

5.2.2 S-1 (3) M-12.5”孔 – 碎屑岩脈の形成年代の評価 –

<薄片観察結果(碎屑岩脈)>

- 碎屑岩脈は、粘土鉱物(I/S混合層)中に複雑に枝分かれしている。
- 碎屑岩脈の内部を観察すると流動状の構造が認められる。

<形成環境の考察>

- 碎屑岩脈は、未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したものであることを示唆する。

<薄片観察結果(粘土鉱物)>

- 粘土鉱物の内部を観察すると、碎屑岩脈の境界付近には、引きずり等の構造は認められない。

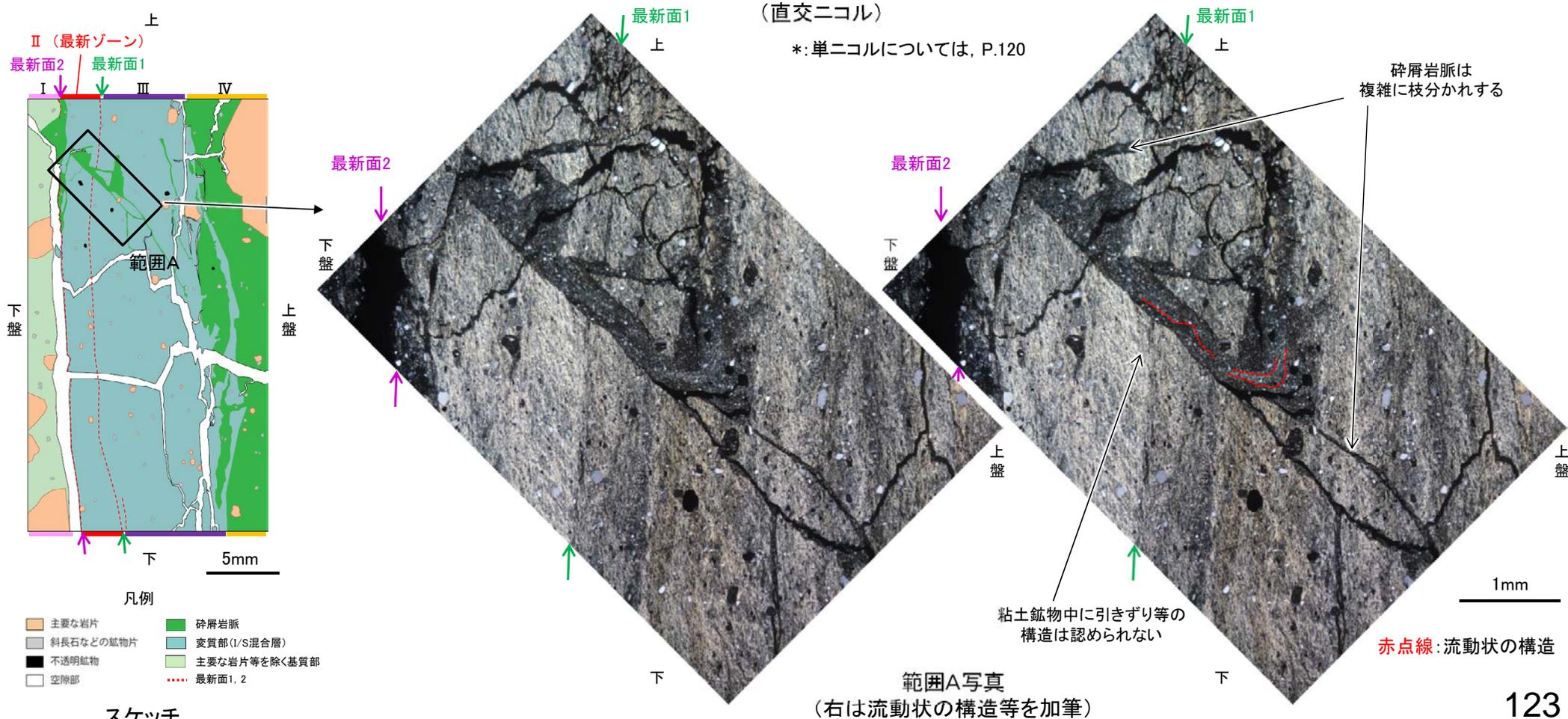
<形成環境の考察>

- 粘土鉱物は、碎屑岩脈の貫入当時は軟質ではなかったと考えられ、現在とは異なる環境下にあったことを示唆する。

<地形からの考察>

- 本地点(M-12.5”孔)は、高位段丘I a面を開析する谷に位置することから、高位段丘I a面の形成時期(約12~13万年前より古い高海面期, P.355)以降の海退期に、侵食により現在の地形が形成されたと考えられ、碎屑岩脈は約12~13万年前には現在とほぼ同じ低封圧下にあったものと考えられる(P.71)。

○碎屑岩脈は、地下深部の高封圧下で碎屑物が貫入したものであると判断される。本地点では、約12~13万年前には現在とほぼ同じ低封圧下にあったと判断されることから、碎屑岩脈は少なくとも後期更新世以降に形成されたものではない。



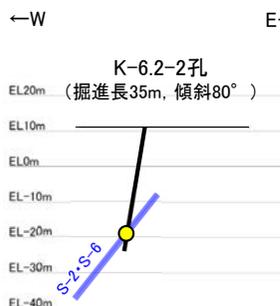
5.2.3 S-2·S-6

5.2.3 S-2・S-6の鉱物脈法による評価

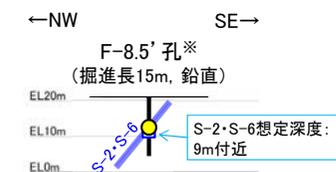
■ 鉱物脈法による評価

○ 3地点 (K-6.2-2孔, F-8.5' 孔, E-8.5-2孔) において, S-2・S-6の最新ゾーンに少なくとも後期更新世以降に生成されたものではないと評価した変質鉱物であるI/S混合層が認められたことから, 断層活動(最新面)と変質鉱物との関係による評価を行った。

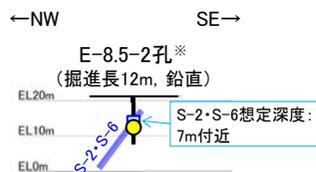
評価地点	記載頁
K-6.2-2孔 (深度30.94m, EL-19.45m)	P.126~139
F-8.5' 孔 (深度8.50m, EL12.63m)	P.140~153
E-8.5-2孔 (深度8.55m, EL12.66m)	P.154~168



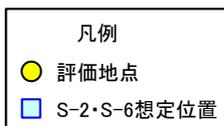
K-6.2-2孔断面図
(掘進方向, H:V=1:1)



F-8.5' 孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)

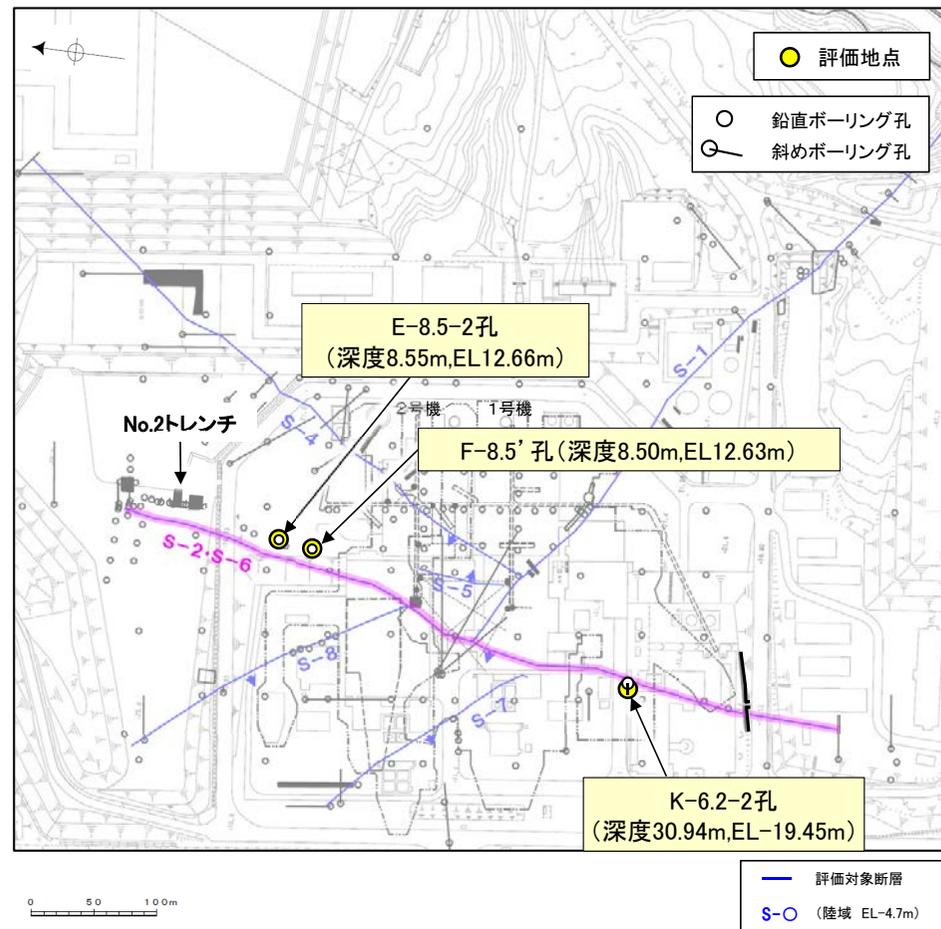


E-8.5-2孔断面図
(断層直交方向, H:V=1:1)



※ 鉱物脈法による評価のために実施したボーリング

これらの図の断層線は、周辺の露頭やボーリングでの出現位置を基に描いている。

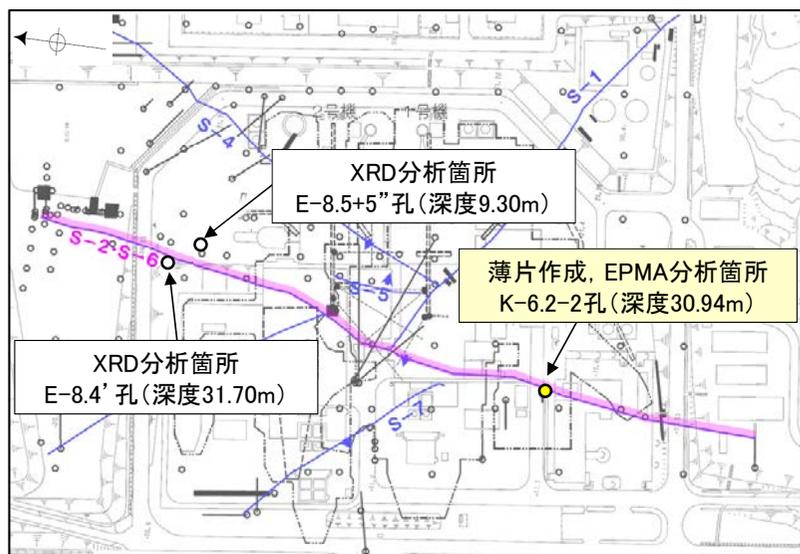


位置図

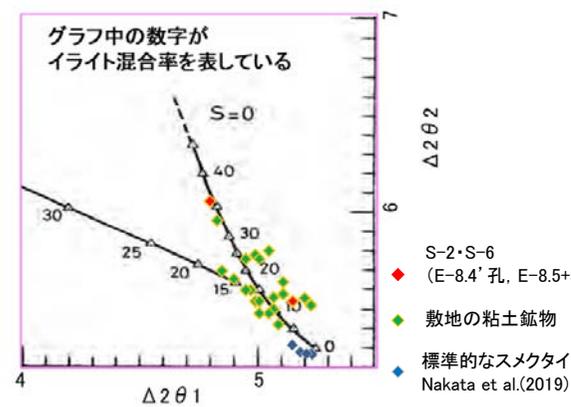
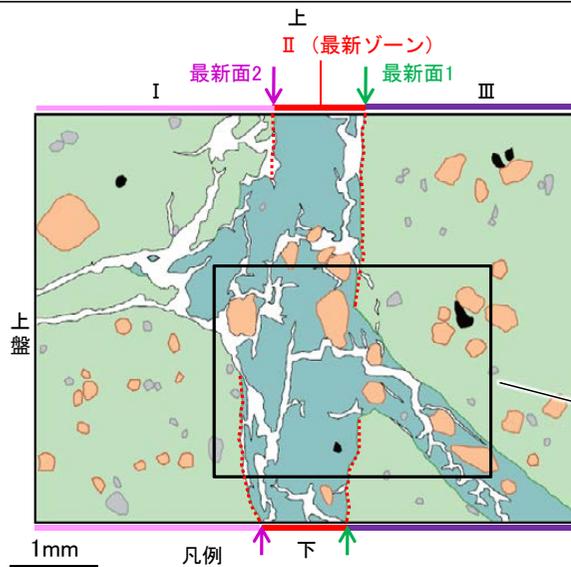
K-6.2-2孔のボーリング柱状図, コア写真, BHTVは, [データ集1, 2, 3](#)
F-8.5' 孔, E-8.5-2孔のS-2・S-6想定深度付近のコア写真は, [補足資料5.2-12](#)(3)

5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 ー概要ー

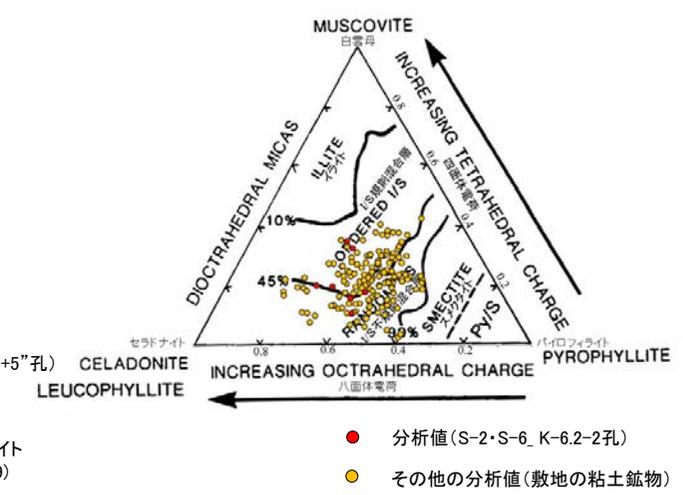
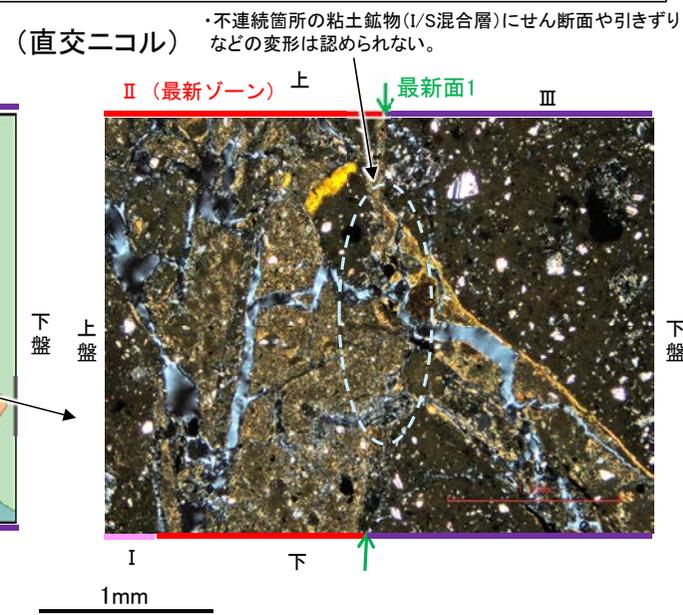
- K-6.2-2孔の深度30.90m付近で認められるS-2・S-6において、最新面と変質鉱物との関係による評価を行った。
- 最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断される。
- 最新面付近には広く粘土鉱物(I/S混合層)が分布し、最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- なお、不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



調査位置図



I/S混合層の構造判定図 (渡辺(1981)に一部加筆)

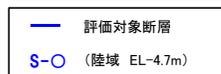


2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成 (Srodon et al. (1984)に一部加筆)

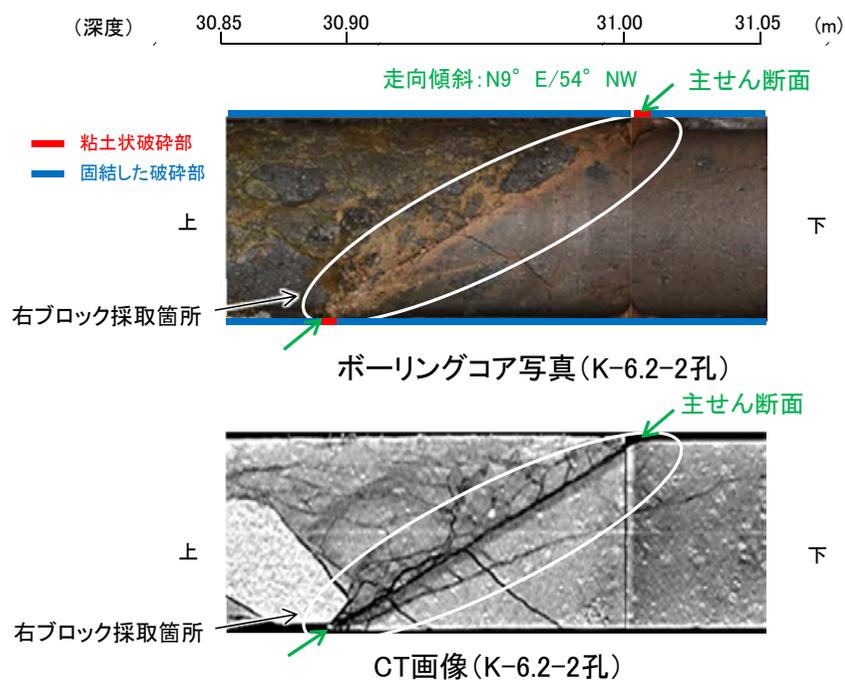
5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○K-6.2-2孔の深度30.90m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、細粒化が進んでおり、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○隣接孔(K-6.1孔)の主せん断面における条線観察の結果、100° Rの条線方向が確認されたことから、K-6.2-2孔において、100° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-2
調査位置図



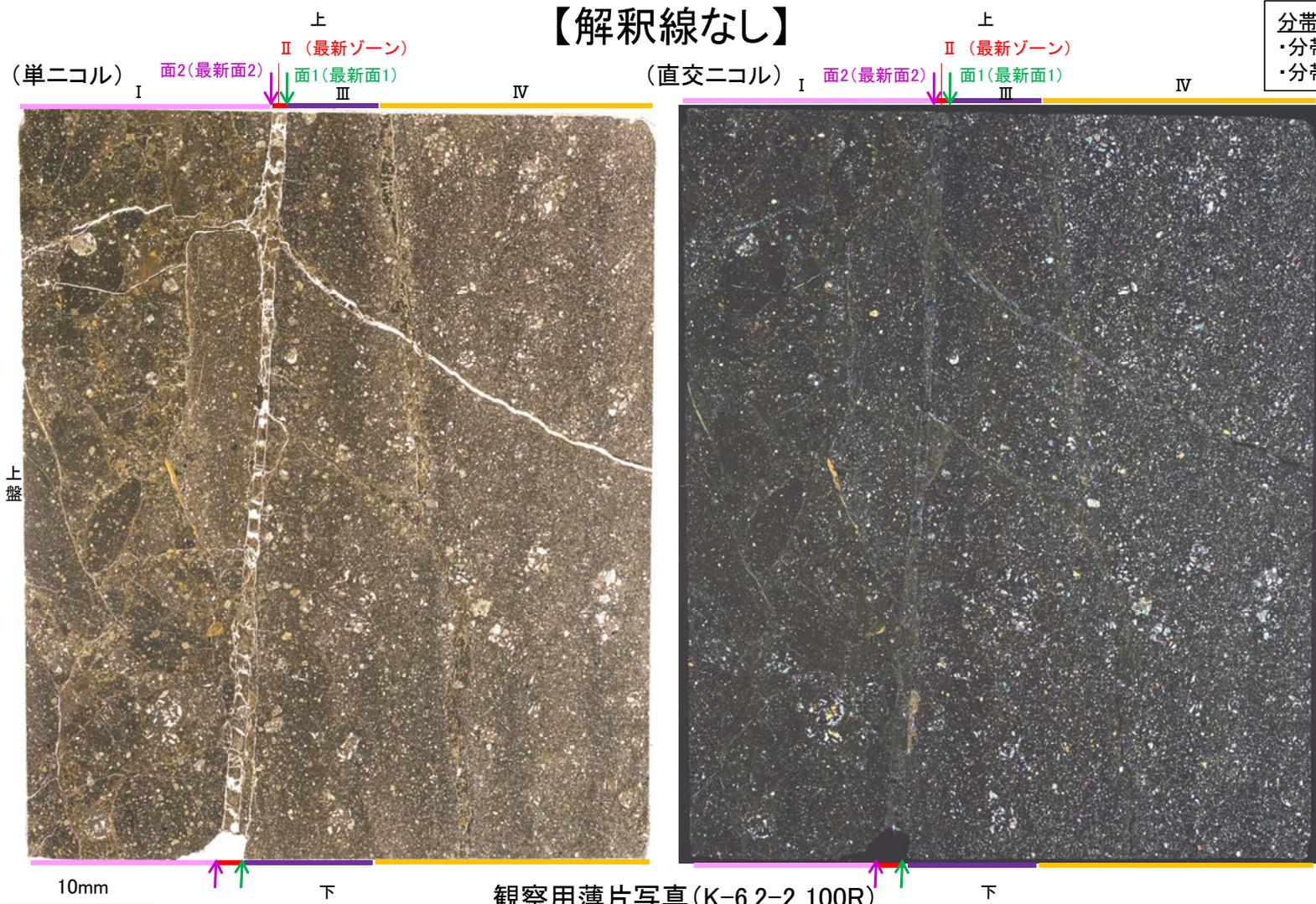
※図示した箇所にて観察用薄片を作成し、そこから1mm程度
削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

ブロック写真

5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

- 観察用薄片で実施した微視的観察(薄片観察)の結果、色調や礫径などから、上盤側よりⅠ～Ⅳに分帯される。
- そのうち、最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に、面1(緑矢印)が認められる。面1は薄片上部では一部で不明瞭となるが、最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰとの境界に、面2(紫矢印)が認められる。面2は一部で不明瞭となり連続性に乏しいが、最新ゾーンの中では比較的直線性がよい面である。
- 最新ゾーンの中で面1が最も連続的に観察されるが、面1と面2は同程度の直線性を有することから、面1を最新面1、面2を最新面2とし、それぞれについて変質鉱物との関係を確認する。

【解釈線なし】



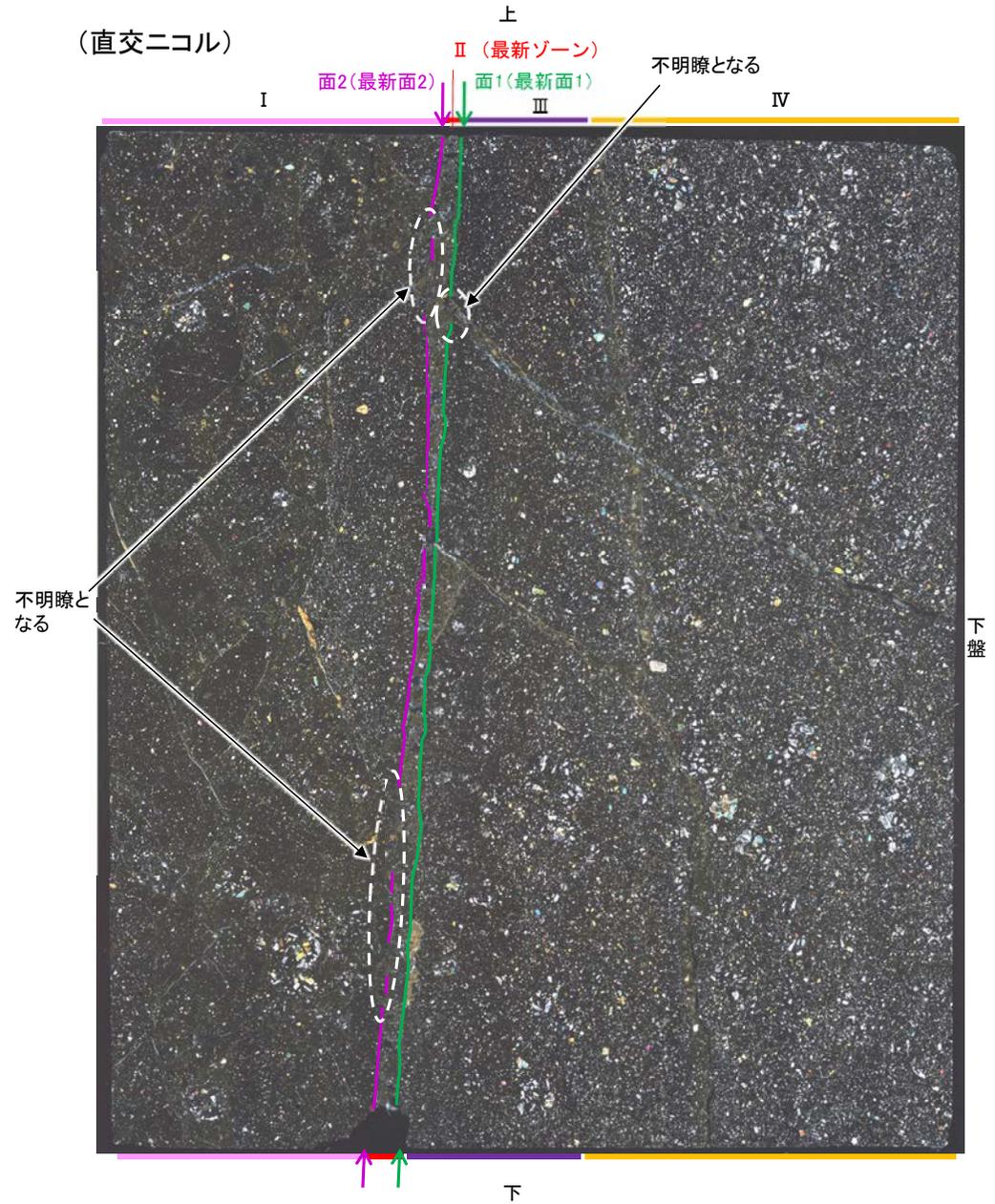
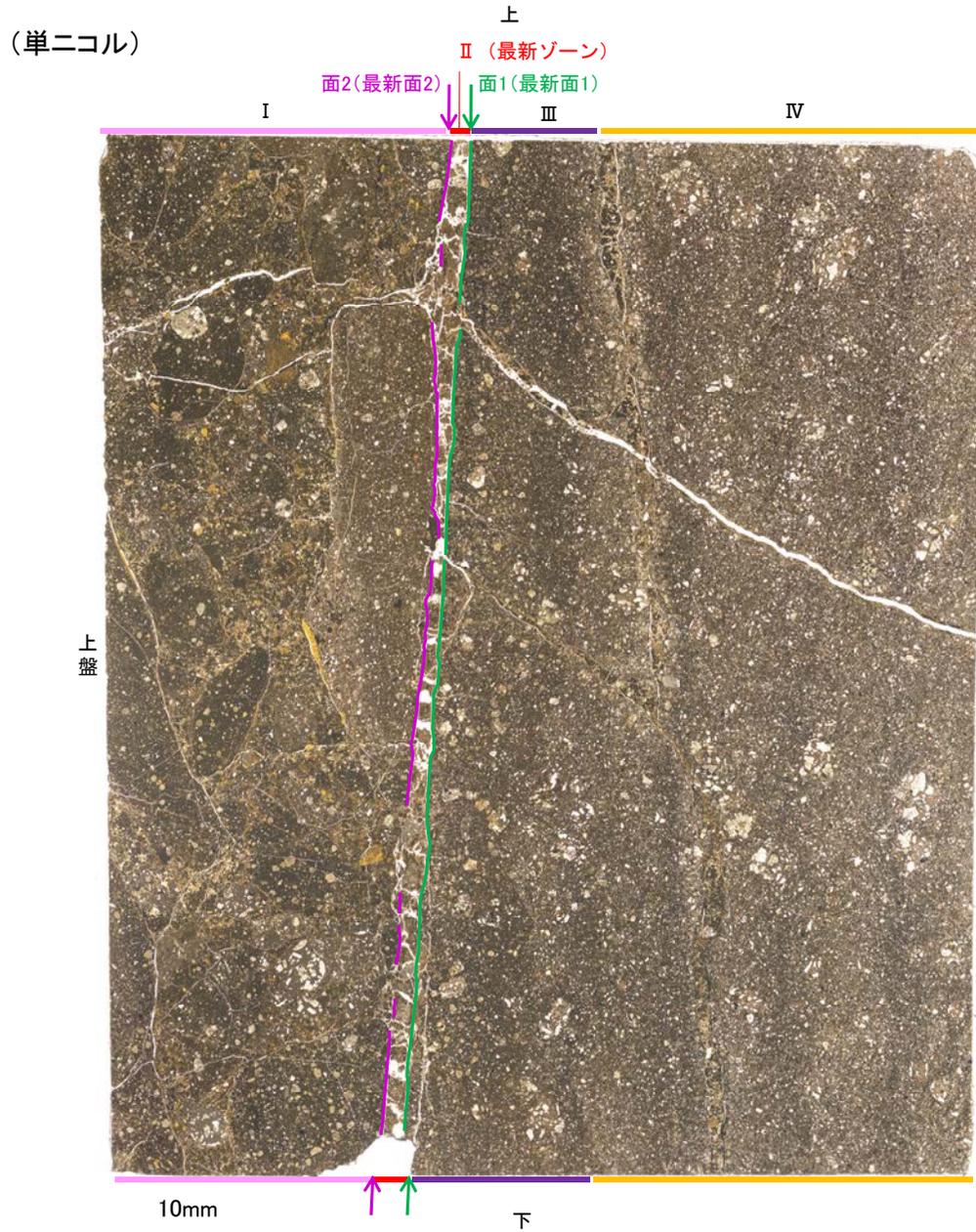
分帯とコア観察における破碎部区分との対応
 ・分帯Ⅱ(最新ゾーン) ……粘土状破碎部
 ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ, 分帯Ⅳ ……固結した破碎部

- I: 単ニコルで褐灰～灰色、直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径7mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片、鉱物片は垂角～垂円形である。基質中や割れ目、岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。
- II (最新ゾーン): 単ニコルで褐灰～灰色、直交ニコルで褐灰～黄色の干渉色を呈する、粘土鉱物を含む細粒物からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂円形である。基質中や割れ目、岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。
- III: 単ニコルで褐灰～暗灰色、直交ニコルで灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径2mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂角形である。割れ目に粘土鉱物が生成されている。
- IV: 単ニコルで褐灰～灰色、直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂角形である。割れ目に粘土鉱物が生成されている。

観察用薄片写真(K-6.2-2_100R)

S-2・S-6_K-6.2-2孔

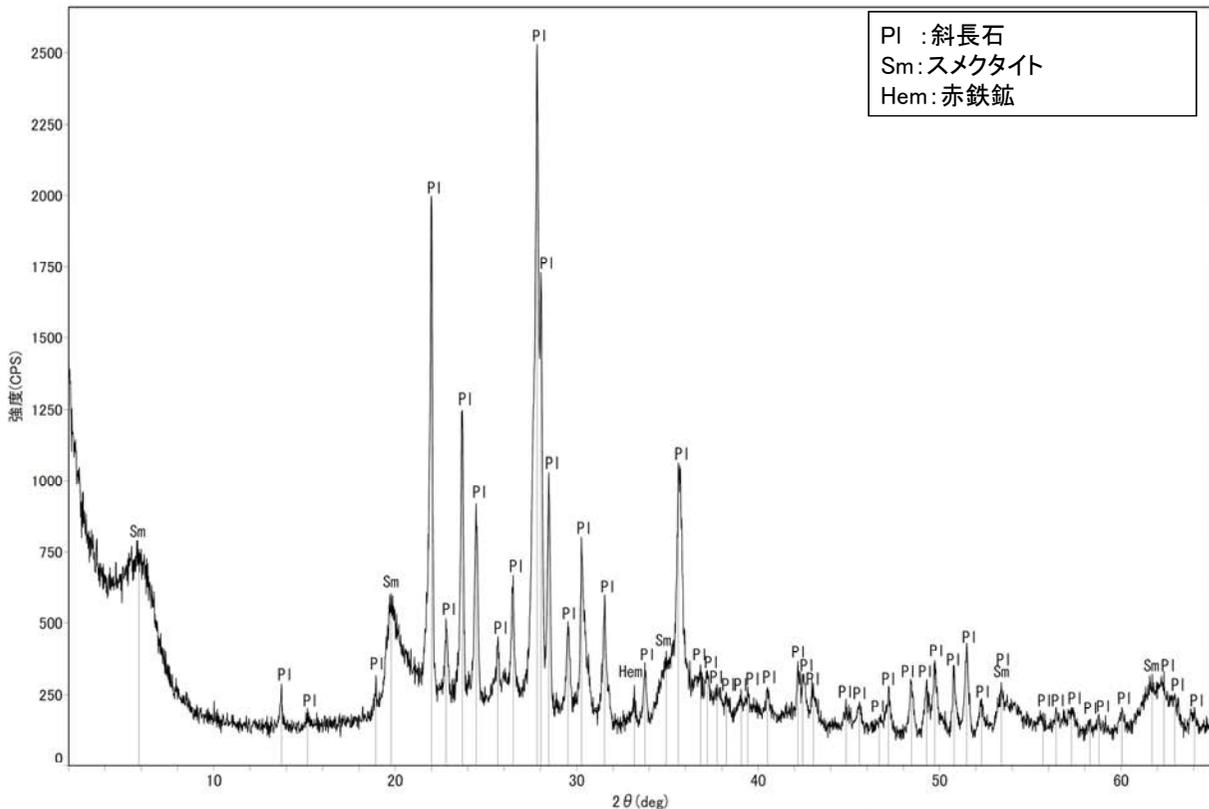
【解釈線あり】



観察用薄片写真(K-6.2-2_100R)

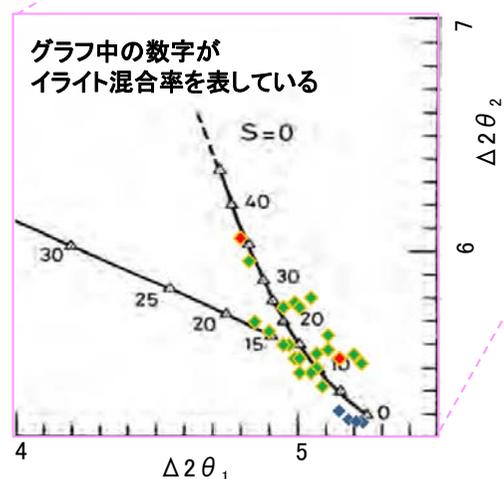
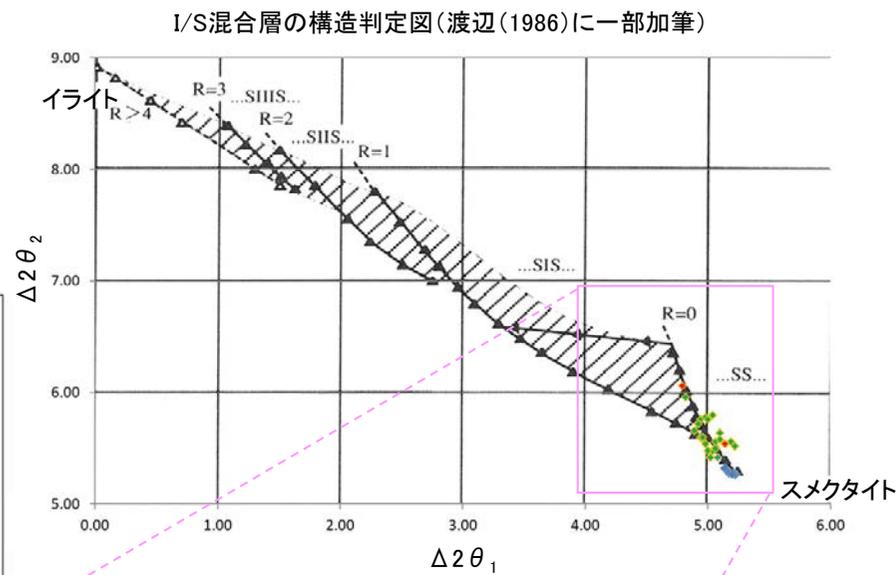
5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 - 鉱物の同定(XRD分析) -

- 最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
- スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(E-8.4' 孔, E-8.5+5" 孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定される。



回折チャート(不定方位)

・回折チャート(定方位, EG処理)については,
補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-15



- ◆ S-2・S-6 (E-8.4' 孔, E-8.5+5" 孔)
 - ◇ 敷地の粘土鉱物
 - ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)
- ・S-2・S-6試料の詳細検討結果は
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-28,29

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981))に一部加筆

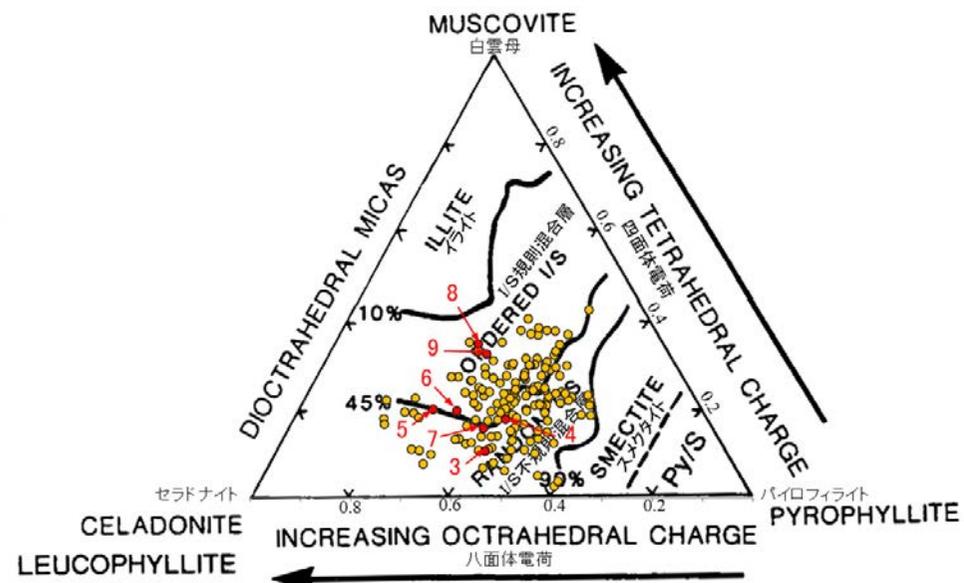
5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 - 鉱物の同定(EPMA分析(定量)) -

○EPMA用薄片で実施したEPMA分析(定量)による化学組成の検討結果から、最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断される。



— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

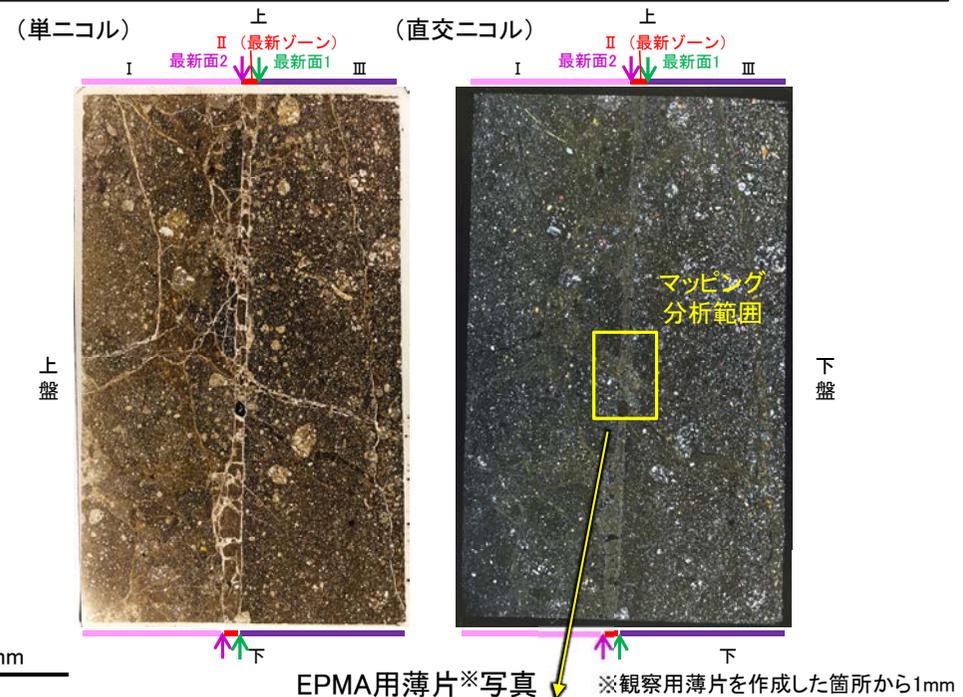
調査位置図



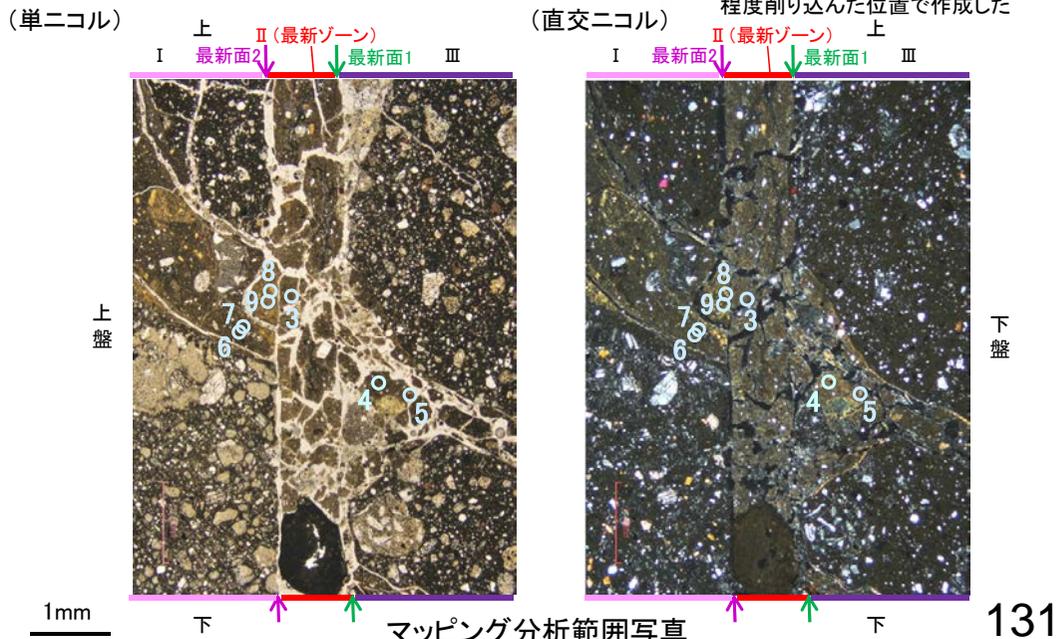
● 分析値 (S-2・S-6, K-6.2-2孔) 分析番号位置は右図
● その他の分析値 (敷地の粘土鉱物)

・分析値1, 2はTotalの値が90%以上であったため、根拠に用いないこととした。
・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-66

2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成 (Srodon et al. (1984)に一部加筆)



EPMA用薄片※写真 ※観察用薄片を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した

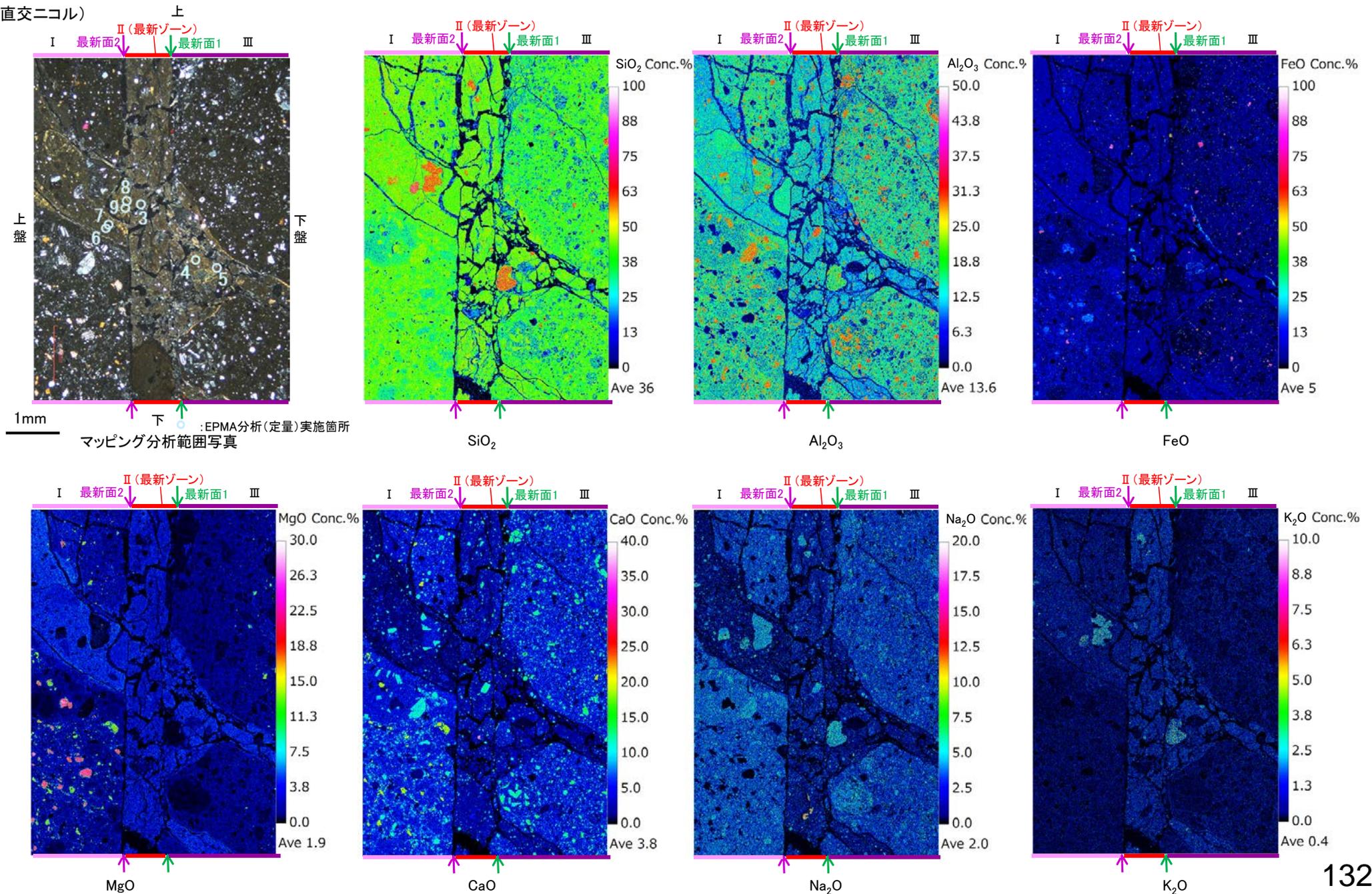


マッピング分析範囲写真

5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

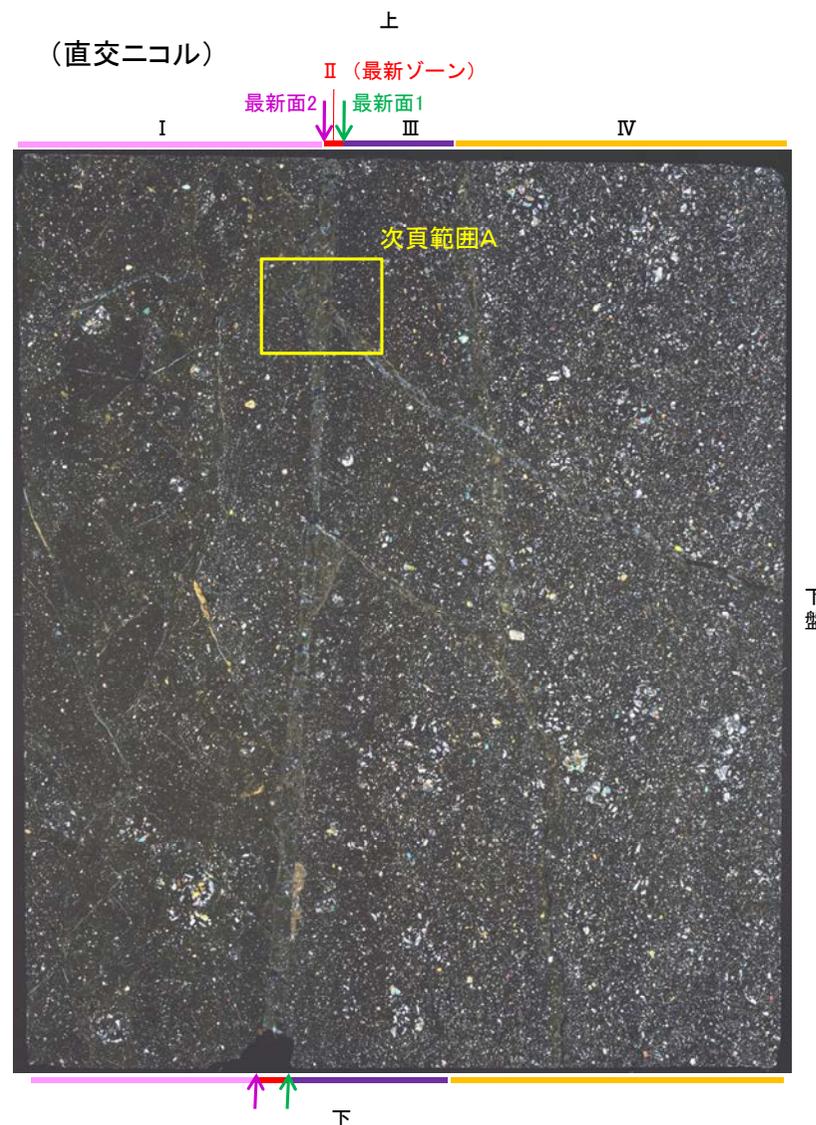
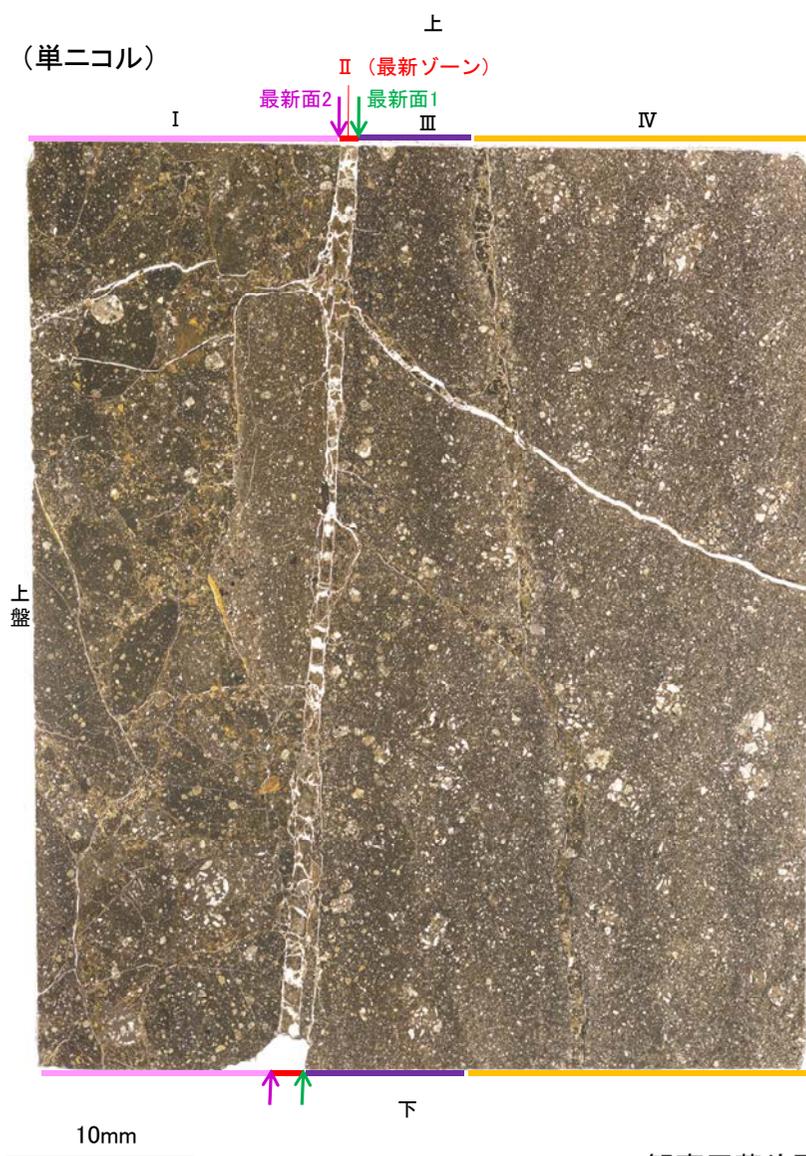
○EPMA用薄片でEPMA分析(マッピング)を実施した結果, EPMA分析(定量)で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

(直交ニコル)



5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 観察用薄片で実施した薄片観察や、EPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察より、I/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。
- このI/S混合層と最新面との関係を確認する。



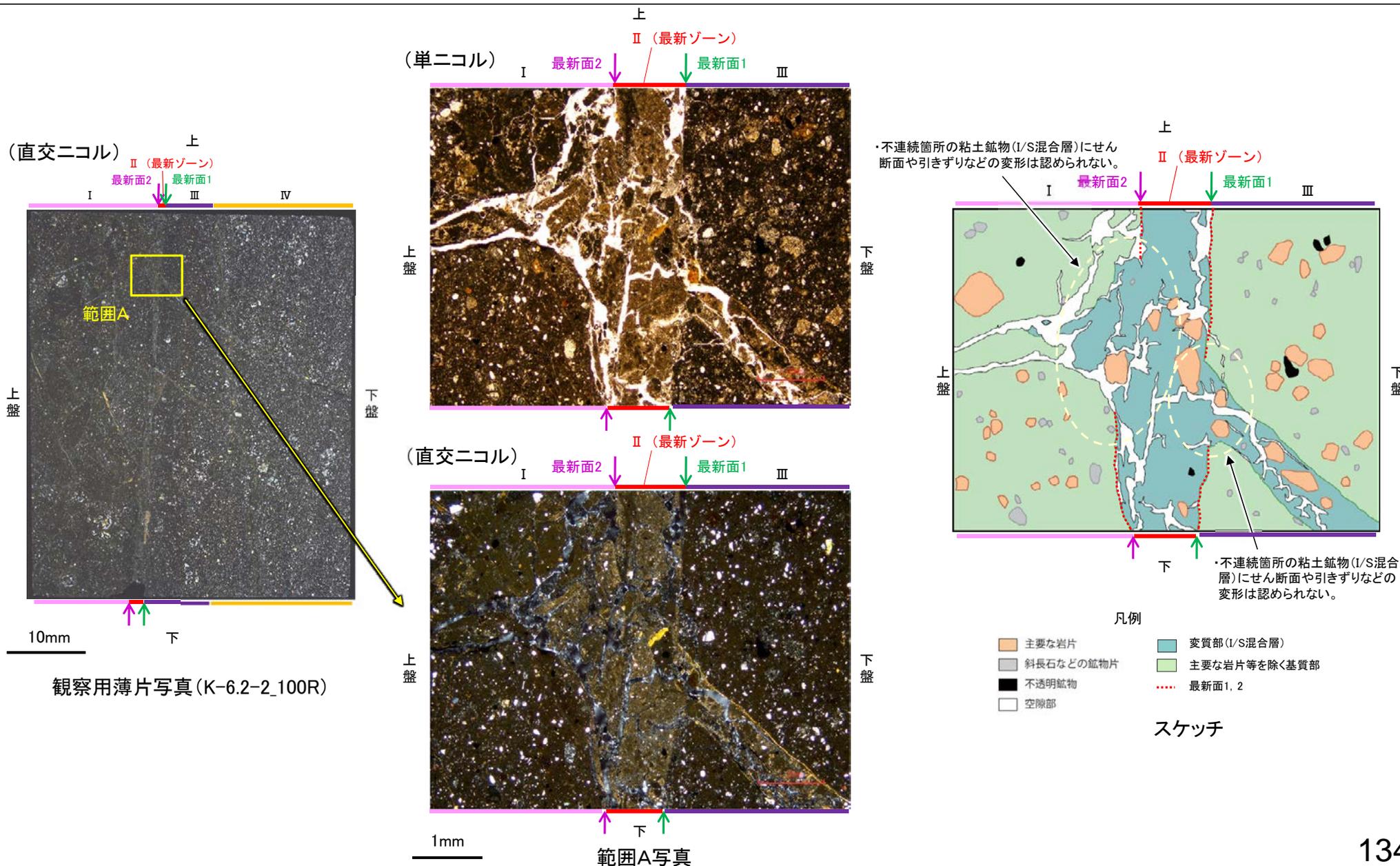
観察用薄片写真(K-6.2-2_100R)

5.2.3 S-2・S-6 (1) K-6.2-2孔 ー最新面とI/S混合層との関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、最新面1, 2付近には広く粘土鉱物(I/S混合層)が分布し、最新面1, 2が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

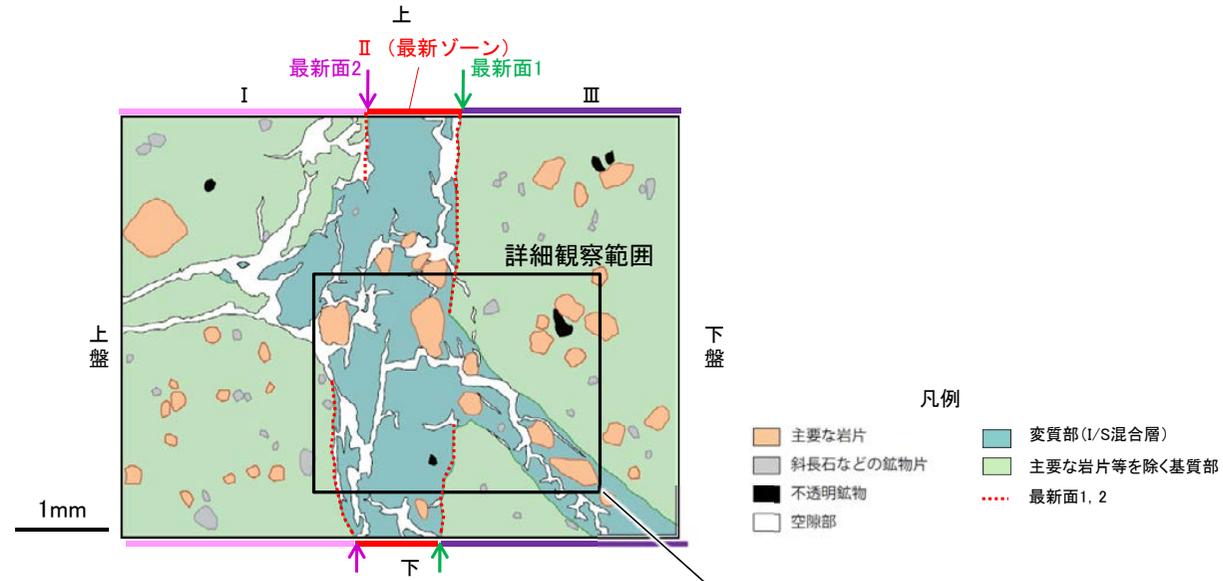
○なお、不連続箇所においてI/S混合層生成以降の注入現象の有無を確認した結果、弓状構造や粒子の配列などの注入の痕跡は認められない。

○さらに、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1, 2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断できる(P.139)。

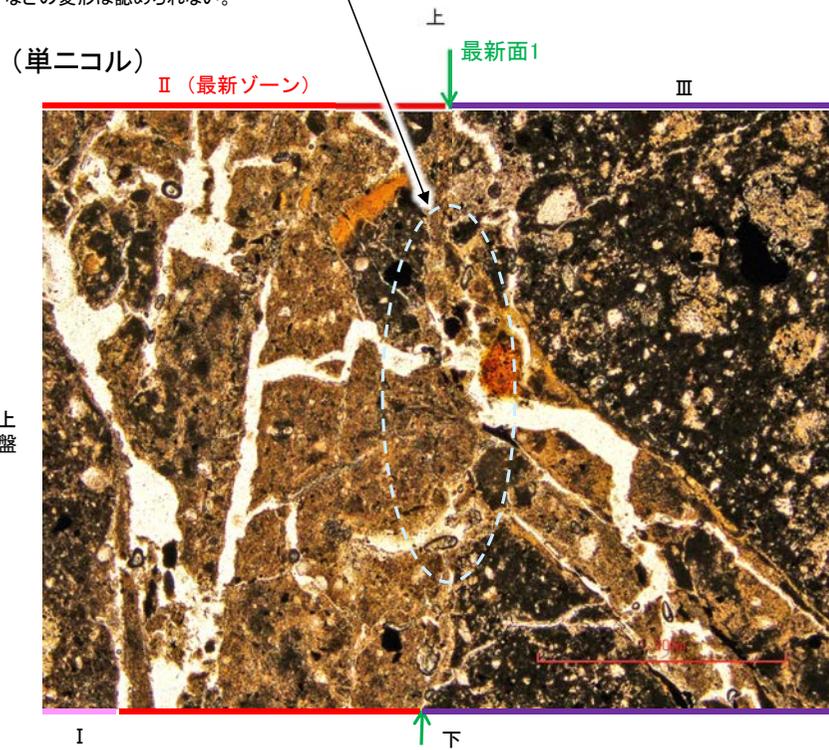


S-2・S-6_K-6.2-2孔

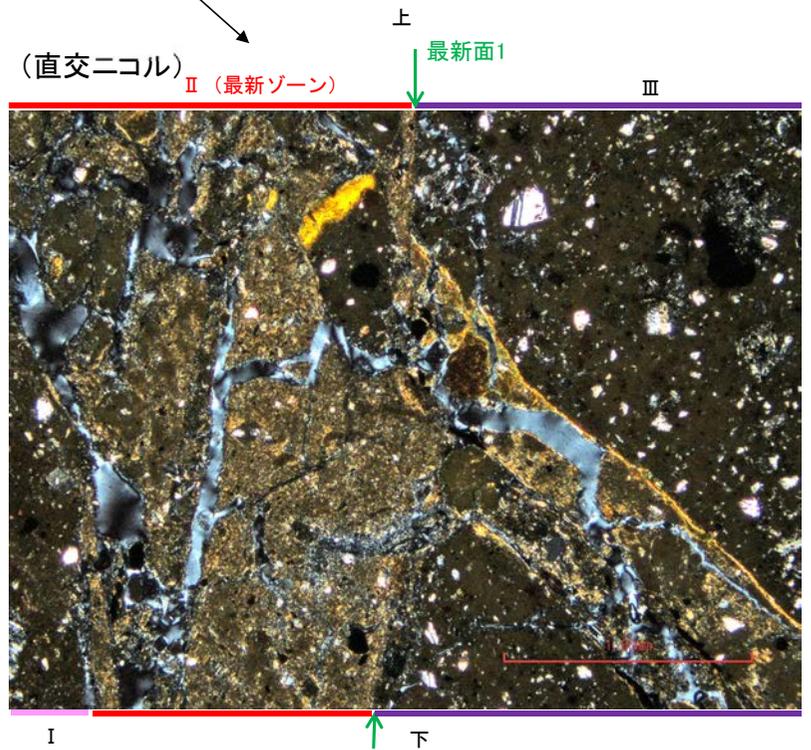
【詳細観察(範囲A, 最新面1)】



・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。



スケッチ

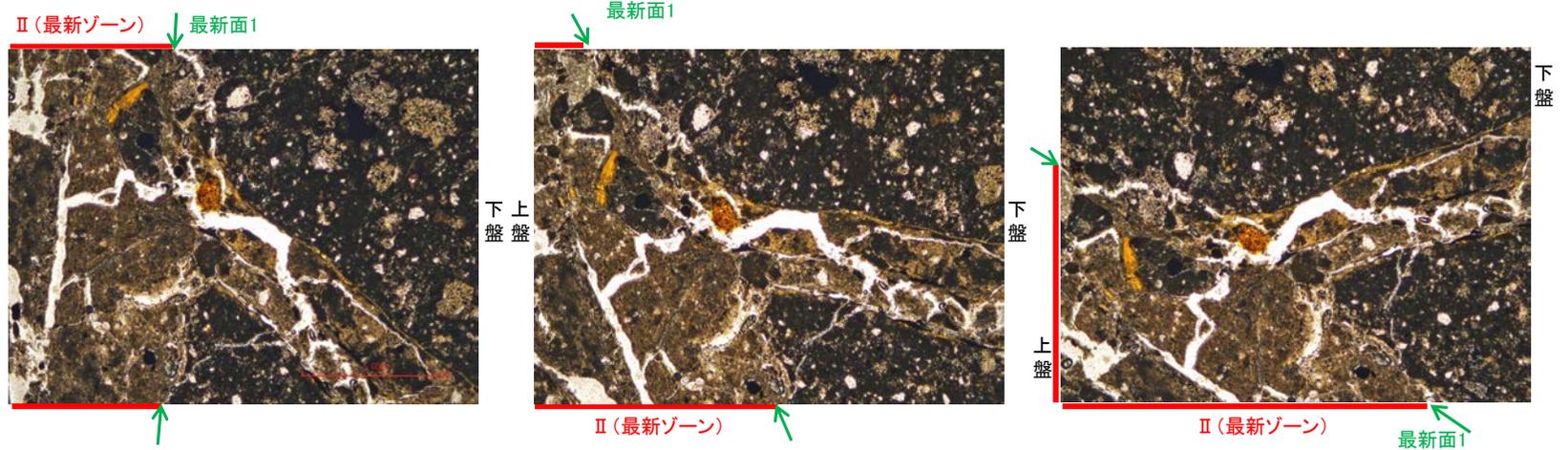


詳細観察範囲写真

S-2・S-6_K-6.2-2孔

【ステージ回転(範囲A, 最新面1)】

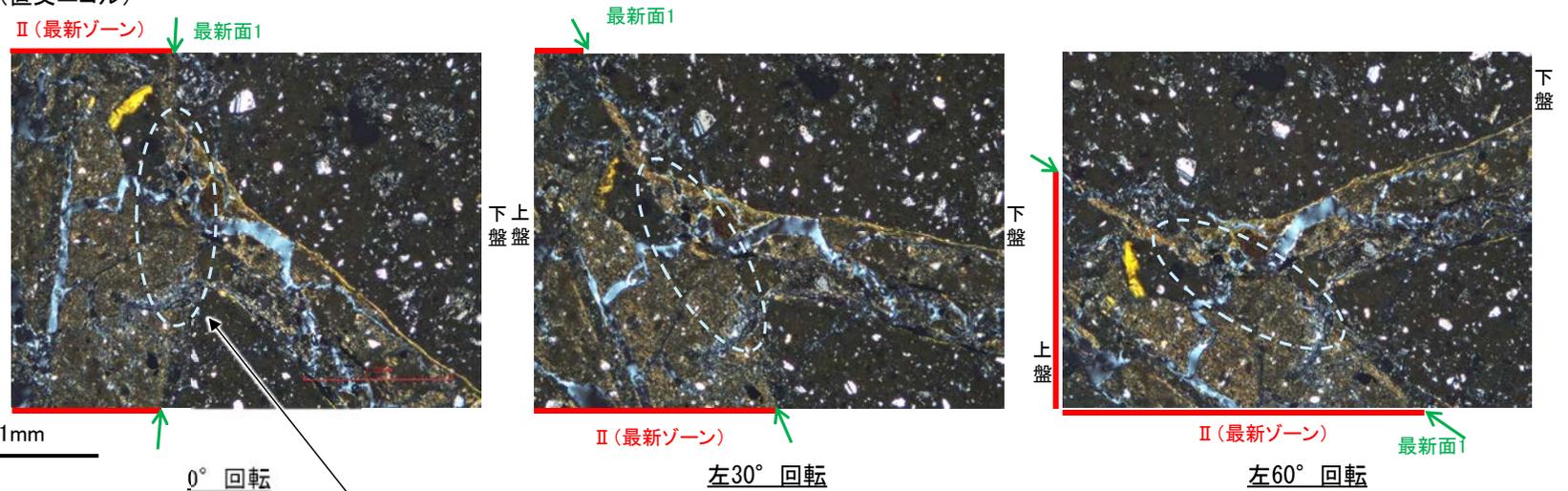
(単ニコル)



カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入脈の壁に沿って凸状上向き の弓状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認 められる

注入現象の事例
(関西電力美浜発電所3号炉
第361回審査会合資料引用)

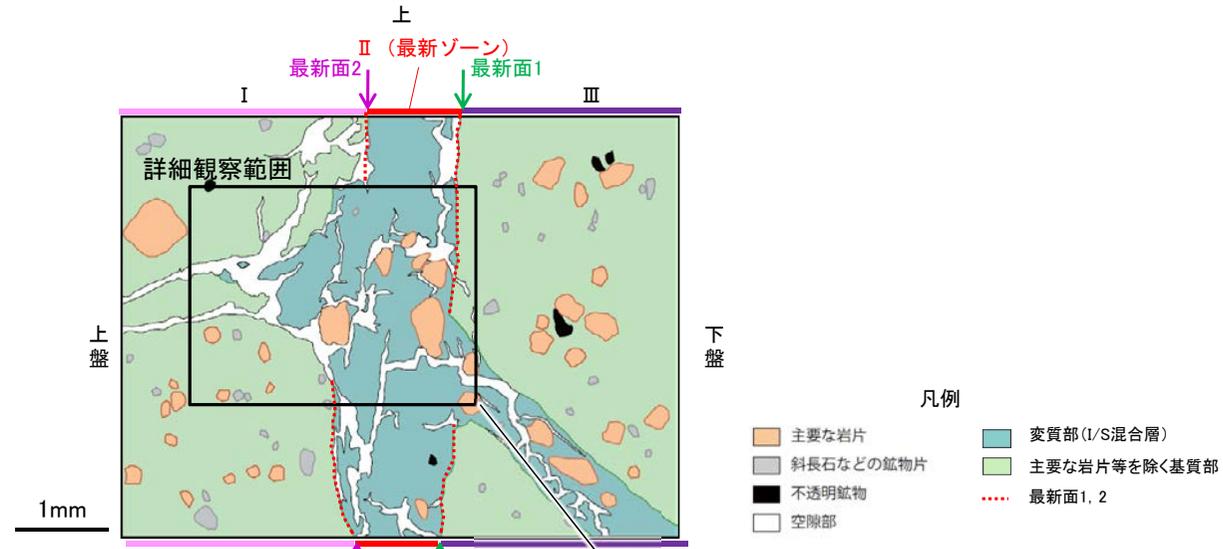
(直交ニコル)



- ・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

S-2・S-6_K-6.2-2孔

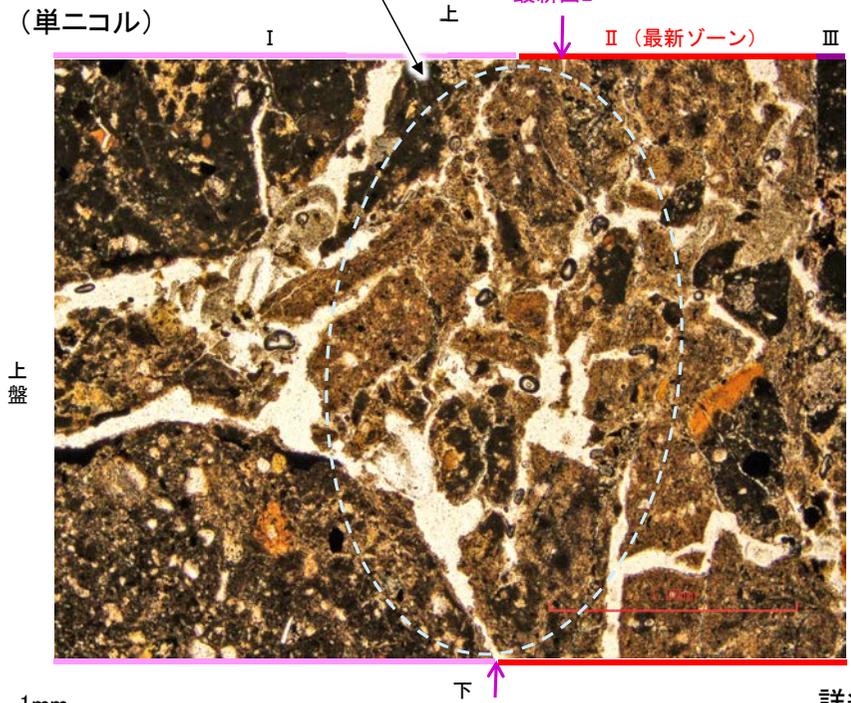
【詳細観察(範囲A, 最新面2)】



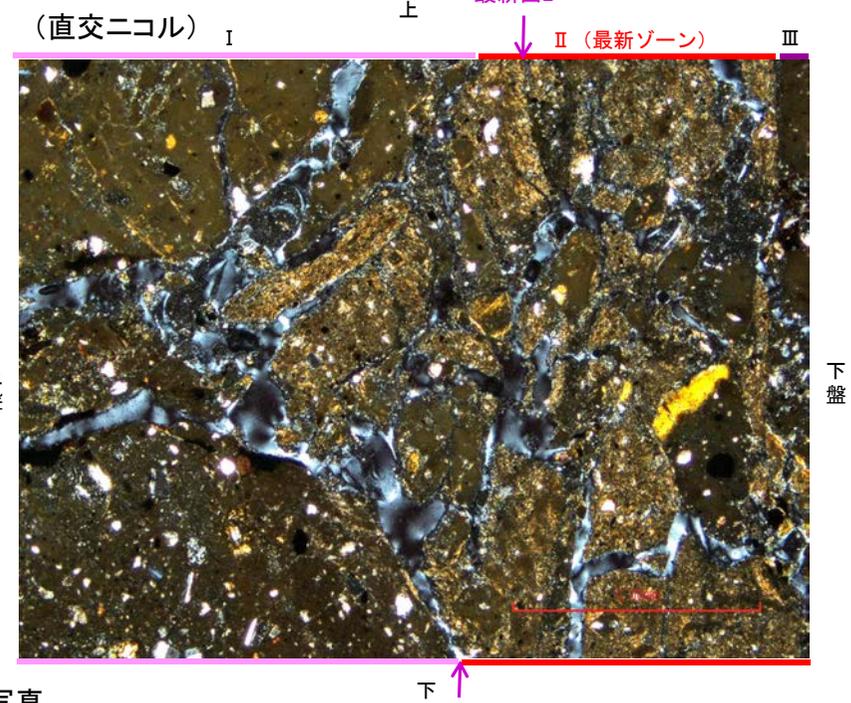
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。

スケッチ

(単ニコル)



(直交ニコル)



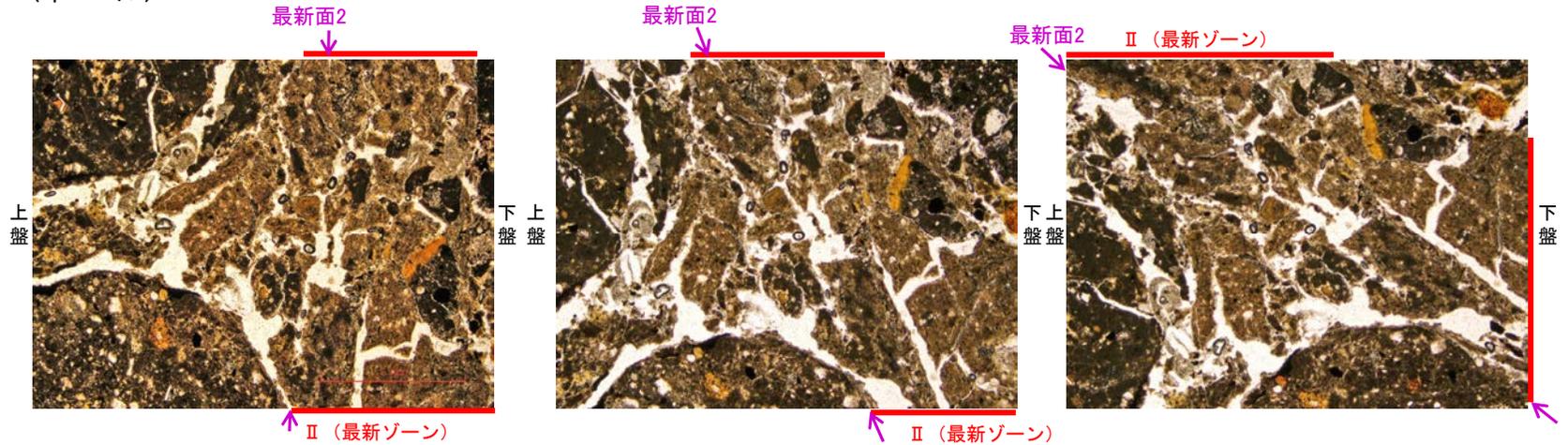
詳細観察範囲写真

1mm

S-2・S-6_K-6.2-2孔

【ステージ回転(範囲A, 最新面2)】

(単ニコル)

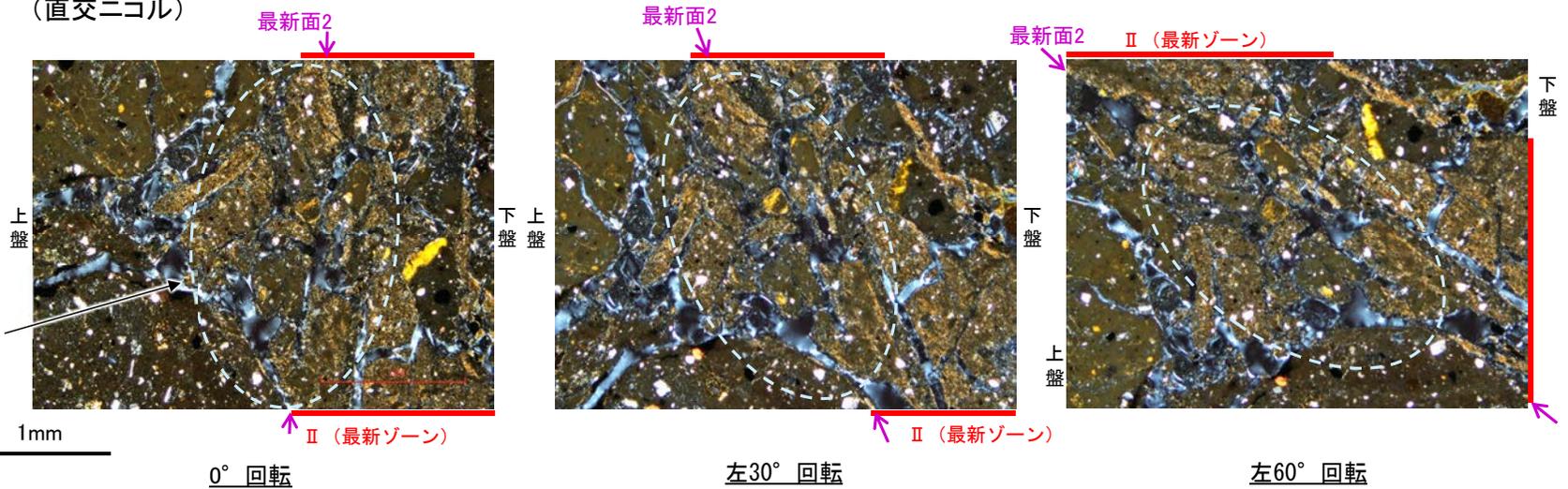


カリフォルニアの事例	阿寺断層の事例
注入脈の壁に沿って凸状上向き の弓状構造が認められる	注入方向に粒子の配列が認 められる

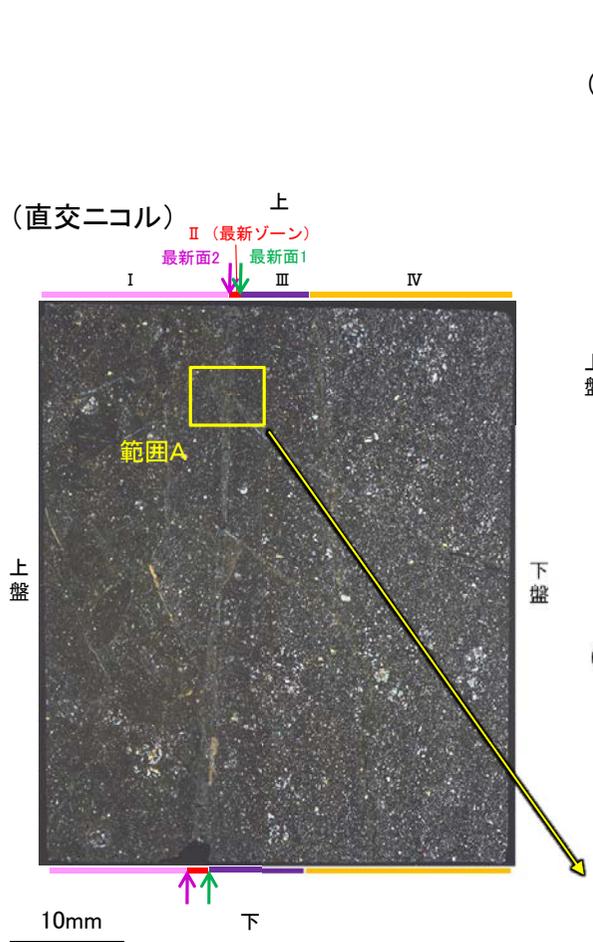
注入現象の事例
(関西電力美浜発電所3号炉
第361回審査会合資料引用)

- ・不連続箇所の粘土鉱物(1/S混合層)にせん断面
や引きずりなどの変形は認められない。
- ・注入の痕跡は認められない。

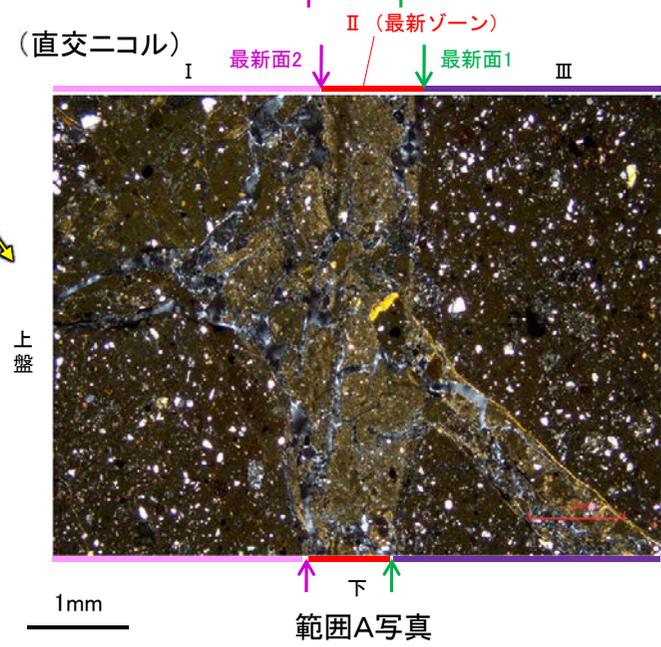
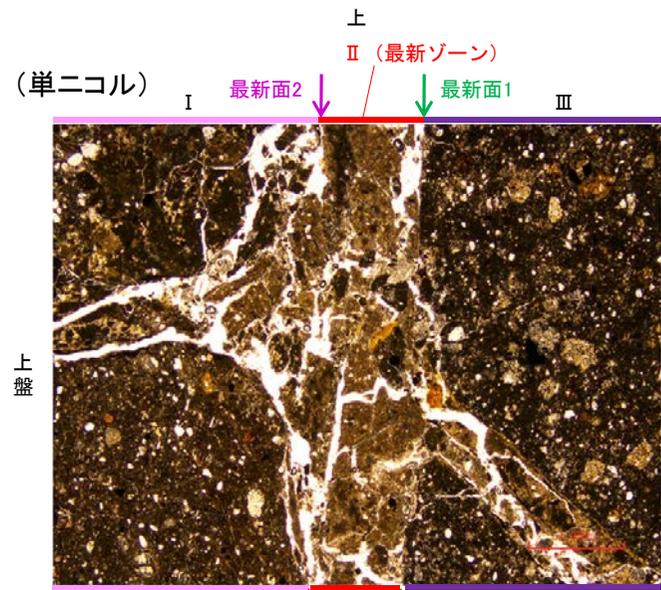
(直交ニコル)



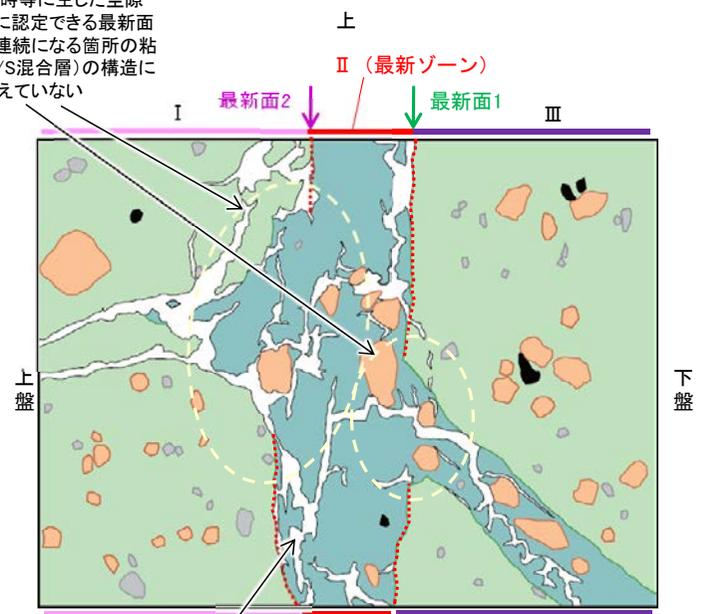
【乱れに関する検討(範囲A)】



観察用薄片写真(K-6.2-2_100R)



薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面1, 2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていない



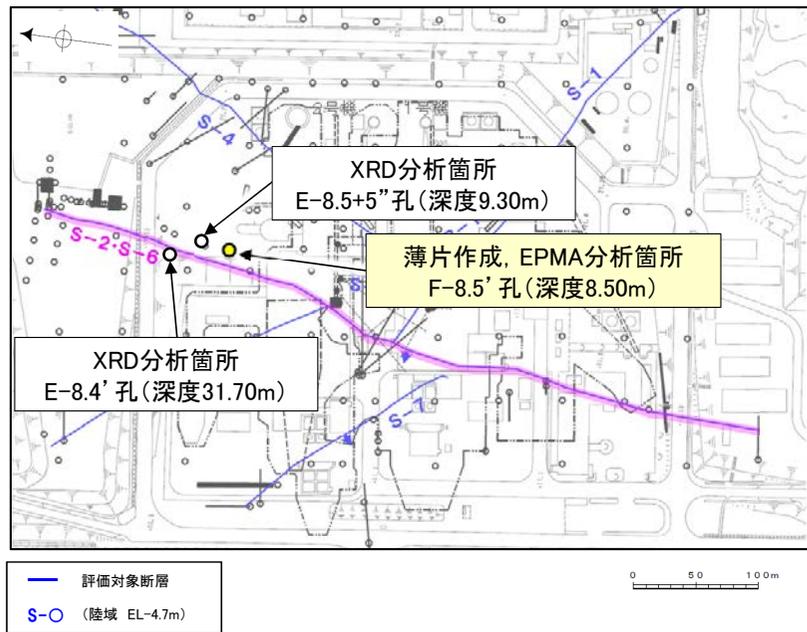
- 凡例
- 主要な岩片
 - 変質部(I/S混合層)
 - 斜長石などの鉱物片
 - 主要な岩片等を除く基質部
 - 不透明鉱物
 - 空隙部
 - 最新面1, 2

スケッチ

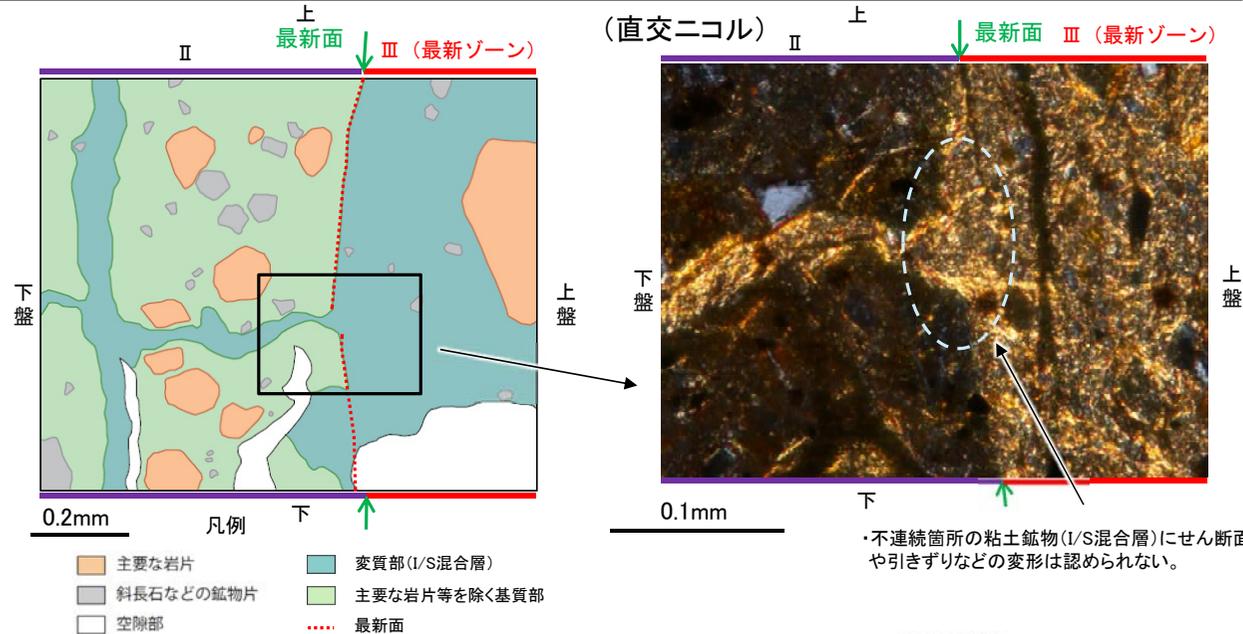
・薄片作成時等に生じた空隙(スケッチ白色部)は、明確に認定できる最新面1, 2が不連続になる箇所の粘土鉱物(I/S混合層)の構造に影響を与えていないことから、不連続箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていないと判断できる。

5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 ー概要ー

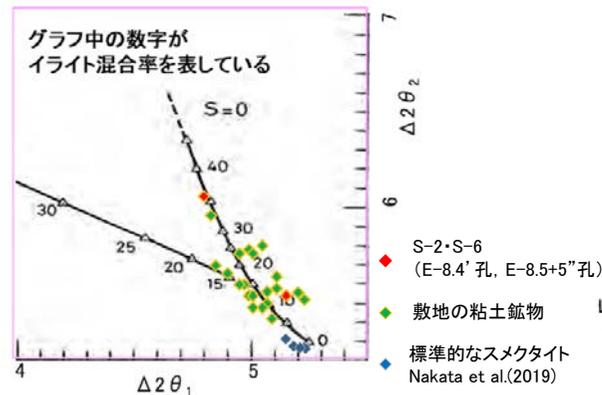
- F-8.5' 孔の深度8.50m付近で認められるS-2・S-6において、最新面と変質鉱物との関係による評価を行った。
- 最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断される。
- 最新面付近には広く粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、最新面が不明瞭かつ不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- なお、不連続箇所には、I/S混合層生成以降の注入の痕跡や、薄片作成時等の乱れの影響は認められない。



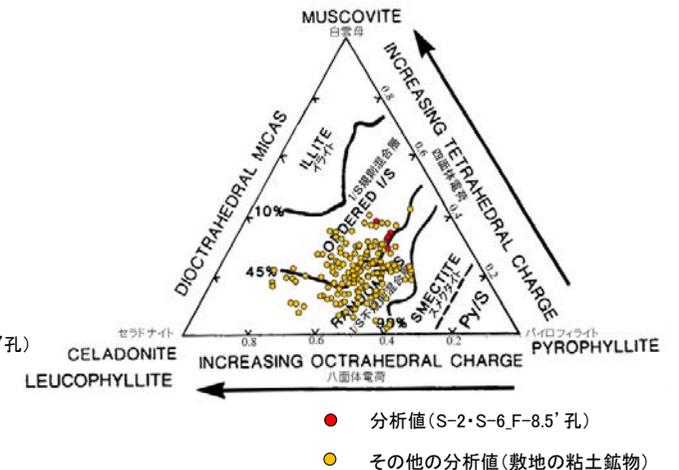
調査位置図



スケッチ



I/S混合層の構造判定図
(渡辺(1981)に一部加筆)



2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の
化学組成(Srodon et al. (1984)に一部加筆)

5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 —最新面の認定(巨視的観察)—

○F-8.5' 孔の深度8.50m付近で認められるS-2・S-6において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。

○隣接孔(E-8.5-1孔)の主せん断面における条線観察の結果、140° Rの条線方向が確認されたことから、F-8.5' 孔において、140° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。



・条線観察結果については補足資料5.2-12(2)-2

調査位置図



走向傾斜: N5° E/51° NW

- 粘土状破碎部
- 角礫状破碎部

上

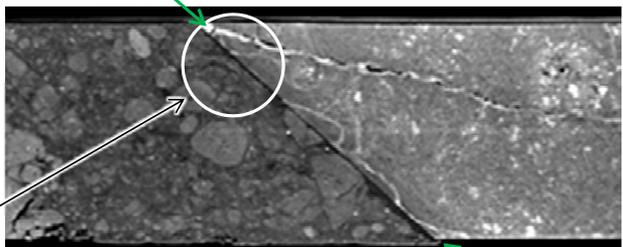


下

右ブロック採取箇所

ボーリングコア写真(F-8.5' 孔)

上



下

右ブロック採取箇所

CT画像(F-8.5' 孔)



1cm

ブロック写真

5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 ー最新面の認定(微視的観察)ー

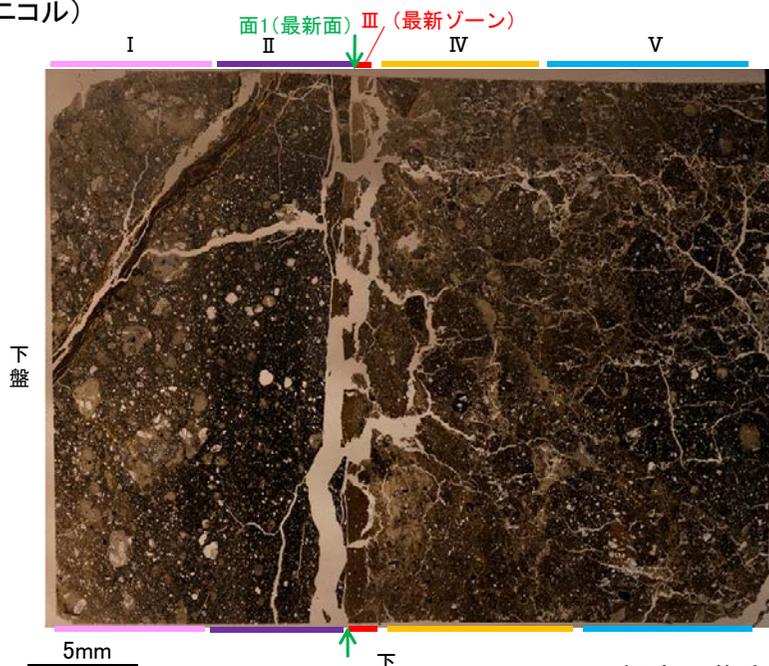
- 微視的観察(薄片観察)の結果、色調や礫径などから、下盤側よりⅠ～Ⅴに分帯される。
- そのうち、最も細粒化している分帯Ⅲを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に、面1が認められる。面1は薄片上部では一部不明瞭になるが、薄片中央～下部では直線性・連続性がよく、全体として最新ゾーンの中では比較的直線性・連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界は、不明瞭で漸移的であり、せん断面は認められない*。
- 以上より、面1を最新面と認定し、変質鉱物との関係を確認する。

※最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界についての詳細は次々頁

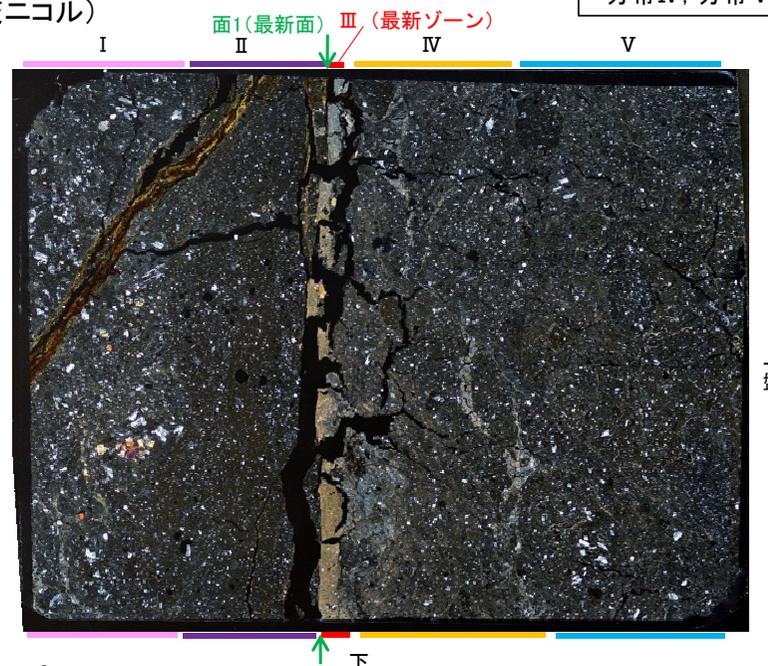
【解釈線なし】

分帯とコア観察における破碎区分との対応
 ・分帯Ⅲ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
 ・分帯Ⅳ、分帯Ⅴ・・・角礫状破碎部

(単ニコル)



(直交ニコル)

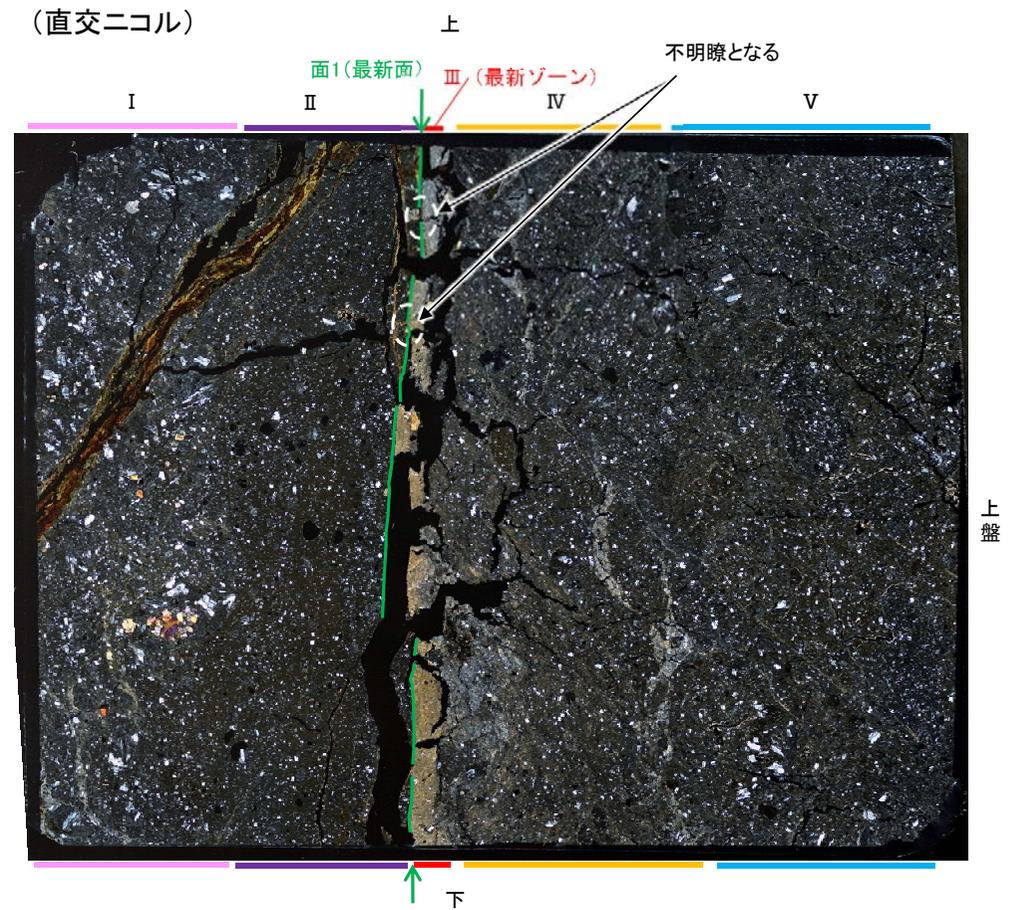
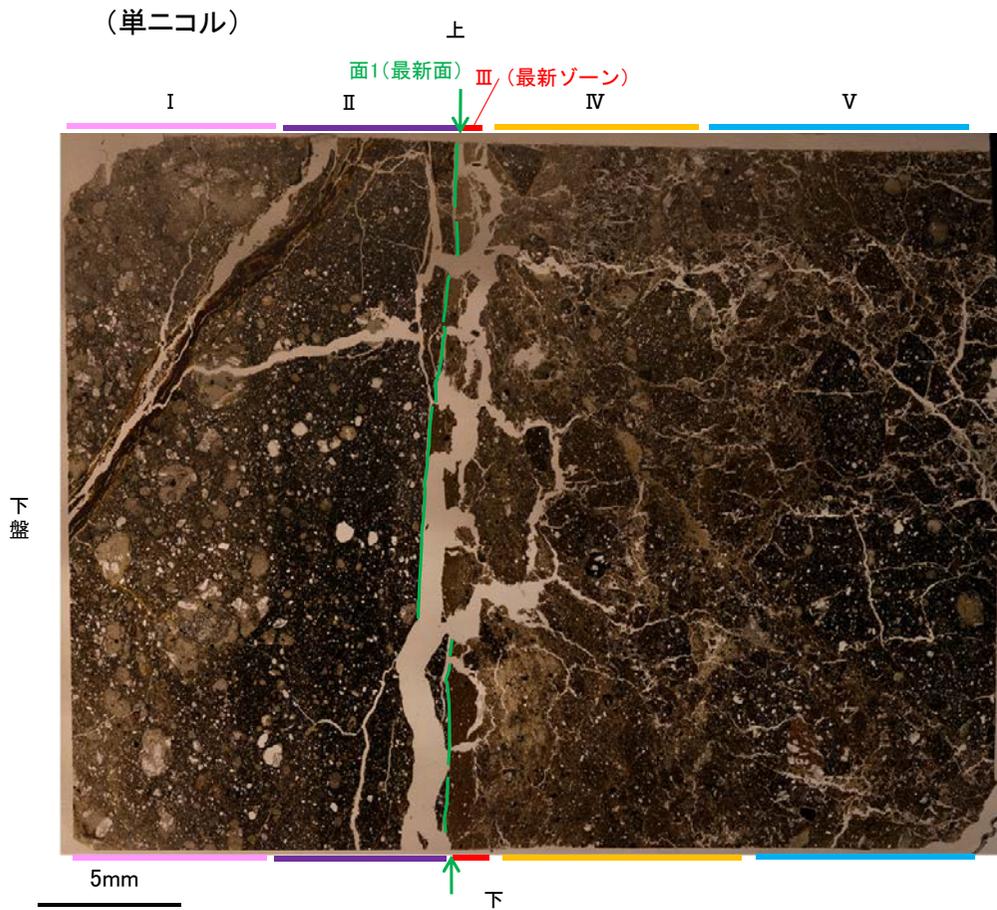


観察用薄片写真(F-8.5'_140R_2)

- Ⅰ: 単ニコルで褐灰～灰色、直交ニコルで灰色の干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片、鉱物片は垂角～垂円形である。基質中や割れ目、岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。
- Ⅱ: 単ニコルで褐灰～暗灰色、直交ニコルで灰色の干渉色を呈する細粒凝灰岩からなる。径1mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂円形である。割れ目や岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。
- Ⅲ(最新ゾーン): 単ニコルで褐灰色、直交ニコルで黄～灰色の干渉色を呈する、粘土鉱物を含む細粒物からなる。径0.3mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片、鉱物片は垂角～垂円形である。基質中に粘土鉱物が生成されている。
- Ⅳ: 単ニコルで褐灰～灰色、直交ニコルで褐灰～灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径4mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目、岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。
- Ⅴ: 単ニコルで褐灰～暗灰色、直交ニコルで褐灰～灰色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径5mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片、鉱物片は角～垂角形である。基質中や割れ目、岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されている。

S-2・S-6_F-8.5' 孔

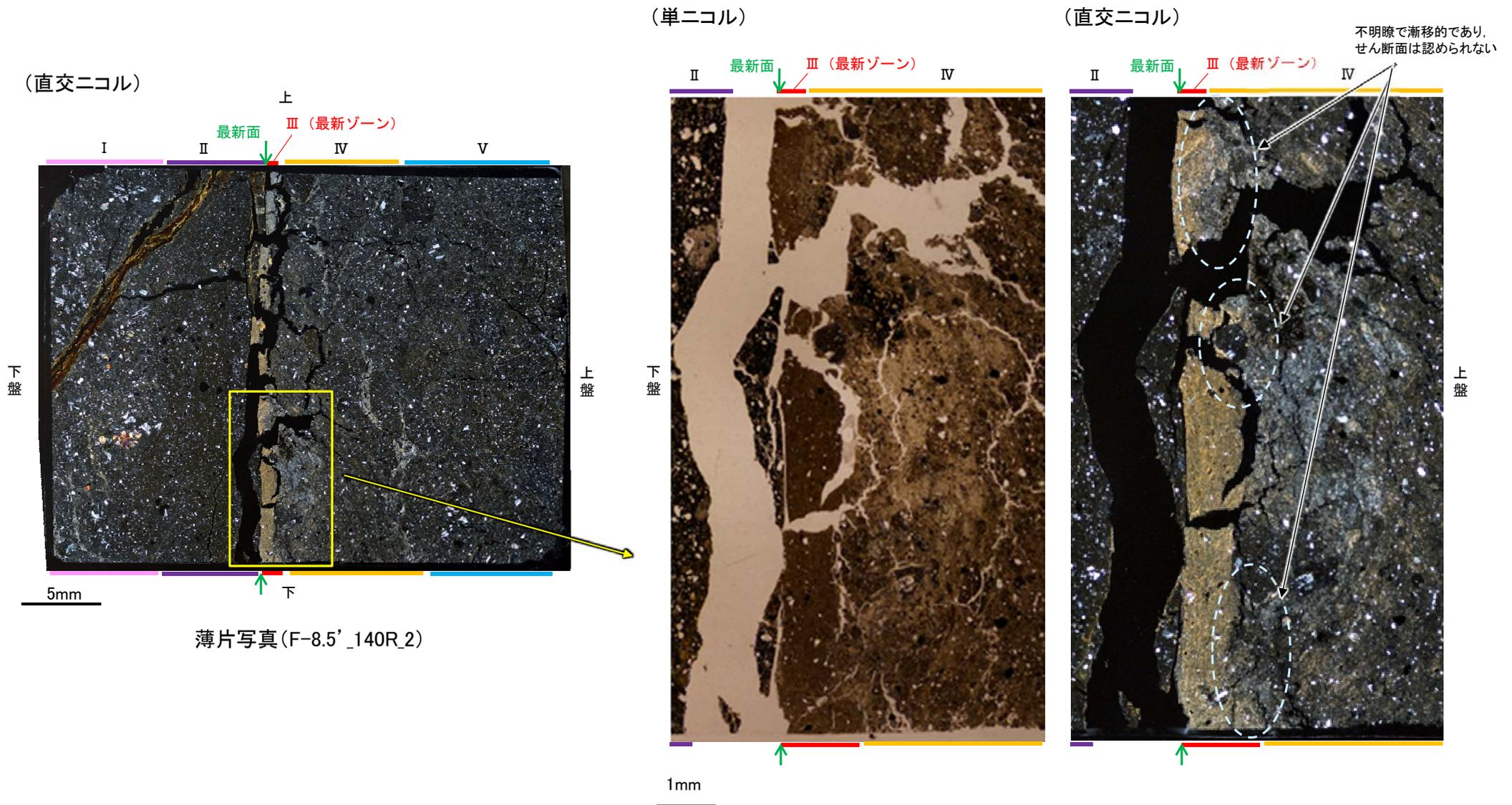
【解釈線あり】



観察用薄片写真(F-8.5'_140R_2)

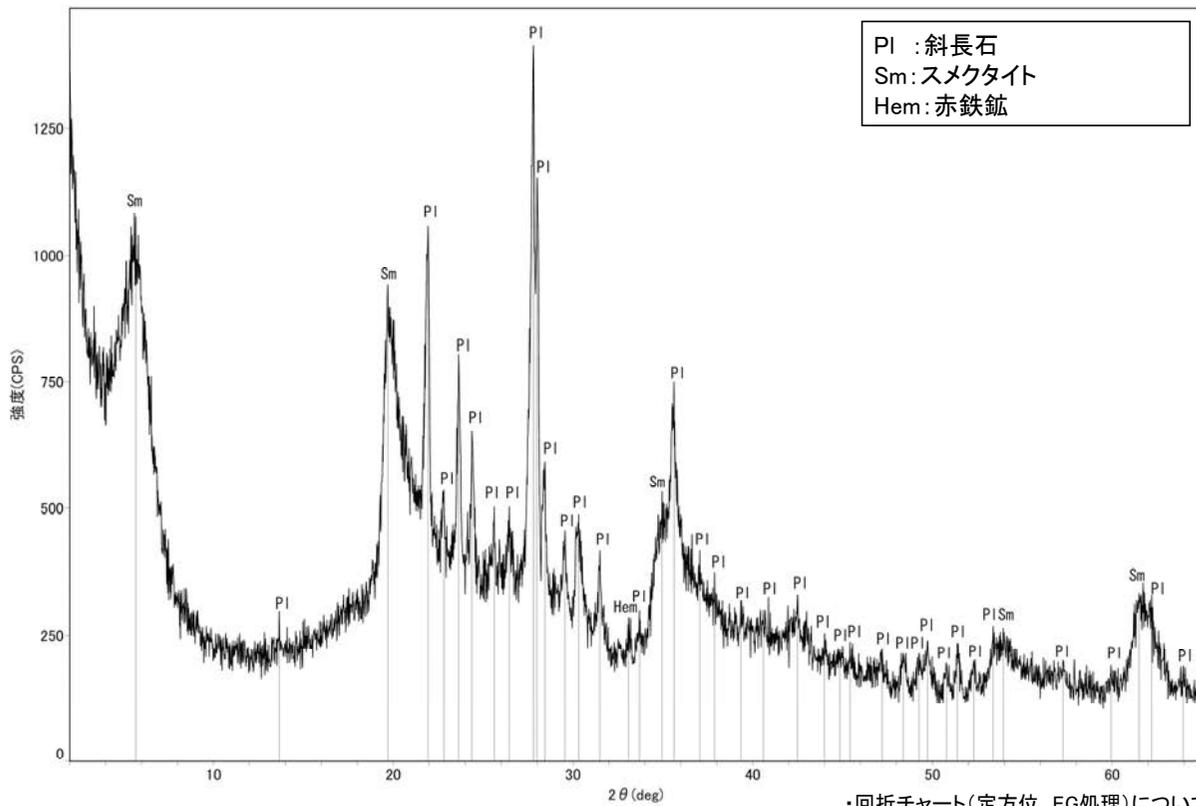
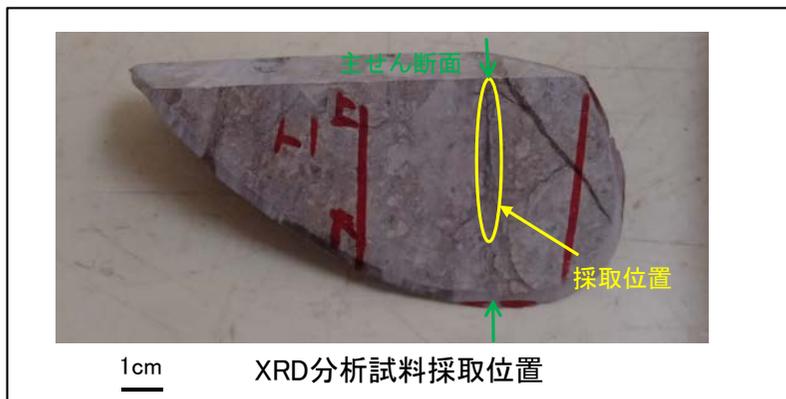
5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 -最新ゾーンと分帯IVとの境界-

○微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯IVとの境界は不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない。

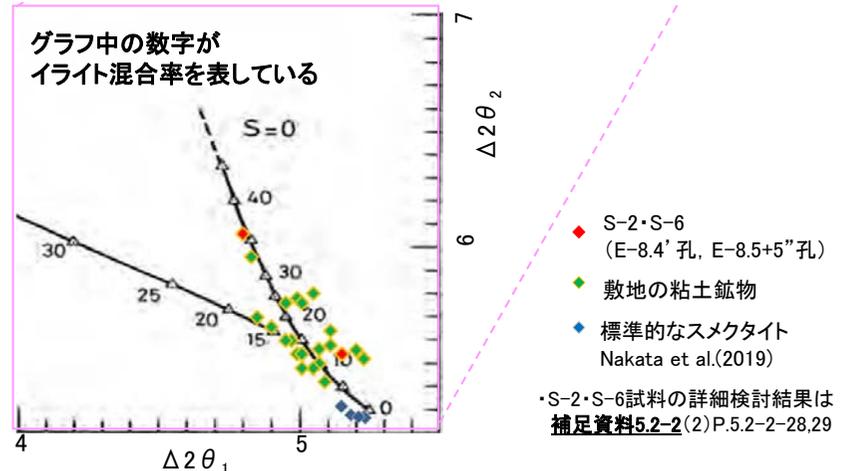
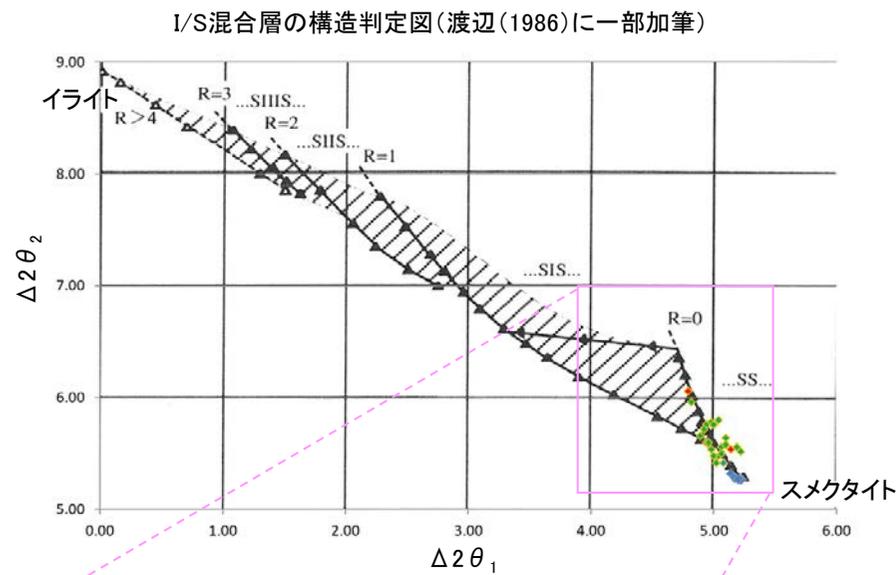


5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 - 鉱物の同定(XRD分析) -

- 最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な粘土鉱物としてスメクタイトが認められる。
- スメクタイトについて詳細な結晶構造判定を行うために, 同一断層の別孔(E-8.4' 孔, E-8.5+5" 孔)の破砕部においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定される。



回折チャート(不定方位) 回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.2-12(1) P.5.2-12-17



I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981))に一部加筆

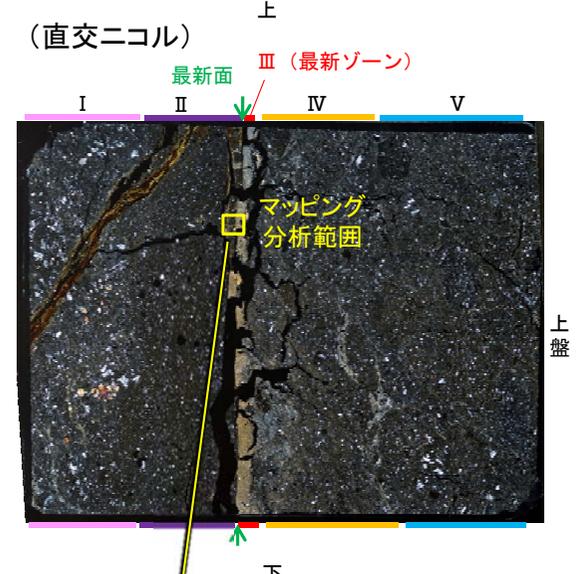
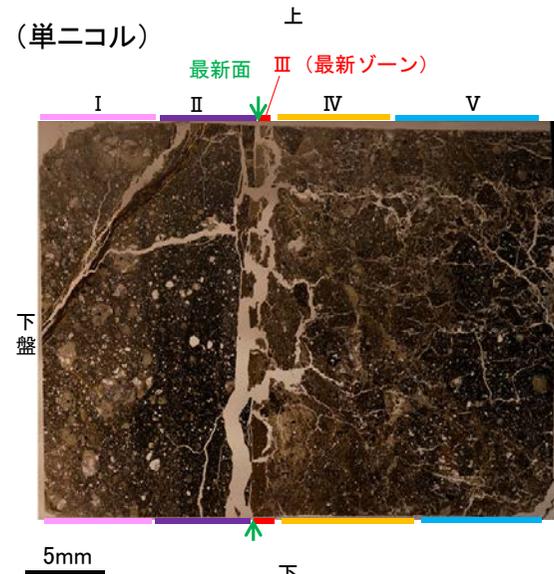
5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 - 鉱物の同定 (EPMA分析 (定量)) -

○最新面の認定を行ったものと同一薄片で実施した, EPMA分析 (定量)による化学組成の検討結果から, 最新ゾーンやその周辺に分布する粘土鉱物はI/S混合層であると判断される。

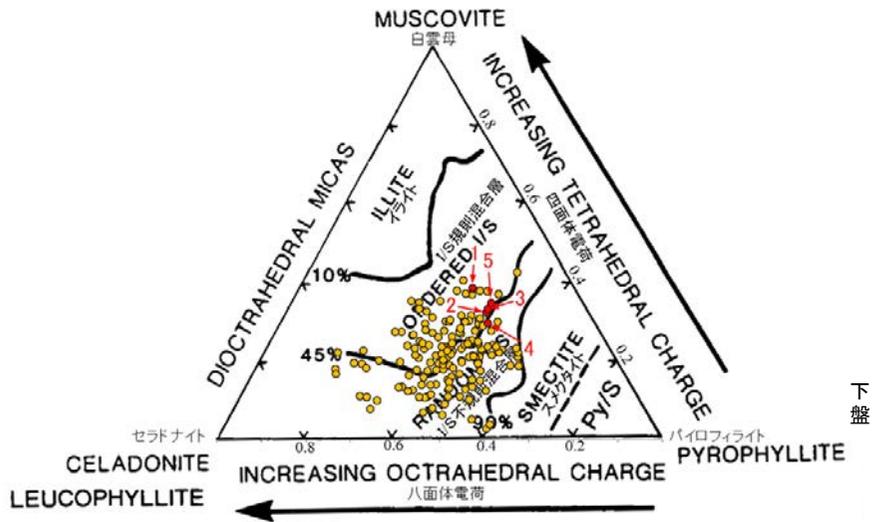


— 評価対象断層
S-O (陸域 EL-4.7m)

調査位置図



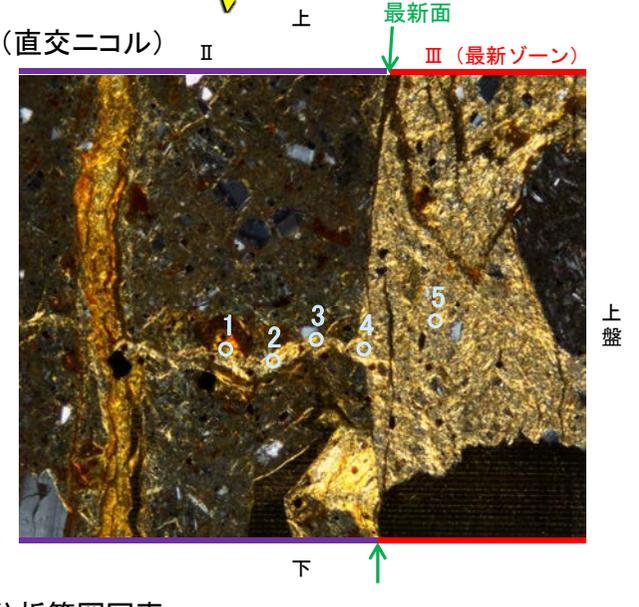
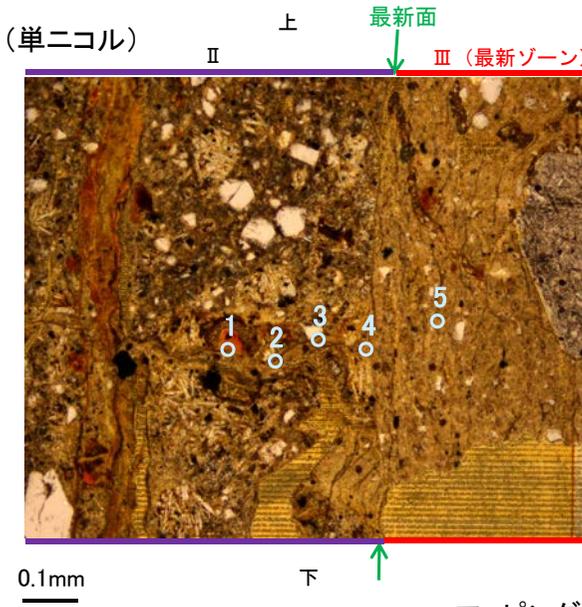
薄片写真 (F-8.5' _140R_2)



● 分析値 (S-2・S-6 F-8.5' 孔)
○ 分析番号位置は右図
● その他の分析値 (数地の粘土鉱物)

・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-63

2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成 (Srodon et al. (1984)に一部加筆)

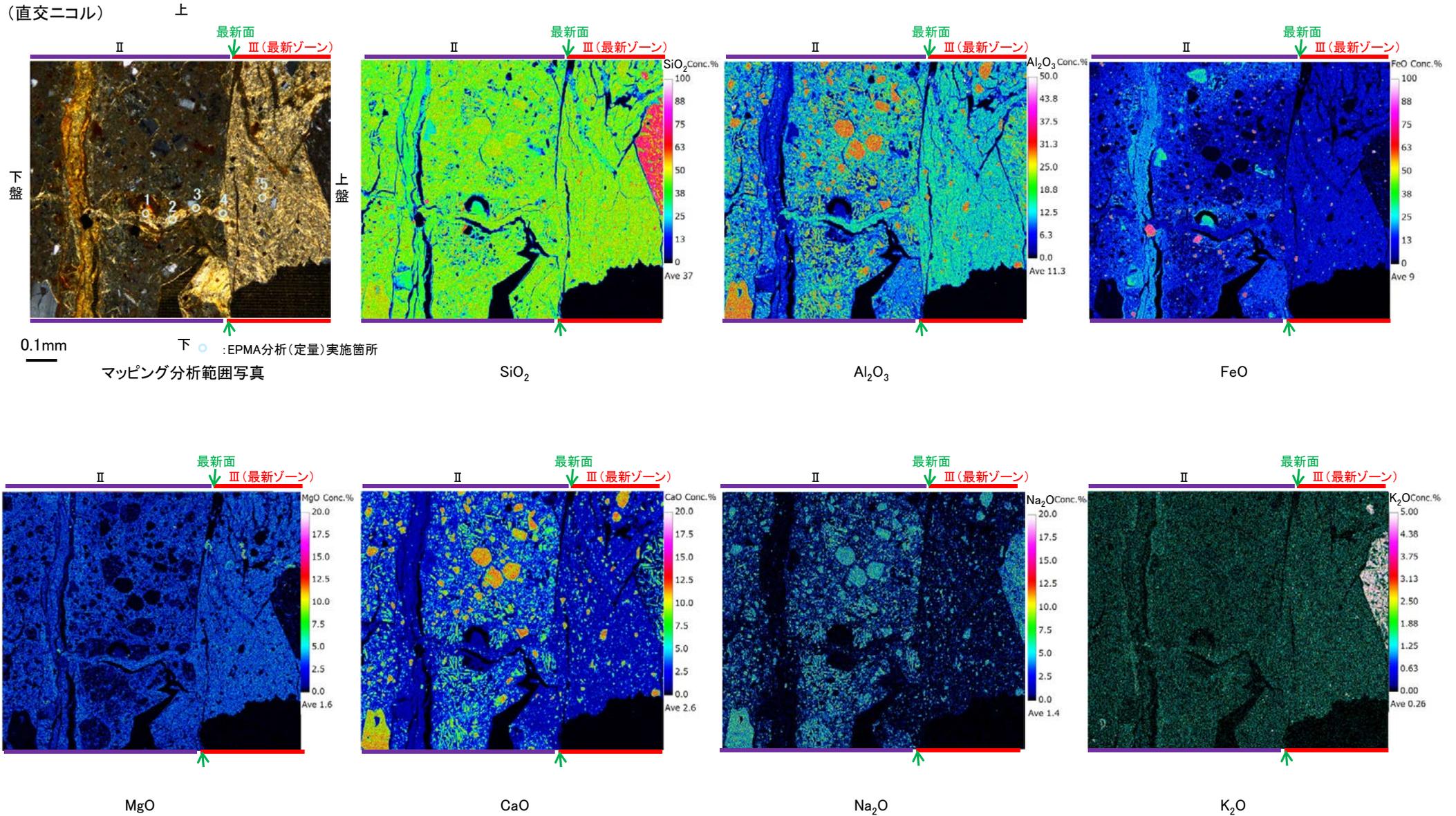


マッピング分析範囲写真

5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

○EPMA分析(マッピング)を実施した結果, EPMA分析(定量)で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

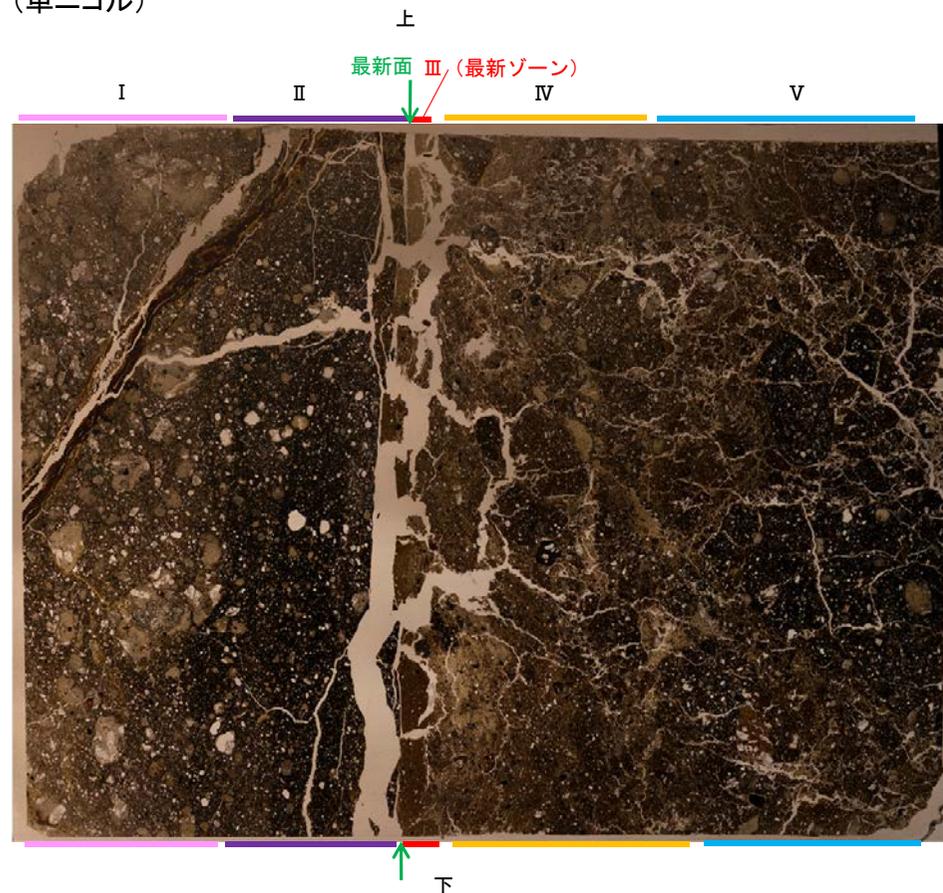
(直交ニコル)



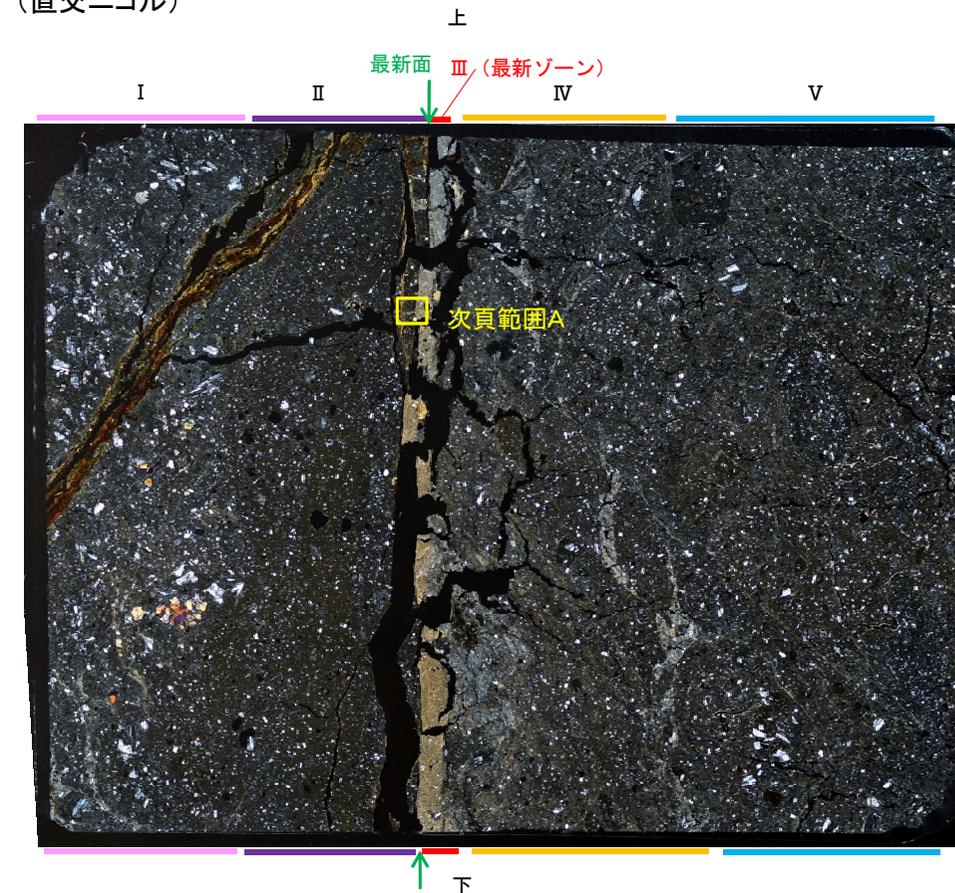
5.2.3 S-2・S-6 (2) F-8.5' 孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

- 同一薄片で実施した、薄片観察やEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察より、I/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。
- このI/S混合層と最新面との関係を確認する。

(単ニコル)



(直交ニコル)



観察用薄片写真(F-8.5' _140R_2)