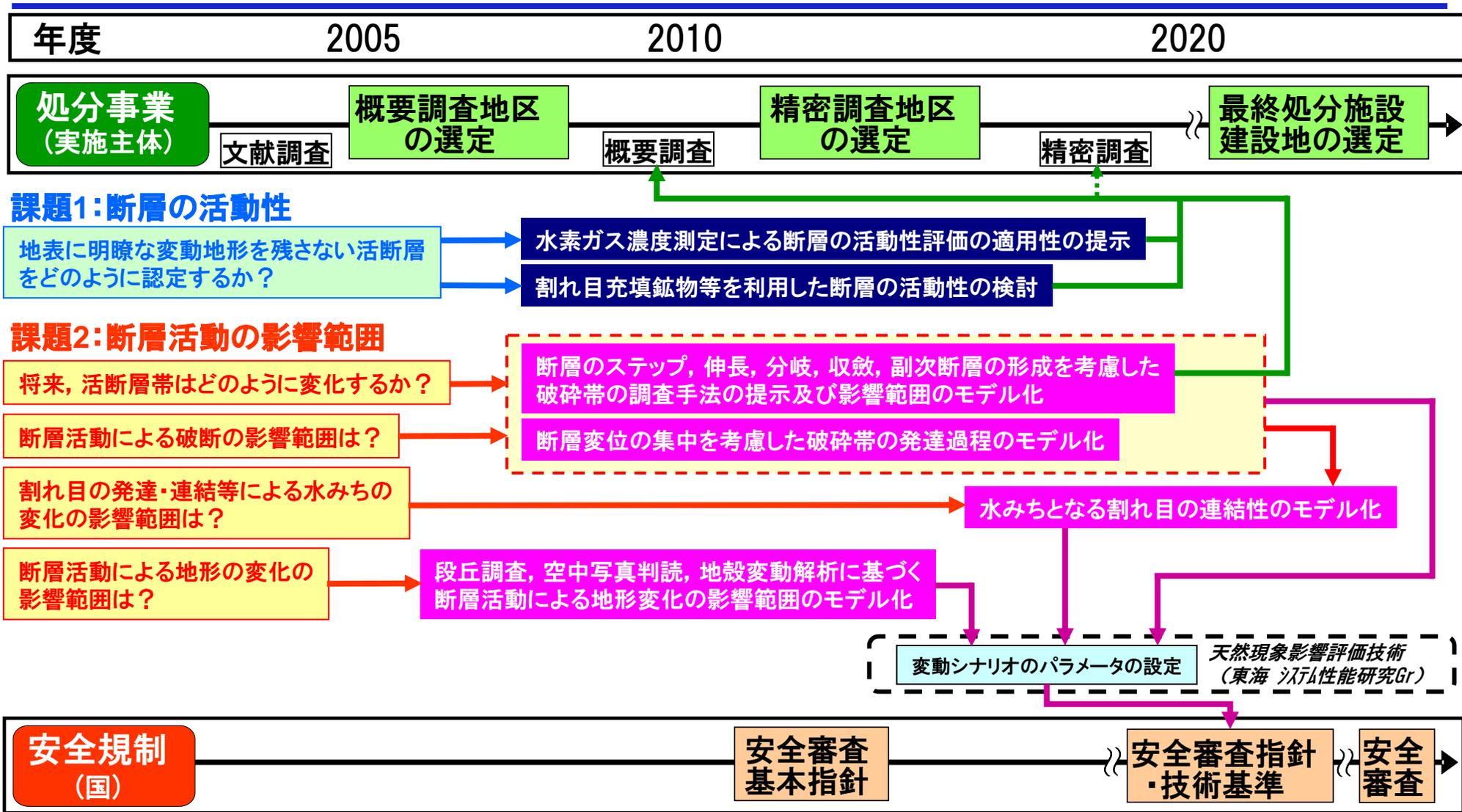

地質環境の長期安定性に関する研究の 成果および今後の計画

— 地震・断層活動に関する研究 —

独立行政法人 日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

地震・断層活動に関する研究の目的と成果の反映

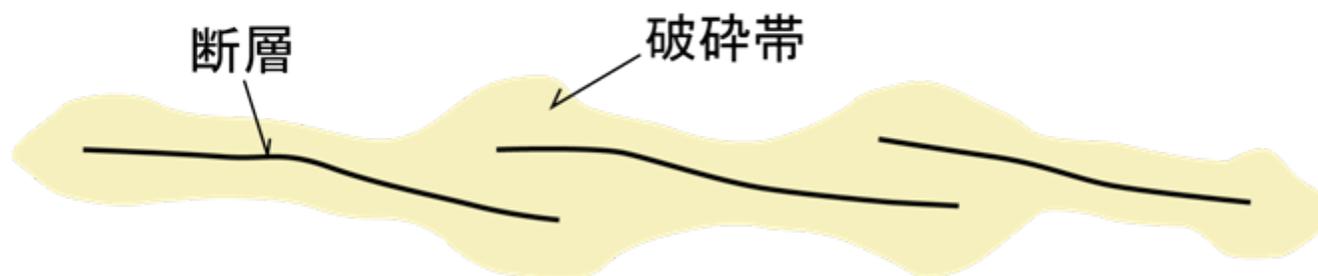


地震・断層活動に関する研究の内容

- 断層活動に伴う周辺岩盤への力学的・水理学的影響範囲のモデル化及び調査手法の提示
 - 断層のステップに伴う破碎帯の発達過程の把握
 - 断層の変位の集中についての把握
 - 横ずれ断層活動による地形変化の把握
 - 断層の伸長，分岐，収斂の把握
 - 副次的な断層の形成過程の把握
- 平成18年度
- 平成19年度
- 断層の活動性評価手法の提示
 - 水素ガス濃度測定による断層の活動性評価手法の適用性の確認

断層活動に伴う周辺岩盤への力学的・水理学的 影響範囲の研究 ～その考え方～

大局的には、断層活動は既存の断層を利用して繰り返し起こっているようにみえる



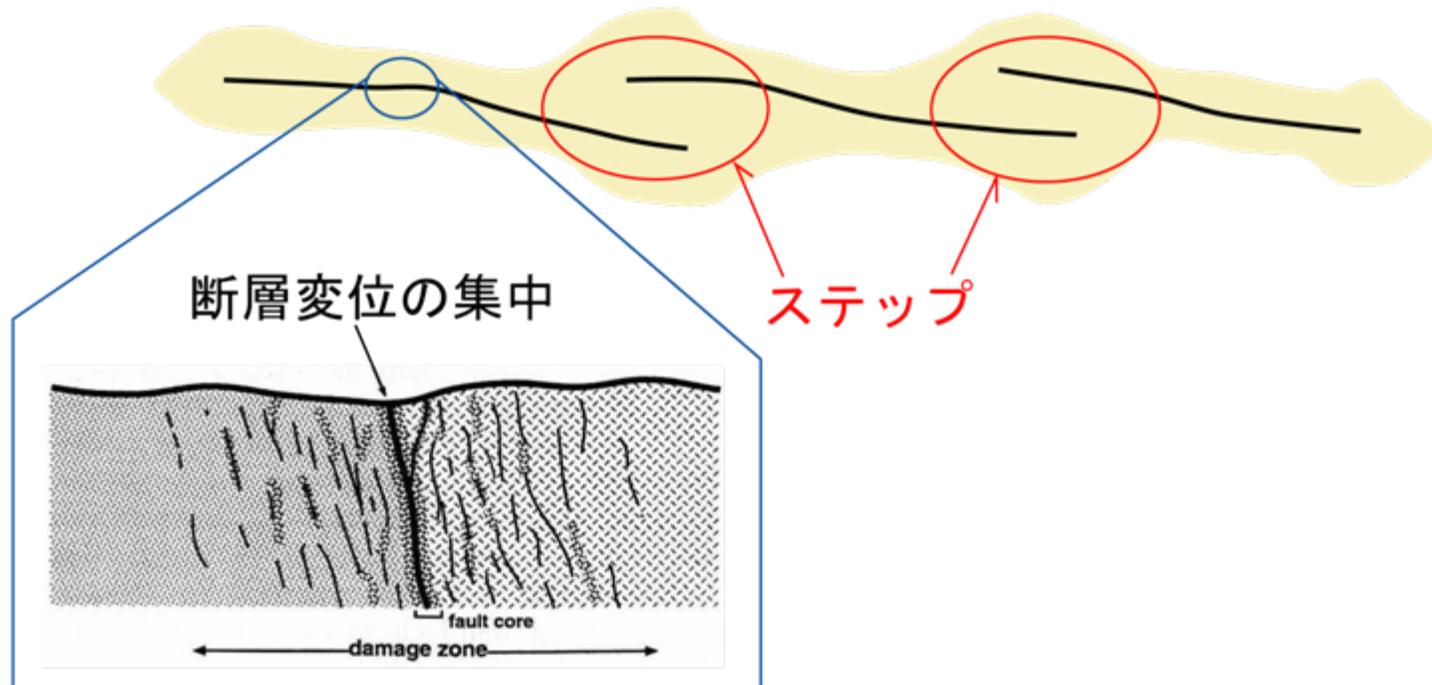
しかし、断層活動に伴う
破碎帯の形成や地形の変化は一様ではない

断層活動に伴う周辺岩盤への影響範囲を評価する上で、対象地域の地質等を考慮した破碎帯の発達や地形の変化の傾向を把握するとともに、そのための調査体系を整備することが重要

断層活動に伴う周辺岩盤への力学的・水理学的 影響範囲の研究内容

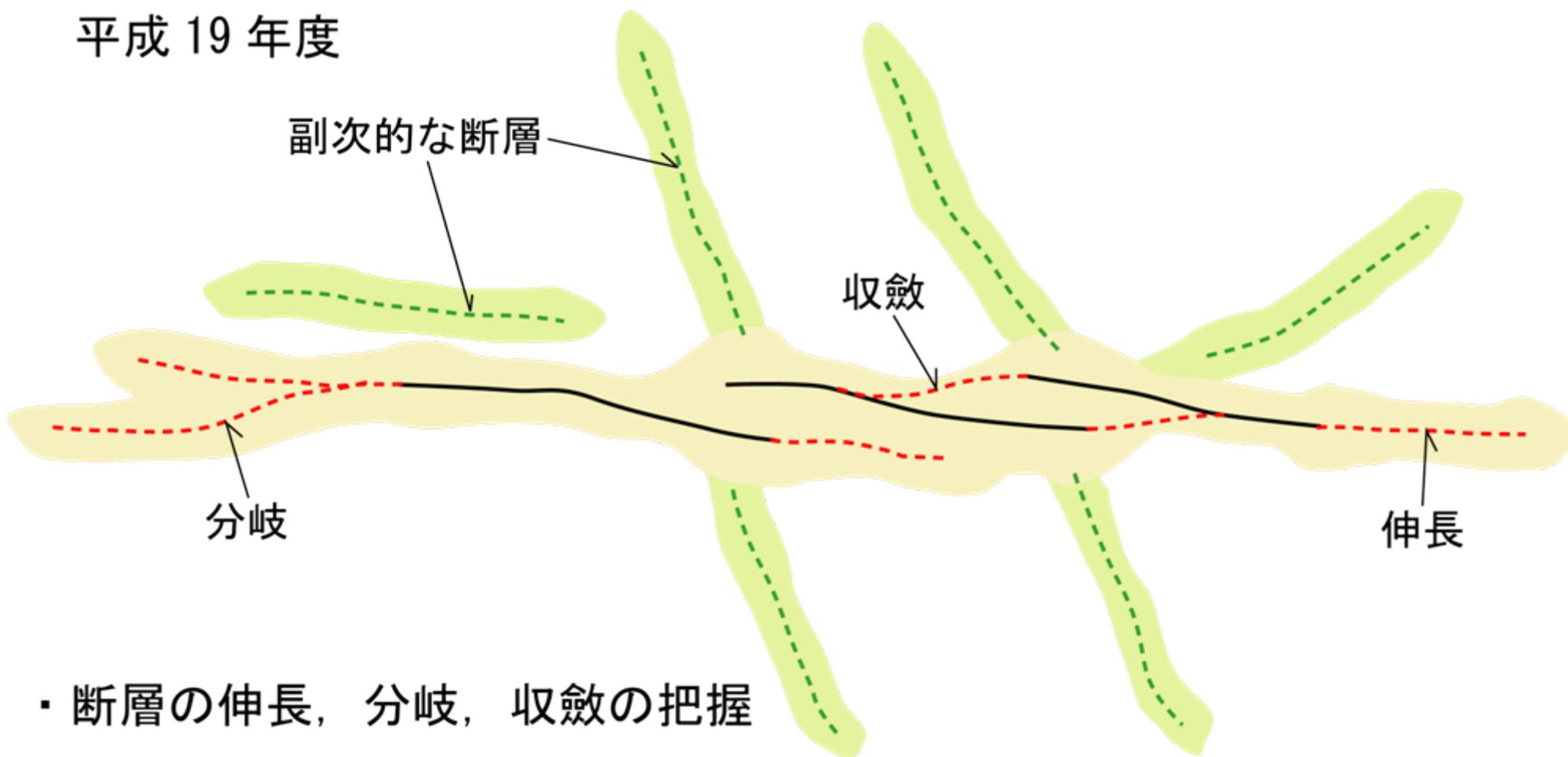
平成 18 年度

- ・断層のステップに伴う破砕帯の発達過程の把握
- ・断層の変位の集中についての把握



断層活動に伴う周辺岩盤への力学的・水理学的影響範囲の研究内容

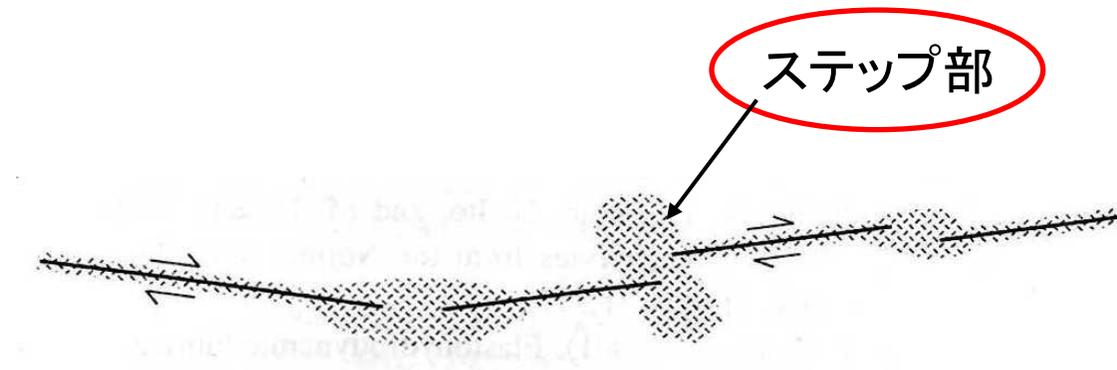
平成 19 年度



- ・ 断層の伸長，分岐，収斂の把握
- ・ 副次的な断層の形成過程の把握

断層のステップに伴う破砕帯の発達過程：目的

- 断層の地表トレースはしばしば不連続（ステップ部の形成）
- ステップ部における破砕帯の性状と幅の変化の把握が目的



- ステップ部では破砕帯の幅が拡大（Sibson, 2003など）
- 地震の起点と終点（アスペリティとバリアー）を考慮する上でもステップ部が重要
(Otsuki and Dilov, 2005; Wesnousky, 2006など)

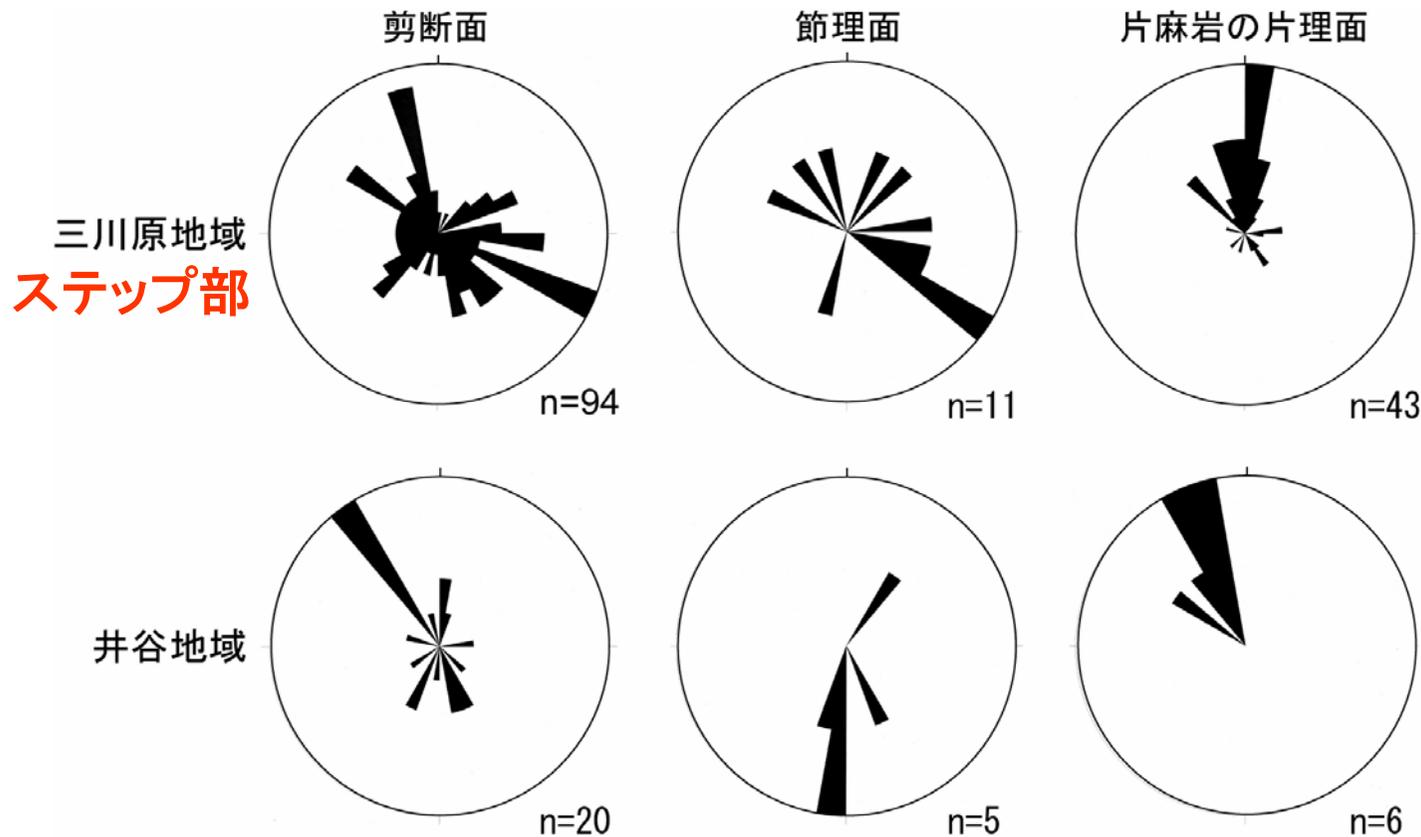
断層のステップに伴う破砕帯の発達過程：内容

- 岐阜県の跡津川断層を事例対象として調査
- 空中写真判読によりステップ部を認定



断層のステップに伴う破砕帯の発達過程：結果

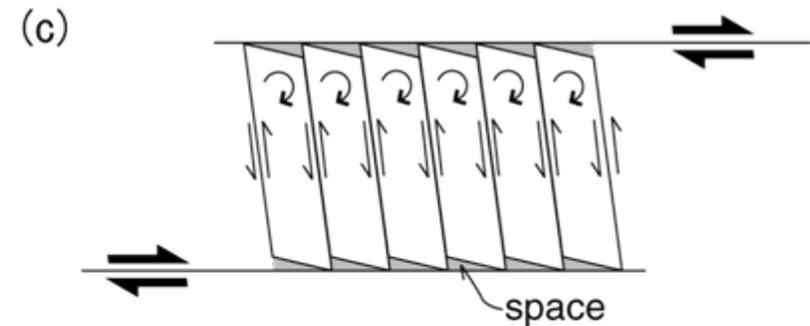
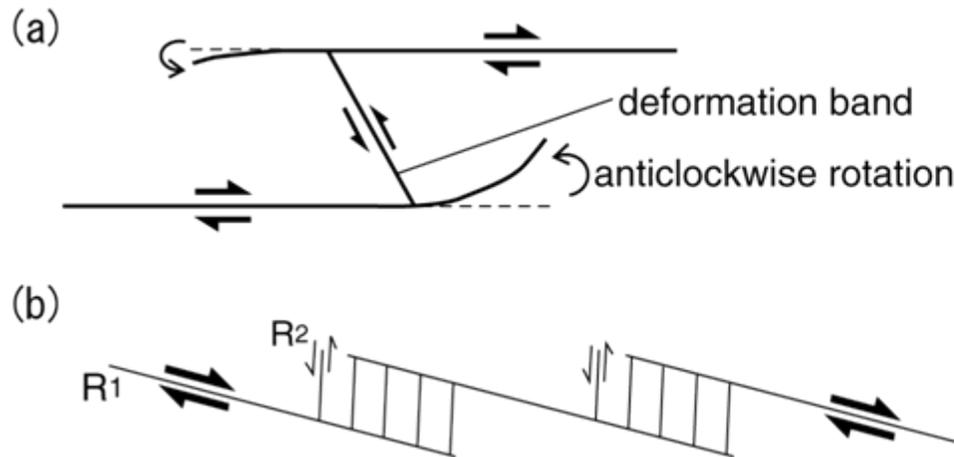
- ステップ部では主断層の走向と大きく斜交する剪断面が密に発達し，破砕帯の幅が広がっている



傾斜方向を示した
ローズダイアグラム

断層のステップに伴う破砕帯の発達過程：考察

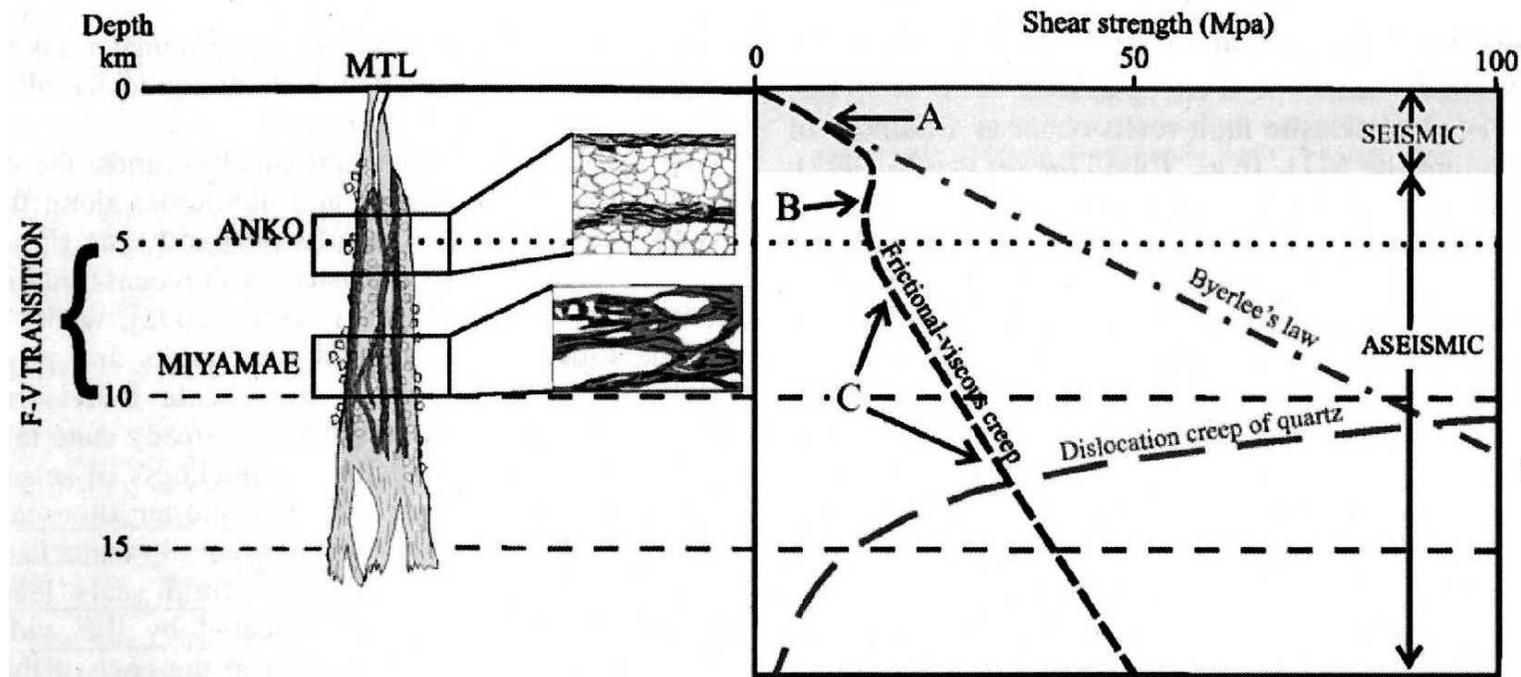
- ステップ部における主断層の走向と大きく斜交する剪断面の発達は、数値解析や砂箱アナログ実験等からも示唆
- 右横ずれ断層（跡津川断層）の左ステップのジオメトリとよく整合



(a) Okubo and Schultz (2006), (b) Davis et al. (1999),
(c) Kanaori et al. (1990), (d) Richard et al. (1995)

断層の変位の集中についての把握：**目的**

- 処分場想定深度の地下数100m~1km付近においても、数10m程度におよぶ破砕帯のうち、断層活動に伴う変位をまかなっているのが一定の幅に集中していることを示す



Jefferies et al. (2006) 中央構造線のような長大な断層でも地下数kmの破砕帯における変位は局所部に集中

断層の変位の集中についての把握：内容

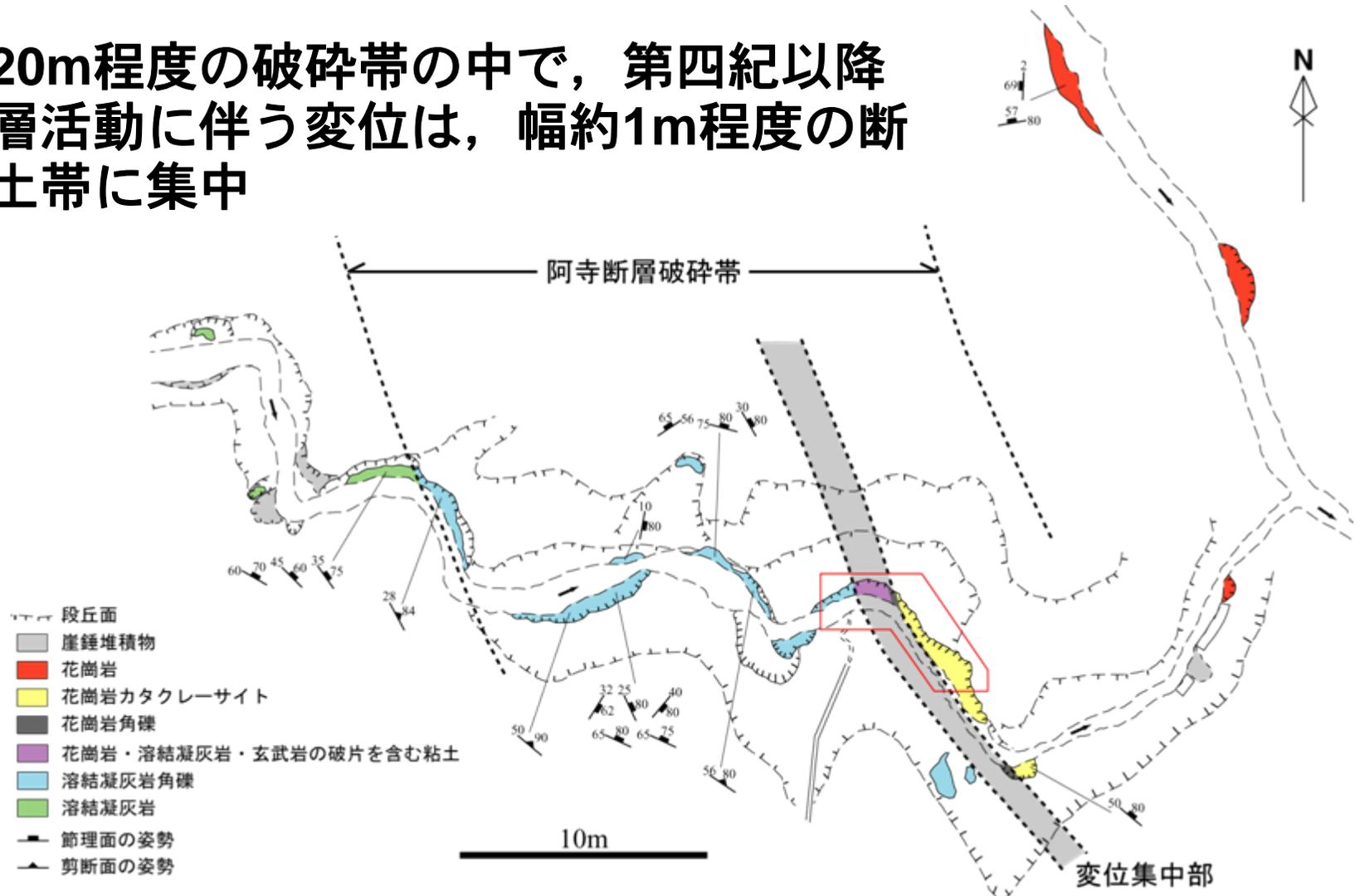


- 岐阜県東部，阿寺断層の破砕帯露頭（川上露頭）を事例対象として調査

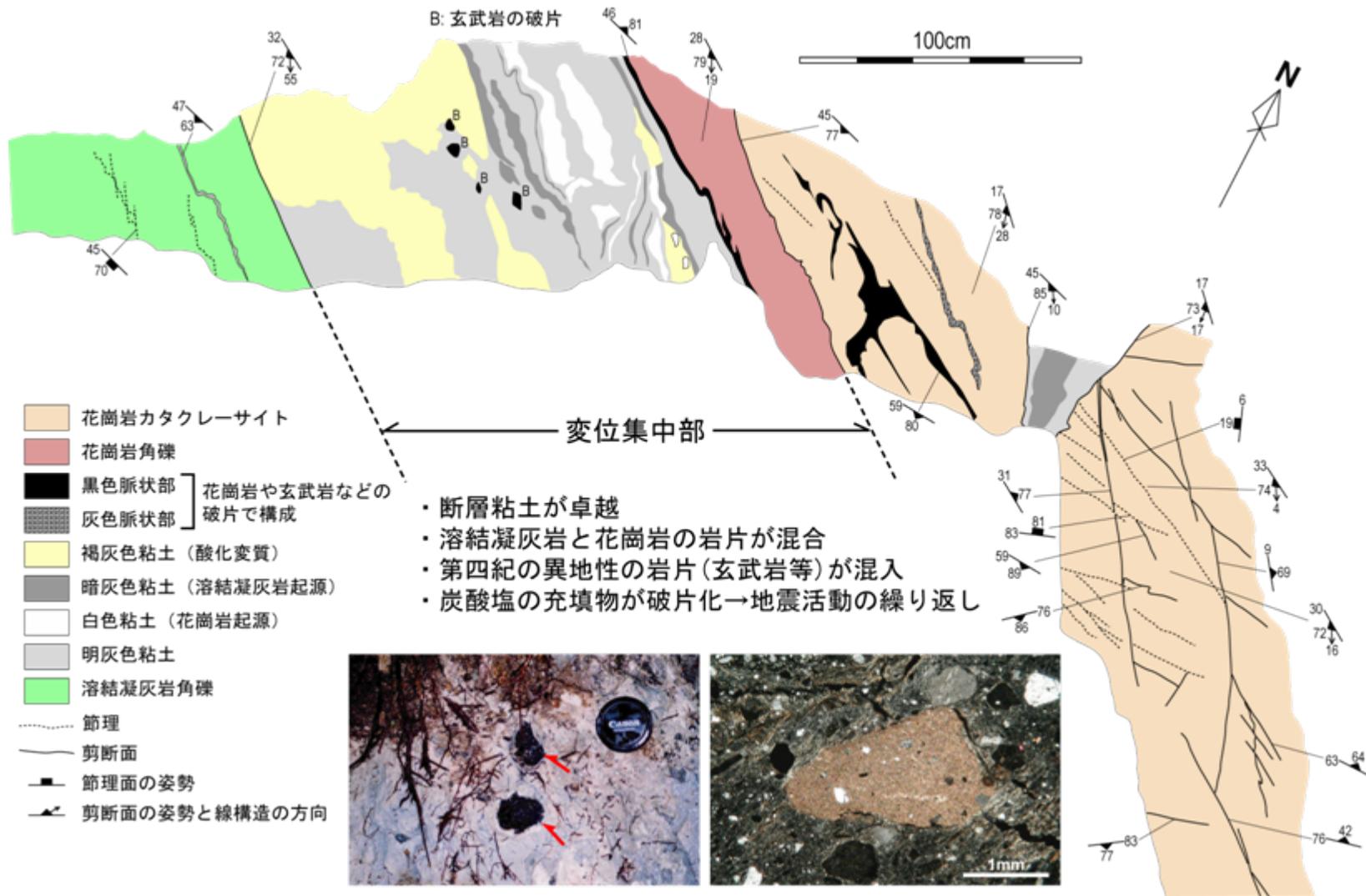
(地質調査所1993
阿寺断層ストリップマップより)

断層の変位の集中についての把握：結果

- 幅約20m程度の破砕帯の中で，第四紀以降の断層活動に伴う変位は，幅約1m程度の断層粘土帯に集中

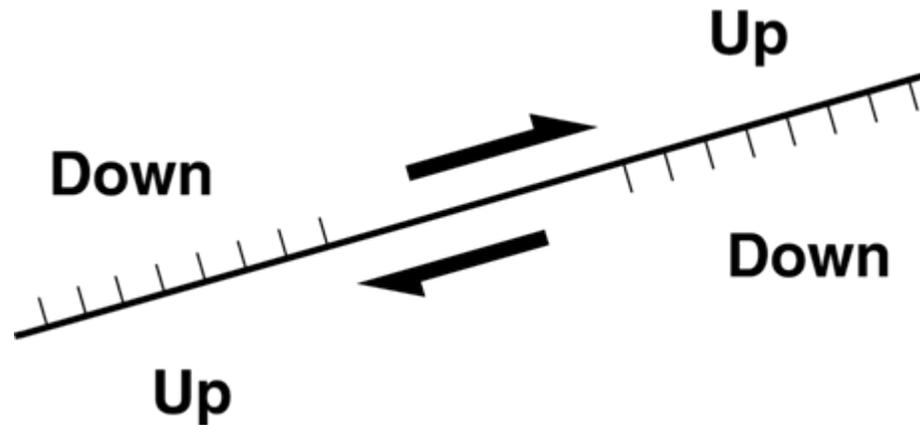


断層の変位の集中についての把握：考察



断層活動による地形変化の把握：目的と内容

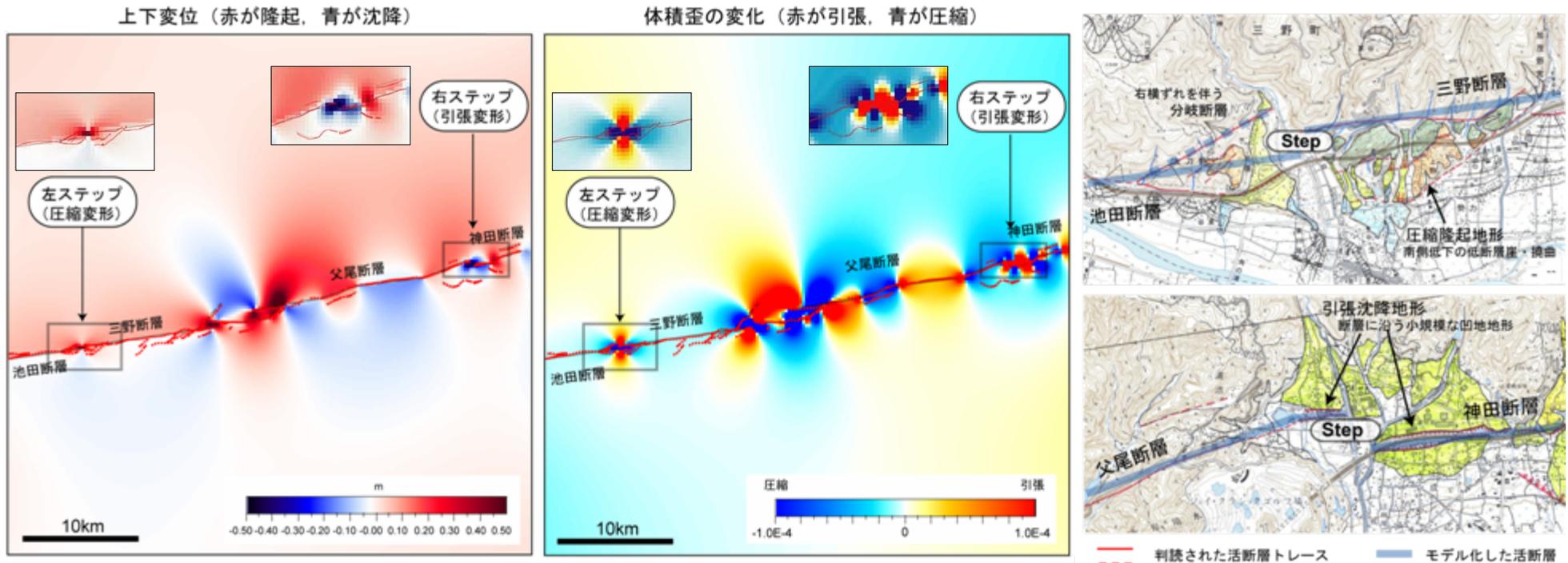
- 横ずれ断層においても、応力の集中する断層端部、屈曲部、ステップ部で地表の上下方向の変形が見込まれる
(例えば、中田・後藤, 1998)



- 徳島県の中央構造線を事例対象とした空中写真判読と地殻変動解析プログラムCoulomb (Toda et al., 2005) による計算⇒地形変化の傾向の把握

断層活動による地形変化の把握：結果と課題

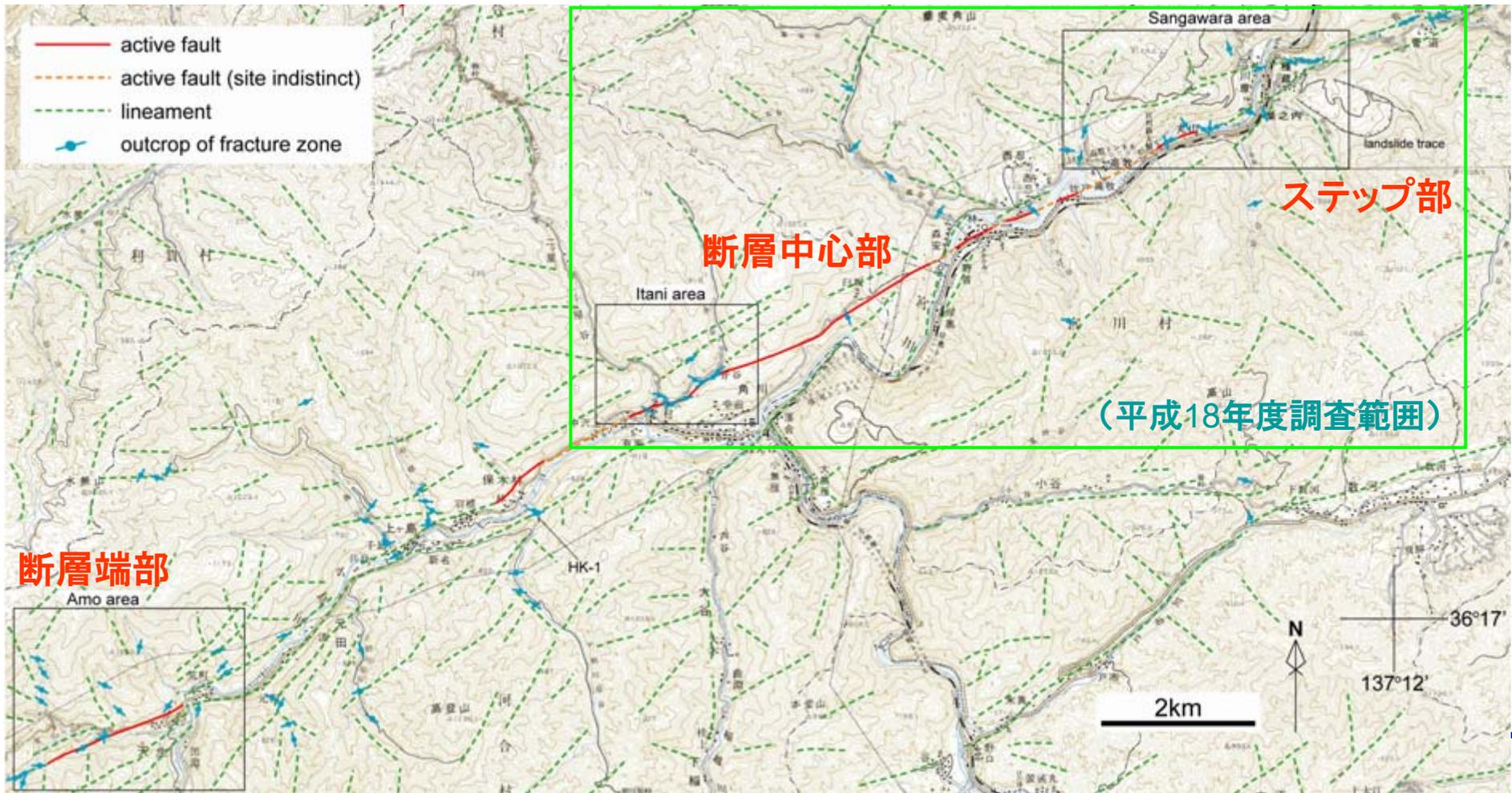
- 数mオーダーの横ずれ変位を伴う地震による最大上下変位量は数10cm程度



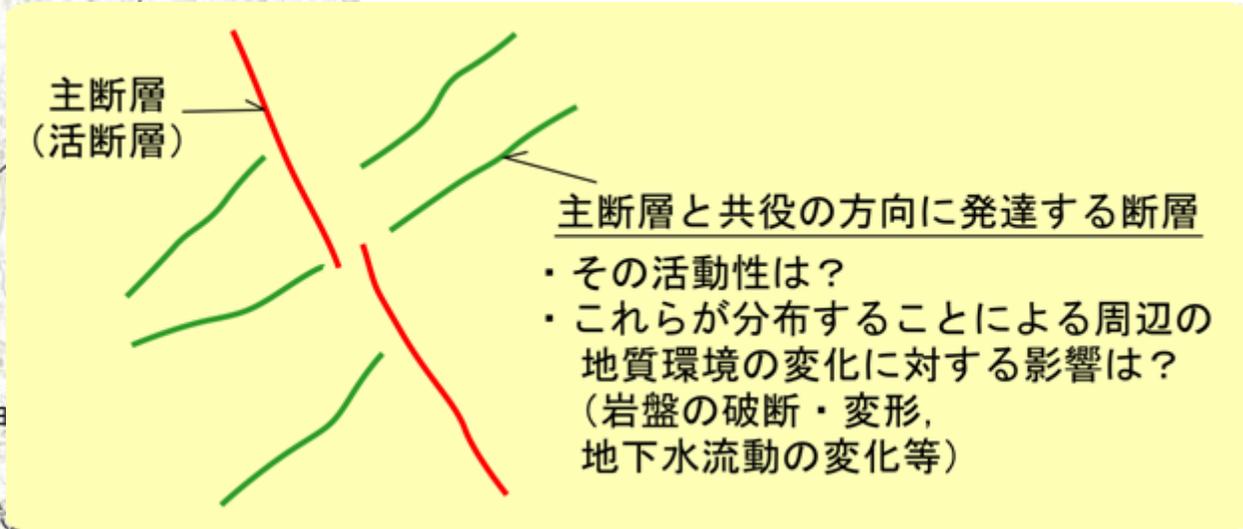
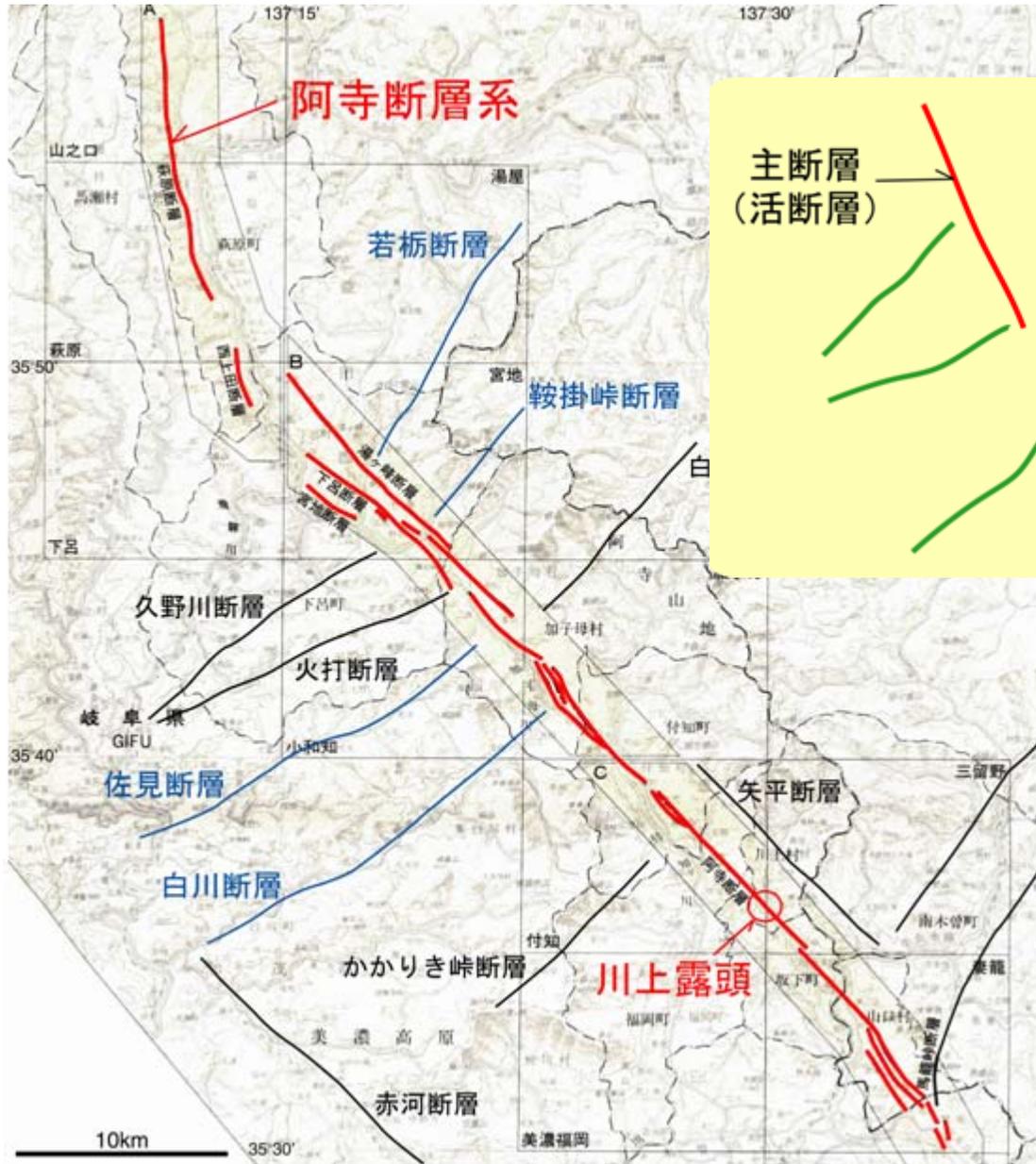
- 今後、現地での段丘調査等に基づき、解析結果を検証

断層の伸長，分岐，収斂の把握：内容

- 岐阜県の跡津川断層を事例対象として調査
- リニアメントと破砕帯の分布・性状との対応に着目



副次的な断層の形成過程の把握：目的



- 阿寺断層と共役の方向に発達する断層（佐見断層，白川断層，若栃断層，鞍掛峠断層）を対象とした事例調査

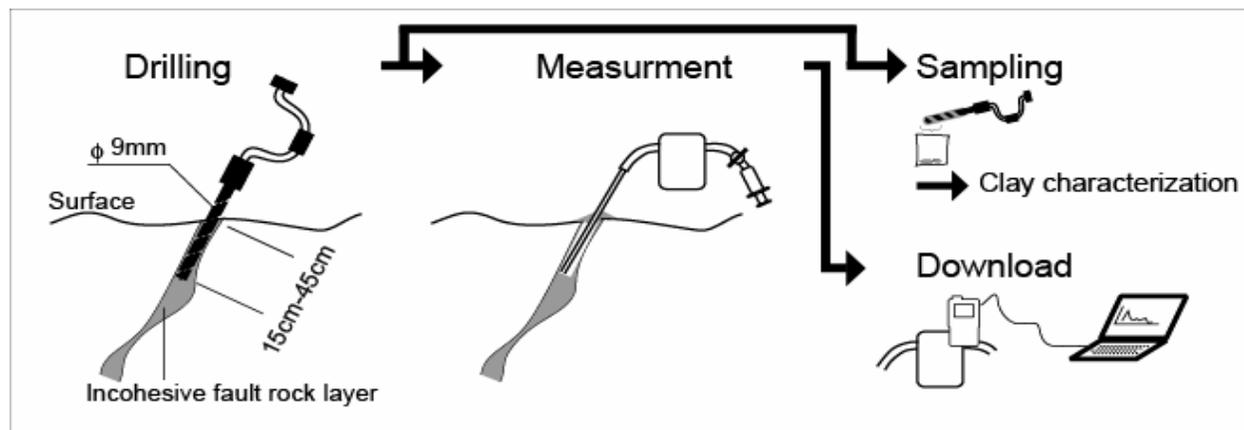
副次的な断層の形成過程の把握：内容

- 割れ目の発達，鉱物の一部溶脱，変質鉱物の形成により脆弱化した岩石の分布と性状の把握（**剪断変形の有無**）
- 鉱物脈や変質部の性状と鉱物・化学組成の把握（**形成深度，水みちとしての機能**）
- 断層面の方向と切断関係（**構造発達史の把握**）



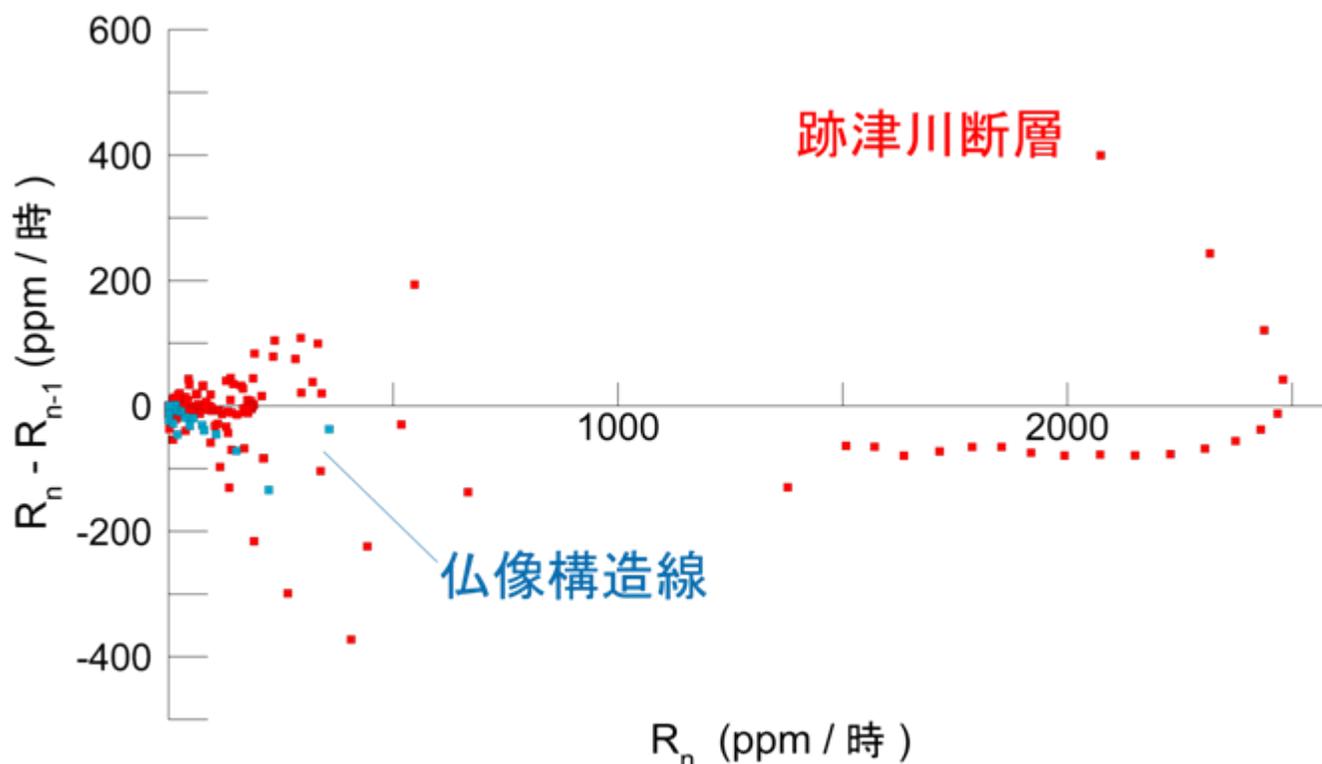
水素ガス濃度測定による 断層の活動性評価手法の提示：背景と目的

- 断層活動に伴う新生破壊表面と水とのラジカル反応に起因すると想定される高濃度の水素ガスの放出が活断層沿いで報告されている（Sugisaki et al., 1983など）
⇒断層の活動性評価に使えないか？
- 携帯型水素ガス測定器を使用した測定
- 掘削口径を小さくすることにより，掘削部の擾乱に伴う水素ガス初期放出の影響を低減
⇒短時間で広範囲かつ多地点での測定を実現



水素ガス濃度測定による 断層の活動性評価手法の提示：結果 1

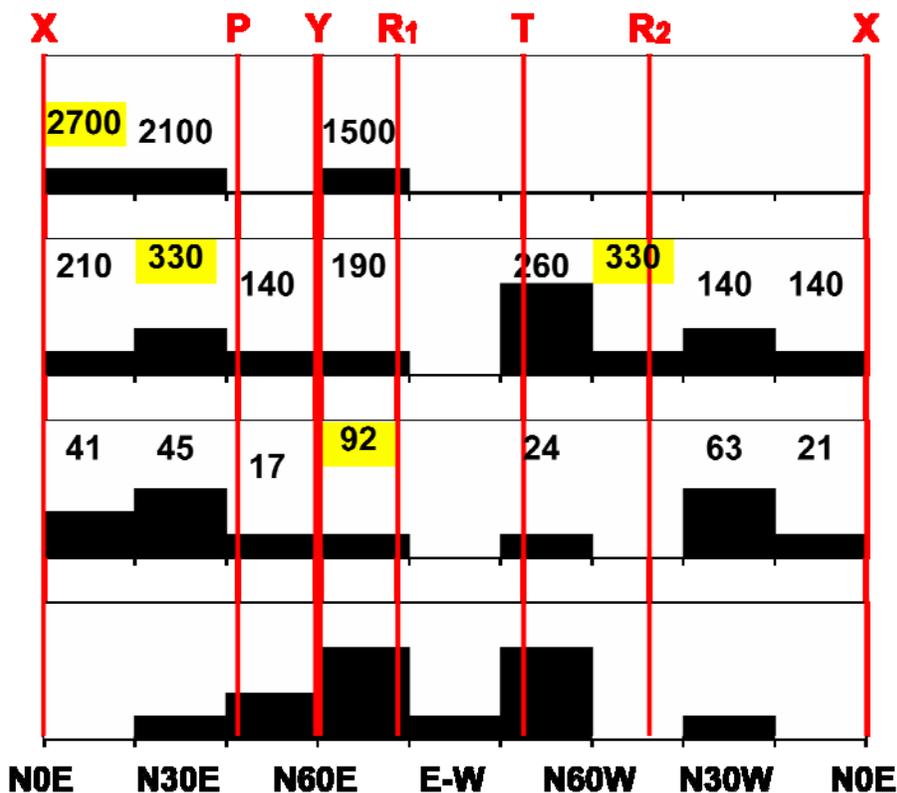
- 地質断層では放出率に限界がありそう・・・
活断層と地質断層とを区別するしきい値の存在？



R_n : n-1 時間後から n 時間後までの放出率 (ppm/ 時) n=2, 3, 4...

水素ガス濃度測定による 断層の活動性評価手法の提示：結果 2

- 活断層周辺でも，割れ目の方向によって放出率に顕著な違いが見られる
⇒地下深部における水みちとなる割れ目の連結性の調査に適用できる可能性あり



2～3時間後の放出率で区分
(数字は平均値)

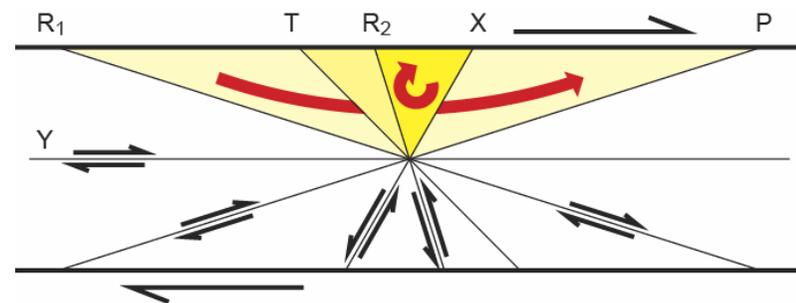
1000ppm/h 以上

100-1000ppm/h

10-100ppm/h

0-10ppm/h

X-R₂面、P-R₁面のブロック回転による空隙で水素の継続的な高濃度放出が特徴的に観測



地震・断層活動に関する研究：今後の課題

＜断層活動に伴う周辺岩盤への影響範囲＞

- リニアメント分布と破碎帯分布の関連性の整理
- 割れ目充填鉱物の形成環境の把握
 - ⇒ サイト選定において考慮すべき変動シナリオ・地下水シナリオを念頭においた調査体系の提示

＜断層の活動性＞

- 断層水素ガス測定多くの事例の提示
 - 手法の高精度化
- 断層帯の深部構造に関する研究のフォロー
 - 深部流体の起源と移動経路
 - 活断層の偏在性の要因（活断層の起源）