

# 新規研究課題提案書

## 1. 研究課題名：

災害に強い位置情報の基盤（国家座標）構築のための宇宙測地技術の高度化に関する研究

## 2. 研究制度名

特別研究

## 3. 研究期間：令和2年4月 ～ 令和7年3月 （5年間）

## 4. 課題分類

- (1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発
- (4) 地球と国土を科学的に把握するための研究

## 5. 研究開発の背景・必要性

近年、準天頂衛星システム「みちびき」によるセンチメートル級測位補強サービスや民間による精密なGNSS測位サービス等が登場するなど、衛星測位技術の精度・リアルタイム性が向上している。これらのGNSS測位サービスによって、数cmの精度で迅速に位置を得ることが可能となり、今後は、IoTやAI、ビッグデータ等を活用した「Society5.0」の実現に向けた取組（ICT施工やスマート農業、自動運転等）やより高精度な3次元の位置情報（緯度・経度・高さ）を必要とするサービス・産業において、GNSS測位サービスの利用が拡大することが見込まれる。しかしながら、これらのGNSS測位サービスでは、日々の地表変動の補正など、それぞれが独自の仕組みを構築しているため、仕組みの混在により混乱が生じる可能性がある。特に地殻変動のはげしい日本では、地表は常に複雑に変化しているため、全てのGNSS測位サービスを互いに変換せずにズレなく迅速に利用するには、日々変化する地表の動きに対応した位置を迅速に与える仕組みが必要である。

これを踏まえ、平成29年度の測量行政懇談会では、従来の緯度・経度・高さの3次元に時間を加えた4次元の測地基準座標系の検討が提言されており、国が公的な立場から4次元の位置情報（国家座標<sup>1</sup>）を適切に管理し、様々なGNSS測位サービスで国家座標と整合した高精度な位置情報を迅速に取得できる仕組みを構築・提供することが課題となっている。

4次元の国家座標を管理する仕組みを構築するためには、地球形状（測地基準座標系）の詳細な時空間変化を正確に計測し、この変化に基づいて現在を含む任意の時点の詳細な位置情報を算出するための技術が必要である。従来の国家座標の管理では、国土地理院が全国に整備している電子基準点や標石基準点（三角点や水準点等）でGPSによる測量を実施し、定常時や地震時の地表変動を計測していたが、この計測方法では、以下の2つの課題が存在する。1つ目は位置算出のリアルタイム性の不足で、現状の基準点の位置算出には、電子基準点で観測後数週間、標石基準点については数箇月を要する状況にある。2つ目の課題は空間分解能の不足で、電子基準点の配点密度（約20km間隔）では、スロースリップや火山活動に代表される、小さい空間スケールで少しずつ変動する地表変動を詳細に計測することが困難である。また、地震時に追加の測量を行う標石基準点の配点密度は数km間隔であるため、内陸地震に伴う複雑な地表変動（特に震源周辺）を詳細に計測することは困難な状況にある。

<sup>1</sup> 国家座標：測量の基準に準拠した経緯度、標高、平面直角座標等

近年、宇宙測地技術の進展により、GNSS観測点の精密な位置をより迅速に算出できる解析技術が登場し、民間企業や大学等が運用する独自のGNSS観測点も増加している。また、SAR技術を用いて面的な地表変動の計測も可能となり、これらの技術を活用することで、地球形状をより詳細かつ迅速に計測できる環境が整いつつある。

このような背景の中、現在を含む任意の時点の詳細な位置情報を算出する基盤を構築するためには、GNSSやSAR技術等の宇宙測地技術の高度化に関する研究開発を実施するとともに、これらの解析結果を用いて迅速かつ詳細な地表変動モデルの構築を可能とする技術開発を実施することが必要である。

## 6. 研究開発の目的（アウトプット指標、アウトカム指標）

本研究では、4次元の国家座標を管理する基盤の構築に向けて、地球形状（測地基準座標系）の詳細な時空間変化を正確に計測・監視する技術の開発、さらに、これらの技術を用いて、現在を含む任意の時点の詳細な位置情報を迅速に利用することを可能とする手法・技術の開発を目的とする。

アウトプット指標としては、GNSSやSAR技術、標高の基準面（ジオイド）の解析を実施する解析システム、各々の解析結果を統合することで国家座標及びその変化を算出する統合システム、さらに算出した値をユーザに提供する提供システムを構築することとする。

## 7. 研究開発の内容

本研究では、地球形状の詳細な時空間変化を正確に計測し、現在を含む任意の時点の詳細な位置情報を迅速に利用できる手法・技術の開発を行う。具体的には、従来の計測技術の課題である算出のリアルタイム性や地表変動把握の空間分解能を向上させるため、以下の3つの研究開発を実施する。

### ① 電子基準点の精密な位置をより迅速に計測する技術の開発

準天頂衛星システム等の複数の衛星測位システム（マルチGNSS）に対応した精密単独測位（PPP）の解析手法（マルチGNSS-PPP）を開発するため、GNSS観測点のアンテナ位相特性モデルの作成や信号間・衛星システム間バイアスの取り込み等に関する研究を実施する。さらに、マルチGNSS-PPPにより全国の電子基準点の精密な位置を迅速かつ安定的に算出する定常解析技術を開発する。

### ② 地表変動の詳細な空間分布やジオイドの微細な時間変化を計測・監視する技術の開発

次世代のSAR衛星を想定したSAR技術による時系列解析手法及び3次元解析手法（3D-InSAR）を開発し、面的な地表変動計測及び監視技術の高度化を図るとともに、電子基準点の疎な地域に設置された民間のGNSS観測点の活用手法を検討することで、電子基準点間の変動をより高密度かつ高精度に監視・計測する技術を開発する。また、①のマルチGNSS-PPPによる電子基準点の解析結果を基盤として、SAR技術や民間GNSS観測点の解析結果を活用し、迅速かつ詳細な地表変動モデルを構築するための研究開発を実施する。さらに、GNSSやSAR技術では計測できないジオイドの微細な時間変化（安定性）については、衛星重力データによるモニタリング手法を新たに開発する。

### ③ 国家座標及びその変化を提供するシステムの開発

上記の技術による計測結果に基づき、国家座標及びその変化を迅速に算出し、利用者に提供するためのシステムを開発する。

## 8. 研究開発の方法、実施体制

本研究は、GNSS、SAR技術、ジオイド、地表変動モデルの4つの基礎技術に関する研究要素を含んでいるため、各研究要素をその分野を専門とする主任研究官、研究官が担当し、全体を室長が統括して管理する体制で実施する。また、高度な専門性が必要な部分については研究者が実施し、定型的な作業やシステム開発のGUIの作成などはプログラミング技術を有する企業に外注するなどして、作業の効率的な実施を図る。

## 9. 研究開発の種類

### (3)技術開発

## 10. 現在までの開発段階

### (1)研究段階

## 11. 想定される成果と活用方針

本研究の成果は、現在を含む任意の時点の国家座標や地表変動量を迅速に利用可能にする基盤として、4次元の国家座標とその変化量を迅速に算出・提供できるシステムを構築し、誰もが任意の時点の位置情報を容易に取得できる環境を整備することである。

本成果は、現実の位置と測位・地図情報等迅速につないで処理できる環境を整備するために活用されることが想定され、平常時には、高精度な3次元位置情報を必要とする産業・ビジネス（ドローンや車両の自動運行、無人ロボット等による自律歩行支援サービス等）におけるGNSS測位での位置の基準値（国家座標）として活用されることが想定される。また、地震時には、地震後の復旧・復興工事に係る測量や建機の無人運用などにおける位置の基準値(国家座標)又は補正情報(時間変化量)としての活用が期待される。

これにより、高精度測位サービスの普及による新たな産業やビジネスの拡大、地震時の復旧・復興工事の早期実施に寄与することが見込まれる。

## 12. 研究に協力が見込まれる機関名

内閣府、東京海洋大学、一橋大学、JAXA、情報通信研究機構等

## 13. 関係部局等との調整

GEONETの運用を行っている測地観測センターとは、電子基準点の観測データの共有やGNSS解析方針、民間のGNSS観測点の活用等について情報共有や今後の方針に関する打合せ等を実施している。また、干渉SARの定常解析や地殻変動補正パラメータ、干渉SAR及びジオイドに関連する業務を担当する測地部との間でも、本研究に必要な各種データの共有や本研究の成果を活用した関係する事業の状況や方向性などについて調整している。

## 14. 備考

特になし。

## 15. 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

TEL : 029-864-1111(内8331) FAX : 029-864-2655 e-mail : miyahara-b96ip@mlit. go. jp

担当者名 : 宇宙測地研究室 宮原 伐折羅