# 11-1 2009年9月30日サモア諸島の地震(M7.9)について The Earthquake of M7.9 in Samoa Islands Region 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02時48分(日本時間)頃、南太平洋のサモア諸島でMw7.9(気象庁CMT解によるモーメントマグニチュード、米国地質調査所による表面波マグニチュードMsは8.1)の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁CMT解)は北東-南西方向に張力軸を持つ正断層型であった。また、震央位置は海溝軸の北東側(プレートの沈み込み方向の反対側)であり、震源の深さは18km(米国地質調査所による)と浅いことから、太平洋プレートのアウターライズでの地震と考えられる。気象庁では、地震発生から30分後の03時18分に太平洋津波警報センターの解析結果を用いて「遠地地震に関する情報」を発表した。余震は、10月3日以降、M6.0以上のものは発生していないが、M5.0以上のものを含む余震活動が1ヶ月以上継続した。概要を第1図及び第2図に示す。

この地震により、米国領サモアのパゴパゴで最大の高さ216cmの津波を観測した。また、震央に近いサモア独立国の東部沿岸での浸水高は6~8m程度であった<sup>1)</sup>. サモア独立国、米国領サモア、トンガで合わせて死者190人以上の被害が生じた(11月11日現在、米国地質調査所による). サモア諸島で最大の高さ2m以上の津波を記録したのは、1919年4月30日のトンガの地震(M8.4)以来である。また、1917年6月26日にはサモア諸島でM8.7の地震が発生し、サモア諸島で12.2mの津波を記録している(米国海洋大気庁、米国地質調査所による). この地震による津波は太平洋地域やその沿岸の広い範囲で観測された(米国海洋大気庁による)(第3図).

この地震により、気象庁は30日09時00分に日本の太平洋沿岸(内湾を除く)と南西諸島、伊豆・小笠原諸島に対して津波注意報を発表した。同日16時47分に久慈港(国土交通省港湾局の検潮所)で最大の高さ36cmの津波を観測したほか、北海道から南西諸島及び伊豆・小笠原諸島の広い範囲で数cmから25cmの津波を観測した(第4図,第5図)。

この地震について,気象庁CMT解の断層パラメータ及びモーメントマグニチュードと米国地質調査所の震源要素をもとに,震央付近の上下変位量を推定した. 断層の長さ,幅,平均すべり量は宇津 (2001)による標準的な値を採用し $^{2)}$ ,断層の上端の深さは $^{0}$ kmと仮定した.この結果,CMT解から考えられるどちらの断層面を採用しても,最大で $^{5}$ m程度の上下変位量(沈降)が見積もられた(第6 図).

また、この地震について、米国地震学連合の広帯域地震波形記録を収集し、遠地実体波を利用した震源過程解析を行った。その結果、主なすべりは、破壊開始点よりも浅い場所及び破壊開始点の北西側に求められた。断層長は約200kmであり、地殻内の剛性率を50GPaと仮定したときの最大のすべり量は約8mであった。また、モーメントマグニチュードは8.0であった(第7図)。この解析結果を用いて震央付近の上下変位量を推定した結果、最大で3m程度の上下変位量(沈降)が見積もられた(第8図)。この結果は、周辺諸地域で大きな津波を観測したことと調和的である。

さらに、東海地域に設置している埋込式体積歪計で観測された波形記録から、今回の地震のモーメントマグニチュードの推定を行った. 気象庁CMT解を用い、モーメントマグニチュードを7.9,8.0,

8.1のいずれかと仮定し、一次元地球構造モデルPREM<sup>3)</sup>の固有モード周期45~3300秒の重ね合わせにより、理論体積歪を計算した。観測された波形記録と理論波形記録を比較した結果、体積歪計で観測された波形記録の最大振幅を最も満足するのは、モーメントマグニチュードが8.0の場合であった(第9図).

#### 参考文献

1) 国土交通省港湾局国際・環境課国際企画室,独立行政法人港湾空港技術研究所「サモア諸島沖地震津波に関する緊急現地調査報告(速報)について」:

http://www.pari.go.jp/information/news/h21d/p1022/p1022.html (2009年11月11日閲覧)

- 2) 宇津徳治:地震学第3版, 共立出版(2001)
- 3) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).

### 9月30日 サモア諸島の地震

太平洋プレート内部の地震,正断層型,Mw7.9

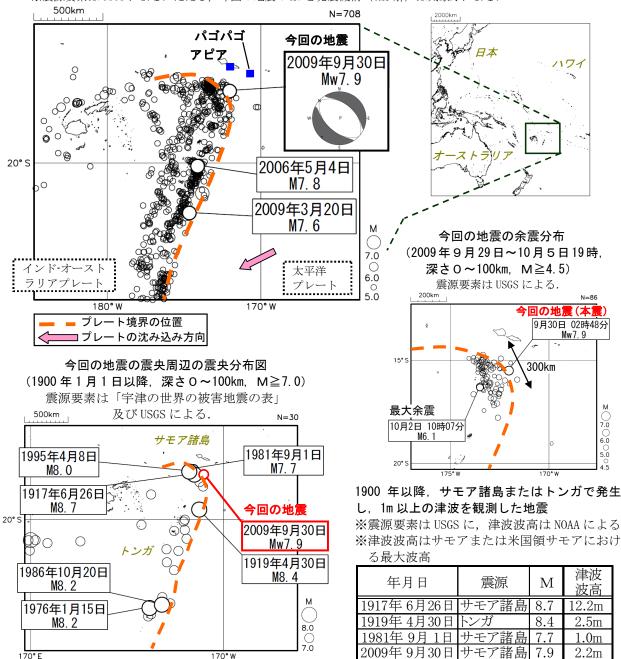
2009年9月30日02時48分(日本時間),南太平洋のサモア諸島でMw7.9(震源は米国地質調査所[USGS], Mw は気象庁による)の地震が発生した. 気象庁は,同日03時18分に「遠地地震に関する情報」を発表し,同日09時00分に北海道から九州までの太平洋沿岸(内湾を除く)と小笠原諸島,沖縄県に津波注意報を発表した.

この地震により、サモア諸島では最大  $4\sim6m$  の津波が到達し (AP 通信による)、サモア、米国領サモア、トンガであわせて 168 人以上が死亡している (10 月 7 日現在、USGS による).

この地震の発震機構(気象庁による CMT 解)は北東-南西方向に張力軸を持つ正断層型であり,太平洋プレートの内部で発生した地震であると考えられる。今回の地震の震源周辺では,1995 年4月8日に M8.0 の地震が発生している(「宇津の世界の被害地震の表」による)。なお,1995 年の地震では,今回の地震に比べて津波は小さく,震源に近いパゴパゴで観測された津波の高さは約0.1mであった。また,1917 年6月26日には M8.7 の地震が発生し,サモア諸島で最大12mを超える津波が観測された(米国海洋大気庁[NOAA]による)。

#### 震央分布図 (2000 年 1 月 1 日~2009 年 9 月 30 日, 深さ 0~300km, M≥5.0)

※震源要素は USGS による. ただし, 今回の地震の Mw と発震機構 (CMT 解) は気象庁による.

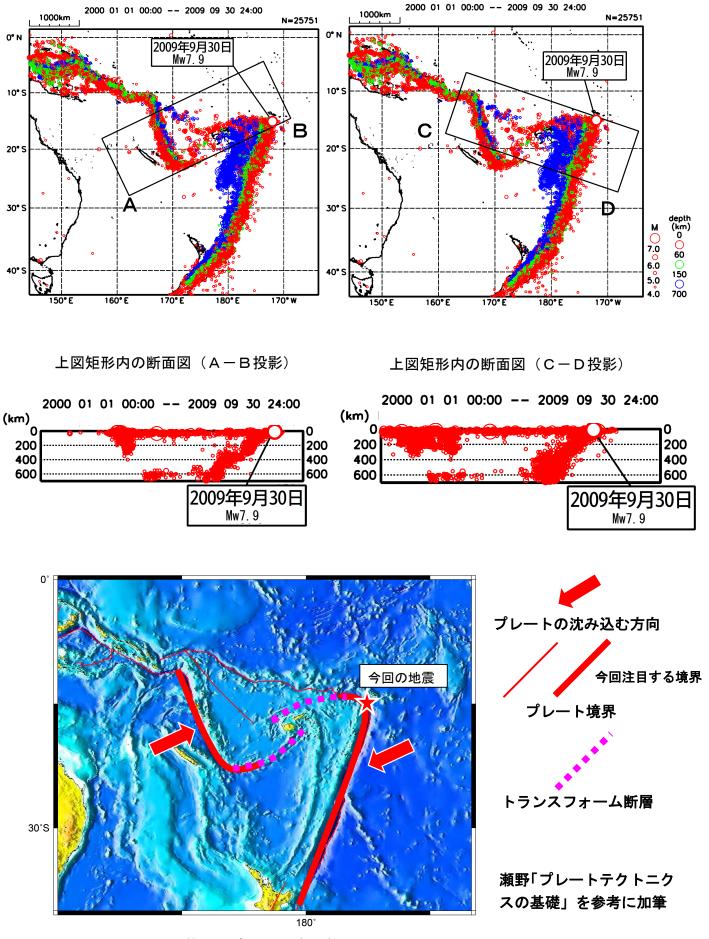


※本資料中の今回の地震の Mw はすべて気象庁によるモーメントマグニチュードである.

第1図 2009年9月30日サモア諸島の地震 (Mw7.9) について

Fig.1 The earthquake of Mw7.9 in Samoa Islands Region on September 30, 2009.

# サモア諸島の地震 周辺のテクトニクス概要



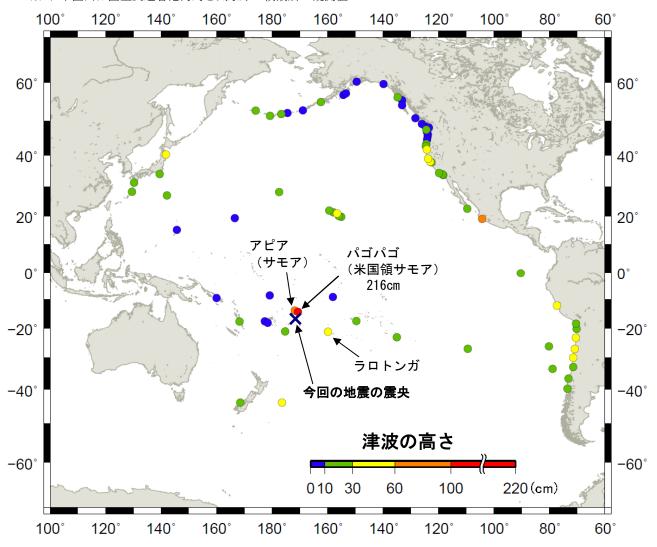
第2図 今回の地震の震源周辺のテクトニクス

Fig.2 Tectonics around the hypocenter of this earthquake.

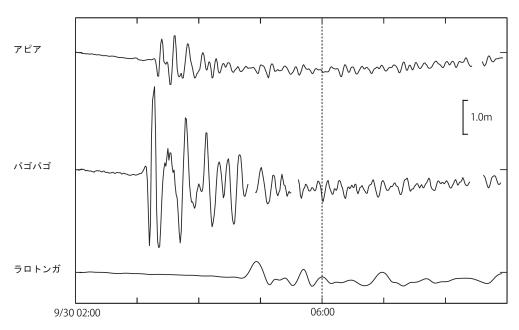
# 9月30日のサモア諸島の地震による津波(海外の観測値)

#### 海外の各検潮所において観測した津波の最大の高さ

- ※ PTWC (太平洋津波警報センター) 及び WC/ATWC (西岸・アラスカ津波警報センター) による読み取り値.
- ※ 日本国内は国土交通省港湾局と気象庁の検潮所の観測値.



#### 海外の主な検潮所の潮位記録



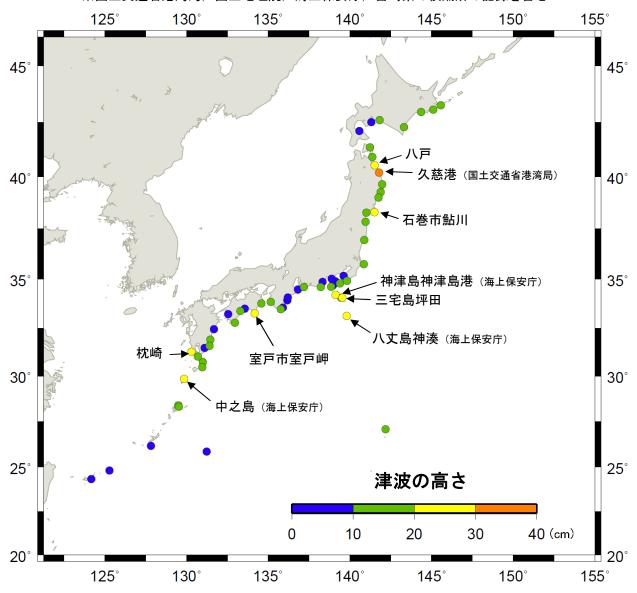
第3図 海外の検潮所で観測された津波

Fig.3 Tsunami observed on abroad tidal stations.

# 9月30日のサモア諸島の地震による津波(日本国内の観測値)

#### 各検潮所において観測した津波の最大の高さ(津波を観測した点のみ表示)

※国土交通省港湾局、国土地理院、海上保安庁、宮崎県の検潮所の記録を含む.



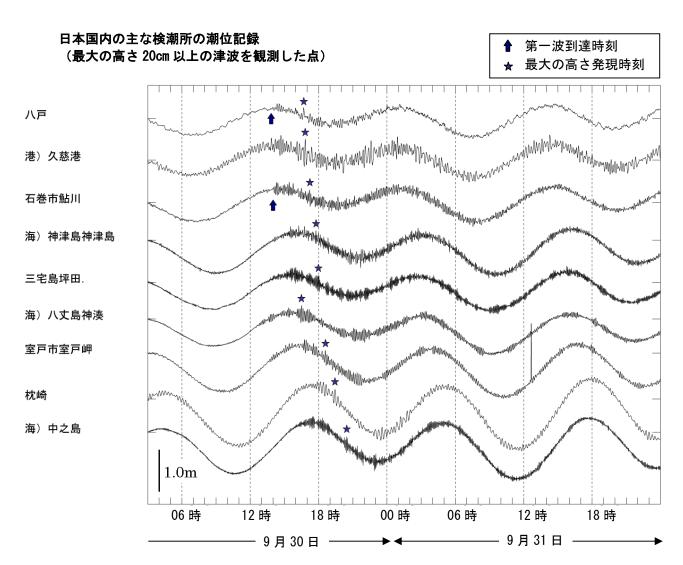
日本国内の主な検潮所での津波の最大の高さ(最大の高さ 20cm 以上) ※値は速報値であり、後日変更される場合がある.

津波情報発	所管	最大の高さ	
表地点名		発現時刻	高さ (cm)
八戸	気象庁	30日16時41分	20
石巻市鮎川	気象庁	30日17時11分	21
三宅島坪田	気象庁	30日17時58分	25
室戸市室戸岬	気象庁	30日18時35分	20
枕崎	気象庁	30日19時26分	21
久慈港	国土交通省 港湾局	30日16時47分	36
神津島神津島港	海上保安庁	30日17時44分	23
八丈島神湊	海上保安庁	30日16時28分	23
中之島	海上保安庁	30日20時24分	20

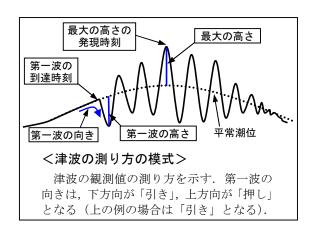
第4図 日本の検潮所で観測された津波

Fig.4 Tsunami observed on tidal stations in Japan.

# 9月30日のサモア諸島の地震による津波(日本国内の潮位記録)



港)は国土交通省港湾局,海)は海上保安庁,無印は気象庁の検潮所である.八戸,石巻市鮎川以外の 検潮所での第1波は特定できなかった.



第5図 日本の検潮所で観測された波形

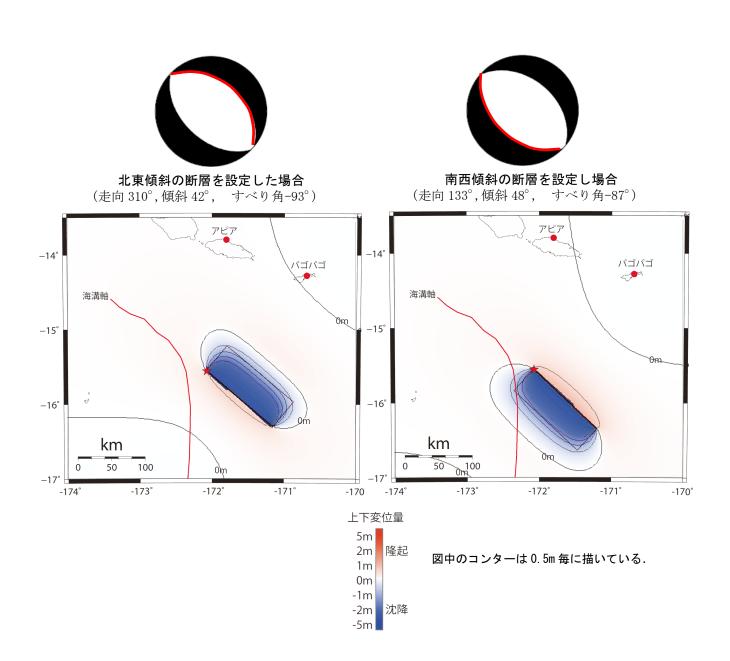
Fig.5 Waveforms observed on tidal stations in Japan.

### 9月30日 サモア諸島の地震 - CMT解から推定した海底上下変位量 -

気象庁のCMT解の断層パラメータ、Mw を用いて、震央付近の上下変位量を推定した.

断層端は USGS による震源の位置 (S15.558, W172.073) 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. 断層の上端の深さは 0km とした.

どちらの断層面の場合でも、断層の上端(黒太線)で、最大で-5m 程度の上下変位量(沈降)が見積もられた。



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

第6図 CMT解から予想される海底上下変位量

Fig.6 The ocean-bottom vertical displacement estimated from the CMT solution.

### 9月30日 サモア諸島の地震 - 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。

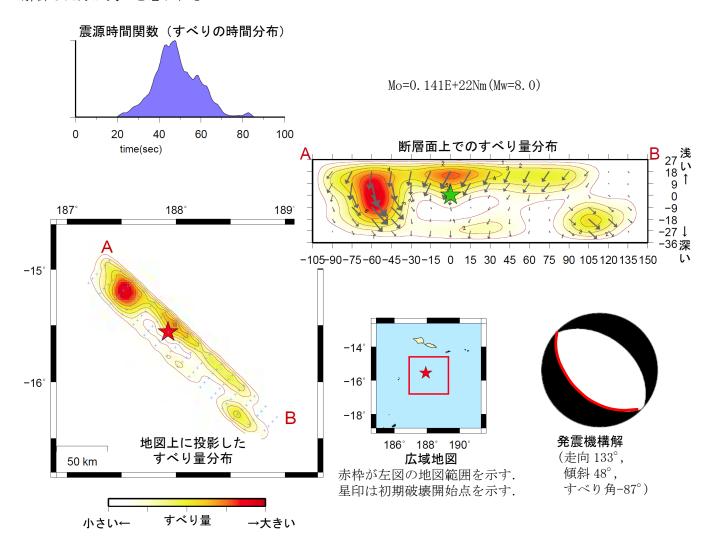
破壊開始点は USGS による震源の位置 (S15.558, W172.073, 深さ 18km) とした.

断層面には、海外のデータを用いた気象庁の CMT 解の南西傾斜の節面を用いた(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、南西傾斜の断層面を破壊した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から見て浅い場所と北西側にある。
- 断層の長さは約 200km であり、最大のすべり量は約 8m (剛性率の仮定次第ですべり量の絶対値は変化する. 前述の値は剛性率を 50GPa と仮定した場合のもの) であった.
- モーメントマグニチュードは8.0であった。

※この周辺は海溝軸の走向が変わっている場所であるため、走向を変化させた複数の断層面を設定して解析した方が良いと思われる。



#### (注1)解析に使用したプログラム

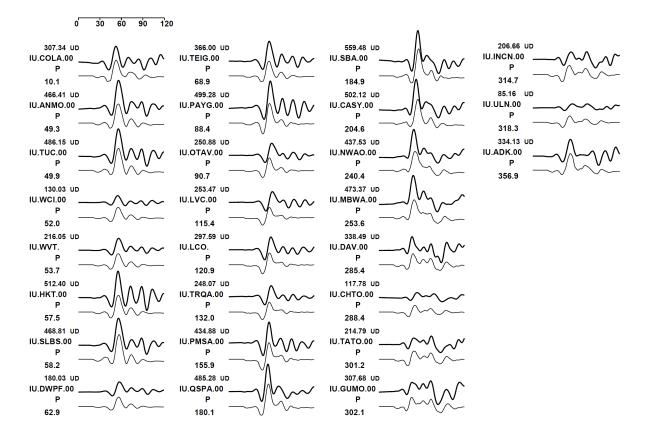
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/

※ この解析結果は暫定であり、今後更新する可能性がある.

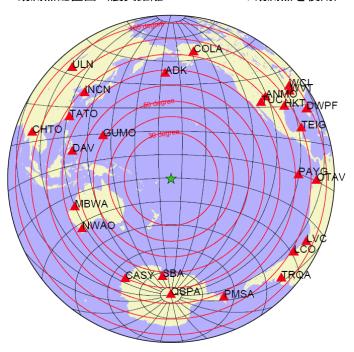
第7図 遠地実体波による震源過程解析

Fig.7 Seismic source analysis by far field body-wave.

観測波形 (上: 0.002Hz-0.1Hz) 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)



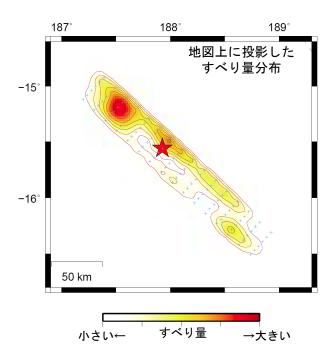
※IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用

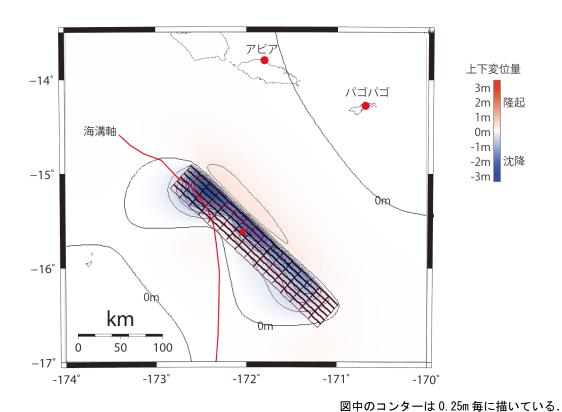
第7図 遠地実体波による震源過程解析

Fig.7 Seismic source analysis by far field body-wave.

# 9月30日 サモア諸島の地震 - 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. 断層の上端(黒太線)で、最大で-3m程度の上下変位量(沈降)が見積もられた.



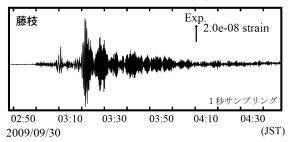


第8図 震源過程解析の結果から予想される海底上下変位量

Fig.8 The ocean-bottom vertical displacement estimated from the result of seismic source analysis.

## 9月30日 サモア諸島の地震 体積歪計の波形記録から推定した Mw

#### 藤枝観測点で観測された体積歪波形



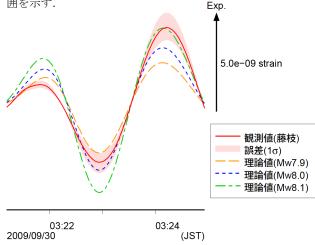
藤枝観測点の観測波形と理論波形の振幅比較

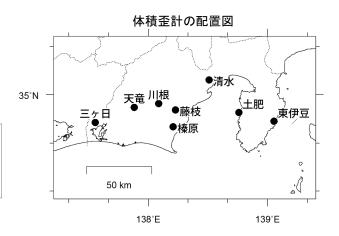
データには周期 120~333 秒のバンドパスフィルタを時間 軸の正逆両方向にかけている. 網掛けは誤差(1g)の範 囲を示す. Exp

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.

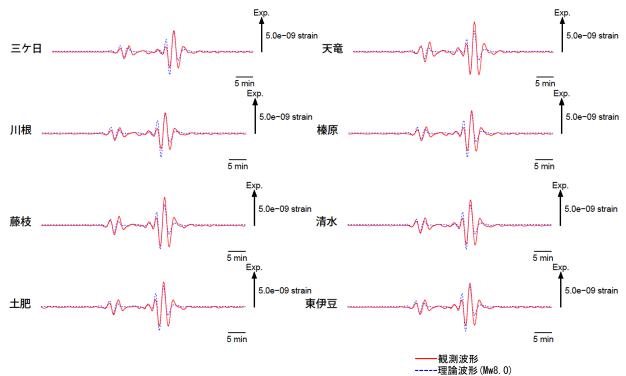
理論体積歪は気象庁 CMT 解を用い, 一次元地球構 造モデルPREMの固有モード周期45秒~3300秒の重 ね合わせにより計算した、その際に、スカラーモー メント量を Mw7.9 相当から 8.1 相当まで 0.1 刻みで 変化させて、それぞれについて観測波形と比較し た.

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、Mw8.0相当の場合であった.





理論波形と体積歪観測点8ヵ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.



埋込式体積歪計の記録から推定されるMw

Fig.9 The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.