

# 観測→モニタリング→評価

## モニタリングから何がわかるか 堀 高峰(海洋研究開発機構)

- 観測データから、まずやることは地下で何が起きているかの解析(固着・すべり分布や震源の時空間分布)。現状では時間をかければある程度できるようになってきているが、これをリアルタイムに行うことが必要。その上で今起きていることが、大地震との関係で何を意味するかを評価する手法の研究が次に必要。シミュレーションはその手法の1つ。

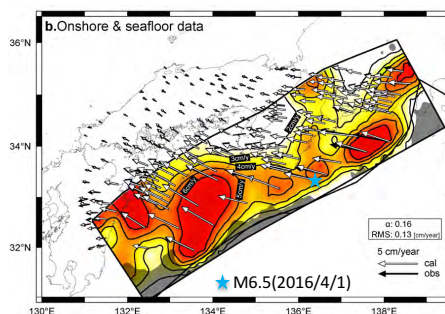
- 観測
  - 地震計、水圧計、傾斜計、歪計、etc.
- 解析・解釈=モニタリング
  - モニタリングは単なる観測のことでなく、モデルを介した解析&解釈をした結果を見ること
  - 介在するモデル
    - 地震波速度構造(→震源決定)
      - ETAS等地震活動モデル(→相対的静穏化など)
    - 弾性構造&ディスロケーションモデル(→固着・すべり推定)
      - 摩擦すべり等地震発生サイクルモデル(→固着・すべりの推移)
  - モニタリングを(準)リアルタイムに行うにはリアルタイム観測&データ転送&データ解析の一体化と高速解析のためのHPC環境&アプリケーション開発&データ解析の体制が必要
- 評価
  - 解析・解釈結果を見るだけでは大地震発生の評価にならない
    - 定常的な活動から期待される確率の算出は可能:第1段階の評価(CSEP)
    - 定常活動からのずれ→指標の設定&実験による検証が必要
      - 相対的静穏化:ETASからのずれや継続期間の閾値
      - 潮汐相関:p値の閾値や継続期間の閾値
      - 前震の事前評価:いくつか指標を設定し、実験も行われている(Ogata & Katsura, 2013)
      - etc.

ここをもっと研究する必要

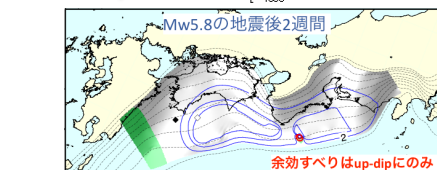
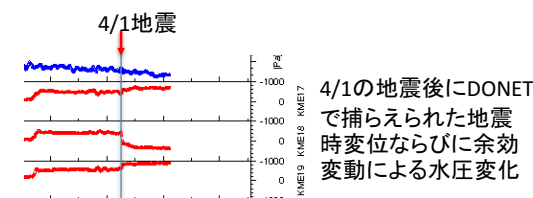
## 評価

- 解析・解釈結果を見るだけでは大地震発生評価にならない
  - 解析結果をいかに大地震発生評価に結びつけるか?
    - 指標の設定とそのための研究が必要
      - 準備過程(切迫度評価)
        - すべり遅れ率と地震履歴からの応力場評価
        - 相対的静穏化:ETASからのずれや継続期間の閾値
        - 潮汐相関:p値の「異常」値や継続期間の閾値
        - b値低下:b値の「異常」値や継続期間の閾値
        - 地震波速度変化?電磁気異常?
      - 誘発&震源核形成過程
        - 前震判定:尾形法、前田法、Lippiello法
        - すべりの時空間変化:震源域外SSE=誘発するかどうか、震源域内SSE=震源核形成過程に移行するかどうか
      - すべりの時空間変化:余効すべりの起こり方の特異性は両方を含む
        - 切迫度の高い状態では余効すべりの起こり方が異なり、誘発されやすい
    - 普段から評価して検証する実験研究が必要
      - 尾形法はすでに実験phaseを経ている(Ogata & Katsura, 2012)
      - 地震予知連の「予測実験の試行」の活用
      - 建議の研究でも実験的なものを増やす必要

## 震源域内での地震と余効すべりとその推移



Yokota et al. (2016)  
海底地殻変動データを加えたすべり欠損の解析結果。固着状態の強弱が明瞭に見られる。星印は4/1に起きたM6.5の震央。



左の結果を考慮した摩擦パラメタの不均質分布で行ったシミュレーションのうち、より固着した状態でM6クラスが震源域内で起きた結果

- 従来、南海トラフは固着の強い領域と認識されていたが、海底地殻変動観測データの解析により、固着の弱い領域も存在することが明らかになった[Yokota et al., 2016]。さらに、固着の比較的弱い領域内で起きた2016/4/1の熊野灘の地震(Mjma6.5)では、地震後の余効変動が顕著であり、プレート境界での余効すべりの可能性がある。こうした観測事実を受けて、固着の弱い条件と強い条件の両方を同時に考慮したモデルで地震発生様式やM6クラス地震後の振る舞いが検討されている[兵藤・堀, 2016]。