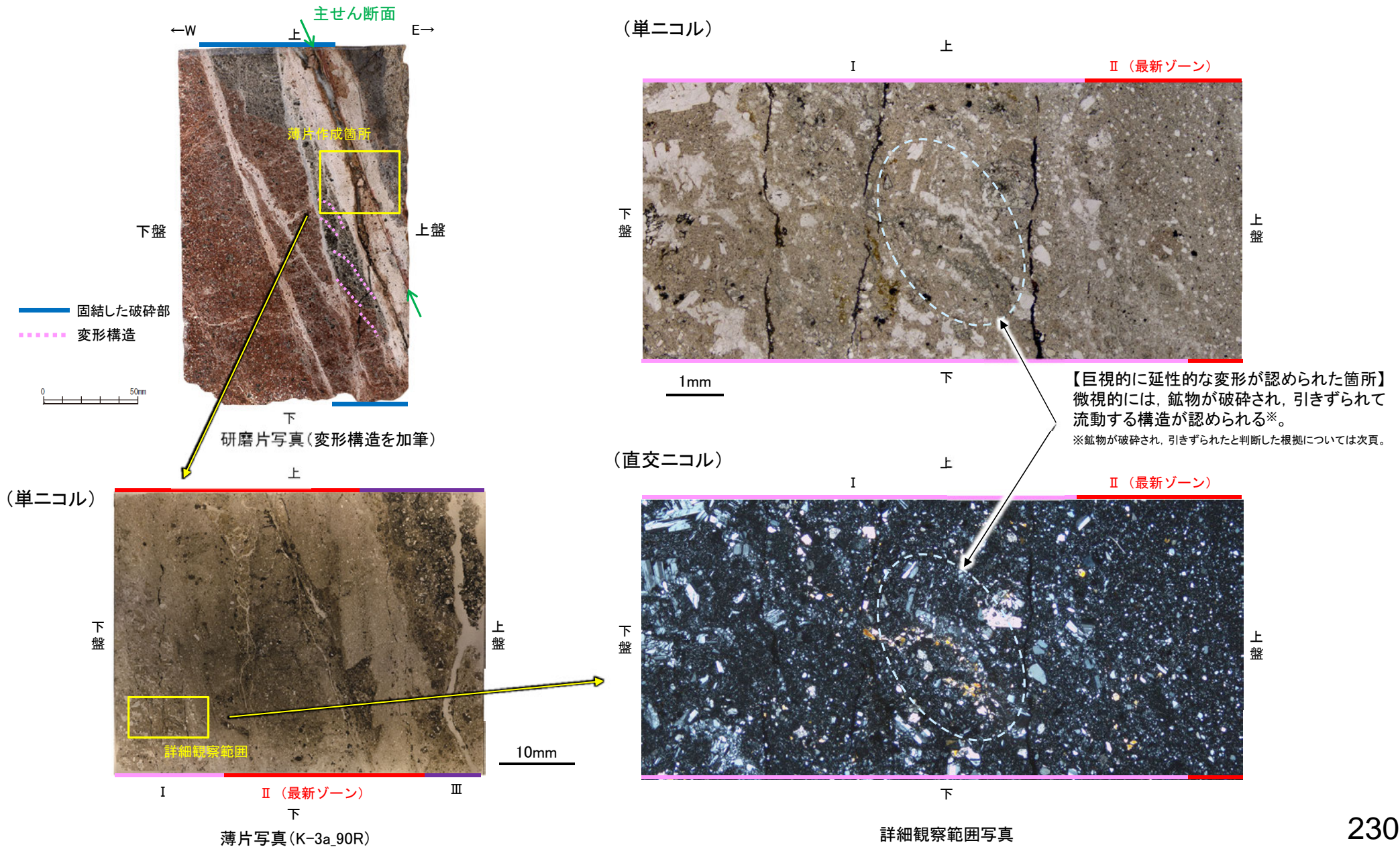


[3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 ー 変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察①) ー

○ 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。

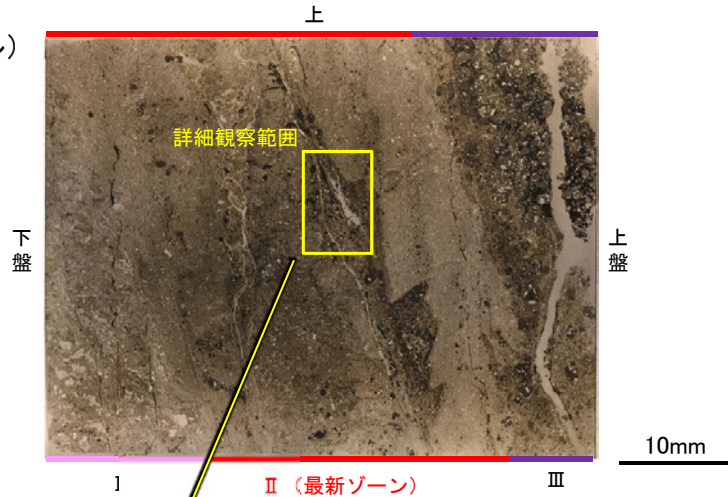


[3] (3) 形成環境から推定した活動性評価 ー 変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察②) ー

○さらに, P.227, 228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)。

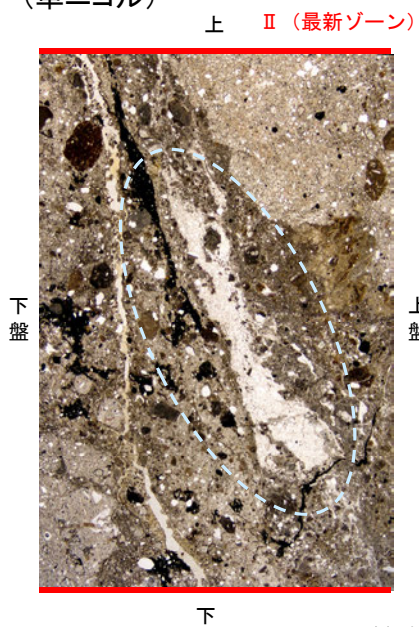
【K-3 浅部】

(単ニコル)



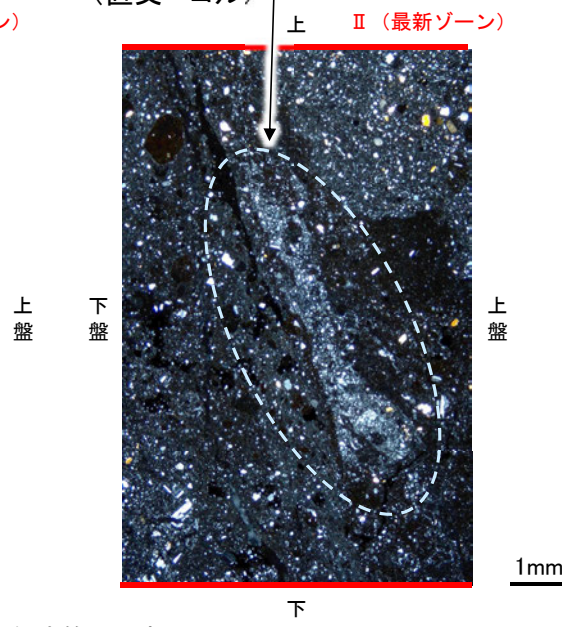
薄片写真(K-3a_90R) 鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(単ニコル)



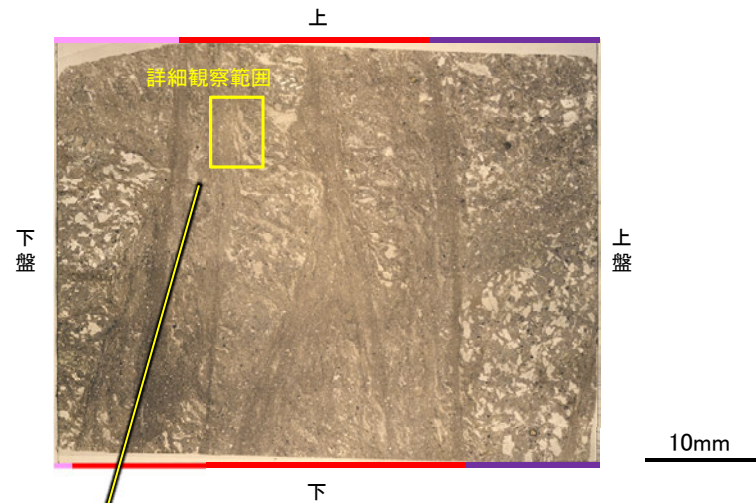
詳細観察範囲写真

(直交ニコル)



【K-3 深部】

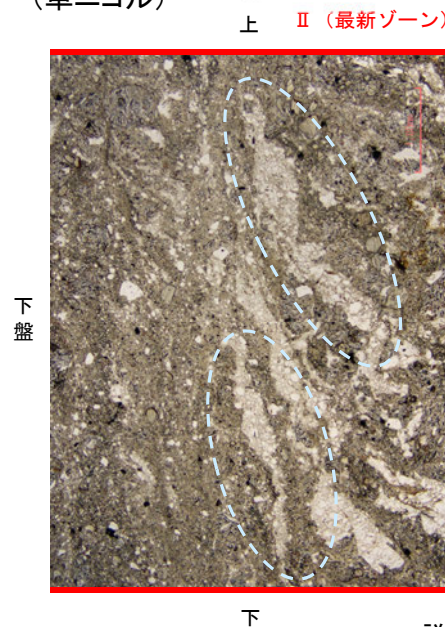
(単ニコル)



薄片写真(N-2.3-1_90R)

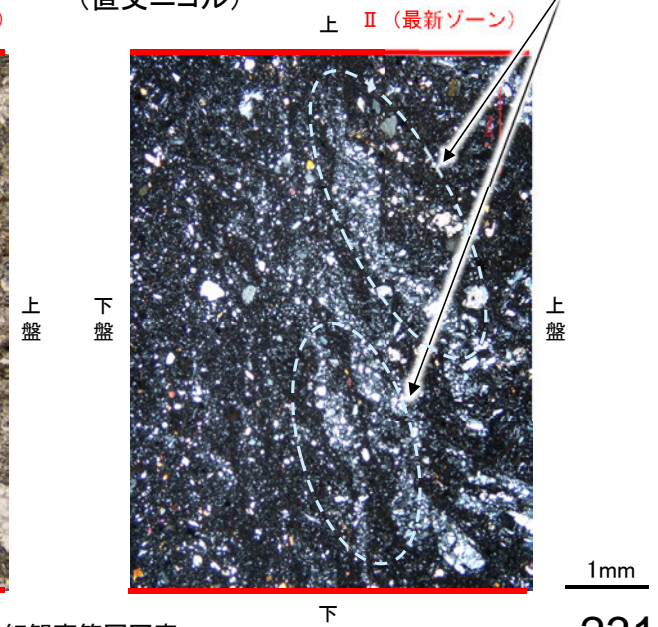
鉱物が破碎され, 引きずられて流動する構造が認められる。

(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>

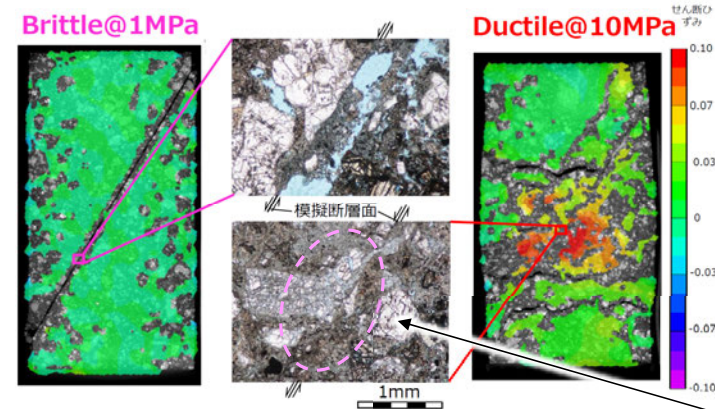
○Paterson et al.(2005)は、常温での三軸試験による脆性から延性への遷移時の封圧を整理しており、破碎流動が形成される領域は、Porous lavas(下表□)では30~100MPaの封圧で遷移するとされている。

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。



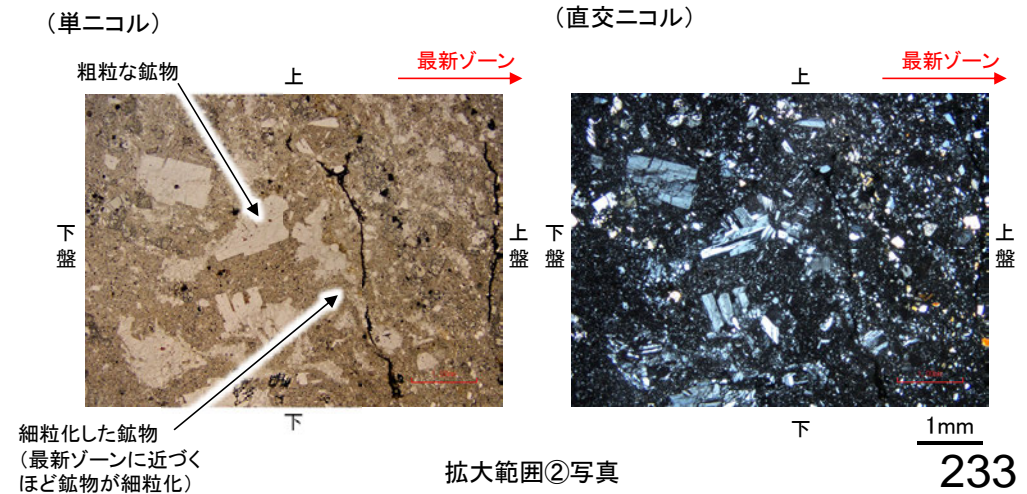
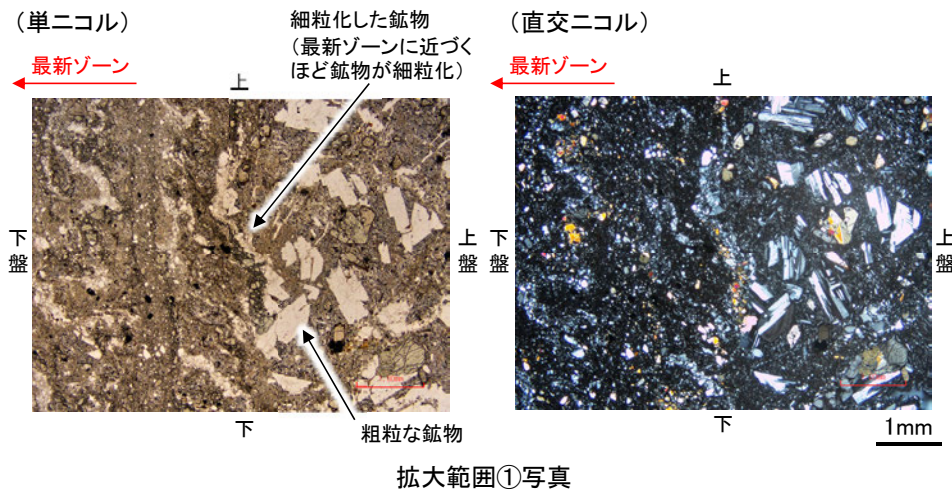
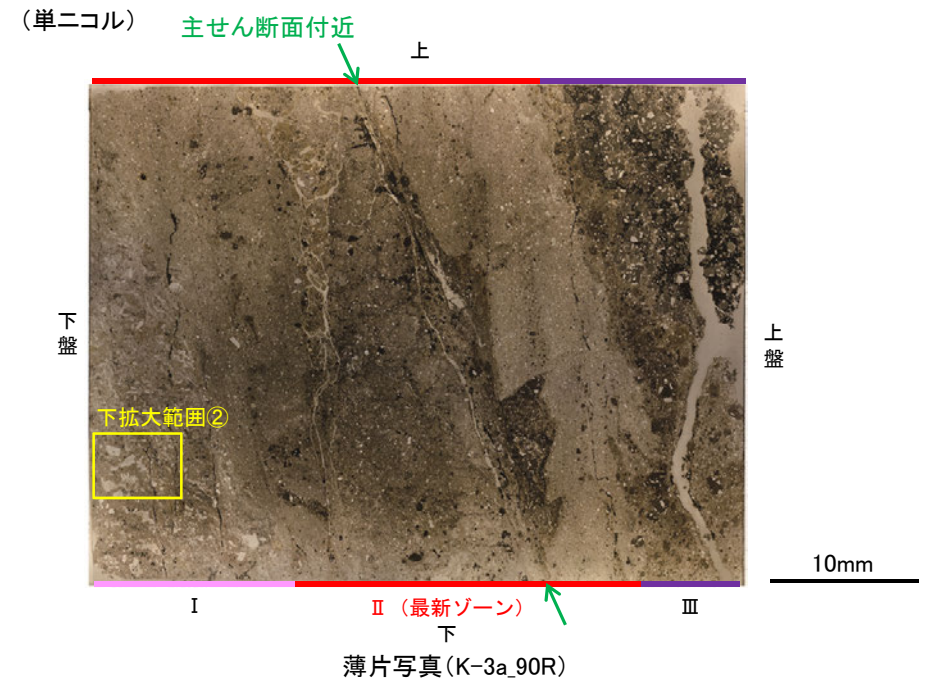
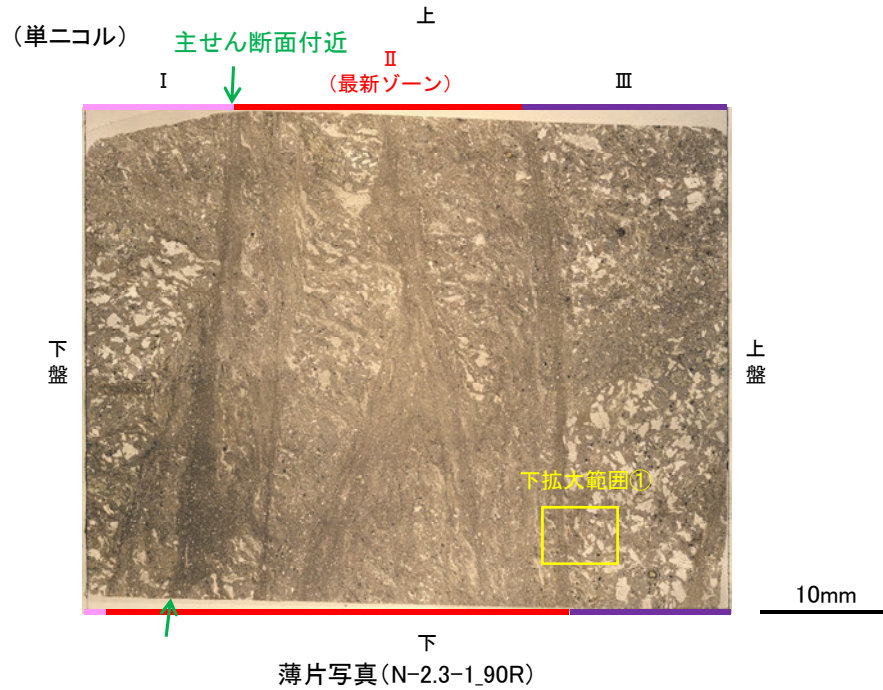
別所岳安山岩類*の凝灰角礫岩の三軸変形試験後の薄片観察結果
溝口ほか(2019)に一部加筆
岩片が引きずられて流動する構造

○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」から名称を変更。詳細は、巻末資料。

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



[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.225～233)

・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，その形成年代については明確に判断できないものの，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。※

※M-2.2孔での評価結果Aと整合する。

M-2.2孔(P.201～224)

・最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し，その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。また，最新ゾーン中の一部の岩片においては，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。

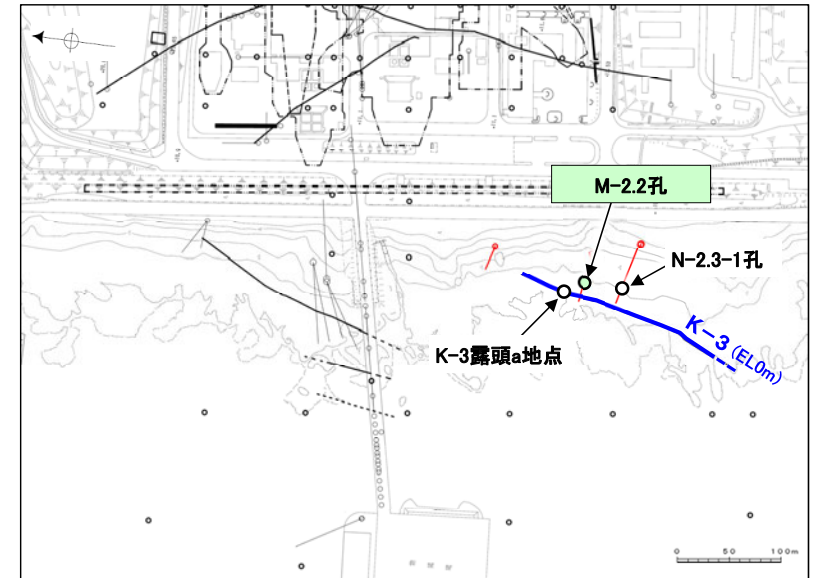
⇒K-3の最新活動は，I/S混合層の生成以前である。・・・A

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



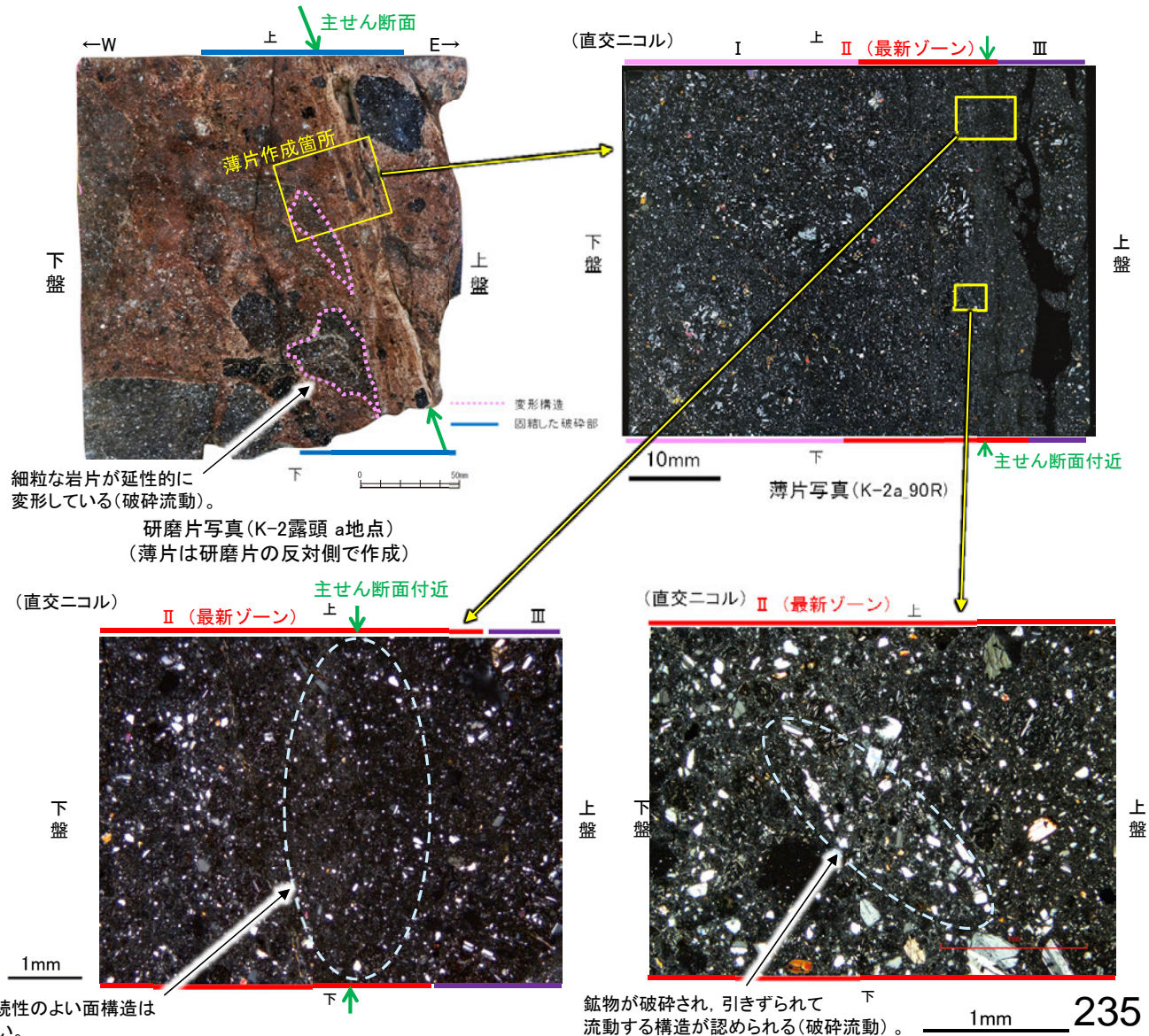
位置図

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)K-2露頭 a地点 — 評価結果 —

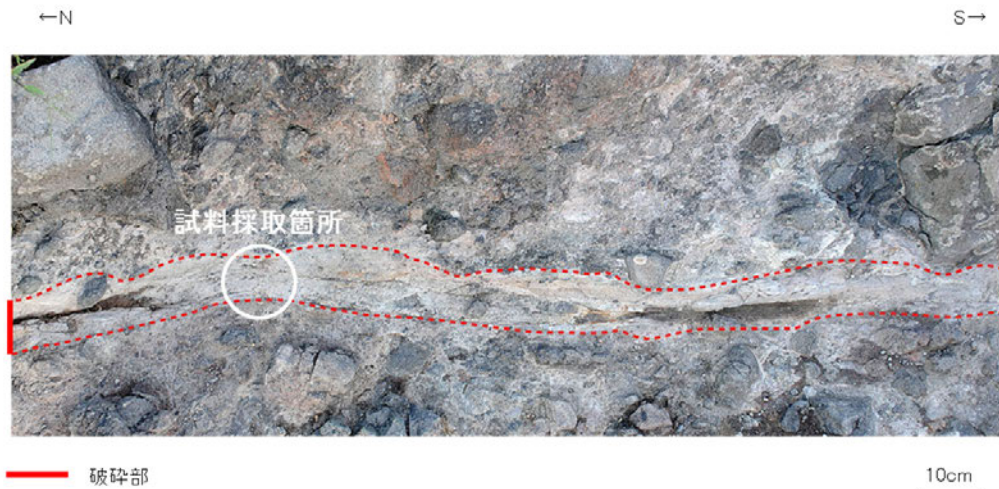
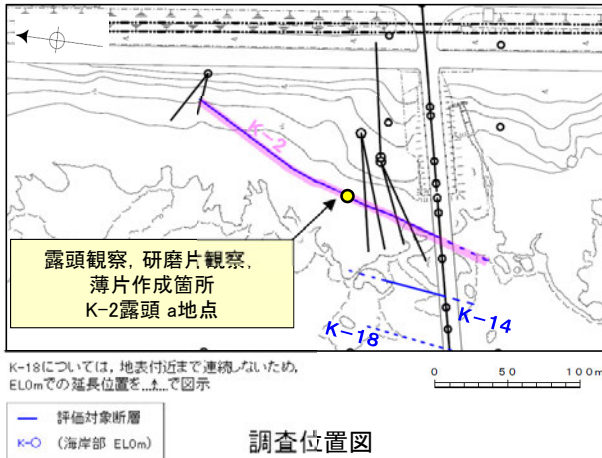
○K-2の露頭は、全線が固結した破碎部からなり、K-2露頭 a地点から採取した固結した破碎部の試料を用いて、薄片観察によるK-2の詳細性状の確認を行った。
 ○K-2の露頭における最新ゾーンは、固結した破碎部からなり、周辺の固結した破碎部と類似した性状を有し、直線性・連続性のよい面構造は認められない。
 ○また、K-2の露頭における最新ゾーンに破碎流動が認められ、その形成環境について知見に照らした結果、最新ゾーンは封圧の小さな地表付近ではなく、地下深部で形成されたと判断される。

○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、その形成年代については明確に判断できないものの、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。

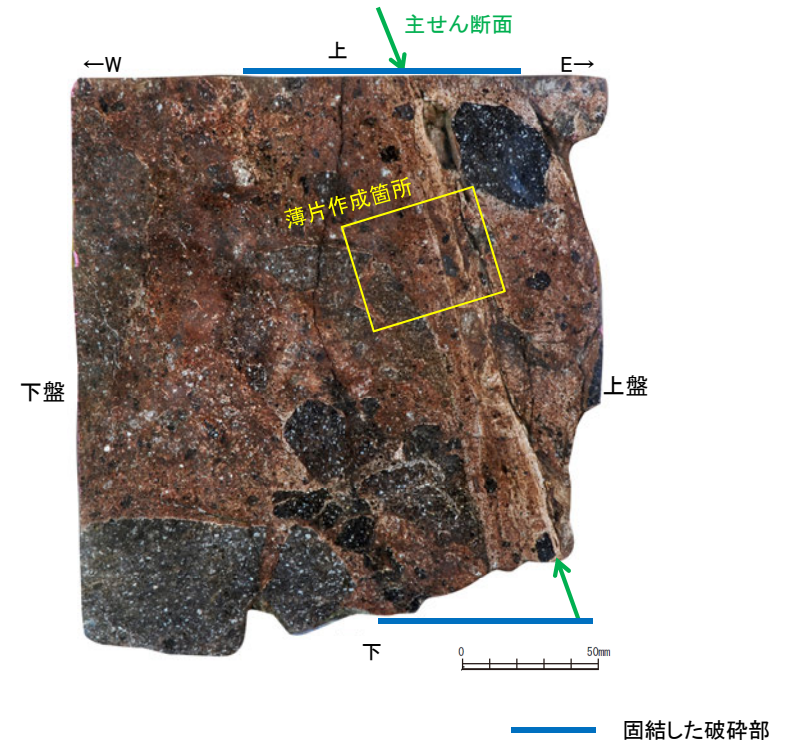


(参考)K-2露頭 a地点 ー最新面の認定(巨視的観察)ー

- 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-2露頭 a地点 破碎部の状況写真



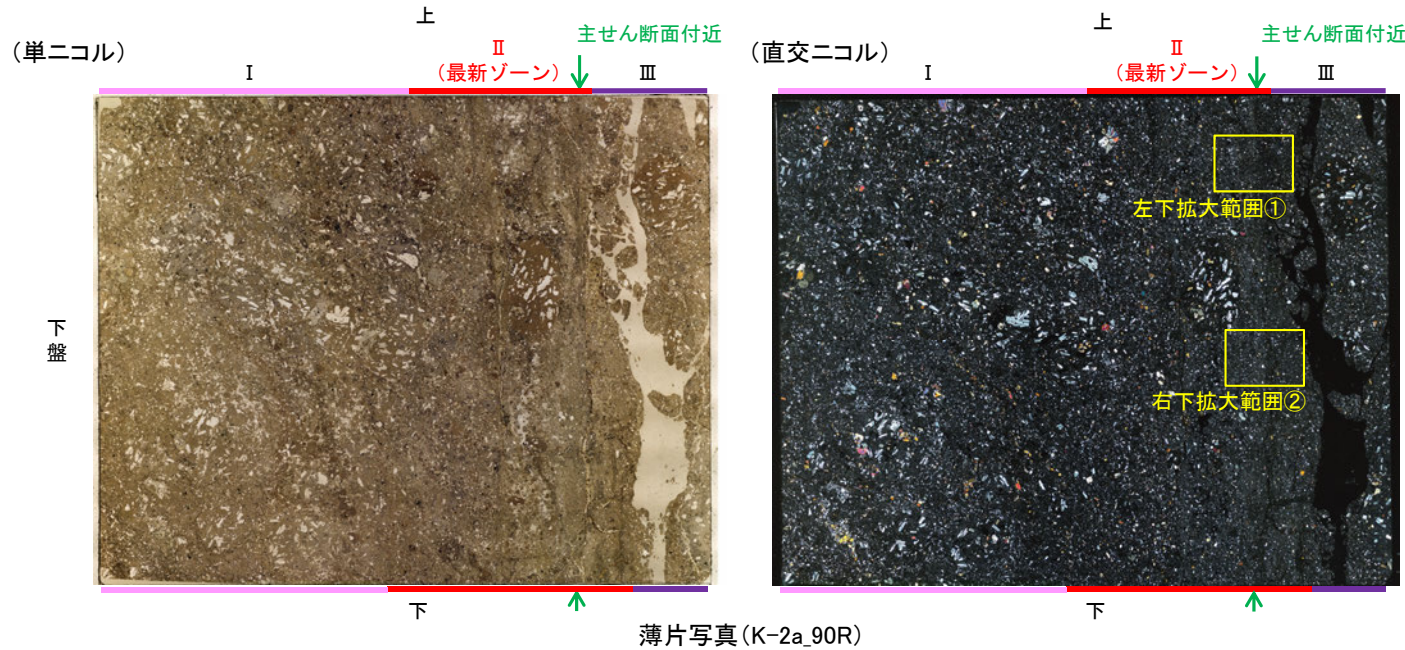
研磨片写真(薄片は研磨片の反対面で作成)

(参考)K-2露頭 a地点 ー最新面の認定(微視的観察)ー

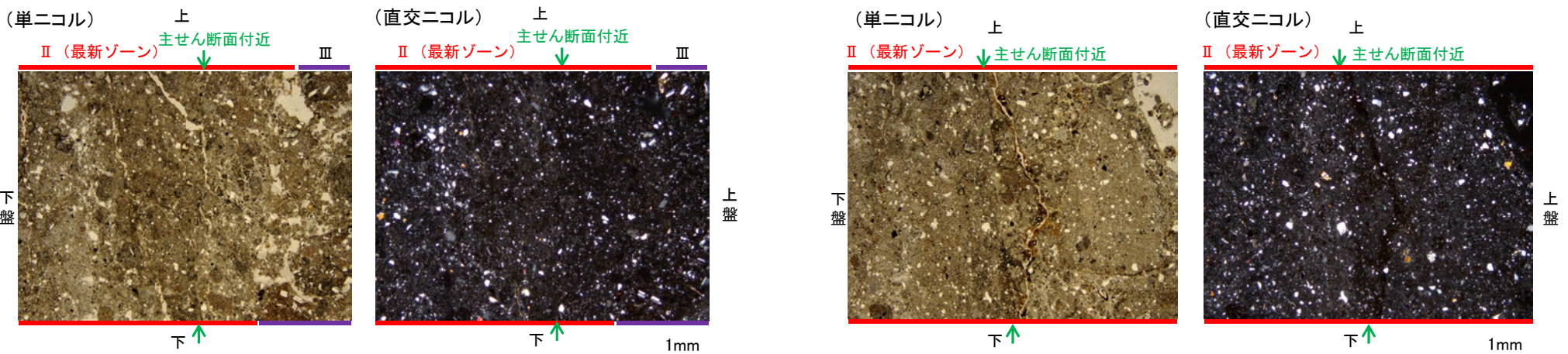
○K-2露頭 a地点の薄片観察の結果、色調や礫径などから、下盤側よりⅠ～Ⅲに分帯される。

○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(拡大写真)。



- I : 単ニコルで褐灰色、直交ニコルで暗灰色の低い干涉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、鉱物片は垂角～垂円形である。
- 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涉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、鉱物片は垂角～垂円形である。
- III : 単ニコルで褐灰色、直交ニコルで暗灰色の低い干涉色を呈する火山礫凝灰岩からなる。径7mm以下の岩片や鉱物片が細粒な基質中に含まれる。岩片、鉱物片は垂角～垂円形である。

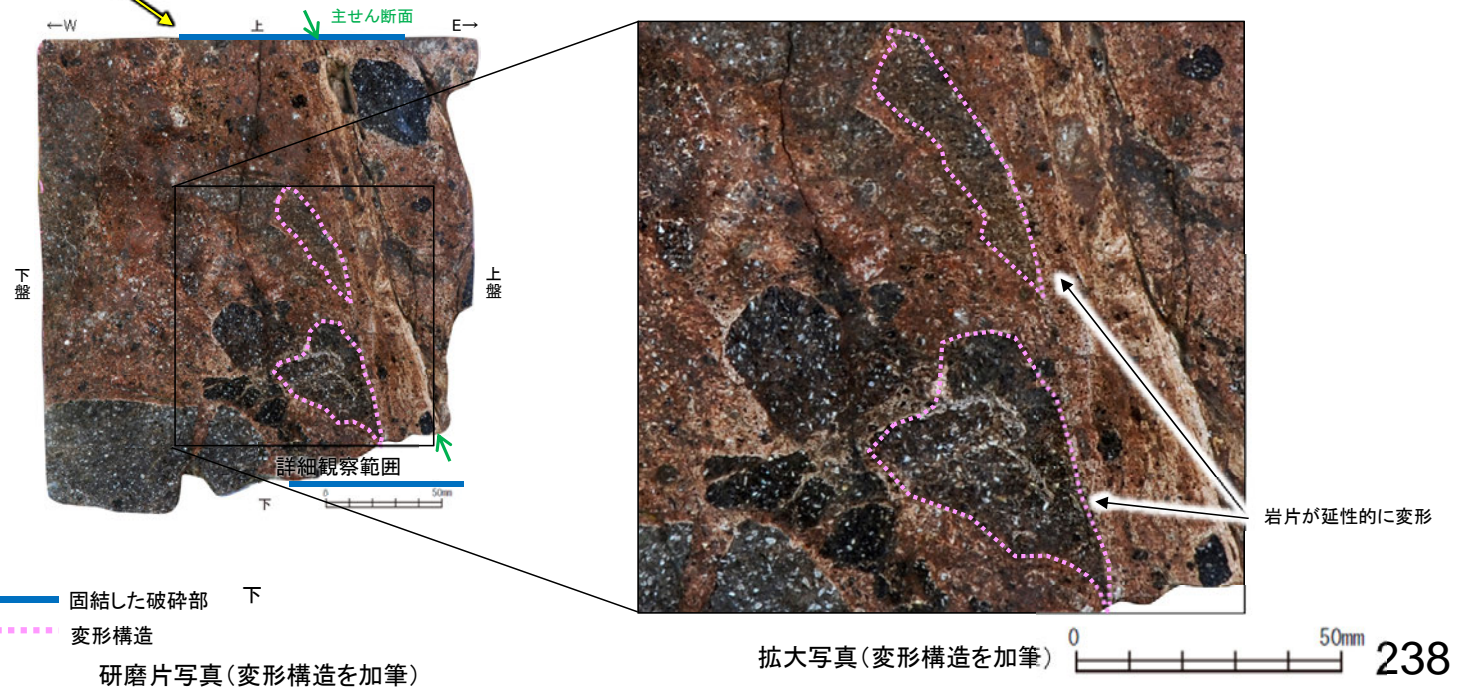
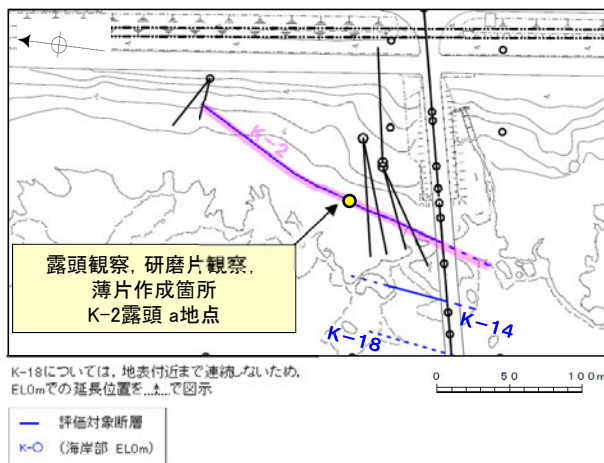
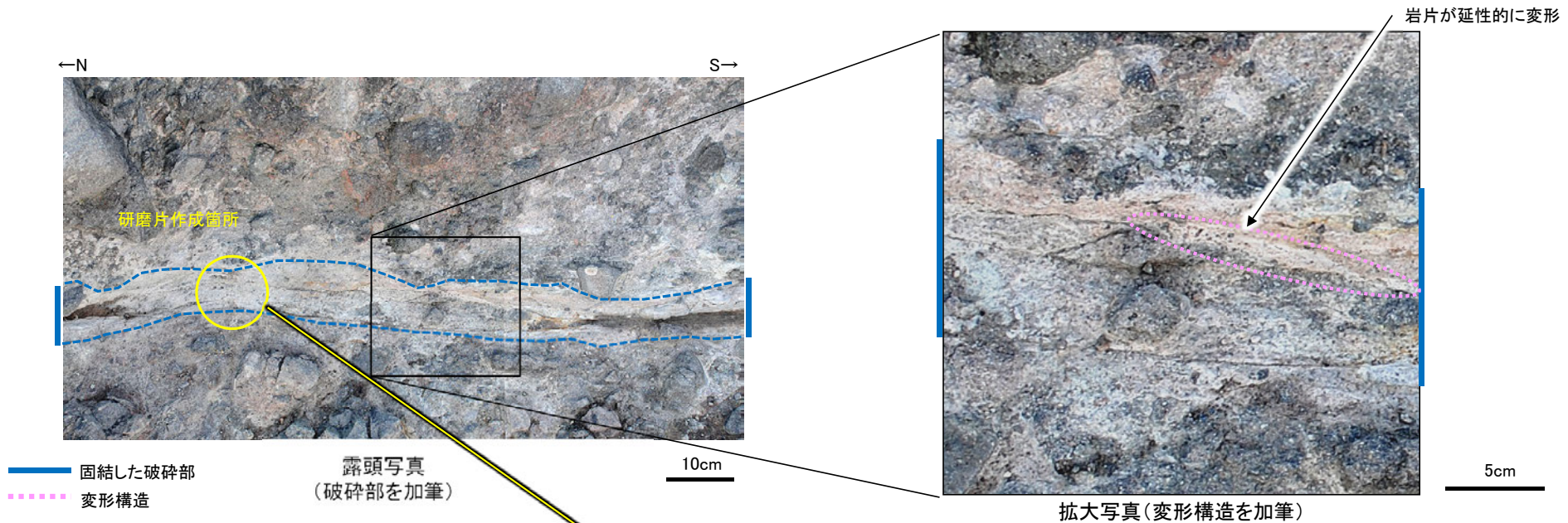


拡大範囲①写真

拡大範囲②写真

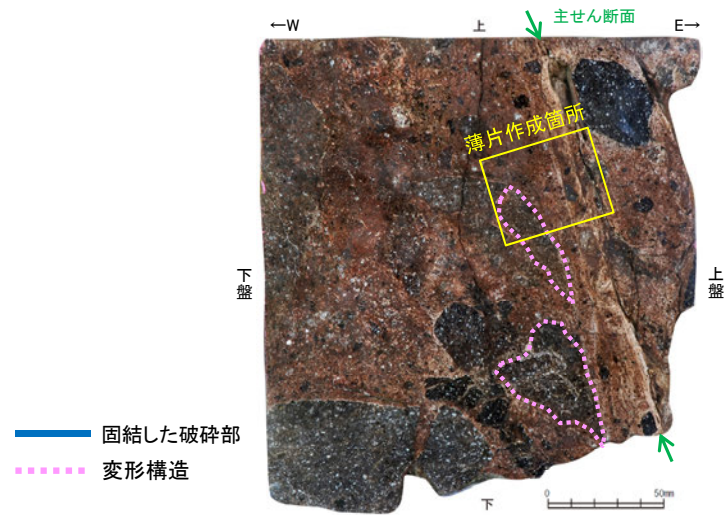
(参考)K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(巨視的観察)ー

○K-2の固結した破砕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の固結した破砕部中に岩片が延性的に変形する構造が認められた。

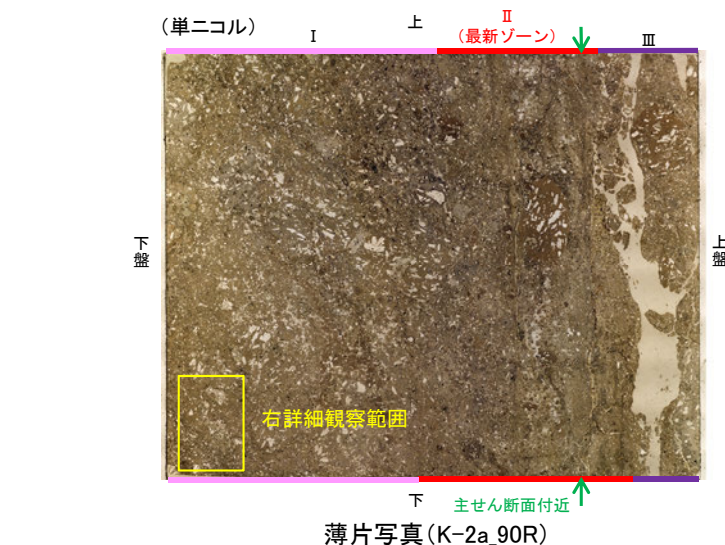


(参考)K-2露頭 a地点 ー変形構造からみた断層の形成環境の検討(微視的観察①)ー

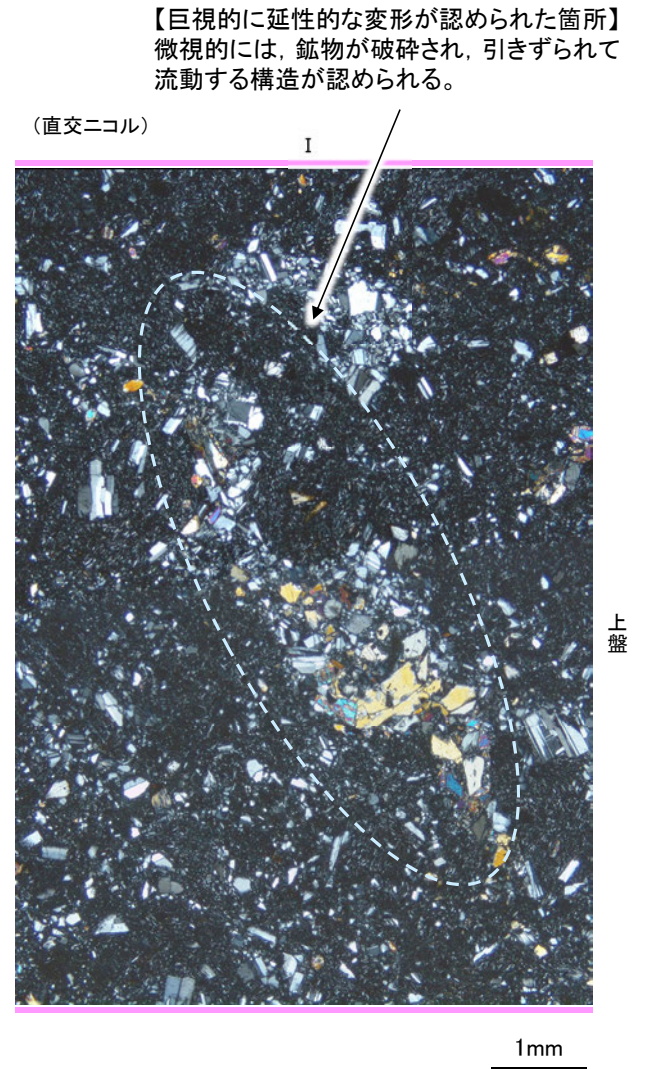
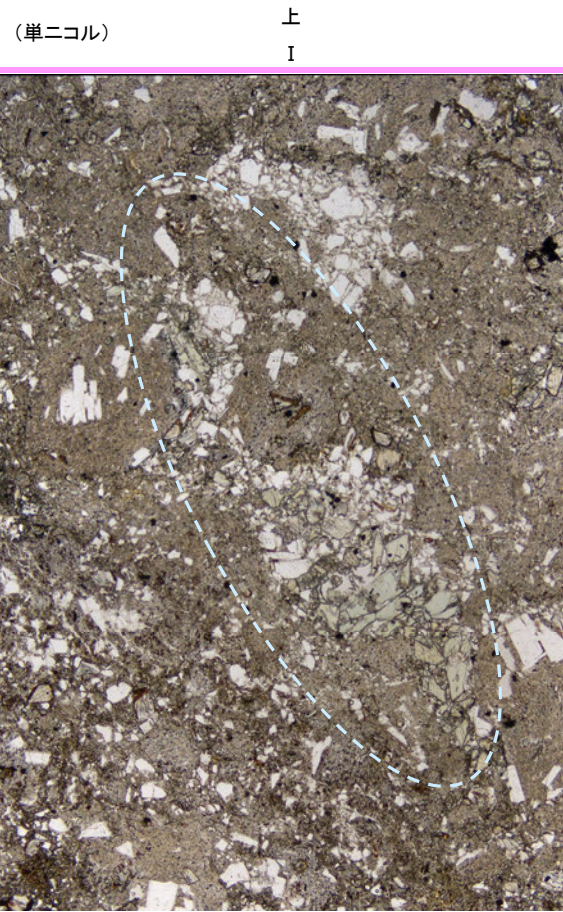
○研磨片観察(巨視的観察)で岩片が延性的に変形している箇所について顕微鏡観察(微視的観察)を行った結果、鉱物が破碎(脆性破壊)され、引きずられて流動する構造が認められた。
 ○このような巨視的には延性的な変形、微視的には脆性破壊を伴う変形構造は、高木(1998)によれば、破碎流動であるとされている。



研磨片写真(変形構造を加筆)



薄片写真(K-2a_90R)

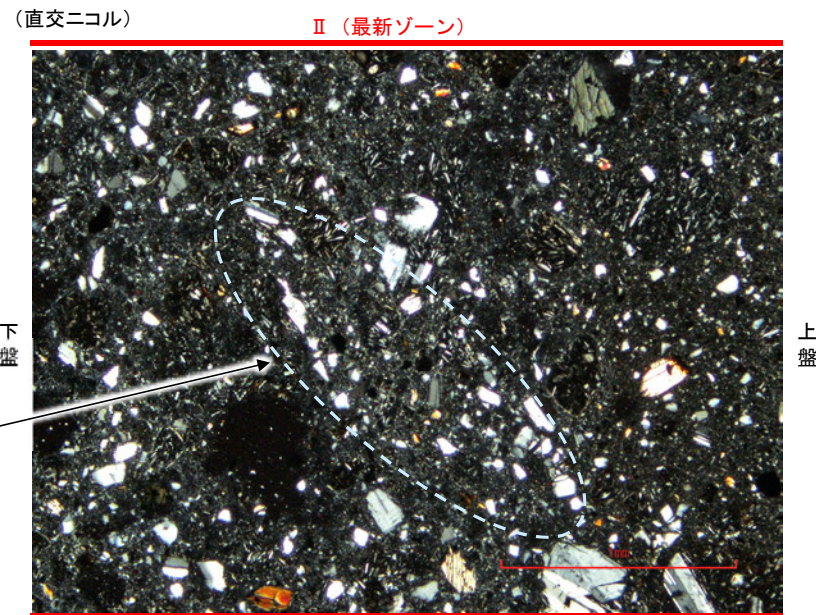
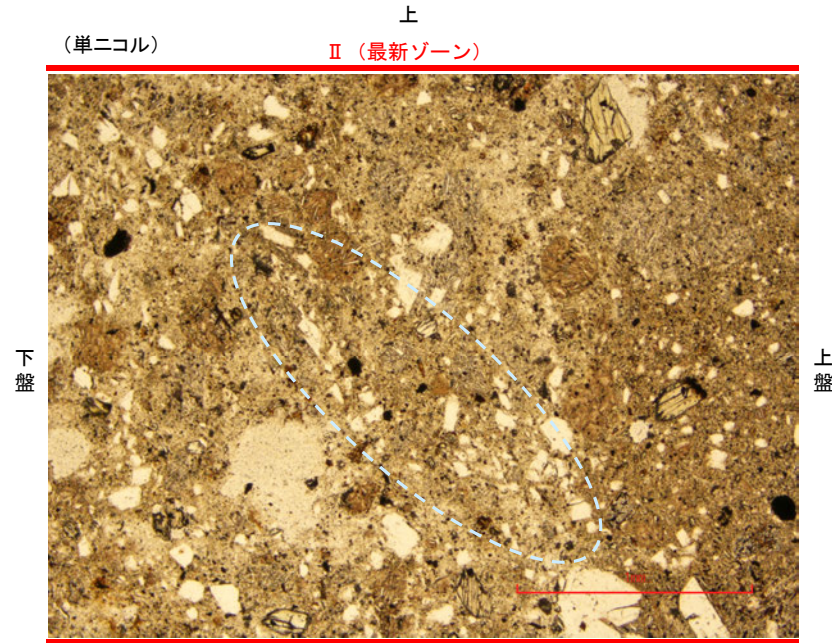
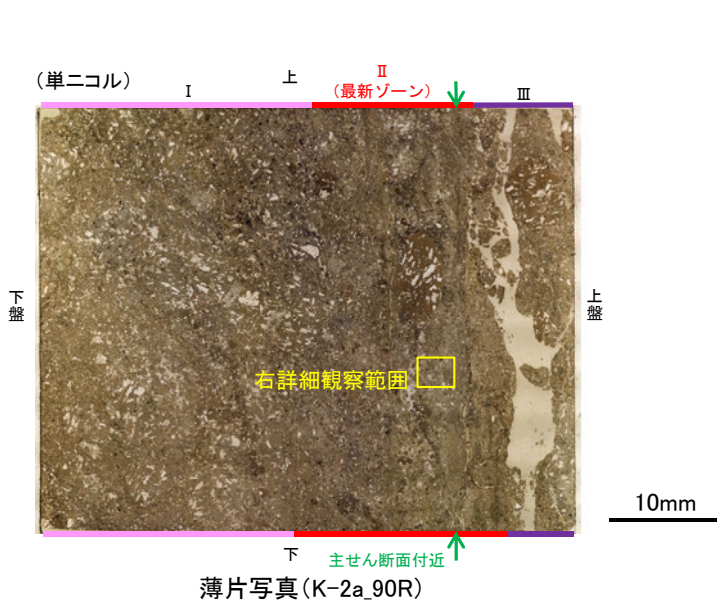


【巨視的に延性的な変形が認められた箇所】
 微視的には、鉱物が破碎され、引きずられて流動する構造が認められる。

詳細観察範囲写真

(参考)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(詳細観察範囲写真)。



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。

下 1mm 詳細観察範囲写真

(参考)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>

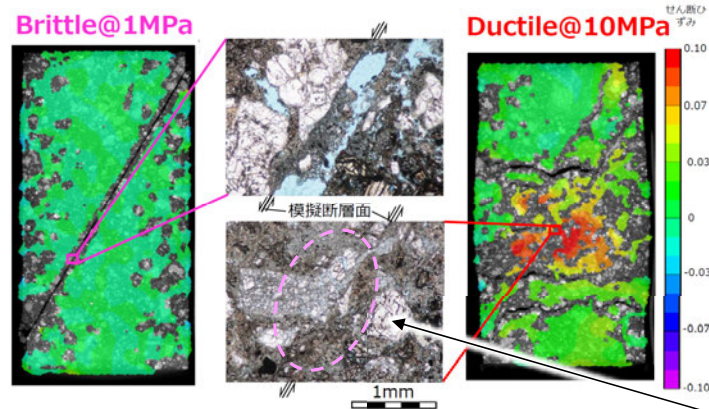
○Paterson et al.(2005)は、常温での三軸試験による脆性から延性への遷移時の封圧を整理しており、破碎流動が形成される領域は、Porous lavas(下表□)では30~100MPaの封圧で遷移するとされている。

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。

*: 第1064回審査会合でのコメントを踏まえ、「穴水果層」から名称を変更。詳細は、巻末資料。

活動性評価 まとめ
(S-2・S-6, K-2, K-3, K-18)

活動性評価 まとめ -S-2・S-6-

青字:有識者会合時の評価データ
紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

上載地層法による評価

No.2トレンチ(5.3.3(1))

(有識者会合時の当社評価)

・S-2・S-6は中位段丘I面の堆積物に変位・変形を与えていない。

(有識者会合の評価)

- No.2トレンチではS-2・S-6に沿う明瞭な変位は認められない。
- MIS5eの海成堆積物中の層理面が山側(東側)に向かって緩やかに傾斜している状況が認められた。
- S-2・S-6付近では、地形、岩盤上面高度ともに、S-2・S-6通過位置の海側(西側)の方が高く、山側(東側)が低い傾向が認められる。

⇒ S-2・S-6は、後期更新世以降に左横ずれ成分を持つ西側隆起の逆断層として活動した可能性がある。この際、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、地表付近の新第三系及び上部更新統に変形を及ぼしたものと判断する。

No.1トレンチ(5.3.3(2))

(当社評価)

- ・S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。※1
- ・火山灰分析結果を踏まえると、基盤直上のシルト混じり砂礫層は、AT降灰時期(2.8万～3万年前)以降の堆積物であると判断される。

(有識者会合の評価)

断層を覆う堆積物の堆積時期はAT降灰以降と考えられ、後期更新世におけるS-2・S-6の活動性を評価することはできない。

⇒有識者会合の評価は当社評価と同じ

事務本館前トレンチ(5.3.3(3))

(当社評価)

- ・S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。※1
- ・¹⁴C年代値を踏まえると、基盤直上の砂礫層は、約6千年前の堆積物であると判断される。

(有識者会合の評価)

断層を覆う堆積物は非常に新しい堆積物と考えられ、後期更新世におけるS-2・S-6の活動性を評価することはできない。

⇒有識者会合の評価は当社評価と同じ

※1:No.2トレンチの評価結果①と整合する。

S-2・S-6地下延長部の断層の評価

(有識者会合の評価)

・有識者会合は、S-2・S-6の地下延長部の断層が活動し、海側(西側)隆起の変形を及ぼした場合に、S-2・S-6下盤側直近(S-1の北西部)でS-1の動きを促進する局所的な応力変化が生じている。

・上記評価の場合、上盤側の岩盤中のせん断断層(S-7、S-8)にも、薄片観察(微視的観察)により微小な変位が認められることから、S-2・S-6周辺の岩盤中のせん断断層(S-1北西部、S-7、S-8)を対象に、鉱物脈法による評価を実施。

S-2・S-6周辺の岩盤中のせん断断層における鉱物脈法による評価

・下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7、S-8の最新面を横断する粘土鉱物(I/S混合層)に、変位・変形は認められない。

鉱物脈法による評価

E-8.33' 孔(補足資料5.2-4(2))

- ・SEM観察の結果、糸線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認した。
- ・この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められない。※2
- ・ただし、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係は不明確である。

E-8.5-2孔(P.117～129)

- ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になる。※2
- ・ただし、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係は不明確である。

※2:K-6.2-2孔、F-8.5' 孔の評価結果⑥と整合する。

K-6.2-2孔(5.2.3(1))

F-8.5' 孔(5.2.3(2))

- ・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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。
- ⇒S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。・・・⑥

有識者会合以降の追加検討

層理の傾斜等のデータ分析

・トレンチ両面のM I 段丘堆積物中に認められる層理の傾斜方向、礫等の長軸方向は、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められず、M I 段丘堆積物にS-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。

S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布

・S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、その他のエリアでは山側への傾きは認められず、S-2・S-6に沿った全線で海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きはない。

「凸状地形」に関する検討

- ・「凸状地形」の基部において、3本のボーリング調査を実施した結果、いずれのボーリングコアにも深部に西側を隆起させるような断層は認められない。
- ・「凸状地形」の頂部付近には、相対的に堅硬である安山岩(均質)が周辺よりもやや優勢に分布していることから、「凸状地形」は、波蝕台形成時における岩盤上面の起伏を反映した局所的なものと推定される。

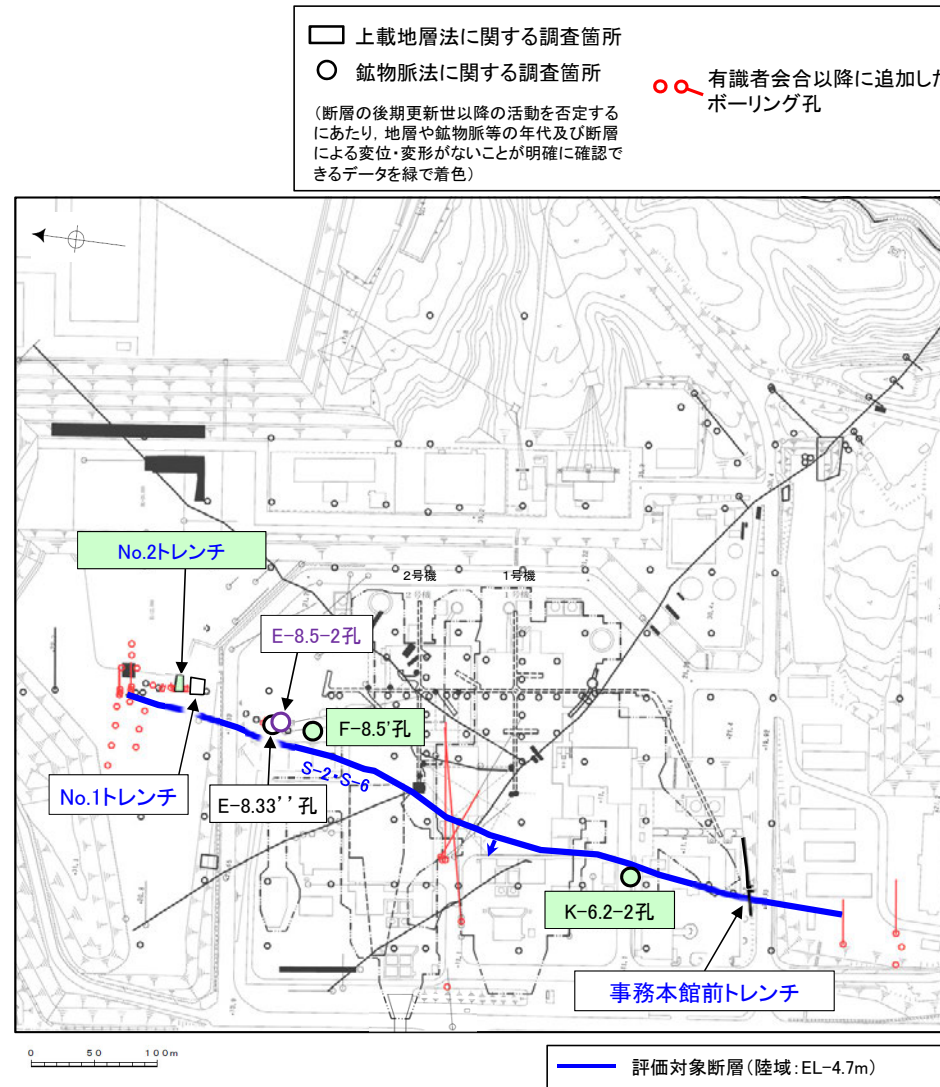
S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物の堆積以前であり、S-2・S-6の地下延長部の断層が後期更新世以降に活動し、地表付近に変形を及ぼしたことはない。・・・④

S-2・S-6の評価

上載地層法(No.2トレンチ)及び鉱物脈法(K-6.2-2孔、F-8.5' 孔)による評価の結果、S-2・S-6の最新活動はM I 段丘堆積物の堆積及びI/S混合層の生成以前であり、S-2・S-6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。

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

【調査位置図】

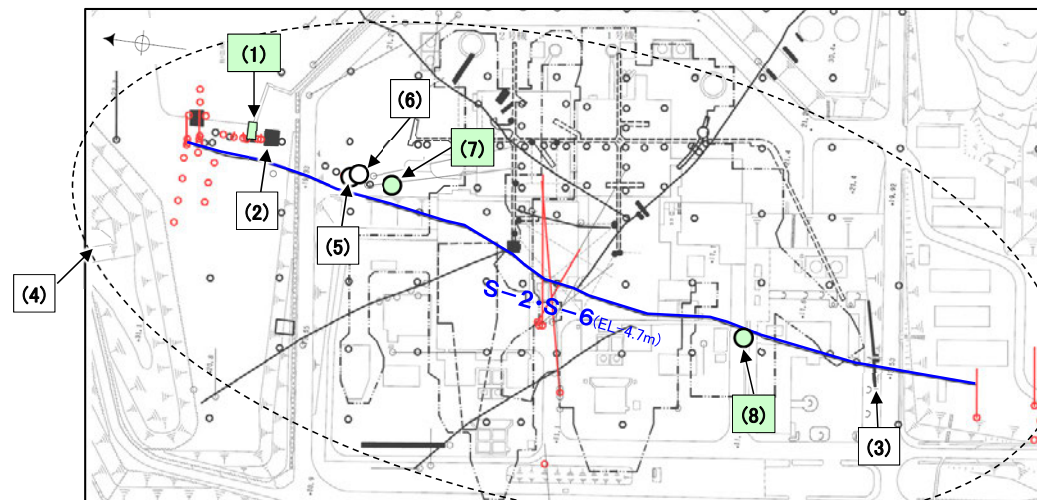


青字: 有識者会合時の評価データ
 紫字: 第1049回審査会合以降の変更箇所

位置図

【S-2・S-6の活動性評価に関してこれまでに取得したデータ】

記号	地点名	これまでの評価		現在の評価	左記 部分の考察
		設置許可申請時	有識者会合時		
(1)	No.2トレンチ 5.3.3(1)		【当社評価】 S-2・S-6は中段段丘I面の堆積物に変位・変形を与えていない。 【有識者会合の評価】 MIS5eの海成堆積物が山側(東側)へ傾斜する。	S-2・S-6は約12～13万年前の高海面期に堆積したM I段丘堆積物に変位・変形を与えていない。 トレンチ両面のM I段丘堆積物中に認められる層理の傾斜方向、礫等の長軸方向は、系統的に東西のどちらか一方に傾斜する傾向は認められず、M I段丘堆積物にS-2・S-6の断層活動による変形を示唆する傾向は認められない。 よって、S-2・S-6の最新活動は、M I段丘堆積物の堆積以前である。	
(2)	No.1トレンチ 5.3.3(2)		S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 この堆積物は、AT降灰時期(2.8万～3万年前)以降に堆積したと判断される。	S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 この堆積物は、AT降灰時期(2.8万～3万年前)以降に堆積したと判断される。	No.2トレンチにおいて、S-2・S-6が基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていないことと整合する。
(3)	事務本館前トレンチ 5.3.3(3)		S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 基盤直上に分布する砂礫層は、 ¹⁴ C年代分析の結果、約6千年前に堆積したと判断される。	S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 基盤直上に分布する砂礫層は、 ¹⁴ C年代分析の結果、約6千年前に堆積したと判断される。	
(4)	S-2・S-6周辺の地形及び岩盤上面高度分布 5.3.3(1)(補足)		【有識者会合の評価】 S-2・S-6周辺では、地形、岩盤上面ともに、複数の箇所では海側の方が高まるないしは減傾斜する傾向が認められる。	S-2・S-6の海側(西側)の地形及び岩盤上面が山側に傾くのは、エリア5の局所的な範囲に限られ、S-2・S-6に沿った全線では海側(西側)の地形及び岩盤上面の系統的な山側への傾きは無い。	S-2・S-6の複数箇所及び下盤側直近のS-1北西部、上盤側のS-7、S-8を対象に実施した鉱物脈法による評価結果である、いずれの断層も粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形を与えていないことと整合する。
(5)	E-8.33' 孔 (SEM観察) 補足資料5.2-4(2)			条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認した。 この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められない。 ただし、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係は不明確である。	近接して位置するF-8.5' 孔での鉱物脈法による評価結果である、S-2・S-6が粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形を与えていないことと整合する。
(6)	E-8.5-2孔 P. 117～129			粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になる。 ただし、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
(7)	F-8.5' 孔 5.2.3(2)			粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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。 よって、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	
(8)	K-6.2-2孔 5.2.3(1)			粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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。 よって、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	



位置図

(1) : 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

活動性評価 まとめ -K-2-

紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

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

K-2露頭 a地点 (P.235～241)

・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，その形成年代については明確に判断できないものの，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。※

H-1.1孔 (補足資料5.2-9(1)-2)

・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し，横断箇所に変位・変形は認められない。※
・ただし，オパールCTは，I/S混合層より低温で生成される変質鉱物である。

※:H-1.1-87孔，G-1.5-80孔での評価結果(A)と整合する。

H-1.1-87孔 (P.26～42)

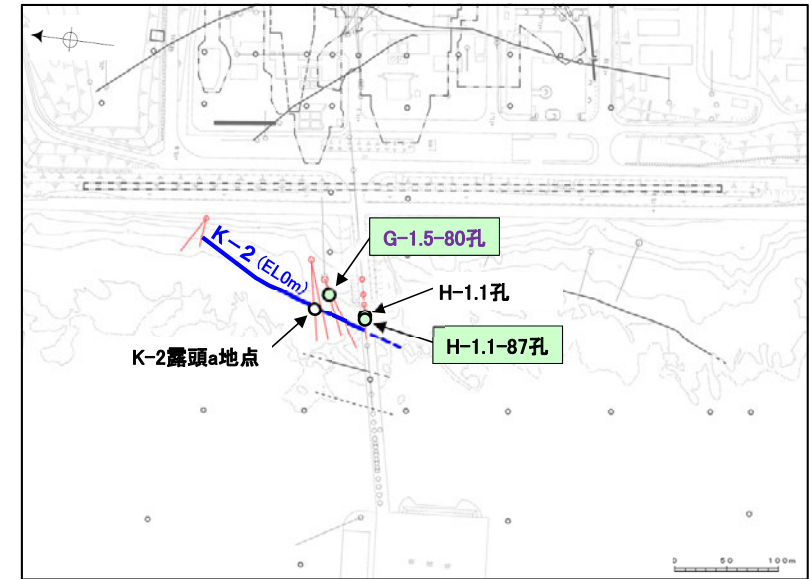
G-1.5-80孔 (P.46～58)

・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し，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。
⇒K-2の最新活動は，I/S混合層の生成以前である。・・・(A)

○ 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

K-2の評価

鉱物脈法(H-1.1-87孔，G-1.5-80孔)による評価の結果，K-2の最新活動はI/S混合層の生成以前であり，K-2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。

活動性評価 まとめ -K-3-

紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

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.225～233)

・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，その形成年代については明確に判断できないもの，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。*

※M-2.2孔での評価結果Aと整合する。

M-2.2孔(P.201～224)

・最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し，その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。また，最新ゾーン中の一部の岩片においては，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。

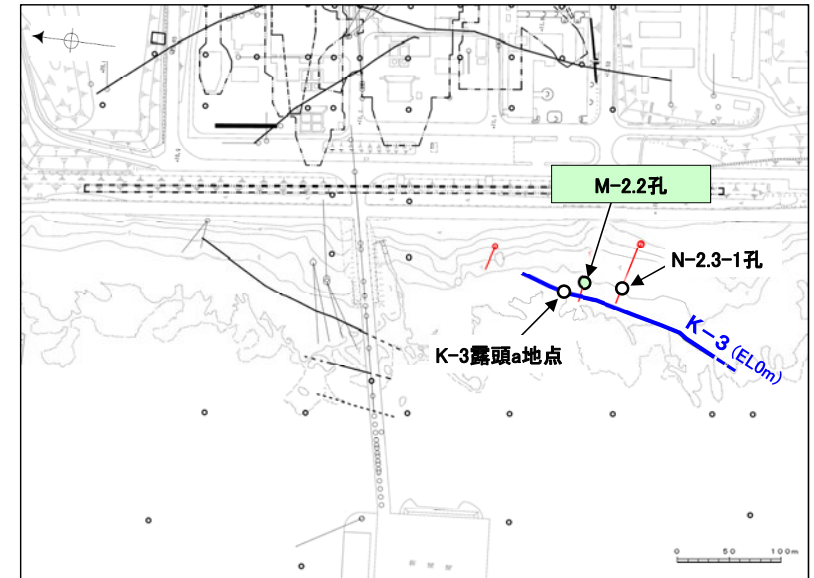
⇒K-3の最新活動は，I/S混合層の生成以前である。・・・A

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

紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

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。

鉤物脈法による評価

H-0.2-75孔 (P.67～93)

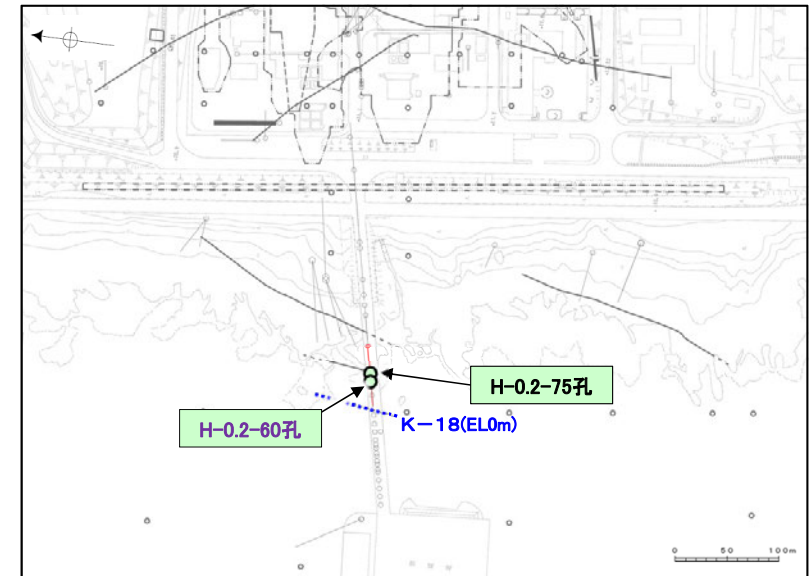
H-0.2-60孔 (P.97～108)

・粘土鉤物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し，最新面が不連続になっており，不連続箇所の粘土鉤物(I/S混合層)に変位・変形は認められない。
⇒K-18の最新活動は，I/S混合層の生成以前である。

○ 鉤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，地層や鉤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



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

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，地層や鉤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

K-18の評価

鉤物脈法(H-0.2-75孔，H-0.2-60孔)による評価の結果，K-18の最新活動はI/S混合層の生成以前であり，K-18に後期更新世以降の活動は認められない。

活動性評価 まとめ —総合評価—

【上載地層法による活動性評価】

- S-1は、駐車場南東方トレンチにおいて、直上に分布する高位段丘I a面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。この堆積物は、礫の平均真円度による評価の結果、海成堆積物(H I a段丘堆積物)と認定した。
- S-2・S-6は、No.2トレンチにおいて、直上に分布する中位段丘I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。この堆積物は、礫の平均真円度による評価の結果、海成堆積物(M I 段丘堆積物)と認定した。
- 中位段丘I 面の前縁において被覆層の下部にSK(10.5万年前)を確認したことから、中位段丘I 面はSK降灰直前の高海面期であるMIS5e(約12～13万年前)に形成されたと評価し、高位段丘I a面は、MIS5eの旧汀線高度より高い標高に分布することから、約12～13万年前より古い高海面期に形成されたと評価した。したがって、段丘面形成時に堆積したM I 段丘堆積物及びH I a段丘堆積物は、約12～13万年前以前の地層である。
- 以上より、S-1、S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物あるいはH I a段丘堆積物の堆積以前である。
- また、S-1、S-2・S-6に関するその他の調査地点においても、S-1、S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えておらず、このことは上記評価と整合する。
- S-4については、35m盤トレンチにおいて、上方に分布する高位段丘I a面を構成する堆積物に変位・変形が認められない。ただし、岩盤中のS-4は岩盤上面付近で不明瞭となる。一方、建設時のS-4トレンチ北東壁においては、S-4は岩盤上面まで認められ、直上の堆積物に変位・変形を与えていない。よって、両地点において上載地層に変位・変形が認められない。このことは後述する鉱物脈法による評価結果と整合する。

【鉱物脈法による活動性評価】

- 薄片観察の結果、S-1、S-2・S-6、S-4、S-5、S-7、S-8、K-2、K-3、K-14、K-18において粘土鉱物が最新面を横断して分布し、最新面は不連続になっており、不連続箇所は粘土鉱物に変位・変形は認められない。
- この粘土鉱物は、粘土分を濃集したXRD分析による結晶構造及びEPMA分析による化学組成を踏まえると、数十%のイライトが混合するイライト/スメクタイト混合層(I/S混合層)である。
- 文献に基づくI/S混合層の生成温度は、約12～13万年前以降の敷地の推定地温分布よりも数十℃以上高いため、I/S混合層は、約12～13万年前以降の敷地の地温分布では、その確認標高で生成せず、少なくとも後期更新世以降に生成したものではない。
- I/S混合層が敷地周辺の穴水累層中にも広く認められること及び碎屑岩脈が地下深部の高封圧下で形成したと考えられることを踏まえ、I/S混合層は、地下深部で生成し、敷地周辺一帯が隆起したと判断した。地殻の隆起速度を一定と仮定すると、I/S混合層の生成温度が約50℃以上であることから、地下深部における生成年代は約6Ma以前と推定した。なお、曹長石化しない程度の熱水によりI/S混合層が生成した可能性も否定できず、その場合の生成年代は9Ma以前と推定した。
- よって、I/S混合層は少なくとも後期更新世以降に生成したものではないと評価した。
- 以上より、評価対象断層(S-1、S-2・S-6、S-4、S-5、S-7、S-8、K-2、K-3、K-14、K-18)の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。
- 目視観察の結果、破碎部中のI/S混合層等の鉱物脈に変位・変形が認められないことは、上記評価と整合する。
- さらに、薄片観察の結果、S-1では、碎屑岩脈が最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められない。
- 碎屑岩脈は、未固結な状態で高い圧力を受けて貫入したことが示唆されること等から、地下深部の高封圧下で形成したと判断した。一方で、碎屑岩脈の確認位置は、約12～13万年前以降、現在とほぼ同じ低封圧下にあり、高封圧下で形成する碎屑岩脈は形成しないと判断した。よって、碎屑岩脈は少なくとも後期更新世以降に形成したものではないと評価した。
- 以上より、S-1の最新活動は、碎屑岩脈の形成以前である。
- 1号原子炉建屋底盤及び岩盤調査坑において、帯状火砕岩等がS-1を分断するように分布しており、そこに破断等の変状が認められないことは、上記評価と整合する。

【敷地内断層と活断層との破碎部性状の比較】

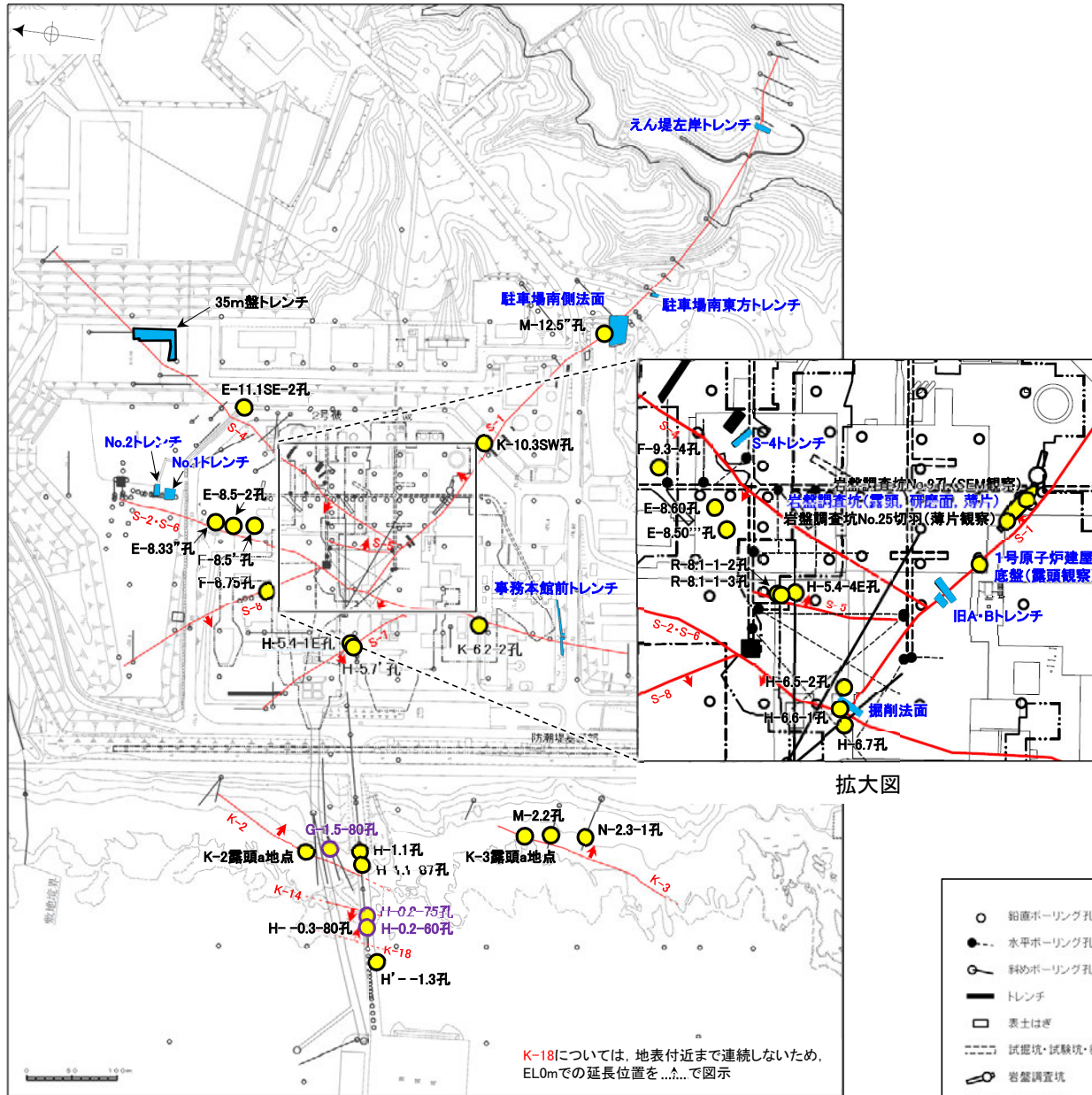
- 敷地内断層の破碎部は層状構造が認められない等、活断層(福浦断層)と異なる破碎部性状を有しており、このことは上記の鉱物脈法による評価と整合する。

【敷地内断層と敷地周辺の広域的な検討】

- 敷地近傍の4断層(福浦断層、富来川南岸断層、基盤島沖断層、兜岩沖断層)は、いずれも敷地内断層と連続するものではないこと及び富来川南岸断層～兜岩沖断層間に連続する構造は認められないことから、敷地内及び周辺に分布する断層と連続する断層は認められないことを確認した。

- 以上のことから、評価対象断層(S-1、S-2・S-6、S-4、S-5、S-7、S-8、K-2、K-3、K-14、K-18)は、いずれも後期更新世以降の活動は認められない。
- したがって、敷地内に分布する36本の断層は、いずれも将来活動する可能性のある断層等ではないと評価した。

【位置図(評価地点)】



各断層の活動性評価に関する評価地点

評価対象断層	上載地層法	鉱物脈法
S-1	5地点 駐車場南東方トレンチ えん堤左岸トレンチ 駐車場南側法面 旧A・Bトレンチ 掘削法面	9地点 H-6.6-1孔 H-6.7孔 M-12.5'孔 1号原子炉建屋底盤(露頭観察) 岩盤調査坑(露頭, 研磨面, 薄片) 岩盤調査坑No.9孔(SEM観察) 岩盤調査坑No.25切羽(薄片観察) H-6.5-2孔 K-10.3SW孔
S-2・S-6	3地点 No.2トレンチ (S-2・S-6周辺の地形等を含む) No.1トレンチ 事務本館前トレンチ	4地点 K-6.2-2孔 F-8.5'孔 E-8.5-2孔 E-8.33'孔
S-4	2地点 35m盤トレンチ S-4トレンチ	4地点 E-8.50'孔 E-8.60孔 F-9.3-4孔 E-11.1SE-2孔
S-5	—	3地点 R-8.1-1-2孔 R-8.1-1-3孔 H-5.4-4E孔
S-7	—	2地点 H-5.4-1E孔 H-5.7'孔
S-8	—	1地点 F-6.75孔
K-2	—	4地点 H-1.1-87孔 G-1.5-80孔 H-1.1孔 K-2露頭a地点
K-3	—	3地点 M-2.2孔 N-2.3-1孔, K-3露頭a地点
K-14	—	2地点 H'-0.3-80孔 H'--1.3孔
K-18	—	2地点 H-0.2-75孔(薄片1試料追加) H-0.2-60孔

青字: 有識者会合時の評価データ
紫字: 第1049回審査会合以降の主なデータ補充箇所

凡例

- 鉛直ボーリング孔
- 水平ボーリング孔
- ◐ 斜めボーリング孔
- トレンチ
- 表土はぎ
- 試験坑・試験坑・斜坑
- ⊕ 岩盤調査坑
- ⊖ 基礎掘削面

凡例

- 評価対象断層 (破線はさらに延長する可能性のある箇所)
- S-O (陸地 EL-4.7m)
- K-O (海岸部 EL0m)
- 矢印(▲)の向きは断層の傾斜方向を示す

【活動性評価地点】

- 鉱物脈法
- 上載地層法

青字:有識者会合時の評価データ
紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

【活動性評価結果】

○評価対象断層(10断層)の活動性について、地層や鉱物脈等の年代が明確でかつ断層による変位・変形がないことが明確に確認できるデータ(下表で○かつ△のデータ)を断層毎に取得し、評価を行った。
○その他に取得したデータについても、全て上記データの評価結果と整合していることを確認した(下表 部分)。

評価対象断層	評価手法	評価地点		上載地層法		鉱物脈法		評価結果	活動性評価	
				断層と上載地層の関係	堆積物の年代	最新面と鉱物脈の関係	鉱物脈の年代			
全断層共通	鉱物脈法	目視観察	敷地内全域			△	Ⓐ	・ボーリングコア観察の結果、破砕部中に鉱物脈を確認した。鉱物脈は固結した破砕部及び粘土状破砕部中に認められ、それらに変位、変形は認められないことから、破砕部の形成は鉱物脈の生成以前と判断される。	は各断層の薄片観察結果と整合する	
S-1	上載地層法	駐車場南東方トレンチ		○	Ⓐ	△	Ⓐ	・S-1は基盤直上のH I a段丘堆積物に変位・変形を与えていないことから、S-1の最新活動は、H I a段丘堆積物の堆積以前である。H I a段丘堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物であり、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断される。	後期更新世以降の活動は認められない	
		えん堤左岸トレンチ		○	Ⓑ			・S-1は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 この堆積物は、礫の平均真円度により海成堆積物と確実に認定することができず、上載地層の年代が明確に判断できない。	は上記評価結果と整合する	
		駐車場南側法面		○	Ⓑ			・S-1は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 この堆積物は、再堆積の可能性がある古期斜面堆積物であることから、上載地層の年代が明確に判断できない。		
		旧A・Bトレンチ		△	Ⓑ			・有識者会合の評価に対して、有識者会合以降の追加検討により、S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていないとする当該評価を支持するデータを取得したものの、直接的な地質データではないため、断層による変位・変形の有無については明確に判断できない。 ・露頭が現存しないため、礫の平均真円度により海成堆積物と確実に認定することができず、上載地層の年代が明確に判断できない。		
	掘削法面		○	Ⓑ	・S-1は中位段丘 I 面を構成する堆積物に変位・変形を与えていない。 ・露頭が現存しないため、礫の平均真円度により海成堆積物と確実に認定することができず、上載地層の年代が明確に判断できない。					
	薄片観察	鉱物脈法	H-6.6-1孔		○			Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、最新面が不連続になっており、不連続箇所粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			H-6.7孔		○			Ⓐ	・砕屑岩脈が、最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないことから、S-1の最新活動は、砕屑岩脈の形成以前である。	
			M-12.5"孔		○			Ⓐ	・薄片観察の結果、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るが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する
			岩盤調査坑 No.25切羽		△			Ⓐ	・薄片観察の結果、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るが、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性がある。	
			H-6.5-2孔		△			Ⓐ	・帯状火砕岩がS-1を分断するように分布しており、そこに破断等の変状は認められないが、露頭が現存しないため、有識者会合の評価に対して明確な評価はできない。 ・露頭が現存しないため、帯状火砕岩の形成年代については明確に判断できない。	
K-10.3SW孔			△	Ⓐ	・S-1のごく近傍に分布する礫あるいはS-11に入り込むように分布する礫に破断等の変状は認められないが、S-1を完全には分断しておらず、礫と最新面との切り合い関係は不明確である。 ・礫がS-11に入り込んだ時期について明確に判断できない。					
露頭観察	SEM観察	1号原子炉建屋底盤(露頭観察)		△	Ⓑ	・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する			
		岩盤調査坑(露頭、研磨面、薄片観察)		△	Ⓑ					
S-2・S-6	上載地層法	No.2トレンチ		○	Ⓐ	△	Ⓐ	・S-2・S-6は基盤直上のM I 段丘堆積物に変位・変形を与えていないことから、S-2・S-6の最新活動は、M I 段丘堆積物の堆積以前である。 ・M I 段丘堆積物は、中位段丘 I 面を構成する海成堆積物であり、MIS5e(約12~13万年前)に堆積したと判断される。	後期更新世以降の活動は認められない	
		No.1トレンチ		○	Ⓒ			・S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 堆積物の年代はAT降灰時期(2.8万~3万年前)以降である。	は上記評価結果と整合する	
		事務本館前トレンチ		○	Ⓒ			・S-2・S-6は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 堆積物の年代は ¹⁴ C年代値を踏まえると、約6千年前である。		
	薄片観察	SEM観察	K-6.2-2孔		○			Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、S-2・S-6の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない
			F-8.5'孔		○			Ⓐ	・薄片観察の結果、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るが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	
			E-8.5-2孔		△			Ⓐ	・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	は上記評価結果と整合する
E-8.33"孔		△	Ⓐ							

○: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

○:断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められない(鉱物脈法)
△:断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
×:断層による変位・変形が認められる

Ⓐ:約12~13万年前以前に堆積(生成)した
Ⓑ:年代を明確に判断できない
Ⓒ:約12~13万年前より新しい時期に堆積(生成)した

青字:有識者会合時の評価データ
紫字:第1049回審査会合以降の変更箇所

評価対象断層	評価手法	評価地点		上載地層法		鉱物脈法		評価結果	活動性評価
				断層と上載地層の関係	堆積物の年代	最新面と鉱物脈の関係	鉱物脈の年代		
S-4	上載地層法	35m盤トレンチ		△	Ⓐ	/		・S-4の上方に分布するH I a段丘堆積物に変位・変形は認められないが、岩盤中の断層が岩盤上面付近で不明瞭となる。 ・H I a段丘堆積物は、高位段丘 I a面を構成する海成堆積物であり、約12~13万年前より古い高海面期に堆積したと判断される。 ・S-4は基盤直上の堆積物に変位・変形を与えていない。 ・この堆積物は、火山灰分析、遊離酸化鉄分析等の結果を踏まえると、少なくとも約12~13万年前以前に堆積したとも考えられるが、露頭が現存しないため、礫の平均真円度により海成堆積物と確実に認定することができず、上載地層の年代が明確に判断できない。	は下記評価結果と整合する
		S-4トレンチ		○	Ⓑ				
	鉱物脈法	薄片観察	E-8.50'''孔	/	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、S-4の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・薄片観察の結果、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るが、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性がある。 ・SEM観察の結果、条線が認められた最新面上に、フレーク状の粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶を確認し、この粘土鉱物(I/S混合層)の自形結晶に破砕は認められないが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。	後期更新世以降の活動は認められない	
			E-8.60孔		○	Ⓐ			
E-11.1SE-2孔	△	Ⓐ							
F-9.3-4孔	△	Ⓐ							
S-5	鉱物脈法	薄片観察	R-8.1-1-2孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、S-5の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・薄片観察の結果、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るが、最新面と粘土鉱物(I/S混合層)との切り合い関係が不明確である。 ・薄片観察の結果、最新ゾーンは周辺の固結した破砕部と類似した性状を有し、Y面は認められないことから、固結した破砕部形成以降の活動はないと考えられるが、その形成年代については明確に判断できない。 ・最新ゾーンには明瞭な変質鉱物が認められず、変質鉱物と最新活動との関係が明確でない。	後期更新世以降の活動は認められない		
			R-8.1-1-3孔	△	Ⓐ				
			H-5.4-4E孔	△	Ⓑ				
S-7	鉱物脈法	薄片観察	H-5.4-1E孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、S-7の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
			H-5.7'孔	○	Ⓐ				
S-8	鉱物脈法	薄片観察	F-6.75孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、S-8の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
K-2	鉱物脈法	薄片観察	H-1.1-87孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、K-2の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・オパールCTが最新面及び最新ゾーン全体を横断して分布し、横断箇所に変位・変形は認められないが、オパールCTは、I/S混合層より低温で生成される変質鉱物である。 ・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、その形成年代については明確に判断できないものの、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。	後期更新世以降の活動は認められない		
			G-1.5-80孔	○	Ⓐ				
			H-1.1孔	○	Ⓑ				
			K-2露頭a地点	△	Ⓑ				
K-3	鉱物脈法	薄片観察	M-2.2孔	○	Ⓐ	・薄片観察の結果、最新ゾーンでは岩片間の基質中に粘土鉱物(I/S混合層)が網目状に分布し、その網目状の粘土鉱物(I/S混合層)に変位・変形は認められないことから、K-3の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・最新ゾーンは、破砕流動が認められる固結した破砕部からなり、その形成年代については明確に判断できないものの、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。	後期更新世以降の活動は認められない		
			N-2.3-1孔、K-3露頭a地点	△	Ⓑ				
K-14	鉱物脈法	薄片観察	H- -0.3-80孔	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、K-14の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。 ・薄片観察の結果、最新面に接してフリブサイトの柱状結晶が晶出し、柱状結晶に破砕や変形は認められないが、薄片作成時等の乱れの影響を受けている可能性がある。	後期更新世以降の活動は認められない		
			H' - -1.3孔	△	Ⓐ				
K-18	鉱物脈法	薄片観察	H-0.2-75孔 (薄片1試料追加)	○	Ⓐ	・粘土鉱物(I/S混合層)が最新面を横断して分布し、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ことから、K-18の最新活動は、I/S混合層の生成以前である。	後期更新世以降の活動は認められない		
			H-0.2-60孔	○	Ⓐ				
(参考) 福浦断層	上載地層法	大坪川ダム右岸トレンチ		×	Ⓐ*	/	・断層は、下末吉期(約12~13万年前)を経て赤色土壌化した地層に変形を与えている。 ・主せん断面に沿って層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる。 ・粘土鉱物(I/S混合層、ハロイサイト等)に変位・変形を与えている。 ・断層ガウジ中に層状構造が観察され、繰り返し活動した構造が認められる。	後期更新世以降の活動が否定できない	
	鉱物脈法	薄片観察	FK-1孔 他						×

 :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
○ :断層の直上の地層に変位・変形が認められない(上載地層法)
○ :最新面を横断する鉱物脈に変位・変形が認められない(鉱物脈法)
△ :断層による変位・変形の有無を明確に判断することができない
× :断層による変位・変形が認められる
Ⓐ :約12~13万年前以前に堆積(生成)した
Ⓑ :年代を明確に判断できない
Ⓒ :約12~13万年前より新しい時期に堆積(生成)した
* :約12~13万年前に赤色土壌化した

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

○: 確認される - : 該当なし

評価対象断層	評価手法	評価地点	評価に用いた地層 または 変質鉱物等	断層と上載地層との関係		断層活動(最新面及び最新ゾーン)と変質鉱物との関係			活動性評価
				断層の直上に分布する 地層に変位・変形は 認められない	最新ゾーンにおける 直線性・連続性の よい面構造の有無	最新面及び最新ゾーン 全体を横断し、横断箇所 に変位・変形は認められ ない	最新面が不連続になっ ており、不連続箇所の変質 鉱物に変位・変形は認め られない	最新ゾーンでは岩片間の 基質中に変質鉱物が網 目状に分布し、その網目 状の変質鉱物に変位・変 形は認められない	
S-1	上載地層法	駐車場南東方トレンチ	H I a段丘堆積物	○	/	/	/	/	後期更新世以降の 活動は認められない
	鉱物脈法	H-6.6-1孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		H-6.7孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
		M-12.5"孔	碎屑岩脈	/	有	○	-	-	
S-2・S-6	上載地層法	No.2トレンチ	M I 段丘堆積物	○	/	/	/	/	後期更新世以降の 活動は認められない
	鉱物脈法	K-6.2-2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
			F-8.5'孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-
S-4	鉱物脈法	E-8.50"孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
		E-8.60孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
S-5	鉱物脈法	R-8.1-1-2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
S-7	鉱物脈法	H-5.4-1E孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
		H-5.7'孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
S-8	鉱物脈法	F-6.75孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
K-2	鉱物脈法	H-1.1-87孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
		G-1.5-80孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	
K-3	鉱物脈法	M-2.2孔	イライト/スメクタイト混合層	/	無	-	-	○	後期更新世以降の 活動は認められない
K-14	鉱物脈法	H-0.3-80孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
K-18	鉱物脈法	H-0.2-75孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	後期更新世以降の 活動は認められない
		H-0.2-60孔	イライト/スメクタイト混合層	/	有	-	○	-	

紫字: 第1049回審査会合以降の主なデータ拡充箇所

[巻末資料] 敷地周辺に分布する安山岩類

(敷地周辺の地質・地質構造 コメントNo.40)

No	コメント	回答概要
40	地質図において大部分の地域を覆っている火山岩である「穴水累層」については、現在使われている新しい名称を用いること。	<ul style="list-style-type: none">・「高洲山安山岩類」と「別所岳安山岩類」に区分される以前の名称であった「穴水累層」は用いないこととする。・なお、敷地及び敷地近傍陸域に分布する安山岩類については、「別所岳安山岩類」に対比される。

敷地周辺に分布する安山岩類(穴水累層の取り扱い)

- 能登半島の地質に関する知見を総括した紮野(1965)は、能登半島に広く分布する新第三紀前期中新世の火山岩類について、「穴水累層」と区分していた。
- 紮野・山田(1991)及び紮野(1993)は、能登半島の安山岩類のK-Ar年代測定値に基づき、前期中新世とされてきた「穴水累層」が新旧2つに分かれる可能性が示唆されることから、「穴水累層」を北部の「高洲山安山岩類(28~23Ma)」と南部の「別所岳安山岩類(17~16Ma)」に区分した。
- 日本地質学会(2006)及び尾崎(2010)は、能登半島の火山岩類を高洲山層(30~26Maの玄武岩・安山岩)、神和住層(23~19Maの安山岩~デイサイト)、別所岳安山岩類(17~15Maの安山岩溶岩及び火砕岩)等に区分した。
- 当社は上記文献を踏まえ、これまで敷地周辺に分布する安山岩類を「穴水累層(高洲山安山岩類・別所岳安山岩類)」と区分しながらも、表記上は「穴水累層」と一括して記載していたが、最近の文献では「穴水累層」の名称は用いられていないことから、今後は「穴水累層」は用いず「高洲山安山岩類」と「別所岳安山岩類」に区分して表記することとする。
- なお、敷地及び敷地近傍陸域に分布する安山岩類については、「別所岳安山岩類」に対比される。

地質時代		30(Ma) 25 20 15		概要	
		古第三紀			新第三紀
		漸新世		中新世	
				前期 中期	
敷地周辺に分布する安山岩類	文	石川県地質誌(紮野, 1993)			<ul style="list-style-type: none"> ・高洲山安山岩類は、輪島市街東部の高洲山や鉢伏山から、穴水東部、能都町西部にかけて広く分布するものである。安山岩の溶岩・火砕岩を主とし、K-Ar年代では23~28Maを示す(柴田ほか, 1981)。 ・穴水累層として一括された安山岩類のうち、穴水西南方の別所岳を中心として分布するものを、別所岳安山岩類とよぶ。柴田ほか(1981)の示したK-Ar年代では、別所岳北方:16.8±0.6Ma, 別所岳南方:15.9±0.5Ma, 桑塚山南方:15.9±0.4Ma, 富来町巖門:17.1±0.4Maとなっている。 ・能登半島や石川県南部山地に分布する安山岩類には、22~20Ma前後のものが多いと考えられている。しかし、信頼すべきK-Ar年代値は、未だ少数にとどまる。
	日本地方地質誌4 中部地方(日本地質学会, 2006)		<ul style="list-style-type: none"> ・能登半島の第三紀火山岩類はこれまで上位の穴水層(安山岩類)と下位の柳田層(珪長質凝灰岩類と玄武岩溶岩)に区分されていたが、火山岩の同位体年代値の増加に伴い、穴水層を北部の高洲山安山岩類(23~27Ma)と南部の別所岳安山岩類(16~17Ma)に分ける考えが示された(紮野, 1993)。 ・しかし、20Ma前後の安山岩類や25Ma前後の珪長質火砕屑岩もあり、単純な二分は困難である。 ・吉川ほか(2002)は能登半島北東部の火山岩類を下位から高洲山層(26~30Maの玄武岩・安山岩)、神和住層・馬縹層(19~23Maの安山岩~デイサイト)等に区分した。 ・志賀町の海岸線には化学組成が非常に均質なカルクアルカリ岩系の両輝石安山岩が露出し、別所岳安山岩類に属する。 ・高洲山層と神和住層の火山岩類はソレアイト玄武岩、カルクアルカリ安山岩、高マグネシア安山岩、アダカイト質安山岩などの多様なマグマ組成を示す。 		
	能登半島北部20万分の1地質図(尾崎, 2010)		<ul style="list-style-type: none"> ・能登半島北部には、漸新世の火成岩類(高洲山層等)、前期中新世の火山岩類(神和住層、別所岳安山岩類等)などが分布する。 ・本地域の中央部~東部には、安山岩溶岩・火砕岩・貫入岩を主体とし、玄武岩溶岩・火砕岩、礫岩、砂岩を含む漸新世火山岩類が分布し(紮野, 1993等)、これら火山岩類を高洲山層と呼ぶ。高洲山層からは29~20 Maの放射年代が得られている(柴田ほか, 1981等)。 ・別所岳安山岩類は、本地域の南西部に分布する安山岩溶岩及び同火山砕屑岩からなる火山岩類で、放射年代は17~15 Maに集中し、前期中新世末頃を示す(柴田ほか, 1981等)。 		
	当 社	<p>敷地の安山岩※のK-Ar年代分析結果 (第935回審査会合 机上配布資料1 P.5.2-1-6)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ※ 敷地の安山岩は、文献に示された別所岳安山岩類と同じくカルクアルカリ岩系に属する両輝石安山岩を主体とする。(第935回審査会合 机上配布資料1 補足資料5.2-1)。 		

敷地周辺陸域の地質層序表

○敷地周辺に分布する「穴水累層」の安山岩類については、K-Ar年代測定値から、主に古第三紀の「高洲山安山岩類」と、新第三紀前期中新世の「別所岳安山岩類」に区分される。
 ○糸野ほか(1993)等に基づけば、古期の「高洲山安山岩類」は富来川以北、新期の「別所岳安山岩類」は富来川以南に分布する。
 ○また、「高洲山安山岩類」と「別所岳安山岩類」に区分される以前の名称であった「穴水累層」は用いないこととする。

地質時代		敷地周辺の層序 ¹⁾	眉丈山以北の丘陵地			石動山を中心とする山地			
			富来川以北	富来川南部～眉丈山	能登島	崎山半島～石動山北部	石動山～宝達山	宝達山～二上山	
第四紀	完新世		沖積層 ²⁾ 砂丘砂層 ²⁾ 新期扇状地堆積層 ²⁾ 崖錐堆積層 ²⁾ 沖積段丘堆積層 ²⁾						
	更新世	後期	古砂丘砂層 ²⁾ 中段段丘I面堆積層 ²⁾ 古期扇状地堆積層 ²⁾						
		中期	植生階	高位段丘堆積層 最高位段丘堆積層	高位段丘堆積層 最高位段丘堆積層	高位段丘堆積層 最高位段丘堆積層	高位段丘堆積層 最高位段丘堆積層	高階層 高階層	高階層 高階層
			前期	氷見階				中川砂岩層 ⁴⁾ 村上シルト岩層	中川砂岩層 ⁴⁾ 矢田砂岩層
新第三紀	鮮新世				崎山シルト岩層	崎山シルト岩層	杉野屋シルト岩層 藪田シルト岩層	五十里石灰質砂岩層	
					二穴シルト岩層	二穴シルト岩層	聖川泥岩層 姿泥岩層(上部層) 姿泥岩層(下部層)	吉倉泥岩層 姿泥岩層(下部層)	
	中新世	後期	音川階	黒前 崎浜 安山岩層 泥岩層	和倉珪藻泥岩層	和倉珪藻泥岩層	虫崎泥岩層	敷波互層	頭川互層
		中期	東別所階	安代原石灰質砂岩層 関野鼻石灰質砂岩層 前波石灰質砂岩層	出雲石灰質砂岩層 七尾石灰質砂岩層	七尾石灰質砂岩層	七尾石灰質砂岩層	小久米砂岩層 葛葉互層 余川砂岩層	葛葉互層
					笠師保泥岩層 浜田泥岩層 赤浦砂岩層		赤浦砂岩層	新宮砂礫岩層 三尾砂岩層 中波泥岩層 中田凝灰岩層	小野砂岩層 赤毛泥岩層
		前期	黒瀬谷階	皆月砂岩泥岩層 道下礫岩層	上棚泥岩層		百海礫岩層 高島礫岩層 懸札砂岩層 国見泥岩層	高島礫岩層 懸札砂岩層 大泊凝灰岩層 国見泥岩層	土倉砂岩層 宮島凝灰岩層 河合砂礫岩層
縄又互層 柳田累層	山戸田泥岩層 後山砂岩層 草木互層 滝礫岩層 谷出礫岩層				多根互層 コロサ礫岩層	石動山礫岩層	多根互層 石動山礫岩層 コロサ礫岩層	瓜生累層	
前期	岩稲階	穴水(別所岳安山岩類) 累層	溶結凝灰岩 ⁵⁾ 玄武岩	穴水累層 ←別所岳安山岩類→	穴水累層 ←別所岳安山岩類→	熊淵火山岩類	熊淵火山岩類		
		層(高洲山安山岩類)	曾山層						
古第三紀	榆原階	大角間層 ⁵⁾ 大佛寺砂岩層						太田累層	
先第三紀		花崗岩 片麻岩	花崗岩			花崗岩 片麻岩 石灰岩	花崗岩 片麻岩		

1) 名称は坂本他(1959)・糸野他(1961)・糸野(1965)による。 4) 大桑層に対比される。 5) 石英安山岩を含む。
 2) 邑知潟平野部もこれに準じる。 5) 階の境界をまたいで分布する地層の範囲
 3) 卯辰山層に対比される。 欠如部分
 不整合
 赤色:設置変更許可申請(H26)以降の修正箇所

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.
- 紮野義夫(編)(1965): 能登半島の地質, 能登半島学術調査書, 第1部, 石川県, 84 p. 付図(7万5千分の1能登半島の地質図, 断面図ほか).
- 紮野義夫(1993): 石川県地質誌 新版・石川県地質図(10万分の1)説明書, 石川県・北陸地質研究所.
- 紮野義夫・山田一雄(1991): 土地分類基本調査5万分の1「穴水・富来・劔地」, 表層地質図及び同解説, 石川県.
- 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.
- 日本地質学会(編)(2006): 日本地方地質誌4 中部地方. 朝倉書店, 336p.
- 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, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Passchier, C., Trouw, R. (1999): マイクロテクニクス, 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.
- 柴田 賢・佐藤 博明・中川 正己(1981): 能登半島新第三紀火山岩のK-Ar 年代, 岩石鉱物鉱床学会誌, 76, 248-252.
- 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.
- 吉川敏之・鹿野和彦・柳沢幸夫・駒澤正夫・上嶋正人・木川栄一(2002): 珠洲岬, 能登飯田及び宝立山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 76p.
- 吉村尚久(2001): 粘土鉱物と変質作用, 地学団体研究会.