11 － 1　世界の地震活動（2016 年 11 月～ 2017 年 4 月）
Seismic Activity in the World (November 2016 - April 2017)

気象庁
Japan Meteorological Agency

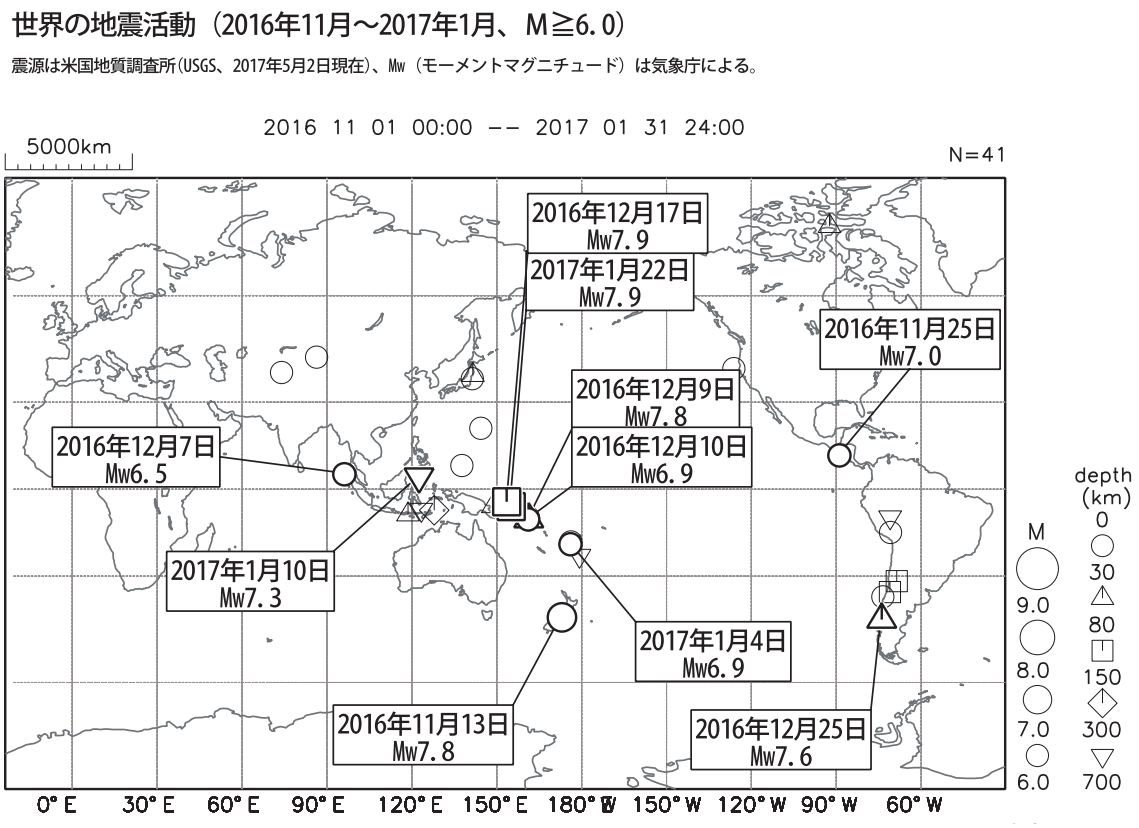
今期間，世界で M6.0 以上の地震は 58 回発生し，M7.0 以上の地震は 6 回発生した（日本及びその周辺は気象庁，そのほかの地域は米国地質調査所 [USGS] による）．このうち最大のものは，2016 年 12 月 17 日（日本時間）にパプアニューギニア，ニューアイルランドで発生した Mw7.9 の地震及び 2017 年 1 月 22 日（日本時間）にソロモン諸島で発生した Mw7.9 であった．

2016 年 11 月～ 2017 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．

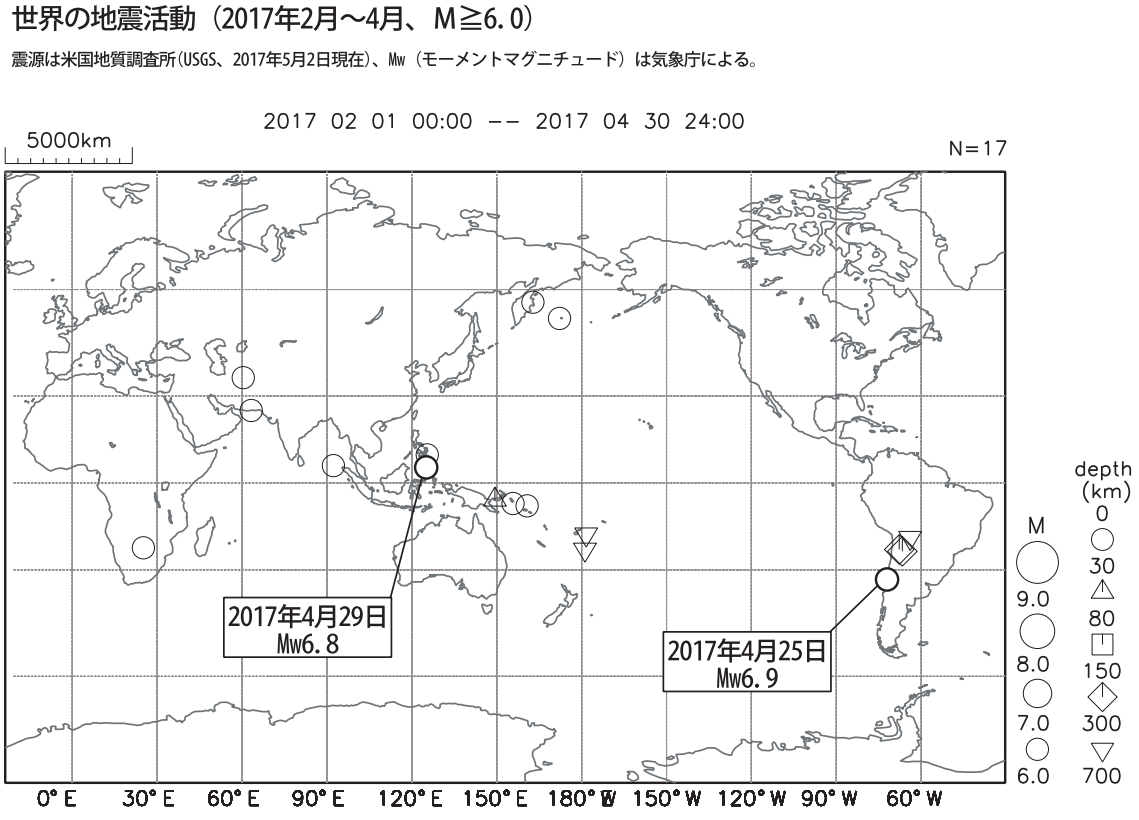
主な地震活動は以下のとおりである．特段の断りがない限り，Mw 及び発震機構（CMT 解）は気象庁，そのほかの震源要素は USGS による．また，時刻は日本時間である．

（1）ニュージーランド，南島の地震（Mw7.8，第 2 図 (a) ～ (e)）

2016 年 11 月 13 日 20 時 02 分（日本時間）にニュージーランド，南島の深さ 22 km で Mw7.8 の地震が発生した．発震機構は，西北西－東南東方向に圧力軸を持つ型であった．この地震により死者 2 人，負傷者 58 人などの被害が生じた．この地震の発生後，本震から北東約 150 km にかけて M4.0 を超える余震が 100 回以上発生するなど活発な地震活動がみられている．



第 1 図 (a)　世界の地震活動（2016 年 11 月～ 2017 年 1 月，M ≧ 6.0，深さ≦ 700 km）
Fig.1(a)　Seismic activity in the World (November 2016 – January 2017, M ≧ 6.0, depth ≦ 700 km).



第 1 図 (b)　つづき（2017 年 2 月～ 4 月，M ≧ 6.0，深さ≦ 700 km）
Fig.1(b)　Continued (February – April 2017, M ≧ 6.0, depth ≦ 700 km).

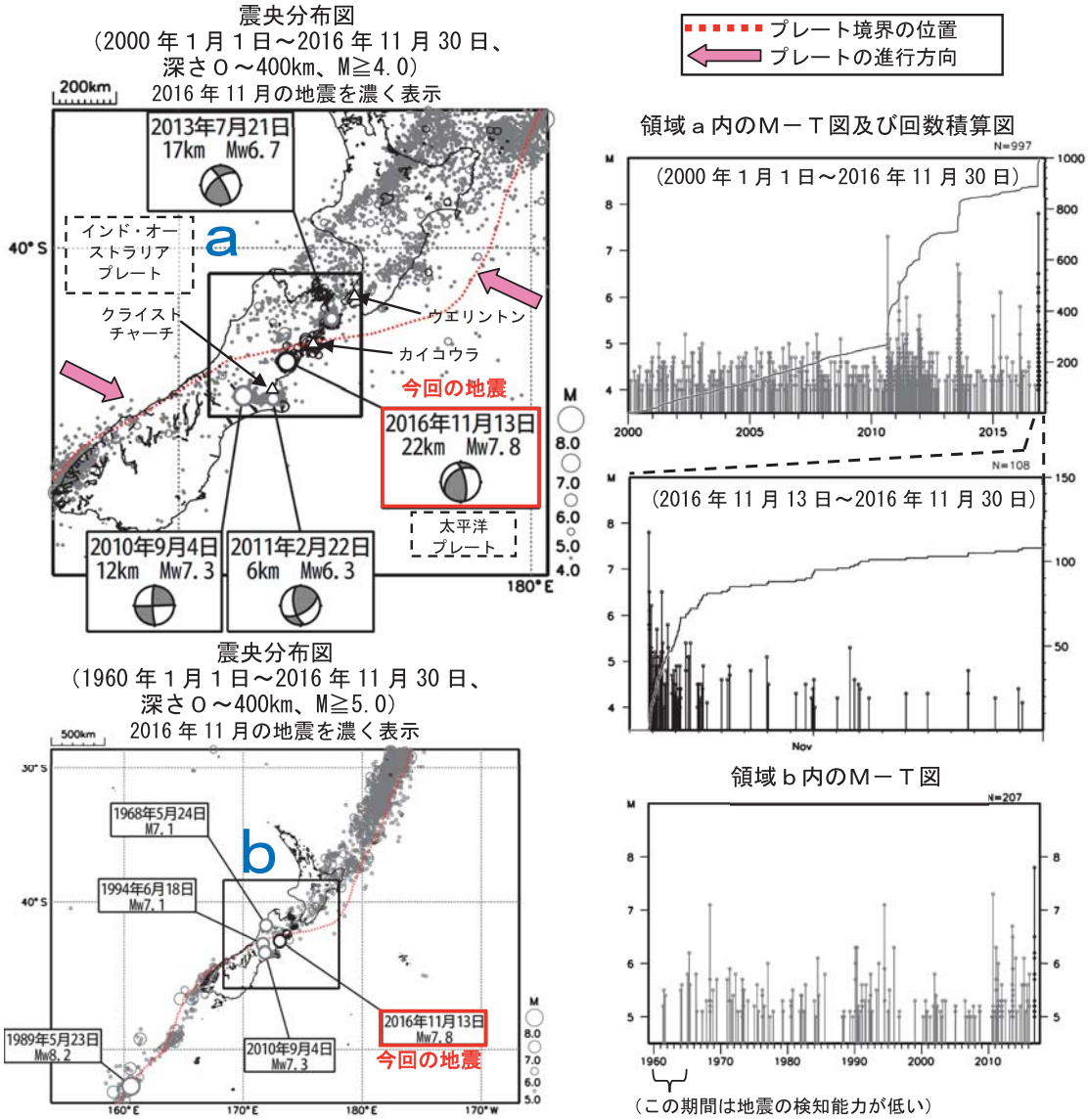
11 月 13 日　ニュージーランド、南島の地震

2016 年 11 月 13 日 20 時 02 分（日本時間、以下同じ）にニュージーランド、南島の深さ 22km で Mw7.8 の地震が発生した。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型であった。この地震により死者２人、負傷者 58 人などの被害が生じた。この地震の発生後、本震から北東約 150km にかけてＭ４を超える余震が 100 回以上発生するなど活発な地震活動がみられている。

気象庁は、同日 20 時 23 分に遠地地震に関する情報（日本国内向け、「この地震による日本への津波の影響はありません。」）を発表した。また、今回の地震の震央付近のカイコウラでは、1.5ｍの津波を観測するなどニュージーランドの複数の観測点で津波が観測された。

2000 年１月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域ａ）では、2010 年９月４日の地震（Mw7.3）の発生以降、まとまった地震活動がみられるなど地震活動が活発になっていて、今回の地震から南南西方向に位置するクライストチャーチ付近では、2011 年２月 22 日に Mw6.3 の地震が発生し、死者 185 人などの被害が生じた。

1960 年１月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域ｂ）では、Ｍ７を超える地震が数回発生していて、このうち今回の地震（Mw7.8）が最大規模の地震である。



※本資料中、今回の地震の発震機構と Mw は気象庁による。震源要素とその他の地震の Mw は米国地質調査所（USGS）による。その他の地震の発震機構は、GlobalCMT による。津波の観測値は、太平洋津波警報センター（PTWC）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）による。2011 年２月 22 日の地震の被害は、ニュージーランド警察による（2012 年２月９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 2 図 (a)　2016 年 11 月 13 日 ニュージーランド，南島の地震（Mw7.8）

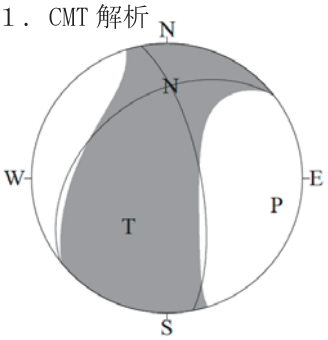
Fig.2(a)　The earthquake in the South Island, New Zealand (Mw7.8) on November 13, 2016.

11 月 13 日　ニュージーランド、南島の地震の発震機構解析

2016 年 11 月 13 日 20 時 02 分（日本時間）にニュージーランド、南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

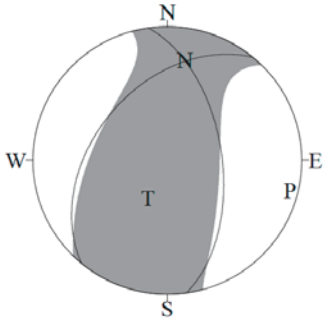
セントロイドは、南緯 41.3°、東経 173.7°、深さ 26km となった。



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）
7.8	6.06×10^{20}Nm	232.0°／39.1°／146.7°	349.0°／69.8°／55.8°

2．W-phase の解析

セントロイドは、南緯 42.3°、東経 173.6°、深さ 24km となった。



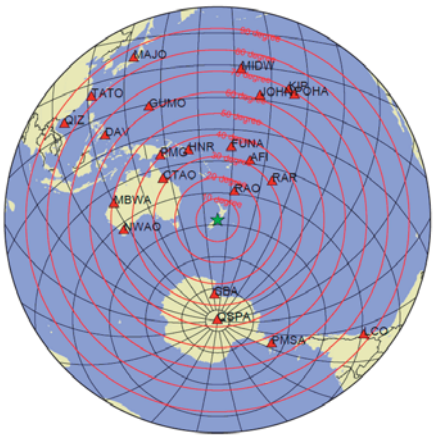
W-phase の解析では、震央距離 10°～90°までの 17 観測点の上下成分、19 観測点の水平成分を用い、200～600 秒のフィルターを使用した。

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）
7.8	6.48×10^{20}Nm	219.5°／44.3°／128.0°	352.0°／56.6°／59.0°

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

2016 年 11 月 13 日 ニュージーランド、南島の地震
― 遠地実体波による震源過程解析（暫定）―

2016 年 11 月 13 日 20 時 02 分（日本時間）にニュージーランド、南島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。

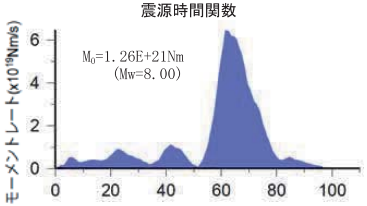
破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（42° 45.4′ S、173° 4.6′ W、深さ 23km）とした。断層面は、気象庁の W-phase による解の２枚の節面のうち、北東－南西走向の節面（走向 220°、傾斜 44°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は 2.6km/s とした。理論波形の計算には CRUST2.0（Bassin et al., 2000）および IASP91（Kennett and Engdahl, 1991）の地下構造モデルを用いた。

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）。

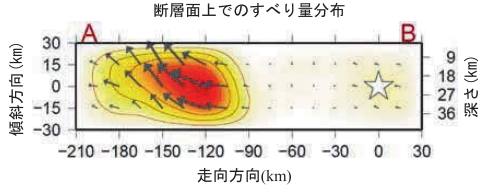
・断層の大きさは走向方向に約 240km、傾斜方向に約 60km であった。
・主なすべりは破壊開始点から約 120km 北東方向に見られ、最大すべり量は 9.7m であった（周辺の構造から剛性率を 40GPa として計算）。
・主な破壊継続時間は約 100 秒であった。
・モーメントマグニチュード（Mw）は 8.0 であった。

結果の見方は、http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。

震源時間関数



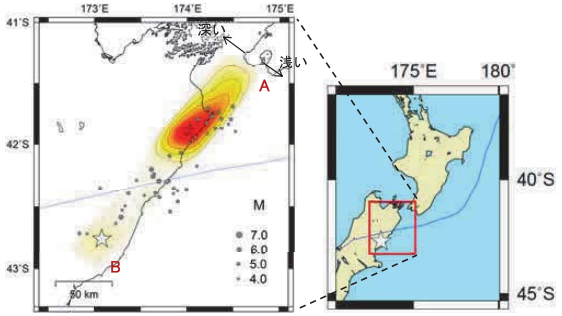
断層面上でのすべり量分布



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。

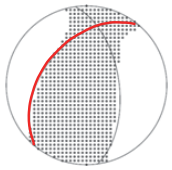
すべり量

地図上に投影したすべり量分布



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。

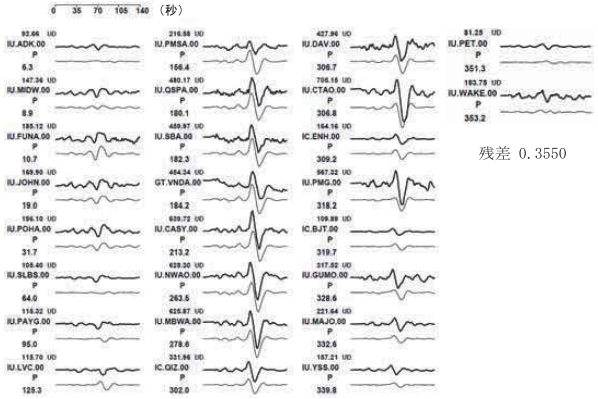
解析に用いたメカニズム解
（気象庁 W-phase による解）



断層面の設定に用いた節面（走向 220°、傾斜 44°、すべり角 128°）を赤線で示す。

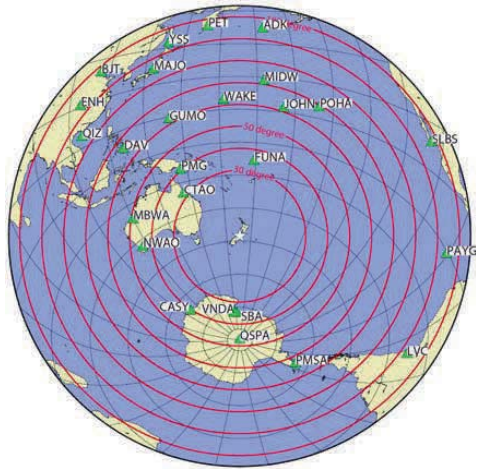
（注１）解析に使用したプログラム
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/

観測波形（上：0.002Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



残差 0.3550

観測点分布



震央距離 30° ～100° ※1 の 26 観測点※2（P 波：26、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。

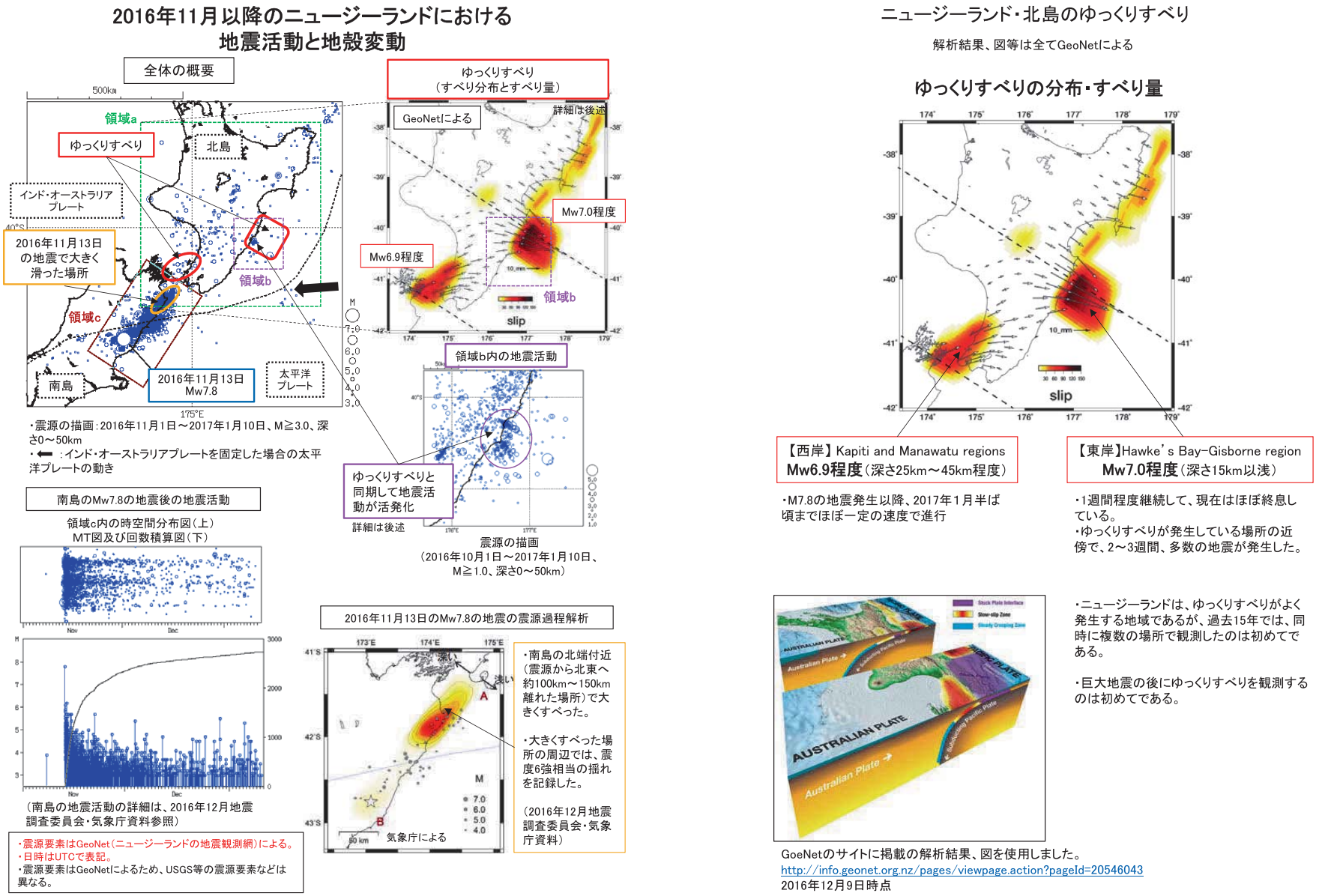
参考文献

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.

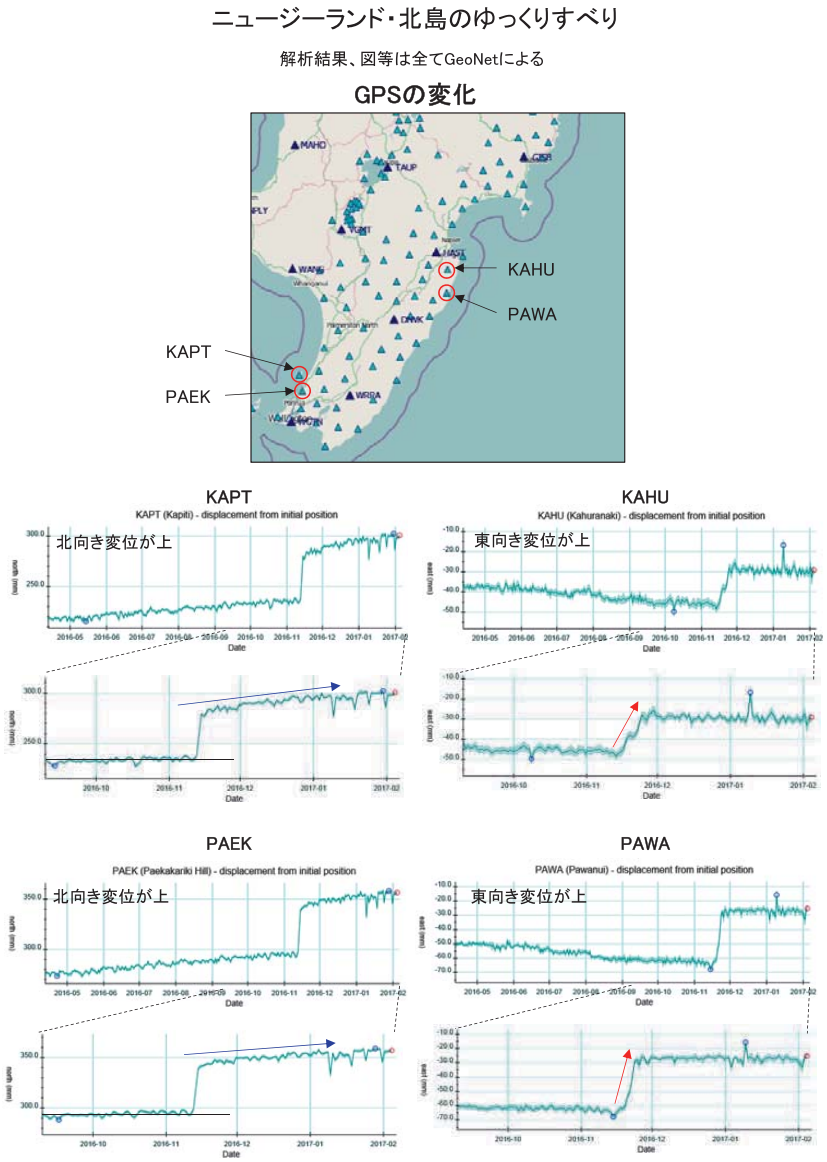
第 2 図 (c)　遠地実体波による震源過程解析

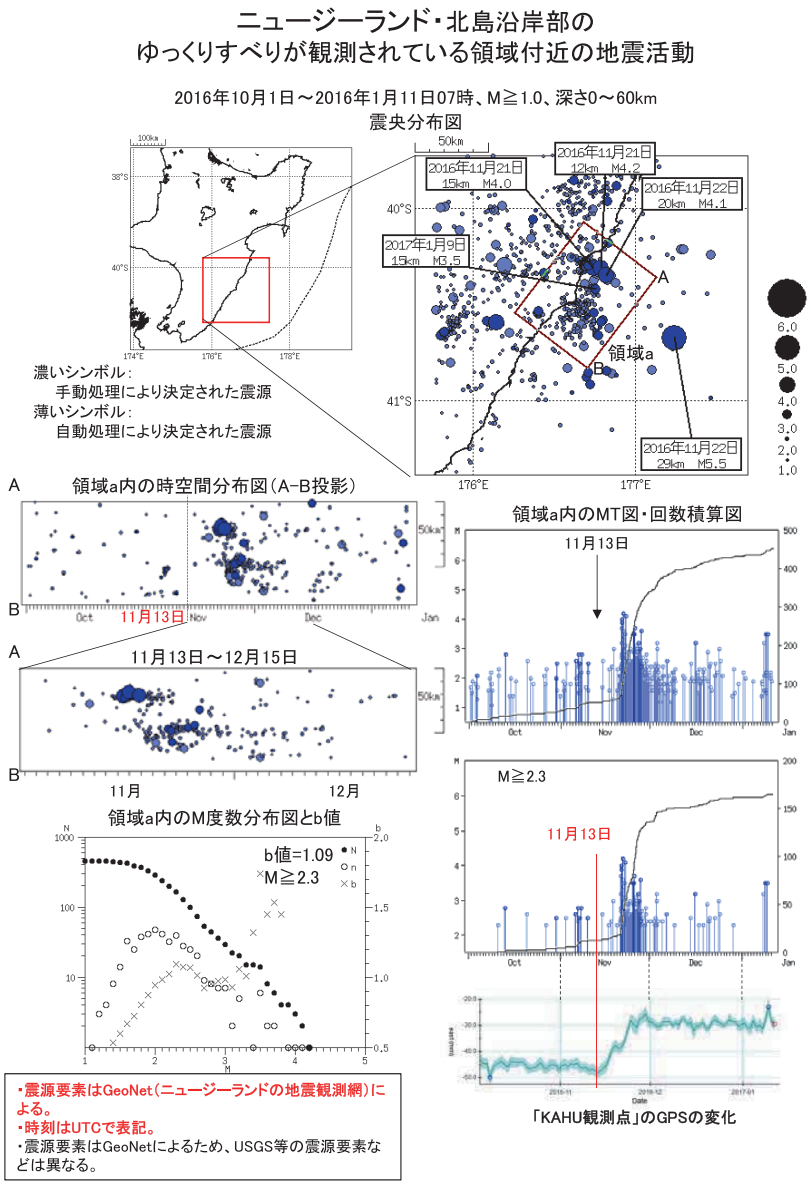
Fig.2(c)　Source rupture process: analysis using teleseismic body-wave.



第２図 (d)　ニュージーランドの地震と地殻変動

Fig.2(d)　Seismic activity and crustal deformation after the main shock.





第 2 図 (e)　つづき
Fig.2(e)　Continued.