２－２　平成30年北海道胆振東部地震
The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

気象庁
Japan Meteorological Agency
気象研究所
Meteorological Research Institute, JMA

【概要】

2018年9月6日03時07分に，胆振地方中東部の深さ37kmでM6.7の地震が発生し，北海道厚真町で震度7，北海道安平町，むかわ町で震度6強を観測したほか，北海道から中部地方の一部にかけて震度6弱～1を観測した（第1，6図）．この地震は陸のプレート内で発生した．発震機構は東北東－西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である（第5図上）．

その後，この地震の震源を含む南北約30kmの領域を中心に地震活動が活発となり，11月24日までに最大震度４以上を観測する地震が23回発生した（第1，4図）．地震活動が続いている場所の西側の地表付近では，石狩低地東縁断層帯が南北方向に延びている．内陸及び沿岸で発生した主な地震と比較すると，M3.5以上の地震回数は2005年の福岡県西方沖の地震 (M7.0) 及び「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」(M7.3) と同程度で推移した（第3図）．

今回の地震活動で発生したM4.0以上の地震の発震機構は，ほぼ東西方向に圧力軸を持つ型であり，これまで周辺で発生した地殻内の地震と調和的であった（第5図上）．

過去の地震活動をみると，1982年に発生した「昭和57年(1982年)浦河沖地震」(M7.1) では，負傷者167人などの被害が生じているほか，2017年7月1日にM5.1の地震が発生し，重傷１人の被害が生じた（第5図下）．

【地震活動の詳細】

この一連の地震活動の震源分布をみると，主な活動は東に高角に傾斜した面状に震源が分布しており，地震調査研究推進本部が評価している石狩低地東縁断層帯（南部）の断層面よりも深部で発生している（第8図）．また，活動をより詳細に把握するため，Double-Difference法[1)]（以下，DD法）及び三次元速度構造[2)]を用いて震源の再決定を行った（第13，14図）．三次元速度構造を用いた結果では，M6.7の地震は深さが35kmとなり2km浅くなるなど，震源がやや浅く決まるものの大きな違いは見られなかった. DD法を用いた結果では, 地震活動域は主に深さ20km以浅の活動域と深さ25km以深の活動域の二つに別れ，多くの地震は深さ25km以深の活動域で発生している．また，M6.7の地震の震源は，25km以深の活動域の最深部に位置している．

それぞれの活動域での特徴をみると，深さ20km以浅の活動では，b値は0.84であったのに対し，深さ20km以深の活動では0.56と小さい（第15図）．また，発震機構は，深さ20km以浅の活動では発震機構が求められた地震数は少ないものの全てが逆断層型に近い型となっている一方，深さ20km以深の活動では，逆断層型以外の型の地震もみられる特徴がある（第16図）．

【破壊過程】

今回の地震について，近地強震波形及び遠地実体波波形による震源過程解析を実施した（第9，10図）．主なすべり領域は，破壊開始点から浅い側に広がっており，その後の地震活動の少ないところに分布している（第10図）．また，震源過程解析結果をもとに，この地震における応力降下量を求めたところ，3.4～15.6Mpaとなった（第11図）．

地震波形をみると,主破壊と思われる振幅の大きな相が初期破壊よりも遅れて見られたことから，その相の始まりをP相，S相として読み取りを行い，震源決定を行った．その結果，求められた震源は二つの活動域のうち，深部の活動域の最浅部に位置するとともに，震源過程解析で得られた主なすべり領域に位置し，震源過程解析の結果と調和的であった（第12，13図）．

参　考　文　献

1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth : A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California, Bull. Seism. Soc. AM., 90, 1353-1368 (2000).
2) Katsumata, A. : Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by traveltime analysis, J. Geophys. Res., 115, B04303 (2010).

「平成 30 年北海道胆振東部地震」

（１）概要

2018 年９月６日 03 時 07 分に胆振地方中東部の深さ 37km で M6.7 の地震が発生し，北海道厚真町で震度７，北海道安平町，むかわ町で震度６強を観測したほか，北海道から中部地方の一部にかけて震度６弱～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 03 時 08 分 12.6 秒に緊急地震速報（警報）を発表した．この地震は陸のプレート内で発生し，発震機構（CMT 解)は東北東－西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である.その後,この地震の震源を含む南北約 30km の領域を中心に地震活動が活発となり,11 月 24 日までに最大震度４以上を観測する地震が 23 回発生した（表１－２参照）．これら一連の地震活動は，過去に内陸や沿岸で発生した同程度かそれ以上の規模の地震に比べてやや活発である（図１－１参照）.

一連の地震活動により，死者 41 人，負傷者 749 人，住家全壊 415 棟などの被害が発生した（11 月６日 10 時 00 分現在，総務省消防庁による）.

気象庁は，これら一連の地震活動について，その名称を「平成 30 年北海道胆振東部地震」と定めた.

札幌管区気象台，室蘭地方気象台及び旭川地方気象台は，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）等を派遣し，震度観測点の観測環境が地震によって変化していないかどうかの確認，及び震度観測点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が取れているかの確認のため，被害状況調査を実施した．また，地方公共団体の防災対応を支援するため,札幌管区気象台,仙台管区気象台,名古屋地方気象台及び前橋地方気象台は北海道庁,室蘭地方気象台は胆振総合振興局に気象庁防災対応支援チーム（JETT）を派遣した.

「平成 30 年北海道胆振東部地震」による被害状況を表１－１に，震度１以上の最大震度別地震回数表を表１－３に示す.

表 1-1 「平成 30 年北海道胆振東部地震」による被害状況
（2018 年 11 月６日 10 時 00 分現在，総務省消防庁による）

都道府県	地方	人的被害			住家被害			非住家被害	火災
		死者	負傷者		全壊	半壊	一部破損		
			重傷	軽傷					
		人	人	人	棟	棟	棟	棟	件
北海道	空知		1	5		2	69		
	石狩	1	4	320	103	566	3,861	33	
	胆振	39	10	339	310	722	4,124	2,226	2
	日高	1	1	39	2	55	542	1	
	渡島			10		1	10		
	宗谷			1					
	十勝		2	16			1		
	釧路			1					
	計	41	18	731	415	1,346	8,607	2,260	2

表 1-2　最大震度４以上を観測した地震（2018 年９月６日 03 時～11 月 24 日）

番号	発震時		震央地名	深さ	M	最大震度	番号	発震時		震央地名	深さ	M	最大震度
1	9月6日	3時07分	胆振地方中東部	37	6.7	7	13	9月11日	4時58分	胆振地方中東部	31	4.5	4
2	9月6日	3時17分	胆振地方中東部	33	4.7	4	14	9月11日	19時07分	胆振地方中東部	34	4.2	4
3	9月6日	3時20分	胆振地方中東部	36	5.5	4	15	9月12日	18時24分	胆振地方中東部	33	4.5	4
4	9月6日	3時23分	胆振地方中東部	32	4.8	4	16	9月14日	6時54分	胆振地方中東部	26	4.6	4
5	9月6日	3時32分	胆振地方中東部	34	4.6	4	17	9月17日	2時51分	胆振地方中東部	28	4.6	4
6	9月6日	4時10分	胆振地方中東部	32	4.7	4	18	9月30日	17時54分	日高地方西部	37	4.9	4
7	9月6日	6時04分	胆振地方中東部	31	4.4	4	19	10月1日	11時22分	胆振地方中東部	35	4.7	4
8	9月6日	6時11分	胆振地方中東部	38	5.4	5弱	20	10月5日	8時58分	胆振地方中東部	31	5.2	5弱
9	9月7日	13時25分	胆振地方中東部	35	4.5	4	21	10月8日	21時53分	胆振地方中東部	32	4.3	4
10	9月7日	22時43分	胆振地方中東部	36	4.4	4	22	10月9日	2時45分	胆振地方中東部	32	4.3	4
11	9月8日	18時21分	胆振地方中東部	34	4.2	4	23	10月12日	9時14分	胆振地方中東部	23	4.6	4
12	9月9日	22時55分	胆振地方中東部	35	4.9	4	24	11月14日	19時07分	胆振地方中東部	32	4.7	4

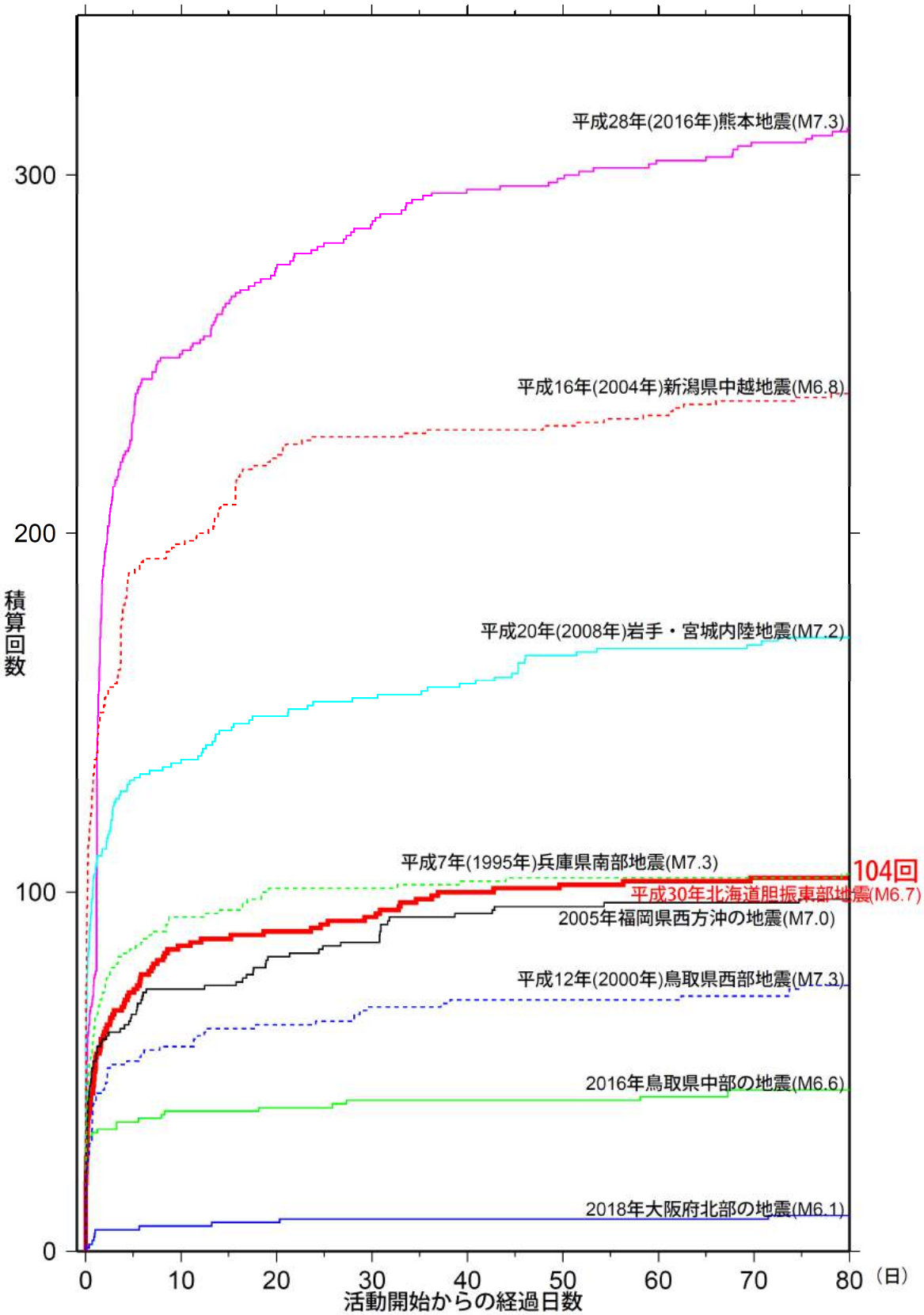
第1図　2018年北海道胆振東部地震
Fig. 1　The 2018 Hokkaido Eastern Iburi Earthquake

表 1-3　震度１以上の最大震度別地震回数表（2018 年９月６日 03 時～11 月 24 日）

時間帯	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
9/6 03時-24時	72	34	16	6	1	0	0	0	1	130	130
9/7 00時-24時	22	8	7	2	0	0	0	0	0	39	169
9/8 00時-24時	10	9	1	1	0	0	0	0	0	21	190
9/9 00時-24時	13	3	0	1	0	0	0	0	0	17	207
9/10 00時-24時	7	6	1	0	0	0	0	0	0	14	221
9/11 00時-24時	3	4	1	2	0	0	0	0	0	10	231
9/12 00時-24時	3	2	0	1	0	0	0	0	0	6	237
9/13 00時-24時	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	240
9/14 00時-24時	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	243
9/15 00時-24時	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	249
9/16 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	252
9/17 00時-24時	4	0	0	1	0	0	0	0	0	5	257
9/18 00時-24時	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	259
9/19 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	261
9/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261
9/21 00時-24時	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	264
9/22 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	265
9/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265
9/24 00時-24時	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	267
9/25 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	268
9/26 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	269
9/27 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	271
9/28 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	272
9/29 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	273
9/30 00時-24時	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4	277
10/1 00時-24時	5	0	0	1	0	0	0	0	0	6	283
10/2 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	284
10/3 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	286
10/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286
10/5 00時-24時	3	0	0	0	1	0	0	0	0	4	290
10/6 00時-24時	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	292
10/7 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	295
10/8 00時-24時	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	296
10/9 00時-24時	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	299
10/10 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	301
10/11 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	302
10/12 00時-24時	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	304
10/13 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	305
10/14 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	306
10/15 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	307
10/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
10/17 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
10/18 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	308
10/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308
10/20 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	309
10/21 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309
10/22 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309
10/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309
10/24 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	310
10/25 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	311
10/26 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311
10/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311
10/28 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311
10/29 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	312
10/30 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312
10/31 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312
11/1 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	313
11/2 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	314
11/3 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314
11/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314
11/5 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314
11/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314
11/7 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	315
11/8 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	317
11/9 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317
11/10 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317
11/11 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	318
11/12 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318
11/13 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	320
11/14 00時-24時	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	321
11/15 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321
11/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321
11/17 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321
11/18 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	322
11/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322
11/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322
11/21 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322
11/22 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	323
11/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323
11/24 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323
総計	180	84	35	21	2	0	0	0	1		323

第2図　つづき
Fig. 2　Continued.

図 1-1　内陸及び沿岸で発生した主な地震の地震回数比較（M≧3.5、11 月 24 日 24 時 00 分現在）
マグニチュードは最大のものを示す。
「平成 30 年北海道胆振東部地震」は、９月６日 03 時 07 分の地震からの経過日数及び積算回数を示す。



※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがあります。
※地震のマグニチュードについては、これまでの最大を示している。

第3図　回数積算図（M≧3.5）
Fig.3　Cumulative number of earthquakes (M≧3.5).

（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

2018 年９月６日 03 時 07 分に、胆振地方中東部の深さ 37km で M6.7 の地震（最大震度７）が発生した。

この地震発生以降、地震活動が非常に活発になり、同日 06 時 11 分に M5.4 の地震や 10 月５日に M5.2 の地震（いずれも最大震度５弱）が発生するなど、11 月 24 日までに M5.0 以上の地震が４回、M4.0 以上の地震が 54 回発生している。地震活動は、南北方向に延びる長さ約 30km の領域を中心に発生しており、減衰しつつも継続している。

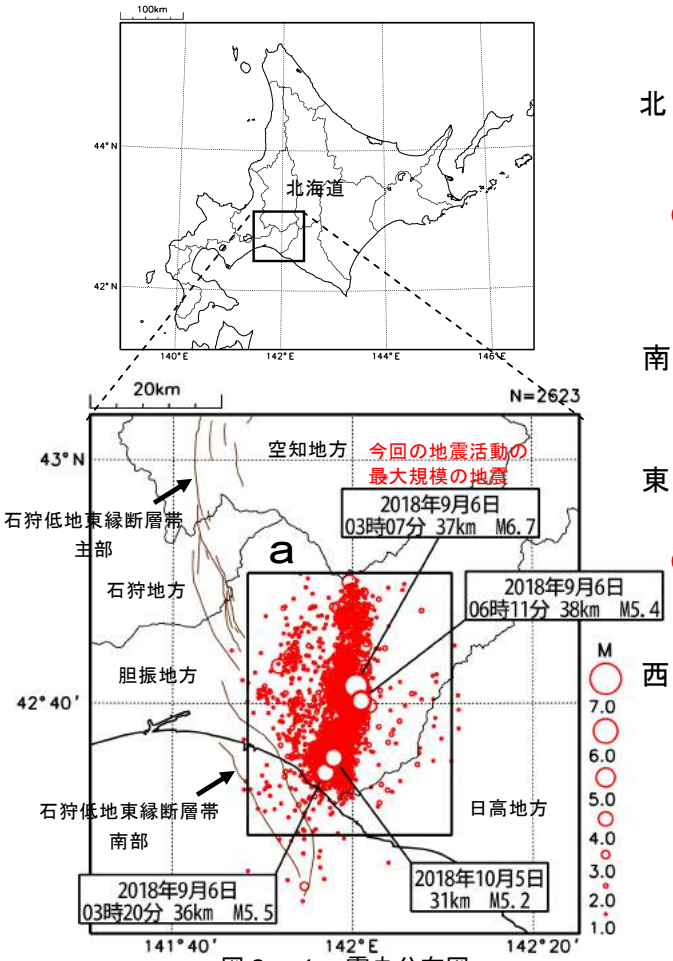


図２－１　震央分布図
（2018 年９月６日～2018 年 11 月 24 日
深さ０～60km、M1.0 以上）

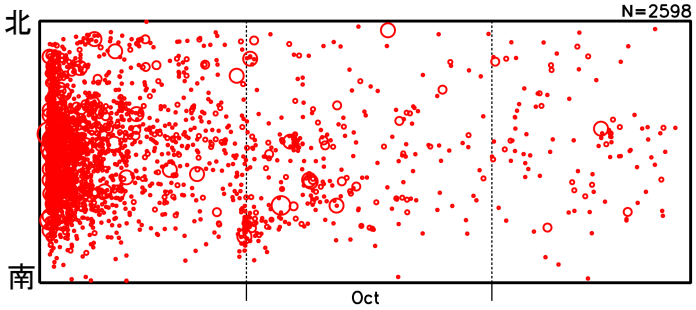


図２－３　領域ａ内の時空間分布図（南北投影）

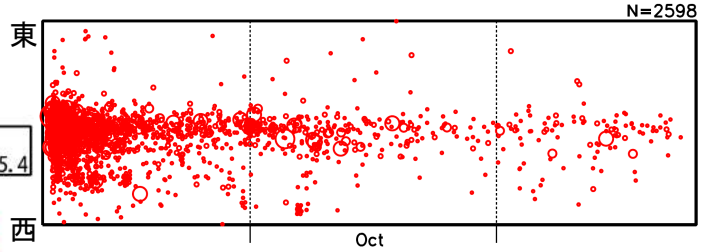


図２－４　領域ａ内の時空間分布図（東西投影）

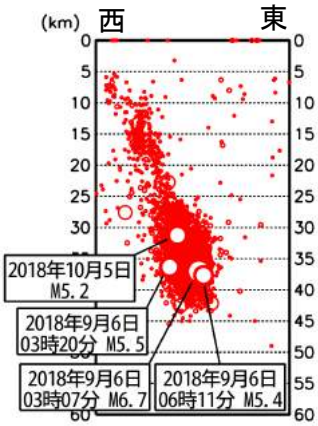


図２－２　領域ａ内の断面図（東西投影、M≧2.0）

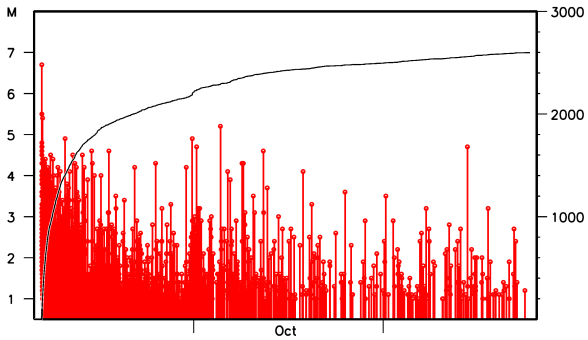


図２－５　領域ａ内のＭ－Ｔ図
及び回数積算図（M≧1.5）

第4図　今回の地震活動
Fig.4　Seismic activity.

イ．発震機構

1997 年 10 月 1 日から 2018 年 9 月 6 日までに発生した M4.0 以上の地震の発震機構を図２－６に示す。周辺で発生する地震は、今回の地震活動を除くと数は少ないものの、発震機構がほぼ東西方向に圧力軸を持つ型が多い。2018 年 9 月 6 日以降に発生した M4.0 以上の地震の発震機構を図２－７に示す。今回の地震活動で発生した M4.0 以上の地震の発震機構は、ほぼ東西方向に圧力軸を持つ型であり、これまでの活動と調和的であった

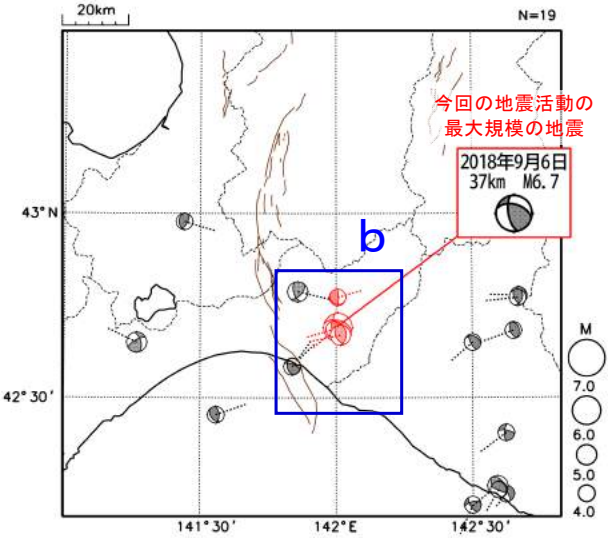


図２－６　発震機構分布図
（1997 年 10 月 1 日～2018 年 9 月 6 日、
深さ０～60km、M≧4.0）
2018 年 9 月 6 日の地震の発震機構を赤く示す。
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

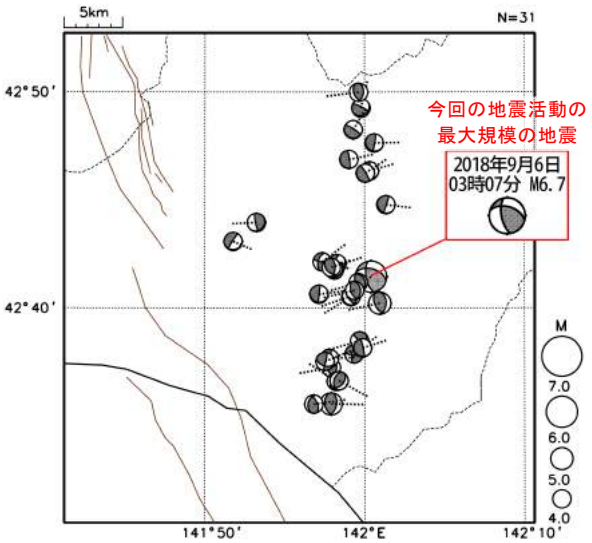


図２－７　領域ｂ内の発震機構分布図
（2018 年 9 月 6 日～11 月 24 日、
深さ０～60km、M≧4.0）
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

ウ．過去の地震活動

1923 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域ｃ）では、これまで M5.0 以上の地震が時々発生している。今回の地震の震央付近では、2017 年 7 月 1 日に M5.1 の地震が発生し、重傷 1 人の被害が生じた（総務省消防庁による）。また、今回の地震の震央から南東に約 80km 離れた領域では、「昭和 57 年(1982 年)浦河沖地震」が発生し、負傷者 167 人などの被害が生じた（「日本被害地震総覧」による）。

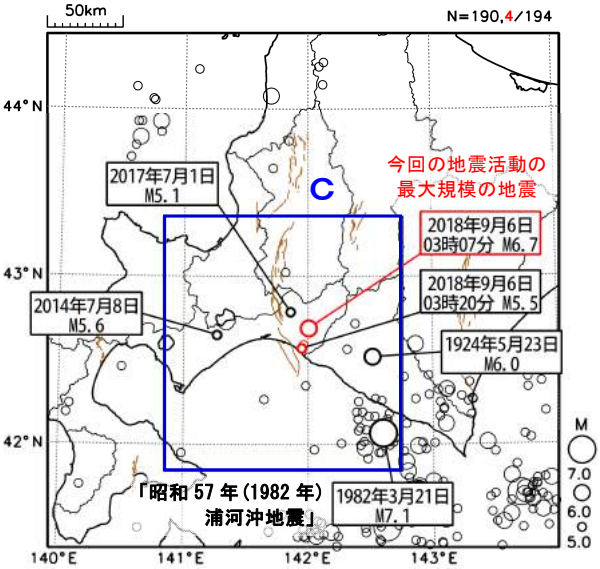


図２－８　震央分布図
（1923 年 1 月 1 日～2018 年 11 月 24 日、
深さ０～50km、M≧5.0）
2018 年 9 月以降の地震を赤く表示

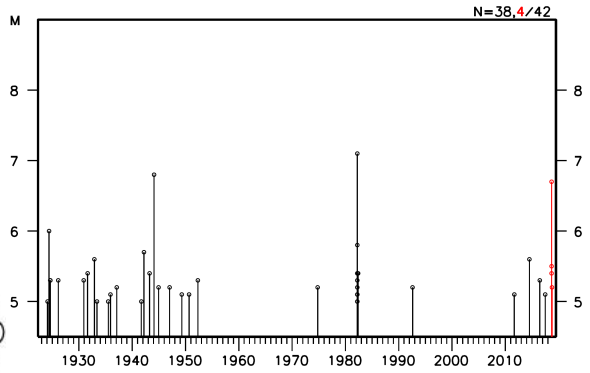


図２－９　領域ｃ内のＭ－Ｔ図

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

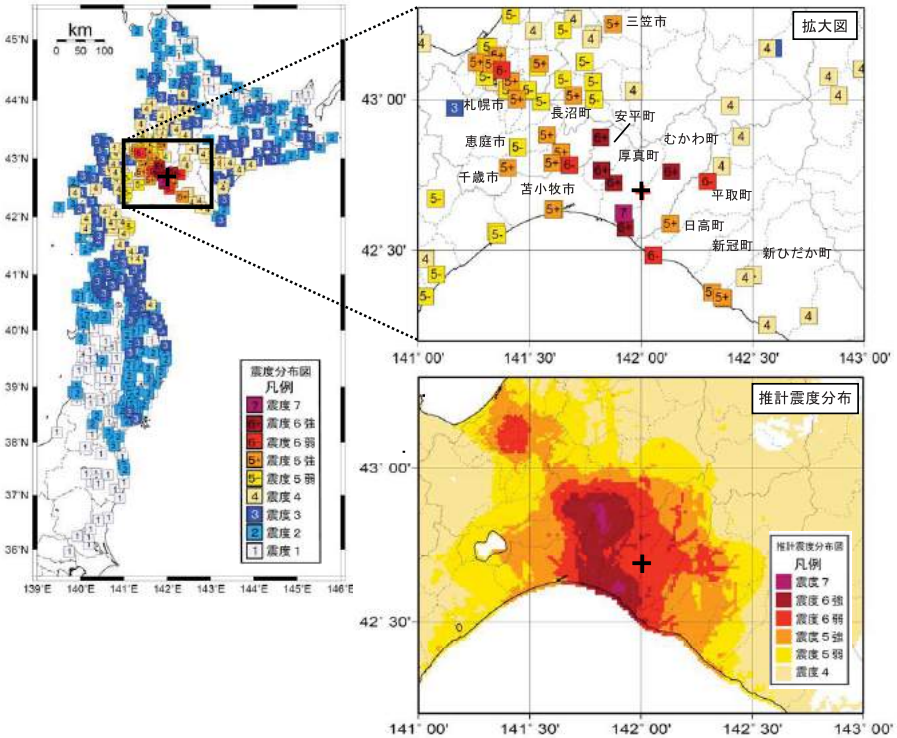
第5図　発震機構解の分布と過去の地震活動
Fig.5　Distribution of focal mechanism and seismic activity of the past.

（３）震度と加速度

最大規模の地震である2018年９月６日03時07分の地震により震央付近の北海道厚真町鹿沼で震度７、北海道厚真町京町、安平町早来北進、安平町追分柏が丘、むかわ町松風、むかわ町穂別で震度６強の揺れを観測した。

ア．最大規模の地震の震度と加速度

最大規模の地震の震度分布図を図３－１に、最大規模の地震により震度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具合とその形状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は一部異なる。

図３－１　最大規模の地震（M6.7、深さ 37km、最大震度７）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

表３－１　最大規模の地震（M6.7、深さ 37km、最大震度７）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	
北海道	厚真町	厚真町鹿沼	7	6.5	967.3	647.5	837.6	326.1	10.4
北海道	安平町	安平町早来北進＊	6強	6.4	711.9	555.4	667.5	396.2	16.8
北海道	安平町	安平町追分柏が丘＊	6強	6.4	1795.7	1003.0	906.7	1590.9	25.0
北海道	むかわ町	むかわ町松風＊	6強	6.4	662.0	387.7	662.0	335.0	14.5
北海道	むかわ町	むかわ町穂別＊	6強	6.1	773.5	600.3	741.1	203.5	13.1
北海道	厚真町	厚真町京町＊	6強	6.0	461.9	285.3	368.0	455.7	10.8
北海道	札幌市東区	札幌東区元町＊	6弱	5.9	663.9	640.3	282.2	106.7	67.9
北海道	平取町	平取町振内＊	6弱	5.9	737.8	565.1	672.9	344.0	24.4
北海道	日高地方日高町	日高地方日高町門別＊	6弱	5.6	373.8	252.0	372.2	320.2	23.8
北海道	千歳市	新千歳空港	6弱	5.5	501.3	468.8	324.0	360.1	28.3
北海道	札幌市白石区	札幌白石区北郷＊	5強	5.4	309.0	300.1	263.9	81.6	62.5
北海道	札幌市北区	札幌北区新琴似＊	5強	5.3	222.2	174.7	164.0	88.2	72.0
北海道	千歳市	千歳市若草＊	5強	5.3	451.0	320.0	353.8	448.5	34.5
北海道	新冠町	新冠町北星町＊	5強	5.3	248.1	242.8	199.2	55.0	45.0
北海道	新ひだか町	新ひだか町静内山手町	5強	5.3	220.4	158.2	217.1	43.0	48.7
北海道	札幌市北区	札幌北区篠路＊	5強	5.2	197.0	172.1	157.3	57.4	72.5
北海道	千歳市	千歳市北栄	5強	5.2	376.2	374.1	232.9	252.9	33.0
北海道	千歳市	千歳市支笏湖温泉＊	5強	5.2	586.6	384.0	559.4	325.3	49.9
北海道	苫小牧市	苫小牧市旭町＊	5強	5.2	391.7	369.1	325.8	125.9	33.1
北海道	江別市	江別市緑町＊	5強	5.1	277.7	247.6	237.8	117.3	60.0
北海道	札幌市清田区	札幌清田区平岡＊	5強	5.1	277.8	242.7	159.2	81.3	57.0
北海道	恵庭市	恵庭市京町＊	5強	5.1	321.1	298.5	293.7	230.5	40.5
北海道	平取町	平取町本町＊	5強	5.1	356.7	276.2	348.5	113.2	15.7
北海道	札幌市北区	札幌北区太平＊	5強	5.0	168.7	142.6	153.5	68.1	72.6
北海道	札幌市手稲区	札幌手稲区前田＊	5強	5.0	187.4	139.8	169.8	42.3	76.6
北海道	三笠市	三笠市幸町＊	5強	5.0	246.4	157.5	241.7	77.1	62.3
北海道	長沼町	長沼町中央＊	5強	5.0	193.9	162.2	135.2	101.2	43.3
北海道	新ひだか町	新ひだか町静内御幸町＊	5強	5.0	201.8	137.6	179.7	41.2	49.3
北海道	石狩市	石狩市花川	5弱	4.9	137.9	134.3	83.1	35.1	77.2
北海道	札幌市厚別区	札幌厚別区もみじ台＊	5弱	4.9	247.3	246.6	185.2	81.0	55.9
北海道	南幌町	南幌町栄町＊	5弱	4.9	178.6	130.7	172.2	92.3	50.2
北海道	由仁町	由仁町新光＊	5弱	4.9	631.0	559.9	355.4	120.0	38.1
北海道	苫小牧市	苫小牧市末広町	5弱	4.9	291.6	216.0	270.8	116.9	32.5
北海道	登別市	登別市桜木町＊	5弱	4.9	355.0	268.8	351.1	166.4	81.3
北海道	石狩市	石狩市聚富	5弱	4.8	223.6	201.2	202.7	56.7	80.4
北海道	新篠津村	新篠津村第47線＊	5弱	4.8	178.1	132.5	144.0	100.3	65.8
北海道	江別市	江別市高砂町	5弱	4.8	241.2	233.9	219.0	96.6	59.4
北海道	栗山町	栗山町松風＊	5弱	4.8	195.6	164.6	191.4	72.1	44.1
北海道	札幌市豊平区	札幌豊平区月寒東＊	5弱	4.7	150.6	145.0	109.7	126.2	61.8
北海道	北広島市	北広島市共栄＊	5弱	4.7	205.7	199.1	176.6	107.3	49.6
北海道	白老町	白老町大町	5弱	4.7	189.6	151.6	174.3	147.0	55.3
北海道	石狩市	石狩市花畔＊	5弱	4.6	113.0	110.1	79.7	54.5	77.9
北海道	恵庭市	恵庭市漁平	5弱	4.6	125.9	101.9	92.4	87.4	48.4
北海道	函館市	函館市新浜町＊	5弱	4.6	134.0	111.7	105.8	64.7	119.0
北海道	胆振伊達市	胆振伊達市大滝区本町＊	5弱	4.6	186.4	171.4	158.8	71.8	75.6
北海道	札幌市西区	札幌西区琴似＊	5弱	4.5	135.0	131.1	88.5	66.2	71.2
北海道	岩見沢市	岩見沢市栗沢町東本町＊	5弱	4.5	153.6	149.0	134.1	61.3	52.0
北海道	室蘭市	室蘭市寿町＊	5弱	4.5	159.9	157.2	138.9	69.8	88.4
北海道	白老町	白老町緑丘＊	5弱	4.5	206.3	155.3	168.5	127.4	55.4

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。

第6図(a)　震度と加速度
Fig.6(a)　Seismic intensity and acceleration.

イ．６日06時11分の地震の震度と加速度

６日06時11分の地震の震度分布図を図３－２に示す。

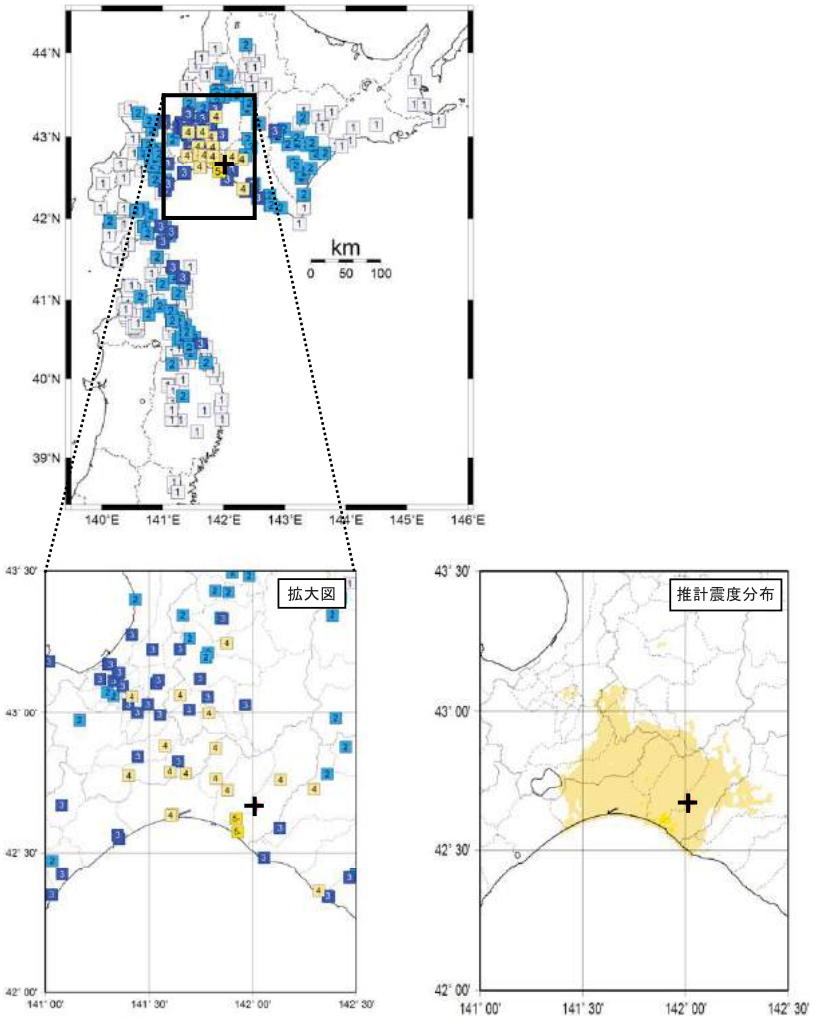
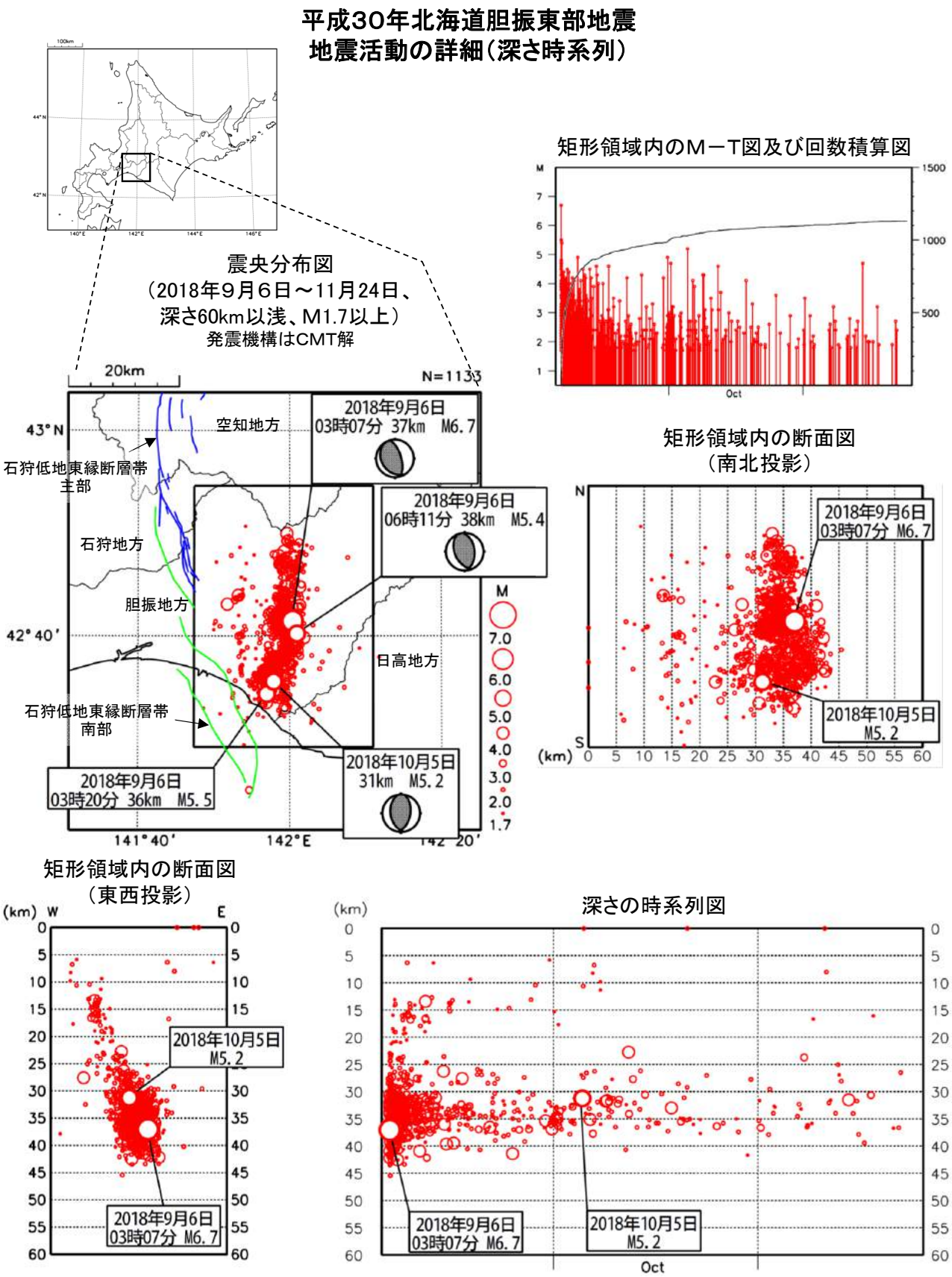


図３－２　６日 06 時 11 分 胆振地方中東部の地震（M5.4、深さ 38km、最大震度５弱）の震度分布図及び推計震度分布図（＋印は震央を表す。凡例は図３－１と同様。）

第6図(b)　つづき

Fig.6(b)　Continued.

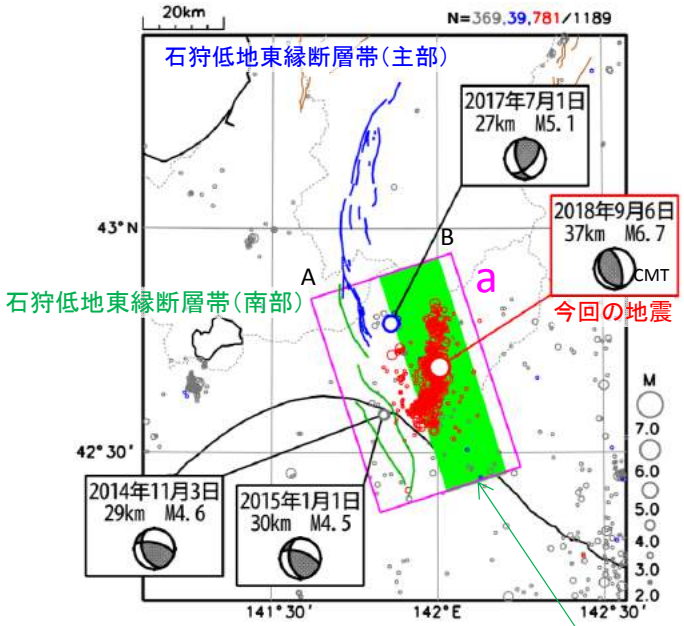


図中の青色と緑色の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

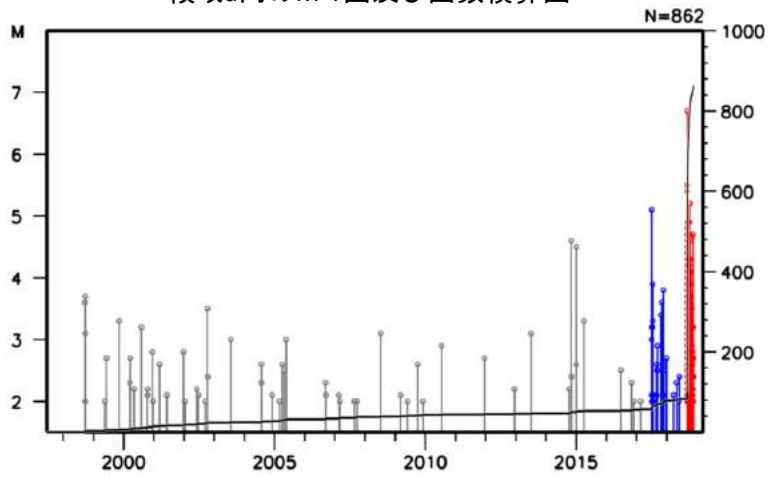
第7図　地震活動の深さの時系列
Fig.7　Time series of the source depth of seismic activity.

平成30年胆振東部地震（活断層との位置関係）

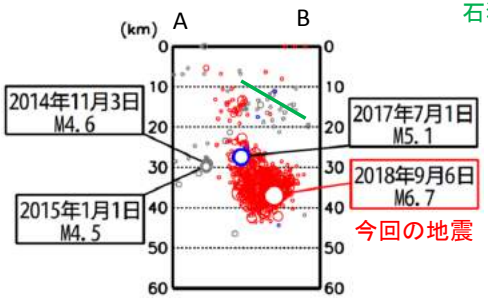
震央分布図
（1997年10月1日～2018年11月24日、深さ0～60km、M≧2.0）
2017年7月1日以降の地震を青く表示
2018年9月6日以降に地震を赤く表示



領域a内のM-T図及び回数積算図



領域a内の断面図（A-B投影）



地震調査研究推進本部の全国地震動予測地図における
石狩低地東縁断層帯（南部）の断層モデル

断面図中の緑実線は、石狩低地東縁断層帯（南部）の断層モデルの投影した位置を示す。

第8図　活断層と今回の地震活動の位置の比較
Fig.8　Comparison of position between the area of seismic activity and active faults.

2018年９月６日 胆振地方中東部の地震
― 遠地実体波による震源過程解析（暫定）―

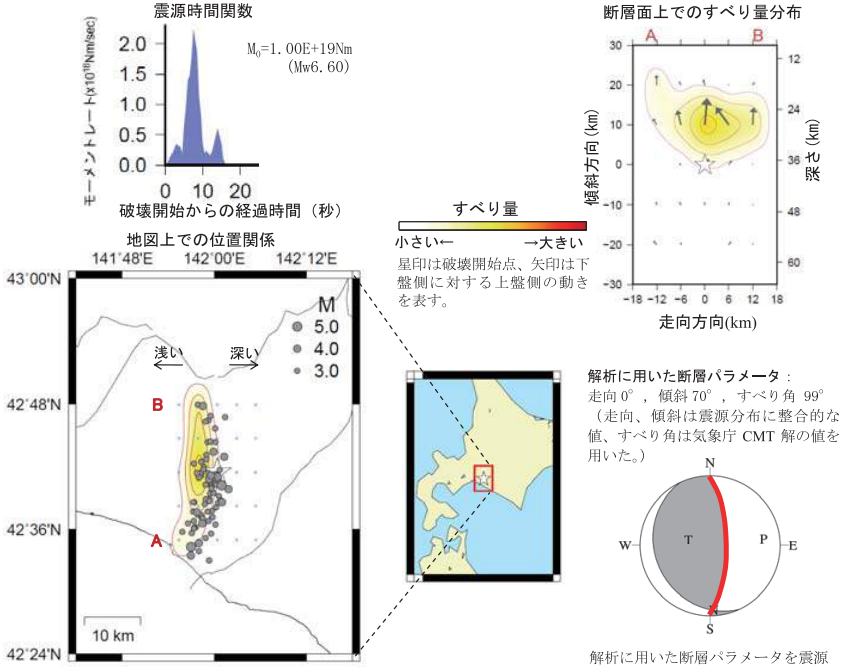
2018年９月６日03時07分（日本時間）に胆振地方中東部で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注１）を行った。

破壊開始点は、気象庁による震源の位置（42° 41.4′ N、142° 00.4′ E、深さ37km）とした。断層面は震源分布に整合的な面（走向0°、傾斜70°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.1km/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）。

- 主な破壊領域は走向方向に約25km、傾斜方向に約20kmであった。
- 主なすべりは破壊開始点から浅い領域に南北に広がり、最大すべり量は0.4mであった（周辺の構造から剛性率を66GPaとして計算）。
- 主な破壊継続時間は約10秒であった。
- モーメントマグニチュード（Mw）は6.6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。

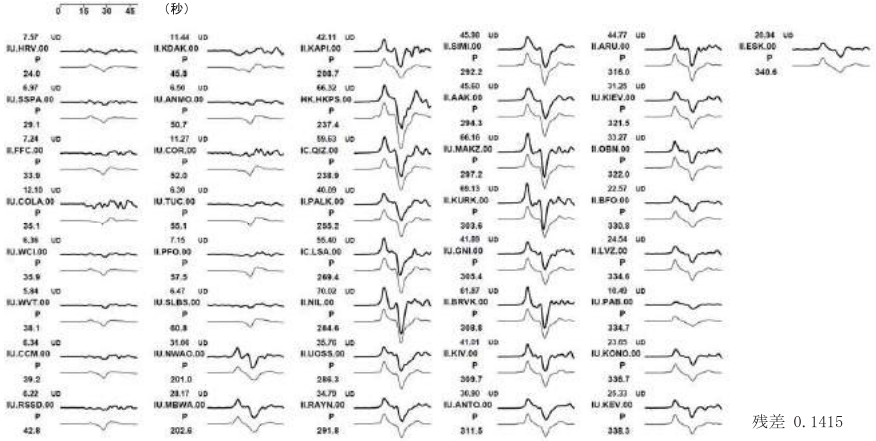


星印は破壊開始点を示す。灰色の丸は地震発生後６時間以内の地震の震央を示す（M3.0以上、気象庁による）。

解析に用いた断層パラメータ：
走向0°，傾斜70°，すべり角99°
（走向、傾斜は震源分布に整合的な値、すべり角は気象庁CMT解の値を用いた。）

解析に用いた断層パラメータを震源球の赤線で示す。

観測波形（上：0.01Hz–0.5Hz）と理論波形（下）の比較



観測点分布

震央距離30°～100°※1の41観測点※2（P波：41、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。

（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/

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9図　遠地実体波による震源過程解析
Fig.9　Seismic source process analysis by using teleseismic body-wave.

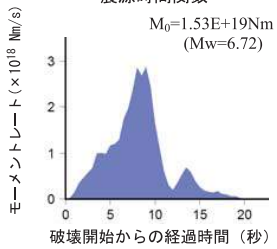
2018年９月６日　胆振地方中東部の地震
ー　近地強震波形による震源過程解析（暫定）ー

2018年９月６日03時07分（日本時間）に胆振地方中東部で発生した地震（M_{JMA}6.7）について、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）及び気象庁震度計の近地強震波形を用いた震源過程解析を行った。

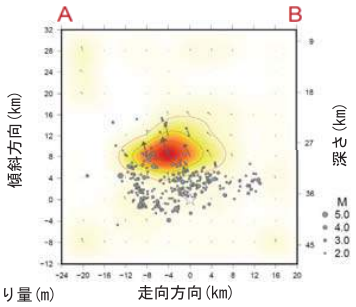
破壊開始点は、気象庁による震源の位置（42°41.4′N、142°00.4′E、深さ37km）とした。断層面は、DD法（Waldhauser and Ellsworth 2000）により決定した震源分布に整合的な面（走向0°、傾斜70°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.2km/sとした。理論波形の計算には、Koketsu et al. (2012)の結果から観測点毎に設定した地下構造モデルを用いた。主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- 主なすべり域の大きさは走向方向に約15km、傾斜方向に約10kmであった。
- 主なすべりは破壊開始点から南西の浅い領域に広がり、最大すべり量は1.6m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10秒であった。
- モーメントマグニチュードは6.7であった。

震源時間関数

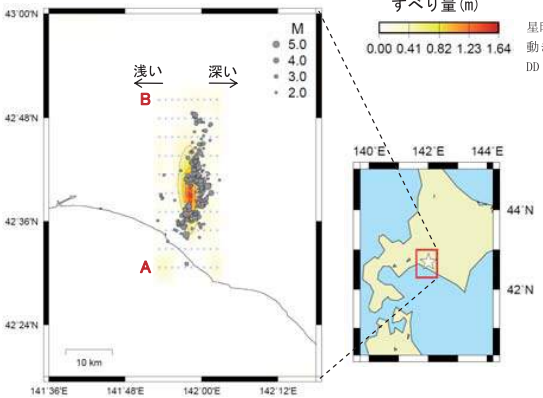


断層面上でのすべり量分布



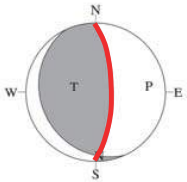
星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。灰色丸はこの地震発生後6時間以内のDD法による震源を示す（M2.0以上）。

地図上に投影したすべり量分布



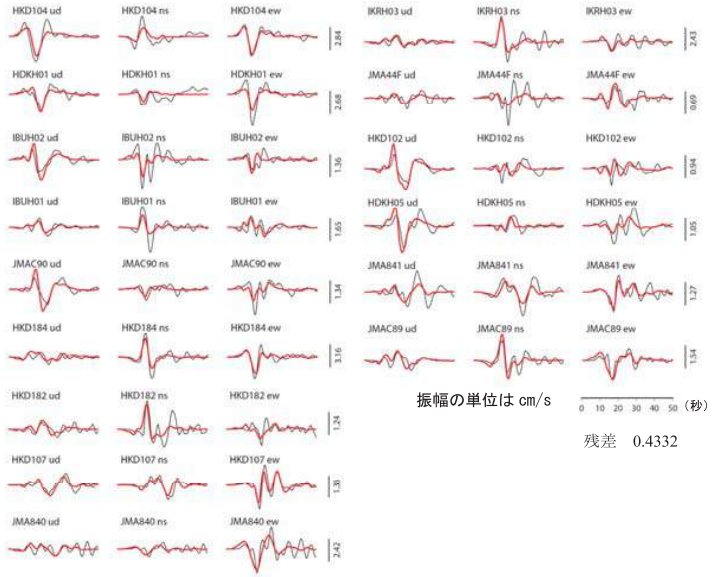
星印は破壊開始点を示す。灰色丸はこの地震発生後6時間以内のDD法による地震の震央を示す（M2.0以上）。

解析に用いた断層パラメータ：
走向0°，傾斜70°，すべり角99°
（走向、傾斜はDD法により決定した震源分布に整合的な値、すべり角は気象庁CMT解の値を用いた。）



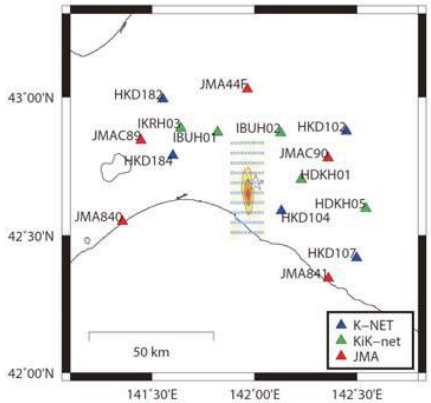
解析に用いた断層パラメータを震源球の赤線で示す。

観測波形（黒：0.03Hz−0.1Hz）と理論波形（赤）の比較



残差　0.4332

観測点分布



謝辞　国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）を使用しました。

参考文献

Koketsu, K., H. Miyake and H. Suzuki, Japan Integrated Velocity Structure Model Version 1, paper no. 1773. Paper Presented at the 15th World Conference on Earthquake Engineering, International Association for Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 Sept. 2012.

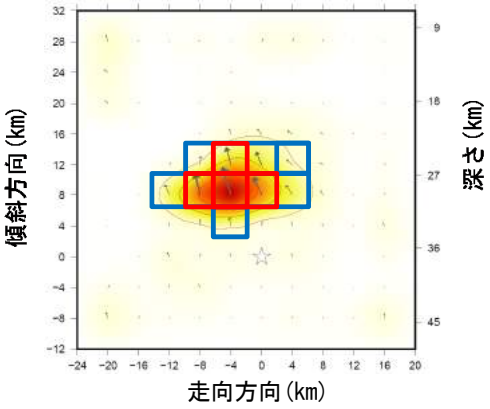
Waldhauser, F. and W.L. Ellsworth, A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, Bull. Seismol. Soc. Am., 90, 1353-1368, 2000.

第10図　近地強震波形による震源過程解析
Fig.10　Seismic source process analysis by using strong-motion data.

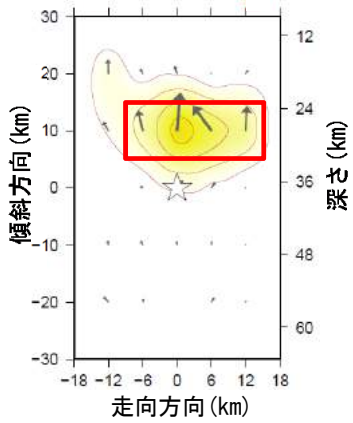
平成30年北海道胆振東部地震の震源過程解析結果に基づく応力降下量

断層面上でのすべり量分布

近地強震波形解析



遠地実体波解析



アスペリティ(すべりの大きい領域)の応力降下量

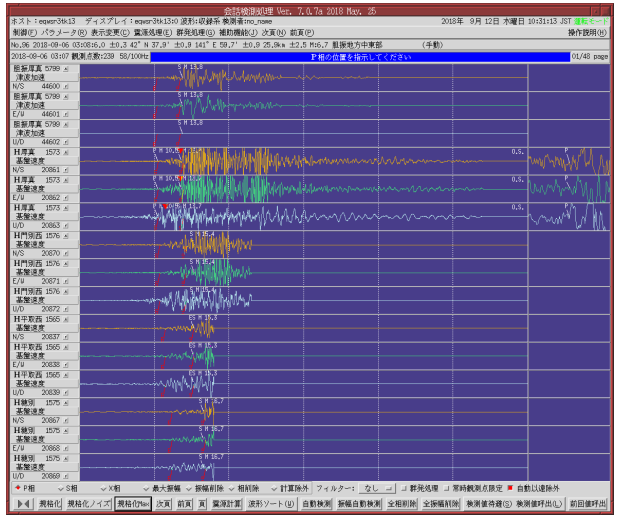
	近地強震波形解析 <アスペリティ：赤枠>	近地強震波形解析 <アスペリティ：赤枠と青枠>	遠地実体波解析
アスペリティの モーメントMo(Nm)	3.27E+18	5.72E+18	5.19E+18
アスペリティの 面積S(km^2)	64	160	240
Δσ(MPa)※	15.6	6.9	3.4

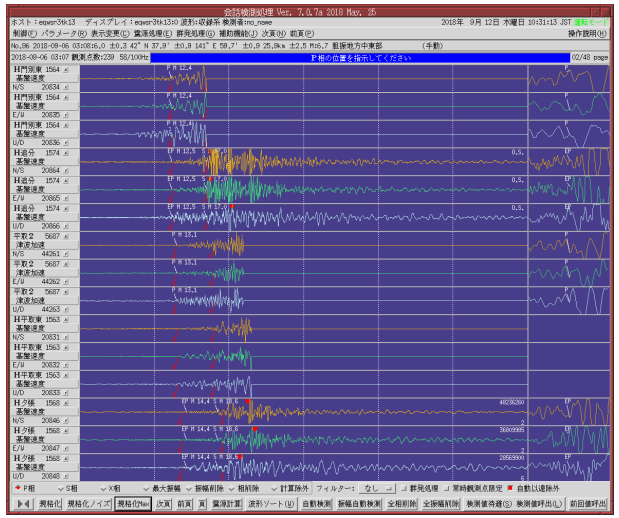
※$\Delta\sigma=2.436*Mo/S^{3/2}$を用いた

(入倉孝次郎・三宅弘恵 (2001): シナリオ地震の強震動予測, 地学雑誌, Vol. 110, pp. 849-875.)

第11図　震源過程解析から得られた応力降下量
Fig.11　Stress drop estimated from seismic source process model.

主破壊からと思われる相について

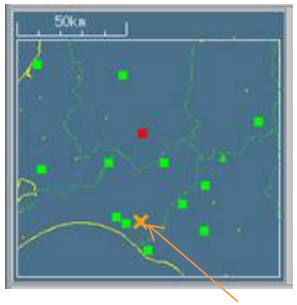




気象庁観測点は速度計が振り切れているため、
加速度波形で表示

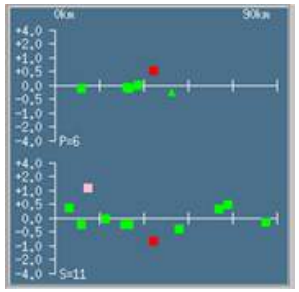
検測精度は落ちるものの、震源計算のO-C分布はそれほど悪くなく、主破壊と思われる震源はM6.7の震源時の5.6秒後、震央距離は南南西に約7km離れ、深さ30kmに決まった。

計算に使用した観測点（緑）
と未検測観測点（赤）

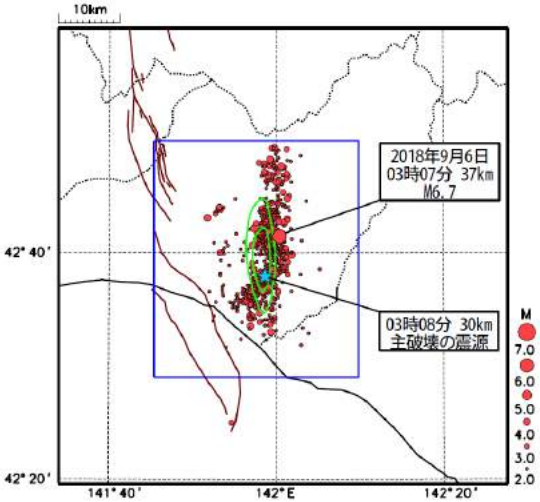


主破壊からと思われる相で求めた震央

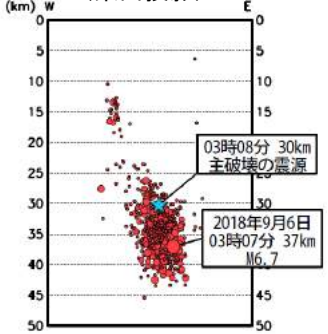
O－Cの分布
（上段：P相、下段：S相）



震央分布図（2018年9月6日～9月30日、M≧3.0、50km以浅）



左図矩形内の断面図
（東西投影）

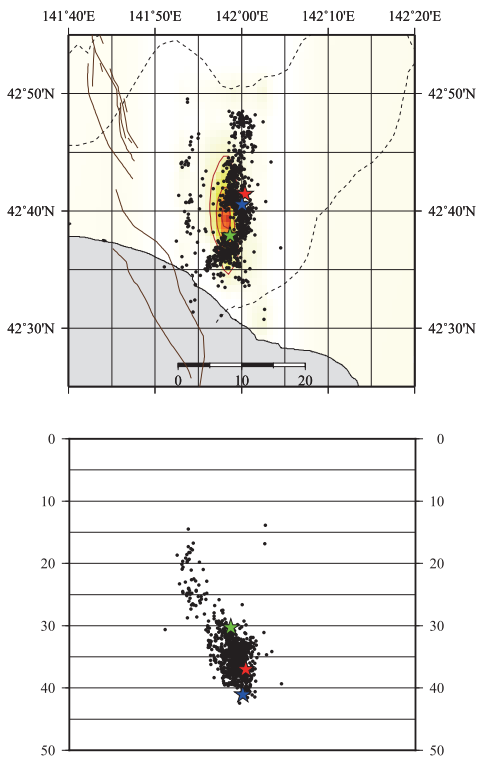


緑は近地強震波形による震源
過程解析で求められたすべり
分布のコンター

初期破壊開始点と主破壊からと思われる相で決めた震源の位置関係は
近地震源過程解析の結果とも調和的である。

第12図　主破壊のP相及びS相と震源決定
Fig.12　P phase and S phase of main shock and hypocenter determination.

平成30年北海道胆振東部地震（DD法※による再計算震源の分布）

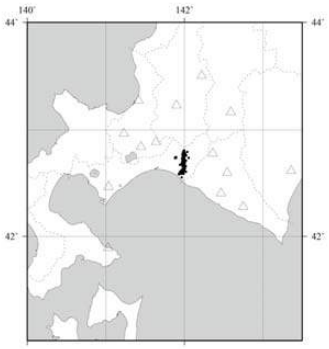


DD法の結果

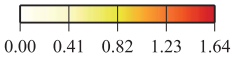
（2018/9/6～9/30、フラグK、M≧2.0を使用）

★M6.7の一元化震源（初期破壊開始点）
★主破壊からと思われる相で決めた位置
★DD法で再決定されたM6.7の位置

計算に使用した観測点（△）14点



近地強震波形を用いた震源過程解析によるすべり量（m）

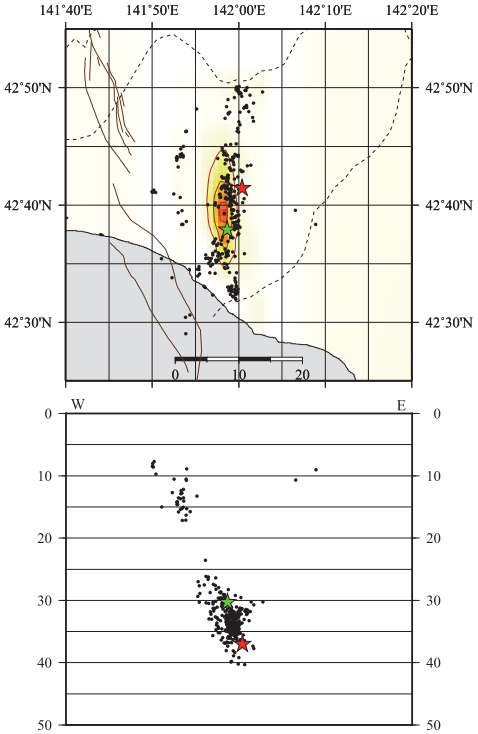


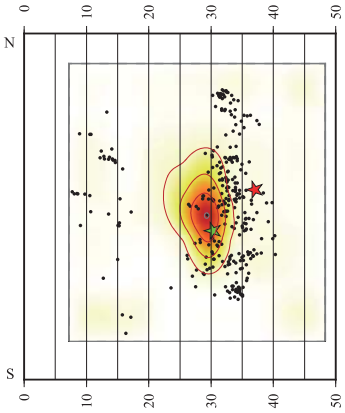
DD法で再決定した震源は近地震源過程解析で求められた大すべり域を囲うように分布している

観測点限定＋補正＋DD法の結果

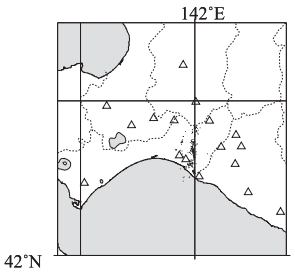
（2018/9/10～10/9、フラグK、M≧1.7を使用）

2018/9/10以降は波形断がほとんどないため、活動域近傍の観測点が使用可能



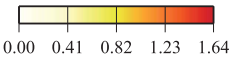


計算に使用した観測点（△）17点



★M6.7の震源（初期破壊開始点）
★主破壊からと思われる相で決めた位置

近地強震波形を用いた震源過程解析によるすべり量（m）



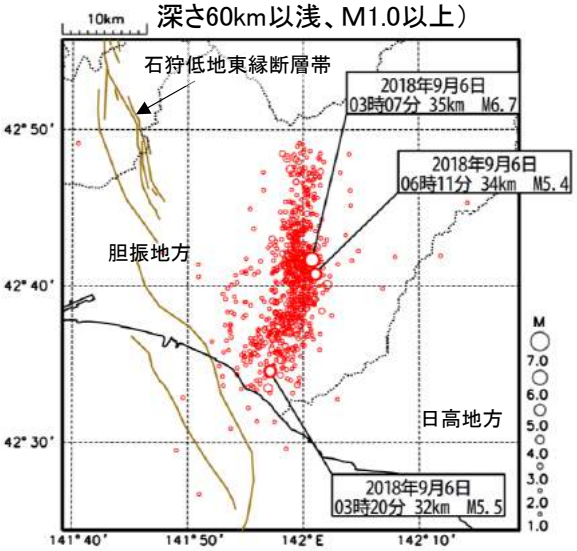
深さ20km前後の分布は疎で、上の結果に比べ、東西断面図での分布の折れ曲がりは不明瞭となる（直線状に近くなる）

※Double-Difference法（Waldhauser and Ellsworth, 2000）

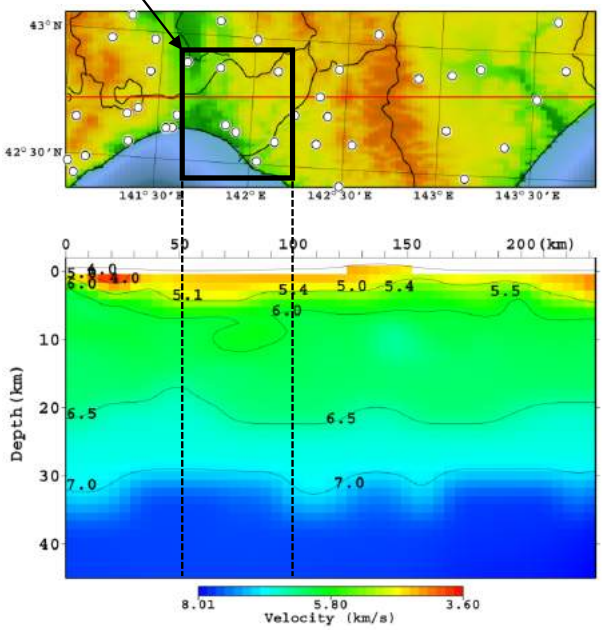
第13図　Double-Difference法による震源
Fig.13　Distribution of the hypocenter by the Double-Difference method.

平成30年北海道胆振東部地震
（三次元速度構造を用いた再計算震源分布）

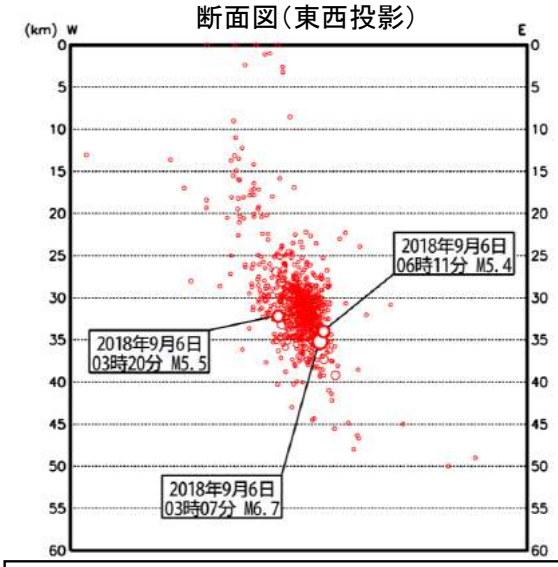
震央分布図
（2018年９月６日03時～24時、
深さ60km以浅、M1.0以上）



震源計算に用いた三次元速度構造
（今回の地震の震源付近）



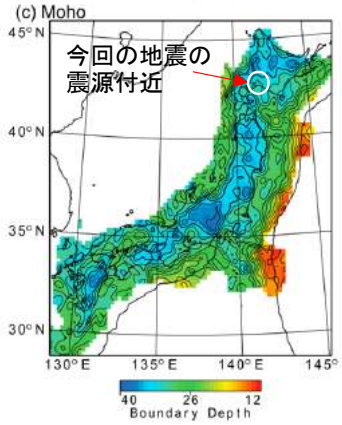
断面図（東西投影）



- ９月６日03時～24時の気象庁一元化震源を三次元速度構造（Katsumata（2010）を元に改変）を用いて震源再計算を行った。
- 一元化震源と比べると、やや浅く決まっているが、大きな差はない。
- 計算に用いた構造の震源付近のモホ面の深さは30km前後である。

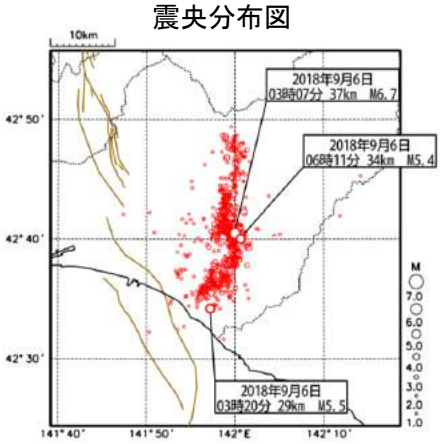
文献
Katsumata, A., Depth of the Moho discontinuity beneath the Japanese islands estimated by traveltime analysis, J. Geophys. Res., 115, B04303, 2010.

震源計算に用いた構造
のモホ面深さ

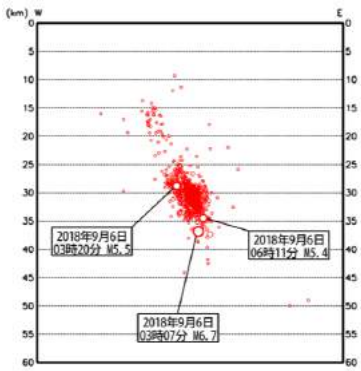


三次元速度構造を用いたDD法による震源再計算結果

震央分布図



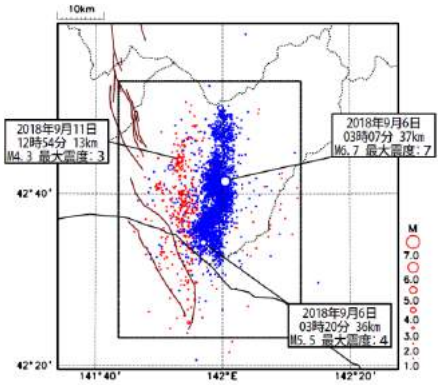
左図の断面図（東西投影）



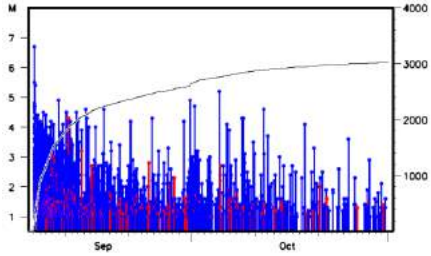
第14図　三次元速度構造を用いた震源
Fig.14　Distribution of the hypocenter by three-dimensional seismic velocity structure.

平成30年北海道胆振東部地震（浅い側と深い側の活動比較）

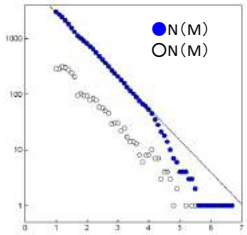
震央分布図（2018年9月6日～10月31日、M≧1.0、50km以浅）



左図矩形内のMT・回数積算図



左図矩形内のb値（M≧1.8）

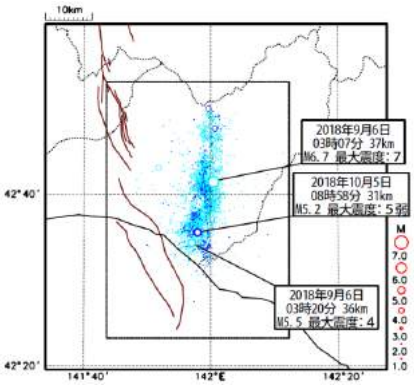


b値＝0.57
（σ＝0.02）
N＝1018
AIC＝1472.710

深さ20km未満の震源を赤、20km以上の震源を青で表示。深さ20km未満での最大地震、及び深さ20km以上での最大地震と2番目に大きな規模の地震に吹き出し。

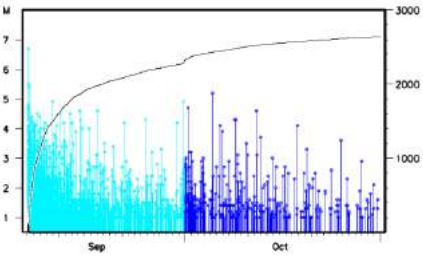
・深さ20km以深の震源のみ

9月の震源を水色、10月の震源を青で表示

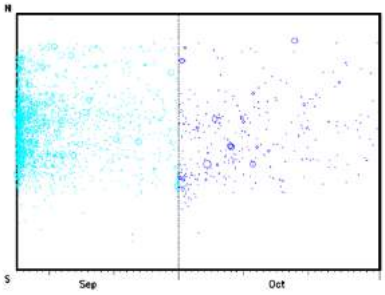


10月上旬はM6.7付近より南側での活動が目立ち、b値は一時0.5未満となった。

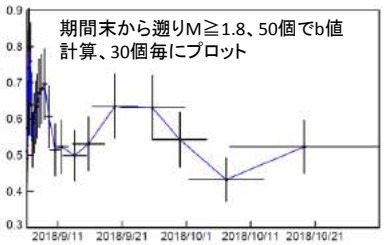
左図矩形内のMT・回数積算図



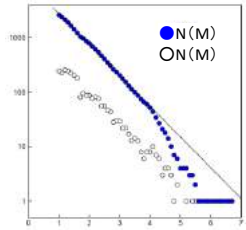
左図矩形内の時空間分布（南北投影）



左図矩形内のb値時系列（9月6日04時～）



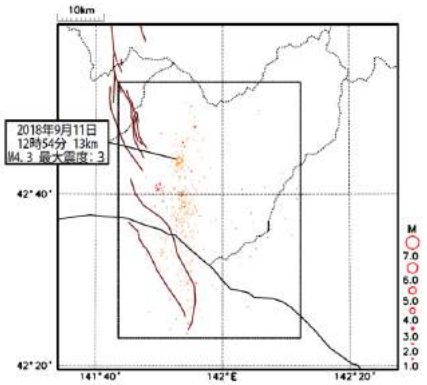
左図矩形内のb値（M≧1.8）



b値＝0.56
（σ＝0.02）
N＝971
AIC＝1434.559

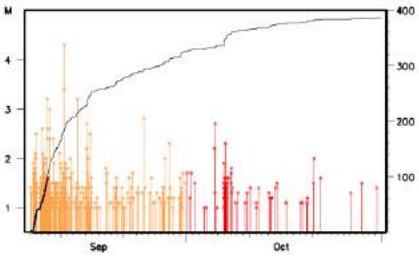
・深さ20km未満の震源のみ

9月の震源を橙色、10月の震源を赤で表示



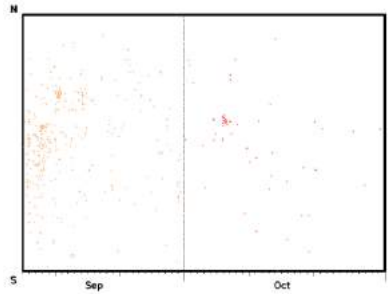
10月上旬に、西側の浅い領域でややまとまった活動がみられたが、その後、地震回数は次第に減少してきている。

左図矩形内のMT・回数積算図

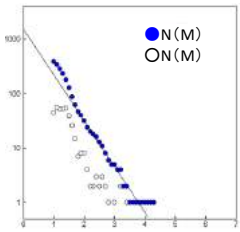


ΔAIC＝AIC（全体）－AIC（分割）
＝1472.710－1468.356
＝4.354
深さ20kmで区分した場合のb値の違いは統計的に有意となる

左図矩形内の時空間分布（南北投影）



左図矩形内のb値（M≧1.8）



b値＝0.84
（σ＝0.12）
N＝47
AIC＝33.797

第15図　浅い側と深い側の活動比較
Fig.15　Comparison of seismic activity between shallower and deeper than 20km.

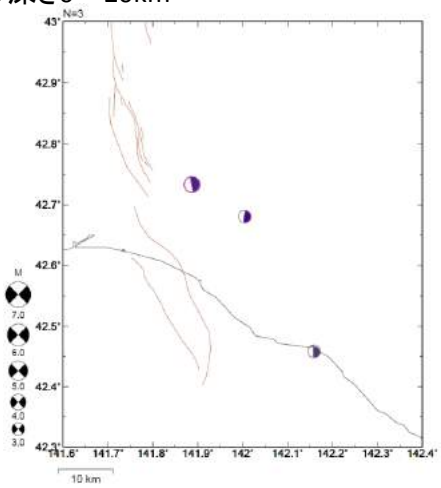
北海道胆振東部地震（一元化以降の深さ別初動解分布）

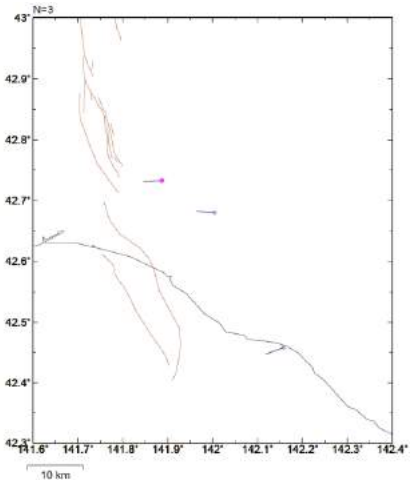
20km以深で逆断層型以外の型もみられる。30km 以深ではP軸方位は東北東－西南西方向の割合が多い。

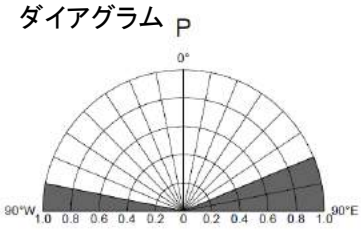
初動発震機構解分布　　左図のP軸方位分布　　左図のP軸方位のローズダイアグラム

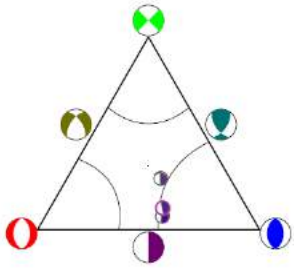
左図の三角ダイアグラム

●深さ0～20km

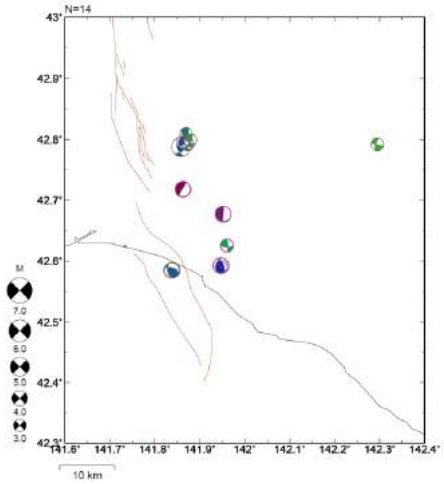


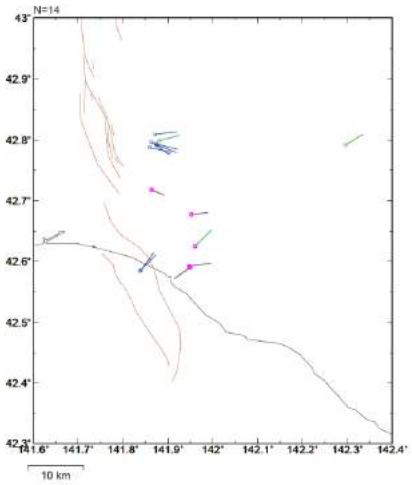


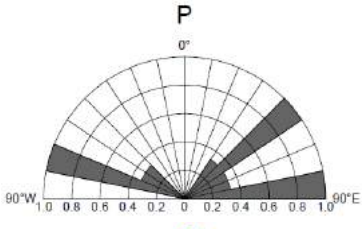


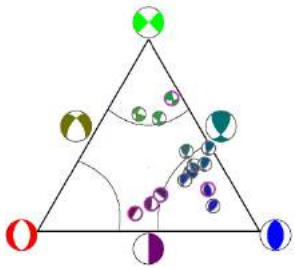


●深さ20～30km

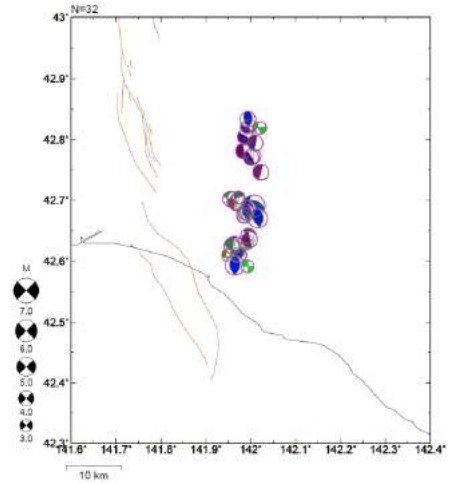


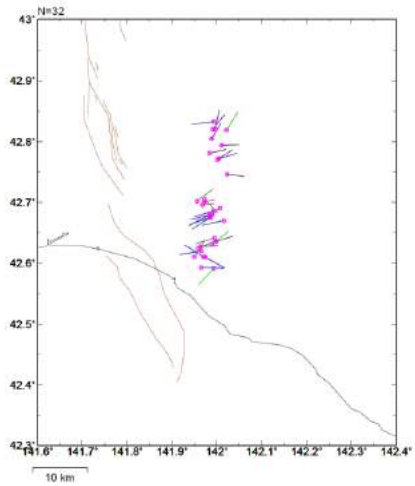


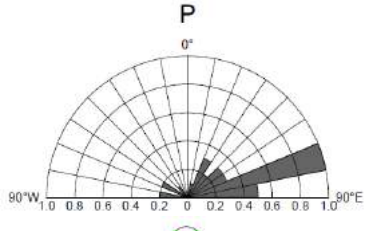


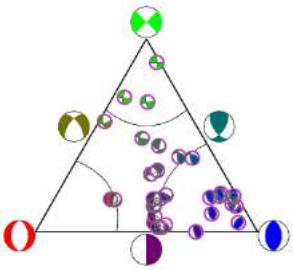


●深さ30～50km





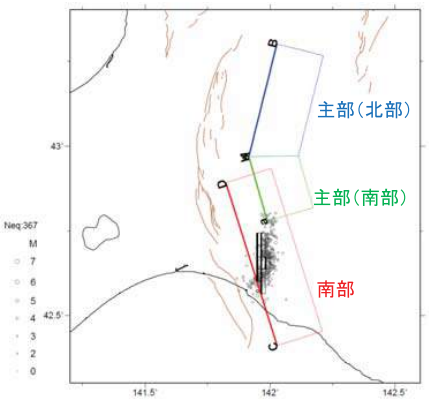


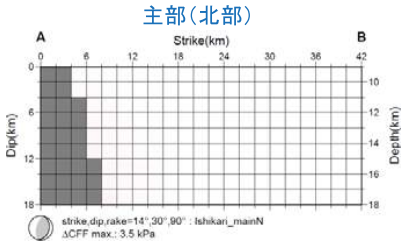


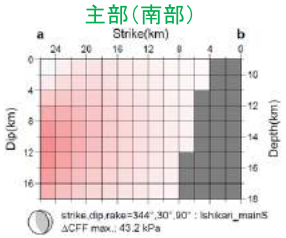
初動解や軸の色分け及び三角ダイアグラムはFrohlich, C. (2001) の分類に基づく。今回の解をピンクで強調表示。

第16図　発震機構の分布
Fig.16　Distribution of focal mechanism.

平成30年北海道胆振東部地震（2018/9/6 M6.7）による
石狩低地東縁断層帯へのΔCFF
＜近地強震波形解析による震源断層モデル（主なすべり域）＞

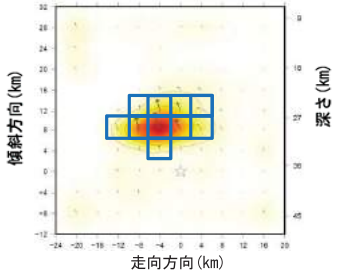




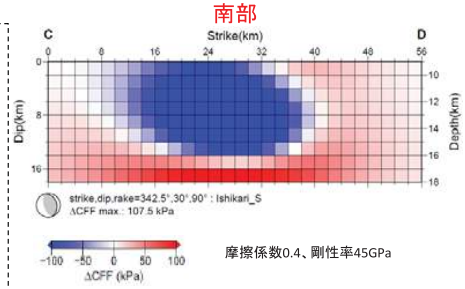


ΔCFFの計算に用いた断層モデルの地図投影
黒矩形はM6.7の近地強震波形解析による震源断層モデルの主なすべり域（すべりが大きい小断層）、カラー矩形は石狩低地東縁断層帯の断層モデルを示す。灰丸はM6.7の地震発生後の地震の震央（2018/9/6 03:07～23:59、M≧2.0、深さ≦50km）、茶線は地震調査委員会の長期評価による活断層の地表トレースを示す。

■震源断層パラメータ（地図の黒矩形）
M6.7の近地強震波形解析による断層モデルの主なすべり域（下図の青矩形で示したすべりが大きい小断層）を震源断層パラメータとした。



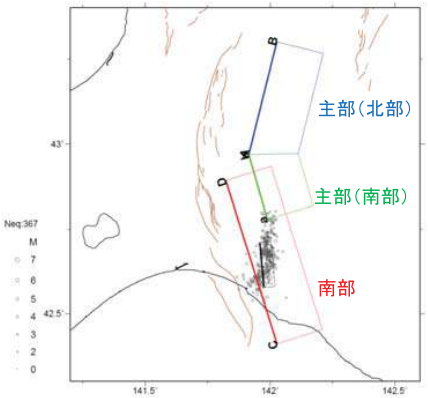
■石狩低地東縁断層帯のパラメータ（地図のカラー矩形）
全国地震動予測地図「震源断層を特定した地震動予測地図」の断層モデルをレシーバ断層とした。

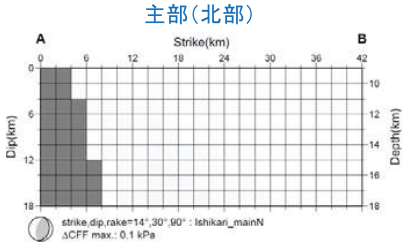


摩擦係数0.4、剛性率45GPa

石狩低地東縁断層帯の断層面におけるΔCFF
各図の下には、それぞれの断層パラメータを示す。主部の断層面の灰領域は、北部と南部の2枚の断層面が重なるためにメッシュが切り取られた部分。

平成30年北海道胆振東部地震（2018/9/6 M6.7）による
石狩低地東縁断層帯へのΔCFF
＜国土地理院による震源断層モデル＞





ΔCFFの計算に用いた断層モデルの地図投影
黒矩形はM6.7の国土地理院による震源断層モデル、カラー矩形は石狩低地東縁断層帯の断層モデルを示す。灰丸はM6.7の地震発生後の地震の震央（2018/9/6 03:07～23:59、M≧2.0、深さ≦50km）、茶線は地震調査委員会の長期評価による活断層の地表トレースを示す。

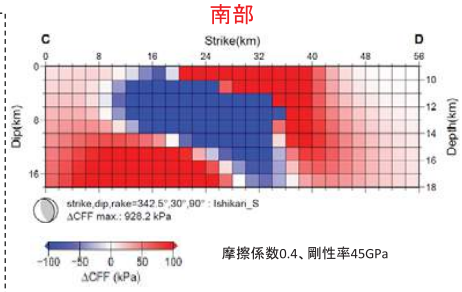
■震源断層パラメータ（地図の黒矩形）
SAR（だいち2号）およびGNSSで観測された地殻変動を基に、国土地理院により推定されたM6.7の震源断層モデル（矩形断層一様すべり）を用いた。

緯度 [°]	経度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	滑り角 [°]	滑り量 [m]	Mw
141.975	42.578	14.9	14.9	16.3	355	77	117	1.2	6.56
(0.020)	(0.018)	(1.6)	(5.0)	(4.2)	(4.0)	(4.1)	(6.6)	(0.5)	

※矩形断層1枚での推定結果。位置は断層の左上端を示す。（ ）内は誤差を示す（1σ）。

国土地理院ウェブサイト （平成30年北海道胆振東部地震の震源断層モデル（暫定）http://www.gsi.go.jp/cais/topic180912-index.html） より抜粋

■石狩低地東縁断層帯のパラメータ（地図のカラー矩形）
全国地震動予測地図「震源断層を特定した地震動予測地図」 の断層モデルをレシーバ断層とした。



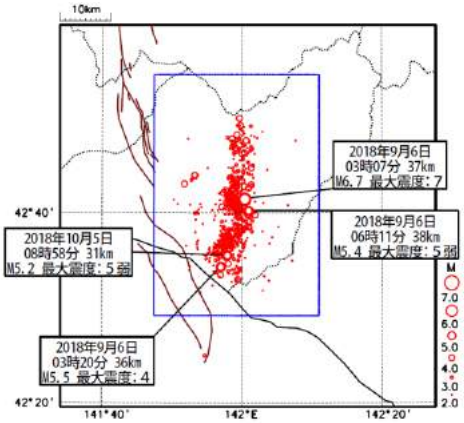
摩擦係数0.4、剛性率45GPa

石狩低地東縁断層帯の断層面におけるΔCFF
各図の下には、それぞれの断層パラメータを示す。主部の断層面の灰領域は、北部と南部の2枚の断層面が重なるためにメッシュが切り取られた部分。

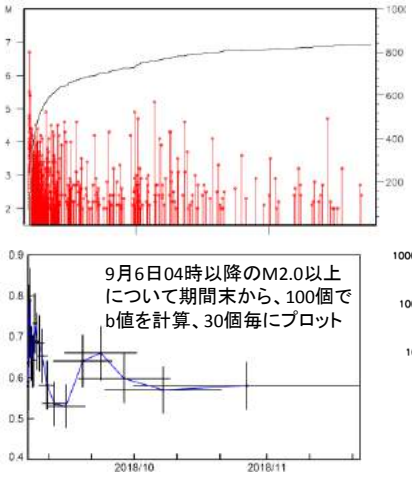
第17図　静的応力変化（ΔCFF）
Fig.17　Changes in static stress (ΔCFF).

平成30年北海道胆振東部地震（地震活動パラメータ）

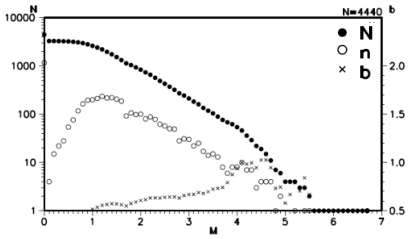
震央分布図（2018年9月6日～11月24日、M≧2.0、50km以浅）



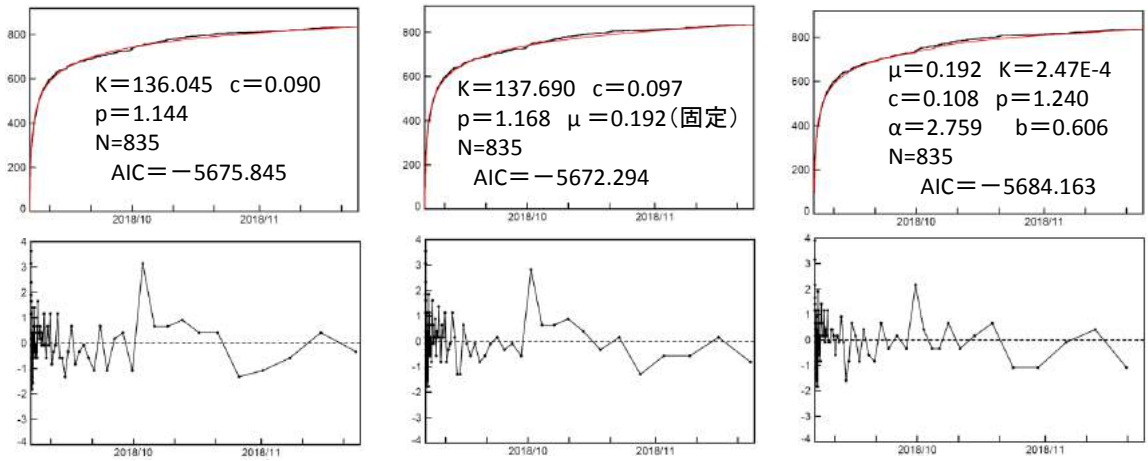
左図矩形内のMT・回数積算図（上）及びb値時系列（下）



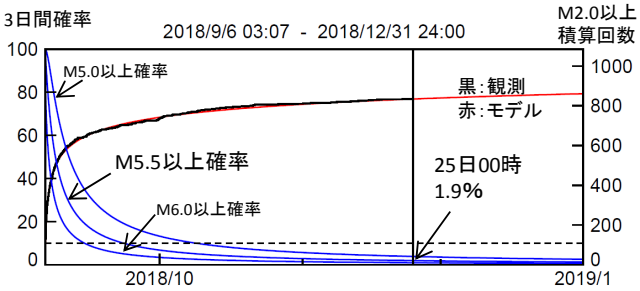
左図矩形内（M全て）の度数分布・b値

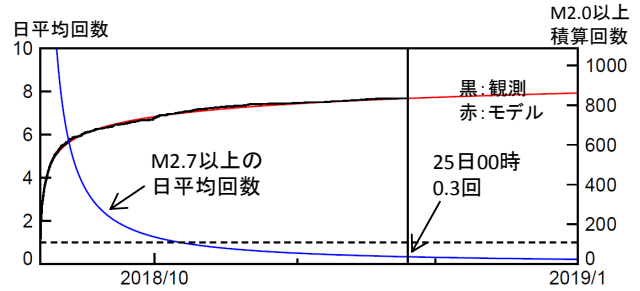


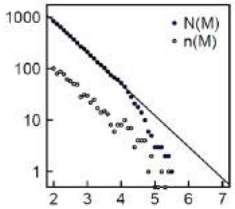
上図矩形内の大森・宇津式（上段左・中）とETASフィッティング（上段右）、モデルからのずれ（下段：100分割）



大森・宇津＋GRによる余震発生確率等







M≧2.0で
b値＝0.61（σ＝0.02）
N＝834

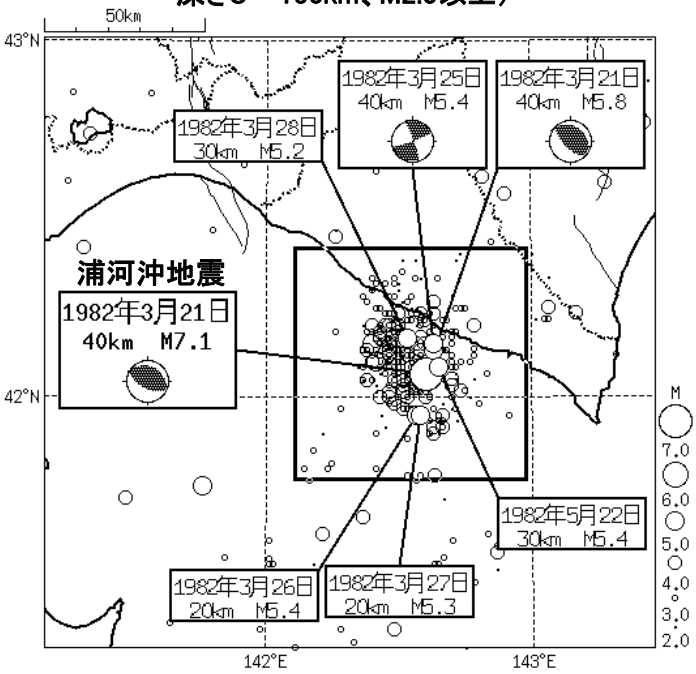
・11月25日00時時点の確率等（M2.0以上で計算）
　M5.5（震度5弱程度）以上の3日間確率：　1.9%
　M4.5（震度4程度）以上の3日間確率：　7.6%
　M2.7（震度1程度）以上の日平均回数：　0.3回
・同（M3.0以上で計算）
　M5.5（震度5弱程度）以上の3日間確率：　1.4%
　M4.5（震度4程度）以上の3日間確率：　6.6%
　M2.7（震度1程度）以上の日平均回数：　0.4回
M5.5以上の確率は、発生直後に比べ約50～70分の1、平常時（1923年以降今回までにM5.5以上無し）の100倍を超える

第18図　b値及び余震発生確率
Fig.18　b-value and probability of aftershock occurring.

昭和52年（1982年）浦河沖地震※
（地震活動の推移）

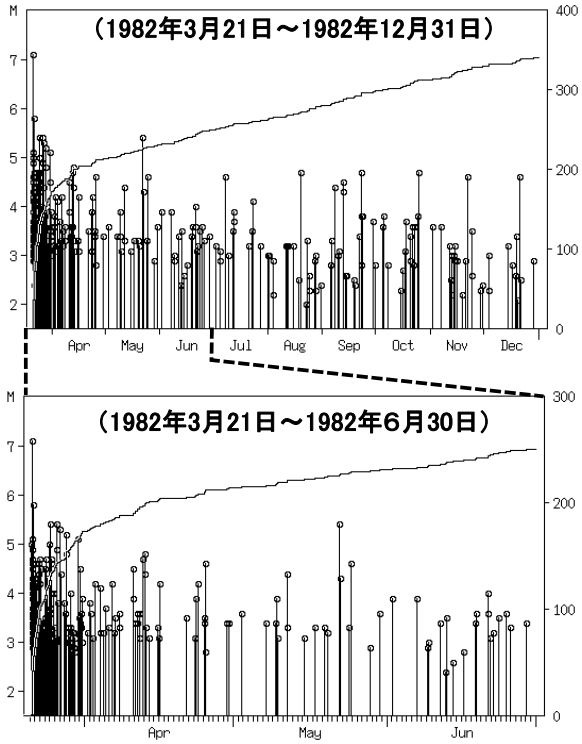
※気象庁が名称を定めた地震

震央分布図
（1982年3月21日～1982年12月31日、
深さ0～150km、M2.0以上）

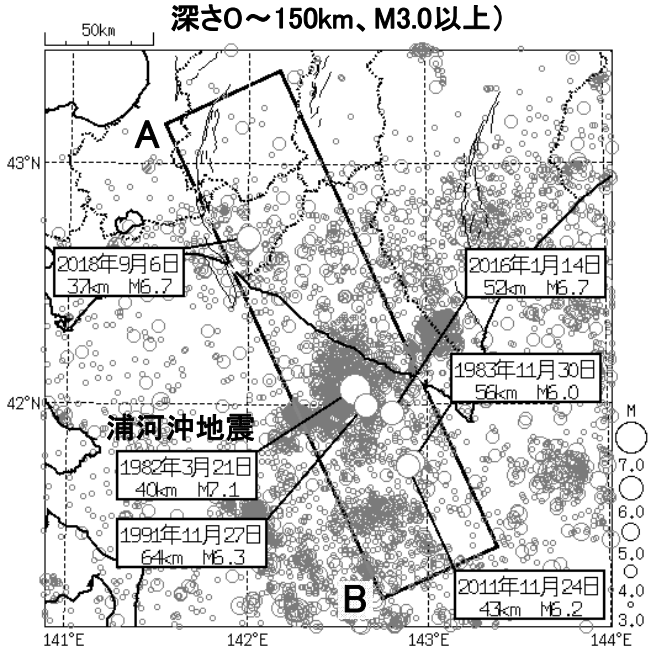


M5.2以上の地震に吹き出しをつけている。

左図の矩形内の地震活動経過
および回数積算図

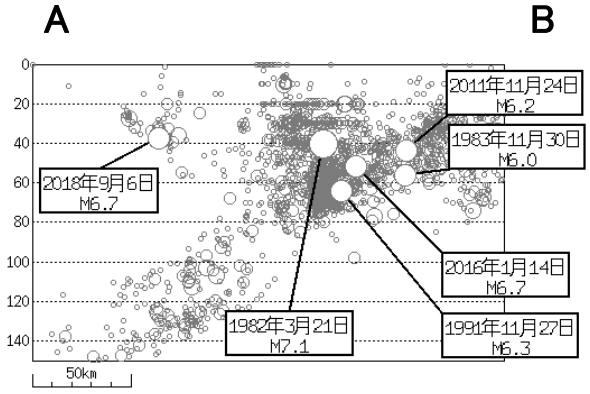


震央分布図
（1982年1月1日～2018年9月6日7時00分、
深さ0～150km、M3.0以上）



M6.0以上の地震に吹き出しをつけている。

左図の四角形領域内のA-B断面図



第19図　昭和57年（1982年）浦河沖地震
Fig.19　The earthquake off urakawa of 1982.