

(1)令和元年度新規特別研究課題 事前評価

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

○委員長

それでは早速議事に移ります。議事(1)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つきまして、まず国土地理院から御説明をよろしくお願いいたします。

○発表者

新規課題提案内容ですけれども、研究開発の背景・必要性としまして、先ほど黒川院長からも御挨拶ありましたけれども、衛星測位の精度・リアルタイム性の向上が近年非常に目覚ましい状況でございます。まず、準天頂衛星システム「みちびき」につきましては、2017年10月に4機体制への打ち上げが終了しまして、昨年2018年11月からは本格サービスの開始ということで、センチメートル級測位補強サービスということで、センチメートル級の測位サービスが提供されるという状況になってございます。

また、このほかにも民間によるGNSSの測位サービスが、近年展開がいろいろとございまして、複数の民間事業者からセンチメートルの即位を精密単独測位(PPP)、もしくはネットワーク型RTKなどさまざまな測位方式によって提供される。これによって、ほぼリアルタイムで高精度な測位が可能な状況となっております。これらのようなサービスを用いることによって、衛星測位を用いて数cmの精度で迅速に位置を得ることが可能になっているという状況でございます。ただ、これが何も課題がないという状況ではない状況で、こういったようなサービスは、それぞれが独自に仕組みを構築しているために、こういったような測位のサービスが混在することによって、それぞれのサービス内では同じ位置が毎回得られるんですけれども、それがずれてしまったり、混乱・トラブルを招く可能性がございます。

こちらの絵なんですけれども、衛星測位の精度と利用の状況を示した図です。従来、衛星測位は、カーナビやスマホで使われるような単独測位ですと、ほとんど瞬間、リアルタイムで位置が決まるのですが、精度は1mとか10mとか、即時性は高いけれども、位置が決まる精度は低い。もしくは、測量や地殻変動の把握で用いられる相対測位の手法ですと、1cmとか非常に高い精度が得られるのですが、それを得られるために、10時間、24時間といっ

た長い時間の観測の蓄積が必要といったようなトレードオフの関係がございました。ところが、先ほど申しましたようにリアルタイムな高精度の測位が出てきたことによって、即時性も高く、さらに精度も高いというサービスが実現するようになってきているというような状況でございます。また、そういったサービスを用いることによって、ICT施工やスマート農業、自動走行といった分野での衛星測位の利活用がさらに広がっているという状況でございます。

そのような中で、政府が提唱しますSociety5.0におきまして、高精度な3次元の位置情報が未来社会を支える基盤となるということがございまして、高性能な3次元の位置情報サービスを用いることによって、さまざまなGNSS測位サービスが使用される社会が今後想定されていきます。こういったような測位のサービスでは、先ほど申しましたように地殻変動の補正方法など、それぞれ独自の仕組みを構築しているということがあるため、これをそのまま混在しているような状況を継続しますと混乱を招く可能性がございました。そこで、全てのGNSS測位サービスを互いに変換することなく、ずれがない状態で迅速に利用できるようにしていくためには、日々の地殻変動に対応して位置を与えていく共通の仕組みが必要になります。

こちらの図は、もう既に皆様よく御存じのところかと思いますが、日本列島におきましては地殻変動が日々非常に激しい状態にございまして、4つの活発なプレートが位置する日本では、定常的な地殻変動が生じることによって地殻変動が日々累積していきます。こちらのベクトル図と上下の絵コンター図を見ていただきますと、こちらは日々の地殻変動の蓄積を示しているんですけども、時間の経過に伴って、日々高さ方向も水平方向も複雑な空間パターンの地殻変動が累積していくという状況にございます。また、地震や火山がプレート運動が活発なところに位置することによって、地震や火山についても活発な活動がございまして、これによって、例えば岩手・宮城内陸地震では水平方向で1.5m、上下方向で2m、東北地方太平洋沖地震では水平方向で5mを超す変異、高さ方向で1mを超す沈降が瞬間にして生じておりまして、日本列島におきまして位置は日々少しずつ変化しており、大きいところでは年間10cmの変化をしており、また地震時にはメートル単位で急激に変化が生じるといったような状況にございます。

ところが、現状では国家座標、正確な位置を管理するための仕組みに共通の仕組みがないという状況にありまして、また、さらに地震が起きた後、こういったような大きな地殻変動を経験した地域において、正確な国家座標を提供するために数カ月を要しているとい

ったような状況がうかがえます。そこで、測位サービスにおいて、こういったような変化する日本において、数センチメートル程度の位置を迅速に与えていくということをするためには、時間とともに変化する4次元の位置の情報を適切に管理できる仕組みが必要となってくるという状況が背景としてございます。

そういったような状況の中で、国土地理院長の諮問機関として、測量行政推進に資することを目的に、学識経験者等を委員として設置された国土地理院測量行政懇談会におきまして、平成29年度に測位基盤検討部会といった部会を設置しまして、衛星測位時代における共通の位置の基盤のあり方について議論をいただきました。その中の提言としまして、社会的なニーズの高まりにあわせて、地理空間情報を任意の時期で管理する4次元の測地基準座標系への対応についても今後は検討していくことが必要であろうといった提言をいただきました。

今まで申し上げましたような衛星測位の展開ですとか、地殻変動の激しい日本において4次元の位置の仕組みを検討していく必要を考慮しまして、今回の研究開発の目標・目的としましては、このようなものを設定しております。まず、4次元の測地基準座標系。測地基準座標系は正しい地球上での位置を与えるものですので、これを構築するためには2つ必要となる要素がございます。まず1番目に測地基準座標系、すなわち地球の正確な形状の詳細な時間・空間変化をできるだけ正確に計測する技術を持つということ、それから、そのようにして計測された位置に基づいて任意の時点の4次元の詳細な位置情報を迅速に利用者利用できる状況を実現するような手法や技術が必要になるということがございます。

この2つを達成するために、従来の状況ですと、2つ大きく課題がございます。現在、国家座標の維持管理は電子基準点もしくは電子基準点の間に位置されております標石の基準点を用いまして、定常時・地震時の地殻変動を計測して維持管理を実施しているんですけども、この手法において2つ課題がございます。1つは、まずリアルタイム性が不足しているということがございます。もう1つは、変動を把握する時空間密度が不足しているということがございます。この2つにつきまして、どのように対応するかということで2つ目標を考えております。

まず、リアルタイム性の不足につきましては、現在拡大が進んでおります複数の衛星測位システム（マルチGNSS）を用いることによって、精密単独測位（PPP）の手法を用いて迅速に電子基準点の位置を計測する技術を開発することによって迅速性を向上しようというのが、まず第1点目となります。

第2点目としましては、干渉SAR、リモートセンシングの技術とか電子基準点以外に民間等で設置されているGNSSの観測局、それから重力のデータなどを用いることによって、地殻変動の従来よりも詳細な空間分布や、さらには標高の基準面となっておりますジオイドの微細な時間変化を計測・監視する技術を開発することによって時空間密度の向上を図ろうと考えております。

こういったことを行うことによって、目標としましては、現在を含む任意の時点の国家座標を迅速に利用可能にする基盤を構築したいと考えております。これを行うことによりまして、4次元の測地基準座標系のプロトタイプを構築する。また、そのプロトタイプにおいて国家座標の定常時、地震時の時間変化を迅速に計測・監視して利用者に提供するシステムを開発したいと考えております。これを行うことによりまして、従来ですと国家座標の提供の迅速性としまして、定常時ですと数週間要していたものを、数日以内に迅速化する。また、地震時におきましては、特に巨大地震の場合には数カ月要していた国家座標の提供を数日から数週間まで短縮する。また、空間分解能に関しましては、定常時に電子基準点の空間密度である20km程度であったものを数kmまで分解能を向上する。また、地震時におきましては標石基準点と電子基準点を用いることによって数kmから20km程度であった分解能を数100mまで向上することを目標に開発を進めていきたいと考えております。

研究開発の内容につきまして、続いて御説明差し上げます。先ほど申しましたとおり、目標としましては任意の時点の4次元の国家座標と地殻変動量を迅速に外部へ提供できるようなシステムを開発したいということで、これを実現するための研究開発要素として4つの研究開発要素を考えております。

まず、リアルタイム性を向上させる研究開発としまして、先ほど申し上げたとおりマルチGNSS-PPPを用いた電子基準点の迅速な位置座標を計算する技術、また、空間密度の向上としまして、リモートセンシングのSAR技術を用いた電子基準点の地殻変動計測・監視の技術、衛星重力データを用いたジオイドの監視・モニタリング技術、それから、こういったものを統合することによって、さらに民間等のGNSS観測局を加えることによって、地盤変動の詳細なモデル化を行うという4つの目標を掲げております。

それぞれの目標につきまして、少し詳細に説明させていただきます。まず最初に、マルチGNSS-PPPによる全国電子基準点の定常解析技術の開発ですけれども、よく御存じのところかと思いますが、GPS、準天頂衛星に加えまして、欧州のGalileoの本格運用が今年始まるなど、使用できる衛星のデータ、それから使用できる衛星の信号の種類が近年大きくふ

えております。こういったものを全て使用することによって衛星測位の性能が向上するということが言われておりますので、こういったものを使用できるように、観測局のアンテナ位相特性モデルを開発するとか、マルチGNSSで導入する事例としまして、衛星や信号間にある誤差をモデル化して適切に扱う手法や、新たな周波数帯域を導入することによって位置決定の迅速性を向上したいと考えております。

その結果としまして、全国の電子基準点を定常解析できるマルチGNSS-PPPシステムを開発することを考えております。これによって全国の電子基準点の位置を迅速に決定し、さらには、その解を用いて新しく提供できるようになるPPPの測位解と、現在我々が運用している日本の測地基準座標系、またGEONETの定常的に行っている解析の結果を比較することによって、その精度や乖離を評価したり、異常がどこにあるかということを判別するような仕組みをつくることによって、グローバルな基準座標系に準拠した電子基準点の位置を迅速に決定する仕組みを構築していきたいというのが1番目の研究開発課題となります。

2番目の研究開発課題ですけれども、こちらはSAR技術による地殻変動計測・監視技術の高度化ということで、定常時と地震時、2つ目標を掲げておりまして、ALOS-4、次世代のSAR衛星の打ち上げが2020年に予定されておりまして、こちらのSAR衛星が打ち上げられることによって、使用可能となる衛星のデータが膨大にふえ、また観測を行う頻度も、従来よりも4倍程度頻繁に行われるということが想定されております。こちらのデータを有効活用することによって地殻変動の監視が、さらに効果的・効率的にできることが考えられるわけですけれども、ただ、衛星のデータがふえるということは、そのデータの解析を効率的に、また自動化して、GUIで使用できるように効果的に利用していかなくてはいけないということがございまして、こういったような大量のデータを用いて、その時系列を統計的に解析する手法を定常的に日本全国網羅的に用いていくことによって、定常時の変化を監視するということが1つ目の目標にございます。

また、こちらのSAR衛星は、地表を異なる4方向から観測できるという能力を持っておりますので、これを活用することによって、特に地震の際に、地震によって引き起こされた変化をSARの観測によって3次元でどのような地殻変動が生じたかということを復元する技術が近年確立されてきております。こういったような解析手法を確立し、GUIの中で汎用化して実用化できるようにすることによって、ALOS-4など次世代のSAR衛星のデータによる膨大なデータをフルに活用することで、電子基準点の間においても高密度・高精度に地殻変動を監視・計測する技術を進めていきたいと考えております。

3番目の目標としましては、衛星重力データによるジオイドのモニタリング手法の開発というものがございます。ジオイドは海面と最も整合した標高の基準面となりますが、こちらは地震の際や時間変化におきましても非常に安定であるということは知られているのですが、そうは言いながらも、東北地方太平洋沖地震の際には数cmの変化がモデル計算から予想されたこともありまして、また、10年、20年といった時間の中でどのように変化していくかということについては、まだまだしっかり監視していかななくてはいけないという状況にございます。

そこで、定常時・地震時の2つにおきまして目標を設定しておりまして、衛星を用いて重力の地球上での分布を測る重力衛星GRACE-FOという衛星が昨年から運用開始されておりますので、こちらの人工衛星のデータを用いて標高の基準面の中長期にわたる微細な時間変化を監視し、その解析を行って、その変化が基準座標系にどのような影響を及ぼしているかということを自動的に監視していく仕組みを定常時においては開発したいと考えております。

また、地震時におきましては、先ほど申しましたように地域物理学モデルを用いまして、地震時にどれだけジオイドが地震に伴って変化するかということは、これまでも評価されているのですが、これに加えて、先ほど申しました重力衛星GRACE-FOのデータを同化することによって、モデルと実際のデータを組み合わせて、さらに正確な地震時のジオイドの変化を把握し、必要であれば、それを基準座標系の変化に用いていくことを考えております。これによって標高の基準面であるジオイドの安定性を連続的かつ詳細に監視することを目標としております。

最後に、4番目の技術としましてSARの技術と民間等のGNSS観測局を活用した地表変動モデルの構築ということで、こちらも定常時と地震時に分けておりまして、定常時におきましては、近年設置が拡大しております民間等のGNSS観測局データの精度を評価して、十分に活用するものについては、そちらも地殻変動の把握に用いる。また、SARの解析結果を用いて高さ変化の検証・評価する仕組みを開発することによって、電子基準点のない場所においても地殻変動を把握して監視していくという仕組みを導入する。

また、地震時におきましては、先ほど申しました干渉SARを用いまして3次元の変動場を電子基準点や民間等のGNSS観測局とあわせてモデルを構築して、地震時の地殻変動をできるだけ詳細に迅速に把握する仕組みを作成することを考えております。

こういった定常時・地震時の地殻変動を詳細に把握することによって、ある一定の基準

日からどのような地殻変動が定常・地震時の変動によって引き起こされたかを把握し、それを詳細かつ正確に再現する地殻変動モデルを構築したいというのが4つ目の目標となります。

4番目としまして、研究開発の実施体制ですけれども、本研究は宇宙測地研究室が実施することを考えておりました、先ほど申しましたように4つの研究開発要素がございます。また、それに加えて、それらを統合して任意の時間の任意の場所の座標を利用者に届ける仕組みのシステムの開発者も必要となりますので、研究開発要素として5つの研究開発要素がございます。こちらの4つの研究開発要素を、現在、主任研究官3名、研究官1名の4名おります室のそれぞれが1つのテーマを担当するという体制で、それを室長が進行管理・統合を行うことで提供するシステムを構築するということを考えております。

また、5年間の期間を設定しておりました、長い期間ですので、まず、それぞれの研究テーマにつきましては、これまでも研究室のテーマとして一般研究の中で取り組んできた内容ですので、それを継続する形でそれぞれの研究官が行い、でき上がった成果から、それを世の中で活用しつつ、システムの統合に組み込んでいくことを考えております。ですので、期間は長くなるんですけれども、開発できたものから、それぞれ世の中に活用できる形でどんどん使っていくということを想定して、実施体制を組んでおります。

最後に、想定される成果と活用方針ですけれども、成果としましては、現在を含む任意の時点の国家座標や地殻変動量を迅速に利用可能にする基盤を構築するということで、提供システムを最終的につくりたいと考えておるんですけれども、アウトプットのイメージとしましては、例えば電子基準点のリアルタイムの国家座標を電子基準点を指定することによって提供するとか、任意の位置や時間の国家座標を得る仕組みとしまして、現在のところ、今まで国土地理院では電子基準点の位置座標については提供しているんですけれども、ユーザーの側からGNSSの観測データが提供された場合に、それをもって国土地理院の側でそれに対して国家座標を計算する仕組みを構築してみるとか、さらには、任意の位置や期間の地殻変動量、変動があった後の国家座標を与えるための位置の座標の変動量を期間に合わせて算出して渡すような仕組みをつくるということを考えております。

活用方針としましては、現実の位置と測位の地図情報等を迅速につないで処理できる環境整備に貢献したいということで、定常時につきましては、当然、国土地理院が今まで管理してきました測地基準座標系を精密に維持管理するための基盤となりますし、また、リアルタイムの高精度測位の拡大によって新しい産業・ビジネスの拡大に寄与するとか、PPP

等新しい技術を導入することによって測量作業の効率化を図るといったことが想定されます。また、地震時におきましては、この研究の成果としまして、地震後の正確な国家座標を迅速に提供できるようになるということで、先ほど申しましたように、東北地方太平洋沖地震の例ですと、3月11日の地震発生に対して、電子基準点の座標値の提供は5月24日、全ての位置情報の提供は10月31日ということで、200日以上かかっていた提供期間が、この研究によって提供までの期間が200日近く短縮できることが想定されます。これによりまして早期の再測量が可能になって、復旧・復興工事の迅速化に寄与したいと考えております。

最後に、事前評価ですけれども、研究開発の方向の妥当性として、こちらは国土地理院の研究開発基本計画の重点課題の実施に不可欠ということで、高精度測位環境の構築に向けた研究開発、4次元測地基準座標系の構築、また、地球と国土を科学的に把握するための研究開発、地球形状とそその変化の詳細な把握に関する研究にそれぞれ相当する研究ということで、重点課題の実施に不可欠な研究であると考えております。

また、国内・国際的研究状況を踏まえての実施の妥当性ですけれども、現在こういったような4次元の測地基準座標系の構築に向けた研究は、米国やオーストラリア、ニュージーランド等、衛星測位を展開されています諸外国においても検討が実施されておきまして、近年、国際会議でもこういったような報告がふえている状況でございます。また、各研究要素に係る国内・国際的な研究情報とも整合していると考えておきまして、これまでに行ってきた特別研究や一般研究によって蓄積してきた各要素技術の知見を他機関の取組と整合した形で進めていくことを考えております。

背景・必要性の妥当性ですけれども、先ほど申しましたとおり、衛星測位の精度・リアルタイム性が向上しているということ、それから日本周辺の地殻変動の激しい情報を考えますと、今後、衛星測位を正確に使用できる基盤として構築していくためには、国が公的な立場から4次元の位置情報管理の共通の仕組みを早期に構築する必要があり、そのための研究開発として必要であると考えております。

目標設定の妥当性ですけれども、社会情勢を見据えた妥当性として、定常時にはセンチメートルの精度を必要とする利用分野においては、スロースリップや火山活動などによって微細もしくは局所的な地表変動が電子基準点で生じた場合でも把握が必要となりますので、こういった研究は定常時にも非常に重要であると考えております。また、地震時は、先ほど申しましたとおり、少なくとも数日～数週間以内に正確な位置情報を提供するという点で非常に妥当であると考えております。

目標達成の見込みですけれども、こちらは何度も申し上げておりますけれども、基礎的な技術開発はこれまでやってきたものと継続した形で展開していくことを考えておりまして、それを用いることによって、目標とする迅速性、精度、空間分解能を達成できることを考えております。

5番目としまして、国土地理院が実施すべき妥当性ですけれども、まず、国が公的な立場から4次元の位置情報管理の仕組みを早急に構築すべき、それから基準座標系に対する知見と、その実現・維持・管理に関しましては国土地理院がこれまでもやってきたところであり、測量法に基づいて日本の測地基準座標系を定め維持してきた実績を持っているという点、それから、位置の決定において実質の重要なインフラとして、これまで維持・管理してきた電子基準点やVLBIを運用してきた実績、さらに国連との枠組みにも参加して、国際的な標準との整合性の担保においても役割を果たしてきたということから、国土地理院が行うのは妥当であろうと考えております。

内容、方法、実施体制の妥当性ですけれども、こちらは先ほど申しましたとおり、それぞれの要素4つの分野につきまして、各分野を担当する研究官が担当するという形で、それを室長が統括して進捗管理を行って、また、定型的な作業とかシステムのGUI開発については外注化することによって効率化する体制をとりたいと考えております。

省内他部局等との調整の状況ですけれども、国土地理院の中におきましては、現在、GEONETの運用業務を行っております測地観測センターにおいて、マルチGNSS-PPPによる電子基準点の定常解析技術やプロトタイプシステムの開発及び評価に関する調整を行っております。また干渉SARの定常解析、セミ・ダイナミック補正、ジオイドモデルの構築業務を行っております測地部との間では、SAR技術に関する地殻変動計測・監視技術の高度化、またジオイドのモニタリング手法の開発、地殻変動モデルの構築や4次元測地基準座標系の構築に関して調整を行っております。

他省庁、異分野等との連携方針につきましては、内閣府との間につきましては準天頂衛星システムの利活用の促進についての話し合いをしておりますし、東京海洋大学、JAXA、一橋大学、情報通信研究機構につきましては、こちらに書きましたような研究開発の要素につきまして連携して共同研究を行うような体制をとっております。

成果活用方針の妥当性につきましては、先ほど申し上げましたとおりで、定常時におきましては精密な測地基準座標系の維持・管理、それから、今後、ビッグデータ等のリアルタイム処理において、収集時期の違いによってデータ間の位置のずれがあるような場合に

は、こういった仕組みによって補正が活用されるであろうということ、また、機器の自動運行等において必要となる現実に即したリアルタイム位置情報の提供において活用をされるだろうという点です。また、地震時におきましては、何度も申し上げますけれど、復旧・復興に係る再測量や工事等に必要になる正確な位置情報として活用されるということをお願いしております。

以上となります。

○委員長 どうもありがとうございました。それでは、測地分科会で議論されておりますので、主査のほうから御説明をお願いいたします。

○委員 測地分科会は、6月6日木曜日の14時から約1時間行われました。全体としまして、研究期間が5年という非常に長い期間で、しかも、スライド10にありますようにいろいろな研究開発内容から成っている非常に大きな課題だと思います。これは1年前にちょうどこの席で審議しました南海トラフのテーマと同じように、地理院の研究課題として長くて非常に大きなチャレンジングなテーマが、また今回も出たというふうに感じました。

今御説明いただいたように、内容としては、スライド10にありますように研究開発は4本の柱から成っております。それをまとめたものがスライド15で、最初の2年、3年のうちに技術開発を行って、残りの期間で統合化を図ると伺っております。一言で言えば地殻変動の激しい日本で、いかに精密な測地基準座標系を時間定義に沿って維持していくかという問題で、困難ではありますが、これはぜひ必要なもので、地理院に挑戦していただきたいなと思います。

具体的な審議の内容なんですけれども、スライド11から14に1つずつ4本の研究開発内容が書いてあるんですけれども、この中でスライド14の4番のところに主に質問コメントが集中しました。例えば、民間のGNSSデータを利用して空間密度を上げるという話ですけれども、民間のGNSSの観測点がある、言ってみたら携帯の基地局かと思うんですけれども、どっちかというところは人口密集地に多くて、本当に地震とか火山とかのデータが欲しいところにそれほどあるわけではないのではないかという質問が出ました。地理院側としては、そういうときはSARを使って空間の内挿化を図るという回答を得ました。

それから、大学のGNSSデータを使わないのかという質問が出ました。大学の場合には、民間と違って逆に研究として非常に重要なところに配置されているわけなんですけれども、これは教員の異動とか財源も限られているということで、長期的な安定供給には難があると

ということです。

その次に、いろいろ質問が出たのは、地殻変動のモデル化なんですけれども、線形近似ができる定常変動は問題ないだろう、地震時の変動としても大きく地震時に外れるコサイスミックな変動も求めることは、今の技術ではそれほど問題ない。一番問題なのは地震後の余効変動であって、例えば東北の場合でも粘性緩和であるとか、それからスロースリップとか火山活動のように時定数がひょっとしたら途中で変化してしまうかもしれない。こういうものは測ってみなければわからないという面がかなり強くて、ですから、先ほど地震の後に迅速に座標系の更新を図ると言いましたけれども、恐らくそれ1回では済まなくて、その都度ずっとトレースして行って、変動があれば、また変化を更新していく、座標系を更新していく必要があるだろうということで、地震の場合には大きくなればなるほど、測ってみなければわからない要素もあるということで、迅速な解を出しても頻繁な更新が必要になるだろうという意見が出ました。

大体以上のところで、非常に大きなテーマが幾つも並んでいますので、地理院の中でも内部の連携を密にして、1つずつ難関をクリアして行っていただきたいと考えております。

以上です。

○委員長 どうもありがとうございました。それでは、委員の皆様から御質問、あるいは御意見等をお伺いしたいと思いますので、よろしく願いいたします。いつものようにどなたからでも結構です。

○委員 非常にわくわくするような研究で、やっぱり位置情報そのものは、普通の人たちは、もうこういうのを使って当たり前なんだけれども、考えてみれば、どれも基準が定まっていないところがあるんだよという、非常に先進性のあるテーマだと思います。

1つ質問は、観測要素で、GNSSはもう割と確定されて、自国単位で出せるわけですから、時間精度がそれぞれの手段によって違うと思うんですね。SAR、InSARは、SAR衛星の周期によりますので、月に2回ぐらいとか、問題は、周回するわけですから、同じ時期に同じように繰り返してこないの、全国全て満遍なくカバーされるんじゃないんですね。GNSSは全国に基地局があって、いつでもとれるんだけれども、逆にこのSARのようなものは、スポット的にデータがとれているような状況だと思うんだけれども、将来、このサービスを提供するときには、4つの手段を全部同じようにできるか、これは結局スポット的に、このような4つを合わせたことしかできないのかというイメージが、まだすぐにわからないような感

じですから、教えてください。

○**発表者** ありがとうございます。御指摘のとおり干渉SARですとALOS-4であっても2週間に1回ぐらいの回帰周期なので、GNSSだと1日1個の座標とか、もっと分解能を高く得られるのに対して、SARのほうが少ないというのはおっしゃるとおりだと思います。今回のモデルの構築でのイメージとしては、任意の時間と言っているときに、1つのイメージとして、例えば1ピクセルごとに変動量が与えられるような全国をカバーするモデルがあって、GNSSで得た変動の全体の場合に対して、GNSSが足りないところで時間方向には散漫なんですけれども、それを例えばSARが繰り返しやったら、それを時間方向に補完するような形によって間を埋めて、それを足し合わせることで1個のものにするようなイメージを持っています。それが果たして本当に足し合わせることによって、どういうところがどれだけ精度が出るのかということとは、やりながら精度評価もしていかななくてはいけないと考えています。

最終的なイメージとしては、どこの場所でも変動量が時間方向に任意に追いかけられる地殻変動モデルをつくって、できるだけそれぞれのところでもいい精度のものを組み合わせる手法も検討しながら、SARのデータとGNSSデータを足し合わせていくというようなイメージを持っています。

○**委員** 要するに、これは空間的に全て4つの技術が必要というわけじゃないんで、地震とか災害の起こりそうな、あるいは起こった後の地域で特にこのSARとか、地盤沈下の顕著な都会部分ではSAR、InSARは必須で、ほかの一般的なところはGNSSのリアルタイム、4次元、時刻つきの情報であれば、ユーザーにとっては別にこのソースは4つの手段か5つの手段で得たのかは余り関係ないので、正確であればいいわけですよ。ただ、膨大なデータ計算と処理ですので、早く出せるようなシステムのスペックはすごく要求が高いんじゃないかと思いました。

○**発表者** ありがとうございます。まさに御指摘のとおり、こちらのスライドでは「高密度・高精度に監視・計測」と書いているのが、まさに監視をして変化が大きいところは計測までして、ちゃんと情報を提供しなきゃいけないんですけれども、そういうのがないところは監視して大丈夫であるということを見ていけばいいということを考えて、こういうふうにつくっています。

○**委員長** よろしいでしょうか。

○**委員** はい。

○**委員** 言葉なんですけど、「国家座標」という言葉が今回非常に多く使われていて、今まで

は日本測地系とかを含めて基準座標系というふうに言っていたと思うんですが、国家座標というのはどういう定義というか、測量法の中で新しくこういう言葉を定義にして、それに基づいて民間利用者に、それに基づいてきちんとその座標を出しなさいというふうにするようなことをお考えなのかどうなのか。この国家座標という言葉の意味についてちょっとお教えいただけますでしょうか。

○企画部長 御指摘のとおりでございます。国家座標というのは測量法の定義の中にはございません。ですけれども、少なくとも30年以上前から一般名詞として、国家基準点から成るような測地基準点体系のことを国家座標というふうに民間でも、あるいは私たちでも使うことがあります。それで、専門家とか測量法とか測量士の方とか、そういう分野に携わっていらっしゃる方は、測地基準点座標2011とか世界測地系、世界測地系は測量法に書いてありますけれども、あるいは日本測地系2011と言ったりとか使い分けていますが、ただ、一般の方に測地系とか、あるいは座標系とか、基準座標系とか、地球基準座標系とか言っても通じないんですよ。今後はSociety5.0のように、一般の、つまり測量から測位、位置計測で広めていかななくてはいけませんので、私たち専門家の言葉を使っても通じないというのでは困りますので、普通名詞「国家」及び「座標」をつなげて、今まで使われていた「国家座標」という普通名詞を使って、今まで私たちが呼んでいた日本測地系2011とか、そういったものを含めた概念として普及させていこうという意図で、最近とみに使うようにしているということでございます。

○委員 ありがとうございます。我々からしてみればちょっと聞きなれない言葉かなと思って、測量法上も書いていないということですので、もう既に民間等ではよく使われているというお話だったんですけれども、位置づけをきちんとされたほうがいいのかという気もしないこともないのですが、どうですか。

○企画部長 そういう御質問もあるかとは思いますが、ちょっとネット上で検索していただければ、国土地理院のホームページには詳しく解説がございます。一言で言えば、国家座標は国の位置の基準です。日本の国家座標は、測量の基準である測量法の第11条に一致するような座標系が国家座標ということで、御存じのように日本標準時と同じように、今はほとんどの地理空間情報がこの国家座標に準拠している当たり前のものというふうな認識でございます。ありがとうございます。

○委員 わかりました。ありがとうございます。

○委員 御説明どうもありがとうございました。お聞きしたいところは、スライド14で民

間のGNSS観測局のデータと書かれていて、先ほど分科会のほうでも御質問が出たということですが、これは、こういったところで一緒に使える精度がおありですか。民間の基地局のデータだと随分差があったりしますよね。本当に独自のシステムを使っていて相互に連携もできないような状態と聞いたので、いかがでしょうか。

○発表者 この地殻変動のモデルに取り込むためには、当然、精度が悪いものを入れてしまうと、かえって品質が低下してしまうので、この研究開発のテーマとか仕組みとしては、やっぱり精度評価とか異常点の判別を結構しっかりとやらないと、取り込みはできないと考えています。

○委員 それだけでもかなり膨大な作業量があると思うんですよ。民間のそういうデータもいっぱいありますよね。非常に大量なデータになると思うのですが、そこでそれを精査していくところで何らかの工夫はお考えですか。

○参事官 こちらから少しお答えします。今月の頭までパブリックコメントをかけた案件がございまして、それは、民間が電子基準点相当のGNSSの連続観測局を今後置く場合は、私どものほうで基準を設けさせていただくというものです。それは、精度が出るのかという基準と、もう1つは、中長期的にぐらぐら動いたりしないのかというふうなインフラとしての安定性の基準と両面ですね。1つの基準だと、それではオーバースペック過ぎるという人が必ずいますので、とりあえずは、仮称ですけれどもA級、B級という言い方をしていますが、A級と言っているものは、私どもの電子基準点と同等の基準が得られて、そういうものの基準を満たしている点であれば、宮原が説明したような、こういうところのモデルの中に組み込むこともできるようになる。それから、そこまでの精度は出せないけれども、高精度の測量をするわけじゃなくて、とりあえず数10cmぐらいの誤差で測位のサービスができるようでありさえすれば、例えばこのドアの前に行きなさいというところであれば50cmの誤差であれば全く問題ございませんから、そういうようなレベルで使うということでもいいような、公共測位までいかななくてもいいというものをもう1ランク設けて、どちらの基準にするかは設置する人が自分で選べる。ただし、その基準をしっかりと守っていないと、測量しなくて測位だけという人たちでも混乱を生じますから、そういうことがないようにということを、これからしっかりやってまいって、特にA級のほうは、そういう意味で精度がちゃんと出続けていて、ちょっとした大風でぐらっとなったりとかしませんというふうな堅牢な場所につくってあるとか、そういったことをしっかりと守らせて、それで御心配のようなことが起きないようにしてまいろうと思っております。

○委員 なるほど。ありがとうございます。

もう1点は、今は第5期科学技術基本計画ですが、そろそろ次の話が出そうですよね。第6期ということだと思いますが、かなり研究期間が長くて、スライドの15を見ていると、最後は2024年になっておりますよね。そうすると2021年ぐらいに次の計画が出たときに、またSociety5.0にかわる概念とか、さまざまな考え方が出てくるかと思うんですが、ちょうど計画の途中に出てしまうということなので、時期がもうちょっとどちらかにずれていたら、そこにあったまた新しいものも含んでできたかと思いますが、そういうふうになっているので、ぜひ御配慮いただけたらと思います。

○委員長 地理院側は、今の御質問に対して何かコメントありますでしょうか。

よろしいでしょうか。

○発表者 5年間はやっぱりちょっと長くて、この設計図で本当に最適化して進められるかというのは、やはり我々も考えなくてはいけないところだと思って設定していますので、そういった社会のニーズとか流れを見ながら、中間評価なり何なりの形で修正できるところは修正して最適化していくということは、当然今後も頑張りたいと思っています。

○委員 発表ありがとうございます。私も国家座標という言葉は初めて聞いてびっくりしました。今、さらに聞いて、ずっと使われていたというのを聞いて、さらにびっくりしました。国家座標および4次元国家座標という用語は普及していません。広く一般に知ってもらうことが重要です。そのためにはさらなる議論が必要であると思います。そこで質問ですけれども、世界中では、ほかの言語では国家座標に相当する言葉は何でしょうか。

○企画部長 あります。National Geodetic Datum、あるいはNational Datumという言葉がよく使われております。

○委員 米国、欧州。

○企画部長 そのとおりです。

○委員 そこでは、一般市民にそれほどのように普及しているのでしょうか。例えば簡単な歴史も含めて、何年前から使われていて、こんなふうに普及しているということがぱっと言えるのであれば教えていただきたい。

○企画部長 少なくともアメリカでは1982年より前からは使われておりました。

○委員 日本よりも普及している。

○企画部長 一般の方がどのくらいまで知っているのかというのは、申しわけありません。それは把握できていないですけれども、国家機関の報告書にもきちんと使われている言葉

でございます。

○委員 日本よりも業界の中では普及しているんですかね。

○企画部長 はい。そうだと思います。

○委員 一般というのはおいておいたとしても、欧州でもそのような状況なのでしょうか。

○企画部長 欧州全部はわかりませんが、一部の国で使われていることは確認しております。

○委員 なるほど。わかりました。

あわせてもう1つですけれども、18ページの「諸外国（米国、豪国、ニュージーランド等）」ここでの4次元国家座標の進展ぐあいをざっくり教えてください。

○発表者 米国につきましては、2022年に基準座標系を全部リバイス、更新するというところで現在進んでいまして、1つは北米全域を航空重力を全部かけてジオイドをつくるということ、あとはGNSSの観測を使ってアメリカの国土に含まれているプレートを全て動きをモデル化して、それを座標系の時間変化に包括するという仕組みで、2022年を目標に進めています。ニュージーランドは、もう既に公にでそういう仕組みが全部承認されていまして、2020年にシフトするというので今進んでいます。オーストラリアは非常にプレートが固くて、プレート運動は回転だけ考慮すればいいので、導入は比較的容易です。ただ、オーストラリアの場合ですと、土地の面積が変わってほしくない人とか変化してほしくない人もいるので、2つ系をつくって、それが、いわゆる元期というスタート時点では一緒なんです。時間がたつにつれてGNSSの人とかは、ずれたほうがいいので、ずれる座標系を使ってもいいですよ、ただ、動かない方がよい人は動かない座標系を使ってもいいですよという仕組みを設けて、2020年に開始するというのでやっています。ニュージーランドは日本とすごく状況が似ていまして、地震火山でプレート内部変形がとても大きいのですが、いつシフトするかとか、そういうところまでは全然議論は進んでいなくて、現在、我々と同じように、みんなが欲しい精度の地殻変動モデルをつくれるかどうかということを議論して、今、成果を出しているという状況と聞いています。

○委員 ありがとうございます。

○委員 4次元化できた成果の使い方ですけれども、国としてそれを利用するのはいいとして、民間で既に現在でもさまざまな測位サービスがあるわけなんですけれども、その中にどういうふう位置づけていくのか。現在でも実際の、例えばF3解と民間の測位の結果では、ずれがあるのも確認されているわけですけれども、そういうものに関して、これを4

次元化したときに、この基準座標系にきちんと合わせることを義務づけるのかどうか、あるいは、それはもう測量法の外なので、民間の測量会社が出している位置情報サービスについては、特段今までどおりでいいとするのか、国家座標というものの位置づけにも関連してくると思うんですけれども、そのあたりの見通しみたいなものが何かありましたら教えていただきたいと思います。

○企画部長 重要な御指摘をありがとうございます。少なくとも測量にかかわる部分については測量法で、あるいは測量法に関連する法令の中できちんと位置づける、あるいは指針の中で位置づけたりして準拠していただくようにします。具体的な手続としては、公共測量の場合には公共測量の準則がありますので、そういったところにきちんと書き込んでいくというような手続、さらにはその前、あるいはそれと並行して、測量士・士補試験の中でそういったものをきちんと入れていく。それと似たような概念としてセミ・ダイナミック補正がございますけれども、これについてはもう数年前から測量士及び士補試験の中で毎年必ず出題するようにはしております、測量士・士補の中には完全に定着しております。その延長上で同じような取組で測量業界についてはやっていく。さらに、測量法に縛られない分野もあると思いますが、そういった分野でも、やはり位置がずれるというのは困ります。地理空間情報活用推進基本法の中でも衛星測位によるサービスを安定的に享受できる環境を確保するということが理念として書かれています。読み方によりますが、国家座標の基盤に基づくというようなことが中には書かれていますので、基本法の理念を実現する上でも、やはり統一が必要ということですので、指針なり、あるいはその準則を準用していただくという形で、きちんと周りにも広げていくというふうにして、無理のない範囲で広い分野で国家座標への準拠を継続していければと思います。

例えば、世界測地系に移行している今、いまだにカーナビの地図の一部は日本測地系のままです。このように、縛らなくても変換ツールを使ってもうまくいく場合があります。どちらの座標系を選ぶかはそれぞれの会社の経営判断だと思います。国家座標に関わるこういった技術がツールという形でなくてはどうしようもないので、ツールはつくっておいて、それぞれの事業者がきちんと選んでいただく。ただ、基本法の理念として社会で統一がとれた地理空間情報であり続けるということが保証されるという世の中を実現するようにはしていきたいと思っております。ありがとうございます。

○委員 ありがとうございます。

○参事官 すみません。少し補足させていただいてもよろしゅうございますか。既にお聞

き及びの話の部分は多いのですが、平成13年に世界測地系を採用するために法改正をいたしましたときに、当時の内閣法制局に当然事前説明に行くわけですけれども、そのときに、全く測量をやらない人たちのための法律でも、そこに経度・緯度の数字が出てくるのであれば、それが世界測地系に照らし合わせても真っ当な値になっているかどうかをちゃんと確認して、ずれているのであれば、よその省庁に直せと言って直させろという指示がございました。それは結局、測量をやっていない人たち、ですから測量法で縛りにくい人たちであっても、経度・緯度は一通りのものを使うべきなのであって、その一番大もとのところは国土地理院が決めているという認識を内閣法制局は持っているので、国土地理院が大もとの基準を変えるのであれば、影響の出るチームには変えさせろ、影響が出ない程度の精度しか要求していないところまで無理に変えさせる必要はないという指示だったわけです。あのころと今を比べますと、測量用途以外の単独測位のGPSのデバイスの精度が上がってきておりますので、我々の法律の外側の人たちでも、我々の基準に合っていないとうまくいかないよねという人たちが、結果的に総体的にふえておるとい認識でございます。ですので、あのころよりももっと国家座標系に従っていただく必要性が高まっているという認識も一方ではございまして、こういう議論をさせていただいているところでございます。

○委員長 ありがとうございます。ほかにございますでしょうか。

では、私からも1点。最後のほうでいろいろ議論していることにちょっと関連するのですが、スライド18の下に書いてある枠の中に囲ってあることについては、現実的に毎日のように地殻が変動して動いているという事実があるわけで、それが実際に使うデータに反映されるような仕組みをつくっていくということは、これは非常にありがたい話ですけれども、先ほどからの議論にあるように、過去のいろいろな状況に対しての手当てと申しますか、特に私が考えるのは、これまでずっと三角点、水準点は動かないものだという認識のもとにでき上がってきた従来の成果を、この仕組みが、例えば測量法を変えるぐらいの大きさのもので起こったとすると、従来の成果とこの仕組みでとられたデータをどういうふうに整合させていくのかというようなことを将来的に考えることはされているのかどうか。先ほどセミ・ダイナミック方式の説明もありましたけれども、極端なことを言うと、セミ・ダイナミックでもなくなる形になるわけです。そうすると、ちょっと極端な言い方ですけれども、過去には測量の歴史100年近い膨大な測量成果は公的な機関として持つておられるものを、この仕組みが出たときに、日本の座標が複々線になるようなことになって

しまわないのかどうか、そこら辺はどういうふうに対処される予定なのか。まだできてはいないと思うのですが、そのあたりはどういう感じでしょう。

○企画部長 大変重要な御指摘をありがとうございます。そういった制度設計とか政策的なことに関しましては、私たちも重要だと考えておまして、2年ぐらい前から議論は始めていましたが、この3月以降、議論を加速しまして、毎週1回、定例的に集まって国家座標に関して制度的、政策的な議論をする場を設けております。詳しくはなかなか申し上げられないこともありますが、基本方針としては、社会的混乱が生じないようにする、それから、地理空間情報、今までとった国土地理院も有しているもの、あるいは世の中に地籍図とかがたくさんありますので、そういったものは全て貴重なアーカイブですから、未来でも有効活用できるように、しっかりと未来につなげていけるようにということで、そういう制度設計をしまいたいと考えております。

やはり世界測地系移行の経験・知見も踏まえ、また、例えば測量士・士補試験だけではなく地理空間情報関係の資格試験、さらに先ほどの動画などを活用して啓発しながら、それとあわせて技術も蓄えて、さらに制度設計も行うというふうに、3本柱でしっかりと取り組んでまいりたいと思っております。

○委員長 ありがとうございます。これは5カ年計画ということですので、2024年のあたりには、そういう骨格も見えるような同時進行が必要なんじゃないか、研究が終了すると同時にでなくていいのですけれども、この研究が終了するころには、その考え方の骨格ももうでき上がっているというスピード感が必要なんじゃないかと思いますが、いかがですか。

○企画部長 まさにおっしゃるとおりで、最初はちょっとのんびりとやっておりましたが、もう加速しなくてはいけないということだと思います。やはり重要なのは区別すること、つまり今までの静的な測地系のものとの動的なものを区別する1つの方法は、緯度、経度、高さに加えて時間 (T) がついているものは、これはダイナミックなものだとか、そういうふうに区別する。あるいは国家座標というマークをつけるとか、またあるいは国家座標で4次元のものは国家座標4Dというマークをつけるとか、そういったふうにちゃんと工夫しながら、混乱が生じないということを考えていきたいと思っております。ありがとうございます。

○委員 私は分科会でもちょっと質問したんですけれども、きょうのところは全然出ていないのですが、今まで出たGEONETのルーチン解析をずっとやられていてF3解が出ますね。今度は国家座標を維持するのにマルチGNSS-PPPでいくと。そうすると、しばらくは2つの答えがシリーズで出てくることになるかと思うんです。そのうち、例えば座標系の

維持にマルチGNSS-PPPを使うとなれば、将来的にGEONETの今やっているような基線解析は、地理院としては並行してやるのか、それとも片方をもう用なしとしてしまうのかということとは、まだ決まっていないんですか。

○企画部長 私が知る範囲ではまだ決まっていません。ただ、PPPは有力な技術ですので、そこでの解析を加速して続けていきますけれども、並行でやっていくというところが今のところの落としどころかなと思いますけれども、PPPの実力も見きわめながらということだと思います。

○委員長 よろしいでしょうか。一応予定していた時間も少し過ぎているので、1番目のこの新規課題については、このあたりにしたいと思います。また後ほど講評のところもございますので、そこでもし何かありましたらお願いします。