

# 人工衛星を用いた 巨大地震メカニズムのリアルタイム推定

SATテクノロジー・ショーケース2019

## ■ はじめに

地震計は、地面の揺れを観測し、地震の規模や震度といった情報を我々に提供してくれる。しかし、超巨大地震が発生した際には、その揺れの長周期成分に対しては飽和してしまい、正しい揺れの情報が取得できないといった欠点もある。一方で、人工衛星(GNSS衛星)を用いて位置を計算する方法では、地面の動きを直接計算するため、地震後の動きを正確に捉えることが可能である。

国土地理院では、平成23年から東北大学と共同で、「GNSSを用いた即時的震源断層モデル推定システム」(REGARD)を開発し、平成28年から運用を開始した。運用開始直後には平成28年熊本地震を経験することとなり、高い信頼性の矩形断層モデルの推定に成功した。

## ■ 活動内容

### 1. REGARDシステムの概要

REGARDシステムは、以下の3つのサブシステムから構成される。

- (1) リアルタイム測位サブシステム
- (2) 地震検知サブシステム
- (3) 震源断層の自動推定サブシステム

(1)のリアルタイム測位サブシステムでは、RTKLIB v2.4.2 (Takasu, 2013)を使用して、リアルタイムキネマティック測位(RTK-GNSS)を行っている。GNSS衛星からの信号を解析して位置を計算する場合、様々な誤差が含まれるが、一般的には2点で観測をし、差を計算することで共通の誤差を打ち消す相対測位と呼ばれる手法を採ることが多い。REGARDにおいても、この相対測位を採用している。日本全国に配置されたGNSS連続観測システム(GEONET)観測点の中から、参照点として3点を選択し、参照点と位置を算出したい点との差を計算して、リアルタイムで位置を求めている。観測点は日本全国に1,300点程度あり、REGARDではそのうち約1,200点のデータを解析している。参照点1点につき他の全ての点の座標を計算するため、全部で3,600組のリアルタイム解析を同時に実施している。

(2)の地震検知サブシステムは、気象庁が展開している緊急地震速報を受信するものと、RAPiDアルゴリズム(Ohta et al., 2012)を用いて、観測点の水平変動量から指標を計算し、特定の閾値を超えた場合に観測点に有意な変動が確認されたと判断する2つの検知手法を組み込んでいる。緊急地震速報が発令されない場合でも、RAPiDア

ルゴリズムにより地震の検知が可能となっている。シミュレーション結果によると、平成23年東北地方太平洋沖地震に伴って発生した茨城県沖地震の際は緊急地震速報が発令されなかったが、この地震もRAPiDアルゴリズムにより地震検知がされることが確認されている。

(3)の震源断層の自動推定サブシステムは、(2)で地震が検知された後、まずは観測点の変位量(地震前と地震後の位置の差)を計算し、それを入力情報として、震源情報を逆解析するものである。断層の種類として、(A)矩形断層(一枚の長方形の断層)と、(B)すべり分布(震源が海溝沿いにあると仮定し、すべり面を小さな三角要素で表現したもの)の2通りの断層を計算することになっている。基本的には、地震発生後から1分毎に両方の断層推定を5分間繰り返すこととなっている。

### 2. 地震メカニズムリアルタイム推定結果

平成28年4月16日1時25分(JST)に発生した熊本地震(Mj7.3)は、国土地理院の後処理GNSS解析結果において、最大98cmの変位が確認された非常に大きな地殻変動を伴う地震であった。このとき、緊急地震速報を検知情報としてREGARDの断層モデル推定が自動で開始された。リアルタイムで観測された変動ベクトルは、後処理の結果と概ね一致し、観測点「長陽(0701)」で約100cm、「熊本(0465)」で約80cmであった。断層モデルは、地震発生後58秒で気象庁のCMT解と概ね一致する結果が得られ、更に6分以内に長さ26km、幅10kmの布田川断層沿いに右横ずれ断層が求まった(図)。これは、実運用においてリアルタイムで断層推定が成功した世界初の成果である。

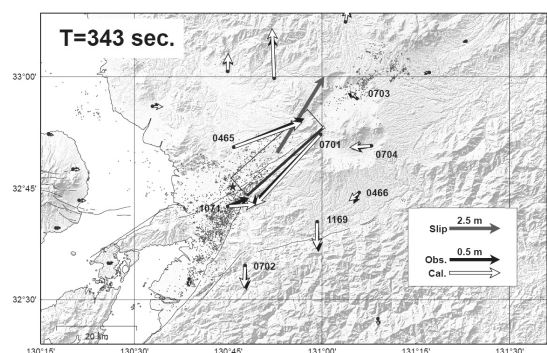


図. 地震検知から343秒後のREGARD結果

代表発表者 **攪上 泰亮(かきあげ やすあき)**  
 所 属 **国土交通省 国土地理院  
 測地観測センター 電子基準点課**  
 問合せ先 **〒305-0811 茨城県つくば市北郷1番  
 TEL:029-864-1111 FAX:029-864-6864  
 kakiage-y96md@milit.go.jp**

■キーワード: (1) REGARD  
 (2) GNSS  
 (3) 地震メカニズム