

震央近傍における1周波GPS稠密観測

東京大学地震研究所 中尾茂, 加藤愛太郎, 平田安廣
名古屋大学大学院理学研究科 平原和朗, 木股文昭, 宮島力雄, 大井陽一

1. はじめに

2000年10月6日13時30分に鳥取県西部を震源とする地震(気象庁マグニチュード7.3)が発生した。三陸はるか沖地震, 兵庫県南部地震など大地震発生後の地殻変動観測により, 余効変動が観測されている(たとえば, Heki *et al.*, 1997, Nakano and Hirahara, 1997)。橋本ほか(2000)は地震発生後ただちに地震発生域に赴き, 鳥取県西部地震後の余効変動を観測するために2周波GPS観測網を構築した。しかし, 電源やアンテナ固定など設置条件の問題から学校や役場などの公共機関を中心に観測点が設置され, 震央近傍には2周波GPS観測点は設置されなかった。

近年森田他(1998)により低消費電力であり, 長期間のデータを保存できる1周波GPS観測システム(以後森田GPSと表記)が開発された。これは古野電気株式会社製のカーナビゲーション用GPS基板の改良型と着脱式のハードディスクを用いた記録装置, GPSアンテナからなるシステムで, 静岡県伊東市において群発地震活動に伴う地殻変動観測(中尾他, 1998)や1999年台湾集集地震後の余効変動観測(Nakao *et al.*, 2000)などに使用されている。また, 古野電気株式会社は受信機, アンテナ, 記録部を一体とした低消費電力型の1周波GPS(以後古野GPSと表記)を開発した。古野GPSは神津島・新島に約10点設置され, 群発地震活動などに伴う地殻変動観測に使用されている(奥田他, 1998)。この2種類のGPS観測システムはバッテリーを用いて1週間から10日程度の観測が可能であり, 小型のため設置場所の制約もあまりうけない。そこで, われわれはこの2種類の低消費型1周波GPSシステムを2周波観測点が設置できなかった場所に蜜に配置して地震発生域近傍での余効変動観測を実施した。ここでは観測概要とGPSデータの解析結果について述べる。

2. 観測

観測点設営は2班で行われた。名古屋大学は古野GPS3点を地震発生翌日の10月7日から, 東京大学地震研究所は森田GPS8点を10月11日から両班とも2日程度で設置を行った。森田GPSは震央をはさんで道路沿いに観測点間隔700m~1800mで線上に設置され, 地震断層とは直交している。観測点配置を図1に示す。基本的に電源はバッテリーのみを用い, アンテナはボルトをコンクリートに埋め込んで設置した。図2に森田GPS観測点の写真を示す。ビニール袋の中にGPS受信機, データ記録部, バッテリーを収め, そこからケーブルを延ばしアンテナに接続した。古野GPSはアンテナ, 受信機, データ記録部は一体であり, バッテリーのみビニール袋に入れて観測を行った。両システムとも1週間から10日ごとにバッテリーの交換およびGPSデータの回収を行った。古野GPSは10月24日に観測

を停止したが、森田 GPS 観測点は 11 月初旬に太陽電池パネルを設置し、12 月末まで観測を継続した。しかし、天候の状態がよくなく、11 月以降はたびたび欠測となった。ここでは太陽電池パネル設置前のデータについて解析を行った。YKRT は 10 月 7 日に観測を開始しているが固定点とした KUSM をはじめ他の 3 点はまだ観測が始まっておらず、また、10 月 11 日以降は欠測となったため、ここでは解析は行っていない。

3. 解析・結果

解析には Bernese GPS Software Ver. 4.2 BPE (Beutler *et al.*, 2000) を用い、衛星暦は IGS 精密暦を使用した。30 秒サンプリング 24 時間の GPS データを使用して 1 日ごとに解析を行い、各観測点の座標値を求めた。森田 GPS と古野 GPS 観測網の結合ができていないため、解析は両者別々に行った。古野 GPS では KUSM を、森田 GPS では T03 を固定点とした。大気伝播遅延量は固定点においては標準大気を仮定し、他の観測点は 2 時間ごとに推定した。電離層は国土地理院 GEONET の観測点である米子のデータを用いて 1 層モデルを 4 時間ごとに推定し、その結果を基線解析のときに求めた。

各観測点の座標変化を図 3, 4 に示す。断層をはさんで固定点と同じ西側にある SGSW では変位は観測されていないが、反対側にある FKOK では 10 日間に約 1.5cm 北への変位が観測されている。図 5 に森田 GPS 観測点で観測された変位ベクトルと鷺谷(2000)によって求められた断層モデルから期待される各観測点の地震時の水平変位ベクトルを示す。震央をはさんで固定点のある側は変位が小さく、反対側では北西に変位しているというパターンはよく似ている。この結果から本震発生後断層面上でのすべりが発生していた可能性があるといえる。しかし、Marone *et al.* (1991) が提唱したモデルによると断層面上でのアフタースリップによる変位は時間とともに対数関数的に小さくなる。1 周波 GPS 観測網で得られた変位の時系列をみるとそのような傾向は見られず、むしろ加速しているように見える観測点もある。今後は 11 月以降のデータ解析を行い、変位の時系列変化に着目し検討する必要がある。

4. 参考文献

Beutler, G. E. Brockmann, R. Dach, P. Fridez, W. Gurtner, U. Hugentobler, J. Johnson, L. Mervart, M. Rothacher, S. Schaer, T. Springer and R. Weber, Bernese GPS Software Ver. 4.2, 436pp., 2000.

橋本他, 鳥取県西部地震震源域周辺における稠密 GPS 観測, 2000 年地震学会秋季大会, 2000.

Heki, K., S. Miyazaki and H. Tsuji, Slilent fault slip following an interplate thrust earthquake at the Japan trench, *Nature*, 386, 595-598, 1997.

Marone, C. J., C. H. Sholtz and R. Bilham, On the mechanics of earthquake afterslip, *J. Geophys. Res.*, 96, 8441-8452, 1991.

森田裕一, 中尾茂, 平田安廣, 簡易1周波GPSシステムの開発と試験観測, 地球惑星科学関連学会, 1998年合同大会予稿集, p101, 1998.

Nakano T. and K. Hirahara, GPS observations of postseismic deformation for the 1995 Hyogo-ken Nanub earthquake, Japan, *Geophys. Res. Lett.*, 24, 503-506, 1997.

中尾茂, 森田裕一, 平田安廣, 高密度GPSシステムにより観測された1998年伊豆半島東部の地殻変動, 日本地震学会講演予稿集秋季大会, C17, 1998.

Nakao, S., C. C. Liu, Y. Hirata, S. B. Yu and N. Hirata, Observations of postseismic crustal deformation following the 1999 Chi-Chi, Taiwan earthquake using a dense GPS array, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 75, 47-56, 2000.

奥田隆, 宮島力雄, 木股文昭, 平原和朗, 江本永二, 増成友宏, 太陽電池によるGPS観測システムの構築, 地球惑星科学関連学会, 1998年合同大会予稿集, p287, 1998.

鷺谷威, 西村卓也, GPSで見た2000年鳥取県西部地震, 2000年地震学会秋季大会, 2000.

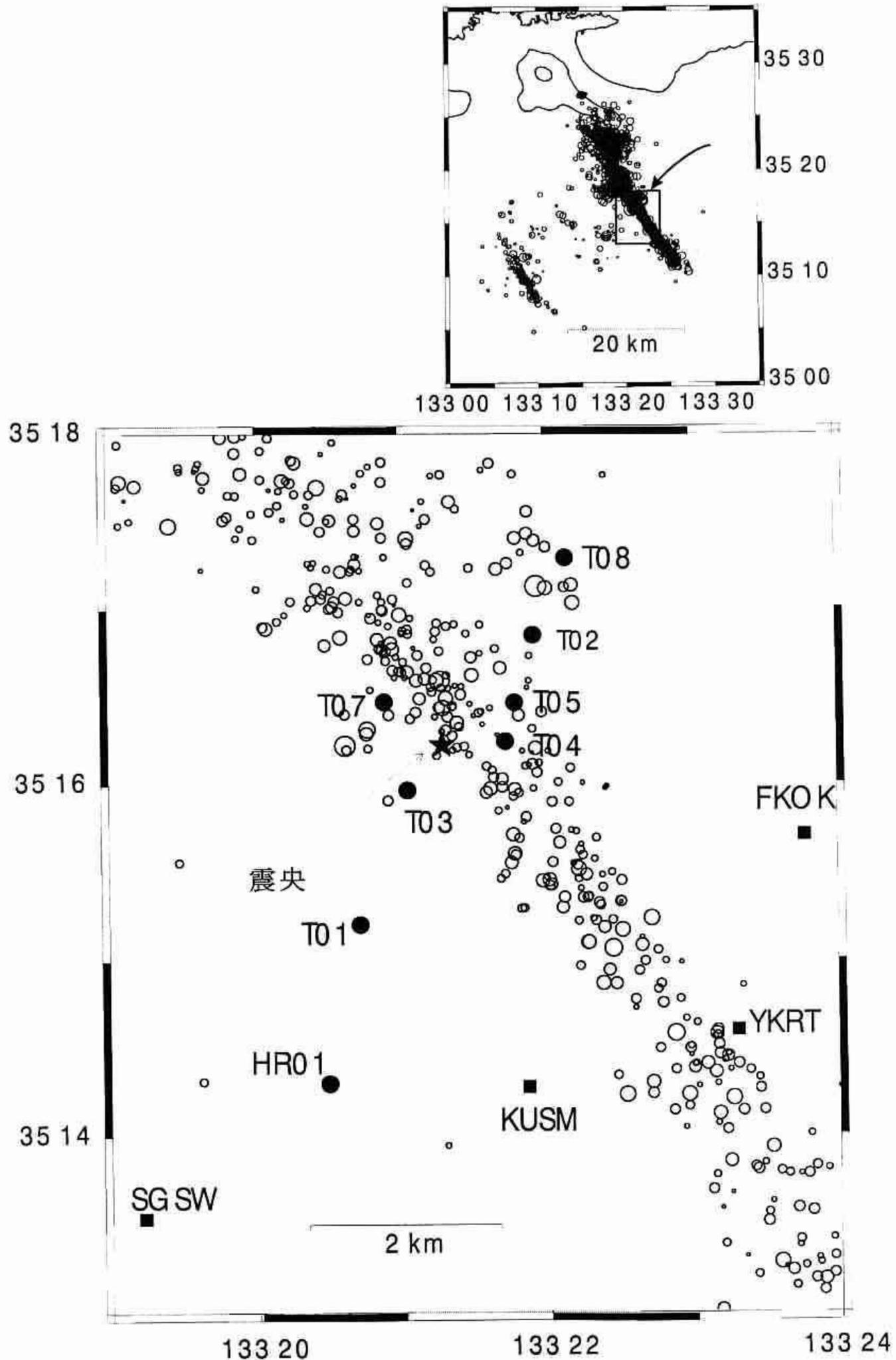


図1. 1周波GPS観測点配置図. 黒四角印は古野GPS, 黒丸印は森田GPSの観測点であることを示す. 黒い星印は本震の位置(酒井, 2000, 私信). 白丸印は東京大学地震研究所により決定された余震を示す.



図 2 . 森田GPS観測点 (T01).

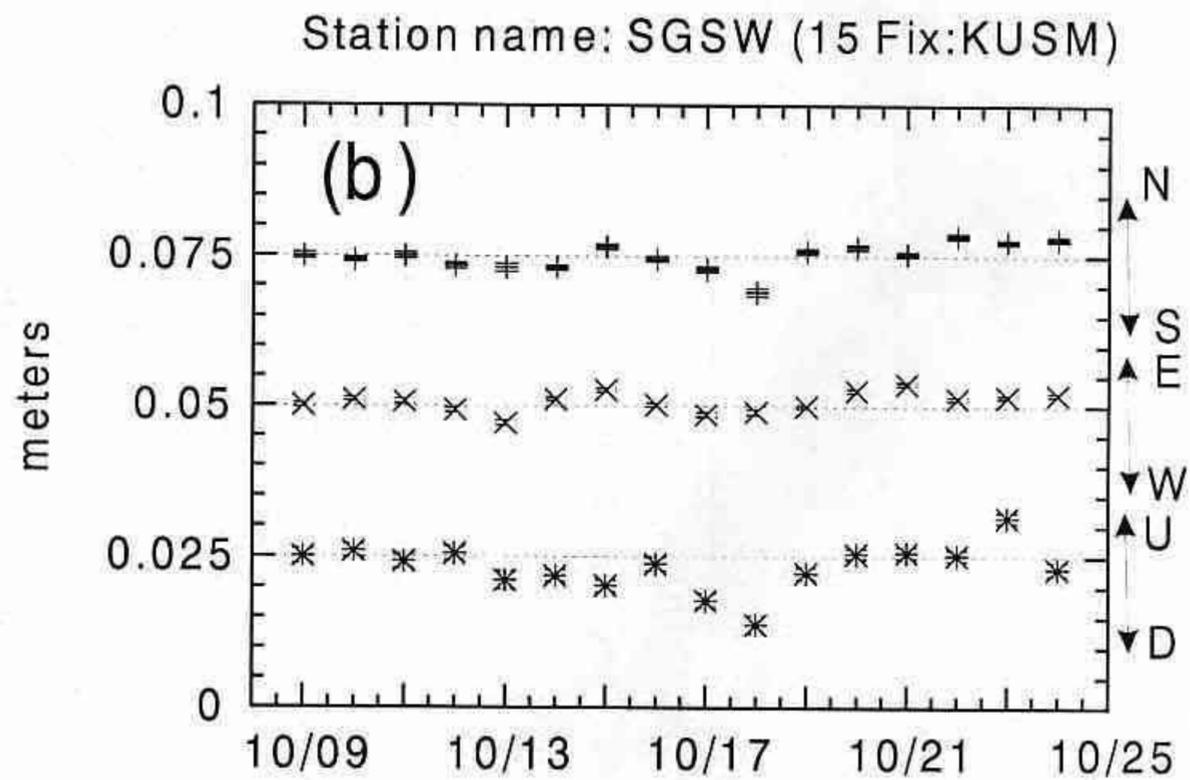
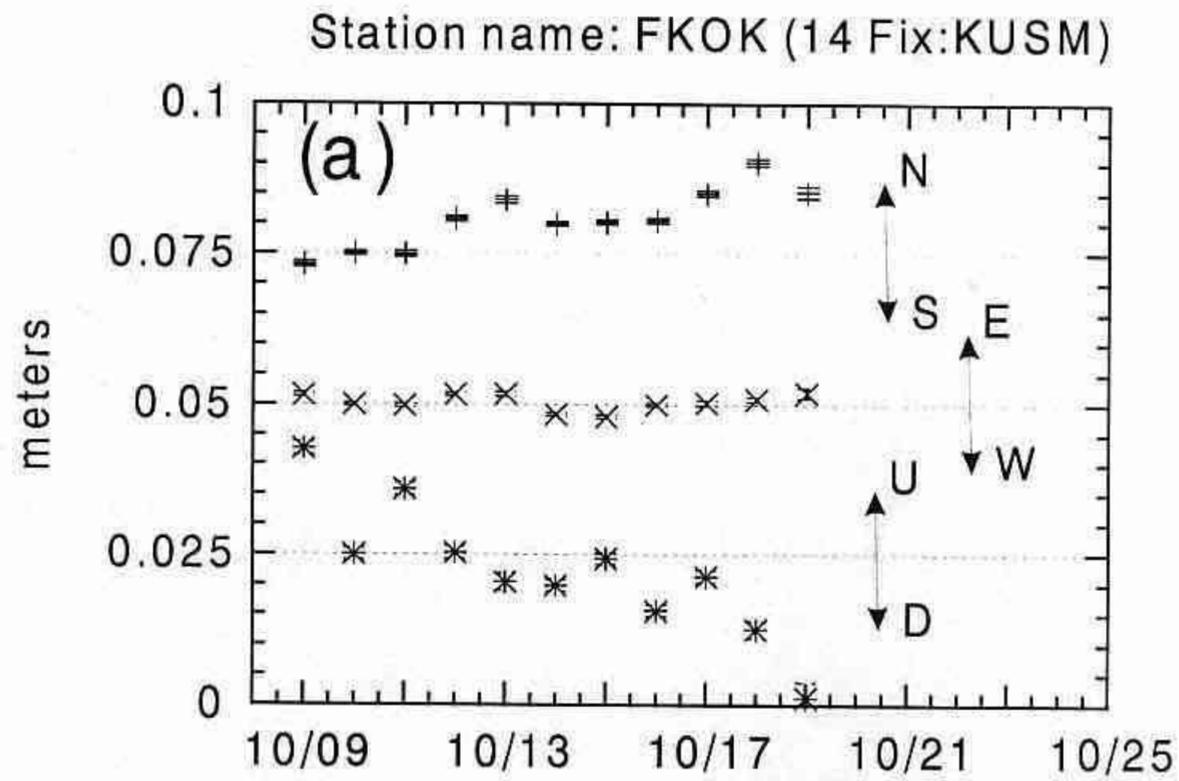


図 3. 観測点座標の時間変化. 上から南北成分, 東西成分, 上下成分. (a)FKOK, (b)SGSW.

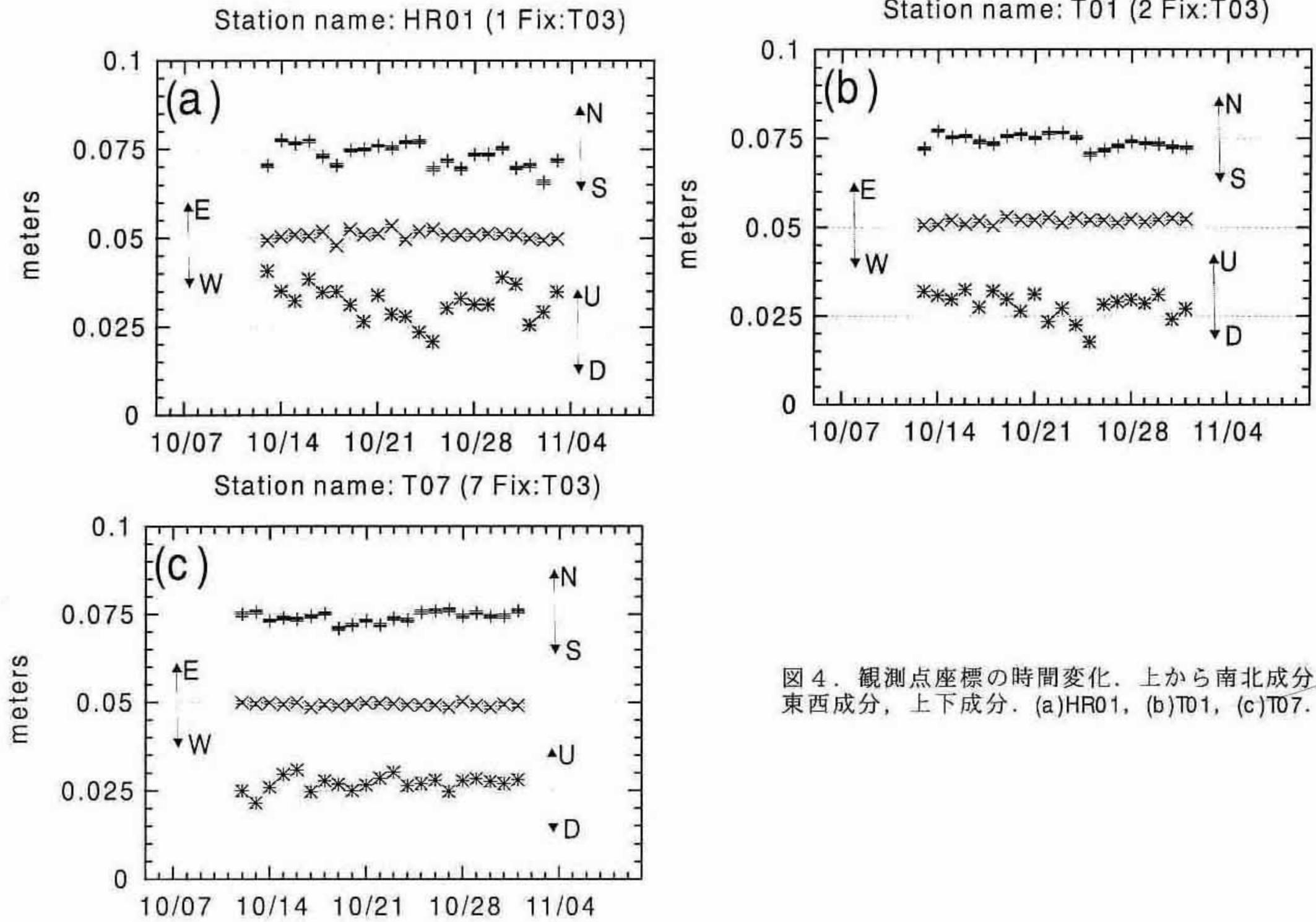


図4. 観測点座標の時間変化. 上から南北成分, 東西成分, 上下成分. (a)HR01, (b)T01, (c)T07.

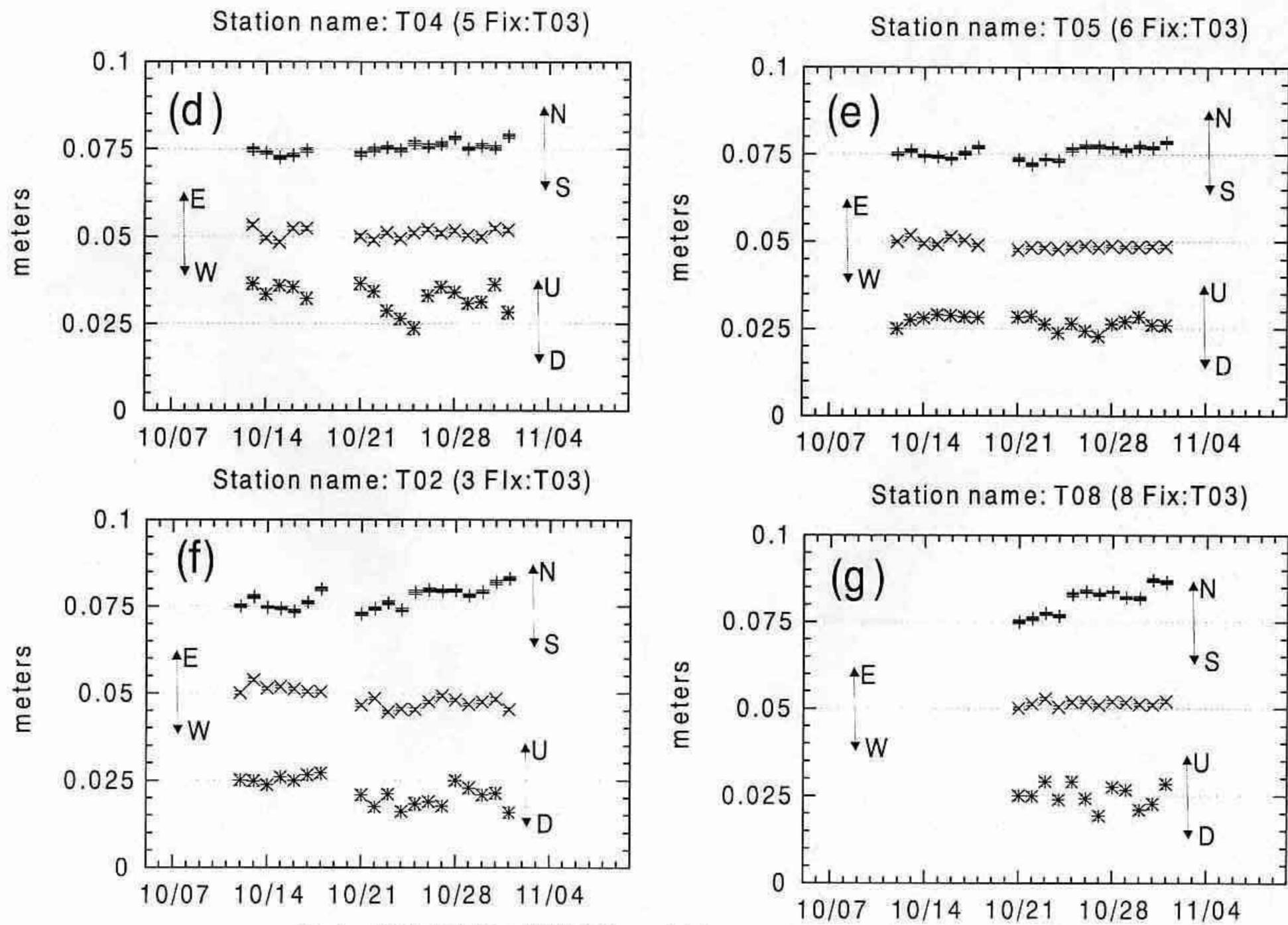


図4. 観測点座標の時間変化(つづき). (d)T04, (e)T05, (f)T02, (g)T08.

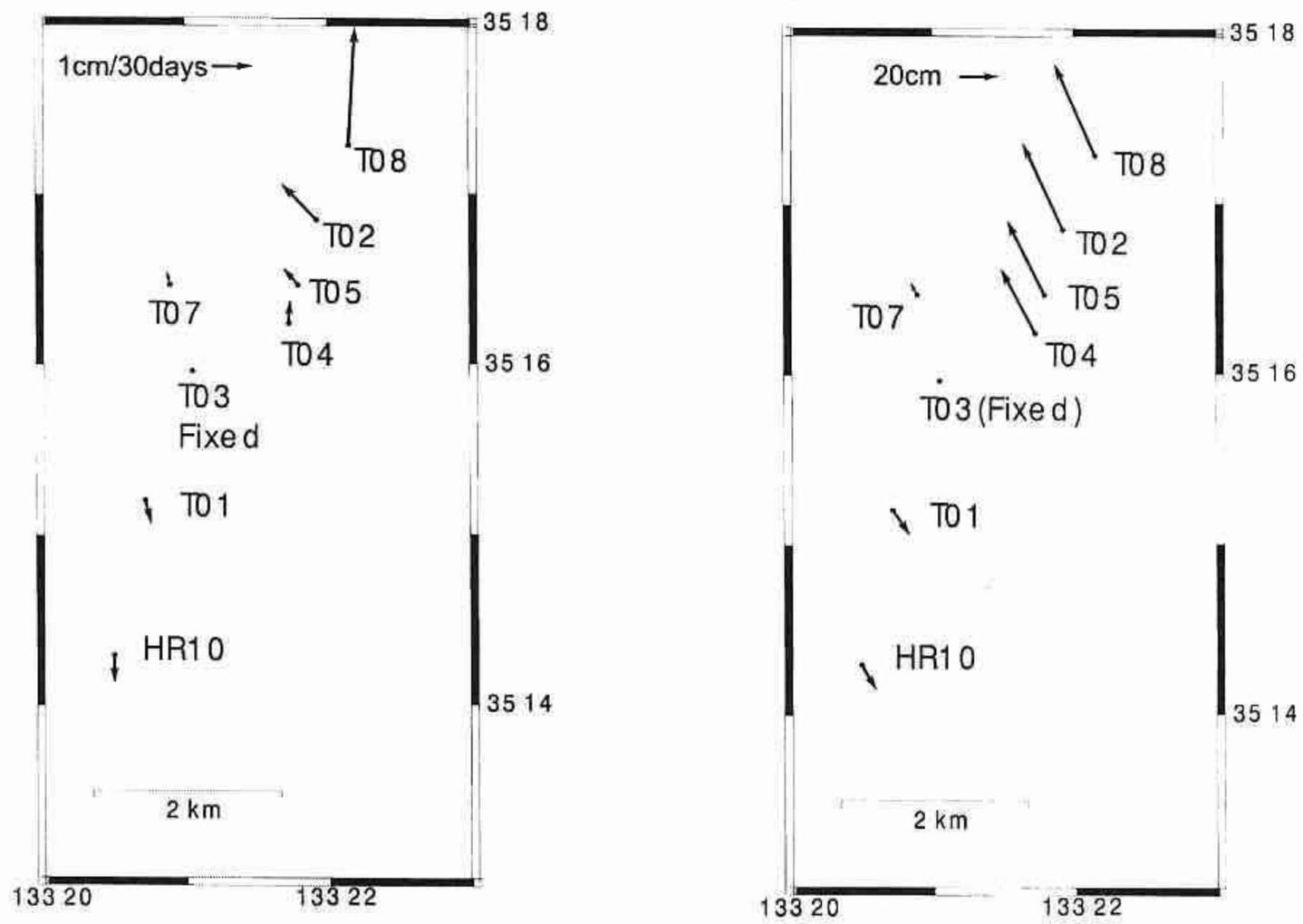


図5. (左) 10月11日から11月2日までの各観測点の平均的な水平変動ベクトル。
 (右) 鳥取県西部地震時の各観測点における水平変動ベクトル(計算値)。断層モデルは鷲谷(2000)を震央の位置は酒井(2000)を使用した。