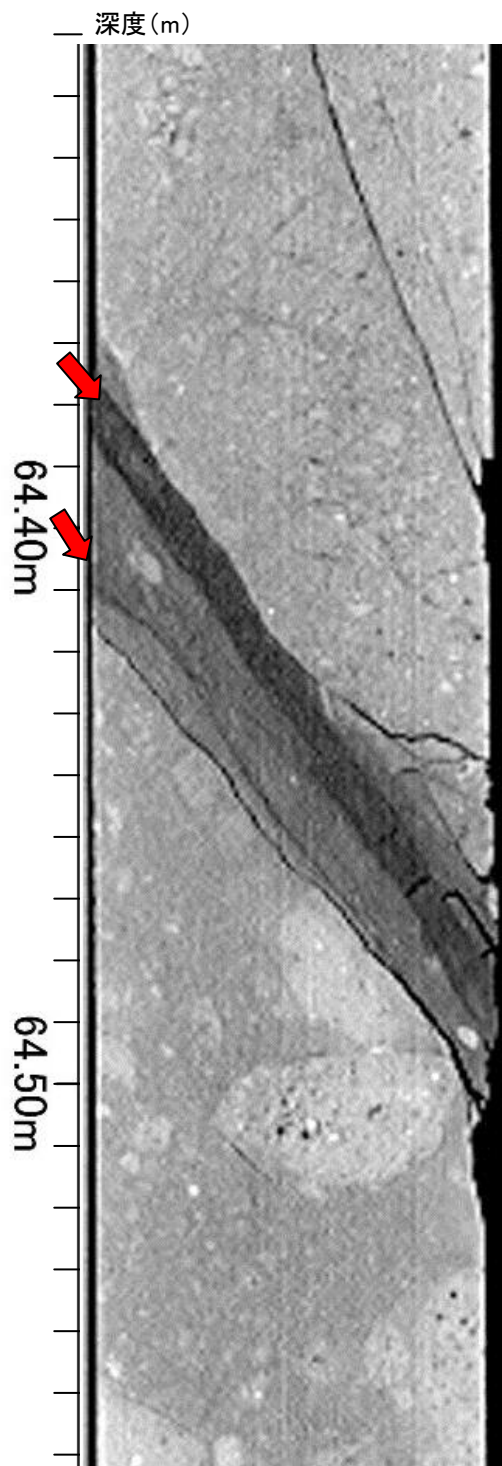
m-a断層破碎部ボアホールテレビ画像
縦:横=1:2で表示

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

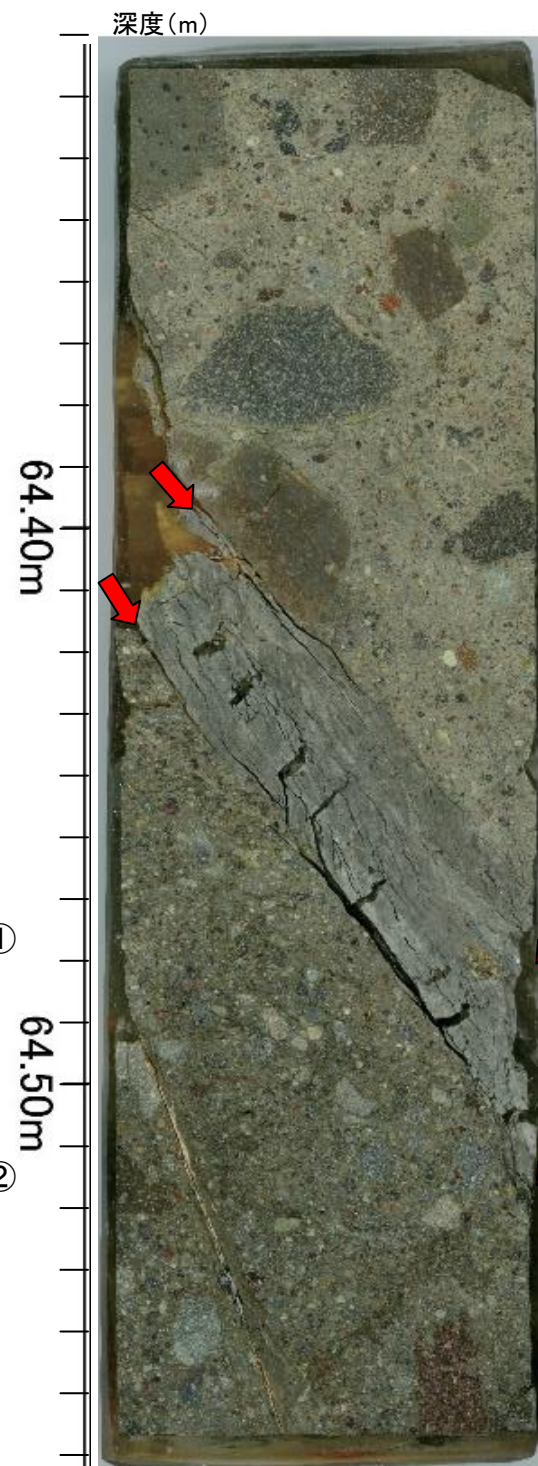
m-a断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:H27B-ma-2'孔, 研磨片)

【研磨片観察によるせん断面の連続性, 断層破碎部の性状, 運動センス】

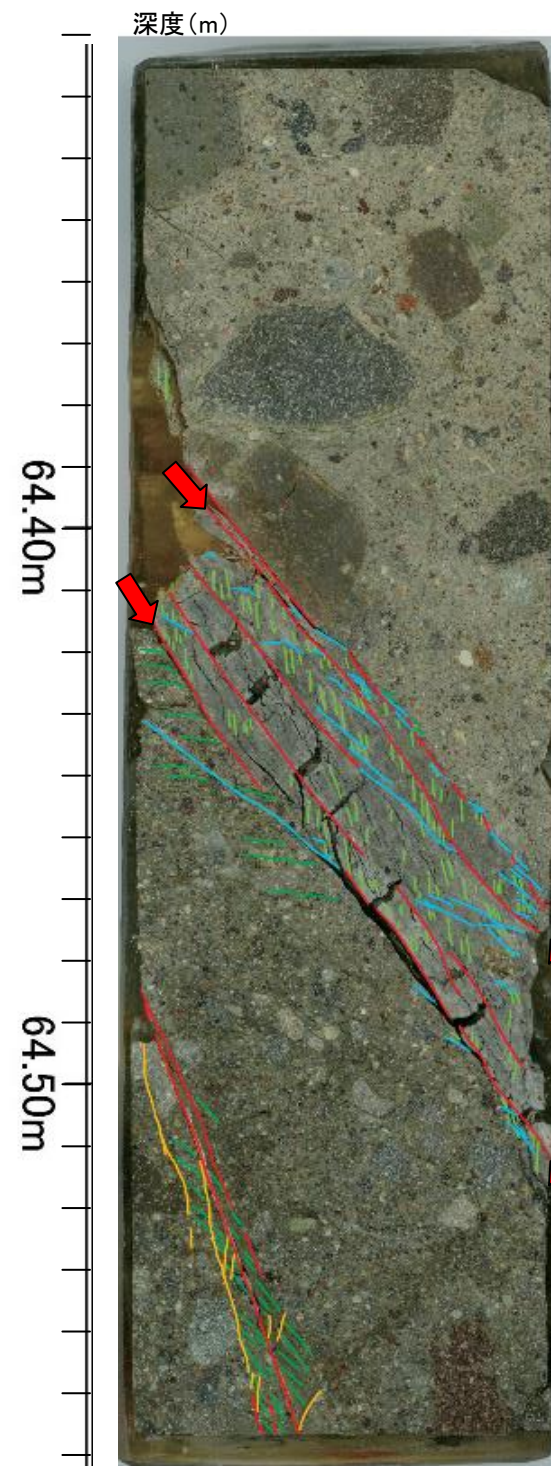
- せん断面①, ②は概ね連続し, いずれも逆断層センスの変形構造が認められる。
⇒せん断面①, ②について薄片観察を行った。



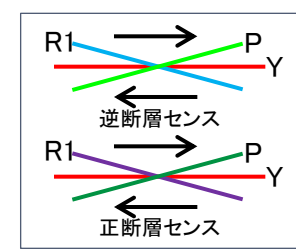
m-a断層破碎部X線CT画像:傾斜方向



m-a断層破碎部研磨片



- ① ・ 逆断層の変位センスを示す。
- ② ・ 逆断層の変位センスを示す。



3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察(1.最新面の認定:H27B-ma-2'孔, 薄片観察結果(せん断面①))

【薄片観察によるせん断面①の性状, 運動センス】

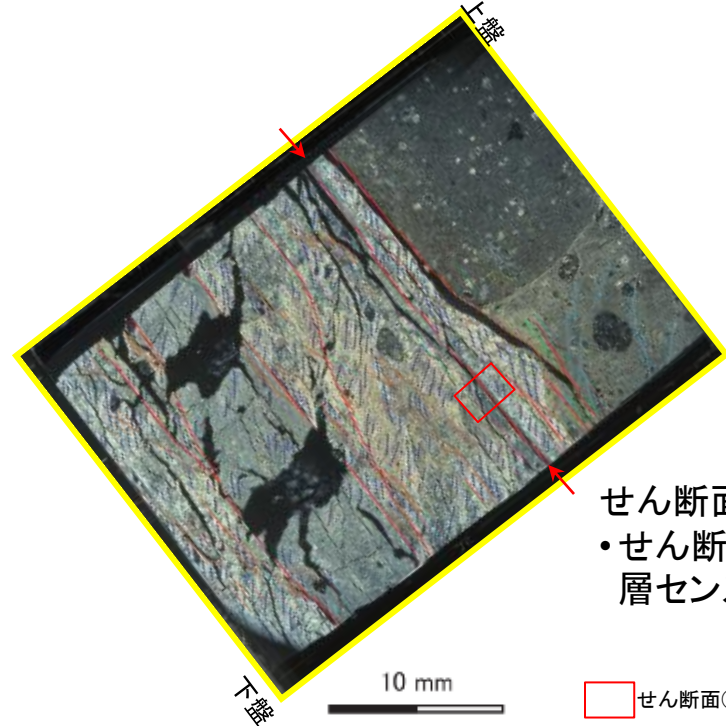
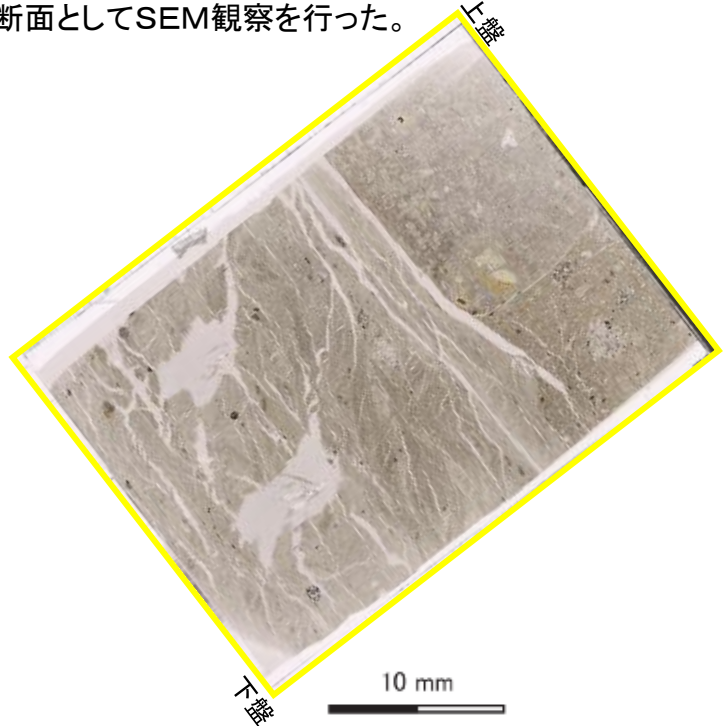
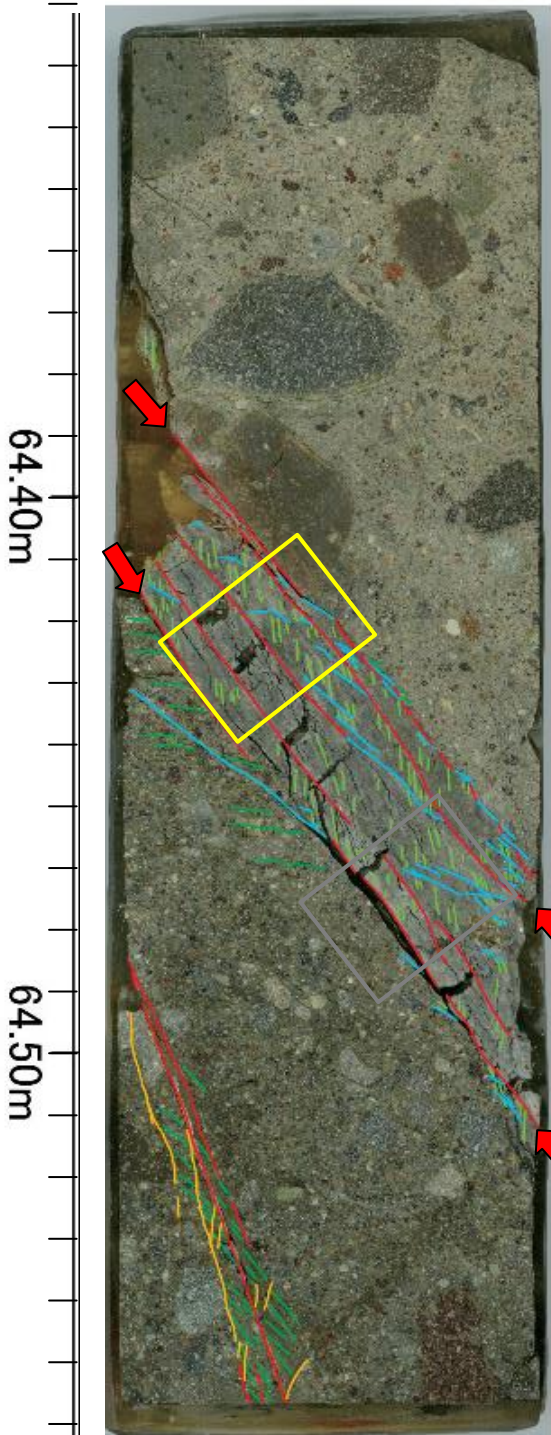
➢ 安山岩, 斜長石, 方解石, セピオライト, 不透明鉱物のフラグメントと細粒基質より構成される。

【顕微鏡観察によるせん断面①の性状】

➢ せん断面は直線的に発達する。

➢ せん断面沿いに炭酸塩鉱物が少量認められ, 割れ目を充填するように生成しており, 変形や破碎は生じていない。

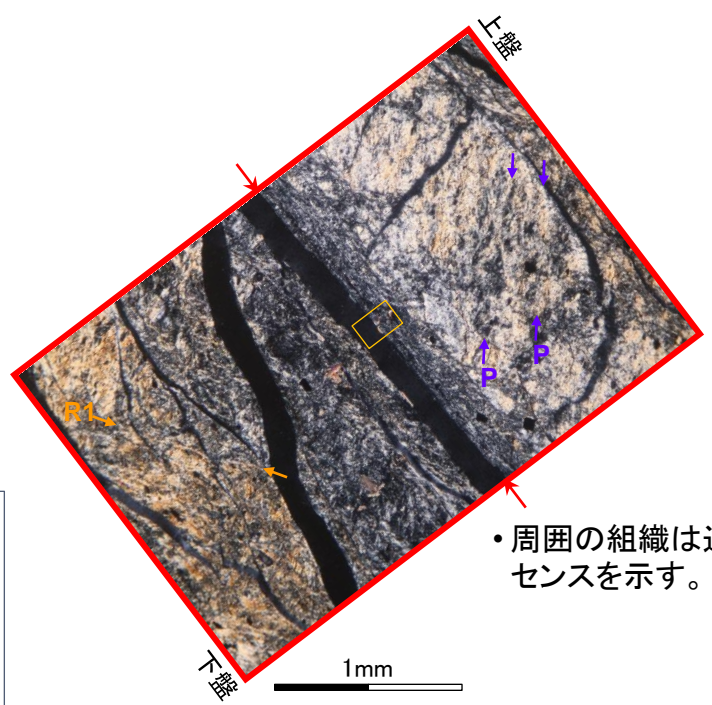
⇒せん断面①を最新面の可能性のあるせん断面としてSEM観察を行った。



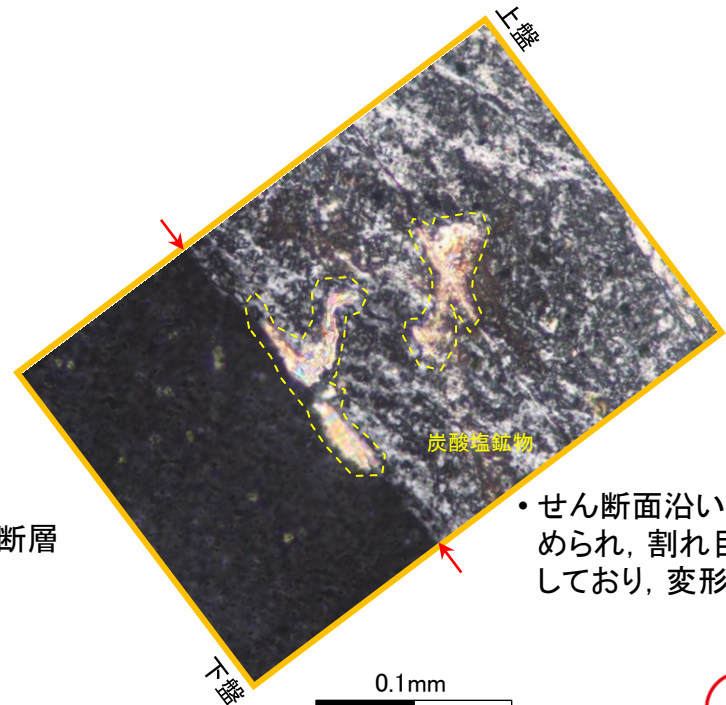
せん断面①
 ・せん断面は連続性がよく, 逆断層センスの変形が見られる。

□せん断面①顕微鏡観察箇所

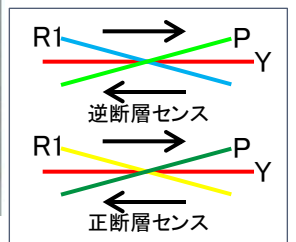
薄片写真(左:オープン, 右:クロス)



・周囲の組織は逆断層センスを示す。



・せん断面沿いに炭酸塩鉱物が少量認められ, 割れ目を充填するように生成しており, 変形や破碎は生じていない。



m-a断層破碎部研磨片

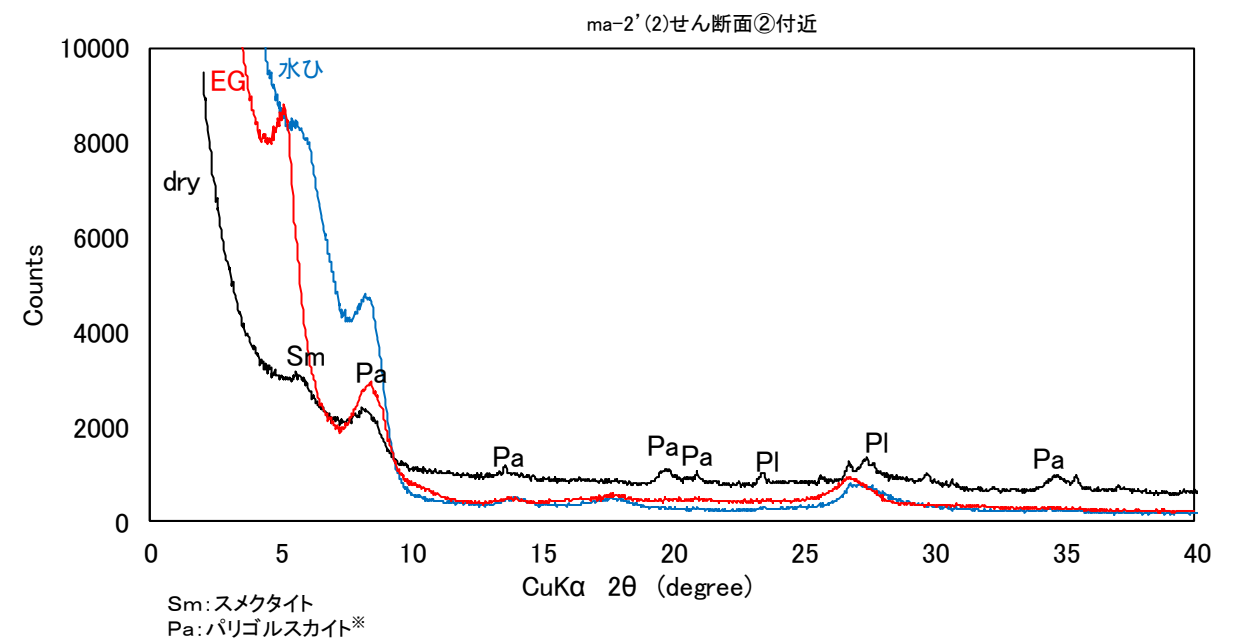
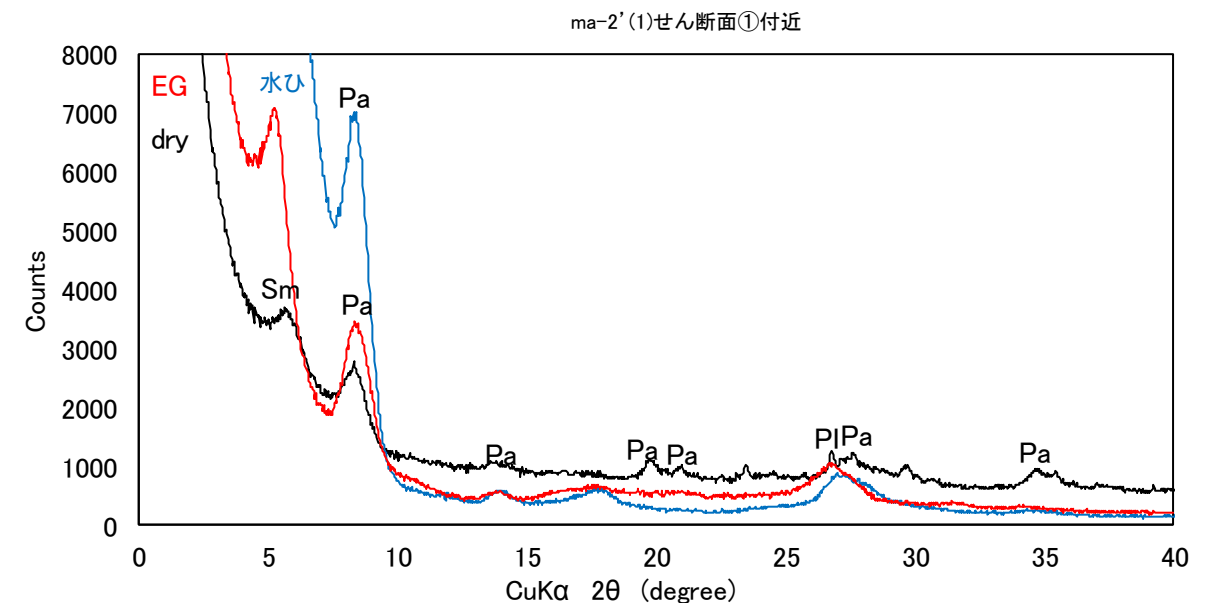
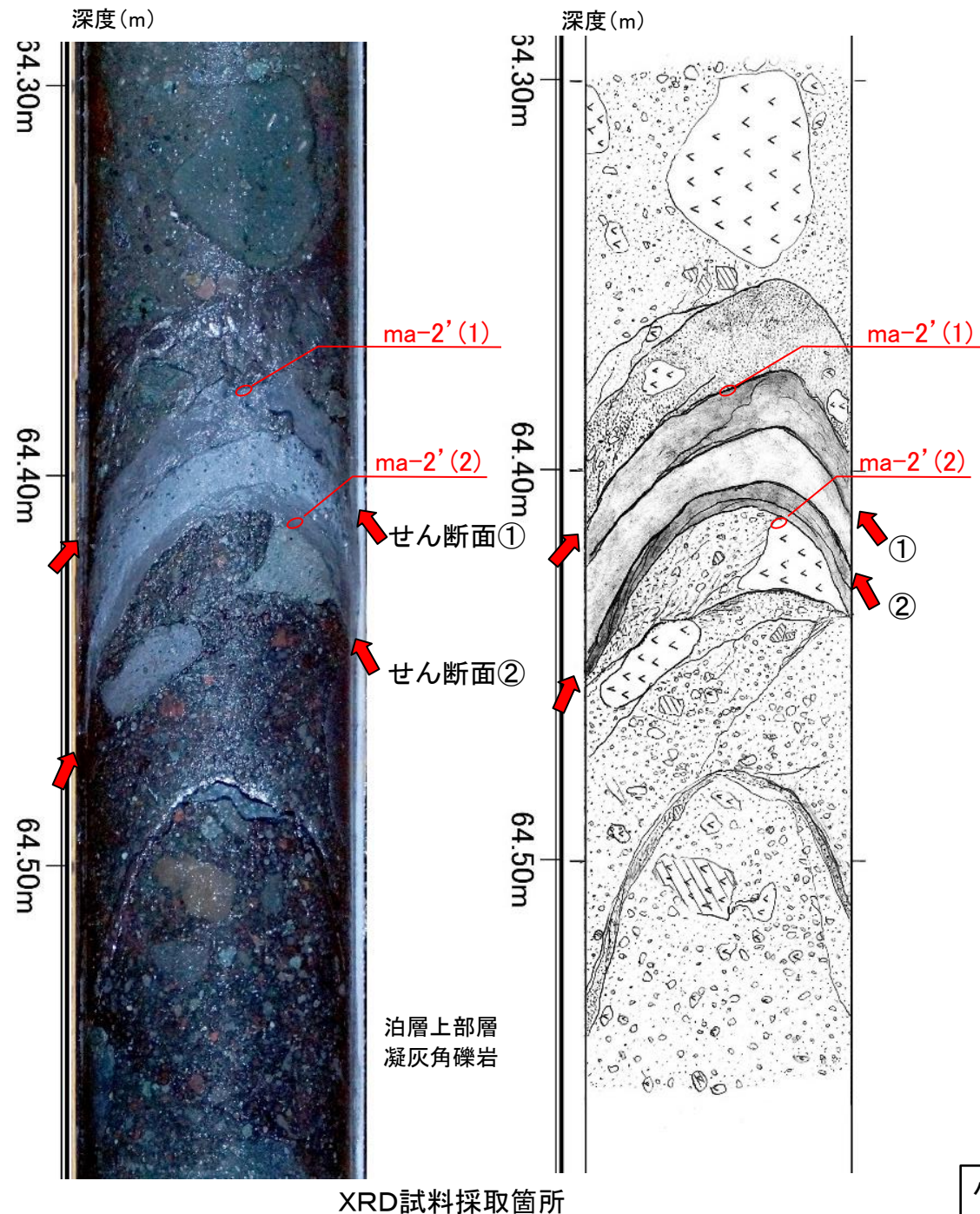
顕微鏡写真

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察 (2.破碎部を構成する粘土鉱物の確認: H27B-ma-2' 孔, XRD分析結果)

➤ 断層破碎部を構成する粘土鉱物は主としてパリゴルスカイト, スメクタイトからなる。

| 試料番号 | 地質状況 | 構成する主な粘土鉱物 |
|----------|-----------------|------------------|
| ma-2'(1) | 断層破碎部 (せん断面①付近) | スメクタイト, パリゴルスカイト |
| ma-2'(2) | 断層破碎部 (せん断面②付近) | スメクタイト, パリゴルスカイト |

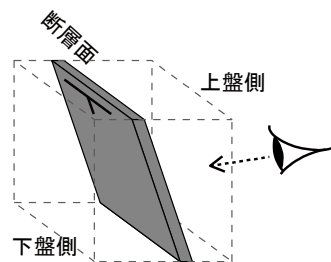
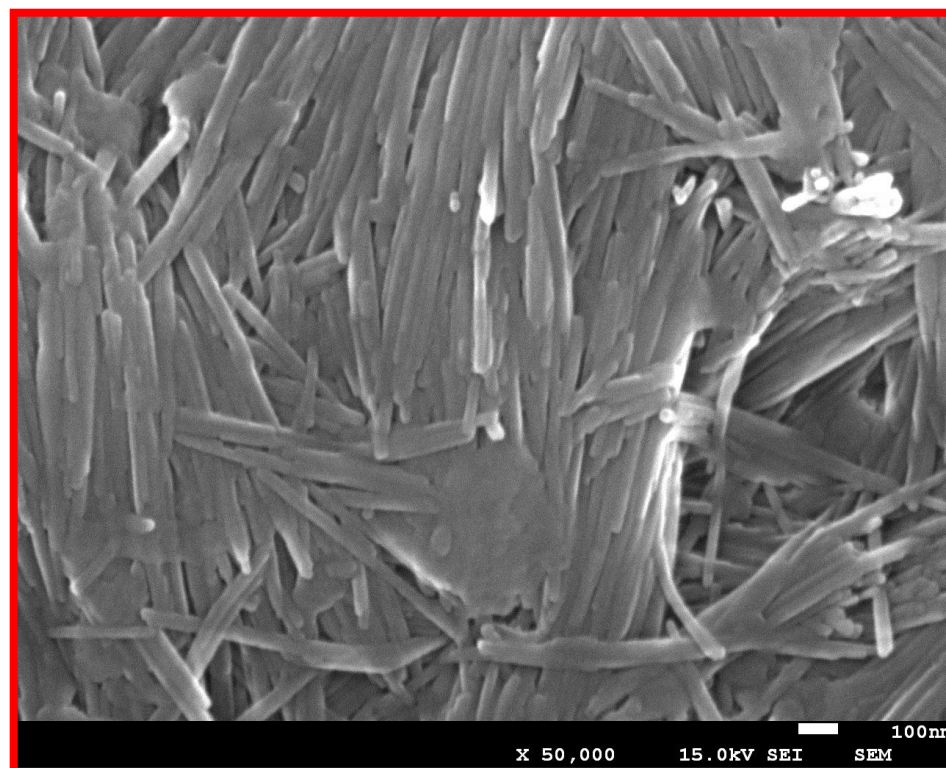
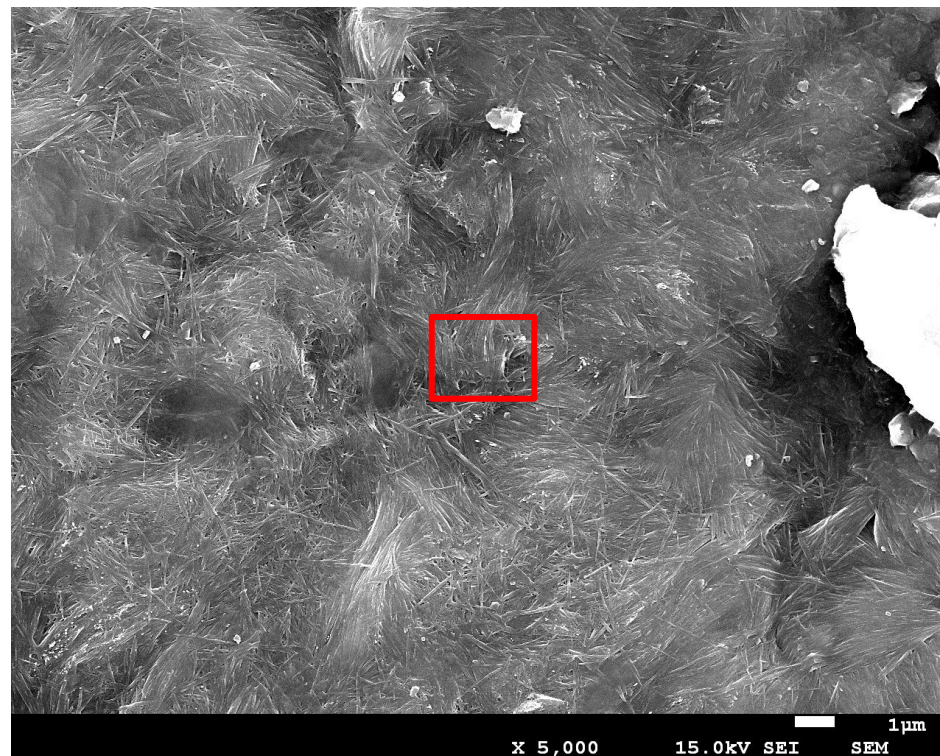
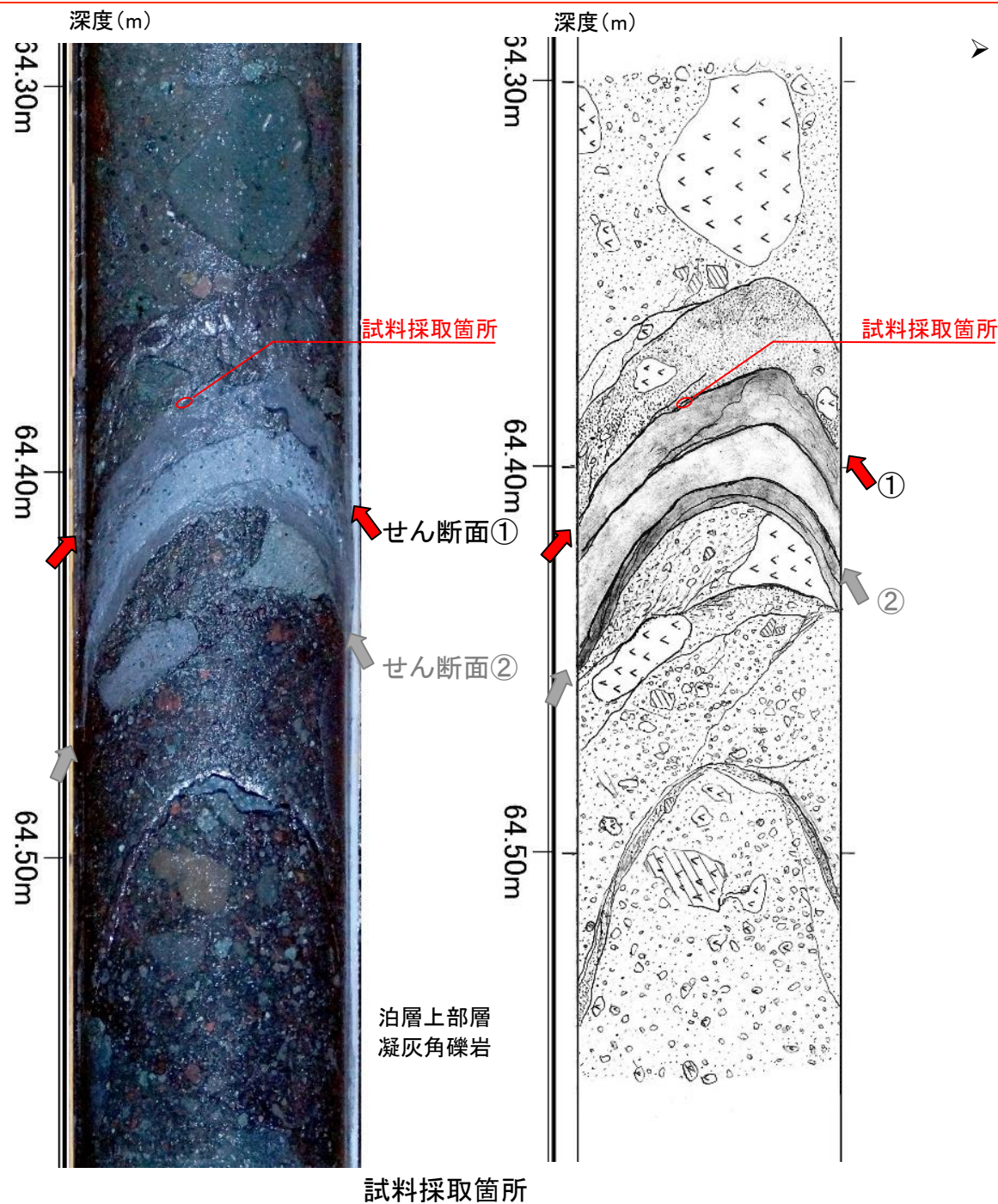


パリゴルスカイト : セピオライト類似したマグネシウムケイ酸塩鉱物であり, XRDでは8.2° 付近にピークが認められる。その他セピオライトとの比較は次頁に示す。

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察 (3.最新面の鉱物の晶出状況: H27B-ma-2' 孔, SEM観察(せん断面①))

➤ せん断面①のSEM観察の結果, 繊維状の自形のパリゴルスカイトが生成している様子が見られ, 破碎を受けた組織は認められない。

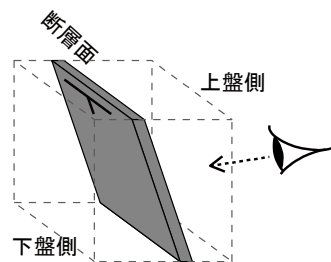
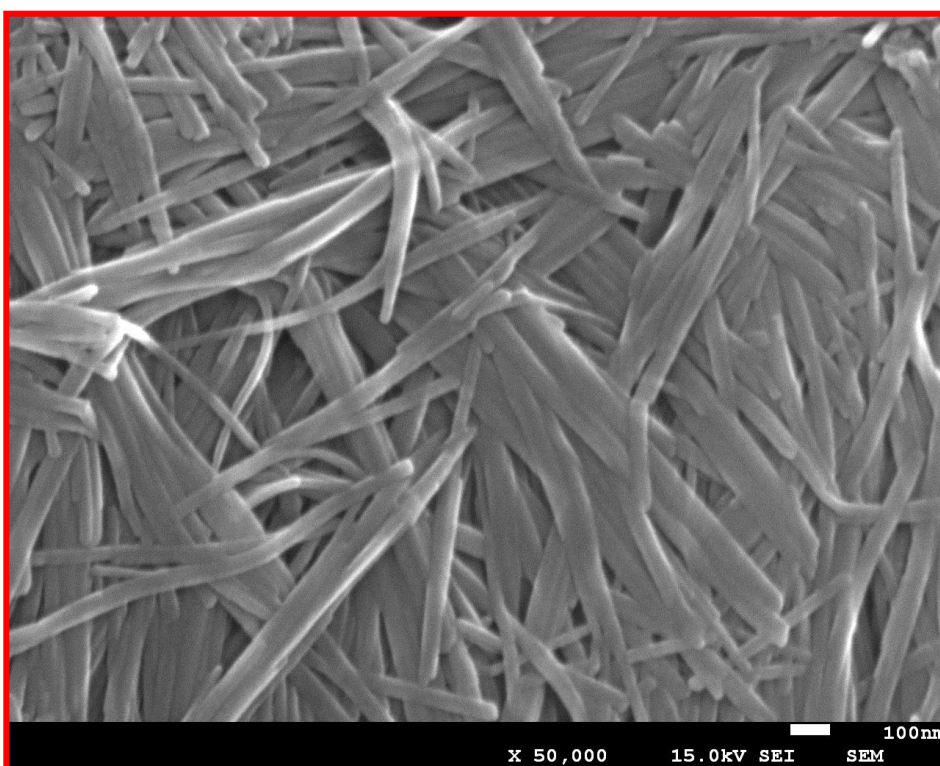
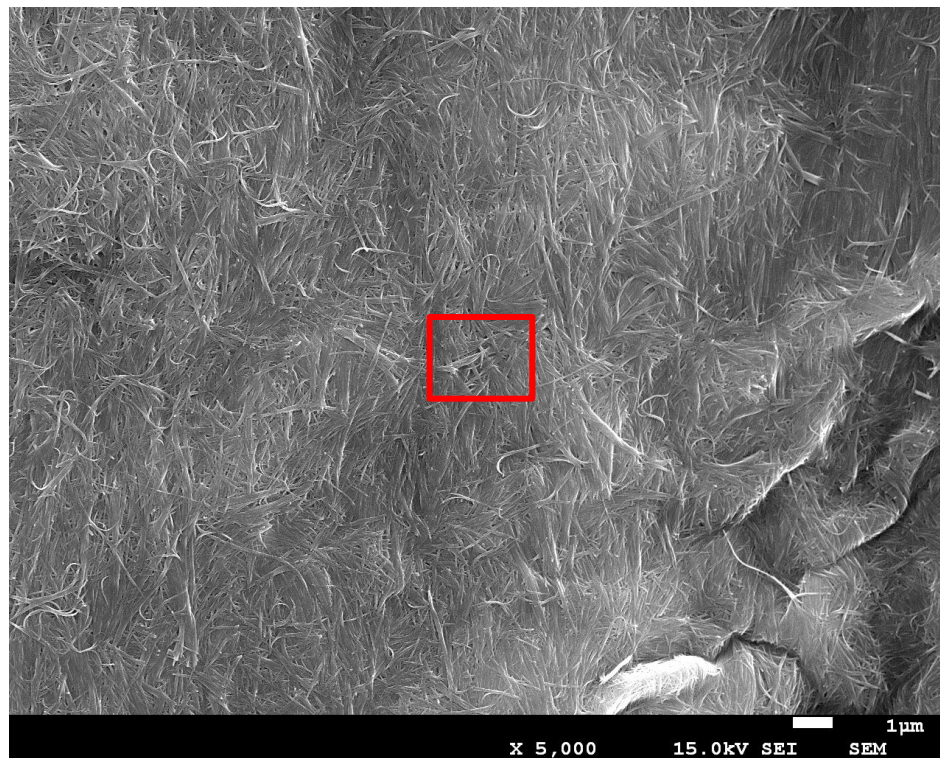
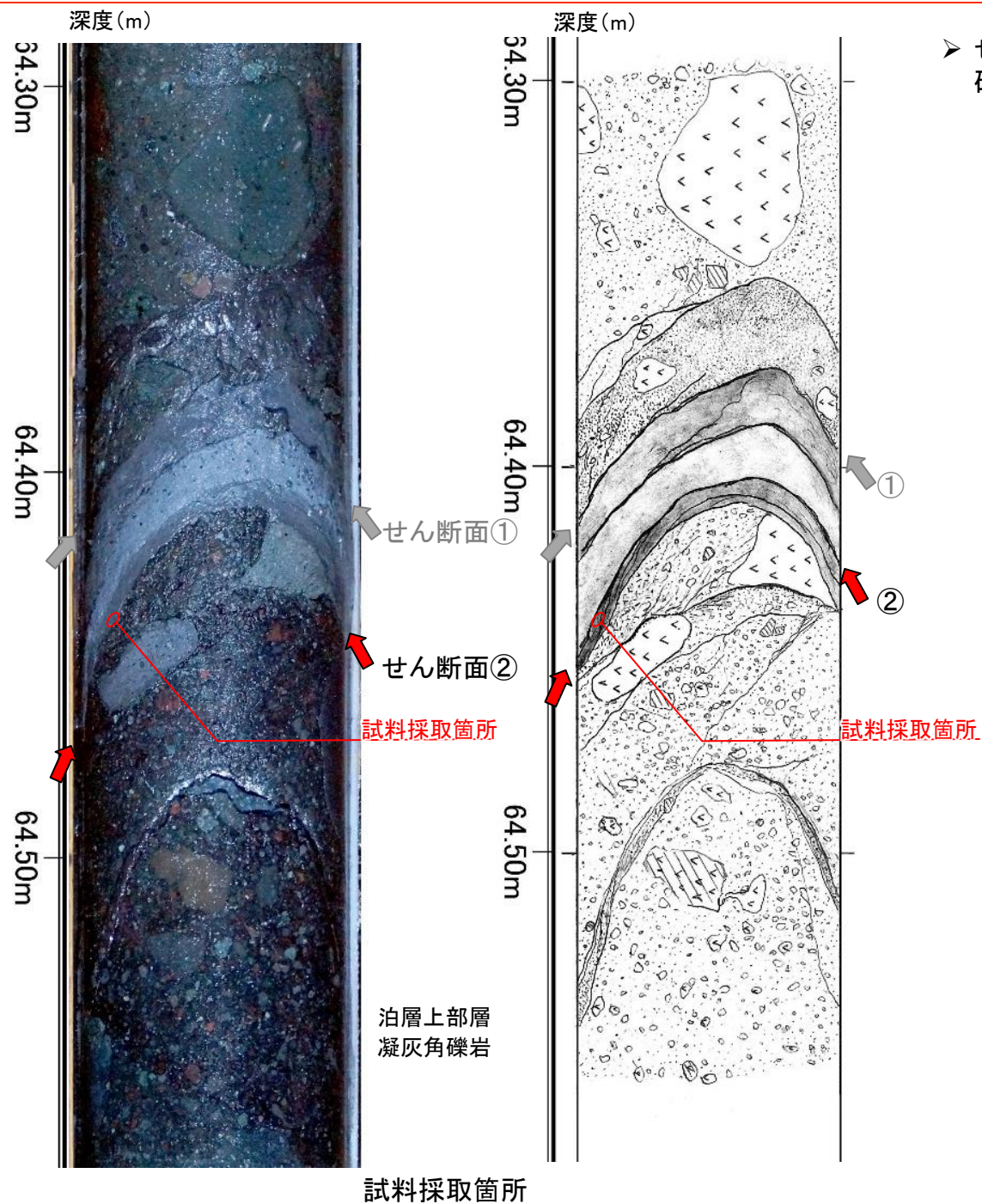


上盤側から断層面を観察

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察 (3.最新面の鉱物の晶出状況: H27B-ma-2' 孔, SEM観察(せん断面②))

➤ せん断面②のSEM観察の結果, 繊維状の自形のパリゴルスカイトが生成している様子が見られ, 破碎を受けた組織は認められない。

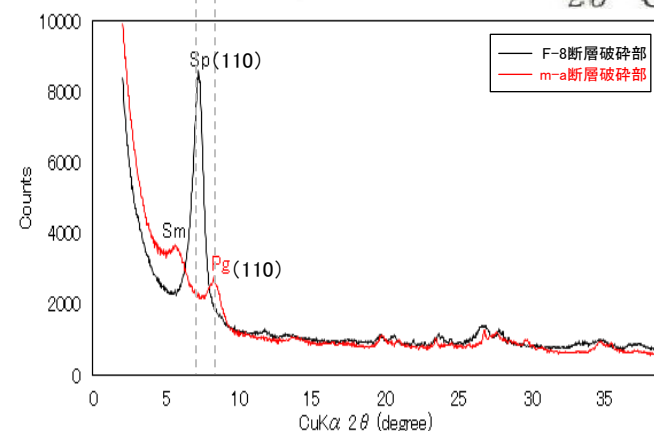
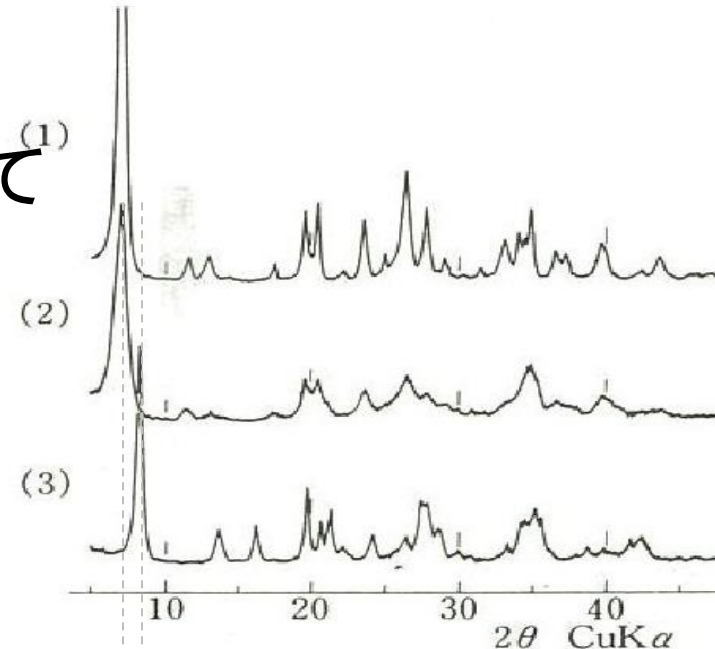


上盤側から断層面を観察

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

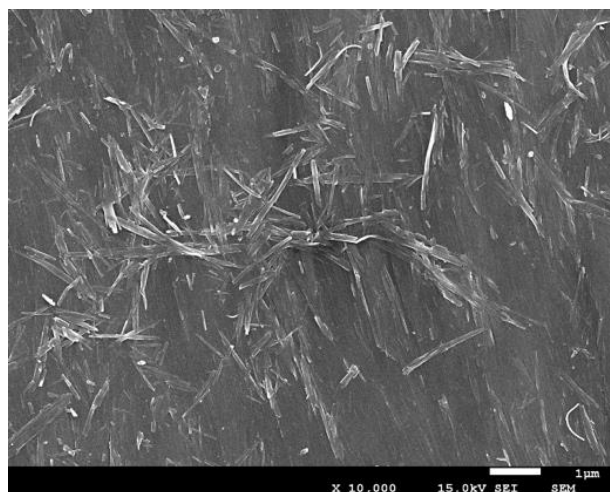
(参考) セピオライトとパリゴルスカイトについて

- セピオライトとパリゴルスカイトはともに2:1リボン型構造を持つMg質粘土鉱物で、微細な繊維状の形態を示す。
- セピオライトよりパリゴルスカイトの方がアルミニウムに富む。
- 大塚ほか(1992)は日本において各地で熱水変質で生成したセピオライト、パリゴルスカイトの産出事例を報告している。
- X線の特徴では、セピオライトは1.2nm(110)、パリゴルスカイトは1.05nm(110)に強い回折線が見られる。

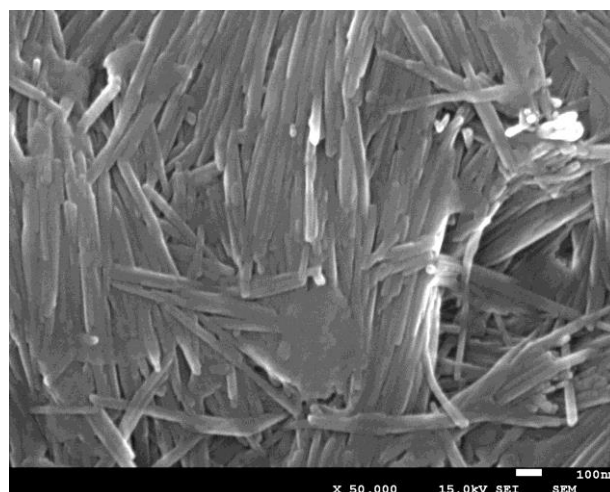


(1) 栃木県葛生, 唐沢鉱山産セピオライト(α-セピオライト)
 (2) トルコ, エスキシェール産セピオライト(β-セピオライト)
 (3) 栃木県葛生, 大叶鉱山産パリゴルスカイト

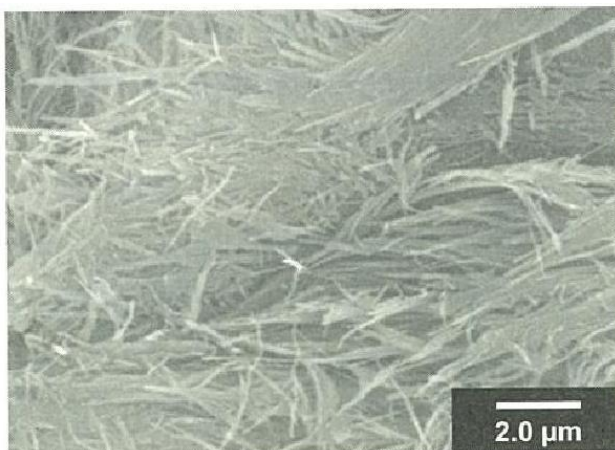
Sm: スメクタイト
 Sp: セピオライト
 Pg: パリゴルスカイト



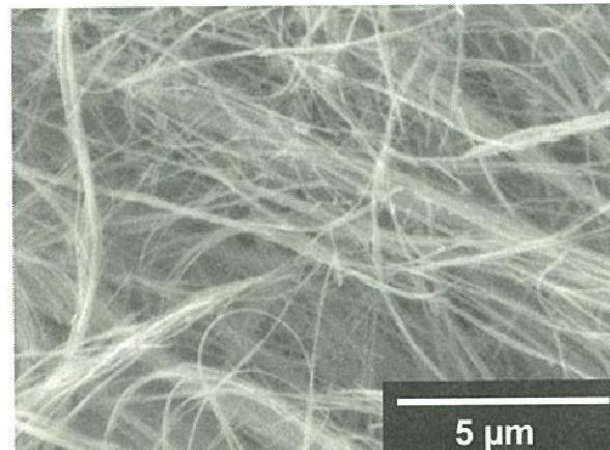
東通(F-8断層破碎部)セピオライトのSEM像



東通(m-a断層破碎部)パリゴルスカイトのSEM像



中国河南省産セピオライトのSEM像※1



中国河貴州省産パリゴルスカイトのSEM像※1

※1 粘土鉱物学会(2009)

| 化合物 | F-8断層セピオライト※4 | m-a断層パリゴルスカイト※4 | 青函トンネル産Fe-セピオライト※2 | 栃木県葛生大叶鉱山産パリゴルスカイト※3 |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| SiO ₂ | 62.74 | 69.78 | 52.17 | 53.75 |
| TiO ₂ | 0.00 | 0.13 | 0.20 | - |
| Al ₂ O ₃ | 0.50 | 13.97 | 1.47 | 10.23 |
| Fe ₂ O ₃ | - | - | 8.16 | 1.83 |
| FeO | 10.89 | 2.51 | 1.43 | 0.26 |
| MgO | 19.97 | 12.15 | 18.28 | 9.39 |
| CaO | 0.14 | 0.00 | 0.11 | 2.29 |
| Na ₂ O | 4.85 | 0.84 | 0.12 | tr. |
| MnO | 0.75 | 0.00 | 0.09 | - |
| K ₂ O | 0.15 | 0.62 | 0.15 | 0.02 |
| H ₂ O(+) | - | - | 9.38 | 12.04 |
| H ₂ O(-) | - | - | 8.29 | 10.16 |
| Total | 99.99 | 100.00 | 99.85 | 99.97 |

※2: Sakamoto et. al., 1980

※3: Minata et al., 1960

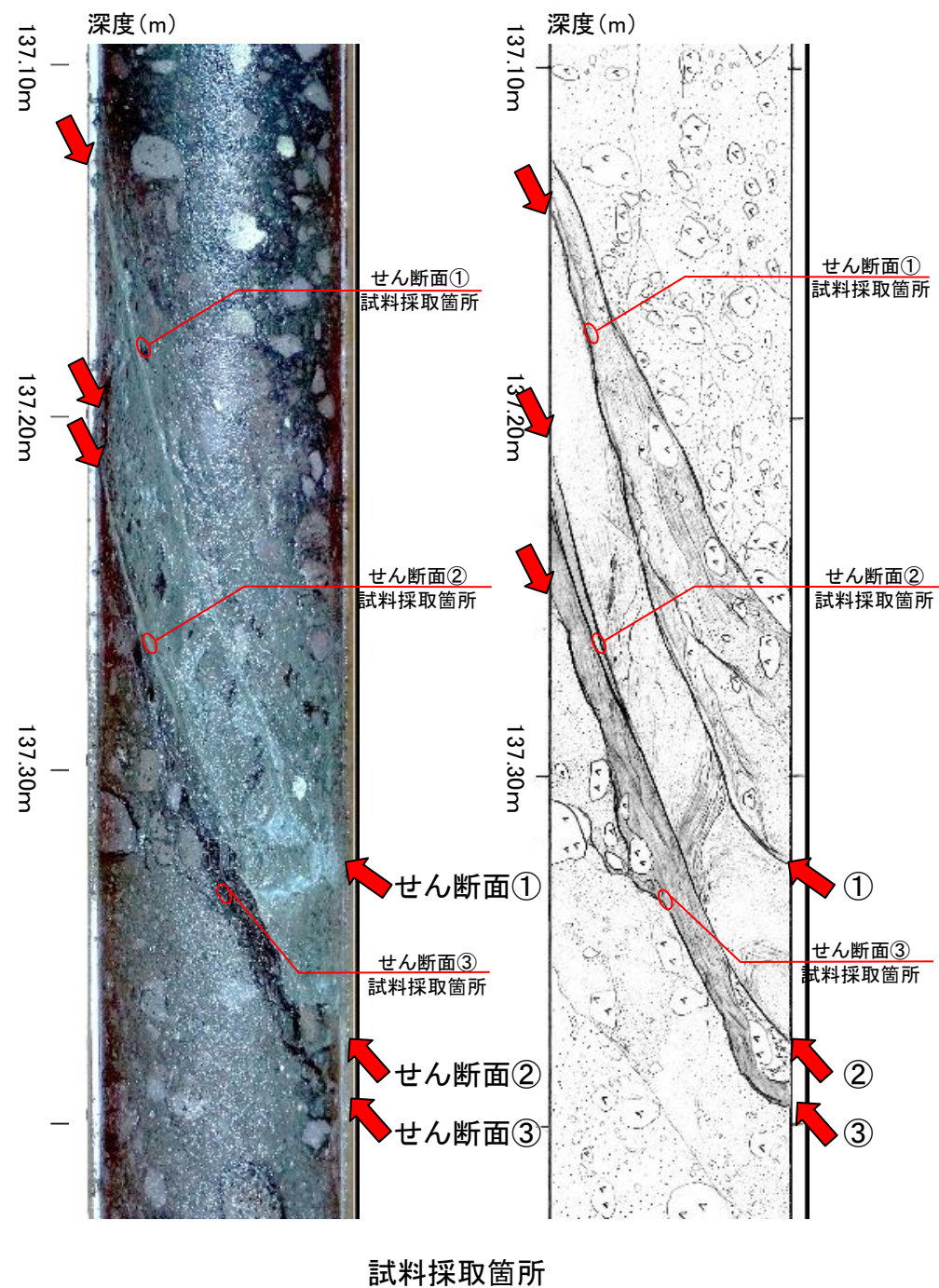
※4: F-8断層, m-a断層の分析値は100%換算

(単位:w%)

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察 (3.最新面の鉱物の晶出状況: H27B-ma-6孔, SEM観察)

➤ H27B-ma-6孔のm-a断層破碎部で最新面の可能性があるせん断面についてSEM観察した結果、繊維状の自形のセピオライトが生成している様子がみられ、破碎を受けた組織は認められない。

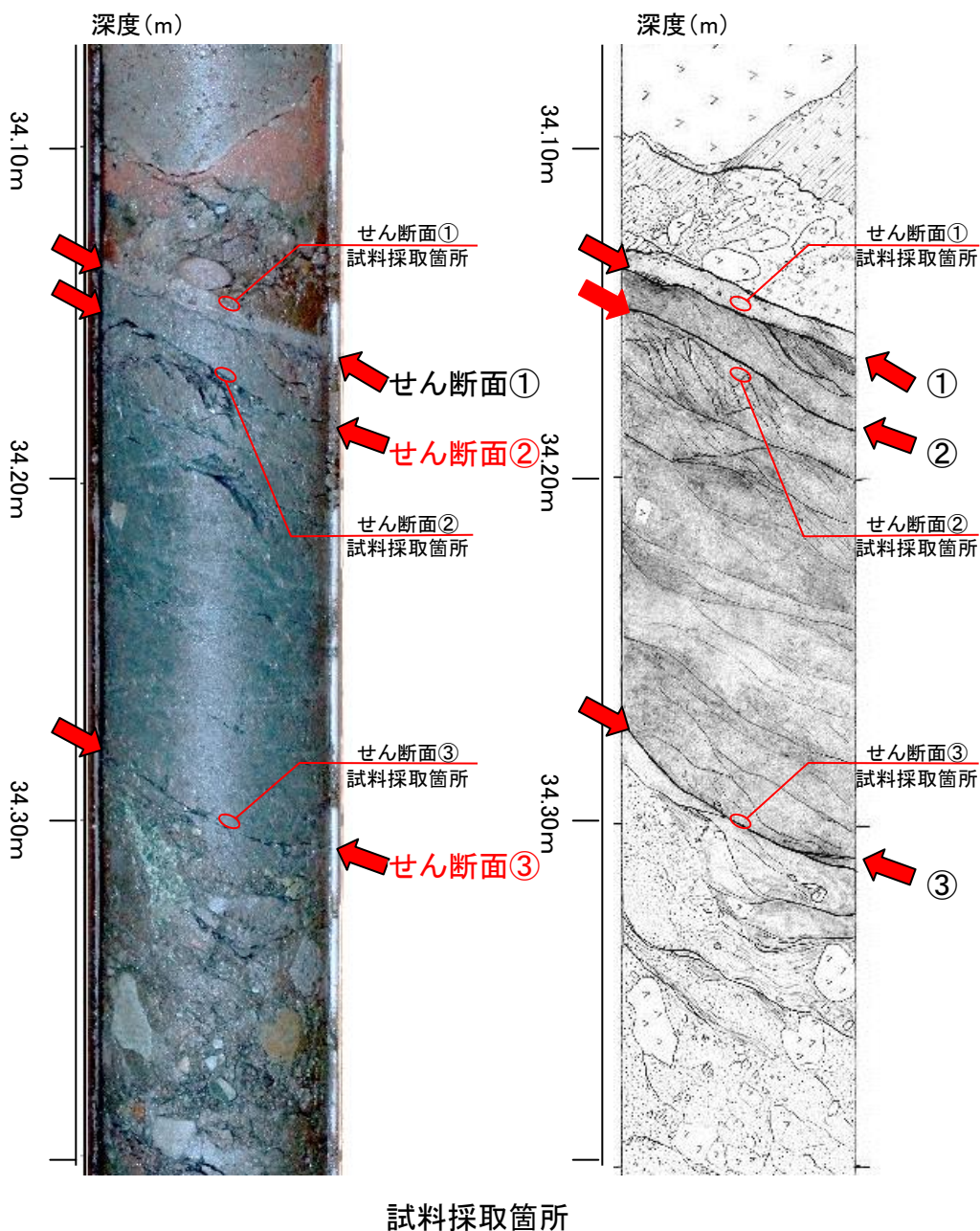


| | × 5000 | × 50000 |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------|
| せん断面① | X 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | X 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |
| せん断面② | X 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | X 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |
| せん断面③ | X 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | X 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |

3.4.5 断層破碎部の詳細性状

m-a断層破碎部の組織観察 (3.最新面の鉱物の晶出状況: H27B-ma-s6孔, SEM観察)

➤ H27B-ma-s6孔のm-a断層破碎部で最新面の可能性があるせん断面についてSEM観察した結果, 繊維状の自形のセピオライトまたはパリゴルスカイトとその空間を埋めるようにスメクタイトが見られ, 破碎を受けた組織は認められない。



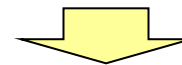
| | × 5000 | × 50000 |
|-------|--------------------------------|-----------------------------------|
| せん断面① | × 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | × 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |
| せん断面② | × 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | × 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |
| せん断面③ | × 5,000 15.0kV SEI SEM 1µm | × 50,000 15.0kV SEI SEM 100nm |

m-a断層の活動性評価

m-a断層の活動性評価

- 震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
- 地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認

| 確認項目と評価の観点 | | 調査結果 | 説明箇所 |
|----------------------|----------------------------------|--|---|
| リニアメント, 変動地形 | 断層に対応するリニアメント, 変動地形の有無 | ・空中写真判読により, リニアメント, 変動地形は認められない。 | 3.4.2 |
| 岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係 | 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地層の変位・変形の有無 | ・第四系(M ₂ 面段丘堆積物等)との関係は確認できない。 | |
| 断層破碎部の性状 | ボーリングコア | 固結・岩石化した断層破碎部の有無 | ・認められない。 |
| | SEM観察 | 最新面沿いの粘土鉱物の破碎の有無 | ・最新面にはセピオライトが生成し, 破碎を受けた組織は認められず, 熱水変質によりセピオライトが形成されて以降の活動はない。 ・セピオライトの形成時期は約10Ma(K-Ar法)である。 |
| | 薄片観察 | 最新面を横断する粘土鉱物脈の有無 | ・せん断面沿いに変形組織を持たないセピオライトが見られる。 ・炭酸塩鉱物が部分的に認められ, 割れ目を充填するように生成している。 |
| 分布・連続性, 断層等との関係 | 新旧関係が判断できる断層等の有無 | ・原子炉建屋設置位置付近で海域に分布するが, 北方では断層は確認されず, 南方は沿岸部に達して消滅する。 | 3.4.4 |
| 地下深部への連続性 | 地下深部まで連続する断層かどうか | ・反射法地震探査から, 地下深部に連続しない。 | 3.4.3 |



m-a断層は, 「将来活動する可能性のある断層等」に該当しない

3. 活動性評価

- 3.1 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認
- 3.2 f-1断層の活動性評価
- 3.3 f-2断層の活動性評価
- 3.4 m-a断層の活動性評価
- 3.5 総合評価

f-1断層, f-2断層, m-a断層に関する評価(まとめ)

f-1断層, f-2断層, m-a断層の活動性評価

- 震源として考慮する活断層に該当しないことの確認
- 地震活動に伴って永久変位が生じる断層に該当しないことの確認
- 支持地盤まで変位及び変形が及ぶ地すべり面がないことの確認

| 確認項目と評価の観点 | | 調査結果 | | |
|----------------------|----------------------------------|--|--|---|
| | | f-1断層 | f-2断層 | m-a断層 |
| 地すべり面の有無 | | ・敷地～敷地近傍の地形, 地表地質調査等から, 敷地の地盤に達する地すべりは認められない。 | | |
| リニアメント, 変動地形 | 断層に対応するリニアメント, 変動地形の有無 | ・認められない。 | ・認められない。 | ・認められない。 |
| 岩盤及び第四系の変位・変形と断層との関係 | 後期更新世以降(約12~13万年前以降)の地層の変位・変形の有無 | ・第四系基底面に段差はない。 ・f-1断層延長上の第四系(M ₂ 面段丘堆積物)に断裂や礫の再配列は認められない。 | ・第四系(M ₂ 面段丘堆積物)及びその基底面に変位・変形を与えていない。 | ・第四系(M ₂ 面段丘堆積物等)との関係は確認できない。 |
| | | 【岩盤上面の形態, 小断裂, 劣化部】 ・岩盤上面の形態は, 走向方向で変化, 第四系基底面の高まりも広がりをもつものではない。 ・第四系中の小断裂は形態, 変位量が走向方向で変化し, 連続性がない。 ・劣化部は, 岩盤の表層部に限られ, 深部の岩盤は劣化部がなく新鮮。 | 【変位のない断裂】 ・変位のない断裂はf-2断層と関係しない。 | |
| 断層破碎部の性状 | ボーリングコア | 固結・岩石化した断層破碎部の有無 | ・認められない。 | ・認められない。 |
| | SEM観察 | 最新面沿いの粘土鉱物の破碎の有無 | ・最新面にはセピオライト, スメクタイトが生成し, 破碎を受けた組織は認められない。 | ・最新面にはセピオライトが生成し, 破碎を受けた組織は認められない。 |
| | 薄片観察 | 最新面を横断する粘土鉱物脈の有無 | ・せん断面沿いに変形組織を持たないセピオライトが見られる。 | ・せん断面沿いに変形組織を持たないセピオライトが見られる。 ・炭酸塩鉱物が割れ目を充填して生成。 |
| 分布・連続性, 断層等との関係 | 新旧関係が判断できる断層等の有無 | ・F-10断層, m-a断層に切られる。 | ・高角度の変質鉱物脈(形成時期約10Ma)に切られる。 | ・海域に分布, 北方で断層は確認されず, 南方は沿岸部に達して消滅。 |
| 地下深部への連続性 | 地下深部まで連続する断層かどうか | ・深部は, F-10断層に切れ, 地下深部に連続しない。 | ・深部は, T.P.約-45m以深に連続しない。 | ・反射法地震探査から, 地下深部に連続しない。 |



f-1断層, f-2断層, m-a断層は, 「将来活動する可能性のある断層等」に該当しない

参考文献

1. 日本地すべり学会東北支部(1992):東北の地すべり・地すべり地形, 一分布図と技術者のための活用マニュアル
2. 一般社団法人斜面防災対策技術協会(2005):青森県の地すべり防止区域指定地
3. 国立研究開発法人防災科学技術研究所(2009):地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」
4. 活断層研究会編(1991):[新編]日本の活断層一分布図と資料, 東京大学出版会
5. Hendricks, S.B.・Ross, C.S(1941): Chemical composition and genesis of glauconite and celadnite. Amer. Min., 26, 683-708.
6. 日本粘土学会編(2009):粘土ハンドブック(第三版), 技報堂出版
7. Sakamoto T.・ Suzuki S.・ Tatematsu H・ Otsuka R. (1980):Iron-Sepiolite from the Seikan Tunnel, Japan. J. Japan. Assoc. Miner. Petr. Econ. Geol., 75, 164-171.
8. Minata, H., Imai, N., Otsuka, R. (1969) :Jour Japan. Assoc Miner. Petr. Econ. Geol., 61, 125-139.
9. Imai, N., Otsuka, R. and Nakamura, T. (1967):An occurrence of well-crystallized sepiolite from the Akatani iron mine, Niigata Pref., Northeastern Japan. Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol., 57, 39-56.
10. 大塚良平・下田右・下坂康哉・永田洋・篠原也寸志・清水雅浩・坂本尚史(1992):セピオライトの産状と鉱物学的性質, 粘土科学, vol. 32, No. 3, pp.154-172.
11. 植田良夫・鈴木光郎(1973):東北日本産海緑石とセラドナイトのK-Ar年代. 地質学論集, 8, 151-159.
12. Watanabe N.・Takimoto T.・Shuto K.・Itaya T. (1993) :K-Ar ages of the Miocene volcanic rocks from the Tomari area in the Simokita Peninsula, Northeast Japan arc. J.Min.Petr.Econ.Geol., 88, 352-358.