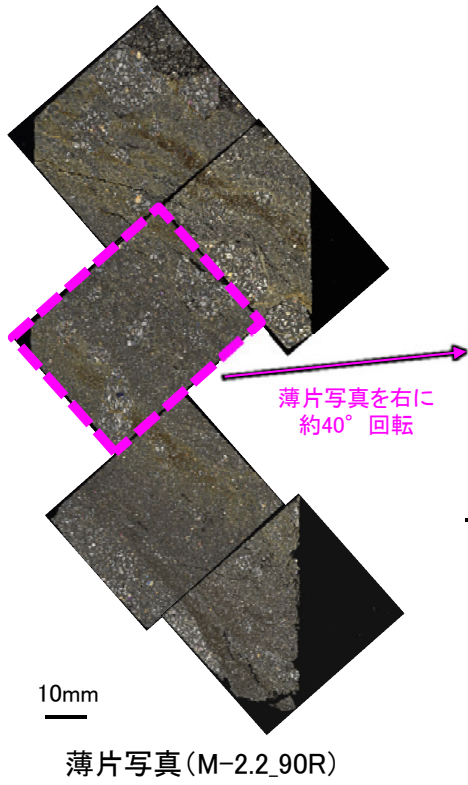


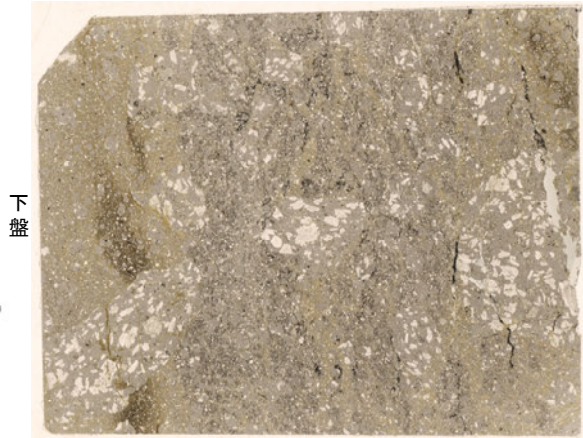
K-3\_M-2.2孔

### 【詳細観察(薄片②)2/2】



(単ニコル)

上

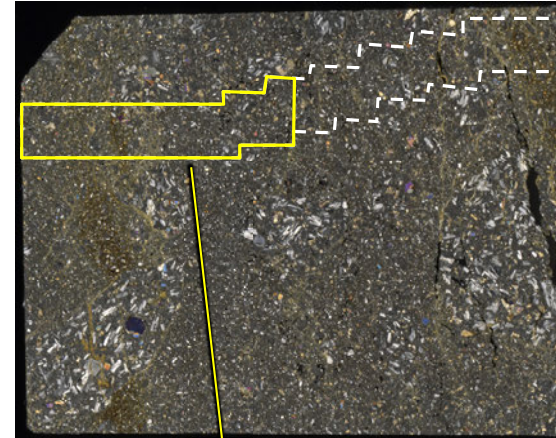


10mm

下

(直交ニコル)

上

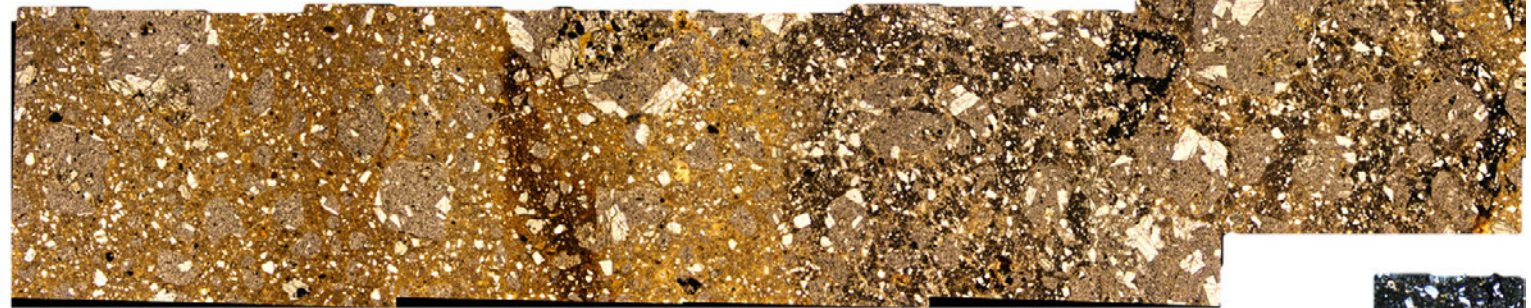


上盤

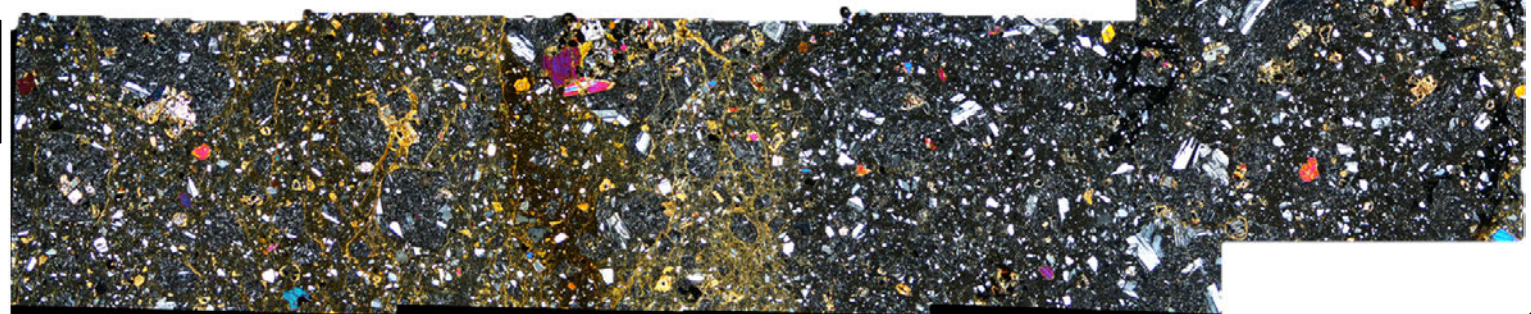
下

薄片②写真(M-2.2\_90R)

(単ニコル)



(直交ニコル)

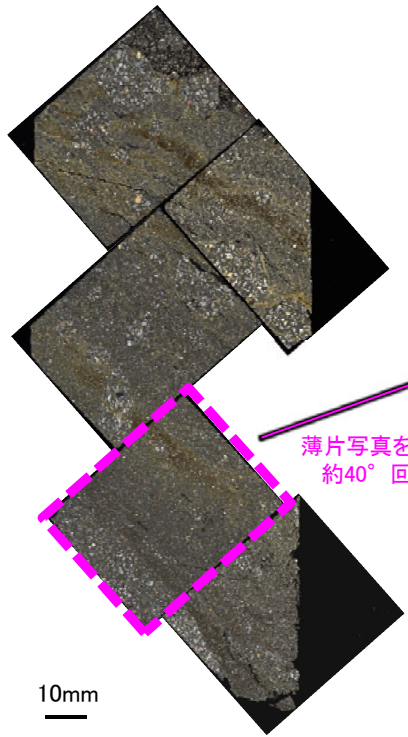


1mm

・薄片②の当該観察範囲において、直線性・連続性のよい面構造は認められない。

K-3\_M-2.2孔

### 【詳細観察(薄片③)1/2】

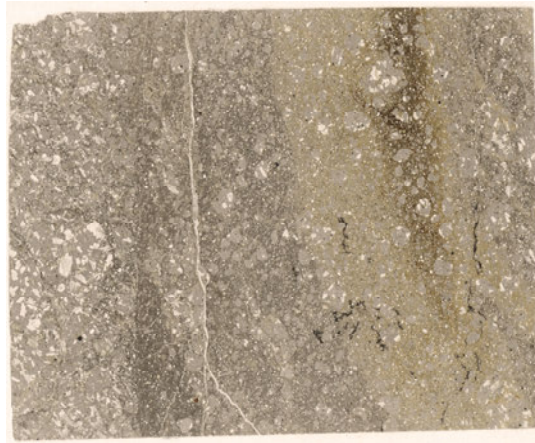


薄片写真(M-2.2\_90R)

薄片写真を右に  
約40°回転

(単ニ科尔)

上



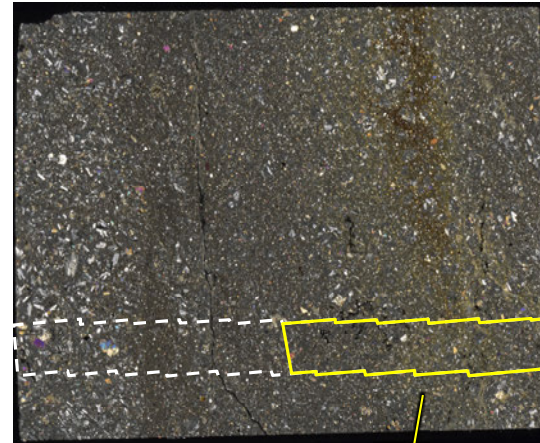
下盤

10mm

下

(直交ニ科尔)

上

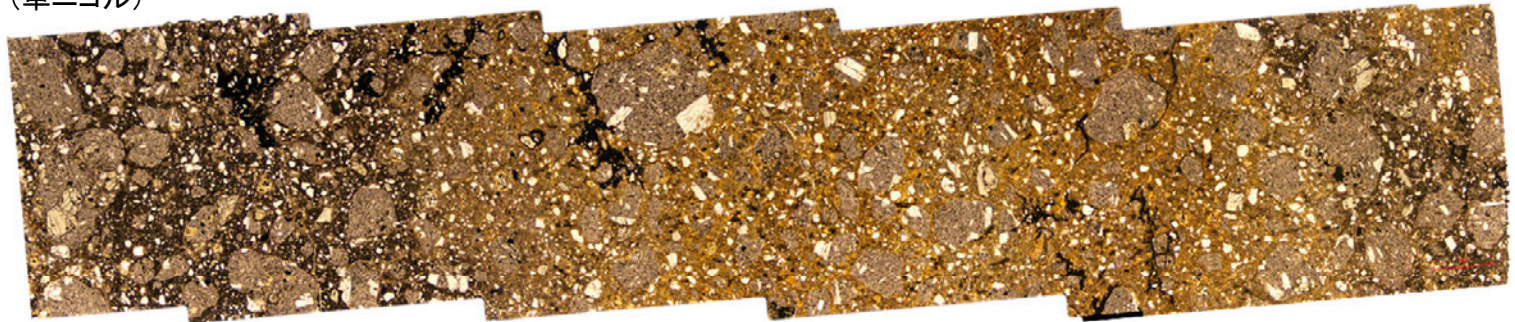


上盤

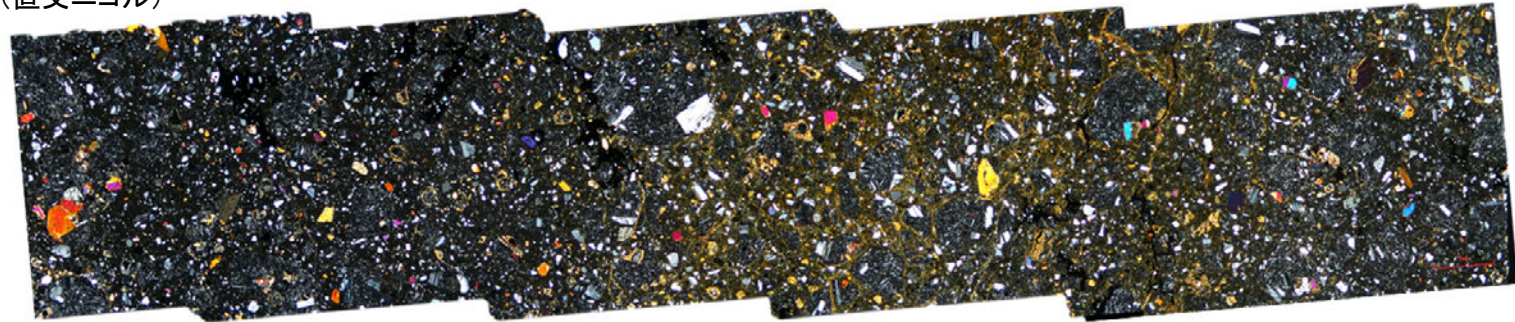
下

薄片③写真(M-2.2\_90R)

(単ニ科尔)



(直交ニ科尔)

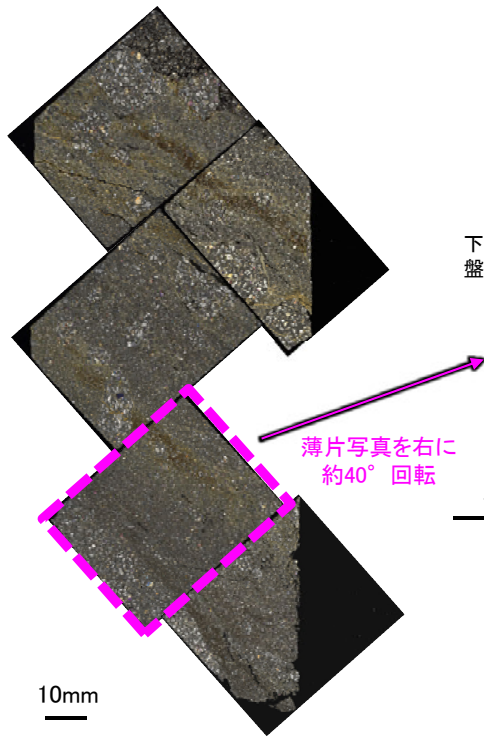


1mm

・薄片③の当該観察範囲において、  
直線性・連続性のよい面構造は認め  
られない。

K-3\_M-2.2孔

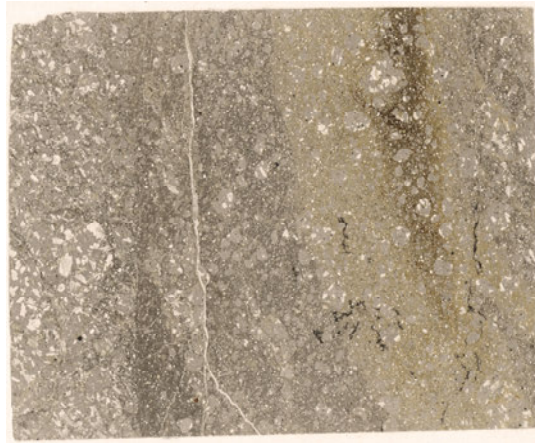
【詳細観察(薄片③)2/2】



薄片写真を右に  
約40°回転

薄片写真(M-2.2\_90R)

(単ニコル) 上

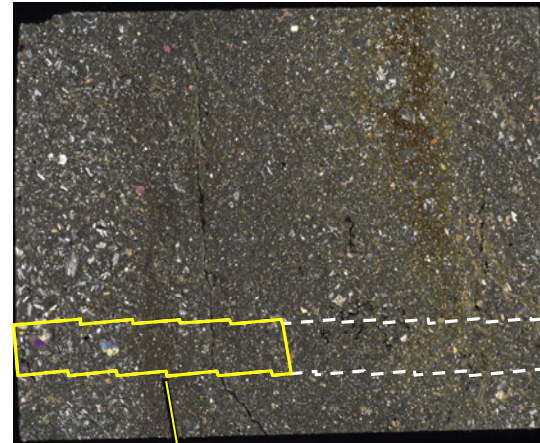


下盤

10mm

下

(直交ニコル) 上

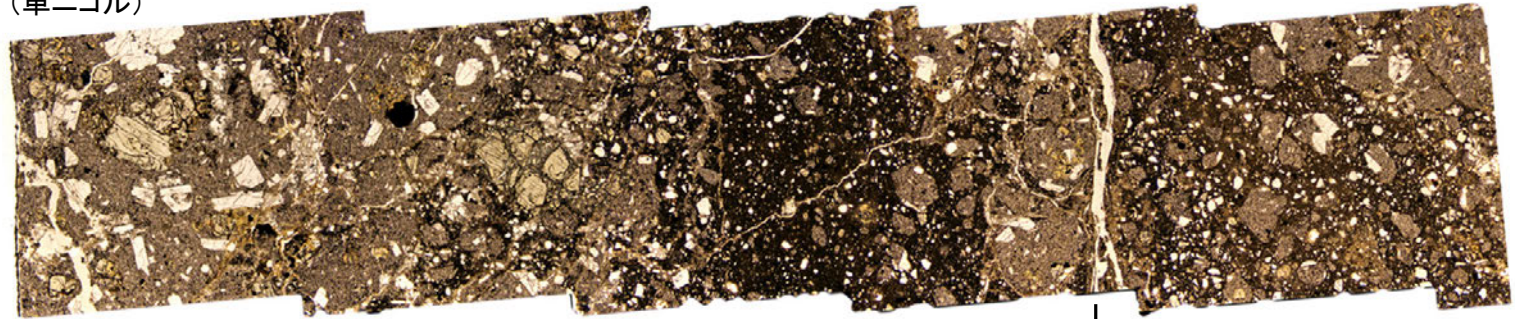


上盤

下

薄片③写真(M-2.2\_90R)

(単ニコル)



↓  
※

(直交ニコル)



↓  
※

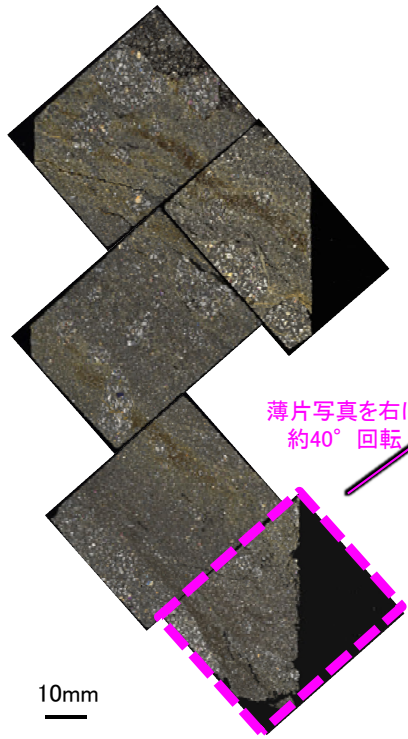
- ・薄片③の当該観察範囲において、直線性・連続性のよい面構造は認められない。
- ・また、割れ目の周辺に岩片等の定向性はなく、複合面構造は認められない。

※割れ目は下方の薄片③'に連続し、薄片③'で湾曲し一部で不連続になり、薄片下部でせん滅しており、薄片③の観察結果も踏まえると、断層活動によって生じたせん断面ではない(次頁)。

1mm

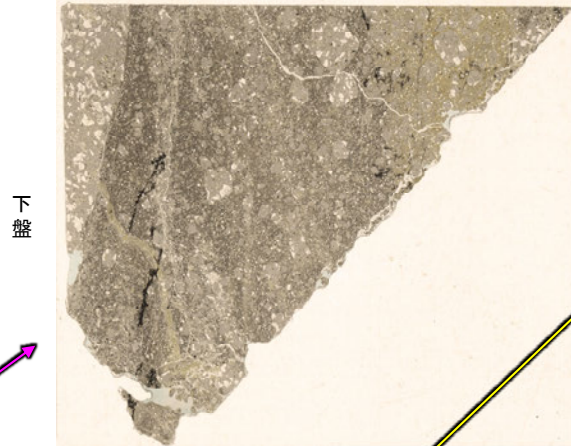
K-3\_M-2.2孔

【詳細観察(薄片③')】

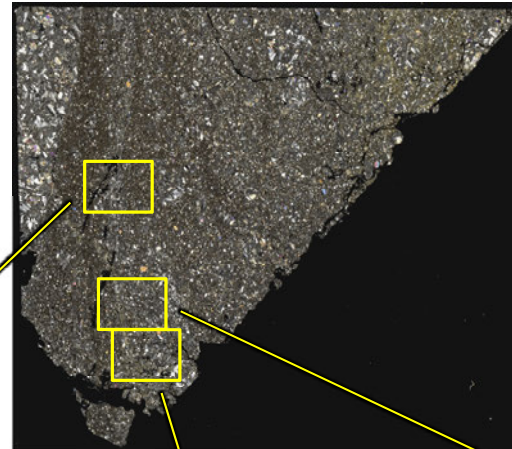


薄片写真を右に  
約40° 回転

(単ニコル) 上

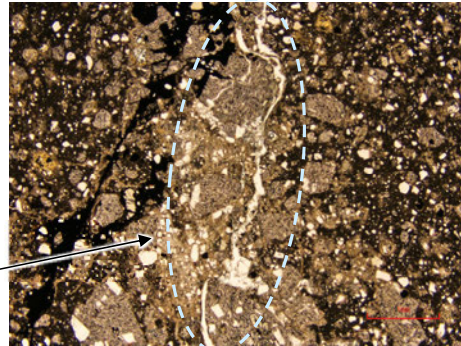


(直交ニコル) 上



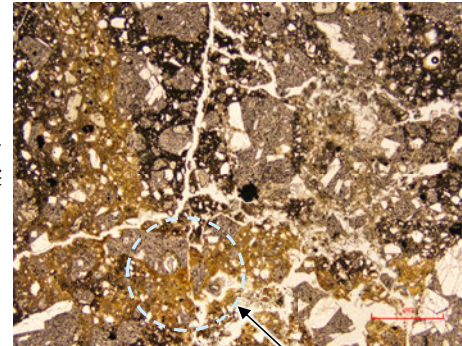
薄片③' 写真(M-2.2\_90R)

(単ニコル)



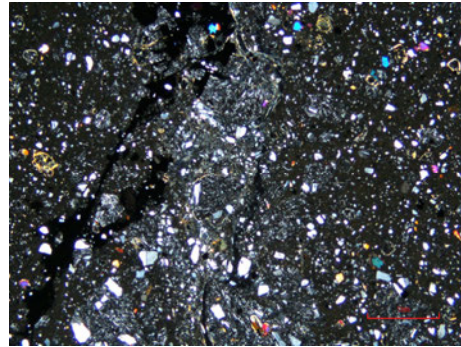
割れ目が湾曲する。

(単ニコル)

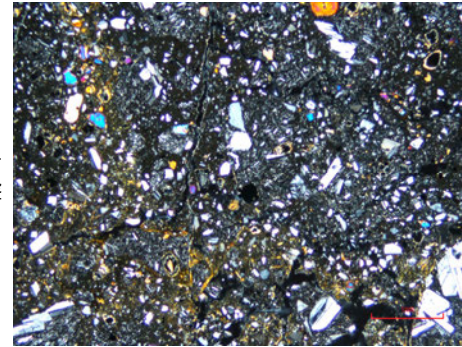


割れ目がせん滅する。

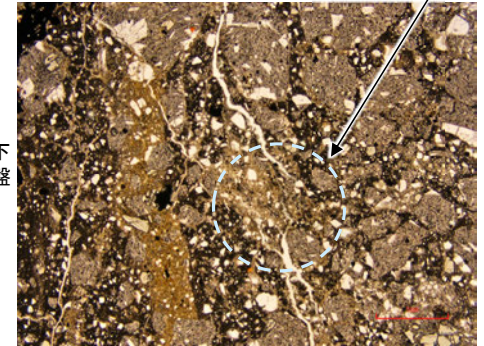
(直交ニコル)



(直交ニコル)

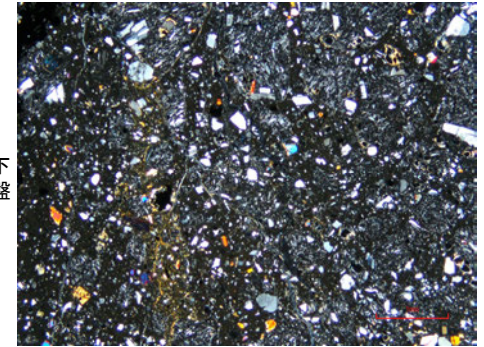


(単ニコル)



割れ目が一部で  
不連続になる。

(直交ニコル)



・薄片③から連続する割れ目は、  
薄片③'で湾曲し一部で不連続  
になり、薄片下部でせん滅  
する。

# [3] (2) K-3 M-2.2孔 ー最新面の認定(微視的観察, 最新ゾーン)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。
- 最新ゾーン中に, 面1(緑矢印)が認められる。面1は最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面であるものの, 全体的に不明瞭で, 面1の延長位置を挟んで分布する岩片に変位は認められない。
- 最新ゾーンと分帯Ⅰ, 分帯Ⅲ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, 比較的連続性がよい面1を最新面として明確に認定できないことから, 最新面が分布する可能性のある最新ゾーンと変質鉱物との関係を確認する。

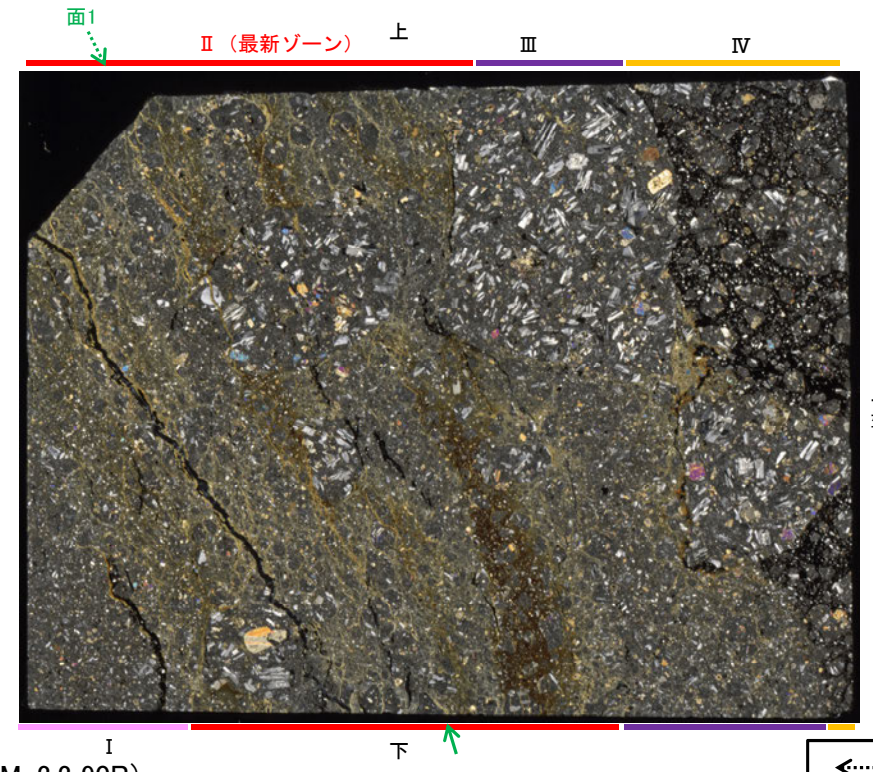
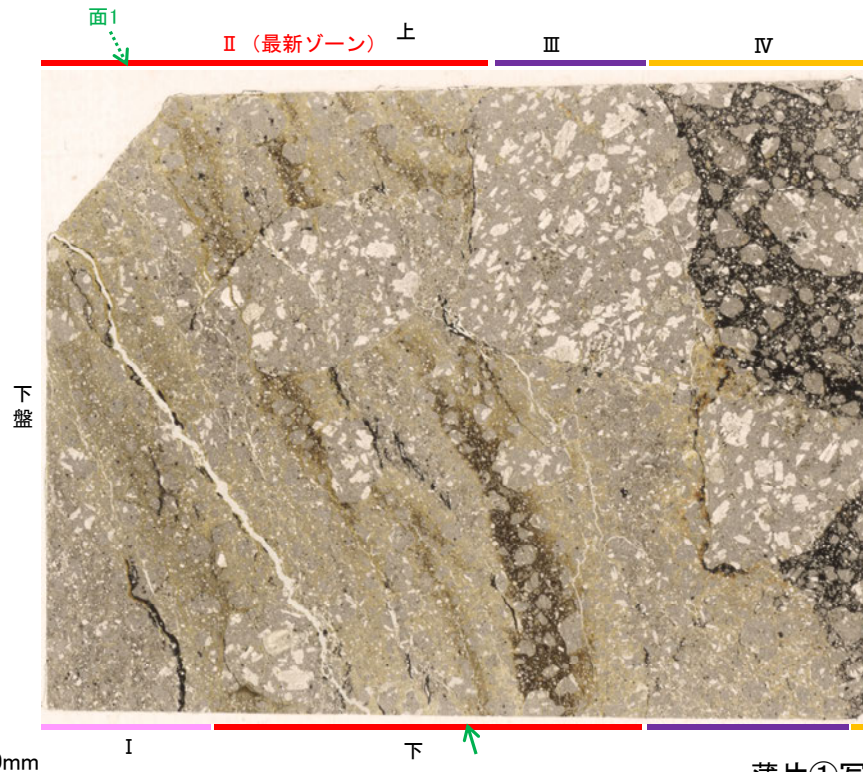
※最新ゾーンと分帯Ⅰ, 分帯Ⅲとの境界についての詳細は次々頁

## 【解釈線なし】

分帯とコア観察における破砕部区分との対応  
・分帯Ⅰ, 分帯Ⅱ(最新ゾーン), 分帯Ⅲ・・・固結した破砕部

(単ニコル)

(直交ニコル)



薄片①写真(M-2.2\_90R)

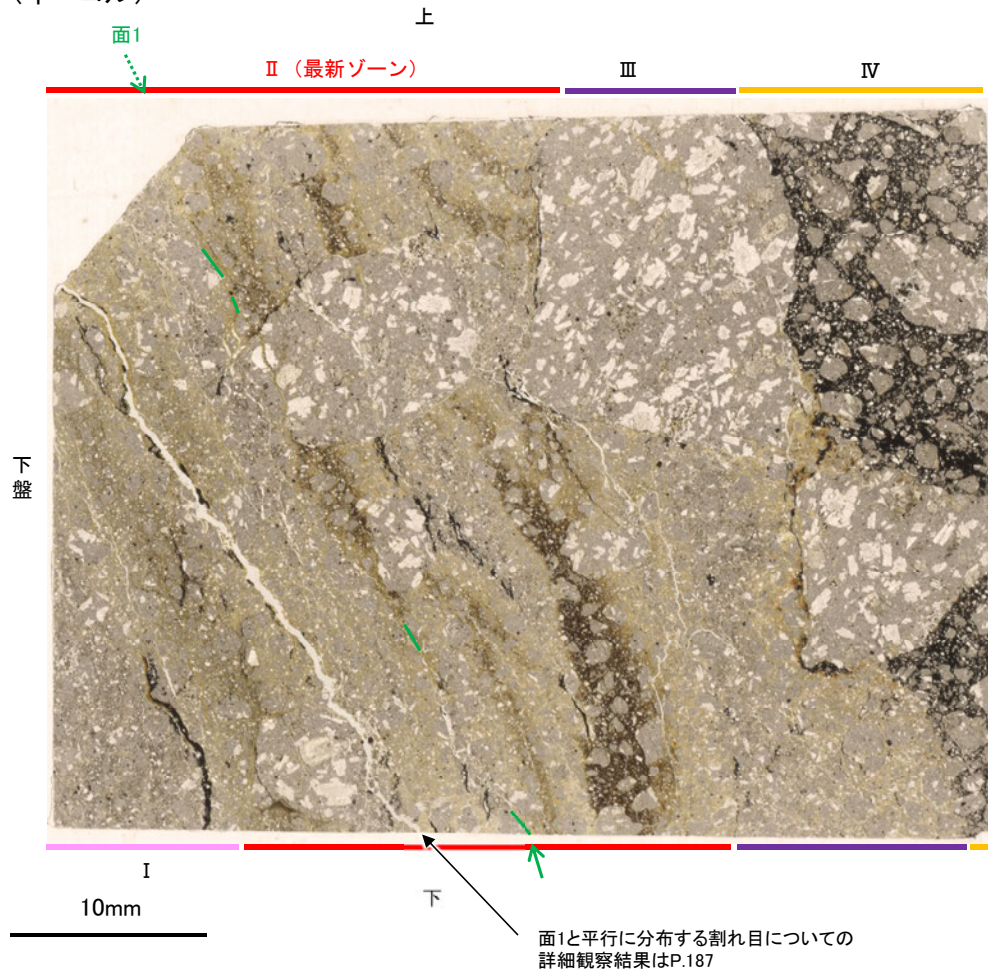
←… : 延長位置

- Ⅰ: 単ニコルで褐灰色, 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。岩片は角～垂円形, 鉱物片は角～垂角形である。
- Ⅱ(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ており, 径5～13mmの岩片が少量含まれる。岩片は角～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している。
- Ⅲ: 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ており, 径13～20mmの岩片も含まれる。岩片は角～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している。
- Ⅳ: 単ニコルで褐灰～黒色, 直交ニコルで灰～黒色の干渉色を呈する凝灰岩からなる。径8mm以下の岩片や鉱物片が, 不透明鉱物を主とする基質中に含まれる。岩片は角～垂円形, 鉱物片は角～垂角形である。

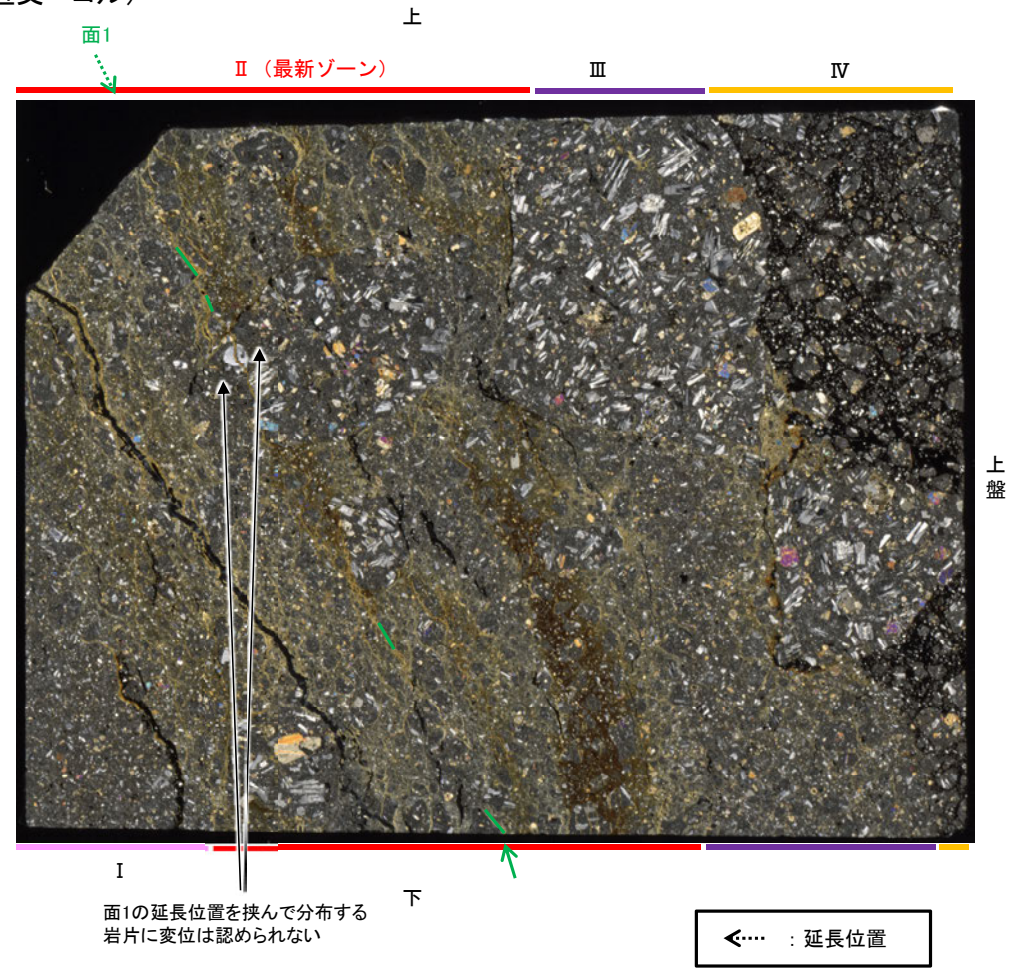
K-3\_M-2.2孔

### 【解釈線あり】

(単ニコル)



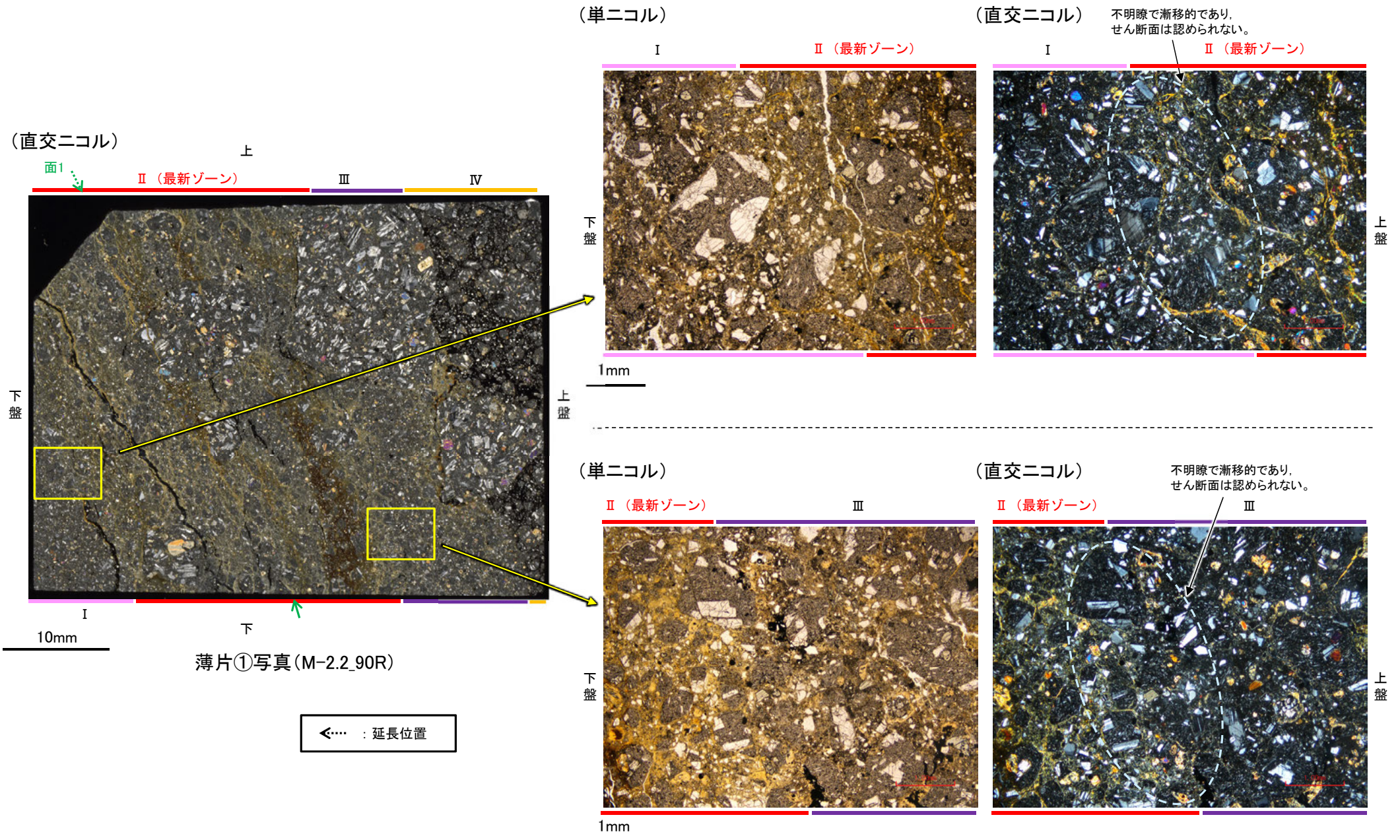
(直交ニコル)



薄片①写真(M-2.2\_90R)

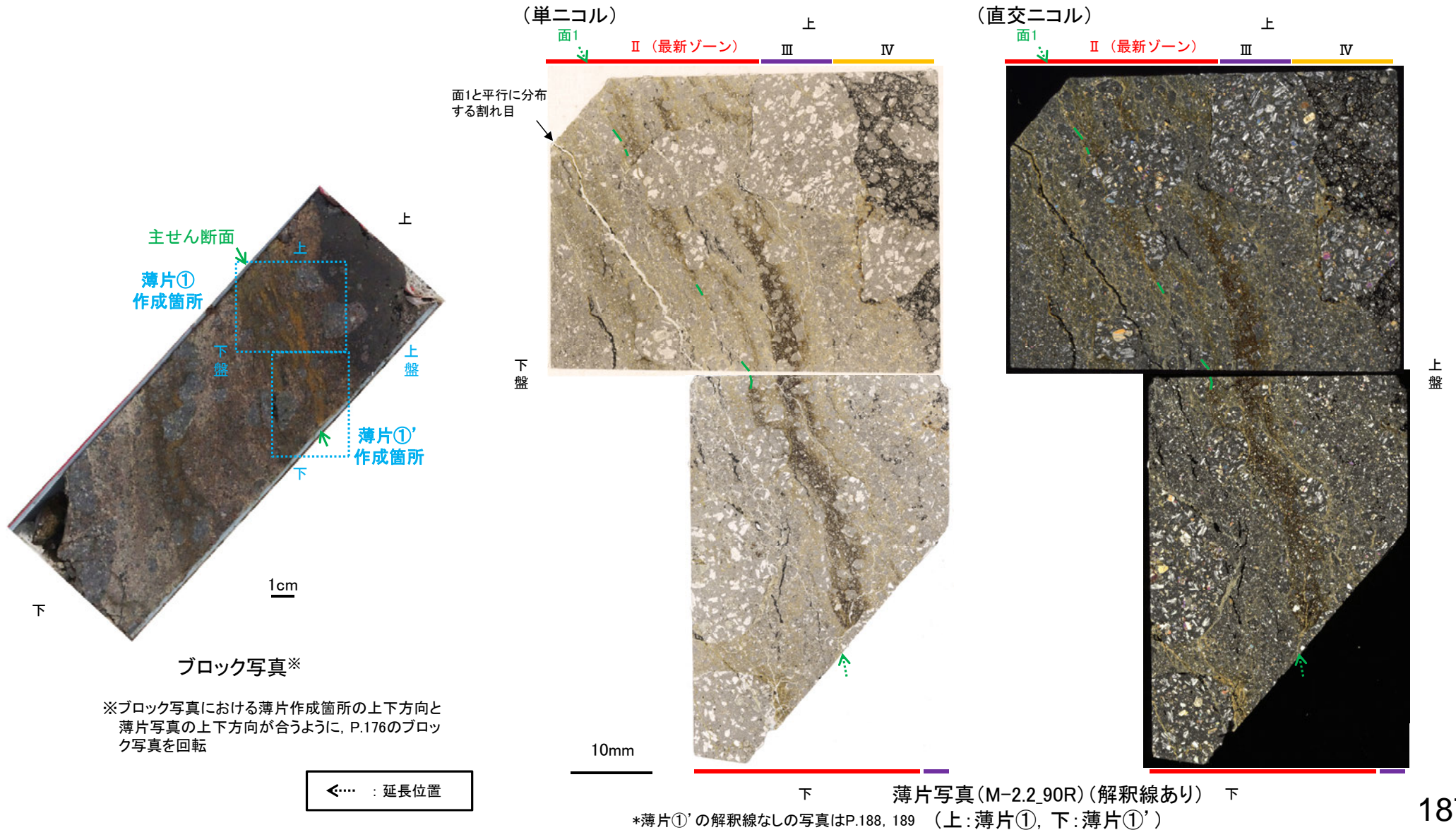
# [3] (2) K-3 M-2.2孔 ー最新ゾーンと分帯 I, 分帯Ⅲとの境界ー

○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, 分帯Ⅲ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。



# [3] (2) K-3 M-2.2孔 一面1と平行に分布する割れ目一

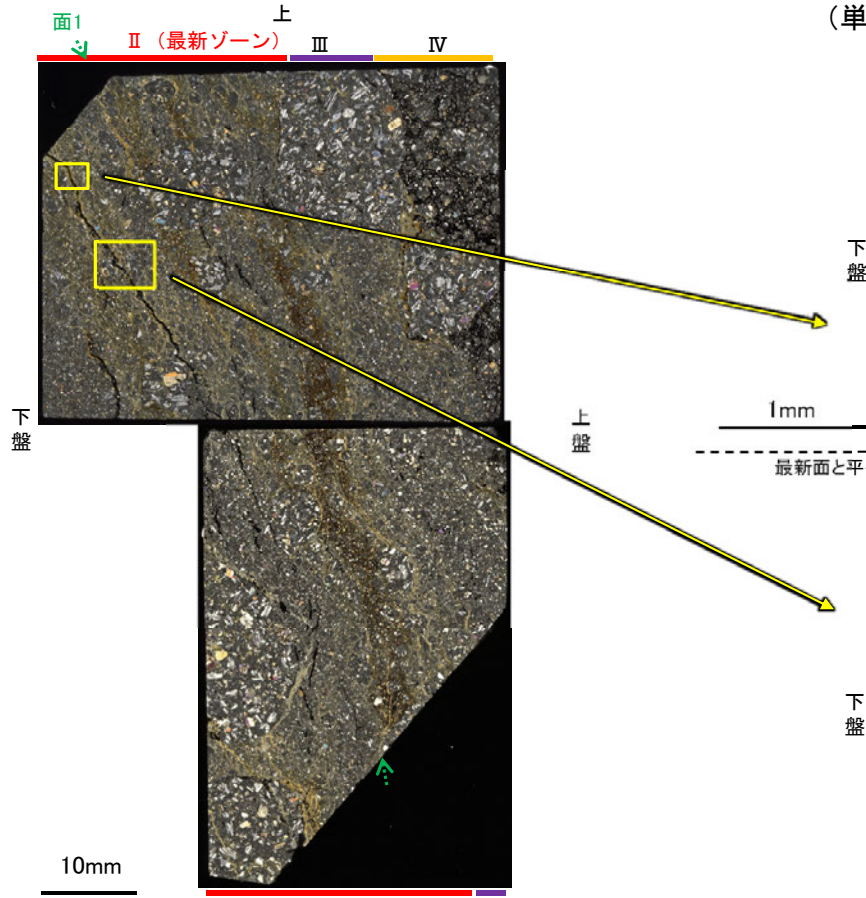
- 薄片①及び①'で実施した微視的観察(薄片観察)の結果, 面1と平行に分布する割れ目が認められる。
- 薄片①においてこの割れ目を詳細に観察した結果, 割れ目沿いに分布する粘土鉱物(I/S混合層)に変形は認められず, さらに, 割れ目を挟んで上盤側と下盤側に分布する岩片は, 元々同一の岩片であり, 変位は認められない(次頁)。
- また, 薄片①'においてこの割れ目を詳細に観察した結果, 割れ目は薄片上部~中央の一部で不連続になり, 薄片下部でせん滅する(次々頁)。
- 以上を踏まえると, この割れ目は断層活動によって生じたせん断面ではない。





K-3\_M-2.2孔

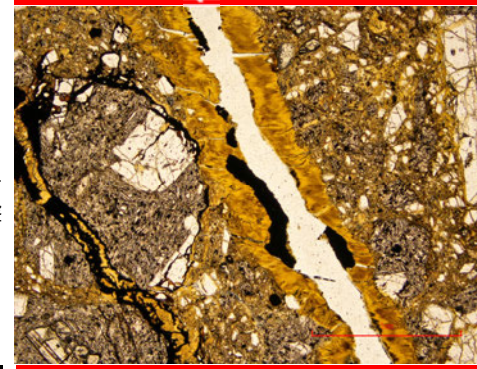
(直交ニコル)



【薄片①(詳細観察)】

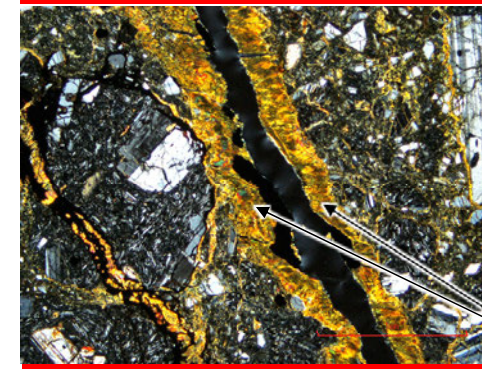
(単ニコル)

最新面と平行に  
分布する割れ目  
II (最新ゾーン)



(直交ニコル)

II (最新ゾーン)

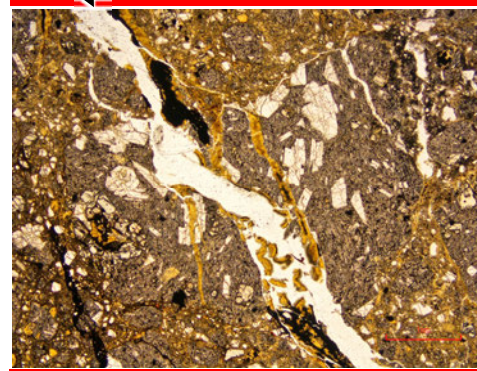


上盤

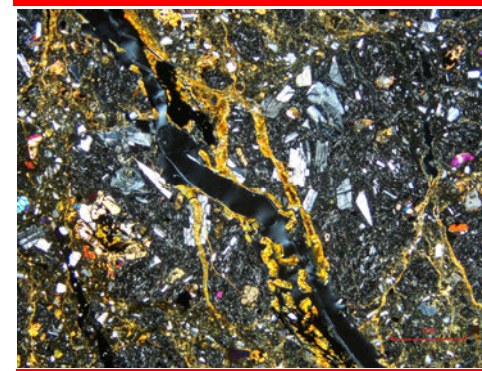
割れ目沿いに分布する  
粘土鉱物(I/S混合層)  
に変形は認められない。

最新面と平行に分布する割れ目

II (最新ゾーン)

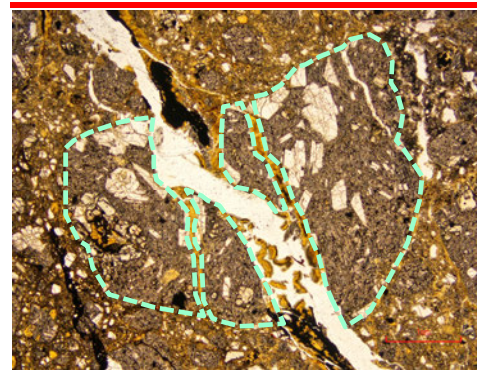


II (最新ゾーン)

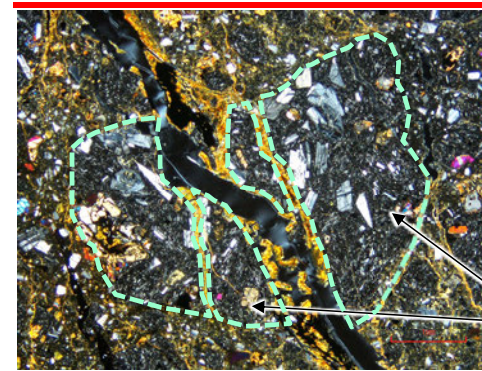


上盤

II (最新ゾーン)



II (最新ゾーン)



上盤

割れ目を挟んで上盤側と  
下盤側に分布する岩片は、  
元々同一の岩片であり、  
変位は認められない。

薄片写真(M-2.2.90R)  
(上:薄片①, 下:薄片①')

←… : 延長位置

・薄片①において最新面と平行に分布する割れ目を詳細に観察した結果、割れ目沿いに分布する粘土鉱物(I/S混合層)に変形は認められず、さらに、割れ目を挟んで上盤側と下盤側に分布する岩片は、元々同一の岩片であり、変位は認められない。

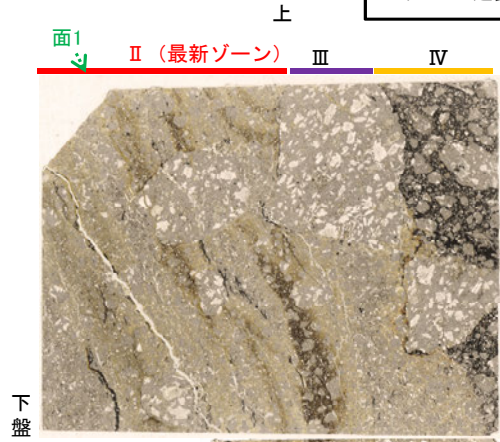
(下は岩片周縁をトレース)

K-3\_M-2.2孔

【薄片①' (詳細観察)】

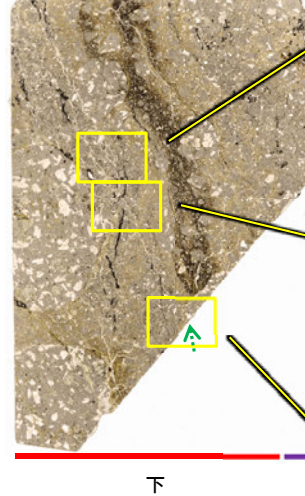
(単ニコル)

←… : 延長位置



下盤

上盤



薄片写真(M-2.2.90R)  
(上: 薄片①, 下: 薄片①')

(単ニコル)

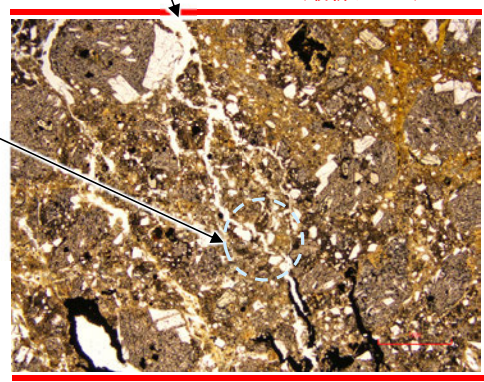
最新面と平行に分布する割れ目

II (最新ゾーン)

割れ目が一部で不連続になる。

下盤

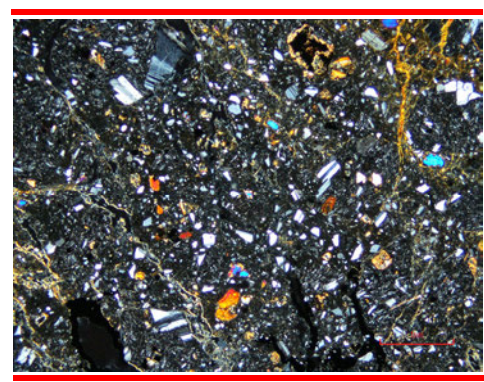
1mm



(直交ニコル)

II (最新ゾーン)

上盤



最新面と平行に分布する割れ目

II (最新ゾーン)

割れ目が一部で不連続になる。

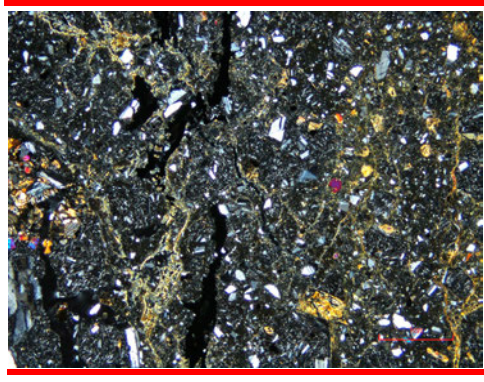
下盤

1mm



II (最新ゾーン)

上盤



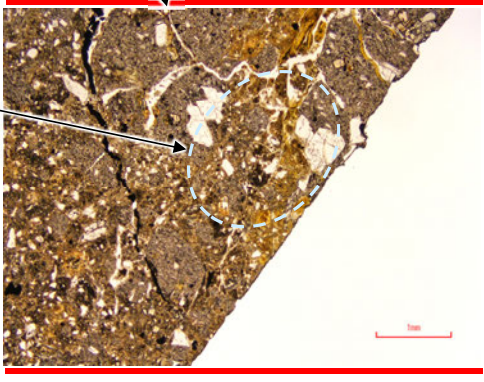
最新面と平行に分布する割れ目

II (最新ゾーン)

割れ目がせん滅する。

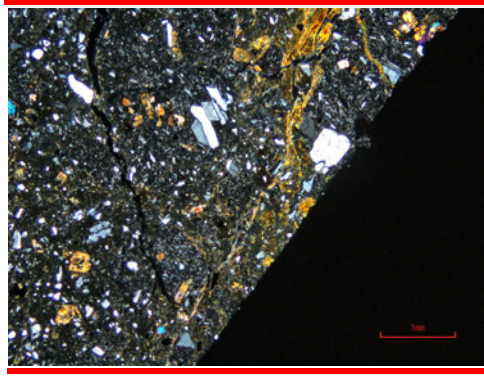
下盤

1mm



II (最新ゾーン)

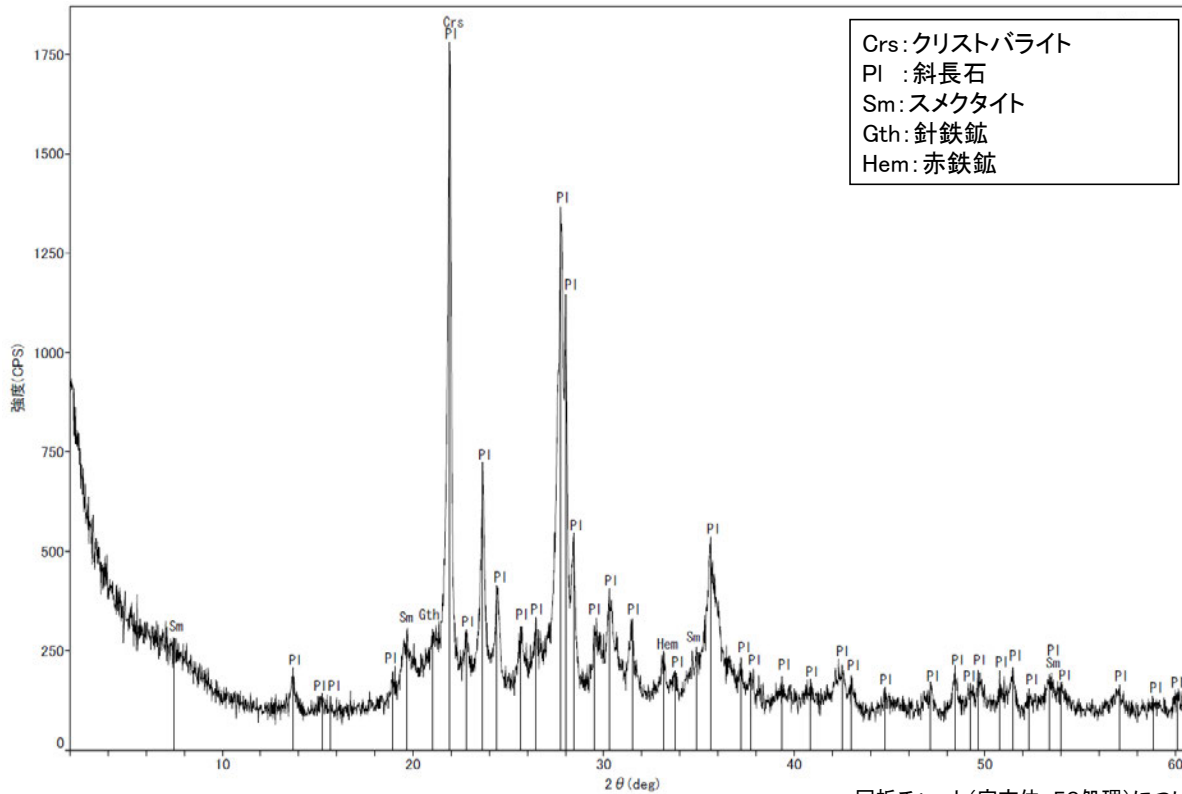
上盤



・薄片①'において最新面と平行に分布する割れ目を詳細に観察した結果、割れ目は薄片上部～中央の一部で不連続になり、薄片下部でせん滅する。

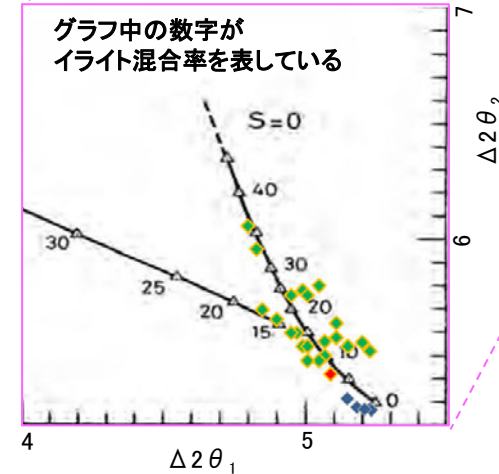
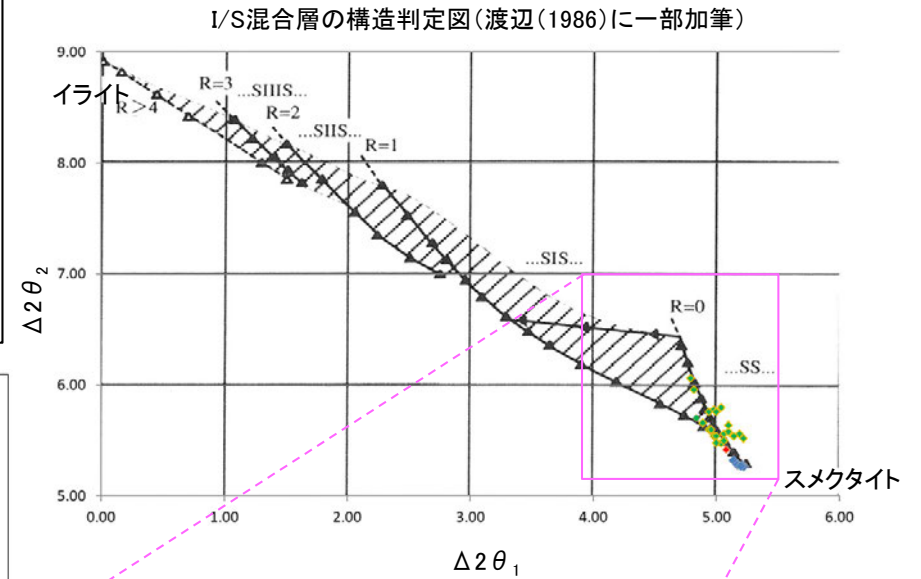
# [3] (2) K-3 M-2.2孔 — 鉱物の同定(XRD分析) —

- 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, 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) M-2.2孔

・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.5.2-12-43



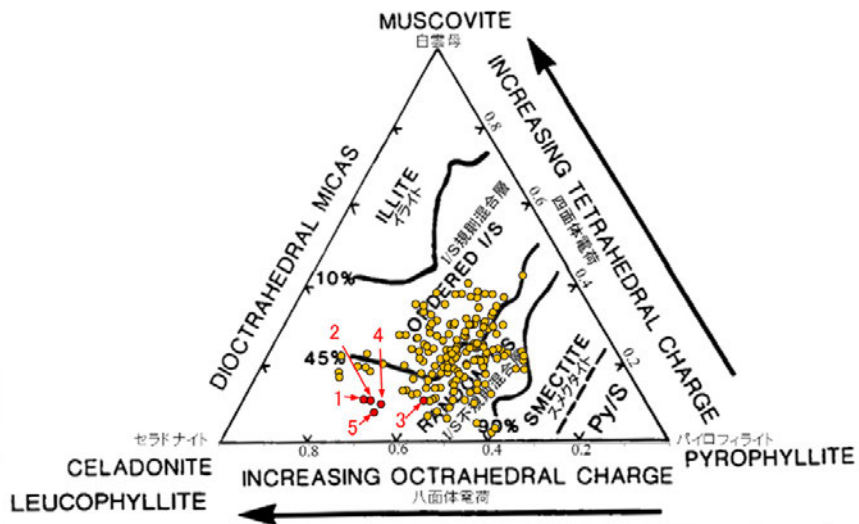
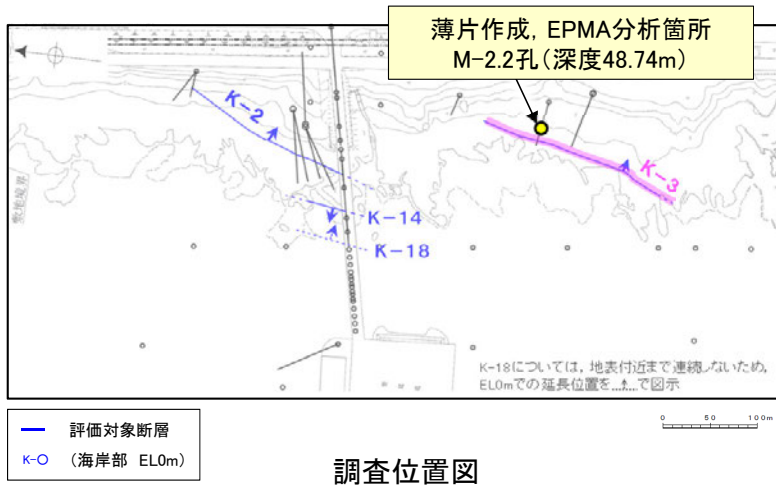
- ◆ K-3(M-2.2孔)
- ◆ 敷地の粘土鉱物
- ◆ 標準的なスメクタイト  
Nakata et al.(2019)

・K-3試料の詳細検討結果は  
補足資料5.2-2(2) P.5.2-2-50

I/S混合層の構造判定図(渡辺(1981)に一部加筆)

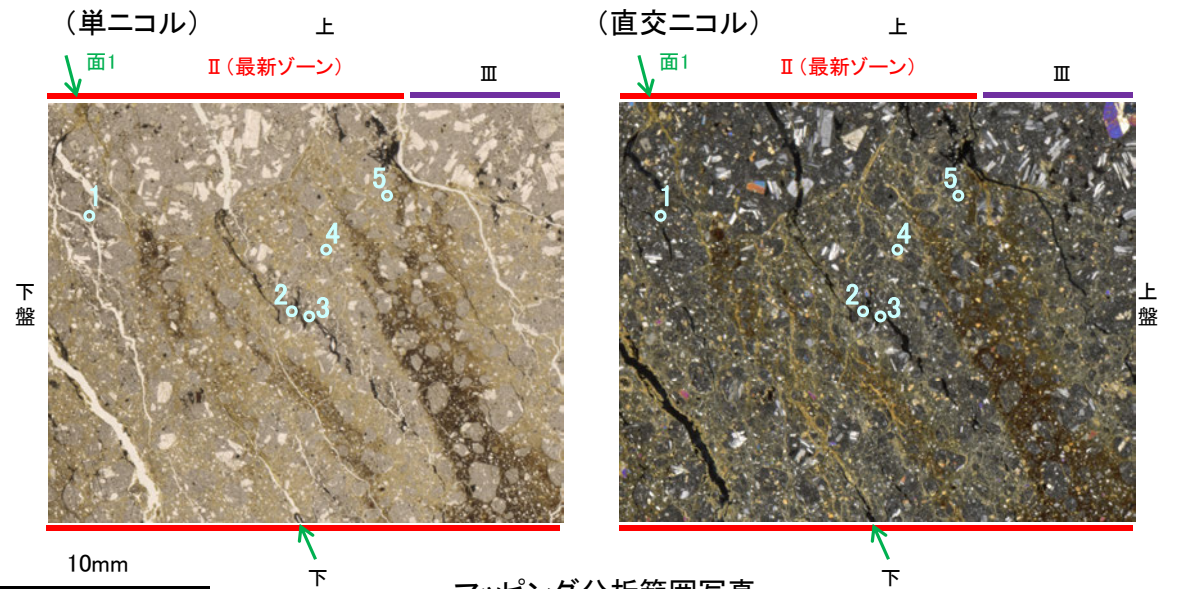
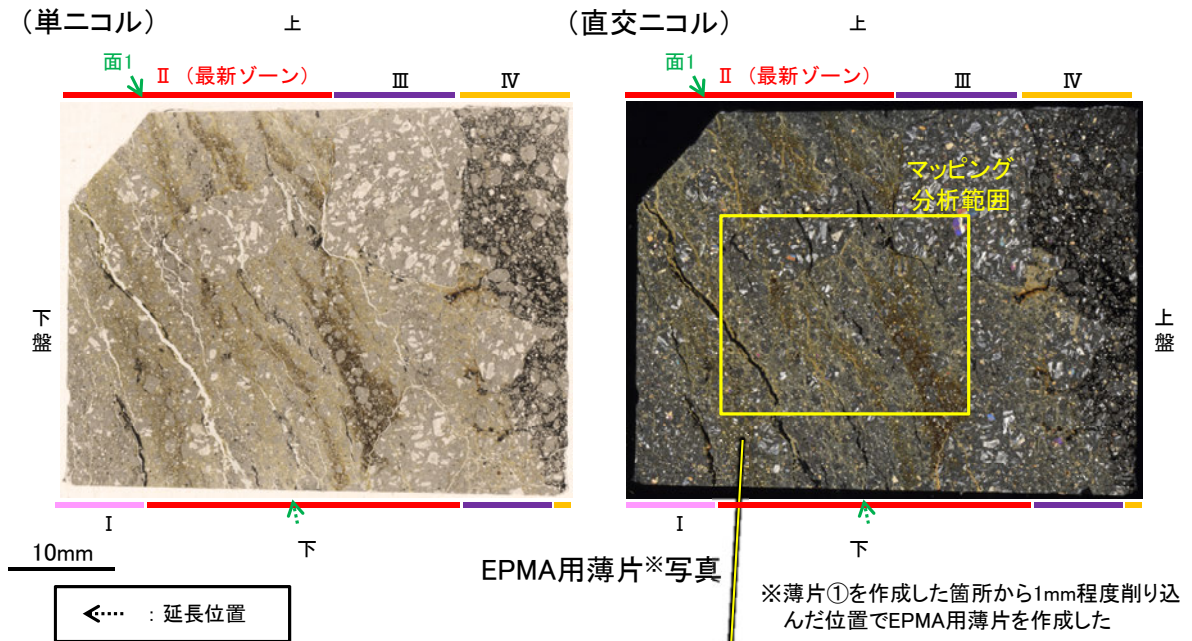
# [3] (2) K-3 M-2.2孔 — 鉱物の同定 (EPMA分析 (定量)) —

○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した。



・詳細は補足資料5.2-2(3)P.5.2-2-82

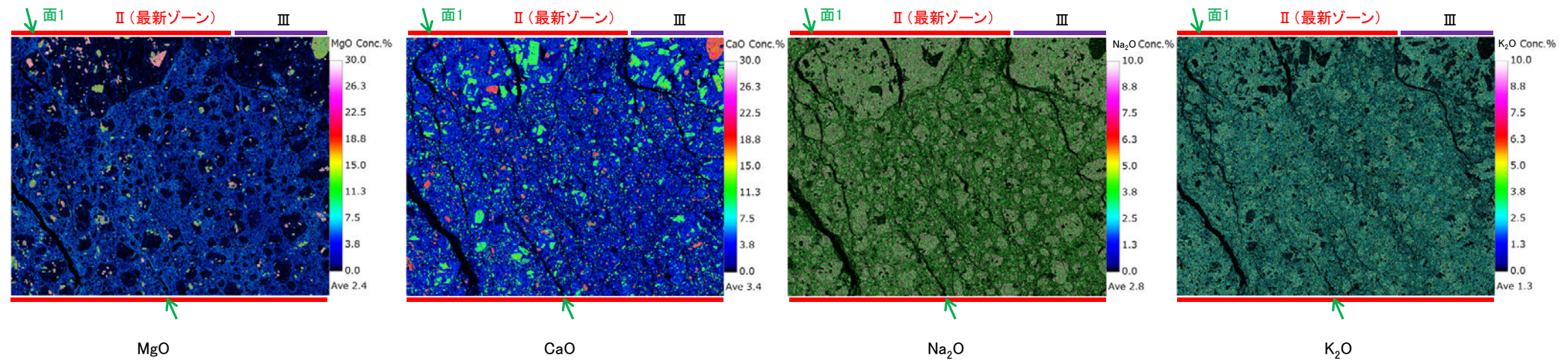
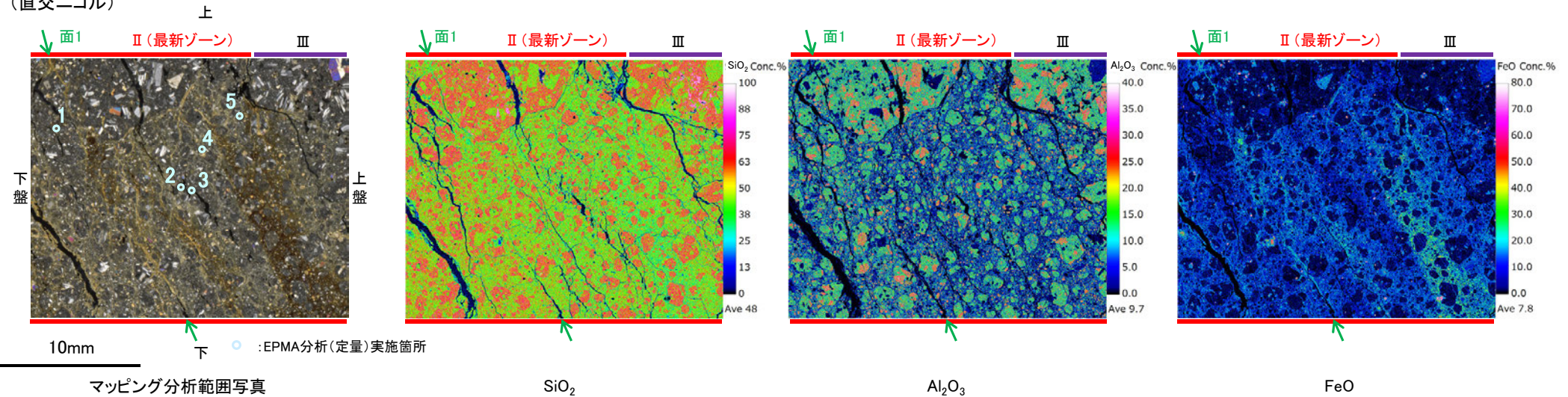
二八面体型雲母粘土鉱物及び関連鉱物の化学組成  
(Srodon et al. (1984)に一部加筆)



# [3] (2) K-3 M-2.2孔 ー変質鉱物の分布(EPMA分析(マッピング))ー

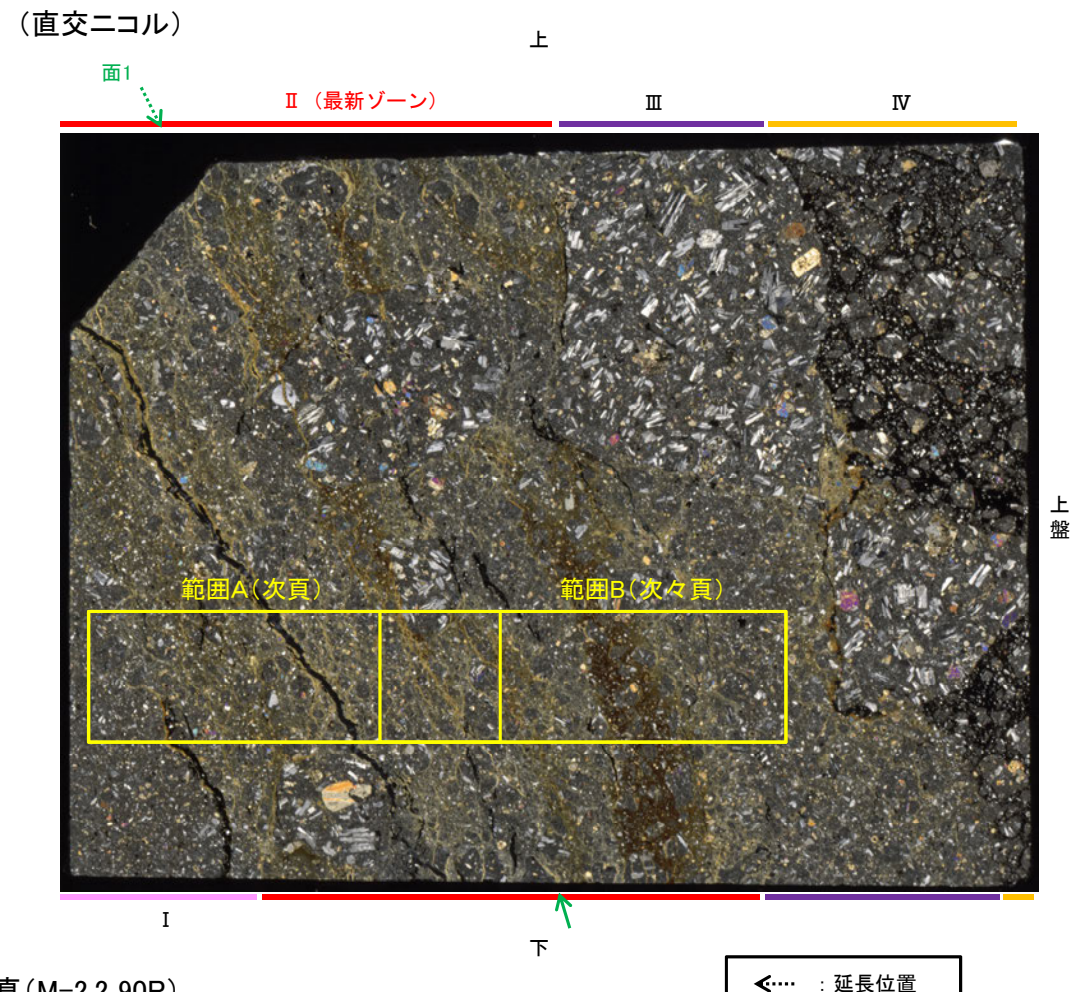
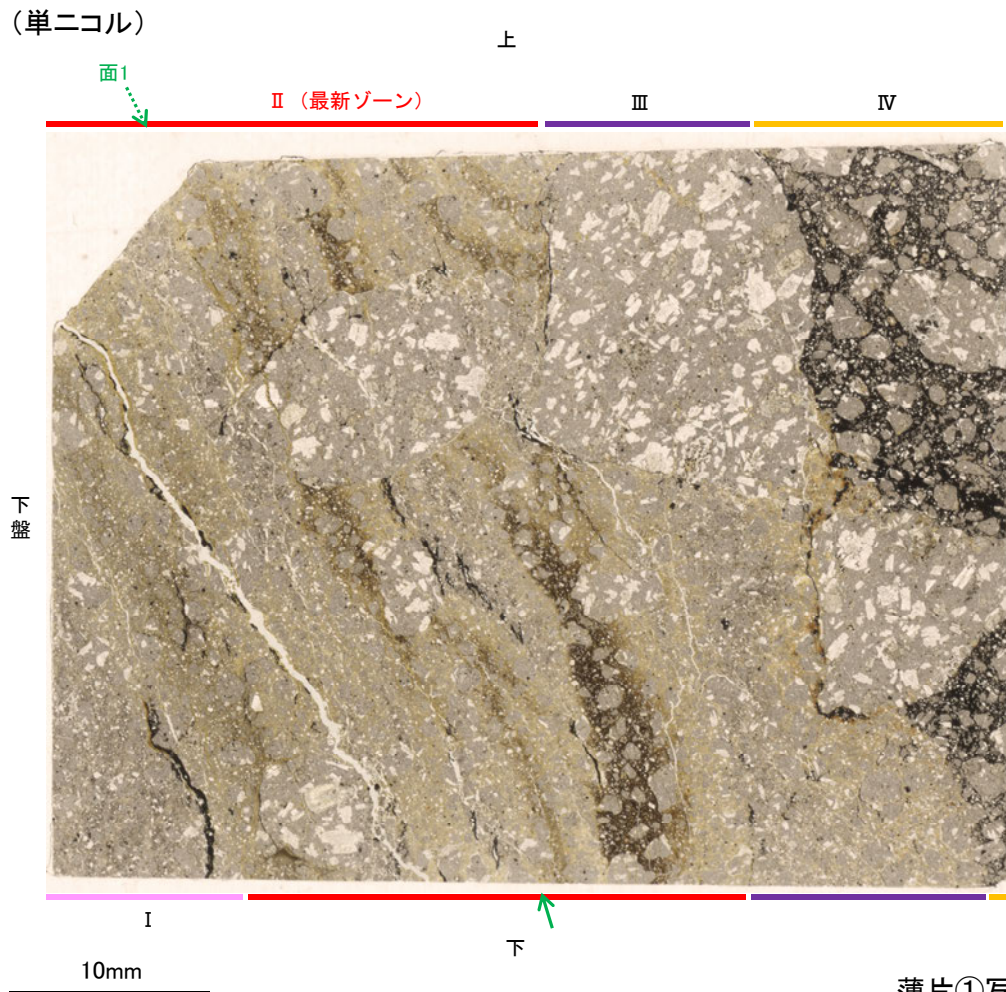
○EPMA用薄片でEPMA分析(マッピング)を実施した結果, EPMA分析(定量)で認められたI/S混合層が最新ゾーンやその周辺に分布していることを確認した。

(直交ニコル)



# [3] (2) K-3 M-2.2孔 ー変質鉱物の分布(薄片観察)ー

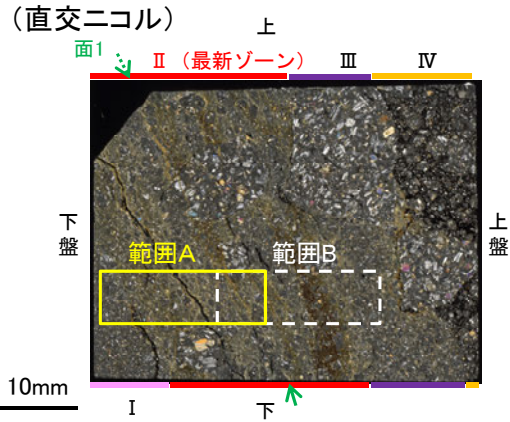
- 薄片①で実施した薄片観察や、EPMA用薄片で実施したEPMA分析(マッピング)における化学組成の観点での観察により、粘土鉱物(I/S混合層)の分布範囲を確認した結果、粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーンやその周辺に分布している。
- この粘土鉱物(I/S混合層)と最新ゾーンとの関係を確認する。



# [3] (2) K-3 M-2.2孔 ー最新ゾーンとI/S混合層との関係ー

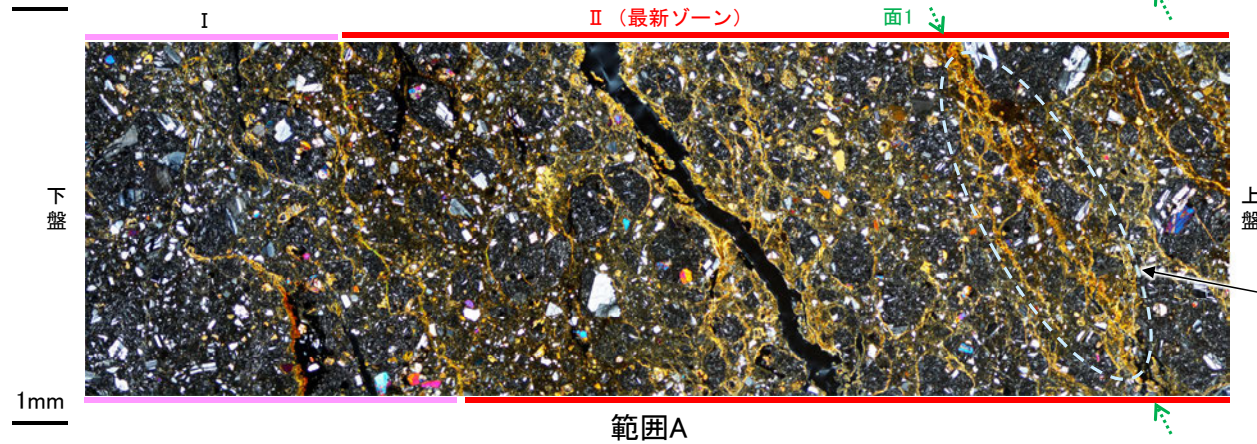
○最新ゾーンにおいて詳細に観察した結果、基質中や割れ目、岩片の縁辺部、岩片の内部に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、最新ゾーン中の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。

## 【範囲A】

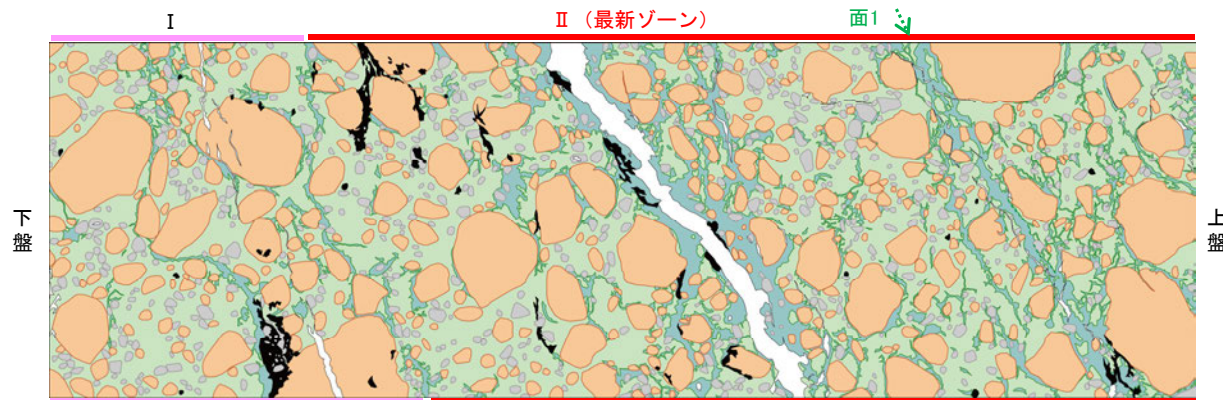


薄片①写真(M-2.2\_90R)

←…… : 延長位置



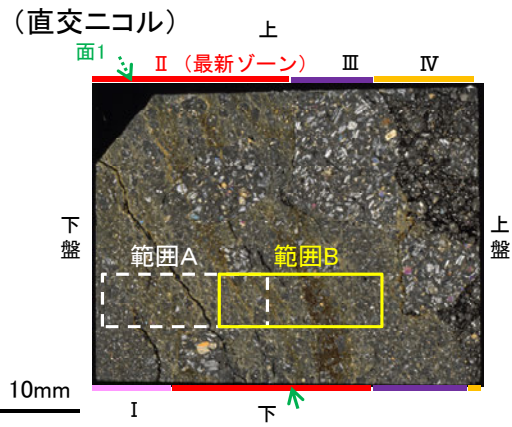
非常に不明瞭ではあるものの最新ゾーンの中では比較的連続性がよい面1を横断して粘土鉱物(I/S混合層)が分布し、面1が不連続になっており、不連続箇所の粘土鉱物(I/S混合層)にせん断面や引きずりなどの変形は認められない。



スケッチ

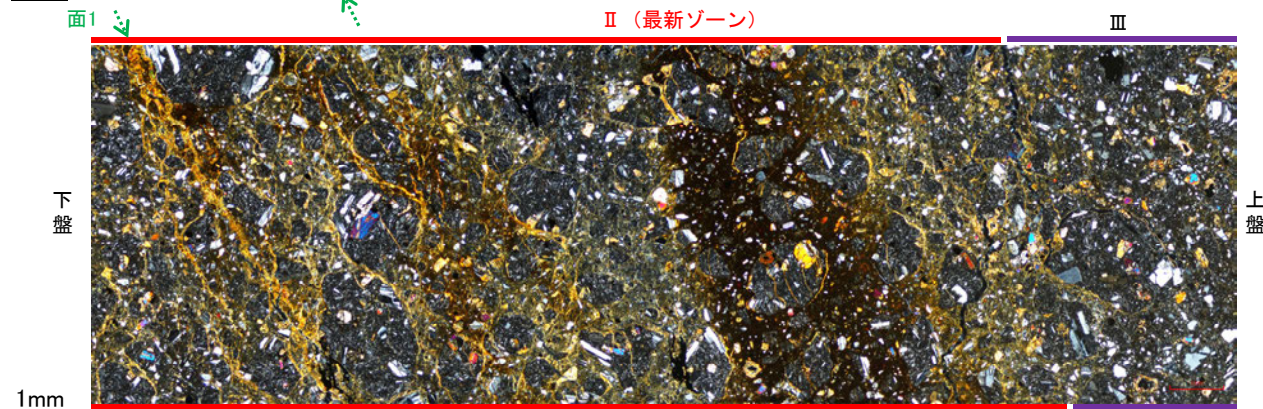
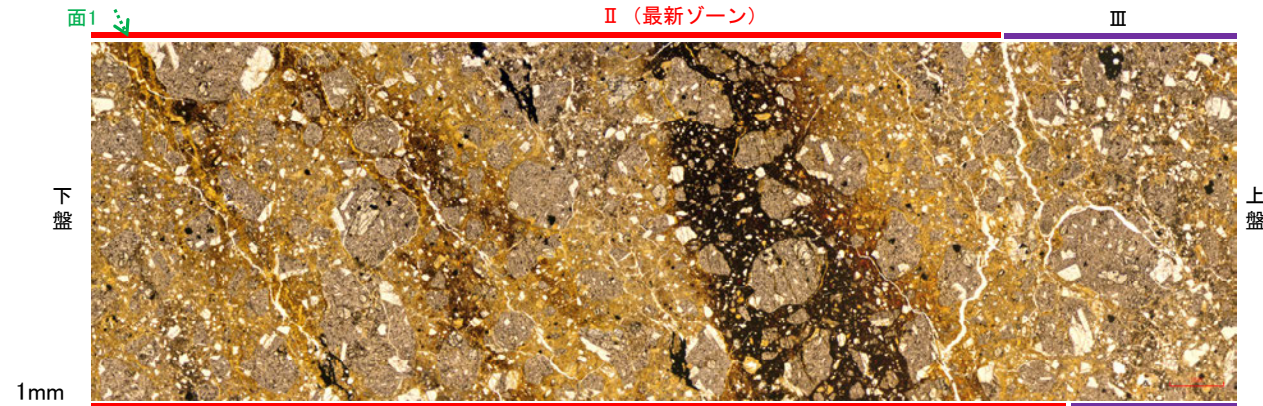
K-3\_M-2.2孔

【範囲B】

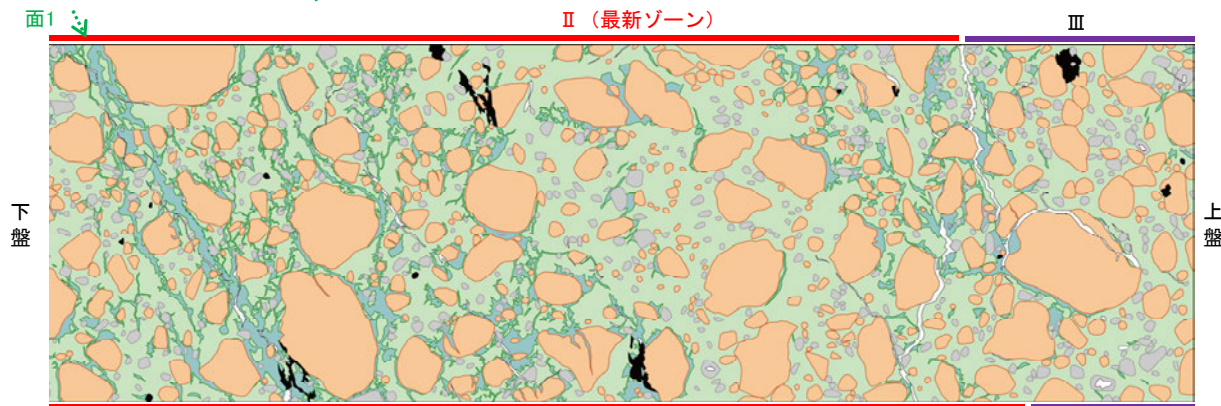


薄片①写真(M-2.2\_90R)

←…… : 延長位置



範囲B



スケッチ

凡例

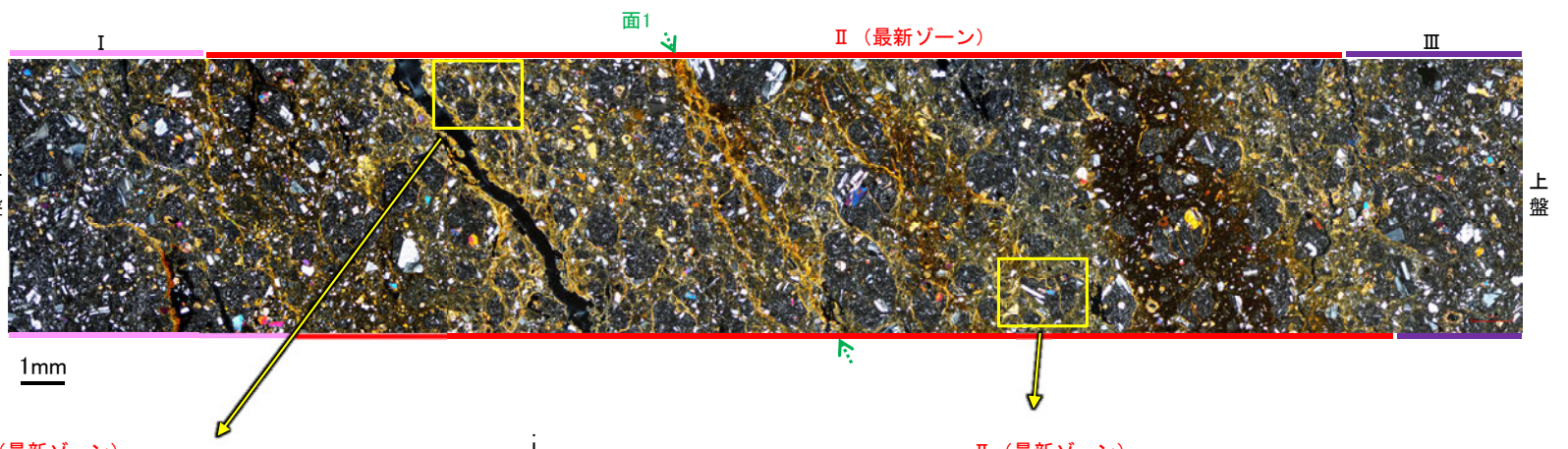
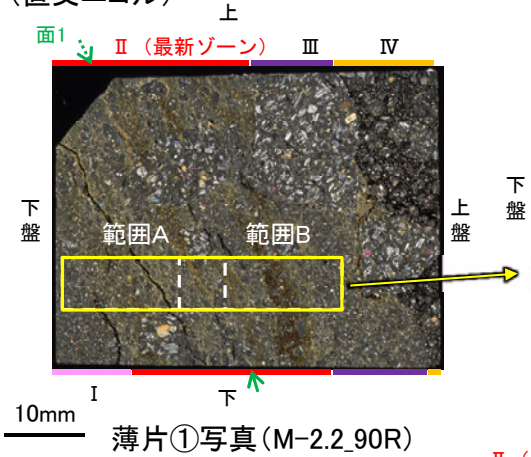
- 主要な岩片
- 変質部 (I/S混合層)
- 斜長石などの鉱物片
- 主要な岩片等を除く基質部
- 不透明鉱物
- 空隙部



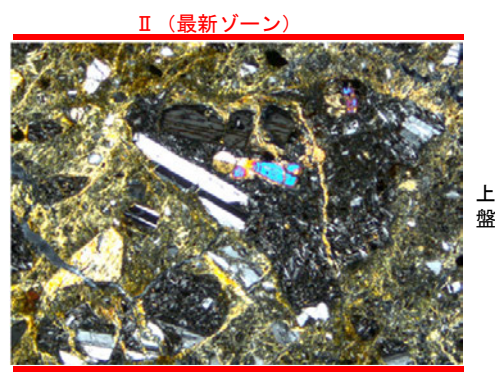
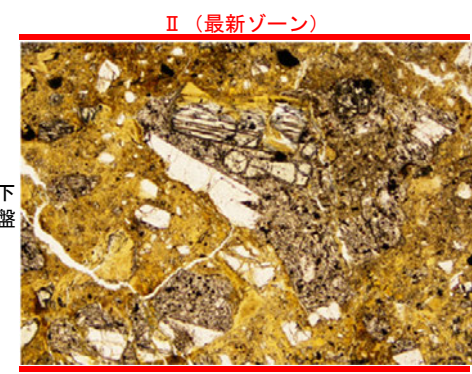
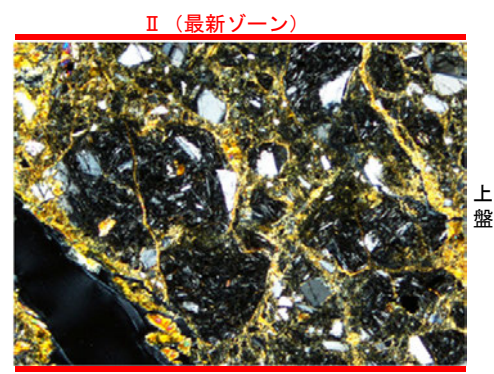
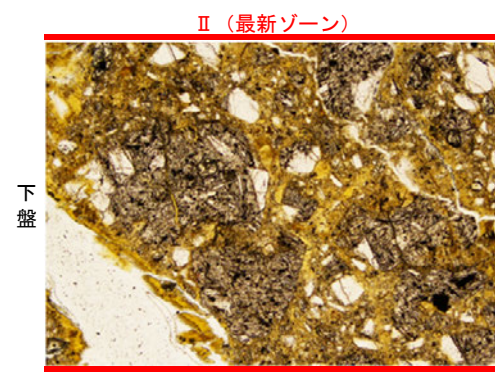
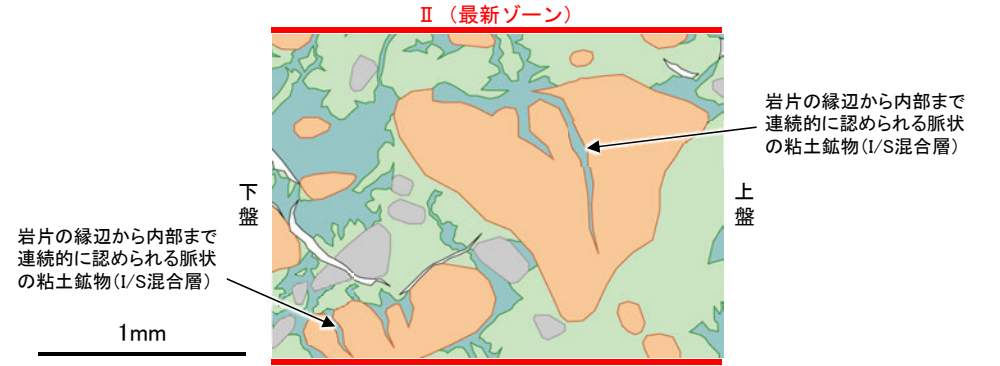
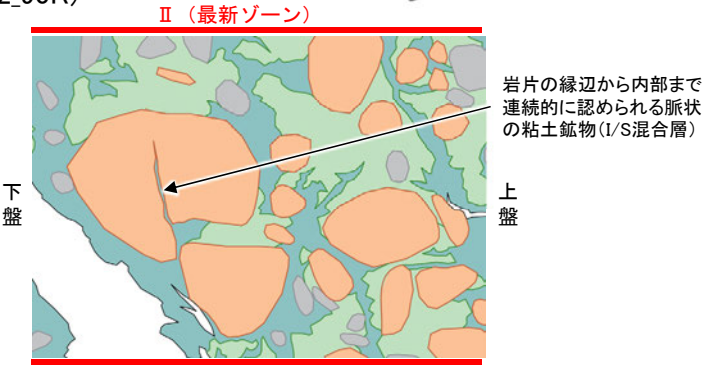
K-3\_M-2.2孔

【岩片周辺の粘土鉱物の詳細観察】

(直交ニコル)



←… : 延長位置



・最新ゾーン中の岩片の周辺を詳細に観察した結果、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が岩片の縁辺から内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。

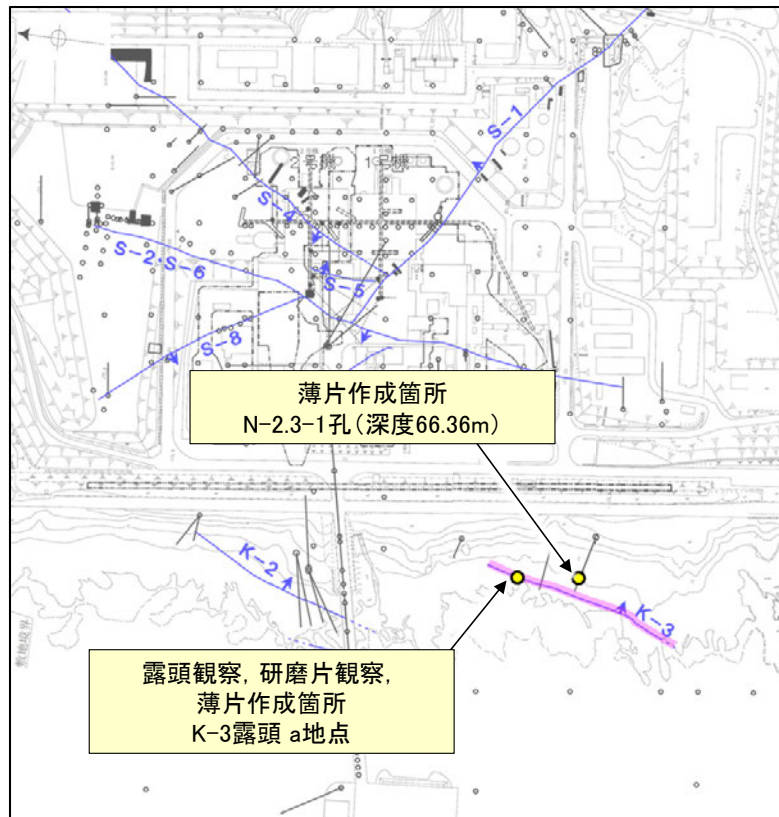
### [3] (3) 形成環境から推定した活動性評価(K-3露頭 a地点, N-2.3-1孔)

○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。

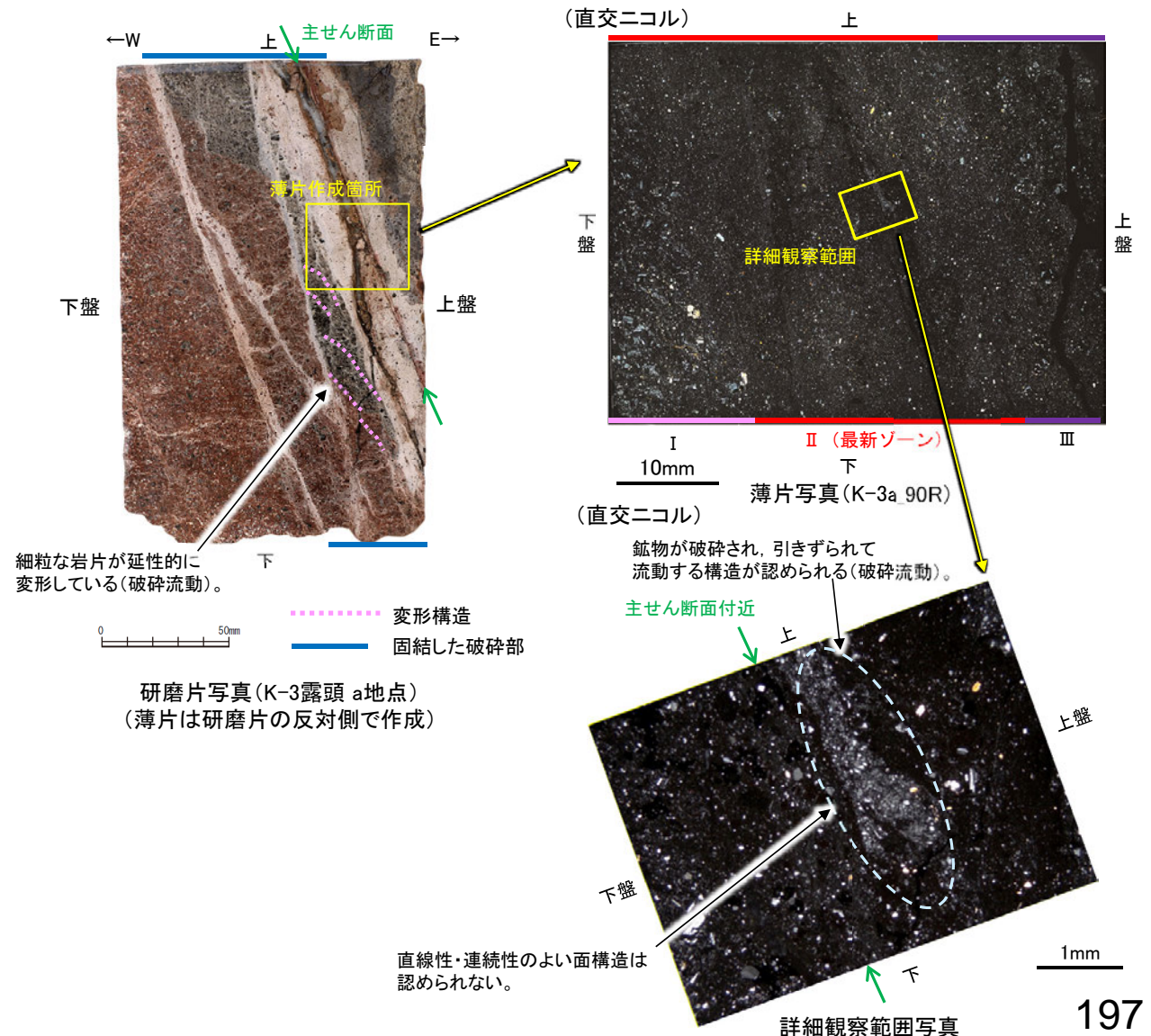
○K-3の最新ゾーンは、固結した破碎部からなり、周辺の固結した破碎部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない(P.199, 200)。

○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ものと判断される(P.201~205)。

○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ものと判断される。



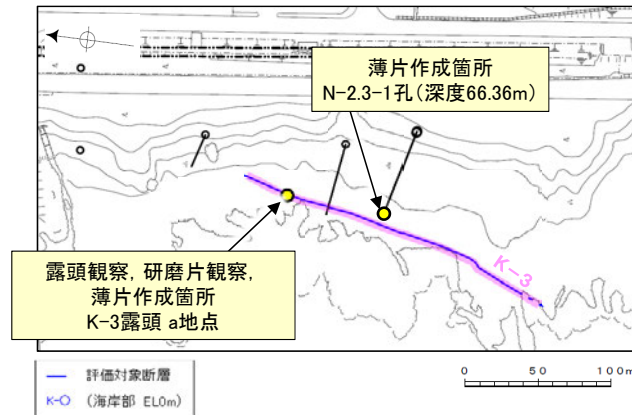
調査位置図



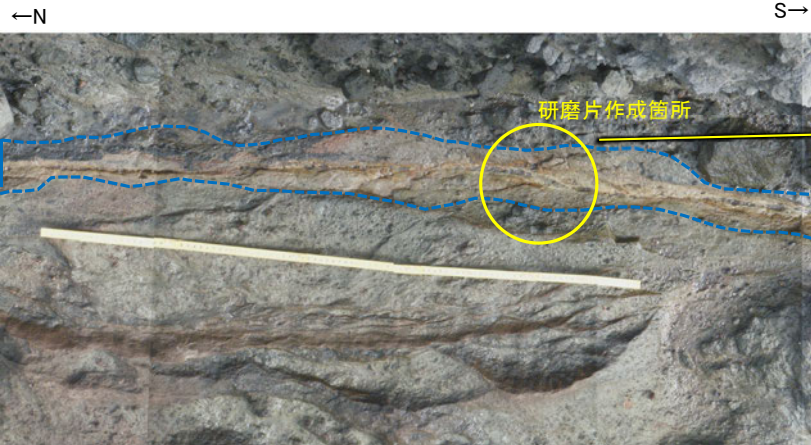
### [3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 — 最新面の認定(巨視的観察) —

- 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。

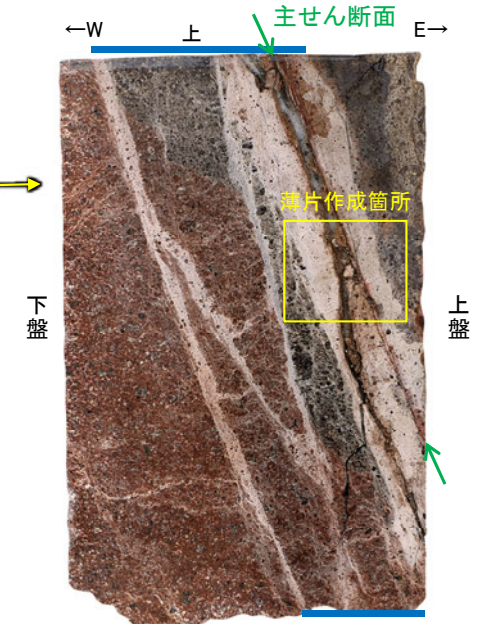
#### 【K-3 浅部】



調査位置図



固結した破碎部 K-3露頭 a地点 破碎部の状況写真

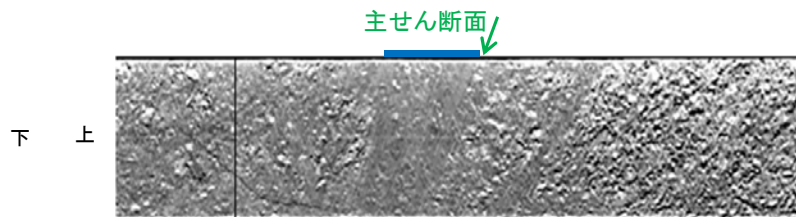


固結した破碎部 下 研磨片写真 (薄片は研磨片の反対面で作成)

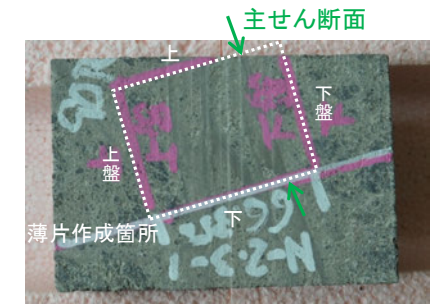
#### 【K-3 深部】



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)

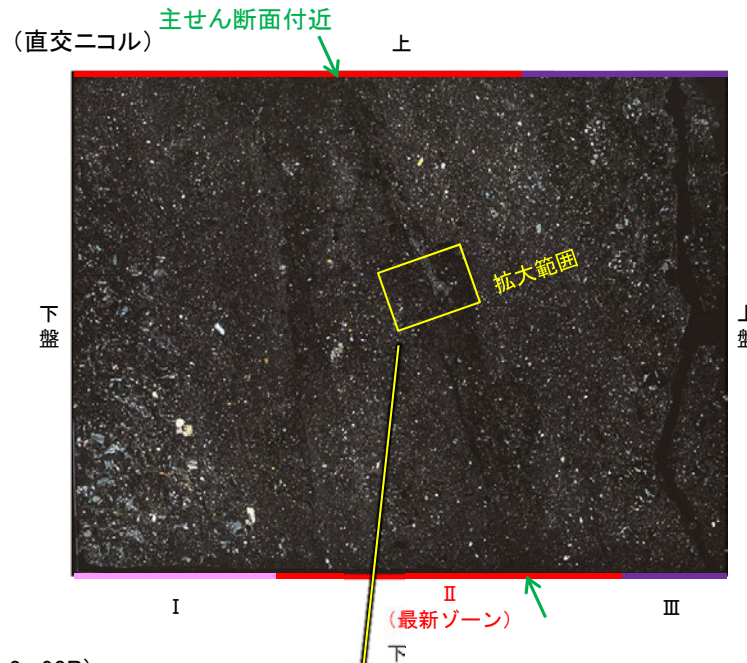


2cm ブロック写真

# [3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 — 最新面の認定(微視的観察) —

## 【K-3 浅部(K-3露頭 a地点)】

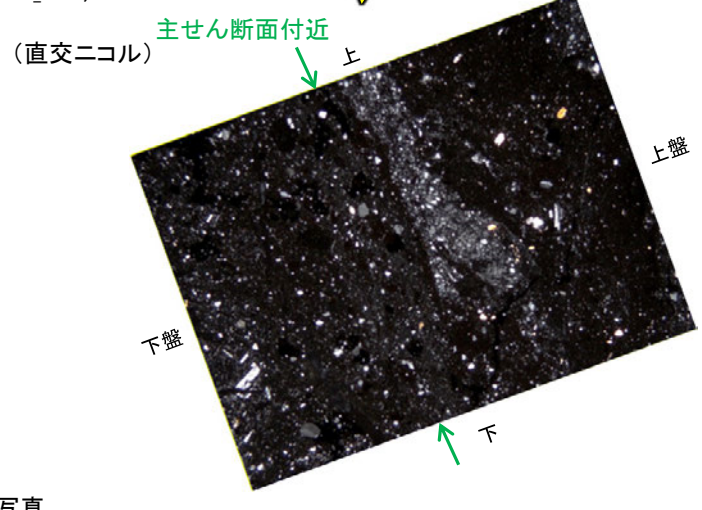
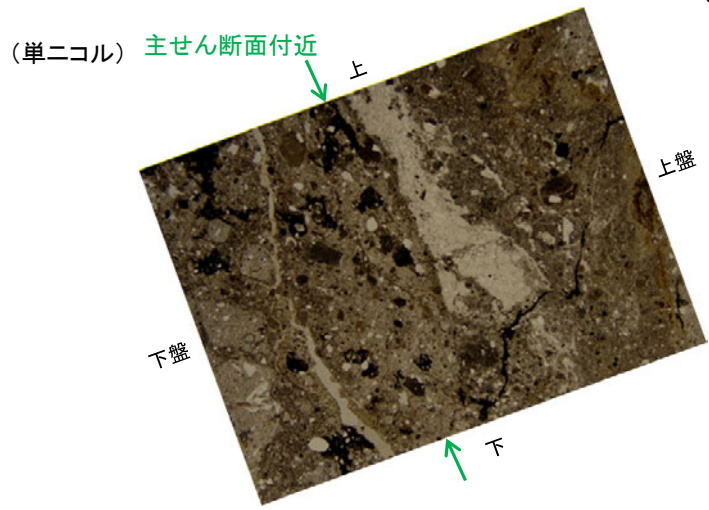
- K-3浅部の薄片観察の結果、色調や礫径などから、下盤側よりⅠ～Ⅲに分帯される。
- そのうち、最も細粒化している分帯Ⅱを最新ゾーンとして抽出した。
- 最新ゾーンは、周辺に分帯Ⅰ、Ⅲと比べて、岩片や鉱物片の細粒化の程度にやや違いはあるものの、構成鉱物の種類(斜長石、輝石類)や基質部の色調が類似しており、主せん断面付近も含め、最新ゾーン中に直線性・連続性のよい面構造は認められない(拡大写真)。



- 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

薄片写真(K-3a\_90R)

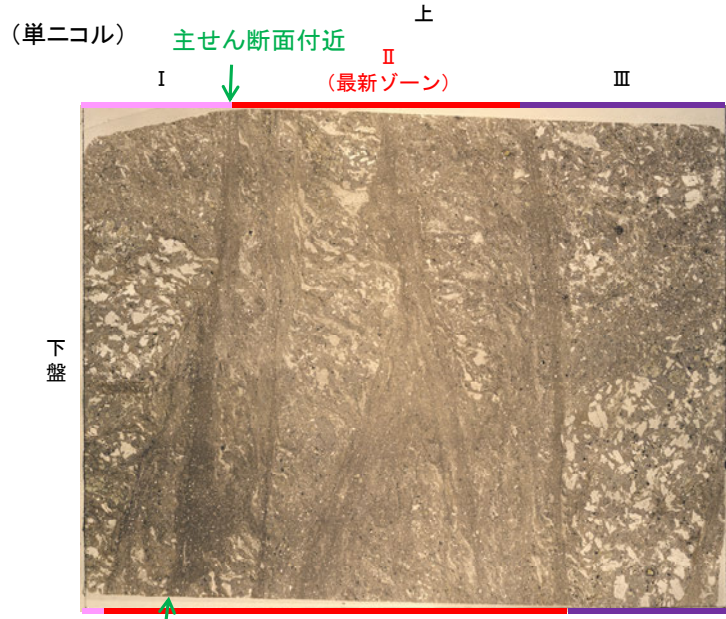


1mm

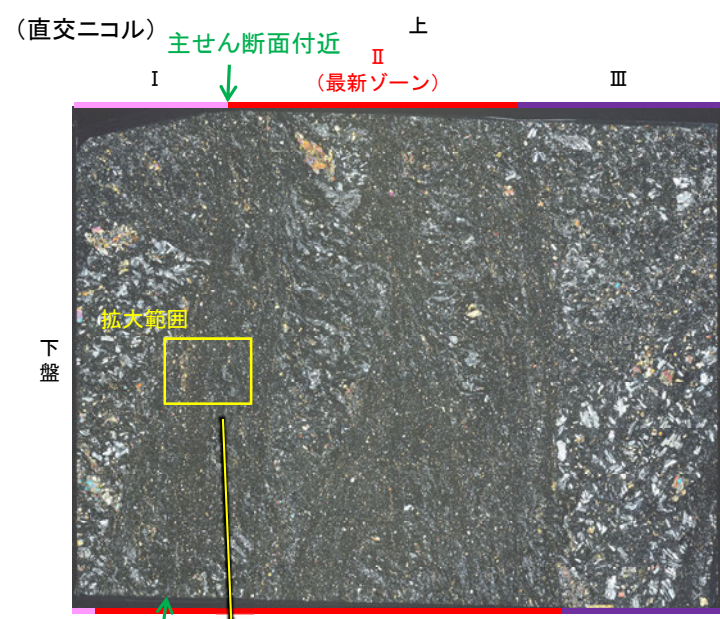
拡大範囲写真

### 【K-3 深部(N-2.3-1孔)】

- K-3深部の薄片観察の結果、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(拡大写真)。

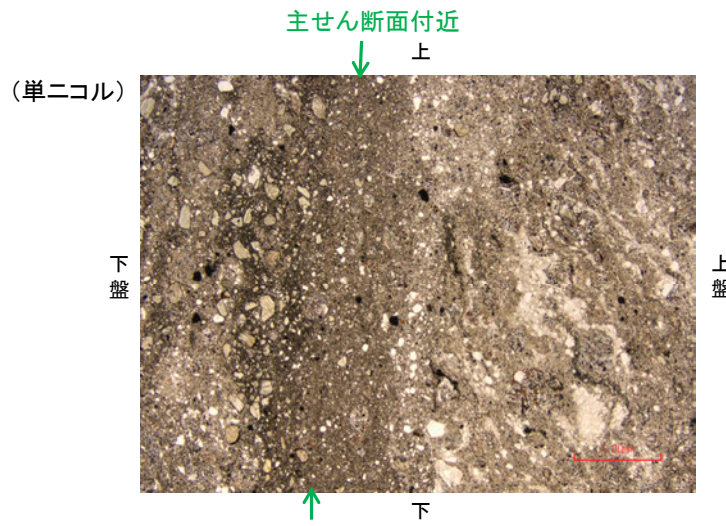


薄片写真(N-2.3-1\_90R)

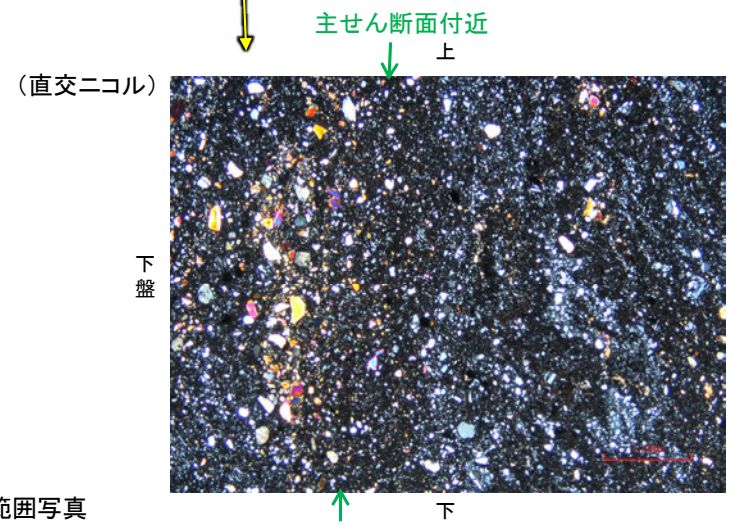


- I : 単ニコルで黄灰～暗灰色、直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5～20mm以上の岩片や鉱物片がより細粒な基質中に含まれる。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂円形である。
- II (最新ゾーン) : 単ニコルで黄灰～暗灰色、直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する凝灰岩からなる。径0.2～3mmの岩片や鉱物片がより細粒な基質中に含まれる。一部でやや粗粒であり、径5mm程度の岩片を含む。岩片は垂角～垂円形、鉱物片は角～垂円形である。
- III : 単ニコルで黄灰～暗灰色、直交ニコルで灰色の低い干渉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径5～15mmの岩片や鉱物片がより細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



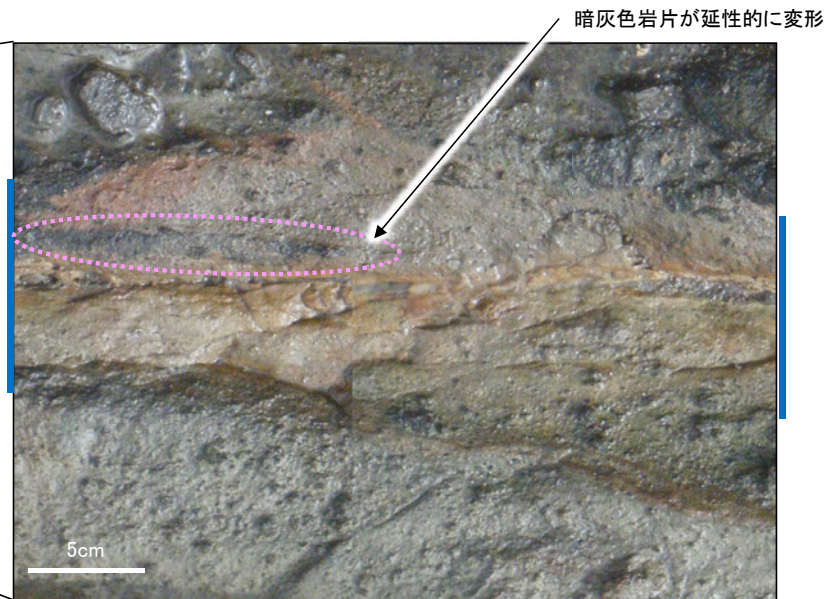
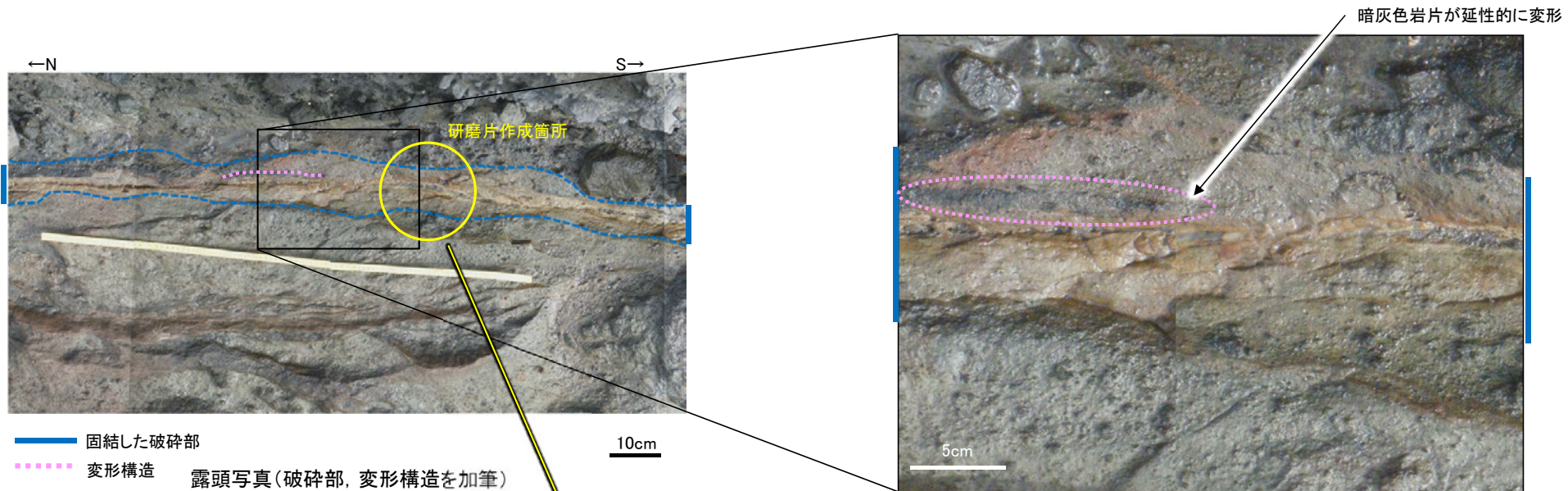
拡大範囲写真



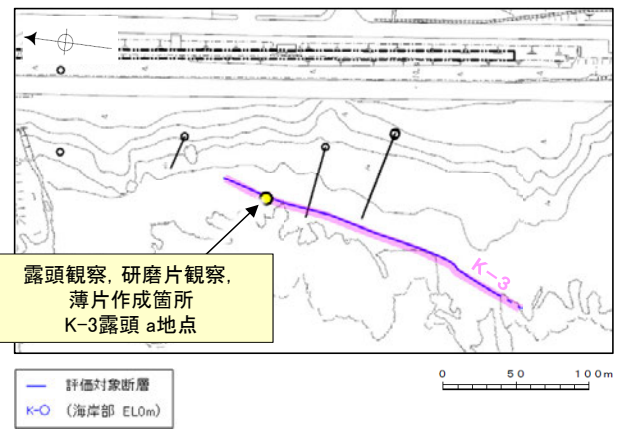
1mm

### [3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 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

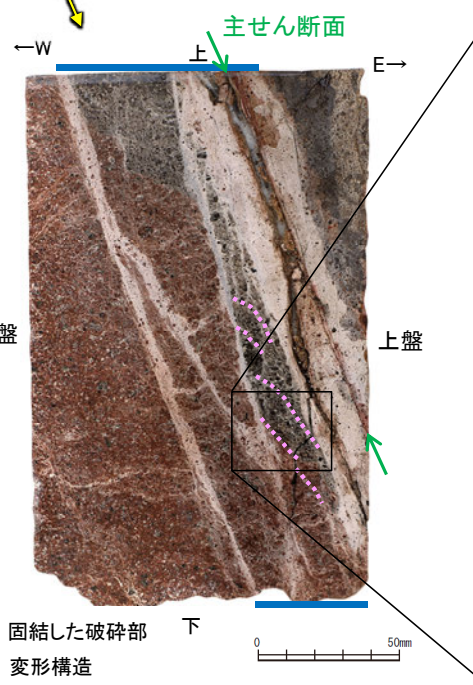
○K-3の固結した破碎部中に認められる変形構造について詳細に観察し、変形構造からみた断層の形成環境の検討を行った。  
○露頭観察・研磨片観察(巨視的観察)の結果、K-3の固結した破碎部中に岩片が延性的に変形する構造が認められた。



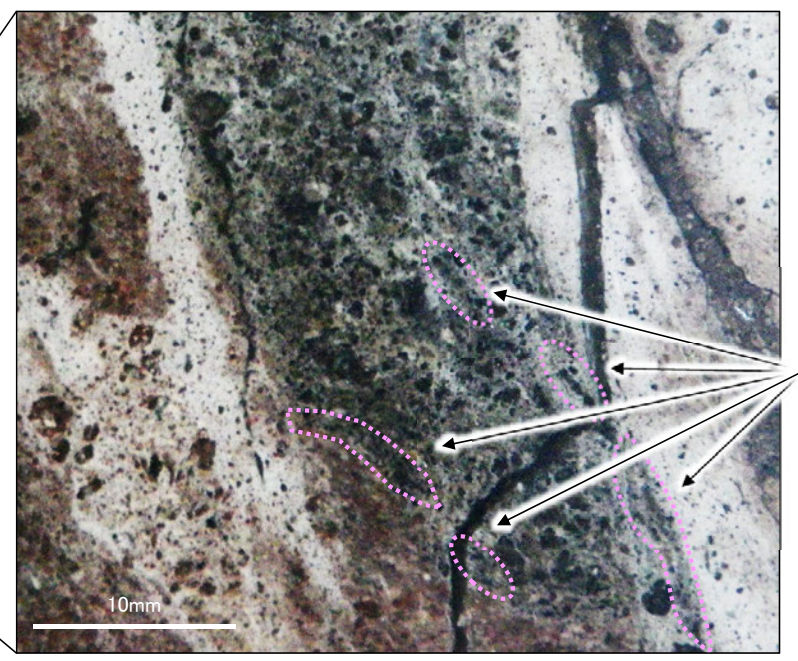
拡大写真(変形構造を加筆)



調査位置図



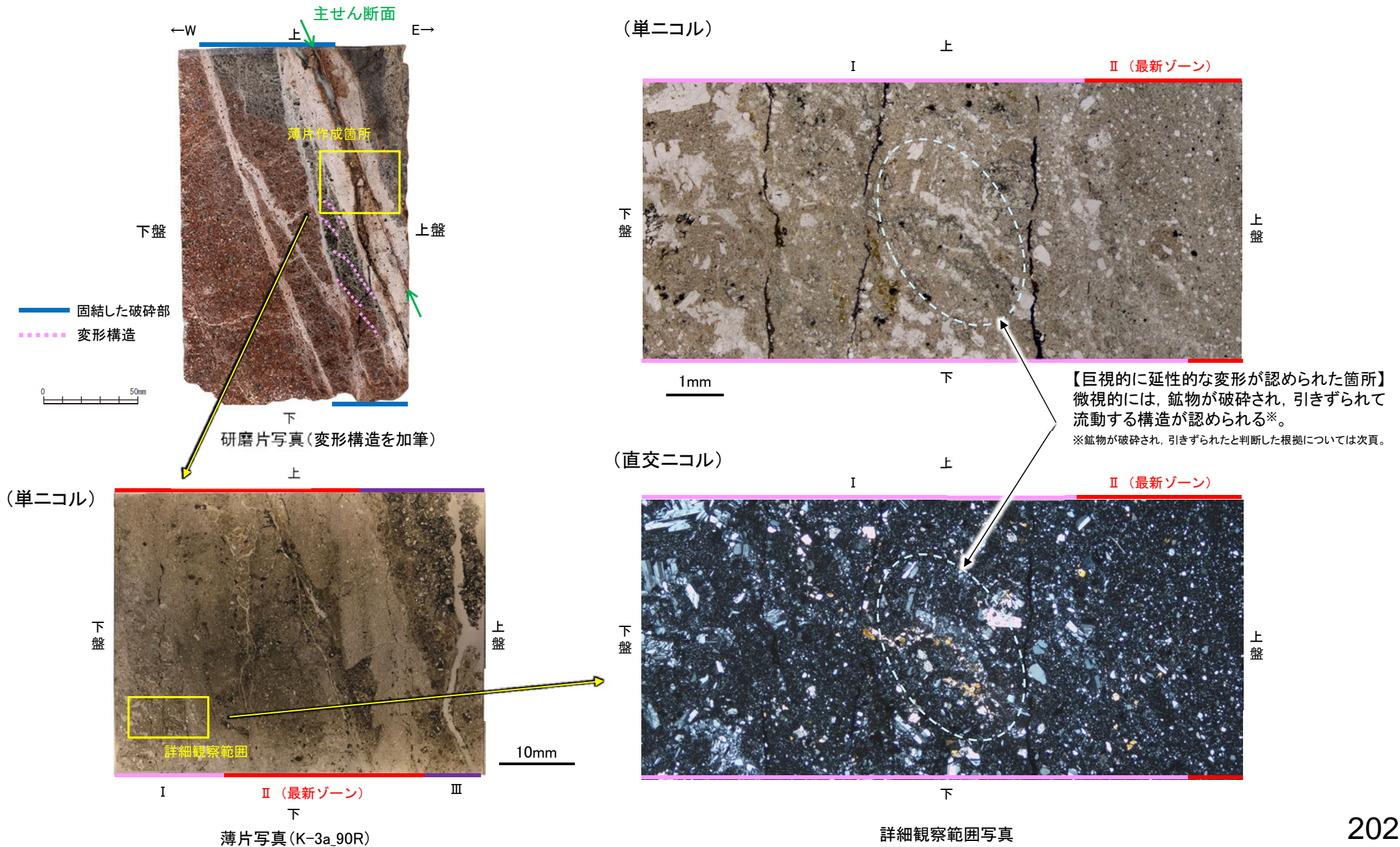
研磨片写真(変形構造を加筆)



拡大写真(変形構造を加筆)

[3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 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。

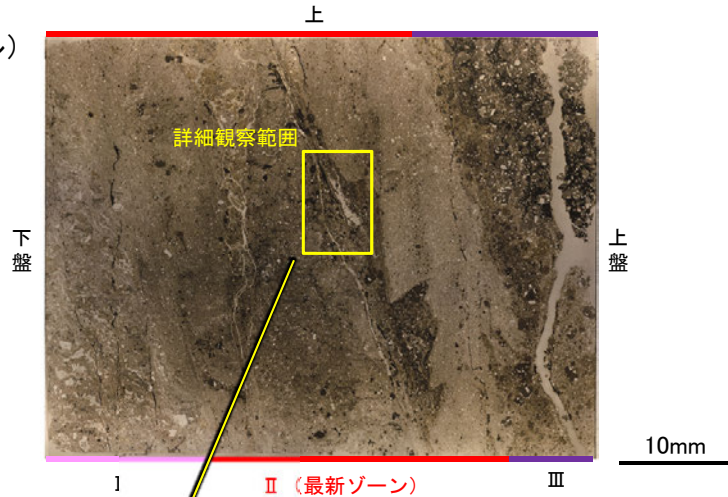


### [3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 ー 変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察②) ー

○さらに, P.199, 200で示した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(詳細観察範囲写真)。

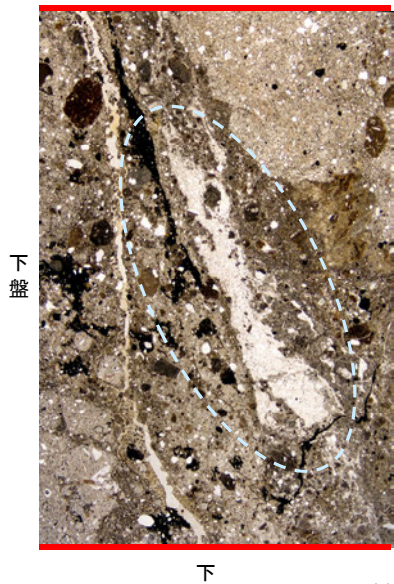
#### 【K-3 浅部】

(単ニコル)



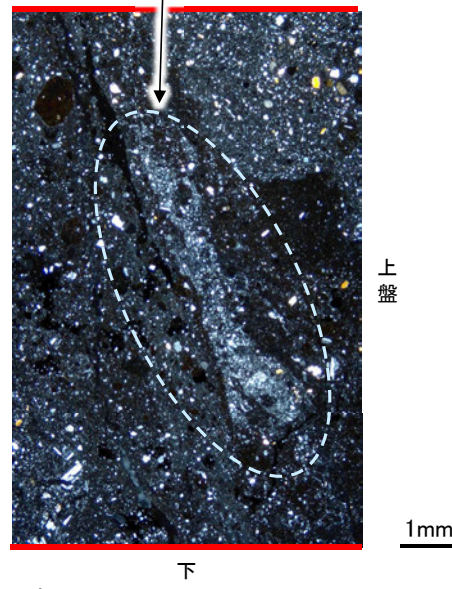
薄片写真(K-3a\_90R) 鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(単ニコル)



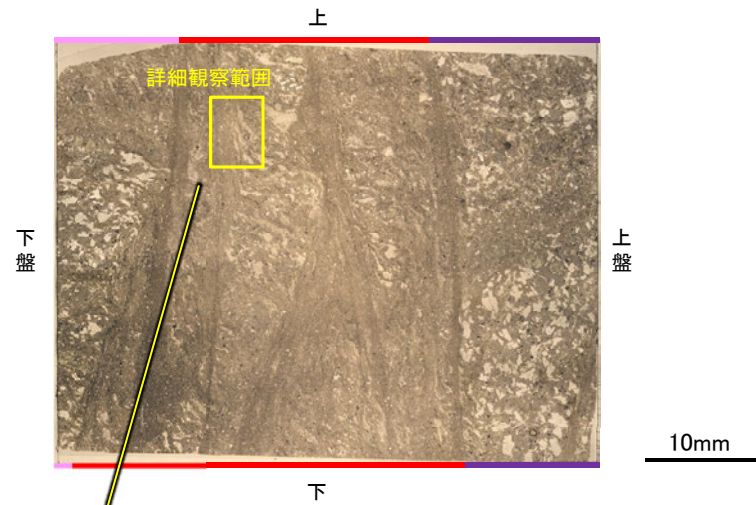
詳細観察範囲写真

(直交ニコル)



#### 【K-3 深部】

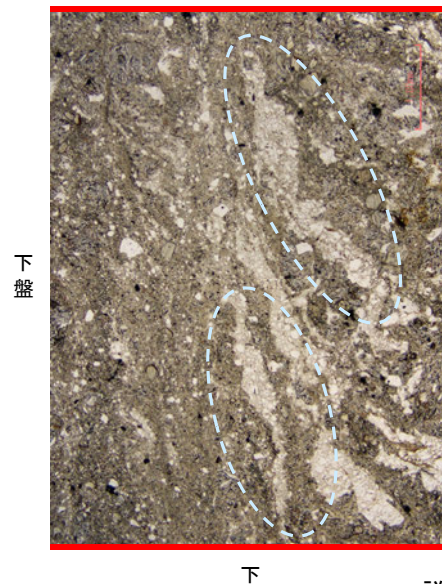
(単ニコル)



薄片写真(N-2.3-1\_90R)

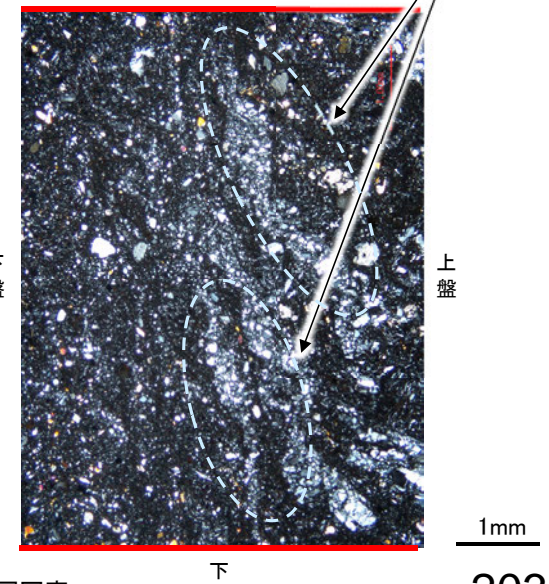
鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(単ニコル)



詳細観察範囲写真

(直交ニコル)





[3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 — 変形構造からみた断層の形成環境の検討(文献調査) —

<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>

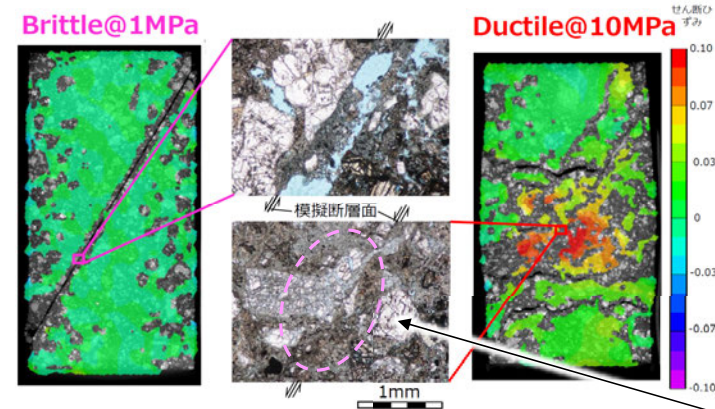
○Paterson et al.(2005)は、常温での三軸試験による脆性から延性への遷移時の封圧を整理しており、破碎流動が形成される領域は、Porous lavas(下表□)では30~100MPaの封圧で遷移するとされている。

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。



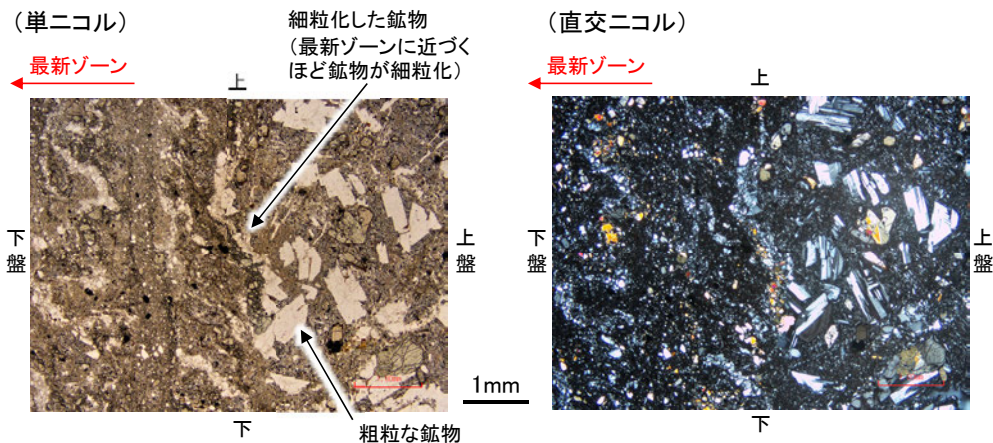
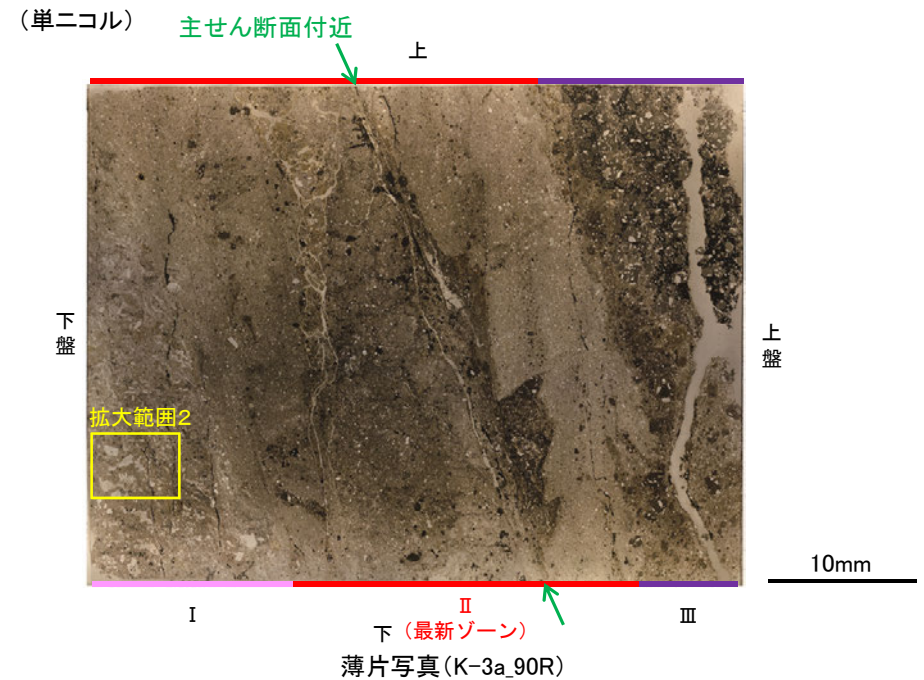
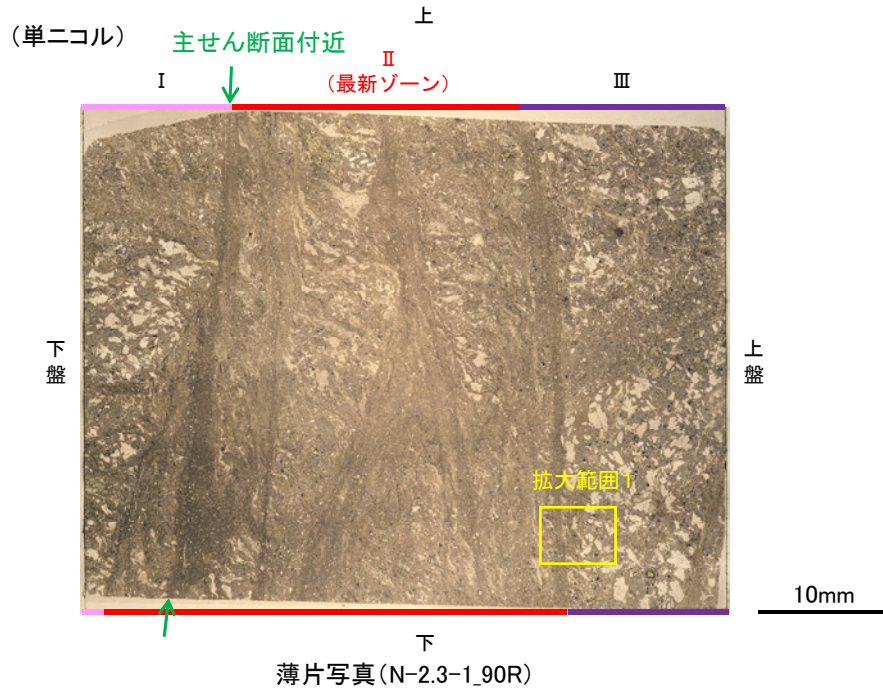
別所岳安山岩類\*の凝灰角礫岩の三軸変形試験後の薄片観察結果  
溝口ほか(2019)に一部加筆  
岩片が引きずられて流動する構造

○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ものであると判断される。

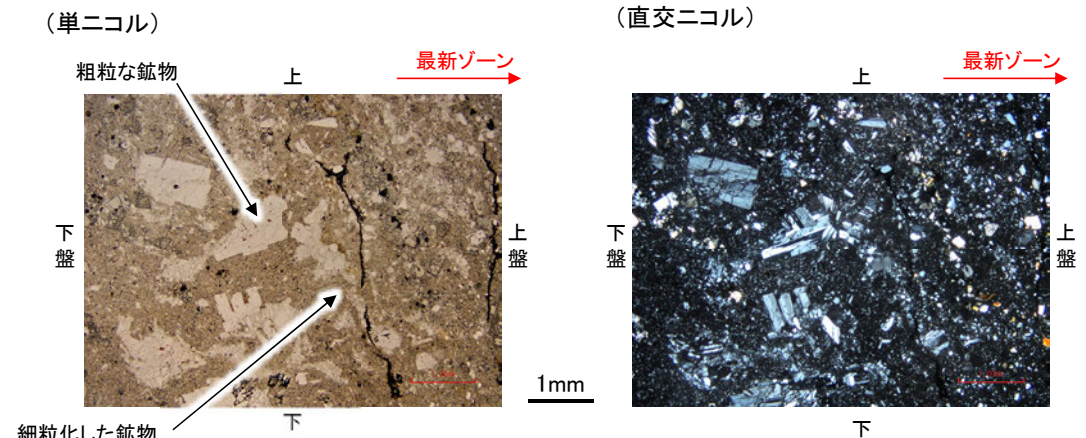
\*: 第1064回審査会合でのコメントを踏まえ、「穴水果層」から名称変更

[3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 — 鉍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, 最新ゾーン周辺に鉍物が引きずられて細粒化する構造は, 細粒な鉍物の集合体であり, その周りには粗粒な同種の鉍物が認められる。
- 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)で認められた鉍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鉍物が破碎し, 細粒化したものと判断される。



拡大範囲写真1



拡大範囲写真2

# [3] (4) 活動性評価 まとめ

## 上載地層法による評価

・約12～13万年前以前の地形面、地層が確認できないことから、上載地層法による評価を実施できない。

## 鉱物脈法による評価

**N-2.3-1孔, K-3露頭a地点**  
(P.197～205)

・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、少なくとも10MPa程度の封圧下の地下深部で形成されたものと判断される。\*

※M-2.2孔での評価結果Aと整合する。

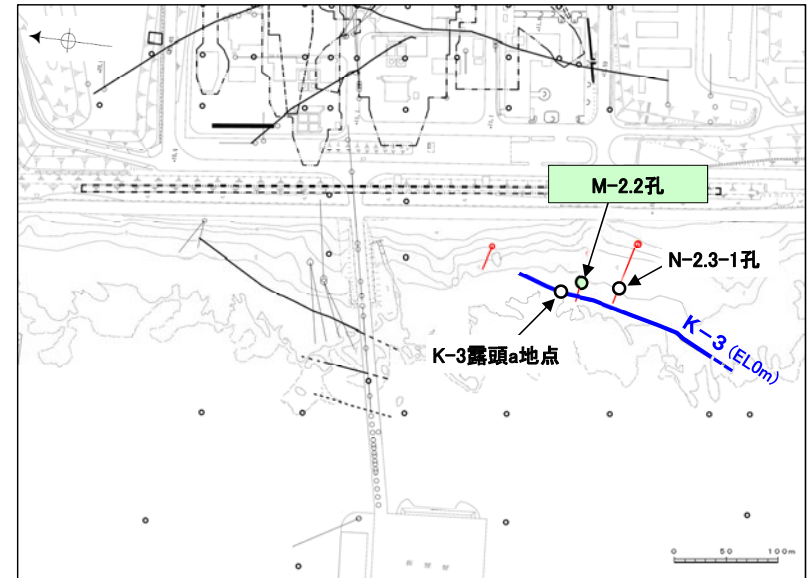
**M-2.2孔**(P.174～196)

・最新ゾーンには広く粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、これらの粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。また、微細な脈状の粘土鉱物(I/S混合層)が最新ゾーン中の岩片の縁辺から内部まで連続的に分布し、この粘土鉱物(I/S混合層)に礫の回転等による変位・変形は認められない。  
⇒K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。・・・A

## K-3の評価

鉱物脈法(M-2.2孔)による評価の結果、K-3の最新活動はI/S混合層の生成以前であり、K-3に後期更新世以降の活動は認められない。  
なお、その他の調査データについても上記評価と整合する。

○ 鉱物脈法に関する調査箇所  
(断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータを緑で着色)  
● 有識者会合以降に追加したボーリング孔



位置図

■ 断層の後期更新世以降の活動を否定するにあたり、地層や鉱物脈等の年代及び断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ

# 参考文献

---

- 青木正博・大和田朗・佐藤卓見・芝原暁彦・清水徹・平林恵理(2014): 薄片でよく分かる岩石図鑑, 誠文堂新光社.
- Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J. (2013): ROCK-FORMING-MINERALS 3rd Edition, Mineralogical Society, 58, 98.
- 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.
- 黒田吉益・諏訪兼位(1983): 偏光顕微鏡と岩石鉱物, 共立出版, 72.
- MacKenzie, W. S., Guilford, C. (2013): Atlas of rock-forming minerals in thin section, Routledge, 36.
- 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.
- Nakata, E., Yukawa, M., Okumura, H., Hamada, M. (2019): K-Ar dating by smectite extracted from bentonite formations, E3S Web of Conference, 98, 12015.
- 尾崎正紀(2010): 能登半島北部の20万分の1地質図及び説明書, 海陸シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図S-1, 地質調査総合センター.
- Passchier, C., Trouw, R. (1999): マイクロテクトニクス, シュプリンガー・フェアラーク東京, 115.
- Paterson, M. S., Wong, T. (2005): Experimental Rock Deformation - The Brittle Field (Second, Completely Revised and Updated Edition), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Srodon, J., Eberl, D. D. (1984): Illite, Micas (Reviews in Mineralogy, vol 13), 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.
- 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.
- 吉村尚久(2001): 粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.