

“大気に聞く”地震予測

兵庫県立姫路西高等学校2年 柏木 創太

本研究は、地球大気の上層、高度約60~500kmに位置する電離圏を電波を用いて観測し、地震の予兆を捉えることを目的とするものである。電離圏では空気中の分子が電離しており、電離している電子の数を電離圏総電子数(TEC)と呼ぶ。地震直前、震源付近でTECが増加することが報告されている。これを正確に捉えれば、地震を直前に予測することが可能となる。

1. 研究の背景

東北地方太平洋沖地震 Mw9.1 最大震度7

直接要因(圧死など) 4.23% (667人)

二次要因(津波による溺死) 90.64% (14,308人)

↓ 推定避難者数MAX20倍

南海トラフ巨大地震

…駿河湾~紀伊半島沖~四国沖にかけて広がるプレートの境界 → Mw8~9クラスの地震の

30年以内の発生確率 70~80%

右図より100年前後の周期で南海トラフにおいて巨大地震が発生している

現在最後の地震(昭和南海地震, 1944, 1946年)からおよそ80年 → もうすぐ地震が発生!?

地震予測のポイント

- 地震では莫大なエネルギーが発生 → 前兆現象は必ずあるはず
- 全国で観測されているデータを用いる必要がある Ex.衛星画像
- 正確性が重要(他の原因による異常との区別)

↓調べてみると…

地震直前にTECが増加する!!

らしい…

日置幸介(2012).「巨大地震直前に増える電離圏の電子」
岩田卓也, 梅野健(2016).「Correlation analysis for preseismic total electron content anomalies around the 2011 Tohoku-Oki earthquake」etc.

電離圏…高度約60~500kmの大気の上層

空気が電離 → イオンと電子が自由に浮いている

電離圏総電子数(TEC)…電離圏に漂う電子の数

↓自分で確かめてみたい

2. 研究の流れ

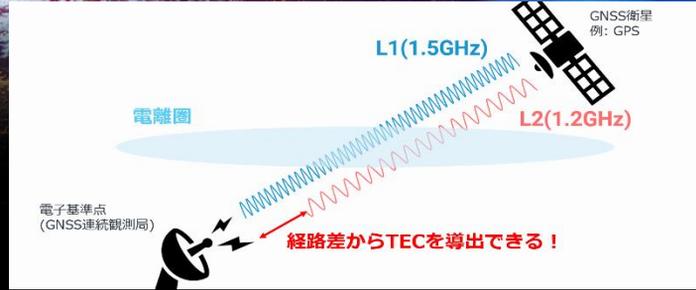
国土地理院が提供するGEONET (GNSS連続観測システム)から地震前のGNSS観測データを抽出

プログラムを組んでTECを算出

グラフとして出力, 地図にプロット

東日本大震災前の震源地上空のTEC異常の存在を確かめる

3. 計算方法



$$D_{iono} = \frac{40.3N_e}{f^2}$$

1. 波の周波数が低いほど
2. 電離圏にたくさん電子が存在するほど
→ 電波はより長く遅延される

$$L_1 = \rho - \frac{40.3N_e}{f_1^2} + D_{tropo} + \lambda_1 n_1 + \varepsilon_1 + \tau_1$$

$$L_2 = \rho - \frac{40.3N_e}{f_2^2} + D_{tropo} + \lambda_2 n_2 + \varepsilon_2 + \tau_2$$

$$L_1 - L_2 = -40.3N_e \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2} \right) + Const.$$

$$L = \lambda\phi = \rho - \frac{D_{iono}}{f^2} + D_{tropo} + \lambda n + \varepsilon + \tau$$

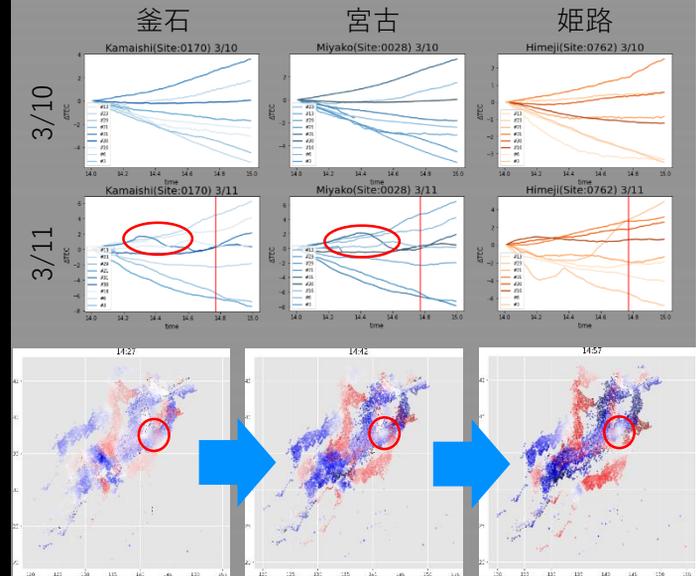
TEC (電離圏総電子数)

$$L = \lambda\phi = \rho - \frac{40.3N_e}{f^2} + D_{tropo} + \lambda n + \varepsilon + \tau$$

$$\Delta TEC = \frac{1}{40.3} \frac{f_1^2 f_2^2}{f_1^2 - f_2^2} \Delta(L_1 - L_2)$$

4. 分析結果

2011年3月10日, 11日の14時からTECの変化を出力
横軸: 時間(時), 縦軸: ΔTEC



- 3月11日の地震発生(14時46分)30分前頃から釜石, 宮古ではTECの著しい増加が認められる
⇒ 地震直前にTECが確かに増加していた
- 姫路でも3月11日にTECの変動が見られるが, これは地図で見られる巨大な南下するTEC減少の青い縞状の現象によるものと考えられる

参考文献

1. 地震調査推進研究本部(2013, 10/1).「南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)」
2. 日置幸介, 菅原守, 大関優, 岡崎郁也(2021/12/10), 「GPS-TEC法による地球物理学」
3. 岩田卓也, 梅野健(2016).「Correlation analysis for preseismic total electron content anomalies around the 2011 Tohoku-Oki earthquake」