

## 巨大地震に際して歪地震計で記録された各種の信号 —東北地方太平洋沖地震の記録を例として—

森井 互・加納靖之・寺石眞弘・竹内文朗・細 善信  
藤田安良・尾上謙介

### 要 旨

本稿は、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の記録を例として、巨大地震に際して記録される各種の信号を紹介する。例示する記録は、京都大学防災研究所附属地震予知研究センターに所属する各地の地殻変動連続観測室に設置された伸縮計（歪地震計）によって得られたものである。

キーワード：歪地震計，巨大地震，地球自由振動，再帰波，歪ステップ

### 1. はじめに

歪地震計（伸縮計）は、広い動帯域と周波数帯域を持つことから、振子式の地震計では記録が難しい

各種の信号記録することが出来る。特に広い周波数帯域に亙る波動を励起する巨大地震に際しては、極めて稀な現象を記録することが出来る。その様な記録と、その解析結果の一部をここに紹介する。

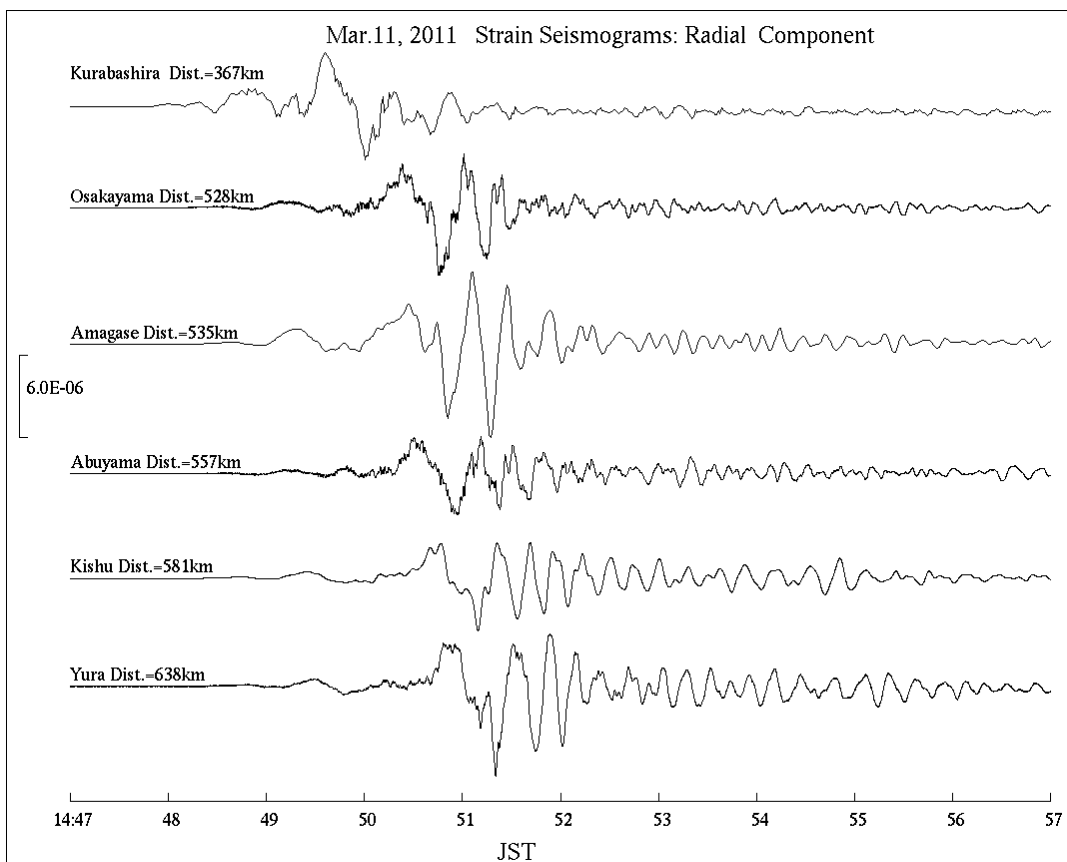


Fig.1 Strain seismograms generated by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake.

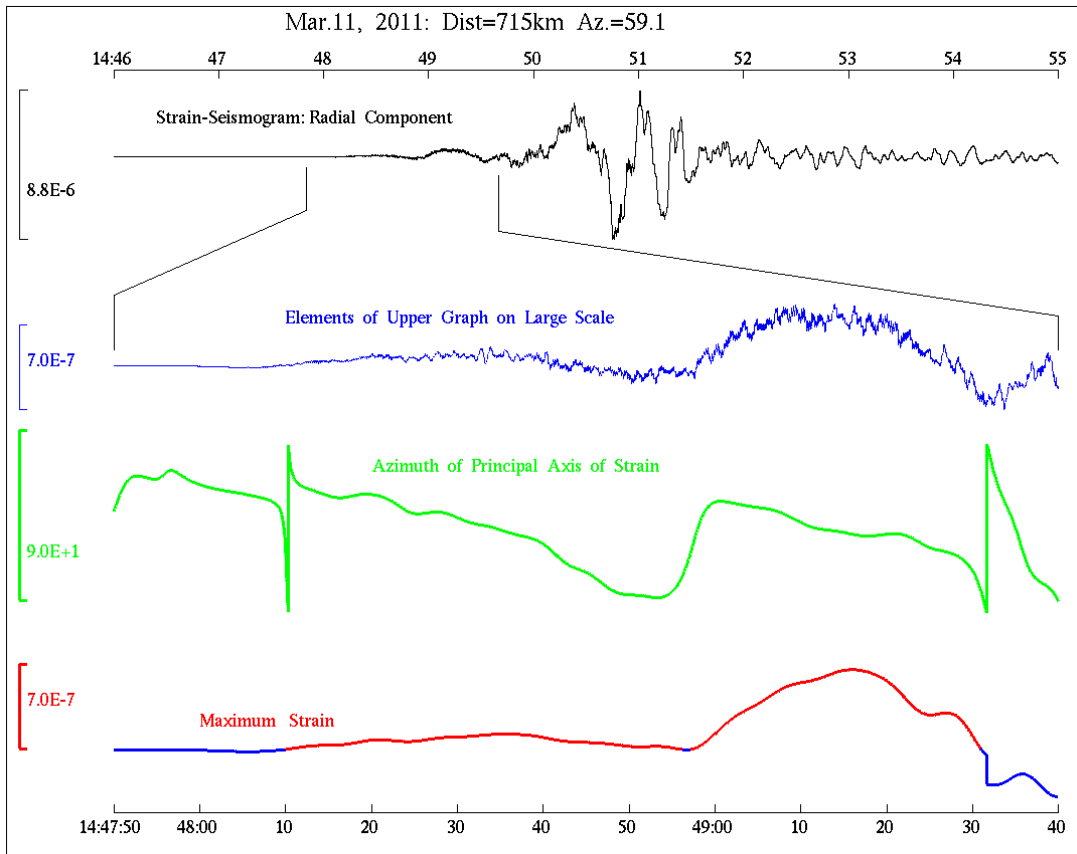


Fig.2 Time variation of the principal axis (exhibited by the green line) and maximum value (showed at the lowest part: blue lines indicate the extension; red lines - compression) of the strain generated by the seismic waves in the vicinity of the Osakayama observatory.

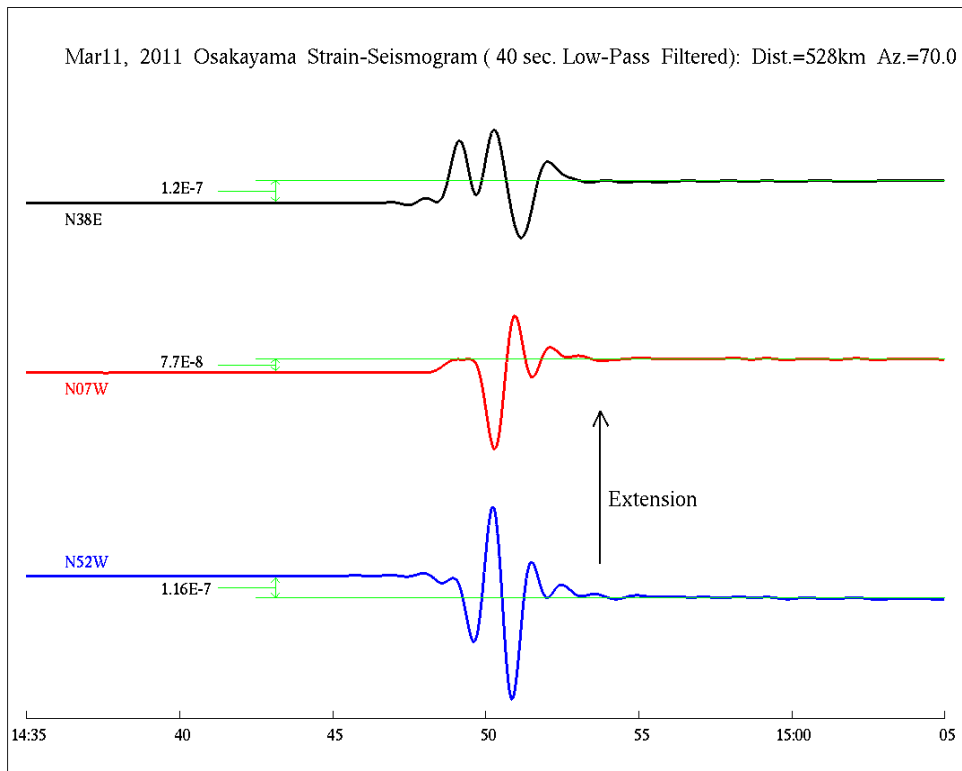


Fig.3 Strain step recorded with extensometers being in operation at the Osakayama observatory.

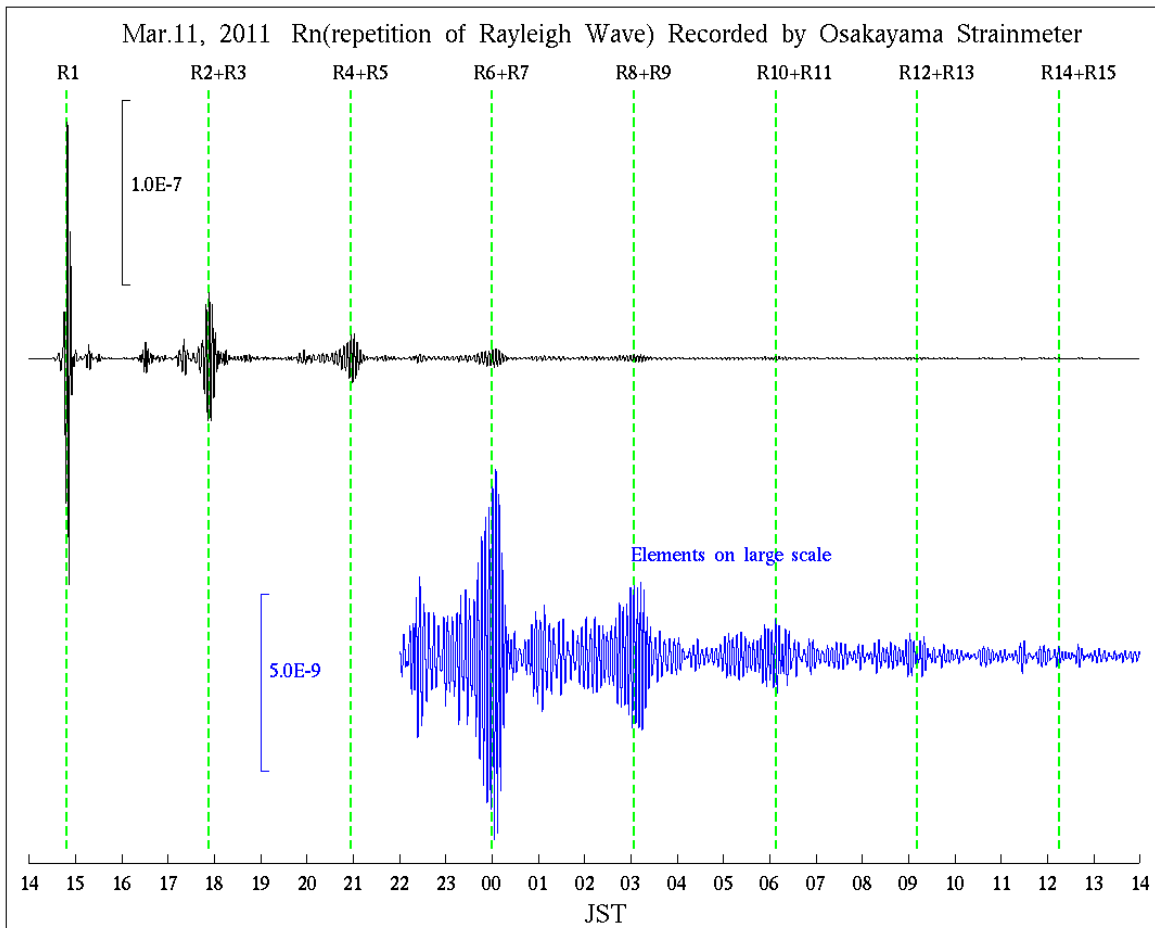


Fig.4 Repetitions of Rayleigh wave recorded with the extensometer being in operation at the Osakayama observatory.

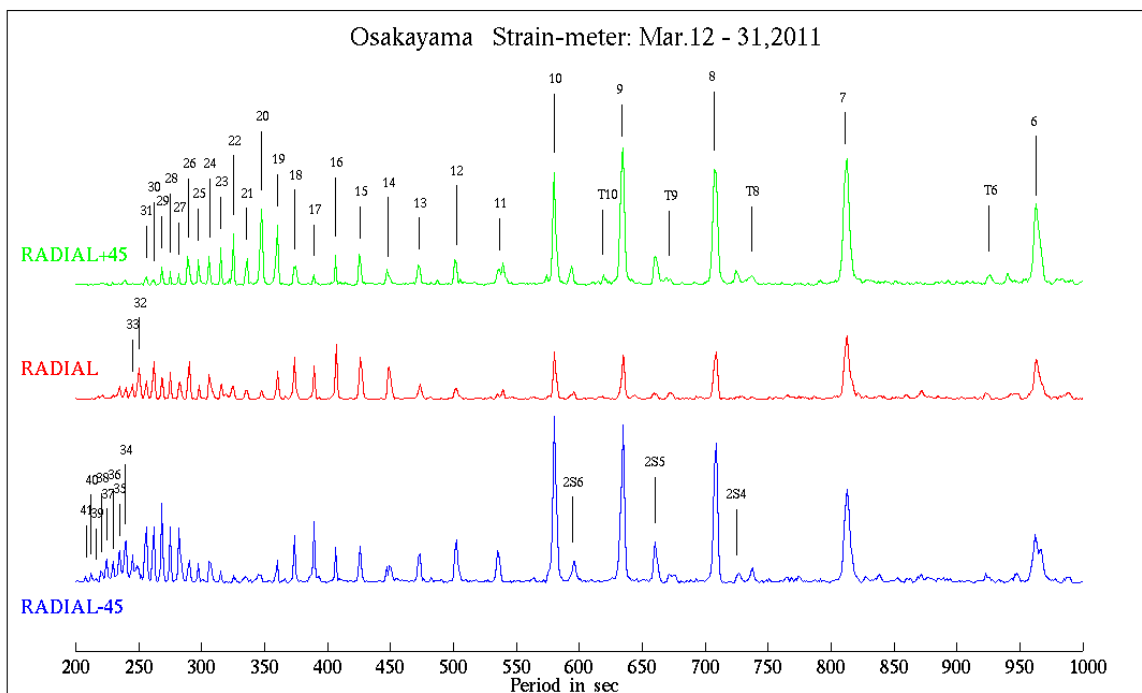


Fig.5 Spectra of the Earth's free oscillation estimated from the strain seismograms recorded at Osakayama observatory. Numbers placed at spectral peaks indicate modes of Earth's free oscillation.

## 2. 記録と解析結果

Fig. 1は、東北地方太平洋沖地震に際して、地震予知研究センターに所属する各地の地殻変動連続観測点に設置された伸縮計（歪地震計）で記録された歪地震記録である。歪の最大値は $10^{-5}$ 近くに達し、地動の変位に換算すると、数10cmに相当する。

Fig. 2は、逢坂山観測所の歪記録から求めた、地震波動による歪の主軸方向と主歪の値の時間変化である。歪の主軸方向の変化は、震源における破壊の進行に関係していると考えられる。

Fig. 3は、逢坂山観測所で記録された歪ステップである。これは、逢坂山観測所から500km以上離れた震源域の断層変位が逢坂山観測所近傍の地殻を歪ませた結果生じたものである。値は $10^{-7}$ に達した。尚この記録では、歪ステップを際立たせるために、短周期成分は数値フィルタによって落とされている。

Fig. 4は、逢坂山観測所で記録されたレイリー波の再帰波である。震央距離が地球一周距離の100分の1程度であるため、 $R_n$ と $R_{n+1}$ が殆んど同時に到来している。地球を7周した再帰波が十分に確認できた。尚、振幅が減衰した再帰波を見やすくするために、 $R_6$ 以降については縮尺を50倍に変更したものを添付した。

Fig. 5は、逢坂山観測所で記録された歪記録から共振法（森井，2000）によって求めた地球自由振動のスペクトルを示している。中央のグラフは観測点から震央へ向かう方向の歪について求めたスペクトルである。上段と下段のグラフは、夫々震央方向から水平に時計回りと反時計回りに45度回転した方向の

歪について求めたスペクトルである。何れのグラフも、200秒から1000秒の周期帯で、基本モードに一致する明瞭なピークを示している。特筆すべきは2S4, 2S5, 2S6と言った高次モードに対応するピークがはっきりと見られることである。また、各ピークの振幅が歪の方向によって夫々異なっていることが確認できる。これは、地球自由振動の各モードの腹と節の地球上での分布の仕方に関係していると考えられる。

## 3. おわりに

東北地方太平洋沖地震はマグニチュード9の巨大地震であり、震源断層の規模と変位量は稀に見る巨大なものであった。歪地震計（伸縮計）の広い動帯域と周波数帯域を生かして、貴重な記録を高品位で得ることが出来た。今後の研究に生かして行きたい。

## 参考文献

森井 互(2000) :共振型応答関数を使用したスペクトル推定法開発の試み, 地震2, 53, pp.107-113.

(論文受理日: 2012年6月7日)

## Geophysical Signals Generated by The Large Earthquake and Recorded with Strain Seismometers

Wataru MORII, Yasuyuki KANO, Masahiro TERAISHI, Fumiaki TAKEUCHI, Yoshinobu HOSO,  
Yasuyoshi FUJITA and Kensuke ONOUE

### Synopsis

This manuscript present geophysical signals generated by the large earthquake such as the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake. All the data presented in this manuscript were recorded with the extensometers being in operation at crustal movement observatories belonging to Research Center of Earthquake Prediction.

**Keywords:** Extensometer, Large earthquake, Earth's free oscillation, Repetition, Strain step