

## 7 - 6 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測

### Continuous Observations of Crustal, Deformations in and around Intraplate Seismic Gaps

気象研究所

Meteorological Research Institute

前報で報告のとおり<sup>1)</sup>、気象研究所では、いわゆる「内陸部の地震空白域<sup>2)</sup>」の調査研究のため、今津(滋賀県, 35°25'18"N, 136°00'52"E)、敦賀(福井県, 35°37'04"N, 136°04'12"E)及び笹神(新潟県, 37°49'09"N, 139°18'59"E)に、石井式3成分歪計、傾斜計等から成る地殻変動連続観測施設を設置し(第1図)、観測を行っている。

第2～4図に、それぞれ、今津・敦賀・笹神観測点の1996年9月～1997年4月の観測データを示す(時間値)。どの観測点においても、途中で電源系統の障害によると思われるデータの跳躍があったが、図では可能な限り前後のデータを接続して示している。

今津観測点では、歪3成分の内、N56°E方向成分についてほとんど潮汐を記録していないが、昨年末から今年3月にかけての地下水水位の変化に対応する変化(水位の上昇に対し縮み)を3成分共に同じオ-ダ-で記録している。

敦賀観測点では、歪3成分共に同じオ-ダ-で潮汐を記録しており、後述のように理論値と比較して良好な結果が得られている。

笹神観測点では、電源が不安定なためデータの跳躍が多い。昨年10月15日には3成分歪計のN48°W方向成分が故障し修復不能となった。原因は不明。故障に伴い大量の電流が流れたため地中部の温度が上昇し、その影響と思われる変化が歪、傾斜の記録に見られている。なお、故障前の観測ではこの成分についてのみ潮汐の位相が理論に対して70°程度ずれていた。また、昨年12月1日より、今津・敦賀観測点と同様に、地下水水位、気圧、降水量の並行観測を開始した。地下水水位は3月8日以降、水位計故障により欠測。

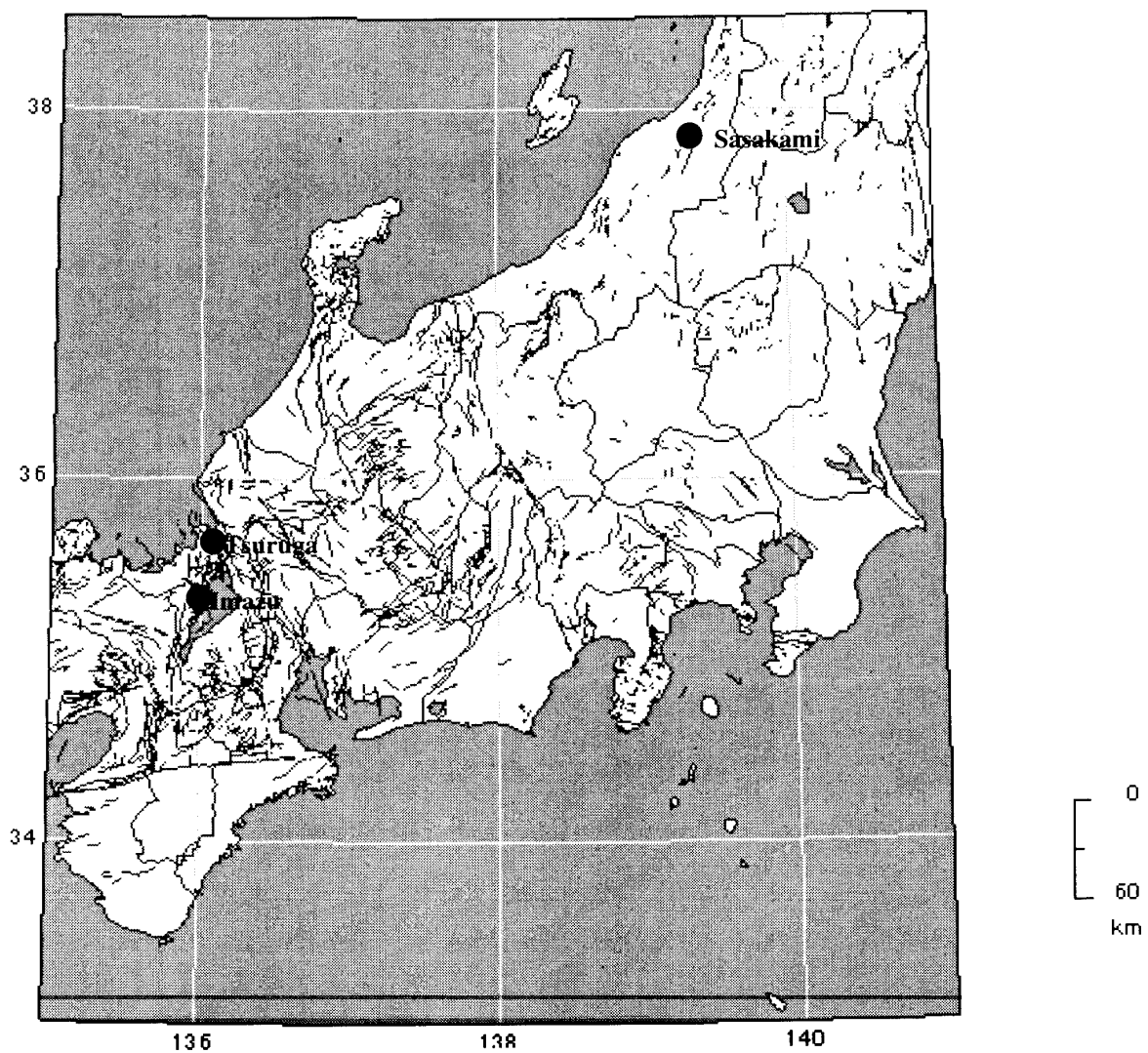
上記3点のうち、現在まで最も良好な記録を得つつある敦賀観測点の3成分歪データにつき予備的解析を行った。まず、筐体の歪値から広域歪値を推定するためのin situキャリブレーションのため、潮汐応答をBAYTAP-G<sup>3)</sup>で解析し、その結果をGOTIC<sup>4)</sup>の理論値(固体潮汐+海洋潮汐荷重効果)と比較した。その際、筐体の動径方向の変形強度が静水圧とせん断応力に関して一般に異なることから、歪計の出力を面積歪と独立な2つのせん断歪に再構成して解析した<sup>5)</sup>。海洋潮汐モデルは従来からのGOTIC標準装備のモデル<sup>6)7)8)</sup>とTOPEX/POSEIDONデータから計算されたもの<sup>9)</sup>を、海岸線データは3次メッシュ(約1km\*1km)まで、荷重変形に関するグリーン関数は1066Aに対する測器の埋設深度における値<sup>10)</sup>を用いた。とでは特にせん断歪について結果に差があるが、おおむね位相は理論と一致し、振幅比(増幅率)は面積歪について0.90～0.93、せん断歪について0.87～1.19と求まった。についての理論と観測の比較をベクトル図として第5図に示す。

また、気圧応答については、気圧変動振幅として最も卓越した30-100時間の周期帯につき、直上の気圧値と面積及びせん断歪に関する線形回帰によって相関を調べたところ(第6図)、面積歪に

については高い相関を示し, 1.55nano - strain/hPa (気圧増に対し縮み) と気圧係数が求まった。これは同じく 1066A についての理論気圧応答係数 (第 7 図) よりやや大きい。せん断歪については予想どおり気圧値との相関は認められない。

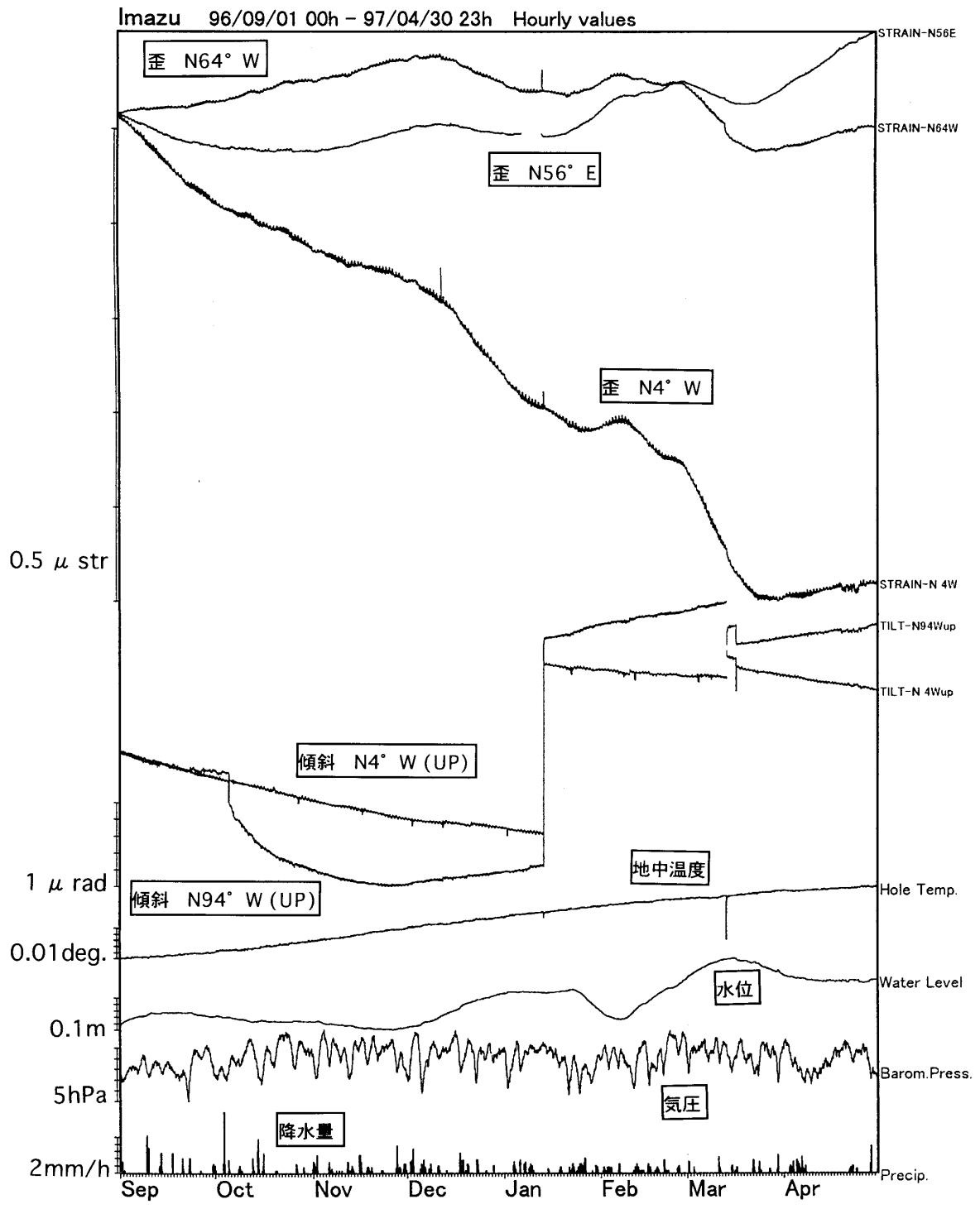
#### 参 考 文 献

- 1 ) 気象研究所 : 内陸部の地震空白域における地殻変動観測, 連絡会報, **57**(1997), 554-558.
- 2 ) 石川有三 : 地震活動空白域の意義, 月刊地球号外, **13** (1995) , 71-80.
- 3 ) Ishiguro et al : A Bayesian approach to the analysis of earth tides, Proc. 9-th international symposium on earth tides.
- 4 ) Sato & Hanada : A Program for the Computation of Oceanic Tidal , loading Effects 'GOTIC' Publ. Int. , at. Obs. Mizusawa, **18** (1984) , 29-47.
- 5 ) Gladwin & Hart : Design Parameters for Borehole Strain Instrumentation, PAGEOPH, **123** (1985) , 59-80.
- 6 ) Schwiderski : On charting global ocean tides, Rev. Geophys. Space Phys., **18**(1980), 243-268.
- 7 ) Tsukamoto & Nakagawa : On Effects of Oceanic Tides upon Gravimetric Tides for Diurnal Constituents, J. Geodetic Soc. of Japan, **24** (1978) 226-233.
- 8 ) Tsukamoto & Nakagawa : On Effects of Oceanic Tides upon Gravimetric Tides for Semidiurnal Constituents, J. Geodetic Soc. of Japan, **26** (1980) 26-34.
- 9 ) 松本他 : 重力潮汐観測から推定される固体地球の Q , 地球惑星科学関連学会 1997 年合同大会予稿集 E31-P22s.
- 10 ) 上垣内他 : ボアホ - ル式 3 成分歪計の潮汐・気圧応答 , 地球惑星科学関連学会 1997 年合同大会予稿集 E31-P14s.



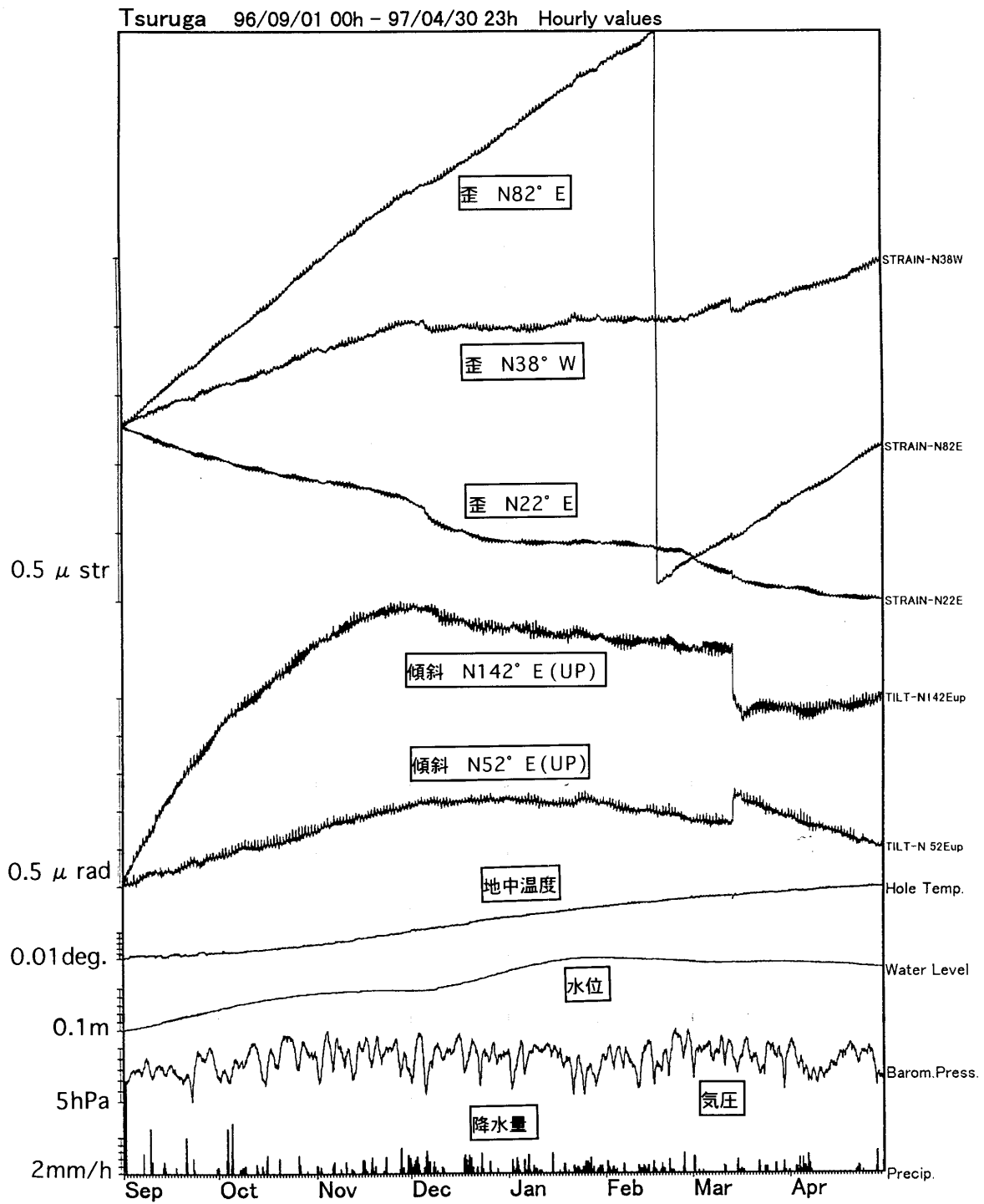
第 1 図 今津・敦賀・笹神観測点の位置

Fig. 1 Locations of crustal deformation observation stations(Imazu, Tsuruga, Sasakami).

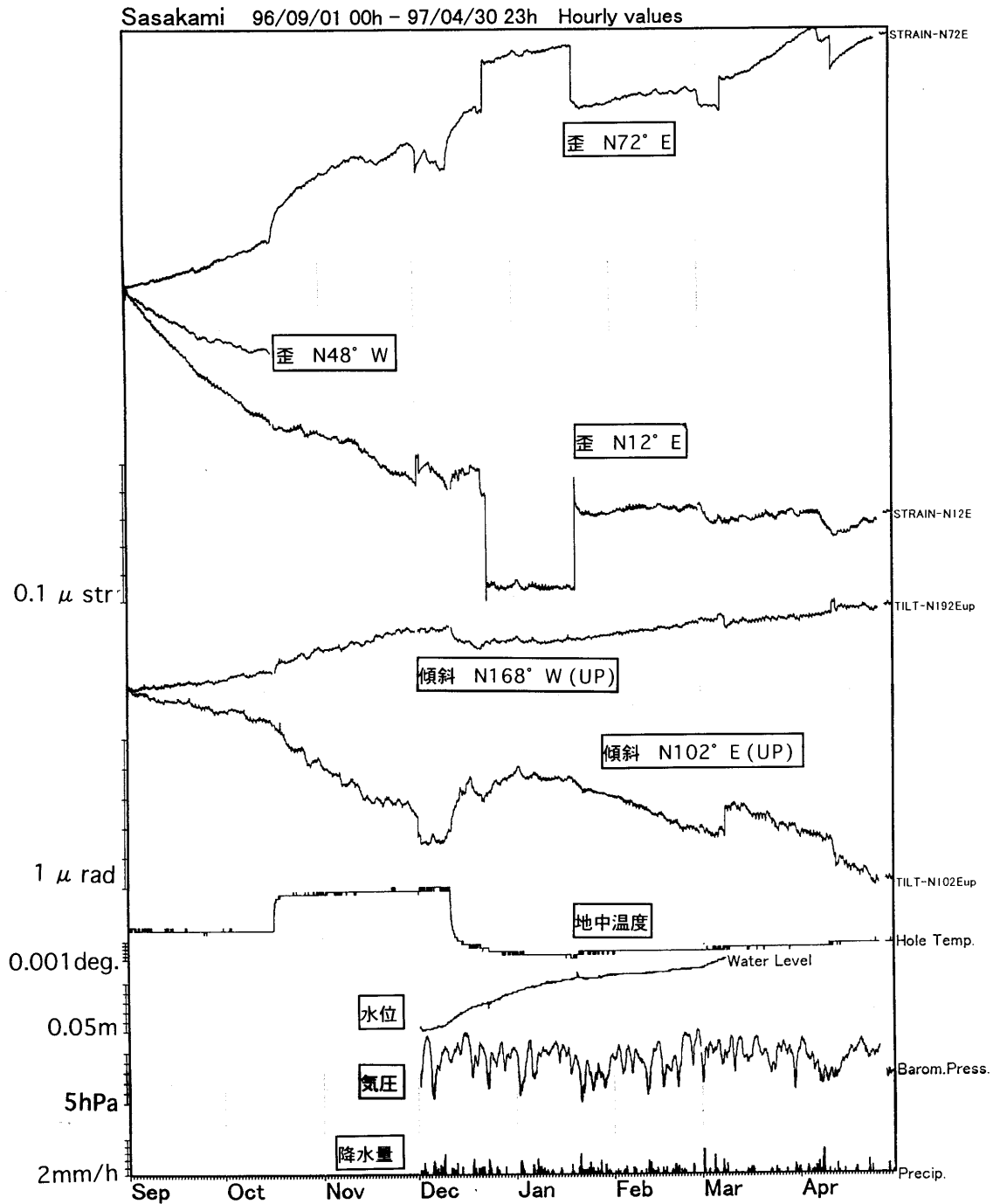


第2図 1996年9月~1997年4月の今津観測点における歪・傾斜変化(時間値)

Fig. 2 Changes of crustal strain and tilt at Imazu, Sept.,1996-Apr.,1997(Hourly values).

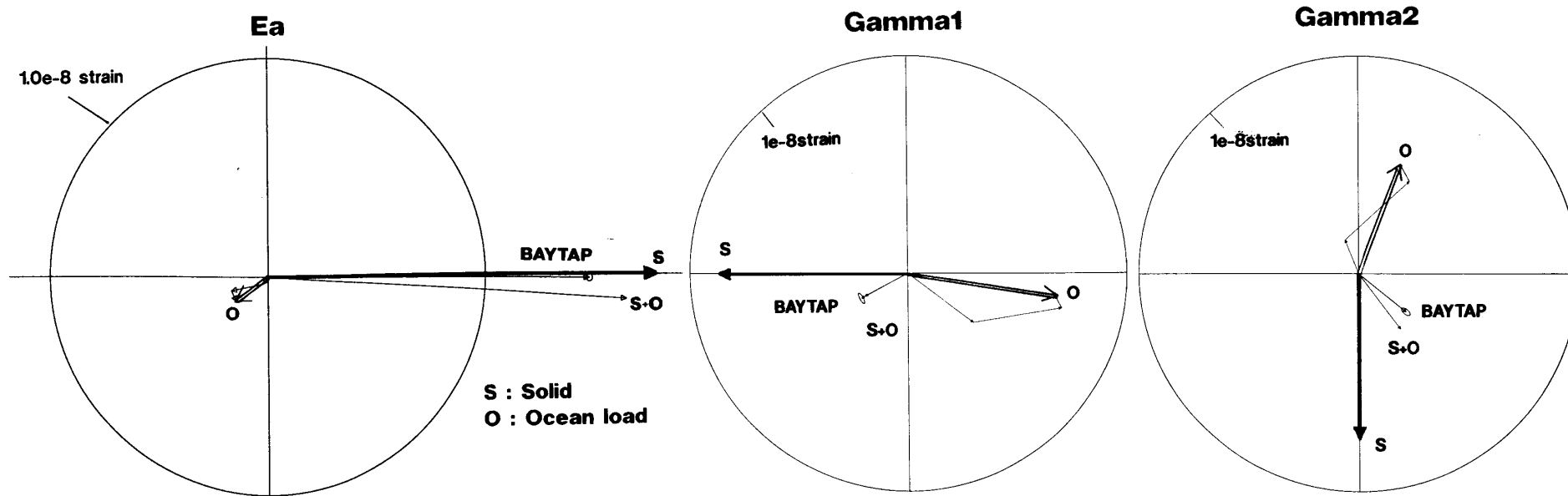


第3図 1996年9月～1997年4月の敦賀観測点における歪・傾斜変化(時間値)  
 Fig. 3 Changes of crustal strain and tilt at Tsuruga, Sept.,1996-Apr.,1997(Hourly values).



第4図 1996年9月～1997年4月の笹神観測点における歪・傾斜変化(時間値)  
 3成分歪計のN48°W方向成分は昨年10月15日以降欠測  
 昨年12月1日より地下水位，気圧，降水量の観測を開始

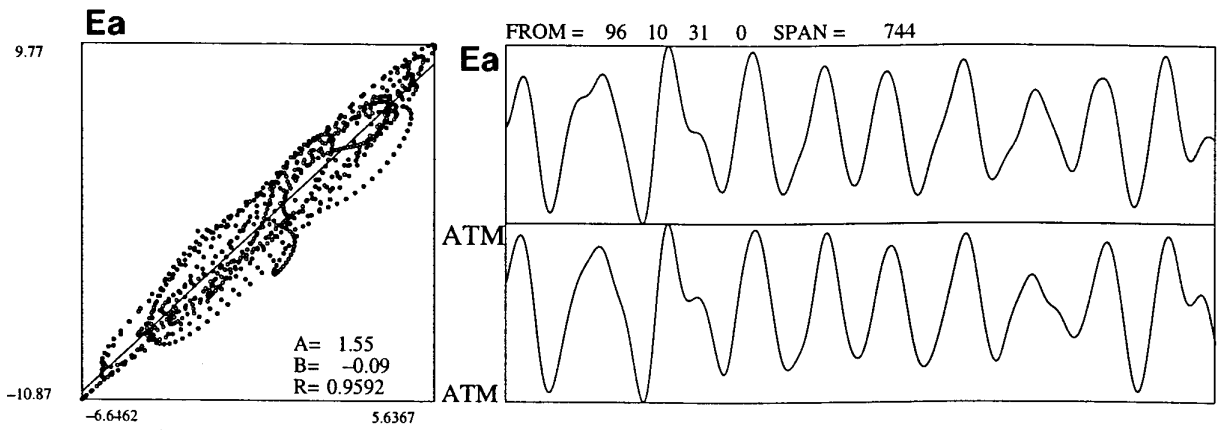
Fig. 4 Changes of crustal strain and tilt at Sasakami, Sept., 1996-Apr., 1997 (Hourly values)  
 Strain of N48W direction has not been observed since Oct.15,1996.  
 Water level, barometric pressure and precipitation have been observed since Dec.1,1996.



第 5 図 潮汐応答の観測と理論の比較ベクトル図 (M2)

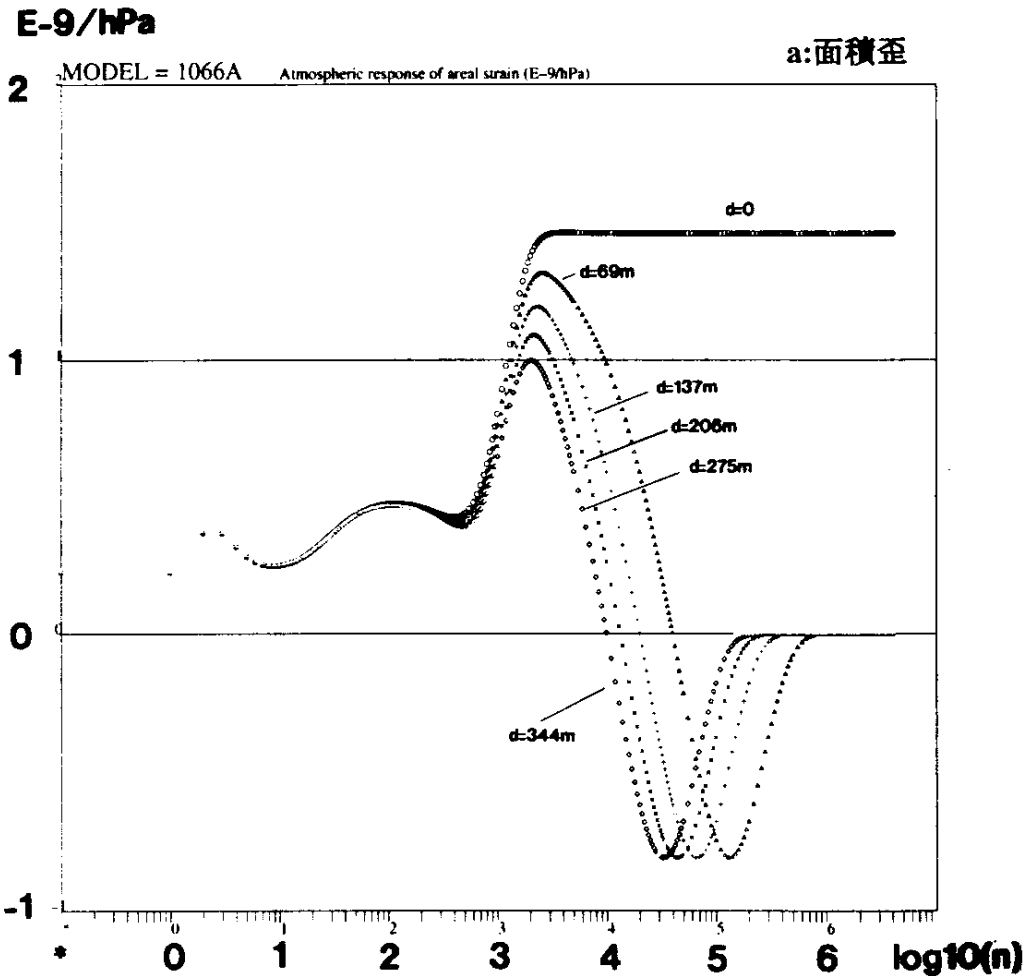
観測点の局所座標系に準拠して,  $Ea = E_{ee} + E_{en}$ ,  $\text{Gamma}1 = E_{ee} - E_{en}$ ,  $\text{Gamma}2 = 2 * E_{ne}$ 。原点からの距離が振幅を, 右向き水平方向から時計回りに位相遅れを表す。S:Solid Tide, O:Ocean Tide loading Effect, BAYTAP:観測値の解析結果。

Fig. 5 Vector map of tidal response for obs.(BAYTAP) & theory(S+O)(M2). The angle measured clockwise from rightward horizontal denotes phase lag.



第 6 図 気圧及び面積歪にパスバンド 30 から 100 時間のフィルタ - を施した  
時系列 (右) と相関図 (左)。

Fig. 6 Time series of bandpass filtered ( $T=30-100$ hours) atmospheric pressure and areal strain (right), and correlation map(left).



第 7 図 1066A に対して計算された理論気圧応答係数。横軸は気圧荷重分布を球面調和関数展開した場合の波数  $n$  の対数。波長とはおおむね (地球円周/ $n$ ) で対応。縦軸の単位は nano - strain/hPa。d=は地表からの深度を表す。

Fig. 7 Theoretical atmospheric response coefficient for 1066A.  $n$  denotes wave number of atmospheric pressure distribution developed by spherical harmonic function. The unit of the ordinate is nano-strain/hPa.  $d=$  denotes depth from the surface.