

国土地理院研究開発基本計画
事後評価報告書
(案)

令和○年○月

国土地理院

まえがき

平成 31 年（2019 年）4 月に策定した「国土地理院研究開発基本計画（以下「研究開発基本計画」という。）」は、令和元年度（2019 年度）から令和 5 年度（2023 年度）までに、国土地理院における研究開発に関する基本的な方向性等を定めた計画である。この研究開発基本計画では、中間年に中間評価を、終了後には事後評価を行うこととしており、本報告書は、終了後である令和 6 年度に実施した事後評価の結果を取りまとめたものである。

事後評価の取りまとめにあたっては、令和 7 年 1 月に開催した内部評価委員会において内部評価を実施し、さらに、令和 7 年 2 月に外部専門家及び有識者で構成される「国土地理院研究評価委員会」において外部評価を実施した。

この事後評価結果は、研究開発方針の見直し、研究開発資源の適切な配分、研究開発体制の改善等、国土地理院における今後の研究開発に活用するものである。

目次

第1章 国土地理院研究評価委員会による外部評価	1
第2章 国土地理院における内部評価	2
1. 事後評価の対象	2
2. 事後評価の方法	2
2. 1 事後評価の体制及び事後評価方法	2
2. 2 事後評価の観点	2
3. 研究開発基本計画の各重点課題の評価概要	4
(1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発	8
(2) 3次元地理空間情報の構築に向けた研究開発	8
(3) 防災・減災の実現に向けた研究開発	9
(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究	10
4. 研究開発基本計画の実施状況と目標に対する評価	11
(1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発	11
①GEONE Tの次世代化（測地観測センター）	11
②VLBIの高精度化に向けた解析手法の確立（測地部）	12
③4次元測地基準座標系の構築（測地部）	13
④航空重力測量による新たな標高決定の仕組みの構築（測地部）	14
⑤準天頂衛星システムの測量分野への適用（測地観測センター）	14
(2) 3次元地理空間情報の構築に向けた研究開発	15
①測量成果の3次元化（企画部、基本図情報部）	15
②既存地図の更新の迅速化（地理地殻活動研究センター）	15
③先進光学衛星を活用した電子国土基本図の時間精度向上（基本図情報部）	16
④地理院タイルの提供・利用手法の高度化（地理空間情報部）	16
(3) 防災・減災の実現に向けた研究開発	16
①災害リスク把握のための研究（地理地殻活動研究センター）	16
②巨大地震発生に向けた監視能力向上のための研究（地理地殻活動研究センター） ..	17
③先進レーダ衛星を用いた地殻変動監視（測地部）	18
④GNSSリアルタイム解析による地殻変動の即時把握（測地観測センター）	19
⑤災害発生時の災害状況把握の迅速化（地理地殻活動研究センター）	19
(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究	20
①地殻活動の把握とそのメカニズム解明に関する研究（地理地殻活動研究センター地殻 変動研究室）	20

②地球形状とその変化の詳細な把握に関する研究（地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室）	21
③基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究（地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室）	22
5. 研究の進め方に対する評価	23
5. 1. 関係者との連携	23
5. 2. 地方における取組	24
5. 3. 人材育成	24
5. 4. 研究開発資金の確保	25
5. 5. 海外展開・貢献	25
5. 6. 成果の発信	25
5. 7. 評価の実施	26
6. まとめ	26
6. 1. 研究目標の達成度について	26
6. 2. 研究体制、研究開発、社会実装等について	27
7. その他（本事後評価結果と新しい研究開発計画との関係）	27
参考資料	29
1) 令和6年度国土地理院研究評価委員会委員名簿	30
2) 令和6年度国土地理院内部評価委員会委員名簿	31
3) 事後評価の経過	32
4) 研究開発基本計画における重点課題及び担当部署一覧	33
5) 研究開発予算の推移	34
6) 論文・発表等リスト	35

第 1 章 国土地理院研究評価委員会による外部評価

※2月開催の研究評価委員会の審議結果を記載

第2章 国土地理院における内部評価

1. 事後評価の対象

前計画の「研究開発基本計画（令和元年度～令和5年度）」は、国土地理院が実施すべき研究開発として、「高精度測位環境の構築に向けた研究開発」「3次元地理空間情報の構築に向けた研究開発」「防災・減災の実現に向けた研究開発」「地球と国土を科学的に把握するための研究」の4つの目標（以下「基本的課題」という。）を掲げている。また、その基本的課題ごとに3～5つの重点的に実施すべき研究開発課題（以下「重点課題」という。）を合計17課題設定している。さらに、これら17課題それぞれについて1～3つの合計37課題（以下「個別課題」という。）を設定している。事後評価では、これらの各課題を対象にフォローアップした結果を基に、総合的に評価した。

2. 事後評価の方法

事後評価は、国土地理院で内部評価を取りまとめ、外部の有資格者で構成される「国土地理院研究評価委員会」による外部評価を受ける方式で実施した。

2. 1 事後評価の体制及び事後評価方法

事後評価にあたり、国土地理院企画部の研究開発担当及び各部センターの研究開発担当窓口に対し、各研究開発課題の事後評価調査を実施した。その結果をもとに、国土地理院職員（部長級）9名で構成する国土地理院内部評価委員会（以下「内部評価委員会」という。）において内部評価を行い、事後評価報告書（案）としてまとめた。さらに、事後評価報告書（案）をもとに外部専門家及び有識者10名で構成する「国土地理院研究評価委員会」において、外部評価を行った。そして、内部評価及び外部評価結果を「国土地理院研究開発基本計画事後評価書」として取りまとめ、研究開発担当者にフィードバックした。

2. 2 事後評価の観点

国の機関の研究開発評価について基本的な方針を示した「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日内閣総理大臣決定）では、「評価は、政策評価法において示されている政策評価の観点も踏まえて、必要性、有効性、効率性の観点から、また、対象となる研究開発

の国際的な水準の向上の観点から実施する。これらの観点の下、研究開発の特性や評価の目的等に応じて、適切な評価項目・評価基準を設定して実施する。」とされている。

事後評価は、研究開発基本計画に示された研究目的・目標が、事後評価時点で判断して妥当なものであったかどうか、また、研究開発基本計画に示された研究目標に照らして有効かつ効率的に行われているかを見るものである。このため、本評価を実施するにあたっては、以下の「必要性」、「有効性」、「効率性」及び「国際的な水準の向上」の観点を念頭に評価を実施した。

1) 必要性

「研究の目的が妥当であったか」、「研究目標は過不足なく妥当であったか」等

2) 有効性

「科学的、技術的に高い評価が得られるか」、「情報発信しているか」、「事業に活かされているか」、「施策立案に反映されているか」、「人材の育成に問題ないか」等

3) 効率性

「計画的に実施しているか」、「関係機関との連携が的確に行われているか」、「費用対効果は十分か」等

4) 国際的な水準の向上

「我が国における科学の国際的な水準の向上」、「産業等の国際競争力の強化」、「地球規模の課題解決のための国際協力の推進」等

3. 研究開発基本計画の各重点課題の評価概要

基本的課題	(1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発
目標	我が国の測位基盤を支えるための根幹である VLBI や電子基準点網の高度化等を図り、様々な分野に利用が拡大している高精度測位サービスに対応するとともに、測位成果の活用促進を図る。
達成された主な内容	・次世代 GPS 衛星である Block III の解析が可能な GEONET 次世代解析（第 5 版）の運用開始【(1) ①】 ・マルチ GNSS に対応した精密な衛星軌道情報の算出・提供を開始し、IGS 解析センターへ参画【(1) ①】 ・電子基準点の通信網を高速通信が可能な回線へと更新し、新しい通信網での運用開始【(1) ①】 ・民間等が設置する GNSS 連続観測局の品質を確保するための基準として「民間等電子基準点の性能基準及び登録要領」等を制定【(1) ①】 ・これまでそれぞれに専用の受信機を使用していた S/X 帯と VGOS 仕様の広帯域の観測について、同一の装置で両方の観測を実施【(1) ②】 ・VGOS 観測のデータに対応した相関・解析手法を確立し、高精度な局位置や UT1 を迅速に公開することを実現【(1) ②】 ・座標最尤値の算出と可視化のしくみを構築することで、局所的な地殻変動を迅速に地殻変動補正の仕組みに反映する上で必要となる基盤を整備【(1) ③】 ・小型 GNSS 観測装置を用いて局所的な地殻変動を観測【(1) ③】 ・ダイナミックな測地基準系を構築するために必須となる事柄についての情報を取得【(1) ③】 ・得られた航空重力データをもとに新たなジオイド・モデル（ジオイド 2024 日本とその周辺（試行版））を構築【(1) ④】 ・GNSS 標高測量マニュアル（案）を整備【(1) ④】 ・CLAS の対象衛星数の増加後においても時間帯によって測位解のばらつきが極端に大きくなる現状においては、準天頂衛星システムによる測位サービスを公共測量へ適用することが困難であることを確認【(1) ⑤】
内部評価	本研究開発の目標について <u>達成された</u>
公表成果	論文賞等 5 件、研究報告書 44 件、審査付き論文 7 件、審査なし論文 65 件、口頭発表 160 件
他機関等との主な連携	（国研）情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構 （その他）IVS に参加している他機関、国際測地学協会
研究成果の活用状況（事業等に反映、又は今後活用が見込まれるもの）	・新しい解析ストラテジによる電子基準点日々の座標値は、地殻変動監視等を通じて防災減災に貢献した。【(1) ①】 ・GNSS 衛星の精密な軌道情報は、基準座標系の維持管理への貢献が期待される。【(1) ①】 ・実用化・高度化された地殻変動補正情報は、高精度位置情報サービスに活用されている。【(1) ③】 ・SAR を用いた座標補正パラメータにより、従来適用が困難だった断層近傍領域においても補正パラメータの利用が見込まれる。【(1) ③】 ・3cm の精度を持つ新たなジオイド・モデルは、全国の標高成果改定に貢献し、測量・測位の分野において今後幅広く活用が見込まれる。【(1) ④】

基本的課題	(2) 3次元地理空間情報の構築に向けた研究開発
目標	地理空間情報を効率的に3次元化し、鮮度を向上させる観点からデータ取得の効率化及び作業の自動化等を図るとともに、これらの地理空間情報を活用するためのインターフェースの改善を図る。
達成された主な内容	・UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル(案)の作業規程の準則への反映【(2) ①】 ・航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル(案)の作業規程の準則への反映【(2) ①】 ・3次元地図の試作データを作成【(2) ①】 ・規定の精度を確保しつつ、必要な標定点数等を少なくすることを可能とするUAVの撮影手法に関する報告書を作成【(2) ①】 ・空中写真とカメラパラメータを入力とする地図完全自動作成システムを試作【(2) ②】 ・衛星画像及び画像分析技術を用いた変化部抽出システム及びその報告書を作成【(2) ③】 ・誰もが容易に目的に応じた最適な表現が可能なベクトルタイルの全国公開と閲覧環境の提供、及びウェブ地図に最適化されたデータの形式・配信にかかる知見とニーズを蓄積【(2) ④】 ・ウェブ上における3次元測量成果の閲覧サイトの構築、及び地図の3次元表示にかかる最新の技術動向・知見を蓄積【(2) ④】
内部評価	本研究開発の目標について <u>達成された</u>
公表成果	論文賞等1件、研究報告書17件、審査付き論文1件、審査なし論文11件、口頭発表19件
他機関等との主な連携	(国研)寒地土木研究所、宇宙航空研究開発機構 (その他)オープンイノベーション
研究成果の活用状況 (事業等に反映、又は今後活用が見込まれるもの)	・2次元の地図情報に3次元点群データから高さ情報を付与し、3次元地図を作成する手法及びツール等を開発し、電子国土基本図の3次元化に活用する。【(2) ①】 ・令和5年度末に実施した離島におけるUAV撮影において、本研究開発の成果を参考として活用された。【(2) ①】 ・判読精度60%以上となった20項目の地物について、教師データや学習済モデルを公開し、関連研究を行う様々な研究者がこれを用いることで新たなAI研究に発展することが見込まれる。【(2) ②】 ・2時期の衛星画像を比較し経年変化箇所をグリッド単位で抽出する技術を開発し、空中写真の撮影計画や電子国土基本図の更新計画の策定に活用する。【(2) ③】

基本的課題	(3) 防災・減災の実現に向けた研究開発
目標	自然災害への「備え」と災害発生時における初動対応を向上させるため、災害リスクや被災状況に関する情報の高度化を図る。
達成された主な内容	・「リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成の手引き」を作成【(3) ①】 ・SGDAS の推計精度向上に向けた必要事項を整理【(3) ①】 ・現システムと同様のアウトプットを実現しつつ、動作の安定性の向上、メンテナンスフリー化、フェイルセーフの考え方に基づく機能の再設計や冗長化、データ更新等への対応等を追加したシステムを構築【(3) ①】 ・南海トラフ沿いの大規模地震発生前後の固着状態の変化を詳細に把握するため、地下構造モデルを構築するとともに、地震が発生した後に、上記のモデルから計算される粘性緩和を補正した上でプレート間のすべりを推定するための仕組みを構築【(3) ②】 ・先進レーダ衛星の高頻度観測データを活用した全国の地殻・地盤変動監視に必要となる各種処理の自動化・効率化の実現及び干渉 SAR 時系列解析システムを開発・導入【(3) ③】 ・PPP 解析及び不確実性を考慮した断層推定手法を開発し、試験的に実装【(3) ④】 ・浸水範囲の自動検出システムの構築【(3) ⑤】 ・AI による災害状況（浸水・土砂）自動判読システム構築【(3) ⑤】
内部評価	本研究開発の目標について <u>達成された</u>
公表成果	論文賞等 1 件、研究報告書 36 件、審査付き論文 19 件、審査なし論文 23 件、口頭発表 86 件
他機関等との主な連携	(国機関) 国土交通本省、気象庁、内閣府 (地方公共団体) 新潟県、愛知県、浦安市、熊本市 (国研) 国土技術政策総合研究所、産業技術総合研究所、気象研究所、宇宙航空研究開発機構 (大学) 東北大学等
研究成果の活用状況 (事業等に反映、又は今後活用が見込まれるもの)	・SGDAS を関係機関に配信中。推計精度向上等の課題解決により、より適切な発生可能性推計結果を配信可能となった。【(3) ①】 ・PPP 解析手法及び不確実性を考慮した断層推定手法の適用により、地殻変動即時解析の安定化が期待される。【(3) ④】 ・災害状況（浸水・土砂）自動判読システムとして令和 4 年度から本格運用された。国土交通省の災害対応等において引き続き活用が図られる見込み。【(3) ⑤】

基本的課題	(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究
目標	研究開発が地球物理学、地理学、土木工学等の学術的な蓄積を基盤としていることから、基礎的研究を実施することにより研究開発能力の底上げを図る。
達成された主な内容	・伊豆大島・桜島・霧島・草津白根山・浅間山、阿蘇山について、地下のマグマ溜まりの状態を継続的に推定するとともに結果を火山噴火予知連絡会等へ報告【(4) ①】 ・令和 5 年 2 月のトルコ共和国の地震や令和 6 年能登半島地震といった国内外で発生した主な地震について「だいち 2 号」(ALOS-2) の SAR データの解析により地殻変動を検出し、ホームページで公開するとともに、地震調査委員会、地震予知連絡会等や、関係する外国政府機関へ情報提供【(4) ①】 ・プレート境界の固着とすべりを推定するソフトウェアの改良【(4) ①】 ・RTKLIB に L1 帯と L5 帯による PPP 解析機能を追加するための開発を実施【(4) ②】 ・干渉 SAR 時系列解析、SAR3 次元変位場解析等のためのプログラムを開発【(4) ②】 ・地震によって生じるジオイド変化を推定するためのソフトウェアを開発【(4) ②】 ・地表変動をモデル化するための新しい時系列フィッティング手法や空間補間手法を開発【(4) ②】 ・SfM 処理用の空中写真クリッピングツールを開発【(4) ③】 ・全球の 90m メッシュ地形分類データを作成【(4) ③】
内部評価	本研究開発の目標について概ね達成された
公表成果	論文賞等 3 件、研究報告書 61 件、審査付き論文 34 件、審査なし論文 15 件、口頭発表 136 件
他機関等との主な連携	(国研) 国立天文台、海洋研究開発機構、宇宙航空研究開発機構、森林総合研究所(大学) 東京大学、京都大学、東京工業大学、一橋大学、お茶の水女子大学、日本大学、静岡大学等 (海外機関) 米国地質調査所、ローレンス・バークレー国立研究所、テキサス大学
研究成果の活用状況 (事業等に反映、又は今後活用が見込まれるもの)	・本研究のマルチ GNSS についての受信機アンテナ位相特性モデルの構築手法の検討で得られた知見によって GPS の新たな位相特性モデルが構築され、測地成果 2024 の電子基準点の標高成果の改定に使用された。【(4) ②】 ・測地部の事業で使われるソフトウェア(電離層誤差レベル推定機能など)に組み込まれた。【(4) ②】 ・任意地点の重力値を推定するソフトウェアは、国内の重力値の把握に利用されている。地震によって生じるジオイド変化を推定するためのソフトウェアは、巨大地震発生時においてジオイド変化の空間分布の把握に活用が見込まれる。日本とその周辺部のジオイド時間変化モデルは、経年的に進行するジオイドの時空間変化の把握に活用が見込まれる。【(4) ②】 ・民間等 GNSS 観測局や小型 GNSS 連続観測システムの解析やその分析結果は、測地観測センター実施の民間等電子基準点の評価方法の検討において活用されている。SAR を用いた地震時の補正パラメータ作成手法は、令和 6 年能登半島地震の変動補正パラメータ(試行版)の作成に利用された。GNSS データの時系列フィッティング手法(特に余効変動へのフィッティング)は、測地観測センターの地殻変動計算機能の検討において活用された。4 次元の位置情報管理のための座標変換処理手法は、測地部の定常時地殻変動補正への活用が見込まれる。【(4) ②】 ・空中写真を入力とした道路の変化情報抽出を可能とし、1 万枚以上の空中写真から自動的に抽出した変化情報が事業部の発注地区選定に用いられた。【(4) ③】 ・DEM 地形分類図に関する知見は、地震時地盤災害推計装置(SGDAS)の斜面崩壊ゾーニングマップに活用される見込み。【(4) ③】

（１）高精度測位環境の構築に向けた研究開発

本研究開発は、我が国の測位基盤を支えるための根幹である VLBI や電子基準点網の高度化等を図り、様々な分野に利用が拡大している高精度測位サービスに対応するとともに、測位成果の活用促進を図るものである。

重点課題として「GEONET の次世代化」、「VLBI の高精度化に向けた解析手法の確立」、「4 次元測地基準座標系の構築」、「航空重力測量による新たな標高決定の仕組みの構築」、「準天頂衛星システムの測量分野への適用」の 5 課題を設定し、さらに、これを達成するための 11 の個別課題を設定して研究開発を進めた。

研究開発成果の公表は、論文賞等 5 件、研究報告書 44 編、審査付論文 7 編（海外 7、（被引用数 99））、審査無し論文 65 編（国内 38、海外 27）、学会発表等 160 件（国内 118、海外 42）であった。

「GEONET の次世代化」では、GEONET 次世代解析の開発を進め令和 3 年 4 月に次世代解析の正式運用を開始し、新たな電子基準点日々の座標値を公開した。また、マルチ GNSS に対応した精密な衛星軌道情報の算出・提供を開始し、令和 5 年 12 月から IGS 解析センターに参画した。加えて、電子基準点の通信網を更新し、高速通信が可能な新しい通信網での運用を開始したほか、民間等が設置する GNSS 連続観測局の品質を確保するため「民間等電子基準点の性能基準及び登録要領」等を策定し、登録する仕組みを構築した。

「VLBI の高精度化に向けた解析手法の確立」では、石岡測地観測局において、国際 VLBI 事業 (IVS) が推進する全球 VLBI 観測システム (VGOS) に対応した観測を行うために必要な研究開発を行っており、おおむね順調に研究開発が進められた。IVS の観測結果は、ITRF（国際地球基準座標系）の構築に使われており、引き続き着実な研究開発を行い ITRF の構築に貢献していく。

「4 次元測地基準座標系の構築」では、地殻変動による地図と衛星測位のズレを補正する仕組みを構築し、令和 2 年 3 月に「定常時地殻変動補正サイト (POS2JGD)」を公開した。また、局所的な地殻変動を考慮した補正情報に対応するため、地殻変動補正の仕組みの改良を引き続き実施しており、おおむね順調に研究開発を進められた。

「航空重力測量による新たな標高決定の仕組みの構築」では、全国で航空重力測量を実施し、良質なデータが取得できた地域において、その情報を反映したジオイド・モデルの試作を行った。今後は、衛星測位とジオイドによる新たな標高決定の仕組みを確立し、これに要する規程、ガイドライン等を整備していく。

「準天頂衛星システムの測量分野への適用」では、センチメートル級測位補強サービス (CLAS) 受信機を用いて、測量の場面を想定した長期の精度検証を行った。その結果、CLAS の仕様上の静止体測位の精度はおおむね満たすことを確認できたものの、解決すべき課題があることが判明した。衛星システムの性能向上が継続していることから、引き続き測量分野での活用に向けて検討を進めていく。

以上により、本研究開発の目標は達成されたと評価できる。

（２）３次元地理空間情報の構築に向けた研究開発

本研究開発は、地理空間情報を効率的に 3 次元化し、鮮度を向上させる観点からデータ取得の効率化及び作業の自動化等を図るとともに、これらの地理空間情報を活用するためのインターフ

エースの改善を図るものである。

重点課題として「測量成果の3次元化」、「既存地図の更新の迅速化」、「先進光学衛星を活用した電子国土基本図の時間精度向上」、「地理院タイルの提供・利用手法の高度化」の4課題を設定し、さらに、これを達成するため8つの個別課題を設定して研究開発を進めた。

研究開発成果の公表は、論文賞等1件、研究報告書17編、審査付論文1編（海外1（被引用数1））、審査無し論文11編（国内11）、学会発表等19件（国内17、海外2）であった。

「測量成果の3次元化」では、公共測量における「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」及び、「航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル（案）」を令和5年3月に作業規程の準則に反映した。このほか、3次元地図の整備手法の開発、UAV写真測量の作業効率化の検討を行った。

「既存地図の更新の迅速化」では、AIを活用して空中写真に写った地物の種類と範囲を自動的に同定することにより、地図更新を自動化する手法の開発に取り組み、地物の自動判読・図化システムを構築した。一方で、取得対象としている地物によっては、本手法の適用が困難であることが分かった。なお、F値（抽出性能の評価に用いられる一般的な指標の一つ）が0.6を超える地物に対する学習モデルや教師データセットについては、ウェブサイトで公開した。

「先進光学衛星を活用した電子国土基本図の時間精度向上」では、地図更新候補箇所を効率的に選定するため、先進光学衛星「だいち3号」（ALOS-3）を想定した衛星画像を使用して自動変化抽出手法を開発したが、先進光学衛星の喪失のため、先進光学衛星の代替として、中分解能衛星画像及びAIによる画像分析技術を用いて、変化部抽出技術の開発を行った。本開発成果を踏まえ、電子国土基本図の更新計画の策定に活用していく。

「地理院タイルの提供・利用手法の高度化」では、ウェブ上で高速に表示可能な「ベクトルタイル」の提供方法と3次元測量成果のウェブ上における閲覧方法に関する研究開発を行った。前者については、ベクトルタイルの試験公開を行い、さらに、最新の技術動向を踏まえ、より迅速で安定した提供に最適なファイル形式を採用した最適化ベクトルタイルの配信を開始した。後者については、ウェブ上における3次元測量成果の閲覧サイトの構築を行った。

以上により、本研究開発の目標は達成されたと評価できる。

（3）防災・減災の実現に向けた研究開発

本研究開発は、自然災害への「備え」と災害発生時における初動対応を向上させるため、災害リスクや被災状況に関する情報の高度化を図るものである。

重点課題として「災害リスク把握のための研究」、「巨大地震発生に向けた監視能力向上のための研究」、「先進レーダ衛星を用いた地殻変動監視」、「GNSSリアルタイム解析による地殻変動の即時把握」、「災害発生時の災害状況把握の迅速化」の5課題を設定し、さらに、これを達成するため8つの個別課題を設定して研究開発を進めた。

研究開発成果の公表は、論文賞等1件、研究報告書36編、審査付論文19編（国内6、海外13（被引用数104））、審査無し論文23編（国内20、海外3）、学会発表等86件（国内67、海外19）であった。

「災害リスク把握のための研究」では、液状化しやすさの評価手法や液状化ハザードマップの表現方法の検討を行った。また、地震時における液状化や土砂災害等の地盤災害発生可能性を推計す

る「地震時地盤災害推計装置 (SGDAS)」の高度化に着手し、斜面崩壊に対する事前降雨の影響や斜面崩壊の推計を改善させる追加パラメータに関する検討、及び装置の動作安定性の向上など、機能の再設計や冗長化を行い、おおむね順調に進捗している。これらの研究結果を踏まえて、令和7年度に実装する新 SGDAS で、推計手法の高精度化を図る。

「巨大地震発生に向けた監視能力向上のための研究」では、南海トラフ地震の地震発生前後の固着状態の変化を詳細に把握するため、地下構造モデルを構築するとともに、南海トラフ沿いの大規模地震が発生した後に、上記のモデルから計算される粘性緩和を補正した上でプレート間のすべりを推定するための仕組みを完成させた。また、南海トラフ沿いで発生する短期的ゆっくりすべり、長期的ゆっくりすべりの推定手法を改良するとともに、継続的なモニタリングを実施し、「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」などで報告した。

「先進レーダ衛星を用いた地殻変動監視」では、先進レーダ衛星「だいち4号」(ALOS-4)の高頻度観測データを効率的に処理するため、解析ソフトウェアの改造や新たなアルゴリズム、解析手法の導入を進めた。さらに、「だいち4号」の観測データを用いた解析において、主要な解析技術となる干渉 SAR 時系列解析ソフトウェアの開発を進め、国内の火山監視及び全国の地殻・地盤変動監視に導入するなど順調に研究開発が進められた。

「GNSS リアルタイム解析による地殻変動の即時把握」では、巨大地震発生時にリアルタイムで地震規模を推定する「電子基準点リアルタイム解析手法 (REGARD)」の高度化を実施し、断層推定手法を改良するとともに、不確実性や信頼性を適切に評価し付与するアルゴリズムの開発や、リアルタイムに推定した軌道暦を用いた PPP 解析による測位手法を REGARD へ試験実装した。REGARD で解析した結果は令和6年能登半島地震等において関係機関に提供され、災害初動時の参考情報として活用されている。

「災害発生時の災害状況把握の迅速化」では、国土交通省災害対策用ヘリコプターからの空撮映像をリアルタイムに AI により処理し、浸水範囲と土砂災害範囲の地理院タイルデータを作成し、国土交通省の統合災害情報システム「DiMAPS」¹に送信する「災害状況(浸水・土砂)自動判読装置」の開発を終了した。

以上により、本研究開発の目標は達成されたと評価できる。

(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究

本研究開発は、研究開発が地球物理学、地理学、土木工学等の学術的な蓄積を基盤としていることから、基礎的研究を実施することにより研究開発能力の底上げを図るものである。

重点課題として「地殻活動の把握とそのメカニズム解明に関する研究」、「地球形状とその変化の詳細な把握に関する研究」、「基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究」の3課題を設定し、これを達成するための10の個別課題を設定して研究開発を進めた。

研究開発成果の公表は、論文賞等3件、研究報告書61編、審査付論文34編(国内2、海外32(被引用数737))、審査無し論文19編(国内15、海外4)、学会発表等136件(国内107、海外29)であった。

「地殻活動の把握とそのメカニズム解明に関する研究」では、地殻変動の空間分布や時間推移の詳細な把握と発生メカニズムの推定に関する基礎研究として、地震や火山の発生メカニズムや発

¹ <https://dimaps.mlit.go.jp/dimaps/index.html>

生源の推定に関する研究を行った。その結果、桜島や霧島等の火山の地殻変動力源の中・長期的な時間変化、南海トラフ沿いのプレート間固着やゆっくりすべりの定常的なモニタリングの実施、「だいち 2 号」(ALOS-2) データを用いた 2023 年 2 月に発生したトルコ共和国の地震や 2024 年 1 月の能登半島地震等に伴う地殻変動の把握及びメカニズムの解明などの成果が得られた。ここで得られた成果は、地震調査委員会、火山噴火予知連絡会等に資料として提供し、地震や火山活動の評価に活用された。

「地球形状とその変化の詳細な把握に関する研究」では、高い時空間分解能で、地球形状とその変化を詳細に把握するための基礎的研究として、マルチ GNSS の測位信号を用いた精密単独測位 (PPP) 解と F5 解との整合性の検証、L1 帯及び L5 帯による PPP 解析機能の開発、干渉 SAR 時系列解析や SAR 3 次元変位場解析等のプログラム開発、地震時の断層運動に伴うジオイド変化の推定機能や衛星重力データを用いたジオイド変化の計算機能の開発、小型 GNSS 観測装置の開発、4 次元の位置情報管理のための地表変動モデル (プロトタイプ版) の開発等を行った。ここで得られた研究成果は、特別研究「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」にも寄与した。

「基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究」では、地理空間情報の整備・更新の自動化、干渉 SAR 等のリモートセンシング技術を用いた斜面変動リスクや地盤脆弱性の評価の高度化に関する研究を行った。前者の成果は特別研究「AI を活用した地物自動抽出に関する研究」に寄与した。また、後者の成果は、日本全国の 30m メッシュ DEM・全球の 90m メッシュ DEM を用いた地形分類データを作成・公開したほか、干渉 SAR と SfM (Structure from Motion) 技術を活用した地震時の宅地盛土変動検出技術を確立した。

以上により、本研究開発の目標はおおむね達成されたと評価できる。

4. 研究開発基本計画の実施状況と目標に対する評価

(1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発

(1) ① GEONET の次世代化 (測地観測センター)

本重点課題では、我が国の高精度社会を支える測位基盤である GEONET の次世代化、効率化、高密度化の実現を目的に研究開発を行っており、3 つの個別課題を設定している。

「新たな衛星系、測位信号への対応に関する研究開発」では、電子基準点の観測データに欧州連合の Galileo の E5b 及び E5 AltBOC 信号を追加し、配信を開始した。また、次世代 GPS 衛星「GPS Block III」に対応するとともに、従来に比べ対流圏遅延の推定手法と高さ方向の精度が向上した「GEONET 次世代解析 (第 5 版)」を開発し、令和 3 年 4 月から正式に運用を開始した。さらに、マルチ GNSS に対応した精密な衛星軌道情報の作成について、JAXA との協定の下、ソフトウェアの精度向上、安定化に取り組み、精密な衛星軌道情報の安定的な算出・提供を開始し、令和 5 年 12 月には日本で初めて IGS 解析センターに認定された。加えて、マルチ GNSS データを簡便に前処理するツール「RINGO」を開発し、令和 5 年 3 月に提供を開始した。

「設置・運用・監視業務を効率化するための研究開発」では、平成 30 年 12 月 14 日に閣議決

定された「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」²の一環として、高精度な位置情報を活用するための重要インフラである GEONET を構成する各電子基準点の耐久性向上と耐災害性強化、維持管理の効率化を行った。さらに、冗長性向上と対災害性強化のため、地域の特性に応じ、浸水対策のピラー二重管化を実施した。令和3年度以降は令和2年12月11日に閣議決定された「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」³の一環として、通信機器等の省電力化や電力・通信確保のための老朽化した引込柱の交換、携帯電波の影響を受けにくい GNSS アンテナの導入、耐災害性強化のためのバッテリー更新等を進めている。

また、「測量の生産性を向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」の取組として、電子基準点等の高度化を図る技術の試行を行った。電子基準点は、付近に樹木がある場合、繁茂状況によりマルチパスが年間を通し一定ではないため、観測データが変化する。その対策として電子基準点にカメラを設置し、これにより上空写真を日々取得して繁茂状況を把握することによる伐採時期の管理方法、マルチパスに対する適切な仰角マスクの設定といった個々の電子基準点の設置環境に合わせた観測データの品質向上対策を検討した。さらに着氷防止のためのヒーターの装着、長期間の停電時に利用可能な補助電源装置の開発を行った。加えて、全国から GEONET 中央局への最適な通信手段を検討するため、より安定したデータの取得と提供の実現に向け、各通信回線を用いた場合の遅延時間及びサーバーへの負荷の検証、クラウドを用いた通信網におけるデータ遅延量の評価を行った。

「民間基準点を GEONET に取り込むための研究開発」では、平成30年3月の「第21回測量行政懇談会」の提言を受けて、高精度な衛星測位に向けて高品質のデータを取得する観測点をさらに高い密度で配置することを目的として、民間等の GNSS 連続観測局のデータを取り入れる仕組みの検討、環境整備に取り組んだ。携帯電話事業者等を中心に位置情報サービスの展開を目的として、独自に設置された GNSS 連続観測局について、国家座標に準拠し、一定精度の GNSS データを利用することが可能となるよう「民間等電子基準点の性能基準及び登録要領」及び「同運用基準（案）」を策定し、級別に登録する制度を整備した。また、GEONET の定常解析（第5版）と同様の手法で民間等電子基準点の座標値を求め、観測データの品質を継続的に評価するシステムを構築した。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

（1）②VLBI の高精度化に向けた解析手法の確立（測地部）

本重点課題では、ITRF（国際地球基準座標系）の構築及びプレート運動の把握への貢献、ITRF に整合した我が国の位置の基準である「国家座標」の継続的な維持を目的に研究開発を行っており、2つの個別課題を設定した。

国土地理院では、多国間の国際的な共同事業及び共同観測である「国際 VLBI 事業（IVS）」に参加しており、平成28年より本格運用を開始した石岡測地観測局において、地球回転を測る観測やアジア・オセアニア地域と連携した観測を中心に、国際的観測を行っている。これらの観測結果は、ITRF の構築及びプレート運動の把握に貢献するとともに、我が国の位置の基準である「国家座標」の維持管理に用いられている。

² <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/jyuyouinfura/sankanen/siryou1.pdf>

³ https://www.cas.go.jp/seisaku/kokudo_kyoudjinka/5kanenkasokuka/pdf/taisaku.pdf

「現行手法での観測と VGOS 仕様の観測を両立させるための手法の検討」では、IVS が推進する全球 VLBI 観測システム (VGOS) による観測のほか、日本の測地基準系を維持するため定常的に実施している S/X 帯による国際観測の双方を広帯域受信機のみで実施する混合観測の実現に取り組んでおり、開発検証を進めた結果、現時点で S/X 帯の観測が可能となった。

「広帯域データの相関処理・解析処理に関する技術開発」では、次世代相関処理システムを試験的に導入し、検証を行いながら実運用に向けた環境を構築中である。国土地理院は IVS の一員として観測局のほか、海外の各観測局から高速通信回線により送信されるデータを受信する IVS 公認の相関局及び解析センターも担っており、VGOS 観測で得られる広帯域観測データの相関処理、解析が可能となることにより、更なる国際協働への貢献が可能となる。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

(1) ③ 4 次元測地基準座標系の構築 (測地部)

本重点課題では、いつでもどこでもリアルタイムに高精度な測位ができる時代の到来を踏まえ、地殻変動補正の実用化・高度化など、新たな測地基準系の構築に寄与することを目的に研究開発を行っており、3 つの個別課題を設定した。

「地殻変動補正の実用化に向けた技術開発」では、地殻変動が活発な我が国において、複雑な地面の動きにより衛星測位の結果が地図と正しく重ならない課題を解決するための研究開発を行った。これまでに準天頂衛星システム「みちびき」などを利用した高精度な測位情報を、「国家座標」に整合させるサービス「定常時地殻変動補正サイト(POS2JGD)」⁴を開発し、令和 2 年 3 月より運用を開始した。POS2JGD は提供開始後も、補正情報の時空間分解能を向上する研究開発を継続するとともに、地殻変動補正の仕組みについて冗長化を行ったほか、負荷を分散した構成に改良することにより、可用性及び耐障害性の向上を図るなど、継続して研究開発を行っている。

「地殻変動補正のさらなる高度化に向けた研究」では、国土地理院の電子基準点だけでは把握が難しい地震や火山活動等に伴う局所的な地殻変動について、これを考慮した高精度な補正情報の構築・提供を可能するための研究開発を行った。具体的には、民間等の GNSS 連続観測局のデータ及び干渉 SAR を用いた地表変形モデルを活用し、迅速に地殻変動補正の仕組みに反映する研究開発を開始し、補正情報を生成するために必要な観測点を増やすため小型 GNSS 連続観測システムを開発するとともに、民間等電子基準点のデータ取得システムを構築し試験運用を行った。また、これらの座標値算出や GIS 可視化ツールの整備、各種データ同化手法の検証も実施した。今後は地殻変動補正の運用に適したデータ同化手法の精度に関する検証を進めていく。

「新たな測地基準座標系の構築に向けた検討にあたり必要となる研究」では、静的な測地基準座標系に加え、動的な測地基準座標系を導入しているジオサイエンス・オーストラリアとの二国間セミナーによる検討を通じて、基準点の任意の時刻における位置精度を担保する仕組みや任意の時刻間の座標を結ぶパラメータが必要であることなどダイナミックな測地基準系を構築するために必須となる情報が得られた。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

⁴ <https://positions.gsi.go.jp/cdcs/>

(1) ④航空重力測量による新たな標高決定の仕組みの構築（測地部）

本重点課題では、衛星測位によって、簡単に正確な標高が利用できる環境を構築することにより、高精度な 3 次元位置情報を利用した新たな位置情報サービスの創出に寄与することを目的に研究開発を行っており、2 つの個別課題を設定した。

「航空重力による高品質な重力データの整備と航空重力データの精度評価・解析手法の検討」では、衛星測位で標高を決定するために必要なジオイド・モデルの構築に向けて、令和元年度から航空重力測量を開始し、一部離島を除き目標精度 3cm として日本全国で均一かつ高品質な重力データを取得した。測量の結果、沿岸域において、航空重力測量で得られた重力値と既存の重力値との間に顕著な差が確認された。これは、航空重力測量では陸海あらゆる領域を均質に観測することが可能である一方、地上重力測量等では観測が困難な地域があり、既存の重力データに空白域が存在することが原因と考えられる。また、航空重力測量で整備された均一かつ高品質な重力データ等をもとに、令和 5 年度に新たな精密重力ジオイド・モデルを構築した。

「衛星測位とジオイドによる新たな標高決定の仕組みの確立とこれに要する規程、ガイドライン等の整備」では、これまでに新たな標高の仕組み構築について検討を開始し、方向性を決定した。今後は、具体的な方策について検討を進めていく必要がある。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

(1) ⑤準天頂衛星システムの測量分野への適用（測地観測センター）

本重点課題では、測量作業の効率化のため、準天頂衛星システムを活用した測量手法の確立に関する技術開発を行った。

具体的には、「準天頂衛星システムを活用した測量の効率的作業への適用方法に関する技術開発」において、準天頂衛星システム「みちびき」から送信される電子基準点のデータを用いた補正情報を配信する「センチメートル級測位補強サービス(CLAS)」を公共測量等に適用可能とするため、標準的な測量作業マニュアル（案）の作成に取り組んでいる。これまでに CLAS の長期検証を実施した結果、一部エリアを除き CLAS を用いた測位全体の 8~9 割の観測において、公表されている仕様を満たす測位精度が確保されていることが確認されたものの、測量の精度に収まらない時間帯や地域があることが分かった。既存の RTK-GNSS 等の測量機器と同程度の可用性を考えた場合、想定される測量作業上の観測の手順と精度管理の観点から、既存の測量機器と同程度の可用性・安定性は不十分であることから、現状では公共測量への適用のためのマニュアル化は尚早と整理した。現状では、公共測量への適用には至らないものの、土木等における計測機器としての活用や、新たな測量手法の提案等、民間における測量周辺での CLAS 活用の動きがあることや、CLAS の対象衛星数の増加など衛星システムの改良は続いており、将来的に CLAS の精度・利用環境が向上した際に再度、公共測量への適用について、可否判断を行うこととした。なお、これまでの検証で、評価指標・基準等を整理していることから、再評価を行う場合、効率的に行うことが可能である。

以上により、本研究開発の目標はおおむね達成されたが、成果の活用に向け、引き続き CLAS の状況を注視していく必要がある。

（２）３次元地理空間情報の構築に向けた研究開発

（２）①測量成果の３次元化（企画部、基本図情報部）

本重点課題では、３次元データの取得を効率化し、３次元データの整備・流通の促進を目的に研究開発を行っており、２つの個別課題を設定して進めている。

「地形測量の効率化に関する研究開発」では、公共測量において３次元データを取得するための規程類の整備などを行っている。令和２年３月には、「UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」について、オープンイノベーションの公募により、高精度かつ効率的に３次元データを取得する方法の検討を行い、マニュアル案を改正した。また、「航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル（案）」についても、オープンイノベーションの公募により、データ取得の効率化を図るため３次元点群データのフィルタリングツールの検証や公共測量における運用の実態調査等を行い、マニュアル（案）の改正を検討したが、早急に改正する技術的な課題はないと整理した。その後、「UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」及び、「航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル（案）」については、令和５年３月に作業規程の準則に反映した。さらに、手持ちレーザスキャナの作業マニュアル（案）を作成した。このほか基本測量において、２次元地図データである基盤地図情報から、航空レーザ測量や MMS 等の様々な手法で取得した３次元点群データを使用し、高さ情報を付与することで３次元地図データを作成する手法を開発した。加えて、３次元点群データの利用実態を把握し、社会のニーズに合う仕様に整備することにより、その流通を促進していくことを目的として、３次元点群データの試行利用の公募、および利活用事例、提供効果、仕様やアイデア等に関する調査を行った。

「写真測量の鉛直精度の向上に関する研究開発」では、オープンイノベーションの公募により、UAV 写真測量において、鉛直直下撮影画像に斜め方向画像を加えることによる、少ない標定点で精度を確保する方法の試行検証を行い、効率化の可能性を示した。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

（２）②既存地図の更新の迅速化（地理地殻活動研究センター）

本重点課題では、電子国土基本図の時間精度向上のため、AI 等を活用した地図更新の自動化手法の開発を行った。

地図更新の生産性向上のためのブレークスルーとして、地図作成に AI（人工知能）を導入した更新頻度向上の可能性を探るため、特別研究「AI を活用した地物自動抽出に関する研究」を平成 30 年度から令和 4 年度までの 5 か年で実施した。達成目標として、将来の事業への適用を考慮し、地図情報レベル 2500 の地物のうち 40 項目について AI による自動判読・図化の実現と、80% 以上の判読精度を設定した。結果、AI による自動判読精度が 80% を達成している項目は累計 12 項目であった。一方で、道路やメガソーラ等の地物について、自動図化を実現する地物抽出 AI の構築を行い、自動図化による地図データの試作を行った。

以上により、当初目標を全て達成することは困難であったが、当初の予定よりもさらに踏み込んだ自動図化の研究を実施することで、AI 開発の側面では重要な知見が得られた。

（２）③先進光学衛星を活用した電子国土基本図の時間精度向上（基本図情報部）

本重点課題では、先進光学衛星（ALOS-3）を利用して、電子国土基本図の時間精度向上を図ることを目的に研究開発を行った。

衛星画像や空中写真等の画像データから地図更新候補となる経年変化箇所について、撮影時期の異なる２時期の画像データを比較して自動抽出する技術開発を行った。国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の先進光学衛星は、当初予定の令和２年から打ち上げが延期されたが、先進光学衛星の活用に向け研究開発及びJAXAとの調整を進め、先進光学衛星（ALOS-3）の画像を想定した２時期の画像データを使って、明度差等の画素情報を比較して変化箇所を自動で抽出する手法を開発した。令和５年の先進光学衛星の喪失に伴い、先進光学衛星の代替として、中分解能衛星画像及びAIによる画像分析技術を用いて、変化部抽出技術の開発を行った。本開発成果を踏まえ、電子国土基本図の更新計画の策定に活用していく。

以上により、先進光学衛星の喪失により、当初計画より方針の切替えを行ったが、代替として行った研究開発成果を電子国土基本図更新の事業計画検討にかかる基礎資料として活用することができた。

（２）④地理院タイルの提供・利用手法の高度化（地理空間情報部）

本重点課題では、ウェブ上で高速に表示可能な地図データである「ベクトルタイル」などの地理院タイルの提供・利用に関する研究開発を行い、２つの個別課題を設定した。

「ウェブにおけるベクトル地図表示機能及び性能向上のための検討・開発」では、防災、教育、行政など、目的に応じた地図表現が実現できる「ベクトルタイル」を提供すべく、ウェブ上で高速に表示可能なベクトルタイルの仕様、生産手法の調査検討、ニーズに合わせたベクトルタイルのウェブ上での地図表現を調整するための基盤的な機能等の開発を行った。

令和元年７月から一部地域におけるベクトルタイルの試験公開を開始し、令和２年３月には全国データを公開し、その後、四半期に１回の更新を行っている。さらに、最新の技術動向を踏まえ、より迅速で安定した提供に最適なファイル形式を採用した最適化ベクトルタイルの配信を開始した。

「ウェブ上における３次元測量成果の閲覧の実現に向けた技術開発」では、３次元測量成果などの３次元データについて、ウェブを通じて閲覧できる仕組みの実現に向けた技術開発を実施した。ニーズにあったウェブサイトを構築するため、地理院地図パートナーネットワーク会議の場を活用するなどして、外部の知見や技術を取り入れつつ、３次元測量成果をベクトルタイル形式で用意し、シームレスなウェブ地図上で快適に表示可能な閲覧サイトを構築した。

これらの研究開発により、地図作成や地図データ処理に係る生産性が向上するとともに、地図や次元測量成果の新たな活用用途が創出されることが想定される。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

（３）防災・減災の実現に向けた研究開発

（３）①災害リスク把握のための研究（地理地殻活動研究センター）

本重点課題では、自然災害リスクの把握につながる地形特性情報を整備し、防災地理情報を高度

化することを目的に研究開発を行っており、3つの個別課題を設定している。

「液状化等のリスク評価の高度化に関する研究」では、工学的手法と経験的手法を融合した相対的な液状化危険度評価手法の開発と、リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ表現手法の検討を実施した。これらは、地方公共団体等が液状化ハザードマップを作成するための手引きを策定することを目的に、平成30年度から令和2年度まで国土交通省都市局の主導で実施した『国土交通省総合技術開発プロジェクト「リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発」』に参画して、実施したものである。このプロジェクトは、国土技術政策総合研究所とも連携し、液状化のしやすさ（発生傾向）の評価手法とハザードマップへの表現方法の検討を行い、試作による改善箇所の修正を経て、それらを取りまとめた「リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成の手引き」⁵が令和3年2月に国土交通省都市局から公開された。

「地震時地盤災害発生可能性の迅速な推計に向けた研究」では、「地震時地盤災害推計装置（SGDAS）」について、前計画から「SGDASの震度6弱領域における推計精度の改善のため研究」を令和2年度まで引き継ぐとともに、令和3年度からは、特別研究「SGDASの推計精度向上に関する研究」として実施した。これまでに、斜面崩壊に対する事前降雨の影響や斜面崩壊の推計を改善させる追加パラメータの検討、前述の液状化ハザードマップに関する総合技術開発プロジェクトの成果である液状化しやすさ評価手法をSGDASの液状化推計に組み込む方法の検討、及びこれらに必要な過去の地盤災害発生地点のインベントリデータの作成を行った。さらに、SGDASの入力データとなる推定震度分布図の250mメッシュ版対応を実施した。また、国土技術政策総合研究所、イタリアIRPI等、国内外の関連技術やシステムを持つ機関との連携や意見交換を行い情報収集に努めた。また、現装置と同様のアウトプットを実現しつつ、動作の安定性の向上、メンテナンスフリー化、フェイルセーフの考え方に基づく機能の再設計や冗長化、データ更新等への対応等を追加したシステムに改良するなど、着実に研究開発を進め、令和7年度にこれらの成果を取り入れた新SGDASを整備する予定である。進めている。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

（3）②巨大地震発生に向けた監視能力向上のための研究（地理地殻活動研究センター）

本重点課題では、南海トラフ周辺の地殻活動をより正確に把握し、プレート間の固着状態の変化に関する正確な情報を提供することによって、南海トラフの巨大地震等の発生に備えることを目的として、令和元年度から令和5年度までの特別研究「南海トラフ地震に対応するための地殻活動把握手法の研究開発」として実施した。

具体的な目標としては、①粘性緩和を考慮した余効すべり推定、②短い時間スケールの現象も含めたプレート間固着変化の把握、③プレート内部変形の詳細な把握、の三項目を掲げた。

① については、以下の成果が得られた。

- ・2004年紀伊半島沖地震の余効変動および東北地方太平洋沖地震の余効変動に基づき、西南日本の地下構造モデルを二種類構築した。それぞれのモデルについて、内閣府による南海トラフ沿いの巨大地震の想定ケースに対し、粘性緩和による変位を試算した。
- ・半割れ、一部割れ時に、上記地下構造モデルにより計算される粘性緩和を考慮して余効すべり

⁵ https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_tobou_tk_000044.html

の推定を行う仕組みを構築した。

② については、以下の成果が得られた。

- ・従来実施してきた長期的ゆっくりすべりの推定プログラムの設定を短期間のプレート間すべりの特性（すべり速度）に合わせて調整することにより、GEONET の定常解析結果を用いて南海トラフで発生する短期的ゆっくりすべりの推定が可能な場合があることを示した。また、四国域において自動で定常的に短期的ゆっくりすべりの推定を行えるようにした。
- ・プレート間すべり推定プログラムを改良し、GNSS 及び気象庁ひずみ計のデータを同時に使用してプレート間すべりの推定をできるようにした。実データに適用した結果、妥当な推定結果を得ることができた。
- ・2012 年以降に発生した四国の短期的ゆっくりすべりについて、網羅的に GNSS 解析を行い、カタログを作成した。またすべりの時空間的な特徴を明らかにした。さらに、2018 年以降に発生した長期的ゆっくりすべりについて、短期的ゆっくりすべりによる変位、地震による粘性変形を補正したうえで網羅的に GNSS 解析を行い、日向灘、豊後水道、四国中部、紀伊水道、東海などで長期的ゆっくりすべりが発生したことを明らかにした。推定されたゆっくりすべりについては、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震調査委員会などで報告した。

③ については、以下の成果が得られた。

- ・平成 28 年（2016 年）熊本地震について、GNSS で構築された既存の地下構造モデルを採用し、余効変動を計算した。一方、干渉 SAR 時系列解析を活用した内陸活断層周辺の変動の把握を試みたが、十分な精度には達せず、有意な結果を得ることができなかった。
- ・干渉 SAR 時系列解析を活用したブロック運動モデルの高度化を試みたが、十分な精度には達せず、有意な結果を得ることができなかった。そのため、GNSS で構築された既存のブロック断層モデルを採用した。
- ・平成 28 年（2016 年）熊本地震の余効変動を補正したうえで、新たに海底地殻変動データも取り入れ、ブロック運動を考慮したプレート間固着の推定を実施した。その結果、長期的ゆっくりすべりに対応する固着の変化をとらえることができた。

上記のとおり、①および②についてはほぼ当初の目的に対応した成果が得られている。③については、十分な精度には達せず、干渉 SAR 時系列解析を用いた内陸活断層周辺の変動の把握およびブロック運動モデルの高度化には至らなかった。ただし、既存のブロック断層モデルに基づくものの、平成 28 年（2016 年）熊本地震の余効変動の補正、海底地殻変動データの取り入れなどの工夫により、プレート間固着の推定の改良を行うことができた。

以上により、本研究は目標に対して、おおむね適切に進捗し達成された。

（3）③先進レーダ衛星を用いた地殻変動監視（測地部）

本重点課題では、地震や火山活動に伴う、より詳細な地殻変動情報をより迅速に提供し、防災・減災に貢献することを目的に研究開発を行った。具体的には、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」(ALOS-2) の後継機となる、先進レーダ衛星「だいち 4 号」(ALOS-4) による広域かつ高頻度の観測データを用いて、網羅的かつ迅速に地殻・地盤変動の監視を行うため、解析戦略や解析の高速化・自動化のための手法の検討を行った。また、全国を対象とした地殻・地盤変動の把握に適した解析を行うため、干渉 SAR 時系列解析手法について調査・研究を行うとともに、全国の地殻・

地盤変動把握に向けた解析戦略の検討を行った。

これまでに、解析ソフトウェアの自動化を行い、確認作業が必要な一部の過程を GUI 化することにより、ALOS-4 の高頻度観測データを効率的に処理するための仕組みを構築した。また、新たなアルゴリズムと解析手法を導入することにより、効率化・多様化・高精度化・安定化・簡易化を実現した。さらに、ALOS-4 で主要な解析技術となる干渉 SAR 時系列解析の導入に向け、干渉解析～干渉 SAR 時系列解析の一連の処理を効率的に実施するためのシステムの開発を進めた。また、ALOS-2 の観測データを用いた干渉 SAR 時系列解析を国内の火山監視に導入した結果、従来の解析では把握困難な火山活動に伴う変動が捉えられた。この結果は、火山噴火予知連等の関係機関に提供し、火山の活動評価等に活用された。加えて、全国の地殻・地盤変動監視においても干渉 SAR 時系列解析を導入し、地盤沈下等の局所的な変動を捉えることに成功した。

以上のように着実に成果が出ており、本研究開発の目標は達成された。

(3) ④GNSS リアルタイム解析による地殻変動の即時把握（測地観測センター）

本重点課題では、東北大学との共同研究で開発した「電子基準点リアルタイム解析手法 (REGARD)」により、電子基準点データをリアルタイムに解析し、地殻変動を即時に把握することを目的としている。このシステムを高度化・安定化することにより、電子基準点網による地殻変動の監視の迅速化と安定化を実現し、防災・減災にさらに貢献することができる。

具体的には、単独の電子基準点で迅速に測位解を得ることができる精密単独測位 (PPP) を活用し、地震発生後、即時に地殻変動を安定的に把握するための研究開発を行った。PPP に必要なマルチ GNSS の軌道暦のリアルタイム推定について、ソフトウェアの開発元である JAXA との協定の下、ソフトウェアの精度向上、安定化に取り組み、PPP 解析を実施して RTK 解析と同程度の精度が得られることを確認した。

また、REGARD の結果をより適切に表現するために、REGARD が捉えた地殻変動の信頼度を付与するアルゴリズムを開発した。さらに、東北大学で開発された不確実性を考慮した断層推定手法を REGARD に試験的に実装し、断層推定手法の高度化・安定化に取り組んだ。

REGARD で解析した結果は令和 6 年能登半島地震等において関係機関に提供され、災害初動時の参考情報として活用されている。

以上により、本研究開発の目標は達成された。

(3) ⑤災害発生時の災害状況把握の迅速化（地理地殻活動研究センター）

本重点課題では、大規模災害発生時における被害全体像の迅速な把握のため、浸水・土砂災害範囲特定の迅速化を実現し、撮影から短時間で災害発生範囲に関する情報を共有化する研究開発を行った。

前計画から取り組んできた一般研究を、令和元年度～令和 3 年度までの特別研究「浸水状況把握のリアルタイム化に関する研究」に継続し、水害における浸水範囲、浸水面積、湛水量の計測あるいは推定に要する時間を大幅に短縮する手法の開発を行った。

具体的には、空撮画像の水際の位置情報から湛水量を求める手法の整理、夜間の浸水状況の把握に向けて有効と考えられるセンサ候補の整理を踏まえ、国土交通省災害対策用ヘリコプターの空

撮画像から浸水範囲を AI により検出し、地図に自動投影するシステムを開発した。さらに、土砂崩壊部も AI の検出対象に追加し、「DiMAPS」上に検出結果を自動で送信するシステムを構築した。画像から災害情報を判読する作業は、専門技術者と多くの時間が必要であるが、開発したシステムによって、人手を介さずヘリコプターの撮影と少ないタイムラグで追隨して、自動的に浸水土砂災害範囲を判読し、地図データ化することが可能となった。

以上により、本研究開発の目標はおおむね達成された。

（４）地球と国土を科学的に把握するための研究

（４）①地殻活動の把握とそのメカニズム解明に関する研究（地理地殻活動研究センター地殻変動研究室）

本重点課題では、地震・火山活動に関わる地殻変動をより深く理解することを目的に、4つの個別課題を設定し、地殻変動の空間分布や時間推移の詳細な把握とそれらの発生メカニズムの推定に関する基礎的研究を行った。

「地殻変動データに基づく火山活動の力源推定に関する研究」では、電子基準点網により得られる地殻変動データを用いて、火山活動の原因である力源の時間変化推定を明らかにすることを目標にした。これまでに火山噴火予知連絡会で「火山防災のために監視・観測体制の充実等が必要な火山」に選定された伊豆大島、桜島、霧島、浅間山、草津白根山、口永良部島、阿蘇山などの火山について、電子基準点網による地殻変動データを用いた力源のモデリングを行うとともに、その結果の一部は火山噴火予知連絡会に報告して、火山活動評価に活用された。

以上により、本研究は目標に対して、おおむね適切に進捗し達成された。

「ひずみ集中帯の地殻変動特性に関する研究（～令和元年度）」では、内陸地震の発生メカニズムに関する詳細な知見を把握することを目標とした。そのため、佐渡島から越後平野にかけて広がるひずみ集中帯において、前計画から通算して 10 回の GNSS 繰り返し観測および連続観測を実施するとともに、このデータを用いて周辺の連続観測点とともにデータを解析した結果、本地域において短縮歪みが卓越しつつあることを確認し、東北地方太平洋沖地震後の当該地域の地殻変動場の時間変化について、詳細に明らかにできた。

以上により、本研究は目標に対して、おおむね適切に進捗し達成された。

「広域地殻変動データに基づくプレート境界地震の発生メカニズムの推定とその準備過程に関する研究」では、電子基準点により得られた地殻変動データを用いたプレート境界の固着状態把握に基づく巨大地震発生メカニズムの推定、スロー地震の発生様式推定のための手法の高度化を目標とした。これまでに以下のような成果が得られた。

- ・ Loveless & Meade (2010) による日本列島のブロックモデルに基づき、海上保安庁の海底地殻変動データの導入などの改良を加えた上で、2014 年以降の日本列島全域の解析を行った結果、豊後水道、四国中部、紀伊水道、志摩半島、東海における長期的ゆっくりすべりを示唆する結果が得られた。
- ・ 東北地方太平洋沖地震、2016 年熊本地震の余効変動をシミュレーションの結果で補正した上で、南海トラフ沿いのプレート境界のすべりの時間変化を詳細に調べ、論文としてとりまとめた。

以上により、本研究は目標に対して、おおむね適切に進捗し達成された。

「SAR データによる地殻変動解析および地殻変動データに基づく力学的モデリングに関する研究」では、衛星 SAR データを活用して地震・火山活動に伴う地殻変動の空間分布や時間変化を把握し、地殻変動源のモデリングを行い、地震・火山活動の発生メカニズムを解明することを目標とした。SAR データは、GNSS 連続観測だけでは捉えられなかった面的な地殻変動を検出することが可能になる。また、海外でも地殻変動の検出が可能であるという利点もある。これまで主に ALOS-2 の SAR データを用い、世界中で発生した以下の地震及び火山活動に伴う地殻変動の解析を行った。以下に解析した事例の一部を示す。

- ・ 2019 年 7 月のアメリカ・カリフォルニア州で発生したリッジレスト地震による地殻変動の抽出
- ・ 小笠原諸島硫黄島の火山活動に伴う地殻変動の抽出及びモデル化
- ・ 2021 年 5 月に噴火したコンゴ民主共和国のニーラゴンゴ火山の火山活動による地殻変動の抽出
- ・ 2021 年 8 月に発生したハイチ共和国の地震に伴う地殻変動の抽出
- ・ 2022 年 5 月に発生した中国青海省の地震に伴う地殻変動の抽出
- ・ 2023 年 2 月に発生したトルコ共和国の地震に伴う地殻変動の抽出およびモデル化
- ・ 2024 年 1 月に発生した能登半島の地震に伴う地殻変動の抽出およびモデル化

さらに、干渉 SAR 時系列解析、Pixel offset 法、MAI 法についても GUI によるプログラムを開発した。これにより地殻変動解析の自動化が可能となり、効率的に研究が進められる環境を整備した。以上により、本研究は目標に対して、おおむね適切に進捗し達成された。

(4) ②地球形状とその変化の詳細な把握に関する研究(地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室)

本重点課題では、常に動く大地の姿を正確に把握し、時空間的に必要とされる分解能で表現することを目的に、4つの個別課題を設定して基礎的研究を行った。

「精密単独測位 (PPP) 等の迅速かつ高精度な衛星測位技術の開発」の課題では、準天頂衛星システム等のマルチ GNSS の測位信号を用いて、迅速かつ精密な PPP 解析を行うソフトウェア (プロトタイプ版) の開発を行った。さらに、GPS と GLONASS による PPP スタティック解と F5 解との間の整合性を精査することで、両者の間には、特に上下方向に系統差が存在し、その原因として解析手法の違いや使用する暦の違いの影響が大きいことを明らかにした。本検証の過程で GLONASS に対する受信機アンテナ位相特性モデルの構築手法の改良を進めたほか、GPS の新たな位相特性モデルも構築し、電子基準点等の標高成果改定のための解析に使用される成果を得た。これら成果は、国際的な測地基準座標系に整合した座標値を、マルチ GNSS 解析による PPP 解析を通じて利用可能とするための基礎技術の進展に貢献するものであり、当初の目標をおおむね達成したと言える。

「より詳細な地表変動把握のための干渉 SAR 関連技術の高度化」の課題では、従来よりも詳細な国土の地表変動の把握・監視を実現するため、干渉 SAR 関連技術に関する研究を行った。干渉 SAR 時系列解析をほぼ自動で実施するソフトウェア、解析処理の全自動化に資する機能 (電離層誤差レベル推定機能) 及び誤差を正確に考慮した 3 次元解析プログラムを開発した。さらに、位相

アンラップ手動調整機能、位相勾配計算機能及び SBI 解析機能を開発し、従来よりも高度な地殻変動解析が遂行可能となった。これらの機能の計算プログラムは直営で開発しており、費用対効果の高い開発を実施できた。開発された機能は、2024 年度に打ち上げられた ALOS-4 衛星にも適用可能である。ALOS-4 による高頻度観測データとともに、今後の SAR 解析結果が大きく改善されると期待される。これら成果は、従来よりも詳細な国土の地表変動の把握・監視を実現し、位置情報を管理するための地表変動モデルの高度化に貢献するものであり、当初の目標を達成したと言える。

「大規模地震時の精密な標高変化の把握に向けたジオイド監視手法の開発」の課題では、標高の基準であるジオイドの維持管理の効率化及び高度化に向け、重力衛星 GRACE-FO の観測データと地球物理モデルに基づき、地震時に伴うジオイド変化や経年的に進行する日本列島のジオイド変化を精密に検出・補正するための研究開発を主に行った。地震時のジオイド変化については、震源断層モデルから日本及びその周辺におけるジオイド変化の規模や空間分布を計算する機能を開発した。これにより、大規模地震時に伴う変化を定量的に把握することが可能となった。経年的に進行するジオイド変化については、重力衛星データを用いてジオイドの時空間変化を計算する機能を開発した。さらに、数値シミュレーションにより粘弾性緩和理論に基づくジオイド変化を計算する機能も開発した。これらにより、海面上昇や巨大地震の余効変動に伴う経年的なジオイド変化を定量的に把握することが可能となった。これらの開発により、従来、国土地理院では対応できなかったジオイド監視が可能になったことに加えて、南海トラフ地震を含む日本周辺での大規模地震に伴うジオイド変化の事前シミュレーションや将来におけるジオイド・モデルの改訂の検討等への利活用環境が整備された。これら成果は、地震時ジオイド変化及び経年ジオイド変化をそれぞれ 1cm 及び 1mm/yr 程度の水準で検出・補正可能とし、標高基準の維持管理の効率化に貢献するものであり、当初の目標を達成したと言える。

「定常時・及び地震時の地殻変動を 3 次元的に表現可能な地表変動モデルの開発等に関する研究」の課題では、時間・空間分解能の高い地表変動モデルを作成するための研究を行った。電子基準点における GNSS 時系列データのモデル化において、共通誤差の除去処理や精密単独測位 (PPP) を利用した樹木の影響低減処理等を組み込んだ位置座標のモデル化技術を開発した。これにより、全国の電子基準点において任意の時点の位置 (情報) への変換が可能になり、従来の仕組みでは対応困難だった大規模地震直後の急速な余効変動においても位置情報の管理を高い時間分解能で正確かつ迅速に実施できる環境が整備された。また、従来法であるクリギング法に加えて、最小二乗コロケーションによる新しい空間補間手法等を開発した。これら技術を通じて、全国の地表変動モデルを作成し、4 次元の位置情報を管理するプロトタイプ機能を作成した。これに加えて、多点観測で得られる局所変動を考慮した高い空間分解能での位置情報管理を目指して、小型 GNSS 観測装置の開発や試験観測を実施した。これら成果は、定常時の地殻変動を従来より詳細にモデル化することで 4 次元の位置情報管理の高度化に貢献するものであり、当初の目標をおおむね達成したと言える。

以上により、本研究の目標に対して、達成に向けて着実に研究が進められた。

(4) ③基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究 (地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室)

本重点課題では、地理空間情報の整備・更新の自動化及び防災地理情報の高度化を目的に、2 つ

の課題を設定し、新技術を利用した効率的な地理空間情報の整備手法及び地形特性情報の高度化に関する基礎研究を行った。

「基盤情報の高度化に関する基礎的研究」では、地理空間情報の整備・更新の自動化及び効率化に関する研究開発を行った。これまでに、特別研究「浸水状況のリアルタイム化に関する研究」の成果の一部を大規模浸水発生時の業務に実装するため、浸水面積推計プログラムを作成した。また、特別研究「AIを活用した地物自動抽出に関する研究」の成果を用いて、空中写真撮影時に計測されたカメラパラメータに含まれる誤差要因の調査とその除去方法の検討を行った。

「地理学、空間情報科学、リモートセンシング等を活用した地形特性情報の高度化に関する基礎的研究」では、干渉 SAR 等のリモートセンシング技術を用いた斜面変動リスクや地盤脆弱性の評価の高度化について、干渉 SAR と SfM (Structure from Motion) ステレオ写真測量 (SfM-MVS) 技術を活用することで、地震時の宅地盛土の変動箇所を効率的に検出するとともに、盛土造成範囲を迅速に抽出し、被害範囲や変動メカニズムの検討に活用できることを確認した。また、DEM を用いた地盤強度や災害脆弱性推定に役立つ地形分類の自動化について、東京大学生産技術研究所と共同で研究を行い、日本全国の 30m メッシュ DEM・全球の 90m メッシュ DEM を用いた地形分類図を作成・公開した。DEM を用いた地形分類図作成においては、水文分析を用いた新たなパラメータを導入することで、DEM のノイズを回避した分類や、従来の自動分類の先行研究ではうまく捉えられなかった平野部の微高地の抽出に成功した。

さらに、地理学に関するその他の研究、特に地理教育に関する取組として、宮城教育大学、産業技術総合研究所地質調査総合センター、岩手大学と共同で、ビデオゲーム (Minecraft) を用いた学習支援の研究を行った。また、衛星画像の解析やオルソ処理を念頭に、効率的に隣接シーンを自動色調補正するツールを試作した。

以上により、本研究開発の目標がおおむね達成された。

5. 研究の進め方に対する評価

5. 1. 関係者との連携

本計画で掲げた課題に取り組む際には、国土交通本省などの国の機関との連携や、学識経験者や民間企業等との情報交換などが必要であり、前計画に引き続き、産学官連携を推進しながら研究開発に取り組んだ。

本計画においては、国の研究機関及び大学と共同研究協定により 10 件の共同研究を行っている。また、内閣府の「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」⁶や戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)、国土交通省の i-Construction⁷推進などの枠組における研究開発、JAXA との協定による研究開発など、関係機関と連携した研究開発を進めた。さらに、地殻変動に関する情報については、地震調査委員会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等に提供し、防災・減災のために活用された。

高精度な測地基準の構築及び維持管理に不可欠となる宇宙測地技術の高度化のために、二国間による協力協定を締結した。本計画期間においては、令和 2 年 11 月にはニュージーランド土地情報庁 (LINZ) と電子基準点網や干渉 SAR による地殻変動監視に関する技術協力に関する協定を、

⁶ <https://www8.cao.go.jp/cstp/prism/index.html>

⁷ <https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html>

令和 6 年 1 月にはスペイン国土地理院（IGN）と VLBI などを用いた測量に関する技術協力の連携を強化するための協力協定を締結した。

民間企業との連携では、オープンイノベーションの取組として、3 次元測量の効率化やマルチ GNSS 測量の利用促進、航空レーザ測深などに関する技術を民間企業から募集し、審査を通過した 17 件の技術開発を行った。その成果の一部は、公共測量のマニュアルに反映し、公共測量に利用された。

5. 2. 地方における取組

地方における取組としては、全国 10 か所に設置している地方測量部等を活用して、地域の課題や実状の把握、研究開発成果の効果的な活用・浸透の取組を行っている。各地方測量部等では、産学官連携協議会、公共測量担当者会議、各都道府県防災会議、火山防災協議会などを通じて、地域の情報収集と研究成果の広報・浸透に務めた。

各研究開発課題の地方における主な取組では、「液状化等のリスク評価の高度化に関する研究」において、ハザードマップの作成する自治体職員や利用する住民の意見を聴取するため、熊本市、浦安市、愛知県において、ワークショップ及びアンケート調査を実施し、その結果を踏まえて試作図を作成した。また、「地震時地盤災害発生可能性の迅速な推計に向けた研究」において、令和 3 年 2 月 13 日に福島県沖を震源とする M7.3 最大震度 6 強の地震や M7.6 最大震度 7 の令和 6 年能登半島地震等の最大震度 5 強以上の地震が発生した際に、研究成果である地震地盤災害推計装置（SGDAS）により斜面災害や液状化発生可能性を配信機関へ提供した。斜面災害・液状化等の可能性がある場所の推計結果が、各機関における初期の災害対応や土砂災害警戒区域等の緊急点検の試行に用いられた。

このほか、地理教育・防災教育において、令和 4 年度からの高等学校における地理の必修修化にあわせて、教育現場への支援を行っている。授業で使える様々な地図情報を公開しているウェブサイト「地理教育の道具箱」について、コンテンツを追加し充実を図った。また、これらの成果が有効活用されるよう、会議や講演を通じて、現場の地理教育関係者に情報提供した。

5. 3. 人材育成

職員の発表能力向上を図る目的で、計画期間の令和元年度から令和 5 年度において、院内各部センターにおいて「談話会」を合計 194 回開催した。談話会は、地理地殻活動研究センターでは一般にも公開するとともに、その他の各部・センターでは、業務紹介なども含めた幅広いテーマ内容で開催しており、若手職員の発表機会となっている。談話会は、若手職員の資料作成や発表の訓練の機会になっているとともに、職員が最新の技術動向や各部・センターの施策内容を把握する場となっている。

また、人材育成の観点から、文部科学省宇宙関係在外研究員として、令和元年から令和 5 年度までの 5 か年に 4 名の職員をトルコ等に派遣した。このほか、大学等から客員研究員 3 名、民間企業等から交流研究員 8 名を受入れており、多様な研究者や技術者との交流を通じて、職員の技術力向上に役立っている。

5. 4. 研究開発資金の確保

重点的資金として、特別研究経費の総額は、令和元年度から5年度までで約3.2億円となった。これは、平成26年度から30年度までの前計画の総額約3.7億円と比べても年平均で約1千万円の減となった。特別研究経費は、平成17年度をピークに漸減傾向にあるため、効率的な研究の実施に努めるとともに、必要な研究予算を確保する取組を積極的に行う必要がある。

一方、外部研究資金としては、国土交通本省予算である「建設技術の研究開発に必要な経費（総合技術開発プロジェクト）」において、平成30～令和2年度に「リスクコミュニケーションを取るための液状化ハザードマップ作成手法の開発」1課題に、「総合流域防災事業に必要な経費（総流対）」において、平成30年度から「AIによる災害状況（浸水・土砂）自動判読システムの開発」1課題に参画した。また、平成30年度から令和3年度まで官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）を活用し、科学技術イノベーション創造推進費として総額2.6億円を確保し、測量・調査データの3D化による生産性の向上、品質の確保を目的として、各種事業・研究開発に取り組んだ。さらに、独立行政法人日本学術振興会による科学研究費助成事業において研究12課題に取り組んだ。引き続き、外部研究資金の確保に向けた取組をより一層積極的に行う必要がある。

5. 5. 海外展開・貢献

政府の「インフラシステム海外展開戦略 2025（令和5年6月追補版）」や「地理空間情報活用推進基本計画（令和4年3月18日閣議決定）」等に基づき、世界トップ水準の地理空間情報分野に関する技術を海外に展開する等の技術貢献を行うことにより、我が国の経済成長につなげていくため、国内での研究開発を進め確固とした技術的基盤を構築することの重要性を認識しながら、各課題に取り組んだ。

具体的には、国際VLBI事業・国際GNSS事業など、地球規模の国際協働観測による「地球規模の測地基準座標系」（GGRF）の構築・維持の支援を行った。電子基準点網については、相手国の要望・ニーズを踏まえつつ、ベトナムやインドネシアなどアジア太平洋地域の国々を中心にその構築や高度運用等を支援する技術協力を実施した。さらに、国連イニシアティブや国連専門家委員会との連携を含むパートナーシップを通じて、多分野での地理空間情報の利活用に資する技術貢献を実施した。これらの取組は、引き続き関係する国際会議への参加や相手のニーズを把握することを重視しながら継続していく。

この他にも「だいち2号」（ALOS-2）のSARデータを用いて海外の主な地震及び火山活動に伴う地殻変動を解析し、2023年2月のトルコ共和国の地震では地殻変動源のモデリングを行い発生メカニズムの解明に貢献した。

5. 6. 成果の発信

研究開発成果のうち、公表可能なものについては提供を進めるとともに、積極的に学会発表や論文公表を行った。また、国民への分かりやすい広報にも努めた。

令和元年度から令和5年度までに研究開発成果の発信として、審査付論文61編（国内8、海外53）、審査無し論文114編（国内84、海外30）、各種学会における口頭発表等401件（国内309、海外92）を行った。

また、研究論文に準ずるものとして、「国土地理院時報」や欧文による「Bulletin of the GSI (国土地理院報告)」、「国土地理院調査研究年報」を作成し、ウェブサイトから公開している。概して研究開発成果を取りまとめたものは「国土地理院時報」に掲載し、各年度の調査研究の概要や進捗については「国土地理院調査研究年報」⁸に掲載しており、令和元年4月から令和5年12月までに、査読無し論文として「国土地理院時報」⁹14編および「Bulletin of the GSI (国土地理院報告)」¹⁰1編、研究報告書として「調査研究年報」158編を掲載した。

このほか、国土地理院の最新の施策や技術動向を一般に紹介する「国土地理院報告会」を毎年度開催している。令和元年度から令和5年度の報告会で合計35件の発表を行った。新型コロナウイルス感染症の影響を考慮し、令和2年度と及び令和3年度はオンライン開催、令和4年度以降は会場開催とオンデマンド配信によるハイブリッド開催としたことで、全国から多数の方に視聴いただいた。以上のように、専門家だけでなく国民全体にも分かりやすく成果を紹介する取組も進めた。

さらに、各種地理空間情報及び研究開発成果について、学校教育や防災教育への活用を推進するため、活用方法を紹介したコンテンツなどを掲載するウェブページ「地理教育の道具箱」を公開した。

5. 7. 評価の実施

特別研究については、内部評価委員会、研究評価委員会の測地分科会または地理分科会を経て、研究評価委員会において事前評価及び終了時評価を実施し、評価結果を研究者にフィードバックした。また、5年以上の長期にわたる特別研究については、社会ニーズの変化等も踏まえ中間評価も行い、後半の研究開発にフィードバックした。

研究開発基本計画で掲げた目標に適合した研究開発プロセスを明確にするため、より具体的な研究開発の内容及び目標等について、年度ごとに研究開発実施計画を定め、課題を明確にした。また、各部・センターの年度ごとの業務計画書に研究テーマと研究開発基本計画におけるその位置づけを明記することで、目標達成のための進捗を的確に把握した。

6. まとめ

評価の結果を取りまとめると、以下のとおりである。

6. 1. 研究目標の達成度について

令和元年度から5年度までの計画期間内における研究成果について、研究方針の変更が生じた課題はあったものの、定めた方法で着実に検証と評価が行われており、特に問題と感ずる点はない。全体的に成果が着実に上がっており、論文等が一定程度公表されているものも評価できる。また、論文数だけではなく、論文等への引用件数が941件と多いことも評価できる。

事業では関係機関との協力や国際貢献に積極的に取り組んでいる。特に研究開発では、学会・国際会議の場への参加が研究開発を進める上で重要であるとの観点から、国土地理院職員がこれら

⁸ <https://www.gsi.go.jp/kikakuchousei/Annual-Research+Report.html>

⁹ <https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/ji-home.html>

¹⁰ <https://www.gsi.go.jp/REPORT/BULLETIN-bul-home.html>

の場に積極的に出向き、今後も研究開発成果について積極的に情報発信をすべきである。

6. 2. 研究体制、研究開発、社会実装等について

新型コロナウイルス感染症対策として、令和 2 年度からテレワークが推奨され、国土地理院ではソフト面・ハード面での環境が徐々に整備されていった。在宅での執務を余儀なくされる場合においても研究開発が停滞しないために、オンラインを活用したテレワークの環境整備が大幅に改善された。

予算と人員を十分に確保できない状況の中で、研究対象となる分野が拡大することは、国土地理院に限らず世界的に解決すべき課題であり、そのためには様々な関係者の協力が必要不可欠である。その観点から、今後オープンデータの推進、AI 等の最先端の情報通信技術への対応を適切に進めることが必要となる。また、現在問題となっている測量技術者の減少など、技術の継承に課題があるため、引き続き i-Construction の推進を行いながら、人材育成にも配慮して研究開発を進めるべきである。

令和 6 年に閣議決定された「統合イノベーション戦略 2024」において、重要技術に関する統合的な戦略、グローバルな視点での連携強化、AI 分野の競争力強化と安全・安心の確保が強化方策とされている。国土地理院としても政府や社会の動向を臨機応変に見定めつつ、柔軟な姿勢で研究開発に取り組む必要がある。特に、研究開発の社会実装の観点では、人材育成、海外展開、成果の発信に配慮しつつ取り組む必要がある。

7. その他（本事後評価結果と新しい研究開発計画との関係）

国土地理院では、「基本測量に関する長期計画」と「国土地理院研究開発基本計画」という二つの計画を策定してきたが、研究開発について効率的に計画策定を行い、無駄な重複が起きぬようにするべきでとの観点から、それぞれの計画における役割の整理を行った。その結果、「基本測量に関する長期計画」の中では今後 10 年を見据えた研究開発の基本目標を定め、これを受けて研究開発の五箇年計画を策定することとした。このように整理したことを明確にするため「国土地理院研究開発基本計画」を「国土地理院研究開発計画」（以下「研究開発計画」という。）と名称を改めて、令和 5 年に新たな研究開発計画を策定した。今後は、この新たな研究開発計画を積極的に推進し、本報告に記載している研究評価委員会での指摘も踏まえて、国土地理院の研究開発を推進していく。

新しい研究開発計画では、国土地理院の政策の着実な実施のため、災害リスク削減、地理空間情報活用の高度化、科学的知見の蓄積等に関する研究開発を推進する。また、最先端の測量分野の新技術や情報通信技術を導入・活用し、新たな研究開発を進める。そのために、研究開発における中長期的目標（ビジョン）として「国家座標の高度化」「地理空間情報の効率的作成と高度化」「災害リスク削減への貢献」「地理地殻活動の地球科学的解明」を定めた。

研究開発に関する評価については、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」の趣旨に基づき、研究開発課題に対する評価、研究開発機関評価、研究開発施策の評価等を外部有識者により構成される研究評価委員会を設置して行う。また、研究開発成果の活用の促進、人材育成及び研究開発資金の確保に努めるとともに、関係機関との協力連携、社会貢献として、国内の関係機関への情報提供を通して、国民、社会に対する防災・減災への貢献を行う。ま

た、海外で発生した地震や火山活動による地殻変動解析結果の発表や国際 GNSS 事業 (IGS)、国際 VLBI 事業 (IVS) 等への協力、天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) 地震調査専門部会等を通して、災害リスク削減や測地基準系の管理に関して国際的な技術協力、支援を推進する。

参考資料

1) 令和6年度国土地理院研究評価委員会委員名簿

委員長

島津 弘 立正大学地球環境科学部地理学科教授

委員

青木 陽介 東京大学地震研究所准教授（測地分科会）

遠藤 宏之 地理空間情報ライター（有識者）

大坪 俊通 一橋大学大学院社会学研究科教授（測地分科会）

國崎 信江 株式会社危機管理教育研究所代表（有識者）

久保 純子 早稲田大学教育学部教授（地理分科会）

桜井 進 サイエンスナビゲーター®（有識者）

高橋 浩晃 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
教授（測地分科会）

山本 佳世子 電気通信大学大学院情報理工学研究科教授（地理分科会）

若林 芳樹 東京都立大学都市環境学部客員教授（地理分科会）

（敬称略：委員は五十音順）

2) 令和6年度国土地理院内部評価委員会委員名簿

委員長

企画部長

長谷川 裕之

委員

測地部長

山際 敦史

地理空間情報部長

岡谷 隆基

基本図情報部長

飯田 洋

応用地理部長

大塚 孝治

防災・地理空間情報企画センター長

中村 孝之

測地観測センター長

宮川 康平

地理地殻活動研究センター長

矢来 博司

地理地殻活動研究センター地理地殻活動総括研究官

宮原 伐折羅

3) 事後評価の経過

令和6年9月 ～令和7年1月	事後評価調査の実施 (事後評価報告書(素案)取りまとめ)
令和7年1月17日	令和6年度国土地理院内部評価委員会【内部評価】
令和7年1月～2月	事後評価報告書(案)取りまとめ
令和7年2月18日	令和6年度国土地理院研究評価委員会【外部評価】

4) 研究開発基本計画における重点課題及び担当部署一覧

(1) 高精度測位環境の構築に向けた研究開発

- ①GEONET の次世代化：測地観測センター、測地部、企画部
- ②VLBI の高精度化に向けた解析手法の確立：測地部
- ③4 次元測地基準座標系の構築：測地部、測地観測センター、地理地殻活動研究センター
- ④航空重力測量による新たな標高決定の仕組みの構築：測地部、地理地殻活動研究センター
- ⑤準天頂衛星システムの測量分野への適用：測地観測センター、企画部

(2) 3 次元地理空間情報の構築に向けた研究開発

- ①測量成果の 3 次元化：企画部、基本図情報部、地理空間情報部、地理地殻活動研究センター
- ②既存地図の更新の迅速化：地理地殻活動研究センター、基本図情報部
- ③先進光学衛星を活用した電子国土基本図の時間精度向上：基本図情報部
- ④地理院タイルの提供・利用手法の高度化：地理空間情報部

(3) 防災・減災の実現に向けた研究開発

- ①災害リスク把握のための研究：地理地殻活動研究センター
- ②巨大地震発生に向けた監視能力向上のための研究：地理地殻活動研究センター
- ③先進レーダ衛星を用いた地殻変動監視：測地部、地理地殻活動研究センター
- ④GNSS リアルタイム解析による地殻変動の即時把握：
測地観測センター、地理地殻活動研究センター
- ⑤災害発生時の災害状況把握の迅速化：地理地殻活動研究センター

(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究

- ①地殻活動の把握とそのメカニズム解明に関する研究
地理地殻活動研究センター地殻変動研究室
- ②地球形状とその変化の詳細な把握に関する研究
地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室、測地部
- ③基盤情報と地形特性情報の高度化に関する研究
地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室

(下線部は主務部)

5) 研究開発予算の推移

(単位：千円)

年度	特別研究費	一般研究費	科研費	総プロ経費	総流対	技術研究開発 推進費	科学技術イノ ベーション 創造推進費	総額
令和元年度	71,471	20,763	4,099	227	27,802	120,000	108,201	352,563
令和2年度	71,776	20,823	3,349	174	27,802	120,000	85,458	329,382
令和3年度	57,603	20,560	3,429	0	21,000	0	68,000	170,592
令和4年度	57,576	20,954	1,672	0	6,000	0	0	86,202
令和5年度	57,681	20,953	1,641	0	6,000	0	0	86,275
合計	316,107	104,053	14,190	401	88,604	240,000	261,659	1,025,014

一般研究費：補正予算（令和3年度：28,330千円、令和4年度：8,892千円、令和5年度：3,564千円）は含まない

総流対（総合流域防災事業に必要な経費）：R3年度予算にはR2補正1500万円（繰越）を含む

科学技術イノベーション創造推進費：R3年度予算にはR2補正5,995千円（繰越）を含む

6) 論文・発表等リスト