

11-1 世界の地震活動（2013年5月～10月）

Seismic Activity in the World (May- October 2013)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、世界でM6.0以上の地震は60回、M7.0以上の地震は8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5月24日（日本時間）にオホーツク海で発生したMw8.3の地震であった。

2013年5月～10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) マリアナ諸島の地震（第2図）

2013年5月14日09時32分に、マリアナ諸島の深さ619kmでM7.3（Mw6.8）の地震が発生し、日本国内で最大震度1を観測した。この地震の発震機構（CMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型で、フィリピン海プレートの下に高角で沈み込む太平洋プレート内部で発生した地震である。この地震の震源付近では、1979年10月17日にMw7.0、1995年8月23日にMw7.1の地震が発生し、いずれも日本国内で最大震度1を観測している。

※対象の地震の震源要素およびCMT解は気象庁による。その他の震源要素はUSGSによる。

(2) フィジー諸島南方の地震（第3図(a)～(c)）

2013年5月24日02時19分に、フィジー諸島南方の深さ171kmでMw7.4の地震が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型であった。この地震の震央周辺は、太平洋プレートがインド・オーストラリアプレートの下に沈み込んでいるところで、今回の地震は太平洋プレート内部で発生した。

(3) オホーツク海の地震（第4図(a)～(e)）

2013年5月24日14時44分に、オホーツク海の深さ609kmでMw8.3の地震が発生し、日本国内では北海道から鹿児島県にかけての広い範囲で震度3～1を観測した。この地震の発震機構（CMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型であった。また、同日23時56分に、同じくオホーツク海の深さ623kmでMw6.7の地震が発生し、青森県で震度1を観測した。これらの地震の震源付近は、太平洋プレートが沈み込んでいるところで、今回の地震はともに太平洋プレート内部で発生した。この地震の震源付近では、1963年以降、M6.5を超える地震が数回発生しており、これらの地震により日本国内で震度1以上を観測することがある。なお、今回のような深さ600kmを超える深い領域でM8クラスの地震が発生することは、世界的に見ても珍しい。

※5月24日14時44分の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素はUSGSによる（平成25年6月1日現在）。

(4) ソロモン諸島北方の地震（第5図(a)～(c)）

2013年7月8日03時35分に、ソロモン諸島北方の深さ386kmでMw7.3の地震が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は、インド・オーストラリアプレートの傾斜方向に圧力軸を持つ型であった。この地震の震央周辺は、インド・オーストラリアプレートが太平洋プレートの下に高角で沈み込んでいるところで、今回の地震はインド・オーストラリアプレート内部で発生した。

(5) サウスサンドウィッチ諸島の地震（第6図）

2013年7月15日23時03分に、サウスサンドウィッチ諸島の深さ11kmでMw7.3の地震が発生した。この地震は、南アメリカプレートと南極プレートの境界付近で発生した。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横ずれ断層型であった。

(6) パキスタンの地震（第8図(a)～(f)）

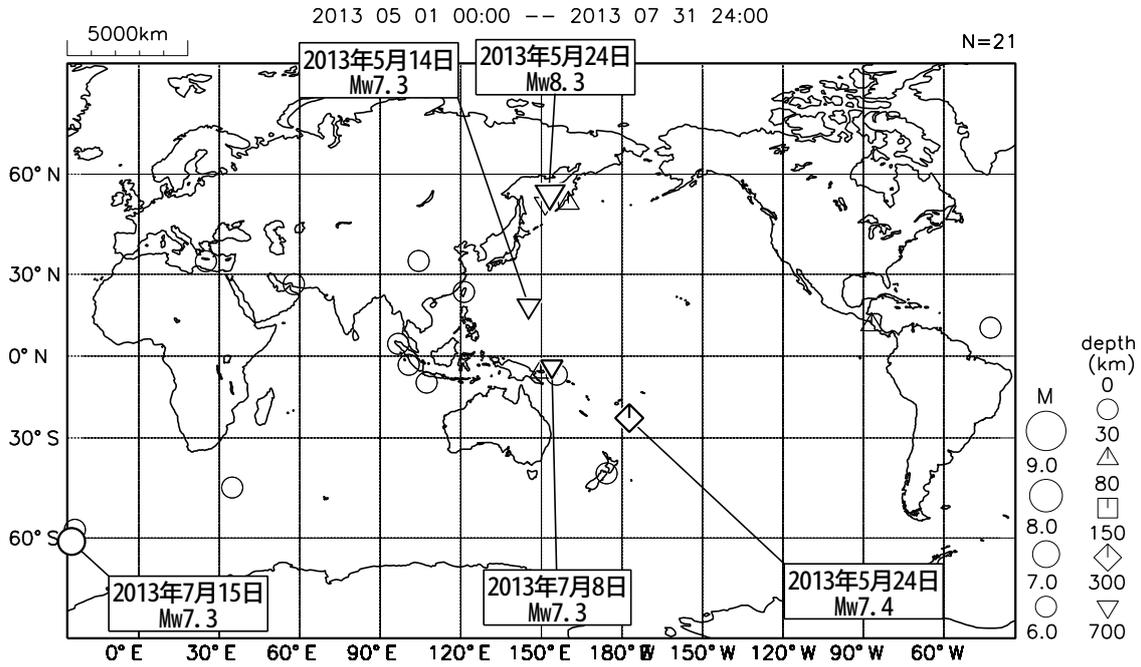
2013年9月24日20時29分に、パキスタンの深さ15kmでMw7.6の地震が発生した。この地震により、パキスタン国内で死者386人、負傷者816人の被害を生じた（2013年11月18日現在、パキスタン政府災害管理局（National Disaster Management Authority）による）。また、この地震の震央の北北東約40kmの深さ15kmで、9月28日16時34分に、余震とみられるMw6.8の地震が発生した。これらの地震は、いずれもユーラシアプレートの地殻内で発生した。

(7) その他の地震活動

発生年月日	震央地名	地震の規模	震源の深さ(km)	地震の発生場所
2013年				
8月31日	アリューシャン列島アンタリアノフ諸島	Mw6.9	34	太平洋プレートと北米プレートの境界 (第7図(a), (b))
9月26日	ペルー沿岸	Mw7.0	46	ナスカプレートと南米プレートの境界付近 (第9図(a), (b))
10月15日	フィリピン諸島, シンガポ	Mw7.1	21	ユーラシアプレート内 (第10図(a)～(c))
10月16日	ソロモン諸島	Mw6.8	54	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 (第11図)

世界の地震活動 (2013年5月~7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Mwは気象庁による。

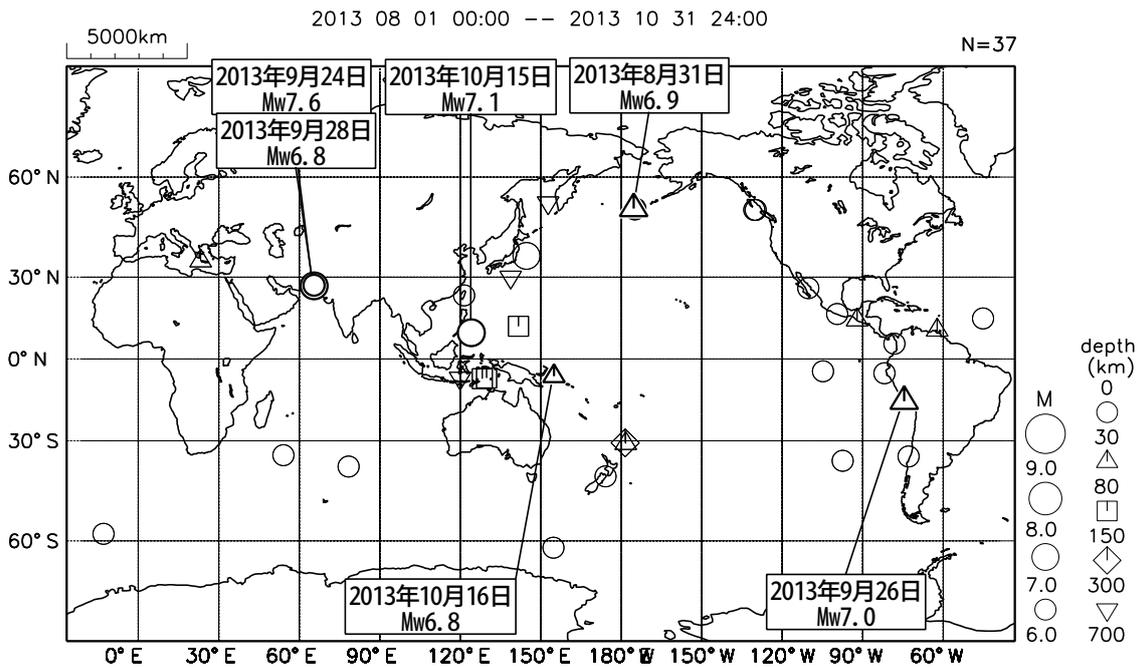


資料を作成した地震に吹き出しを付けた。

第1図(a) 世界の地震活動 (2013年5月~7月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)
Fig.1(a) Seismic activity in the World (May - July 2013, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

世界の地震活動 (2013年8月~10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Mwは気象庁による。



資料を作成した地震に吹き出しを付けた。

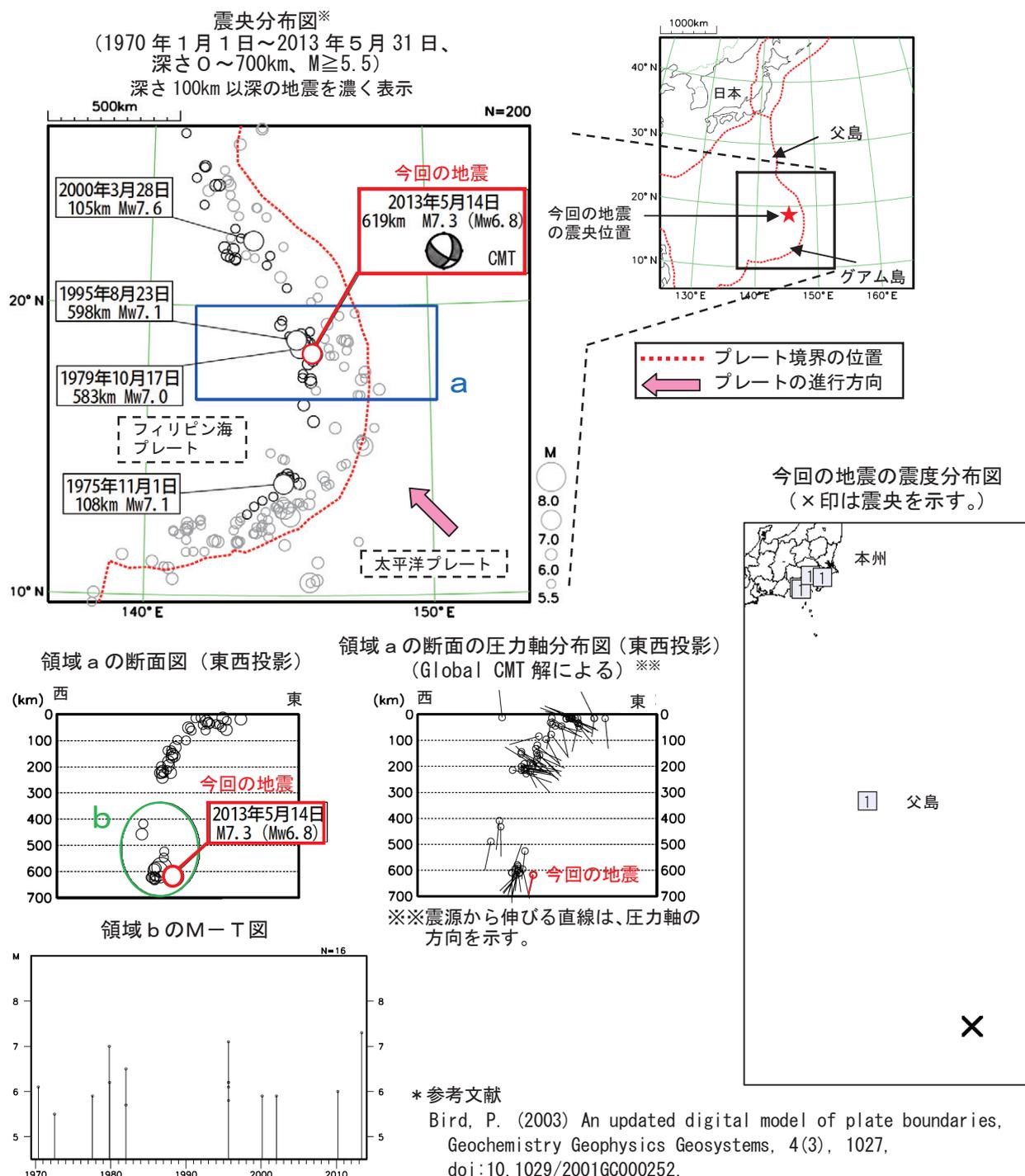
第1図(b) つづき (2013年8月~10月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)
Fig.1(b) Continued (August - October 2013, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

5月14日 マリアナ諸島の地震

2013年5月14日09時32分（日本時間、以下同じ）に、マリアナ諸島の深さ619kmでM7.3の地震が発生し、日本国内で最大震度1を観測した。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型で、太平洋プレート内部で発生した地震である。マリアナ諸島付近では、太平洋プレートがフィリピン海プレートの下に高角で沈み込んでいる。

1970年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域b）では、1979年10月17日にMw7.0、1995年8月23日にMw7.1の地震が発生し、いずれも日本国内で最大震度1を観測している。

※本資料中、今回の地震の震源要素およびCMT解は気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。



第2図 2013年5月14日 マリアナ諸島の地震

Fig.2 The earthquake in Mariana Islands region on May 14, 2013.

5月24日 フィジー諸島南方の地震

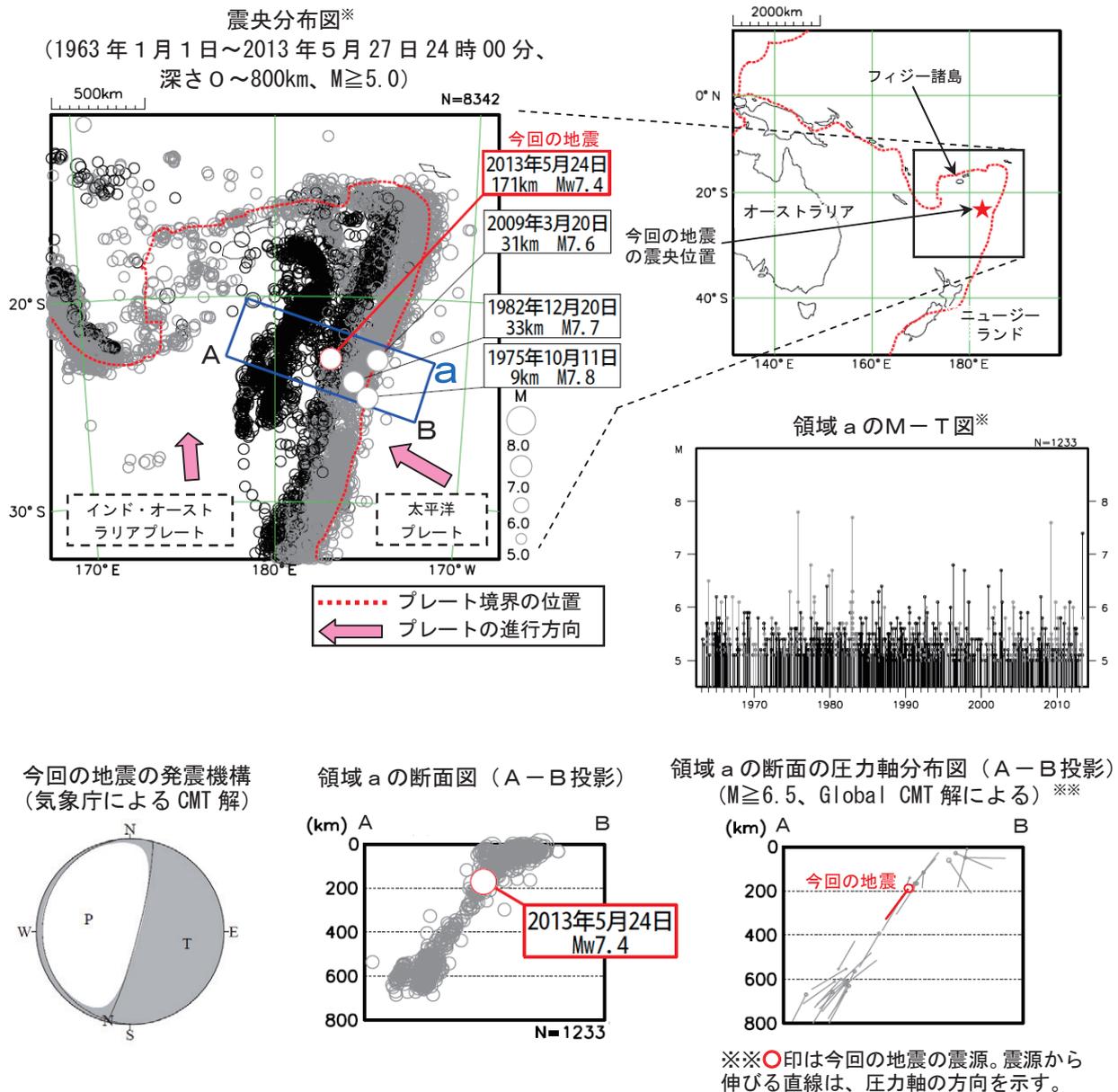
2013年5月24日02時19分（日本時間、以下同じ）に、フィジー諸島南方の深さ171kmでMw7.4の地震が発生した。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型であった。

気象庁は、この地震により、同日02時54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。

この地震の震央周辺は、太平洋プレートがインド・オーストラリアプレートの下に沈み込んでいるところで、今回の地震は太平洋プレート内部で発生した。

1963年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央付近の領域（領域a）では、M6.0を超える地震がしばしば発生しており、M7.0を超える地震も今回の地震を含め4回発生している。

※本資料中、今回の地震の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。深さ100km以深の地震を濃く表示した。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。



* 参考文献

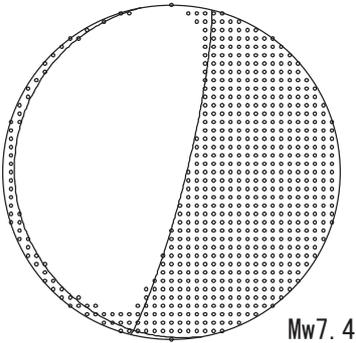
Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第3図(a) 2013年5月24日 フィジー諸島南方の地震 (Mw7.4)

Fig.3(a) The earthquake south of Fiji Islands (Mw7.4) on May 24, 2013.

5月24日 フィジー諸島南方の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解

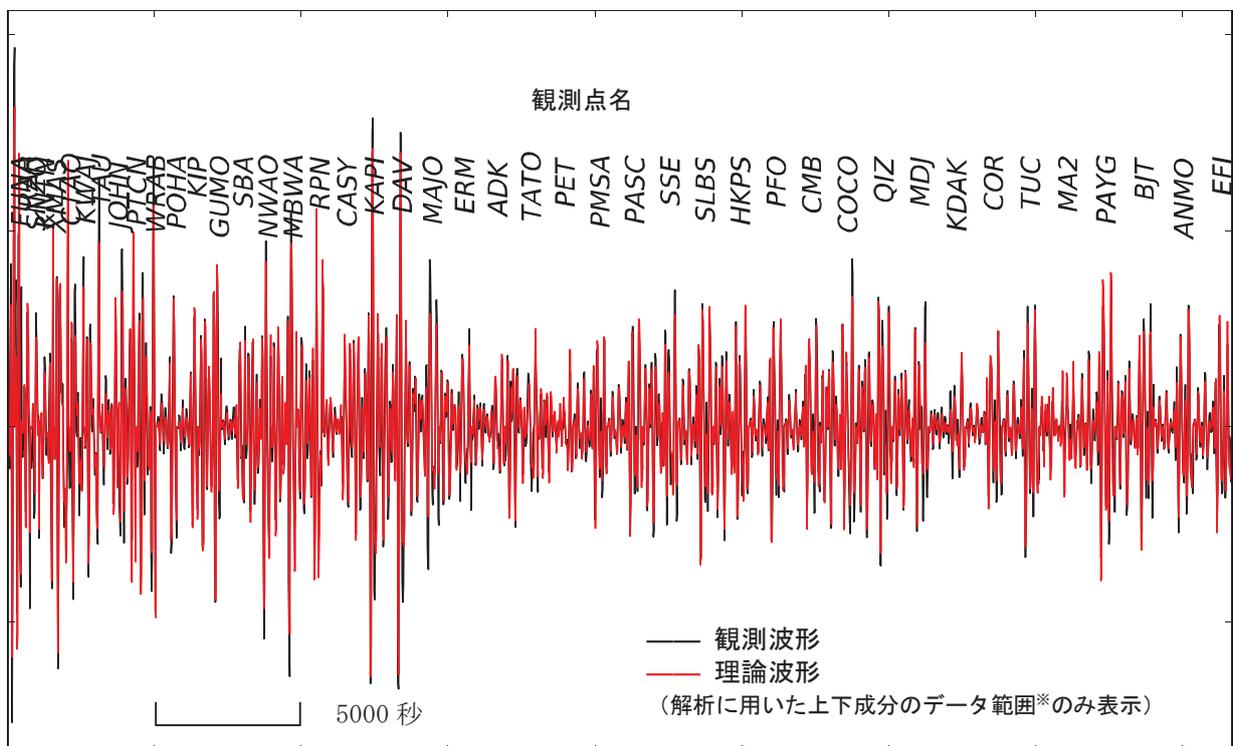


Mw7.4

2013年5月24日2時19分(日本時間)にフィジー諸島南方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7.4であった。なお、W-phaseの解析で求めた震源はS23.1°, W177.1°, 深さ171kmとなった。

W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの44観測点の上下成分、3観測点の南北成分、5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。



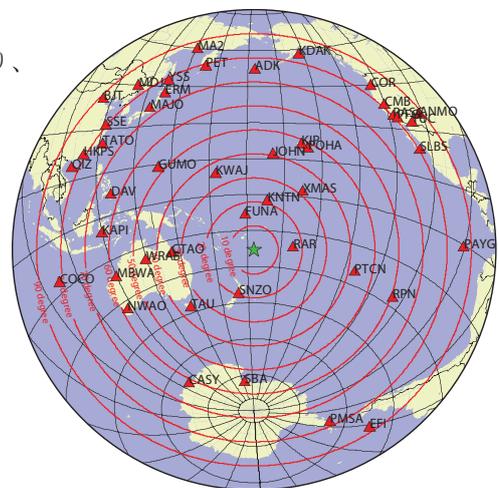
※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

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

2013年5月24日 フィジー諸島南方の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

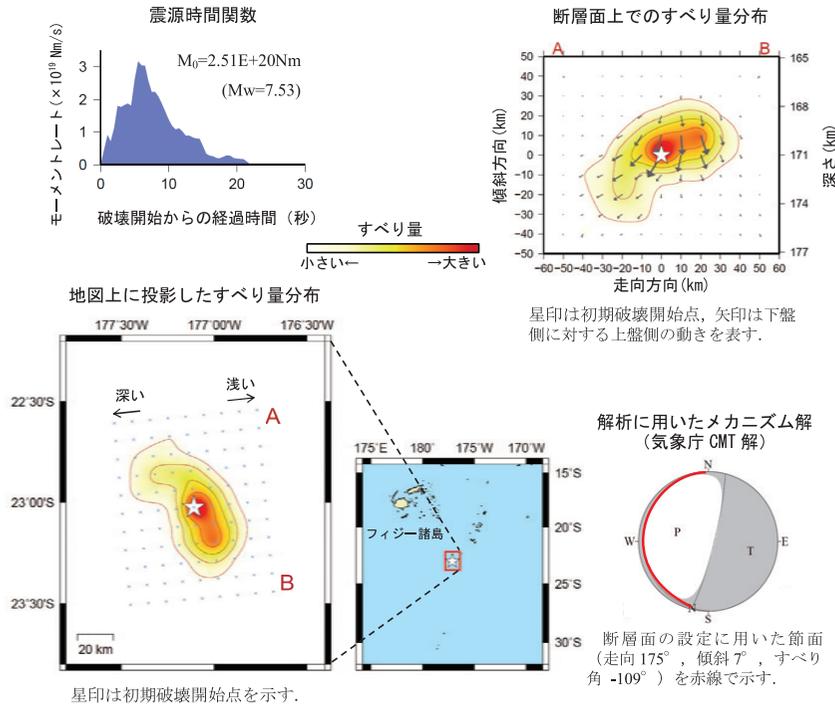
2013年5月24日02時19分(日本時間)にフィジー諸島南方で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(23° 1.5' S, 177° 6.5' W, 深さ171km)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低角の節面(走向175°, 傾斜7°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.4km/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80km、幅約60km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2.3m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15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。

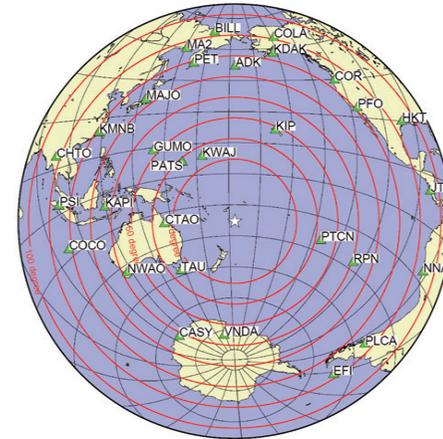
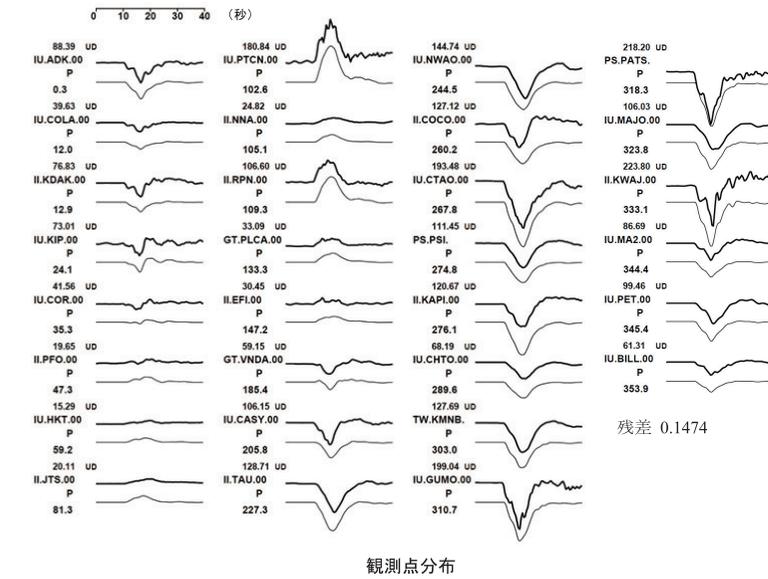
結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.htmlを参照。



(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: 2013/05/29

観測波形(上: 0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100°^{※1}の30観測点^{※2}(P波: 30)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。

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

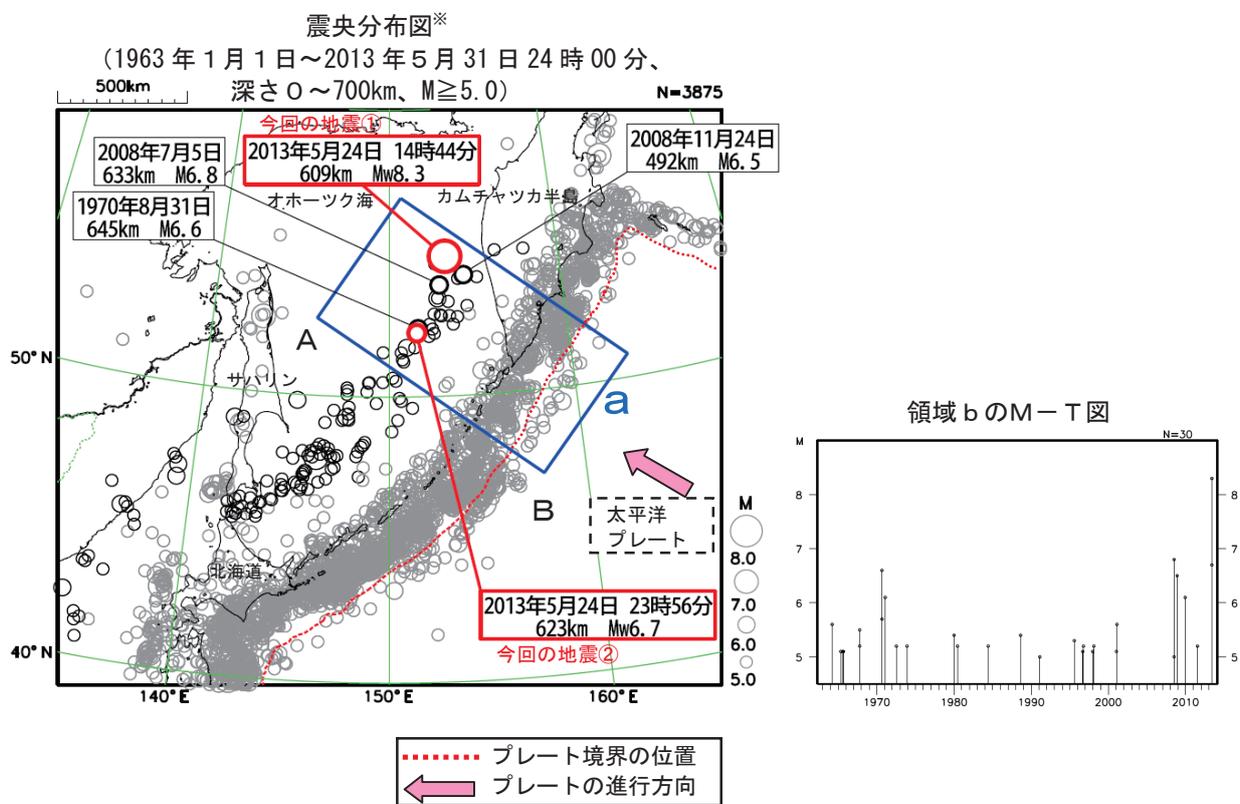
5月24日 オホーツク海の地震

情報発表に用いた震央地名は〔サハリン近海〕である。

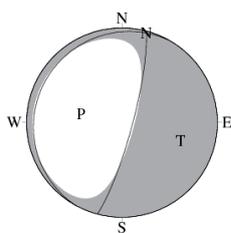
2013年5月24日14時44分（日本時間、以下同じ）に、オホーツク海の深さ609kmでMw8.3の地震が発生し、北海道から鹿児島県にかけての広い範囲で震度3～1を観測した（今回の地震①）。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は、太平洋プレートの沈み込む方向に圧力軸を持つ型であった。また、同日23時56分に、同じくオホーツク海の深さ623kmでMw6.7の地震が発生し、青森県で震度1を観測した（今回の地震②）。これらの地震の震源付近は、太平洋プレートが沈み込んでいくところで、今回の地震はともに太平洋プレート内部で発生した。

1963年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域b）では、M6.5を超える地震が数回発生しており、これらの地震により日本国内で震度1以上を観測することがある。なお、今回のような深さ600kmを超える深い領域でM8クラスの地震が発生することは、世界的に見ても珍しい。

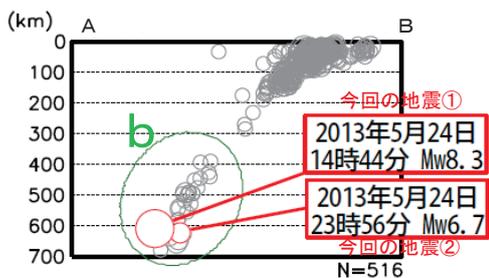
※本資料中、5月24日14時44分の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素は米国地質調査所（USGS）による（平成25年6月1日現在）。深さ300km以深の地震を濃く表示した。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。



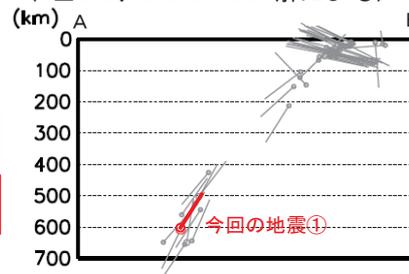
今回の地震①の発震機構
(気象庁によるCMT解)



領域aの断面図 (A-B投影)



領域aの断面の圧力軸分布図 (A-B投影)
(M≥6.0、Global CMT解による) ※※



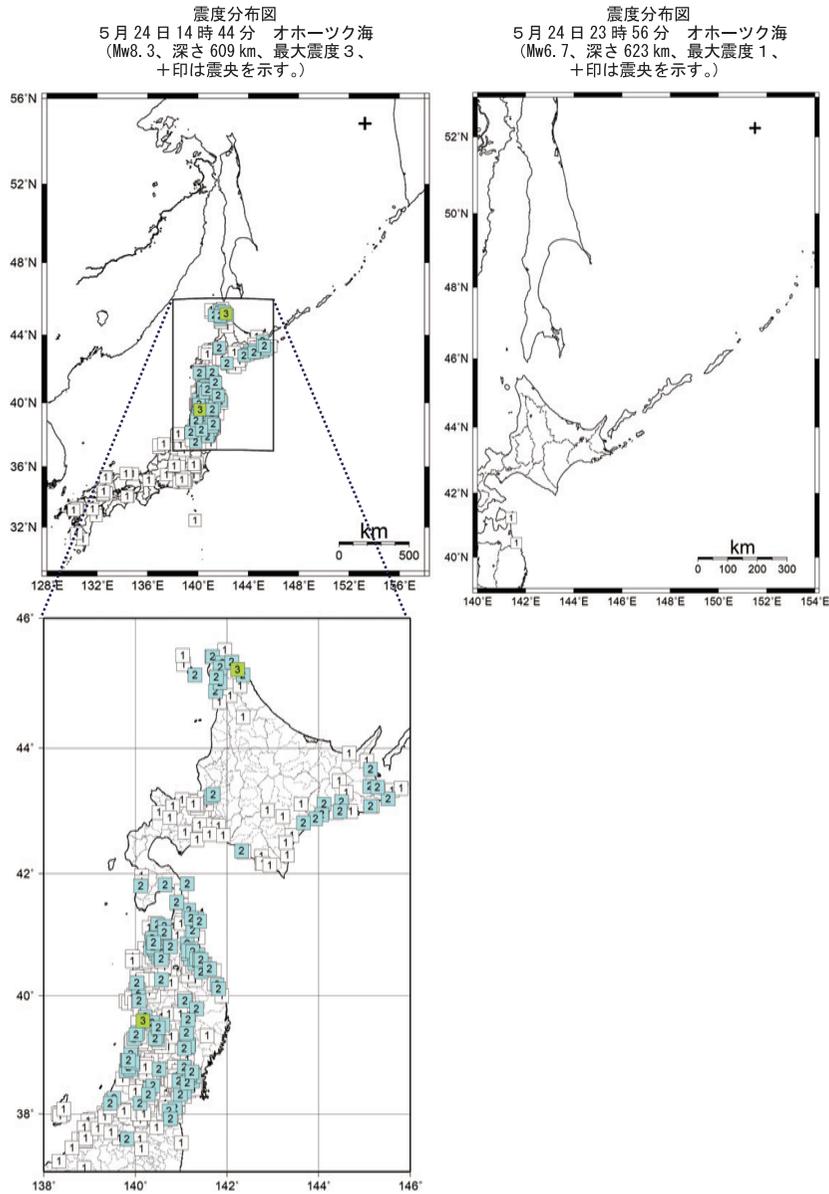
※※○印は今回の地震①の震源。震源から伸びる直線は、圧力軸の方向を示す。

*参考文献

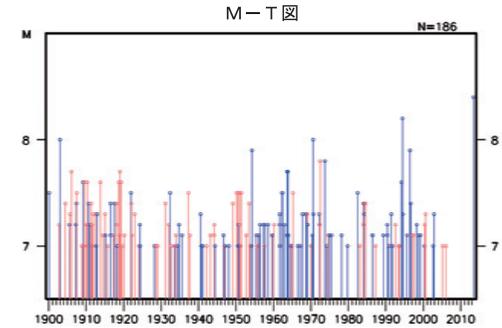
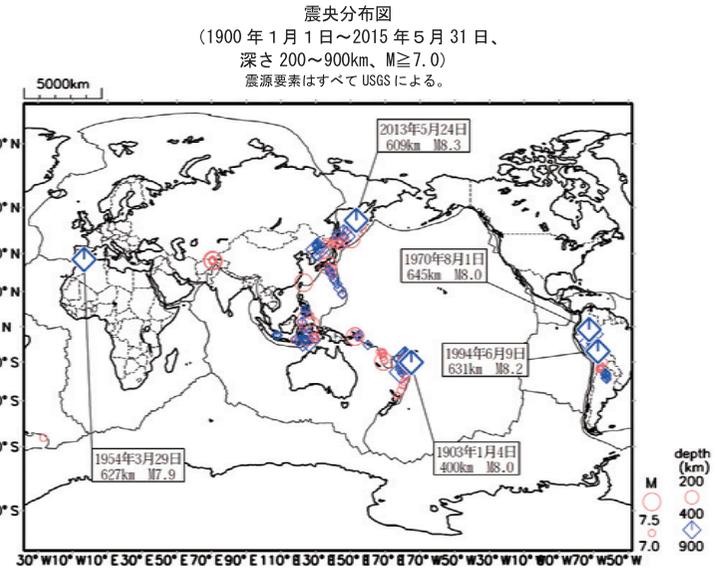
Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第4図(a) 2013年5月24日 オホーツク海の地震

Fig.4(a) The earthquake in Sea of Okhotsk on May 24, 2013.



世界の深発地震

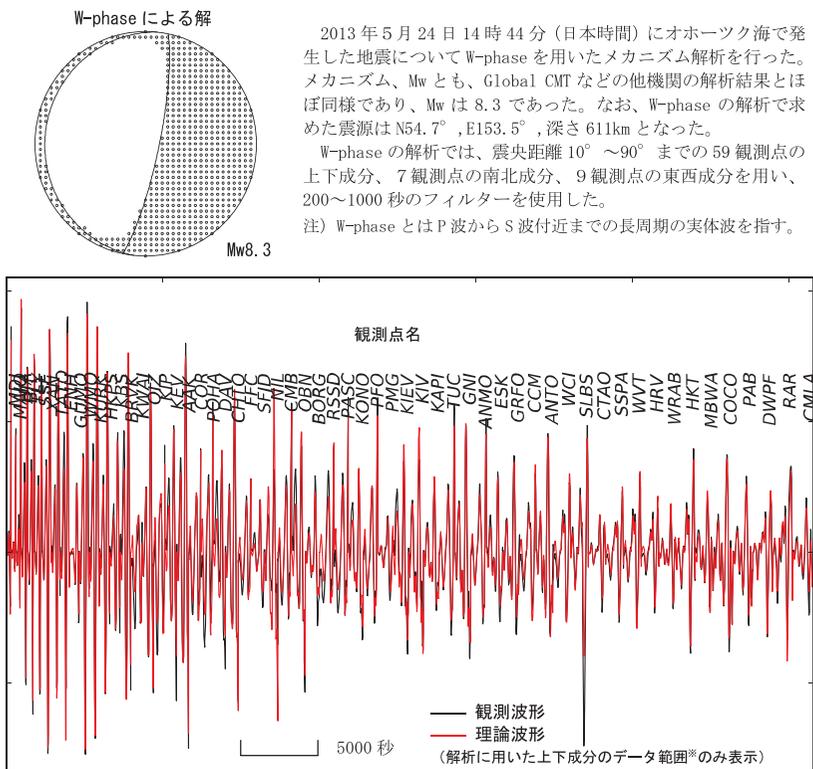


※2002年までは Centennial Catalog、2002年からは Preliminary Determination of Epicenters (PDE) Bulletin のデータを使用して描画。

第4図(a) 2013年5月24日 オホーツク海の地震
Fig.4(a) The earthquake in Sea of Okhotsk on May 24, 2013.

第4図(b) つづき
Fig.4(b) Continued.

5月24日 オホーツク海の地震
(W-phase を用いたメカニズム解析)



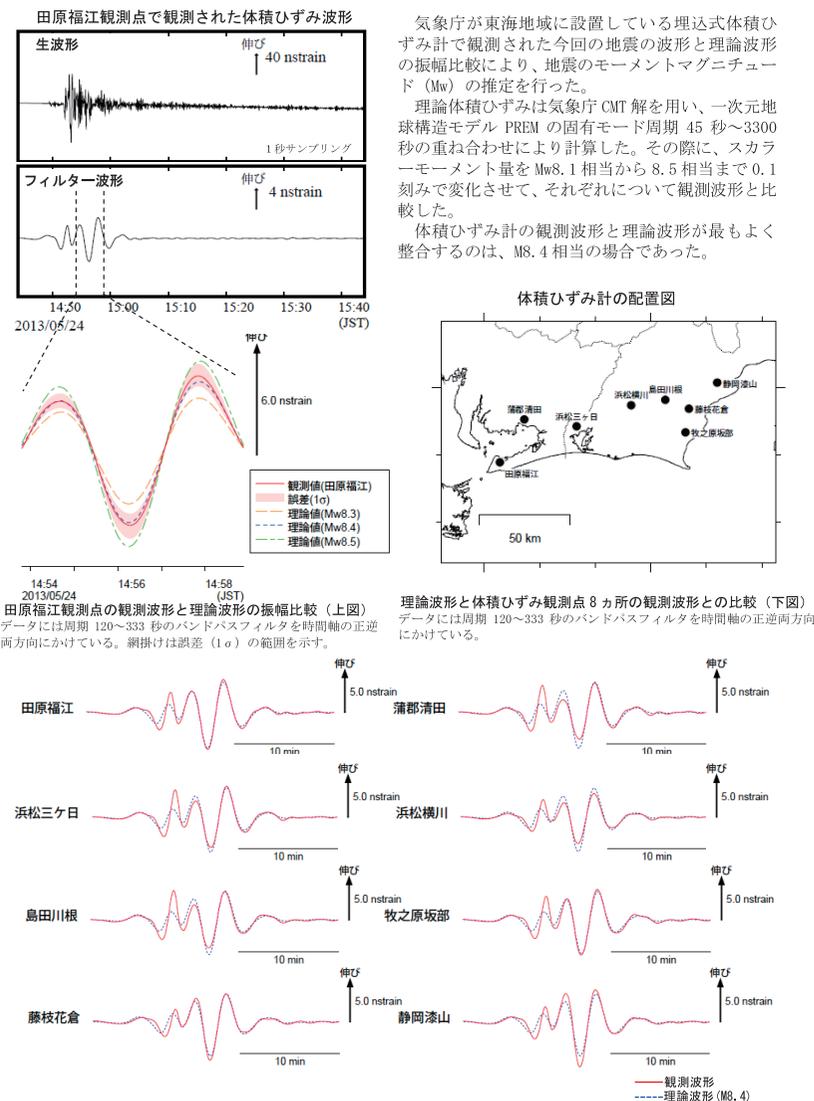
※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。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.

5月24日 14時44分頃のおホーツク海の地震
— 体積ひずみ計の記録から推定されるMw —



第4図(d) 体積ひずみ計の記録から推定されるMw
Fig.4(d) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

2013年5月24日 オホーツク海の地震
— 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

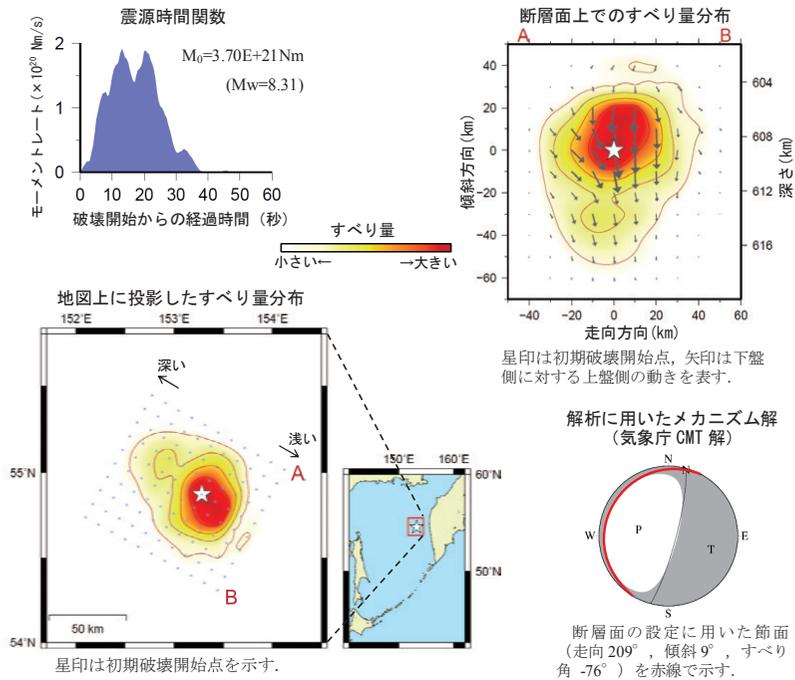
2013年5月24日14時44分(日本時間)にオホーツク海で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(54° 52.4' N, 153° 16.8' E, 深さ 609km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、観測波形を比較的良好に説明できる低角の節面(走向209°, 傾斜9°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は1.8km/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70km、幅約90kmであった。
- ・主なすべりは初期破壊開始点付近及びその南東にあり、最大すべり量は11mであった(周辺の構造から剛性率を120GPaとして計算)。
- ・破壊継続時間は約40秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は8.3であった。

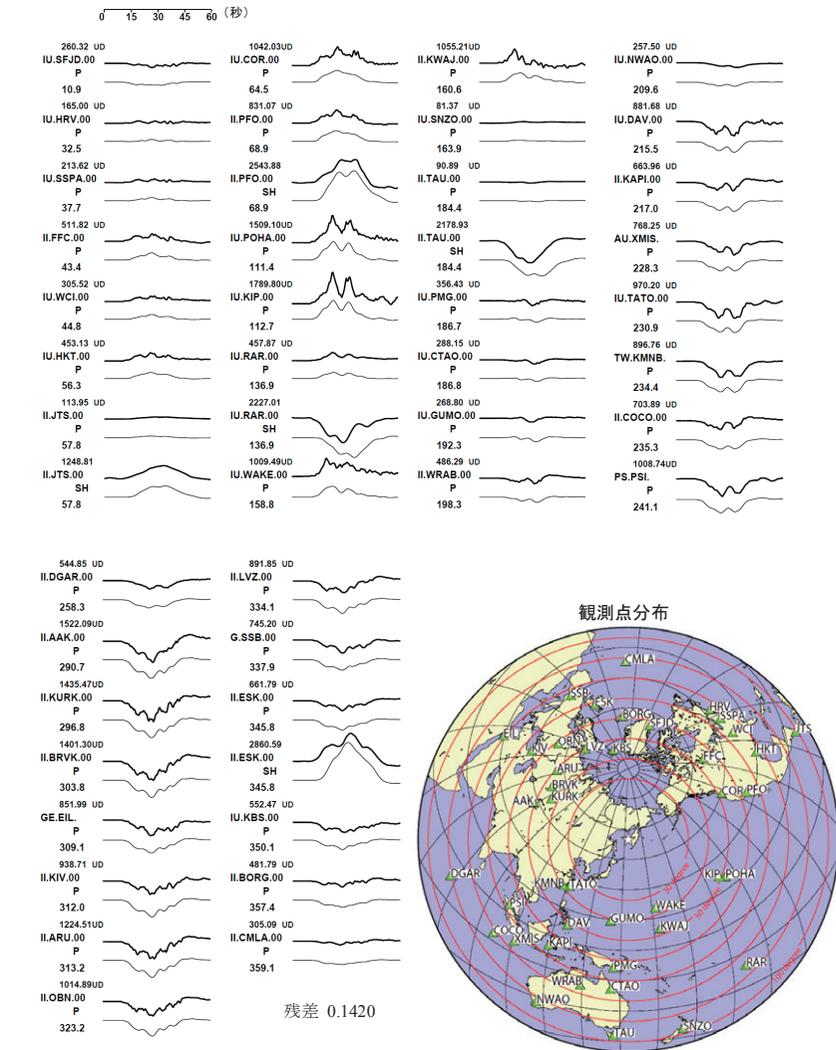
結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srproc.htmlを参照。



(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: 2013/06/10

観測波形(上: 0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100°^{※1} の 42 観測点^{※2} (P 波: 42, SH 波: 5) 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。

第4図(e) 遠地実体波による震源過程解析
Fig.4(e) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

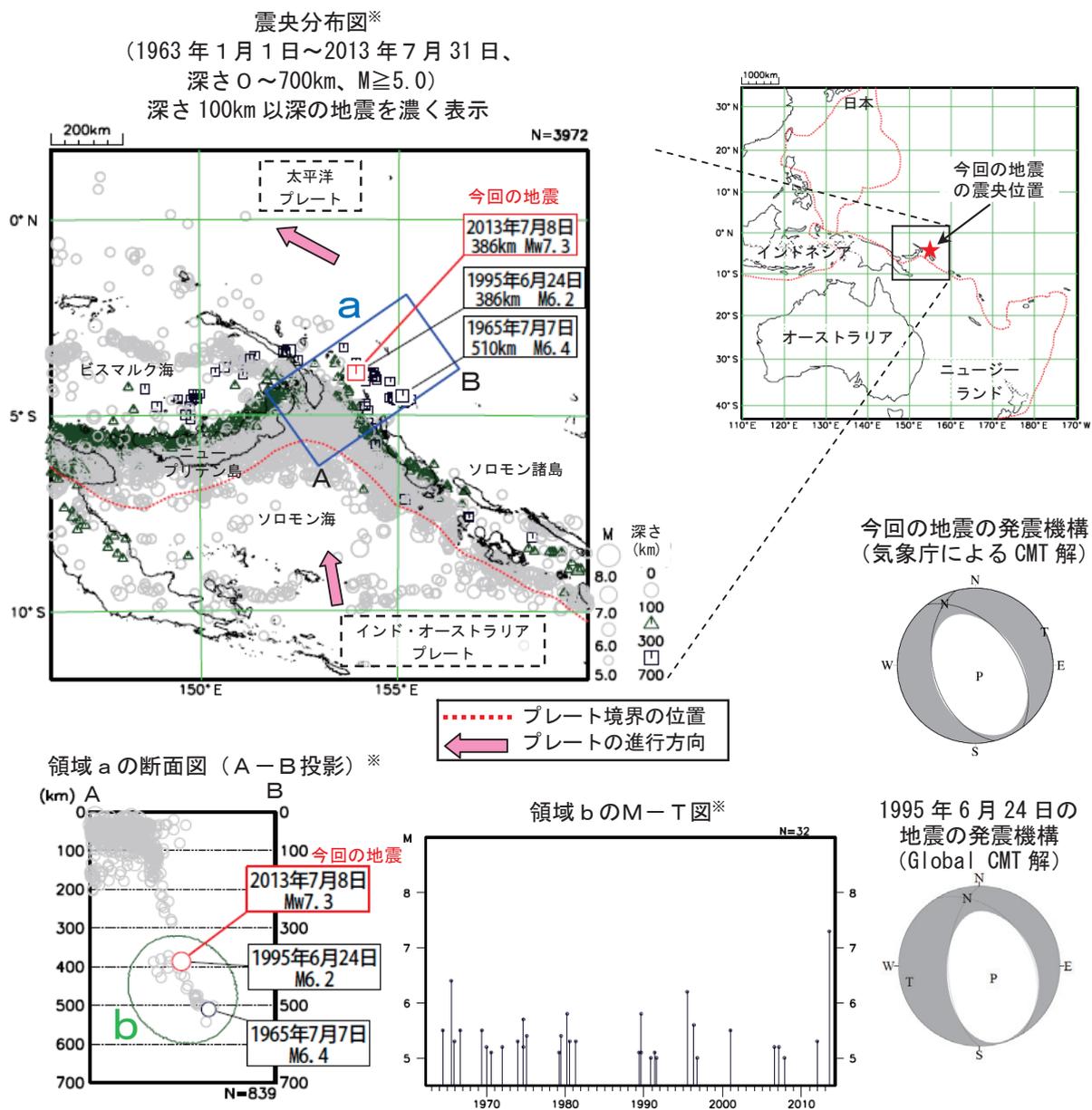
7月8日 ソロモン諸島北方の地震

2013年7月8日03時35分（日本時間、以下同じ）に、ソロモン諸島北方の深さ386kmでMw7.3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、インド・オーストラリアプレートの傾斜方向に圧力軸を持つ型であった。

この地震の震央周辺は、インド・オーストラリアプレートが太平洋プレートの下に高角で沈み込んでいるところで、今回の地震はインド・オーストラリアプレート内部で発生した。

気象庁は、この地震により、同日04時02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、今回の地震の震源周辺の領域（領域b）では、M6.0を超える地震が今回の地震を含め3回発生している。このうち1995年6月24日のM6.2の地震は、今回の地震の震源とほぼ同じ場所で発生し、その発震機構も今回の地震とほぼ同様であった。



※本資料中、今回の地震の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。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。

*参考文献

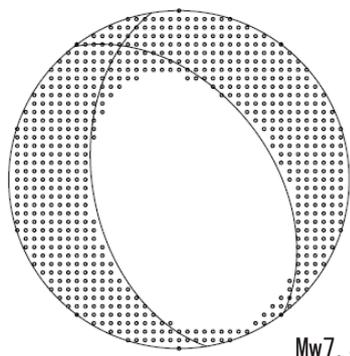
Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第5図(a) 2013年7月8日 ソロモン諸島北方の地震 (Mw7.3)

Fig.5(a) The earthquake North of Solomon Islands (Mw7.3) on July 8, 2013.

7月8日 ソロモン諸島北方の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

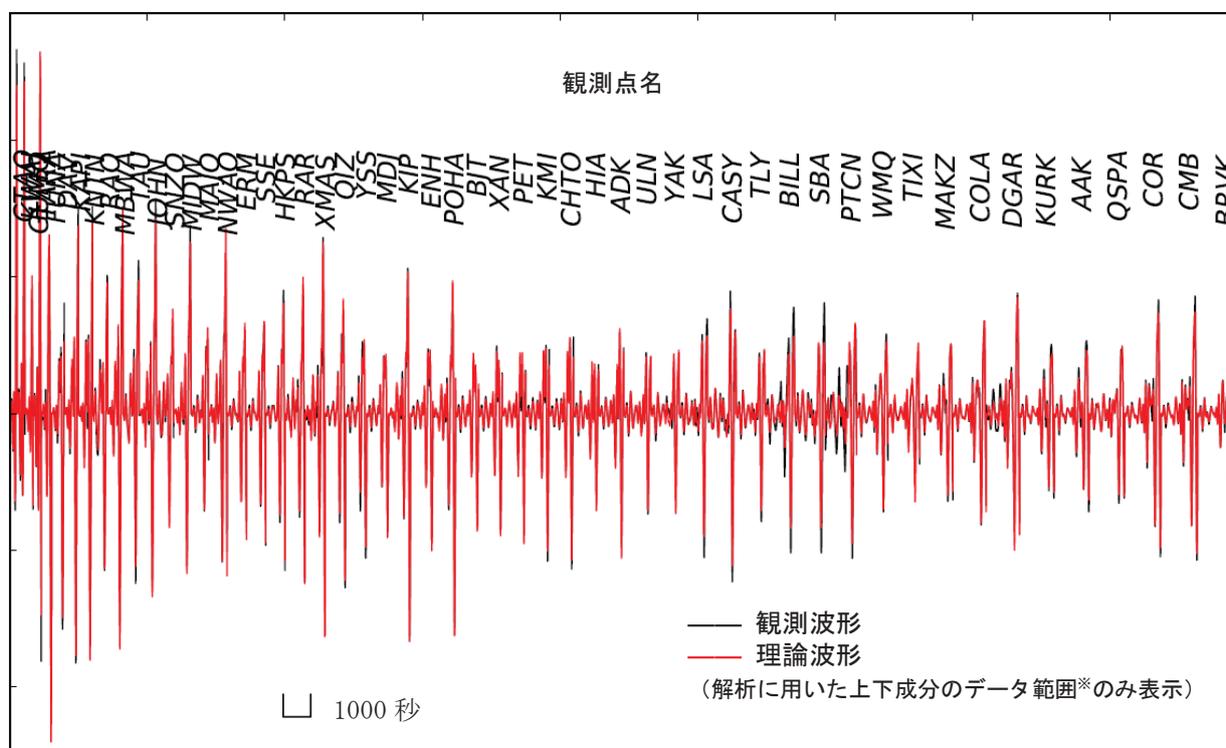
W-phase による解



2013年7月8日03時35分(日本時間)にソロモン諸島北方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、 M_w とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、 M_w は 7.3 であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は $S4.0^\circ$, $E153.8^\circ$, 深さ 381km となった。

W-phase の解析では、震央距離 $10^\circ \sim 90^\circ$ までの 53 観測点の上下成分、3 観測点の南北成分、5 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。



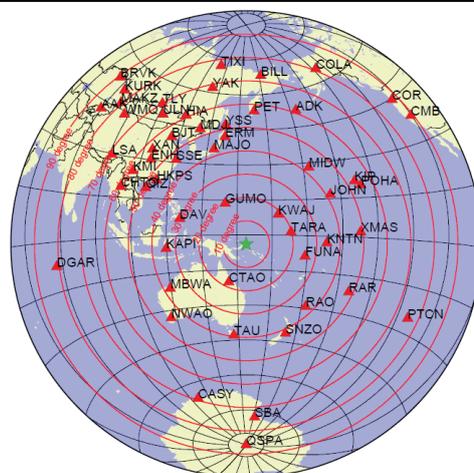
※解析に用いたデータの範囲は 15 秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

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

2013年7月8日 ソロモン諸島北方の地震
 一 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) 一

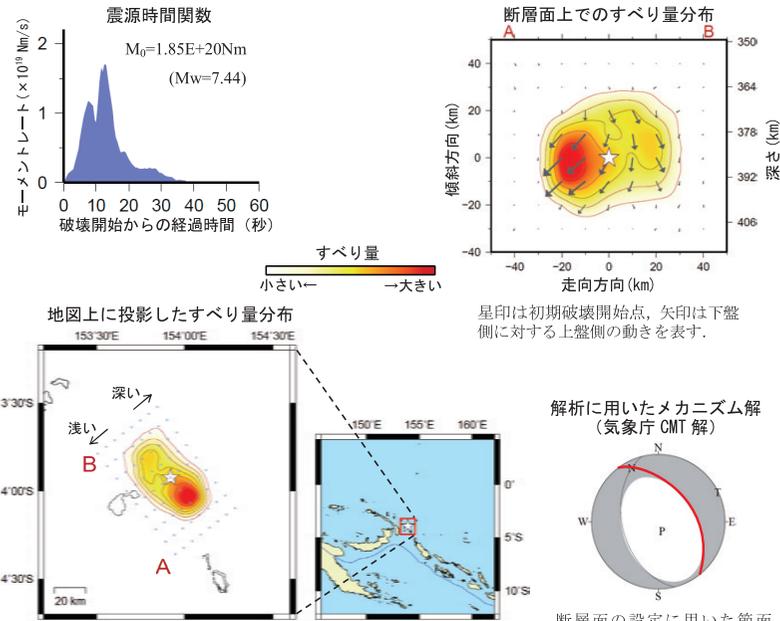
2013年7月8日03時35分(日本時間)にソロモン諸島北方で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

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° 55.3' S, 153° 55.2' E, 深さ 386km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、観測波形を比較よく説明できる節面(走向 322°, 傾斜 47°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は1.6km/sとした。理論波形の計算にはIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)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50kmであった。
- ・主なすべりは初期破壊開始点の南東にあり、最大すべり量は1.4mであった(周辺の構造から剛性率は80GPaとして計算)。
- ・主な破壊継続時間は約20秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は7.4であった。

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

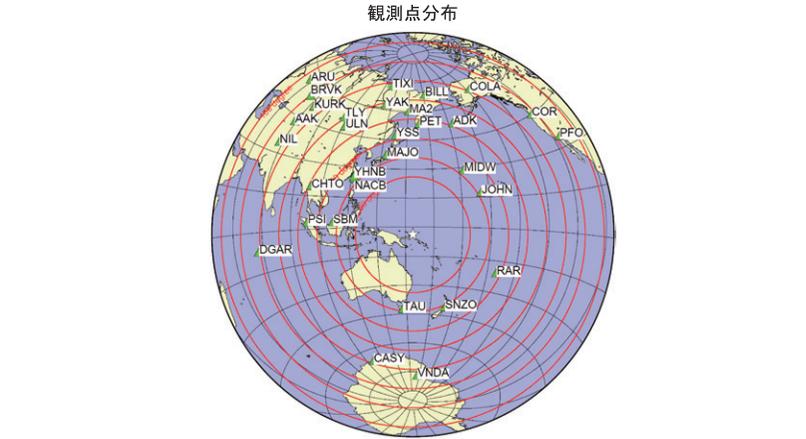
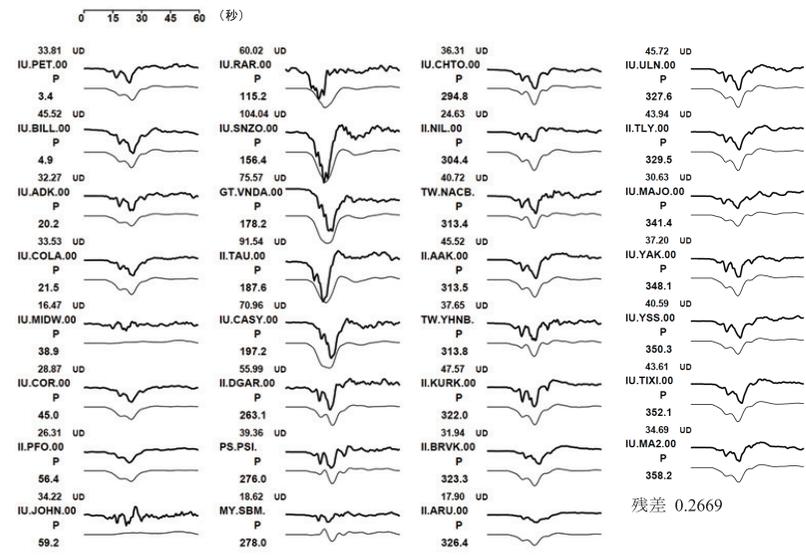


星印は初期破壊開始点を示す。青線はプレート境界を示す。
 矢印は初期破壊開始点、星印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。

(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/>

作成日: 2013/07/17

観測波形(上: 0.002Hz-1.0Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100°^{※1}の31観測点^{※2}(P波: 31)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
 Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

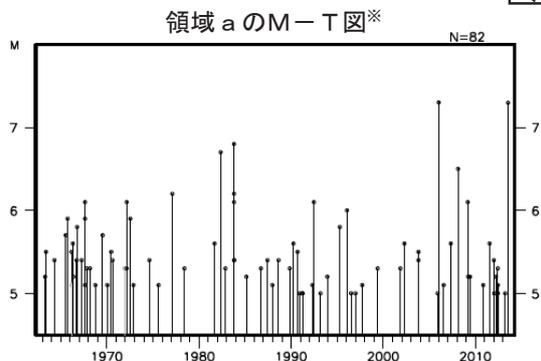
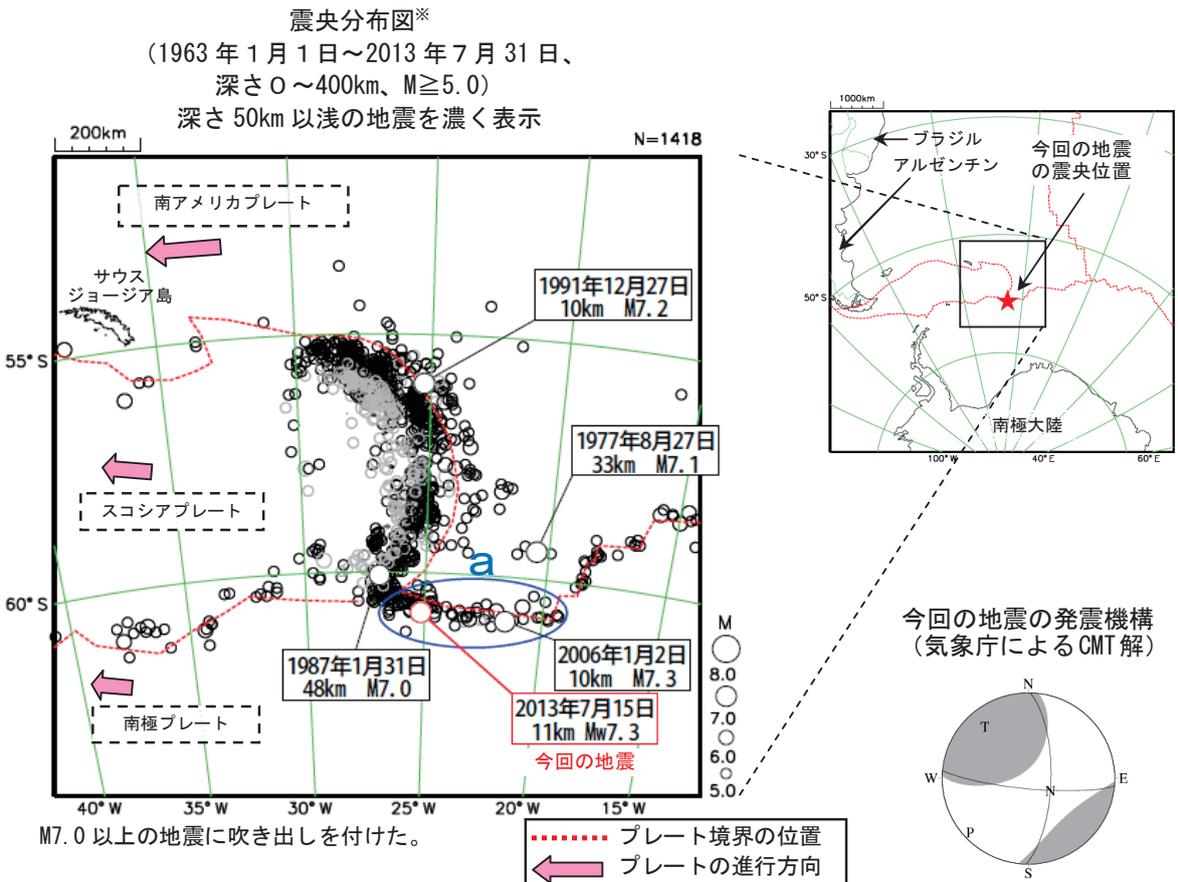
第5図(c) 遠地実体波による震源過程解析
 Fig.5(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

7月15日 サウスサンドウィッチ諸島の地震

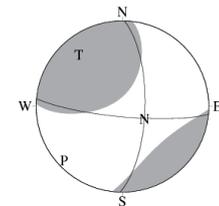
2013年7月15日23時03分（日本時間、以下同じ）に、サウスサンドウィッチ諸島の深さ11kmでMw7.3の地震が発生した。この地震は、南アメリカプレートと南極プレートの境界付近で発生した。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は、北東-南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。

気象庁は、この地震により、同日23時33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。

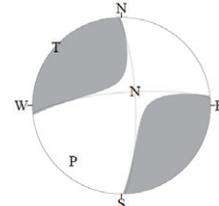
1963年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺の領域（領域a）では、南アメリカプレートと南極プレートの境界に沿ってM6.0を超える地震が時々発生している。このうちM7.0を超えるものは、今回の地震のほか、2006年1月2日に深さ10kmで発生したM7.3の地震で、その発震機構は今回の地震とほぼ同様であった。



今回の地震の発震機構
(気象庁によるCMT解)



2006年1月2日の
地震の発震機構
(Global CMT解)



※本資料中、今回の地震の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。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。

*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6図 2013年7月15日 サウスサンドウィッチ諸島の地震（Mw7.3）

Fig.6 The earthquake in South Sandwich Islands region (Mw7.3) on July 15, 2013.

8月31日 アリューシャン列島アンドリアノフ諸島の地震

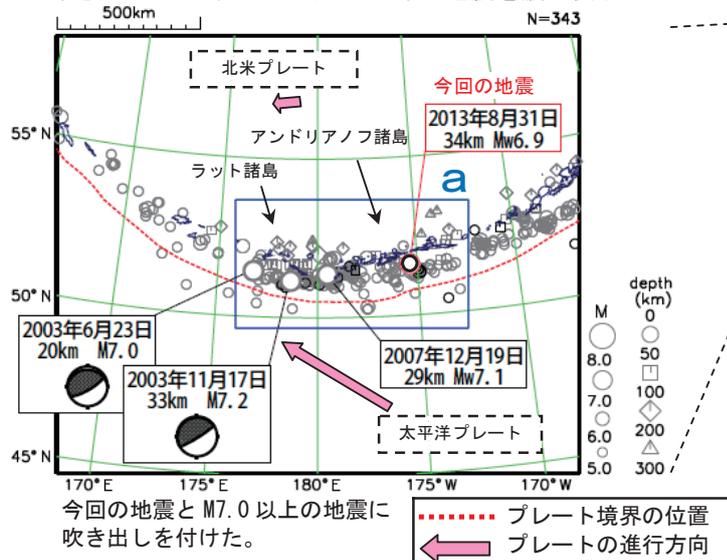
2013年8月31日01時25分（日本時間、以下同じ）に、アリューシャン列島アンドリアノフ諸島の深さ34kmでMw6.9の地震が発生した。この地震は、発震機構（気象庁によるCMT解）が北北西－南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、沈み込む太平洋プレートと北米プレートの境界で発生した。

気象庁は、この地震により、同日02時04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。

2001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、M6.0を超える地震がしばしば発生している。また、1901年以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、M8.0以上の地震が4回発生している。このうち、1957年3月9日に今回の地震の震源付近で発生したMw8.6の地震により、アリューシャン列島のユニマック島で12m、ハワイのカウアイ島で16m、日本国内では広尾で106cm（全振幅）など、太平洋の広い範囲で津波が観測された（「日本被害津波総覧」による）。

震央分布図*

(2001年1月1日～2013年8月31日、
深さ0～300km、M≥5.0) 2013年の地震を濃く表示

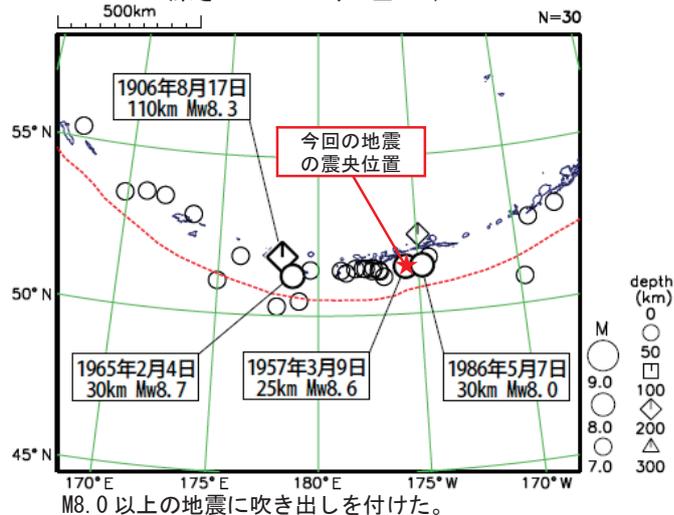


今回の地震とM7.0以上の地震に
吹き出しを付けた。

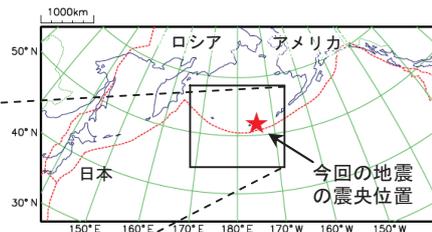
..... プレート境界の位置
← プレートの進行方向

震央分布図*

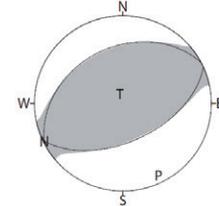
(1901年1月1日～2000年12月31日、
深さ0～300km、M≥7.0)



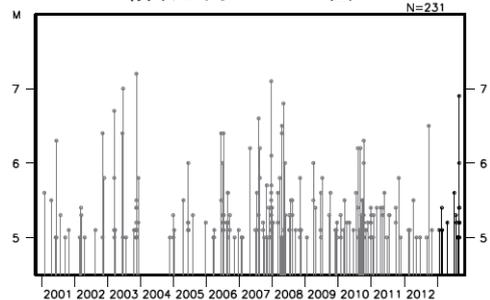
M8.0以上の地震に吹き出しを付けた。



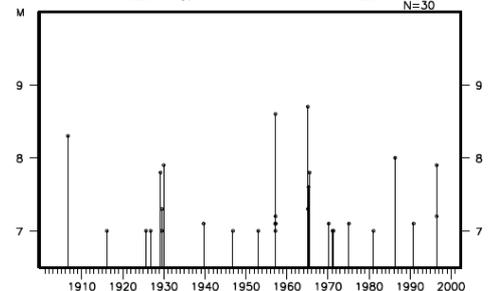
今回の地震の発震機構
(気象庁によるCMT解)



領域a内のM-T図*



左図の領域内のM-T図*



※本資料中、今回の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素は、2000年以前は国際地震センター（ISC）、2001年以降は米国地質調査所（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。

*参考文献

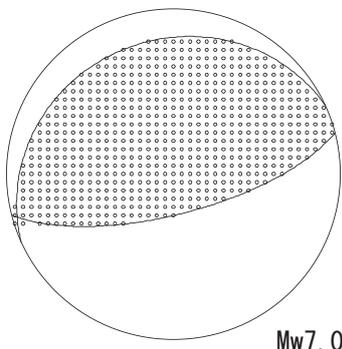
Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第7図(a) 2013年8月31 アリューシャン列島アンドリアノフ諸島の地震 (Mw6.9)

Fig.7(a) The earthquake in Andreanof Islands region, Aleutian Islands (Mw6.9) on August 31, 2013.

8月31日 アリューシャン列島アンドリアノフ諸島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

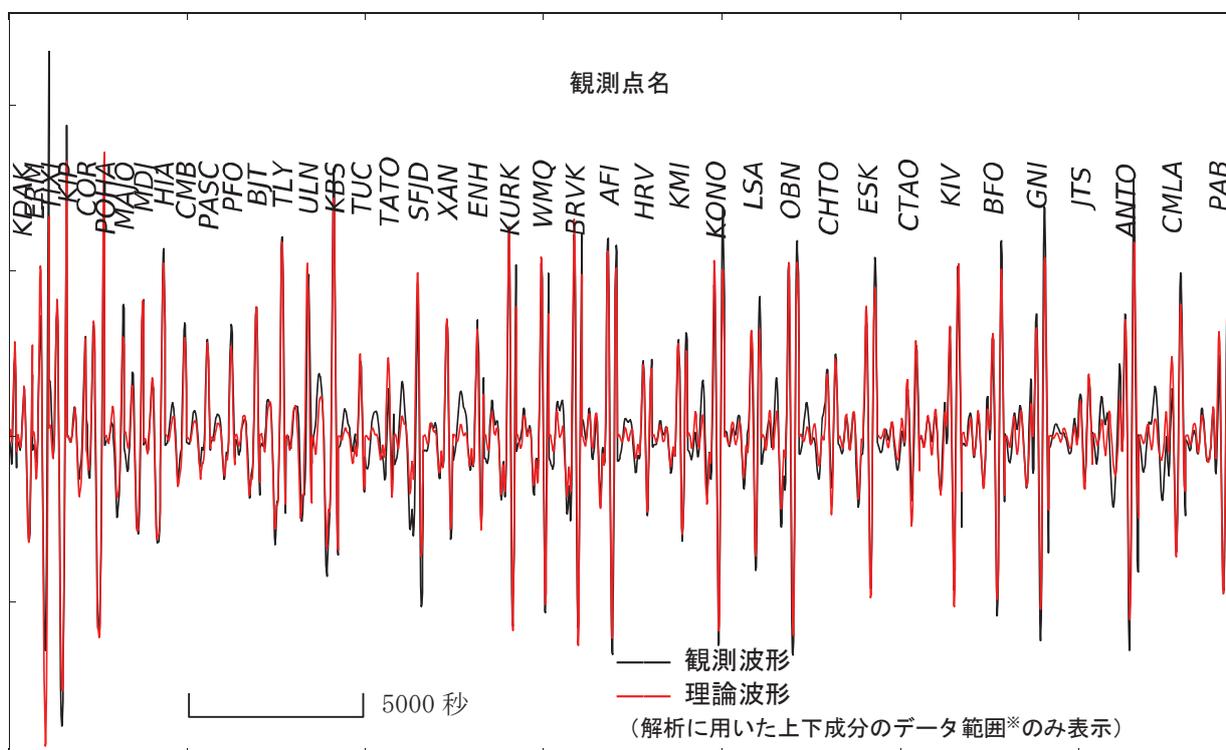
W-phase による解



2013年8月31日01時25分(日本時間)にアリューシャン列島アンドリアノフ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、 M_w とも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、 M_w は7.0であった。なお、W-phase の解析で求めた震源は $N51.5^\circ$, $W175.5^\circ$, 深さ36km となった。

W-phase の解析では、震央距離 $10^\circ \sim 90^\circ$ までの40観測点の上下成分、1観測点の南北成分、1観測点の東西成分を用い、200~600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。



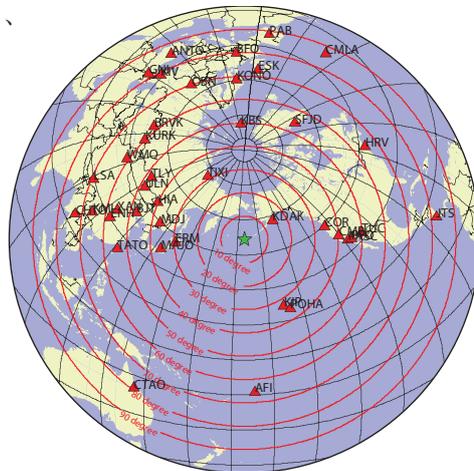
※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

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

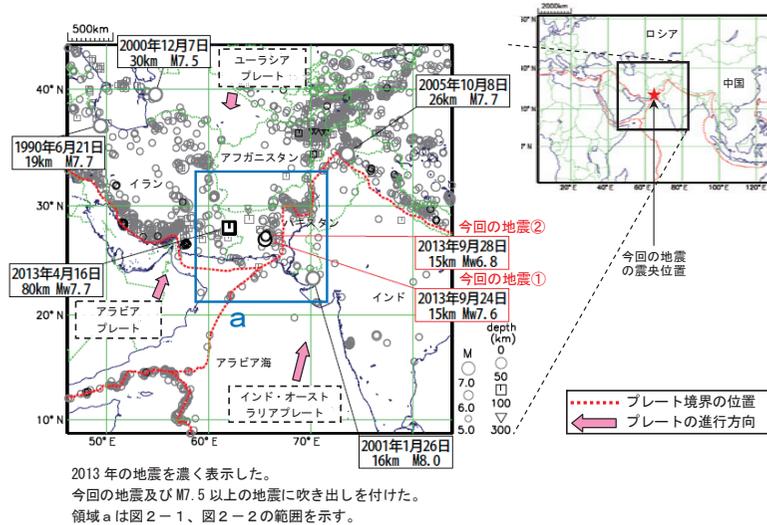
9月24日、28日 パキスタンの地震

(1) 概要

2013年9月24日20時29分(日本時間、以下同じ)に、パキスタンの深さ15kmでMw7.6の地震が発生した(今回の地震①)。気象庁は、この地震について24日21時01分と21時20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(21時20分の第2報ではマグニチュードを更新)。この地震により、パキスタン国内で死者386人、負傷者816人の被害を生じた(2013年11月18日現在、パキスタン政府災害管理局(National Disaster Management Authority)による)。

また、28日16時34分に、今回の地震①の震央の北北東約40kmの深さ15kmで、今回の地震①の余震とみられるMw6.8の地震が発生した(今回の地震②)。気象庁は、この地震について28日17時09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。

これらの地震は、いずれもユーラシアプレートの地殻内で発生した。



2013年の地震を濃く表示した。
今回の地震及びM7.5以上の地震に吹き出しを付けた。
領域aは図2-1、図2-2の範囲を示す。

図1-1 震央分布図*
(1963年1月1日~2013年9月28日、深さ0~300km、M≥5.0)

*本資料中、震源要素は米国地質調査所(USGS)による(ただし、2013年9月25日以降に未処理のデータがある)。2013年4月16日及び今回の地震のMwは気象庁による。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)*より引用。

*参考文献

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

(2) 地震活動

ア. 今回の地震の発生場所の詳細

今回の地震の震央周辺(図1-1の領域a)では、北西側にユーラシアプレート、南東側にインド・オーストラリアプレート、南西側にアラビアプレートが位置し、ユーラシアプレートに対しインド・オーストラリアプレートとアラビアプレートがともに南南西方向から圧縮する場となっている。今回の地震の震央付近(領域b)は、これらのプレートが押し合う力により形成されたと考えられる褶曲地形がみられる地域である。

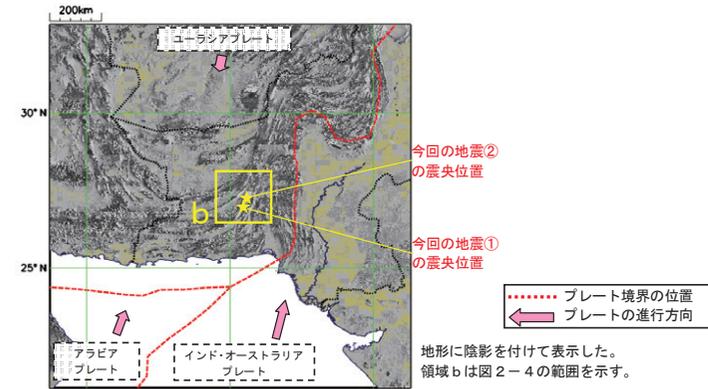


図2-1 今回の地震の震央周辺(図1-1の領域a内)の地形と今回の地震の震央位置*

図1-1の領域a内の1980年以降の活動(図2-2、図2-3)を見ると、M6.0を超える地震が時々発生しており、M7.0を超える地震は今回を含め4回発生している。また、インド・オーストラリアプレートとの境界付近のユーラシアプレート側で多くの地震が発生している。

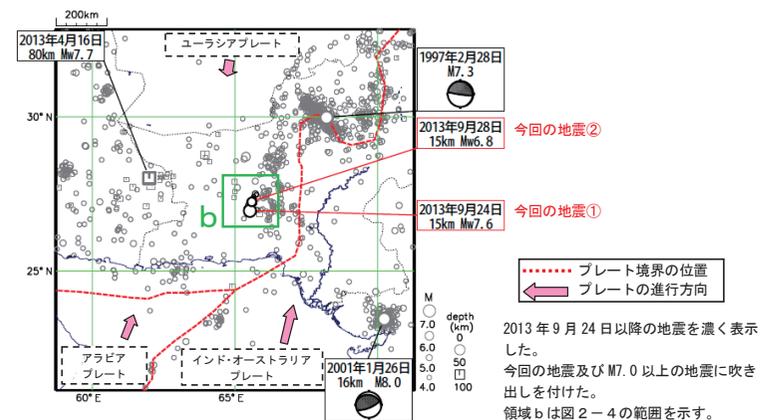


図2-2 今回の地震の震央周辺(図1-1の領域a内)の震央分布図*
(1980年1月1日~2013年9月28日、深さ0~100km、M≥4.0)

第8図(a) 2013年9月24日 パキスタンの地震 (Mw7.6)
Fig.8(a) The earthquake in Pakistan (Mw7.6) on September 24, 2013.

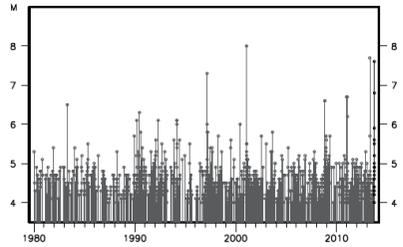


図2-3 今回の地震の震央周辺(図1-1の領域a内)のM-T図※
(1980年1月1日~2013年9月28日、深さ0~100km、M≧4.0)

イ. 余震の発生状況

今回の地震①(24日20時29分、深さ15km、Mw7.6)の発生後、いくつかの余震が発生した。このうち、28日までに発生した最大の余震は、28日16時34分に今回の地震①の震央の北北東約40kmの深さ15kmで発生したMw6.8の地震であった(今回の地震②)。

28日までに発生したM4.0以上の余震は、今回の地震①の震央から北北東方向に長さ約100km、幅約50km、深さ30km以浅に分布しており、この地域の地表の褶曲地形の走行に沿っている。

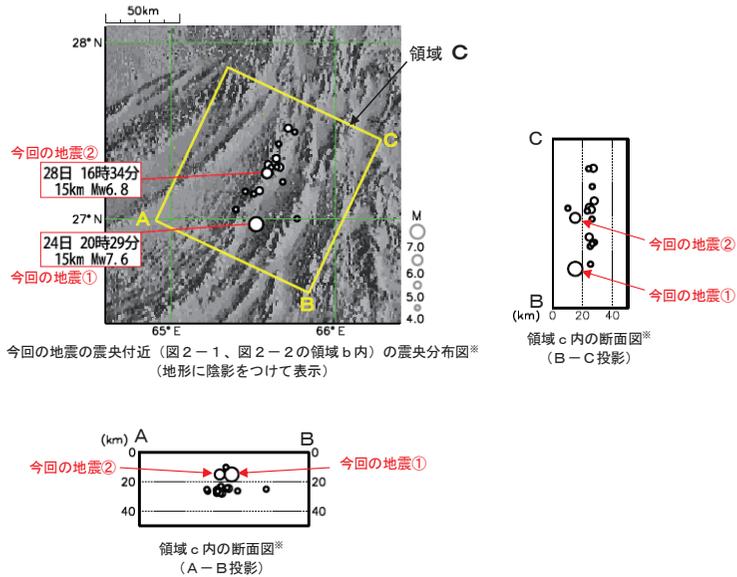


図2-4 今回の地震の震央付近(図2-1、図2-2の領域b内)の震央分布図と領域c内の断面図※
(2013年9月24日~28日、深さ0~50km、M≧4.0)

ウ. 今回の地震の発震機構(CMT解)

今回の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は、24日の本震(今回の地震①)が南北方向に圧力軸を持つ、また、28日の余震(今回の地震②)が北北西-南南東方向に圧力軸を持つ、ともに横ずれ断層型である。どちらの地震の発震機構も、二つある節面のうち一つは北北東-南南西方向で、上記の余震分布を考慮すると、今回の地震の震源断層は概ねこの方向に走向を持つと推定される。

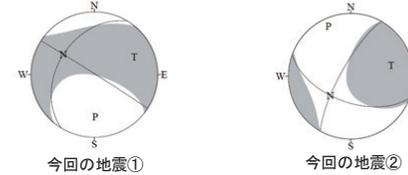
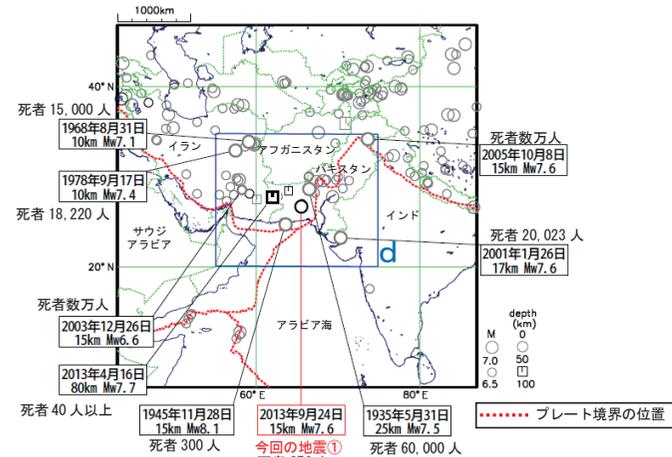


図2-5 今回の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)

エ. 過去に周辺で発生した主な地震

1900年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域d)では、Mw7.5以上の地震が今回の地震①を含め6回発生している。このうち、最大の規模の地震は、1945年11月28日に今回の地震①の震央の南西約400kmで発生したMw8.1の地震である。また、最大の被害(死者60,000人)を生じた地震は、1935年5月31日に今回の地震の北北東約300kmで発生したMw7.5の地震である。なお、Mw7.5未満の地震も含めると、死者1万人以上の被害を生じた地震は6回発生している。



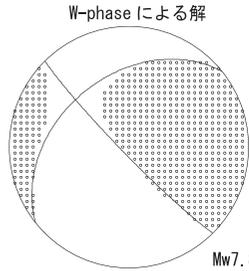
2010年以降の地震を濃く表示した。領域d内で発生した、Mw7.5以上の地震、または、死者1万人以上の被害を生じた地震に吹き出しを付けた。

図2-6 震央分布図※※
(1900年1月1日~2013年9月28日、深さ0~100km、M≧6.5)

※※本資料中、1900年~2009年の震源要素は国際地震センター(ISC)による。2010年以降の震源要素はUSGSによる(ただし、2013年9月25日以降に未処理のデータがある)。2013年4月16日の地震及び今回の地震①のMwは気象庁による。プレート境界の位置はBird(2003)*より引用。
今回の地震①の被害はパキスタン政府(2013年10月7日現在)、2013年4月16日の地震の被害はUSGSのMACHINE-READABLE DATA REPORTによる。その他の地震の被害は、宇津および国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。

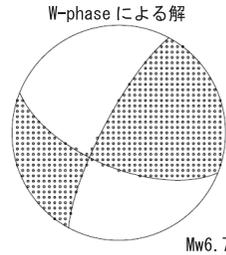
第8図(b) つづき
Fig.8(b) Continued.

9月24日 パキスタンの地震
(W-phase を用いたメカニズム解析)

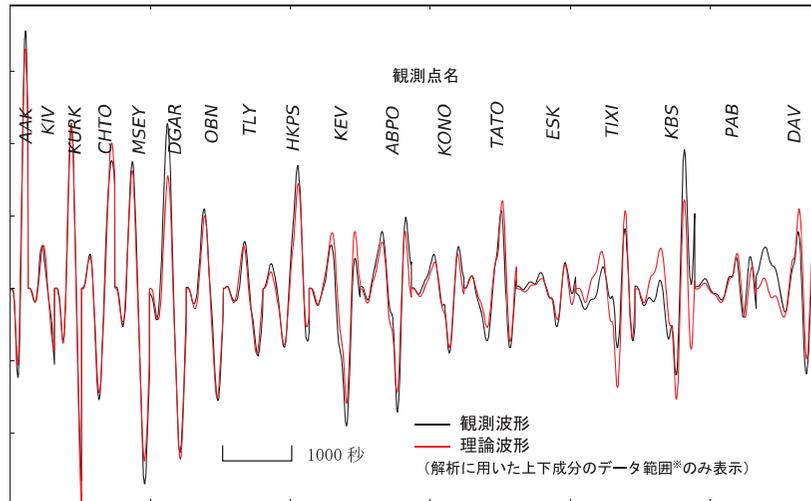


2013年9月24日20時29分(日本時間)にパキスタンで発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mwとも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mwは7.8であった。なお、W-phaseの解析で求めた震源はN26.8°、E65.0°、深さ14kmとなった。
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの18観測点の上下成分、3観測点の南北成分、1観測点の東西成分を用い、200~1000秒のフィルターを使用した。
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

9月28日 パキスタンの地震
(W-phase を用いたメカニズム解析)



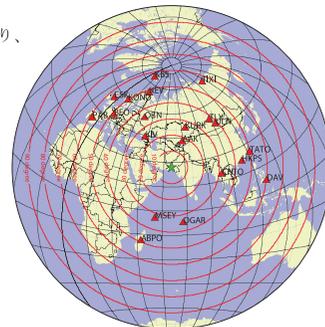
2013年9月28日16時34分(日本時間)にパキスタンで発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mwとも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mwは6.7であった。なお、W-phaseの解析で求めた震源はN27.3°、E65.8°、深さ20kmとなった。
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの19観測点の上下成分、1観測点の南北成分、1観測点の東西成分を用い、100~500秒のフィルターを使用した。
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。



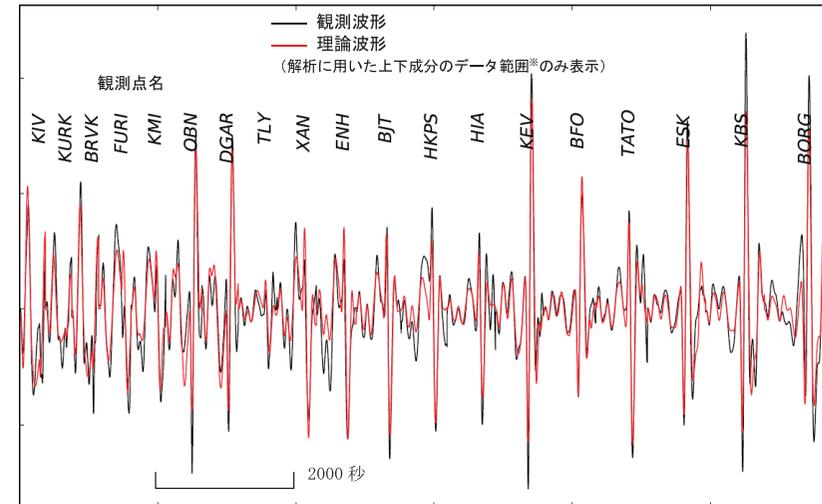
※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



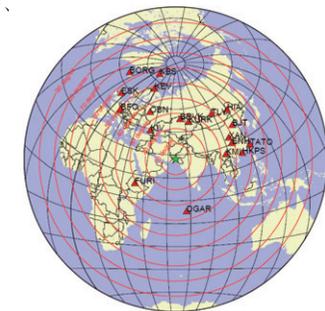
解析に使用した観測点配置



※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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。

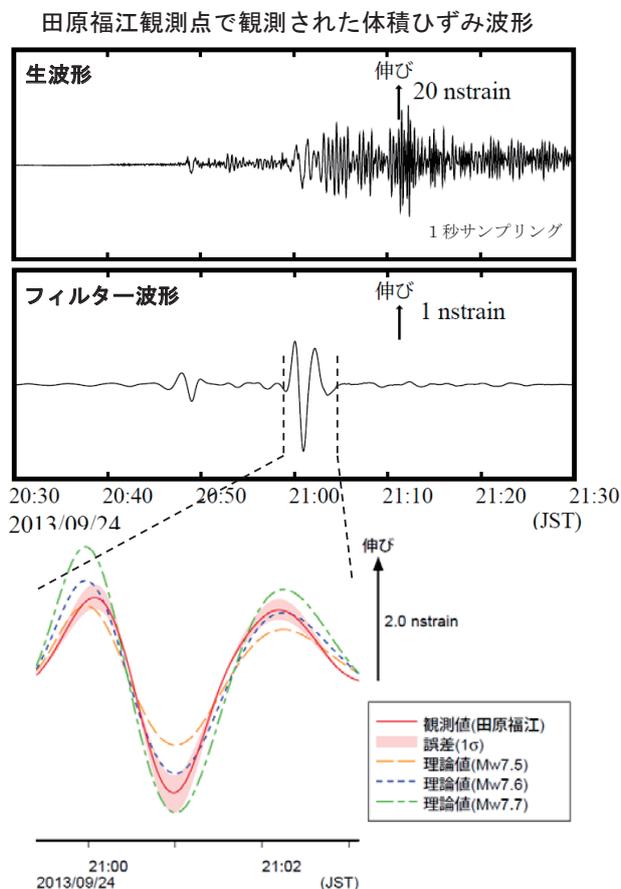


解析に使用した観測点配置

第8図(c) W-phaseを用いたメカニズム解析 (2013年9月24日)
Fig.8(c) W-phase moment tensor solution on September 24, 2013.

第8図(d) W-phaseを用いたメカニズム解析 (2013年9月28日)
Fig.8(d) W-phase moment tensor solution on September 28, 2013.

9月24日20時29分頃のパキスタンの地震 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —

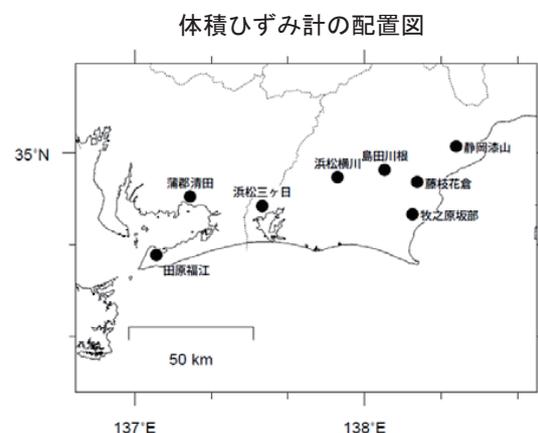


田原福江観測点の観測波形と理論波形の振幅比較 (上図)
データには周期 120-333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 (1σ) の範囲を示す。

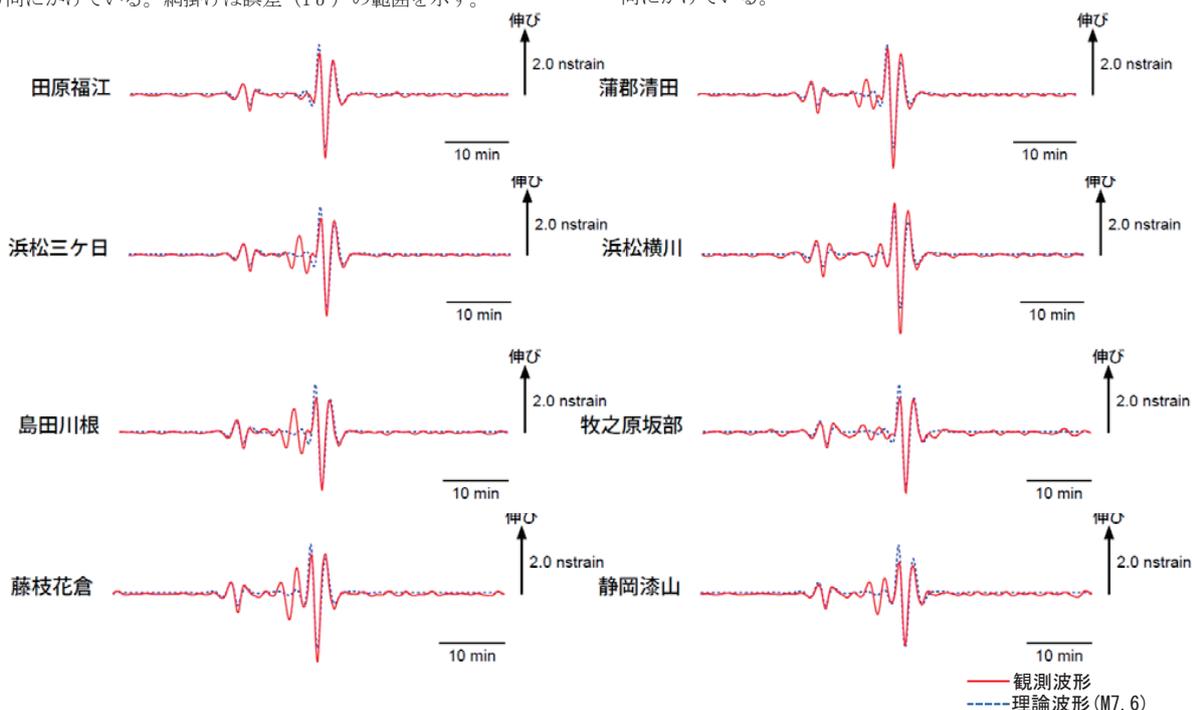
気象庁が東海地域に設置している埋込式体積ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (M_w) の推定を行った。

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 $M_w 7.4$ 相当から 7.8 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、 $M_w 7.6$ 相当の場合であった。



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8図(e) 体積ひずみ計の記録から推定される M_w

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

2013年9月24日 パキスタンの地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

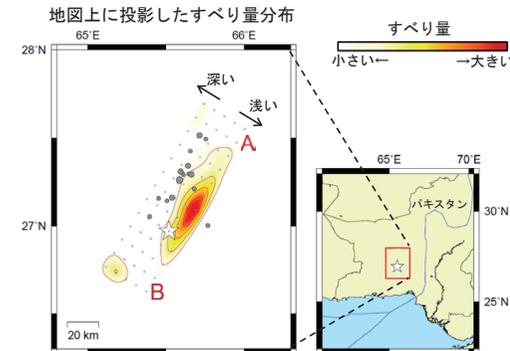
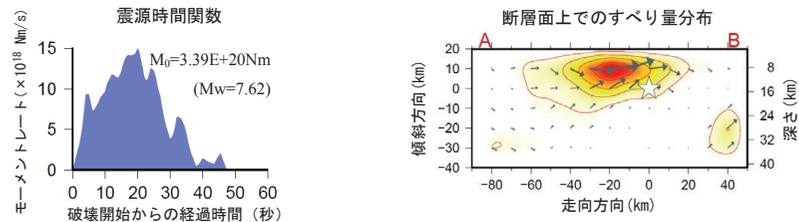
2013年9月24日20時29分(日本時間)にパキスタンで発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(26° 58.2' N, 65° 31.2' E, 深さ15km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、余震分布と整合的な節面(走向211°, 傾斜41°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.5km/sとした。理論波形の計算にはCRUST 2.0(Bassin et al., 2000)およびIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデルを用いた。

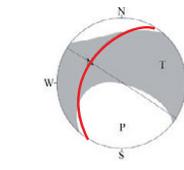
主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある)。

- ・断層の大きさは長さ約80km, 幅約30kmであった。
- ・主なすべりは初期破壊開始点よりも北東の浅い場所にあり、最大すべり量は6.5mであった(周辺の構造から剛性率を40GPaとして計算)。
- ・主な破壊継続時間は約40秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は7.6であった。

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



解析に用いたメカニズム解(気象庁CMT解)



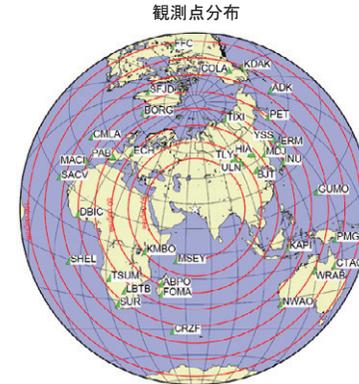
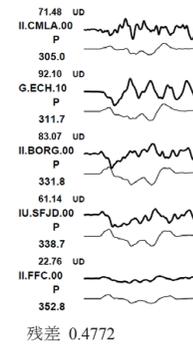
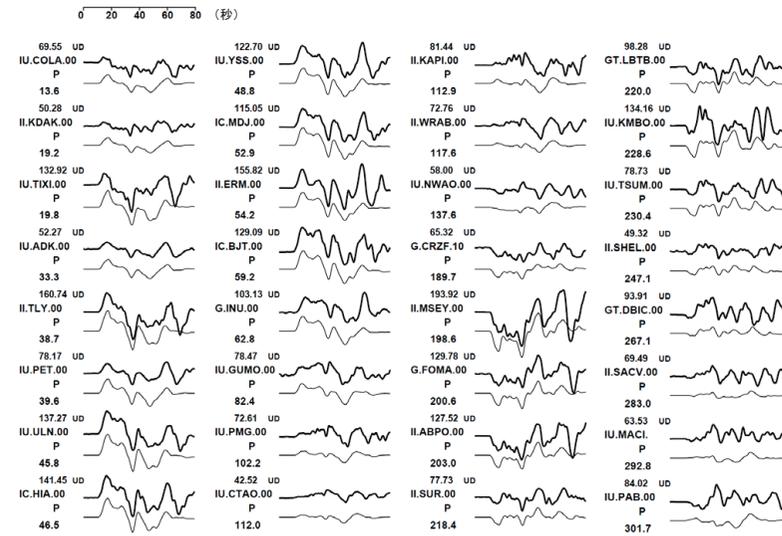
断層面の設定に用いた節面(走向211°, 傾斜41°, すべり角-2°)を赤線で示す。

星印は初期破壊開始点を示す。青線はプレート境界を示す。灰色丸は9月24日~30日に発生した余震の震央(USGSによる。9月25日以降、未処理のデータがある)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/>

作成日: 2013/10/04

観測波形(上: 0.002Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100° ※1 の 37 観測点 ※2 (P 波: 37) を使用。
 ※1: 近すぎると理論的に扱いきれない波の計算があり、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、評価しにく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., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.
 Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

残差 0.4772

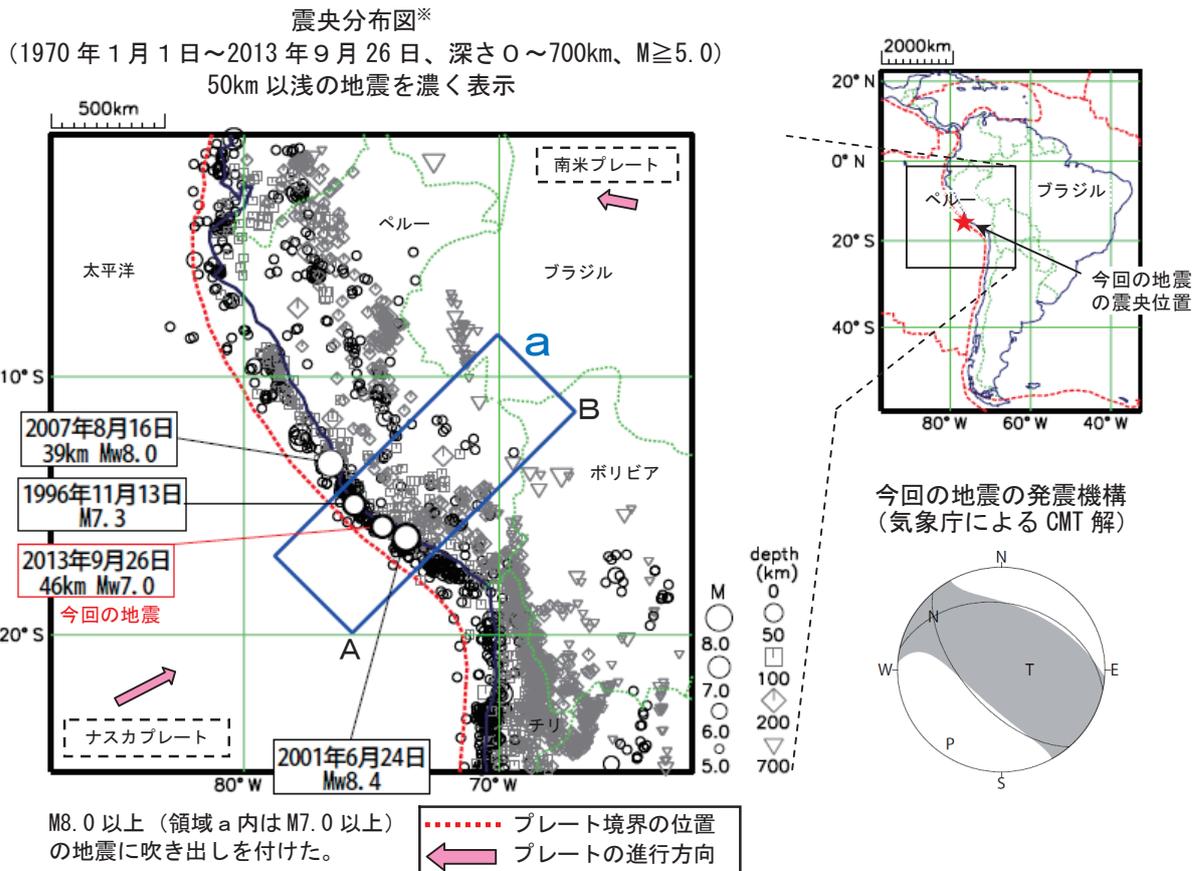
第8図(f) 遠地実体波による震源過程解析
 Fig.8(f) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

9月26日 ペルー沿岸の地震

2013年9月26日01時42分（日本時間、以下同じ）に、ペルー沿岸の深さ46kmでMw7.0の地震が発生した。この地震は、発震機構（気象庁によるCMT解）が北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、沈み込むナスカプレートと南米プレートの境界付近で発生した。

気象庁は、この地震について同日02時21分に遠地地震に関する情報（日本国内向け、「震源の近傍で津波発生の可能性があります。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。

1970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、2001年6月24日に今回の地震の震央から東南東約100kmの場所でMw8.4の地震が発生し、死者139人、負傷者2,687人の被害を生じた（宇津および国際地震工学センターによる「世界の被害地震の表」による）。また、この地震により太平洋の広い範囲で津波が観測され、日本国内でも北海道の根室市花咲で最大の高さ28cmの津波を観測した。



※本資料中、今回の地震の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。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）*より引用。

*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9月26日 ペルー沿岸の地震 (Mw7.0)

Fig.9(a) The earthquake near coast of Peru (Mw7.0) on September 26, 2013.

2013年9月26日 ペルー沿岸の地震
— 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

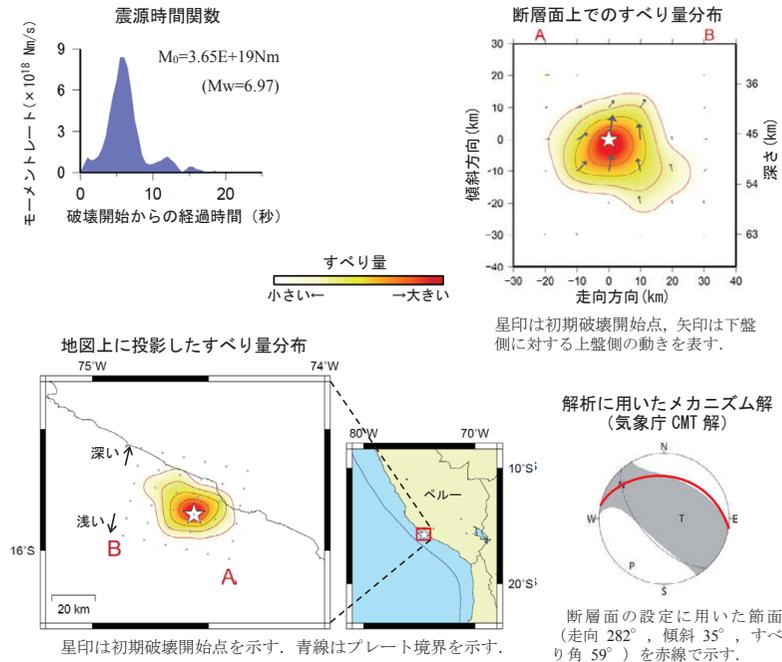
2013年9月26日01時42分(日本時間)にペルー沿岸で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(15° 51.0' S, 74° 33.7' W, 深さ 46km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北傾斜の節面(走向 282°, 傾斜 35°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.1km/sとした。理論波形の計算にはCRUST 2.0(Bassin et al., 2000)およびIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)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付近にあり、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7.0であった。

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

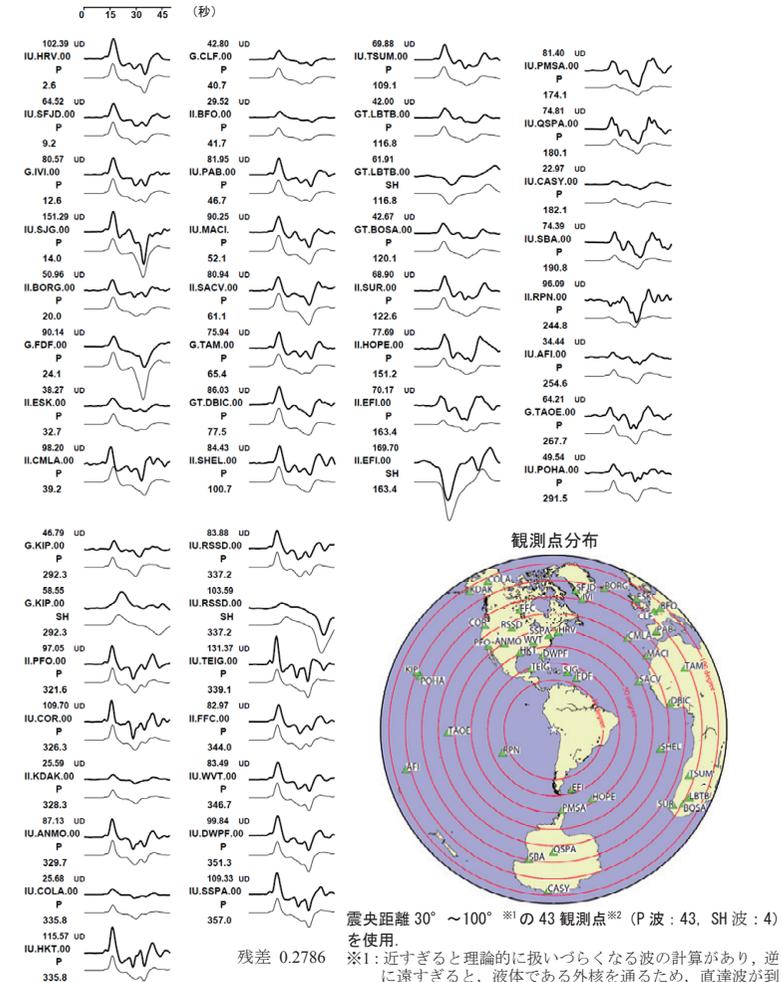


(注1) 解析に使用したプログラム
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日: 2013/10/04

第9図(b) 遠地実体波による震源過程解析
Fig.9(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

観測波形(上: 0.002Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100°^{※1} の 43 観測点^{※2} (P波: 43, SH波: 4) を使用。

※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., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.
Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

10月15日 フィリピン諸島、ミンダナオの地震

(1) 概要

2013年10月15日09時12分(日本時間、以下同じ)に、フィリピン諸島、ミンダナオ(ボホル島付近)の深さ21kmでMw7.1の地震が発生した。この地震はユーラシアプレートの地殻内で発生し、その発震機構(気象庁によるCMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。フィリピン諸島付近には、フィリピン海プレートとユーラシアプレートの境界があり、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に概ね西北西向きに沈み込んでいる。

気象庁は、この地震について同日09時37分に遠地震に関する情報(日本国内向け、「震源の近傍で津波発生可能性があります。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。

この地震により、フィリピン国内で死者222人、行方不明者8人、負傷者976人、家屋損壊73,002棟(全壊14,512棟、一部損壊58,490棟)の被害を生じた(11月3日現在、フィリピン国家災害調整委員会(NDRRMC: National Disaster Risk Reduction and Management Council)による)。

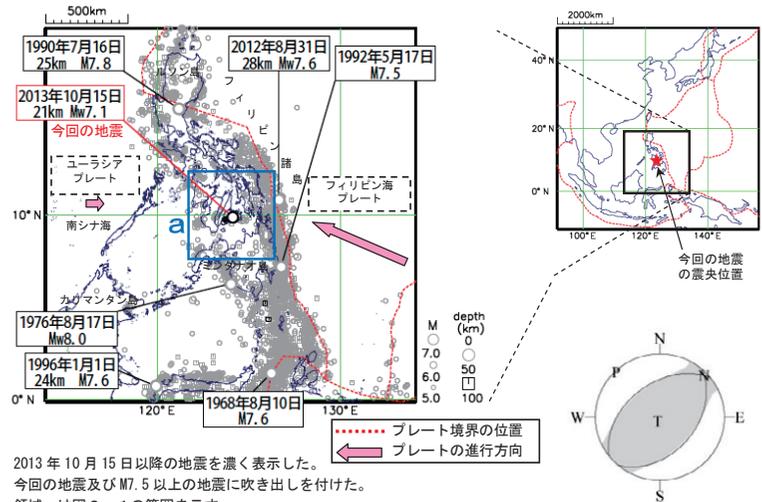


図1-1 震央分布図*

(1963年1月1日~2013年10月31日、深さ0~100km、M \geq 5.0)

図1-2 今回の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)

(2) 地震活動

A. 今回の地震の発生場所の詳細と余震の発生状況

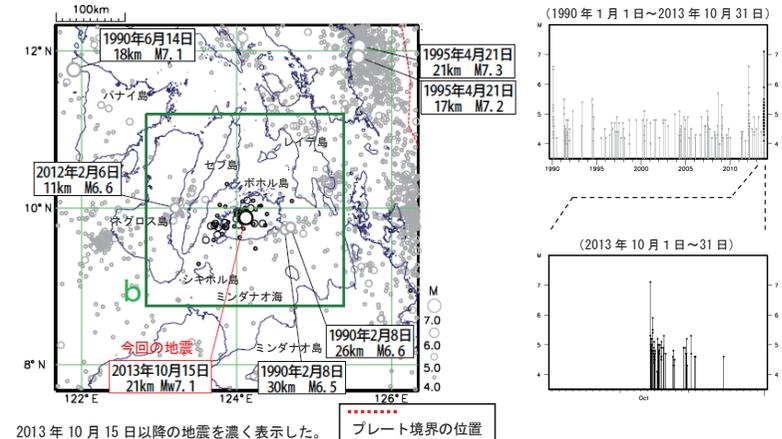
今回の地震の震央は、フィリピン諸島ミンダナオ島の北約100kmに位置するボホル島付近にある。この地震による死者はこの島で209人と最も多かったほか、周辺のセブ島で12人、シキホル島で1人であった(11月3日現在、NDRRMCによる)。

※本資料中、今回の地震及び2012年8月31日の地震のMwは気象庁、1976年8月17日の地震のMwは国際地震センター(ISC)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11月7日現在。ただし、2013年9月25日以降に未処理のデータがある)。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)*より引用。

*参考文献

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

今回の地震のあとと10月24日までに発生したM4.0以上の余震は、概ね今回の地震の震央を中心に東北東-西西南西方向に長さ約130km、幅約70kmの範囲に分布しており、今回の地震の発震機構から推定される断層面の走向(北東-南西方向)と概ね調和的である。



2013年10月15日以降の地震を濃く表示した。M7.0以上及び領域b内のM6.0以上の地震に吹き出しを付けた。

図2-1 領域a内の震央分布図*(1990年1月1日~2013年10月31日、深さ0~50km、M \geq 4.0)

図2-2 領域b内のM-T図*

イ. 過去に周辺で発生した主な地震

1910年以降の活動を見ると、フィリピン諸島及びその周辺(図2-3の範囲内)では、Mw7.0以上の地震がたびたび発生しており、また、Mw8.0以上の地震は5回発生している。このうち、1976年8月17日に今回の地震の震央の南約400kmの深さ20kmで発生したMw8.0の地震では、死者8,000人の被害を生じた(被害は宇津および国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による)。

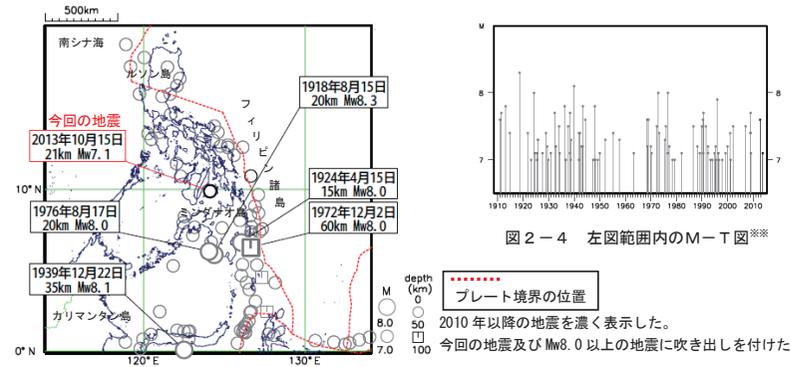


図2-3 震央分布図*(1910年1月1日~2013年10月31日、深さ0~100km、M \geq 7.0)

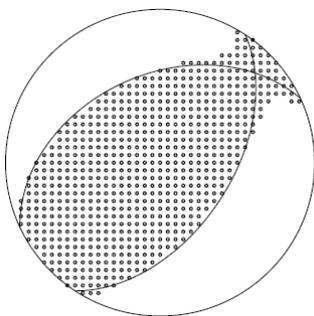
※本資料中、今回の地震のMwは気象庁による。また、1900年~2009年の震源要素はISC、2010年以降の震源要素はUSGSによる(2013年11月7日現在。ただし、2013年9月25日以降に未処理のデータがある)。プレート境界の位置はBird(2003)*より引用。

第10図(a) 2013年10月15日 フィリピン諸島、ミンダナオの地震 (Mw7.1)

Fig.10(a) The earthquake in Mindanao region, Philippine Islands (Mw7.1) on October 15, 2013.

10月15日 フィリピン諸島、ミンダナオの地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解

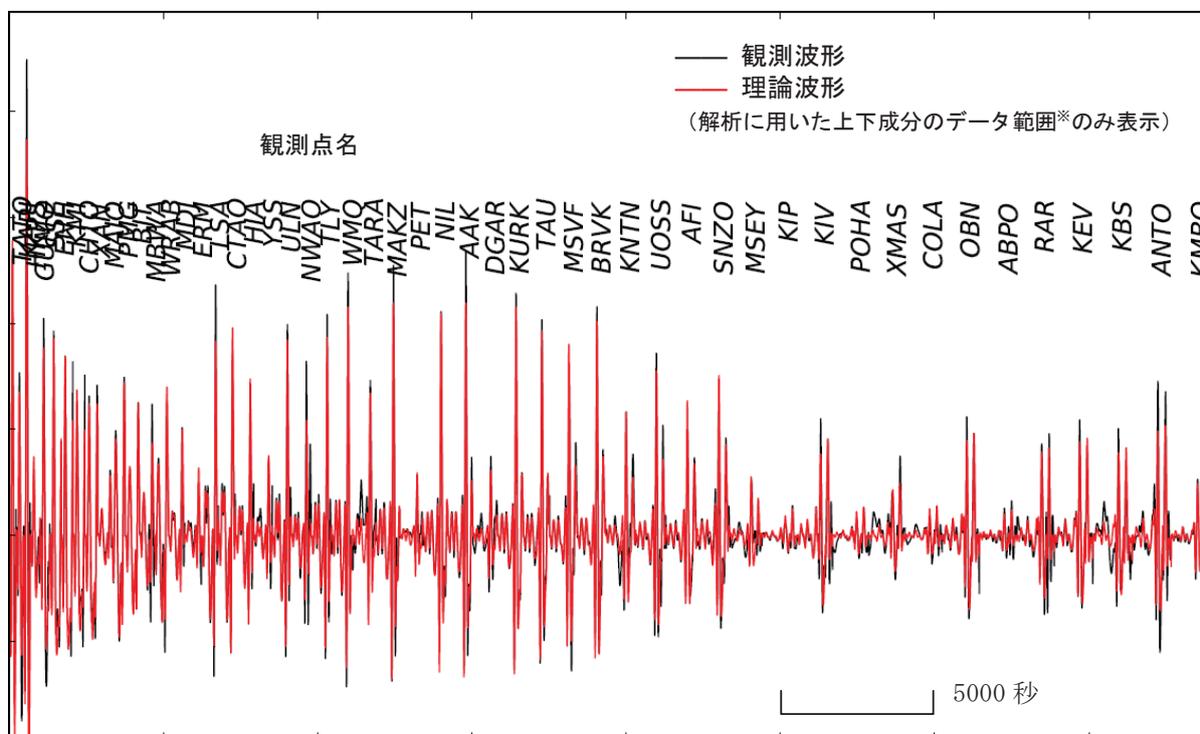


2013年10月15日09時12分(日本時間)にフィリピン諸島、ミンダナオで発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、 M_w とも、Global CMTなどの他機関の解析結果とほぼ同様であり、 M_w は7.1であった。なお、W-phaseの解析で求めた震源は $N9.8^\circ$ 、 $E123.9^\circ$ 、深さ18kmとなった。

W-phaseの解析では、震央距離 $10^\circ \sim 90^\circ$ までの51観測点の上下成分、1観測点の南北成分、2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。

M_w	M_0	断層面解1(走向/傾斜/すべり角)	断層面解2(走向/傾斜/すべり角)
7.1	$5.86 \times 10^{19} \text{Nm}$	$245^\circ / 42^\circ / 115^\circ$	$33^\circ / 52^\circ / 69^\circ$

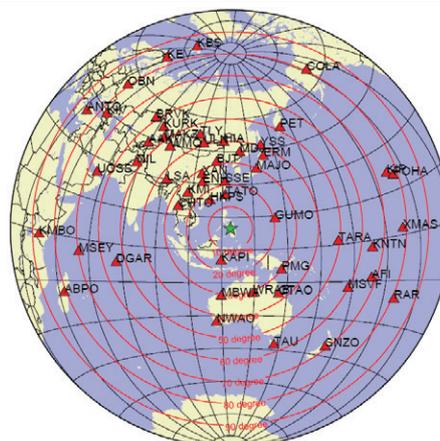


※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、
各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。

(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、解析には金森博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

第10図(b) W-phaseを用いたメカニズム解析
Fig.10(b) W-phase moment tensor solution.

2013年10月15日 フィリピン諸島、ミンダナオの地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

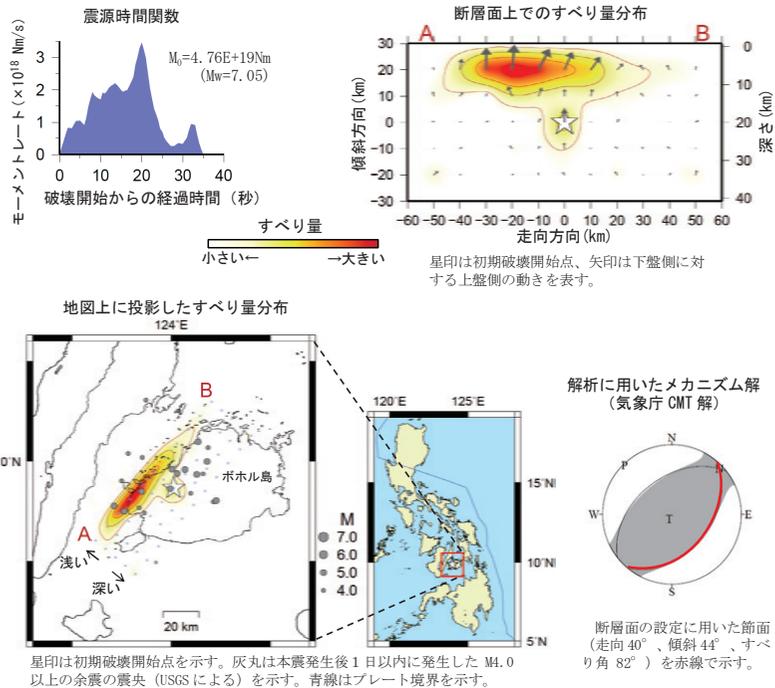
2013年10月15日09時12分(日本時間)にフィリピン諸島、ミンダナオで発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

初期破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(9°51.9'N, 124°0.7'E、深さ20km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、余震分布に整合的な南東傾斜の節面(走向40°、傾斜44°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.5km/sとした。理論波形の計算にはCRUST2.0(Bassin et al., 2000)およびIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)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20km~30kmであった。
- ・主なすべりは初期破壊開始点の西方の浅部にあり、最大すべり量は1.2m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約30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。

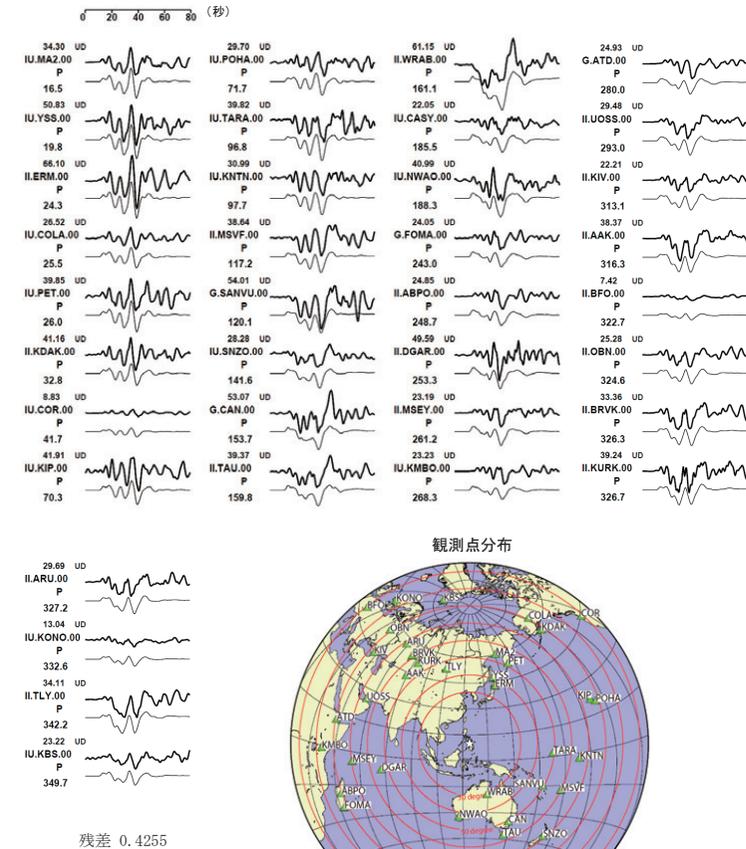
結果の見方は、http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/sourceprocess/about_srcproc.htmlを参照。



(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: 2013/10/18

観測波形(上: 0.002Hz~0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離30°~100°*1の36観測点*2(P波:36)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., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.
 Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

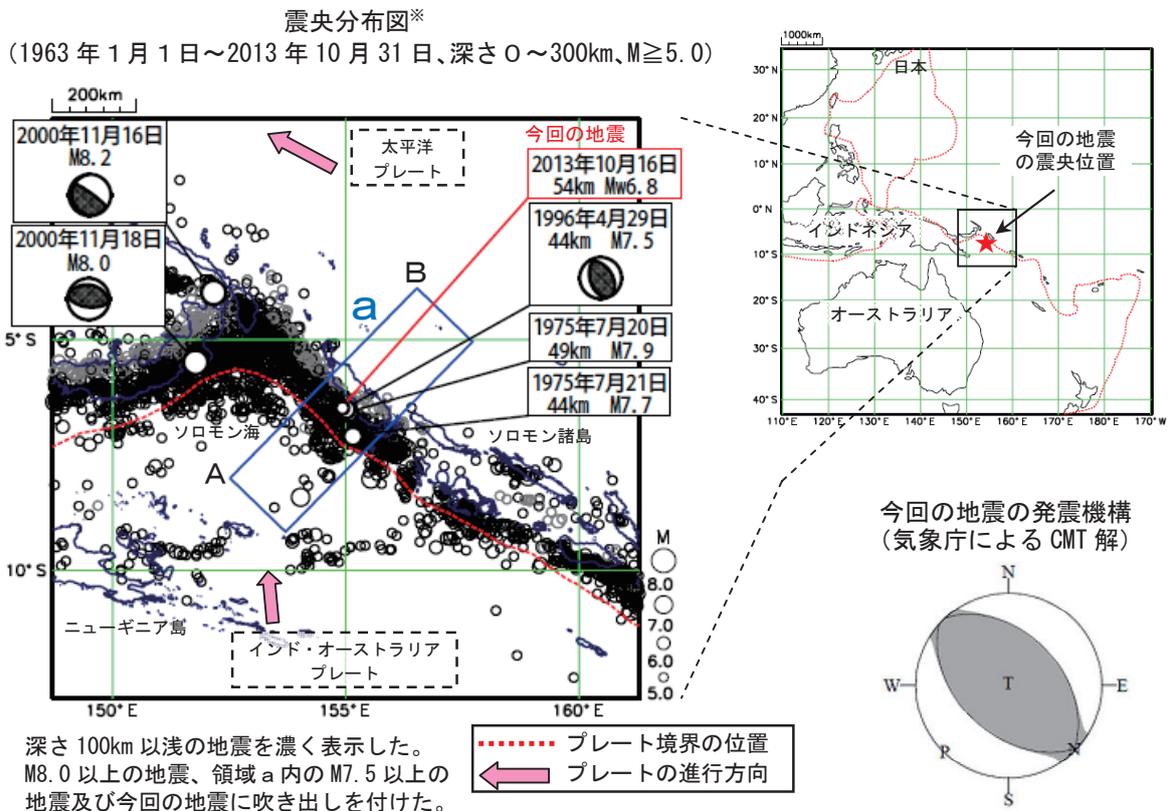
第10図(c) 遠地実体波による震源過程解析
 Fig.10(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

10月16日 ソロモン諸島の地震

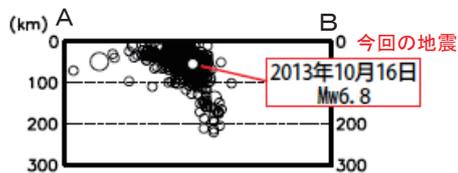
2013年10月16日19時31分(日本時間、以下同じ)に、ソロモン諸島の深さ54kmでMw6.8の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は、北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。ソロモン諸島付近は、インド・オーストラリアプレートが太平洋プレートの下に高角で沈み込んでいるところで、今回の地震はインド・オーストラリアプレートと太平洋プレートの境界付近で発生したと考えられる。

気象庁は、この地震について同日19時59分に遠地地震に関する情報(日本国内向け、「震源の近傍で津波発生の可能性があります。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。

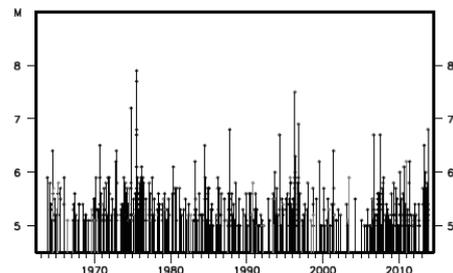
1963年1月以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域a)では、M6.0を超える地震がしばしば発生している。このうち1975年7月20日に、今回の地震の震源付近の深さ49kmでM7.9の地震が発生し、この地震により日本国内では北海道の根室市花咲で最大の高さ11cmの津波を観測したほか、北海道から九州の太平洋側沿岸と小笠原諸島で弱い津波を観測した。



領域a内の断面図(A-B投影)※



領域a内のM-T図※



※本資料中、今回の地震の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11月5日現在。ただし、2013年9月25日以降に未処理のデータがある)。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)*より引用。

*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11図 2013年10月16日 ソロモン諸島(Mw6.8)

Fig.11 The earthquake in Solomon Islands region (Mw6.8) on October 16, 2013.