

(1) 実施機関名：

高知大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

四国から紀伊半島にかけての前弧域周辺の応力場の時空間変化

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ウ. 東海・東南海・南海地域

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ア. 列島及び周辺域のプレート運動、広域応力場

オ. 地震発生サイクルと長期地殻ひずみ

(5) 本課題の5か年の到達目標：

5か年の目標：高知大学でこれまで検測してきた読み取りデータをもとに、南海地震震源域周辺のメカニズム解を求め、これを用いた応力場の推定を行い、南海地震の震源域付近の応力場の時空間変化を明らかにして、プレート境界面を通した力学的な相互作用の強さやその不均質性について等を議論するための基礎資料を構築する。またこれらを説明するモデルを検討する。時間変化があれば、定常的な応力場と地震サイクルの応力変化の相対的な関係をおさえる事を優先したモデル計算を行う。時間変化がほとんどなければ、変動量は微小であることがわかる。空間変化については、プレート間の固着率の不均質に対応した応力場の不均質があれば、これをモデル化する。こちらもほとんど見られなければ、Kelin Wang のいわゆるの Stress - strain paradox モデルの問題点を修正したモデル化を検討する。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

平成 21 年度は、1997 年のデータの一元化以降の地震について、高知大学地震観測所における検測値結果を用いて定常的な処理に用いている速度構造でメカニズム解の決定を行う。これらの結果について精度を評価し、誤差要因を明らかにする。

平成 22 年度は、上記データの解析のうち海域の地震のメカニズム解の精度向上を検討する。また紙記録時代の読み取りデータの整理を行う。

平成 23 年度は、古い時代の地震メカニズム分布について、精度を議論する。紙記録時代の読み取りデータからメカニズム解を決定する。

平成 24 年度、多重応力逆解析を用いて、作成したメカニズム解カタログを用いて、応力場の時空間変化の特徴抽出を行う。

平成 25 年度には、得られた応力場の時空間変化の特徴が、プレート境界の固着率分布や、プレート間巨大地震サイクルとどのように関係しているのか力学的なモデルを検討する。

**(7) 平成 22 年度成果の概要：**

応力場推定のための基礎的なデータ解析であるメカニズム解決定を 2009 年 9 月から 2010 年 8 月までの期間の地震に対して行い、押し引きが 7 点以上の観測点で読み取られたすべての地震のメカニズム解の解析を行った。これとこれまでの蓄積されたメカニズム解の結果と合わせ、そのうちから精度の良い解 (P&T 軸の精度 15 度以内) を用いて、表面プレート (深さ 20km まで) の地殻応力場を推定した。

20km よりも浅い地震で精度の良いものは 1996 年以降で 1950 個となった (図 1)。解析はこれらのメカニズム解データ用い、図 2 に枠で示した 29 領域でそれぞれ多重逆解法による応力解析を行った。多重逆解法ではそれぞれの領域に複数の応力解が得られるが、本解析ではクラスター数をまず 2 とし、解析し、それらの両方の応力解に対して misfit 角が大きい地震データが 15 個以上残る場合にはクラスター数を 3 に増やして再度解析を行い、その結果を採用した。それぞれの応力解に対する misfit 角の分布から元データの応力解がユニークに決められるケースを集めて応力場の空間分布を求めた (図 3)。今回の解析結果は全体としてこれまでの解析結果よりも安定した結果が得られてきている。

応力解析によって reduced stress tensor が得られているので、水平最大圧縮方位を主軸の水平投影方位ではなく応力曲面の水平断面中の最大方位 (Lund and Townend, 2007) として求め、これを用いて水平最大主軸方位分布を求めた (図 4)。瀬戸内と山陰に、西北西-東南東圧縮の応力場が求まり、四国前弧と山陽に東西圧縮の応力場が求められた。水平最大圧縮軸の方位分布は、佃 (1992) の地質学的な議論による圧縮軸トラジェクトリとよく似たパターンを示している。しかし本研究の瀬戸内のせん断帯に対応する領域は、佃 (1992) のものよりも狭くかつ南側に偏っている。四国西部には伸長場傾向の応力場が見られ、九州の伸長場に続く広域的なものである可能性があるが、水平最大圧縮方向は東西方向に求められ、Terakawa and Matsu'ura (2010) が東西方向の伸長を示す応力場とは違っている。四国西部は地震活動度が低くメカニズム解が少ないことから、さらに検討の余地があるが、メカニズム解元データに立ち返ってみても、四国中央部より西では正断層型のメカニズム解が数的に卓越しており、伸長場である可能性が高いと言える (図 5)。

四国周辺の地殻応力場は、空間的にみると 1) 島弧に直交する方向には、圧縮軸方位の曲がりを示す変化がみられ、2) 島弧に沿った方向でみると、紀伊半島から四国中央部までは圧縮場であるが、四国西部では伸長場を示す、という二つの特徴を持つことが分かってきた。1) については、斜め沈み込みの前弧スリバーの問題であり、2) は南海トラフから九州琉球弧の応力場の遷移や南海アスペリティの西端の問題などが関連している重要な問題である。

5 年計画に予定していた海域でのメカニズム解の精度の向上はまだ具体的に作業出来ていない。来年度以降に検討の予定である

**(8) 平成 22 年度の成果に関連の深いもので、平成 22 年度に公表された主な成果物 (論文・報告書等)：**

なし

**(9) 平成 23 年度実施計画の概要：**

- ・沈み込むプレート内地震のメカニズム解を使った応力解析とプレート形状、プレート境界アスペリティとの比較を行う。
- ・振幅を用いたメカニズム解の推定の試み (海域及び観測点数の少ないケース)
- ・過去の読み取りを用いた応力推定と時間変化の可能性の検証。

**(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名：**

久保篤規

他機関との共同研究の有無：無

**(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先**

部署等名：高知大学理学部附属高知地震観測所  
電話：088-844-8464  
e-mail：akubo@kochi-u.ac.jp  
URL：http://www.pslip.kochi-u.ac.jp/keo

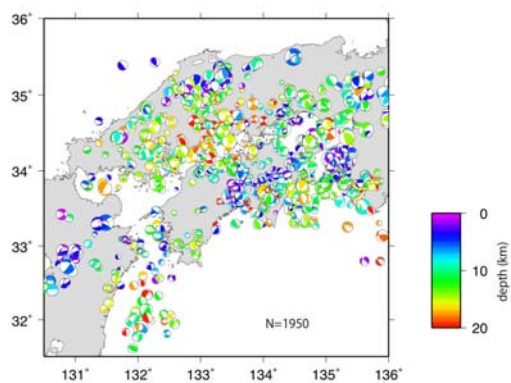


図1 メカニズム解の分布  
20km よりも浅い地震で精度の良い (A ランク) (1996-2010Aug). N=1950

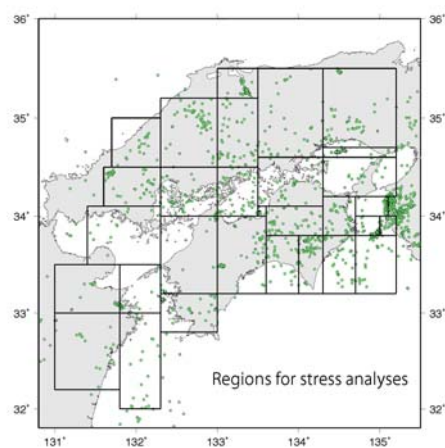


図2 多重応力逆解析の解析領域  
各領域で2または3個の応力解を推定した. まず2個の応力解(クラスター)を抽出して, それらに対する入力データの misfit 角分布を求め, これによって説明できない入力データが15個以上残る場合には, クラスター数を3とした.

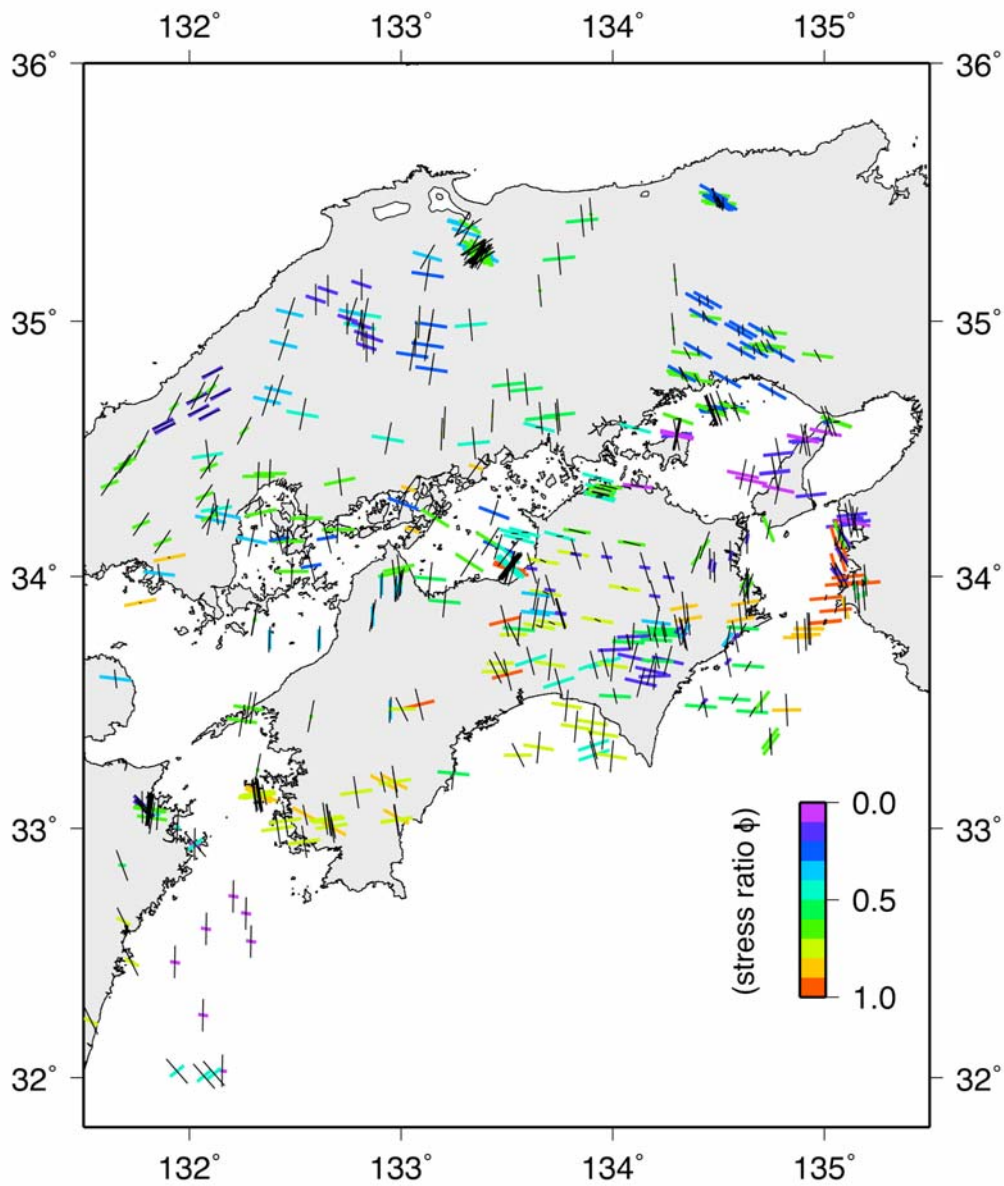


図3 応力場のマッピング結果

各領域で2または3個の応力解を推定し、それらに対する入力データの misfit 角を求めて、25 度以下なら滑り得ると考える。これらの条件から、すべりうる応力場がユニークに決まるケースのみを使って、往路y 久場のマッピングを行った。色付きは  $\sigma_1$  で、黒線が  $\sigma_3$ 、色は応力比 ( $\Phi$ ) を表す。

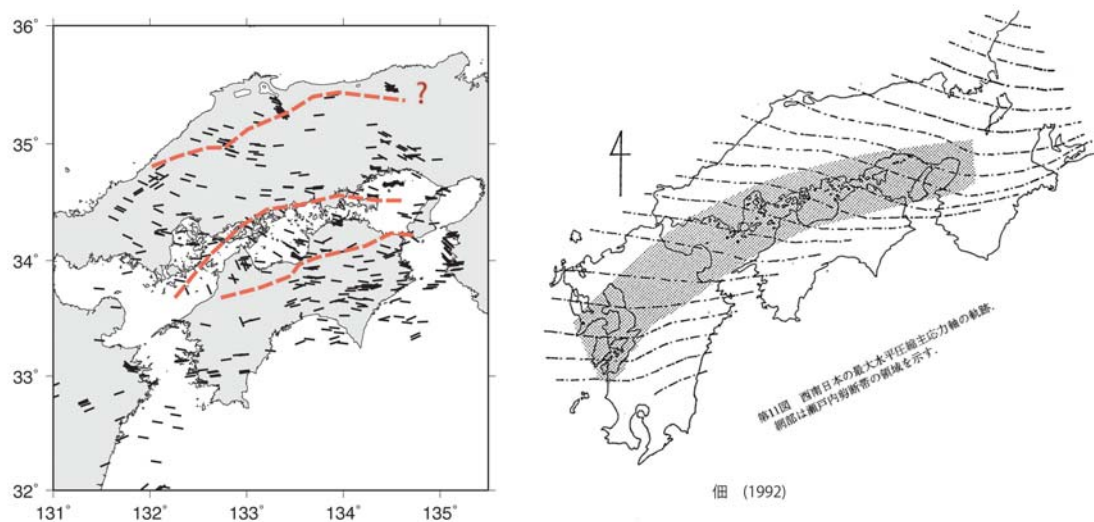


図4 水平最大応力方位分布図

(左図) 図3の結果に対して，Lund and Townend (2007)により水平最大圧縮方位を求めた結果である。  
 (右図) 地質学的な議論から描かれた，中国・四国地方の水平最大圧縮軸トラジェクトリ (佃, 1992).

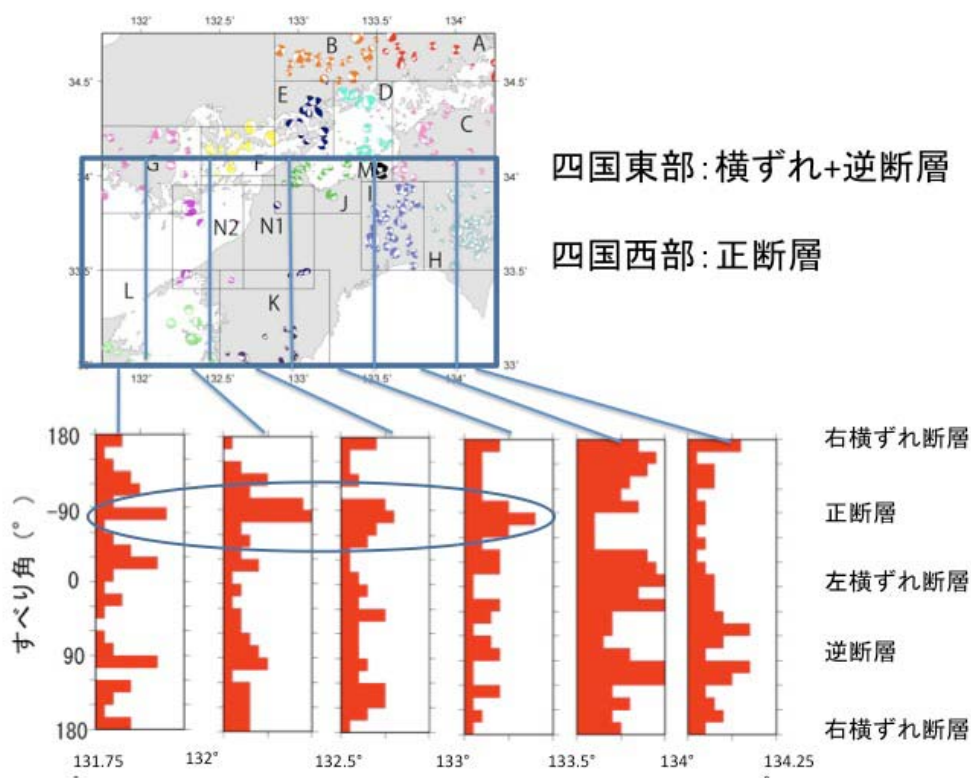


図5 四国地域のメカニズム解の滑り角の領域別ヒストグラム

左上図の角領域のメカニズム解の滑り角 (rake angle) のヒストグラム。四国中央部以西で正断層型のメカニズム解が数的には卓越しており，伸長場であることが考えられる。