

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 川元 智司

論文題目 Real-time coseismic fault model estimation based on
RTK GNSS analysis using the Japanese nationwide continuous GNSS
network (GEONET)

(GEONET におけるリアルタイム・キネマティック GNSS 解析を用いた震源断層即時推定に関する研究)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学減災連携研究センター	教授	鷺谷 威
副 査	名古屋大学大学院環境学研究科	教授	山岡 耕春
副 査	名古屋大学大学院環境学研究科	准教授	伊藤 武男
副 査	東北大学大学院理学研究科	准教授	太田 雄策

論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

本論文は、日本列島周辺で大地震が発生した際に、GNSS 連続観測網 (GEONET) のデータ解析を通じて即時的に震源断層を推定するシステム (REGARD) の設計、プロトタイプを用いた実証実験、および本稼働したシステムによる 2016 年熊本地震の解析結果について述べたものである。

2004 年スマトラ島沖地震および 2011 年東北地方太平洋沖地震では、地震によって引き起こされた津波が甚大な被害をもたらし、津波防災は国内外における重要課題となっている。2011 年東北地方太平洋沖地震では、地震発生直後に津波警報を出す際に沿岸部における津波の高さを大幅に過小評価したことが被害拡大の一因と指摘されており、地震規模を迅速かつ的確に推定し津波警報に生かすことは喫緊の課題である。しかし、現在気象庁で行っている短周期の地震観測による方法ではマグニチュード 8 以上の地震規模を即時的に決定することが困難である。一方、GNSS 連続観測網を用いると、即時解析により地表変位を連続的に監視可能で、発生した大地震の規模と震源断層の広がりをも的確に推定できる可能性が指摘された。しかし、リアルタイムデータを用いるシステムの構築、その長期安定運用を見据えた地震に伴う変位検出方法の最適化、推定される断層モデルの妥当性の定量評価などは行われていなかった。

そこで本研究では、大地震の発生から 3 分以内に GNSS 観測データから震源断層モデルを自動推定するシステムの設計および実証実験を実施した。本研究で設計された REGARD システムは、GEONET データのリアルタイム・キネマティック (RTK) 解析、地震に伴う変位の検出、および検出された変位に基づく断層モデル推定を行う 3 つのサブシステムから構成される。システム設計においては、2 ヶ月間にわたる RTK 解析の結果を用いて、大地震の見逃しや誤検出が生じないように変位検出のアルゴリズムを最適化した。また、過去の大地震の実データや南海トラフ地震の模擬データを用いた断層モデル推定を通してシステムの実効性および限界を検証した。断層モデル推定では、1 枚の矩形断層およびプレート境界面上の断層すべり分布を推定する 2 通りの手法を開発し、両者の長所短所を明らかにすることでモデル推定の信頼性向上を実現した。REGARD システムは 2016 年 4 月から運用開始され、その直後に発生した 2016 年熊本地震では、最大地震 (M7.3) の発生時に変位を検出して断層推定のサブシステムが起動し、1 分以内に最初の断層モデルが自動推定された。本システムにより精密解析結果と同様な結果が得られており、陸域で発生するマグニチュード 7 クラスの地震に対しても本システムが有効であることが示された。

このように、本研究に基づいて開発された REGARD システムは、日本列島周辺で特にマグニチュード 8 以上の大地震が発生した際に、その地震規模と震源域の広がりを迅速かつ的確に求めることができ、特に津波を伴うような大地震が発生する際に、気象庁における地震・津波監視を補完する役割を果たすことができる。さらに、内陸部においても、震源域の空間的な広がりを即時的に知ることによって、より迅速かつ適切な緊急対応を可能とする。このように、REGARD システムは十分な実用性を有し、その活用が期待される。

一方、本研究によりいくつかの課題が明らかになった。RTK 解析は基準点を必要とする相対測位である。この方法は安定した解が得られる一方で計算量が多く、基準点の動きによってイベントを誤検出する可能性がある。そのため各観測点のデータを独立に解析する手法の開発が待たれる。断層モデルの推定では、初期値の設定を誤ると収束に時間を要したり正しい解が求まらない場合があり、なお工夫の余地がある。また、沖合で起きる地震については十分な推定が行えない場合があり、海底水圧測定等のデータを考慮する必要がある。これらの問題点は本論文でも指摘されており、今後改良が進むと期待される。

以上のように、本論文は、GNSS データの RTK 解析によって津波警報につながる地震の震源情報を提供するシステムの構築に貢献するとともに、緻密かつ多様な検証によってシステムの実用性を示した。測地学、地震学の研究成果の社会実装まで含めた応用として大変優れた業績であり、地震津波防災における波及効果も大きいと認められる。よって、本論文の提出者川元智司氏は博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと判定した。