

2019年6月18日山形県沖の地震の評価

- 6月18日22時22分に山形県沖の深さ約15kmでマグニチュード(M)6.7の地震が発生した。この地震により新潟県下越地方で最大震度6強を観測し、被害を伴った。
- この地震により、山形県鶴岡市の鼠ヶ関（ねずがせき、国土地理院）で11cmなど、秋田県・山形県・新潟県・石川県の沿岸で津波を観測した。
- GNSS観測の結果では、地震に伴って、新潟県村上市の新潟山北（にいがたさんぼく）観測点が北西に約5cm移動するなどの地殻変動が観測された。また、陸域観測技術衛星「だいち2号」の合成開口レーダー干渉解析の画像によると、震央に近い陸域で地殻変動が観測された。
- M6.7の地震の発生後、北東－南西方向に長さ約20kmの領域で、地震活動がこれまでのところ本震－余震型で推移している。7月9日17時までに発生した最大規模の余震は、6月19日00時57分に発生したM4.2の地震で、最大震度4を観測した。
- この地震の発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。今回の地震の余震分布と本震の発震機構に基づく、震源断層は東南東方向に傾斜する断層面であったと推定される。
- 北海道沖から新潟県沖にかけての日本海東縁部では、これまで大地震がたびたび発生している。地質学的にみても、東西に幅を持った南北方向に延びる帯状の活断層・活しゅう曲帯が何条か形成されている。今回の地震活動は、この領域内で1964年に発生した新潟地震の震源域に隣接した場所で発生している。

注：GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称である。

2019 年 6 月 18 日 山形県沖の地震

(1) 概要

2019年6月18日22時22分に山形県沖の深さ14kmでM6.7の地震が発生し、新潟県村上市で震度6強、山形県鶴岡市で震度6弱を観測したほか、北海道から中部地方にかけて震度5強～1を観測した。また、山形県庄内で長周期地震動階級3を観測したほか、東北地方、新潟県と関東地方の一部で長周期地震動階級2～1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から7.3秒後の22時22分31.5秒と、9.0秒後の22時22分33.2秒に緊急地震速報（警報）を発表した（図1－1）。この地震は地殻内で発生し、発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

気象庁はこの地震に伴い、同日22時24分に山形県、新潟県、石川県の一部に津波注意報を発表した。この地震により、山形県の鶴岡市鼠ヶ関で11cm、秋田県の秋田、新潟県の新潟、石川県の輪島港で8cmの津波を観測するなど、秋田県、山形県、新潟県、石川県で津波を観測した。

この地震により、負傷者41人、住家半壊33棟、一部破損755棟の被害が生じた（表1－1、令和元年7月1日11時00分現在、総務省消防庁による）。

新潟地方气象台、山形地方气象台及び仙台管区气象台は、震度5強以上を観測した震度観測点及びその周辺を中心に気象庁機動調査班（JMA-MOT）を派遣し、震度観測点の観測環境調査と周辺の被害調査を実施した。その結果、震度観測点の観測環境が地震によって変化していないこと、及び周辺の被害や揺れの状況が気象庁震度階級関連解説表と整合していることを確認した。

この地震の発生後、北東－南西方向に長さ約20kmの領域で、地震活動が本震－余震型で推移している。震度1以上の最大震度別地震回数表を表1－2に示す。

表 1－1 2019年6月18日の山形県沖の地震による被害状況
(2019年7月1日11時00分現在、総務省消防庁による)

都道府県名	人的被害		住家被害	
	負傷者		半壊 棟	一部 破損 棟
	重傷	軽傷		
	人	人		
宮城県		5		
秋田県	1	1		1
山形県	3	24	10	195
新潟県	3	3	23	559
石川県	1			
合 計	8	33	33	755

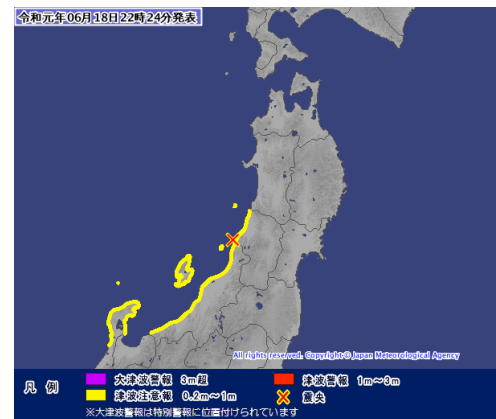


図 1－1 6月18日の山形県沖の地震に対して発表した津波注意報

表 1－2 震度1以上の最大震度別地震回数表（2019年6月18日22時～6月30日）

期間	最大震度別回数										震度1以上を観測した回数	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7		回数	累計
6/18 22時-24時	13	3	3	0	0	0	0	1	0		20	20
6/19 00時-24時	9	4	0	1	0	0	0	0	0		14	34
6/20 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	35
6/21 00時-24時	1	0	1	0	0	0	0	0	0		2	37
6/22 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	37
6/23 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0		2	39
6/24 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	39
6/25 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	39
6/26 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	39
6/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	39
6/28 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	40
6/29 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	41
6/30 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	41
総数	27	8	4	1	0	0	0	1	0			41

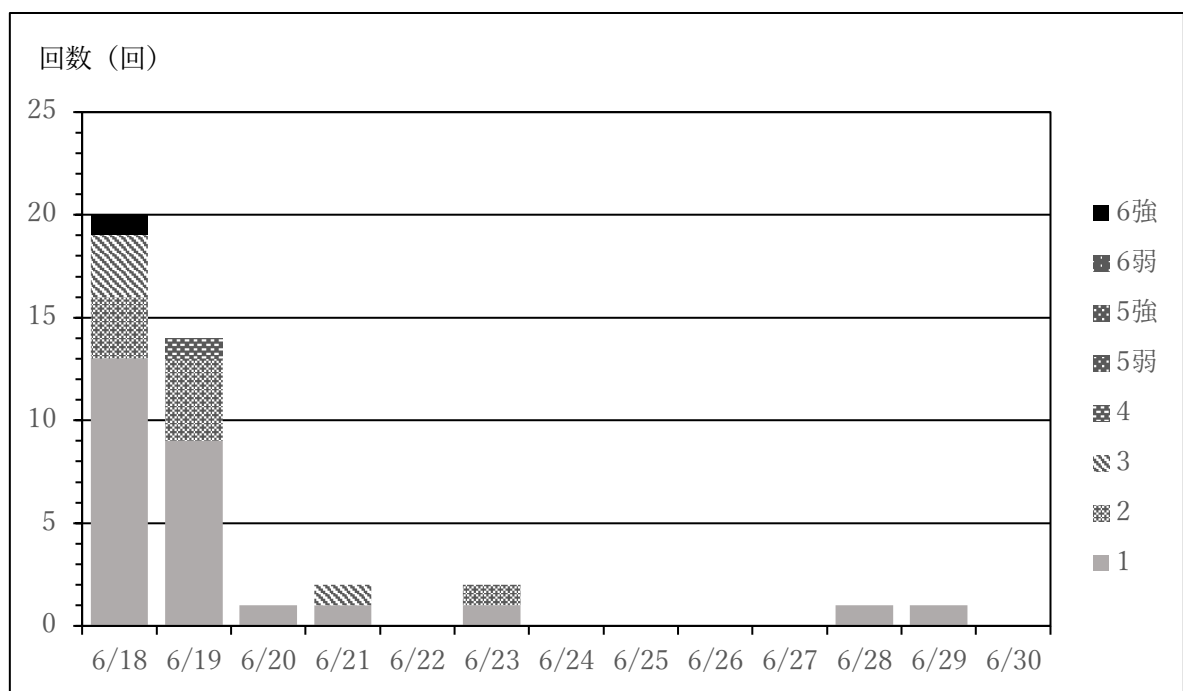


図1－2 震度1以上の日別地震回数グラフ (2019年6月18日22時～6月30日)

表1－3 緊急地震速報（警報）、地震情報、津波注意報、津波情報等の発表状況
(2019年6月18日22時～6月19日02時)

月 日	時刻	情報発表、報道発表等の状況	備考（主な内容等）
6月18日	22時22分	地震発生	山形県沖、M6.7、最大震度6強
	22時22分	緊急地震速報（警報）（第1報）	
		緊急地震速報（警報）（第2報）	
	22時24分	津波注意報	山形県、新潟県上中下越、佐渡、石川県能登に津波注意報を発表。
		津波予報（若干の海面変動）	
		震度速報	6月18日22時22分頃、新潟県下越で最大震度6強（1報目）
		震度速報	6月18日22時22分頃、新潟県下越で最大震度6強（2報目）
		津波情報（津波到達予想時刻・予想される津波の高さ）	
		津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻）	
	22時25分	震度速報	6月18日22時22分頃、新潟県下越で最大震度6強（3報目）
	22時26分	地震情報（震源・震度に関する情報）	〔6月18日22時22分頃の山形県沖の地震〕新潟県下越で最大震度6強
		地震情報（各地の震度に関する情報発表）	
6月19日	23時07分	津波情報（津波観測に関する情報）	〔18日23時06分現在の値〕
	23時43分	津波情報（津波観測に関する情報）	〔18日23時42分現在の値〕
	00時16分	津波情報（津波観測に関する情報）	〔19日00時15分現在の値〕
	00時30分	報道発表（第1報） ^{（注）}	令和元年6月18日22時22分頃の山形県沖の地震について
	00時31分	地震情報（顕著な地震の震源要素更新のお知らせ）	〔6月18日22時22分の山形県沖の地震〕
	01時02分	津波注意報	山形県、新潟県上中下越、佐渡、石川県能登の津波注意報を解除
		津波予報（若干の海面変動）	
	01時05分	津波情報（津波観測に関する情報）	〔19日00時15分現在の値〕（酒田（山形県）、新潟（新潟県）、粟島（新潟県）、佐渡市鷺崎（新潟県）、輪島港（石川県））とりまとめの情報

（注）6月26日に報道発表（「令和元年6月18日22時22分頃の山形県沖の地震について（第2報）」）を行った。

(2) 地震活動

ア. 地震の発生場所の詳細及び地震の発生状況

2019年6月18日22時22分に山形県沖の深さ14kmでM6.7の地震（最大震度6強）が発生した。

この地震発生以降、北東－南西方向に長さ約20kmの領域で、地震活動が本震－余震型で推移している。最大規模の余震は、6月19日00時57分に発生したM4.2の地震（最大震度4）で、この地震を含めて6月30日までにM4.0以上の余震が4回発生している。

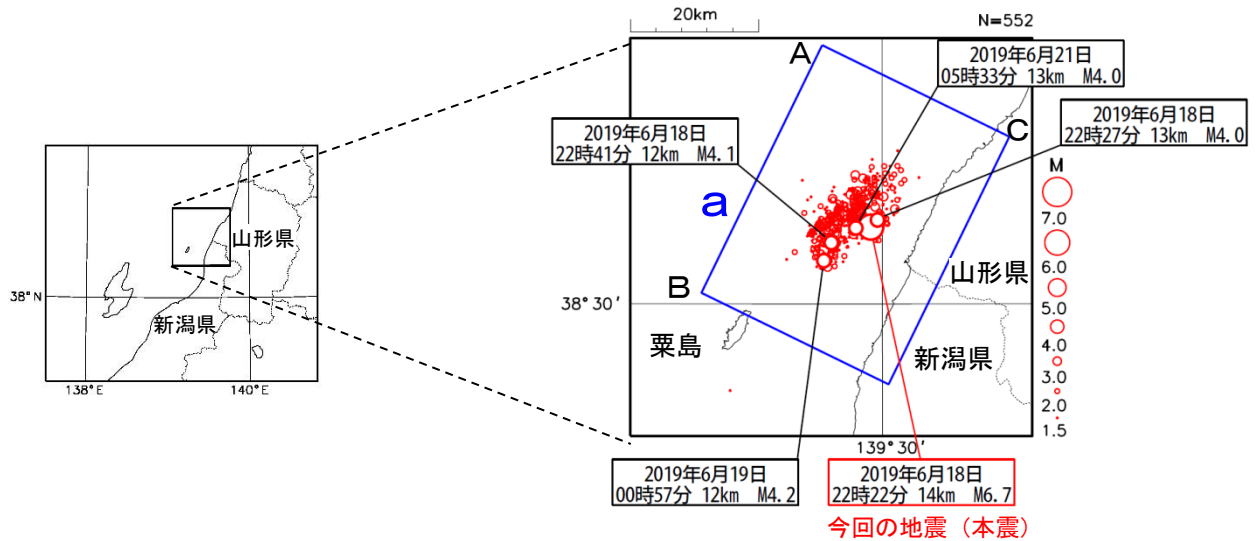


図2-1 震央分布図
(2019年6月18日～2019年6月30日、深さ0～30km、 $M \geq 1.5$)

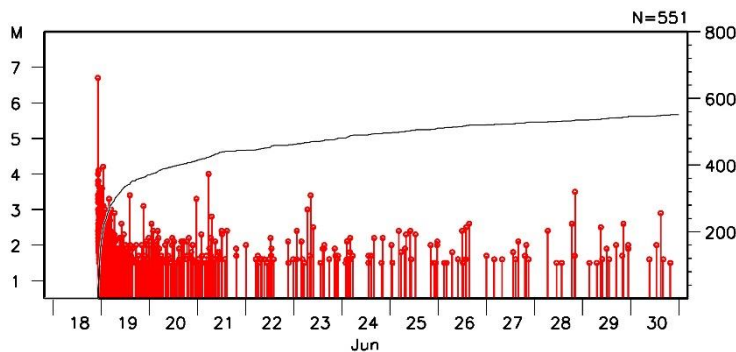


図2-2 領域a内のM-T図及び回数積算図

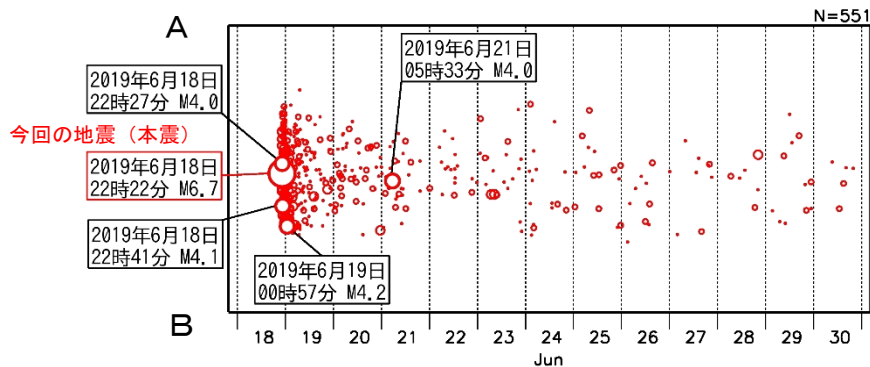


図2-3 領域a内の時空間分布図（A-B投影）

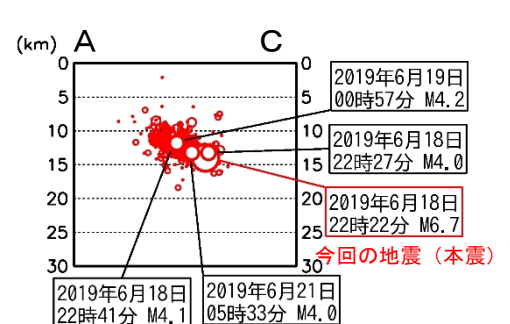


図2-4 領域a内の断面図
(A-C投影)

イ. 発震機構

1997年10月から2019年6月までに発生したM3.5以上の地震の発震機構を図2-5に示す。周辺で発生する地震は、発震機構が北西-南東方向あるいは西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型の地震が多い。今回の地震活動によるM3.5以上の地震の発震機構は、西北西-東南東方向あるいは北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であり、これまでの活動と調和的であった。

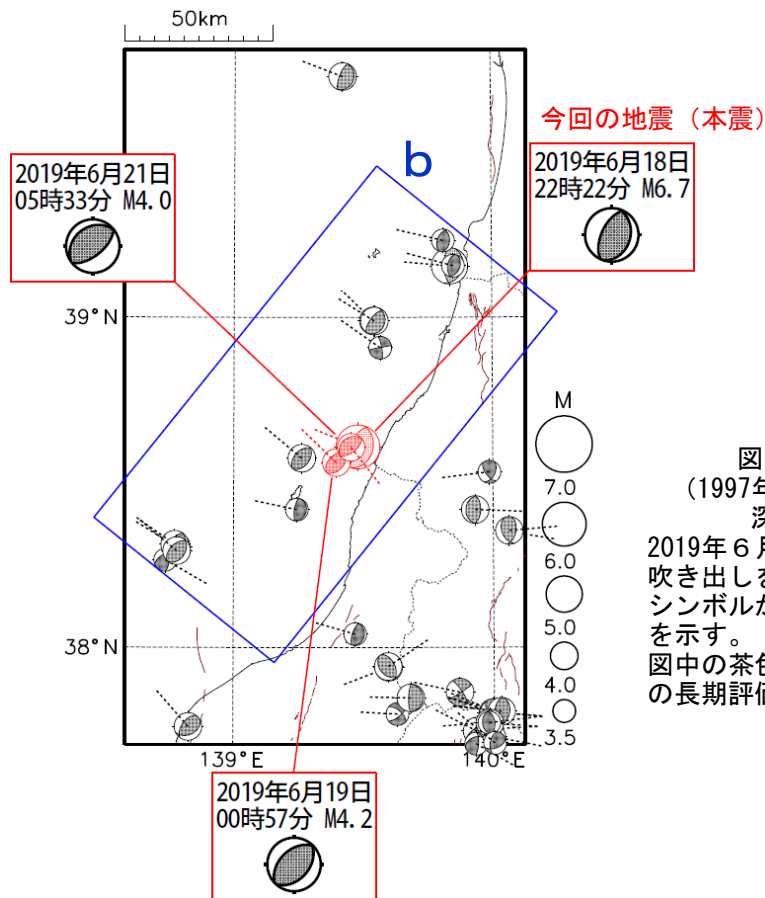


図2-5 発震機構分布図
(1997年10月1日～2019年6月30日、
深さ0～30km、 $M \geq 3.5$)
2019年6月18日以降の地震を赤く示し、
吹き出しを付けた。
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方向
を示す。
図中の茶色の細線は地震調査研究推進本部
の長期評価による活断層を示す。

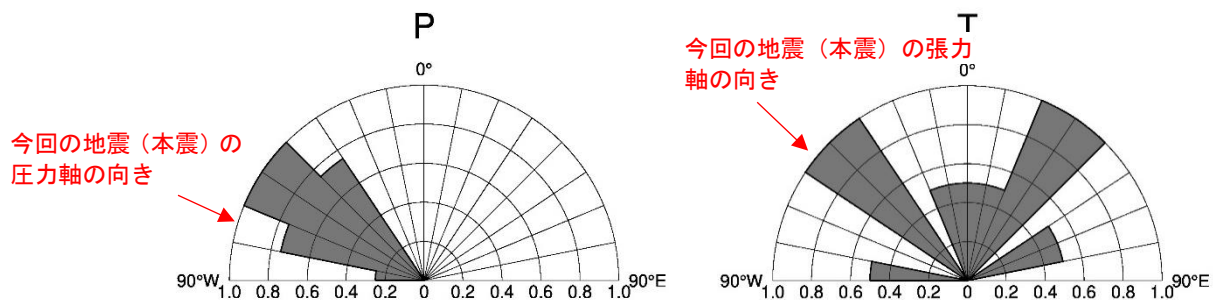


図2-6 領域b内の発震機構の圧力軸（左）と張力軸（右）の方位分布
最も個数の多い方位を1として、方位別の割合を表している。

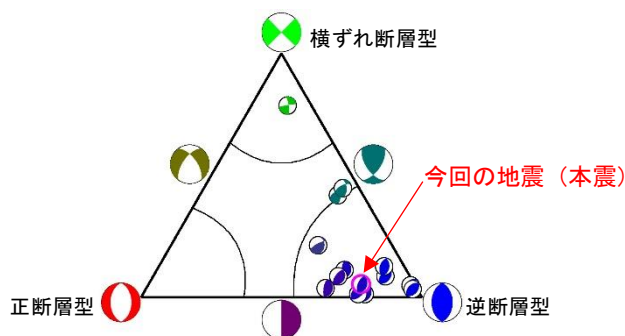


図2-7 領域b内の発震機構の型の分布

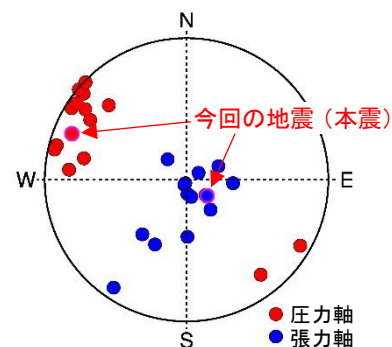


図2-8 領域b内の発震機構の
圧力軸と張力軸の分布

エ. 過去の地震活動

1885年以降の活動をみると、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。このうち1964年6月16日に発生した「新潟地震」(M7.5、最大震度5)では、死者26人、負傷者447人、住家全壊1,960棟、半壊6,640棟、一部破損67,825棟の被害が生じた。また、この地震により津波が発生し、新潟県の直江津で280cm(最大全振幅)などを観測した。この他にも、1833年12月7日に庄内沖で津波を伴う地震(M7¹/₂)が発生し、死者約150人などの被害が生じた。(被害は「日本被害地震総覧」による。)

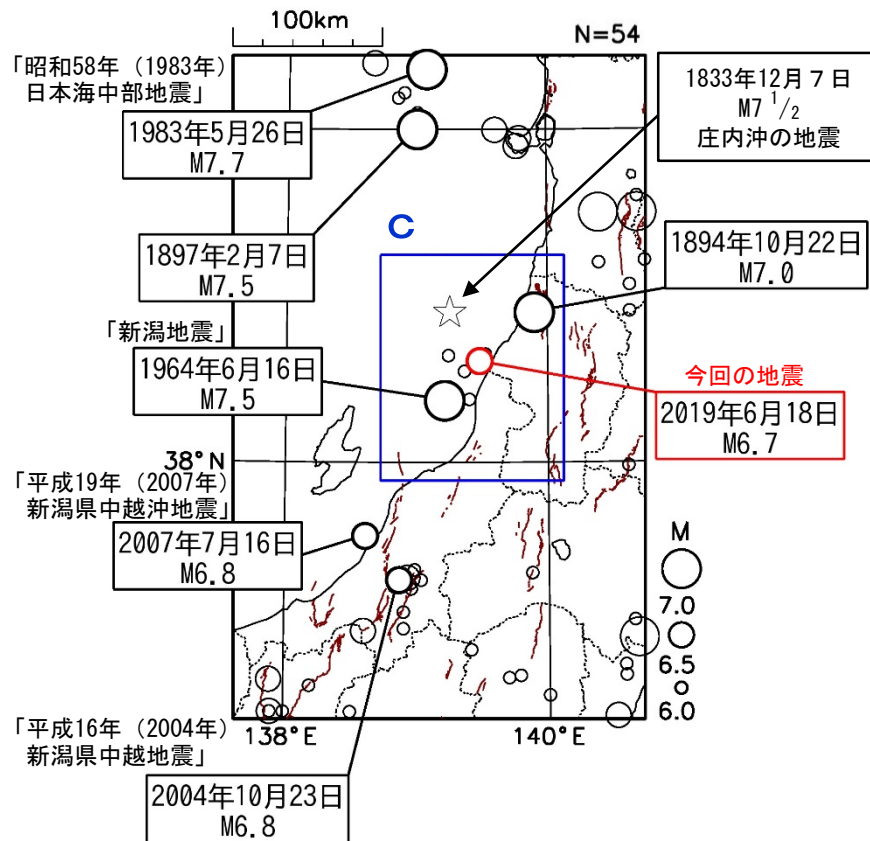


図2-21 震央分布図

(1885年1月1日~2019年6月30日、深さ0~60km、M≥6.0)

震央分布中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部による主要活断層帯を示す。

震源要素は、1833年は理科年表、1885年~1921年は茅野・宇津(2001)、宇津(1982、1985)による。

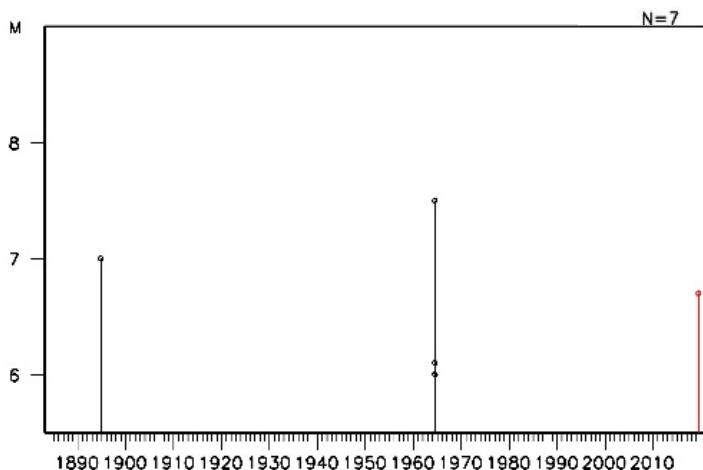


図2-22 領域c内のM-T図

出典

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, 639-642, 1985.

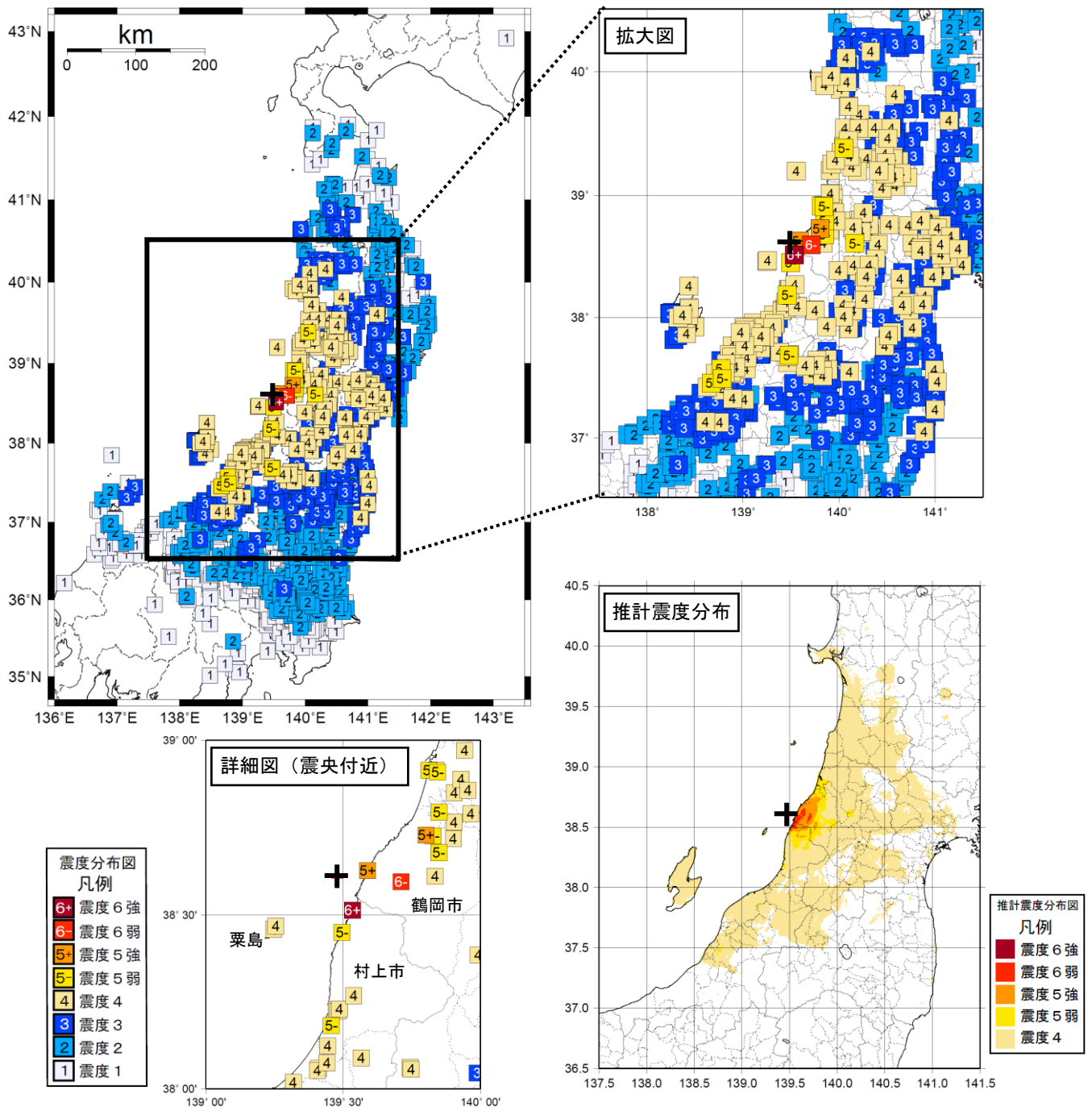
茅野一郎・宇津徳治, 日本の主な地震の表, 「地震の事典」第2版, 朝倉書店, 2001, 657pp.

(3) 震度と加速度

2019年6月18日22時22分に発生した地震（M6.7：本震）により震央付近の新潟県村上市府屋で最大震度6強、山形県鶴岡市温海川で震度6弱の揺れを観測したほか、北海道から中部地方にかけて震度5強～1を観測した。また、この地震の発生後、最大震度4以上を観測した余震の回数は、19日00時57分に発生した新潟県下越沖の地震（M4.2、最大震度4）の1回であった。

ア. 6月18日22時22分に発生した地震（M6.7：本震）の震度と加速度

震度分布図を図3-1に、この地震により震度5弱以上を観測した震度観測点の計測震度及び最大加速度を表3-1に示す。



<推計震度分布図について>

地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。
このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がりに着目して利用されたい。
なお、この推計震度分布図は震度の精査後に再作成したものであり、地震発生直後に発表したものと一部異なる。

図3-1 2019年6月18日22時22分 山形県沖の地震（M6.7、深さ14km、最大震度6強）の震度分布図及び推計震度分布図（+印は震央を表す。）

地震発生直後に発表した震度データに加え、その後入手した震度データも用いて作成。

今回の地震の発生直後に、新潟県下越沖で22時24分、22時25分に地震が発生している（地震の規模はそれぞれM3.7、M3.8）が、これらの地震の揺れも含まれた震度である。

気象庁作成

表 3－1 令和元年 6 月 18 日 22 時 22 分 山形県沖の地震の計測震度および最大加速度（震度 5 弱以上）

都道府県	市区町村	観測点名	震度	計測震度	最大加速度 (gal = cm/s/s)				震央距離 (km)
					合成	南北成分	東西成分	上下成分	
新潟県	村上市	村上市府屋＊	6強	6.1	1191.3	714.7	1184.6	362.2	11.9
山形県	鶴岡市	鶴岡市温海川	6弱	5.8	750.3	461.3	675.3	298.7	20.4
山形県	鶴岡市	鶴岡市道田町＊	5強	5.3	269.8	180.5	218.4	108.6	31.2
山形県	鶴岡市	鶴岡市温海＊	5強	5.2	653.4	633.4	570.6	213.9	10.0
山形県	酒田市	酒田市亀ヶ崎	5弱	4.9	172.5	168.8	137.2	55.8	45.9
新潟県	村上市	村上市寒川＊	5弱	4.8	250.5	233.4	212.3	153.8	18.0
山形県	三川町	三川町横山＊	5弱	4.7	157.7	138.2	154.9	69.4	38.3
新潟県	長岡市	長岡市上岩井＊	5弱	4.7	165.1	157.5	87.0	47.3	138.3
新潟県	村上市	村上市岩船駅前＊	5弱	4.7	93.8	90.6	84.1	39.4	47.6
山形県	鶴岡市	鶴岡市馬場町	5弱	4.6	143.4	92.0	130.4	82.9	33.1
山形県	鶴岡市	鶴岡市上山添＊	5弱	4.6	226.4	166.4	203.5	105.6	33.2
山形県	大蔵村	大蔵村肘折＊	5弱	4.6	331.8	214.9	330.7	164.7	59.6
新潟県	柏崎市	柏崎市西山町池浦＊	5弱	4.6	132.8	126.6	106.3	23.8	146.6
秋田県	由利本荘市	由利本荘市桜小路＊	5弱	4.5	135.6	91.9	131.1	31.3	99.2
山形県	酒田市	酒田市宮野浦＊	5弱	4.5	102.0	88.9	96.8	39.7	44.6
新潟県	長岡市	長岡市小島谷＊	5弱	4.5	90.6	77.3	77.6	22.6	130.7
新潟県	阿賀町	阿賀町鹿瀬中学校＊	5弱	4.5	201.2	180.1	159.0	45.9	102.8

観測点名の＊印は、地方公共団体または国立研究開発法人防災科学技術研究所の震度観測点を示す。

イ. 最大震度 4 以上の余震の震度分布

今回の余震活動の内、最大震度 4 以上を観測した地震の震度分布図を図 3－2 に示す。

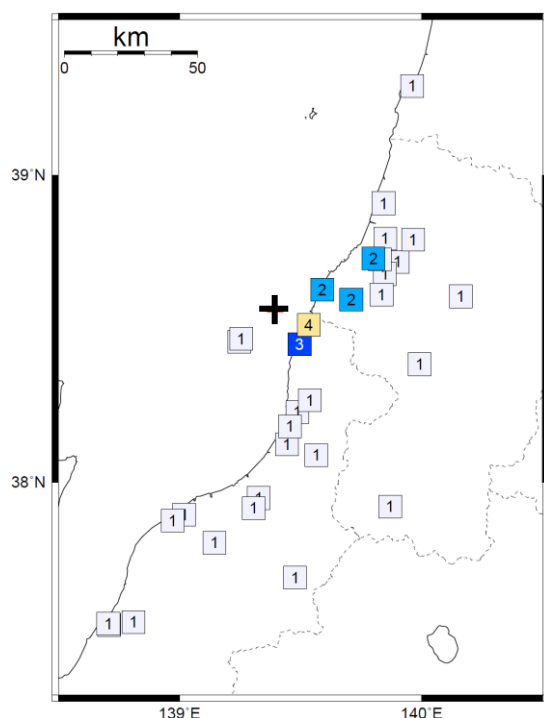


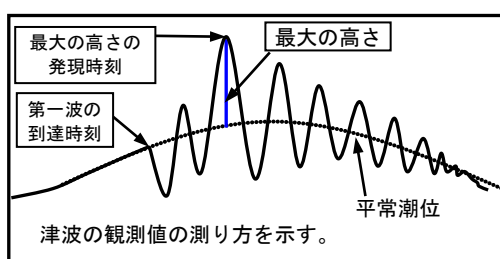
図 3－2 19 日 00 時 57 分 新潟県下越沖の地震 (M4.2、深さ 12km、最大震度 4) の震度分布図 (＋印は震央を表す。凡例は図 3－1 と同様。)

(6) 津波

6月18日22時22分に発生した山形県沖の地震(M6.7)により、山形県の鶴岡市鼠ヶ関で最大11cmの津波を観測したほか、秋田県・山形県・新潟県・石川県で津波を観測した。

表6-1 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)
秋田県	秋田	国土交通省港湾局	- 日 - : -	19日 01:42	8
山形県	酒田	国土交通省港湾局	18日 22: -	18日 23:35	5
	鶴岡市鼠ヶ関	国土地理院	18日 22:27	18日 22:34	11
新潟県	粟島	海上保安庁	18日 22:29	18日 22:48	5
	新潟	国土交通省港湾局	18日 - : -	19日 00:06	8
	柏崎市鯨波	国土地理院	- 日 - : -	19日 01:18	4
	佐渡市鷺崎	気象庁	18日 - : -	19日 00:24	4
石川県	輪島港	国土交通省港湾局	18日 - : -	19日 00:07	8



- 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。

図6-1 津波の測り方の模式

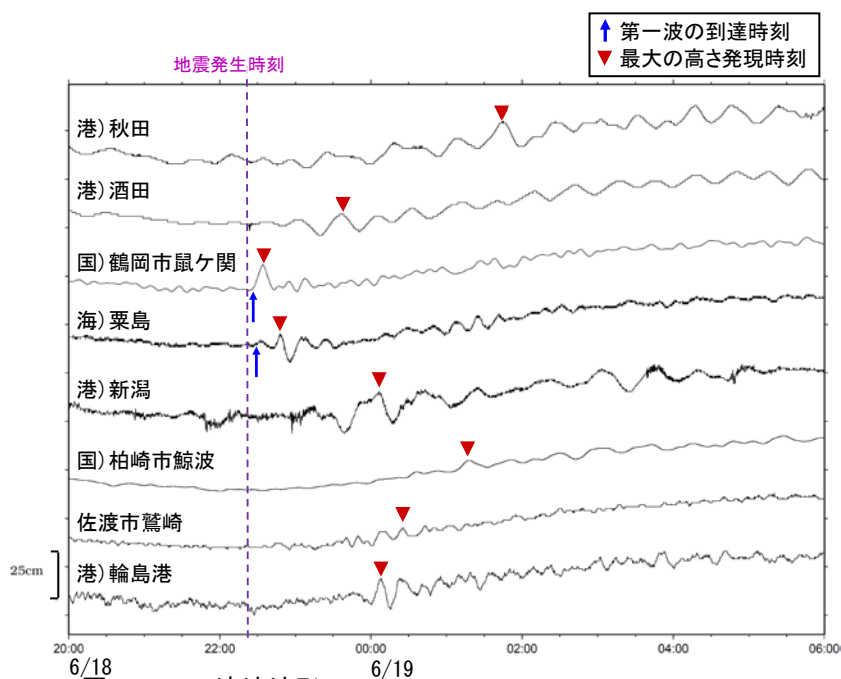


図6-2 津波波形

※ 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。

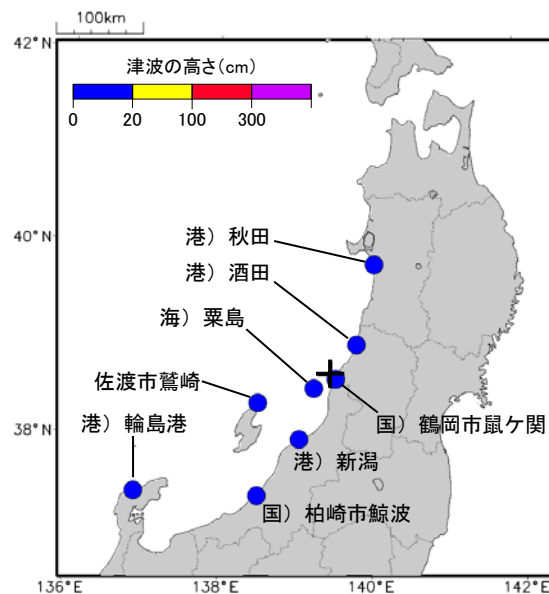


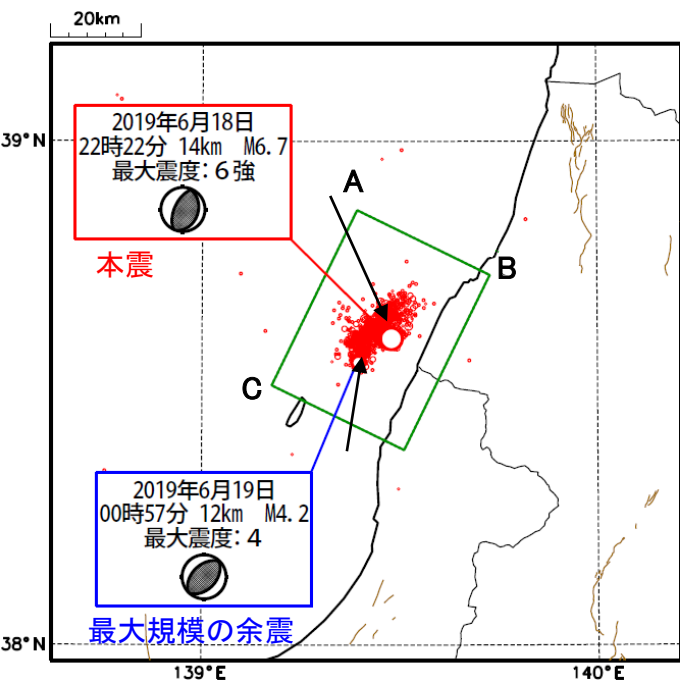
図6-3 津波を観測した地点と最大波の高さ(+)印は震央を表す。)

※ 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。

2019年6月18日山形県沖 地震活動の状況（7月2日15時00分現在）

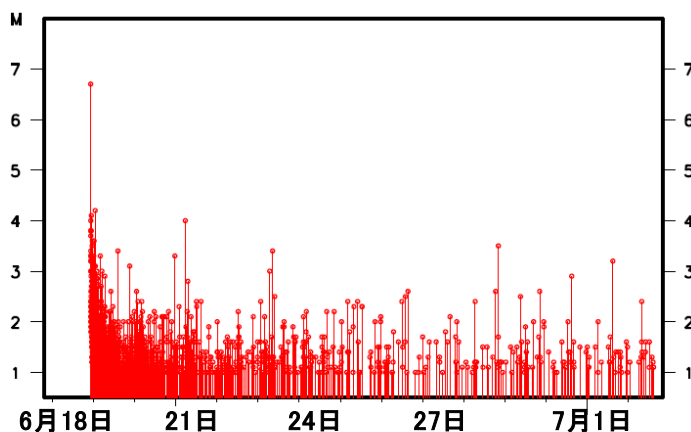
震央分布図

（2019年6月18日00時00分～7月2日15時00分、
M $\geq$ 1.0、深さ0～30km）



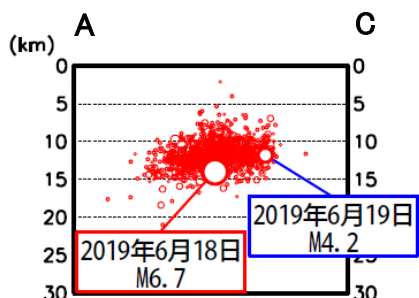
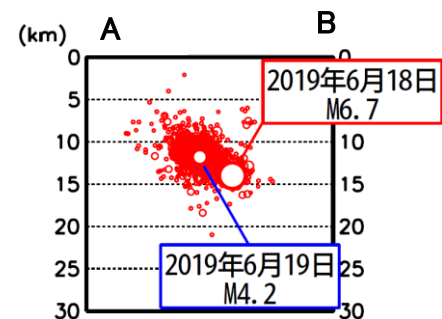
震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

震央分布図の四角形領域内の地震活動経過図

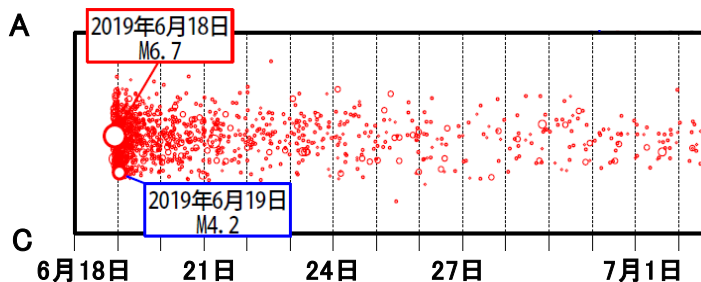
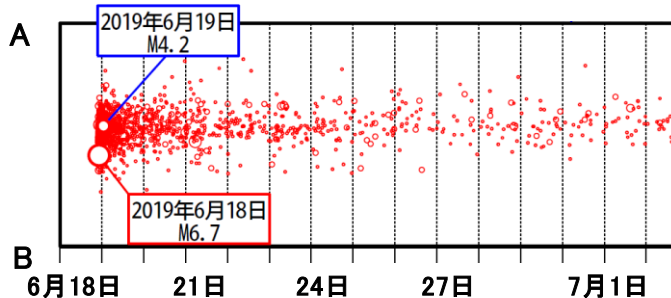


横軸は時刻、縦軸はマグニチュード、縦棒のついた丸は地震発生時刻とマグニチュードの大きさを表す。

震央分布図の四角形領域内の断面図（A-BおよびA-C投影）



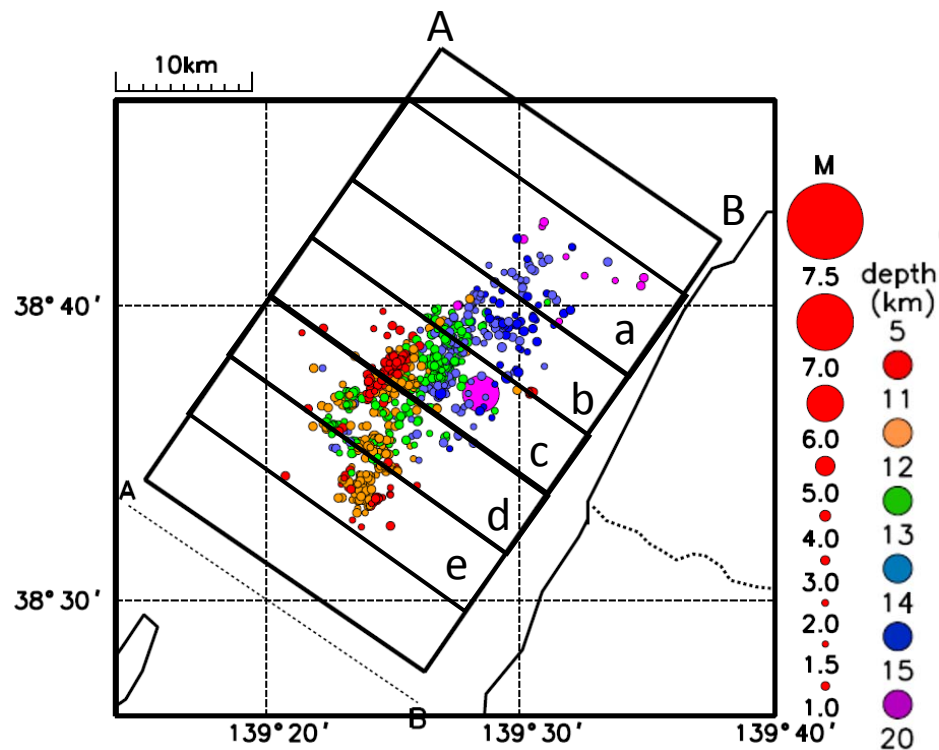
震央分布図の四角形領域内の時空間分布図（A-BおよびA-C投影）



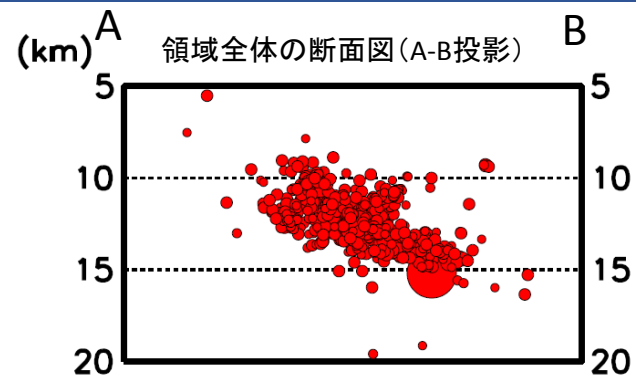
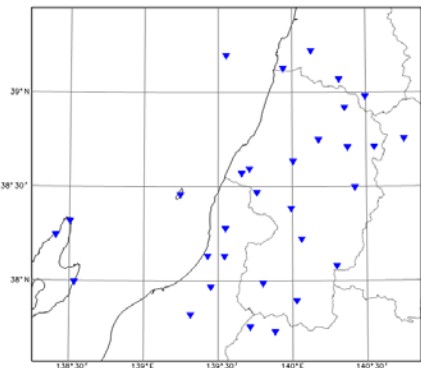
横軸は時刻、縦軸のA・（BまたはC）は震央分布図の四角形領域の両端のA・（BまたはC）と対応する。

波形相関DD法結果

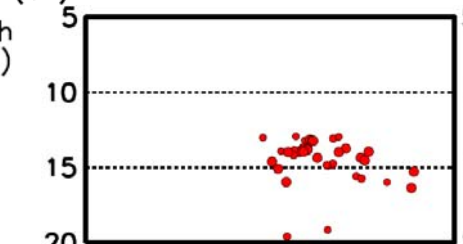
2019年6月18日22時～2019年6月26日24時の一元化震源(M全て)について、観測点限定及び観測点補正値を適用して再計算後、波形相関DD法により処理した。



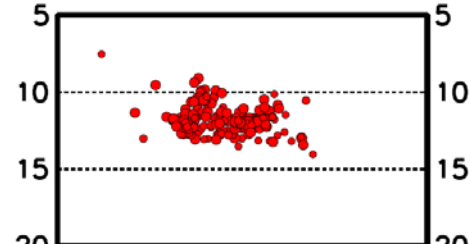
解析に使用した観測点



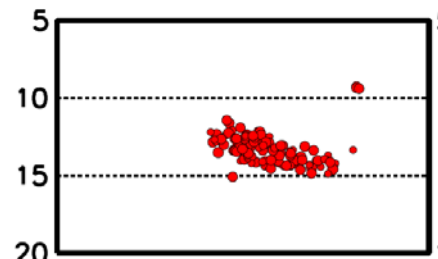
領域a内の断面図(A-B投影)



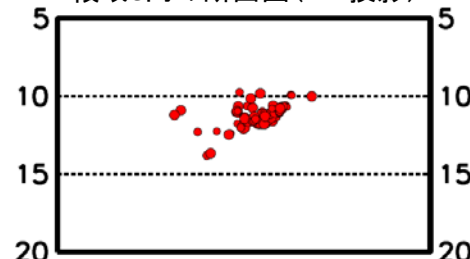
領域d内の断面図(A-B投影)



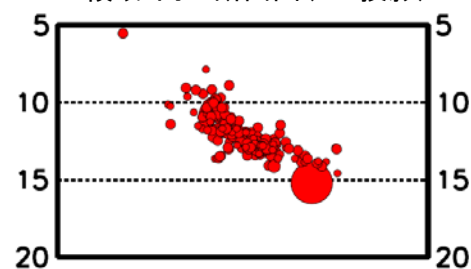
領域b内の断面図(A-B投影)



領域e内の断面図(A-B投影)



領域c内の断面図(A-B投影)

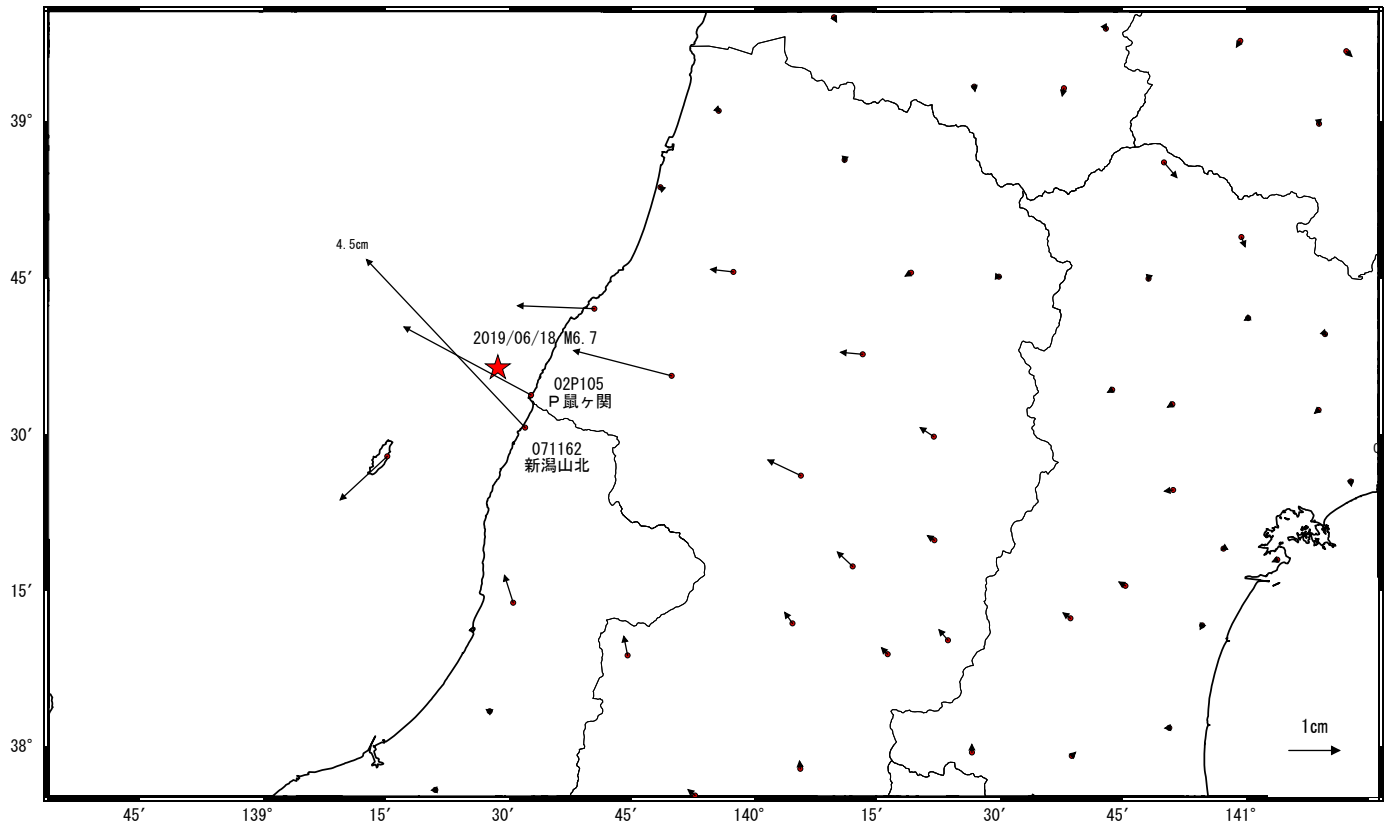


山形県沖の地震(6月18日 M6.7) 前後の観測データ(暫定)

この地震に伴い地殻変動が観測された。

地殻変動(水平)

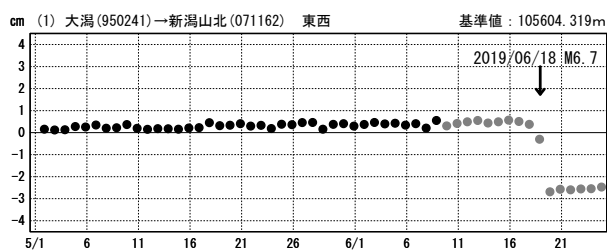
基準期間: 2019/06/11~2019/06/17 [R3: 速報解]
比較期間: 2019/06/19~2019/06/24 [R3: 速報解]



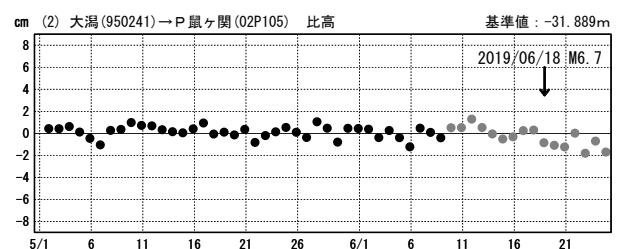
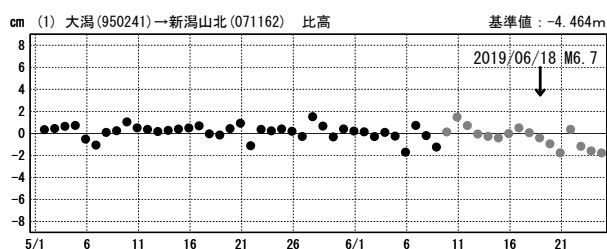
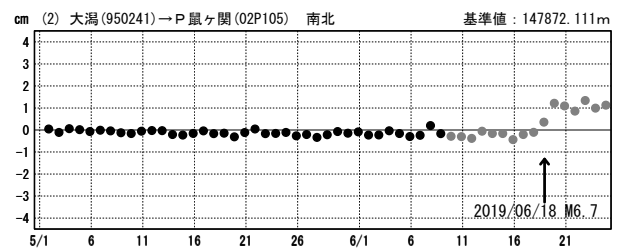
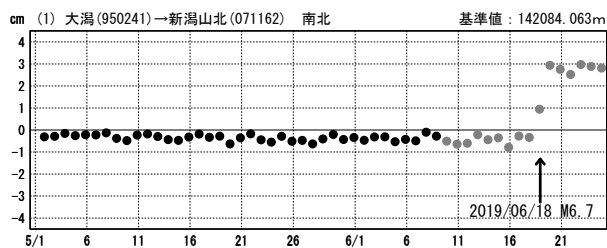
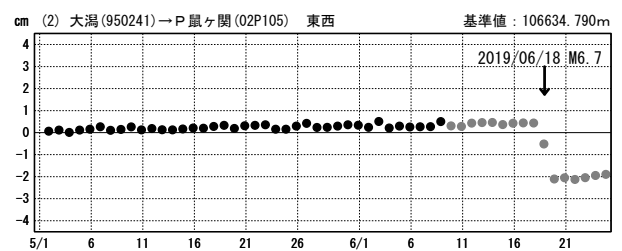
☆ 固定局: 大潟 (950241) ☆ 震央

成分変化グラフ

期間: 2019/05/01~2019/06/24 JST



期間: 2019/05/01~2019/06/24 JST



●---[F3: 最終解] ●---[R3: 速報解]

山形県沖の地震（6月18日 M6.7） 「だいち2号」による SAR 干渉解析結果

ノイズレベルながら衛星から遠ざかる変動が見られます。

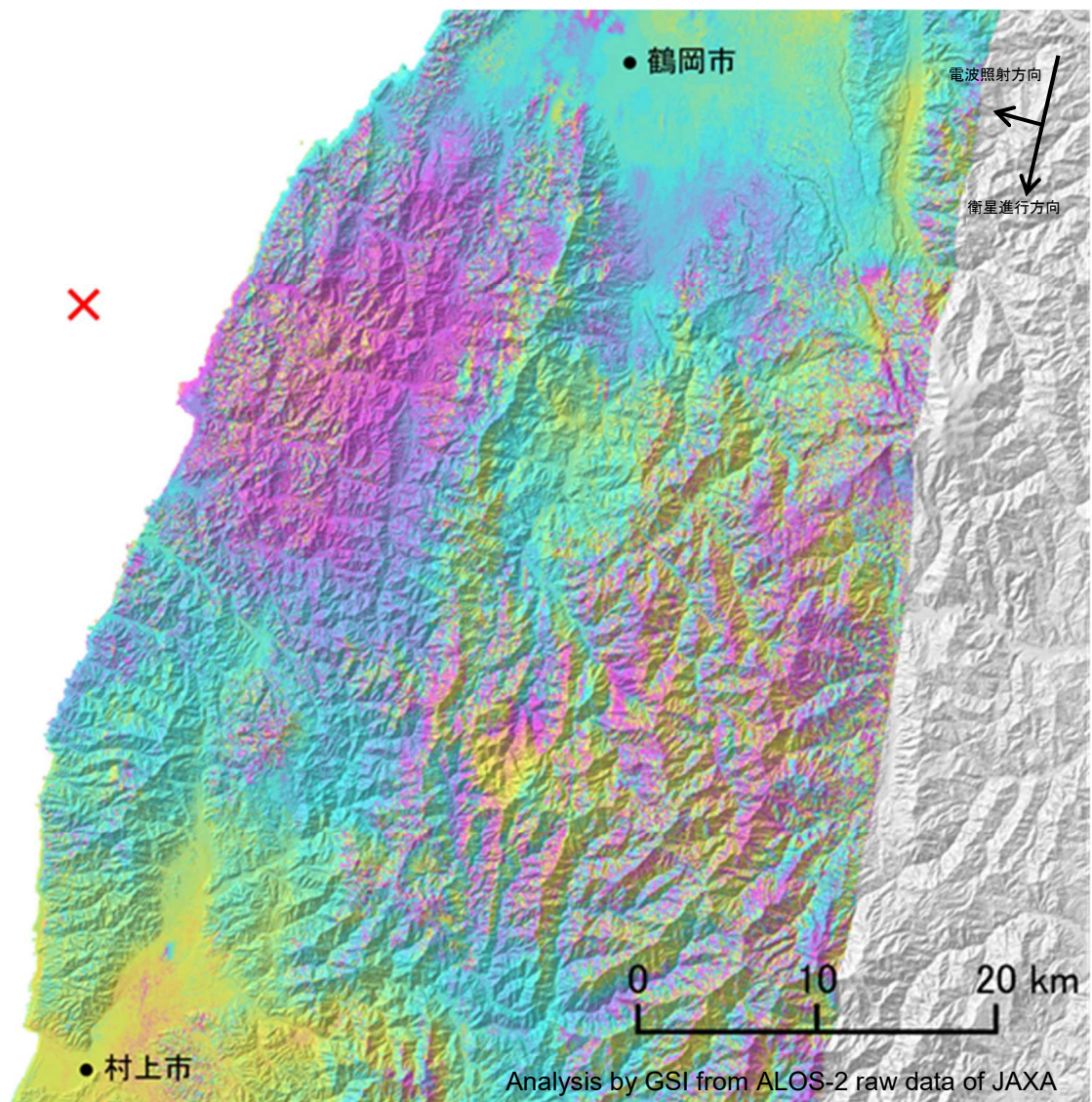


図1 2015年11月28日～2019年6月22日11:35 衛星進行方向 南行、電波照射方向 右、入射角 50.7°

✕ : 震央 2019/06/18 22:22 深さ 14km M6.7 (気象庁一元化震源)

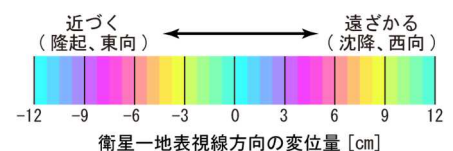




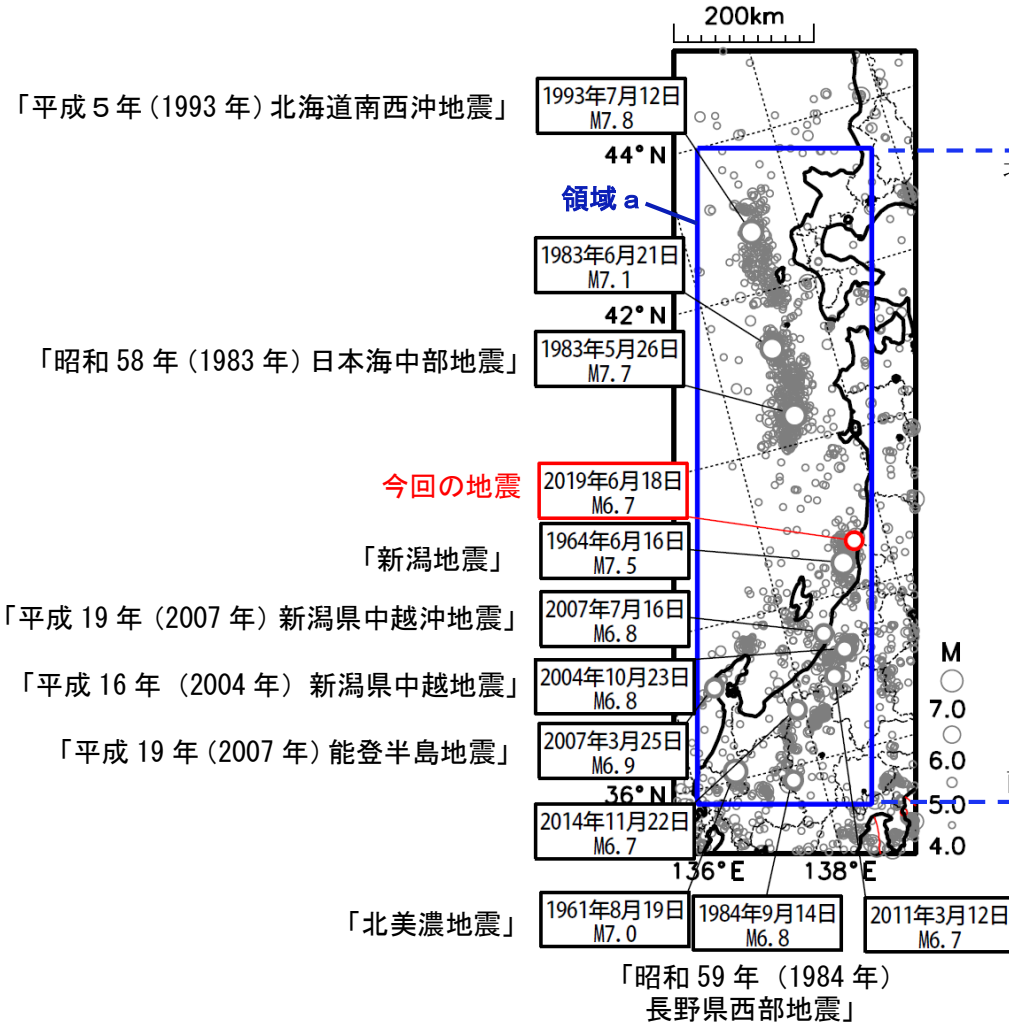
図1 山形・新潟県境周辺の地質と活断層

震源付近の陸域には、基盤岩としてジュラ紀付加体、白亜紀の花崗岩・はんれい岩類が分布し、その上位に中新世の火山岩・堆積岩類が分布する。直近に顕著な活断層は知られていない。海域には、北北東一南南西走向で西傾斜の逆断層やその上盤の活背斜が分布する。陸域の基図は、地理院地図の上に「20万分の1日本シームレス地質図V2」を重ねた。海域の基図は、岡村ほか(1996)「栗島周辺海底地質図」および岡村ほか(1996)「秋田西方海底地質図」を使用。

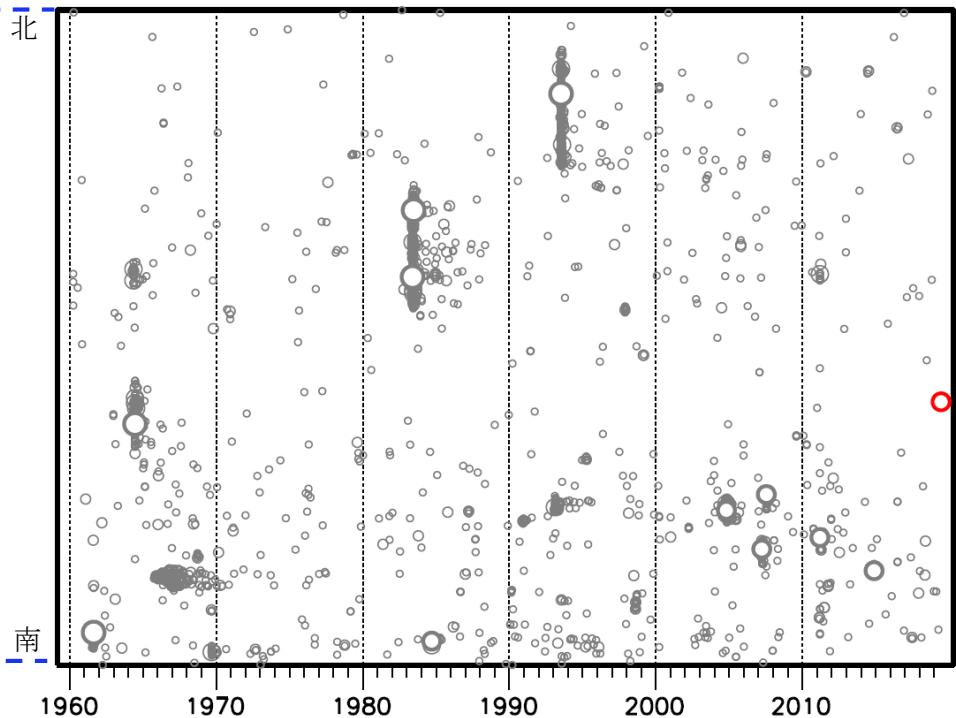
日本海東縁部の地震活動と今回の地震

1960年1月1日～2019年6月30日

深さ40km以浅、M4.0以上

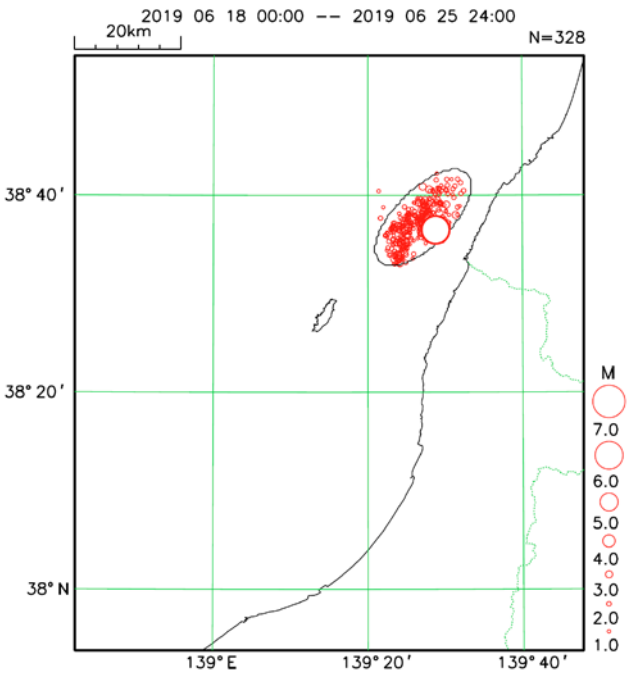


領域a内の時空間分布図(南北投影)

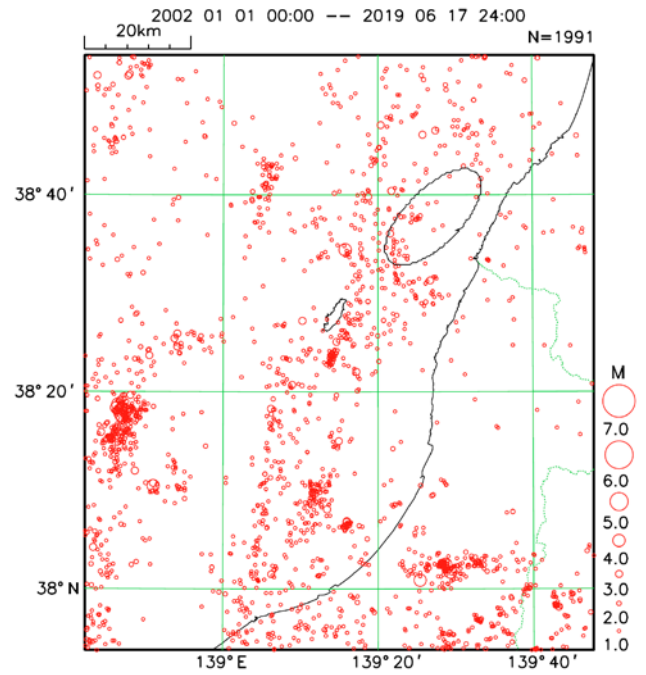


新潟地震の余震活動との位置関係

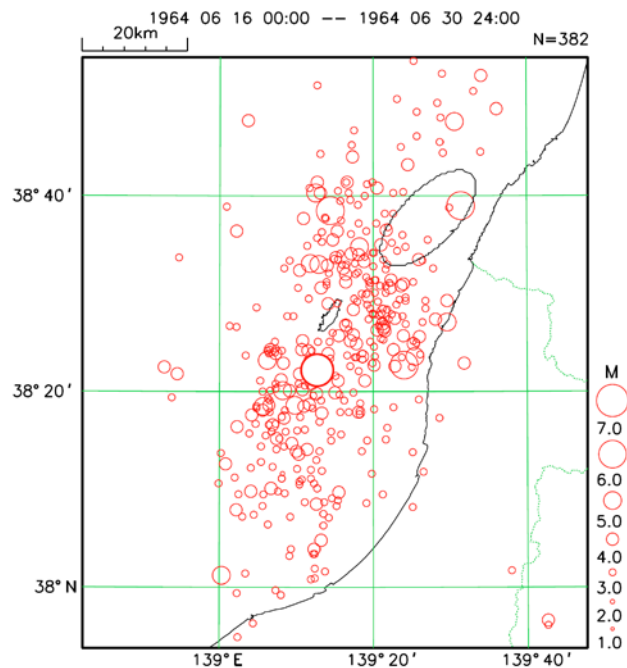
今回の地震活動



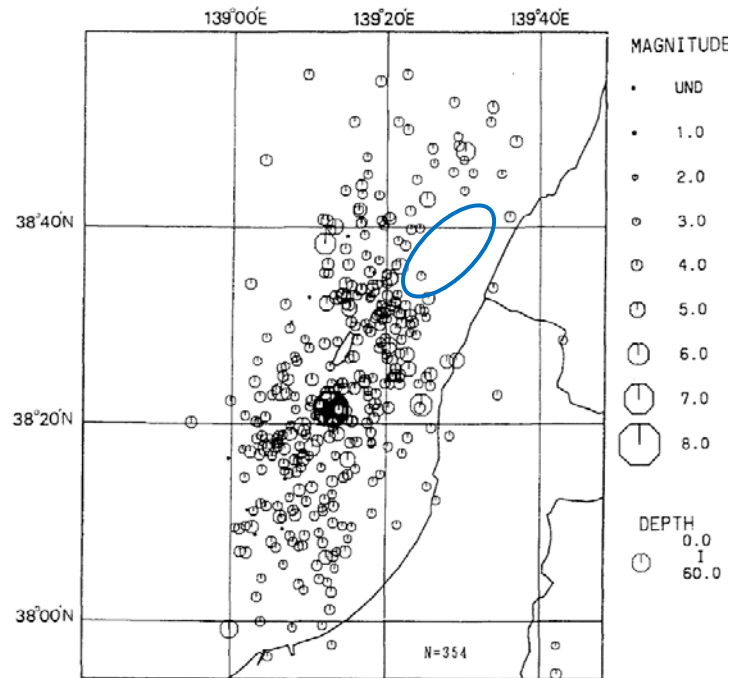
最近の微小地震活動



新潟地震(気象庁震源カタログ)



新潟地震(草野・浜田, 1991)



1964/6/16 -->1964/6/30

気象庁作成