# 11-2 世界の地震活動(2012年11月~2013年4月) Seismic Activity in the World (November 2012- April 2013)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間,世界でM6.0以上の地震は55回,M7.0以上の地震は6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,2013年2月6日(日本時間)にサンタクルーズ諸島で発生したMw7.9の地震であった.

2012年11月~2013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,Mw及びCMT解は気象庁に,その ほかの震源要素はUSGSによる.また,時刻は日本時間である.

(1) グアテマラ沿岸の地震(第2図(a)~(d))

2012年11月8日01時35分に、グアテマラ沿岸の深さ24kmでMw7.4の地震が発生した.この地震の発震機構(CMT解)は北東-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.この地震により、メキシコのサリナクルスで35cmの津波を観測した(2013年12月3日現在、米国海洋大気庁[NOAA]による).

(2) 米国, アラスカ州南東部の地震(第5図(a)~(d))

2013年1月5日17時58分に、米国、アラスカ州南東部でMw7.5の地震が発生した.この地震は太 平洋プレートと北米プレートの境界で発生した.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横ずれ断層型である.この地震により、米国アラスカ州、ポートアレク サンダーで14cmなどの津波を観測した(2013年2月1日現在、米国海洋大気庁[NOAA]による).

(3) サンタクルーズ諸島の地震(第6図(a)~(h))

2013年2月6日10時12分に、南太平洋、サンタクルーズ諸島の深さ29kmでMw7.9の地震が発生した.この地震の発震機構(CMT解)は、北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、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で発生した.この地震により、ソロモン諸島のラタで104cmの津波を観測するなど、太平洋の広い範囲で津波を観測した(2013年3月4日現在、NOAAによる).また、日本国内でも北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、伊豆・小笠原諸島で津波を観測した.

今回の地震の震央付近では、2013年1月末頃からM6クラスの地震活動が発生していた.余震活動は比較的活発であり、本震発生後3日程度はM7前後の余震が発生した.

(4) イラン・パキスタン国境付近の地震(第8図(a)~(d))

2013年4月16日19時44分に、イラン・パキスタン国境付近の深さ82kmで Mw7.7の地震が発生した.この地震の発震機構(CMT解)は北北西-南南東方向に張力軸を持つ型で、ユーラシアプレートの下に沈み込んだアラビアプレートの内部で発生したものである.

(5) その他の地震活動

		地震の	震源の		地震の	
発生年月日 震步	央地名	規模	深さ(km	l)	発生場所	
2012年						
11月11日 ミ	ヤンマー	Mw6.8				(第3図(a)~(d))
12月11日 バ	ンダ海	Mw7.1	155	インド	・オーストラリアプレー	一下内
						(第4図(a)~(c))
2013年						
4月6日 イン	ドネシア,パプア	Mw7.0	66			(第7図(a)~(c))
4月20日 中国	国,四川省	Mw6.6	14	ユーラ	シアプレート内	(第9図(a)~(d))

# 世界の地震活動(2012年11月~2013年1月、M≧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Mwは気象庁による。



第1図(a) 世界の地震活動(2012年11月~2013年1月, M≧6.0, 深さ≦700km) Fig.1(a) Seismic activity in the World (November 2012 - January 2013, M≧6.0, depth≦700 km).

# 世界の地震活動(2013年2月~4月、M≧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Mwは気象庁による。



第1図(b) つづき(2013年2月~4月, M≧6.0, 深さ≦700km) Fig.1(b) Continued (February - April 2013, M≧6.0, depth≦700 km).

# 11月8日 グアテマラ沿岸の地震

2012年11月8日01時35分(日本時間)に、グアテマラ沿岸の深さ24kmでMw7.4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)は北東-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、気象庁は遠地地震に関する情報(日本国内向け)を同日8日01時57分(日本への津 波の有無について調査中)と03時40分(この地震による日本への津波の影響はありません)に発表した。 なお、国内での津波の観測はなかった。

今回の地震により、死者48人以上、行方不明者100人、負傷者155人などの被害を生じた(12月3日現在)。 また、メキシコのサリナクルスで35cmの津波を観測した(12月3日現在、米国海洋大気庁[NOAA]による)。 1970年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域a)ではM7.0以上の地震がしばしば発生し ている。1976年2月4日にはグアテマラでMw7.5の地震が発生し、死者22,870人などの被害が生じた。

※本資料中、2012 年 3 月 21 日、2012 年 8 月 27 日、2012 年 9 月 5 日と 2012 年 11 月 8 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、2009 年 12 月 31 日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、2010 年 1 月 1 日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。

プレート境界の位置は、Bird (2003) \*より引用。



第2図(a) 2012年11月8日 グアテマラ沿岸の地震(Mw7.4) Fig.2(a) The earthquake near coast of Guatemala (Mw7.4) on November 8, 2012.

## 2012 年 11 月 8 日 グアテマラの地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 11 月 8 日 1 時 35 分(日本時間)にグアテマラ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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置(13°59.2′N, 91°57.9′W, 深さ 24km) とした.断層 面は,気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうちプレート境界面に整合的な節面とし,解析の際には沈み込んだ 海洋プレート上面の等深線(Hayes et al., 2012)に合うように走向を 297°に設定した.最大破壊伝播速度 は 2.6km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 40km, 幅約 30km であった.

 ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 4.8m であった(周辺の構造から剛性率を 30GPaとして計算).

・破壊継続時間は約30秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.3 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/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/

#### 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



歳 只距離 30 ~100 ☆0 48 戦測 魚☆(7 波:48) 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 達すぎると,液体である外核を通るため,直達波が到達し ない. そのため,評価しやすい距離の波形記録のみを使用. ※2: IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用.



Hayes, G. P., D. J. Wald, and R. L. Johnson (2012), Slab1.0: A three-dimensional model of global subduction zone geometries, J. Geophys. Res., 117, B01302, doi:10.1029/2011JB008524.

第2図(b) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.2(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 11月8日 グアテマラの地震 (W-phaseを用いたメカニズム解析)



Mw7.3

2012年11月8日01時35分(日本時間)にグアテマラで発生 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7.3であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源はN14.1°、W92.0°、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、3 観測点の東西成分、4 観測点の南北成分を用い、100 ~500 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。



<sup>※</sup> 解析に用いたデータの範囲は 15 秒× 展央距離(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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238. 解析に使用した観測点配置

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。

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

# 11 月 08 日 01 時 35 分頃のグアテマラの地震 - 体積ひずみ計の記録から推定される Mw -



第2図(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

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

# 11月11日 ミャンマーの地震

2012 年 11 月 11 日 10 時 12 分(日本時間)に、ミャンマーで Mw6.8 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)は北東-南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。今回の地震に より、死者 26 人以上、負傷者 230 人、家屋全壊 251 棟などの被害を生じた(12 月 3 日現在)。その後、 余震活動は継続しているものの、その数は減少している。

気象庁は、この地震により、同日 11 日 10 時 40 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。

1988 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 M7.0 前後の地震がしばしば発生している。1988 年 11 月 6 日にミャンマーで発生した Mw7.0 の地震により、死者 748 人などの被害を生じた。

※本資料中、2008年5月12日、2009年8月11日と2012年11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。

被害は、2009年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010年1月1日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。

プレート境界の位置は、Bird(2003)\*より引用。



震央分布図(1988年1月1日~2012年11月30日、深さO~100km、M≧5.5)

第3図(a) 2012年11月11日 ミャンマーの地震(Mw6.8) Fig.3(a) The earthquake in Myanmar (Mw6.8) on November 11, 2012.

## 2012 年 11 月 11 日ミャンマーの地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 11 月 11 日 10 時 12 分(日本時間) にミャンマー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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注 1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置(23°00.7′N, 95°53.1′E, 深さ12km)とした. 断層面は, 気象庁 W-phase 解の2 枚の節面のうち, 余震分布と整合的な節面(走向7°, 傾斜66°)とした。最大破壊伝播速度は2.8km/sとした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 50km, 幅約 30km であった.

・主なすべりは初期破壊開始点よりも南方向にあり、最大すべり量は 0.6m であった(周辺の構造から剛 性率を 30GPa として計算).

・破壊継続時間は約30秒であった.

・モーメントマグニチュード (Mw) は 6.8 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about\_srcproc.html を参照.



作成日:2012/11/13

観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



観測点分布



震央距離 30°~100°<sup>※1</sup>の 30 観測点<sup>※2</sup> (P 波: 30, SH 波: 5)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るため、直達成が到達しない、そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用.
※2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用.

第3図(b) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.3(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 11月11日 ミャンマーの地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2012年11月11日10時12分(日本時間)にミャンマーで発 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 6.8 であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源はN22.9°, E95.9°, 深さ16kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離 10°~90° までの 27 観測点の 上下成分、3観測点の東西成分、2観測点の南北成分を用い、100 ~500 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。



(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。

解析に使用した観測点配置

第3図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.3(c) W-phase moment tensor solution.

# 11月11日10時12分頃のミャンマーの地震 - 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Mw6.6相当から7.0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、Mw6.8~6.9 相当の場合であっ

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。

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(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.3(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

-447 -

# 12月11日 バンダ海の地震

2012年12月11日01時53分(日本時間)に、バンダ海の深さ155kmでMw7.1の地震が発生した。この地震は、スンダ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。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型であった。

気象庁は、この地震により、同日 02 時 20 分にインド洋津波監視情報を、02 時 21 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。

1990年以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域 b)では M7.0以上の地震が時々発生している。

※本資料中、2012 年 12 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。 被害は、2009 年 12 月 31 日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010 年 1 月 1 日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。 プレート境界の位置は、Bird(2003)\*より引用。

震央分布図(1990年1月1日~2012年12月31日、深さO~600 km、M≧5.5)



Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第4図(a) 2012年12月11日 バンダ海の地震(Mw7.1) Fig.4(a) The earthquake in Banda Sea (Mw7.1) on December 11, 2012.

## 2012 年 12 月 11 日バンダ海の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2012 年 12 月 11 日 01 時 53 分(日本時間)にバンダ海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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、USGS による震源の位置(6°31.9′S, 129°49.5′E, 深さ 155km)とした. 断層面 は、反復はぎとり法によるメカニズム解析(注1)により求めた2枚の節面を仮定して解析を行ったが、ど ちらも結果に大きな差は無かった。今回は南東傾斜の節面(走向 42°,傾斜 85°)を断層面とした。最大 破壊伝播速度は2.5km/sとした.

- 主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).
- ・断層の大きさは長さ約 20km,幅約 20km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 2.4m であった(周辺の構造から剛性率を 70GPaとして計算).
- ・破壊継続時間は約15秒であった.
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.1 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about\_srcproc.html を参照.



作成日:2012/12/20

更新日:2013/01/23

第4図(b) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.4(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

### 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 10 20 30 40 (秒)





残差 0.2212



震央距離 30°~100°<sup>\*\*1</sup>の36 観測点<sup>\*2</sup> (P波: 36, SH波: 7)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波形記録のみを使用.
\*2:IRIS-DMCより取得した広帯域地震波形記録を使用.

# 12月11日 バンダ海の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2012 年 12 月 11 日 01 時 53 分(日本時間)にバンダ海で発生 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 7.1 であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源は S6.5°, E130.0°, 深さ 161km となった。

W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの39 観測点の 上下成分、8 観測点の東西成分、5 観測点の南北成分を用い、100 ~500 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。



(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238. 解析に使用した観測点配置

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。

第4図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.4(c) W-phase moment tensor solution.

# 1月5日 米国、アラスカ州南東部の地震

2013年1月5日17時58分(日本時間、以下同じ)に、米国、アラスカ州南東部でMw7.5の地震が発生した。この地震は太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は、北北東-南南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

気象庁は、この地震により、同日18時26分に遠地地震に関する情報(日本国内向け、日本への津波 の有無については現在調査中です)を発表し、同日20時22分に同情報(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。

1940 年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 a)では、M7.0以上の地震が時々発生している。2012 年10月 28日には、カナダ、クイーンシャーロット諸島(ハイダ・グワイ)で Mw7.8の 地震が発生し、日本の太平洋沿岸で 20cm 前後の津波を観測した。

北アメリカ大陸西岸では、今回の地震の南方で1700年に M9.0の地震(カスケード沈み込み帯の地震) が発生している(理科年表による)。日本ではこの地震に伴う津波が記録されており、現在の岩手県宮古 市で4m、和歌山県田辺市で5.4mの高さの津波が推定されている(都司・他(1998)\*による)。

※本資料中、今回の地震の Mw 及び発震機構と 2012 年 10 月 28 日の地震の Mw は気象庁による。その他の震源要素及 び発震機構は米国地質調査所(USGS)による。 被害は、2009 年 12 月 31 日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」により、 2010 年 11 日 日以降は米国地質調査所(USGS)の資料より引用。 ブレート境界の位置は、Bird(2003)\*より引用。

震央分布図(1940年1月~2013年1月31日、深さO~100km、



2001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、今回の地震までM6.0以上の地震が時々発生している。

今回の地震の余震活動は継続しているものの、その数は減少している。 今回の地震により津波が発生し、米国アラスカ州、ポートアレクサンダーで14cmなどの津波を観測した(2月1日現在、米国海洋大気庁 [NOAA]による)。



\*1 主に津波によって港内の副振動が増幅した結果と推測される。

第5図(a) 2013年1月5日 米国, アラスカ州南東部の地震 (Mw7.5) Fig.5(a) The earthquake in Southeastern Alaska, United States (Mw7.5) on January 5, 2013.

## 2013年1月5日 米国、アラスカ州南東部の地震 一 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2013年1月5日17時58分(日本時間)に米国、アラスカ州南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、遠地実体波を用いた震 源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、USGS による震源の位置(55°22.0′N, 134°37.2′W, 深さ 9.8km)とした. 断層 面は、気象庁 W-phase 解の2 枚の節面のうち、余震分布やプレート境界に整合的な節面とした。最大破壊 伝播速度は 2.6km/s とした.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

- ・断層の大きさは長さ約 60km,幅約 30km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点付近及びその北方にあり、最大すべり量は 8.4m であった(周辺の構造か ら剛性率を 30GPa として計算).
- ・破壊継続時間は約30秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.5 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about srcproc.html を参照.



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

#### 作成日:2013/01/10



### 0 20 40 60 (秒)



107.66 UD II.KWAJ.00 -----IU ULN 00 247.5 319.2 22.49 UD 44.11 UD IU.PMG.00 II.NIL.00

 $\mathcal{M}$ 

337.1

ILKURK.00

II.AAK.00

II.ARU.00

74.37 UD

Ρ

338.4

338.6

P

352.2

73.18 UD

59.24 UD

53.83 UD

255.0

255.0

53.78 UD

IU.GUMO.00

270.1

P

290.9

228.87 UD II.ERM.00 P 292.0

87.11 UD

IU.TATO.00 P 295.4 35.66 UD

IU.CHTO.00 \_\_\_\_

Р

310.3

IU.MAJO.00

133.64 UD

57.76 UD 



震央距離 30°~100°<sup>※1</sup>の 49 観測点<sup>※2</sup>(P波:48,SH波:5)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波形記録のみを使用 ※2: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用

観測点分布

第5図(b) 遠地実体波による震源過程解析 Fig.5(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

# 1月5日 米国、アラスカ州南東部の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2013 年1月5日17時58分(日本時間)に米国、アラスカ州 南東部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7.5 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源はN56.0°,W134.8°,深さ12kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離10°~90°までの64 観測点の 上下成分、10 観測点の東西成分、6 観測点の南北成分を用い、 100~500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。



(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。

第5図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.5(c) W-phase moment tensor solution.

# 1月5日17時58分頃の米国、アラスカ州南東部の地震 - 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 Mw7.3 相当から7.7 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、Mw7.6相当の場合であった。

### 体積ひずみ計の配置図



**蒲郡清田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 秒のパ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(1a)の範囲を示す。 理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ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(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw

Fig.5(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

## 2月6日 サンタクルーズ諸島の地震

(1)概要

2013年2月6日10時12分(日本時間、以下同じ)に、南太平洋、サンタクルーズ諸島の深さ29km で Mv7.9の地震が発生した。

この地震に伴い日本では、北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、伊豆・小笠原諸島で 津波を観測した。海外においても太平洋の広い範囲で津波を観測した。

気象庁は、この地震により、同日14時41分に北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、 伊豆・小笠原諸島の沿岸に対して津波注意報を発表した(同日22時45分解除)。また、気象庁は同日 10時25分、12時31分に北西太平洋津波情報を発表した。

余震活動は比較的活発で、本震発生後3日程度はM7前後の余震が発生した。その後は余震活動は継続しているもののM6.0を超えるような余震は発生していない(3月4日現在)。

最近の地震活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域 b)では、2013年1月末頃から M6 クラスの 地震活動が発生していた。

※本資料中、2009年10月8日の地震と2013年2月6日、8日、9日の地震の Mw 及び発震機構(CMT 解)は気象庁による。 その他の震源要素は米国地賃調査所(USGS)による。 被害は、2009年12月31日までは宇津および国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」より、2010年

版目は、2000年1月1日以降は米国地質調査所(USG)の資料より引用。 ブレート境界の位置は、Bird (2003)\*より引用。







今回の地震の発震機構(CMT解)は、北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、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で発生した。

1900年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域 c) では M7.0以上の地震がしばしば 発生しており、1999年11月26日に発生した Mw7.9の地震では、日本で津波を観測(宮城県牡鹿町で17cm) している。



#### (3) 津波の観測状況

気象庁は、この地震により、同日14時41分に北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、 伊豆・小笠原諸島の沿岸に対して津波注意報を発表した(同日22時45分解除)。今回の地震に伴い日本 では、北海道から九州地方にかけての太平洋沿岸、沖縄県、伊豆・小笠原諸島で津波を観測した。また、 海外においてもソロモン諸島のラタで104cmの津波を観測するなど、太平洋の広い範囲で津波を観測し た。また9日00時26分に発生したMw7.1の余震ではソロモン諸島のラタで9cmの津波を観測した。





第6図(b) 2013年2月6日 サンタクルーズ諸島の地震による津波 Fig.6(b) The observed tsunami by the earthquake in Santa Cruz Islands region (Mw7.9) on February 6, 2013.

### 2013 年 2 月 6 日 サンタクルーズ諸島の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2013 年 2 月 6 日 10 時 12 分(日本時間) にサンタクルーズ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,遠地実体波を用いた震源過 程解析(注 1)を行った.

初期破壊開始点は, USGS による震源の位置(10°44.2′S, 165°08.2′E, 深さ 29km)とした. 断層面は, 気象庁 W-phase 解の 2 枚の節面のうち, プレート境界面に整合的な節面(走向 304°, 傾斜 22°)とした. 最大破壊伝播速度は 2.0km/s とした. 理論波形の計算には CRUST 2.0 (Bassin et al., 2000)の地下構造 モデルを用いた.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

・断層の大きさは長さ約 80km,幅約 100km であった.

・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 2.0m であった(周辺の構造から剛性率を 70GPaとして計算).

主な破壊の継続時間は約40秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.8 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about\_srcproc.html を参照.



### 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 30 60 90 120 (秒)



観測点分布



※2: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用.

参考文献

120.83 UD IU.YSS.00 -

342.7

652.31 IU.YSS.00 SH

342.7

349.2

562.22

SH

120.67 UD

355.7

589.10 IU.PET.00

355.7

349.2 100.44 UD IU.MA2.00 P 352.4

IU TIXLOO

IU.TIXI.00

87.27 UD

Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897, 2000.

作成日:2013/02/13

第6図(c) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.6(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 2月6日 サンタクルーズ諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



※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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには 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。





# 2月6日10時12分頃のサンタクルーズ諸島の地震 - 体積ひずみ計の記録から推定されるNw -



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Mw7.6相当から8.2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、Mw7.9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秒のパ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(1*a*)の範囲を示す。 理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ所の観測波形との比較(下図) データには周期120-333 秒のパ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6図(e) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.6(e) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

### 2月8日 サンタクルーズ諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)



2013 年 2 月 8 日 20 時 12 分(日本時間)にサンタクルーズ諸 島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6.8 であった。なお、W-phase の 解析で求めた震源はS10.6°,E165.8°,深さ24kmとなった。 W-phase の解析では、震央距離10°~90°までの30 観測点の 上下成分、8 観測点の南北成分、6 観測点の東西成分を用い、100 ~500 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。



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。



(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238

解析データには 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。

第6図(f) 2013年2月8日 W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.6(f) W-phase moment tensor solution on February 8, 2013.

## 2月9日 サンタクルーズ諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解



2013 年 2 月 9 日 00 時 26 分(日本時間) にサンタクルーズ諸 島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 7.1 であった。なお、W-phase の 解析で求めた震源は SIO.7°, FL65.9°, 深さ 22km となった。 W-phase の解析では、震央距離 10° ~90° までの 33 観測点の 上下成分、6 観測点の南北成分、8 観測点の東西成分を用い、100 ~500 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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには 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。



第6図(g) 2013年2月9日 W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.6(g) W-phase moment tensor solution on February 9, 2013.

## 2013年2月9日 サンタクルーズ諸島の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2013 年 2 月 9 日 00 時 26 分(日本時間) にサンタクルーズ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,遠地実体波を用いた震源過 程解析(注 1)を行った.

初期破壊開始点は、USGS による震源の位置(10°55.9′S, 166°01.2′E, 深さ21km)とした. 断層面は、反復はぎとり法によるメカニズム解析(注1)により求めた2枚の節面のどちらを仮定しても解析結果に大差は無かった.今回は東西走向の節面(走向260°,傾斜72°)を断層面とした.最大破壊伝播速度は2.1km/sとした.理論波形の計算にはCRUST 2.0 (Bassin et al., 2000)の地下構造モデルを用いた.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

- ・断層の大きさは長さ約 40km, 幅約 40km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点よりも浅い場所にあり、最大すべり量は 1.7m であった(周辺の構造から 剛性率を 30GPaとして計算).
- ・破壊の継続時間は約20秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.1 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/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/

#### 作成日:2013/02/18

観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



観測点分布



#### 参考文献

Bassin, C., Laske, G and Masters, G, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897, 2000.

第6図(h) 2013年2月9日 遠地実体波による震源過程解析 Fig.6(h) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave on February 9, 2013.

# 4月6日 インドネシア、パプアの地震

2013年4月6日13時42分(日本時間、以下同じ)に、インドネシア、パプアの深さ66kmでMw7.0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、東西方向に張力軸を持つ型である。

気象庁は、この地震により、同日14時09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。

1963年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域a)では、1971年1月10日にM8.1の地震、1976年6月26日にM7.1(死者6,000人)、1976年10月29日にM7.1(死者6,000人)、1987年10月26日にM7.0の地震など、M7.0以上の地震が時々発生している。

※本資料中、2013年4月6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。 2013年4月6日以降の地震を濃く表示した。被害は宇津及び国際地震工学センターによる「宇津の世界の被害地 震の表」、プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)\*より引用。



Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第7図(a) 2013年4月6日 インドネシア,パプアの地震 (Mw7.0) Fig.7(a) The earthquake in Papua, Indonesia (Mw7.0) on April 6, 2013.

## 2013年4月6日 インドネシア、パプアの地震 一 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2013年4月6日13時42分(日本時間)にインドネシア、パプア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、遠地実体波を用いた震源 過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(3°31.0'S, 138°28.5'E, 深さ 66km) 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東傾斜の節面(走向) 341°, 傾斜 54°)を仮定して解析した.最大破壊伝播速度は 3.4km/s とした.理論波形の計算には CRUST 2.0 (Bassin et al., 2000)の地下構造モデルを用いた.

- 主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).
- ・断層の大きさは長さ約 30km, 幅約 40km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点よりもやや深い場所にあり、最大すべり量は 0.7m であった(周辺の構造 から剛性率を 70GPa として計算).
- 主な破壊継続時間は約10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 6.9 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/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/

## 作成日:2013/04/15

更新日:2013/05/02

#### 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 10 20 30 (秒)





#### 震央距離 30°~100°<sup>\*1</sup>の 33 観測点<sup>\*2</sup>(P波: 33)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波形記録のみを使用. ※2: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

### 参考文献

Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897, 2000.

# 第7図(b) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.7(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

# 4月6日 インドネシア、パプアの地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)





2013 年 4 月 6 日 13 時 42 分(日本時間)にインドネシア、パ プア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 7.0 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は S3.4°, E138.5°, 深さ 81km となった。

W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの 35 観測点の 上下成分、7 観測点の南北成分、8 観測点の東西成分を用い、100 ~300 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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには 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。



第7図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.7(c) W-phase moment tensor solution.

# 4月16日 イラン・パキスタン国境付近の地震

2013 年 4 月 16 日 19 時 44 分(日本時間、以下同じ)に、イラン・パキスタン国境付近の深さ 82km で Mw7.7 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)は北北西-南南東方向に 張力軸を持つ型でユーラシアプレートの下に沈みこんだアラビアプレートの内部で発生したもの である。

気象庁は、この地震により、同日 20 時 14 分と 20 時 40 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。

今回の地震の震央周辺では1935年5月31日にM8.1の地震が発生し死者30,000人を超す被害が 生じた。このほか、1945年11月28日にはM8.0の地震が発生し死者4,000人を超す被害が出てお り、2003年12月26日にはM6.8の地震が発生し死者31,000人を超す被害が出ている。

※本資料中、2013年4月16日の地震の Mw は気象庁による。その他の震源要素と被害は米国地質調査所(USGS) による。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003)\*より引用。





第8図(a) 2013年4月16日 イラン・パキスタン国境付近の地震 (Mw7.7) Fig.8(a) The earthquake in Magnitude 7.8 Iran-Pakistan border region April 16, 2013.

### 2013 年 4 月 16 日 イラン・パキスタン国境付近の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定) -

2013年4月16日19時44分(日本時間)にイラン・パキスタン国境付近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,遠地実体波を用い た震源過程解析(注1)を行った.

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(28°6.4′N, 62°3.1′E, 深さ 82km) とした. 断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち、北西傾斜の節面(走向 236°, 傾斜 56°)を仮定 して解析した.最大破壊伝播速度は 3.0km/s とした.理論波形の計算には CRUST 2.0 (Bassin et al., 2000)の 地下構造モデルを用いた.

主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).

- ・断層の大きさは長さ約 60km, 幅約 60km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点よりも浅い場所にあり、最大すべり量は 2.7m であった(周辺の構造から 剛性率を 70GPaとして計算).

主な破壊継続時間は約25秒であった。

・モーメントマグニチュード (Mw) は 7.7 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about\_srcproc.html を参照。







188.83 UD







Bassin, C., Laske, G. and Masters, G. The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897, 2000.

作成日:2013/04/24



## 4月16日 イラン・パキスタン国境付近の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解



2013年4月16日19時44分(日本時間)にイラン・パキスタ ン国境付近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 7.7 であった。なお、 W-phaseの解析で求めた震源はN28.1°,E61.9°,深さ61kmとな った。

W-phase の解析では、震央距離 10°~90°までの 24 観測点の 上下成分、9観測点の南北成分、7観測点の東西成分を用い、 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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., 175, 222-238.

解析データには 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。



第8図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.8(c) W-phase moment tensor solution.

# 4月16日19時44分頃のイラン・パキスタン国境付近の地震 - 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Mw7.5相当から7.9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、Mw7.7相当の場合であった。



013/04/16 藤枝花倉観測点の観測波形と理論波形の振幅比較(上図) 理論波形と体積ひずみ観測点8ヵ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。網掛けは誤差(1σ)の範囲を示す。

20-03

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(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw Fig.8(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

# 4月20日 中国、四川省の地震

## (1) 概要

2013 年 4 月 20 日 09 時 02 分(日本時間、以下同じ)、中国、四川省の深さ 14km で Mw6.6 の地震が発生した(図1)。この地震により、死者 196 人、行方不明者 21 人、負傷者 11,470 人の被害が生じた(2013 年 4 月 24 日現在、中国地震局 HP による)。

気象庁は、この地震により、同日 09 時 38 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。

この地震の震源は、2008 年 5 月 12 日に四川省で発生した Mw7.9 の地震の震源の南南西約 100km に位置している。今回の地震の震央の南西方面では、インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートに衝突しており、青海省から四川省、雲南省にかけて、規模の大きな地震が時々発生している。



図1 震央分布図<sup>※1</sup> (2008年1月1日~2013年4月30日、深さ0~100km、M≧4.0)

※1:今回の地震、2010年4月14日の中国青海省の地震及び2012年11月11日のミャンマーの地震のMwは気象庁 による。その他の震源要素及び発震機構は米国地質調査所(USGS)による。Mw6.5以上の地震に吹き出しを付けた。 プレート境界の位置は、Bird(2003) \*1より引用。

\*1:参考文献

Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, Geochemistry Geophysics Geosystems, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第9図(a) 2013年4月20日 中国,四川省の地震 (Mw6.6) Fig.9(a) The earthquake in Sichuan, China (Mw6.6) on April 20, 2013.

#### (2) 地震活動

今回の地震の発震機構(気象庁による CMT 解)は、西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった(図2-1)。今回の地震の発生後、この地震の震源周辺(図1の領域 a 内)では、20日から21日にかけて M5.0以上の余震が7回発生したが、その後、30日までに M5.0以上の余震は発生していない(図2-2)。



今回の地震の震央の南西方面では、インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートに 衝突しており、その影響により中国の青海省から四川省、雲南省にかけての広い地域で、規模の 大きな地震が時々発生している(図2-3、図2-4)。

今回の地震は、2008 年 5 月 12 日に四川省で発生した Mw7.9 の地震の震源断層で、北東-南西方 向に走向を持つ龍門山断層と呼ばれる活断層の概ね南西側の延長上で発生しており、両地震の発 震機構はともに西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であることから、今回の地震も 2008 年 5 月 12 日の地震と同様に、龍門山断層に直交する圧力場の影響により発生したものと考えられ る。

今回の地震の震央周辺の地域では、これまでも M6.0 を超える地震がたびたび発生しており、多 数の死者を伴う被害が生じている(図 2 - 4)。1960 年 1 月以降、図 2 - 4の領域 b 内では、1973 年 2 月 6 日に四川省で発生した M7.4 の地震により死者 2,199 人、1974 年 5 月 11 日に雲南省で発 生した M6.8 の地震により死者 1,541 人、2008 年 5 月 12 日に四川省で発生した Mw7.9 の地震によ り死者 69,195 人、2010 年 4 月 14 日に青海省で発生した Mw6.9 の地震により死者 2,968 人などの 被害が生じている。



※2:今回の地震及び2010年4月14日の青海省の地震の 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。活断層は下記文献\*2を参照

\* 2:参考文献:中国国家地震局「中国岩石圈動力学地図集」編集委員会編,1989,中国岩石圏動力学地図集,中国地 図出版社



図2-4 震央分布図<sup>※3</sup>(1960年1月1日~2013年4月30日、深さ0~100km、M≧6.0)

※3:今回の地震及び 2010 年 4 月 14 日の青海省の地震の lw 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。領域 b 内で Mc 5 以上かつ死者 100 人以上の地震に吹き出しを付けて示す。今回の地震による被害 (死者数) は中国地震局(2013 年 4 月 24 日現在) による、その他の地震による被害(死者数) は宇津及び国際地震 工学センターによる「宇津の世界の被害地震の表」による。ブレート境界の位置は、Bird (2003) \* 1 より引用。

第9図(b) つづき Fig.9(b) Continued.

## 2013 年 4 月 20 日 中国、四川省の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

2013 年 4 月 20 日 09 時 02 分(日本時間)に中国,四川省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,遠地実体波を用いた震源過程解析(注 1)を行った.

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(30°16.8'N, 102°55.3'E, 深さ 14km) とした. 断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のうち、わずかながら観測波形をよく説明できる北西傾斜 の節面(走向216°,傾斜33°)を仮定して解析した.最大破壊伝播速度は2.3km/sとした.理論波形の計 算にはCRUST 2.0 (Bassin et al., 2000)の地下構造モデルを用いた.

- 主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある).
- ・断層の大きさは長さ約 30km, 幅約 30km であった.
- ・主なすべりは初期破壊開始点付近にあり、最大すべり量は 0.8m であった(周辺の構造から剛性率を 30GPaとして計算).
- ・主な破壊継続時間は7秒であった.
- ・モーメントマグニチュード (Mw) は 6.6 であった.

結果の見方は, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/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/ 観測波形(上:0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較

0 10 20 30 40 (秒)





参考文献

Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897, 2000.

作成日:2013/04/26



# 4月20日 中国、四川省の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解



2013 年 4 月 20 日 9 時 2 分(日本時間)に中国、四川省で発生 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 6.6 であった。なお、W-phase の解析で求 めた震源は N30.2°, E103.0°, 深さ 18km となった。

W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの52 観測点の 上下成分、7 観測点の南北成分、7 観測点の東西成分を用い、 100~300 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。

(W-phase に関する参考文献) Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには 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。



解析に使用した観測点配置

第9図(d) W-phaseを用いたメカニズム解析 Fig.9(d) W-phase moment tensor solution.