2017年2月1日　ワークショップ「南海トラフ地震の予測に必要な観測・研究は何か」

南海トラフ海域の先行現象を検知するためのモニタリング

楠城 一嘉｜静岡県立大学グローバル地域センター

はじめに

南海トラフ沿いのプレート間の固着状態の変化を捉える

- 地殻変動データ解析によるバックスリップ蓄積レートの変化
- 長期的ゆっくり滑り領域の拡大や、短期的ゆっくり滑りの頻発、などなど

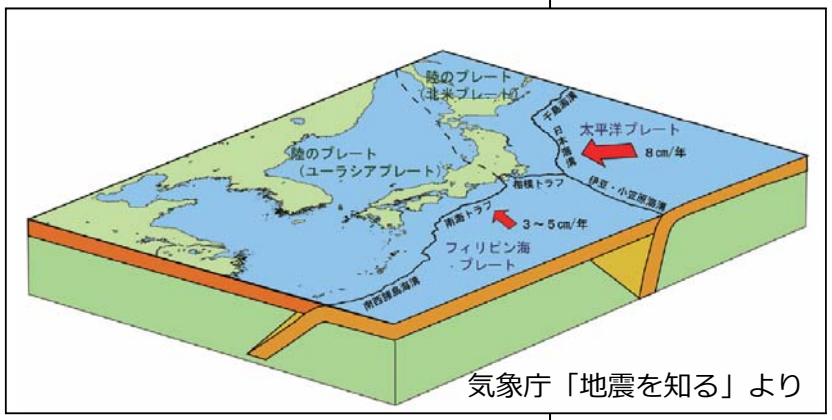
全く別の指標を用いて、南海トラフ地震の切迫性を評価できるか？

- 複数の指標で評価出来れば、その切迫性の信頼性が向上するはず

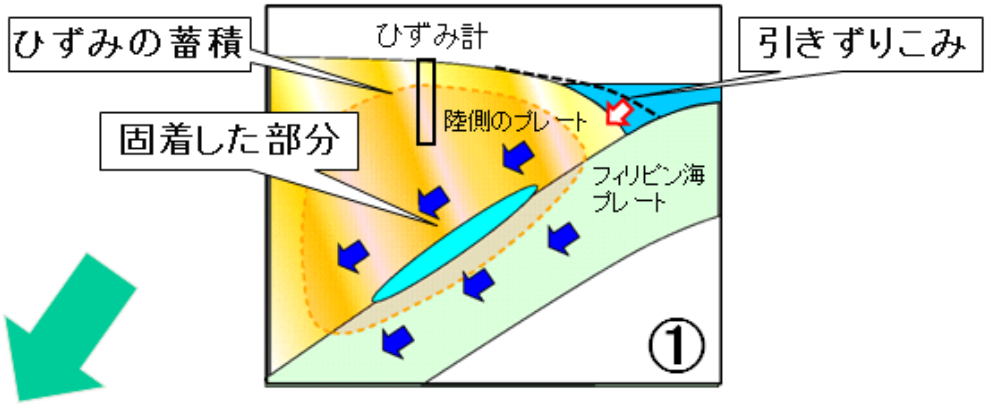
本講演｜地震発生場の応力状態を反映していると推定される、地震の規模別頻度分布を特徴付ける指標(ｂ値)に注目して議論

- M9クラスの東北地方太平洋沖地震やスマトラ地震の事後解析の結果、先行現象があったことがわかった（Nanjo et al., 2012）
- M9クラスと予想される南海トラフ地震に適用可能か？

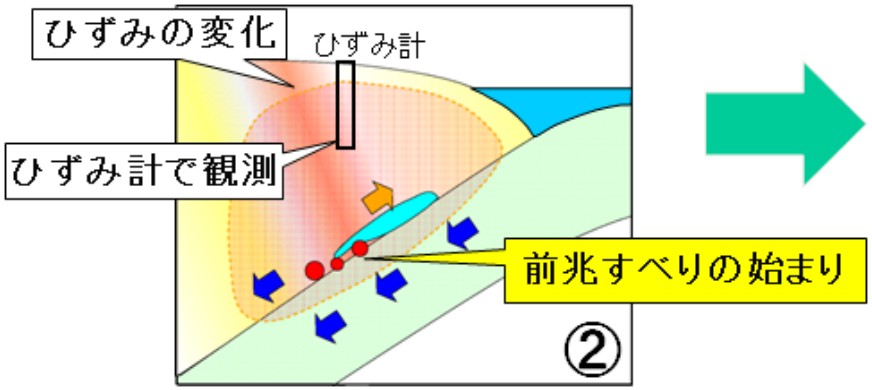
プレート境界の前兆滑り



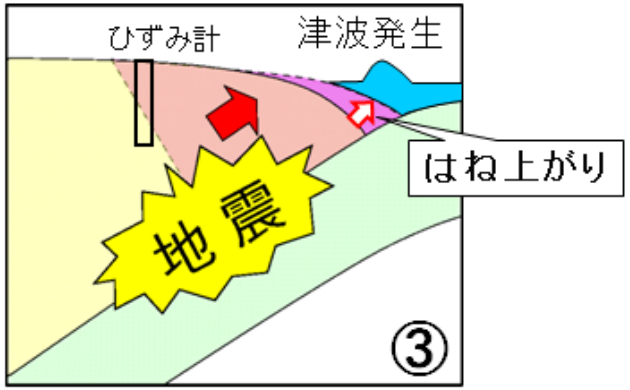
気象庁「地震を知る」より



フィリピン海プレートの沈み込みにより、陸側のプレートが引きずられ、地下ではひずみが蓄積する。



東海地震の前には、この固着していた領域の一部でゆっくりとした「前兆すべり（プレスリップ）」が始まる。



地震発生。

JMA (http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tokai/tokai_eq4.html)

固着状況の把握

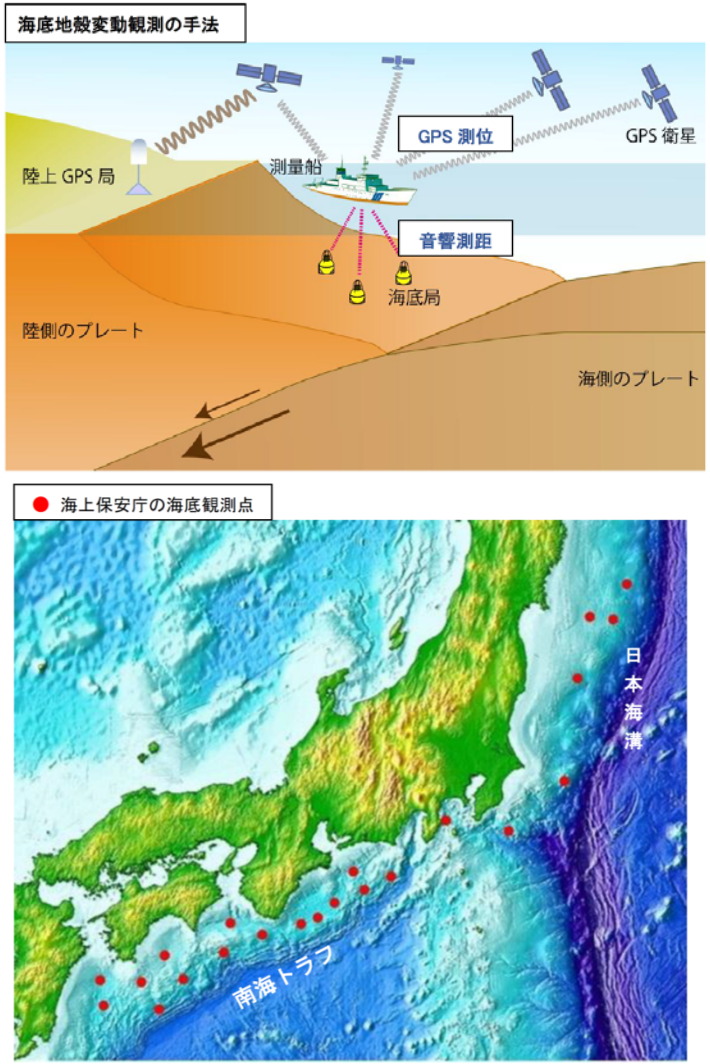


図４　海上保安庁における海底地殻変動観測

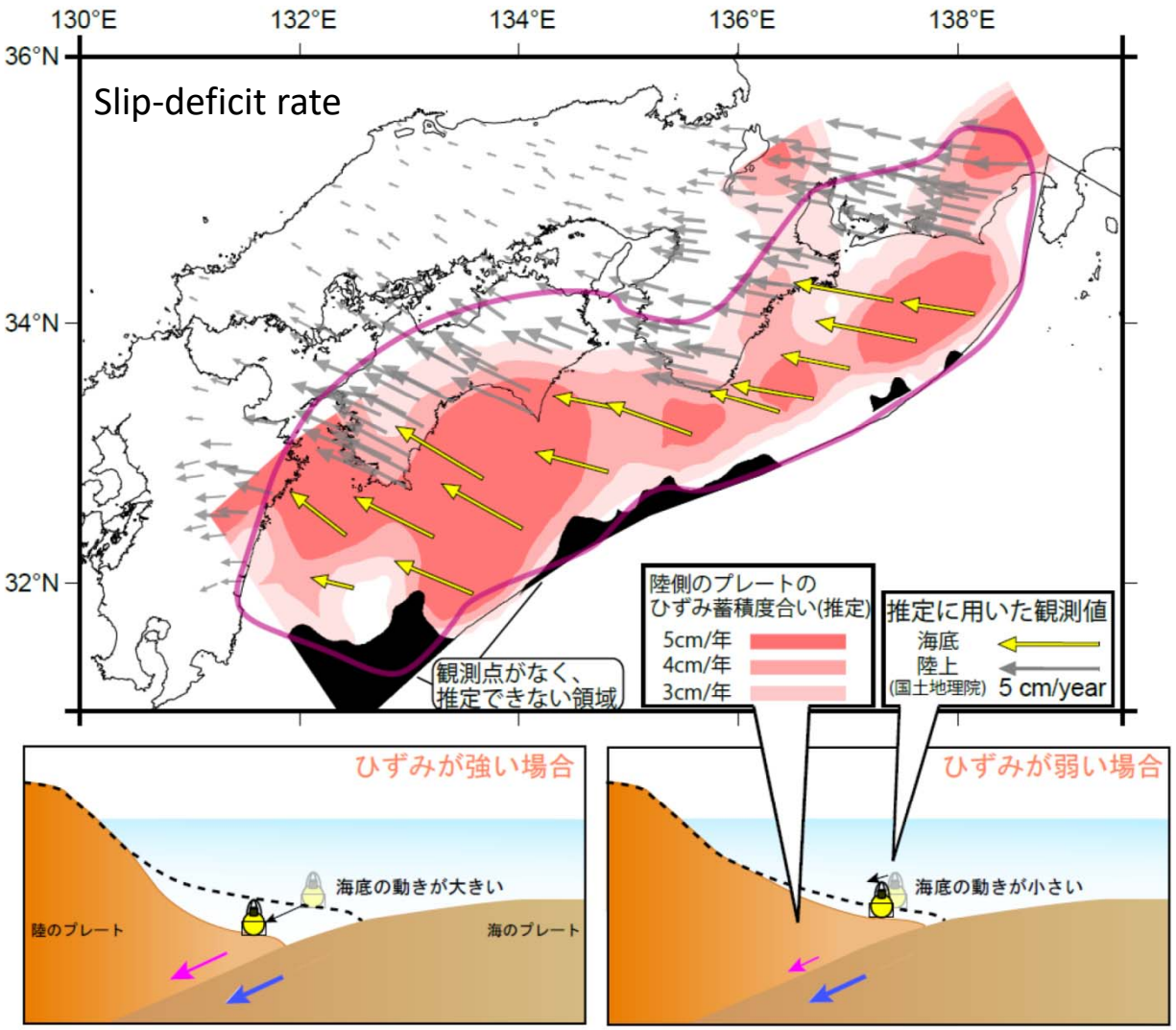


図１　海底地殻変動観測から推定された南海トラフ全域のひずみ蓄積の分布
（ 南海トラフ巨大地震想定震源域 ）

Yokota et al., 2016 Nature.

固着状況の把握

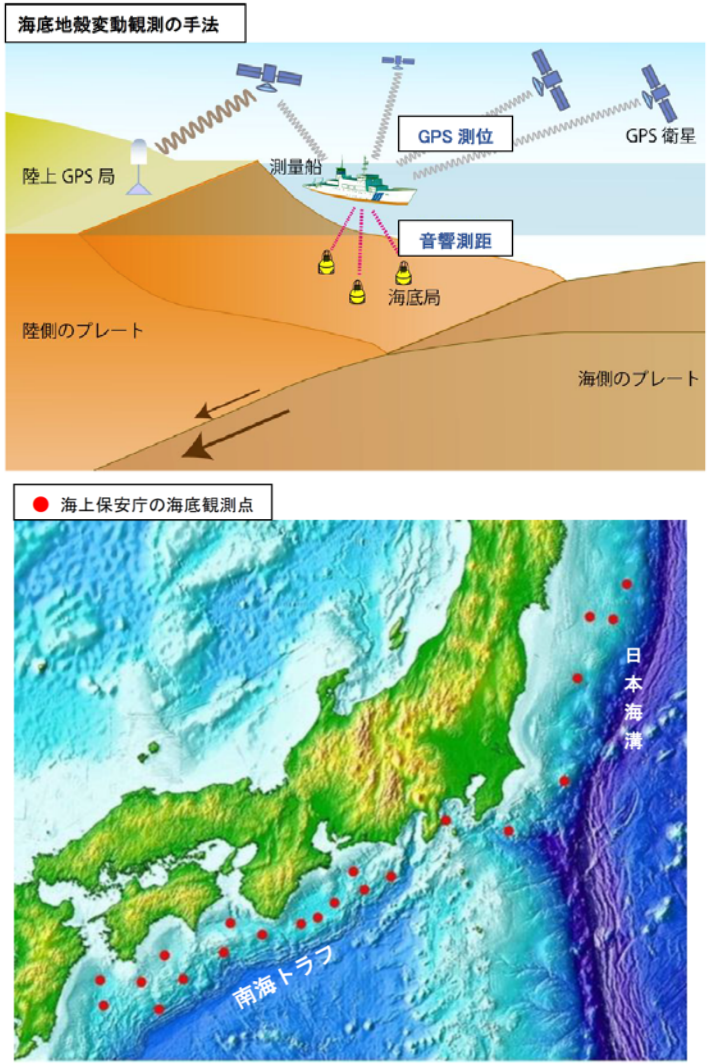


図４　海上保安庁における海底地殻変動観測

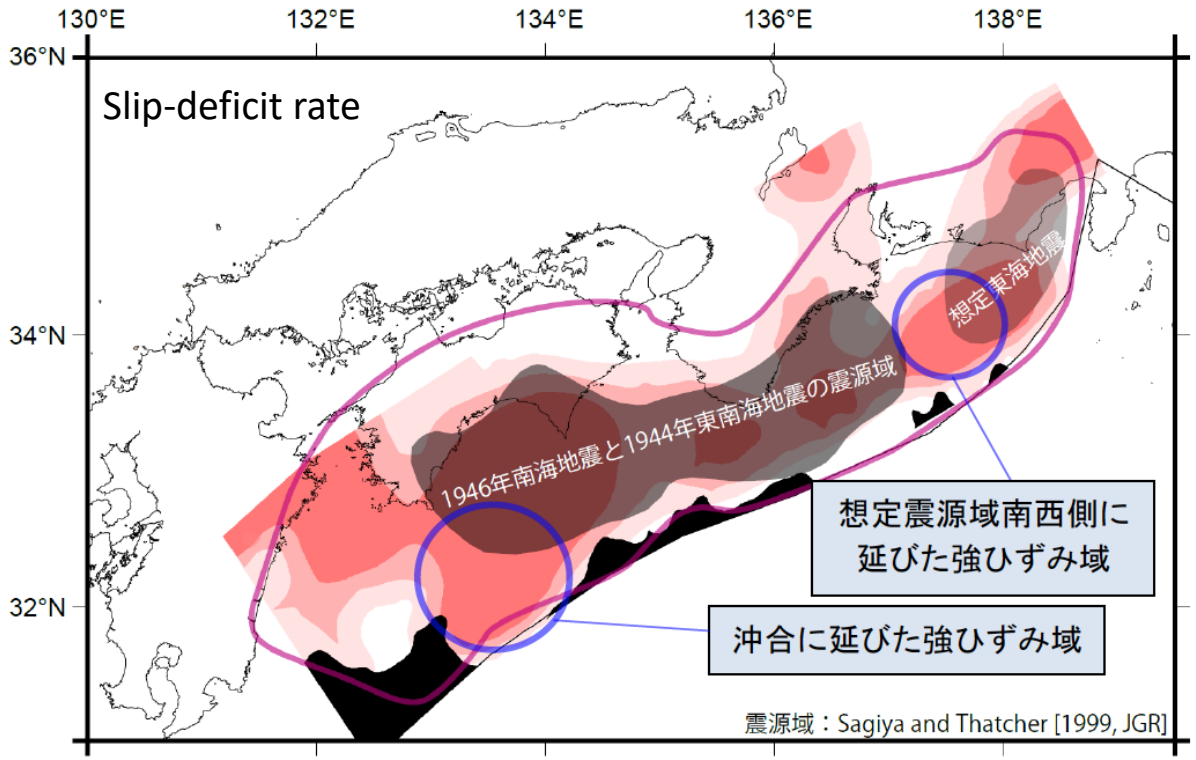


図2　想定東海地震・1944年東南海地震・1946年南海地震の震源域とひずみ分布の比較

Yokota et al., 2016 Nature.

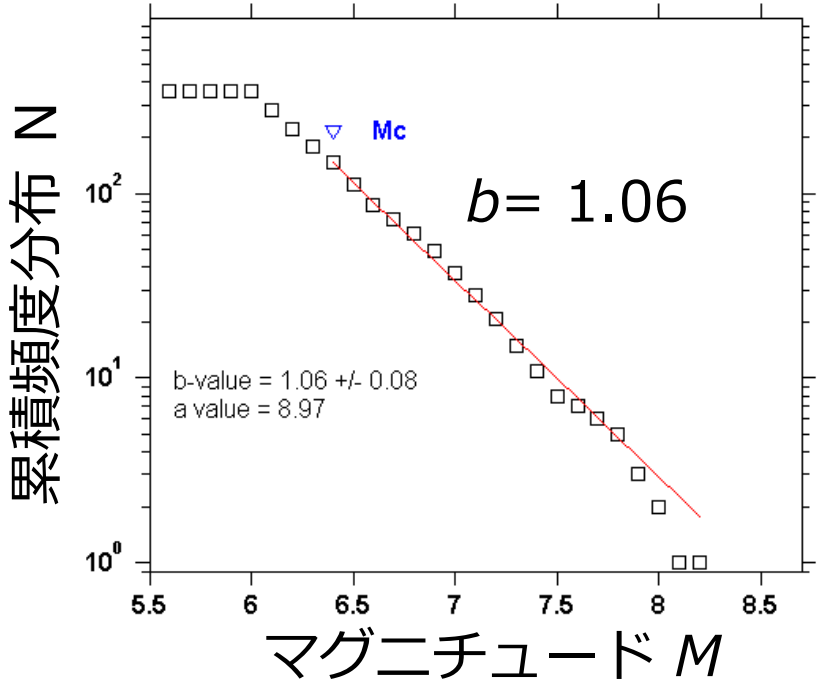
b値

岩石破壊実験から(Scholz, 1968)、岩石にかかる力（差応力）が大きくなるにつれて*b*値が小さくなる

- 地震についても確かめられている (Scholz, 2015)

大地震は、応力が高い場所、時間で発生するならば、b値は地震直前、近傍で小さいはず

グーテンベルグ・リヒターの法則
$\mathrm{Log}N = A - bM$



1965-2010年に日本で起きた$M \geq 6$ の地震にグーテンベルグ・ヒリター則を当てはめた

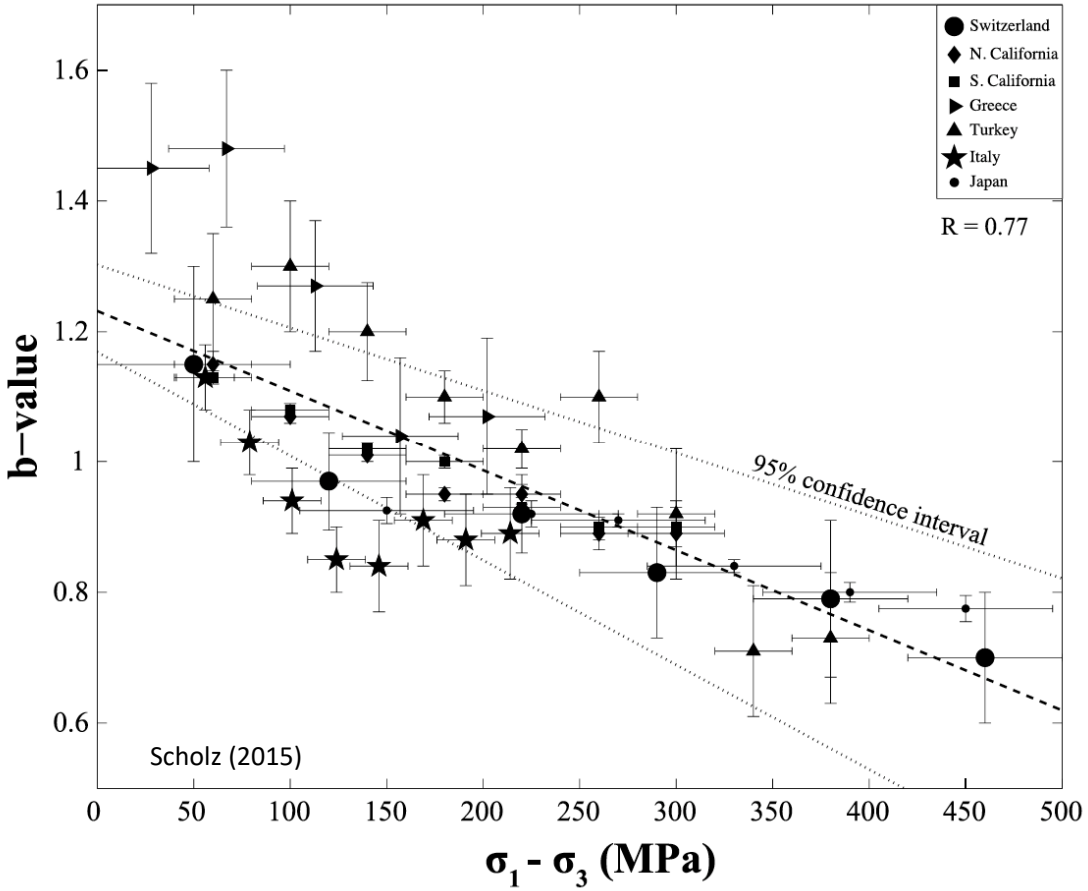
b値

岩石破壊実験から(Scholz, 1968)、岩石にかかる力（差応力）が大きくなるにつれて*b*値が小さくなる

- 地震についても確かめられている (Scholz, 2015)

大地震は、応力が高い場所、時間で発生するならば、b値は地震直前、近傍で小さいはず

世界各地のデータを使用（スイス、北カルフォルニア、南カルフォルニア、ギリシャ、トルコ、イタリア、日本）



かかる力（差応力）

M8~9クラスの地震

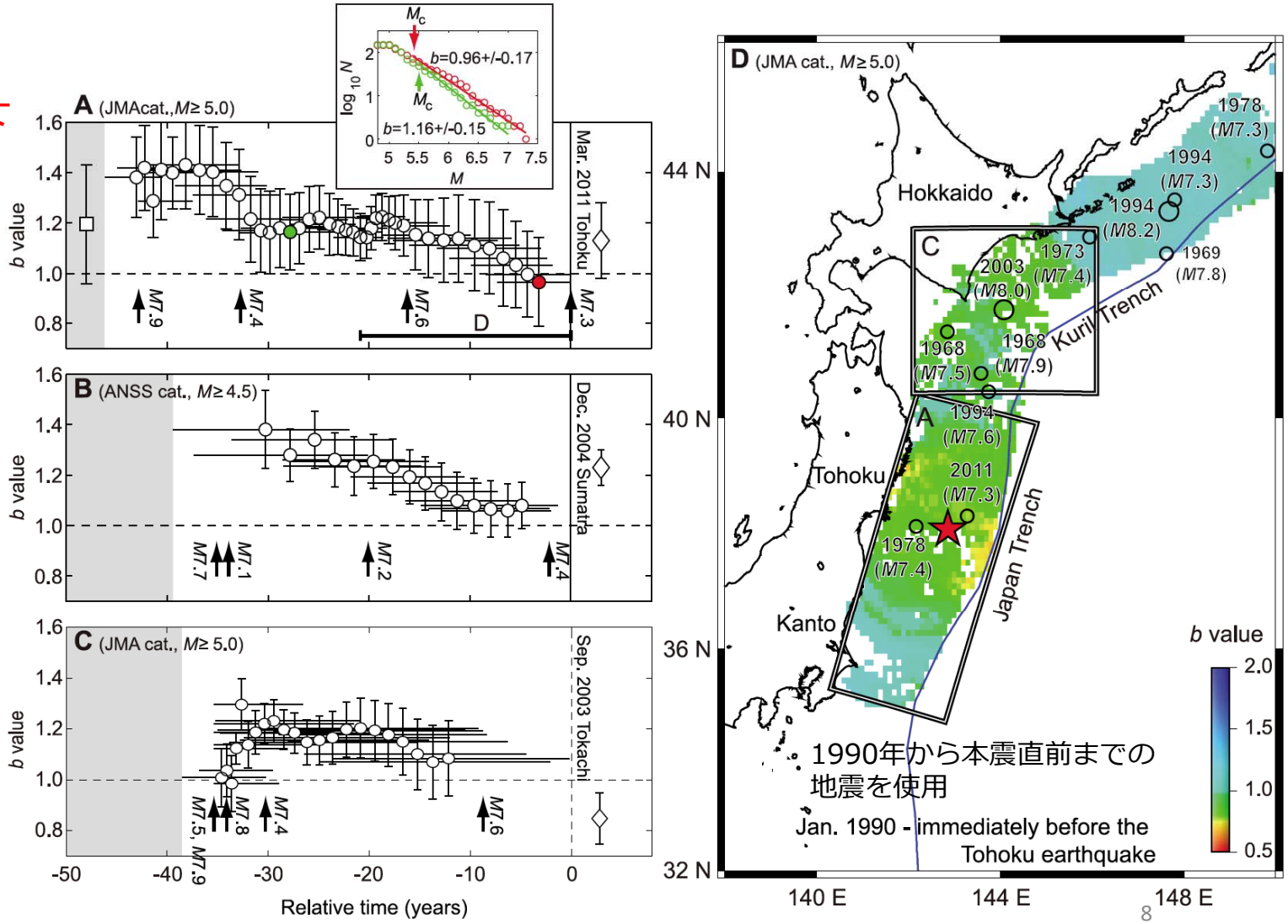
断層スケールでb値解析

- 数十年前からb値の低下

2011年東北地方太平洋沖地震 (M9.0)
領域A内の地震を使用

2004年スマトラ地震(M9.4)

十勝沖地震 (M8.0)
領域C内の地震を使用



本震から遡った時間（年）

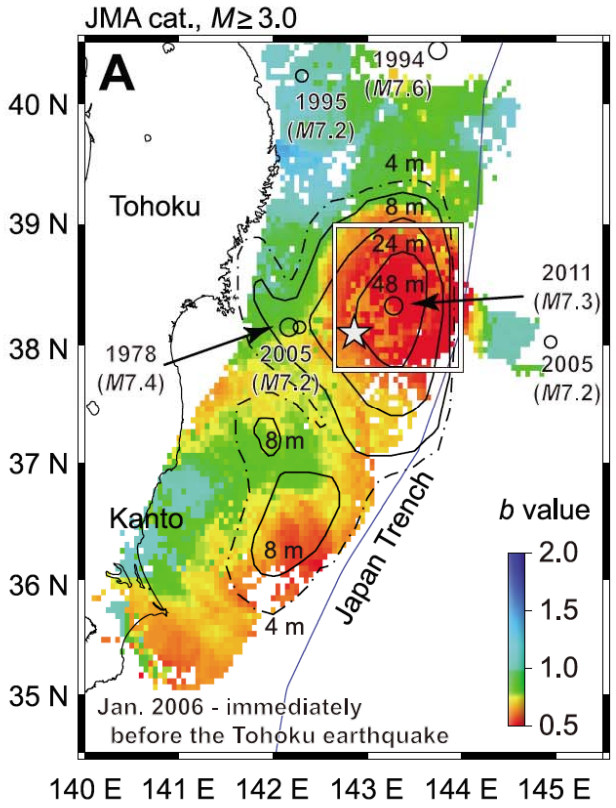
Nanjo et al. (2012)

東北地方太平洋沖地震

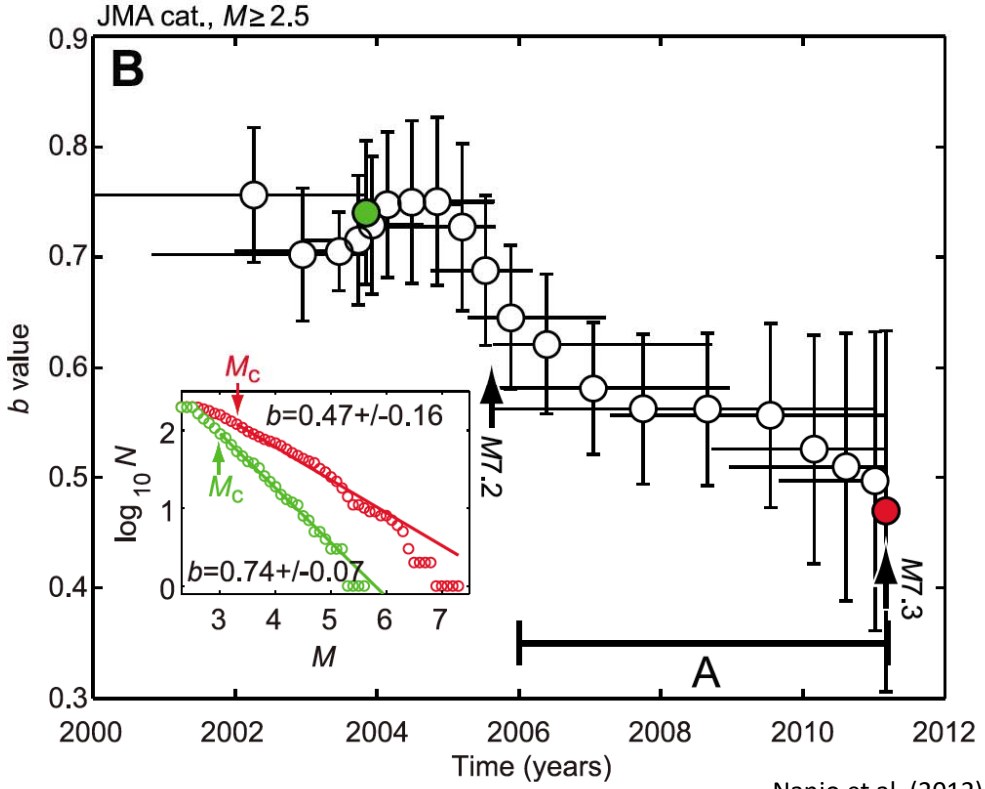
断層より小さなスケールで、より詳細なb値解析

- 本震の滑りが大きかった場所とb値の小さい(応力が高い)場所が一致
- b値から、時間とともに応力が増加していた

- コンターライン: 本震のすべり量
- b値の空間分布: 2006年から本震直前までの地震に基づく



右図の白四角で囲まれた領域の地震を使用

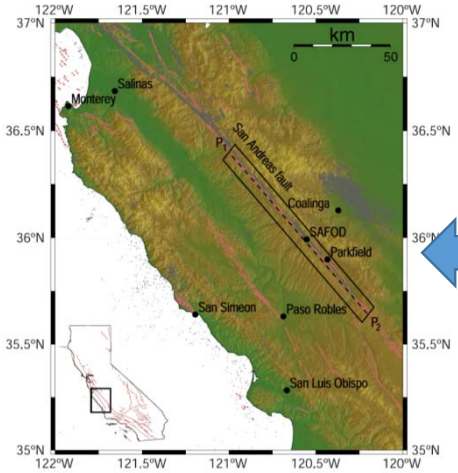


Nanjo et al. (2012)

M6クラスの地震

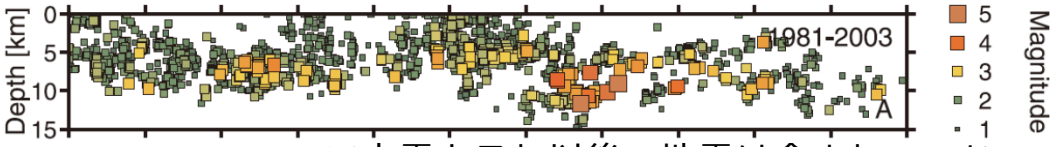
2004年にM6の地震がサンアンドレアス断層で発生

- 繰り返し間隔がはっきりしていたので、20年以上前から予測されていた
- 破壊域ではb値が小さかった



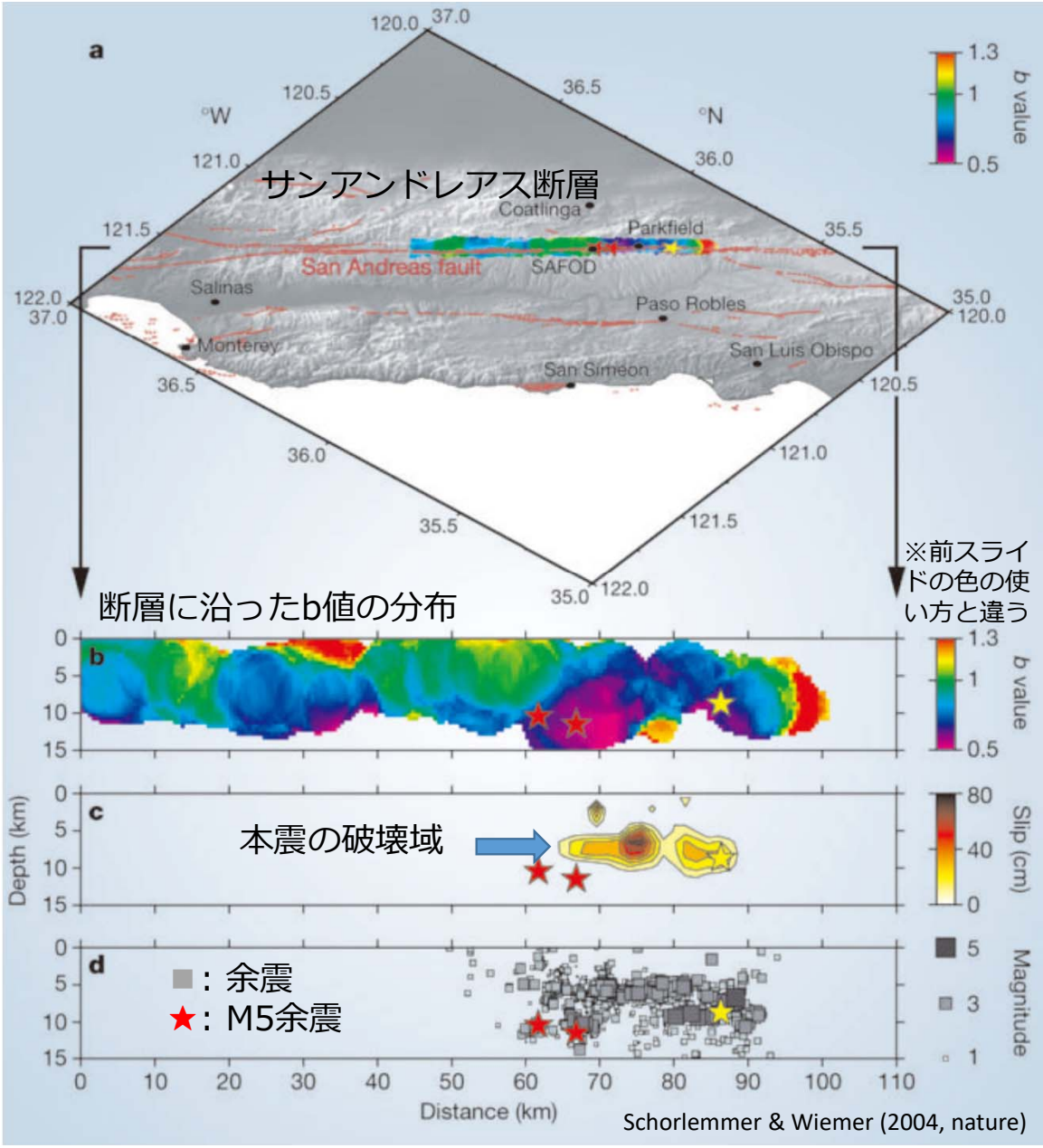
サンアンドレアス断層

断層に沿った地震の分布



※本震とそれ以後の地震は含まれていない

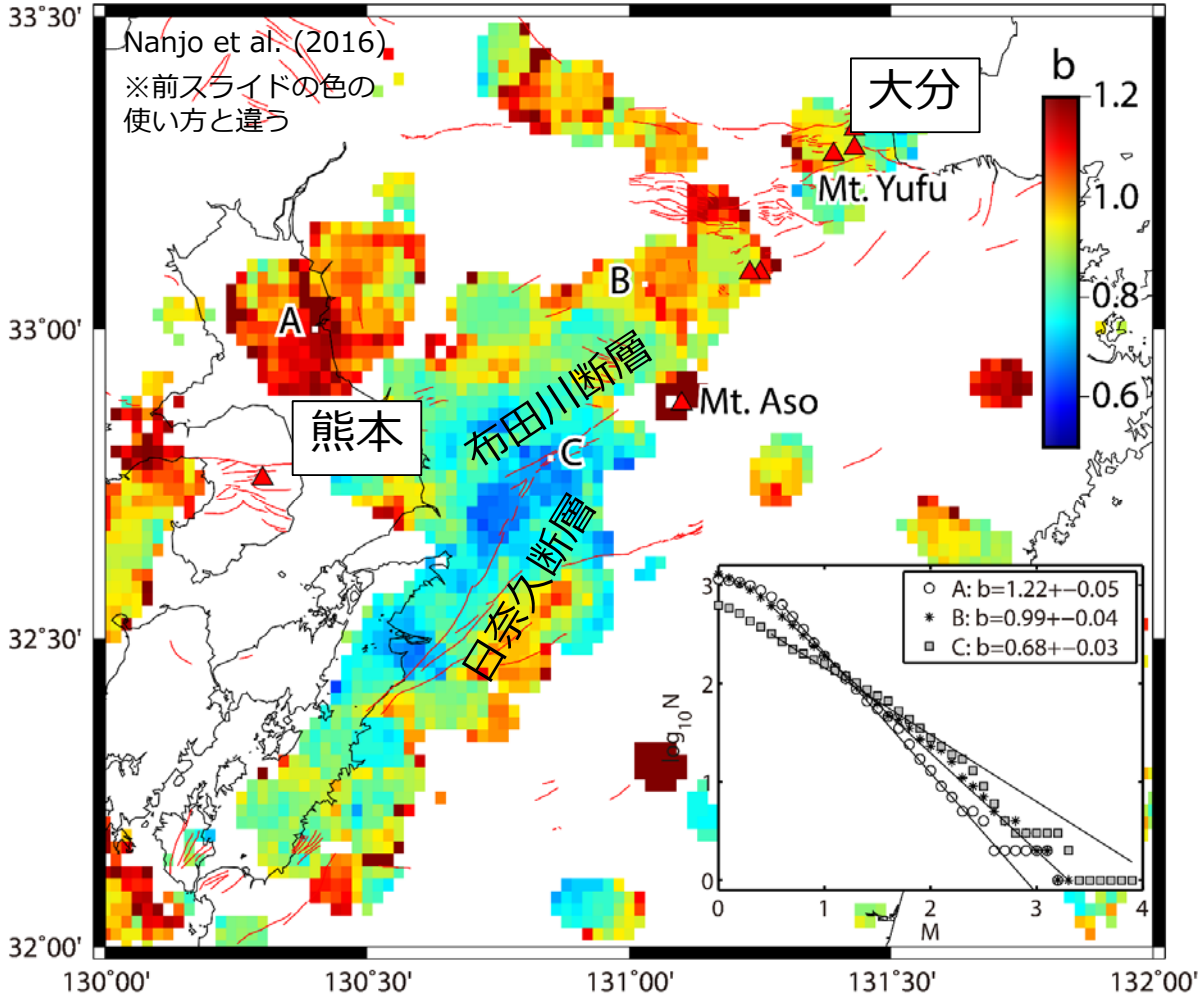
Schorlemmer et al. (2004)



Schorlemmer & Wiemer (2004, nature)

M7クラスの地震｜2016年熊本地震

2000年以降、熊本地震の直近（前震を除く）までのデータ



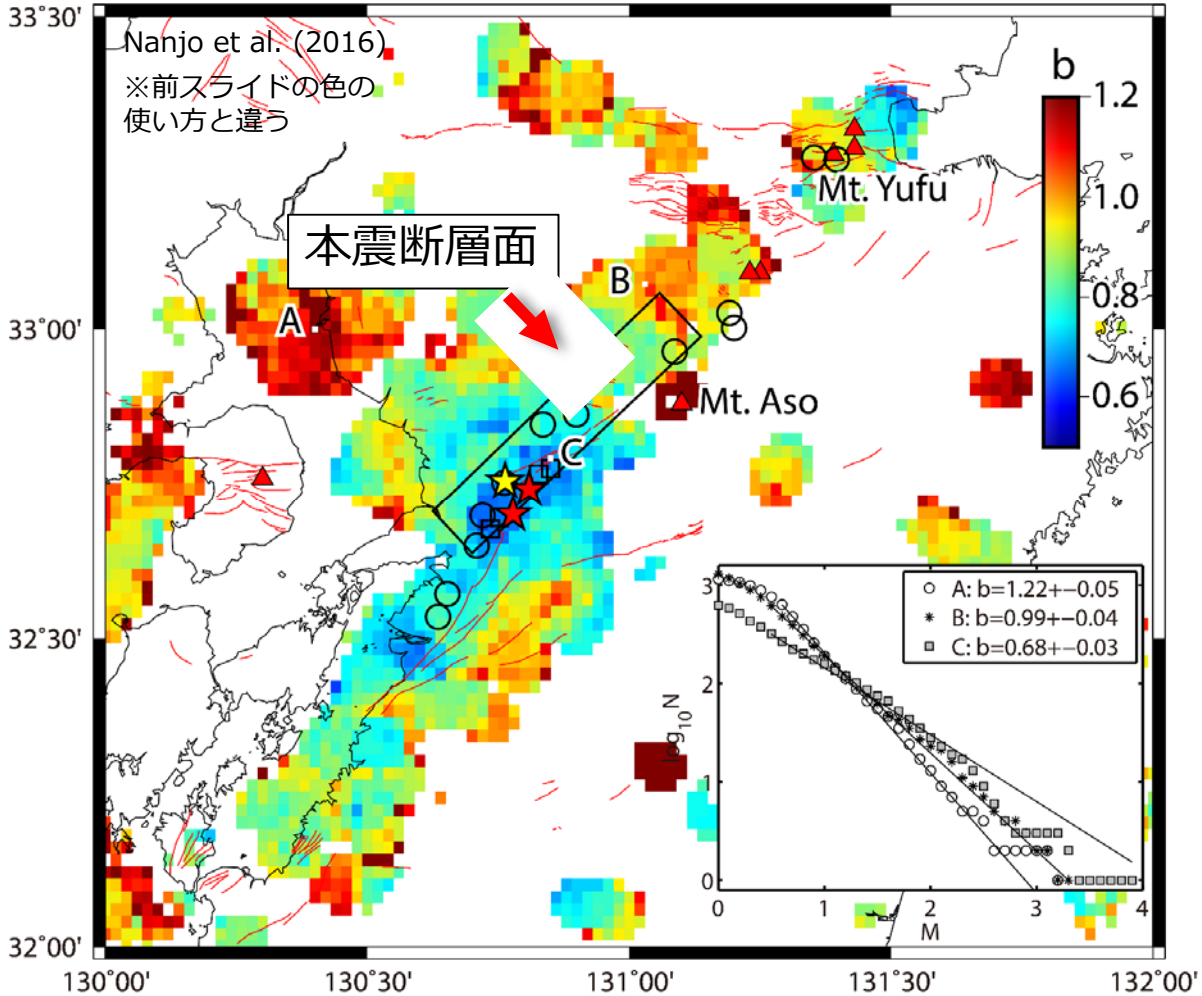
日奈久断層でM6クラスの前震、布田川断層でM7.3の本震が発生

- 長期評価｜布田川断層でM7程度の地震、発生確率はやや高い（0~0.9%）
- 前震・本震の震源付近ではb値が小さかった

▲: 活火山
—: 活断層

M7クラスの地震｜2016年熊本地震

2000年以降、熊本地震の直近（前震を除く）までのデータ



日奈久断層でM6クラスの前震、布田川断層でM7.3の本震が発生

- 長期評価｜布田川断層でM7程度の地震、発生確率はやや高い（0~0.9%）
- 前震・本震の震源付近ではb値が小さかった

▲: 活火山
—: 活断層
★: 本震の破壊開始点(M7.3)
★: 前震(M6.4, M6.5)
□: 前震(M>=5)
○: 余震(M>=5)

南海トラフにb値を適用（要精査必要）

南海トラフはそもそも地震が少ないと言われてきた

- ここ15年の国の基盤観測網の充実と高精度のデータの蓄積で、「**今**」b値解析が可能になってきた
- 何が起きているかを知る研究が必要

海底の地震観測網の充実も重要

- 本当に地震が無い？観測網不足？

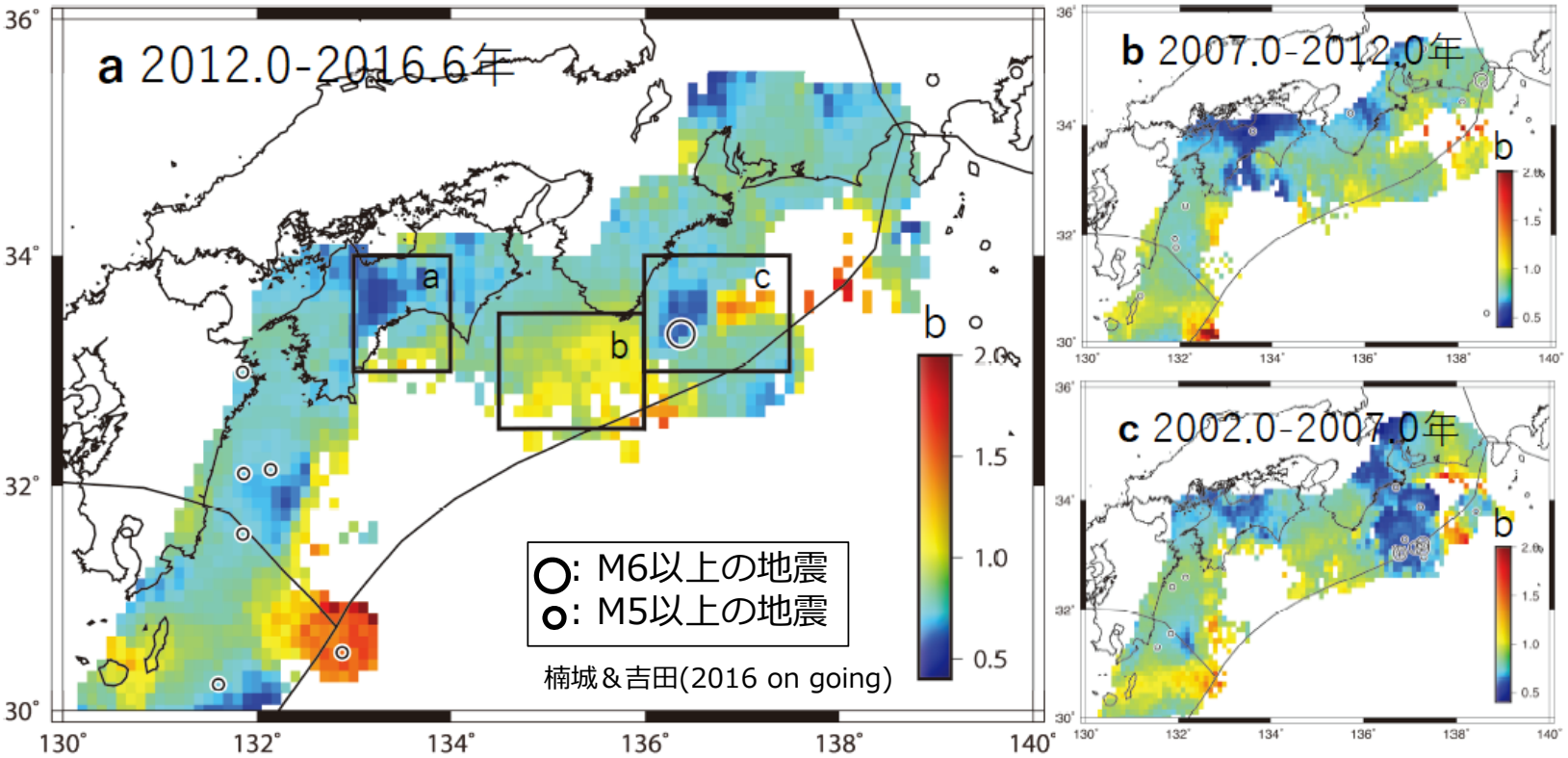


図3. 5年ごとのb値の空間分布（**図3a**については4.6年）。深さ18-60kmの地震（M1以上）を使用。0.1x0.1度のグリッドを構成するそれぞれのノードを中心として半径60kmの円内に入る地震のb値をEMR法を用いて計算。大きい丸印はM6.5以上の地震、小さい丸印はM5.0以上の地震を示す。 **図3a**の三領域(a~c)のb値の時系列を**図4**に示す。

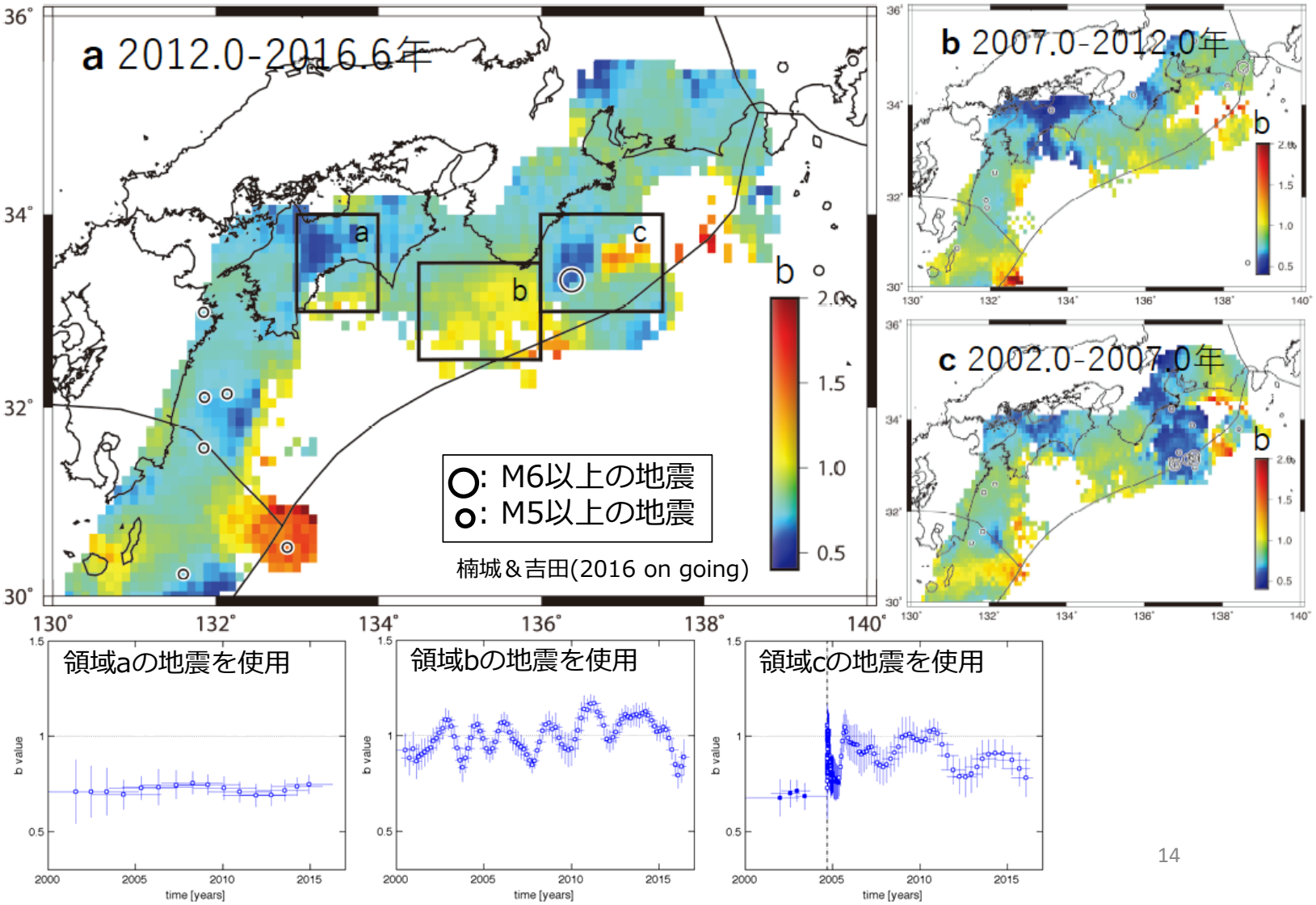
南海トラフにb値を適用（要精査必要）

南海トラフはそもそも地震が少ないと言われてきた

- ここ15年の国の基盤観測網の充実と高精度のデータの蓄積で、「**今**」b値解析が可能になってきた
- 何が起きているかを知る研究が必要

海底の地震観測網の充実も重要

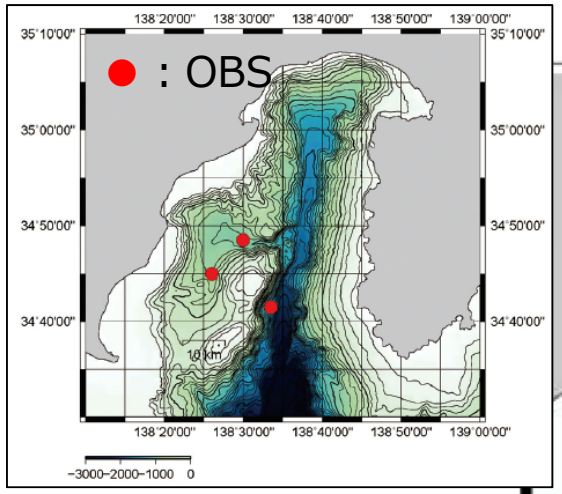
- 本当に地震が無い？観測網不足？



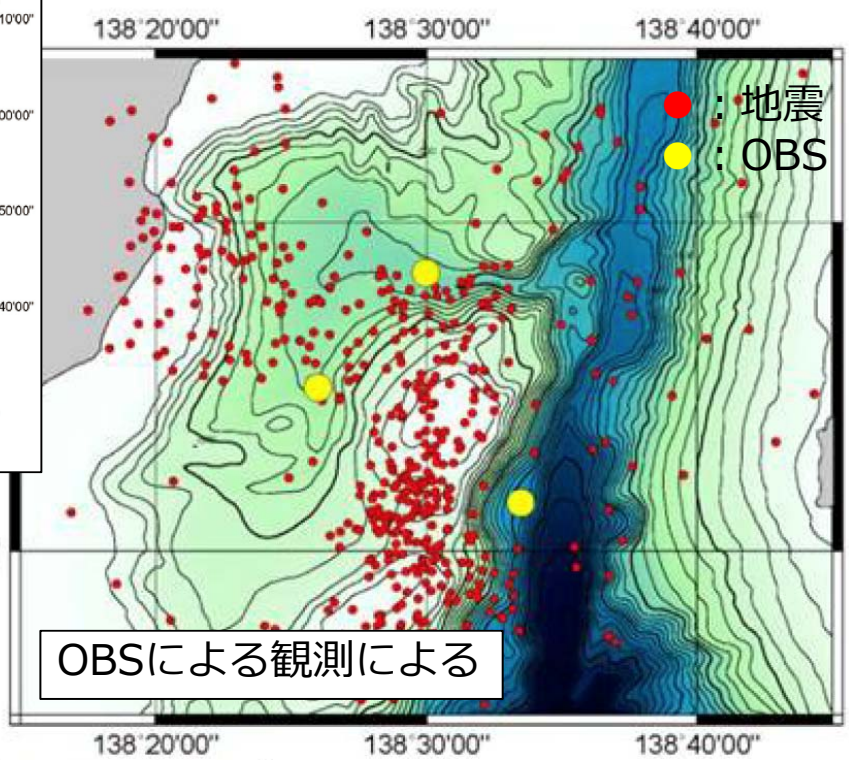
OBS観測による効果の具体例

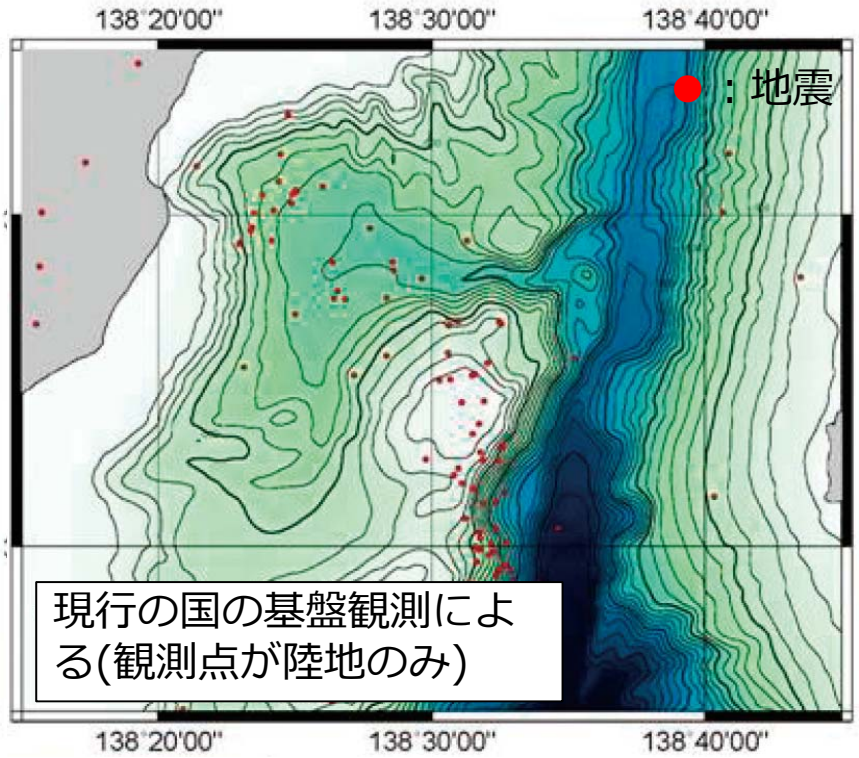
東海大学等による駿河湾内での海底地震計(OBS: ocean bottom seismometer)により、沖合の地震が観測できるようになった

- リアルタイム観測網にOBS観測点を含む観測が望まれる



2012年10月から2013年5月までの地震の比較





馬場他(2015), http://www.scc.u-tokai.ac.jp/iord/bulletin/files_for_bulletin/36_23-29baba.pdf

まとめ

南海トラフ沿いのプレート間の固着状態を把握するモニタリングを今後も継続すべきである

- 複数の指標で評価出来れば、南海トラフ地震の切迫性の信頼性が向上するはず

地震発生場の応力状態を反映していると推定されるｂ値はその指標の一つ、試す価値あり

- リアルタイムで他の指標で評価でき、比較できるような研究体制が必要

市民向けセミナー

静岡県公立大学法人
静岡県立大学
UNIVERSITY OF SHIZUOKA

開催概要

第1回 終了	日時：2016年12月3日（土）14時00分～16時00分 場所：静岡県立大学 谷田キャンパス テーマ：そして誰もいなくなった～人口流出とその対策 座長：静岡県立大学学長 鬼頭 宏 講師：静岡県政策企画部長 森 貴志、静岡市企画局次長 前田誠彦、静岡県立大学経営情報学部講師 岸 昭雄、静岡県移住相談センター 宮嶋千恵美、(公社)日本茶業中央会会長（元掛川市長） 榛村純一
第2回 終了	日時：2017年１月21日（土）14時00分～16時00分 場所：しずぎんホールユーフォニア（静岡市葵区追手町1-13） テーマ：静岡を買いますか？～地域産業の活性化 座長：静岡県立大学副学長 奥村昭博 講師：静岡県理事（産業戦略担当兼新産業集積担当） 渡辺 吉章、静岡県立大学経営情報学部教授 岩崎邦彦、静岡県立大学茶学総合研究センター特任教授 中村順行、静岡大学情報学部准教授 狩野芳伸
第3回	日時：2017年２月11日（土）14時00分～16時00分 場所：静岡県立大学 谷田キャンパス 小講堂 テーマ：人・モノ・カネが静岡を駆け巡る～産業基盤の刷新 座長：静岡県立大学副学長 奥村昭博 講師：中日本高速道路(株)東京支社沼津工事事務所所長 黒田健二、鈴与(株)取締役 野村 博、静岡鉄道(株)不動産アセットマネジメント事業部長 川井田 智英、(株)CREA FARM代表取締役 西村やす子 司会：SBSシニアプロデューサー 澤木久雄 ＊同時開催：静岡県立大学「“産・学・民・官”の連携を考えるつどい」
第4回	日時：2017年３月11日（土）14時00分～16時00分 場所：静岡県立大学 谷田キャンパス 小講堂 テーマ：沸騰する地球。私たちは生き残れるのか～災害・持続可能社会 座長：静岡県立大学副学長 小林裕和 講師：静岡県立大学食品栄養科学部教授 谷 晃、静岡ガス(株)執行役員エネルギー戦略部長 中井俊裕、静岡県立大学経営情報学部教授 湯瀬裕昭、静岡県立大学グローバル地域センター特任准教授 楠城一嘉 司会：SBSシニアプロデューサー 澤木久雄
第5回	日時：2017年４月８日（土）14時00分～16時00分 場所：静岡商工会議所静岡事務所（静岡市葵区黒金町20-8） テーマ：静岡発、ジェンダー平等社会～女性の活躍と社会的包摂の地域づくり
	日時：2017年５月６日（土）14時00分～16時00分