

●世界の主な地震

平成 24 年 (2012 年) 4 月に世界で発生したマグニチュード (M) 6.0 以上または被害を伴った地震の震央分布を図 1 に示す。また、その震源要素等を表 1 に示す。

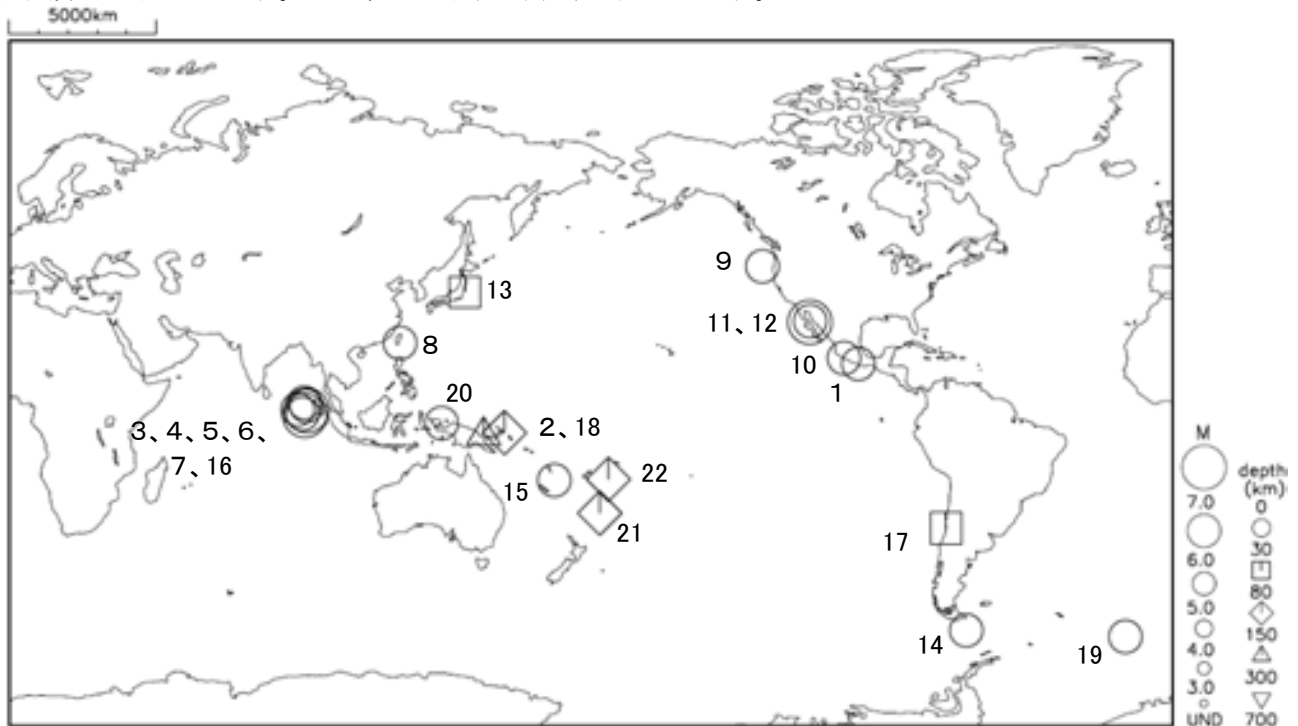


図 1 平成 24 年 (2012 年) 4 月に世界で発生した M6.0 以上または被害を伴った地震の震央分布

* : 震源要素は米国地質調査所 (USGS) 発表の QUICK EPICENTER DETERMINATIONS (QED) による。ただし、日本付近で発生した地震の震源要素及びマグニチュードは気象庁による。

** : 数字は、表 1 の番号に対応する。

***: マグニチュードは表 1 の mb (実体波マグニチュード)、Ms (表面波マグニチュード)、Mw (モーメントマグニチュード) のいずれか大きい値を用いて表示している。

表1 平成24年(2012年)4月に世界で発生したM6.0以上または被害を伴った地震の震源要素等

番号	地震発生時刻	緯度	経度	深さ (km)	mb	Ms	Mw	震央地名	備考 (被害状況など)	北 西	印 洋	遠 地
1	04月03日02時36分	N16° 27.3'	W 98° 17.7'	9			6.0	メキシコ、ゲレロ州沿岸				
2	04月07日01時15分	S 4° 33.9'	E153° 30.1'	89			6.1	バブアニューギニア、ニュー アイルランド				
3	04月11日17時38分	N 2° 17.6'	E 93° 04.6'	20	7.4	8.5	(8.6)	インドネシア、スマトラ北部 西方沖	死者10人、負傷者12人な ど、インドネシアのムラボ で1.08mの津波		○	○
4	04月11日18時27分	N 1° 15.2'	E 91° 44.1'	10	6.0			北インド洋				
5	04月11日19時43分	N 0° 47.7'	E 92° 27.7'	23	7.2		8.2	インドネシア、スマトラ北部 西方沖	インドネシアのエンガノ島 で小さな津波			○
6	04月11日23時32分	N 4° 38.4'	E 92° 17.2'	10	4.2	6.1		インドネシア、スマトラ北部 西方沖				
7	04月11日23時40分	N 3° 42.4'	E 92° 57.7'	10	4.0	6.0		インドネシア、スマトラ北部 西方沖				
8	04月11日23時46分	N22° 38.8'	E121° 36.0'	10	4.3	6.0		台湾				
9	04月12日07時41分	N43° 35.0'	W127° 38.2'	8	5.8	5.9	6.0	米国、オレゴン州沖				
10	04月12日07時55分	N18° 13.0'	W102° 40.8'	20	5.8	6.7	6.5	メキシコ、ミチョアカン州				○
11	04月12日16時06分	N28° 51.2'	W113° 01.7'	9			6.0	メキシコ、バハカリフォルニ ア州				
12	04月12日16時15分	N28° 37.4'	W113° 06.9'	13			(7.0)	メキシコ、バハカリフォルニ ア州				○
13	04月13日19時10分	N36° 56.8'	E141° 25.3'	32	6.0		(5.8)	福島県沖				
14	04月14日19時56分	S57° 40.6'	W 65° 17.7'	15	6.1	6.1	6.2	ドレーク海峡				
15	04月15日07時05分	S18° 58.3'	E168° 44.4'	10	6.0	6.2	6.3	バヌアツ諸島				
16	04月15日14時57分	N 2° 34.8'	E 90° 16.1'	25	6.1	6.1	6.2	インドネシア、スマトラ北部 西方沖				
17	04月17日12時50分	S32° 42.0'	W 71° 29.0'	37			6.7	チリ中部沿岸				
18	04月17日16時13分	S 5° 27.7'	E147° 07.3'	198	6.5		(6.8)	バブアニューギニア、ニュー ギニア東部		○		○
19	04月18日04時03分	S59° 00.3'	W 16° 39.3'	12	6.1		6.1	サウスサンドウィッチ諸島東 方				
20	04月21日10時16分	S 1° 36.2'	E134° 16.5'	16	6.3	6.6	6.7	インドネシア、バブア		○		
21	04月24日02時36分	S28° 29.2'	W177° 21.1'	117	5.8		6.0	ケルマデック諸島				
22	04月28日19時08分	S18° 40.7'	W174° 42.4'	132	6.4			トンガ諸島				

- ・震源要素、被害状況等は米国地質調査所(USGS)発表のQUICK EPICENTER DETERMINATIONS(QED)による(平成24年4月30日現在)。ただし、日本付近で発生した地震の震源要素及びマグニチュード(Msの欄に括弧を付して記載)は気象庁に、被害状況は総務省消防庁に、Mwの欄が括弧つきで記されている地震のモーメントマグニチュードは気象庁による。
- ・震源時は日本時間[日本時間=協定世界時+9時間]である。
- ・「北西」、「印洋」各欄の○印はそれぞれ、気象庁が北西太平洋域に提供している北西太平洋津波情報(NWPTA)、及び、インド洋沿岸諸国に暫定提供しているインド洋津波監視情報(TWI)(地震・火山月報(防災編)2005年5月号参照)を発表したことを表す。
- ・「遠地」欄の○印は、気象庁が「遠地地震に関する情報」を発表したことを表す。
- ・04月11日17時38分にスマトラ北部西方沖で発生したMw8.6の地震、および同日19時43分にスマトラ北部西方沖で発生したM8.2の地震による津波の記録は米国海洋大気庁(NOAA)の資料による。

4月11日 インドネシア、スマトラ北部西方沖の地震

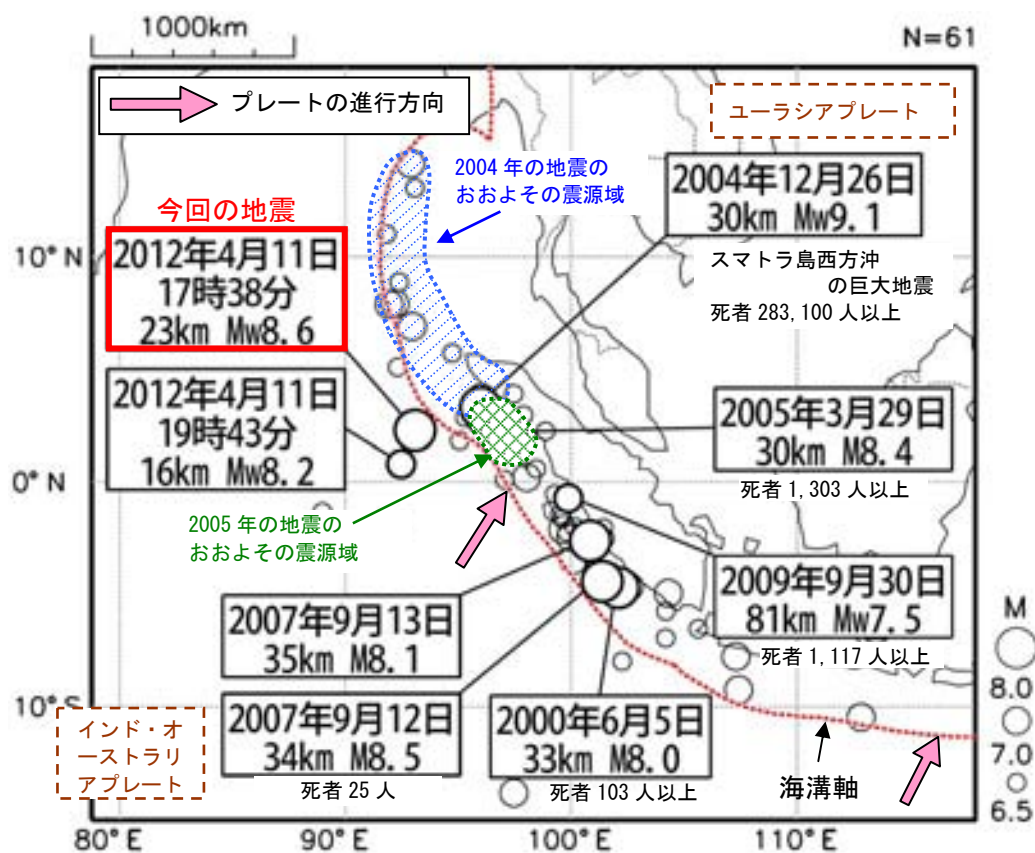
(1) 概要

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。

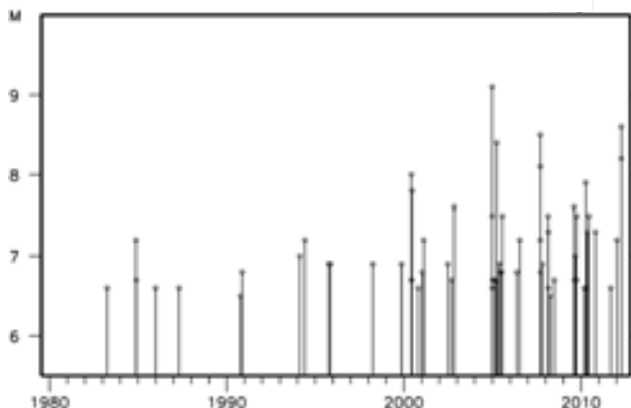


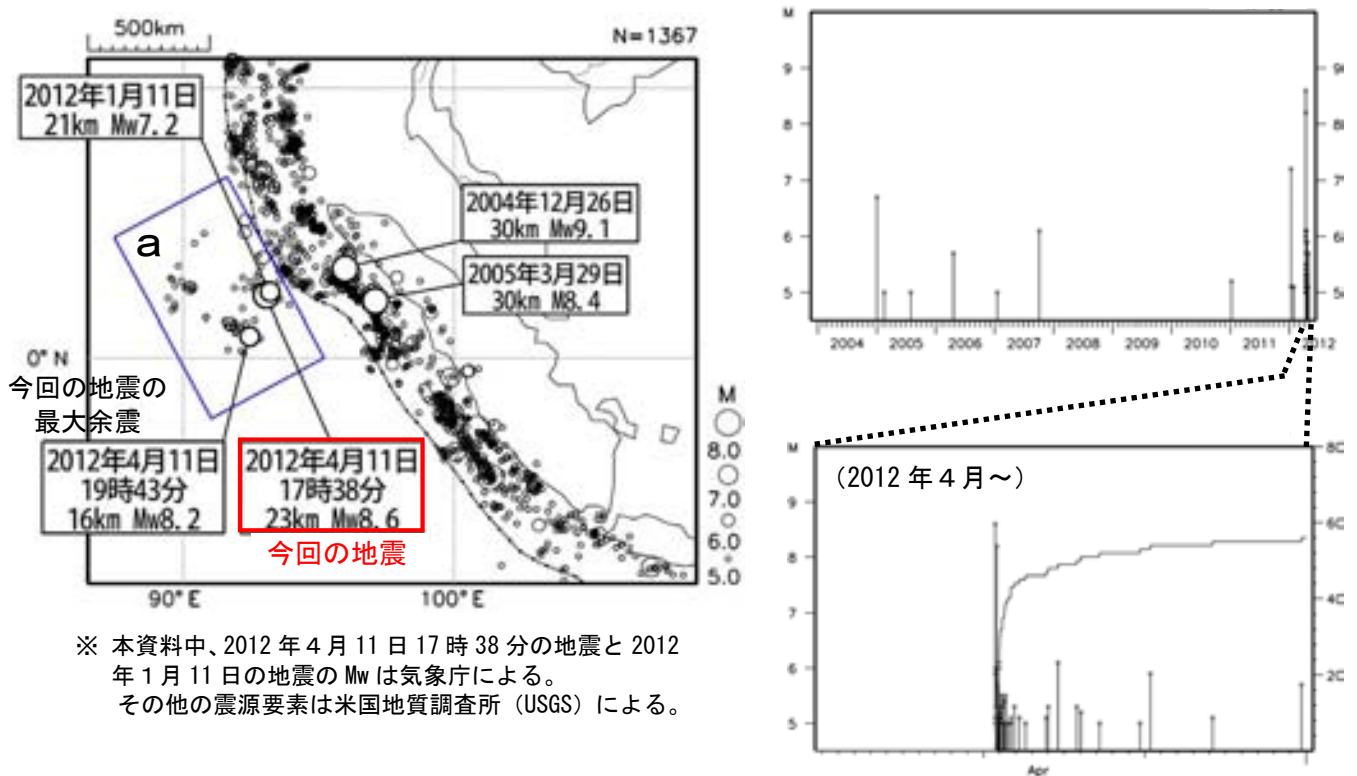
図1 震央分布図（1980年1月1日～2012年4月30日、深さ0～100km、M≥6.5）とM-T図

(2) 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。

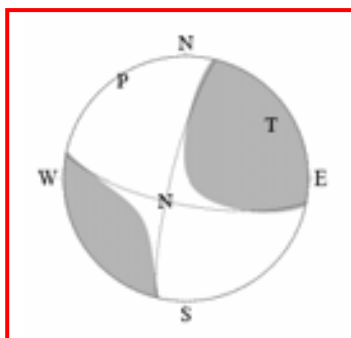
今回の地震（本震）の約 2 時間後に、本震の震源から約 150 km 南南西で Mw8.2 の最大余震が発生した。最大余震の発震機構（USGS の CMT 解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、本震とほぼ同様であった。その後も余震活動は継続しているものの、4 月 30 日現在、その数は減少している。



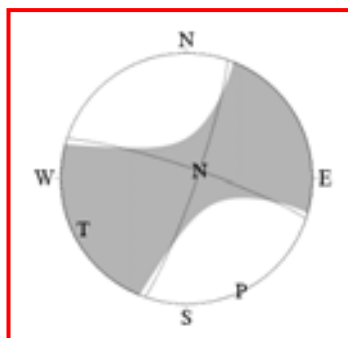
※ 本資料中、2012 年 4 月 11 日 17 時 38 分の地震と 2012 年 1 月 11 日の地震の Mw は気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。

図2 震央分布図（2004 年 1 月～2012 年 4 月、深さ 0～100km、M \geq 5.0）と領域 a 内の M-T 図および回数積算図

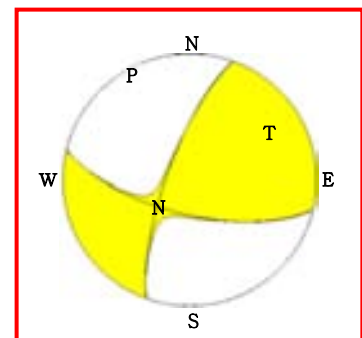
2012 年 1 月 11 日の地震の
発震機構
（気象庁の CMT 解）



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）



(3) 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。

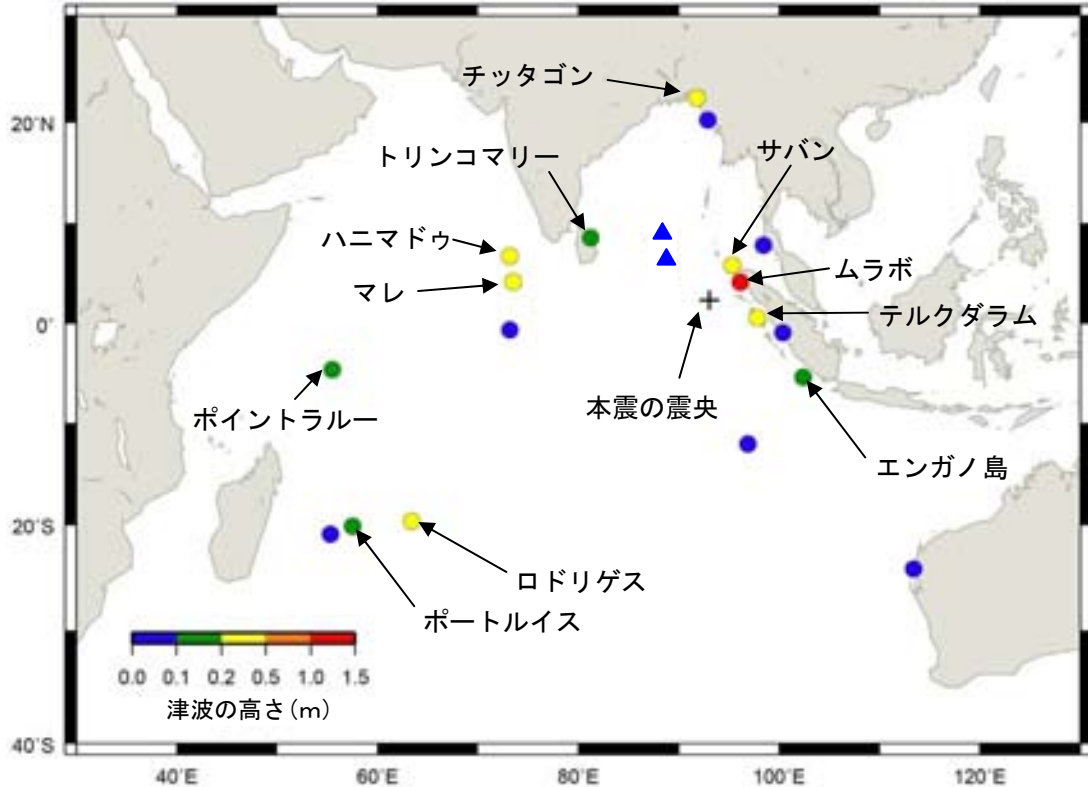


図3-1 海外の検潮所で観測された本震の津波の高さ

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、海上のブ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
ポイントラルー	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

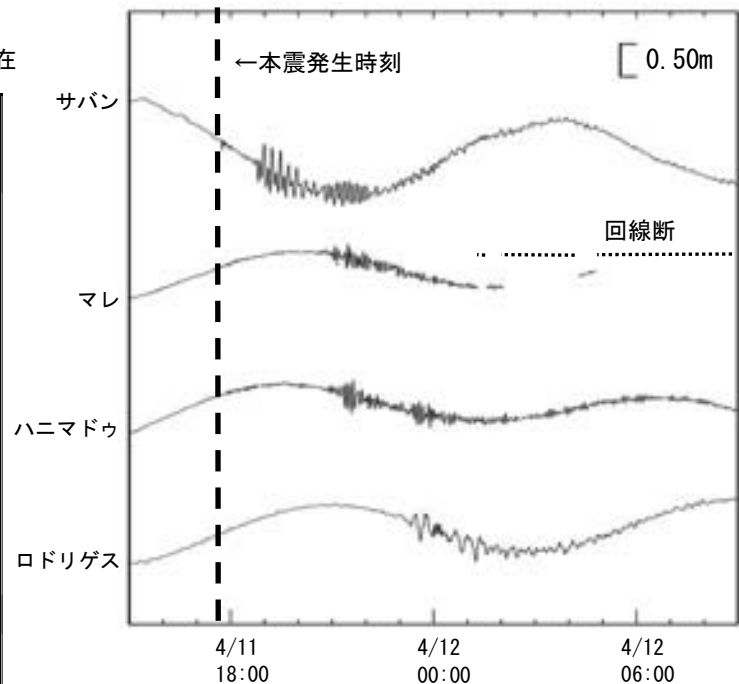


図3-2 観測された津波の波形

(4) 震源過程

今回の地震について、米国地震学連合（IRIS）^(注1) 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を行った^(注2)。

破壊が開始した場所は、米国地質調査所（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）、最大のすべり量は約32m（剛性率を40GPaと仮定した場合^(注3)）であった。
- ・ モーメントマグニチュード（Mw）は8.5であった。

注1）米国地震学連合（IRIS）は、世界中に整備された広帯域地震計の記録を収集し管理している。

注2）震源過程解析とは、地震波形記録から、地震計の特性や地震波の伝播経路などの影響を取り除くことで、地震が断層面を破壊していく様子を解析する手法である。

注3）剛性率は、ずれたり滑ったりさせる力によって、物質がどの程度変形しやすいかを表す物理量である。剛性率の仮定次第ですべり量の絶対値は変化するが、今回の地震の震源付近では、一般的に剛性率は30～40GPa程度と推定されている。

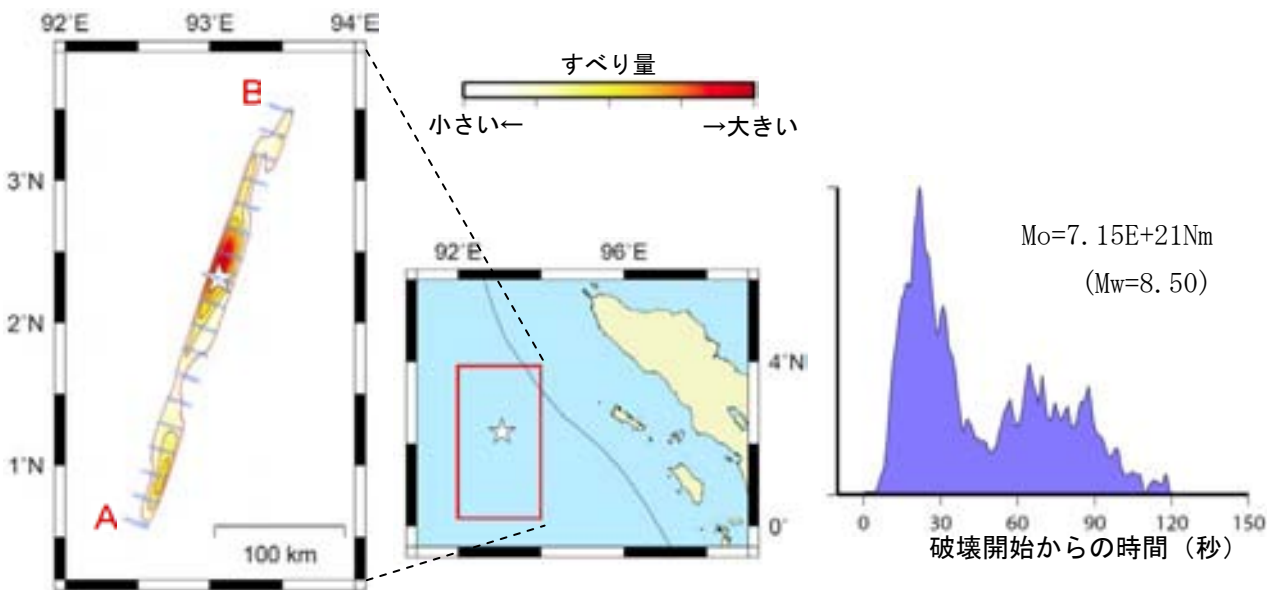


図4-1 地図上に投影したすべり量分布
星印は初期破壊開始点を示す。

図4-2 震源時間関数（すべりの時間分布）

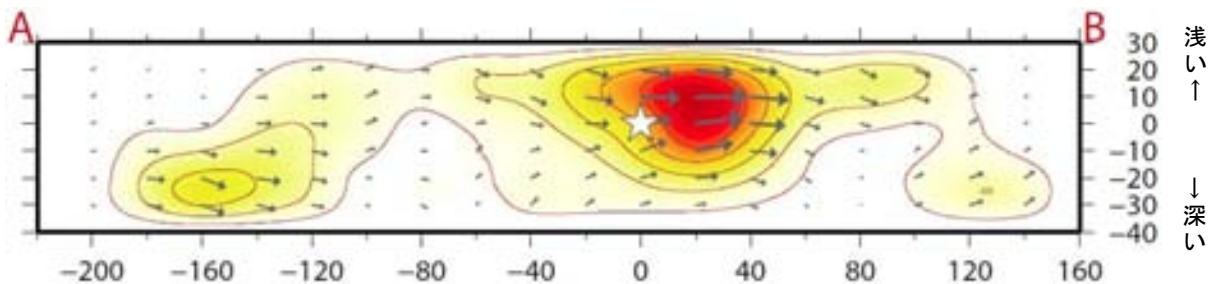
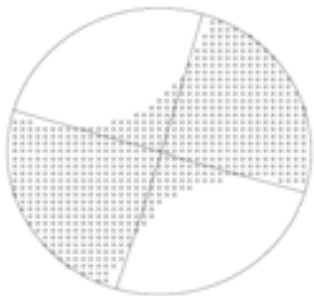


図4-3 断層面上でのすべり量分布
星印は初期破壊開始点を示す。矢印は下盤から見た上盤の動きを表す。

(5) W-phase を用いたメカニズム解析

W-phase による解

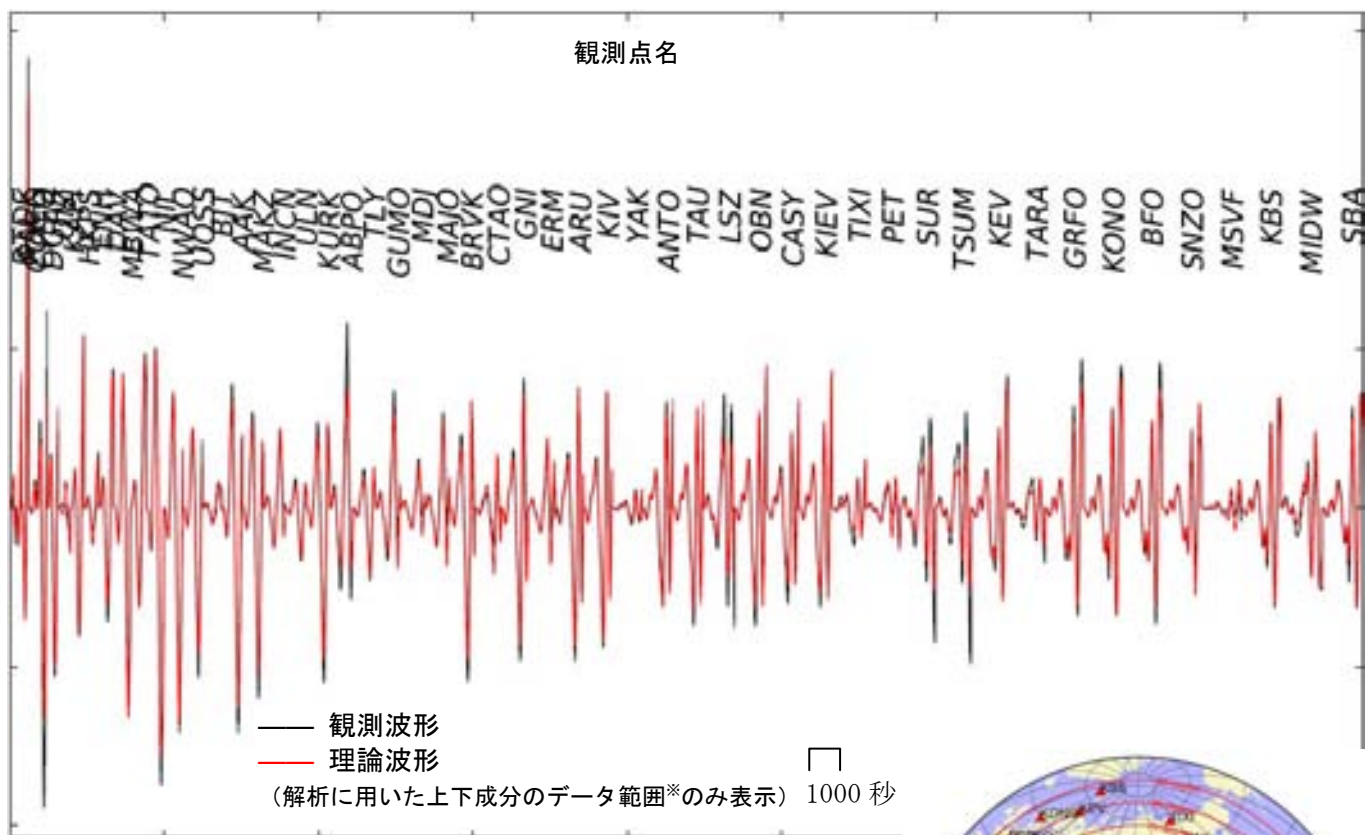


Mw8.5

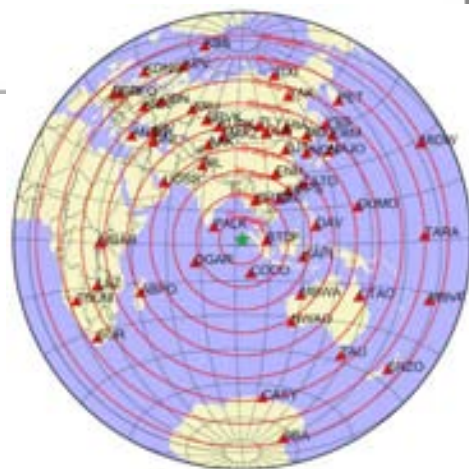
今回の地震について、W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mw とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mw は 8.5 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は N2.5°、E92.9°、深さ 24km となった。

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た。記して感謝する。

(6) 体積ひずみ計の記録から推定されるモーメントマグニチュード (Mw)

浜松三ヶ日観測点で観測された体積ひずみ波形

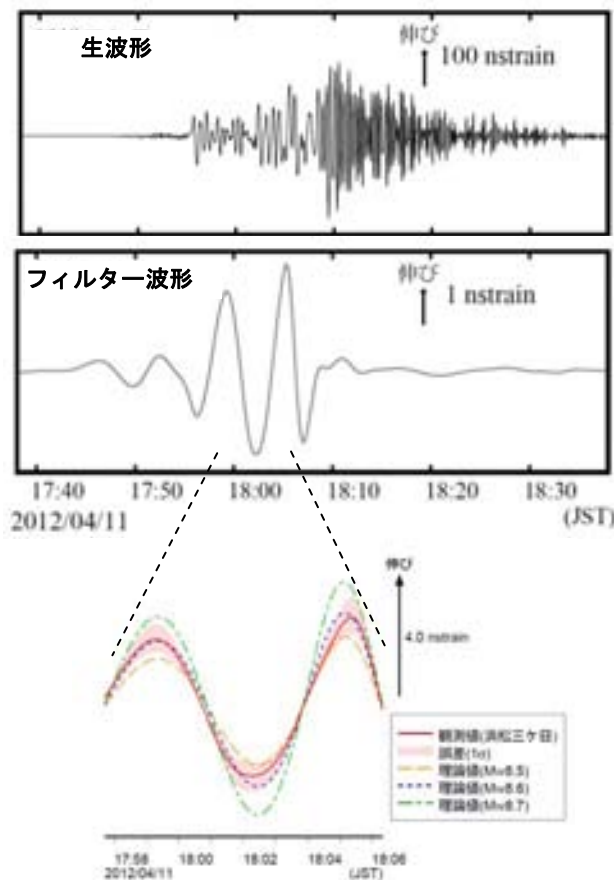


図6-1 浜松三ヶ日観測点の観測波形と理論波形の振幅比較
データには周期 300~1000 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 (1σ) の範囲を示す。

気象庁が東海地域に設置している埋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。

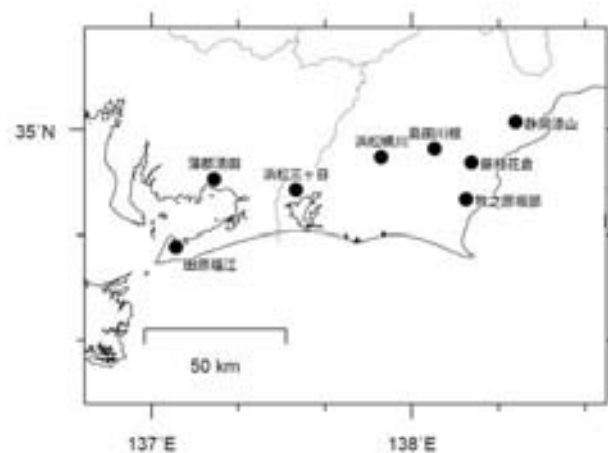


図6-2 体積ひずみ計の配置図

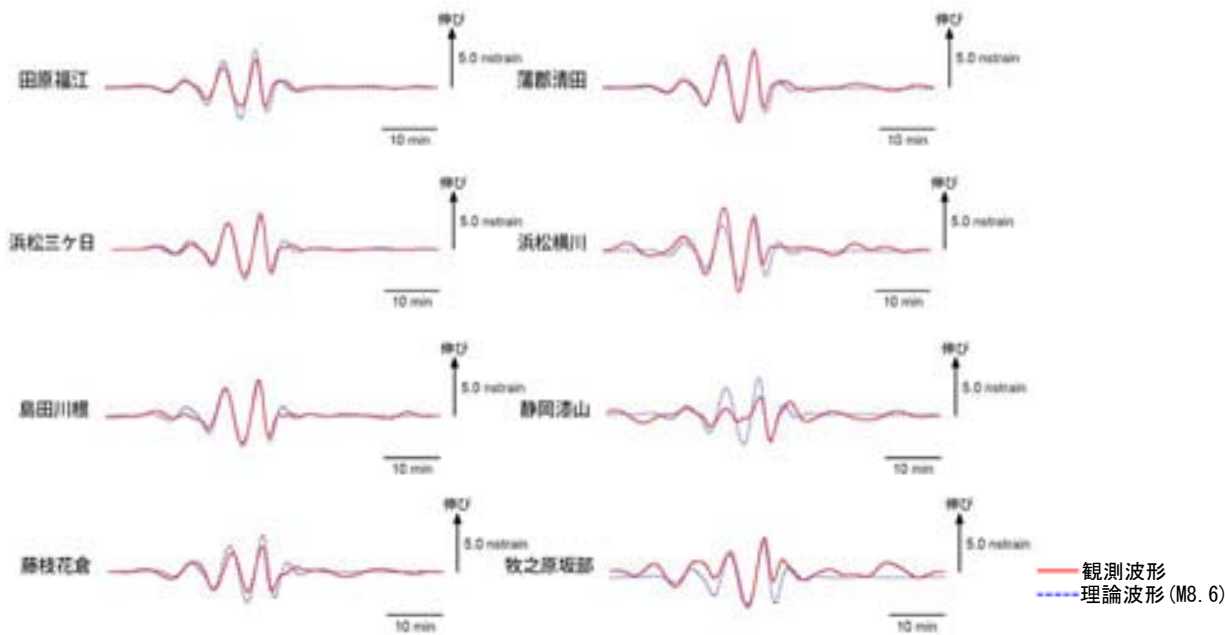


図6-3 理論波形と体積ひずみ観測点8カ所の観測波形との比較 (下図)
データには周期 300~1000 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。

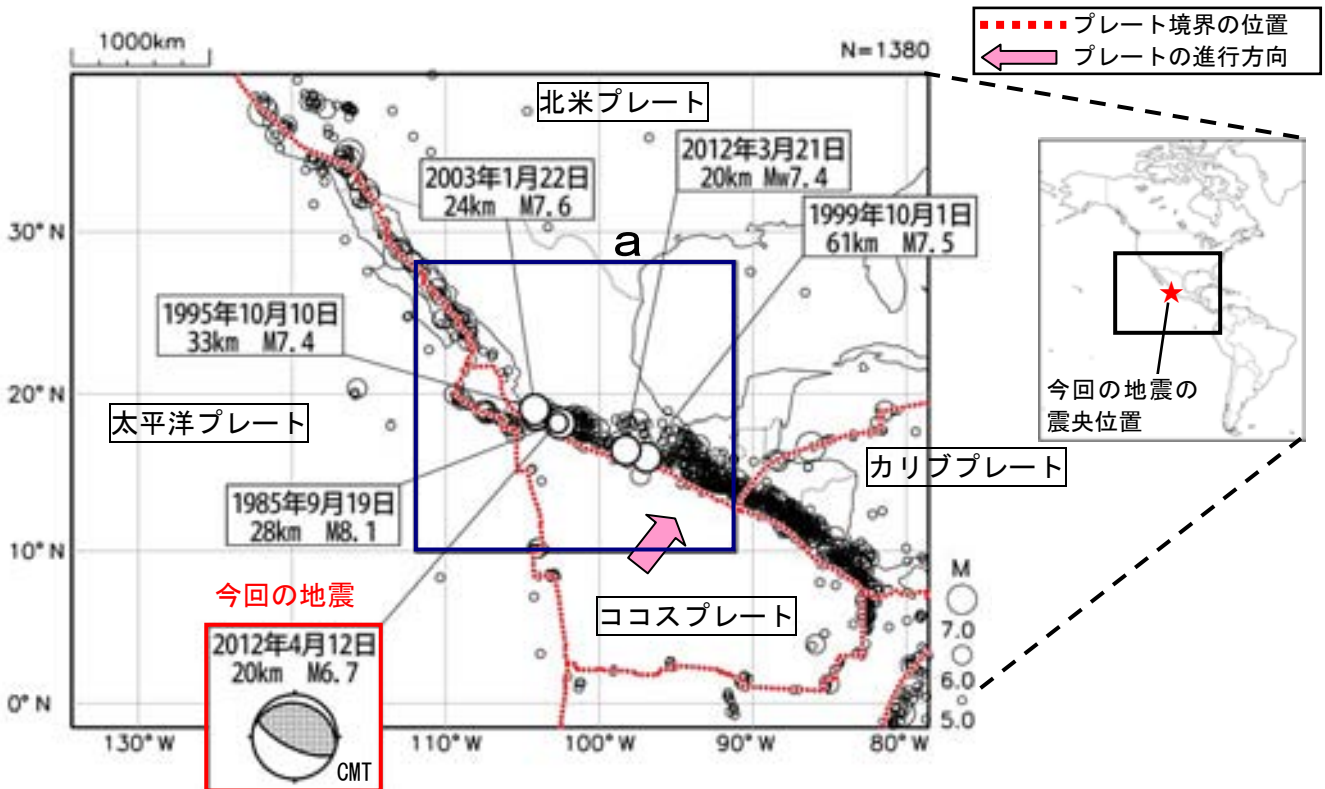
4月12日 メキシコ、ミチョアカン州の地震

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。

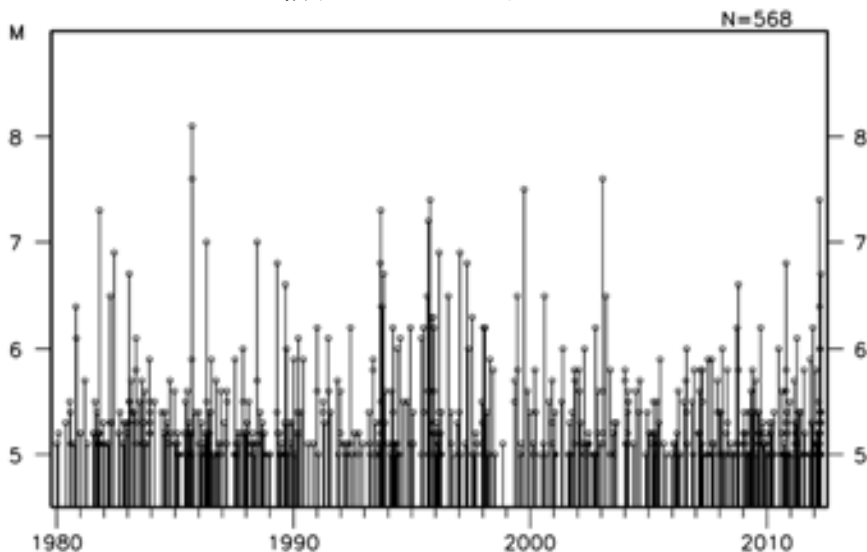
この地震について、気象庁は同日08時13分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の影響はありません）を発表した。

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 \geq 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。

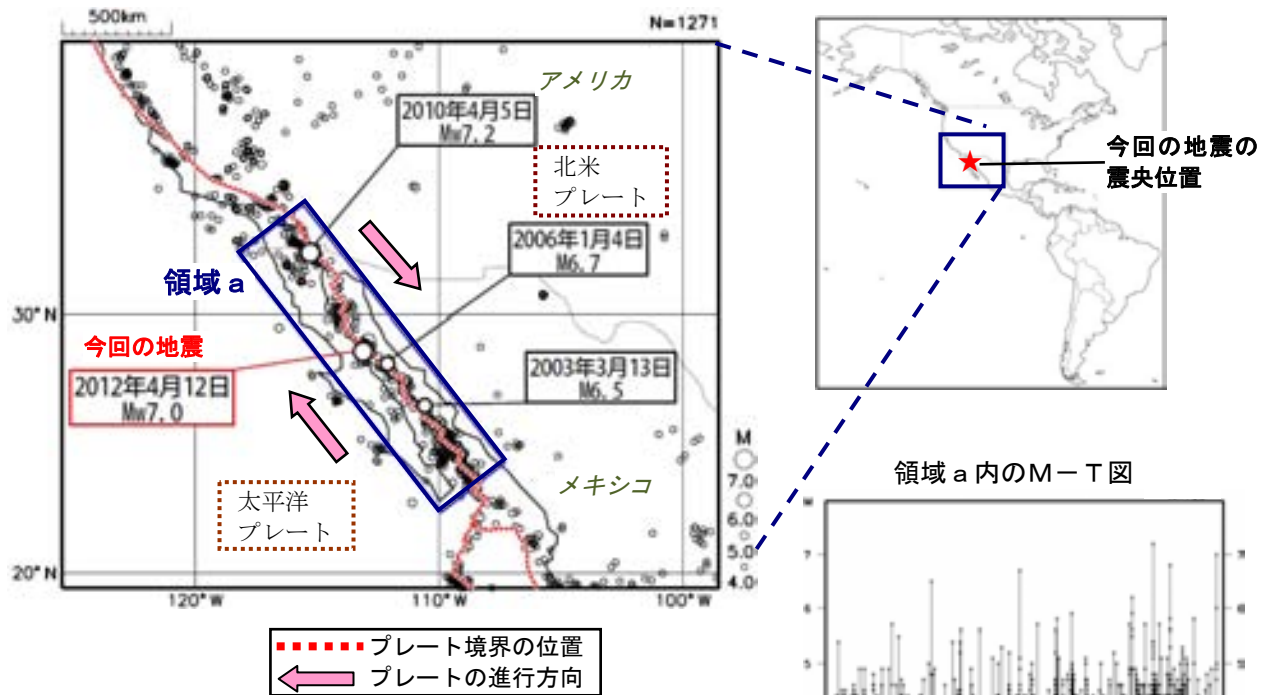
4月12日 メキシコ、バハカリフォルニア州の地震

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。

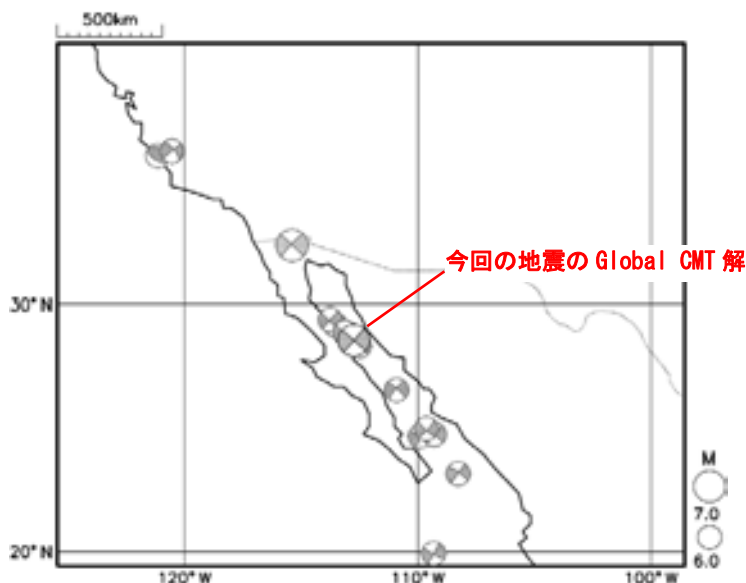
気象庁は、同日16時41分に「遠地地震に関する情報」（日本国内向け、この地震による日本への津波の心配はありません）を発表した。

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）。

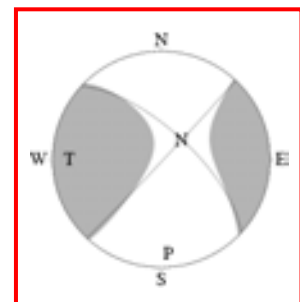
震央分布図（2000年1月1日～2012年4月30日、深さ0～100km、M≥4.0）



今回の地震の震央周辺で発生した地震のCMT解（Global CMT解）
（2002年1月1日～2012年4月30日、深さ0～100km、M≥6.0）



今回の地震の発震機構
（気象庁CMT解）



※ 本資料中、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。

4月17日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震

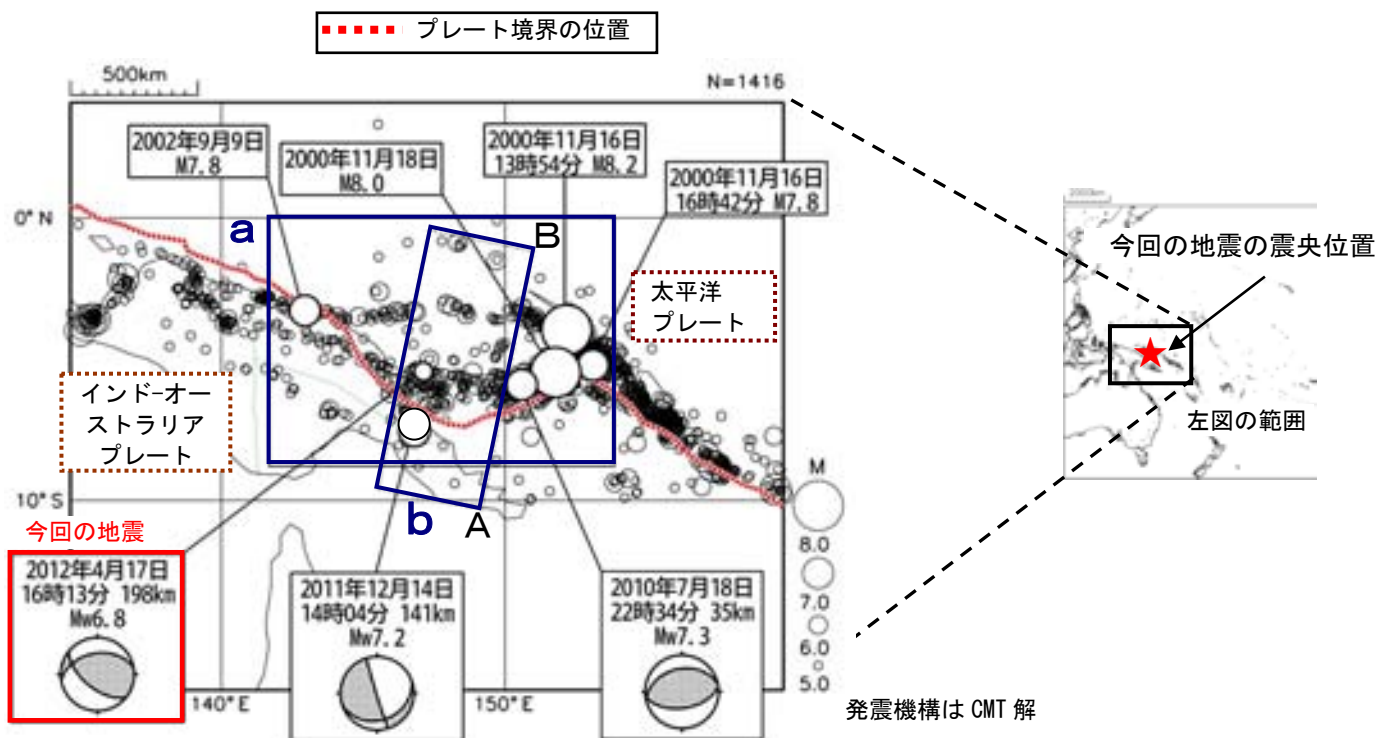
2012年4月17日14時05分(日本時間)、パプアニューギニアのニューギニア東部の深さ198kmでMw6.8の地震が発生した。

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。

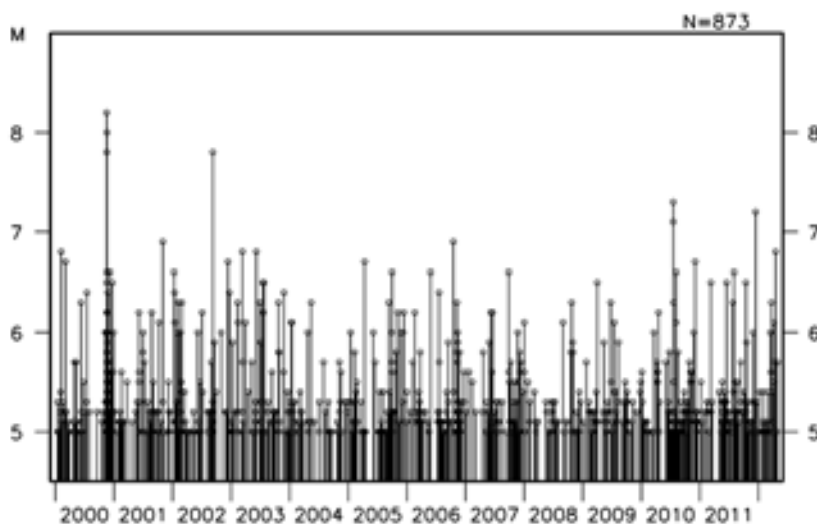
気象庁は、同日16時32分に「遠地地震に関する情報」(日本国内向け、この地震による津波の心配はありません)を発表した。

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。

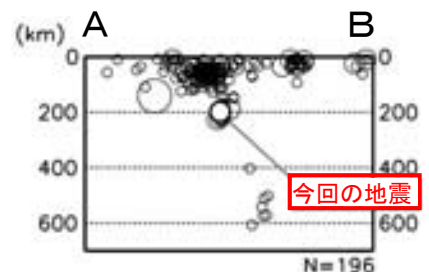
震央分布図(2000年1月1日~2012年4月30日、深さ0~700km、M≥5.0)



領域a内のM-T図



領域b内の断面図(A-B投影)



※ 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。