

## 1 1 - 2 2009年9月30日スマトラ南部の地震 (M7.5) について

### The Earthquake of M7.5 in Southern Sumatra, Indonesia on September 30, 2009

気象庁 地震予知情報課

気象庁 地震津波監視課

Earthquake Prediction Information Division, JMA

Earthquake and Tsunami Observations Division, JMA

2009年9月30日19時16分（日本時間）、インドネシアのスマトラ島南部でMw7.5（気象庁CMT解によるモーメントマグニチュード）の地震が発生した。この地震により、インドネシアで死者が1,100人を超える被害を生じた（米国地質調査所〔以下、USGSと表記〕による）。気象庁は、この地震に対して19時38分と20時55分に「インド洋津波監視情報」を発表した。また、この地震により津波が発生し、震源に近いインドネシアのパダンで津波を観測したが、被害を伴うほどではなかった。今回の地震はインド・オーストラリアプレート内で発生した地震で、発震機構（気象庁CMT解）は北西-南東方向に圧力軸を持つ型であった。今回の地震は、2005年の地震（M8.4）の余震域と2007年の地震（M8.5, M8.1）の余震域の間の領域で発生した。概要を第1図に示す。

気象庁CMT解による断層パラメータ、Mwを用いて、震央付近の上下変位量を推定した結果を第2図に示す。断層端はUSGSによる震源の位置（S0.789, E99.961）とし、断層の長さ、幅、平均すべり量は、標準的なパラメータ関係式（宇津，2001）<sup>1)</sup>により求めた。この結果、最大で約0.4mの上下変位量（隆起）が見積もられた。

気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の比較を行うことにより、地震のモーメントマグニチュード(Mw)の推定を行った結果を第3図に示す。理論波形は、気象庁CMT解を用いて一次元地球構造モデルPREM<sup>2)</sup>の固有モード周期45秒～3300秒の重ね合わせにより計算した。体積歪計の観測波形と理論波形の最大振幅が最もよく整合するのは、Mw7.5～7.6相当の場合であることが確認された。

また、今回の地震について米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析<sup>3)</sup>を行った結果を第4図に示す。破壊開始点にはUSGSによる震源の位置（S0.789, E99.961, 深さ80km）、断層面には気象庁CMT解の断層面解のうち高角側のほぼ南北走向の面を用いた。その結果、①主なすべりは初期破壊開始点より少し深い部分であること、②主なすべりは10秒で終わっており短周期が卓越した地震であったこと、③断層の長さは約30km、最大のすべり量は約10mであったこと、④Mwは7.5であったことが確認された。

遠地実体波を利用した震源過程解析の結果から推定した震央付近の海底の上下変位量を第5図に示す。この結果、断層の南西側で最大12cm程度の上下変位量（隆起）が見積もられた。

#### 参 考 文 献

- 1) 宇津徳治(2001) 地震学第3版, 376pp, 共立出版.
- 2) Dziewonski, A. M. & Anderson, D. L., Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).
- 3) M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

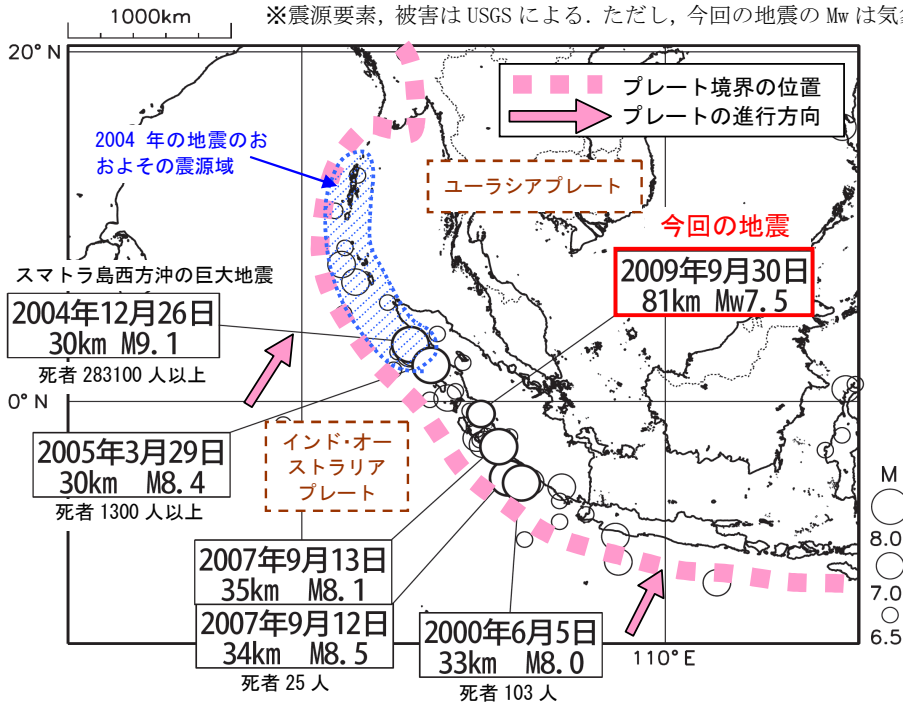
# 9月30日 スマトラ南部(インドネシア)の地震

インド-オーストラリアプレート内部の地震, 逆断層型, Mw7.5

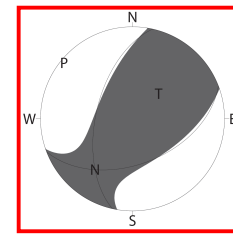
2009年9月30日19時16分(日本時間), インドネシアのスマトラ南部でMw7.5(震源は米国地質調査所[以下, USGS], Mwは気象庁による)の地震が発生した. この地震は, スマトラ島の下に沈み込むインド・オーストラリアプレートの内部で発生した地震で, 発震機構(気象庁CMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ型であった. 今回の地震により死者1,100人以上, 負傷者2,181人以上の大きな被害が生じた(10月7日現在, USGSによる). なお, この地震により津波が発生し, 震源に近いインドネシアのパダンで津波を観測した.

今回の地震は, 2005年の地震(M8.4)の余震域と, 2007年の地震(M8.5, M8.1)の余震域の間の領域で発生した. 余震活動は活発でなく, M4.0以上の余震は9月30日19時38分に発生したM5.5の地震の1回のみである.

震央分布図(1980年1月以降, 深さ0~100km, M≥6.5)

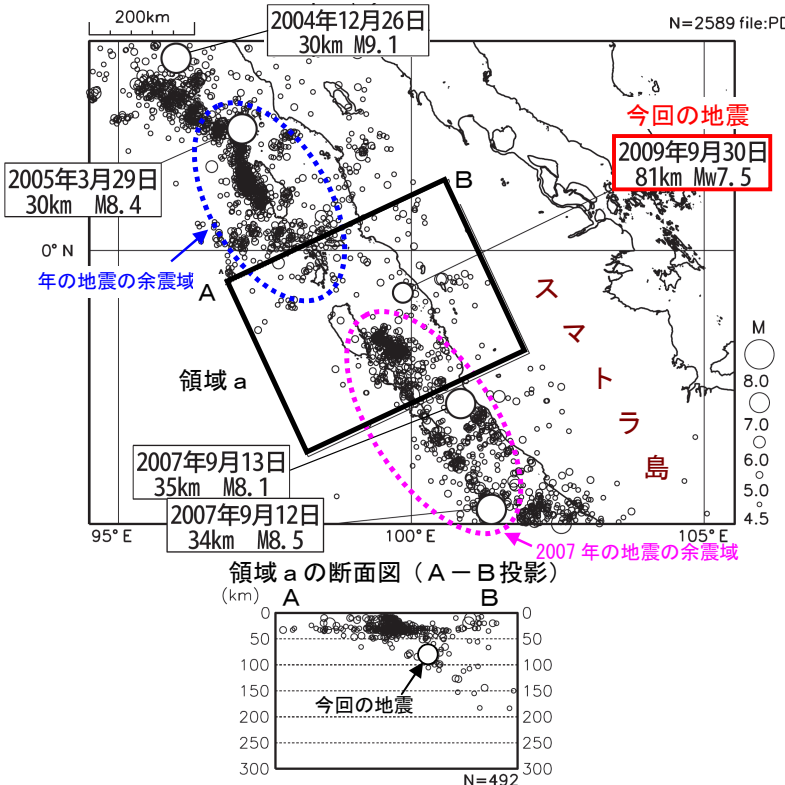


今回の地震の発震機構(気象庁CMT解)

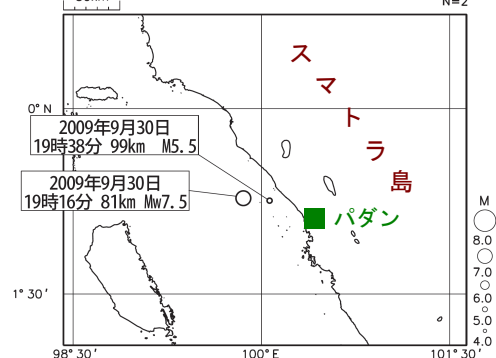


※本資料中の今回の地震のMwはすべて気象庁によるモーメントマグニチュードである.

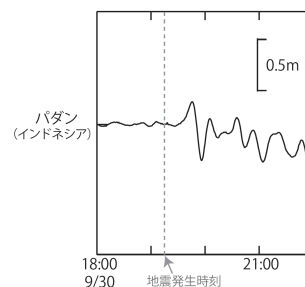
震央分布図(2000年1月以降, 深さ0~100km, M≥4.5)



震央分布図(2009年9月30日以降, 深さ0~150km, M≥4.0)



パダン(インドネシア)で観測された津波



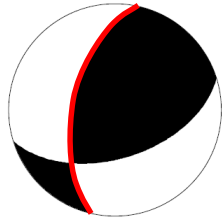
第1図 2009年9月30日スマトラ南部の地震(M7.5)について

Fig.1 The earthquake of M7.5 in Southern Sumatra, Indonesia on September 30, 2009.

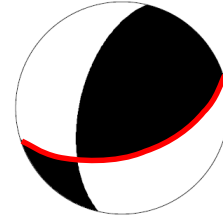
## 9月30日 スマトラ南部（インドネシア）の地震 — CMT 解から推定した海底上下変位置量 —

気象庁のCMT解の断層パラメータ,  $M_w$  を用いて, 震央付近の上下変位置量を推定した。  
断層端はUSGSによる震源の位置 (S0.789, E99.961) とし, 断層の長さ, 幅, 平均すべり量は, 標準的なパラメータ関係式 (宇津, 2001) により求めた。

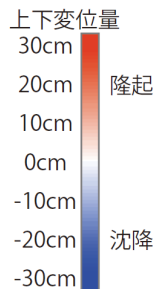
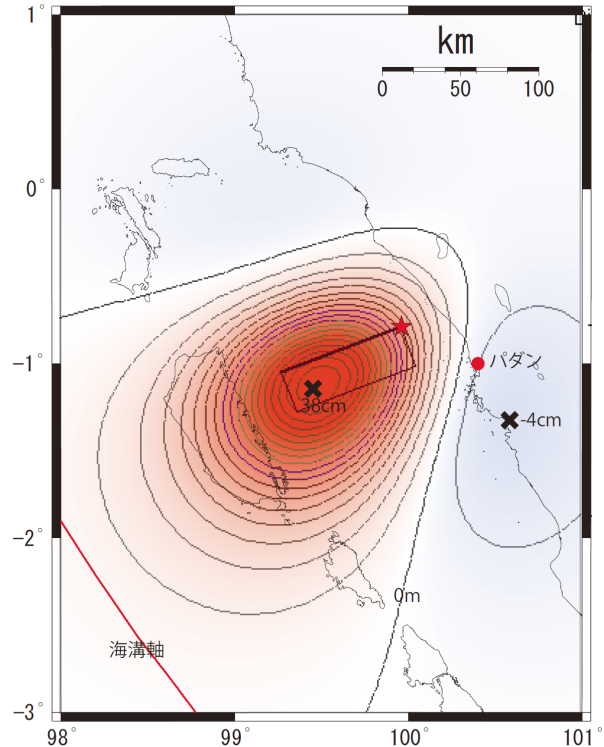
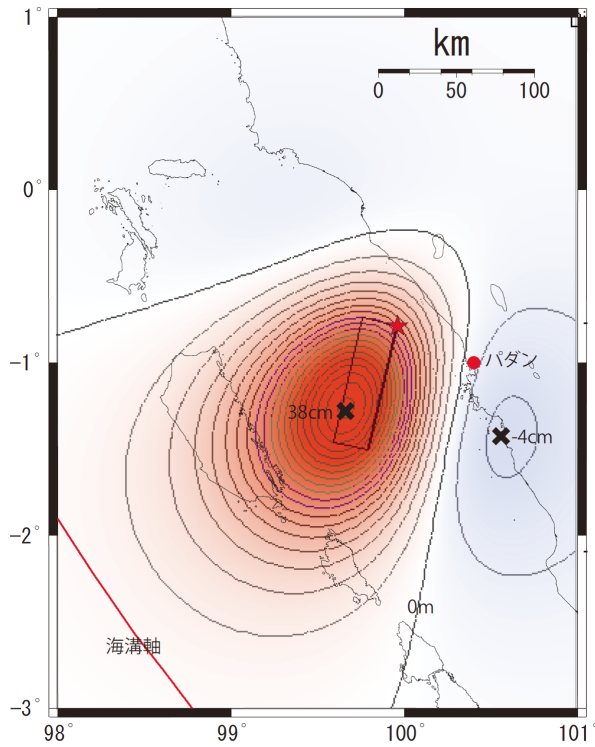
どちらの断層面の場合でも, 最大で約+0.4mの上下変位置量 (隆起) が見積もられた。



ほぼ南北走向の断層を設定した場合  
(走向  $193^\circ$ , 傾斜  $57^\circ$ , すべり角  $51^\circ$ )



ほぼ東西走向の断層を設定した場合  
(走向  $69^\circ$ , 傾斜  $49^\circ$ , すべり角  $134^\circ$ )

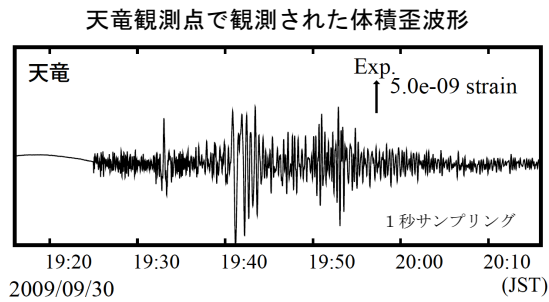


図中のコンターは 2cm 毎に描いている。

(引用文献) 宇津徳治(2001) 地震学第3版, 376pp, 共立出版.

第2図 気象庁CMT解から推定した震央付近の海底の上下変位置量  
Fig.2 Vertical displacement estimated from CMT solution.

# 9月30日 インドネシア, スマトラ南部の地震 — 体積歪計の波形記録から推定した Mw —

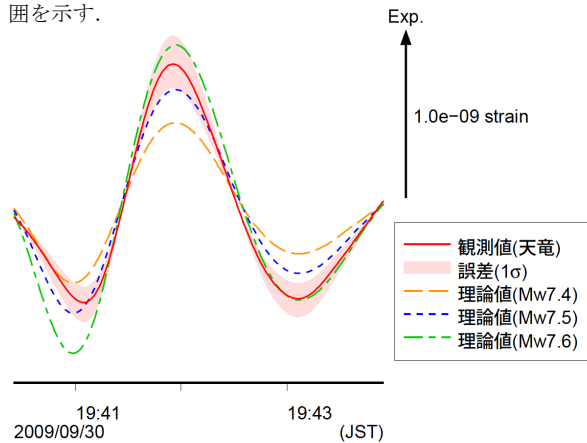


気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により, 地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った.

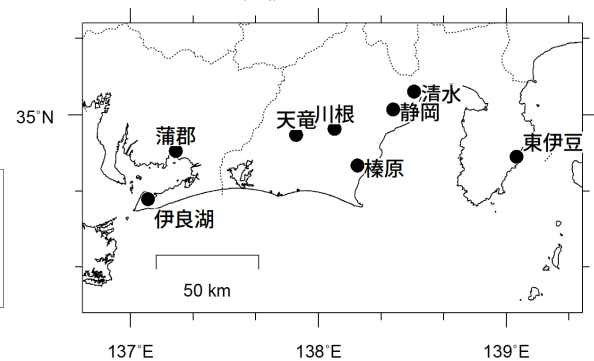
理論体積歪は気象庁 CMT 解を用い, 一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒~3300 秒の重ね合わせにより計算した. その際に, スカラーモーメント量を Mw7.4 相当から 7.6 相当まで 0.1 刻みで変化させて, それぞれについて観測波形と比較した.

体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは, Mw7.5~7.6 相当の場合であった.

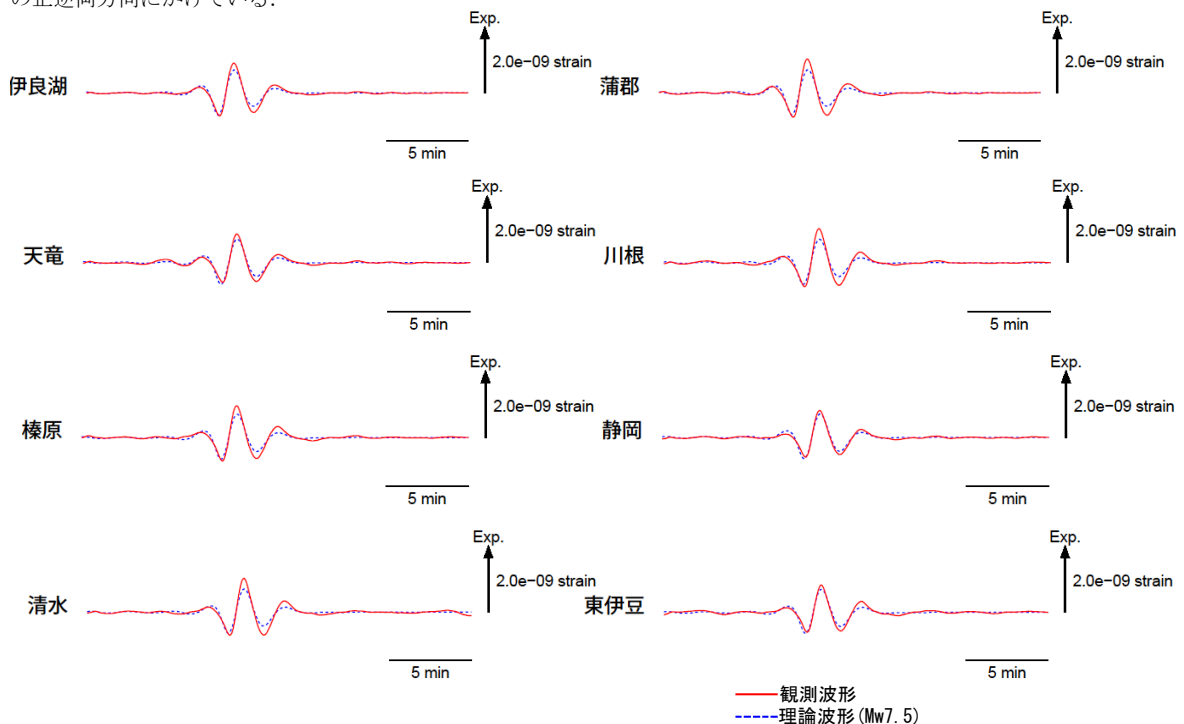
天竜観測点の観測波形と理論波形の振幅比較  
データには周期 120~333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている. 網掛けは誤差 (1σ) の範囲を示す.



体積歪計の配置図



理論波形と体積歪観測点 8 カ所の観測波形との比較  
データには周期 120~333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている.



第3図 埋込式体積歪計の記録から推定される2009年9月30日スマトラ南部の地震のMw

Fig.3 The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters, of the earthquake in Southern Sumatra Indonesia on September 30, 2009

# 9月30日 スマトラ南部（インドネシア）の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

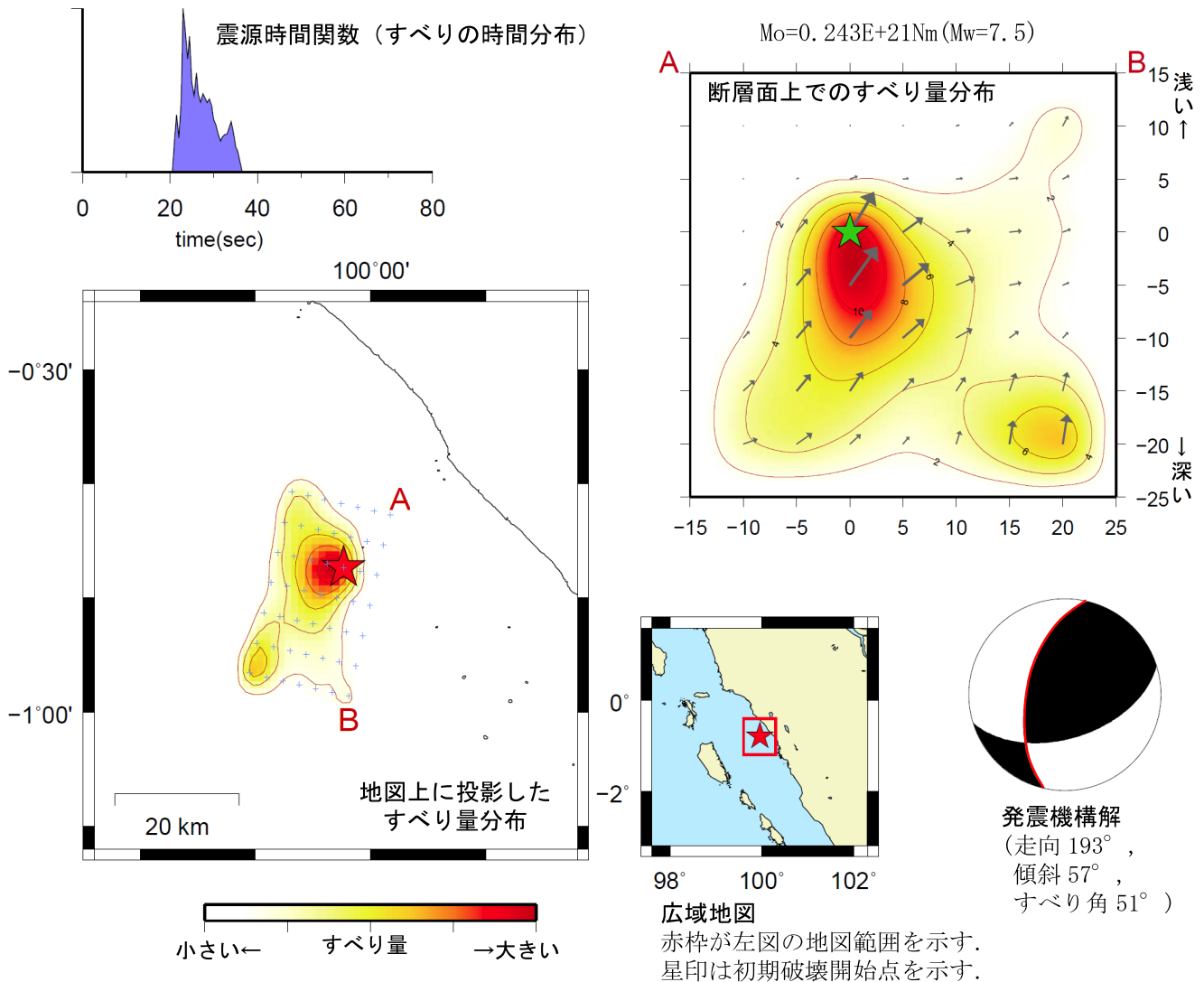
米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点はUSGSによる震源の位置（S0.789, E99.961, 深さ80km）とした。

断層面には、海外のデータを用いた気象庁のCMT解の高角側のほぼ南北走向の節面を用いた（この解析では2枚の断層面のうち、どちらが破壊した断層面かを特定できないので、南北走向の断層面を破壊した断層面と仮定した結果を以下に示す）。

主な結果は以下のとおり。

- ・ 主なすべりは初期破壊開始点より少し深い部分にある（主な破壊は深い方向に進行した）。
- ・ 主なすべりは10秒で終わっており、短周期が卓越した地震であった。
- ・ 断層の長さは約30kmであり、最大のすべり量は約10m（剛性率の仮定次第ですべり量の絶対値は変化する。剛性率を50~70GPaと仮定した場合、最大のすべり量は9m~13m）であった。
- ・ モーメントマグニチュードは7.5であった。



（注1）解析に使用したプログラム

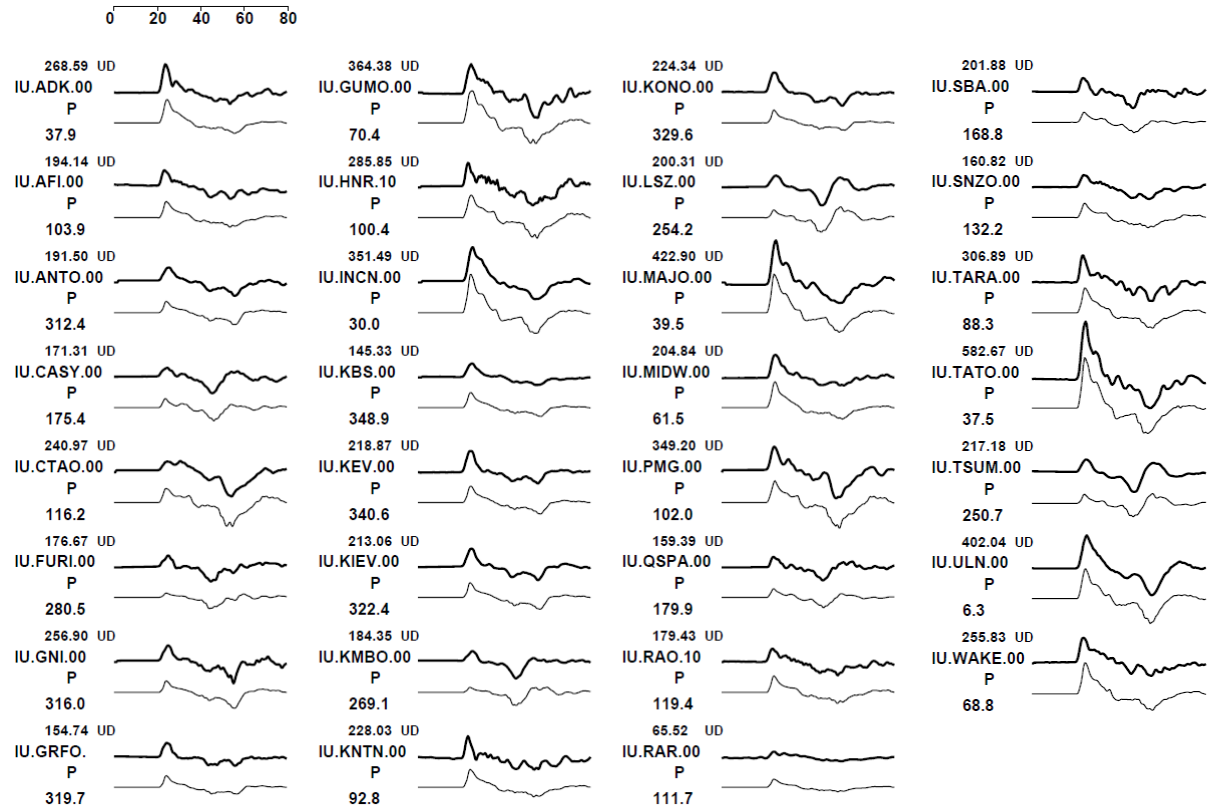
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,  
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

※ この解析結果は暫定であり、今後更新する可能性がある。

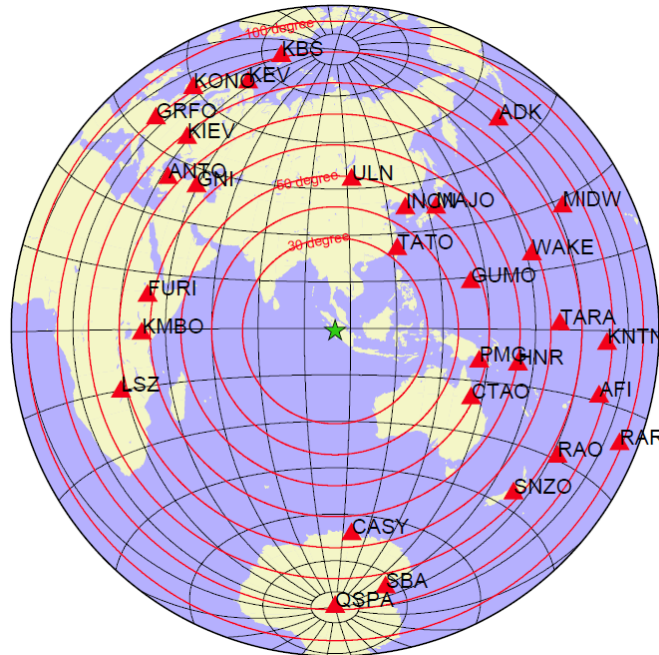
第4図 遠地実体波を利用した震源過程解析の結果

Fig.4 Slip distribution estimated by teleseismic body-wave inversion.

観測波形（上：0.002Hz-1.0Hz）と理論波形（下）の比較



観測点配置図（震央距離 30° ~100° の観測点を使用）



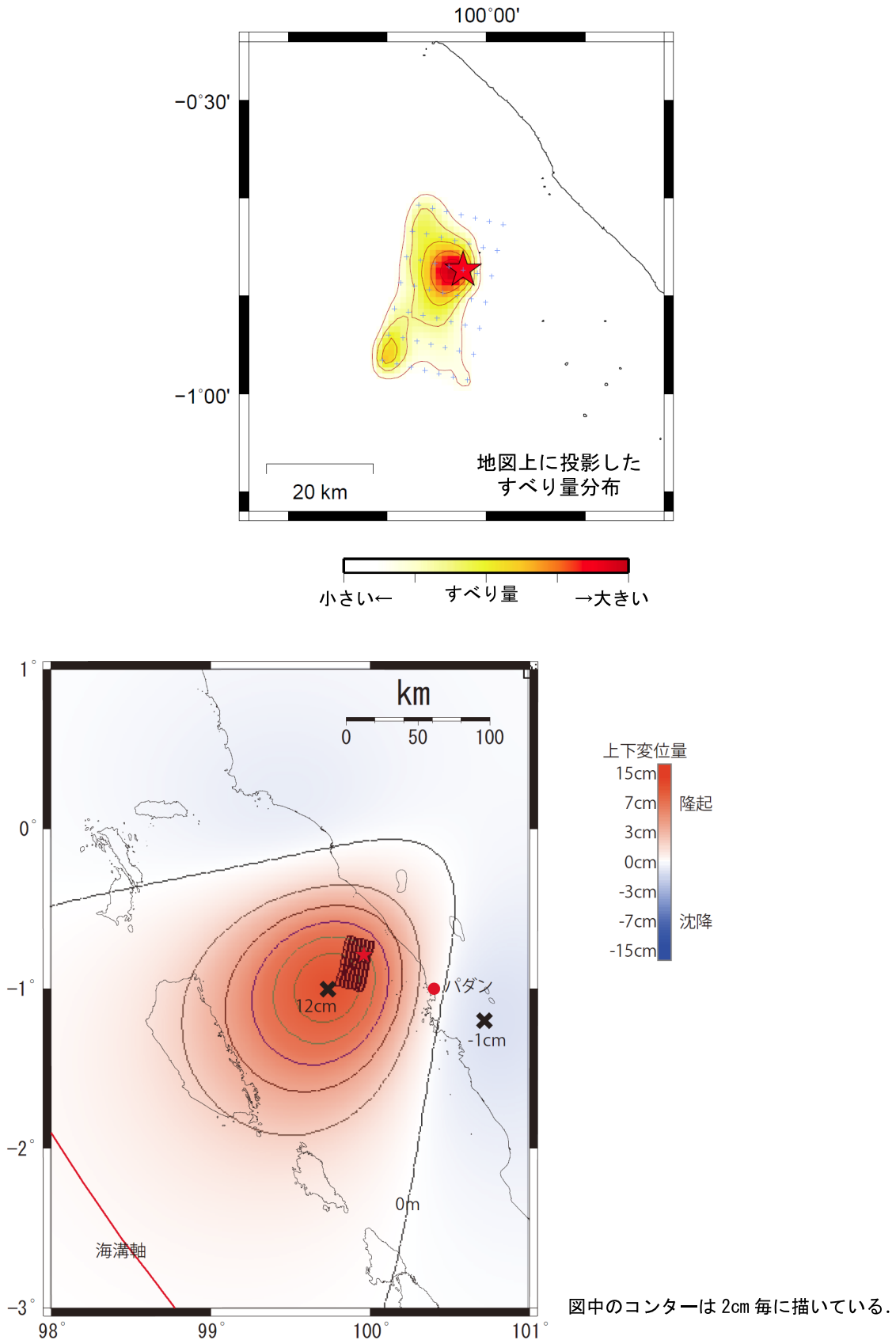
※IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用

第4図 遠地実体波を利用した震源過程解析の結果

Fig.4 Slip distribution estimated by teleseismic body-wave inversion.

9月30日 スマトラ南部（インドネシア）の地震  
 — 震源過程解析結果から推定した海底上下変位量 —

遠地実体波を用いた震源過程解析結果から、震央付近の上下変位量を推定した。  
 断層の南西側で、最大で12cm程度の上変位量（隆起）が見積もられた。



第5図 震源過程解析結果から推定した震央付近の海底の上下変位量

Fig.5 Vertical displacement estimated from results of teleseismic body-wave inversion.