

第 2 1 3 回

地震予知連絡会資料

2016 年 11 月 11 日



京都大学防災研究所

第213回地震予知連絡会提出資料

目 次

I. 近畿地方北部の地殻活動 (4)

- 1. 丹波山地における微小地震活動の静穏化 . . . 1
- 2. 地殻変動連続観測のトレンド変化 . . . 2

II. 地殻活動総合観測線の観測結果 (4) . . . 4

III. 鳥取県中部の地震 (2016年10月21日) (4)

- 1. 鳥取県中部の地震 (2016/10/21) の震源域周辺の地震活動 . . . 9
- 2. 鳥取県中部の地震(2016/10/21)の震源域周辺における GNSS 観測結果 . . . 12

近畿北部の地殻活動 ～丹波山地における微小地震活動静穏化～

京都大学防災研究所地震予知研究センター

大阪府北部から京都府中部、琵琶湖西岸にかけての「丹波山地」は微小地震活動が定期的に活発な地域である。微小地震発生数は2003年1月末ごろ突然それ以前の約7割に低下し、その静穏状態は長期にわたり継続していた。1946年南海地震や1995年兵庫県南部地震前にこの地域の地震活動が低下したことが知られており、近年の静穏化の推移が注目されていたが、2009年以降活動はやや活発化を示し、静穏化以前とほぼ同等のレートに回復していた。

ところが、2011年1月末ごろから発生数が減少し、2003年以来最低のレートを記録した。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震（M9.0）時にはとくに活動に変化は見られなかったが、2011年2月以降低いレート（図1の矩形範囲内で約1400events/year）を維持していた。その後、2013年後半から2009～2010年のレート（約1700events/year）に近づいたのち、2015年には再び低下するなどわずかなレートの増減を繰り返している。この間、丹波山地で発生した中規模地震の余震活動による影響も考慮した上で、地震活動の推移を注意深く継続的に見ていく必要がある。

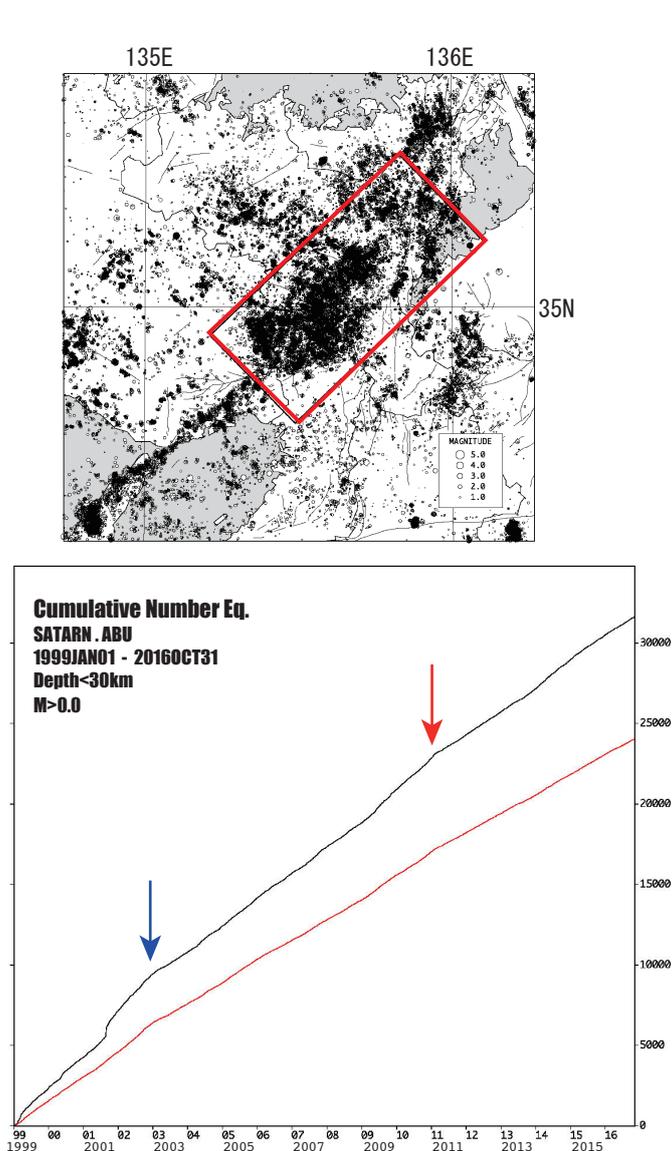


図1：上に示す近畿地方北部の矩形範囲内における積算地震発生数。1999年1月～2016年10月31日。京都大学防災研究所地震予知研究センターによる。

青矢印は丹波山地の静穏化が始まった2003年初頭の時期を示す。赤矢印は東北地方太平洋沖地震前に再度静穏化した時期を示す。

赤線は decluster したカタログによる積算発生数。

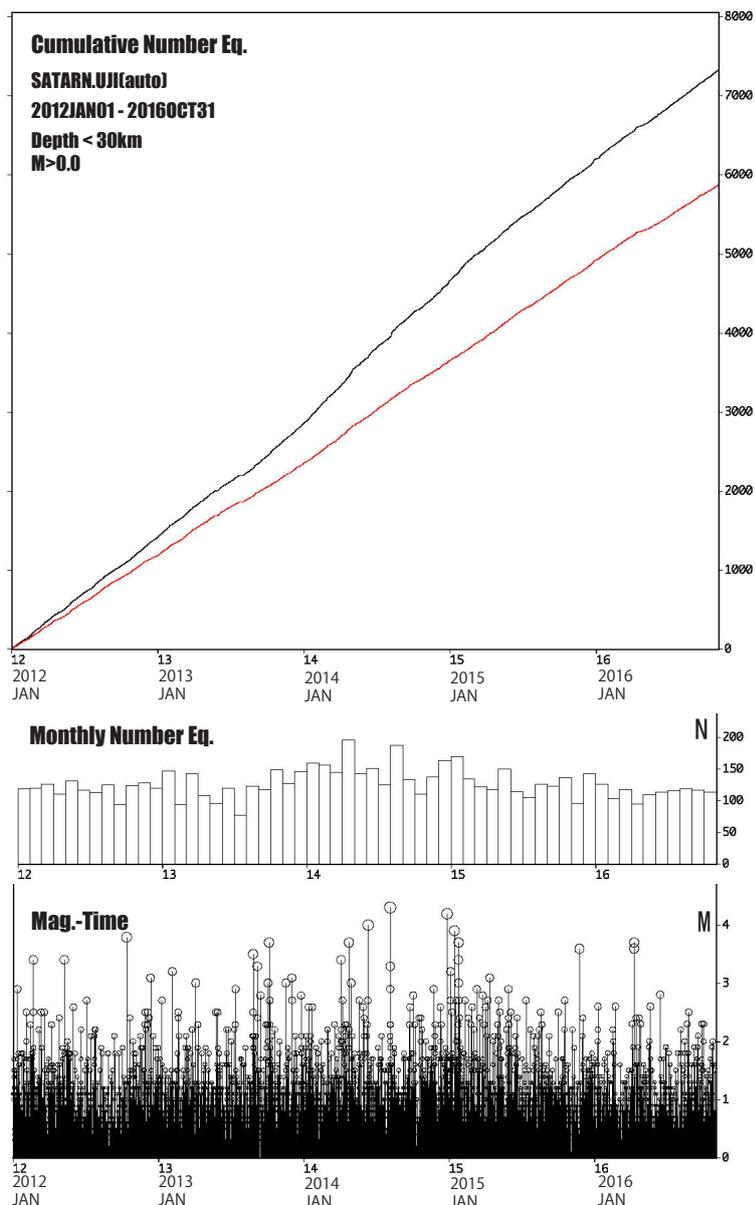


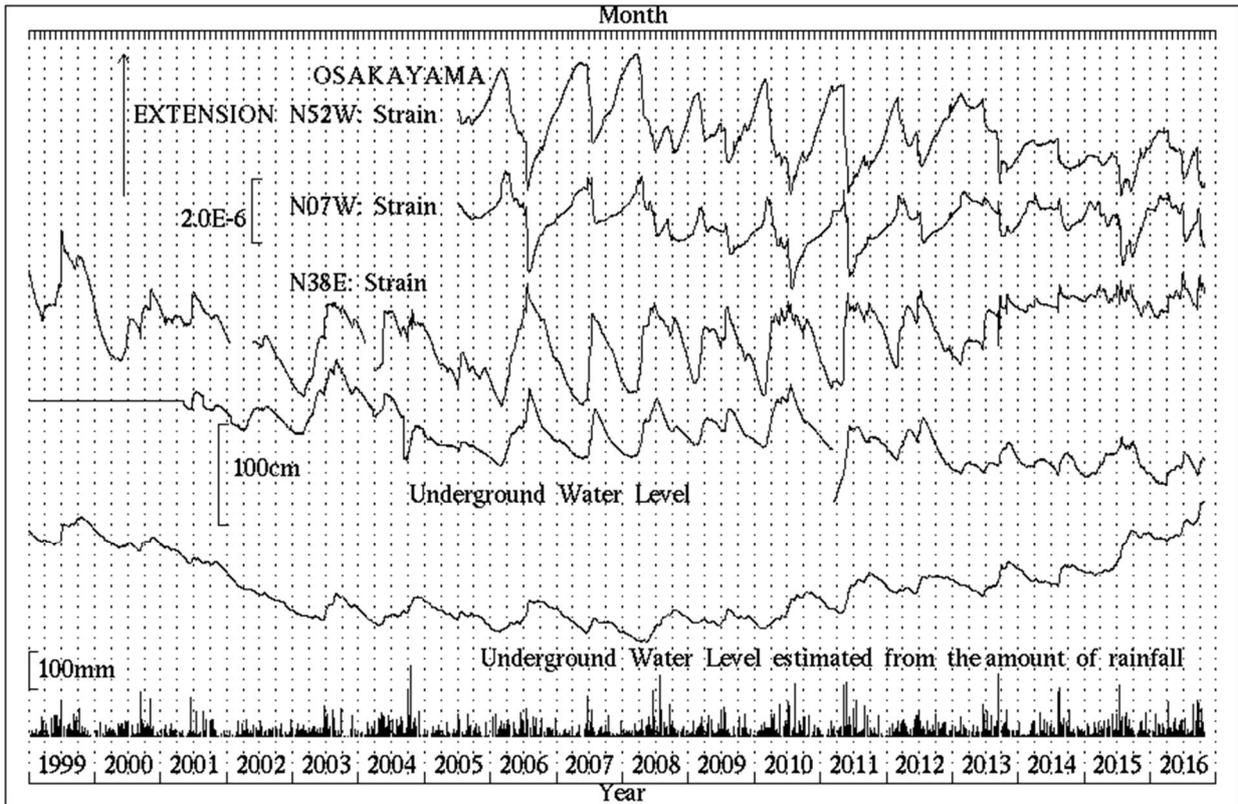
図2：(上) 図1上に示す近畿地方北部の矩形範囲内における積算地震発生数。京都大学防災研究所地震予知研究センターによる。赤線は decluster したカタログによるもの。2012年1月1日～2016年10月31日、30km以浅。

(中) 同範囲内での月別地震発生数。

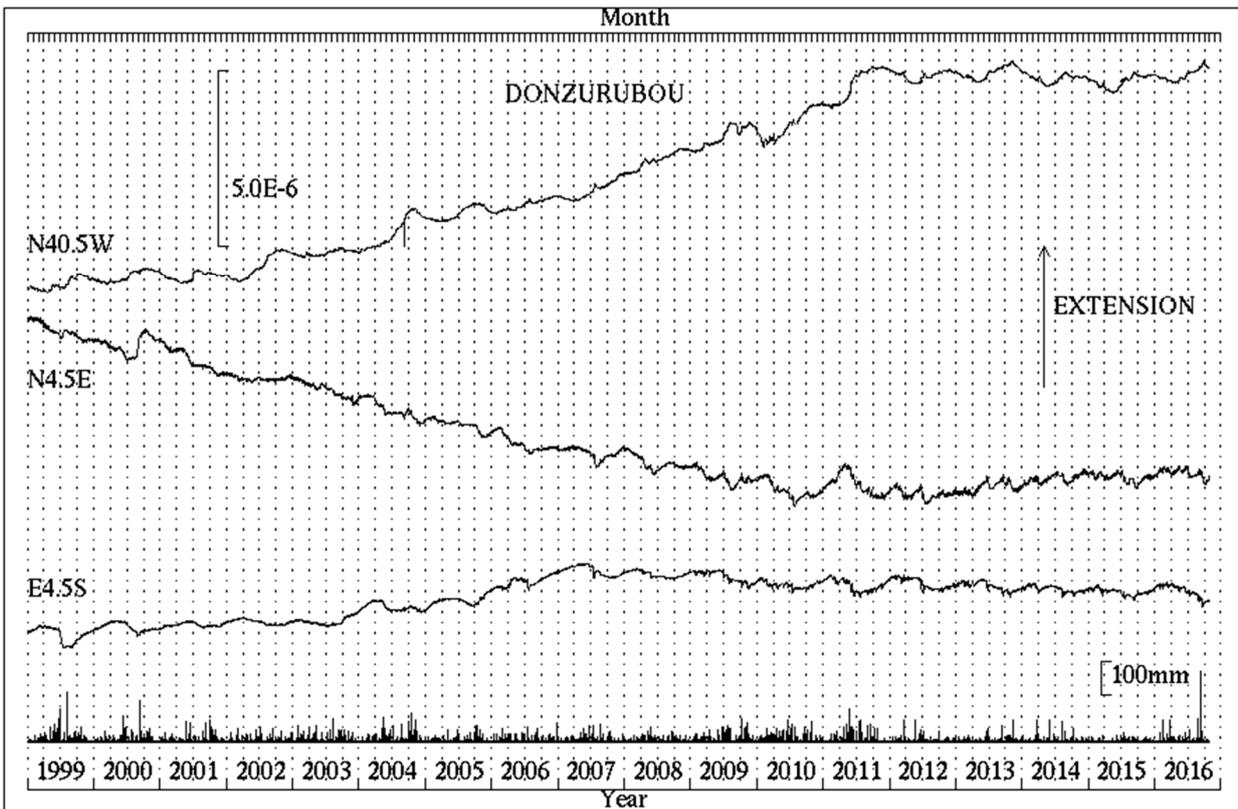
(下) 同じく気象庁一元化震源に基づくMT図。

近畿北部の地殻活動 ～地殻変動連続観測のトレンド変化～

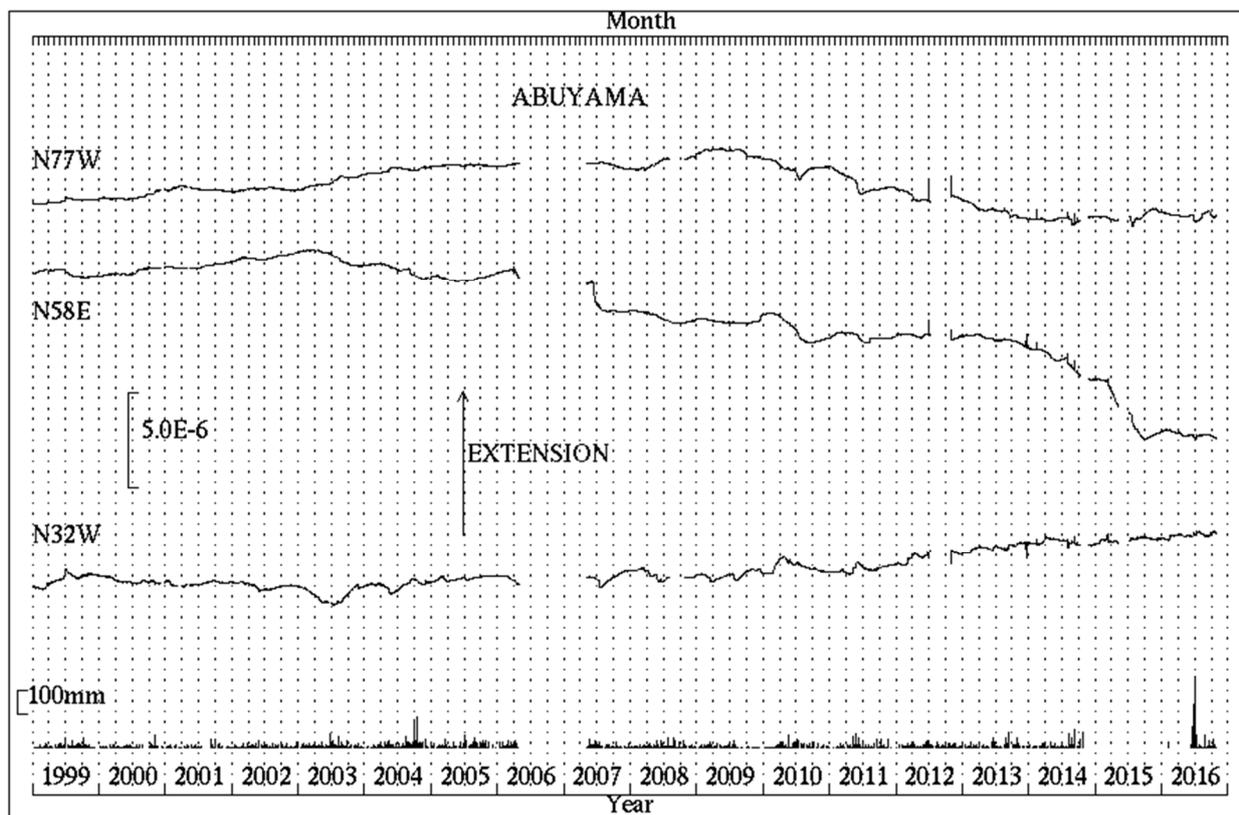
京都大学防災研究所附属地震予知研究センター



第1図 逢坂山観測所における歪変化、地下水位と日雨量(1999年1月～2016年10月)



第2図 屯鶴峯観測所における歪変化と日雨量(1999年1月～2016年10月)

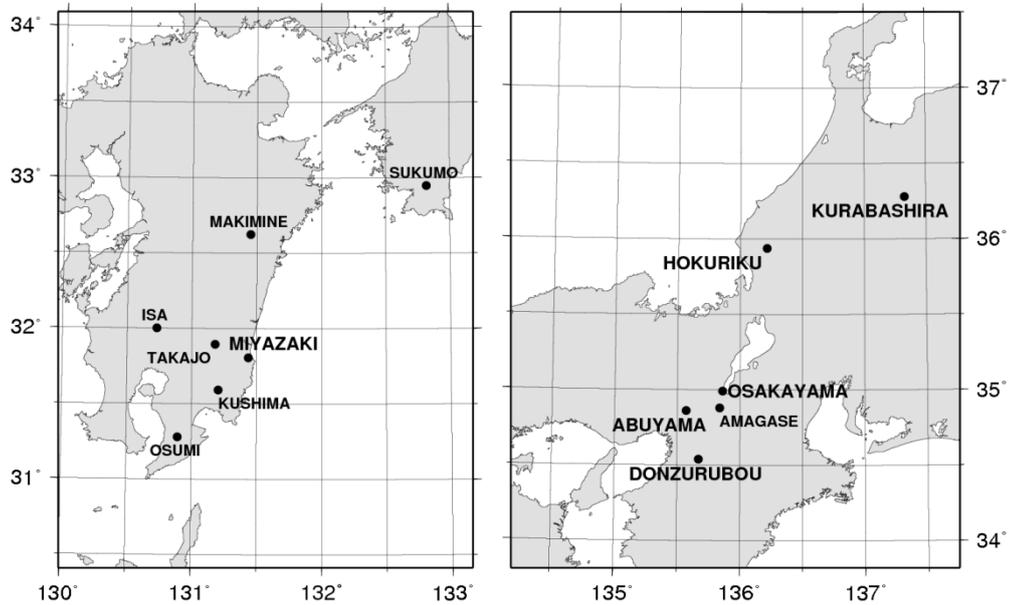


第3図 阿武山観測所における歪変化と日雨量（1999年1月～2016年10月）

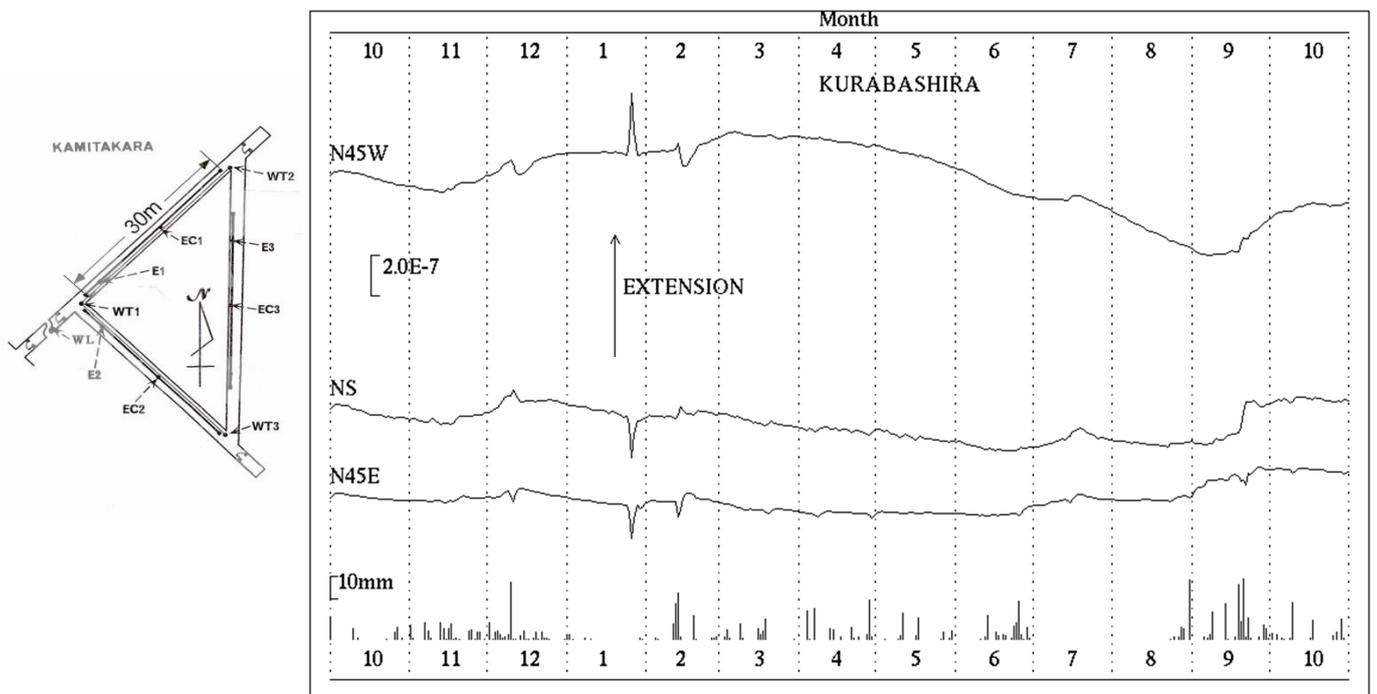
近畿地方横坑連続観測点3点の1999年1月～2016年10月の伸縮計記録を示す。
微小地震活動の静穏化と同時に歪速度が変化したため、その推移に注意している。

地殻活動総合観測線最近1年の観測結果

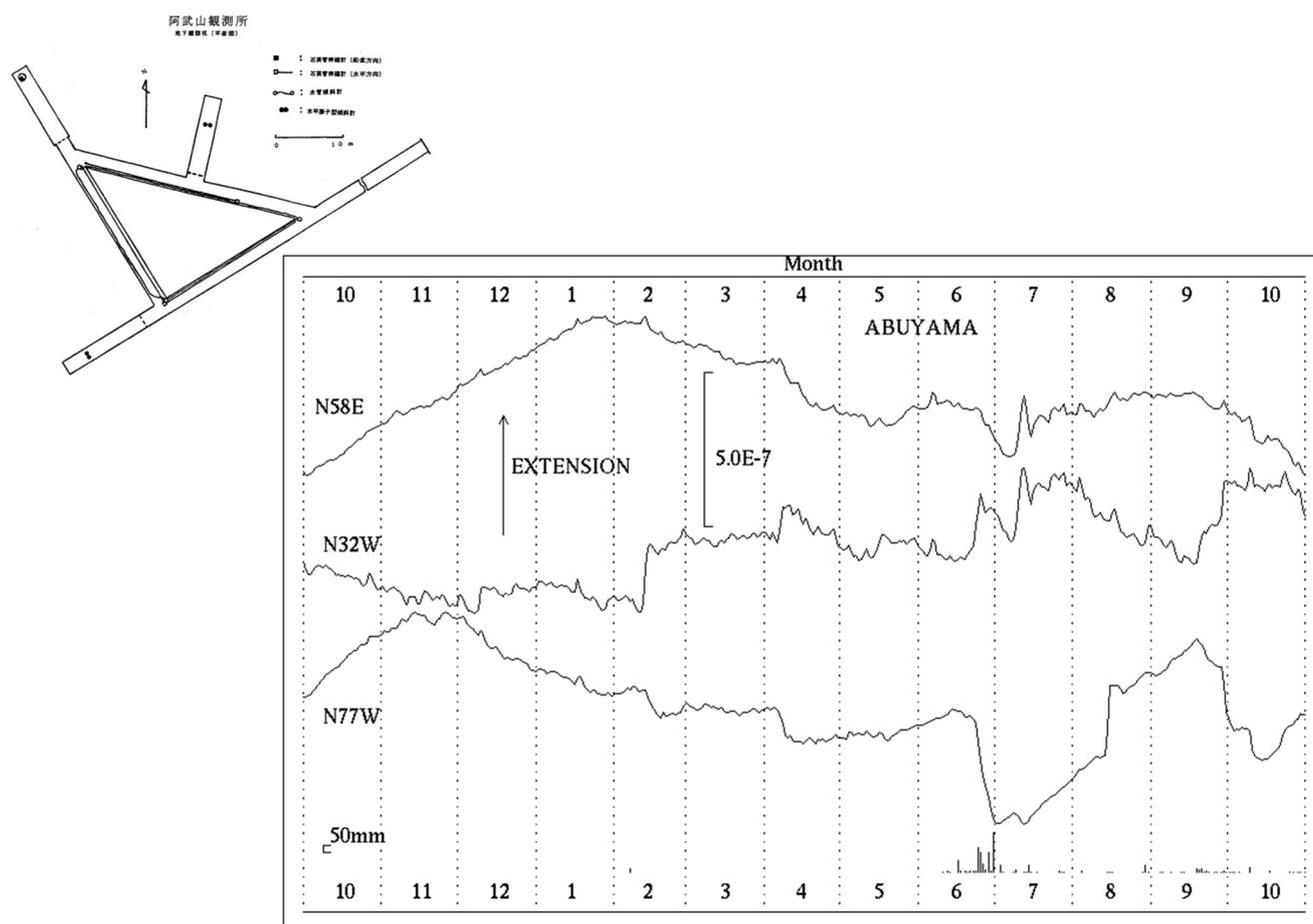
京都大学防災研究所地震予知研究センター



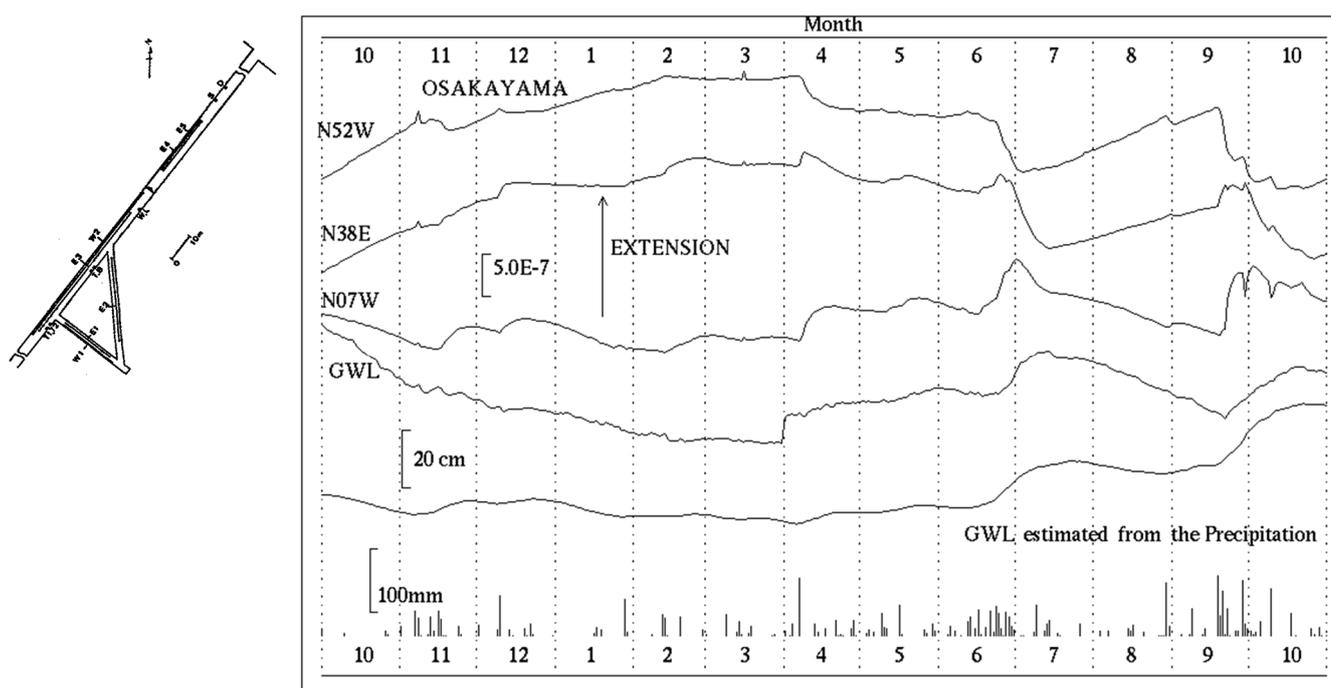
第1図 観測点位置図



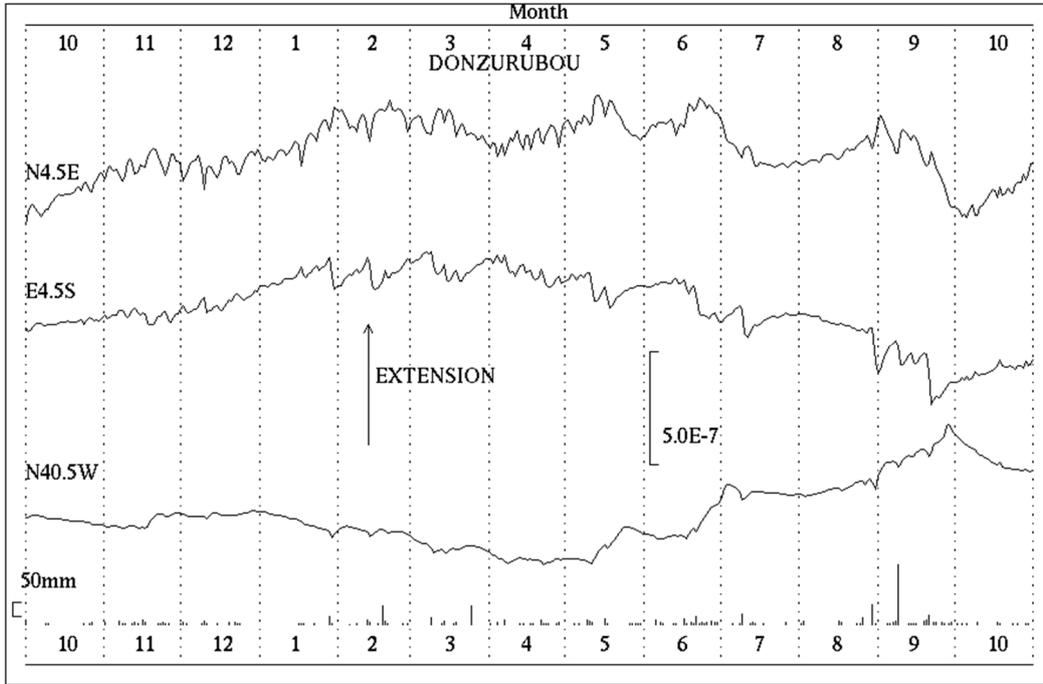
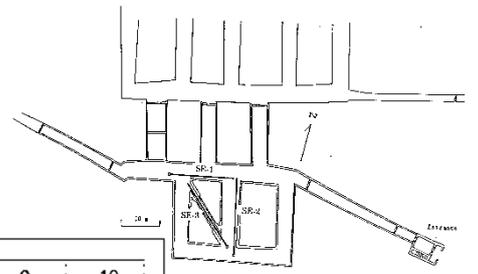
第2図 上宝観測所蔵柱観測室における歪変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



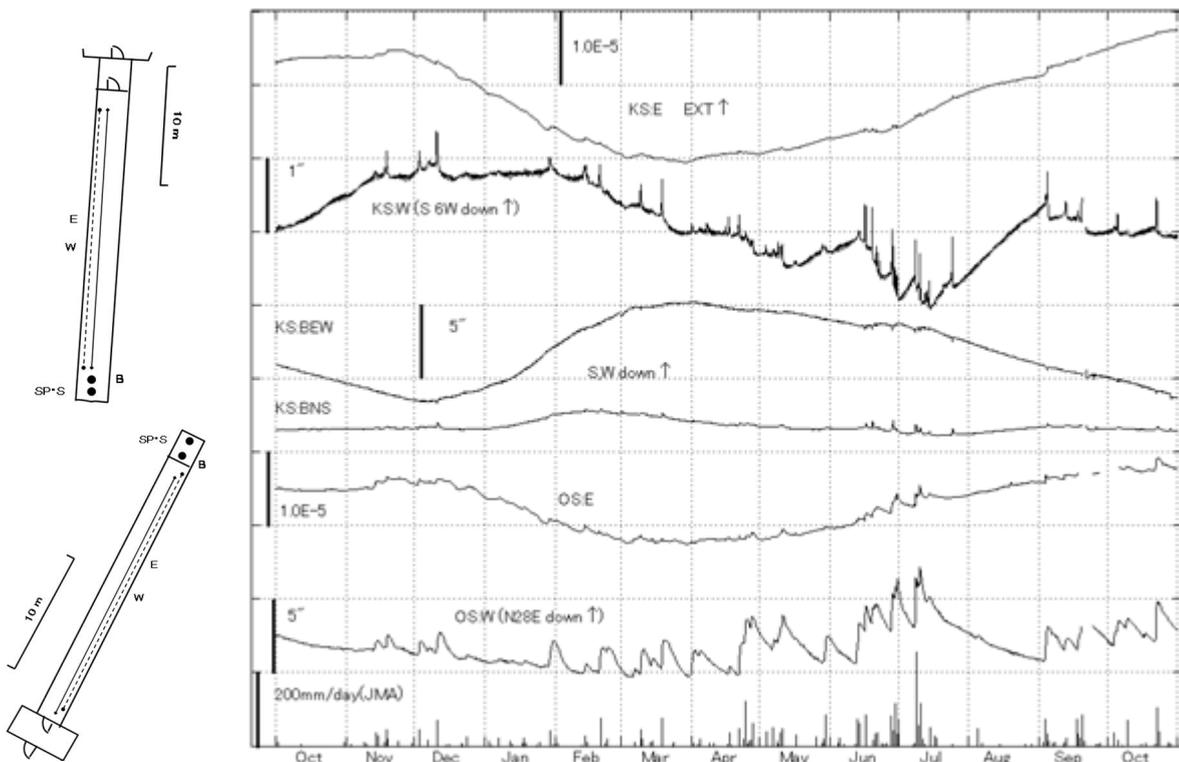
第3図 阿武山観測室における歪変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



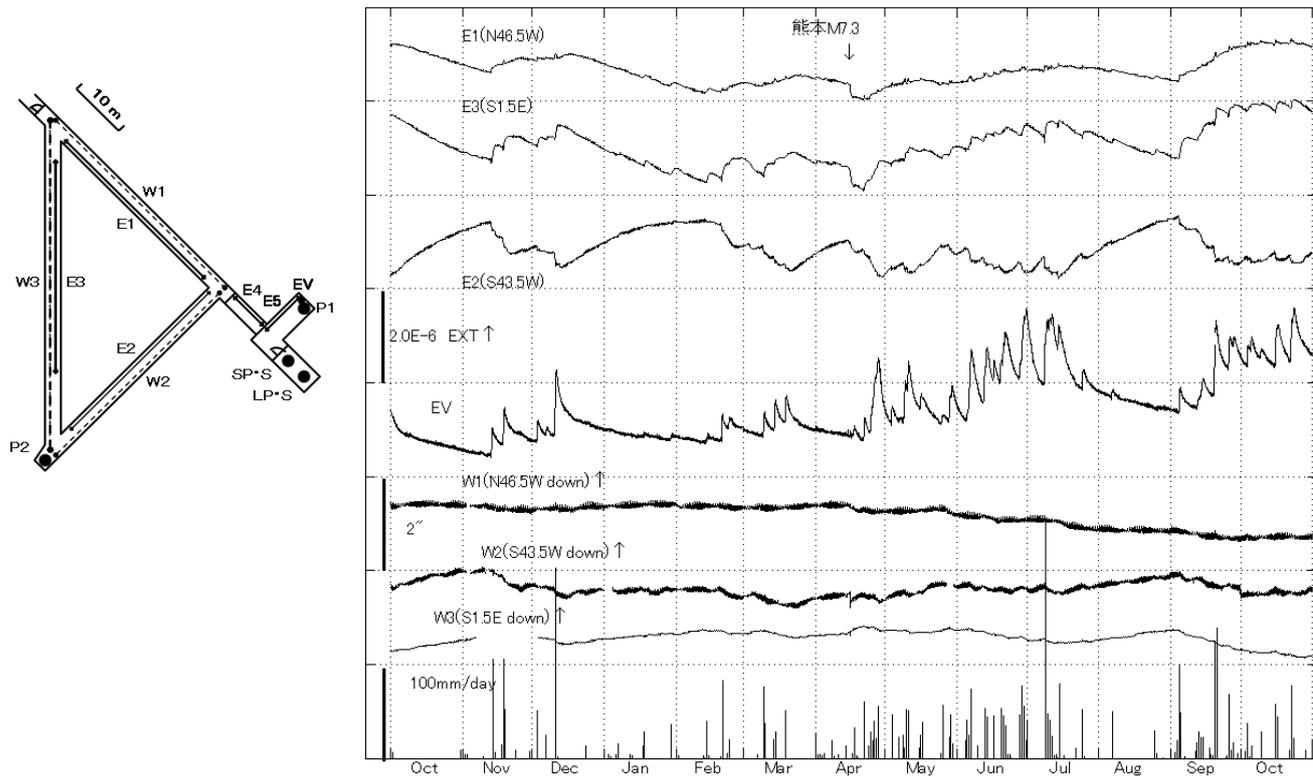
第4図 逢坂山観測室における歪変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



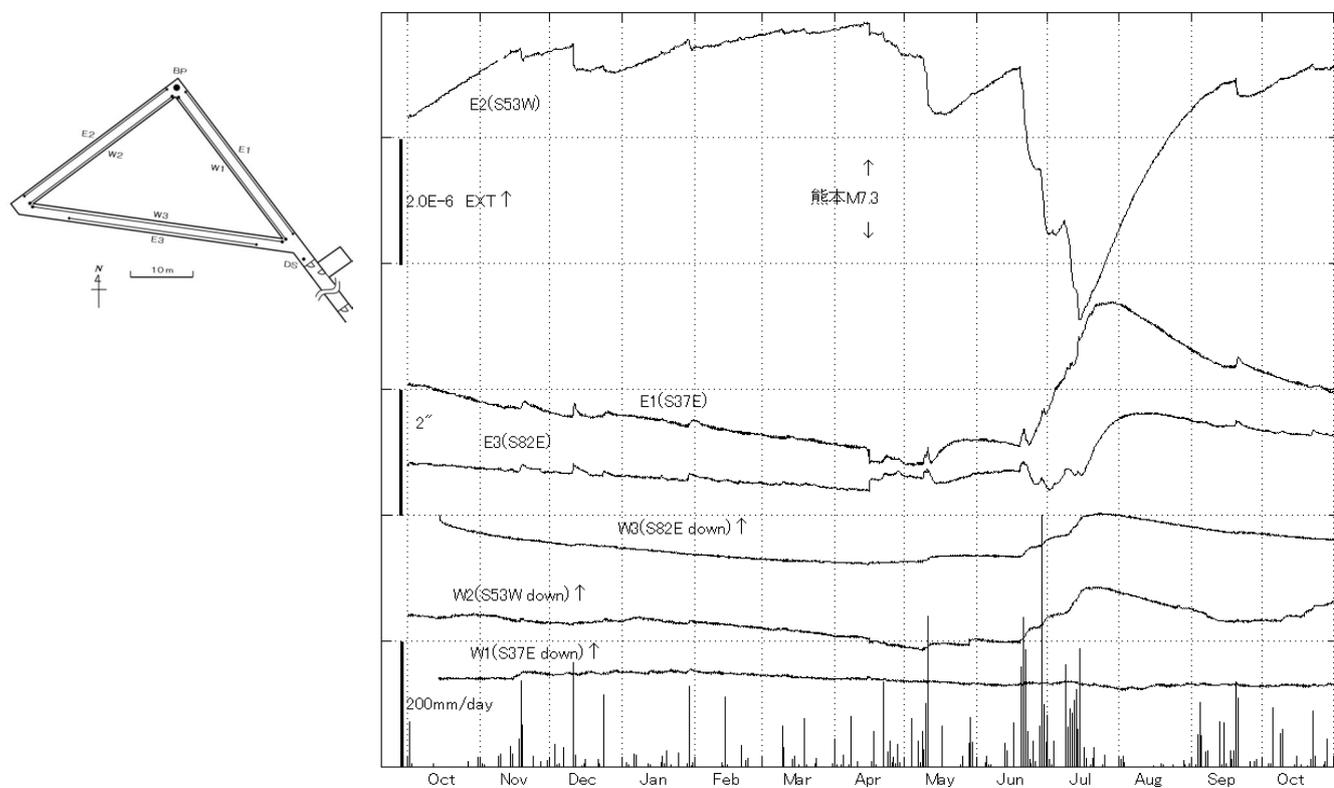
第5図 屯鶴峯観測所における歪変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



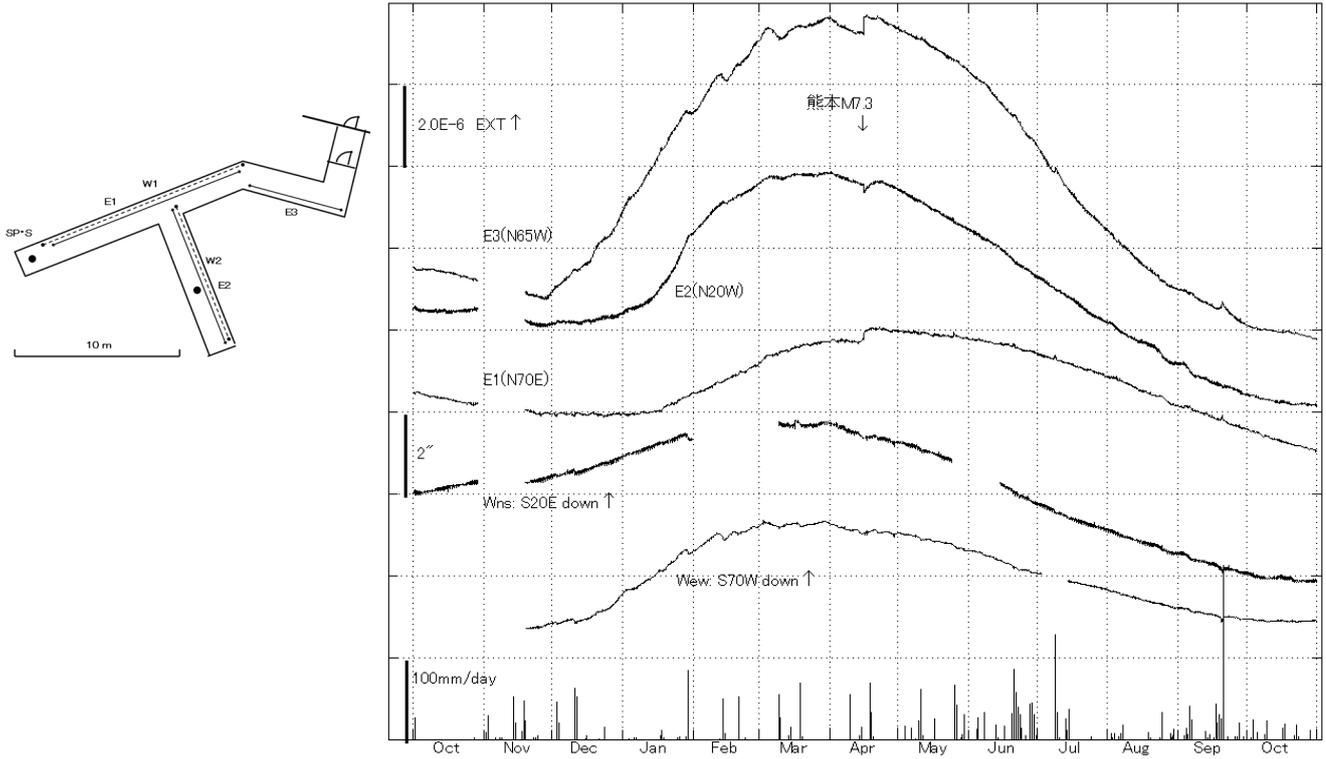
第6図 串間・大隈, 観測室における歪変化と傾斜変化(2015年10月～2016年10月)
雨量はアメダス(鹿児島県田代)の日雨量



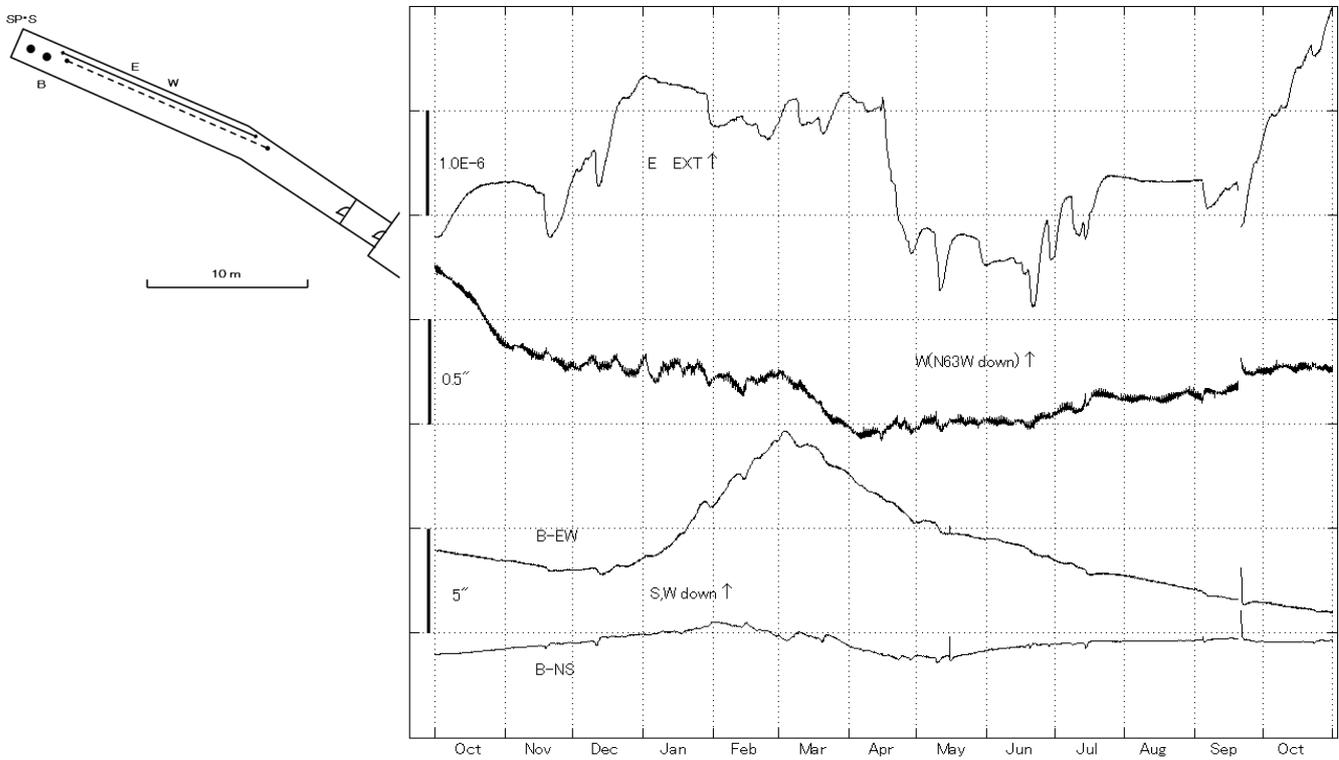
第7図 宮崎観測室における歪・傾斜変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



第8図 伊佐観測室における歪・傾斜変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



第9図 宿毛観測所における歪・傾斜変化と日雨量(2015年10月～2016年10月)



第10図 高城観測室における歪変化と傾斜変化(2015年10月～2016年10月)

鳥取県中部の地震（2016年10月21日）

京都大学防災研究所地震予知研究センター

2016年10月21日14時7分に鳥取県中部を震源とするM6.6の地震が発生した。震源域で震度6弱を観測し、20数名の負傷者および数棟の全半壊などの被害を生じた。

ここでは、鳥取県中部とその周辺域の地震活動と、GNSS観測による地殻変動について報告する。

鳥取県中部の地震（2016/10/21）の震源域周辺の地震活動

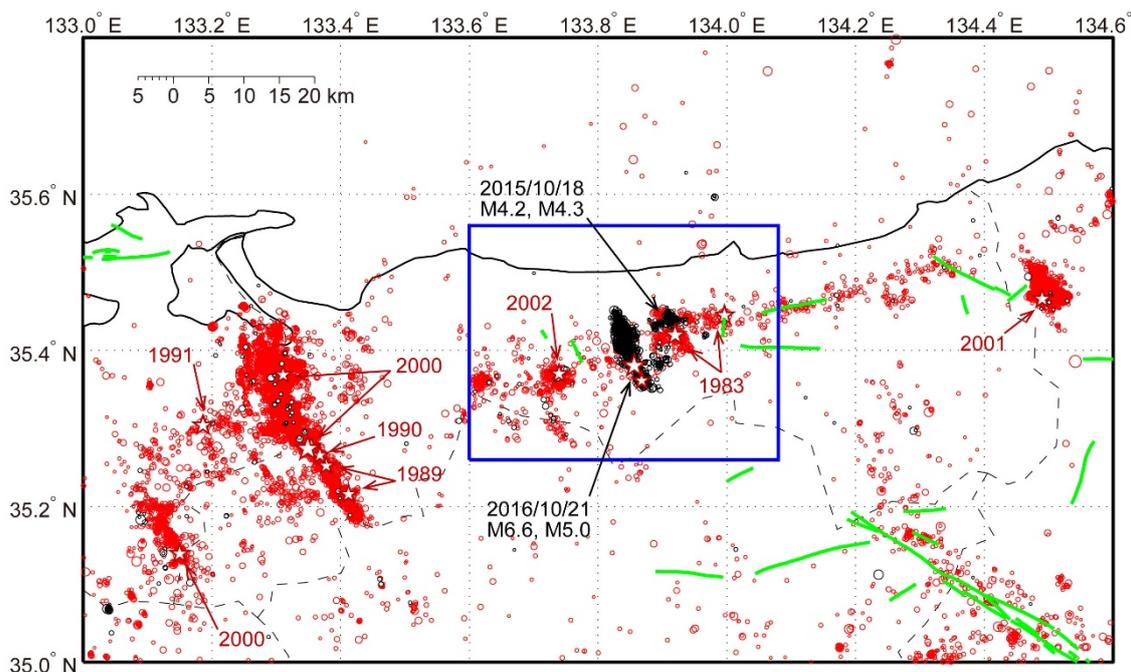


図1 鳥取県周辺の震央分布図。黒丸は2015年10月以降に発生した地震。赤丸は1976年6月～2015年9月の地震（京都大学鳥取観測所と気象庁の震源データによる）。星印はこの期間に発生したM5以上の地震。緑の実線は活断層、黒の破線は県境。

2016年10月21日14時7分に発生したM6.6の地震は、1983年10月31日のM6.2の地震の西側に発生した。余震分布から断層面は北北西-南南東の走向をもつと考えられる。1983年の地震の断層面とほぼ平行である。この地域では1年前の2015年10月18日にもM4.2とM4.3を主震とする群発的な地震活動が発生している。

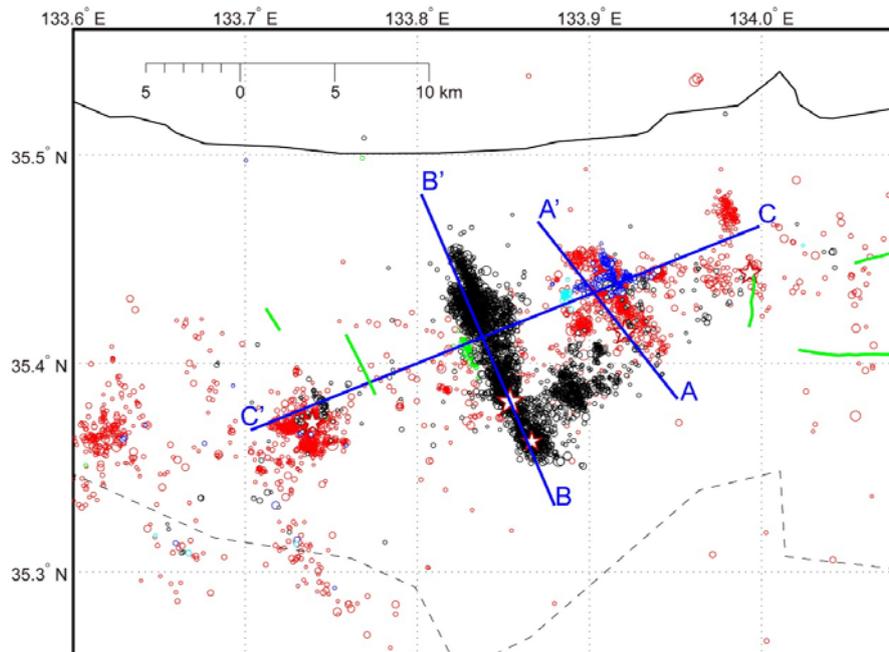


図2 鳥取県中部地域（図1の青枠内）の震央分布。連結震源決定法によって推定された1次元速度構造と観測点補正值を用いて震源再決定を行った。地震は発生時期により色を変えて示されている。赤丸は1976年6月～2015年9月、青丸は2015年10月～2016年7月、水色は2016年8月～2016年9月25日、緑は2016年9月26日～2016年10月20日、黒丸は2016年10月21日以降である。星印はM5以上の地震を示す。

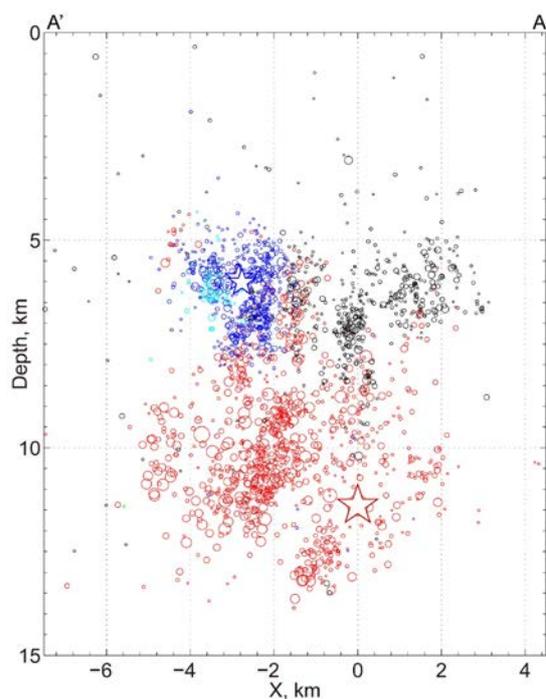


図3 1983年の余震分布の走向(図2のAA')での深さ分布。

赤い星印は1983年の本震(M6.2)。余震分布が断層面の広がりを表すとすると、1983年の地震は南東側の深い部分から北西側の浅い部分に向かって破壊したと考えられる。

青色で示す2015年の活動は、1983年の破壊の終端部分に位置しているように見える。

水色は2016年8月～9月の活動であるが、2015年の活動の近傍で発生している。

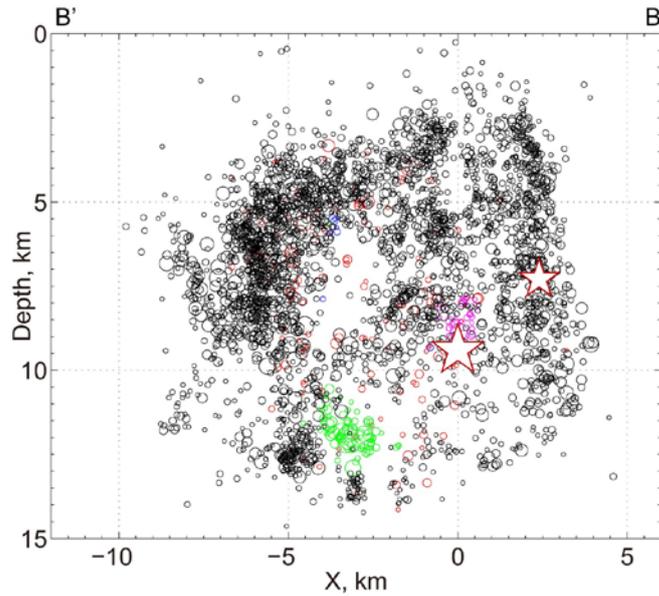


図4 2016年の余震分布の走向（図2のBB'）での深さ分布。

赤い星印は本震（M6.6）と最大余震（M5.0）。本震近傍のマゼンタ色は約2時間前に発生した前震活動。

緑色は約1か月前に始まった活動。

余震域には赤丸で示すように2015年9月以前に発生した地震もみられる。

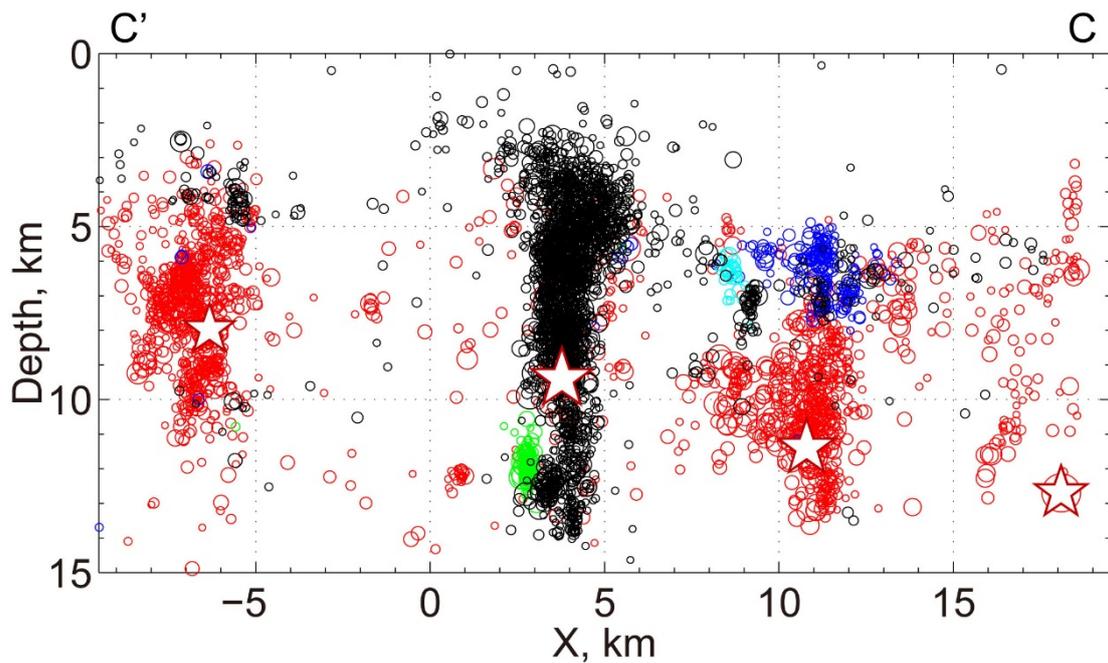


図5 2016年の余震分布に直交する方向（図2のCC'）での深さ分布。赤い星印はM5以上の主要な地震の参考位置（この断面から離れていてもプロットした）。地震の色は発生時期の違いを示す（図2参照）。

2016年の本震の断層面はほぼ垂直である。約1か月前の活動（緑色）は本震断層面の少し南東側の深い部分に位置する。1年前の活動（青色）は1983年のM6.2の地震の断層面の浅い側で発生している。

鳥取県中部の地震(2016/10/21)の震源域周辺における GNSS 観測結果

京都大学防災研究所では、2014 年より鳥取県中部の地震 (M6.6) の震源域周辺で GNSS 稠密観測を開始し、周辺の GEONET 点とともに山陰ひずみ集中帯の地殻変動のモニタリングを行っている。本資料では、地震前、地震時、地震後の地殻変動観測結果を報告する。なお、GNSS 観測点の日座標値の計算には、米国ジェット推進研究所 (JPL) GIPSY6.2 ソフトウェアのバイアス整数化精密単独測位法 (PPP-AR) を用い、衛星軌道暦として JPL 最終暦 (図 1-図 3) と JPL 速報暦 (図 4 以降) を利用した結果を報告する。なお、図 4 以降においては、地震発生日(10 月 21 日)の日座標値は、本震発生以降 (GPS 時刻の 5 時 10 分以降) のデータのみを使用して座標値を算出しており、地震前のデータは含まない。

今回の地震の震源域は、「山陰ひずみ集中帯」として指摘されていた場所(西村・他, 2014, 2015, 2016)であり、地震前 2 年間 (2014/9-2016/9) の平均速度場 (図 1) を見ると、震源域周辺においては、瀬戸内側に対して日本海側が相対的に東向きに動くような右横ずれ変形が卓越していた。地震後においては、震源域近傍において余効変動が見られる (図 6)。

謝辞:本資料に用いた GNSS 観測点は、科研費新学術領域「地殻ダイナミクス」及び国土地理院 GEONET によるものです。また、気象庁一元化震源を使用しています。

(1) 地震前の地殻変動

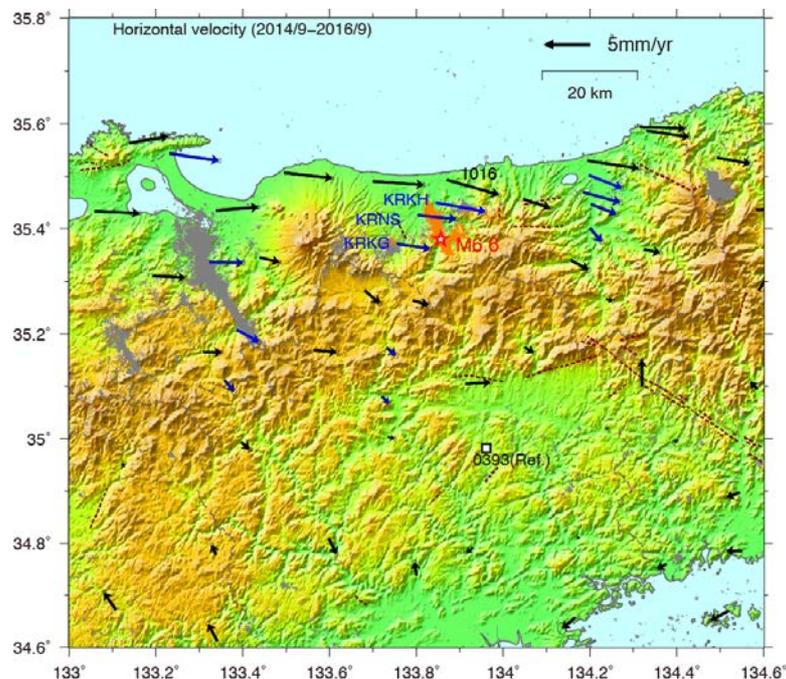


図 1 鳥取県及びその周辺の GNSS 観測点の最近 2 年間(2014/9/1-2016/9/17)の水平速度ベクトル。青色の矢印が京大防災研の観測点。橙色点は 10 月 21-30 日の地震の震央分布。灰色点は 1997 年から 2016 年 3 月までの深さ 30km 以浅の震央分布。茶破線は活断層分布 (地震調査委員会)

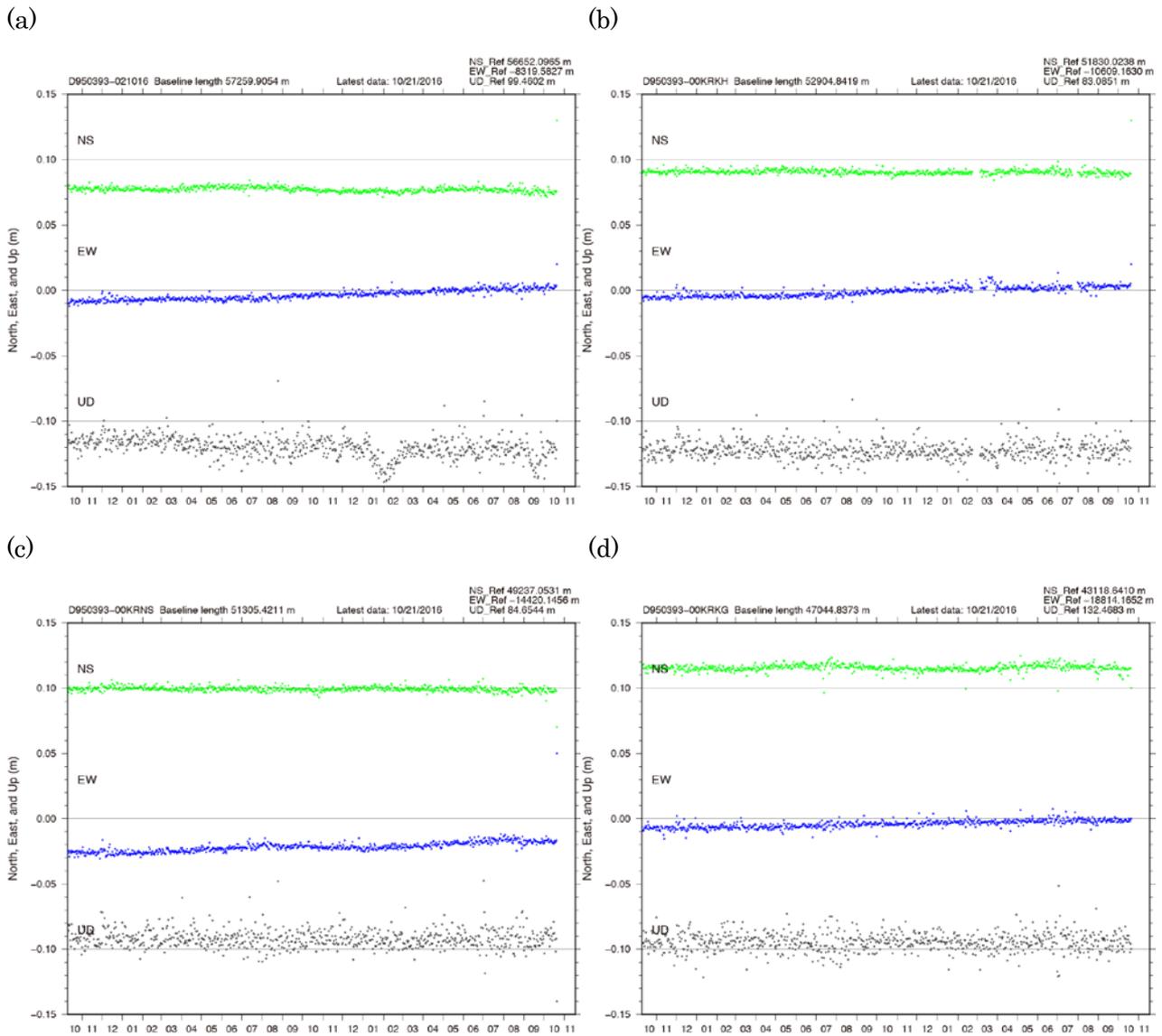
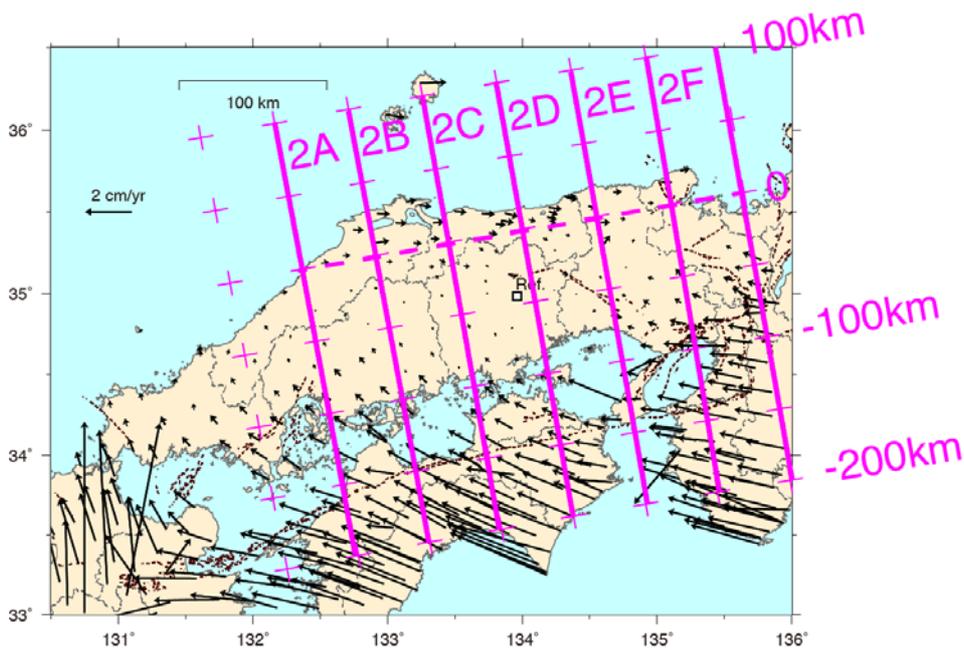


図2 震源域周辺の観測点における最近2年間の日座標値時系列。固定局はGEONET岡山中央(950393)。JPL精密暦使用。(a)GEONET羽合(021016)観測点。(b)倉吉河北(KRKH)観測点。(c)倉吉西(KRNS)観測点。(d)倉吉鴨川(KRKG)観測点。

(a)



(b)

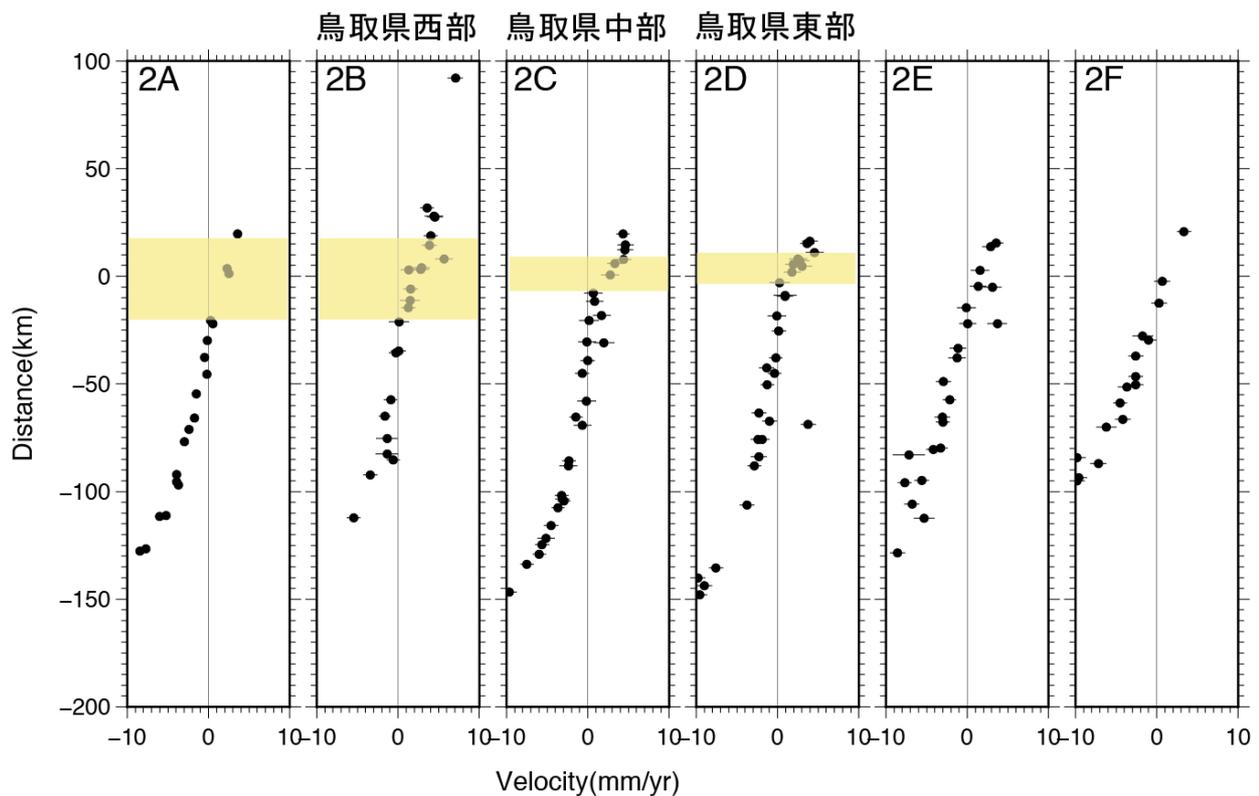


図3 山陰ひずみ集中帯を横切る各領域 (2A-2F) における速度プロファイル (N80° W 成分)。期間は図1と同じ。(a)各領域の位置図。(b)速度プロファイル。速度はN80° W成分を示す。速度が急変する領域、すなわちひずみ集中帯 (網掛けの領域) の幅が、鳥取県中部・東部では、鳥取県西部に比べて狭い傾向がある。10月21日の地震の震源域は、ひずみ集中帯に含まれる。

(2) 地震時の地殻変動

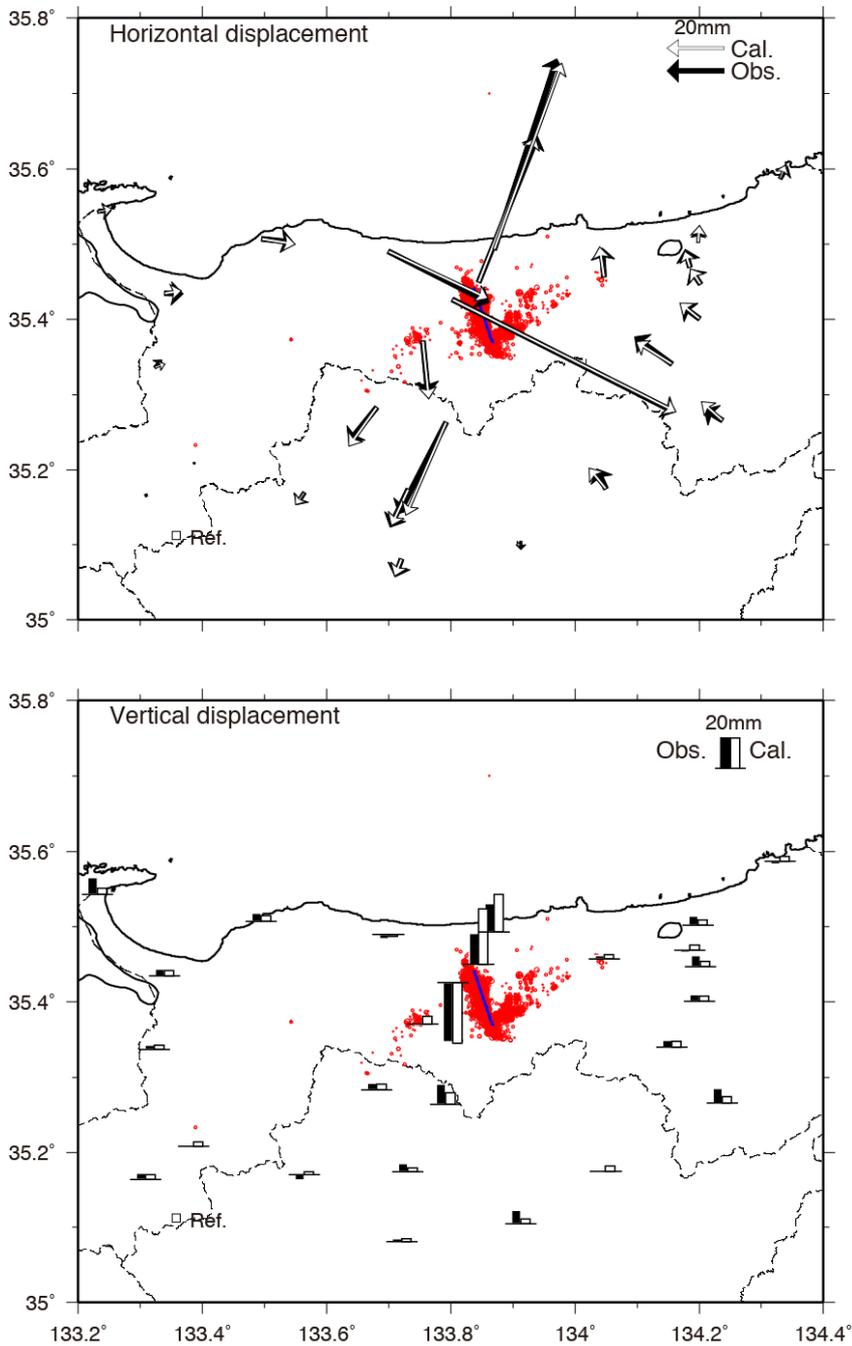


図4 鳥取県中部の地震の震源断層モデル。青線が推定された矩形断層の位置。半無限弾性体媒質中の矩形断層一様すべり (Okada, 1985) を仮定した。

表1 鳥取県中部の地震の震源断層モデルのパラメータ。位置は矩形断層の北上端。剛性率は 30GPa。

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)	M_w
35.370	133.867	1.9	8.3	9.5	342	90	1	0.88	6.15

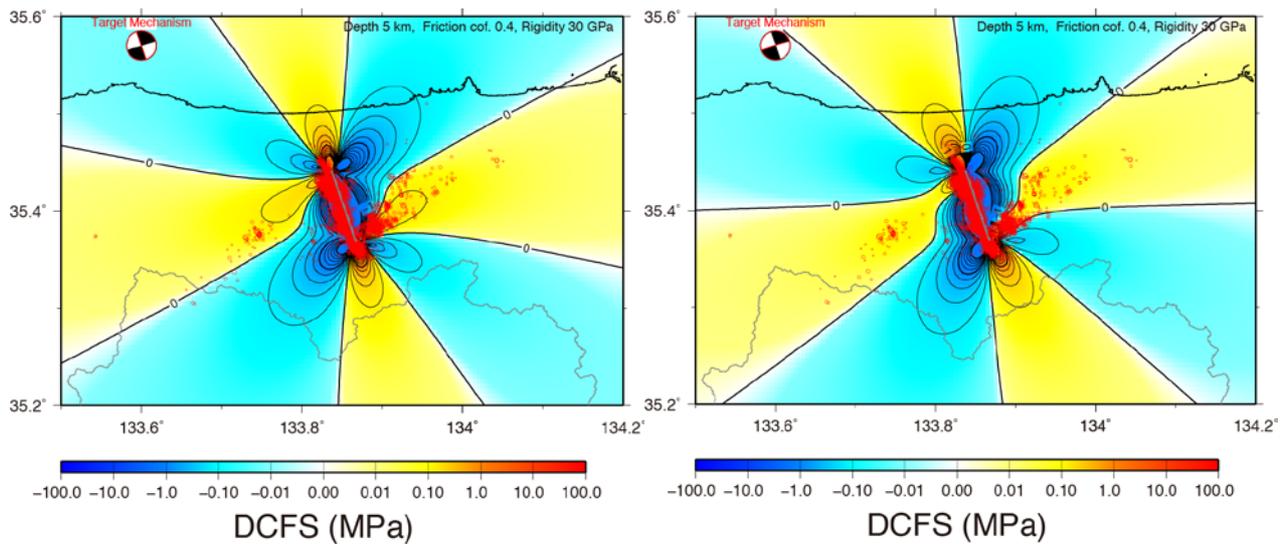


図5 鳥取県中部の地震の震源断層モデルを用いた周辺域でのクーロン応力変化 (ΔCFS)。受け手の震源メカニズムは図中の震源球の赤色の節面で示す。

(3) 地震後の地殻変動

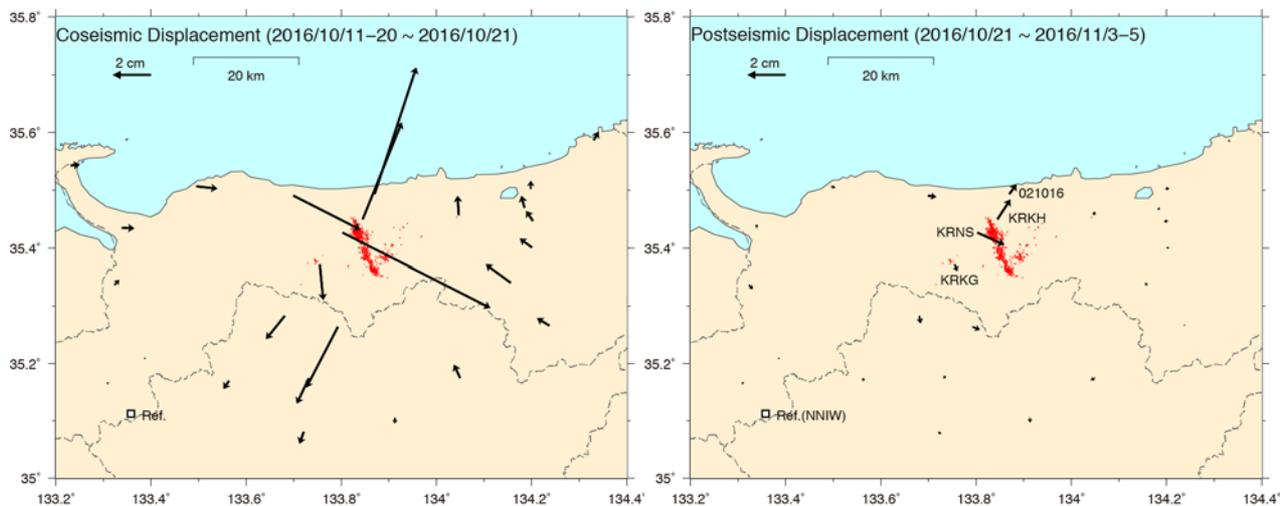


図6 地震時変動と地震後変動の比較。地震時変動と比べて地震後変動は、震源域近傍の観測点で顕著であることがわかる。

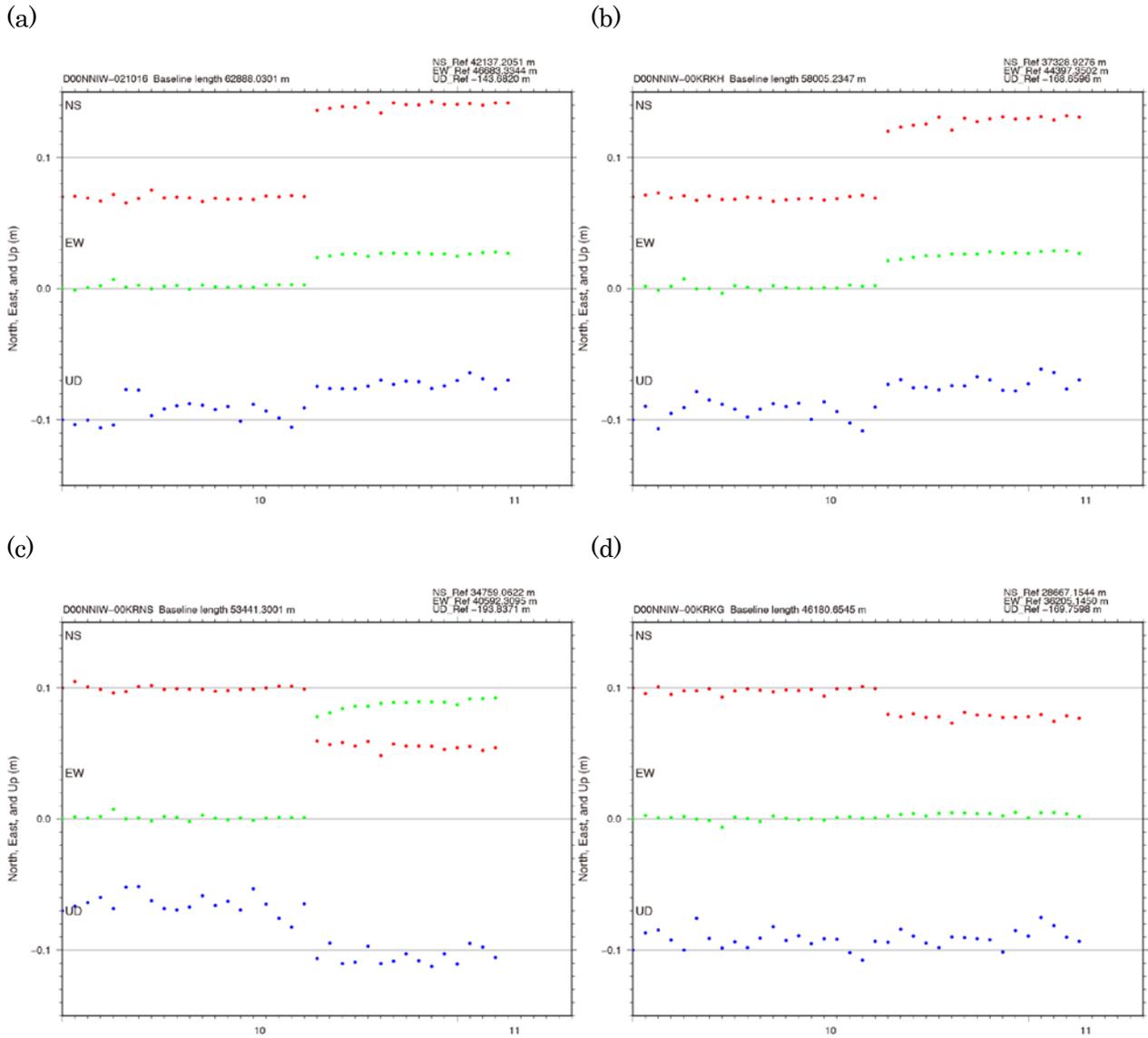


図7 震源域周辺の観測点における鳥取県中部の地震前後の日座標値。表示期間は、10月1日から11月5日。固定局は、南部石見(NNIW)観測点。観測点位置は図7に表示。JPL速報暦使用。(a)GEONET羽合(021016)観測点。(b)倉吉河北(KRKH)観測点。(c)倉吉西(KRNS)観測点。(d)倉吉鴨川(KRKG)観測点。