

国土地理院研究開発基本計画
事後評価報告書（案）

令和元年 月

国 土 地 理 院

まえがき

本報告書は、平成 26 年度から 30 年度までの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。）に記載された研究開発課題の事後評価結果を取りまとめたものである。

国土地理院では、研究開発基本計画について、平成 29 年 3 月に外部有識者による国土地理院研究評価委員会（外部評価委員会）による中間評価を行い、その結果を踏まえて研究開発基本計画の改定を平成 29 年 10 月に行った。その後の進捗を含め、5 年間の研究開発結果を基に評価案を作成し、令和元年 7 月に、内部評価を国土地理院の内部評価委員会、外部評価を国土地理院研究評価委員会においてそれぞれ実施し、最終的な評価結果としてとりまとめた。

目 次

| | |
|---|---|
| 1. 研究開発基本計画の事後評価の実施状況 | |
| 1. 1. 研究開発基本計画 | ● |
| 1. 2. 事後評価の実施体制 | ● |
| 1. 3. 事後評価の観点 | ● |
| 2. 国土地理院研究評価委員会による外部評価 | ● |
| 3. 国土地理院における内部評価 | ● |
| 3. 1. 研究開発基本計画の各重点課題の評価概要 | ● |
| (1) 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発 | ● |
| (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 | ● |
| (3) 防災・減災のための研究開発 | ● |
| (4) 地球と国土を科学的に把握するための研究 | ● |
| 3. 2. 研究開発基本計画の実施状況と目標に関する評価 | ● |
| 3. 2. 1. 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発 | ● |
| (1) 地理空間情報の整備力向上のための研究開発 | ● |
| (2) 地理空間情報の高度活用を推進するための研究開発 | ● |
| (3) 宇宙技術の活用により位置情報基盤の整備・維持・更新を行うための研究開発 | ● |
| (4) 地理空間情報の三次元化などの多様化へ対応するための研究開発 | ● |
| 3. 2. 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 | ● |
| (2) 次世代の地理空間情報の整備・提供・活用方法に関する研究開発 | ● |
| 3. 2. 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 | ● |
| (2) 災害時の状況を速やかに把握し、情報共有・提供するための研究開発 | ● |
| 3. 2. 4. 地球と国土を科学的に把握するための研究 | ● |
| (1) 地殻活動の解明のための研究 | ● |
| (2) 地球と国土の科学的把握に基づく測地基準系の高度化のための研究 | ● |
| (3) 地球と国土の環境を科学的に把握するための研究 | ● |
| 3. 3. 研究開発の推進方策に関する評価 | ● |
| 3. 3. 1. 評価の実施 | ● |
| 3. 3. 2. 研究開発の実施状況の把握・公開・管理 | ● |
| 3. 3. 3. 研究開発成果の活用の促進 | ● |
| 3. 3. 4. 人材及び研究開発資金の確保 | ● |
| 3. 3. 5. 知的基盤の整備・活用 | ● |
| 3. 3. 6. 関係機関との協力・連携及び国際的な連携の確保 | ● |
| 4. まとめ | ● |

参考資料

- (1) 国土地理院研究評価委員会委員名簿・・・・・・・・・・・・・・・・●
- (2) 内部評価委員会委員名簿・・・・・・・・・・・・・・・・●
- (3) 研究開発コーディネータ名簿・・・・・・・・・・・・・・・・●
- (4) 審議の経過・・・・・・・・・・・・・・・・●
- (5) 研究開発基本計画における重点研究開発課題及び担当課室一覧・・・●
- (6) グラフ・・・・・・・・・・・・・・・・●

1. 研究開発基本計画の事後評価の方法について

1. 1. 研究開発基本計画

研究開発基本計画は、国土地理院が取り組むべき研究の方向性を示すとともに、平成 26 年度から平成 30 年度までの 5 年間に国土地理院が行うべき具体的研究課題を取りまとめたものであり、

- (1) 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発
- (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
- (3) 防災・減災のための研究開発
- (4) 地球と国土を科学的に把握するための研究

の 4 つの基本的課題から構成されている。

1. 2. 事後評価の実施体制

本評価を実施するに当たっては、研究開発基本計画に基づき指名された 11 名の研究開発コーディネータが評価結果を取りまとめた。これを基に国土地理院職員（部長級）9 名で構成する内部評価委員会並びに外部専門家及び有識者 10 名で構成する研究評価委員会において評価を実施した。

研究開発基本計画には国土地理院における研究開発の大枠として 4 つの課題（以下「基本的課題」という。）が掲げられ、その課題ごとに特に重点的に実施すべき 2～4 つの課題（以下「重点課題」という。）が設定されている。重点課題には様々な研究開発に関わる課題が含まれるため、その個別の課題（以下「研究開発課題」という。）の検討状況の把握や評価を行うため、各研究開発担当者が自己評価により評価調査票を作成した。その後、研究開発コーディネータが評価調査票及び各研究開発担当者へのヒアリングによって終了時評価案を作成した後、事務局において研究開発基本計画の終了時評価書案を取りまとめた。これを基に内部評価委員会及び研究評価委員会において外部評価を受け、事後評価として取りまとめた後、評価結果は研究開発担当者にフィードバックした。

1. 3. 事後評価の観点

平成 28 年 12 月 21 日内閣総理大臣決定の「国の研究開発評価に関する大綱的指針」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に判断して妥当なものであったかどうか、また研究目標に照らして有効的かつ効率的に行われたか否かを見るものである。このため、本評価を実施するに当たっては、上記の「必要性」、「有効性」、「効率性」及び「国際的な水準の向上」を次のように具体化し

た。また、研究開発基本計画に定める「研究開発成果の活用状況」については、事業等にすでに反映された研究開発成果等を評価した。

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」等について評価を行う。

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」等について評価を行う。

③ 効率性

「費用対効果は十分か」、「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」等について評価を行う。

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」等について評価を行う。

2. 国土地理院研究評価委員会による外部評価

※外部評価を踏まえて記載

3. 国土地理院における内部評価

3. 1. 研究開発基本計画の各重点課題の評価概要

(1) 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発

国民が安心して豊かな生活を営むことができる社会を実現するため、データ収集・整理・解析の効率性向上など、地理空間情報の整備力・活用力の向上に直接的に寄与する共通基盤的な研究開発として、下記に掲げる4つの重点課題を推進した。

- ・ 地理空間情報の整備力向上のための研究開発
- ・ 地理空間情報の高度活用を推進するための研究開発
- ・ 宇宙技術の活用により位置情報基盤の整備・維持・更新を行うための研究開発
- ・ 地理空間情報の三次元化などの多様化へ対応するための研究開発

成果公表は、論文賞等 2 編、研究報告書 59 編、審査付き論文 12 編、審査なし論文 81 編、口頭発表 176 件であった。

「地理空間情報の整備力向上のための研究開発」では、無人航空機（以下「UAV」という。）による空中写真の精度・安全管理について調査・検討し、電子国土基本図の更新に UAV を用いる際の作業要領の原案を策定した。その後発足した「国土地理院ランドバード」において、平成 28 年（2016 年）熊本地震（以下単に「熊本地震」という。）等の災害時に同成果を用いて撮影が行われるなど、既に実作業において成果をあげている。また、半自動的にオルソ画像を整備する手法を開発し、生産性が従来比 10 倍以上向上した。この成果を用いて、災害対応時に空中写真からオルソ画像が作成され、地理院地図を通じて提供されている。

「地理空間情報の高度活用を推進するための研究開発」では、地理院地図におけるベクトルタイル表示機能の開発や提供実験の実施、立体模型のデータや触地図等作成支援ツールの作成、地球地図データの提供等を行った。これらの成果を、地理院地図の高度化などの事業へ効果的に反映した。

「宇宙技術の活用により位置情報基盤の整備・維持・更新を行うための研究開発」では、石岡 VLBI 観測施設における次世代の VLBI 観測システム（VGOS）に対応した観測システムを構築し、広帯域観測システムを用いた試験観測を国内外の観測局と実施することで、VGOS 仕様での観測が可能であることを実証した。また、防災の関連では、だいち 2 号（以下「ALOS-2」という。）等の SAR データを広域的に効率よく解析処理するシステムを開発し、斜面崩壊の抽出及びそれを解釈する手法を開発したほか、離島部のジオイド・モデルの整備、最新の重力測定結果を反映した日本重力基準網 2016 (JGSN2016) の構築、新たに開発した地磁気時空間モデルを利用した時期図 2015.0 年値の公開、マルチ GNSS 解析ソフトウェア（以下「GSILIB」という。）の開発及びマルチ GNSS 解析を測量等に適用するためのマルチ GNSS 測量マニュアル(案)の策定を行った。

「地理空間情報の三次元化などの多様化へ対応するための研究開発」では、3 次元 GIS データ作成のためのマニュアル案の策定や場所情報コードを用いた屋内外ナビゲーションに関する研究を進めた。また、民間活力を活用した技術開発競争（オープンイノベーション）によりレーザ測量を用いた点群データ取得に基づく地形データの効率的取得に関する技術開発を進めた。

（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

更に豊かな経済社会、そして新たなビジネスの創生を実現するための、次世代の地理空間情報高度活用社会の実現に向けた先駆的な研究開発を行った。また、高齢化、人口減少による社会構造の変化を迎える中、地理空間情報による利便性の向上などを目指した研究開発を行った。これらの研究開発では下記に掲げる 2 つの重点課題を推進した。

- ・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
- ・次世代の地理空間情報の整備・提供・活用方法に関する研究開発

成果公表は、研究報告書 12 編、審査付き論文 2 編、審査なし論文 3 編、口頭発表 23 件であった。

「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」では、マルチ GNSS に対応した GEONET の次期定常解析システムの開発が進められるとともに、安定したリアルタイム地殻変動監視を実現するため、精密単独測位技術（以下「PPP」という。）によるリアルタイム解析に必要となるリアルタイム補正情報生成システムの構築を進めた。また、重力測量の分野においては、航空重力測量を用いた従前より高分解能なジオイドの構築に関する取組が国内外で近年進んでいることを踏まえ、ジオイドと GNSS 測量の組合せによる効率的な標高決定に向けた取組を行った。さらに、準天頂衛星の 4 機体制の確立を踏まえ、準天頂衛星の補完効果や補強効果の測量分野への適用可能性について研究開発を行った。

「次世代の地理空間情報の整備・提供・活用方法に関する研究開発」では、情報通信技術（以下「ICT」という。）、特に 3 次元地理空間情報に関連する技術面・活用面の動向情報や、人口減少・高齢化予測に関する情報及び限界集落、ニュータウンなど先行的に生じている課題についての情報を取りまとめ、その結果を「3 次元地理空間情報を活用した安全・安心・快適な社会実現のための技術開発（国土交通省総合技術開発プロジェクト）」や他の重点開発課題での研究に活用した。また、近年急速に発展する AI を活用した地図更新の自動化技術の研究を行った。

（3）防災・減災のための研究開発

東日本大震災を契機に国民の防災意識が高まる中、地震災害や地球規模の環境変化による自然災害の増大などに対し、安全で安心して生活できる社会を実現するために、リスク把握や国土強靱化など事前の備えへの確実な対応及び災害時の応急対応の迅速化に寄与する共通基盤的な研究開発として、下記に掲げる 2 つの重点課題を推進した。

- ・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
- ・災害時の状況を速やかに把握し、情報共有・提供するための研究開発

成果公表は、論文賞等 4 編、研究報告書 76 編、審査付き論文 38 編、審査なし論文 36 編、口頭発表 163 件であった。

「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」のうち、高時間分解能の地殻変動データを用いた地殻活動発生初期段階における時系列解析とその変動メカニズムのモデル化では、研究開発成果の一部が津波予測支援システムの実用化に貢献した。また、自然災害の発生予想に資する災害と地形等の関係に関する研究では、より詳細な液状化ハザードマップ作成手法の開発や、ALOS-2 データの全国解析における斜面変動の抽出及びそれを解釈する手法の開発など、地形情報を効率的に防災へ利用することを可能とした。

「災害時の状況を速やかに把握し、情報共有・提供するための研究開発」では、熊本地震において、リアルタイムで得られた地殻変動データを地震調査研究推進本部に提供するなど、発災後に迅速に情報提供を実施するための研究開発成果を上げた。また、成果である地震時地盤災害推計システム（以下「SGDAS」という。）については、

熊本地震の土砂災害と液状化に関してシステムによる予測結果に対する評価を実施する等、実用化に向けた取組が行われた。

(4) 地球と国土を科学的に把握するための研究

地球と国土の現況と変化をより科学的に把握し、地殻変動や地形変化などのメカニズムを理解することを通じて、測量技術の高度化、防災・環境保全等の応用分野の高度化、地球科学等の学術分野の発展等につながる知見・成果を得るための研究として、下記に掲げる3つの重点課題を推進した。

- ・地殻活動の解明のための研究
- ・地球と国土の科学的把握に基づく測地基準系の高度化のための研究
- ・地球と国土の環境を科学的に把握するための研究

成果公表は、論文賞等3編、研究報告書68編、審査付き論文29編、審査なし論文24編、口頭発表154件であった。

「地殻活動の解明のための研究」では、プレート境界域の固着状態の変化を正確に把握するための時間依存インバージョンプログラムの改良、国内外で発生した多くの内陸地震・海溝型地震や火山活動に伴う地殻変動の抽出やモデル構築を実施したことによる発生メカニズムやテクトニクスに関する知見の獲得、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余効変動に関する研究を実施したことによる粘性構造に関する新たな知見の獲得などを実現した。

「地球と国土の科学的把握に基づく測地基準系の高度化のための研究」では、地殻変動モデルの構築に向けて国際地球基準座標系(以下「ITRF」という。)2014に準じた電子基準点座標の時系列非線形モデリングを実施するためのプログラムを開発したほか、日本列島の新たな重力ジオイド・モデルの開発を行い、従来よりも高い精度を持つ重力ジオイド・モデルの開発に成功するなど、測地基準座標系の品質向上につながる成果を得た。

「地球と国土の環境を科学的に把握するための研究」では、陸域と海底地形のDEMを解像度の違い等を考慮しつつ滑らかに結合させて地形分析を実施し、南海トラフの海陸一体の地形分類図を作成したほか、全国の地盤災害特性データのうち、地震による斜面崩壊の危険性が高い領域の抽出手順の改良を行った。

3. 2. 研究開発基本計画の実施状況と目標に関する評価

3. 2. 1 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発

(1) 地理空間情報の整備力向上のための研究開発

本項目では、①基本測量でUAVを使用可能とすることを目的とした、UAVによる空中写真撮影に関する技術開発、②国土地理院が利用可能な地理空間情報の取得手段を拡充することを目的とした、地理空間情報の整備手法に関する研究が行われた。

①では、電子国土基本図の更新に活用することを想定して、UAVにより空中写真を撮影し、精度管理手法及び成果の精度レベルについて検証するとともに、安全管理面から留意すべき点についても調査検討し、具体的な基準値や手順を取りまとめ、基本

測量に UAV を用いる際の作業要領案を策定した。

UAV の活用は、世界中で近年急速に広がっている。国土交通省が進めている、ICT を建設現場に活用することにより建設生産システム全体の生産性向上を図る **i-Construction** でも活用されるとともに、地方整備局や地方公共団体で災害調査にも活用されている。今回の研究開発成果は、測量や災害調査の分野で UAV の活用を促進する意義のあるものであったと言える。また、UAV で低廉かつ簡便に撮影された写真の解析には、**SfM/MVS**（動画や静止画からカメラの撮影位置を推定し 3 次元形状を復元する技術）といった新技術が用いられており、測量の観点から必要な精度を確保する方法を明らかにした意義は大きい。

成果の実装においては、国土地理院自らが UAV を運用する体制として、平成 28 年 3 月に「国土地理院ランドバード」が発足し、本研究開発成果を基に UAV 技術者の育成や **i-Construction** 向けの測量に必要な指導・助言を行うとともに、災害時の被害状況調査で成果を上げた。また、撮影用航空機の進出が困難な離島の電子国土基本図の更新に活用された。

②では、効率的なオルソ化手法を開発するため、新しい画像処理技術である **SfM** によるマッチングの成否に影響する要素（撮影方向や撮影時期）を明確にし、標定要素が未知の空中写真に対し、既存のオルソ画像を教師画像として **GCP**（空中写真の位置を調整するための基準となる点）を自動的に付与する技術を開発した。さらに、**SfM** と **GCP** 自動付与技術を用いることで、過去に撮影された標定要素が未知の空中写真から半自動的にオルソ画像を作成することが可能となった。結果、オルソ作成が大幅に効率化し、生産性は従来比 10 倍以上に向上した。この手法を応用し、高精度の外部標定要素が予め与えられた空中写真については、**GCP** を用いず、地上画素寸法 30cm のオルソ画像を完全自動生成することに成功した。また、効率的な地理空間情報の作成手法として、空中写真画像からの地物抽出に **AI**（具体的には、深層学習を用いた画像認識技術）が有効であることを確認した。

効率的なオルソ化手法や地理空間情報の作成手法は、災害時における迅速な被害状況把握のために必要とされる技術である。また、過去の空中写真は、その土地の歴史、環境、災害の危険性を知る重要な素材であるが、国土地理院が保有する 100 万枚以上にのぼる過去の空中写真の大部分はオルソ化されておらず、また昨今その予算を確保することは困難である。そのため、低コスト・半自動的にオルソ化手法や地理空間情報の作成手法を開発した本研究開発成果の持つ意義は大きい。

成果の実装においては、災害対応時に、本研究開発成果を活用したオルソ画像作成及び地理院地図を通じた提供が行われた。また、離島の電子国土基本図の更新に活用された。その他、災害時の迅速な被害状況把握への **AI** を用いた地物抽出技術の適用について、国土交通本省と連携して検討が進められている。

成果の公表状況については、論文賞等 1 編、研究報告書 9 編、審査なし論文 2 編、口頭発表 3 件、論文誌等での被引用数 6 編である。

他機関との連携については、①では、UAV を既に導入又は今後活用予定の地方整備局事務所と技術的な知見を共有し、連携がとられており、②では、災害時の迅速な被害状況把握への適用について、国土交通本省と連携がとられた。

研究体制及び予算については、①では、担当室全体で本業務に対応する体制を確保し、特段問題なく実施できた。②では、実施体制の変化により、システム開発経験者の直営作業を前提とした研究計画の履行は、苦勞の多いものであった。

今後の課題としては、①では、UAV を活用した基本測量に関する技術者の育成を促進するとともに、災害対応や電子国土基本図更新への活用を図っていくこと、②では AI を用いた地物抽出技術について、民間での実装事例も出てきていることから、最先端の技術動向を把握しながら、引き続き高度化を図っていくことが必要である。

以上により、本研究の目標に対しては、着実な実装が進められていることから、概ね適切と評価できる。

（２）地理空間情報の高度活用を推進するための研究開発

本項目では、地理空間情報の高度活用を推進するために、国のオープンデータ戦略と整合した効果的・効率的なデータ公開を目指し、①ICT を用いた地理空間情報活用について、国際標準化や技術交流、途上国への技術移転等を通じて国際的地位を確立するための「タイル形式のウェブマッピング及び電子国土施策の国際展開に関する研究」、②測量成果のベクトルタイル配信による技術的効果、政策的影響を検討し、世界最先端のベクトルタイル提供事業を実現するための「ベクトルタイル技術を用いた、ウェブにおける高度な地理空間情報活用に関する研究」、③立体模型等のファブリケーションへの展開を踏まえた測量成果等の効果的な提供のための「地理空間情報のファブリケーションへの展開に関する研究」、④国内外での地球地図をはじめとした持続可能な開発に資する地理空間情報の高度活用を推進するための「持続可能な開発のための地球規模地理空間情報の発信（地球地図等の提供・利活用促進）手法の開発」、⑤公共測量制度の効果分析を行い、適用可能な成果を得ることを目指した「地理空間情報のマネジメントに関する政策研究」が行われた。

①では、地理院地図の基礎となっている「タイル形式のウェブマッピング」にかかる技術的・政策的施策について、国際的な地位の確立に向け、国際会議での報告や国際交流の場、GitHub（技術者向けの SNS）でのタイル技術の情報公開、JICA 等の国際交流を通じて啓発を行った。

②では、ベクトルタイル技術の最新動向を踏まえながら、地理院地図におけるベクトルタイル表示機能を開発し、測量成果等の地理空間情報のベクトルタイル配信手法を確立するための調査検討及び提供実験を行った。

③では、3D プリンタ、UV プリンタなどの様々なデバイスの最新動向やベクトルタイル技術等の地理空間情報の最新動向を踏まえながら、地理空間情報の立体模型等のファブリケーションへの展開について、立体模型のデータ作成や触地図等作成支援ツールの作成などの開発研究を行った。

④では、地球地図の効果的な整備・提供手法及び途上国への効果的な技術移転手法を研究し、地球環境変化の把握・防災・減災などに資するため、地球規模の主題図データカタログや防災分野における地理空間情報の活用事例、地球地図データ等の公開を行った。

⑤では、測量全般にわたる技術や成果の社会的な意義を分かりやすく提示するため、

公的機関が実施する測量や公的機関以外も含めた測量全般のストック効果に関して調査及び分析を行い、主な測量技術の効果を広く提示した。

本研究開発の成果としては、①では、タイル形式のウェブマッピングについて、国際標準化機構地理情報専門委員会（ISO/TC 211）での報告や国際的な交流の場での優位性の啓発、GitHub からウェブ地図のソースコードを公開するなど、タイル形式のウェブマッピングの国際的地位の確立に向け、環境整備を推進した。②では、ベクトルタイル表示機能を備えた地理院地図の開発を行い、基盤地図情報等についてベクトルタイル提供実験を開始し、地理院地図パートナーネットワークの場を通じて外部技術者と意見交換を行った。公開したデータや技術は外部技術者をはじめ広く国民に活用されている。③では、災害対応時に 3D プリンタを用いた立体模型を関係機関に提供し、地理空間情報を実体化、実物化することが地形理解のサポートに有効であると見込まれる分野への活用を図った。また、3D プリンタ・ベクトルタイルを利用した触地図等を作成・公開し、誰でも自由に触地図を製作できる環境を提供した。④では、地球規模の主題図データカタログや防災分野における地理空間情報の活用事例、地球地図第 3 版（全球土地被覆）等の公開を行い、国連業務を含む国際的な環境・防災分野等での活用が見込まれた。⑤では、行政用資料として「地図と測量」「電子基準点」「国土地理院ランドバード」等をまとめ、測量のストック効果を広く国民に提示した。

成果の公表状況については、研究報告書 7 編、審査付き論文 1 編、審査なし論文 13 編、口頭発表 8 件となっており、やや数は少ないが、ウェブ地図からの公表や提供、災害対応など、国土地理院の事業に研究開発成果は十分に反映された。

他機関との連携については、④では、184 の国と地域が地球地図プロジェクトに加盟し、毎年、進捗状況の報告や地球地図プロジェクトの方向性を議論した。平成 28 年 8 月の最終会合では、地球地図プロジェクトを統括する地球地図国際運営委員会の解散を決議し、今まで地球地図プロジェクトで整備した有用な情報等を地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会に提供することや、地球地図データの国連移管を実施した。⑤では、民間団体や学識経験者と連携し、検討を行った。今後も良好な連携を継続するとともに、更に連携を推進すべきである。

研究体制及び予算については、担当部局において限られた体制及び予算の中、効率的に運用することで概ね確保できた。

今後の課題としては、オープンソースの技術を使うため、常に技術の動向を確認し、良い技術を選択できるようにすることが必要である。

以上により、本研究の目標は、効果的、効率的に研究が実施され、概ね達成された。

（3）宇宙技術の活用により位置情報基盤の整備・維持・更新を行うための研究開発

本項目では、①VGOS に関する研究開発、②干渉 SAR 成果の利用拡大に関する研究開発、③物理測地学的な位置情報基盤の改訂に関する研究開発、④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（国土交通省総合技術開発プロジェクト）が行われている。

①では、石岡 VLBI 観測施設において VGOS 観測システムの構築を行い、安定的な

VGOS 観測実施に向けた試験観測及び装置の調整に着手するとともに、国際的な開発状況を調査し、導入に関する指針を策定した。

②では、ALOS-2 等の SAR データを広域的に効率よく解析処理するシステムを開発し、全国の地盤変動を網羅的かつ高い信頼性で監視する手法を確立するとともに、地理院地図を利用した分かりやすくかつ利用しやすい成果の出力方法及び公開形式を確立した。

③では、離島部のジオイド・モデルを整備するとともに、最新の重力測定結果を反映した日本重力基準網 2016 (JGSN2016) の整備、新たに開発した地磁気時空間モデルを利用した磁気図 2015.0 年値の整備を行った。

④では、GPS、準天頂衛星、GLONASS、Galileo を含む複数の衛星測位システムのデータを統合的に処理する GSILIB を開発するとともに、マルチ GNSS 解析を測量等に適用するためのマルチ GNSS 測量マニュアル (案) の作成、マルチ GNSS を情報化施工に利用するための技術解説のとりまとめを行った。

本研究開発の成果としては、①では、石岡 VLBI 観測施設において、アンテナ制御システムを構築した。また、VGOS 観測に向けて広帯域観測システムを用いた試験観測を国内外の観測局と実施し、VGOS 仕様での観測が可能であることを実証した。さらに、VGOS 仕様による 5 日間連続のキャンペーン観測に参加し、データ品質が非常に良好であることを国際 VLBI 事業 (IVS) 評議会でも報告した。VGOS データ解析処理技術について、海外の開発状況を調査し、導入に関する指針をまとめた報告書を作成した。②では、全国を広域的に解析するため、SAR 干渉画像に含まれる長波長の誤差を GEONET の結果を内挿補完して補正する手法を開発し、ALOS データを用いた実証実験により全国の広域解析が実現可能であることを確認した。また、地理院地図を利用して SAR 干渉画像と他の地理空間情報と重ねて表示できるシステムを開発し、関係機関限定でインターネットから閲覧できる「地理院 SAR マップ」の運用を開始するとともに、地震の変動域や火山毎に自動で SAR 干渉画像を抽出・切り出し観測日順に並べたアーカイブを構築し、地理院地図で一般に公開した。本研究を基にした解析結果は、熊本地震の評価、箱根山の大涌谷周辺の立入規制、桜島の火山活動評価に活用され、防災上の重要な判断材料として利用されており、これまでに地震、火山、地盤沈下地域等において多数の変動を検出した。③では、離島部を更新した新たなジオイド・モデル (日本のジオイド 2011 (Ver.2)) を整備・公開した。また、絶対重力測定と相対重力測定における潮汐補正方法の統一や重力データ処理プログラムの開発、最適な網平均モデルの検討等を行い、JGSN2016 として約 40 年ぶりに国内の重力基準網を更新した。さらに、地磁気連続観測データを活用した新たな地磁気時空間モデルによる最適な磁気図作成手法を構築し、その成果を磁気図 2015.0 年値として公開した。④では、複数の衛星測位システムを統合的に利用する際に発生するバイアスの最適な補正手法を確立し、それらを組み入れた測量計算を行う GSILIB を開発するとともに、マルチ GNSS 解析技術を公共測量の作業規程の準則へ適用させるためのマルチ GNSS 測量マニュアル (案) を策定し、準天頂衛星を含むマルチ GNSS の信号を組み合わせることで効率的に測量を実施することを可能とした。また、マルチ GNSS を情報化施工等に利用するための技術解説を取りまとめた。さらに、マルチ GNSS 解析の迅速な地殻変

動把握に関する知見は電子基準点リアルタイム解析システムの研究開発に活用され、超巨大地震に伴う津波の予測支援等に利用している。

成果の公表状況については、論文賞等 1 編、研究報告書 23 編、審査付き論文 10 編、審査なし論文 52 編、口頭発表 136 件、論文誌等での被引用数 5 編となっており、地理院 SAR マップ、磁気図 2015.0 年値、高精度ジオイド・モデル（日本のジオイド 2011（Ver.2））、JGSN2016、GSILIB、マルチ GNSS 測量マニュアル（案）など、着実に成果の公表が行われた。

他機関との連携については、①では国立天文台、筑波大学、大阪府立大学、情報通信研究機構、宇宙航空研究開発機構（以下「JAXA」という。）、②では JAXA、気象庁、③では東京大学、④では JAXA、東京海洋大学、受信機メーカー等の民間事業者等と連携して実施した。

研究体制等については、通常の業務と並行して研究を進めているため、リソースが限られた中で、他機関と連携しながら予定していた研究を着実にを行った。

今後の課題としては、①では、石岡 VLBI 観測施設における VGOS 観測システムの安定運用、VGOS 観測データ処理に対応したソフトウェアの導入と試験運用及び将来的なデータ処理の定常運用に向けたシステム構築、②では、ALOS-2 の後継機である先進レーダ衛星（ALOS-4）（2020 年度打ち上げ予定）の観測データを円滑かつ確実に処理するためのサーバ・ネットワークの整備並びに解析ソフトウェアの自動化及び高速化、従前よりも高精度な変動検出のための解析手法の高度化（2.5 次元解析、時系列解析）、③では、従前の重力基準網に基づく二等重力点成果の JGSN2016 への移行、航空重力測量による山間部や沿岸域を含む全国を網羅した高品質な重力データの整備及び新たな精密重力ジオイド・モデルの構築、地磁気時空間モデルを利用した予測値の計算手法の確立、④では、衛星系や信号が現在も発展又は改良されているため、開発当時の衛星系や信号を用いて行われたマルチ GNSS 解析技術の効果について、衛星系や信号の配備完了後の再検証の必要性が挙げられる。

以上により、本研究の目標に対しては、①では、世界的に VGOS 観測の定常運用がまだ確立されない等の課題はあるものの、目標を概ね達成したものと考える。②では、将来的に先進レーダ衛星に切り替わった後の対応等に課題はあるものの、目標を概ね達成したものと考える。③では、二等重力点成果の JGSN2016 への移行等の課題はあるものの、日本のジオイド 2011（Ver.2）や JGSN2016、磁気図 2015.0 年値の整備・公開等、目標を概ね達成したものと考える。④では、GSILIB の公表やマルチ GNSS 測量マニュアル（案）の策定等、目標を概ね達成したものと考える。

（４）地理空間情報の三次元化などの多様化へ対応するための研究開発

本項目では、地下空間を含む階層化、3 次元化や時間軸を持った情報など、地理空間情報の多様化に対応するため、①電子国土基本図等の基盤的な地理空間情報の 3 次元化に関する研究、②地理識別子等の整備促進と有効活用に関する研究、③地下街等都市域における公共的屋内空間の地理空間情報の整備・更新と流通を促進する方策についての研究、④ニーズに応じた様々な縮尺レベルに対応する電子地形図の提供を実現するための地図表現技術の開発、⑤場所情報コードの活用推進に関する研究開発、

⑥3 次元地理空間情報を活用した安全・安心・快適な社会実現のための技術開発（国土交通省総合技術開発プロジェクト）が行われた。

①では、電子国土基本図等の基盤的な地理空間情報である基盤地図情報の3次元化の実現に向け、3次元データの作成・提供・利用に関する技術を調査するとともに3次元レーザ点群データベースが試作された。また、オブリークカメラの空中写真による3次元モデルの精度評価、レーザスキャナ搭載型 UAV の精度検証を行い、UAV を用いた空中写真撮影及びオルソ画像作成作業要領（案）が作成された。これらの研究開発成果は、災害時における UAV 撮影、レーザ計測及び3次元モデル作成、UAV で撮影した空中写真及びレーザデータによるオルソ画像作成及び電子国土基本図更新などの事業に反映された。

②では、国土地理院が整備している地理識別子を活用して、各種地名情報（居住地名、自然地名等）における既存の管理用 ID を整理し、地図情報の注記等と共通に使用できる管理用 ID の仕様を定めた。事業においては、管理用 ID を付与し、地図情報との関連付けを行うことにより、地名情報の更新等を効率的に管理するとともに、差分（更新）データを更新情報として地図情報等の更新に活用できる仕組みを構築・運用しており、地名の英語表記を行う際の管理用 ID としても活用した。

③では、地下街等都市域における公共的屋内空間の地理空間情報の整備・更新と流通を促進する方策について、関係者へのヒアリング調査を実施・検討を行い、「屋内空間の三次元 GIS データ作成マニュアル（案）－設計図等の活用により簡便に作成する方法について－」を策定し、国土地理院ホームページから公開した。これにより、3次元地図の整備促進への寄与が期待できる。

④では、精度が最も高い電子国土基本図データベースから、縮尺1万分1から20万分1の範囲において任意の縮尺に適した電子地形図や地理院タイルを作成するための技術開発として、中縮尺地図を想定した総描・転位の表現技術の開発、中小縮尺を含む注記の自動衝突回避手法の研究及び地図情報レベル50000の地形図試作を行った。また、英語を含む注記統合データベースを試作するとともに、中小縮尺地図にも適用可能なベクトルタイル変換プログラムを開発し、英語注記ベクトルタイルを作成した。研究開発の成果であるベクトルタイル変換プログラムから作成した英語注記ベクトルタイルは英語表記の地図として、国土地理院ホームページから試行的に公開した。

⑤では、屋内外を問わず位置情報を利用できるように場所情報コードを用いた屋内外ナビゲーションに関する研究や、場所情報コードを用いた公物管理に関する研究を行ったほか、場所情報コードの運用に関する検討とその効果を検証した。具体的には、視覚障害者への道案内や災害時の避難誘導などの屋内外ナビゲーション、森林空間における公物管理、IC タグ付きマンホール蓋による公物管理など場所情報コードの活用と有効性を検証し、その結果や課題を場所情報コード閲覧システムや管理システムに反映し、より利便性の高いシステムに改良した。また、場所情報コードの運用においては、検索 API 提供、ウェブによる場所情報コード申請システムの構築、場所情報コード登録申請 API 提供の構築を行い、位置情報基盤整備のためのガイドラインを更新した。

⑥では、ビル街などにおける衛星測位の適用範囲の拡大と屋内外シームレス測位の

実現、3次元地図の整備・更新に関する技術開発の検討を行い、成果を標準的な仕様書に取りまとめた。具体的には、以下の成果があった。

- 衛星測位におけるマルチパスの影響を軽減するための先行研究の調査や有効な手法を選定・改良し、それを実装した検証用プログラムを開発
- 既存の位置補正手法を調査し、各種測位デバイスの設置条件等を標準化し、測位デバイス情報の共通利用を可能とするための標準仕様「位置情報基盤を構成するパブリックタグ情報共有のための標準仕様 (Ver.1.1)」及び「屋内測位のための BLE ビーコン設置に関するガイドライン (Ver.1.0)」の作成
- 既存技術・将来を含めた屋内地図整備に利用可能な情報の収集と仕様の分析を通じ、公共的屋内空間における階層及び将来の BIM との連携を考慮した標準的な屋内3次元地図の仕様案として「階層別屋内地理空間情報データ仕様書(案)」「3次元屋内地理空間情報データ仕様書(案)」を作成
- カメラ、距離センサや移動型レーザスキャナ等の低コストで屋内モデルを作成する方法の調査等を実施及び「簡便な手法による3次元地図作成・更新のためのマニュアル(案)」を作成

これらの成果はウェブで公表されており、国土交通省で実施されている「高精度測位社会プロジェクト」や「ICTを活用した歩行者移動支援」で使用され、東京駅や新宿駅周辺の屋内地図データがオープンデータとして G 空間情報センターから公開された。

成果の公表状況については、研究報告書 20 編、審査付き論文 1 編、審査なし論文 14 編、論文誌等での被引用数 1 編、口頭発表 29 件であり、論文賞等の受賞はなかったものの、多くの研究成果が着実に生み出された。

以上から、本研究の目標は概ね達成された。

今後の課題としては、①では、公共測量成果における3次元化対応の促進と国土地理院として整備・提供すべき3次元データの詳細の検討が必要である。②では、地名情報の多言語化に伴い、それらの情報の管理手法や検索方法の検討が必要である。④では、地図情報レベル 50000 の地図に対応した自動生成ツールの実用化が必要である。⑤では、「パブリックタグ」(スマートフォンなどで情報が取得可能な Wi-Fi や BLE マーカなどのデバイスのうち、取り付けられている場所を特定するための情報が所定の形式でデータベースに登録されているものを指す)の普及促進が必要である。

3. 2. 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

本項目では、次世代の衛星測位に関する技術の動向等を見据えつつ、PPP の高度化・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、地図等の地理空間情報と測位結果等の位置情報との整合性を高めるためのダイナミックな測地基準系など今後の研究開発に必要な知見が得られることを目指し、①次世代 GEONET の構築、②リアルタイム精密単独測位法の応用に関する研究開発が行われた。

①では、電子基準点の高度化並びに中央局のデータ収集・配信及びデータ解析のシ

システム構築を進めるため、「津波予測支援のための GNSS リアルタイム解析に関する研究」や「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（国土交通省総合技術開発プロジェクト）」の研究開発成果等を GEONET へ組み込むための検討を行い、次世代 GEONET の構築が進められた。

②では、リアルタイム地殻変動把握の活用範囲の拡大や測量の効率化を図るため、リアルタイム精密単独測位法について、安定した測位精度の達成に必要な技術開発を行うとともに、電子基準点のデータから PPP-RTK に必要となる補正情報を生成する手法開発を行い、リアルタイム地殻変動把握のためのプロトタイプシステムが構築された。

本研究開発の成果としては、①では、GEONET の定常解析における最終解（F3）に加え、平成 27 年 5 月から速報解（R3）の提供を開始するとともに、平成 28 年 4 月から Galileo の信号のデータ提供を開始し、平成 30 年 3 月には準天頂衛星、GLONASS、Galileo、GPS（L5）の信号について全点のデータ提供に至るなど、測地インフラとしての GEONET の高度化が進められ、マルチ GNSS の利用環境の整備に貢献した。また、火山周辺の電子基準点に対し、火山災害による停電時においても地殻変動観測を継続できるよう太陽光発電設備を設置し電源供給の確保が進められた。さらに GEONET のリアルタイム常時解析システムを整備するとともに、現行の定常解析（F3 解析）の課題点の検証を行い、GPS に加え GLONASS を活用し、国際地球基準座標系（ITRF）との長期整合性及び精度を向上させる次期定常解析システム（第 5 版）の解析戦略の開発が進められた。②では、GNSS 解析ソフトウェア RTKLIB を用い、外部機関により公開されている補正情報を用いて試行的に測位を行なうシステムを開発した。また、JAXA により開発された GNSS 解析ソフトウェア MADOCA を用い、準リアルタイム（6 時間毎、約 3 時間遅れ）で補正情報を生成するシステムを開発した。これらのシステムを組合せ、リアルタイム PPP-RTK システムのプロタイプが構築され、測地観測センターで運用されている、地殻変動のリアルタイム監視を行うシステムの冗長化と頑健性向上に向けて、試験運用が進められた。

成果の公表状況については、研究報告書 9 編、審査あり論文 2 編、審査なし論文 3 編、口頭発表 22 件となっており、適切に公表が行われた。

他機関との連携については、②では、測位ソフトウェア MADOCA は JAXA から提供を受けており、連携の下に進められた。

研究体制については、実施体制が強化され、システム開発・整備等へのエフォート割り振りが改善されたが、終盤では GEONET システムの複雑化と機器の老朽化が進み、そのための運用管理にかかる負荷の増大に伴い、エフォートの割り当てが一部十分ではなかった。

予算については、①では、限られた予算の中で、着実に実施された。②では、特別研究経費が確保されており、十分であった。

以上により、本研究の目標は、概ね達成されたと評価される。

今後の課題としては、①では、GEONET の定常解（最終解、速報解、迅速解）は、測位衛星系が GPS だけであった GEONET 構築以降という長期にわたるものも含め地殻変動監視にも活用されることに留意し、次期定常解析システム（第 5 版）を構築す

るとともに、準天頂衛星、Galileo など新たな衛星系や測位信号に対応する研究開発をさらに進める必要がある。また、GEONET の持続的な運用と高精度測位の利用可能範囲を広げるため、GEONET の運用、維持を効率化する研究開発や国土地理院の外部で運用される GNSS 連続観測局を GEONET に取り込んで活用可能とする研究開発も必要である。②では、リアルタイム PPP-RTK システムを全国規模で安定して運用とする研究開発を進めるとともに、その技術の測量での活用に向けて、地殻変動の影響などにより、リアルタイムの測位解（今期）と測量成果（元期）が支える国家座標の間に生じる系統的なずれを補正する技術の高度化に向けた研究開発が必要である。

（２）次世代の地理空間情報の整備・提供・活用方法に関する研究開発

本項目では、5～10年後の社会変化（ICTの進歩、人口減少、高齢化等）を分析し、地図作成分野における生産性を飛躍的に向上させることを目指し、①地理空間情報の新たな活用可能性に関する研究、②次世代の地理空間情報の整備方法に関する研究開発が行われた。①では、次世代で必要とされる地理空間情報の活用可能性について課題を整理し、将来における研究開発に向けた準備を行った。②では、地図作成における判読・図化の工程を研究対象として人工知能分野の技術を導入し、測量成果として活用可能な精度と生産性の飛躍的な向上を両立する地物自動抽出技術の開発を行った。

本研究開発の成果としては、①では ICT、特に 3次元地理空間情報に関連する技術面・活用面の動向情報や、人口減少・高齢化予測に関する情報及び限界集落、ニュータウンなど先行的に生じている課題についての情報を取りまとめた。②では、我が国全域を対象とした抽出結果の定量評価用データセットを構築し、評価値の信頼性について考察した。また学習データ数が多くなるにつれて、GAN（敵対的生成ネットワーク）よりも DNN（ディープニューラルネットワーク）の地物抽出性能が良好となる傾向を確認した。

成果の公表状況については、①では、研究開発に向けた準備過程との性格から、研究報告書1編のみではあるが、UAV や MMS 等の新技術を国土地理院の地理空間情報取得に利活用する可能性など幅広に取りまとめた。②では研究報告書2編、口頭発表1件であるが、5年間の研究における初年度としては十分な数と考えられる。

他機関との連携及び研究体制等については、①では本研究の目的そのものが院内における研究開発に向けた準備であることから、地理地殻活動研究センター内に検討会を組織し、一研究室で完結することなく横断的な検討体制がとられた。②では、当初計画の研究官数が確保できず、極めて高い達成目標を掲げた研究の実施体制としては不十分であった。

今後の課題としては、①は将来における研究開発に向けた準備との性格であることから現計画の初年度において終了したが、当初予期しなかった社会変化に研究開発が柔軟に対応できるよう、適宜本研究を再開できる体制は常に維持しておく必要があると考えられる。②では、コンピュータ処理能力を増強することによる DNN の学習環境の整備と、研究体制の拡充が必要と思われる。

以上により、本研究の目標に対しては、着実に進捗し達成されたと言える。

3. 2. 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

本項目では、①地殻活動監視とモデル推定手法高度化のための観測データ取得に関する研究、②広帯域な地殻変動把握のための GEONET 解析技術の高度化、③地殻変動の現状把握・分析技術の高度化に関する研究、④自然災害の発生予想に資する災害と地形等の関係に関する研究、の4つの研究開発が行われた。

①では、GNSS 火山変動リモート観測装置 (REGMOS) について、通信の低コスト化及び大容量データ対応のための通信装置整備と積雪寒冷地でも安定的な設置・運用を可能とする改良型の装置を開発し、実地での試験観測を行った。

②では、全国の電子基準点について、高時間分解能 (1 秒及び 30 秒) のキネマティック GNSS 座標時系列データをリアルタイム又は後処理で生成するとともに、スタティック解析結果との整合性を確保する技術開発と高時間分解能の地殻変動データを用いた地殻活動発生初期段階における時系列解析とその変動メカニズムのモデル化を実施した。

③では、SAR 干渉解析による地盤変動計測の精度・安定性向上に関する技術開発及びそれらの技術を地殻変動監視へ適用するためのシステム構築、干渉 SAR 時系列解析による微小地盤変動抽出に関する技術開発及び地盤変動の力源モデル推定等への応用研究を行った。

④では、既往災害の状況を把握し、災害と地形等との関係を整理するとともに、航空レーザ測量や SAR などのリモートセンシング技術を活用することで、自然災害に対する土地の脆弱性を効率的かつ的確に把握する技術を開発し、自然災害の危険度や発生場の事前予測に関する研究開発として、地震ハザードマップ作成のための土地の脆弱性情報の効率的整備手法の確立、土地被覆分類情報を適用した斜面の脆弱性評価の高精度化手法の確立、津波・液状化の災害地理学的ハザード評価手法の提案、干渉 SAR と航空レーザ測量技術の融合による大規模斜面崩壊危険箇所の抽出手法の整理、地盤災害の災害予測地図とハザードマップの高度化手法の確立、宅地盛土の地震時安全性評価支援システムの改良等に関する研究開発を行った。

本研究開発の成果としては、①では、多項目の観測データの送受信を衛星電話回線から一般携帯電話回線への切り替えが可能となったことにより、通信コスト削減に成功したことに加え、画像等の大容量データの送受信が行えるようになった。また、設置環境の厳しい寒冷地で安定的に収集・送信できる機動観測用装置が開発され、実地で運用できることが確認された。②では、GEONET により得られる地殻変動データから矩形断層モデルを逐次的に推定するシステム及び海溝型地震による地殻変動からすべり分布モデルを即時推定するシステムを開発するとともに、使用する観測点数の増加に対応した計算時間短縮手法の開発を行い、過去の大地震時の地震断層パラメータを用いて、十分な精度で安定して地震規模を推定可能であることを検証できた。このシステムの成果の活用により、測地観測センターでは津波予測支援システムの実用化に至った。また、GNSS のキネマティック座標時系列データから地震・火山活動に伴う地殻の状態の変化を準リアルタイムで推定するシステムのプロトタイプを構築し、これを用いて正しくマグマだまりの状態を逐時推定することができることを確認した。

さらに、後処理により、高精度な PPP-AR 測位を迅速に行うことが可能な精密暦及び補正情報を生成するシステムを試作し、解の品質の評価が可能となった。③では、数値気象モデルによる大気遅延誤差低減及び電離層モデルによる誤差低減技術を GUI 操作が可能な解析システムに実装し、精度の高い干渉 SAR 時系列解析を効率的に行うことが可能となった。ここで開発された機能の一部は、測地部の高精度地盤変動測量事業で利用された。また、ALOS-2 に搭載されている GPS 観測データから精密な軌道を推定するシステムを実装するとともに、ノンパラメトリック検定によるマルチルック処理及び Phase Linking 法を基にした Distributed Scatterers 点の位相最適化機能、Range Split-Spectrum 法による電離層起因誤差の低減処理機能、シングルルック及びマルチルックに対応した SBAS 法等を開発して、いずれも干渉 SAR 時系列解析に実装した。これらの開発成果により、例えば熊本地震、大阪府北部の地震、北海道胆振東部地震、ハワイ・キラウエアの火山活動、インドネシア・ロンボク島の地震等に伴う広域の地殻変動及び余効変動を適切に抽出できた。また、干渉 SAR 時系列解析における位相最適化技術を C バンド SAR データに適用することにより、2015 年箱根山・大涌谷の噴火に前駆して約 5mm/年の速度で進行する局所的な地盤変動の検出に成功した。④では、地形分類情報項目と液状化リスク評価基準の体系を再整理し、既存の 250m メッシュサイズの地形分類情報と詳細な標高データ等を併用して、効率的に 50m メッシュサイズの地形分類情報を生成する手法を開発し、より詳細な液状化ハザードマップの作成を可能とした。また、経験的手法と工学的手法を融合した相対的液状化危険度評価手法について検討するとともに、カラーユニバーサルデザインを考慮した液状化ハザードマップの表現手法について検討した。干渉 SAR 技術を用いた研究開発成果としては、大規模斜面崩壊の前兆的変動の検出パターンや現地で地表変状が確認できるケースの位相変化の観測条件・検出場条件を調査・整理し、地形情報を効率的に防災に利用することを可能とした。さらに、従来の宅地盛土の地震時安全性（滑動崩落の危険性）を評価するシステムを、東日本大震災の事例を踏まえて改良するとともに、造成前地形を SfM/MVS 技術を用いて効率的に作成する手法を提案した。その他、航空レーザデータによる土地被覆分類情報を適用した斜面の脆弱性評価マニュアルを作成し、ウェブで公開した。

成果の公表状況については、論文賞等 3 編、研究報告書 57 編、審査付き論文 33 編、審査なし論文 22 編、口頭発表 131 件、その他成果のウェブによる公開等 25 件となっており、適切に公表が行われた。また、論文の被引用数も合計で 217 件に上った。

他機関との連携については、①では気象庁、②では東北大学、③では京都大学防災研究所や（国研）防災科学技術研究所、④では名古屋大学や茨城大学等多数の大学・国土技術政策総合研究所等の研究機関との共同研究・情報共有が行われ、幅広く研究開発成果につながった。また、④では地盤の液状化リスクや宅地盛土の安全性評価といった国土交通本省の行政課題の解決に資するような研究も行われた。

研究体制については、地理地殻活動研究センターの各研究室を中心に、GNSS に関する研究テーマでは測地観測センター、SAR に関する研究では測地部、地理・地形に関する研究テーマでは応用地理部との連携により研究が進められた。

予算については、それぞれ課題の軸となるテーマについて特別研究を立てて、継続

的に研究開発が行われるように工夫された。ただし、REGMOS の改良や ALOS-2 後継機を見据えたデータ管理体制等については、今後の課題として、研究とは別に予算や人材の確保の工夫が必要と思われる。

以上により、本研究の目標に対しては、適切に進捗し十分に達成されたと言える。

(2) 災害時の状況を速やかに把握し、情報共有・提供するための研究開発

本項目では、①航空機 SAR による災害状況把握に関する研究、②津波予測支援のための GNSS リアルタイム解析に関する研究、③既存情報を活用した発災時の災害状況の速やかな把握に関する研究が行われた。

①では、活発な火山や土砂災害が発生した箇所において「くにかぜⅢ」に搭載された航空機 SAR による観測を実施し、地形変化の把握や土砂災害箇所の抽出方法についての検討などを実施した。

②では、リアルタイム解析について、それまで GPS 衛星のみに対応していたものを GLONASS 等にも対応できるようマルチ GNSS 化したほか、システムの信頼性及び安定性をより一層向上させるための研究開発も実施した。

③は、既存の地理空間情報を活用し、自然災害の発生時に災害の情報を迅速に把握・提供すべく、SGDAS の運用に関する研究などのほか、特別研究「浸水状況把握のリアルタイム化に関する研究」（平成 29 年度～令和元年度）を実施した。

本研究開発の成果は、以下のとおりである。

①では、平成 26 年に御嶽山の噴火に伴い航空機 SAR 観測を行って地形観測の有効性を確認したほか、霧島山新燃岳で平成 29 年 10 月と平成 30 年 3 月に観測を実施して火口近傍の地形変化を把握したなどの成果をあげた。さらに、活動的な火山に対する定期的な観測計画も立案したほか、データ処理システムの改良による高精度化やマニュアル整備なども成果である。また、ここ 2 年間の災害対応の実績をみると、航空機 SAR、UAV といった観測手段は、それぞれの特徴に応じた役割を果たした。火山活動時、火口周辺に水蒸気や噴煙があった場合でも地形計測ができており、航空機 SAR が引き続き必要なことも分かった。

②では、GLONASS を組み込むなどのマルチ GNSS 化により、地殻変動の検知精度を向上し、熊本地震の地殻変動結果を地震調査研究推進本部へ迅速に提供する等の成果をあげた。さらに、システムを安定的に運用するため、PPP 解析機能の組み込みなども実施し、目標精度が確保できることを確認した。また、平成 29 年度からは内閣府の津波による被害推計システムへの情報提供を実施した。

③では、強い地震の発生直後に推計した土砂災害と液状化の発生可能性範囲が強い地震ほど実際と整合的な傾向にあることを確認した結果、防災関係者に推計結果を自動的にメール配信する SGDAS を正式運用できるようになったことが成果である。また、特別研究では、浸水範囲の自動検出を試み、教師データの与える影響、チューニング等についての知見を得たほか、河川域の超高感度カメラ・熱赤外カメラによる夜間撮影を行い、昼夜を問わないデータ取得に向けた足がかりを確認した。

成果の公表状況については、論文賞等 1 編、研究報告書 19 編、審査付き論文 5 編、審査なし論文 14 編、口頭発表 32 件、論文誌等での被引用数 66 編となっており、適切

に公表が行われた。

以上により、本研究の目標については概ね達成された。

今後の課題としては、GNSS リアルタイム解析については、より迅速かつ安定的な運用を目指した技術開発を引き続き実施するとともに、より多方面での利用、例えば火山防災分野でも活用できるように検討を進めるべきことが挙げられる。また、大規模災害が発生した際の被災状況の迅速な把握に AI 技術を応用し、実用化につなげることも重要な課題である。

3. 2. 4 地球と国土を科学的に把握するための研究

(1) 地殻活動の解明のための研究

本項目では、地震・火山活動に関わる現象を、地殻変動の中長期的にわたるモニタリングを通じて、より深く理解するため、①プレート境界型地震の発生・準備過程の解明に関する研究、②内陸の地殻活動の発生・準備過程の解明に関する研究、③余効変動メカニズムの解明と今後の地殻変動予測に関する研究を行った。

①では、日本列島周辺の広域テクトニクスモデルを構築し、プレート境界域の固着状態の変化を通してプレート境界域での歪みの蓄積・解放過程を解明した。

②では、国土地理院の行う地殻変動モニタリングデータに基づき、内陸域の変形過程のモデル化、内陸地震・火山活動の準備・先行・推移過程における断層すべり・力源モデルの推定及びその推定手法の高度化に関する研究を行った。

③では、過去の大地震の余効変動について、複数の発生メカニズムを考慮した余効変動のモデル化を実施し、モデル化されたパラメータを基に余効変動を計算機上で再現するとともに、今後の余効変動の推移を計算により予測した。

本研究の成果としては、①ではブロック断層モデルを組み込んだ時間依存インバージョンプログラムの開発を行い、ブロック運動の影響を考慮してプレート境界面の固着・滑りの状況を推定できるようになり、日本列島の広域を統一的に解析できるようになった。従来の手法と異なり定常変動を除去する必要が無く、固着・滑りの状態をそのまま捉えることができるという特徴があり、平成 15 年（2003 年）十勝沖地震の余効滑りや 2008 年の福島県沖の地震、茨城県沖の地震以降の固着の減少、豊後水道や東海地方でのスロースリップなどが検出された。また、従来の時間依存インバージョンでの解析により、2013 年以降に房総半島、東海地域、紀伊水道、豊後水道、日向灘などでの長期的スロースリップの発生を捉え、それぞれのイベントでの滑りの時空間変化を推定した。その結果、それぞれの地域で異なった時空間変化を辿ることを示す結果が得られた。さらに、これまで GNSS では検出の難しかった短期的スロースリップについても、比較的大きな規模であれば時間依存インバージョンでの解析により検出が可能となりつつある。②では、内陸域の変形過程のモデル化については、新潟平野周辺のひずみ集中帯の地殻変動の詳細観測及びモデルの検討を行った。越後平野の過去の内陸地震に伴う粘弾性変形を計算し、これらの余効変動はひずみ集中帯の短縮変形には大きく寄与しないことを示した。推定手法の高度化については、時間依存インバージョンに等方的な球状圧力源モデル（茂木モデル）だけでなく、ダイク及びシル開口を取り入れられるようなプログラムの改良、有限要素法により実地形や不均質

な地下構造を組み込んだ地殻変動計算を GUI 操作で実行可能とするシステムのプロトタイプの開発、ALOS-2 の左ルック観測データに対応するようにモデル解析プログラムの改良を行った。また、断層すべり・力源モデルの推定については、GEONET や ALOS-2 等を用いて、御嶽山の噴火や桜島のマグマ貫入に伴う地殻変動、箱根山・大涌谷の噴火に前駆して進行した局所的な地盤膨張、長野県北部の地震や熊本地震、北海道胆振東部地震、ネパールの地震等に伴う地殻変動を抽出し、モデルの構築を行った。特に ALOS-2 のデータ解析では、これまでの SAR 干渉解析に加え、衛星進行方向の地殻変動を抽出できる Multi Aperture Interferometry (MAI) 法、大きな変位量の抽出が可能なピクセルオフセット法を適用し、地殻変動の詳細な抽出及び3次元変動場の取得を行った。③では、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の余効変動についてモデル計算を通じた検討を行い、海域では海洋マンタルの粘弾性緩和、陸域ではマンタルウェッジの粘弾性緩和が支配的であると解釈できることが分かった。また、観測されている余効変動を説明するためには、海洋マンタル、マンタルウェッジの粘弾性変形だけではなく、リソスフェアとアセノスフェアの境界層(LAB)を考慮する必要があること、余効変動の時間変化まで含めて考えると、マンタルウェッジと海洋マンタルの粘性率の違い、プレート下面の低粘性層の存在、粘性率の深さ依存性等の粘性構造の不均質が重要であることが分かった。また、震源近傍のデータだけでなく、遠方のデータも粘性構造の制約には有効であることも分かった。2004年の紀伊半島南東沖地震の余効変動についてもLABを考慮する必要があることなどが分かった。さらに、内陸で発生した地震として熊本地震の余効変動について検討を行い、弾性層の厚さや粘性層の粘性率を推定した結果、地震後6か月以降の変動はほぼ粘性緩和で説明でき、初期の急激な変動は余効滑りの影響と考えられることが分かった。

成果の公表状況については、研究報告書40編、審査付き論文20編、審査なし論文14編、口頭発表102件、論文誌等での被引用数196編となっており、国際学会での発表や英語版ホームページ上での公表・公開など外国への情報発信も有効に行われた。

他機関との連携については、海上保安庁から海底地殻変動データ、気象庁及び防災科学技術研究所から火山周辺の地殻変動データの提供を受け、地殻変動の把握及びモデル計算に利用した。活断層周辺の地殻変動研究において実績のある東北大学及び名古屋大学と共同研究協定を締結して、GPS観測点の共同運用やデータの解釈等で密接な連携を行った。また、粘弾性緩和の研究において東京大学地震研究所と研究協力を行い、情報交換を行った。

研究体制及び予算については、全体的には人員が不足しており、担当部署において限られたリソースの中、効率的な実施に努めたことで、項目によっては概ね妥当であるが、研究の円滑な推進のためには必要な人員の確保及び適切な研究体制が望まれる。

今後の課題としては、①では、ブロック断層モデルを組み込んだ時間依存インバージョンプログラムでブロック運動を考慮することができるようになったものの、より正しい推定結果を得るためには、ブロック断層モデルを最適なものとする必要がある。今後、活断層分布や地殻構造、地震活動等について最新の研究成果を踏まえつつ、検討を行う必要がある。また、従来手法による分析についても他の地域にも適用していく必要がある。②では、地形や地下構造の影響を考慮した地殻変動計算システムに、

力源モデル計算機能を実装し、火山の地殻変動解析の高度化を進めることが重要である。③では、余効変動の個々のメカニズムの解明だけでなく、複数のメカニズムを考慮したモデル化が望まれる。また、東北地方太平洋沖地震の余効変動に関しては、時間変化の様子を含めたモデル化が望まれる。

以上により、本研究の目標に対しては、目標達成に向けて着実に研究が進められた。

(2) 地球と国土の科学的把握に基づく測地基準系の高度化のための研究

本項目では、地球の変形機構などの理解を深めることにより、中長期的観点で測地基準系の維持・管理を高度化することを目指し、基準点監視による世界測地系における国土の地殻変動場とその変動機構の理解を図り、適切な成果改訂手法の構築における活用方法を研究するとともに、ジオイドと日本の標高基準系のさらなる高精度決定を進める研究開発が行われた。

本研究の成果としては、まず、国土の地殻変動場の理解に関して、ITRF2014 に準じた電子基準点座標時系列の非線形モデリングのため、Markov Chain Monte Carlo (MCMC) 法に基づく推定プログラムが開発された。これにより座標時系列データをより複雑な多変数の変動モデルで表現することが容易になった。東北地方太平洋沖地震後の余効変動について適用した結果、1cm 以下の整合性で地殻変動が表現可能で、測地基準座標系の変化を補正するために実運用に向けて開発を進める地殻変動補正システムの基盤となる仕組みとして活用できることが確認された。さらに、ジオイドに関して、重力衛星 GOCE など最新の重力データに基づき、それぞれの重力データを最適に結合する手法を取り入れたストークス理論に基づく除去復元法によって、標準偏差で 6cm 程度の精度を持つ新たな重力ジオイド・モデルが開発された。本モデルの与えるジオイド高は、電子基準点 103 点における実測ジオイド高との比較では、標準偏差 7cm で整合しており、モデルのばらつきを考慮すると従来の標高とよい整合を示すことが確認された。また、重力地形補正の高度化と K 近傍法による地上重力データの異常値除去に取り組んだ結果、ジオイド・モデル構築時におけるパラメータ依存性が軽減し、安定性の向上が図られた。航空重力データを用いた精密なジオイド・モデルの構築のため、航空重力データと他の重力データの最適な結合手法とその重力化成処理の高度化に関わる研究を行った。データ結合には最小二乗コロケーション法を用いた。また、重力化成処理には従来日本の重力ジオイド計算で使用されている Stokes-Helmert's 法ではなく、不均質な地下構造と球面近似の地球を想定した処理が可能な UNB (University of New Brunswick) 法を適用したところ、米国コロラド州の重力データを用いたジオイド・モデル構築手法の比較実験において、他の 14 機関とよい整合性を示し、本研究のモデル構築手法の妥当性が確認された。

成果の公表状況については、論文賞、奨励賞等の受賞数 1 編、研究報告書 12 編、審査付き論文 6 編、審査無し論文 3 編、口頭発表 22 件、論文誌等での被引用数 26 編であり、概ね適切に公開されたと考えられる。

他機関との連携については、一橋大学及び海洋研究開発機構と連携が図られており、概ね適切であると考えられる。

研究体制については、地理地殻活動研究センター宇宙測地研究室の研究官 2 名が分

担して担当しており、概ね妥当と考えられる。

予算については、従来一般研究予算で対応していたが、平成 28 年度から一部の課題について特別研究経費が確保されており、概ね妥当だと考えられる。

今後の課題として、国土の地殻変動場の理解については、次の点が挙げられる。

- 電子基準点座標時系列の非線形モデリングにおけるモデルの予測能力の評価や面的な地殻変動場を適切に表現するための空間補間手法の高度化
- 測地基準座標系の維持管理における実運用に向けて計算の効率化・自動化

また、ジオイド・モデルに関する今後の課題として、次の点が挙げられる。

- 航空重力データの適切な重量モデルの開発、球地形を考慮した大気重力補正モデルの開発
- 船上重力データの導入による海上重力場モデルの高度化
- 重力基準網の更新による地上重力データの高精度化
- 調和接続による重力ジオイド・モデルの構築などを通じ、ジオイド・モデルのさらなる高精度化を図ること
- 従来の標高体系との定量的な比較を行い、高精度なジオイド・モデルを基盤とした標高体系のあり方を検討すること

さらに、多点固定方式による標高体系の試作と評価のため、各海域における重力ポテンシャル値と海洋動的地形の推定に関わる研究も必要である。

以上により、本研究の目標に対しては、達成に向けて着実に研究が進められたと評価される。

(3) 地球と国土の環境を科学的に把握するための研究

本項目では、地形分類・土地被覆分類や地質構造解析及び国土の表層環境変化把握のための測量データ・リモートセンシングデータの分析手法の開発、防災面を考慮した地域区分とその特性に関する研究及び地球地図の効果的な整備・提供手法の研究及びグローバルな地形分析などを通じて地球環境変化の把握などに適用可能な知見を得るための基礎的研究を行った。

本研究の成果としては、測量データ・リモートセンシングデータの分析手法の開発と防災面を考慮した地域区分とその特性に関する研究では、航空レーザ 5mDEM を用いた斜面分類と地すべり位置、旧版地図の土地利用・集落位置と災害の関連性の分析結果を得たことにより、地形分類・土地被覆分類と災害発生との関係性に関する理解が深められた。また、従来は陸域のみ、海域のみで別個に分析されていた地形研究において、陸域の DEM と海域の DEM を滑らかに接合する手法を開発したことにより、海陸一体の DEM による連続的な地形データを用いて地形の分析を行う手法を提案し、陸域から海域まで連続した一連の地形として災害発生の要因等を分析することの有意性を認識した。グローバルな地形分析などに関しては、高精度全球標高データ (MERIT DEM) から内挿した 280mDEM を用いてポリゴンベースのグローバルな地形分類データを作成する手法を開発し、領域分割・機械学習・階層クラスタリングにより全球の

地形分類図を完成させた。これにより、段丘地形の抽出や 1km 以下のサイズの地形の分類を進歩させることができたほか、Vs30（深さ 30m までの地盤の平均 S 波速度）と地形分類図の比較検討を行ったことで地盤分類への利用の方向性も示された。研究の実施にあたっては、米国地理調査所（USGS）の研究者との連携や、海上保安庁や複数の大学との共同研究など、外部機関と連携して研究を進める手法が採られているほか、防災地理教育の観点から子供たちの関心と問題意識を呼び込む手法として、探検型のコンピュータゲームソフトを用いて地形・地質を学べる仕組みを作成し、学校と連携して中学 1 年生の理科の授業を行って若い世代への効果的なアウトリーチを模索する研究も行われており、間口を広げつつ将来を見据えて研究が実施されている。

成果の公表状況については、論文賞等 2 編、研究報告書 16 編、審査付き論文 3 編、審査無し論文 7 編、口頭発表は国際学会での 5 件を含む 30 件であった。このうち地形分類に関する審査付き論文 1 編は、日本地球惑星科学連合のオンラインジャーナルで最もダウンロード数が多かった The Most Downloaded Paper Award 2019 を受賞し、注目を集めている

研究体制及び予算については、地理分野を専門とする研究官の人数が減少する中、異なる分野を専門とする研究官との連携や、共同研究を有効に活用するなど実施方法を工夫することで研究のペースを確保し、研究予算も計画期間を通じて科研費を獲得できたことで効率的に研究が実施されている。

今後の課題としては、地形分類に関する研究では DEM の精度の問題と人工地形により平野の微高地が十分に識別できないこと、異なる地質構造区あるいは気候区の下では同じ局所地形が必ずしも同じ斜面構成物質を示さないことが挙げられ、地形分類と災害発生との関係性を分かりにくく複雑にする要因となっている。これは、災害リスク情報の高度化に向けた障壁となり得るため、今後も基礎的な知見の蓄積を継続する必要がある。また、分析におけるモデルの推定手法に関しても AI にブレークスルーをもたらした深層学習の有効性の検討が必要と考えられる。

以上により、本研究の目標に対しては、基礎的な知見が着実に蓄積されており今後の課題も明確となっていることから、適切に目標を達成していると評価できる。

3. 3. 研究開発の推進方策に関する評価

3. 3. 1 評価の実施

特別研究については、内部評価委員会、測地分科会及び地理分科会を経て、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た。評価時期については、新規提案課題は予算要求が本格的に始まる前に、終了課題は特別研究終了時に行った。

3. 3. 2 研究開発の実施状況の把握・公開・管理

研究開発基本計画に示す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、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。研究成果の公開として、年度ごとに調査研究年報による報告、国土地理

院報告会における発表等を行った。さらに、研究開発で得られた知見は、ウェブサイトで速やかに広く国民に向けて情報を発信した。

また、各重点課題を的確に進めるため、重点課題ごとに、進捗の確認を行うとともに、中間評価時及び終了時の評価書案の取りまとめ等を行う者として研究開発コーディネータを配置し、内部評価委員会の枠組みにおいて、それらの活動を行った。

一方、国土地理院の研究開発は、測量事業・行政施策の改善・発展を支援することが大きな意義のひとつであることから、関係部・センターの連携を強化することを目的に「研究連絡会議」を設置している。研究連絡会議では、さらに課題ごとに分科会を設置しており、関係者間の連携は分科会の活動により強化された。

3. 3. 3 研究開発成果の活用の促進

新たに得られた知見や研究開発成果は、積極的に学会発表、論文投稿等を行った。研究評価の結果は、国土地理院のウェブサイトにおいて情報を発信した。また、国土地理院報告会による発表や内部で行った技術報告会での発表、地理地殻活動研究センター談話会、各部・センターの談話会、地域で行われるシンポジウム、講演会、出前講座等において研究開発成果をアピールするなど、研究開発担当者のみならず、広く一般へ研究開発を分かりやすく伝えることに努めていた。今後とも、発信した成果が可能な限り他の機関・分野でも利用されるよう、成果の普及活動にも努める必要がある。

また、さらなる活用が見込まれる成果については、内部評価委員会等を活用し、研究開発コーディネータ等の協力も得つつ、適宜、院内担当部署、共同研究機関の関係者等に対して意見交換を行い、その成果を院内の研究開発担当者に対しフィードバックする必要がある。

3. 3. 4 人材及び研究開発資金の確保

人材育成の観点から、文部科学省宇宙開発関係在外研究員として平成 30 年度までの 5 か年に 7 人の研究員を米国等に派遣している。また、国内外の学会等への参加・発表を奨励している。

研究開発体制としては、地理地殻活動研究センターに所属する研究職は減となっている。国土地理院全体の人員も減ってきており、効率的な研究開発が求められている。

また、人材確保の方策として、5 年間に 14 名の部外研究員を受け入れた。さらに、客員研究員として平成 26 年度に 1 名、27 年度に 2 名、28 年度に 1 名、29 年度及び 30 年度に 2 名を受け入れた。

重点的資金として、特別研究経費の総額は、平成 26 年度から 30 年度までで約 3.7 億円となった。これは、平成 21 年度から 25 年度までの前計画の総額約 4.9 億円と比べても年平均で約 2 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 27～29 年度に「3 次元地理空

間情報を活用した安全・安心・快適な社会実現のための技術開発」1 課題に、平成 30 年度からは「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 課題に参画している。また、「総合流域防災事業に必要な経費」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 課題に参画している。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 19 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。

3. 3. 5 知的基盤の整備・活用

研究開発の成果に基づき、基本測量成果の提供が進められ、インターネット提供、刊行、閲覧の仕組みを通して国民に広く提供されるとともに、多目的に活用されており、知的基盤の整備に大きく貢献した。また、共同研究の枠組により、東海大学が受信・保有する衛星データを入手・活用するなど、既存の知的基盤の活用による効率的な研究開発の推進に努めた。さらに、国土地理院が整備する GEONET のデータに代表される測地観測データは、院内外に広く活用されており、その研究開発成果が測地観測データの品質向上、高度化、最適化に寄与しているなど、データの整備と活用の間で有機的な連携が図られた。

3. 3. 6 関係機関との協力・連携及び国際的な連携の確保

平成 30 年度末現在で、国の機関、大学、民間等と共同研究協定による 11 件の共同研究を進めている。その中で、場所情報コードの利用技術の構築を支援するため、民間との共同研究協定を平成 26 年度は 12 者、平成 27 年度は 8 者、平成 28 年度は 3 者と、地上画素寸法 30cm 級の衛星画像を用いた地図作成技術の構築を支援するため、民間との共同研究協定を平成 27、28 年度において 1 者とそれぞれ締結して共同研究を行った。

また、つくばテクノロジー・ショーケースなど、産学官の連携のためのイベントに積極的に参加した。

地理空間情報に関する国際標準化を目的とする国際標準化機構の地理情報専門委員会（ISO/TC 211）へ参画し、地理空間情報の国際標準の策定に大きく貢献している。

防災に関する研究分野においても、地殻変動の情報は、地震調査委員会、地震防災対策強化地域判定会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等に提供され、地震メカニズムや火山活動の推移の理解に役立てられている。

従来から積極的に行っている IVS（国際 VLBI 事業）、IGS（国際 GNSS 事業）との国際共同観測や研究開発を引き続き推進するとともに、地球地図プロジェクトでは平成 29 年 3 月に終了した ISCGM（地球地図国際運営委員会）事務局、UN-GGIM-AP（国連地球規模の地理空間情報管理に関するアジア太平洋地域委員会）では会長職（平成 27 年～）を担うなど、測量・地図分野の国際組織の運営に主体的に参画している。

このほか、GIAC（全地球測地観測システム（GGOS）機関間委員会）や UN-GGIM（地球規模の地理空間情報管理に関する国連専門家委員会）に関与するなど、国際的な連携の構築にも貢献している。

また、平成 26 年度からの 5 か年に外国で行われた国際会議、学会等 129 件に延べ 204 人が参加することによって研究発表、人的交流及び情報収集に努めているところであり、海外旅費の制約が厳しい中、引き続き国際学会への参加機会を有効に活用する必要がある。

4. 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。

■ 研究目標の達成度等について

※外部評価も踏まえて記載

■ 研究体制、予算の確保、他機関との連携等について

※外部評価も踏まえて記載

国土地理院では、研究開発基本計画の中間評価及びその後のレビューを行い、平成 31 年 4 月に、次期の研究開発基本計画を定めた。今後、新たな研究開発基本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。

令和元年に閣議決定された「統合イノベーション 2019」において、Society5.0 の社会実装や研究力の強化、国際連携の抜本的強化、最先端分野の重点的戦略の構築を柱とされている。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。

參考資料

参考資料

(1) 国土地理院研究評価委員会 委員名簿（令和元年7月1日現在）

| | | |
|-----|--------|-----------------------------------|
| 委員長 | 鹿田 正昭 | 金沢工業大学副学長（教育支援担当） |
| 委員 | 巖 網林 | 慶應義塾大学環境情報学部教授 |
| | 國崎 信江 | 株式会社危機管理教育研究所代表 |
| | 久保 純子 | 早稲田大学教育学部教授 |
| | 桜井 進 | サイエンスナビゲーター [®] |
| | 島津 弘 | 立正大学地球環境科学部地理学科教授 |
| | 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 |
| | 田部井 隆雄 | 高知大学教育研究部自然科学系理工学部門教授 |
| | 日置 幸介 | 北海道大学大学院理学研究院地球惑星科学部門教授 |
| | 山本 佳世子 | 電気通信大学大学院情報理工学研究科准教授 |

（敬称略：委員は五十音順）

(2) 内部評価委員会 委員名簿 (令和元年7月1日現在)

| | |
|---------------|--------|
| 企画部長 (委員長) | 飛田 幹男 |
| 測地部長 | 大木 章一 |
| 地理空間情報部長 | 梶川 昌三 |
| 基本図情報部長 | 明野 和彦 |
| 応用地理部長 | 中島 秀敏 |
| 測地観測センター長 | 河瀬 和重 |
| 地理地殻活動研究センター長 | 藤原 智 |
| 地理地殻活動総括研究官 | 畑中 雄樹 |
| 測量新技術研究官 | 小白井 亮一 |

(3) 研究開発コーディネータ名簿（令和元年7月1日現在）

| | | |
|--------------|---------------|--------|
| 企画部 | 地理空間情報国際標準分析官 | 佐藤 潤 |
| | 研究企画官（チーフ） | 石関 隆幸 |
| 測地部 | 測地技術調整官 | 矢萩 智裕 |
| 地理空間情報部 | 電子国土調整官 | 福島 忍 |
| 基本図情報部 | 国土基盤情報調整官 | 伊藤 裕之 |
| 応用地理部 | 環境地理情報企画官 | 諏訪部 順 |
| 測地観測センター | 地震調査官 | 黒石 裕樹 |
| 地理地殻活動研究センター | 測量新技術研究官 | 小白井 亮一 |
| | 地殻変動研究室長 | 矢来 博司 |
| | 宇宙測地研究室長 | 宗包 浩志 |
| | 地理情報解析研究室長 | 大野 裕幸 |

(4) 審議の経過

(平成30年度)

- ・ 平成30年7月4日 平成30年度 第1回コーディネータ会議
- ・ 平成30年9月21日 平成30年度 第2回コーディネータ会議
- ・ 平成31年3月27日 平成30年度 第3回コーディネータ会議

(令和元年度)

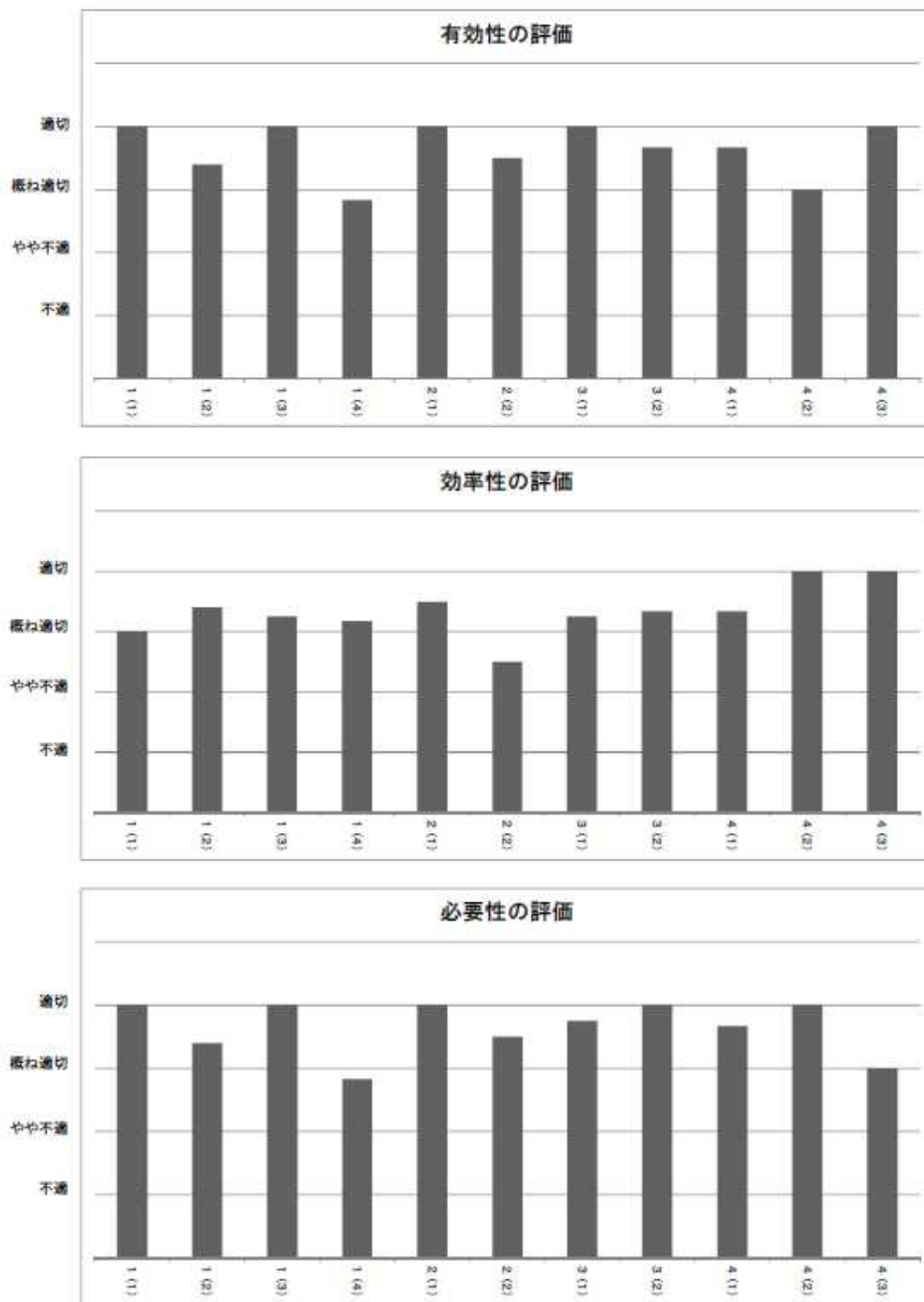
- ・ 令和元年5月9日 令和元年度 第1回内部評価委員会
- ・ 令和元年7月18日 令和元年度 第2回内部評価委員会
- ・ 令和元年7月23日 令和元年度 第1回研究評価委員会

(5) 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. 地理空間情報の整備力・活用力の向上のための研究開発 | |
| (1) 地理空間情報の整備力向上のための研究開発 | 地図情報技術開発室、地理情報解析研究室 |
| (2) 地理空間情報の高度活用を推進するための研究開発 | 測量指導課、国際課、情報普及課、地理地殻活動研究センター、地理情報解析研究室 |
| (3) 宇宙技術の活用により位置情報基盤の整備・維持・更新を行うための研究開発 | 物理測地課、宇宙測地課、衛星測地課 |
| (4) 地理空間情報の三次元化などの多様化へ対応するための研究開発 | 計画課、測地基準課、地名情報課、地図情報技術開発室、地理地殻活動研究センター、地理情報解析研究室 |
| 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 | 電子基準点課、宇宙測地研究室 |
| (2) 次世代の地理空間情報の整備・提供・活用方法に関する研究開発 | 地理情報解析研究室 |
| 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 | 電子基準点課、地殻変動研究室、宇宙測地研究室、地理情報解析研究室 |
| (2) 災害時の状況を速やかに把握し、情報共有・提供するための研究開発 | 地図情報技術開発室、電子基準点課、地理情報解析研究室 |
| 4. 地球と国土を科学的に把握するための研究 | |
| (1) 地殻活動の解明のための研究 | 地殻変動研究室 |
| (2) 地球と国土の科学的把握に基づく測地基準系の高度化のための研究 | 宇宙測地研究室 |
| (3) 地球と国土の環境を科学的に把握するための研究 | 地理情報解析研究室 |

(6) グラフ

各重点研究開発課題の達成度



研究開発予算の推移

| 年度 | 特別研究経費 | 一般研究経費 | 総プロ経費 | 科研費補助金 | その他 | 総額 |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|
| 26年度 | 79,976 | 23,281 | 114,050 | 1,580 | 428 | 219,315 |
| 27年度 | 73,692 | 21,517 | 45,000 | 2,940 | 0 | 143,149 |
| 28年度 | 72,460 | 20,540 | 45,000 | 5,500 | 1,613 | 145,113 |
| 29年度 | 72,460 | 20,540 | 45,460 | 2,310 | 1,357 | 142,127 |
| 30年度 | 72,460 | 20,540 | 355 | 5,560 | 25,000 | 123,915 |

