

11 - 9 2010年9月4日ニュージーランド、南島の地震 (Mw7.0) について The Earthquake of Mw7.0 in South Island, New Zealand on September 4, 2010

気象庁 地震津波監視課
Earthquake and Tsunami Observations Division, JMA
気象庁 地震予知情報課
Earthquake Prediction Information Division, JMA

2010年9月4日01時35分(日本時間)頃、ニュージーランド南島でMw7.0(気象庁CMT解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(気象庁CMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。気象庁では、地震発生から28分後の02時03分に「遠地地震に関する情報」を発表した。本震発生後5日程度はM5程度の余震が発生していたが、活動は次第に落ち着いてきている(10月20日現在)。概要を第1図及び第2図に示す。

この地震により、重傷者2人のほか、多数の建物被害が生じた(米国地質調査所の資料より引用)。また、今回の地震では明瞭な地表断層を生じた¹⁾。今回の地震の震央の約60km北では、1994年6月18日にM7.1の地震が発生し、建物被害や地すべりを生じる(米国地質調査所の資料より引用)など、今回の地震が発生したニュージーランド南島北部ではM7.0以上で被害を伴う地震がしばしば発生している²⁾。

今回の地震の震央は、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の南側に位置している。今回の地震の震央周辺では、横ずれ断層型の地震が多く見られる。(第1図)

この地震について、米国地震学連合の広帯域地震波形記録を収集し、W-phaseを用いたメカニズム解析³⁾を行った。その結果は、メカニズム、Mwともに、気象庁CMT解やGlobal CMT⁴⁾等と調和する。(第3図)

この地震について、気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較を行うことにより、地震のモーメントマグニチュード(Mw)の推定を行った結果を第4図に示す。理論波形は気象庁CMT解を用いて、一次元地球構造モデルPREM⁵⁾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Mw6.8相当から7.2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。この結果、体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは、Mw7.0相当の場合であることが確認された。

さらに、米国地震学連合の広帯域地震波形記録を収集し、遠地実体波を利用した震源過程解析⁶⁾を行った。ここでは、気象庁CMT解の2つの断層面のうち、東西方向の断層面が破壊したと仮定して、その結果、主なすべりは、西側の浅い部分にあり、主な破壊継続時間は約20秒と求められた。断層長は約50km、幅は約15kmであり、剛性率を30GPaと仮定したときの最大のすべり量は約2mであった。また、モーメントマグニチュードは7.0であった。(第5図)

参 考 文 献

- 1) AFERC News No.17 : http://unit.aist.go.jp/actfault-eq/katsudo/aferc_news/no.17.pdf
- 2) 宇津徳治, 世界の被害地震の表 : <http://iisee.kenken.go.jp/utsu/index.html>
- 3) Kanamori,H and L.Rivera (2008);Geophys.J.Int.,175,222-238
- 4) <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
- 5) Dziewonski, A.M. & Anderson, D.L, Preliminary reference Earth model, Phys. Earth planet. Inter, 25, 297 (1981).
- 6) M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program, <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

9月4日 ニュージーランド、南島の地震

横ずれ断層型、Mw7.0

2010年9月4日01時35分(日本時間)、ニュージーランドの南島でMw7.0(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。今回の地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は、北西-南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であった。この地震により、重傷者2人のほか、多数の建物被害が生じている(米国地質調査所[USGS]の資料を引用)。

気象庁は、同日02時03分に「遠地地震に関する情報」を発表した。

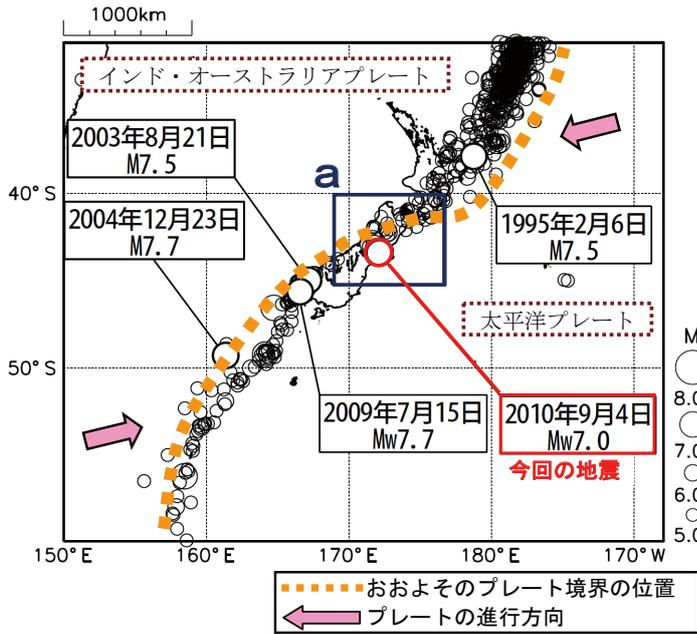
今回の地震の震源はインド・オーストラリアプレートと太平洋プレートの境界の南側に位置し、周辺は横ずれ断層型の地震が多く見られる地域である。

1900年以降の活動を見ると、今回の地震の震源周辺ではM7.0以上の被害を伴う地震が度々発生している。

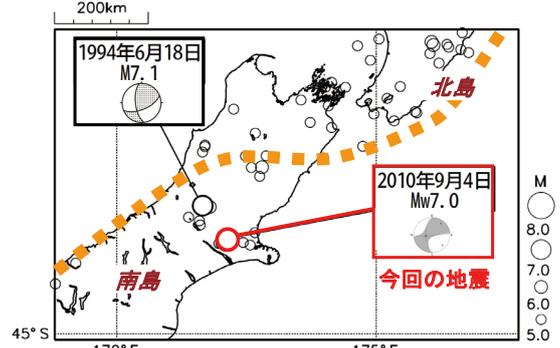
震央分布図(1990年1月1日~2010年9月30日、深さ0~100km、M≥5.0)

※ 震源要素は米国地質調査所[USGS]に、発震機構はGlobal CMTによる。

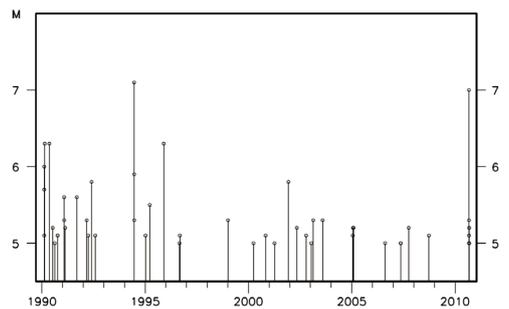
2009年7月15日及び今回の地震のMwと発震機構は気象庁による。



領域a内の震央分布図(拡大図)



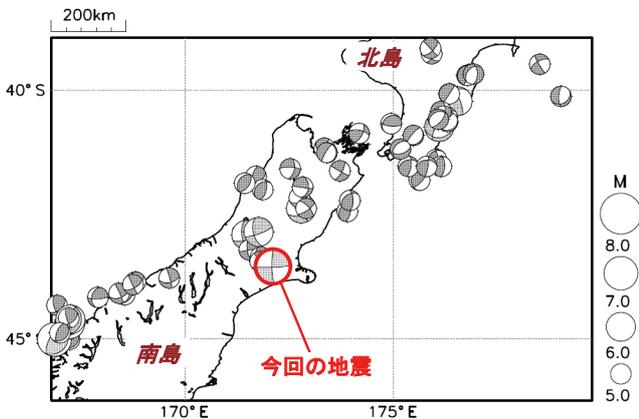
領域a内の地震活動経過図



発震機構の分布図

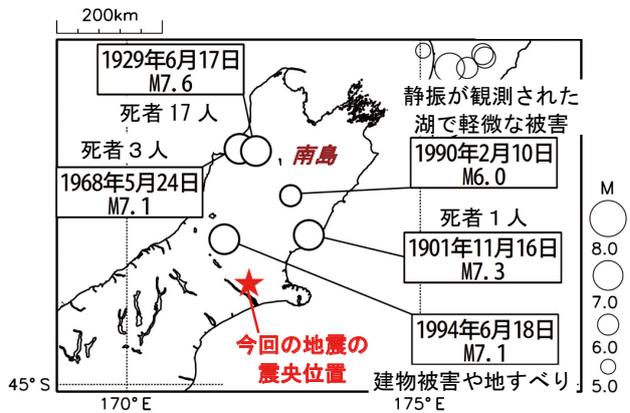
(1990年1月1日~2010年9月30日、深さ0~100km、M≥5.0)

※ 発震機構はGlobal CMTによる。



震央分布図(1900年1月1日~2008年12月31日、深さ0~100km、M≥5.0)

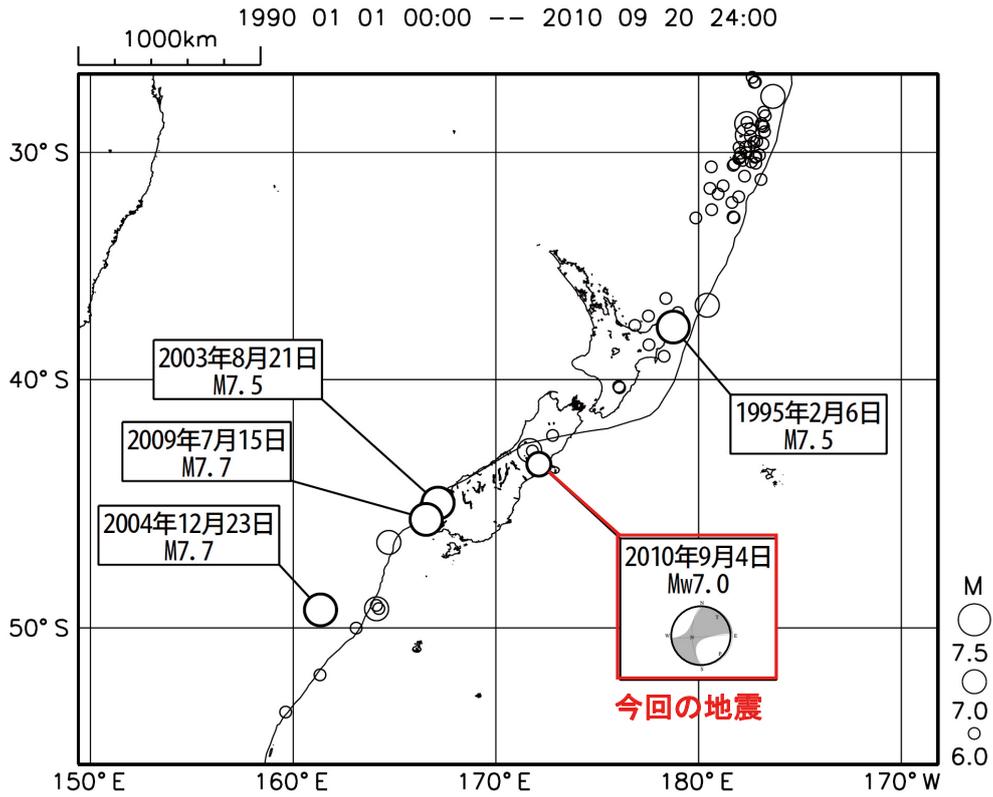
※ 震源要素及び被害は宇津の「世界の被害地震の表」による。1990年2月17日及び1994年6月18日の被害は米国地質調査所[USGS]の資料より引用。



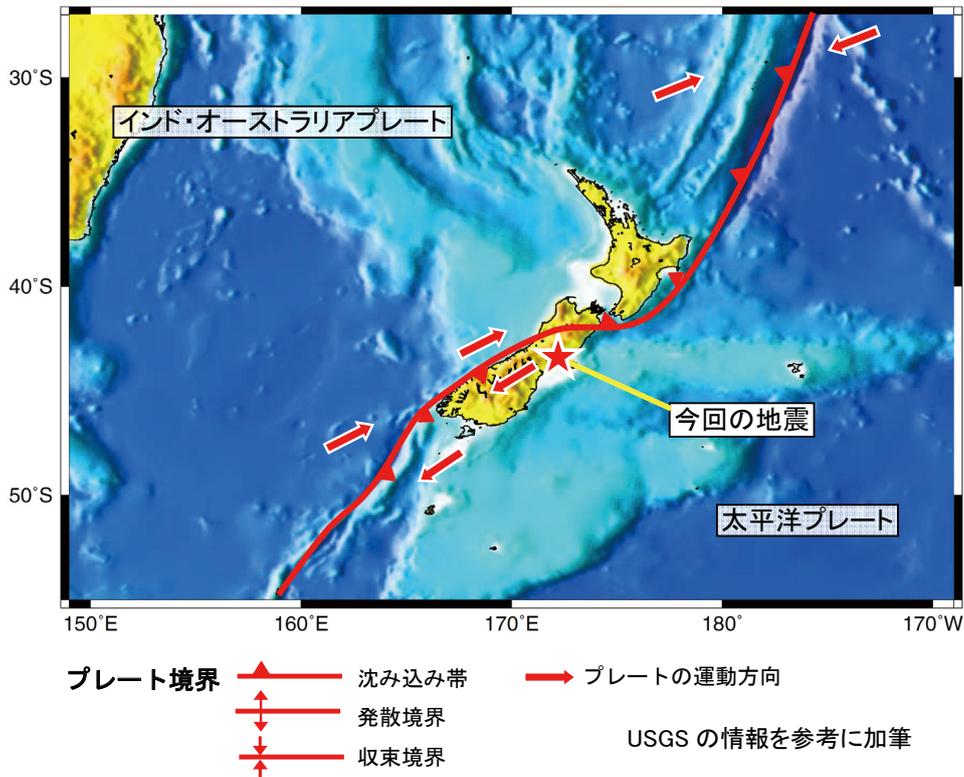
第1図 2010年9月4日 ニュージーランド、南島の地震(Mw7.0)について

Fig. 1 The Earthquake of Mw7.0 in South Island, New Zealand on September 4, 2010.

ニュージーランド、南島の地震 周辺のテクトニクス概要



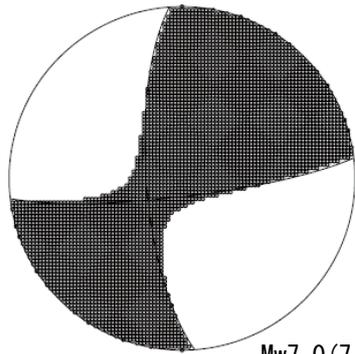
今回の地震の Mw とメカニズムは気象庁による。
 その他の地震の震源要素は米国地質調査所 [USGS] による。



第2図 今回の地震の震源周辺のテクトニクス
 Fig. 2 Tectonics around the hypocenter of this earthquake.

9月4日 ニュージーランド、南島の地震 (W-phase を用いたメカニズム解析)

W-phase による解

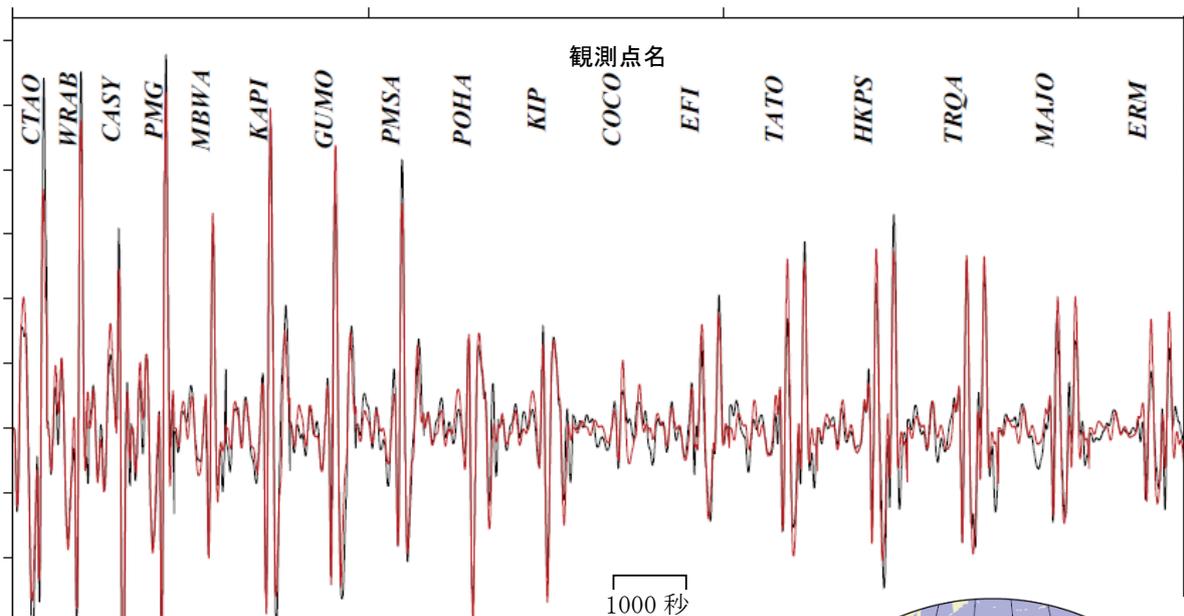


Mw7.0(7.01)

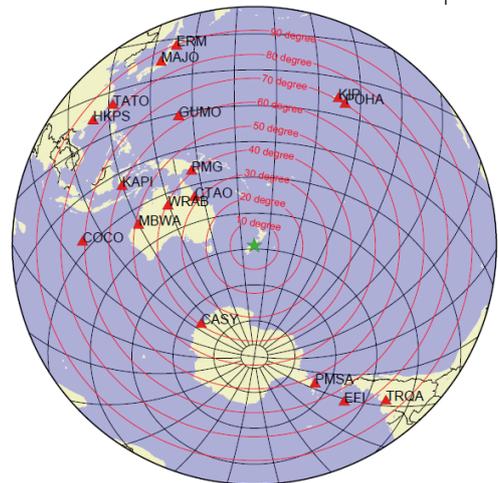
2010年9月4日1時35分(日本時間)にニュージーランド、南島で発生した地震について W-phase を用いたメカニズム解析を行った。メカニズム、Mwとも、Global CMT などの他機関の解析結果とほぼ同様であり、Mwは7.0であった。なお、震央位置はUSGSによる震央 S43.53, E172.12 とし、深さは10kmとした。

W-phase の解析では、震央距離 20° ~90° までの17観測点の上下動成分を用い、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。



※解析に用いたデータの範囲は15秒×震央距離(度)としており、各々の観測点の解析区間のみを繋げた波形を表示している。



解析に使用した観測点配置

(W-phaseに関する参考文献)

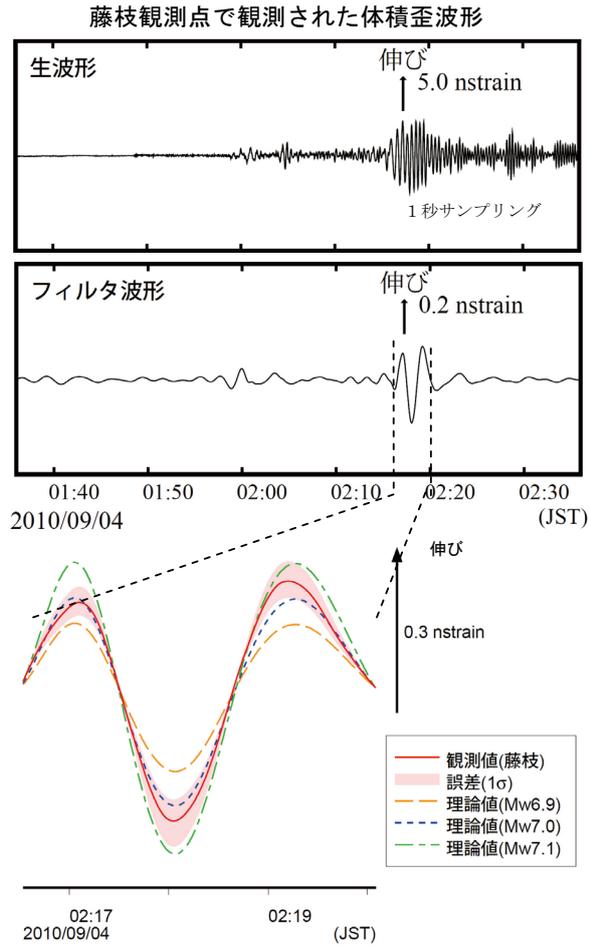
Kanamori, H and L. Rivera (2008): Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用した。また、解析に使用したプログラムは金森博士に頂いたものを使用しました。記して感謝します。

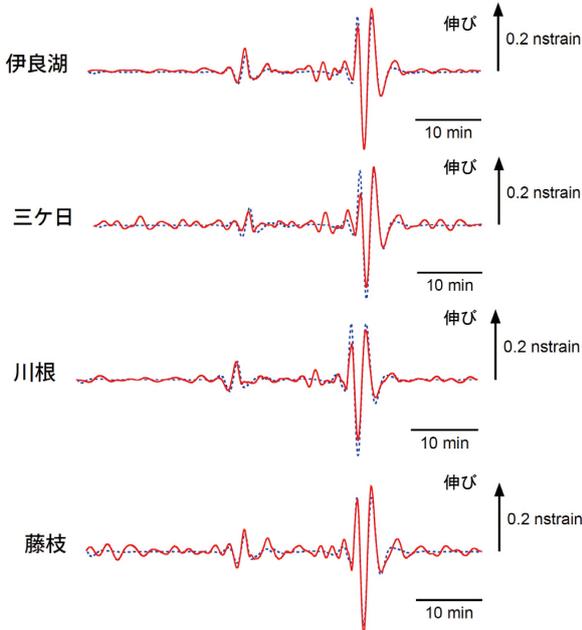
第3図 W-phase を用いたメカニズム解析

Fig. 3 W-phase moment tensor solution.

9月4日01時35分 ニュージーランド南島の地震 — 体積歪計の記録から推定される Mw —



藤枝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。

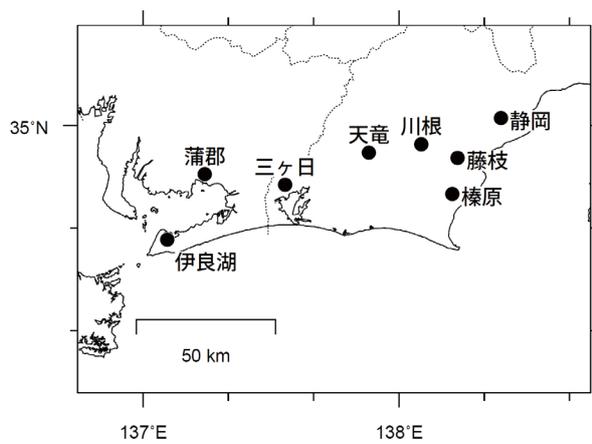


気象庁が東海地域に設置している埋込式体積歪計の今回の地震による波形記録と理論波形の振幅比較により、地震のモーメントマグニチュード (Mw) の推定を行った。

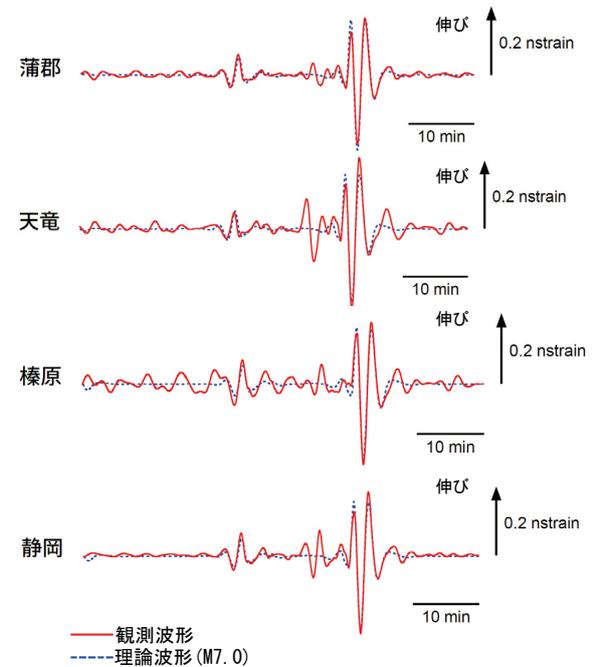
理論体積歪は気象庁 CMT 解を用い、一次元地球構造モデル PREM の固有モード周期 45 秒～3300 秒の重ね合わせにより計算した。その際に、スカラーモーメント量を Mw6.8 相当から 7.2 相当まで 0.1 刻みで変化させて、それぞれについて観測波形と比較した。

体積歪計の観測波形と理論波形の振幅が最もよく整合するのは、Mw7.0 相当の場合であった。

体積歪計の配置図



理論波形と体積歪観測点 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 埋込式体積歪計の記録から推定される Mw

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

9月4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） —

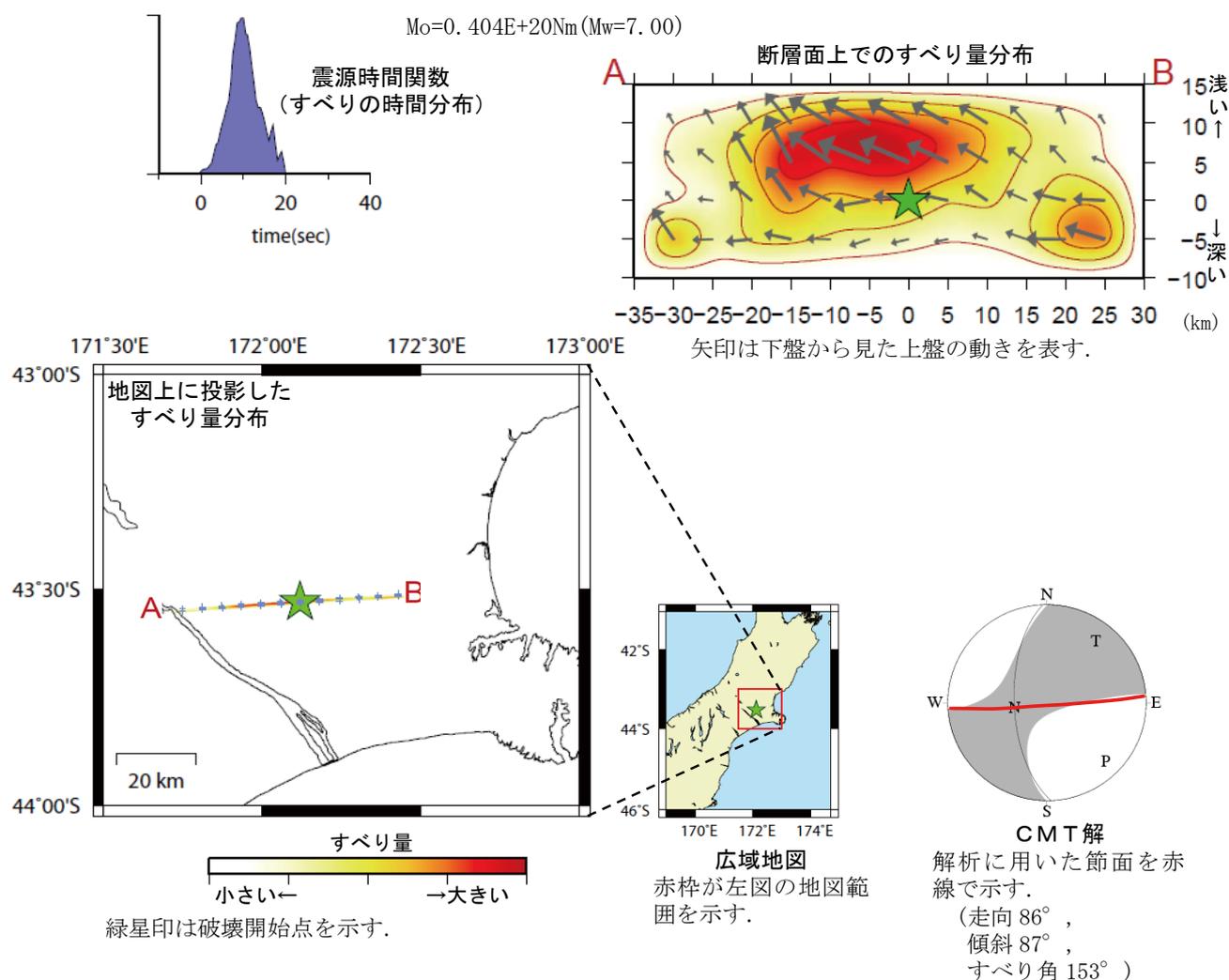
2010年9月4日1時35分（日本時間）にニュージーランド、南島で発生した地震について、米国地震学連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を利用した震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点はUSGSによる震源の位置（S43.530°，E172.120°）とし、深さを10kmとした。

断層面は、海外のデータを用いた気象庁のCMT解の東西走向の節面を用いた（この解析では2枚の断層面のうち、どちらが破壊した断層面かを特定できないので、東西走向の節面を破壊した断層面と仮定して解析した結果を以下に示す）。

主な結果は以下のとおり。

- ・ 主なすべりは初期破壊開始点より西側の浅い部分にあり、主な破壊継続時間は約20秒間であった。
- ・ 断層の大きさは長さ約50km、幅約15km、最大のすべり量は約2m（剛性率を30GPaと仮定した場合）。
- ・ モーメントマグニチュードは7.0であった。



(注1) 解析に使用したプログラム

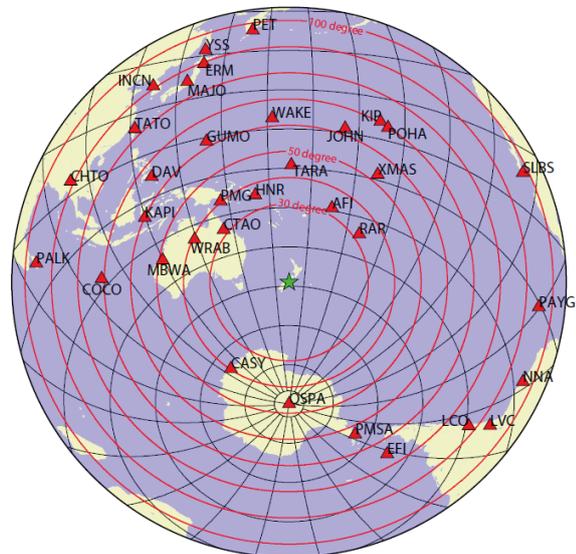
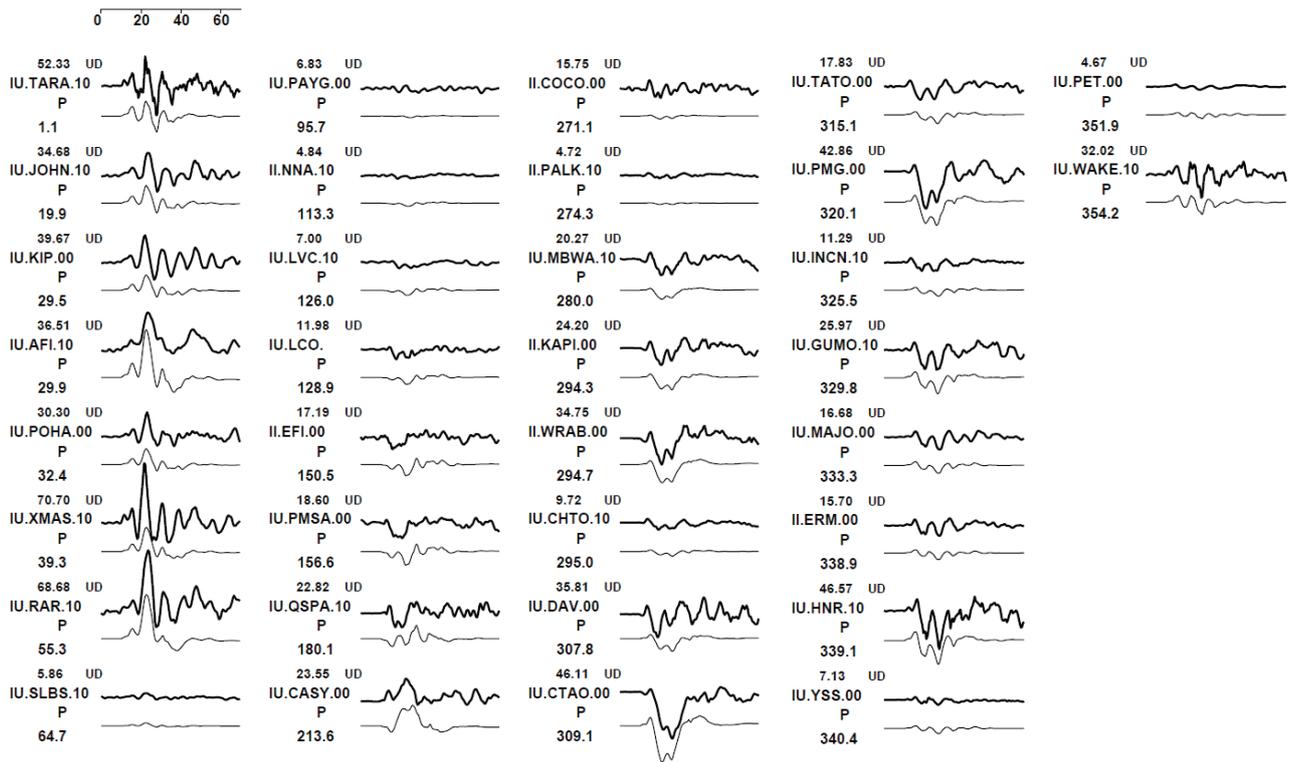
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

※ この解析結果は暫定であり、今後更新する可能性がある。

第5図 遠地実体波による震源過程解析

Fig. 5 Source rupture process analysis by far field body-wave.

観測波形（上：0.002Hz-1.0Hz）と理論波形（下）の比較



観測点配置図（震央距離 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$ ※¹ の 34 観測点 ※² 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過するため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離のデータのみ用いている。

※²: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

第 5 図 遠地実体波による震源過程解析

Fig. 5 Source rupture process analysis by far field body-wave.