

地震予知連絡会

第21期重点検討課題のまとめ

目次

1. プレート境界現象について

- 第 182 回 プレート境界深部すべりに係る諸現象
- 第 183 回 プレート境界浅部の固着とすべりのモニタリング
- 第 186 回 プレート境界の固着とすべりのシミュレーション
ーモニタリングによって何が検知されると期待されるのか？
- 第 188 回 プレート境界すべり現象に関する今後のモニタリング戦略

2. 地震波干渉法

- 第 184 回 地震波干渉法

3. 内陸地震

- 第 185 回 内陸地震準備過程のモニタリング

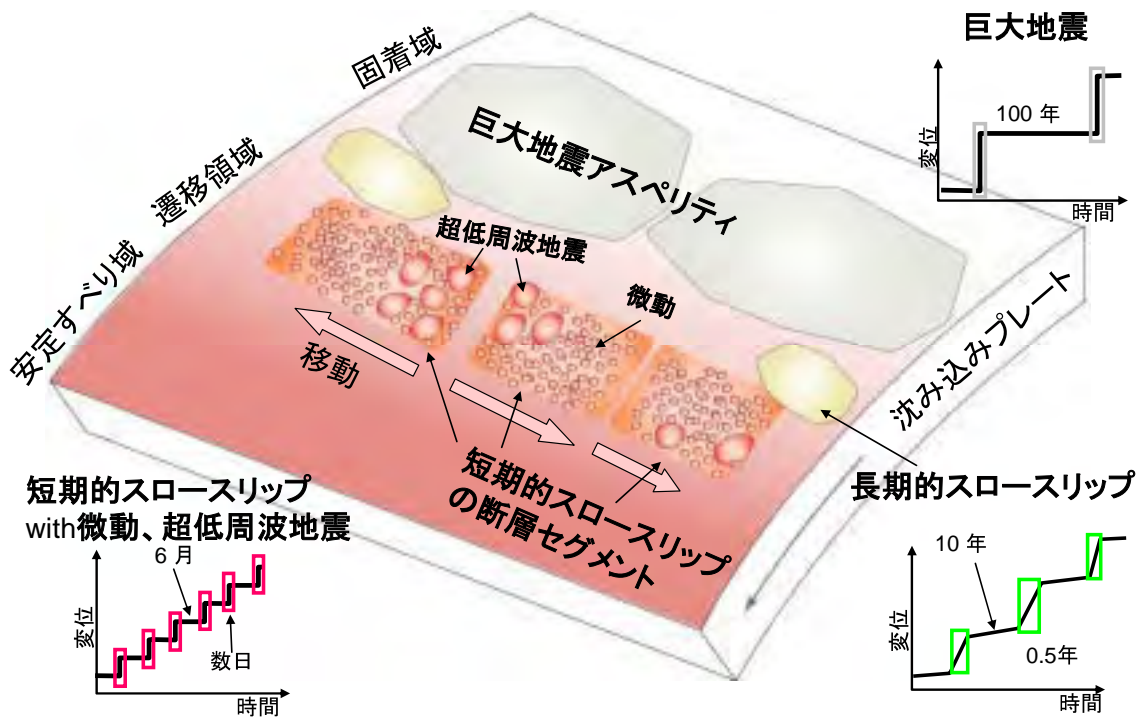
4. 地震活動

- 第187 回 地震活動について

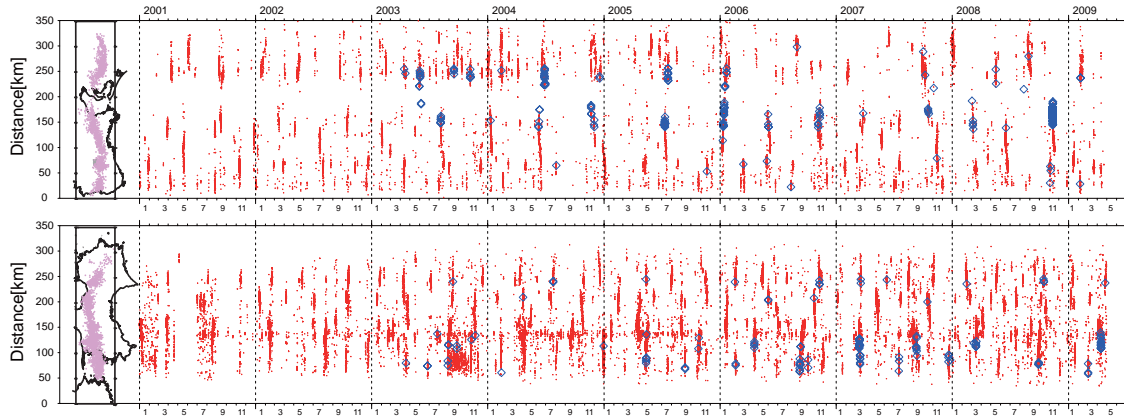
・各現象の特徴

| 現象 | 特徴 | 観測計器 |
|-------------------------|--|---------------------------------------|
| 深部低周波微動 (Tremor) | 1.5-5Hz に卓越し、長期間継続する微弱振動 | 速度地震計の他、高感度加速度計 (傾斜計)、広帯域地震計でも観測可能 |
| 深部低周波地震 (LFE) | 微動波形に含まれるやや孤立的な振動 | 同上 |
| 深部超低周波地震 (VLF) | 20 秒に卓越する長周期微弱振動 | 高感度加速度計 (傾斜計)、広帯域地震計にて検出可能 |
| 短期的スロースリップ イベント (S-SSE) | 数日間かけて変化する地殻変動 ($\sim 0.1 \mu\text{radian}$) | 傾斜計、ひずみ計で検出可能 (Cascadia では GPS で検出可能) |
| 長期的スロースリップ イベント (L-SSE) | 数ヶ月～数年間かけて変化する地殻変動 | GPS で検出可能 (傾斜計、ひずみ計では一部を除いて検出不可) |

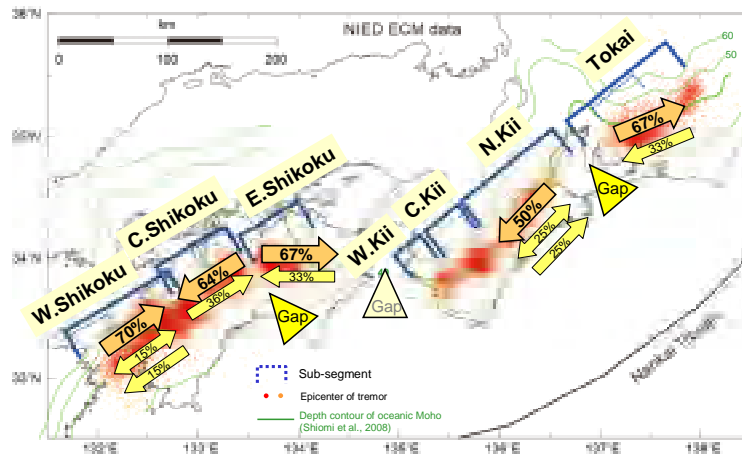
(参考) プレート境界における様々なすべり現象のまとめ



・ 深部低周波微動・ 深部超低周波地震時空間分布

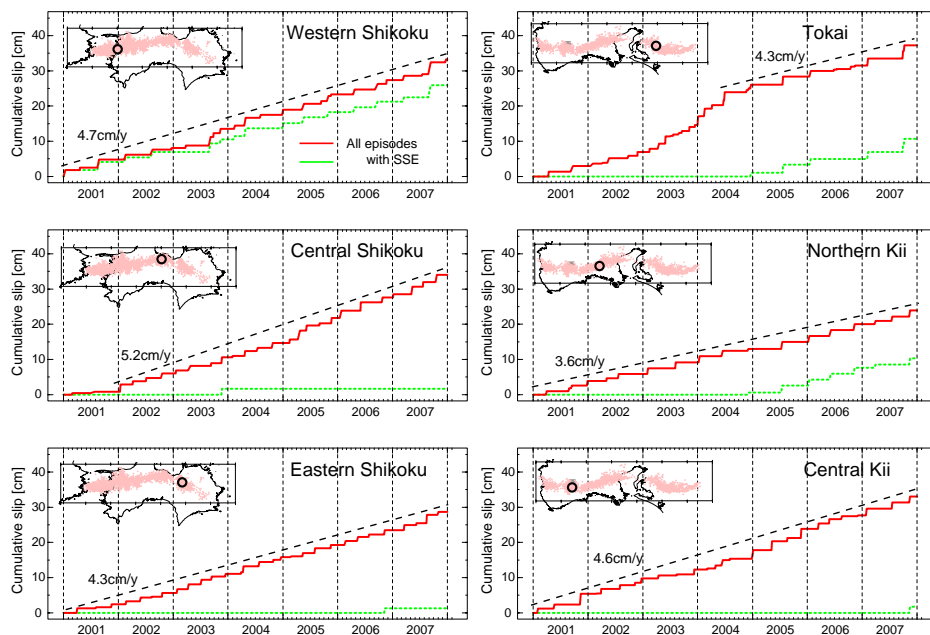


・ 移動方向パターン



・ 微動活動（エピソード毎の微動検知数）から換算したすべり量の積算変化

地域毎の換算すべり量積算時系列変化（2001-2007年）



2-2 すべり量の推定についての問題（2008年7月福島県沖の地震についての例）

2008年7月の福島県沖の余効すべりについて、小繰り返し地震から得られたすべりと、ひずみ計の記録の比較例を示す。

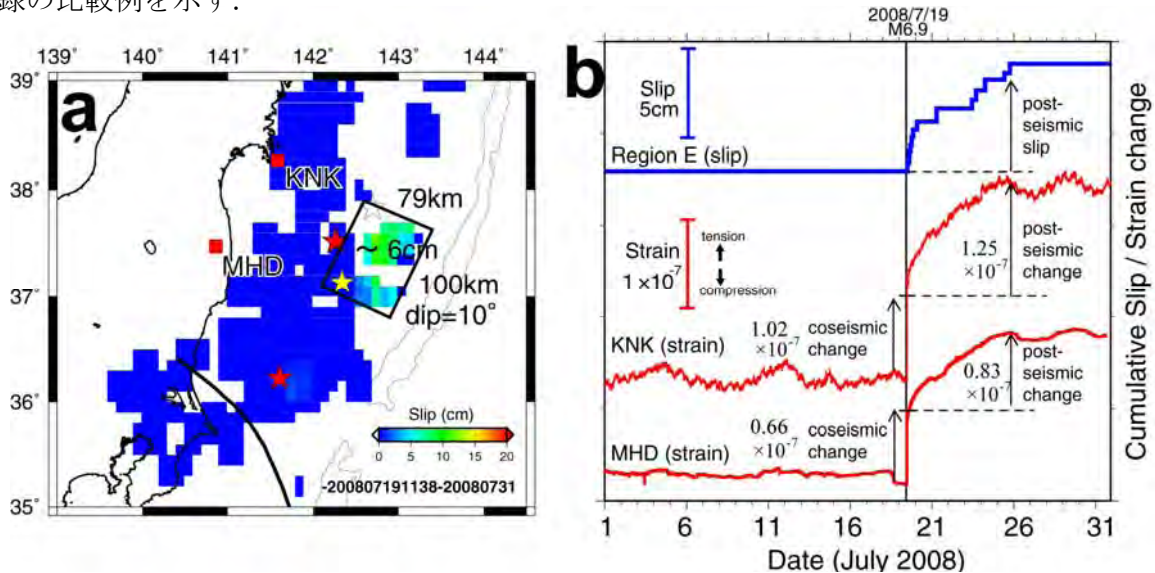


図6 (a) 小繰り返し地震データより推定した2008年7月19日福島県沖の地震(M6.9)後の余効すべりの分布。(b) 領域E(図4c)の積算すべり(青線)と、KNK、MHD観測点の体積ひずみ[三品・他、北海道大学地球物理学研究報告、2009](赤線)の比較。余効すべりとひずみの時間発展はとてもよく似ている。

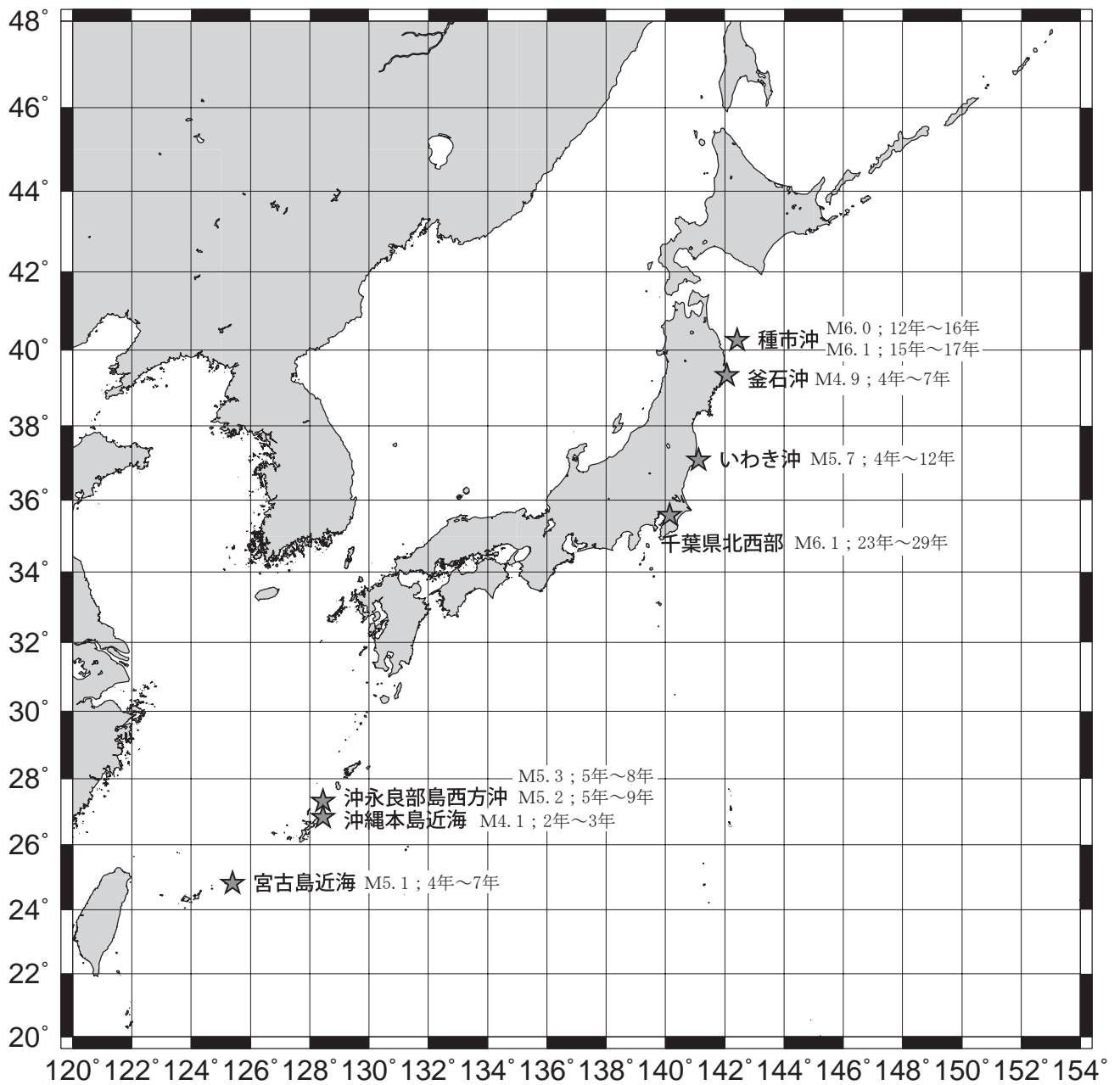
表1. 2008年7月の地震についての地震時すべり及び余効すべり(2008/7/31まで)の比較。ひずみ変化の計算値については、地震時は、岡田(2008)による地震モーメントにあわせた矩形領域、余効すべりについては図6aの矩形の領域に6cmのすべりを仮定し、Okada(1992)のモデルに基づき計算した。

| | 地震時すべり | 余効すべり |
|----------------|--|--|
| 推定された断層パラメータ | 遠地震波形による推定 Mo = 2.64 x 10 ¹⁹ Nm 断層サイズ = 28 km x 16 km 傾斜角 = 15° すべり量 = 150 cm | 小繰り返し地震による推定 Mo = 1.9 x 10 ¹⁹ Nm 断層サイズ = 100 km x 79 km 傾斜角 = 10° すべり量 = 6 cm |
| 上記の値から期待される歪変化 | KNK = 1.03 x 10 ⁻⁷ MHD = 0.64 x 10 ⁻⁷ (KNK = 1.61 MHD) | KNK = 0.31 x 10 ⁻⁷ MHD = 0.19 x 10 ⁻⁷ (KNK = 1.63 MHD) |
| 実際に観測された歪変化 | KNK = 1.02 x 10 ⁻⁷ MHD = 0.66 x 10 ⁻⁷ (KNK = 1.55 MHD) | KNK = 1.25 x 10 ⁻⁷ MHD = 0.83 x 10 ⁻⁷ (KNK = 1.51 MHD) |

4倍の違い

地震時すべりについては、断層モデルから推定されるひずみ変化と実際のひずみ変化はとてもよく一致しており、ひずみ計データの信頼性を示す。しかし、小繰り返し地震から推定される余効すべりについては一致しない。

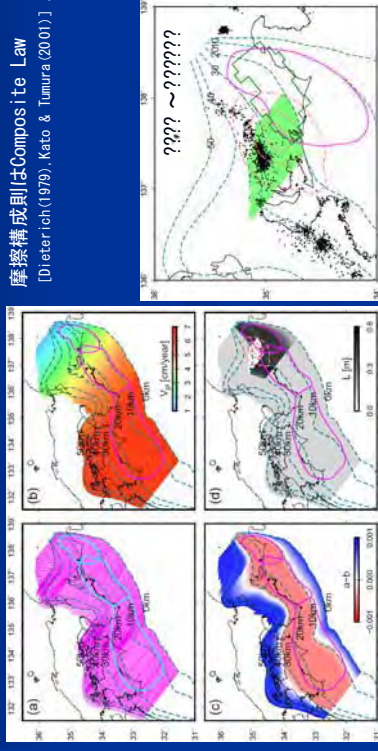
中～大規模の繰り返し地震



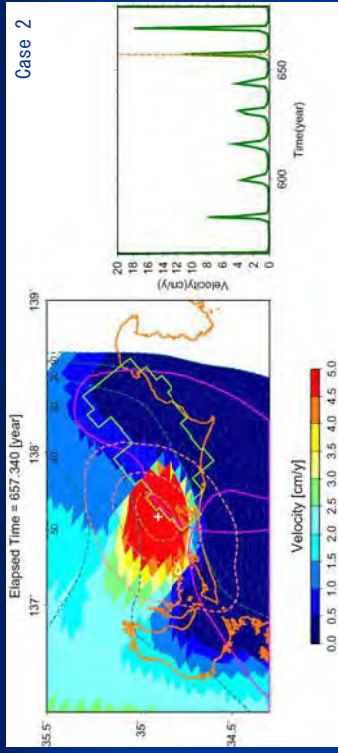
パラメータ設定

沈み込んだ海嶺を考慮して東海地域の特徴的すべり量を大きく⇒東海の割れ残り
東海スロースリップ領域の σ と有効法線応力の σ を小さく⇒繰り返すスロースリップ

摩擦構成則はComposite Law
[Dieterich(1979), Kato & Tamura (2001)]



結果 (スロースリップイベント)



周期約15年のスロースリップイベントが発生

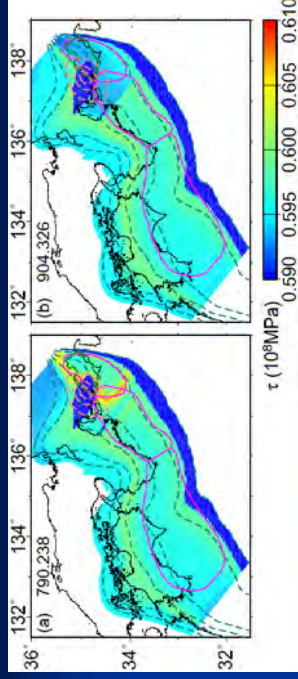
結果 (スロースリップイベント)

| Case | σ [MPa] | a-b [10 ³] | L [km] | 周期 [y] |
|------|----------------|------------------------|--------|--------|
| 1 | 20 | -5.0 | 10.6 | 6-10 |
| 2 | 30 | -5.0 | 17.0 | 12-17 |
| 3 | 40 | -5.0 | 21.0 | 15-17 |

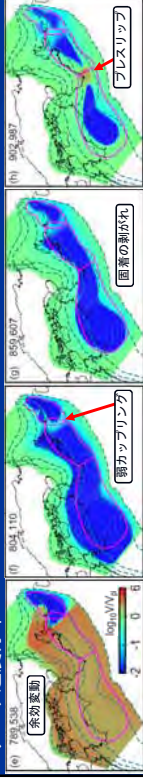
近年の大規模なスロースリップが発生したのは、1944年の東南海地震で東海地域が割れ残ったことに起因しているのかもしれない。

応力分布

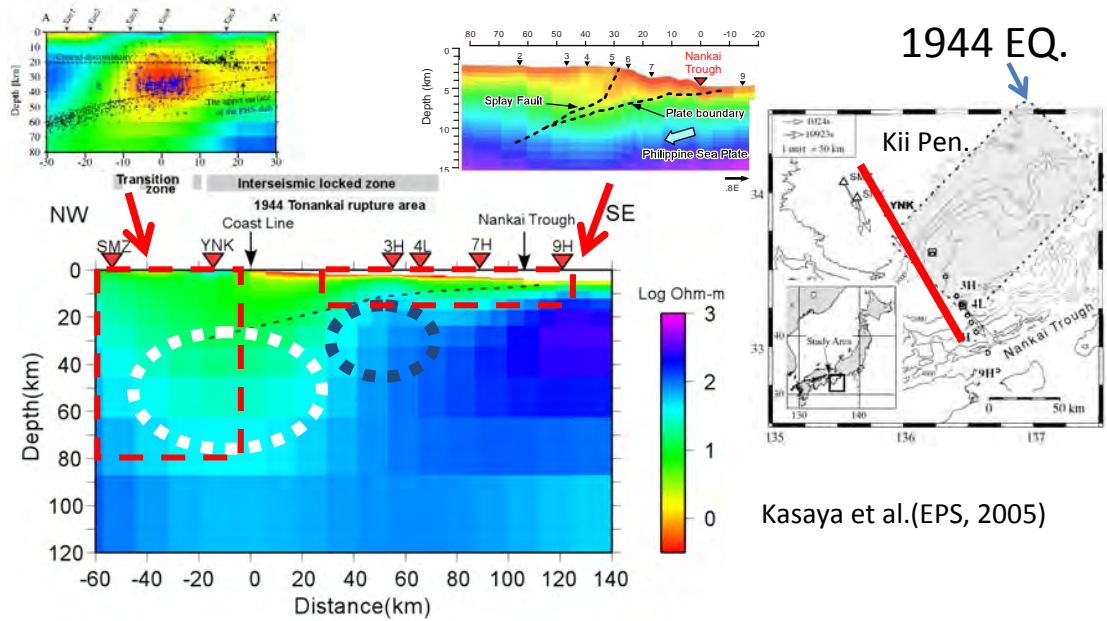
東海地域が割れ残った場合



すべり速度分布

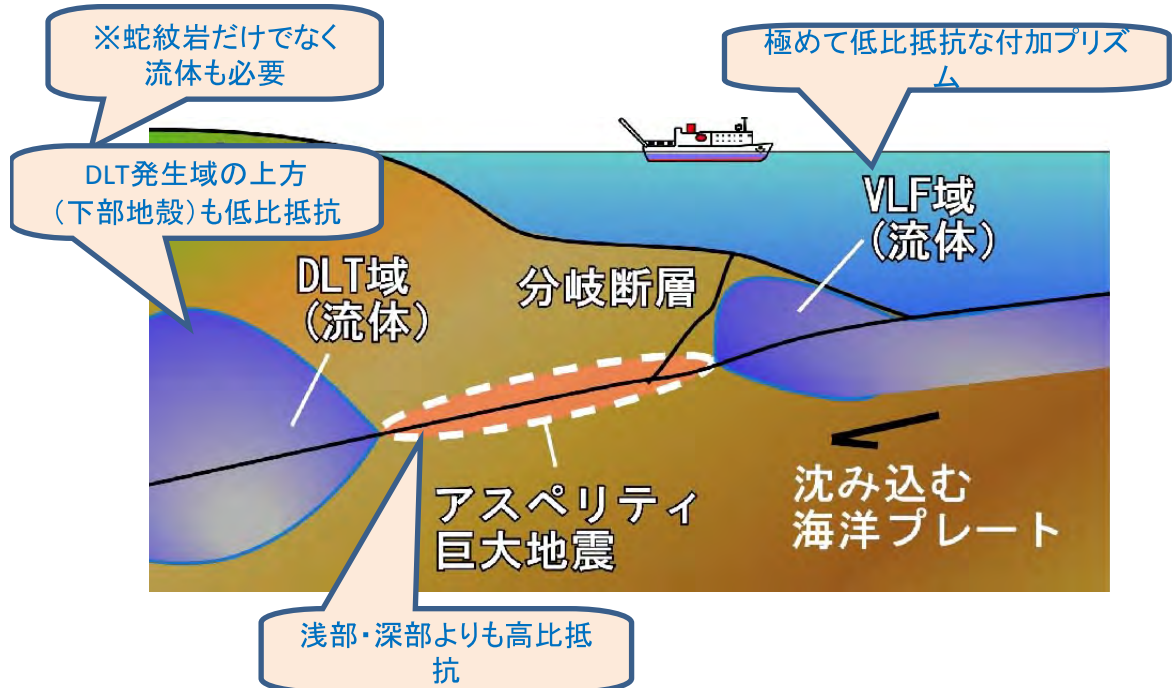


陸域～海域の比抵抗構造

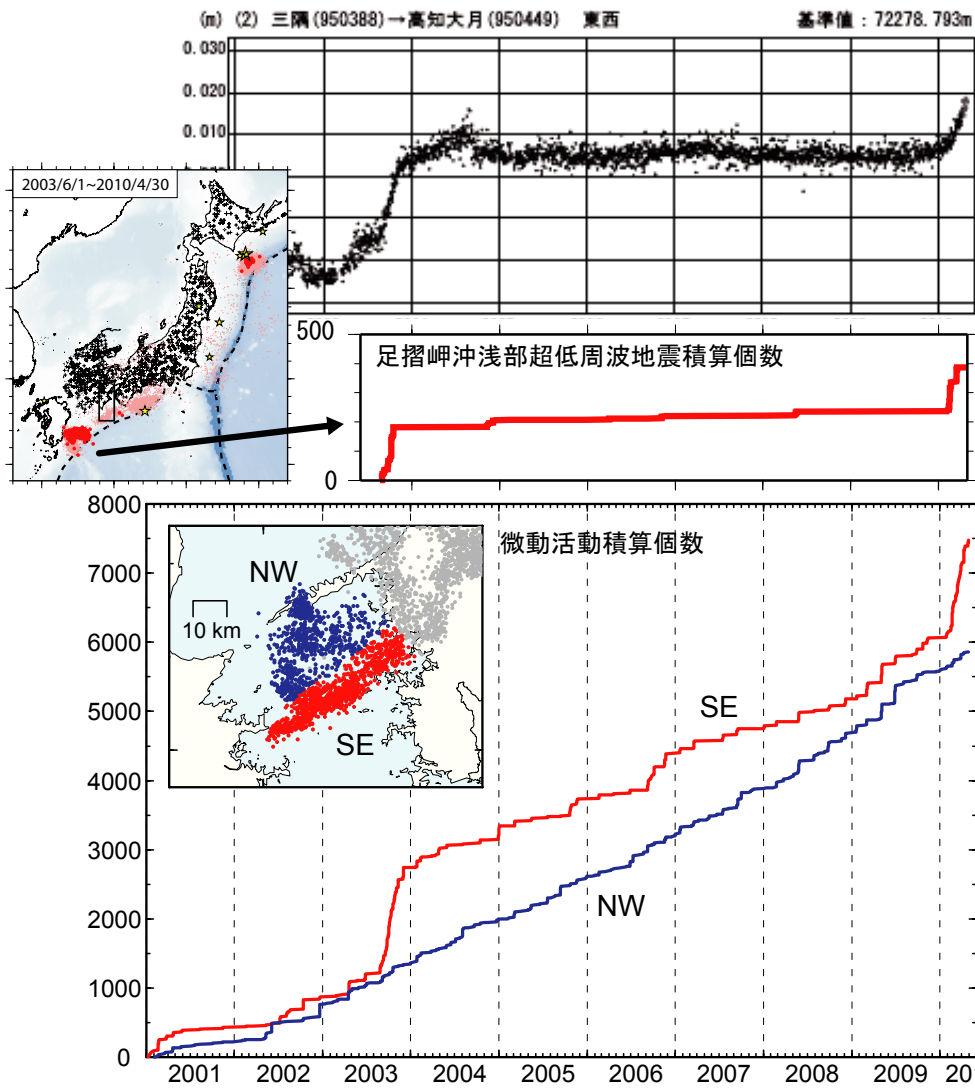


- 使用された観測点数が少ないので解像度は前スライドより低い。
- 沈み込みに伴って、海洋プレートの比抵抗が変化
一旦 高比抵抗化(黒丸)→再び低比抵抗化(白丸)

地下流体分布(比抵抗構造から推定)

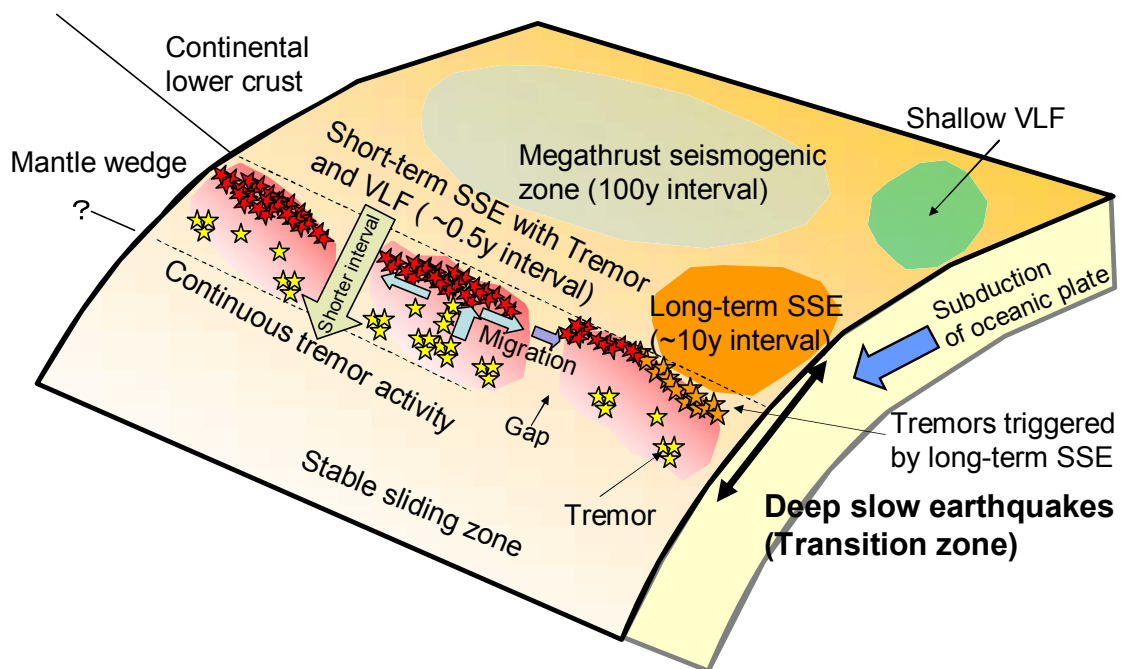


Goto et al.(EM Induction Workshop 2010)



防災科学技術研究所資料

Summary model

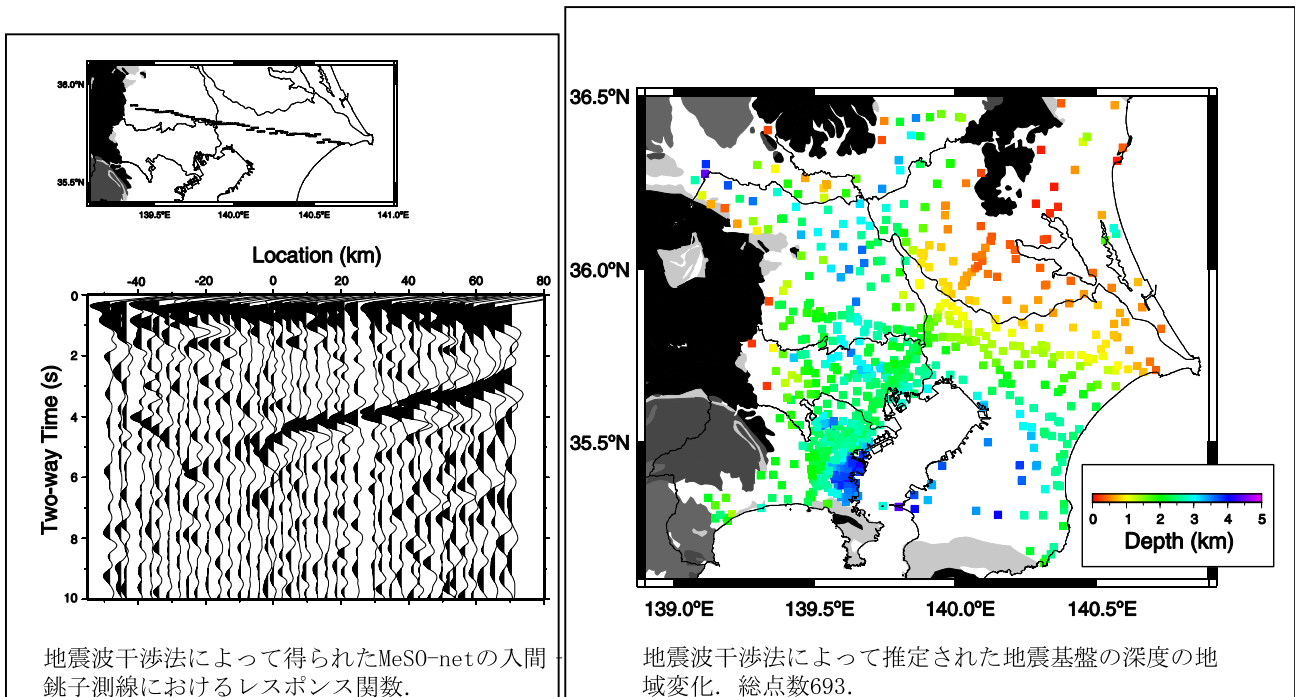


第184回地震予知連絡会重点検討課題 「地震波干渉法」

「地震波干渉法とは」

波動場を異なる2地点で同時に観測した場合、それらの地震波形の相互相関処理を行うことにより、一方を震源、他方を受振点とした場合に観測される波形を合成することができる。この手法を地震波干渉法（相互相関解析、仮想震源法）と呼ぶ。

名古屋大学 渡辺准教授資料



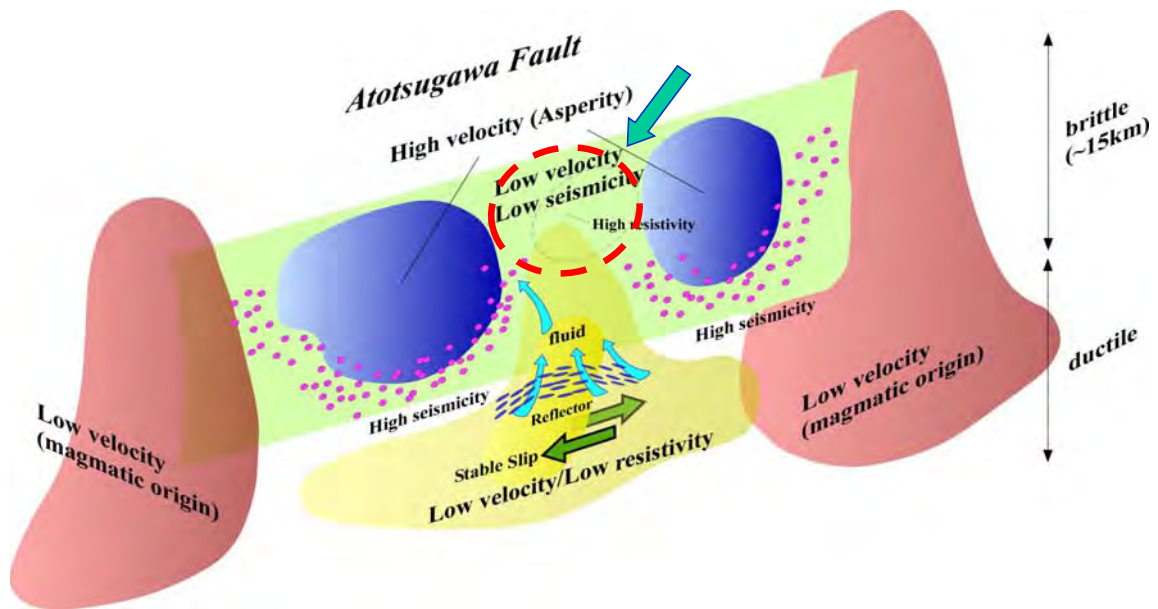
横浜市立大学 吉本准教授資料

内陸地震発生概念モデル

Structural Heterogeneity

Internal deformation within the lower crust

---> *stress concentration*



2010 地震予知連絡会

15 Feb. 2010

東京大学地震研究所資料

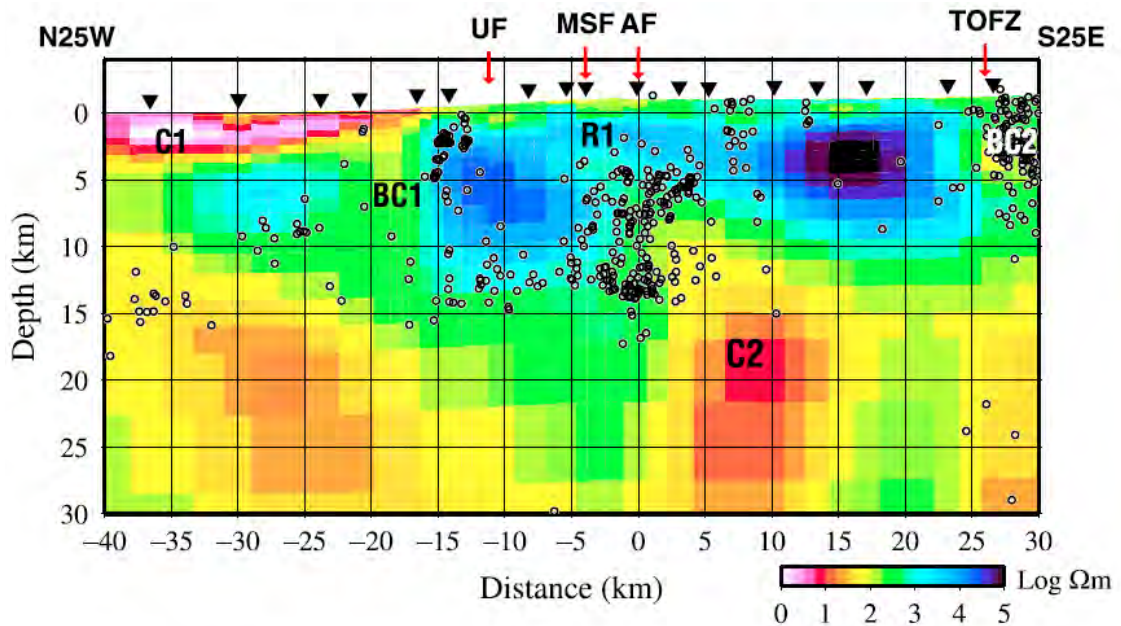


図5 跡津川断層を含むひずみ集中帯を横断する比抵抗断面 (Yoshimura et al., 2009)。低比抵抗 (C2) と高比抵抗 (R1) の境界で微小地震が発生する。

東京工業大学資料

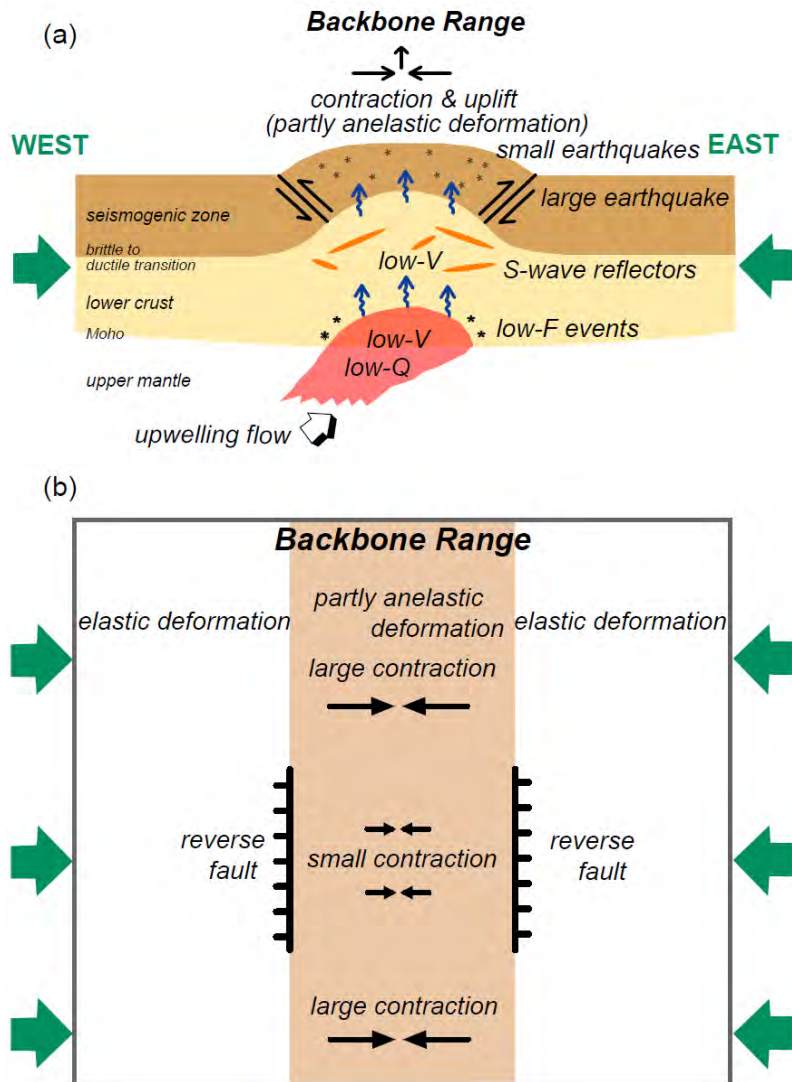
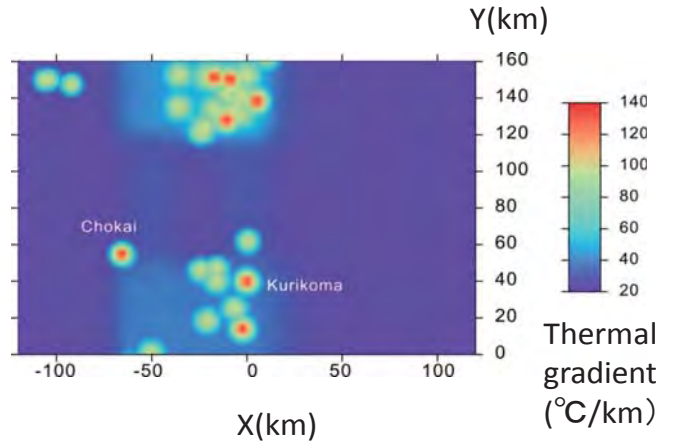
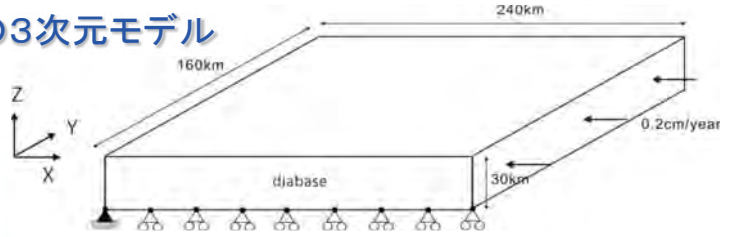
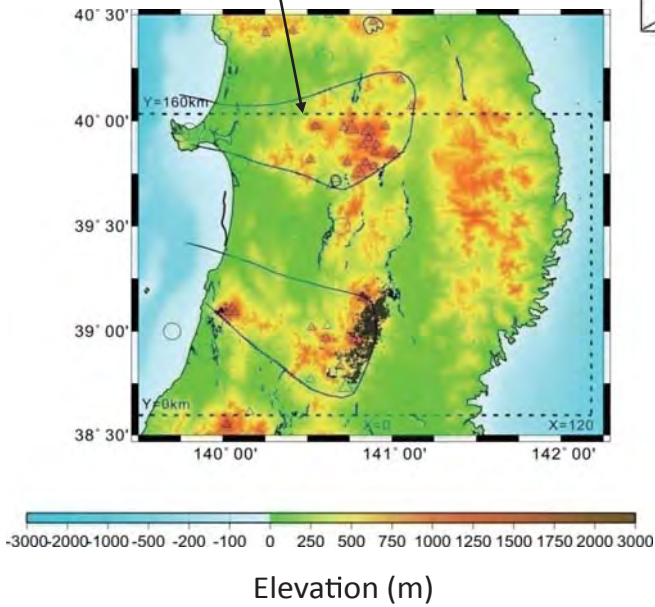


図 10. 東北日本弧の歪・応力集中・地震発生と地下構造の関係 (Hasegawa et al., Tectonophys., 2005).

脊梁山脈周辺の変形過程の3次元モデル

Hot finger (Tamura et al., 2002)



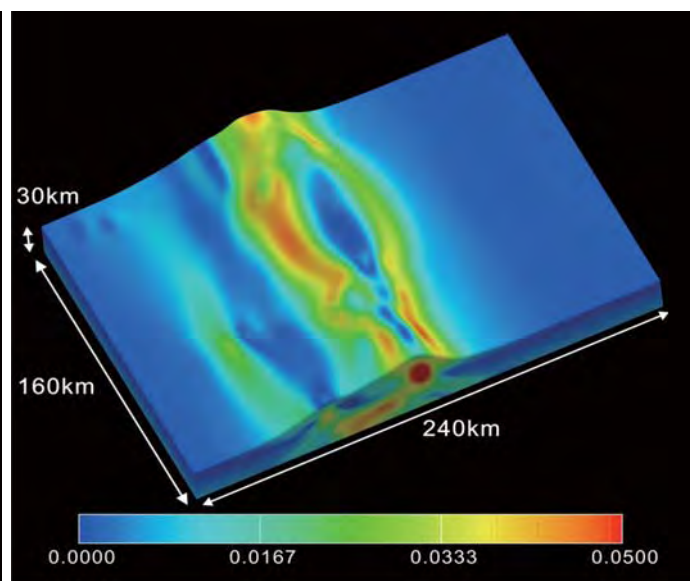
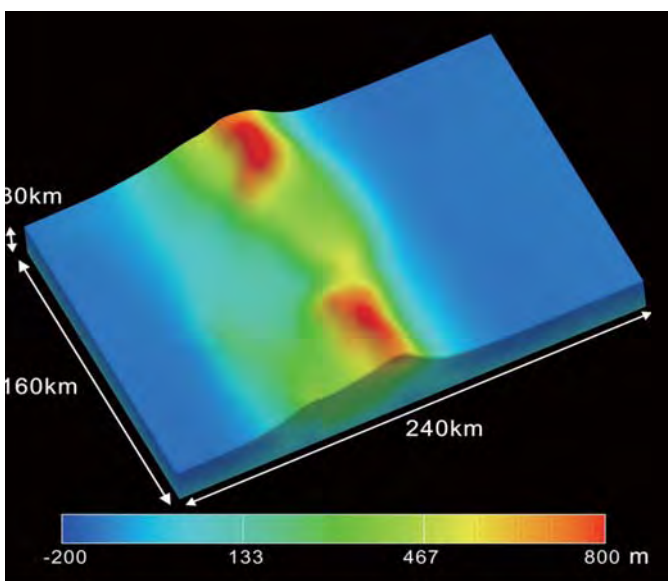
- ・北上低地西縁断層帯と横手盆地東縁断層帯の北端と南端に火山地帯。
- ・奥羽脊梁山地及び出羽山地で地温勾配が高い。

1

75万年後(1.5kmの短縮)

隆起量

全歪み



上下方向の変位: 30倍に拡大



CSEP: Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability

- 予測期間: 2009年11月1日 00:00:00 – 2010年2月1日 00:00:0
- 学習期間: 1965年1月1日 00:00:00 – 2009年11月1日 00:00:00

CSEP日本ルールの要約

- 実験開始: 2009年11月1日
- テスト地域
 - All Japan, Mainland, Kanto
 - 0.1° 0.1° 0.05°
- テストクラス
 - 1日: $4 \leq M \leq 9$
 - 3か月: $4 \leq M \leq 9$
 - 1年: $5 \leq M \leq 9$
 - 3年: $5 \leq M \leq 9$
- JMA確定震源カタログ
- 評価手法: L, M, N, S, R-テスト
- 結果の公表
 - 関連研究者にだけ公開予定

