

## 2-7 東北地方における地殻変動連続観測 —歪変化, 1984年4月~1992年7月—

### Continuous Observation of Crustal Deformation in Tohoku District — Strain Changes for the period from April, 1984 to July, 1992 —

東北大学理学部

Faculty of Science, Tohoku University

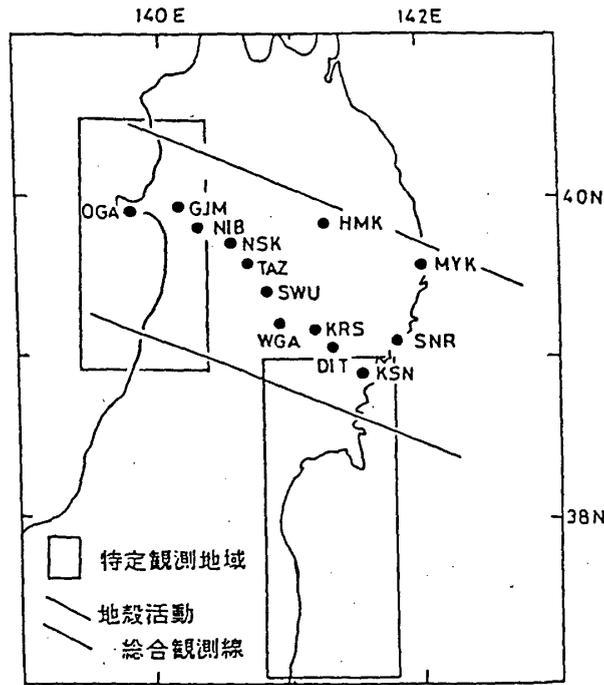
計器長が15m以上の石英管伸縮計が設置されている地殻変動観測所において観測された歪変化について報告する。期間は1984年4月から1992年7月までである。第2図(a)~(m)に五城目(GJM), 男鹿(OGA), 仁別(NIB), 西木(NSK), 田沢湖(TAZ), 沢内(SWU), 姫神(HMK), 和賀(WGA), 黒沢尻(KRS), 大東(DIT), 気仙沼(KSN), 三陸(SNR), 宮古(MYK)の各観測所において得られた歪の主な成分を示す。上から南北, 東西方向の線歪及びせん断歪( $\epsilon_{NS}$ ,  $\epsilon_{EW}$ ,  $\gamma_{NE}$ ), 面積歪( $\Delta$ ), 最大せん断歪( $\gamma_{max}$ )及び降水量である。ここでは歪の各成分に見られる年周変化を取り除くため, 三品・他(1990)<sup>1)</sup>の方法によってこの期間の観測データの平年値を推定し, それを観測データから取り除いたものを示している。このような処理を加えることにより, 歪率の変化に対する検出能力が生の観測データの場合と比べてかなり向上したと考えられるが, この期間のデータに関しては, 信号対雑音比を上回るような異常な変化はなかったと考えられる。

第3図(a)~(f)に男鹿(OGA), 仁別(NIB), 本荘(HOJ), 五城目(GJM), 田沢湖(TAZ), 沢内(SWU)の各観測所に設置されている体積歪計の歪変化を示す。OGA, GJMでは原因不明のステップ状の変化がみられるが, それ以外には, 異常な変化は認められない。

1992年7月18日三陸はるか沖を震源とするM6.9の地震が発生した。第4, 5図に地震直前までの1ヶ月間の宮古(MYK), 三陸(SNR), 気仙沼(KSN)の3観測点における歪, 傾斜変化を示す。各観測成分とも, BAYTAP-G<sup>2)</sup>により, トレンド, 潮汐, ノイズの各成分に分離してあるが, 短期的な前兆現象は観測されなかったと考えられる。第6図にはストレインステップの観測値と理論値(USGSのCMT解による)の比較を示す。(a)は今回の地震, (b)は同地域に発生した1989年11月2日の地震(M7.1)の場合である。第7図は断層パラメターのうち, すべり角のみを変化させた場合の観測値と理論値の極性の一致度と標準偏差をプロットしたものである。すべり角以外のパラメターは今回の地震の場合(a)は, 傾斜角と走向は推定されているプレート境界の形状から, モーメントは, CMT解から推定された値を採用した。89年の地震の場合にはCMT解を用いた。すべり角180度以上(正断層)の場合には, 傾斜角を45度としてある。極性一致度の最大, 標準偏差の最小は20度以内でCMT解と一致している。第8図は断層パラメターの定義方法, 及び各パラメターを示す。第9図は観測点位置, 2つの三陸はるか沖地震の震央を示す。

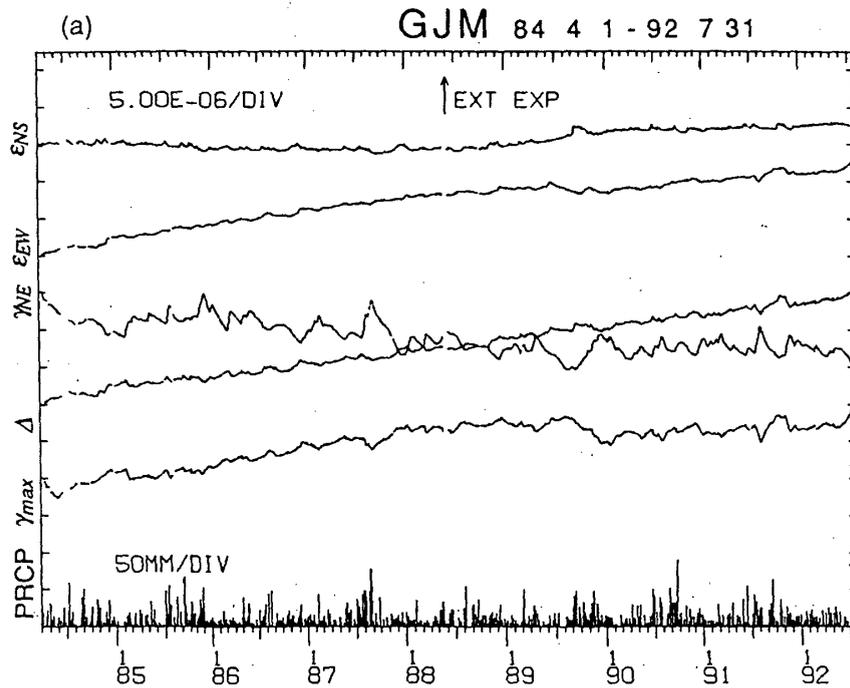
## 参 考 文 献

- 1) 三品・他：地殻変動連続観測にあらわれた年周変化について（続報），日本測地学会第74回講演会要旨（1990），150－151.
- 2) Tamura et al. : A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, Geophys. J. Int. (1991), 507－516.



第1図 観測点配置図

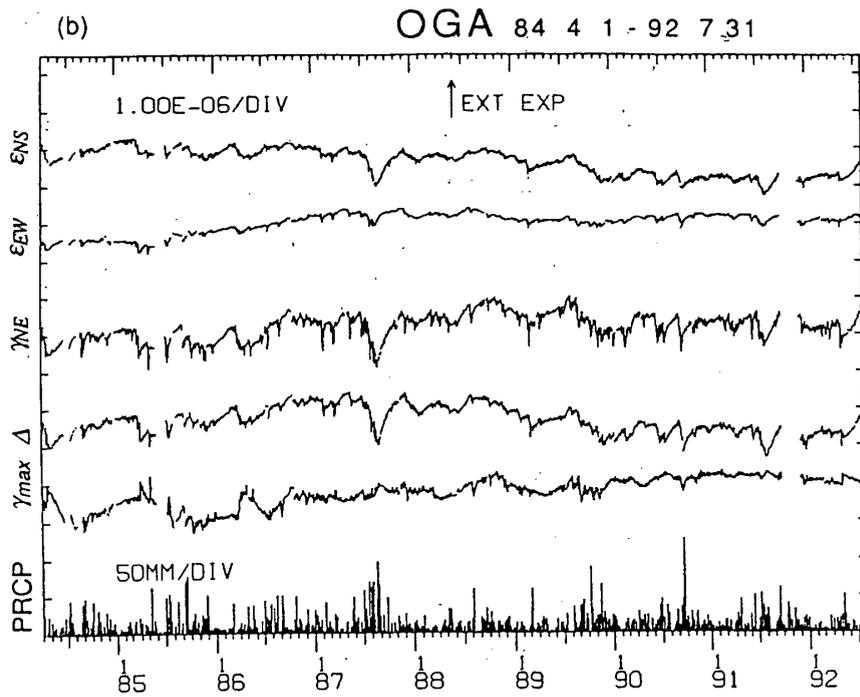
Fig. 1 Locations of observation stations for strain and tilt measurements.



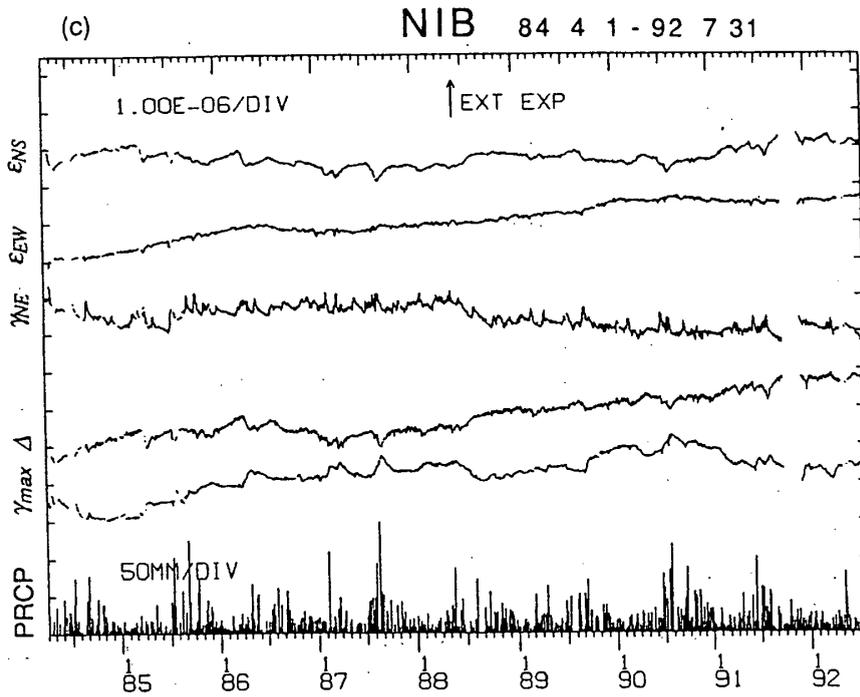
(a) 五城目 (GJM)

第2図 地殻変動観測所の石英管伸縮計により観測された歪変化 (1984年4月~1992年7月)。各成分ともこの期間における平年値を求め、観測データから差し引いてある。

Fig. 2 Strain changes observed by extensometers at (a) GJM, (b) OGA, (c) NIB, (d) NSK, (e) TAZ, (f) SWU, (g) HMK, (h) WGA, (i) KRS, (j) DIT, (k) KSN, (l) SNR, and (m) MYK for the period from April, 1984 to October, 1992. Normal values for this period are extracted from original data. For each station, two linear strains and a share one corresponding to north and east directions ( $\epsilon_{NS}$ ,  $\epsilon_{EW}$ ,  $\gamma_{NE}$ ), dilatation ( $\Delta$ ), and maximum share strain ( $\gamma_{max}$ ) are shown.



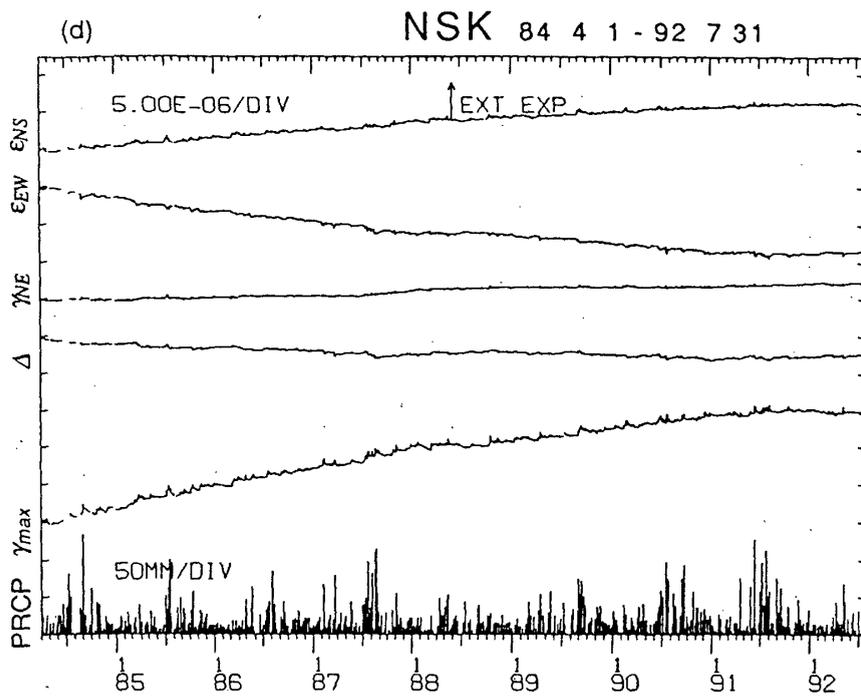
(b) 男鹿 (OGA)



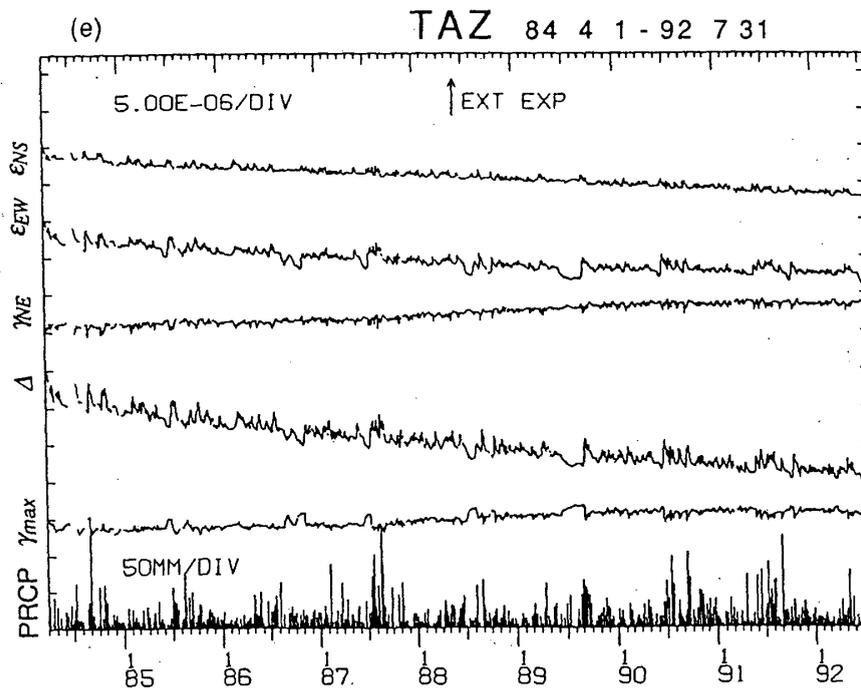
(c) 仁別 (NIB)

第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)



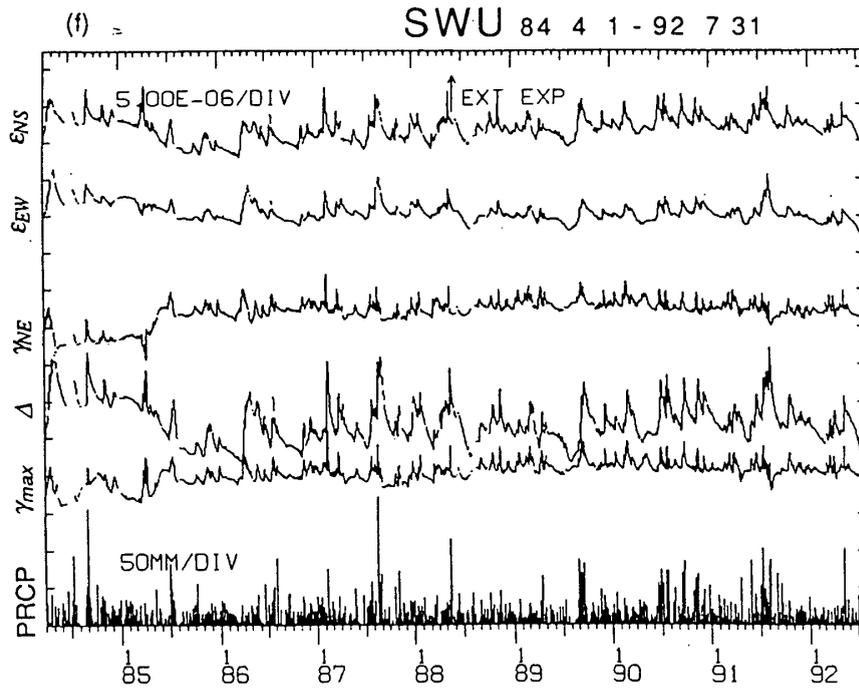
(d) 西木 (NSK)



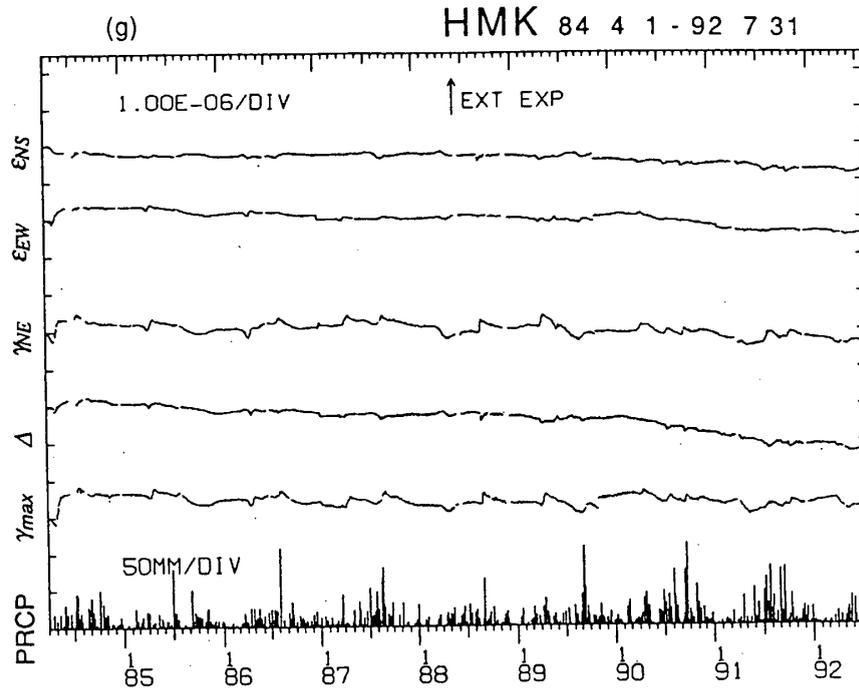
(e) 田沢湖 (TAZ)

第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)



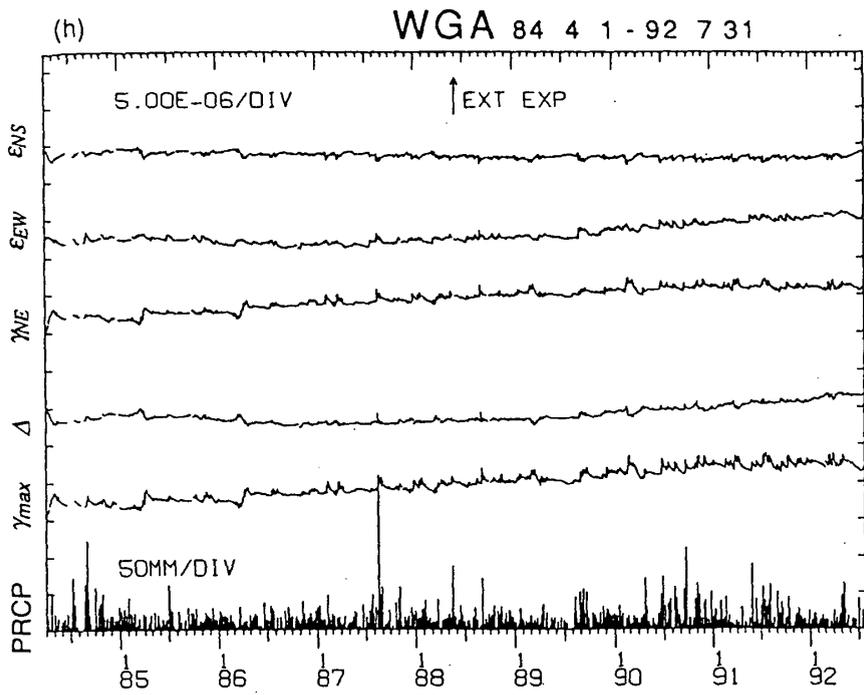
(f) 沢内 (SWU)



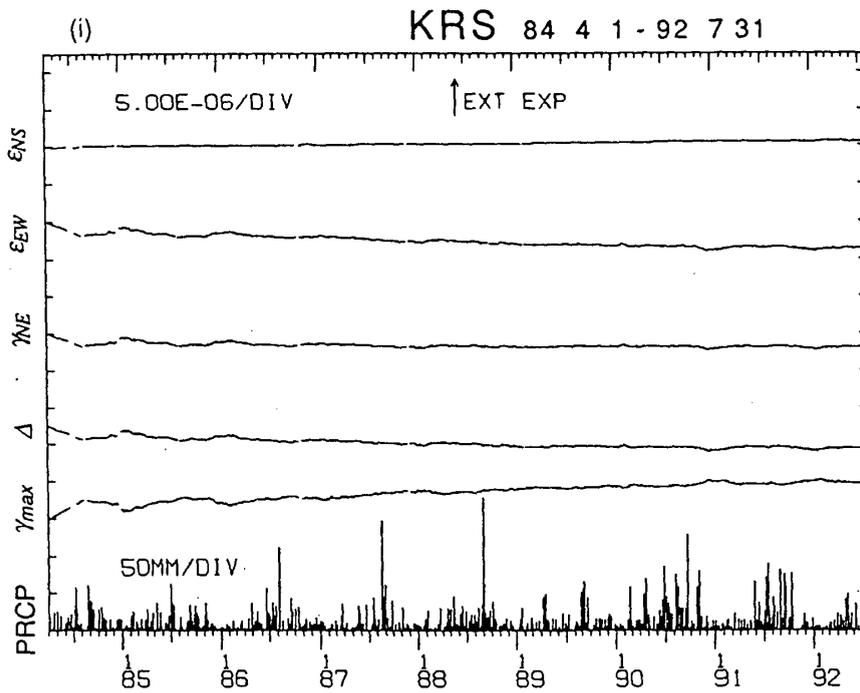
(g) 姫神 (HMK)

第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)



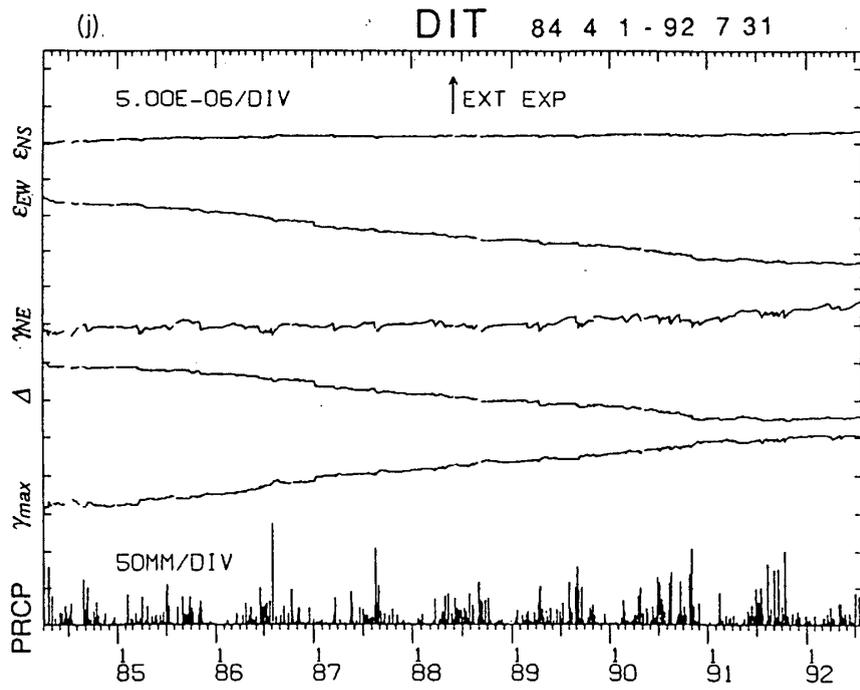
(h) 和賀 (WGA)



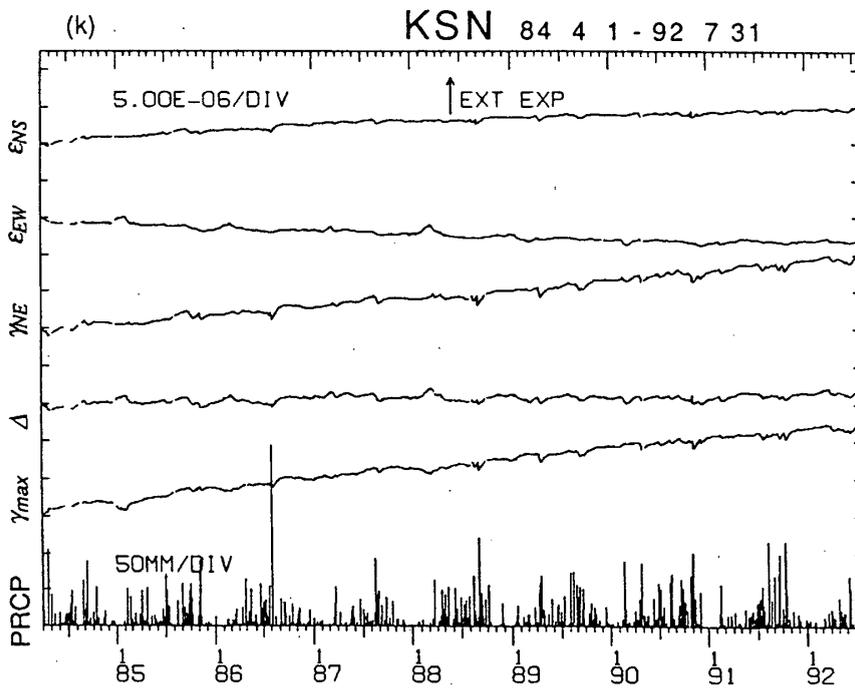
(i) 黒沢尻 (KRS)

第2図. つづき

Fig. 2 (Continued)



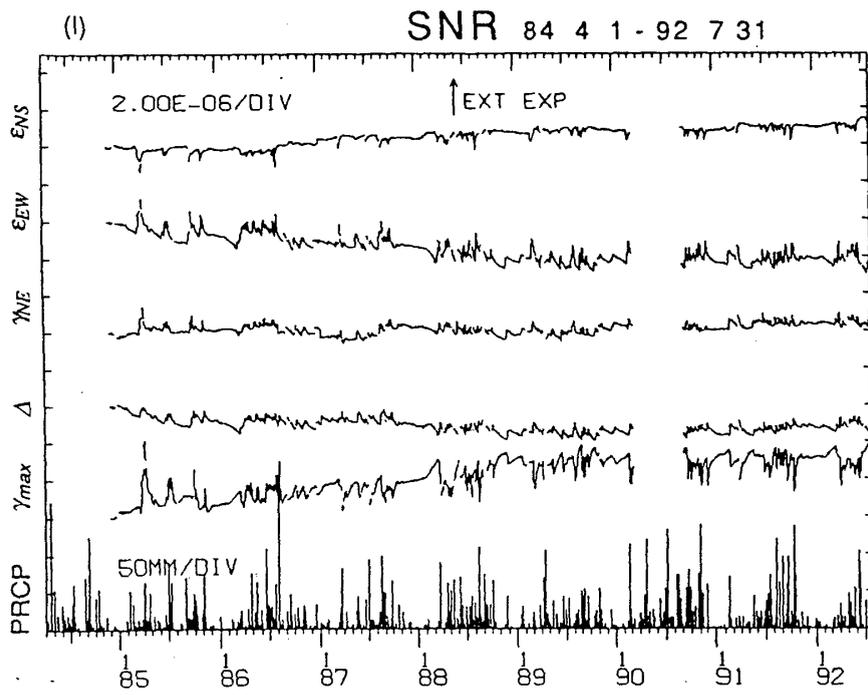
(j) 大東 (DIT)



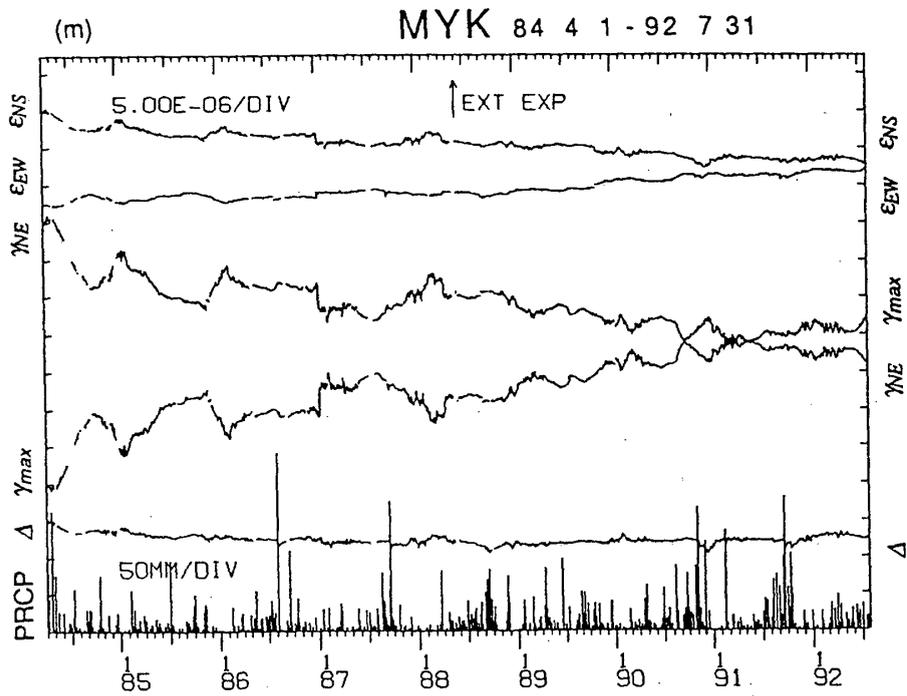
(k) 気仙沼 (KSN)

第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)



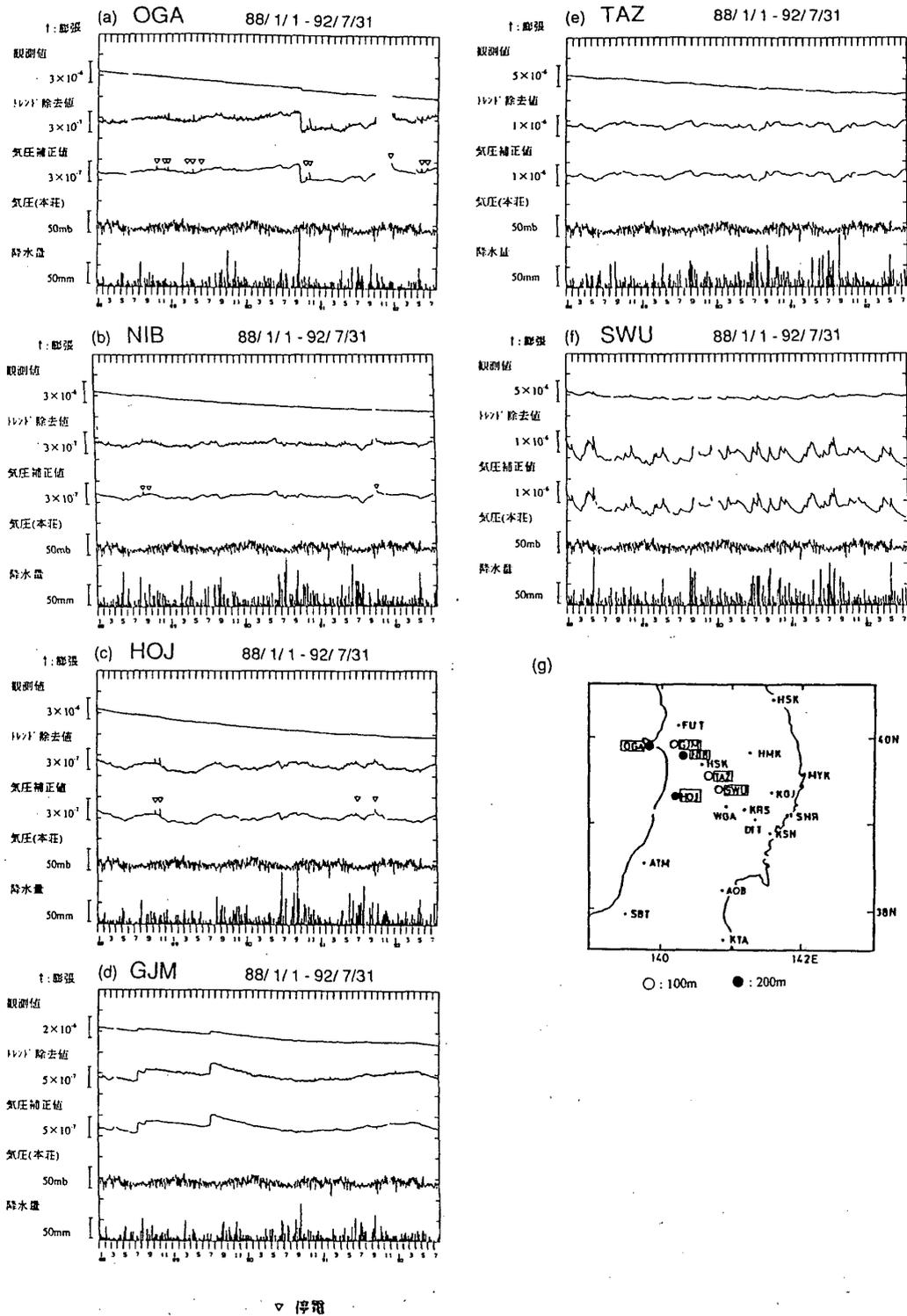
(l) 三陸 (SNR)



(m) 宮古 (MYK)

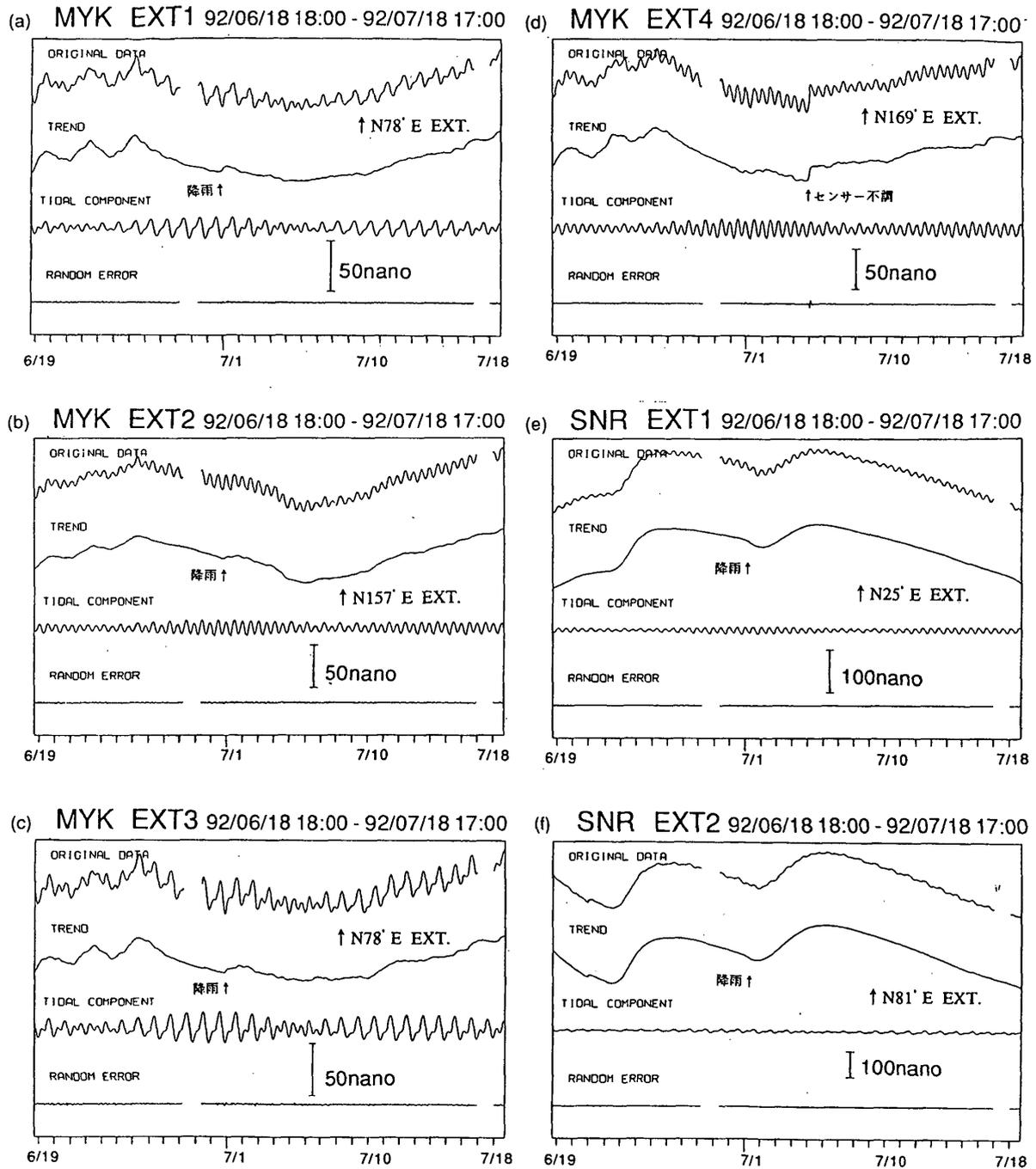
第2図 つづき

Fig. 2 (Continued)



第3図 体積歪計により観測された歪変化 (1988年1月~1992年7月)。(a)男鹿 (OGA), (b)仁別 (NIB), (c)本荘 (HOJ), (d)五城目 (GJM), (e)田沢湖 (TAZ), (f)沢内 (SWU)。各観測点毎に上から観測データ,トレンドを2次式で近似して除去した結果,気圧補正を施した結果,HOJにおける気圧変化,日別降水量を示す。(g)は観測点配置を示す。○印は設置深度が100m,●印は200mの観測点を示す。

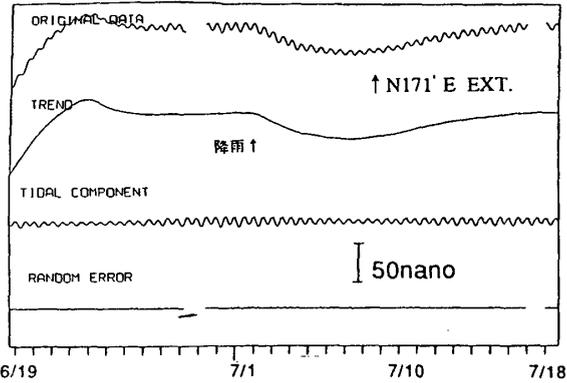
Fig. 3 Strain changes observed by borehole strainmeters at (a) OGA, (b) NIB, (c) HOJ, (d) GJM, (e) TAZ, (f) SWU. From the top, raw data, detrended data, pressure-compensated data, pressure at HOJ, and daily precipitation are shown. (g) is a map showing station location. Open and close circles indicate borehole depths of 100 m and 200 m, respectively.



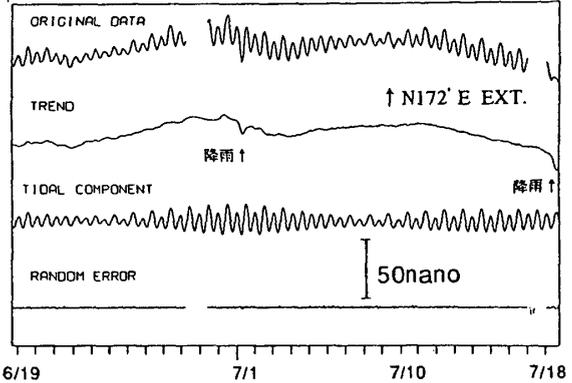
第4図 1992年6月18日18時～7月18日17時までの時間値データとBAYTAP-Gにより分離されたトレンド、潮汐、ノイズの各成分。時間値データとトレンド成分からは時間に対して1次の変化分は取り除いてある。(a)宮古(MYK)伸縮計1(EXT1), (b)宮古(MYK)伸縮計2(EXT2), (c)宮古(MYK)伸縮計3(EXT3), (d)宮古(MYK)伸縮計4(EXT-4), (e)三陸(SNR)伸縮計1(EXT1), (f)三陸(SNR)伸縮計2(EXT2)

Fig. 4 Strain changes before the 1992 Off Sanriku Earthquake (M6.9) for the period from 92/06/18. 18:00 to 92/07/18, 17:00, (a) MYK, EXT1, (b) MYK, EXT2, (c) MYK, EXT3, (d) MYK, EXT4, (e) SNR, EXT1, (f) SNR, EXT2, (g) SNR, EXT3, (h) SNR, EXT4, (i) KSN, EXT1, (j) KSN, EXT2, (k) KSN, EXT3. For each figure, raw data, trend, tidal and random components derived from BAYTAP-G are shown.

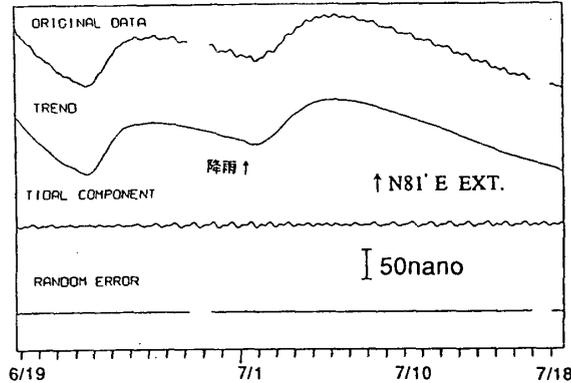
(g) SNR EXT3 92/06/18 18:00 - 92/07/18 17:00



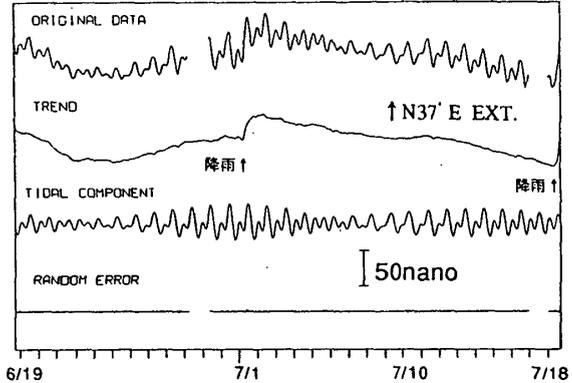
(j) KSN EXT2 92/06/18 18:00 - 92/07/18 17:00



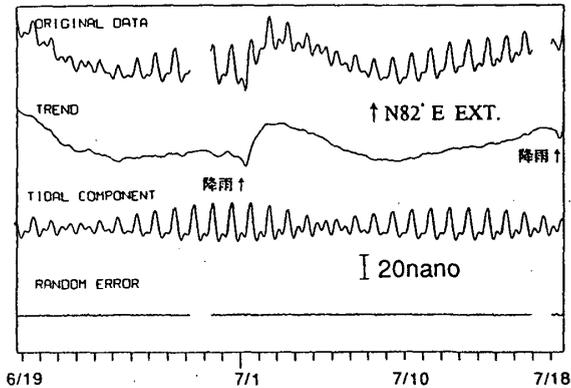
(h) SNR EXT4 92/06/18 18:00 - 92/07/18 17:00



(k) KSN EXT3 92/06/18 18:00 - 92/07/18 17:00

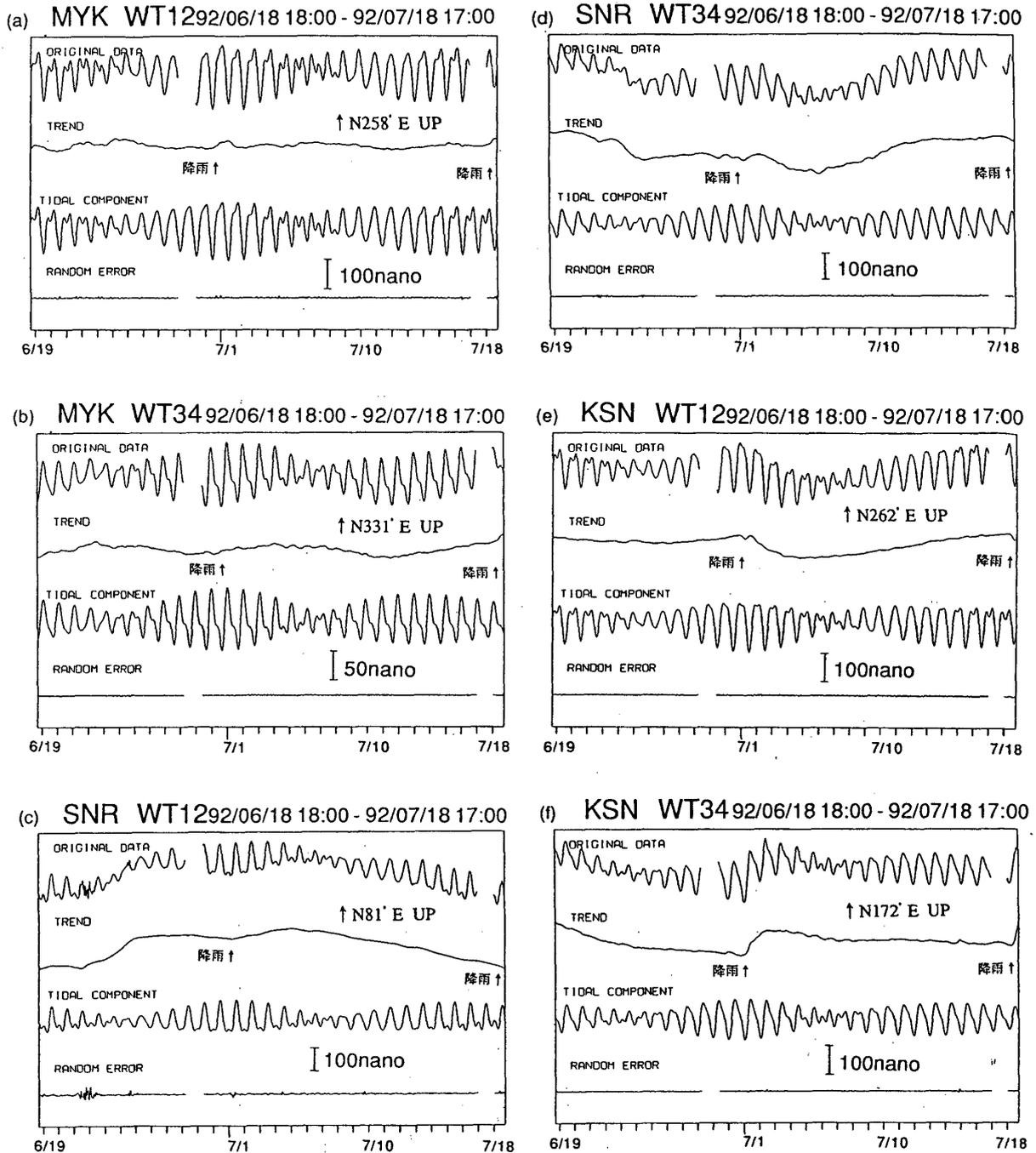


(i) KSN EXT1 92/06/18 18:00 - 92/07/18 17:00



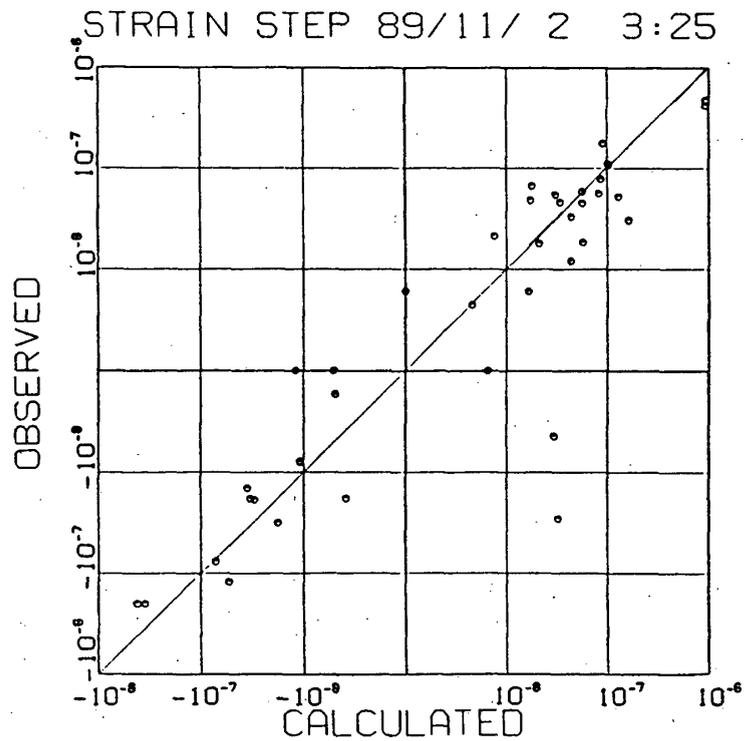
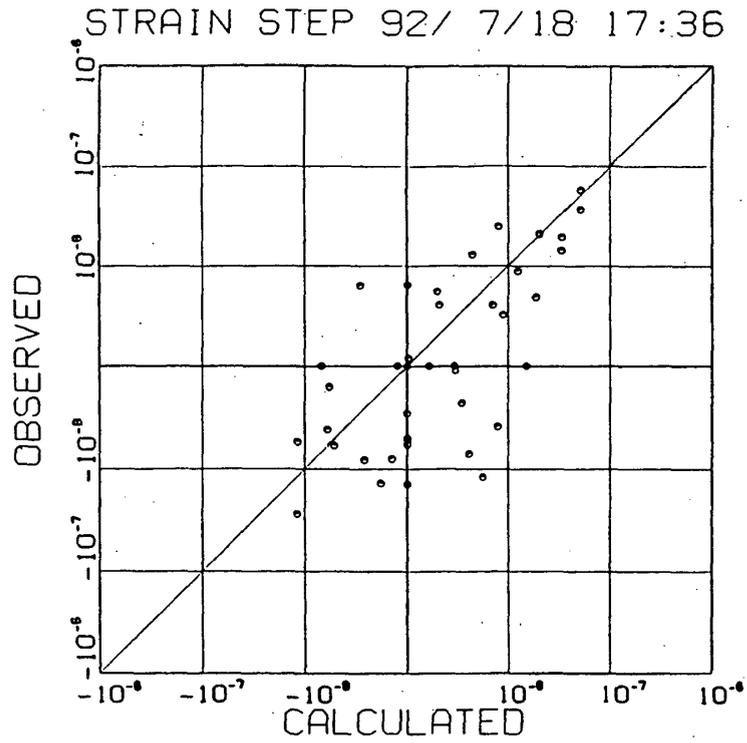
第4図 つづき(g)三陸 (SNR) 伸縮計 3 (EXT3), (h)三陸 (SNR) 伸縮計 4 (EXT4), (i)気仙沼 (KSN) 伸縮計 1 (EXT1), (j)気仙沼 (KSN) 伸縮計 2 (EXT2), (k)気仙沼 (KSN) 伸縮計 3 (EXT3)

Fig. 4 (Continued)



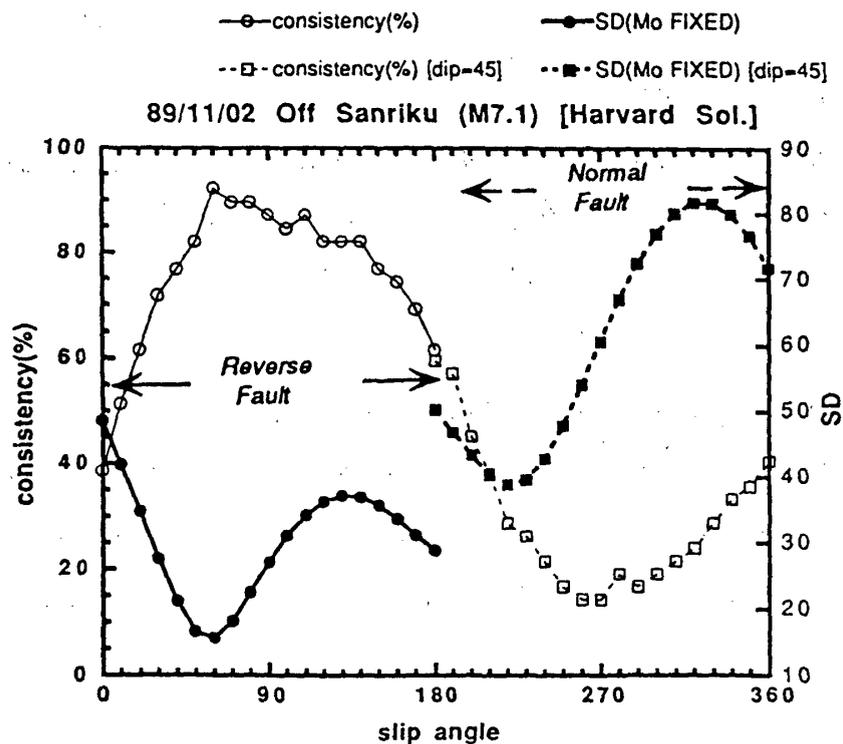
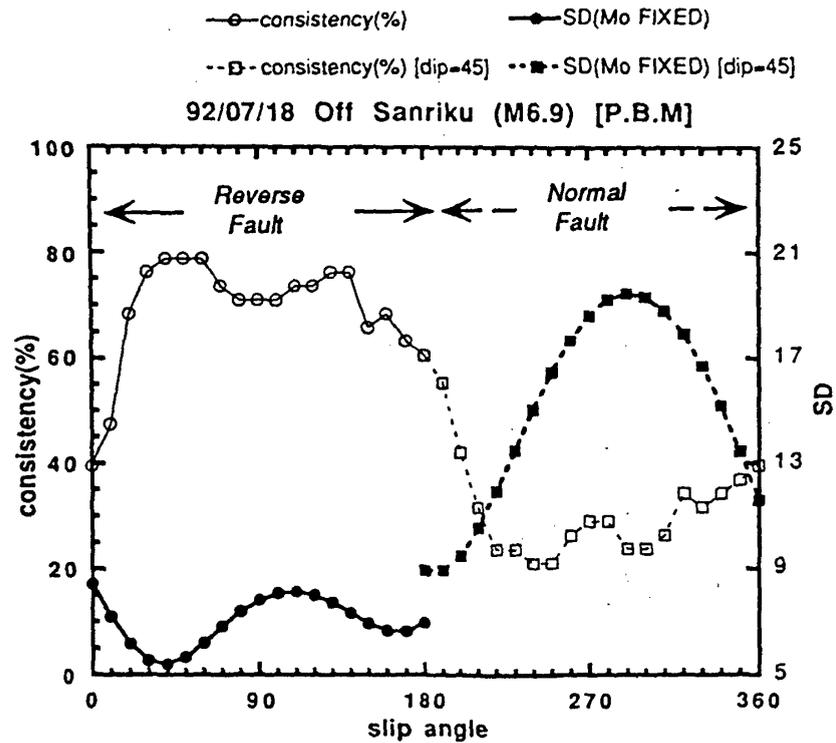
第 5 図 1992年 6 月 18 日 18 時から 7 月 18 日 17 時までの時間値データと BAYTAP-G により分離されたトレンド、潮汐、ノイズの各成分。時間値データとトレンド成分からは時間に対して 1 次の成分は取り除いてある。(a)宮古水管傾斜計 12, (b)同水管傾斜計 34, (c)三陸水管傾斜計 12, (d)同水管傾斜計 34, (e)気仙沼水管傾斜計 12, (f)同水管傾斜計 34。

Fig. 5 Same as Fig. 4 but for tilt changes. (a) MYK, WTT12, (b) MYK, WTT34, (c) SNR, WTT12, (d) SNR, WTT34, (e) KSN, WTT12, (f) KSN, WTT34.



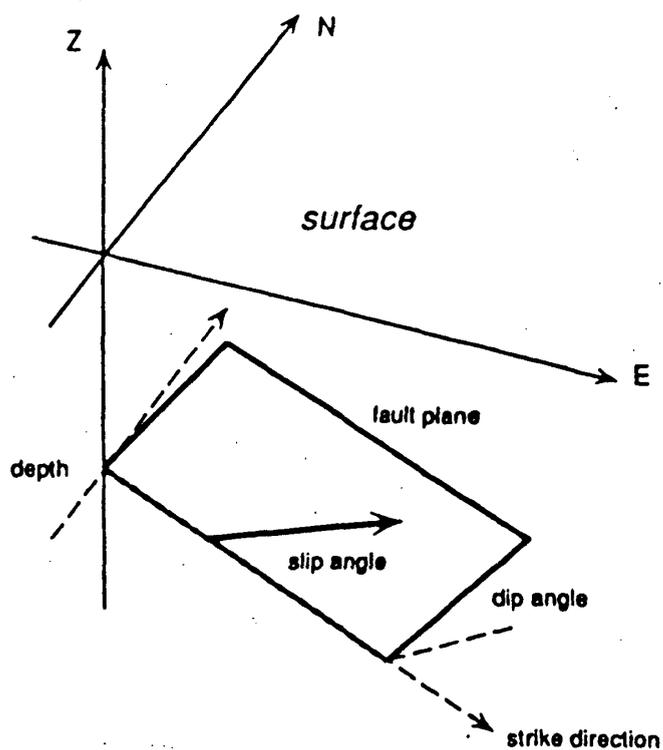
第6図 ストレインステップの観測値と理論値 (USGSのCMT解による) の比較。(a)1992年7月18日 (M6.9)。 (b)1989年11月2日 (M7.1)。

Fig. 6 Observed versus calculated strain steps for (a) the 1992 and (b) the 1989 Off Sanriku Earthquakes. Calculated values are obtained by assuming CNT solutions.



第7図 すべり角を変えたときの観測値と理論値の極性一致度 (○, □) と標準偏差 (●, ■)。(a)1992年7月18日 (M6.9)。(b)1989年11月2日 (M7.1)。すべり角以外のパラメータは各々P. B. M., CMT (第8図参照)を仮定した。ただし、すべり角180度以上 (正断層)では傾斜角はいずれも45度にしてある。

Fig. 7 Polarity consistency (open circles and squares) and standard deviation (close circles and squares) between observed and calculated strain steps for (a) the 1992 and (b) the 1989 Off Sanriku Earthquakes. P.B.M. and CMT parameters (see Fig. 8) are used for calculation. For slip angles larger than 180 (normal faulting), dip angles are set to 45.



### Fault Models

earthquake	model	dip	strike	slip	Mo(Nm)
89/11/02	CMT(HRV)*	14	183	79	$1.4 \times 10^{20}$
92/07/18	CMT(HRV)**	12	179	59	$2.4 \times 10^{19}$
--	P.B.M.***	10	187	--	----

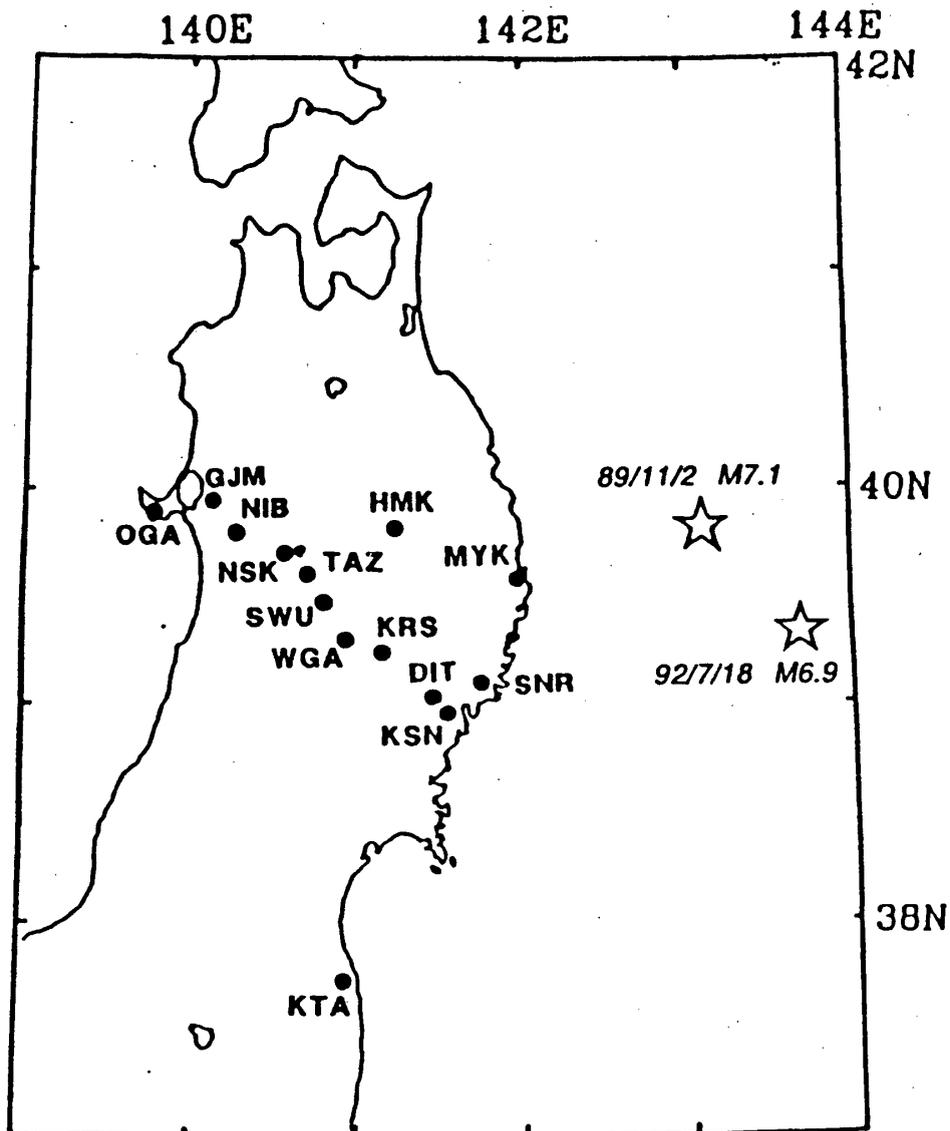
\* : PDE, Monthly Listing, November 1989, NEIC, USGS

\*\* : QED, NEIC, USGS

\*\*\* : assumed from direction of the trench axis and dip angle of the subducting Pacific plate

第 8 図 断層パラメーターの定義法の模式図と理論計算に用いられた各パラメーター

Fig. 8 Schematic presentation for fault parameters and a list of model parameters.



第9図 1992年7月18日 (M6.9), 及び1989年11月2日 (M7.1) の各地震の震央と東北大学の地殻変動観測点の配置図

Fig. 9 Epicenters of the two events occurred off Sanriku coast and locations of sites for strain and tilt measurement.