

11-2 世界の地震活動（2020 年 11 月～2021 年 4 月）

Seismic Activity in the World (November 2020 – April 2021)

気象庁
Japan Meteorological Agency

今期間、世界で M6.0 以上の地震は 81 回発生し、M7.0 以上の地震は 7 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、2021 年 3 月 5 日（日本時間）にケルマデック諸島の深さ 29km で発生した Mw8.1（気象庁による）の地震であった。

2020 年 11 月～2021 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（2021 年 5 月 25 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(a)～(c)）

2021 年 2 月 10 日 22 時 19 分にローヤリティー諸島南東方の深さ 10km で Mw7.7 の地震が発生した。この地震は、発震機構が南北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で発生した。この地震によりタンナ島（バヌアツ）のレナケルで 78cm などの津波を観測した。今回の地震の発生前の 10 日 21 時 24 分に Mw6.0, 22 時 02 分に Mw6.2 の地震が発生している。

(2) ニュージーランド、北島東方沖（Mw7.2, 第 3 図）

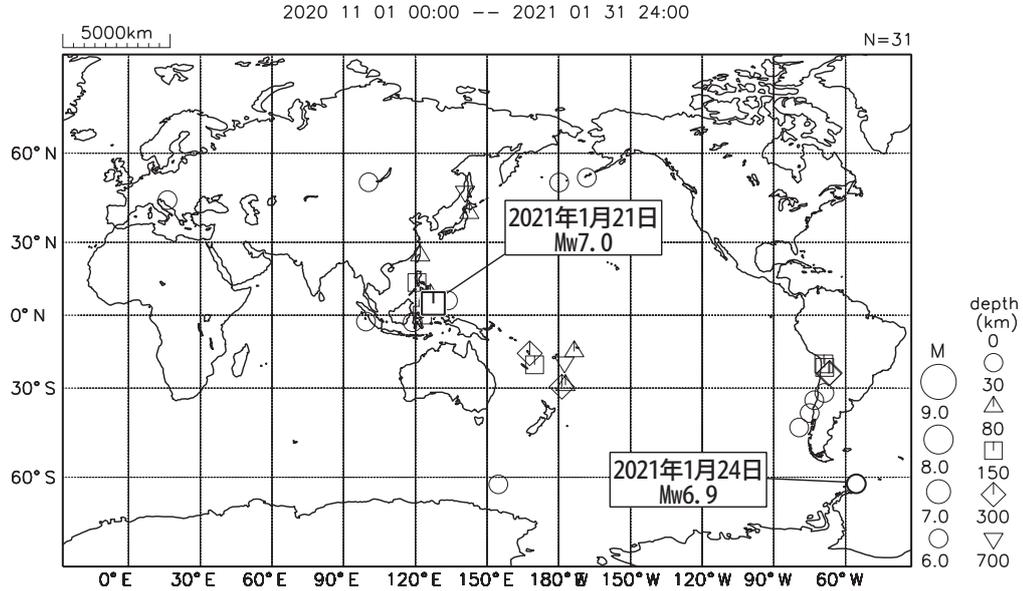
2021 年 3 月 4 日 22 時 27 分にニュージーランドの北島東方沖の深さ 15km で Mw7.2 の地震が発生した。この地震は、発震機構が南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、太平洋プレート内部で発生した。この地震によりロッキンポイント（ニュージーランド）で 0.28m などの津波を観測した。

(3) ケルマデック諸島の地震（Mw8.1, 第 4 図(a)～(c)）

2021 年 3 月 5 日 04 時 28 分にケルマデック諸島の深さ 29km で Mw8.1 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、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートとの境界で発生した。この地震によりマレ（ニューカレドニア）で 1m（目視による）、ノーフォーク島（オーストラリア）で 0.56m などの津波を観測した。日本国内でも、岩手県の久慈港や東京都の父島二見で最大 19cm の津波を観測したほか、北海道から千葉県にかけての太平洋側沿岸で津波を観測した。また、今回の地震が発生する約 1 時間 50 分前の 02 時 41 分に、今回の地震の震央近傍の深さ 43km で Mw7.4 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、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートとの境界で発生した。この地震によりフィッシングロック（ニュージーランド）で 0.31m などの津波を観測した。

世界の地震活動 (2020年11月~2021年1月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS、2021年2月3日現在)、 M_w (モーメントマグニチュード) は気象庁による。



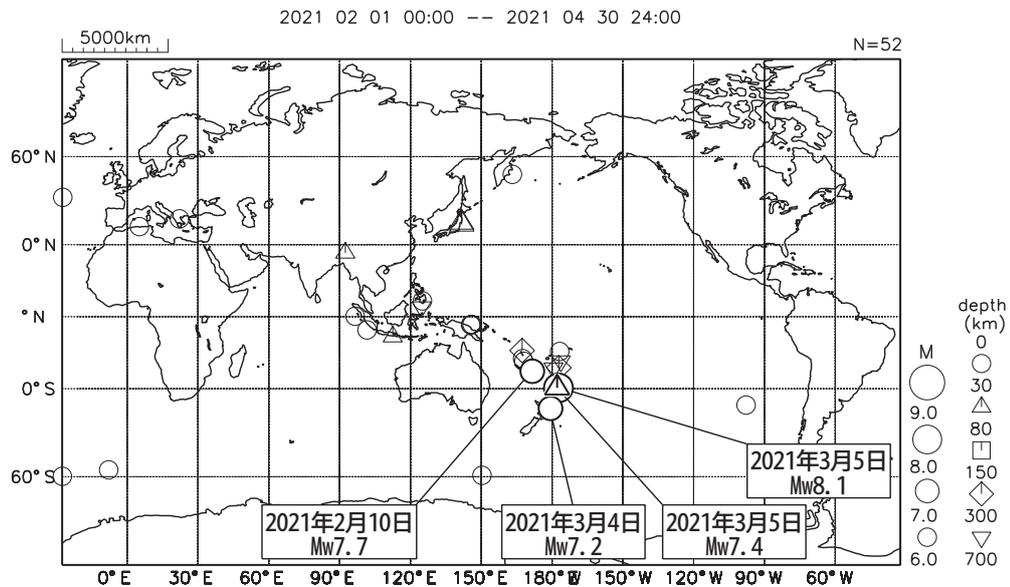
気象庁が遠地震に関する情報を発表した地震及び顕著な災害があった地震に吹き出しを付けた。

第 1 図(a) 世界の地震活動 (2020 年 11 月 ~ 2021 年 1 月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)

Fig. 1(a) Seismic activity in the World (November 2020 - January 2021, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

世界の地震活動 (2021年2月~4月、 $M \geq 6.0$)

震源は米国地質調査所 (USGS、2021年5月12日現在)、 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 (2021 年 2 月 ~ 4 月, $M \geq 6.0$, 深さ ≤ 700 km)

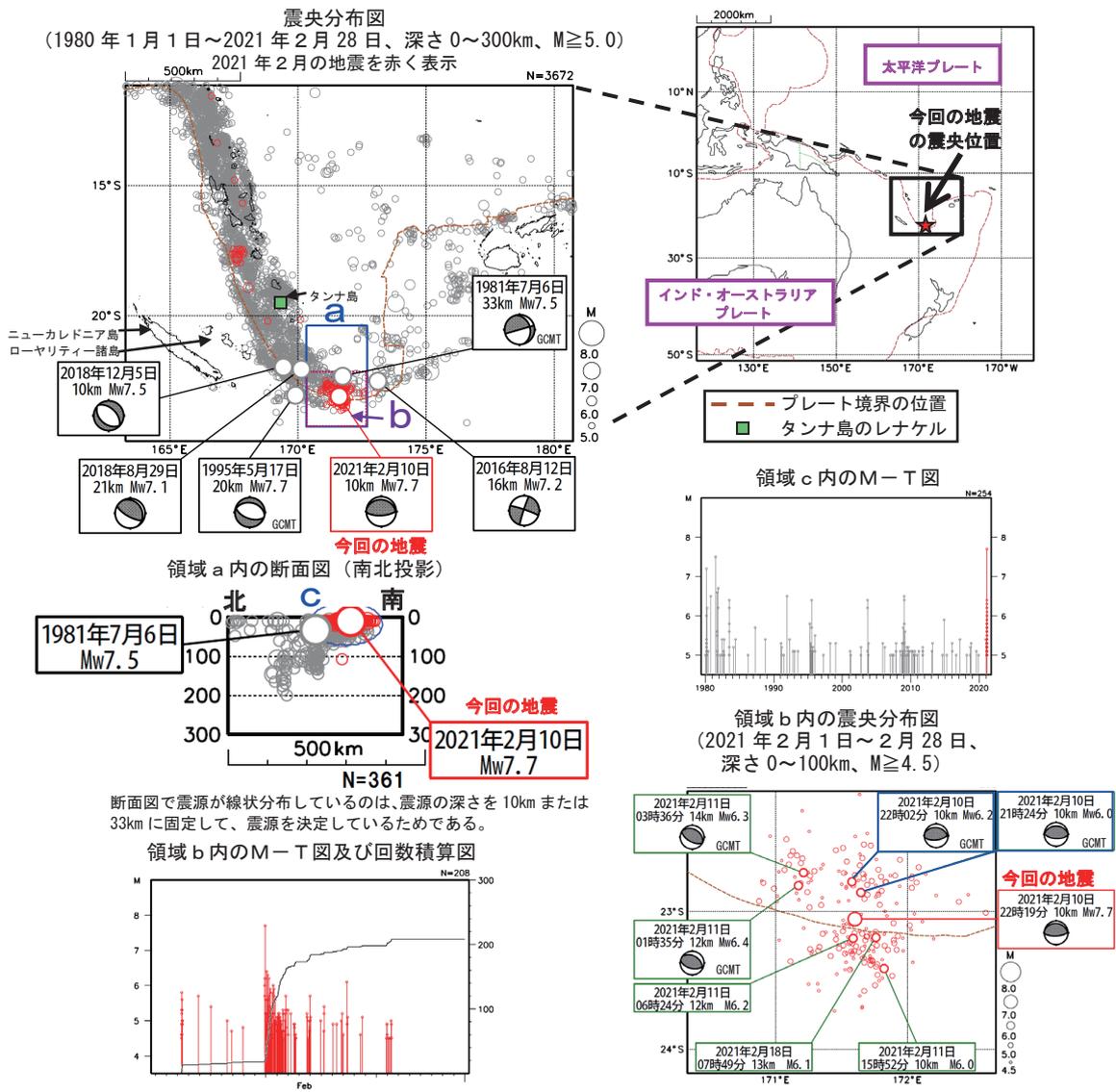
Fig. 1(b) Continued (February - April 2021, $M \geq 6.0$, depth ≤ 700 km).

2月10日 ローヤリティー諸島南東方の地震

2021年2月10日22時19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10kmでMw7.7の地震(Mwは気象庁による)が発生した。この地震は、発震機構(気象庁による)が南北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で発生した。

気象庁は、この地震に対して、同日22時40分(日本への津波の有無を調査中)と、翌11日00時50分(日本の沿岸では若干の海面変動あり)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78cmなどの津波を観測した。今回の地震の発生後、M6.0以上の地震が5回発生するなど、プレート境界付近で地震活動が活発になった。また、今回の地震の発生前の10日21時24分にMw6.0、22時02分にMw6.2の地震が発生している。

1980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、M6.0以上の地震が時々発生している。また、ローヤリティー諸島南東方は活発な地震活動がみられる領域で、2018年12月5日の地震(Mw7.5)後には今回の地震と同様にプレート境界付近でまとまった活動がみられている。



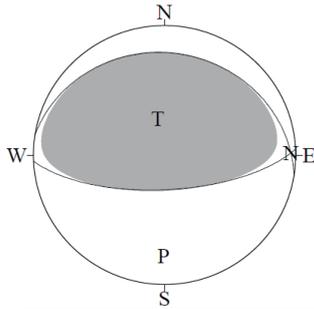
第2図(a) 2021年2月10日ローヤリティー諸島南東方の地震(Mw7.7)
Fig. 2(a) The earthquake in Southeast of the Loyalty Islands (Mw7.7) on February 10, 2021.

2 月 10 日 ローヤリティー諸島南東方の地震の発震機構解析

2021 年 2 月 10 日 22 時 19 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

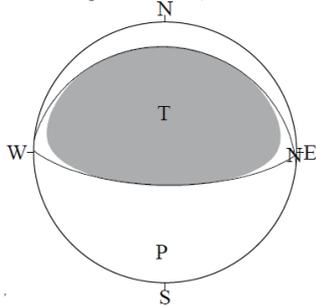
セントロイドは、南緯 22.7°、東経 171.6°、深さ 22km となった。



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)
7.7	4.19 × 10 ²⁰ Nm	87.3° / 68.2° / 85.6°	279.1° / 22.2° / 100.9°

2. W-phase の解析

セントロイドは、南緯 23.1°、東経 171.6°、深さ 18km となった。



W-phase の解析では、震央距離 10° ~ 90° までの 45 観測点の上下成分、35 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。

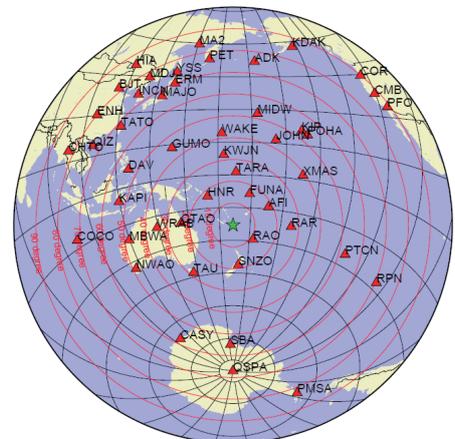
Mw	M ₀	断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角)
7.7	4.49 × 10 ²⁰ Nm	90.8° / 69.8° / 88.3°	275.6° / 20.3° / 94.5°

(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。

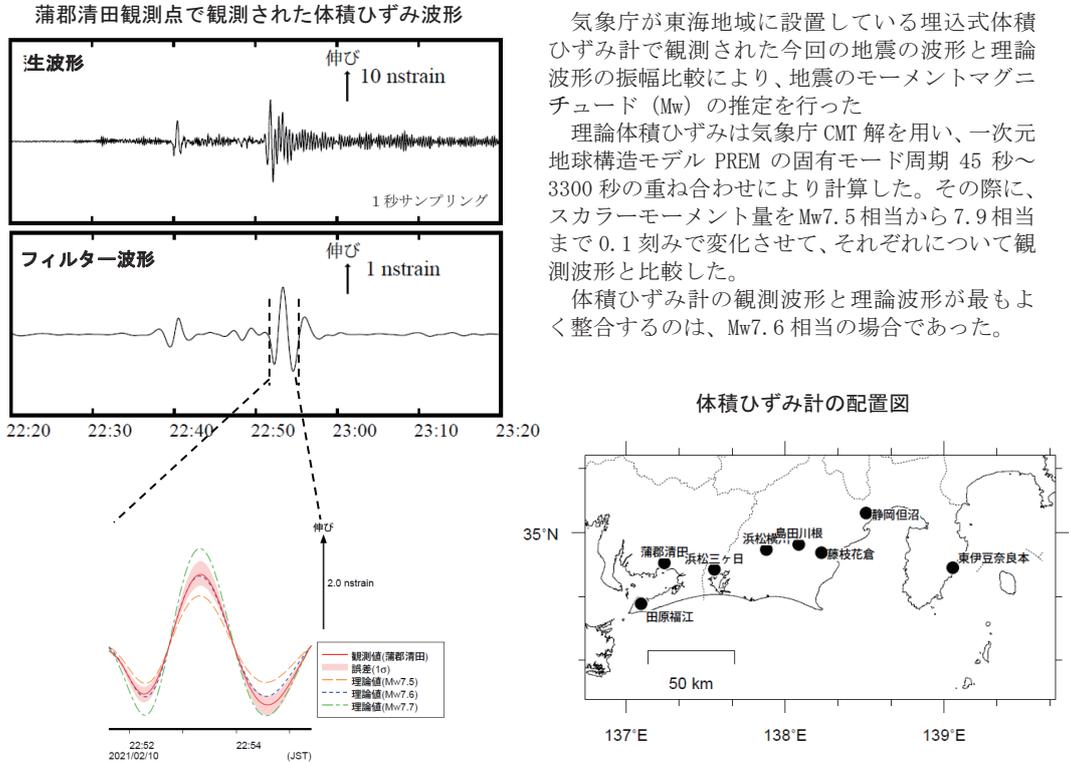


解析に使用した観測点配置

第 2 図(b) 発震機構解析

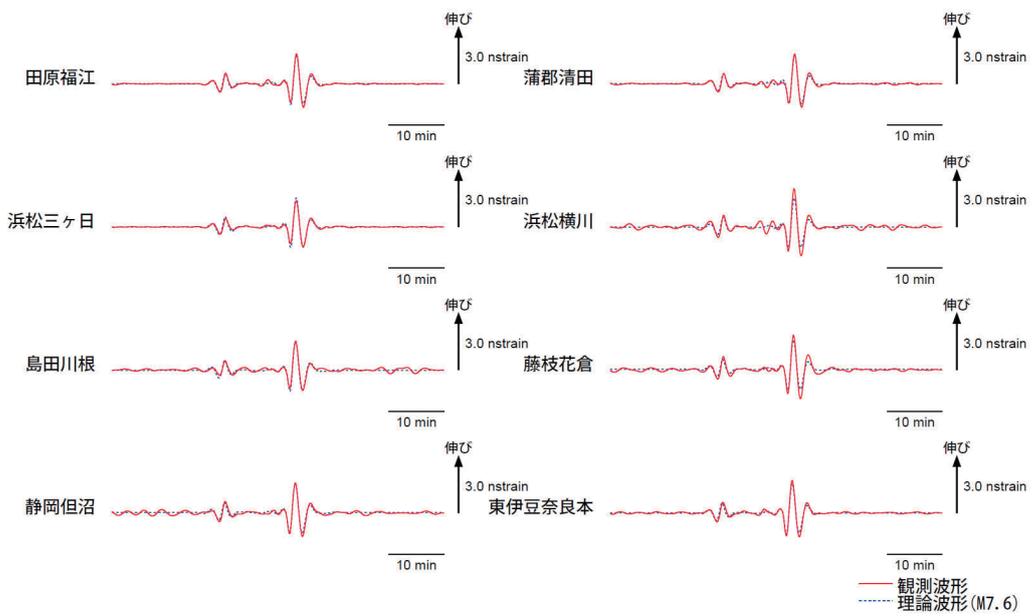
Fig. 2(b) Moment tensor solution.

2021 年 2 月 10 日 22 時 19 分のローヤリティー諸島南東方の地震
 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —



蒲郡清田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。

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(c) 体積ひずみ計の記録から推定される Mw

Fig. 2(c) The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.

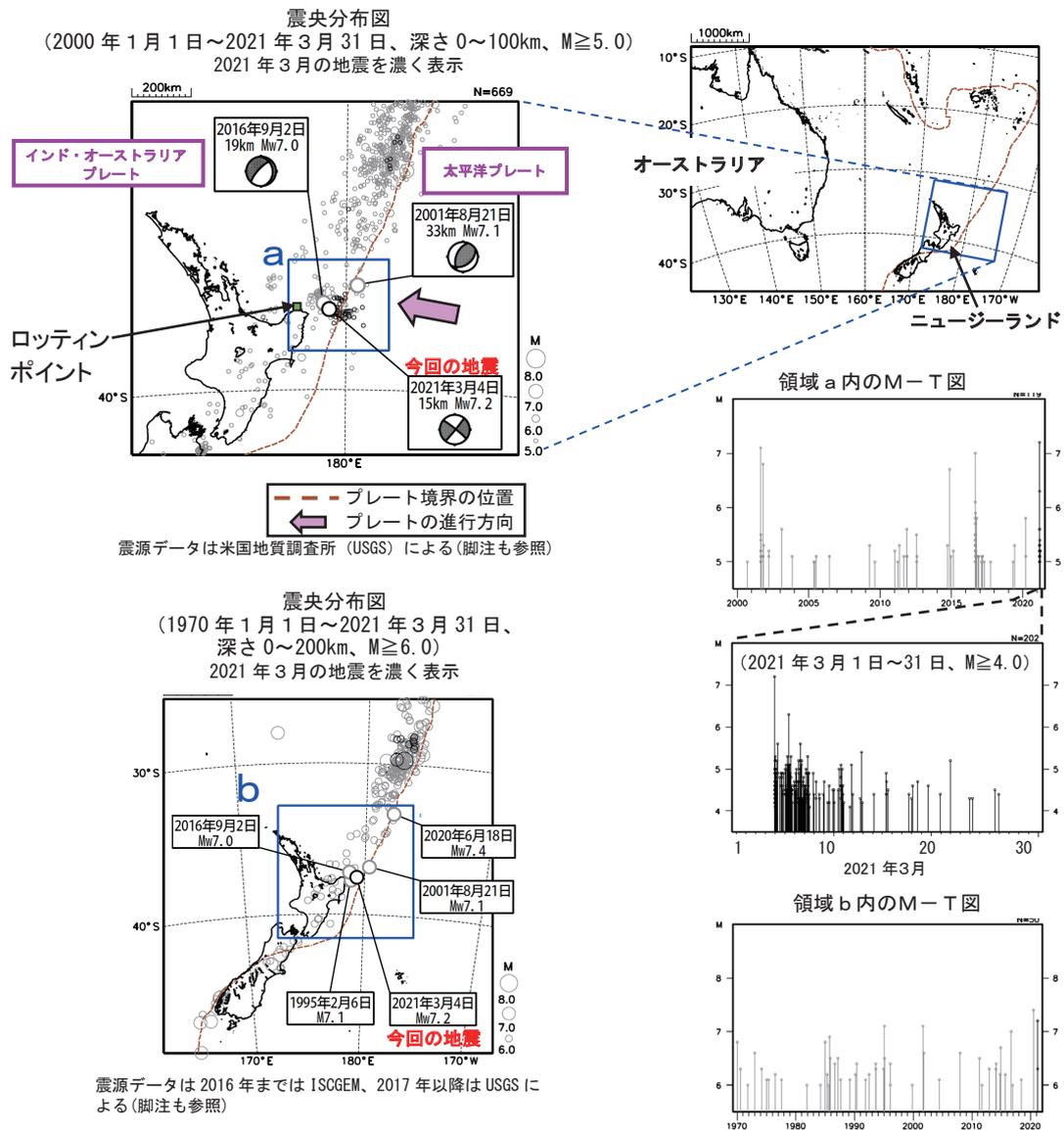
3月4日 ニュージーランド、北島東方沖の地震

2021年3月4日22時27分(日本時間、以下同じ)にニュージーランドの北島東方沖の深さ15kmでMw7.2の地震が発生した。この地震は、発震機構が南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、太平洋プレート内部で発生した。

気象庁は、この地震に対して、同日22時51分(日本への津波の影響なし)と、23時29分(現地を津波を観測)に遠地地震に関する情報を発表した。この地震によりロッティンポイント(ニュージーランド)で0.28mなどの津波を観測した。

2000年以降の活動をみると、今回の地震の震源周辺(領域a)では、M7.0以上の地震が3回発生している。2016年9月2日に発生したMw7.0の地震では、ロッティンポイント(ニュージーランド)で0.21mの津波が観測された。

1970年以降の活動をみると、今回の地震の震源周辺(領域b)では、M7.0以上の地震が時々発生している。



※本資料中、今回の地震及び2016年9月2日、2020年6月18日の地震の発震機構とMwは気象庁による。2001年8月21日の地震の発震機構とMwはGlobal CMTによる。震源データは2021年4月1日現在のものである。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)より引用。津波の高さは、米国海洋大気庁(NOAA)による(2021年4月1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.

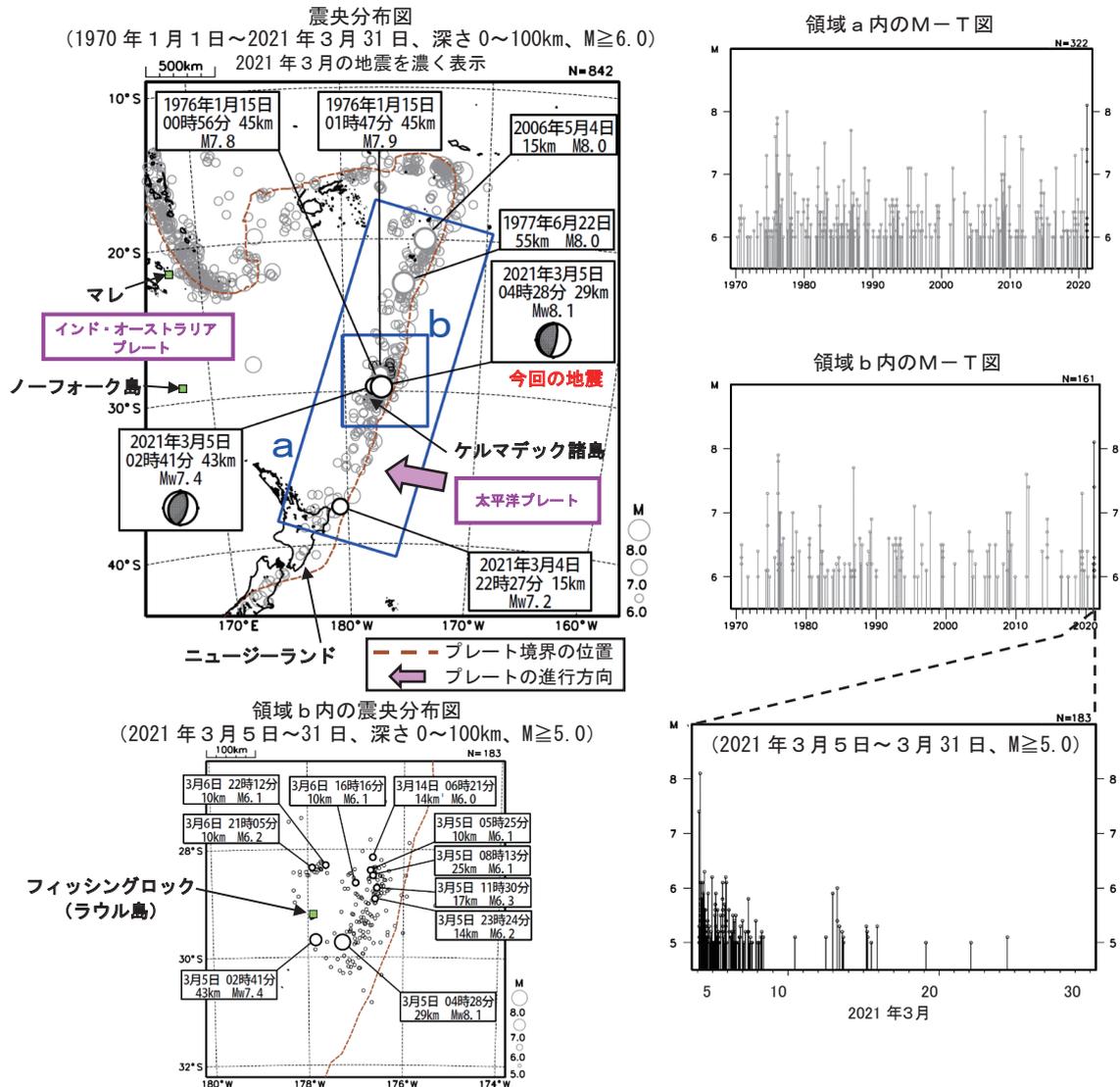
第3図 2021年3月4日ニュージーランド、北島東方沖の地震(Mw7.2)
Fig. 3 The earthquake east off North Island, New Zealand (Mw7.2) on March 4, 2021.

3月5日 ケルマデック諸島の地震

2021年3月5日04時28分(日本時間、以下同じ)にケルマデック諸島の深さ29kmでMw8.1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、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートとの境界で発生した。気象庁は、この地震に対して、同日04時59分(日本への津波の有無を調査中)と、10時08分(日本の沿岸では若干の海面変動あり)に遠地地震に関する情報を発表した。この地震によりマレ(ニューカレドニア)で1m^{***}、ノーフォーク島(オーストラリア)で0.56mなどの津波を観測した。日本国内でも、岩手県の久慈港や東京都の父島二見で最大19cmの津波を観測したほか、北海道から千葉県にかけての太平洋側沿岸で津波を観測した。

また、今回の地震が発生する約1時間50分前の02時41分に、今回の地震の震央近傍の深さ43kmでMw7.4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、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートとの境界で発生した。気象庁は、この地震に対して、同日03時24分(日本への津波の影響なし)と、04時10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。この地震によりフィッシングロック(ニュージーランド)で0.31mなどの津波を観測した。

1970年以降の活動をみると、今回の地震の震源周辺(領域b)では、M7.0以上の地震が時々発生している。



※本資料中、今回の地震及び3月4日22時27分、3月5日02時41分の地震の発震機構とMwは気象庁による。
震源データは2016年まではISCGEM、2017年以降は米国地質調査所(USGS)による(2021年4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。津波の高さは、米国海洋大気庁(NOAA)による(2021年4月1日現在)。
※マレの津波の高さは目視による。
*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

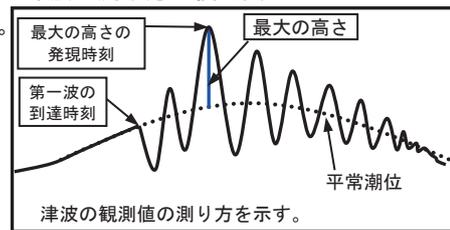
第4図(a) 2021年3月5日ケルマデック諸島の地震(Mw8.1)
Fig. 4(a) The earthquake in the Kermadec Islands (Mw8.1) on March 5, 2021.

2021 年 3 月 5 日 04 時 28 分に発生した Mw8.1 の地震による日本国内の津波観測値

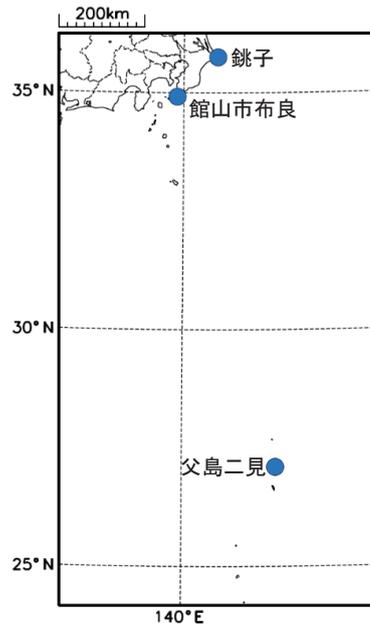
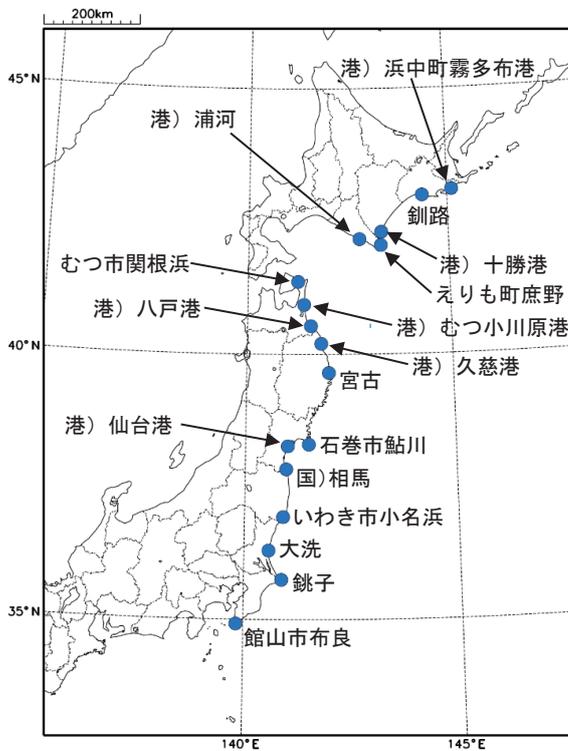
都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
北海道	釧路	気象庁	5日 - : -	5日 23:13	9cm
	浜中町霧多布港	国土交通省港湾局	5日 - : -	5日 20:15	7cm
	十勝港	国土交通省港湾局	5日 - : -	5日 22:01	12cm
	えりも町庶野*1	気象庁	5日 - : -	5日 22:12	0.1m
	浦河	国土交通省港湾局	5日 - : -	5日 18:09	12cm
青森県	むつ市関根浜	気象庁	5日 - : -	6日 02:54	7cm
	むつ小川原港	国土交通省港湾局	5日 - : -	5日 20:08	8cm
	八戸港	国土交通省港湾局	5日 - : -	6日 00:45	11cm
岩手県	久慈港	国土交通省港湾局	5日 - : -	6日 02:15	19cm
	宮古	気象庁	5日 - : -	6日 00:47	7cm
宮城県	石巻市鮎川	気象庁	5日 - : -	5日 21:59	10cm
	仙台港	国土交通省港湾局	5日 - : -	5日 19:49	17cm
福島県	相馬	国土地理院	5日 - : -	5日 21:43	14cm
	いわき市小名浜	気象庁	5日 - : -	6日 03:37	8cm
茨城県	大洗	気象庁	5日 - : -	6日 11:52	11cm
千葉県	銚子*1	気象庁	5日 - : -	6日 02:36	0.1m
	館山市布良	気象庁	5日 - : -	5日 21:43	7cm
東京都	父島二見	気象庁	5日 - : -	5日 16:19	19cm

- は値が決定できないことを示す。
 ※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読み取った値。
 *1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す。

津波の測り方の模式図



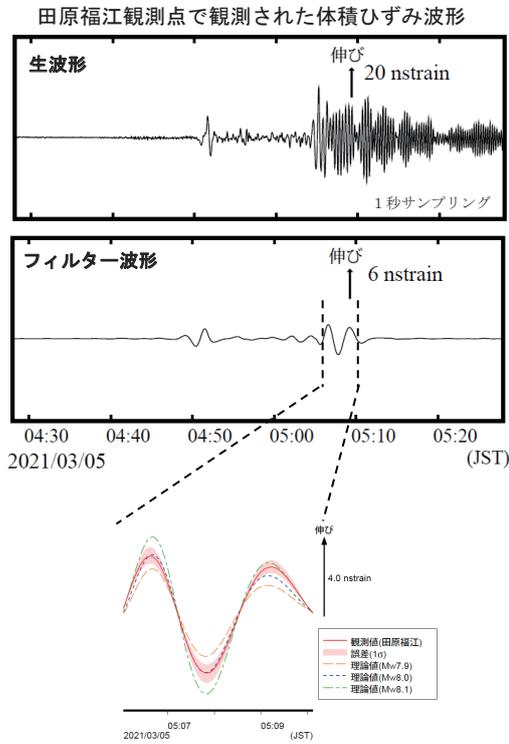
津波を観測した地点



※ 港) は国土交通省港湾局、国) は国土地理院、海) は海上保安庁の所属であることを示す。

第 4 図(b) つづき
 Fig. 4(b) Continued.

2021 年 3 月 5 日 04 時 28 分のケルマデック諸島の地震
 — 体積ひずみ計の記録から推定される Mw —

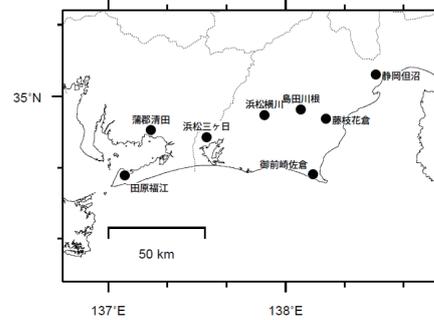


気象庁が東海地域に設置している埋込式体積ひずみ計で観測された今回の地震の波形と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った

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 Mw7.9 相当から 8.3 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、Mw8.0 相当の場合であった。

体積ひずみ計の配置図



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

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 4 図(c) 体積ひずみ計の記録から推定される Mw

Fig. 4(c) The moment magnitude estimated from strain seismograms recorded by the borehole volume strainmeters.