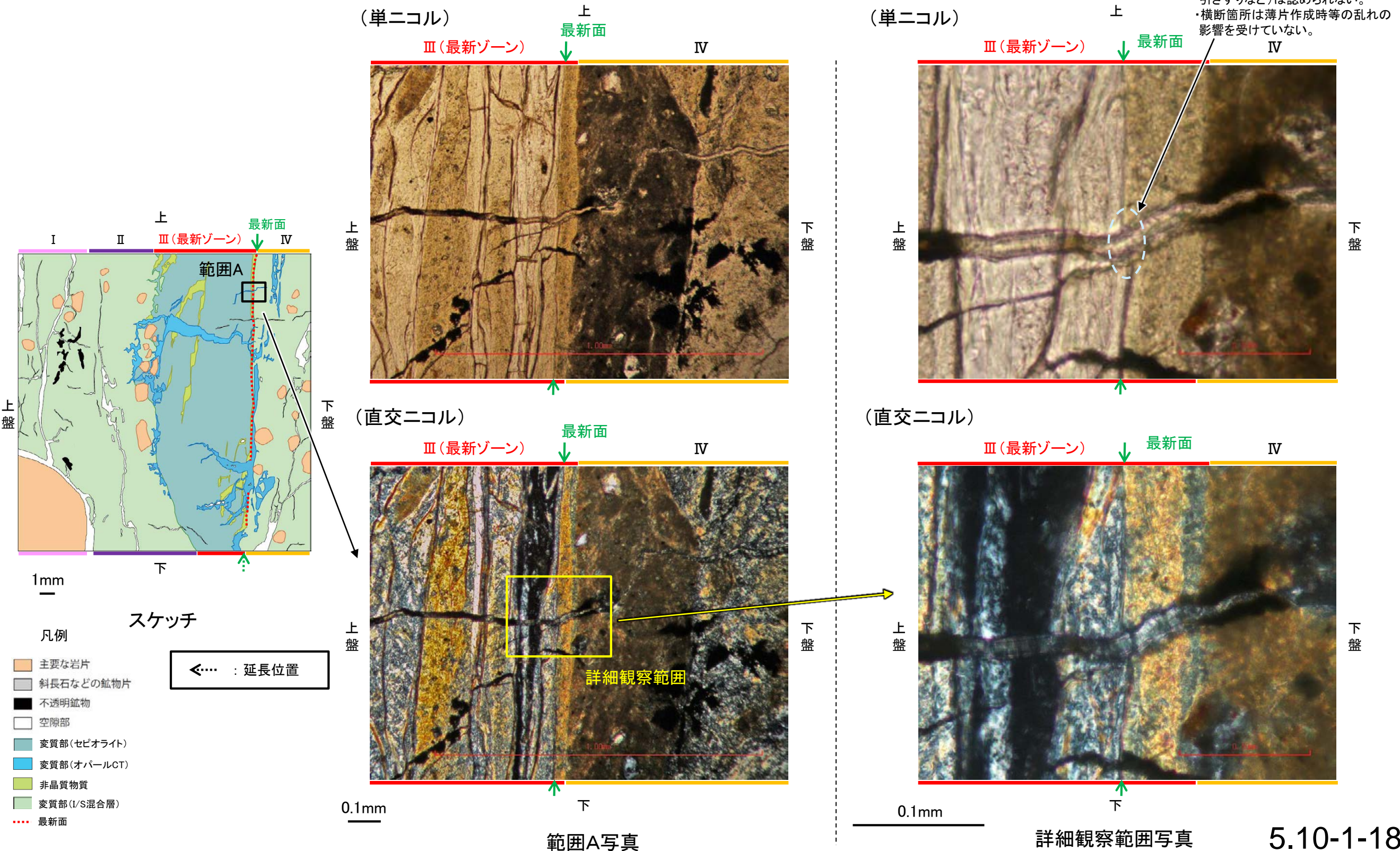


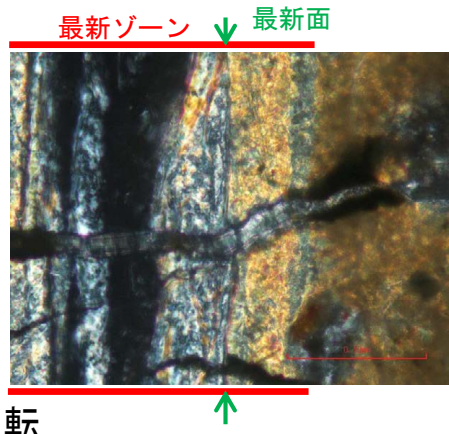
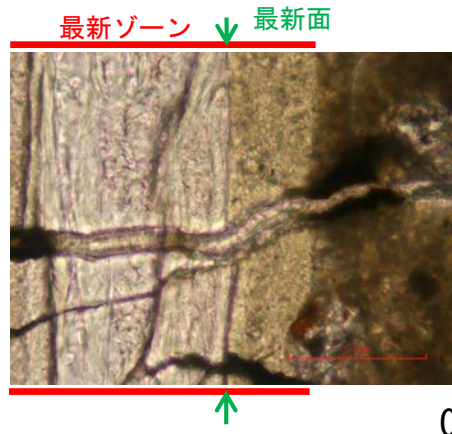
# K-2 H-1.1孔 ー最新面とオパールCTとの関係(範囲A)ー

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、微細な割れ目を充填するオパールCTが最新面を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。  
○なお、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面を横断するオパールCTの構造に影響を与えていないことから、横断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した。

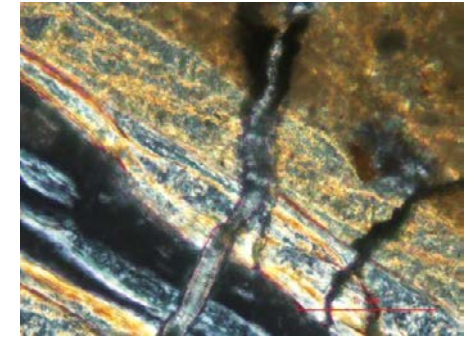


K-2\_H-1.1孔

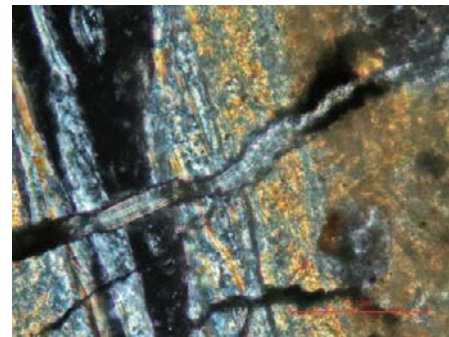
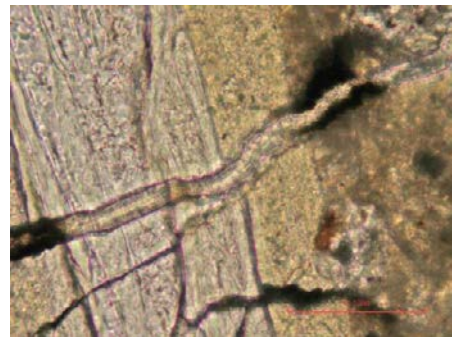
【ステージ回転写真(範囲A)】



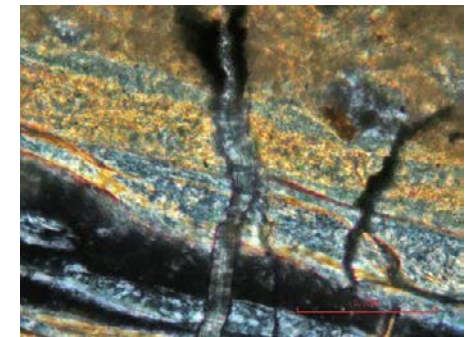
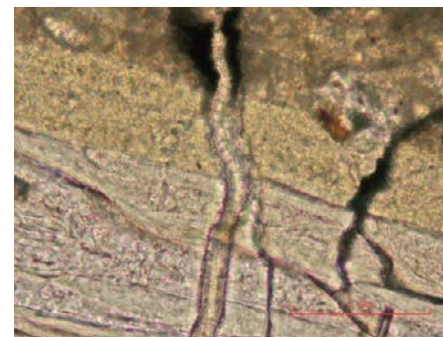
0° 回転



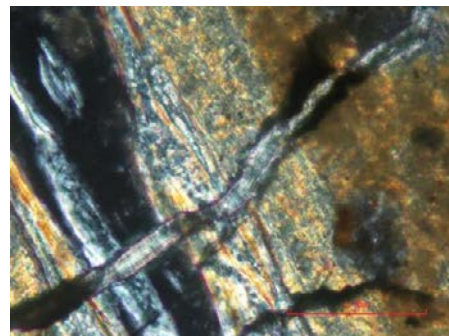
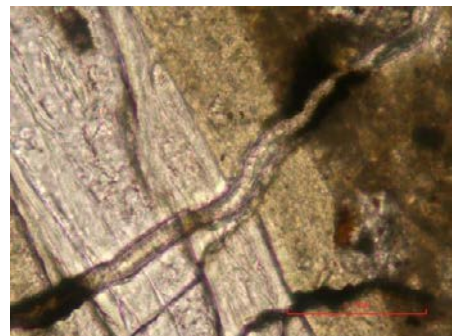
左60° 回転



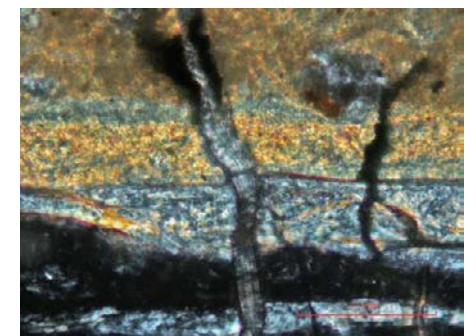
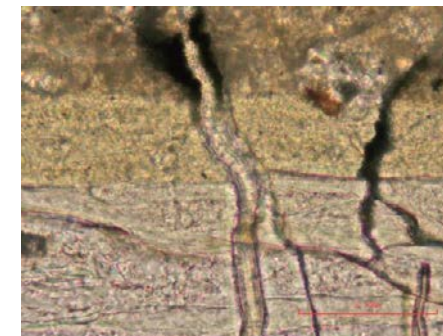
左15° 回転



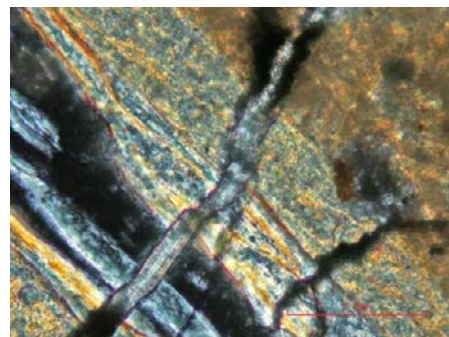
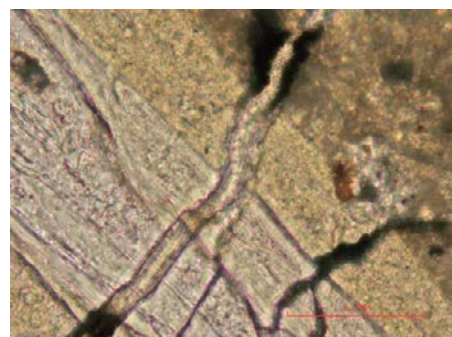
左75° 回転



左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転

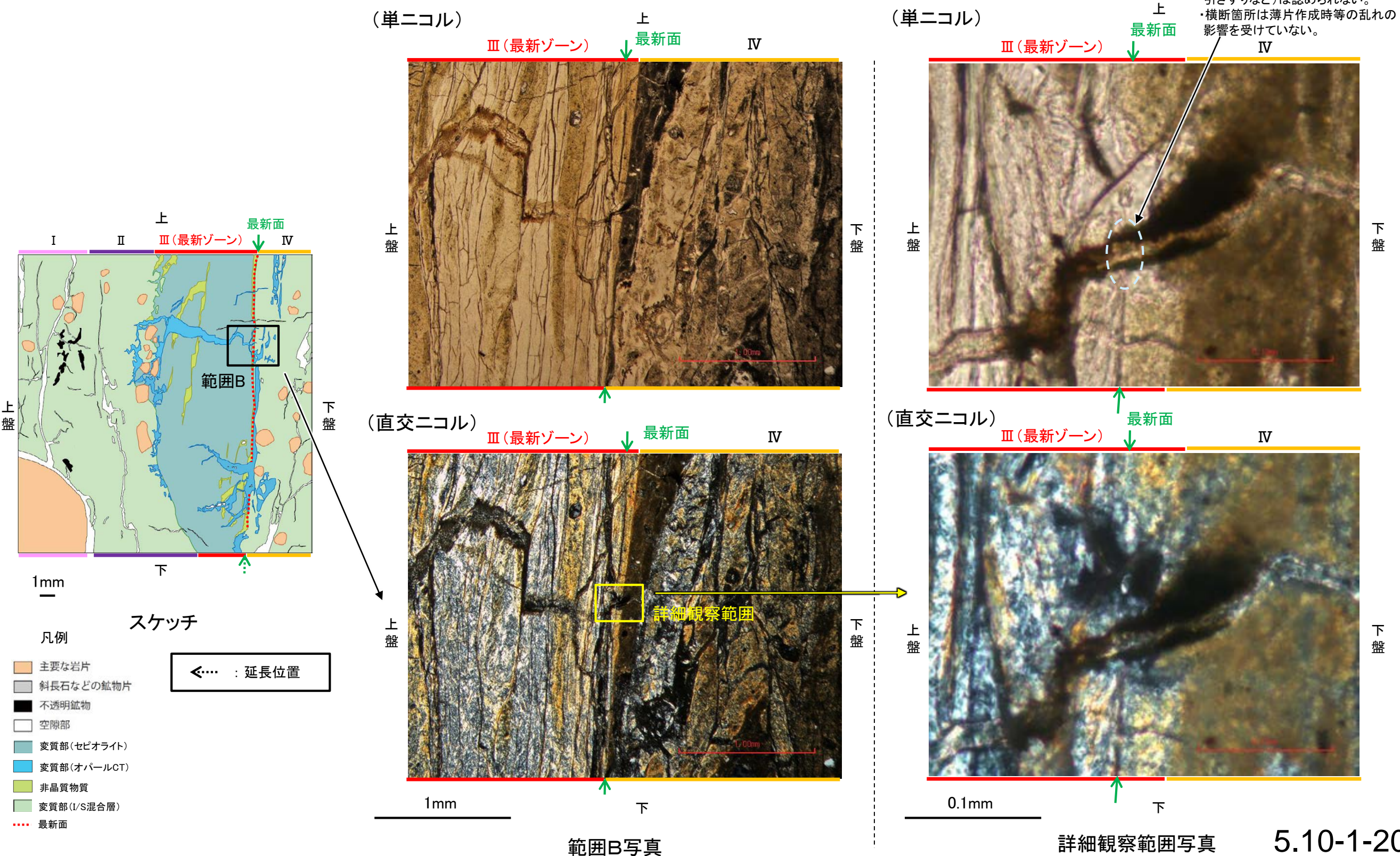
・範囲Aにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、微細な割れ目を充填するオパールCTが最新面を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。

0.1mm

# K-2 H-1.1孔 ー最新面とオパールCTとの関係(範囲B)ー

○範囲Bにおいて詳細に観察した結果、微細な割れ目を充填するオパールCTが最新面を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。  
○なお、薄片作成時等に生じた空隙は、明確に認定できる最新面を横断するオパールCTの構造に影響を与えていないことから、横断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した。

・横断箇所に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。  
・横断箇所は薄片作成時等の乱れの影響を受けていない。

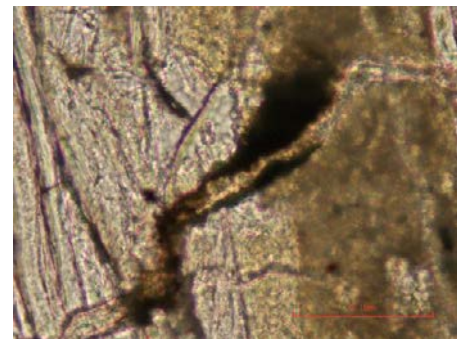


K-2\_H-1.1孔

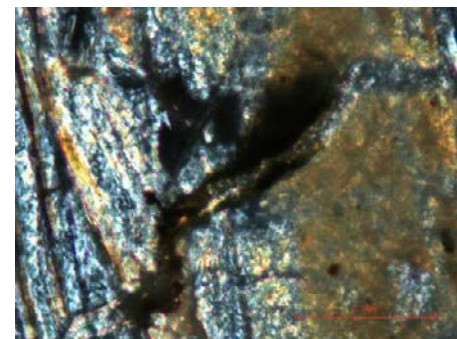
### 【ステージ回転写真(範囲B)】



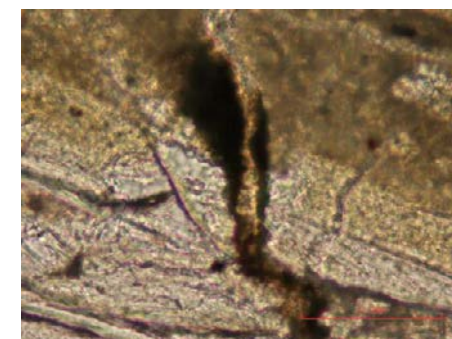
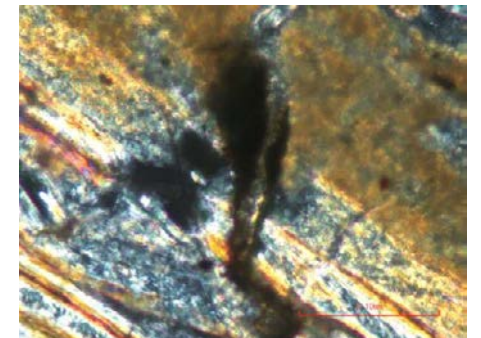
0° 回転



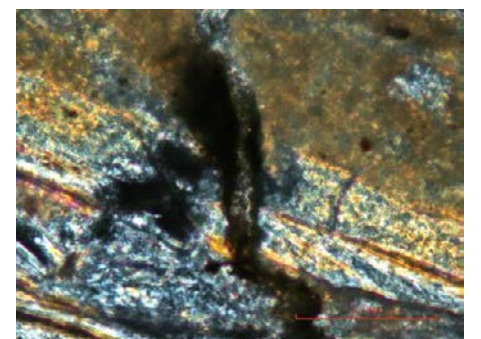
左15° 回転



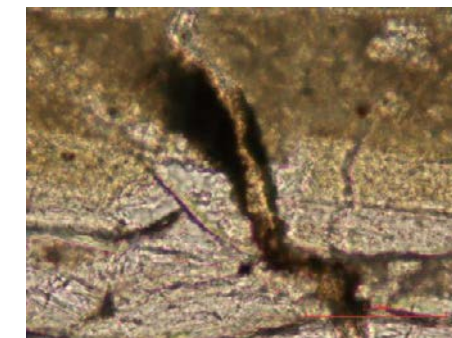
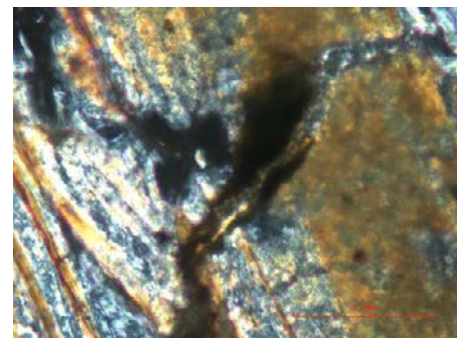
左60° 回転



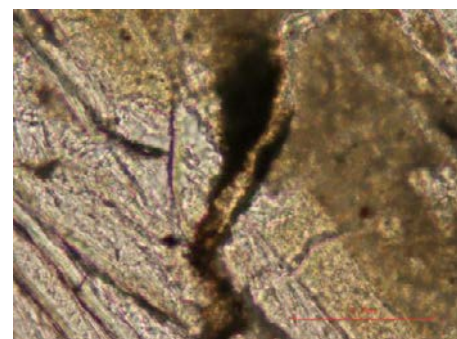
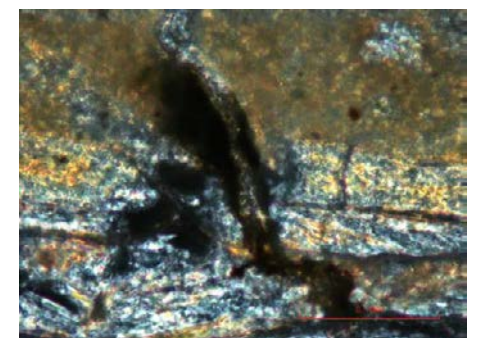
左75° 回転



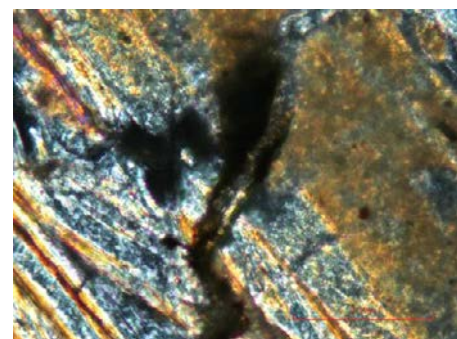
左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転



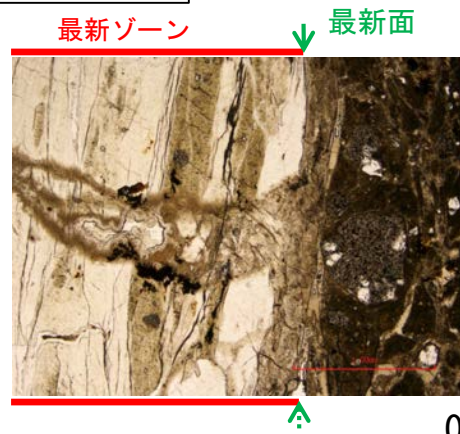
・範囲Bにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、微細な割れ目を充填するオパールCTが最新面を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。

0.1mm

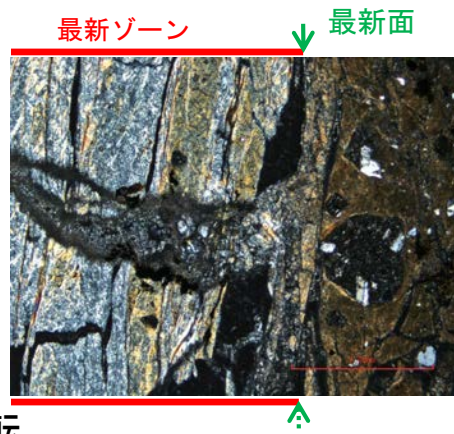


K-2\_H-1.1孔

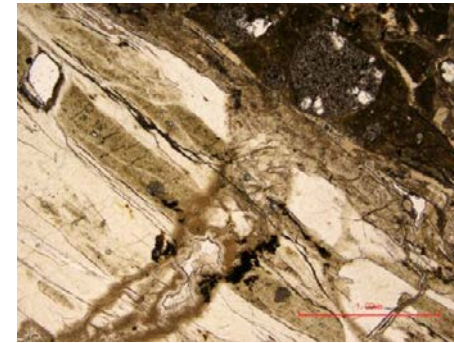
### 【ステージ回転写真(範囲C)】



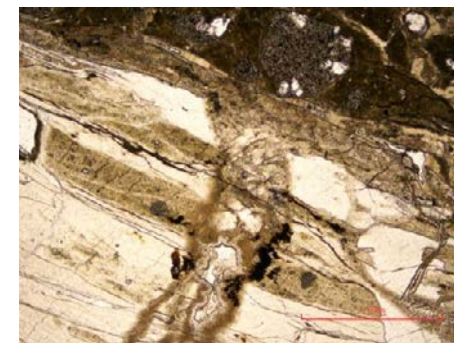
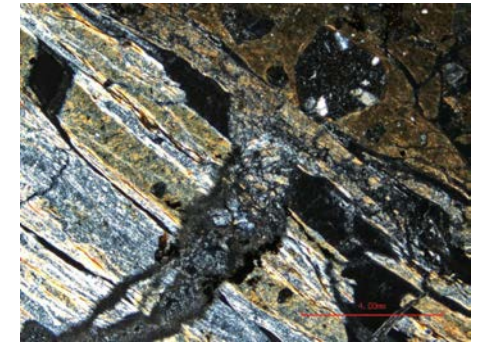
0° 回転



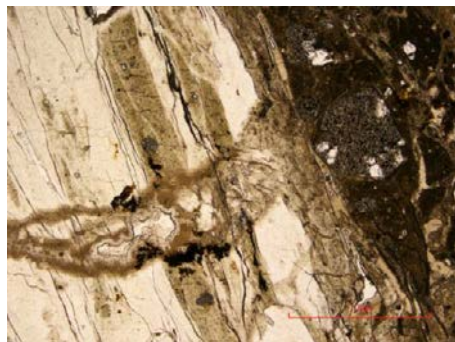
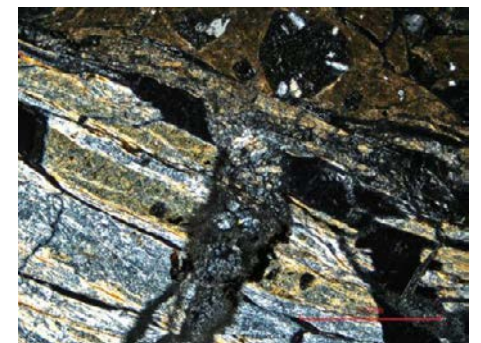
左15° 回転



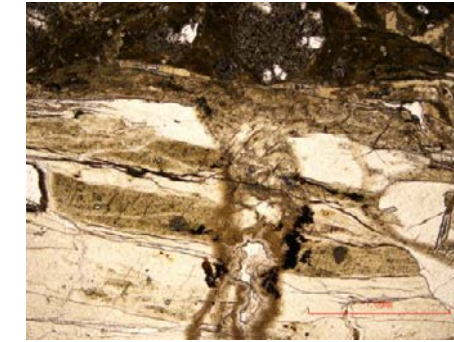
左60° 回転



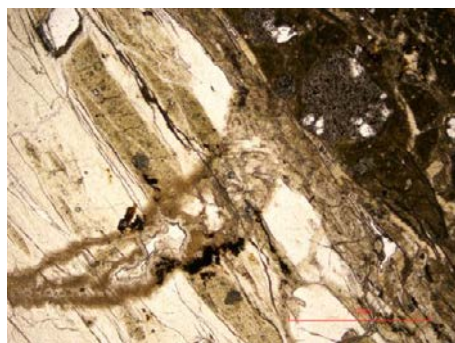
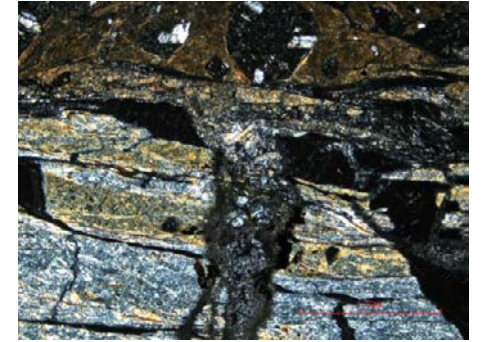
左75° 回転



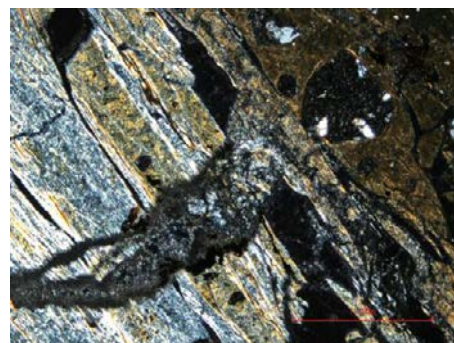
左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転



←… : 延長位置

・範囲Cにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、微細な割れ目を充填するオパールCTが最新面を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。

1mm

---

(1)-2 K-2露頭 a地点

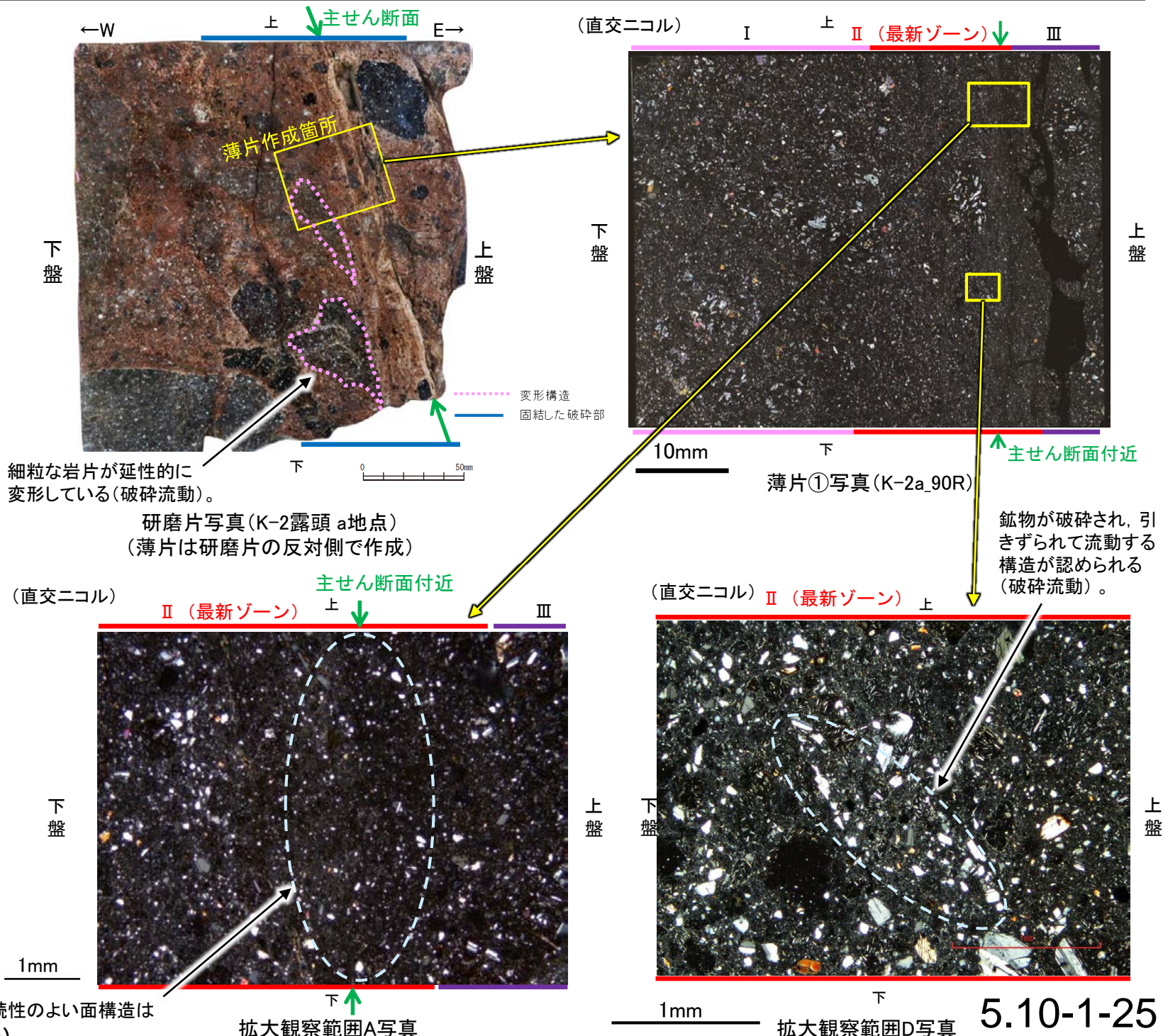
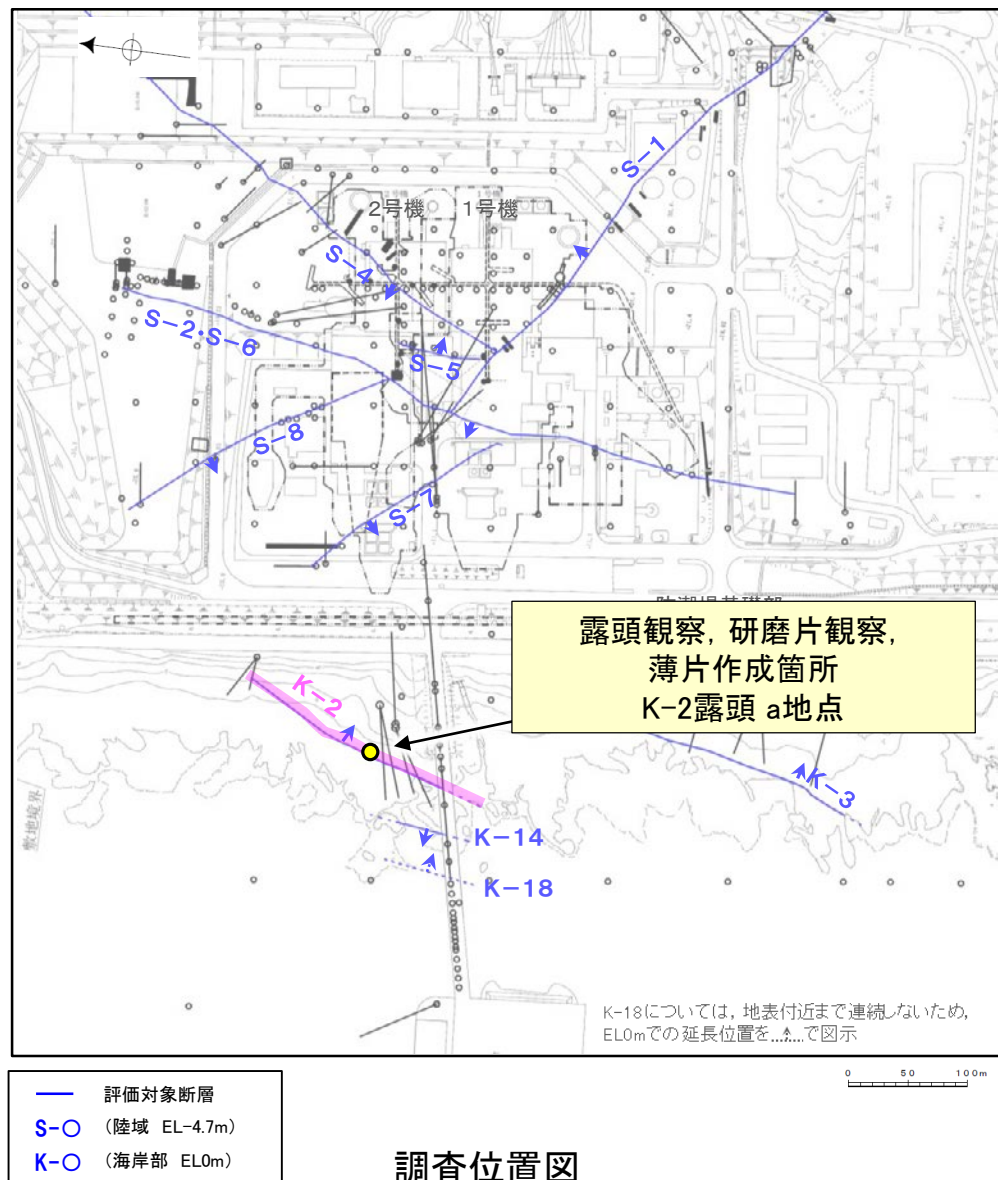
# K-2露頭 a地点 — 形成環境から推定した活動性評価 —

○K-2の露頭は、全線が固結した破碎部からなり、K-2露頭 a地点から採取した固結した破碎部の試料を用いて、薄片観察によるK-2の詳細性状の確認を行った(参考資料5.10-1(1)-2 P.5.10-1-26)。

○K-2の露頭における最新ゾーンは、固結した破碎部からなり、周辺の固結した破碎部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない(参考資料5.10-1(1)-2 P.5.10-1-26~27)。

○また、K-2の露頭における最新ゾーンに破碎流動が認められ、その形成環境について知見に照らした結果、最新ゾーンは封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断される(参考資料5.10-1(1)-2 P.5.10-1-28~31)。

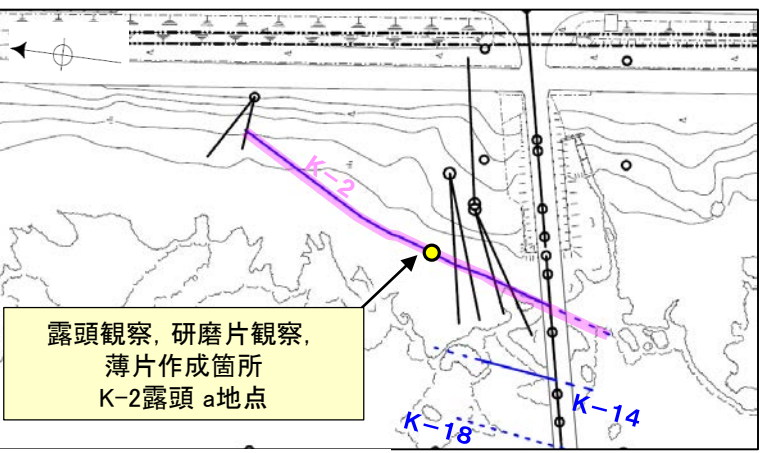
○K-2の露頭における最新ゾーンは、破碎流動が認められる固結した破碎部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代については明確に判断できない。





# K-2露頭 a地点 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

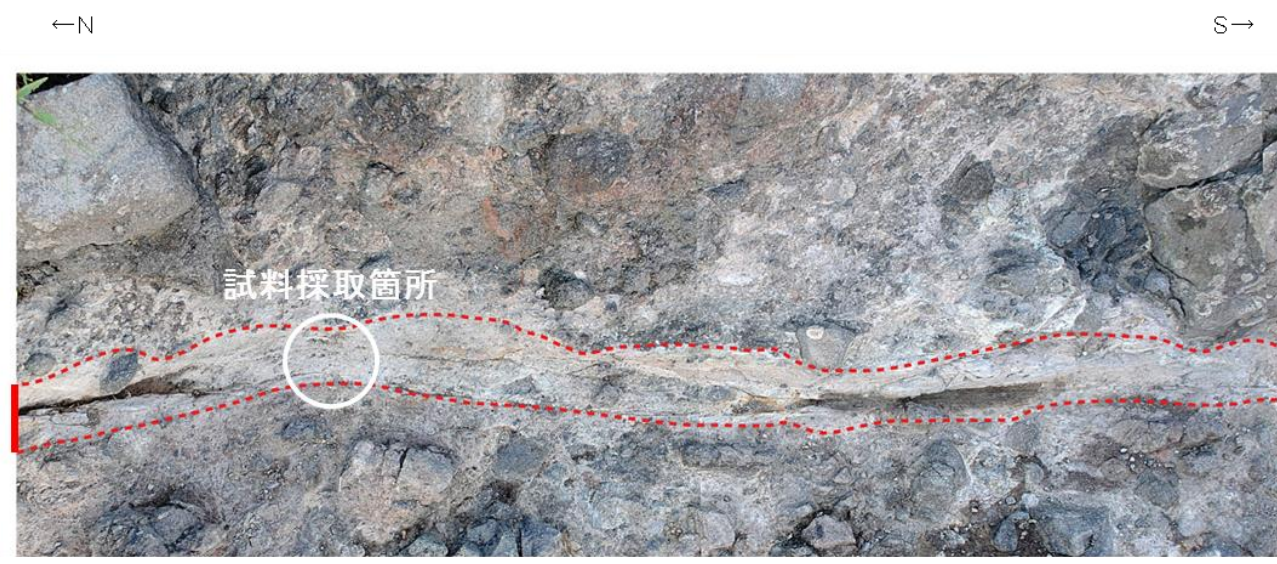
- K-2は、露頭観察の結果、固結した破碎部のみからなる。なお、ボーリング調査の結果、深部では粘土状破碎部を確認している。
- この固結した破碎部からなるK-2露頭 a地点から採取した試料において、巨視的観察(研磨片観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
- また、露頭から直接採取した研磨片から薄片を作成した(次頁)。



K-18については、地表付近まで連続しないため、EL0mでの延長位置を...で図示

— 評価対象断層  
K-O (海岸部 EL0m)

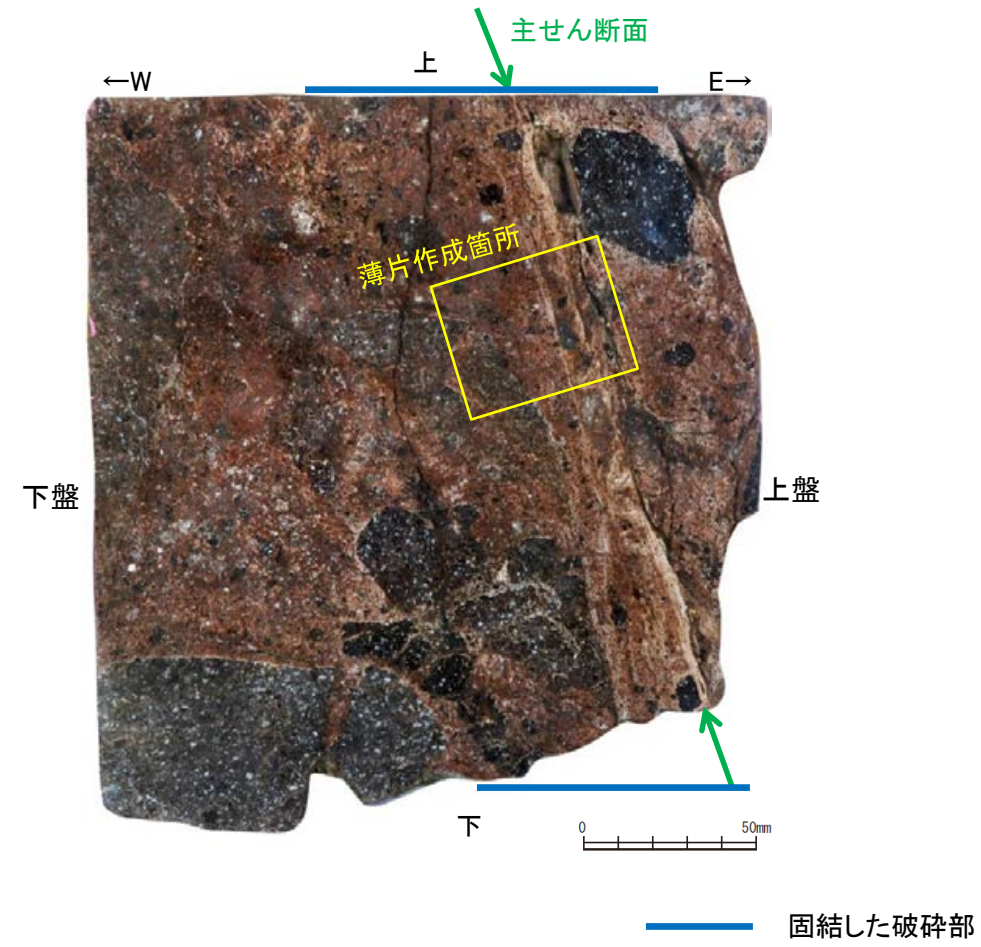
調査位置図



— 破碎部

10cm

K-2露頭 a地点 破碎部の状況写真

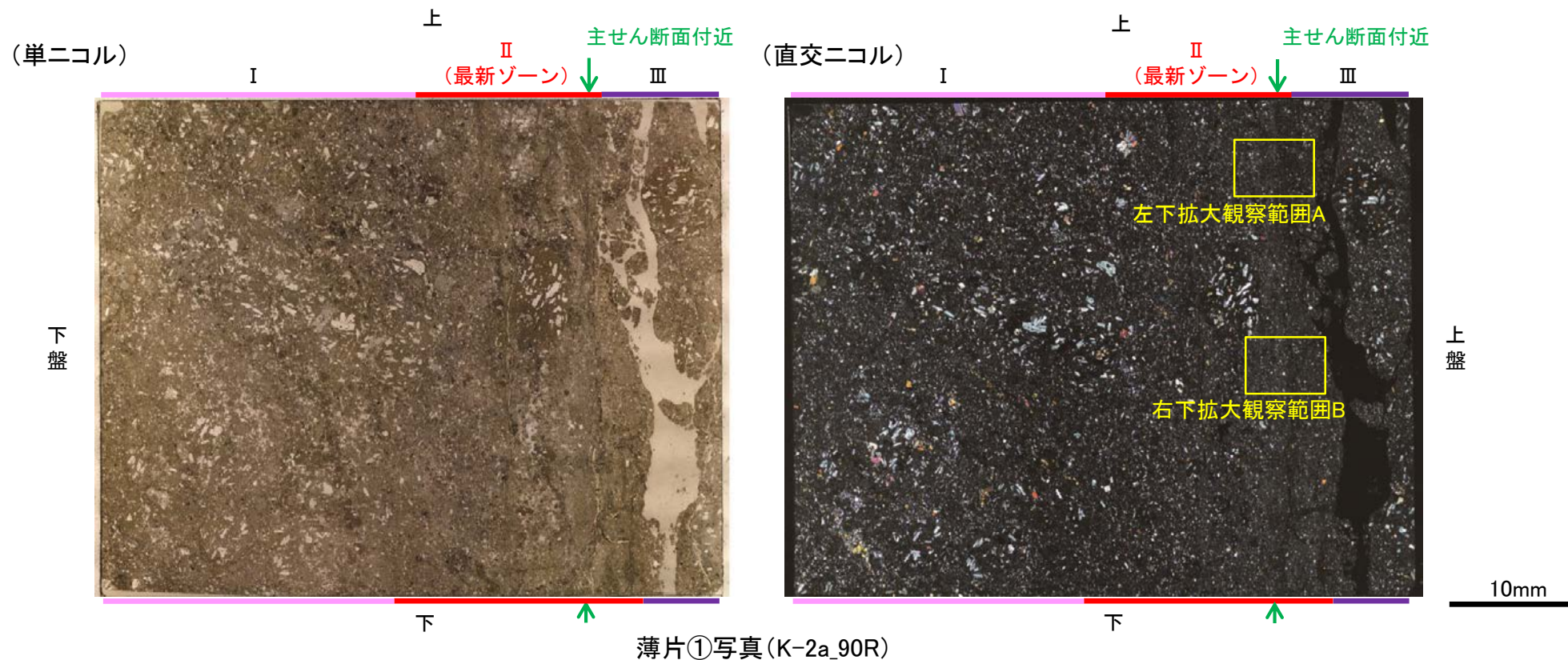


— 固結した破碎部

研磨片写真(薄片は研磨片の反対面で作成)

# K-2露頭 a地点 ー最新面の認定(微視的観察)ー

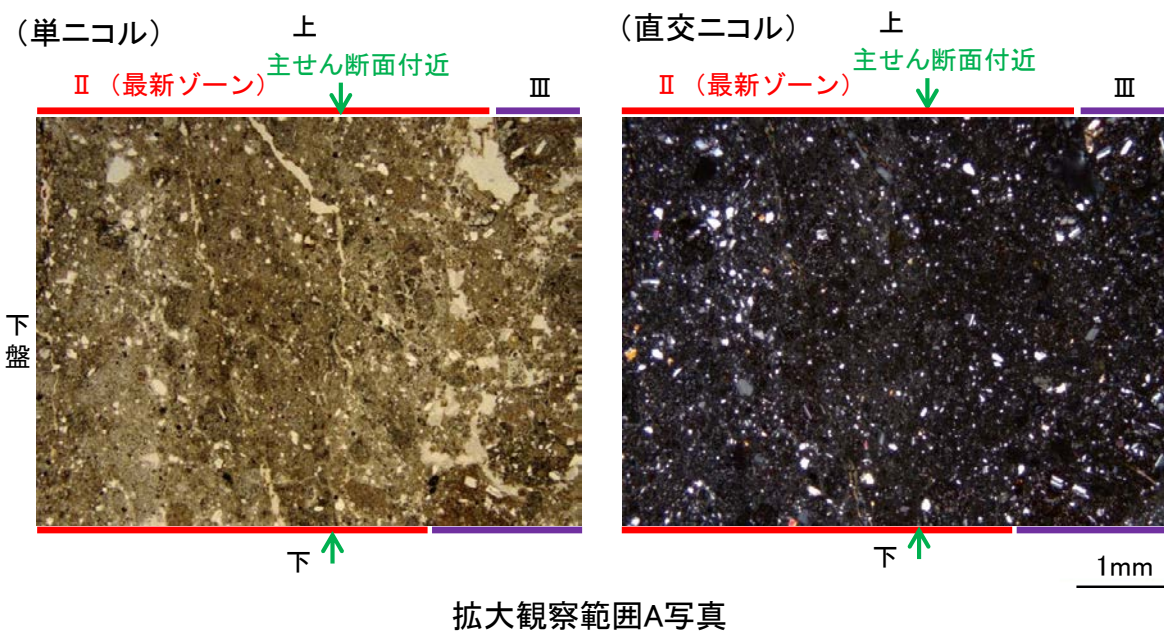
○K-2露頭 a地点の薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 下盤側より I ~ IIIに分帯される。  
 ○そのうち, 最も細粒化している分帯 II を最新ゾーンとして抽出した。  
 ○最新ゾーンは, 周辺の分帯 I, IIIと比べて, 岩片や鉱物片の細粒化の程度にやや違いはあるものの, 構成鉱物の種類(斜長石, 輝石類)や基質部の色調が類似しており, 主せん断面付近も含め, 最新ゾーン中に直線性・連続性のよい面構造は認められない(拡大観察範囲A, B写真)。



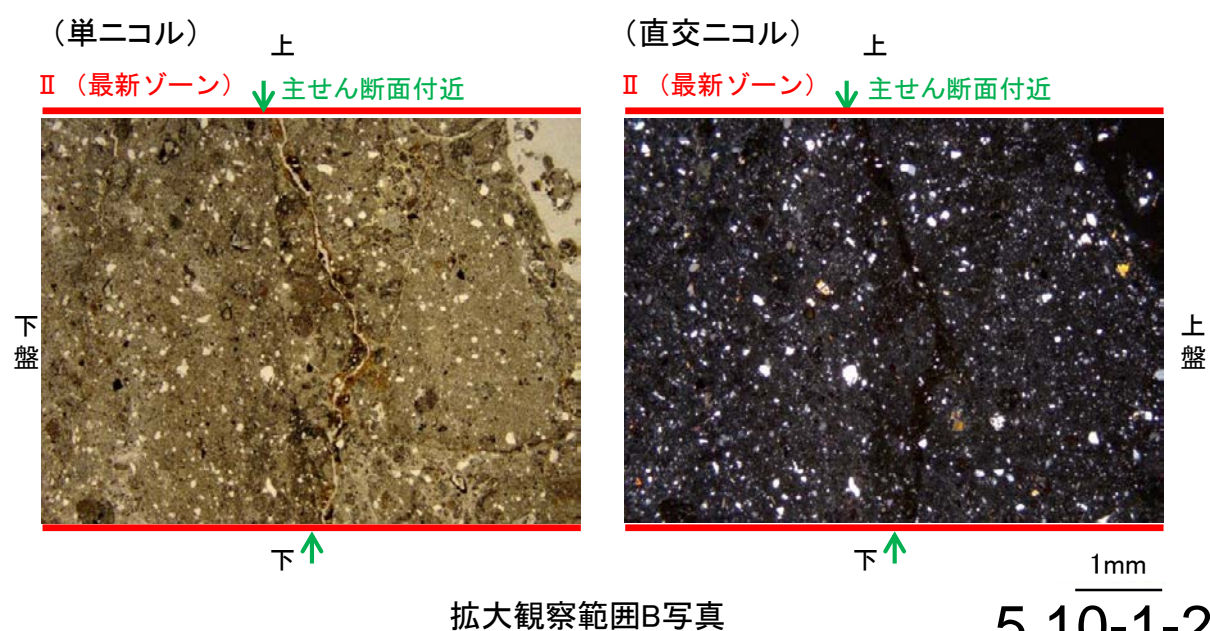
I : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径14mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片, 鉱物片は亜角~亜円形である。

II (最新ゾーン) : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の低い干渉色を呈する凝灰岩からなる。径3mm以下の鉱物片や岩片が細粒な基質中に含まれており, 径8mmの岩片も認められる。岩片, 鉱物片は亜角~亜円形である。

III : 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで暗灰色の低い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, 鉱物片は亜角~亜円形である。



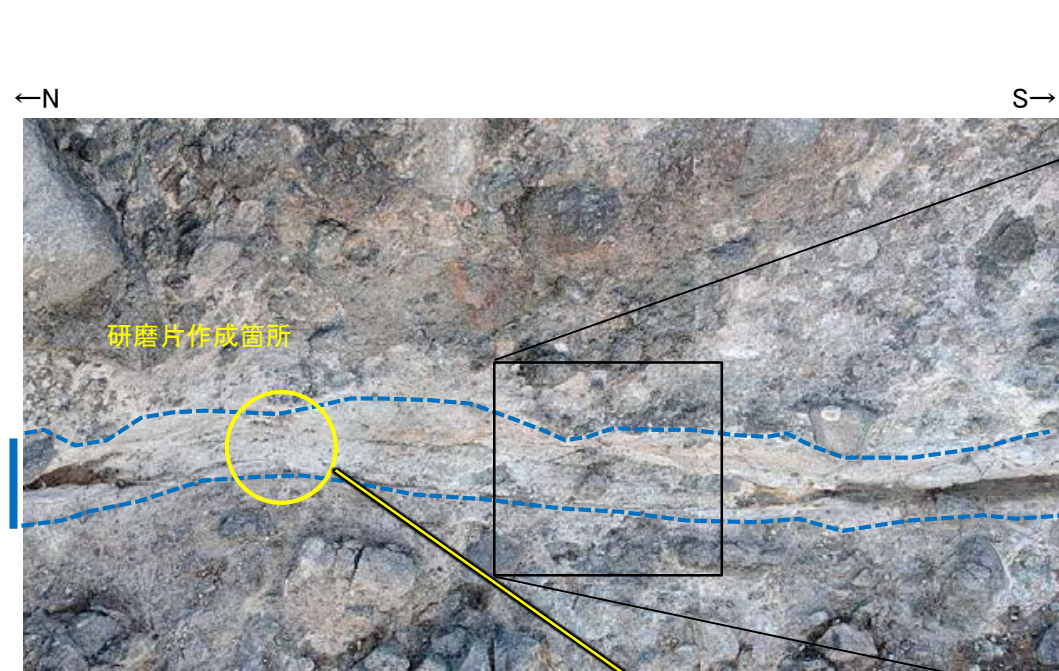
拡大観察範囲A写真



拡大観察範囲B写真

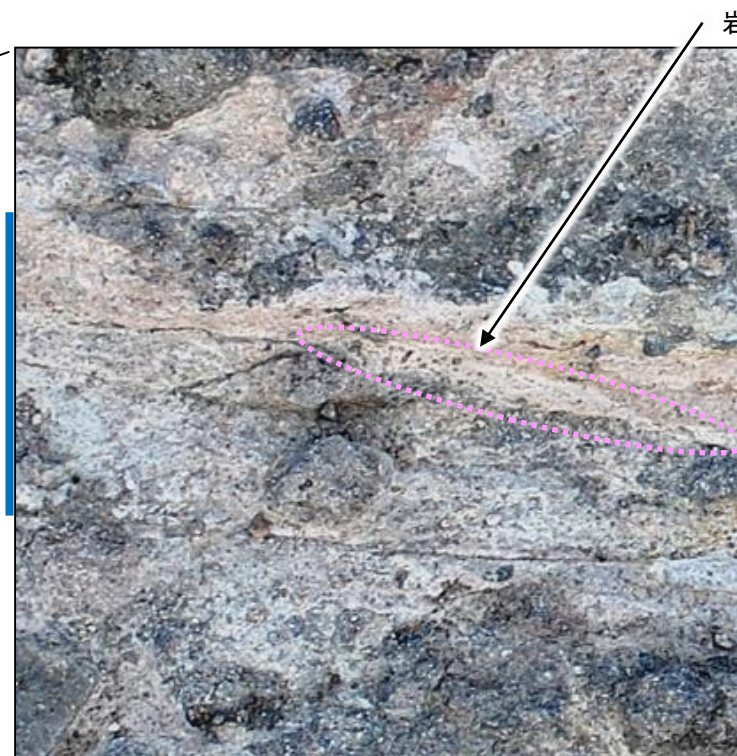
# K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(巨視的観察)ー

○K-2の固結した破碎部中に認められる変形構造について詳細に観察し、変形構造からみた断層の形成環境の検討を行った。  
○露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)の結果、K-2の固結した破碎部中に岩片が延性的に変形する構造が認められた。



— 固結した破碎部  
- - - 変形構造

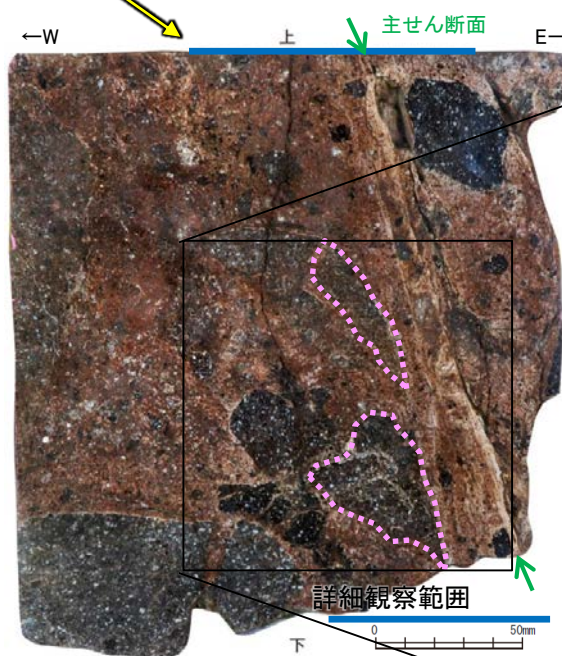
露頭写真  
(破碎部を加筆)



拡大写真(変形構造を加筆)

岩片が延性的に変形

5cm



— 固結した破碎部  
- - - 変形構造

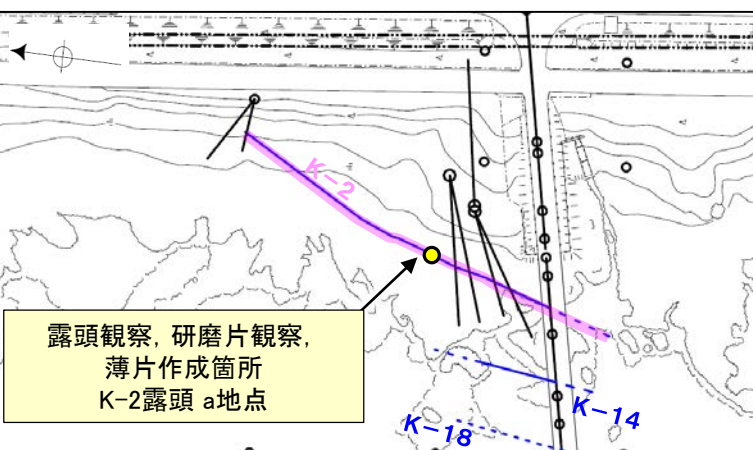
研磨片写真(変形構造を加筆)

0 50mm

拡大写真(変形構造を加筆)

岩片が延性的に変形

5.10-1-28



調査位置図

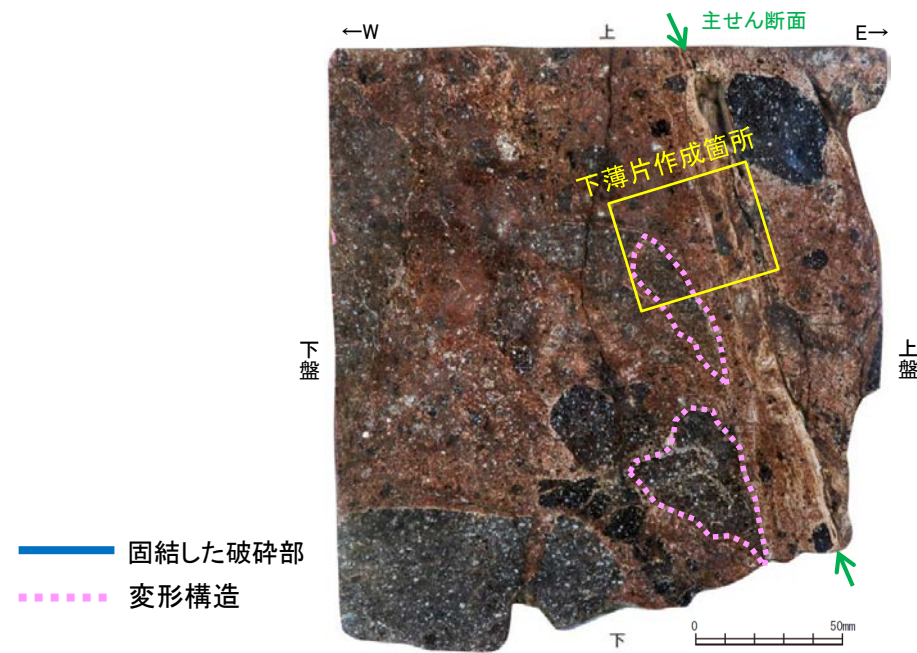
K-18については、地表付近まで連続しないため、EL0mでの延長位置を...で図示

— 評価対象断層  
○ (海岸部 EL0m)

K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察①)ー

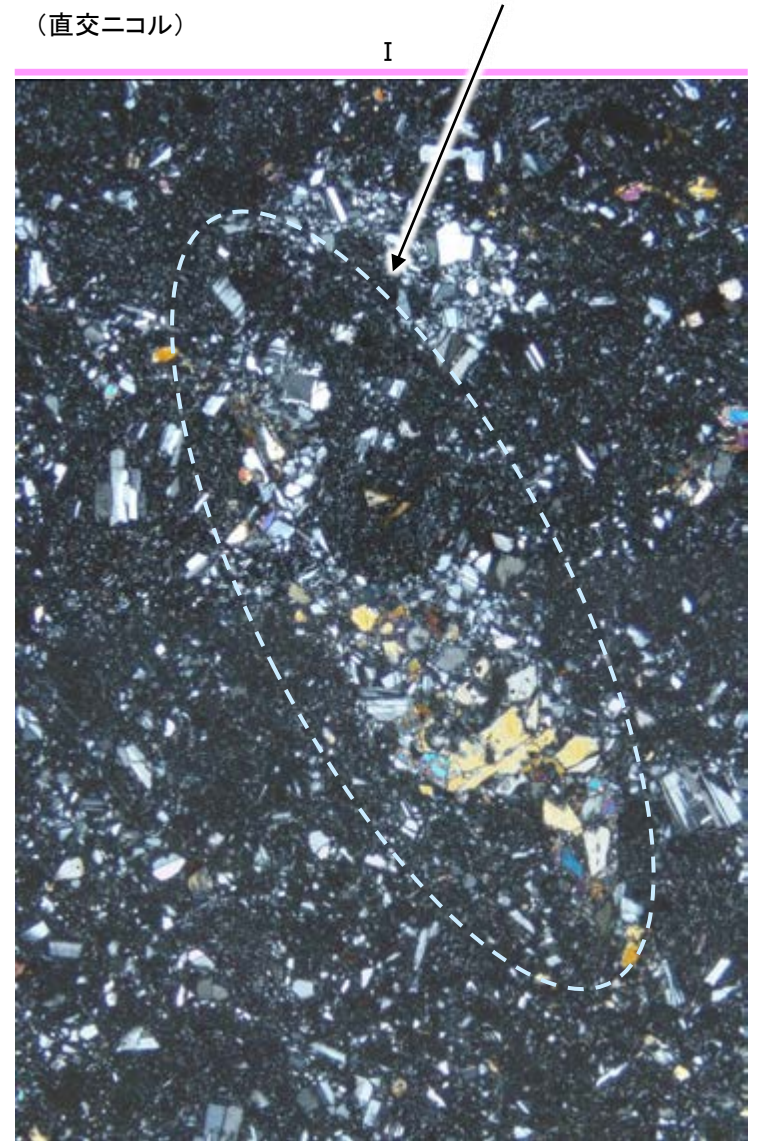
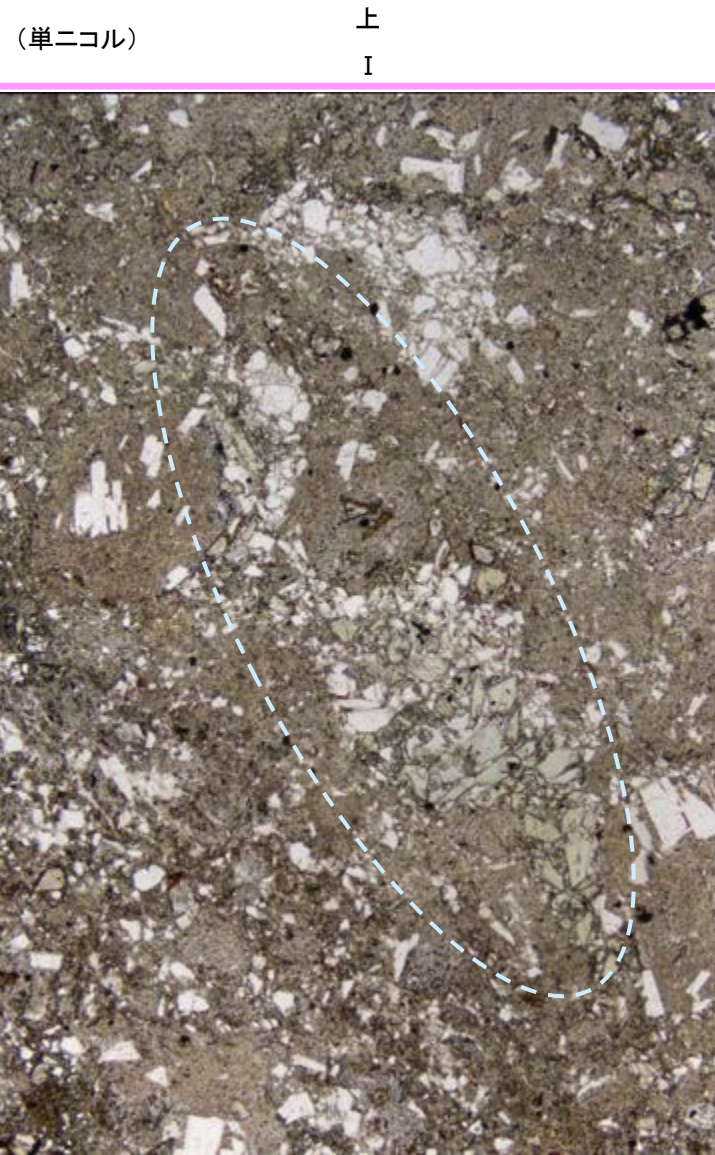
○研磨片観察(巨視的観察)で岩片が延性的に変形している箇所について顕微鏡観察(微視的観察)を行った結果、鉱物が破碎(脆性破壊)され、引きずられて流動する構造が認められた。

○このような巨視的には延性的な変形、微視的には脆性破壊を伴う変形構造は、高木(1998)によれば、破碎流動であるとされている。



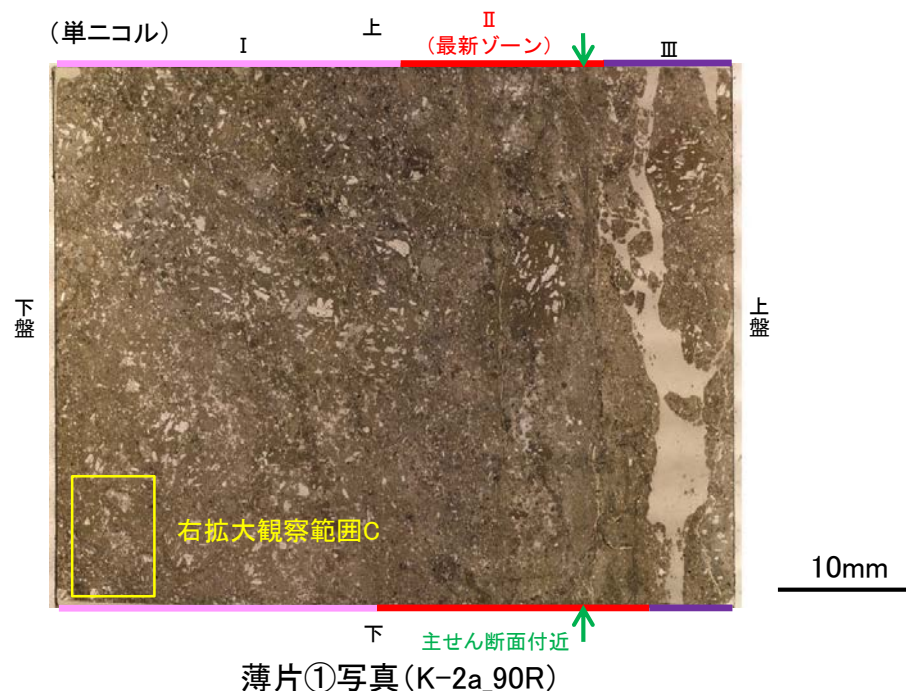
下  
研磨片写真(変形構造を加筆)

— 固結した破碎部  
- - - 変形構造



【巨視的に延性的な変形が認められた箇所】  
微視的には、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められる。

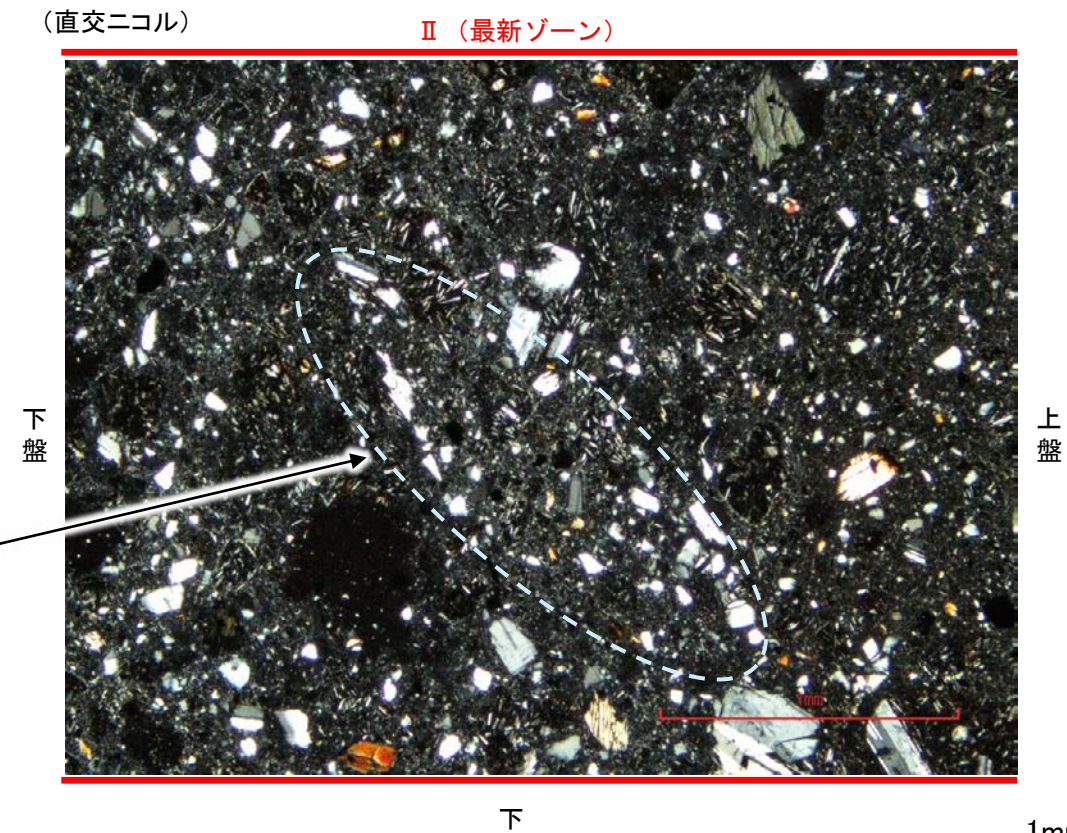
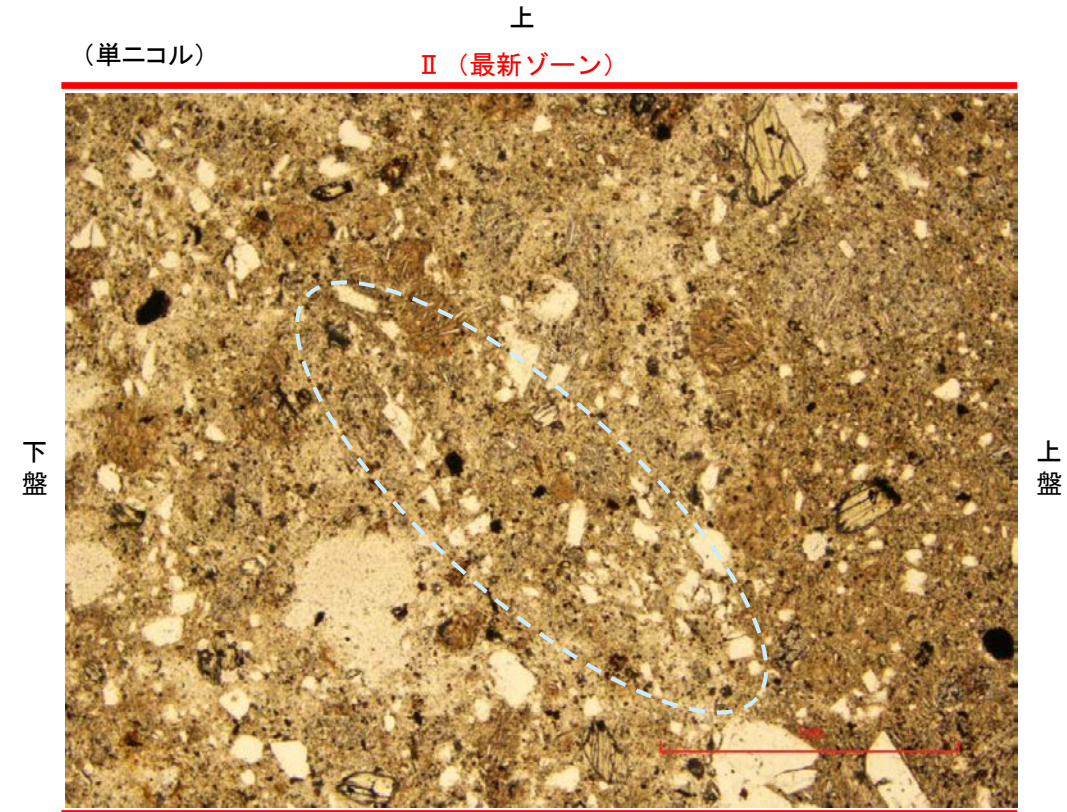
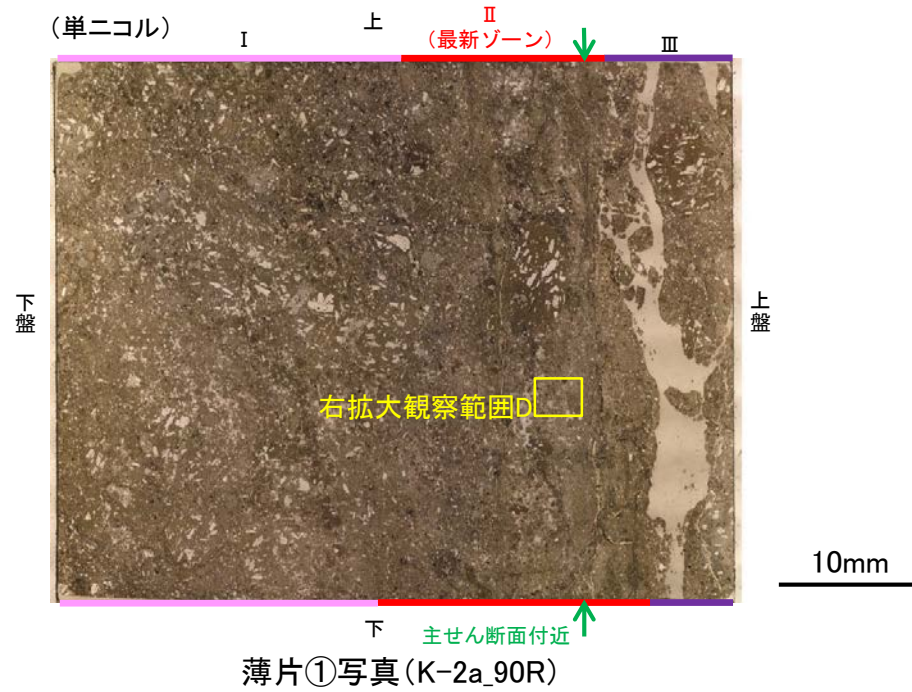
拡大観察範囲C写真



下 主せん断面付近  
薄片①写真(K-2a\_90R)

# K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察②)ー

○さらに、薄片の最新ゾーンを観察すると、前頁と同様に、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められた(拡大観察範囲D写真)。



鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められる。

拡大観察範囲D写真

1mm

# K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(文献調査)ー

## <K-2の観察結果>

○露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)では、岩片が延性的に変形する構造が認められ、薄片観察(微視的観察)では、最新ゾーンや巨視的に延性的な変形が認められた箇所に、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められ、それは高木(1998)によれば破碎流動である。

## <破碎流動の形成に関する知見>

○Paterson et al.(2005)は、常温での三軸試験による脆性から延性への遷移時の封圧を整理しており、破碎流動が形成される領域は、Porous lavas(下表□)では30~100MPaの封圧で遷移するとされている。

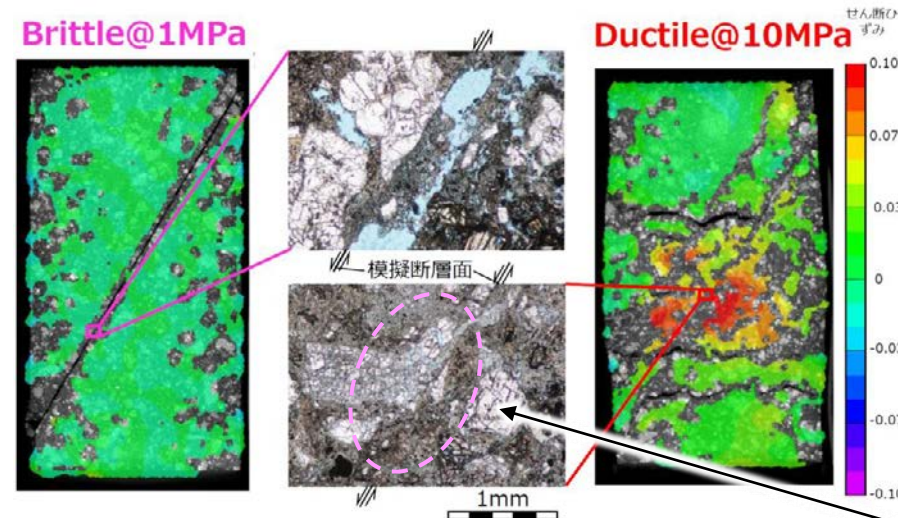
常温での三軸試験による測定例  
Paterson et al.(2005)に一部加筆

Rock	Approx. pressure at transition (MPa)	Reference
Limestones and marbles	30 - 100	See text
Limestone (0.16 porosity)	10 - 20	Vajdova, Baud and Wong 2004
Chalk (0.43 porosity)	< 10	Homand and Shao 2000
Dolomite	100 - 200 or higher	Handin and Hager 1957; Mogi 1971b
Gypsum	40	Murrell and Ismail 1976a
Anhydrite	100	Handin and Hager 1957
Rocksalt	< 20	Handin 1953
Talc	400	Edmond and Paterson 1972
Serpentinite	300 - 500	Raleigh and Paterson 1965 Escartin, Hirth and Evans 1997
Chloritite	300	Murrell and Ismail 1976a
Quartzite (0.07 porosity)	600	Hadizadeh and Rutter 1983; Hirth and Tullis 1989
Sandstone (~0.10 porosity)	200 - 300	Edmond and Paterson 1972; Hoshino et al. 1972; Schock, Heard a. Stephens 1973; Bergues et al. 1974
Sandstone (~0.20 porosity)	< 100	Wong, David and Zhu 1997
Siltstones and shales of medium to high porosity	< 100	Handin and Hager 1957; Hoshino et al. 1972
Basalt (0.05 porosity)	300	Shimada and Yukutake 1982
Porous lavas	30 - 100	Mogi 1965; Hoshino et al. 1972

Mogi(1965), Hoshino et al.(1972)は、敷地に認められる岩種と同じ安山岩や凝灰岩を対象に実験を行っている。

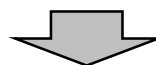
○溝口ほか(2019)は、別所岳安山岩類の凝灰角礫岩から試料を採取し、常温で1~100MPaの一定封圧下で三軸試験を実施している。その結果、力学挙動から封圧1MPaでは脆性的な挙動を示したが、封圧10MPaでは延性的な挙動が認められるとしている。

○さらに、封圧10MPaの試験後試料の薄片観察(微視的観察)において、粒子が岩片化し、それらが引きずられて流動する構造が確認されている。



別所岳安山岩類の凝灰角礫岩の三軸変形試験後の薄片観察結果  
溝口ほか(2019)に一部加筆

岩片が引きずられて流動する構造



○敷地と同じ岩石を用いて実験を行っている溝口ほか(2019)によれば、破碎流動が形成されるのは、10MPa程度の封圧が必要とされていることから、K-2の露頭における最新ゾーンは、封圧の小さな地表付近で形成されたものではなく、地下深部で形成されたと判断される。

---

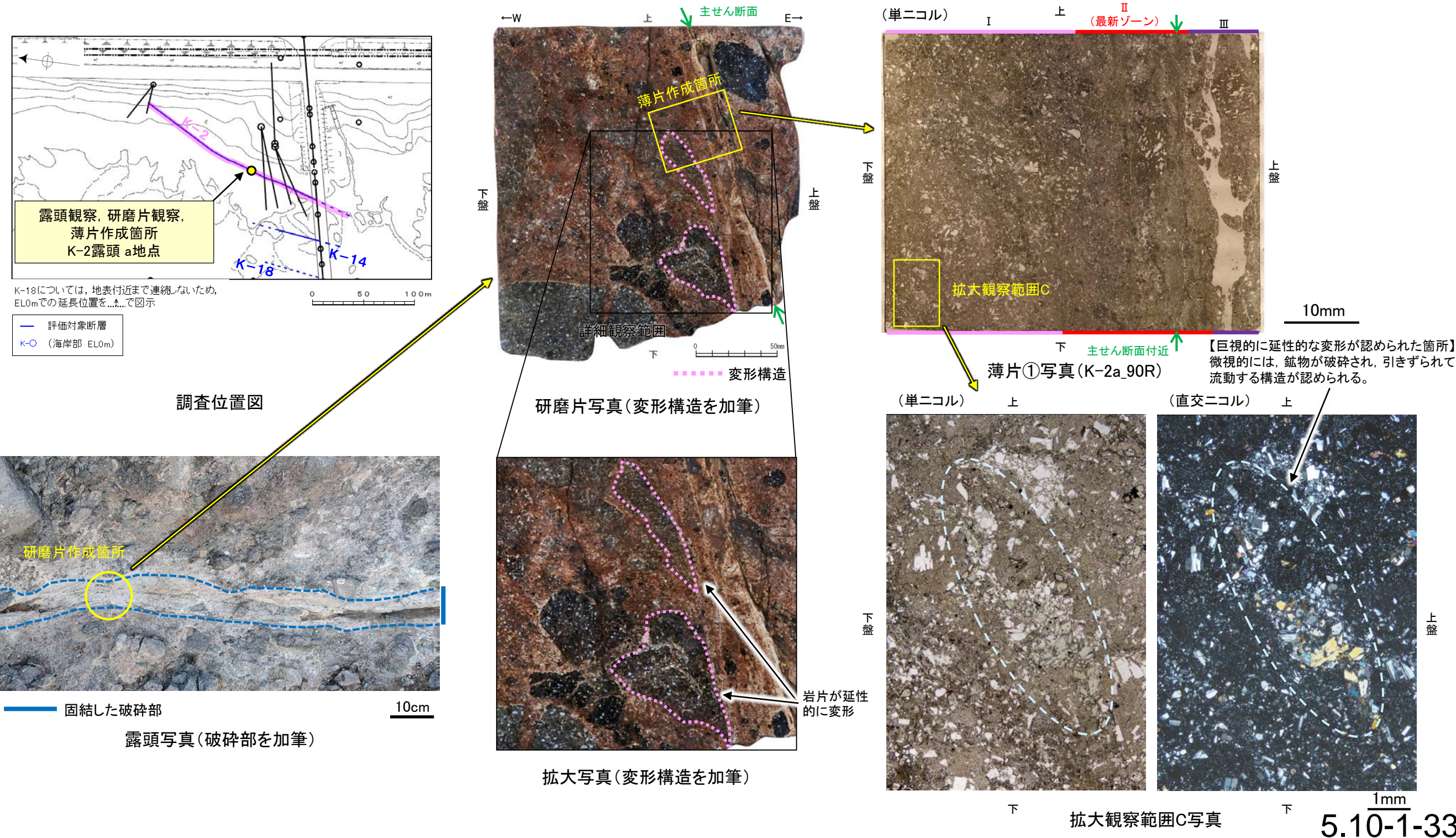
## (2) 岩石の延性的な変形が生じる温度環境に関する考察

# 岩石の延性的な変形が生じる温度環境に関する考察

○岩石の延性的な変形については、K-2、K-3の固結した破碎部に共通して認められる現象であり、この温度環境について、K-2の固結した破碎部の観察結果を例として検討した結果について、以下に示す。

○K-2の露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)で認められた岩片が延性的に変形している箇所(研磨片拡大写真)で、薄片観察(微視的観察)を行った結果、K-3と同様に、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められ、それは高木(1998)によれば破碎流動である(薄片①拡大観察範囲C写真)。

○溝口ほか(2019)では封圧10MPa(深度800m程度)で破碎流動が認められ、この深度は大深度ボーリング孔による温度検層結果によれば、地温約50°Cに相当する。吉村(2001)に示されているアルバイト化(曹長石化)が起こる温度(100°C以上)より低い温度環境であっても、破碎流動により巨視的には延性的な変形が形成され、固結した破碎部中の斜長石にアルバイト化が認められない(補足資料5.3-2(9) P.5.3-2-142)ことを踏まえると、岩石の延性的な変形はアルバイト化が起こる温度よりも低い温度環境下で形成されたものと判断される。





---

余白

---

5. 11 - 1

鉍物脈法に関する調査結果 (K-3)

---

## (1) 薄片觀察

---

(1)-1 N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点

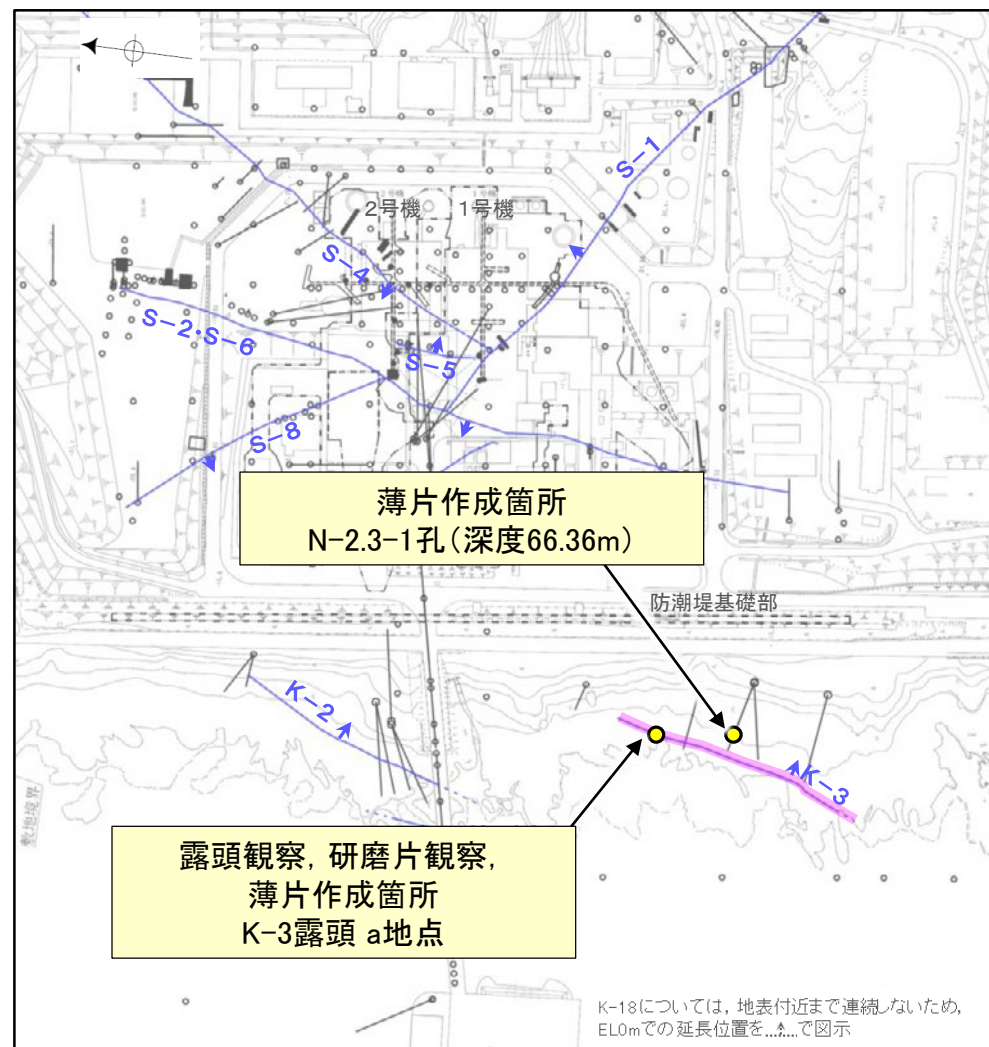
# N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 — 形成環境から推定した活動性評価 —

○K-3は、全線が固結した破碎部からなり、浅部(K-3露頭 a地点)及び深部(N-2.3-1孔, 深度66.36m付近)から採取した固結した破碎部の試料を用いて、薄片観察によるK-3の詳細性状の確認を行った(参考資料5.11-1(1)-1 P.5.11-1-5)。

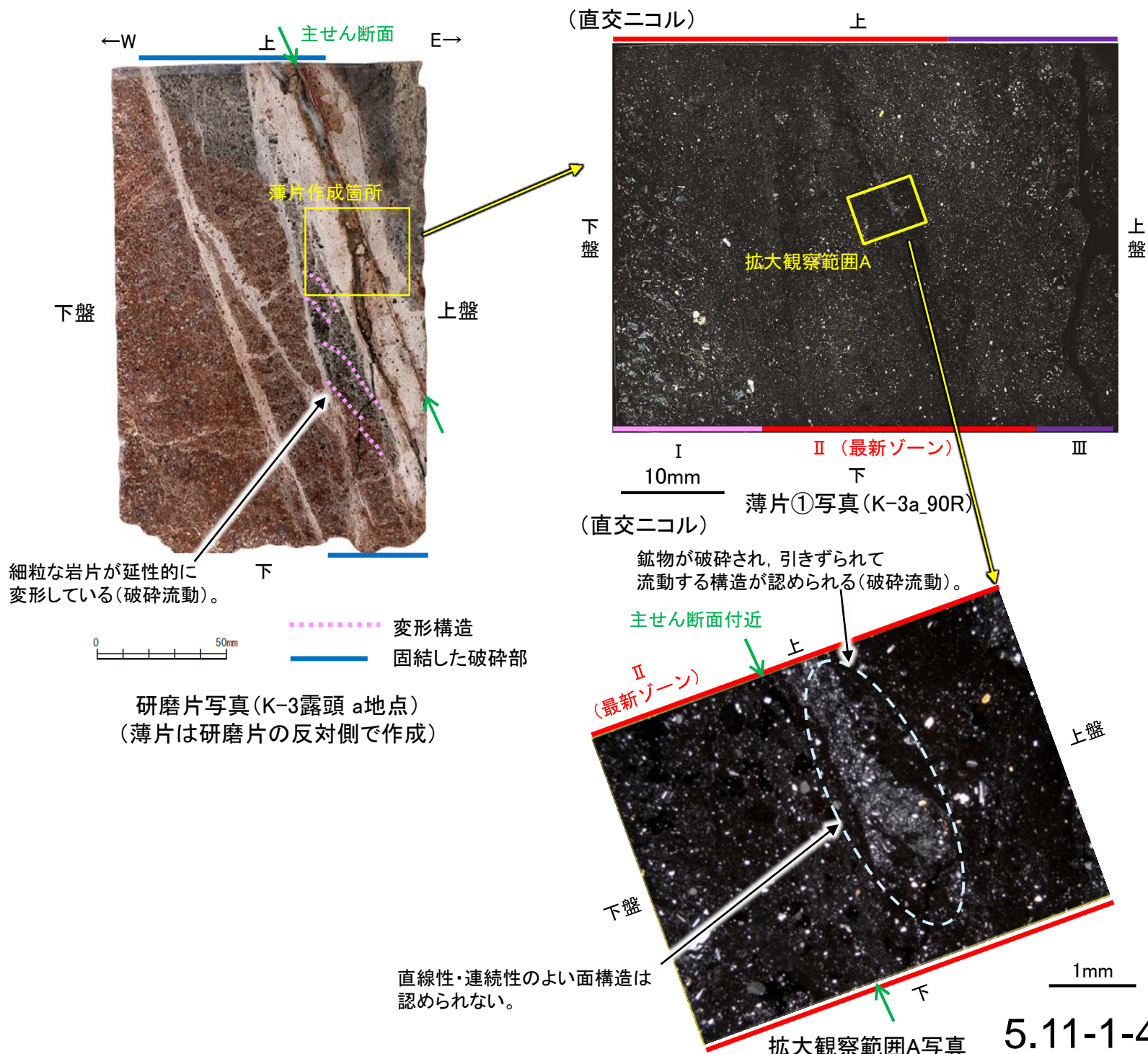
○K-3の最新ゾーンは、固結した破碎部からなり、周辺の固結した破碎部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない(参考資料5.11-1(1)-1 P.5.11-1-5~7)。

○また、最新ゾーンに破碎流動が認められ、その形成環境について知見に照らした結果、最新ゾーンは封圧の小さな地表付近ではなく、少なくとも10MPa程度の封圧下の地下深部で形成されたと判断される(参考資料5.11-1(1)-1 P.5.11-1-8~12)。

○K-3の最新ゾーンは、破碎流動が認められる固結した破碎部からなり、封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断されるものの、その形成年代については明確に判断できない。

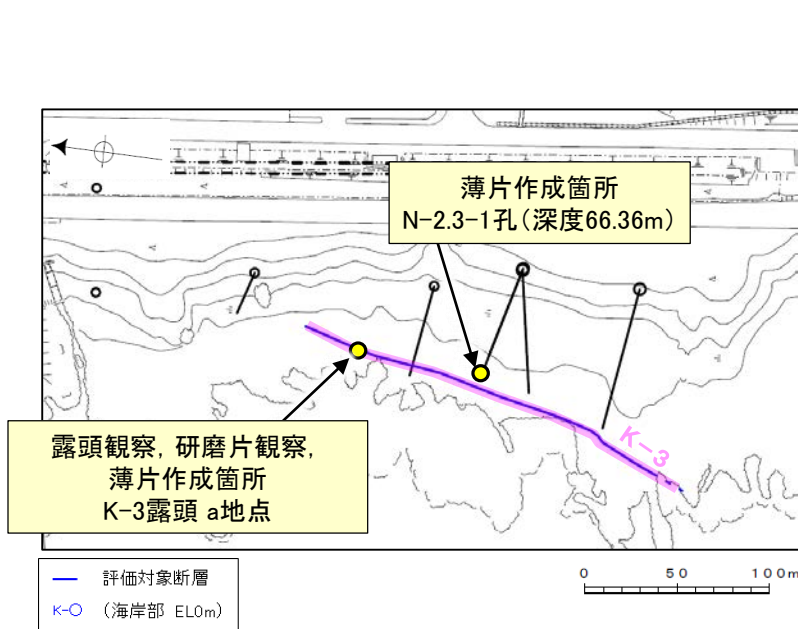


調査位置図

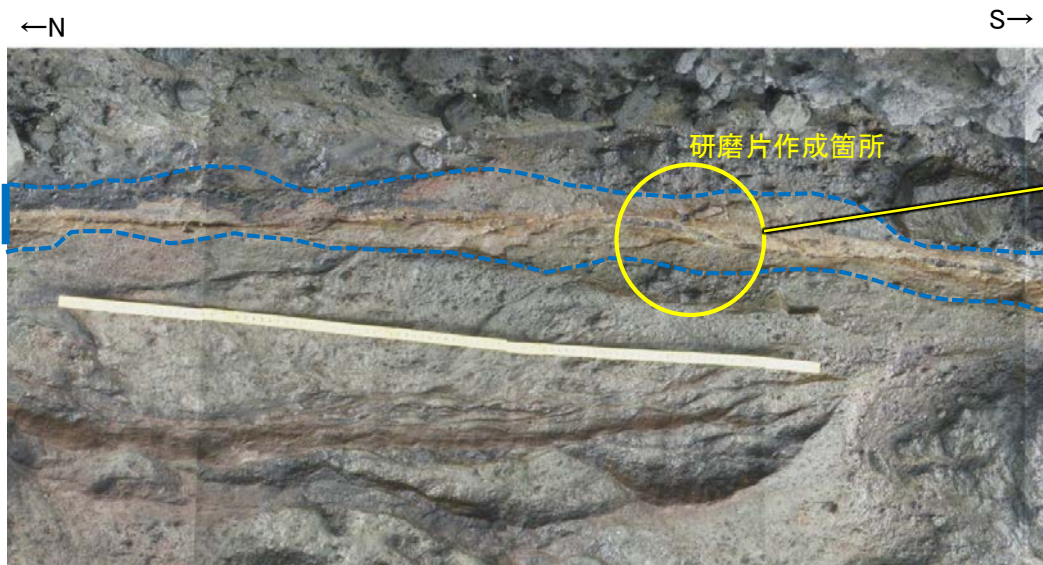


# N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 — 最新面の認定(巨視的観察) —

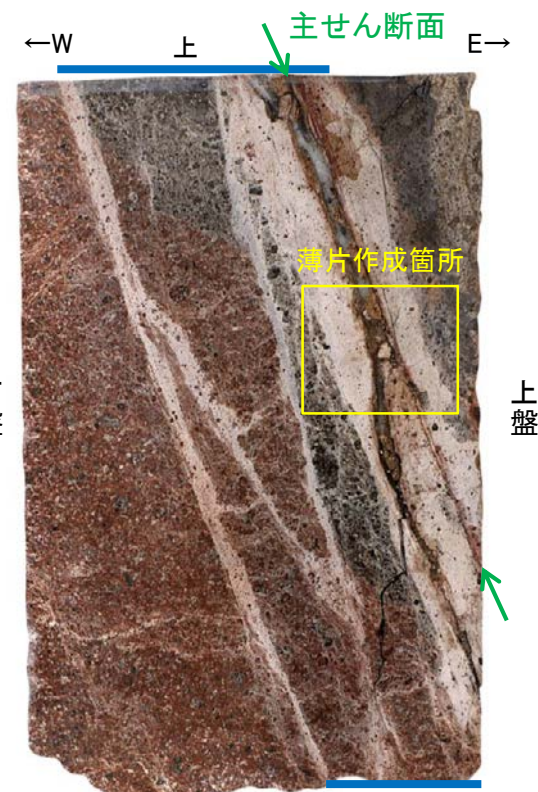
- K-3は, 露頭観察, コア観察の結果, 浅部・深部ともに固結した破碎部のみからなる。
- この固結した破碎部からなるK-3の浅部(K-3露頭 a地点)及び深部(N-2.3-1孔, 深度66.36m)から採取した試料において, 巨視的観察(研磨片観察・コア観察・CT画像観察)を実施し, 最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
- 浅部は露頭から直接採取した研磨片から薄片を作成し, 深部はブロックから破碎部の最大傾斜方向(90° R)で切り出し, 薄片を作成した。



## 【K-3 浅部】



固結した破碎部 K-3露頭 a地点 破碎部の状況写真 10cm

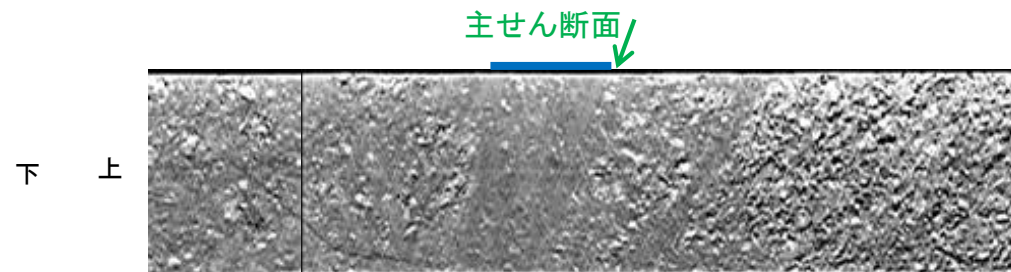


固結した破碎部 下 50mm  
研磨片写真 (薄片は研磨片の反対面で作成)

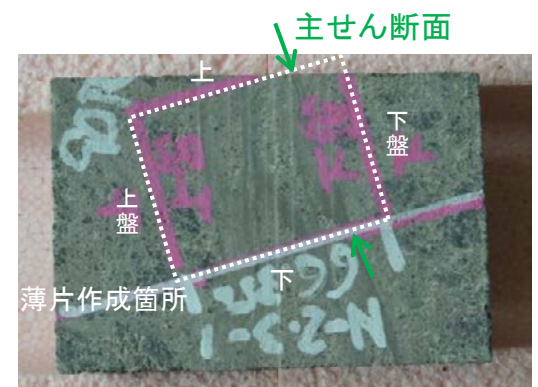
## 【K-3 深部】



固結した破碎部  
ボーリングコア写真 (N-2.3-1孔)



固結した破碎部  
CT画像 (N-2.3-1孔)

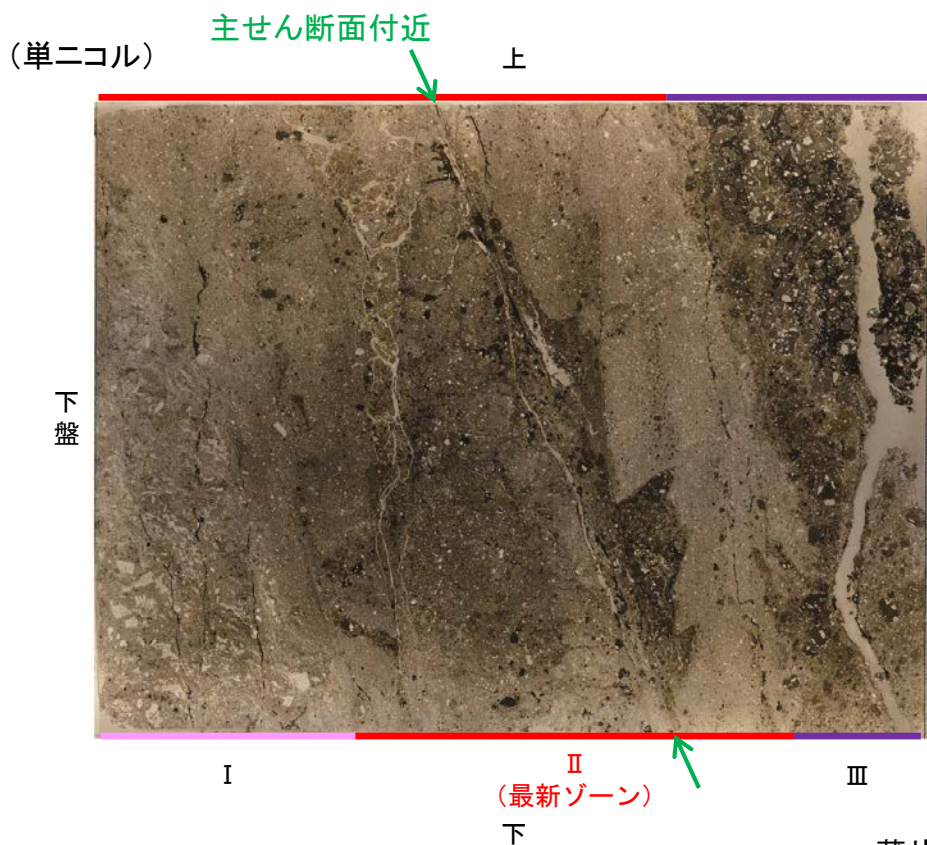


2cm  
ブロック写真 5.11-1-5

# N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 — 最新面の認定(微視的観察) —

## 【K-3 浅部(K-3露頭 a地点)】

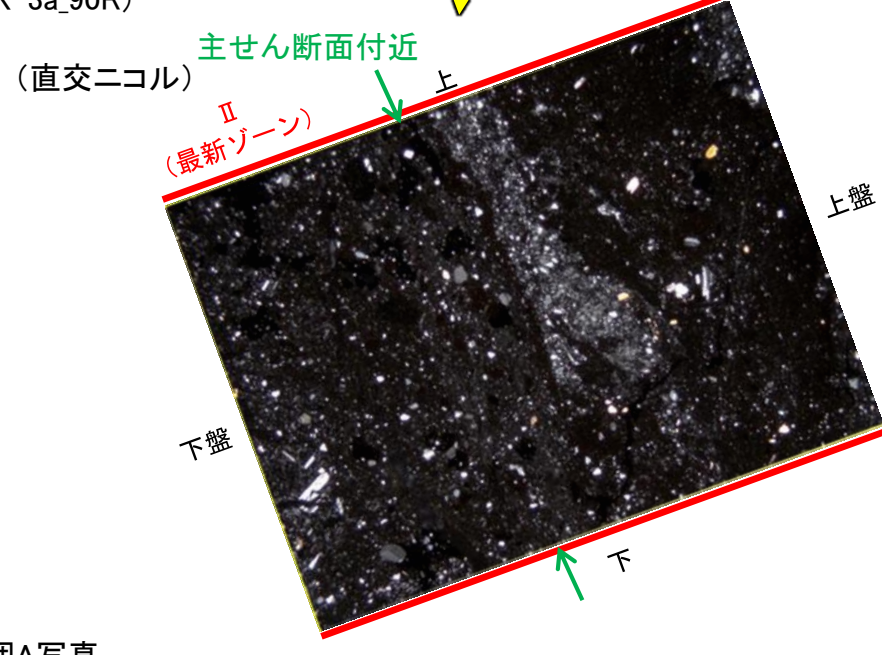
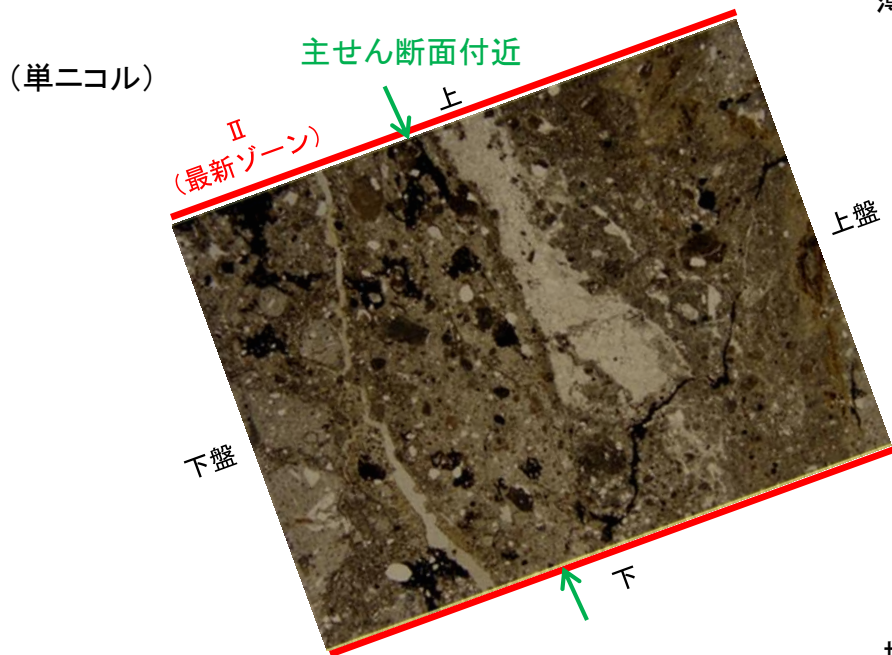
○K-3浅部(K-3露頭 a地点)の薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 下盤側よりⅠ～Ⅲに分帯される。  
 ○そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。  
 ○最新ゾーンは, 周辺に分帯Ⅰ, Ⅲと比べて, 岩片や鉱物片の細粒化の程度にやや違いはあるものの, 構成鉱物の種類(斜長石, 輝石類)や基質部の色調が類似しており, 主せん断面付近も含め, 最新ゾーン中に直線性・連続性のよい面構造は認められない(拡大観察範囲A写真)。



- Ⅰ: 単ニコルで灰～黄灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径0.5～6mmの岩片がより細粒な基質中に含まれる。岩片は亜角形～亜円形である。
- Ⅱ (最新ゾーン): 単ニコルで黄灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する細粒凝灰岩及び凝灰岩からなる。径0.2～1mmの鉱物片や岩片がより細粒な基質中に含まれる。鉱物片は角張った形状～亜円形, 岩片は亜角形～亜円形である。
- Ⅲ: 単ニコルで灰～黄灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径0.5～3mmの岩片がより細粒な基質中に含まれる。岩片は亜角～亜円形である。

10mm

薄片①写真(K-3a\_90R)

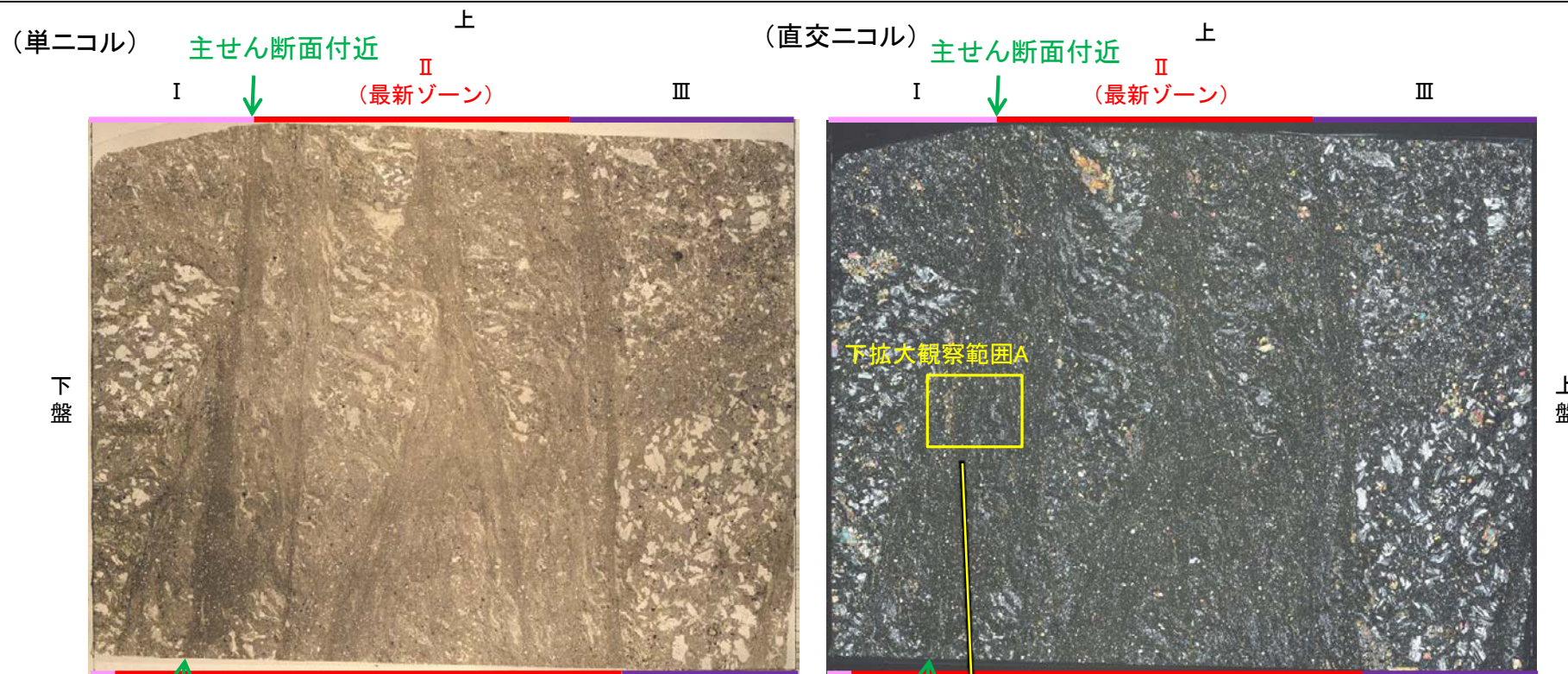


1mm

拡大観察範囲A写真

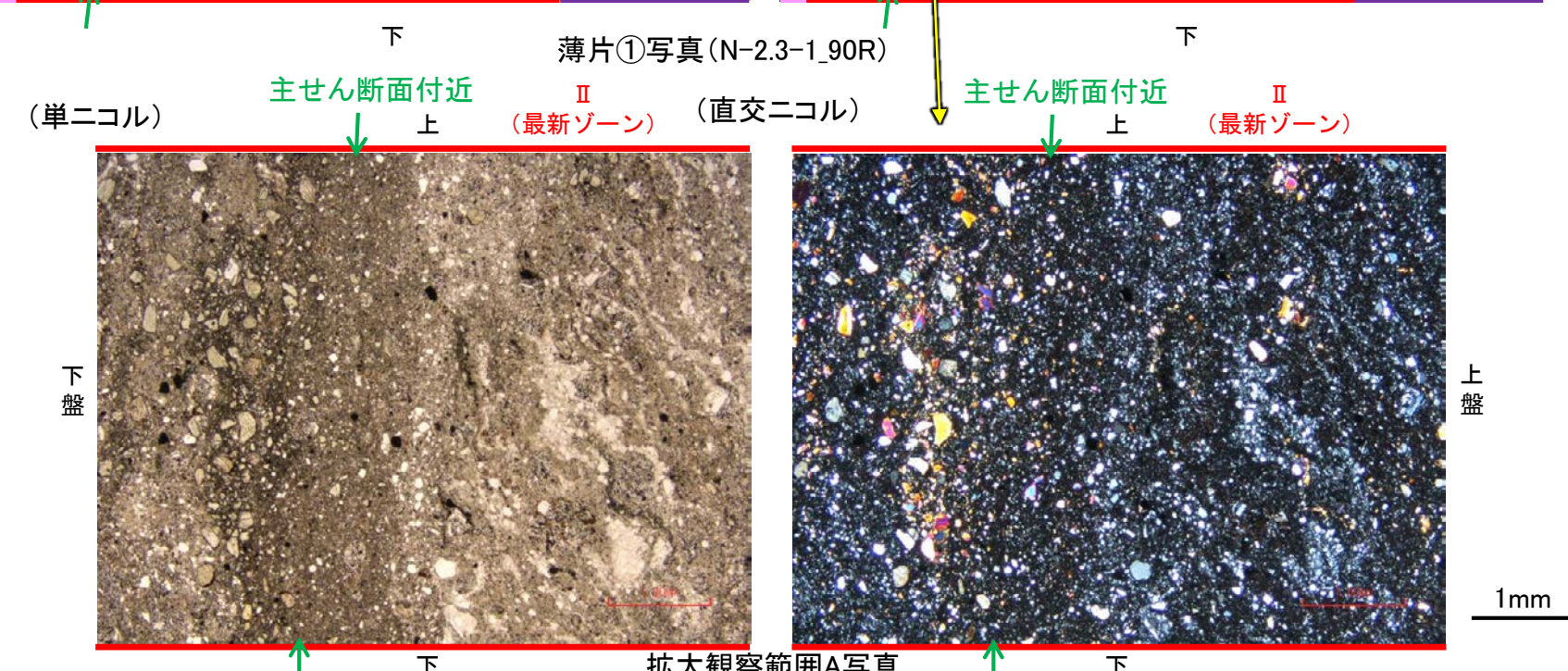
### 【K-3 深部(N-2.3-1孔)】

- K-3深部(N-2.3-1孔)の薄片①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, 下盤側よりⅠ～Ⅲ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。
- 最新ゾーンは, 周辺の分帯Ⅰ, Ⅲと比べて, 岩片や鉱物片の細粒化の程度にやや違いはあるものの, 構成鉱物の種類(斜長石, 輝石類)や基質部の色調が類似しており, 主せん断面付近も含め, 最新ゾーン中に直線性・連続性のよい面構造は認められない(拡大観察範囲A写真)。



- Ⅰ: 単ニコルで黄灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5～20mm以上の岩片や鉱物片がより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。
- Ⅱ (最新ゾーン): 単ニコルで黄灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する凝灰岩からなる。径0.2～3mmの岩片や鉱物片がより細粒な基質中に含まれる。一部でやや粗粒であり, 径5mm程度の岩片を含む。岩片は垂角～垂円形, 鉱物片は角～垂円形である。
- Ⅲ: 単ニコルで黄灰～暗灰色, 直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5～15mmの岩片や鉱物片がより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。

10mm

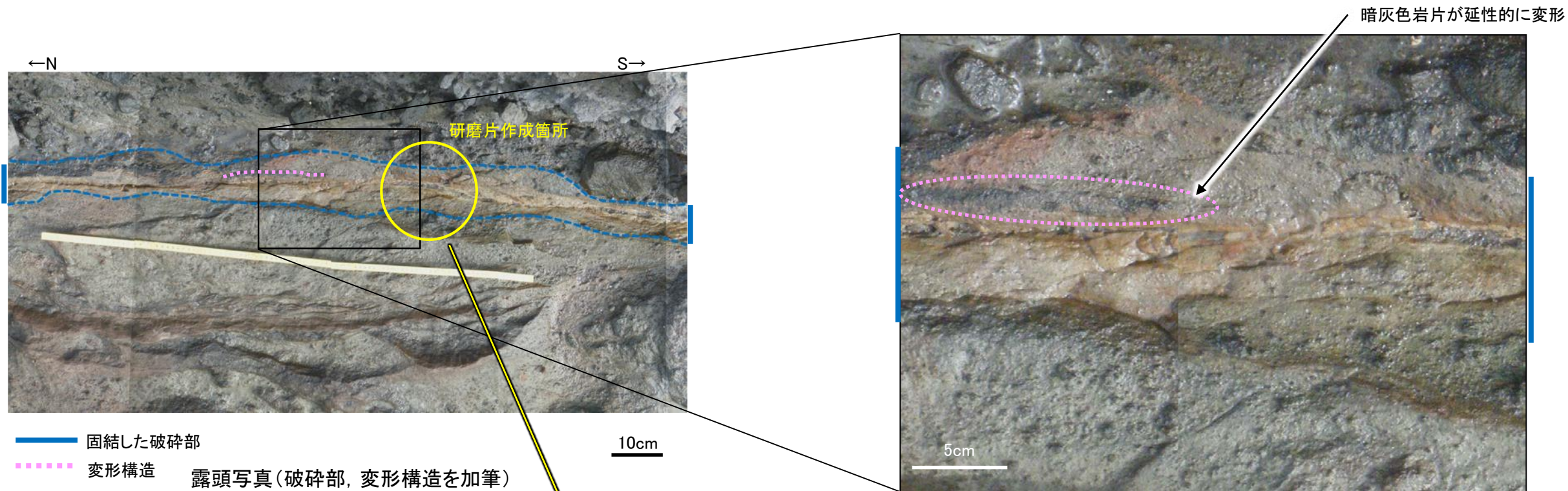


1mm



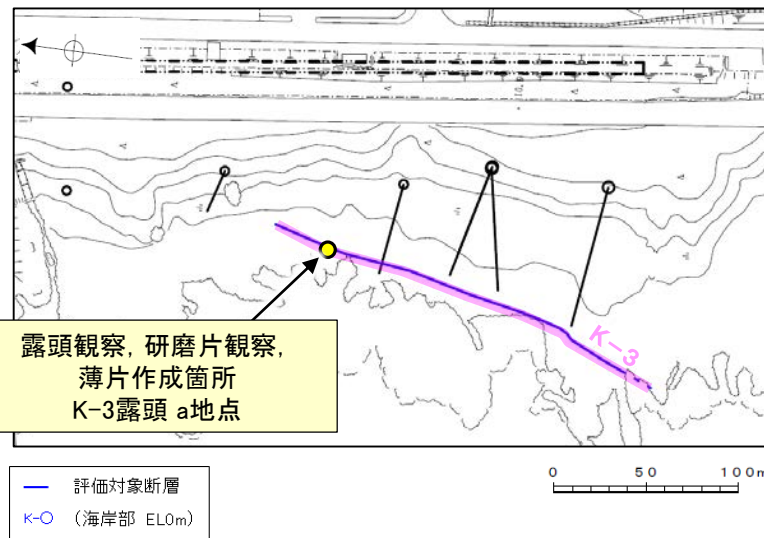
# N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 —変形構造からみた断層の形成環境の検討(巨視的観察)—

○K-3の固結した破碎部中に認められる変形構造について詳細に観察し, 変形構造からみた断層の形成環境の検討を行った。  
○露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)の結果, K-3の固結した破碎部中に岩片が延性的に変形する構造が認められた。

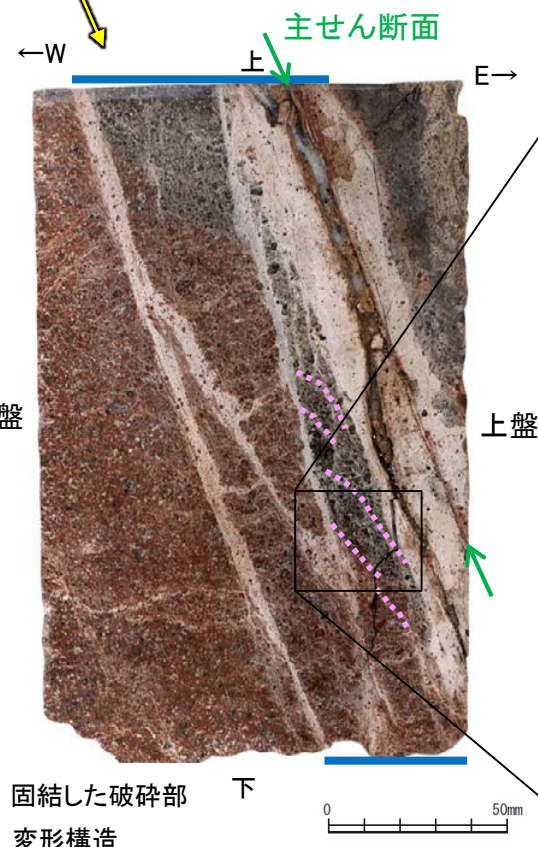


— 固結した破碎部  
- - - 変形構造  
露頭写真(破碎部, 変形構造を加筆)

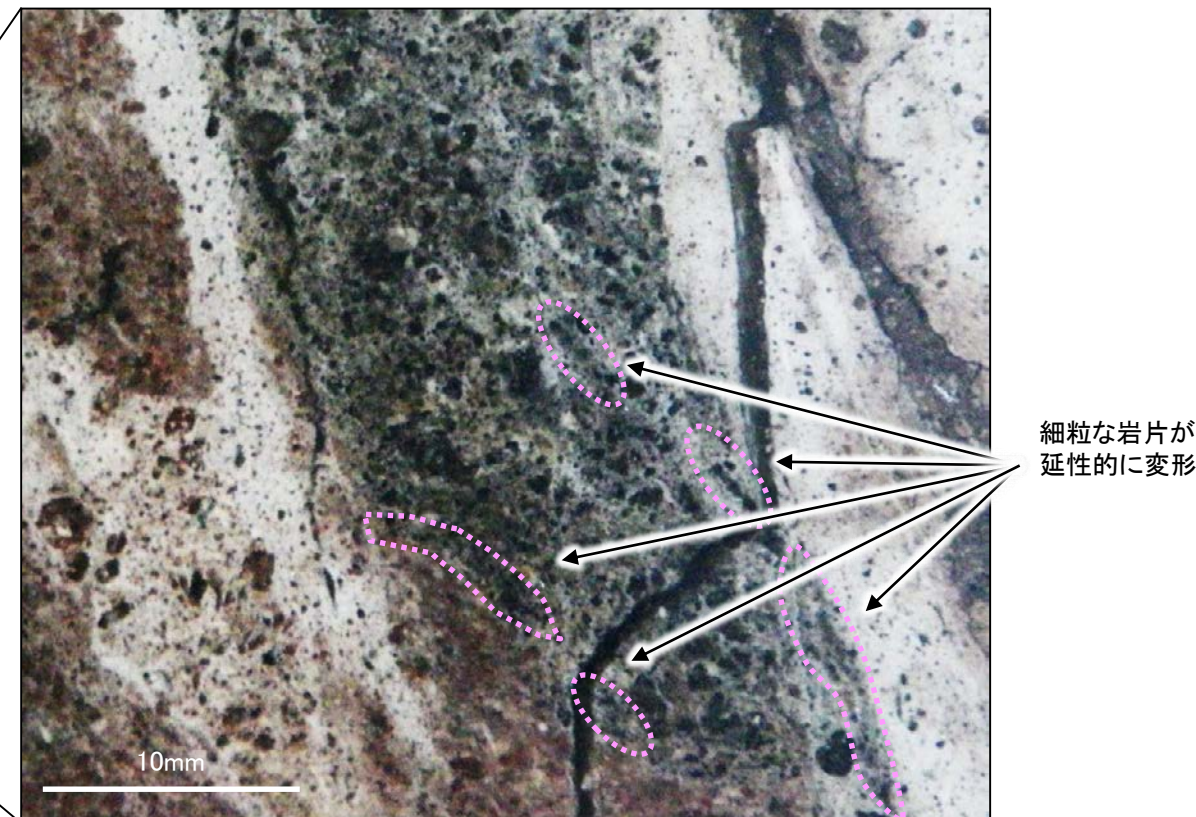
拡大写真(変形構造を加筆)



調査位置図



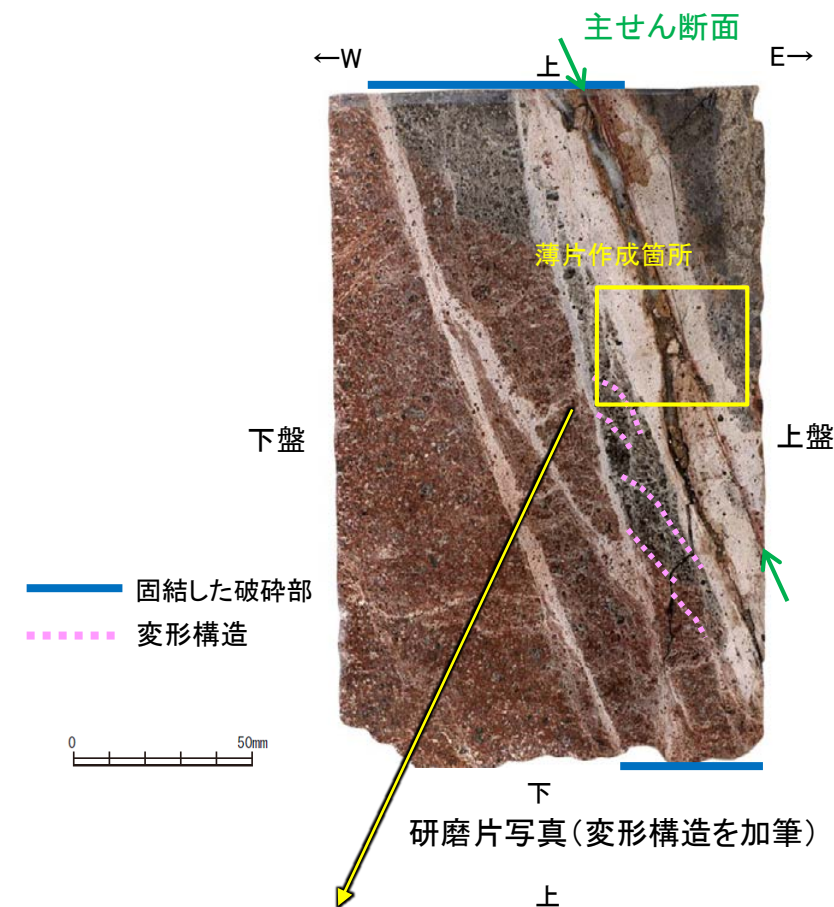
— 固結した破碎部  
- - - 変形構造  
研磨片写真(変形構造を加筆)



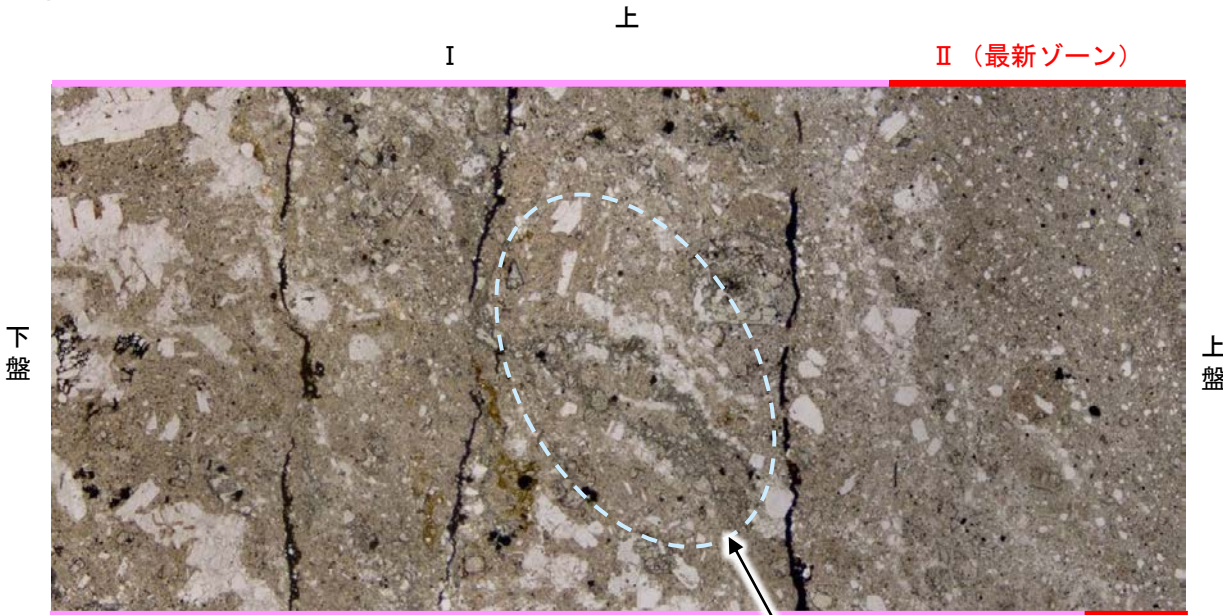
拡大写真(変形構造を加筆)

N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察①)ー

- 研磨片観察(巨視的観察)で岩片が延性的に変形している箇所について顕微鏡観察(微視的観察)を行った結果, 鉱物が破碎(脆性破壊)され, 引きずられて流動する構造が認められた。
- このような巨視的には延性的な変形, 微視的には脆性破壊を伴う変形構造は, 高木(1998)によれば, 破碎流動であるとされている。

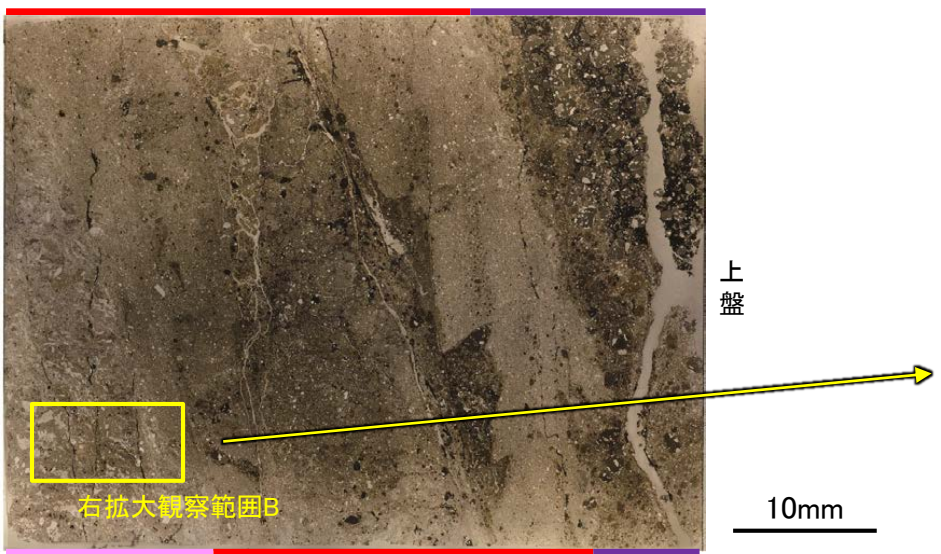


(単ニコル)



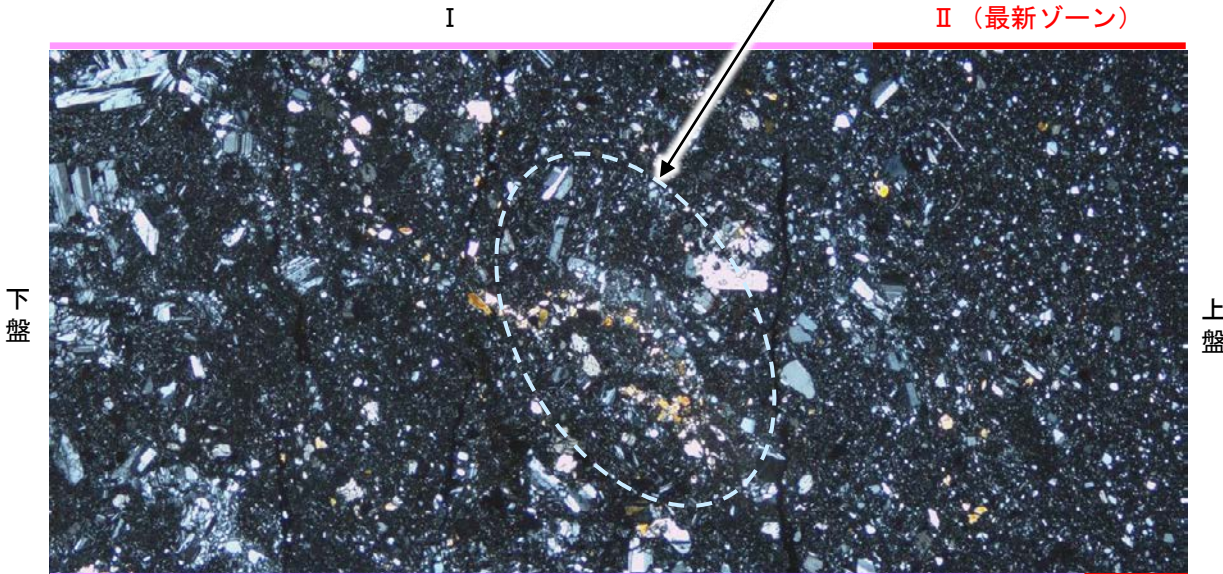
【巨視的に延性的な変形が認められた箇所】  
微視的には, 鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる\*。  
\* 鉱物が破碎され, 引きずられたと判断した根拠については次頁。

(単ニコル)



薄片①写真(K-3a\_90R)

(直交ニコル)



拡大観察範囲B写真

N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察②)ー

○さらに, K-3の浅部と深部で作成した薄片の最新ゾーンを観察すると, 前頁と同様に, 鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められた (拡大観察範囲写真)。

**【K-3 浅部】**  
(単ニコル)

下 上  
下盤 上盤  
I II (最新ゾーン) III  
10mm

下拡大観察範囲C

薄片①写真(K-3a\_90R)

鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(単ニコル) (直交ニコル)

上 II (最新ゾーン) 下  
上 II (最新ゾーン) 下  
下盤 上盤 下盤 上盤  
1mm

拡大観察範囲C写真

**【K-3 深部】**  
(単ニコル)

下 上  
下盤 上盤  
10mm

下拡大観察範囲B

薄片①写真(N-2.3-1\_90R)

鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(単ニコル) (直交ニコル)

上 II (最新ゾーン) 下  
上 II (最新ゾーン) 下  
下盤 上盤 下盤 上盤  
1mm

拡大観察範囲B写真

# N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(文献調査)ー

## <K-3の観察結果>

○露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)では、岩片が延性的に変形する構造が認められ、薄片観察(微視的観察)では、最新ゾーンや巨視的に延性的な変形が認められた箇所に、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められ、それは高木(1998)によれば破碎流動である。

## <破碎流動の形成に関する知見>

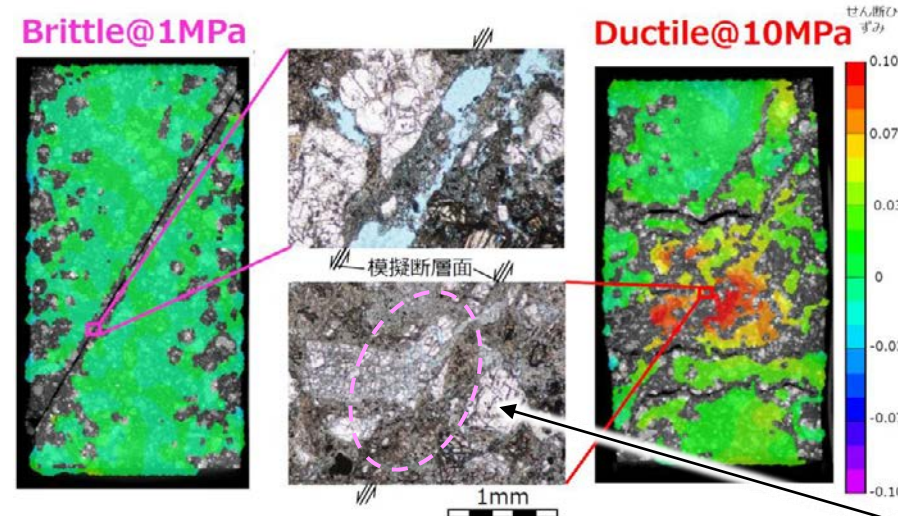
○Paterson et al.(2005)は、常温での三軸試験による脆性から延性への遷移時の封圧を整理しており、破碎流動が形成される領域は、Porous lavas(下表□)では30~100MPaの封圧で遷移するとされている。

常温での三軸試験による測定例  
Paterson et al.(2005)に一部加筆

Rock	Approx. pressure at transition (MPa)	Reference
Limestones and marbles	30 - 100	See text
Limestone (0.16 porosity)	10 - 20	Vajdova, Baud and Wong 2004
Chalk (0.43 porosity)	< 10	Homand and Shao 2000
Dolomite	100 - 200 or higher	Handin and Hager 1957; Mogi 1971b
Gypsum	40	Murrell and Ismail 1976a
Anhydrite	100	Handin and Hager 1957
Rocksalt	< 20	Handin 1953
Talc	400	Edmond and Paterson 1972
Serpentinite	300 - 500	Raleigh and Paterson 1965 Escartin, Hirth and Evans 1997
Chloritite	300	Murrell and Ismail 1976a
Quartzite (0.07 porosity)	600	Hadizadeh and Rutter 1983; Hirth and Tullis 1989
Sandstone (~0.10 porosity)	200 - 300	Edmond and Paterson 1972; Hoshino et al. 1972; Schock, Heard a. Stephens 1973; Bergues et al. 1974
Sandstone (~0.20 porosity)	< 100	Wong, David and Zhu 1997
Siltstones and shales of medium to high porosity	< 100	Handin and Hager 1957; Hoshino et al. 1972
Basalt (0.05 porosity)	300	Shimada and Yukutake 1982
Porous lavas	30 - 100	Mogi 1965; Hoshino et al. 1972

Mogi(1965), Hoshino et al.(1972)は、敷地に認められる岩種と同じ安山岩や凝灰岩を対象に実験を行っている。

○溝口ほか(2019)は、別所岳安山岩類の凝灰角礫岩から試料を採取し、常温で1~100MPaの一定封圧下で三軸試験を実施している。その結果、力学挙動から封圧1MPaでは脆性的な挙動を示したが、封圧10MPaでは延性的な挙動が認められるとしている。  
○さらに、封圧10MPaの試験後試料の薄片観察(微視的観察)において、粒子が岩片化し、それらが引きずられて流動する構造が確認されている。



別所岳安山岩類の凝灰角礫岩の三軸変形試験後の薄片観察結果  
溝口ほか(2019)に一部加筆

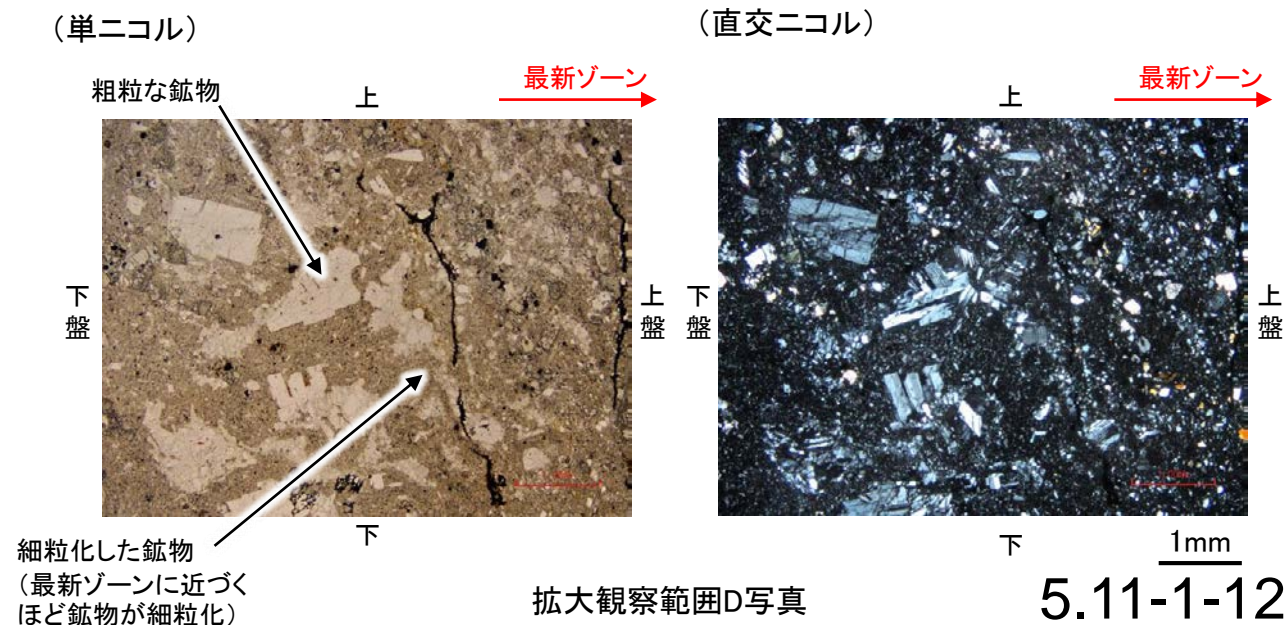
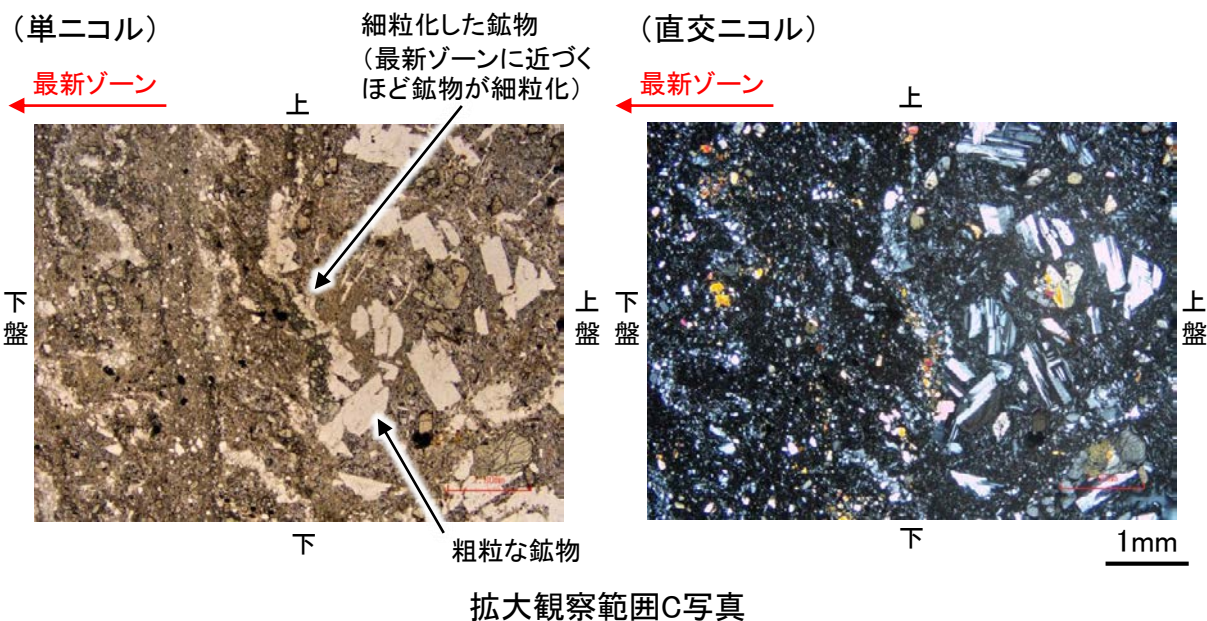
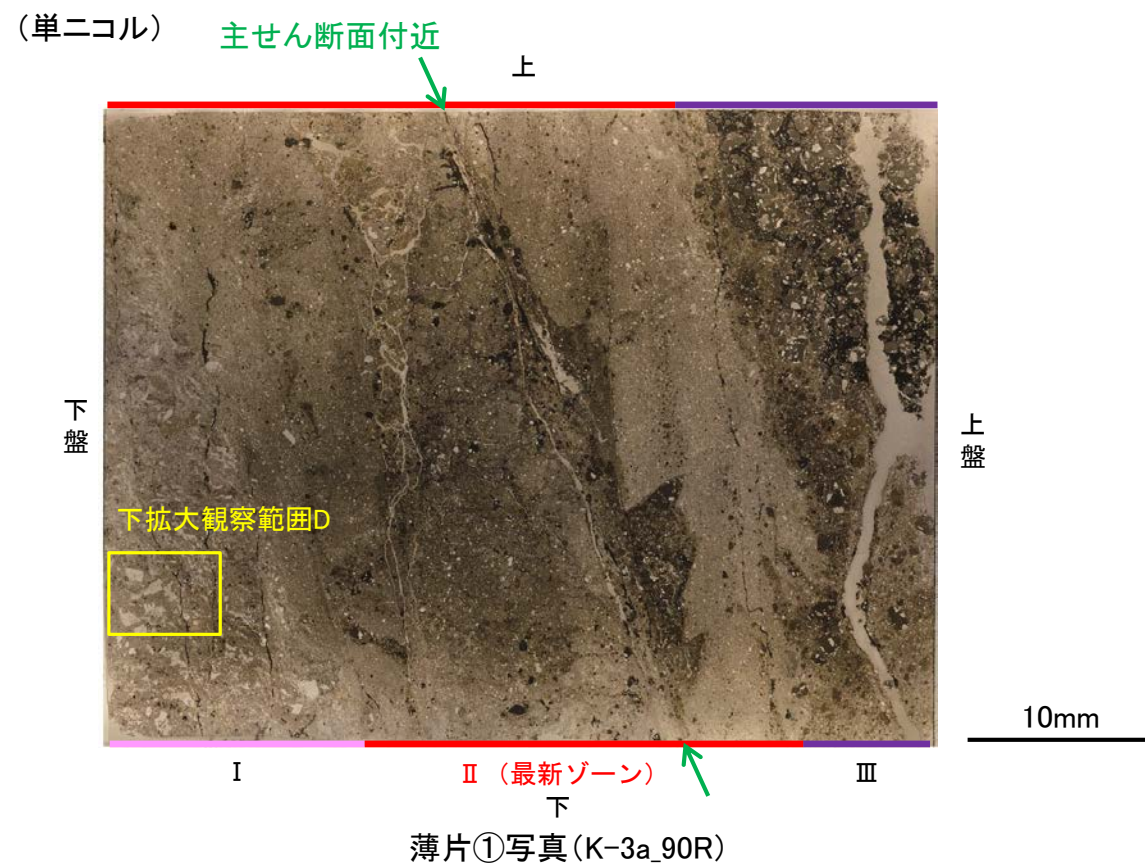
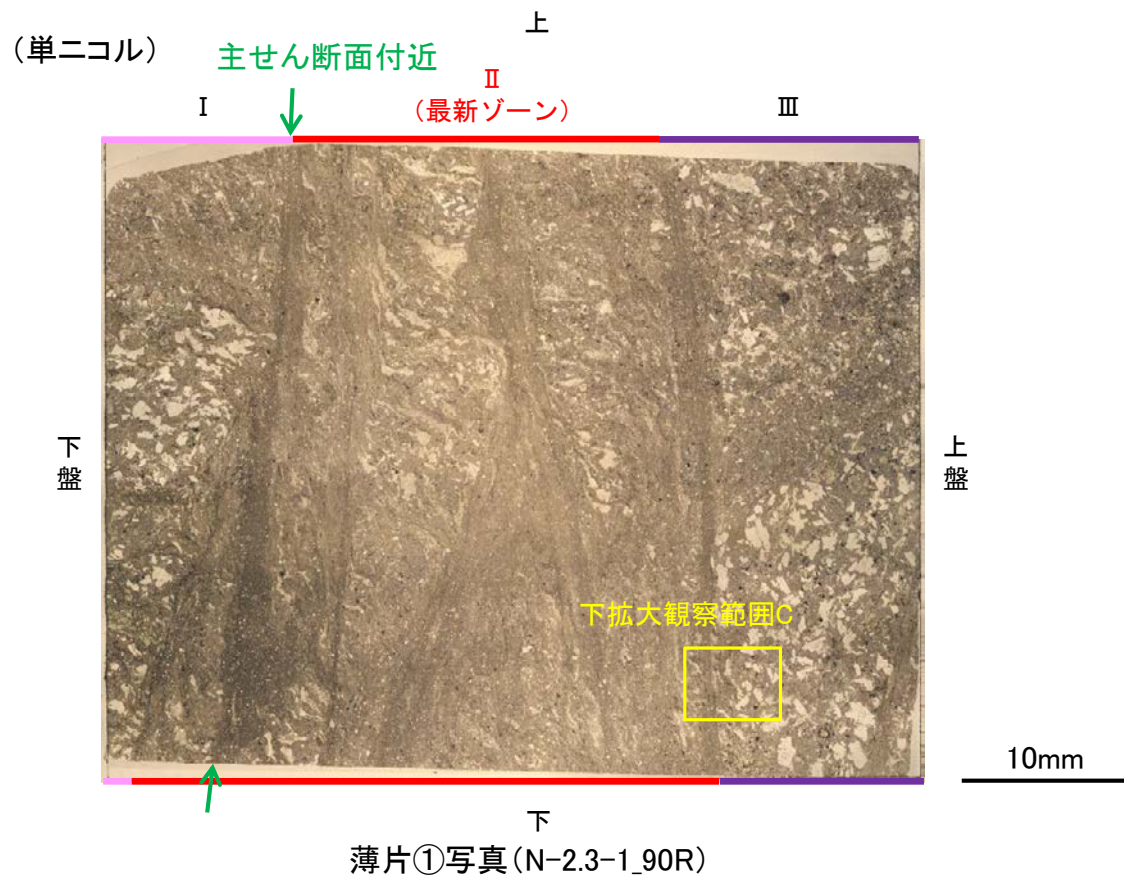
岩片が引きずられて流動する構造



○敷地と同じ岩石を用いて実験を行っている溝口ほか(2019)によれば、破碎流動が形成されるのは、10MPa程度の封圧が必要とされていることから、K-3の最新ゾーンは、封圧の小さな地表付近で形成されたものではなく、地下深部で形成されたと判断される。

N-2.3-1孔, K-3露頭 a地点 - 鉬物が断層活動により引きずられて細粒化したと判断した根拠について -

- K-3の破碎部の薄片観察(微視的観察)の結果, 最新ゾーン周辺に鉬物が引きずられて細粒化する構造は, 細粒な鉬物の集合体であり, その周りには粗粒な同種の鉬物が認められる。
- また, この構造は最新ゾーンに近づくほど細粒な粒子で構成されている。
- 以上のことから, K-3の破碎部の薄片観察(微視的観察)で認められた鉬物が引きずられて細粒化する構造は, 断層運動に伴う破碎によって鉬物が破碎し, 細粒化したものと判断される。



---

## 5. 12-1

### 鉍物脈法に関する調査結果(K-14)

---

## (1) 薄片觀察

---

(1)-1 H' - -1.3孔



# K-14 H' --1.3孔 — 評価結果 —

## 【最新面の認定】

OH' --1.3孔の深度125.60m付近で認められるK-14において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側の境界に最新面を認定した。また、最新ゾーンの下盤側の境界に最新面と平行な空隙が認められ、この空隙については、元々最新面であったものが薄片作成時等の乱れの影響を受けて開口した可能性がある(参考資料5.12-1(1)-1 P.5.12-1-5, 6)。

## 【鉱物の同定】

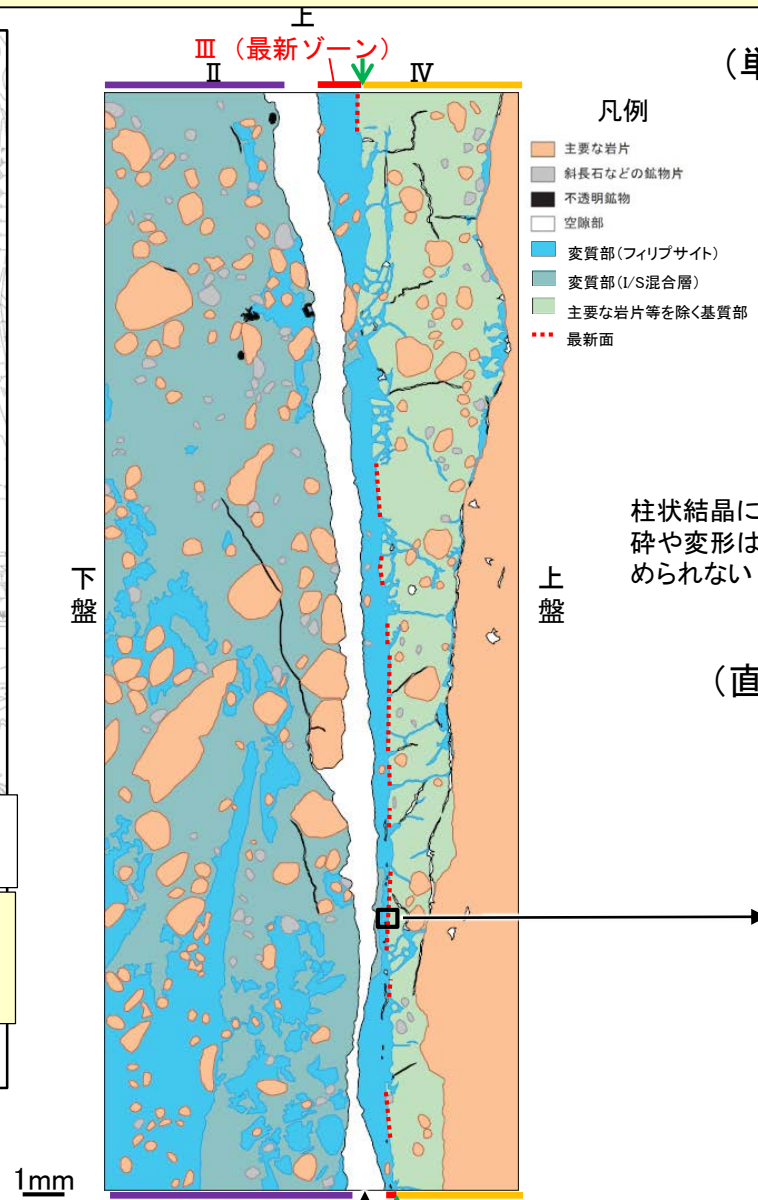
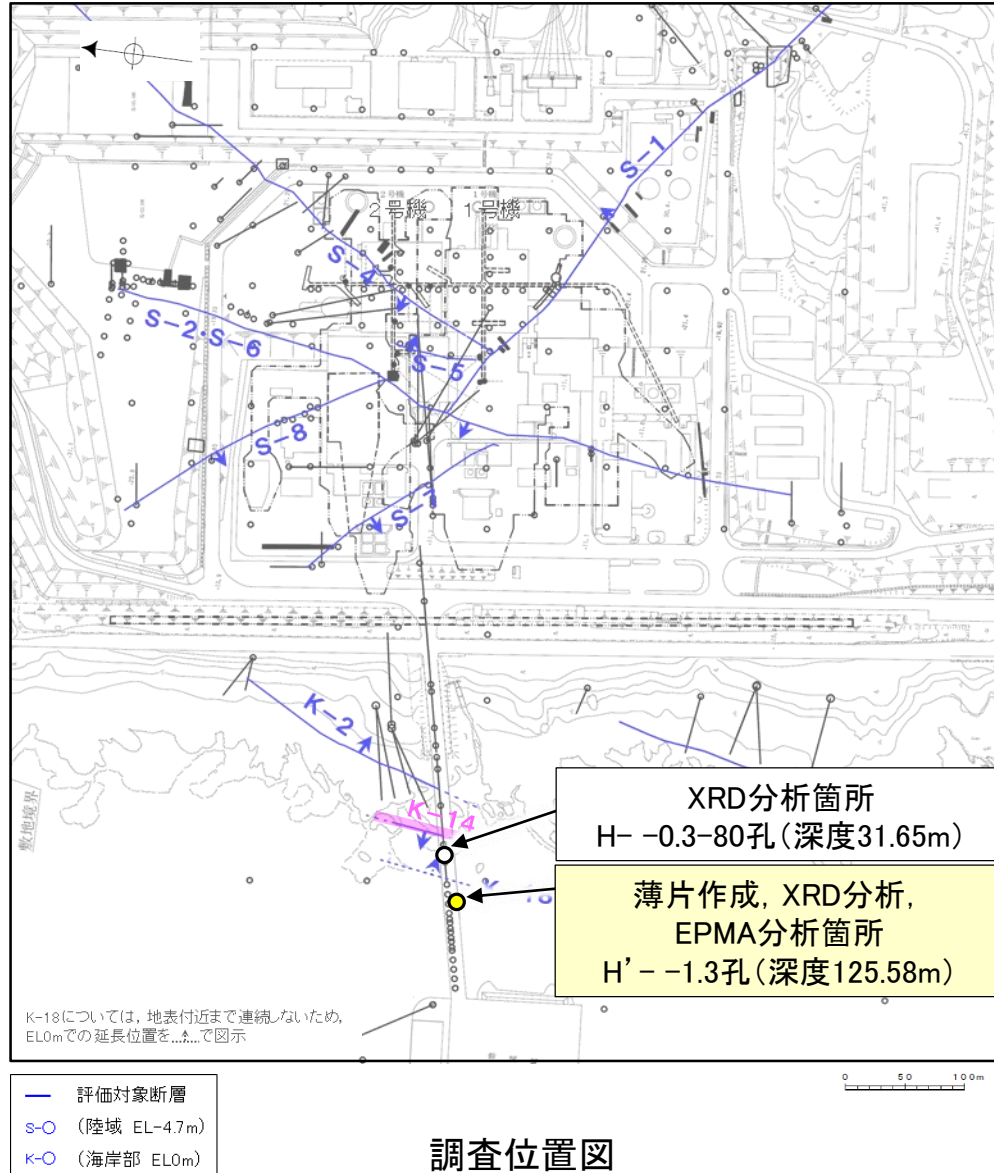
○微視的観察により確認した変質鉱物は、XRD分析、薄片観察、EPMA分析(定量)結果から、フィリップサイト及びI/S混合層であると判断される(参考資料5.12-1(1)-1 P.5.12-1-7~12)。

## 【変質鉱物の分布と最新面との関係】

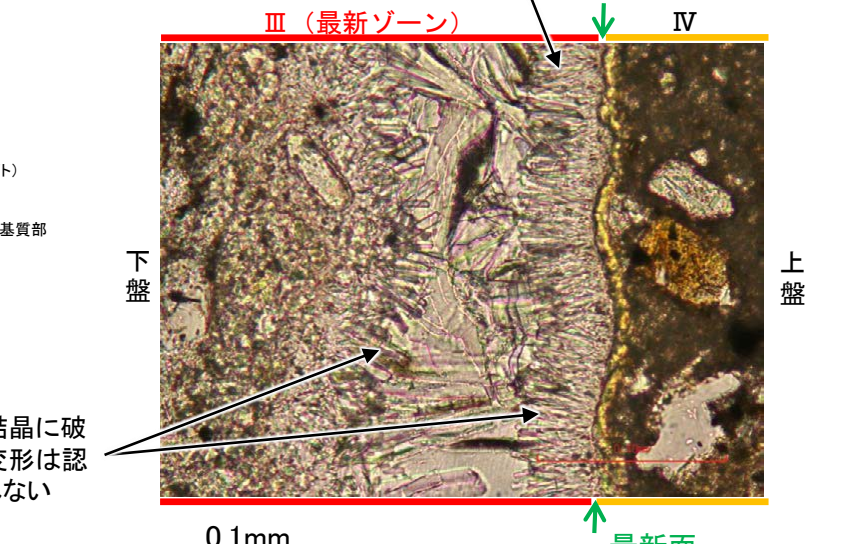
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、I/S混合層及びフィリップサイトの分布範囲を確認した結果、I/S混合層やフィリップサイトは最新ゾーン及びその周辺に分布している。最新ゾーン中において、I/S混合層を基底としてフィリップサイトの柱状結晶が晶出して、晶洞内にはI/S混合層が認められないことから、I/S混合層生成後にフィリップサイトが晶出したと考えられる(参考資料5.12-1(1)-1 P.5.12-1-13~16)。

○薄片①の範囲A, Bにおいて、フィリップサイトの柱状結晶が最新面に接して晶出し、また最新面直近に十字状の形態をなす自形のフィリップサイトの結晶が認められ、これらの結晶に破碎や変形は認められないものの、再観察の結果、フィリップサイトが最新面を明瞭に横断していないと判断した(参考資料5.12-1(1)-1 P.5.12-1-17~20)。

○最新面に接してフィリップサイトの柱状結晶や、最新面直近にフィリップサイトの十字状の自形結晶が晶出しており、これらの結晶に破碎や変形は認められないものの、フィリップサイトが最新面を明瞭に横断しておらず、最新面とフィリップサイトとの切り合い関係が不明確である。



## (単ニコル)



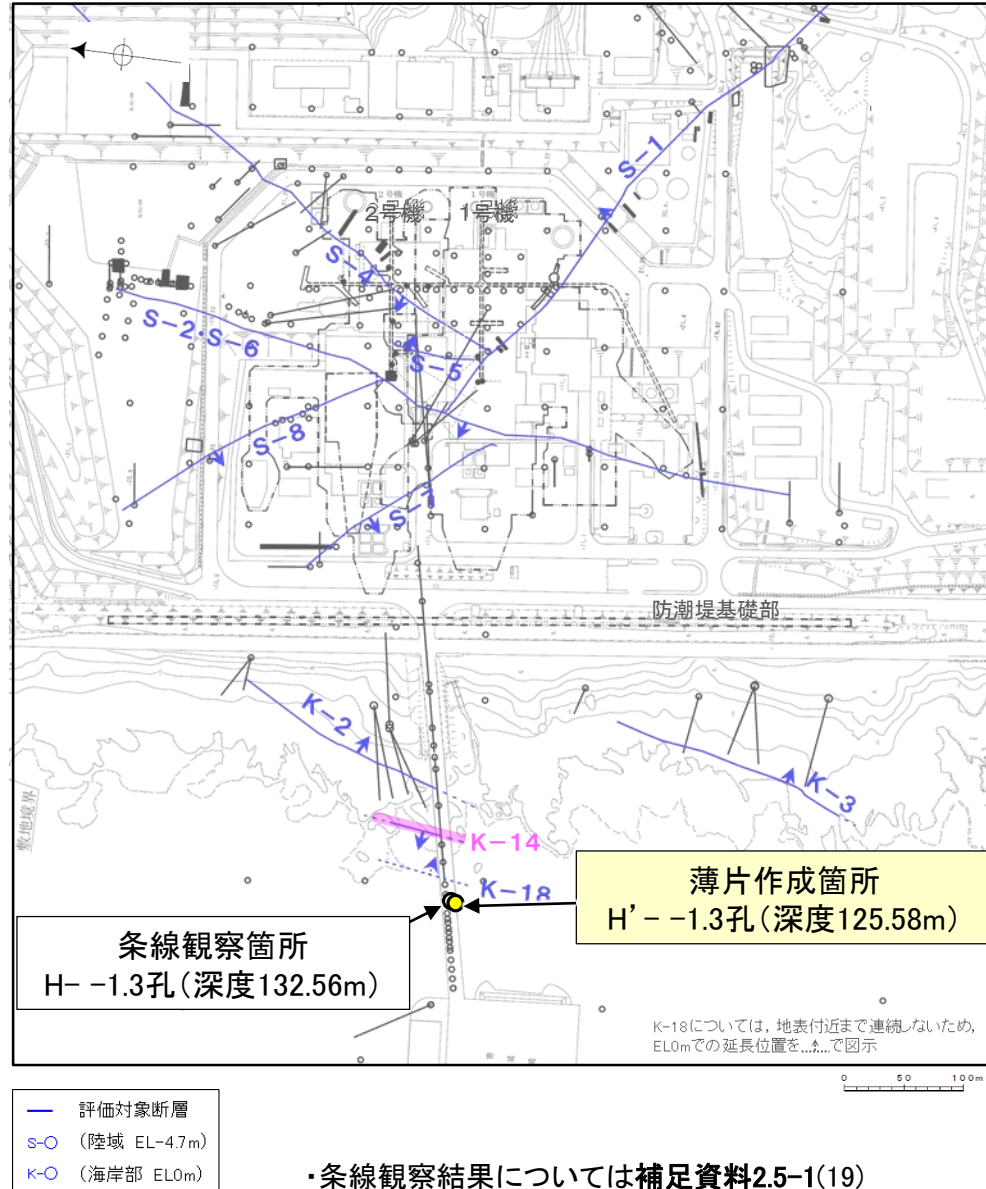
## (直交ニコル)



詳細観察範囲写真(範囲A)

# K-14 H' -- 1.3孔 - 巨視的観察 -

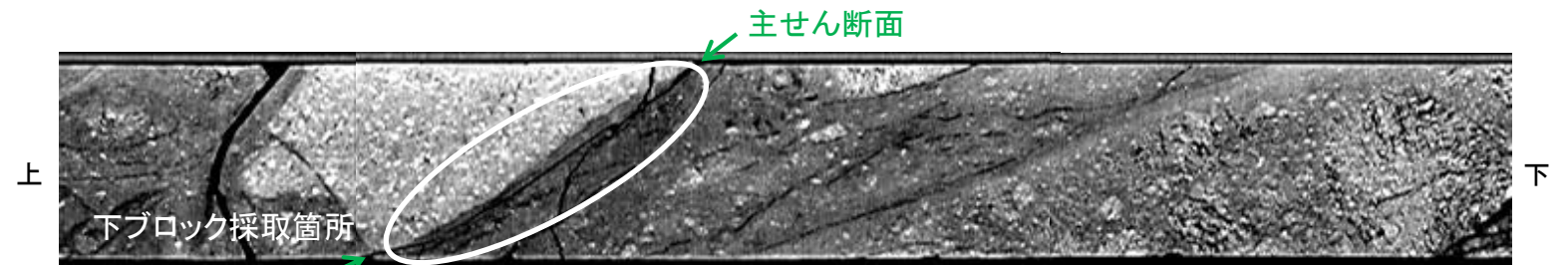
- H' -- 1.3孔の深度125.60m付近で認められるK-14において、巨視的観察(ボーリングコア観察, CT画像観察)を実施し、最も直線性・連続性がよい断層面を主せん断面として抽出した。
- 隣接孔(H -- 1.3孔)の主せん断面における条線観察の結果、110° Rの条線方向が確認されたことから、110° Rで薄片を作成した(ブロック写真)。
- また、ボーリングコア観察において、主せん断面を充填する白色鉱物(フィリップサイト)が認められる。



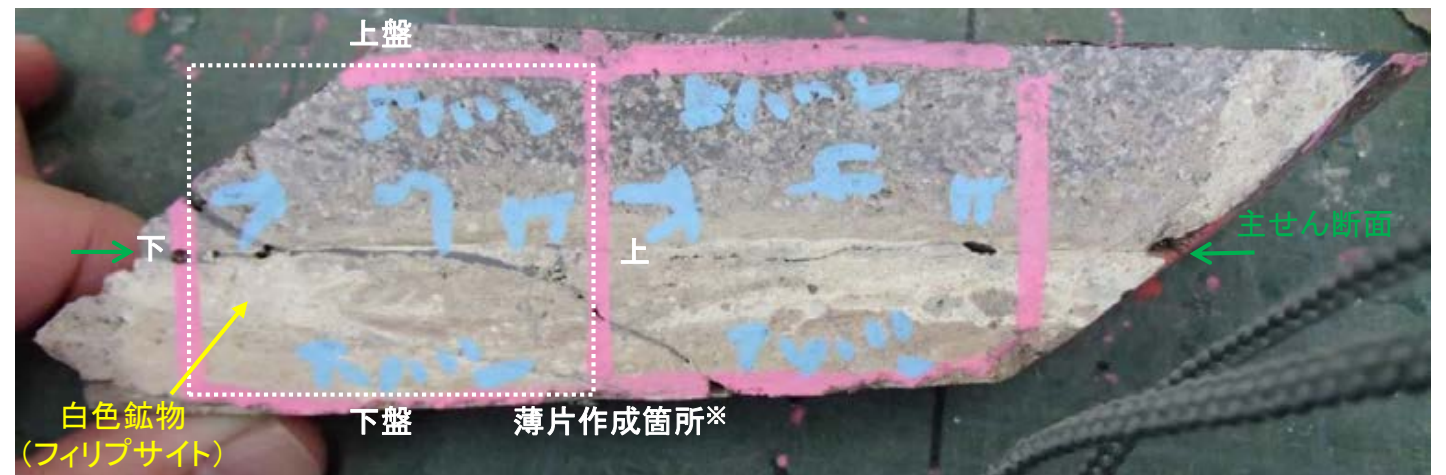
調査位置図



ボーリングコア写真(H' -- 1.3孔)



CT画像(H' -- 1.3孔)



ブロック写真

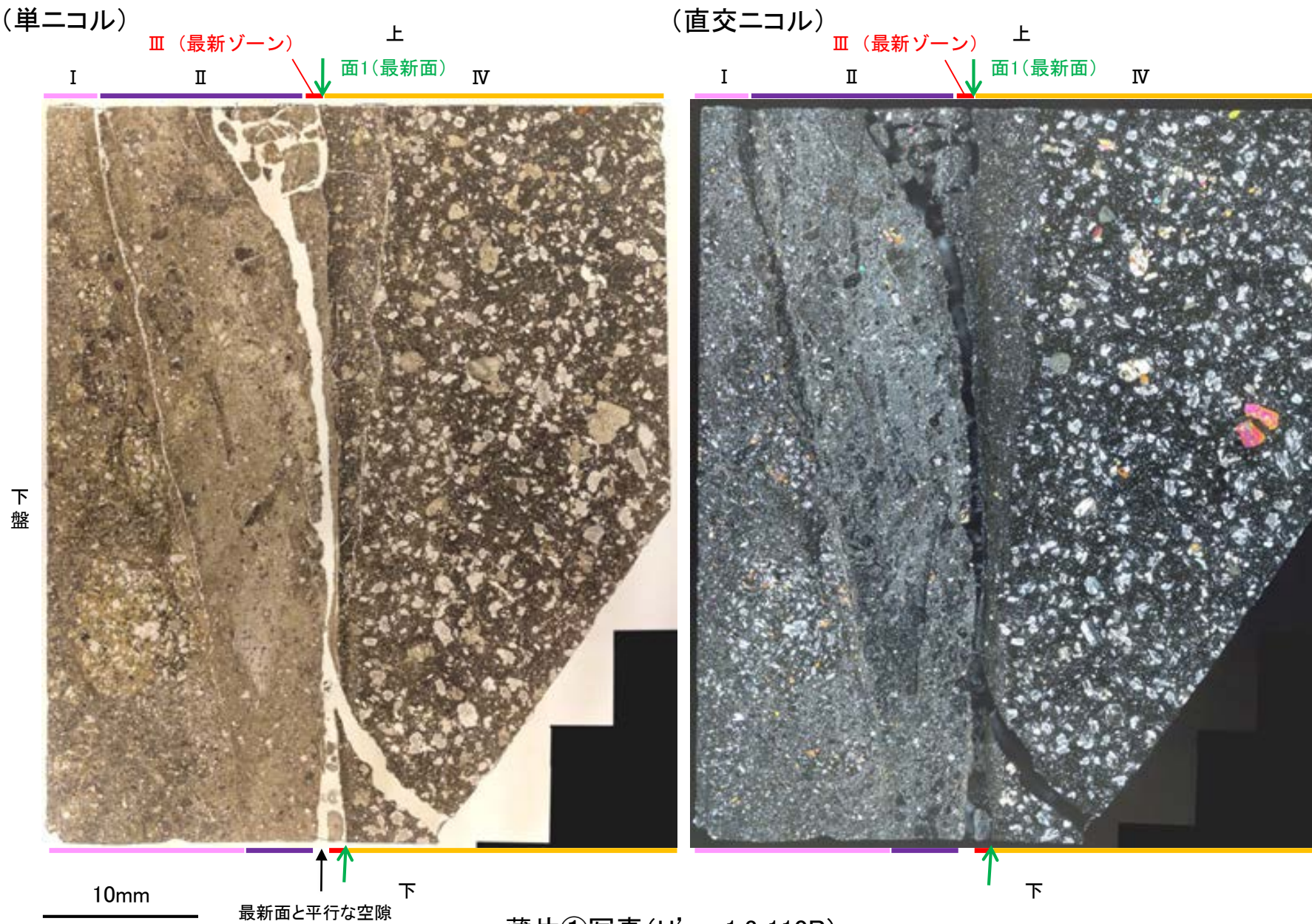
※図示した箇所では薄片①を作成し、そこから1mm程度削り込んだ位置でEPMA用薄片を作成した

# K-14 H' - -1.3孔 ー 微視的観察 ー

- 薄片①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, 下盤側より I ~ IV に分帯される。
- そのうち, 最も細粒化している2mm以下の薄層である分帯Ⅲを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅳとの境界に, 面1が認められる。面1は凹凸を伴い直線性に乏しいが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。
- また, 最新ゾーンと分帯Ⅱとの境界に, 最新面と平行な空隙が認められ, この空隙については, 元々最新面であったものが薄片作成時等の乱れの影響を受けて開口した可能性がある。

## 分帯とコア観察における破碎部区分との対応

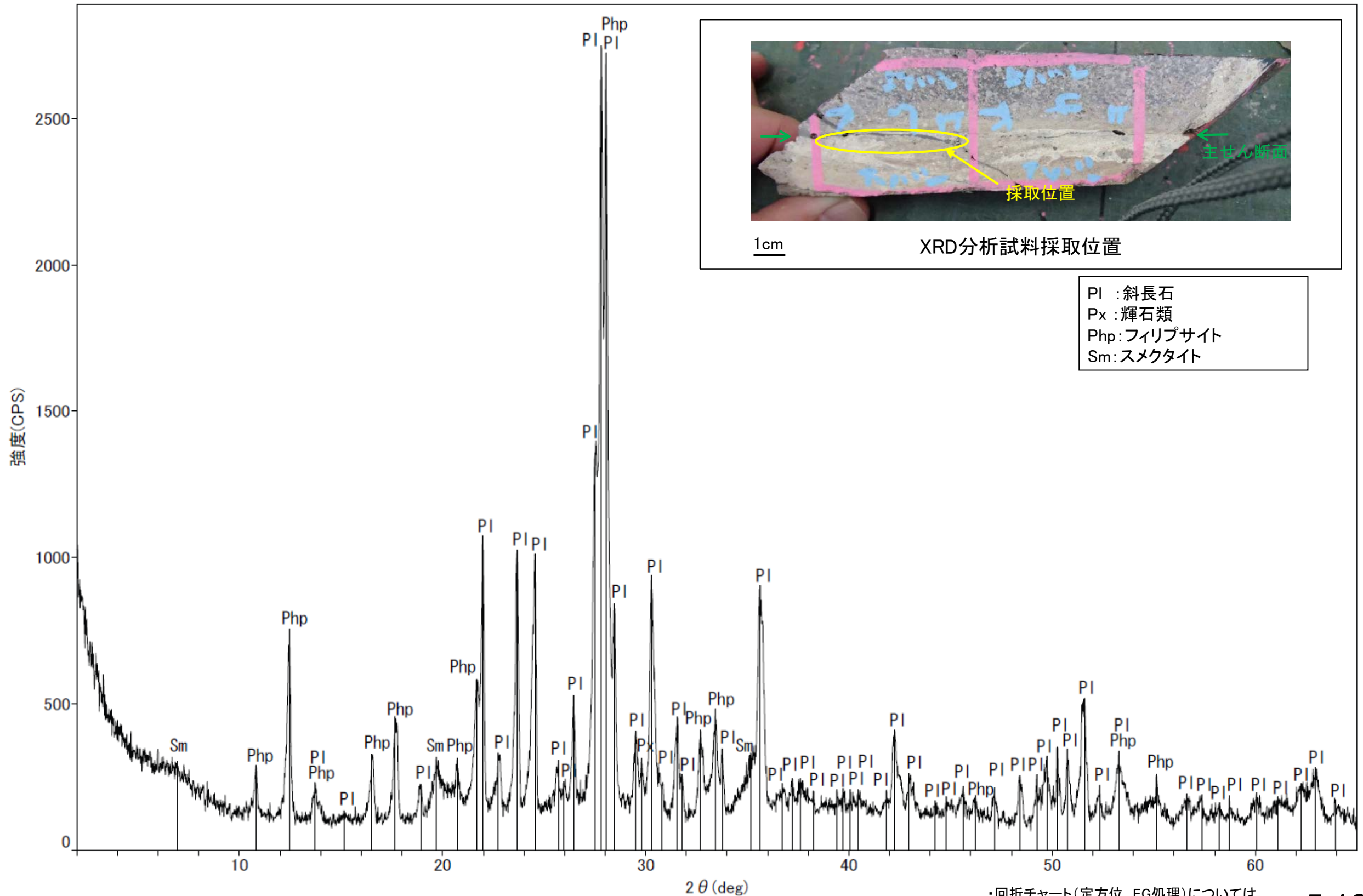
- ・分帯Ⅱ, 分帯Ⅲ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
- ・分帯Ⅰ・・・固結した破碎部



薄片①写真(H' - -1.3\_110R)

- I: 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10mm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おり, IIとの境界付近に比較的多く含まれる。また, IIとの境界付近には, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する鉱物が生成されている。
- II: 単ニコルで褐灰色, 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4mm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。また, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する鉱物が岩片の間を充填する。
- III(最新ゾーン): 単ニコルで無色透明～褐灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する鉱物を含む細粒物からなる。径0.5mm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。岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成されており, それらの間を, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する鉱物が充填する。
- IV: 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火山礫凝灰岩からなる。薄片内の大半を安山岩礫が占めるが, Y面付近は細粒化が進み, 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, 鉱物片は垂角～垂円形である。IIIとの境界付近の割れ目には, 単ニコルで無色透明～褐灰色, 直交ニコルで灰～暗灰色の干渉色を呈する鉱物が晶出している。

○最新ゾーン付近でXRD分析を実施した結果, 主な変質鉍物としてフィリップサイトが認められ, その他の変質鉍物としてはスメクタイトが認められる。



回折チャート(不定方位)\_H' -- 1.3孔

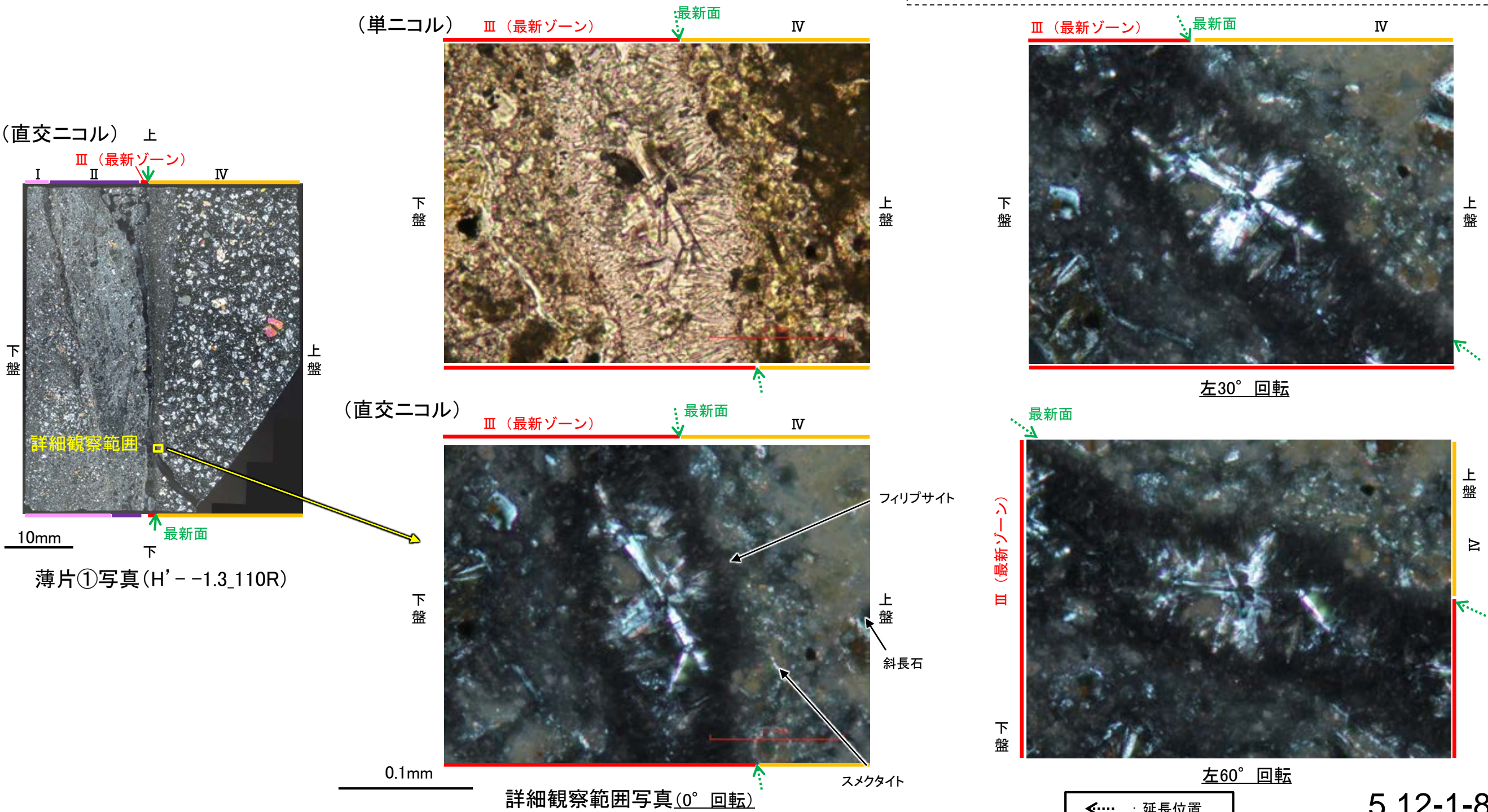
・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-49

# K-14 H' -- 1.3孔 — 鉍物の同定(薄片観察(光学的性質), フィリップサイト) —

○最新ゾーンにおける薄片観察の結果, 単ニコルで無色透明~褐灰色, 直交ニコルで灰~暗灰色を呈する変質鉍物が認められ, ステージの回転によりわずかに干渉色に変化し, 低い複屈折を示すことから, フィリップサイトの特徴的な光学的性質(低複屈折)を有することが確認できる。

文献における複屈折(\*<sup>1</sup>Sheppard and Fitzpatrick(1989), \*<sup>2</sup>吉村(2001))

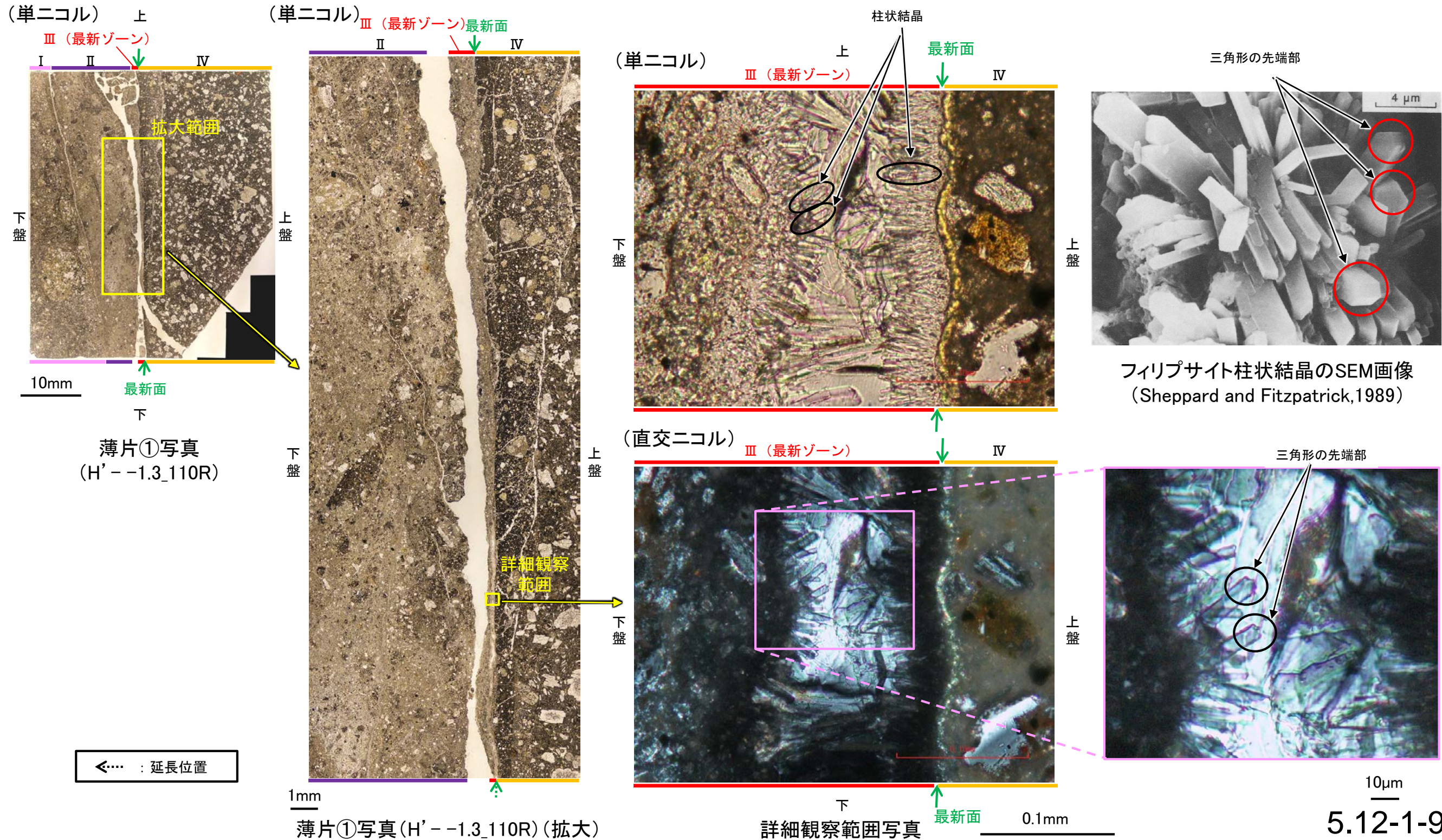
- ・フィリップサイト(K・Naに富む) : 0.002~0.004\*<sup>1</sup>
- ・斜長石 : 0.008~0.013\*<sup>2</sup>
- ・スメクタイト : 0.01~0.04\*<sup>2</sup>



# K-14 H' -- 1.3孔 — 鉍物の同定(薄片観察(形状), フィリップサイト) —

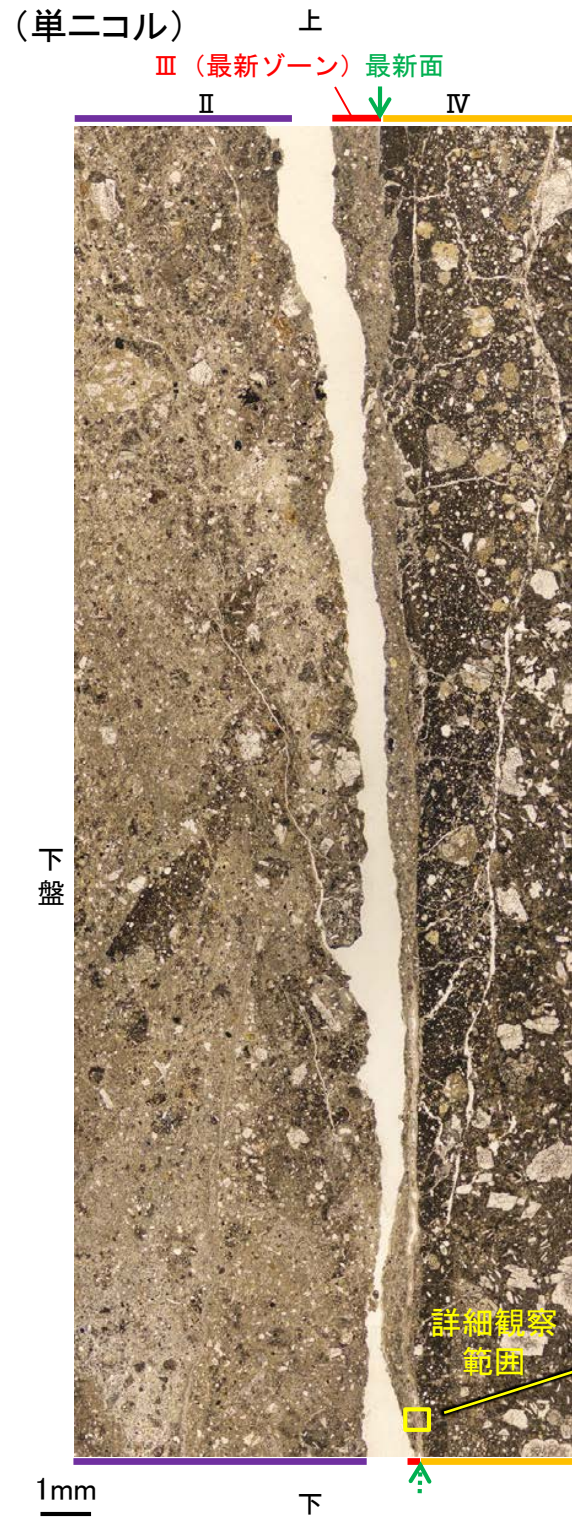
- 最新ゾーンにおいて, 最新面から垂直方向に成長する柱状結晶が認められる。この柱状結晶の先端部には, Sheppard and Fitzpatrick(1989)のフィリップサイトで見られるような, 三角形の先端部も認められる。
- また, 松原(2002)やAdisaputra and Kusnida(2010)でフィリップサイトの特徴として示される, 十字状の形態をなす双晶も認められる(次頁)。

## 【三角形の先端部を持つ柱状結晶】

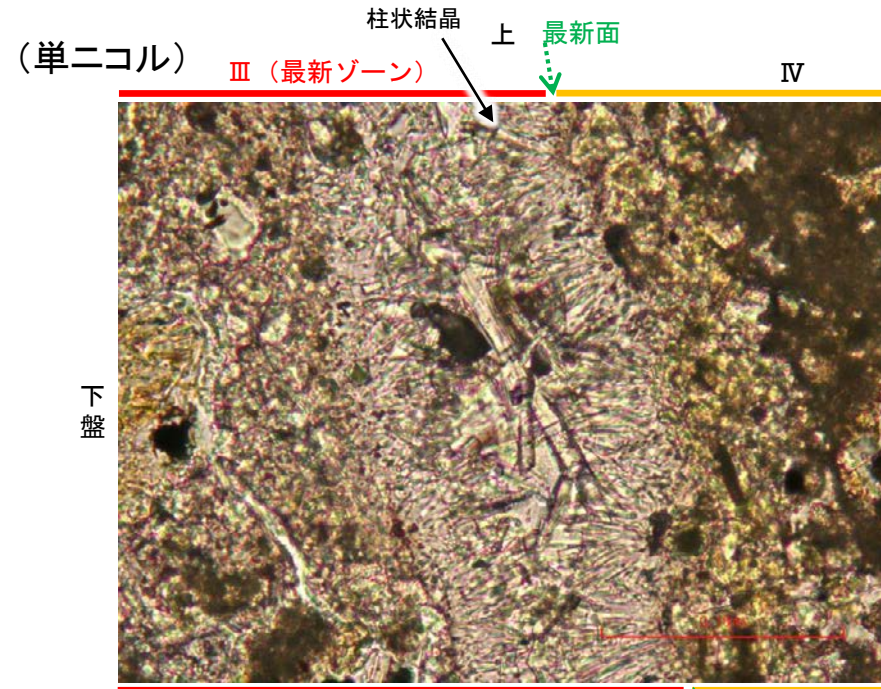


K-14\_H' - -1.3孔

# 【十字状の形態をなす双晶】

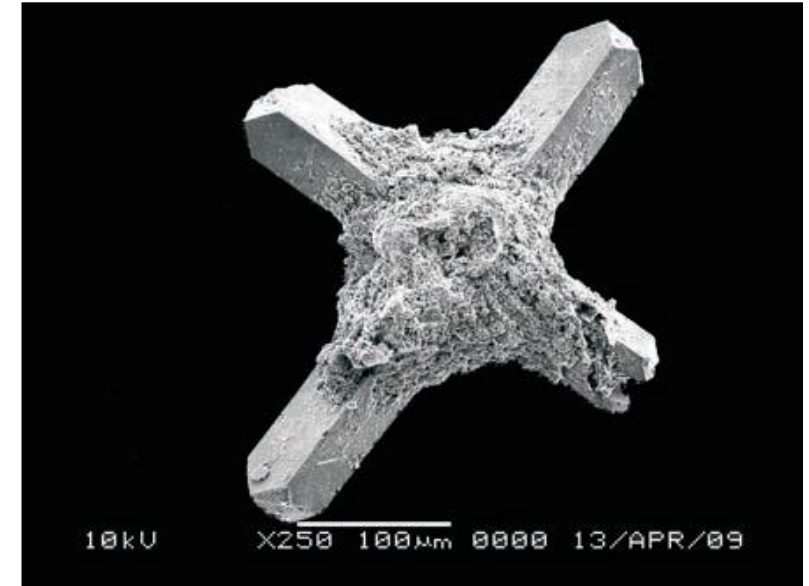


薄片①写真(H' - -1.3\_110R) (拡大)



0.1mm 下 最新面

詳細観察範囲写真



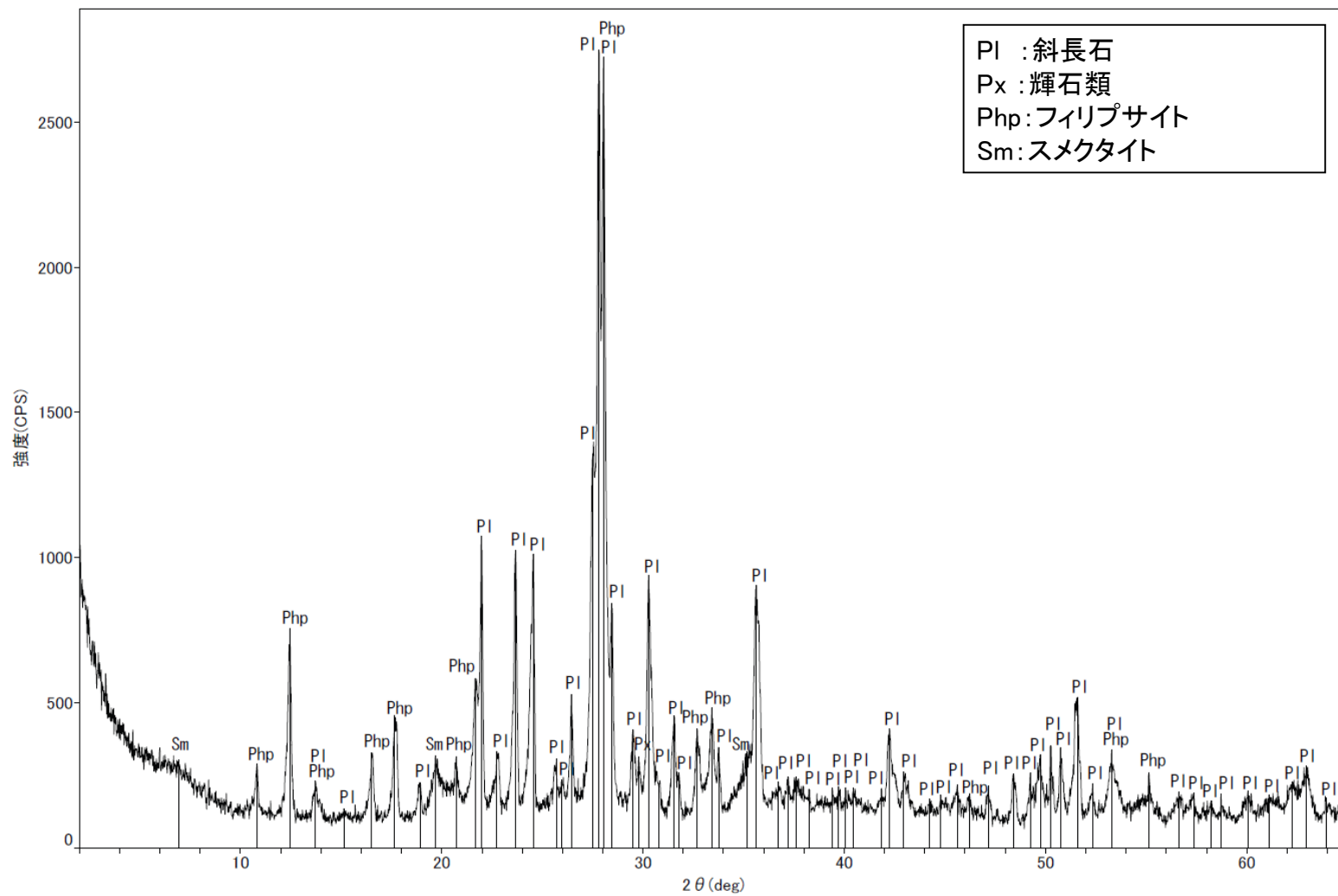
十字状の形態をなすフィリップサイトのSEM画像  
(Adisaputra and Kusnida,2010)

・松原(2002)やAdisaputra and Kusnida(2010)でフィリップサイトの特徴として示される, 十字状の形態をなす双晶が認められる。

←… : 延長位置

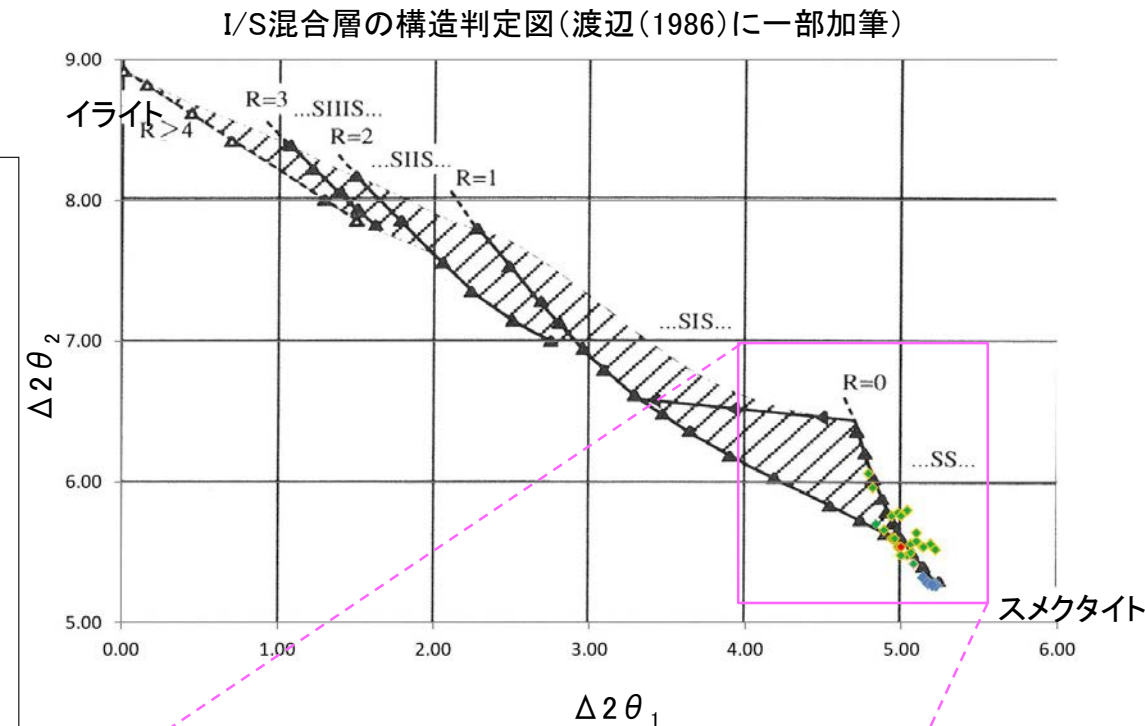
松原(2002)  
十字沸石(phillipsite): 複雑な双晶をして産し, 四角柱状, 十字状などの形態が特徴。

○最新ゾーン付近で実施したXRD分析において、フィリップサイト以外の変質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(H' - -0.3-80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。

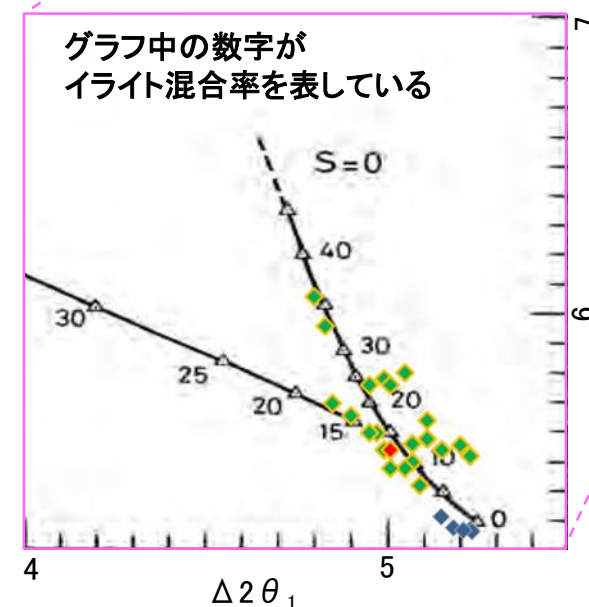


回折チャート(不定方位)\_H' - -1.3孔

・回折チャート(定方位, EG処理)については、  
補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-49



グラフ中の数字が  
イライト混合率を表している



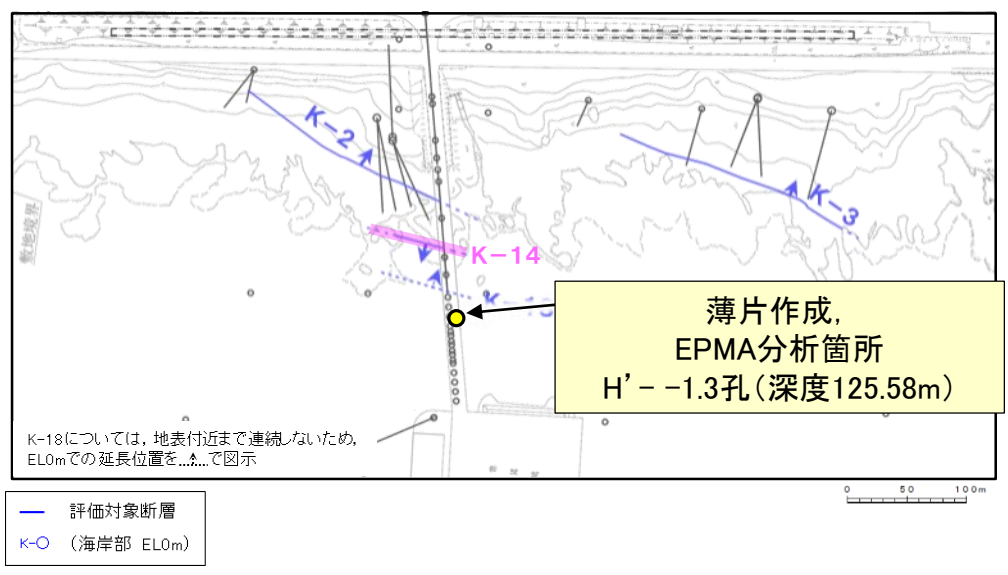
- ◆ K-14 (H' - -0.3-80孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト Nakata et al.(2019)

・K-14試料の詳細検討結果は  
補足資料5.3-2(2) P.5.3-2-45

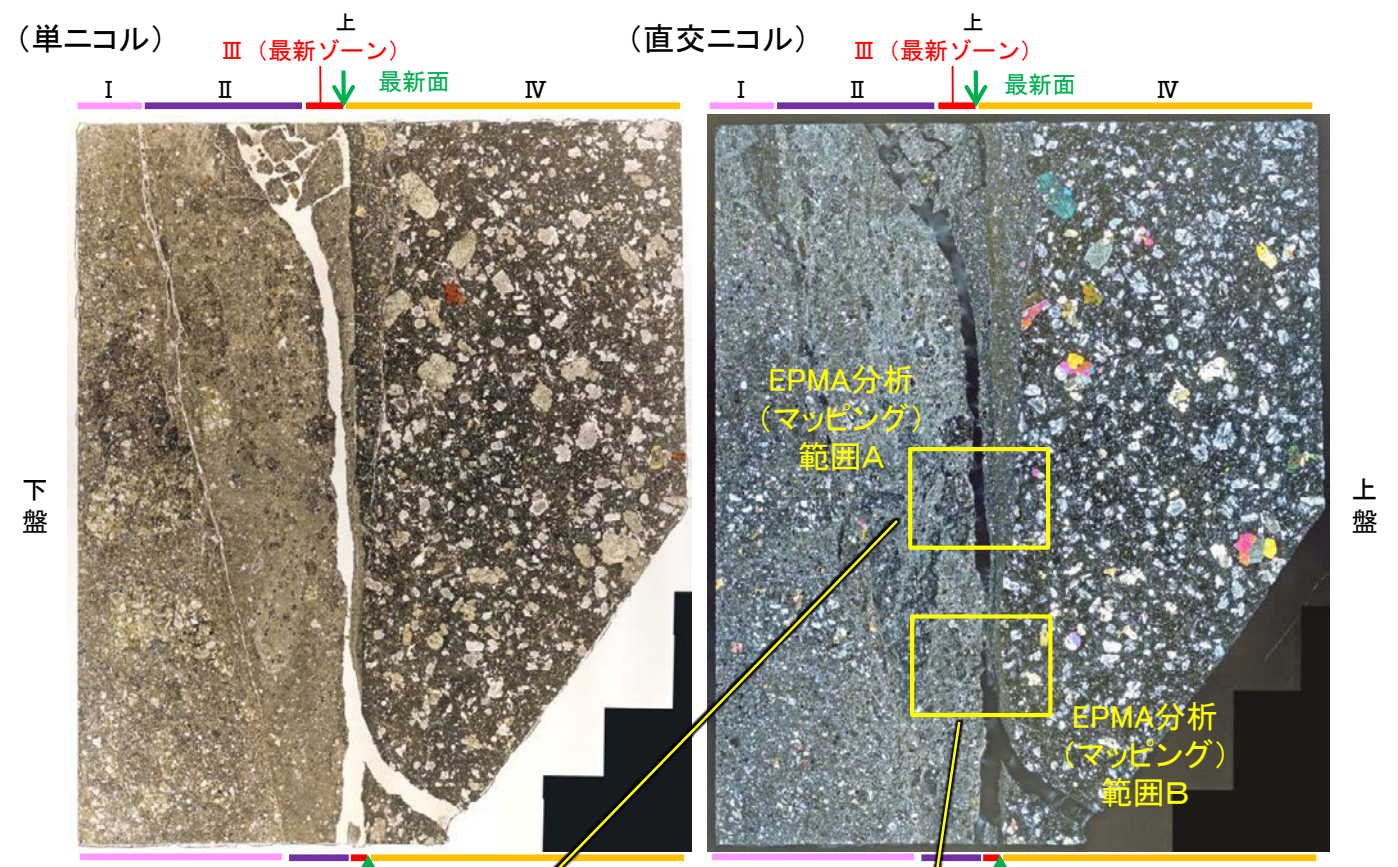


# K-14 H' -- 1.3孔 — 鉱物の同定(EPMA分析(定量), I/S混合層) —

○EPMA用薄片においても薄片①と同様に、最新ゾーンやその周辺に粘土鉱物やフィリップサイトが分布する。  
○この粘土鉱物を対象として、EPMA分析(定量)による化学組成検討を実施した結果、この粘土鉱物はI/S混合層であると判断される。

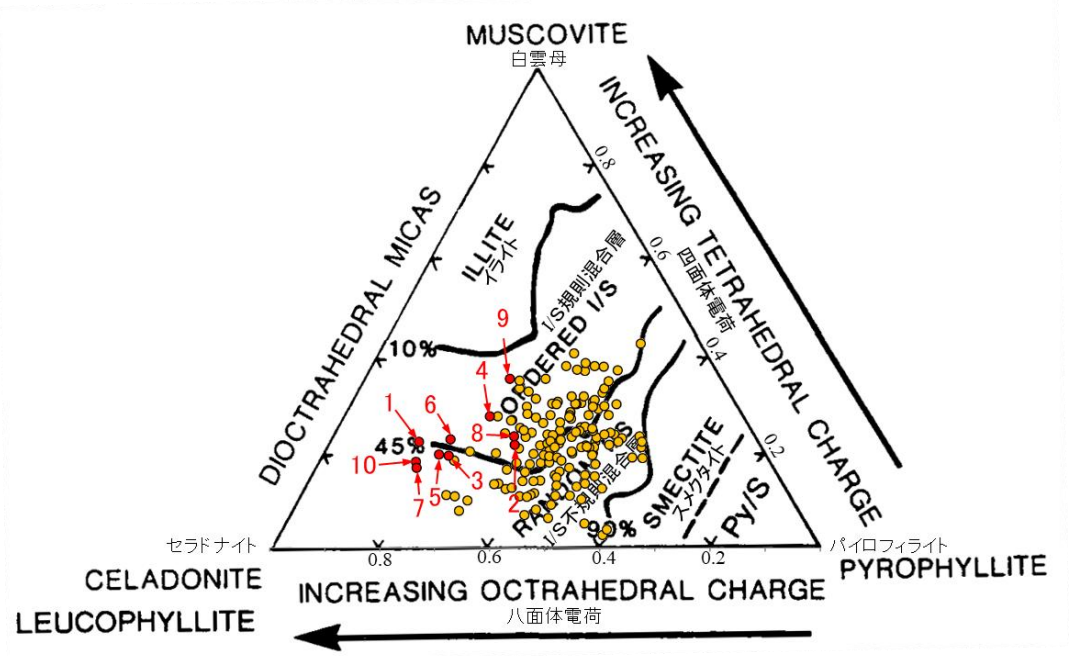


調査位置図



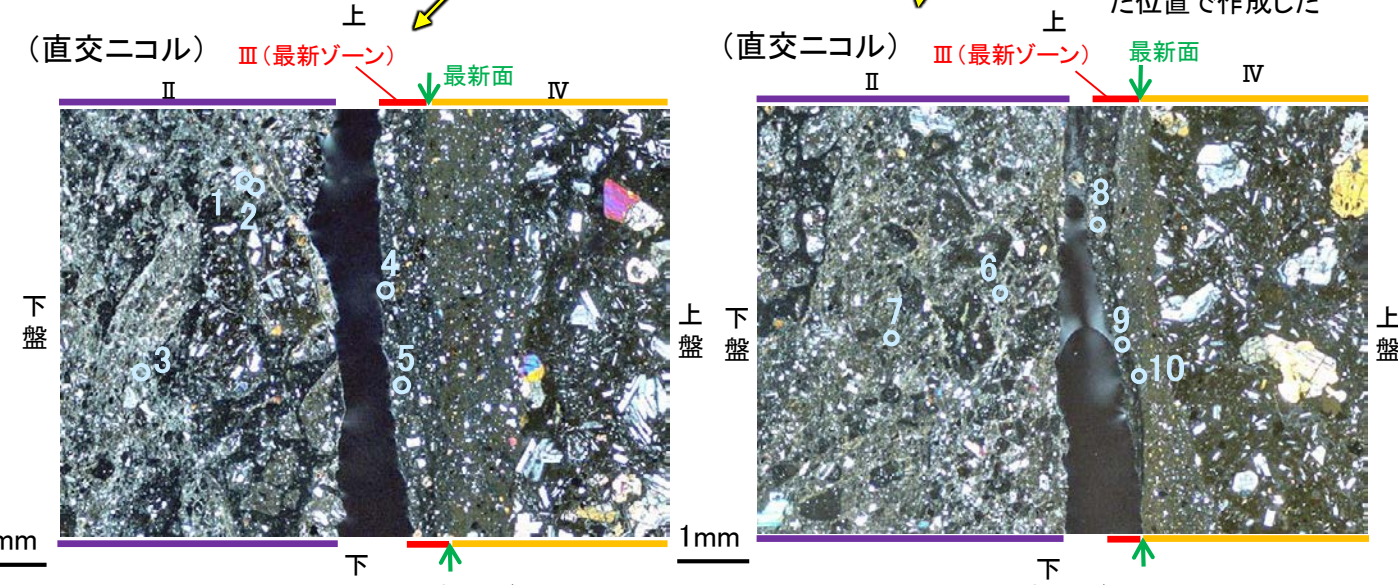
EPMA用薄片※写真

※薄片①を作成した箇所から1mm程度削り込んだ位置で作成した



・詳細は補足資料5.3-2(3)P.5.3-2-86, 87

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)



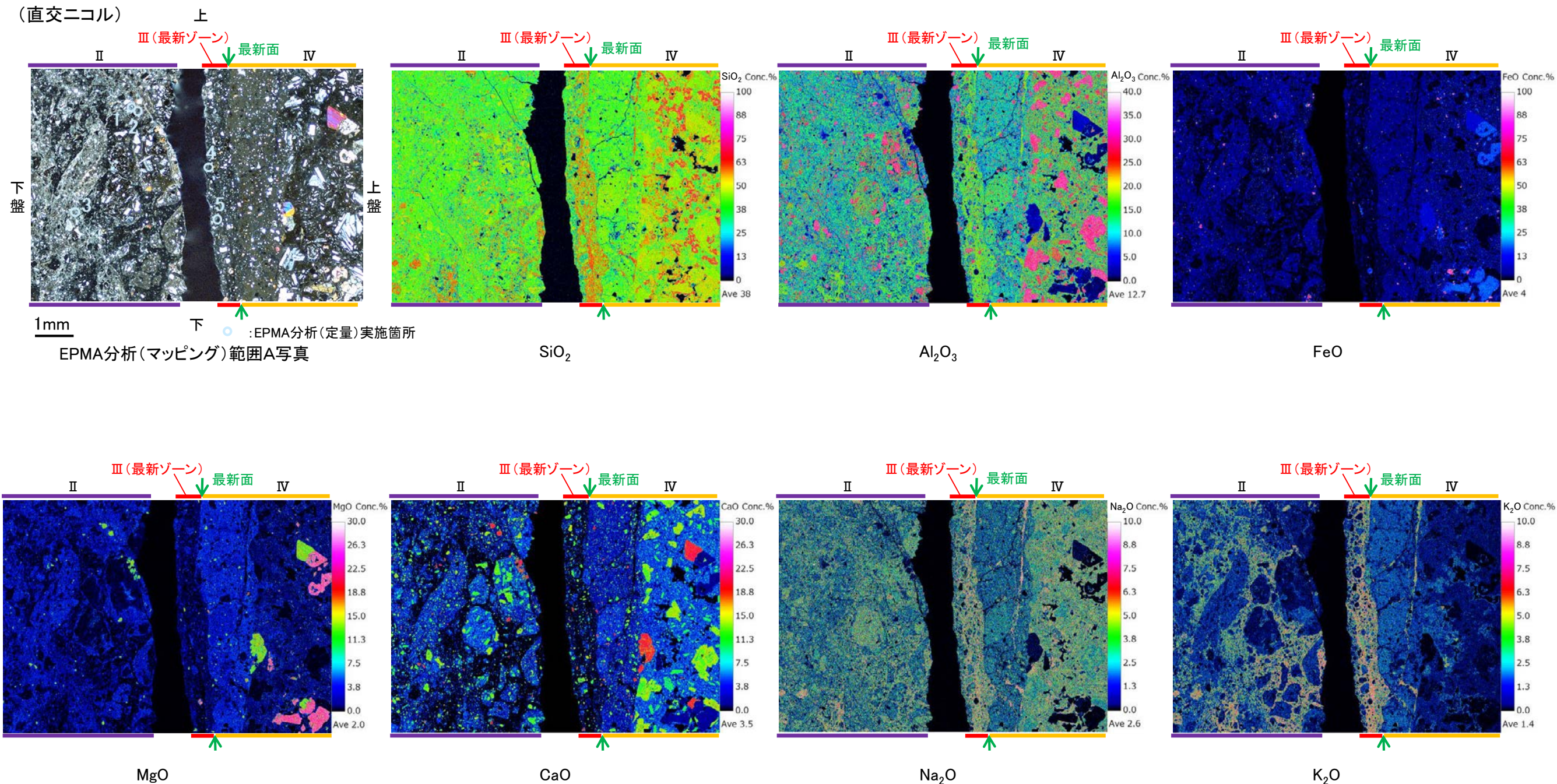
EPMA分析(マッピング)範囲A写真

EPMA分析(マッピング)範囲B写真

# K-14 H' - -1.3孔 ー 変質鉱物の分布 (EPMA分析 (マッピング)) ー

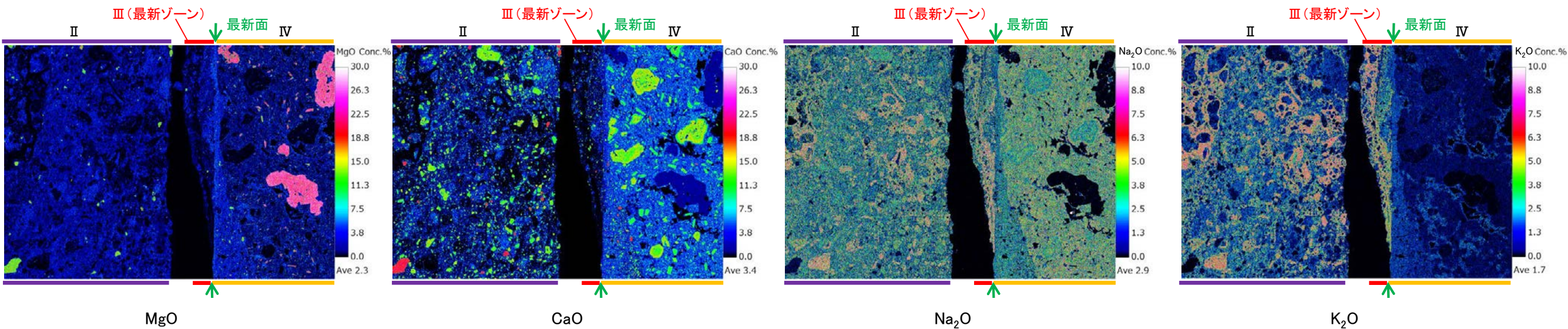
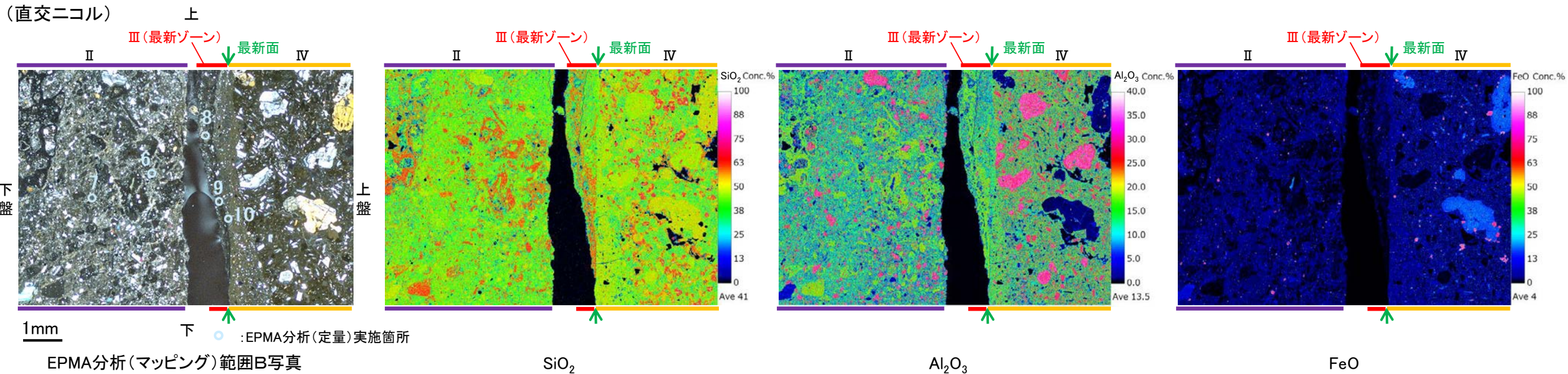
○EPMA用薄片でEPMA分析 (マッピング) を実施した結果, EPMA分析 (定量) で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。  
○また, I/S混合層より相対的にSiO<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>Oが高いフィリップサイトについても, 薄片①で認められたフィリップサイトと対応する最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

## 【EPMA分析 (マッピング) 範囲A】



K-14\_H' - -1.3孔

## 【EPMA分析(マッピング)範囲B】



- ・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。
- ・また、I/S混合層より相対的にSiO<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oが高いフィリップサイトについても、薄片①で認められたフィリップサイトと対応する最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

# K-14 H' -- 1.3孔 ー 変質鉱物の分布(薄片観察) ー

○薄片①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により、I/S混合層及びフィリップサイトの分布範囲を確認した結果、I/S混合層及びフィリップサイトが最新ゾーンやその周辺に分布している。

(単ニコル)

III (最新ゾーン) 最新面  
II IV



下盤

(直交ニコル)

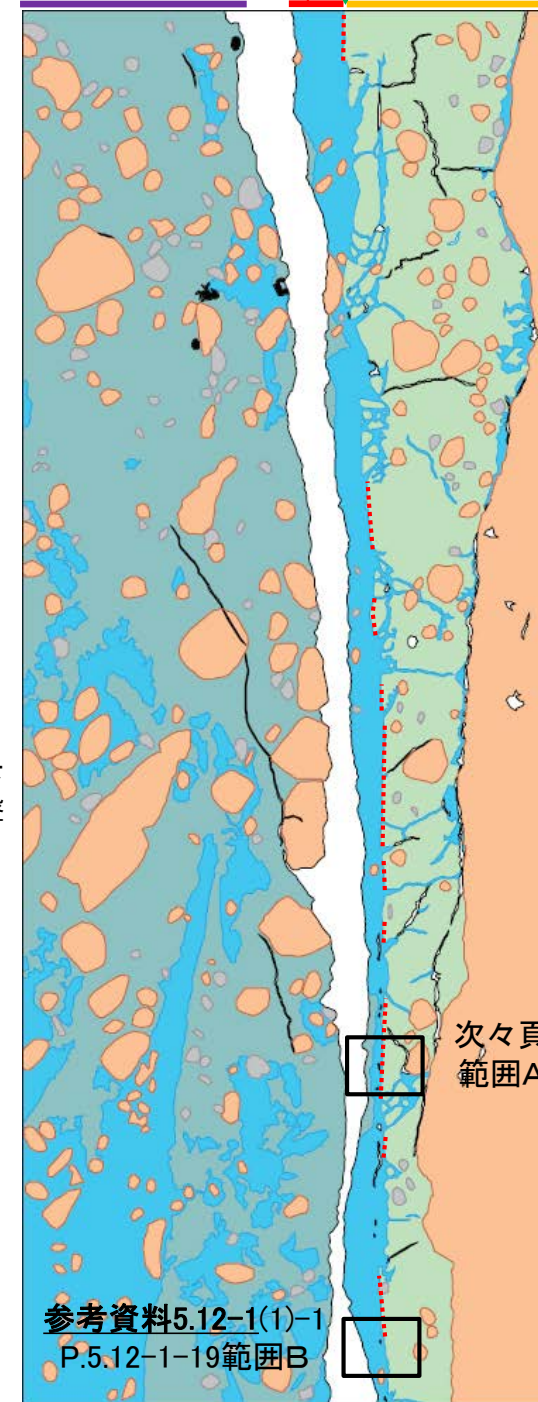
III (最新ゾーン) 最新面  
II IV



上盤

上

III (最新ゾーン) 最新面  
II IV



下盤

上盤

凡例

- 主要な岩片
- 斜長石などの鉱物片
- 不透明鉱物
- 空隙部
- 変質部(フィリップサイト)
- 変質部(I/S混合層)
- 主要な岩片等を除く基質部
- ⋯ 最新面

参考資料5.12-1(1)-1  
P.5.12-1-19 範囲B

次々頁  
範囲A

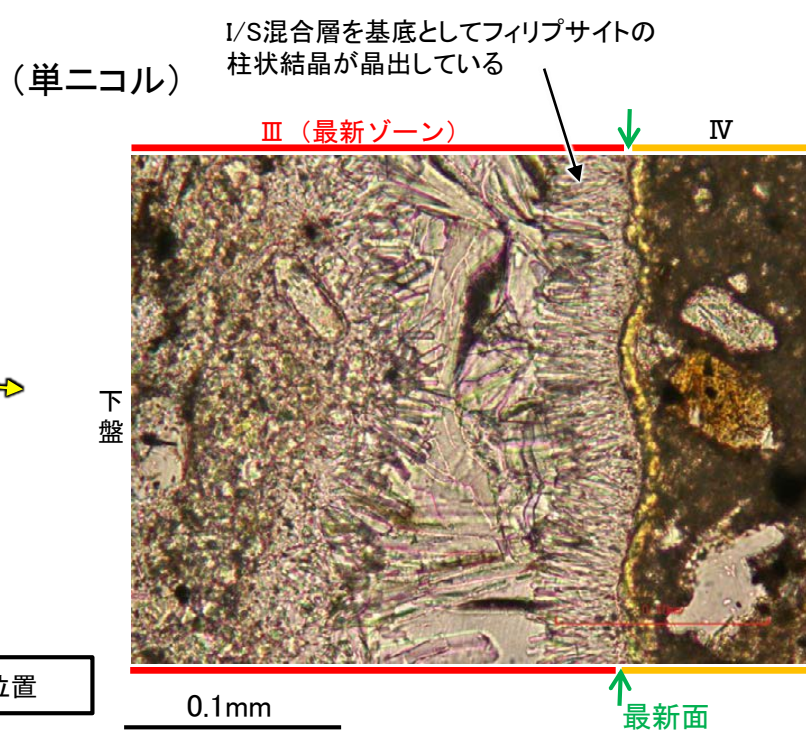
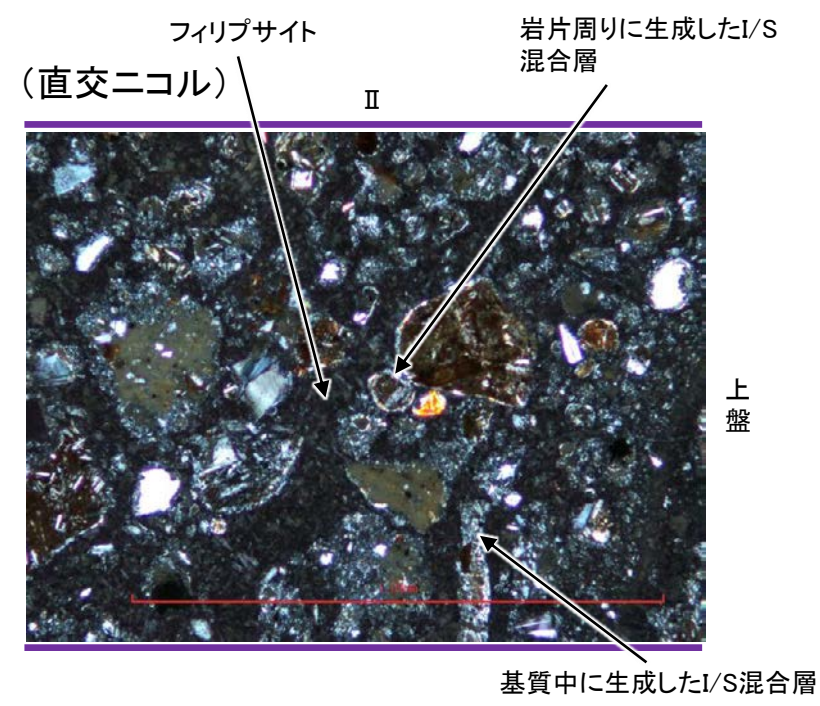
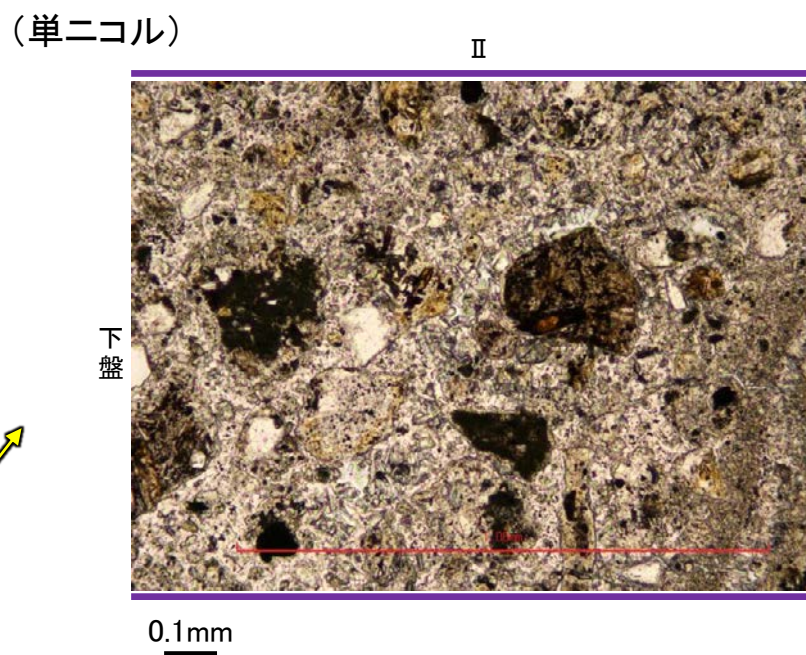
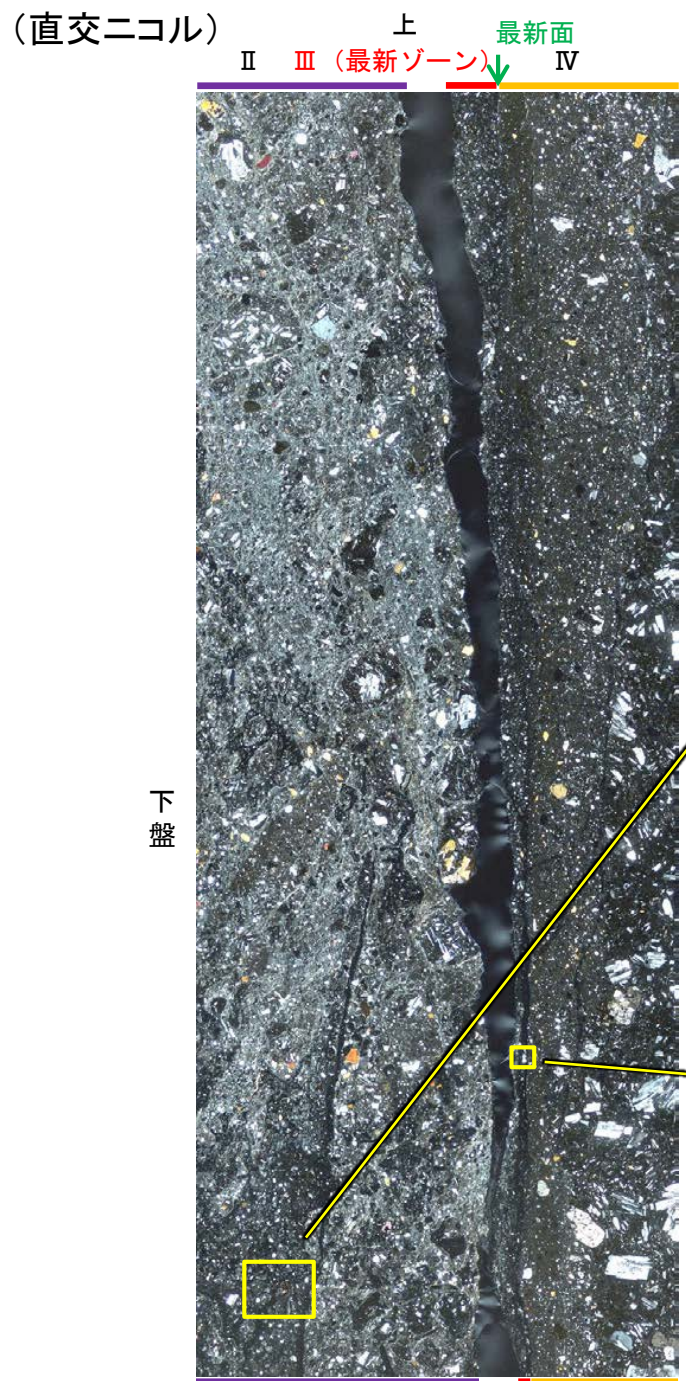
←… : 延長位置

下  
スケッチ

薄片①写真(H' -- 1.3\_110R) (拡大)

# K-14 H' -- 1.3孔 -- I/S混合層とフィリップサイトとの関係 --

- 最新ゾーンや分帯IIではI/S混合層及びフィリップサイトが広く分布する。
- 最新ゾーン中において、I/S混合層を基底としてフィリップサイトの柱状結晶が晶出している。さらに、晶洞内にはI/S混合層が認められない。
- 以上のことを踏まえると、I/S混合層の生成後にフィリップサイトが晶出したと考えられることから、このフィリップサイトと最新面との関係を確認する。

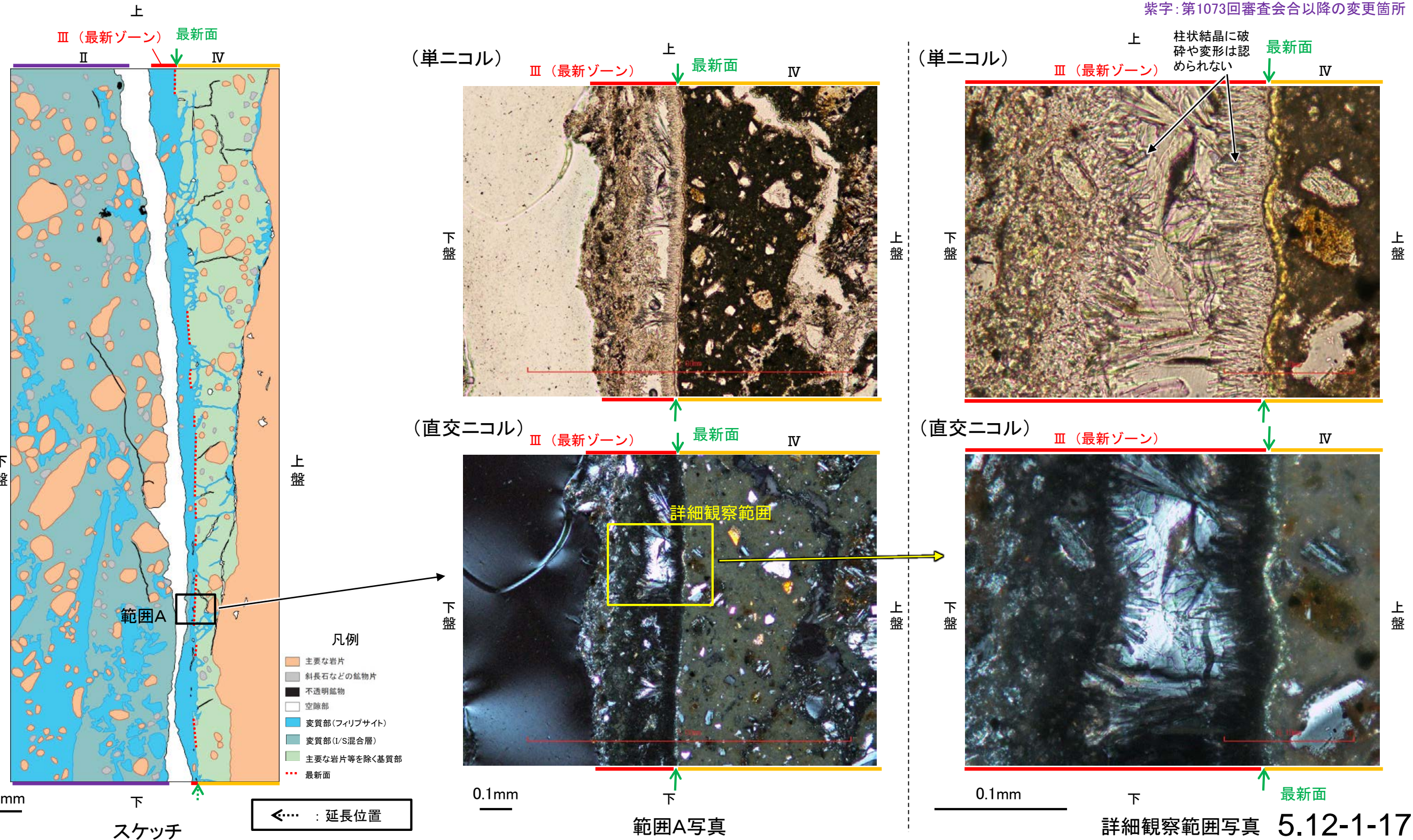


←..... : 延長位置

薄片①写真(H' -- 1.3\_110R) (拡大)

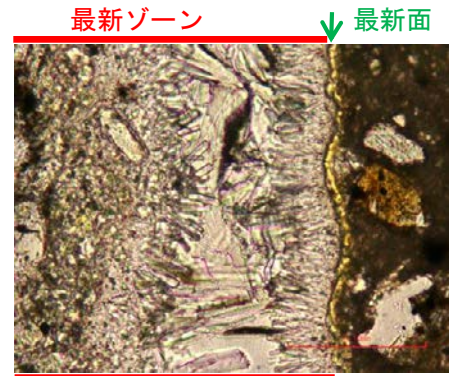
# K-14 H' - -1.3孔 - 最新面とフィリップサイトとの関係(範囲A) -

○範囲Aにおいて詳細に観察した結果、フィリップサイトの柱状結晶が最新面に接して晶出しており、この柱状結晶に破砕や変形は認められない。  
○ただし、審査会合における議論を踏まえ、範囲Aの再観察を行った結果、**フィリップサイトが最新面を明瞭に横断していないと判断した。**

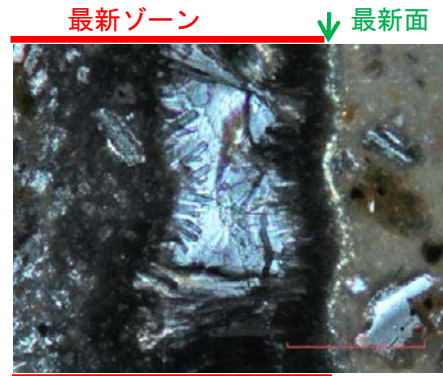


K-14\_H' - -1.3孔

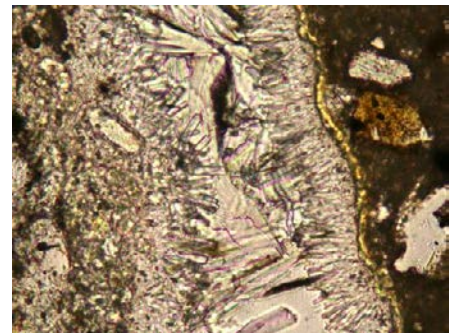
# 【ステージ回転写真(範囲A)】



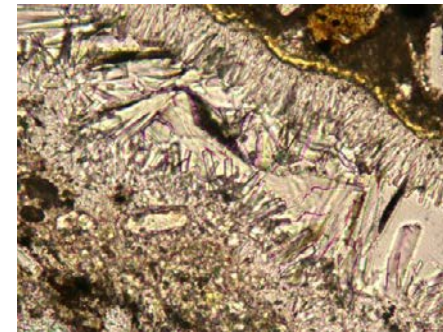
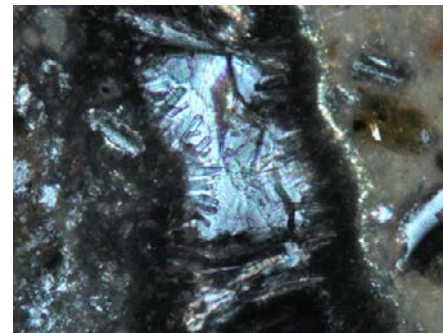
0° 回転



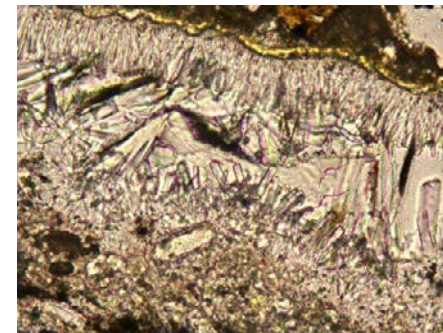
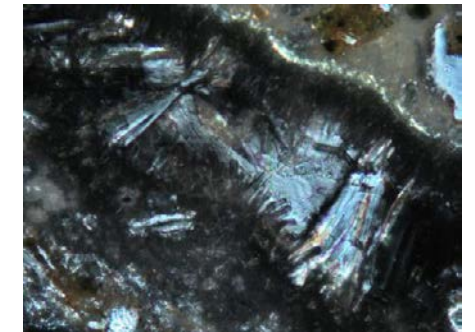
↑



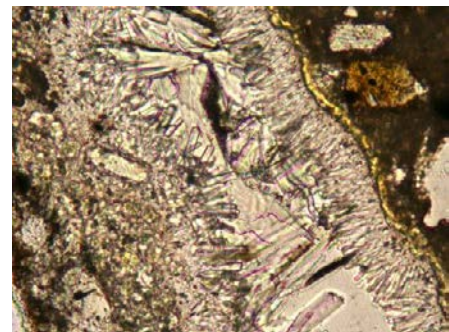
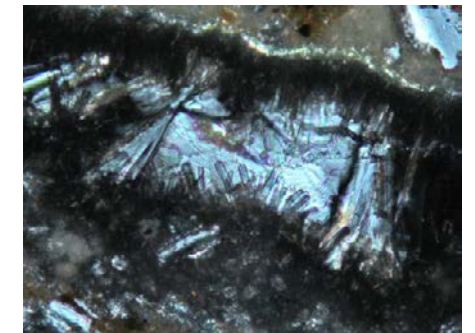
左15° 回転



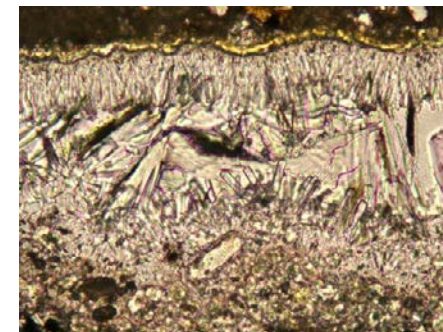
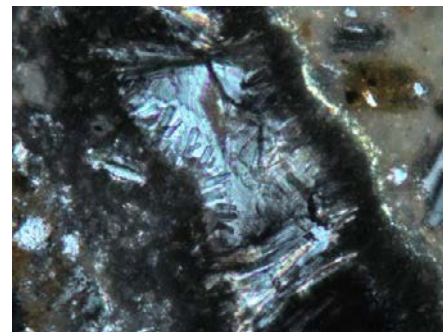
左60° 回転



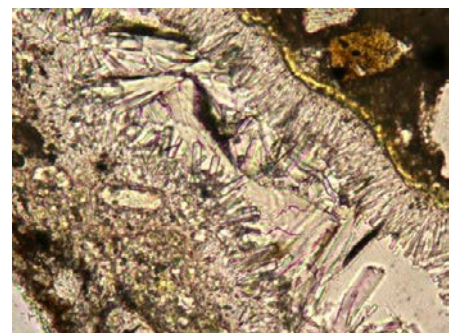
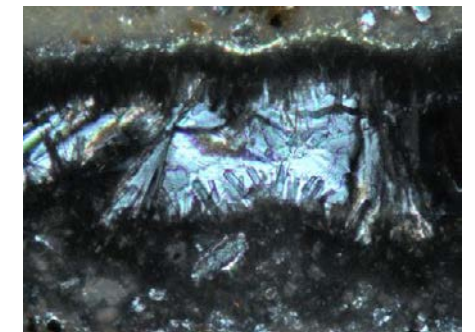
左75° 回転



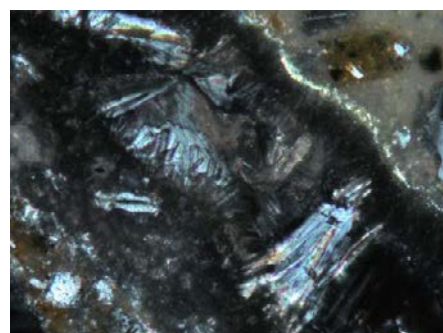
左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転



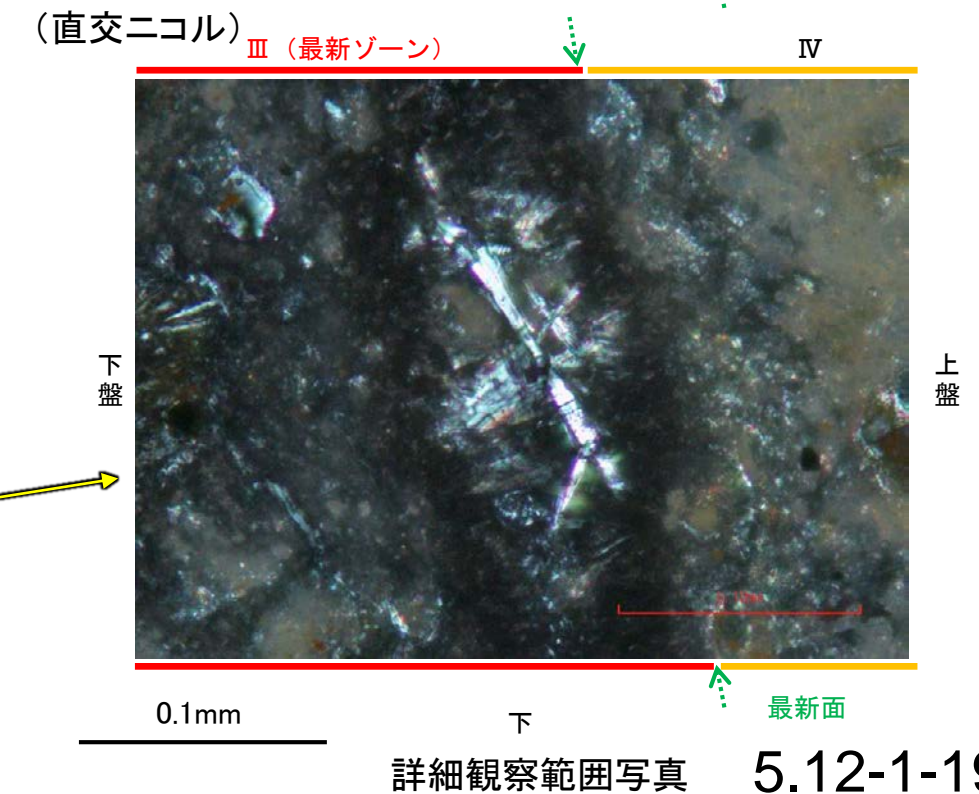
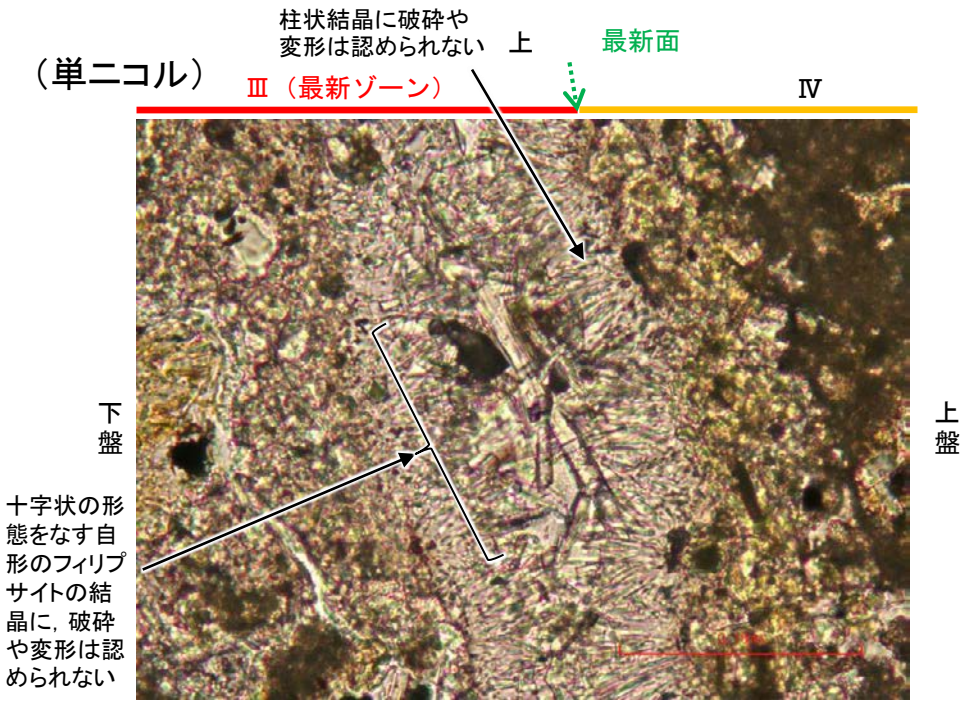
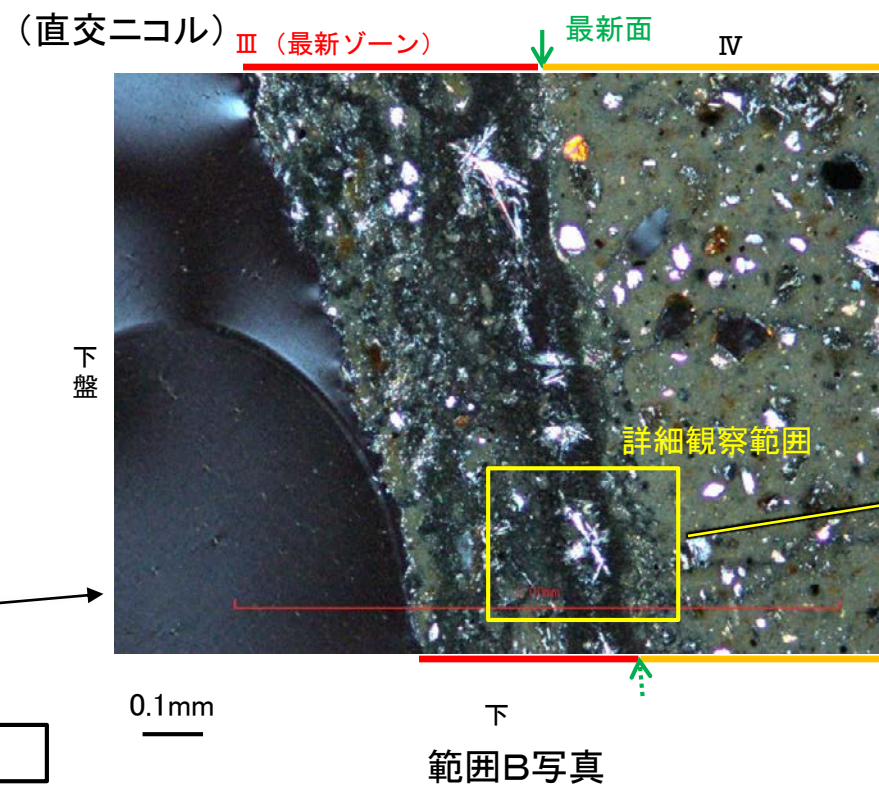
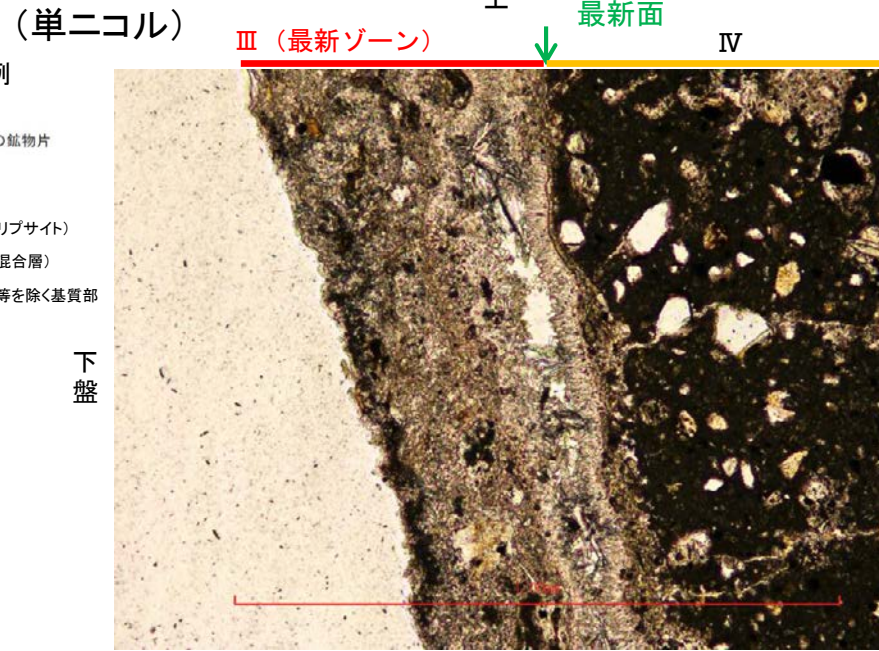
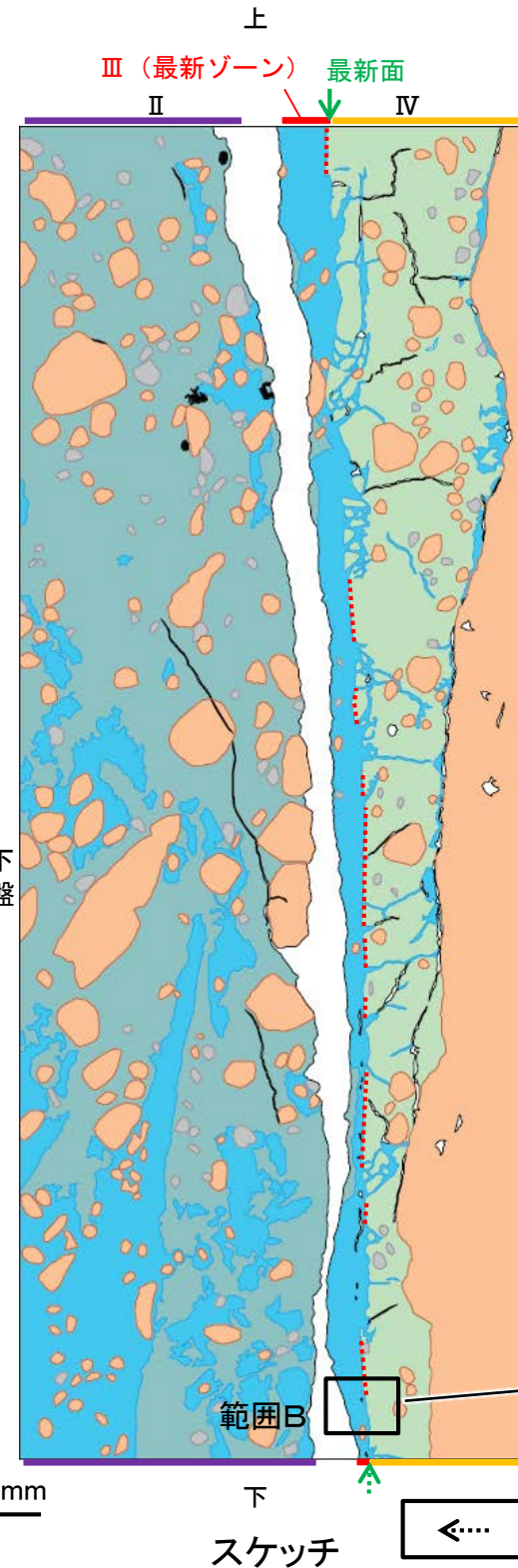
・範囲Aにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、フィリップサイトの柱状結晶が最新面に接して晶出しており、この柱状結晶に破碎や変形は認められない。

0.1mm

# K-14 H' - -1.3孔 - 最新面とフィリップサイトとの関係(範囲B) -

- 範囲Bにおいて詳細に観察した結果、フィリップサイトの柱状結晶が最新面延長位置に晶出しており、この柱状結晶に破砕や変形は認められない。
- 最新面直近に十字状の形態をなす自形のフィリップサイトの結晶が認められ、この結晶にも破砕や変形は認められない。
- ただし、審査会合における議論を踏まえ、範囲Aの再観察を行った結果、フィリップサイトが最新面を明瞭に横断していないと判断した。

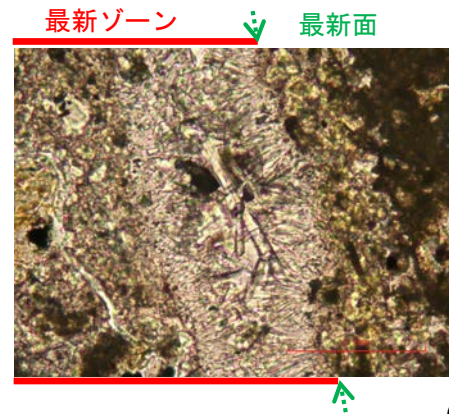
紫字: 第1073回審査会合以降の変更箇所





K-14\_H' - -1.3孔

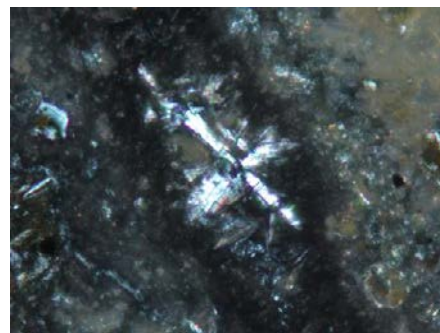
# 【ステージ回転写真(範囲B)】



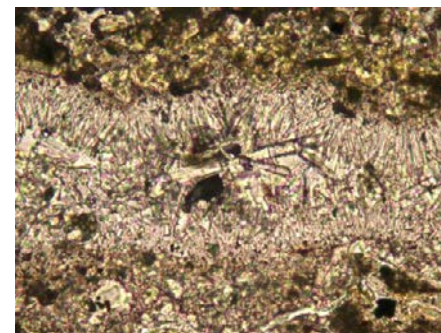
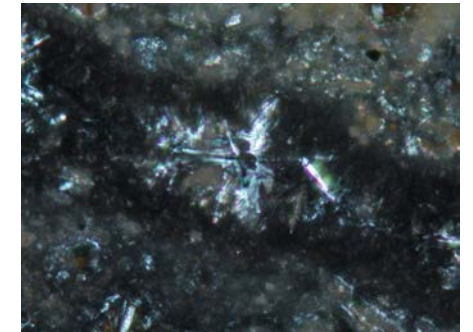
0° 回転



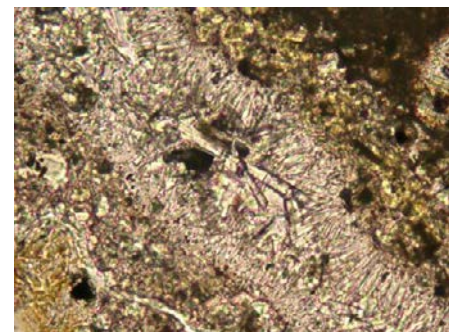
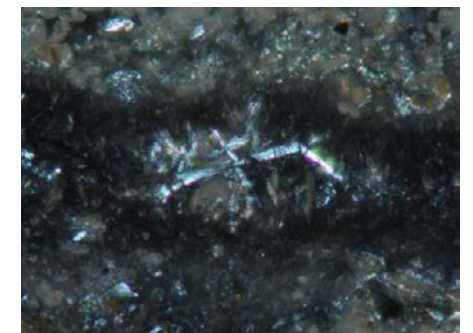
左15° 回転



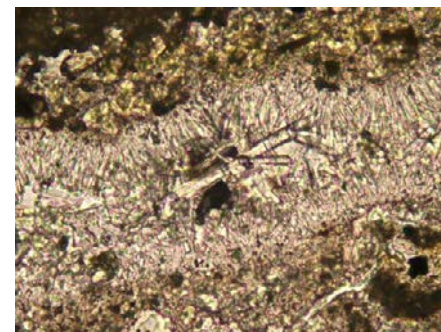
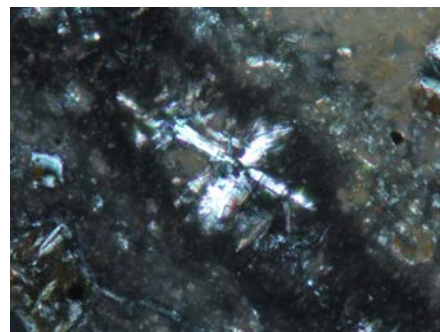
左60° 回転



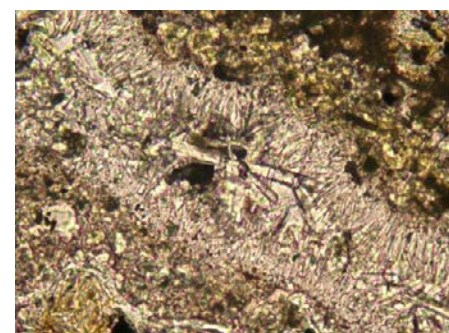
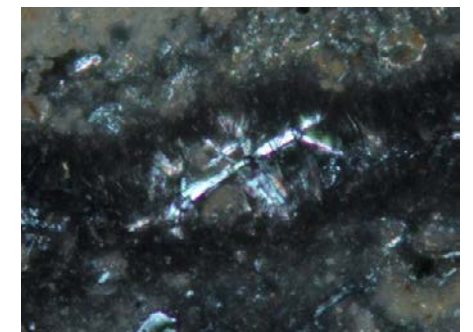
左75° 回転



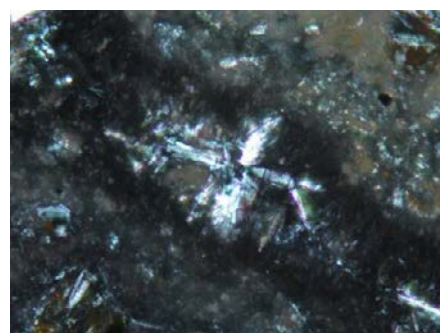
左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転



←… : 延長位置

・範囲Bにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、フィリップサイトの柱状結晶や十字状の形態をなす自形の結晶に破碎や変形は認められない。

0.1mm

---

5. 13-1

鉍物脈法に関する調査結果(K-18)

---

## (1) 薄片觀察

---

(1)-1 H-0.2-60孔

# K-18 H-0.2-60孔 ー評価結果ー

## 【最新面の認定】

○H-0.2-60孔の深度84.35m付近で認められるK-18において、巨視的観察及び微視的観察を実施し、最新ゾーンの上盤側の境界に最新面を認定した(参考資料5.13-1(1)-1 P.5.13-1-5~8, 19~21)。

## 【鉱物の同定】

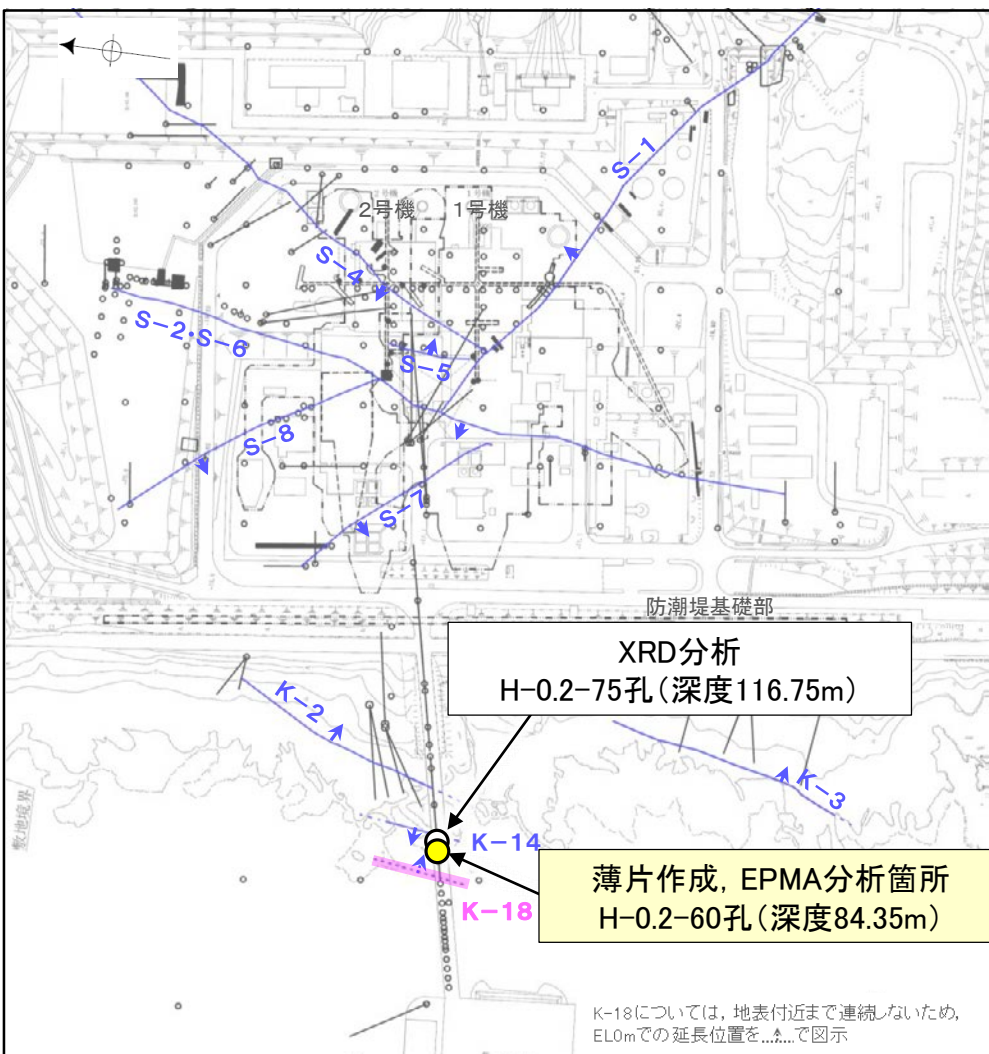
○微視的観察により確認した粘土鉱物は、EPMA分析(定量)による化学組成の検討結果及びXRD分析(粘土分濃集)による結晶構造判定結果から、I/S混合層であると判断した(参考資料5.13-1(1)-1 P.5.13-1-9, 10)。

## 【変質鉱物の分布と最新面との関係】

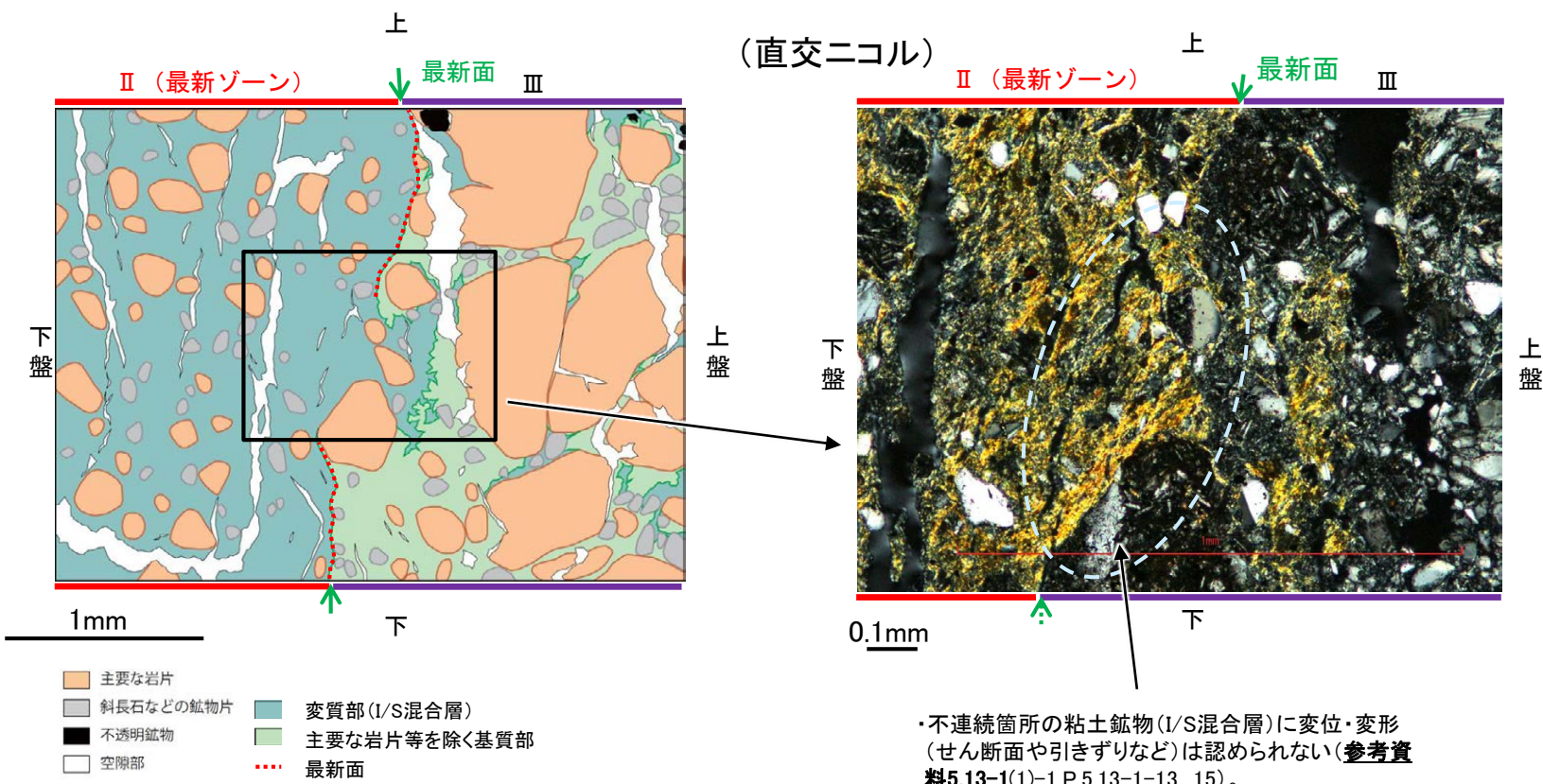
○EPMA分析(マッピング)や薄片観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は最新ゾーン及びその周辺に分布している(参考資料5.13-1(1)-1 P.5.13-1-11, 12, 22)。

○薄片①、②の範囲Aにおいて、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないものの、再観察の結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した(参考資料5.13-1(1)-1 P.5.13-1-13~18, 23~27)。

○粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になるものの、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断しておらず、粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との切り合い関係は不明確である。



調査位置図



薄片①範囲Aスケッチ

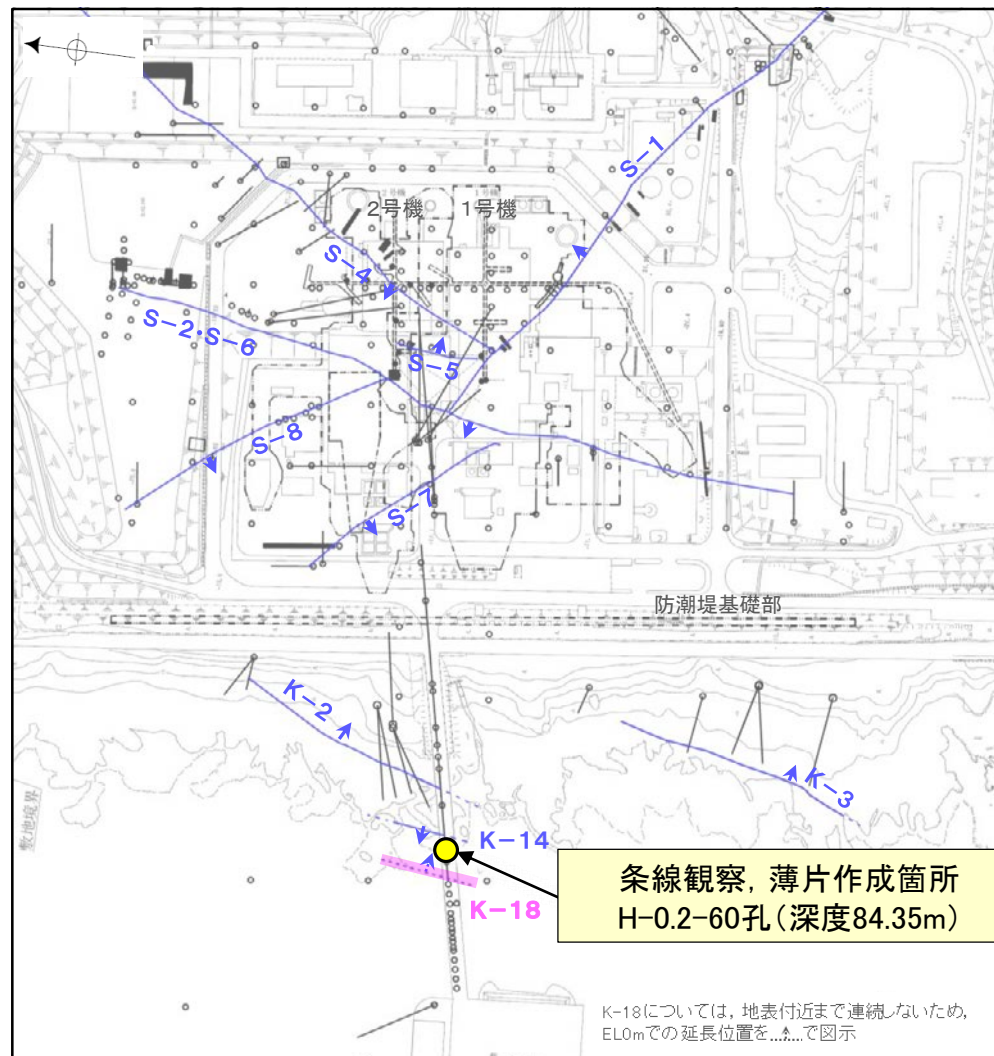
詳細観察範囲写真

←... : 延長位置

# K-18 H-0.2-60孔 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

○H-0.2-60孔の深度84.35m付近で認められるK-18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。

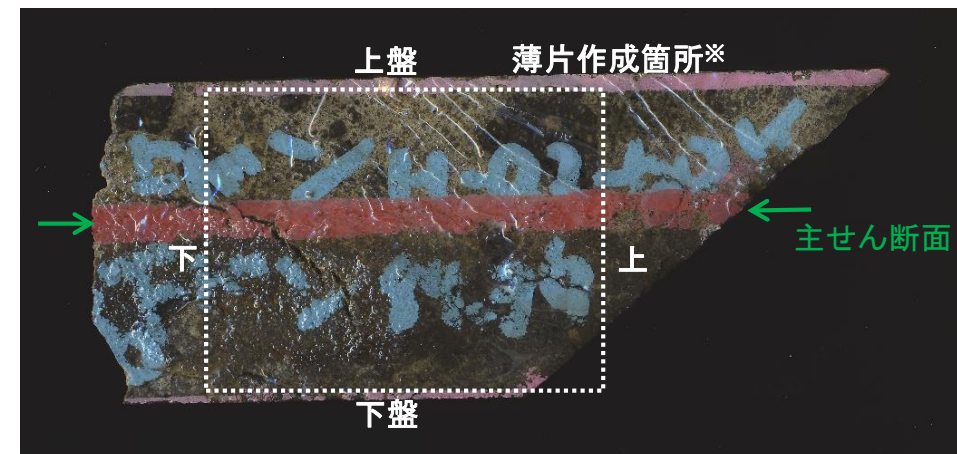
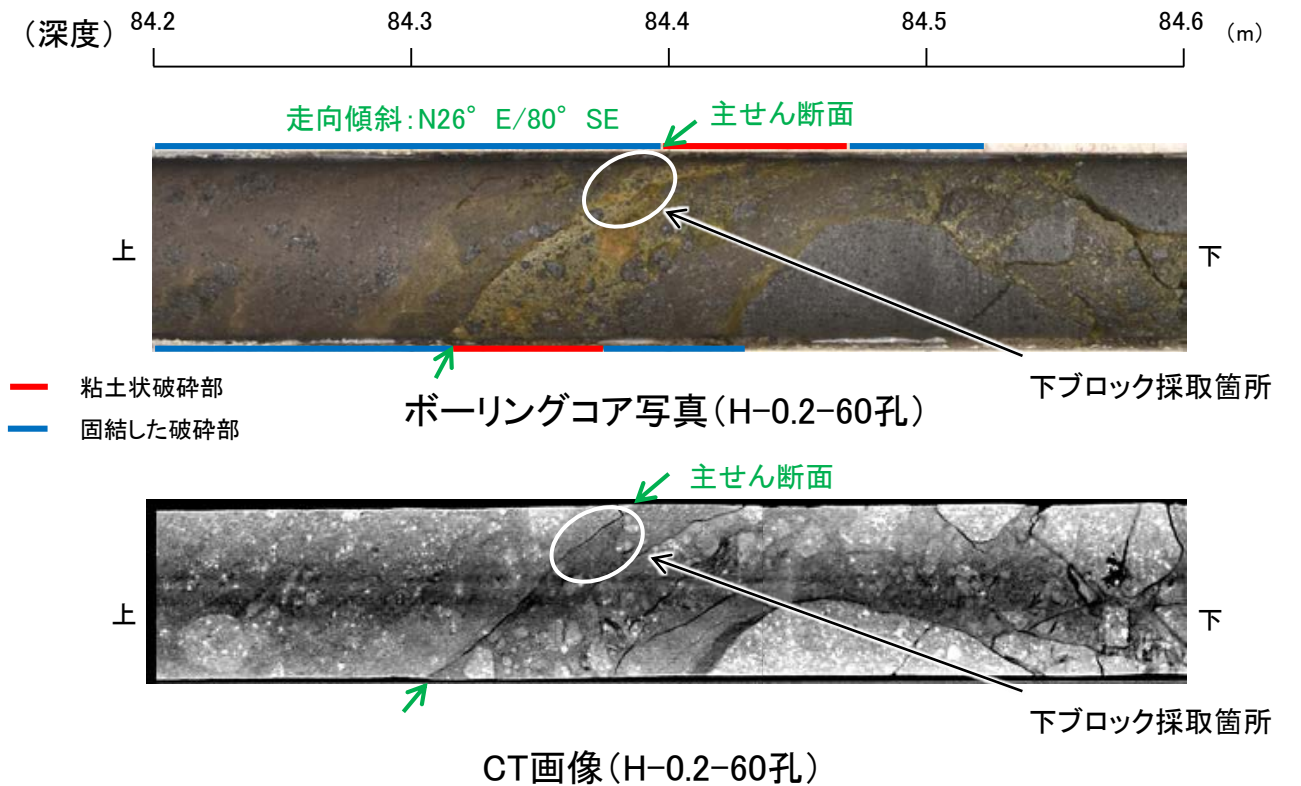
○主せん断面における条線観察の結果, 176° R, 51° Rの2つの条線方向が確認されたことから, 176° Rの条線方向で薄片を2枚作成した(ブロック写真)。



- 評価対象断層
- S-O (陸域 EL-4.7m)
- K-O (海岸部 EL0m)

・条線観察結果については補足資料5.3-3(2)-9

調査位置図



※図示した箇所では薄片①を作成し、そこから2mm程度削り込んだ位置で薄片②を作成した。

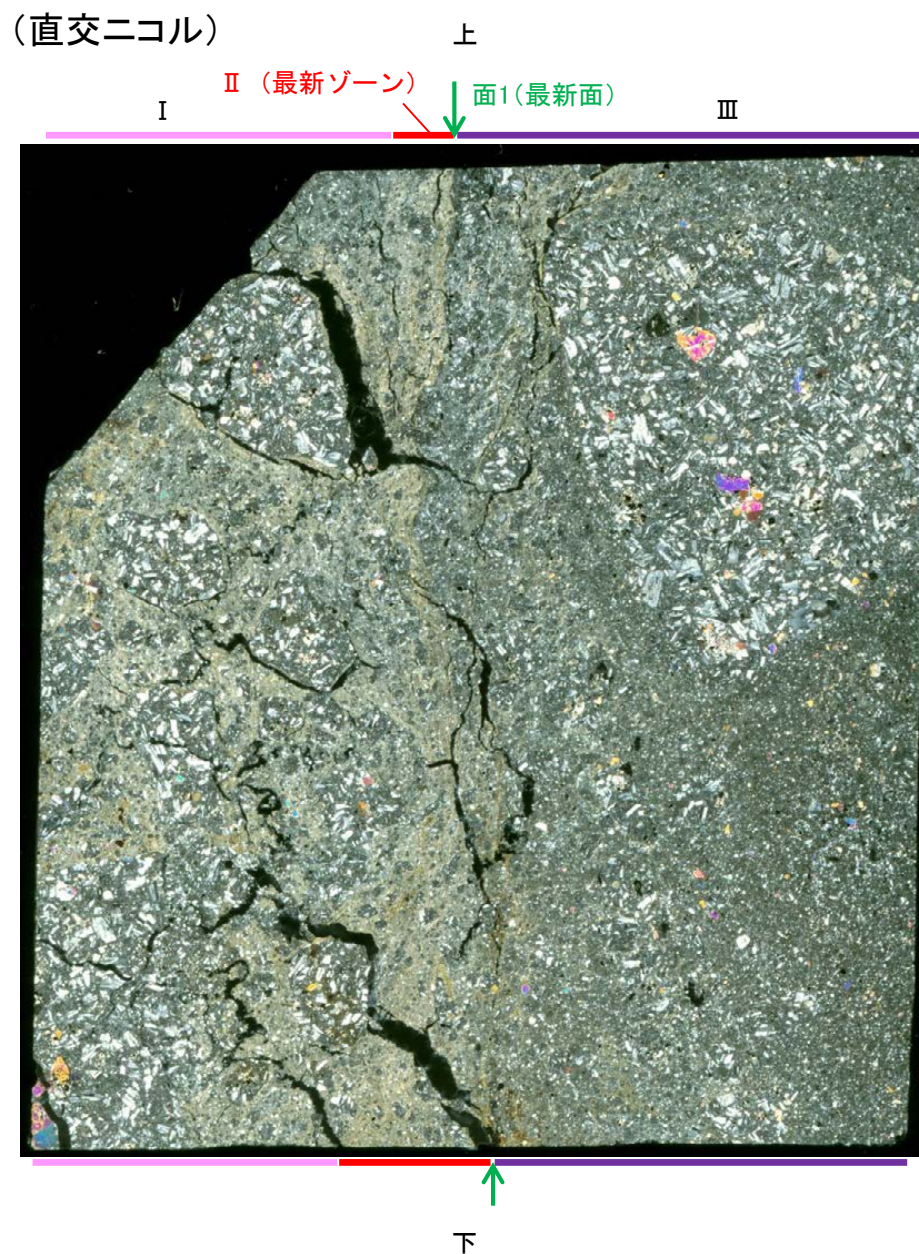
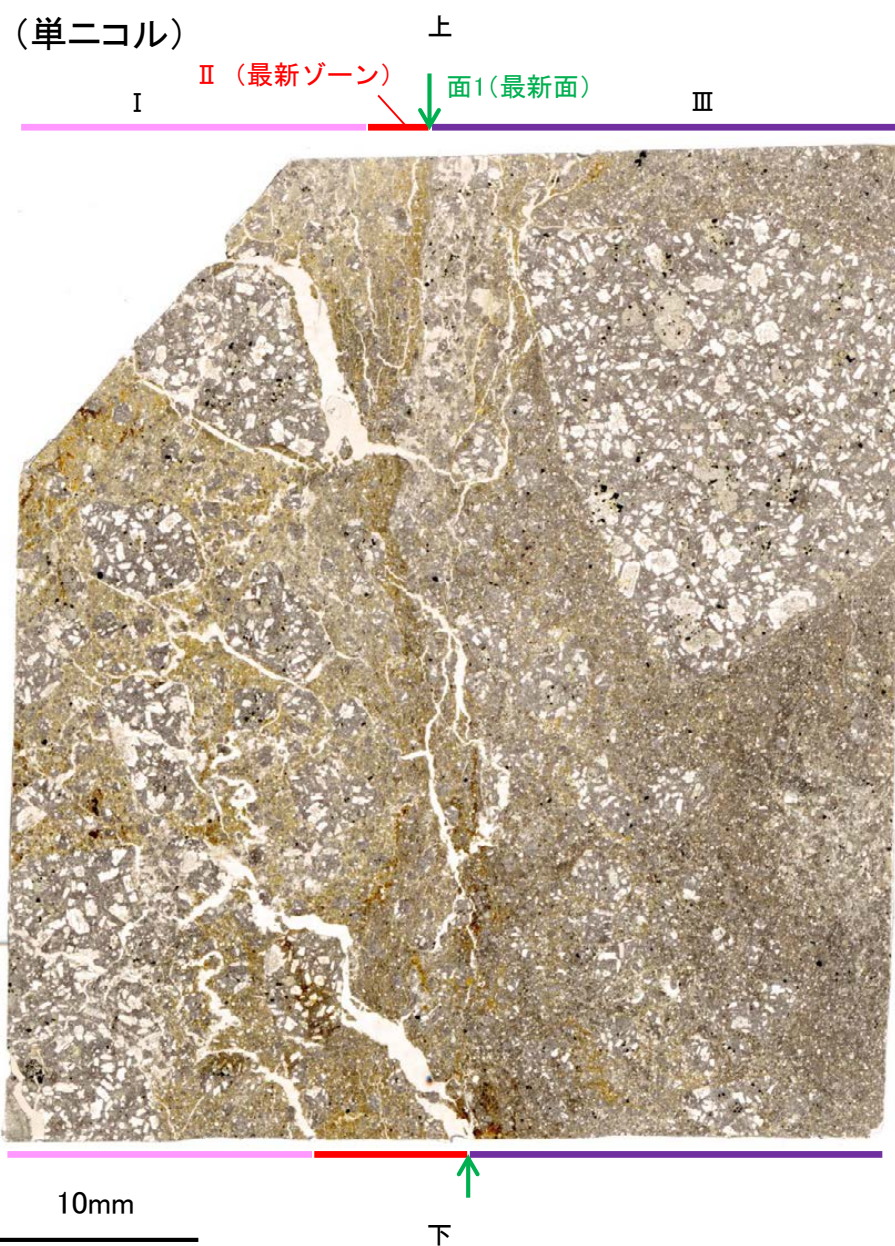
# K-18 H-0.2-60孔① —最新面の認定(微視的観察)—

- 薄片①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～Ⅲに分帯した。
- 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が認められる。面1は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰ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※。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 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Ⅰ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部区分との対応  
 ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅱ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部  
 ・分帯Ⅲ・・・固結した破碎部



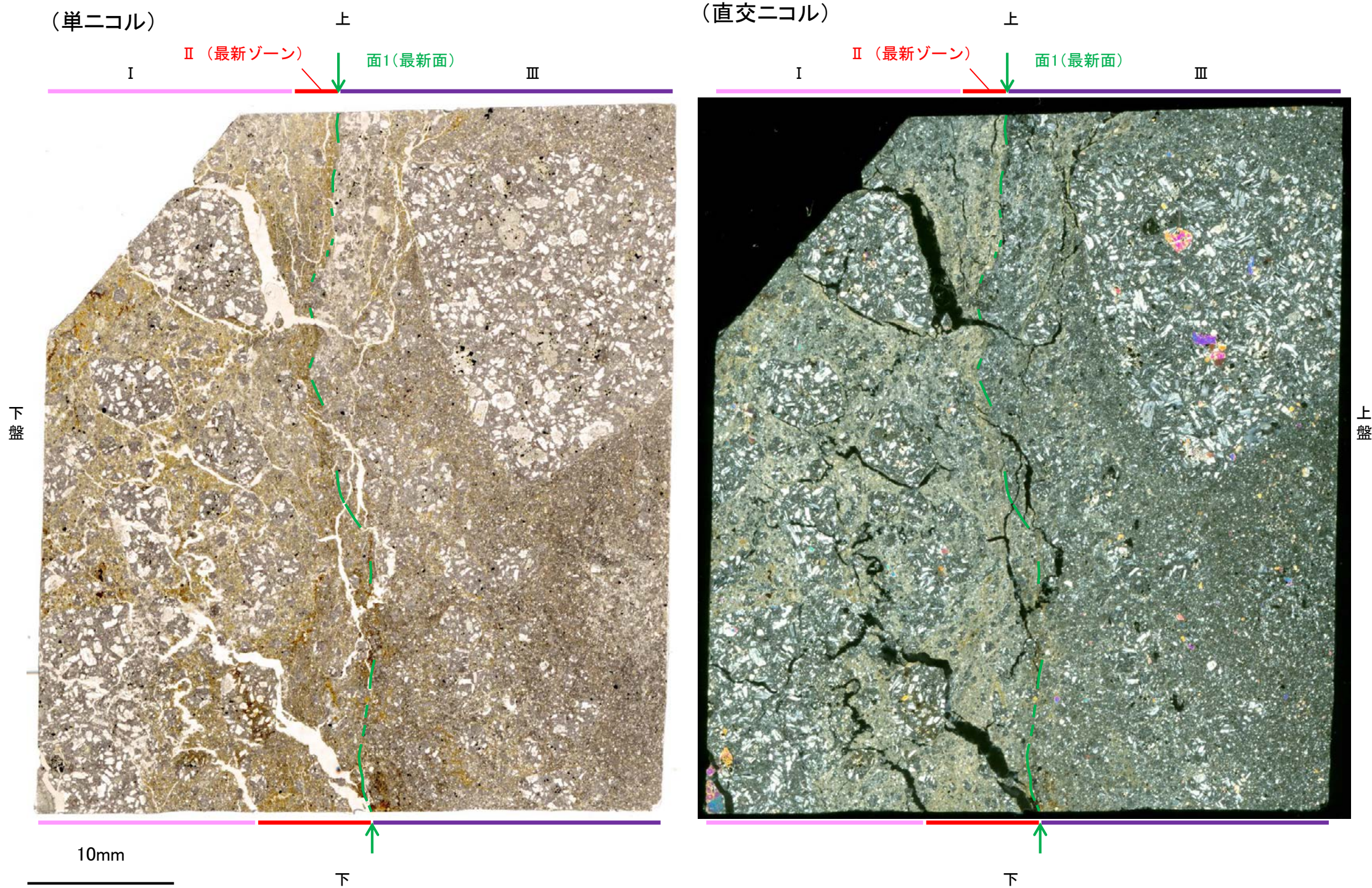
Ⅰ: 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰～黄色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径17mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片, 鉱物片は角～亜角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部には粘土鉱物が生成している。

Ⅱ (最新ゾーン): 単ニコルで褐～褐灰色, 直交ニコルで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。岩片は亜角～亜円形, 鉱物片は角～亜角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

Ⅲ: 単ニコルで褐灰色, 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23mm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～亜角形である。一部の基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

K-18\_H-0.2-60孔①

### 【解釈線あり】



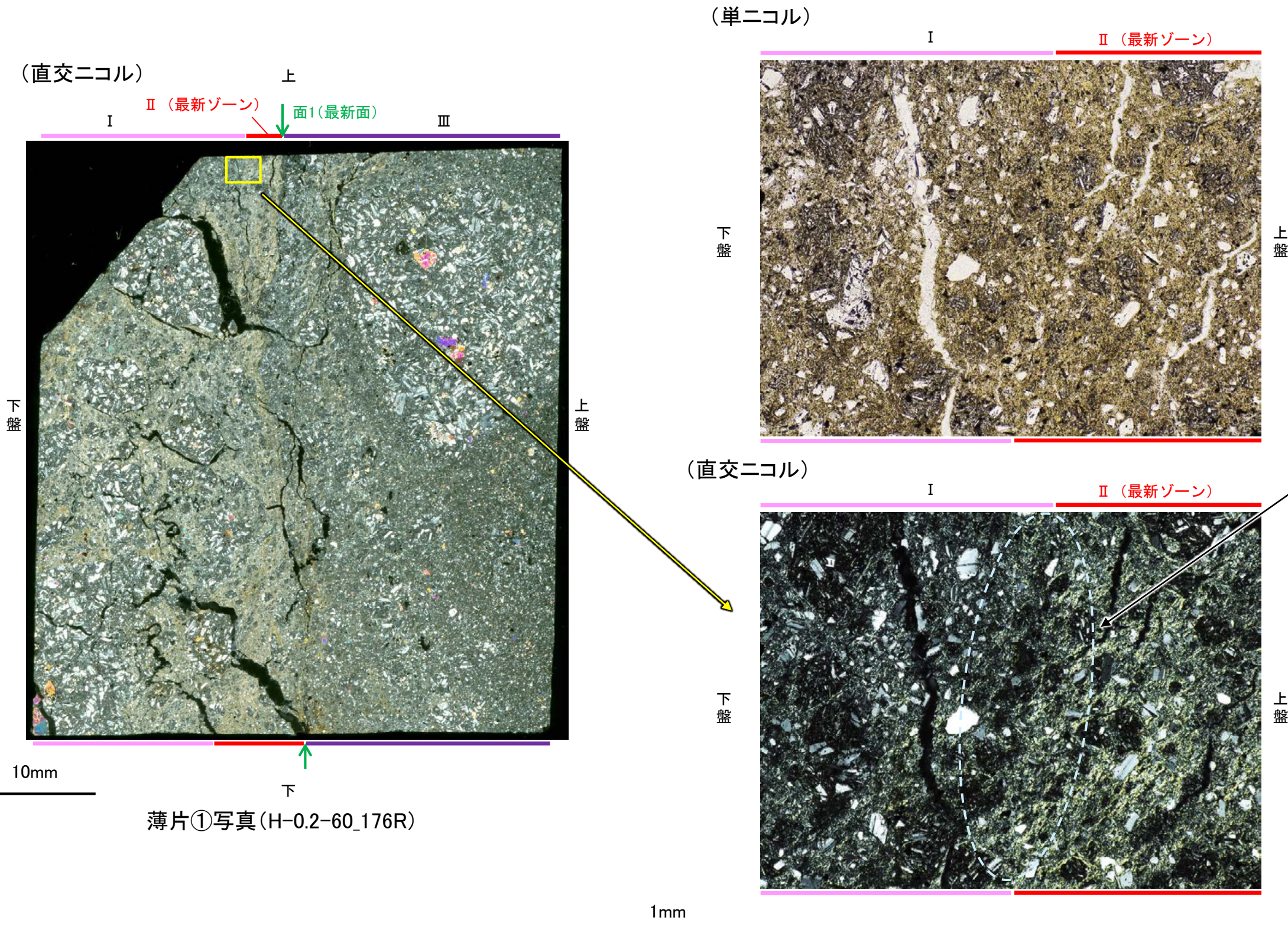
薄片①写真(H-0.2-60\_176R)

- ・最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に、面1が認められる。面1は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯Ⅰ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。



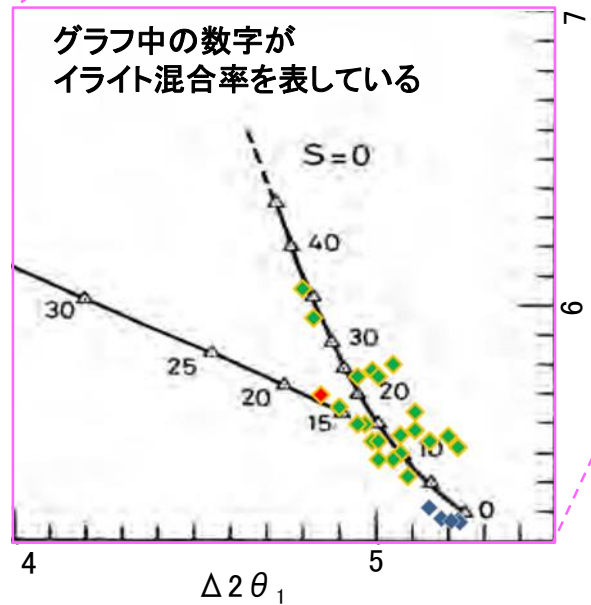
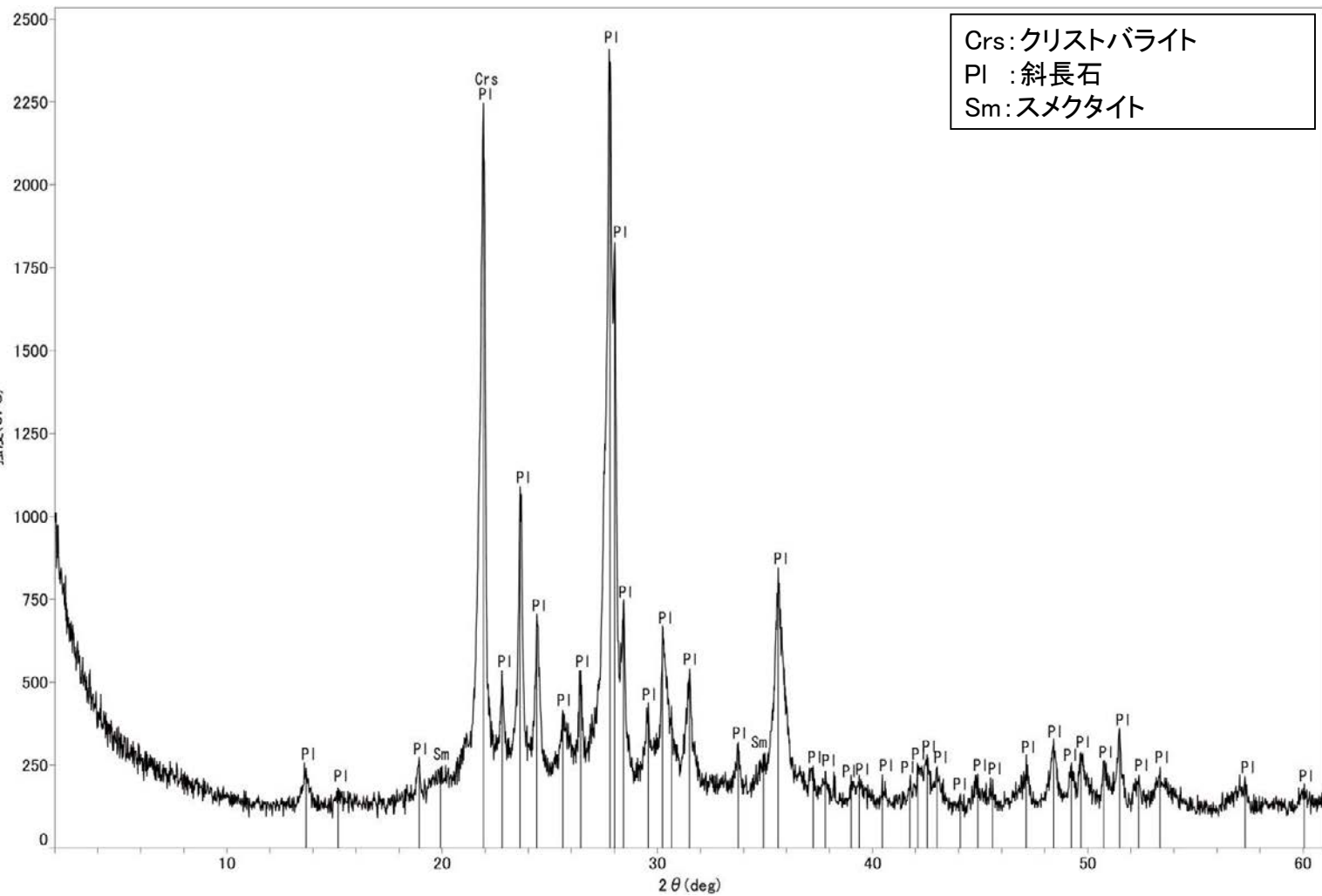
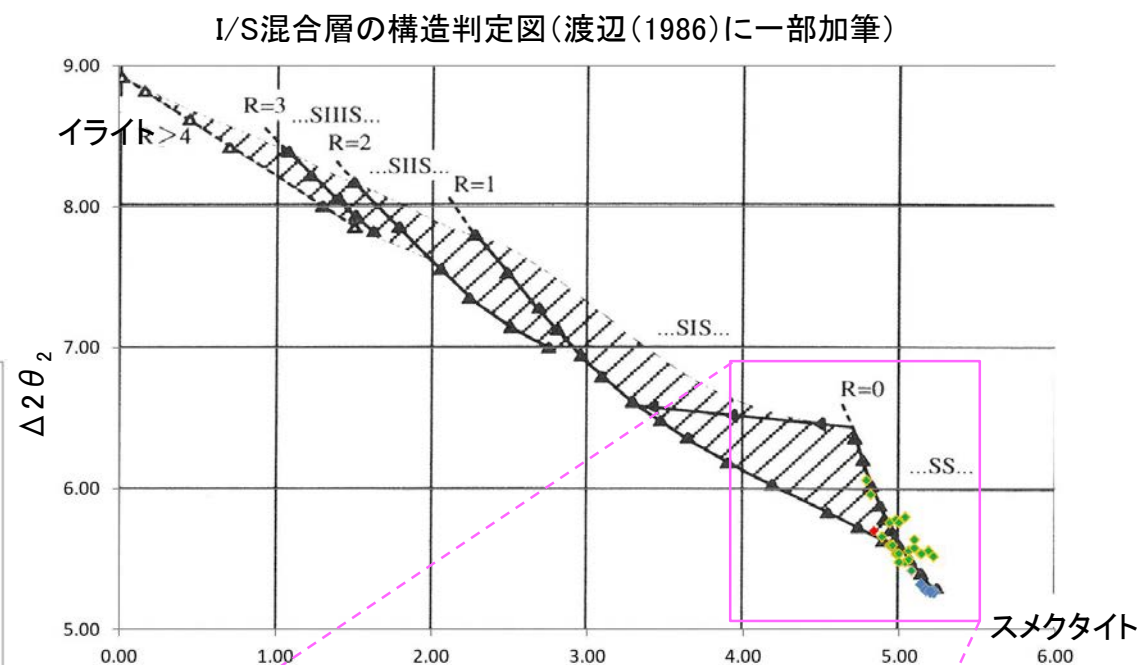
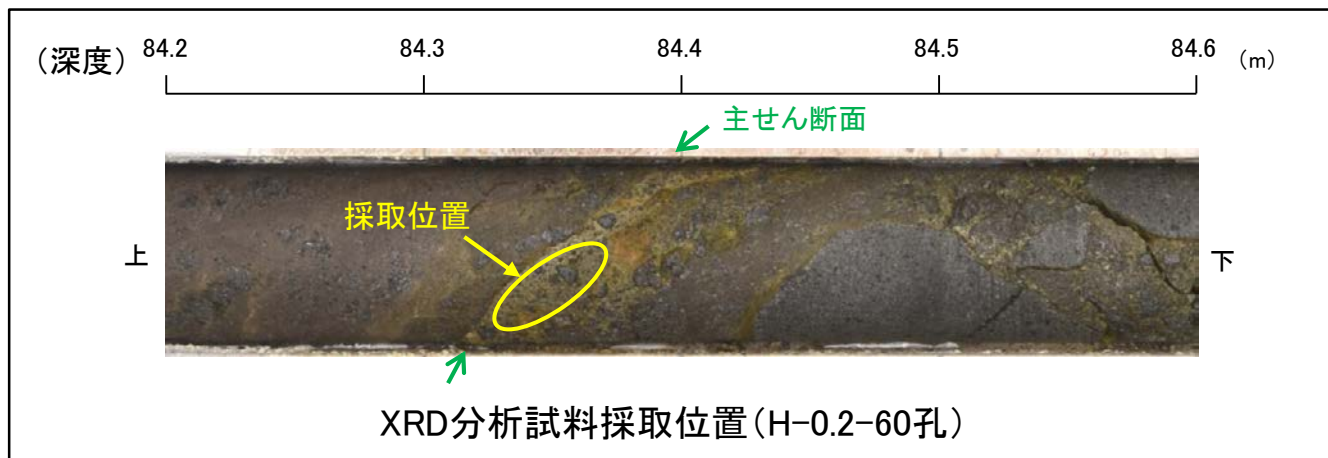
# K-18 H-0.2-60孔① —最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界—

○薄片①で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯Ⅰ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。



# K-18 H-0.2-60孔① — 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, 薄片作成箇所と隣接する位置においてXRD分析(粘土分濃集)を実施した結果, I/S混合層と判定した。



回折チャート(不定方位)\_H-0.2-60孔

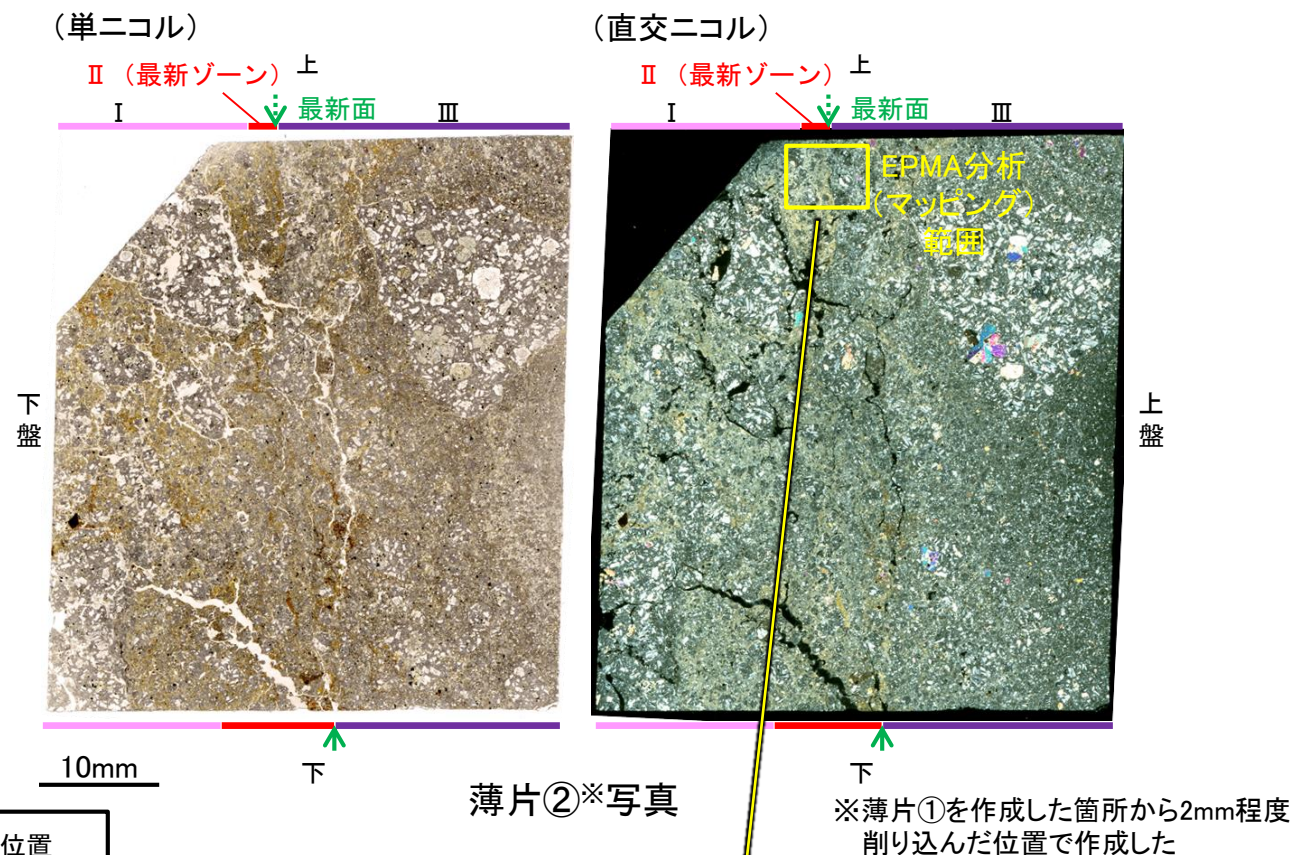
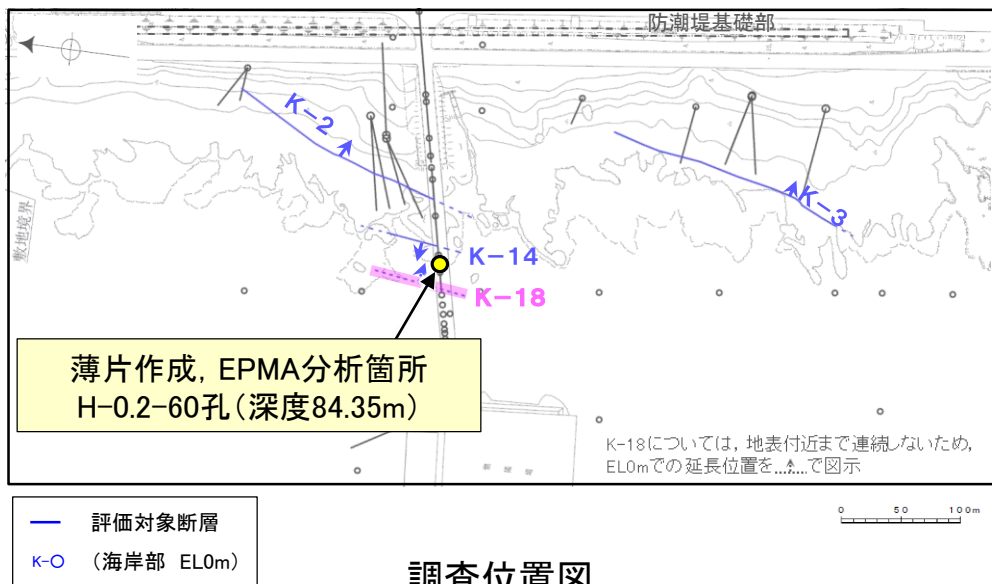
・回折チャート(定方位, EG処理)については, 補足資料5.3-3(1) P.5.3-3-51

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

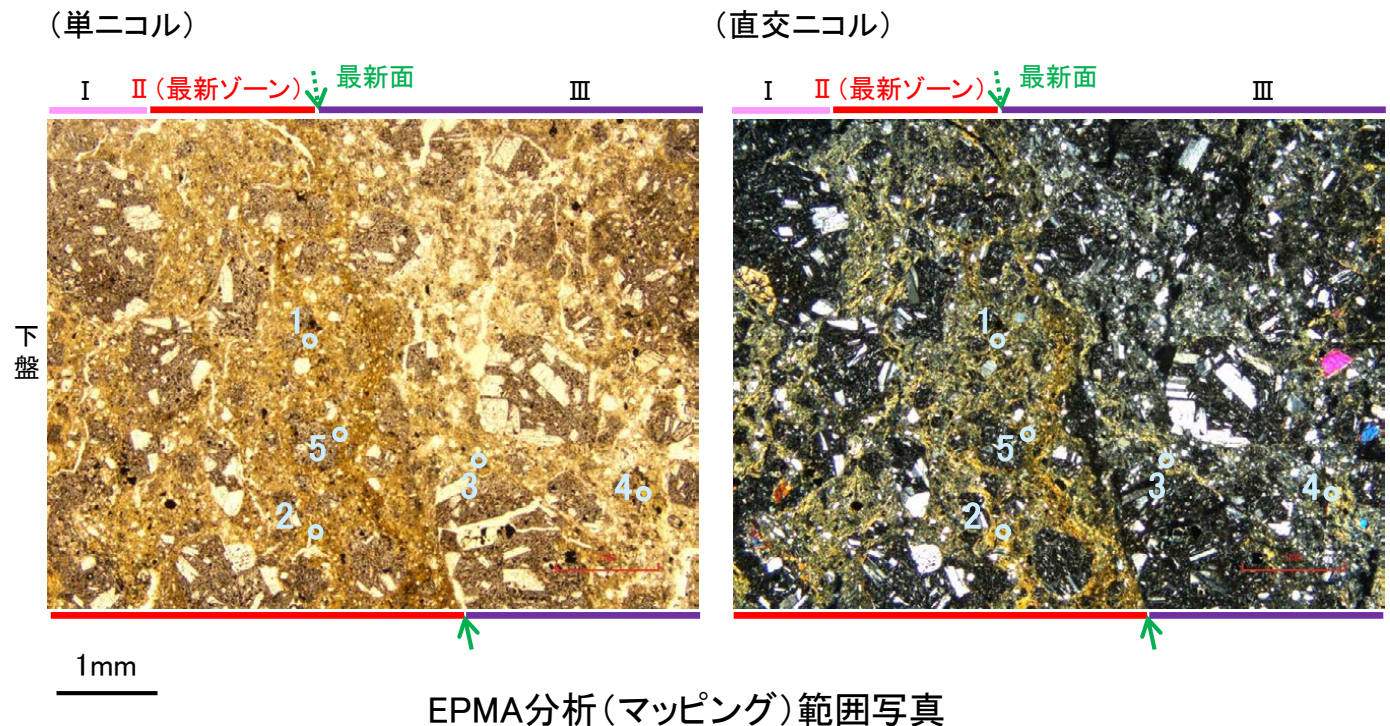
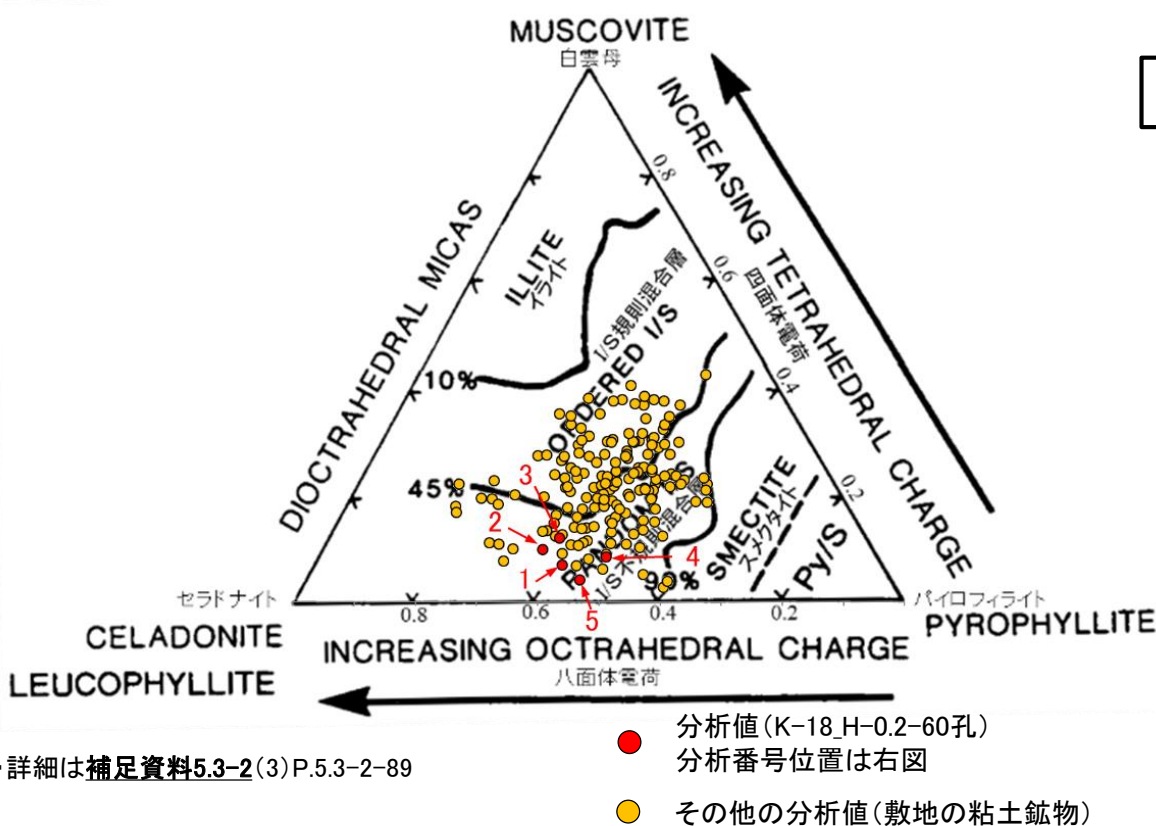
・K-18試料の詳細検討結果は 補足資料5.3-2(2) P.5.3-2-46

# K-18 H-0.2-60孔① — 鉱物の同定 (EPMA分析 (定量)) —

○薄片②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した。



←..... : 延長位置

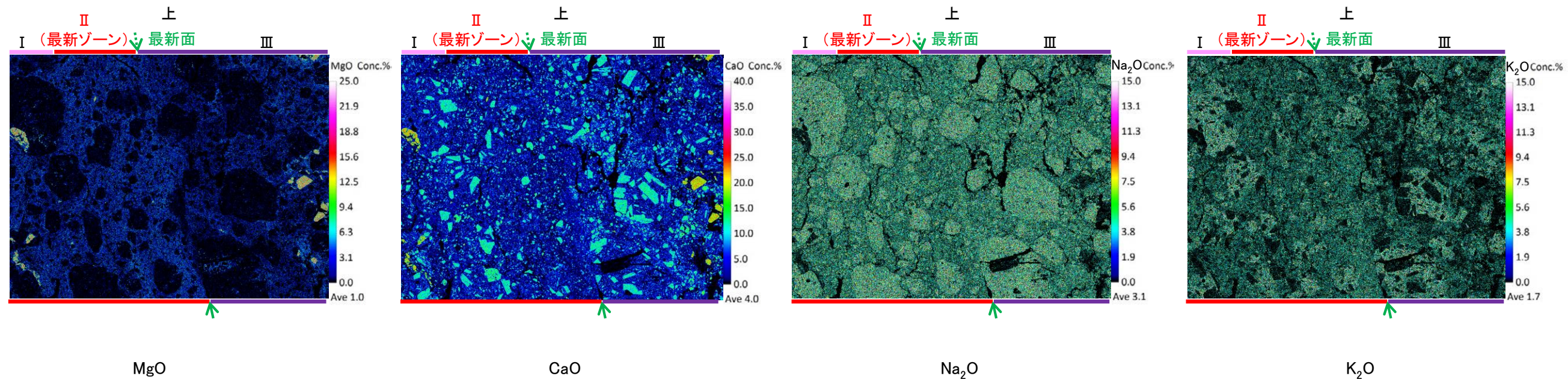
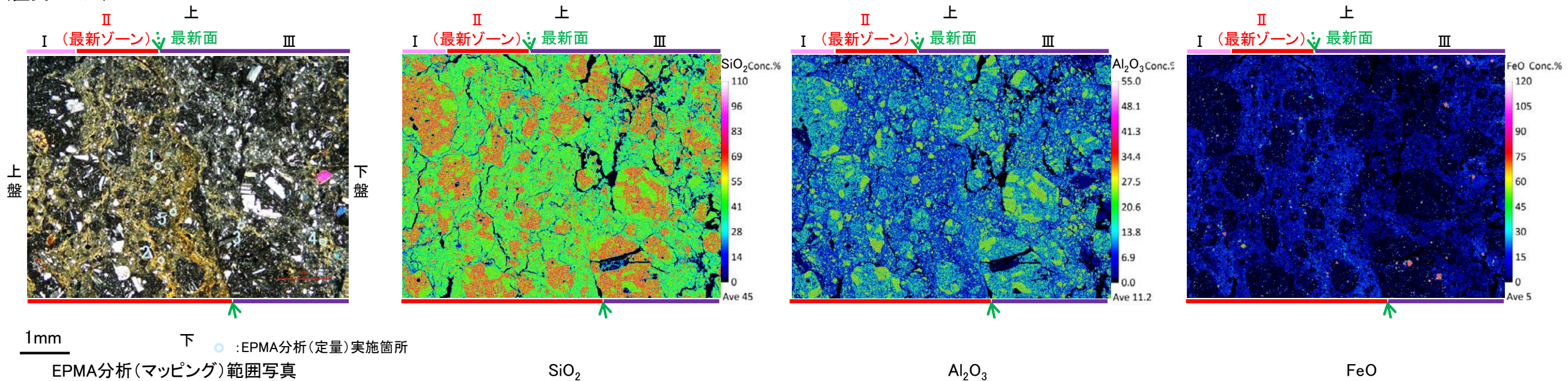


2八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成 (Srodon et al. (1984)に一部加筆)

# K-18 H-0.2-60孔① ー 変質鉱物の分布 (EPMA分析 (マッピング)) ー

○薄片②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。

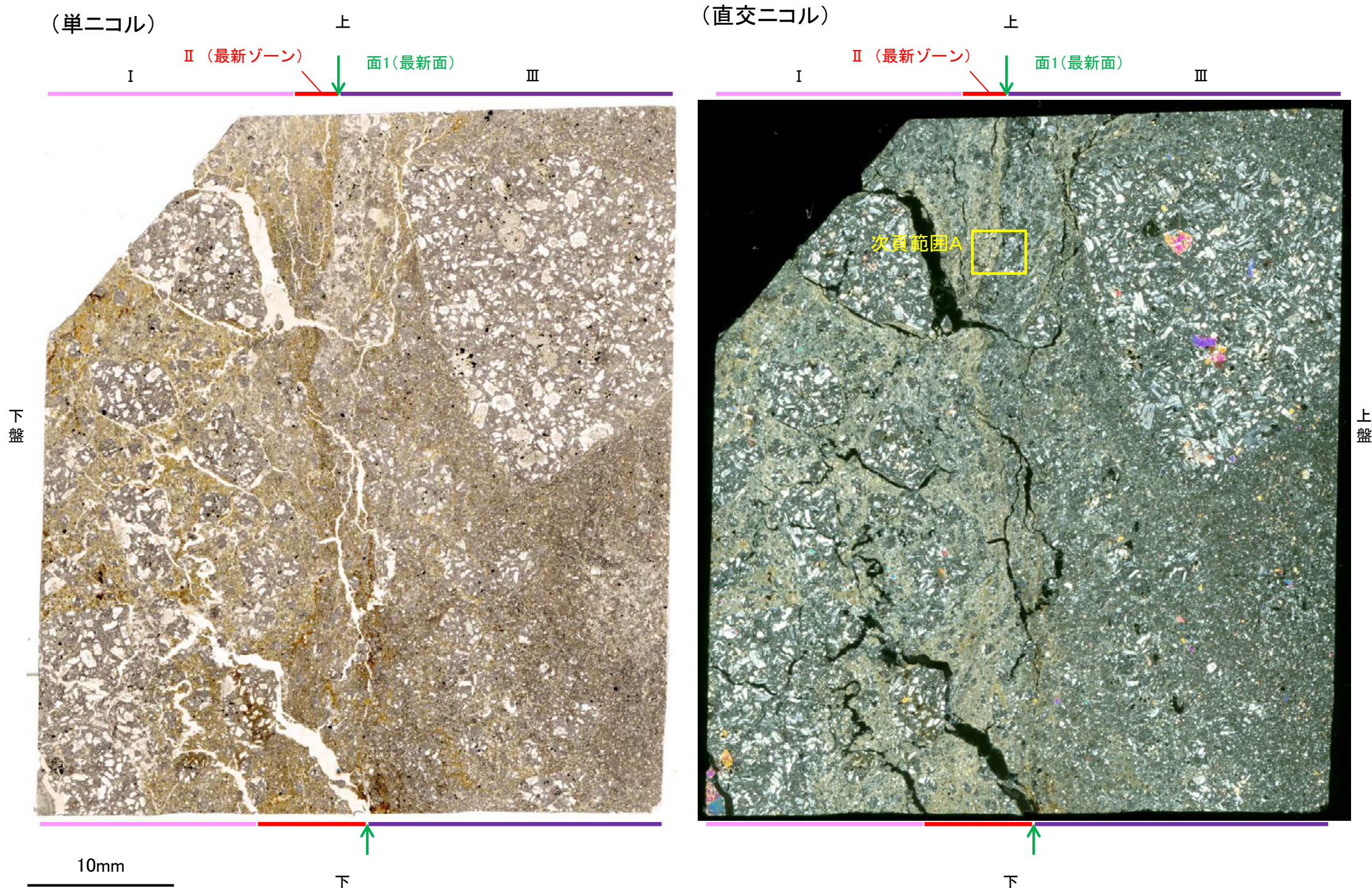
(直交ニコル)



←… : 延長位置

# K-18 H-0.2-60孔① — 変質鉱物の分布(薄片観察) —

○薄片①で実施した薄片観察や、薄片②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により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーンやその周辺に分布している。  
○この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。

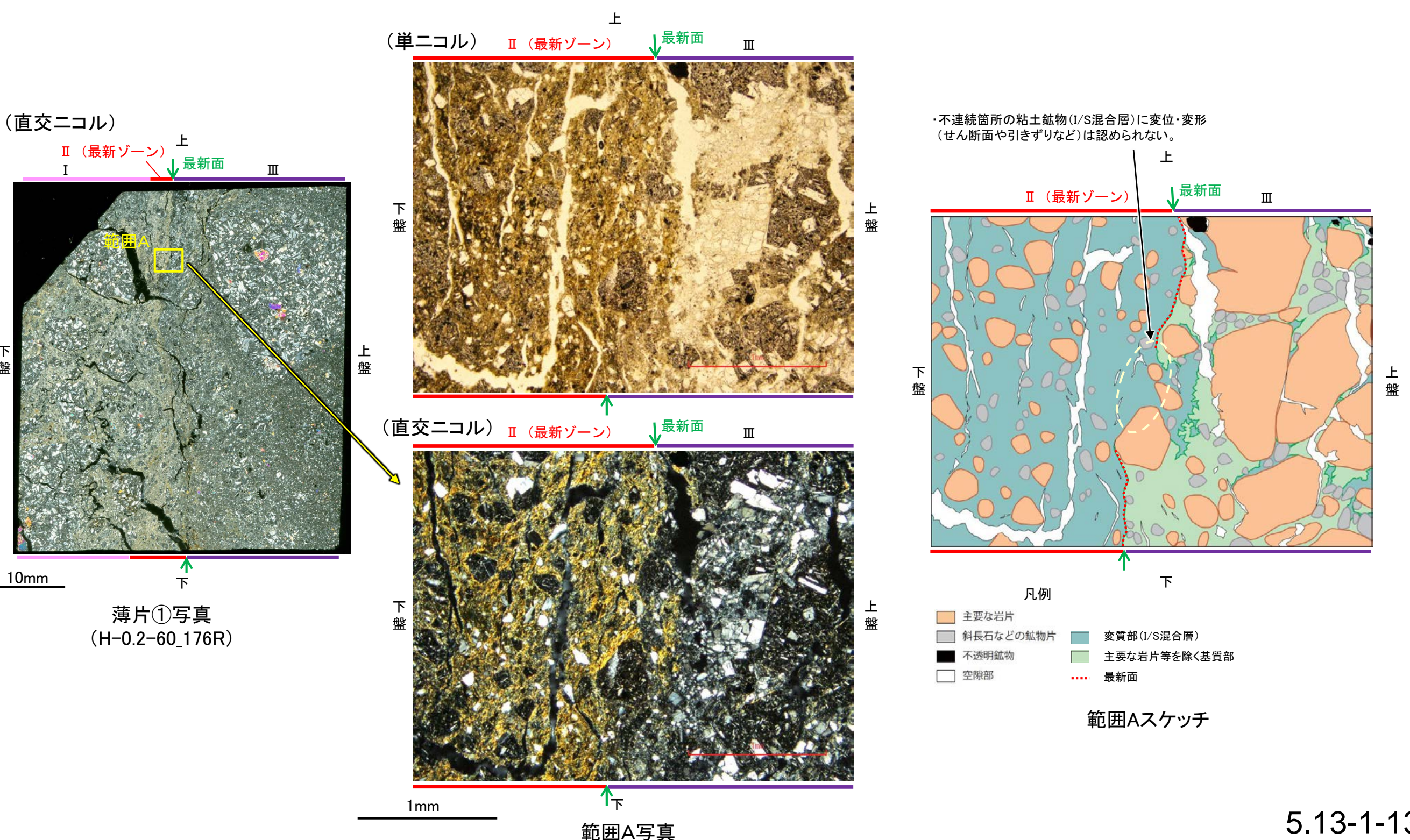


薄片①写真(H-0.2-60\_176R)

# K-18 H-0.2-60孔① — 最新面とI/S混合層との関係(範囲A) —

○薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し, 最新面が不連続になっており, 不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○ただし, 第2回現地調査(2022.10.13,14)における議論を踏まえ, 範囲Aの再観察を行った結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した。



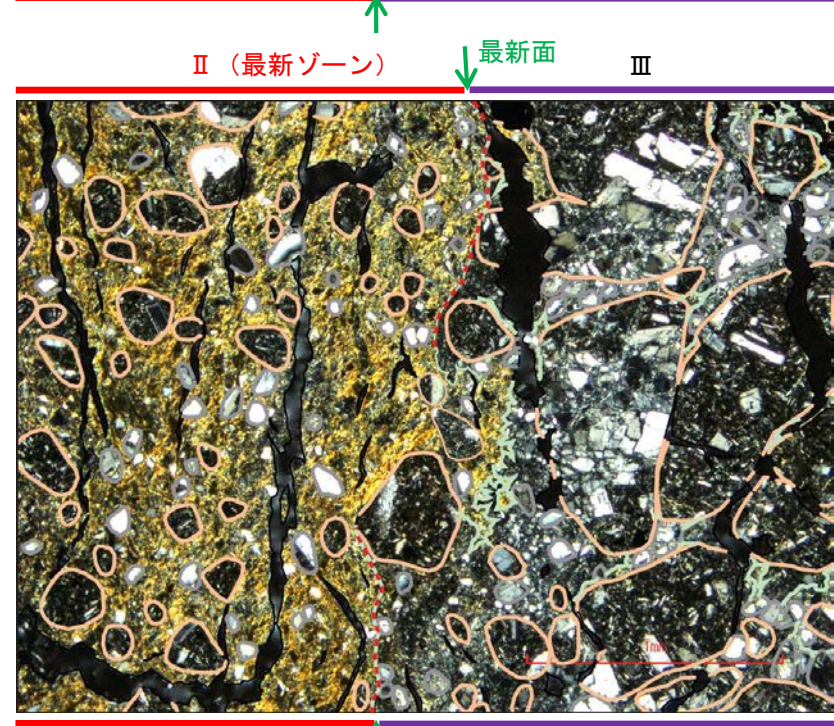
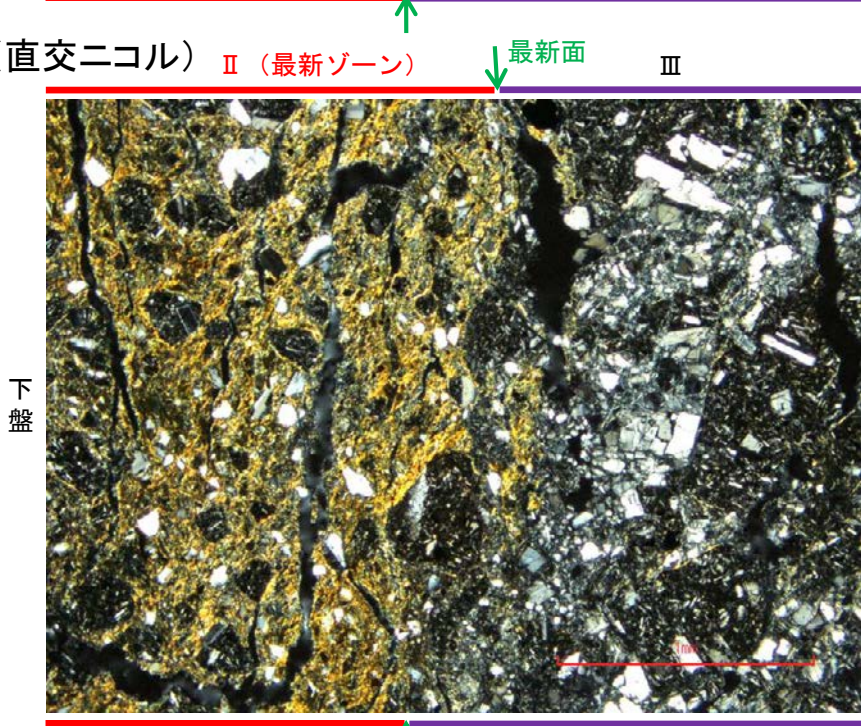
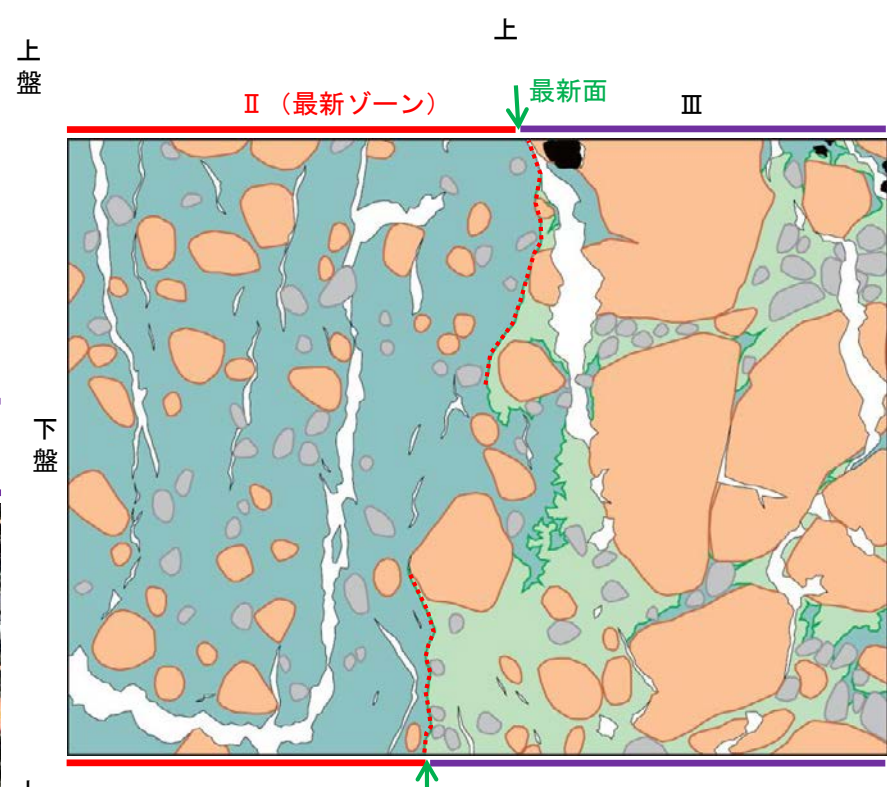
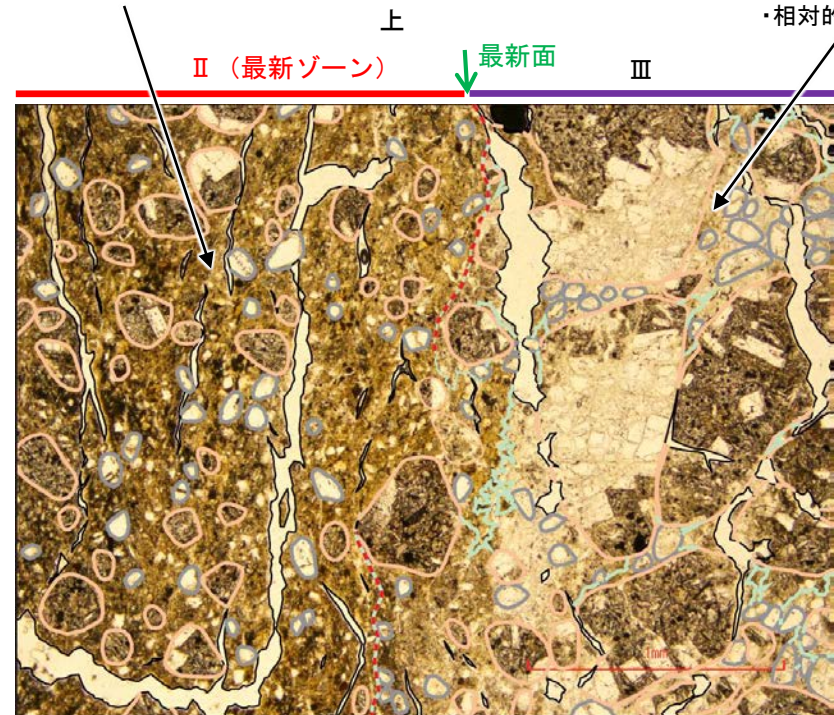
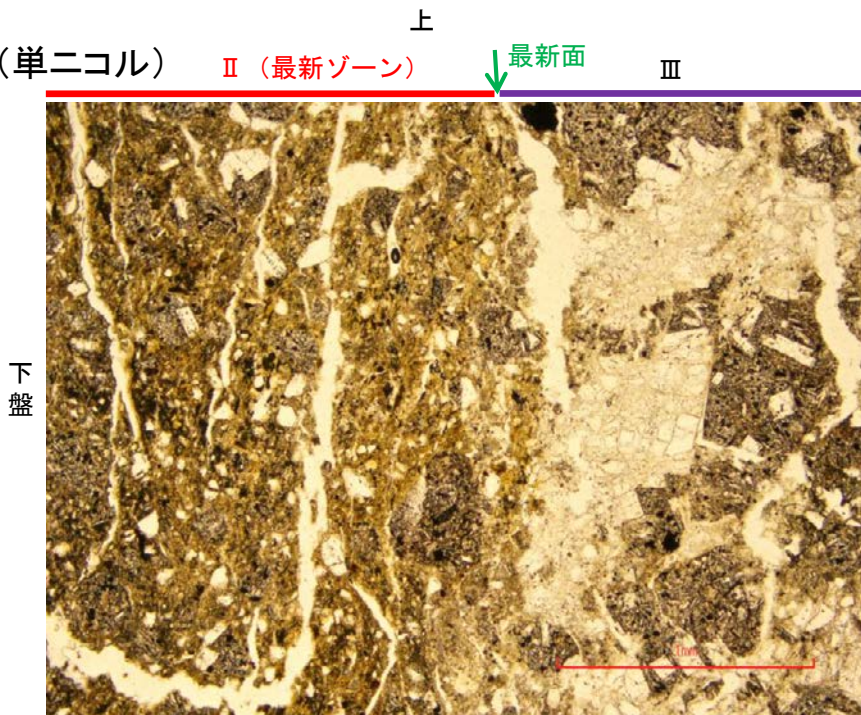
K-18\_H-0.2-60孔①

# 【写真とスケッチの対比(範囲A)】

・薄片①の範囲Aにおける写真とスケッチの対比を以下に示す。

・基質が最も細粒化しており, 粘土鉱物が多い

・相対的に基質が粗粒であり, 粘土鉱物が少ない



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

範囲Aスケッチ

範囲A写真

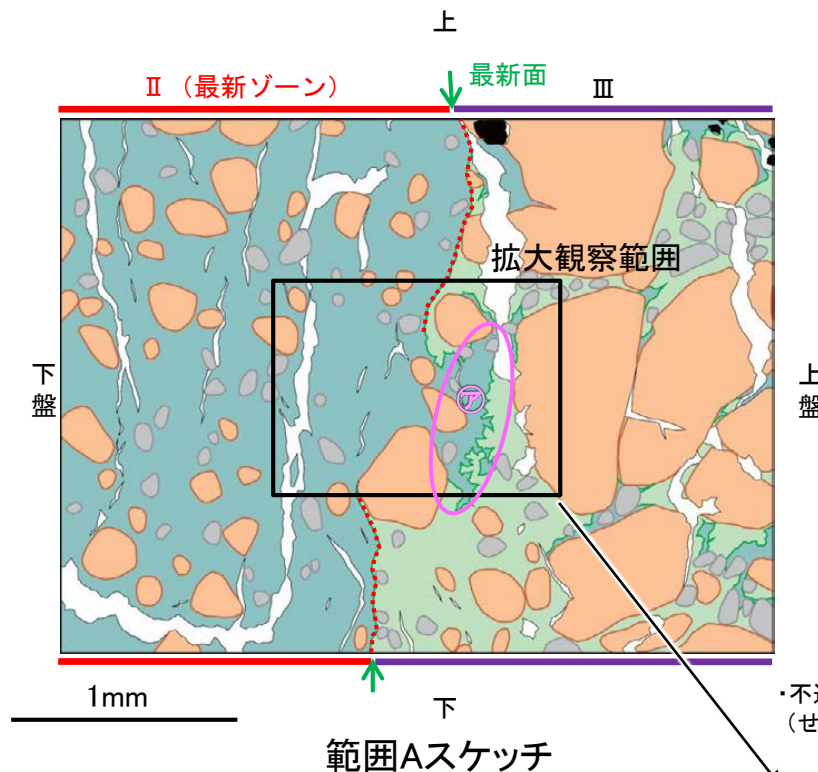
範囲A写真  
(岩片, 基質部等の境界を加筆)

1mm

K-18\_H-0.2-60孔①

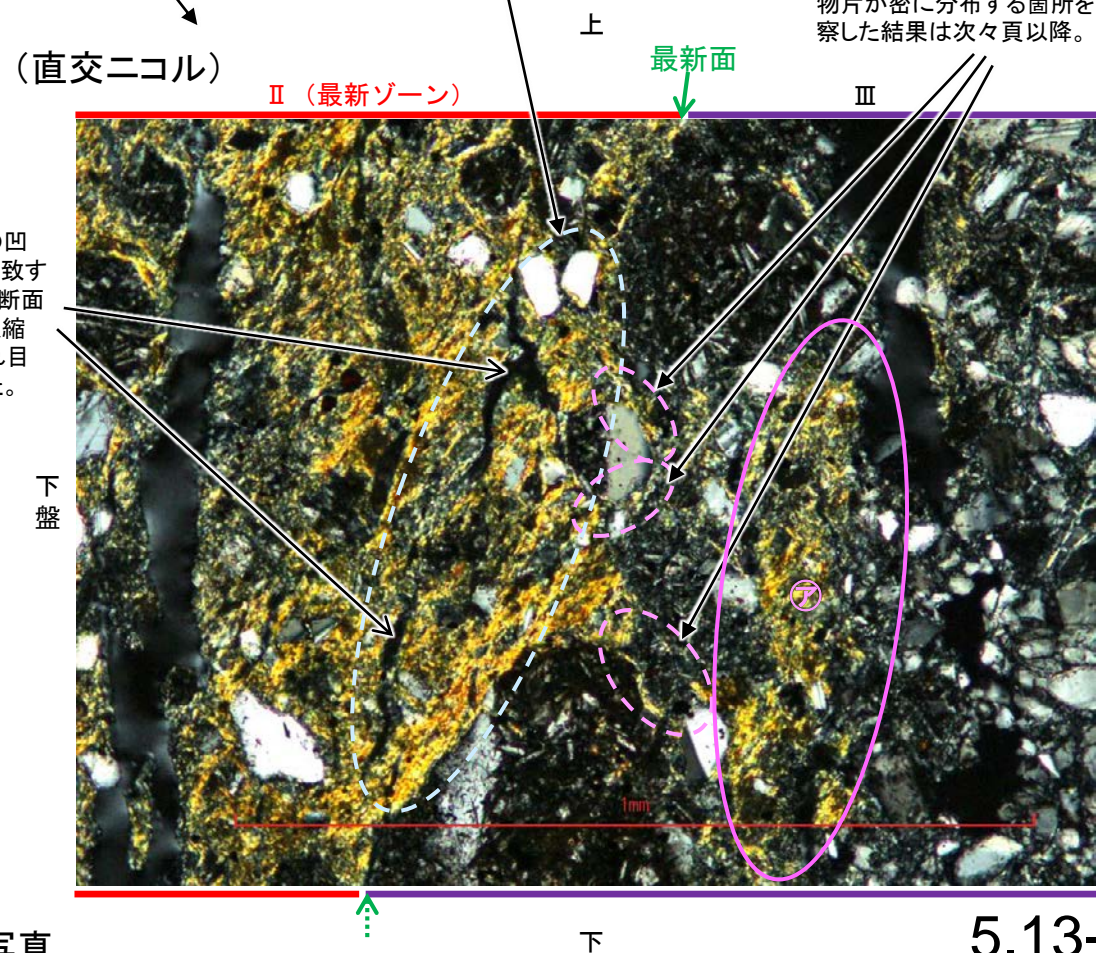
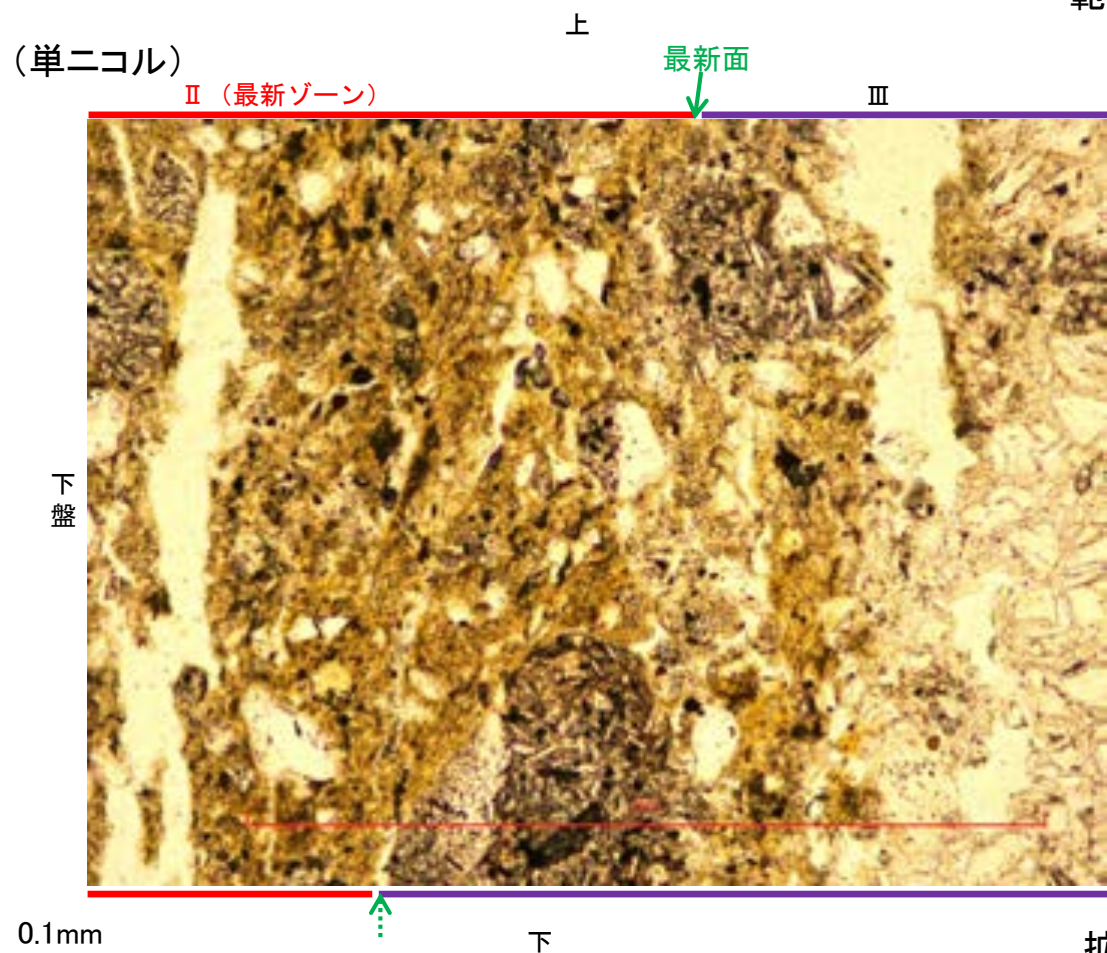
【拡大観察(範囲A)】

- ・薄片①の範囲Aにおいて詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
- ・ただし、第2回現地調査(2022.10.13,14)における議論を踏まえ、範囲Aの再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した。



- 凡例
- 主要な岩片 (Main rock fragments)
  - 斜長石などの鉱物片 (Mineral fragments such as plagioclase)
  - 不透明鉱物 (Opaque minerals)
  - 空隙部 (Void spaces)
  - 変質部(I/S混合層) (Metamorphic zone (I/S mixed layer))
  - 主要な岩片等を除く基質部 (Matrix excluding main rock fragments)
  - 最新面 (Latest surface)

←… : 延長位置



・割れ目の両側の凹凸形状が概ね一致することから、せん断面ではなく、乾燥収縮により生じた割れ目であると判断した。

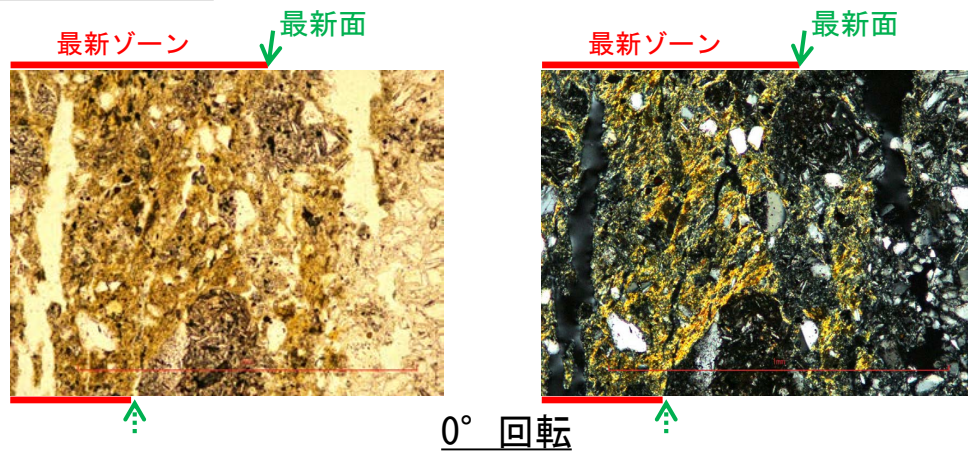
・不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

・最新ゾーン中の粘土鉱物(I/S混合層)がアの粘土鉱物(I/S混合層)と繋がっていることを確認するために、岩片や鉱物片が密に分布する箇所を詳細に観察した結果は次々頁以降。

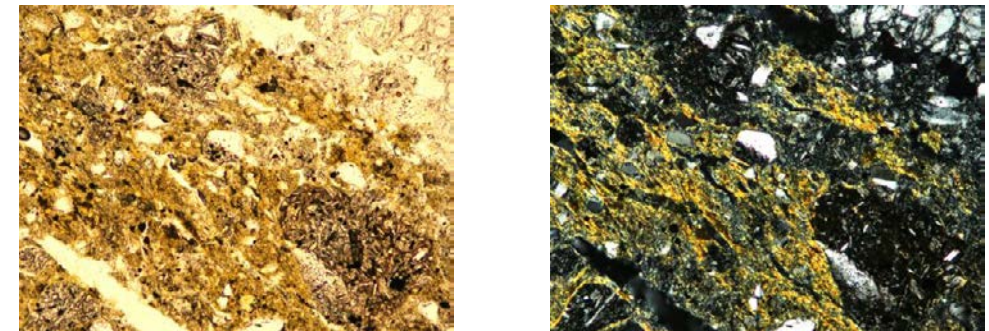
拡大観察範囲写真



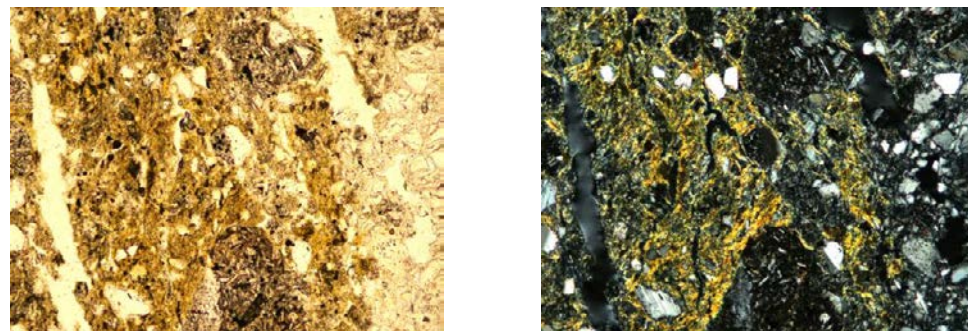
# 【ステージ回転写真(範囲A)】



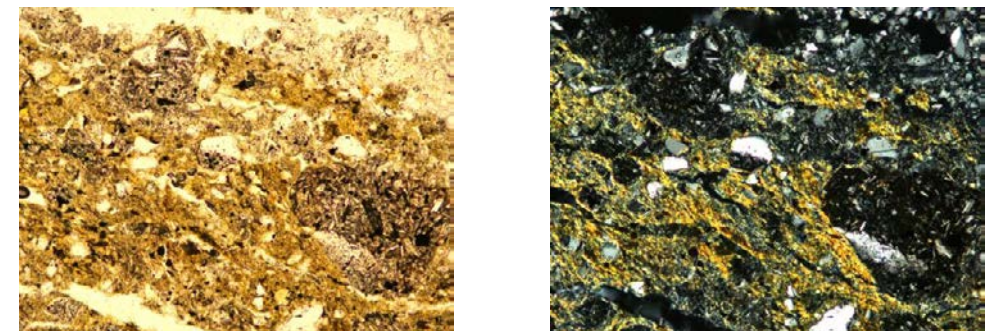
0° 回転



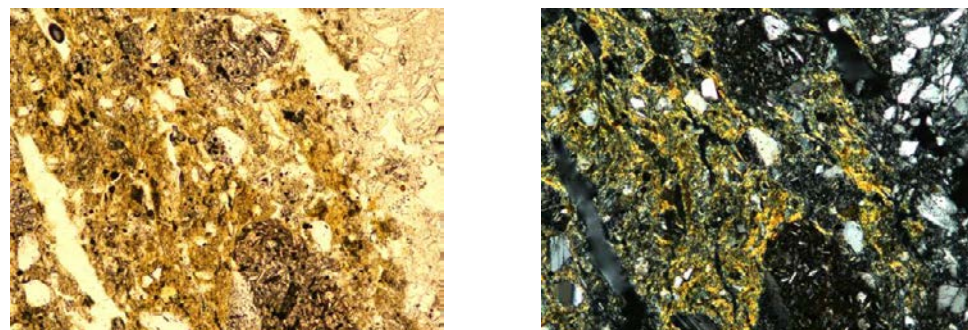
左60° 回転



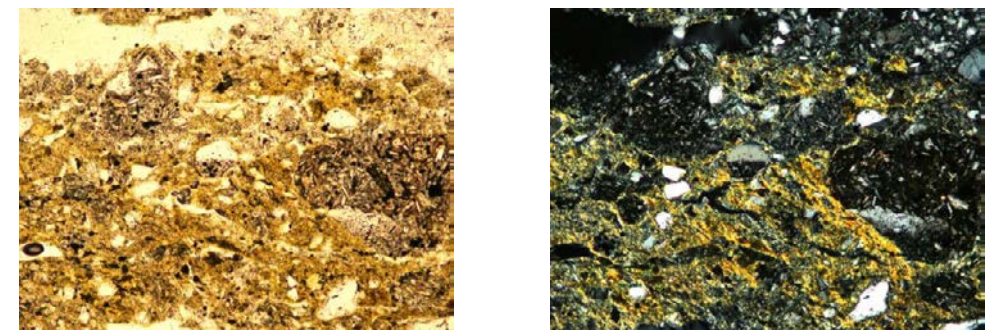
左15° 回転



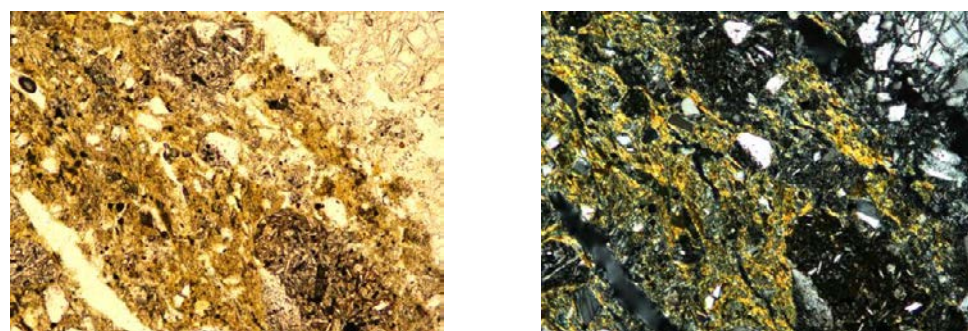
左75° 回転



左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転

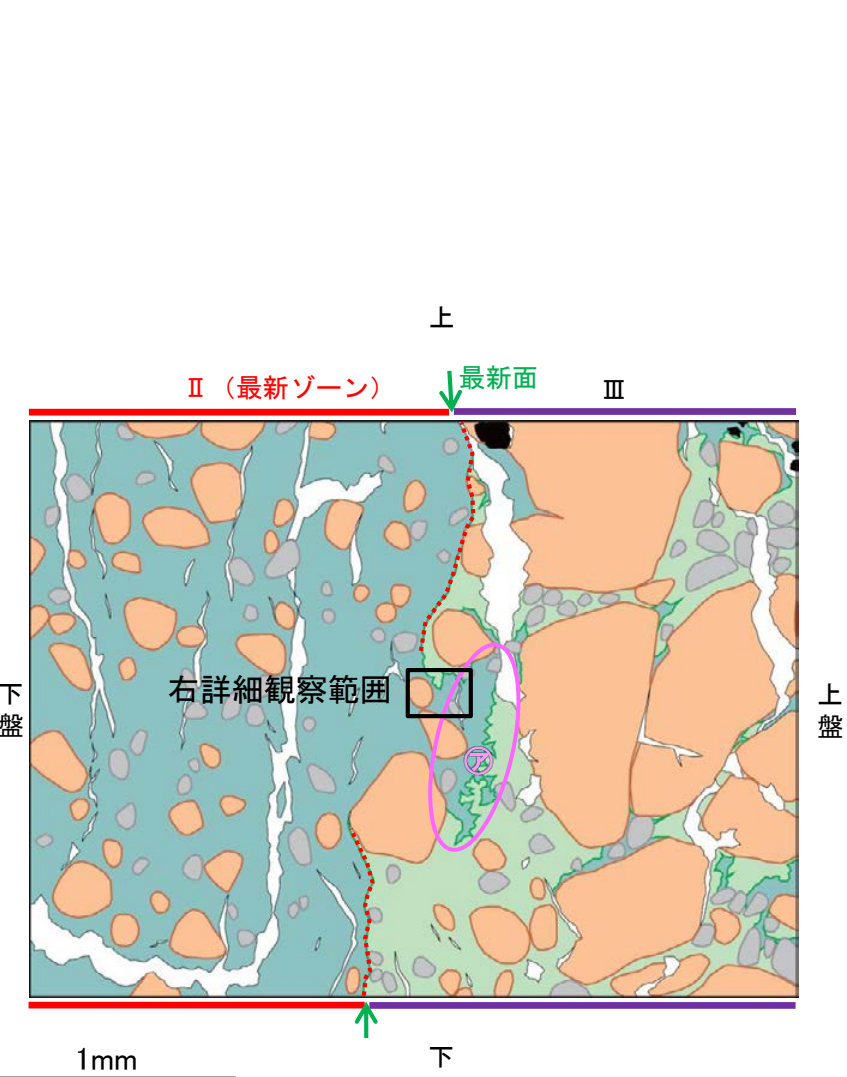
←… : 延長位置

・薄片①の範囲Aにおいて、ステージを回転させて詳細に観察した結果、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。

K-18\_H-0.2-60孔①

# 【詳細観察(範囲A)1/2】

○最新ゾーン中の粘土鉱物(I/S混合層)がスケッチ中㊦の粘土鉱物(I/S混合層)と繋がっていることを確認するために、岩片や鉱物片が密に分布する箇所を詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は途切れずに、岩片や鉱物片の間を埋めて分布している。



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

範囲Aスケッチ

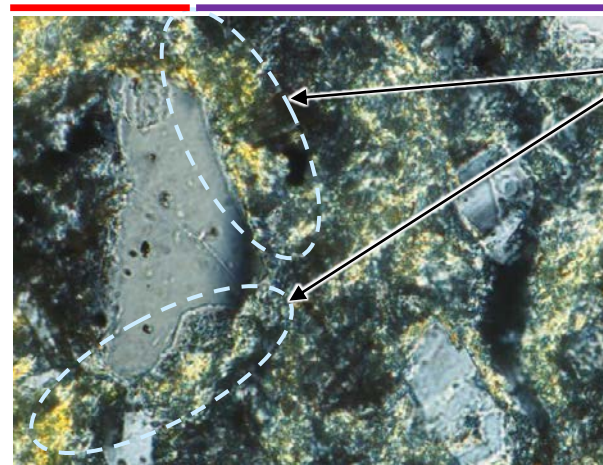
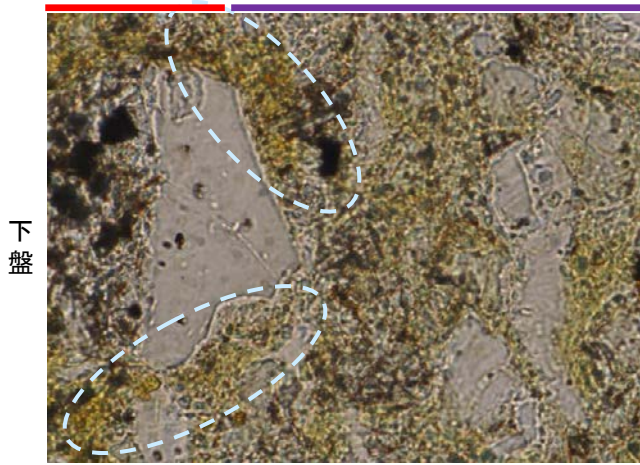
←… : 延長位置

(単ニコル)

III

(直交ニコル)

III



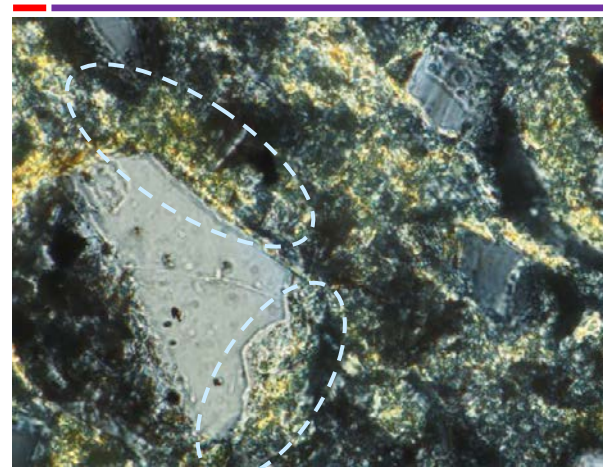
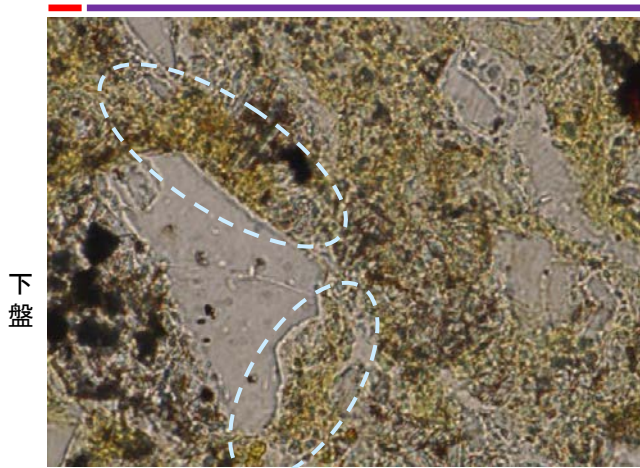
・粘土鉱物(I/S混合層)は途切れずに、岩片や鉱物片の間を埋めて分布する。

0.1mm

II (最新ゾーン)  
III

0° 回転

II (最新ゾーン)  
III

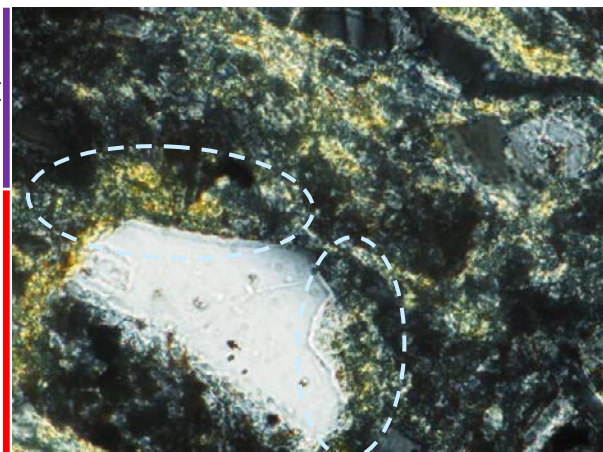
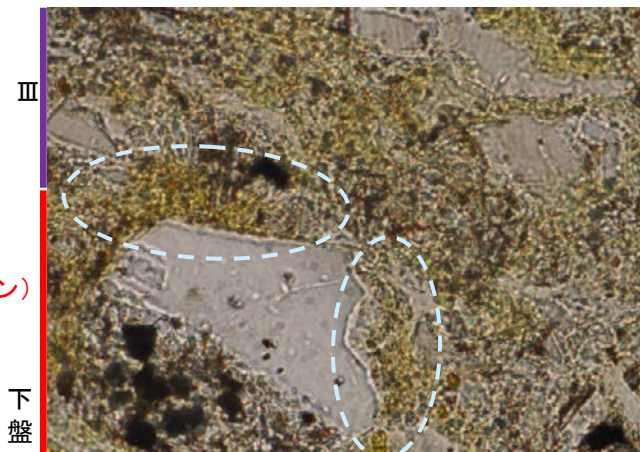


0.1mm

II (最新ゾーン)  
III

左30° 回転

II (最新ゾーン)  
III



0.1mm

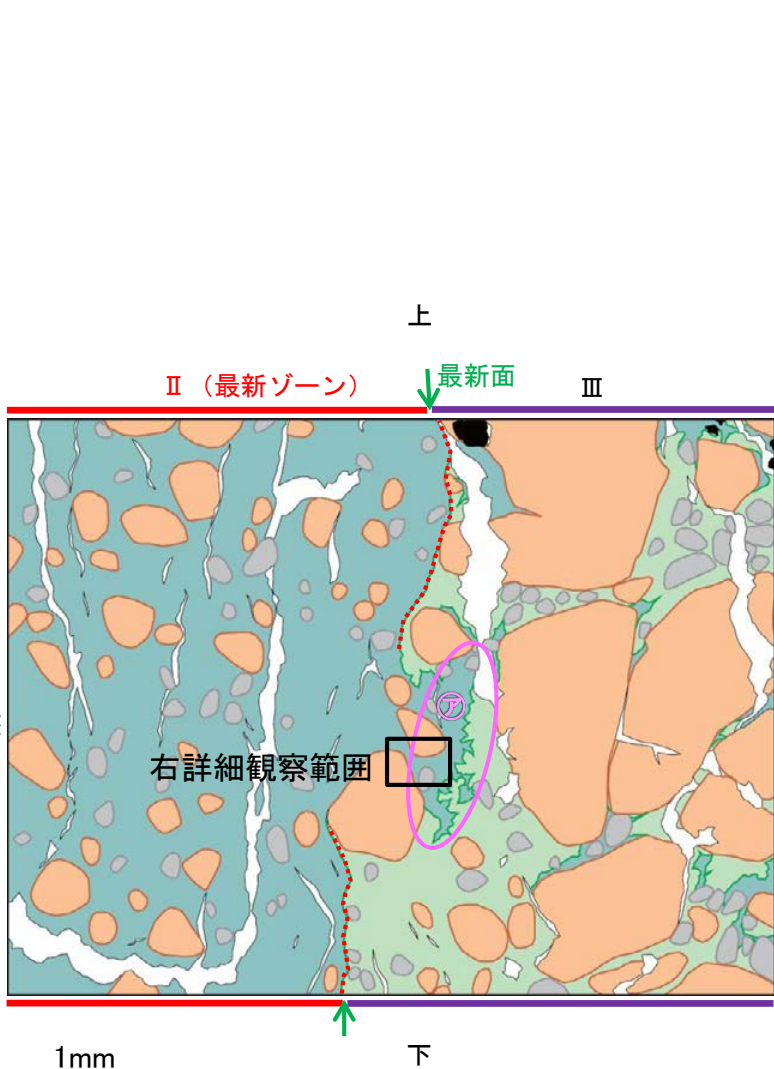
左60° 回転

詳細観察範囲写真

K-18\_H-0.2-60孔①

# 【詳細観察(範囲A)2/2】

○最新ゾーン中の粘土鉱物(I/S混合層)がスケッチ中㉞の粘土鉱物(I/S混合層)と繋がっていることを確認するために、岩片や鉱物片が密に分布する箇所を詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)は途切れずに、岩片や鉱物片の間を埋めて分布している。



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

範囲Aスケッチ

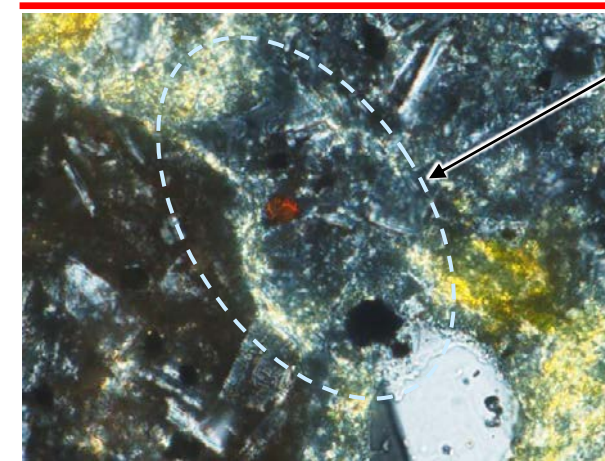
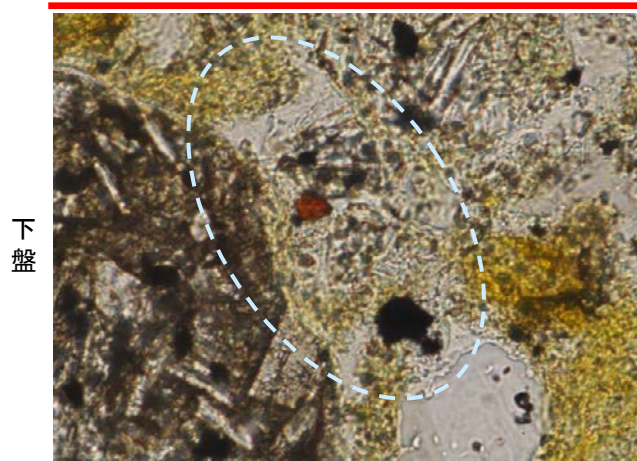
←… : 延長位置

(単ニコル)

II (最新ゾーン)

(直交ニコル)

II (最新ゾーン)

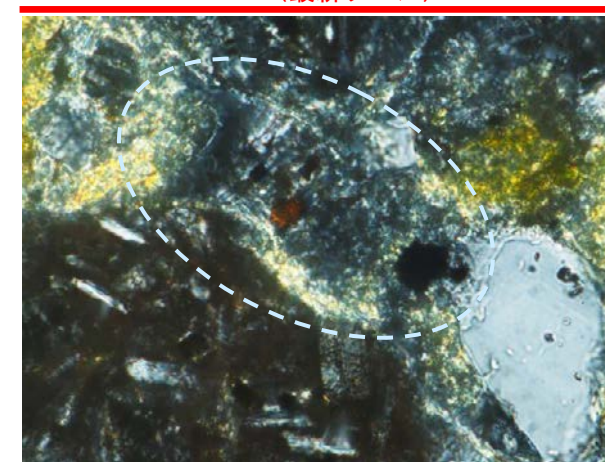
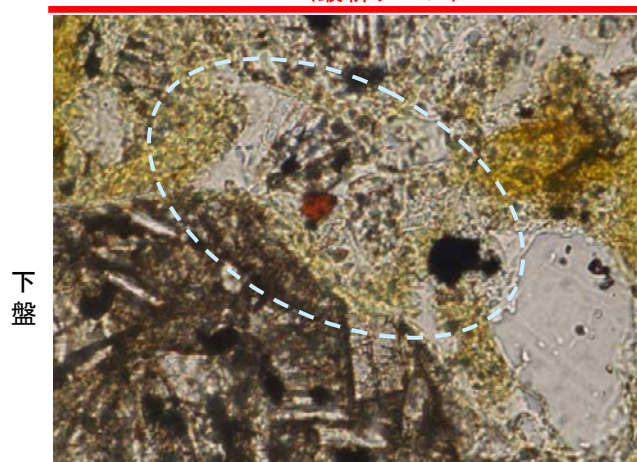


0.1mm

0° 回転

II (最新ゾーン)

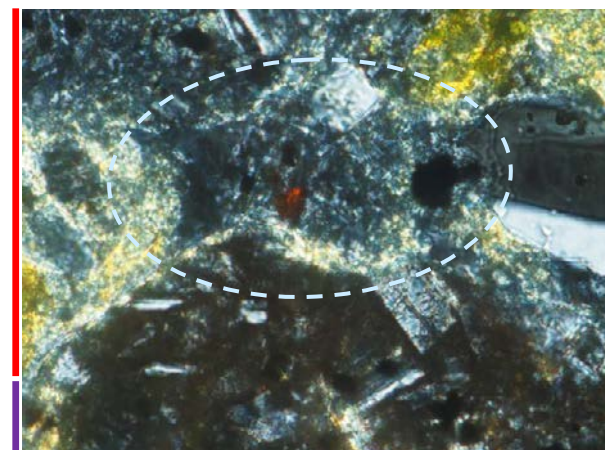
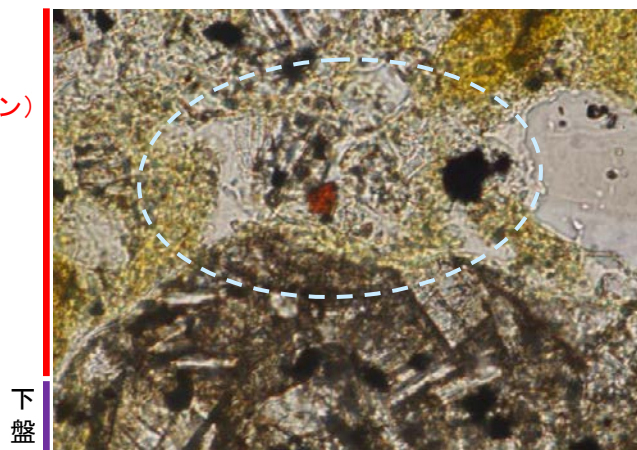
II (最新ゾーン)



0.1mm

左30° 回転

II (最新ゾーン)



0.1mm

左60° 回転

詳細観察範囲写真

# K-18 H-0.2-60孔② —最新面の認定(微視的観察)—

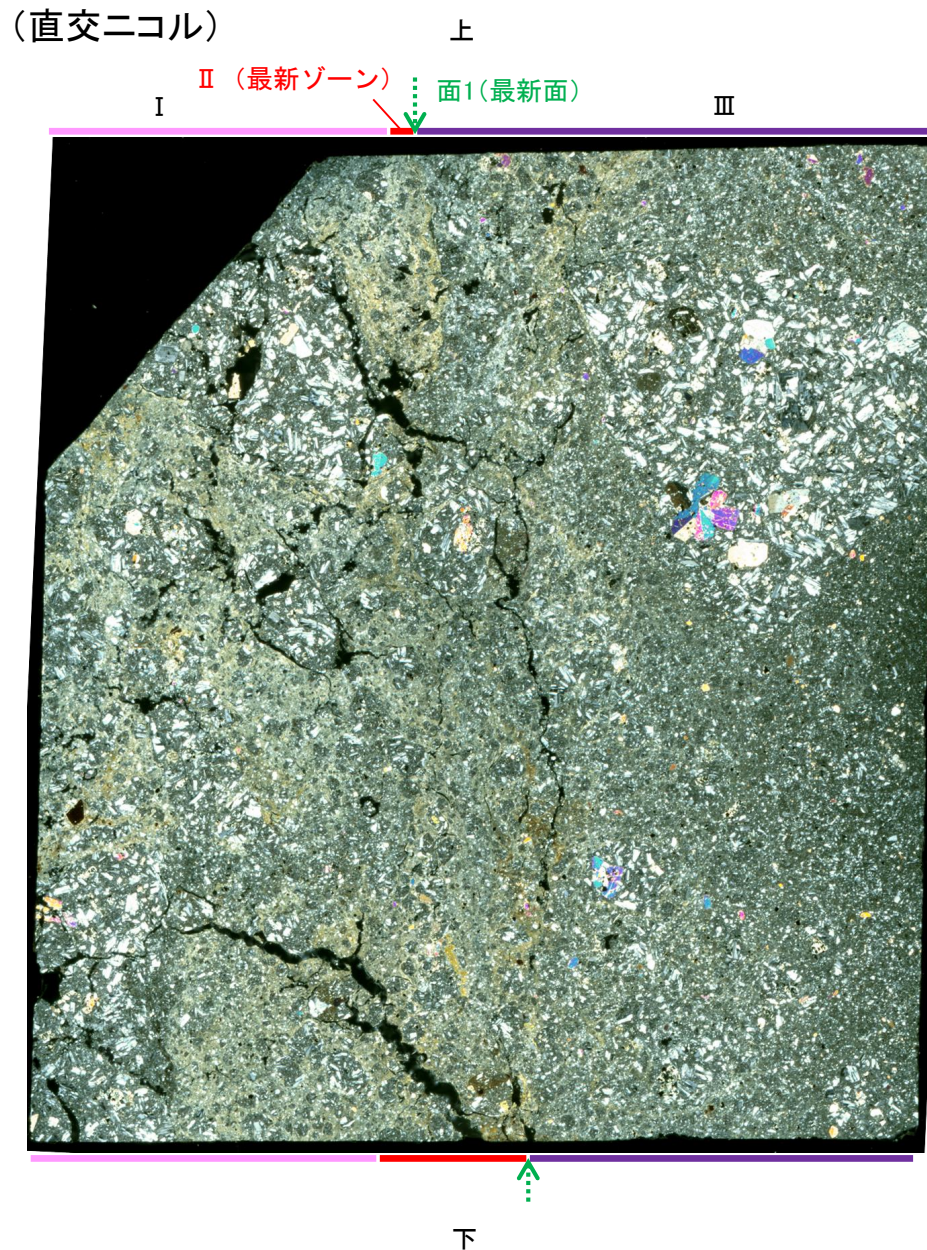
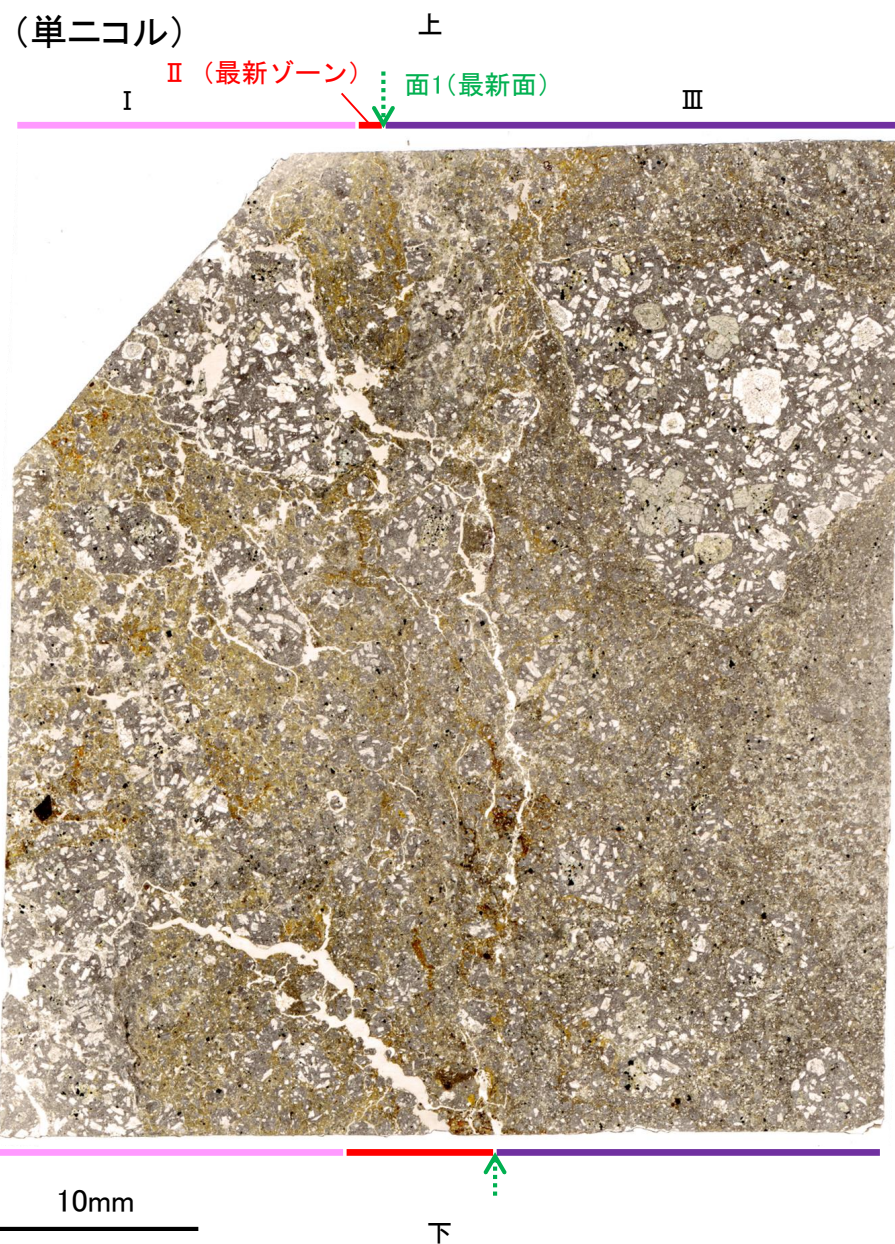
- 薄片②で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 色調や礫径などから, 上盤側よりⅠ～Ⅲに分帯した。
- そのうち, 最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に, 面1が認められる。面1は全体的に不明瞭だが, 最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰとの境界は, 不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない※。
- 最新ゾーン中に認められるY面は面1のみであることから, 面1を最新面と認定し, 変質鉱物との関係を確認する。

※最新ゾーンと分帯Ⅰ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部区分との対応

- ・分帯Ⅰ, 分帯Ⅱ(最新ゾーン)・・・粘土状破碎部
- ・分帯Ⅲ・・・固結した破碎部



Ⅰ: 単ニコルで褐灰色, 直交ニコルで灰～黄色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径17mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれている。岩片, 鉱物片は角～亜角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部には粘土鉱物が生成している。

Ⅱ(最新ゾーン): 単ニコルで褐～褐灰色, 直交ニコルで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。岩片は亜角～亜円形, 鉱物片は角～亜角形である。基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

Ⅲ: 単ニコルで褐灰色, 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23mm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～亜角形である。一部の基質中や割れ目, 岩片の縁辺部に粘土鉱物が生成している。

◀… : 延長位置

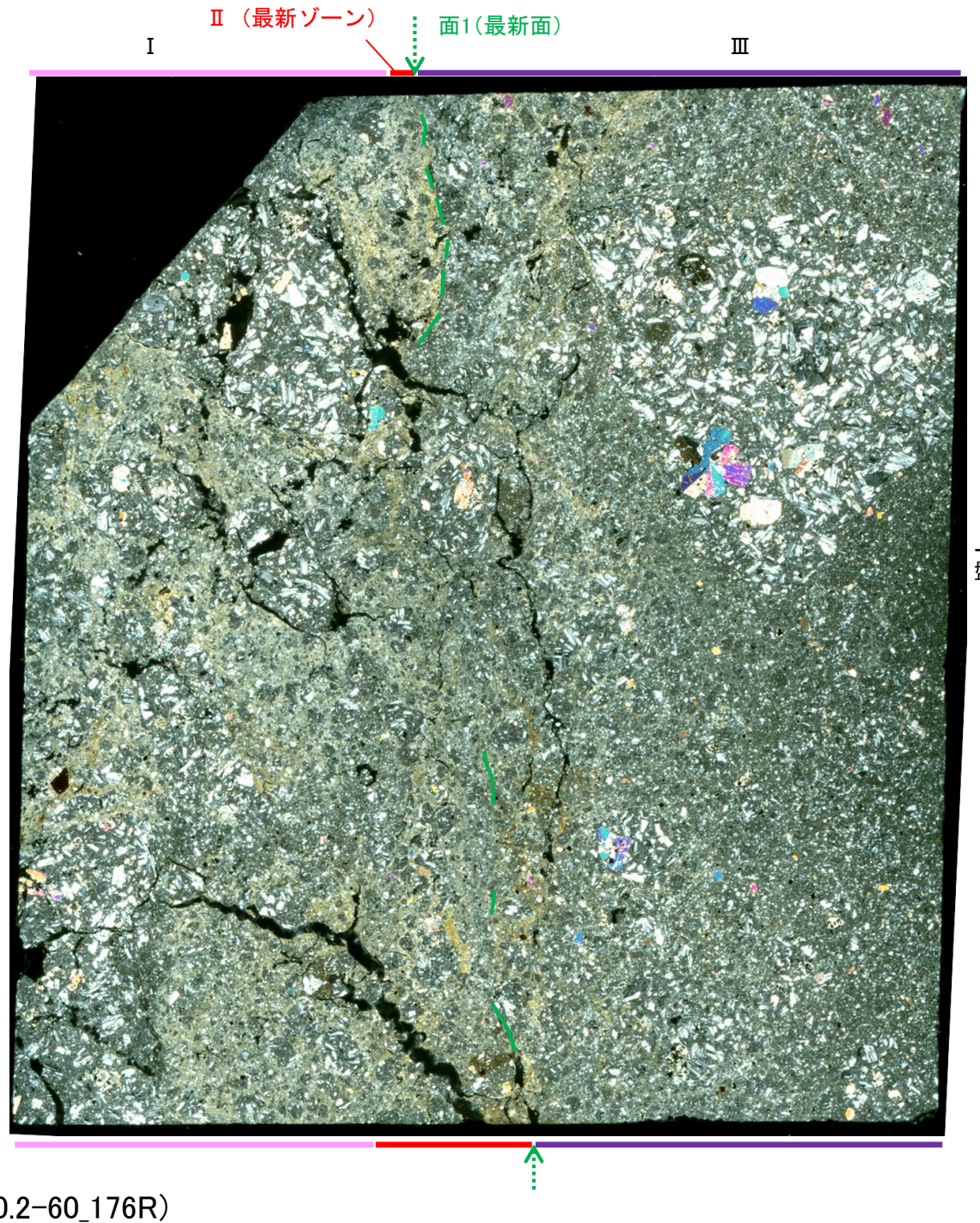
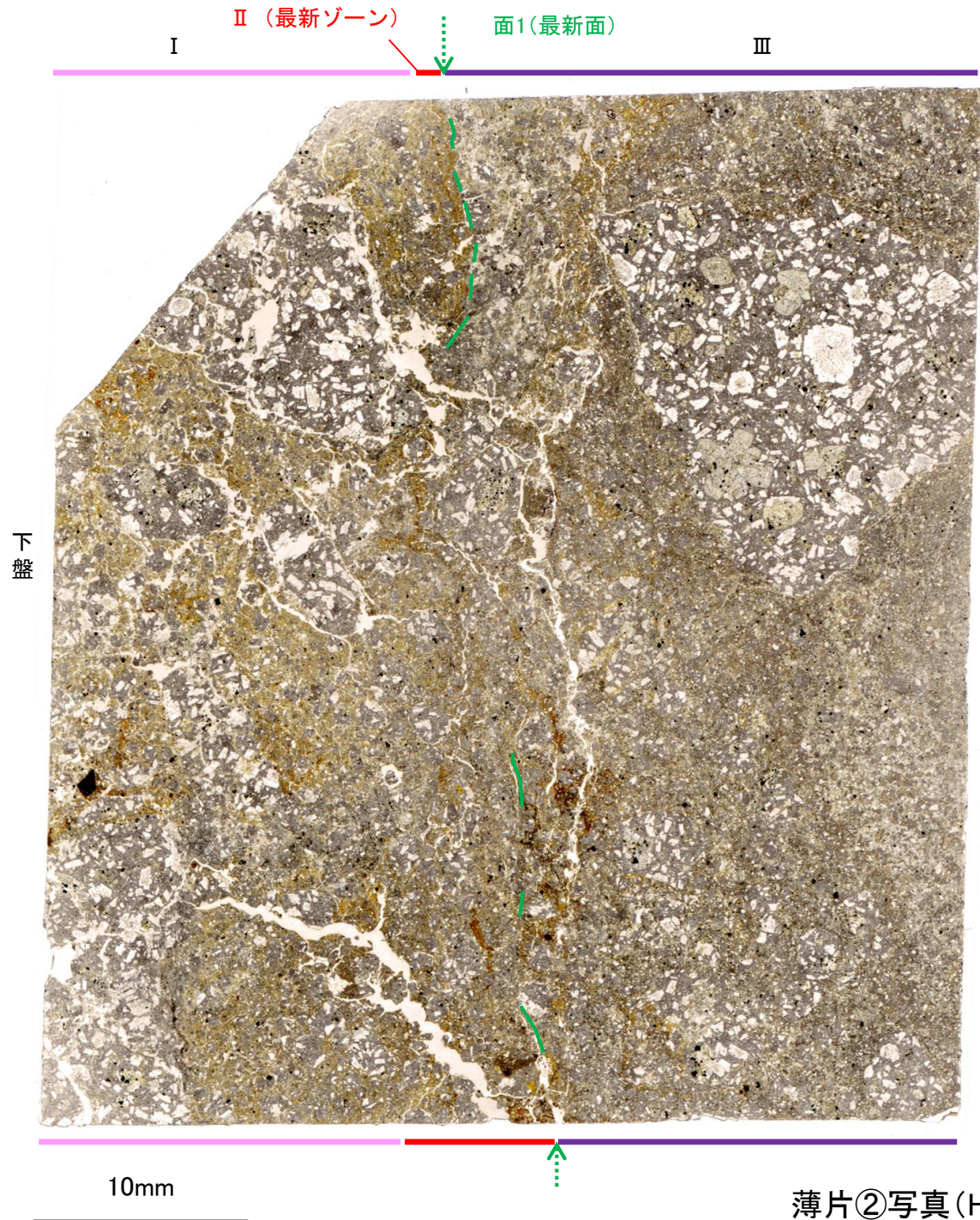
K-18\_H-0.2-60孔②

# 【解釈線あり】

←… : 延長位置

(単ニコル)

(直交ニコル)

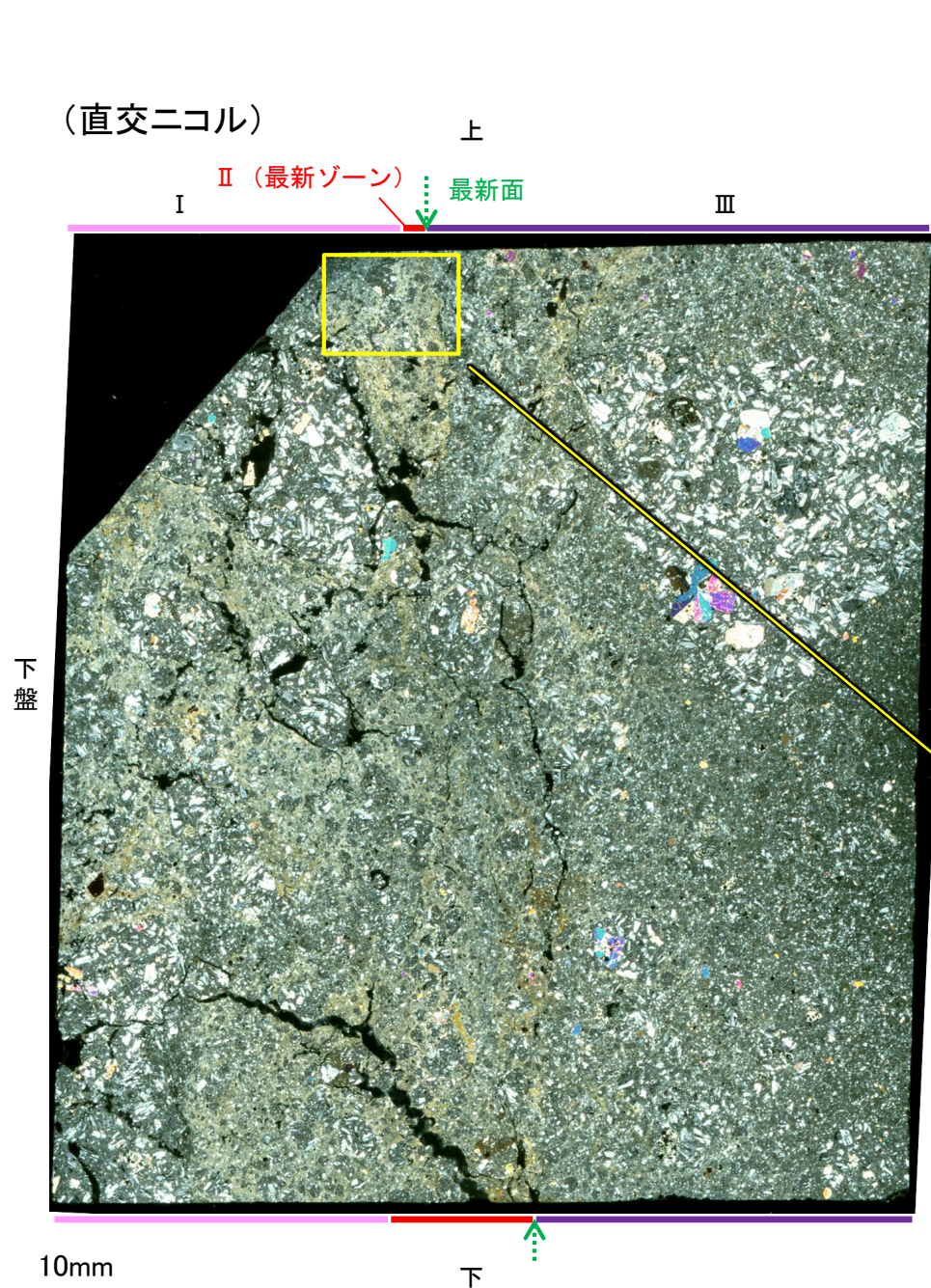


薄片②写真(H-0.2-60\_176R)

- ・最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界に、面1が認められる。面1は全体的に不明瞭だが、最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面である。
- ・最新ゾーンと分帯Ⅰ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。

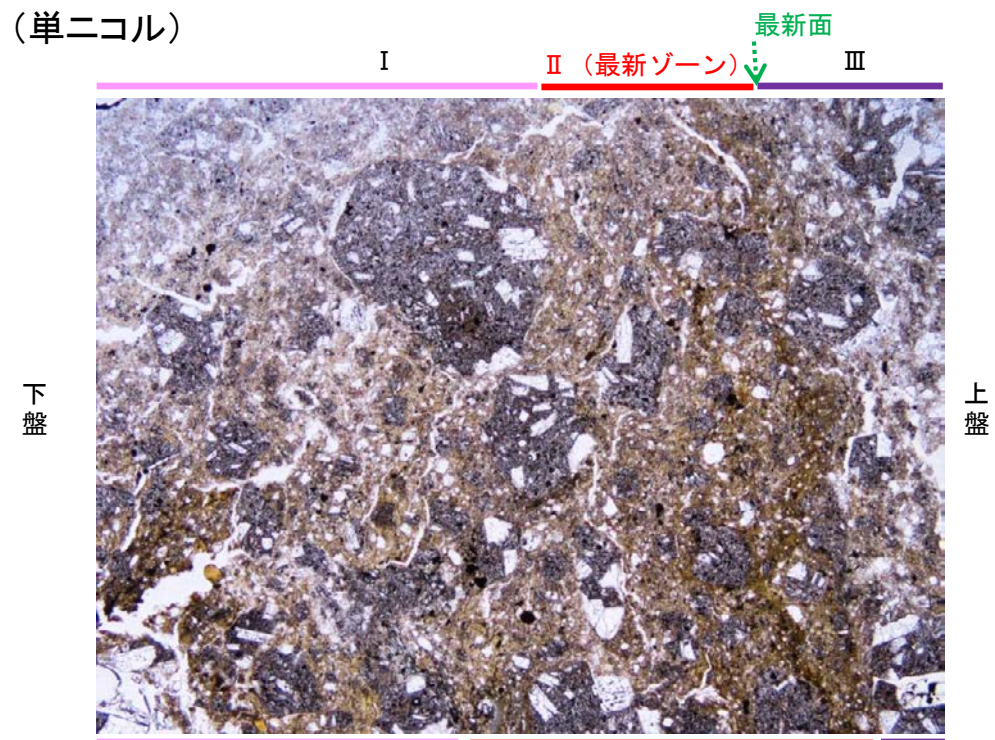
# K-18 H-0.2-60孔② —最新ゾーンと分帯Ⅲとの境界—

○薄片②で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 最新ゾーンと分帯Ⅰ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。

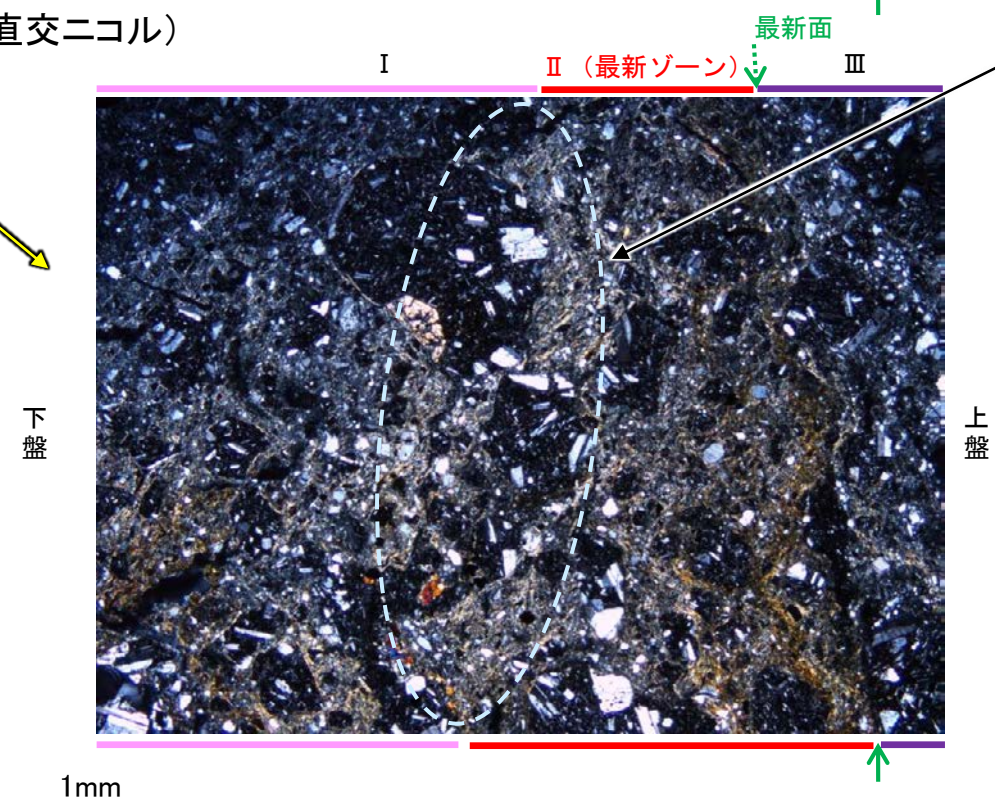


薄片②写真(H-0.2-60\_176R)

(単ニコル)



(直交ニコル)

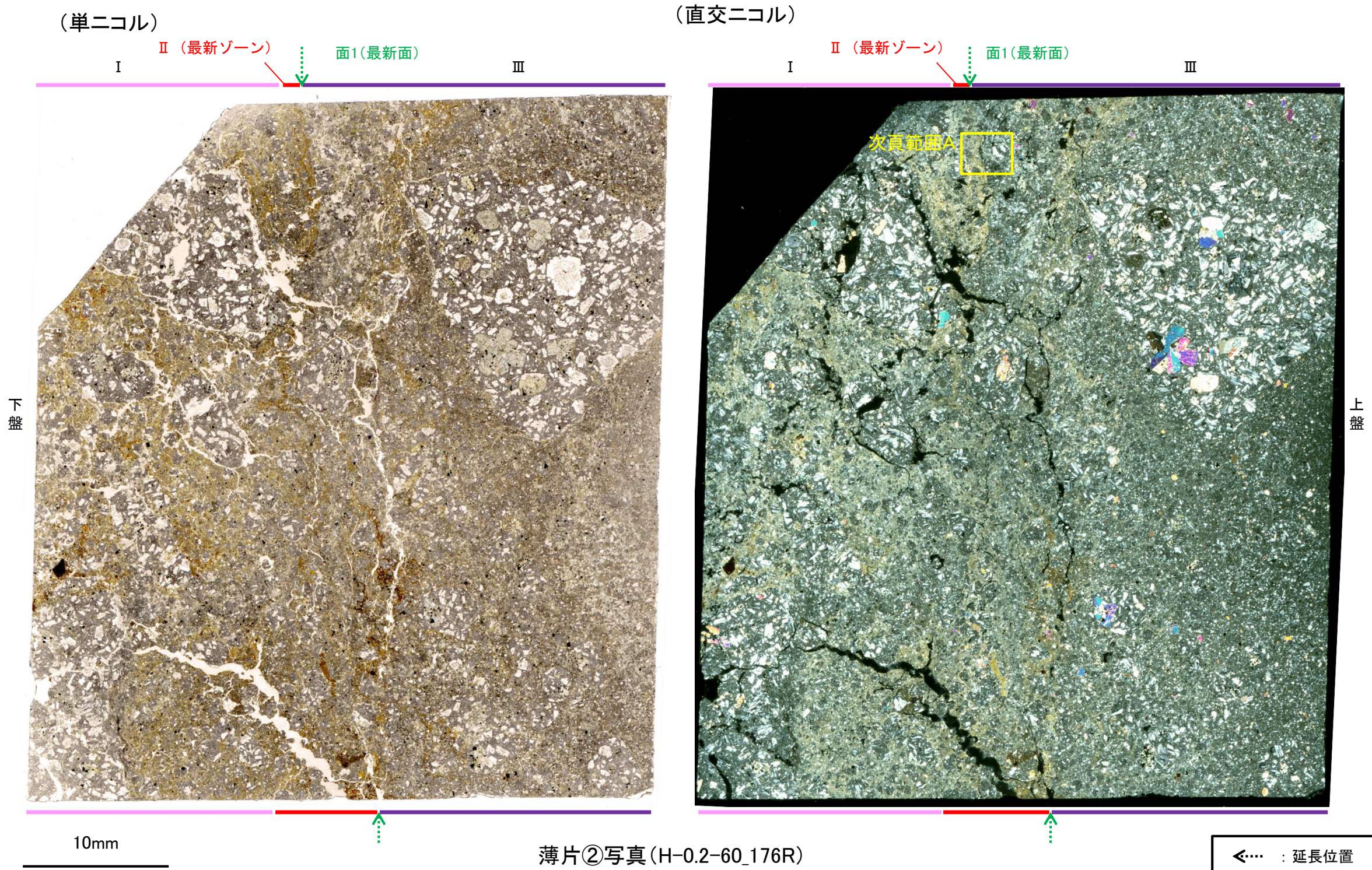


不明瞭で漸移的であり, せん断面は認められない

←… : 延長位置

# K-18 H-0.2-60孔② —変質鉱物の分布(薄片観察)—

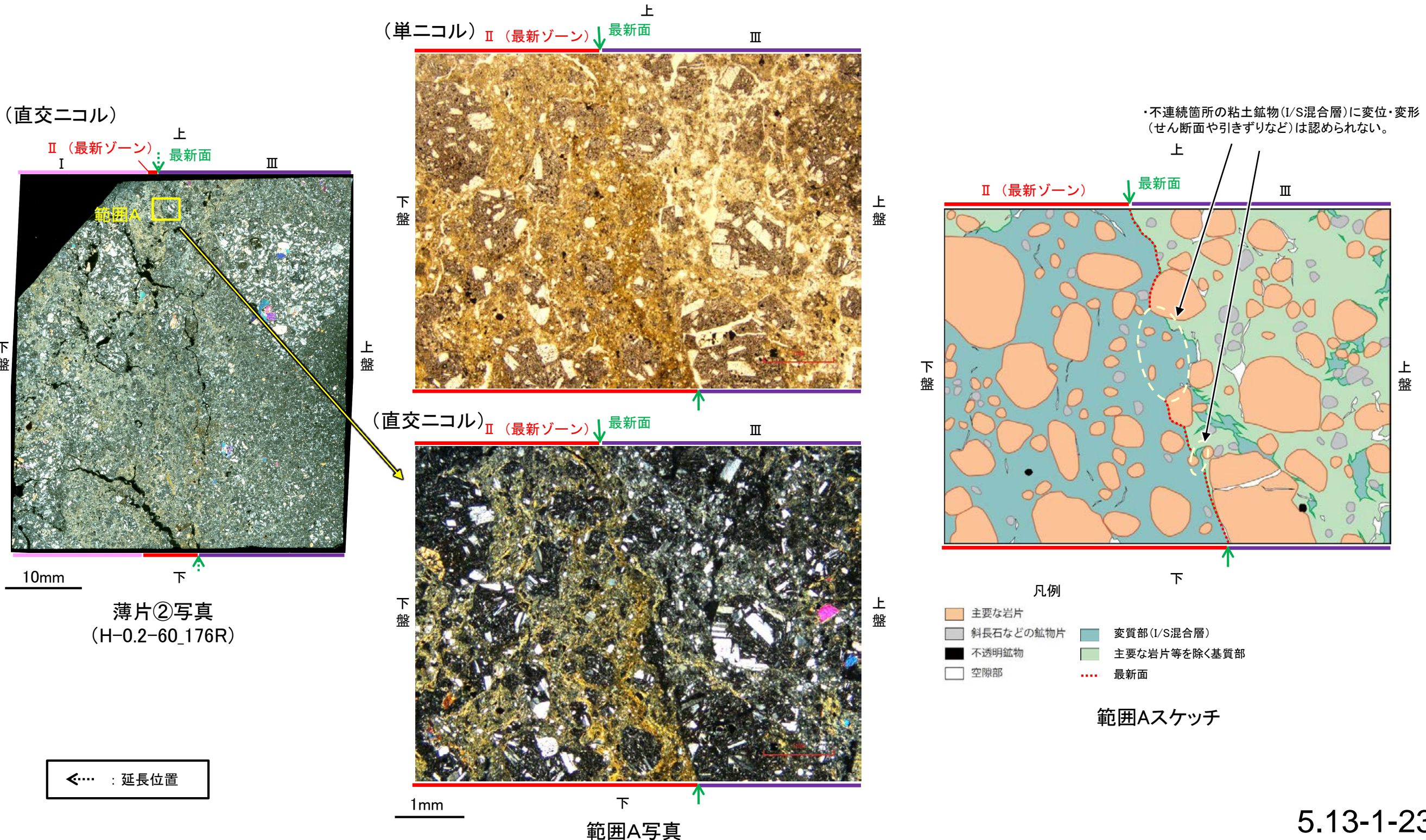
- 薄片②で実施した薄片観察やEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新面との関係を確認する。



# K-18 H-0.2-60孔② — 最新面とI/S混合層との関係(範囲A) —

○薄片②の範囲Aにおいて詳細に観察した結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し, 最新面が不連続になっており, 不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

○ただし, 第2回現地調査(2022.10.13,14)における議論を踏まえ, 範囲Aの再観察を行った結果, 粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した。

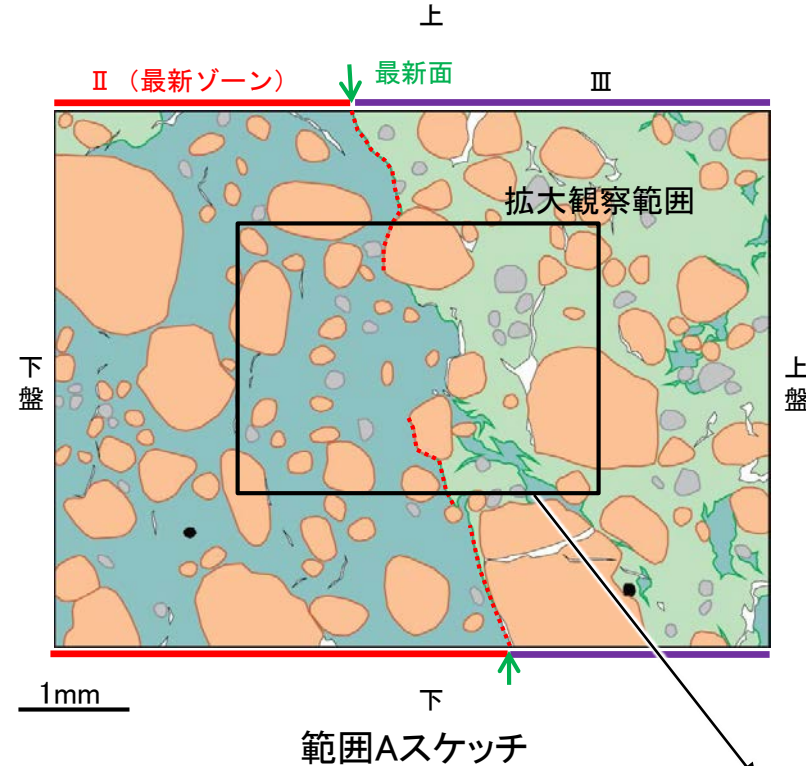




# 【拡大観察(範囲A-1)】

・薄片②の範囲A-1において詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所は粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

・ただし、第2回現地調査(2022.10.13,14)における議論を踏まえ、範囲A-1の再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した。



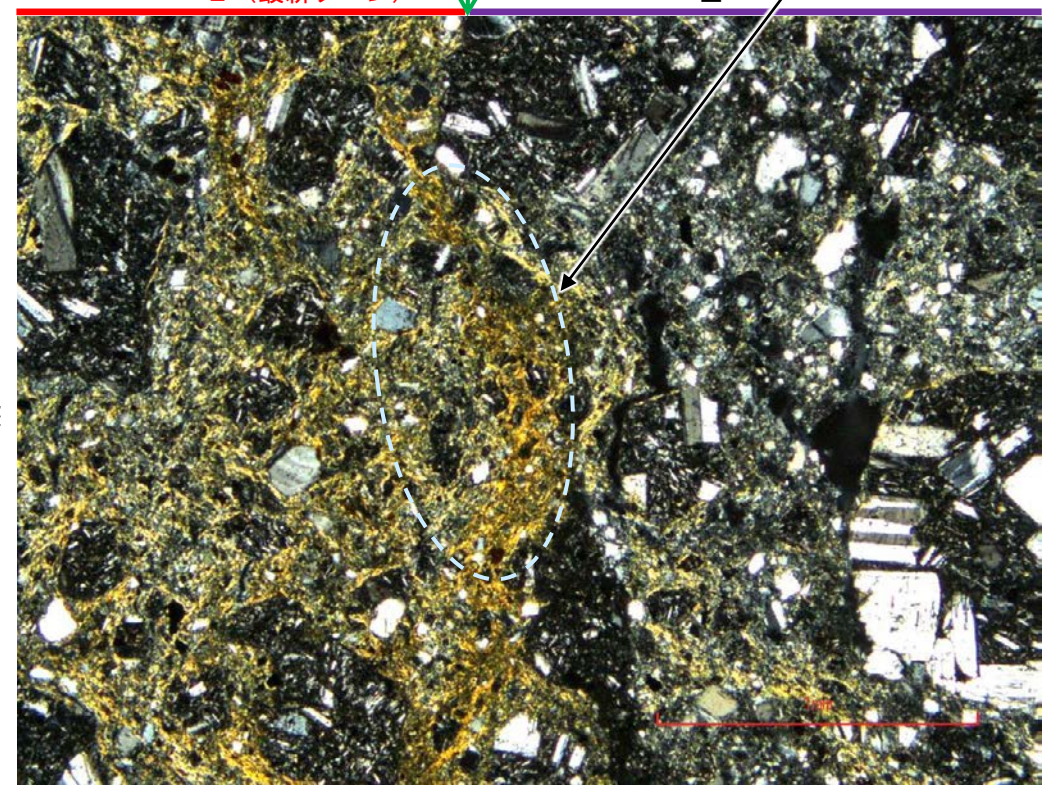
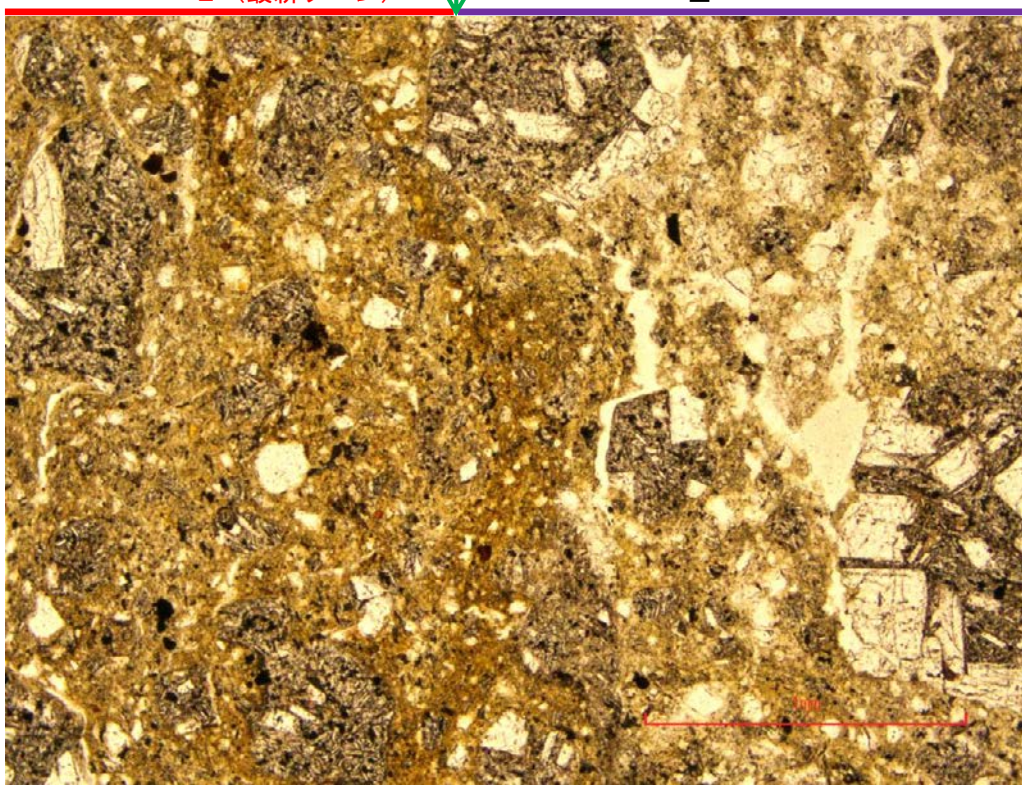
凡例

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	最新面
空隙部	

・不連続箇所は粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

(単ニコル)

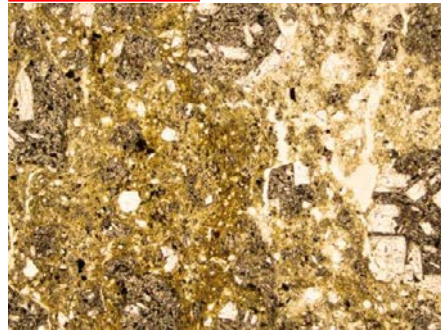
(直交ニコル)



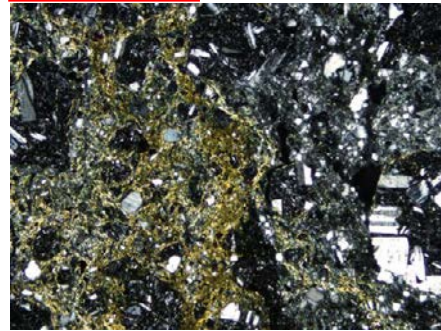
拡大観察範囲写真

【ステージ回転写真(範囲A-1)】

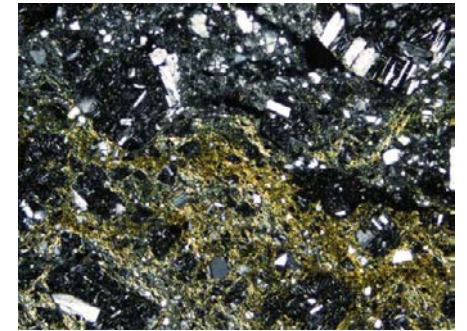
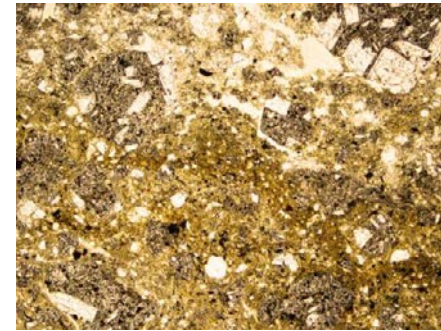
最新ゾーン ↓ 最新面



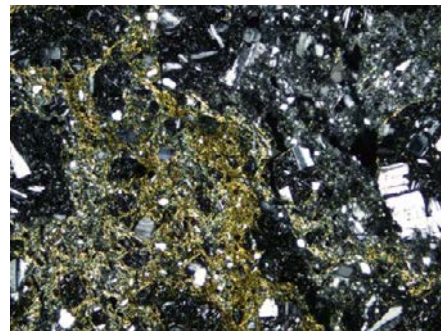
最新ゾーン ↓ 最新面



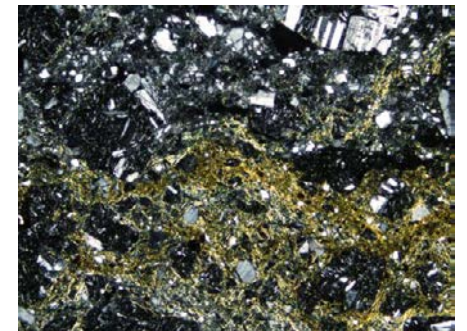
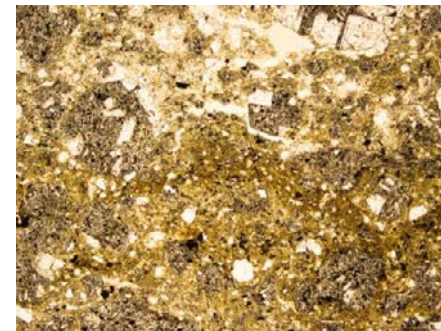
0° 回転



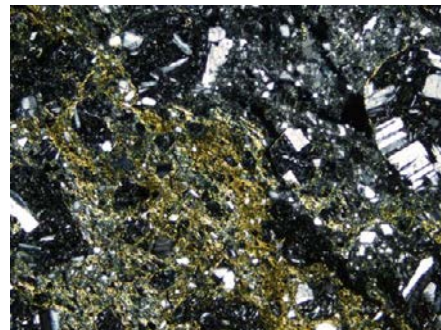
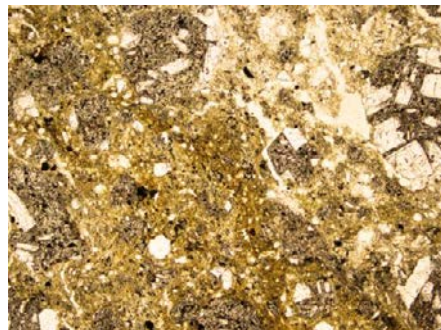
左60° 回転



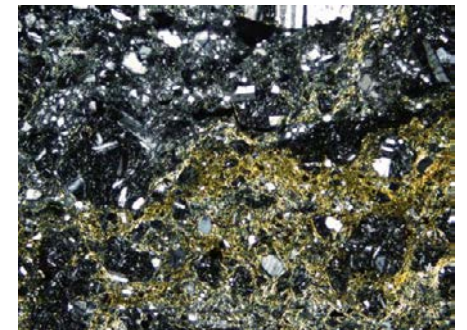
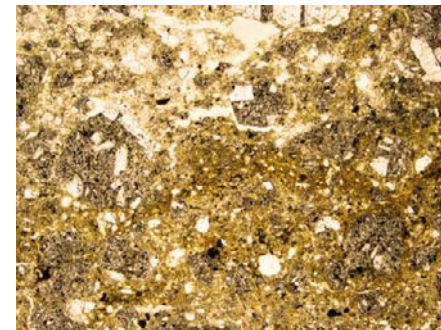
左15° 回転



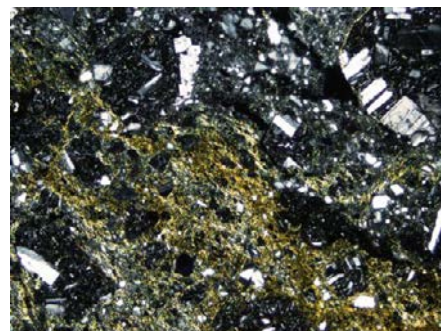
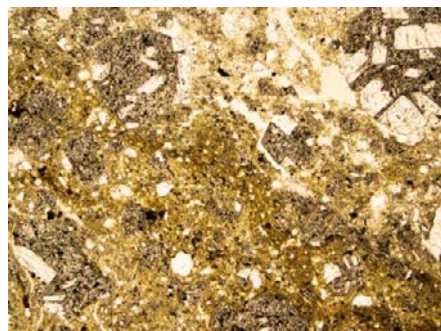
左75° 回転



左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転

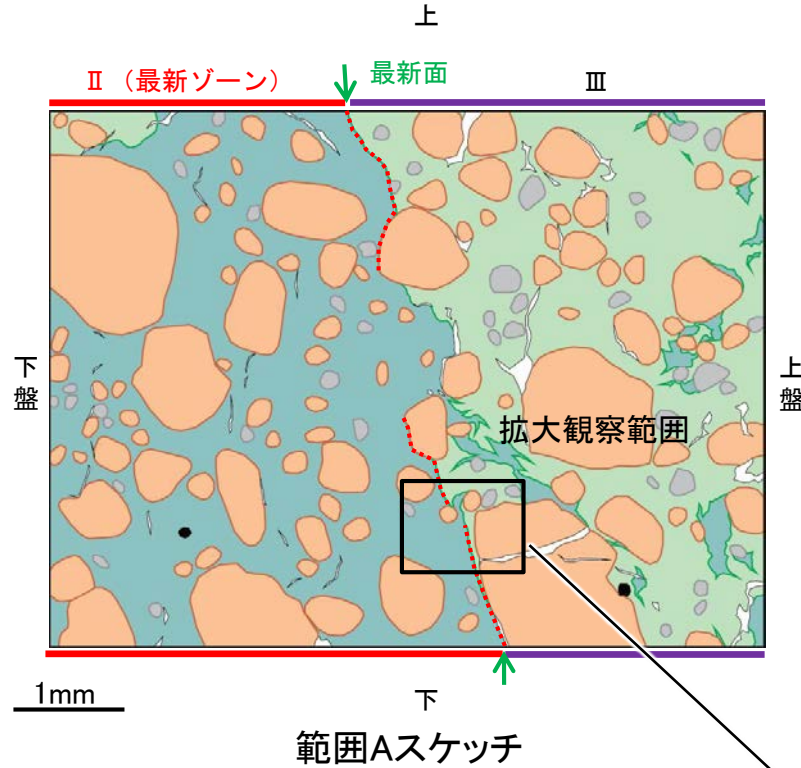
・薄片②の範囲A-1において、ステージを回転させて詳細に観察した結果、不連続箇所(粘土鉱物(I/S混合層))に変位・変形は認められない。

K-18\_H-0.2-60孔②

# 【拡大観察(範囲A-2)】

・薄片②の範囲A-2において詳細に観察した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面付近に分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所を粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

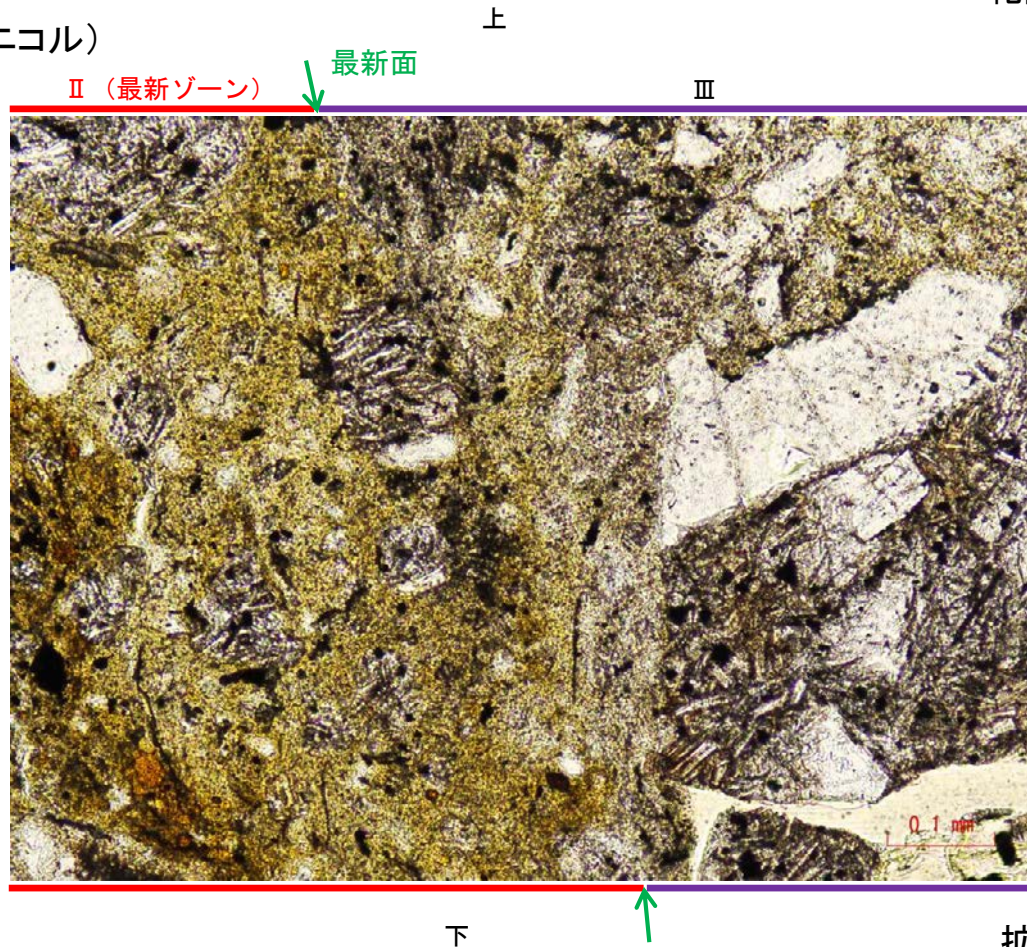
・ただし、第2回現地調査(2022.10.13,14)における議論を踏まえ、範囲A-2の再観察を行った結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を明瞭に横断していないと判断した。



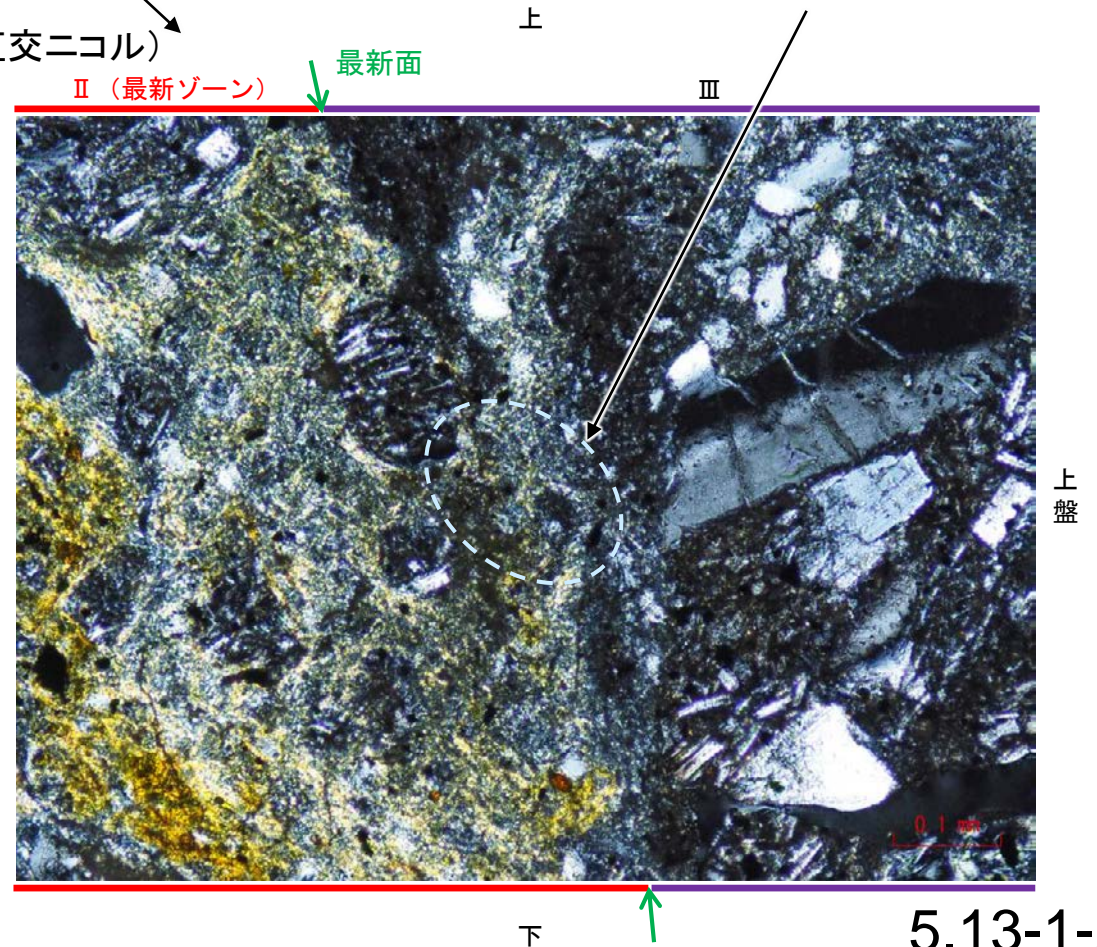
凡例

■ 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	⋯ 最新面
□ 空隙部	

(単ニコル)

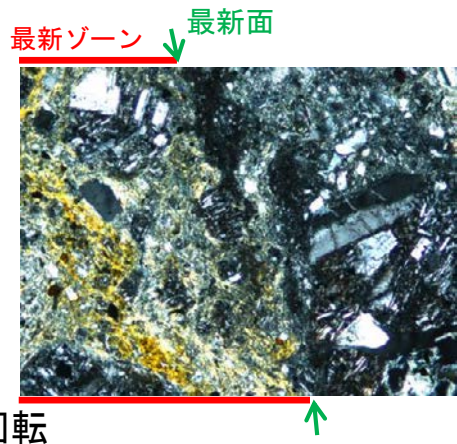
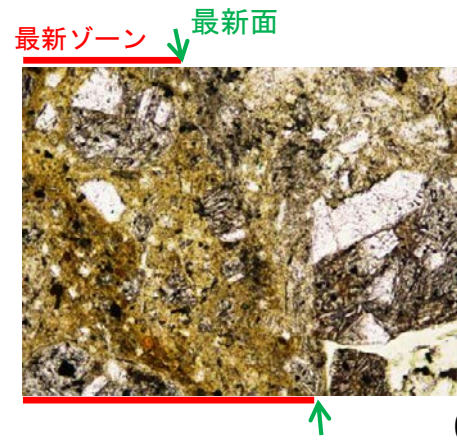


(直交ニコル)

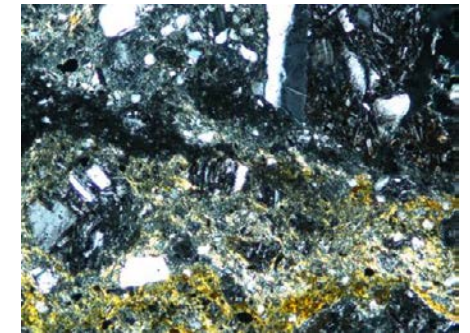
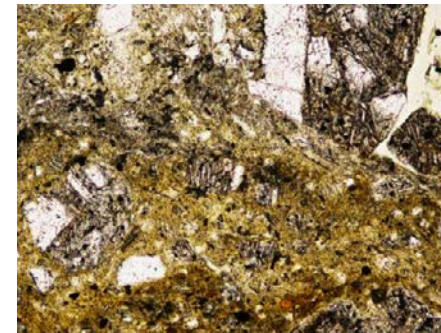


・不連続箇所を粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形(せん断面や引きずりなど)は認められない。

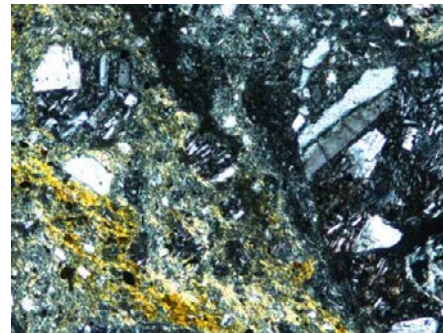
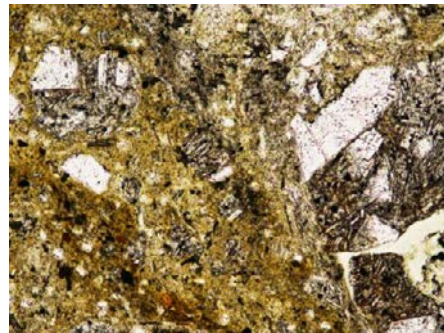
# 【ステージ回転写真(範囲A-2)】



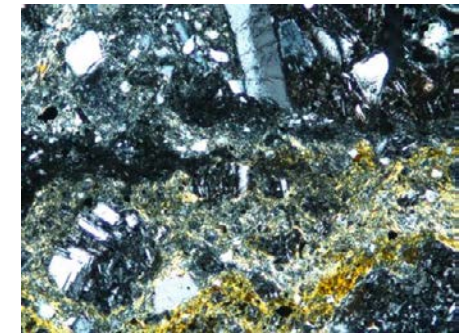
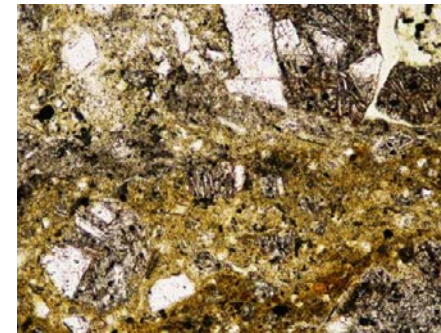
0° 回転



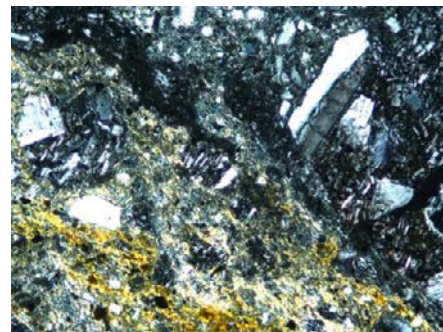
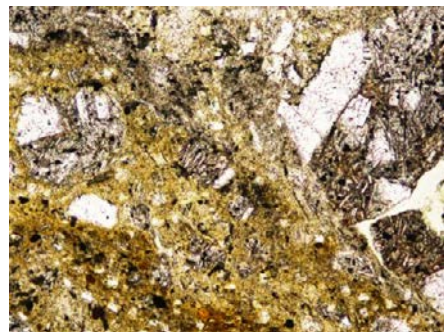
左60° 回転



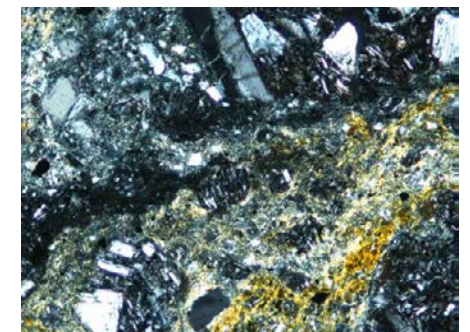
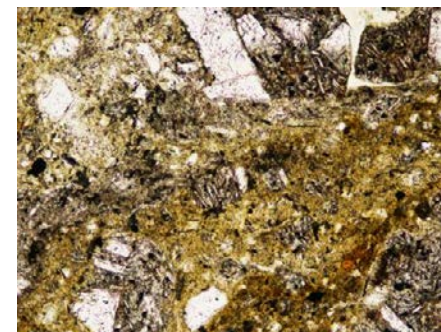
左15° 回転



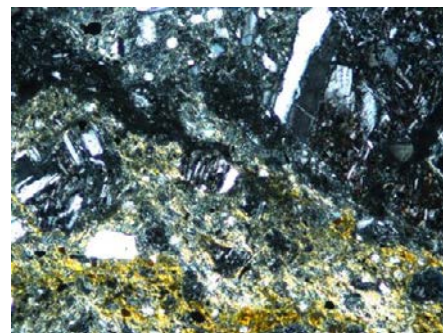
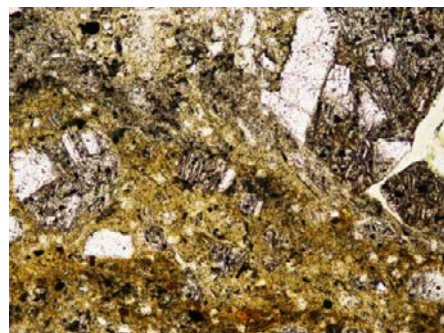
左75° 回転



左30° 回転



左90° 回転



左45° 回転

・薄片②の範囲A-2において、ステージを回転させて詳細に観察した結果、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。

---

余白

# 参考文献

- Adisaputra, M. K., Kusnida, D. (2010): Paleocene postgenetic Accumulation of Nannoplankton on the Phillipsite Minerals in Roo Rise, Indian Ocean, Jurnal Geologi Indonesia, Vol.5 No.1 Maret 2010 : 49–56.
- Ando, K (2013) : CIP-based numerical analysis about generations of fault-related flexures in unconsolidated sediments, Tokyo Metropolitan University.
- 濱田崇臣・幡谷竜太(2015): 能登半島志賀町に分布する海成段丘のローム層に発達する斑紋構造の形成時期, 日本地質学会第122年学術大会講演要旨, 301.
- Hoshino, K., Koide, H., Inami, K., Iwamura, S., Mitsui, S. (1972) : Mechanical properties of Japanese Tertiary sedimentary rocks under high confining pressures, Geol. Surv. Jpn., Rep. No.244.
- 町田洋・新井房夫(2011): 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺](第2刷), 東京大学出版会.
- 松原聰(2002): 沸石の種類, 岩石鉱物科学31, 261–267.
- 溝口一生・上原真一・谷口友規・飯塚幸子・飯田高弘・渡辺剛士(2019): 高間隙な凝灰角礫岩の脆性-延性遷移に関する三軸変形試験: 能登半島に産する中新世穴水累層を例として, 日本地質学会第126年学術大会, R13-P-9.
- Mogi, K. (1965): Deformation and fracture of rocks under confining pressure (2), Elasticity and plasticity of some rocks. Bull, Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ. 43, 349–379.
- 宗村知明・北村晴夫(2009): 針貫入試験による一軸圧縮強度の推定例, 全地連「技術e-フォーラム2009」松江, No.2009\_59.
- 永塚鎮男(1975): 西南日本の黄褐色森林土および赤色土の生成と分類に関する研究, 農業技術研究所報告B第26号別刷.
- Nakata, E., Yukawa, M., Okumura, H., Hamada, M. (2019): K-Ar dating by smectite extracted from bentonite formations, E3S Web of Conference, 98, 12015.
- 中田高・宮内崇裕(1985): 逆断層のくい違い速度を推定する試み—陸羽地震(1986年)における千屋断層を例に—, 活断層研究, 1, 31–36.
- Paterson, M, S., Wong, T. (2005) : Experimental Rock Deformation – The Brittle Field (Second, Completely Revised and Updated Edition), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- 榊原辰雄・加藤正司・吉村優治・澁谷啓(2008): 砂のような粒状材料のせん断挙動および断層に与える粒子形状の影響, 土木学会論文集, C, 64-3, 183–195.
- Sheppard, R. A., Fitzpatrick, J. J. (1989): Phillipsite from silicic tuffs in saline, alkaline-lake deposits, Clays and Clay Minerals, Vol.37, No.3, 243–247.
- Srodon, J., Eberl, D. D. (1984): Illite, Micas (Reviews in Mineralogy, vol 3), S. W. BEILEY, editor., Mineralogical Society of America, 495–544.
- 高木秀雄(1998): 破碎—塑性遷移領域の断層岩類, 地質学論集, 第50号, 59–72.
- 田中姿郎(2017): 断層模型実験による礫層に発達する変形構造の検討(その2), 日本応用地質学会平成29年度研究発表会講演論文集, 263–264.
- 田中姿郎(2018): 基盤岩の段差を埋める礫層の構造に関する検討, 日本地球惑星科学連合2018年大会, HCG24-P09.
- 上田圭一, 谷和夫(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—, 電研報告U98048.
- 渡辺隆(1981): イライト／モンモリロナイト混合層鉱物の混合層構造の判定, 鉱物学雑誌, 第15巻 特別号, 32–41.
- 渡辺隆(1986): 混合層粘土鉱物の構造解析と判定法の諸問題, 粘土科学, 第26巻, 第4号, 238–246.
- 吉見雅行・竿本英喜(2006): 埼玉県鴻巣市における綾瀬川断層の被覆層の50 mボーリング, PS検層および三軸圧縮試験結果, 活断層・古地震研究報告, No.9, 1–9.
- 吉村尚久(2001): 粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.