

2016年10月21日鳥取県中部の地震の評価

- 10月21日14時07分に鳥取県中部の深さ約10kmでマグニチュード(M)6.6の地震が発生した。この地震により鳥取県で最大震度6弱を観測し、被害を伴った。その後、11月10日16時現在までに発生した最大の地震は、10月21日14時53分に発生したM5.0の地震で、最大震度4を観測した。M6.6の地震の震源周辺で発生している地震活動は、北北西-南南東方向に延びる長さ約10km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。なお、10月21日12時過ぎから、ややまとまった地震活動が震源の極近傍で見られていた。
- 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横ずれ断層型で、地殻内の浅い地震である。
- G N S S観測の結果によると、今回の地震に伴って、鳥取県内の羽合観測点が北北東方向に約7cm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2号「だいち2号」が観測した合成開口レーダー画像の解析結果によると、M6.6の地震の震央周辺に地殻変動の面的な広がりがみられた。
- この地震の発震機構と今回の地震活動の分布、G N S S観測及び合成開口レーダー画像の解析結果から推定される震源断層は、北北西-南南東方向に延びる長さ約10kmの左横ずれ断層であった。
- 鳥取県周辺では、大きな規模の地震の発生後に規模の近い地震が続発した事例が複数あり、同程度かさらに大きな地震が数ヶ月後に発生した事例もある。
- 地震調査委員会は、今回の地震活動域を含む中国地域北部の区域では、活断層は少ないが、地震活動は比較的活発であり、M6.8以上の地震が30年以内に発生する確率は40%と評価していた。

2016年10月21日 鳥取県中部の地震

(1) 概要

2016年10月21日14時07分に、鳥取県中部の深さ11kmでM6.6の地震が発生し、鳥取県倉吉市、湯梨浜町、北栄町で震度6弱、鳥取県鳥取市、三朝町、岡山県真庭市、鏡野町で震度5強を観測したほか、中国地方を中心に、関東地方から九州地方にかけて震度5弱～1を観測した。

この地震により、負傷者28人、住家全壊2棟、住家半壊3棟などの被害を生じた（11月2日9時00分現在、総務省消防庁による）。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から12.1秒後の14時07分36.4秒に緊急地震速報（警報）を発表した。

気象庁では、気象庁機動調査班（JMA-MOT）等を派遣し、この地震により震度6弱～5強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。現地調査の結果、震度5強以上を観測した地点の観測環境に異常は認められなかった。

今回の鳥取県中部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、及び震度1以上の日別地震回数グラフを次頁に示す。

表1-1 2016年10月21日の鳥取県中部の地震による被害状況

（2016年11月2日9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	
大阪府			1					
兵庫県			3					
鳥取県		4	17	2	3	8,894		7
岡山県		1	2			19		1
合計		5	23	2	3	8,913		8

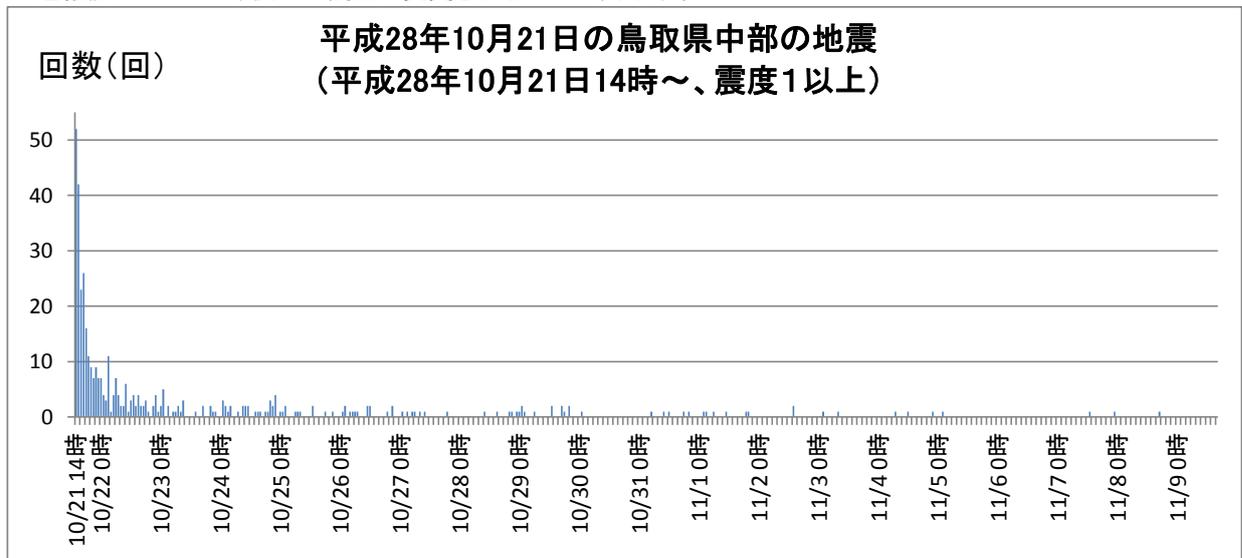
平成28年10月21日の鳥取県中部の地震(平成28年10月21日14時～)

鳥取県中部の震度1以上の最大震度別地震回数表

時間帯	最大震度別回数										震度1以上を 観測した回数		備考
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計		
10/21-10/31	261	89	31	8	0	0	1	0	0	0	390	390	
11/1 00時-24時	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	396	
11/2 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	398	
11/3 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	400	
11/4 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	403	
11/5 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	404	
11/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	404	
11/7 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	406	
11/8 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	407	速報値

時間帯	最大震度別回数										震度1以上を 観測した回数		備考
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計		
11/9 00時-01時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
01時-02時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
02時-03時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
03時-04時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
04時-05時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
05時-06時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
06時-07時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
07時-08時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
08時-09時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
09時-10時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
10時-11時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
11時-12時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
12時-13時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
13時-14時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
14時-15時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
15時-16時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
16時-17時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	407	速報値
総計	274	92	32	8	0	0	1	0	0	0		407	

※速報値については、後日の調査で変更されることがあります。



(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

2016年10月21日14時07分に、鳥取県中部の深さ11kmでM6.6の地震（最大震度6弱）が発生した。

この地震発生以降、地震活動が非常に活発になり、10月31日までにM4.0以上の地震が11回、最大震度4以上の地震が9回発生している。地震活動は、北北西-南南東方向に延びる長さ約10km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。

また、同日12時12分には、この地震の震央付近の深さ10kmでM4.2の地震（最大震度4）が発生し、その後、ややまとまった地震活動が発生していた。

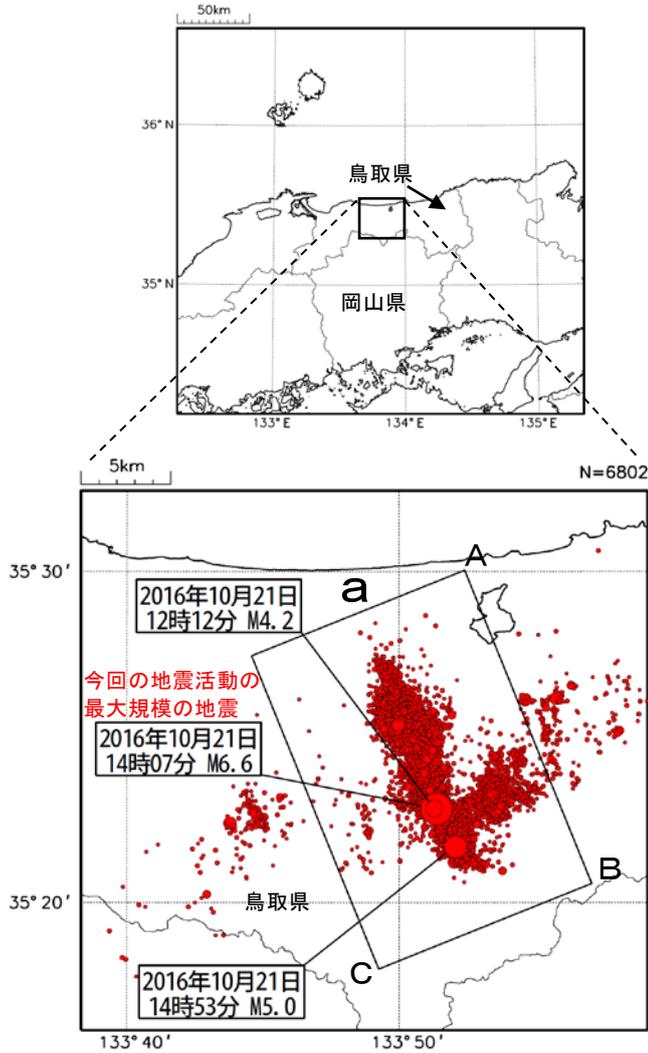


図2-1 震央分布図
(2016年10月21日～2016年10月31日
深さ0～20km、M0.5以上)

表2-1 領域a内の最大震度4以上の地震の表

番号	発震時	震央地名	深さ	M	最大震度
1	10月21日 12時12分	鳥取県中部	10	4.2	4
2	10月21日 14時07分	鳥取県中部	11	6.6	6弱
3	10月21日 14時08分	鳥取県中部	7	3.7	4
4	10月21日 14時30分	鳥取県中部	10	4.4	4
5	10月21日 14時33分	鳥取県中部	5	4.4	4
6	10月21日 14時46分	鳥取県中部	9	3.8	4
7	10月21日 14時53分	鳥取県中部	9	5.0	4
8	10月21日 16時52分	鳥取県中部	6	4.1	4
9	10月21日 17時59分	鳥取県中部	9	4.3	4
10	10月29日 13時43分	鳥取県中部	7	4.5	4

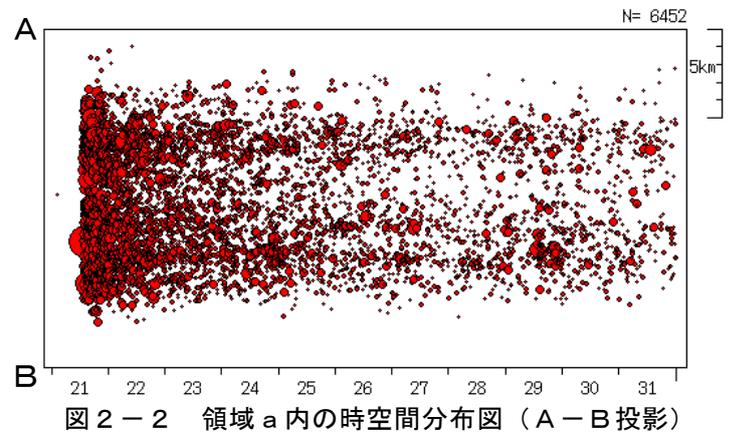


図2-2 領域a内の時空間分布図（A-B投影）

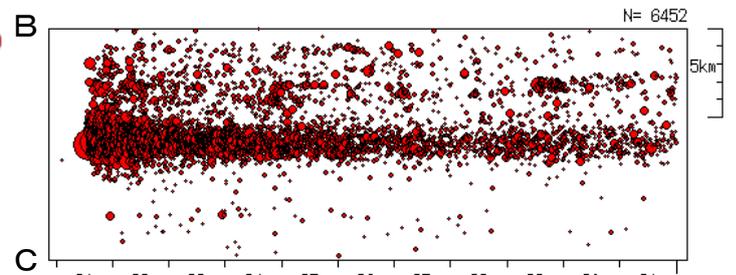


図2-3 領域a内の時空間分布図（B-C投影）

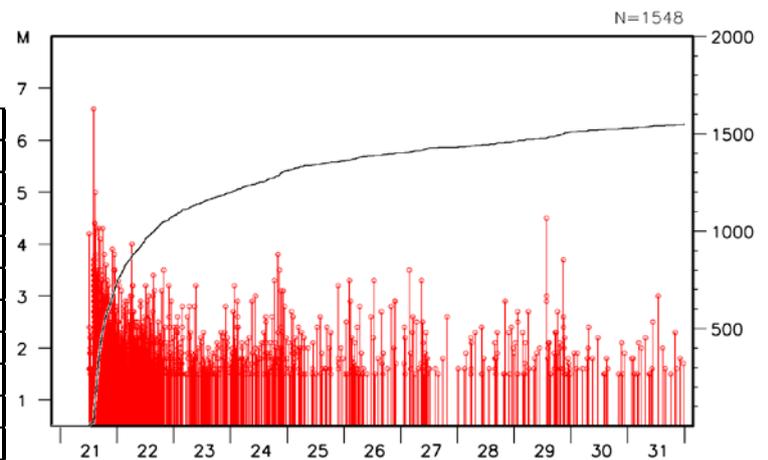


図2-4 領域a内のM-T図
及び回数積算図（M≥1.5）

イ. 発震機構

1997年10月1日から2016年10月31日に発生したM4.0以上の地震の発震機構（初動解）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。2016年10月に発生したM4.0以上の地震の発震機構（初動解）を図2-6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（初動解）は、西北西—東南東方向あるいは東西方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型であり、これまでの活動と調和的であった。

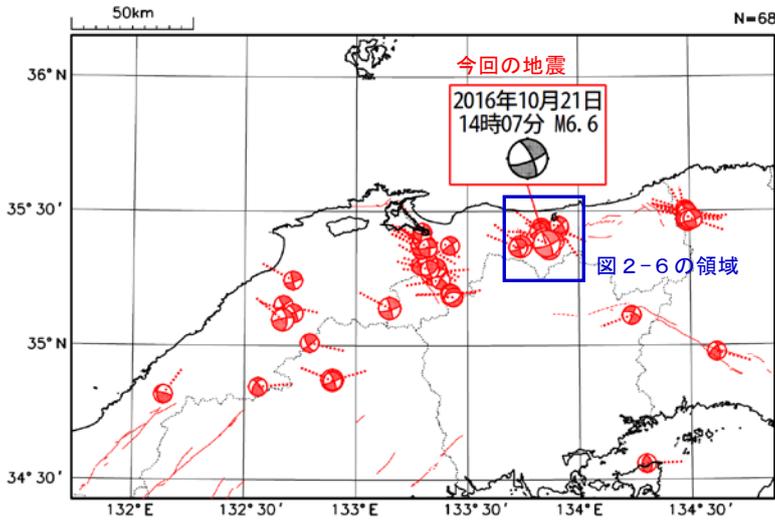


図2-5 発震機構（初動解）分布図
（1997年10月1日～2016年10月31日、深さ0～20km、 $M \geq 4.0$ ）
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す

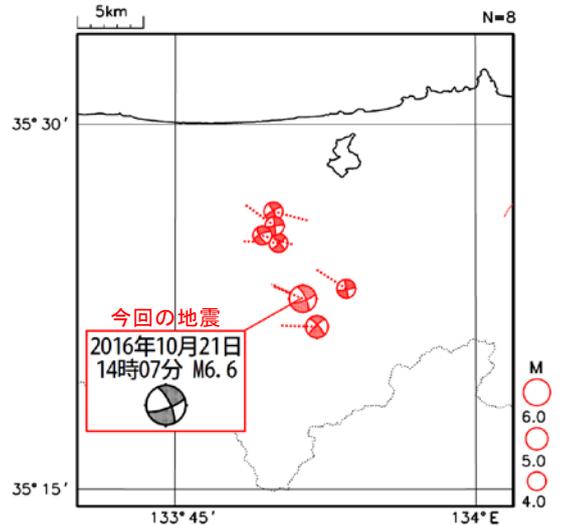


図2-6 発震機構（初動解）分布図
（2016年10月1日～2016年10月31日、
深さ0～20km、 $M \geq 4.0$ ）
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。

ウ. 過去の地震活動

1923年1月1日～2016年10月31日までの震央分布図を図2-7に、中国地域北部の区域（図2-7中の領域b）のM-T図を図2-8に示す。

2000年10月6日に発生した「平成12年（2000年）鳥取県西部地震」（M7.3）では、負傷者182人、全壊家屋434棟などの被害が生じている（被害は「日本被害地震総覧」による）。1943年9月10日に発生した鳥取地震（M7.2）では死者1083人、全壊家屋7485棟など大きな被害が生じている（被害は「日本被害地震総覧」による）。鳥取地震の前後では、M6を超える地震が複数発生するなど活動域は今回の地震の付近まで広がっている。また、1983年10月31日には今回の地震の震源付近でM6.2の地震が発生している

なお、地震調査研究推進本部地震調査委員会では、今回の地震活動域を含む中国地域北部の区域では、M6.8以上の地震が30年以内に発生する確率を40%と評価していた。

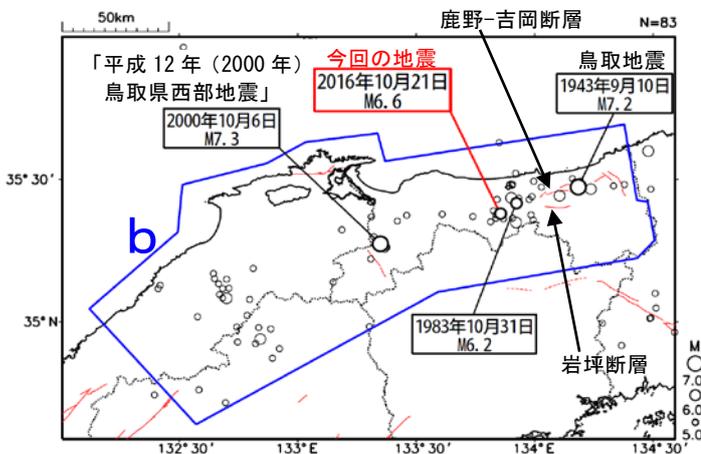


図2-7 震央分布図
（1923年1月1日～2016年10月31日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$ ）

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

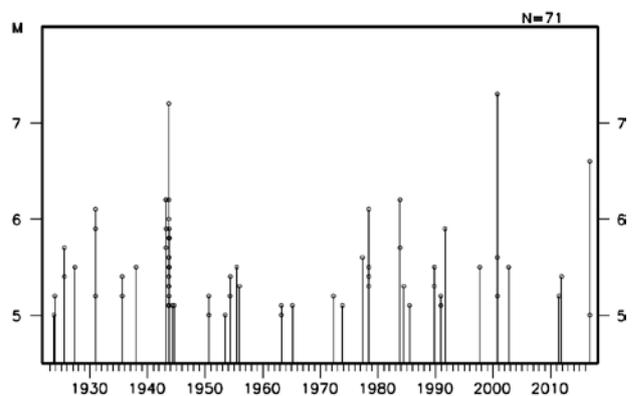


図2-8 領域b内のM-T図

(3) 震度

最大規模の地震である10月21日14時07分の地震により震央付近の鳥取県倉吉市、湯梨浜町、北栄町で震度6弱の揺れを観測した。また、21日14時53分に発生したM5.0の地震を最大に、最大震度4を観測する地震が10月21日から10月30日にかけて9回発生した。

ア. 震度分布

最大規模の地震の震度分布図を図3-1に、M4.2以上かつ最大震度4を観測した地震の震度分布図を図3-2に示す。

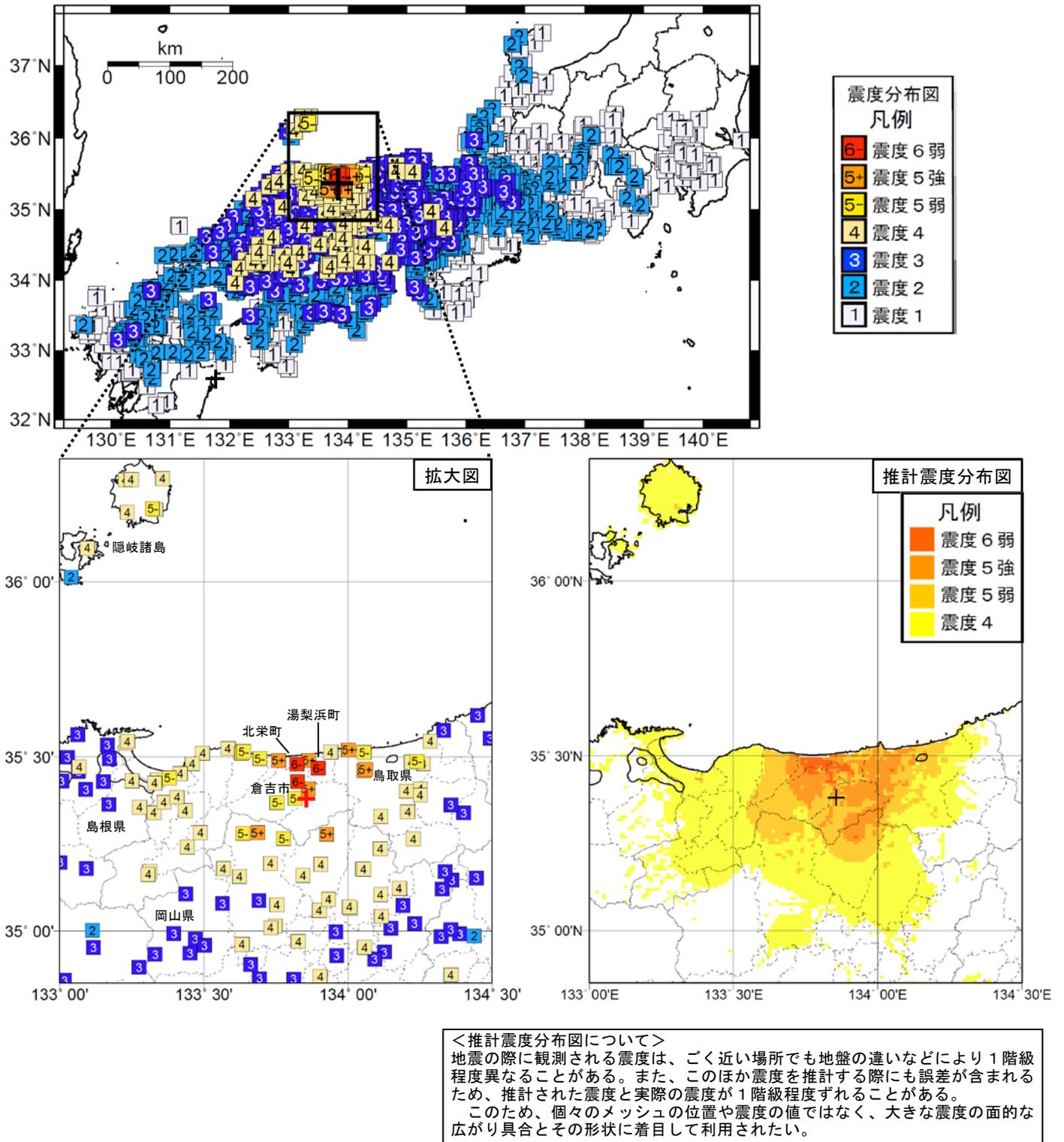


図3-1 10月21日14時07分 鳥取県中部の地震(M6.6、深さ11km、最大震度6弱)の震度分布図(+印は震央を表す。)

2016年10月21日 鳥取県中部の地震

－ 近地強震波形による震源過程解析（暫定）－

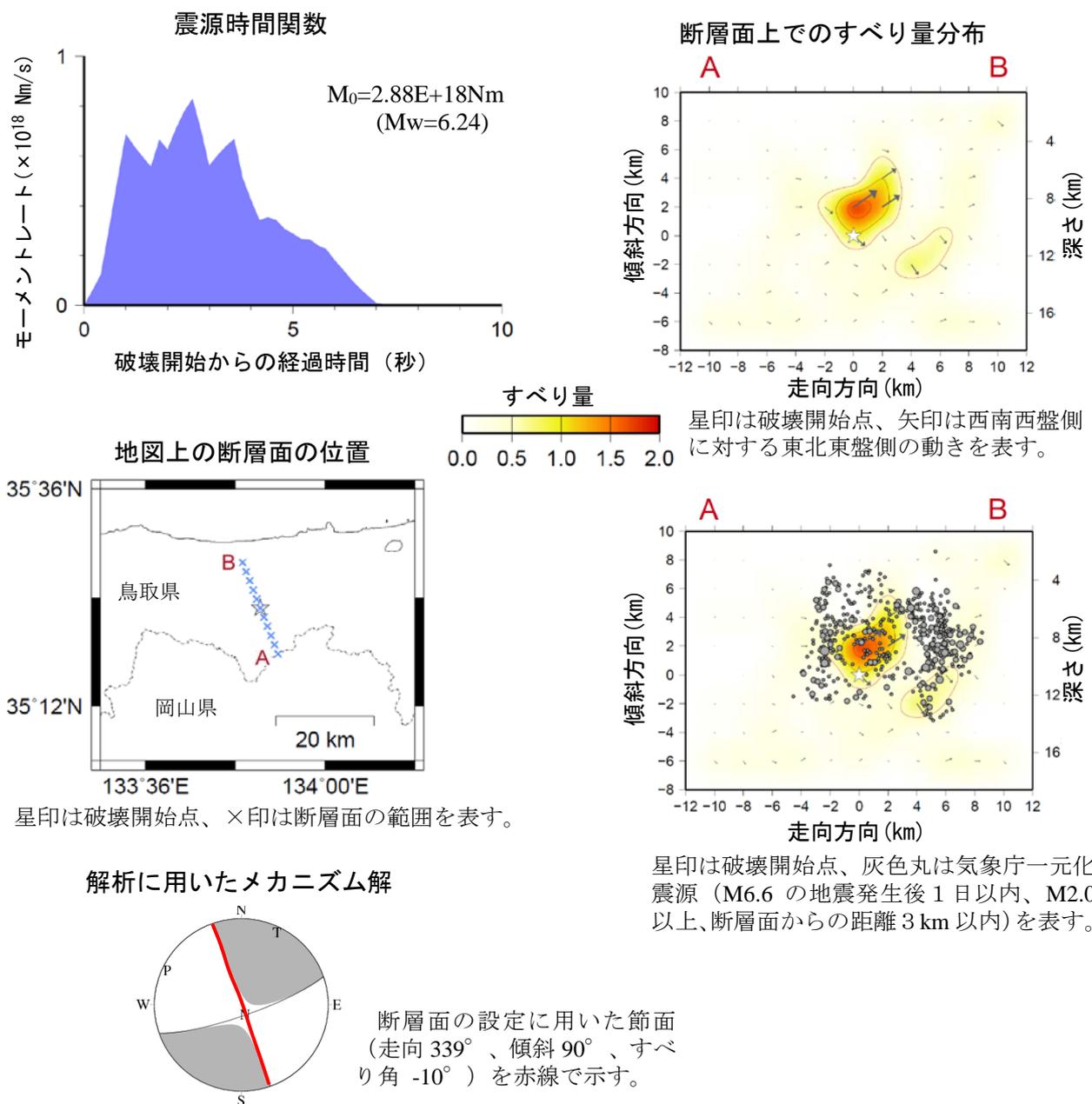
2016年10月21日14時07分（日本時間）に鳥取県中部で発生した地震（ $M_{JMA}6.6$ ）について、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）及び気象庁震度計の近地強震波形を用いた震源過程解析を行った。

破壊開始点は、気象庁による震源の位置（ $35^{\circ} 22.8' N$ 、 $133^{\circ} 51.3' E$ 、深さ11km）とした。断層面は、気象庁 CMT 解の2枚の節面のうち、余震分布に整合的な北北西－南南東走向の節面（走向 339° 、傾斜 90° ）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は 2.6km/s とした。理論波形の計算には、Koketsu et al. (2012)の結果を参考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）。

- ・ 主なすべり領域は走向方向に約8km、傾斜方向に約8kmであった。
- ・ 主なすべりは破壊開始点から浅い領域に広がっている。
- ・ 最大すべり量は1.7mであった（周辺の構造から剛性率を31GPaとして計算）。
- ・ 主な破壊継続時間は約7秒であった。
- ・ モーメントマグニチュード(M_w)は6.2であった。

結果の見方は、http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/sourceprocess/about_srcproc.html を参照。

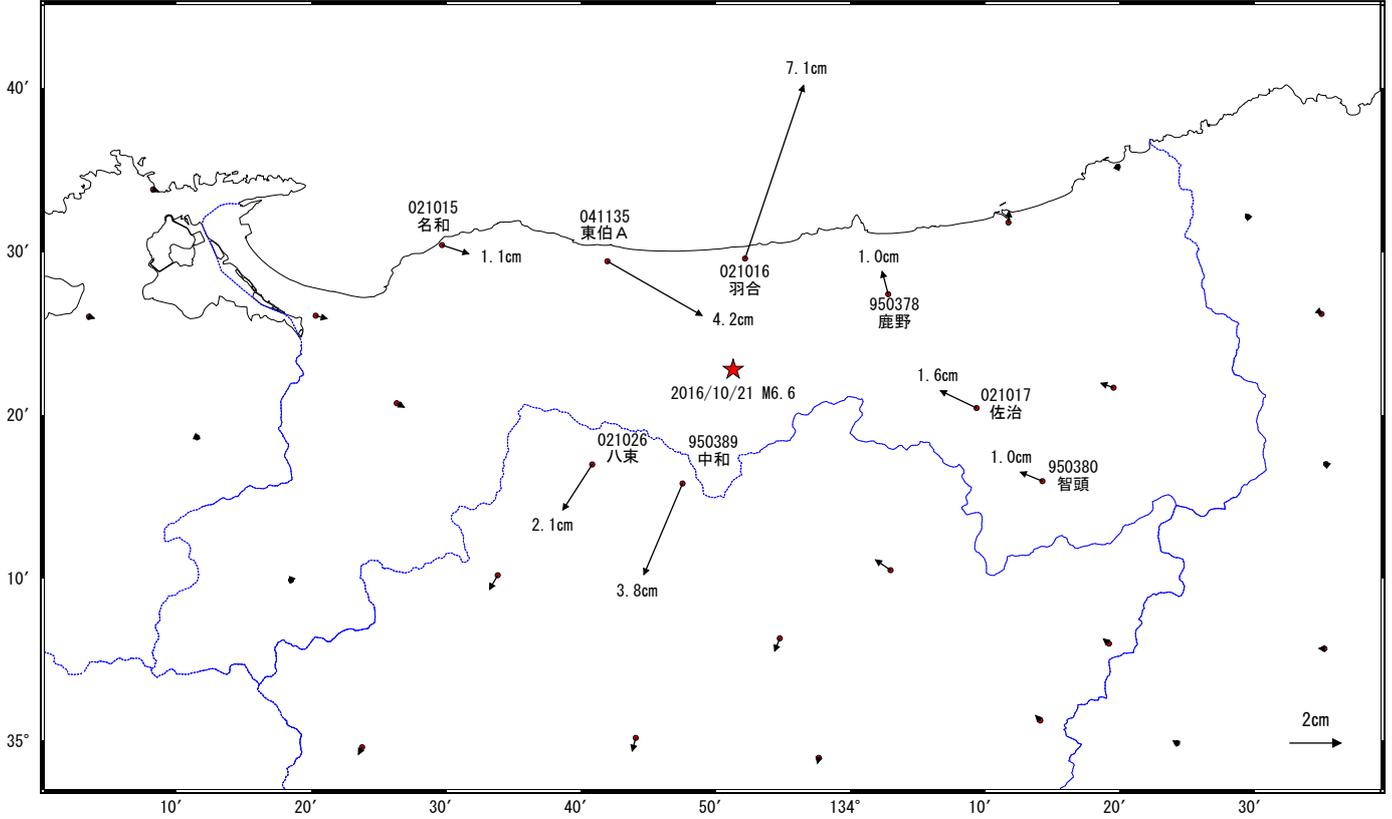


鳥取県中部の地震(10月21日 M6.6)前後の観測データ (1)

この地震に伴い地殻変動が観測された。

地殻変動 (水平)

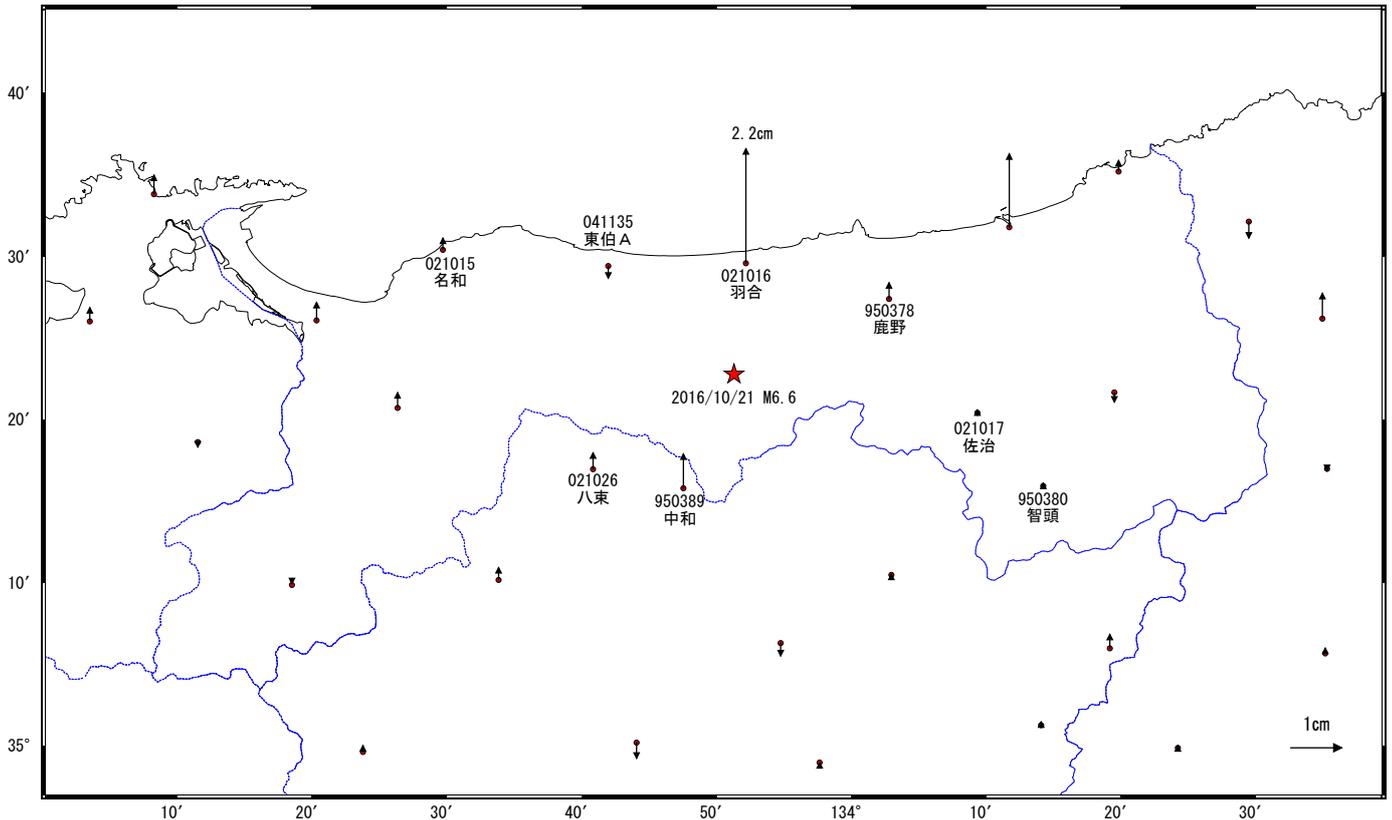
基準期間: 2016/10/14~2016/10/20[R3:速報解]
比較期間: 2016/10/22~2016/10/28[R3:速報解]



☆ 固定局: 三隅 (950388)

地殻変動 (上下)

基準期間: 2016/10/14~2016/10/20[R3:速報解]
比較期間: 2016/10/22~2016/10/28[R3:速報解]

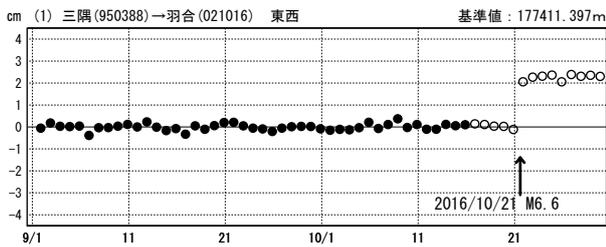


☆ 固定局: 三隅 (950388)

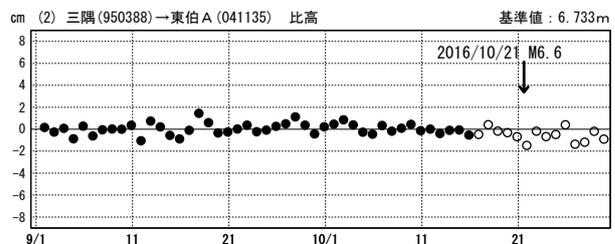
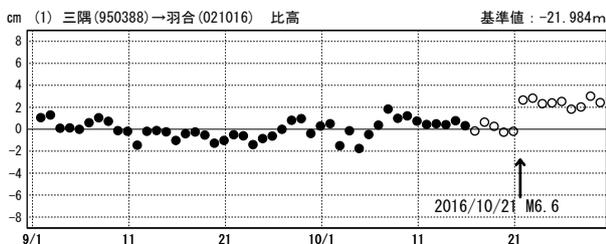
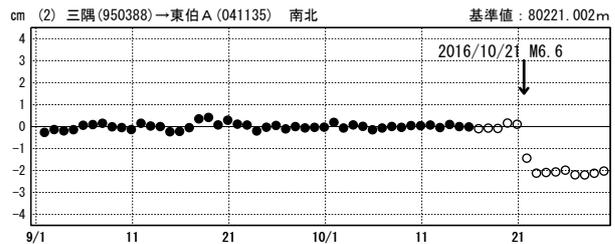
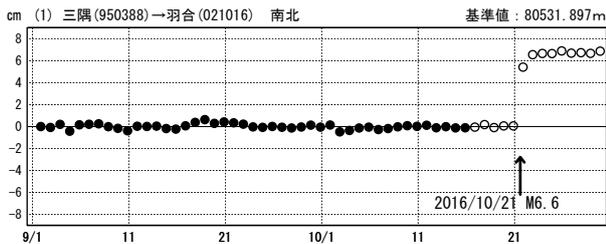
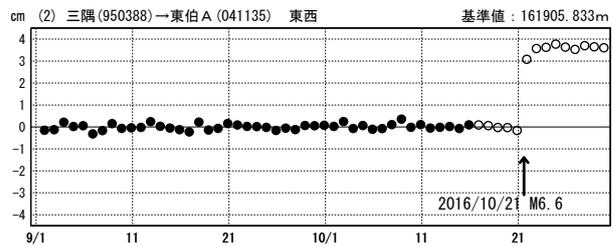
鳥取県中部の地震(10月21日 M6.6)前後の観測データ (2)

成分変化グラフ

期間: 2016/09/01~2016/10/29 JST

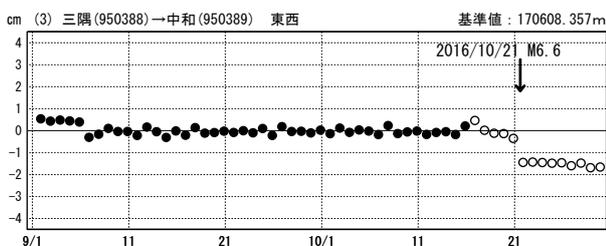


期間: 2016/09/01~2016/10/29 JST

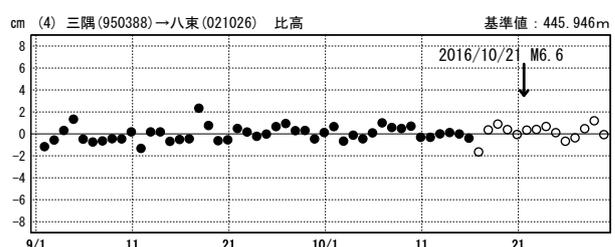
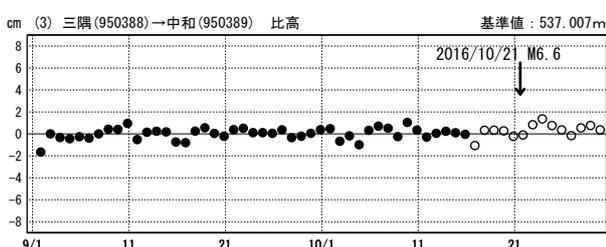
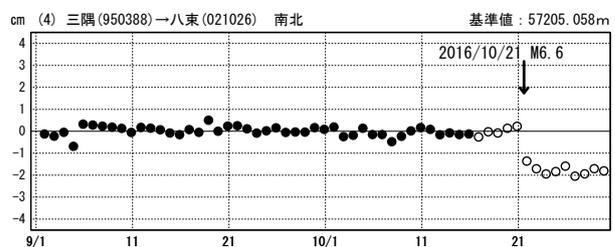
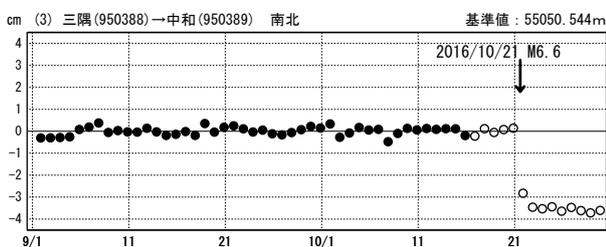
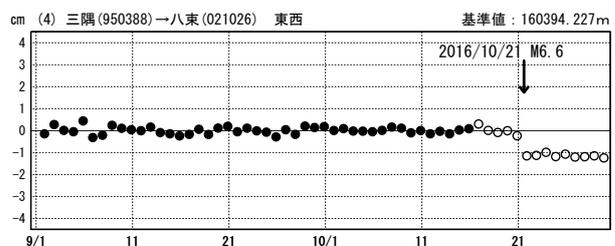


●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

期間: 2016/09/01~2016/10/29 JST



期間: 2016/09/01~2016/10/29 JST

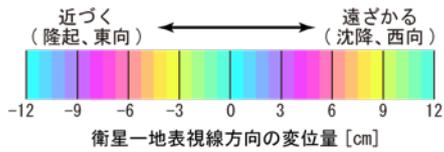
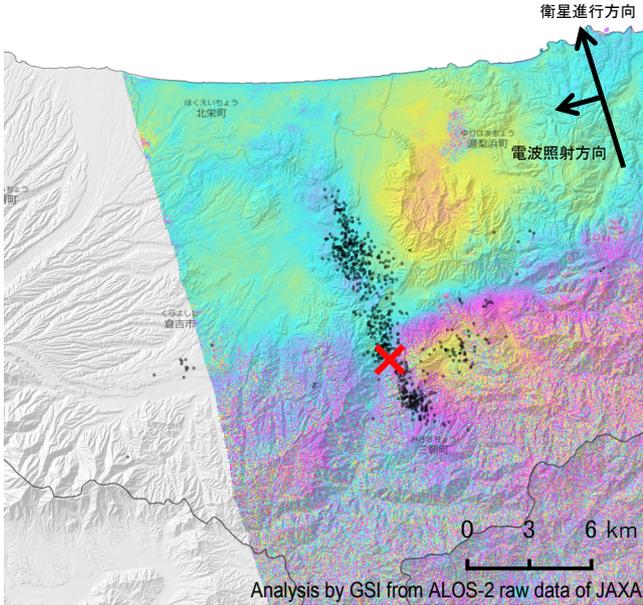


●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

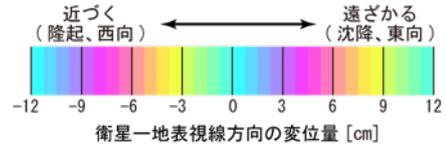
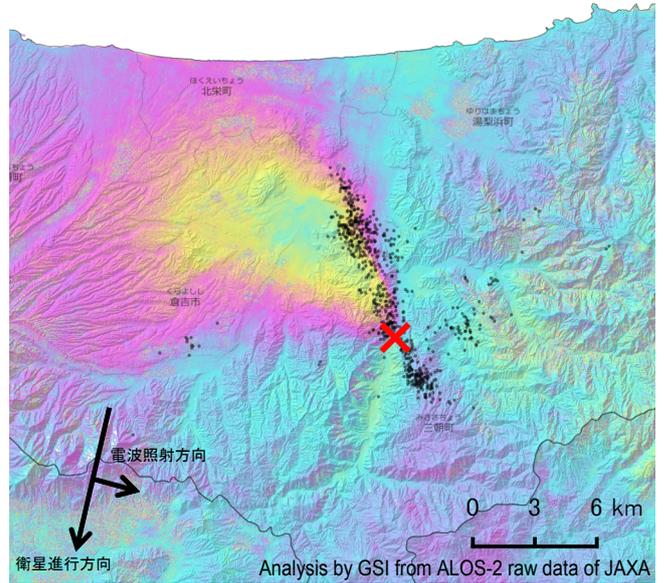
鳥取県中部の地震 「だいち2号」によるSAR干渉解析結果（1）

北北西-南南東方向に延びる左横ずれ断層運動から予想される地殻変動と調和的である。

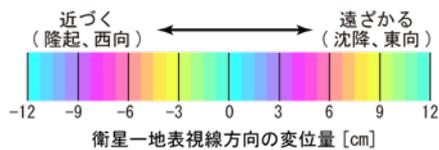
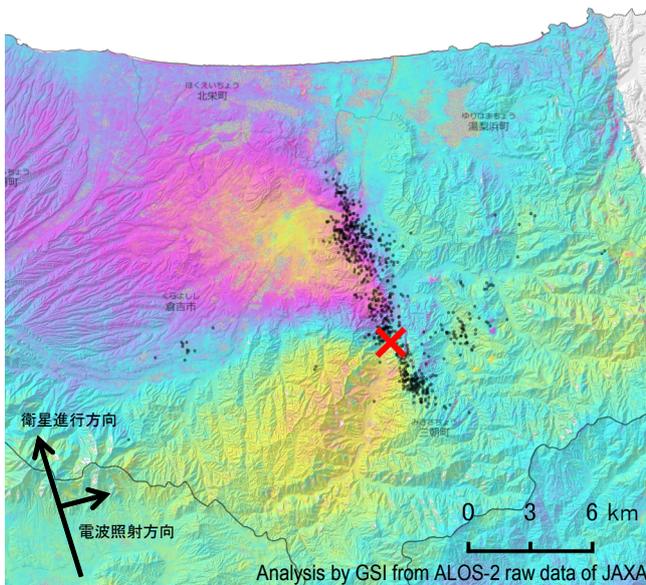
(a) 2015/01/17-2016/10/22



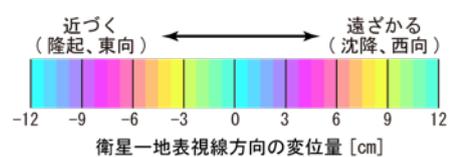
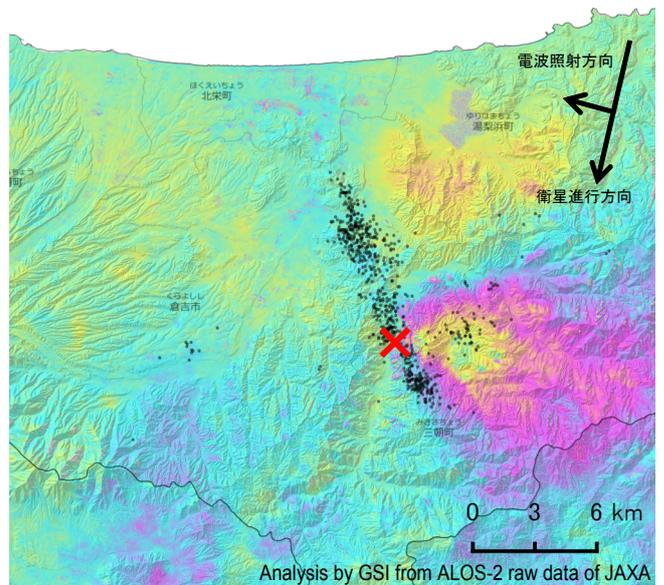
(b) 2014/12/07-2016/10/23



(c) 2016/05/23-2016/10/24



(d) 2016/08/03-2016/10/26

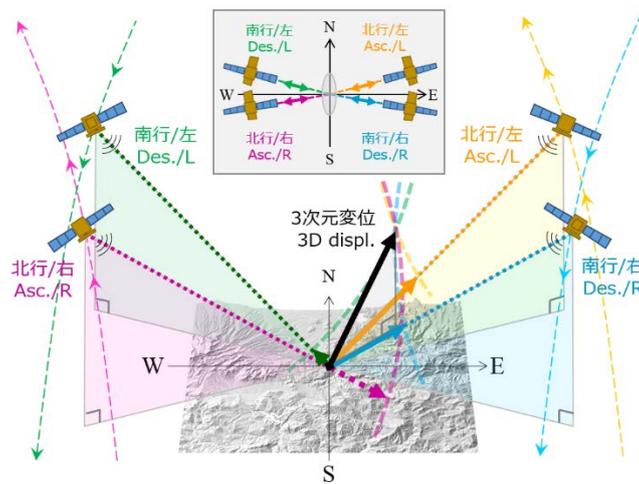
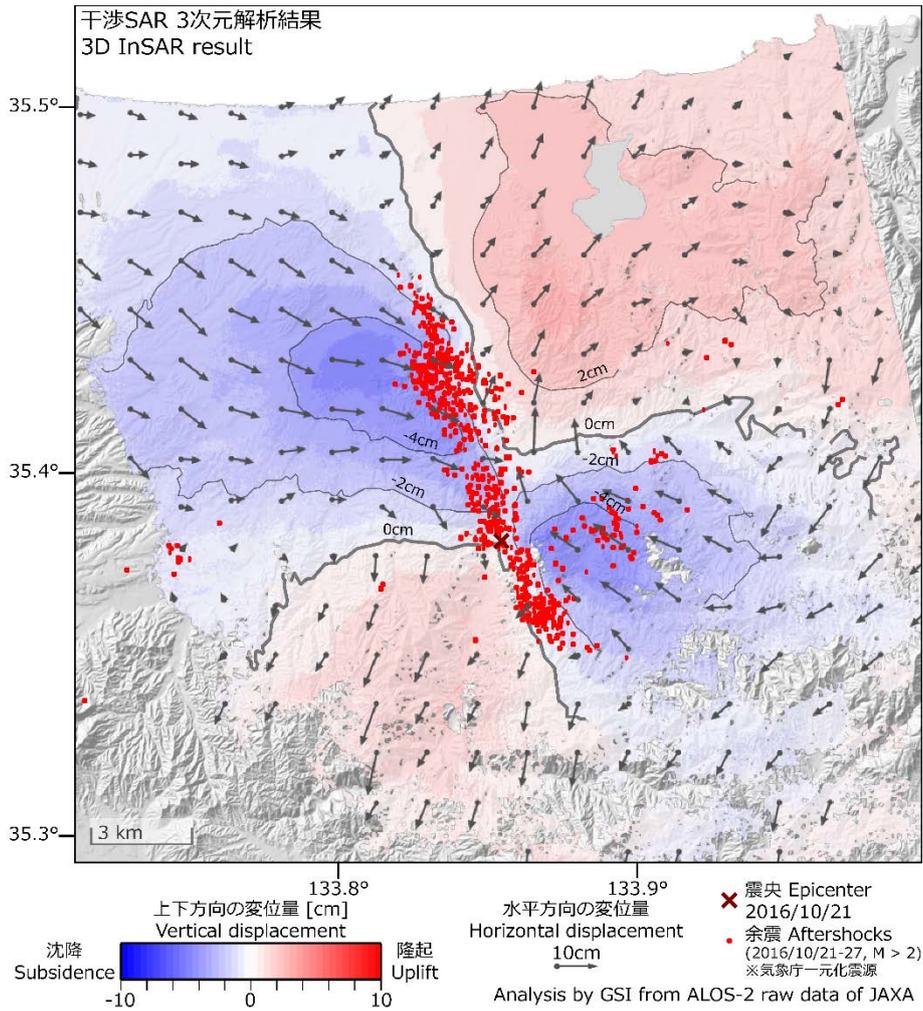


✕ : 震央 2016/10/21 14:07 深さ11km M6.6

・ : 余震 (2016/10/21-2016/10/27, M2以上)
気象庁一元化震源

干渉 SAR 3次元解析によって求められた鳥取県中部の地震の地殻変動分布

北北西-南南東方向に延びる左横ずれ断層運動を示唆する地殻変動が見られる。



干渉 SAR 3次元解析の原理図

本成果は、地震予知連絡会 SAR 解析ワーキンググループの活動を通して得られたものです。

鳥取県中部の地震の震源断層モデル（矩形断層一様滑りモデル）

SAR（だいち2号）及びGNSSで観測された地殻変動から、北北西—南南東走向の高角の断層が左横ずれ的に動いたと推定される。

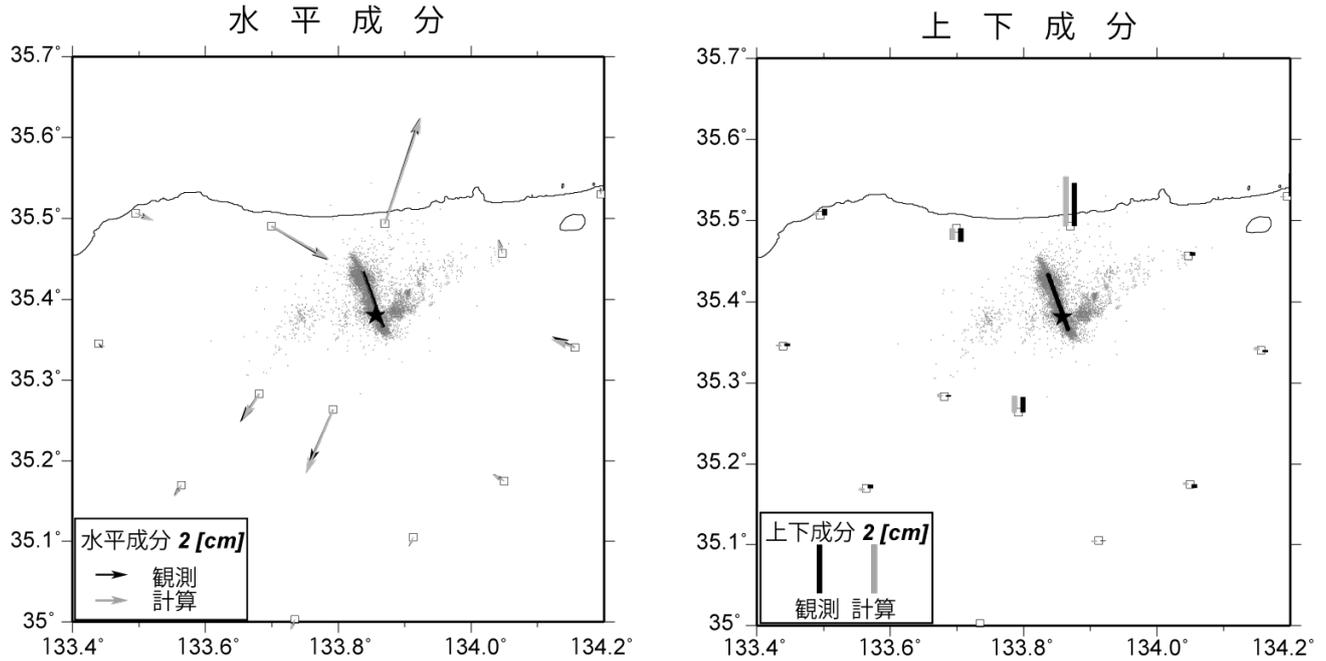


図1 GNSSデータの観測値と計算値。

（左）水平成分、（右）上下成分。実線は断層の上端位置。★印は震源。

灰色点は余震（気象庁一元化震源：2016/10/21～2016/10/27）。

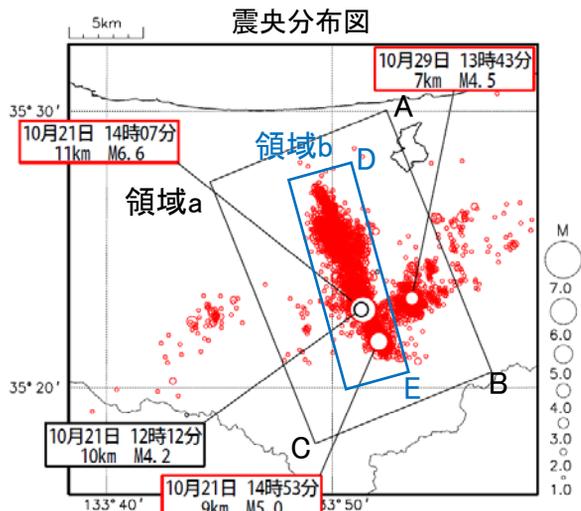
表1 震源断層パラメータ

経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	滑り角 [°]	滑り量 [m]	M_w
133.838 (0.007)	35.435 (0.004)	2.4 (0.6)	8.1 (1.2)	6.9 (4.0)	160 (2.0)	88 (2.6)	-2 (4.2)	1.3 (0.2)	6.15

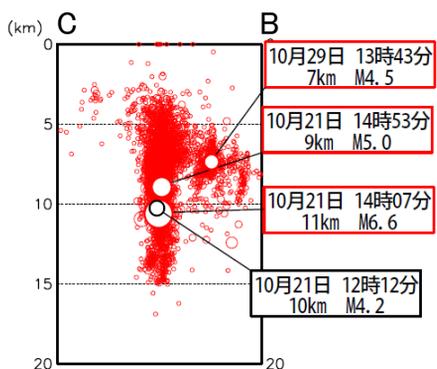
※矩形断層1枚での推定結果。位置は断層の左上端を示す。（）内は誤差を示す（ 1σ ）。

平成28年10月21日 鳥取県中部の地震

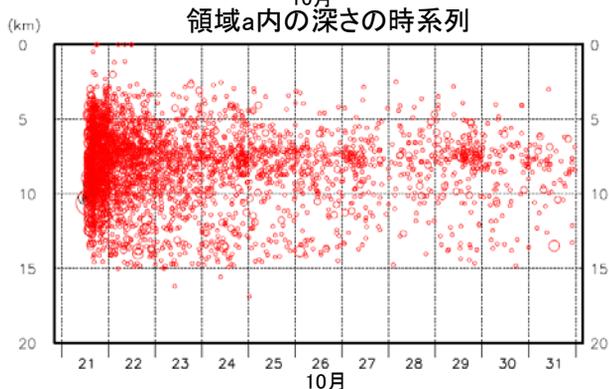
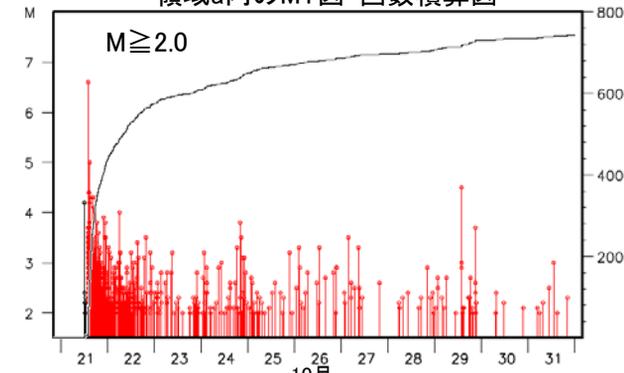
2016年10月21日～10月31日、 $M \geq 1.0$ 、深さ0～20km、10月21日14時以前の地震を黒く表示



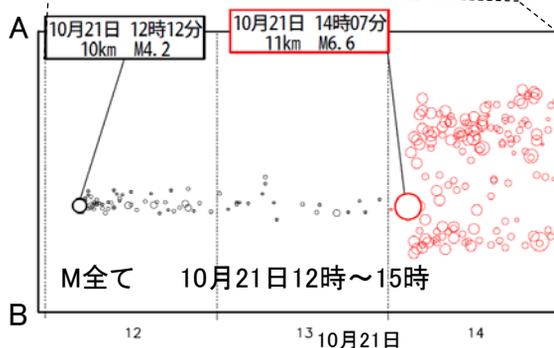
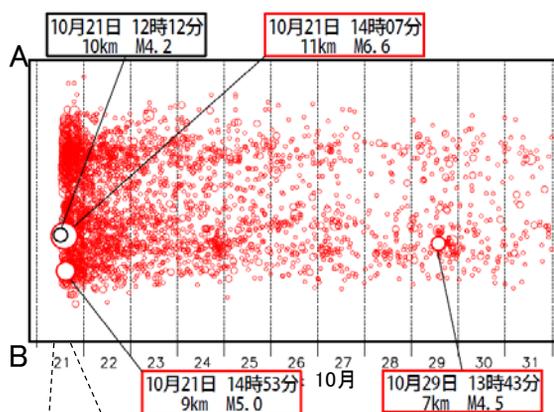
領域a内の断面図(C-B投影)



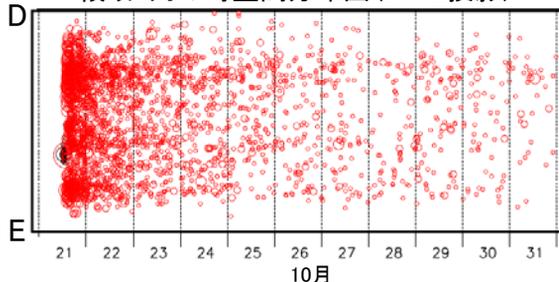
領域a内のMT図・回数積算図



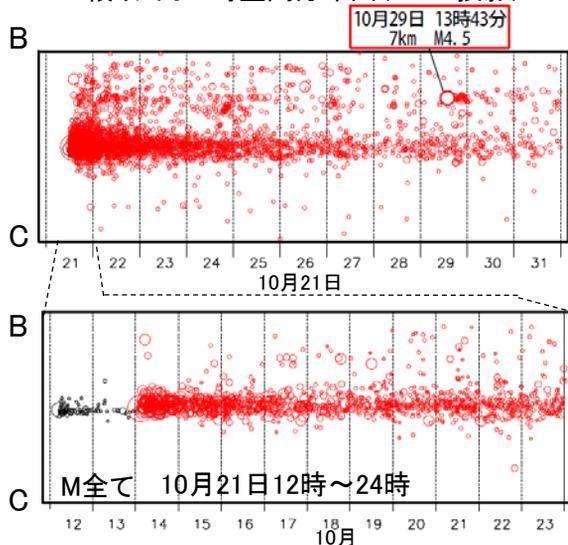
領域a内の時空間分布図(A-B投影)



領域b内の時空間分布図(D-E投影)



領域a内の時空間分布図(B-C投影)



- ・10月21日12時12分にM4.2の地震が発生し、その後同じ場所で微小地震活動が継続した。ほぼ同じ場所で、14時07分にM6.6の地震が発生した。M5.0以上の地震は、21日14時53分の地震だけである。
- ・活動域は、M6.6の地震発生直後から北北西-南南東方向へ広がった。特に北側への広がりが大きい。その後、それ以上広がる様子は見られていない。
- ・北北西-南南東への広がり(主な活動域)の他、主な活動域と共役な走向にも活動域が見られる。共役な走向の活動域で発生した最大規模の地震は10月29日のM4.5の地震である。・共役な走向の活動域は、M6.6の地震発生直後から見られる。

2015年10月以降の地震活動の状況

2015年10月1日～2016年10月31日、深さ0～20km

黒: 2015年10月1日～2015年11月30日

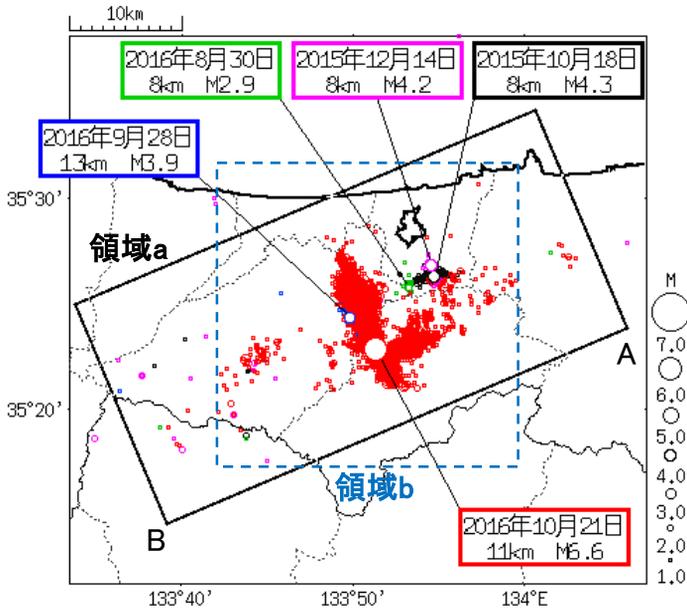
桃: 2015年12月1日～2016年8月19日

緑: 2016年8月20日～2016年9月25日

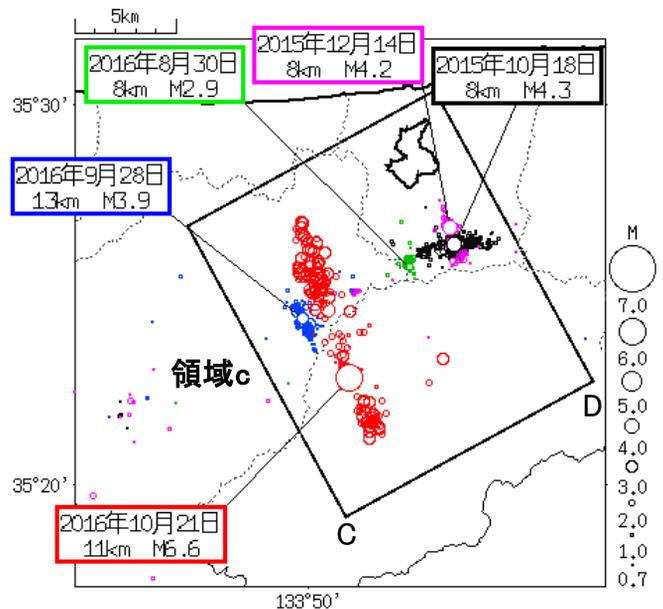
青: 2016年9月26日～2016年10月20日

赤: 2016年10月21日～2016年10月31日

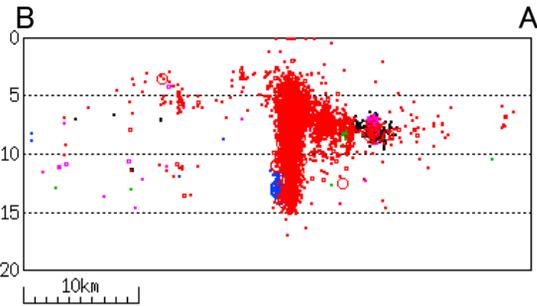
震央分布図(M \geq 1.0)



領域b内の震央分布図(M \geq 0.7)
2015年10月1日～2016年10月21日15時



領域a内の断面図(B-A投影)

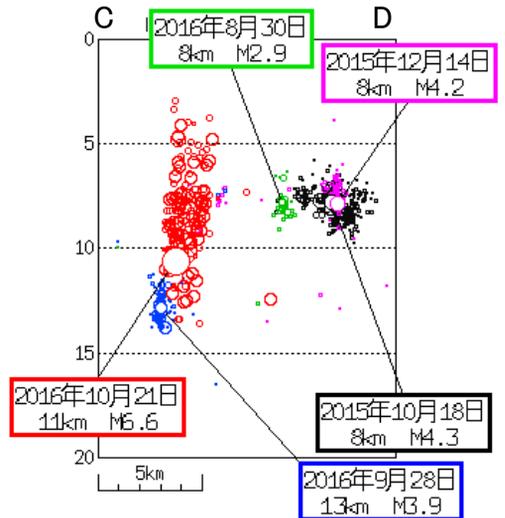


※色分けて示した活動域(活動期間)の中で、最大規模の地震に吹き出しを付加している。

・2016年10月21日のM6.6の地震を含む北北西-南南東の走向の活動域(以下、主な活動域)は、2016年9月26日～10月20日頃の活動域(青)のすぐ東側に分布する。深さは、9月26日～10月20日頃の活動域(青)より浅い。

・主な活動域から北東へ伸びる活動域は、北東側へ傾斜しているように見える。北東端での深さは2015年10月から2016年8月にかけての活動域(黒、桃、緑)とほぼ同じである。

領域c内の断面図(C-D投影)



※10月31日までの震源を全てプロットすると、今回の活動分布の広がりの影響で、過去の活動分布が見えなくなるため、右側に過去の活動分布がわかるように図を掲載している。

2015年10月以降の地震活動の状況

2015年10月1日～2016年10月31日、深さ0～20km

黒: 2015年10月1日～2015年11月30日

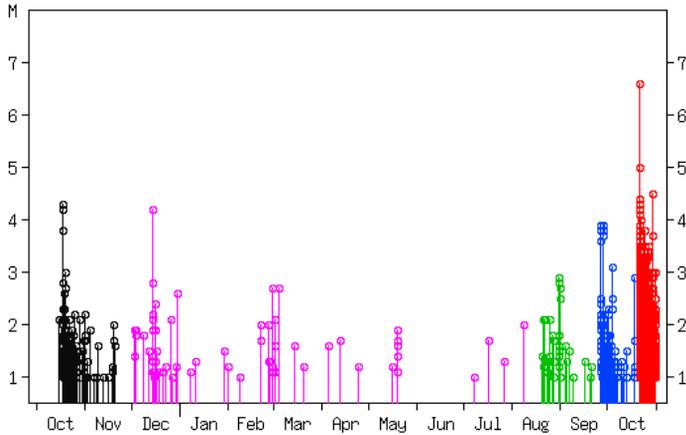
桃: 2015年12月1日～2016年8月19日

緑: 2016年8月20日～2016年9月25日

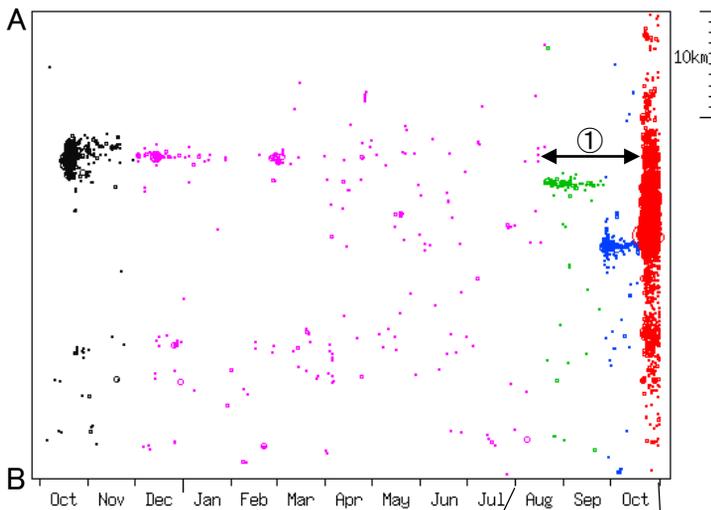
青: 2016年9月26日～2016年10月20日

赤: 2016年10月21日～2016年10月31日

領域a内のMT図(M \geq 1.0)



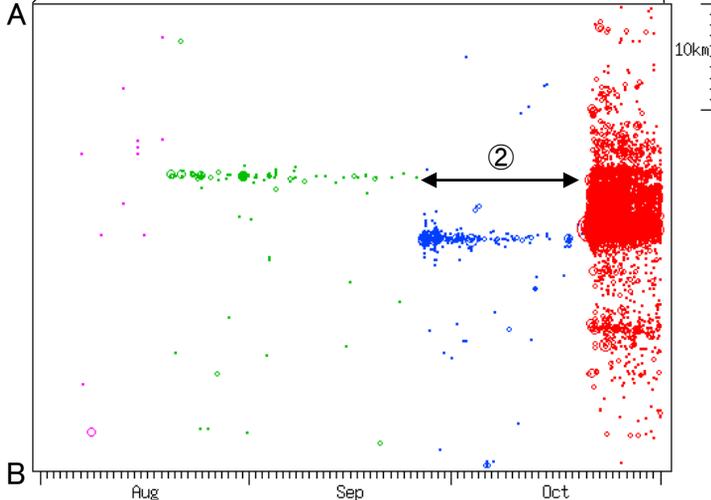
領域a内の時空間分布図(A-B投影)(M全て)



•2016年8月20日から、それまでの活動域(黒・桃)よりやや西側で活動が見られた。この活動(緑)が始まると、それまでの活動域(黒・桃)での活動は見られなくなった(①)。

•2016年9月26日からは、さらに西側(青)で活動が見られた。この活動(青)が始まると、8月20日から見られていた活動(緑)が見られなくなった(②)。

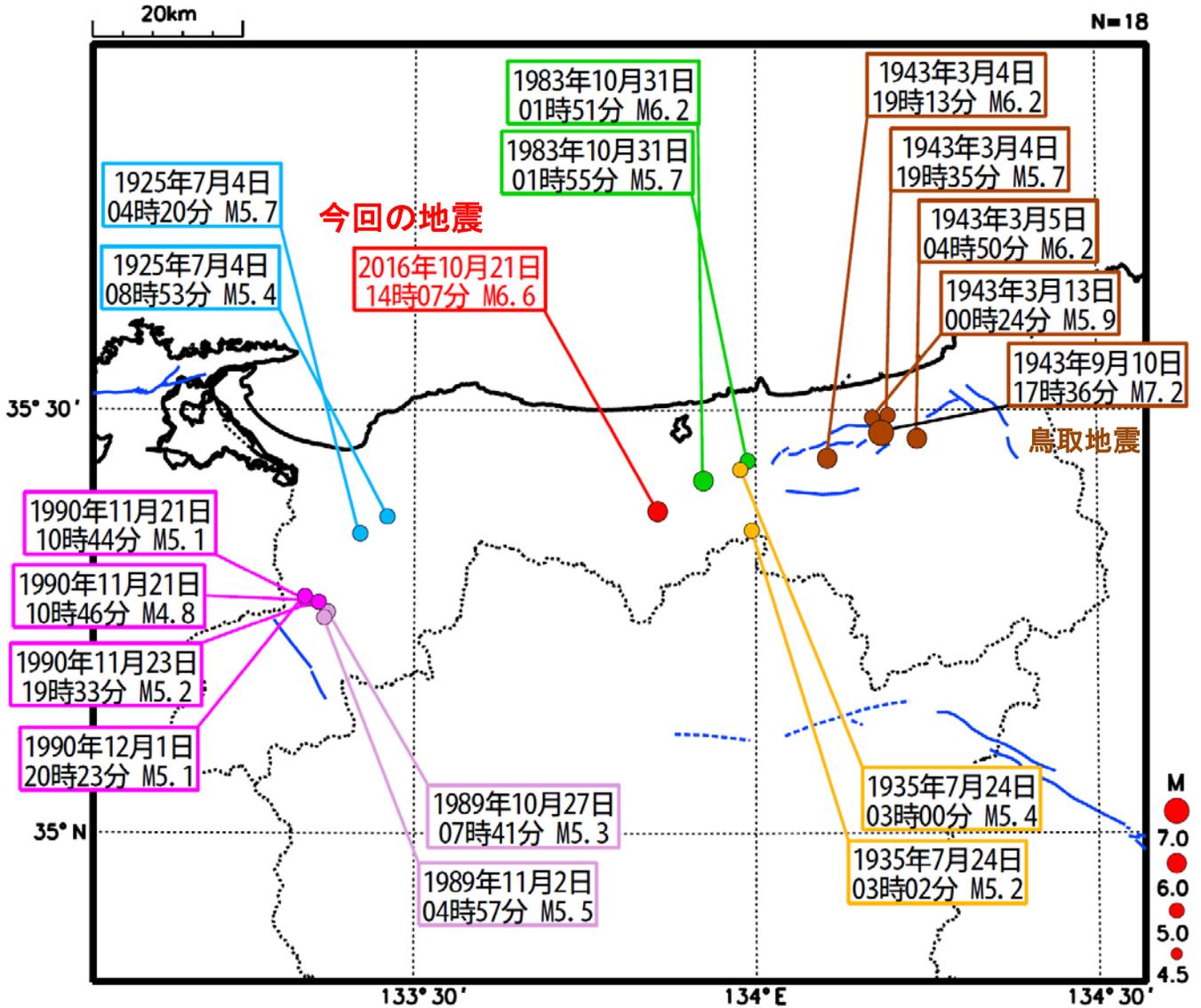
2016年8月1日～10月31日



鳥取県内における内陸地殻内の地震の続発事例※

震央分布図

(1923年1月1日～2016年10月21日14時07分、M \geq 4.5、30km以浅)



青線は地震調査委員会で長期評価が実施された活断層

※M5.0以上の地震発生後、近傍で30日以内にMの差が0.5以下の地震(後続の地震のMの方が大きい場合を含む)が発生した事例。1943年の事例では約半年後に鳥取地震が発生した。