

## 2-8 GPS連続観測により推定された1994年三陸はるか沖地震の断層運動モデル Faulting Process of the 1994 Far East Off Sanriku Earthquake Inferred from GPS Observation

東北大学理学部  
Faculty of Science, Tohoku University

1994年12月28日、青森県八戸市沖を震源とする三陸はるか沖地震(M7.5)が発生した。東北大学のGPS連続観測網(第1図)により、この地震に伴った近く変動が観測された(第2図)。最大の水平変動量は、青森県の階上観測点においてほぼ真東の方向に約11cmであった。国土地理院の久慈観測点でも震央方向に約8cmの変位が観測されている(辻・他, 1995<sup>1)</sup>)。

第3図～第4図は東北大学の温海(山形)一階上基線、および国土地理院の利府(宮城)一久慈基線それぞれの基線ベクトル各成分の時系列であるが、これによると、最大余震(1995年1月7日、M6.9)についても階上、久慈両観測点では、2cm程度のコサイスマミックな水平変動が観測されている。

これらの観測結果をもとに、東北大学の微小地震観測網により得られた余震分布や、CMT解等を参考にして断層パラメータを試行錯誤的に求めた結果を第1表に示す。本震の断層面は傾斜角の異なる2枚の矩形断層を、最大余震については1枚の矩形断層を仮定した。本震について得られたパラメータから計算した水平変動を第2図の細い矢印で示してあるが、計算結果と観測結果は概ね調和的であることがわかる。

第3図～第4図で示した時系列を見ると、本震後から約20日間にわたって余効的な変動も見られる。時定数は約10日である。同様の余効変動は階上観測点の伸縮計による歪変化でも観測されている(第5図)。このように、全く異なる観測手法で、また複数の観測点で同様の現象が観測されていることから、今回観測された余効変動が計測上のノイズや局所的なものではなく、広域の地殻変動である可能性が高いといえる。

今回の地震の周辺では、1989年と1992年にも今回の地震と同じ低角逆断層型の地震が発生しており、特に後者については明瞭な余効変動を伴っていた(例えばMiura et al., 1993<sup>2)</sup>など)。時定数は0.5日と今回の地震よりは短かった。

観測された余効変動を準静的な非地震性断層運動によってモデル化した結果を第3図～第4図の時系列に点線で示した。ここでは、最も単純に非地震性の断層は本震のそれとまったく同じ位置、同じメカニズムとし、モーメントのみを観測結果に合うように調整した。したがって、モデルによる変位は次式のように定式化される。

$$u(t) = \sum H(t - \tau_i) u_i + H(t - \tau_1) \alpha u_1 [1 - \exp\{- (t - \tau_1) / T\}]$$

ただし、 $i$ はイベント番号(ここでは1が本震、2が最大余震)、 $\tau_1$ は発震時、 $u_i$ はイベント $i$ による変位、 $\alpha u_1$ 、 $T$ は非地震性断層運動による変位、および時定数を示す。 $\alpha=0.3$ 、 $T=10$ 日とした場合に観測結果と調和的であった。したがって、本震が起こった後その3割程度の非地震性断層運動( $M_w 7.5$ )があったことが推定される。

参 考 文 献

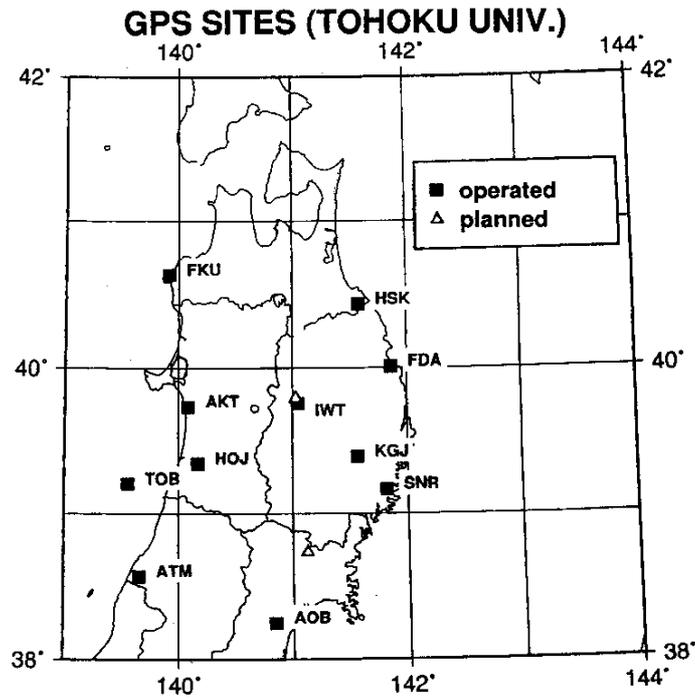
- 1) 辻 宏道・飯村友三郎・小林勝博・森下 一・畑中雄樹・鎌田高造・阿部義昭, 1995, 全国 GPS 連続観測システムの初期成果, 地球惑星関連学会 1995 年合同大会予稿集, p.522.
- 2) Miura, S., K. Tachibana, T. Sato, K. Hashimoto, M. Mishina, N. Kato, and T. Hirasawa, 1993, Postseismic slip events following interplate thrust earthquakes occurring in subduction zone, The Eighth Int. Symp. on Recent Crustal Movements (CRCM '93), Program and Abstracts, p.29.

第 1 表 1994 年三陸はるか沖地震 (M7.5), およびその最大余震の断層パラメーター。

Table. 1 Source parameters for the main shock and largest aftershock of the 1994 far east off Sanriku earthquake (M7.5).

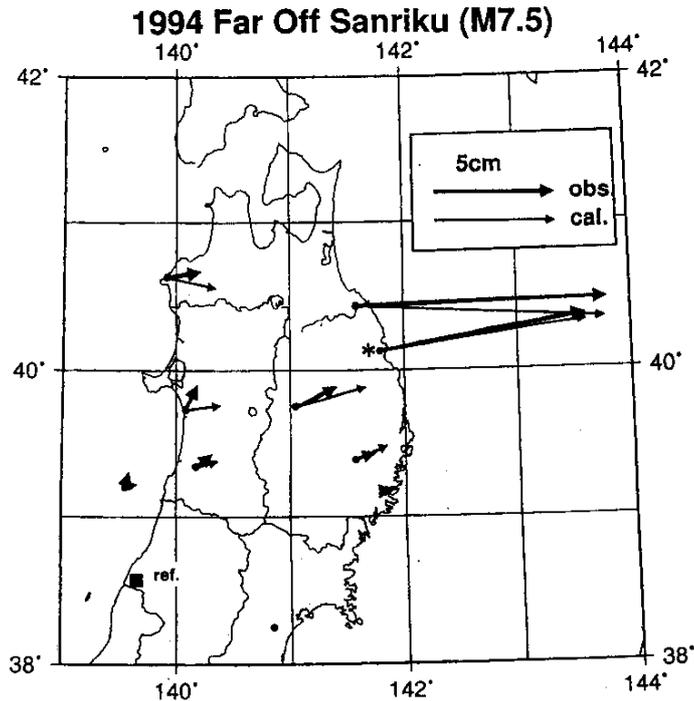
parameter	Main Shock		Largest Aftershock
	fault # 1	fault # 2	fault # 1
$M_0$	$3.4 \times 10^{27}$ dyne•cm	$1.7 \times 10^{27}$ dyne•cm	$5.6 \times 10^{26}$ dyne•cm
$M_w$		7.8	7.2
Strike angle	N184° E	N184° E	N184° E
Dip angle	8°	35°	35°
Slip angle	70°	90°	90°
Length × Width	60km × 100km	50km × 60km	40km × 60km
Dislocation	1.57m	1.57m	0.65m
Latitude*	40.24° N	40.55° N	40.30° N
Longitude*	144.04° E	142.85° E	142.84° E
Depth*	10km	24km	24km

\* at midpoints of upper edges of faults



第 1 図 東北大学の GPS 連続観測点

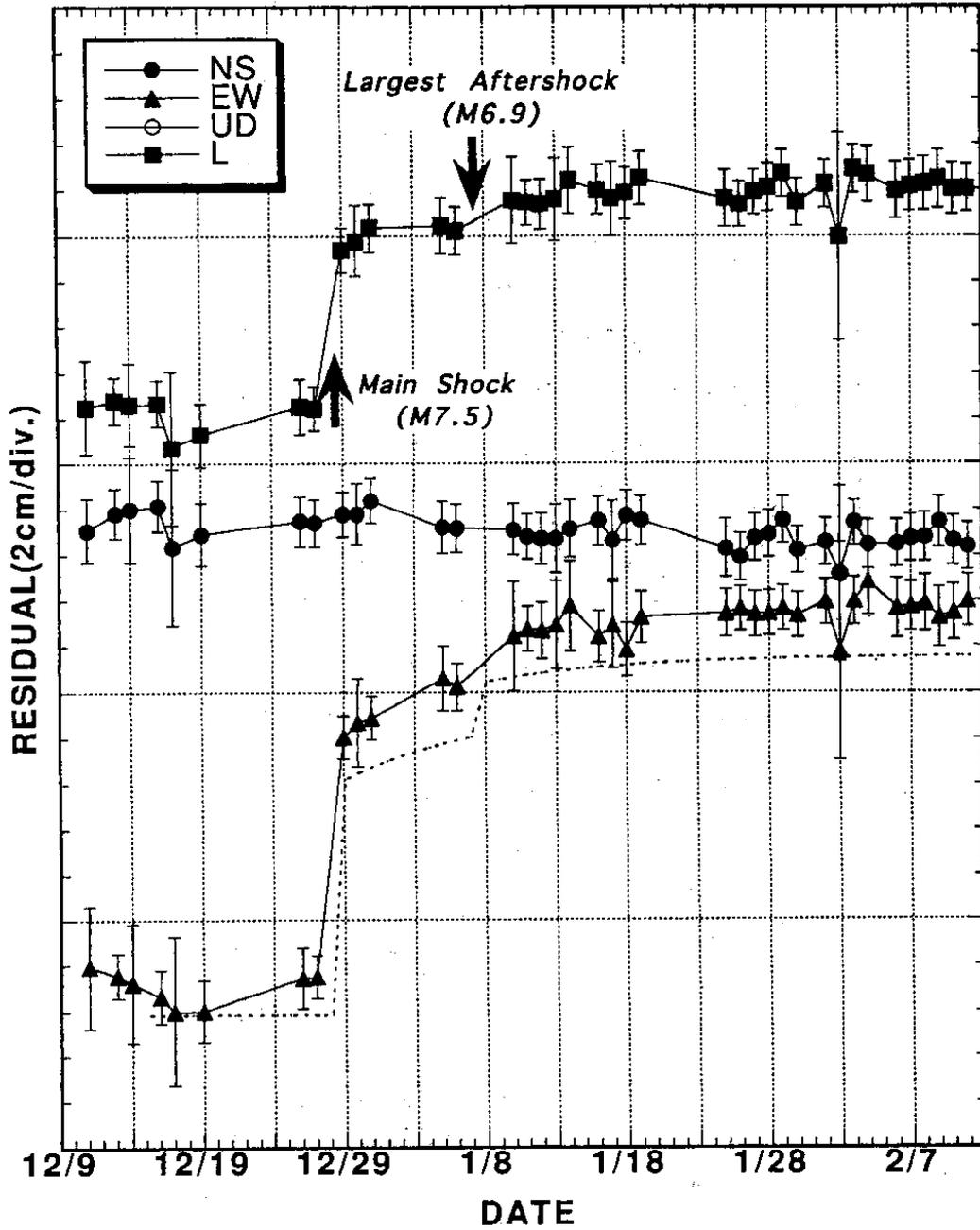
Fig.1 Map showing locations of GPS permanent sites in Tohoku district.



第 2 図 GPS により観測された 1994 年三陸はるか沖地震 (M7.5) に伴った水平地殻変動。太い矢印が観測値, 細い矢印が断層モデルから計算された変動を示す。いずれも温海観測点を基準としている。ただし, \*は国土地理院の久慈観測点で利府観測点を基準にした結果である [辻・他, (1995)]。

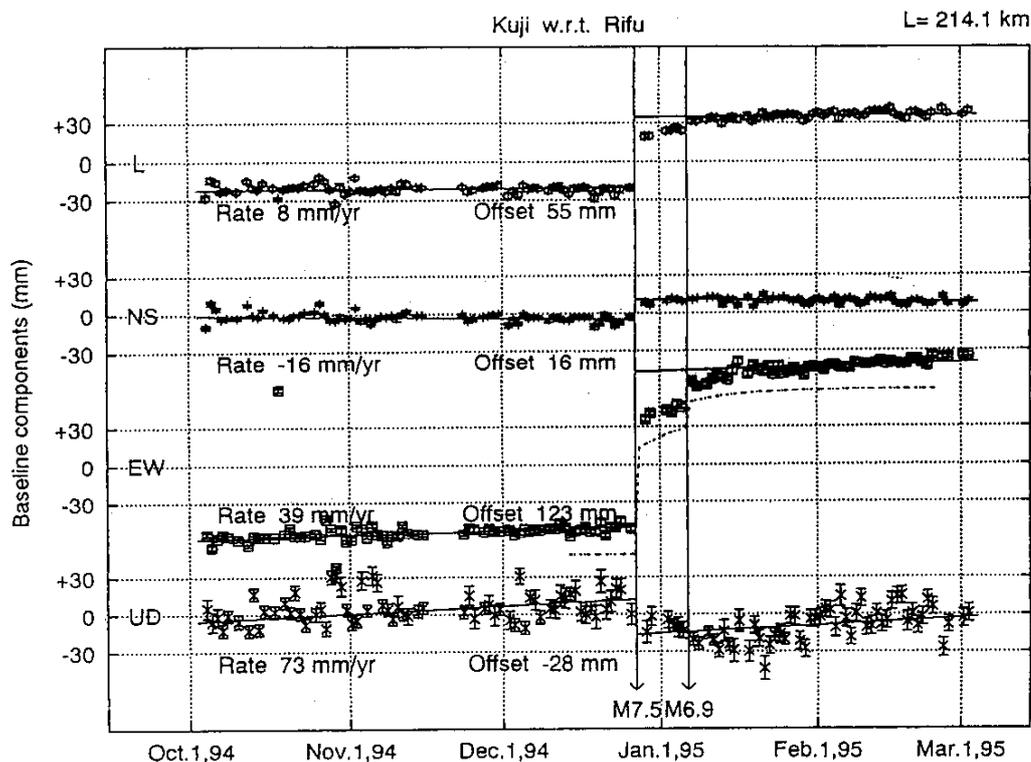
Fig. 2 Displacement vectors relative to ATM caused by the 1994 far east off Sanriku earthquake (M7.5). Bold and thin arrows indicate observed and calculated ones, respectively. Vectors noted with \* is for Kuji station of Geographical Survey Institute with reference to Rifu station (after Tsuji et al., 1995).

# BASELINE: ATM-HSK

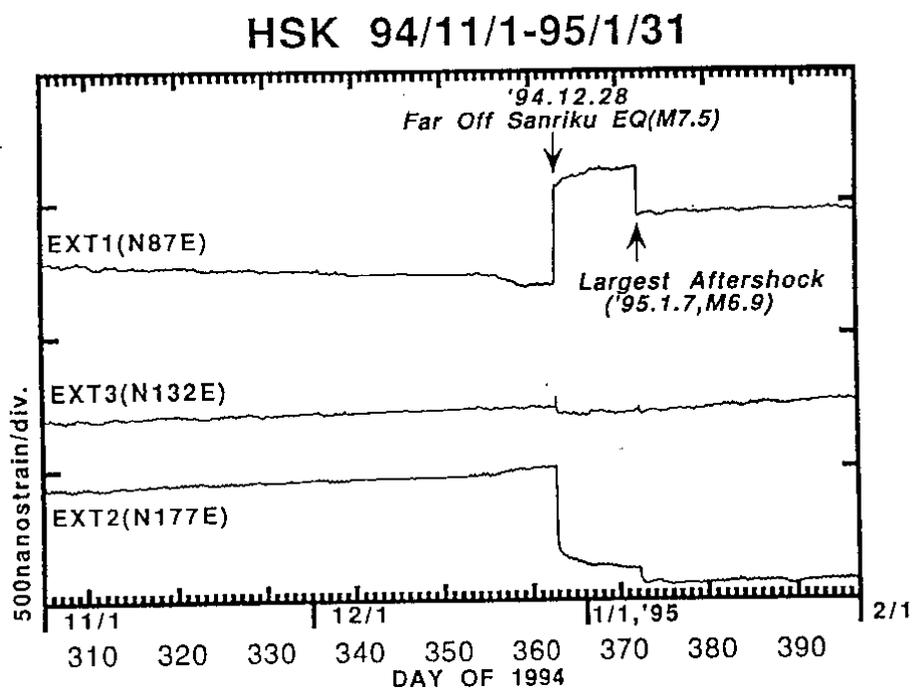


第3図 温海一階上基線の基線ベクトル各成分の時系列。点線は本震，最大余震および余効変動を含む断層モデルから計算された東西成分の時系列を示す。

Fig. 3 Daily variations of baseline vector components and length of ATM-HSK baseline for the period including the 1994 far east off Sanriku earthquake (M7.5) and its largest aftershock.



第4図 第3図に同じ。ただし、データは国土地理院の利府-久慈基線。[辻・他, (1995) に加筆]。  
 Fig. 4 Same as Fig. 3 but for Rifu-Kuji baseline operated by Geographical Survey Institute (after Tsuji et al., 1995).



第5図 階上観測点の石英管伸縮計により観測された歪変化。計器の長さは約3mである。  
 Fig. 5 Strain changes observed by extensometers installed at HSK for the period including the 1994 far east off Sanriku earthquake (M7.5) and the largest aftershock. Lengths of the instruments are about 3 meters.