# 11 - 2 世界の地震活動(2019年11月~2020年4月) Seismic Activity in the World (November 2019 – April 2020)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間,世界で M6.0 以上の地震は 68 回発生し, M7.0 以上の地震は 3 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, 2020 年 1 月 29 日(日本時間) にキューバの深さ 10 km で発生した Mw7.7 (気象庁による) の地震であった.

2019年11月~2020年4月のM6.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す.

主な地震活動は以下のとおりである. 特段の断りがない限り, Mw 及び発震機構(CMT 解)は 気象庁, そのほかの震源要素は USGS による (2020 年 5 月 5 日現在). また, 時刻は日本時間である.

# (1) モルッカ海の地震 (Mw7.1, 第2図)

2019年11月15日01時17分にモルッカ海の深さ33kmでMw7.1の地震が発生した.この地震は,発震機構が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった.この地震により負傷者3人等の被害が生じた.

# (2) キューバの地震 (Mw7.7, 第3図 (a), (b))

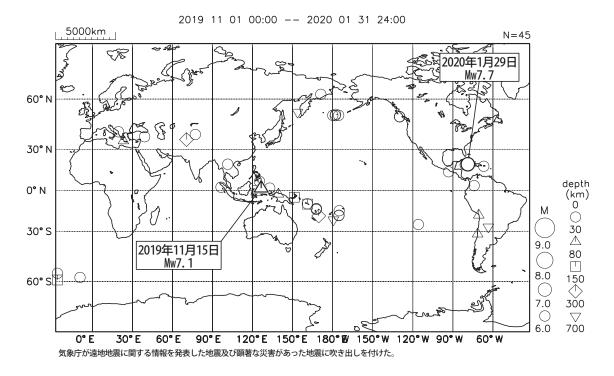
2020年1月29日04時10分にキューバの深さ10kmでMw7.7の地震が発生した.この地震は,発震機構が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、北米プレートとカリブプレートの境界で発生した.この地震によりケイマン諸島(イギリス領)で0.11mの津波を観測した.また,この地震の発生から約3時間後に約200km西方のホンジュラス北方の深さ10kmでM6.1の地震が発生した.遠地実体波による震源過程解析の結果では、破壊域が破壊の開始点から西南西方向に広がり、破壊時間が約40秒続いた.

# (3) 千島列島東方(北西太平洋)の地震(Mw7.5, 第4図(a)~(c))

2020年3月25日11時49分に千島列島東方の深さ57kmでMw7.5の地震が発生した.この地震は,発震機構が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型であった.この地震により,北海道から東北地方太平洋側までの13市町村で震度1を観測し,また,千島列島のパラムシル(幌筵)島で0.5 m(目視),カリフォルニア州クレセントシティで0.11 m等の津波を観測した.遠地実体波による震源過程解析を行ったところ,断層面を気象庁CMT解の2枚の節面のどちらを仮定しても観測波形と理論波形の残差に大きな差はなく,西北西傾斜の節面を仮定した場合は,破壊域が破壊の開始点から東方向に広がり,破壊時間が約20秒続いた結果となり,東南東傾斜の節面を仮定した場合は,破壊域が破壊の開始点から北北西方向に広がり,破壊時間が約25秒続いた結果となった.

# 世界の地震活動(2019年11月~2020年1月、M≥6.0)

震源は米国地質調査所(USGS、2020年2月6日現在)、Mw(モーメントマグニチュード)は気象庁による。

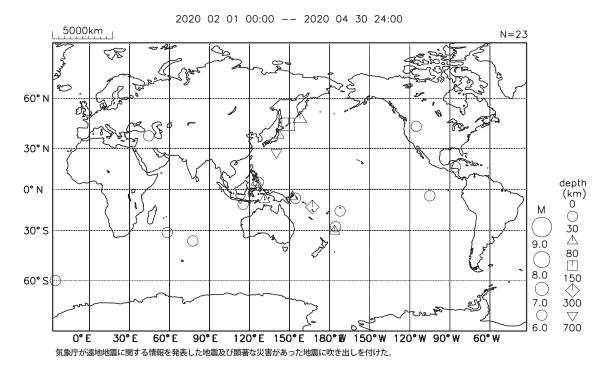


# 第 1 図 (a) 世界の地震活動 (2019 年 11 月~ 2020 年 1 月, M $\geq$ 6.0, 深さ $\leq$ 700 km)

Fig. 1(a) Seismic activity in the World (November 2019 – January 2020,  $M \ge 6.0$ , depth  $\le 700$  km).

# 世界の地震活動(2020年2月~2020年4月、M≥6.0)

震源は米国地質調査所(USGS、2020年5月5日現在)、Mw (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 (2020 年 2 月~ 4 月, M  $\geq$  6.0,深さ $\leq$  700 km)

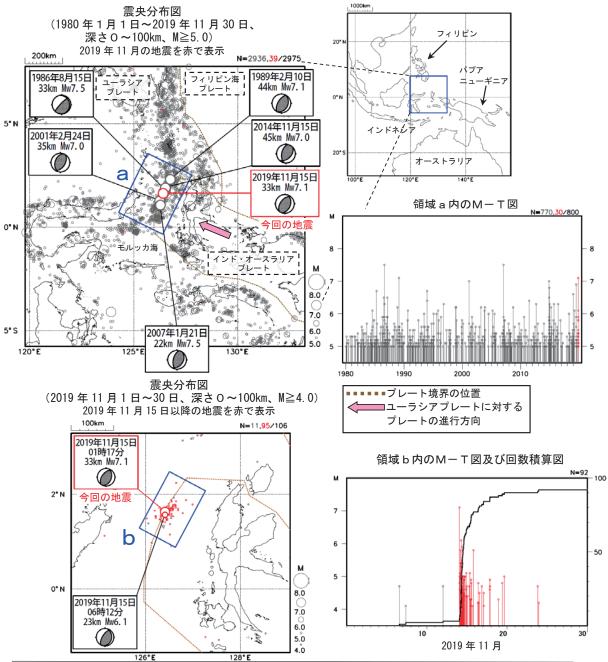
Fig. 1(b) Continued (February 2020 – April 2020,  $M \ge 6.0$ , depth  $\le 700$  km).

# 11月15日 モルッカ海の地震

2019 年 11 月 15 日 01 時 17 分(日本時間、以下同じ)に、モルッカ海の深さ  $33 \, \mathrm{km}$  で  $\mathrm{Mw7.1}$  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)は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震により、負傷者 3 人等の被害が生じた。

気象庁は、この地震により、同日 01 時 43 分(日本沿岸で若干の海面変動あり) と、同日 03 時 19 分(現地で津波を観測)に遠地地震に関する情報を発表した。

1980 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 a) では、M7.0 以上の地震が時々発生しており、2007 年 1 月 21 日に発生した Mw7.5 の地震では死者 4 人、負傷者 4 人等の被害が生じた。



※本資料中、今回の地震、及び 2014 年 11 月 15 日の地震 (Mw7.0) の発震機構 (CMT 解) 及び Mw は気象庁による。その他の発震機構 (CMT 解)、図中の注釈のついた地震の Mw は Global CMT 解による。その他の震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (データ入手日: 2019 年 12 月 1 日)。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) \*より引用。地震の被害状況について、出典のないものは OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs:国連人道問題調整事務所)による。

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

# 第2図 2019年11月15日モルッカ海の地震(Mw7.1)

Fig. 2 The earthquake in Molucca Sea (Mw7.1) on November 15, 2019.

# 1月29日 キューバの地震

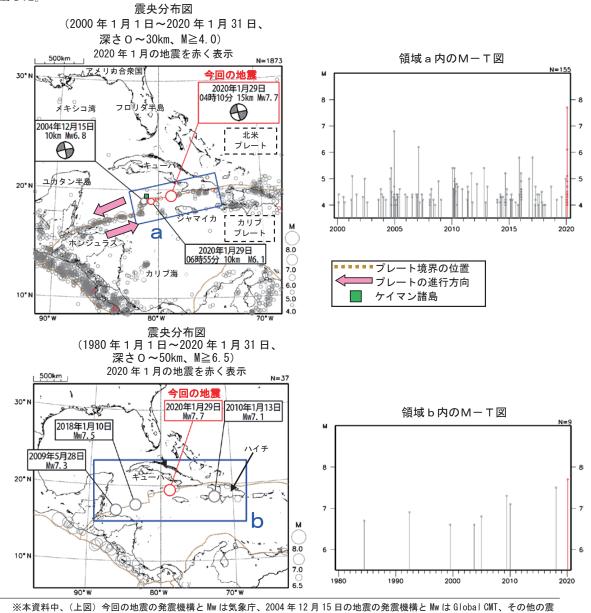
2020年1月29日04時10分(日本時間、以下同じ)にキューバの深さ10kmでMw7.7(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生した。この地震は、発震機構(気象庁によるCMT解)が西北西ー東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、北米プレートとカリブプレートの境界で発生した。

気象庁は、この地震に対して、同日 04 時 38 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。この地震によりケイマン諸島(イギリス領)で 0.11mの津波を観測した。

また、この地震の発生から約3時間後に約200km 西方のホンジュラス北方の深さ10km で M6.1 の地震が発生した。

2000 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 a )で、2004 年 12 月 15 日に Mw6.8 の地震が発生している。

1980 年以降の活動をみると、ホンジュラス北方からハイチにかけての地域(領域 b)では、M7.0 以上の地震が 4 回発生している。2010 年 1 月 13 日の Mw7.1 の地震では、ハイチで死者 30 万人以上の被害が生じた。



源要素は米国地質調査所(USGS)による(2020年2月2日現在)。今回の地震の津波の高さは、米国海洋大気庁(NOAA)による。 (下図)図中のMwは気象庁、その他の震源要素はUSGS による。過去の地震の被害は、宇津の「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3図(a) 2020年1月29日キューバの地震(Mw7.7)

Fig. 3(a) The earthquake in Cuba (Mw7.7) on January 29, 2020.

# 2020 年 1 月 29 日 キューバの地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-

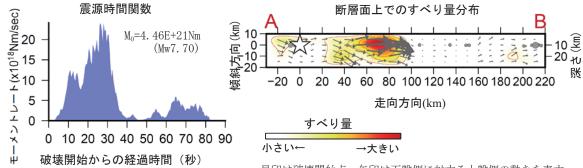
2020年1月29日04時10分(日本時間)にキューバで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所 (USGS) による震源の位置 (19°26.4′N、78°45.3′W、深さ 10km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち東北東一西南西走向の節面 (走向 258°、傾斜88°、すべり角 7°) 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。

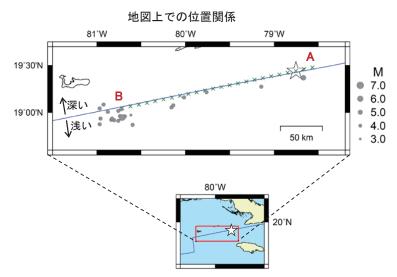
主な結果は以下のとおり (この結果は暫定であり、今後更新することがある)。

- ・主な破壊領域は走向方向に約80km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から西南西方向に広がり、最大すべり量は 13.1m であった (周辺の構造 から剛性率を 25GPa 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7.7であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\_srcproc.html を参照。

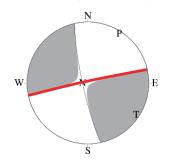


星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。



星印は破壊開始点を示す。灰色の丸は今回の地震の発生後6日以内の地震の震央を示す(M3.0以上、USGSによる)。 青線はプレート境界を示す。

# **解析に用いた断層パラメータ**: 走向 258°, 傾斜 88°, すべり角 7° (気象庁 CMT 解の値を用いた。)



解析に用いた断層パラメータを震源 球の赤線で示す。

### (注1)解析に使用したプログラム

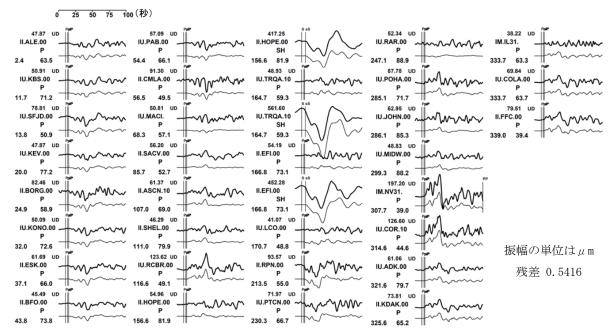
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/

作成日:2020/02/06

# 第3図(b) 遠地実体波による震源過程解析

Fig. 3(b) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

#### 観測波形 (上: 0.01Hz-0.5Hz) と理論波形 (下) の比較



# 観測点分布 KBSKE KONO BORCESKBFO MIDW PAB COR CMLA JOHN NV31 MACI CHA SACV RCBR SHEL RAR PTCN RPN CO TROA EFI HOPE

震央距離 30°~100°\*1の35 観測点\*2 (P 波:32、SH 波:3)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3図(b) つづき

Fig. 3(b) Continued.

# 3月25日 千島列島東方(北西太平洋)の地震

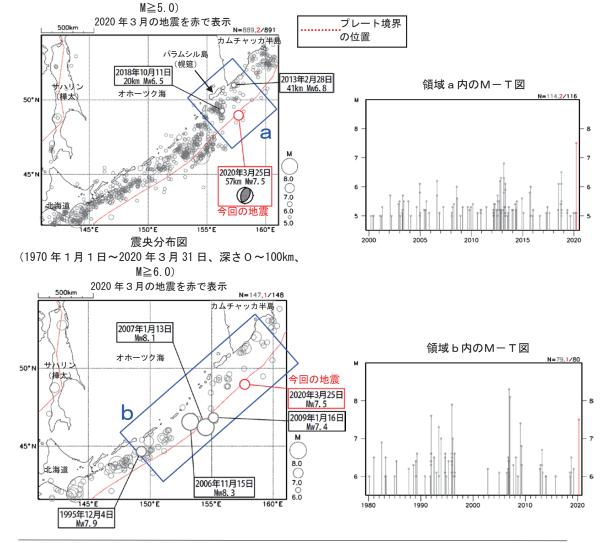
2020年3月25日11時49分(日本時間、以下同じ)に、千島列島東方の深さ57kmでMw7.5(気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生した。この地震は太平洋プレートの内部で発生した。この地震の発震機構は西北西 – 東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である(気象庁によるCMT解)。この地震により、北海道から東北地方太平洋側までの13市町村で震度1を観測した。また、気象庁は、この地震に対して、「各地の震度に関する情報」の中で、「日本の沿岸で若干の海面変動あり」との呼びかけを行った。この地震により、千島列島のパラムシル(幌筵)島で0.5m(目視)、カリフォルニア州クレセントシティで0.11m等、津波を観測している(アメリカ海洋大気庁(NOAA)による)。

2000 年以降の地震活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 a )では M6.0 以上の地震が時々発生している。

1980 年以降の地震活動をみると、千島列島(領域 b)では M7.0 以上の地震が時々発生している。2006 年 11 月 15 日に千島列島東方で発生した Mw8.3 の地震では、津波が発生し、三宅島坪田で 84cmの他、北海道から沖縄県宮古島・八重山地方までの主に太平洋側沿岸、及び小笠原諸島で津波が観測された。

#### 震央分布図

(2000年1月1日~2020年3月31日、深さ0~100km、



※本資料中、図中の吹き出しのある地震のマグニチュードについて、今回の地震は気象庁、それ以外はグローバル CMTによるモーメントマグニチュード (Mw) である。その他の震源要素は、米国地質調査所 (USGS) による (データ入手日:2020年4月1日)。プレート境界の位置は Bird (2003) \*より引用。地震の被害状況について、出典のないものは OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs:国連人道問題調整事務所)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.

第4図(a) 2020年3月25日千島列島東方(北西太平洋)の地震(Mw7.5)

Fig. 4(a) The earthquake in east of the Kuril Islands (Northwest Pacific) (Mw7.5) on March 25, 2020.

# 2020年3月25日 千島列島東方の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-(その1)

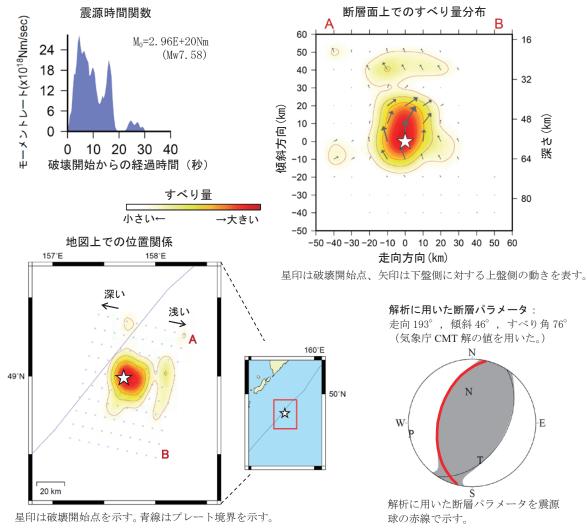
2020年3月25日11時49分(日本時間) に千島列島東方で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所 (USGS) による震源の位置 (48° 59.1′ N、157° 41.5′ E、深さ 57km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のどちらを仮定しても観測波形と理論波形の残差に大きな差はなかった。今回は西北西傾斜の節面 (走向 193°、傾斜 46°、すべり角 76°) を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は  $3.0 \, \text{km/s}$  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)。

- ・主な破壊領域は走向方向に約30km、傾斜方向に約40kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から東方向に広がり、最大すべり量は 3.5m であった (周辺の構造から 剛性率を 56GPa 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、https://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

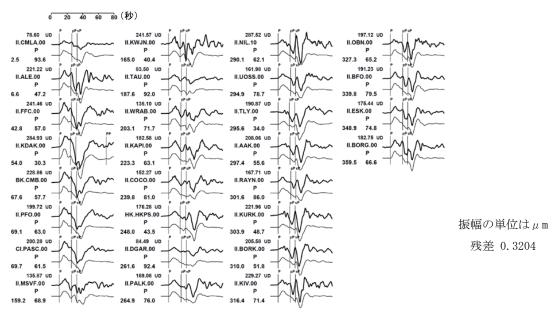
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/

作成日:2020/03/27

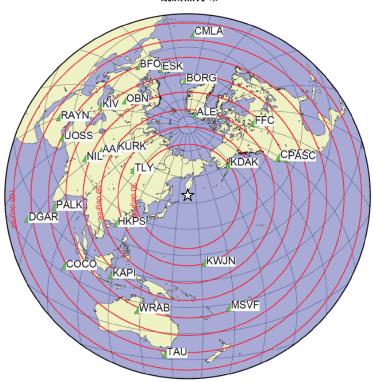
# 第4図(b) 遠地実体波による震源過程解析

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

# 観測波形(上:0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



#### 観測点分布



震央距離  $30^{\circ} \sim 100^{\circ} *^{1}$ の 28 観測点  $*^{2}$  (P 波: 28、SH 波: 0) 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

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(b) つづき

Fig. 4(b) Continued.

# 2020年3月25日 千島列島東方の地震 - 遠地実体波による震源過程解析(暫定)-(その2)

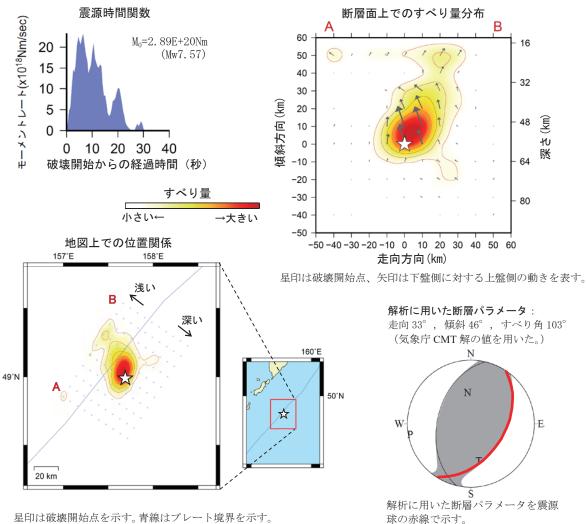
2020年3月25日11時49分(日本時間) に千島列島東方で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所 (USGS) による震源の位置 (48°59.1′N、157°41.5′E、深さ57km) とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のどちらを仮定しても観測波形と理論波形の残差に大きな差はなかった。今回は東南東傾斜の節面 (走向33°、傾斜46°、すべり角104°)を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は  $3.0 \, \text{km/s}$  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)。

- ・主な破壊領域は走向方向に約30km、傾斜方向に約40kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から北北西方向に広がり、最大すべり量は 3.3m であった (周辺の構造 から剛性率を 56GPa 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7.6であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about\_srcproc.html を参照。



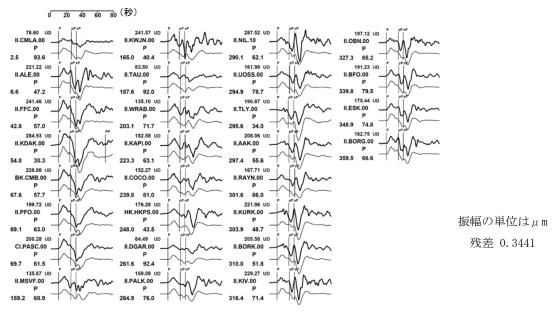
# (注 1 ) 解析に使用したプログラム

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

作成日:2020/03/27

第4図(b) つづき Fig. 4(b) Continued.

# 観測波形 (上: 0.01Hz-0.5Hz) と理論波形 (下) の比較



# 観測点分布



震央距離 30°~100°\*1の28 観測点\*2 (P 波:28、SH 波:0)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

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

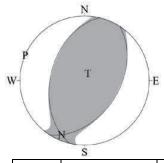
第4図(b) つづき

# 3月25日 千島列島東方の地震の発震機構解析

2020年3月25日11時49分(日本時間)に千島列島東方で発生した地震について CMT 解析及び W-phase を用いた発震機構解析を行った。

# 1. CMT 解析

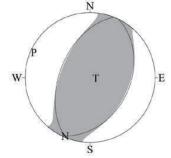
セントロイドは、北緯 48.8°、東経 157.8°、深さ 53km となった。



Mw	$M_{\mathrm{O}}$	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	$1.97 \times 10^{20} \text{Nm}$	$32.9^{\circ} / 45.6^{\circ} / 103.9^{\circ}$	$193.4^{\circ} / 46.1^{\circ} / 76.2^{\circ}$

# 2. W-phase の解析

セントロイドは、北緯 49.2°、東経 157.8°、深さ 51km となった。



W-phase の解析では、震央距離  $10^\circ \sim 90^\circ$  までの 74 観測点の上下成分、 59 観測点の水平成分を用い、 $200 \sim 600$  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。

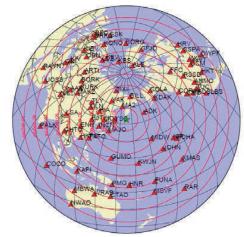
Mw	Mo	断層面解1(走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.5	$2.10 \times 10^{20} \text{Nm}$	26. 3° /38. 6° /93. 6°	201. 7° /51. 5° /87. 2°

# (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、米国大学間地震学研究連合 (IRIS) のデータ管理センター (DMC) より取得した広帯域地震波形記録を使用した。

また、解析には金森博士及び Rivera 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(c) 発震機構解析

Fig. 4(c) Moment tensor solution.