

11 - 1 世界の地震活動 (2022 年 5 月～10 月) Seismic Activity in the World (May - October 2022)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、世界で M6.0 以上の地震は 57 回発生し、M7.0 以上の地震は 5 回発生した。このうち最大は、2022 年 9 月 11 日（日本時間、以下同じ）にバブアニューギニア、ニューギニア東部の深さ 116km で発生した Mw7.6（気象庁による）の地震、及び、2022 年 9 月 20 日にメキシコ、ミチョアカン州の深さ 16km で発生した Mw7.6（気象庁による）の地震であった。

2022 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、そのほかの震源要素は USGS による（2022 年 11 月 12 日現在）。また、時刻は日本時間である。

(1) ペルー中部の地震 (Mw7.2, 第 2 図 (a), (b))

2022 年 5 月 26 日 21 時 02 分にペルー中部の深さ 218km で Mw7.2 の地震が発生した。この地震は、南米プレートに沈み込むナスカプレート内部で発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解、速報）は、ナスカプレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型である。

(2) アフガニスタン南東部の地震 (Mw6.2, 第 3 図)

2022 年 6 月 22 日 05 時 54 分にアフガニスタン南東部の深さ 10km で Mw6.2 の地震（Mw は Global CMT によるモーメントマグニチュード）が発生した。この地震は、発震機構（Global CMT による）が北北西－南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

今回の地震により、アフガニスタンで死者 1,036 人、負傷者 2,949 人などの被害が生じた。

(3) フィリピン諸島、ルソンの地震 (Mw7.0, 第 4 図)

2022 年 7 月 27 日 09 時 43 分にフィリピン諸島、ルソンの深さ 10km で Mw7.0 の地震が発生した。この地震は、フィリピン海プレートの地殻内で発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解、速報）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、死者 10 人等の被害を生じた。

(4) 中国、スーチョワン（四川）省の地震 (Mw6.7, 第 5 図)

2022 年 9 月 5 日 13 時 52 分に中国、スーチョワン（四川）省の深さ 12km で Mw6.7（Mw は Global CMT によるモーメントマグニチュード）の地震が発生した。この地震の発震機構（Global CMT による）は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

今回の地震により、中国で少なくとも死者 74 人、負傷者 270 人などの被害が生じた。

(5) バブアニューギニア、ニューギニア東部の地震 (Mw7.6, 第 6 図 (a)～(c))

2022 年 9 月 11 日 08 時 47 分にバブアニューギニア、ニューギニア東部の深さ 116km で

Mw7.6 の地震 (Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード, 速報値) が発生した。この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解, 速報値) は、北北東-南南西方向に張力軸を持つ型である。

この地震により、死者 12 人、負傷者 42 人などの被害を生じた。

(6) ローヤリティー諸島南東方の地震 (Mw7.0, 第 7 図 (a) ~ (c))

2022 年 9 月 14 日 20 時 04 分にローヤリティー諸島南東方の深さ 137km で Mw7.0 の地震 (Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード, 速報値) が発生した。この地震は太平洋プレートに沈み込むインド・オーストラリアプレート内部で発生した。発震機構 (気象庁による CMT 解, 速報値) は北東-南西に圧力軸を持つ型である。

(7) メキシコ, ミチョアカン州の地震 (Mw7.6, Mw6.8, 第 8 図 (a) ~ (c))

2022 年 9 月 20 日 03 時 05 分にメキシコ, ミチョアカン州の深さ 16km で Mw7.6 の地震 (Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード, 速報値) が発生した。この地震は、発震機構 (気象庁による CMT 解, 速報値) が北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ココスプレートと北米プレートの境界付近で発生した。この地震によりメキシコのマンサニヨで 0.79 m などの津波を観測した。また、この地震により死者 2 人、負傷者 10 人などの被害が生じた。

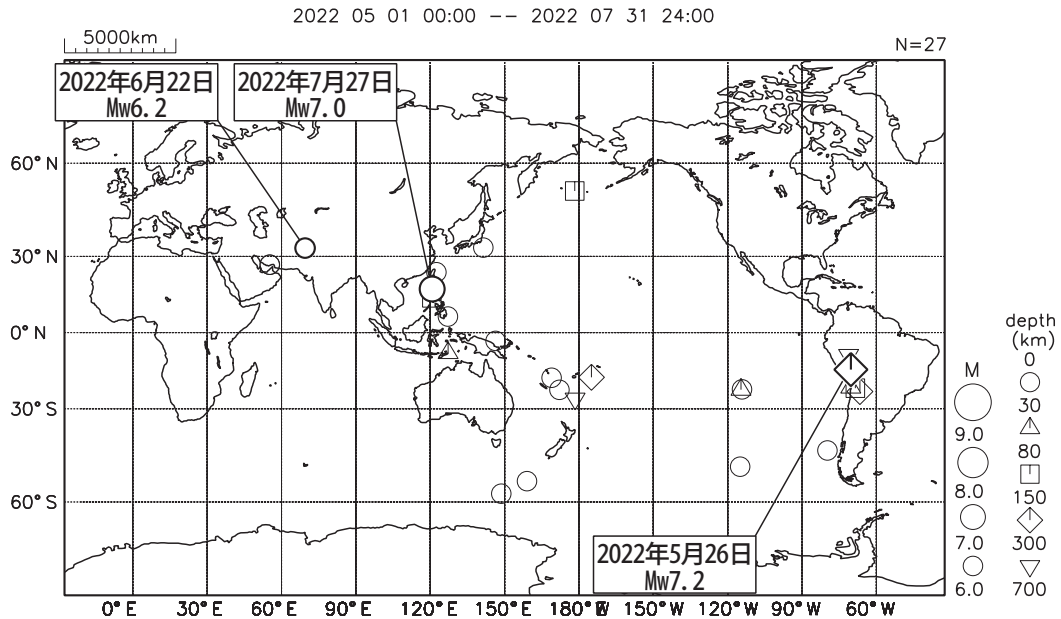
また、9 月 22 日 15 時 16 分には、メキシコ, ミチョアカン州の深さ 24km で Mw6.8 (Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード, 速報値) が発生した。この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解, 速報値) は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震によりマンサニヨで 0.09m などの津波を観測した。また、この地震により死者 2 人などの被害が生じた。

(8) イラン-アルメニア-アゼルバイジャン国境の地震 (Mw5.7, 第 9 図)

2022 年 10 月 5 日 09 時 21 分にイラン-アルメニア-アゼルバイジャン国境の深さ 15km で Mw5.7 の地震 (Mw は Global CMT によるモーメントマグニチュード) が発生した。この地震の発震機構 (Global CMT による) は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。この地震により負傷者 1,127 人、建物全壊 112 棟などの被害が生じた。

世界の地震活動 (2022年5月~2022年7月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS、2022年8月5日現在)、吹き出しの M_w (モーメントマグニチュード) は気象庁による。



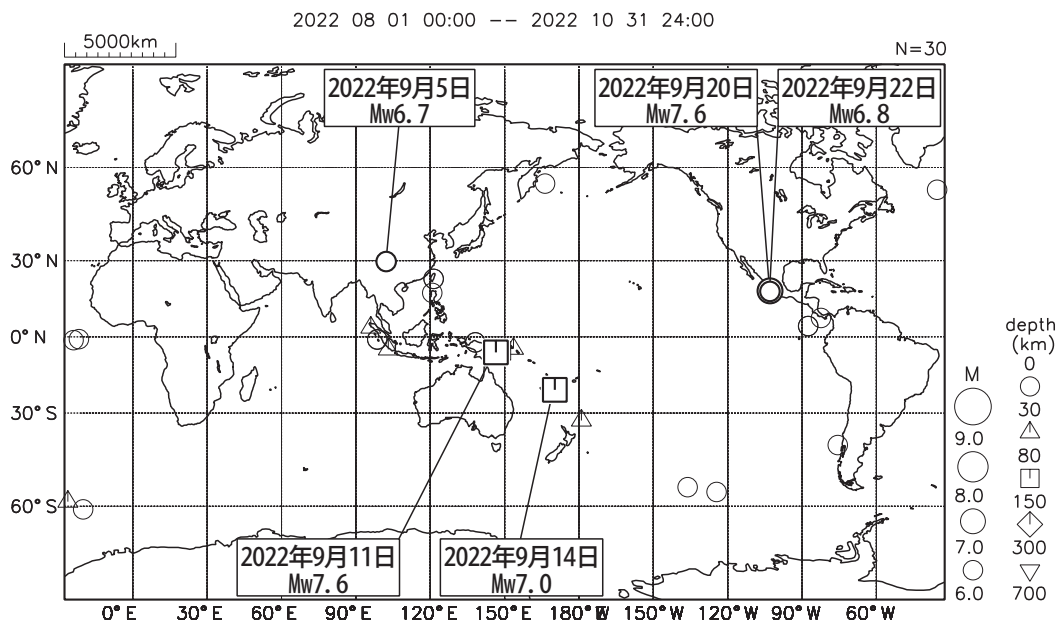
気象庁が遠地地震に関する情報を発表した地震及び顕著な災害があった地震に吹き出しを付けた。

第 1 図 (a) 世界の地震活動 (2022 年 5 月 ~ 7 月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km).

Fig. 1(a) Seismic activity in the World (May – July 2022, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

世界の地震活動 (2022年8月~2022年10月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS、2022年11月12日現在)、吹き出しの M_w (モーメントマグニチュード) は気象庁による。



気象庁が遠地地震に関する情報を発表した地震及び顕著な災害があった地震に吹き出しを付けた。

第 1 図 (b) つづき (2022 年 8 月 ~ 10 月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km).

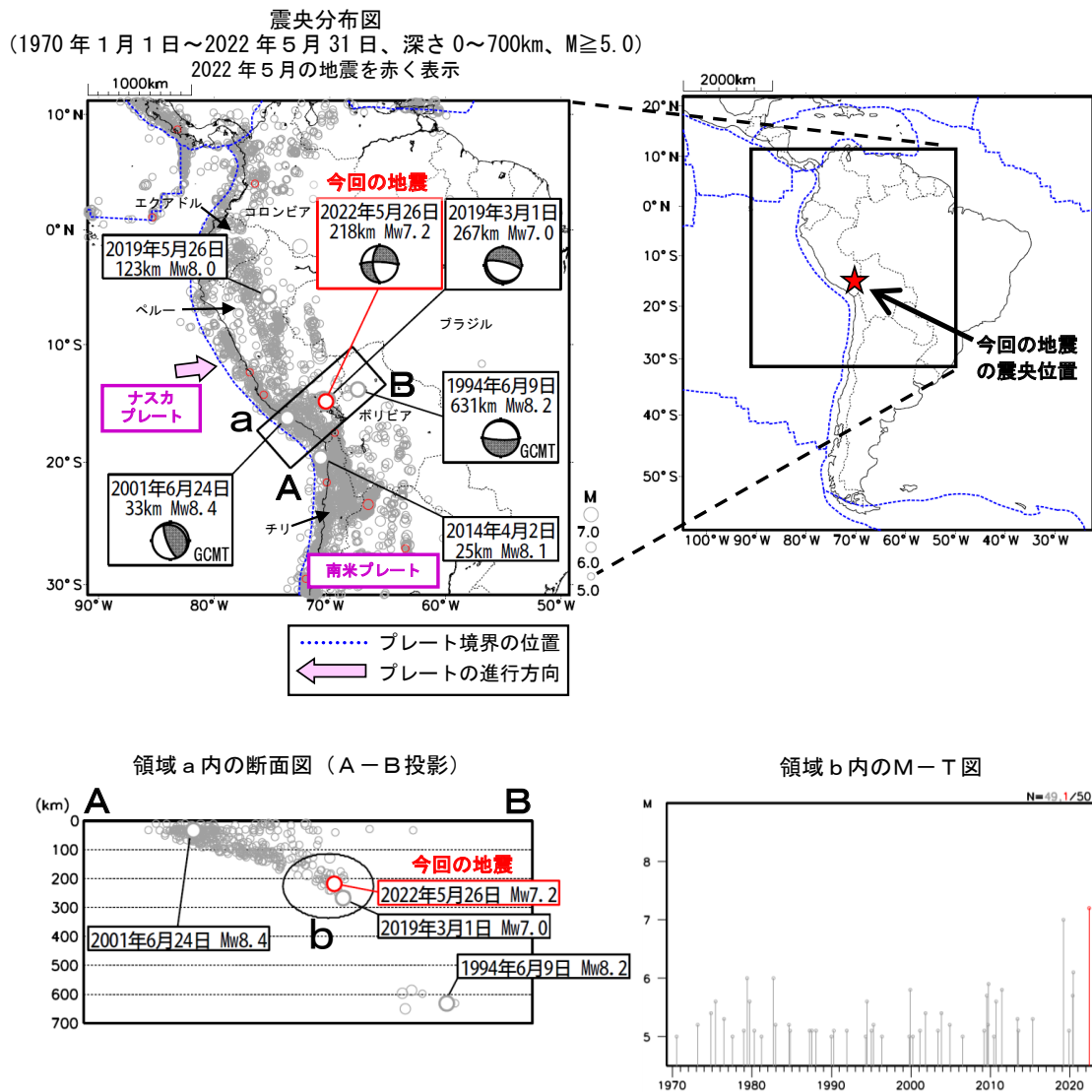
Fig. 1(b) Continued (August – October 2022, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

5 月 26 日 ペルー中部の地震

2022 年 5 月 26 日 21 時 02 分（日本時間、以下同じ）にペルー中部の深さ 218km で Mw7.2 の地震が発生した。この地震は、南米プレートに沈み込むナスカプレート内部で発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解、速報）は、ナスカプレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型である。

気象庁は、この地震に対して、同日 21 時 36 分に遠地震に関する情報（津波の心配なし）を発表した。

1970 年以降の活動をみると、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おり、M7.0 以上の地震は今回の地震を含め 2 回発生している。また、今回の地震の震央付近（領域 a）では、2001 年 6 月 24 日に Mw8.4 の地震が発生し、死者 139 人等の被害が生じた。また、近隣のポリビアでは、1994 年 6 月 9 日に深さ 631km で Mw8.2 の地震が発生し、死者 10 人の被害が生じた。



※本資料中、今回の地震及び 2019 年 3 月 1 日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 Global CMT による。また、1970 年以降の地震の震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 6 月 6 日現在)。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) より引用。1994 年 6 月 9 日の地震及び 2001 年 6 月 24 日の地震の被害は宇津の「世界の被害地震の表」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 2 図 (a) 2022 年 5 月 26 日ペルー中部の地震 (Mw7.2).

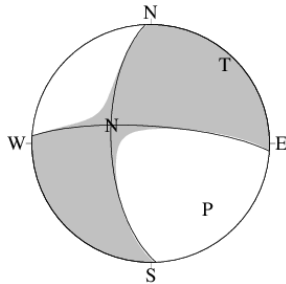
Fig. 2(a) The Earthquake in the central part of Peru (Mw7.2) on May 26, 2022.

5 月 26 日 ペルー中部の地震の発震機構解析

2022 年 5 月 26 日 21 時 02 分 (日本時間) にペルー中部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

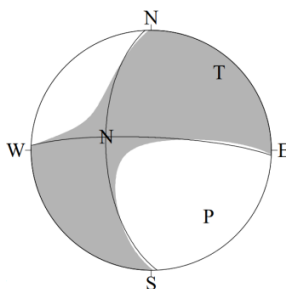
セントロイドは、南緯 14.6°、西経 70.1°、深さ 231km となった。



Mw	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)
7.2	7.18 × 10 ¹⁹ Nm	177.4° / 62.7° / -13.4°	273.6° / 78.2° / -152.1°

2. W-phase の解析

セントロイドは、南緯 14.6°、西経 70.1°、深さ 241km 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、33 観測点の水平成分を用い、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。

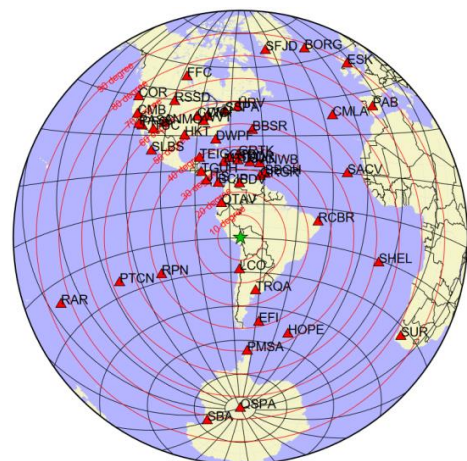
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.2	7.45 × 10 ¹⁹ Nm	177.0° / 59.1° / -10.3°	272.4° / 81.1° / -148.7°

(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、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 2 図 (b) 発震機構解析.

Fig. 2(b) Moment tensor solution.

2022 年 6 月 22 日 アフガニスタン南東部の地震

(1) 概要及び最近の地震活動 (注1)

2022 年 6 月 22 日 05 時 54 分 (日本時間、以下同じ) にアフガニスタン南東部の深さ 10km で Mw6.2 の地震 (Mw は Global CMT によるモーメントマグニチュード) が発生した。この地震は、発震機構 (Global CMT による) が北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。今回の地震の発生以降、同日 06 時 50 分に M4.5、6 月 24 日 10 時 43 分に M4.3 の地震が発生したほかは、M4.0 以上の地震は発生していない (図 1-1、図 1-3、2022 年 7 月 6 日現在)。

今回の地震により、アフガニスタンで死者 1,036 人、負傷者 2,949 人などの被害が生じた。

今回の地震の震央周辺は、北側にあるユーラシアプレートに対して、南側にあるインド・オーストラリアプレートが北北東方向に移動して衝突する地域であり、地震活動が活発な地域である。

1980 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近 (図 1-1 の領域 a) では M6.0 以上の地震が時々発生しており、2005 年 10 月 8 日には Mw7.6 の地震が発生し、死者 86,000 人以上などの被害が生じた。M6.0 以上の地震が発生したのは、2008 年 10 月 29 日に発生した M6.6 の地震以来である (図 1-2)。

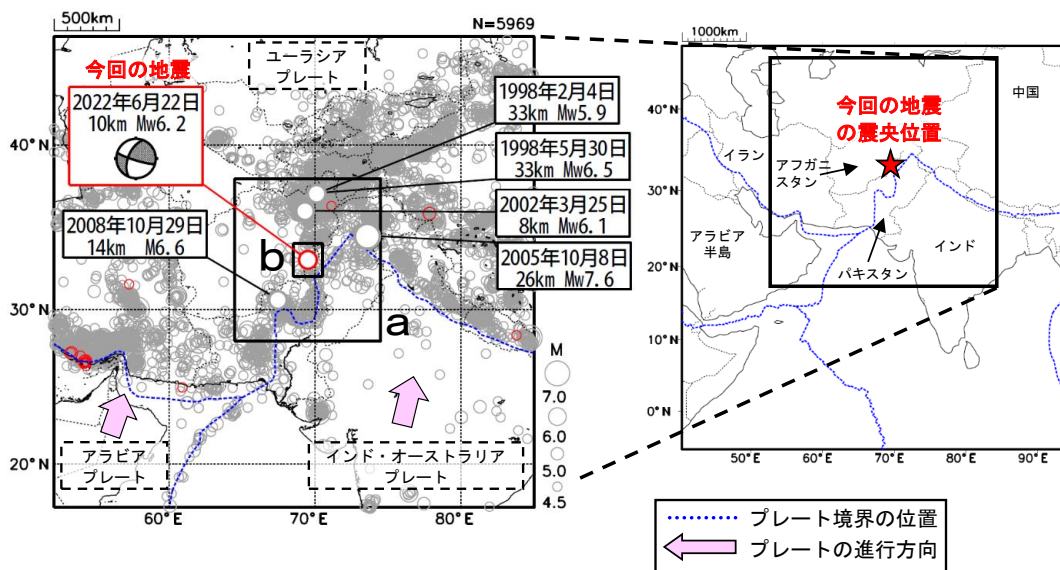


図 1-1 震央分布図 (1980 年 1 月 1 日~2022 年 6 月 30 日、深さ 0~100km、 $M \geq 4.5$)
2022 年 6 月の地震を赤く表示。吹き出しは被害が死者 1,000 人以上の地震及び直近の M6.0 以上の地震である 2008 年 10 月 29 日の M6.6 の地震。

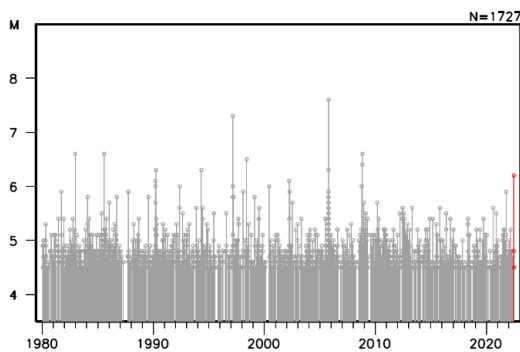


図 1-2 図 1-1 の領域 a 内の M-T 図

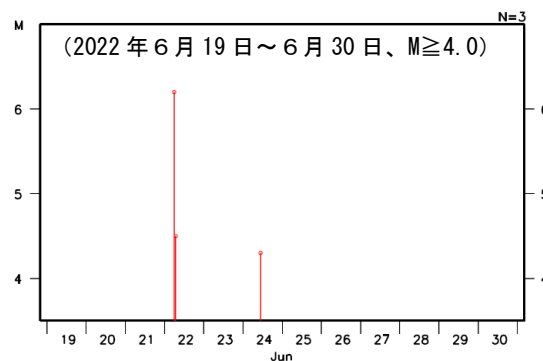


図 1-3 図 1-1 の領域 b 内の M-T 図

(注1) 震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 7 月 6 日現在)。ただし、発震機構と Mw は Global CMT による。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、2022 年 7 月 3 日現在)、2005 年 10 月 8 日の地震の被害は理科年表、その他の地震の被害は、宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」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 3 図 2022 年 6 月 22 日アフガニスタン南東部の地震 (Mw6.2).

Fig. 3 The earthquake in the southeastern part of Afghanistan (Mw6.2) on June 22, 2022.

(2) 今回の地震の発震機構 (注2)

ユーラシアプレートとインド・オーストラリアプレートの境界のパキスタンを縦断する部分では、両プレートが境界に対して斜めに衝突している。発震機構の分布を見ると、今回の地震の震央付近 (図2-1) では逆断層型と横ずれ断層型の地震が多くを占め、今回の地震の震央近くのプレート境界よりアフガニスタン寄り (北西寄り) の領域では横ずれ断層型の地震が多く見られる (図2-1、図2-2)。今回の地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であり、これまでの地震の傾向と調和的である。

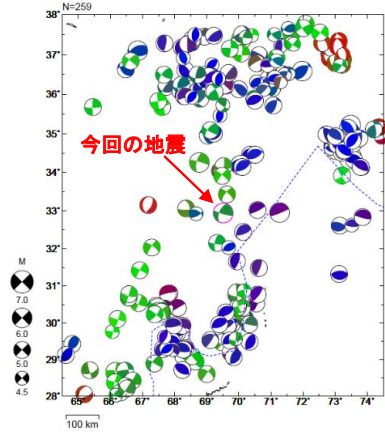


図2-1 図1-1の領域a内の地震の発震機構分布図 (1980年1月1日~2022年6月30日、深さ0~100km、M≥4.5)

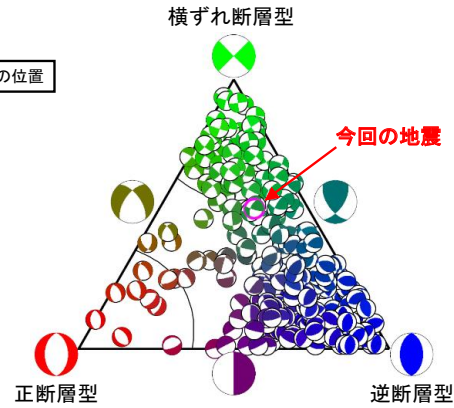


図2-2 図1-1の領域a内の地震の発震機構の型の分布

(3) 過去に発生した主な地震 (注3)

1904年以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近 (図3-1の領域a、図1-1の領域aと同じ) では、M6.0以上の地震が時々発生しており、死者1,000人以上となるような大きな被害をもたらす地震が多く発生している (図3-1、図3-2)。

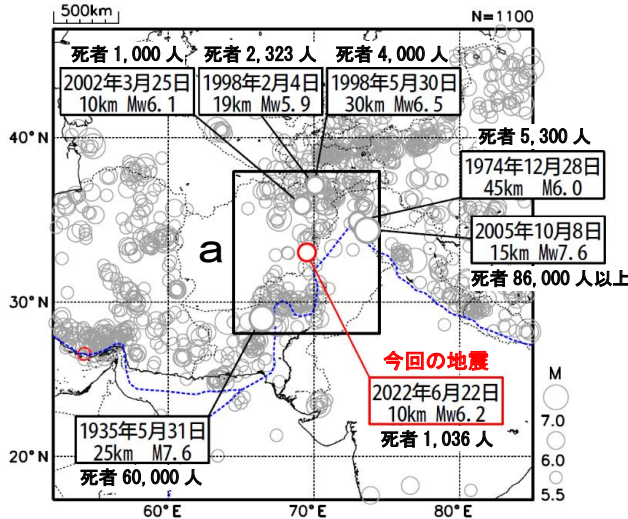


図3-1 震央分布図 (1904年1月1日~2022年6月30日、深さ0~100km、M≥5.5) 2022年6月の地震を赤く表示。吹き出しは被害が死者1,000人以上の地震。

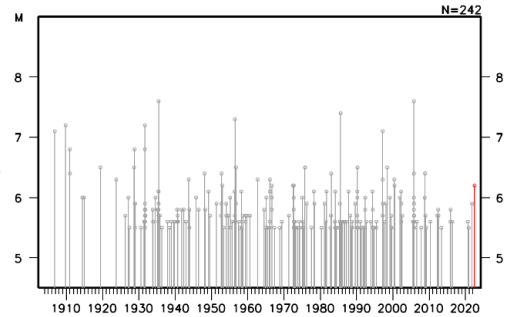


図3-2 図3-1の領域a内のM-T図

(注2) 震源要素及び発震機構はGlobal CMTによる。震源の位置はセントロイドの位置。プレート境界の位置と進行方向はBird (2003)より引用。

(注3) 震源要素は、2018年まではISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue Version 9.1 (1904-2018)、2019年以降は米国地質調査所 (USGS) による (2022年7月6日現在)。ただし、MwはGlobal CMTによる。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、2022年7月3日現在)、2005年10月8日の地震の被害は理科年表、その他の地震の被害は、宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。

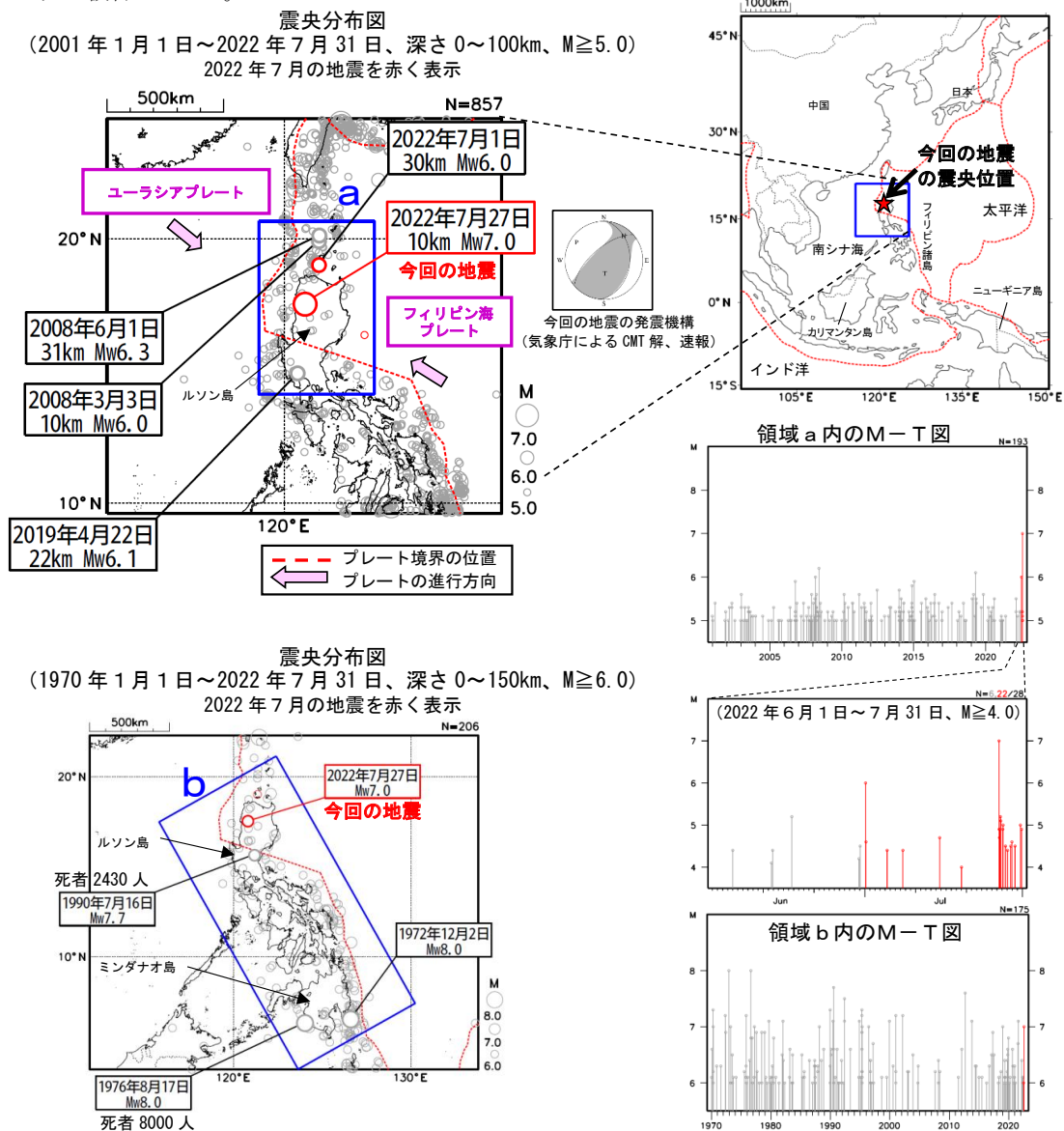
7 月 27 日 フィリピン諸島、ルソンの地震

2022 年 7 月 27 日 09 時 43 分（日本時間、以下同じ）にフィリピン諸島、ルソンの深さ 10km で Mw7.0 の地震が発生した。この地震は、フィリピン海プレートの地殻内で発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解、速報）は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

気象庁は、この地震に対して、同日 10 時 00 分及び 10 時 33 分に北西太平洋津波情報を発表した。また、同日 10 時 35 分に遠地地震に関する情報（津波の心配なし）を発表した。また、この地震により、死者 10 人等の被害を生じた。

2001 年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近（領域 a）では、M5.5 以上の地震が時々発生している。

1970 年以降の活動をみると、フィリピン諸島周辺（領域 b）では、M7 を超える地震が時々発生している。1976 年 8 月 17 日に発生した M8.0 の地震では、この地震による津波が発生したほか、死者 8000 人の被害が生じた。



※本資料中、今回の地震の発震機構と Mw は気象庁、また図中のその他の吹き出しの地震の Mw は GlobalCMT による（1972 年 12 月 2 日の地震を除く）。その他の震源要素は、米国地質調査所（USGS）による（2022 年 8 月 4 日現在）。また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（2022 年 8 月 2 日現在）。その他の地震の被害は、宇津及び国際地震工学センターの「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 4 図 2022 年 7 月 27 日フィリピン諸島、ルソンの地震 (Mw7.0).

Fig. 4 The earthquake in Philippine Islands, Luzon (Mw7.0) on July 27, 2022.

9月5日 中国、スーチョワン（四川）省の地震

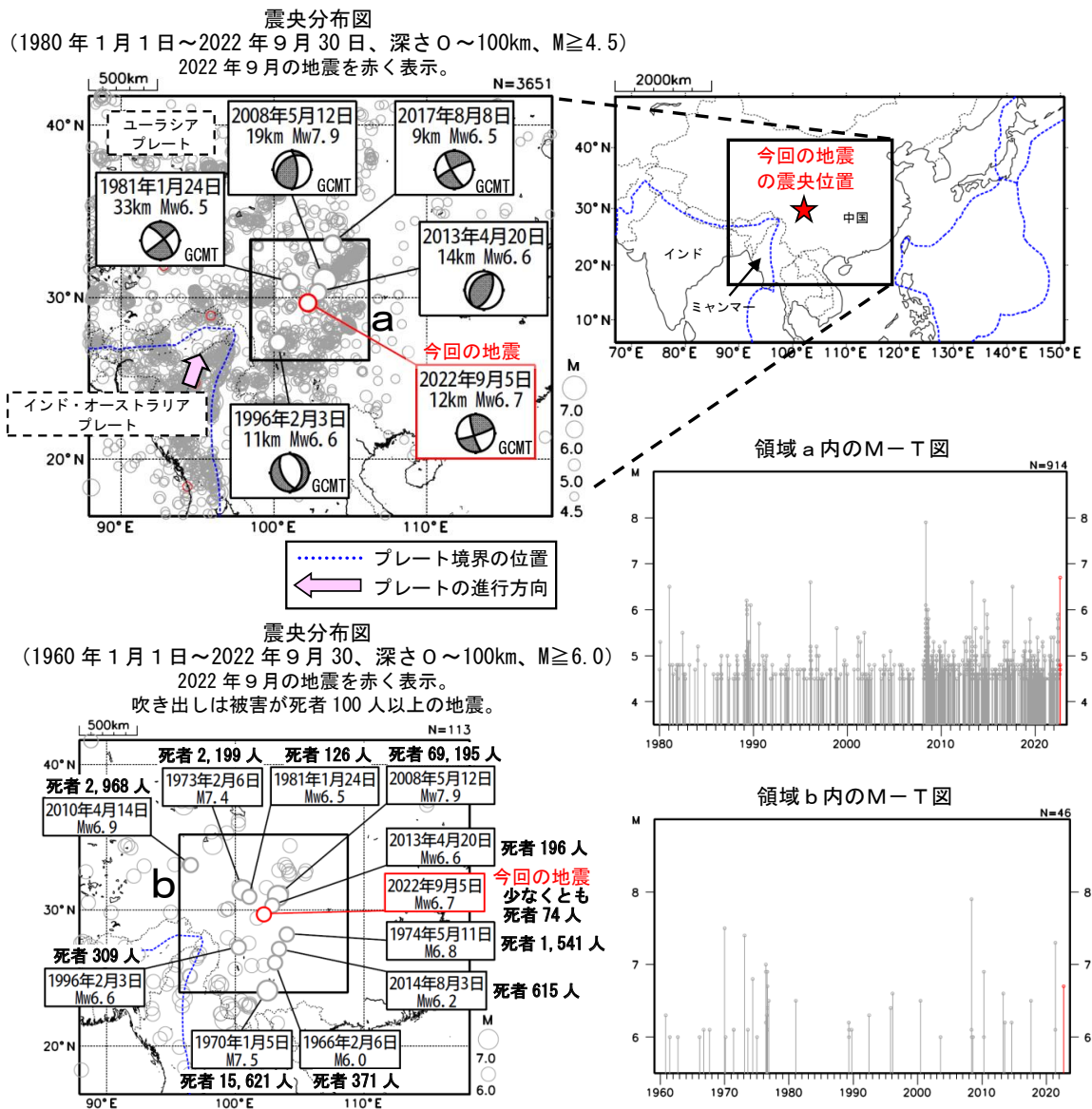
2022年9月5日13時52分（日本時間、以下同じ）に中国、スーチョワン（四川）省の深さ12kmでMw6.7（MwはGlobal CMTによるモーメントマグニチュード）の地震が発生した。この地震の発震機構（Global CMTによる）は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

今回の地震により、中国で少なくとも死者74人、負傷者270人などの被害が生じた。

今回の地震の震央周辺は、南西側でインド・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おり、地震活動が活発な地域である。

1980年以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近（領域a）ではM6.0以上の地震が時々発生しており、2008年5月12日にはMw7.9の地震が発生し、死者69,195人などの被害が生じた。

また、1960年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域b）ではM6.0以上の地震がしばしば発生しており、多くの死者を伴う被害が生じている。



※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 10 月 6 日現在)。ただし、発震機構と Mw は、2010 年 4 月 14 日の地震及び 2013 年 4 月 20 日の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。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、2022 年 9 月 8 日現在)、その他の地震の被害は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」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 5 図 2022 年 9 月 5 日中国、スーチョワン（四川）省の地震 (Mw6.7)。

Fig. 5 The earthquake in China, Sichuan (Mw6.7) on September 5, 2022.

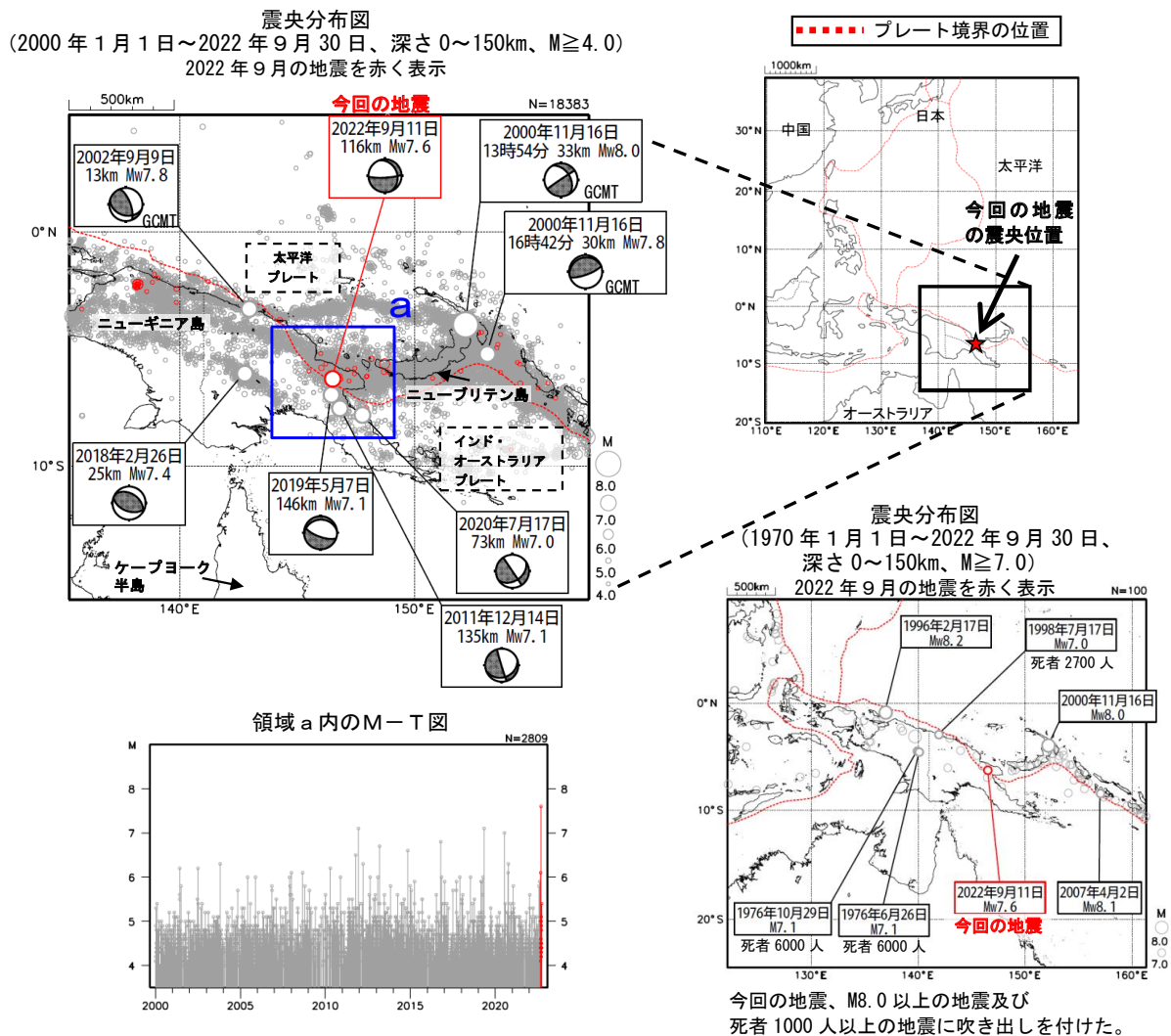
9 月 11 日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震

2022 年 9 月 11 日 08 時 47 分（日本時間、以下同じ）にパプアニューギニア、ニューギニア東部の深さ 116km で Mw7.6 の地震（Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード、速報値）が発生した。この地震の発震機構（気象庁による CMT 解、速報値）は、北北東-南南西方向に張力軸を持つ型である。

気象庁は、この地震に対して、遠地震に関する情報を同日 09 時 23 分（日本への津波の有無を調査中）及び同日 11 時 20 分（日本への津波の影響なし）に発表した。また、この地震により、死者 12 人、負傷者 42 人などの被害を生じた。

2000 年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近（領域 a）では、M6.0 以上の地震が時々発生している。また、M7.0 以上の地震では、最近では 2019 年 5 月 7 日に Mw7.1 の地震（Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード）が発生した。

1970 年以降の活動をみると、今回の地震が発生した地域では M7.0 以上の地震が頻繁に発生しており、1996 年 2 月 17 日には Mw8.2 の地震が発生し、父島で 104cm、串本（和歌山県）で 96cm（ともに平常潮位からの最大の高さ）など、日本でも津波を観測した。



※本資料中、2000 年以降の震央分布図に吹き出しの注釈がある地震のうち、2009 年 4 月以降の地震の発震機構及び Mw は気象庁（今回の地震の発震機構の速報値を含む）、その他の地震の発震機構及び Mw は Global CMT による。吹き出しのないその他の地震については米国地質調査所（USGS）による（2022 年 10 月 6 日現在）。

また、1970 年以降の地震の M 及び震源要素は米国地質調査所（USGS）による（2022 年 10 月 6 日現在）。プレート境界の位置は 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、2022 年 9 月 16 日現在）、過去の地震の被害は、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」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 6 図 (a) 2022 年 9 月 11 日パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震 (Mw7.6)。

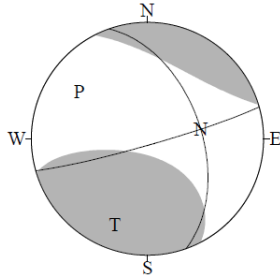
Fig. 6(a) The earthquake in Papua New Guinea, Eastern New Guinea (Mw7.6) on September 11, 2022.

9 月 11 日 パプアニューギニア、ニューギニア東部の地震の発震機構解析

2022 年 9 月 11 日 08 時 47 分（日本時間）にパプアニューギニア、ニューギニア東部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

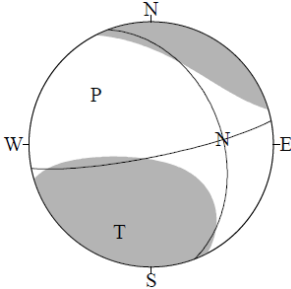
セントロイドは、南緯 6.3°、東経 146.3°、深さ 110km となった。



Mw	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)
7.5	2.39×10 ²⁰ Nm	74.1° / 85.7° / -141.7°	340.7° / 51.8° / -5.5°

2. W-phase の解析

セントロイドは、南緯 6.4°、東経 146.4°、深さ 111km 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、34 観測点の水平成分を用い、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。

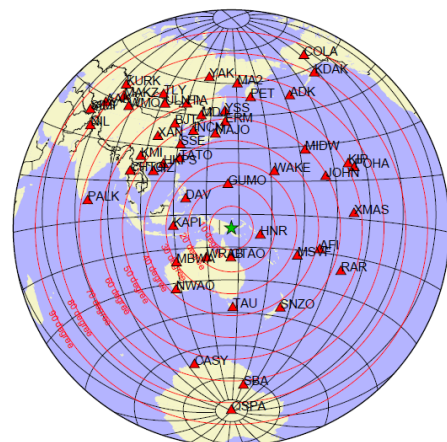
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.5	2.66×10 ²⁰ Nm	78.8° / 81.6° / -131.1°	339.4° / 41.8° / -12.6°

(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、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。

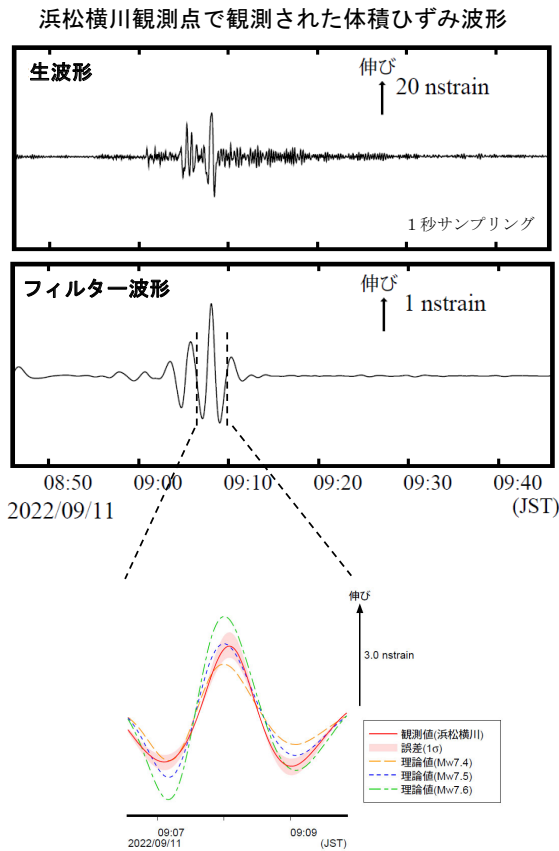


解析に使用した観測点配置

第 6 図 (b) 発震機構解析.

Fig. 6(b) Moment tensor solution.

2022 年 09 月 11 日 08 時 47 分のパプアニューギニア、ニューギニア東部の地震
 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —

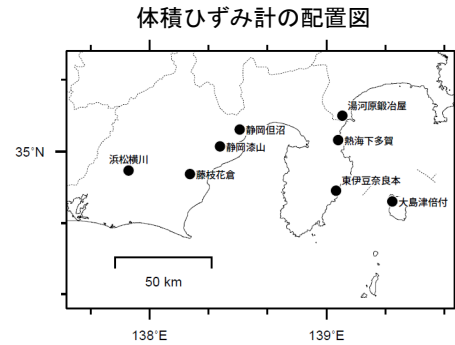


浜松横川観測点の観測波形と理論波形の振幅比較 (上図)
 データには周期 120-333 秒のバンドパスフィルタを時間軸の正逆両方向にかけている。網掛けは誤差 (1 σ) の範囲を示す。

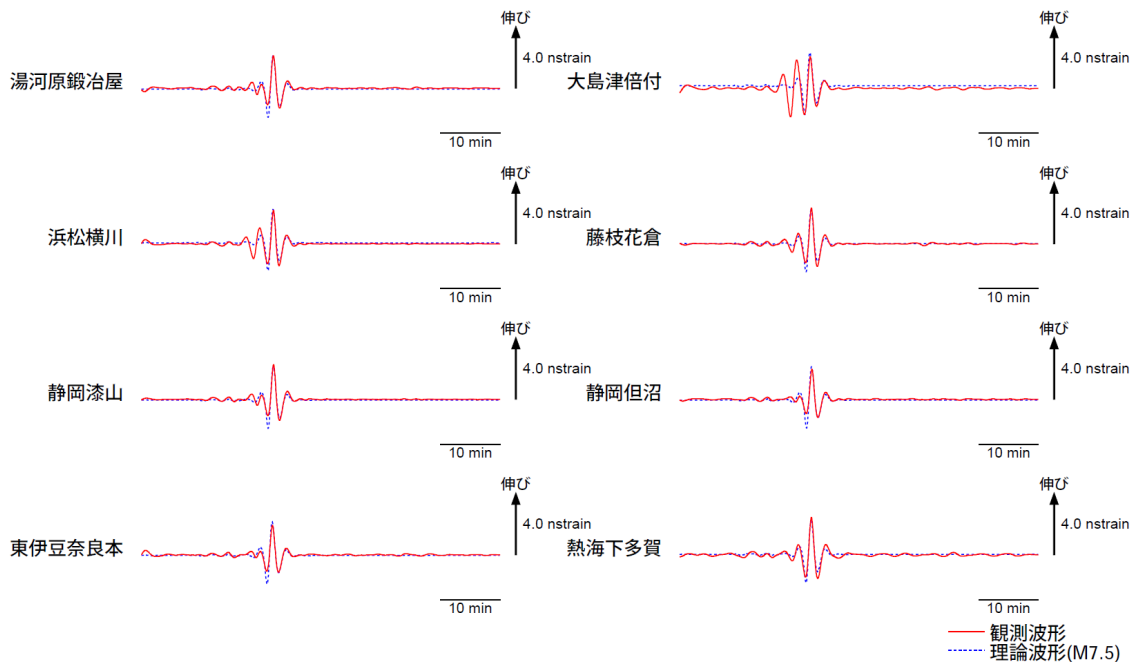
気象庁が東海地域に設置している埋込式体積ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

理論体積ひずみは Global CMT を使い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒～3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を Mw7.4 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、Mw7.5 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 6 図 (c) 体積ひずみ計の記録から推定される Mw.

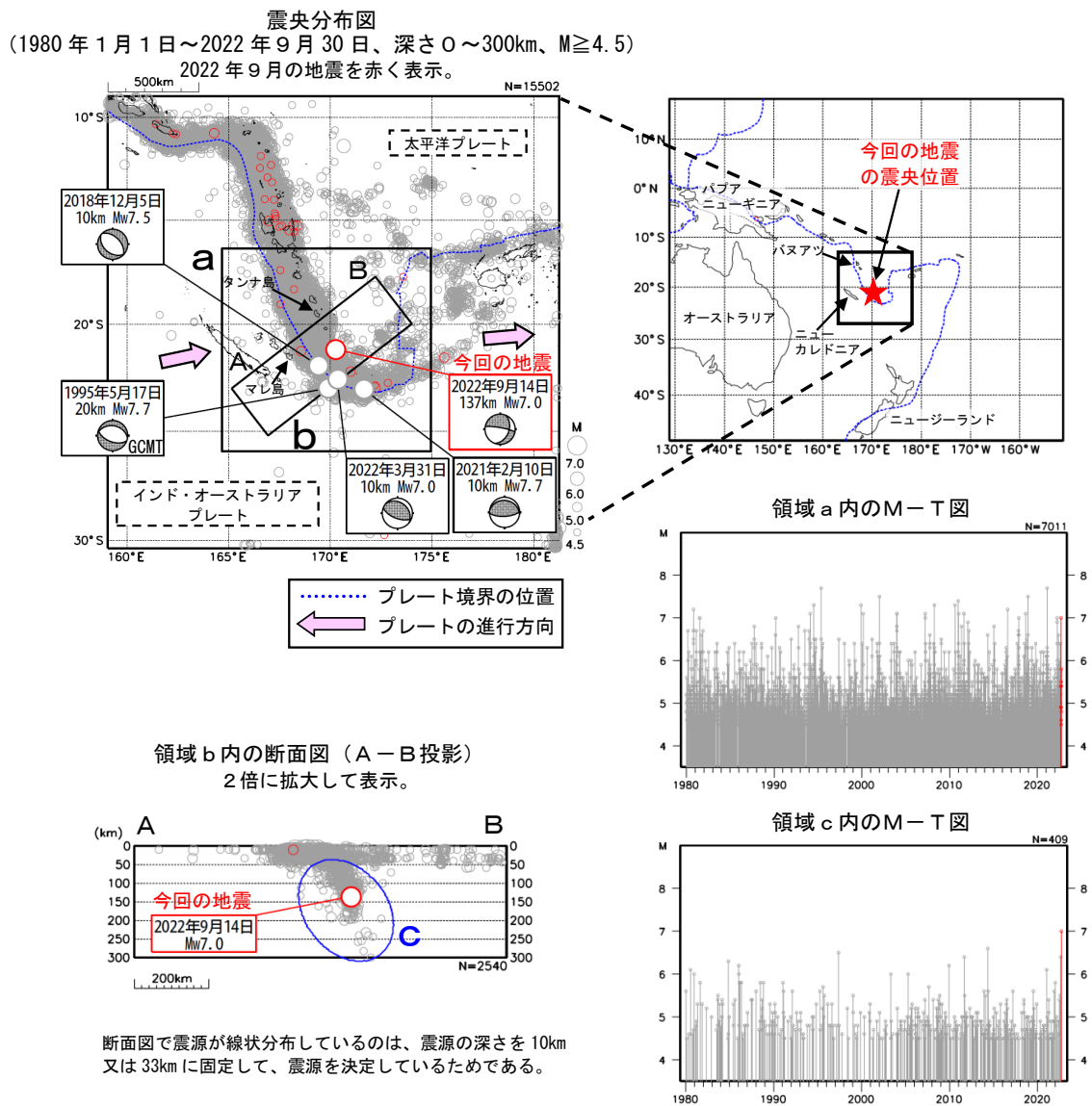
Fig. 6(c) The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.

9 月 14 日 ローヤリティー諸島南東方の地震

2022 年 9 月 14 日 20 時 04 分 (日本時間、以下同じ) にローヤリティー諸島南東方の深さ 137km で Mw7.0 の地震 (Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード、速報値) が発生した。この地震は太平洋プレートに沈み込むインド・オーストラリアプレート内部で発生した。発震機構 (気象庁による CMT 解、速報値) は北東-南西に圧力軸を持つ型である。

気象庁は、この地震に対して、同日 20 時 24 分に遠地地震に関する情報 (津波の心配なし) を発表した。なお、今回の地震による現地の被害は報告されていない。

今回の地震の震央周辺 (領域 a) は活発な地震活動がみられる領域であり、1980 年以降の活動を見ると、M7.0 以上の地震がしばしば発生している。最近では、2021 年 2 月 10 日に Mw7.7 の地震が発生し、この地震によりタンナ島 (バヌアツ) のレナケルで 0.78m などの津波を観測、また、2022 年 3 月 31 日には Mw7.0 の地震が発生し、この地震によりマレ島 (ニューカレドニア) で 0.05m の津波が観測された。今回の地震の震源付近 (領域 c) では M6.0 以上の地震が時々発生している。



※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 10 月 6 日現在)。ただし、発震機構と Mw は、1995 年 5 月 17 日の地震は Global CMT、その他の地震は気象庁による。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) * より引用。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、2022 年 10 月 6 日現在) による。津波の高さは、米国海洋大気庁 (NOAA) による (2022 年 10 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.

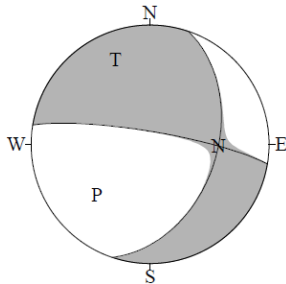
第 7 図 (a) 2022 年 9 月 14 日ローヤリティー諸島南東方の地震 (Mw7.0).

Fig. 7(a) The earthquake in the southeastern Loyalty islands (Mw7.0) on September 14, 2022.

9 月 14 日 ローヤリティー諸島南東方の地震の発震機構解析

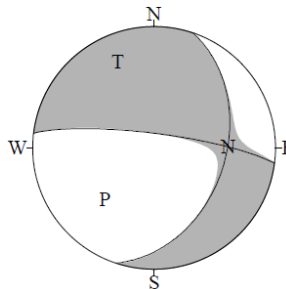
2022 年 9 月 14 日 20 時 04 分（日本時間）にローヤリティー諸島南東方で発生した地震について CMT 解析及び W-phase を用いた発震機構解析を行った。

1. CMT 解析 セントロイドは、南緯 20.9°、東経 170.2°、深さ 145km となった。



Mw	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)
7.0	3.92 × 10 ¹⁹ Nm	18.8° / 43.4° / -167.1°	279.4° / 81.2° / -47.4°

2. W-phase の解析 セントロイドは、南緯 21.3°、東経 170.1°、深さ 141km となった。



W-phase の解析では、震央距離 10° ~ 90° までの 46 観測点の上下成分、35 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。

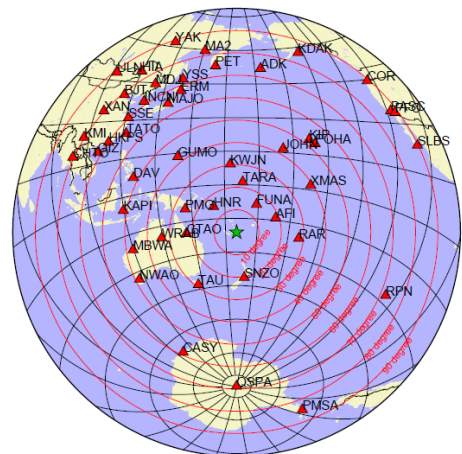
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.0	3.95 × 10 ¹⁹ Nm	18.7° / 40.8° / -164.9°	277.1° / 80.2° / -50.2°

(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 7 図 (b) 発震機構解析.

Fig. 7(b) Moment tensor solution.

2022 年 9 月 14 日 ローヤリティー諸島南東方の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

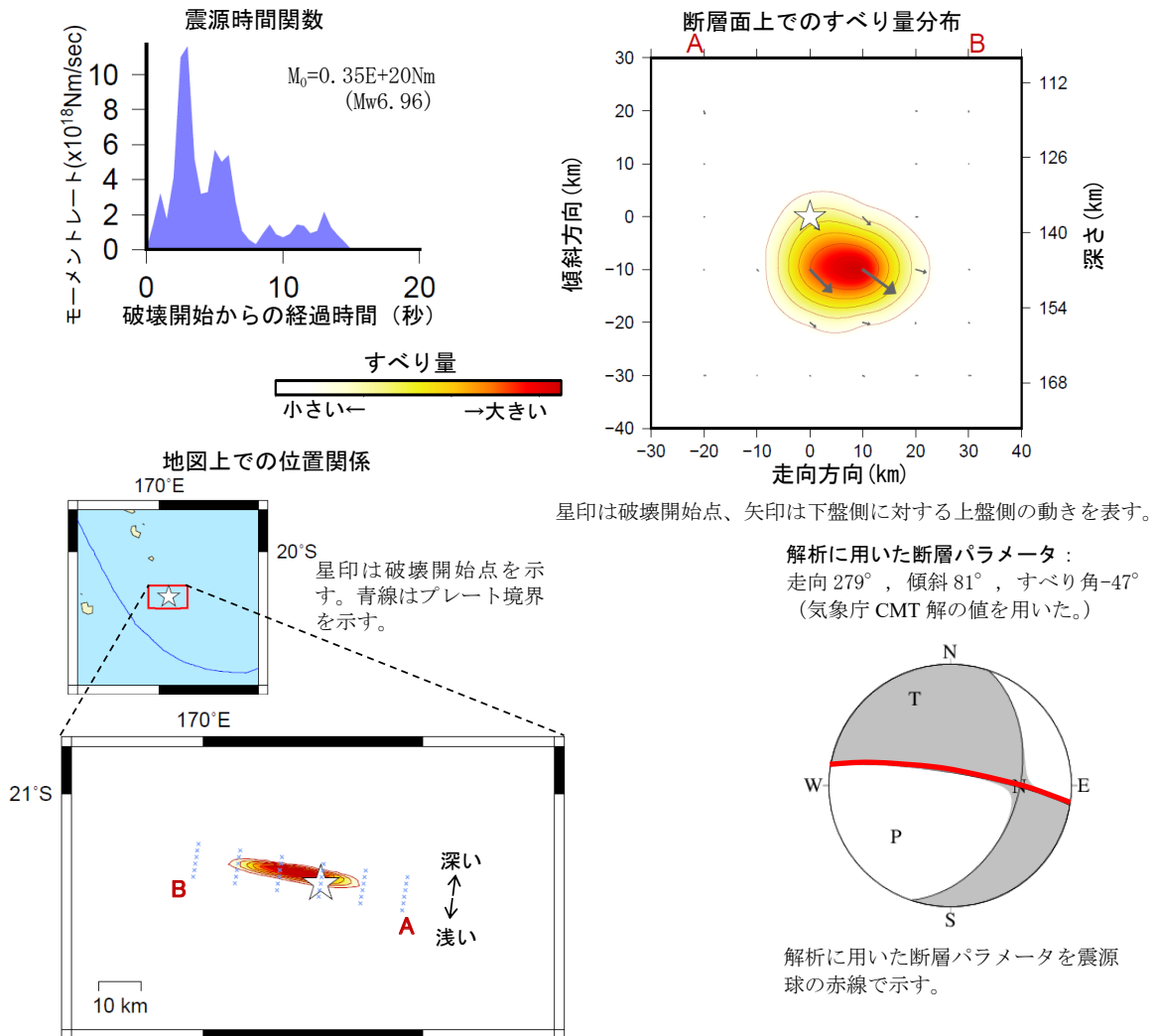
2022 年 9 月 14 日 20 時 04 分（日本時間）にローヤリティー諸島南東方で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注 1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（ $21^{\circ} 11.5' S$ 、 $170^{\circ} 16.0' E$ 、深さ 137km）とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち、東西走向の節面（走向 279° 、傾斜 81° 、すべり角 -47° ）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）。

- ・主な破壊領域は走向方向に約 30km、傾斜方向に約 20km であった。
- ・主なすべりは破壊開始点周辺からやや深い領域に広がり、最大すべり量は 1.3m であった（周辺の構造から剛性率を 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（ M_w ）は 7.0 であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/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：2022/10/28

第 7 図 (c) 遠地実体波による震源過程解析。

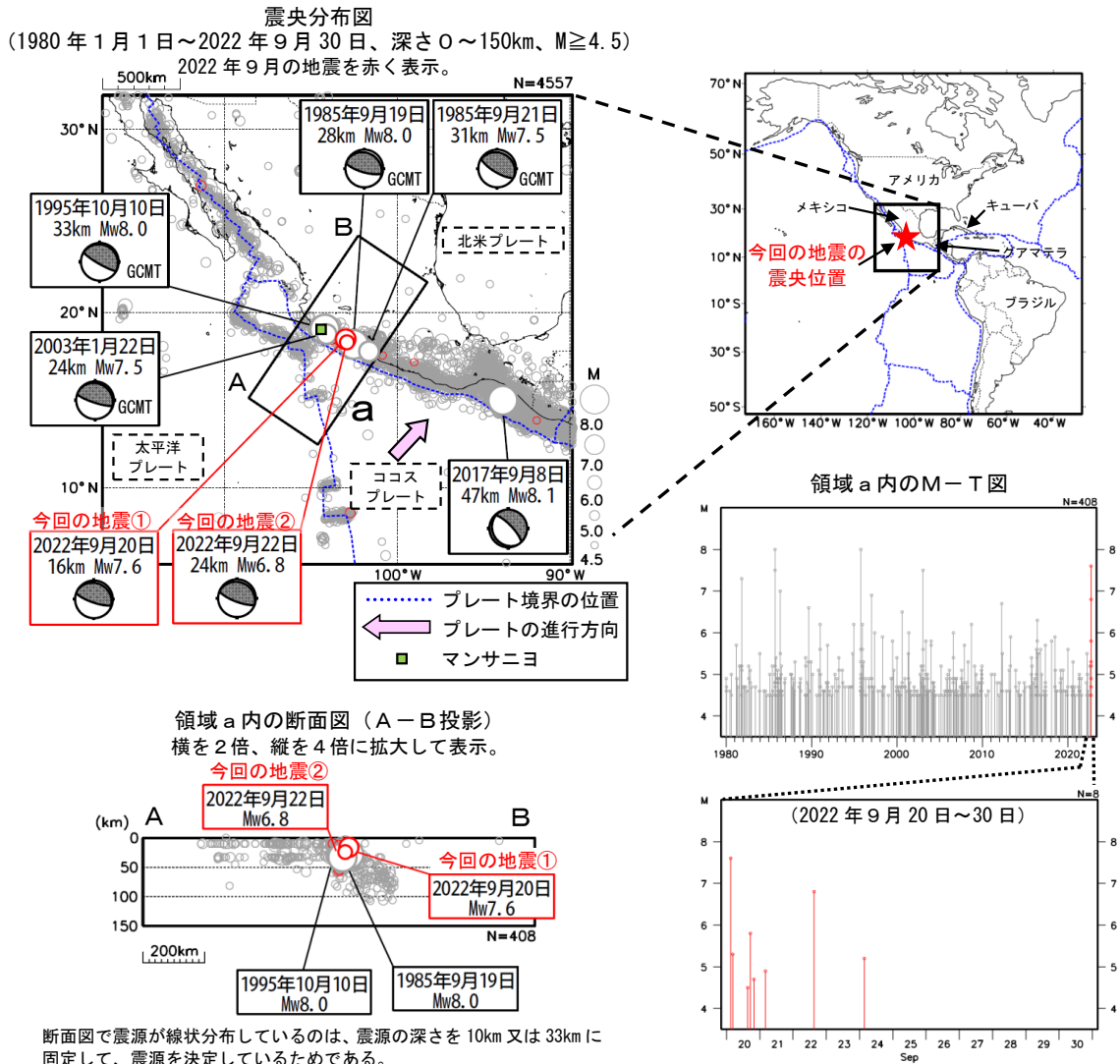
Fig. 7(c) Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.

9月20日 メキシコ、ミチョアカン州の地震

2022年9月20日03時05分(日本時間、以下同じ)にメキシコ、ミチョアカン州の深さ16kmでMw7.6の地震(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード、速報値、図中①)が発生した。この地震は、発震機構(気象庁によるCMT解、速報値)が北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、ココスプレートと北米プレートの境界付近で発生した。気象庁は、この地震に対して、同日03時33分に遠地地震に関する情報(日本沿岸で若干の海面変動あり)を発表した。この地震によりメキシコのマンサニヨで0.79mなどの津波を観測した。また、この地震により死者2人、負傷者10人などの被害が生じた。

また、9月22日15時16分には、メキシコ、ミチョアカン州の深さ24kmでMw6.8(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード、速報値、図中②)が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解、速報値)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。気象庁はこの地震に対して、同日15時42分に遠地地震に関する情報(津波の心配なし)を発表した。この地震によりマンサニヨで0.09mなどの津波を観測した。また、この地震により死者2人などの被害が生じた。

1980年以降の活動を見ると、今回の震央周辺(領域a)では、M7.0以上の地震が時々発生している。1985年9月19日には、Mw8.0の地震が発生し、死者9,500人などの被害が生じたほか、震央から約400km離れたメキシコシティでも長周期地震動により多くの建物が倒壊・損傷するなどの被害が生じた。



※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 10 月 6 日現在)。ただし、発震機構と Mw は、今回の地震①及び②並びに 2017 年 9 月 8 日の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。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、2022 年 9 月 21 日現在)、その他の地震の被害は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。津波の高さは米国海洋大気庁 (NOAA) による (2022 年 10 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 8 図 (a) 2022 年 9 月 20 日メキシコ、ミチョアカン州の地震 (Mw7.6, Mw6.8).

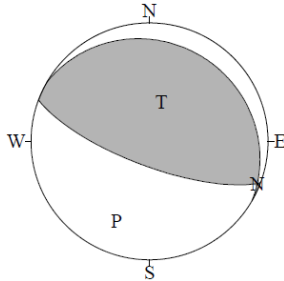
Fig. 8(a) The earthquake in Mexico, Michoacan (Mw7.6) on September 20, 2022.

9 月 20 日 メキシコ、ミチョアカン州の地震の発震機構解析

2022 年 9 月 20 日 03 時 05 分（日本時間）にメキシコ、ミチョアカン州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

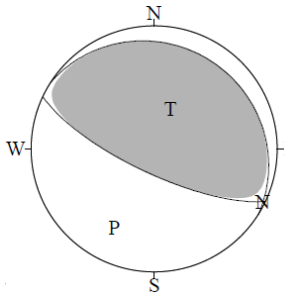
セントロイドは、北緯 18.4°、西経 103.1°、深さ 26km となった。



Mw	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)
7.6	2.90×10 ²⁰ Nm	110.5° / 73.3° / 87.2°	300.2° / 16.9° / 99.3°

2. W-phase の解析

セントロイドは、北緯 18.6°、西経 103.4°、深さ 31km 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、36 観測点の水平成分を用い、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。

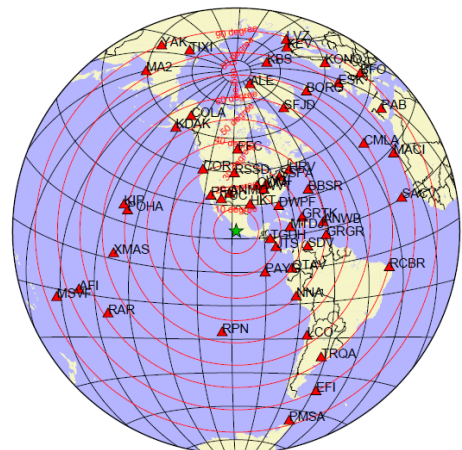
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.6	2.90×10 ²⁰ Nm	115.2° / 74.1° / 88.0°	302.4° / 16.0° / 97.0°

(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、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 8 図 (b) 発震機構解析.

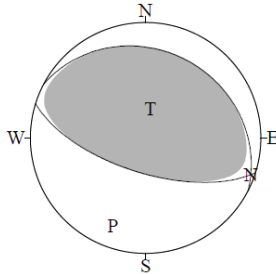
Fig. 8(b) Moment tensor solution.

9 月 22 日 メキシコ、ミチョアカン州の地震の発震機構解析

2022 年 9 月 22 日 15 時 16 分（日本時間）にメキシコ、ミチョアカン州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

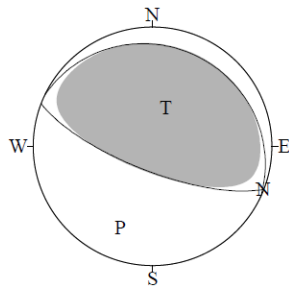
セントロイドは、北緯 18.3°、西経 102.7°、深さ 23km となった。



Mw	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)
6.7	1.51 × 10 ¹⁹ Nm	107.4° / 65.5° / 85.8°	297.6° / 24.8° / 99.3°

2. W-phase の解析

セントロイドは、北緯 18.4°、西経 102.7°、深さ 20km となった。



W-phase の解析では、震央距離 10° ~ 90° までの 49 観測点の上下成分、37 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。

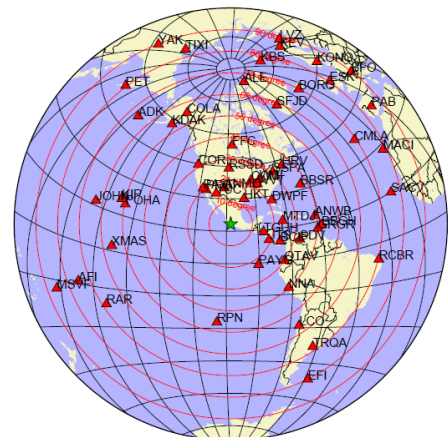
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
6.8	1.97 × 10 ¹⁹ Nm	111.1° / 73.2° / 88.8°	295.3° / 16.8° / 94.1°

(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、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 8 図 (c) 発震機構解析.

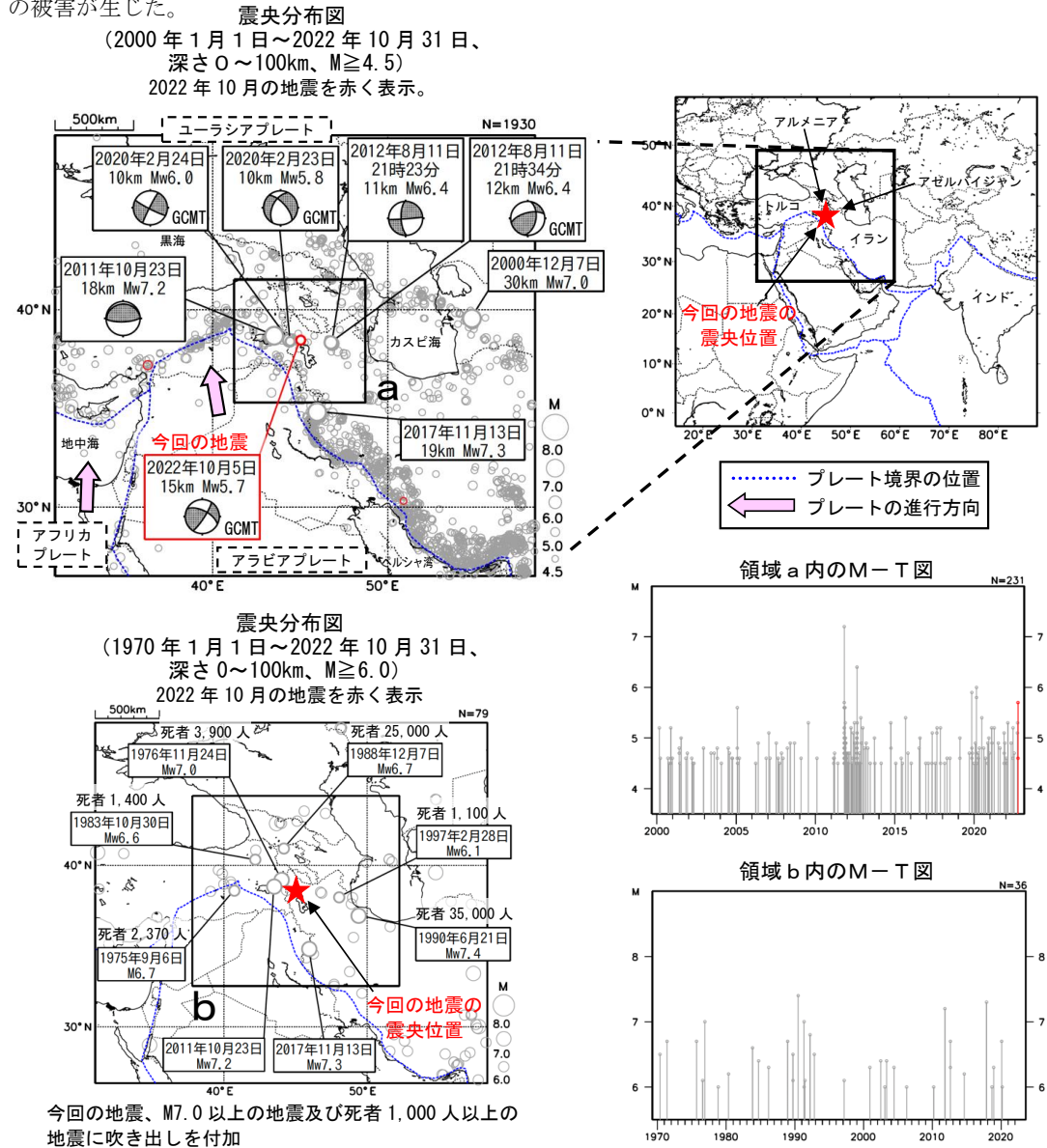
Fig. 8(c) Moment tensor solution.

10 月 5 日 イランーアルメニアーアゼルバイジャン国境の地震

2022 年 10 月 5 日 09 時 21 分（日本時間、以下同じ）にイランーアルメニアーアゼルバイジャン国境の深さ 15km で Mw5.7 の地震（Mw は Global CMT によるモーメントマグニチュード）が発生した。この地震の発震機構（Global CMT による）は北北西ー南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。この地震により負傷者 1,127 人、建物全壊 112 棟などの被害が生じた。

2000 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近（領域 a）では、M5.0 以上の地震が時々発生している。2011 年 10 月 23 日には Mw7.2 の地震が発生し、この地震により死者 604 人などの被害が生じた。また、最近では、2020 年 2 月 23 日に Mw5.8、同 24 日に Mw6.0 の地震が発生し、これらの地震により死者 9 人などの被害が生じた。

1970 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域 b）では、M6.0 以上の地震が時々発生している。今回の地震の震央付近では、1976 年 11 月 24 日に Mw7.0 の地震が発生し、死者 3,900 人などの被害が生じた。



※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2022 年 11 月 7 日現在)。ただし、発震機構と Mw は、2011 年 10 月 23 日の地震、2012 年 8 月 11 日 21 時 23 分の地震及び 2017 年 11 月 13 日の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) *より引用。今回の地震及び 2020 年 2 月 23 日、24 日の地震の被害は、OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2022 年 10 月 18 日現在)、その他の地震の被害は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」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 9 図 2022 年 10 月 5 日イランーアルメニアーアゼルバイジャン国境の地震 (Mw5.7)。

Fig. 9 The earthquake in the border of Iran-Armenia-Azerbaijan (Mw5.7) on October 5, 2022.