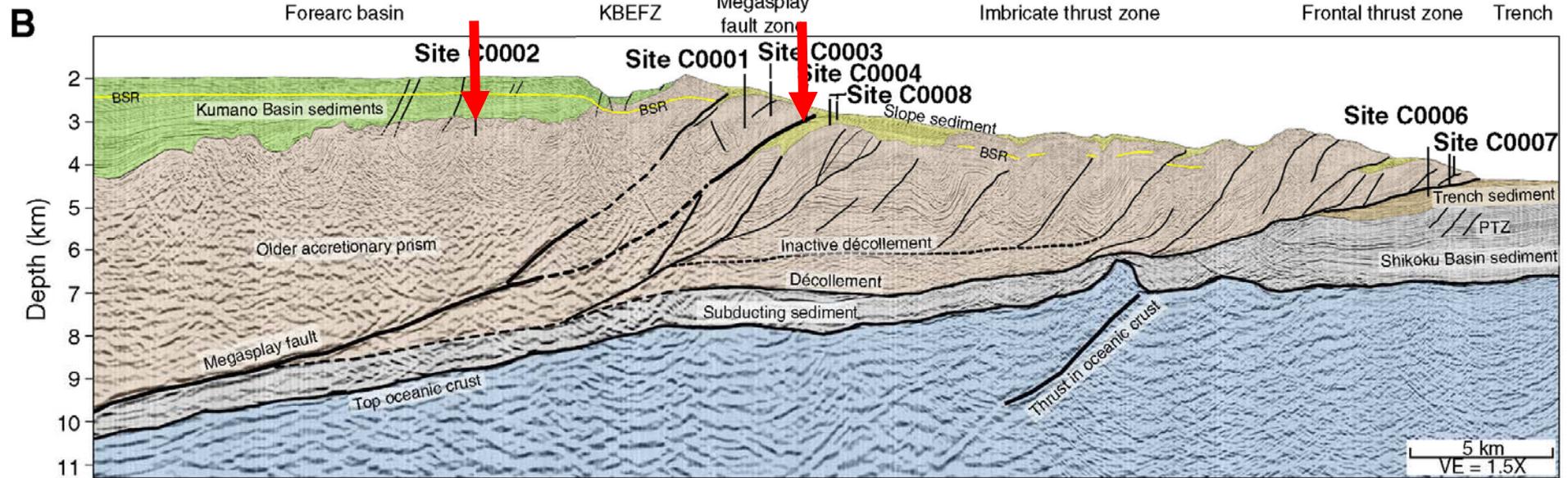
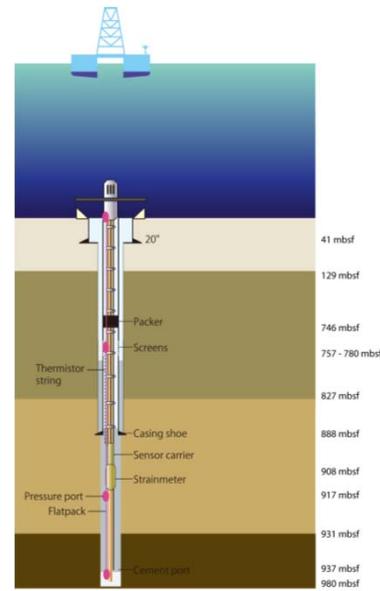


現場接近：海底孔内観測

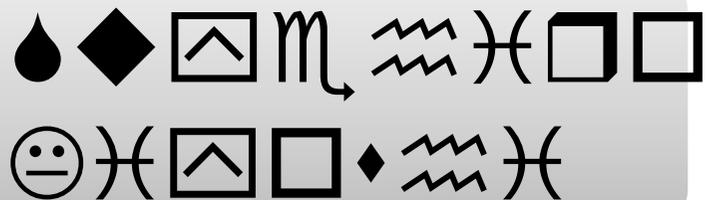


from Araki, 2016

大地震発生直前の状態の科学

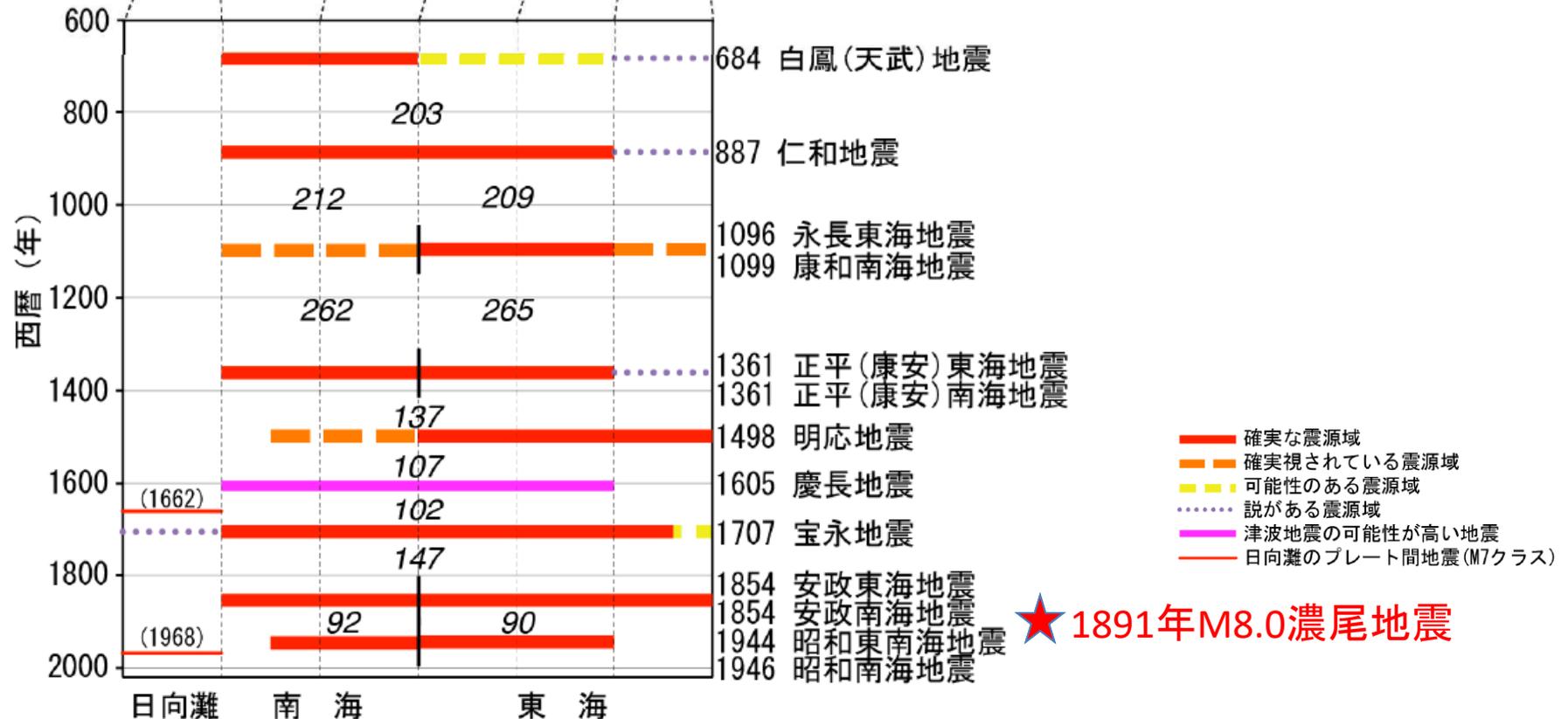
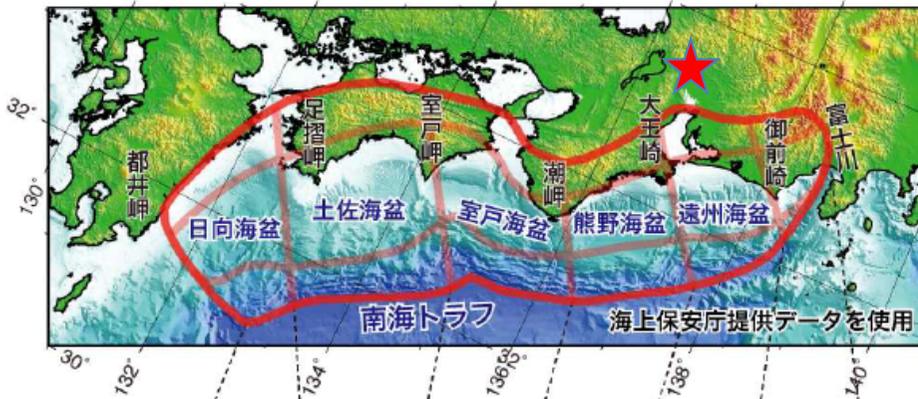
末廣 潔

国立研究開発法人海洋研究開発機構

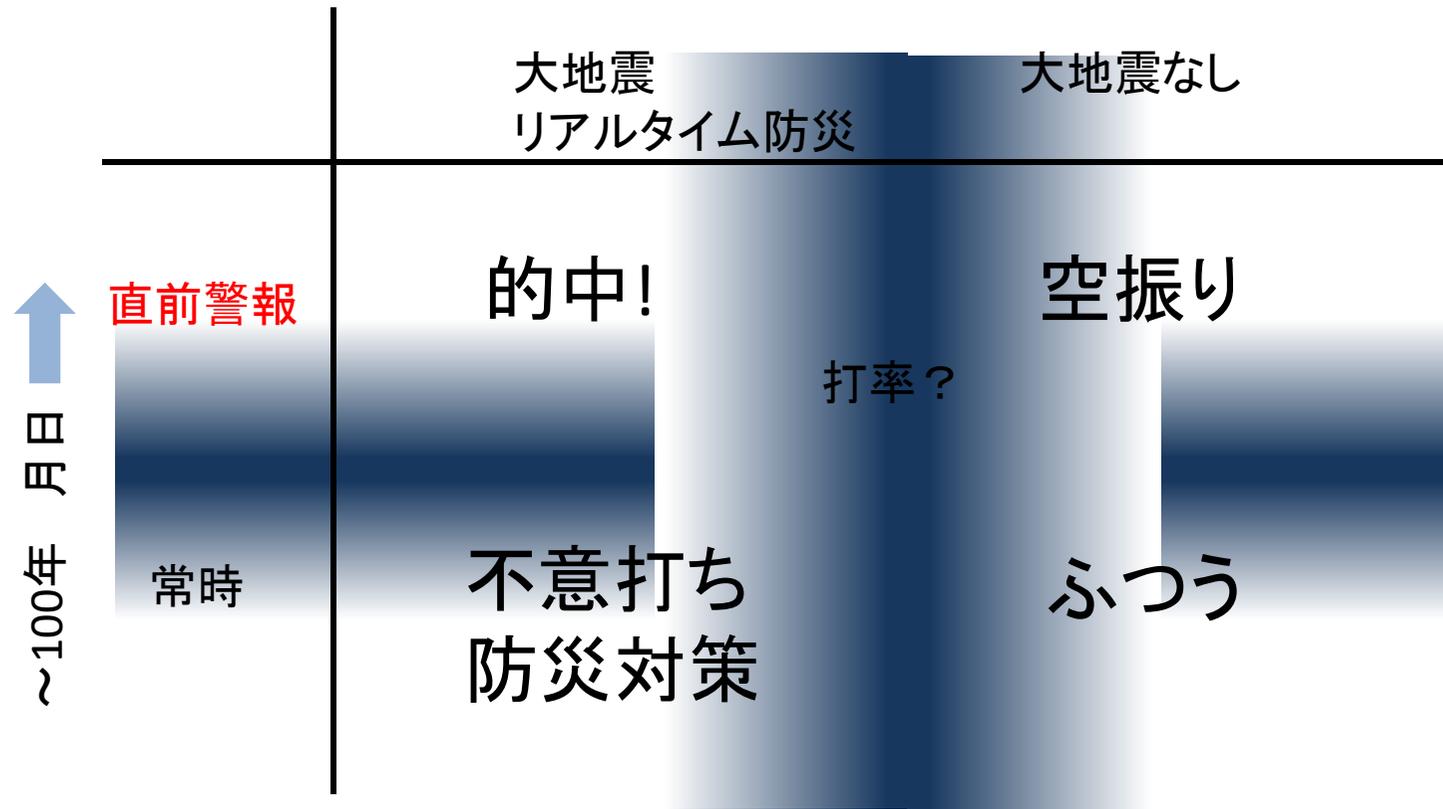


With S. Sacks, P. Rydelek, D.E. Smith, and T. Takanami

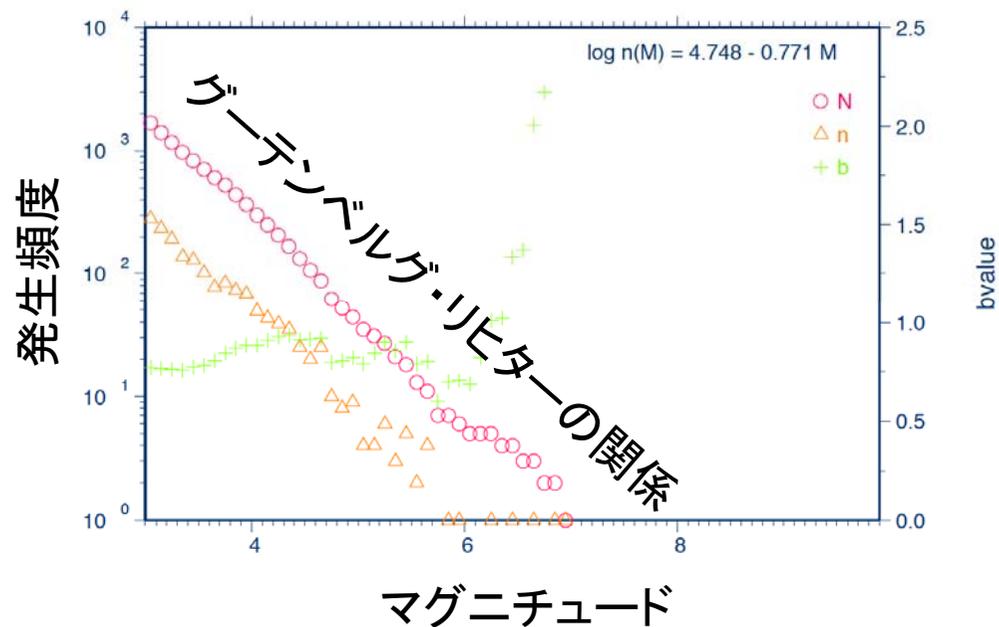
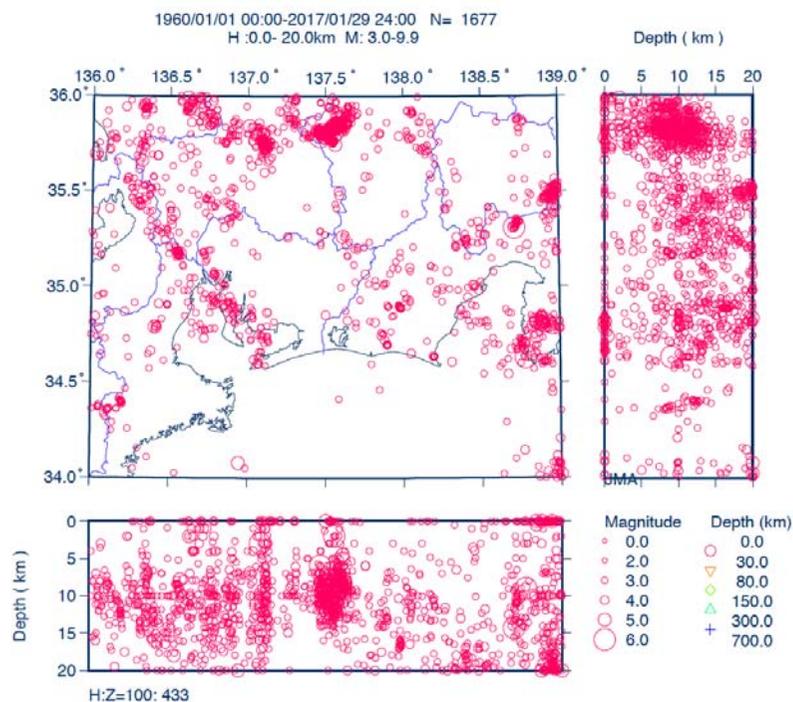
M \geq 8 大地震



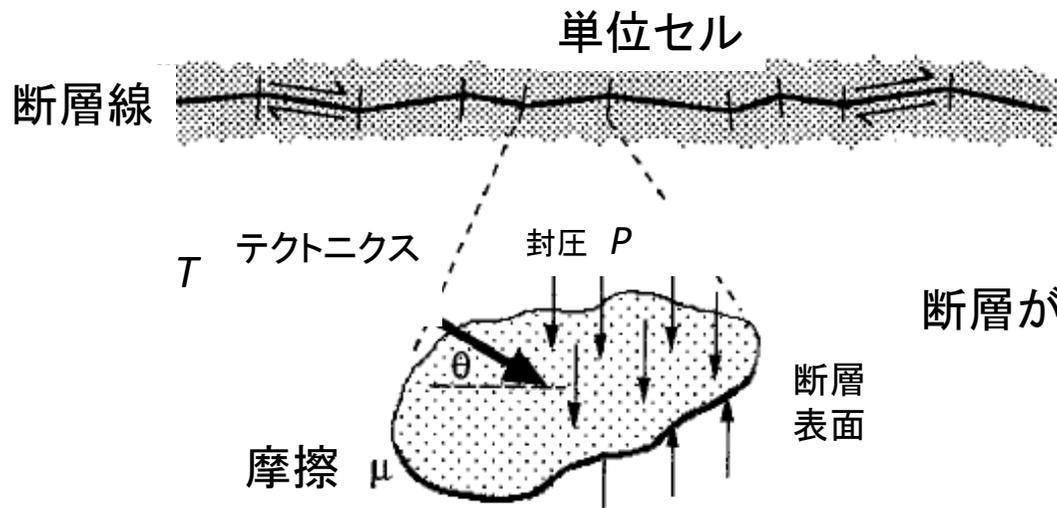
情報の価値



地震活動度

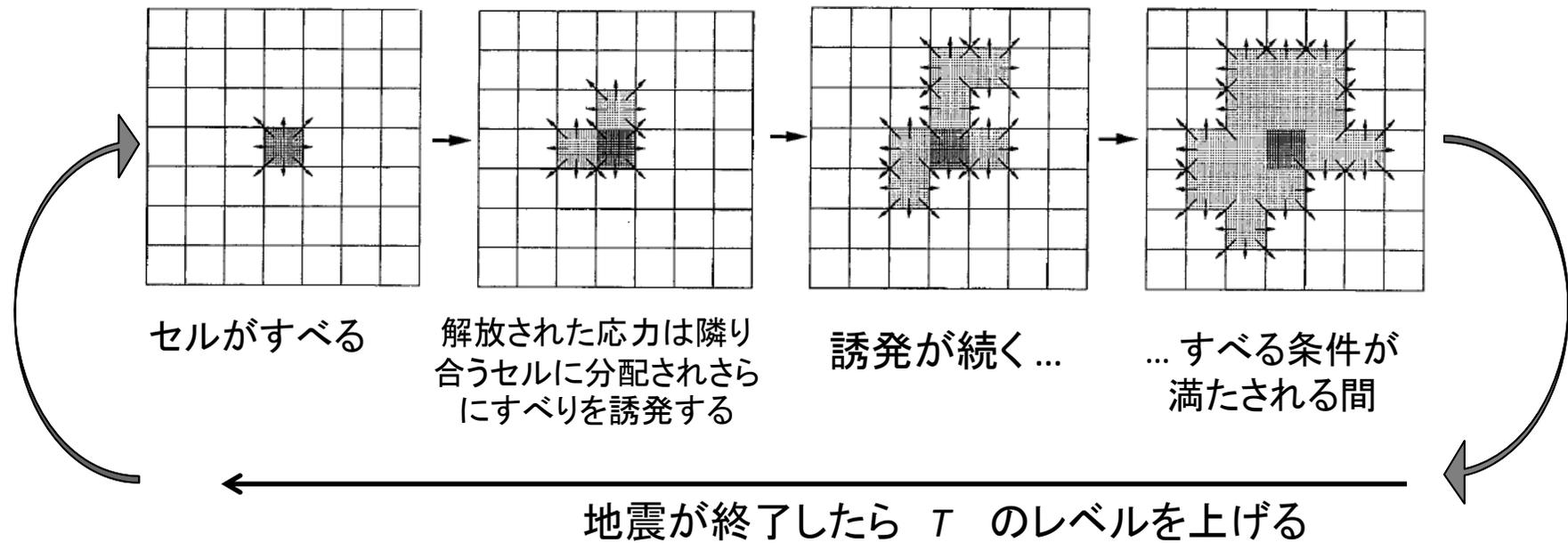


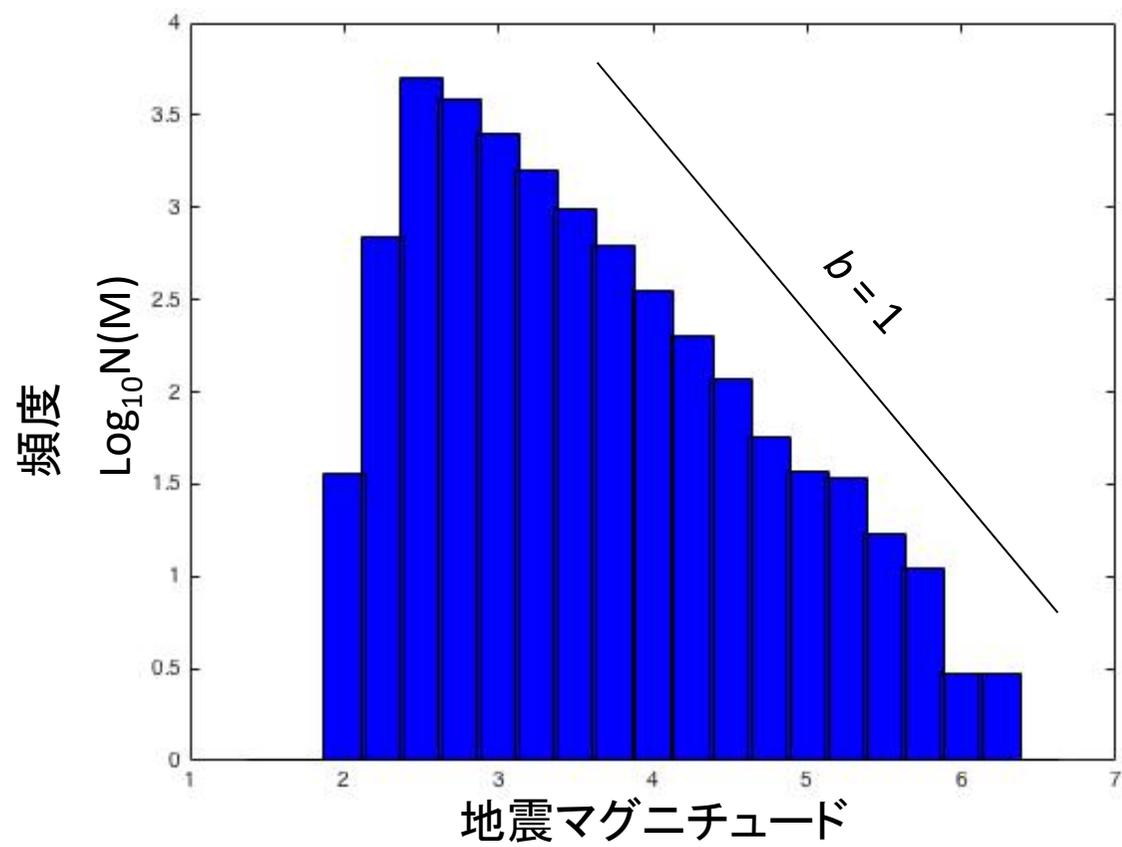
気象庁カタログ(東大地震研TSEISより)



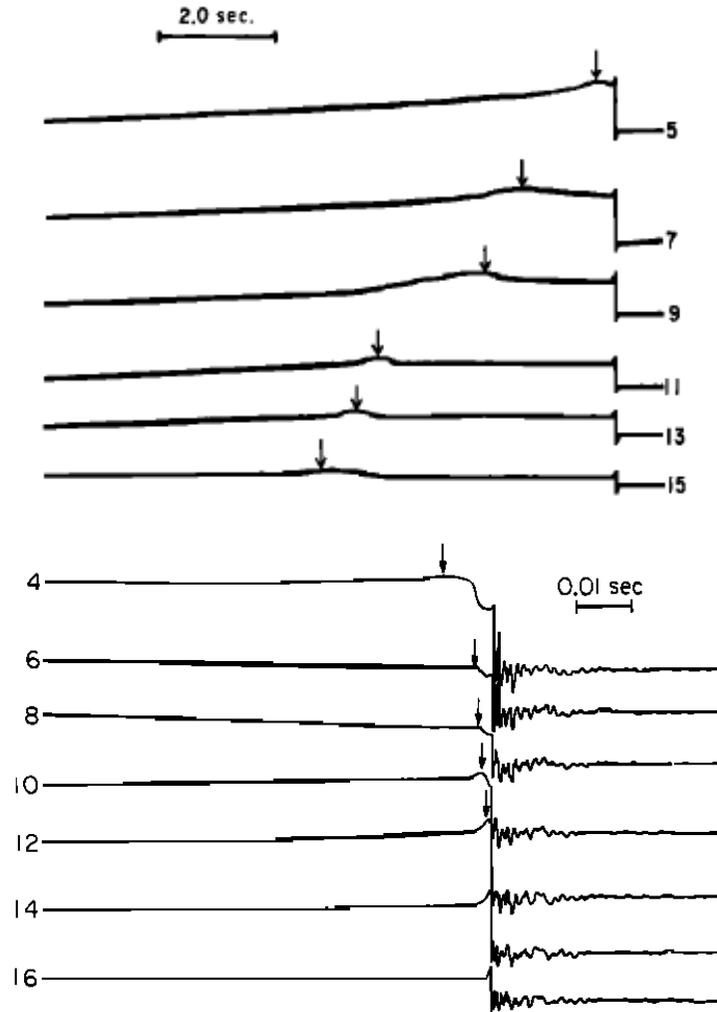
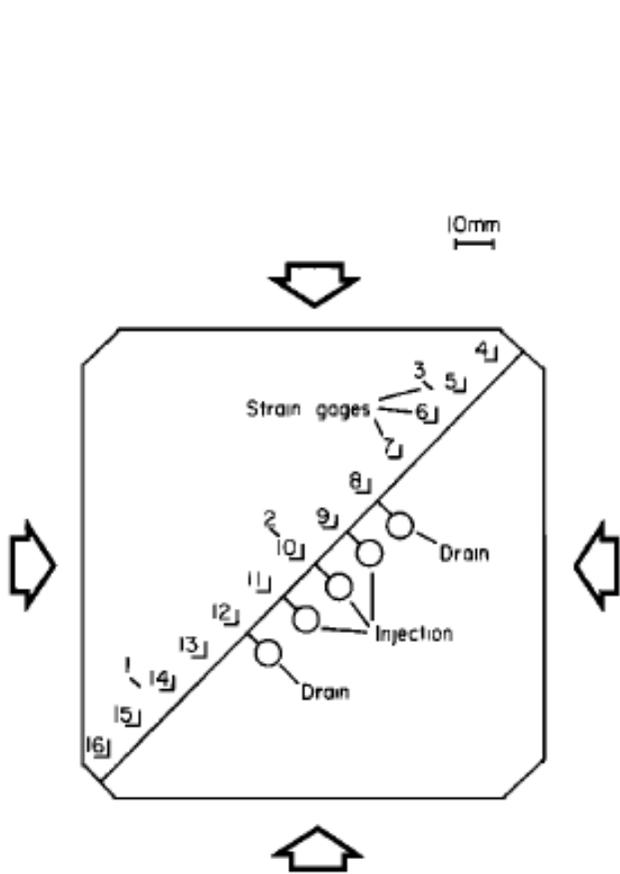
断層がすべる: $T \cos(\theta) \geq \mu [T \sin(\theta) + P]$

θ と μ は、確率分布を持つ



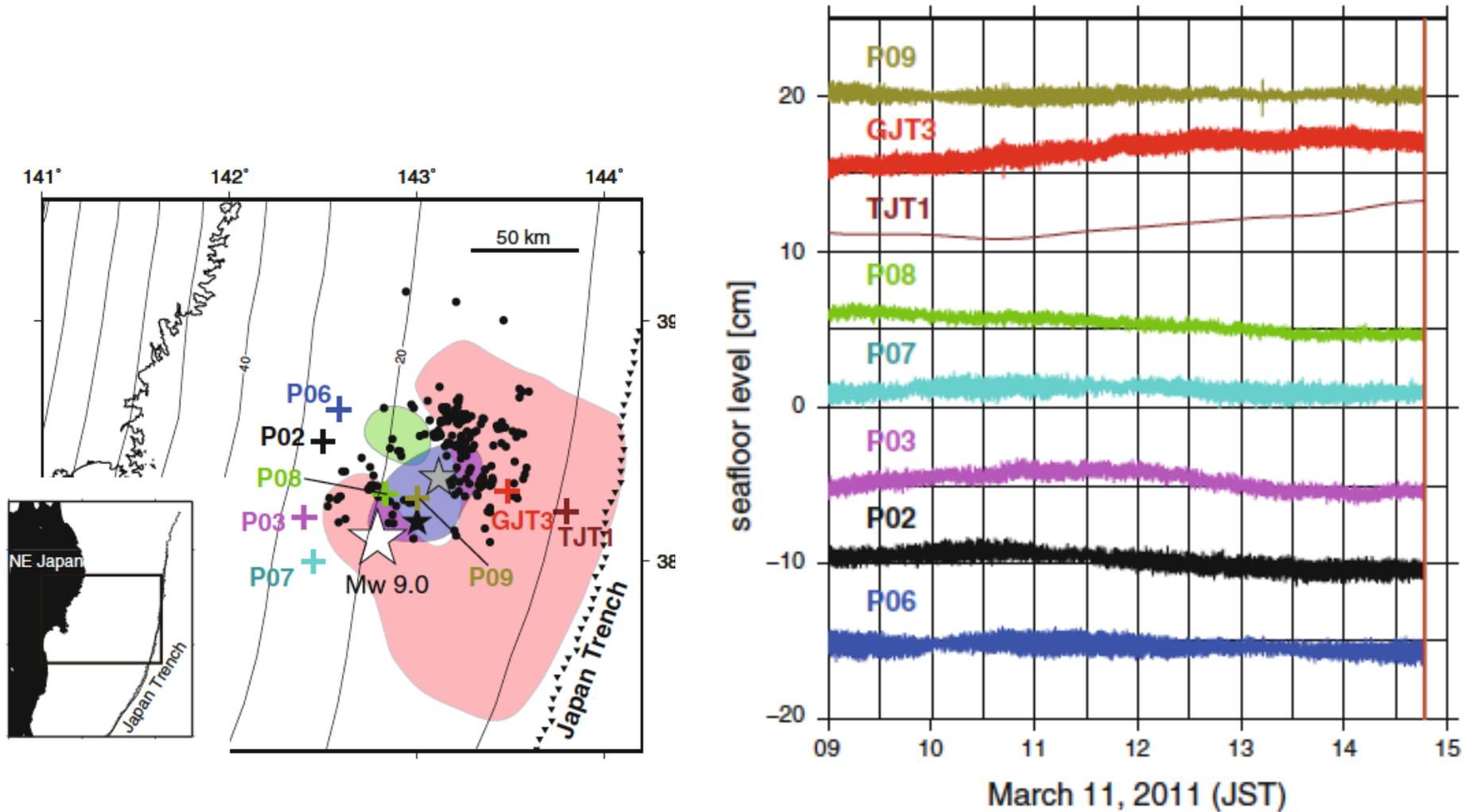


破壊前の挙動: 直前すべり?

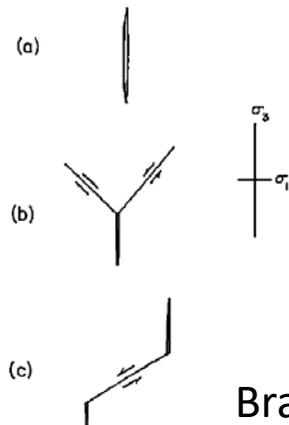


Dietrich, 1978

2011年東北地方太平洋沖地震直上直前の信号

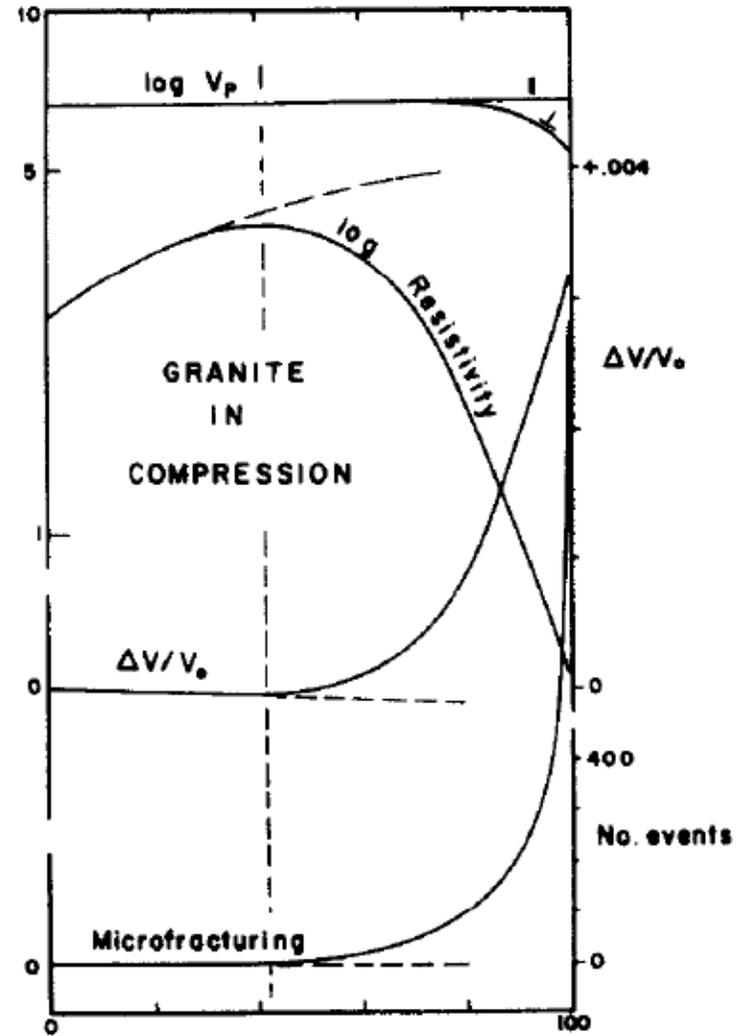
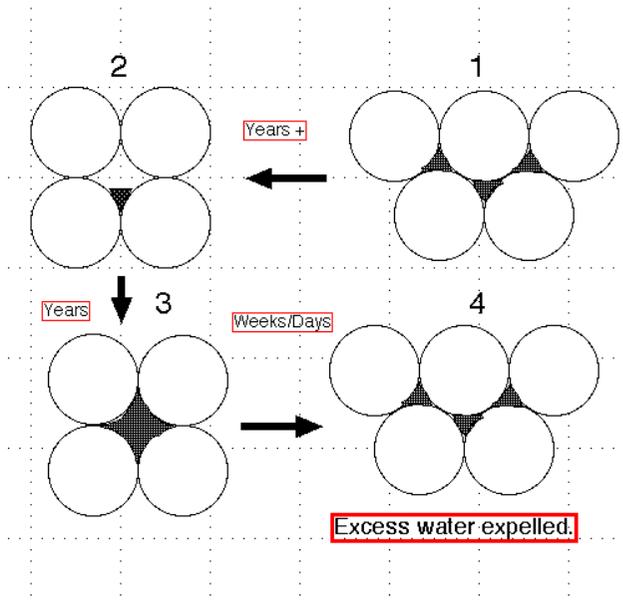


破壊前の挙動：ダイラタンシー？



Brace *et al.*, 1966

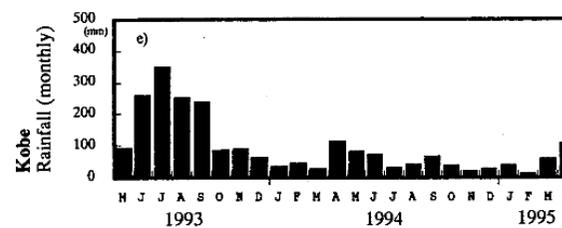
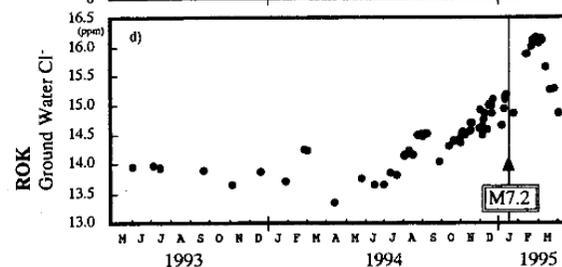
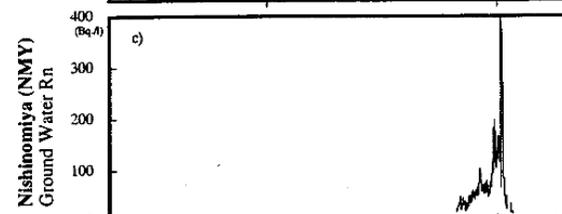
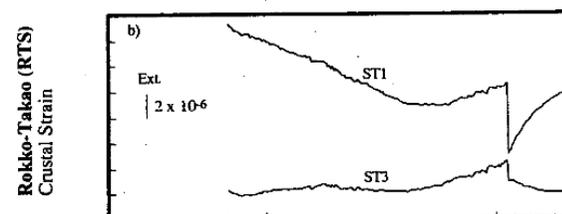
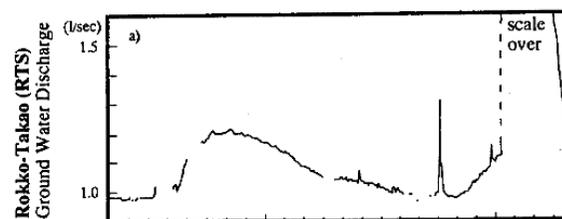
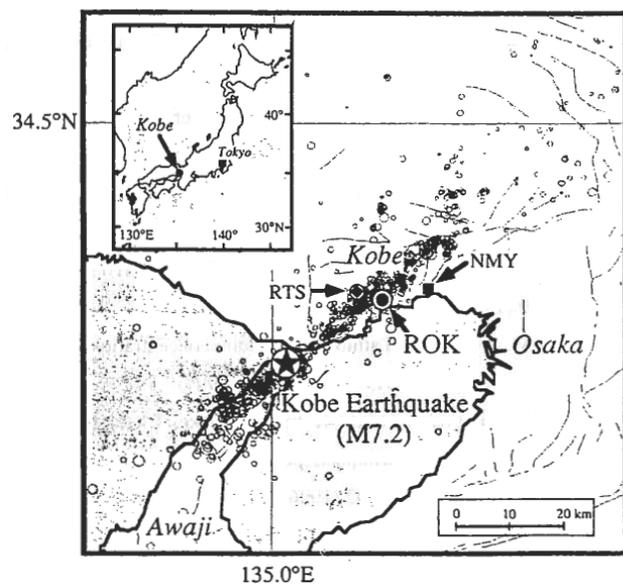
Fig. 4. Crack geometry. Three types of open axial crack are given with reference to principal stress directions.



Percent of stress at faulting Scholz (1967)

~ kbars (10^2 MPa) 封圧

兵庫県南部地震

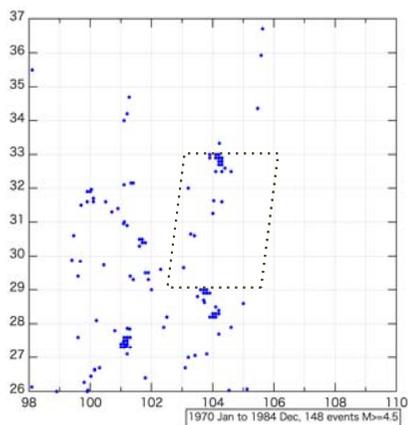


Tsunogai and Wakita, 1995; 予知連絡会会報67, 11-2, 2002

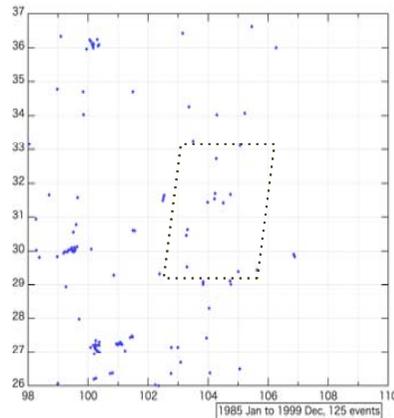
四川地震前の静穏化

Wenchuan Eq. M-dependent quiescence

1970 – 1984

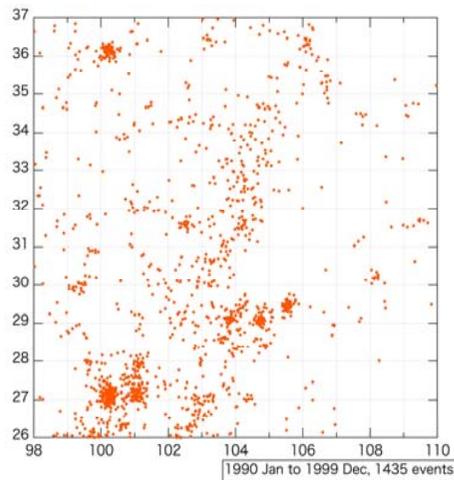
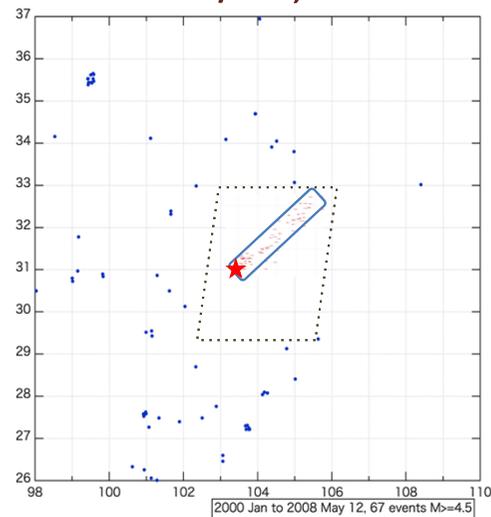


1985 – 1999

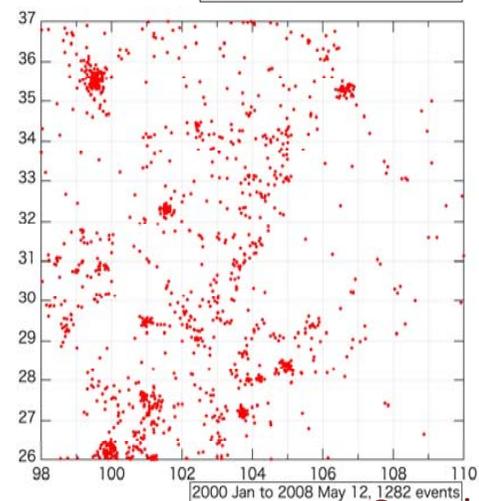


$M \geq 4.5$

2000 – 5/12, 2008

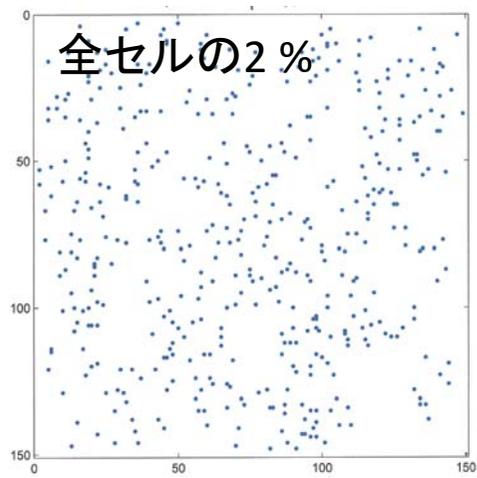


変化なし
 $M \geq 3$

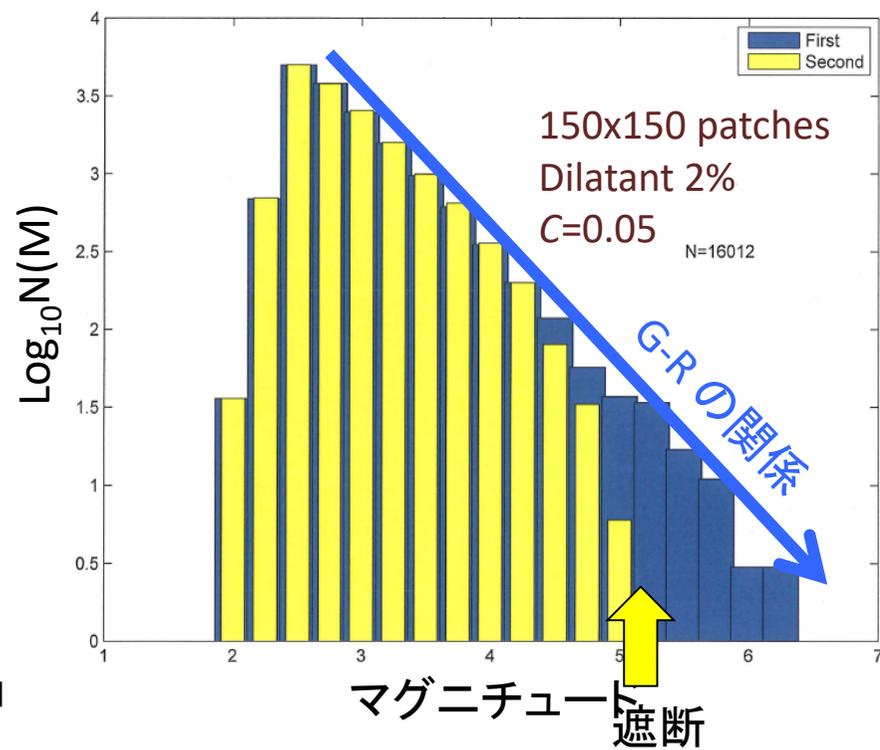


Catalog from CEA-CENC-China Seismic Network

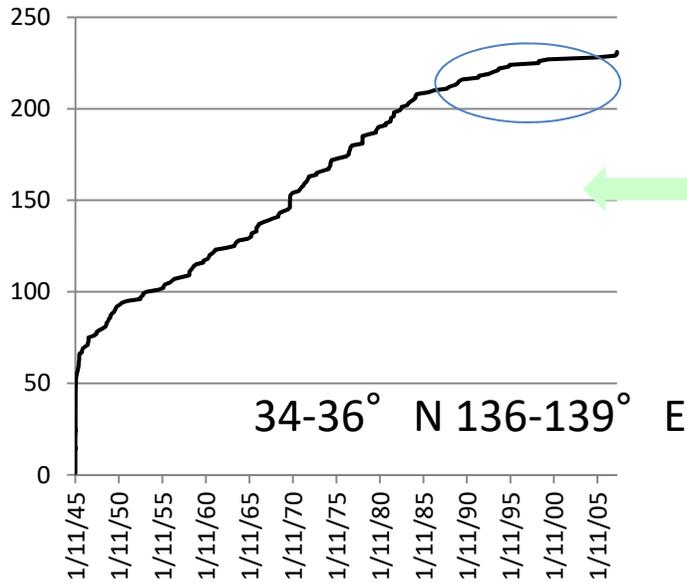
Suyehiro *et al.*, 2015



高応力下のセルの強度を5%増加



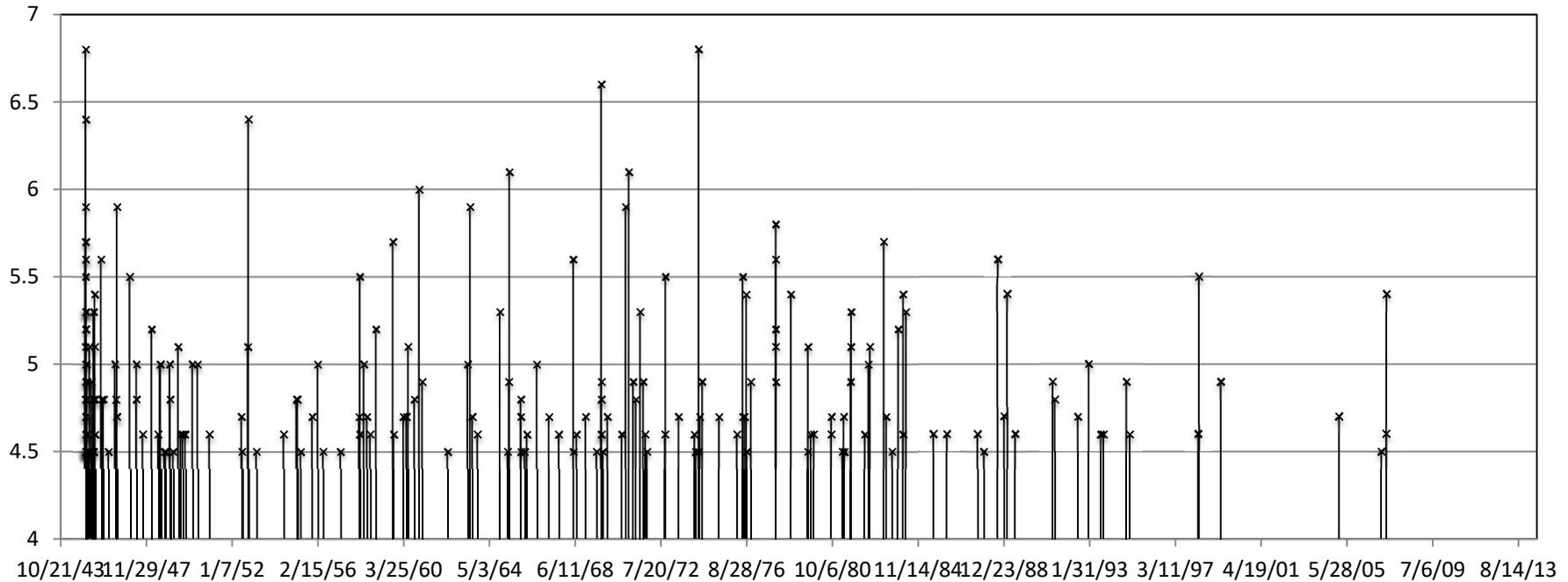
累積度数



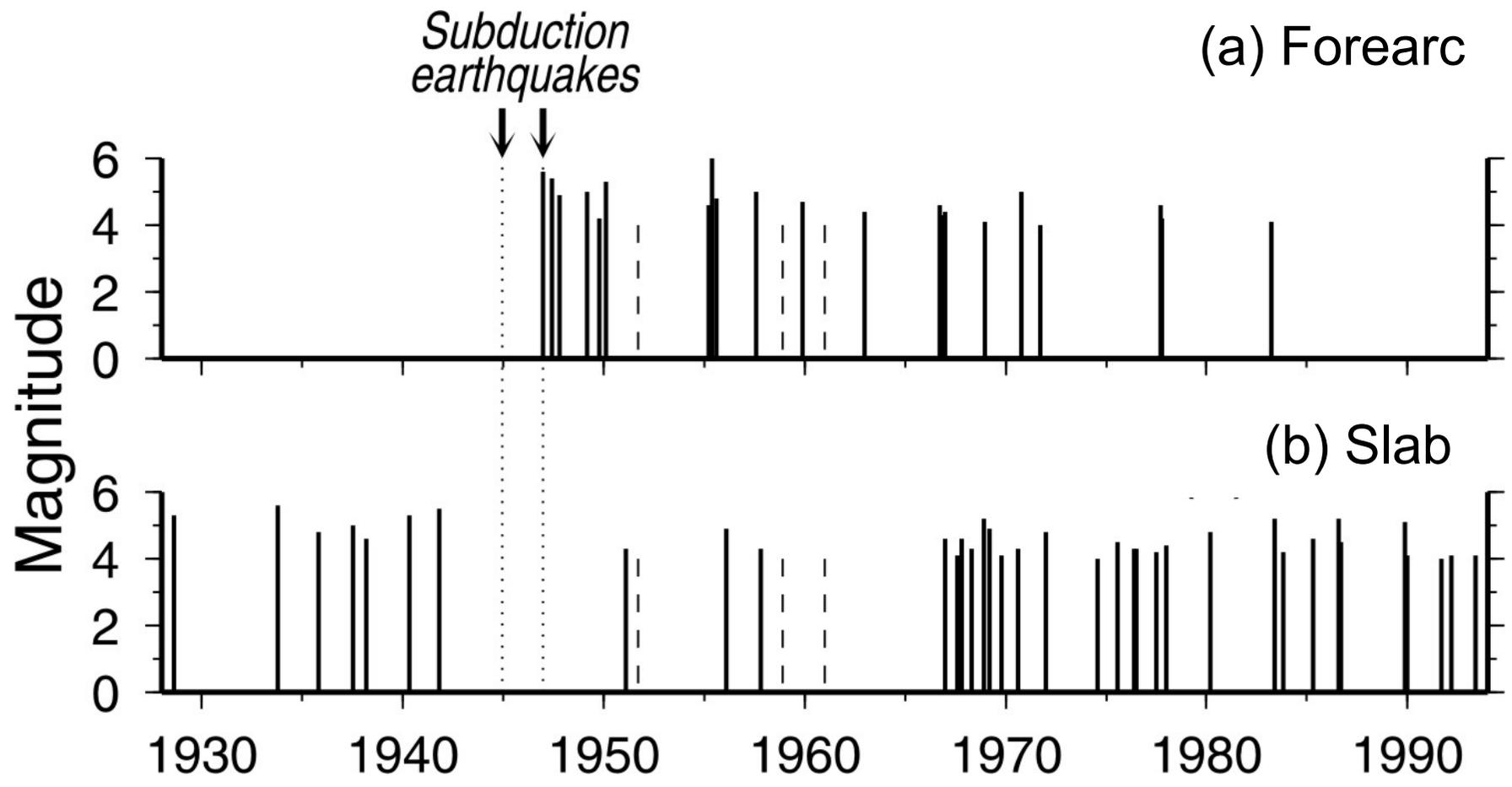
M-依存 静穏化?

沈み込むフィリピン海プレートの上側(0-30km)の地震活動(M≥4.5)

プレート境界の下側: 変化なし
プレート境界の上側: M≥3.0 変化なし

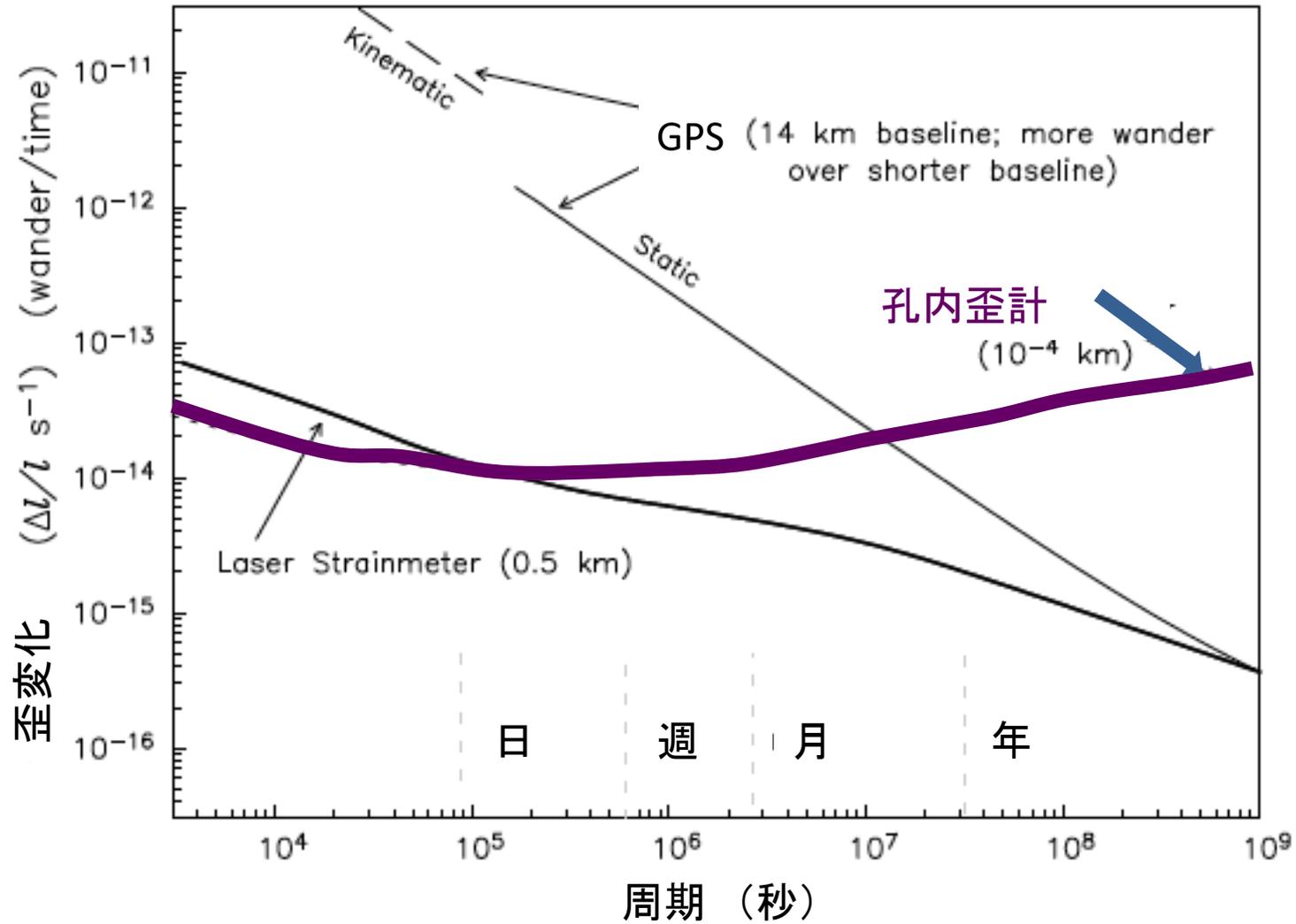


1945/1-2014/6



木村・岡野(1995)による

地殻変動の検知レベル: ひずみ計とGPS (GNSS)



まとめ

- 大地震の予知は注意深い科学的アプローチが必要であり、確実性や限界についてオープンな説明を要する。
- 前兆現象の報告例は数多ある。予知に役立てるためには、次どうなるかを示すモデルを持ち、テストすることが必要である。
- 紹介したセルラーオートマトンモデルは、地震の発生様式の経験則を説明する。ダイラタンシーの考えを導入すると大地震前数年間の震源域より大きい領域の静穏化を説明する。
- 流体の挙動が数年程度以下の地震発生場の変動に関わっているとして、断層沿いの高い透水率ゾーンが大地震発生を加速すると考える。
- この地下流体の挙動を検知するために歪観測(とくに垂直歪)研究が重要である。