

11 - 1 世界の地震活動 (2011年11月～2012年4月)

Seismic Activity in the World (November 2011 - April 2012)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、世界でM6.0以上の地震は54回、M7.0以上の地震は7回発生した（日本及びその周辺は気象庁、そのほかの地域は米国地質調査所[USGS]による）。このうち最大のものは、2012年4月11日（日本時間）にインドネシア、スマトラ北部西方沖で発生したMw8.6の地震であった。

2011年11月～2012年4月のM6.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す。

主な地震活動は以下のとおりである。特段の断りがない限り、震源要素はUSGSによる。また、時刻は日本時間である。

(1) インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震（第2図(a)～(f)、第3図(a)～(c)）

2012年4月11日17時38分にインドネシア、スマトラ北部西方沖でMw8.6の地震が発生した（この地震のMwは気象庁による）。この地震はユーラシアプレートの下に沈み込む前のインド・オーストラリアプレート内部で発生した。発震機構（気象庁CMT解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。また、この地震の約2時間後、南南西に約150km離れたところでMw8.2の地震が発生した。このMw8.2の地震の発震機構（USGSのCMT解）も東北東－西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった（第2図(a), (b)）。これらの地震の震央付近では、2012年1月11日にMw7.2の地震が発生していた（第3図(a)～(c)）、この地震のMwは気象庁による）。これらの地震の震央周辺では、2004年12月26日にインド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートの境界でMw9.1の地震が発生している。

今回のMw8.6とMw8.2の地震により津波が発生し、インドネシアのムラボ検潮所で1.08 mなど、インド洋沿岸各地で津波が観測された（第2図(c)）。

2012年4月11日17時38分のMw8.6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¹⁾を行った。その結果、主なすべりは初期破壊開始点付近及びその北方の浅い部分に推定された。断層長は約300km、幅は約60kmであり、剛性率を40GPaと仮定したときの最大のすべり量は約32mであった。この解析から得られたMwは8.5であった（第2図(d)）。

また、この地震について、W-phaseを用いたメカニズム解析²⁾を行った。結果はメカニズム、MwともGlobalCMT³⁾などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mwは8.5であった（第2図(e)）。

さらに、この地震について、気象庁が東海地域に設置している体積ひずみ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、Mwの推定を行った。理論波形はGlobalCMT³⁾解を用いて、一次元地球構造モデルPREM⁴⁾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。この結果、体積ひずみ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Mw8.6相当の場合であると推定された（第2図(f)）。

(2) その他の地震活動 (第4～10図)

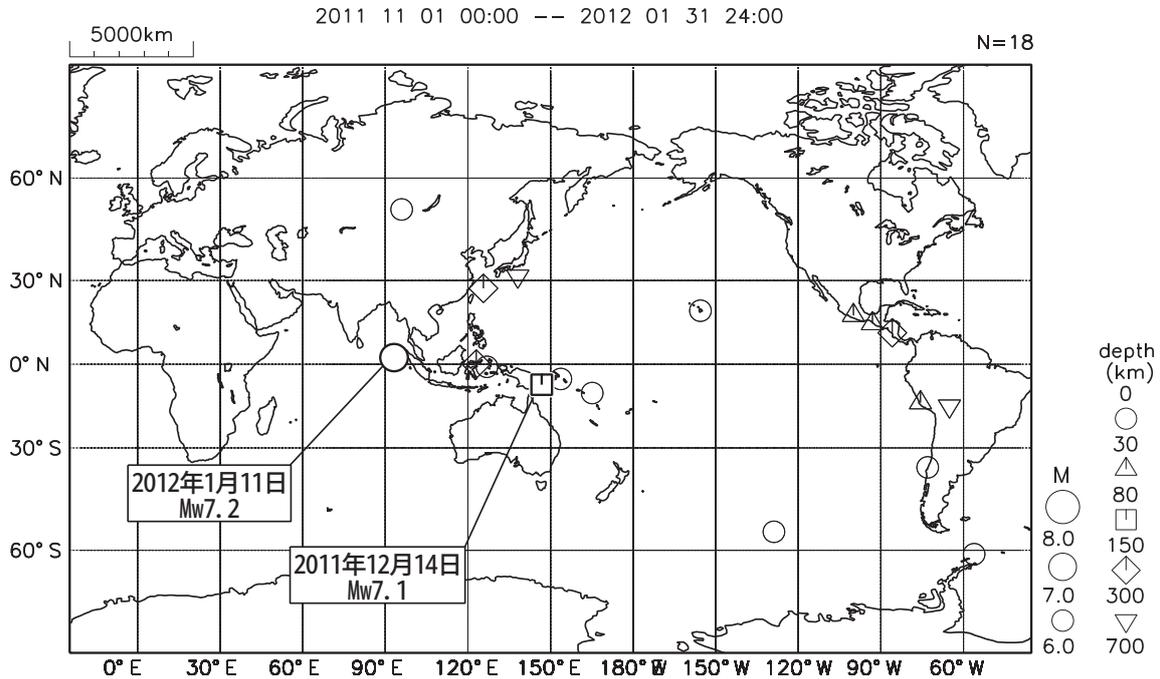
発生年月日	震央地名	地震の規模	震源の深さ(km)	
2011年				
12月14日	パプアニューギニア, ニューギニア東部	Mw7.1	135	(第4図(a), (b))
2012年				
2月6日	フィリピン諸島	Mw6.7	11	(第5図(a), (b))
3月9日	バヌアツ諸島	Mw6.7		(第6図)
3月21日	メキシコ, グレロ州	Mw7.4		(第7図(a), (b))
3月26日	チリ中部沿岸	Mw7.1		(第8図(a)～(c))
4月12日	メキシコ, ミチョアカン州	M6.7		(第9図)
4月12日	メキシコ, バハカリフォルニア州	Mw7.0		(第10図)
4月17日	パプアニューギニア, ニューギニア東部	Mw6.8	198	(第4図(c))

参 考 文 献

- 1) M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>
- 2) Kanamori, H and L. Rivera, Geophys. J. Int., **175**, 222-238 (2008).
- 3) <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
- 4) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, **25**, 297 (1981).

世界の地震活動 (2011年11月~2012年1月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS)、モーメントマグニチュード M_w は気象庁による。

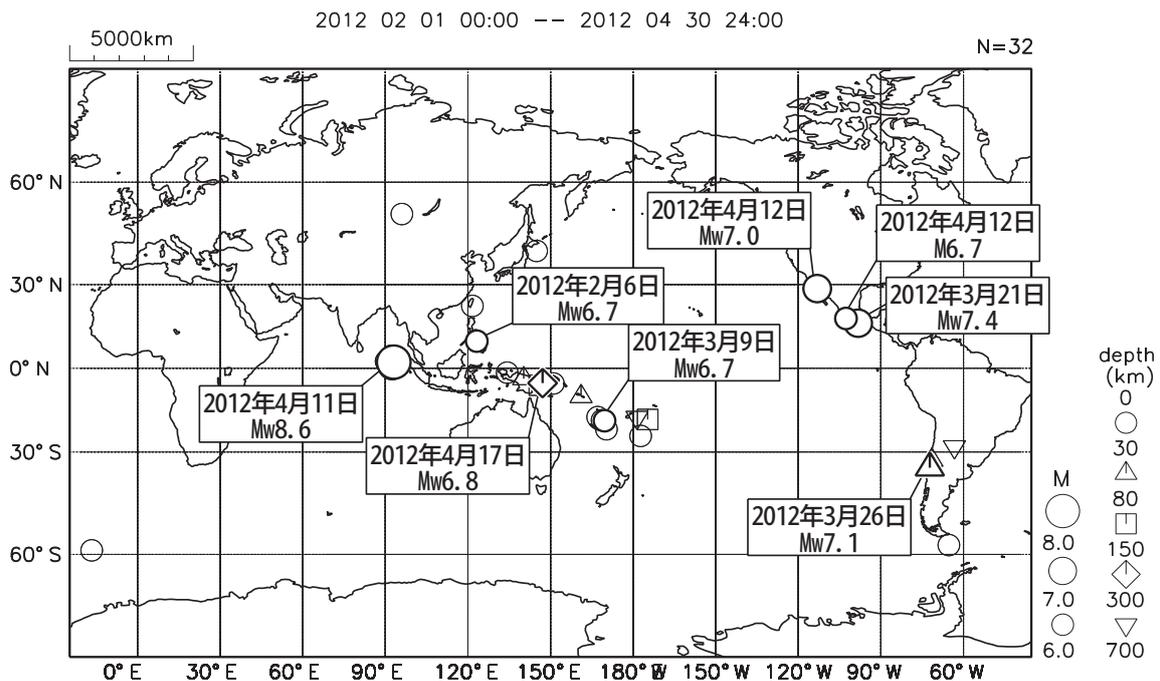


第1図(a) 世界の地震活動 (2011年11月~2012年1月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)

Fig.1(a) Seismic activity in the World (November 2011 - January 2012, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

世界の地震活動 (2012年2月~4月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS)、モーメントマグニチュード M_w は気象庁による。



第1図(b) つづき (2012年2月~4月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)

Fig.1(b) Continued (February - April 2012, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震

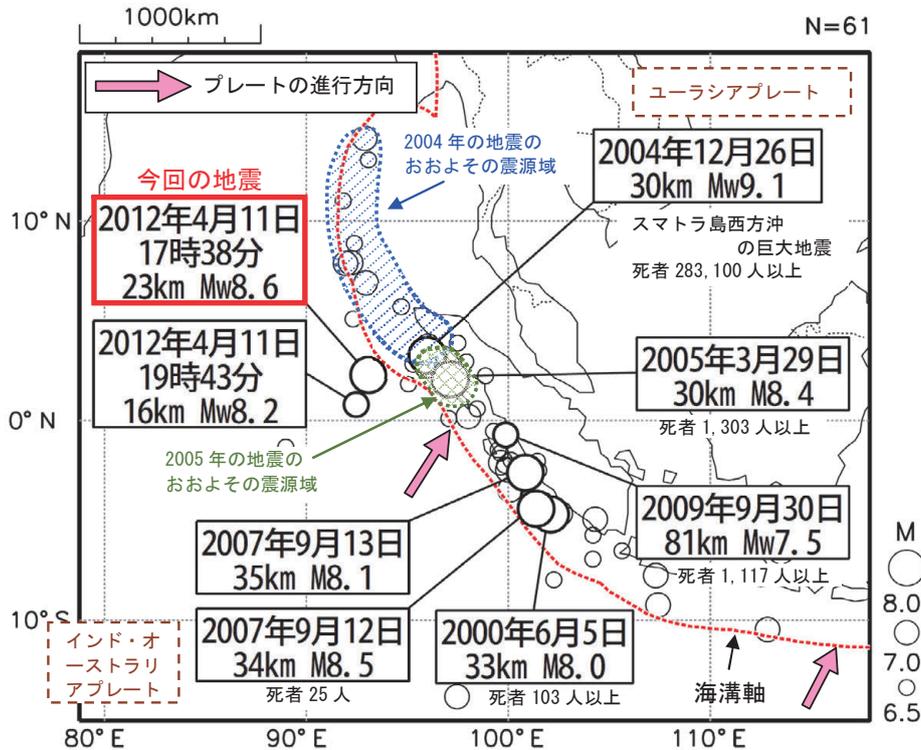
概要

2012年4月11日17時38分（日本時間）、インドネシアのスマトラ北部西方沖でMw8.6の地震が発生した。この地震により、少なくとも死者10人、負傷者12人などの被害が生じた（4月30日現在、米国地質調査所[USGS]の資料より引用）。また、米国海洋大気圏局（NOAA）によると、インドネシアのムラボで1.08mの津波が観測されるなど、インド洋沿岸の広い地域で津波を観測した。

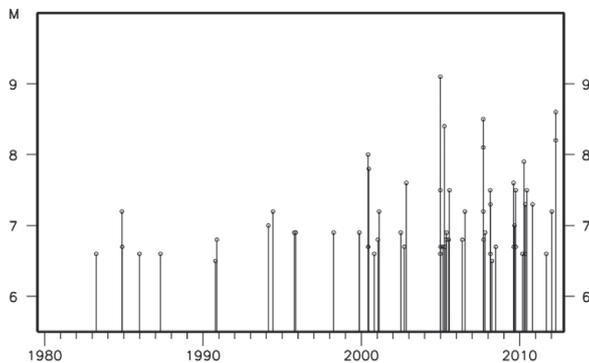
気象庁は、同日17時55分に「インド洋津波監視情報」を、18時00分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の影響はありません）を発表し、その後も観測した津波の高さについて適宜情報発表を行った。

今回の地震（本震）の約2時間後の19時43分（日本時間）に、本震の震源から約150km南南西でMw8.2の地震（最大余震）が発生した。気象庁はこの地震に対しても、20時15分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の影響はありません）を発表した。

今回の地震が発生したスマトラ島周辺では、2004年12月26日の地震（Mw9.1）以降、M8.0以上の地震や甚大な被害が生じた地震が度々発生している。



※ 本資料中、2012年4月11日17時38分の地震と2009年9月30日の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。被害は米国地質調査所（USGS）の資料より引用。



震央分布図（1980年1月1日～2012年4月30日、深さ0～100km、M≥6.5）とM-T図

第2図(a) 2012年4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震（Mw8.6）

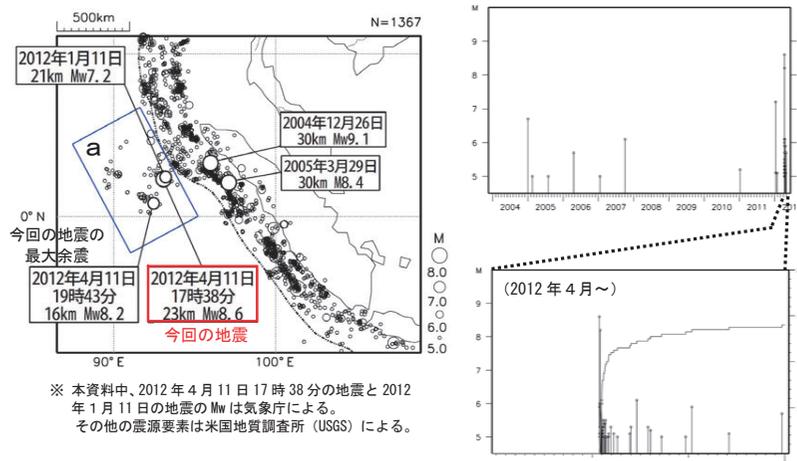
Fig.2(a) The earthquake off west coast of northern Sumatra, Indonesia (Mw8.6) on April 11, 2012.

地震活動（本震および余震の状況）

今回の地震の発震機構（気象庁のCMT解）は東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、ユーラシアプレートの下に沈み込む前のインド・オーストラリアプレートの内部で発生した地震である。この地震は2004年12月26日の地震（Mw9.1）の震源域に近い海溝軸から南西方向に約100km離れた場所で発生した。

2004年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（海溝軸より南西側の領域a）では、地震活動は低調であった。2012年1月11日に今回の地震とほぼ同じ場所でMw7.2の地震が発生しており、発震機構（気象庁のCMT解）も今回の地震とほぼ同様であった。

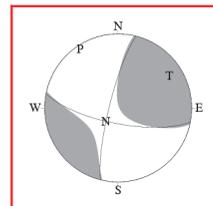
今回の地震（本震）の約2時間後に、本震の震源から約150km南南西でMw8.2の最大余震が発生した。最大余震の発震機構（USGSのCMT解）は東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、本震とほぼ同様であった。その後も余震活動は継続しているものの、4月30日現在、その数は減少している。



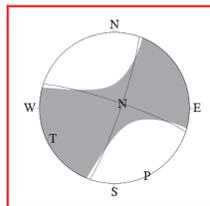
※ 本資料中、2012年4月11日17時38分の地震と2012年1月11日の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。

震央分布図（2004年1月～2012年4月、深さ0～100km、M₀≥5.0）と領域a内のM-T図および回数積算図

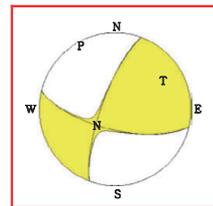
2012年1月11日の地震の発震機構（気象庁のCMT解）



今回の地震の発震機構（気象庁のCMT解）



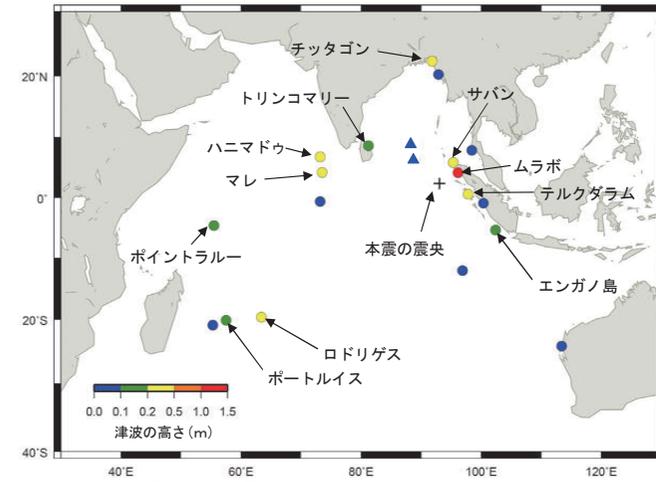
今回の地震の最大余震の発震機構（USGSのCMT解）



第2図(b) つづき
Fig.2(b) Continued

津波の観測状況

今回の地震でムラボ検潮所（インドネシア）で1.08mの津波を観測するなど、インド洋の各地で津波を観測した。また、同日19時43分（日本時間）に発生した最大余震においても、津波を観測した。

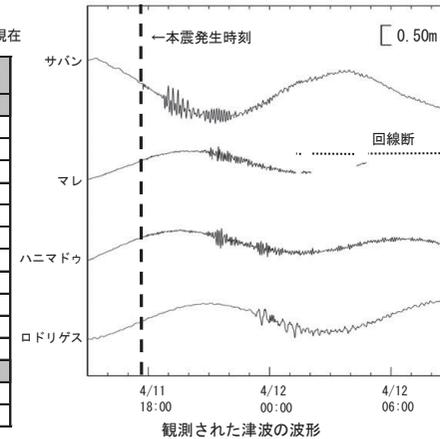


海外の検潮所で観測された本震の津波の高さ

観測値は米国海洋大気庁（NOAA）による（4月30日現在）。高さ0.10m以上を観測した観測点については観測点名を表記。三角はDART[®]で観測した津波の高さを示す。
※DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis) : 深海底に設置した水圧センサーにより津波の高さを測定し、海上のパイと上空の衛星を経由してデータを伝送するシステム

主な観測点の観測値（0.10m以上）4月30日現在

観測点名	国名	津波の高さ (m)
2012年4月11日17時39分 Mw8.6		
ムラボ	インドネシア	1.08
サバン	インドネシア	0.37
テルクダラム	インドネシア	0.24
ハニマドゥ	モルディブ	0.23
チッタゴン	バングラディッシュ	0.23
ロドリゲス	モーリシャス	0.22
マレ	モルディブ	0.21
ポートルイス	モーリシャス	0.17
エンガノ島	インドネシア	0.14
トリンコマリー	スリランカ	0.11
ポイントララー	セーシェル	0.10
2012年4月11日19時43分 Mw8.2		
エンガノ島	インドネシア	0.22
ハニマドゥ	モルディブ	0.18



第2図(c) 2012年4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震による津波
Fig.2(c) The observed tsunami by the earthquake off west coast of northern Sumatra, Indonesia.

4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

2012年4月11日17時38分(日本時間)にインドネシア、スマトラ北部西方沖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(N2.311°、E93.063°、深さ23km)とした。

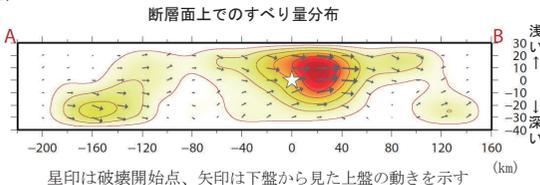
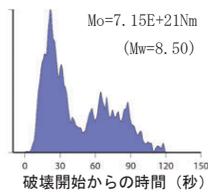
断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、観測波形をよく説明できる節面(走向19°)を用いて解析した。傾斜角は観測波形をよく説明できる70°とした。

主な解析結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新する可能性がある)。

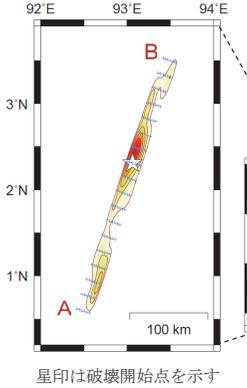
- ・ 主なすべりは初期破壊開始点付近及びその北方の浅い部分にあった。
- ・ 断層の大きさは長さ約300km、幅約60km(主なすべり領域は長さ約100km、幅約40km)であり(最大破壊伝播速度を2.0km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は約32m(剛性率を40GPaと仮定した場合)であった。
- ・ モーメントマグニチュードは8.5であった。

結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.htmlを参照。

震源時間関数(すべりの時間分布)

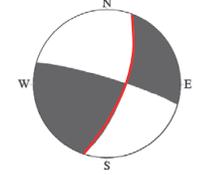


地図上に投影したすべり量分布



すべり量
 小さいー → 大きい

解析に用いたメカニズム解



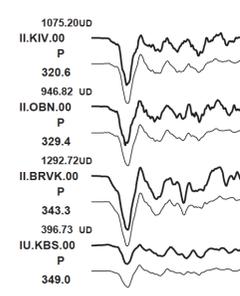
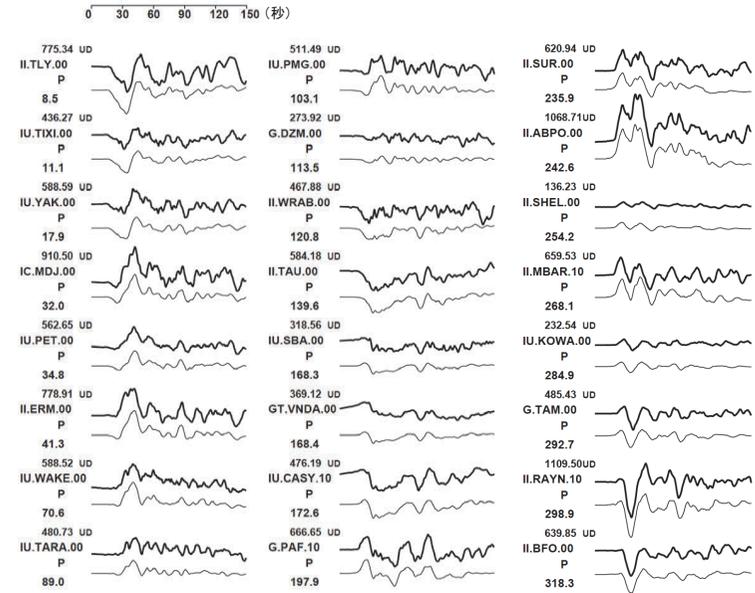
解析に用いた節面を赤線で示す
 (走向19°、傾斜70°、すべり角7°)

赤枠は左図の地図範囲、青線は海溝軸を示す

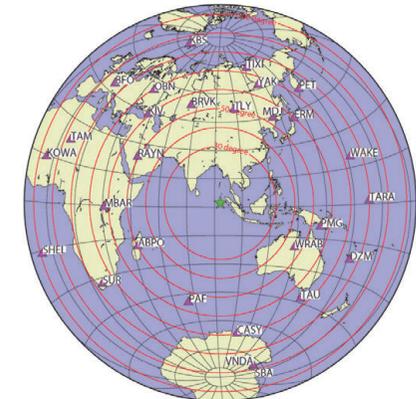
(注1) 解析に使用したプログラム

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

観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



残差 0.2906



観測点配置図(震央距離30°~100°※1の28観測点※2を使用)

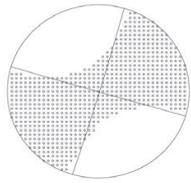
※1:近すぎると理論的に扱いづらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通ってくるため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離のデータのみ用いている。

※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

第2図(d) 2012年4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震(遠地実体波による震源過程解析)
 Fig.2(d) Source rupture process of the earthquake off west coast of northern Sumatra, Indonesia (Mw8.6) on April 11, 2012: analysis using teleseismic body-wave.

4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震
(W-phaseを用いたメカニズム解析)

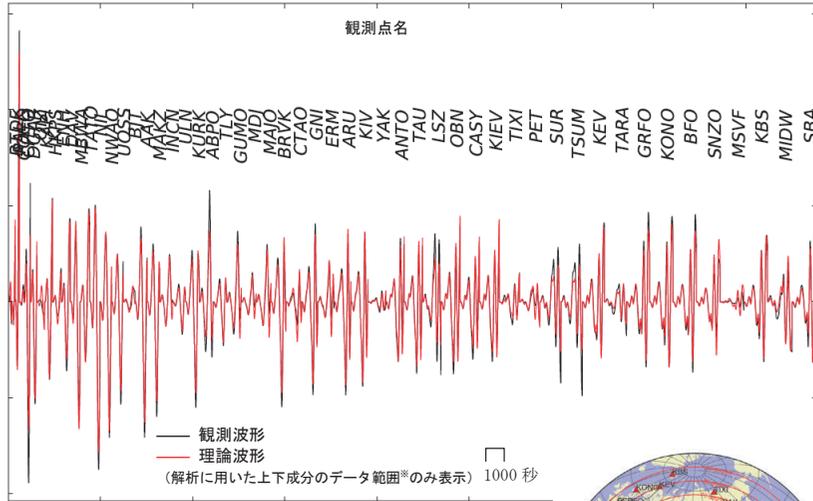
W-phaseによる解



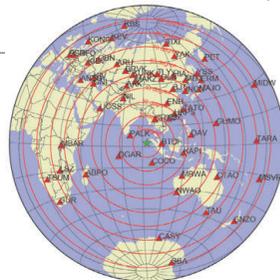
Mw 8.5

2012年4月11日17時39分(日本時間)にインドネシア、スマトラ北部西方沖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8.5であった。なお、W-phaseの解析で求めた震源はN2.5°, E92.9°, 深さ24kmとなった。

W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの53観測点の上下成分、19観測点の東西成分、16観測点の南北成分を用い、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)

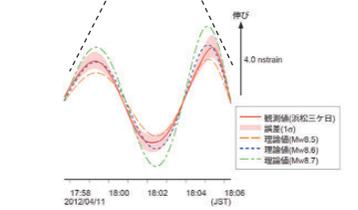
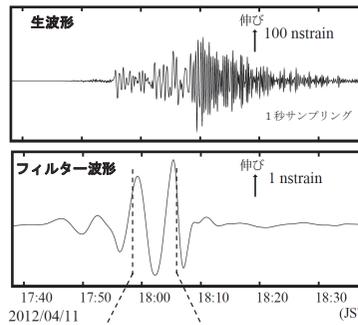
Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., 175, 222-238.

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た。記して感謝する。

第2図(e) W-phaseを用いたメカニズム解析
Fig.2(e) W-phase moment tensor solution.

4月11日17時39分頃のスマトラ北部西方沖の地震
— 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —

浜松三ヶ日観測点で観測された体積ひずみ波形



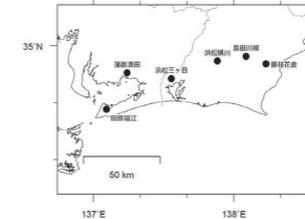
浜松三ヶ日観測点の観測波形と理論波形の振幅比較(上図)
データには周期300~1000秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差(1σ)の範囲を示す。

気象庁が東海地域に設置している理込式体積ひずみ計で観測された今回の地震の波形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。

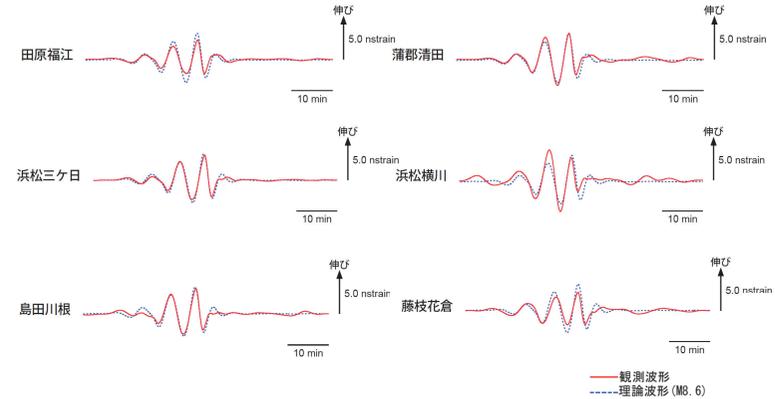
理論体積ひずみは気象庁CMT解を用い、一次元地球構造モデルPREMの固有モード周期45秒~3300秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量をMw8.4相当から8.8相当まで0.1刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

体積ひずみ計の観測波形と理論波形が最もよく整合するのは、Mw8.6相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



理論波形と体積ひずみ観測点8カ所の観測波形との比較(下図)
データには周期300~1000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2図(f) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

Fig.2(f) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

1月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震

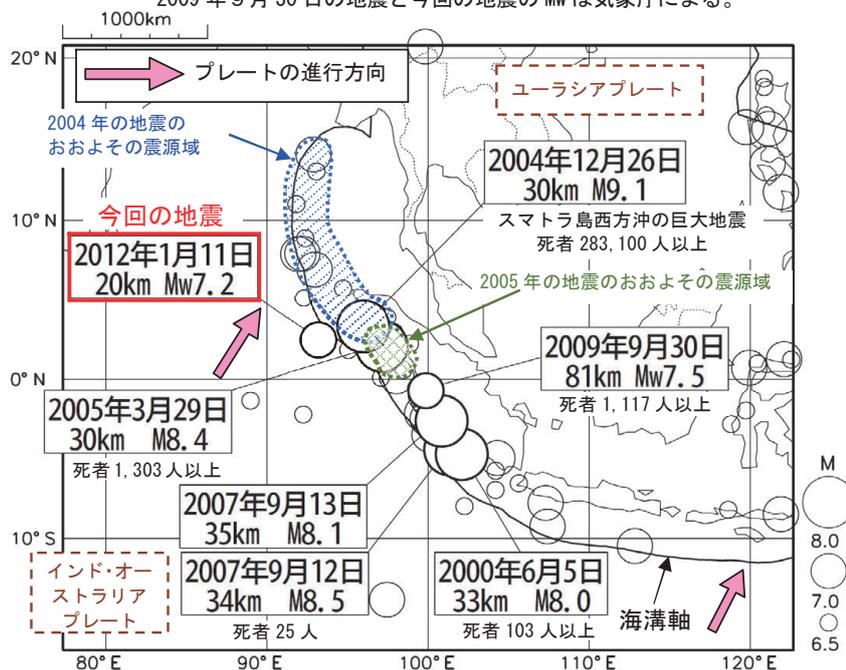
2012年1月11日03時37分（日本時間）、インドネシアのスマトラ北部西方沖でMw7.2（震源要素は米国地質調査所 [USGS]、Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード）の地震が発生した。この地震の発震機構（気象庁のCMT解）は東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ型で、ユーラシアプレートの下に沈み込んでいるインド・オーストラリアプレートの内部で発生した地震である。この地震は2004年12月26日の地震（M9.1）の震源域に近い海溝軸から南西方向に約100km離れた場所が発生した。

気象庁は、同日04時01分に「インド洋津波監視情報」を発表し、04時06分に「遠地震に関する情報」を発表した。この地震による津波は観測されていない（米国地球物理学データセンター (NGDC) による）。

今回の地震の震源周辺ではM7.0を超える地震が度々発生している。

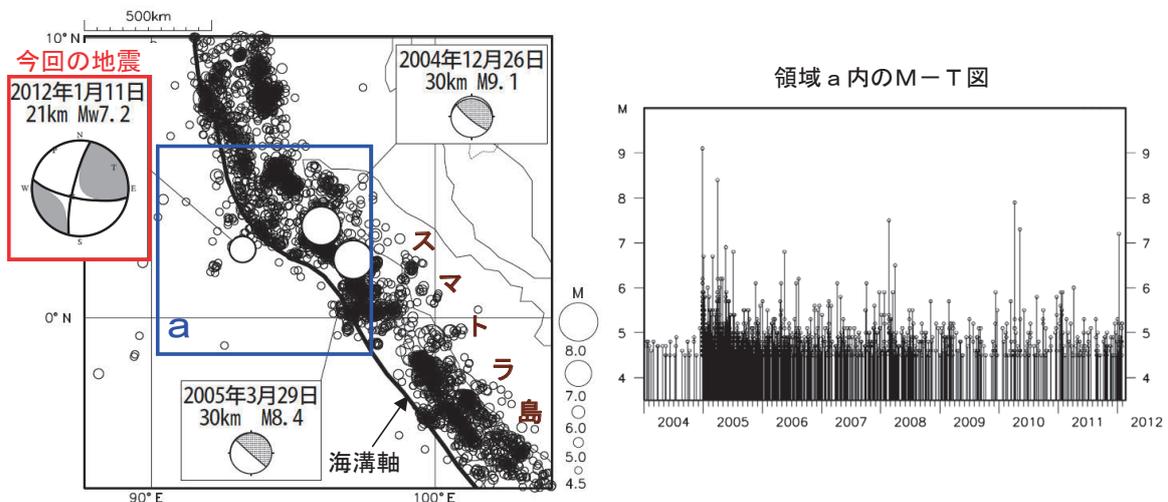
震央分布図（1980年1月1日～2012年1月31日、深さ0～100km、 $M \geq 6.5$ ）

※震源要素、被害は米国地質調査所 (USGS) による。
2009年9月30日の地震と今回の地震のMwは気象庁による。



震央分布図（2004年1月～2012年1月、深さ0～100km、 $M \geq 4.5$ ）

※震源要素と発震機構は米国地質調査所 (USGS) による。
今回の地震のMwと発震機構 (CMT) は気象庁による。



第3図(a) 2012年1月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震 (Mw7.2)

Fig.3(a) The earthquake off west coast of northern Sumatra, Indonesia (Mw7.2) on January 11, 2012.

1月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震
 - 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) -

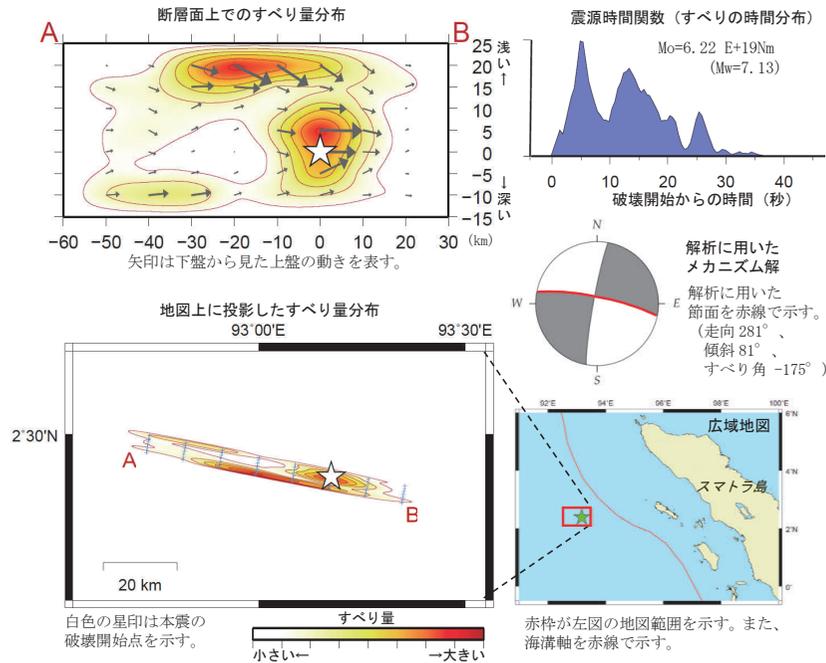
2012年1月11日03時37分(日本時間)にインドネシア、スマトラ北部西方沖で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は米国地質調査所(USGS)による震央の位置(N2.396°, E93.175°)とした。震源の深さは、観測波形をもっともよく説明できる深さ25kmとした。

断面の走向は気象庁CMT解を用いた。2枚の節面のうち、北北東-南南西走向よりも東西走向の節面を仮定したほうが、観測波形をよく説明できることから、ここでは東西走向の節面を仮定して解析した。また、傾斜角は遠地実体波をもっともよく説明できる値を求め設定した。設定した断面は、走向281°、傾斜81°である。

主な結果は以下のとおり(この解析結果は暫定であり、今後修正することがある)。

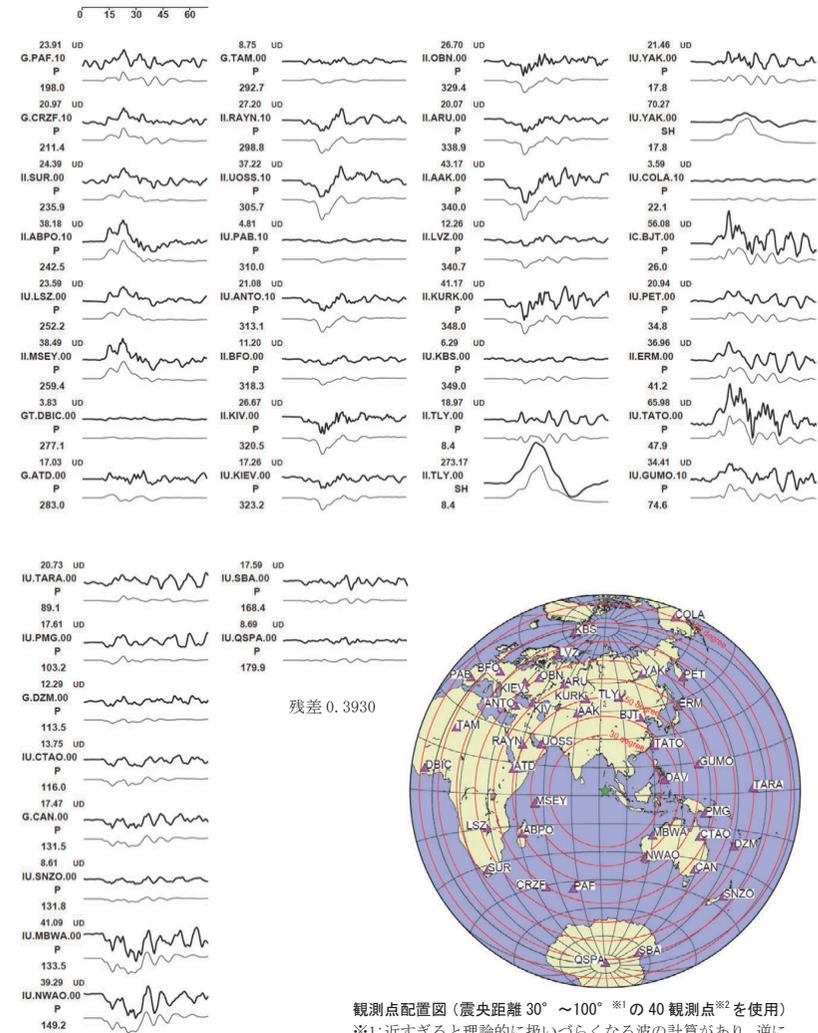
- ・ 主なすべりは初期破壊開始点周辺と、それより西側の浅い部分にあった。主な破壊継続時間は約25秒間であった。
- ・ 断層の大きさは長さ約50km、幅約30km(最大破壊伝播速度を2.8km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は約2.5m(剛性率を30GPaと仮定した場合)であった。
- ・ モーメントマグニチュードは7.1であった。



(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/>

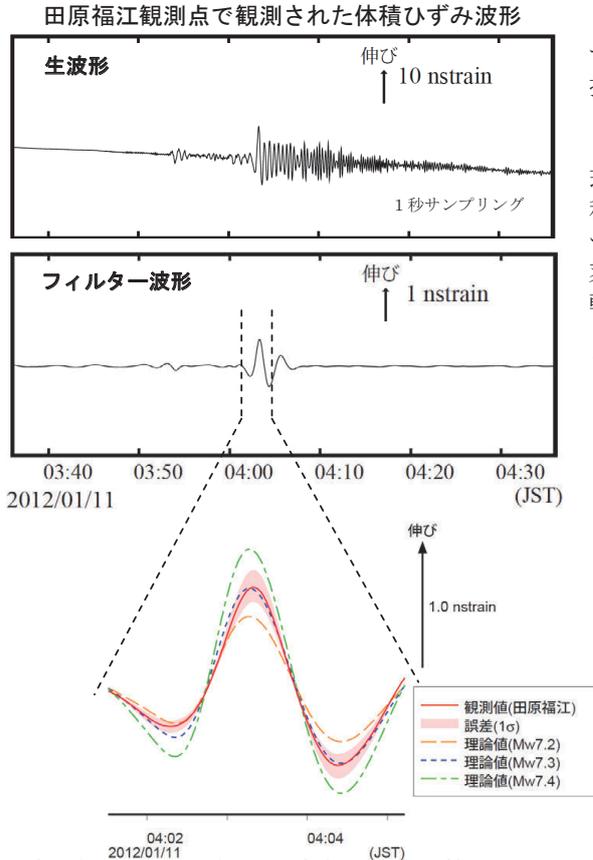
第3図(b) 2012年1月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震(遠地実体波による震源過程解析)
 Fig.3(b) Source rupture process of the earthquake off west coast of northern Sumatra, Indonesia (Mw7.2) on January 11, 2012: analysis using teleseismic body-wave.

観測波形(上:0.005Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



観測点配置図(震央距離30°~100°※1の40観測点※2を使用)
 ※1: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ってくるため、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を用いている。
 ※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

01月11日03時37分 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —



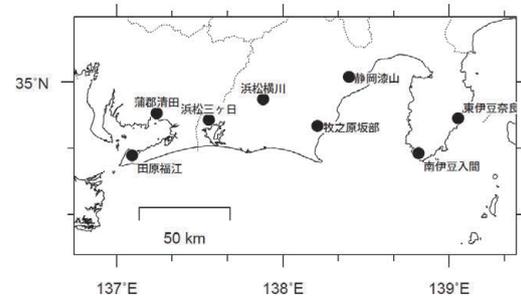
田原福江観測点の観測波形と理論波形の振幅比較 (上図)
データには周期 120~333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 (1σ) の範囲を示す。

気象庁が東海地域に設置している埋込式体積ひずみ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。

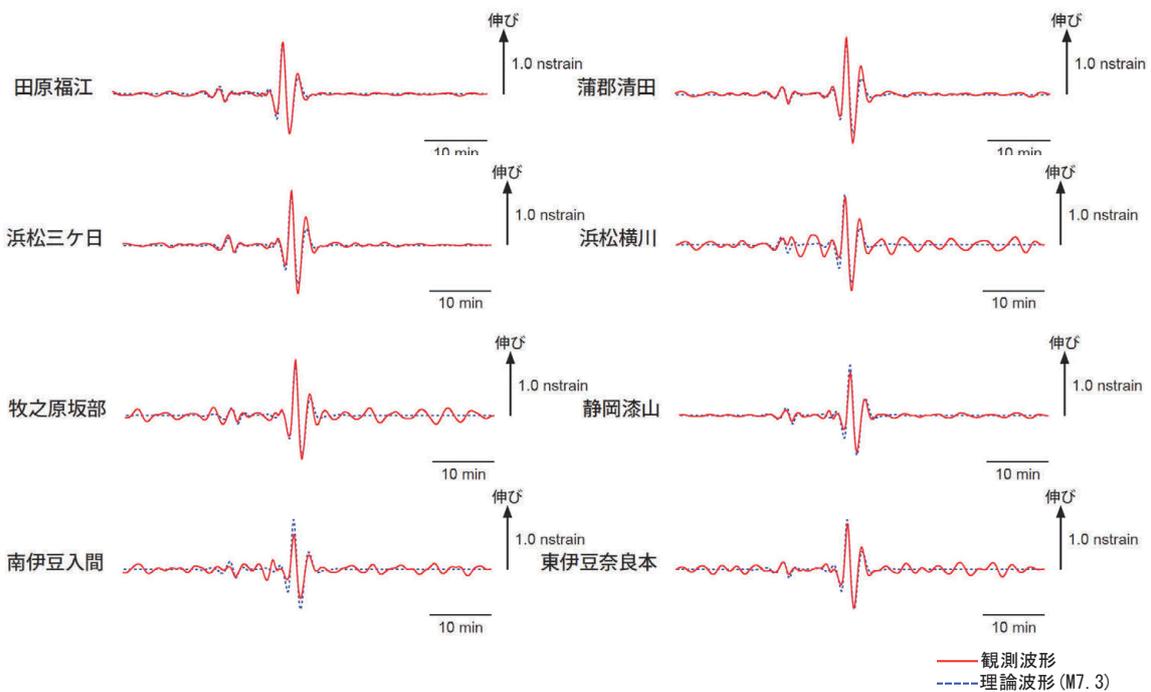
理論体積ひずみは気象庁 CMT 解を用い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒~3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を Mw7.0 相当から 7.4 相当まで 0.1 刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

体積ひずみ計の観測波形と理論波形の整合が最もよく整合するのは、Mw7.3 相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



理論波形と体積ひずみ観測点 8 カ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3図(c) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

Fig.3(c) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

12月14日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震

2011年12月14日14時04分(日本時間)、パプアニューギニアのニューギニア東部の深さ135kmでMw7.1の地震が発生した(震源要素は米国地質調査所[USGS]、Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)。

この地震の発震機構(気象庁のCMT解)は北東-南西方向に圧力軸を持つ型であり、インド・オーストラリアプレートと太平洋プレートの境界付近で発生した地震である。

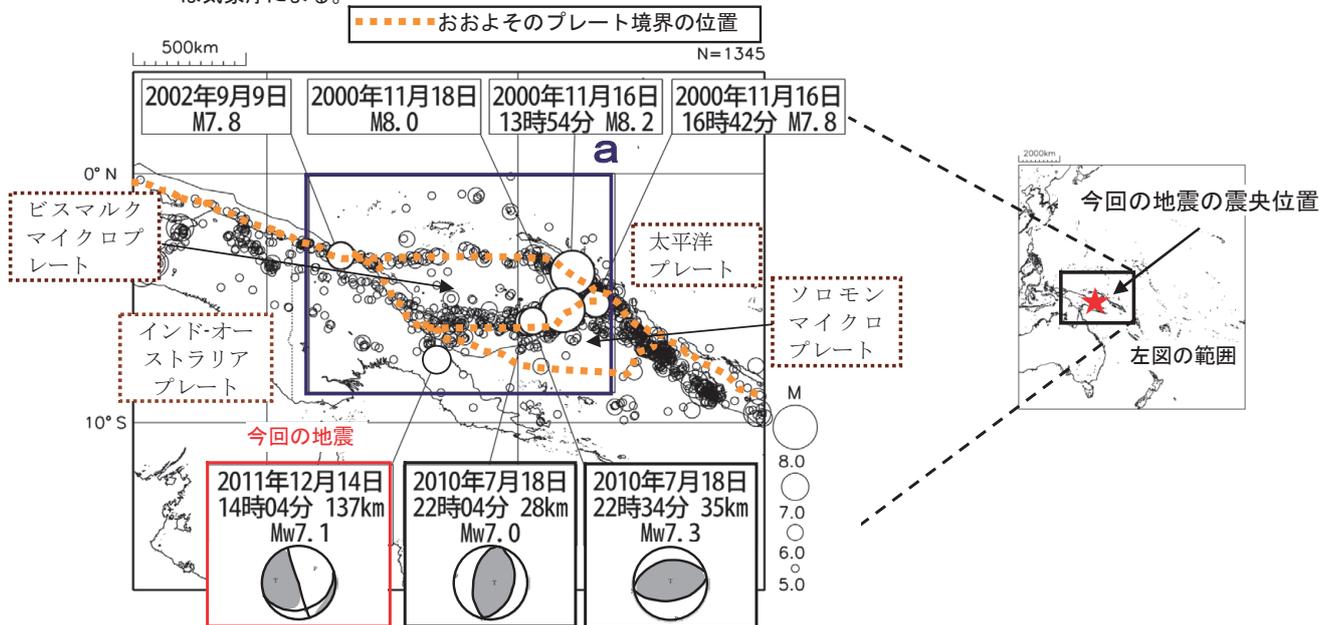
気象庁は、同日14時29分に「遠地地震に関する情報」(日本国内向け、日本への津波の影響はなし)を発表した。

この地震の震央付近では、M7.0以上の地震が度々発生している。

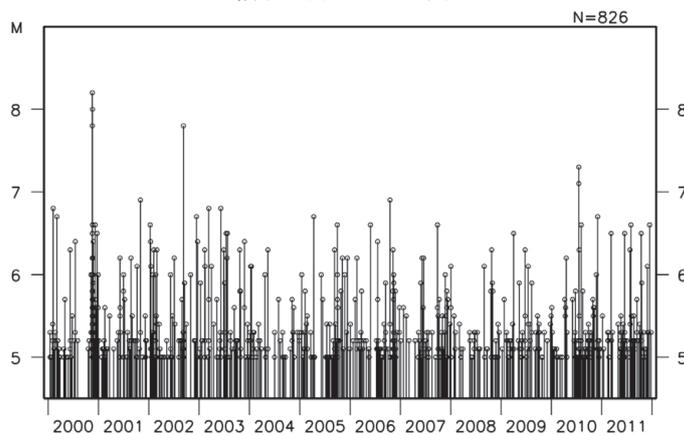
震央分布図(2000年1月1日~2011年12月31日、
深さ0~200km、 $M \geq 5.0$)

※ 震源要素は米国地質調査所による。

2010年7月18日の地震及び今回の地震のMw及び発震機構は気象庁による。



領域 a 内の M-T 図



第4図(a) 2011年12月14日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震 (Mw7.1)

Fig.4(a) The earthquake in eastern New Guinea, Papua New Guinea region (Mw7.1) on December 14, 2011.

12月14日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震
 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

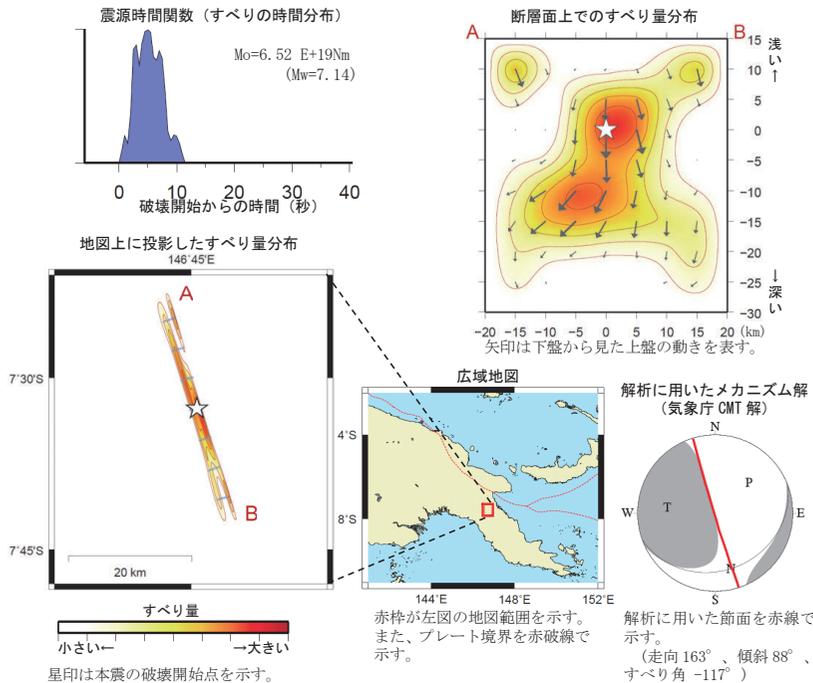
2011年12月14日14時04分(日本時間)にパプアニューギニア、ニューギニア東部で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は米国地質調査所(USGS)による震源の位置($S7.544^{\circ}$, $E146.761^{\circ}$, 深さ135km)(速報解)とした。

断層面は、気象庁CMT解を用いた。2枚の節面のうち、低角の節面(走向 70°)よりも高角の節面(走向 163°)を仮定したほうが、観測波形をよく説明できることから、ここでは高角の節面(走向 163° , 傾斜 88°)を仮定して解析した。

主な結果は以下のとおり(この解析結果は暫定であり、今後修正することがある)。

- 主なすべりは初期破壊開始点よりも深い方向に広がっていた。主な破壊継続時間は約10秒間であった。
- 断層の大きさは長さ、幅ともに約30km(最大破壊伝播速度を3.4km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は約1.7m(剛性率を80GPaと仮定した場合)であった。
- モーメントマグニチュードは7.1であった。

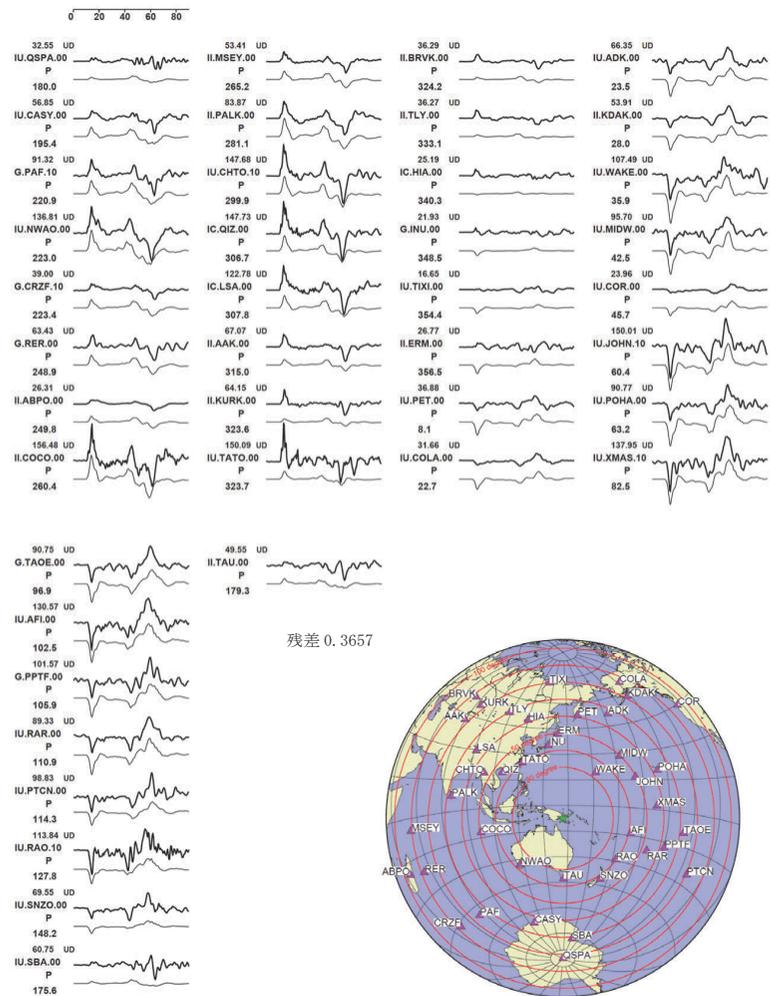


(注1) 解析に使用したプログラム
 M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

第4図(b) 2011年12月14日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震(遠地実体波による震源過程解析)

Fig.4(b) Source rupture process of the earthquake in eastern New Guinea, Papua New Guinea region (Mw7.1) on December 14, 2011: analysis using teleseismic body-wave.

観測波形(上:0.005Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



※1: 近すぎると理論的に扱いつづらな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ってくるため、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を用いている。

※2: IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

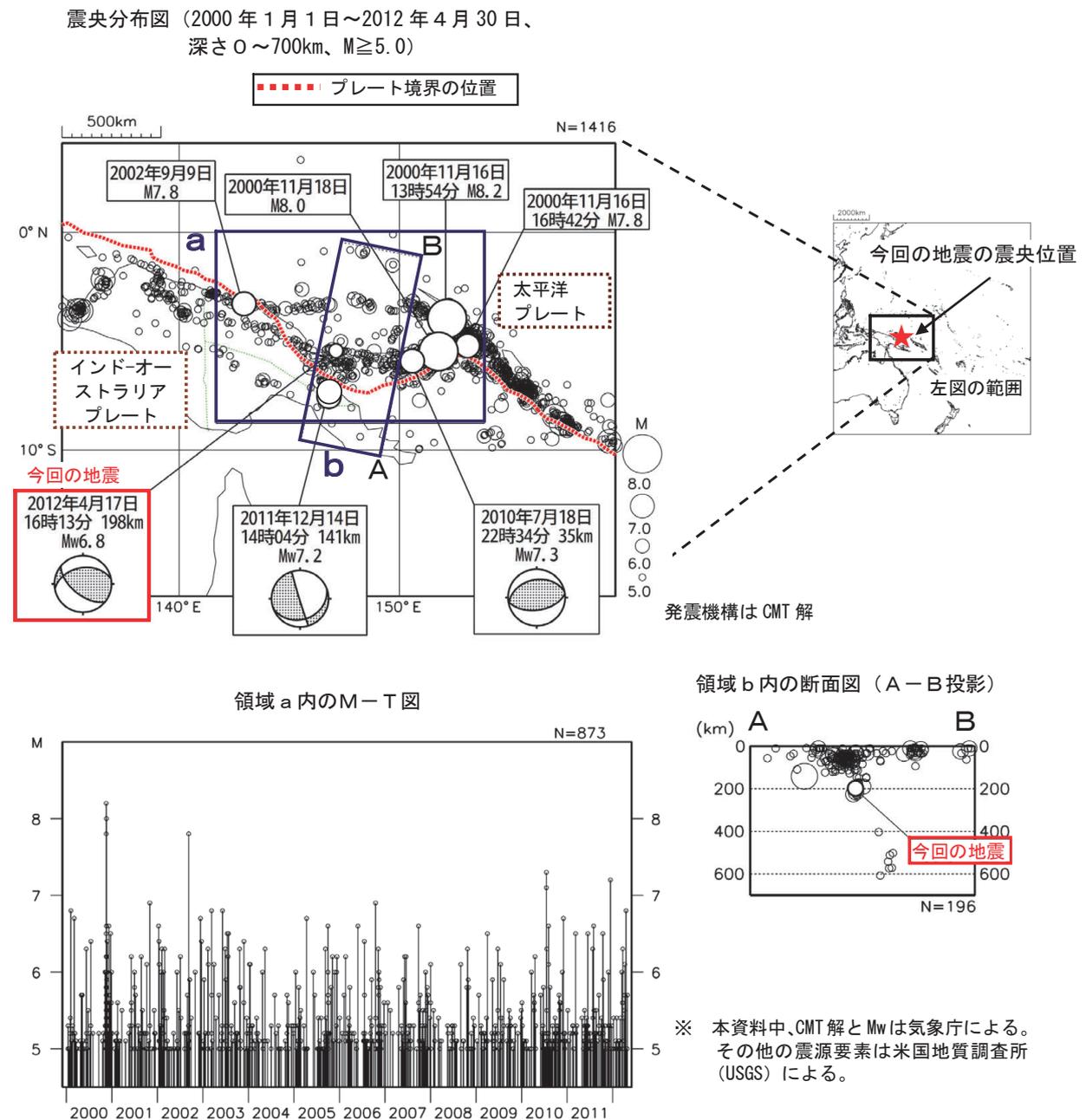
4月17日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震

2012年4月17日14時05分(日本時間)、パプアニューギニアのニューギニア東部の深さ198kmでMw6.8の地震が発生した。

この地震は、太平洋プレートの下に沈み込むインド・オーストラリアプレート内部で発生した地震である。この地震の発震機構(気象庁のCMT解)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

気象庁は、同日16時32分に「遠地震に関する情報」(日本国内向け、この地震による津波の心配はありません)を発表した。

この地震の震央付近では、M7.0以上の地震が度々発生している。



第4図(c) 2012年4月17日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震 (Mw6.8)

Fig.4(c) The earthquake in eastern New Guinea, Papua New Guinea region (Mw6.8) on April 17, 2012.

2月6日 フィリピン諸島の地震

2012年2月6日12時49分(日本時間、以下同じ)に、フィリピン諸島の深さ11kmでMw6.7(震源要素は米国地質調査所[以下USGSと表記]、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。この地震について、気象庁は同日13時04分に「破壊的な局地的津波発生の可能性は小さい」旨の北西太平洋津波情報を発表した。この地震の発震機構(気象庁CMT解)は、西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

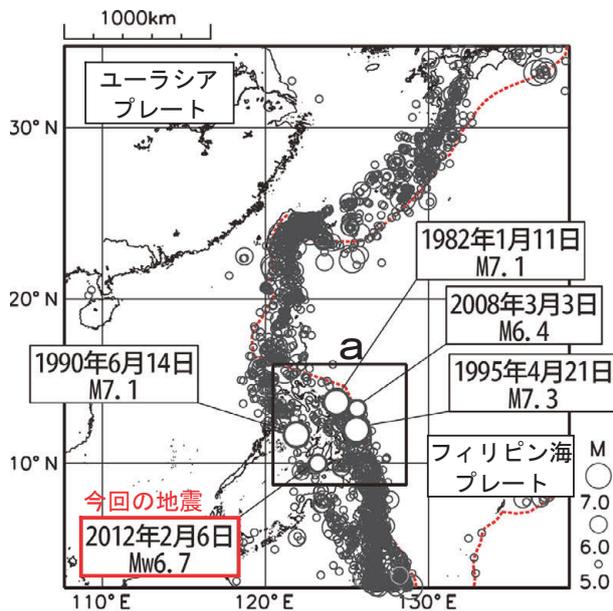
この地震により、死者39人以上、行方不明者71人などの被害が発生した(3月1日現在、USGSによる)。

また、6日19時10分にMw6.0の地震が発生するなど、11日までにM5以上の余震が8回観測された。

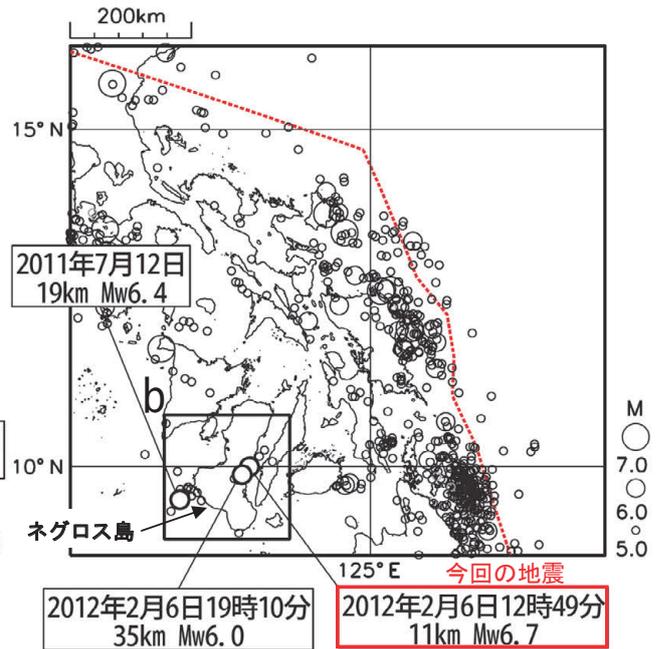
1980年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域b)では2011年7月12日にMw6.4の地震が発生している。

震央分布図(1980年1月1日~2012年2月29日、 $M \geq 5.0$ 、深さ0~100km)

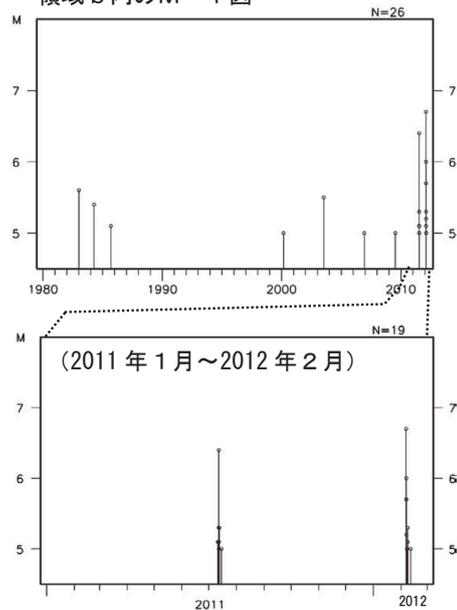
2月6日12時49分の地震のMwは気象庁に、それ以外の震源データはUSGSによる。



領域aの拡大図

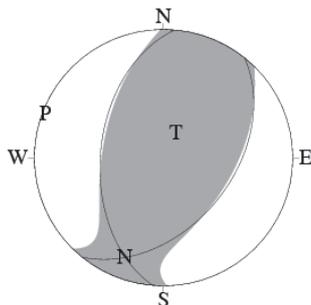


領域b内のM-T図



..... プレート境界の位置

今回の地震の発震機構(気象庁CMT解)



第5図(a) 2012年2月6日 フィリピン諸島の地震 (Mw6.7)

Fig.5(a) The earthquake in Philippine islands region (Mw6.7) on February 6, 2012.

2月6日12時49分 フィリピン諸島の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

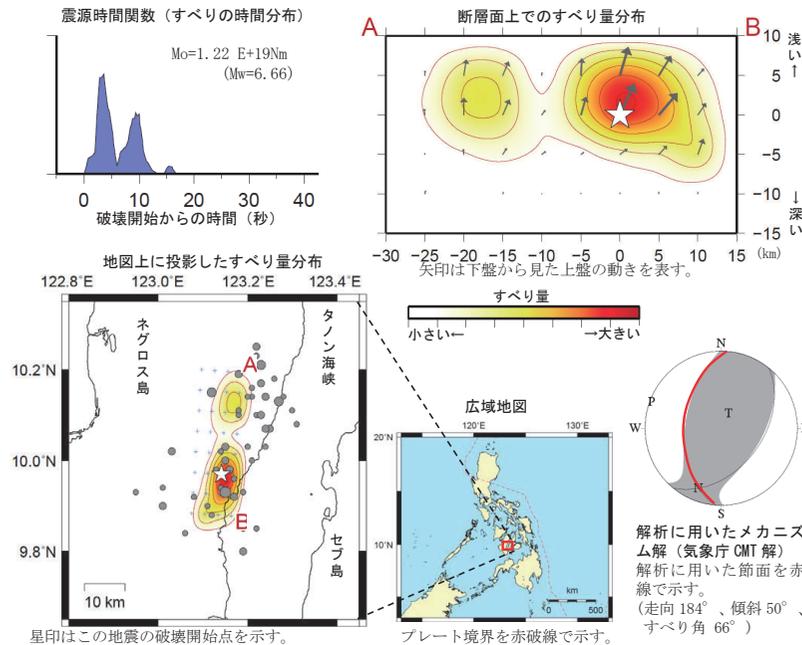
2012年2月6日12時49分(日本時間)にフィリピン諸島で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点はフィリピン火山地震局による震央の位置(N9.97°、E123.14°)とした。震源の深さは、地震波形を最もよく説明できる6kmとした。

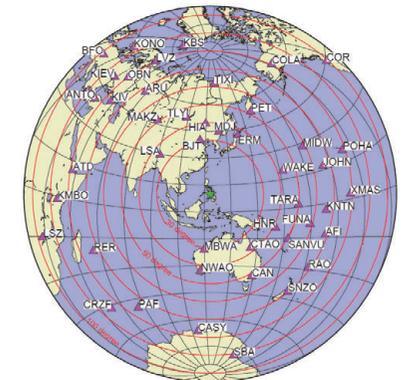
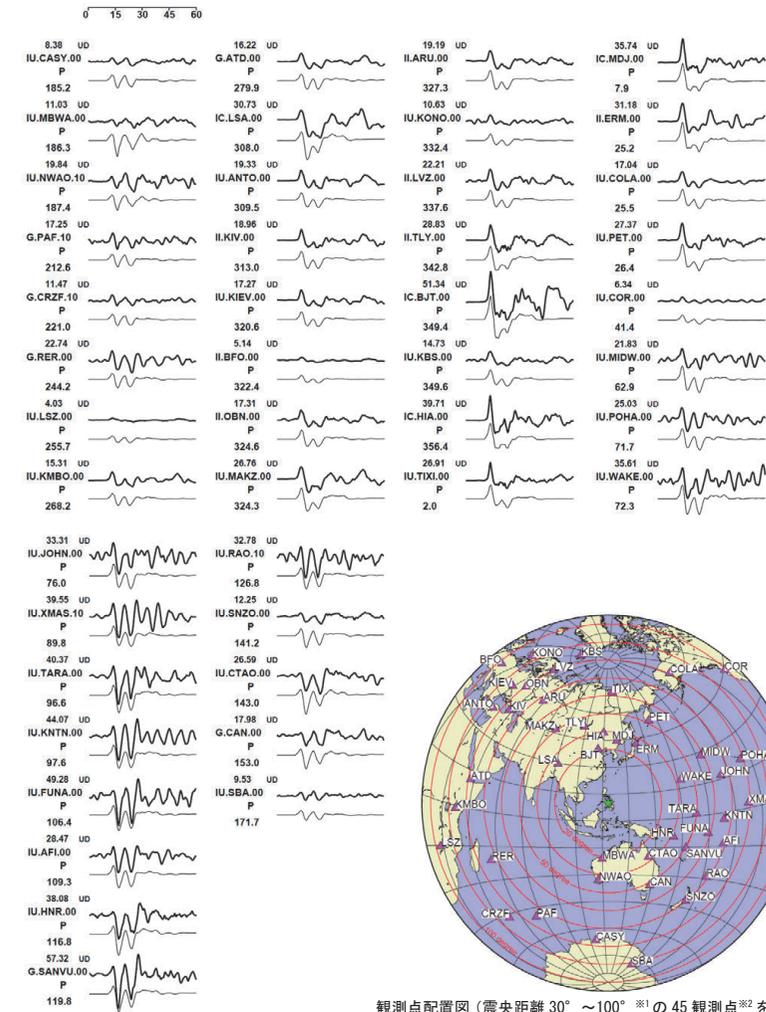
断層面は、気象庁CMT解を用いた。2枚の節面のうち、フィリピン火山地震局による余震分布と整合的な、西落ちの節面(走向184°、傾斜50°)を仮定して解析した。

主な結果は以下のとおり(解析結果は暫定であり、今後修正する可能性がある)。

- ・ 主なすべりは初期破壊開始点付近の浅い場所と、それより15-20km北側にあった。主な破壊継続時間は約12秒間であった。
- ・ 断層の大きさは長さ約30km、幅約10km(最大破壊伝播速度を2.5km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は約1.8m(剛性率を30GPaと仮定した場合)であった。
- ・ モーメントマグニチュードは6.7であった。



観測波形(上:0.005Hz-2.5Hz)と理論波形(下)の比較



※1: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ってくるため、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を用いている。

※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

第5図(b) 2012年2月6日 フィリピン諸島の地震(遠地実体波による震源過程解析)

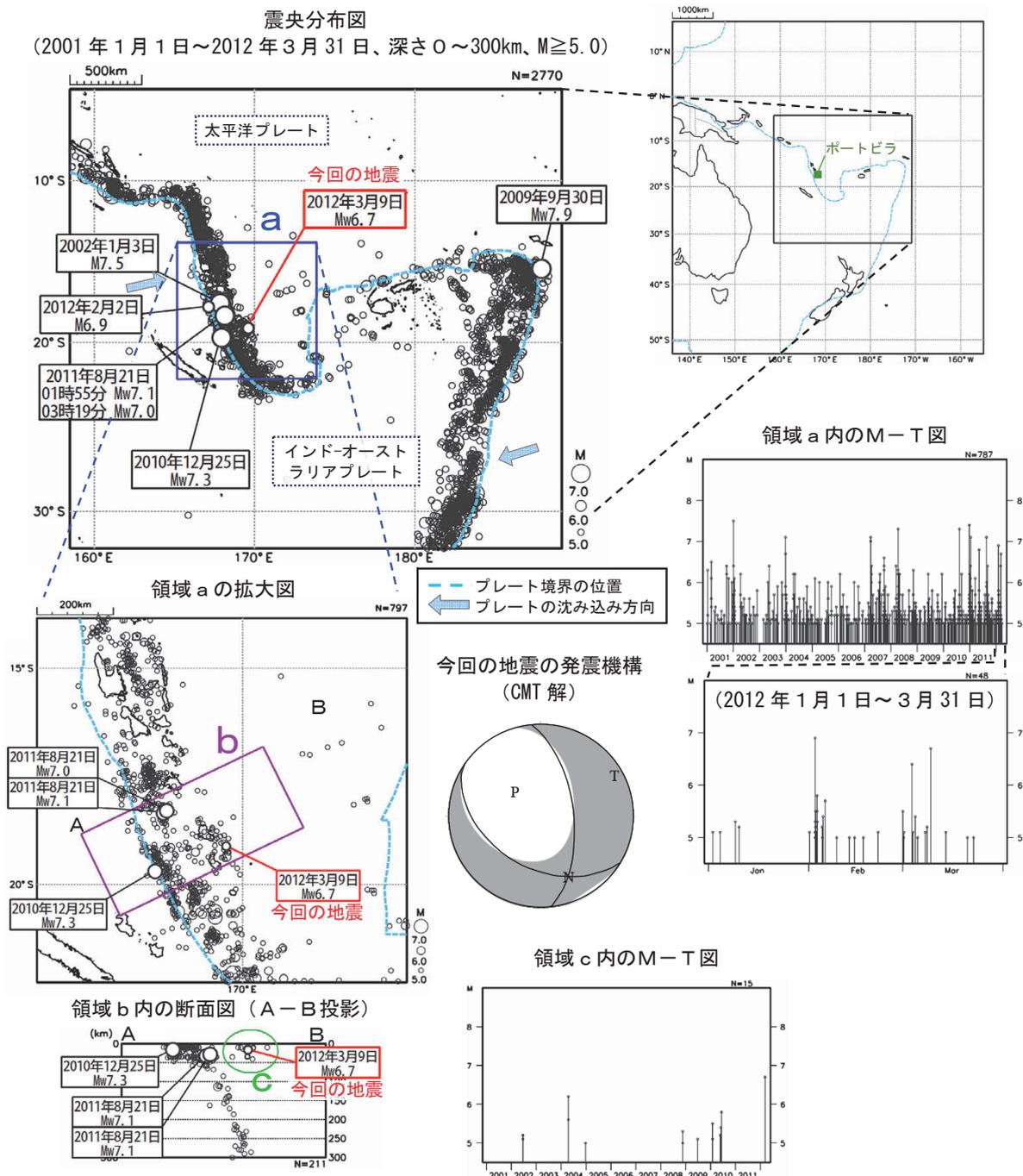
Fig.5(b) Source rupture process of the earthquake in Philippine islands region (Mw6.7) on February 6, 2012: analysis using teleseismic body-wave.

3月9日 バヌアツ諸島の地震

2012年3月9日16時09分(日本時間)にバヌアツ諸島でMw6.7の地震が発生した。この地震は太平洋プレート内で発生した。この地震の発震機構(CMT解)は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。

この地震について、気象庁は同日16時33分に「遠地震に関する情報」(日本国内向け、日本への津波の影響なし)を発表した。

今回の地震の震央付近(領域a)では、しばしばM7クラスの地震が発生している。最近では2012年2月2日にM6.9の地震が発生した。また、2011年8月21日にはMw7.1の地震が発生し、この地震によりバヌアツ共和国のポートビラで18cmの津波が観測された(津波の高さは米国海洋大気庁[NOAA]による)。



※ 本資料中、CMT解とMwは気象庁による。
その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。

第6図 2012年3月9日 バヌアツ諸島の地震 (Mw6.7)
Fig.6 The earthquake near Vanuatu Islands (Mw6.7) on March 9, 2012.

3月21日 メキシコ、ゲレロ州の地震

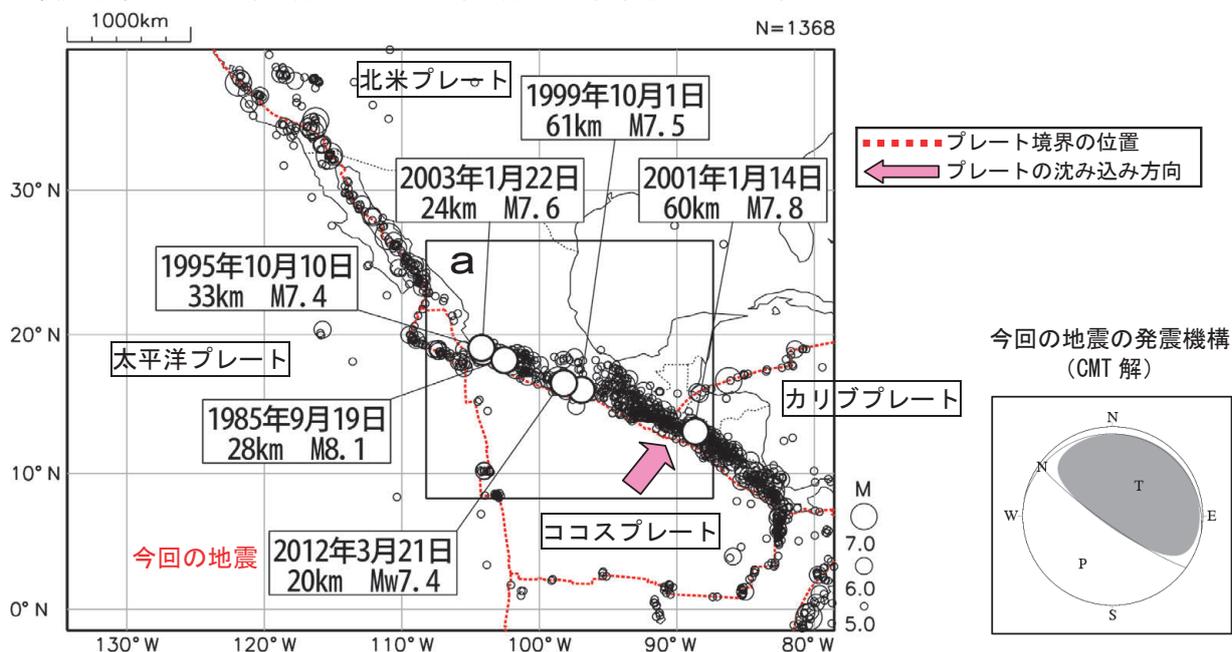
2012年3月21日03時02分（日本時間、以下同じ）に、メキシコのゲレロ州でMw7.4の地震が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ココスプレートと北米プレートの境界で発生した。

この地震について、気象庁は同日03時31分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による津波の心配なし）を発表した。この地震により、メキシコのアカプルコで、0.2mの高さの津波を観測した（4月5日現在、米国海洋大気庁 [NOAA]による）。

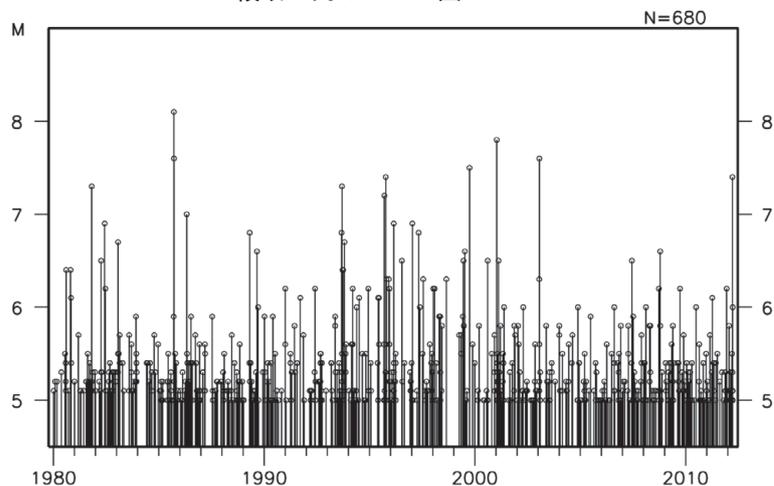
この地震により、負傷者13人、住家倒壊800棟などの被害が発生している（4月1日現在、米国地質調査所 [USGS]の資料より引用）。

1980年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近（領域a）では1985年9月19日にM8.1の地震が発生し、死者約9500人などの被害が発生した。この地震では、震央から約400km離れたメキシコシティでも長周期地震動により多くの建物が倒壊・損傷するなどの被害が発生した。（米国地質調査所 [USGS]の資料より引用）

震央分布図（1980年1月1日～2012年3月31日、深さ0～200km、M≥5.0）



領域 a 内の M-T 図



※ 本資料中、CMT解とMwは気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。

第7図(a) 2012年3月21日 メキシコ、ゲレロ州の地震（Mw7.4）
Fig.7(a) The earthquake in Guerrero, Mexico (Mw7.4) on March 21, 2012.

3月21日 メキシコ、ゲレロ州の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

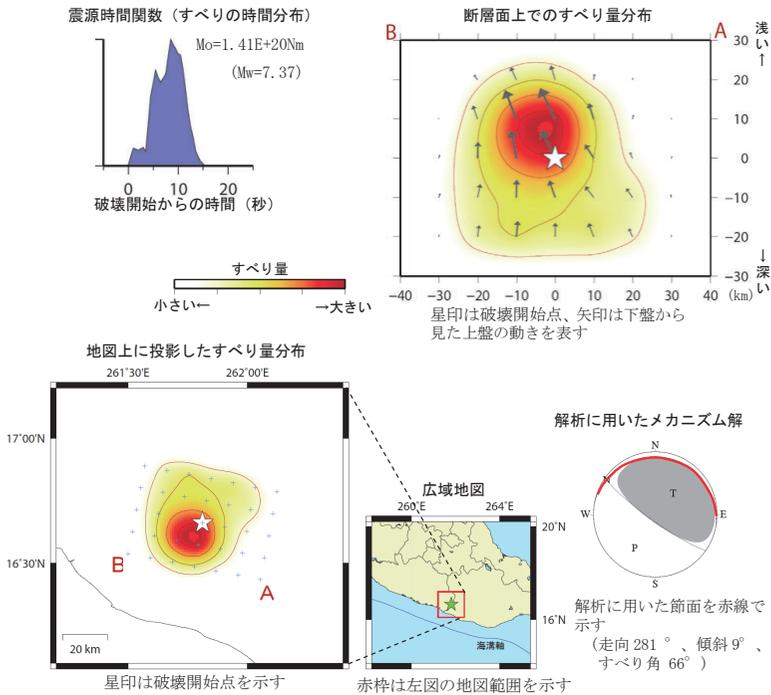
2012年3月21日03時02分(日本時間)にメキシコ、ゲレロ州で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、USGSによる震央の位置(N16.662°、W98.188°)とした。深さはUSGSによる震源の深さ(20km)よりも浅い15kmとした。

断層面は、気象庁のCMT解を用いた。2枚の節面のうち、観測波形をよく説明できる低角の節面(走向281°、傾斜9°)を断層面として解析した。

- 主な解析結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新する可能性がある)。
- ・ 主なすべりは初期破壊開始点よりも浅い場所にあり、主な破壊継続時間は約15秒間であった。
 - ・ 断層の大きさは約40km四方(最大破壊伝播速度を3.0km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は4.2m(剛性率を30GPaと仮定した場合)であった。
 - ・ モーメントマグニチュードは7.4であった。

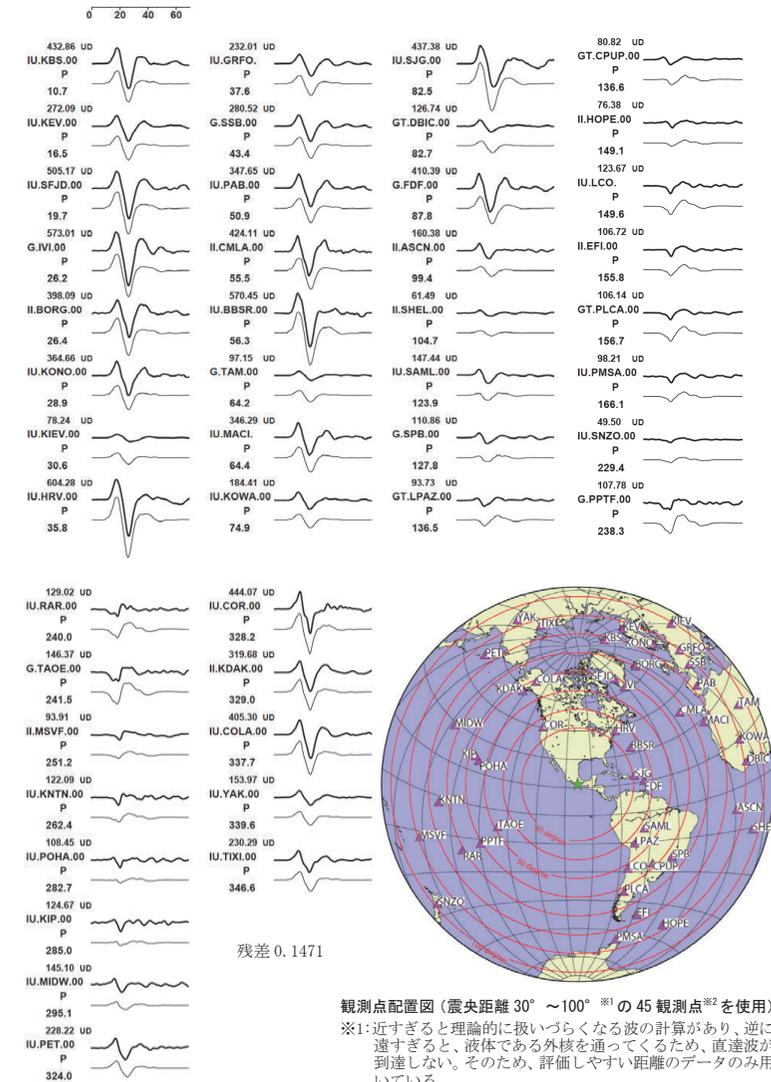
結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/world/about_srcproc.htmlを参照。



(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/>

第7図(b) 2012年3月21日 メキシコ、ゲレロ州の地震 (遠地実体波による震源過程解析)
 Fig.7(b) Source rupture process of the earthquake in Guerrero, Mexico (Mw7.4) on March 21, 2012: analysis using teleseismic body-wave.

観測波形 (上: 0.004Hz-1.0Hz) と理論波形 (下) の比較



観測点配置図 (震央距離 30° ~ 100°^{※1} の 45 観測点^{※2} を使用)

※1: 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ってくるため、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を用いている。

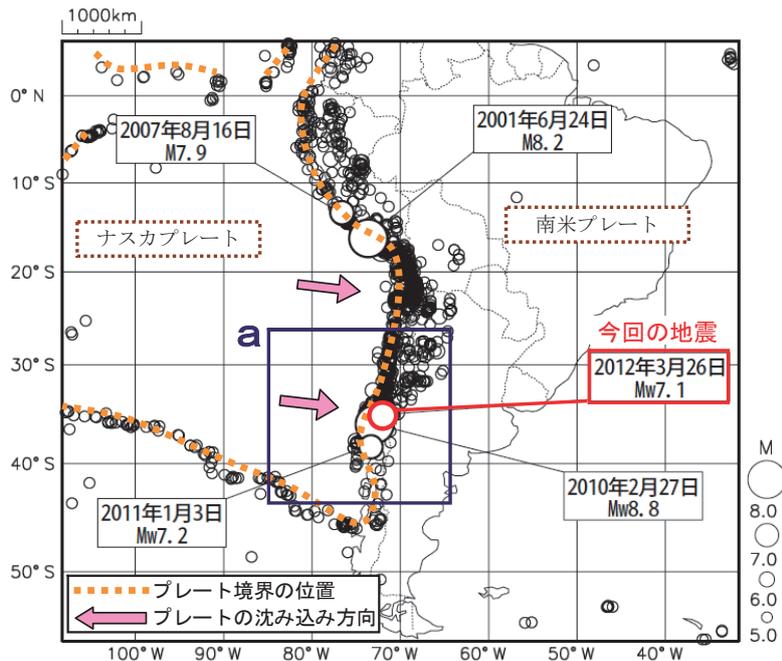
※2: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

3月26日 チリ中部沿岸の地震

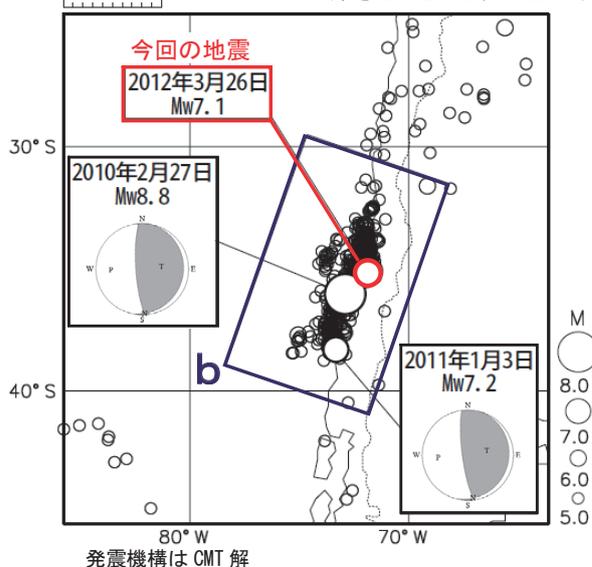
2012年3月26日07時37分（日本時間）、チリ中部沿岸でMw7.1の地震が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、南米プレートと地下に沈み込むナスカプレートの境界で発生した地震である。気象庁は同日08時03分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、日本への津波の影響なし）を発表した。この地震により、死者1人以上、負傷者4人などの被害を生じた（3月26日現在、チリ政府の発表による）。

今回の地震は、2010年2月27日のMw8.8の地震の震源域において、本震の北側付近で発生しており、この地震の余震と考えられる。今回の地震は、2010年2月27日の地震の余震の中で、2011年1月3日の地震に次ぐ2番目の規模の地震であった。

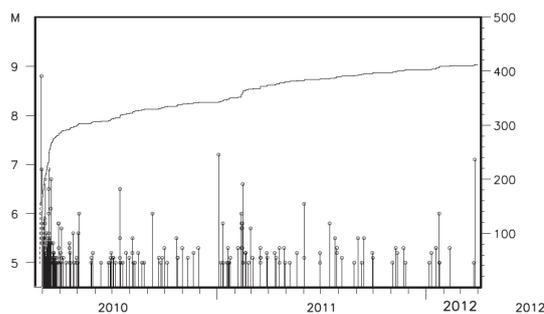
震央分布図（2000年1月1日～2012年3月31日、深さ0～200km、M≥5.0）



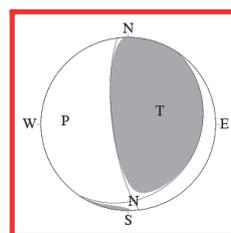
領域 a 内の震央分布図（2010年2月27日～2012年3月31日、深さ0～200km、M≥5.0）



領域 b 内のM-T図及び回数積算図



今回の地震の発震機構（CMT解）



※ 本資料中、CMT解とMwは気象庁による。
その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。

第8図(a) 2012年3月26日 チリ中部沿岸の地震（Mw7.1）
Fig.8(a) The earthquake near coast of central Chile (Mw7.1) on March 26, 2012.

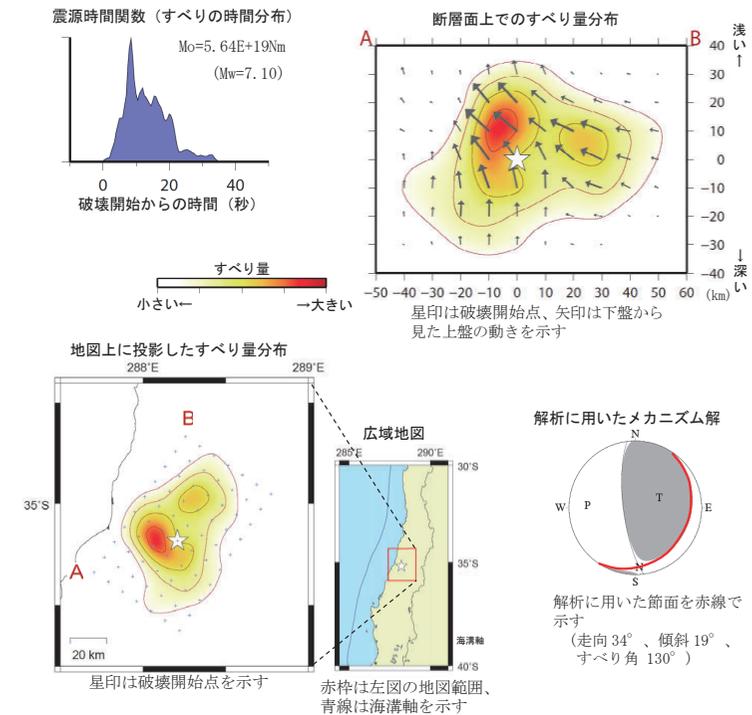
3月26日 チリ中部沿岸の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

2012年3月26日07時37分(日本時間)にチリ中部沿岸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(S35.183°、W71.792°、深さ35km)とした。断層面は、気象庁のCMT解を用いた。2枚の節面のうち、観測波形をよく説明できる低角の節面(走向34°、傾斜19°)を断層面として解析した。

- 主な解析結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新する可能性がある)。
- ・ 主なすべりは初期破壊開始点よりも西の浅い場所にあり、主な破壊継続時間は約20秒間であった。
 - ・ 断層の大きさは長さ約60km、幅約50km(最大破壊伝播速度を2.5km/sと仮定した場合)、最大のすべり量は0.8m(剛性率を30GPaと仮定した場合)であった。
 - ・ モーメントマグニチュードは7.1であった。

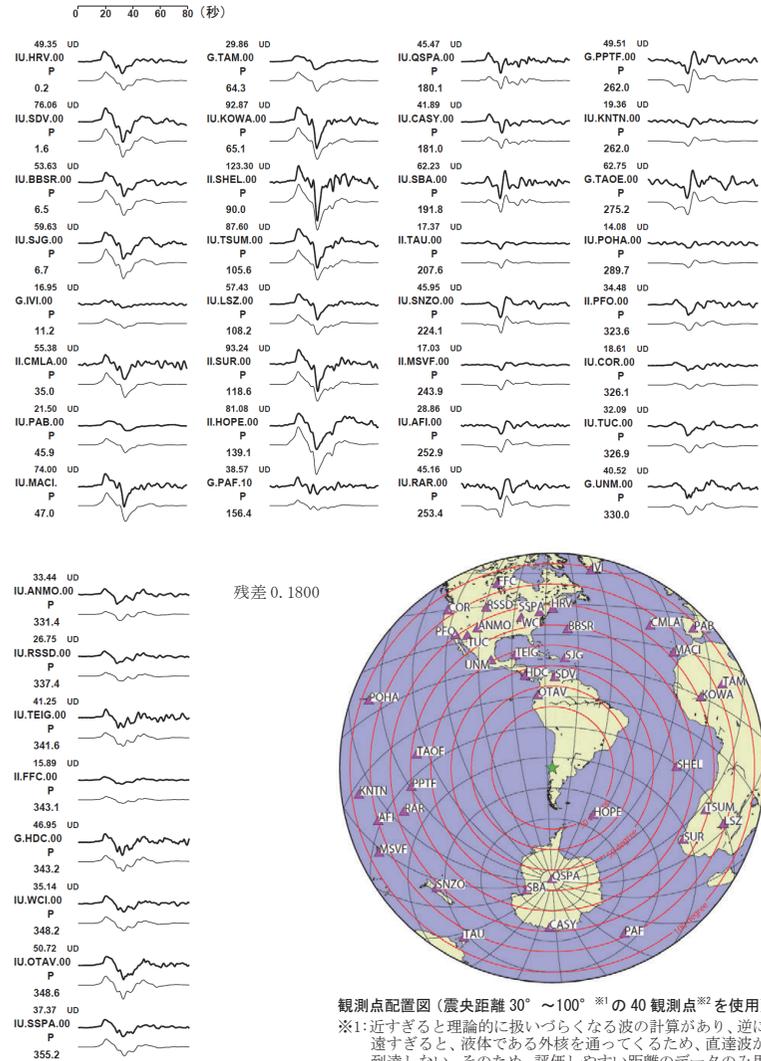
結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/world/about_srcproc.htmlを参照。



(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/>

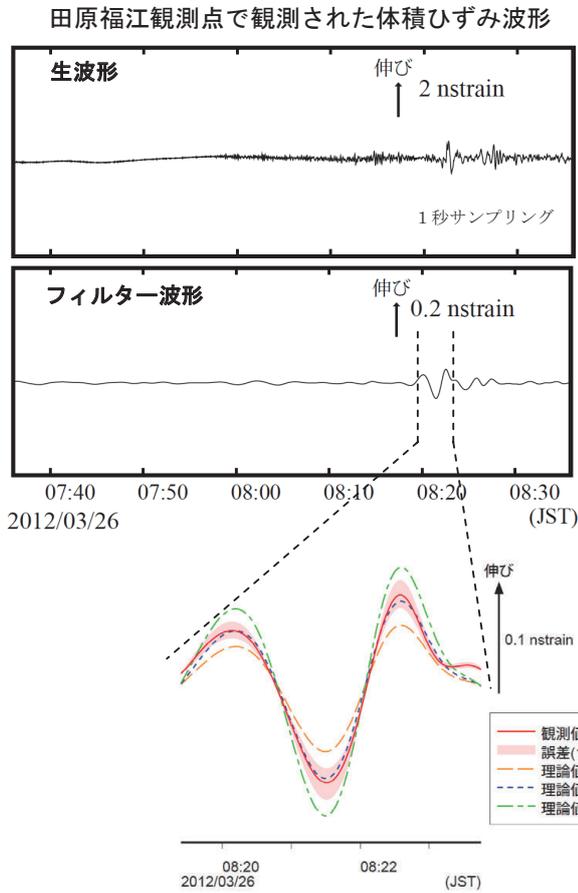
第8図(b) 2012年3月26日 チリ中部沿岸の地震 (遠地実体波による震源過程解析)
 Fig.8(b) Source rupture process of the earthquake near coast of central Chile (Mw7.1) on March 26, 2012: analysis using teleseismic body-wave.

観測波形(上:0.005Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



※1: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ってくるため、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を用いている。
 ※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用。

03月26日07時37分 チリ中部沿岸の地震 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —

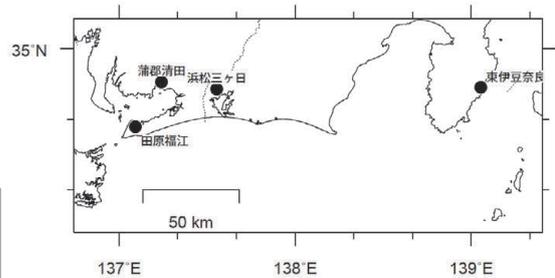


気象庁が東海地域に設置している埋込式体積ひずみ計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

理論体積ひずみは気象庁 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 Mw6.9 相当から 7.3 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。

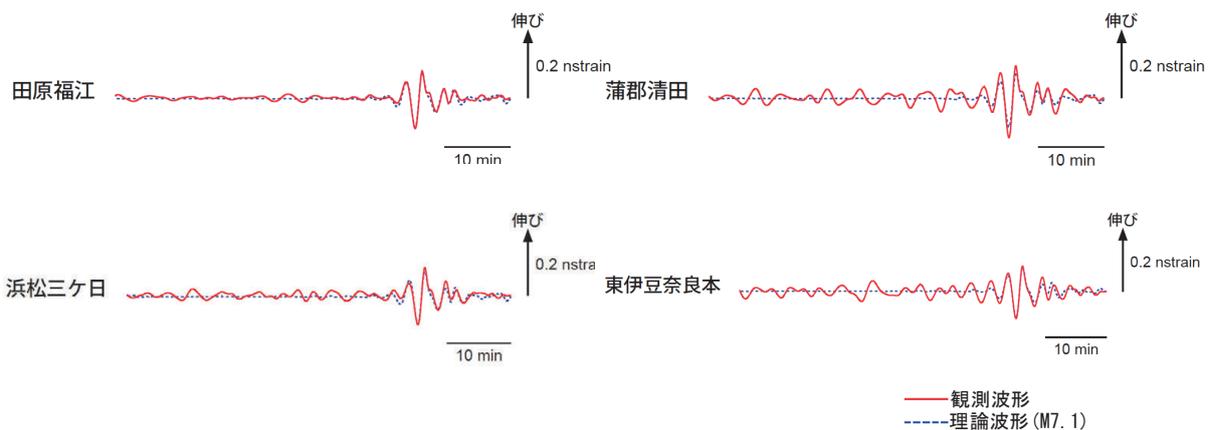
体積ひずみ計の観測波形と理論波形の整合が最もよく整合するのは、Mw7.1 相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



田原福江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。

理論波形と体積ひずみ観測点 5 カ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8図(c) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

Fig.8(c) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

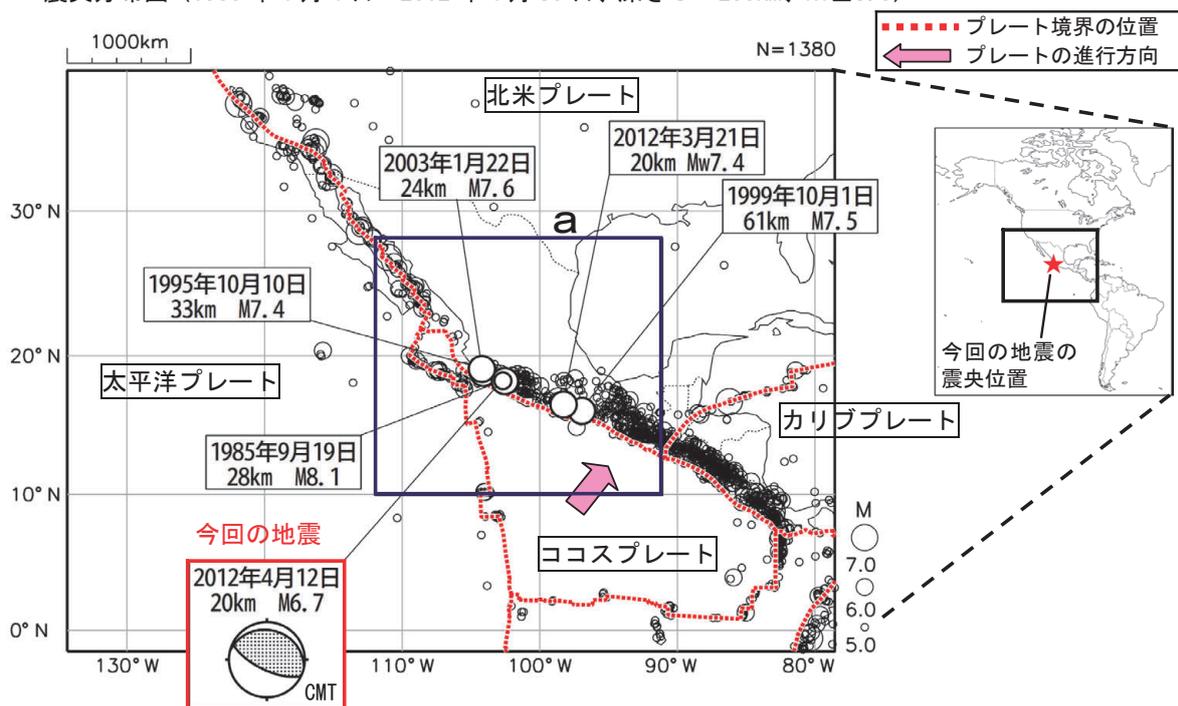
4月12日 メキシコ、ミチョアカン州の地震

2012年4月12日07時55分（日本時間、以下同じ）に、メキシコのミチョアカン州でM6.7の地震が発生した。この地震の発震機構（Global CMT 解）は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ココスプレートと北米プレートの境界で発生した。

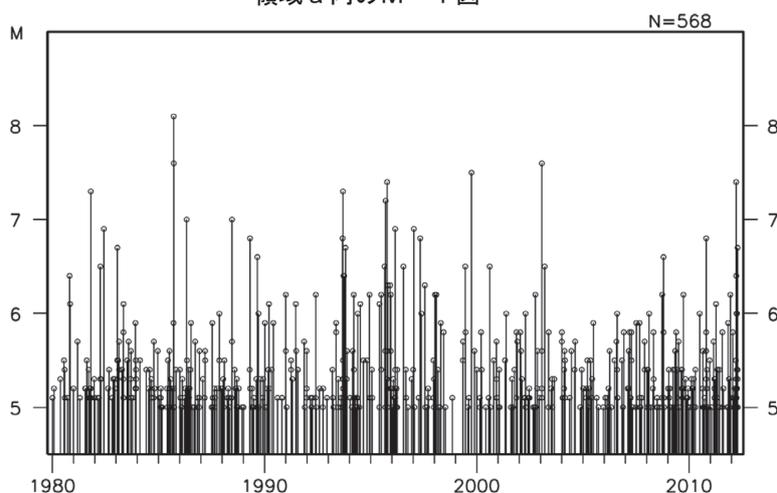
この地震について、気象庁は同日08時13分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の影響はありません）を発表した。

1980年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近（領域a）では1985年9月19日にM8.1の地震が発生し、死者約9500人などの被害が発生した。この地震では、震央から約400km離れたメキシコシティでも長周期地震動により多くの建物が倒壊・損傷するなどの被害が発生した（米国地質調査所[USGS]の資料より引用）。

震央分布図（1980年1月1日～2012年4月30日、深さ0～200km、M≥5.0）



領域a内のM-T図



※ 本資料中、Mwは気象庁による。今回の地震のCMT解は、Global CMT解による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。

第9図 2012年4月12日 メキシコ、ミチョアカン州の地震（M6.7）
Fig.9 The earthquake in Michoacan, Mexico (M6.7) on April 12, 2012.

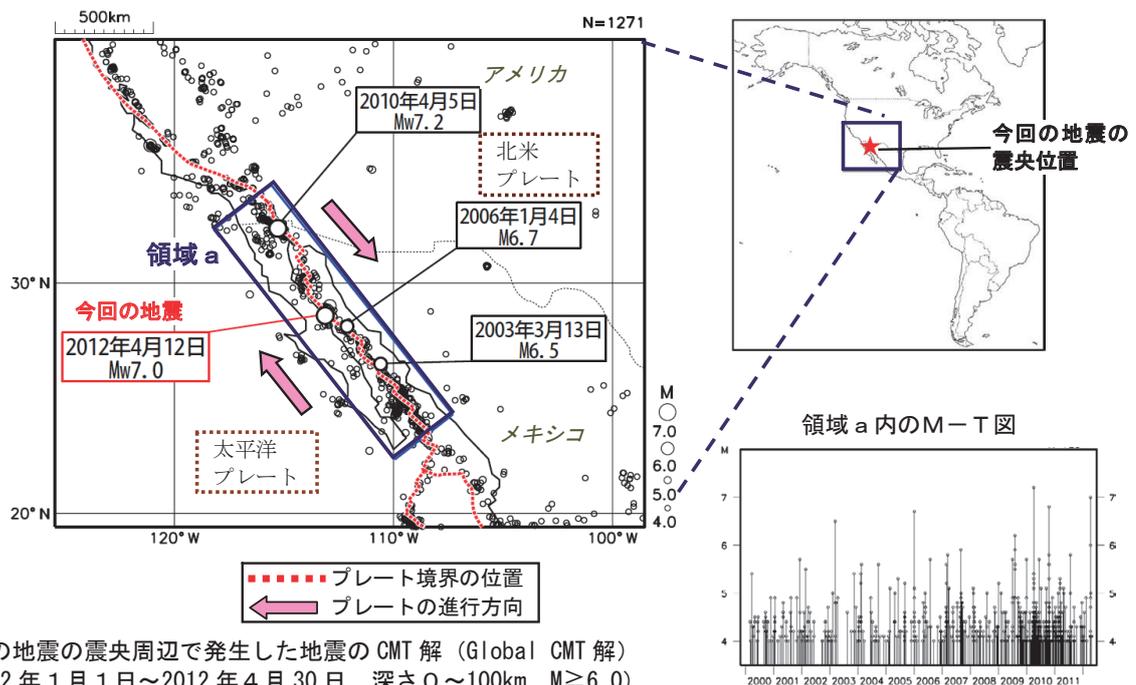
4月12日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震

2012年4月12日16時15分（日本時間）にメキシコのバハカリフォルニア州でMw7.0（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16時41分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の心配はありません）を発表した。

2000年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域a）で発生した最大規模の地震は、2010年4月5日に発生したMw7.2（Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード）の地震である。この地震により、死者2人、負傷者223人以上の被害が生じている（米国地質調査所〔USGS〕の資料より引用）。

震央分布図（2000年1月1日～2012年4月30日、深さ0～100km、M≥4.0）



第10図 2012年4月12日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震（Mw7.0）

Fig.10 The earthquake in Baja California, Mexico (Mw7.0) on April 12, 2012.