

## 11-1 世界の地震活動（2015年5月～10月）

### Seismic Activity in the World (May – October 2015)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、世界でM6.0以上の地震は72回、M7.0以上の地震は11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、2015年9月17日（日本時間）にチリ中部沿岸で発生したMw8.3の地震であった。

2015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及び発震機構（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) パプアニューギニア、ニューブリテンの地震（最大Mw7.5、第2図(a)～(e)）

2015年5月1日17時06分に、パプアニューギニア、ニューブリテンの深さ57kmでMw6.8の地震が発生した。また、南南東に約40km離れた場所で5月5日10時44分にMw7.5の地震が発生した。これらの地震の発震機構（CMT解）は、北北西－南南東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付近で発生した。

#### (2) チリ中部沿岸の地震（Mw8.3、第7図(a)～(f)）

2015年9月17日07時54分に、チリ中部沿岸の深さ21kmでMw8.3の地震が発生した。この地震は、発震機構（CMT解）が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ナスカプレートと南米プレートの境界で発生した。この地震により、震源に近いチリのコキンボで4mを超える津波を観測するなど、日本を含む太平洋沿岸の多くの国で津波を観測した（2015年10月6日現在、NOAAによる）。日本国内では岩手県久慈港（国土交通省港湾局）で78cmの津波を観測するなど、北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等で津波を観測した。

#### (3) アフガニスタン、ヒンドゥークシの地震（Mw7.5、第9図(a)～(c)）

2015年10月26日18時09分に、アフガニスタン、ヒンドゥークシの深さ213kmでMw7.5の地震が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は鉛直方向に張力軸を持つ型である。今回の地震の震央周辺はインド・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いる地域で、大きな被害を伴う地震が度々発生している場所である。

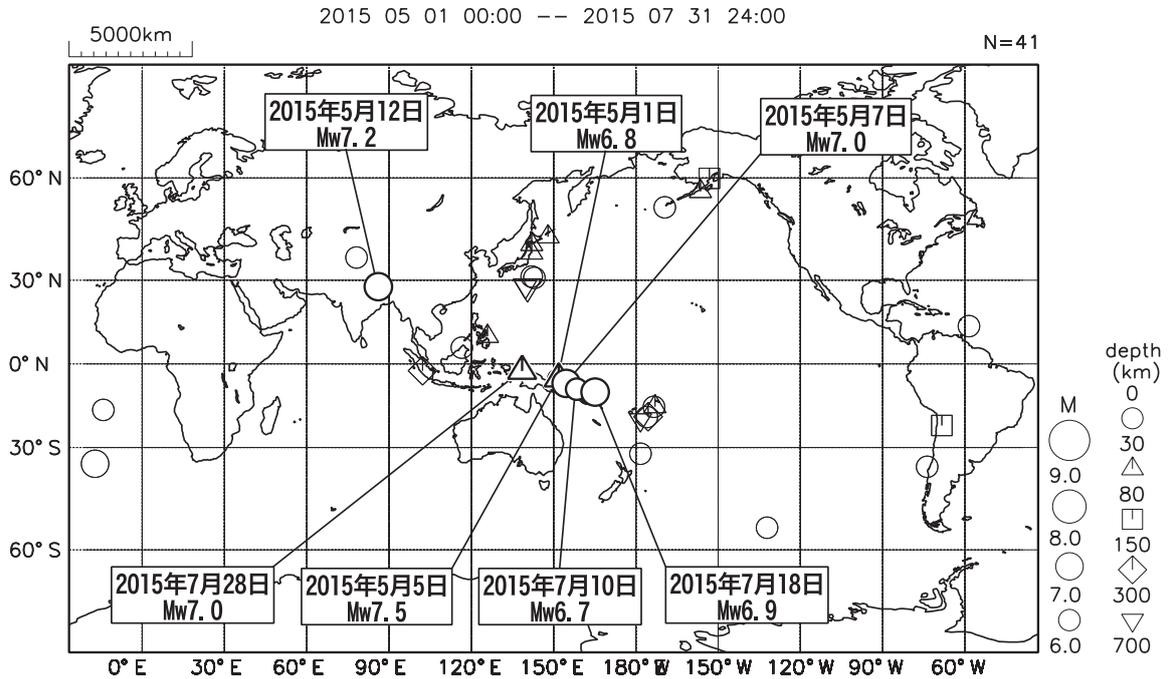
#### (4) その他の地震活動

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	
5月7日	ブーゲンビルーソロモン諸島	Mw7.0	23	インド・オーストラリアプレート内	(第3図(a)～(c))
5月12日	ネパール	Mw7.2	15		(第4図(a)～(c))
7月10日	ソロモン諸島	Mw6.7	10		(第5図(a), (b))

7月18日	サンタクルーズ諸島	Mw6.9	10	太平洋プレート内	(第5図(a), (b))
7月28日	インドネシア, ハブア	Mw7.0	48	太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界付近	(第6図(a)~(c))
10月21日	バヌアツ諸島	Mw7.1	127	インド・オーストラリアプレート内	(第8図(a)~(c))

### 世界の地震活動 (2015年5月~7月、M $\geq$ 6.0)

震源は米国地質調査所 (USGS, 2015年11月18日現在)、M<sub>w</sub> (モーメントマグニチュード) は気象庁による。

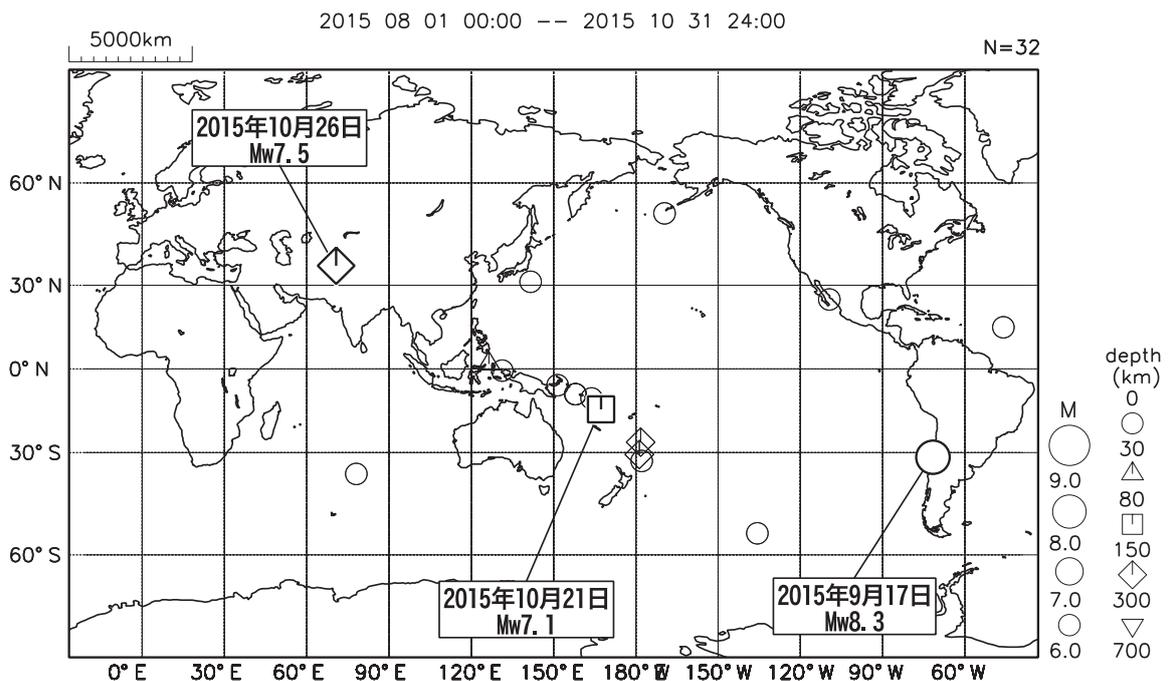


第1図(a) 世界の地震活動 (2015年5月~7月, M $\geq$ 6.0, 深さ $\leq$ 700km)

Fig.1(a) Seismic activity in the World (May – July 2015, M $\geq$ 6.0, depth $\leq$ 700 km).

### 世界の地震活動 (2015年8月~10月、M $\geq$ 6.0)

震源は米国地質調査所 (USGS, 2015年11月18日現在)、M<sub>w</sub> (モーメントマグニチュード) は気象庁による。



第1図(b) つづき (2015年8月~10月, M $\geq$ 6.0, 深さ $\leq$ 700km)

Fig.1(b) Continued (August – October 2015, M $\geq$ 6.0, depth $\leq$ 700 km).

## 5月1日、5日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震

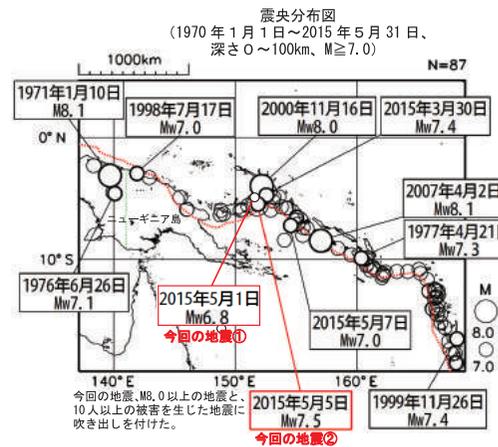
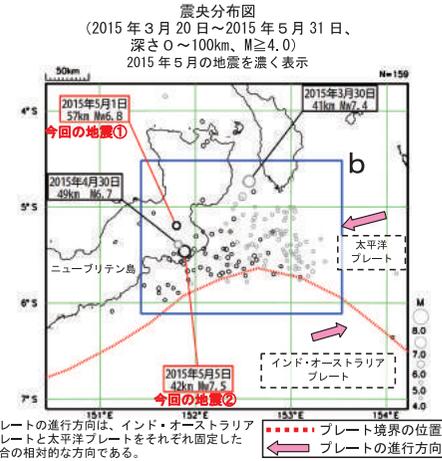
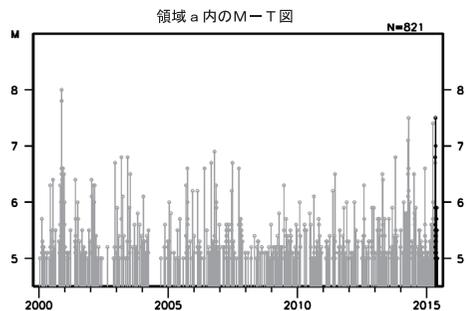
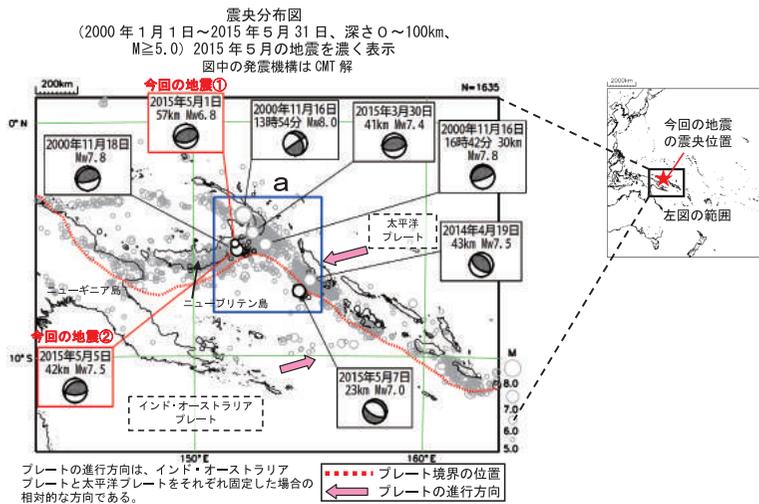
2015年5月1日17時06分(日本時間、以下同じ)にパプアニューギニア、ニューブリテンの深さ57kmでMw6.8の地震①が、5月5日10時44分に地震①の南南東約40kmでMw7.5の地震②が発生した。これらの地震は、共に発震機構(気象庁によるCMT解)が、北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、インド・オーストラリアプレートと太平洋プレートの境界付近で発生した。

今回の地震①、②の震央付近(領域b)では、2015年3月30日にMw7.4の地震、4月30日にM6.7の地震が発生するなどM5.0以上の地震が42回発生している。

2000年以降の活動を見ると、地震①、②の震央周辺(領域a)では、2000年11月16日にMw8.0、Mw7.8、11月18日にMw7.8の地震が連続して発生し、11月16日のMw8.0の地震では、死者2人、住家被害多数の被害を生じている。

1970年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、M7.0以上の地震が頻繁に発生している。

なお、気象庁は、地震①について、5月1日17時36分(日本への津波の影響なし)、地震②について、5月5日11時14分(日本への津波の有無について調査中)と同日11時51分(日本への津波の影響なし)に遠地地震に関する情報を発表した。



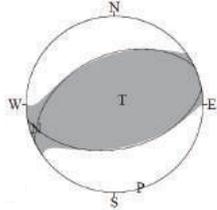
※本資料中、今回の地震①、②及び2009年以降の発震機構とMwは気象庁による。1976年以降の地震の発震機構とMwはGlobal CMTによる。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年6月1日現在)。過去の被害は、宇津及び(独)建築研究所国際地震工学センターによる「世界の被害地震の表」による。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)\*より引用。  
\*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027. doi:10.1029/2001GC000252.

第2図(a) 2015年5月1日、5日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震 (Mw6.8, Mw7.5)  
Fig.2(a) The earthquakes in New Britain, Papua New Guinea (Mw6.8, Mw7.5) on May 1 and 5, 2015.

5月1日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震の発震機構解析

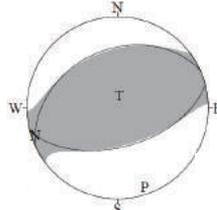
2015年5月1日 17時06分(日本時間)にパプアニューギニア、ニューブリテンで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯5.3°、東経151.8°、深さ50kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.8	1.78×10 <sup>19</sup> Nm	244.4° / 43.5° / 78.4°	80.2° / 47.6° / 100.8°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯5.5°、東経151.7°、深さ51kmとなった。



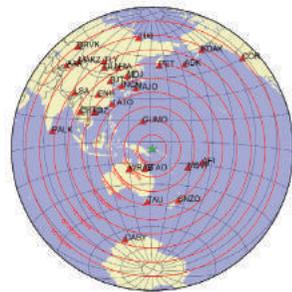
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの26観測点の上下成分、5観測点の南北成分、4観測点の東西成分を用い、200~600秒のフィルターを使用した。  
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.8	1.86×10 <sup>19</sup> Nm	245.3° / 35.8° / 82.0°	75.1° / 54.6° / 95.8°

(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。

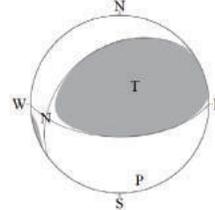


解析に使用した観測点配置

5月5日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震の発震機構解析

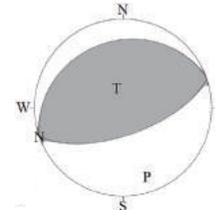
2015年5月5日 10時44分(日本時間)にパプアニューギニア、ニューブリテンで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯5.4°、東経152.0°、深さ39kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.5	1.95×10 <sup>20</sup> Nm	233.9° / 35.3° / 59.5°	89.7° / 60.2° / 109.8°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯5.4°、東経152.0°、深さ41kmとなった。



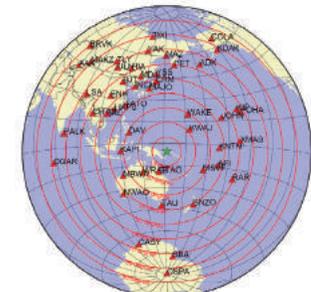
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの47観測点の上下成分、17観測点の南北成分、15観測点の東西成分を用い、200~600秒のフィルターを使用した。  
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.5	2.18×10 <sup>20</sup> Nm	250.6° / 25.5° / 89.6°	71.0° / 64.5° / 90.2°

(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2図(b) 発震機構解析  
Fig.2(b) Moment tensor solution.

## 2015年5月1日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

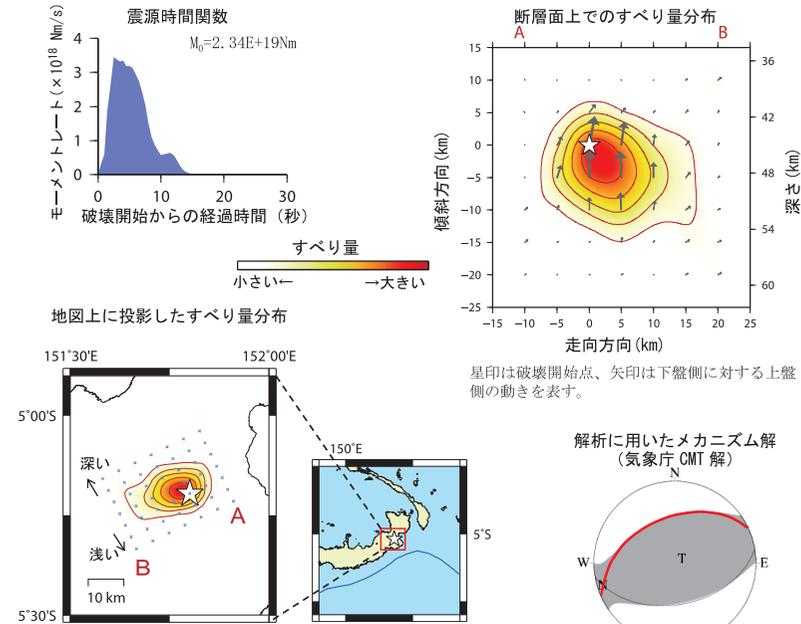
2015年5月1日 17時06分 (日本時間) にパプアニューギニア、ニューブリテンで発生した地震について、米国地震学連合 (IRIS) のデータ管理センター (DMC) より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析 (注1) を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所 (USGS) による震源の位置 (5° 11.7' S, 151° 48.0' E) とした。深さはUSGSによる震源 (57km) よりも浅い45kmとした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北北西傾斜の節面 (走向244°、傾斜44°) を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.2km/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)。

- ・断層の大きさは走向方向に約20km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点付近にあり、最大すべり量は1.3mであった (周辺の構造から剛性率を65GPa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6.9であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html) を参照。



星印は破壊開始点を示し、青線はプレート境界を示す。

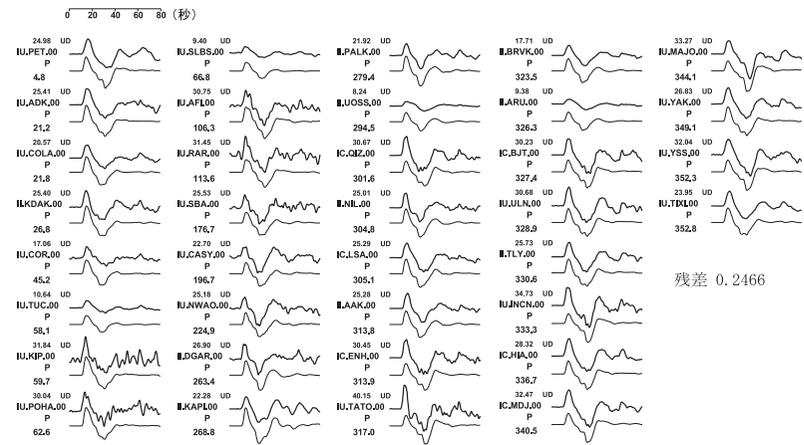
(注1) 解析に使用したプログラム

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

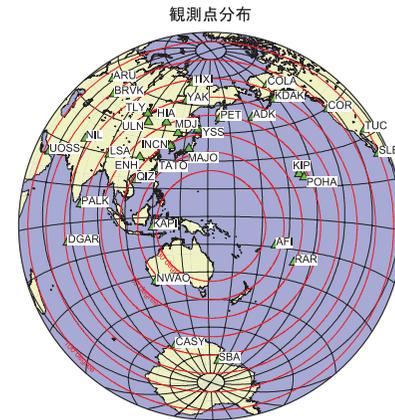
第2図(c) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.2(c) 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



残差 0.2466



震央距離 30° ~ 100° ※1 の36観測点※2 (P波: 36, SH波: 0) を使用。  
 ※1: 近すぎるると理論的に扱いき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.

## 2015年5月5日 パプアニューギニア、ニューブリテンの地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

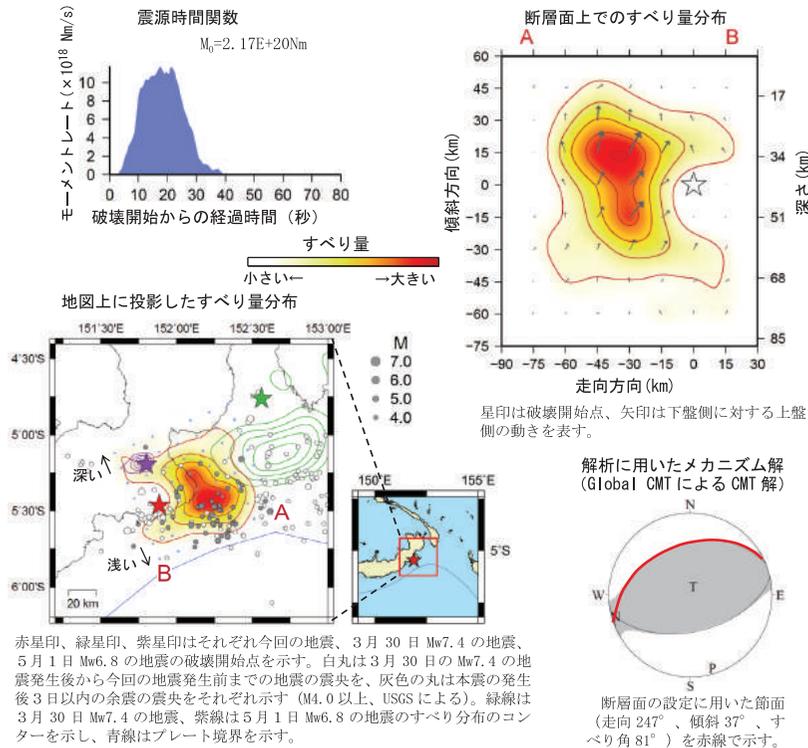
2015年5月5日10時44分(日本時間)にパプアニューギニア、ニューブリテンで発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(♾ 27.9' S, 151° 53.1' E、深さ42km)とした。断層面は、Global CMTによるCMT解の2枚の節面のうち、北北西傾斜の節面(走向247°、傾斜37°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.8km/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)。

- ・断層の大きさは走向方向に約80km、傾斜方向に約90kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点の東方にあり、最大すべり量は1.5m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7.5であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html)を参照。



赤星印、緑星印、紫星印はそれぞれ今回の地震、3月30日 Mw7.4の地震、5月1日 Mw6.8の地震の破壊開始点を示す。白丸は3月30日の Mw7.4の地震発生後から今回の地震発生前までの地震の震央を、灰色の丸は本震の発生後3日以内の余震の震央をそれぞれ示す(M4.0以上、USGSによる)。緑線は3月30日 Mw7.4の地震、紫線は5月1日 Mw6.8の地震のすべり分布のコンターを示し、青線はプレート境界を示す。

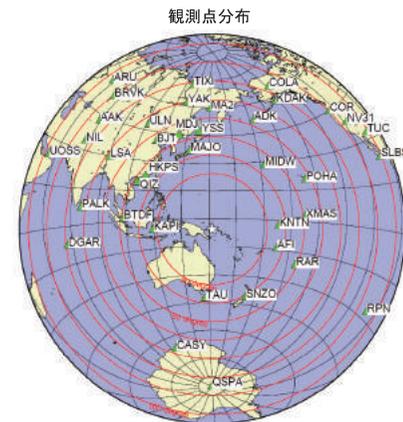
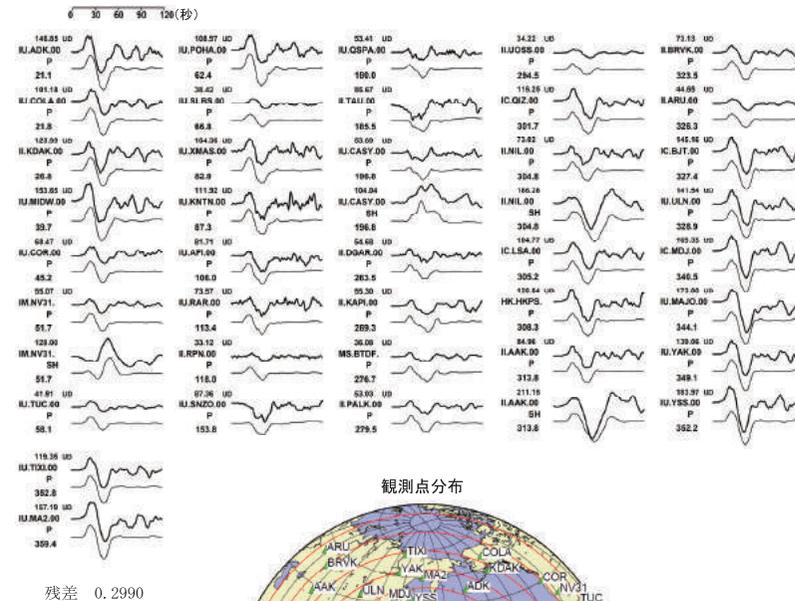
(注1) 解析に使用したプログラム

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

第2図(d) 遠地実体波による震源過程解析

Fig.2(d) 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

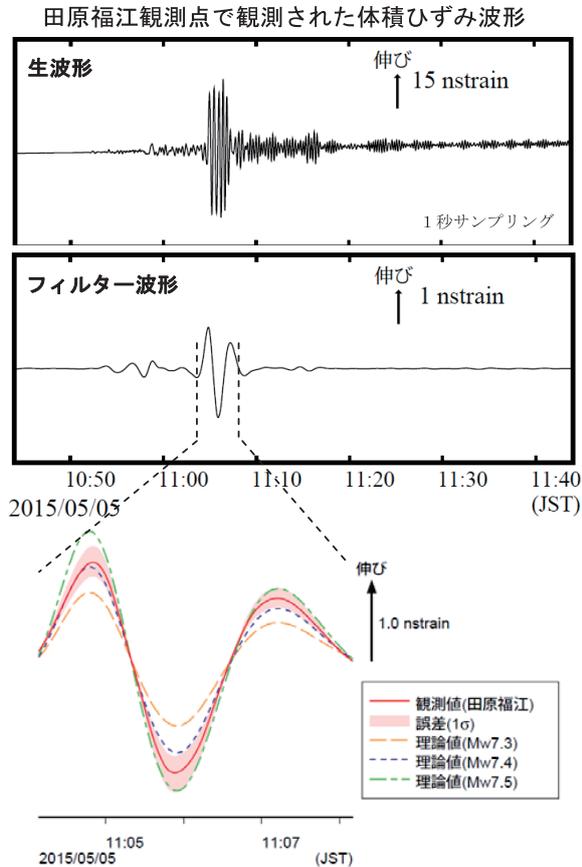


震央距離 30° ~100° \*1の38観測点\*2 (P波: 38, SH波: 4)を使用。  
 ※1: 近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。  
 ※2: IRIS-DMCより取得した広帯域地震波記録を使用。

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.

## 5月5日10時44分のパプアニューギニア、ニューブリテンの地震 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —



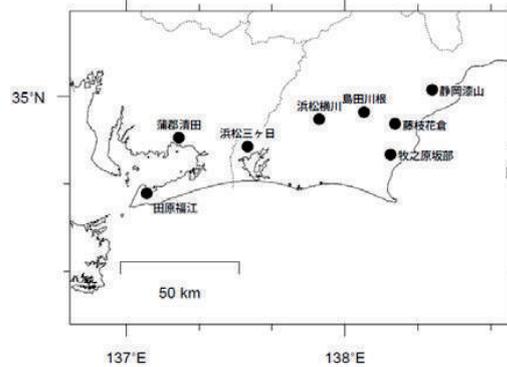
田原福江観測点の観測波形と理論波形の振幅比較 (上図)  
データには周期 120-333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 ( $1\sigma$ ) の範囲を示す。

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。

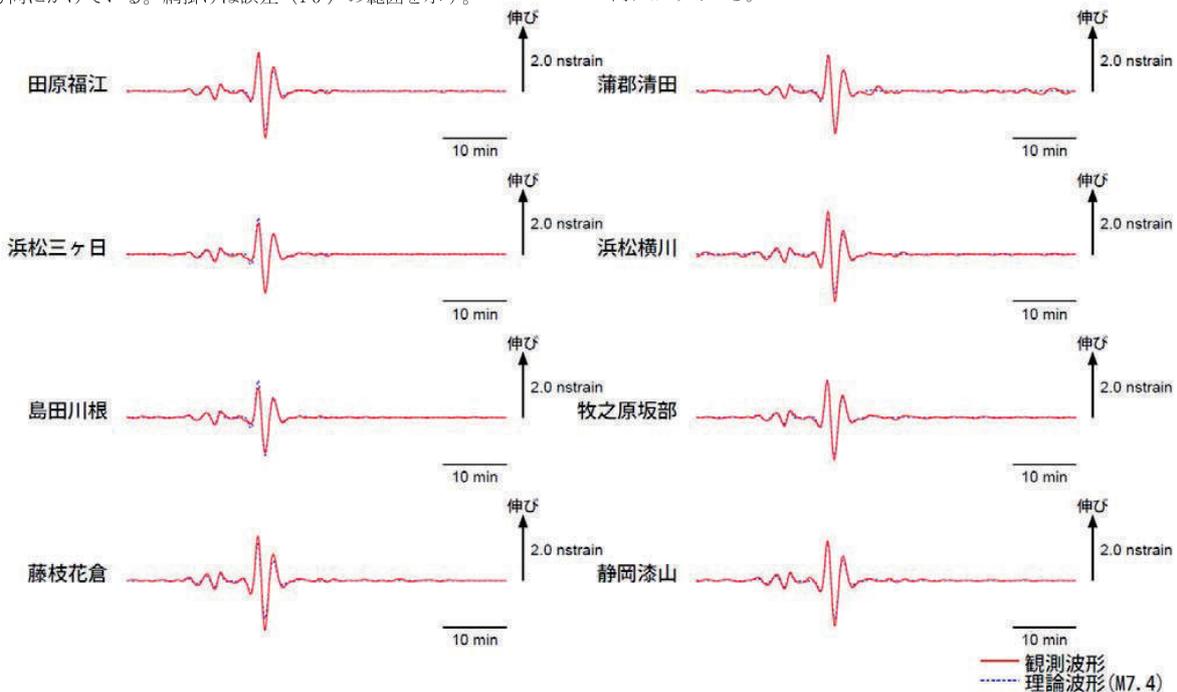
理論体積ひずみは気象庁 CMT 解を用い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒～3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を  $M_w 7.2$  相当から 7.6 相当まで 0.1 刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

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、 $M_w 7.4$  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2図(e) 体積ひずみ計の記録から推定される  $M_w$

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

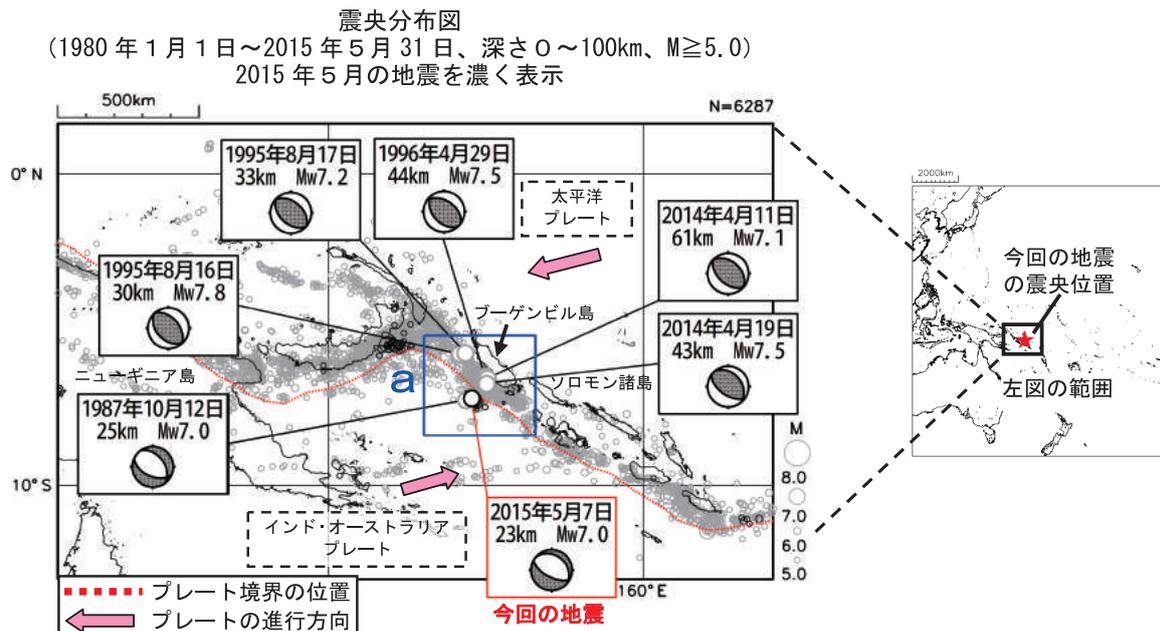
## 5月7日 ブーゲンビルーソロモン諸島の地震

2015年5月7日16時10分（日本時間、以下同じ）に、ブーゲンビルーソロモン諸島の深さ23kmでMw7.0の地震が発生した。この地震は、インド・オーストラリアプレートが太平洋プレートに沈み込む手前のアウターライズで発生した。発震機構は（気象庁によるCMT解）は北東-南西方向に張力軸を持ち、アウターライズでよく見られる正断層型である。

今回の地震の震央と海溝軸を挟んだ反対側で、2014年4月11日、19日にそれぞれMw7.1、Mw7.5の地震が発生している。

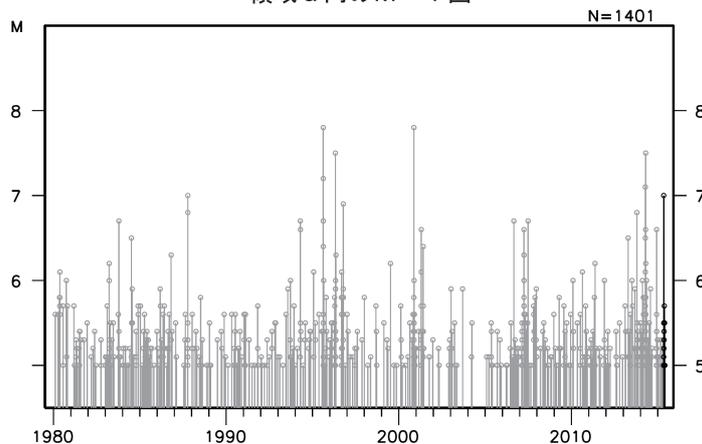
1980年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域a）では、1995年8月16日にMw7.8の地震が発生するなど、M7.0以上の地震が時々発生している。

なお、気象庁は同日16時40分に遠地地震に関する情報（日本への津波の影響なし）を発表した。



プレートの進行方向は、インド・オーストラリアプレートと太平洋プレートをそれぞれ固定した場合の相対的な方向である。

領域a内のM-T図



※本資料中、今回の地震及び2009年以降の地震の発震機構とMwは気象庁による。その他の地震の発震機構とMwはGlobalCMTによる。震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2015年6月1日現在)。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) 2015年5月7日 ブーゲンビルーソロモン諸島の地震 (Mw7.0)

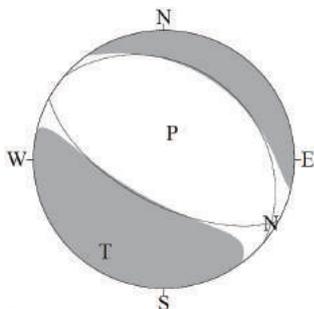
Fig.3(a) The earthquake in the Bougainville - Solomon Islands region (Mw7.0) on May 7, 2015.

## 5月7日 ソロモン諸島の地震の発震機構解析

2015年5月7日16時10分(日本時間)にソロモン諸島で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

### 1. CMT解析

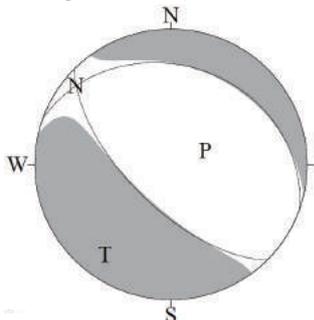
セントロイドは、南緯7.2°、東経154.6°、深さ12kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.0	4.68×10 <sup>19</sup> Nm	309.9° / 28.2° / -79.9°	118.5° / 62.3° / -95.4°

### 2. W-phaseの解析

セントロイドは、南緯7.1°、東経154.1°、深さ16km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、8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。

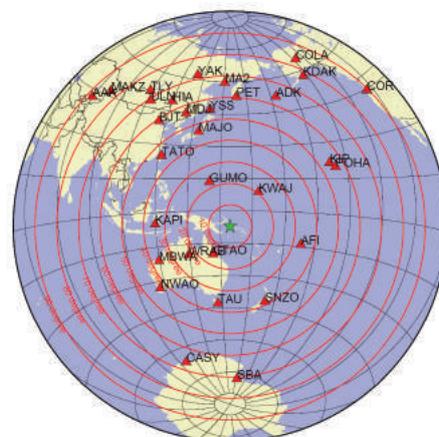
Mw	M <sub>0</sub>	断層面解1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解2 (走向/傾斜/すべり角)
7.0	4.62×10 <sup>19</sup> Nm	289.6° / 27.6° / -112.7°	134.9° / 64.7° / -78.6°

(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) 発震機構解析

Fig.3(b) Moment tensor solution.

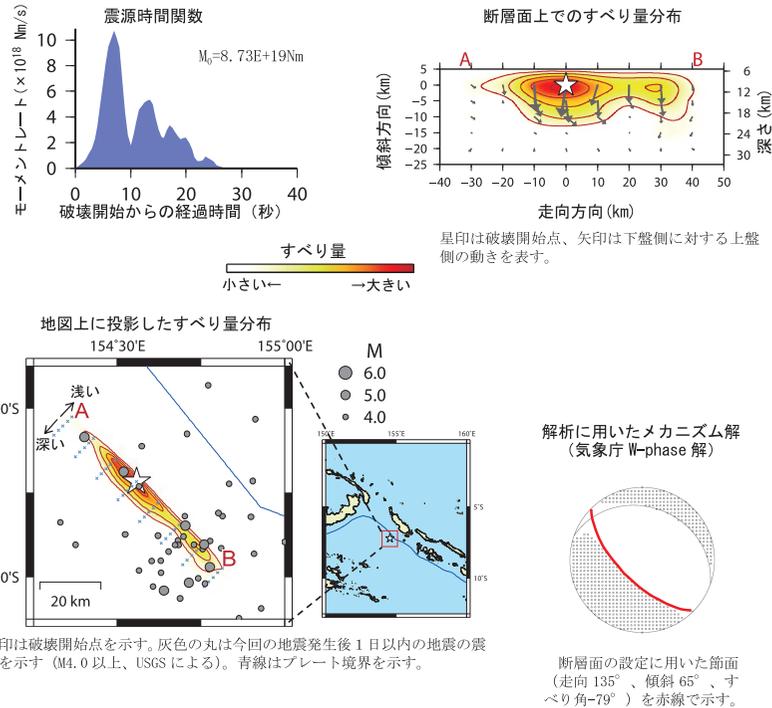
2015年5月7日 ソロモン諸島の地震  
 一 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) 一

2015年5月7日16時10分(日本時間)にソロモ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、遠地実体波を用いた震源過程解析(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(7°13.0' S, 154°33.4' E、深さ10km)とした。断面は、気象庁 W-phase 解析の結果の2枚の節面のうち、南西傾斜の節面(走向135°、傾斜65°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.6km/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)。

- ・断層の大きさは走向方向に約70km、傾斜方向に約15kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点付近及び南東方向にかけて広がり、最大すべり量は4.2m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25秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は7.2であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html)を参照。

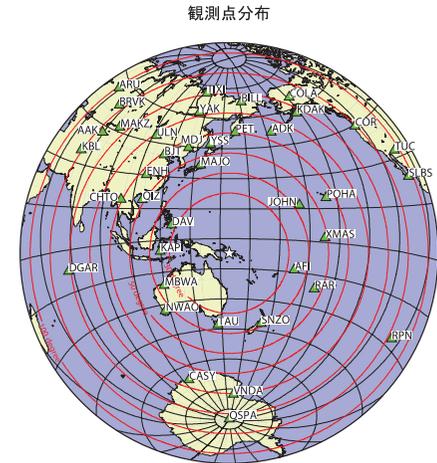
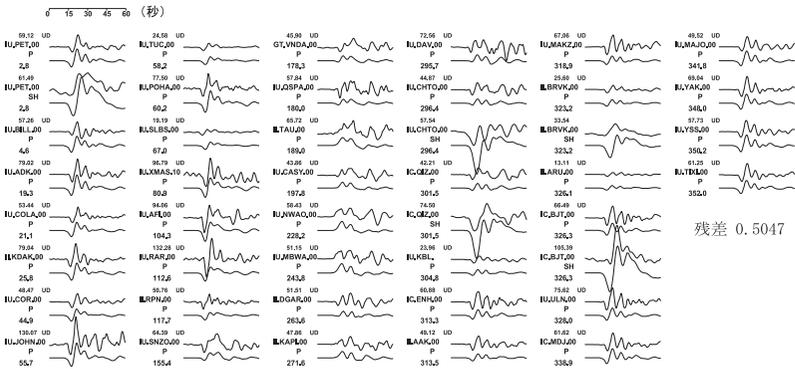


星印は破壊開始点を示す。灰色の丸は今回の地震発生後1日以内の地震の震央を示す(M4.0以上、USGSによる)。青線はプレート境界を示す。

(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/>

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.

観測波形(上: 0.002Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離  $30^\circ \sim 100^\circ$  の39観測点<sup>\*1</sup>(P波: 39、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。

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.

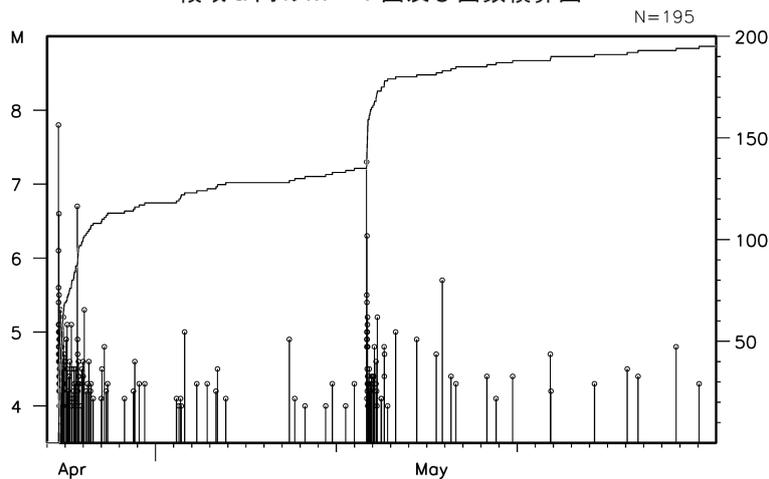
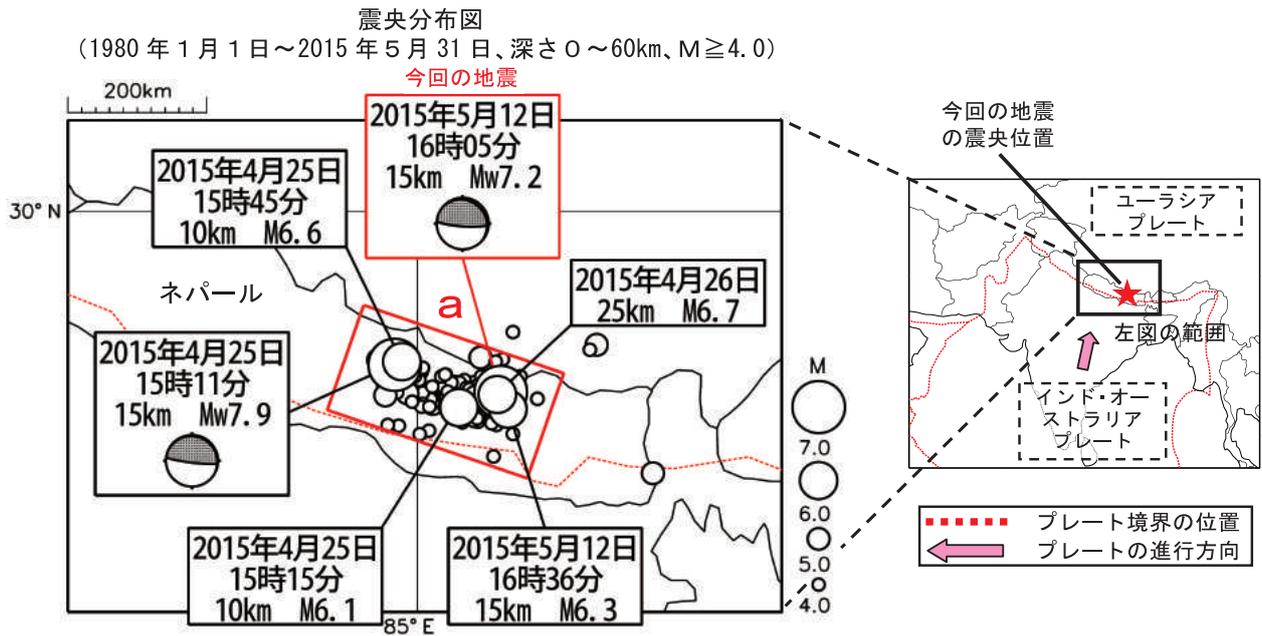
## 5月12日 ネパールの地震

2015年5月12日16時05分（日本時間、以下同じ）にネパールの深さ15kmでMw7.2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）は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

4月25日には、ネパール国内でMw7.9の地震が発生しており、今回の地震は、その最大余震である。4月25日の地震以降、4月28日頃からは余震活動は次第に低下してきていたが、5月12日に今回の地震が余震域の東端で発生した。5月31日までにM6.0を超える余震は5回発生している。

ネパール国内で、今回の地震により死者約150人、4月25日の地震からの累計では死者8,702人の被害を生じた。

なお、気象庁は、今回の地震について、5月12日16時31分に遠地地震に関する情報（津波の心配なし）を発表した。



※本資料中、震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (6月1日現在)。ただし、今回の地震と4月25日の地震の発震機構と 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。被害は、OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所) による (2015年6月3日現在)。

\* 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) 2015年5月12日 ネパールの地震 (Mw7.2)

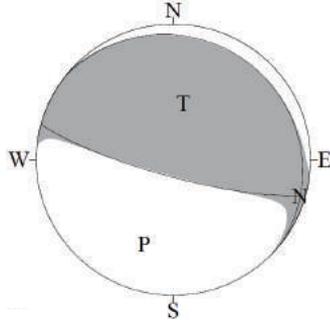
Fig.4(a) The earthquake in Nepal (Mw7.2) on May 12, 2015.

## 5月12日 ネパールの地震の発震機構解析

2015年5月12日16時05分(日本時間)にネパールで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

### 1. CMT 解析

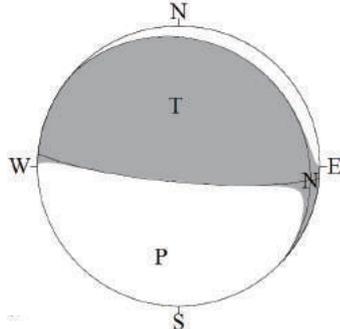
セントロイドは、北緯 27.6°、東経 85.6°、深さ 18km となった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.2	8.90×10 <sup>19</sup> Nm	308.2° / 11.0° / 112.6°	105.3° / 79.8° / 85.7°

### 2. W-phase の解析

セントロイドは、北緯 27.4°、東経 85.9°、深さ 12km となった。



W-phase の解析では、震央距離 10° ~ 90° までの 16 観測点の上下成分、9 観測点の南北成分、11 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。

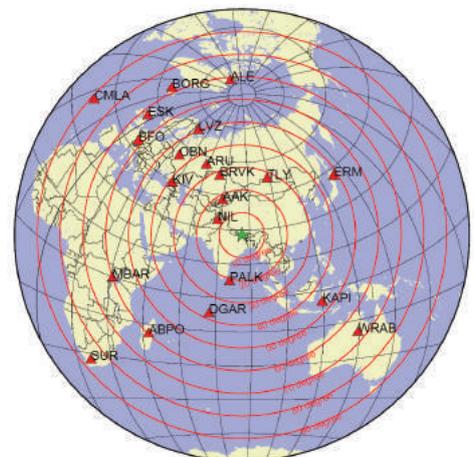
Mw	M <sub>0</sub>	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.2	9.01×10 <sup>19</sup> Nm	312.1° / 11.6° / 126.5°	95.1° / 80.7° / 83.0°

(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4図(b) 発震機構解析

Fig.4(b) Moment tensor solution.

2015年5月12日 ネパールの地震  
 一 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) 一

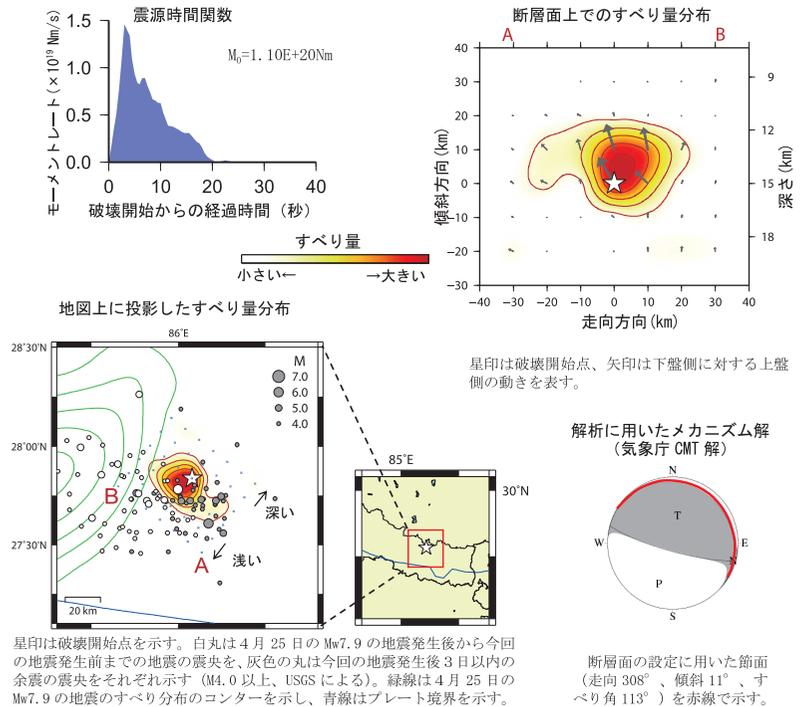
2015年5月12日16時05分(日本時間)にネパールで発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(27° 50.2' N, 86° 04.6' 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、北東傾斜の節面(走向308°、傾斜11°)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)。

- ・断層の大きさは走向方向に約50km、傾斜方向に約30kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点付近から南西方向にかけて広がり、最大すべり量は5.2m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20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。

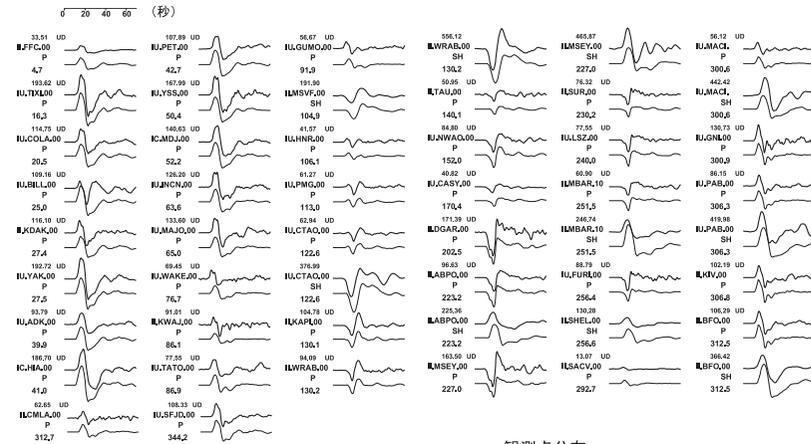
結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html)を参照。



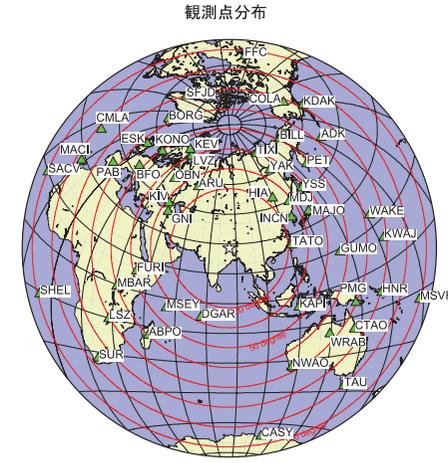
星印は破壊開始点を示す。白丸は4月25日のMw7.9の地震発生後から今回の地震発生前までの地震の震央を、灰色の丸は今回の地震発生後3日以内の余震の震央をそれぞれ示す(M4.0以上、USGSによる)。緑線は4月25日のMw7.9の地震のすべり分布のコンターを示し、青線はプレート境界を示す。

(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-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



残差 0.2610



震央距離30°~100°<sup>\*1</sup>の49観測点<sup>\*2</sup>(P波:47,SH波:10)を使用。  
 ※1:近すぎると理論的に扱いつ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., 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4図(c) 遠地実体波による震源過程解析  
 Fig.4(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 7月10日 ソロモン諸島の地震 7月18日 サンタクルーズ諸島の地震

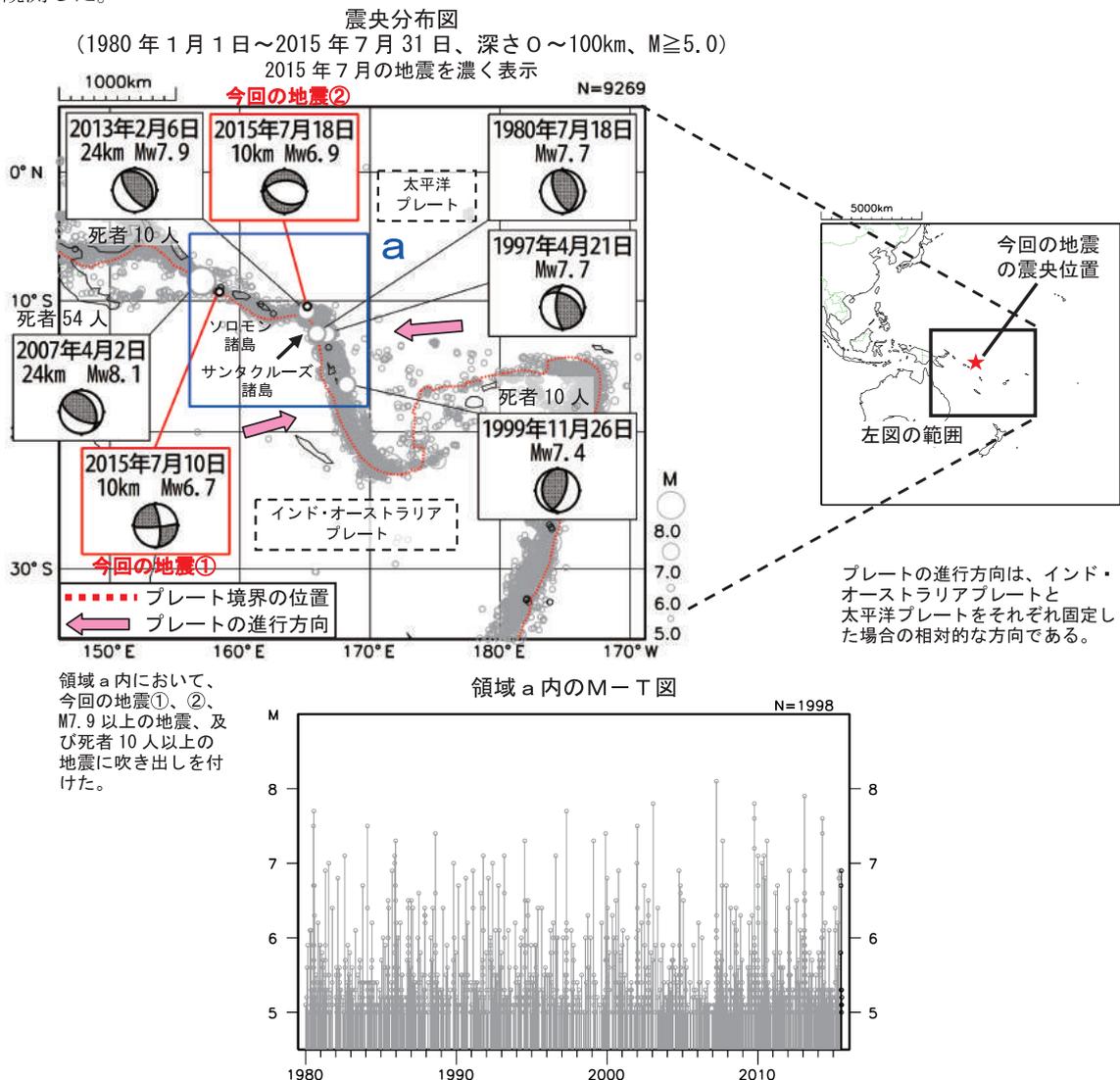
2015年7月10日13時12分(日本時間、以下同じ)に、ソロモン諸島の深さ10kmでMw6.7の地震①が発生した。発震機構(気象庁によるCMT解)は北東-南西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

気象庁は、この地震について、同日13時40分に遠地地震に関する情報(日本への津波の影響なし)を発表した。

また、2015年7月18日11時27分に、サンタクルーズ諸島の深さ10kmでMw6.9の地震②が発生した。この地震は太平洋プレート内部で発生した。発震機構(気象庁によるCMT解)は南北方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震により、ソロモン諸島のラタで9cmなどの津波が観測された。

気象庁は、この地震について、同日12時04分(日本への津波の有無について調査中)と12時35分(日本への津波の影響なし)に遠地地震に関する情報を発表した。

1980年以降の活動を見ると、今回の地震①、②の震央周辺(領域a)では、M7.5を超える地震が時々発生している。2013年2月6日にはMw7.9の地震が発生し、ソロモン諸島のラタで104cmなどの津波を観測した。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。



※本資料中、今回の地震及び2009年以降の地震の発震機構とMwは気象庁による。その他の地震の発震機構とMwはGlobalCMTによる。震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年8月3日現在)。2013年2月6日の地震の被害はUSGSによる。その他の被害は、宇津及び国立研究開発法人建築研究所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。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)\*より引用。海外の津波観測施設の観測値は米国海洋大気庁(NOAA)による(2015年8月6日現在)。

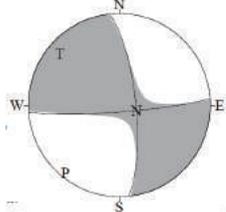
\*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

第5図(a) 2015年7月10日 ソロモン諸島の地震 (Mw6.7), 7月18日 サンタクルーズ諸島の地震 (Mw6.9)  
Fig.5(a) The earthquakes in the Solomon Islands region (Mw6.7) on July 10 and in the Santa Cruz Islands region (Mw6.9) on July 18, 2015.

7月10日 ソロモン諸島の地震の発震機構解析

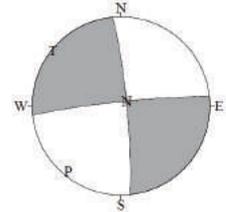
2015年7月10日13時12分(日本時間)にソロモン諸島で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯9.2°、東経158.2°、深さ14kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.7	1.51×10 <sup>19</sup> Nm	354.0° / 75.2° / 173.7°	85.7° / 83.9° / 14.9°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯9.4°、東経158.1°、深さ14kmとなった。



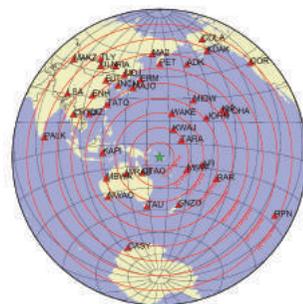
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの37観測点の上下成分、26観測点の水平成分を用い、100~300秒のフィルターを使用した。  
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.7	1.42×10 <sup>19</sup> Nm	354.5° / 84.7° / -176.1°	264.1° / 86.1° / -5.3°

(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。

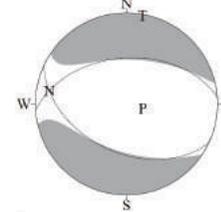


解析に使用した観測点配置

7月18日 サンタクルーズ諸島の地震の発震機構解析

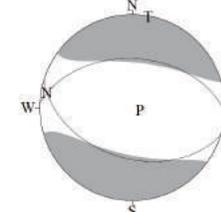
2015年7月18日11時27分(日本時間)にサンタクルーズ諸島で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯10.1°、東経165.2°、深さ18kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.9	3.31×10 <sup>19</sup> Nm	115.0° / 45.7° / -68.7°	265.9° / 48.2° / -110.4°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯10.1°、東経165.3°、深さ12kmとなった。



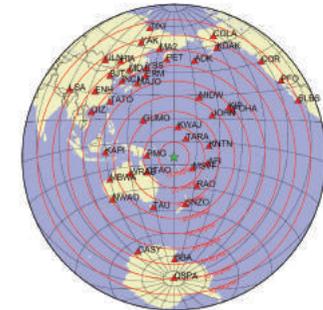
W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの39観測点の上下成分、32観測点の水平成分を用い、100~300秒のフィルターを使用した。  
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
6.9	2.99×10 <sup>19</sup> Nm	107.1° / 44.7° / -79.6°	272.6° / 46.3° / -100.1°

(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) 発震機構解析  
Fig.5(b) Moment tensor solution.

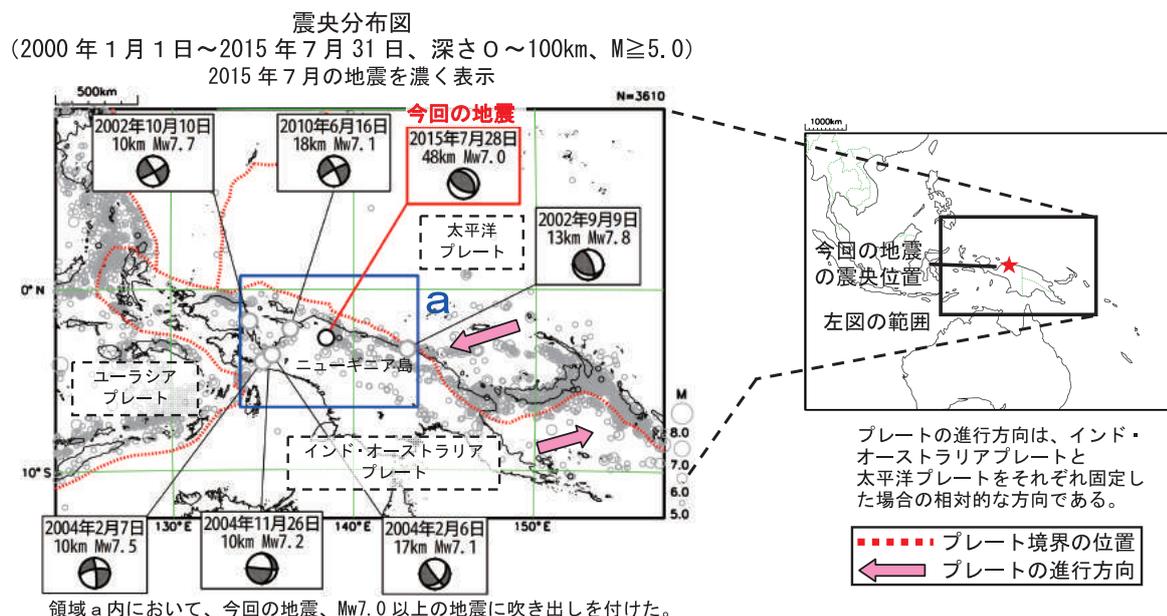
## 7月28日 インドネシア、パプアの地震

2015年7月28日06時41分(日本時間、以下同じ)に、インドネシア、パプアの深さ48km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)は北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界付近で発生した。

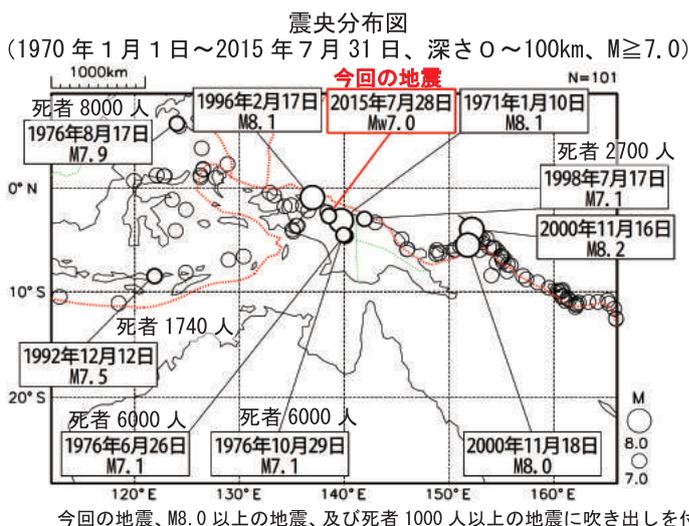
2000年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域a)では、M6.5を超える地震が時々発生している。2004年2月6日にはMw7.1の地震、翌7日にはMw7.5の地震が発生し、現地では死者37人、負傷者682人の被害が生じた。

1970年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、M7.0以上の地震が頻繁に発生している。1996年2月17日にはM8.1の地震が発生し、父島で104cm、串本(和歌山県)で96cmなど、日本でも津波を観測した。1998年7月17日のM7.1の地震では、津波により死者2700人、負傷者数千人などの被害が生じた。

なお、気象庁は同日07時12分に遠地地震に関する情報(津波の心配なし)を発表した。



領域a内において、今回の地震、Mw7.0以上の地震に吹き出しを付けた。



今回の地震、M8.0以上の地震、及び死者1000人以上の地震に吹き出しを付けた。

※本資料中、今回の地震及び2009年以降の地震の発震機構とMwは気象庁による。その他の地震の発震機構とMwはGlobalCMTによる。震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年8月3日現在)。過去の被害は、宇津及び国立研究開発法人建築研究所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。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.

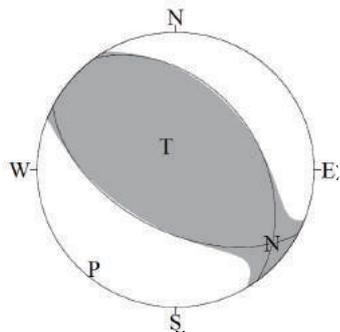
第6図(a) 2015年7月28日 インドネシア、パプアの地震 (Mw7.0)

Fig.6(a) The earthquake in Papua, Indonesia (Mw7.0) on July 28, 2015.

## 7月28日 インドネシア、パプアの地震の発震機構解析

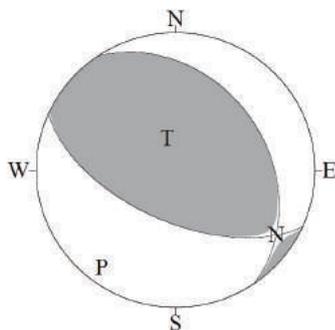
2015年7月28日06時41分（日本時間）にインドネシア、パプアで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯2.7°、東経138.4°、深さ44kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.0	3.55×10 <sup>19</sup> Nm	324.0° / 39.4° / 111.0°	117.6° / 53.6° / 73.6°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯2.6°、東経138.5°、深さ46kmとなった。



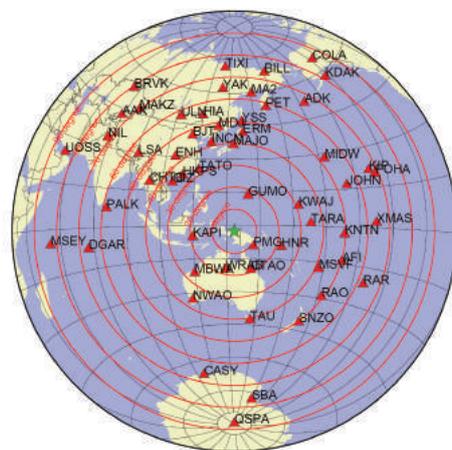
W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの52観測点の上下成分、39観測点の水平成分を用い、100～300秒のフィルターを使用した。  
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.0	3.82×10 <sup>19</sup> Nm	325.9° / 34.6° / 116.9°	114.3° / 59.6° / 72.7°

(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6図(b) 発震機構解析  
Fig.6(b) Moment tensor solution.

## 2015年7月28日 インドネシア、パプアの地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

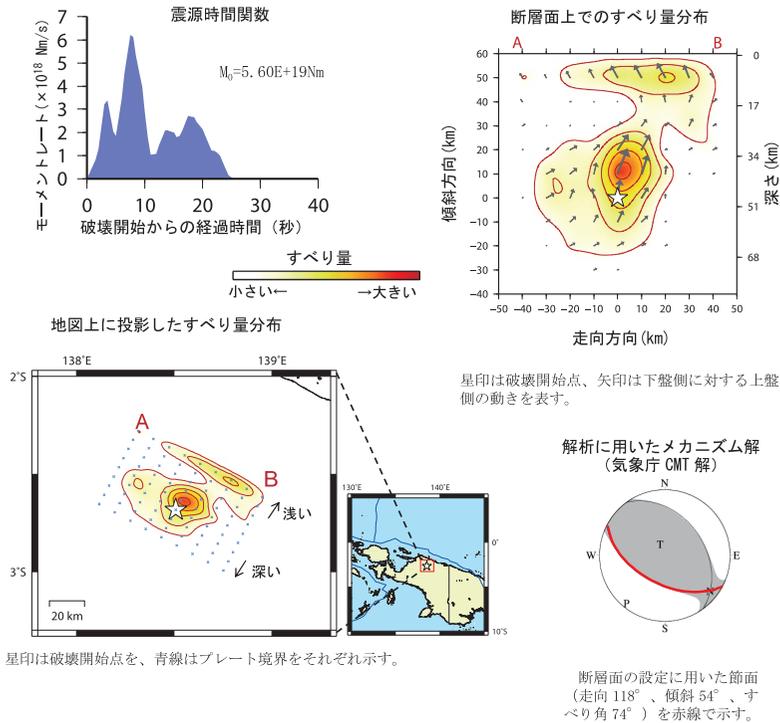
2015年7月28日06時41分(日本時間)にインドネシア、パプアで発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(2°40.9' S, 138°30.4' E、深さ48km)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節面(走向118°、傾斜54°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.2km/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)。

- ・主なすべりは破壊開始点周辺から北東方向の浅い領域にかけて広がり、最大すべり量は0.5mであった(周辺の構造から剛性率を65GPa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7.1であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html)を参照。



星印は破壊開始点を、青線はプレート境界をそれぞれ示す。

星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。

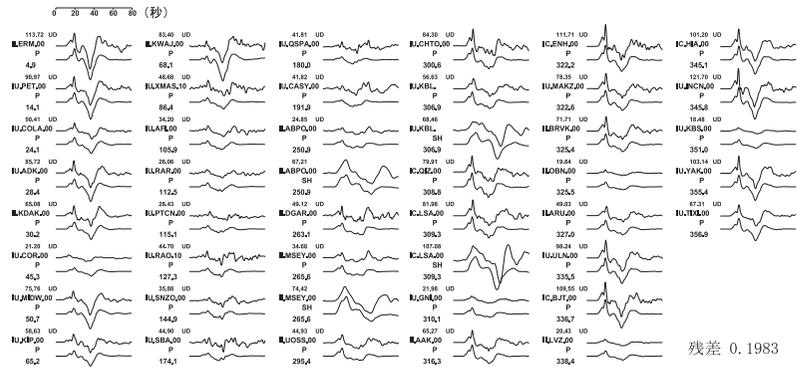
解析に用いたメカニズム解  
(気象庁CMT解)

断層面の設定に用いた節面  
(走向118°、傾斜54°、すべり角74°)を赤線で示す。

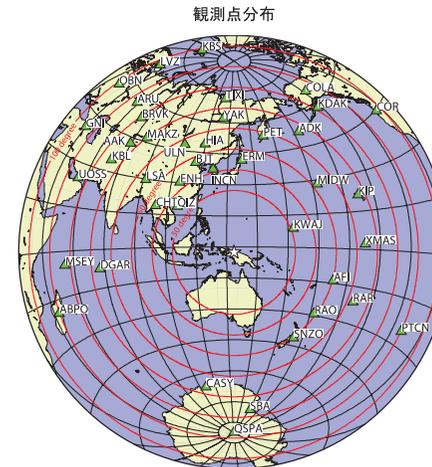
(注1) 解析に使用したプログラム

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-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



残差 0.1983



震央距離 30° ~ 100° 程度の 41 観測点<sup>※1</sup> (P波: 41、SH波: 4) 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., 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.

## 2015年9月17日 チリ中部沿岸の地震

情報発表に用いた震央地名は「チリ中部沖」である。

### (1) 概要

2015年9月17日07時54分(日本時間、以下同じ)にチリ中部沿岸の深さ21kmでMw8.3の地震が発生した。この地震により、震源に近いチリの検潮所(コキンボ)で4mを超える津波を観測するなど、日本を含む太平洋沿岸の多くの国で津波を観測した。チリ国内では、今回の地震と津波により、死者12人、家屋全壊約60棟、家屋半壊約200棟などの被害が生じた。

気象庁は、この地震により、18日03時00分に北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等に津波注意報を発表した(同日16時40分に全て解除)。この地震に伴い、岩手県久慈港(国土交通省港湾局)で78cmの津波を観測するなど、北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等で津波を観測した。

### (2) 地震活動

#### ア. 発生場所と余震の状況

2015年9月17日07時54分にチリ中部沿岸の深さ21kmでMw8.3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)が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ナスカプレートと南米プレートの境界で発生した。

地震活動は、本震-余震型で推移しており、余震は本震を挟んで南北およそ350kmの範囲で発生している。9月30日までにM6.0以上の余震が13回発生し、最大規模の余震は9月17日08時18分に発生したMw7.0の地震である。

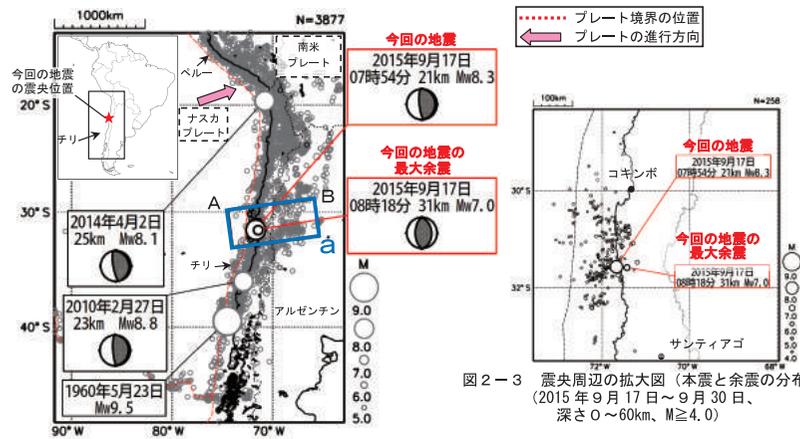


図2-1 震央分布図 (1960年1月1日~2015年9月30日、深さ0~200km、M $\geq$ 5.0) 2015年9月17日以降の地震を濃く表示

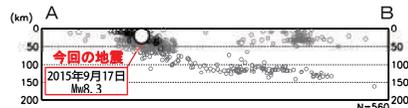


図2-2 領域a内の断面図(A-B投影) 2015年9月17日以降の地震を濃く表示

本資料中、2010年2月27日、2014年4月2日及び今回の地震の発震機構とMwは気象庁による。1960年5月23日の地震のMwは、宇津及び国立研究開発法人建築研究所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。その他の地震の発震機構と震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年10月1日現在)。被害は、OCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所)による(2015年9月18日現在)。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.

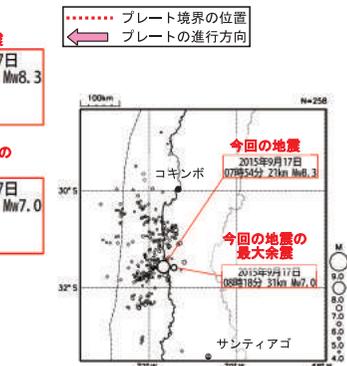


図2-3 震央周辺の拡大図(本震と余震の分布) (2015年9月17日~9月30日、深さ0~60km、M $\geq$ 4.0)

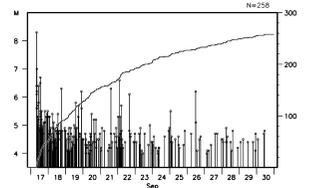


図2-4 上図内のM-T図および回数積算図

### イ. 周辺の過去の地震活動

チリからペルーにかけての沿岸では、ナスカプレートが南米プレートの下に沈み込んでおり、M8程度またはそれ以上の地震が繰り返し発生している場所である。過去には、チリ沿岸付近で発生した地震により、日本でも津波による被害が生じている。

1868年以降、領域b内で発生した地震で最大規模の地震は1960年5月23日のMw9.5の地震である。この地震では、日本国内でも北海道から沖縄県にかけての広い範囲で津波を観測した。岩手県野田村で8.1m(現地調査による)の津波を観測するなど、北海道から関東地方にかけては5m以上の津波を観測した所もあった。この津波により、日本国内では死者・行方不明者142人等の被害を生じた。

最近では、2010年2月27日にMw8.8の地震、2014年4月2日にMw8.1の地震が発生した。いずれの地震でも日本国内の広い範囲で津波を観測し、前者の地震では、住家の被害(床上浸水・床下浸水)57棟の被害を生じた。

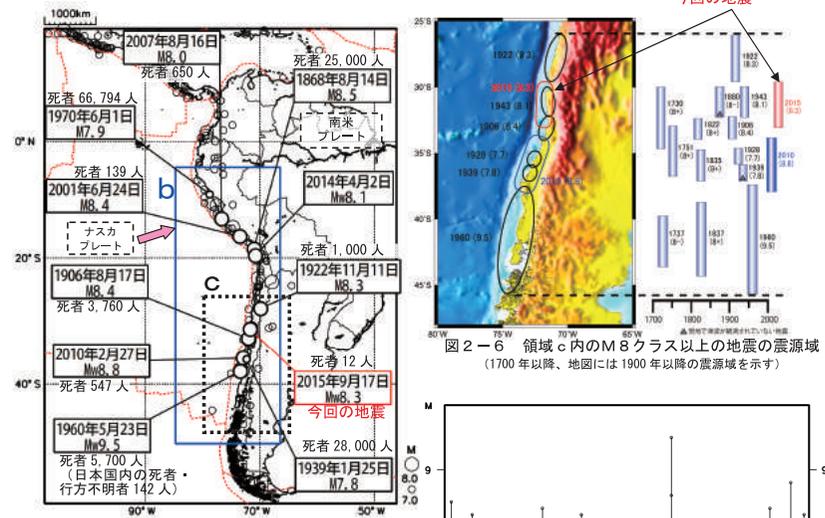


図2-5 震央分布図 (1868年1月1日~2015年9月30日、深さ0~200km、M $\geq$ 7.0) プレート境界の位置とプレート進行方向

\*吹き出しは以下の地震に付けた。  
 ・2000年以降のM8.0以上の地震  
 ・M8.0以上かつ死者1,000人以上の被害を伴った地震  
 ・死者10,000人以上の被害を伴った地震

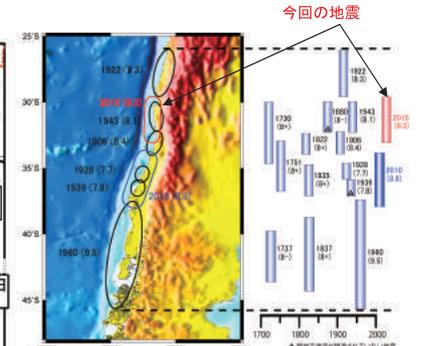


図2-6 領域c内のM8クラス以上の地震の震源域 (1700年以降、地図には1900年以降の震源域を示す)

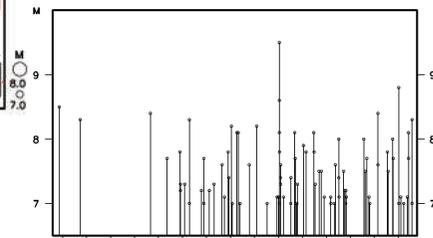


図2-7 領域b内のM-T図 (1910年以前は、M8.0以上かつ死者を伴った地震のみ表示している)

本資料中、1910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米国地質調査所(USGS)による(2015年10月1日現在)。以下の地震のMwは気象庁による。  
 ・2015年9月17日 Mw8.3 ・2014年4月2日 Mw8.5 ・2010年2月27日 Mw8.8  
 1910年以前のM8.0以上かつ死者を伴った地震を、宇津及び国立研究開発法人建築研究所国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」から追加した。  
 ・1868年8月14日 Mw8.5 ・1877年5月10日 Mw8.3 ・1906年8月17日 Mw8.4  
 今回の地震の被害はOCHA(2015年9月18日現在)による。その他の地震の被害は、宇津及び国立研究開発法人建築研究所国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」、米国地質調査所(USGS)、理科年表、総務省消防庁による。プレート境界の位置はBird(2003)より引用。  
 図2-6の地震の震源域および津波の有無はKelleher(1972)、Lonnitz(1970)による。今回の地震及び2010年2月27日の地震(Mw8.8)の震源域は気象庁の解析結果を示す。

第7図(a) 2015年9月17日 チリ中部沿岸の地震 (Mw8.3)  
 Fig.7(a) The earthquake of Near Coast of Central Chile Region (Mw8.3) on September 17, 2015.

(3) 津波の観測状況

この地震に伴い、日本では、岩手県久慈港（国土交通省港湾局）で78cmの津波を観測するなど、北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等で津波を観測した。また、震源に近いチリのコキンボで475cm、仏領ポリネシアのヌクヒバで137cm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。

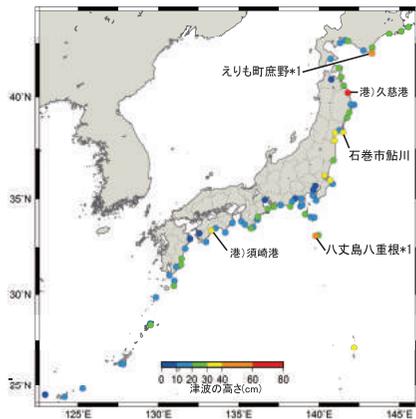
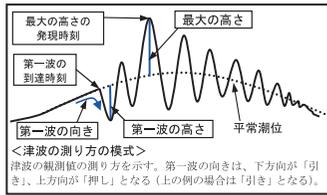


図3-1 国内の津波観測施設で観測した津波の最大の高さ（次頁で津波波形を示した地点について観測点名を表記）  
※ 港は国土交通省港湾局の所属であることを表す



<津波の測り方の模式>  
津波の観測値の測り方を示す。第一波の向きは、下方向が「引き」、上方向が「押し」となる（上の例の場合は「引き」となる）。

表3-1 国内の津波観測施設の津波観測値

都道府県	津波観測施設名	所属	第一波到達時刻	最大高さ (cm)	
北海道	えりも町庶野*1	気象庁	18日 06:06	137	
	八丈島八重根*1	国土交通省港湾局	18日 06:01	137	
	須崎港	国土交通省港湾局	18日 06:06	137	
	石巻市鮎川	国土交通省港湾局	18日 06:21	78	
	久慈港	国土交通省港湾局	18日 06:21	78	
	岩手県	久慈港	国土交通省港湾局	18日 06:21	78
	宮城県	石巻市鮎川	国土交通省港湾局	18日 06:21	78
	福島県	いわき市小名浜	国土交通省港湾局	18日 06:21	78
	茨城県	大洗	国土交通省港湾局	18日 06:21	78
	千葉県	館山	国土交通省港湾局	18日 06:21	78
東京都	八丈島八重根*1	国土交通省港湾局	18日 06:01	137	
神奈川県	三浦市油壺	国土交通省港湾局	18日 06:21	78	
静岡県	下田港	国土交通省港湾局	18日 08:08	166	
愛知県	四日市	四日市港管理組合	18日 07:29	176	
三重県	鳥羽	気象庁	18日 09:03	246	
和歌山県	和歌山	気象庁	18日 07:59	176	
徳島県	徳島	気象庁	18日 08:40	156	
高知県	高知	気象庁	18日 08:40	156	
鹿児島県	鹿児島	気象庁	18日 08:40	156	
沖縄県	石垣島	気象庁	18日 08:08	114	

※観測値は後日の精査により変更される場合がある  
※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検出した値  
- は、津波波形が明瞭でないため値が決定できないことを示す

\*1 巨大津波観測計により観測されたことを示す（観測単位は0.1m）  
\*2 はGPS波浪計により観測された海面昇降を検潮所の観測値と同じ手法で読み取った値を示す（観測単位は0.1m）

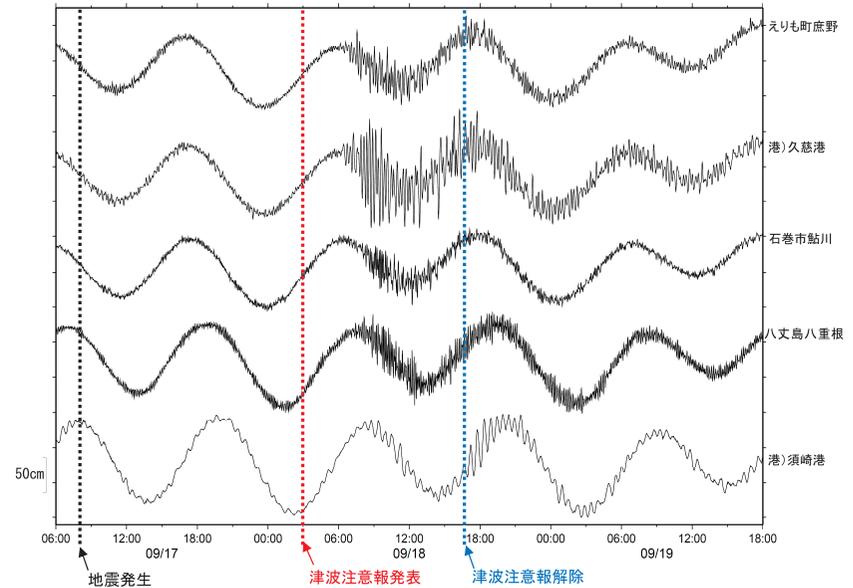


図3-2 国内の津波観測施設で観測した主な津波波形

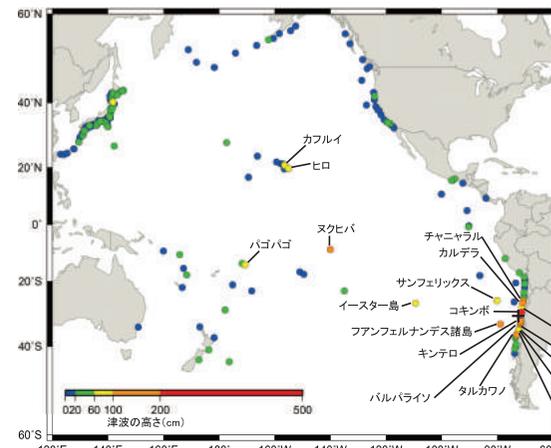


表3-2 海外の主な津波観測施設での津波観測値（最大の高さ60cm以上を観測した地点を表示）

津波観測施設名	国名	最大の高さ (cm)
コキンボ	チリ	475
キンテロ	チリ	186
ハルバライオン	チリ	176
ヌクヒバ	仏領ポリネシア	137
タルカワノ	チリ	128
フアンフェルナンデス諸島	チリ	121
パトリック	チリ	114
サンアントニオ	チリ	109
コンステイトゥシオン	チリ	104
ヒロ	米国ハワイ州	95
オースター島	チリ	88
サンアントニオ	チリ	83
パトリック	チリ	83
オースター島	チリ	77
ウアスコ	チリ	76
パトリック	チリ	76
サンフェリクス	チリ	67
パトリック	チリ	67
タルカワノ	チリ	66

※観測値は米国海洋大気庁（NOAA）による（10月06日現在）

図3-3 海外の津波観測施設で観測した津波の最大の高さ（最大の高さ60cm以上を観測した地点については観測点名を表記、+印は震央を表す）  
※海外の津波観測施設の観測値は米国海洋大気庁（NOAA）による（10月06日現在）

第7図(b) 2015年9月17日 チリ中部沿岸の地震による津波  
Fig.7(b) The observed tsunami by the earthquake of Near Coast of Central Chile Region on September 17, 2015.

(4) 気象庁が発表した津波注意報、津波情報、地震情報及び報道発表の状況

気象庁はこの地震により、18日03時00分に北海道から沖縄県にかけての太平洋沿岸等に津波注意報を発表し、同日16時40分に全て解除した。今回の地震で気象庁が発表した津波注意報、津波情報、地震情報及び報道発表の状況を下表に示す。



図4-1 9月17日のチリ中部沿岸の地震による津波に対して発表した津波注意報

表4-1 気象庁が発表した津波注意報、津波情報、地震情報及び報道発表の状況

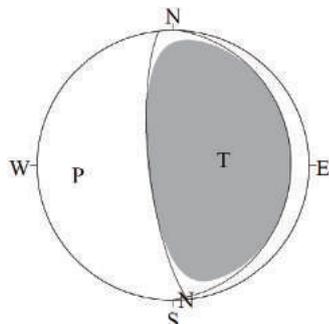
月 日	時刻	情報発表、報道発表等の状況	備考 (主な内容等)
9月17日	07時54分	地震発生	
	08時31分	地震情報 (遠地地震に関する情報)	地震の概要、太平洋の広域に津波発生の可能性があること、日本への津波の影響については調査中であること
	09時54分	地震情報 (遠地地震に関する情報)	海外での津波の観測状況
	11時00分	報道発表 (第1報)	地震の概要、日本への津波の影響については調査中であること、海外での津波の観測状況等
	11時19分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第1報) の概要
	14時56分	地震情報 (遠地地震に関する情報)	海外での津波の観測状況
	16時30分	報道発表 (第2報)	日本への津波の影響についてはハワイでの津波の観測状況 (17日24時頃) を基に判断すること、海外での津波の観測状況等
	16時43分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第2報) の概要
9月18日	18時59分	地震情報 (遠地地震に関する情報)	海外での津波の観測状況
	00時35分	地震情報 (遠地地震に関する情報)	海外での津波の観測状況
	01時00分	報道発表 (第3報)	津波注意報の発表予定 (18日03時頃に発表する予定)、防災上の留意事項等
	01時11分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第3報) の概要
	03時00分	津波注意報の発表	
		津波予報 (若干の海面変動)	
		津波情報 (津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報)	
	03時01分	津波情報 (各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報)	
	03時30分	報道発表 (第4報)	津波注意報の発表状況、防災上の留意事項、海外での津波の観測状況等。
	03時35分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第4報) の概要
	06時51分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日06時50分現在の値]
	07時21分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日07時20分現在の値]
	07時51分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日07時50分現在の値]
	08時20分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日08時20分現在の値]
	08時52分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日08時51分現在の値]
	09時25分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日09時23分現在の値]
	10時00分	報道発表 (第5報)	防災上の留意事項、日本での津波の観測状況等
	10時08分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第5報) の概要
	10時12分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日10時10分現在の値]
	10時46分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日10時45分現在の値]
	11時46分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日11時45分現在の値]
	12時47分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日12時45分現在の値]
	13時26分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日13時25分現在の値]
	14時00分	報道発表 (第6報)	防災上の留意事項、日本での津波の観測状況、津波注意報の解除の見込み (16時頃までデータを見て判断) 等
	14時06分	地震情報 (地震の活動状況等に関する情報)	報道発表 (第6報) の概要
	14時31分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日14時30分現在の値]
	15時32分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日15時30分現在の値]
	16時26分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日16時25分現在の値]
	16時40分	津波注意報の解除	今後1日程度は海面変動が継続することを十分認識して行動すれば、津波による災害のおそれはなし
		津波予報 (若干の海面変動)	
16時42分	津波情報 (津波観測に関する情報)	[18日16時25分現在の値]	
17時00分	報道発表 (第7報)	津波注意報の解除、防災上の留意事項、日本での津波の観測状況等	

## 9月17日 チリ中部沿岸の地震の発震機構解析

2015年9月17日07時54分(日本時間)にチリ中部沿岸で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

### 1. CMT 解析

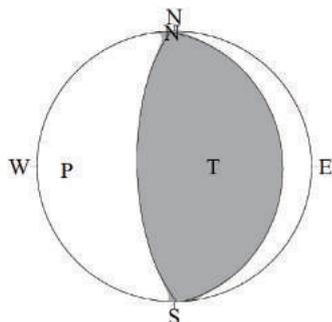
セントロイドは、南緯 31.7°、西経 71.8°、深さ 28km となった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
8.3	3.11×10 <sup>21</sup> Nm	2.6° / 14.5° / 98.5°	173.8° / 75.7° / 87.8°

### 2. W-phase の解析

セントロイドは、南緯 31.4°、西経 71.8°、深さ 24km 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、38 観測点の水平成分を用い、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。

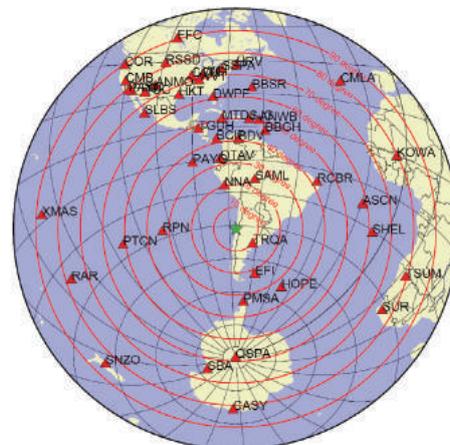
Mw	M <sub>0</sub>	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
8.2	2.78×10 <sup>21</sup> Nm	356.8° / 22.0° / 88.1°	178.8° / 68.0° / 90.8°

(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(d) 発震機構解析

Fig.7(d) Moment tensor solution.

2015年9月17日 チリ中部沿岸の地震  
— 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

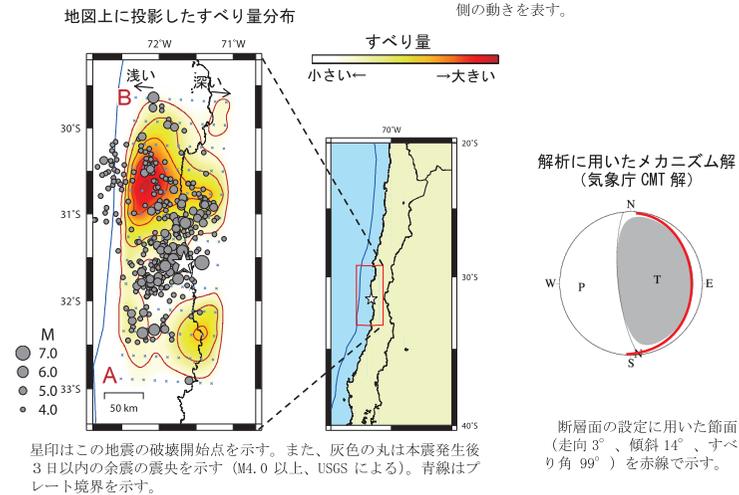
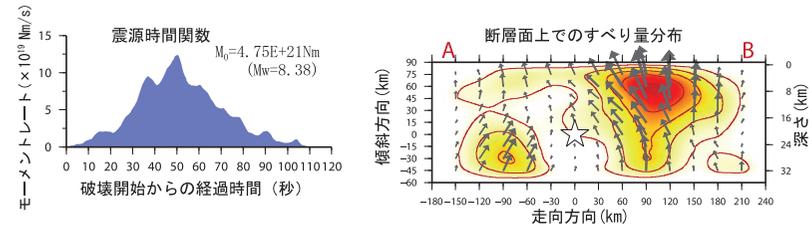
2015年9月17日07時54分(日本時間)にチリ中部沿岸で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(31°34.2' S, 71°40.2' W、深さ21km)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な低角傾斜の節面(走向3°、傾斜14°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.4km/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)。

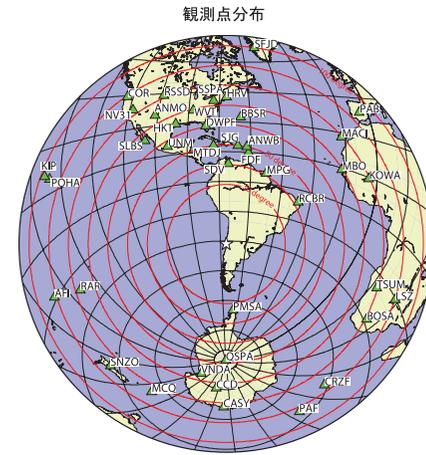
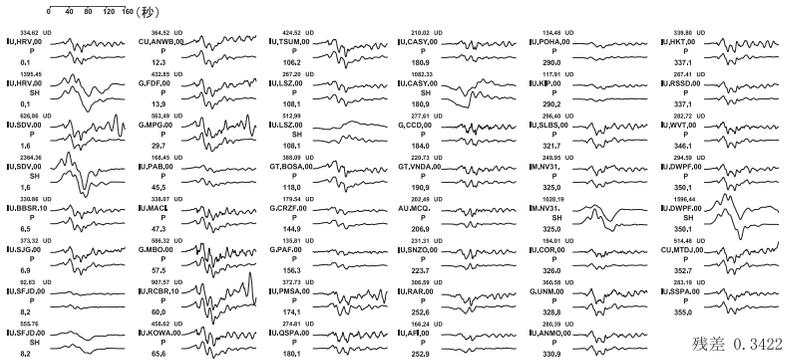
- ・ 主なすべりは破壊開始点の北方にあり、最大すべり量は8.6mであった(周辺の構造から剛性率を30GPaとして計算)。
- ・ 主な破壊継続時間は約100秒であった。
- ・ モーメントマグニチュード(Mw)は8.4であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/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/>

観測波形(上: 0.002Hz~0.5Hz)と理論波形(下)の比較



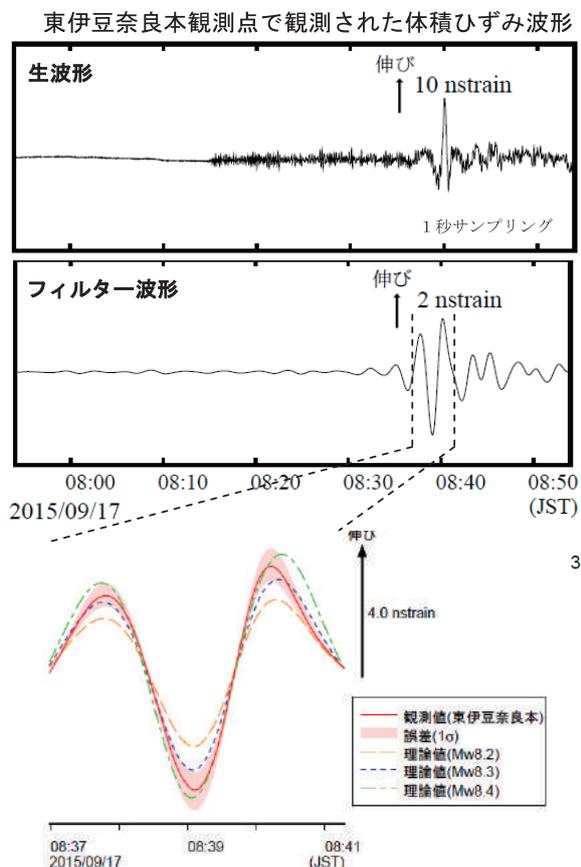
震央距離 30° ~ 100°<sup>\*1</sup> の40観測点<sup>\*2</sup> (P波: 40, SH波: 7)を使用。  
<sup>\*1</sup>: 近すぎるると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。  
<sup>\*2</sup>: IRIS-DMCより取得した広帯域地震波記録を使用。

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.

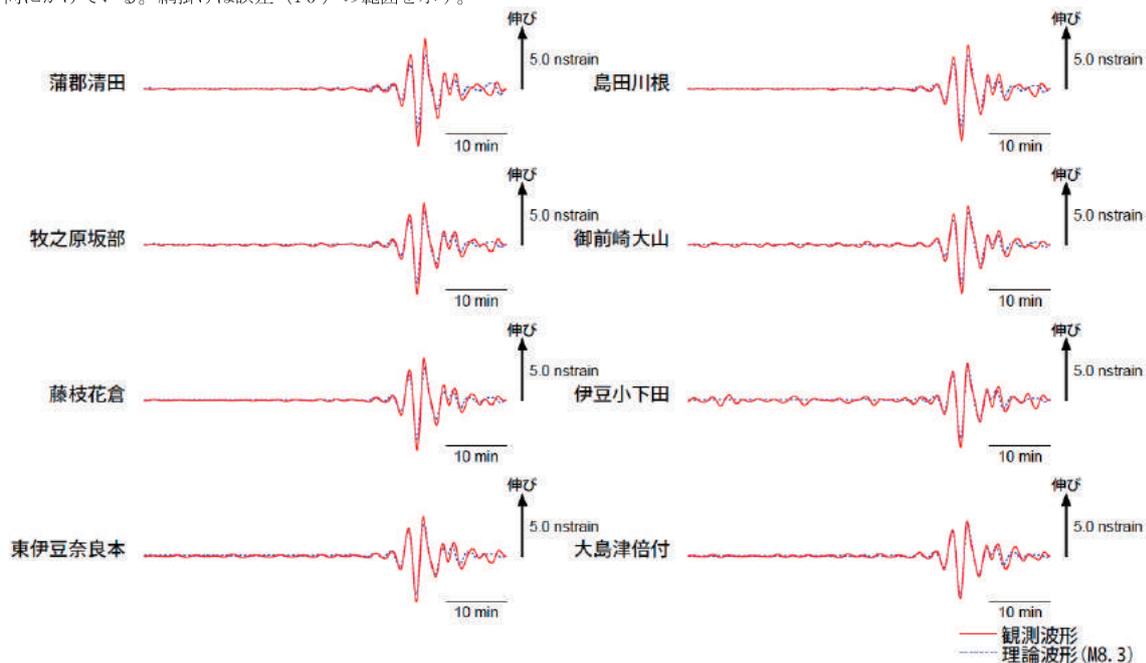
第7図(e) 遠地実体波による震源過程解析  
Fig.7(e) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 9月17日07時54分の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 —



東伊豆奈良本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(1 $\sigma$ )の範囲を示す。



第7図(f) 体積ひずみ計の記録から推定される Mw

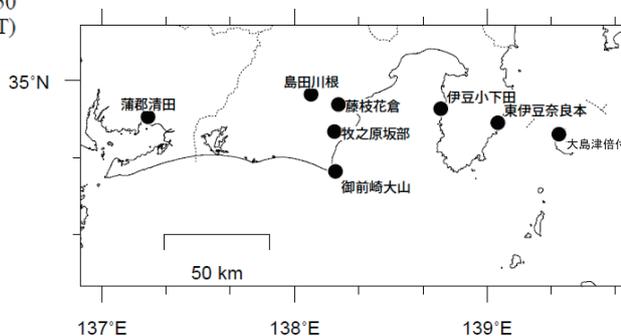
Fig.7 (f) The moment magnitude estimated from data of the borehole volume strainmeters.

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 Mw8.1 相当から 8.5 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、Mw8.3～8.4 相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



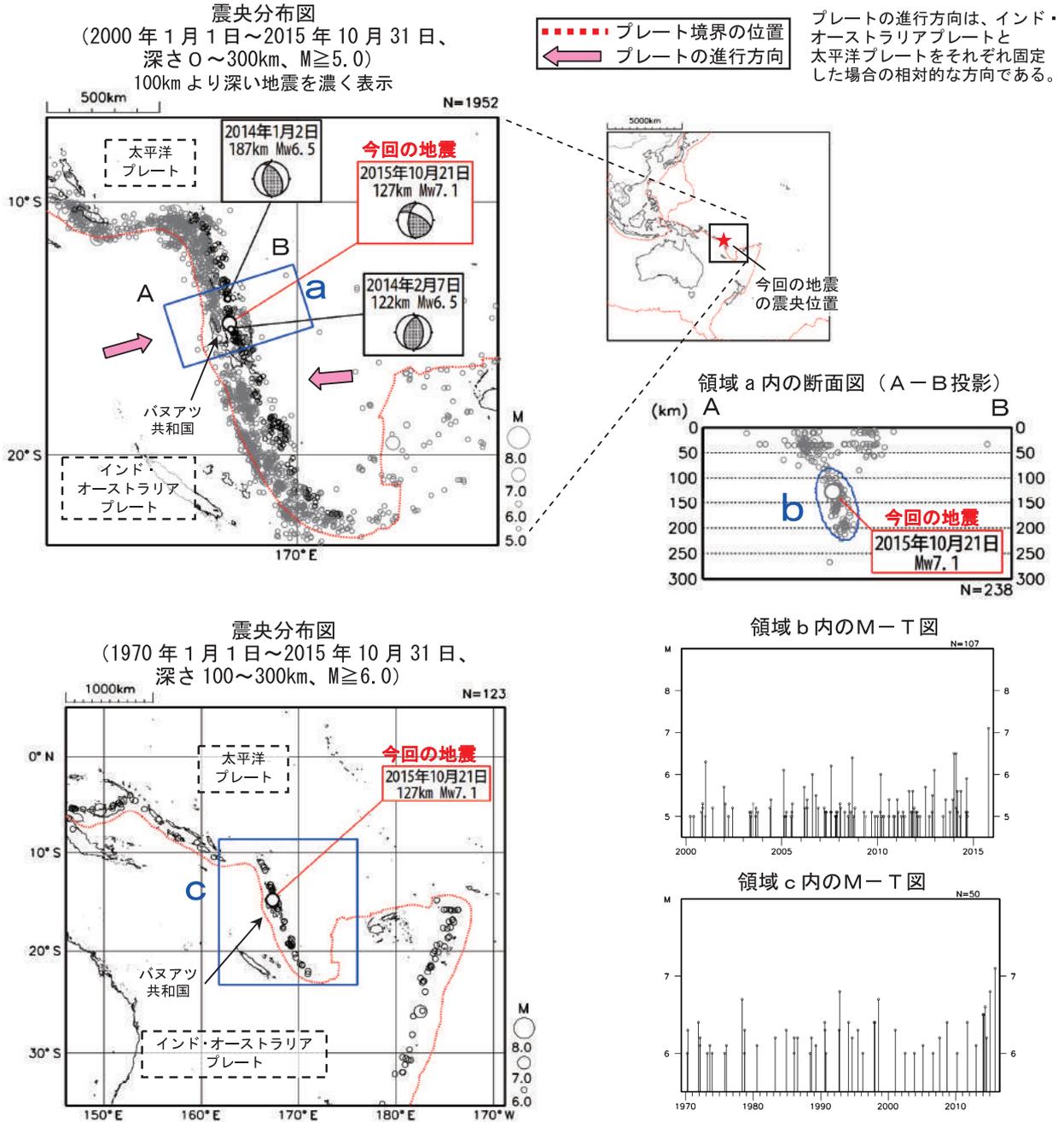
理論波形と体積ひずみ観測点 6 ヵ所の観測波形との比較 (下図)  
データには周期 120-333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。

# 10月21日 バヌアツ諸島の地震

2015年10月21日06時52分(日本時間)に、バヌアツ諸島の深さ127kmでMw7.1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)が東北東-西南西に圧力軸を持つ型である。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度で沈み込んでいるところで、今回の地震は、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。

1970年以降の活動をみると、今回の地震の震源周辺(領域c)では、M7.0を超える地震は発生していなかった。

なお、気象庁は、この地震について、同日07時15分に遠地地震に関する情報(日本への津波の影響なし)を発表した。



本資料中、今回の地震の発震機構とMwは気象庁による。2014年1月2日、2014年2月7日の地震の発震機構とMwはGlobal CMTによる。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年11月2日現在)。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8図(a) 2015年10月21日バヌアツ諸島の地震(Mw7.1)

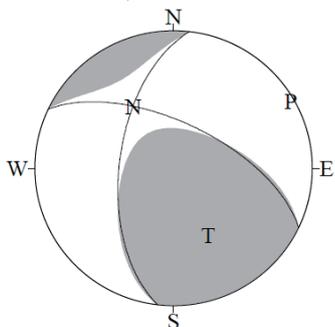
Fig.8(a) The earthquake in the Vanuatu Islands region (Mw7.1) on October 21, 2015.

## 10月21日 バヌアツ諸島の地震の発震機構解析

2015年10月21日06時52分(日本時間)にバヌアツ諸島で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

### 1. CMT解析

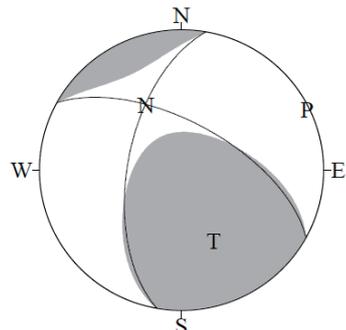
セントロイドは、南緯 14.9°、東経 167.2°、深さ 136km となった。



Mw	M <sub>0</sub>	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	5.88 × 10 <sup>19</sup> Nm	186.5° / 57.9° / 147.1°	295.5° / 62.6° / 36.8°

### 2. W-phaseの解析

セントロイドは、南緯 15.0°、東経 167.2°、深さ 141km 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、32 観測点の水平成分を用い、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。

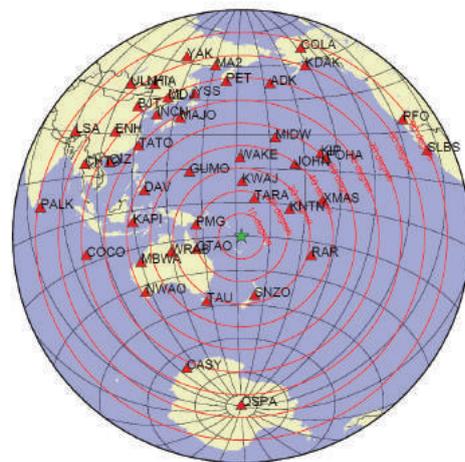
Mw	M <sub>0</sub>	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.1	5.56 × 10 <sup>19</sup> Nm	189.9° / 58.8° / 146.7°	298.7° / 62.0° / 35.9°

(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(b) 発震機構解析

Fig.8(b) Moment tensor solution.

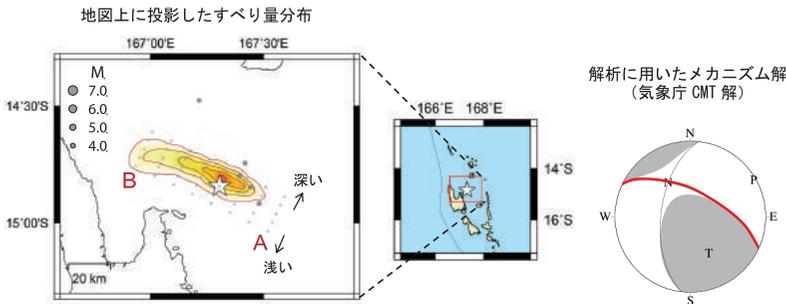
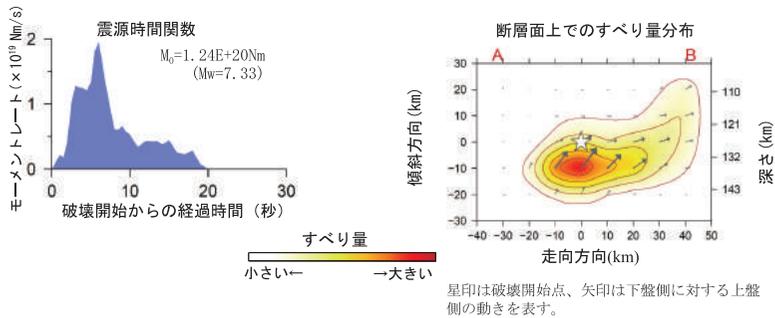
2015年10月21日 バヌアツ諸島の地震  
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー

2015年10月21日06時52分(日本時間)にバヌアツ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。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(14° 50.5' S, 167° 18.3' E、深さ127km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北東傾斜の節面(走向296°、傾斜63°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.2km/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)。
- ・断層の大きさは走向方向に約60km、傾斜方向に約40kmであった。
  - ・主なすべりは破壊開始点の北東方向やや深い領域から西へ広がり、最大すべり量は1.7mであった(周辺の構造から剛性率を70GPa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7.3であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html)を参照。

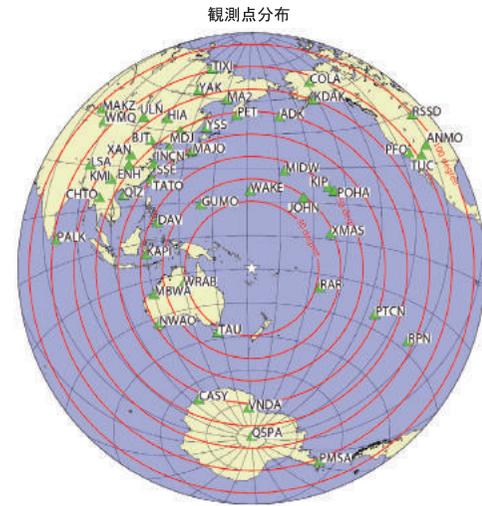
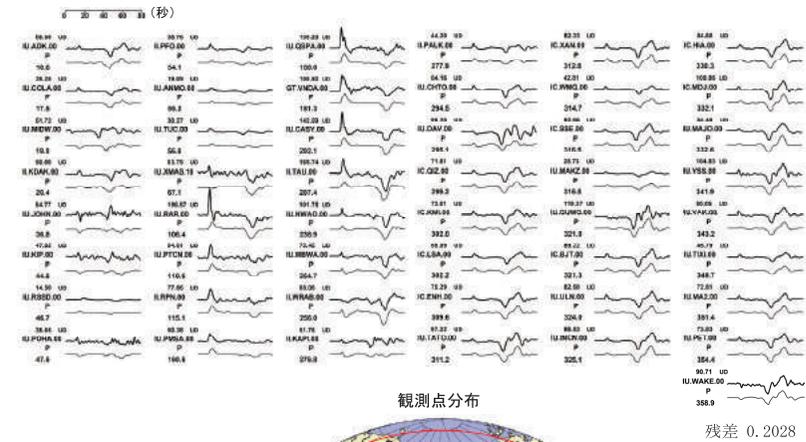


星印はこの地震の破壊開始点を示す。また、灰色の丸は本震発生後7日以内の余震の震央を示す(M4.0以上、USGSによる)。青線はプレート境界を示す。

断層面の設定に用いた節面(走向296°、傾斜63°、すべり角37°)を赤線で示す。

(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~0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離 30° ~ 100° \*1の49観測点\*2 (P波: 49, SH波: 0)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8図(c) 遠地実体波による震源過程解析  
 Fig.8(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

## 10月26日 アフガニスタン、ヒンドゥークシの地震

### (1) 概要及び最近の地震活動

2015年10月26日18時09分(日本時間、以下同じ)にアフガニスタン、ヒンドゥークシの深さ213kmでMw7.5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)が鉛直方向に張力軸を持つ型である。今回の地震により、パキスタンで死者279人、アフガニスタンで死者107人等の被害を生じた。

余震活動は低調であり、M6.0以上の余震は発生していない(2015年11月2日現在)。今回の地震の震央周辺はインド・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いる地域で、大きな被害を伴う地震が度々発生している場所である。

2000年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)では、M6.0以上の地震が時々発生している。2002年3月3日に深さ213kmで発生したMw7.3の地震では、地震に関連して発生した地滑りにより死者150人以上の被害を生じた。

なお、気象庁は、今回の地震について10月26日18時42分に遠地地震に関する情報を発表した。

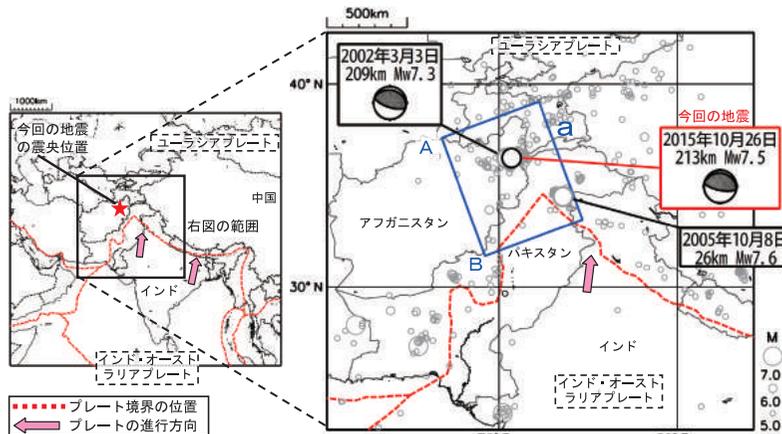


図1-1 震央分布図  
(2000年1月1日～2015年10月31日、深さ0～300km、M<sub>2</sub>≥5.0)  
2015年10月の地震を濃く表示

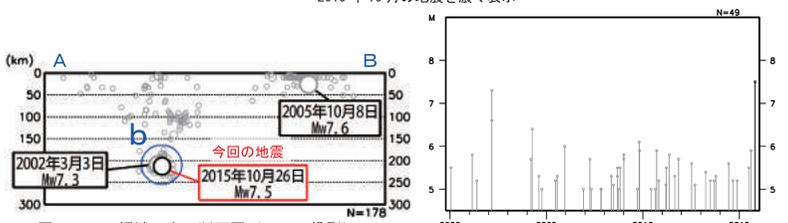


図1-2 領域a内の断面図(A-B投影)

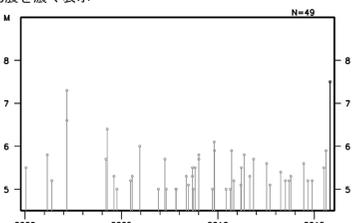


図1-3 領域b内のM-T図

本資料中、今回の地震の発震機構とMwは気象庁による。2002年3月3日の地震の発震機構はGlobalCMTによる。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2015年11月2日現在)。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)\*より引用。今回の地震の被害は、OCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所)による(2015年11月5日現在)。2002年3月3日の地震の被害はUSGSによる。

\*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) 周辺の過去の地震活動

1900年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以上の地震が時々発生しており、被害を伴った地震も多数発生している。最近では、2002年3月25日にMw6.1の地震(深さ10km)が発生し、死者約1,000人などの被害を生じた。また、2005年10月8日には、今回の地震の南東約350kmで発生したMw7.6の地震(深さ15km)により、死者約86,000人などの被害が生じた。

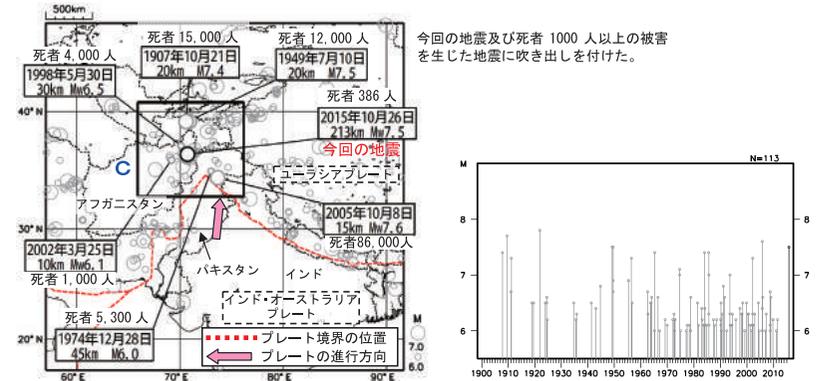


図2-1 震央分布図  
(1900年1月1日～2015年10月31日、深さ0～300km、M<sub>2</sub>≥6.0)  
2015年10月の地震を濃く表示

今回の地震及び死者1000人以上の被害を生じた地震に吹き出しを付けた。

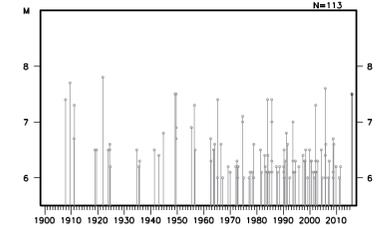


図2-2 領域c内のM-T図

### (3) 今回の地震周辺のテクトニクスと発震機構

今回の地震が発生した場所は、北上するインド・オーストラリアプレートとユーラシアプレートが衝突しているために地震活動が活発な場所である。地殻内の浅い場所で発生するものや今回発生した地震と同じように250km程度のやや深い場所で発生するものまで、震源が鉛直方向に広く分布している。また、今回の地震の震源周辺で発生する地震の発震機構は、鉛直方向に張力軸を持つ型が多い。

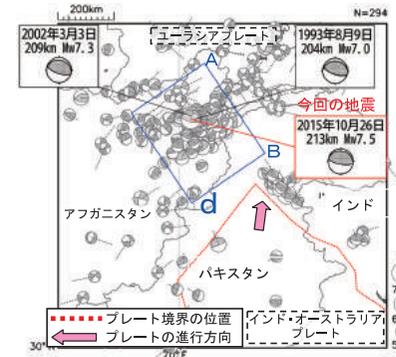


図3-1 発震機構解と張力軸の分布図  
(1990年1月1日～2015年10月31日、深さ0～300km、M<sub>2</sub>≥5.0)  
各発震機構から伸びる点線は張力軸を示す

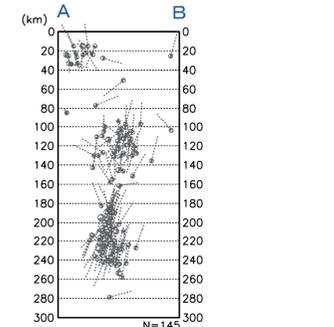


図3-2 領域d内の断面図(A-B投影)  
(水平方向に対し深さ方向3倍に拡大)

本資料中、今回の地震の発震機構とMwは気象庁による。その他の発震機構とMwはGlobalCMTによる。その他の震源要素は米国地質調査所(USGS)による。ただし、1900年～2009年の震源要素は国際地震センター(ISC)による。今回の地震の被害は、OCHAによる(2015年11月5日現在)。過去の被害は、宇津及び国立研究開発法人建築研究所国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。また、2005年10月8日の地震の被害は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9図(a) 2015年10月26日 アフガニスタン、ヒンドゥークシの地震 (Mw7.5)

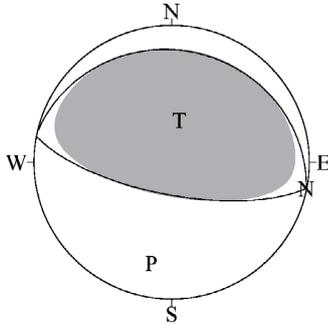
Fig.9(a) The earthquake in the Hindu Kush, Afghanistan region (Mw7.5) on October 26, 2015.

## 10月26日 アフガニスタン、ヒンドゥークシの地震の発震機構解析

2015年10月26日18時9分（日本時間）にアフガニスタン、ヒンドゥークシで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いたメカニズム解析を行った。

### 1. CMT解析

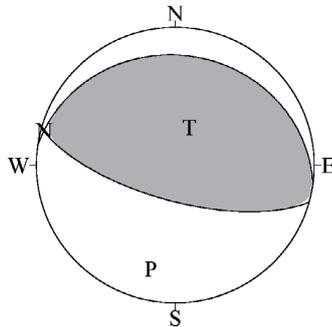
セントロイドは、北緯36.8°、東経70.4°、深さ212kmとなった。



Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.5	2.11×10 <sup>20</sup> Nm	100.9° / 70.7° / 89.5°	282.3° / 19.3° / 91.4°

### 2. W-phaseの解析

セントロイドは、北緯36.4°、東経70.6°、深さ201kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの38観測点の上下成分、53観測点の水平成分を用い、100～300秒のフィルターを使用した。

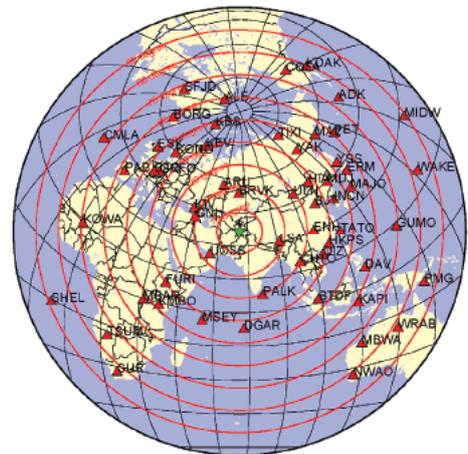
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

Mw	M <sub>0</sub>	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)
7.5	2.30×10 <sup>20</sup> Nm	105.6° / 69.0° / 92.7°	278.1° / 21.2° / 83.0°

(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9図(b) 発震機構解析

Fig.9(b) Moment tensor solution.

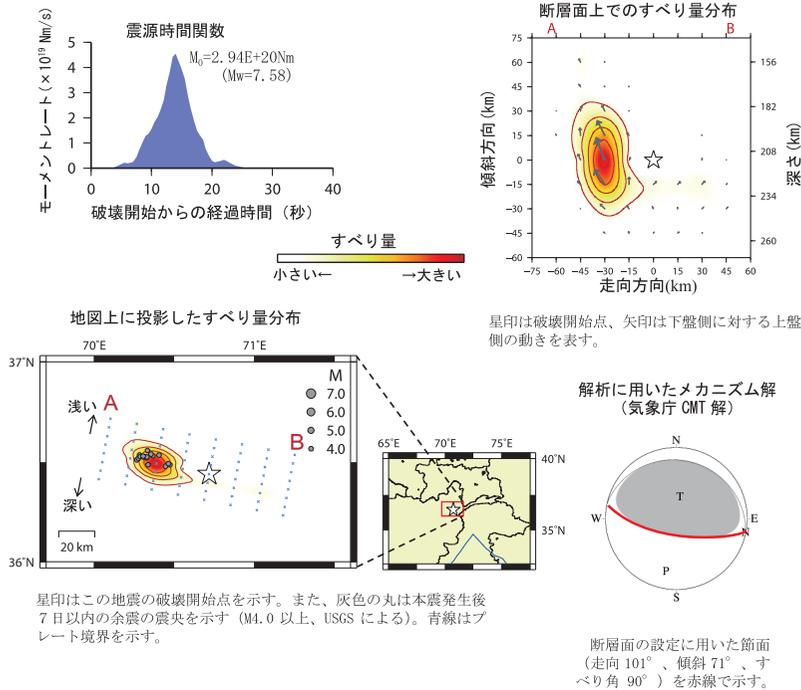
## 2015年10月26日 アフガニスタン、ヒンドークシの地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

2015年10月26日18時09分(日本時間)にアフガニスタン、ヒンドークシ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。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(36° 26.4' N、70° 43.0' E、深さ213km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、高角傾斜の節面(走向101°、傾斜71°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.2km/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。

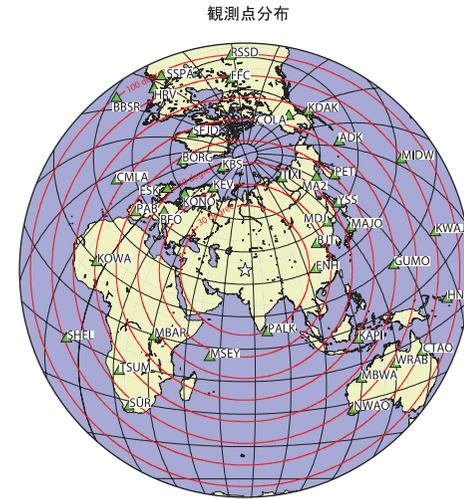
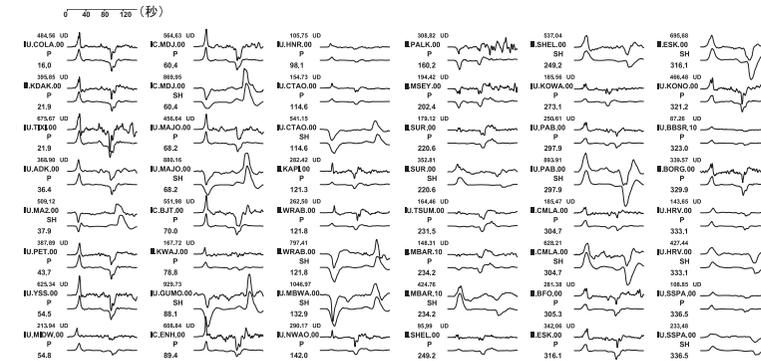
- 主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある)。
- ・ 主なすべり域の大きさは走向方向に約30km、傾斜方向に約60kmであった。
  - ・ 主なすべりは破壊開始点の西方にあり、最大すべり量は2.7mであった(周辺の構造から剛性率を70GPaとして計算)。
  - ・ 主な破壊継続時間は約20秒であった。
  - ・ モーメントマグニチュード(Mw)は7.6であった。

結果の見方は、[http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\\_srcproc.html](http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/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/>

## 観測波形(上: 0.002Hz~0.5Hz)と理論波形(下)の比較



震央距離30°~100°の41観測点(P波: 37, SH波: 16)を使用。  
 ※1: 近すぎる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9図(c) 遠地実体波による震源過程解析  
 Fig.9(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.