

3-7 東北地方の地殻水平歪みの再検討 –基線測量に起因するスケール誤差の可能性– On the possibility of scale error in the baseline surveying for determining the strain in the Tohoku area.

名古屋大学大学院環境学研究科

Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

東北地方太平洋沖地震の発生以前、東北地方では、三角測量による100年間の地殻歪み分布で南北伸張の歪みが卓越するのに対し、GPSによる1990年代以降の地殻歪み分布では東西短縮の歪みが卓越し、パターンが全く異なっていることが問題とされてきた（例えば Sagiya et al. 2000）。こうした地殻歪みの様子の違いは、日本海溝沿いにおける巨大地震発生のポテンシャルを見逃す一因ともなった。

三角測量の歪み分布は、1880-90年代に行われた測量結果と1970-80年代に行われた測量結果の比較から得られたものである。1970-80年代には辺長測量が実施されたが、1880-90年代に行われた測量は、経緯儀を用いた測角によるものであった。角度の測量のみでは測量網のスケールが規定できない。明治時代の三角測量では、全国に15ヶ所の基線場が設けられ、3~10km程度の基線距離を鋼尺製の基線尺を用いて直接測定し、測量網のスケールを規定していた。

明治時代の三角測量結果にスケール誤差が存在する可能性は、上で指摘した歪み分布の違いから容易に想像された。図1に模式的に示すように、東西短縮の歪み場の測定に、測量のスケール誤差に起因する等方的な伸張場を重ねると南北伸張の歪み場を作り得る。問題は、三角測量とGPSの比較から予想されるスケール誤差を説明するためには、最低でも10ppm程度のスケール誤差が必要になる点であった。こうした系統的なスケール誤差の原因は基線測量以外に考えられなかったため、国土地理院の倉庫に保管されている基線測量の原簿を調査した。

東北地方の基線場は塩野原基線（山形県新庄市・鮭川村）と鶴児平基線（青森県七戸町）の2つである。このうち、塩野原基線の原簿は完全に保存されていたが、鶴児平基線の資料は見当たらなかった。塩野原基線の基線長は5179.5872mとされているが、これは4回行われた測定の平均値である。4度の測定の較差は最大で14mm（約2.8ppm）であり、測定作業のミスで10ppm以上の誤差を生じたとは考えにくい。その一方で、この基線測量は1894年の5-6月頃に実施されていたことが判明した。

1894年10月22日に、山形県の庄内平野付近で庄内地震（M7.0）が発生した。塩野原基線は山形県の内陸部に位置するが、出羽山地を挟んで庄内平野とは高々30km程度しか離れておらず、この地震によって顕著な地殻変動を受けた可能性がある。そこで、断層モデルによる計算を実施した。庄内地震の震源断層については、M7.0の地震規模に基づいて断層パラメータを設定した。地表地震断層が報告されていないため、上端の深さを1kmとし、断層上端は、この地震の震源断層と考えられている庄内平野東縁断層帯の位置に設定した。断層は東傾斜を仮定し、傾斜角度は20-50度の範囲に5度刻みで想定した。計算結果は図2に示す通りで、30-50mm程度の基線の伸びが生じることが予想された。この基線長変化は、三角測量網に6-10ppm程度のスケール誤差をもたらす。また、スケール誤差のセンスは、明治時代の測量網のスケールを過小評価するもので、1970-80年代の測量結果と比較すると、見かけ上等方的な伸びの歪みが生じると考えられる。

基線周囲のGPS観測点のデータから、地震間の定常的な歪み速度や東北地方太平洋沖地震による

伸びの影響を考慮して予想した基線長の時間変化を図3に示す。過去100年余の間の基線長変化の全容を現時点で再現することは大変困難であるが、現時点で測量を実施して、基線長を確認しておくことに一定の意義はあると考えられ、今夏に測量を実施することを検討している。また、基線長が変化した場合に三角測量の歪み分布に与える影響についても、三角網平均計算をやり直すなどして検討していく予定である。

参考文献

Sagiya, T., et al., PAGEOPH, 157, 2302-2322, 2000.

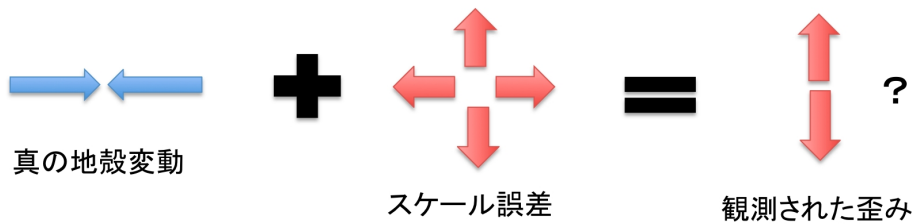


図1 歪み分布に対するスケール誤差の影響を示す模式図。青の矢印は短縮歪み、赤の矢印は伸張歪みを示す。
Figure 1 Schematic illustration on the effect of scale error. Blue and red arrows show contraction and extension, respectively.

断層モデル

M7.0
長さ30km, 幅15km, すべり2.34m
上端深さ1km

傾斜	dUe	dUn	dL
20	-58mm	31mm	56mm
25	-57mm	31mm	55mm
30	-52mm	30mm	50mm
35	-45mm	28mm	43mm
40	-37mm	25mm	35mm
45	-29mm	21mm	28mm
50	-21mm	17mm	20mm

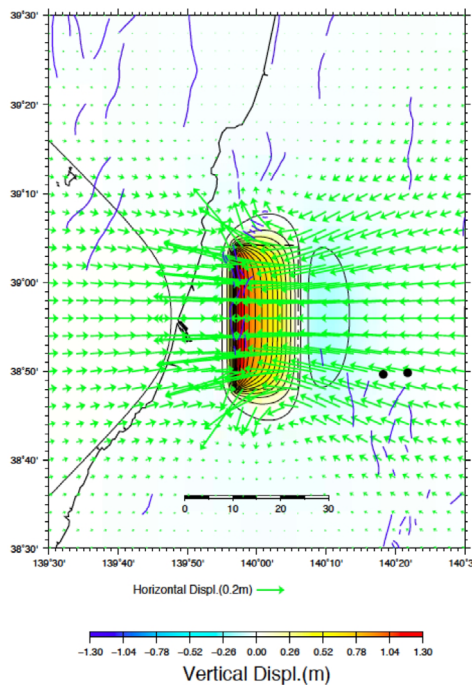


図2 庄内地震による基線長変化の計算結果。右図中に黒丸で塩野原基線の両端点を示す。計算結果のdUeは基線東端から見た基線西端の変位の東西成分、dUnは南北成分、dLは基線長変化を示す。
Figure 2 Change in the Shionobara baseline length estimated with a fault model of 1984 Shonai earthquake (M7.0). dUe, dUn show the EW and NS component of the dislocation at the western end of the baseline. dL shows the change in the baseline length. The baseline is shown by the two black dots in the right figure.

基線長の時間変化(hypothetical)

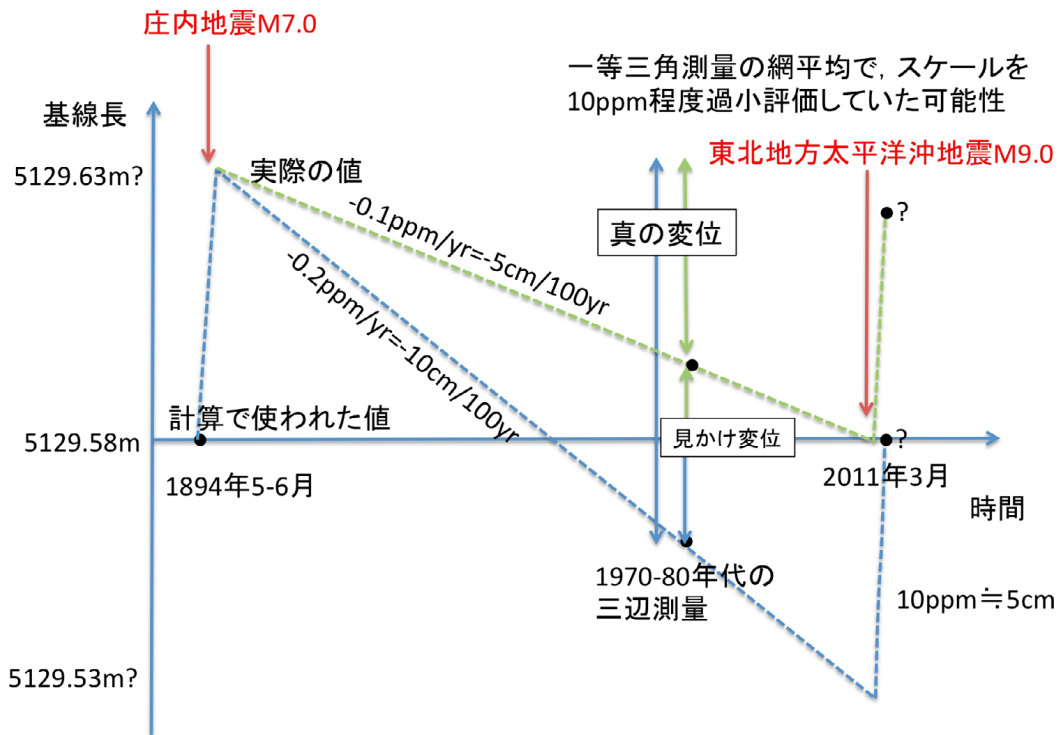


図3 塩野原基線の基線長変化の模式図。地震間の短縮速度 (-0.1~0.2ppm/年) および東北地方太平洋沖地震に伴う伸び (10ppm) は、周囲の GEONET 観測点の変位から予想される変化である。

Figure 3 Schematic illustration of the hypothetical change in the baseline length. Inter-seismic shortening rate and extension at the Tohoku earthquake are estimated for GEONET observation.