

| No. | コメント | 回答骨子 |
|-----|---|---|
| 17 | <p>追加調査について、調査内容が確定した時点で説明すること。</p> <p>なお、追加調査結果を待たずに議論できる部分については、説明すること。 (第657回審査会合、平成30年11月30日)</p> | <p>第657回審査会合(平成30年11月30日)で説明した原子炉補機冷却海水取水路の南側付近等におけるデータ拡充や、3条対象破碎帯となり得る可能性がある破碎帯が、3条対象破碎帯であるかを明確にするための調査を計画した。</p> <p>今回計画した調査のうち、ボーリング調査については終了し、現在ボーリングコアの観察・分析を実施中である。</p> <p>追加調査結果については、破碎帯の連続性評価がまとまり次第、これと併せて説明する。(第758回審査会合にて説明済み)</p> <p>追加調査結果を待たずに議論できる部分としては、これまでの審査で示したデータに基づき代表性評価の具体的方法を説明する。</p> <p>今後は、追加調査結果がまとまった時点で、これらを反映した評価結果について説明する。</p> |

余白

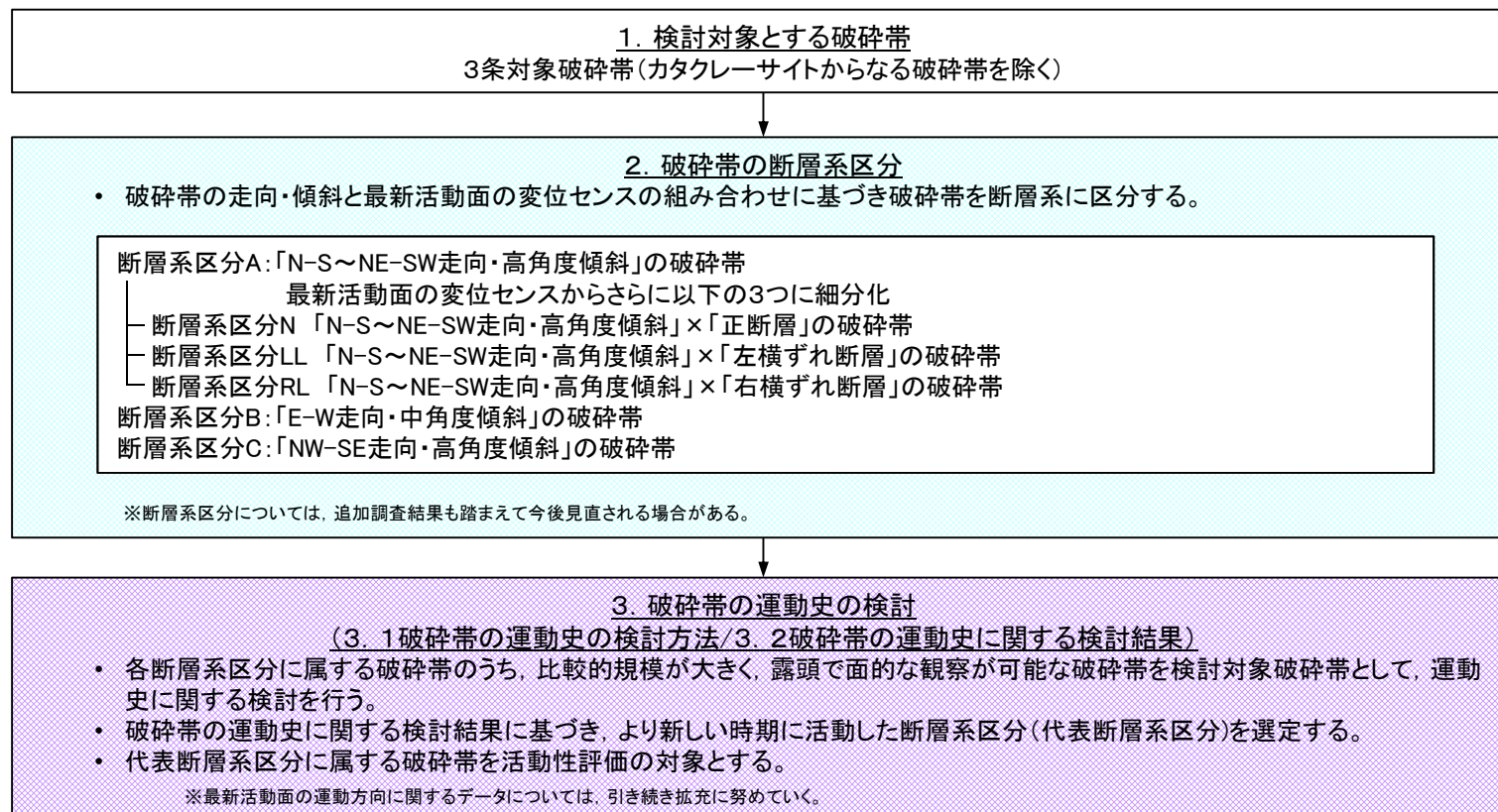
コメントNo.17

破砕帯の代表性評価の基本的考え方について

余白

本日の説明内容

- 破碎帯の代表性評価については、下記の流れに従って評価した。
- 具体的には、破碎帯の「走向・傾斜」と「最新活動面の変位センス」の組み合わせに基づき断層系に区分し、各断層系区分に属する破碎帯のうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破碎帯を検討対象破碎帯として、破碎帯の運動史に関する検討を行うこととした。
- 断層系区分のうち、より新しい時期に活動したものを「代表断層系区分」として活動性評価の対象とすることとした。
- 代表断層系区分の活動性評価については、追加調査の結果も踏まえ今後説明していく。

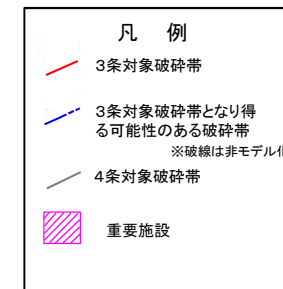
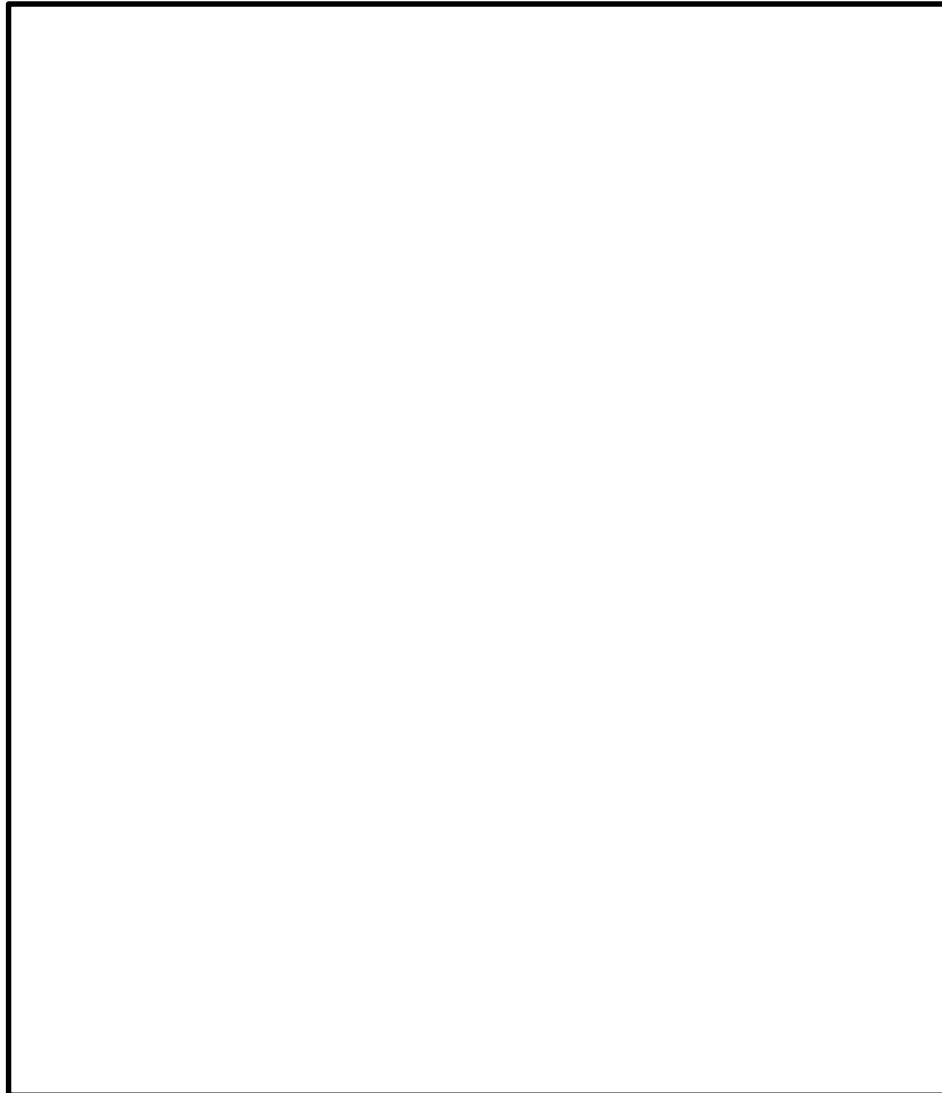


余白

1. 検討対象とする破砕帯

1. 検討対象とする破碎帯

- 検討の対象とした破碎帯については、第657回審査会合（平成30年11月30日）で示した「3条対象破碎帯」及び「3条対象破碎帯となり得る可能性のある破碎帯」とした。
- なお、これらの破碎帯については、重要施設の配置の見直しを踏まえ、第657回審査会合の時点から一部変更となっている。



※浦底断層及び破碎帯はT.P.-15mの分布

3条対象破碎帯の分布図

枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

1. 検討対象とする破砕帯

- 以下に3条対象破砕帯の一覧を示す。
- また、カタクレーサイトからなる破砕帯(断層ガウジ又は断層角礫を「伴わない」破砕帯)については、最新活動時期が後期更新世よりも古いものと判断されることから(次頁参照)、検討対象から除外した。

【3条対象破砕帯】

| No. | 破砕帯名 又は起点名 | 断層ガウジ 又は断層角礫 |
|-----|---------------|-----------------|
| 1 | D-1 | 伴う |
| 2 | D-2 | 伴う |
| 3 | D-3 | 伴う |
| 4 | D-4 | 伴う |
| 5 | D-5 | 伴う |
| 6 | D-6 | 伴う |
| 7 | D-7 | 伴う |
| 8 | D-19 | 伴う |
| 9 | D-20 | 伴う |
| 10 | D-24 | 伴う |
| 11 | D-43 | 伴う |
| 12 | D-46 | 伴う |
| 13 | f-2-7 | 伴う |
| 14 | f-2-8 | 伴う |
| 15 | f-14-1 | 伴う |
| 16 | f-14-2 | 伴う |
| 17 | f-15-2 | 伴う |
| 18 | f-15-3 | 伴う |
| 19 | f-①-1-3 | 伴う |
| 20 | f-①-10-2 | 伴わない |
| 21 | f-②-1-1 | 伴う |
| 22 | f-④-2-1 | 伴う |
| 23 | f-④-3-1 | 伴う |
| 24 | f-④-6-3 | 伴う |
| 25 | f-④-6-4 | 伴う |
| 26 | H-2 | 伴う |
| 27 | H-3a | 伴う |
| 28 | H-3b | 伴う |
| 29 | H-3c | 伴う |
| 30 | H-3d | 伴う |

| No. | 破砕帯名 又は起点名 | 断層ガウジ 又は断層角礫 |
|-----|---------------|-----------------|
| 31 | H-3e | 伴う |
| 32 | H-4 | 伴う |
| 33 | H-4' | 伴う |
| 34 | H-5 | 伴う |
| 35 | H-6c | 伴う |
| 36 | H-7 | 伴う |
| 37 | f-br-1-2 | 伴う |
| 38 | f-br-6-1 | 伴う |
| 39 | f-br-12-1 | 伴う |
| 40 | f-d5-1-4 | 伴う |

【3条対象破砕帯となり得る可能性のある破砕帯】

| No. | 破砕帯名 又は起点名 | 断層ガウジ 又は断層角礫 |
|-----|---------------|-----------------|
| 1 | f-2-3 | 伴う |
| 2 | f-2-12 | 伴う |
| 3 | f-4-12 | 伴う |
| 4 | f-8-11 | 伴う |
| 5 | f-14-5 | 伴う |
| 6 | f-15-1 | 伴う |
| 7 | f-④-5-3 | 伴う |
| 8 | f-br-1-3 | 伴う |
| 9 | f-br-5-1 | 伴う |
| 10 | f-br-12-3 | 伴う |
| 11 | H20-①-5,②※ | 伴わない |
| 12 | H20-①-6,②※ | 伴わない |
| 13 | H27-Br-3,①※ | 伴う |
| 14 | H27-Br-4,①※ | 伴わない |
| 15 | H27-Br-8,②※ | 伴わない |
| 16 | H27-Br-9,①※ | 伴う |
| 17 | H27-Br-9,②※ | 伴う |

※は非モデル化

1. 検討対象とする破碎帯

カタクレーサイトからなる破碎帯の活動時期について

- Passchier and Trouw(2005)によれば、固結脆性断層岩は未固結脆性断層岩より深部で形成されると図示されている。高木(1998)によれば、カタクレーサイトの生成深度が2km以深と図示されている。また、Sibson(1977)によれば、1km以深とされている。
- 地質環境の長期安定性研究委員会編(2011)によれば、敦賀半島付近の隆起速度は最大で0.6m/1,000年とされている。
- 以上のことから、カタクレーサイトが地表付近に現れるまでには160万年間以上の期間を要することとなり、現在地表付近で確認されるカタクレーサイトを伴う破碎帯の最新活動時期については、後期更新世よりも古い時代であると判断される(最近約10万年間の隆起速度に基づけば、地表付近で確認されるカタクレーサイトからなる破碎帯は、12~13万年前には深度が70、80m程度にあったことから、仮に12~13万年前以降に断層活動をしていれば断層ガウジや断層角礫を伴っている)。

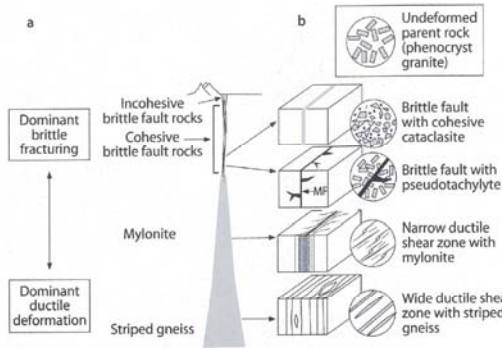


Fig. 5.2. Distribution of the main types of fault rocks with depth in the crust. a Schematic cross-section through a transcurrent shear zone. The zone may widen, and changes in geometry and dominant type of fault rock occur with increasing depth and metamorphic grade. b Schematic representation of four typical fault rocks (out of scale) and the local geometry of the shear zone in a 1-m-wide block, such as would develop from a phenocryst granite. Inclined (normal or reverse) shear zones show a similar distribution of fault rocks and shear zone geometry with depth. No vertical scale is given since the depth of the transition between dominant ductile deformation and brittle fracturing depends on rock composition, geothermal gradient, bulk strain rate and other factors (Sect. 3.14). MF: Main fault vein

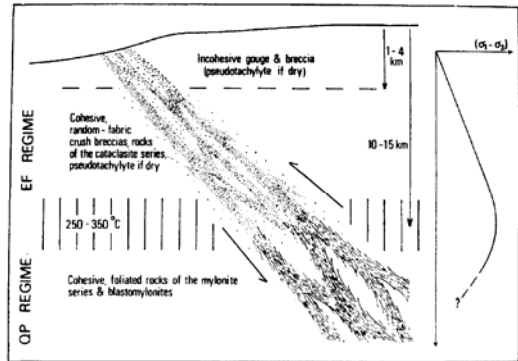
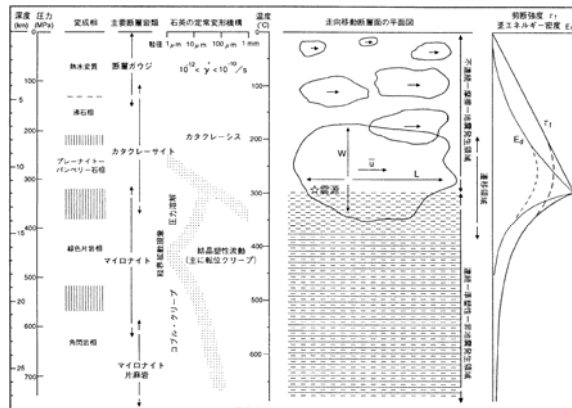


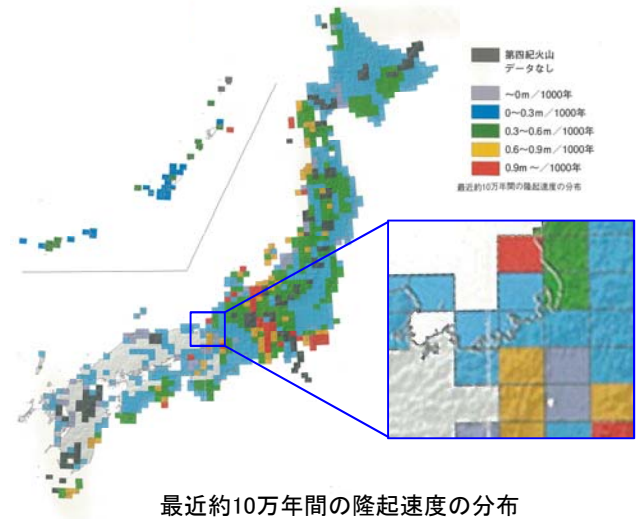
Fig. 8. Conceptual model of a major fault zone. 断層岩の生成深度 Sibson(1977)

断層岩の生成深度 Passchier and Trouw (2005)



第2図. Sibson (1988) による断層帯の概念図。大断層の断層帯と変成度(地殻岩石密度を2.8g/cm³と仮定)、関係する断層岩、石英の発晶機構、断層帯の形成、震源領域および断層強度との関係を示す。ア: 断層速度、W: 断層面の幅、L: 断層面の長さ、u: 断層面に沿った変位ベクトル。

断層岩の生成深度 高木(1998)



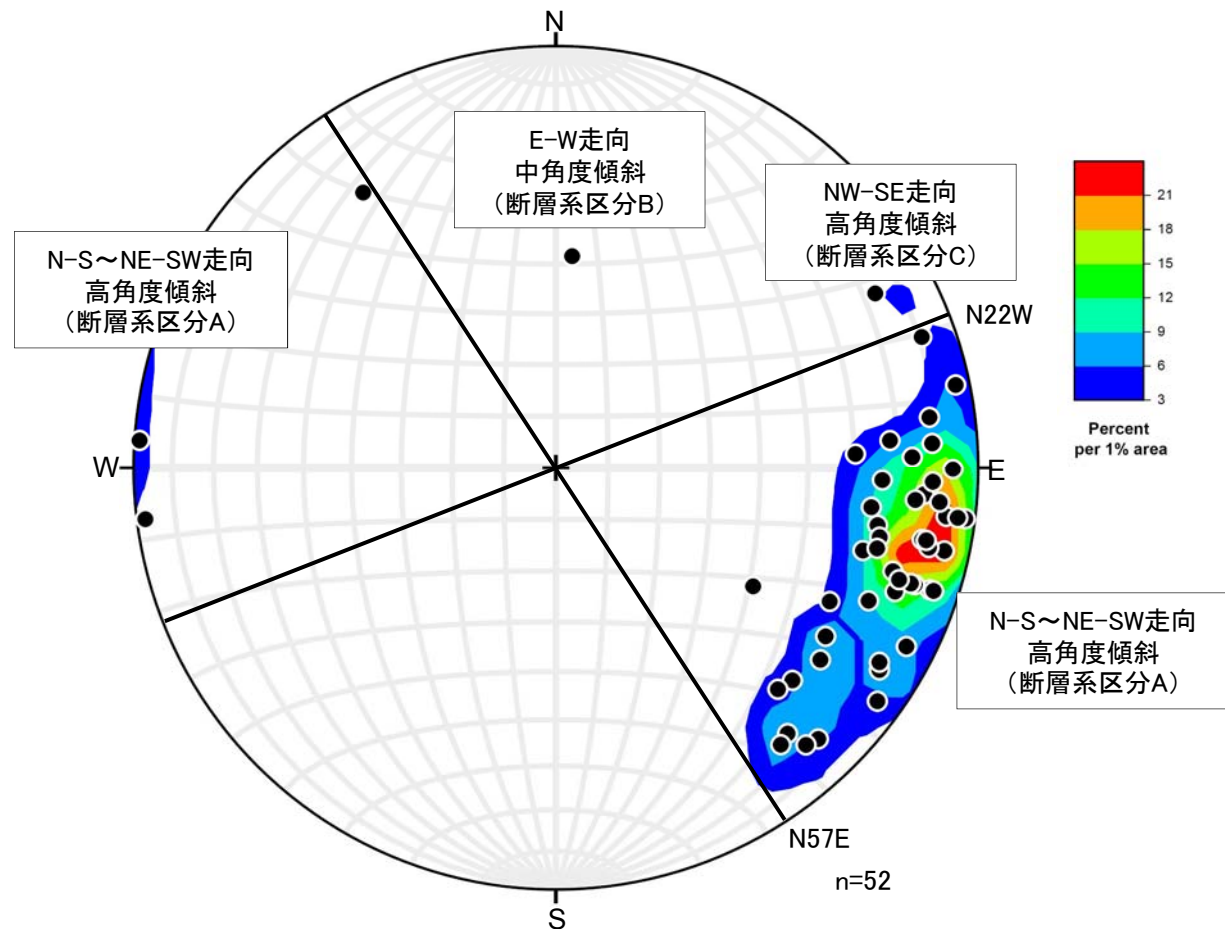
最近約10万年間の隆起速度の分布

地質環境の長期安定性研究委員会編(2011)に加算 (青枠:加算箇所(拡大表示))

2. 破碎帯の断層系区分

2. 破碎帯の断層系区分

- 検討対象の破碎帯について、破碎帯の走向・傾斜と最新活動面の変位センスの組み合わせに基づき、断層系に区分した。
- 断層系区分に当たり、破碎帯の走向・傾斜や最新活動面の変位センスに着目した理由は、走向・傾斜と最新活動面の変位センスの組み合わせが同じ場合、その破碎帯がかつて活動した時の応力場(古応力場)が同じであったことを示しており、したがって活動時期も同じであったと判断されるためである。
- 検討対象の破碎帯のほとんどについては、走向がN-S~NE-SW方向であり、傾斜は高角度傾斜である。これらを「断層系区分A」とした。
- 断層系区分Aの最新活動面の変位センスについては、「正断層」、「左横ずれ断層」及び「右横ずれ断層」のいずれかであることが確認されている。
- このため、断層系区分Aについては、「N-S~NE-SW走向・高角度傾斜」と「最新活動面の変位センス」の組み合わせに基づき、さらに細分化することとした(断層系区分N, LL, RL)。
- これに属さない「E-W走向・中角度傾斜」のものを「断層系区分B」、「NW-SE走向・高角度傾斜」のものを「断層系区分C」とした。
- 次頁に断層系に区分した破碎帯の分布図を示す。



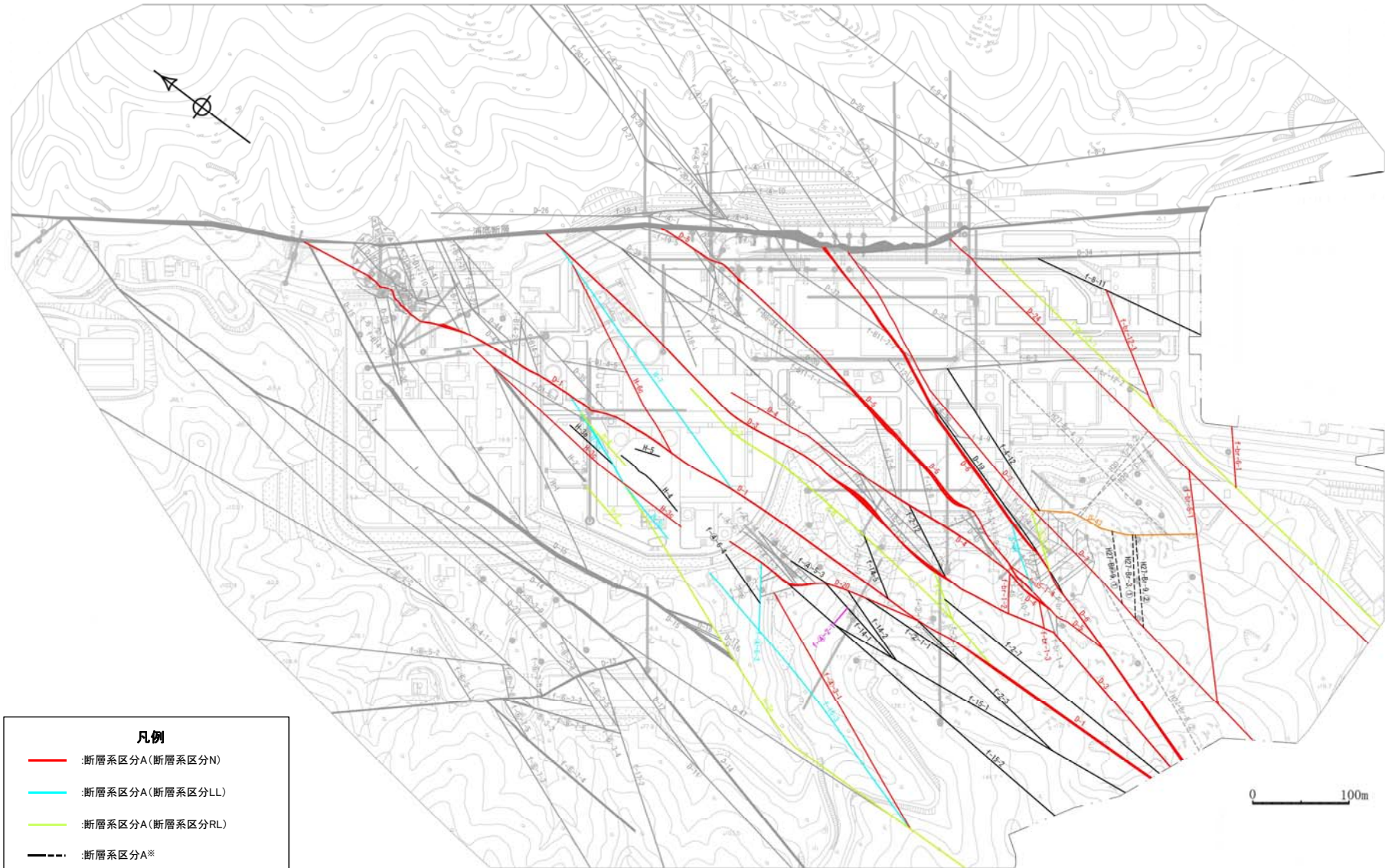
断層系区分A:「N-S~NE-SW走向・高角度傾斜」の破碎帯
 変位センスからさらに以下の3つに細分化

- └ 断層系区分N 「N-S~NE-SW走向・高角度傾斜」×「正断層」の破碎帯
- └ 断層系区分LL 「N-S~NE-SW走向・高角度傾斜」×「左横ずれ断層」の破碎帯
- └ 断層系区分RL 「N-S~NE-SW走向・高角度傾斜」×「右横ずれ断層」の破碎帯

断層系区分B:「E-W走向・中角度傾斜」の破碎帯
 断層系区分C:「NW-SE走向・高角度傾斜」の破碎帯

破碎帯の断層系区分

2. 破碎帯の断層系区分



凡例

- :断層系区分A(断層系区分N)
- :断層系区分A(断層系区分LL)
- :断層系区分A(断層系区分RL)
- :断層系区分A※
- :断層系区分B※
- :断層系区分C※
- :4条対象破碎帯又はカタクレーサイトからなる3条対象破碎帯

破線は非モデル化

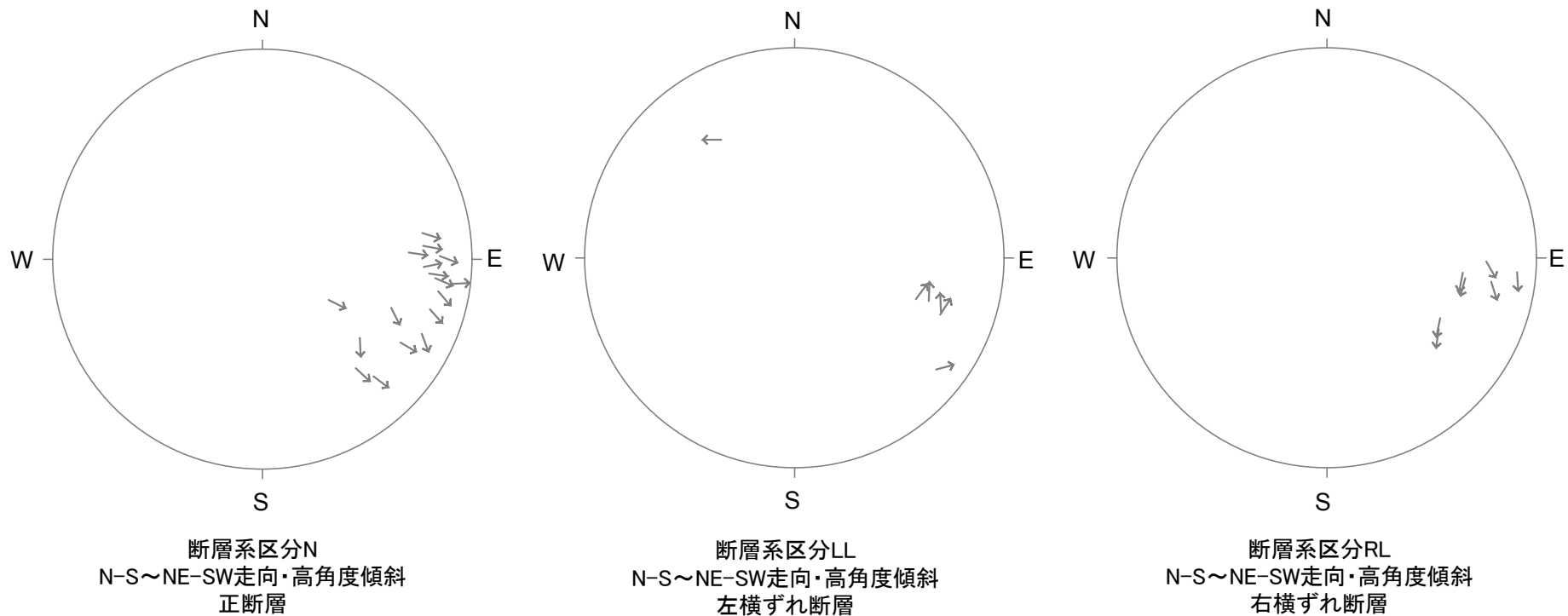
破碎帯の断層系区分図

※最新活動面の運動方向に関するデータについては、引き続き拡充に努めていく。

2. 破碎帯の断層系区分

- 前述の断層系区分が、破碎帯を適切に区分しているのか否かについて、次の整理を行い確認した。
- 下図は、断層系区分N, LL, RLについて破碎帯の走向・傾斜と最新活動面の変位センスを表した図である。矢印の始点は、各破碎帯の走向・傾斜をシュミットネットにプロットした位置を示す。矢印の方向は、破碎帯の下盤側の運動方向を示す。
- これによると、いずれの断層系区分についても、同じ変位センスの破碎帯が概ねまとまりを持って分布している。
- 以上のことから、前述の断層系区分は破碎帯を適切に区分しているものと判断した。

※最新活動面の運動方向に関するデータについては、引き続き拡充に努めていく。



断層系区分Aの破碎帯の「走向・傾斜」と「最新活動面の変位センス」

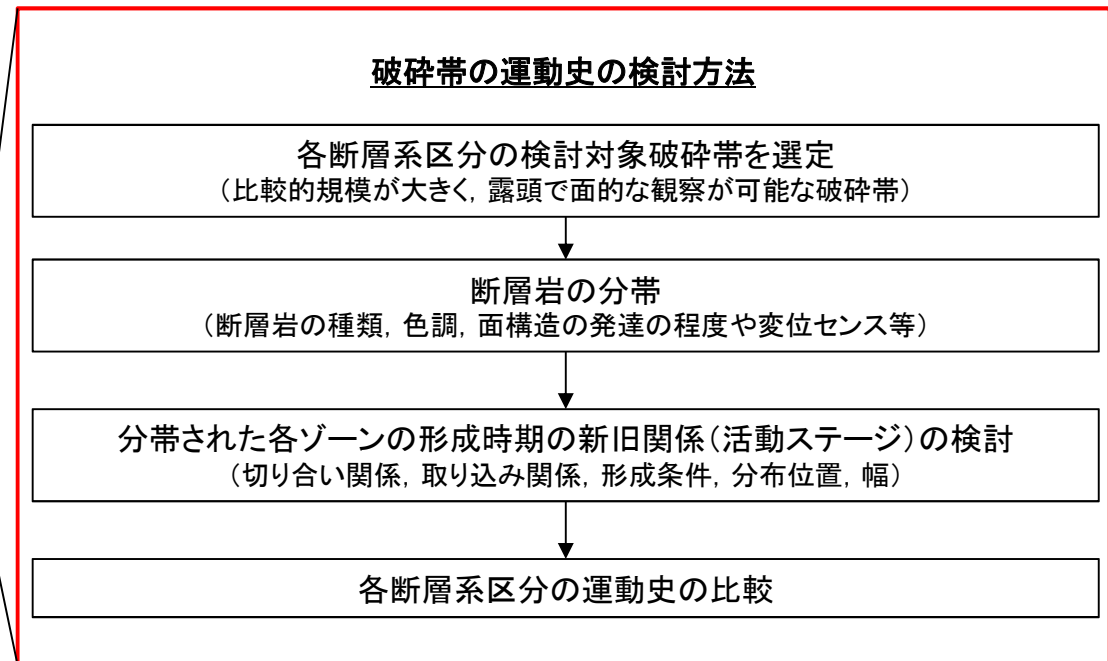
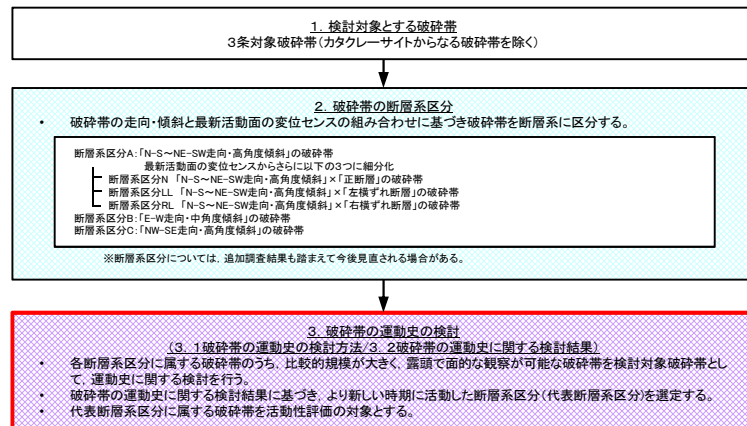
3. 破碎帯の運動史の検討

3. 1 破碎帯の運動史の検討方法

余白

3.1 破碎帯の運動史の検討方法

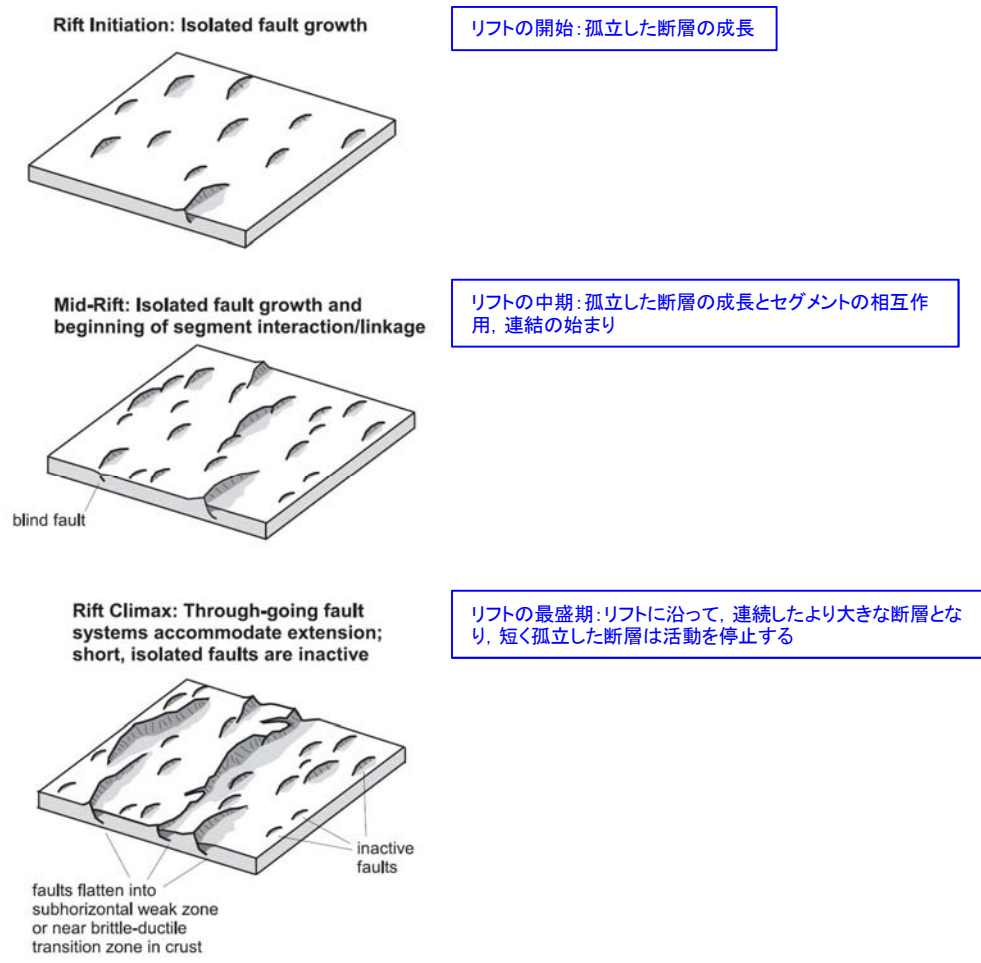
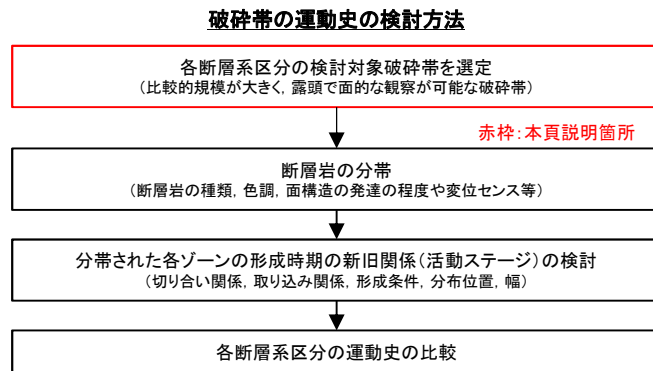
- 各断層系区分の新旧関係を把握するために、次頁以降に示される文献に従い、以下の手順で各断層系区分に属する破碎帯の運動史を検討した。
 - 各断層系区分に属する破碎帯のうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破碎帯を検討対象(検討対象破碎帯)として選定する。
 - 検討対象破碎帯の破碎部について、断層岩を分帯し、分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)を把握する。
 - 断層岩の分帯に当たっては、露頭観察、ブロックサンプル観察、研磨片観察、薄片試料観察を行い、断層岩の種類、色調、面構造の発達の程度や変位センス等に注目する。
 - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討にあたっては、各ゾーンの切り合い関係、取り込み関係、形成条件、分布位置、幅に注目する。
 - 検討対象破碎帯の運動史を比較することで、断層系区分同士の新旧関係(活動ステージ)を把握する。



3.1 破砕帯の運動史の検討方法

各断層系区分の検討対象破砕帯の選定

- Dorobek (2008) は、リフト帯の断層成長と連鎖についてモデル化している。
- リフトの初期には、まばらで孤立した断層が分布するが、リフト帯が広がっていくにつれて断層のセグメントは互いにつながり始める(断層の成長)。最後には、リフト帯に沿ってより大きな断層が活動して連続し、それ以外の孤立したより短い断層は活動を停止するとされている。



リフト帯の断層成長とその連鎖の概念図
Dorobek (2008)
(青枠, 青字: 加筆箇所)

3. 1 破砕帯の運動史の検討方法

検討フロー(断層岩の分帯～運動史の比較)

- Watts et al. (2007)は、Walls Boundary断層帯について、露頭スケールや薄片スケールでの観察・分析を踏まえ、断層岩の分帯と、分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討を行い(図1)、その結果を他の断層の運動史と比較している(図2)。

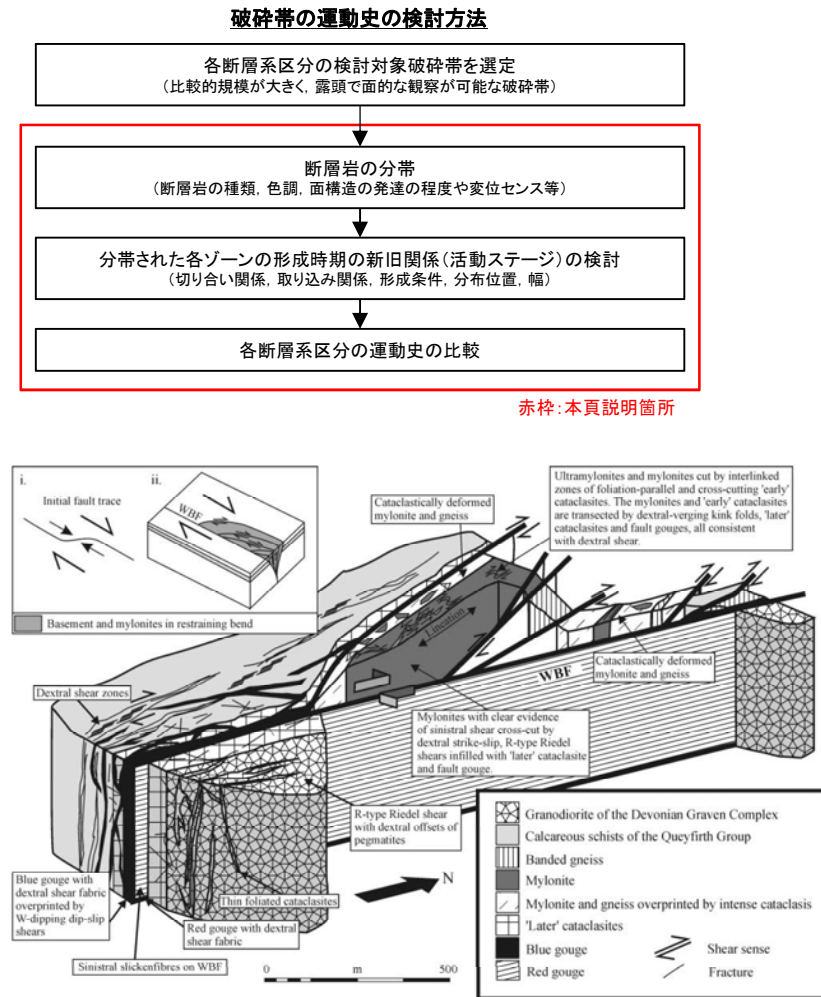


図1. Wall Boundary断層帯の模式図
Watts et al. (2007)

| | | Shetland | Scotland | Norway | |
|---------------|-------|--|---|--|---|
| | | WBFZ | GGFZ | VF | HSF |
| Tertiary | | 15km displacement <100°C, <5km depth | 20-30km displacement <100°C, <5km depth | <100°C <5km depth | |
| 100Ma | | | | | |
| Cretaceous | | | | 100-160°C 3-5km depth | |
| Jurassic | 200Ma | | | | |
| Triassic | | | | | |
| Permian | 300Ma | 100-250°C, <5-10km depth 65-95km displacement | 20-30km displacement | 200-250°C 6-8km depth | 290±10Ma "Ar"/Ar pseudotachylite age 200-250°C 6-8km depth |
| Carboniferous | | | | | |
| Devonian | 400Ma | Intrusion of Sandsting Complex 250-300°C, 8.5-10km depth ? 100-200km displacement Intrusion of Graven Complex 400->500°C, 12->18km depth | | | 406±11Ma "Ar"/Ar "muscovite" age 300-500°C 10-15km depth |
| Silurian | | | 700km displacement 425-427Ma U-Pb zircon age 250-450°C, 8-15km depth | 300-500°C 10-15km depth | |
| Ordovician | 500Ma | This study; Watts (2001) | Stewart et al. 1999, 2000, 2001; Holdsworth et al. 2001 | Watts (2001), Sherlock et al. 2004; Osmundsen et al. 2006 | |
| | | Blastomylonite and mylonite | | Cataclasite and pseudotachylite | |
| | | Fault gouge and brittle fault products | | | |

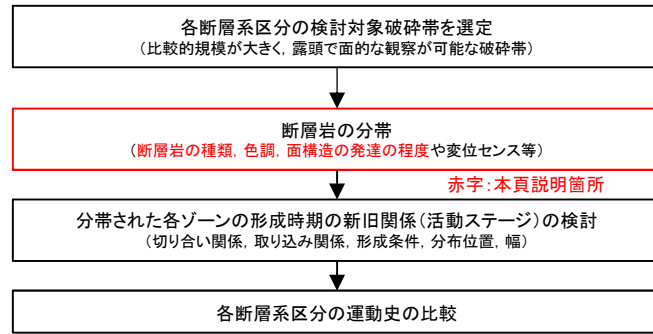
図2. 各断層帯の運動史の比較
Watts et al. (2007)

3.1 破砕帯の運動史の検討方法

断層岩の分帯(断層岩の種類, 色調, 面構造の発達程度)

- Chester et al. (2004) は、プレート境界となるサンアンドレアス断層系に属し、大規模な変位を伴う2つの横ずれ断層について、破砕部及びその周辺のダメージゾーンに見られる特徴や断層の形成過程について検討している。その中で、North Branch San Gabriel断層の主要部について、断層岩の種類や色調により分帯したスケッチを示している(図1)。
- Smith et al. (2011) は、イタリアのZuccale断層の形成メカニズムを検討している。その中で、Zuccale断層の主要部について、断層岩の種類や面構造の発達程度により分帯したスケッチ、写真を示している(図2)(図3)。

破砕帯の運動史の検討方法



断層岩の種類, 色調

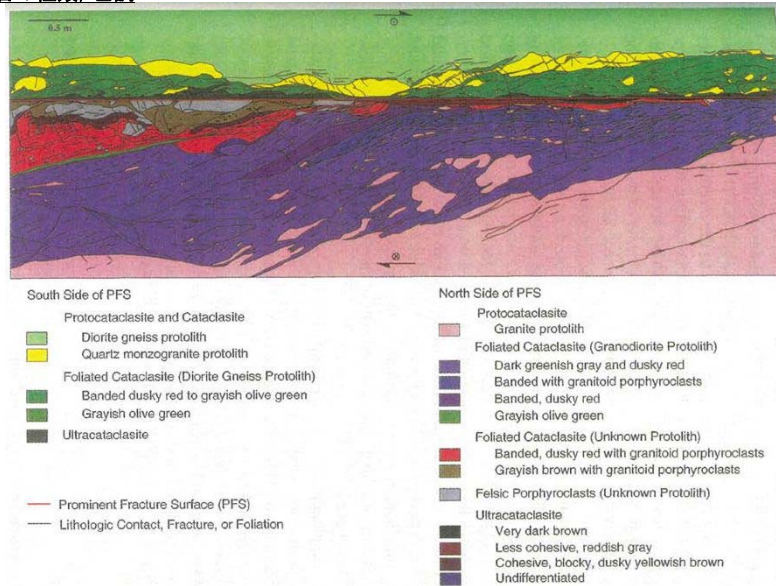
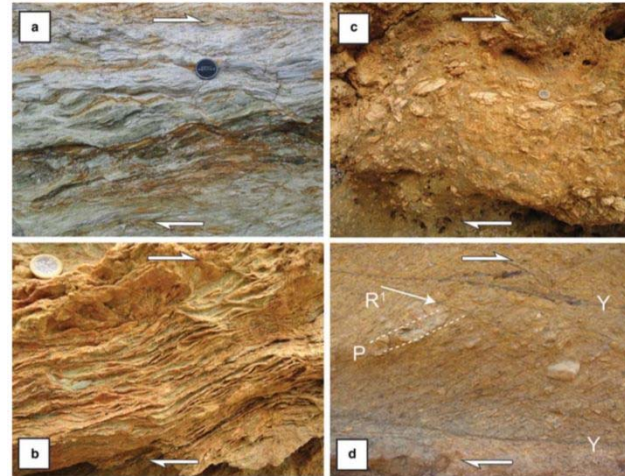


図1. North Branch San Gabriel断層主要部のスケッチ
Chester et al. (2004)

断層岩の種類, 面構造の発達程度



- a: 強い葉片状を示すフィロナイト及び方解石質ウルトラマイロナイト
- b: 薄いドロマイト脈を含む葉片状カタクレーサイト
- c: 内部構造やファブリックが欠如した粗粒な断層角礫
- d: 丸みを帯びた残留粒子を含み、粘土が配列したリーデルせん断面が認められる葉片状断層ガウジ

Fig. 4. Outcrop photographs of some of the fault-rock units within the fault core. All of the photographs are oriented with east to the right of the photograph and west to the left. (a) Strongly foliated phyllonites and calcite-ultramylonites. (b) Foliated cataclasites containing networks of thin dolomite veins. (c) Coarse fault breccias that lack internal structure and fabric. (d) Foliated fault gouges containing rounded survivor grains and clay-lined Reidel shears.

図2. Zuccale断層主要部の各断層岩の写真
Smith et al. (2011)
(青字: 加筆箇所)

断層岩の種類, 面構造の発達程度

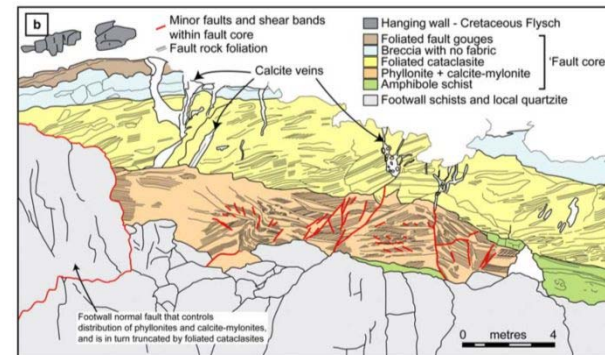


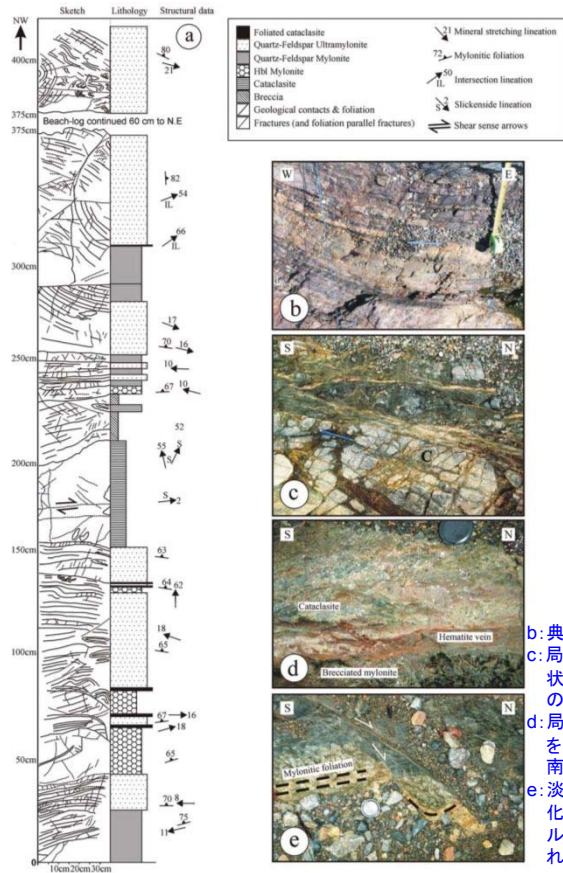
図3. Zuccale断層 主要部のスケッチ
Smith et al. (2011)

3.1 破砕帯の運動史の検討方法

断層岩の分帯(断層岩の種類, 色調, 面構造の発達程度, 変位センス)

- Watts et al. (2007)は, Walls Boundary断層帯の主要部について, 断層岩の種類, 色調, 面構造の発達程度や変位センスで分帯した断面図, 写真を示している(図1)(図2)。

断層岩の種類, 色調, 面構造の発達程度



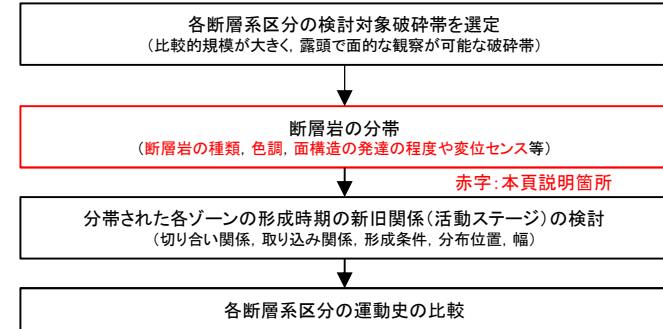
- b: 典型的な層状マイロナイト
- c: 局所的な脆性変形の発達を伴う片麻状構造に上書きされたネットワーク状の炭酸塩鉱物脈
- d: 局所的に小規模なネットワーク状の脈を形成するバンド状の赤鉄鉱を含む, 南北走向の青白いカタクレーサイト
- e: 淡い灰色のカタクレーサイトや赤鉄鉱化した部分を含む, 右横ずれのリーデルセン断面によって切られた, 破砕されたマイロナイト

Fig. 4. (a) Structural log through the sequence of mylonites and cataclasites at Lunnister [HU 3530 7140]; (b) plan view of typical finely banded mylonites at Lunnister [HU 3530 7140]; (c) plan view of carbonate vein networks overprinting a gneissose fabric with the local development of cataclasis (C) [HU 3523 7100]; (d) plan view of north-south-oriented pale cataclase containing bands of hematite, which locally form small-scale vein networks [HU 3528 7132]; (e) plan view of brecciated mylonite cross-cut by dextral strike-slip R-type Riedel shears containing pale grey cataclase and hematite mineralization [HU 3528 7132].

図1. Walls Boundary断層帯のマイロナイトとカタクレーサイトの連続的な構造成形記録
Watts et al. (2007)

(青字: 加筆箇所)

破砕帯の運動史の検討方法



赤字: 本頁説明箇所

変位センス

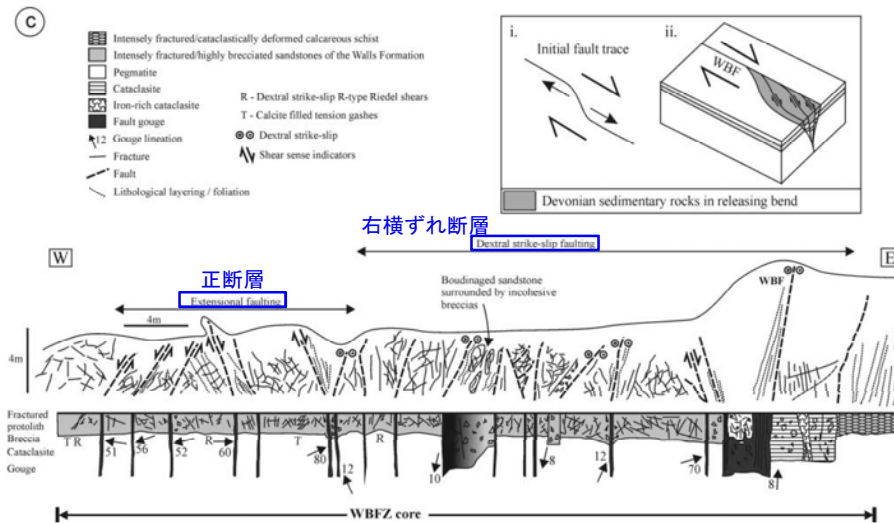


図2. Walls Boundary断層帯のcore zoneの断面図
Watts et al. (2007)

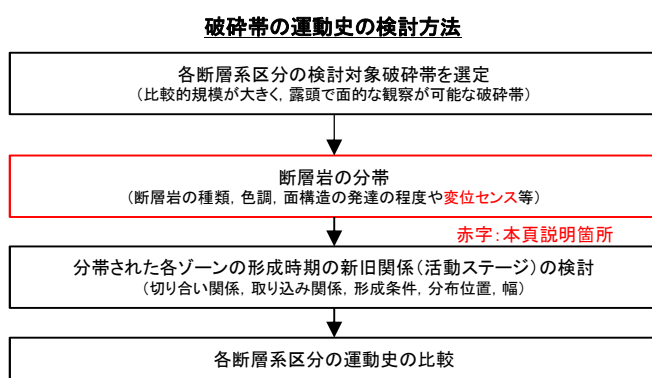
(青枠, 青字: 加筆箇所)

3.1 破碎帯の運動史の検討方法

断層岩の分帯(変位センスの判定-複合面構造)

- 断層岩の分帯の着目点のうち、変位センスの判定に当たっては、以下の文献に示される複合面構造(本頁)及び、破碎帯に見られる微小構造や構造的特徴、岩盤内の引きずり構造(次頁)に着目した。
- 狩野・村田(1998)は、複合面構造の模式図や断層ガウジに認められる複合面構造の例を示している(図1)(図2)。
- 高木・小林(1996)は、断層ガウジに認められる複合面構造の例を示している(図3)。

変位センスの判定-複合面構造



| 面構造 | 狩野・村田(1998) | 高木・小林(1996) |
|-----|--|---|
| Y面 | - | せん断方向に平行な主せん断面 |
| R1面 | 右横ずれの脆性破碎帯が形成される際には、これから右横ずれの断層に成長していこうとする方向(Y)から、時計回り角度 $\Phi/2$ ($0 < \Phi/2 < 30^\circ$ 程度)だけ斜交した、右横ずれ変位と多少の開口成分を持つ左雁行状の破断面として現れることが多い | R1面はせん断に伴う回転方向と同じ方向に $10^\circ \sim 45^\circ$ の角度をなす |
| P面 | 密に発達する葉片状の面構造で、面に沿って破碎された粒子や、続成・弱変成作用によって生じた細粒の雲母粘土鉱物が配列する面 | 粘土鉱物の定向配列などにより規定される面一般にせん断に伴う回転方向に対して反対方向に低~中角度($0^\circ \sim 45^\circ$)をなし、しばしば破碎岩片の長軸方向も、P面とほぼ平行に配列する |

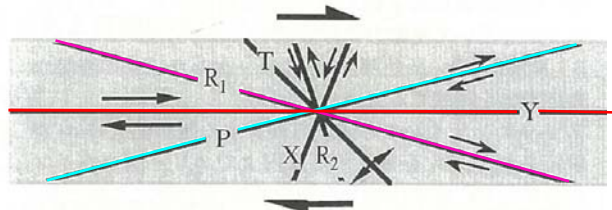


図1. 複合面構造の模式図
狩野・村田(1998)
(加筆箇所: Y面, R1面, P面を着色)

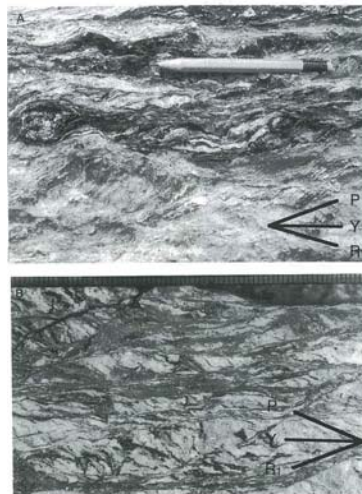


図2. 断層ガウジに認められる複合面構造の例
狩野・村田(1998)

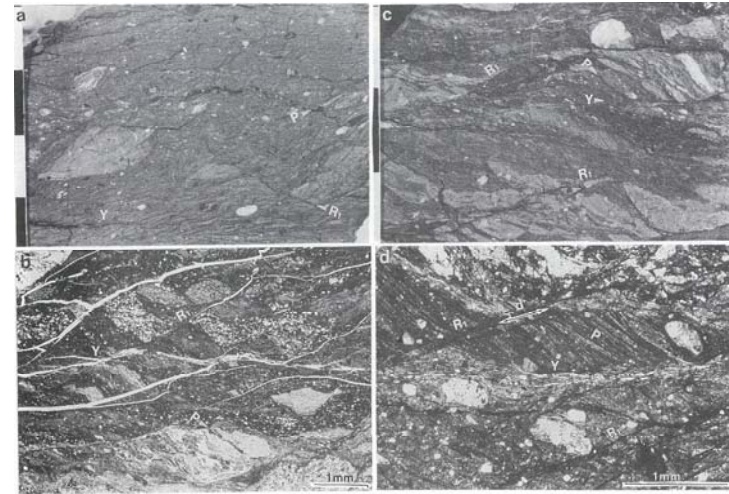


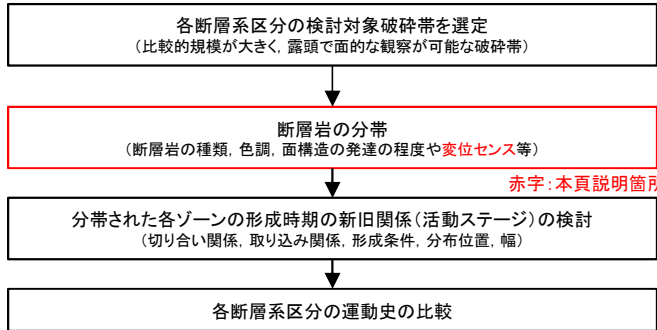
図3. 複合面構造の発達した葉片状断層ガウジの例
高木・小林(1996)

3.1 破碎帯の運動史の検討方法

断層岩の分帯(変位センスの判定-断層ガウジに見られる微小構造や構造的特徴, 岩盤内の引きずり構造)

- 断層岩の分帯の着目点のうち, 変位センスの判定に当たっては, 以下の文献に示される複合面構造(前頁)及び, 断層ガウジに見られる微小構造や構造的な特徴, 岩盤内の引きずり構造(本頁)に着目した。
- Watts et al. (2007)は, せん断帯の周囲に分布する泥質岩内の面構造が, せん断方向に引きずられ回転している様子を示している(図1)。
- Blenkinsop (2000)やRutter et al. (1986)には, 複合面構造に加えて, 断層ガウジ中に見られる様々な微小構造や構造的な特徴が示されている(図2)(図3)。

破碎帯の運動史の検討方法



断層ガウジに見られる微小構造や構造的な特徴

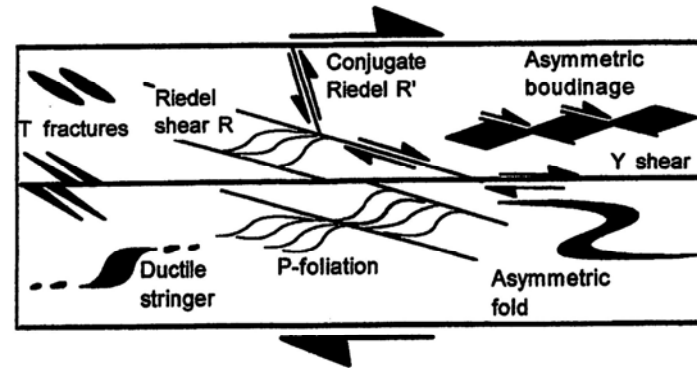
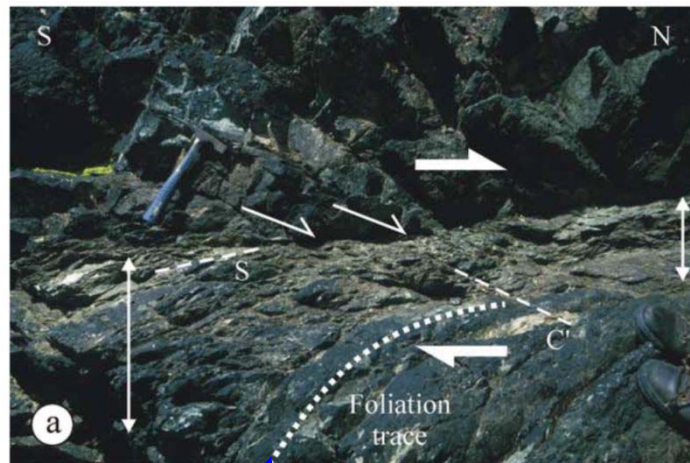


Figure 2.17. Gouge zone microstructures. See Plates 6, 7.

図2. 断層ガウジ中の様々な微小構造
Blenkinsop (2000)

岩盤内の引きずり構造



泥質岩内の面構造

S: S面, C': C'面(狩野・村田(1998)及び高木・小林(1996)によれば, マイロナイトに見られる複合面構造であり, S面は脆性破碎帯に見られるP面に, C'面はR1面に相当するとしている。) 両矢印: せん断帯, 片矢印: 運動方向

図1. 岩盤内の引きずられた面構造
Watts et al. (2007)
(青字, 青矢印: 加筆箇所)

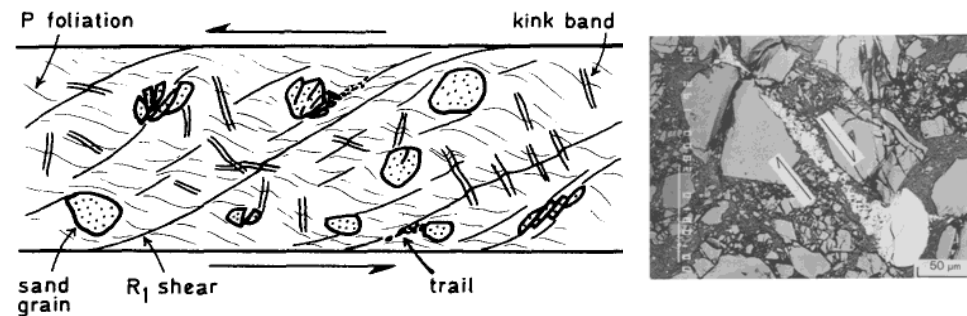


図3. 左: 断層ガウジ中に一般的に観察される構造的な特徴
右: trailの例

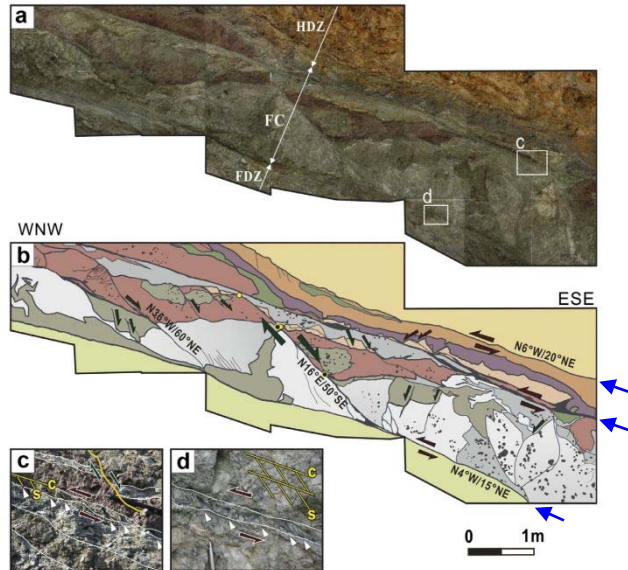
Rutter et al. (1986)

3. 1 破碎帯の運動史の検討方法

形成時期の新旧関係(切り合い関係)

- 切り合い関係について, Choi et al. (2015)は, Yangsan-Ulsan断層系に属する1つの断層について, 広く正断層が認められるゾーン内に局所的な逆断層のゾーンが認められる露頭を示し(図1), 韓国東部で正断層から逆断層へのテクトニックインヴァージョンが起きたとしている(図2)。
- 切り合い関係について, Smith and Faulkner (2010)は, Zuccale断層の主要部について, その上部のカタクレーサイトが下部(フィロナイトやマイロナイト)に変位を与える高角な断層を横断して切っていることから, 断層活動は最初に下部で生じた後, 上部へ移行したとしている(図3)。

切り合い関係



正断層が認められるゾーン内に局所的な逆断層のゾーン(青矢印)が示されている。

図1. 本文献調査対象断層の露頭写真及びスケッチ
Choi et al. (2015)
(青矢印, 青字: 加筆箇所)

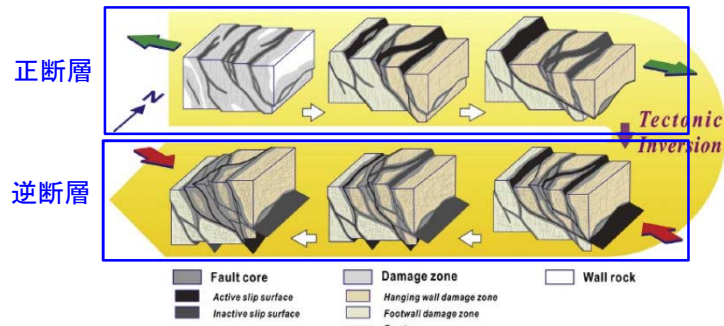
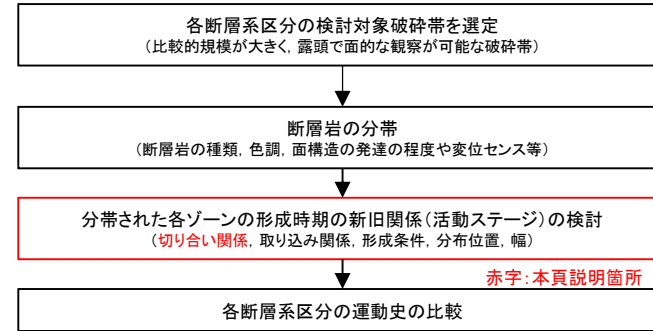
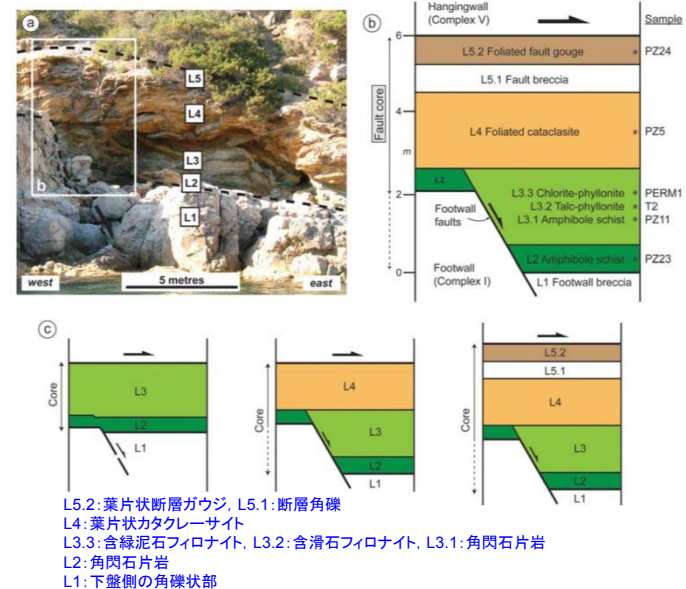


図2. Yangsan-Ulsan fault system のテクトニックインヴァージョンの概念図
Choi et al. (2015)
(青枠, 青字: 加筆箇所)

破碎帯の運動史の検討



切り合い関係



L5.2: 葉片状断層ガウジ, L5.1: 断層角礫
L4: 葉片状カタクレーサイト
L3.3: 含緑泥石フィロナイト, L3.2: 含滑石フィロナイト, L3.1: 角閃石片岩
L2: 角閃石片岩
L1: 下盤側の角礫状部

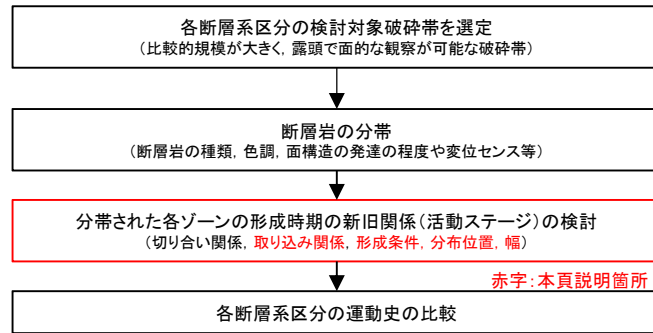
図3. Zuccale fault の形成メカニズム
Smith and Faulkner (2010)
(青字: 加筆箇所)

3.1 破碎帯の運動史の検討方法

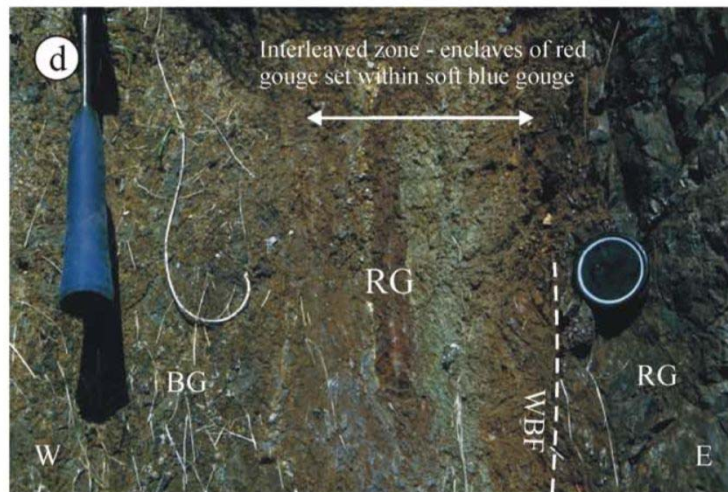
形成時期の新旧関係(取り込み関係, 形成条件, 分布位置, 幅)

- 取り込み関係について, Watts et al.(2007)は, Walls Boundary断層帯の青色断層ガウジに赤色断層ガウジが取り込まれている様子を示し, 青色断層ガウジのほうが赤色断層ガウジよりも形成時期が新しいとしている(図1)。
- 形成条件について, Passchier and Trouw(2005)は, 固結脆性断層岩類は未固結脆性断層岩類より深部で形成されると図示されている(図2)。
- 断層岩の分布位置, 幅について, Braathen et al.(2004)は, 断層が発達していくにつれて, 活動する断層幅が狭くなるとしている(図3)。

破碎帯の運動史の検討方法



取り込み関係



BG: 青色断層ガウジ, RG: 赤色断層ガウジ
 図1. 青色断層ガウジに取り込まれる赤色断層ガウジ
 Watts et al. (2007)
 (青字: 加筆箇所)

形成条件

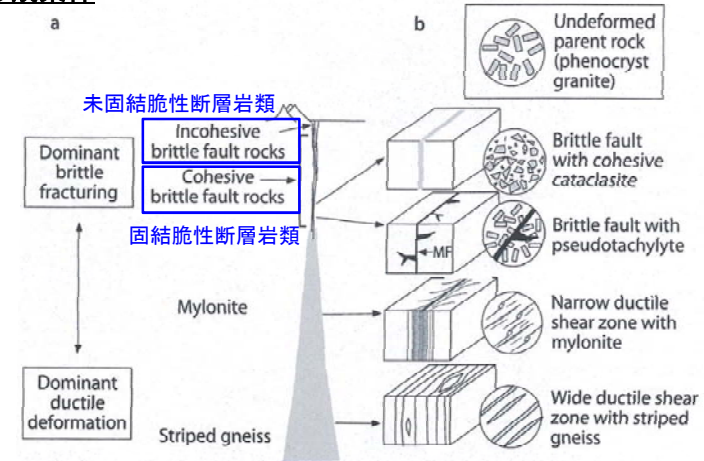


図2. 断層岩の生成深度
 Passchier and Trouw(2005)
 (青枠, 青字: 加筆箇所)

分布位置, 幅

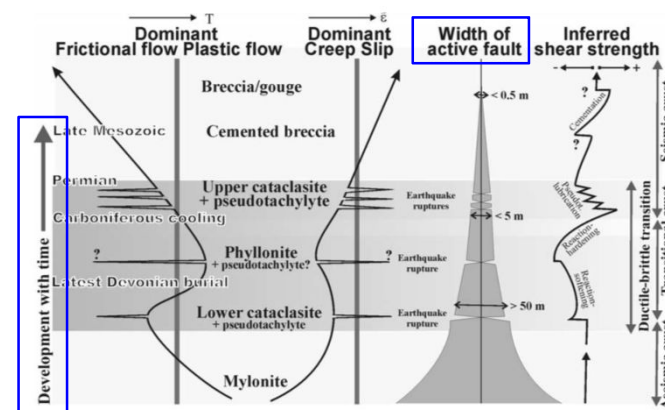


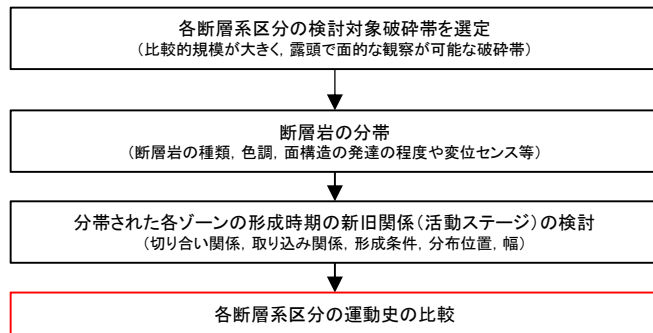
図3. 深度毎の断層岩変形機構概念図
 Braathen et al. (2004)
 (青枠, 青字: 加筆箇所)

3.1 破碎帯の運動史の検討方法

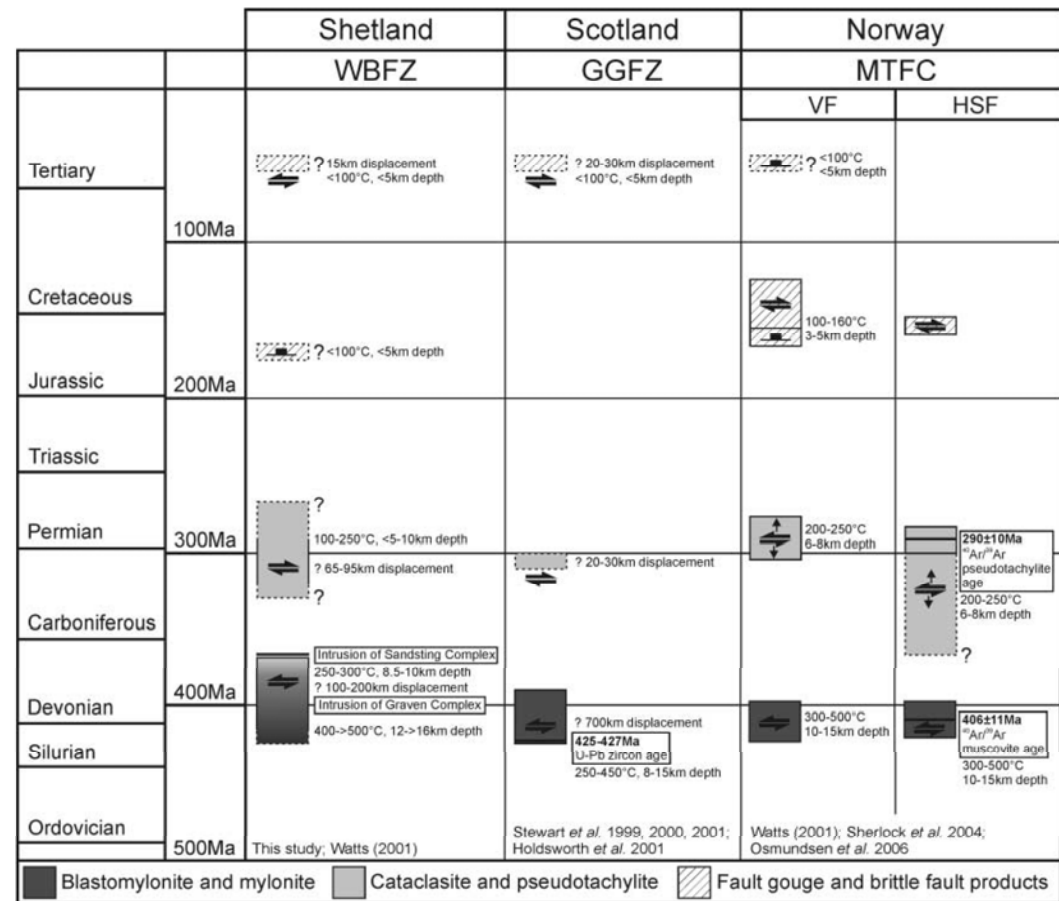
運動史の比較について

- Watts et al. (2007) は、イギリスの大陸棚形成に重要な役割を果たしていると考えられているWalls Boundary断層帯(WBFZ)について分帯及び分帯された各ゾーンの新旧関係を検討している。また、周囲の主要な断層であるスコットランドのGreat Glen断層帯(GGFZ)及びノルウェーのMøre-Trøndelag Fault Complex(MTFC)の運動史と対比することで、これらとの関係性や当該地域の構造発達史におけるWBFZの役割について検討している。

破碎帯の運動史の検討方法



赤枠:本頁説明箇所



各断層帯の運動史の比較
Watts et al. (2007)

3. 破碎帯の運動史の検討

3. 2 破碎帯の運動史に関する検討結果

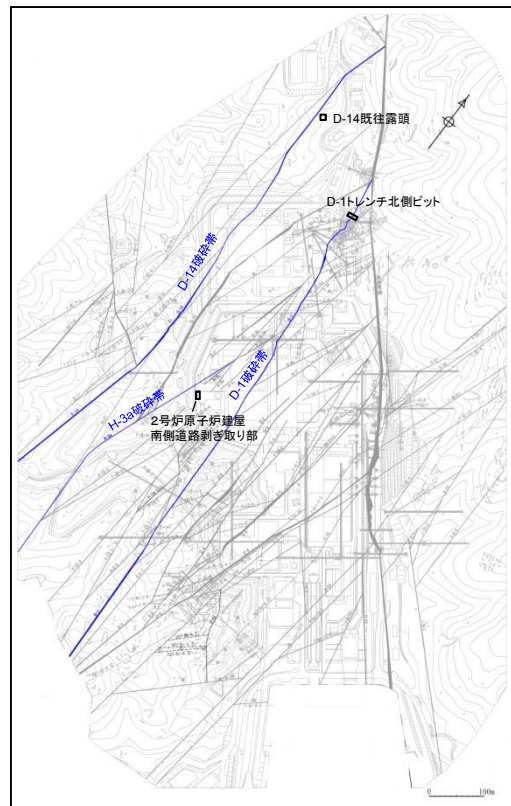
余白

3.2 破砕帯の運動史に関する検討結果

各断層系区分の検討対象破砕帯の選定/断層岩の分帯

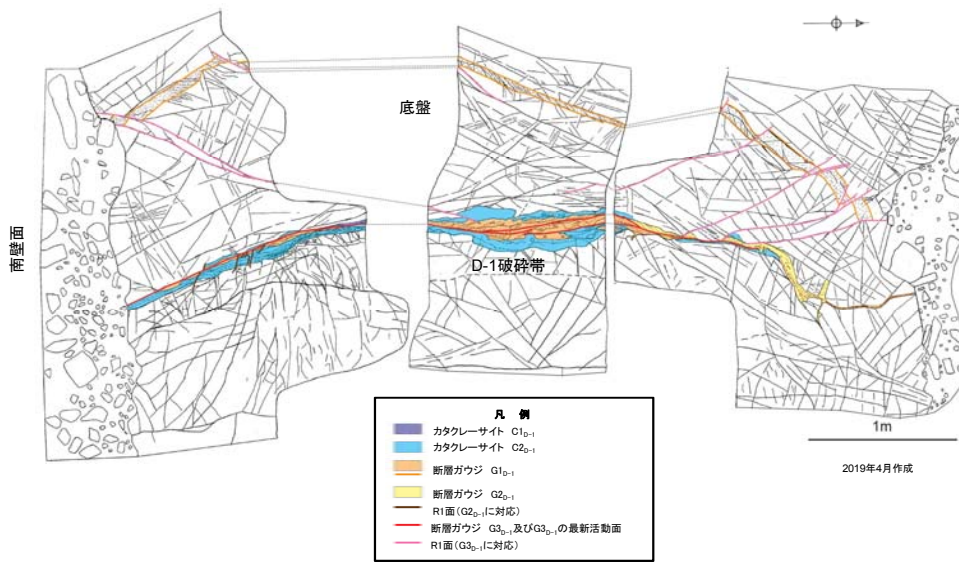
- 各断層系区分の新旧関係を把握するために、各断層系区分に属する破砕帯の運動史を検討した。
- 各断層系区分のうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破砕帯を検討対象(検討対象破砕帯)として選定することとした。
- 断層系区分NのうちD-1破砕帯を、断層系区分LLのうちD-14破砕帯※を、断層系区分RLのうちH-3a破砕帯を各断層系区分の検討対象破砕帯とした。
- 各検討対象破砕帯の断層岩について露頭観察、ブロックサンプル観察、研磨片観察及び薄片試料観察を行った結果、3~5つのゾーンに分帯された。

※D-14破砕帯は4条対象破砕帯であるが、断層系区分LLに分類され、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能であることから破砕帯の運動史の検討においては検討対象とした。

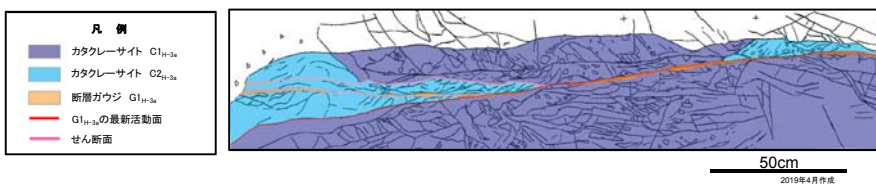


検討対象破砕帯の分布図

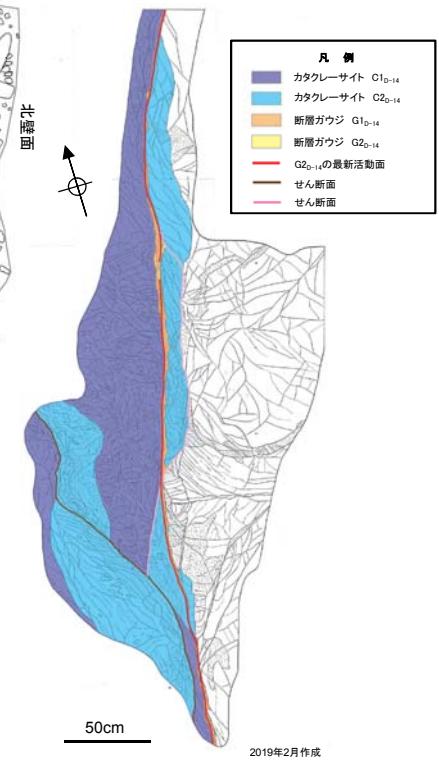
D-1破砕帯(D-1トレンチ北側ピット)



H-3a破砕帯(2号炉原子炉建屋南側道路剥ぎ取り部)



D-14破砕帯(D-14既往露頭)

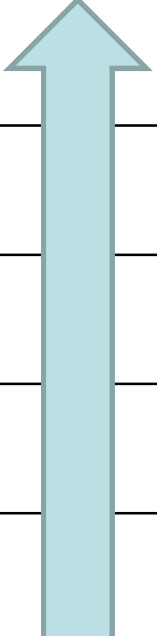
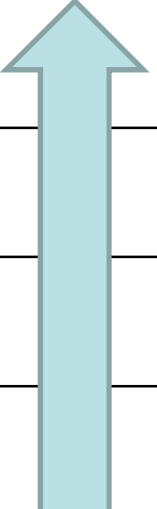


3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係の検討/各断層系区分の運動史の比較

- 同じ断層系区分に属する破碎帯は、かつて活動した際の応力場(古応力場)が同じであったことを示しており、活動時期も同じであったと判断されるものである。
- 断層系区分同士の新旧関係を検討し、より新しい時期に活動した断層系区分(代表断層系区分)を特定出来れば、それ以外の断層系区分に属する破碎帯の最新の活動時期は代表断層系区分に属する破碎帯の最新の活動時期よりも古い時期に活動したものであると判断される。
- 各断層系区分の検討対象破碎帯について、分帯された各ゾーンの新旧関係を検討し、各断層系区分の運動史を比較した結果、活動ステージの順番は整合しており、「カタクレーサイトの左横ずれ(SC-1と呼称)」→「カタクレーサイトの右横ずれ(SC-2と呼称)」→「断層ガウジの右横ずれ(SG-1と呼称)」→「断層ガウジの左横ずれ(SG-2と呼称)」→「断層ガウジの正断層(SG-3)」の順であると判断される。
- 断層系区分NはSC-1～SG-3の5つ全ての活動ステージの履歴、断層系区分LLはSC-1～SG-2までの4つの履歴、断層系区分RLはSC-1～SG-1までの3つの履歴を有している。
- 以上のことから、より新しい時期に活動した断層系区分は、より新しい活動ステージであるSG-3の履歴を有する断層系区分Nと判断される。
- 次頁以降に、各調査地点の運動史に関する具体的な検討結果を示す。

断層系区分の新旧関係

| 破 碎 帯 | | | 断層系区分N (D-1破碎帯) | 断層系区分LL (D-14破碎帯) | 断層系区分RL (H-3a破碎帯) | | |
|----------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------|--|--|---|---|
| 活 動 ス テ ー ジ | より新しい時期 ↑ | 断 層 ガ ウ ジ | SG-3 (正断層) |  | — | — | |
| | | | SG-2 (左横ずれ) | | — | — | |
| | | | SG-1 (右横ずれ) | | — | — | |
| | より古い時期 ↓ | カ タ ク レ ー サ イ ト | SC-2 (右横ずれ) | |  | — | — |
| | | | SC-1 (左横ずれ) | | | — | — |

—:認められない活動ステージ

3. 2 破碎帯の運動史に関する検討結果

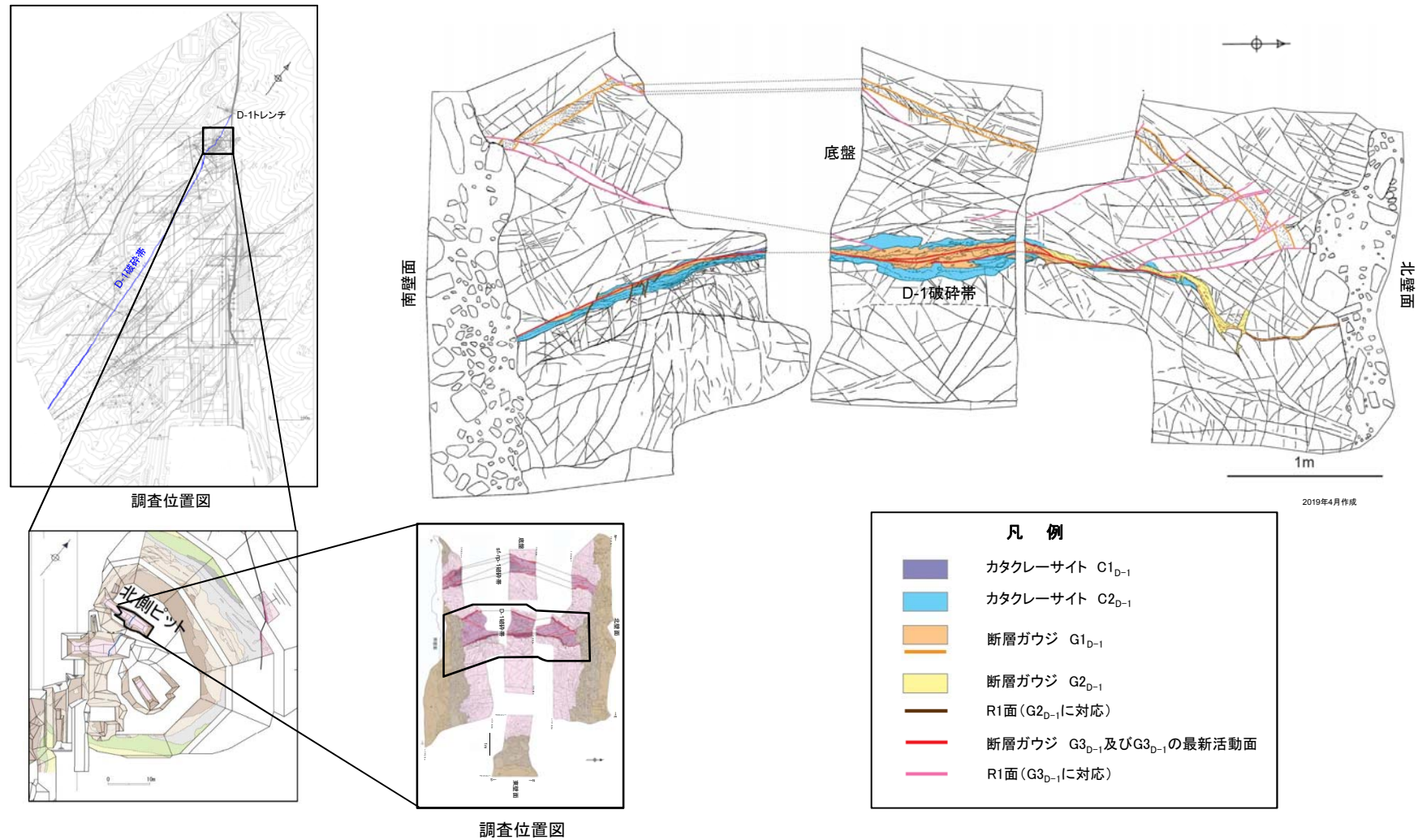
断層系区分N:D-1破碎帯

余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(1)

- 断層系区分Nのうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破碎帯であるD-1破碎帯について、D-1トレンチ北側ピットにおいて運動史の検討を行った。
- カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを3つのゾーンに分帯した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{D-1}→カタクレーサイトC2_{D-1}→断層ガウジG1_{D-1}→断層ガウジG2_{D-1}→断層ガウジG3_{D-1}と判断される。
- 次頁以降に、具体的な検討結果を示す。



余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(2) - 断層岩の分帯

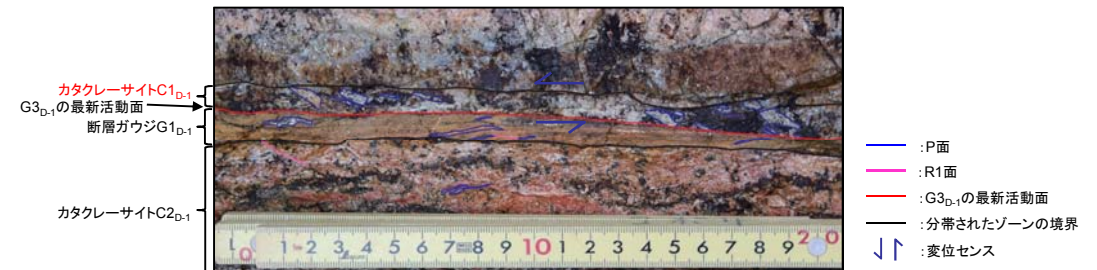
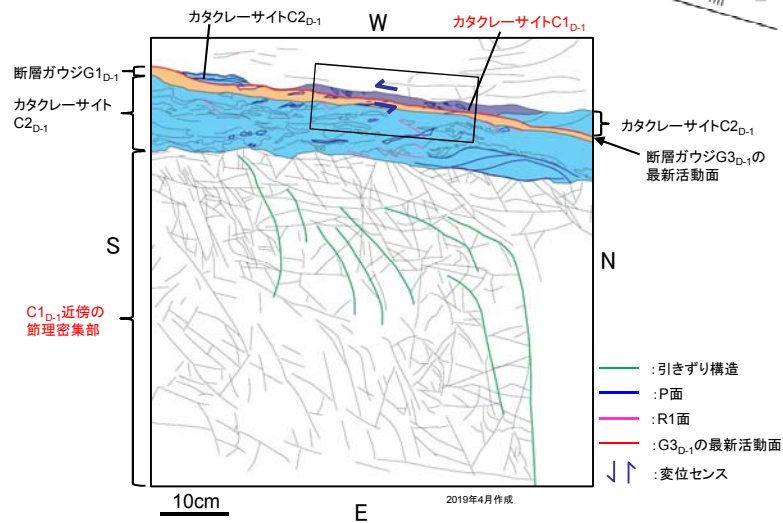
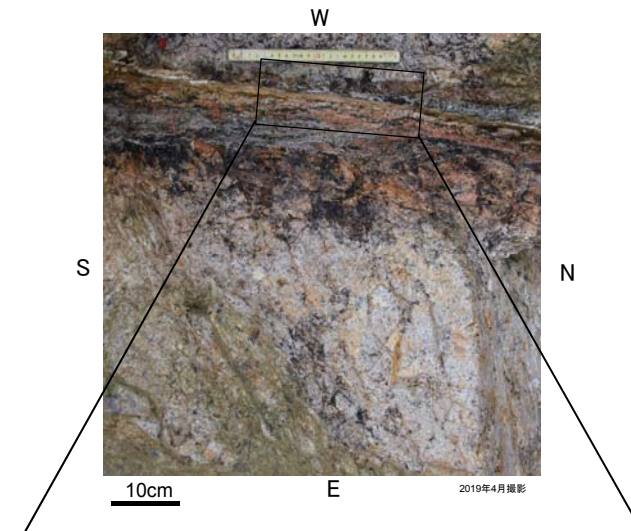
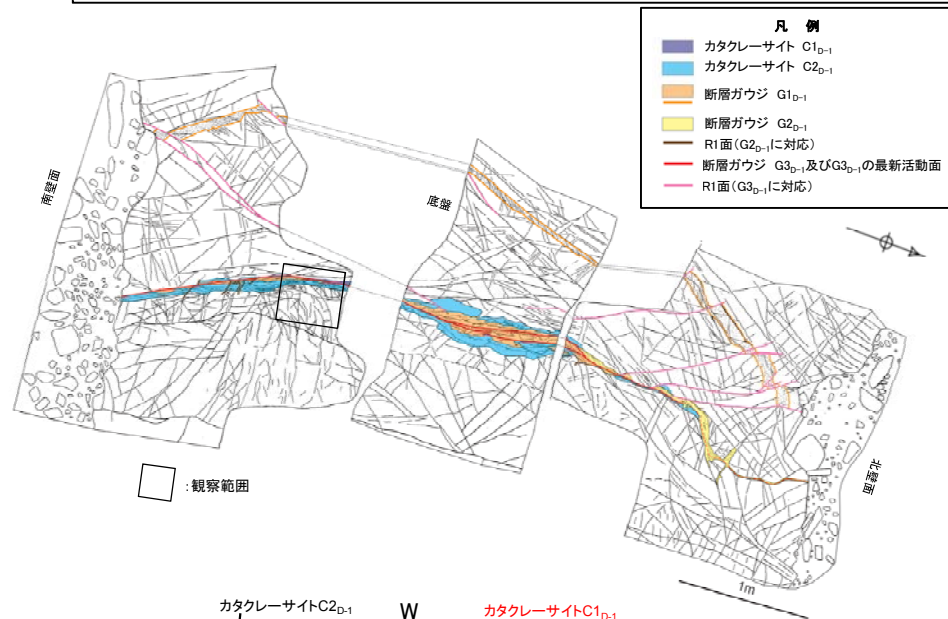
- 断層岩の分帯にあたっては、露頭観察、ブロックサンプル観察、研磨片観察、薄片試料観察を行い、断層岩の種類、色調、面構造の発達程度や変位センス等に着目した。
- その結果、カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを3つのゾーンに分帯した。

| 分帯されたゾーン | | 特徴 |
|----------|-------------------|--|
| 断層ガウジ | G3 _{D-1} | <ul style="list-style-type: none"> 暗褐色を呈する幅数mmの断層ガウジからなる。 正断層センスを示す複合面構造が見られる。 縦ずれセンスを示す高角度条線が見られる。 断層ガウジから上盤側に派生したR1面が多く見られる。 |
| | G2 _{D-1} | <ul style="list-style-type: none"> 黄橙色を呈する幅5cm程度の断層ガウジからなり、白色岩片を多く含む。左ずれセンスを示す白色岩片の定向配列が見られる。 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。 |
| | G1 _{D-1} | <ul style="list-style-type: none"> 赤褐色、橙色、黄褐色を呈する幅2～10cm程度の断層ガウジからなり、白色岩片を多く含む。色調の異なる断層ガウジが層状に分布する。右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。 D-1破碎帯の西端には、2条の断層ガウジが分布する。1条は灰黄色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなり、白色岩片を多く含む。右ずれセンスを示す面構造が見られる。もう1条は赤灰色を呈する幅2cm以下の断層ガウジからなり、右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。 |
| カタクレーサイト | C2 _{D-1} | <ul style="list-style-type: none"> 暗灰色、灰色、赤灰色を呈する葉片状カタクレーサイトからなる。右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。 |
| | C1 _{D-1} | <ul style="list-style-type: none"> 最新活動面の西側に狭長に分布するカタクレーサイトには、左ずれセンスを示す面構造がみられ、その方向と同方向の長軸をもつ岩片の配列が見られる。 左ずれセンスを示す複合面構造が見られる。 カタクレーサイト近傍の岩盤には、幅広く左ずれを示す節理の引きずり構造が見られる。 |

3.2 破砕帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破砕帯(3) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC1_{D-1})

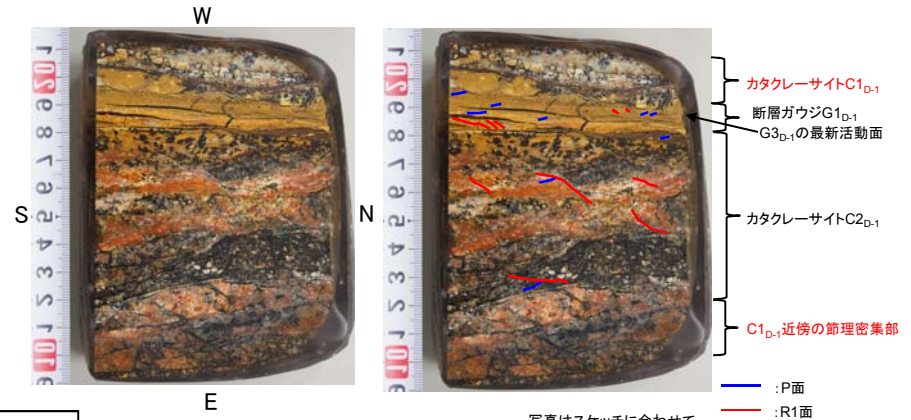
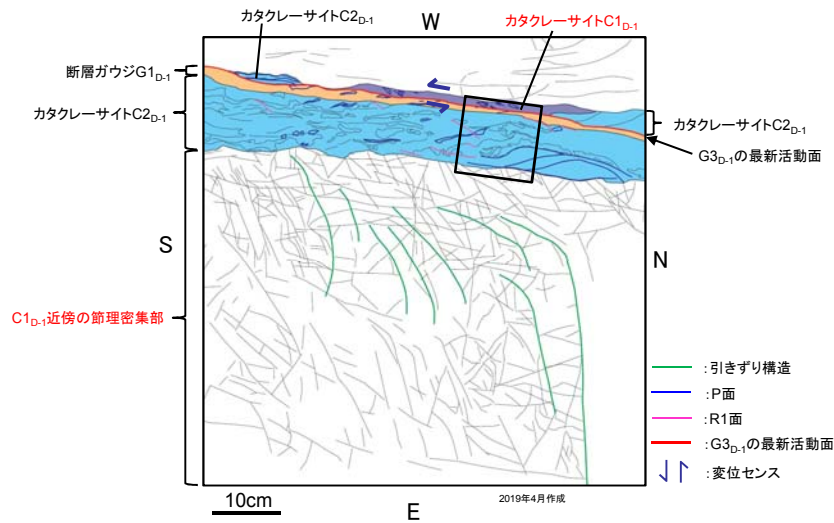
- 最新活動面の西側に狭長に分布するカタクレーサイトには、左ずれセンスを示す面構造がみられ、その方向と同方向の長軸をもつ岩片の配列が見られる。



3.2 破砕帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破砕帯(4) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC1_{D-1})

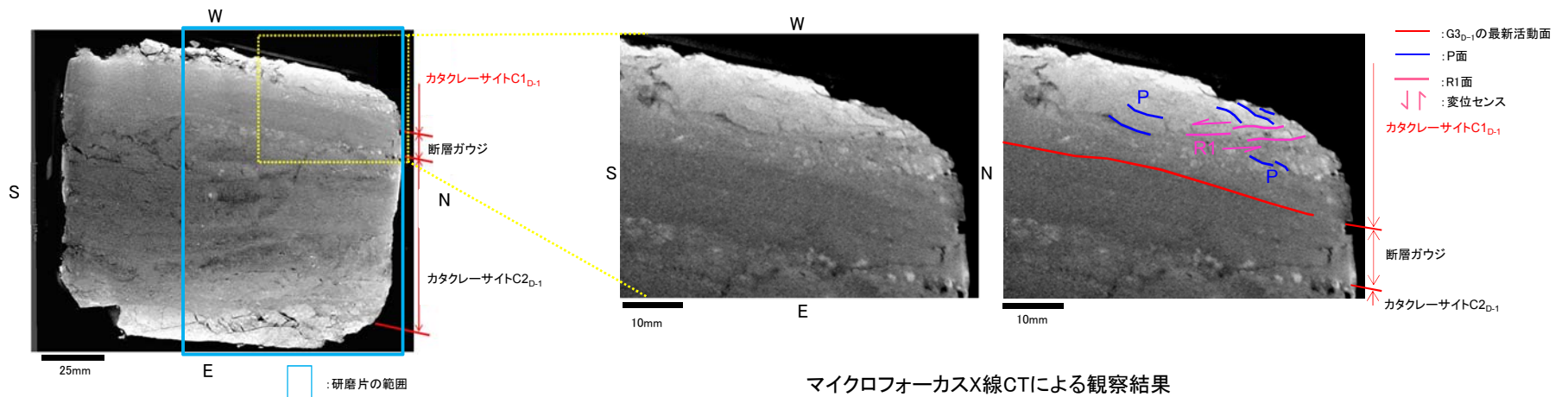
- 左ずれセンスを示す複合面構造が見られる。



| 凡例 | |
|----------------|----------------------------|
| ■ (Blue) | カタクレーサイト C1 _{D-1} |
| ■ (Light Blue) | カタクレーサイト C2 _{D-1} |
| ■ (Orange) | 断層ガウジ G1 _{D-1} |

□ : 試料採取位置

左のスケッチは、ブロックサンプル採取後の法面を観察したもので、右の研磨片の切断面よりも掘り込まれているため観察面が若干異なる。また、研磨片の方がより狭い範囲を詳細に観察しているため、スケッチで示した複合面構造の分布と合わないことがある。

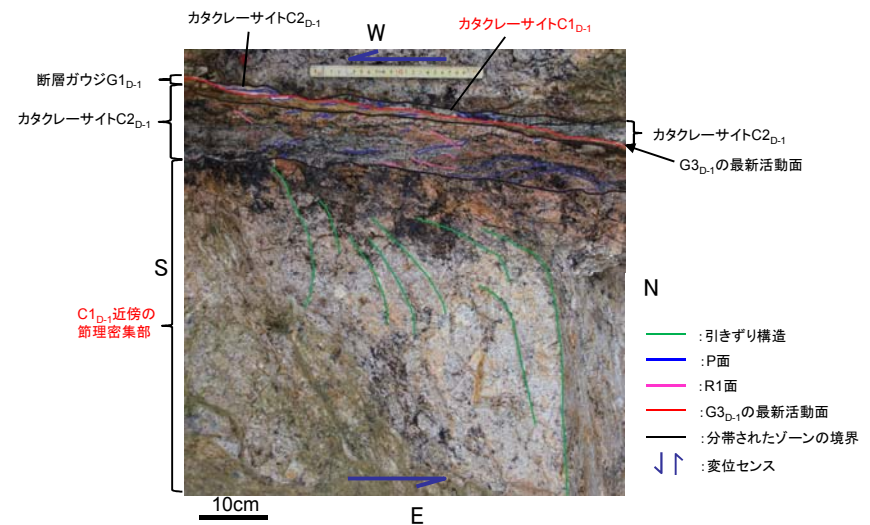
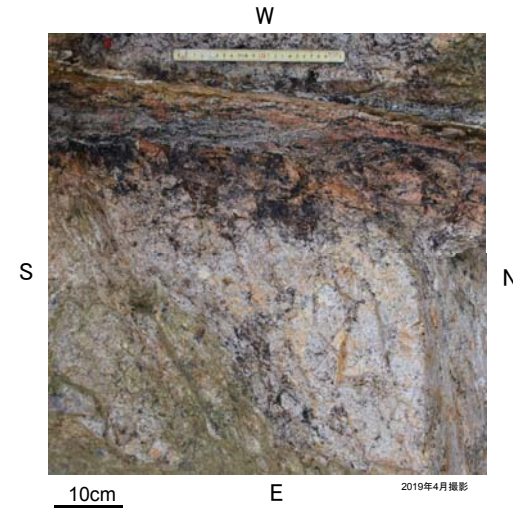
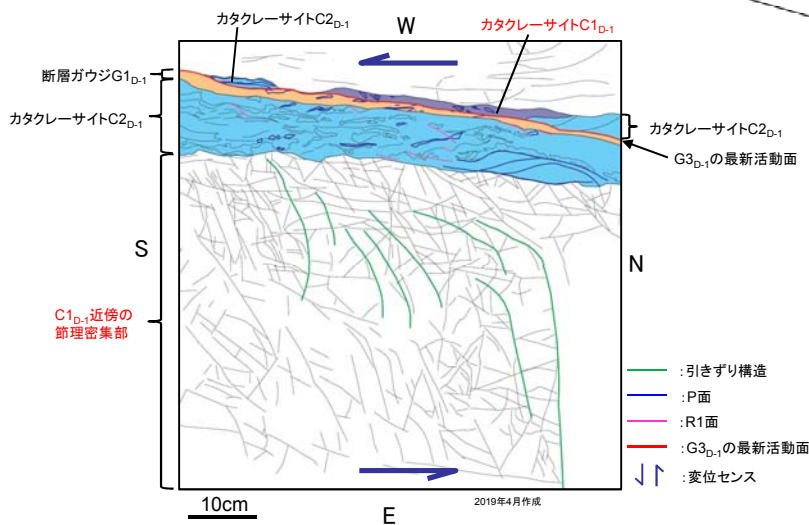
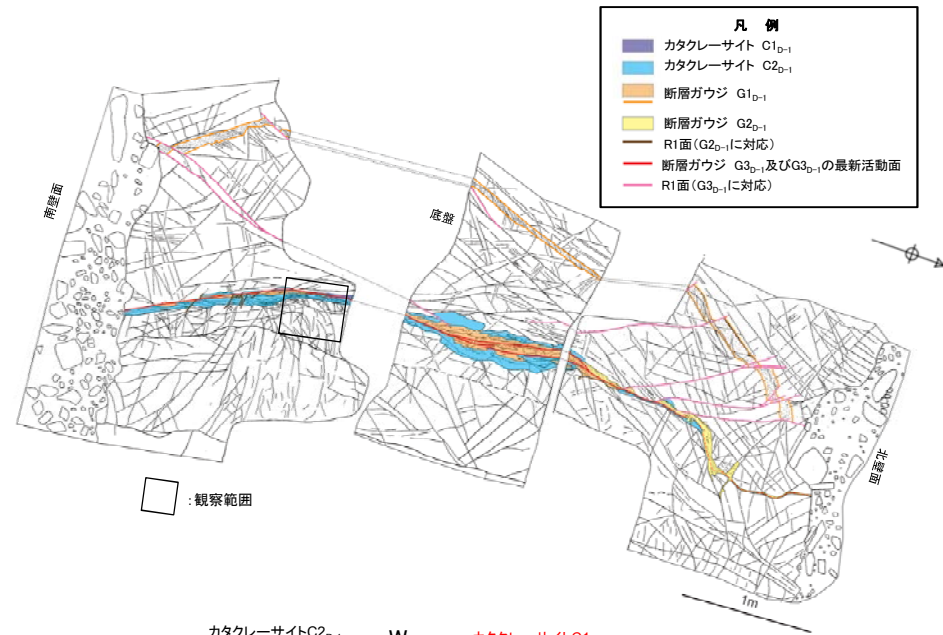


マイクロフォーカスX線CTによる観察結果

3.2 破砕帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破砕帯(5) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC1_{D-1})

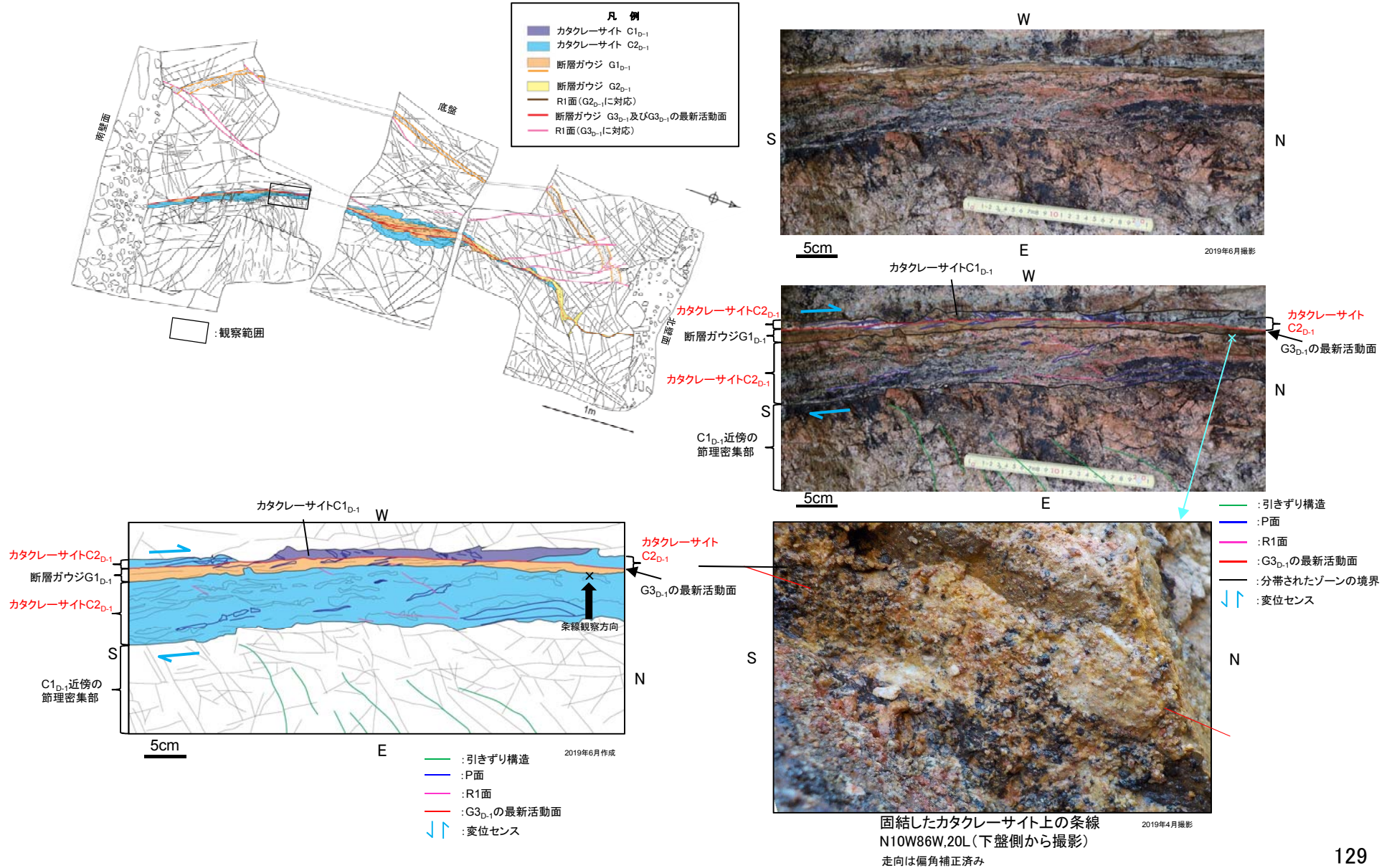
- カタクレーサイト近傍の岩盤には、幅広く左ずれセンスを示す節理の引きずり構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(6) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC2_{D-1})

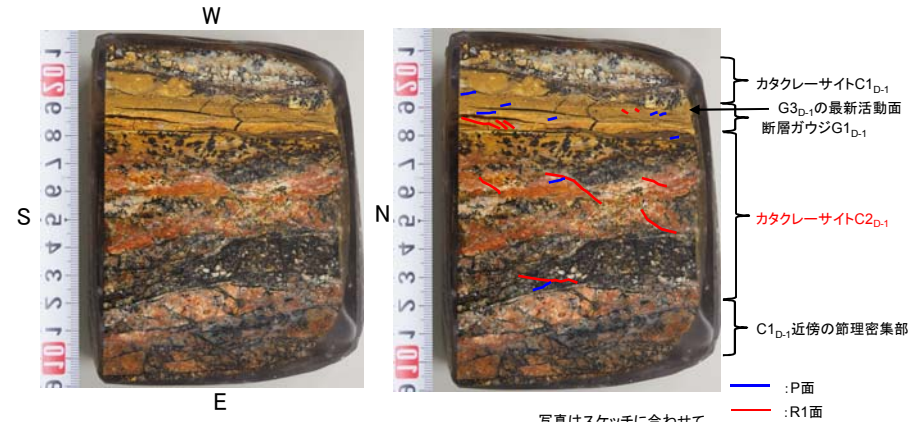
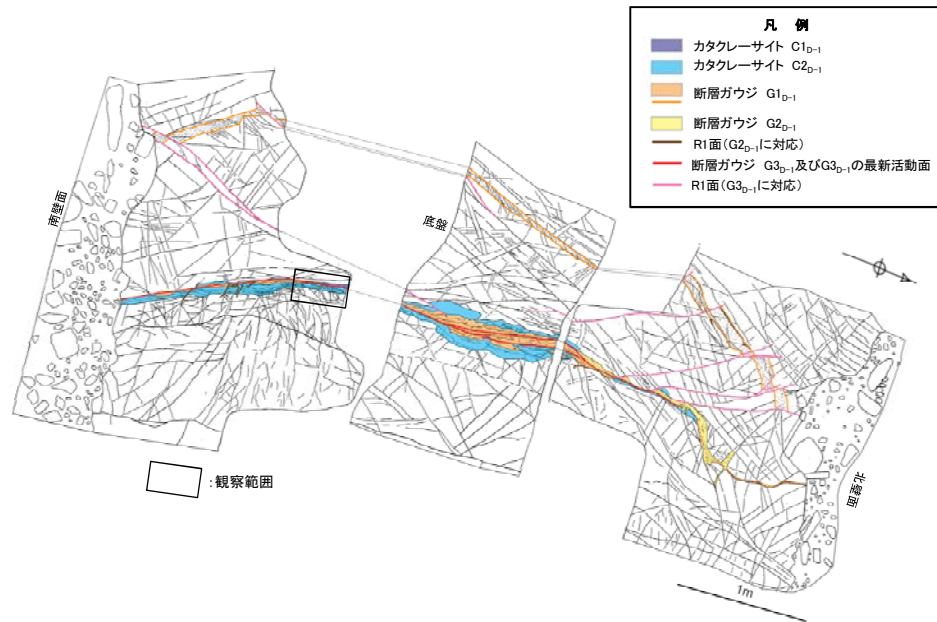
- ・ 暗灰色、灰色、赤灰色を呈する葉片状カタクレーサイトからなる。右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。
- ・ 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

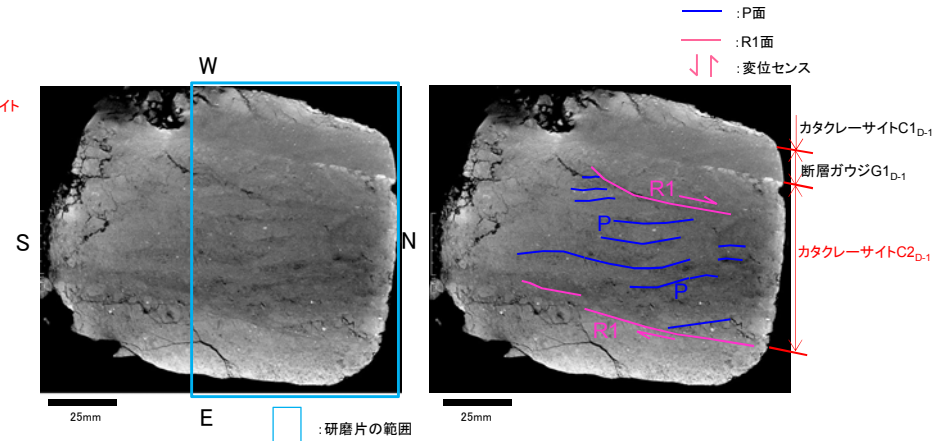
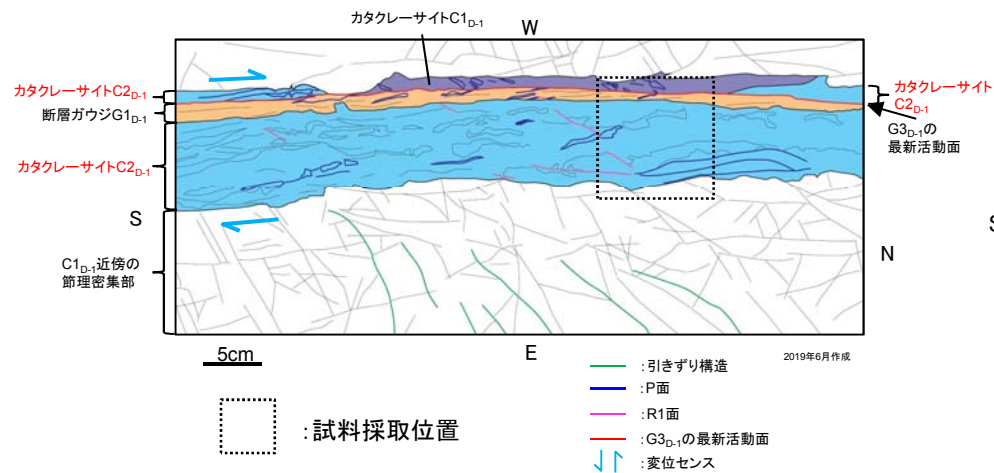
D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(7) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC2_{D-1})

- 暗灰色、灰色、赤灰色を呈する葉片状カタクレーサイトからなり、右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。



ブロックサンプルの研磨片

写真はスケッチに合わせて反転させている

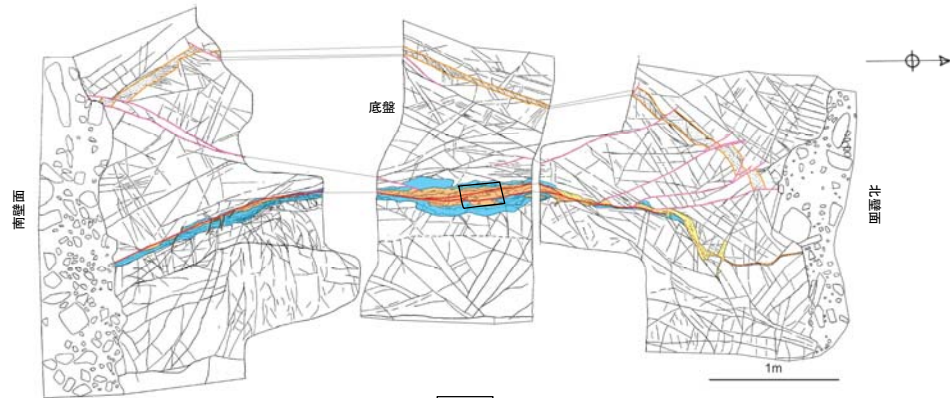


マイクロフォーカスX線CTによる観察結果

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(8) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{D-1})

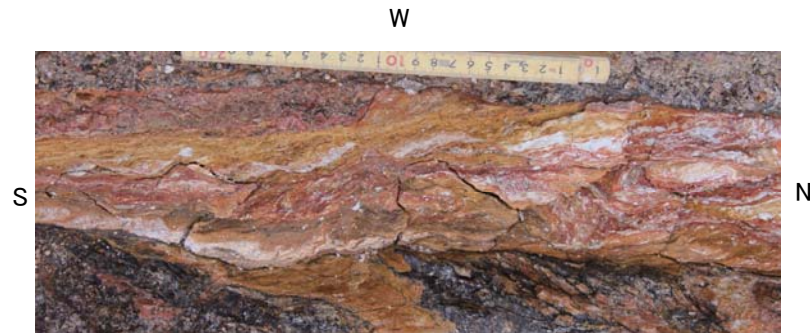
- 赤褐色, 橙色, 黄褐色を呈する幅2~10cm程度の断層ガウジからなり, 白色岩片を多く含む。色調の異なる断層ガウジが層状に分布する。右ずれセスを示す複合面構造が見られる。



- 凡例**
- カタレーサイト G1_{D-1}
 - カタレーサイト G2_{D-1}
 - 断層ガウジ G1_{D-1}
 - 断層ガウジ G2_{D-1}
 - R1面 (G2_{D-1}に対応)
 - 断層ガウジ G3_{D-1}及びG3_{D-1}の最新活動面
 - R1面 (G3_{D-1}に対応)

□ : 観察範囲

- : P面
- : R1面
- : G3_{D-1}の最新活動面
- ⇓⇑ : 変位センス



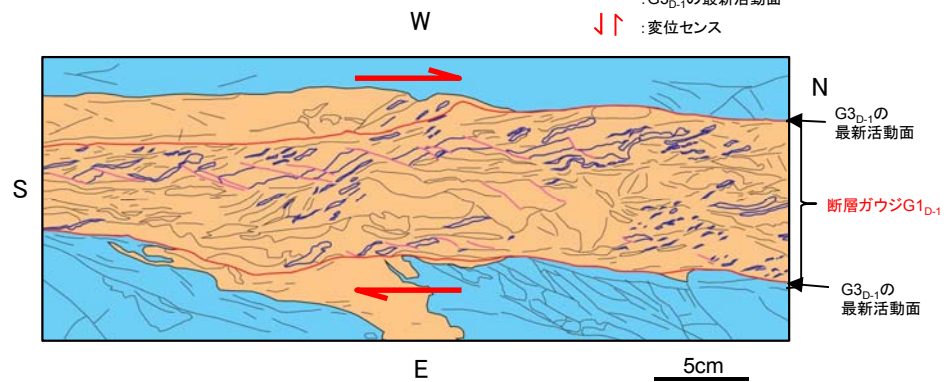
W

E

5cm

2019年4月撮影

- : P面
- : R1面
- : G3_{D-1}の最新活動面
- : 分帯されたゾーンの境界
- ⇓⇑ : 変位センス

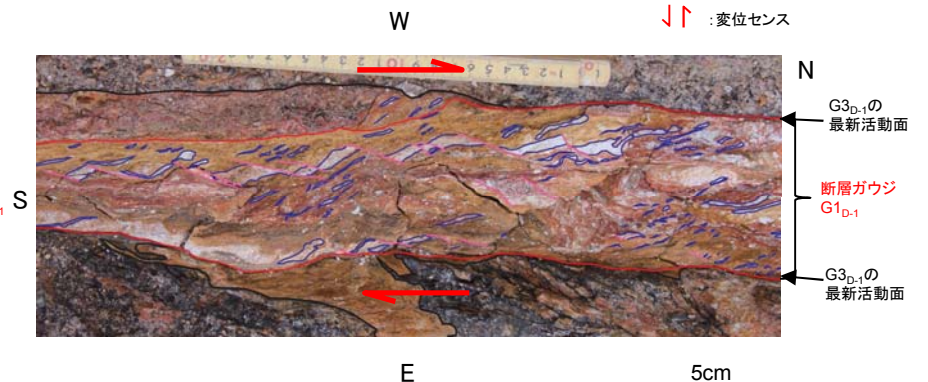


W

E

5cm

2019年4月作成



W

E

5cm

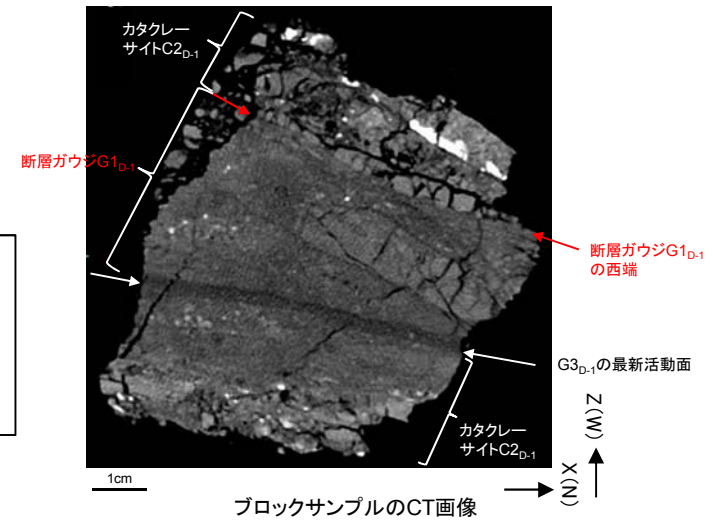
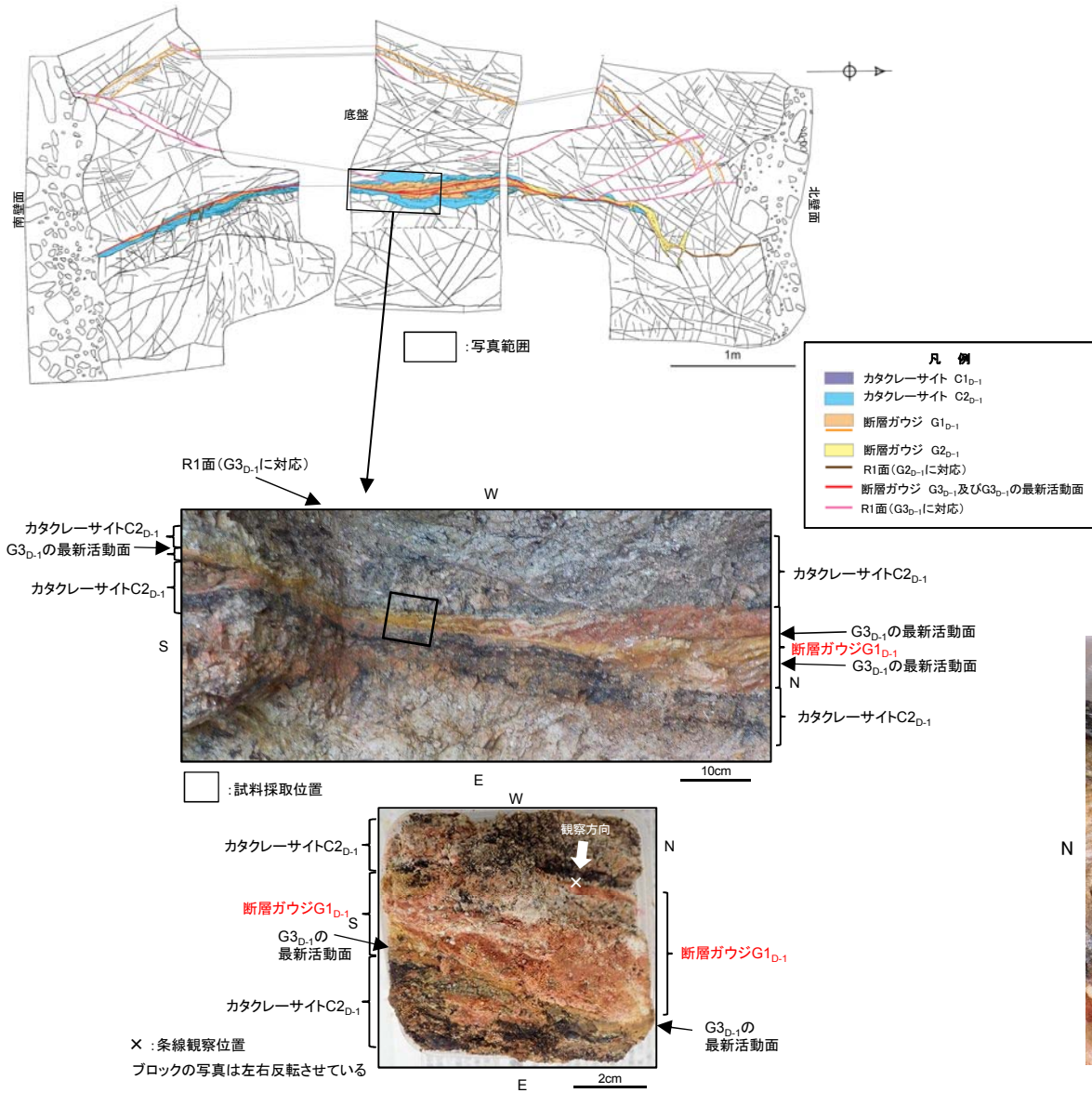
- G3_{D-1}の最新活動面
- 断層ガウジ G1_{D-1}
- G3_{D-1}の最新活動面

破碎帯の代表性評価の基本的考え方について

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(9) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{D-1})

・横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。



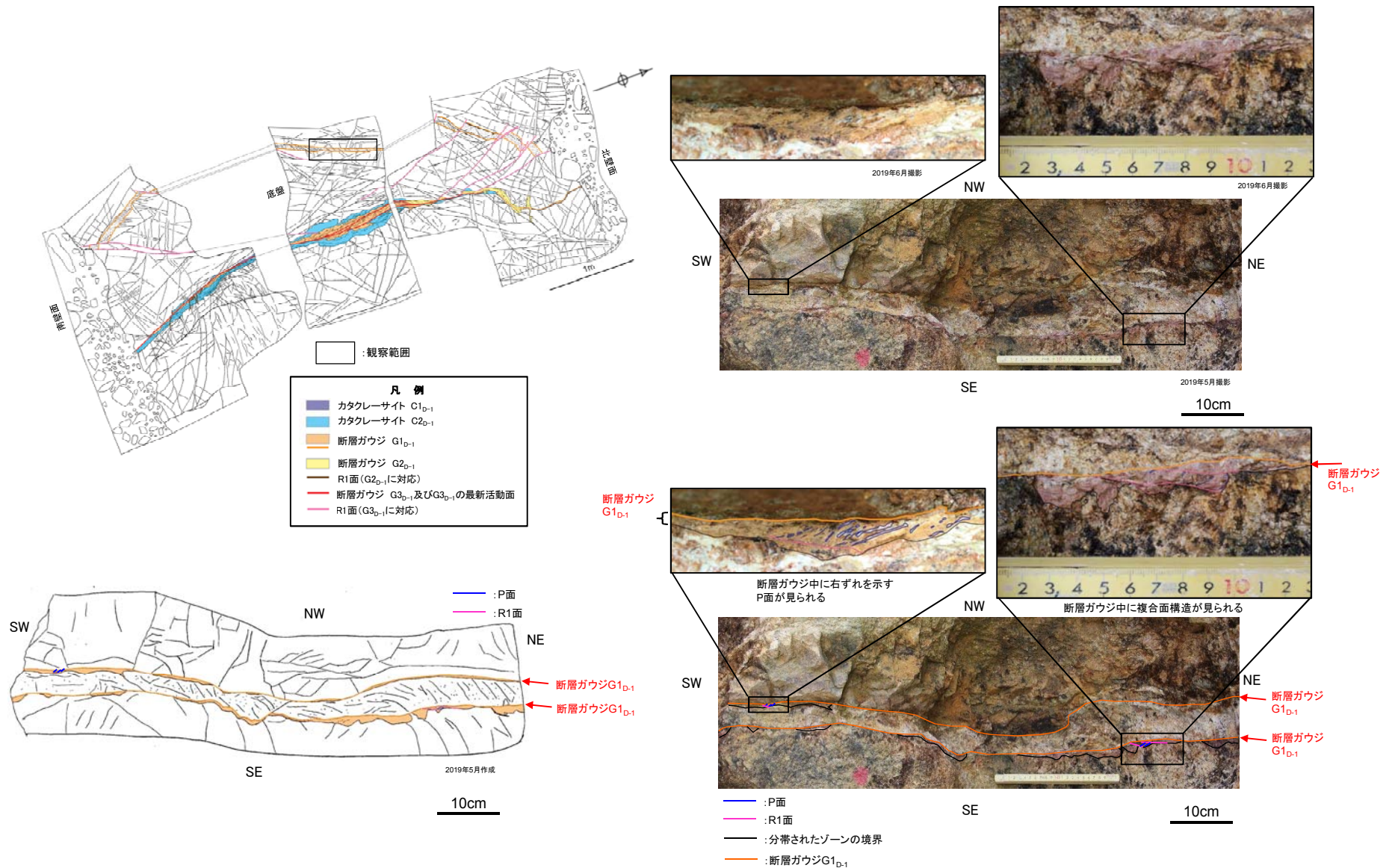
N7W68W, 10R (上盤側から撮影)
走向は偏角補正済み

2019年6月撮影

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(10) - 断層岩の分帯(断層ガウジG1_{D-1})

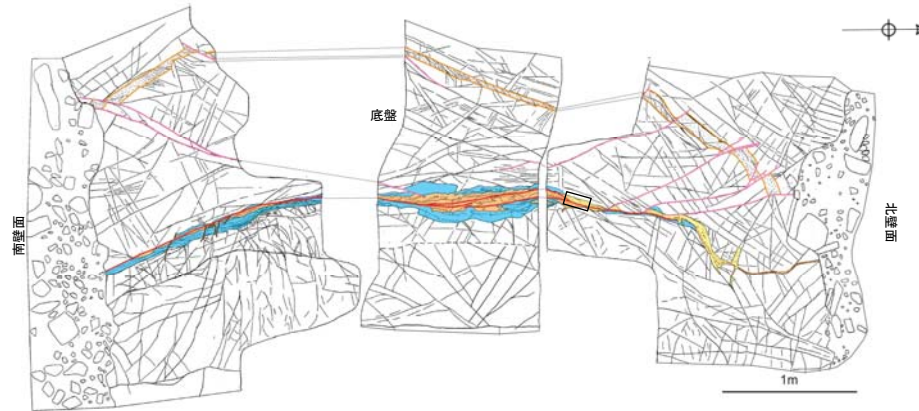
- D-1破碎帯の西端には、2条の断層ガウジが分布する。1条は灰黄色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなり、白色岩片を多く含む。右ずれセンスを示す面構造が見られる。もう1条は赤灰色を呈する幅2cm以下の断層ガウジからなり、右ずれセンスを示す複合面構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(11) - 断層岩の分帯(断層ガウジG2_{D-1})

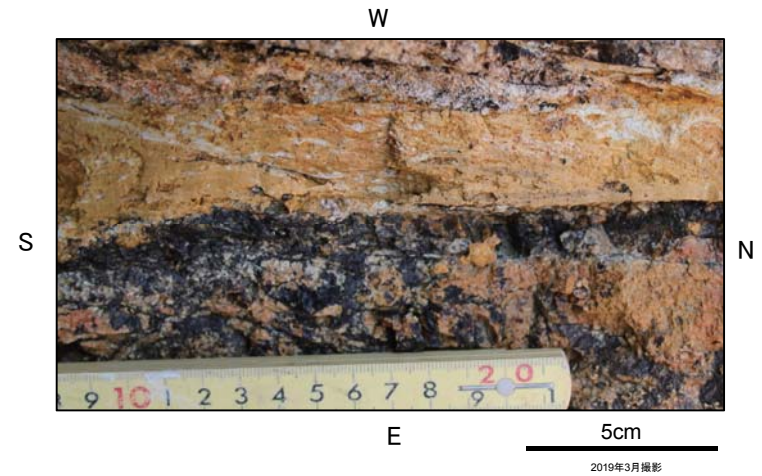
・黄橙色を呈する幅5cm程度の断層ガウジからなり、白色岩片を多く含む。左ずれを示す白色岩片の定向配列が見られる。



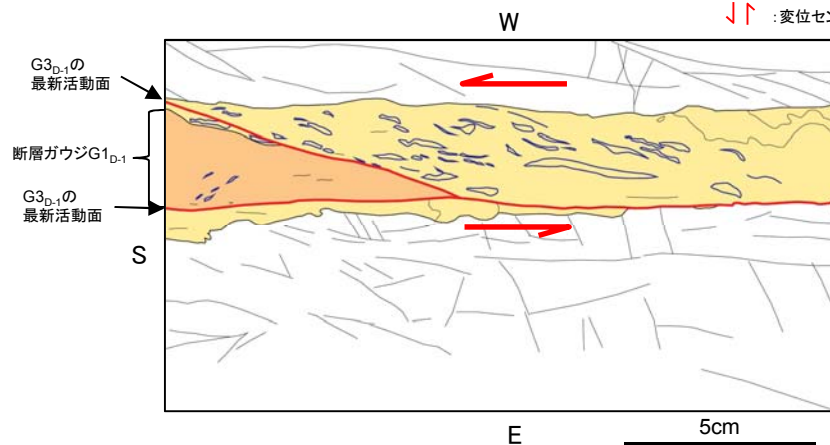
- 凡例
- カタラーサイト C1_{D-1}
 - カタラーサイト C2_{D-1}
 - 断層ガウジ G1_{D-1}
 - 断層ガウジ G2_{D-1}
 - R1面 (G2_{D-1}に対応)
 - 断層ガウジ G3_{D-1}及びG3_{D-1}の最新活動面
 - R1面 (G3_{D-1}に対応)

: 観察範囲

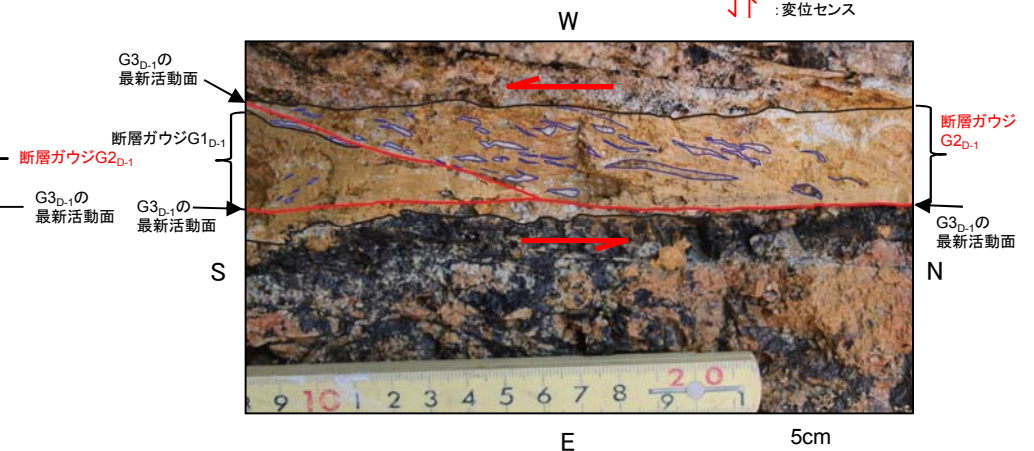
- : P面
- : G3_{D-1}の最新活動面
- : 変位センス



- : P面
- : G3_{D-1}の最新活動面
- : 分帯されたゾーン境界
- : 変位センス



2019年3月作成

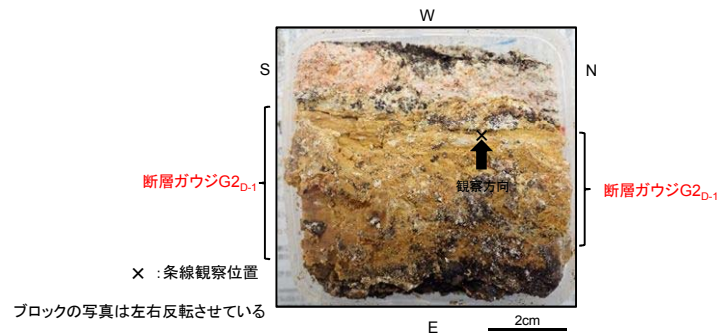
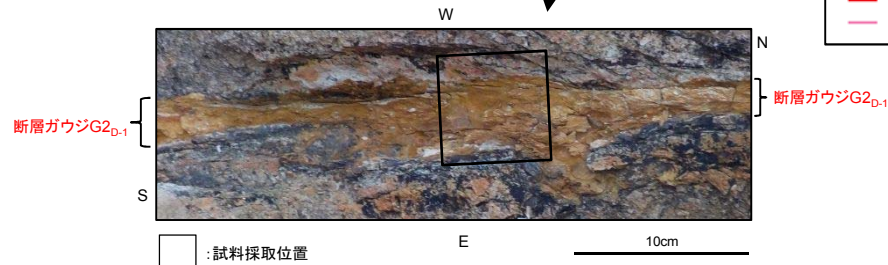
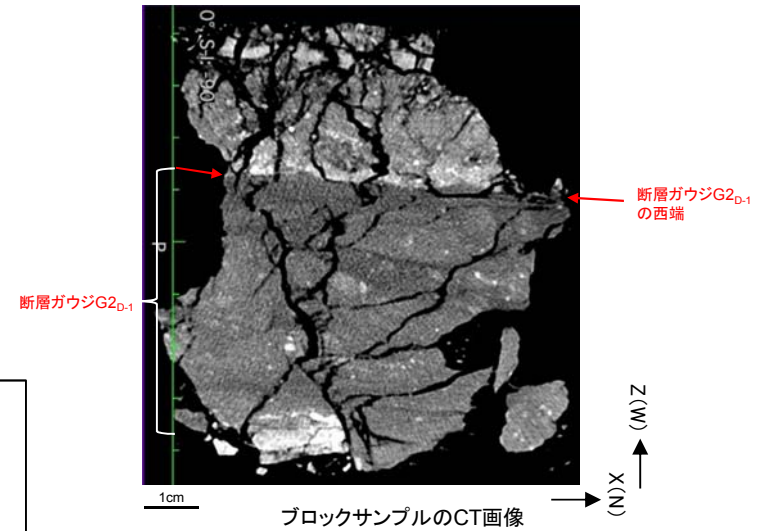
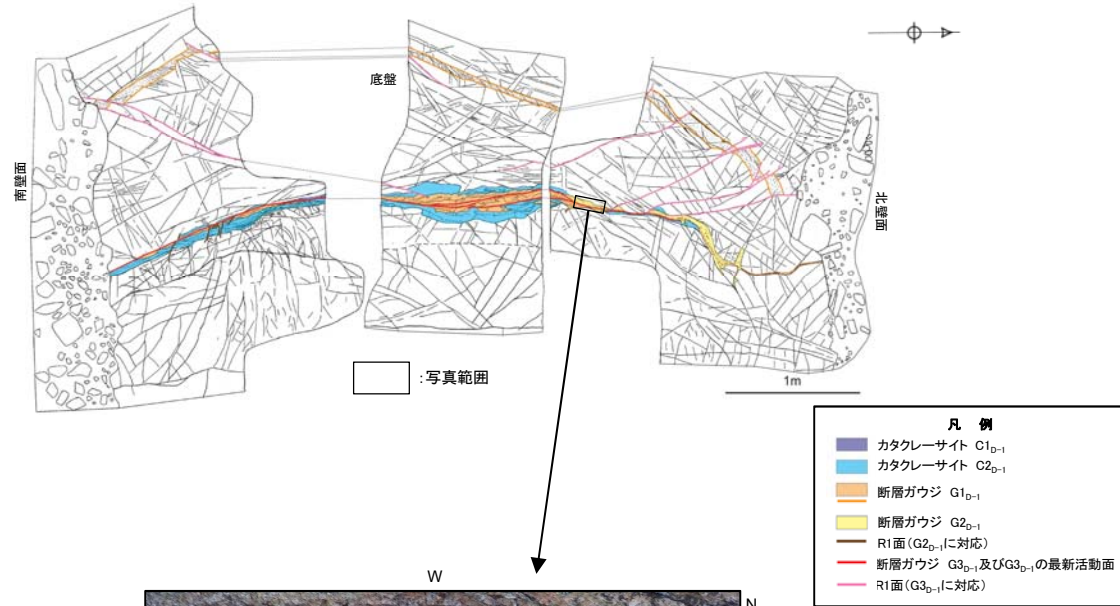


破碎帯の代表性評価の基本的考え方について

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(12) - 断層岩の分帯(断層ガウジG2_{D-1})

・横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。



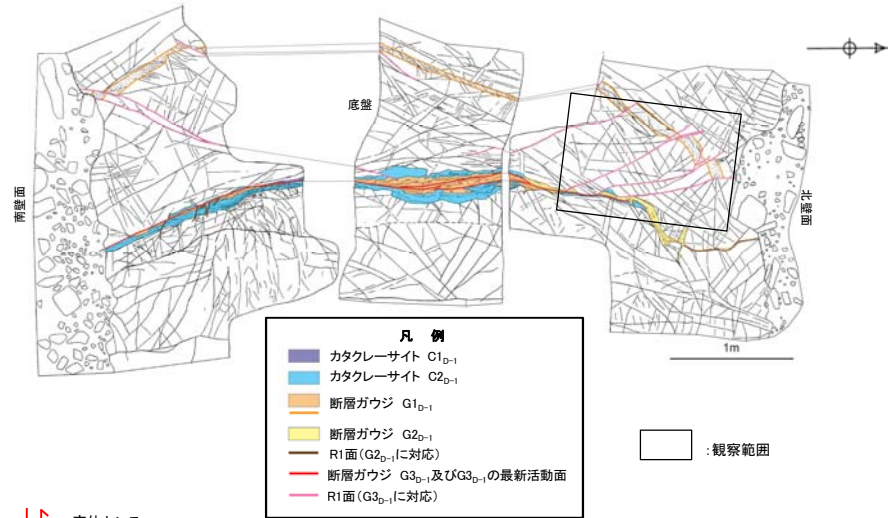
N6E78W,25R(下盤側から撮影)
走向は偏角補正済み

2019年6月撮影

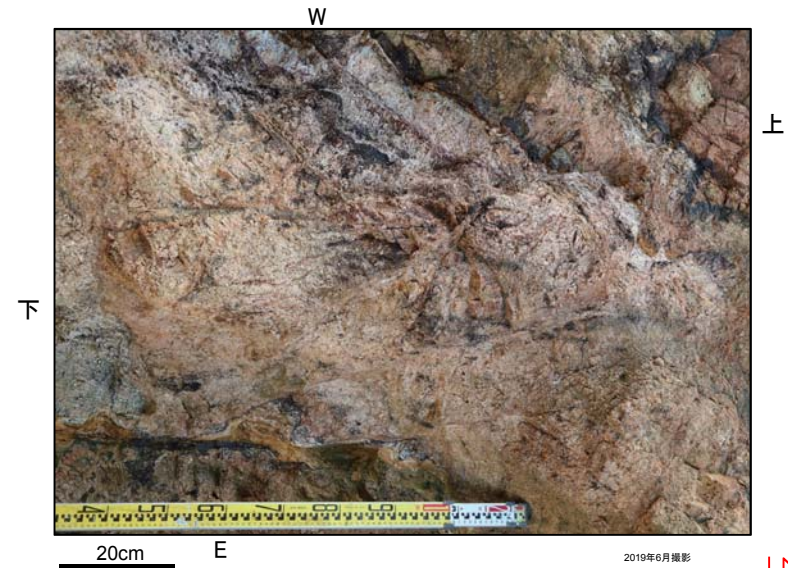
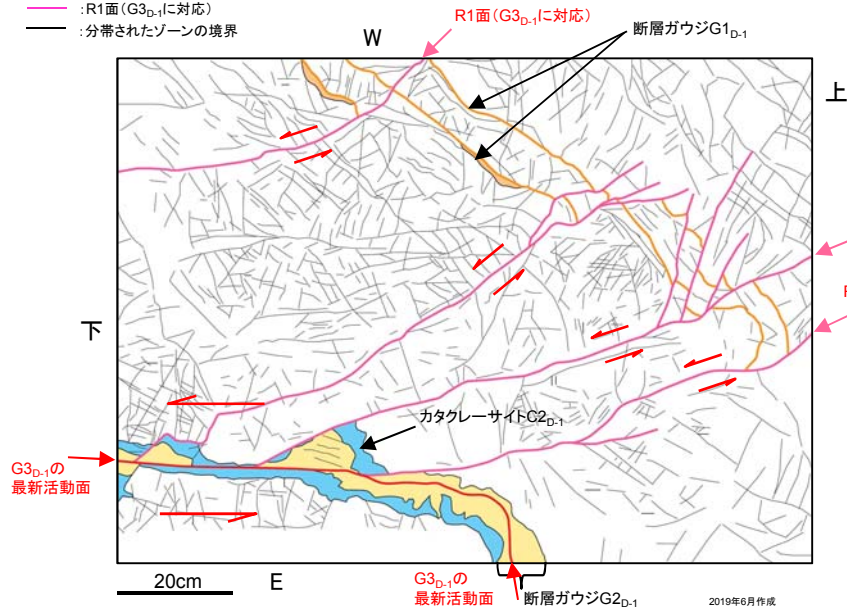
3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(13) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG3_{D-1})

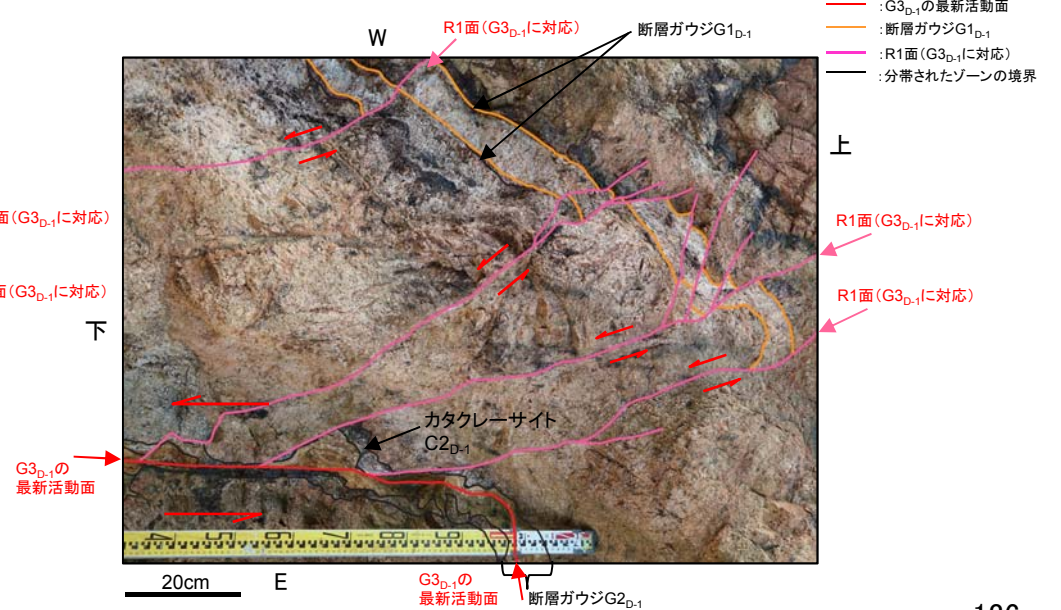
- 暗褐色を呈する幅数mmの断層ガウジからなる。
- 断層ガウジから上盤側に派生したR1面が多く見られる。



- ↕↕ : 変位センス
- : G3_{D-1}の最新活動面
- : 断層ガウジG1_{D-1}
- : R1面 (G3_{D-1}に対応)
- : 分帯されたゾーンの境界



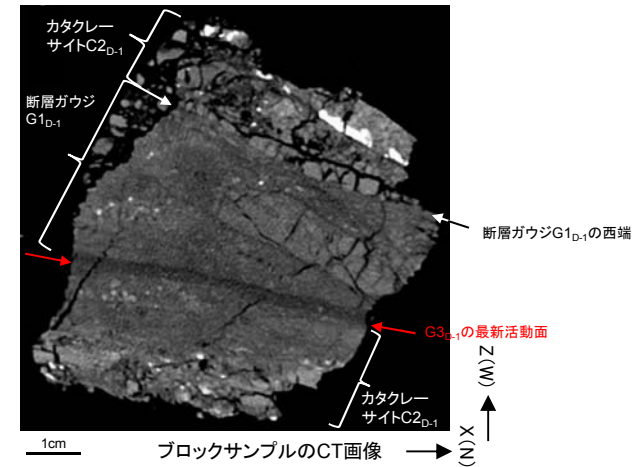
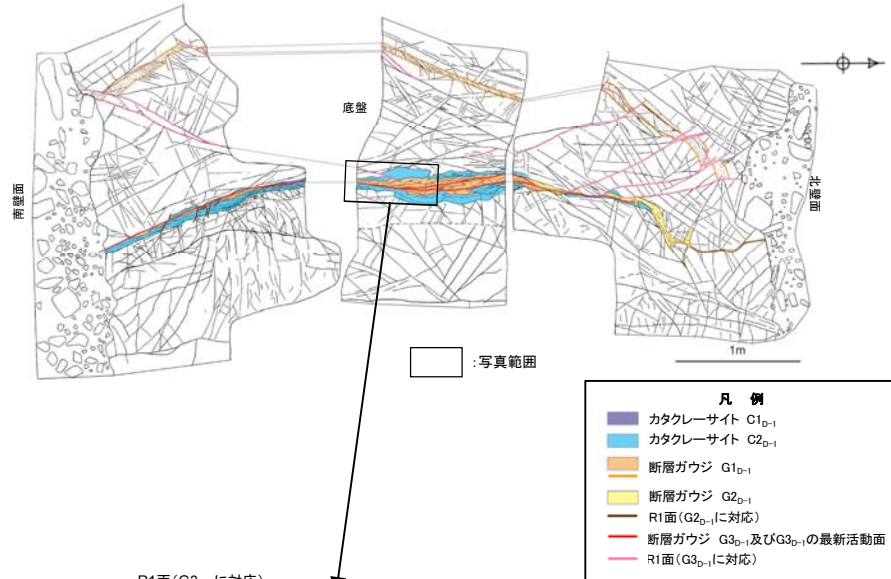
- ↕↕ : 変位センス
- : G3_{D-1}の最新活動面
- : 断層ガウジG1_{D-1}
- : R1面 (G3_{D-1}に対応)
- : 分帯されたゾーンの境界



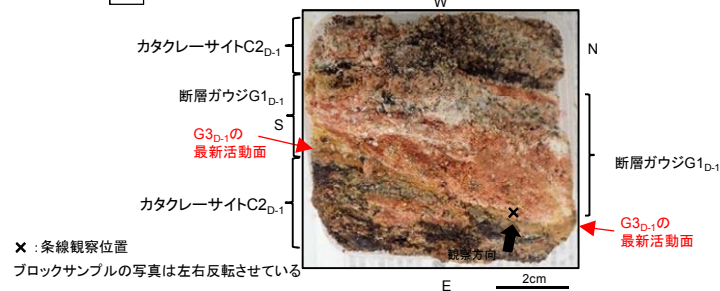
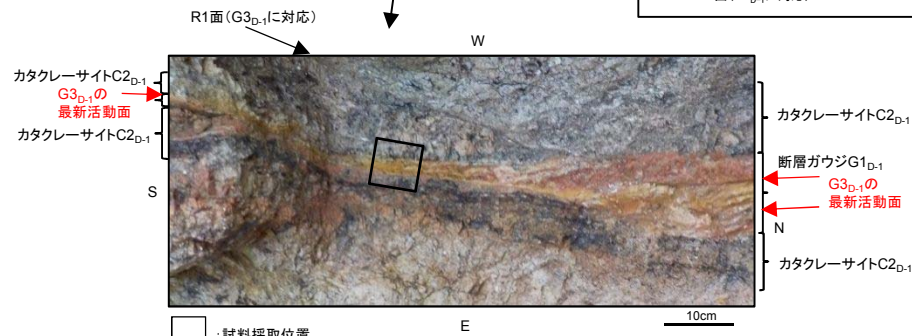
3.2 破砕帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破砕帯(14) - 断層岩の分帯(断層ガウジG3_{D-1})

- 縦ずれセンスを示す高角度条線が見られる。



最新活動面は周囲の断層ガウジより密度が低い

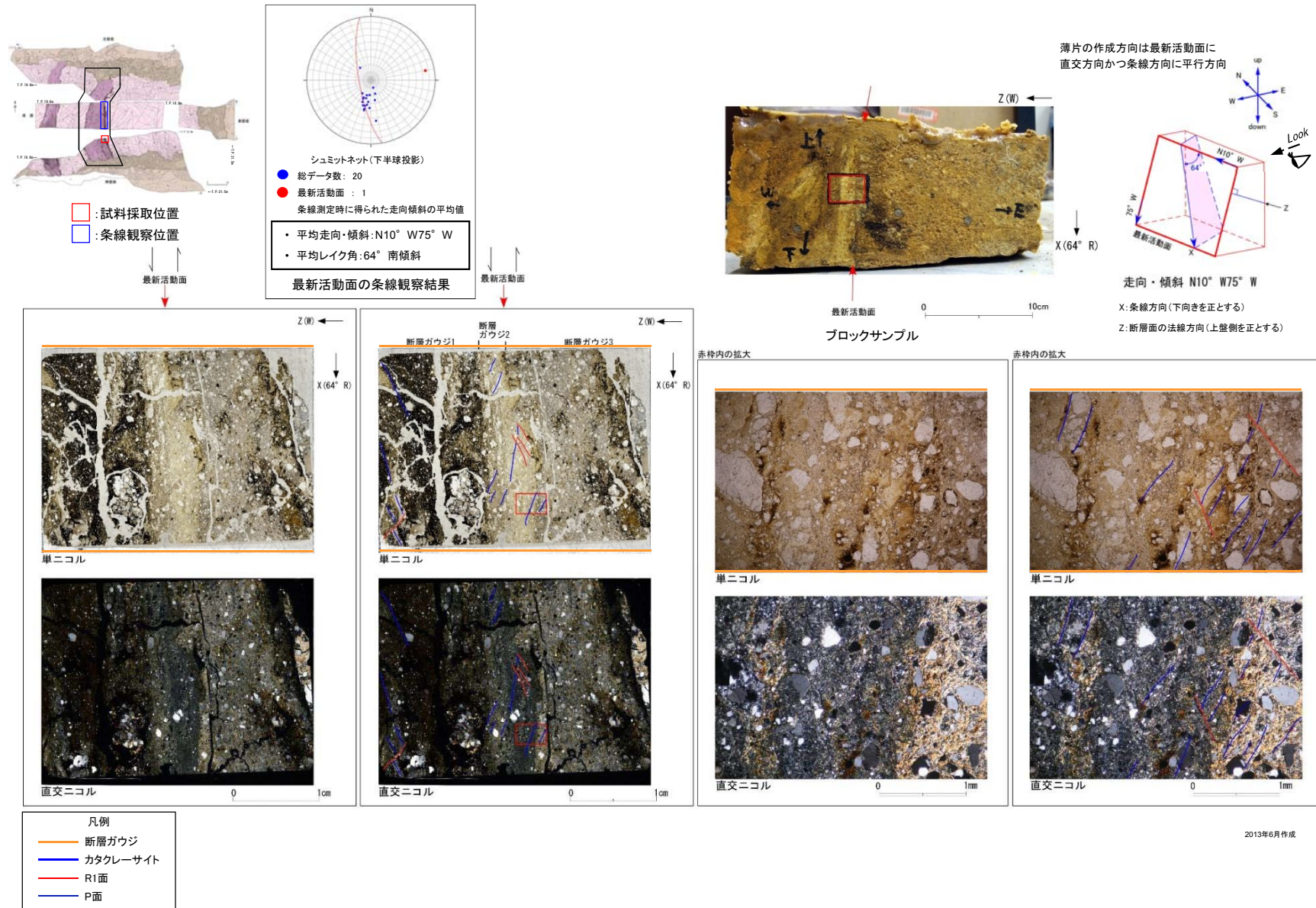


2019年6月撮影

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(15) - 断層岩の分帯(断層ガウジG3_{D-1})

- 正断層センスを示す複合面構造が見られる。

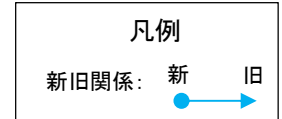


3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

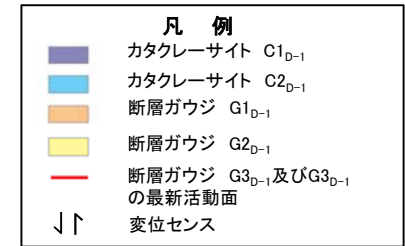
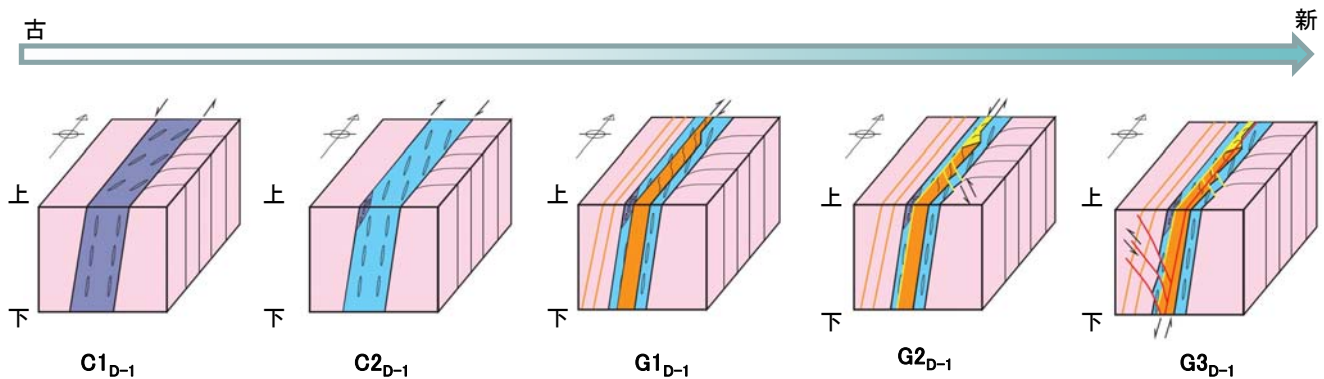
D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(16) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討

- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討にあたっては、各ゾーンの切り合い関係、取り込み関係、形成条件、分布位置、幅に着目した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{D-1}→カタクレーサイトC2_{D-1}→断層ガウジG1_{D-1}→断層ガウジG2_{D-1}→断層ガウジG3_{D-1}と判断される。

| 分帯されたゾーンの 新旧関係 | | 切り合い関係 | | | 取り込み関係 | 形成条件 | 分布位置, 幅 |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|-----|-----|--------|--|---|
| 断層ガウジ | G3 _{D-1} | Y面 | R1面 | Y面 | - | カタクレーサイトは断層ガウジより深部で形成される。隆起した結果として現在地表付近で見られるカタクレーサイトは断層ガウジよりも形成時期が古いと考えられる。 | - |
| | G2 _{D-1} | | | R1面 | - | | カタクレーサイトよりも最新活動面に近接して分布する |
| | G1 _{D-1} | | | | - | | C1 _{D-1} よりも最新活動面に近接して分布する |
| カタクレーサイト | C2 _{D-1} | | | | - | | 左ずれセンスを示す節理密集部(カタクレーサイトC1 _{D-1} に対応)は広い範囲に分布する |
| | C1 _{D-1} | G3 _{D-1} の最新活動面と並走している | | | - | | |



-: 新旧関係を判断する情報が無いもの

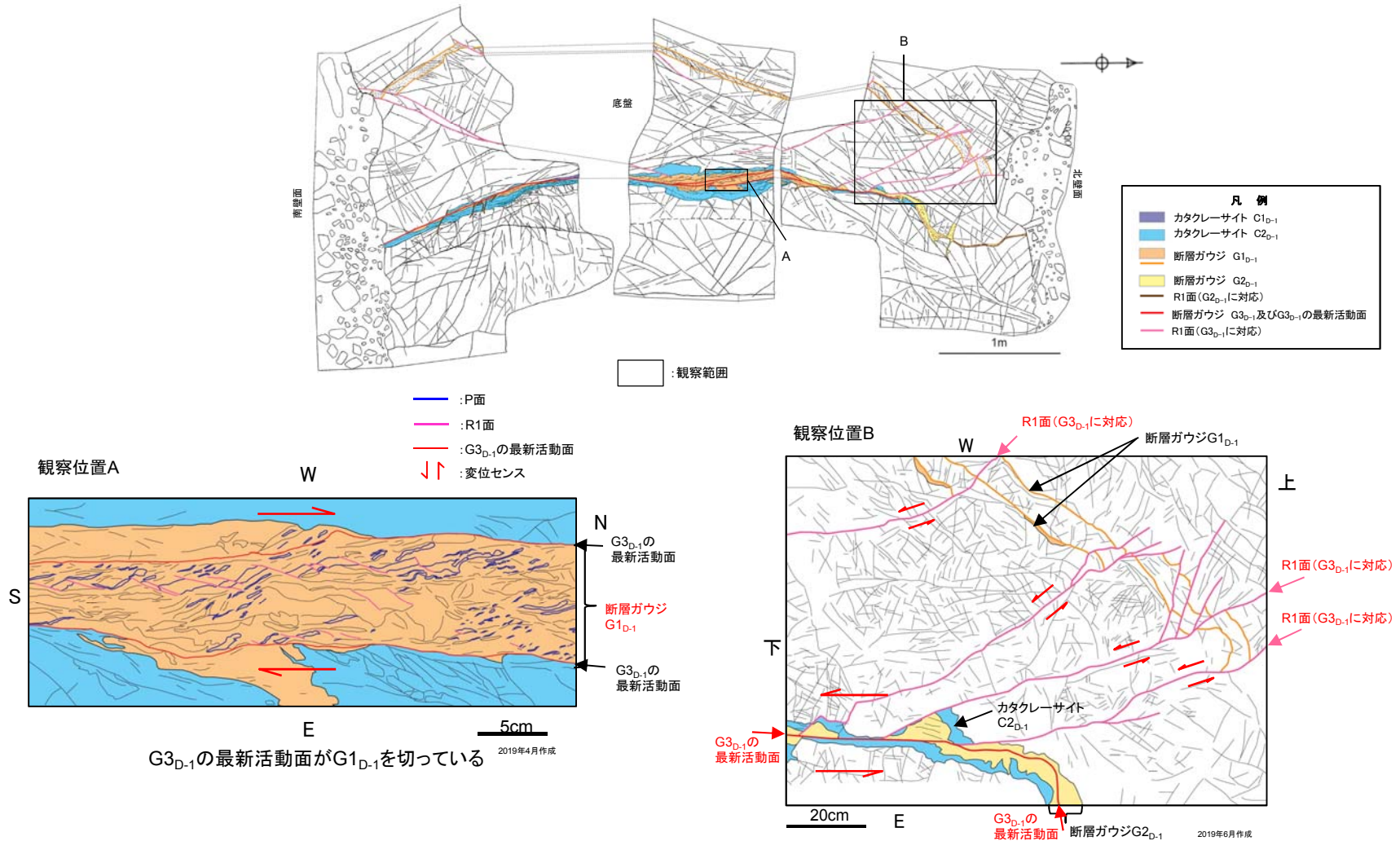


D-1破碎帯に見られる活動ステージの模式図

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(17) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(切り合い関係)

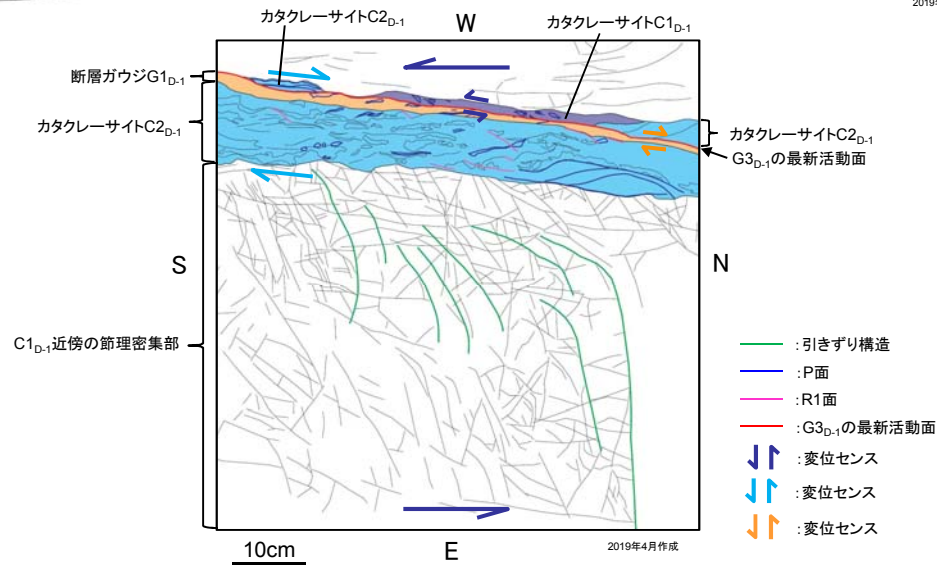
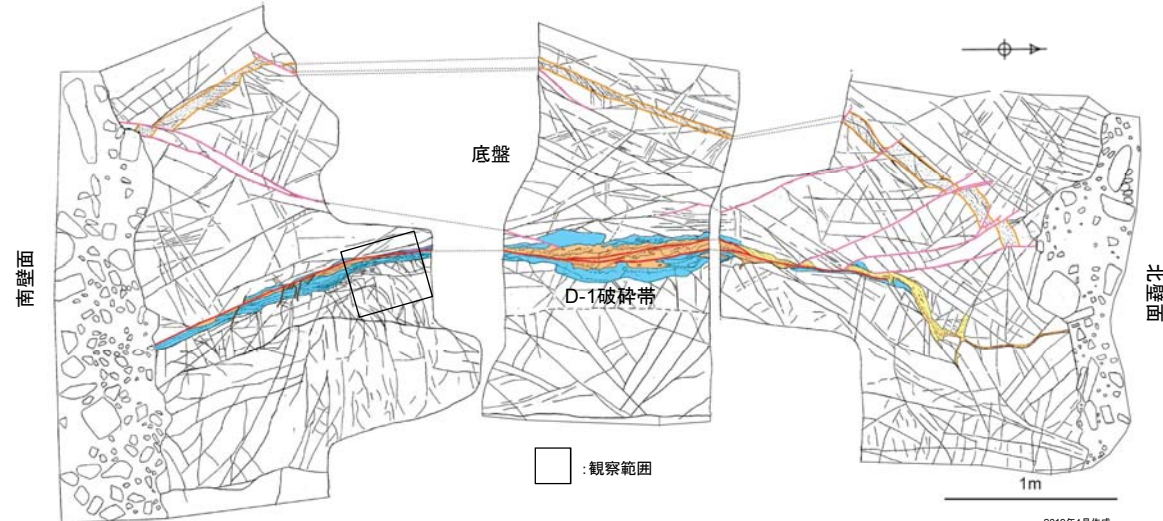
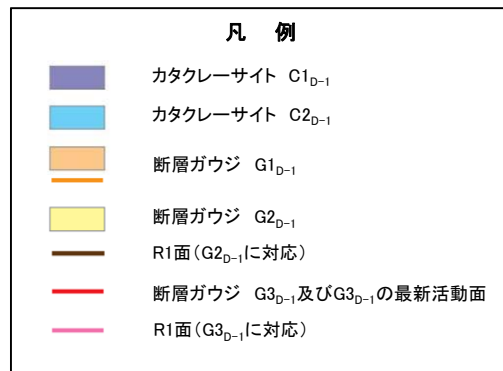
- 断層ガウジG3_{D-1}の最新活動面及びG3_{D-1}に対応するR1面が、カタクレーサイトC2_{D-1}、断層ガウジG1_{D-1}、断層ガウジG2_{D-1}を切っていることから、G3_{D-1}はC2_{D-1}、G1_{D-1}、G2_{D-1}より新しいと考えられる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-1トレンチ北側ピットのD-1破碎帯(19) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(分布位置, 幅)

- カタクレーサイトC2_{D-1}は, 左ずれセンスを示す節理密集部(カタクレーサイトC1_{D-1}に対応)より最新活動面に近接して分布することから, C1_{D-1} → C2_{D-1}の順であると考えられる。
- 断層ガウジG1_{D-1}, G2_{D-1}は, カタクレーサイトより断層ガウジG3_{D-1}の最新活動面に沿って狭長に分布することから, G1_{D-1}, G2_{D-1}はカタクレーサイトより新しいと考えられる。



3. 2 破碎帯の運動史に関する検討結果

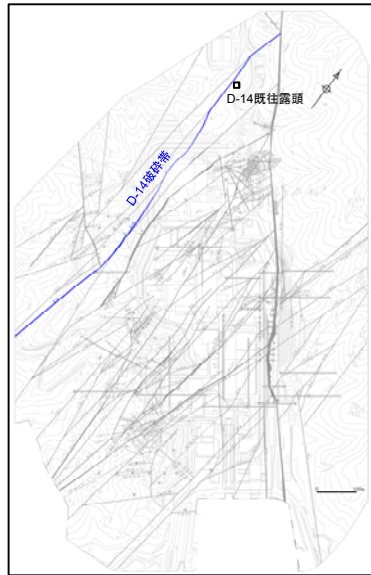
断層系区分LL:D-14破碎帯

余白

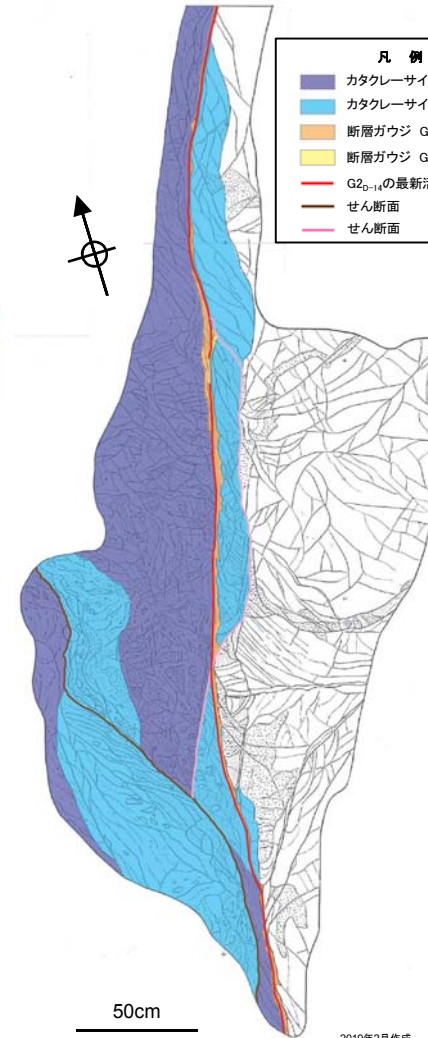
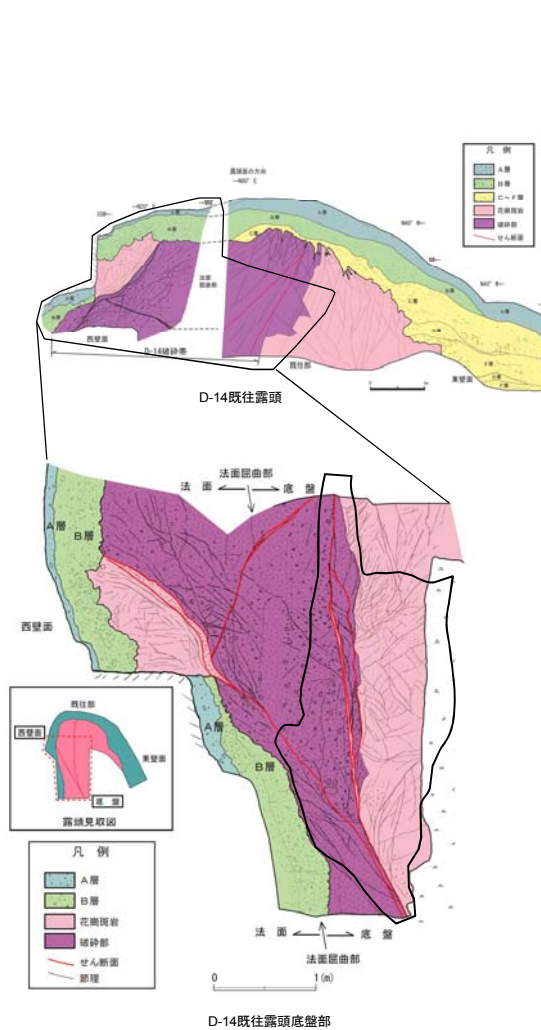
3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(1)

- 断層系区分LLのうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破碎帯であるD-14破碎帯について、D-14既往露頭において活動ステージの検討を行った。
- カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを2つのゾーンに分帯した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{D-14}→カタクレーサイトC2_{D-14}→断層ガウジG1_{D-14}→断層ガウジG2_{D-14}と判断される。
- 次頁以降に、具体的な検討結果を示す。



調査位置図



余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(2) - 断層岩の分帯

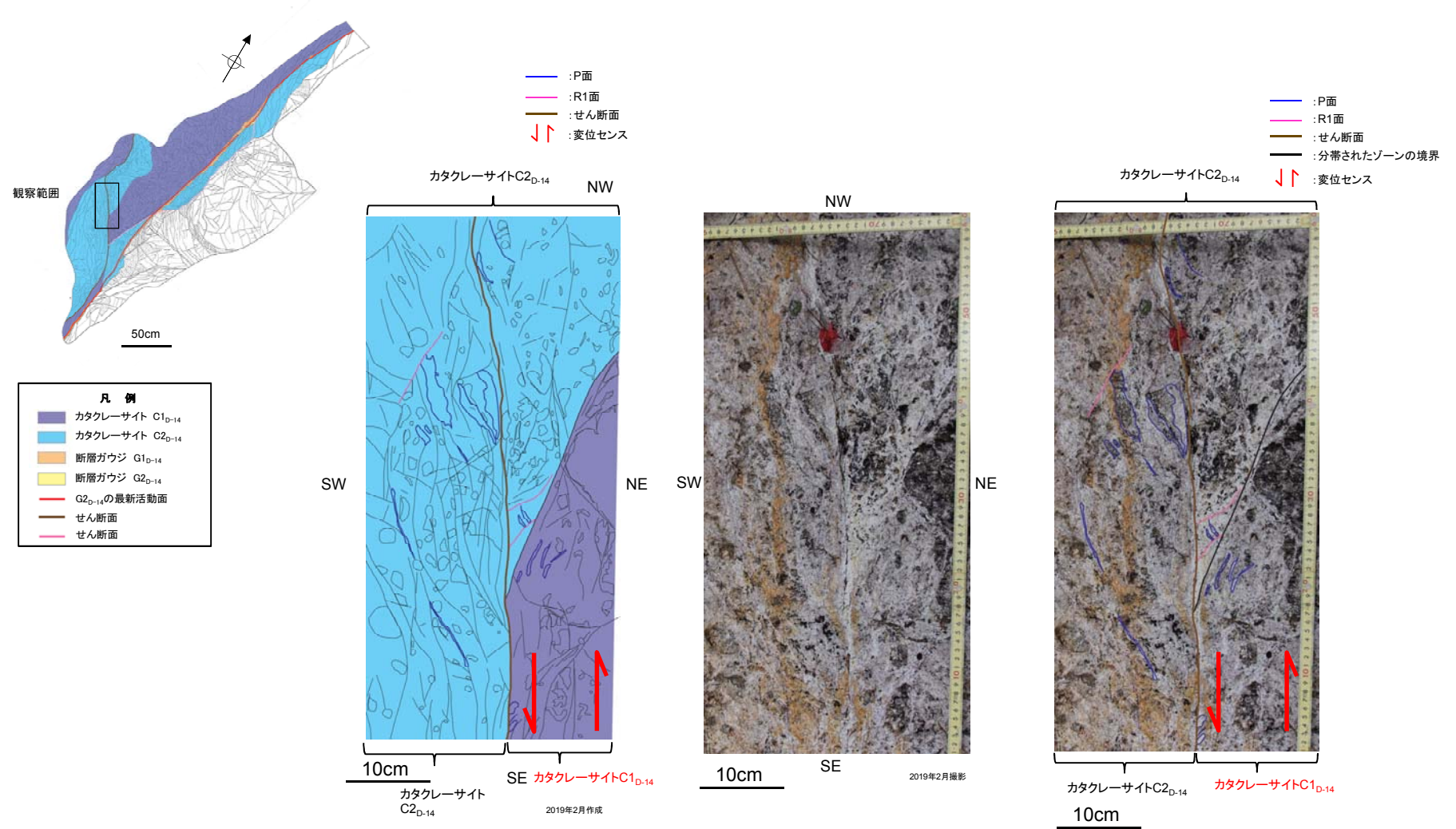
- 断層岩の分帯に当たっては、露頭観察、ブロックサンプル観察、研磨片観察、薄片試料観察を行い、断層岩の種類、色調、面構造の発達程度や変位センス等に着目した。
- その結果、カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを2つのゾーンに分帯した。

| 分帯されたゾーン | | 特徴 |
|----------|--------------------|--|
| 断層ガウジ | G2 _{D-14} | <ul style="list-style-type: none"> 赤灰色、灰白色を呈する幅数cmの断層ガウジからなる。 断層ガウジ中に右ずれセンス又は左ずれセンスを示す岩片の引きずり構造や面構造が見られる。 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。 右ずれセンスを伴う断層ガウジをG1_{D-14}、左ずれセンスを伴う断層ガウジをG2_{D-14}として分帯した。 |
| | G1 _{D-14} | |
| カタクレーサイト | C2 _{D-14} | <ul style="list-style-type: none"> 灰白色～灰黄色を呈するカタクレーサイトが最新活動面に沿って分布する。 カタクレーサイト中に右ずれセンスを示す複合面構造が発達する。 |
| | C1 _{D-14} | <ul style="list-style-type: none"> 最新活動面より西側には、灰白色を呈するカタクレーサイトが広く分布する。 カタクレーサイト中に左ずれセンスを示す面構造が見られる。 最新活動面より東側には、幅広く左ずれセンスを示す節理の引きずり構造が見られる。 |

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(3) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC1_{D-14})

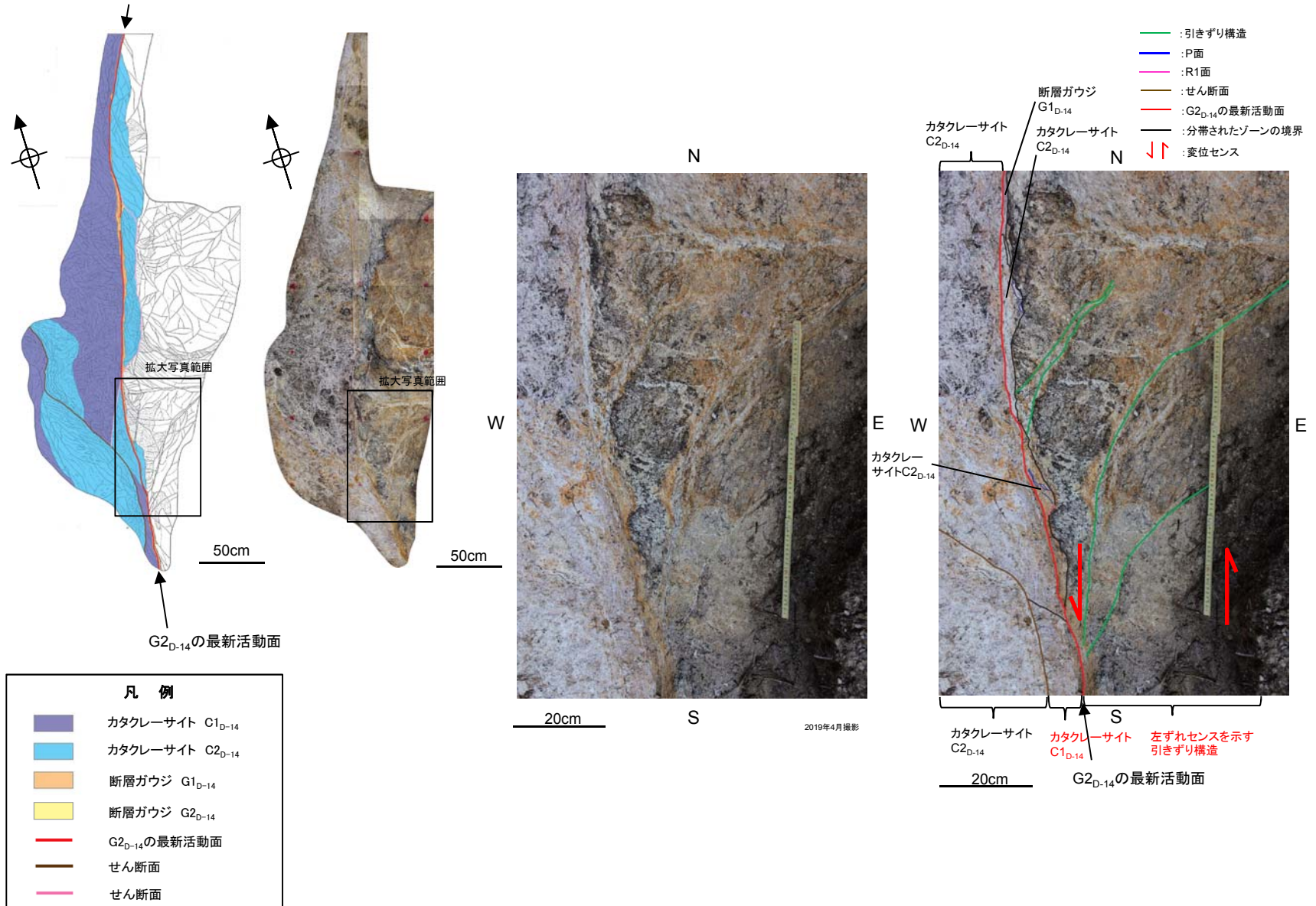
- 最新活動面より西側には、灰白色を呈するカタクレーサイトが広く分布する。
- カタクレーサイト中に左ずれセンスを示す面構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(4) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC1_{D-14})

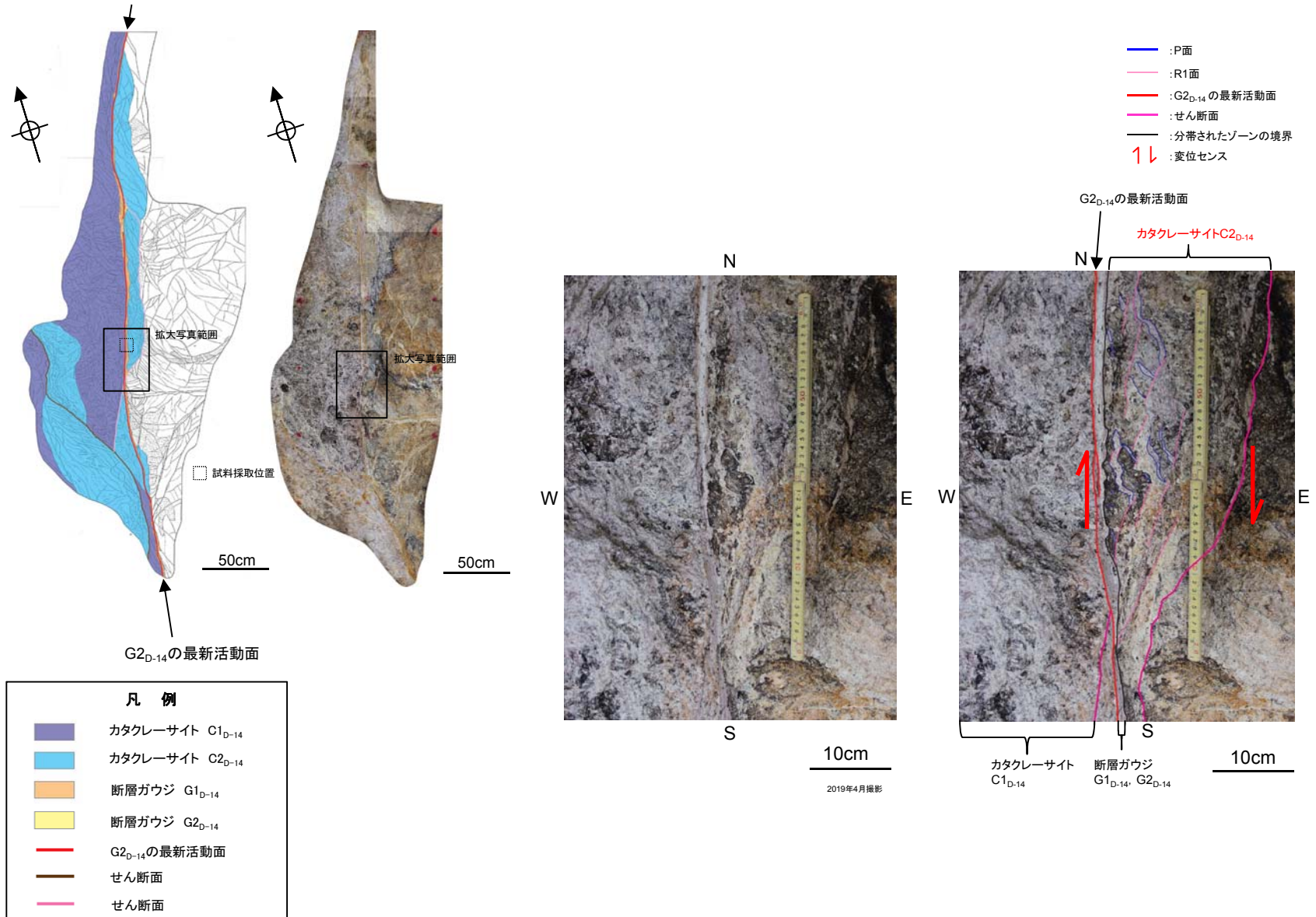
• 最新活動面より東側には、幅広く左ずれセンスを示す節理の引きずり構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(5) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC2_{D-14})

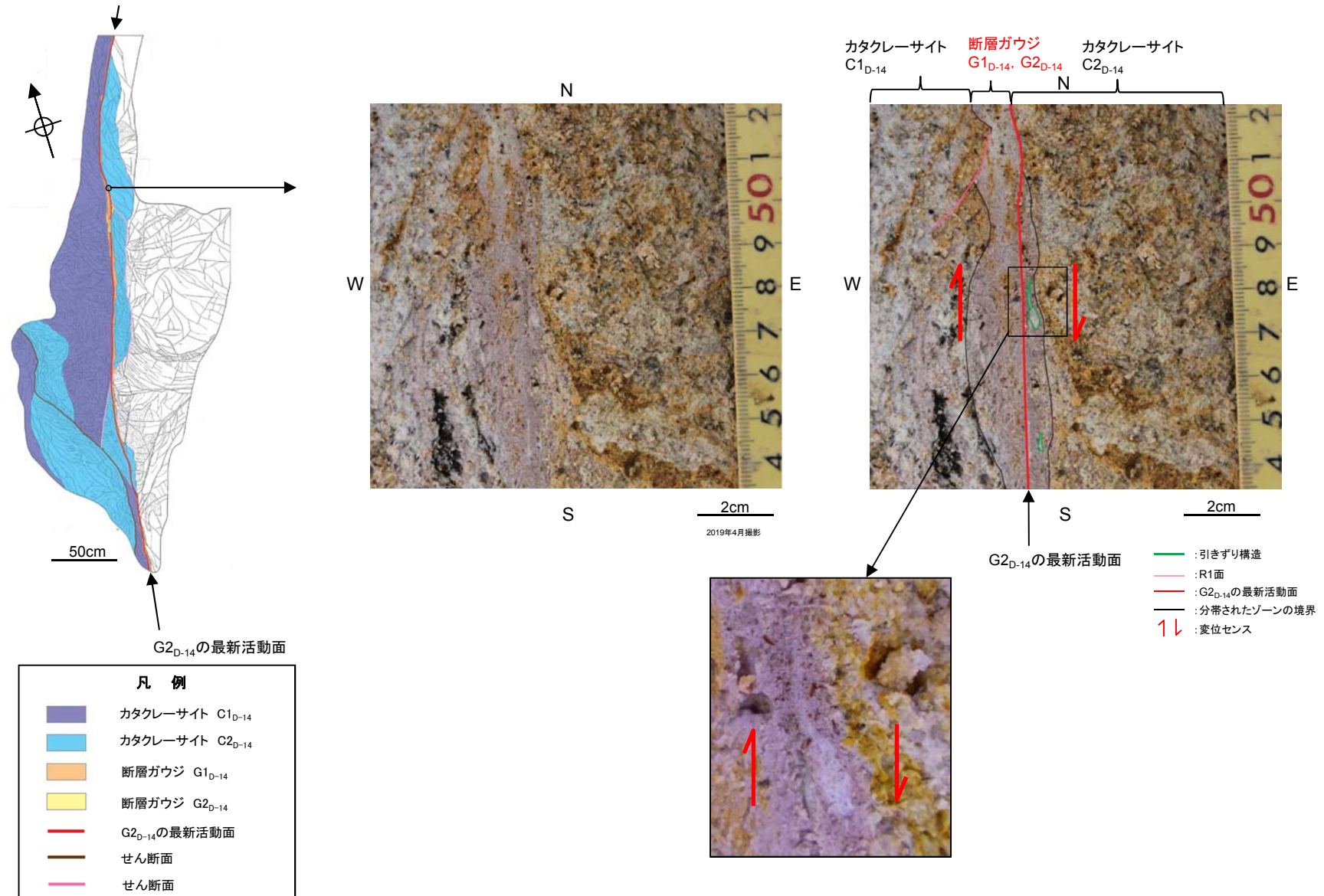
- 灰白色～灰黄色を呈するカタクレーサイトが最新活動面に沿って分布する。
- カタクレーサイト中に右ずれセンスを示す複合面構造が発達する。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(6) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{D-14})

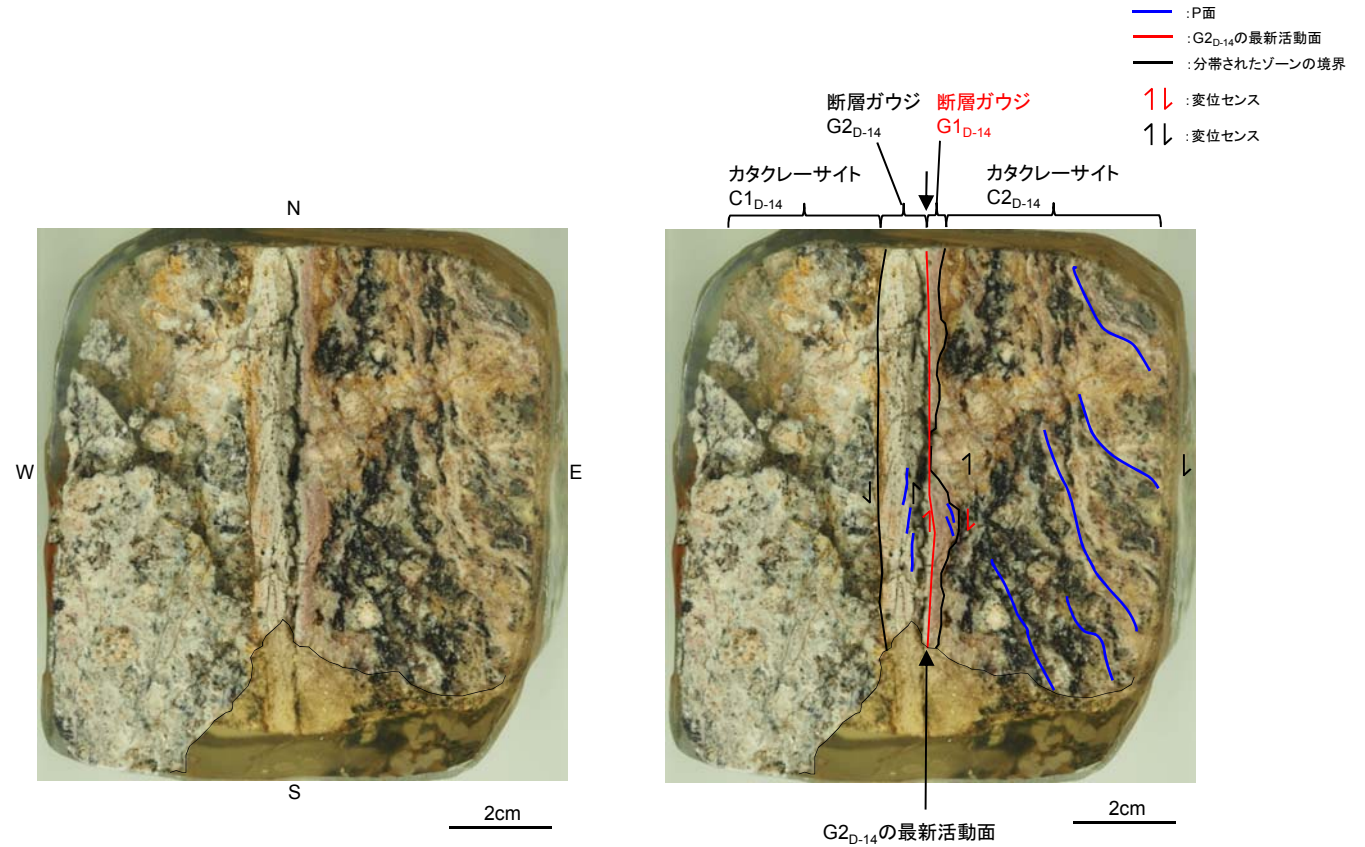
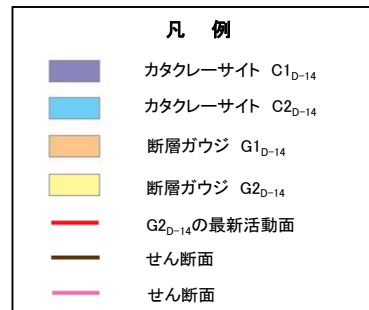
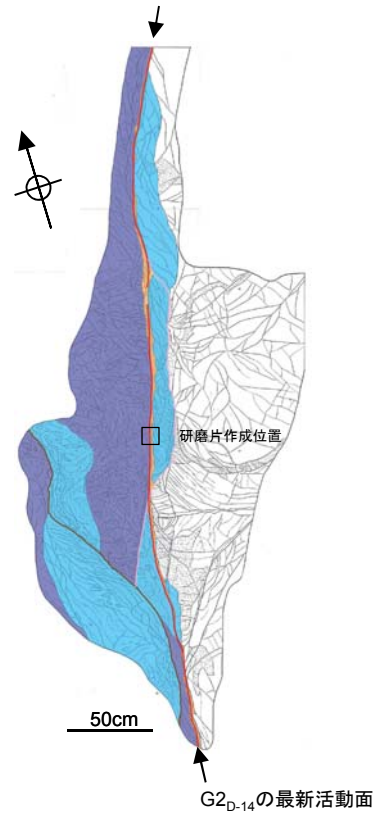
- 赤灰色、灰白色を呈する幅数cmの断層ガウジからなる。
- 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す岩片の引きずり構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(7) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{D-14})

- 赤灰色、灰白色を呈する幅数cmの断層ガウジからなる。
- 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す面構造が見られる。

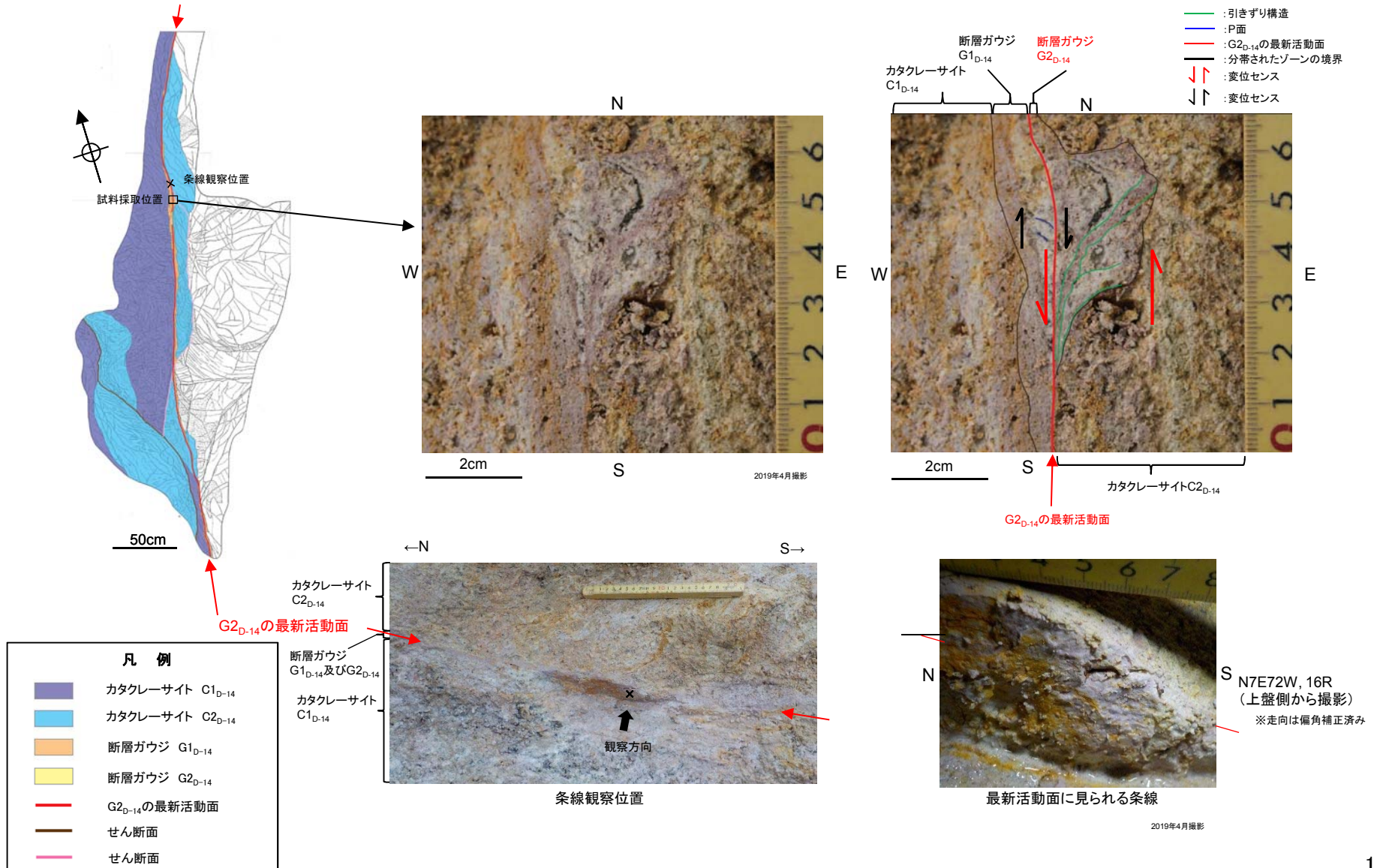


ブロックサンプルの研磨片

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(8) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG2_{D-14})

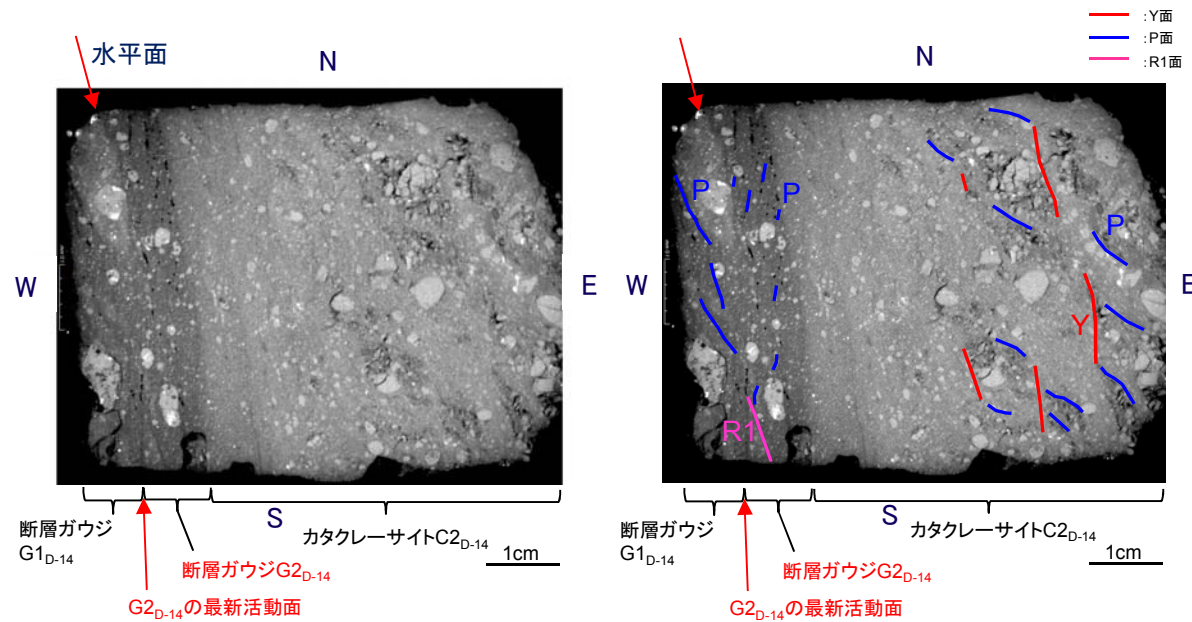
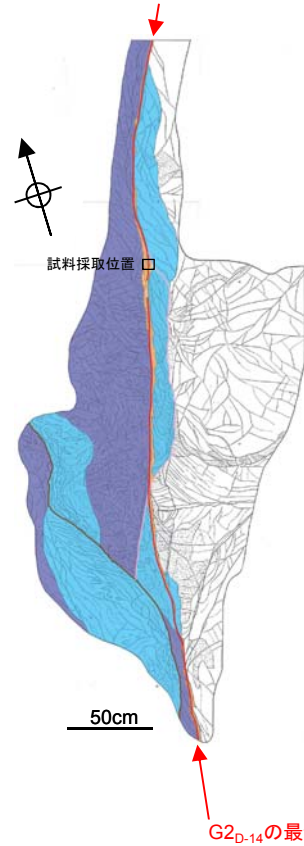
- 赤灰色、灰白色を呈する幅数cmの断層ガウジからなる。
- 断層ガウジ中に左ずれセンスを示す岩片の引きずり構造が見られる。
- 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(9) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG2_{D-14})

- 断層ガウジ中に左ずれセンスを示す面構造が見られる。



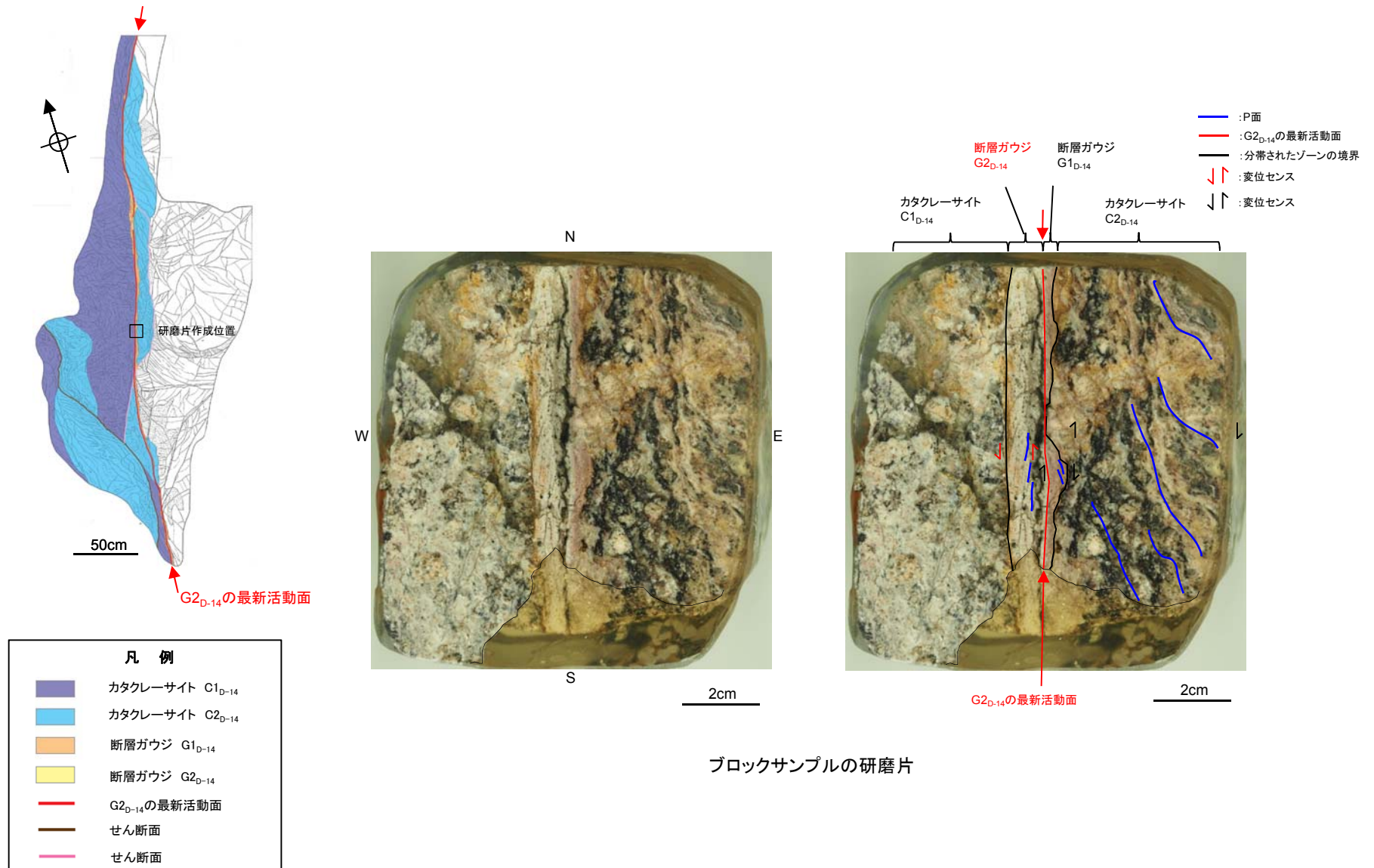
| 凡例 | |
|----|-----------------------------|
| | カタクレーサイト C1 _{D-14} |
| | カタクレーサイト C2 _{D-14} |
| | 断層ガウジ G1 _{D-14} |
| | 断層ガウジ G2 _{D-14} |
| | G2 _{D-14} の最新活動面 |
| | せん断面 |
| | せん断面 |

マイクロフォーカスX線CTによる観察結果

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(10) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG2_{D-14})

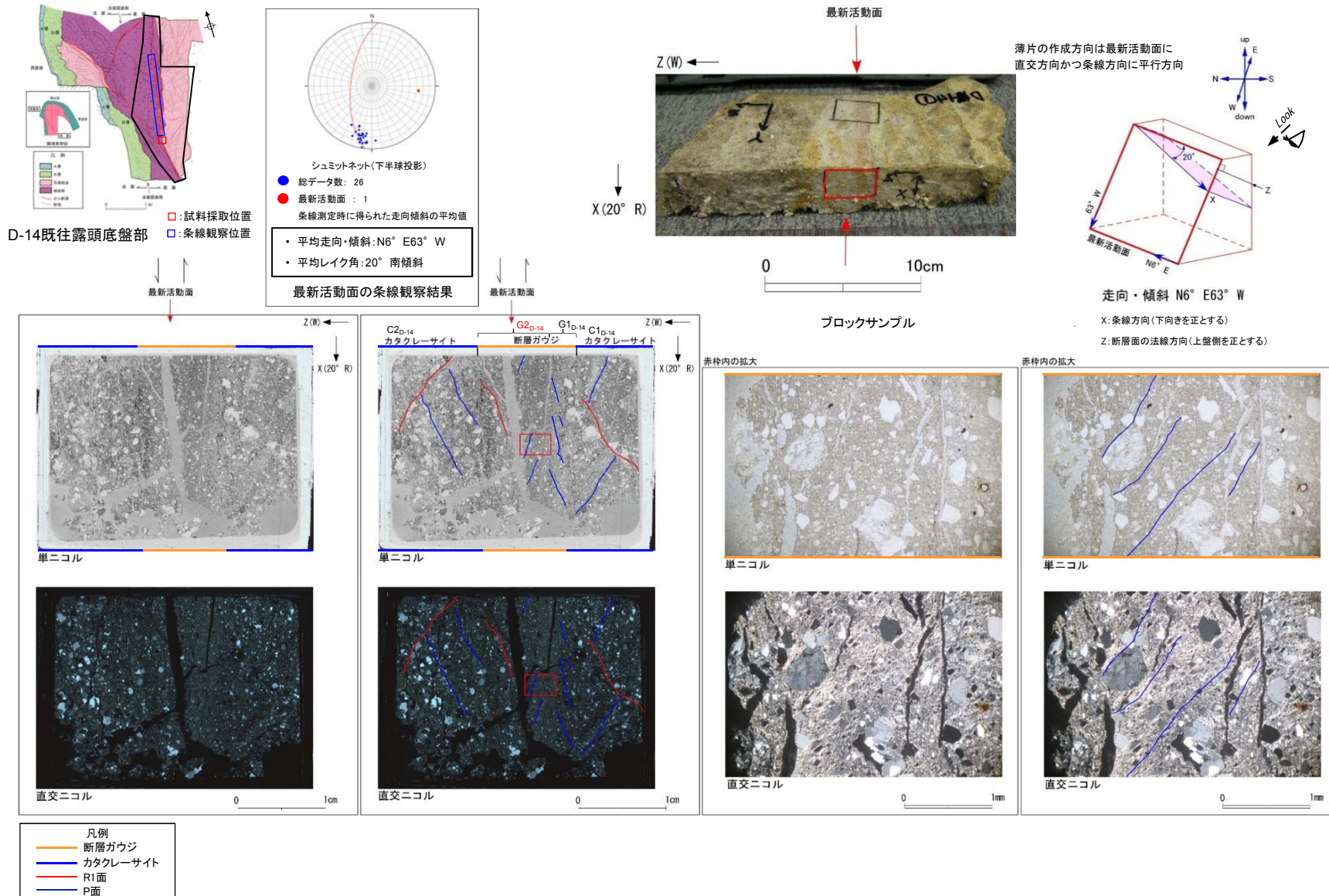
- 断層ガウジ中に左ずれセンスを示す面構造が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(11) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG2_{D-14})

- 断層ガウジ中に左ずれセンスを示す面構造が見られる。

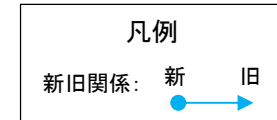


3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

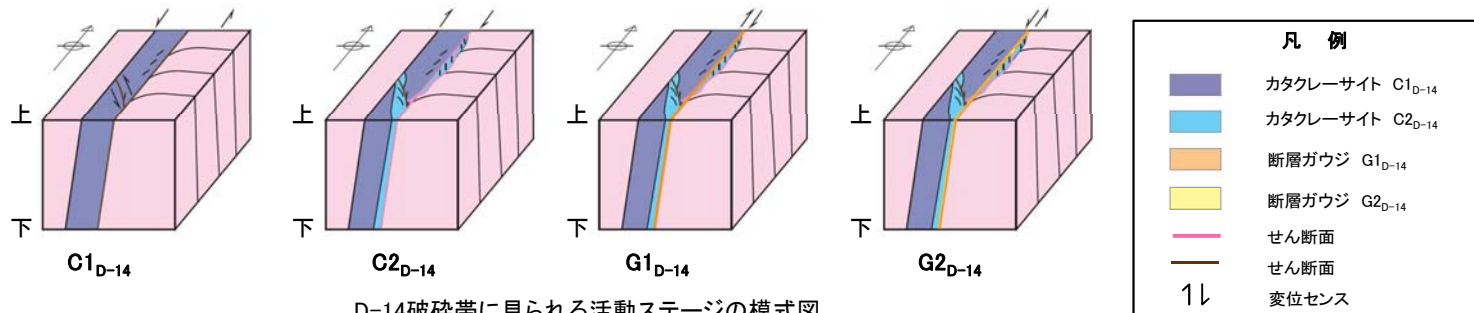
D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(12) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討

- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討に当たっては、各ゾーンの切り合い関係、取り込み関係、形成条件、分布位置、幅に着目した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{D-14}→カタクレーサイトC2_{D-14}→断層ガウジG1_{D-14}→断層ガウジG2_{D-14}と判断される。

| 分帯されたゾーンの 新旧関係 | | 切り合い関係 | 取り込み 関係 | 形成条件 | 分布位置, 幅 |
|-------------------|--------------------|--------|------------|--|---|
| 断層ガウジ | G2 _{D-14} | Y面 | - | カタクレーサイトは断層ガウジより深部で形成される。隆起した結果として現在地表付近で見られるカタクレーサイトは断層ガウジよりも形成時期が古いと考えられる。 | - |
| | G1 _{D-14} | | - | | - |
| カタクレーサイト | C2 _{D-14} | - | - | | カタクレーサイトC2 _{D-14} は左ずれセンスを示す節理の引きずり構造(カタクレーサイトC1 _{D-14} に対応)より最新活動面に近接して分布する。 |
| | C1 _{D-14} | - | - | | |



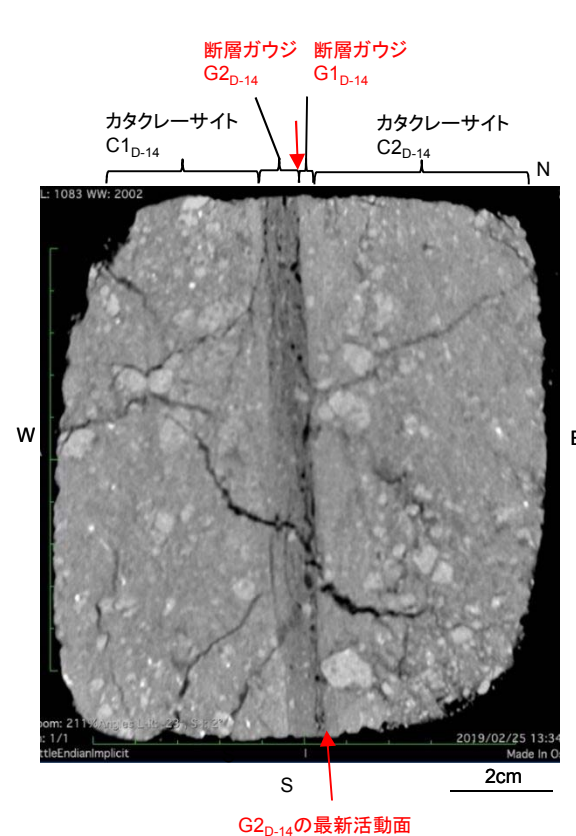
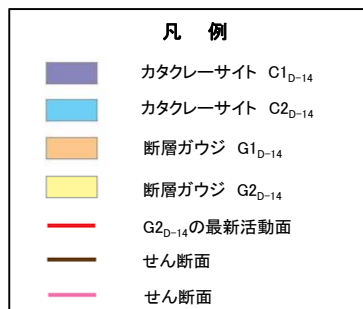
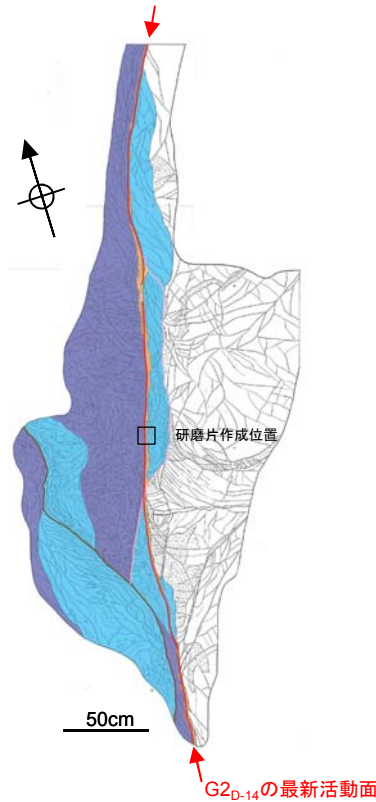
- : 新旧関係を判断する情報が無いもの



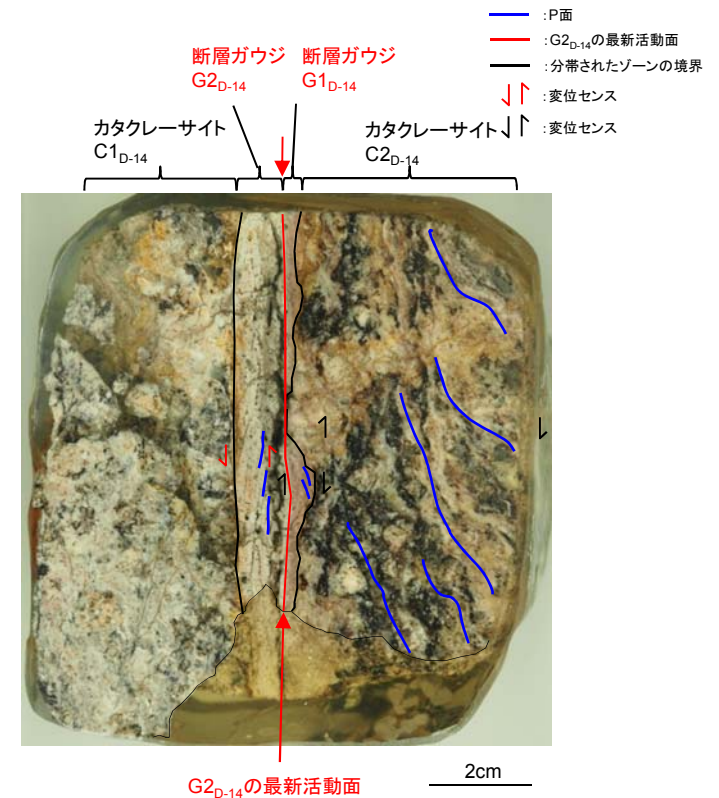
3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(13) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(切り合い関係)

- 断層ガウジG2_{D-14}は、断層ガウジG1_{D-14}を切っている。
- 薄片試料観察結果によれば、最新活動面は断層ガウジG2_{D-14}に認められる。
- 以上のことから、G1_{D-14}→G2_{D-14}の順と考えられる。



ブロックサンプルのCT画像

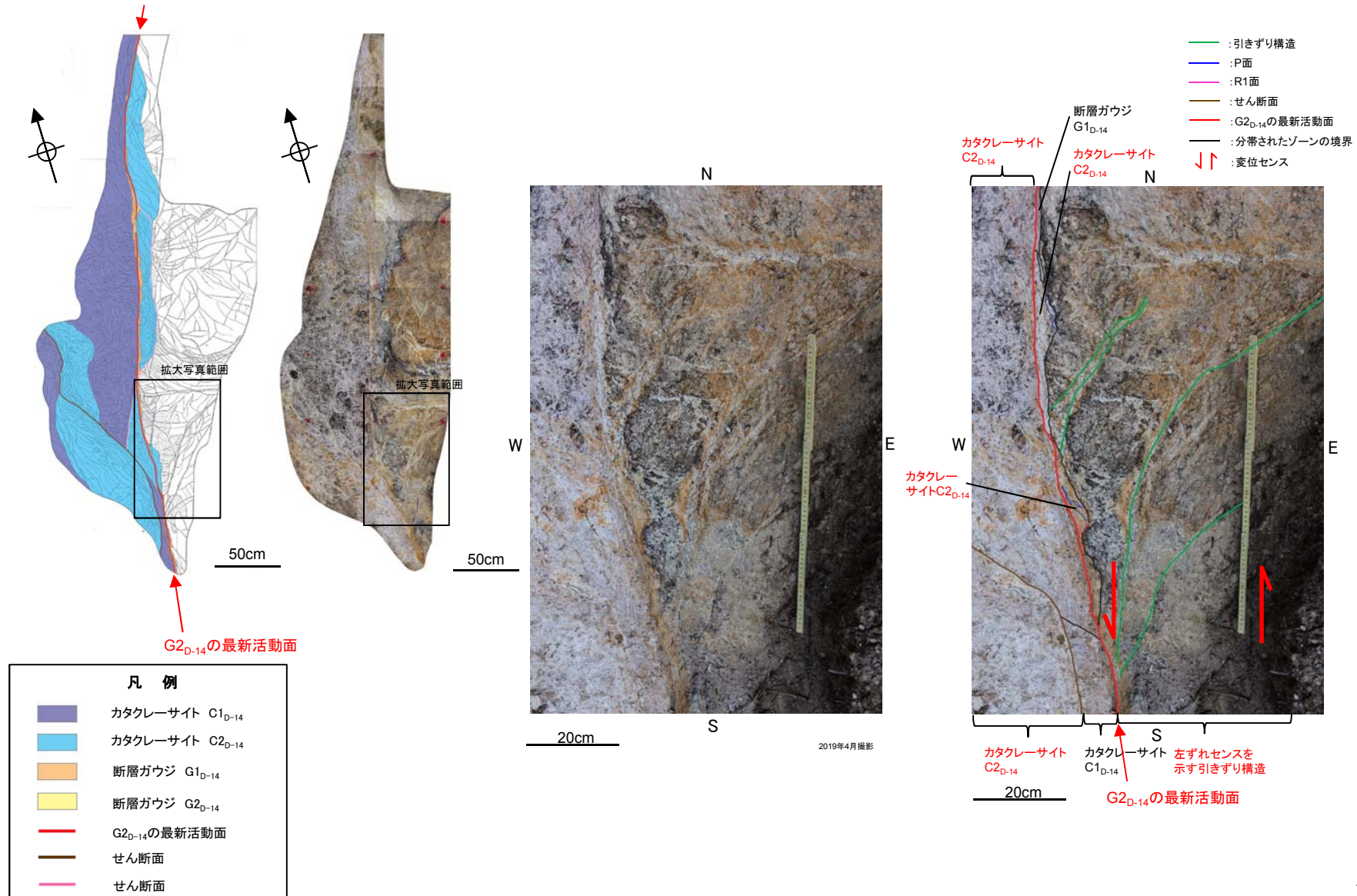


ブロックサンプルの研磨片

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

D-14既往露頭底盤のD-14破碎帯(14) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(切り合い関係/分布位置, 幅)

- 断層ガウジG2_{D-14}はカタクレーサイトC2_{D-14}を切っていることから, G2_{D-14}はC2_{D-14}より新しいと考えられる。
- カタクレーサイトC2_{D-14}は左ずれセンスを示す節理の引きずり構造(カタクレーサイトC1_{D-14}に対応)より最新活動面に近接して分布することから, C1_{D-14}→C2_{D-14}の順と考えられる。



余白

3. 2 破碎帯の運動史に関する検討結果

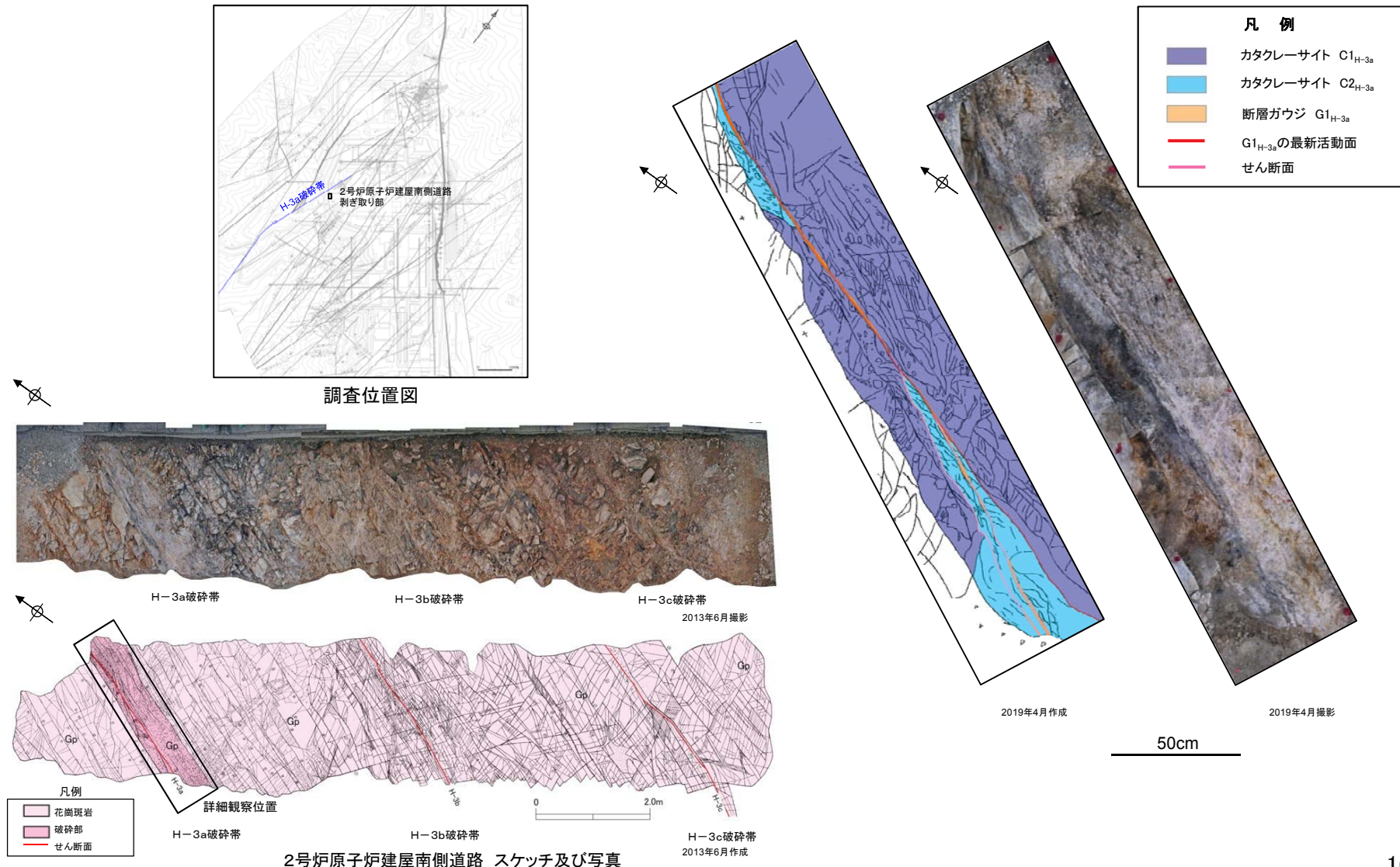
断層系区分RL:H-3a破碎帯

余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(1)

- 断層系区分RLのうち、比較的規模が大きく、露頭で面的な観察が可能な破碎帯であるH-3a破碎帯について、2号炉原子炉建屋南側道路剥ぎ取り部において活動ステージの検討を行った。
- カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを1つのゾーンに分帯した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{H-3a}→カタクレーサイト C2_{H-3a}→断層ガウジ G1_{H-3a}と判断される。
- 次頁以降に、具体的な検討結果を示す。



余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(2) - 断層岩の分帯

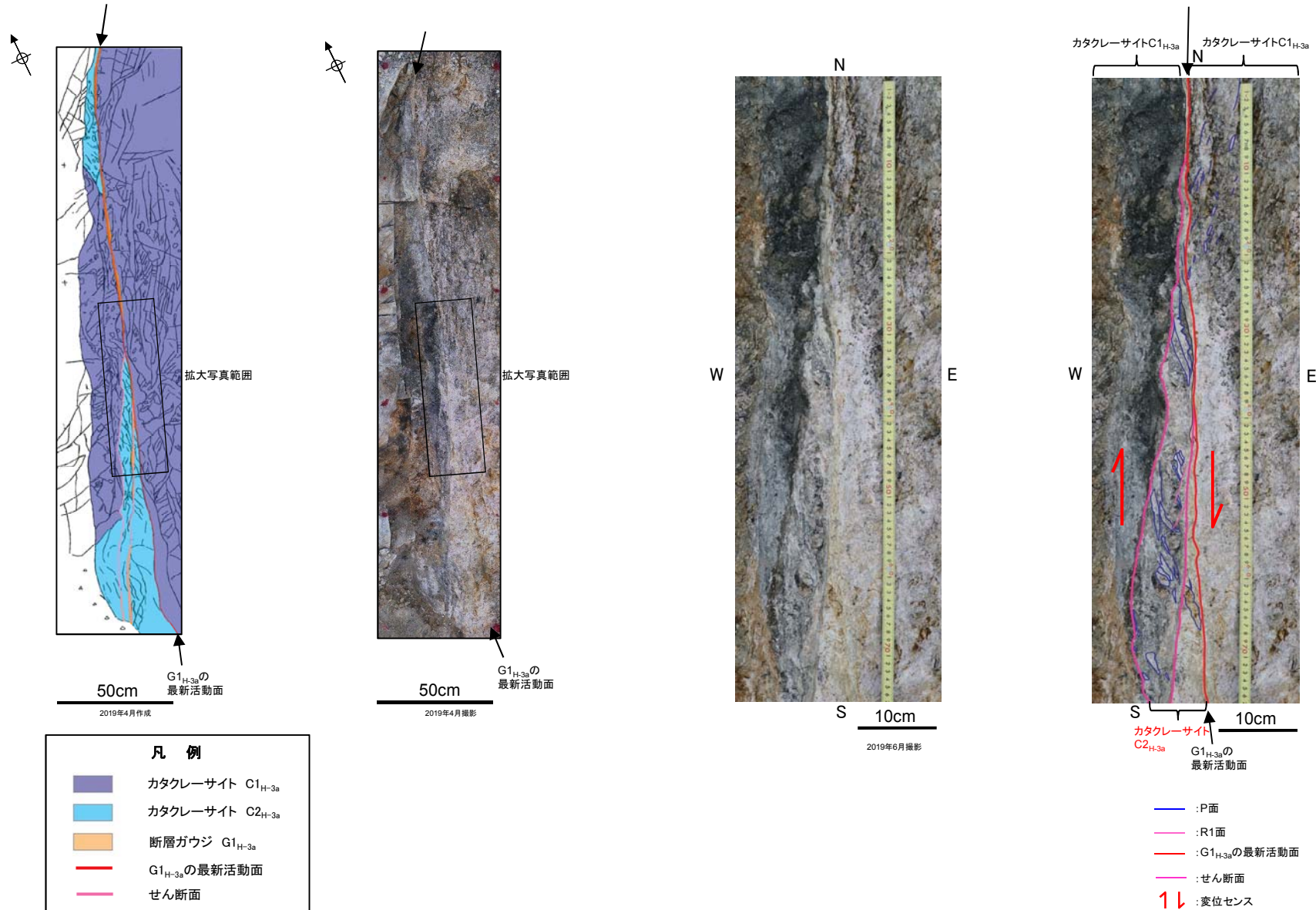
- 断層岩の分帯に当たっては、露頭観察、ブロックサンプル観察、研磨片観察、薄片試料観察を行い、断層岩の種類、色調、面構造の発達程度や変位センス等に着目した。
- その結果、カタクレーサイトを2つのゾーン、断層ガウジを1つのゾーンに分帯した。

| 分帯されたゾーン | | 特徴 |
|----------|--------------------|---|
| 断層ガウジ | G1 _{H-3a} | <ul style="list-style-type: none"> 灰黄色～黄橙色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなる。 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す岩片の引きずり構造や面構造が見られる。 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。 |
| カタクレーサイト | C2 _{H-3a} | <ul style="list-style-type: none"> 最新活動面の西側には、右ずれセンスを示す白色岩片の面構造をもつカタクレーサイトが最新活動面に沿って狭長に分布する。 |
| | C1 _{H-3a} | <ul style="list-style-type: none"> 幅広く左ずれセンスを示す面構造が発達したカタクレーサイトが見られる。 |

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(4) - 断層岩の分帯 (カタクレーサイトC2_{H-3a})

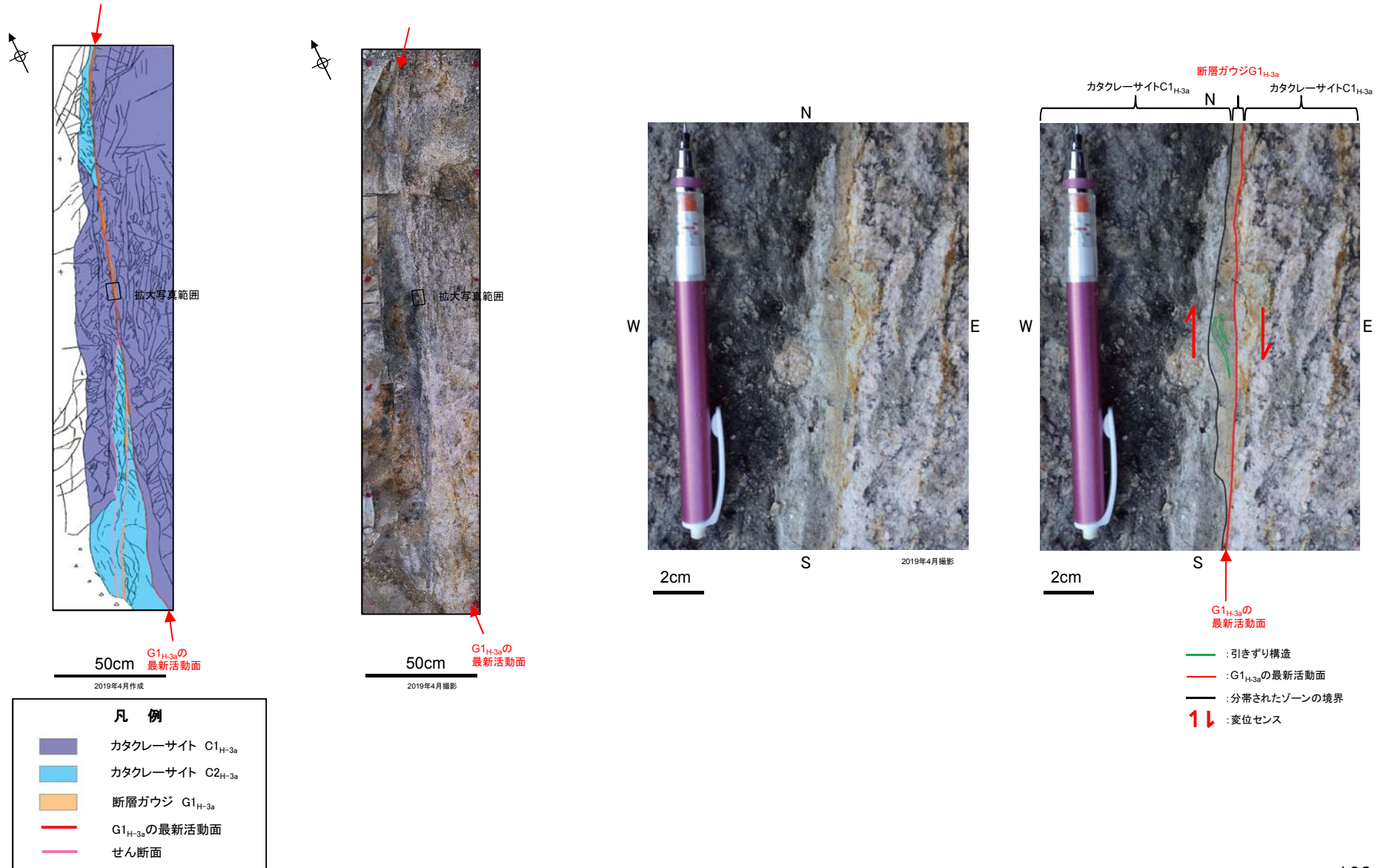
- 最新活動面の西側には、右ずれセンスを示す白色岩片の面構造をもつカタクレーサイトが最新活動面に沿って狭長に分布する。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(5) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{H-3a})

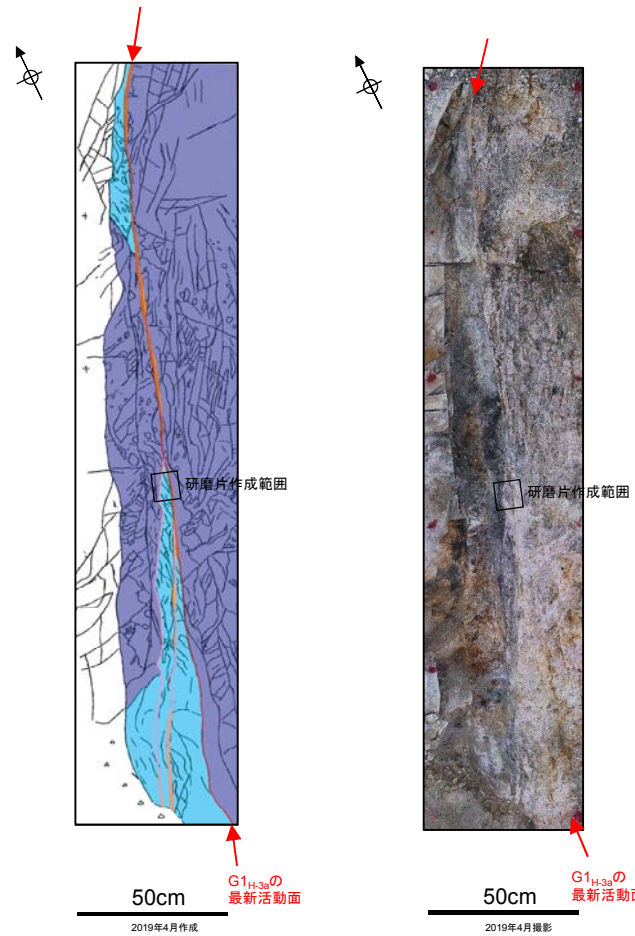
- 灰黄色～黄橙色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなる。
- 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す岩片の引きずり構造が見られる。



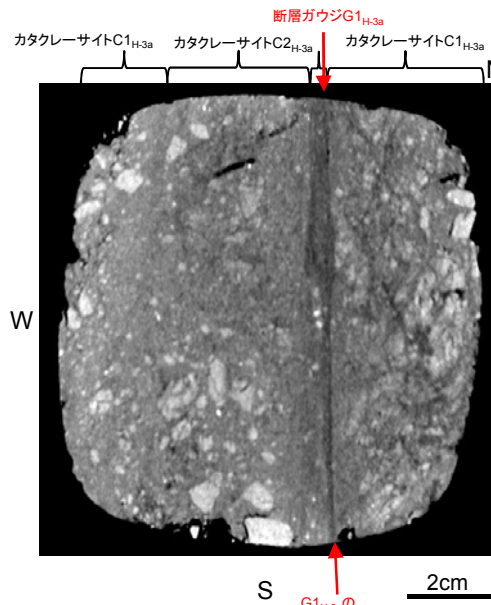
3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(6) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{H-3a})

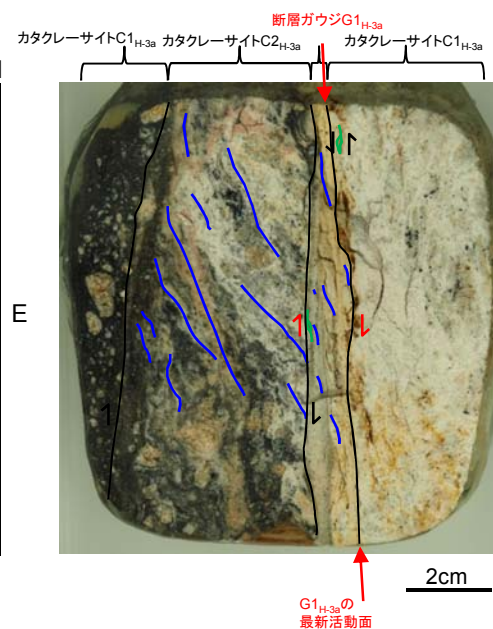
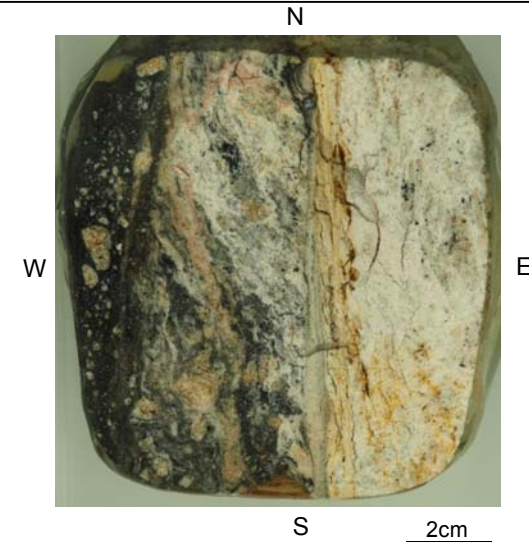
- 灰黄色～黄橙色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなる。
- 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す面構造が見られる。



| 凡例 | |
|----|-----------------------------|
| | カタクレーサイト C1 _{H-3a} |
| | カタクレーサイト C2 _{H-3a} |
| | 断層ガウジ G1 _{H-3a} |
| | G1 _{H-3a} の最新活動面 |
| | せん断面 |



ブロックサンプルのCT画像

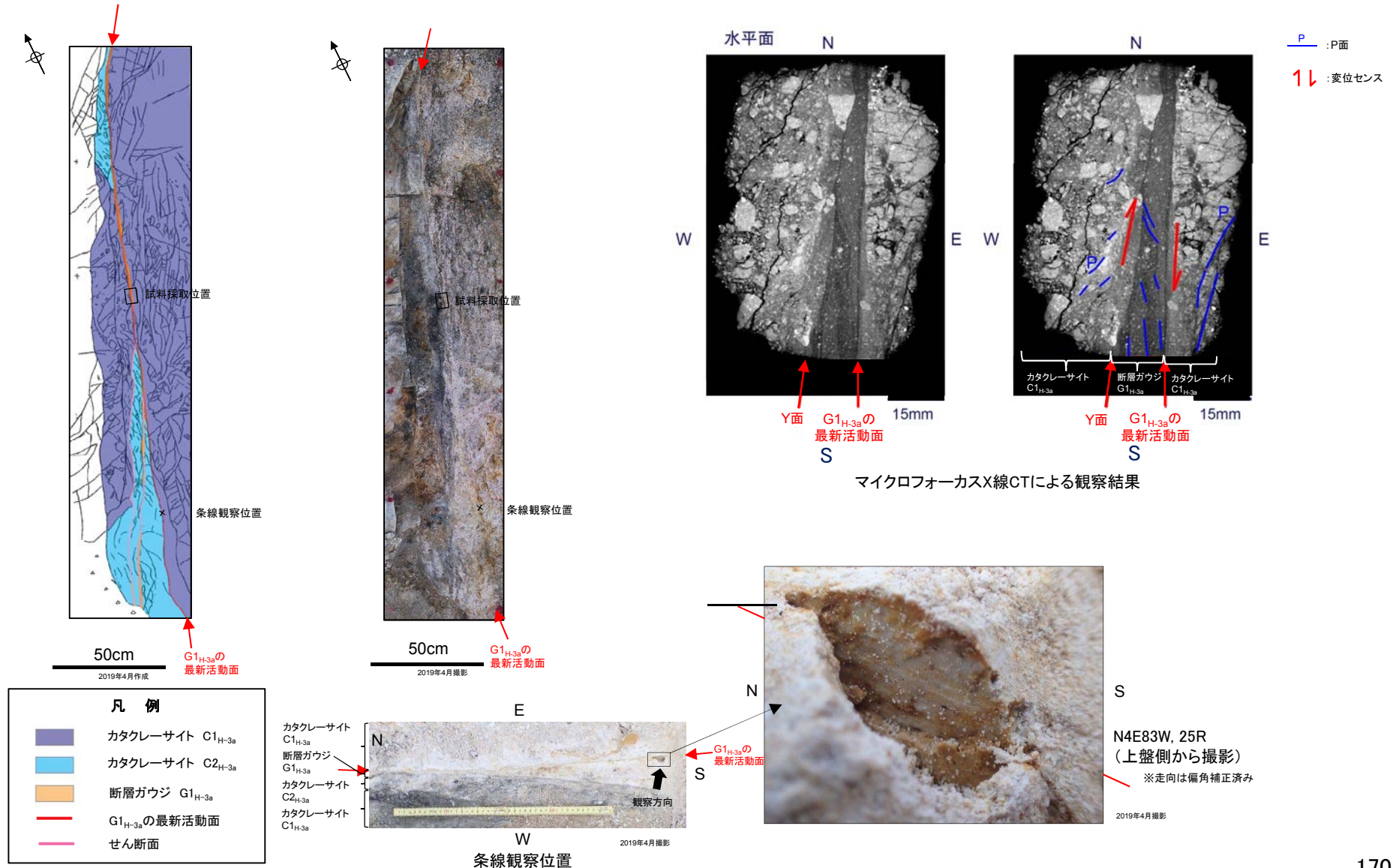


- : P面
- : 引きずり構造
- : 分帯されたゾーンの境界
- : 変位センス
- : 変位センス

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(7) - 断層岩の分帯 (断層ガウジG1_{H-3a})

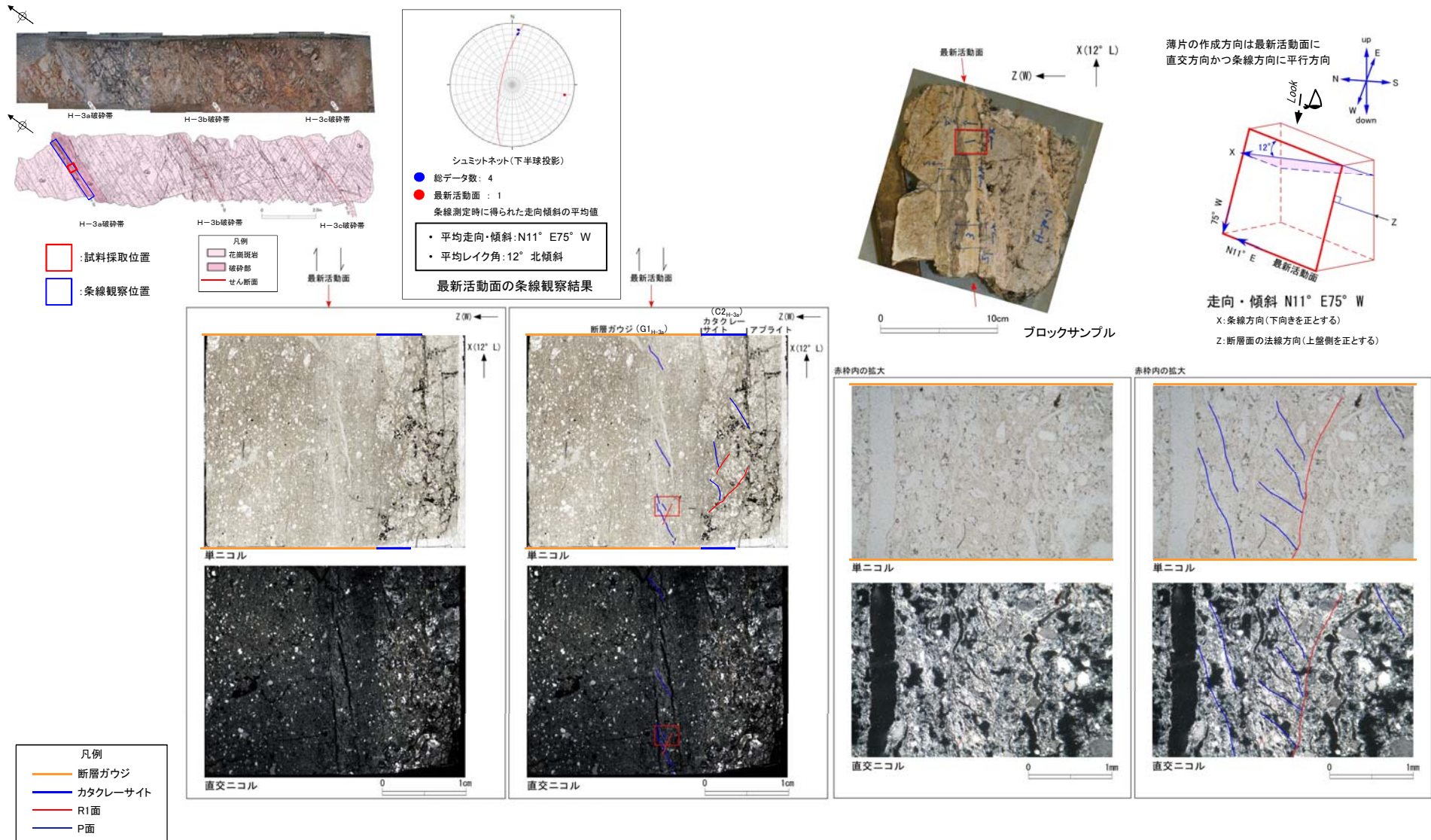
- ・ 灰黄色～黄橙色を呈する幅1cm程度の断層ガウジからなる。
- ・ 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す面構造が見られる。
- ・ 横ずれセンスを示す低角度条線が見られる。



3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(8) - 断層岩の分帯(断層ガウジG1_{H-3a})

- 断層ガウジ中に右ずれセンスを示す面構造が見られる。



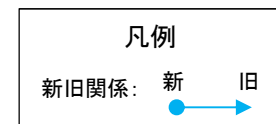
余白

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

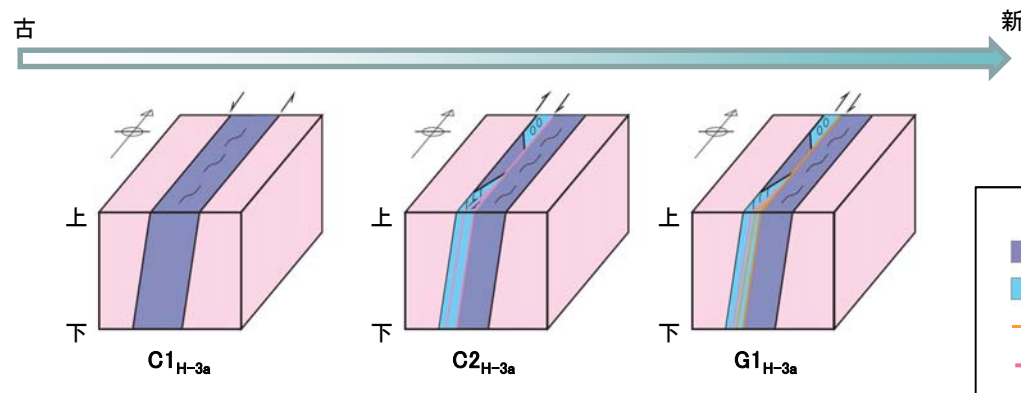
2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(9) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討

- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討に当たっては、各ゾーンの切り合い関係、取り込み関係、形成条件、分布位置、幅に着目した。
- 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)は古い順から、カタクレーサイト C1_{H-3a} →カタクレーサイトC2_{H-3a} →断層ガウジG1_{H-3a}と判断される。

| 分帯されたゾーンの 新旧関係 | | 切り合い関係 | 取り込み関係 | 形成条件 | 分布位置, 幅 |
|-------------------|--------------------|--------|--------|--|---|
| 断層ガウジ | G1 _{H-3a} | Y面 | — | カタクレーサイトは断層ガウジより深部で形成される。隆起した結果として現在地表付近で見られるカタクレーサイトは断層ガウジよりも形成時期が古いと考えられる。 | — |
| カタクレーサイト | C2 _{H-3a} | — | — | | 最新活動面に沿って狭長に分布する |
| | C1 _{H-3a} | — | — | | カタクレーサイトC1 _{H-3a} はカタクレーサイトC2 _{H-3a} より最新活動面の外側の広い範囲に分布する |



—: 新旧関係を判断する情報が無いもの

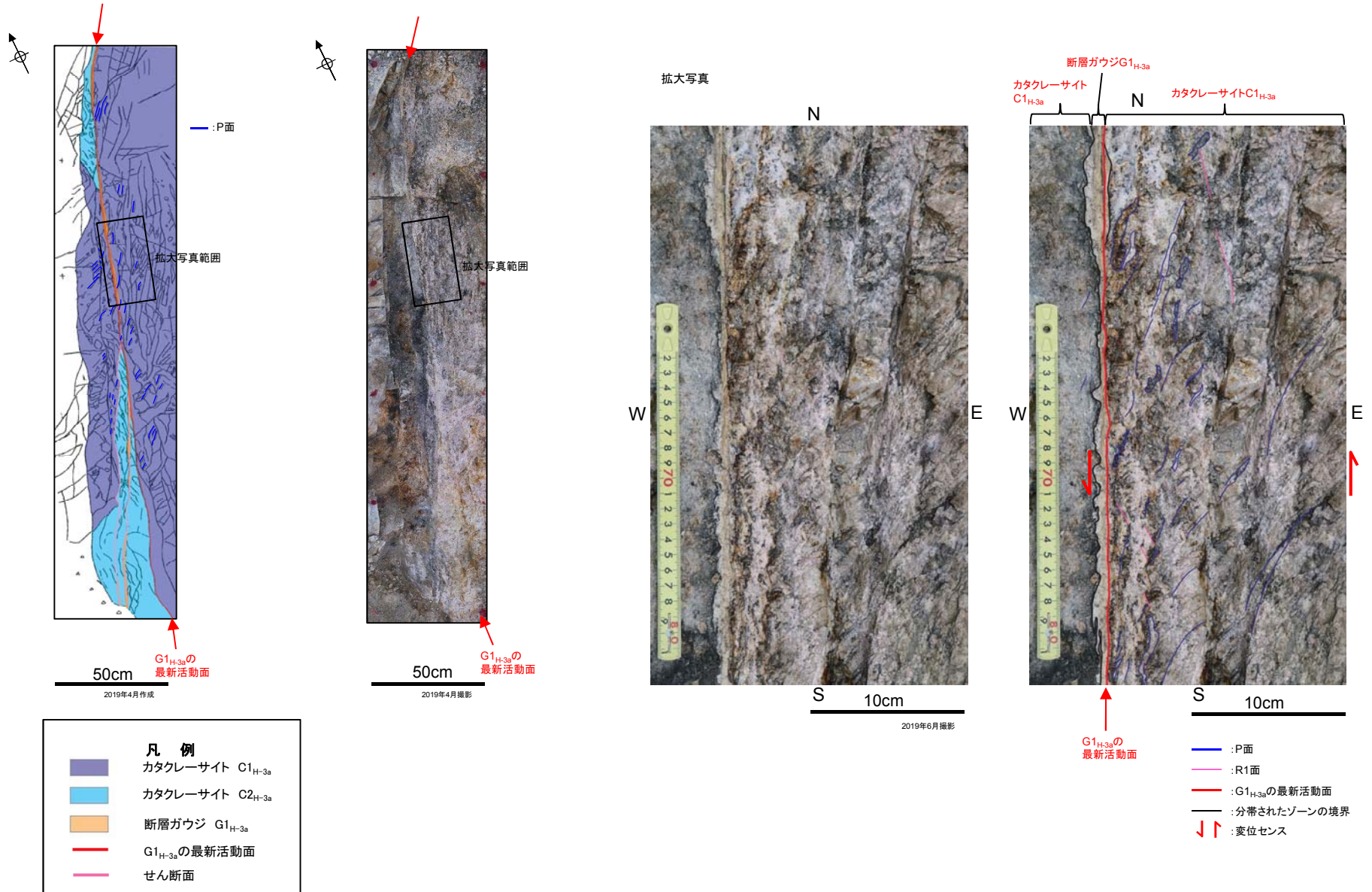


H-3a破碎帯に見られる活動ステージの模式図

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(10) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(切り合い関係)

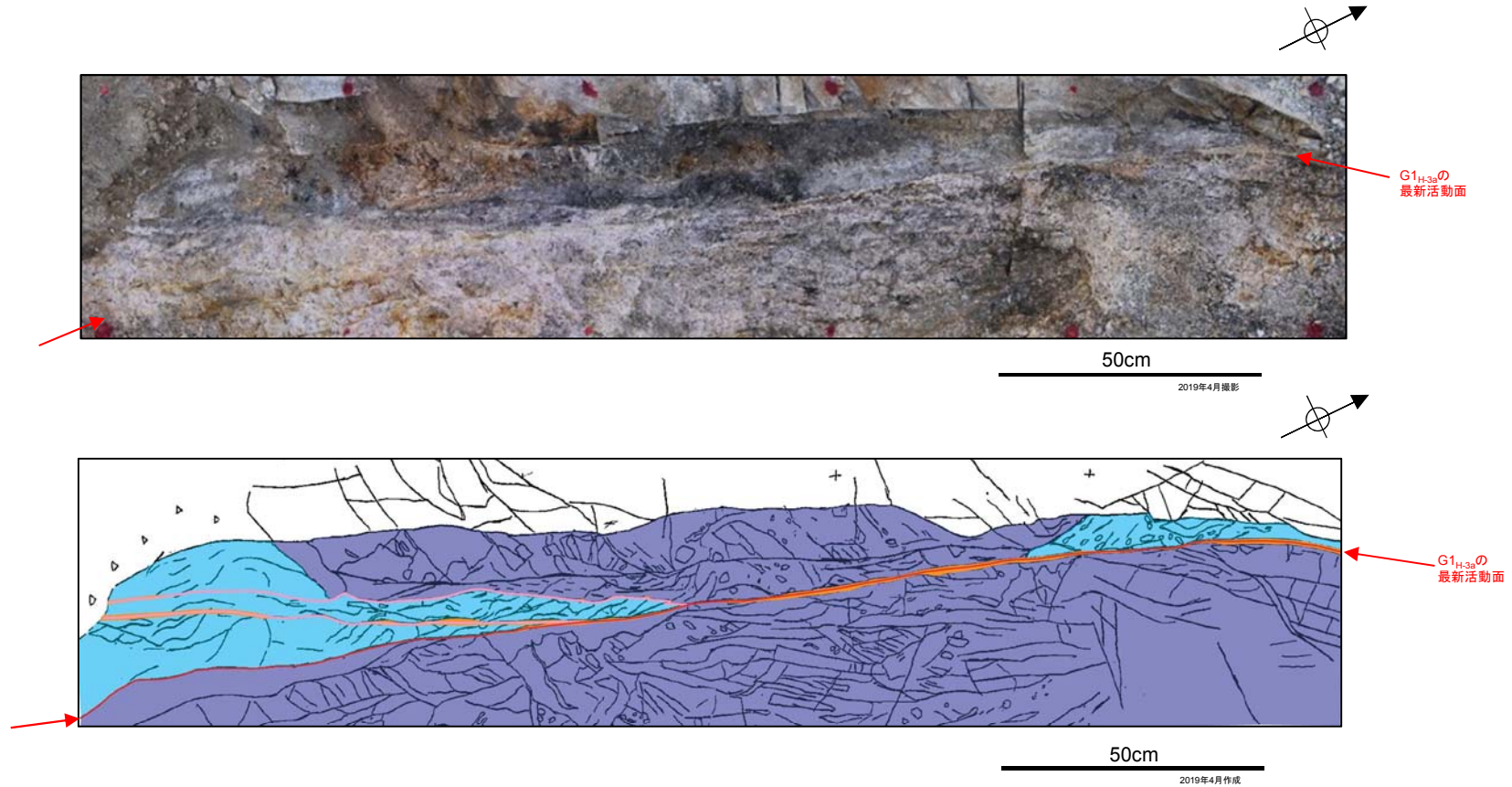
- 断層ガウジG_{1H-3a}はカタクレーサイトC_{1H-3a}を切っていることから、G_{1H-3a}はC_{1H-3a}より新しいと考えられる。







3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部のH-3a破碎帯(11) - 分帯された各ゾーンの形成時期の新旧関係(活動ステージ)の検討(分布位置, 幅)

- カタクレーサイトC2_{H-3a}はG1_{H-3a}の最新活動面に沿って狭長に分布するのに対し, カタクレーサイトC1_{H-3a}は最新活動面から外側に広く分布することから, C1_{H-3a} → C2_{H-3a}の順と考えられる。



| 凡 例 | |
|---|-----------------------------|
|  | カタクレーサイト C1 _{H-3a} |
|  | カタクレーサイト C2 _{H-3a} |
|  | 断層ガウジ G1 _{H-3a} |
|  | G1 _{H-3a} の最新活動面 |
|  | せん断面 |

3.2 破碎帯の運動史に関する検討結果

各断層系区分の運動史の比較

- D-1破碎帯(D-1トレンチ北側ピット), D-14破碎帯(D-14既往露頭底盤)及びH-3a破碎帯(2号炉原子炉建屋南側道路 剥ぎ取り部)において運動史に関する検討を実施した。
- 活動ステージについては, 断層ガウジの形成時期に加えて, カタクレーサイトの形成時期も含めて評価した。
- 「カタクレーサイトの左横ずれ」→「カタクレーサイトの右横ずれ」→「断層ガウジの右横ずれ」→「断層ガウジの左横ずれ」→「断層ガウジの正断層」の5つの活動ステージが見られることを確認した。活動ステージの順番について, 各調査地点で比較した結果, 整合していることが確認された。
- 活動ステージについて, 古い順からSC-1, SC-2, SG-1, SG-2, SG-3と呼称することとした。
- 以上のことから, より新しい時期に活動した断層系区分である「代表断層系区分」は, より新しいSG-3の履歴が見られる「断層系区分N」であると評価した。

断層系区分の新旧関係

| 破 碎 帯 | | | 断層系区分N (D-1破碎帯) | 断層系区分LL (D-14破碎帯) | 断層系区分RL (H-3a破碎帯) | |
|------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 活動 ス テ ー ジ | より新しい時期 ↑ | 断層 ガ ウ ジ | SG-3 (正断層) | G3 _{D-1} | — | — |
| | | | SG-2 (左横ずれ) | G2 _{D-1} | G2 _{D-14} | — |
| | | | SG-1 (右横ずれ) | G1 _{D-1} | G1 _{D-14} | G1 _{H-3a} |
| | 活動時期 | カタ ク レ ー サ イ ト | SC-2 (右横ずれ) | C2 _{D-1} | C2 _{D-14} | C2 _{H-3a} |
| | | | SC-1 (左横ずれ) | C1 _{D-1} | C1 _{D-14} | C1 _{H-3a} |
| より古い時期 ↓ | | | | | | |

参考文献

参考文献

- S. L. Dorobek(2008) : Tectonic and depositional controls on syn-rift carbonate platform sedimentation. Controls on Carbonate Platform and Reef Development, SEPM Special Publication, 89, 57-81.
- L. M. Watts, R. E. Holdsworth, J. A. Sleight, R. A. Strachan and S. A. F. Smith(2007) : The movement history and fault rock evolution of a reactivated crustal-scale strike-slip fault: the Walls Boundary Fault Zone, Shetland. Journal of the Geological Society, 164, 1037-1058.
- F. M. Chester, J. S. Chester, D. L. Kirschner, S. E. Schulz and J. P. Evans(2004) : Structure of large-displacement, strike-slip fault zones in the brittle continental crust. Rheology and Deformation of the Lithosphere at Continental Margins, 1, 223-260.
- S. A. F. Smith, R. E. Holdsworth, C. Collettini and M. A. Pearce(2011) : The microstructural character and mechanical significance of fault rocks associated with a continental low-angle normal fault: the Zuccale Fault, Elba Island, Italy. Geology of the Earthquake Source: A Volume in Honour of Rick Sibson, Geological Society, London, Special Publications, 359, 97-113.
- 狩野謙一・村田明広(1998) : 構造地質学, 朝倉書店, 299p.
- 高木秀雄・小林健太(1996) : 断層ガウジとマイロナイトの複合面構造—その比較組織学. 地質学雑誌, 102, 170-179.
- T. Blenkinsop(2000) : Deformation Microstructures and Mechanisms in Minerals and Rocks. Springer-Science+Business Media, B. V., 150p.
- E. H. Rutter, R. H. Maddock, S. H. Hall and S. H. White(1986) : Comparative Microstructures of natural and experimentally produced clay-bearing fault gouges. Pure and Applied Geophysics, 124(1-2), 3-30.
- J. H. Choi, S. J. Yang, S. R. Han and Y. S. Kim(2015) : Fault zone evolution during Cenozoic tectonic inversion in SE Korea. Journal of Asian Earth Sciences, 98, 167-177.
- S. A. F. Smith and D. R. Faulkner(2010) : Laboratory measurements of the frictional properties of the Zuccale low-angle normal fault, Elba Island, Italy. Journal of Geophysical Research. 115, B02407.
- C. W. Passchier and R. A. J. Trouw(2005) : Microtectonics Second Edition, Springer, 366p.
- A. Braathen, P. T. Osmundsen and R. H. Gabrielsen(2004) : Dynamic development of fault rocks in a crustal-scale detachment: an example from western Norway. Tectonics, 23, TC4010.
- 中島隆・高木秀雄・石井和彦・竹下徹(2004) : フィールドジオロジー7 変形・変成作用, 共立出版, 208p.
- 高木秀雄(1983) : 中央構造線沿いの圧砕岩類に認められるカタクラスティックな重複変形—長野県上伊那地方の例—. 早稲田大学教育学部学術研究—生物学・地学編—, 32, 47-60.
- 高木秀雄(1998) : 破碎—塑性遷移領域の断層岩類, 地質学論集, 50, 59-72.
- R. H. Sibson(1977) : Fault rocks and fault mechanisms. Journal of the Geological Society, 133, 191-213.
- 地質環境の長期安定性研究委員会(2011) : 地質リーフレット4 日本列島と地質環境の長期安定性, 日本地質学会, 7p.
- JEAG 4601-2015 原子力発電所耐震設計技術指針, 日本電気協会, 285p.

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(1/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|-----------------|---------------|--|--|
| 1 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 3条対象の破砕帯に絞り込み評価を行うこととし、それらの分布の根拠となるデータについて、より詳細に説明すること。 | 破砕帯の連続性評価の基準及びプロセスを示すとともに、D-1 破砕帯の連続性評価について例示する。 なお、3条対象とした破砕帯の連続性評価の妥当性については、別途説明する。 (第657回審査会合においてご説明) |
| 2 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 破砕帯が浦底断層に変位を与えていないと判断した根拠について説明すること。 | 浦底断層の上盤側と下盤側に近接して分布する破砕帯については、破砕部の性状が異なり一連の破砕帯ではないと判断されることから、浦底断層に変位・変形を与えている破砕帯もないものと判断される。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 3 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 破砕帯の選定フローの判断指標としている「未固結破砕部の有無」については、確認した箇所代表性について説明すること。 | 地質・地質構造評価を行うにあたっては詳細な調査を実施している(調査密度が著しく低い状況にはない)ことから、破砕帯の性状については適切に把握出来ていると判断している。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 4 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 「最新活動面の平滑さ」については、様々な要因に左右されると考えられるが、活動時期の新旧の判断指標とした考え方を説明すること。 | 断層の活動時期と活動面の平滑さの関係に言及した文献の見解を踏まえると、断層の最新活動面の平滑さは活動時期の相対的な新旧を表す指標になり得るものと判断している。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 5 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | D-1トレンチ北西法面の③層の地層区分について、より詳細に説明すること。 | D-1トレンチ北西法面③層を詳細に区分した根拠やプロセスについて説明するため、③層の詳細な層相や各層の関係等を示す。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 6 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | D-1トレンチ北西法面におけるテフラの降灰層準の認定について、より詳細に説明すること。 | D-1トレンチ北西法面におけるテフラの降灰層準の認定の考え方を詳細に示す。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 7 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 奥壺低地の第四系に含まれるテフラが上流側と下流側で分布標高が異なる成因について詳細に説明すること。 | 奥壺低地の縦断面図において岩盤上面の標高の変化やテフラの分布標高が変化する理由について、第四系の層相や破砕帯の運動方向等に基づき検討した結果、これらの変化は破砕帯の活動によるものではなく、初生的な堆積構造によるものと判断される。 (第597回審査会合においてご説明) |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(2/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|-----------------|---------------|--|--|
| 8 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | 反映すべき最新の知見について再確認すること。 | 審査会合(平成29年12月22日)において指摘のあった文献(今庄及び竹波地域の地質(2013))については、設置変更許可申請書(平成27年11月5日)に記載されているものであり、その内容等については審査資料に適切に反映した。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 9 | 平成29年 12月22日 | 第536回 審査会合 | D-6破碎帯の大深度坑調査のうち立坑の工事記録において浦底断層に関する地質情報があれば示すこと。 | D-6破碎帯の大深度調査坑へのアクセスのための立坑の工事段階(ライナープレート設置前)において浦底断層を確認している。 (第597回審査会合においてご説明) |
| 10 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>破碎帯の分布の妥当性について確認するため、重要施設毎に破碎帯の詳細な分布状況(地質平面図、地質断面図)や調査密度について示すこと。連続性評価の説明においては、3条対象になり得るといような破碎帯については、特に慎重に選定を行い提示すること。</p> <p>また、破碎帯の選定については、固結破碎部のみからなる破碎帯が未固結破碎部を伴う破碎帯を図学上は変位させている状況が見受けられる。(固結破碎部からなる破碎帯の活動時期がより古いと主張をするのであれば、)こうした矛盾がない考え方も示すこと。</p> | <p>3条対象破碎帯又は重要施設の近傍に分布する破碎帯等について、個々の破碎部の位置及び詳細なデータ並びに連続性評価の具体的なプロセスを図表を用いて示すとともに、破碎帯の分布位置と重要施設との関係を示す。</p> <p>また、指摘を踏まえ、重要施設の近傍に位置する破碎帯や連続性の乏しい破碎部が3条対象破碎帯となり得る可能性を最大限考慮するため、これまでの連続性評価の基準を一部変更した。加えて、破碎帯の選定に関する指摘についても、破碎帯の新旧関係と連続性評価との間に矛盾を生じさせないとの観点からも、これまでの連続性評価の基準を一部変更した。</p> <p>上記の変更及びそれを踏まえた検討の結果、これまで4条対象破碎帯としていた破碎帯等の一部については、3条対象破碎帯となり得る可能性がある。</p> <p>原子炉補機冷却海水取水路や防潮堤の南側付近等においてデータ拡充や3条対象破碎帯となり得る破碎帯が3条対象破碎帯であるかを明確にするため、ボーリング調査等による(既存のコアの利用も含めた)データ拡充を図っていく(追加の調査や検討については具体的な計画がまとまり次第説明する)。 (第657回審査会合においてご説明)</p> |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(3/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|---------------|---------------|--|--|
| 11 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>破碎帯を選定して活動性評価を行う場合には、切り合い関係等の明確な証拠に基づき、対象断層を選定する必要がある。これに対する考え方を示すこと。</p> <p>(関連するコメント)</p> <ul style="list-style-type: none"> － 破碎帯の選定の判断指標としている「連続性の良い破碎帯か？」の具体的内容について明確にすること。 － 破碎帯の選定の判断指標としている「最新活動面が平滑な破碎帯か？」について、規制庁としては断層活動時期の新旧関係と定性的な相関があるということは一定の事実だと思っているが、破碎帯同士の直接の切り合い関係のような判断ができるものか疑わしいと考えていることに対して説明すること。 | <p>破碎帯の選定にあたっては、これまでは、「未固結破碎部を伴う破碎帯か?」、「連続性の良い破碎帯か?」、「最新活動面が平滑な破碎帯か?」に基づき、破碎帯同士の新旧関係について判断してきた。</p> <p>このうち、地質図上の解釈による破碎帯同士の切り合い関係の意味で用いてきた「連続性の良い破碎帯か?」の判断や「最新活動面が平滑な破碎帯か?」による判断については、主観的な判断も含まれる指標であることから、これまでとは異なる観点やより客観的な指標に基づき選定することが適切であると判断した。</p> <p>このため、破碎帯の走向・傾斜や最新活動面の変位センス等の客観的な指標に基づく選定について現在検討を進めているところである(検討が終わり次第、説明を行う)。 (第657回審査会合においてご説明)</p> |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(4/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|---------------|---------------|---|---|
| 12 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>破碎帯の選定の判断指標としている「未固結破碎部を伴う破碎帯か？」について規制庁としては、断層活動時期の新旧関係と定性的な相関があるということは一定の事実だと思っているが、固結しているというだけで活動性は否定できないと考えていることに対して説明すること。</p> | <p>これまで破碎帯の選定の判断指標としていた「未固結破碎部を伴う破碎帯か？」によって「未固結破碎部を伴わない」と判断したものは、固結破碎部からなる破碎帯であり、カタクレーサイトからなる破碎帯の意で用いてきたものである。</p> <p>まず、この判断をより明確にするため、これまでの記載表現であった「未固結破碎部を伴う破碎帯か？」を「断層ガウジ又は断層角礫を伴う破碎帯か？」と断層岩による区分に基づく記載表現に変更することとした。</p> <p>次に、固結の程度については定性的な指標であることから、固結破碎部がカタクレーサイトであるか否かの判断にあたっては、コアの再観察及び薄片試料の再観察を改めて行い、カタクレーサイトの組織の特徴があることを明確に確認出来ないもの（現状で観察試料がないものも含む）については、全て安全側に断層ガウジとして取り扱うこととした。</p> <p>カタクレーサイトからなる破碎帯については、その形成深度等を踏まえると後期更新世以降には活動していないと判断される。 (第657回審査会合においてご説明)</p> |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(5/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|---------------|---------------|--|---|
| 13 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>破碎帯が浦底断層に変位を与えていないと判断した根拠について、浦底断層の近傍のデータを追加して説明すること。</p> | <p>浦底断層の近傍に分布する破碎帯について、既往のボーリングコアを利用して、新たに条線方向のデータを取得した。その結果、下盤側の破碎帯と上盤側の破碎帯では運動方向が異なるデータが追加で得られた。</p> <p>また、現在の広域応力場と当該破碎帯の運動方向の関係についても新たに検討を実施した。その結果、当該破碎帯は現在の広域応力場から推定される運動方向には調和で重要施設に影響を与える可能性のある破碎帯は確認されなかった。</p> <p>(仮に、当該破碎帯が浦底断層よりも新しい時期に活動している場合には、現在の広域応力場に調和的な運動方向となるが、本検討結果によれば調和的な運動方向ではないことが確認された)。</p> <p>以上の追加の分析及び検討の結果も含め、浦底断層に変位・変形を与えている破碎帯はないと判断される。</p> <p>(第657回審査会合においてご説明)</p> |
| 14 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>奥壺低地の第四系に含まれるテフラが上流側と下流側で分布標高が変わる成因について、地層の堆積環境等の記載の充実を図った上で、再度説明すること。</p> <p>河川の下谷浸食ではできないような地形(閉じた凹地等)ができているため、これについても再度説明すること。</p> | <p>奥壺低地の第四系に含まれるテフラが上流側と下流側で分布標高が変化する成因に関連して、海水準との対応も追加で図示し、成因が初生的な堆積構造によるものであると判断することに矛盾がないことを確認した。</p> <p>また、第597回審査会合で示した岩盤上面のコンターについては、周辺の地形を考慮せず、ボーリング調査から得られる岩着深度のデータのみを用いて作図していたことから、本資料では当該地域周辺の地形等も考慮し適正化した。</p> <p>(第657回審査会合においてご説明)</p> |
| 15 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>D-1トレンチ北西法面の③層の地層区分について、より高解像度な写真も添付すること。</p> | <p>地層の分布状況をより詳細に確認できる高解像度の写真を添付した。</p> <p>(第657回審査会合においてご説明)</p> |
| 16 | 平成30年 7月6日 | 第597回 審査会合 | <p>D-6破碎帯の大深度坑調査で確認された浦底断層の走向・傾斜について、立坑の工事記録から推定を試みることに。</p> | <p>立坑で確認された浦底断層に関し、走向・傾斜が不明な箇所については工事記録に基づき推定した。</p> <p>(第657回審査会合においてご説明)</p> |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(6/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|-----------------|---------------|---|--|
| 17 | 平成30年 11月30日 | 第657回 審査会合 | <p>追加調査について、調査内容が確定した時点で説明すること。 なお、追加調査結果を待たずに議論できる部分については、説明すること。</p> | <p>第657回審査会合(平成30年11月30日)で説明した原子炉補機冷却海水取水路の南側付近等におけるデータ拡充や、3条対象破碎帯となり得る可能性がある破碎帯が、3条対象破碎帯であるかを明確にするための調査を計画した。 今回計画した調査のうち、ボーリング調査については終了し、現在ボーリングコアの観察・分析を実施中である。 追加調査結果については、破碎帯の連続性評価がまとまり次第、これと併せて説明する。(第758回審査会合にて説明済み)</p> <p>追加調査結果を待たずに議論できる部分としては、これまでの審査で示したデータに基づき代表性評価の基本的考え方を説明する。 今後は、追加調査結果がまとまった時点で、これらを反映した評価結果について説明する。 (本日説明)</p> |
| 18 | 平成30年 11月30日 | 第657回 審査会合 | <p>連続性評価の判断根拠となるエビデンスや評価の考え方の詳細について、根拠と評価の関連性がより分かりやすくなるよう資料の構成を工夫すること。</p> | <p>次回回答</p> |
| 19 | 平成30年 11月30日 | 第657回 審査会合 | <p>C.パスキエ, R.トゥロウ(1999)の文献については、原文を確認するとともに、事業者が加筆した箇所が分かる表記とすること。</p> | <p>原文を再度確認し断層岩の記述(定義)について表現を見直した。 また、当社が加筆した箇所が分かる表記とした。 さらに、引用文献を改訂版であるPasschier and Trouw(2005)に変更した。 (本日説明)</p> |

敦賀発電所2号炉 敷地の地形、地質・地質構造に関するコメント一覧(7/7)

| No. | 日付 | 回次 | コメント内容 | 回答骨子 |
|-----|-----------------|---------------|--|---|
| 20 | 平成30年 11月30日 | 第657回 審査会合 | 敷地の3条対象破砕帯の活動性については、浦底断層とその近傍に分布する破砕帯の広域応力場との関係だけでなく、総合的な判断をすること。 | 次回回答 |
| 21 | 平成30年 11月30日 | 第657回 審査会合 | 奥壺低地に見られるテフラの分布標高の変化と破砕帯の活動性は関連していないことを岩盤上面の形状から説明しているが、岩盤上面の形状には解釈の幅があることから、再度検討すること。 | 次回回答 |
| 22 | 令和元年 8月23日 | 第758回 審査会合 | データを記載するルール等の資料作成の具体的プロセスを示すとともに、全ての誤りについて修正した理由を示すこと。 | 性状一覧表、ボーリング柱状図・コア写真及び連続性評価の具体的プロセスの資料作成手順を示した。 また、全ての誤りの内容を類型化し、修正理由を明確にした。 印刷の誤りの再発防止対策に加えて、新たな再発防止対策を今後の審査会合資料に講ずることとした。 (第783回審査会合においてご説明) |
| 23 | 令和元年 8月23日 | 第758回 審査会合 | ほかにも記載の不備がないか再度確認すること。 | 敷地の地形、地質・地質構造及び地震動評価の審査会合資料について、再点検を実施した。 (第783回審査会合においてご説明) |
| 24 | 令和元年 8月23日 | 第758回 審査会合 | 調査計画が、3条及び38条の観点で破砕帯を適切に把握出来る計画であるのかを判断出来るよう、重要施設直下の地質図とボーリング配置を施設毎に示すこと。 | 調査の十分性を確認するために、原子炉補機冷却海水取水路南側付近だけでなく、配置を見直した重要施設(緊急時対策所及びその周囲の重要施設)について、施設毎の地質断面図を作成し、重要施設と調査位置の関係を示す。 (本日説明) |
| 25 | 令和元年 8月23日 | 第758回 審査会合 | K断層の連続性評価及び活動性評価は追加調査結果を待たずに議論できる部分であることから、記載の不備を適正化した上で優先的に説明すること。 | 第783回審査会合(令和元年10月11日)に説明した記載の不備を踏まえ、改めてK断層がD-1トレンチの南方に連続するか否かについて検討した。 検討に用いるデータについては、追加観察又は追加データの取得を行った。 連続性評価の結果、K断層の南方にK断層と類似する性状の破砕部は無く、南方に連続しないことから、K断層は重要施設直下に連続する破砕帯では無いと判断した。 (本日説明) |

余白