

10 - 2 世界の地震活動 (2023 年 5 月 ~ 10 月) Seismic Activity in the World (May - October 2023)

気象庁
Japan Meteorological Agency

今期間, 世界で M6.0 以上の地震は 72 回発生し, M7.0 以上の地震は 6 回発生した. このうち最大は, 2023 年 5 月 19 日 (日本時間) にローヤリティー諸島南東方の深さ 18km で発生した Mw7.7 (気象庁による) の地震であった.

2023 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 (2023 年 12 月 18 日現在). また, 時刻は日本時間である.

(1) ローヤリティー諸島南東方の地震 (Mw7.7, 第 2 図)

2023 年 5 月 19 日 11 時 57 分にローヤリティー諸島南東方の深さ 18km で Mw7.7 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. この地震はインド・オーストラリアプレート内部で発生した. 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. 気象庁は, この地震に対して, 同日 12 時 30 分 (日本沿岸で若干の海面変動あり), 同日 13 時 46 分及び 15 時 36 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. この地震により, タンナ島 (バヌアツ) のレナケルで 0.61m などの津波を観測した.

(2) モロッコの地震 (Mw6.8, 第 3 図 (a) ~ (d))

今回の地震活動域は, ユーラシアプレートとアラビアプレートの境界に位置する地域である.

2023 年 9 月 9 日 07 時 11 分にモロッコの深さ 19km で Mw6.8 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. この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解) は, 南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である.

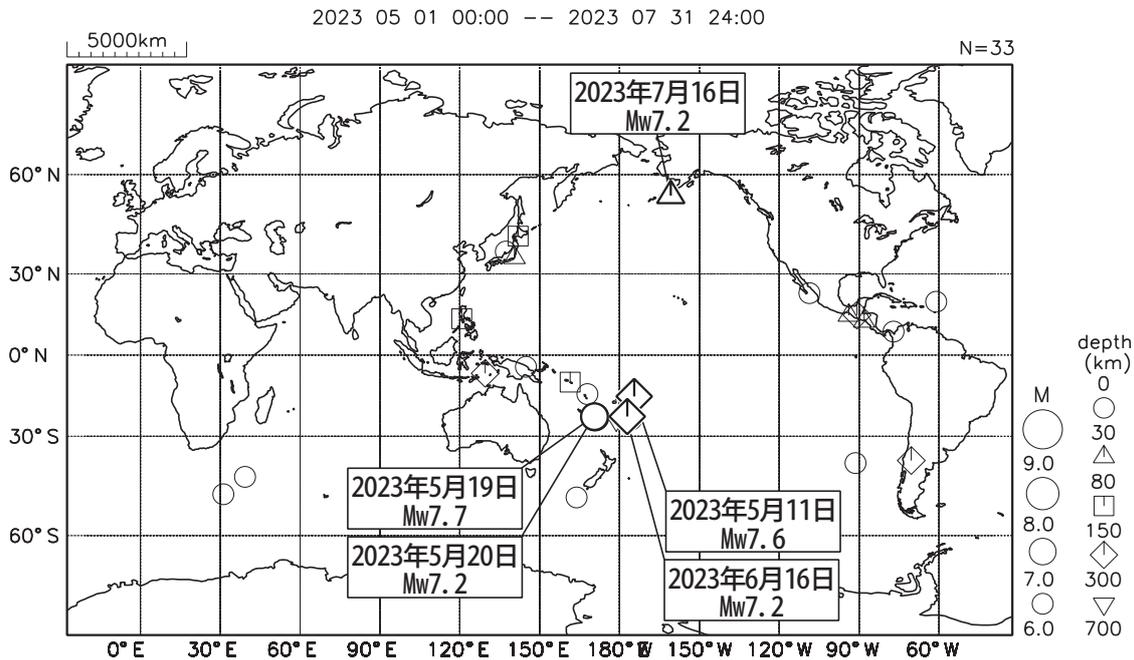
今回の地震により, 死者 2,946 人, 負傷者 5,674 人などの被害が生じた (2023 年 9 月 27 日時点).

(3) アフガニスタン北西部の地震 (Mw6.3, 第 4 図 (a), (b))

2023 年 10 月 7 日 15 時 41 分にアフガニスタン北西部の深さ 14km で Mw6.3 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. この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解) は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である. この地震の震源付近 (領域 b) では, 10 月 7 日 15 時 41 分に Mw6.3 の地震が発生した後, 約 30 分後の同日 16 時 12 分, 11 日 09 時 41 分及び 15 日 12 時 36 分にそれぞれ Mw6.3 の地震 (Mw はいずれも気象庁による) が発生した. これらの地震はユーラシアプレート内で発生した. これらの地震により, 死者 1,482 人, 負傷者 2,100 人などの被害が生じた (2023 年 11 月 3 日現在).

世界の地震活動 (2023年5月~2023年7月、M ≥ 6.0)

震源は米国地質調査所 (USGS、2023年8月10日現在)、吹き出しのMw(モーメントマグニチュード)はGlobal CMTによる。
ただし、5月19日及び20日のローヤリティ諸島南東方の地震のMwは気象庁によるモーメントマグニチュード。

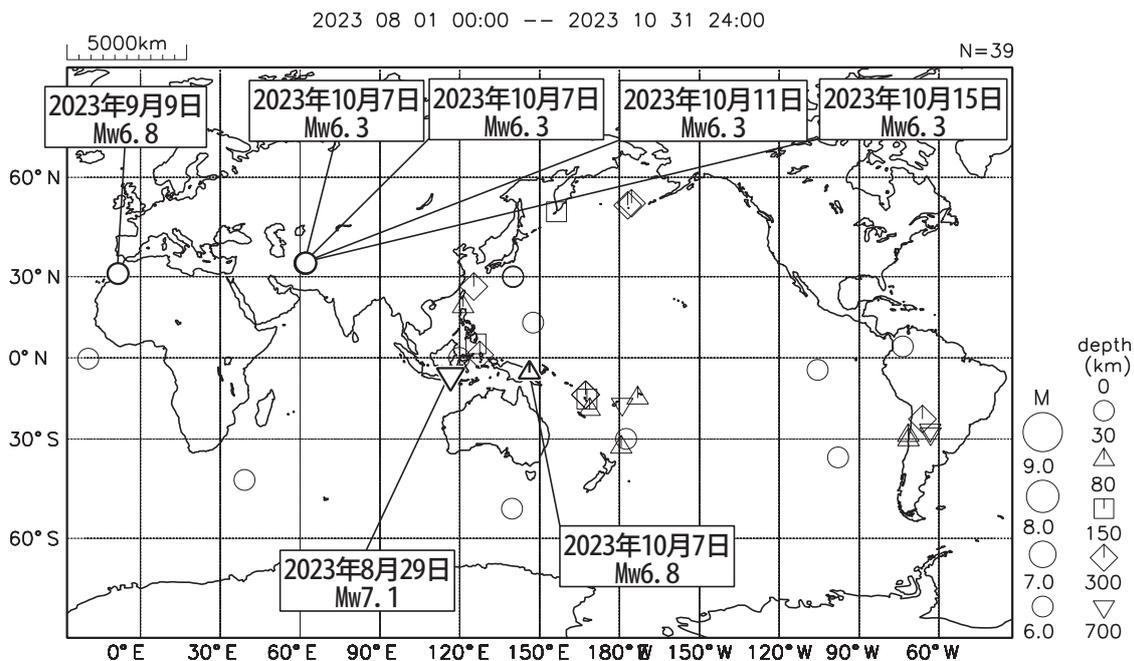


気象庁が遠地地震に関する情報を発表した地震及び顕著な災害があった地震に吹き出しを付けた。

第 1 図 (a) 世界の地震活動 (2023 年 5 月 ~ 7 月, M ≥ 6.0, 深さ ≤ 700km)
Fig. 1(a) Seismic activity in the World (May–July 2023, M ≥ 6.0, depth ≤ 700 km).

世界の地震活動 (2023年8月~2023年10月、M ≥ 6.0)

震源は米国地質調査所 (USGS、2023年11月17日現在)、吹き出しのMw(モーメントマグニチュード)は気象庁による。
ただし、8月29日バリ海及び10月7日のバブアニューギニア、ニューギニア東部の地震のMwはGlobal CMTによるモーメントマグニチュード。



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。

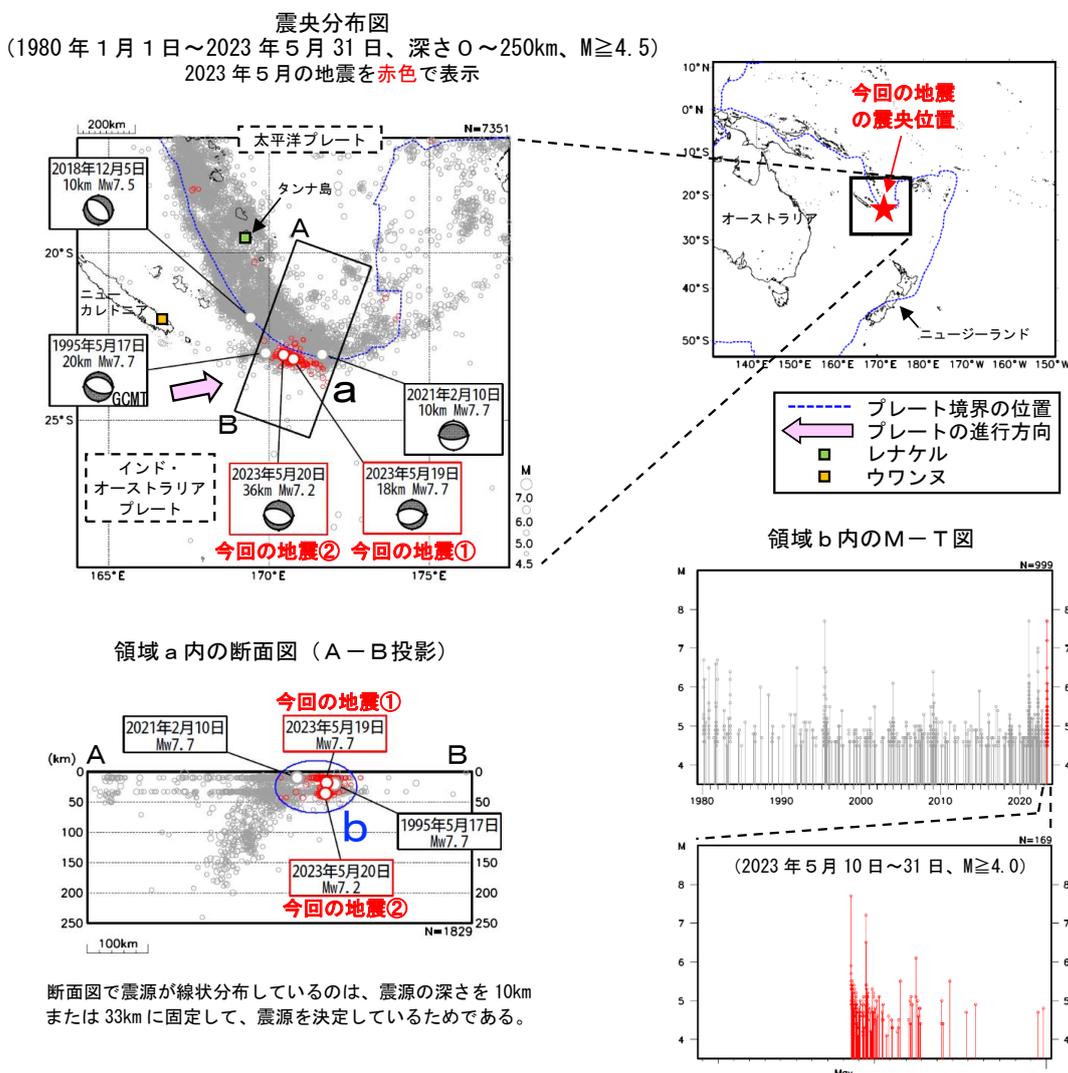
第 1 図 (b) つづき (2023 年 8 月 ~ 10 月, M ≥ 6.0, 深さ ≤ 700km)
Fig. 1(b) Continued (August–October 2023, M ≥ 6.0, depth ≤ 700 km).

5 月 19 日 ローヤリティー諸島南東方の地震

2023 年 5 月 19 日 11 時 57 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 18km で Mw7.7 の地震（Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード、今回の地震①）が発生した。この地震はインド・オーストラリアプレート内部で発生した。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。気象庁は、この地震に対して、同日 12 時 30 分（日本沿岸で若干の海面変動あり）、同日 13 時 46 分及び 15 時 36 分（現地で津波を観測）に遠地震に関する情報を発表した。この地震により、タンナ島（バヌアツ）のレナケルで 0.61m などの津波を観測した。

また、20 日 10 時 51 分にはローヤリティー諸島南東方の深さ 36km で Mw7.2 の地震（Mw は気象庁によるモーメントマグニチュード、今回の地震②）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-南南西方向に張力軸を持つ正断層型である。気象庁は、この地震に対して、同日 11 時 23 分（日本沿岸で若干の海面変動あり）及び同日 12 時 42 分（震源要素の訂正、現地で津波を観測）に遠地震に関する情報を発表した。この地震により、ウونس（仏領ニューカレドニア）で 0.14m などの津波を観測した。

1980 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するなど、活発な地震活動がみられる。最近では、2021 年 2 月 10 日に Mw7.7 の地震が発生し、タンナ島のレナケルで 0.78m などの津波を観測した。



※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 6 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。津波の高さは米国海洋大気庁 (NOAA) による (2023 年 6 月 6 日現在)。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) *1 より引用。

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

第 2 図 2023 年 5 月 19 日ローヤリティー諸島南東方の地震 (Mw7.7)

Fig. 2 The Earthquake the southeastern Loyalty islands (Mw7.7) in May 19, 2023.

2023 年 9 月 9 日 モロッコの地震

(1) 概要及び最近の地震活動 (注1)

2023 年 9 月 9 日 07 時 11 分 (日本時間、以下同じ) にモロッコの深さ 19km で Mw6.8 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。この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解) は、南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

今回の地震により、死者 2,946 人、負傷者 5,674 人などの被害が生じた (2023 年 9 月 27 日時点)。

今回の地震はアフリカプレート内で発生した。今回の地震の震央周辺は地震活動が多い地域ではないが、今回の地震の震央の北側 (約 550km) にはユーラシアプレートとアフリカプレートの境界が位置しており、1980 年以降の活動をみると、M5 程度の地震がしばしば発生している。2004 年 2 月 24 日には Mw6.3 の地震が発生し、死者 631 人、負傷者 926 人などの被害が生じた。

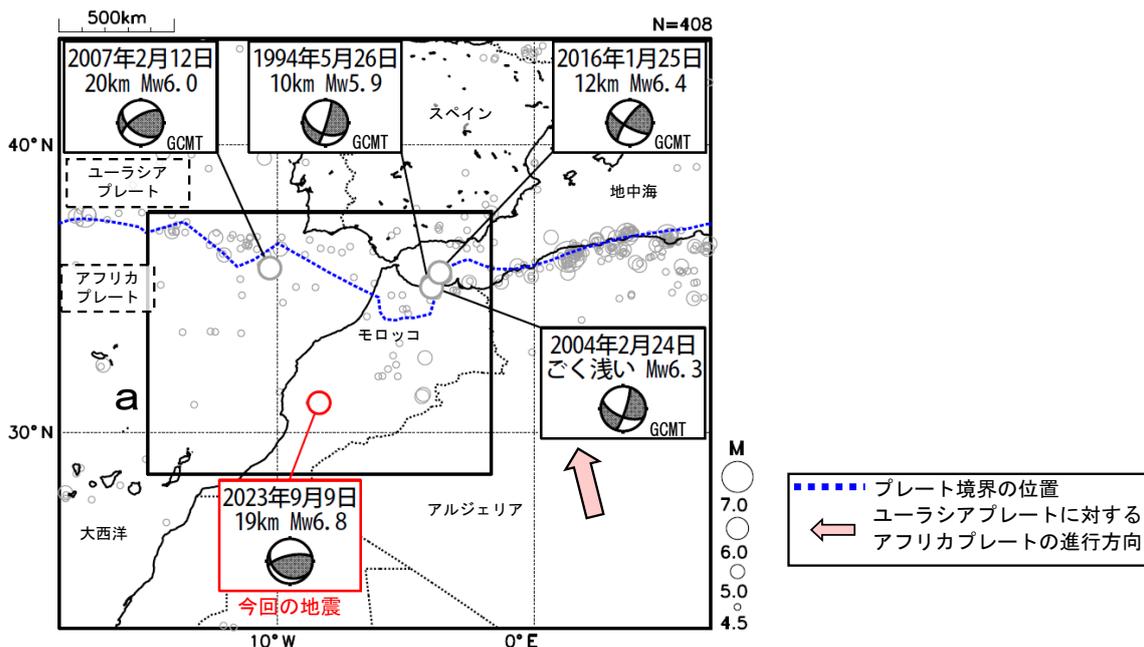


図 1-1 震央分布図 (1980 年 1 月 1 日~2023 年 9 月 30 日、深さ 0~50km、M≥4.5)
2023 年 9 月の地震を赤く表示。

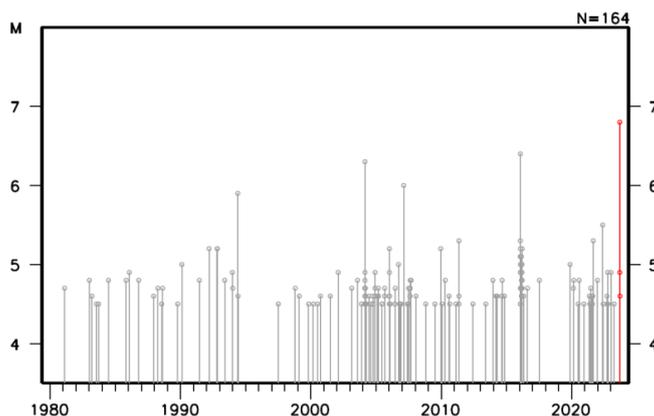


図 1-2 図 1-1 の領域 a 内の M-T 図

(注1) 震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 10 月 2 日現在)。ただし、吹き出しのある地震のうち、発震機構と Mw は、今回の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。被害は、今回の地震は OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023 年 9 月 27 日現在)、その他の地震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は Bird (2003) *1 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) 2023 年 9 月 9 日モロッコの地震 (Mw6.8)

Fig. 3(a) The Earthquake in Morocco (Mw6.8) in September 9, 2023.

(2) 発震機構 (注2)

今回の地震の震央周辺地域の発震機構の分布をみると、概ね北北西-南南東方向から北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型又は横ずれ断層型の地震が多く発生している (図2)。

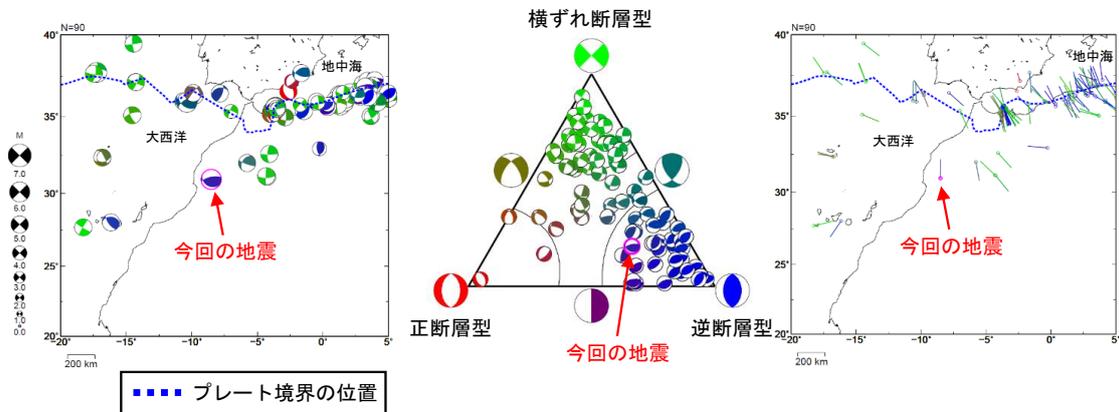


図2 発震機構分布図 (左)、発震機構の型の分布 (中) 及び発震機構の圧力軸の分布 (右)
(1980年1月1日~2023年9月30日、深さ0~50km、Mすべて)

逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型の地震を緑色で表示 (Frohlich (2001)による分類)。

(3) 過去に発生した主な地震 (注3)

1904年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近では1960年3月1日にM5.9の地震が発生し、死者13,100人、負傷者25,000人の被害が生じた。また、その北側のアフリカプレートとユーラシアプレートの境界周辺ではM6程度以上の地震が時々発生しており、大きな被害を伴っている。

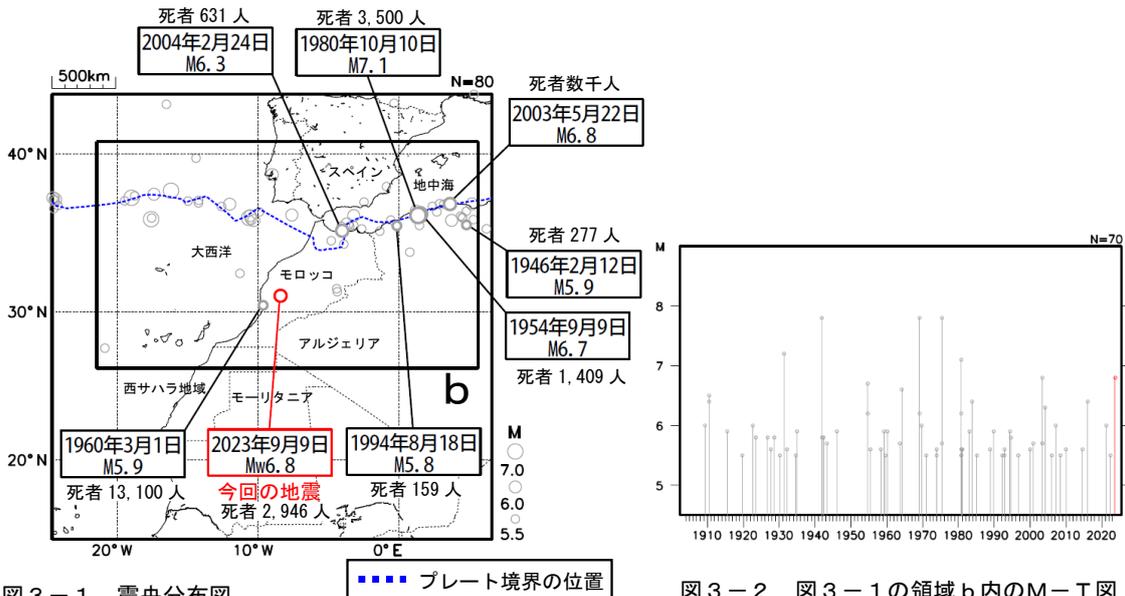


図3-1 震央分布図
(1904年1月1日~2023年9月30日、
深さ0~50km、M≥5.5)
2023年9月の地震を赤色で表示
死者100人以上の被害を伴った地震に吹き出しを付加

図3-2 図3-1の領域b内のM-T図

(注2) 震源要素及び発震機構は、今回の地震は気象庁、その他の地震は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はBird (2003) *1より引用。

(注3) 震源要素は、2019年まではISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue Version 10 (1904-2019)、2020年以降は米国地質調査所 (USGS) による (2023年10月5日現在)。ただし今回の地震のMwは気象庁によるモーメントマグニチュード。地震の被害は、今回の地震はOCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023年9月27日現在)、その他の地震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。

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

2023 年 9 月 9 日 モロッコの地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定）—（その 1）

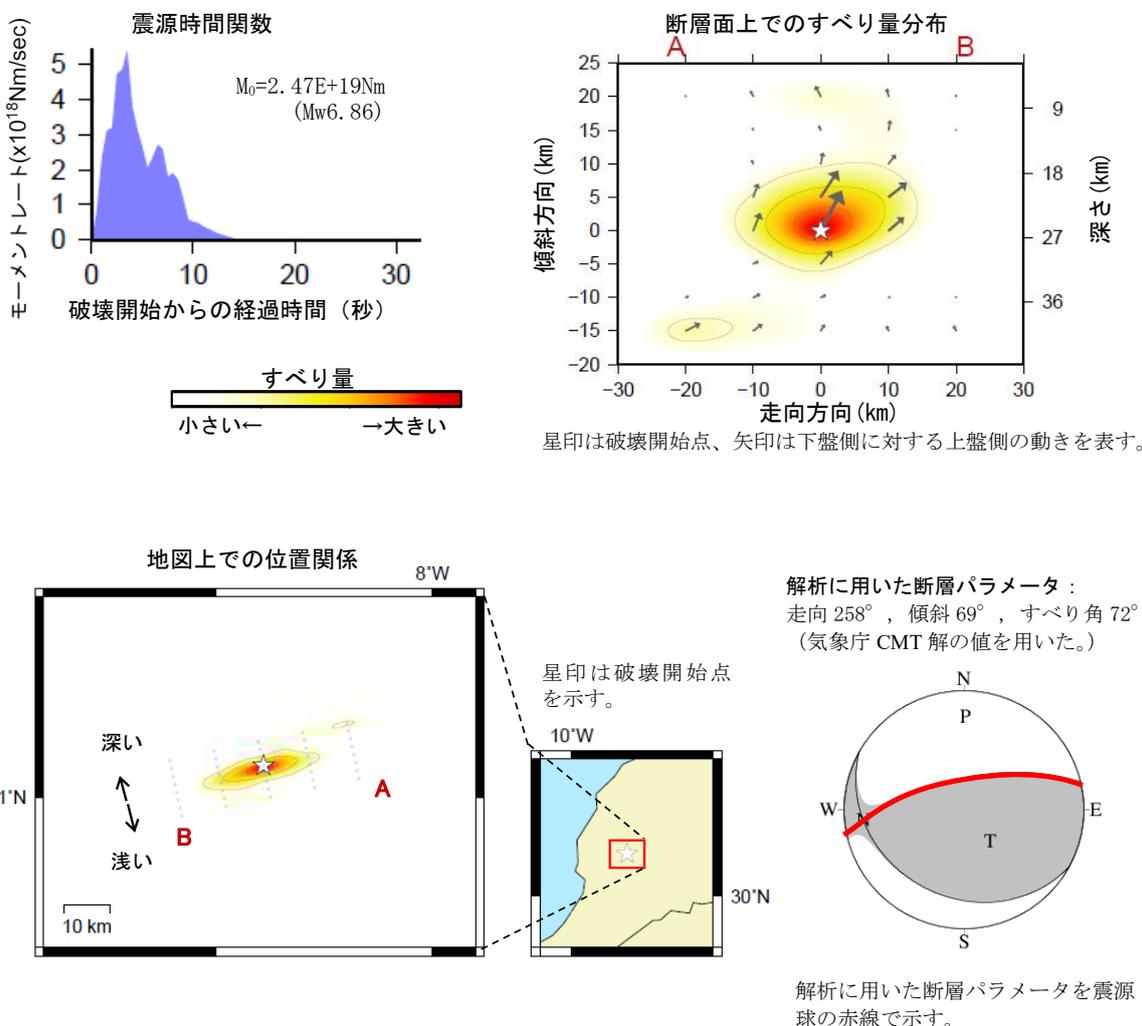
2023 年 9 月 9 日 07 時 11 分（日本時間）にモロッコで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注 1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（ $31^{\circ} 03.8' N$ 、 $8^{\circ} 23.4' W$ 、深さ 26km）とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち、東北東-西南西走向の節面（走向 258° 、傾斜 69° 、すべり角 72° ）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は 2.7km/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 20km、傾斜方向に約 10km であった。
- ・主なすべりは、破壊開始点周辺に広がり、最大すべり量は 1.8m 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 10 秒であった。
- ・モーメントマグニチュード (M_w) は 6.9 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

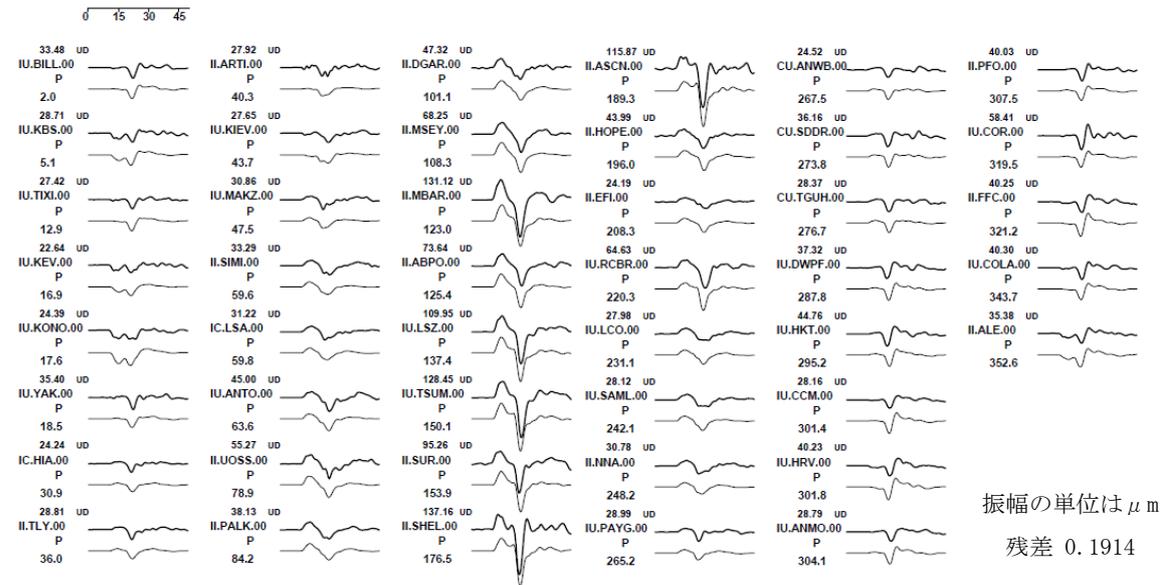
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/09/21

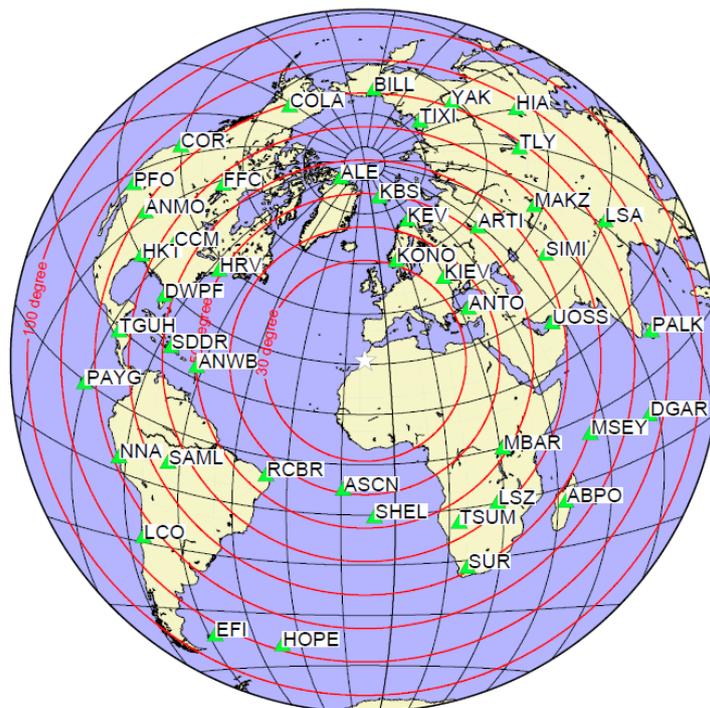
第 3 図 (c) つづき

Fig. 3(c) Continued.

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較
（秒）



観測点分布



震央距離 30° ~100° ※¹の 45 観測点※² (P 波 : 45、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.

作成日 : 2023/09/21

第 3 図 (c) つづき
 Fig. 3(c) Continued.

2023 年 9 月 9 日 モロッコの地震 ー 遠地実体波による震源過程解析（暫定）ー （その 2）

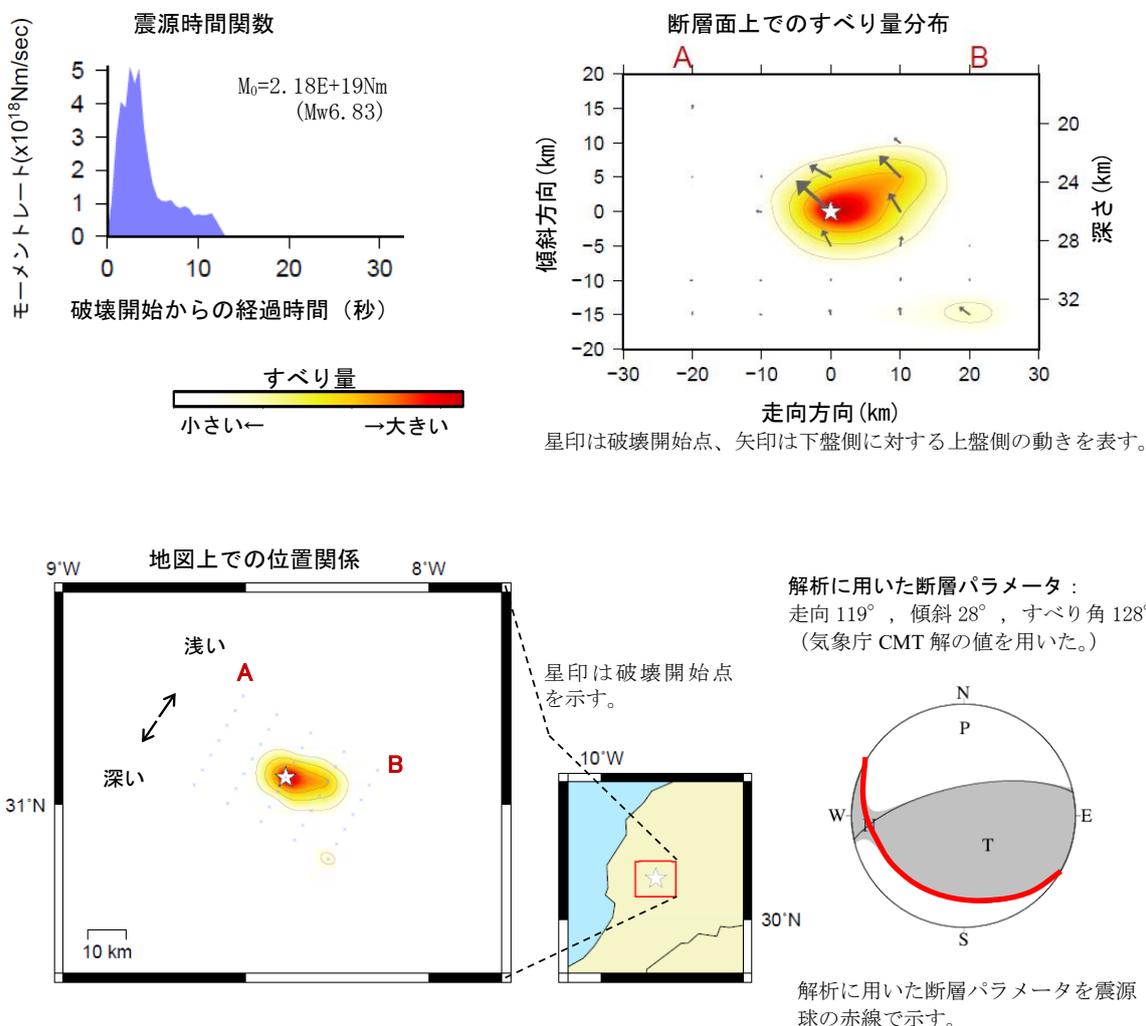
2023 年 9 月 9 日 07 時 11 分（日本時間）にモロッコで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注 1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（ $31^{\circ} 03.8' N$ 、 $8^{\circ} 23.4' W$ 、深さ 26km）とした。断層面は、気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち、西北西－東南東走向の節面（走向 119° 、傾斜 28° 、すべり角 128° ）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は 2.7km/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 20km、傾斜方向に約 10km であった。
- ・主なすべりは、破壊開始点周辺に広がり、最大すべり量は 2.4m であった（周辺の構造から剛性率を 40GPa 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 6.8 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

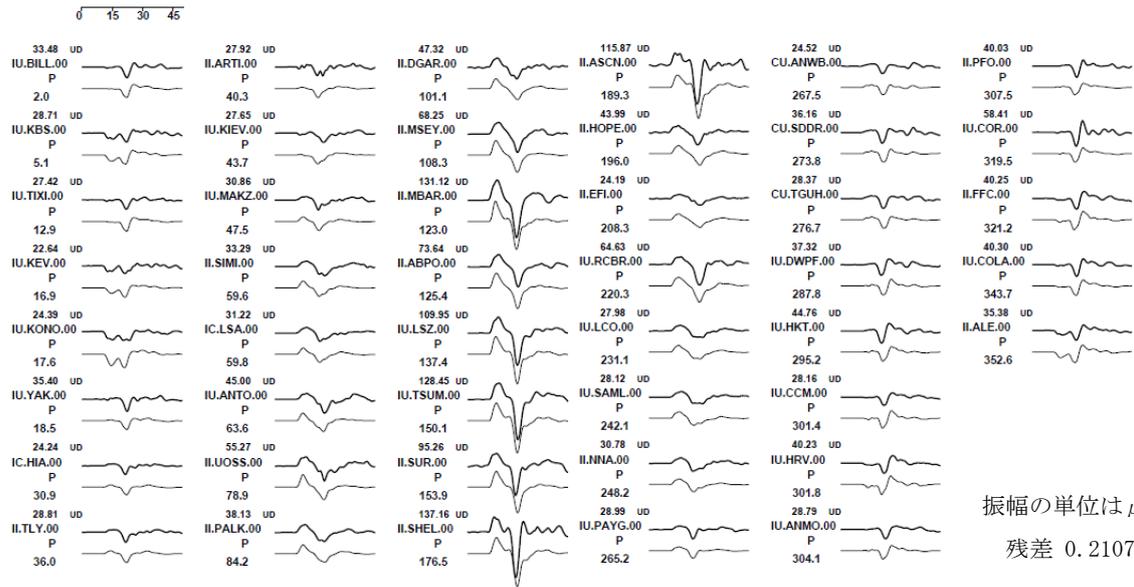
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/09/21

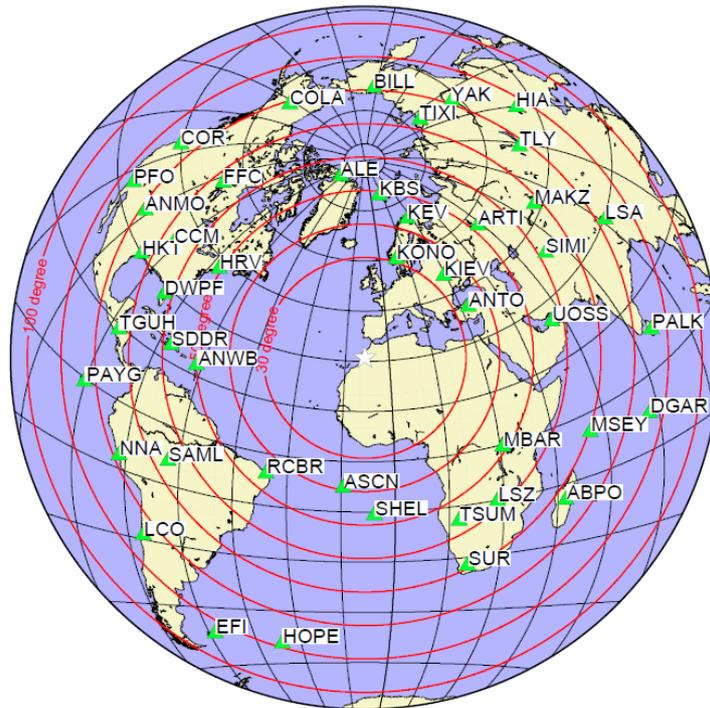
第 3 図 (d) つづき

Fig. 3(d) Continued.

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較
（秒）



観測点分布



震央距離 30° ~100° ※1 の 45 観測点※2 (P 波 : 45、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.

作成日 : 2023/09/21

第 3 図 (d) つづき
 Fig.3(d) Continued.

10 月 7 日 アフガニスタン北西部の地震

(1) 概要及び最近の地震活動 (注1)

2023 年 10 月 7 日 15 時 41 分 (日本時間、以下同じ) にアフガニスタン北西部の深さ 14km で Mw6.3 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。この地震の発震機構 (気象庁による CMT 解) は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震の震源付近 (領域 b) では、10 月 7 日 15 時 41 分に Mw6.3 の地震が発生した後、約 30 分後の同日 16 時 12 分、11 日 09 時 41 分及び 15 日 12 時 36 分にそれぞれ Mw6.3 の地震 (Mw はいずれも気象庁による) が発生した。これらの地震はユーラシアプレート内で発生した。これらの地震により、死者 1,482 人、負傷者 2,100 人などの被害が生じた (2023 年 11 月 3 日現在)。

1980 年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近は地震活動が多い地域ではないが、周辺地域 (領域 b) では M5.0 以上の地震が時々発生しており、1997 年 5 月 10 日には Mw7.2 の地震が発生し、死者 1,572 人などの被害が生じた。

アフガニスタンでは、南東部で、2022 年 6 月 22 日に Mw6.1 の地震が発生し、死者 1,036 人、負傷者 2,949 人などの被害が生じた。

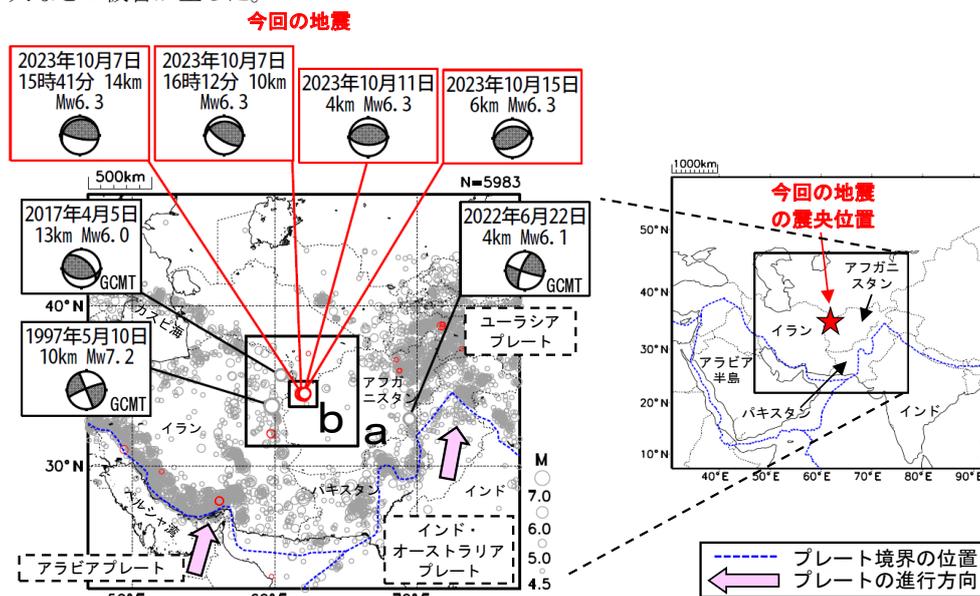


図 1-1 震央分布図 (1980 年 1 月 1 日 ~ 2023 年 10 月 31 日、深さ 0 ~ 100km、M ≥ 4.5) 2023 年 10 月の地震を赤色で表示

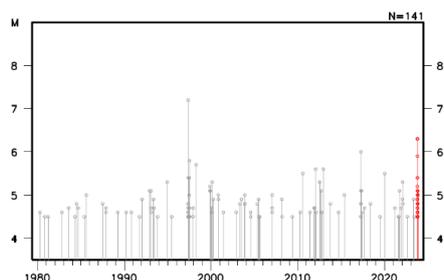


図 1-2 図 1-1 の領域 a 内の M-T 図

(注1) 震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 11 月 8 日現在)。ただし、吹き出しのある地震のうち、発震機構と Mw は、今回の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。被害は、今回の地震及び 2022 年 6 月 22 日の地震は OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023 年 11 月 3 日現在)、その他の地震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は Bird (2003) *1 より引用。

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

第 4 図 (a) 2023 年 10 月 7 日アフガニスタン北西部の地震 (Mw6.3)

Fig. 4(a) The Earthquake in the northwestern part of Afghanistan (Mw6.3) on October 7, 2023.

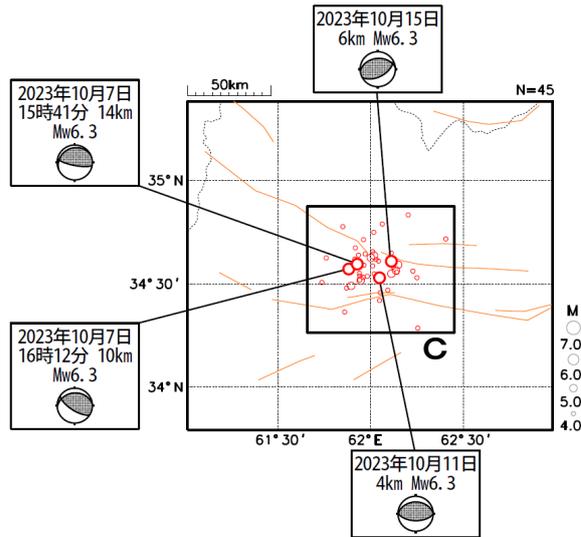


図 1-3 図 1-1 の領域 b 内の拡大図 (2023 年 10 月 1 日~2023 年 10 月 31 日、深さ 0~100km、 $M \geq 4.0$) (注²)
 図中の橙色線は活断層 (Styron and Pagani, 2020^{*2}) を示す。

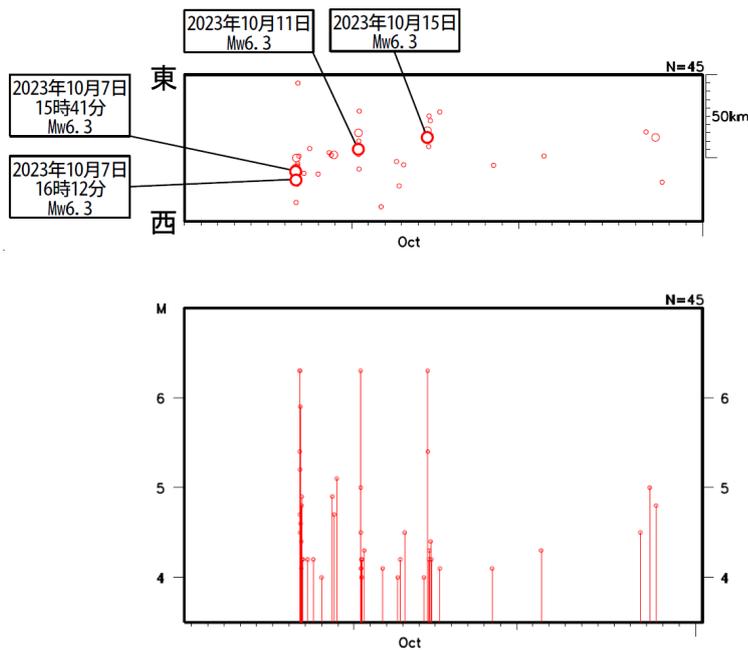


図 1-4 図 1-3 の領域 c 内の時空間分布図 (東西投影) (上) 及び M-T 図 (下)

(注²) 震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 11 月 8 日現在)。ただし、吹き出しのある地震の発震機構と Mw は気象庁による。図中の橙色線は活断層 (Styron and Pagani, 2020^{*2}) を示す。

*² 参考文献 Styron, R. and Pagani, M. (2020) The GEM Global Active Faults Database. *Earthquake Spectra*, 36(1), pp. 160-180, doi:10.1177/8755293020944182.

第 4 図 (a) つづき
 Fig. 4(a) Continued.

(2) 発震機構 (注3)

今回の地震の震央周辺地域 (領域 a) の発震機構の分布をみると、概ね北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型又は横ずれ断層型の地震が多く発生している (図 2)。

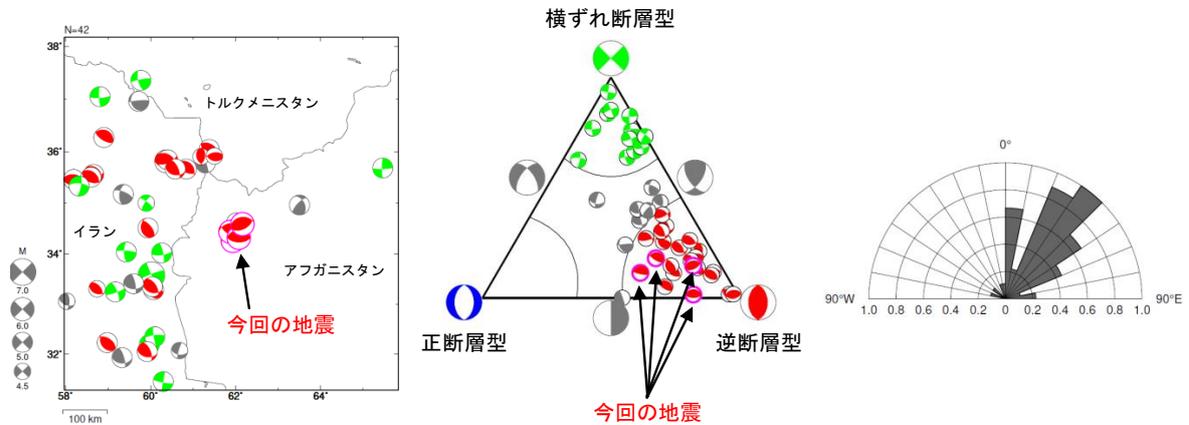


図 2 発震機構分布図 (左)、発震機構の型の分布 (中) 及び発震機構の圧力軸の方位分布 (右) (1980 年 1 月 1 日~2023 年 10 月 31 日、深さ 0~100km、 $M \geq 4.5$)
 正断層型の地震を青色、逆断層型の地震を赤色、横ずれ断層型の地震を緑色で表示 (Frohlich (2001)による分類)。

(3) 過去に発生した主な地震 (注4)

1904 年以降の活動をみると、アフガニスタン周辺 (領域 c) では、 $M7.0$ 以上の地震が時々発生しており、大きな被害を伴っている。2005 年 10 月 8 日には $M7.6$ の地震が発生し、死者数万人などの被害が生じた。

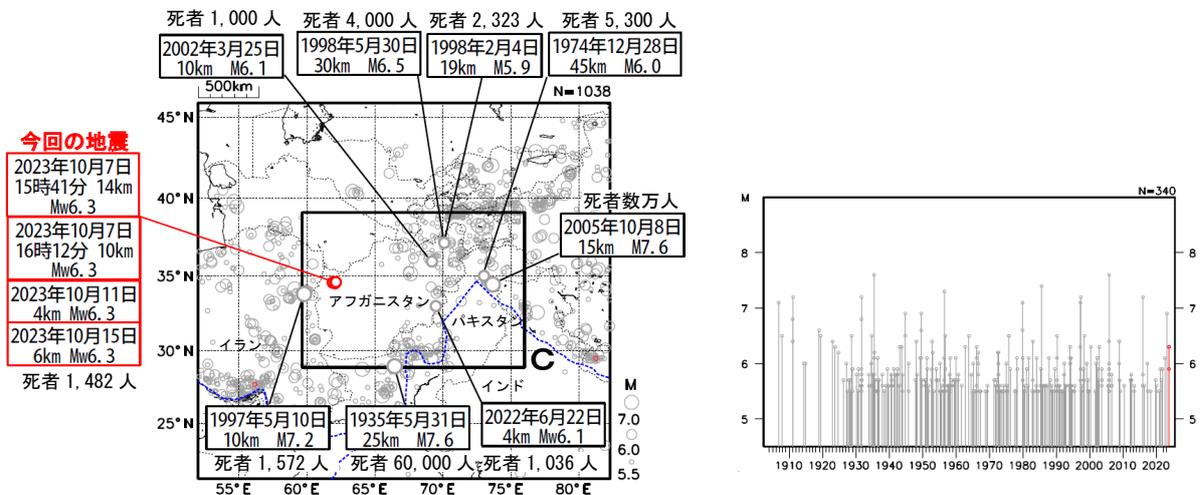


図 3-1 震央分布図 (1904 年 1 月 1 日~2023 年 10 月 31 日、深さ 0~100km、 $M \geq 5.5$)
 2023 年 10 月の地震を赤色で表示
 死者 1,000 人以上の地震に吹き出しを付加

(注3) 震源要素及び発震機構は、2023 年 10 月の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。震源の位置はセントロイドの位置。
 (注4) 震源要素は、2019 年までは ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue Version 10 (1904-2019)、2020 年以降は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 11 月 8 日現在)。ただし、吹き出しのある地震の M_w は、今回の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。被害は、今回の地震及び 2022 年 6 月 22 日の地震は OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023 年 11 月 3 日現在)、その他の地震は津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は Bird (2003) *1 より引用。

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

第 4 図 (b) つづき
 Fig.4(b) Continued.