

3. 3 活動履歴を考慮した動的破壊シミュレーションによる連動性評価

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 活動履歴を考慮した動的破壊シミュレーションによる連動性評価

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立研究開発法人 産業技術総合研究所	主任研究員	加瀬 祐子
国立研究開発法人 産業技術総合研究所	主任研究員	浦田 優美

(c) 業務の目的

活動履歴や地震時変位量等を考慮した動的破壊シミュレーションについて、エネルギー収支による連動可能性のスクリーニングとともに実施し、連動可能性とその条件を検討する。

(d) 年度毎の実施業務の要約

1) 令和5年度：

最新活動の地震後経過時間と地震時変位量を説明できる震源モデルを推定した。

2) 令和6年度：

前年度の成果等を基に、次の活動で起こり得る震源モデルのプロトタイプを検討した。

3) 令和7年度：

本課題で得られた成果等を基に、最新活動の震源モデルを見直すとともに、次の活動で起こり得る連動のパターンを検討する。

(2) 令和6年度の成果

(a) 業務の要約

動的破壊シミュレーションを基に、連動可能性とその条件を議論するためには、断層帯の置かれた条件を反映した動力的震源モデルを構築する必要がある。今年度は、昨年度の業務で中央構造線断層帯四国陸域4区間の最新活動の変位履歴と調和的な連動イベントが得られた震源モデルを対象として、連鎖（続発）するイベントの連動パターンを検討した。その結果、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントに続いて、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが連鎖するという最新活動の変位履歴と歴史史料を共に満たす連動・連鎖パターンが得られた。

(b) 業務の成果

1) 今年度の検討対象とする震源モデル

文部科学省・産業技術総合研究所（2023）では、変位履歴から、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントと石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが、

別々に、しかし、おおむね同時期に発生した可能性が高いとしている。また、歴史資料からは、両イベントを含めて、西から東へと連鎖的にイベントが生じたとしている。一方、文部科学省・産業技術総合研究所（2024）は、中央構造線断層帯讃岐山脈南縁東部区間、同西部区間、石鎚山脈北縁区間、同西部区間を対象として、活動履歴の情報を基に、最新活動直前の応力場を推定し、これを反映した動的破壊シミュレーションを行った。その結果、破壊開始点の位置と各区間の最新活動直前の地震後経過率によって、5つの連動パターンが得られ、変位履歴と調和的な先発イベントとして、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベント、および、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが得られた。そこで、変位履歴と調和的な先発イベントを得ることのできた震源モデルを対象として、先発イベント後の応力場を初期応力モデルとして動力学的破壊シミュレーションを行い、続発するイベントの連動パターンが文部科学省・産業技術総合研究所（2023）の連動・連鎖パターンと一致するか否かを検討する。

文部科学省・産業技術総合研究所（2024）で石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動する先発イベントを得ることができた震源モデルは、石鎚山脈北縁西部区間の平均活動間隔と1つ前のイベントの活動時期の組み合わせが2通り、讃岐山脈南縁西部区間の組み合わせが3通りの計6モデル（表1(a)）、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントを得ることができた震源モデルは、石鎚山脈北縁西部区間の平均活動間隔と1つ前のイベントの活動時期の組み合わせが4通りの計4モデル（表1(b)）であった。ここではこの10モデルを対象として、続発イベントの検討を行う。

表1 検討対象とするモデルのパラメータセット。

(a) 石鎚山脈北縁西部区間と石鎚山脈北縁区間が連動するイベントが先発するモデル。

区間名	石鎚山脈北縁西部 (Ishizuchi W.)		石鎚山脈北縁 (Ishizuchi)	讃岐山脈南縁西部 (Sanuki W.)			讃岐山脈南縁 東部 (Sanuki E.)
	平均活動 間隔 [年]	1300	700	1500	1100	1200	1000
1つ前の 活動の 活動時期 [年]	100	700	200	400	400	600	300
最新活動 時期[年]	1400	1400	1700	1500	1600	1600	1500

(b) 讃岐山脈南縁西部区間と同東部区間が連動するイベントが先発するモデル。

区間名	石鎚山脈北縁西部 (Ishizuchi W.)				石鎚山脈北縁 (Ishizuchi)	讃岐山脈 南縁西部 (Sanuki W.)	讃岐山脈 南縁東部 (Sanuki E.)
	平均活動 間隔 [年]	700	1300	1300	800	1500	1100
1つ前の 活動の 活動時期 [年]	800	200	300	800	200	400	300
最新活動 時期[年]	1500	1500	1600	1600	1700	1500	1500

2) 断層モデル

断層モデルと媒質モデルは、文部科学省・産業技術総合研究所（2024）に従い、以下のよう

に決定した。断層モデル各区間の走向と長さは、都市圏活断層図（後藤・他，1998；中田・他，1998；岡田・他，1998；堤・他，1998；後藤・他，1999；中田・他，1999；岡田・他，1999；堤・他，1999；中田・他，2009；岡田・他，2009；岡田・他，2014）を基に決定した（図1）。

傾斜角について、地震調査研究推進本部（2017）では、中角度と高角度を併記しているが、文部科学省・産業技術総合研究所（2023）を参考に、高角度（鉛直）の場合のみを扱うこととした。また、断層幅を20kmとした。以上のように決定した断層モデルの各パラメータを、表2にまとめる。

媒質は和泉層群、三波川変成岩、四万十帯の水平3層構造とし、伊藤・他（1996）、Ito et al.（1996）、Nakajima and Hasegawa（2007）の紀伊半島・中国四国地方のモデル、文部科学省・東京大学地震研究所（2020）、日本列島基盤岩類物性データベース（大熊・金谷，2007）を参考に、表3のように仮定した。

表2 本研究で用いた断層モデルのパラメータ。讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間の間は、幅 0.6km の左ステップで長さ 0.6km のギャップで、讃岐山脈南縁西部区間と石鎚山脈北縁区間の間は、幅 1.4km の右ステップで長さ 17.4km のオーバーラップで、石鎚山脈北縁区間と同西部区間の間は、幅 1.8km の右ステップで長さ 11.4km のオーバーラップで区切られている。

区間名	讃岐山脈南縁西部 (Sanuki W.)				讃岐山脈南縁東部 (Sanuki E.)		石鎚山脈北縁西部 (Ishizuchi W.)		石鎚山脈北縁 (Ishizuchi)
走向	N71.8°E	N84.2°E	N72.9°E	N80.8°E	N77.3°E	N74.4°E	N60.2°E	N71.8°E	N71.8°E
長さ [km]	22.4	11.0	23.4	24.6	52.2	15.6	14.8	11.4	28.0
傾斜角			90°		90°		90°		90°
地震発生層の深さ [km]			20		20		20		20
幅 [km]			20		20		20		20

表3 本研究で用いた速度構造モデル。

上端の深さ [m]	P波速度 [m/s]	S波速度 [m/s]	密度 [kg/m ³]
0	3000	1700	2450
1000	5800	3000	2650
6000	6100	3600	2680



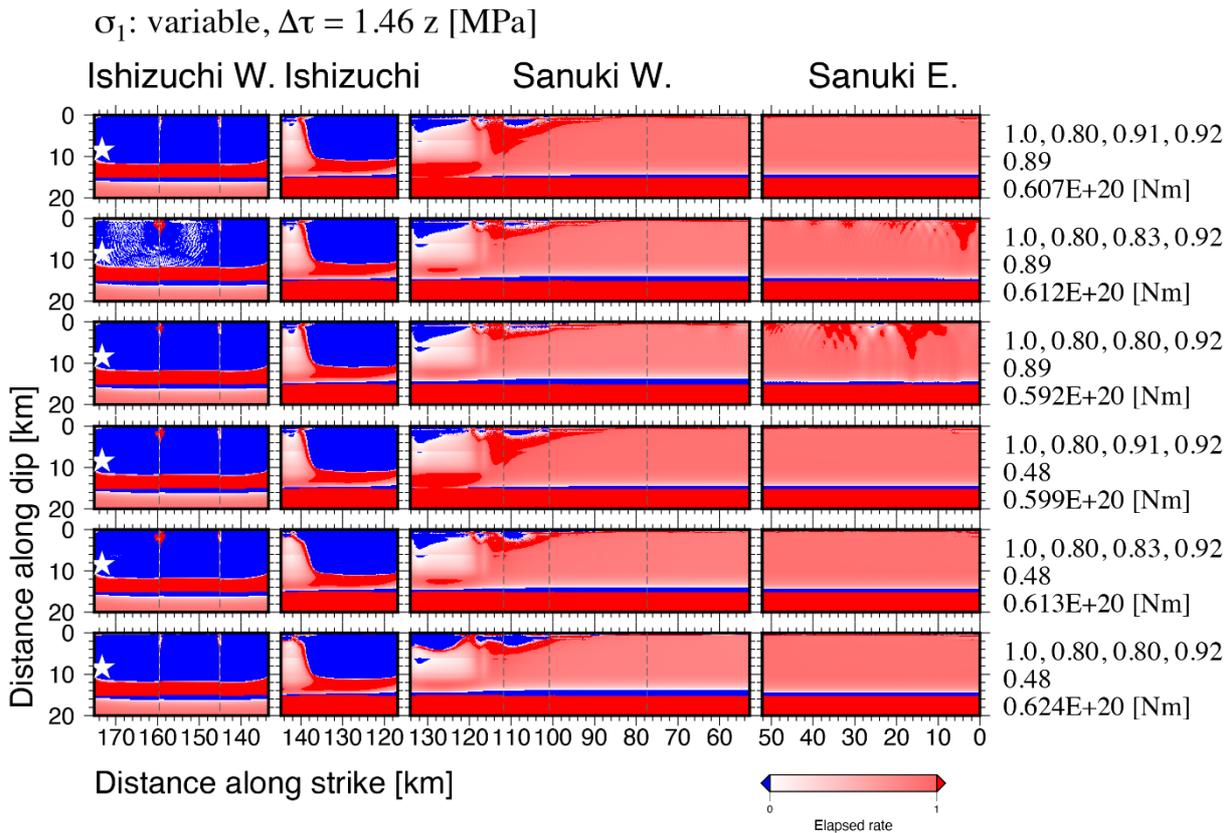
図1 本研究で用いた断層モデル。地理院地図（国土地理院）に加筆。

3) 続発イベント直前の応力場モデル

広域応力場と摩擦係数、臨界すべり量 (D_c) は、文部科学省・産業技術総合研究所 (2024) と同様のモデルを用いた。その上で、1) で述べた 10 モデルについて、先発イベントのシミュレーションで得られた最終応力場を、先発イベント直後、すなわち、続発イベント直前の応力場とした。この応力場は、先発イベントによる応力擾乱を受けている。このときの剪断応力と動摩擦応力との差を、広域応力場から想定される「満期」の応力降下量で割った値が、続発イベント直前の地震後経過率にあたる (図 2)。

続発イベントの破壊は、地震後経過率が 1 を越える領域から始まると考えられるが、その中でも特に、先発イベントの破壊によって法線応力が低下した、すなわち、静摩擦応力が低下して破壊しやすくなった領域 (図 3) から続発イベントの破壊が始まるとした。この条件下では、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルでは、破壊は讃岐山脈南縁西部区間の石鎚山脈北縁区間とのオーバーラップ部分のやや東から始まると考えられる。一方、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルでは、破壊が始まると考えられる領域が、石鎚山脈北縁区間と同西部区間それぞれの讃岐山脈南縁西部区間とのオーバーラップ部分のやや西に存在するため、両区間それぞれから破壊が始まる場合を検討した。

(a)



(b)

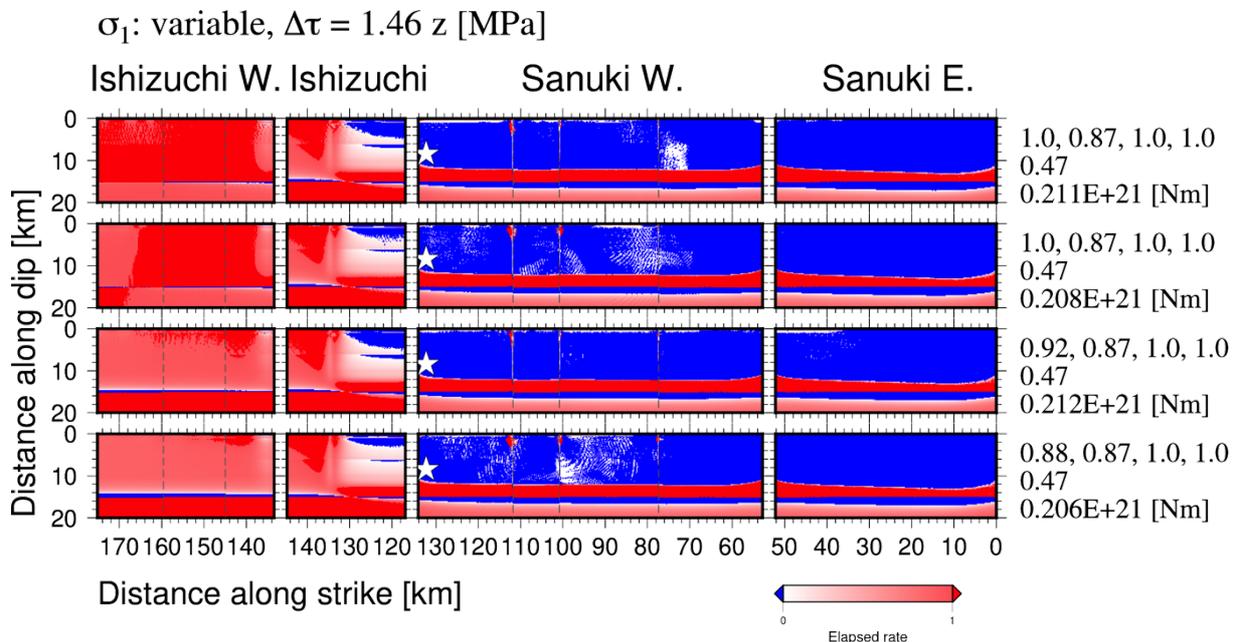
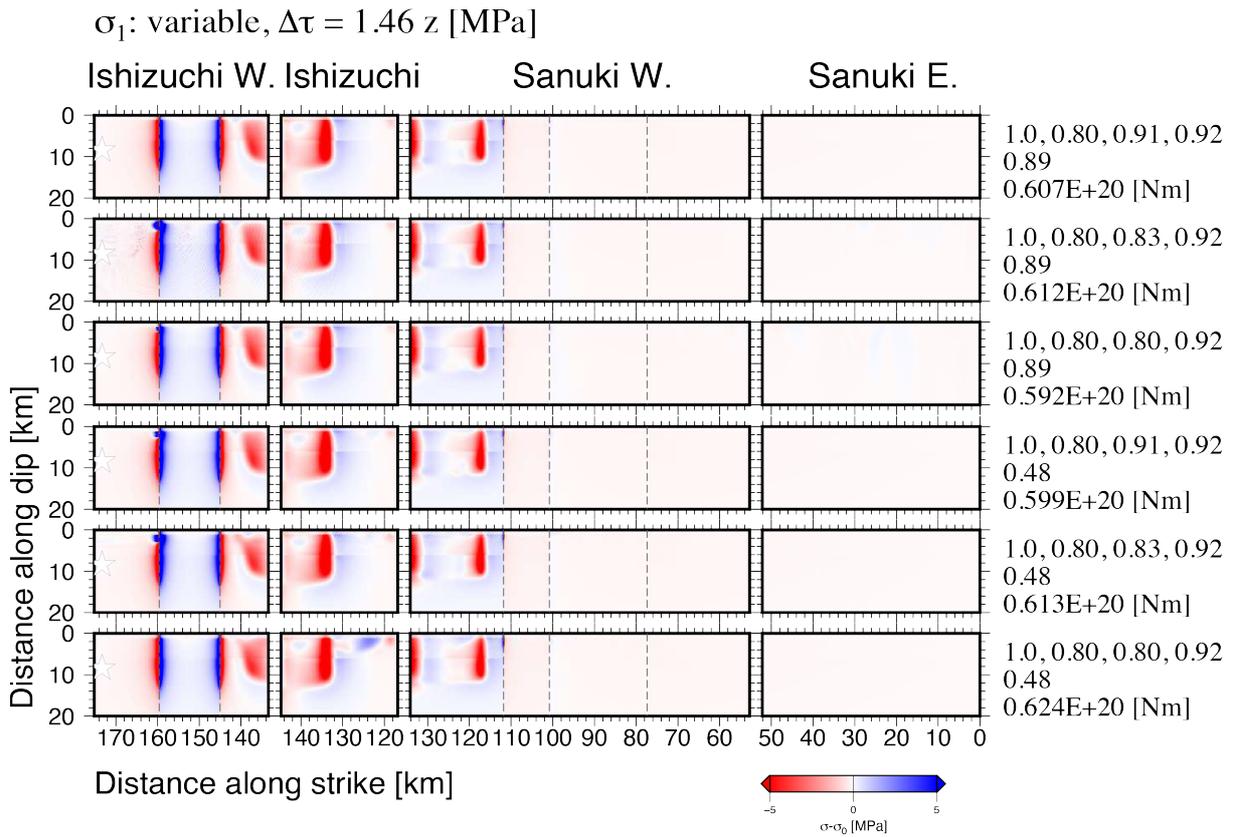


図2 続発イベント直前の地震後経過率分布。右端の数値は、上から、それぞれの区間の最新イベント直前の地震後経過率（左から、石鎚山脈北縁西部区間、石鎚山脈北縁区間、讃岐山脈南縁西部区間、讃岐山脈南縁東部区間の値）、現在の地震後経過率、地震モーメントを示す。星印は、先発イベントの破壊開始領域を示す。(a) 石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発する場合。(b) 讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発する場合。

(a)



(b)

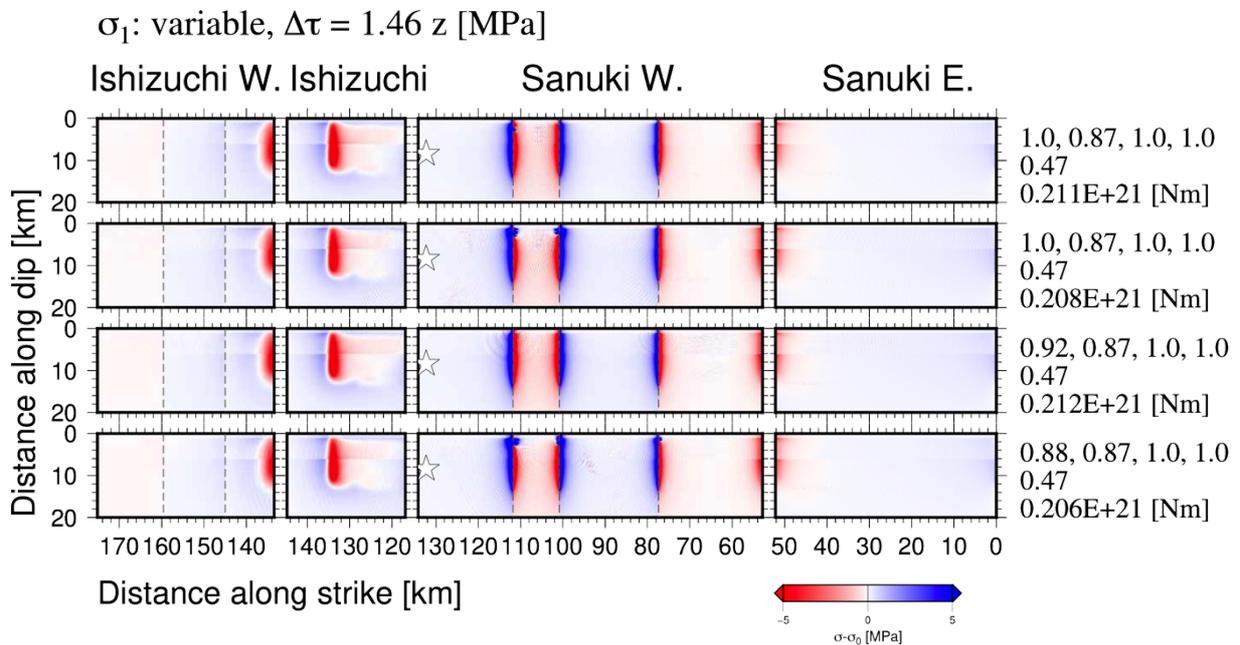


図3 先発イベントの破壊による法線応力変化分布。図の詳細は、図2と同様。(a) 石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発する場合。(b) 讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発する場合。

4) 断層面の境界条件

断層面の境界条件は、文部科学省・産業技術総合研究所（2024）と同様に、Coulomb の破壊基準とすべり弱化的摩擦構成則（図 4；Ida, 1972；Andrews, 1976）を仮定し、弾性体の運動方程式を数値的に解くことによって、断層面上の破壊伝播過程を求めた。また、断層面上で一様な cohesion を考慮し、内田・他（2002）、古谷（2015）を参考に、0.02MPa と仮定した。

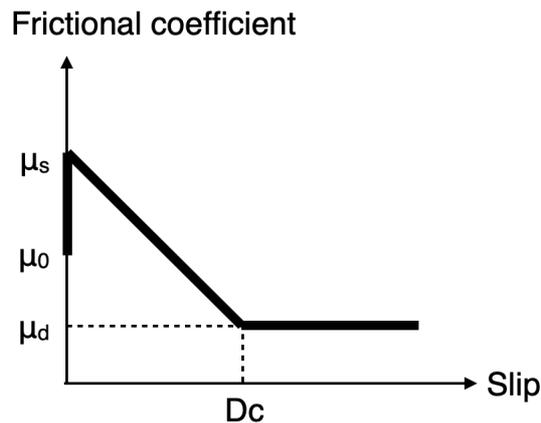


図 4 本研究で用いたすべり弱化的摩擦構成則。 μ_0 は摩擦係数の初期値で、初期剪断応力を法線応力で割った値である。

5) 数値計算手法

数値計算は、文部科学省・産業技術総合研究所（2024）と同様に、差分法（Kase and Day, 2006）を用いた。空間グリッド間隔は、断層面内方向に 200m、断層面外方向に 200m、時間刻みは、0.01 秒とした。

上記の条件で、破壊開始領域を変えて数値計算を行い、連動パターンを検討するとともに、得られたすべり量分布と、実際の 1 回の活動によるすべり量を比較した。1 回の活動によるすべり量について、地震調査研究推進本部（2017）では、讃岐山脈南縁東部区間で 2～7 m 程度の右横ずれ、讃岐山脈南縁西部区間で 2～7 m 程度の右横ずれ、石鎚山脈北縁区間で 6～8 m 程度の右横ずれ、石鎚山脈北縁西部区間で 2～5 m 程度の右横ずれ、としている。また、最新活動に伴うすべり量分布については、堤・後藤（2006）にまとめられている値を用いた。

6) 最新活動の続発イベントに関するシミュレーション結果

最新活動の続発イベント直前の応力場モデルを 14 通りについて、動的破壊シミュレーションを行った。続発イベントとして、未破壊の 2 区間のうち的一方のみが破壊するイベントが発生した場合には、その 2 つめのイベント直後の応力場を用いて、更に続発するイベント（3 つめのイベント）がどのような破壊になるかも検討した。その結果、先発イベントの連動パターン、続発イベントの破壊開始点の位置と各区間の最新活動直前の地震後経過率によって、以下の 4 通りの連鎖・連動パターンを得た（図 5、6）。

石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが連鎖：石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、現在の地震後経過率が 0.48 のモデル、もしくは、現在の地震後経過率が 0.89、かつ、最新イベント直前の讃岐平野南縁西部区間の地震後経過率が 0.83 以上のモデルでは、続発イベントとして讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが発生した。このときの M_w は、7.3~7.4 であった。全体として、2つのイベントが連鎖することで、4区間全てが活動した（図 5 (a)）。

石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが発生し、続発イベントはなし：石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、現在の地震後経過率が 0.89、かつ、最新イベント直前の讃岐平野南縁西部区間の地震後経過率が 0.80 のモデルでは、続発イベントは発生せず、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間は破壊しないままとなった（図 5 (a)）。結果として、西側 2 区間のみが活動した。

讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、石鎚山脈北縁区間のみのイベント、更に石鎚山脈北縁西部区間のみのイベントが連鎖：讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルでは、石鎚山脈北縁区間から始まる続発イベントは、石鎚山脈北縁区間の西半分（讃岐山脈南縁西部区間とオーバーラップしない部分）のみを破壊した（図 5 (b)）。このときの M_w は、6.6 であった。これらのモデルでは、3つめのイベントで、石鎚山脈北縁西部区間のみを破壊した（図 6 (a)）。このときの M_w は、7.0~7.1 であった。全体として、3つのイベントが連鎖することで、4区間全てが活動した。

讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、石鎚山脈北縁西部区間のみのイベント、更に石鎚山脈北縁区間のみのイベントが連鎖：讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、石鎚山脈北縁西部区間の地震後経過率が 0.92 以上のモデルでは、石鎚山脈北縁西部区間から始まる続発イベントは、石鎚山脈北縁西部区間のみを破壊した（図 5 (c)）。このときの M_w は、7.0~7.1 であった。これらのモデルでは、3つめのイベントで、石鎚山脈北縁区間の一部のみを破壊した（図 6 (b)）。このときの M_w は、5.9~6.0 であった。全体として、3つのイベントが連鎖することで、4区間すべてが活動したが、石鎚山脈北縁区間の破壊は区間の一部にとどまった。なお、石鎚山脈北縁西部区間の地震後経過率が 0.88 のモデルでは、石鎚山脈北縁西部区間から続発イベントが発生することはなかった（図 5 (c)）。

上記 4 通りの連鎖・連動パターンのうち、変位履歴とも歴史史料とも調和的なシミュレーション結果は、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが連鎖する場合である。これらは、石鎚山脈北縁西部区間西端から先発イベントの破壊が始まり、石鎚山脈北縁区間の地震後経過率が 0.80 以下、かつ、「讃岐平野南縁西部区間の地震後経過率が 0.83 以上、もしくは、現在の地震後経過率が 0.48」の 5 モデルである。これらのモデルの変位履歴に関するパラメータについて、表 4 にまとめる。

讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間の地震後経過率が 1 未満のため、すべり量はやや小さめで、讃岐平野南縁東部区間の地表でのすべり量は、堤・後藤（2006）の調査結果や松田・他（1980）のスケーリング則ともおおむね一致するが、讃岐平野南縁西部区間の地表

でのすべり量は、同区間の地震後経過率が 0.91 のモデルでは、調査結果のばらつきの下限程度で、スケーリング則よりやや小さく、地震後経過率が 0.83 以下のモデルでは、調査結果のばらつきの下限程度ではあるが、スケーリング則の半分程度となった。したがって、最新活動の地表でのすべり量分布を考慮すると、讃岐平野南縁西部区間の地震後経過率がより大きいモデル、すなわち、讃岐平野南縁西部区間の平均活動間隔が 1100 年、1 つ前の活動時期が 400 年のモデルがもっともらしいと考えられる。

表 4 変位履歴および歴史史料と調和的なモデルのパラメータセット。

(a) 現在の地震後経過率が 0.48 のモデル。

区間名	石鎚山脈北縁西部 (Ishizuchi W.)	石鎚山脈北縁 (Ishizuchi)	讃岐山脈南縁西部 (Sanuki W.)			讃岐山脈南縁 東部 (Sanuki E.)
平均活動 間隔 [年]	1300	1500	1100	1200	1000	1200
1 つ前の 活動の 活動時期 [年]	100	200	400	400	600	300
最新活動 時期[年]	1400	1700	1500	1600	1600	1500

(b) 現在の地震後経過率が 0.89 のモデル。

区間名	石鎚山脈北縁西部 (Ishizuchi W.)	石鎚山脈北縁 (Ishizuchi)	讃岐山脈南縁西部 (Sanuki W.)		讃岐山脈南縁 東部 (Sanuki E.)
平均活動 間隔 [年]	700	1500	1100	1200	1200
1 つ前の 活動の 活動時期 [年]	700	200	400	400	300
最新活動 時期[年]	1400	1700	1500	1600	1500

(a)

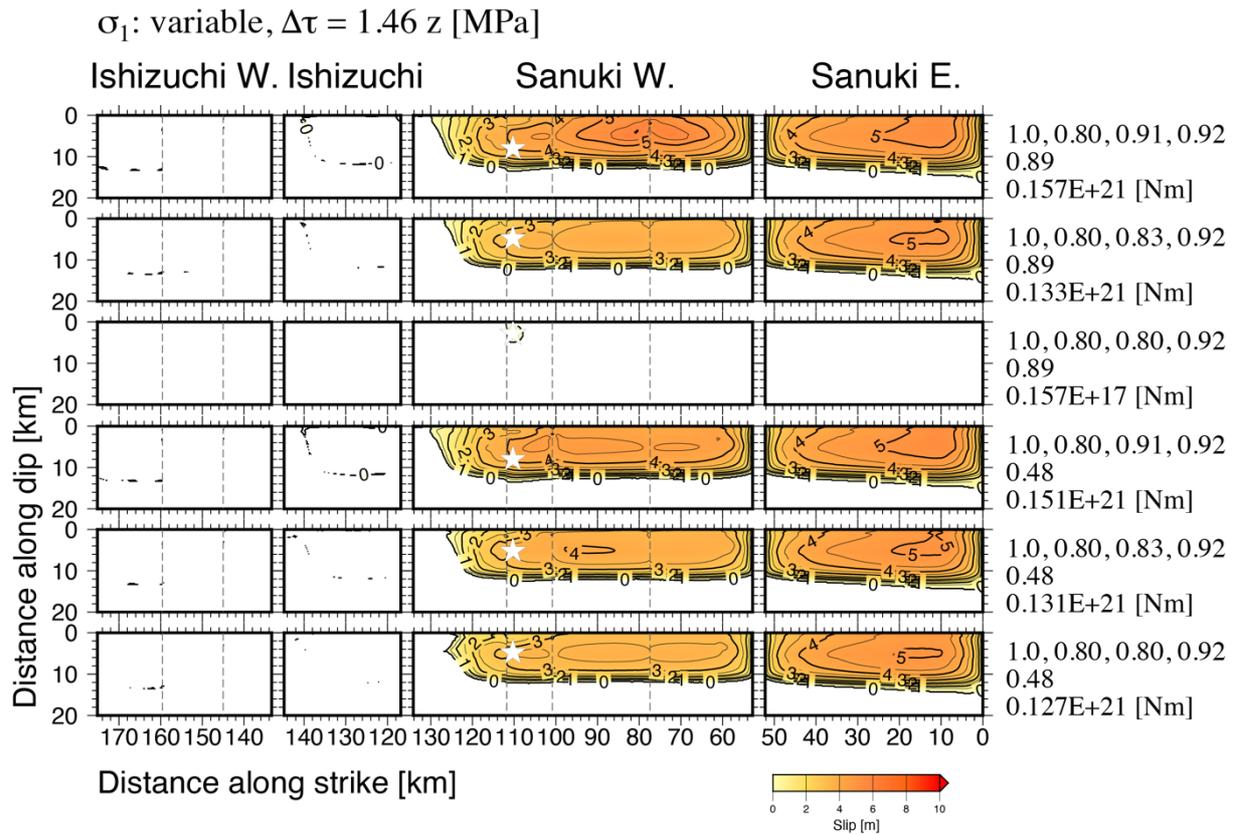
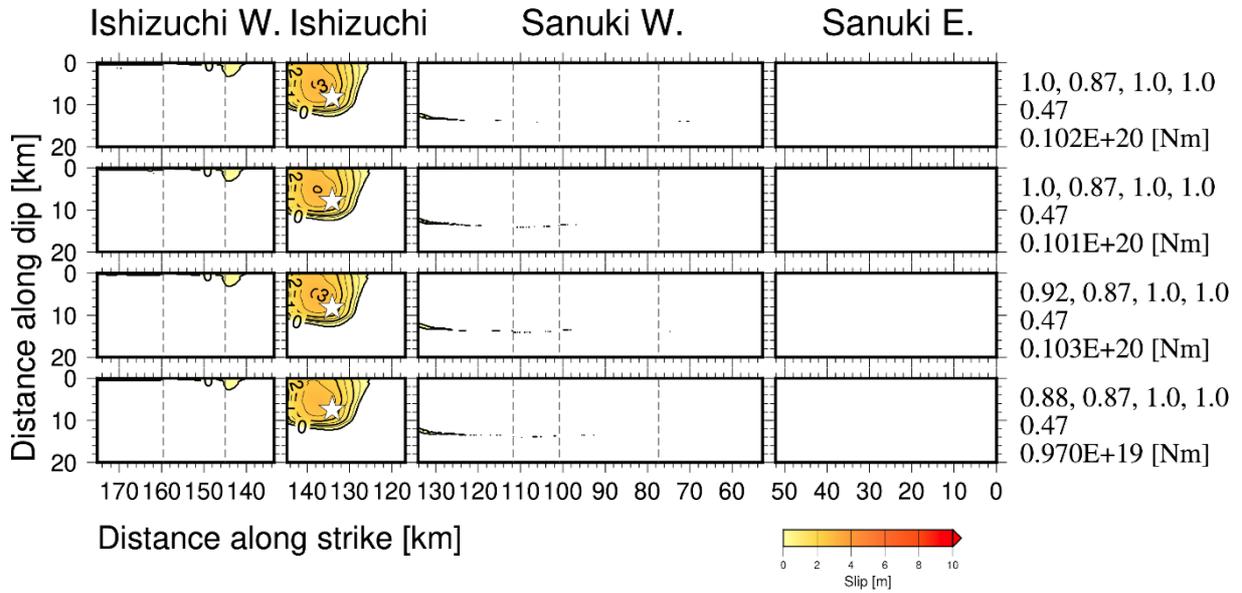


図5 最新活動の2つめのイベントとして推定されるすべり分布。右端の数値は、図2と同様。(a) 石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデル。破壊開始領域（星印）は、讃岐山脈南縁西部区間の石鎚山脈北縁区間とのオーバーラップ部分のやや東に仮定される。

(b)

σ_1 : variable, $\Delta\tau = 1.46 z$ [MPa]



(c)

σ_1 : variable, $\Delta\tau = 1.46 z$ [MPa]

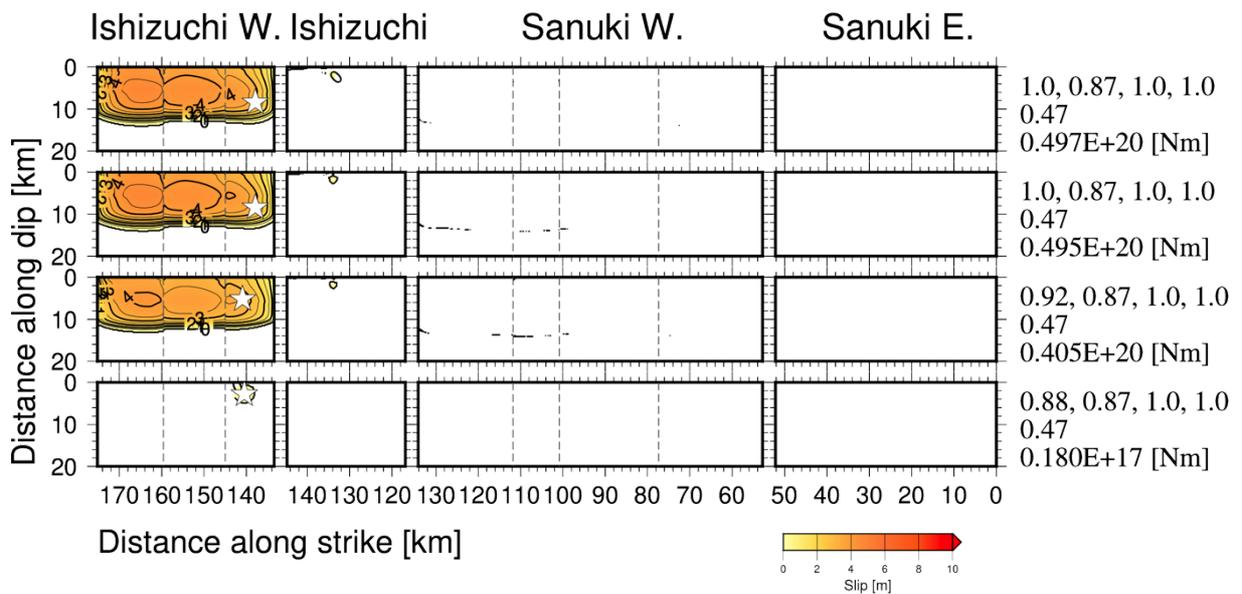
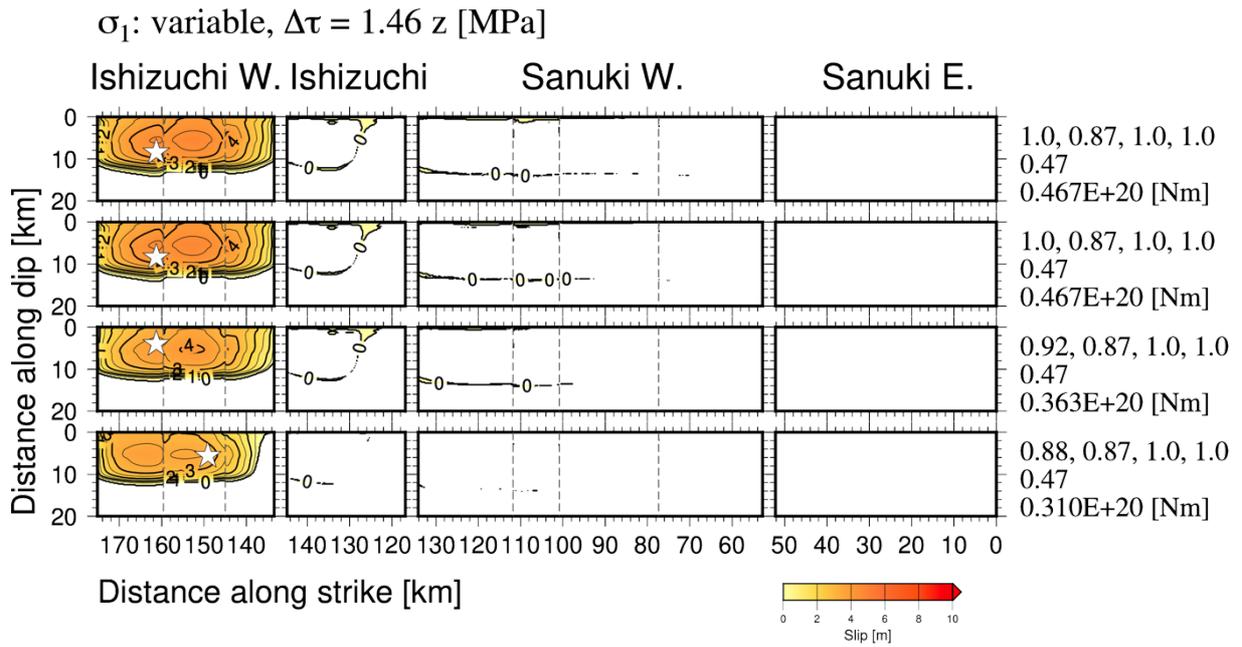


図5 (b) 讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルにおいて、石鎚山脈北縁区間に破壊開始領域（星印）が仮定される場合。(c) 讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルにおいて、石鎚山脈北縁西部区間に破壊開始領域（星印）が仮定される場合。

(a)



(b)

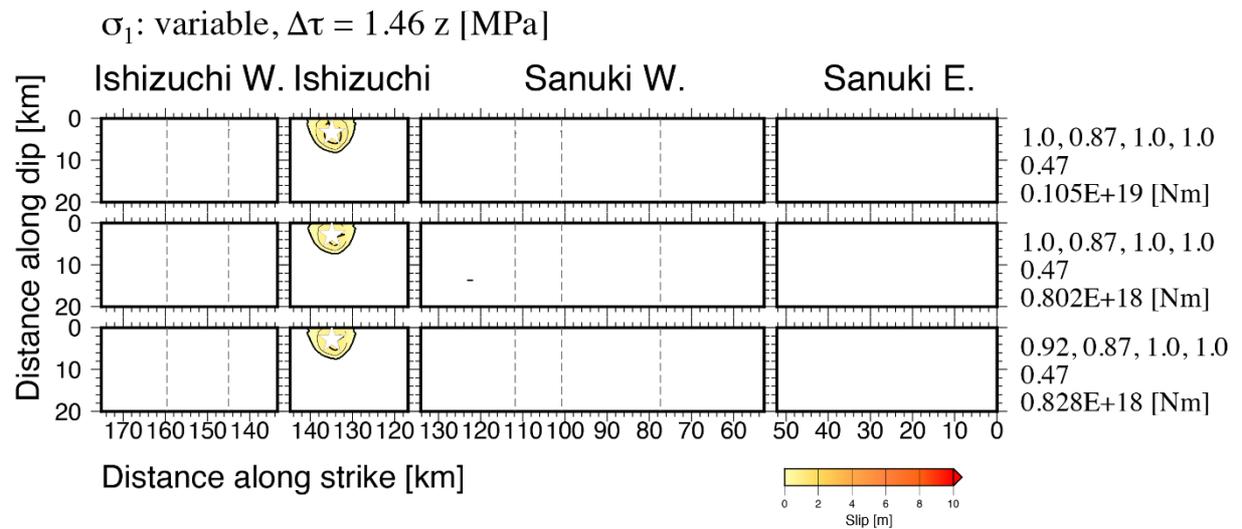


図6 讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが先発するモデルにおいて、3つめのイベントとして推定されるすべり分布。右端の数値は、図2と同様。星印は、破壊開始領域を示す。(a)石鎚山脈北縁区間で2つめのイベントが発生した場合。(b)石鎚山脈北縁西部区間で2つめのイベントが発生した場合。

7) 次の活動で起こり得る震源モデル

前節の結果から、変位履歴と歴史史料とを満足する震源モデルは、表4に示すパラメータセットのいずれかと考えられる。これらのパラメータから、次の活動で起こりうる震源モデルの推定を試みる。

石鎚山脈北縁西部区間の平均活動間隔が1300年、1つ前の活動時期が100年の場合、讃岐山脈南縁西部区間の平均活動間隔の方が短いため、最も早く地震後経過率が1.0を越えるのは讃岐山脈南縁西部区間で、最新活動の約1100年後である。一方、石鎚山脈北縁西部区間の平均活動間隔が700年、1つ前の活動時期が700年の場合、石鎚山脈北縁西部区間の平均活動間隔の方が短いため、最も早く地震後経過率が1.0を越えるのは石鎚山脈北縁西部区間で、最新活動の約700年後である。

(c) 結論ならびに今後の課題

中央構造線断層帯讃岐山脈南縁東部区間、同西部区間、石鎚山脈北縁区間、同西部区間の最新活動の変位履歴と調和的な連動イベントが得られた震源モデルを対象として、先発イベントのシミュレーションで得られた最終応力場を、先発イベント直後、すなわち、続発イベント直前の応力場として動的破壊シミュレーションを行い、連鎖(続発)するイベントの連動パターンを整理した。その結果、先発イベントの連動パターン、続発イベントの破壊開始点の位置と各区間の最新活動直前の地震後経過率によって、4通りの連鎖・連動パターンが得られた。そのうち、変位履歴とも歴史史料とも調和的なパターンとして、石鎚山脈北縁区間と同西部区間が連動するイベントが先発し、讃岐山脈南縁東部区間と同西部区間が連動するイベントが連鎖するパターンが得られた。

次年度は、平均活動間隔と変位履歴から想定されるすべてのパラメータの組み合わせについて再検討し、エネルギー収支による連動可能性のスクリーニングと動的破壊シミュレーションにより、次の活動における地震後経過率を反映した震源モデルを検討する。

謝辞:シミュレーションには、東京大学地震研究所共同利用(2024-S-C203)の援助により、東京大学情報基盤センターの富士通スーパーコンピュータPRIMEHPC FX1000と富士通サーバーPRIMERGY GX2570(Wisteria/BDEC-01)を利用しました。図の一部はGeneric Mapping Tools version 6.5.0(Wessel et al., 2019)で作成しました。

(d) 引用文献

- Andrews, D.J., Rupture velocity of plane strain shear cracks, *J. Geophys. Res.*, 81, 5679-5687, 1976.
- 古谷綱崇, 四国西南日本外帯地すべりにおけるすべり面決定法に関する研究, 徳島大学博士論文, 110p, 2015.
- 後藤秀昭・丹羽俊二・中田 高・岡田篤正・堤 浩之, 1:25,000 都市圏活断層図「松山」, 国土地理院, 1998.
- 後藤秀昭・中田 高・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断層図「池田」, 国土地理院, 1999.

- Ida, Y., Cohesive force across the tip of a longitudinal-shear crack and Griffith's specific surface energy, *J. Geophys. Res.*, 77, 3796-3805, 1972.
- 伊藤谷生・井川 猛・足立幾久・伊勢崎修弘・平田 直・浅沼俊夫・宮内崇裕・松本みどり・高橋通浩・松澤進一・鈴木雅也・石田啓祐・奥池司郎・木村 学・國友孝洋・後藤忠徳・澤田臣啓・竹下 徹・仲谷英夫・長谷川修一・前田卓哉・村田明広・山北 聡・山口和雄・山口 覚, 四国中央構造線地下構造の総合物理探査, *地質学雑誌*, 102, 346-460, 1996.
- Ito, T., T. Ikawa, S. Yamakita, and T. Maeda, Gently north-dipping Median Tectonic Line (MTL) revealed by recent seismic reflection studies, southwest Japan, *Tectonophysics*, 264, 51-63, 1996.
- 地震調査研究推進本部, 中央構造線断層帯(金剛山地東縁-由布院)の長期評価(第二版), 162p, 2017.
- Kase, Y. and S.M. Day, Spontaneous rupture processes on a bending fault, *Geophys. Res. Lett.*, 33, L10302, doi:10.1029/2006GL025870, 2006.
- 国土地理院, <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>.
- 松田時彦・山崎晴雄・中田 高・今泉俊文, 1896年陸羽地震の地震断層, *地震研究所彙報*, 55, 795-855, 1980.
- 文部科学省研究開発局・産業技術総合研究所, 連動型地震の発生予測のための活断層調査研究 令和2~4年度成果報告書, 406p, 2023.
- 文部科学省研究開発局・産業技術総合研究所, 長大な活断層帯で発生する地震の評価手法の高度化に関する調査研究 令和5年度成果報告書, 92p, 2024.
- 文部科学省・東京大学地震研究所, 活断層の評価に関する調査研究「断層帯深部形状の評価に関する活断層調査研究」平成29~令和元年度成果報告書, 246p, 2020.
- Nakajima, J. and A. Hasegawa, Tomographic evidence for the mantle upwelling beneath southwestern Japan and its implications for arc magmatism, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 254, 90-105, 2007.
- 中田 高・後藤秀昭・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二, 1:25,000 都市圏活断層図「西条」, 国土地理院, 1998.
- 中田 高・後藤秀昭・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断層図「高松南部」, 国土地理院, 1999.
- 中田 高・後藤秀昭・岡田篤正・堤 浩之・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断層図「脇町(第2版)」, 国土地理院, 2009.
- 大熊茂雄・金谷 弘, 近畿地方西部地域, 中国地方東部地域および北海道地方南部地域, PB-Rock 21 (日本列島基盤岩類データベース), RIO-DB (研究情報公開データベース), 87, 産業技術総合研究所, 2007.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・後藤秀昭・丹羽俊二, 1:25,000 都市圏活断層図「郡中」, 国土地理院, 1998.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・後藤秀昭・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断層図「徳島」, 国土地理院, 1999.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・後藤秀昭・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断

- 層図「川島（第2版）」, 国土地理院, 2009.
- 岡田篤正・楳原京子・熊原康博・澤 祥・廣内大助, 1:25,000 都市圏活断層図「鳴門海峡」, 国土地理院, 2014.
- 堤 浩之・後藤秀昭, 四国の中央構造線断層帯の最新活動に伴う横ずれ変位量分布, 地震第2輯, 59, 117-132, 2006.
- 堤 浩之・岡田篤正・中田 高・後藤秀昭・丹羽俊二, 1:25,000 都市圏活断層図「新居浜」, 国土地理院, 1998.
- 堤 浩之・岡田篤正・中田 高・後藤秀昭・丹羽俊二・小田切聡子, 1:25,000 都市圏活断層図「伊予三島」, 国土地理院, 1999.
- 内田純二・矢田部龍一・横田公忠・高田修三, 和泉層群における切戸のり面の崩壊特性と土質力学的検討, 土木学会論文集, 715, III-60, 179-186, 2002.
- Wessel, P., J.F. Luis, L. Uieda, R. Scharroo, F. Wobbe, W.H.F. Smith, and D. Tian, The Generic Mapping Tools version 6, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20, 5556-5564, 2019. doi:10.1029/2019GC008515.