

電子基準点リアルタイム解析システムによる震源断層推定

Real-Time GNSS analysis system for rapid fault estimation

村松弘規 阿部聡 高松直史 大野圭太郎 多田直洋 川元智司
Hiroki Muramatsu Satoshi Abe Naofumi Takamatsu Keitaro Ohno Naohiro Tada Satoshi Kawamoto

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan (GSI)

1. 背景

国土地理院は、全国約 1300 点の電子基準点から得られたリアルタイムデータを解析し、得られた各電子基準点の変位量から震源断層モデルを推定する REGARD (電子基準点リアルタイム解析システム: Real-time GEONET Analysis system for Rapid Deformation Monitoring) を運用している。本システムは、2011 年 (平成 23 年) 東北地方太平洋沖地震を契機に東北大学との共同研究により開発が行われ、2016 年より運用している。リアルタイム GNSS 測位により得られる変位は、地面の変動量を直接測定するため、短周期地震計データとは対照的に、大規模な地震でも飽和することなく、数分で地震規模 (モーメントマグニチュード) を推定することができる。

本発表では、REGARD の運用開始から 5 年が経過したことを踏まえ、これまでに推定した地殻変動・震源断層モデル等の実績や課題について報告する。

2. REGARD の概要

REGARD の動作は次の通りである。まず、電子基準点のリアルタイムキネマティック (RTK) 測位を常時実施し、基線ベクトルを求める。気象庁の緊急地震速報を受信した場合等、地震発生を検知した際には、地震発生前後の基線ベクトルを比較して、地殻変動量を計算する。最後に、地殻変動の時空間分布から震源断層を推定し、結果を関係者にメール等で通知する。一連の処理を地震発生から 5 分以内に実施する (図 1)。

特に、巨大地震の場合は RTK 測位の固定点に地殻変動が及ぶ可能性が想定される、その場合は適切な断層推定が困難になるため、RTK 測位は北日本・中日本・南日本からそれぞれ 1 点を固定点として、毎秒、3 固定点×約 1300 点の基線解析を実施している。

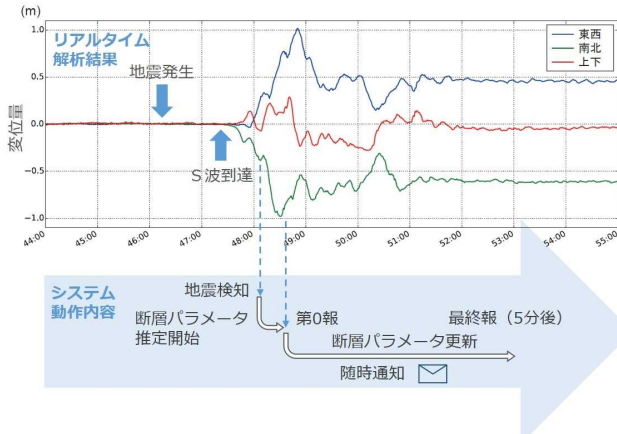


図 1. REGARD によるリアルタイム解析および断層推定の概要

3. REGARD が捉えた地殻変動

2016 年の運用開始以降、平成 28 年熊本地震を始め、REGARD は多くの地殻変動を捉えてきた。2016 年 4 月から 2021 年 5 月末まで、GEONET の精密な解析により地殻変動が確認された地震は 18 回に達した。このうち半数程度は REGARD により電子基準点の変位をリアルタイムに捉えることができ、小さな地殻変動であっても REGARD でリアルタイムに把握しうることが示唆された (図 2)。一方、同程度の地殻変動であっても、REGARD で捉えることができないものもあり、小さな地殻変動を捕捉できるかどうかは震源と電子基準点との位置関係や、震源近傍の電子基準点の観測環境等も影響すると推測された。

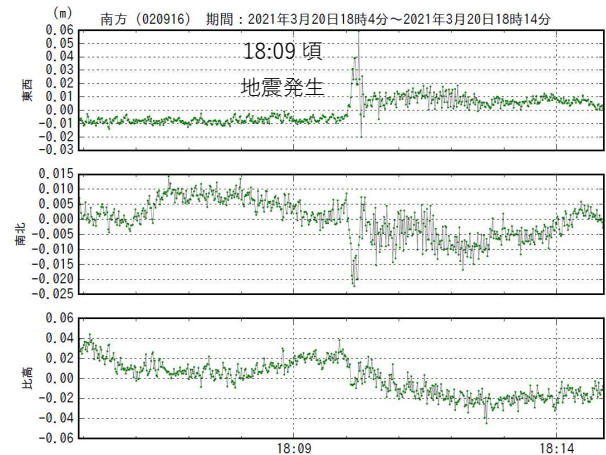


図 2. 宮城県沖の地震 (M6.9, 2021 年 3 月 20 日) 発生時の電子基準点リアルタイム解析結果

4. REGARD の高度化

REGARD は RTK 測位 (相対測位) を活用しているため、一方の観測点が停止すると解を得ることができない。特に固定点で観測停止が発生すると、その影響は全点に波及する。そのほか、固定点近傍で発生した地震に対しては、相対的に日本全国で地殻変動が発生したように見えてしまう弱点もある。これらの相対測位の弱点を克服するため、PPP (精密単独測位) の導入を試みている。ただし、精度の高い PPP には様々な補正情報が必要となる。そこで、みちびき (QZSS) を含めたリアルタイムでの衛星軌道及び時刻の推定を実施して補正情報を生成し、リアルタイム PPP を実施する試みを実施した。PPP による座標は相対測位で得られた座標に比べ測位ばらつきが大きくなるが、震源断層推定を実施することができ、REGARD に PPP を導入可能であることが示唆された。