

1 1 - 5 2010 年 4 月 5 日メキシコ, バハカリフォルニア州の地震 (M7.2) について The Earthquake of M7.2 in Baja California, Mexico on April 5, 2010

気象庁 地震津波監視課
Earthquake and Tsunami Observations Division, JMA
気象庁 地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

2010 年 4 月 5 日 7 時 40 分 (日本時間) 頃, メキシコのバハカリフォルニア州で Mw7.2 (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。この地震の発震機構(気象庁 CMT 解)は南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で, 太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した地震であった。気象庁では, 地震発生から 27 分後の 08 時 07 分に「遠地地震に関する情報」を発表した。余震は, M6 クラスのものは発生しておらず, 活動は次第に落ち着いてきている。概要を第 1 図及び第 2 図に示す。

この地震により, 死者 2 人, 負傷者 233 人以上の被害が生じた (米国地質調査所の資料より引用)。今回の地震の震央から北側では, 被害を伴う地震がしばしば発生している。1900 年以降で最大のものは, 1906 年のサンフランシスコ地震 (M8.3) で死者 700 人などの被害が生じ, 近年では, 1994 年のノースリッジ地震 (M6.8) で死者 60 人, 負傷者 9,000 人などの被害が生じている¹⁾。(第 1 図)

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, W-phase を用いたメカニズム解析²⁾を行った。その結果, メカニズム, Mw とともに GlobalCMT³⁾などの他機関の解析結果とほぼ同様であり, Mw は 7.2 であった。(第 3 図)

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⁴⁾を行った。その結果, 主なすべりは, 北西側の浅い部分と南東側の深い部分にあり, 主な破壊継続時間は約 30 秒と求められた。また, 南東側の深い部分のすべりは横ずれ成分が卓越しているが, 北西側の浅い部分のすべりは正断層成分 (縦ずれ成分) を含む横ずれとなっていた。断層長は約 80km, 幅は約 25km であり, 剛性率を 30 ~ 40GPa と仮定したときの最大のすべり量は約 2.5 ~ 3.3m であった。また, モーメントマグニチュードは 7.2 であった。(第 4 図)

さらに, 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 5 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 PREM⁵⁾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 Mw7.2 相当から 7.4 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。この結果, 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, Mw7.3 相当の場合であることが確認された。

参 考 文 献

- 1) 宇津徳治, 世界の被害地震の表: <http://iisee.kenken.go.jp/utsu/index.html>
- 2) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., 175, 222-238
- 3) <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>

- 4) M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>
- 5) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).

4月5日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震

プレート境界の地震、横ずれ断層型、Mw7.2

2010年4月5日07時40分（日本時間）にメキシコのバハカリフォルニア州で Mw7.2（Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード）の地震が発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解）は南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、北米プレートと太平洋プレートの境界で発生した。

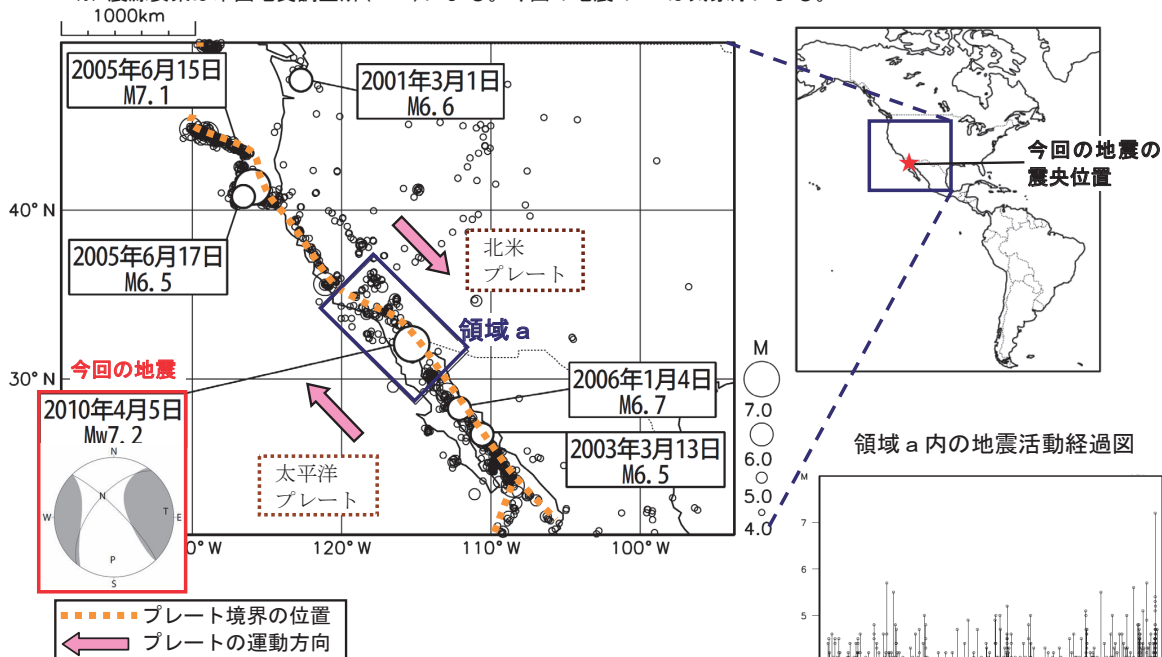
気象庁は、同日08時07分に「遠地地震に関する情報」を発表した。この地震により、死者2人、負傷者233人以上の被害が生じている（米国地質調査所の資料より引用）。

2000年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域a）ではM6.0以上の地震は発生していない。

1900年以降の活動を見ると、今回の地震の震央から北側で被害を伴う地震がしばしば発生している。最大のは1906年のサンフランシスコ地震（M8.3）で死者700人などの被害が生じ、近年では1994年のノースリッジ地震（M6.8）で死者60人、負傷者9,000人などの被害が生じている（宇津の「世界の被害地震の表」による）。

震央分布図（2000年1月1日以降、深さ0～100km、M≥4.0）

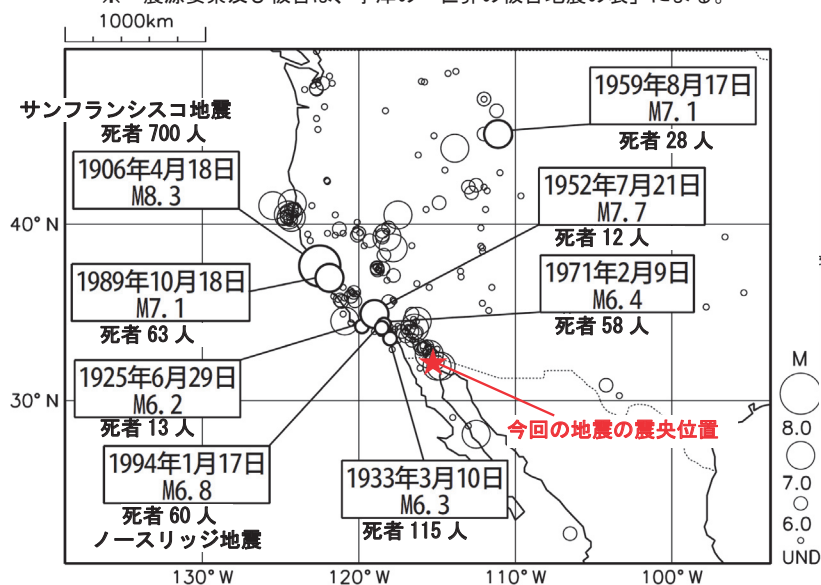
※ 震源要素は米国地質調査所(USGS)による。今回の地震の Mw は気象庁による。



被害を伴った地震の震央分布図

（1900年1月1日～2008年12月31日、深さ0～100km、M 全て）

※ 震源要素及び被害は、宇津の「世界の被害地震の表」による。

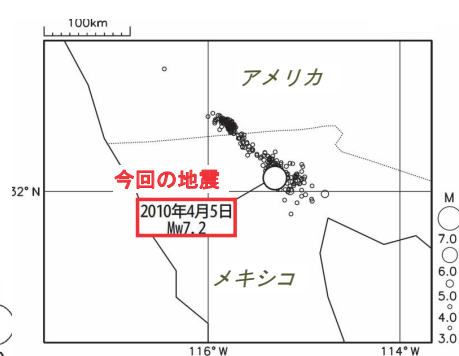


余震分布（2010年4月5日以降、

深さ0～100km、M≥3.0）

※ 震源要素は米国地質調査所(USGS)による。

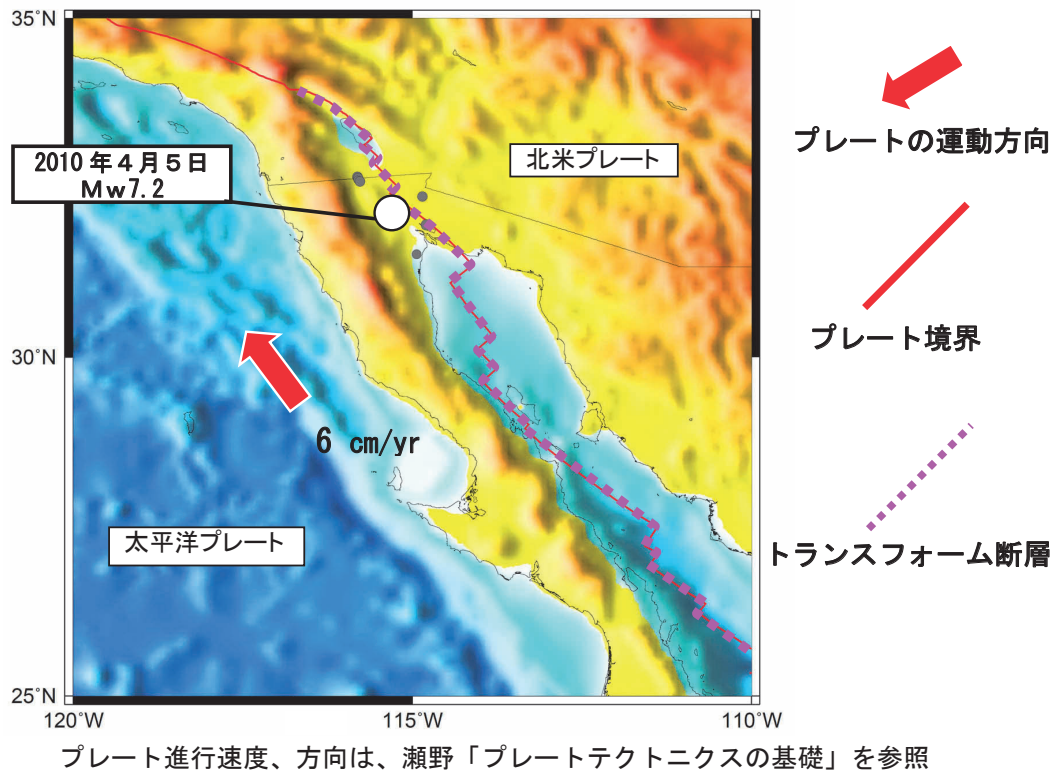
今回の地震の Mw は気象庁による。



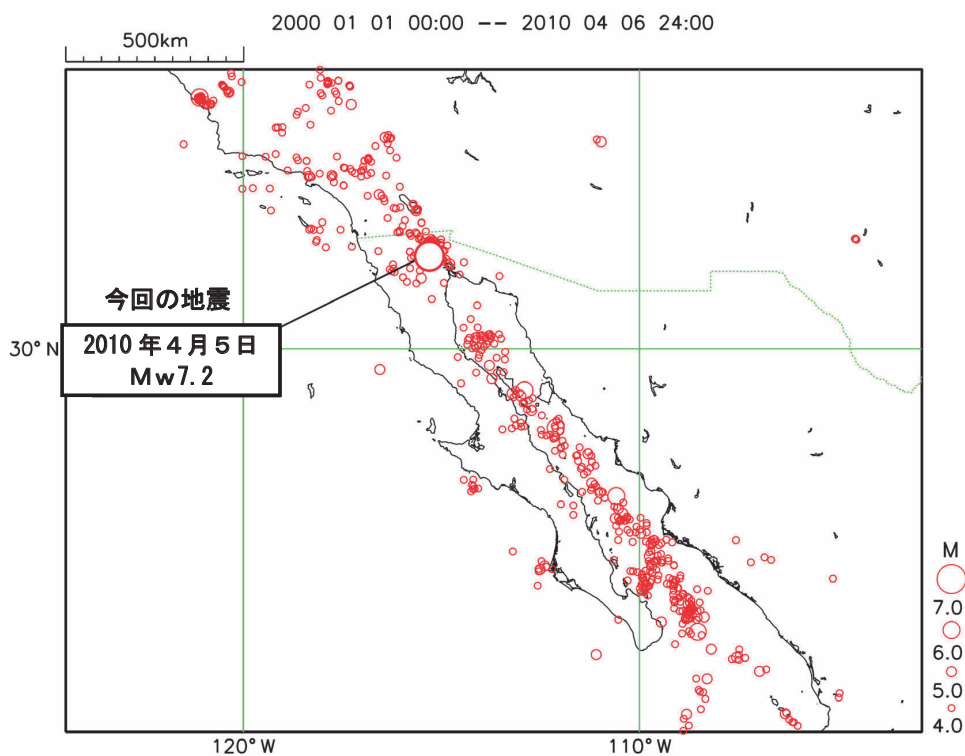
第1図 2010年4月5日メキシコ、バハカリフォルニア州の地震（M7.2）について

Fig.1 The Earthquake of M7.2 in Baja California, Mexico on April 5, 2010.

メキシコ、バハカリフォルニア州の地震 周辺のテクトニクス概要



震央分布図（2000年1月1日～2010年4月6日24時、深さ0～60km、 $M \geq 4.0$ ）

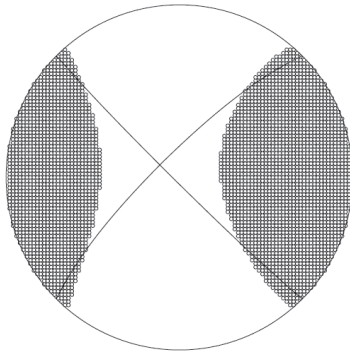


震源要素はUSGSによる

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.

4月5日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解

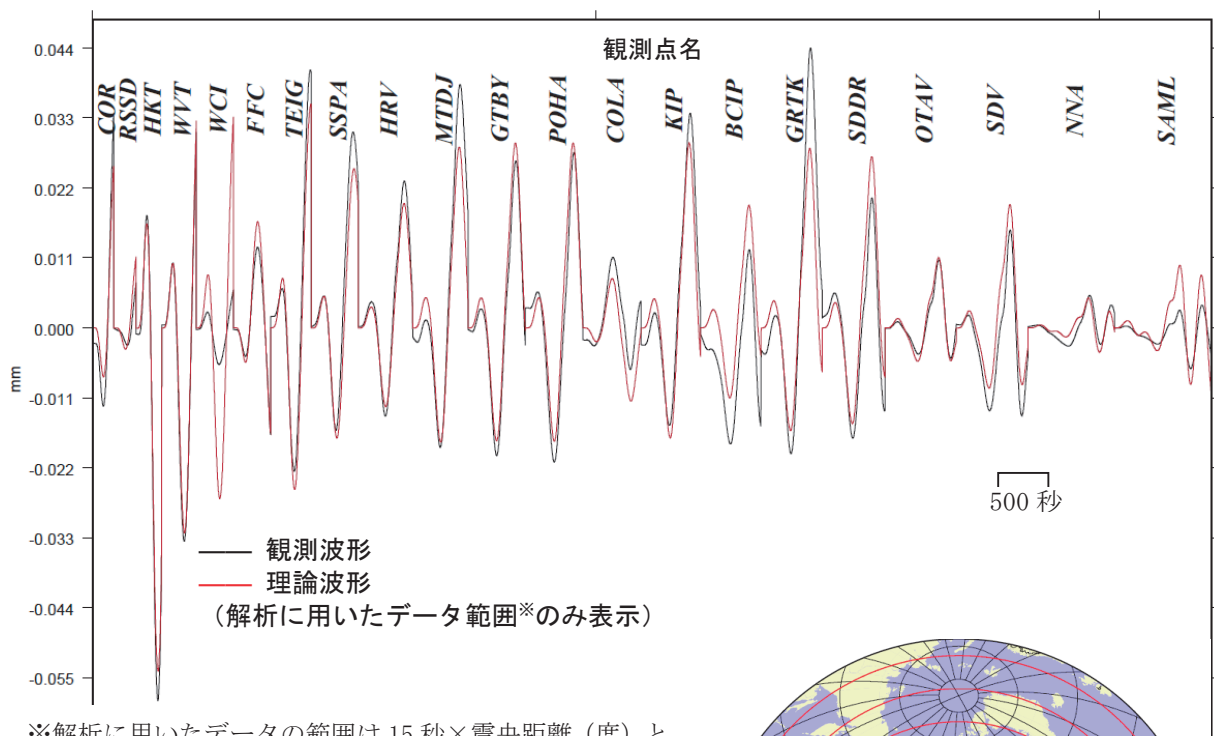


Mw7.2(7.21)

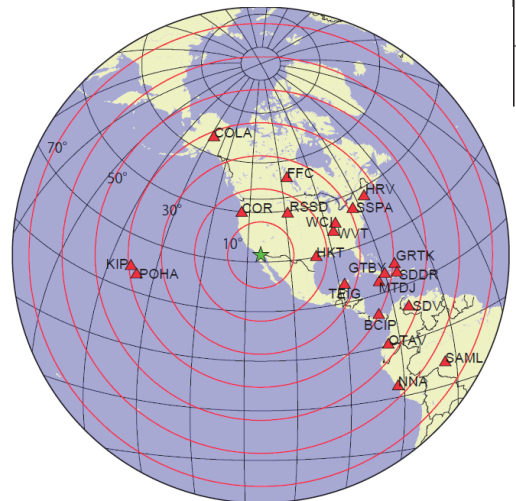
2010年4月5日7時40分(日本時間)にメキシコ、バハカリフォルニア州で発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mw とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mw は7.2であった。

W-phase の解析では、震央距離 $10^{\circ} \sim 70^{\circ}$ までの観測点の上下動成分を用い、200~1000 秒のフィルターを使用した。

注)W-phase とは P 波から S 波付近までの長周期の実体波を指す。



※解析に用いたデータの範囲は 15 秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。



解析に使用した観測点配置

(W-phase に関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用した。また、解析に使用したプログラムは金森博士に頂いたものを使用しました。記して感謝します。

第3図 W-phase を用いたメカニズム解析

Fig.3 W-phase moment tensor solution.

4月5日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定）—

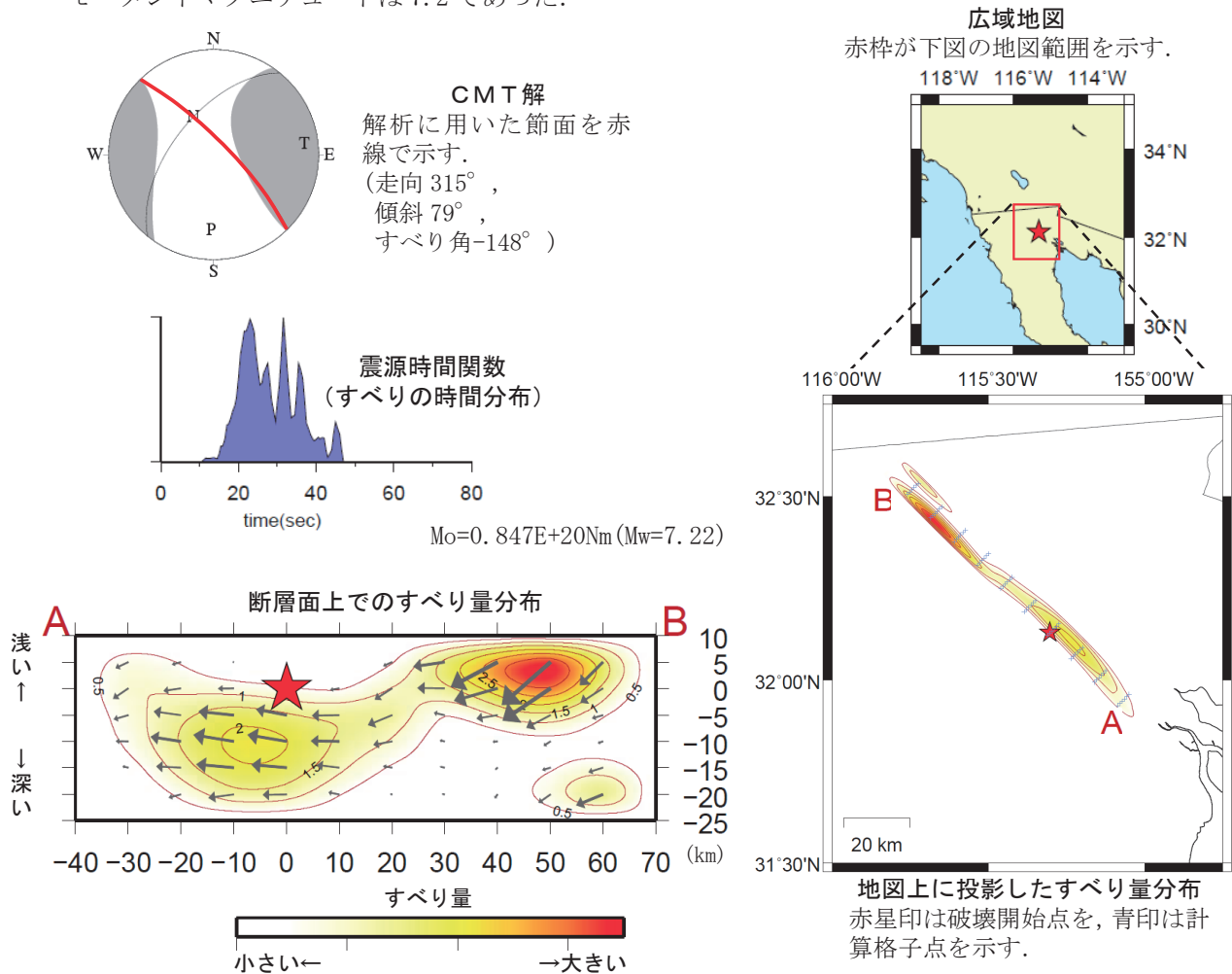
2010/04/05 07:40（日本時間）にメキシコ、バハカリフォルニア州で発生した地震について、米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点はUSGSによる震源の位置（N32.128, W115.303, 深さ10km）とした。

断層面は、海外のデータを用いて決定した気象庁のCMT解の北西走向側の節面を用いた（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が、USGSの余震分布を参考に、北西走向の節面を破壊した断層面と仮定して解析した結果を以下に示す）。

主な結果は以下のとおり。

- ・ 主なすべりは北西側の浅い部分と南東側の深い部分にあり、主な破壊継続時間は約30秒間であった。また、南東側の深い部分のすべりは横ずれ成分が卓越しているが、北西側の浅い部分のすべりは正断層成分（縦ずれ成分）を含む横ずれとなっている。
- ・ 断層の大きさは長さ約80km、幅約25km、最大のすべり量は約2.5～3.3m（剛性率の仮定次第ですべり量の絶対値は変化する。今回は剛性率を30～40GPaと仮定した場合のすべり量を示す）。
- ・ モーメントマグニチュードは7.2であった。



赤星印は破壊開始点を示す。

（注1）解析に使用したプログラム

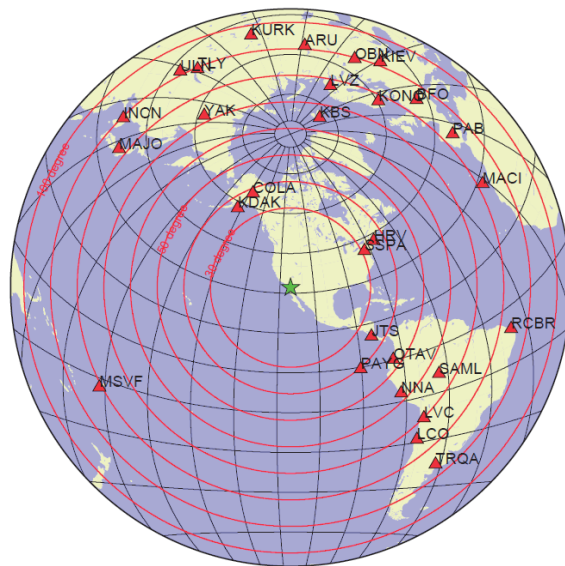
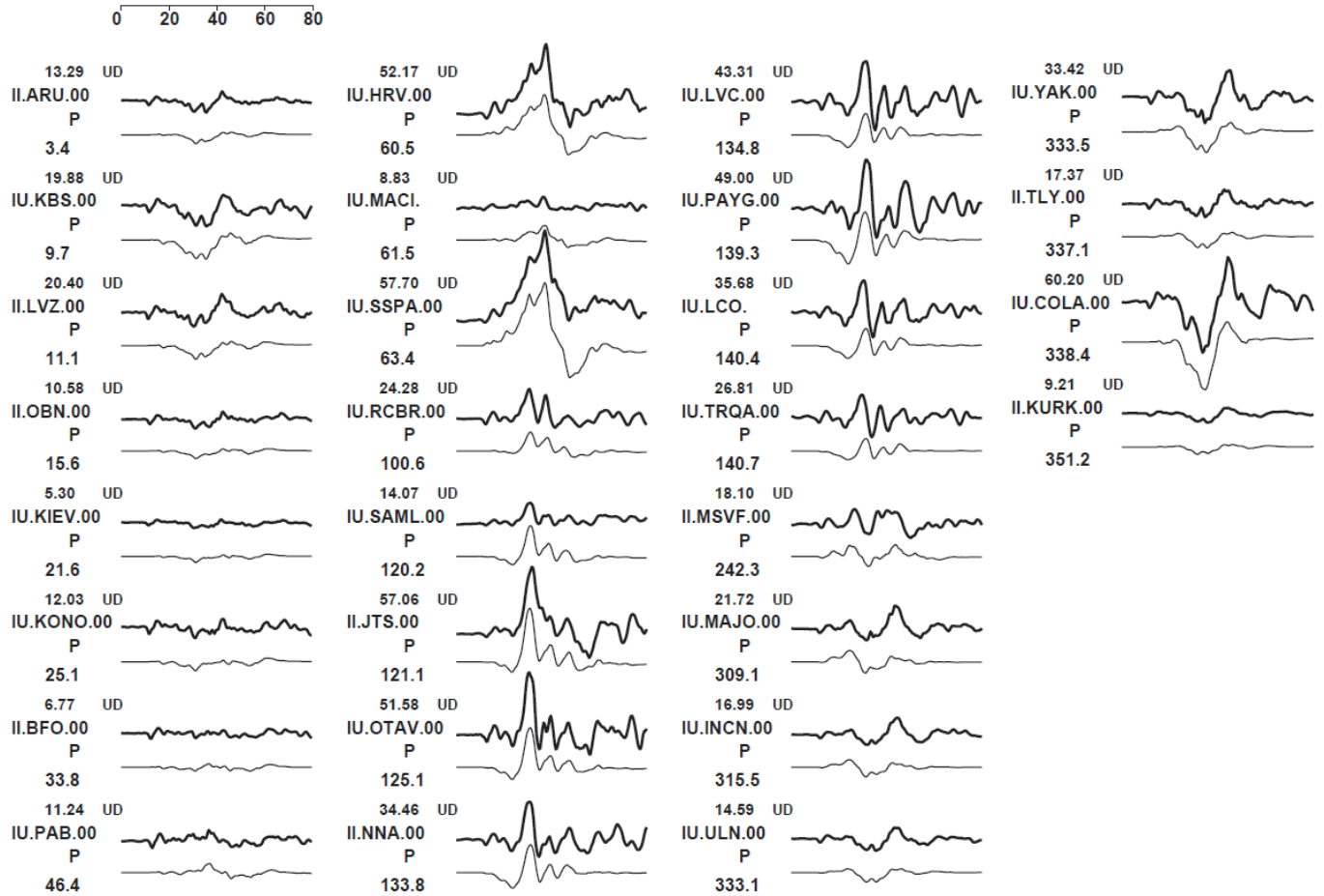
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

※ 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 遠地実体波による震源過程解析

Fig.4 Source rupture process analysis by far field body-wave.

観測波形（上：0.002Hz-1.0Hz）と理論波形（下）の比較



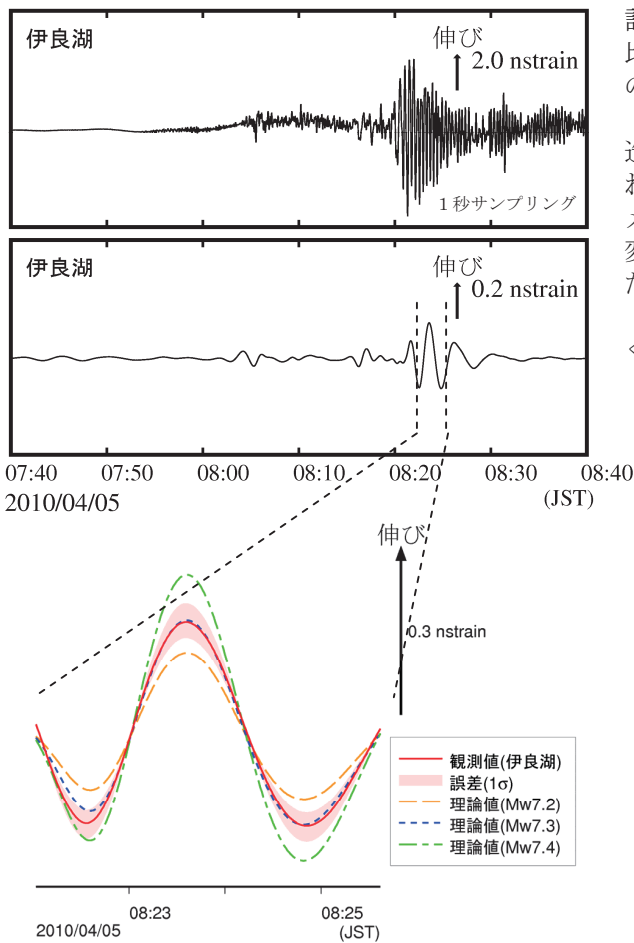
観測点配置図（震央距離 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$ の28観測点を使用）

※近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通つてくため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離のデータのみ用いている。

※IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用

4月5日07時40分 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震 — 体積歪計の記録から推定される Mw —

伊良湖観測点で観測された体積歪波形



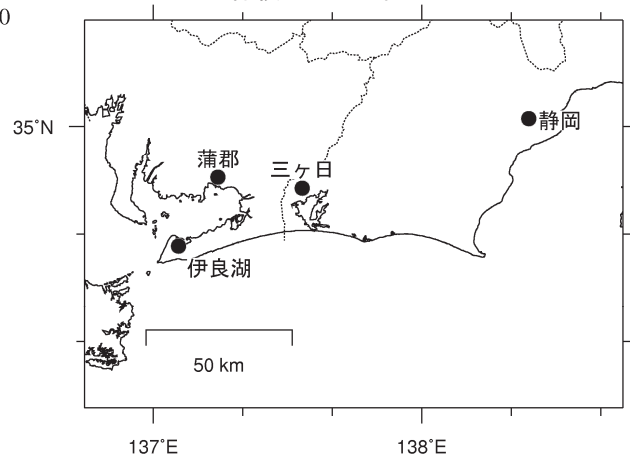
伊良湖観測点の観測波形と理論波形の振幅比較（上図）
データには周期 120～333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差（ 1σ ）の範囲を示す。

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 (M_w) の推定を行った。

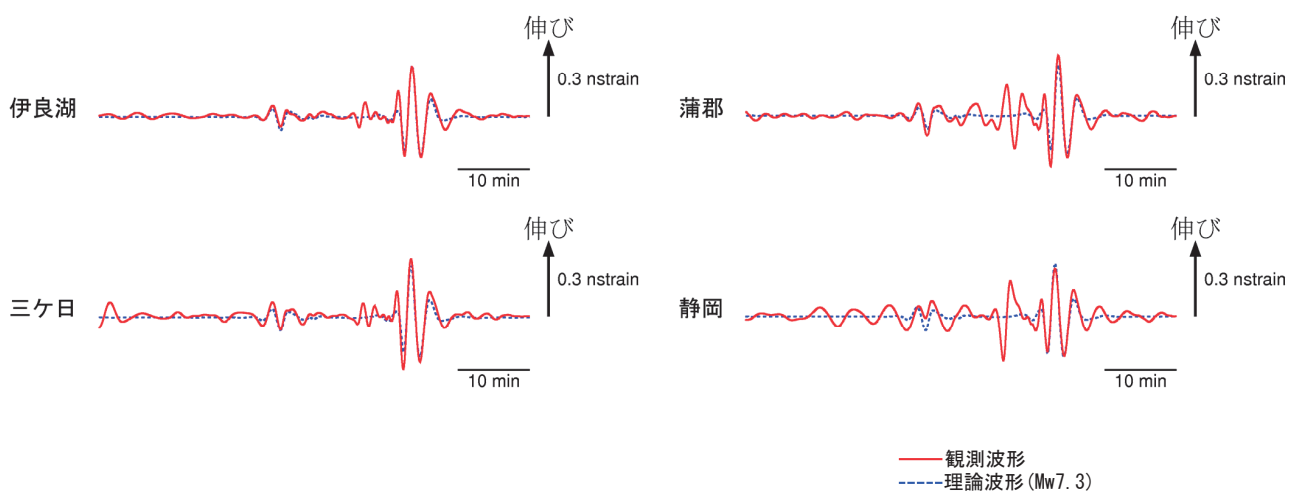
理論体積歪は気象庁 CMT 解を用い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒～3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を $M_w 7.2$ 相当から 7.4 相当まで 0.1 刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

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、 $M_w 7.3$ 相当の場合であった。

体積歪計の配置図



理論波形と体積歪観測点 8 ヲ所の観測波形との比較（下図）
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 5 図 埋込式体積歪計の記録から推定される M_w

Fig.5 The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.