

新規研究課題事前評価表

1. 研究課題名：迅速・高精度な GNSS 定常解析システムの構築に関する研究

2. 研究制度名：
特別研究

3. 研究期間：平成 29 年 4 月 ～ 平成 32 年 3 月 （3 年間）

4. 研究開発の方向の妥当性

「国土地理院研究開発基本計画」のうち、重点課題（3）防災・減災のための研究開発①現状における国土の危険性を把握し、情報提供するための研究開発において、「急激な変化から長期的な変動までの広帯域な地殻変動についての GNSS を用いた迅速かつ安定的な監視を実施するための研究開発を行い、適用可能となる成果が得られることを目指す」と謳われている。また、重点課題（2）次世代の地理空間情報活用社会の実現のための研究開発①次世代衛星測位技術の効果的・効率的活用に関する研究開発において、「次世代の衛星測位に関する技術の動向等を見据えつつ、精密単独測位法（PPP）の高精度化・補正手法、次世代における高精度測位のニーズに応じたさらなる高精度化の可能性、（中略）など、次世代衛星測位技術の効果的・効率的活用に関する調査・研究開発に着手し、今後の研究開発に必要な知見が得られることを目指す」とされている。本研究はこれらに該当する。

以上のことから、本研究の研究開発の方向は妥当である。

5. 国内・国際的研究状況を踏まえての実施の妥当性

本研究の解析手法の基盤となる精密単独測位法については、いくつかの先行研究により、GNSS 電波の位相に関する補正情報を追加することで波数の整数不確定性を決定する（Ambiguity Resolution; AR）ことが可能となり、測量や地殻変動監視に実用的な精度が達成される可能性があることが示されており、従来の相対測位を補完する技術として世界的に開発が進められている。

国内では、東京海洋大学の高須氏が開発したオープンソースの RTK ソフトウェアである RTKLIB において、既に PPP が実装されており、AR も試験的に導入されている。従って RTKLIB で実装されている技術を導入しつつ、さらなる PPP-AR 技術の高度化の研究を実施することが可能である。

また、国土地理院においても、国土交通省総合技術開発プロジェクト「高度な国土管理のための複数の衛星測位システム（マルチ GNSS）による高精度測位技術の開発」（H23-26）の中で、AR のための補正情報の生成手法に関する開発が進められ、開発したアルゴリズムの一部はオープンソースソフトウェア GSILIB として実装されている。

さらに、国土地理院において、特別研究「精密単独測位型 RTK（PPP-RTK）を用いたリアルタイム地殻変動把握技術の開発」（H27-29）が開始されている。この研究の中で、電子基準点データからリアルタイムな精密単独測位のための補正情報（測位衛星の位置・時刻情報・AR のための補正情報）を生成する技術を開発することとなっている。本研究で実施する後処理による精密単独測位においても、この研究で得られた補正情報生成の知見を活用することができる。

以上のとおり、国土地理院内外において、本研究開発の要素となる技術の検討および蓄積が進んでいることから、本研究を実施することは妥当である。

6. 背景・必要性の妥当性

現状のGEONETの定常解析では、地震直後の地殻変動や火山噴火前後の地殻変動をとらえて適時に提供するには、迅速性と時間分解能が不足する場合があることが本研究の背景であり、地震活動や火山活動の評価の高度化のためには、この課題を解決する必要がある。

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）」（平成25年11月8日 科学技術・学術審議会）において、国土地理院は「急速に進行する地殻変動の時間推移を精度良く推定する技術開発を行う」ことを求められている。また、「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告」（平成27年3月火山噴火予知連絡会火山観測体制等に関する検討会）においては、「地殻変動のより小さな異常の検知を可能とするため、GNSSによる地殻変動観測の精度を向上させるための技術開発を行う」とされている。本研究の背景・必要性は、これらの建議・報告の趣旨に合致するものであり、妥当である。

7. 目標設定の妥当性

本研究で取り入れる精密単独測位法については、いくつかの先行研究により、GNSS電波の位相に関する補正情報を追加することで、従来のスタティック法よりも軽い計算負荷で、1エポックごとの観測局の位置を、測量や地殻変動監視に実用的な精度で算出できる可能性があることが示されている。

本研究によりデータ取得後2時間で地殻変動情報が得られるようになれば、大地震発生の当日か翌日に開催される地震調査委員会臨時会までに、地殻変動データや断層モデルを確実に報告することが可能になると考えられ、地震調査委員会による地震像の把握がより迅速に実施できるようになる。また、火山噴火前後には、数十分から数時間といった時間スケールで地殻変動が発生するが、本研究によりデータ取得後2時間で、1秒の時間分解能で地殻変動を捉えることができるようになれば、噴火前後の火山活動のモデリングがより正確にできるようになると考えられ、火山噴火予知連絡会による火山活動の評価がより高度化する。

以上より、本研究の目標設定は妥当である。

8. 国土地理院が実施すべき妥当性

国土地理院は、国土の状態把握のための地殻変動監視において基盤的な役割を担っており、その高度化に資する本研究を国土地理院で実施することは妥当である。また、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）」（平成25年11月8日科学技術・学術審議会）において国土地理院は「急速に進行する地殻変動の時間推移を精度良く推定する技術開発を行う」とされている。さらに、「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告」（平成27年3月火山噴火予知連絡会火山観測体制等に関する検討会）において国土地理院は、「地殻変動のより小さな異常の検知を可能とするため、GNSSによる地殻変動観測の精度を向上させるための技術開発を行う」とされている。従って、本研究を国土地理院が実施することは妥当である。

9. 内容、方法、実施体制の妥当性

本研究の内容は、

- (1) 高精度なPPP後処理解析に必要な精密暦及び補正情報の生成システムの開発
- (2) プロトタイプシステムの開発、及び評価と改良

である。(1)では、宇宙測地研究室が実施している特別研究「精密単独測位型 RTK(PPP-RTK)を用いたリアルタイム地殻変動把握技術の開発」(H27~29)において開発している知見を取り入れ、効率的に、後処理の PPP-AR において高精度に解を算出するために必要な精密暦と補正情報を生成する手法とそれを実装したシステムを開発するものである。これは、解の高い精度と安定性を保ちながら、現在の GEONET 定常解析の弱点である、迅速性と低い時間分解能を克服するという本研究の背景・必要性から導かれるものである。また、プロトタイプの開発は、本研究で開発された手法の将来の GEONET 定常解析への組み込み及び地殻監視業務への活用を意図したものである。したがって、実施内容は妥当である。

本研究は上記(1)における開発については宇宙測地研究室主任研究官が中心となって行う一方、(1)における補正情報生成システムの実装や(2)におけるプロトタイプシステムの開発及びシステム運用支援ソフトウェアの開発については、高いプログラミング技術を有する外部に外注を行い、効率的に目標を達成しようとするものである。したがって、研究開発の方法・実施体制は妥当である。

10. 省内他部局等との調整の状況

プロトタイプシステムの開発及び評価に当たっては、GEONET の運用を行っている測地観測センターと協力し、実運用を想定した設計を行うとともに評価項目を設定し、実施する予定である。

11. 他省庁、異分野等との連携方針等

PPP-AR 解析が可能な GNSS 解析ソフトウェア RTKLIB を開発している東京海洋大学の研究者と情報交換等による連携を実施し、効率的に研究開発を行う予定である。

12. 成果活用方針の妥当性

本研究で開発された手法により、これまで半日程度かかっていた地殻変動の把握が2時間程度に迅速化されるとともに、高時間分解能化される。

これにより、まず、大地震が発生した際に、地震調査委員会臨時会に確実に地殻変動情報を提供できるようになる。また、地震本震による地殻変動とその後の余効変動とをより正確に分離することが可能となり、地殻変動研究室による地震活動のモデリングがより正確になる。これらの結果は地震調査委員会の臨時会に提供され、地震活動の評価に活用される。

また、火山噴火前後の山体膨張・収縮などが迅速かつ高い時間分解能で把握可能となり、より正確に火山活動をモデリングできるようになり、火山噴火予知連絡会における火山活動の評価の資料としての活用が想定される。

加えて、本研究において構築したプロトタイプシステムは、南海トラフ沿いの地殻変動の高時間分解能な監視や、活動が活発化した火山周辺の地殻変動の迅速・高時間分解能な監視への活用が考えられる。したがって、成果活用方針は妥当である。

13. その他、課題内容に応じ必要な事項

特になし。

14. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室
茨城県つくば市北郷1番