

3-9 現在のGPS観測網で観測した場合の1923年関東地震

Kanto Earthquake (1923, M = 7.9) Observed by the Present GPS Observation Net

東京大学地震研究所

Earthquake Research Institute, University of Tokyo

南関東・相模湾地域においてはGPSの全国共同観測が1988年に最初の測定が開始されてから3回実施されている。この地域においては1923年にマグニチュード7.9の関東大地震が発生しており大きな被害をもたらした。この地震で発生した地殻変動は国土地理院による三角測量・水準測量により検出されており、水平変動も報告されている(佐藤, 市原¹⁾, 中根²⁾)。当時は地殻変動連続観測所も、GPSあるいは光波観測などもなく三角測量や水準測量が地殻変動を観測できる方法であった。関東地震と同様の地震がもし現在発生した場合にどのような地殻変動が観測されるであろうか。これを調べることは今後も南関東に発生することが予想される地震の予知研究に有効である。

ここでは中根²⁾による関東地震前後の二等水準点の解析結果を用いて、現在のGPS観測網における観測結果を計算し考察を加えた。

第1図は中根の結果を用いて計算した南関東におけるGPSおよび光波観測点において関東大地震の場合に発生した水平変位である。小田原と油壺、鎌倉観測点などとの基線長の変化は4m近い水平変位が生じており、小田原では1.7m、房総半島の野島崎では1.8m水平変位である。GPSの場合は基線長の変化すなわち二点間の観測値の差をとることによって精度が向上するので、そのような場合を計算してみる。計算は佐藤³⁾によるプログラムを用いた。第2図はTrimble受信機の観測点において計算された小田原観測点との基線長変化である。鎌倉、油壺、野島崎などはそれぞれ1.3m, 1.6m, 9.4mの伸びとなっている。水平変位の場合と異なり相対変位は小さくなっている。小田原より北の観測点との相対変位は非常に小さくなっている。これは小田原観測点も他点と同様に変位しているため差をとると小さくなってしまいうためである。それでは出来るだけ大きな観測値を得るためにはどのようにすればよいのであろうか。堂平観測点との相対変位を示したのが第3図である。この場合には各点の相対変位の大きさは地震にともなって生じた水平変位と同じオーダーである。堂平観測点における変位がほとんどゼロであるためこのような結果になったものである。すなわち大きな観測値を得るためには固定と考えられる点を観測点にすることも必要である。

次に、WM102の受信機をセットした観測点の例を次に示す。第4図は網代観測点との相対変位を示している。この場合にはすべての場合において縮みの値を示している。

GPS観測点の場合を調べてきたが光波測量の観測点の場合はどうであろうか。三浦半島と房総半島にかけて東京大学地震研究所の浦賀水道および鋸山基線網の場合を計算し、第5図に示した。鋸山を中心に放射状の基線であるが方向により変位量は非常に異なる。最大は-1.8mの縮みであるが全体的に第1図に示したような各点の水平変動の大きさと比べると非常に小さくなっている。特に油壺の水平変動は4m程度あったにもかかわらず鋸山観測基点との相対変位となると0.13mの伸びと非常に小さな値になる。これは地震の規模に比較して観測基線の距離が短いため観測点間の水平変位の差がないため相対変位が小さくなったものである。

次に関東地震にともなって生じた歪み量について検討してみる。第6図には中根(1978)による関東地震による歪み変化である。この図からわかることは地震にともなった歪み量は 10^{-4} と非常に大きいことと歪み変化の分布が変位の分布のように単純ではなく複雑なことである。伸縮計や傾斜計などの地殻変動連続観測計器は 10^{-8} から 10^{-9} 程度の感度はあるのでコサイスマミックな変化は 10^4 以上の余裕をもって観測できる。

さて地震の前兆現象に関する検知能力はどうであろうか。コサイスマミックな地殻変動と前兆的地殻変動の関係については、まだ明らかになっていないので、仮に前兆変動が地震にともなった変動の100分の1とした場合の観測量を3種類の観測項目に対して表1に示した。単純に大きさのみで考えるとGPSやEDMの場合には前兆変化がコサイスマミックな変化の100分の1以下であれば検知は困難であるが連続観測の場合には十分余裕をもって検知可能である。しかしながら実際にはこれらの観測項目はそれぞれ特徴があり、総合的に観測体制を考えることが重要である。

(石井 紘)

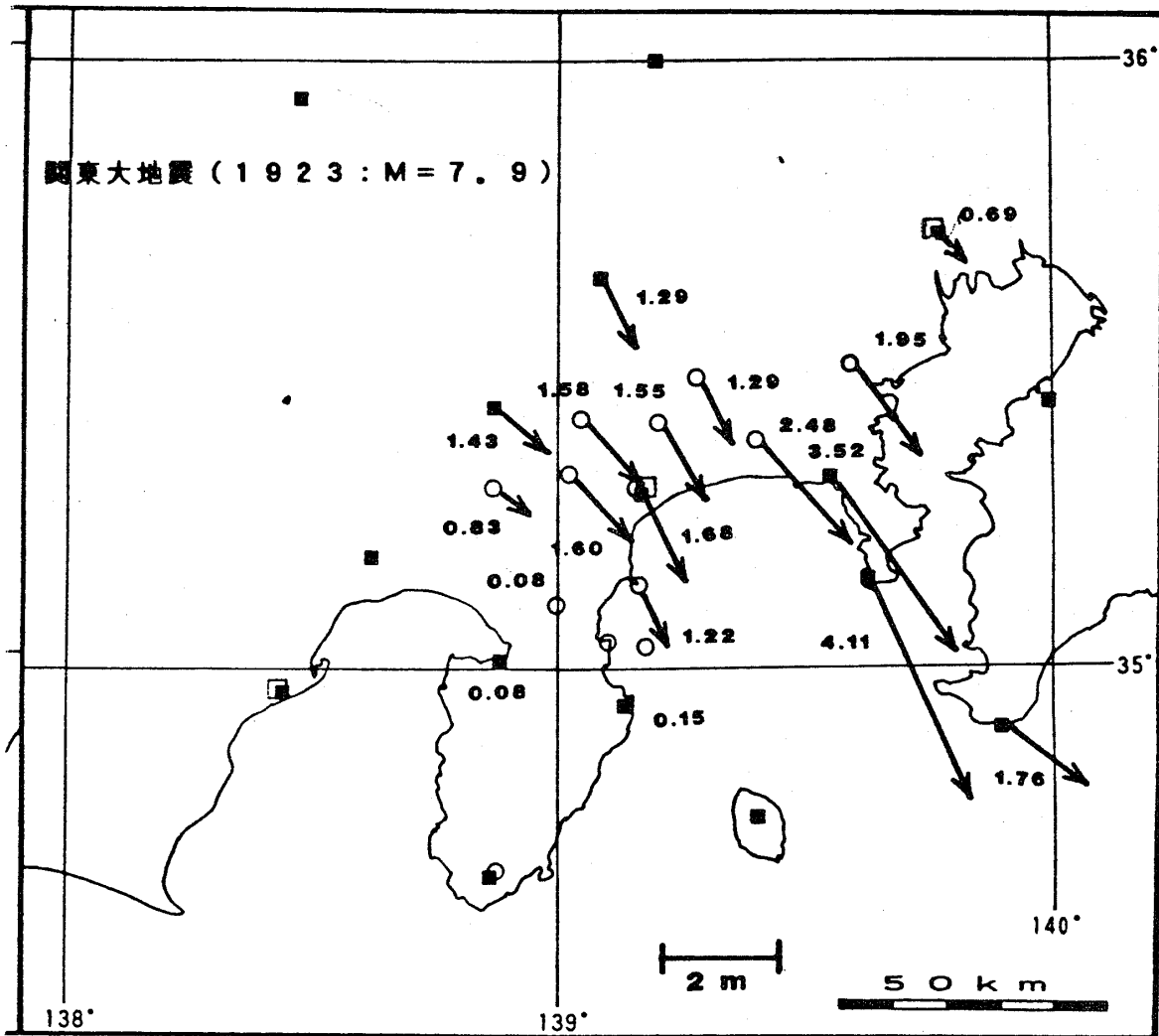
参 考 文 献

- 1) 佐藤裕・市原満：関東震災復旧三角測量について，測地学会誌，17(1971)，178-186.
- 2) 1923年関東地震に伴う二等三角点の変位の再計算，測地学会誌，24(1978)，214-225.
- 3) 佐藤裕：測地学の基礎，(1984)，151p，山海堂.

第1表 1923年関東地震に対する異なる三種類の観測による観測値と検知能力

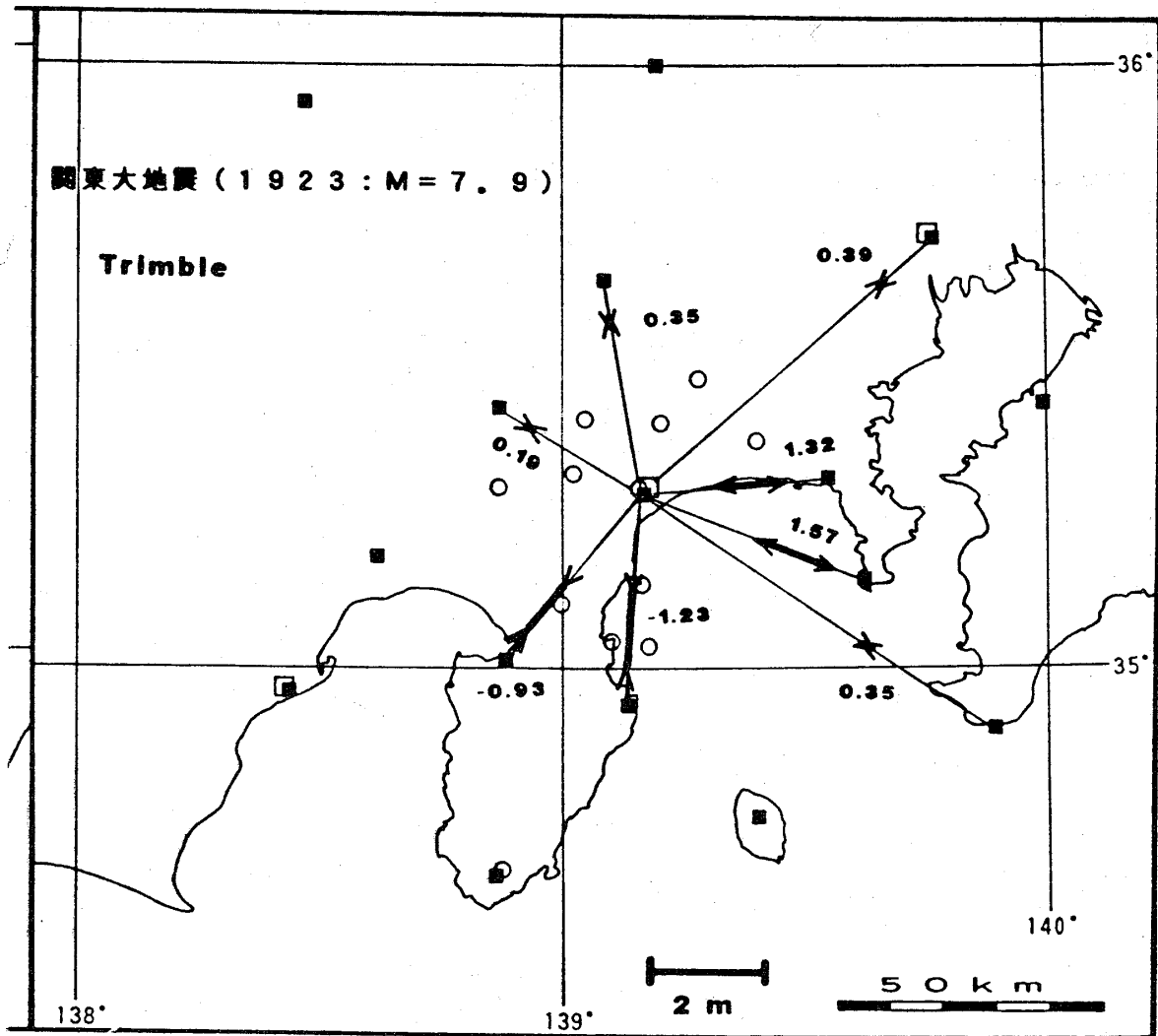
Table 1 Observation value and capability of three observation items for the 1923 Kanto earthquake.

| Observation Items | Change caused by the Kanto earthquake | Change divided by 100 (hypothetical precursory change) | Detectability |
|--|---------------------------------------|--|--------------------------------|
| Continuous Strain Observation | $\approx 10^{-4}$ | $\approx 10^{-6}$ | $\approx 10^{-8} \sim 10^{-9}$ |
| GPS Survey (several km ~ several hundreds km) | ≈ 300 cm | ≈ 3 cm | \approx several cm |
| EDM Survey (several km ~ several tens km) | ≈ 100 cm | ≈ 1 cm | ≈ 1 cm |



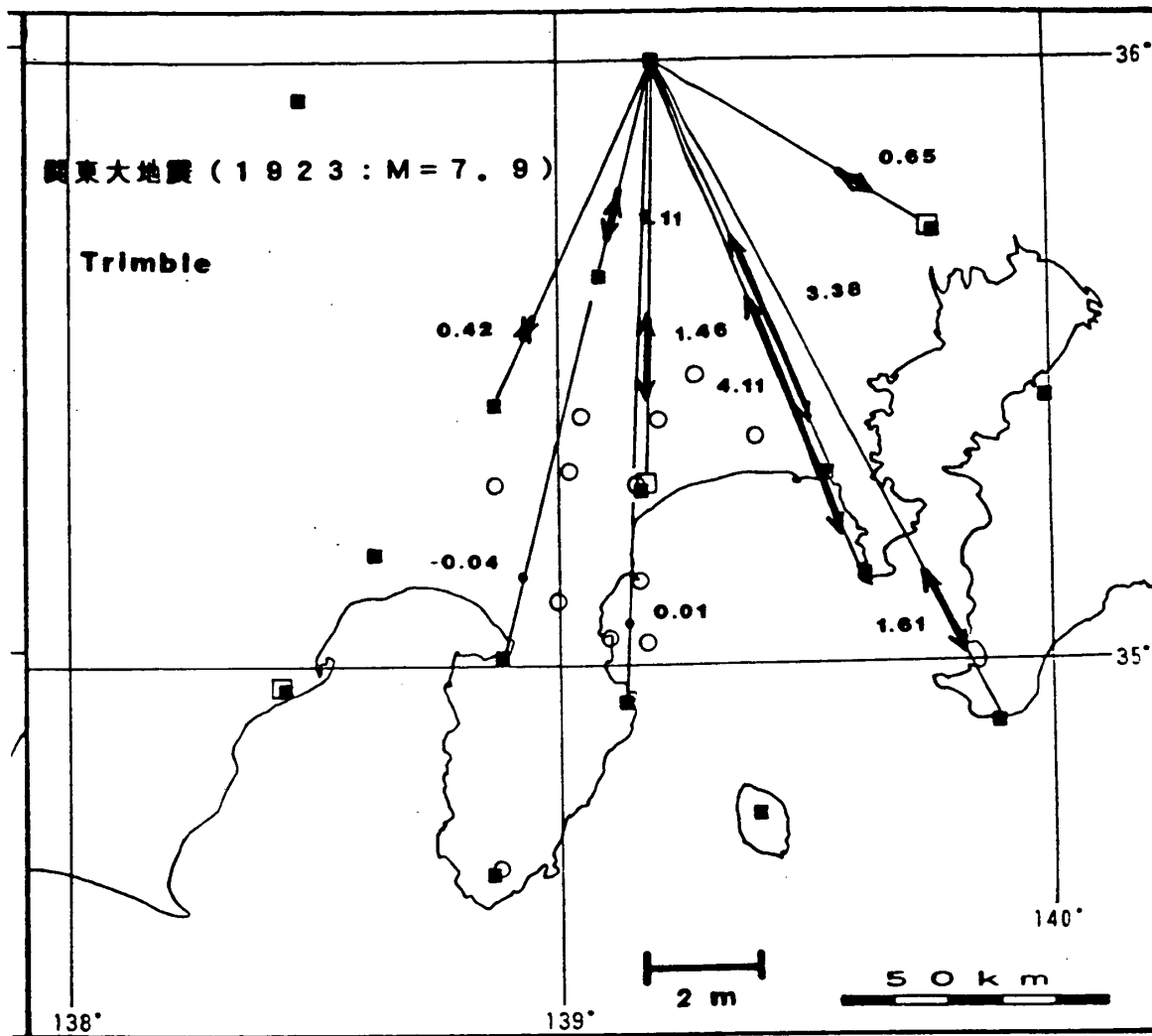
第1図 GPS観測点における関東地震にともなった水平変位 (中根 (1978))

Fig. 1 Horizontal displacement vectors in base points for GPS and EDM observations.

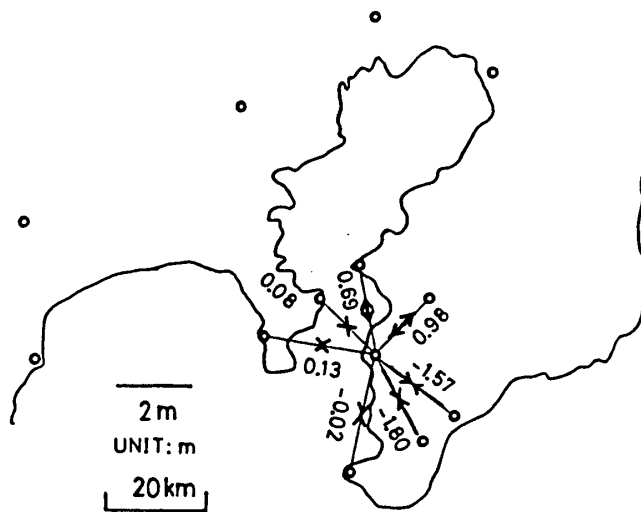


第2図 GPSのTrimble受信機観測による関東地震にともなった小田原観測点との相対変位

Fig. 2 Changes of base line length from the Odawara station for stations equipped with GPS Trimble receivers.

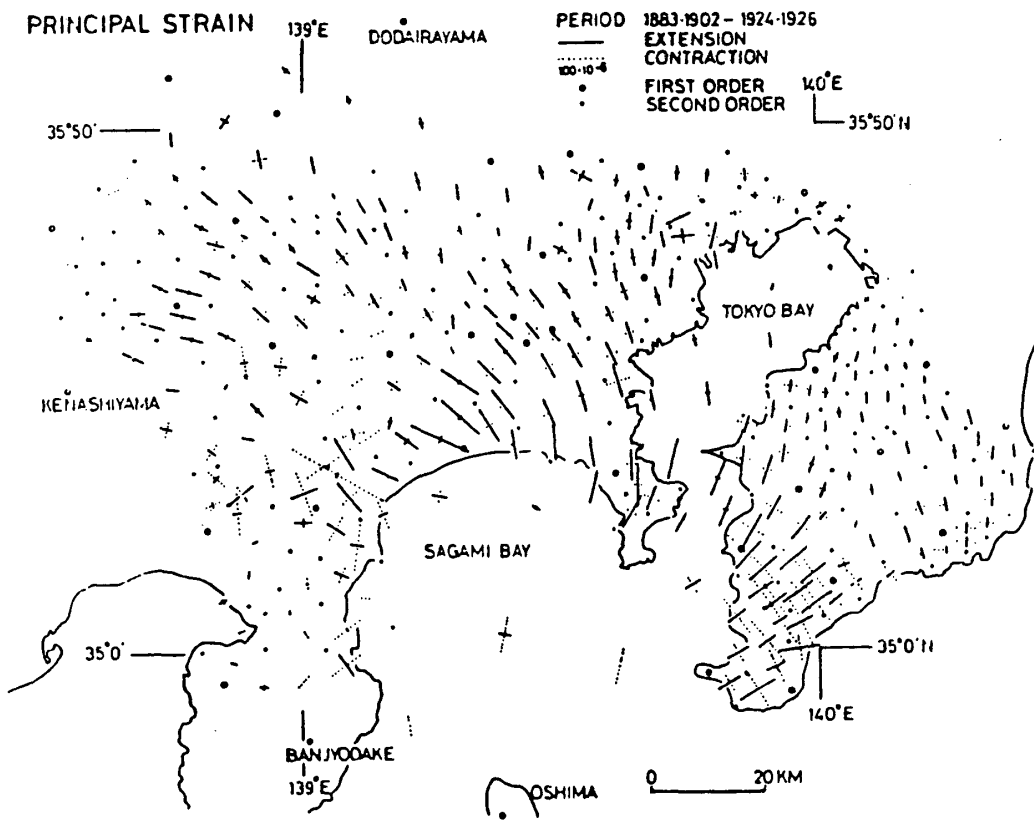


第3図 GPSのTrimble受信機観測による関東地震にともなった堂平観測点との相対変位
 Fig. 3 Changes of base line length from the Dodaira station for stations equipped with GPS Trimble receivers.



第5図 地震研究所の浦賀水道・鋸山の光波基線網における関東地震にともなった相対変位

Fig. 5 Changes of base line length for EDM base line nets.



第6図 関東地震にともなった主ひずみ (中根 (1978) による)

Fig. 6 Principal strain caused by the Kanto earthquake (after Nakane, 1978).