

2018年6月18日大阪府北部の地震の評価

- 6月18日07時58分に大阪府北部の深さ約15kmでマグニチュード(M)6.1の地震が発生した。この地震により大阪府で最大震度6弱を観測し、被害を伴った。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型であった。この地震は地殻内で発生した地震で、周辺には東西方向に延びる有馬－高槻断層帯、および南北方向に延びる生駒断層帯と上町断層帯などが存在している。
- その後7月10日16時までに発生した最大の地震は、6月19日に発生したM4.1の地震で、最大震度4を観測した。地震活動は東西約5km、南北約5kmの領域で減衰しつつも継続している。領域の北部では東に傾斜した面状に、南部では南東に高角で傾斜した面状に、震源が分布している。発震機構は横ずれ断層型と逆断層型が混在しているが、横ずれ断層型の地震は領域の全域で、逆断層型の地震は領域の北部で発生している。
- M6.1の地震の発震機構と地震活動の分布などから推定されるM6.1の地震の震源断層は、概ね南北2つの断層で構成される。北側は東に傾斜する逆断層で、南側は南東に高角で傾斜する右横ずれ断層であった。
- GNS S観測の結果では、今回の地震に伴いごくわずかな地殻変動が観測された。

2018年6月18日 大阪府北部の地震

(1) 概要

2018年6月18日07時58分に、大阪府北部の深さ13kmでM6.1の地震が発生し、大阪府大阪市北区、高槻市、枚方市、茨木市、箕面市で震度6弱、京都府京都市、亀岡市など18の市区町村で震度5強を観測したほか、近畿地方を中心に、関東地方から九州地方の一部にかけて震度5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3.2秒後の07時58分41.9秒に緊急地震速報（警報）を発表した。この地震は地殻内で発生した。発震機構は西北西－東南東方向に圧力軸を持つ型である。

この地震により、死者4人、負傷者434人、住家全壊9棟、住家半壊87棟などの被害が生じた（7月5日18時00分現在、総務省消防庁による）。

また、大阪管区气象台と京都地方气象台では、気象庁機動調査班（JMA-MOT）を派遣し、この地震により震度5強以上を観測した震度観測点及びその周辺において、震度観測点の観測環境及び地震動による被害状況について現地調査を実施した。

この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1-2に示す。

表1-1 2018年6月18日の大阪府北部の地震による被害状況

(2018年7月5日18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			非住家被害	
	死者	負傷者		全壊	半壊	一部破損	公共建物	その他
		重傷	軽傷					
人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	
三重県		1	1					
滋賀県			3					
京都府		1	21			2,434		
大阪府	4	9	351	9	87	24,631	675	11
兵庫県		4	38			4		
奈良県			4			27		
徳島県			1					
合計	4	15	419	9	87	27,096	675	11

※死者数については地震によるものか確認中

表1-2 震度1以上の最大震度別地震回数表（2018年6月18日07時～6月30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
6/18 07時-24時	14	6	1				1			22	22
6/19 00時-24時	6	3	2	1						12	34
6/20 00時-24時		2								2	36
6/21 00時-24時	2									2	38
6/22 00時-24時	2									2	40
6/23 00時-24時			1							1	41
6/24 00時-24時										0	41
6/25 00時-24時										0	41
6/26 00時-24時										0	41
6/27 00時-24時										0	41
6/28 00時-24時	1									1	42
6/29 00時-24時										0	42
6/30 00時-24時										0	42
6/18 07時 - 6/30	25	11	4	1	0	0	1	0	0	42	42

(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6月18日07時58分に、大阪府北部の深さ13kmでM6.1の地震(最大震度6弱)が発生した。

この地震発生以降、地震活動が活発になり、6月30日までにM6.1の地震を含みM4.0以上の地震が3回、最大震度3以上の地震が6回発生している。地震活動は、北東-南西方向に延びる長さ約5kmの領域と今回の地震の震源から北西方向に広がりをもつ約5km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。

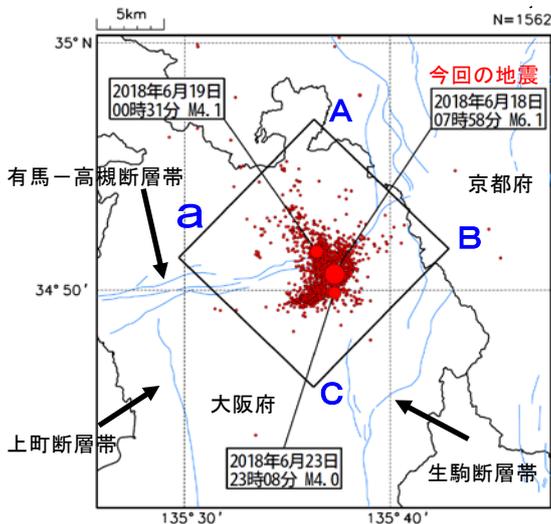
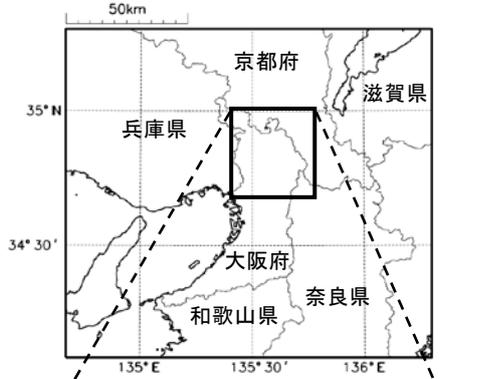


図2-1 震央分布図
(2018年6月18日~2018年6月30日
深さ0~20km、M0.5以上)

震央分布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

表2-1 領域a内の最大震度3以上の地震の表

番号	発震時	震央地名	深さ	M	最大震度
1	6月18日 7時58分	大阪府北部	13km	6.1	6弱
2	6月18日 16時31分	大阪府北部	11km	3.5	3
3	6月19日 0時31分	大阪府北部	10km	4.1	4
4	6月19日 4時53分	大阪府北部	13km	3.9	3
5	6月19日 7時52分	大阪府北部	11km	3.9	3
6	6月23日 23時08分	大阪府北部	11km	4.0	3

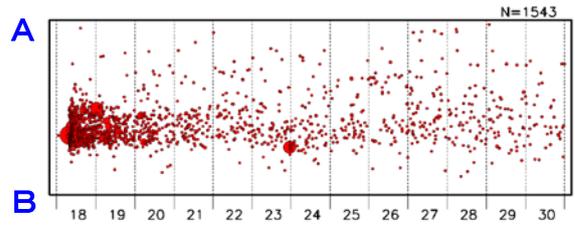


図2-2 領域a内の時空間分布図(A-B投影)

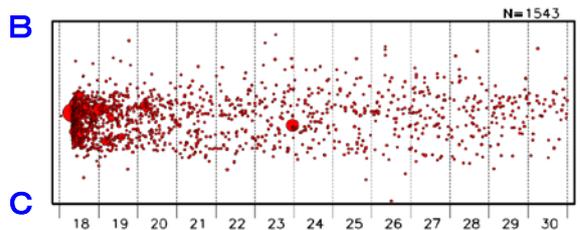


図2-3 領域a内の時空間分布図(B-C投影)

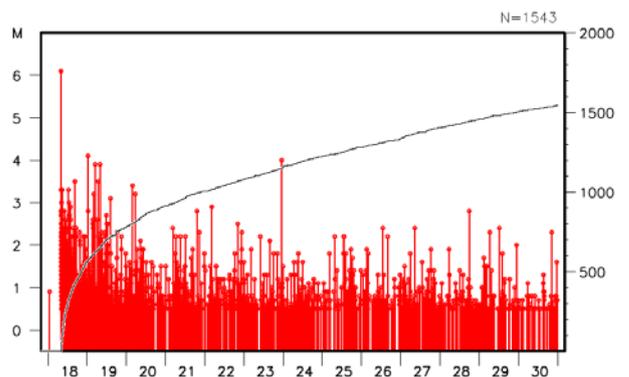


図2-4 領域a内のM-T図
及び回数積算図

イ. 発震機構

1997年10月1日から2018年6月30日に発生したM4.0以上の地震の発震機構を図2-5に示す。周辺で発生する地殻内の地震は、発震機構が西北西-東南東方向あるいは東西方向に圧力軸を持つ型が多い。今回の地震以降の領域b内のM4.0以上の地震の発震機構を図2-6に示す。今回の地震活動で発生したM4.0以上の発震機構は、西北西-東南東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。

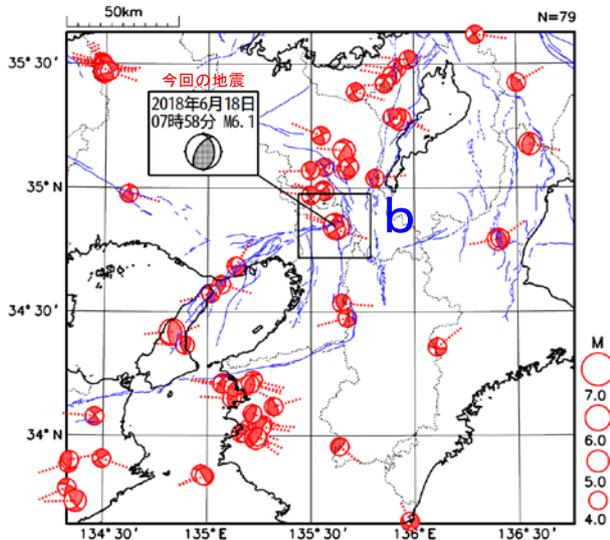


図2-5 発震機構分布図
(1997年10月1日~2018年6月30日、深さ0~20km、 $M \geq 4.0$)
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す

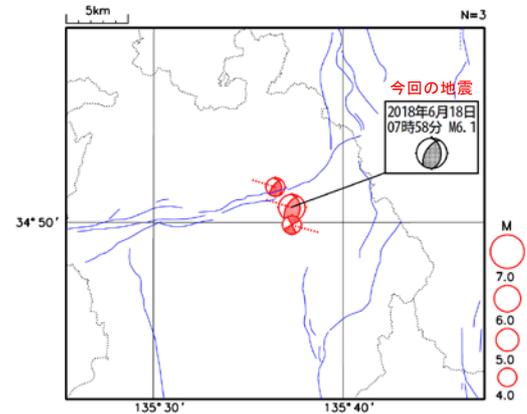


図2-6 領域b内の発震機構分布図
(2018年6月18日~2018年6月30日、
深さ0~20km、 $M \geq 4.0$)
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す

ウ. 過去の地震活動

1923年1月1日から2018年6月30日までの震央分布図を図2-7に、大阪府周辺(図2-7中の領域c)のM-T図を図2-8に示す。

大阪府周辺には、ほぼ東西方向に延びる有馬-高槻断層帯、南北方向にそれぞれ延びる生駒断層帯と上町断層帯、北東-南西方向に延びる六甲・淡路島断層帯など多数の活断層が存在している。

1995年1月17日に発生した「平成7年(1995年)兵庫県南部地震」($M7.3$)では、兵庫県で最大震度7を観測し、死者6,434人、行方不明者3人、負傷者43,792人、住家全壊104,906棟などの甚大な被害が生じた(被害は総務省消防庁による)。

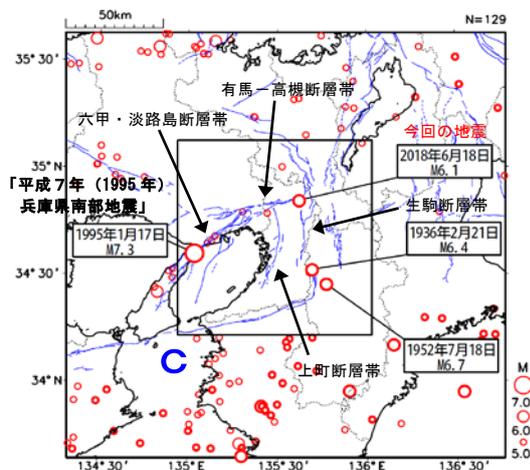


図2-7 震央分布図
(1923年1月1日~2018年6月30日、
深さ0~100km、 $M \geq 5.0$)
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す

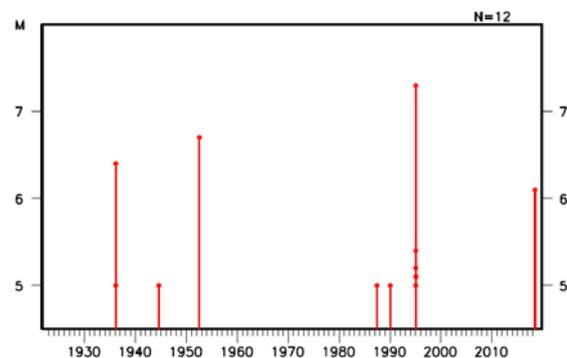


図2-8 領域c内のM-T図

1997年10月1日から2018年6月30日までの震央分布図を図2-9に、今回の地震及びその周辺の地震活動（図2-9中の領域d）の時空間分布図とM-T図及び回数積算図をそれぞれ図2-10、図2-11に示す。

今回の地震付近では、今回の地震が発生するまで特に目立った活動は無く、定常的な地震活動は有馬-高槻断層帯から北側の地域でみられていた。これらの地震のうち、最大規模の地震は2000年5月16日に発生したM4.4の地震で、京都府、大阪府、兵庫県で震度3を観測したほか、東海地方から四国地方にかけて震度2～1を観測した。

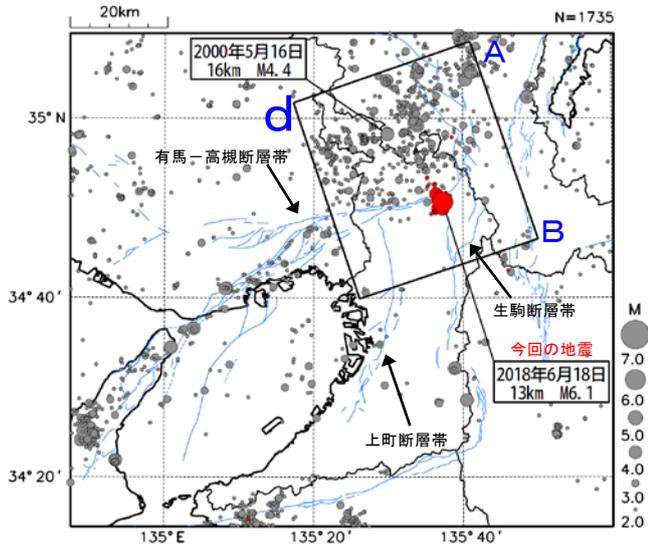


図2-9 震央分布図
 (1997年10月1日～2018年6月30日、
 深さ0～20km、 $M \geq 2.0$)
 2018年6月の地震を●で表示

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

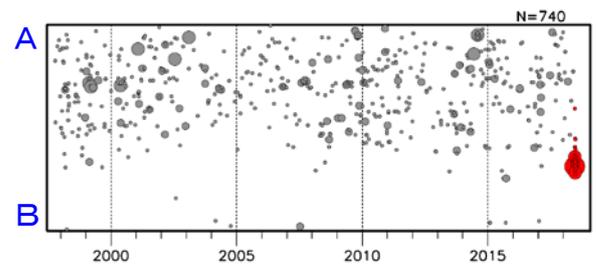


図2-10 領域d内の時空間分布図（A-B投影）

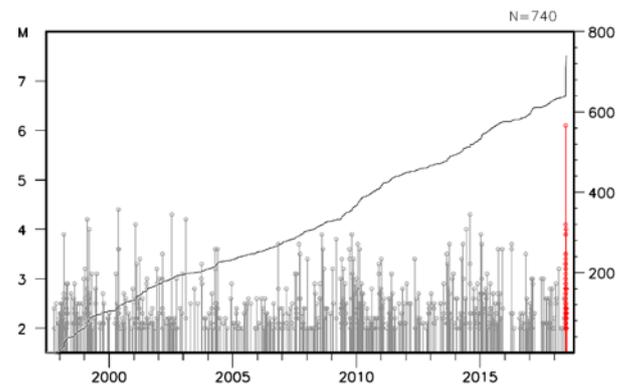


図2-11 領域d内のM-T図及び回数積算図

(3) 震度と加速度

最大規模の地震である6月18日07時58分の地震により震央付近の大阪府大阪北区茶屋町、高槻市立第2中学校、枚方市大垣内、茨木市東中条町、箕面市粟生外院で震度6弱の揺れを観測した。

ア. 震度分布

最大規模の地震の震度分布図を図3-1に示す。

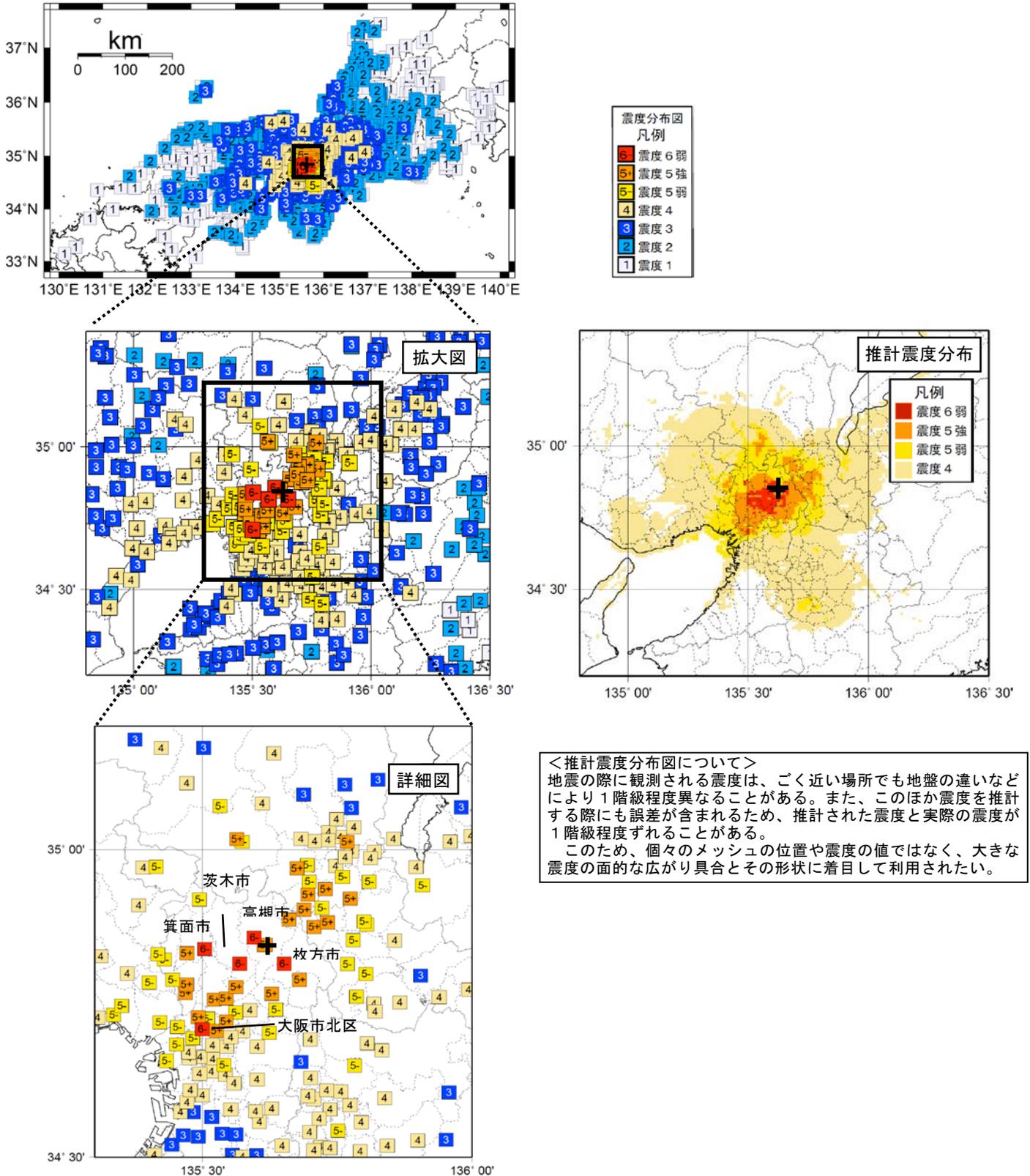


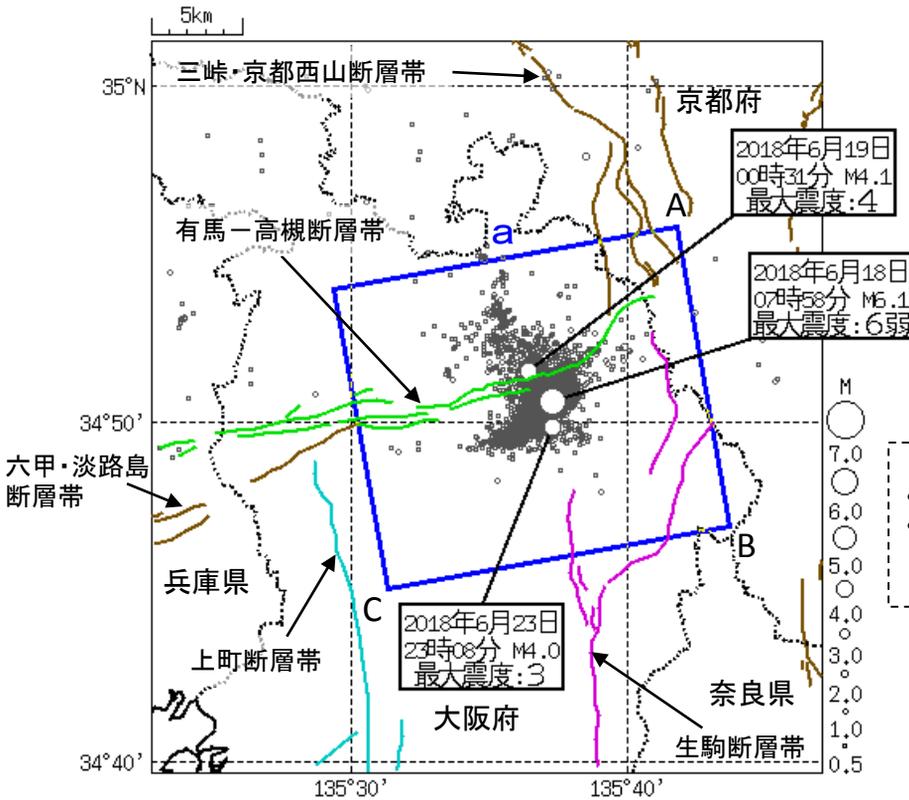
図3-1 6月18日07時58分 大阪府北部の地震 (M6.1、深さ13km、最大震度6弱) の震度分布図 (+印は震央を表す。)

6月18日 大阪府北部の地震(地震活動の状況・2018年7月9日12時現在)

震央分布図

(2018年6月18日07時~7月9日12時、マグニチュード0.5以上、深さ0~20km)

丸の大きさはマグニチュードの大きさを示す。

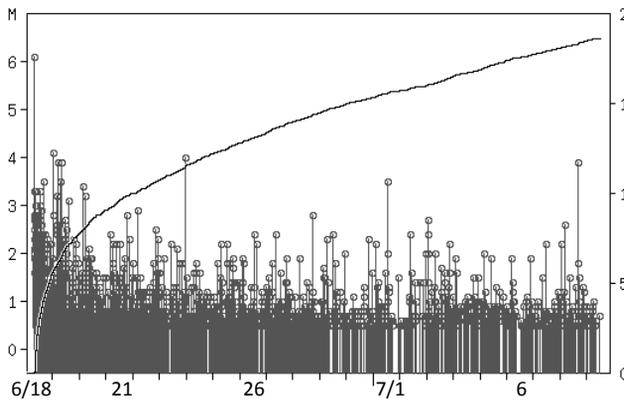


震央分布図中の緑・水色・紫・茶色の各線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。吹き出しは震度4以上またはマグニチュード4.0以上を観測した地震。

<本資料の利用上の留意点>

- 7月9日の震源は精査前の震源です。
- 個々の震源の位置や規模ではなく、震源の分布具合や活動の盛衰に着目して地震活動の把握にご利用ください。

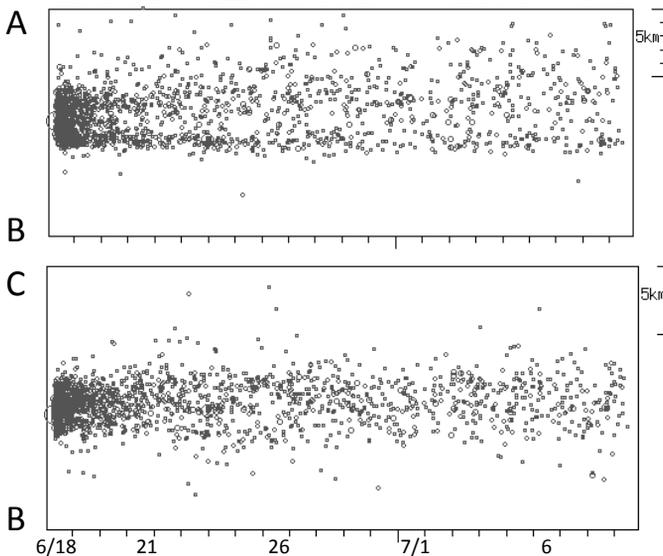
領域a内の地震活動経過図及び回数積算図



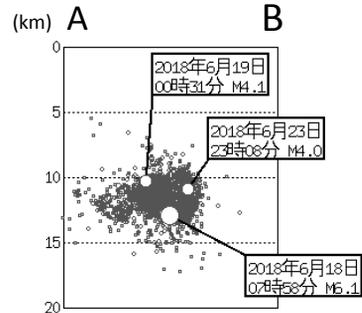
縦棒のついた丸は地震発生時刻とマグニチュードの大きさを示す。

横軸は時間、縦軸は左がマグニチュード、右が地震の積算回数。折れ線は地震の回数を足し上げたものを示す。

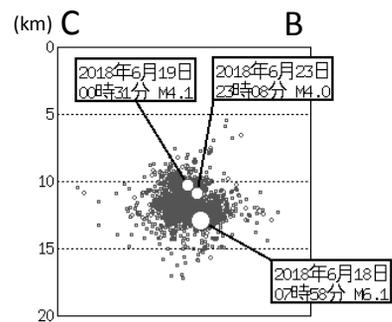
領域a内の時空間分布図(上:A-B投影、下:C-B投影)



領域a内の断面図(A-B投影)



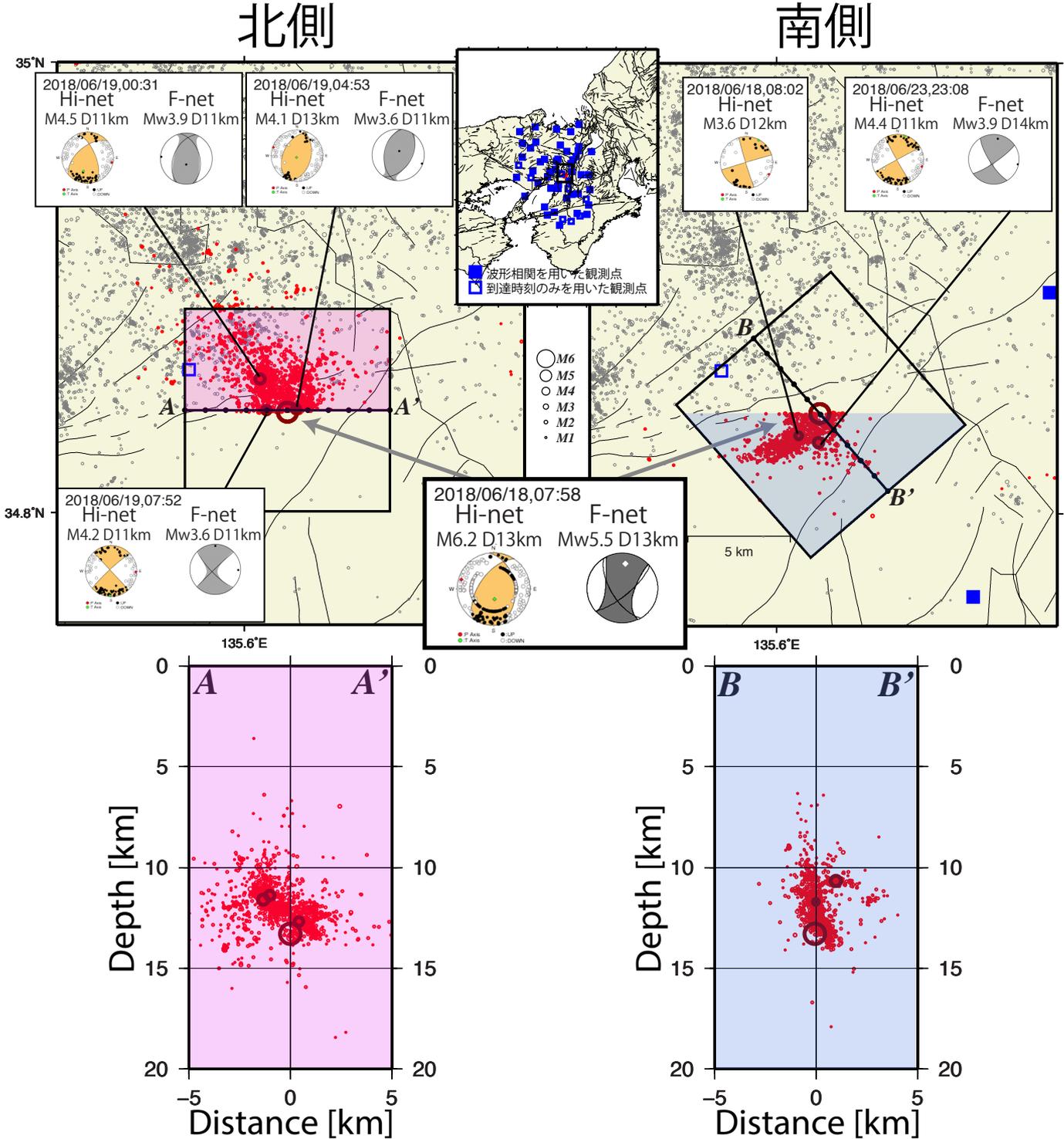
領域a内の断面図(C-B投影)



横軸は時間、縦軸のA・B・Cは震央分布図の四角形領域の3点と対応する。

- 大阪府北部において発生した $M_{JMA}6.1$ の地震の後の震源分布は、本地震の震源の北側と南側で異なる。（北側ではほぼ東傾斜の面状に、南側では南東に高角度の傾斜を持つ面状に分布）
- 余震分布は、5km程度の広がりを持つ。
- 本地震の震源は、余震域の最深部付近に位置している。
- Hi-netの初動解(逆断層型)とF-netのMT解ともに東西圧縮軸を持つ。

Gray(JUICE:20001001 -20121231) Red(20180618 0:00 - 20180630 23:59; N=2717)



図（上）一次元構造(鶴川・他 1984)を用いて再決定した本震より北側（左）と南側（右）の震央分布。本震及び主な余震のHi-netとF-netの発震機構解を合わせて示す。

2018年6月18日0時—2018年6月30日23時59分に発生した地震を赤丸で示す。

（下）上図の色塗りされた領域（青とピンク色）の震源をそれぞれの断面に投影した図（左は北側、右は南側）。

謝辞:解析には気象庁, 京都大学防災研究所, 東京大学地震研究所, 産業技術総合研究所のデータも使用させて頂きました。

2018年6月18日大阪府北部の地震 初動解の分布

- 防災科研 Hi-net による Mj 6.1 の地震の初動解は, 逆断層型
- その後の地震活動は, 逆断層型と横ずれ断層型が混在
- 逆断層型の地震は, 主に Mj 6.1 の地震の北側に分布
- 横ずれ断層型の地震は, 地震活動域に広く分布

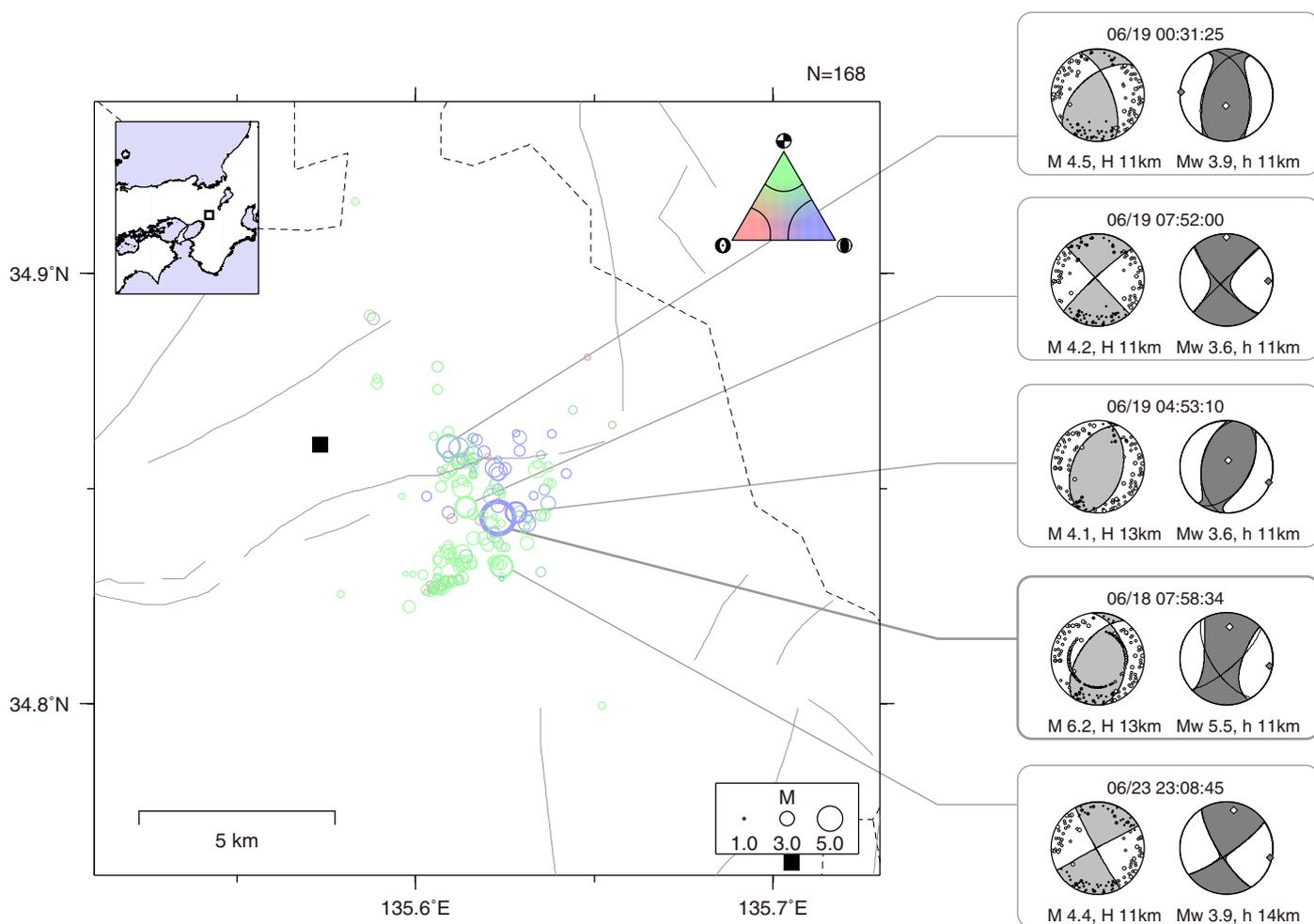


図. 防災科研 Hi-net による初動解(2018年6月18~29日)の分布. 岡田(1988)によるスコアが20以上の初動解について, Frohlich(1992)の三角ダイアグラムに従い, 断層のタイプごとに色分けして示す. 黒四角は観測点, 破線は県境を表す.

2018年6月18日7時58分大阪府北部の地震の震源過程

○ K-NET、KiK-net(地中)、F-net(強震計)、気象庁震度計、関西地震観測研究協議会及び京都大学防災研究所の18観測点での速度波形3成分(0.1~1.5Hz)を使用した。

○ CMT解(Miroslav HALLO氏私信)や余震分布を考慮して、①**走向351度、傾斜50度**及び②**走向52度、傾斜77度**の2枚の断層面を仮定し、破壊開始点は、気象庁一元化震源の位置(深さ12.98km)に固定した(図中の☆印)。

○ マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン法(Hartzell and Heaton, 1983)で震源過程を推定した。サブ断層サイズは1km×1km、サブ断層の基底関数は0.6秒のsmoothed ramp関数を0.3秒間隔で5個置いた。平滑化条件(Sekiguchi et al., 2000)の強さと第1タイムウィンドウ破壊フロント伝播速度はABIC最小規準で決定した。

○ Green関数計算のための速度構造モデルは地震本部全国1次地下構造モデル(JIVSM)及び上町断層帯における重点的な調査観測(平成22~24年度)による大阪堆積盆地地下構造モデルをもとに、観測点毎に設定した。

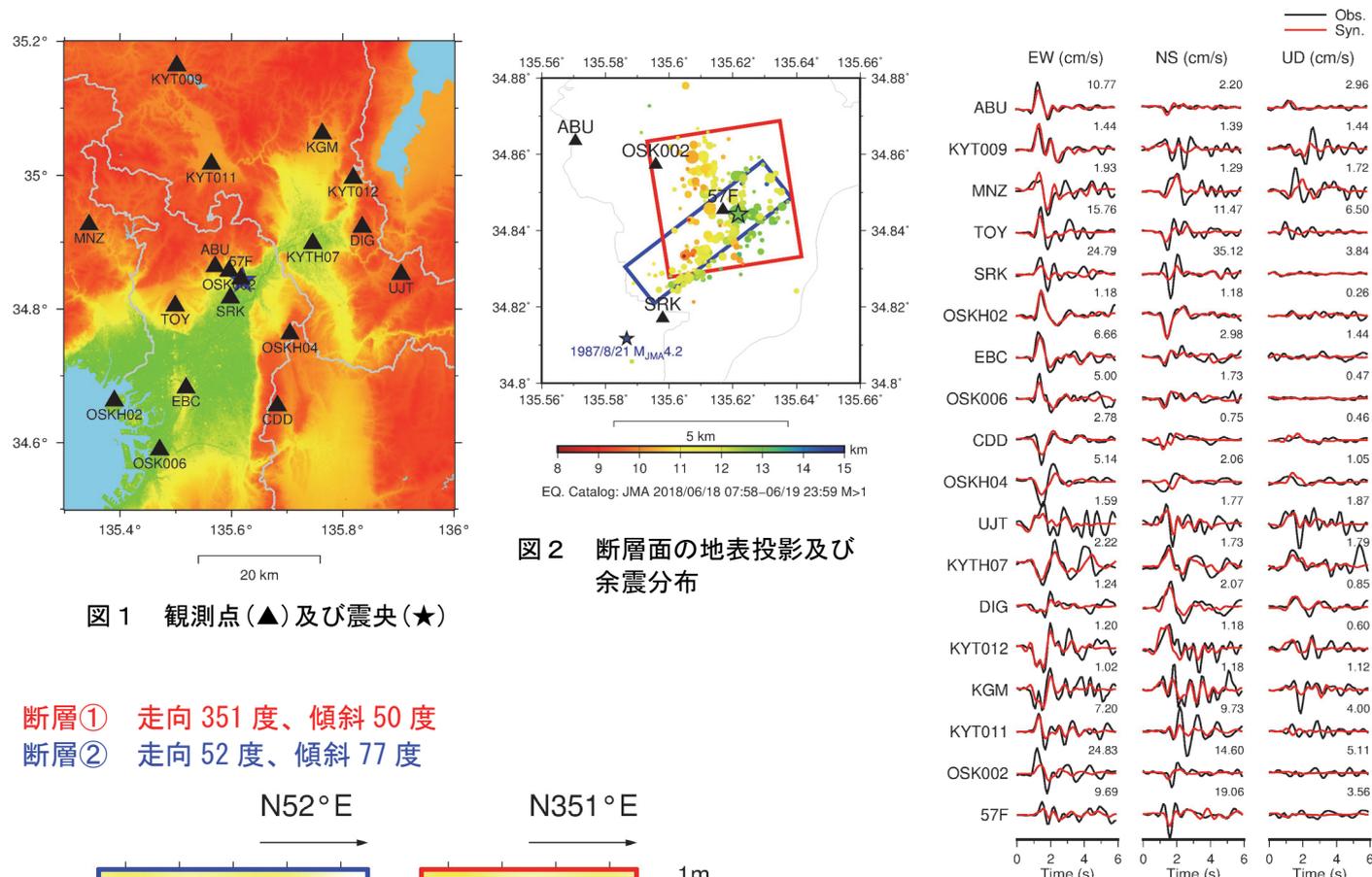


図2 断層面の地表投影及び余震分布

図4 速度波形(0.1~1.5Hz)の比較 (黒:観測、赤:合成)

断層① 走向351度、傾斜50度
断層② 走向52度、傾斜77度

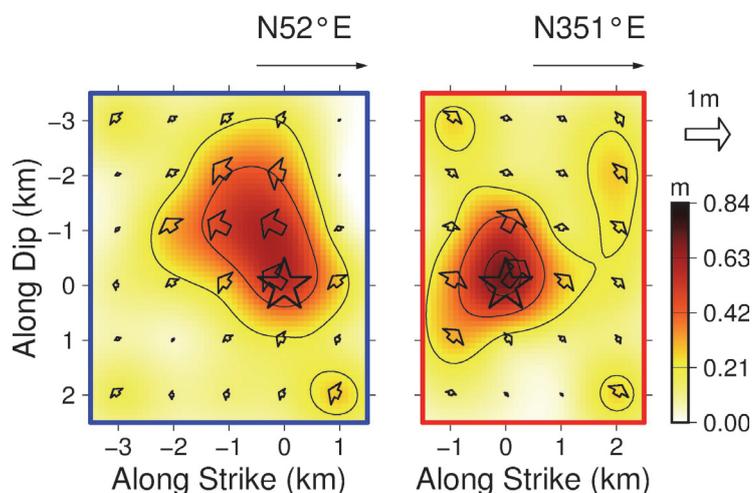


図3 最終すべり分布 (☆:共通の破壊開始点)

- ・ $M_0 = 4.06 \times 10^{17} \text{ Nm}$ (M_w 5.67)
- ・ 最大すべり量: 0.70 m
- ・ 第1タイムウィンドウ破壊フロントの伝播速度: 2.9 km/s
- ・ 断層①は主に逆断層すべり、断層②は主に右横ずれすべり
- ・ 断層②の破壊は主として南西方向の浅い側に向かって伝播した

【謝辞】 国立研究開発法人防災科学技術研究所陸海統合地震津波火山観測網、気象庁、関西地震観測研究協議会及び京都大学防災研究所の強震波形記録、気象庁と文部科学省が協力して処理した震源情報を使用しました。記して感謝します。

大阪府北部の地震(6月18日 M6.1, 6月19日 M4.1)前後の観測データ

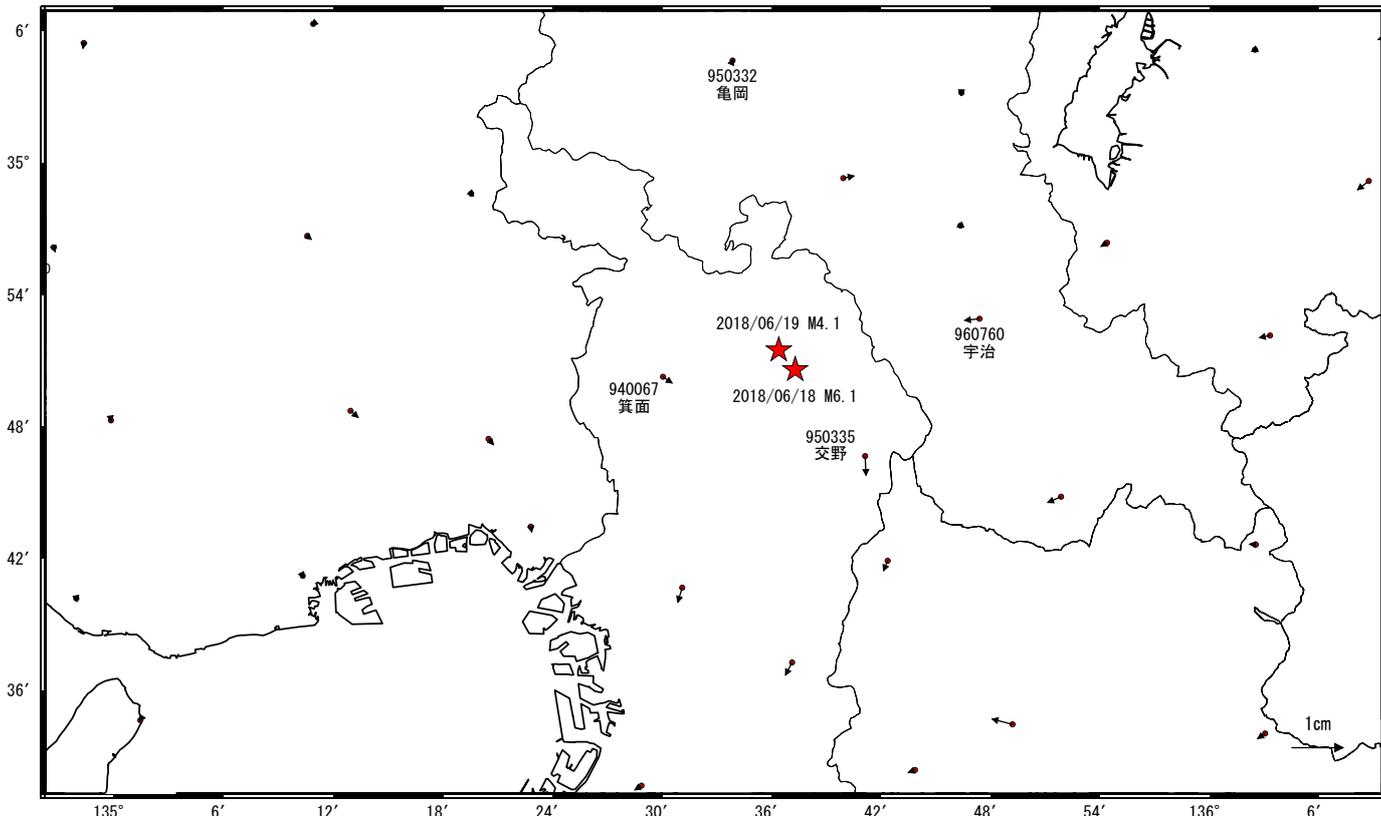
この地震に伴いごくわずかな地殻変動が観測された。

震央を東西に挟む「箕面」-「宇治」の基線で約0.5cmの短縮、南北に挟む「交野」-「亀岡」の基線で約0.4cmの伸長が観測された。

地殻変動(水平)

基準期間: 2018/06/03~2018/06/16 [F3: 最終解]

比較期間: 2018/06/19~2018/06/24 [F3: 最終解]

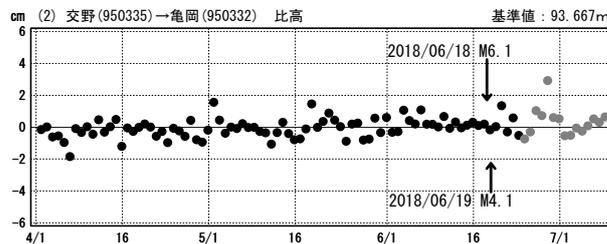
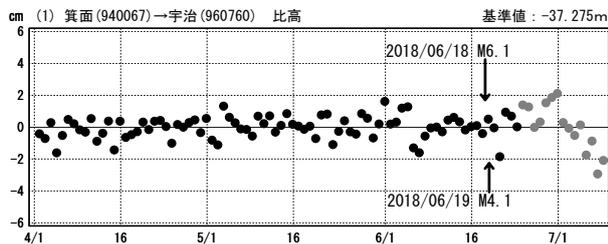
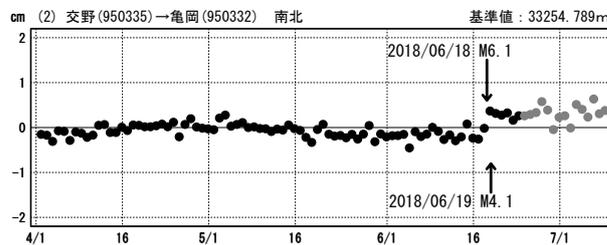
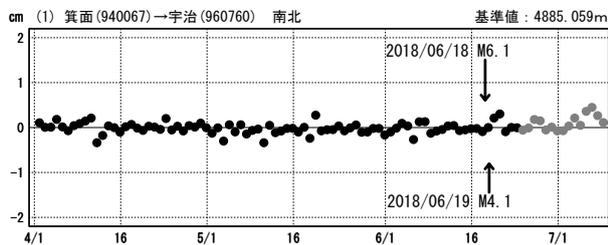
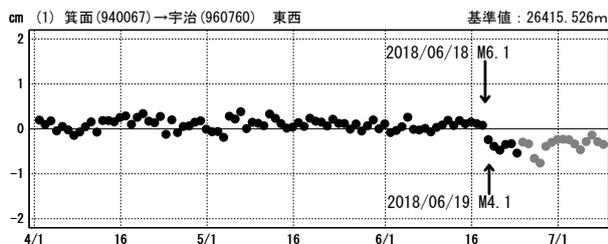


☆ 固定局: 網野 (960640)

成分変化グラフ

期間: 2018/04/01~2018/07/08 JST

期間: 2018/04/01~2018/07/08 JST



●---[F3: 最終解] ●---[R3: 速報解]