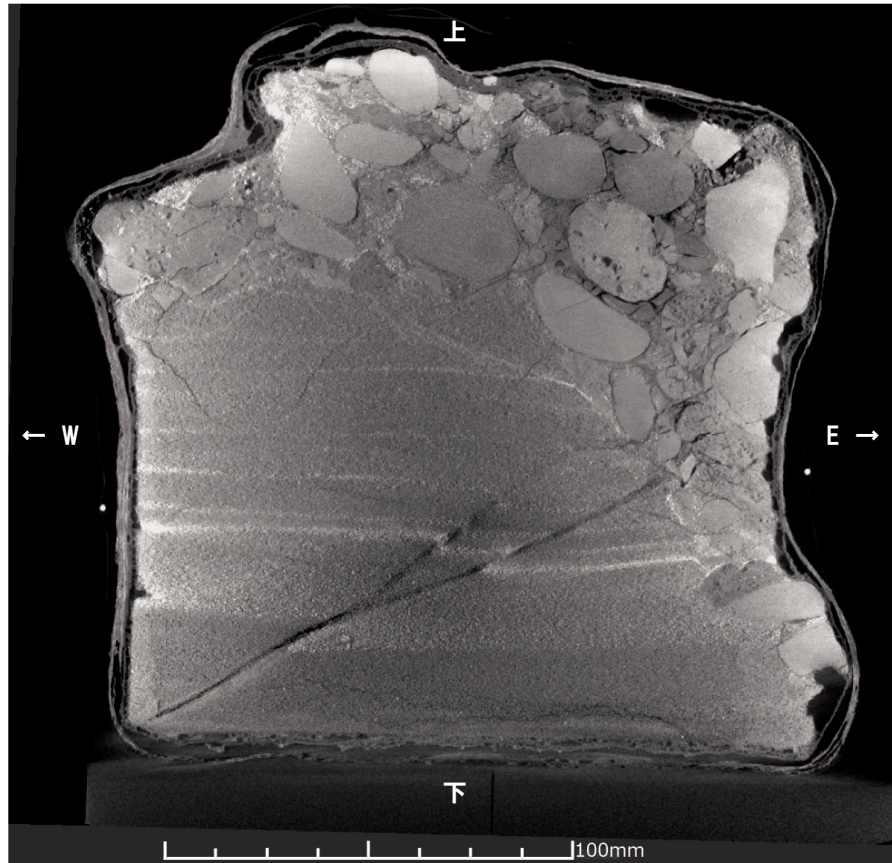


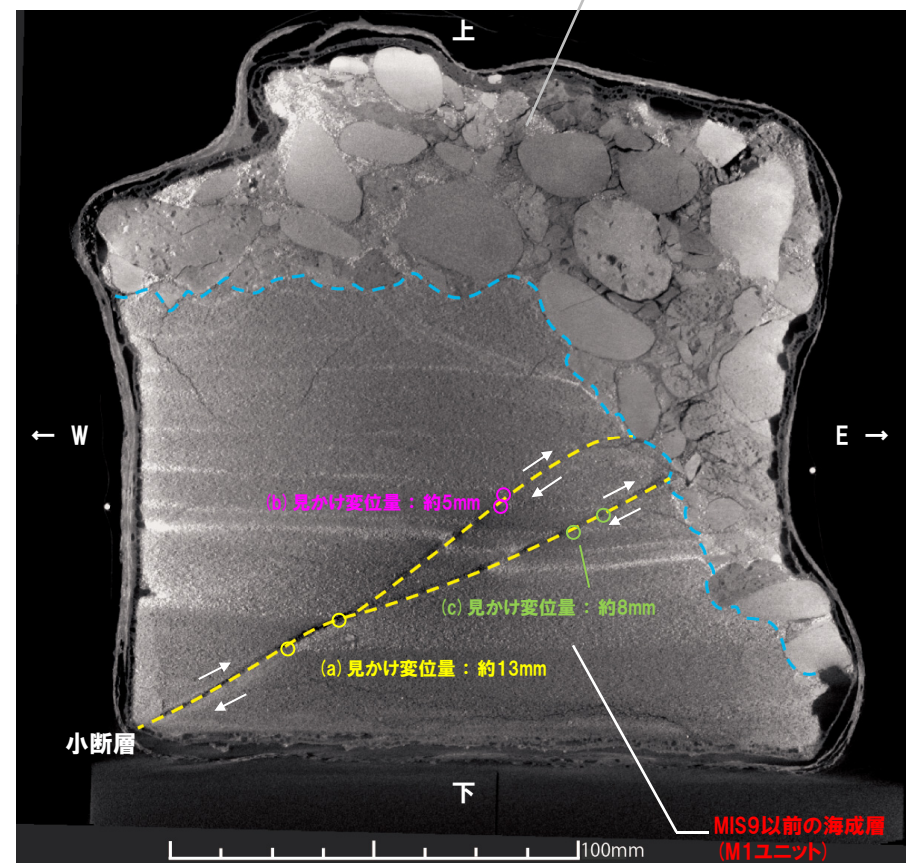
5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(2/18) -

一部修正 (R1/11/7審査会合)



マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線なし)
(断面 (E) : ブロック試料中央断面)



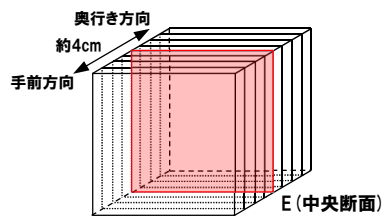
マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線あり)
(断面 (E) : ブロック試料中央断面)

MIS9以前の海成層に挟むる河成の堆積物 (Tf2ユニット)

MIS9以前の海成層 (M1ユニット)

- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層

- : 見かけ変位量の計測箇所 (砂層中の葉理のスレ)



【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(3/18) -

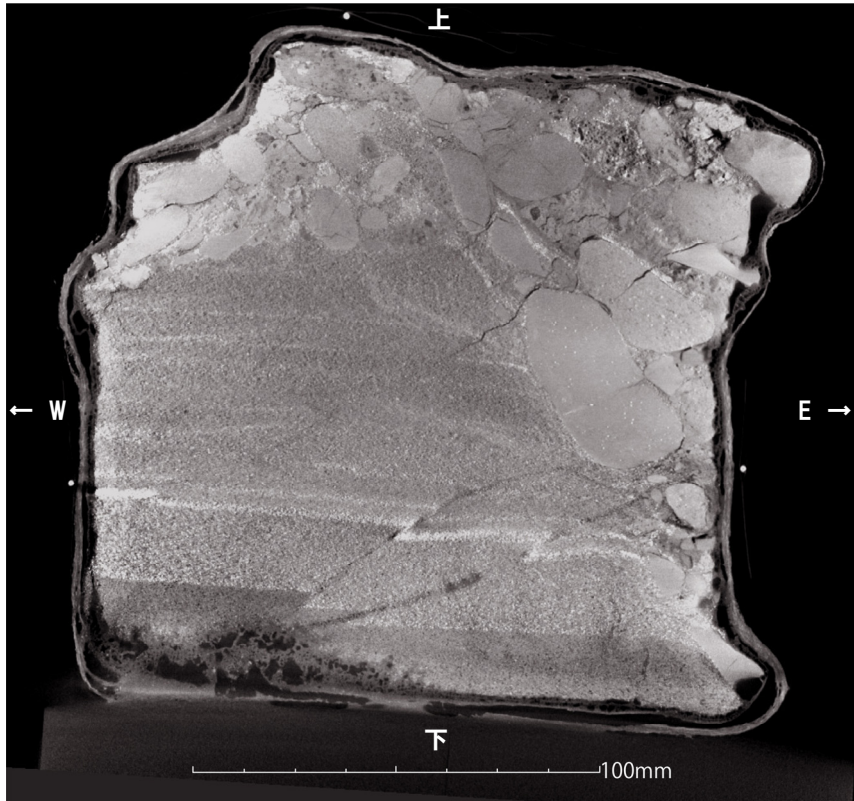
- ブロック試料のマイクロフォーカスX線CT画像について、R1.11.7審査会合において提示した断面(前頁参照)から手前方向(次頁参照)及び奥行き方向(P369参照)にそれぞれ約2cm移動した断面を示す。
- R1.11.7審査会合において提示した断面は、有効厚約4cmのブロック試料の中央部を示したものであったことから、この有効厚部分の端部付近の状況として、当該2断面について内部構造の観察を実施した。

【ブロック試料手前方向の端部付近(断面(A))】

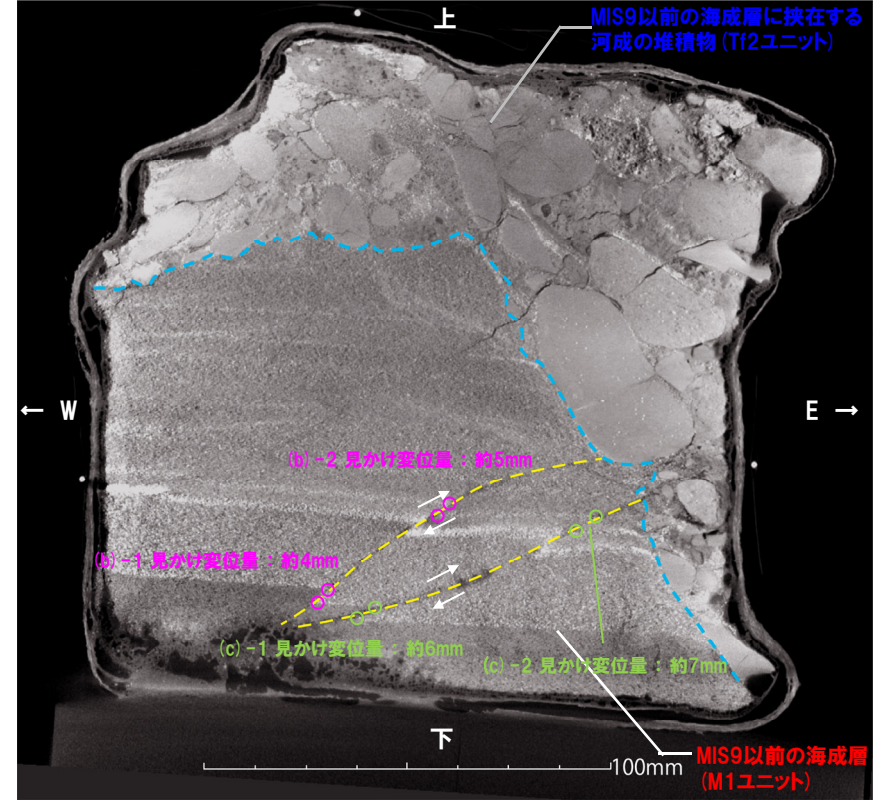
- F-1断層に関連する小断層は、ブロック試料中で明瞭に2条に分岐している。
- 分岐した2条の小断層は、それぞれMIS9以前の海成層に挟在する河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)直下まで変位を与えている。
- 小断層の見かけ変位量は、ブロック下方で計約10mm(次頁図(b)-1及び(c)-1の合計)、上方で計約12mm(次頁図(b)-2及び(c)-2の合計)であり、変位量の減衰は認められない。
- 河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)に、2条の小断層による変位は認められない。
- 河成の堆積物中に、剪断面は認められない。
- 河成の堆積物中に、堆積構造の乱れ等は認められない。

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(4/18) -

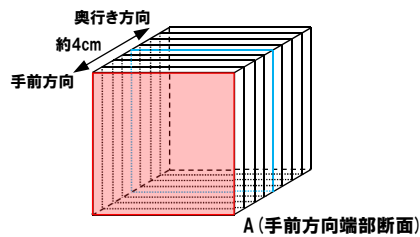


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(A):ブロック試料中央断面から約2cm手前方向)



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(A):ブロック試料中央断面から約2cm手前方向)

- : 河成の堆積物の基底面
- : 小断層
- : 見かけ変位量の計測箇所(砂層中の葉理のスレ)



【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

5.3.1 開削調査箇所(北側)

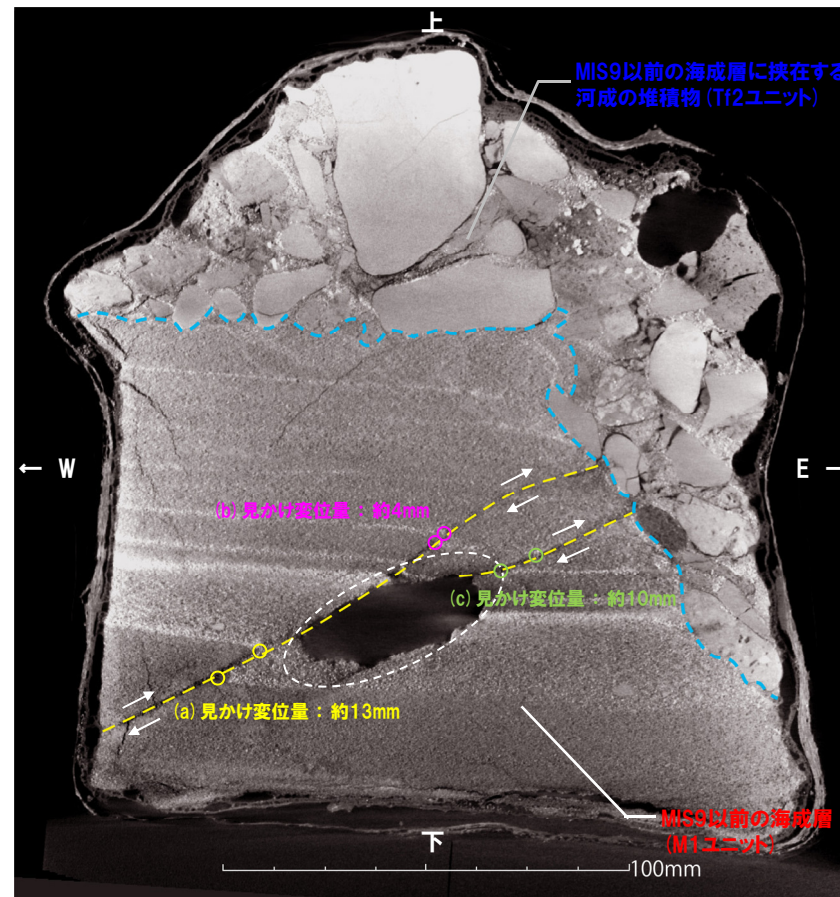
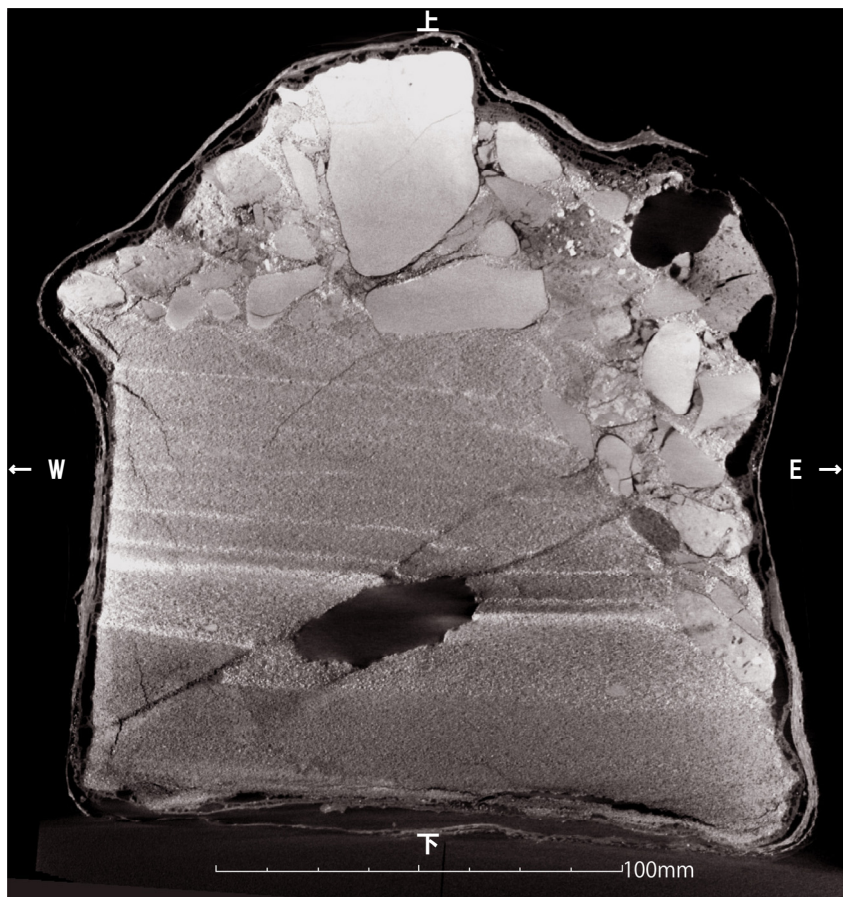
④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(5/18) -

【ブロック試料奥行き方向の端部付近(断面(I))】

- F-1断層に関連する小断層は、ブロック試料中で明瞭に2条に分岐している。
- 分岐した2条の小断層は、それぞれMIS9以前の海成層に挟在する河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)直下まで変位を与えている。
- 小断層の見かけ変位量は、ブロック下方で約13mm(次頁図(a))、上方で2条に分岐した後も計約14mm(次頁図(b)及び(c)の合計)であり、変位量の減衰は認められない。
- 河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)に、2条の小断層による変位は認められない。
- 河成の堆積物中に、剪断面は認められない。
- 河成の堆積物中に、堆積構造の乱れ等は認められない。

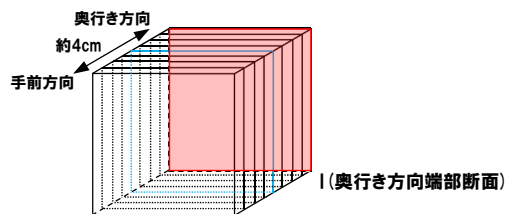
5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(6/18) -



マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線なし)
(断面 I) : ブロック試料中央断面から約2cm奥行き方向

【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel



マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線あり)
(断面 I) : ブロック試料中央断面から約2cm奥行き方向

--- : 河成の堆積物の基底面
--- : 小断層

○ : 見かけ変位量の計測箇所 (砂層中の葉理のスレ)

※破線の丸囲み箇所は、ブロック試料採取時の砂の抜け落ち

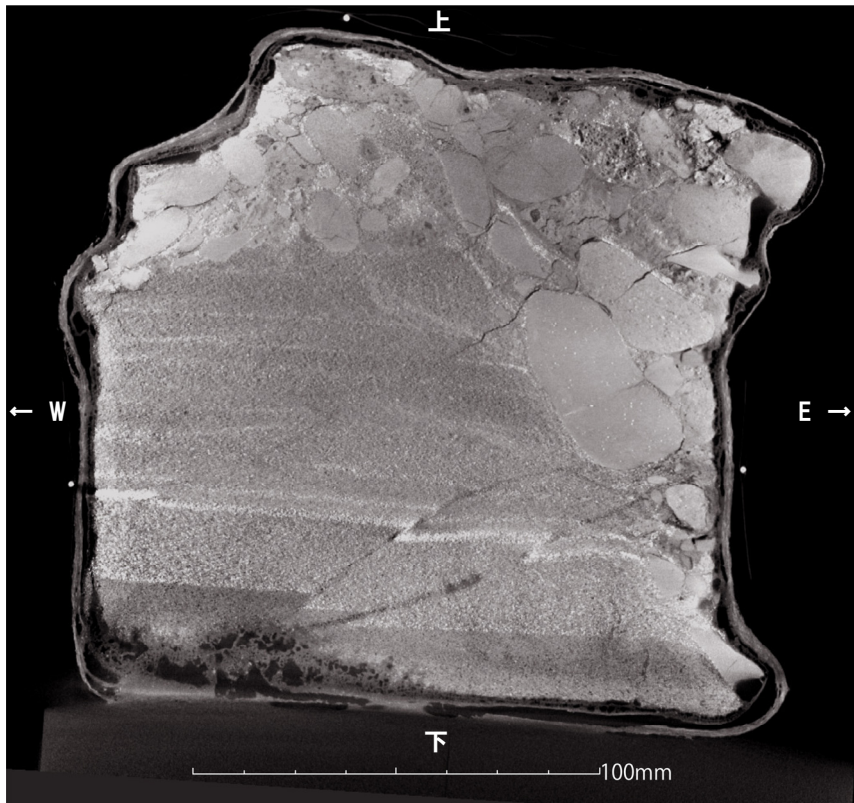
5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(7/18) -

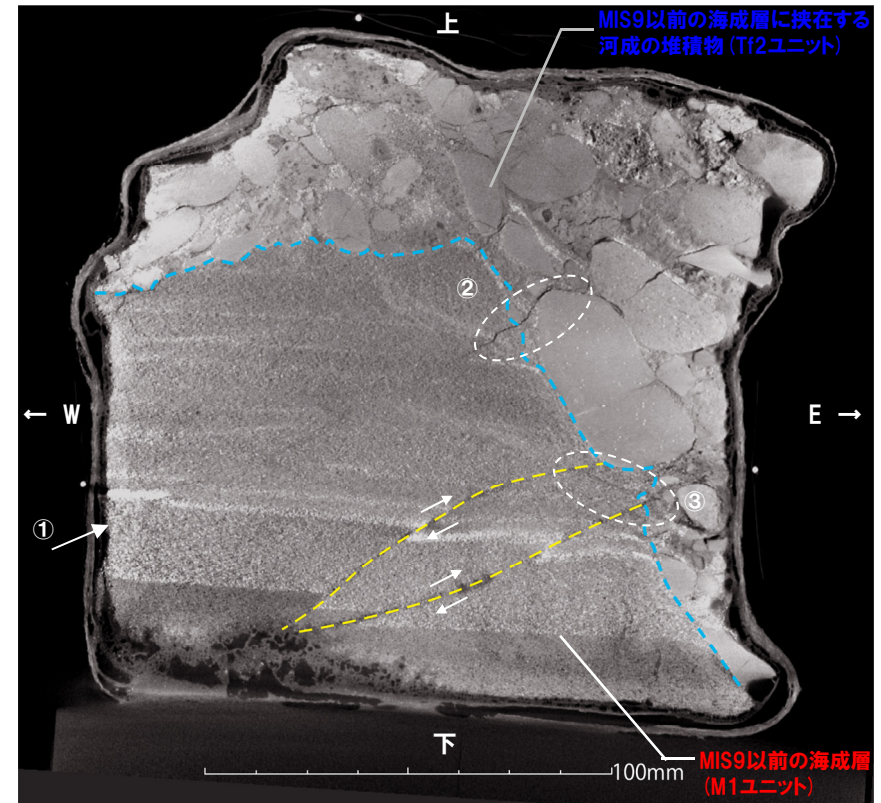
- 次頁～P379には、ブロック試料の有効厚部分(約4cm)を約5mm間隔でスライスした断面を手前方向から順に示す(断面(A)～(I))。
- 各断面においては、以下の状況が連続的に確認される。
 - ・F-1断層に関連する小断層は、ブロック試料中で明瞭に2条に分岐している。
 - ・分岐した2条の小断層は、それぞれMIS9以前の海成層に挟在する河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)直下まで変位を与えている。
 - ・小断層の変位量の減衰は認められない。
 - ・河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)に、2条の小断層による変位は認められない。
 - ・河成の堆積物中に、剪断面は認められない。
 - ・河成の堆積物中に、堆積構造の乱れ等は認められない。
- また、次頁図中に①～③で示す箇所の状況は、以下のとおり。
 - ①で示す小断層
 - ・当該小断層は、F-1断層に関連する小断層と類似した走向・傾斜を示すことから、F-1断層に関連する小断層から分岐したものである可能性が考えられる。
 - ・また、見かけ変位量が約1mmであり、下位に認められるF-1断層に関連する小断層(見かけ変位量4～7mm)に比べ十分小さいことから、その評価は下位に認められるF-1断層に関連する小断層に代表される(下位に認められるF-1断層に関連する小断層は、河成の堆積物の基底面に変位を与えていない)。
 - ・なお、当該小断層は断面(A)から断面(F)において認められるが、各断面において、連続が不明瞭である。
 - ②で示す部分
 - ・当該部は、直線性に乏しいこと及び断面(F)より奥行き方向への連続が認められないことから、亀裂であると判断される。
 - ・当該部は、①の小断層の延長部に位置する。しかし、奥行き方向に向かうに従い、①の小断層は上方向に位置が変化することに対し、当該部の位置は概ね変化しないため、当該部は、①の小断層の延長部に位置しないようになる(断面(A)～断面(E)参照)。
 - ③で示す線構造
 - ・当該線構造は、F-1断層に関連する小断層をつなぐように分布するため、これらの小断層に関連するものと判断されるが、断面(D)より奥行き方向への連続は認められない。

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(8/18) -

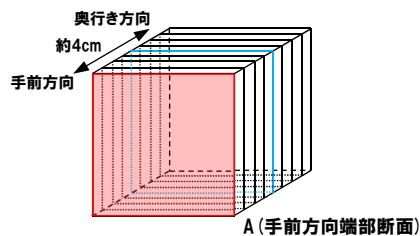


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
 (断面(A):ブロック試料中央断面から約2cm手前方向, P367断面再掲)



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
 (断面(A):ブロック試料中央断面から約2cm手前方向, P367断面再掲)

- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層

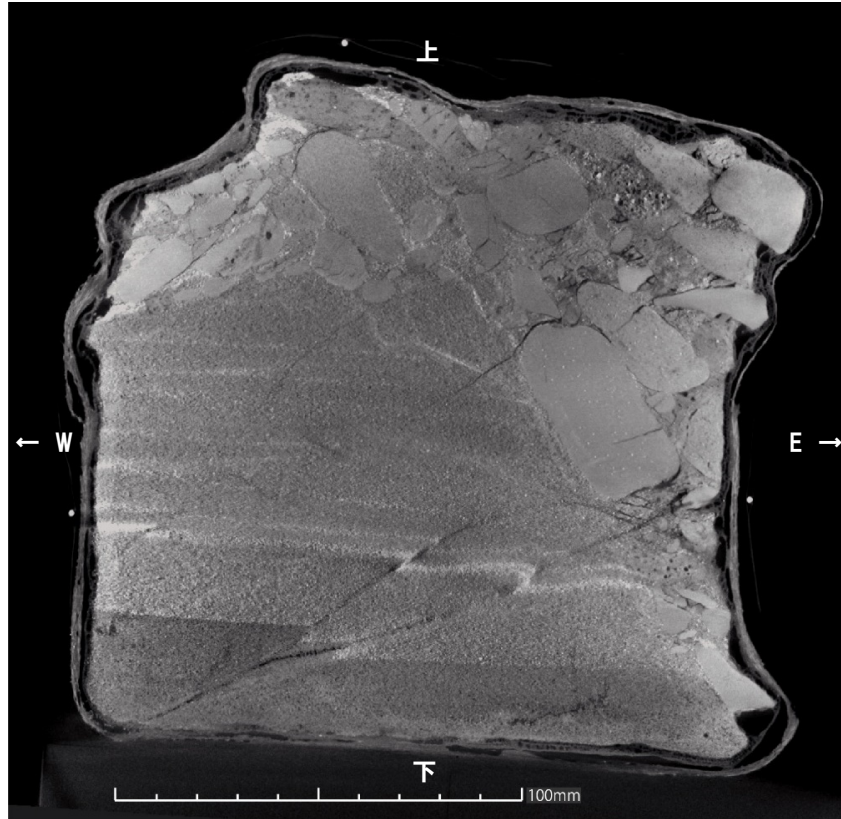


【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
 ○画素サイズ : 106 μm/pixel

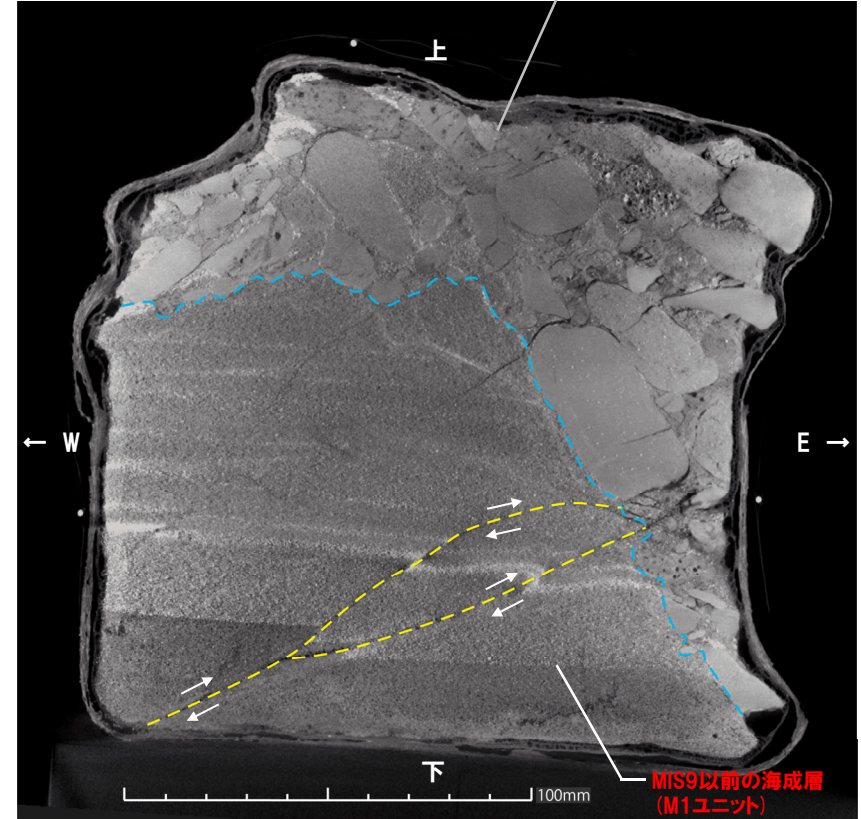
A (手前方向端部断面)

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(9/18) -



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(B):ブロック試料中央断面から約1.5cm手前方向)

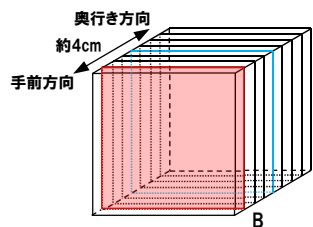


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(B):ブロック試料中央断面から約1.5cm手前方向)

MIS9以前の海成層に挟在する
河成の堆積物(Tf2ユニット)

MIS9以前の海成層
(M1ユニット)

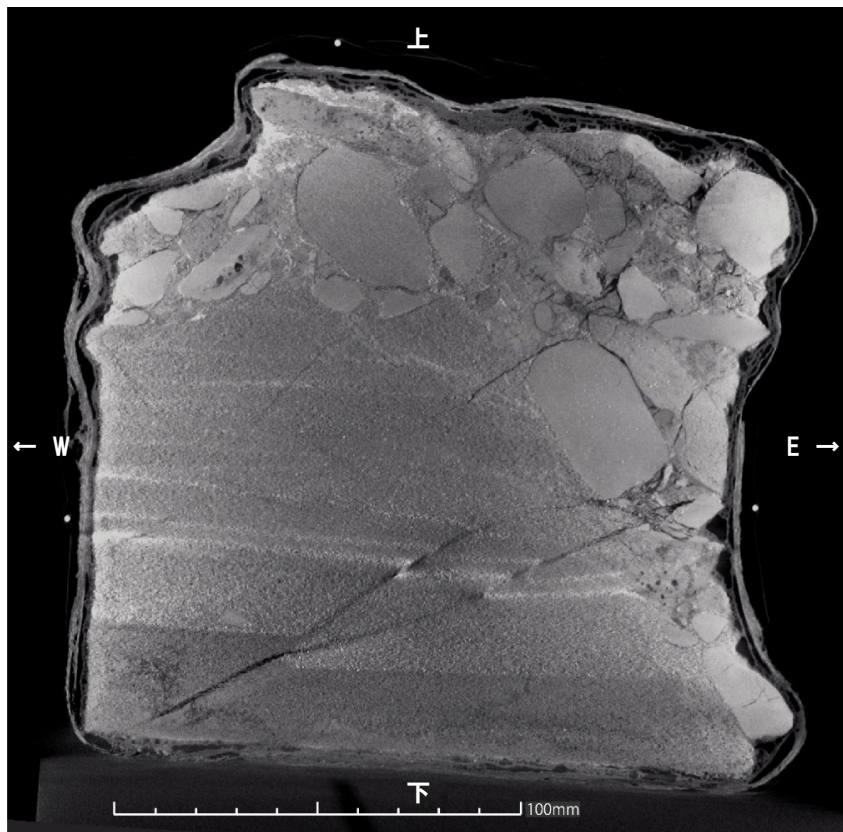
- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層



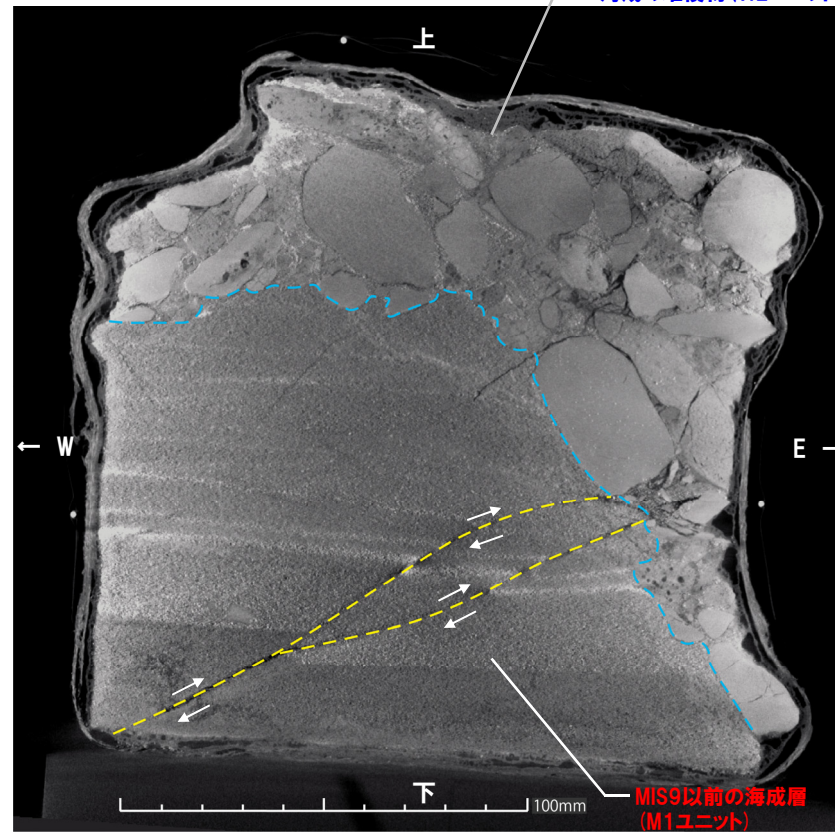
【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(10/18) -

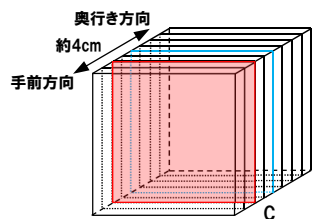


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(C):ブロック試料中央断面から約1cm手前方向)



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(C):ブロック試料中央断面から約1cm手前方向)

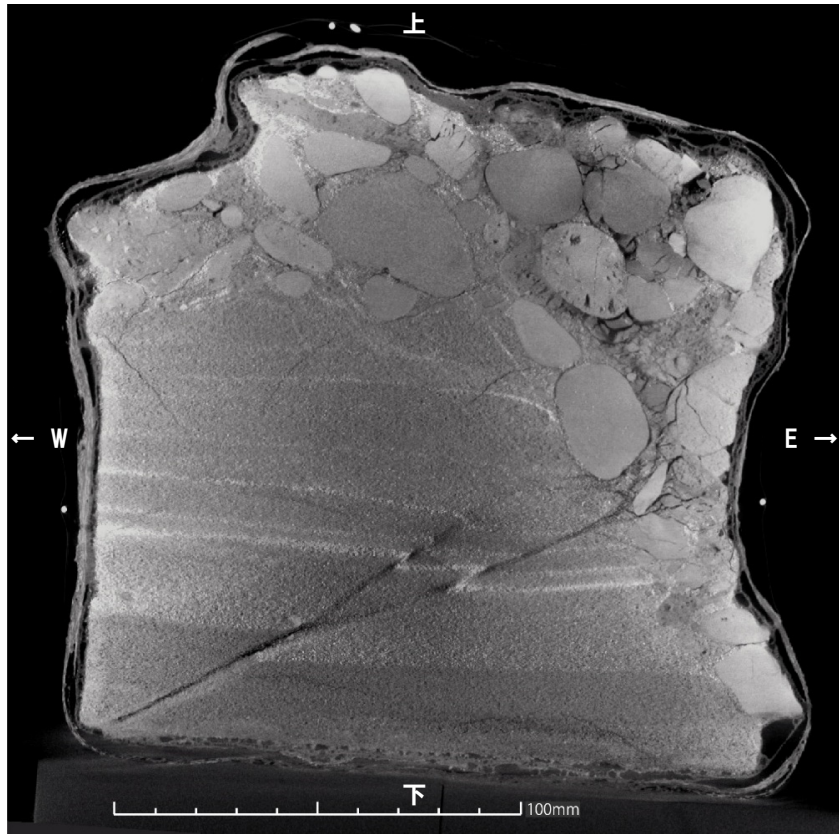
- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層



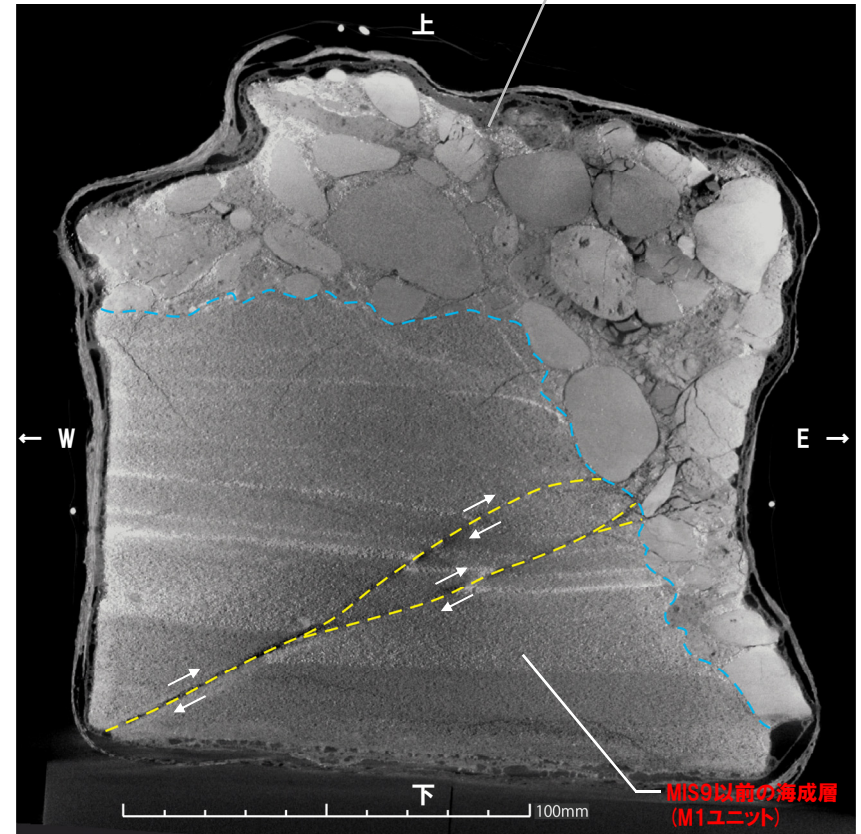
【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(11/18) -



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(D):ブロック試料中央断面から約0.5cm手前方向)

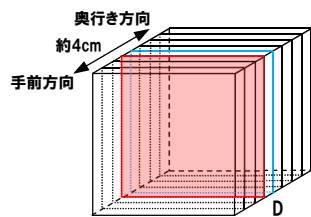


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(D):ブロック試料中央断面から約0.5cm手前方向)

MIS9以前の海成層に挟む河成の堆積物(Tf2ユニット)

MIS9以前の海成層(M1ユニット)

- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層

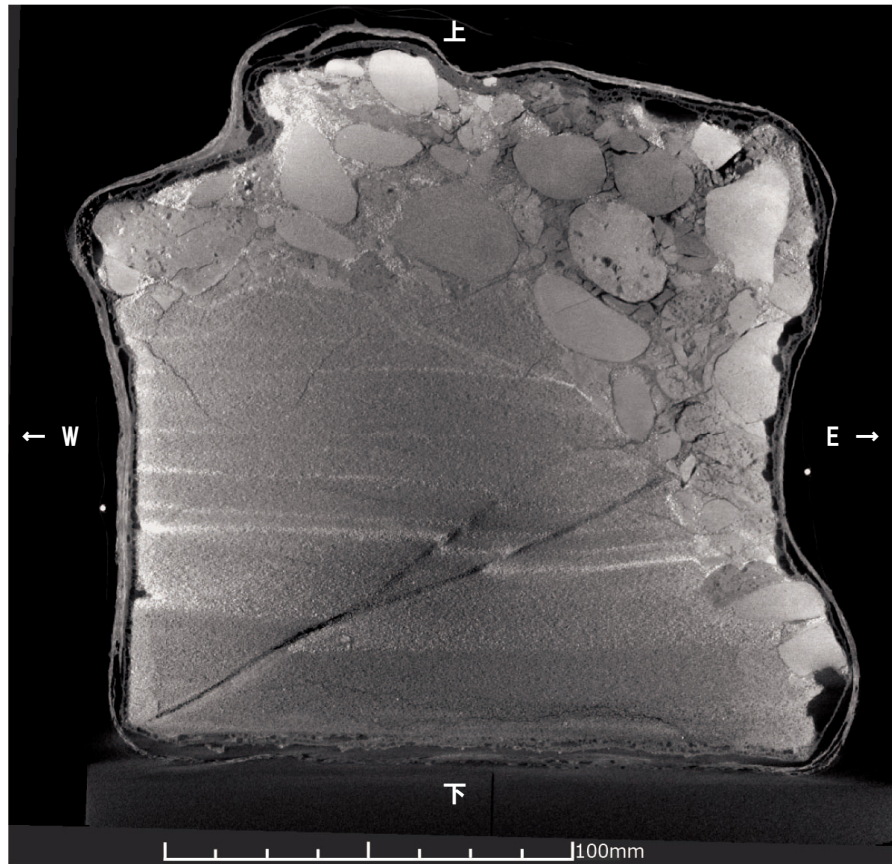


【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

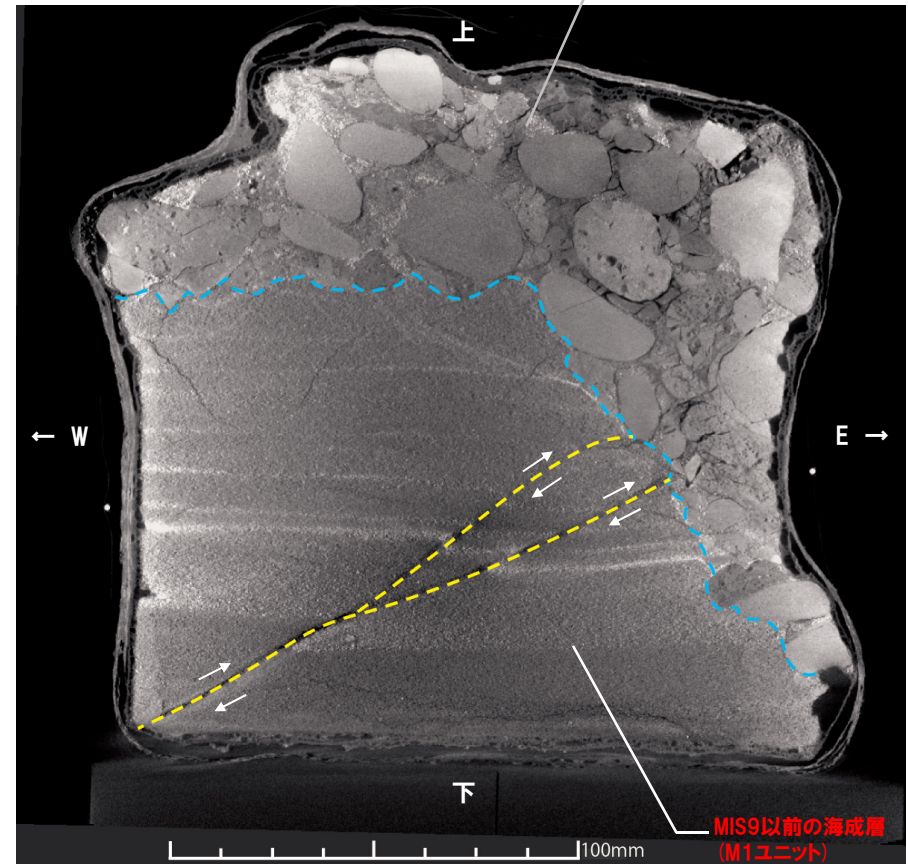
5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(12/18) -

一部修正 (R1/11/7審査会合)



マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線なし)
(断面(E):ブロック試料中央断面, P365断面再掲)

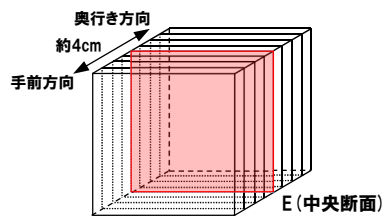


マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線あり)
(断面(E):ブロック試料中央断面, P365断面再掲)

MIS9以前の海成層に挟むる河成の堆積物 (Tf2ユニット)

MIS9以前の海成層 (M1ユニット)

- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層

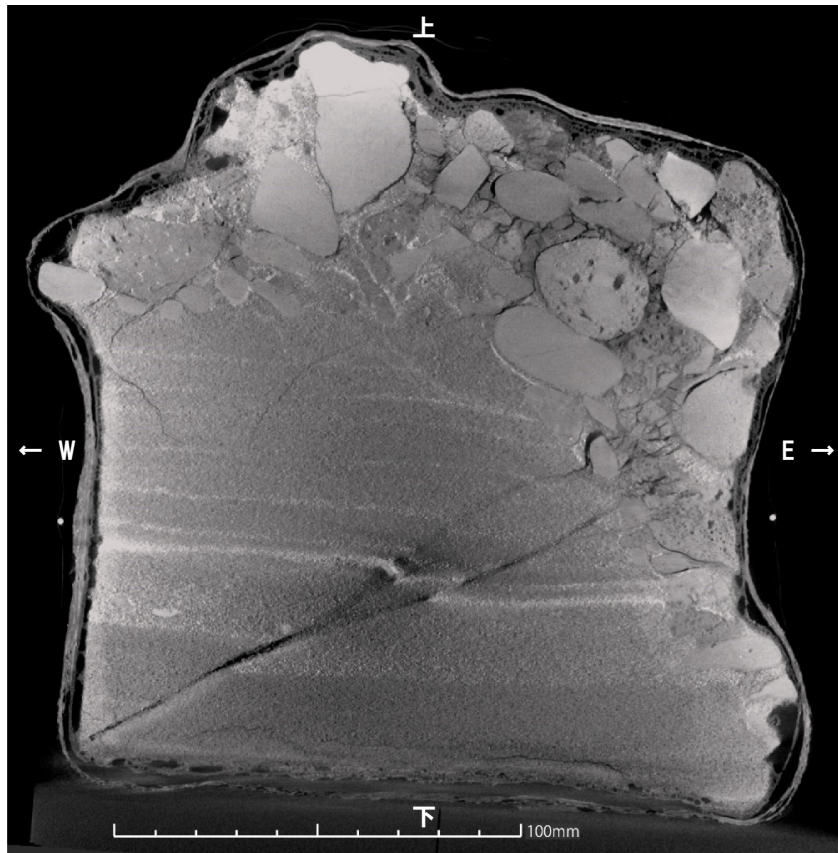


【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

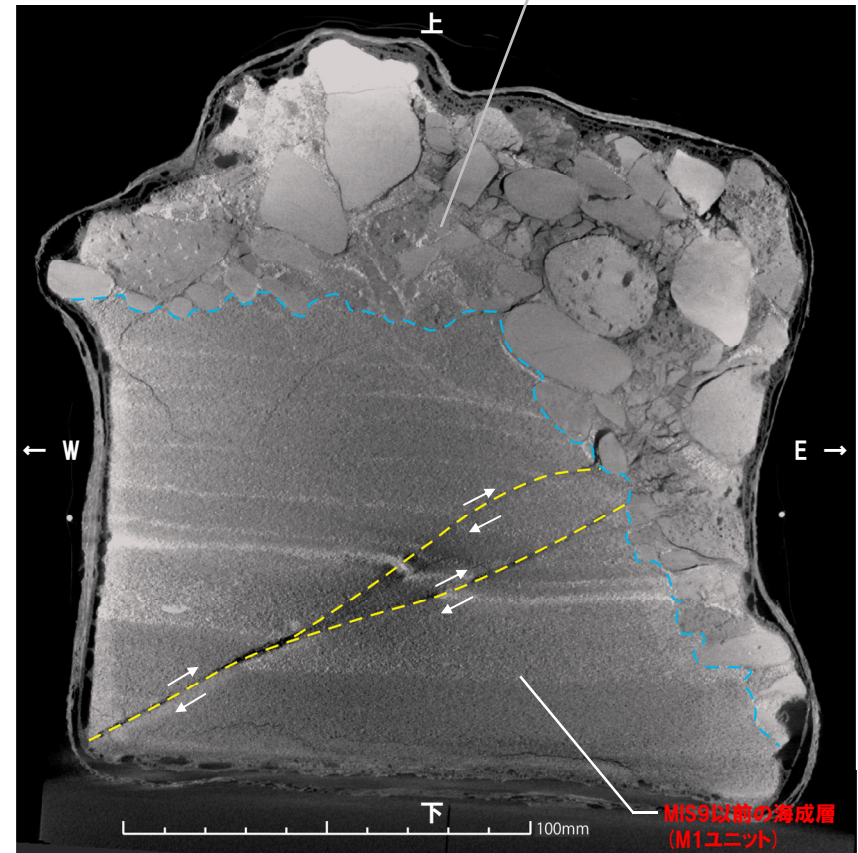
E (中央断面)

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(13/18) -

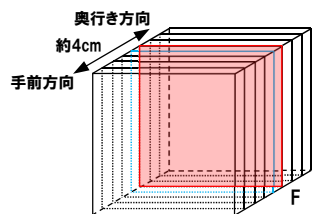


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(F):ブロック試料中央断面から約0.5cm奥行き方向)



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(F):ブロック試料中央断面から約0.5cm奥行き方向)

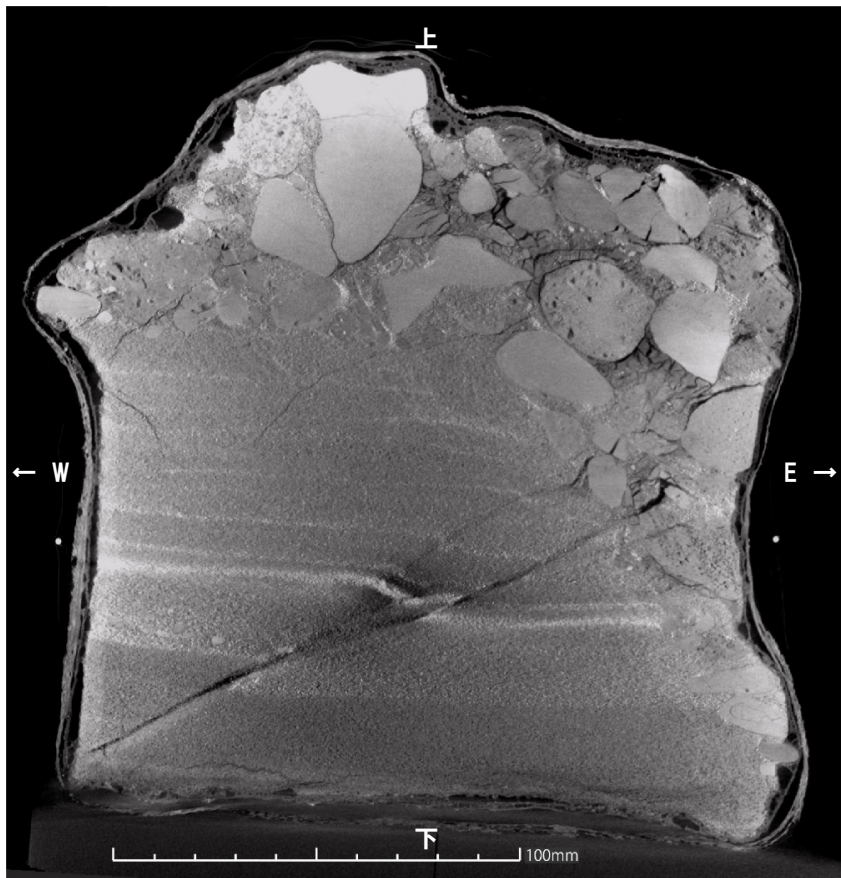
- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層



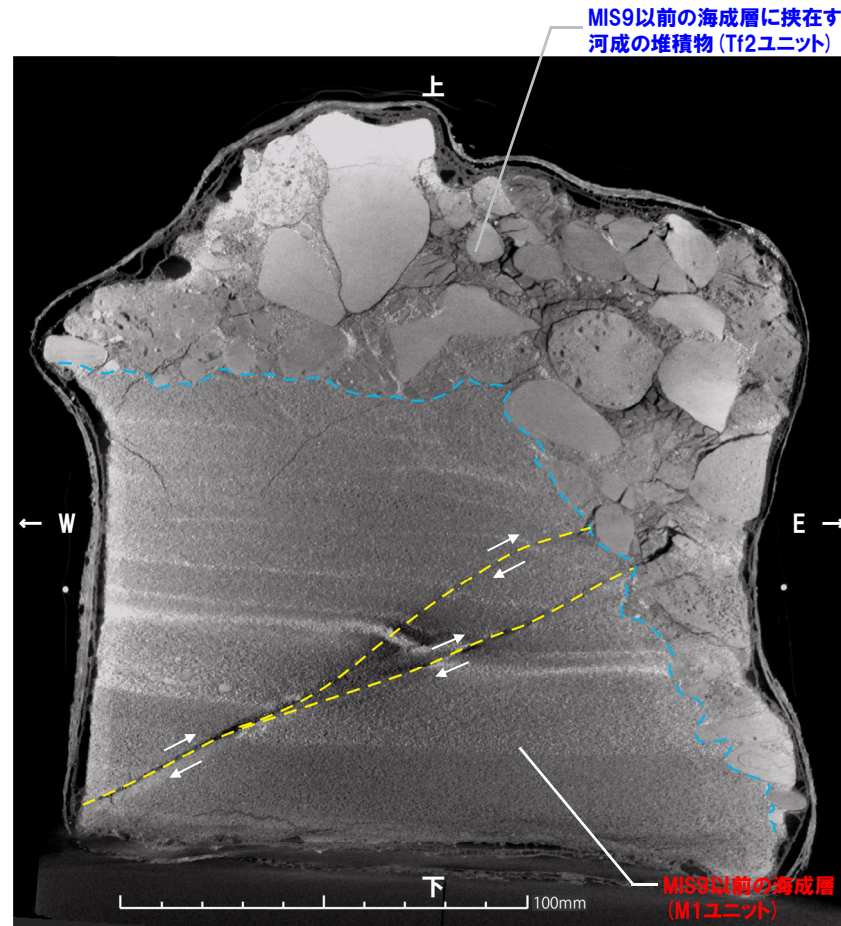
【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(14/18) -

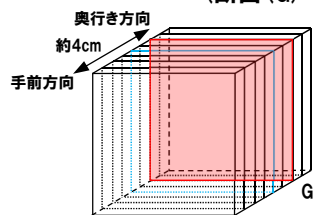


マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(G):ブロック試料中央断面から約1cm奥行き方向)



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(G):ブロック試料中央断面から約1cm奥行き方向)

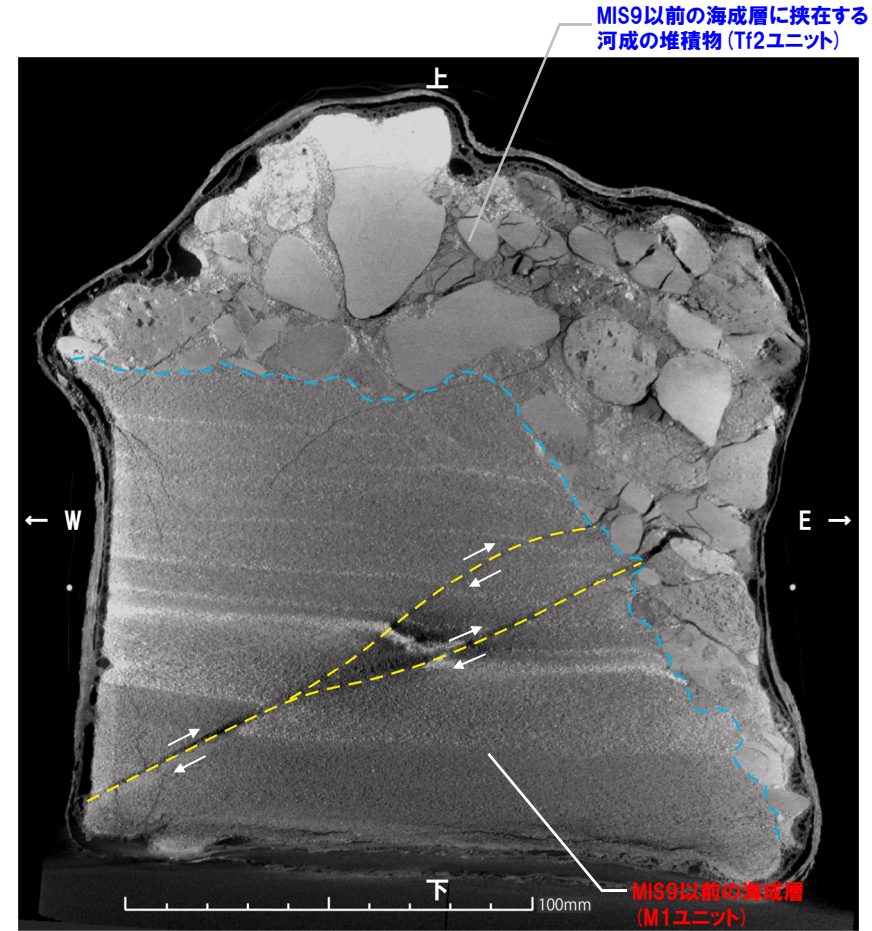
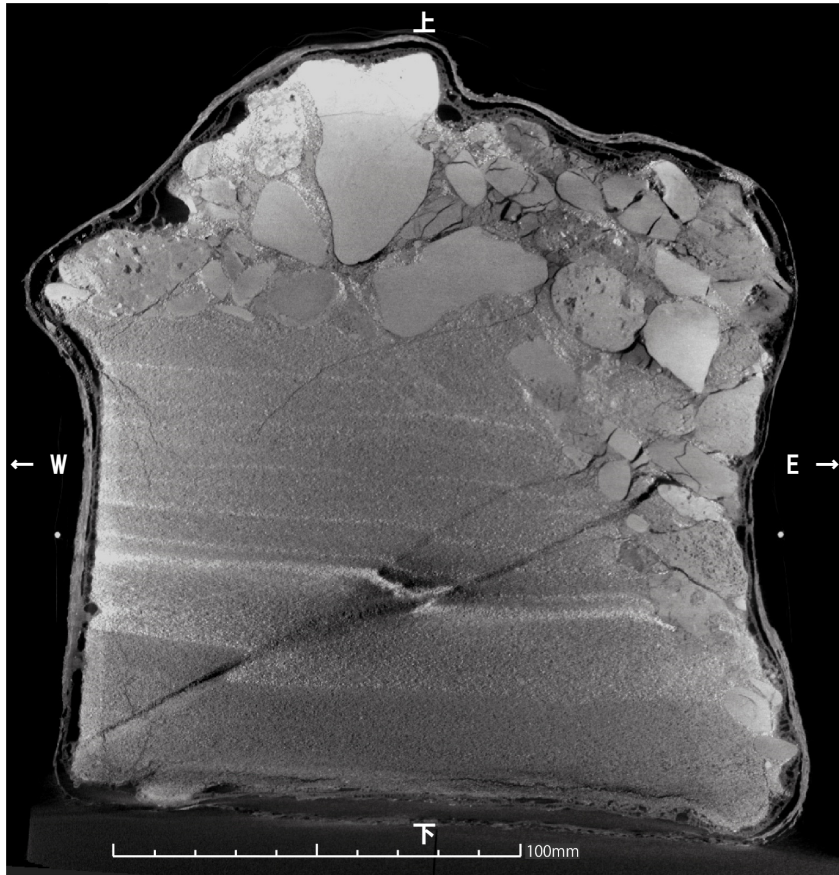
- - - : 河成の堆積物の基底面
- - - : 小断層



【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

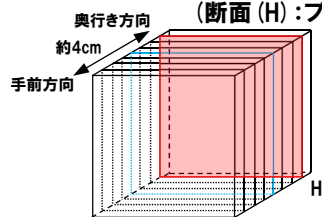
5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(15/18) -



マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線なし)
(断面(H):ブロック試料中央断面から約1.5cm奥行き方向)

マイクロフォーカスX線CT画像(解釈線あり)
(断面(H):ブロック試料中央断面から約1.5cm奥行き方向)

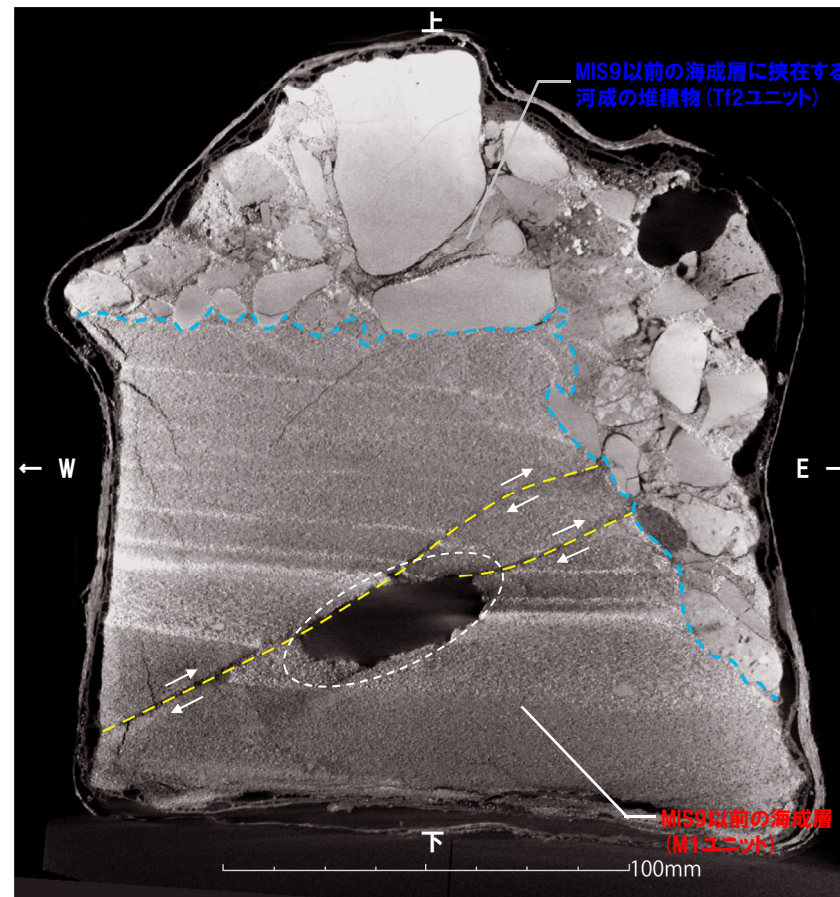
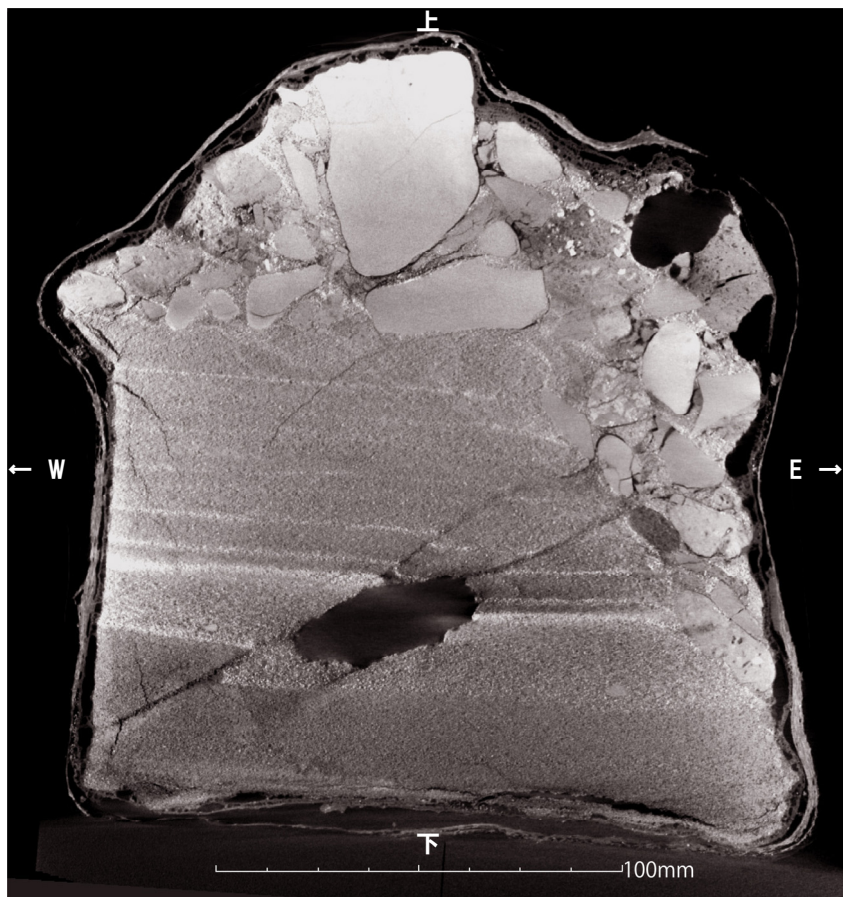


【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
○画素サイズ : 106 μm/pixel

--- : 河成の堆積物の基底面
--- : 小断層

5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(16/18) -



マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線なし)
 (断面 I) : ブロック試料中央断面から約2cm奥行き方向, P369断面再掲

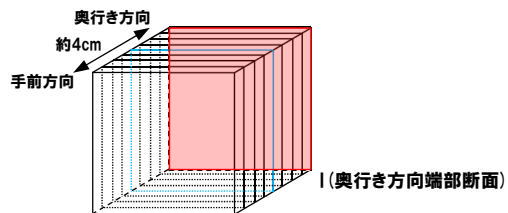
マイクロフォーカスX線CT画像 (解釈線あり)
 (断面 I) : ブロック試料中央断面から約2cm奥行き方向, P369断面再掲

【マイクロフォーカスX線CT 撮影条件】
 ○画素サイズ : 106 μm/pixel

--- : 河成の堆積物の基底面
 --- : 小断層

○ : 見かけ変位量の計測箇所(砂層中の葉理のスレ)

※破線の丸み箇所は、ブロック試料採取時の砂の抜け落ち

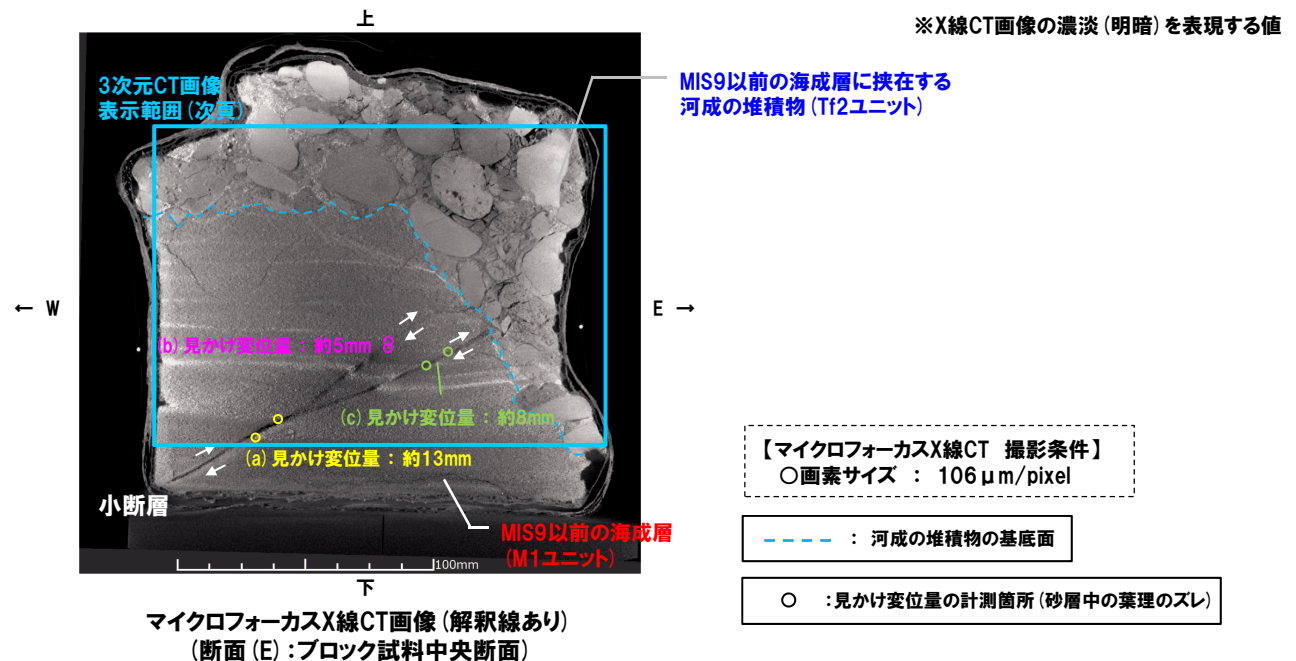


5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(17/18) -

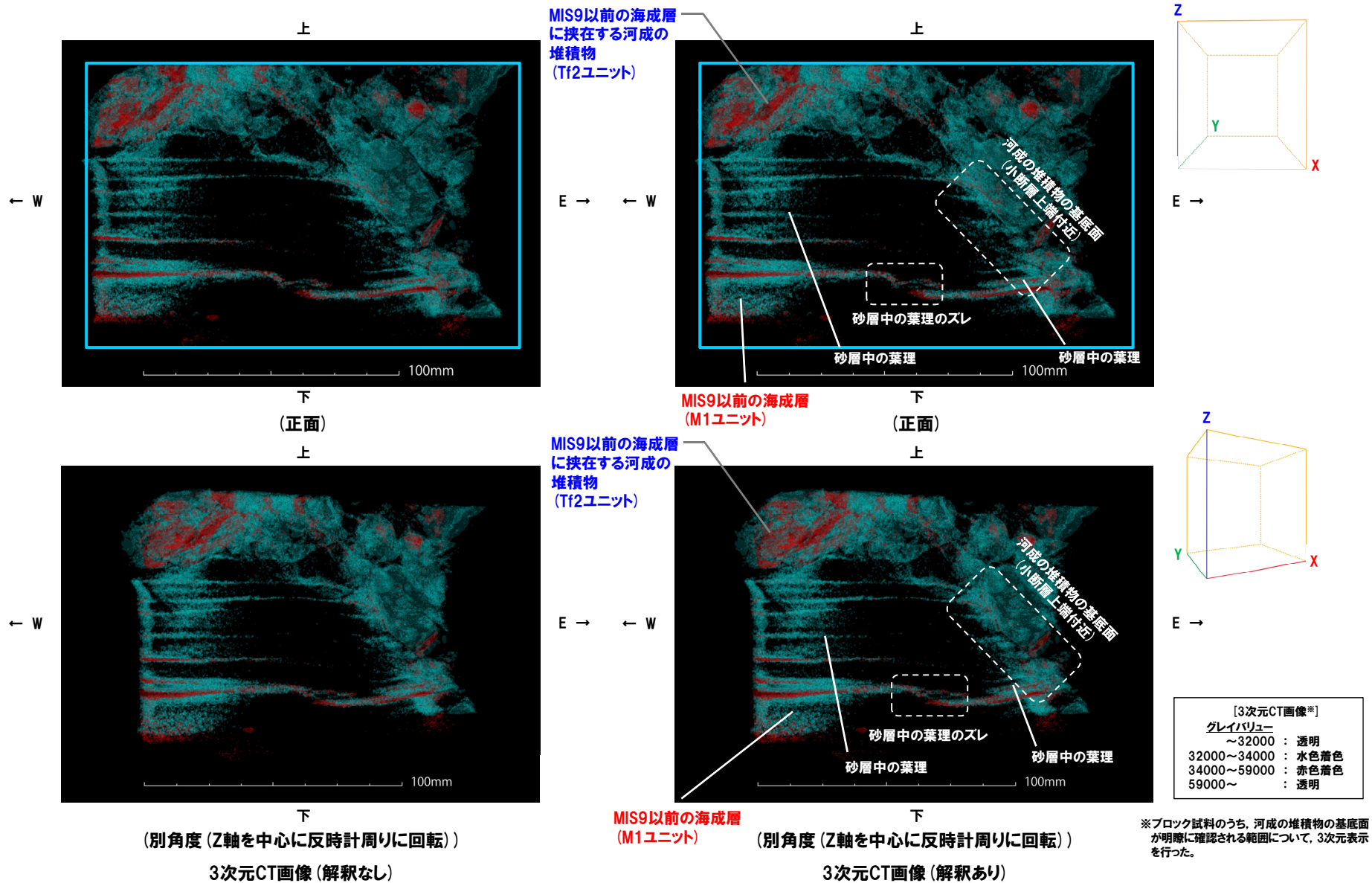
(3次元CT画像)

- マイクロフォーカスX線CT画像について、小断層上端付近の状況を3次元的に確認するため、以下のとおり、3次元画像を作成した。
 - ・MIS9以前の海成層には、平行葉理が発達しており、小断層による変位が認められることに加え、本層に挟在する河成の堆積物に侵食される状況が確認される。
 - ・マイクロフォーカスX線CT画像において、葉理は比較的高いグレイバリュー※を示すことから、この値に着目することで、小断層の変位及び河成の堆積物の基底面について、奥行き方向に確認できるものと考えた。
 - ・そこで、葉理がもつグレイバリューの範囲が水色と赤色に着色されるように設定した上で、範囲外は透明表示となるように設定した。
- MIS9以前の海成層は、着色により平行葉理が発達する構造が明瞭に確認されることに対し、本層に挟在する河成の堆積物は不均一な着色となり、両層の層相境界が明瞭に確認される。
- MIS9以前の海成層中には、前述のとおり(P364～P379参照)、小断層による見かけ変位量約1cmの葉理のズレ(変位)が、奥行き方向に連続して認められる。
- 前述のとおり(P364～P379参照)、小断層は、変位量を減衰させることなく、河成の堆積物の基底面(チャンネル壁)直下まで変位を与えているが、河成の堆積物の基底面には、小断層による奥行き方向に連続する変位は認められない。



5.3.1 開削調査箇所(北側)

④-3 小断層上端付近の詳細観察-ブロック試料(18/18) -



5.3.2 開削調査箇所(南側)

①まとめ(1/6)

- 開削調査箇所(南側)に認められるF-1断層及び小断層について、以下の検討及び観察を実施した。
- なお、F-1断層開削調査箇所付近の地層区分については、4章における検討の結果、**ケース1**及び**ケース3**の2ケースが考えられるが、本章では、**ケース1**の場合について記載する。

検討及び観察

【a.F-1断層と小断層の関連性(P388~P394参照)】

○F-1断層及び小断層の関連性について確認するため、南側壁面及び北側壁面※において、露頭観察を実施。

※北側壁面は、改変により一部消失しており、西上がりの撓曲構造、西上がり逆断層センスの小断層及びF-1断層の上盤側の東上がり逆断層センスの小断層は確認できない。

- F-1断層は、走向・傾斜がNS~N6° W/46° Wの西上がり逆断層である。
- F-1断層は、基盤岩上面に変位を与えており、基盤岩を覆うMIS9以前の海成層下部の砂礫層には西上がりの撓曲構造及び礫の再配列が認められる。
- F-1断層の延長方向には、F-1断層と連続しないものの、F-1断層と同様、西上がり逆断層センスの小断層が認められ、MIS9以前の海成層に変位・変形を与えている。
- F-1断層の上盤側には、東上がり逆断層センス及び東落ち正断層センスの小断層が認められ、MIS9以前の海成層に変位・変形を与えている。

- 以下の状況から、F-1断層と小断層は関連するものと判断される。
 - ・小断層のうち、西上がり逆断層センスのものは、F-1断層の延長方向に雁行状に発達しており、上田・谷(1999)の逆断層模型実験結果と調和的である。
 - ・小断層のうち、東上がり逆断層センス及び東落ち正断層センスのものは、F-1断層の上盤側において、西上がりの撓曲構造の直上に発達していることから、加藤(2010)を踏まえると、撓曲構造の形成に起因する副次的なものと考えられる。

【b.F-1断層と小断層の累積性(P396~P405参照)】

○F-1断層及び小断層の変位・変形の累積性について確認するため、南側壁面において、見かけ鉛直変位・変形量の計測を実施。

- F-1断層及び小断層には、以下の状況から、変位・変形の累積は認められないものと判断される。
 - ・基盤岩上面及びMIS9以前の海成層中の礫混じり砂層の上面における、F-1断層及び小断層の見かけ鉛直変位・変形量は約29~33cmであり、変位・変形の累積は認められない。
 - ・MIS9以前の海成層上部の砂層中の小断層の見かけ鉛直変位量の総和(約19.5~22.5cm)は、下方のF-1断層及び小断層の見かけ鉛直変位・変形量(約29~33cm)と比較して小さいものの、MIS9以前の海成層下部の砂礫層には撓曲構造が認められることを踏まえると、MIS9以前の海成層上部の砂層も変形を受けているものと考えられることから、鉛直変位・変形量としては、下方の見かけ鉛直変位・変形量と大きな差はないものと考えられる。

(次頁へ続く)

5.3.2 開削調査箇所(南側)

①まとめ(2/6)

(前頁からの続き)

【c.小断層上端付近の詳細観察(P406~P427参照)】

- 上田・谷(1999)によると、未固結層の基底面に逆断層変位が生じた場合、未固結層中に形成される剪断層は、下部から上部へ向って成長するが、まず底盤の断層より低角度で成長し、その後、底盤の断層変位をまかなうように、底盤の断層の延長方向に新たに高角度のものが発生するとされている。
- このことから、F-1断層に関連する小断層のうち、最も高角度で上方まで延長が認められる西上がり逆断層の上端付近において、以下の観察を実施。
 - ・露頭観察
 - ・はぎとり転写試料を用いた地質構造の観察*
 - ・**ブロック試料を用いた研磨片観察及びX線CT画像観察**



- 当該小断層は、以下の状況から、MIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物に変位・変形を与えていないと判断される。
 - ・小断層は、MIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物の基底面直下まで変位を与えている。
 - ・斜面堆積物の基底面に、小断層による変位は認められない。
 - ・斜面堆積物中に、剪断面は認められない。

【d.南側壁面の背後法面に認められる高角な西上がり逆断層センスの小断層(P432~P440参照)】

- 開削調査箇所(南側)の南側壁面の背後法面においては、高角な西上がり逆断層センスの小断層が認められる。
- 背後法面においては、南側壁面から連続する小断層も認められ、高角な西上がり逆断層センスの小断層と会合する。
- 高角な西上がり逆断層センスの小断層の性状について確認するため、小断層の下端付近、会合部付近及び上端付近において、はぎとり転写試料を作成し、地質構造の観察を実施した。
- また、当該小断層とF-1断層との関連性について考察した。



(小断層の性状)

- 高角な西上がり逆断層センスの小断層下端の延長方向において、砂礫層中に剪断面及び堆積構造の乱れは認められない。
- 南側壁面から連続する小断層は、高角な西上がり逆断層センスの小断層に切られる。
- 高角な西上がり逆断層センスの小断層は、以下の状況から、MIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物に変位・変形を与えていないと判断される。
 - ・小断層は、MIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物の基底面直下まで変位を与えている。
 - ・斜面堆積物の基底面に、小断層による変位は認められない。
 - ・斜面堆積物中に、剪断面は認められない。
- なお、高角な西上がり逆断層センスの小断層の見かけ鉛直変位量は約1~1.5cmであり、変位の累積及び減衰は認められない。

(次頁へ続く)

*はぎとり転写試料については、R1.11.7審査会合資料には掲載していないが、R1.11.15現地調査において提示したものである。

5.3.2 開削調査箇所(南側)

①まとめ(3/6)

(前頁からの続き)

(F-1断層との関連性)

- 高角な西上がり逆断層センスの小断層は、以下の状況から、F-1断層及び南側壁面から連続する小断層形成の際、海食崖が存在することにより、MIS9以前の海成層に局所的な圧縮応力が生じたため、ほぼ同時に形成されたものと推定される。
 - ・南側壁面の背後法面では、南側壁面から連続する小断層の下盤側に、高角な西上がり逆断層センスの小断層が認められる。
 - ・背後法面の東側には、旧海食崖が確認される。
 - ・南側壁面から連続する小断層は、背後法面において2条に分岐しており、高角な西上がり逆断層センスの小断層に切られている。
 - ・高角な西上がり逆断層センスの小断層は、南側壁面に認められるF-1断層に関連する小断層と同様に、MIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物に変位・変形を与えていない。
- F-1断層と高角な西上がり逆断層センスの小断層は関連するものと判断される。



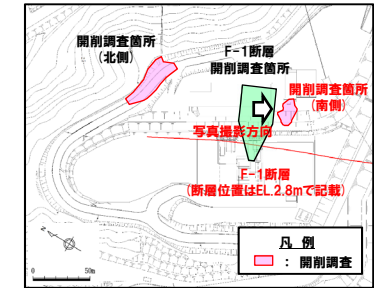
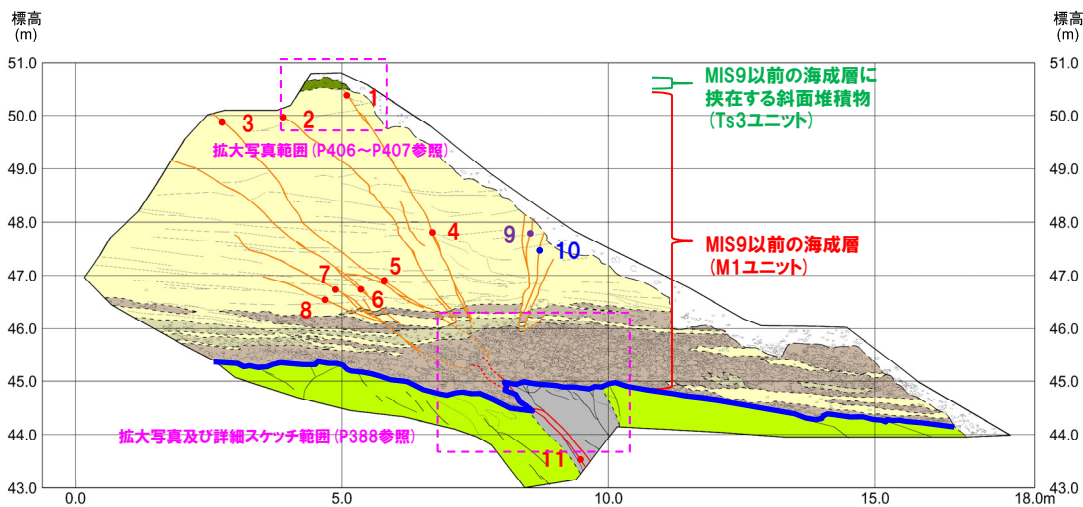
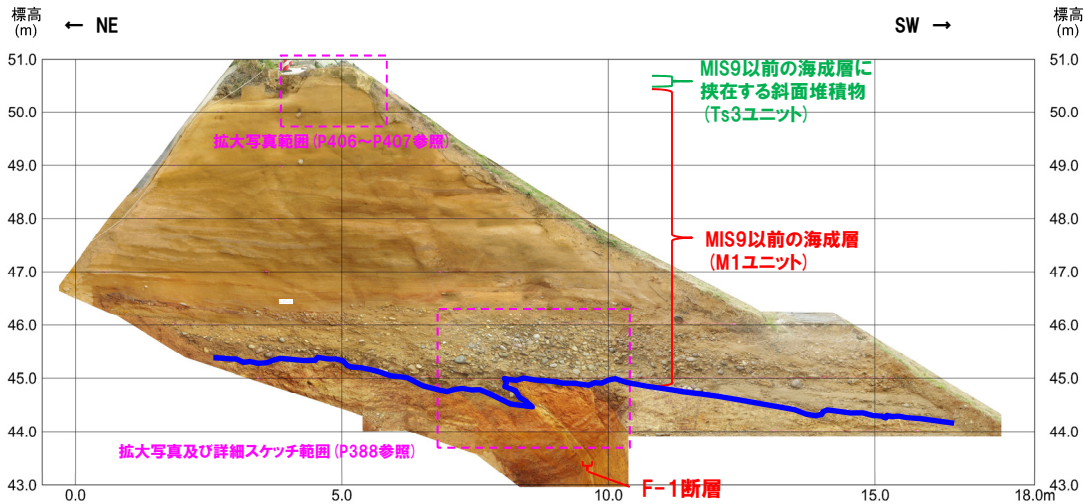
○4章において検討した堆積物のユニット区分を考慮すると、小断層が変位・変形を与えているMIS9以前の海成層はM1ユニットに、小断層が変位・変形を与えていないMIS9以前の海成層に挟在する斜面堆積物はTs3ユニットに該当する。

- F-1断層に関連する小断層は、MIS9以前の海成層のうちM1ユニットに変位・変形を与えているが、本層に挟在する斜面堆積物(Ts3ユニット)に変位・変形を与えていないことから、F-1断層の最新活動は、M1ユニット堆積中若しくは堆積終了後～Ts3ユニット堆積前であり、それ以降の活動は認められない。

5.3.2 開削調査箇所(南側)

①まとめ(4/6)

一部修正(R1/11/7審査会合)



調査位置図

走向・傾斜

- 【小断層】
- 1. N20° W/50° W
- 2. N22° E/32° W
- 3. N14° E/40° W
- 4. N32° W/73° W
- 5. N42° W/24° W
- 6. N40° W/46° W
- 7. N46° W/36° W
- 8. N50° W/26° W
- 9. N2° E/80° W — 東上がり逆断層
- 10. N2° W/86° W — 東落ち正断層
- 【F-1断層】
- 11. NS/46° W — 西上がり逆断層

西上がり逆断層

東上がり逆断層

東落ち正断層

西上がり逆断層

【凡例】

(陸上堆積物)	(海成堆積物)	(基盤岩)
礫混じりシルト混じり砂	砂礫	礫混じり砂 礫が混じるシルト層・シルト混じり砂を含む
砂	砂	火山礫凝灰岩
		砂質凝灰岩
断層	小断層	大区分 (地質時代による)
差埋・堆積構造	F-1断層	細区分 (地質時代の層相による)
礫		地質境界線

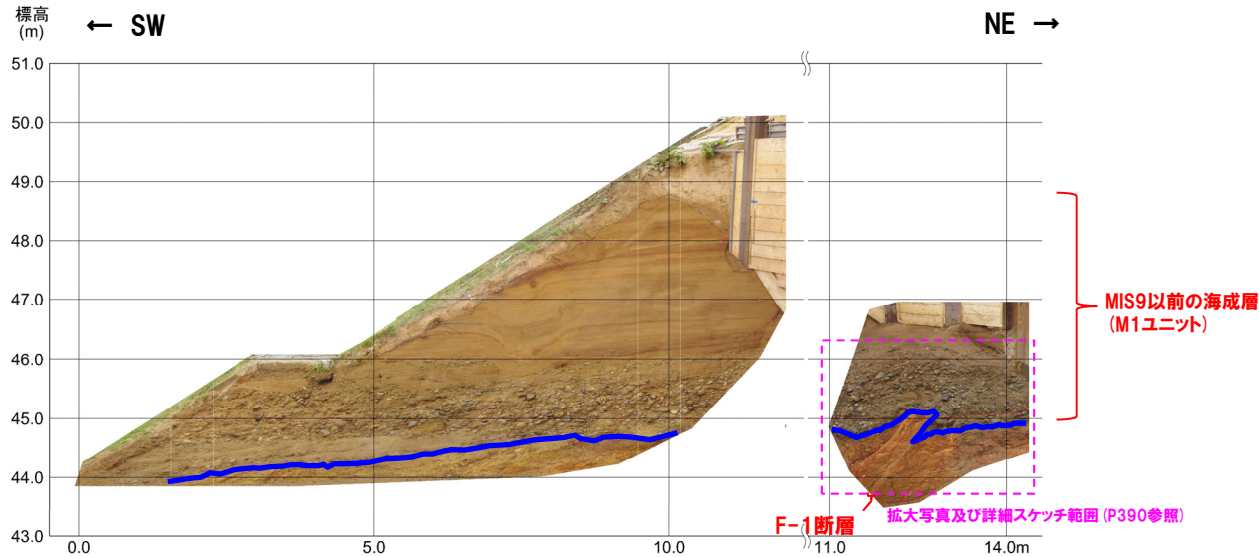
開削調査箇所(南側)南側壁面 写真及びスケッチ

(凡例) 地層境界
— : 基盤岩上面

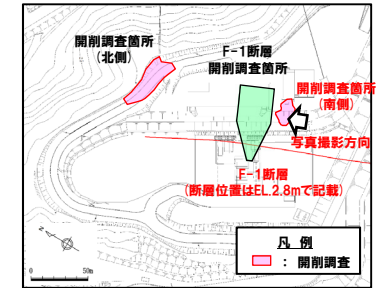
5.3.2 開削調査箇所(南側)

①まとめ (5/6)

一部修正 (R1/11/7審査会合)

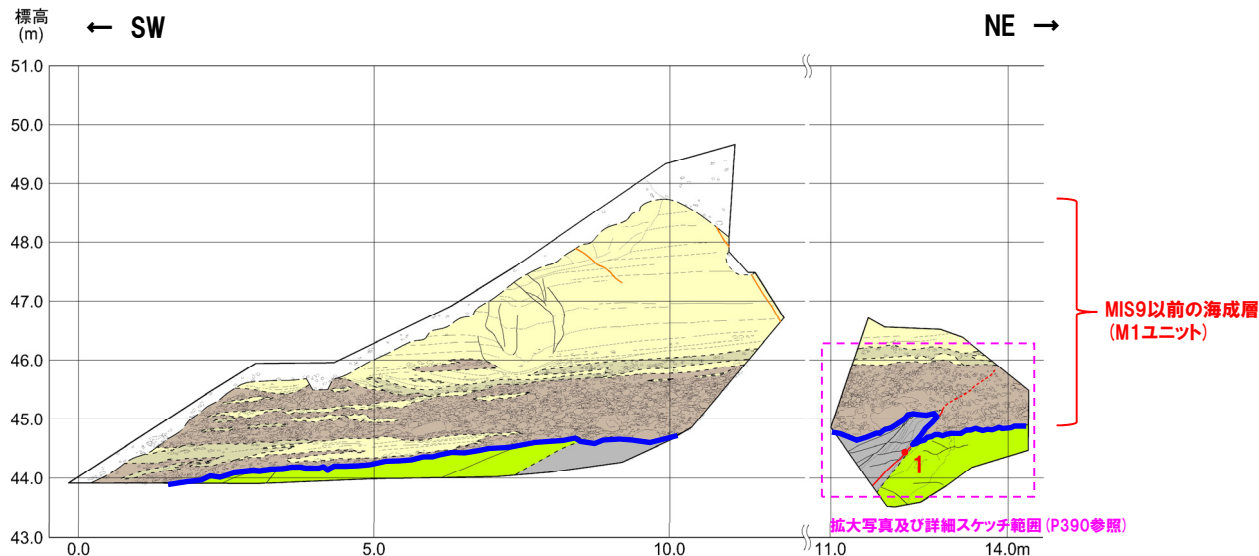


開削調査箇所(南側) 北側壁面写真

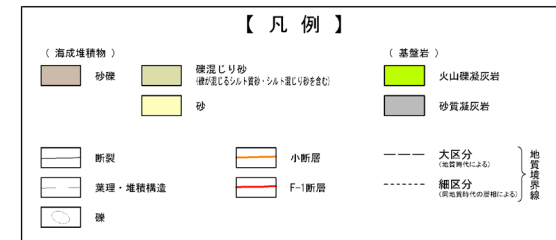


調査位置図

走向・傾斜
【F-1断層】
 1. N6° W/46° W — **西上がり逆断層**



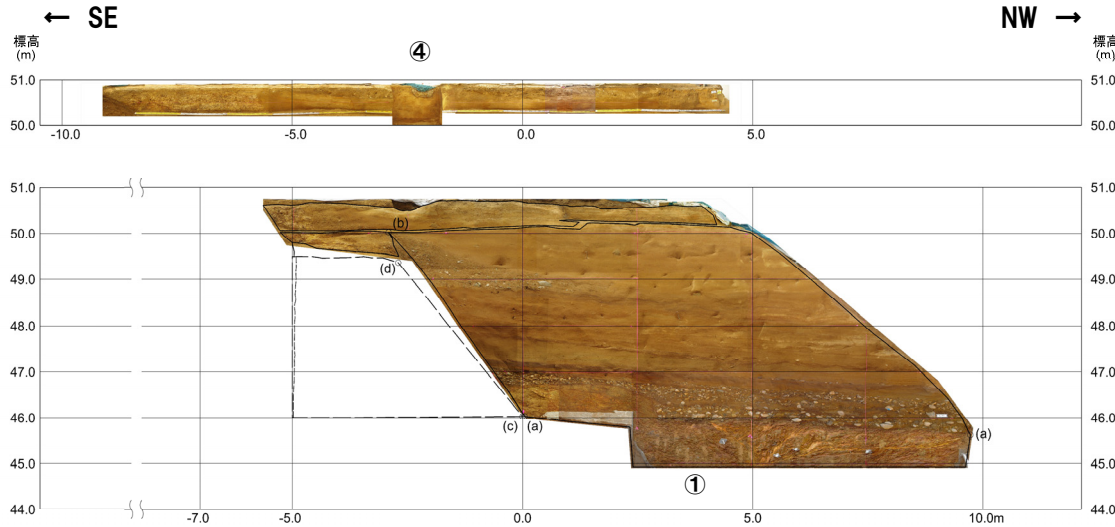
開削調査箇所(南側) 北側壁面スケッチ



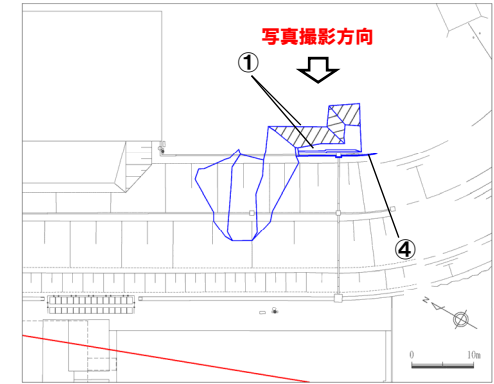
(凡例) 地層境界
 — 基盤岩上面

5.3.2 開削調査箇所(南側)

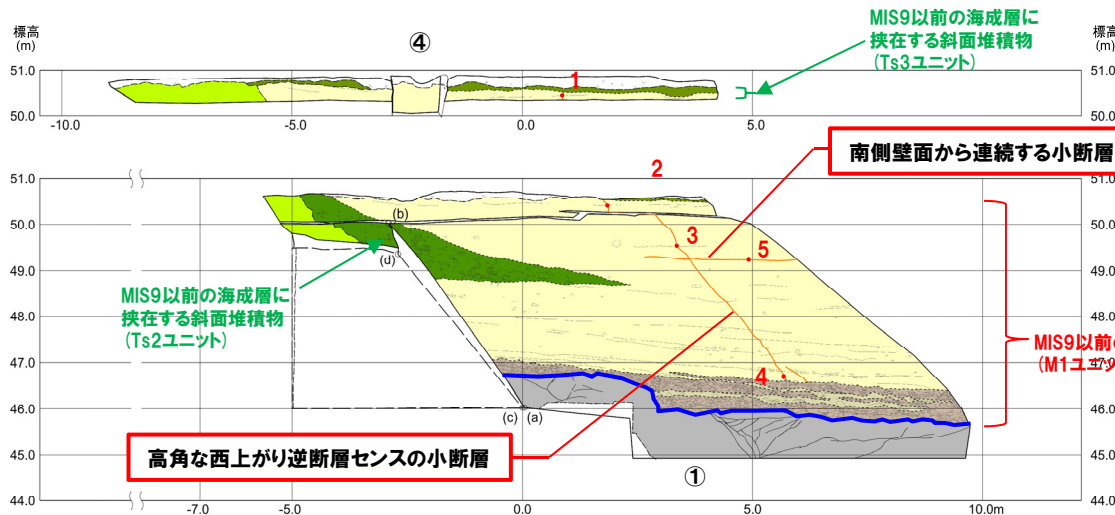
①まとめ(6/6)



開削調査箇所(南側) 南側壁面の背後法面 壁面写真



位置図



開削調査箇所(南側) 南側壁面の背後法面 壁面スケッチ

走向・傾斜

【高角な西上がり逆断層センスの小断層】

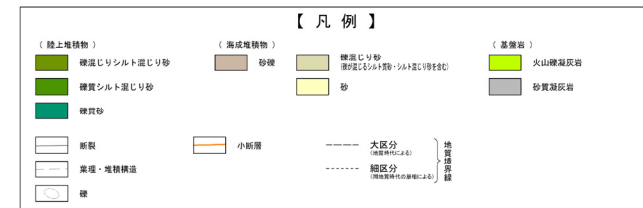
1. N13° W/78° E※
2. N13° E/82° E※
3. N12° E/84° W
4. N14° E/88° W

西上がり逆断層

【南側壁面から連続する小断層】

5. N30° W/30° W

※高角な西上がり逆断層センスの小断層の傾斜方向は、上方に向かうに従い西傾斜から東傾斜に変化し、見かけ正断層センスに変化する。



(凡例) 地層境界

—: 基盤岩上面

5.3.2 開削調査箇所(南側)

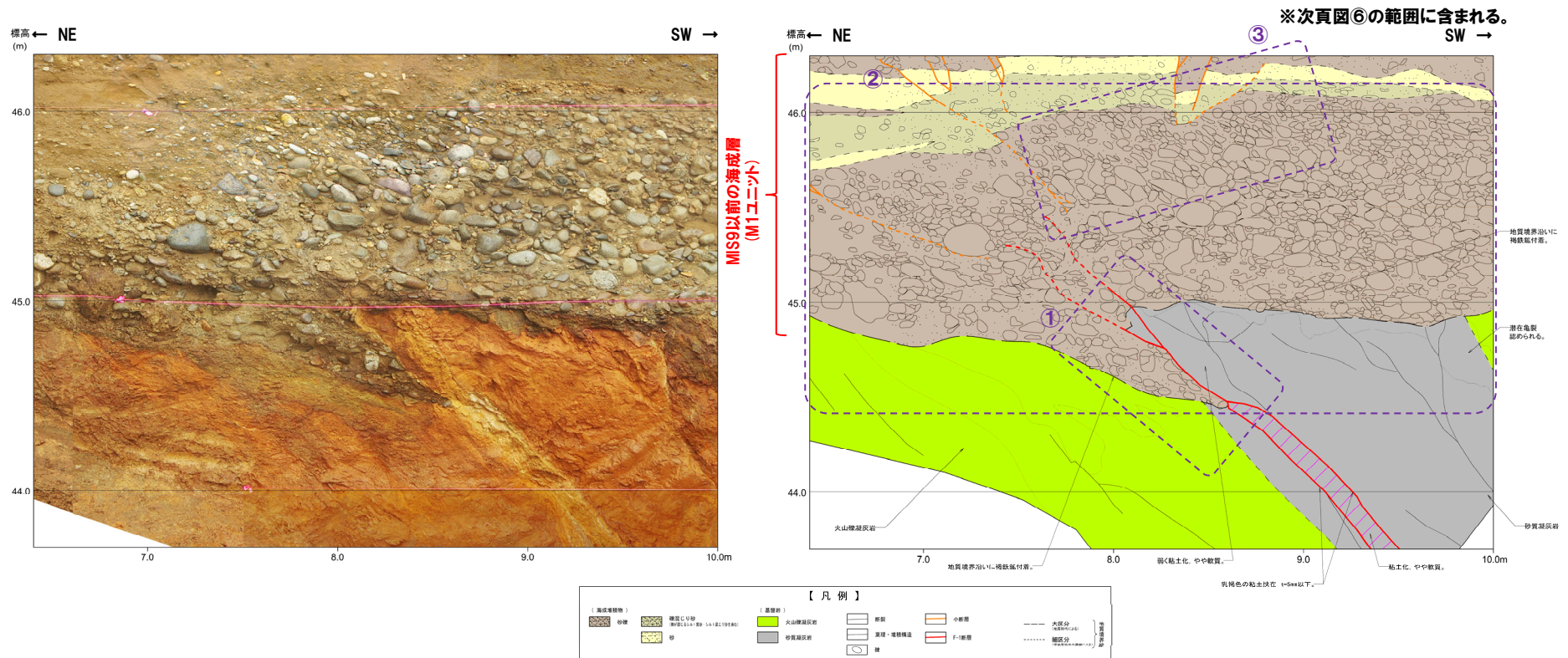
②F-1断層と小断層の関連性(1/7)

一部修正 (R1/11/7審査会合)

(南側壁面)

- F-1断層は、走向・傾斜がNS/46° Wの西上がり逆断層(下図①の範囲)である。
- F-1断層は、基盤岩上面に変位を与えており、基盤岩を覆うMIS9以前の海成層下部の砂礫層には西上りの撓曲構造(下図②の範囲※)及び礫の再配列(下図③の範囲)が認められる。
- F-1断層の延長方向には、F-1断層と連続しないものの、F-1断層と同様、西上がり逆断層センスの小断層(次頁図④の範囲)が認められ、MIS9以前の海成層に変位・変形を与えている。
- F-1断層の上盤側には、東上がり逆断層センス及び東落ち正断層センスの小断層(次頁図⑤の範囲)が認められ、MIS9以前の海成層に変位・変形を与えている。

(次頁へ続く)



開削調査箇所(南側)南側壁面 F-1断層付近 拡大写真

開削調査箇所(南側)南側壁面 F-1断層付近 詳細スケッチ

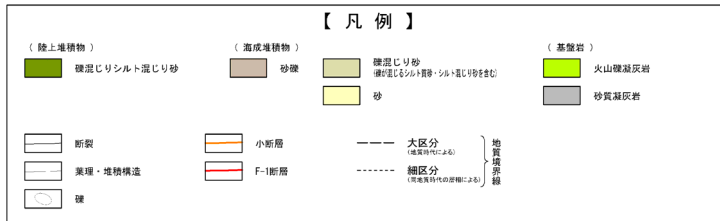
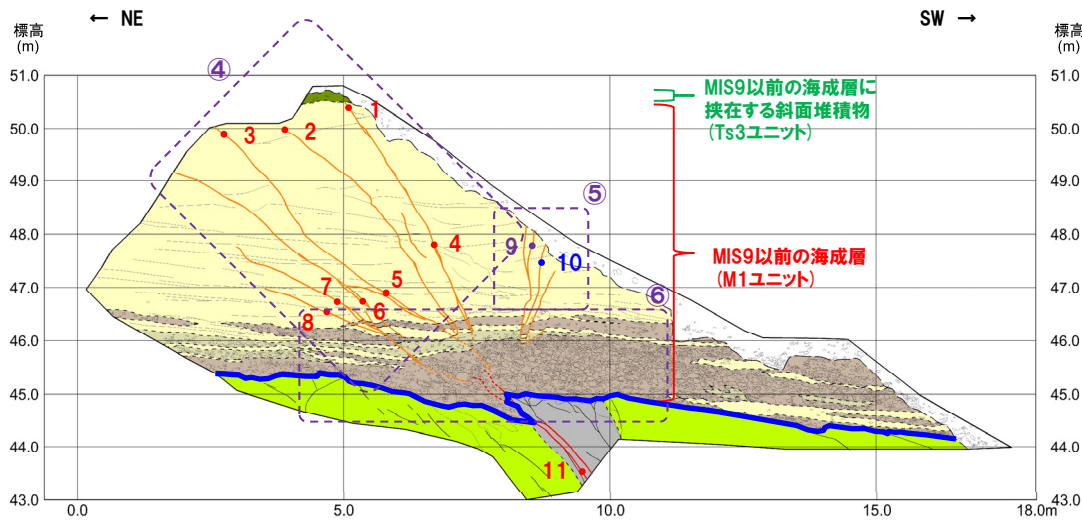
5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性 (2/7)

一部修正 (R1/11/7審査会合)

(前頁からの続き)

- 小断層のうち、西上がり逆断層センスのもの(下図④の範囲)は、F-1断層の延長方向に雁行状に発達しており、上田・谷(1999)の逆断層模型実験結果と調和的である(P392~P393参照)。
- 小断層のうち、東上がり逆断層センス及び東落ち正断層センスのもの(下図⑤の範囲)は、F-1断層の上盤側において、西上がりの撓曲構造(下図⑥の範囲)の直上に発達していることから、加藤(2010)を踏まえると、撓曲構造の形成に起因する副次的なものと考えられる(P394参照)。



(凡例) 地層境界
— : 基盤岩上面

走向・傾斜	
【小断層】	
1. N20° W/50° W	西上がり逆断層
2. N22° E/32° W	
3. N14° E/40° W	
4. N32° W/73° W	
5. N42° W/24° W	
6. N40° W/46° W	
7. N46° W/36° W	
8. N50° W/26° W	
9. N2° E/80° W	東上がり逆断層
10. N2° W/86° W	東落ち正断層
【F-1断層】	
11. NS/46° W	西上がり逆断層

開削調査箇所(南側)南側壁面 スケッチ

5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性 (3/7)

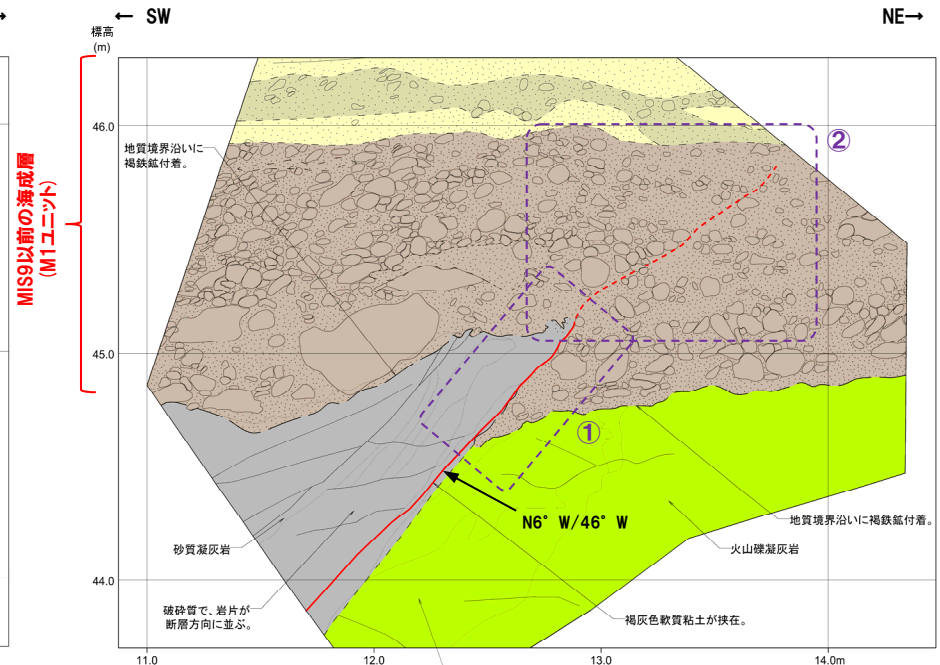
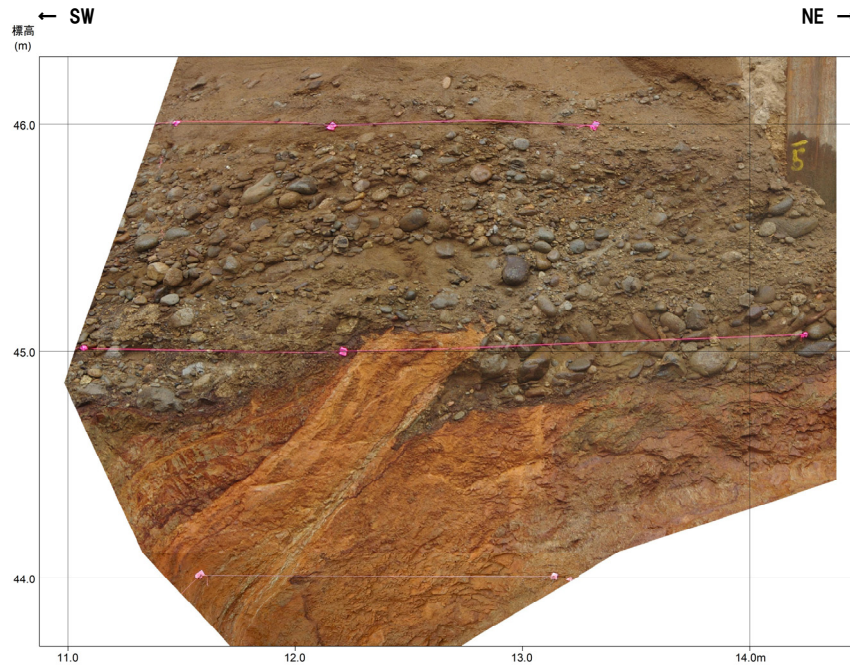
(北側壁面※)

○F-1断層は、走向・傾斜がN6° W/46° Wの西上がり逆断層(下図①の範囲)である。

○F-1断層は、基盤岩上面に変位を与えており、基盤岩を覆うMIS9以前の海成層下部の砂礫層には礫の再配列(下図②の範囲)が認められる。

(次頁へ続く)

※北側壁面は、改変により一部消失しており、西上りの撓曲構造、西上がり逆断層センスの小断層及びF-1断層の上盤側の東上がり逆断層センスの小断層は確認できない。



開削調査箇所(南側)北側壁面 F-1断層付近 拡大写真

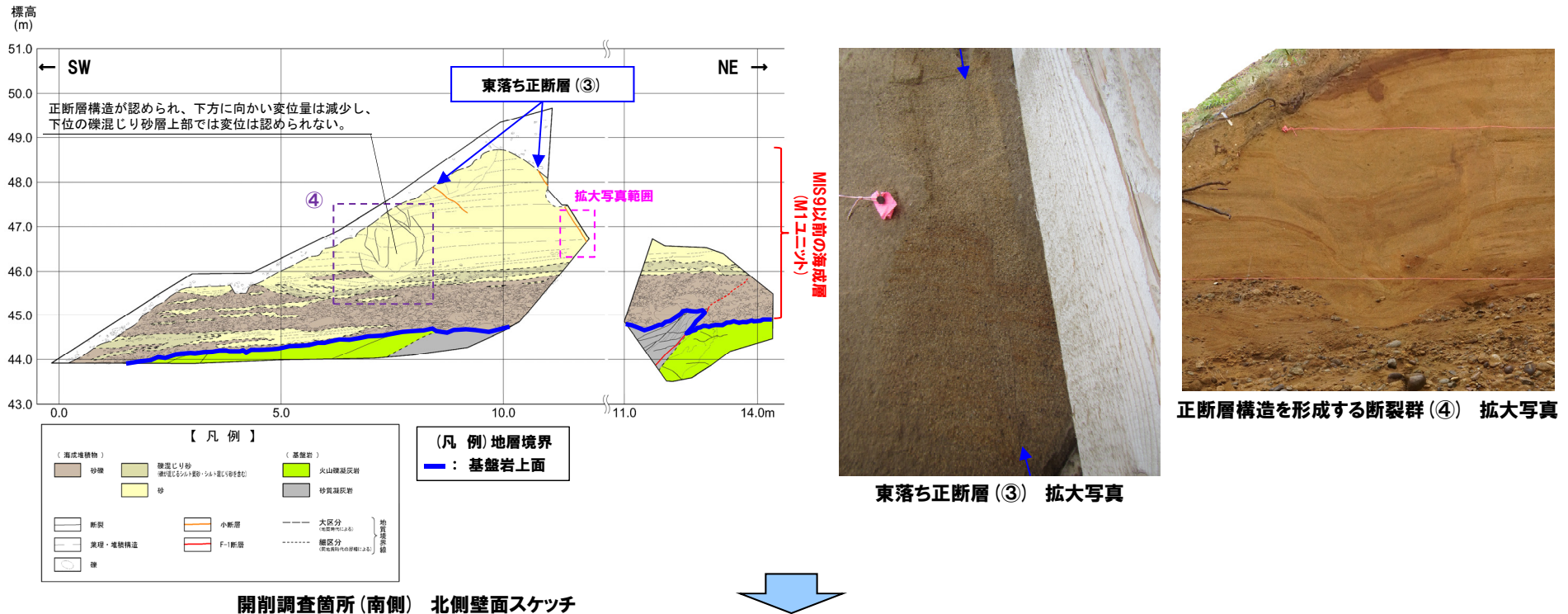
開削調査箇所(南側)北側壁面 F-1断層付近 詳細スケッチ

5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性(4/7)

(前頁からの続き)

- F-1断層の上盤側には、東落ち正断層センスの小断層が認められ(下図③), MIS9以前の海成層に変位・変形を与えている。
- 東落ち正断層センスの小断層は、F-1断層の上盤側に発達し、南側壁面においても同様のものが認められることを踏まえると、撓曲構造の形成に起因する副次的なものと考えられる。



- 南側壁面及び北側壁面の状況から、F-1断層と小断層は関連するものと判断される。

- なお、F-1断層の上盤側に認められる正断層構造を形成する断裂群(上図④の範囲)は、砂層中のみに認められ、以下のとおり、露頭下方から系統性をもって連続する状況ではないことから、地震等の何らかの外的作用による砂層の側方移動に伴い、形成されたものと推定される。
 - ・下方に向かい変位量が減少する。
 - ・下位の礫混じり砂層上部では変位が認められない。

5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性(5/7)

一部修正(H31/2/22審査会合)

○F-1断層と小断層は連続しないが、両断層の関連性を検討するため、断層模型実験に関する文献である上田・谷(1999)「基盤の断層変位に伴う第四紀層及び地表の変形状況の検討(その2)-正断層, 逆断層模型実験-」をレビューした。

【研究目的】

○基盤の正, 逆断層変位に伴う第四紀層(特に砂礫層)及び地表の変形状況が、基盤の断層型, 断層傾斜角, 断層変位置, 第四紀層の層厚等の違いにより、どのように変化するかを断層模型実験により解明する。

【研究概要】

○高さ2m, 幅0.4mの土槽を用い, 上記条件を変えて変形状況の解析を実施。
○また, 地震断層と対比し, 縦ずれ断層の発達過程, 形状の特徴, 断層型による地盤表面到達位置の違い, 断層型と地盤表面出現時の変位置との関係等について検討を実施。

【模型実験結果】

○未固結層の基底面に逆断層変位が生じた場合, 未固結層中では剪断層※が形成され, 剪断層は下部から未固結層上部へ向って成長する。
○剪断層は底盤の断層傾斜角が 45° ~ 90° の場合, 上に凸の曲線状となり, 底盤の断層より低角度で成長する。
○その後, 基盤の断層変位をまかなうように, 底盤の断層の延長方向に新たな高角度の剪断層が発生する。

※地盤の破壊において発生するすべり面は, 実際には地盤を構成する粒子の大きさの20倍程度の厚さを有し, 歪みが周囲よりも極端に集中した帯状の層である。この層を剪断層という。

【次頁実験仕様】

地盤材料: 豊浦標準砂

・比重(G_s): 2.635・50%粒径(D_{50}): 0.17mm・密度(ρ_d): 1.60g/cm³・間隙比(e): 0.64

土槽の幅×長さ: 400mm×1,550mm

層厚: 400mm

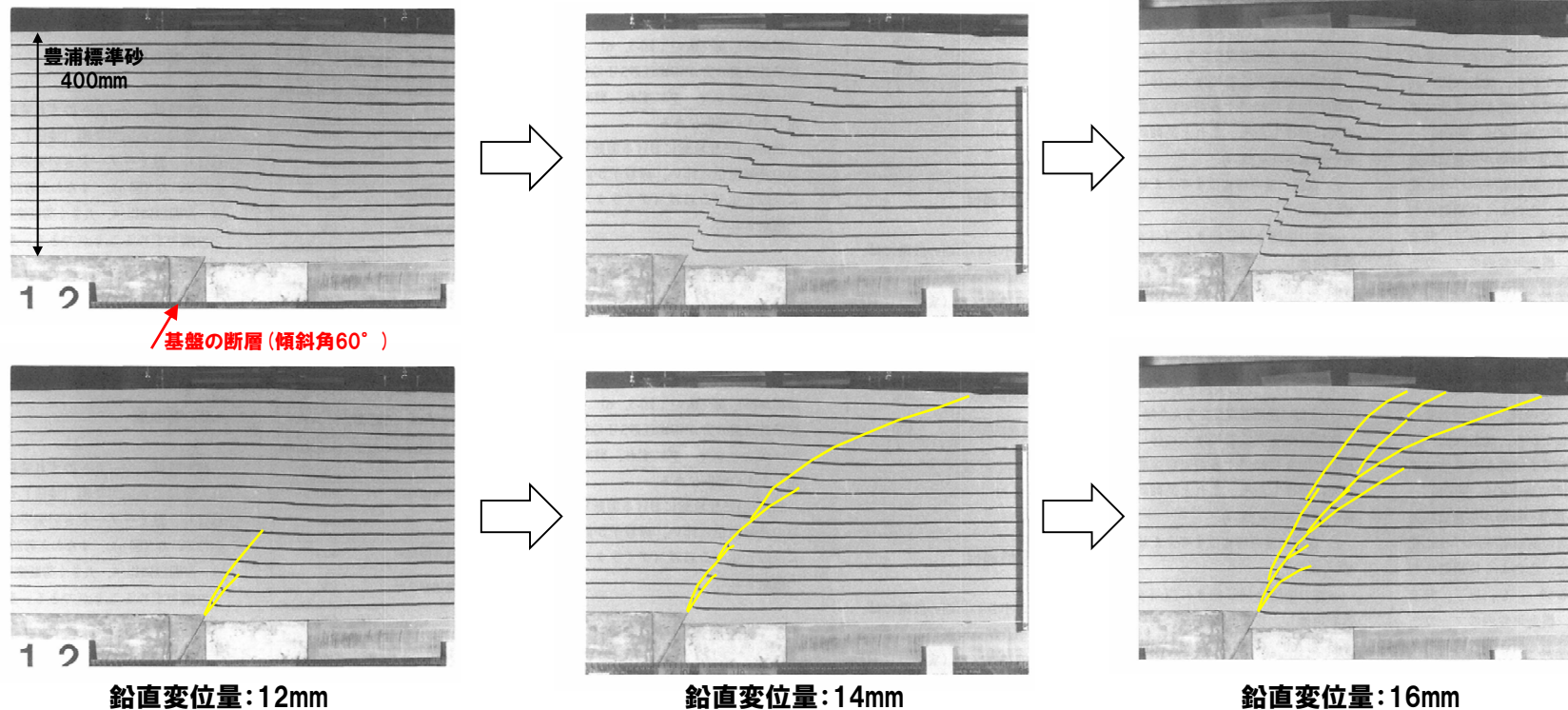
断層傾斜角(α): 60°

変位方向: 逆断層変位

5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性(6/7)

一部修正(H31/2/22審査会合)



逆断層模型実験結果(断層傾斜角:60°の例)(上田・谷(1999)に加筆)

○第四紀層の基底面に逆断層変位が生じた場合、第四紀層中の断層は雁行配列し、基盤の断層変位をまかなうように同一な変位方向の断層が互いにラップして発達する。

○開削調査箇所(南側)に認められる小断層のうち、西上がり逆断層センスのものは、F-1断層の延長方向に雁行状に発達しており、上田・谷(1999)の逆断層模型実験結果と調和的である。

5.3.2 開削調査箇所(南側)

②F-1断層と小断層の関連性 (7/7)

一部修正 (H31/2/22審査会合)

- 逆断層付近に認められる地質構造を確認するため、加藤 (2010)「地震と活断層の科学(普及版)」をレビューした。
- 地震逆断層の例としては、陸羽地震の千屋断層があげられるとされている。
- その模式断面(図2.43)では、主断層である逆断層の上盤側に地形的な高まり(バルジ)がみられ、副次的な正断層群が発達しているとされている。
- これは、Friedmanほか(1976)が石灰岩と砂岩の人工的な薄互層試料を封圧下で変形させた実験結果(図2.44)とよく一致し、千屋断層の地下応力状態や、深部での断層面の高角化なども同様であろうと推定される(両者の異なる点は、千屋断層における共役な副次的逆断層の存在であるが、これは実験条件を変えれば生じうるとされる。)とされている。

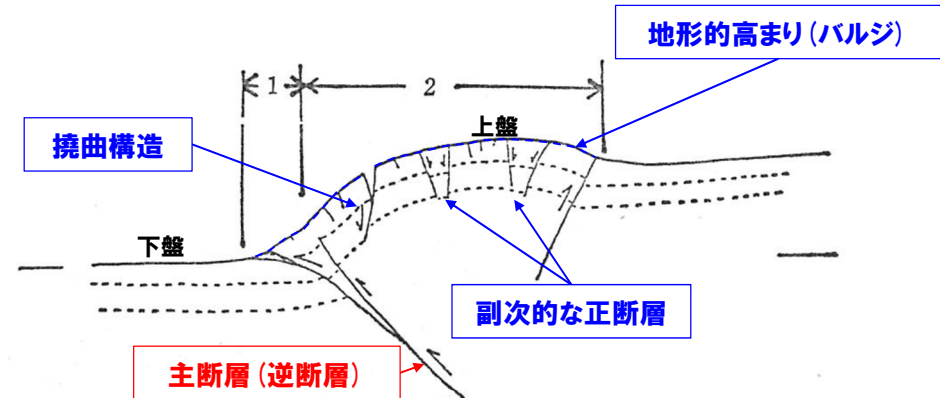


図 2.43 陸羽地震の地震断層をモデルとした逆断層の模式断面図 (松田ほか, 1980)
1: 短縮部, 2: 表層の伸張部.

- 逆断層の上盤側には、断層変位に伴う地形的な高まり(バルジ)及び撓曲構造が認められ、これらに起因する小断層が発達する。

- 開削調査箇所(南側)に認められる小断層のうち、東上がり逆断層センス及び東落ち正断層センスのものは、F-1断層の上盤側において、西上りの撓曲構造の直上に発達していることから、加藤(2010)を踏まえると、撓曲構造の形成に起因する副次的なものと考えられる。

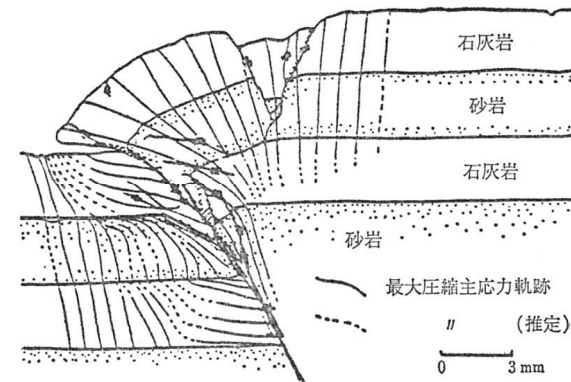


図 2.44 faulted drape fold の実験結果の一例 (Friedman, et al., 1976)
65°の角度で切断した砂岩を封圧1 kb で、 10^{-4} cm/s の速度で軸方向から押し、切断面に沿って0.63 cm すべらせたときの上盤層(被覆層)の破壊様式と応力像.