

4-1 関東・中部地方とその周辺の地震活動（2015年5月～10月）

Seismic Activity in and around the Kanto and Chubu Districts (May – October 2015)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、関東・中部地方とその周辺でM4.0以上の地震は104回、M5.0以上の地震は12回発生した。このうち最大のものは、2015年5月25日に埼玉県北部で発生したM5.5の地震である。

2015年5月～10月のM4.0以上の地震の震央分布を第1図(a)及び(b)に示す。なお、図の範囲外を含めて最大のものは、2015年5月30日に小笠原諸島西方沖で発生したM8.1の地震である。

主な地震活動は以下のとおりである。

(1) 鳥島近海の地震（M5.9，第2図（a）～（d））

2015年5月3日01時50分に鳥島近海でM5.9の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生した。この地震により、東京都の八丈島八重根で0.6m、神津島神津島港で21cmの津波を観測したほか、千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で微弱な津波を観測した。今回の地震の発震機構（CMT解）は、その震央周辺で過去に発生し、M6.0程度の規模にもかかわらず同様に津波を観測した地震（1996年の地震（M6.2）、2006年の地震（M5.9））の発震機構（CMT解）と比較的よく似ている。

(2) 埼玉県北部の地震（M5.5，最大震度5弱，第4図（a），（b））

2015年5月25日14時28分に埼玉県北部の深さ56kmでM5.5の地震（最大震度5弱）が発生した。この地震は、発震機構が東北東－西南西方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した。この地震により、負傷者3人の被害を生じた（総務省消防庁による）。

(3) 小笠原諸島西方沖の地震（M8.1，最大震度5強，第6図（a）～（j））

2015年5月30日20時23分に小笠原諸島西方沖の深さ682kmでM8.1の地震（最大震度5強）が発生した。この地震は太平洋プレート内部で発生し、発震機構（CMT解）は東西方向に張力軸を持つ型であった。この地震により、東京都で地震関連負傷者8件、埼玉県で負傷者3人、神奈川県で負傷者2人等の被害を生じた（総務省消防庁による）。今回の地震の震源付近ではこれまで地震活動が見られていなかった。今回の地震のように深さが600kmを超えるM8程度の地震は、1970年にコロンビア付近の深さ645kmで発生したM8.0の地震や1994年にボリビア付近の深さ632kmで発生したM8.2の地震など、世界で発生した地震を見てもあまり知られていない。

(4) 八丈島近海の地震活動（最大M4.7，最大震度2，第11図）

2015年7月14日から八丈島近海で地震活動がやや活発になり、震度1以上を観測する地震が17日にかけて11回発生した。この活動は7月18日以降低調であった。最大規模の地震は、16日15時13分に発生したM4.7の地震（最大震度2）であった。この地震の発震機構（CMT解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型であった。

(5) 静岡県中部（御前崎付近）の地震活動（最大M4.3，最大震度3，第14図）

2015年8月29日から9月2日にかけて，静岡県中部の地殻内でややまとまった地震活動が見られ，震度1以上を観測する地震が9月1日までに8回発生した．最大規模の地震は，9月1日00時29分に発生したM4.3の地震（最大震度3）であった．この地震の発震機構は南北方向に張力軸を持つ型であった．

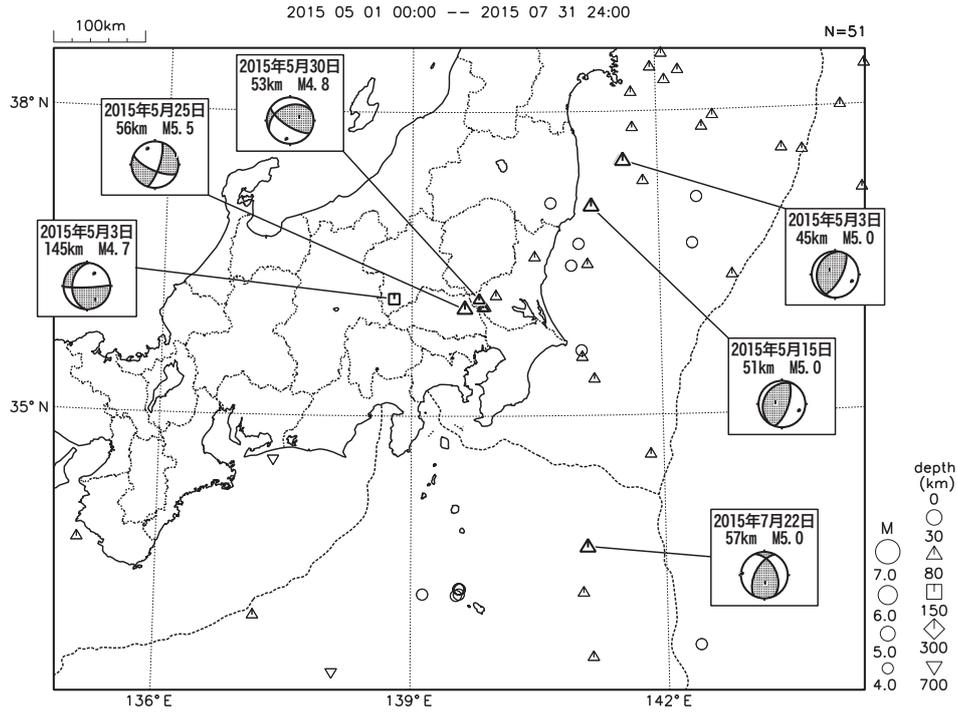
(5) 東京湾の地震（M5.2，最大震度5弱，第16図（a）～（c））

2015年9月12日05時49分に東京湾の深さ57kmでM5.2の地震（最大震度5弱）が発生した．この地震は，発震機構が北西－南東方向に張力軸を持つ型で，フィリピン海プレート内部で発生した．この地震により，負傷者7人の被害が生じた（総務省消防庁による）．余震活動は低調であった．

(6) その他の主な地震活動

発生年月日	震央地名	地震の 規模(M)	震源の 深さ(km)	最大震度	
2015年					
5月11日	鳥島近海	6.3	—	—	（第3図）
5月30日	茨城県南部	4.8	53	4	（第5図）
5月31日	鳥島近海	6.6	—	1	（第7図）
6月9日	茨城県南部	4.4	51	4	（第8図（a），（b））
6月23日	小笠原諸島西方沖	6.8	484	4	（第9図）
7月10日	茨城県南部	4.4	45	4	（第10図（a），（b））
8月6日	茨城県沖	5.2	55	4	（第12図（a），（b））
8月17日	硫黄島近海	6.1	—	—	（第13図）
9月2日	鳥島近海	6.1	—	—	（第3図）
9月8日	駿河湾	4.6	23	3	（第15図）
10月20日	小笠原諸島西方沖	5.8	314	3	（第17図）

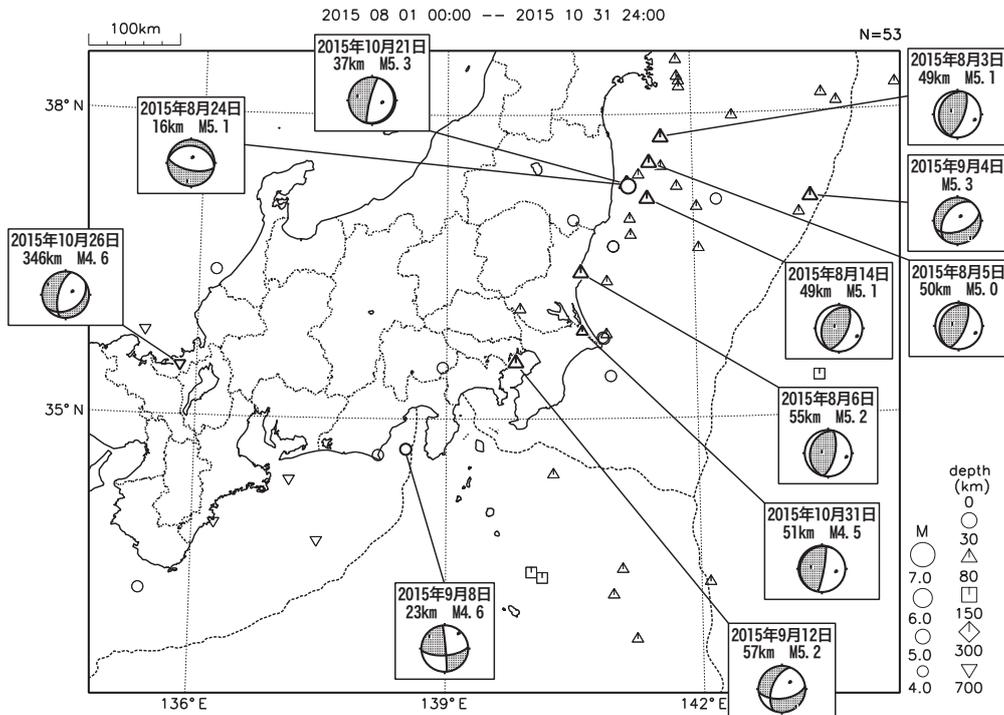
関東・中部地方とその周辺の地震活動 (2015年5月~7月、 $M \geq 4.0$)



図中の吹き出しは、陸域 $M4.5$ 以上・海域 $M5.0$ 以上
 発震機構は、陸域は気象庁の初動解、海域は気象庁のCMT解

第1図(a) 関東・中部地方とその周辺の地震活動 (2015年5月~7月, $M \geq 4.0$, 深さ ≤ 700 km)
 Fig.1(a) Seismic activity in and around the Kanto and Chubu districts (May – July 2015, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).

関東・中部地方とその周辺の地震活動 (2015年8月~10月、 $M \geq 4.0$)



図中の吹き出しは、陸域 $M4.5$ 以上・海域 $M5.0$ 以上
 発震機構は、陸域は気象庁の初動解、海域は気象庁のCMT解

第1図(b) つづき (2015年8月~10月, $M \geq 4.0$, 深さ ≤ 700 km)
 Fig.1(b) Continued (August – October 2015, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).

5月3日 鳥島近海の地震

(1) 概要

2015年5月3日01時50分に鳥島近海でM5.9の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生した。

気象庁はこの地震に対して、同日02時39分に伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表した（同日04時10分に解除）。この地震により、東京都の八丈島八重根で0.6m、神津島神津島港で21cmの津波を観測したほか、千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で微弱な津波を観測した。

(2) 地震活動

ア. 最近の地震活動

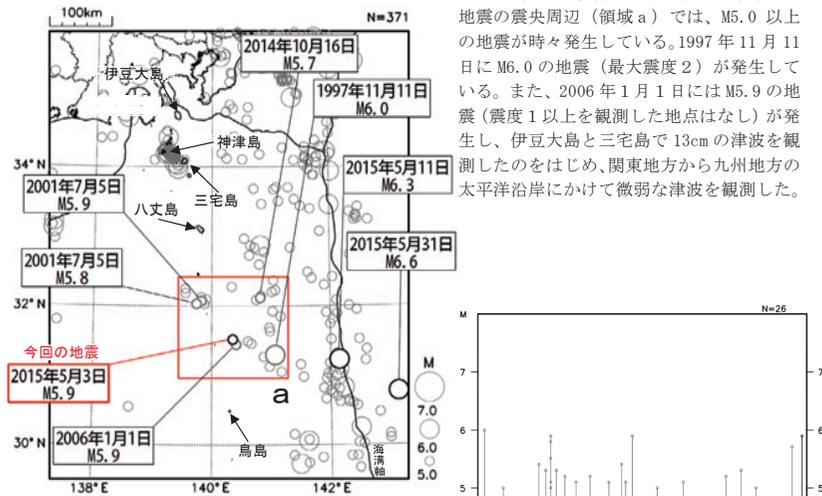


図2-1 震央分布図
(1997年10月1日～2015年5月31日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$)
2015年5月の地震を濃く表示

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域a）では、M5.0以上の地震が時々発生している。1997年11月11日にM6.0の地震（最大震度2）が発生している。また、2006年1月1日にはM5.9の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生し、伊豆大島と三宅島で13cmの津波を観測したのをはじめ、関東地方から九州地方の太平洋沿岸にかけて微弱な津波を観測した。

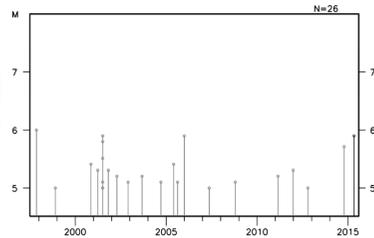


図2-2 領域a内のM-T図

イ. 過去の地震活動

1923年1月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程度の地震が時々発生している。1996年9月5日の地震（M6.2）では、伊豆大島で20cmの津波を観測したのをはじめ、関東地方から九州地方にかけて津波を観測した。また、今回の地震の震央付近では、1984年6月13日及び2006年1月1日の地震（ともにM5.9）のように、M6.0未満でも津波を観測した例がある。

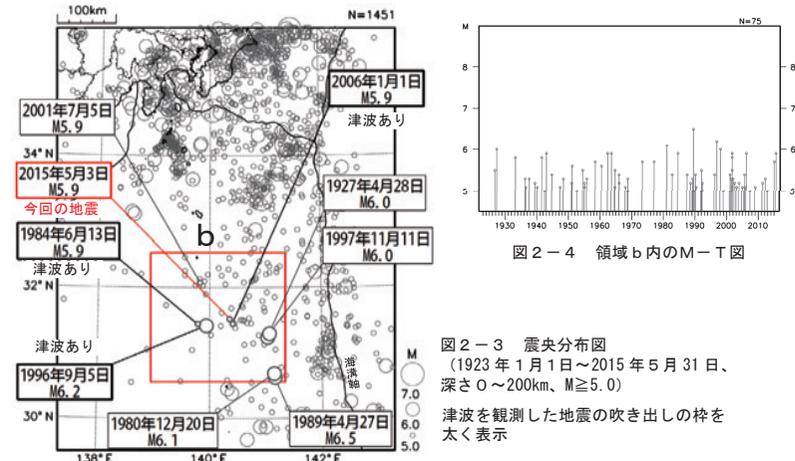


図2-3 震央分布図
(1923年1月1日～2015年5月31日、
深さ0～200km、 $M \geq 5.0$)
津波を観測した地震の吹き出しの枠を
太く表示

図2-4 領域b内のM-T図

ウ. 発震機構

今回の地震の発震機構（CMT解）は、その震央周辺で過去に発生し、M6.0程度の規模にもかかわらず同様に津波を観測した地震（1996年の地震（M6.2）、2006年の地震（M5.9））の発震機構（CMT解、下図）と比較的よく似ている。同じく津波を伴った1984年の地震（M5.9）について、Kanamori et al. (1993) は詳細な分析を行い、同様な発震機構であったことと、マグマが関与した地殻変動によって津波が発生した可能性を示している。

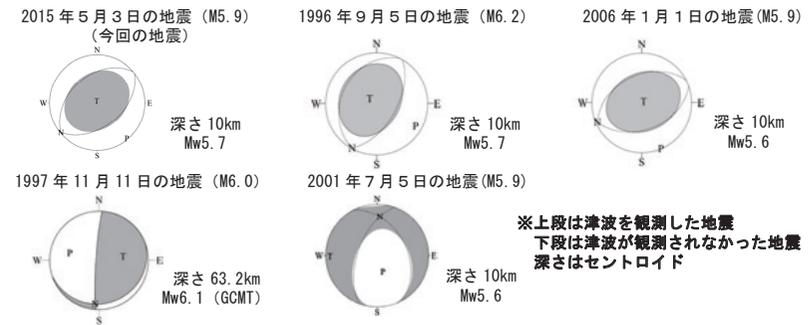


図2-5 今回の地震及び今回の地震の震央周辺で発生したM6前後の地震の発震機構（CMT解）

参考文献
Kanamori, H., G. Ekstrom, A. Dziewonski, J. S. Barker, and S. A. Sipkin, 1993, J. Geophys. Res., 98, 6511-6522

第2図(a) 2015年5月3日 鳥島近海の地震
Fig.2(a) The earthquake near Torishima Island on May 3, 2015.

(3) 津波

今回の地震により、気象庁は02時39分に伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表した(同日04時10分に解除)。

今回の地震に伴い、東京都の八丈島八重根で0.6m、神津島神津島港で21cmの津波を観測したほか、千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で微弱な津波を観測した。

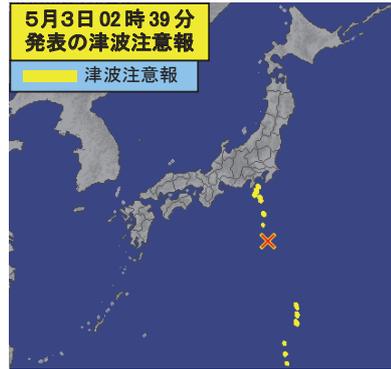
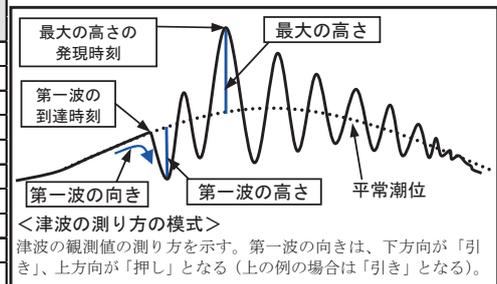


図3-1 5月3日01時50分の鳥島近海の地震による津波に対して発表した津波注意報 (×印は津波注意報発表時の震央を示す)

表3-1 津波観測施設の津波観測値(5月3日)

都道府県	津波観測施設名	所属	第一波		最大波	
			到達時刻	高さ*1 (cm)	発現時刻	高さ (cm)
千葉県	館山市布良	気象庁	02:47	+3	03:28	10
東京都	伊豆大島岡田	気象庁	—	—	04:10	13
	三宅島坪田	気象庁	—	—	02:53	19
	八丈島八重根*2	気象庁	02:26	+0.2m	02:35	0.6m
	神津島神津島港	海上保安庁	02:49	-8	03:25	21
	三宅島阿古	海上保安庁	02:44	-8	02:48	15
	八丈島神湊	海上保安庁	—	—	04:15	6
神奈川県	三浦市三崎漁港*2	気象庁	—	—	04:33	0.1m
静岡県	南伊豆町石廊崎	気象庁	03:11	-3	04:45	8
	伊東	国土地理院	03:09	+2	04:21	3
和歌山県	下田港	国土交通省港湾局	03:11	+3	03:46	4
	御坊市祓井戸	気象庁	03:09	-3	03:23	4
高知県	室戸市室戸岬	気象庁	02:43	+4	03:13	8
	土佐清水	気象庁	03:26	+5	03:47	9
鹿児島県	奄美市小湊	気象庁	—	—	04:19	7
	中之島	海上保安庁	03:55	+5	04:00	14
沖縄県	南大東漁港	気象庁	03:36	+2	03:44	3



<津波の測り方のモード>
津波の観測値の測り方を示す。第一波の向きは、下方向が「引き」、上方向が「押し」となる(上の例の場合は「引き」となる)。

※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検出した値
*1 第一波の高さの+は押し、-は引きを表す
*2 巨大津波観測計により観測(観測単位は0.1m)

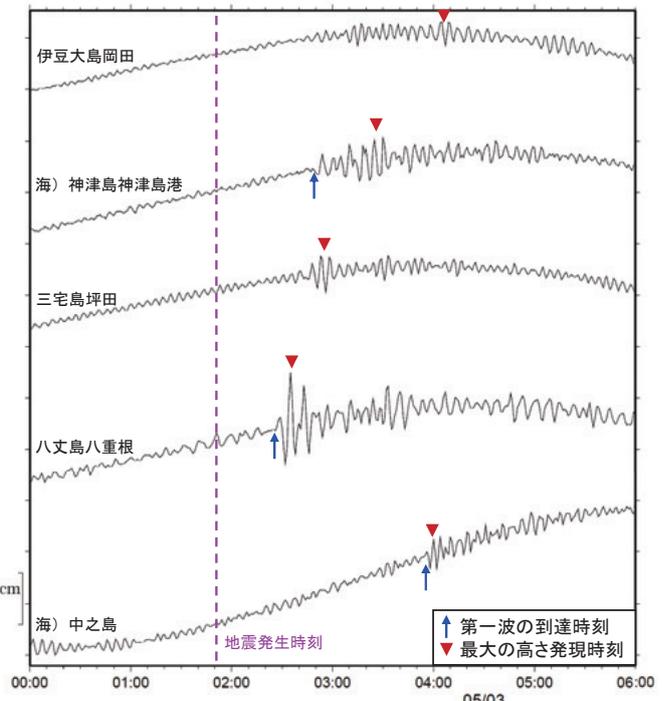
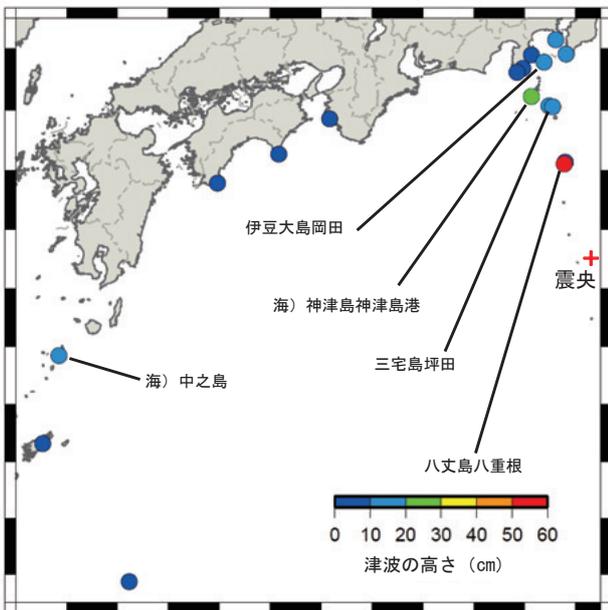


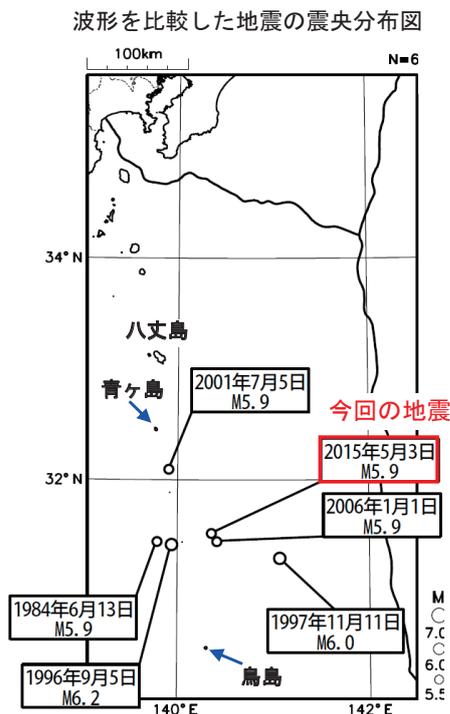
図3-2 各津波観測施設で観測した津波の最大の高さ(左)と主な津波波形(右)

※ 海)は海上保安庁の所属

第2図(b) つづき(津波)

Fig.2(b) Continued (The observed tsunami by the earthquake near Torishima Island on May 3, 2015).

平成 27 年 5 月 3 日の鳥島近海の地震（地震波形比較）



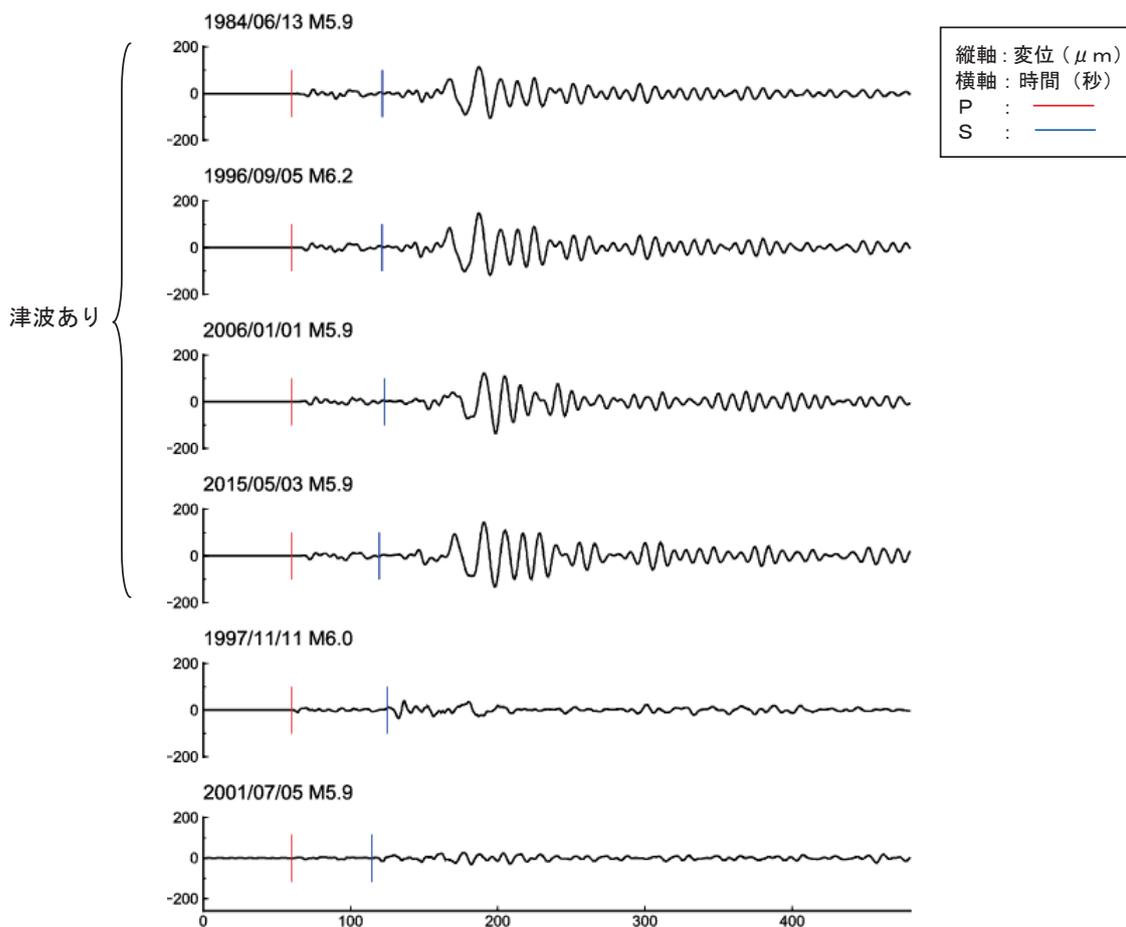
今回の地震が発生した海域では、1984年6月13日 (M5.9)、1996年9月5日 (M6.2)、2006年1月1日 (M5.9) の地震でも最大 0.3~0.5m 程度の津波を潮位計で観測している。

今回の地震の震央付近で発生した M6 前後の地震 (津波が観測されなかったイベントも含む) について、松代における地震波形記録を比較した。

また、Kanamori et al (1993) は 1984 年の地震において表面波 (レイリー波、ラブ波) の異常を指摘しており、今回の地震と 2001 年 7 月 5 日の表面波について CMT 解で使用した広帯域波形を用いて比較した。

松代の地震波形記録（上下成分）

- ・ P 波到達の 1 分前から 8 分間の波形を描画。
- ・ 2008 年以前は群列地震観測システム長周期地震計 (周期 30 秒・減衰乗数 1.0) に 0.0485Hz の 2 次バタワースローパスフィルタを、2008 年以降は STS-2 にデジタルフィルタをそれぞれ適用し、世界標準地震計 (WWSS-LP) の特性に似せた。
- ・ フィルター適用後のカウント値に 3.23×10^{-8} [m/count] (周期 16 秒の感度 3.10×10^7 [count/m]) をかけて変位に換算。

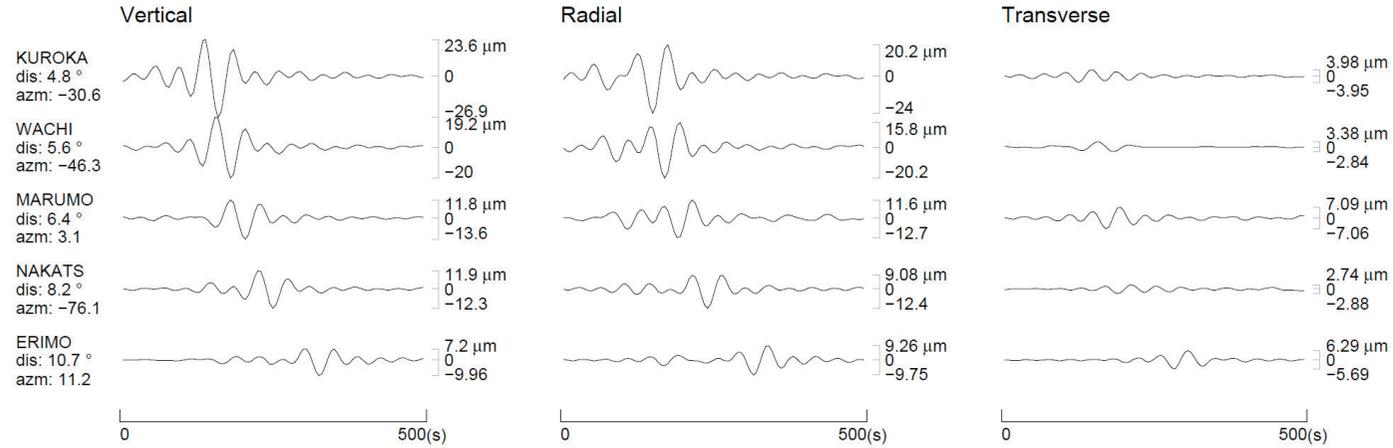


第2図(c) つづき (地震波形比較)

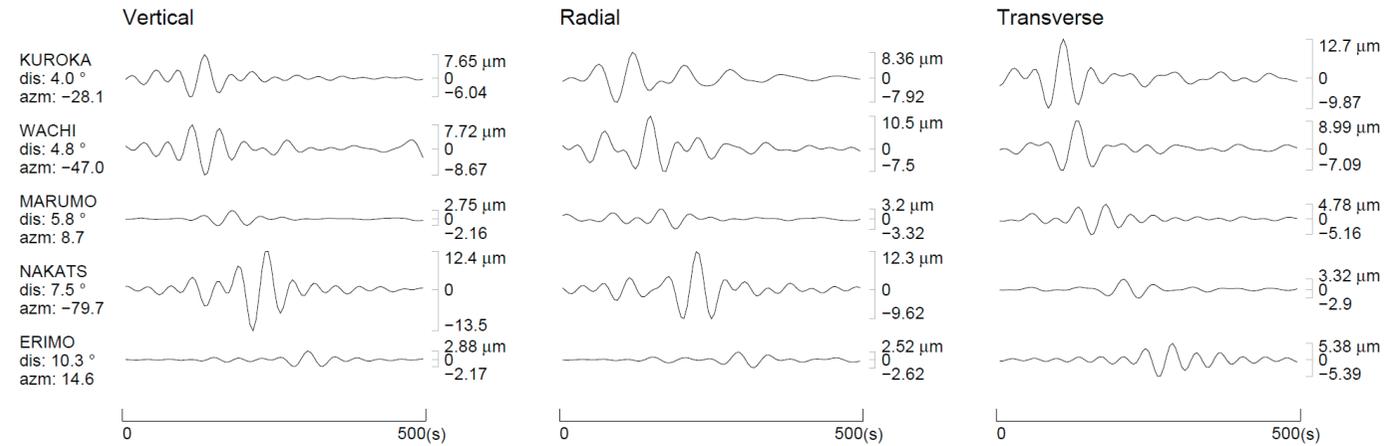
Fig.2(c) Continued (Comparison of seismic waveforms of past 5 events).

広帯域波形による比較 (今回の地震と 2001 年 7 月 5 日の地震)

2015/05/03 M5.9



2001/07/05 M5.9



- 35~100 秒のバンドパスフィルターを適用。
- 縦軸はイベント毎に同一スケールで、成分毎に最大振幅 (μm) を表示。

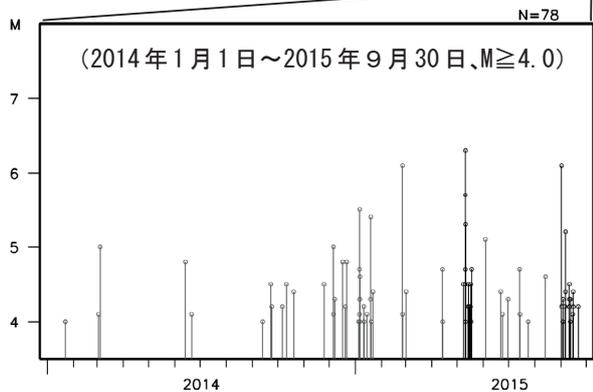
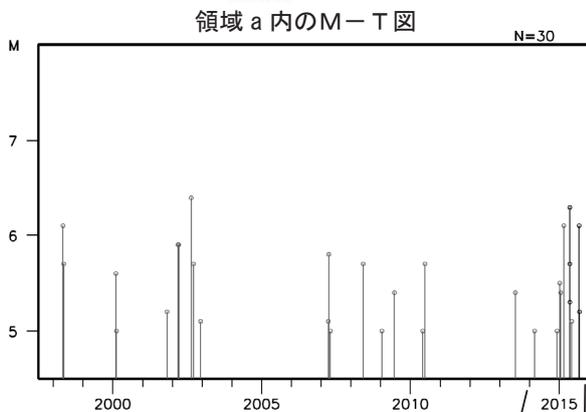
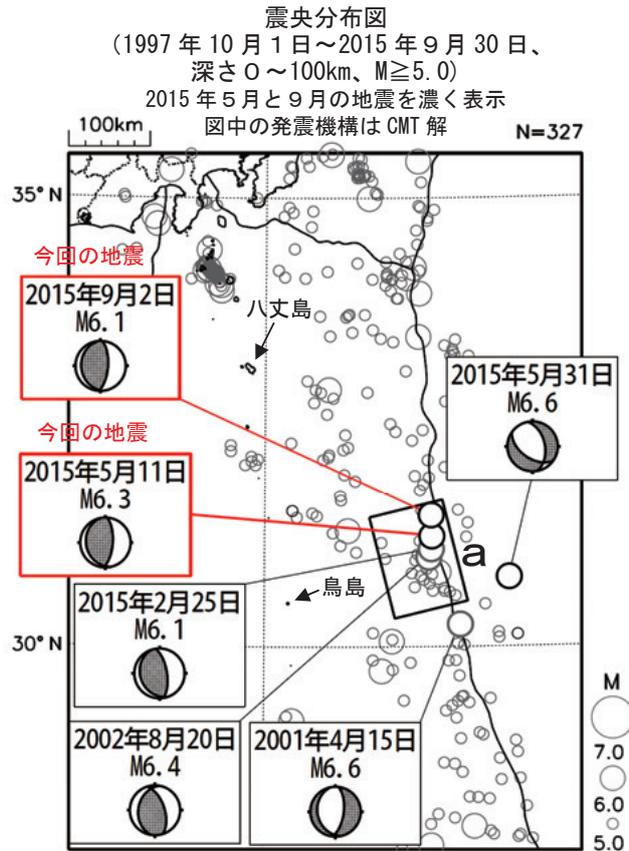
参考文献

Kanamori, H., G. Ekström, A. Dziewonski, J. S. Barker, and S. A. Sipkin, 1993, J. Geophys. Res., 98, 6511-6522

第2図(d) つづき (地震波形比較)

Fig.2(d) Continued (Comparison of seismic waveforms of past 5 events).

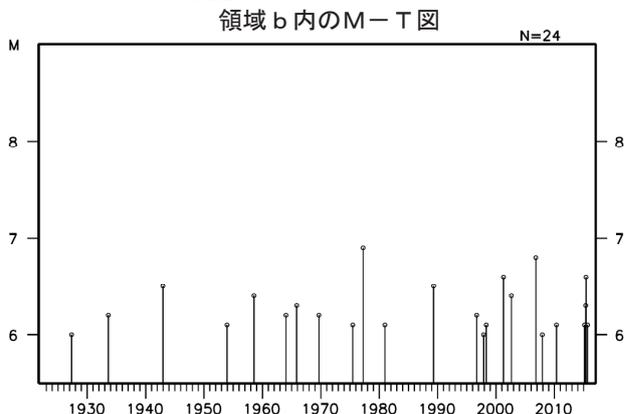
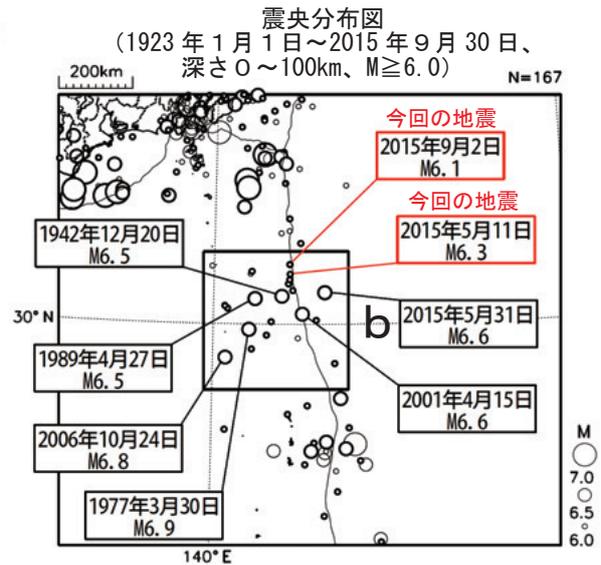
5月11日、9月2日 鳥島近海の地震



2015年5月11日06時25分に鳥島近海でM6.3の地震(震度1以上を観測した地点はなし)、2015年9月2日00時25分にM6.1の地震(震度1以上を観測した地点はなし)が発生した。これらの地震は、いずれも発震機構(CMT解)が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

1997年10月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5回(今回の地震を含む)発生している。2014年12月頃から地震活動がやや活発になっており、2015年2月25日にはM6.1の地震が発生している。

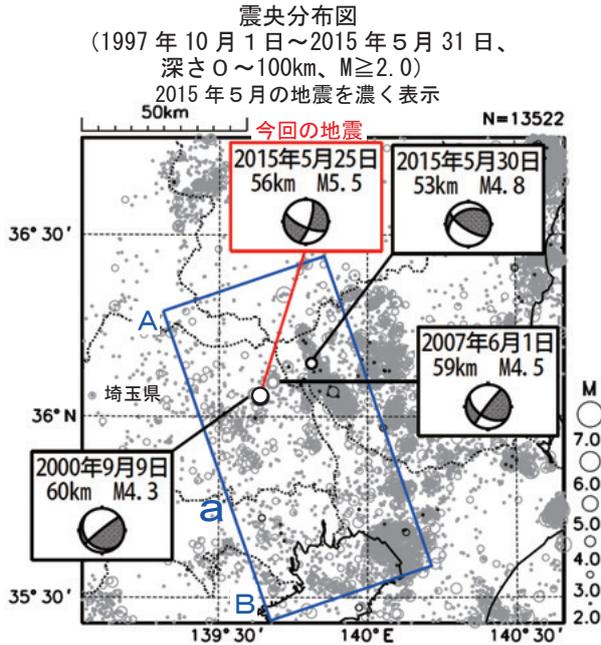
1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域b)では、M6.0以上の地震が時々発生しているが、被害を伴う地震は発生していない。1977年3月30日にはM6.9の地震が発生している。また、2006年10月24日の地震(M6.8、最大震度2)では三宅島で16cmの津波を観測した。



第3図 2015年5月11日、2015年9月2日 鳥島近海の地震

Fig.3 The earthquakes near Torishima Island on May 11 and September 2, 2015.

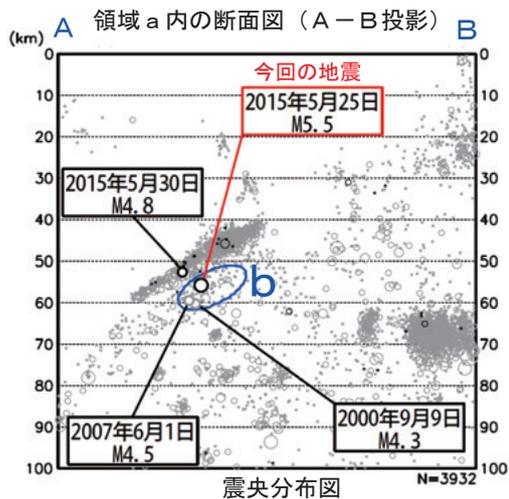
5月25日 埼玉県北部の地震



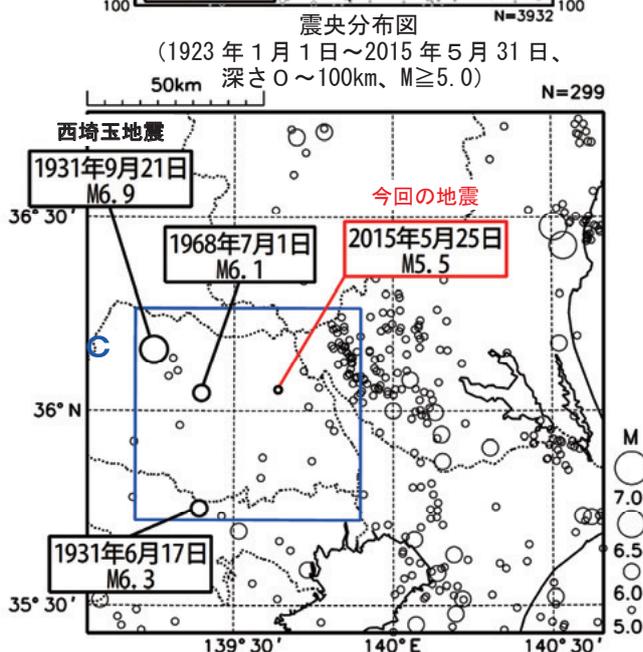
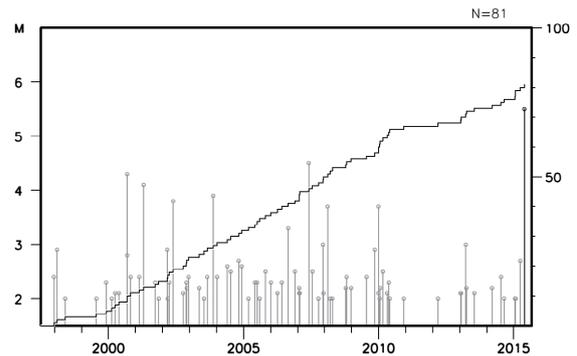
2015年5月25日14時28分に埼玉県北部の深さ56kmでM5.5の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震は、発震機構が東北東-西南西方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した。この地震により負傷者3人の被害を生じた(総務省消防庁による)。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)では、M4程度の地震が時々発生している。2007年6月1日にはM4.5の地震(最大震度3)が発生している。また、2000年9月9日には今回の地震とほぼ同じ場所でM4.3の地震(最大震度3)が発生している。

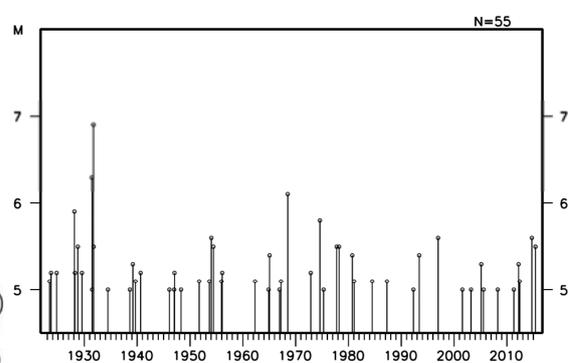
1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6.0以上の地震が3回発生している。1931年9月21日に地殻内で発生したM6.9の地震(西埼玉地震)では、死者16人、家屋全壊207棟などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。



領域b内のM-T図及び回数積算図



領域c内のM-T図

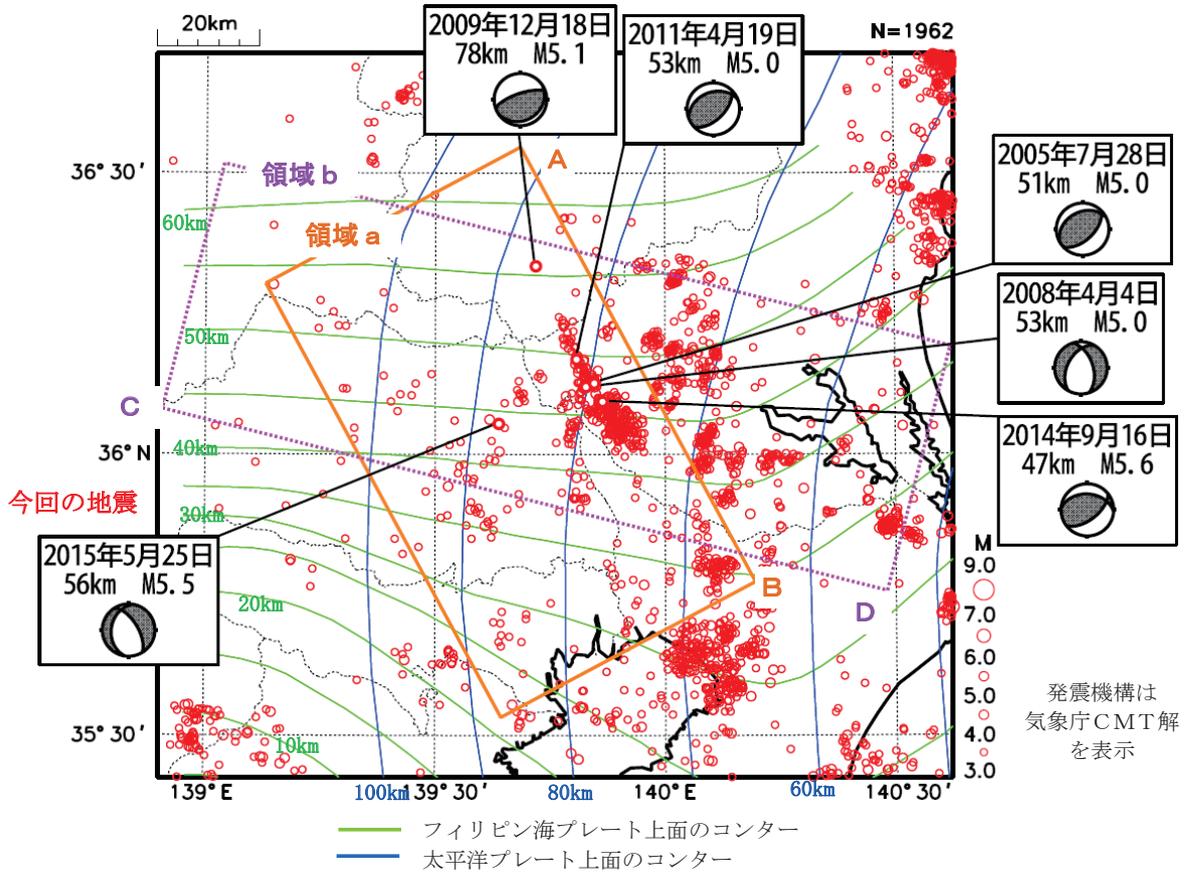


第4図(a) 2015年5月25日 埼玉県北部の地震

Fig.4(a) The earthquake in the northern part of Saitama Prefecture on May 25, 2015.

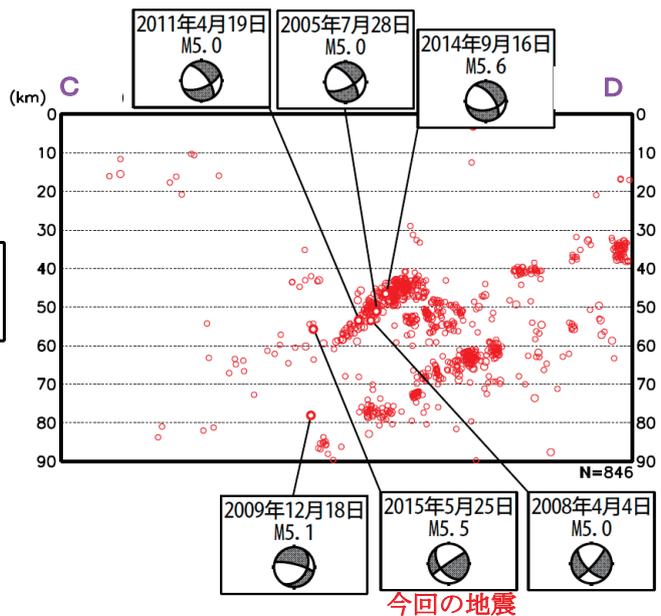
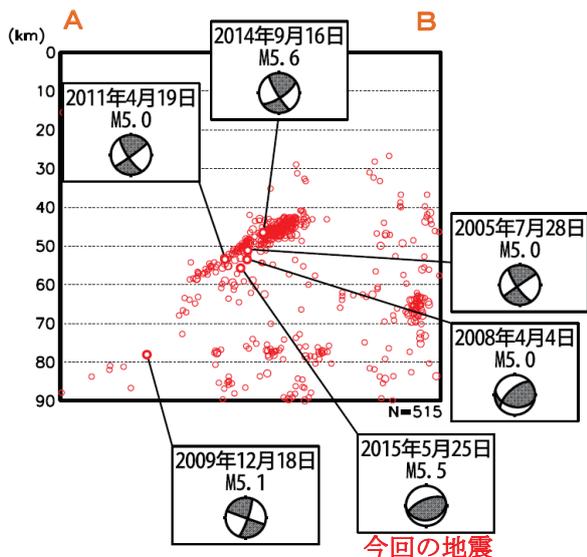
5月25日 埼玉県北部の地震(プレートとの位置関係)

震央分布図 (1997年10月~2015年5月31日、M \geq 3.0、深さ90km以浅)



領域 a 内の断面図 (A-B 投影)

領域 b 内の断面図 (C-D 投影)



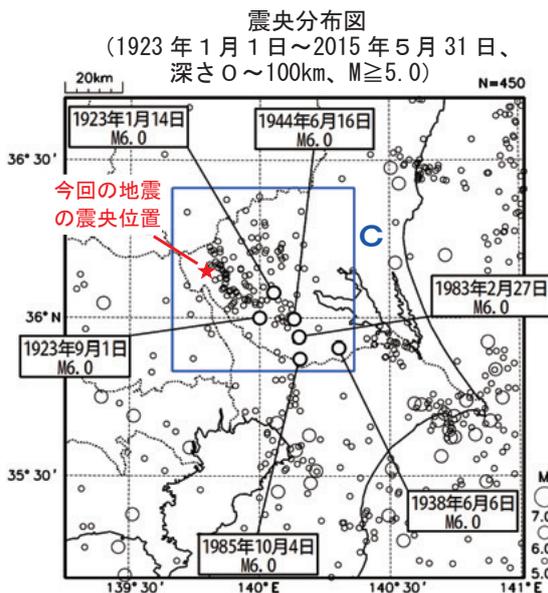
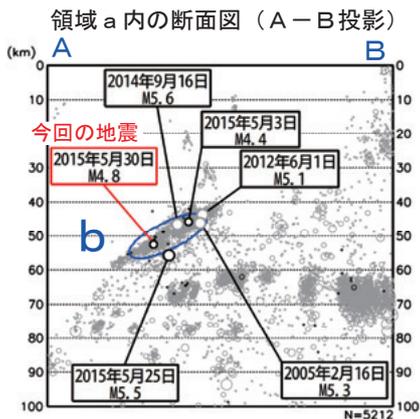
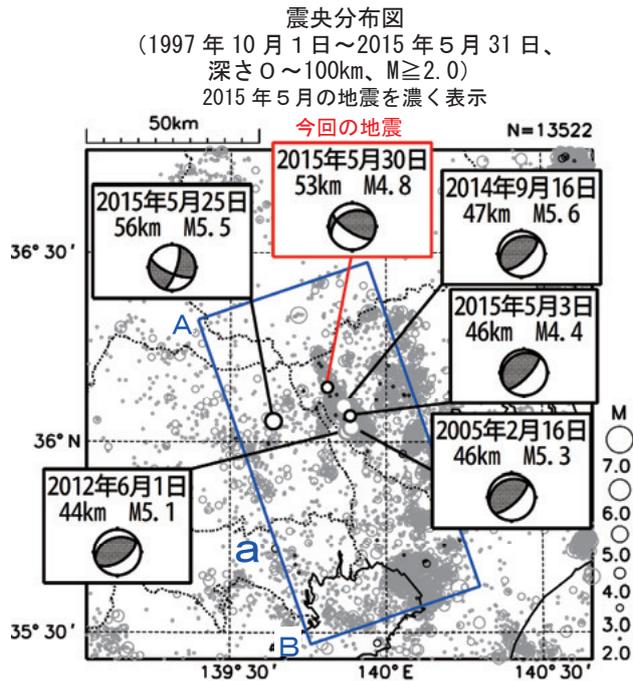
プレート形状データ出典

内閣府 (2013): 首都直下の M7 クラスの地震及び相模トラフ沿いの M8 クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書, 45p.

第4図(b) つづき (プレートとの位置関係)

Fig.4(b) Continued (Hypocenter distribution and the location of plate boundary).

5月30日 茨城県南部の地震

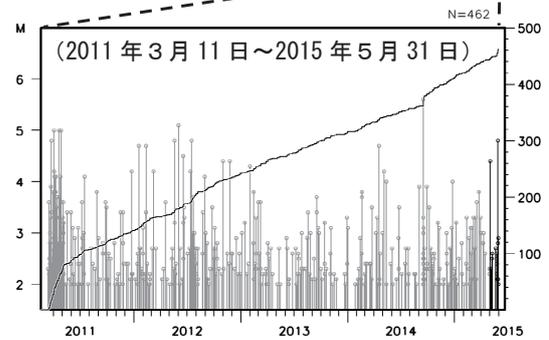
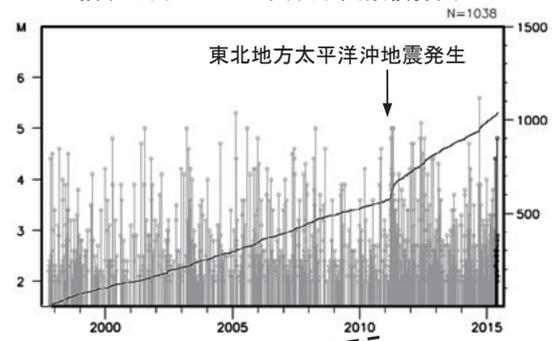


2015年5月30日01時06分に茨城県南部の深さ53km（フィリピン海プレートと陸のプレートの境界付近）でM4.8の地震（最大震度4）が発生した。この地震の発震機構は南北方向に圧力軸を持つ型であった。

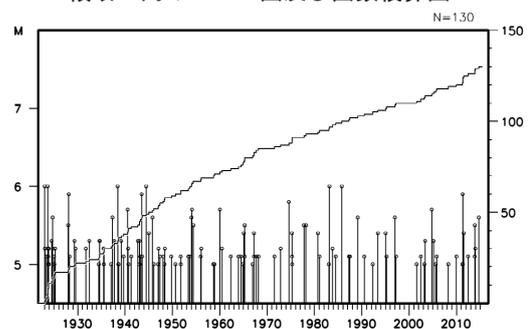
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近（領域b）は、活動が活発な領域で、M5程度の地震がしばしば発生している。「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の発生以降、活動がより活発になっており、最近では2014年9月16日にM5.6の地震（最大震度5弱）が発生している。なお、今回の地震の震央は、5月25日の埼玉県北部の地震（M5.5）とは約20km離れた場所である。

1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域c）では、M6程度の地震が時々発生している。

領域b内のM-T図及び回数積算図



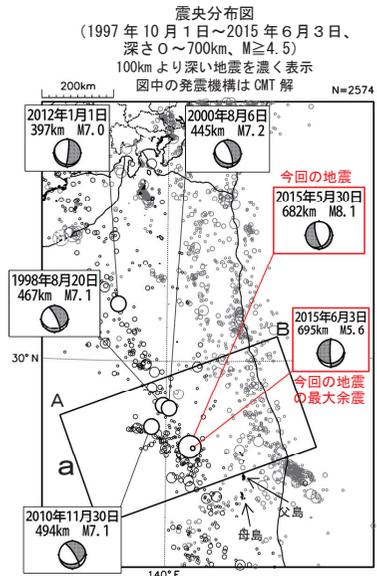
領域c内のM-T図及び回数積算図



第5図 2015年5月30日 茨城県南部の地震

Fig.5 The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on May 30, 2015.

5月30日 小笠原諸島西方沖の地震



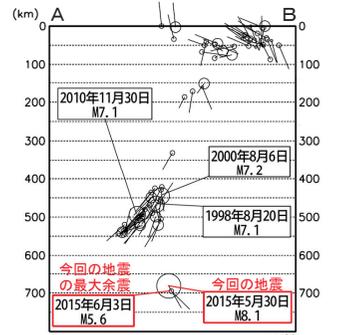
2015年5月30日20時23分に小笠原諸島西方沖の深さ682kmでM8.1の地震(最大震度5強)が発生した。この地震は、太平洋プレート内部で発生した。発震機構(CMT解)は、東西方向に張力軸を持つ型である。この地震により、東京都で地震関連負傷者8件、埼玉県で負傷者3人、神奈川県で負傷者2人等の被害を生じた(総務省消防庁による)。

余震活動は低調である。最大規模の余震は、6月3日06時04分のM5.6の地震(最大震度1)である。

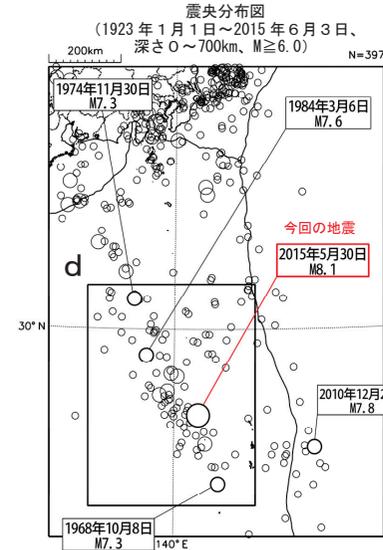
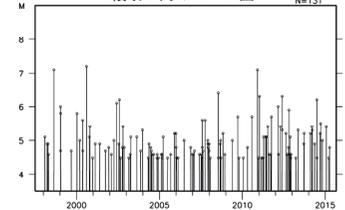
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)はこれまで地震の発生が見られない領域であった。深さ500km程度の場所(領域c)では、定期的に地震活動が見られ、M7.0以上の地震が3回発生している。領域c内で発生している地震の発震機構(CMT解)は、概ね太平洋プレートが沈み込む方向に圧力軸を持つ型である。

領域a内の断面の圧力軸分布(A-B投影)
(CMT解による)

震源から伸びる直線は、圧力軸(P軸)の方向を示す

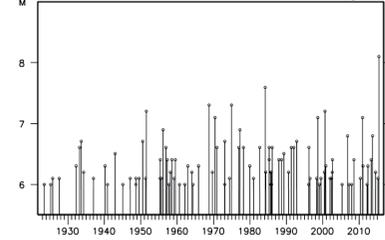


領域c内のM-T図 N=131

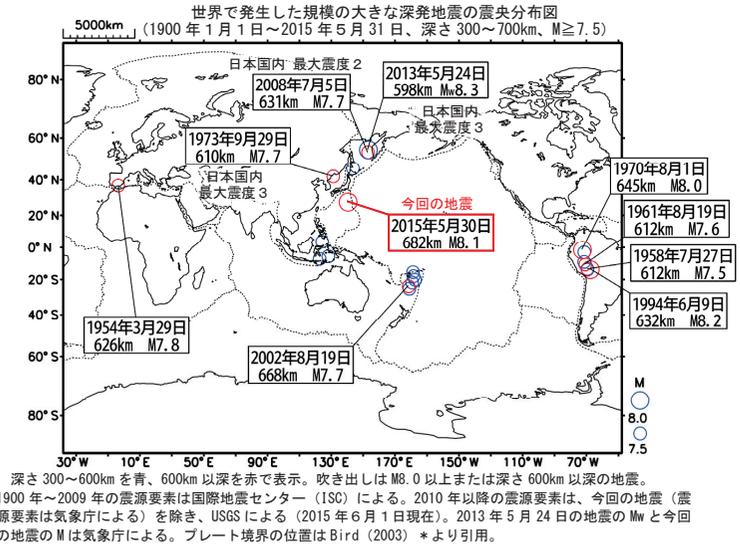


1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域d)では、1984年3月6日にM7.6の地震(最大震度4)が発生した。この地震により、死者1人、負傷者1人等の被害を生じた(「日本被害地震総覧」による)。

領域d内のM-T図 N=97



世界で発生した規模の大きな深発地震(300kmより深い地震)を見ると、1970年にコロンビア付近の深さ645kmでM8.0、1994年にボリビア付近の深さ632kmでM8.2の地震、また2013年にオホーツク海の深さ598kmでMw8.3の地震が発生している。2013年5月24日のオホーツク海の地震では、日本国内でも北海道と秋田県で最大震度3を観測したのをはじめ、北海道から九州にかけて震度2から1を観測した。

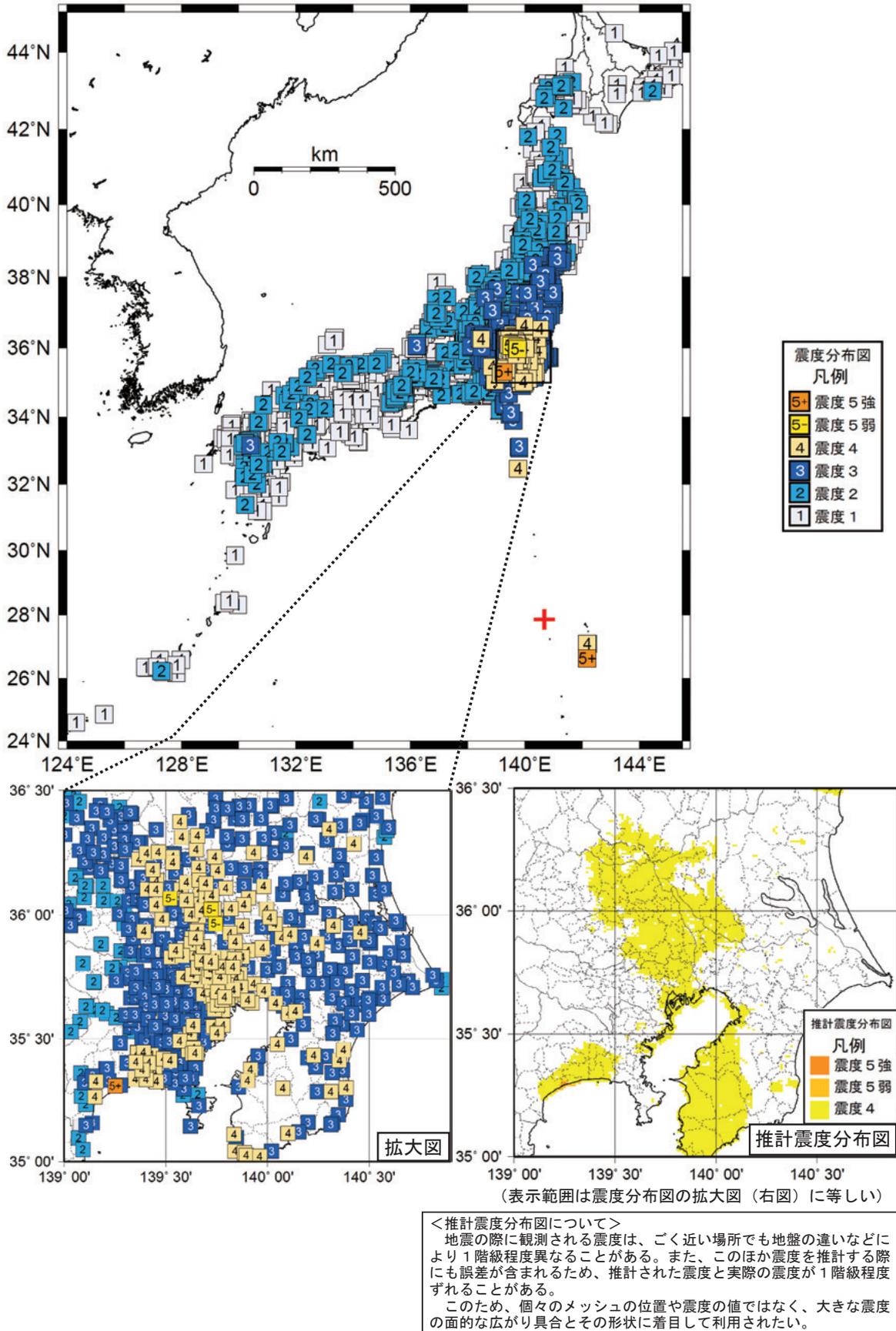


深さ300～600kmを青、600km以深を赤で表示。吹き出しはM8.0以上または深さ600km以深の地震。1900年～2009年の震源要素は国際地震センター(ISC)による。2010年以降の震源要素は、今回の地震(震源要素は気象庁による)を除き、USGSによる(2015年6月1日現在)。2013年5月24日の地震のMwと今回の地震のMは気象庁による。プレート境界の位置はBird(2003)*より引用。

第6図(a) 2015年5月30日 小笠原諸島西方沖の地震

Fig.6(a) The earthquake west off Ogasawara Islands on May 30, 2015.

震度分布図・推計震度分布図



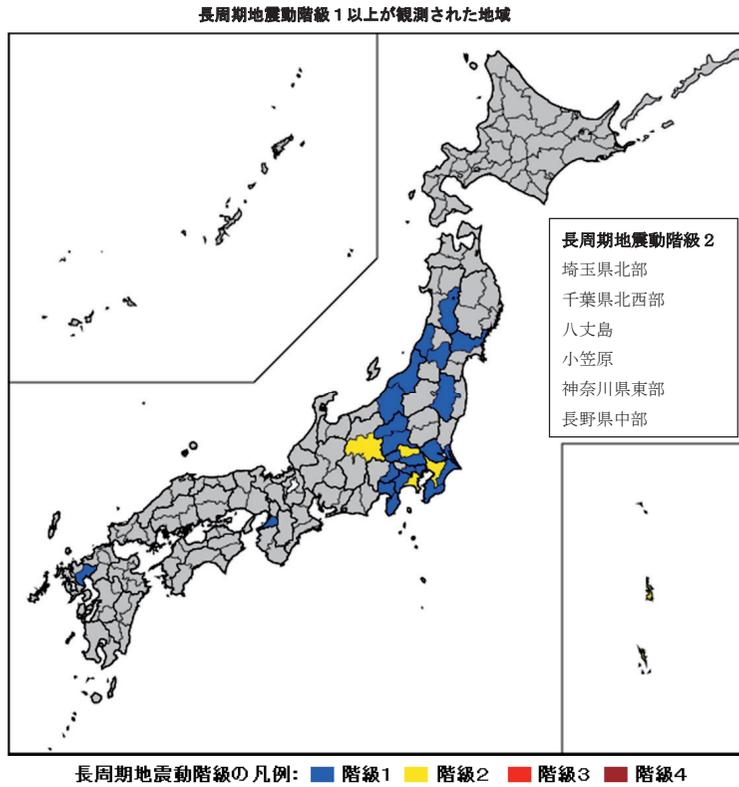
第6図(b) つづき (震度分布図と推計震度分布図)

Fig.6(b) Continued (Observed and estimated seismic intensity distribution maps).

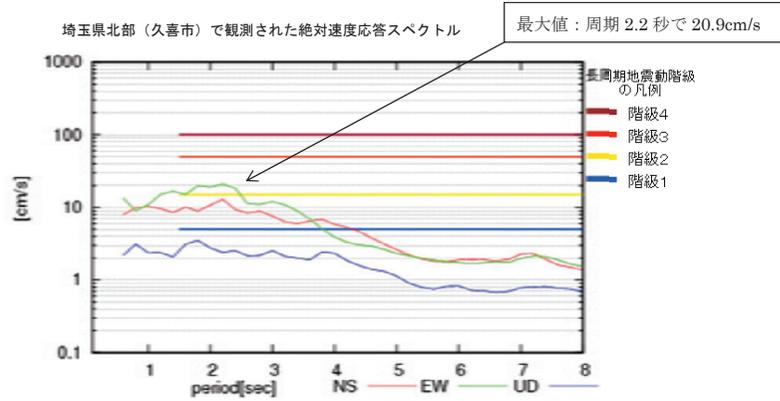
・長周期地震動に関する観測情報（試行）

この地震により埼玉県北部、千葉県北西部、八丈島、小笠原、神奈川県東部と長野県中部でそれぞれ長周期地震動階級2が観測された。また、関東甲信地方、東海地方、北陸地方、東北地方、それに大阪府と佐賀県のそれぞれ一部で長周期地震動階級1が観測された。

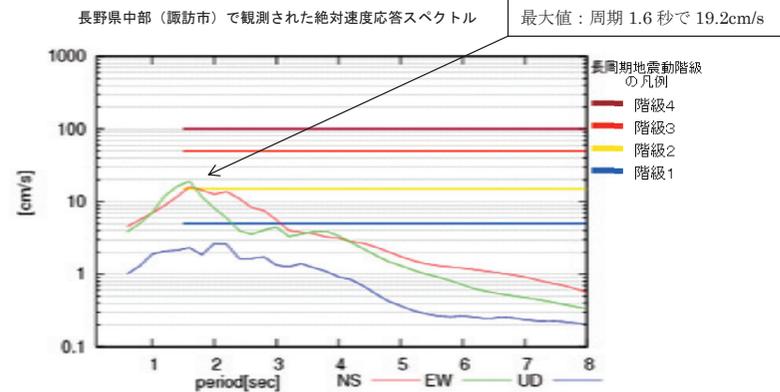
また、長周期地震動階級が対象としている1.6~7.8秒の周期帯で最も大きな絶対速度応答値を観測したのは小笠原村母島で22.3cm/s（周期1.6秒）、次いで埼玉県久喜市で20.9cm/s（周期2.2秒）であった。



【観測地点】	【震度】	【長周期地震動階級】	【長周期地震動階級データの周期帯別の最大値】							
地点名:久喜市下早見 地域名:埼玉県北部 観測時間:2015.05.30 20:25:00~20:32:00	4	2	周期	1秒台	2秒台	3秒台	4秒台	5秒台	6秒台	7秒台
			階級	2	2	1	1	0	0	0



【観測地点】	【震度】	【長周期地震動階級】	【長周期地震動階級データの周期帯別の最大値】							
地点名:諏訪市湖岸通り 地域名:長野県中部 観測時間:2015.05.30 20:25:00~20:31:00	3	2	周期	1秒台	2秒台	3秒台	4秒台	5秒台	6秒台	7秒台
			階級	2	1	1	0	0	0	0



(参考) 長周期地震動階級の区分

長周期地震動階級	絶対速度応答スペクトルS _{va} （減衰定数5%）の値 （対象周期T 1.5秒<T<8.0秒）※
長周期地震動階級1	5cm/s ≤ S _{va} < 15cm/s
長周期地震動階級2	15cm/s ≤ S _{va} < 50cm/s
長周期地震動階級3	50cm/s ≤ S _{va} < 100cm/s
長周期地震動階級4	100cm/s ≤ S _{va}

第6図(c) つづき（長周期地震動に関する観測情報（試行））

Fig.6(c) Continued (Information on long-period ground motion (trial stage)).

2015年5月30日 小笠原諸島西方沖の地震
 ー 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) ー (その2)

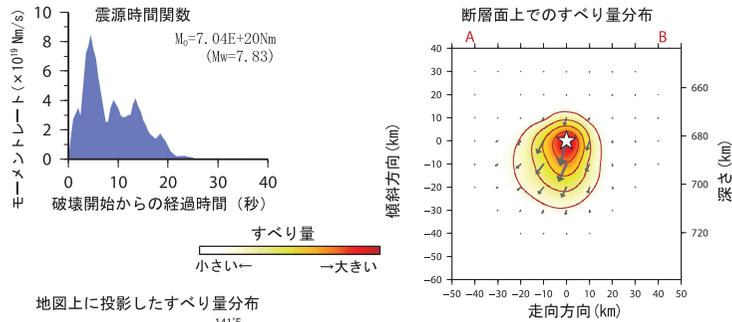
2015年5月30日20時23分に小笠原諸島西方沖で発生した地震について、米国地震学連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、気象庁による震源の位置(27° 51.6' N、140° 40.9' E、深さ682km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のどちらかを仮定しても解析結果に大きな差はなかった。今回は高角に傾斜する節面(走向163°、傾斜73°)を断層面とした。最大破壊伝播速度は2.0km/sとした。理論波形の計算にはIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデルを用いた。

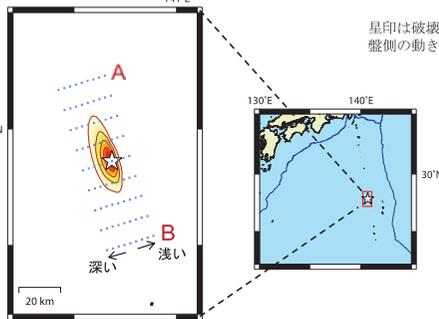
主な結果は以下のとおり(この結果は暫定であり、今後更新することがある)。

- ・断層の大きさは走向方向に約40km、傾斜方向に約40kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点付近にあり、最大すべり量は5.9mであった(周辺の構造から剛性率を160GPaとして計算)。
- ・主な破壊継続時間は約20秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は7.8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。



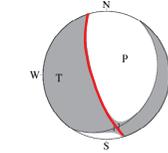
地図上に投影したすべり量分布



星印は破壊開始点を示し、青線はプレート境界を示す。

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。

解析に用いたメカニズム解(気象庁CMT解)



断層面の設定に用いた節面(走向163°、傾斜73°、すべり角-108°)を赤線で示す。

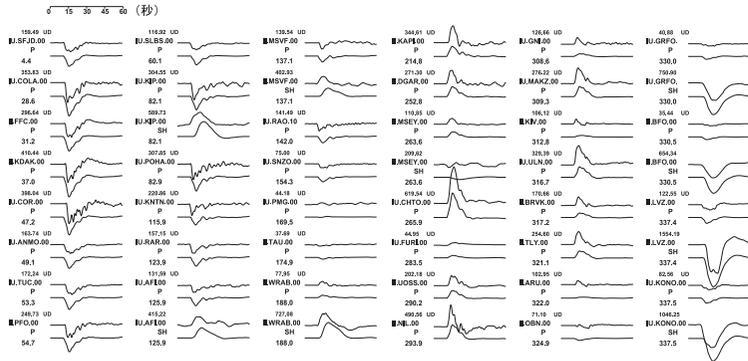
(注1) 解析に使用したプログラム

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

第6図(e) 震源過程解析(高角)

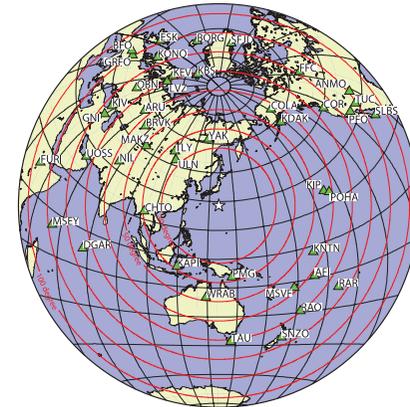
Fig.6(e) Source rupture process (for nodal plane with high dip angle): analysis using teleseismic body-wave.

観測波形(上: 0.002Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



残差 0.2408

観測点分布



震央距離 30° ~ 100° *1の44観測点*2 (P波: 44, SH波: 11)を使用。

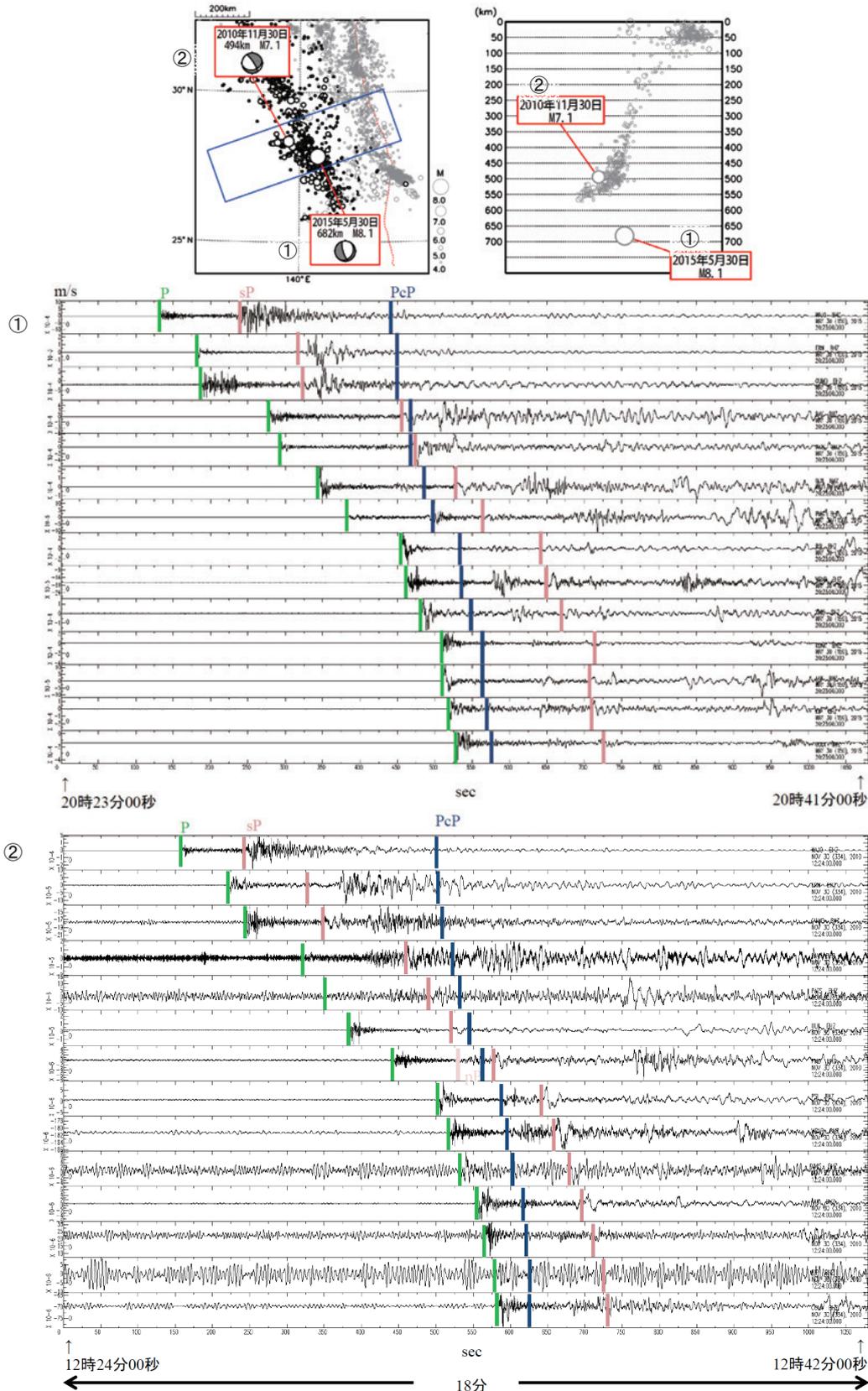
*1: 近すぎると理論的に扱いつづらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。

*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

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

2015年5月30日と2010年11月30日の小笠原諸島西方沖の地震の波形比較

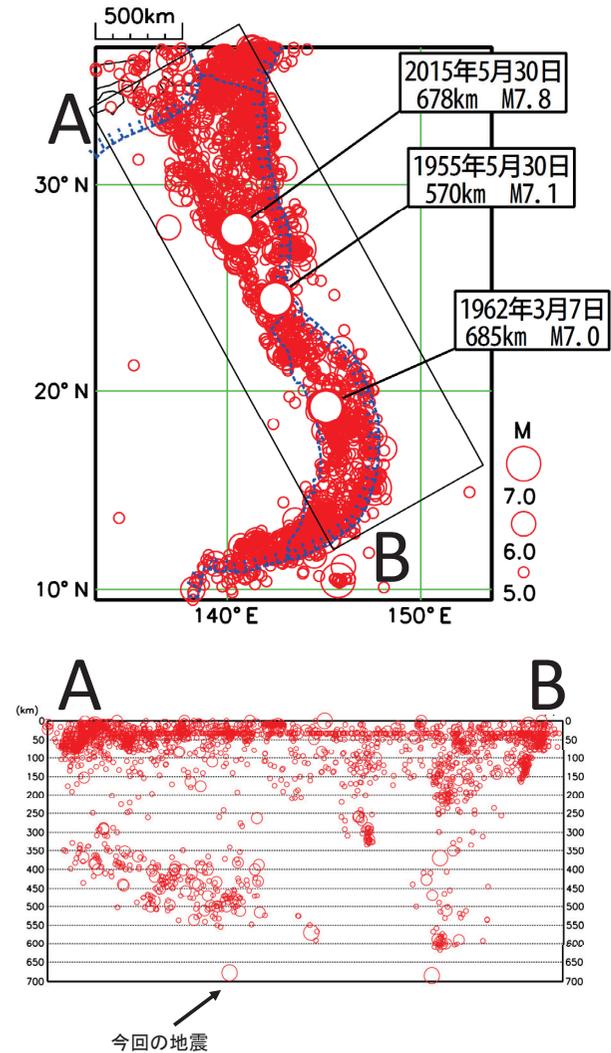
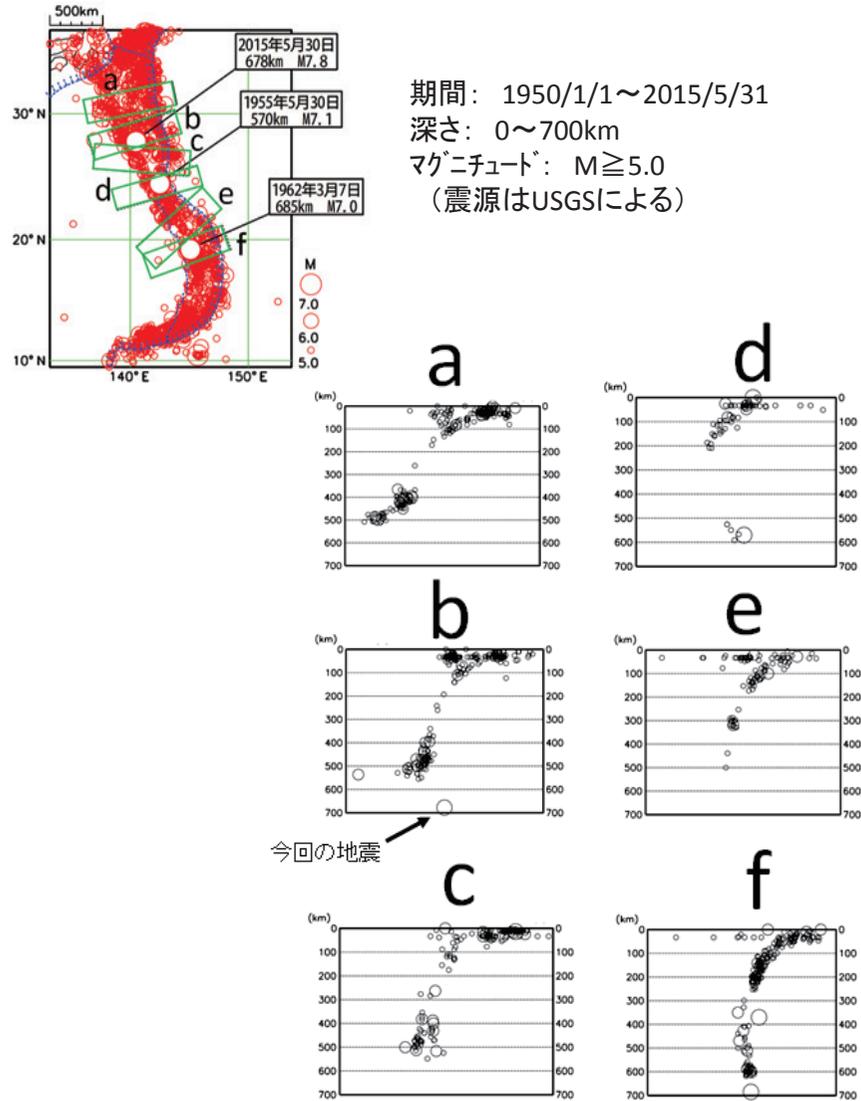


※各観測点の波形上の線は、理論走時を示している。

第6図(f) 2015年5月30日と2010年11月30日の小笠原諸島西方沖の地震の波形比較
 Fig.6(f) Comparison of waveform data of earthquakes west off Ogasawara Islands on May 30, 2015 with November 30, 2010.

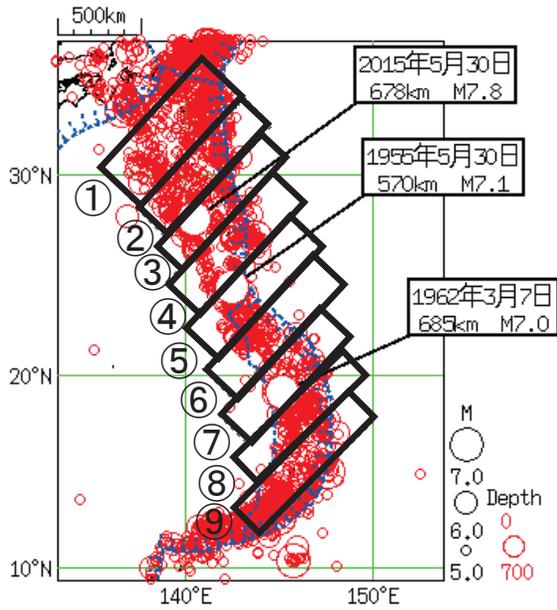
5月30日の小笠原諸島西方沖の地震の周辺の断面図

走向方向に投影したもの

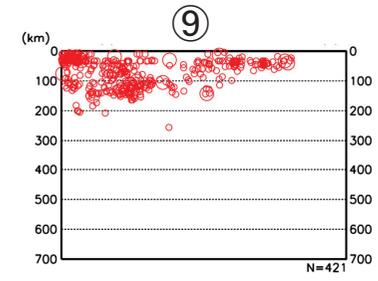
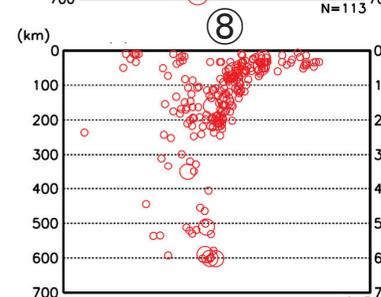
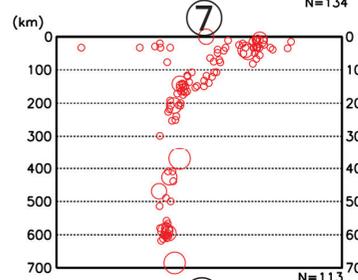
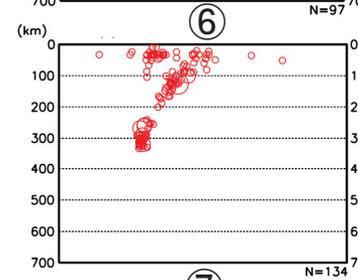
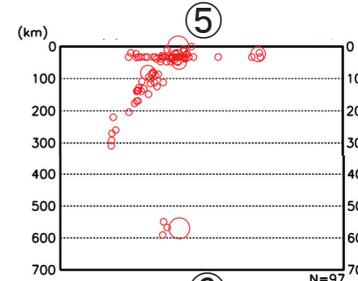
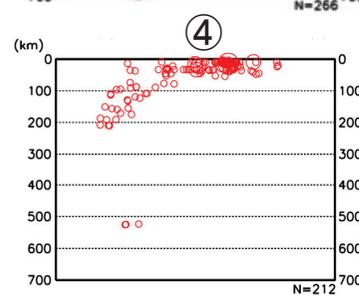
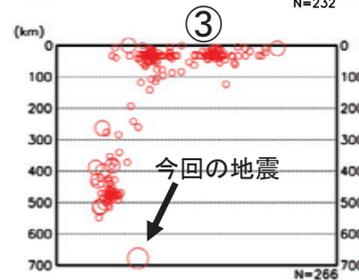
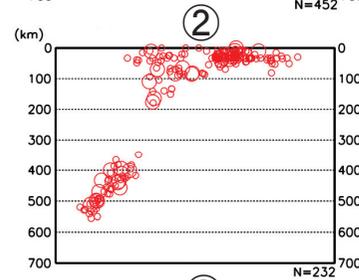
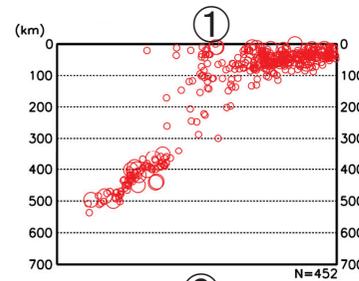


第6図(g) 断面図
Fig.6(g) Cross sections.

北東—南西方向に領域をとった場合



概ねN135Wの方向に太平洋プレートが沈み込むと考えれば、深発地震の列の延長上に今回の地震が位置している。

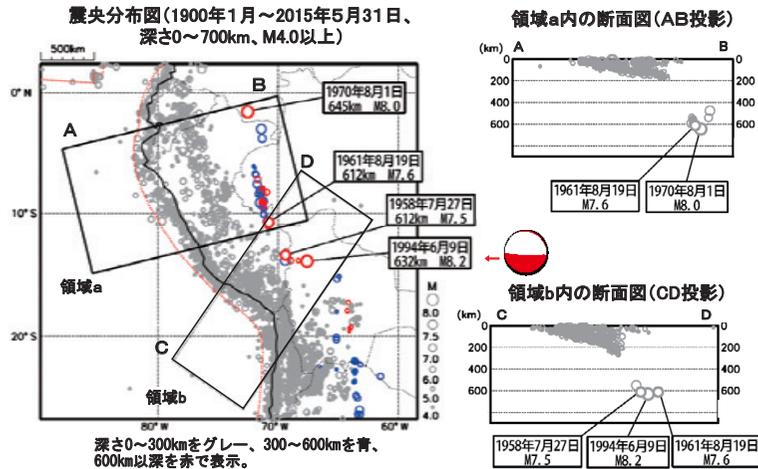


第6図(h) つづき
Fig.6(h) Continued.

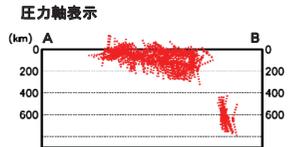
5月30日 小笠原諸島西方沖の地震
(深発地震分布比較)

注釈がある場合を除き、1900年～2009年の震源要素は国際地震センター（ISC）による。
2010年以降の震源要素は、USGSによる（2015年6月1日現在）。
発震機構解はGlobal CMT解を使用。プレート境界の位置はBird (2003) より引用。

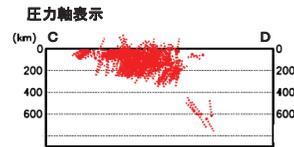
○1970年コロンビアの地震、1994年ボリビアの地震



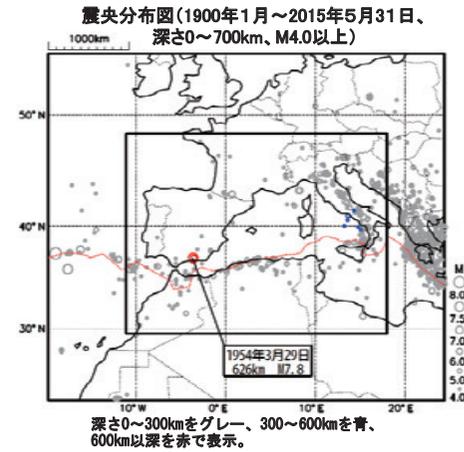
領域a内の断面の応力軸分布
(AB投影)



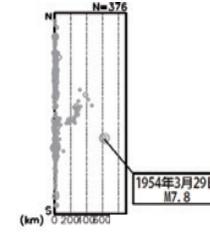
領域b内の断面の応力軸分布
(CD投影)



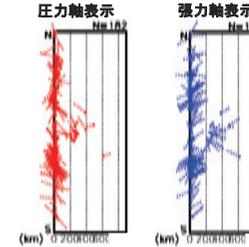
○1954年スペインの地震



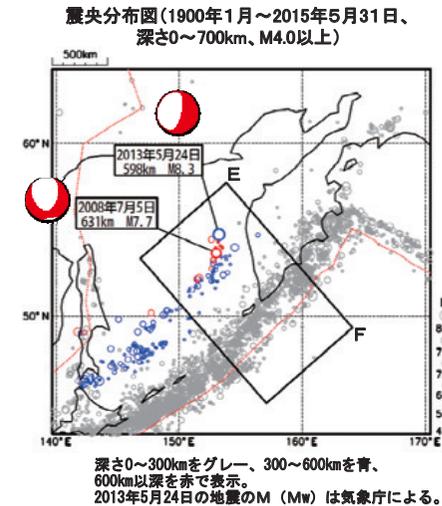
左図矩形内の断面図
(南北投影)



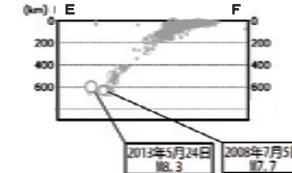
左図矩形内の断面の応力軸分布(南北投影)



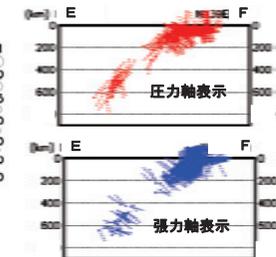
○2013年オホーツク海の地震



左図矩形内の断面図
(EF投影)



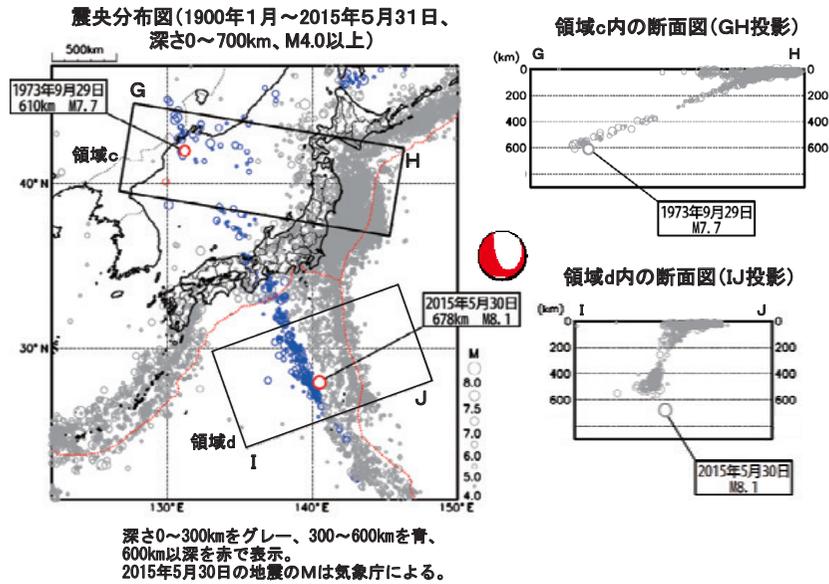
左図矩形内の断面の応力軸分布(EF投影)



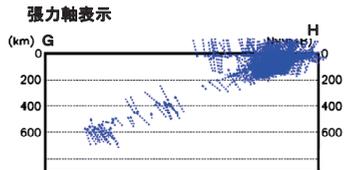
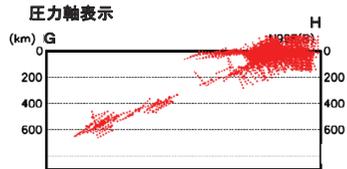
第6図(i) 過去の世界の深発地震との比較

Fig.6(i) Comparison of past deep earthquakes around the world.

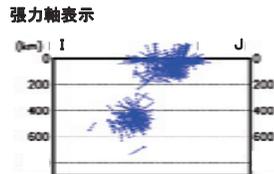
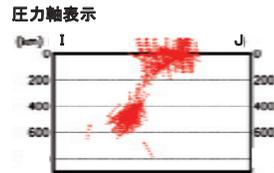
○1973年ウラジオストック付近の地震、2015年小笠原諸島西方沖の地震



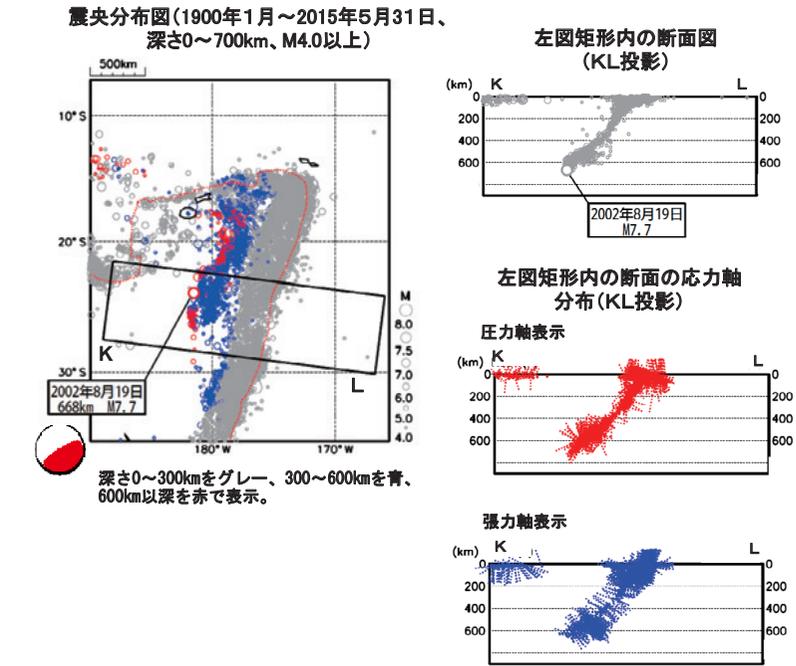
領域c内の断面の応力軸分布 (GH投影)



領域c内の断面の応力軸分布 (IJ投影)

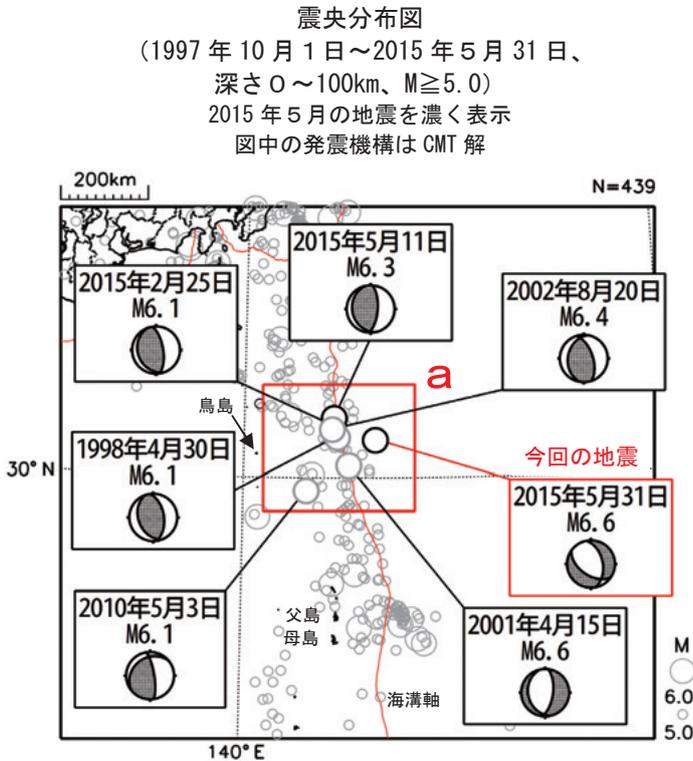


○2002年フィジーの地震



第6図(j) つづき
Fig.6(j) Continued.

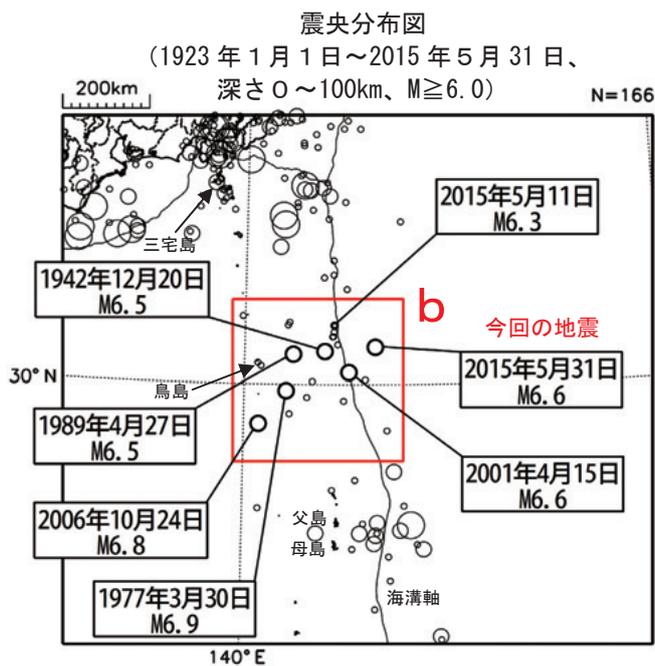
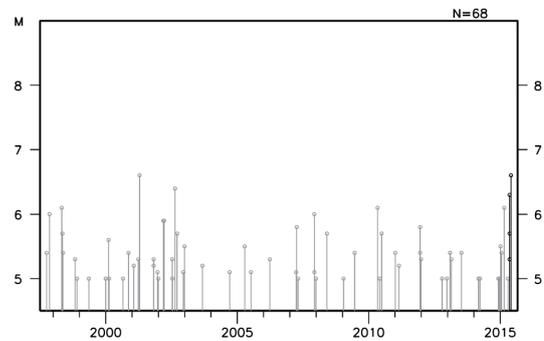
5月31日 鳥島近海の地震



2015年5月31日03時49分に鳥島近海でM6.6の地震（最大震度1）が発生した。この地震は、海溝軸付近の太平洋プレート内で発生した。発震機構（CMT解）は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。

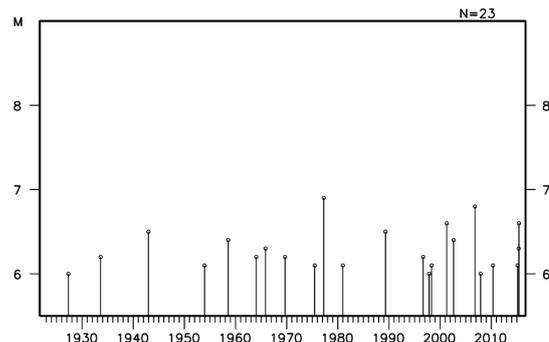
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺（領域a）ではM6.0以上の地震が時々発生しており、2001年4月15日にはM6.6の地震が発生している。また最近では、2015年5月11日にM6.3の地震が発生している。

領域a内のM-T図



1923年1月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が、被害を伴う地震は発生していない。1977年3月30日にはM6.9の地震が発生している。また、2006年10月24日の地震（M6.8、最大震度2）では三宅島で16cmの津波を観測した。

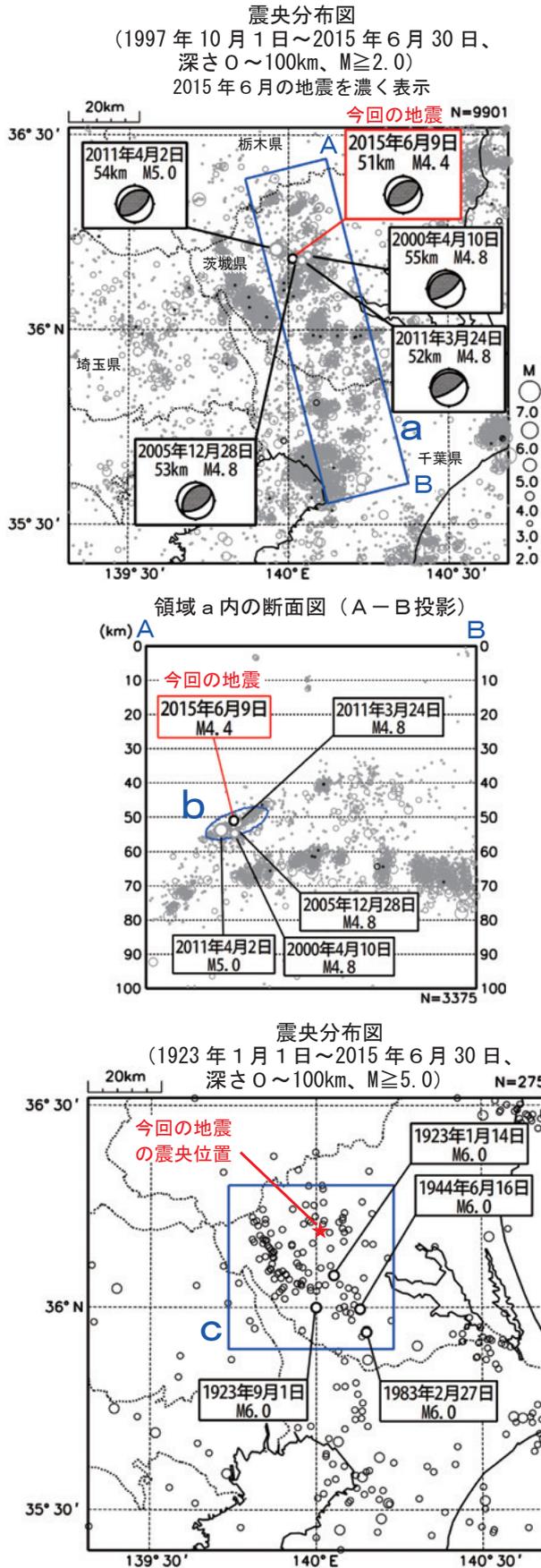
領域b内のM-T図



第7図 2015年5月31日 鳥島近海の地震

Fig.7 The earthquake near Torishima Island on May 31, 2015.

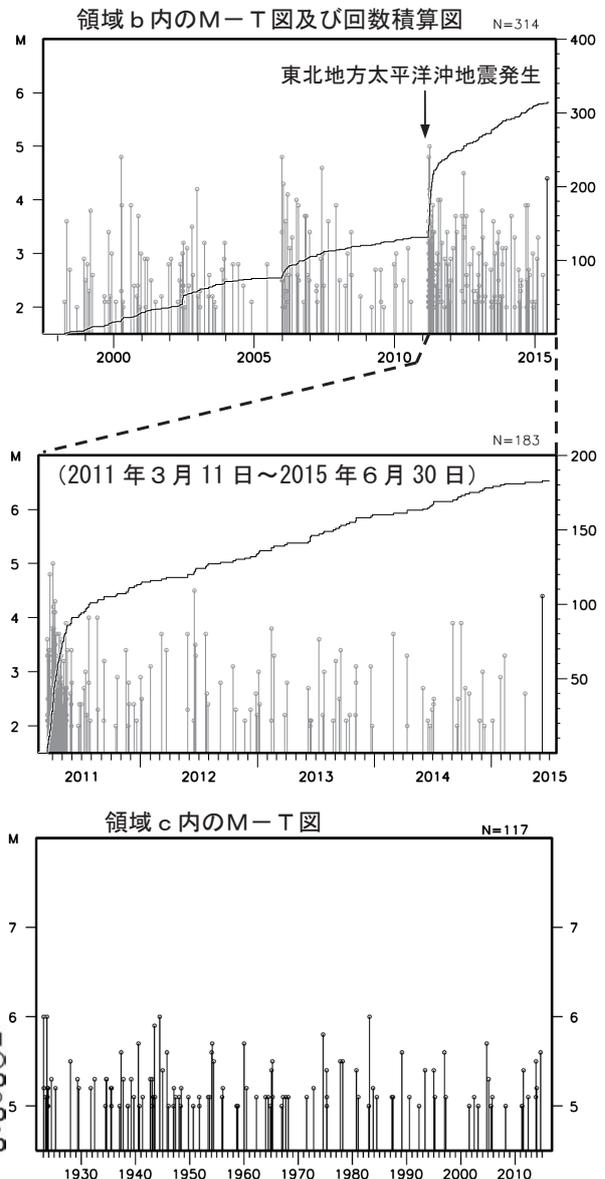
6月9日 茨城県南部の地震



2015年6月9日05時44分に茨城県南部の深さ51kmでM4.4の地震(最大震度4)が発生した。この地震は発震機構が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)では、M5程度の地震が時々発生している。「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の発生以降、活動がより活発になっており、2011年4月2日にはM5.0の地震(最大震度4)が発生している。

1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6程度の地震が時々発生している。1983年2月27日に発生したM6.0の地震(最大震度4)では、負傷者11人などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。

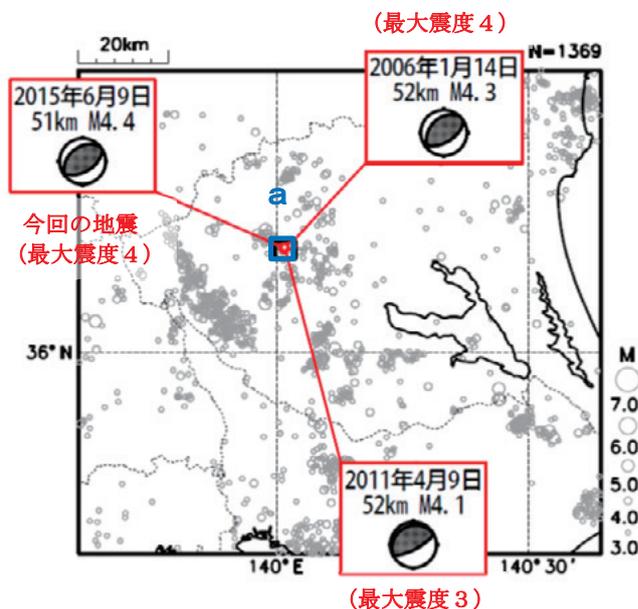


第8図(a) 2015年6月9日 茨城県南部の地震

Fig.8(a) The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on June 9, 2015.

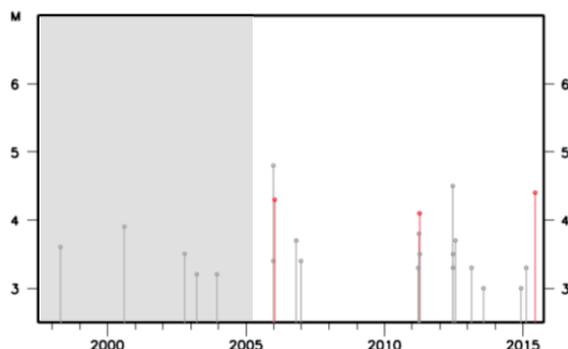
6月9日 茨城県南部の地震の繰り返し地震

震央分布図 (1997年10月~2015年6月、 $M \geq 3.0$ 、深さ0~100km)



今回の地震と検出された相似地震を赤で表示。

領域 a 内の M-T 図



2005年1月以降と比べて震度2~3の観測点の波形収集に漏れの可能性がある期間

なお、2011年以降の波形は一部精査中のものがあり、これらの結果は今後修正される場合がある。

2015年6月9日に茨城県南部で発生したM4.4の地震 (最大震度4) について、強震波形による相関解析を行った結果、ほぼ同じ場所で発生した2006年と2011年のM4程度の地震が相似地震として検出された*。

* 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合、相似地震として検出している。

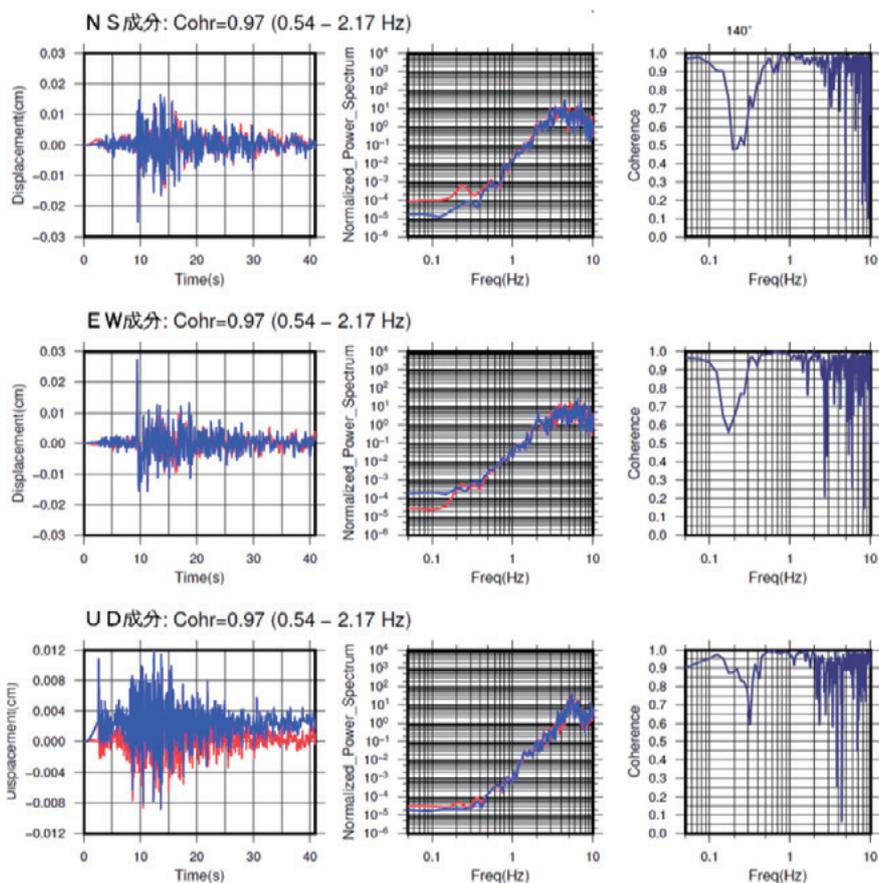
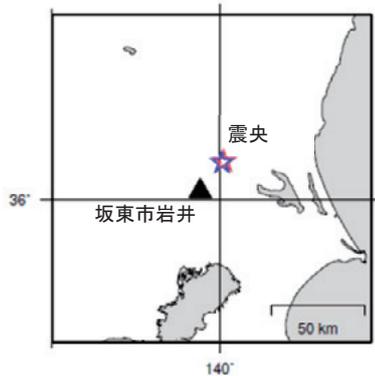
(参考) 溜瀧功史、中村雅基、山田安之 (2014) : 全国を対象とした客観的な相似地震の抽出, 気象研究所技術報告, 72, 5-16

強震波形相関解析 (波形例)

観測点名: 坂東市岩井(515)

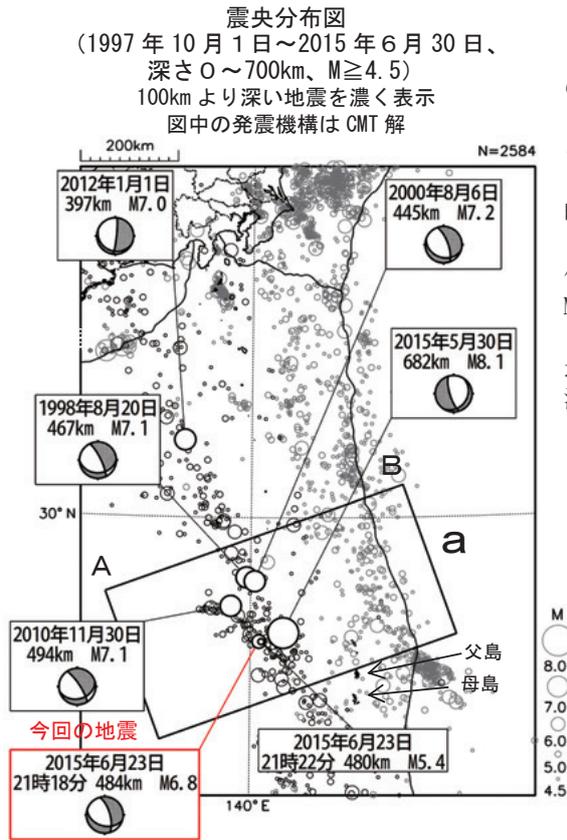
2006/01/14 15:30:09 M4.3

2015/06/09 05:44:07 M4.4



第8図(b) つづき
Fig.8(b) Continued.

6月23日 小笠原諸島西方沖の地震

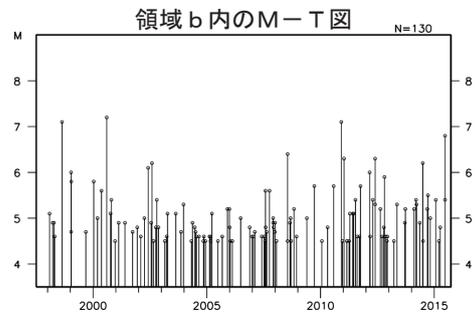
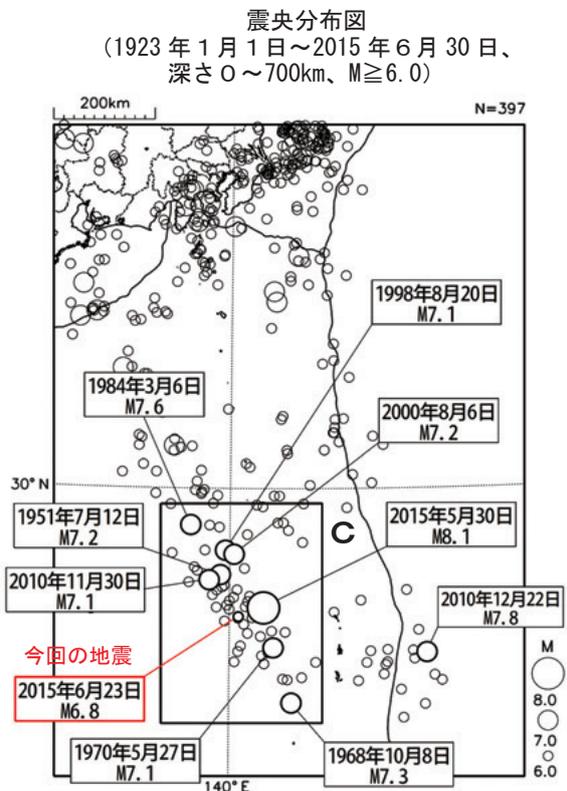
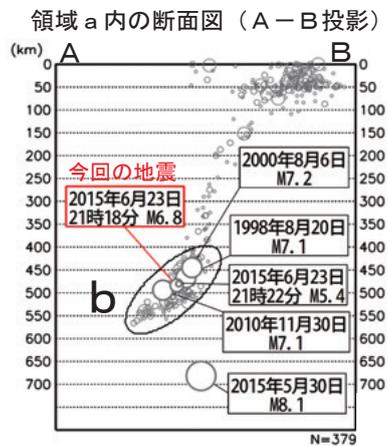


2015年6月23日21時18分に小笠原諸島西方沖の深さ484kmでM6.8の地震(最大震度4)が発生した。この地震は、太平洋プレート内部で発生した。発震機構(CMT解)は、太平洋プレートが沈み込む方向に圧力軸を持つ型である。

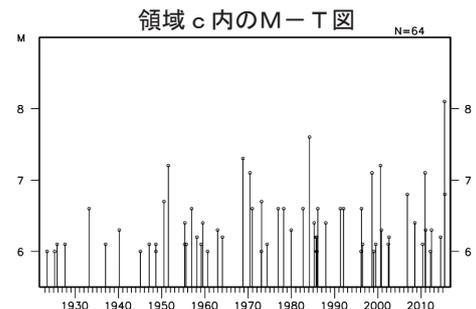
余震活動は低調で、最大規模の余震は、6月23日21時22分に発生したM5.4の地震(最大震度2)である。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)では定常的な地震活動が見られており、M7.0以上の地震が3回発生している。

なお、今回の地震の周辺では、先月30日にM8.1の地震(深さ682km、最大震度5強)が発生しているが、深さがおよそ200km異なっているため、今回の地震はこの地震の余震ではないと考えられる。



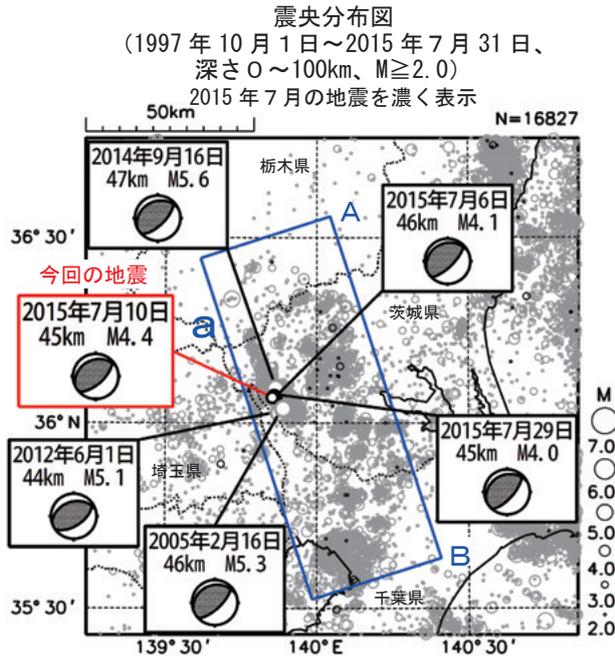
1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺では、M7.0以上の地震が時々発生している。先月30日に発生したM8.1の地震(最大震度5強)では、東京都で地震関連負傷者8件、埼玉県で負傷者3人、神奈川県で負傷者2人などの被害を生じた(総務省消防庁による)。



第9図 2015年6月23日 小笠原諸島西方沖の地震

Fig.9 The earthquake west off Ogasawara Islands on June 23, 2015.

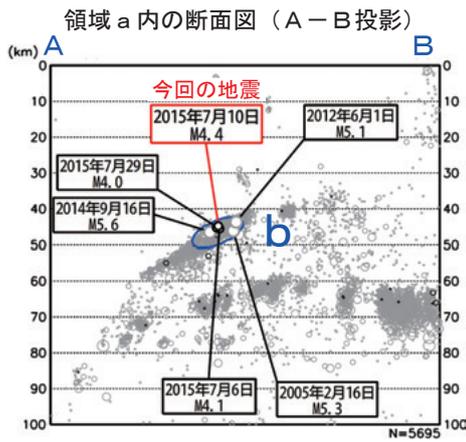
7月10日 茨城県南部の地震



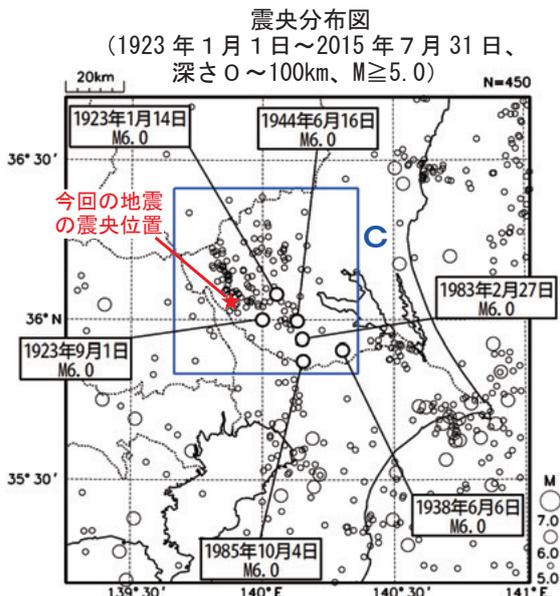
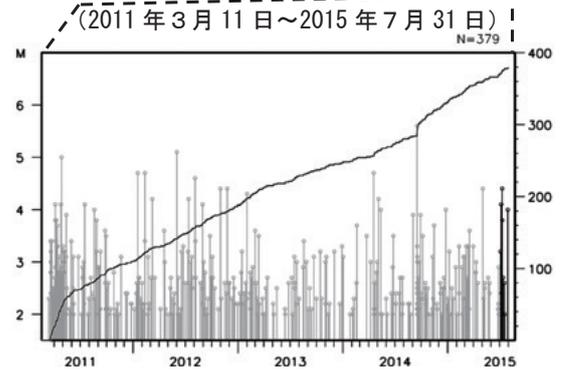
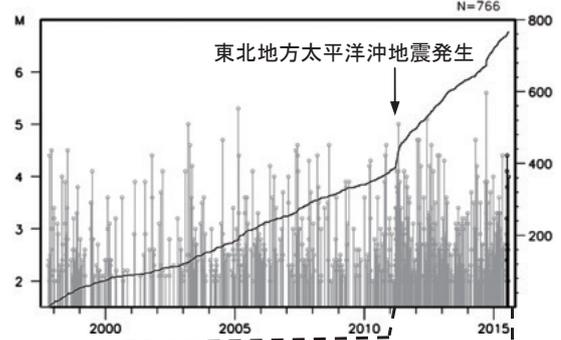
2015年7月10日01時15分に茨城県南部の深さ45kmでM4.4の地震(最大震度4)が発生した。この地震は発震機構が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)では、M5程度の地震が時々発生している。「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の発生以降、活動がより活発になっており、2014年9月16日にはM5.6の地震(最大震度5弱)が発生している。また、今月6日と29日には、今回の地震とほぼ同じ場所ですれぞれM4.1とM4.0の地震(ともに最大震度3)が発生している。

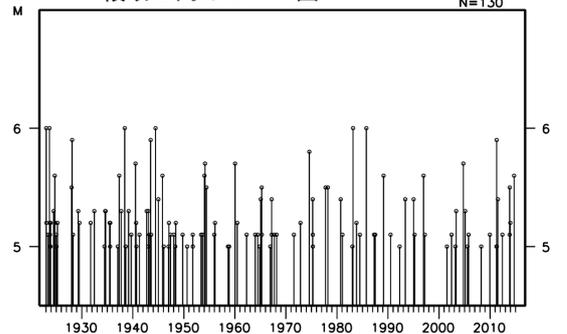
1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6程度の地震が時々発生している。1983年2月27日に発生したM6.0の地震(最大震度4)では、負傷者11人などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。



領域b内のM-T図及び回数積算図



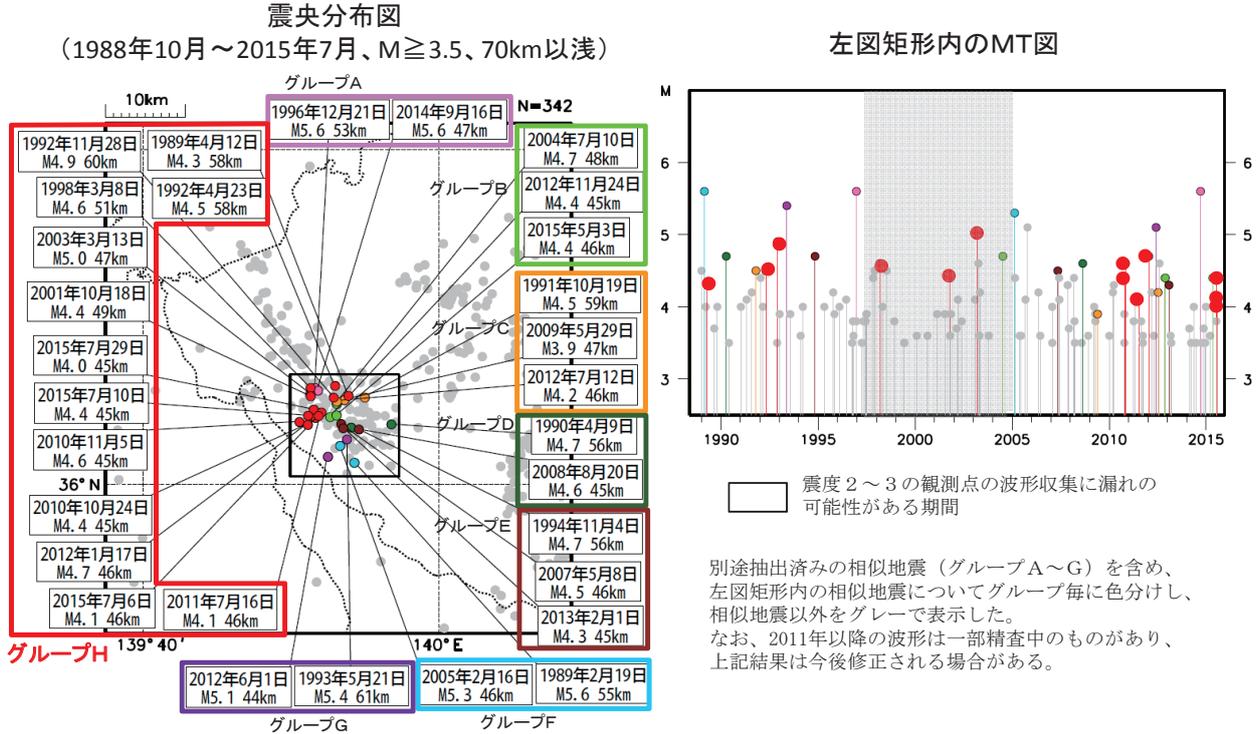
領域c内のM-T図



第10図(a) 2015年7月10日 茨城県南部の地震

Fig.10(a) The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on July 10, 2015.

7月10日 茨城県南部の地震の繰り返し地震

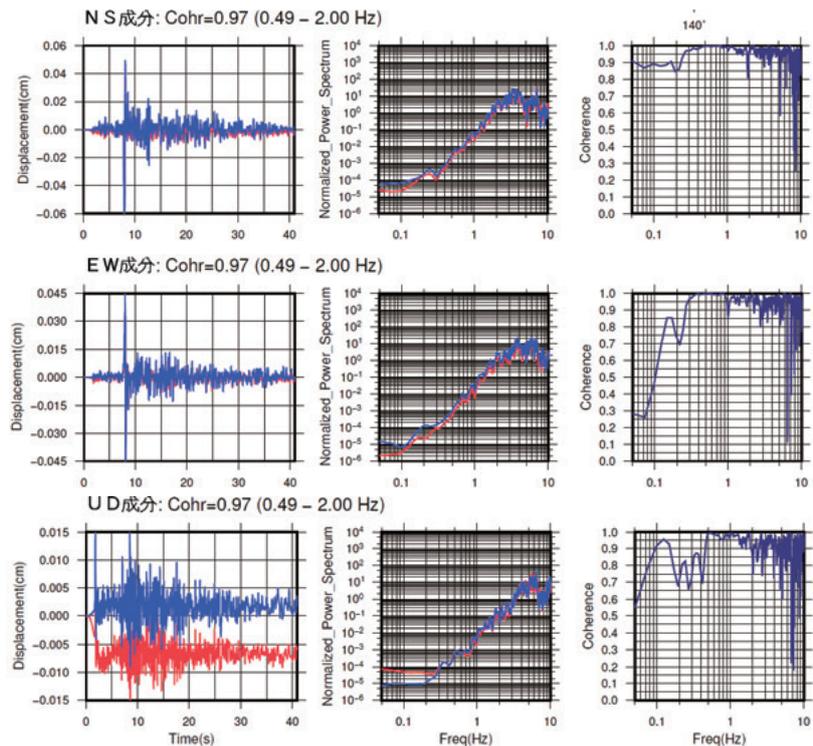
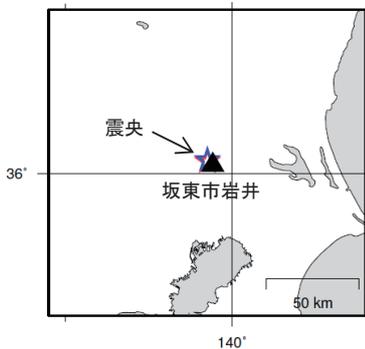


2015年7月10日に茨城県南部で発生したM4.4の地震(最大震度4)について強震波形による相関解析を行った結果、7月にほぼ同じ場所で発生した6日(M4.1)と29日(M4.0)の地震を含め、M4～5程度の13地震(上図のグループH)が相似地震として検出された^{※1}。これらのうち、2010年以前の地震は、既に相似地震として報告されていたものである^{※2}。

※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合、相似地震として検出している。
 ※2 溜淵功史、中村雅基、山田安之(2014): 全国を対象とした客観的な相似地震の抽出, 気象研究所技術報告, 72, 5-16

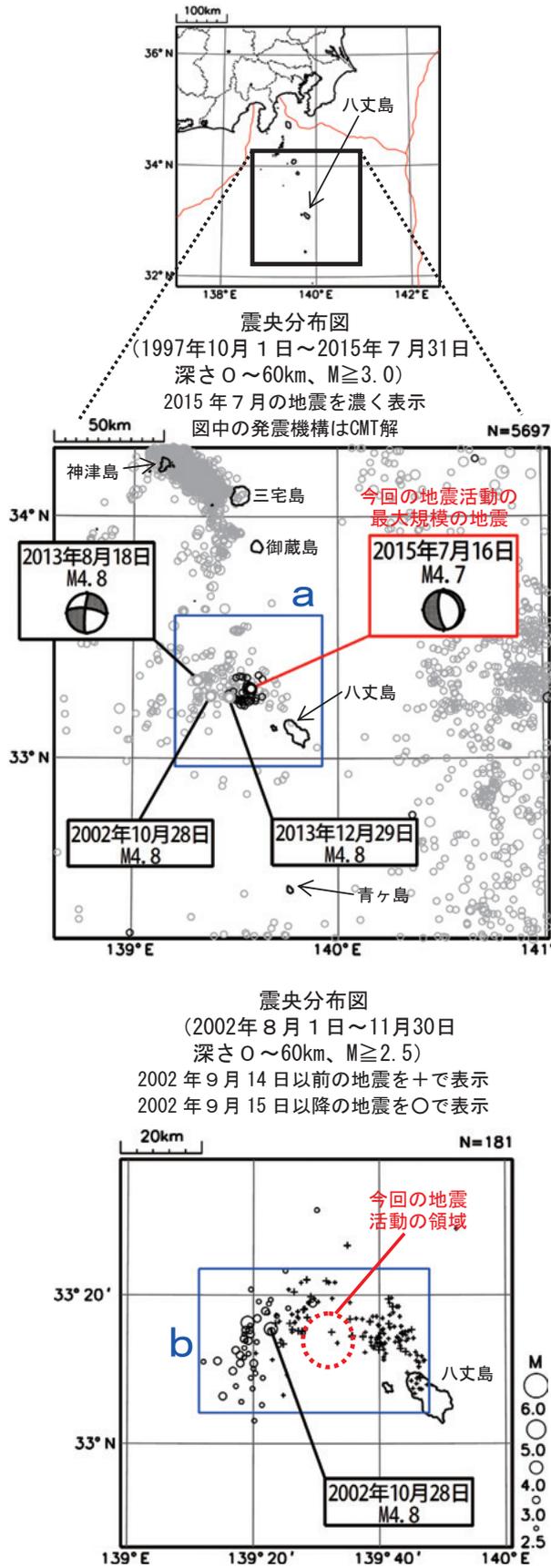
強震波形相関解析(波形例)

観測点名: 坂東市岩井(515)
 2010/10/24 13:50:42 M4.4 — (Red line)
 2015/07/10 01:15:13 M4.4 — (Blue line)



第10図(b) つづき
 Fig.10(b) Continued.

7月14日からの八丈島近海の地震活動



2015年7月14日から八丈島近海で地震活動がやや活発になり、震度1以上を観測する地震が17日にかけて11回(最大震度2:3回、最大震度1:8回)発生した。この活動は7月18日以降低調であった。最大規模の地震は、16日15時13分に発生したM4.7の地震(最大震度2)であった。この地震は、発震機構(CMT解)が東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型であった。

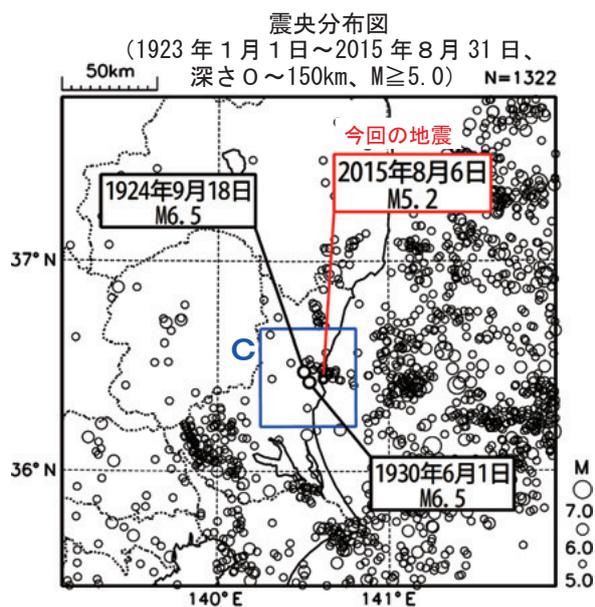
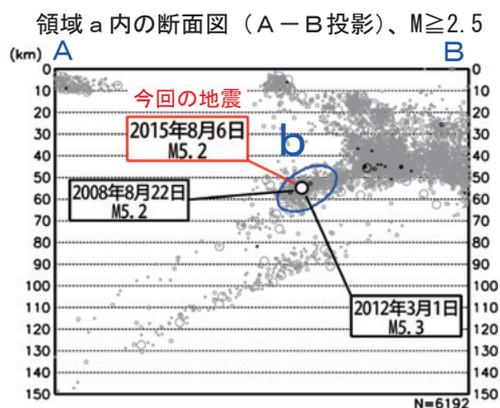
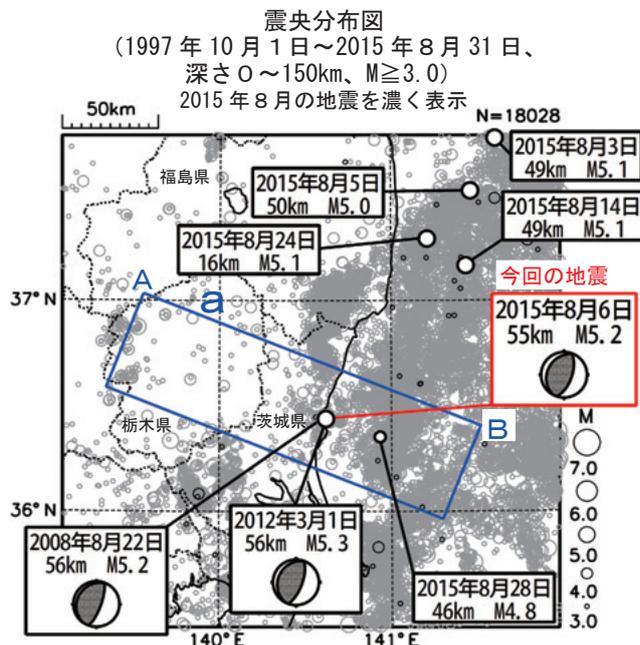
1997年10月以降の活動を見ると、今回の活動の震央付近(領域a)では過去に何度かまとまった活動が発生している。2002年8月～11月の活動では、最初に八丈島付近でまとまった活動が始まり、その後活動が西に移動し、全体で震度1以上を観測する地震が36回発生した。

第11図 2015年7月14日からの八丈島近海の地震活動

Fig.11 Seismic activity near Hachijojima Island from July 14, 2015.

8月6日 茨城県沖の地震

情報発表に用いた震央地名は「茨城県北部」である。

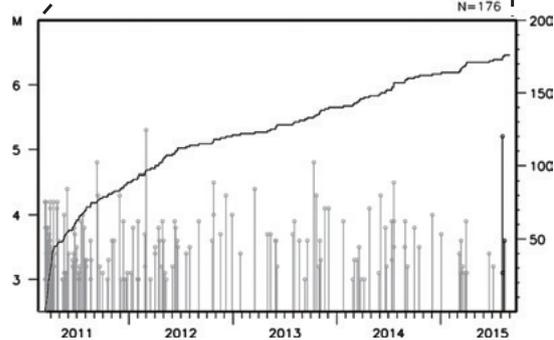
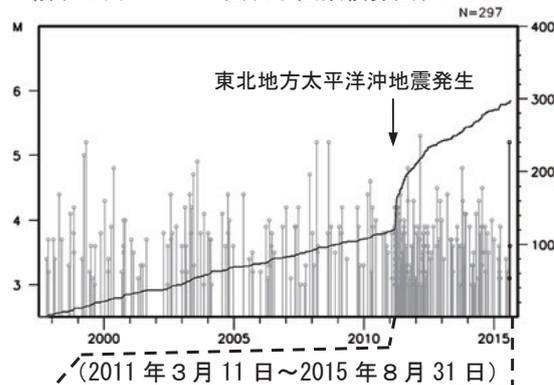


2015年8月6日18時22分に茨城県沖の深さ55kmでM5.2の地震(最大震度4)が発生した。この地震は発震機構が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)は、M5程度の地震が時々発生している。「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の発生以降、活動がより活発になっており、2012年3月1日にはM5.3の地震(最大震度5弱)が発生している。

1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域c)では、M5.0以上の地震が度々発生しており、このうち、1930年6月1日に発生したM6.5の地震(最大震度5)では、がけ崩れ、煙突倒壊などの被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)。

領域 b 内のM-T図及び回数積算図、 $M \geq 3.0$

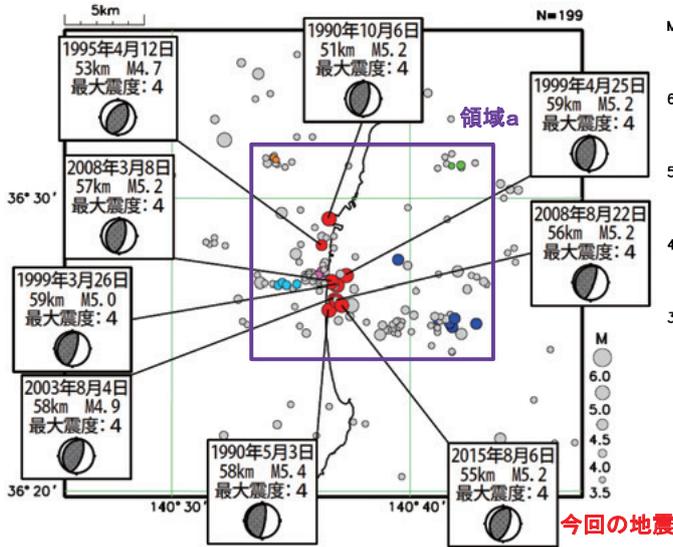


第12図 2015年8月6日 茨城県沖の地震

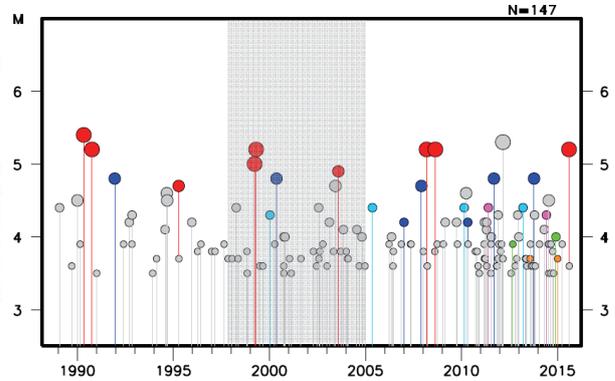
Fig.12(a) The earthquake off Ibaraki Prefecture on August 6, 2015.

8月6日 茨城県沖の地震の繰り返し地震

震央分布図
(1988年10月～2015年8月、M \geq 3.5、90km以浅)



MT図(領域a内)



震度2～3の観測点の波形収集に漏れの可能性のある期間

今回抽出された相似地震を赤、相似地震以外をグレー、別グループの相似地震を他の色で表示した。
なお、上記結果は後日の精査で修正される場合がある。

2015年8月6日に茨城県沖で発生したM5.2の地震(最大震度4)について強震波形による相関解析を行った結果、M5.0程度の9地震(上図の赤)が相似地震として検出された^{※1}。これらのうち、1995年4月12日、2008年8月22日、及び今回の地震以外は、既に相似地震として報告されていたものである^{※2}。なお、異なったグルーピング手法を適用すると、これらの地震はさらに複数の相似地震グループに分かれるため、より妥当な解析手順を検討する必要がある。

※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合、相似地震として検出している。

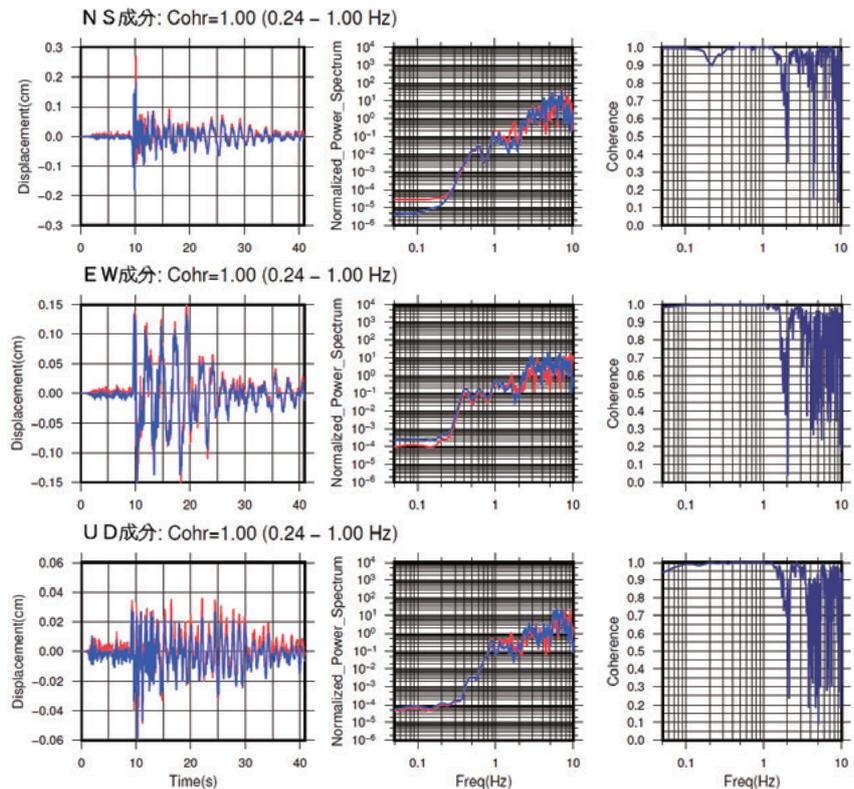
※2 溜瀧功史、中村雅基、山田安之(2014): 全国を対象とした客観的な相似地震の抽出, 気象研究所技術報告, 72, 5-16

強震波形相関解析(波形例)

観測点名: 土浦市常名(516)

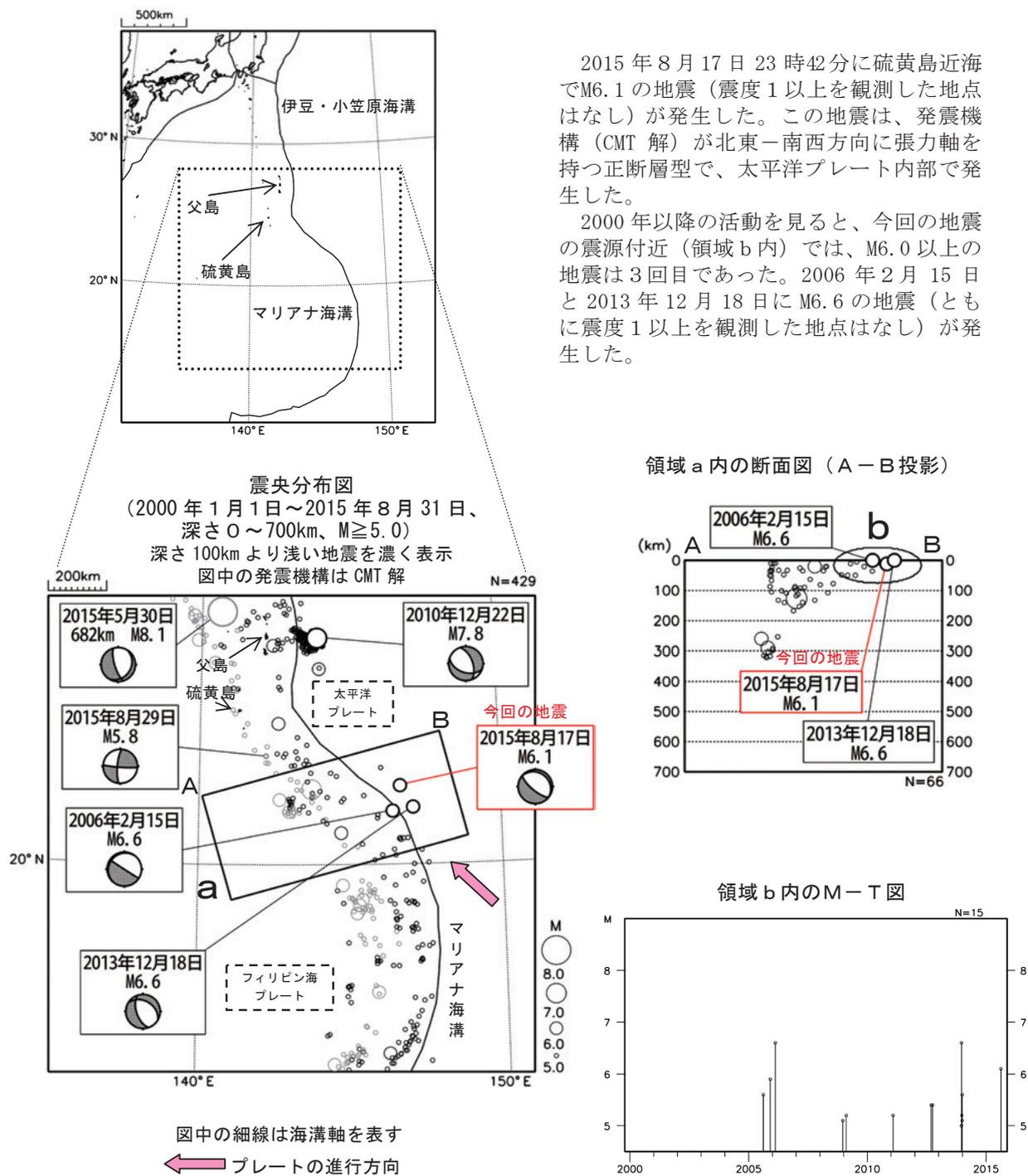
2008/08/22 19:59:50 M5.2

2015/08/06 18:22:29 M5.2



第12図(b) つづき
Fig.12(b) Continued.

8月17日 硫黄島近海の地震



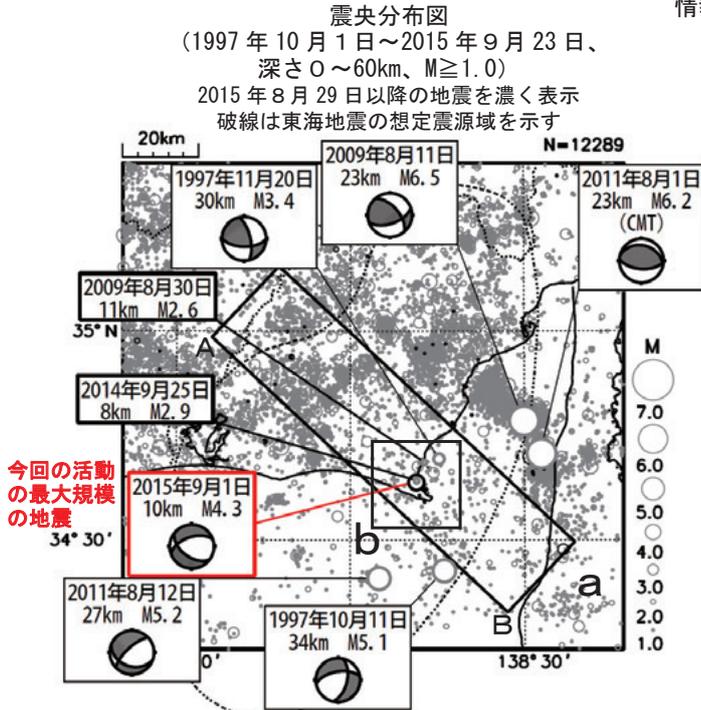
※本資料中、震央分布図に発震機構（CMT解）を示した地震の震源要素とCMT解は気象庁による。その他の地震の震源要素は米国地質調査所（USGS）による（2015年9月2日現在）。プレート境界の位置はBird（2003）*より引用。

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

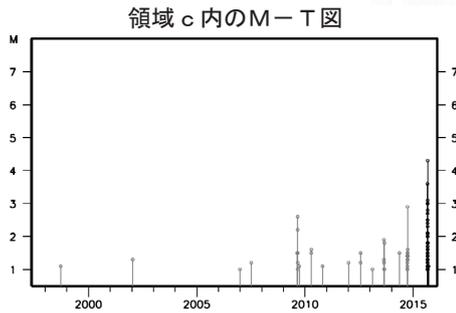
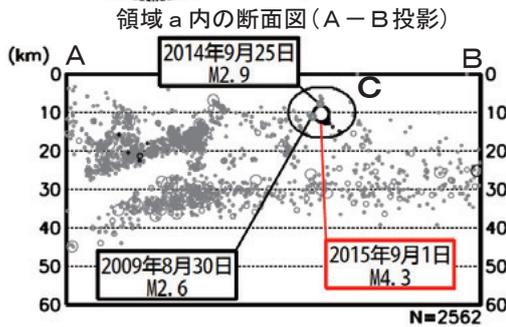
第13図 2015年8月17日 硫黄島近海の地震
 Fig.13 The earthquake near Ioto Island on August 17, 2015.

8月29日から9月2日にかけての 静岡県中部（御前崎付近）の地震活動

情報発表に用いた震央地名は「静岡県西部」である。



今回の活動
の最大規模
の地震



最大震度別地震回数

最大震度	回数
3	1回
2	2回
1	5回

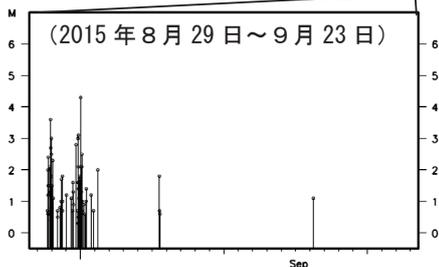
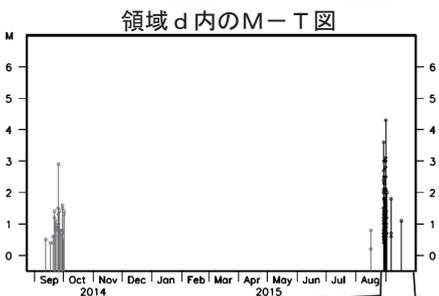
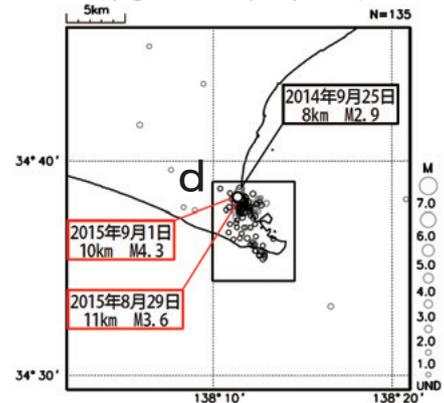
2015年8月29日から静岡県中部でややまとまった地震活動が見られた。今回の活動で最大規模の地震は9月1日00時29分のM4.3の地震(深さ10km、最大震度3)である。9月1日までに震度1以上を観測する地震が8回発生した。まとまった活動は2日まで見られた。3日以降、活動は収まっている。

9月1日のM4.3の地震の発震機構は、南北方向に張力軸を持つ型である。これらの地震は地殻内で発生した。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域c)では、M3.0以上の地震は今回が初めてであった。2009年8月から9月にかけて、2014年9月にややまとまった活動が見られた。

なお、東海地域のひずみ計には特段の変化は現れていない。

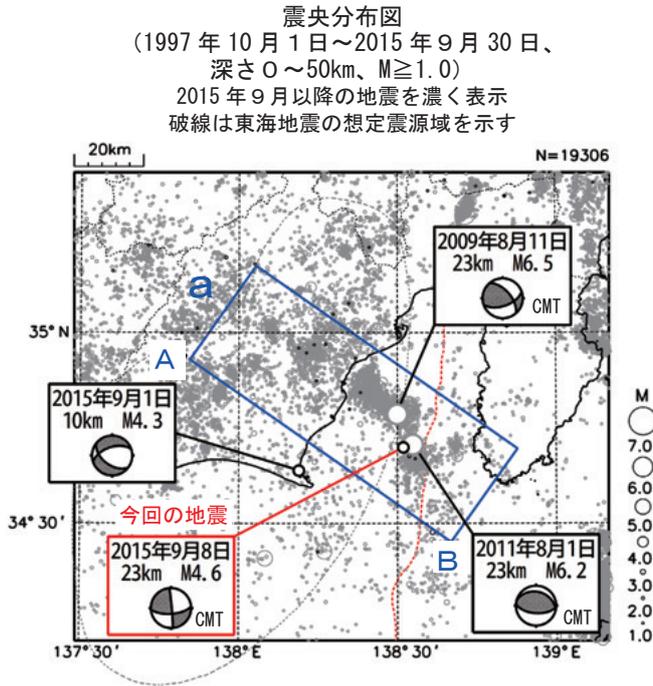
領域 b 内の震央分布図
(2014年9月1日～2015年9月23日、
深さ0～20km、Mすべて)



第14図 2015年8月29日から9月2日にかけての静岡県中部（御前崎付近）の地震活動

Fig.14 Seismic activity in the central part of Shizuoka Prefecture (near Omaezaki) from August 29 to September 2, 2015.

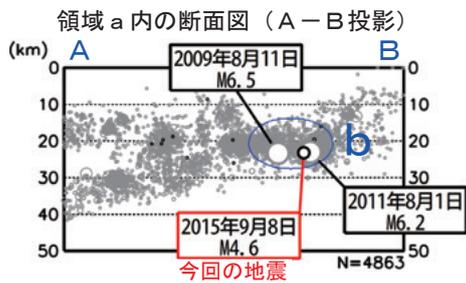
9月8日 駿河湾の地震



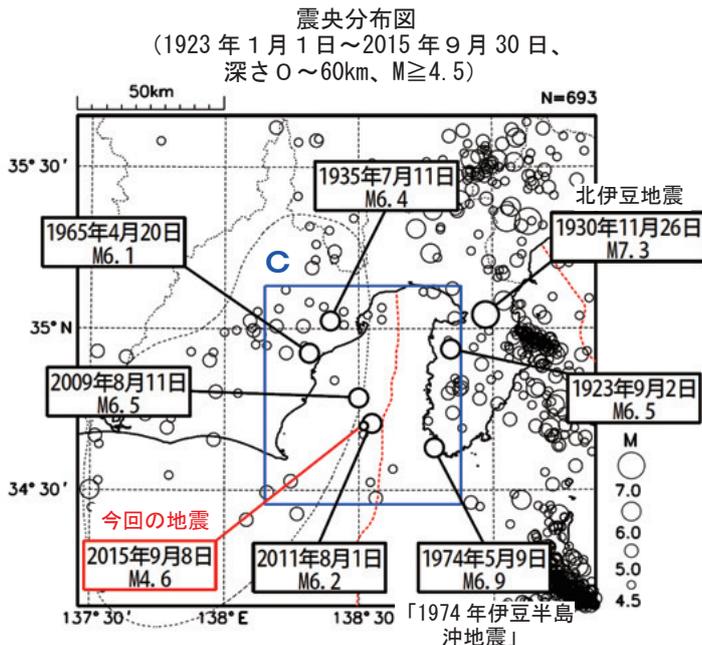
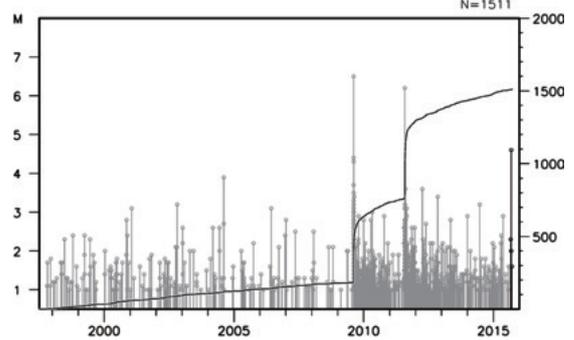
2015年9月8日20時22分に駿河湾の深さ23kmでM4.6の地震(最大震度3)が発生した。この地震は、発震機構(CMT解)が北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、フィリピン海プレート内部で発生した。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源周辺(領域b)では、M6.0以上の地震が2回発生している。2009年8月11日にはM6.5の地震(最大震度6弱)が発生し、死者1人、負傷者319人などの被害を生じた(総務省消防庁による)。また、2011年8月1日には今回の地震とほぼ同じ場所でM6.2の地震(最大震度5弱)が発生し、負傷者13人、住家等一部損壊15棟などの被害を生じた(静岡県による)。

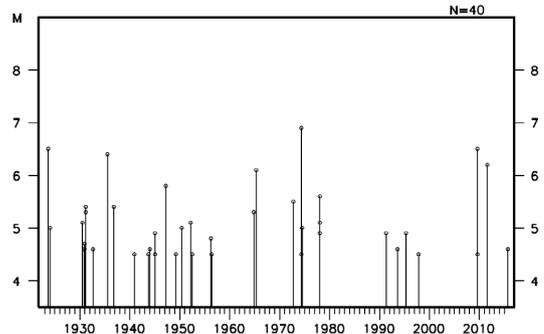
1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6.0以上の地震が時々発生している。1974年5月9日には「1974年伊豆半島沖地震」が発生し、死者30人、家屋全壊134棟などの被害を生じた(「日本被害地震総覧」による)。



領域b内のM-T図及び回数積算図



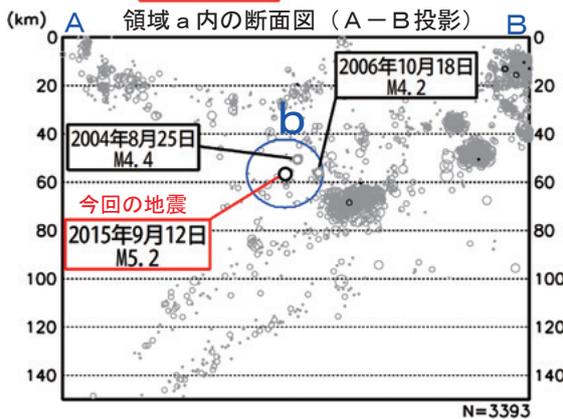
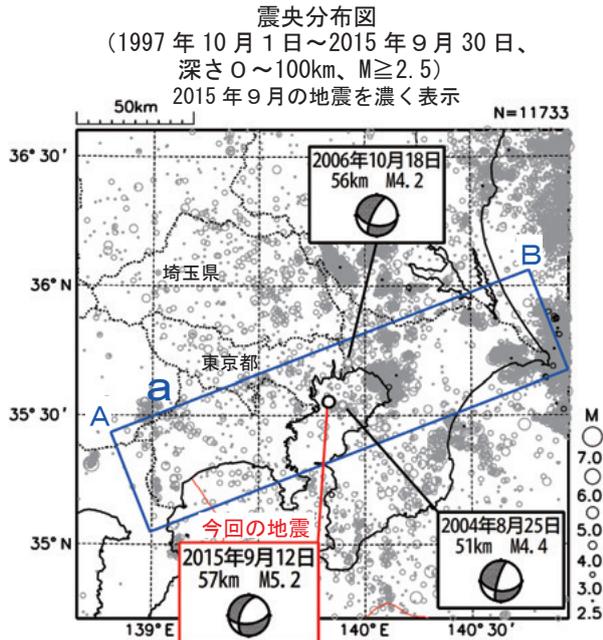
領域c内のM-T図



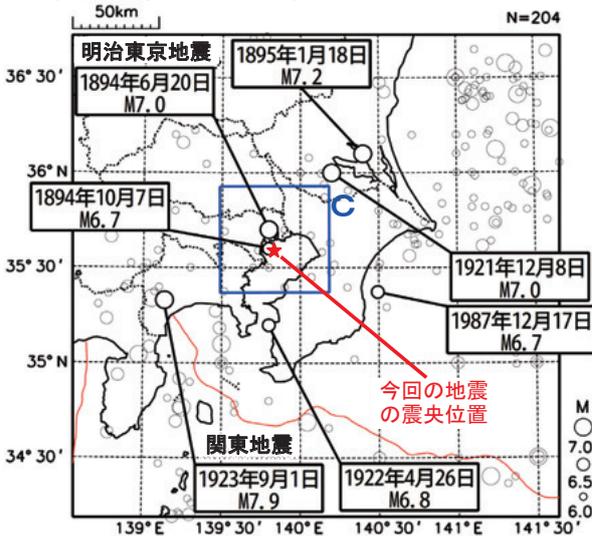
第15図 2015年9月8日 駿河湾の地震

Fig.15 The earthquake in Suruga Bay on September 8, 2015.

9月12日 東京湾の地震



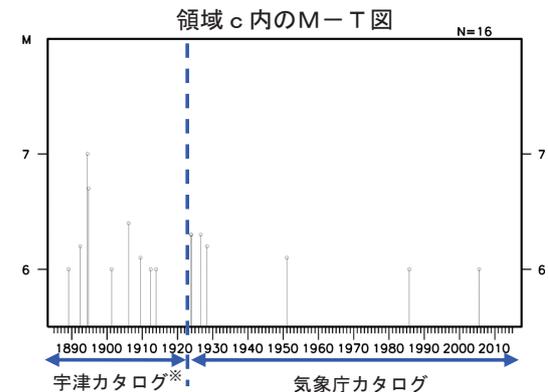
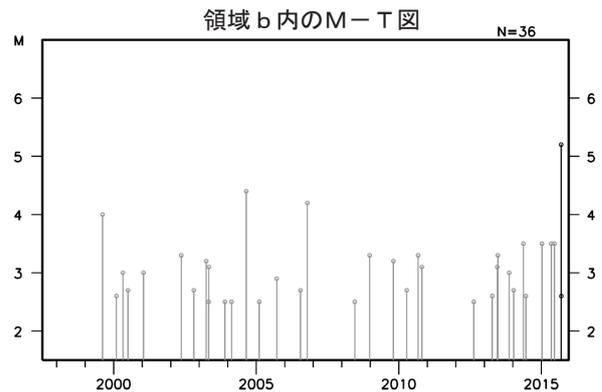
震央分布図
(1885年1月1日～2015年9月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 6.0$)
震源要素は、1885年～1922年は茅野・宇津(2001)、
宇津(1982, 1985)による*。



2015年9月12日05時49分に東京湾の深さ57kmでM5.2の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震は、発震機構が北西-南東方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した。この地震により負傷者7人の被害を生じた(総務省消防庁による)。余震活動は低調であった。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源周辺(領域b)では、M4.0以上の地震が時々発生しているが、M5.0以上の地震はこれまで発生していなかった。

1885年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、1923年以降M6.5以上の地震は発生していない。1894年6月20日に発生したM7.0の地震(明治東京地震)では、東京、横浜などの東京湾岸を中心に死者31人、家屋全半壊130棟などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。また、それ以前の1855年11月1日に今回の地震の震央周辺で発生した地震(安政江戸地震)では死者7468人などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。



*宇津徳治, 日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表: 1885年～1980年, 震研彙報, 56, 401-463, 1982.

宇津徳治, 日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表: 1885年～1980年(訂正と追加), 震研彙報, 60, 439-642, 1985.

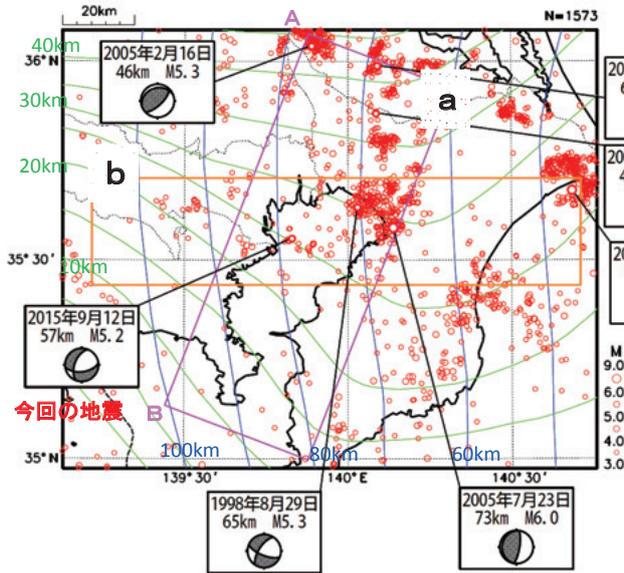
茅野一郎・宇津徳治, 日本の主な地震の表, 「地震の事典」第2版, 朝倉書店, 2001, 657pp.

第16図(a) 2015年9月12日 東京湾の地震

Fig.16(a) The earthquake in Tokyo Bay on September 12, 2015.

9月12日 東京湾の地震(プレートの位置と発震機構解)

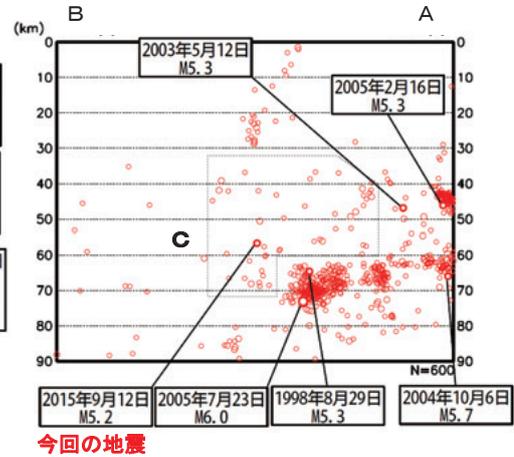
震央分布図(1997年10月~2015年9月30日、 $M \geq 3.0$ 、深さ90km以浅)



- ・発震機構解は初動解
- ・プレート形状データ出典
内閣府(2013): 首都直下のM7クラスの地震及び相模トラフ沿いのM8クラスの地震等の震源断層モデルと震度分布・津波高等に関する報告書, 45p.

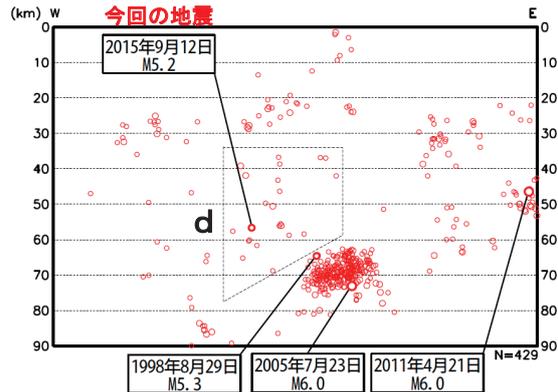
今回の地震付近のフィリピン海プレート内部では、T軸がフィリピン海プレートの概ねの進行方向で、横ずれ断層~正断層成分を持つ解が多く見られる。

領域aの断面図(BA方向投影)

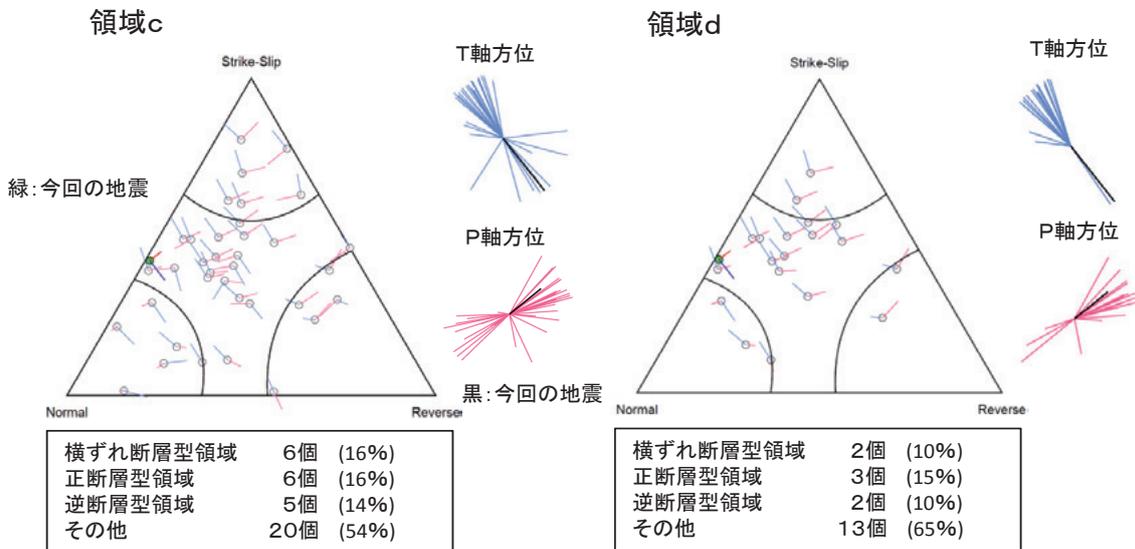


..... フィリピン海プレート上面
—— 太平洋プレート上面

領域bの断面図(東西方向投影)



上図領域内の発震機構の三角ダイアグラム



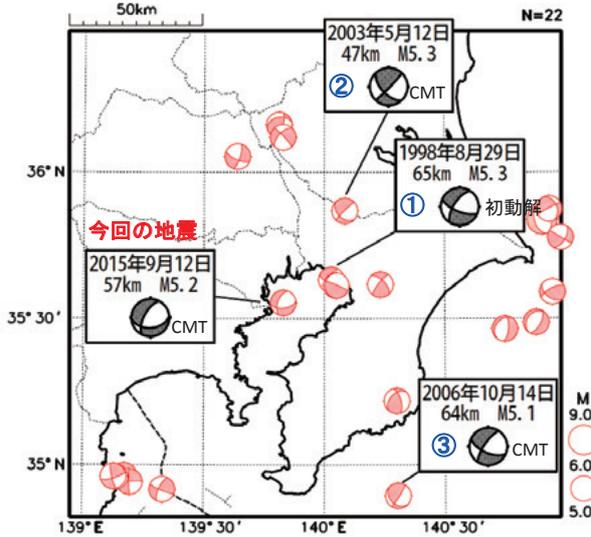
第16図(b) つづき (プレートの位置と発震機構解)

Fig.16(b) Continued (Hypocenter distribution and the location of plate boundary, focal mechanism)

9月12日 東京湾の地震(周辺の過去の活動)

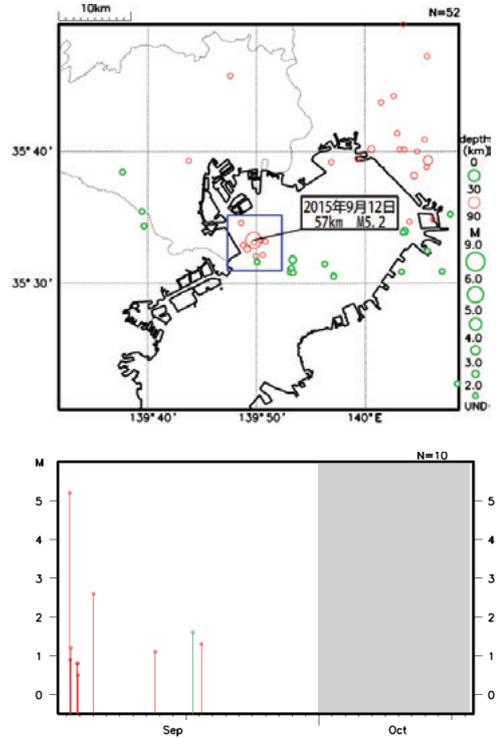
発震機構解(1997年10月~2015年9月30日、
M \geq 5.0、深さ90km以浅)

初動解のどちらかの節面が正断層型または横ずれ断層型であるものを抽出して表示



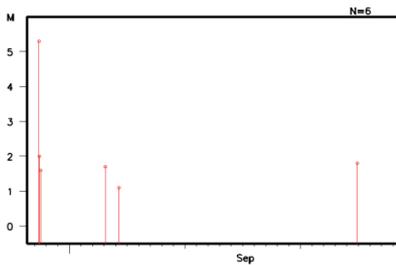
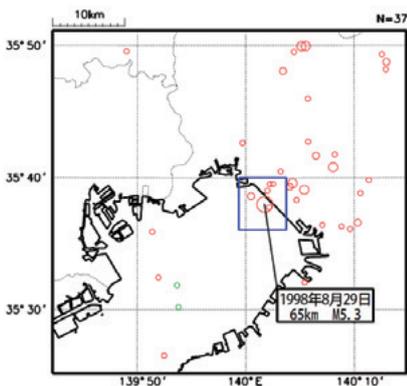
今回の地震と類似した発震機構解を持つ周辺の地震 (M \geq 5.0)においても、今回の地震と同様に余震活動は低調であった。

震央分布図(2015年9月12日~
9月30日、M全て、深さ90km以浅)

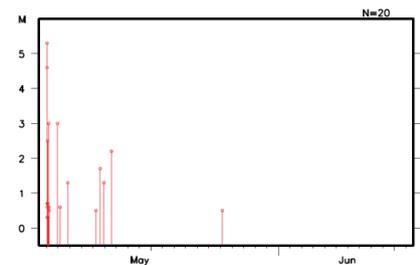
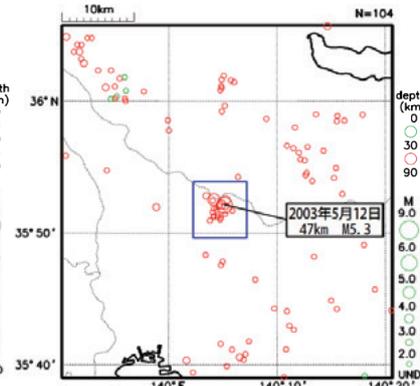


①~③の地震の震央分布図(M全て、深さ90km以浅)・M-T図(矩形内)

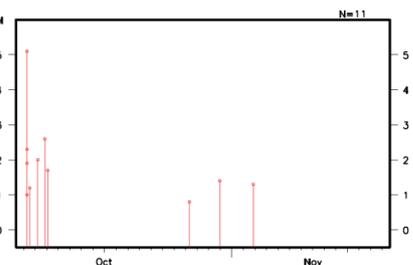
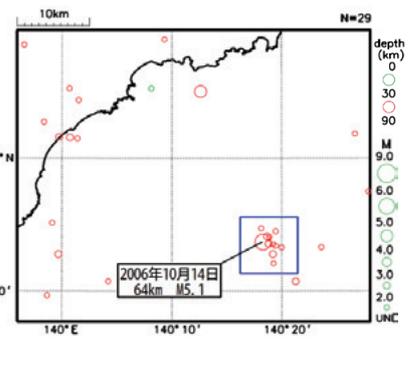
①1998年8月29日~9月29日



②2003年5月12日~6月12日



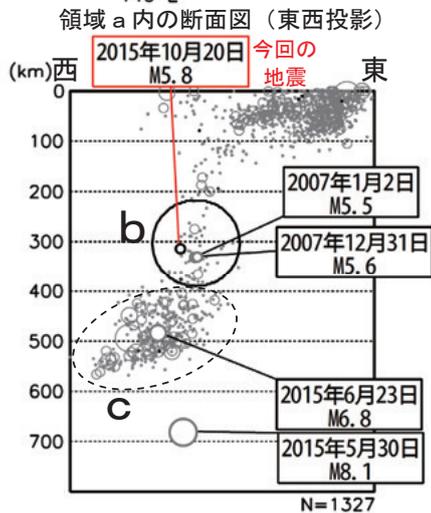
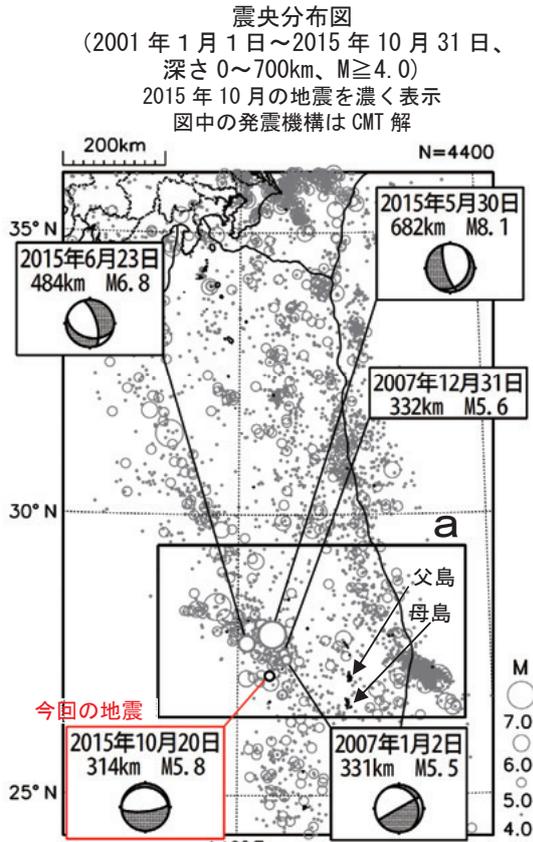
③2006年10月14日~11月14日



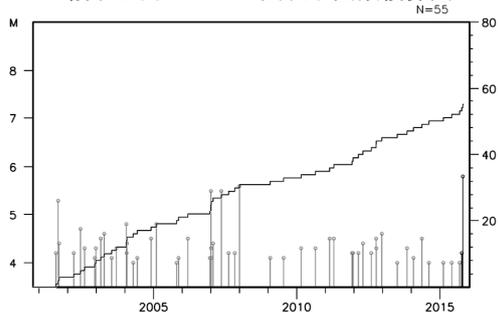
第16図(c) つづき (周辺の過去の活動)

Fig.16(c) Continued (Seismic activity of the past around Tokyo Bay)

10月20日 小笠原諸島西方沖の地震



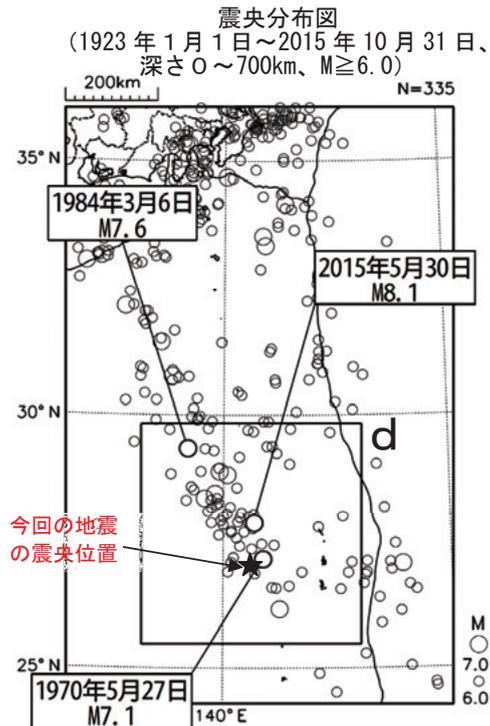
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



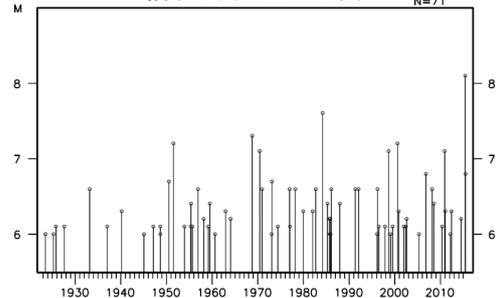
2015年10月20日18時29分に小笠原諸島西方沖の深さ314kmでM5.8の地震(最大震度3)が発生した。この地震は、太平洋プレート内部で発生した。発震機構(CMT解)は、概ね鉛直方向に圧力軸を持つ型である。

2001年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b)は、M5.0以上の地震が時々発生している。今回の地震の震源から約100kmから200km深い、深さ500km前後の場所(領域c)ではM6.0以上の地震がしばしば発生しているが、領域b内ではM6.0以上の地震は発生していない。また、今回の地震の震源から約350km深いところでは、2015年5月30日にM8.1の地震(最大震度5強)の地震が発生し、東京都地震関連負傷者8件、埼玉県で負傷者3人、神奈川県で負傷者2人等の被害を生じた(総務省消防庁による)。

1923年1月以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域d)では、M7.0以上の地震が時々発生している。



領域 d 内の M-T 図



第17図 2015年10月20日 小笠原諸島西方沖の地震

Fig.17 The earthquake west off Ogasawara Islands on October 20, 2015.