

南海トラフ沿い巨大地震サイクルにおける内陸活断層の破壊応力変化

平原和朗 (名古屋大学大学院環境学研究科)
兵藤 守 (地球シミュレータセンター)

H14年度実施内容

- ・3-D不均質粘弾性FEM西南日本モデルの構築
- ・300年間の南海トラフ巨大地震サイクルモデリング
(PHSの沈み込み＋宝永・安政・昭和南海地震)

粘性率の影響

タイムプレディクタブル＋

次の地震を昭和の100年後と仮定



内陸での粘弾性応答:

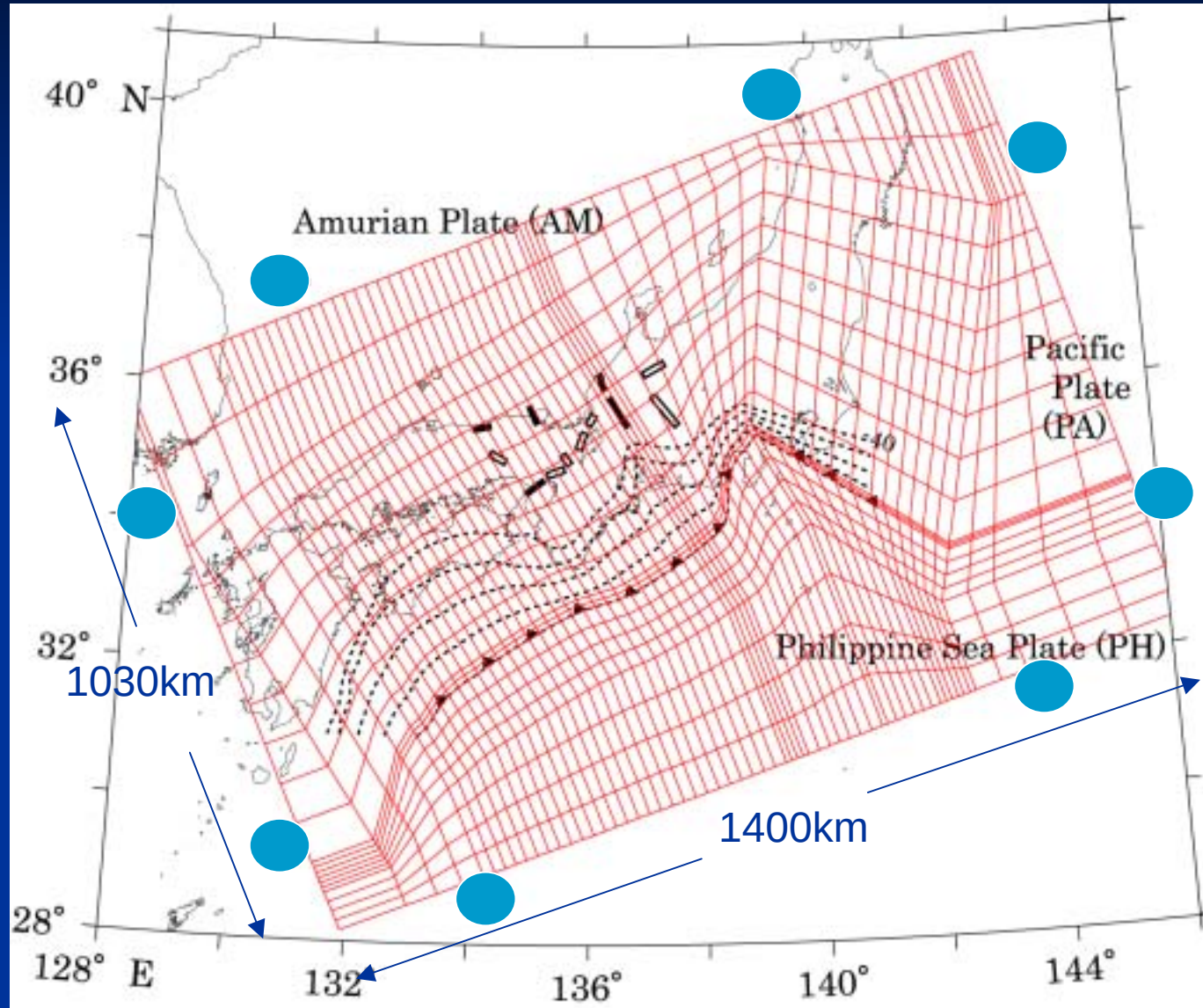
- ・GPSによる水平・上下変位速度との比較
- ・内陸活断層における ΔCFF の時間変化

⇒地震発生時との比較



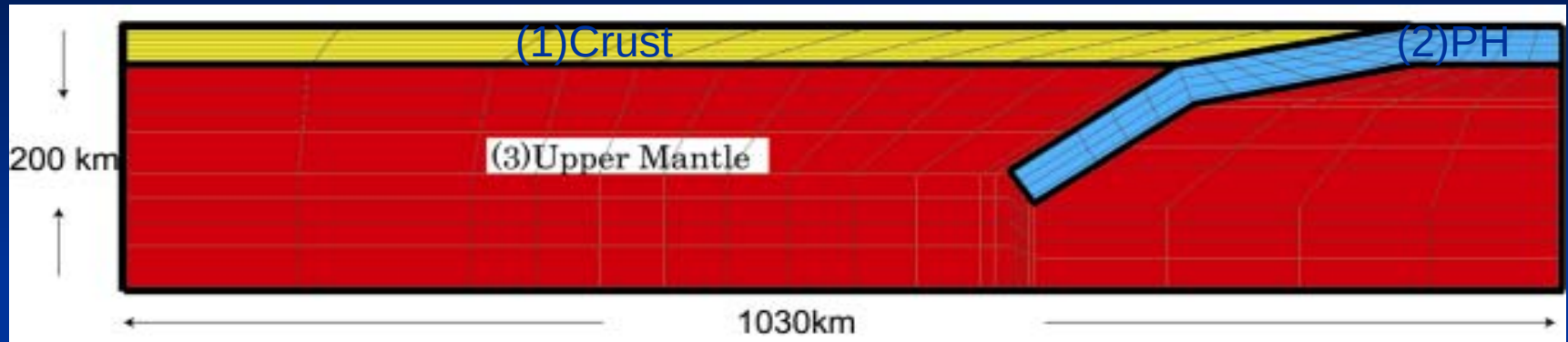
- ・粘性率・断層モデルにより ΔCFF は大きく変動
- ・1995年兵庫県南部地震の発生は粘弾性モデルでの ΔCFF で説明できる可能性

西南日本FEMモデル



総節点数
24399
総要素数
21600

西南日本FEMモデル(断面)



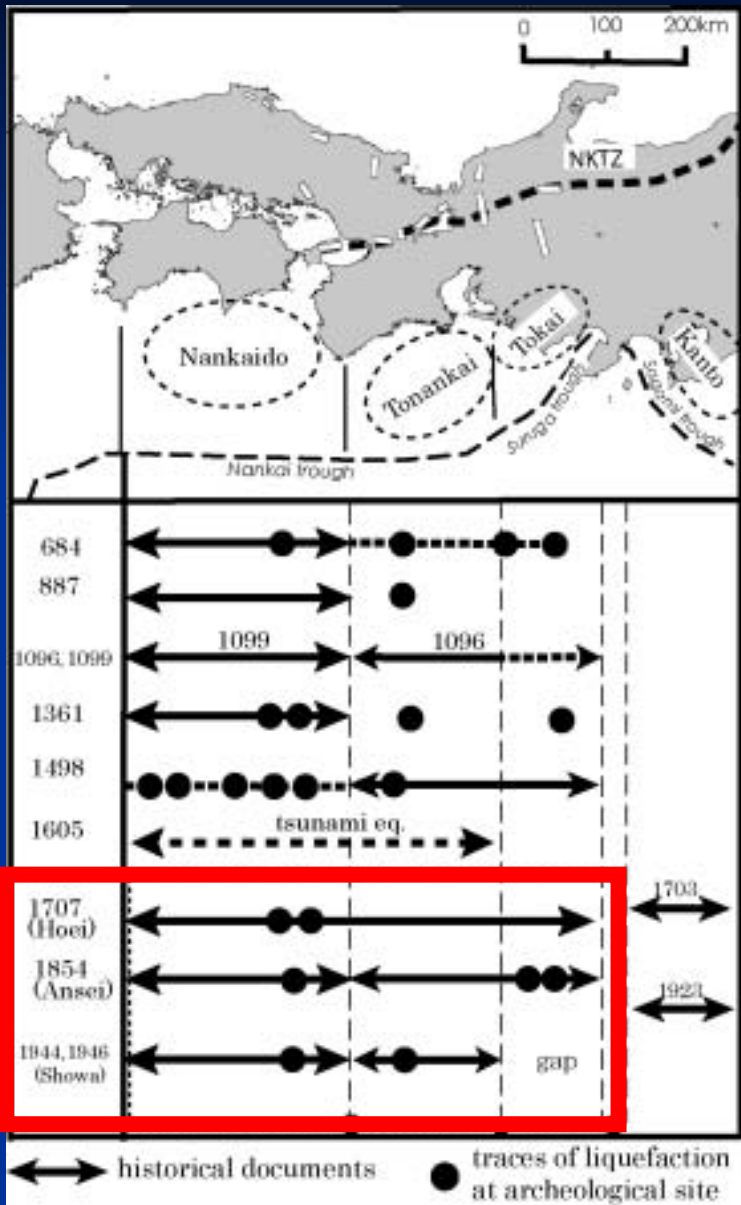
No.	Rigidity [$\times 10^{10}$ Pa]	Poisson's ratio	Viscosity [$\times 10^{19}$ Pa·s]	Relaxation time [yr]
(1) Crust	4.80	0.258	∞	∞
(2) PH	4.80	0.258	∞	∞
(3) Upper Mantle	6.39	0.283	1.0 or 2.0	4.96

弾性体

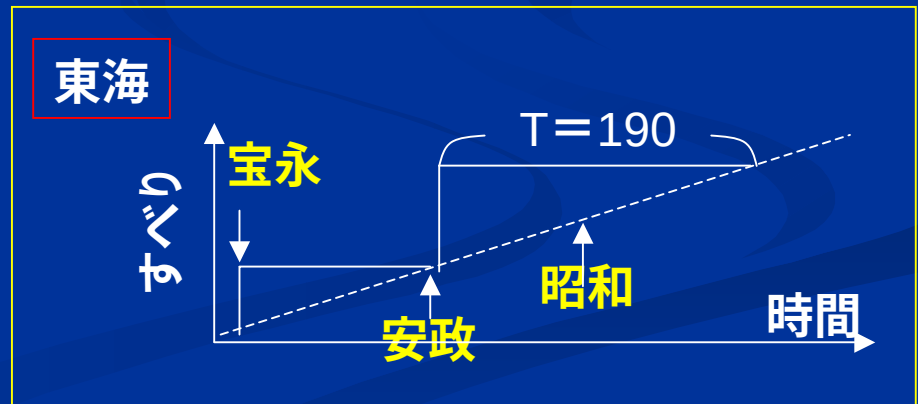
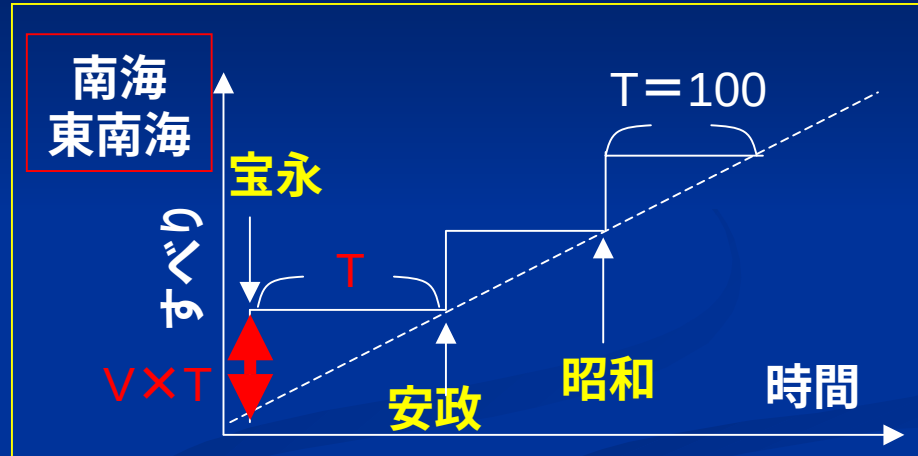
Maxwell
粘弾性体

Yoshioka & Suzuki(1999)より引用

南海トラフ沿いプレート境界地震



Shimazaki & Nakata(1980) の時間予測モデルから地震時の スリップ量を決定



1700



2000

南海トラフ沿いのプレート収束速度

弾性モデルによりGPS速度場の解析から求めたプレート収束速度(Mazzotti et al.[1999], Miyazaki and Heki[2001])

四国沖 → 5~6cm/yr

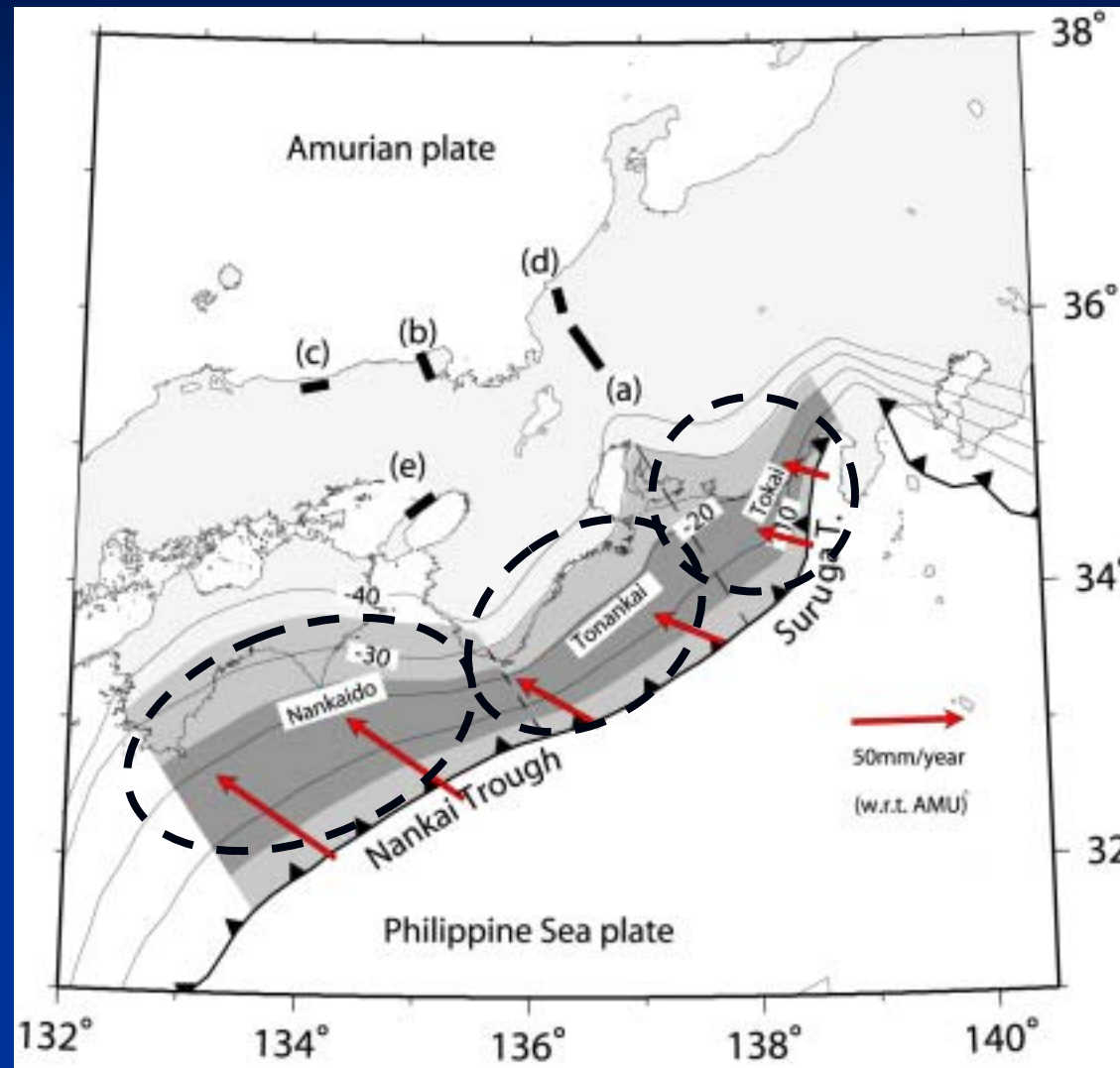
紀伊半島沖 → 3~4cm/yr

駿河湾内 → 2~3cm/yr

カップリング領域

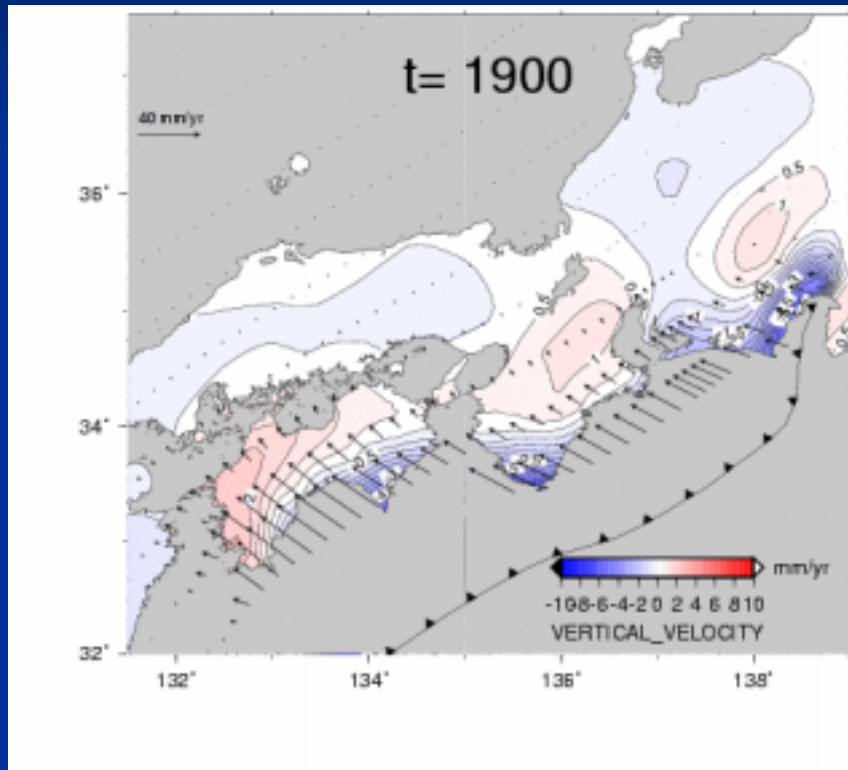
Thermal モデル

(Hyndman et al.,1995)を参考に決定

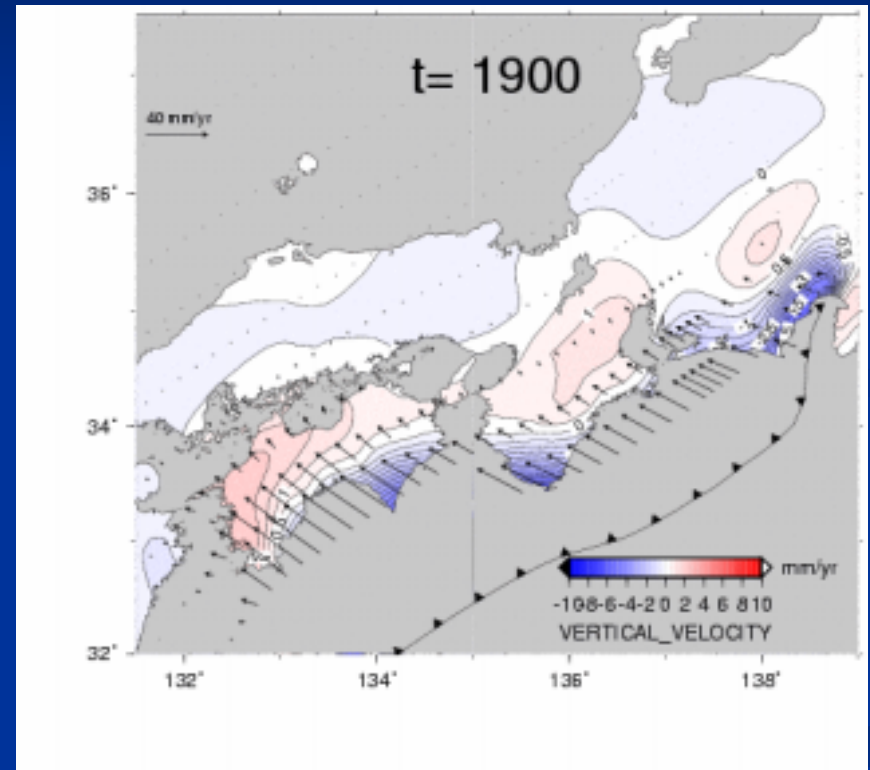


1900

$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$



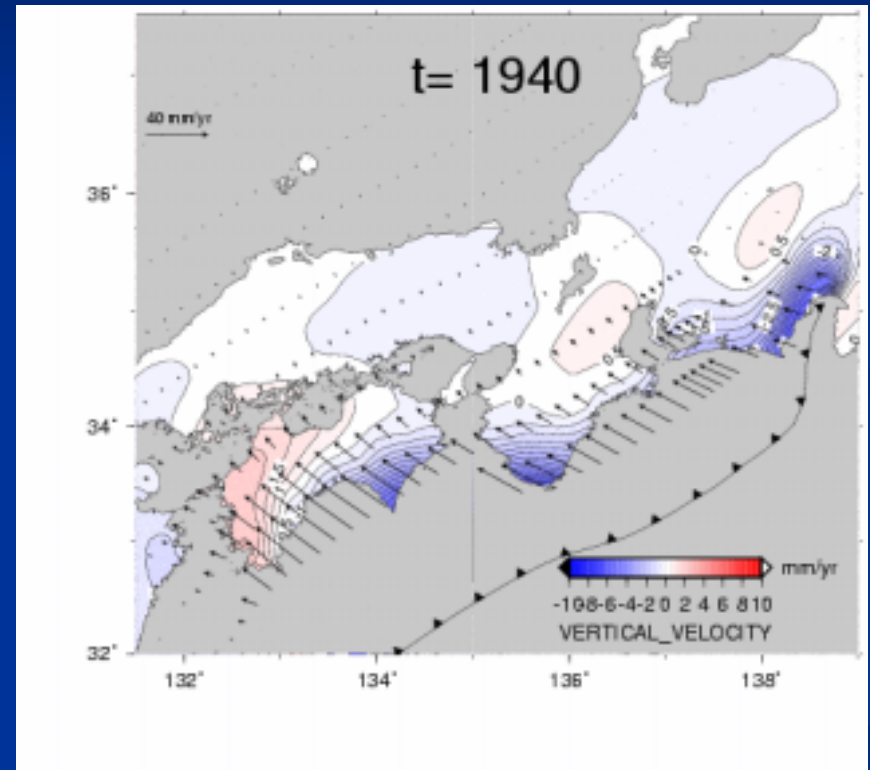
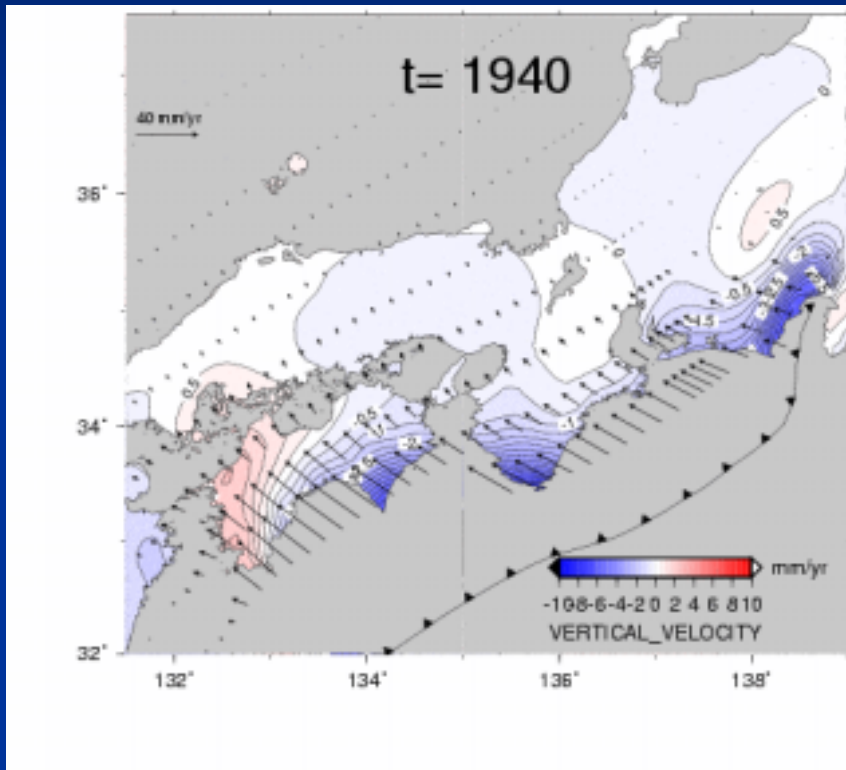
$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$



Just before the Showa event

$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$

$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$



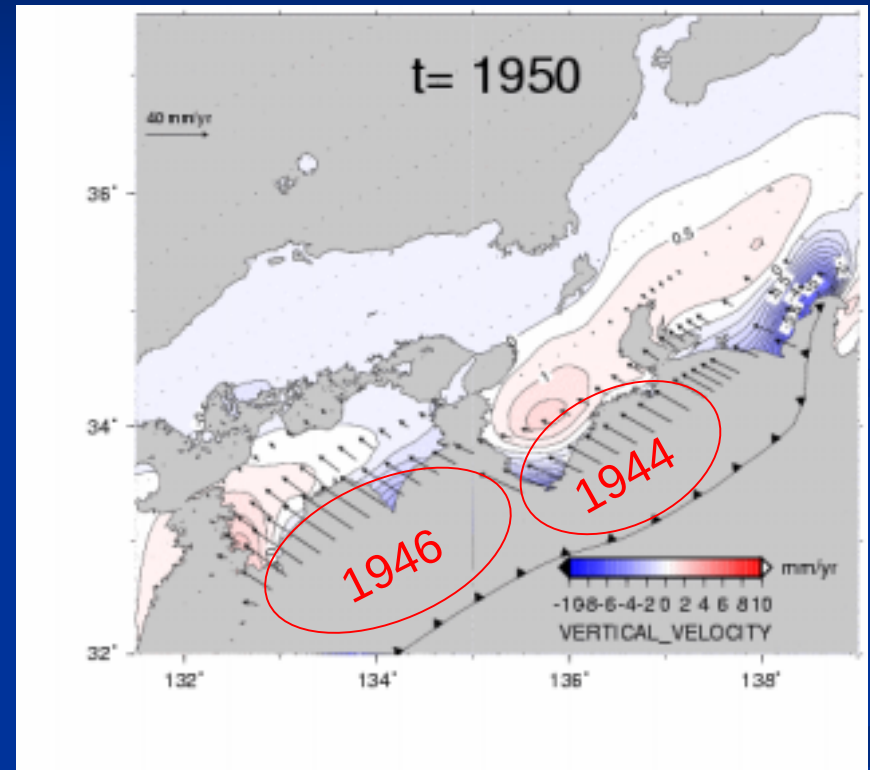
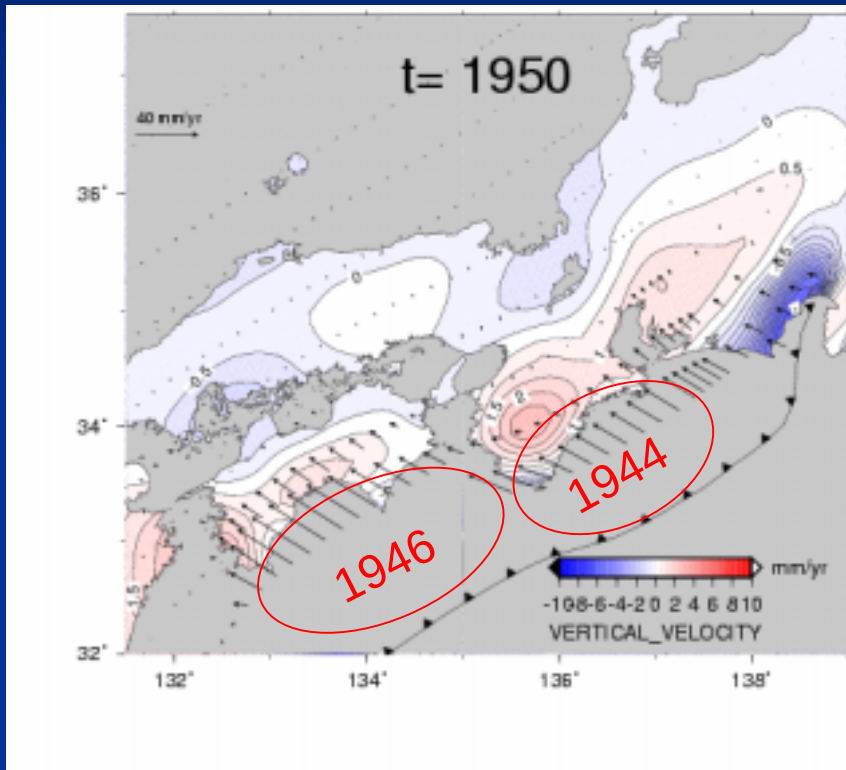
Natime → タイムプレディクタブル (T100)

Pret → タイムプレディクタブル (T100)

Just after the Showa event

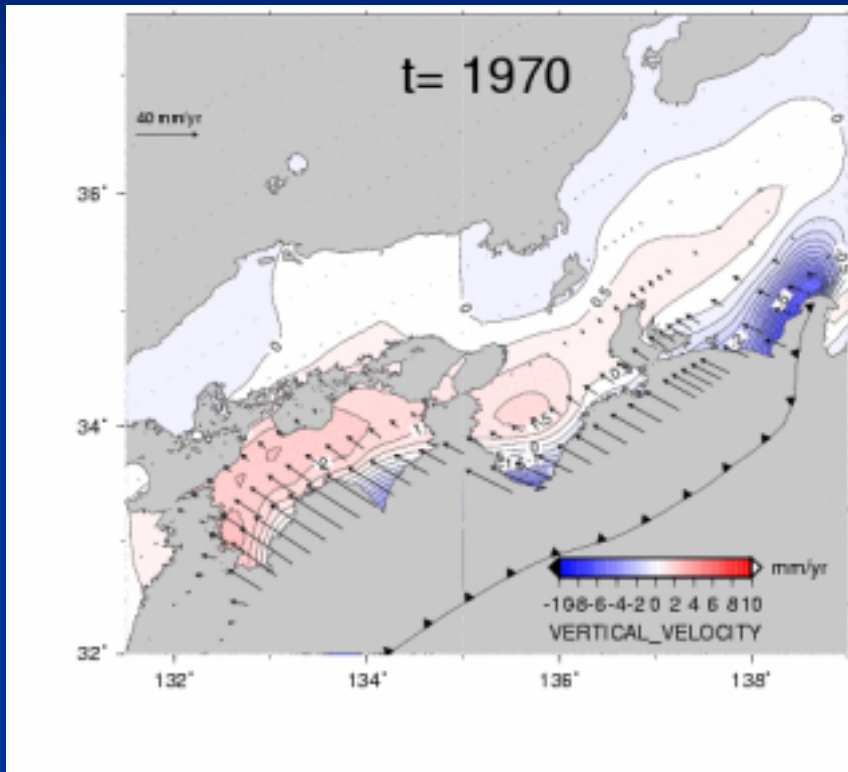
$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$

$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$

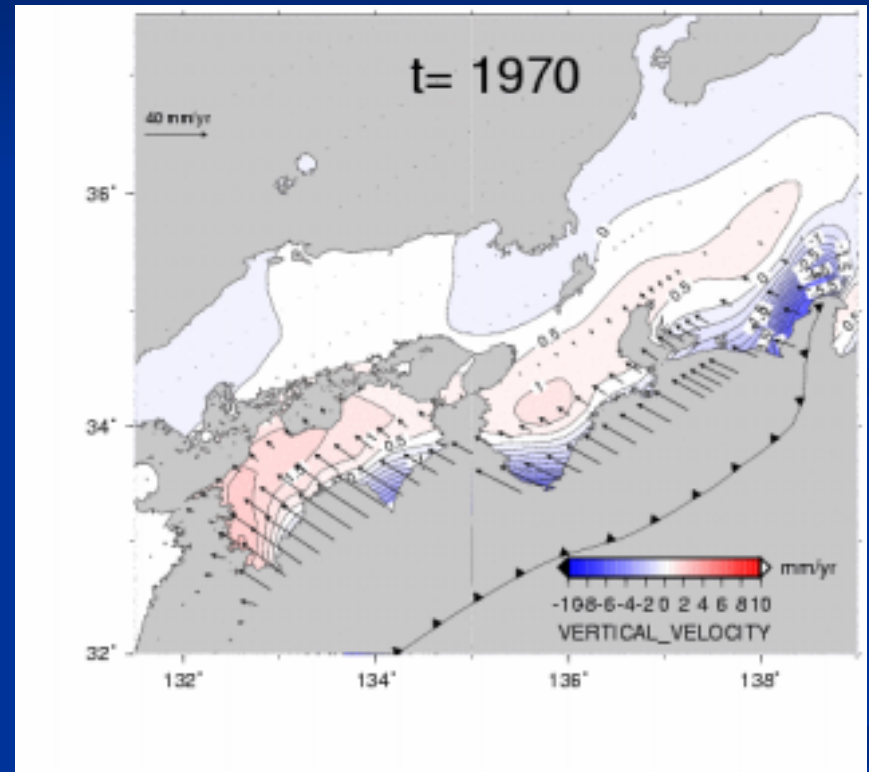


1970

$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$

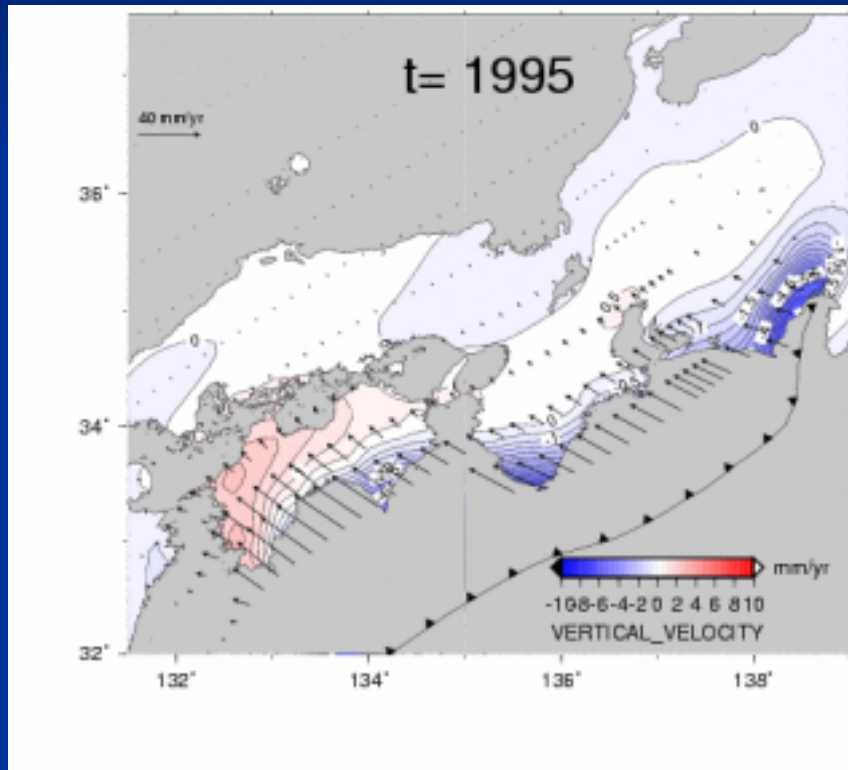


$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$

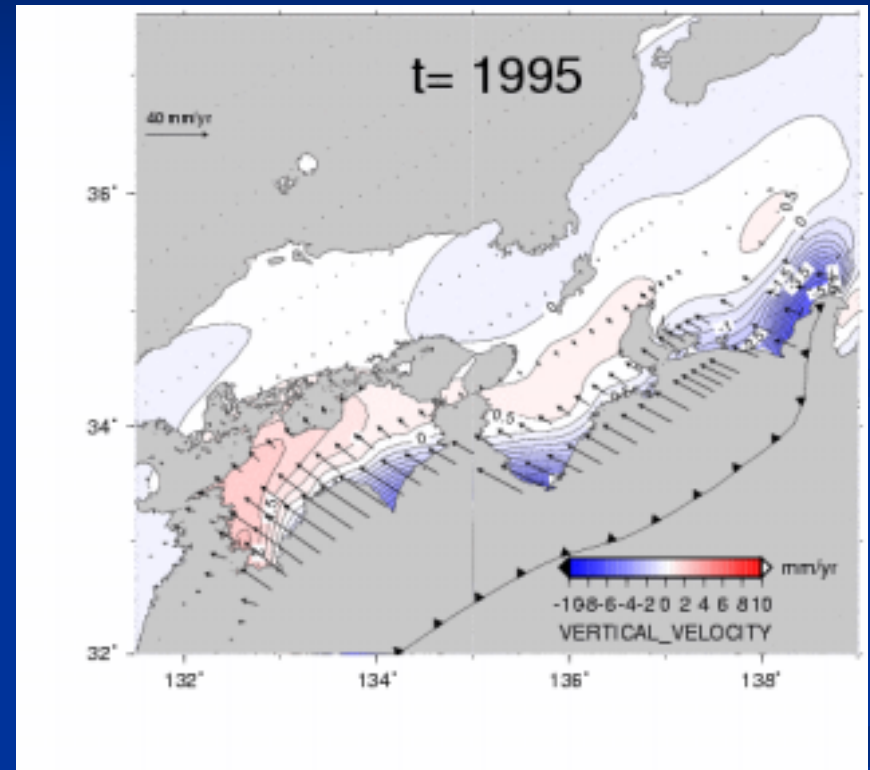


1995

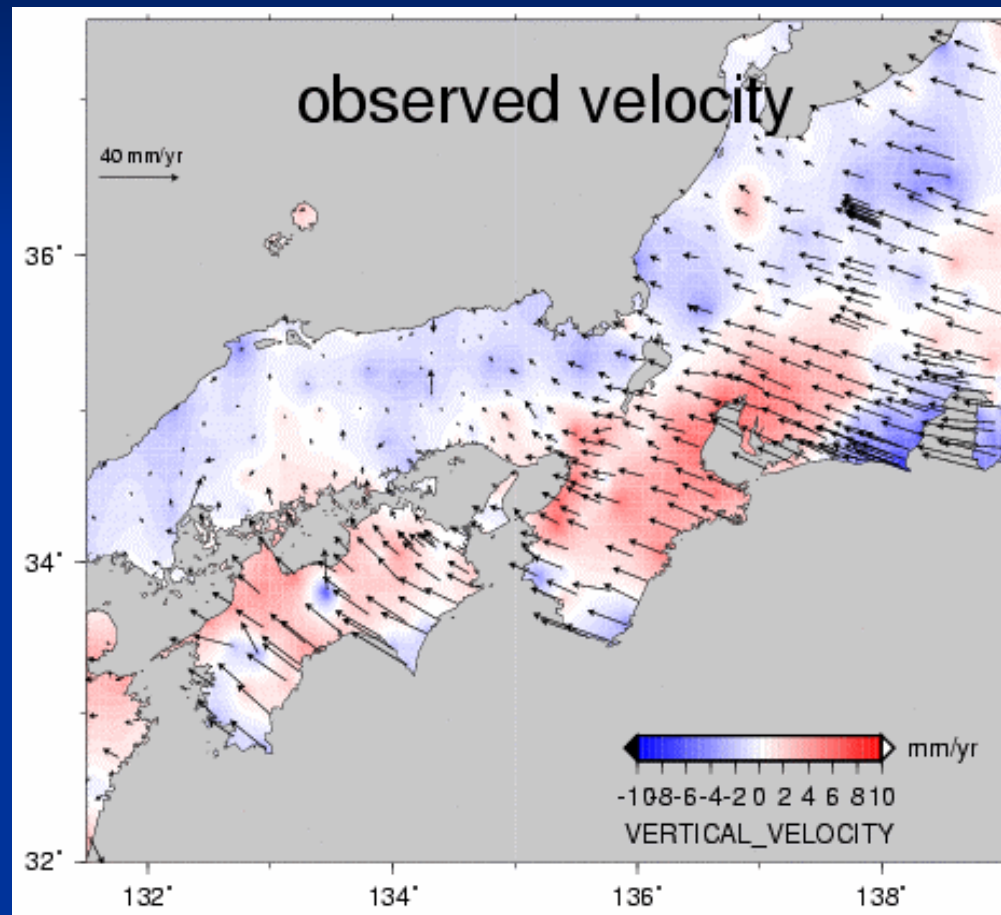
$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$



$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$



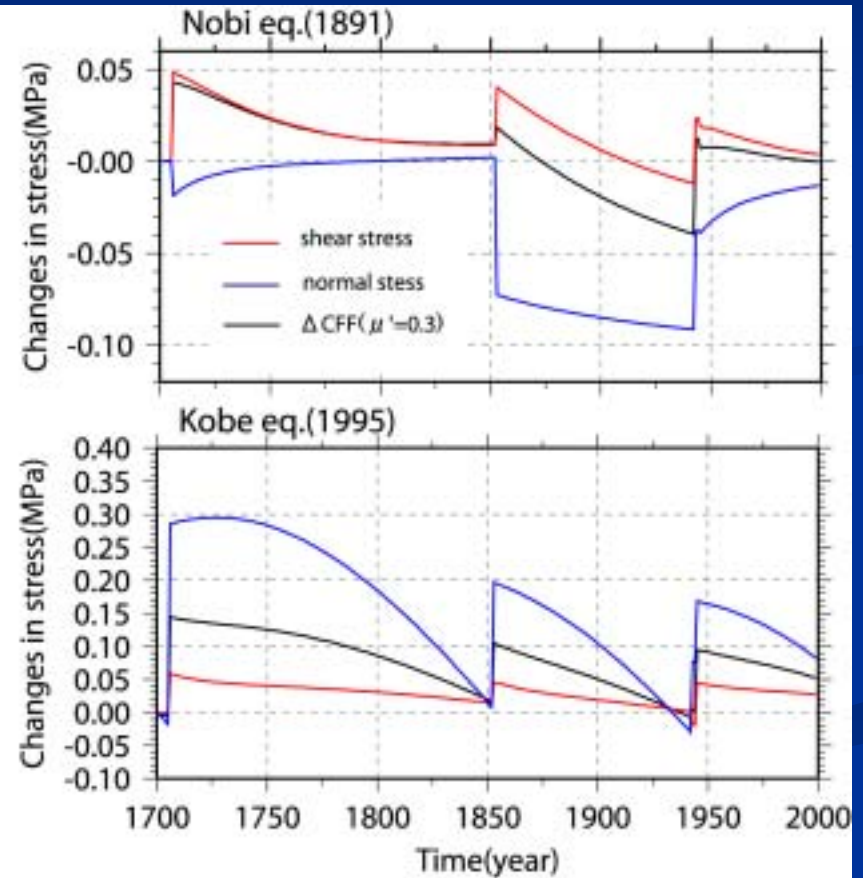
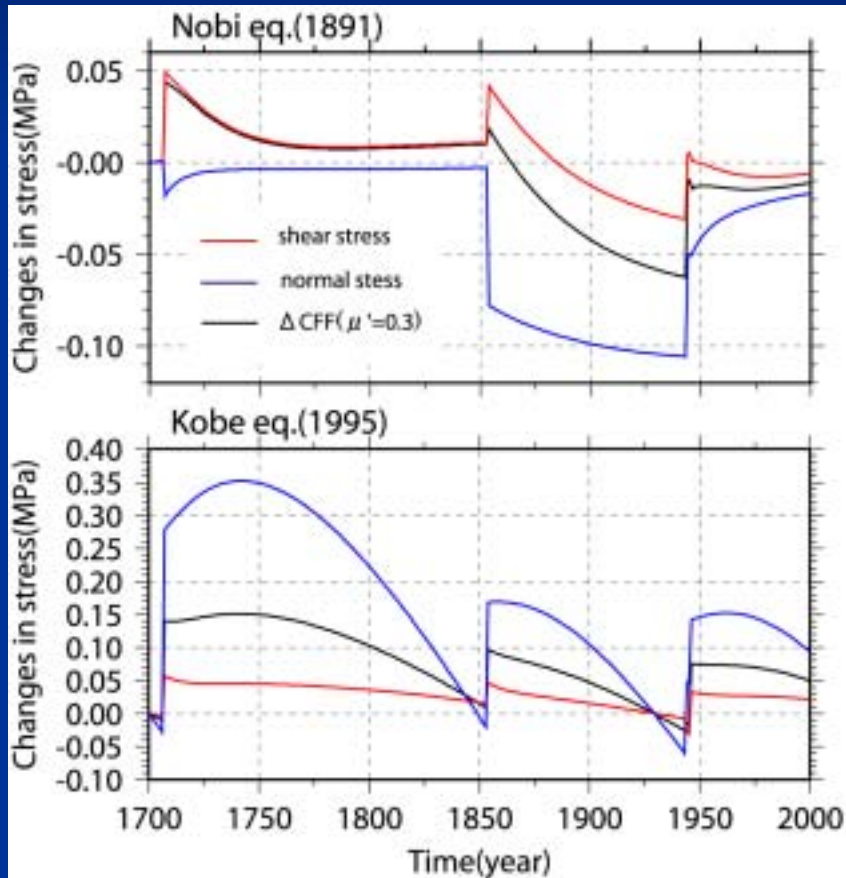
GPS velocity field(1996-1999)



Changes in Δ CFF on inland faults(1)

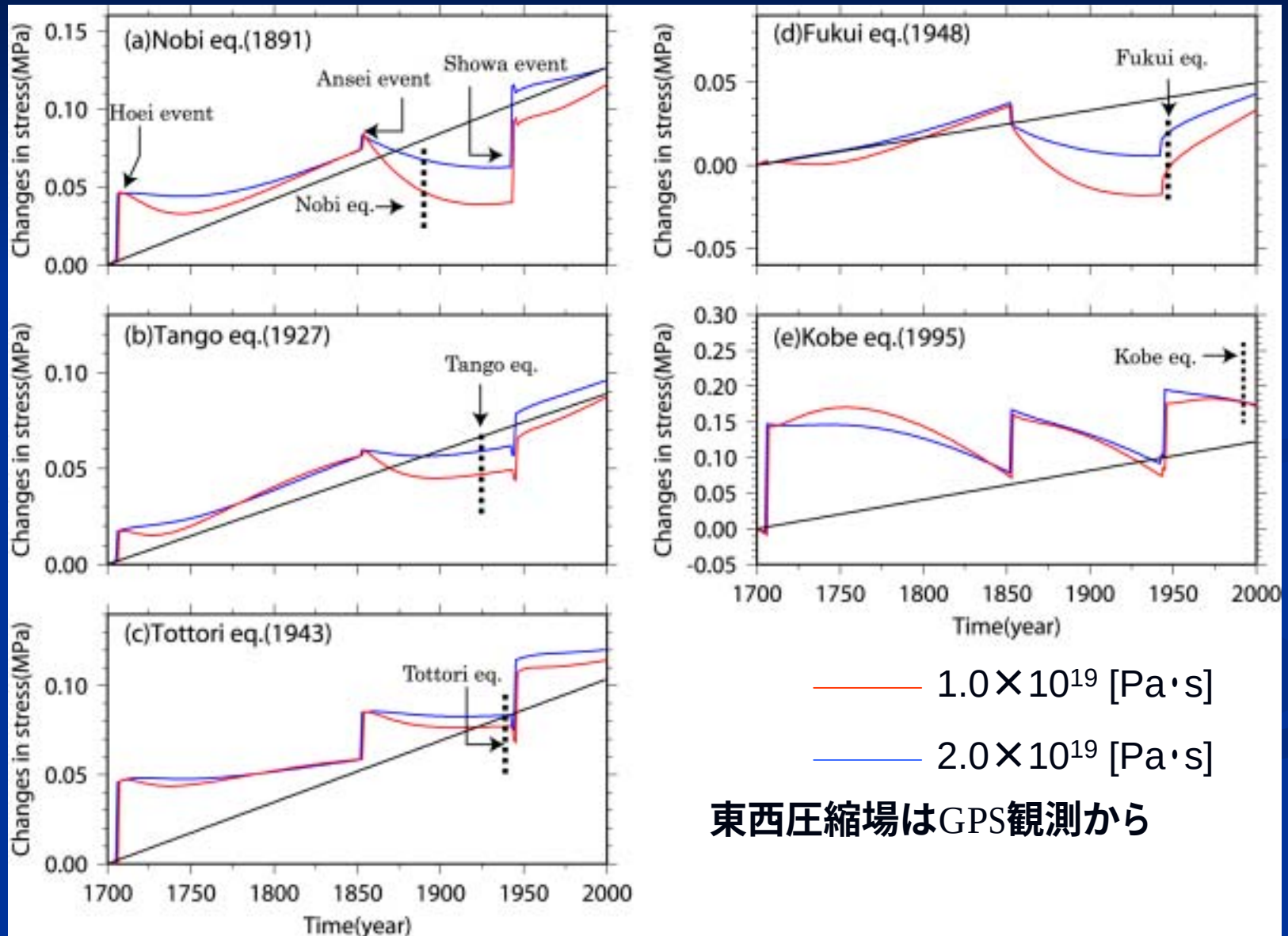
$$\eta = 1.0 [\times 10^{19}]$$

$$\eta = 2.0 [\times 10^{19}]$$



$$\Delta \text{CFF} = \Delta \tau + \mu' \Delta \sigma \quad (\text{tension positive})$$

Changes in Δ CFF on inland faults(2)



まとめ

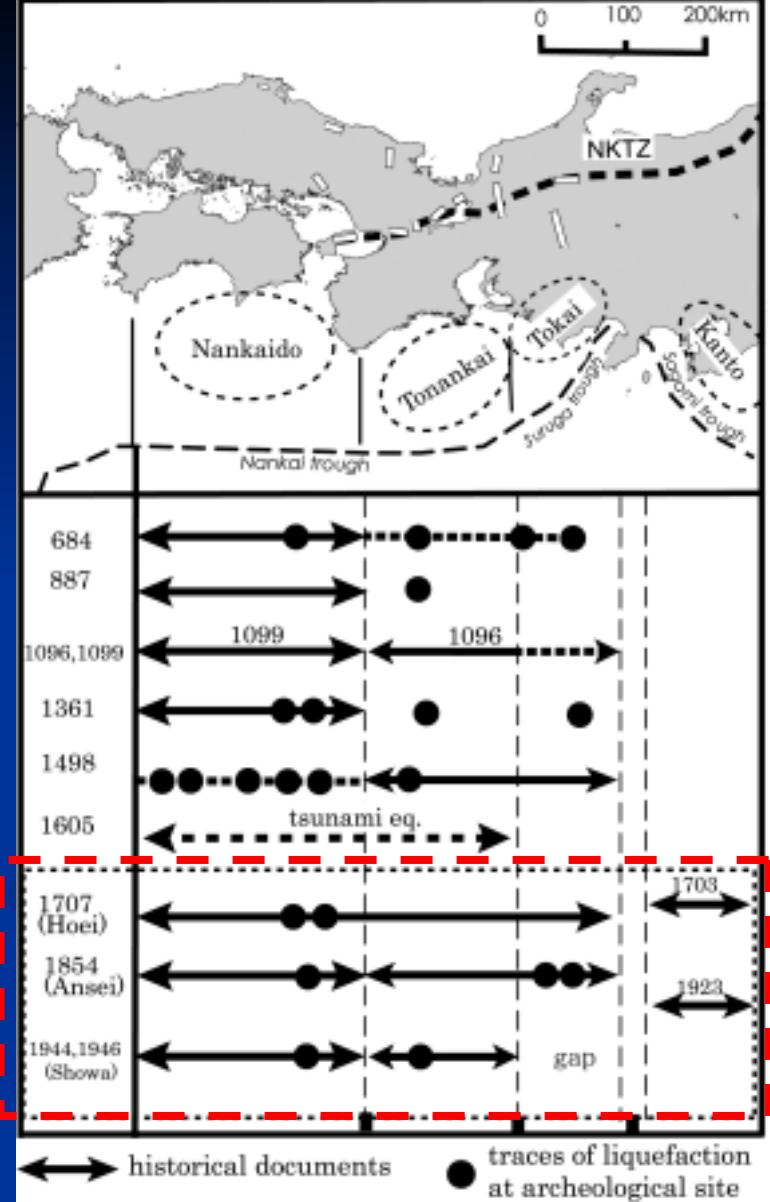
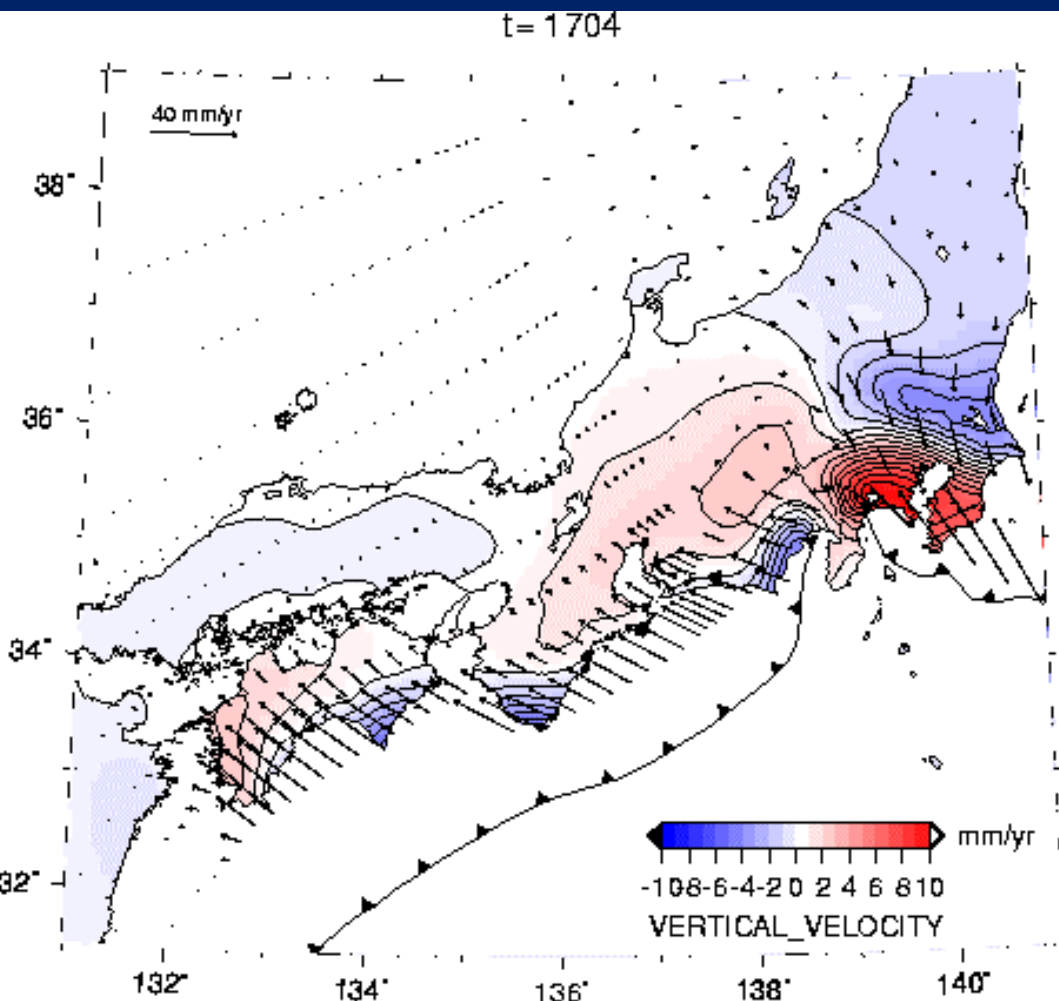
- ・西南日本3-D粘弾性FEMモデルの構築
- ・300年間の南海トラフ巨大地震サイクルによる
内陸活断層での ΔCFF



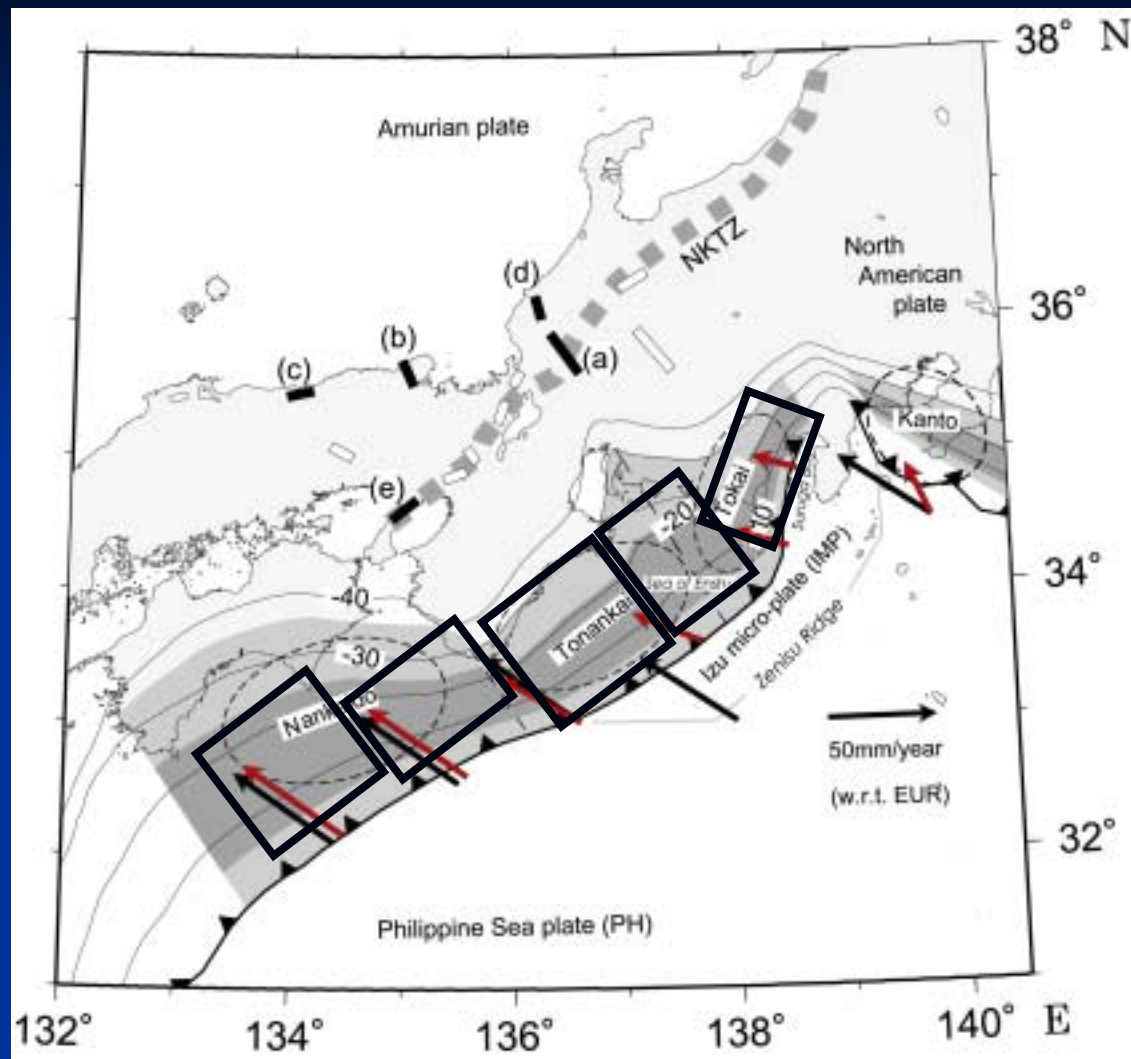
内陸地震発生時 $\leftrightarrow \Delta CFF$

- ・1995年兵庫県南部地震の発生 $\leftrightarrow \Delta CFF$ 極大
他の活断層では？
- ・粘性率, 巨大地震スリップ
内陸の詳細なモデル化が必要

西南日本運動学的地震 サイクルシミュレーション

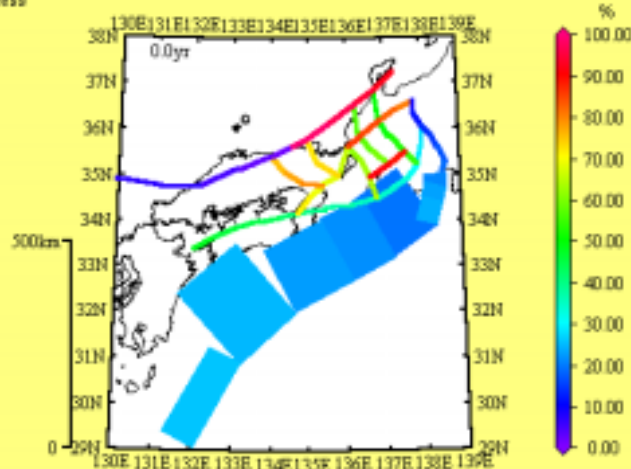


H15年度研究計画(1)



速度と状態依存の摩擦則を考慮したブロックモデルによる地震サイクルシミュレーション
＋内陸活断層ブロックモデル⇔南海トラフ巨大地震・内陸地震シミュレーション
(弾性・粘弾性)：橋本ブロックモデルに摩擦則を加える

Modified H-J93 Model
Evolution of Stress

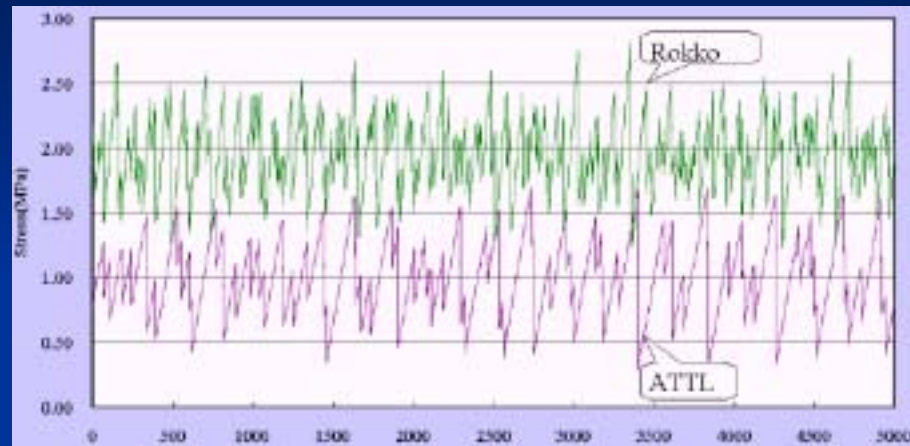


測地データに基づく日本列島の
断層系のモデル

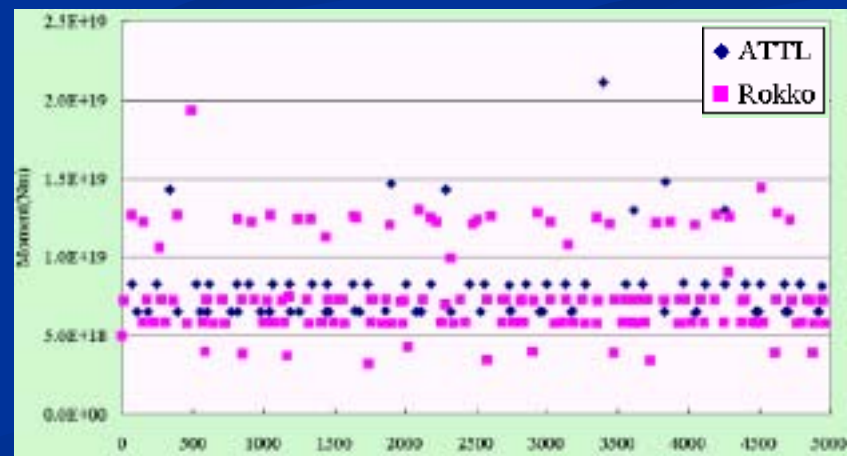
断層系間の力学的
相互作用を取り入れ
てシミュレーションし
てみると...

複雑な地震活動が発生
応力蓄積率にふらつき
大きな内陸地震は数千年に1回程度。
小さい地震の頻度大⇒べき乗則

大規模断層間相互作用モデル



有馬-高槻構造線と六甲断層の応力の5000年間の時間変化



有馬-高槻構造線と六甲断層で発生する5000年間の“地震”
縦軸は地震の大きさ(モーメント)

H15年度研究計画(2)

西南日本FEMモデル ???

PHS+南海トラフ巨大地震 による
上下地殻変動 & ΔCFF なぜうまくいかない？

1) 粘性率 $10^{19} \text{P}\cdot\text{s}$ マックスウェル時間 5年

系の緩和時間： 東北日本 (PAC) 数百年
西南日本 (PHS) 百年

2) 内陸の構造： 活断層付近の地殻の詳細構造のFEMモデル化

3) PHSのカップリング域+南海トラフ地震モデルの見直し

ESでのH15計画

Green関数法による

東北日本・西南日本での3-Dプレート境界地震シミュレーション
弾性・平面境界

東北日本・西南日本 3-D不均質粘弾性FEMモデル

GeoFEM グリーン関数 計算

+

粘弾性・3-D曲面境界

: 上記 境界要素法タイプの解法をESで実現

内陸活断層の導入はH16以降

