

【委員長】 それでは、1番目の「高度な国土管理のための複数の衛星測位システムによる高精度測位技術の開発」について、ご説明をお願いいたします。

【説明者】 それでは、資料2-2に基づきまして、新しい課題についてご提案をさせていただきます。パワポと同じ資料がお手元にあるかと思いますが、パワポのほうでご説明をさせていただきます。

今回、こういったタイトルで新しい研究を提案させていただいておりますが、テーマとなっておりますのは衛星測位ということでございます。先ほど委員長からもご指摘のありました準天頂総プロとの関係は、一番最後のほうでまとめてご説明したいと思っておりますが、ここでは衛星測位というものを活用して、高度な国土管理等に応用していこうということを考えております。

衛星測位といいますと、既にアメリカのGPSが非常に普及しております、カーナビ等で皆様ご存じ、ほんとうに日常生活で使われておりますけれども、この技術は高い精度を要求される測量分野でも当然利用されるようになってきております。

このGPSの成功に刺激されまして、日本をはじめロシア、ヨーロッパでも新しい測位衛星を打ち上げようという動きが現在急速に進んでおりまして、こういった衛星系のことをマルチGNSSと総称しておりますけれども、これをうまく使って、さらに高度な国土管理に使っていこうということを考えているプロジェクトでございます。

今申し上げましたように、マルチGNSSを統合的に利用して、短時間に高精度の位置情報を取得し、測量などに応用するための技術開発と標準化を行うことによって、これまで、例えばGPS測量が困難であったビル街等を含めて、高精度測位を効率的に実施していこうということを考えております。以下、研究の背景ですとか課題、概要等につきましてご説明をさせていただきます。

その前に、実はあまりにもGPSでカーナビが有名なものですから、今回の研究開発の対象とカーナビとの違いをご説明したいと思っております。

カーナビの方式では、利用者が簡単な受信機を1台用意いたしまして、複数の衛星までの距離を電波を受信することによってはかり、即座に受信点の位置が10メートルぐらいの精度で出るというものでございます。この精度が、非常に簡単な装置で出せるので、最近携帯電話にもついているほどですけれども、この精度では測量に使えないわけです。測量ではどう使うかという、左の「高精度測位技術」と書いてある方法を使っております。

す。この方式では、もう少し高級な受信機を2台以上使いまして、基準となる点とはかりたい点との両方におきまして、そこで一定時間観測を行いまして、そのデータを後で処理する形で、その2点間の相対的な位置関係を、数センチの精度、10キロ離れていても100キロ離れていても、そのくらいの精度で求めるような技術、これが既にGPSでは実現しております。

今回は、このGPSで既に実現されている高精度測位技術をマルチGNSSに広げていこうとする開発だというふうにお考えください。これからの発表の中でGPS測位といった場合は、この高精度測位技術のことを指しておるということを最初にお断りしておきます。

さて、研究の背景でございますが、国土管理といったことを考えますと、例えば公共工事の用地の取得ですとか施工、それから国土地理院がやっております地図の作成、地殻変動の把握、そういったもろもろの局面で、センチメートル級の高精度測位は不可欠のものでございます。これについては、もう昔からいろいろな測量技術があったわけなんですけれども、最近、約20年ぐらい前にGPS衛星が上がるようになりまして、すっかり測量の世界ではGPSに頼っているという状況が生まれています。左のほうに、ちょっと見にくいかもしれませんが、公的な測量、国や地方公共団体が行っている測量の中で、GPSと従来型の地上測量の比率を示したグラフなんですけど、10年前に比べるとだんだんともうGPSが、大体3分の2ぐらいですね、件数としては使われるようになってきました。このように、測量においてはGPSが主流技術となっております。

また、こういうGPSによって非常に高精度に測量ができるようになりましたので、国土地理院では全国に、GPSで連続的に観測する電子基準点と呼ばれる施設を設けておきまして、地殻変動の観測などにも頻繁に利用するようになっております。これは阪神・淡路大震災以降、急激に普及したものでございますが、このようにGPSというのは非常に重要な国土管理技術となっております。

ただ、このGPS、いろいろな場面で使われているんですが、我々の現場では、問題点が2つぐらいあると考えております。

1つは、都市部、山間部等でGPS測量が使えないということなんです。ちょっと左の絵は極端な事例なんですけど、銀座のど真ん中で、例えば道路の測量なんかをしようと思った場合は、やはりビルに邪魔されて衛星が見えませんかから測量ができないわけですね。右の絵は定量的に少し見積もったものなんですけれども、銀座のある地点で、どのぐらい1日

中GPS測量が可能な時間帯があるだろうかということを示したもので、青いところはほぼ1日中使えるんですけども、赤くなるに従って、だんだんともう測量が可能な時間が減っていくというような絵でございます。こういうふうにビル街が密集しているところでは、便利なGPSがなかなか使えない。そのときどうするかというと、手間のかかる地上測量を従来ながらやらざるを得ないという状況でございます。

地上測量のイメージですが、この測量では赤い三角の点があって、これは既存の基準点、三角点のようなものだと思っただけであればいいんですが、この基準点をもとにして、真ん中にある黒い点の位置を求めよ、なんていうのがです。従来型の手法ですと、求めたい点までの間に節点と呼ばれる点を立てまして、この各点で角度をはかったり、距離をはかったりと、こういう尺取り虫方式の測量を繰り返して、やっと求めたい点の位置までやってきて位置を出すと。そういった面倒くさいことをしないとイケないわけなんですね。

ところがGPSの場合は、もう衛星さえ見れば一発で赤い既知点となる点から位置が出せますし、また最近では電子基準点というものがあまして、データも公開されていますから、これを使って一発で位置が出せる。こういう形で非常に効率的で、だからこそ普及してきたわけなんですけど、しかし先ほどの都市部等では使えない。ここでも何とか使いたいねというのが現場のニーズでございます。

もう一点、時間はかなり以前に比べて短くなったんですが、それでもやはりGPS測量をもっと短くしたいというニーズが現場にございます。通常の測量の場合でもそのニーズはあるんですけども、特に深刻になるのが、地震ですとか火山噴火等の緊急時における解析でございます。

国土地理院では、電子基準点におけるGPSのデータから、大きな地震があった後、地殻変動量ということになるべく早く提出しております。右の図は中越地震、2004年のときの絵でありまして、地表で、例えばこの辺で、ここが震源ですけども、この点が22センチ動いたとか、そういったことがわかります。

この情報、何に役立つかというと、地下でどういうふうに地震の断層が動いたかがわかる重要な拘束条件になるわけなんですね。こういったものを早く提供することで地震の本性がわかりますので、例えば震源の断層の傾きなどがわかりますから、断層面が地表に来ているならば、ここは危ないとか、そういった情報が避難や対策に役に立ちます。

そういう意味で、災害対策本部等に必要な情報ではあるんですが、今のところ、頑張っ

ズ、すべきだというニーズが現場にはございます。

以上のように、例えばビル街などではかれない、それからもっと早くデータを提供したい、そういった2つの課題がありまして、なかなか悩みになってきたわけなんです、それを解決するのが最近のマルチGNSSの可能性ということでございます。

GNSS、冒頭にちょっとご紹介しましたが、グローバル・ナビゲーション・サテライト・システムの略称でございまして、昔からあるGPS、それから日本がこれから上げようとしている準天頂衛星、ロシアが上げているGLONASS、ヨーロッパが上げようとしているGalileo、こういったものの総称でございまして、非常に昨今動きが激しいわけでございまして、我が国でも今年の夏、今は9月ごろに延期されてしまいましたが、準天頂衛星を上げようとしております。これはアメリカが配備しておりますGPSのコンパチ、互換機であります、特にGPSのほうも、近代化ということで新しい周波数をサービスしようという構想がございまして、それに対応したものが日本の準天頂衛星でございまして、ロシアはかなり前から衛星を上げておりますけれども、最近特に数が増えてきましたし、また信頼性も上がってきましたので利用できる。ヨーロッパのほうは民生用ということで、2010年、ちょっとおくれる可能性はあるんですが、今年もしくは来年の初めに実用機を上げようという状況です。

こういった中で、近い将来、3年後にはこういったマルチGNSSがほんとうに使える時代がやってくるというふうに予想されています。その結果どうなるかというと、利用可能な衛星数が、現在GPSが約30ぐらいありますけれども、それが一気に70に増える。これは、衛星数が増えますと、いろいろなところにありますから、ビル街でも見える可能性がある。また近代化等に伴って、利用できる周波数の信号も、従来2つの周波数帯だったものが、新しい周波数が加わりまして最大4周波ぐらい使えるようになるということで、情報量が増えるわけですので、これを使って早く解析ができるようになったりする、そういった期待が非常に今強くなっているわけなんです。

これはマルチGNSSにどれだけメリットがあるかを絵で示したものがございます。

左に丸い絵があって、中に黒いところとか白いところがあります。これは魚眼レンズで撮った銀座の上空なんです。銀座の松屋の裏あたりのところで上空を見ておると、ビルがこういうふうに建ち並んでいるわけなんです、こういう場所で衛星測位をしようと思つとなかなか見られる場所が少ないわけですね。これは、ちょうど今日から3年後の銀座の想像図でありまして、もしGPSしか使えない場合は上の絵になります。左のほう

は午後3時、右が午後5時の状況ですけれども、こういうすき間で見えている数少ない衛星、左は1個しかありませんし、右は3つしかありませんので、これだと測量に実は使えないんですね。しかしマルチGNSSが使えるようになると、下は推定された軌道から計算した位置であります、GPS、準天頂、GLONASS、Galileoが使えると、合計7機から10機、見えるようになりますので、これを使って測量をすることができる。このような環境が整おうとしています。

それから、周波数が増えるという話はここにまとめておりますけれども、GPSは現在L1と呼ばれる周波数帯とL2と呼ばれる周波数帯の信号、2つ出しているんですが、これがアメリカの政策で近代化となると新しい周波数帯が増えます。また、GLONASSも同様に新しい、現在のL1・2に加えて新しい周波数が増える。Galileoはちょっと違う周波数帯ですが、3つの波を出します。準天頂はGPSと同じような波を出します。こういう複数の波が使えると、衛星までの距離をいろいろな情報を使って、より正確に決めることができますので、精度も、また解析スピードも上がるということが期待されます。

こういう環境は整うんですけれども、ただ黙っていても実は利用できないんですね。いろいろな衛星の組み合わせ、それからいろいろな周波数の組み合わせが今後可能性としては広がってくるんですが、まだだれも、どの組み合わせが一番測量のためにいいかということの答えを知らないんですね。そういうことで、技術開発としては、どの衛星のどの波を組み合わせで測量をすればいいんだろうかということを経営的に検討していかないとけない。これはシミュレーションだけではなくて、実際のデータも使って検討していかねばいけません。

そういうことで、このマルチGNSSを統合解析する技術がまだありませんので、それを開発する必要がありますねというのが1点。ただ、技術があっても、実は測量等で使うためには、標準的な手法といいますか、手順をまとめたマニュアルが必要なんですね。我々測量法では、測量の「作業規程の準則」というふうに呼んでおりますけれども、こういった形で規程に落とし込むことで世の中に普及する、そういう効果がございます。そういうことで、今回技術開発を提案させていただいたということでございます。

こういった衛星測位をめぐる動きについては、政府レベルでもいろいろなところで重要性が指摘されております。宇宙基本法に基づく宇宙基本計画でも、衛星測位システムについて施策を進めるべきだという記述がございまして、新成長戦略では宇宙分野が新フロンティアと指定されておりますし、宇宙開発戦略本部の重点施策の中でも、衛星により取得

された情報、データなどによる総合的な利用基盤を構築し、またプラットフォームをつくるということもございますので、こういったものに沿う施策だと考えております。

さらに具体的に、総合科学技術会議のもとにある、これは勉強会のレベルではあるんですけども、必須基盤技術として、次世代の測位衛星数が増えるので一層の精度・信頼性の向上が可能であり、複数の衛星測位システムを統合的に利用する技術開発が必要だということで、まさしくこれに沿う技術開発でございます。また、同様の提言は、地理空間情報産学官連携協議会というところでもご指摘を受けておりますので、そういった流れに沿って開発していくということは、我が国にとっても重要なことだと考えております。

さて、残りの時間を使いまして、具体的な開発の内容につきましてご説明いたしますが、目的は、先ほど来お示ししているとおりでございまして、3つのステップで達成していこうと考えております。最初は、複数の衛星測位システムを組み合わせるための技術の開発でございます。これは、プロトタイプとなるプログラムの作成も含む、システムの作成も含むステップでございます。課題の2としては、そのシステムを使いまして、実際の実証実験を行うとともに、またシミュレーション実験も行いまして、その2つでこの解析技術が有効であることを確かめていく。また、どういう方法が一番最適なのかを確かめていく、そういった検証のステップでございます。最後は、得られました知見を、測量の作業規程ですとか、地殻変動の監視、それから情報化施工と呼ばれる分野も最近重要でございますので、そういった分野で適用可能な形での指針等にまとめていく標準化の作業、この3つで考えております。

順次、簡単に各ステップをご説明します。ちょっと字ばかりで恐縮なんですけれども、最初の課題といたしましては、衛星の周波数も増えるし、衛星数、種類も増えますので、そういう技術、解析システムをつくらうということでございます。手法としては、まず理論的にどういうアルゴリズム等で分析するのがいいのかということ、これは我が国の大学等の研究者とも共同研究しながら、アルゴリズム等の開発を進めていく。周波数が増えるということと、衛星システムが増えるということでございまして、それをどう組み合わせていくのか、また誤差をどう消去していくのか、そういったアプローチの研究でございます。

一たんこれがまとまりますと、次はそれを定量的に確認したいと思っておりますので、これをシステムの形に落とし込む、いわば実装の段階がございます。それがこちらの「精度評価技術」と書いてあるところでございまして、この知見を盛り込むことによって、初

めて準天頂衛星等を含むデータが処理できる解析システムができ上がると考えております。

それから、現在まだ十分な衛星数がそろっていないということもありますので、シミュレーションでデータ処理をして、最適手法を見つけていく過程も重要ですので、そのための模擬信号をつくり出すシステムもつくっておくというのが、この第一段階の課題です。これが完成しますと、実はマルチGNSSの解析ができる、ソフトウェアの原型のようなものが整うということでございます。

こういう課題1でつくった道具を使いまして、課題2では、具体的なマルチGNSS測量による最適な手法というのを検討していきます。実は現場ではいろいろな条件がありまして、どういう観測点で、受信点でデータをとるのかとか、その場所における衛星は、例えばノイズはどうなっているんだとか、標高が高い・低いによってまた受信されるデータに影響が出てきます。そういういろいろな観測条件を設定します。それから解析する場合も、どの衛星のデータをどういう順序で使うのかといった設定が必要になってまいります。こういういろいろな組み合わせで測位実験をシミュレーションで行いまして、この程度の精度を得るためには、このような時間の長さの観測をすればいいとか、そういったところを探していくのが第1ステップ。それから、そこで大体わかってきた最適条件を実際の現場で、実機を使った観測等を行いまして、そのデータを課題1で作ったシステムを使って解析して、その結果を見ながら、これで大体いけるよねということを実証していくというプロセスが2番目でございます。

これが終わりますと、公的な測量等で利用できるような作業規程の原型というのが大体できてきますので、それはまた関係する業界団体等の方々とすり合わせをしながら、公共測量作業規程の準則という形で取りまとめていきます。それから、同じこのマルチGNSSの高精度測位技術につきましては、地殻変動の把握、これは主として国土地理院でございますが、それから情報化施工、これは本省の関係部局がでございますが、そういうところでも利用可能なものだと考えておりますので、そのための適用条件とか手法についてまとめた適用指針をつくるということでございます。アウトプットとしては、直接は公共測量作業規程の準則の案ができるということ。また関連する分野での適用指針ができるということでございますが、副産物としては、解析プログラムの原型のようなものができあがるということが特徴でございます。

以上が具体的な中身でございます。

こういった開発を行っていくための体制といたしましては、もちろん国土地理院が主体

となって研究を行ってまいります。国土院の中の衛星測位を担当しております測地観測センターと、研究開発の主体であります地理地殻活動研究センターが連携して開発に当たってまいります。また作業規程等につきましては、企画部の技術管理課が担当しておりますので、院内にチームをつくって、きちんと対応していきたいと思っております。

今回は、準天頂衛星が1つのポイントになりますので、準天頂衛星の開発に当たっている宇宙航空研究開発機構、JAXAの方々とも密接な連携をとって、技術情報を交換したりということは準備中でございますし、それからJAXAのほうでも、せつかくの準天頂衛星ですので、特にアジアの地域に普及させたいというプロジェクト、マルチGNSSアジアというのがございますので、それとも連携する形でプロジェクトを推進していきたいと思っております。

それから、受信機器メーカーが入っております。日本測量機器工業会という団体がございますので、実際の解析をやる場合には受信機が必要ですので、そうした受信機開発等につきましては、この方々と、民間と連携して、情報交換や必要なことをやっていく。それから実証実験においては、一緒に参加してやってもらうということ。また、作業規程においても当然連携していくということです。

それから、準天頂衛星ということですので、衛星測位利用推進センターという団体とも、準天頂の利用については一緒にやっていきたいと思っております。

それから、日本にはすぐれた大学の知見がございますので、例えば東京海洋大学の研究室では、衛星測位について造詣が深い先生方がいらっしゃいます。それから北大にもいらっしゃいますので、そういう方々と共同で解析技術等の開発に当たっていく。また、省内の関係する部局ですとか、気象庁さん等とも地殻変動の関係ではいろいろと情報交換しながらやっていきたいというふうな体制で臨んでおります。

また、もちろん研究の客観性を確保するためには、研究運営委員会というものを設けて、アドバイスをいただくという形を考えております。

それで、効果でございますが、これは先ほど冒頭の2つの課題の裏返しになるんですけども、国土管理の高度化ということで、従来のGPSで困難であったビル街、山間部での高精度測位が常時実現できると。GNSS測量作業規程ができますので、その測量作業規程も円滑化されますので、公共測量の世界、それから民間測量でも使える技術だと思っております。国内には約1万3,000社ぐらいの業者さんがいらっしゃるということですが、そういった方々も現場で苦勞が減るということでございます。また、地殻変動解析、

それから情報化施工でも安定性が向上いたします。地殻変動解析も現在5時間ぐらいかかっていると申しあげました。これも半分ぐらいに、マルチGNSSを使えばできるのではないかと見込んでおります。こういういろいろなことがございます。

それは直接的な効果でございますが、さらに産学官の連携を今の段階から進めておくことで、こういうマルチGNSS解析についての技術向上が我が国で図られるということが考えられています。この結果何が起こるかという、特に……、済みません、後ろにアジアの絵がついているんですが、ちょっと見えなくなっていますが、準天頂衛星はアジア、オセアニアをカバーする衛星なものですから、こういった地域でのマーケットを民間の方々も考えることができるだろうということなんです。

先ほどご紹介した、JAXAが提唱しているマルチGNSSアジアのプロジェクトとも密接に連携して、その枠組みで日本のそういった技術等を使ってもらって、衛星測位の普及、またそれによって測定の効率化等が図られるということでございまして、こういう、ひいて言えば我が国の経済成長にも一定貢献するのかなというふうに考えております。

年次計画としては、3年計画ということでございまして、技術開発のコアとなります解析技術等の開発は通年で、3年間やらせていただきたいと思っております。主として、初年度、次年度でシステム開発を終えて、3年目は改良ということです。2番目の検証につきましては、平成24年までにできたシステムを使って、シミュレーションを最終年度に行うのと、実証実験については、実際に新しい、おそらくすぐに準天頂衛星も上がりますので、そういう新しい衛星系のクオリティーチェック、そういったものを行うための試験観測を最初の2年目までやりまして、最終年度は実証実験ということを考えております。標準化につきましては、最終年度にまとめてという形で考えております。

普及効果、この研究の成果の還元ということですが、年度内では先ほどのアウトプットが出てまいります、その後何が起こるかということをご想像したものでございますが、測量作業規程ができますので、それを告示するという、マルチGNSS測定の普及が図られるということ。それから、開発した技術はなるべく公開、もちろんアルゴリズムは全部公開いたしますし、ソースコードもできれば全部公開したいと思っておりますが、そういったものを基盤、よりどころにして、民間の方もよりすぐれたソフトウェアを商品化することもあるだろうということでもあります。それによって産業界の国際展開に通じることができると思っております。また、先ほどの国際プロジェクトとの連携もございまして、国土地理院がやっております電子基準点のデータ解析にも反映をして、緊急時の解析

の迅速化等に役立っていく。また、情報化施工と呼ばれる——これはあまり説明しませんが、建設現場などでの施工の情報化ということで、G N S Sを使っていくということにも応用していただくということを考えております。

以上、まとめでございますが、間もなくマルチG N S Sが利用できる時代がやってまいりますので、それに備えて測量作業規程をつくっておいて、そのことによって高度な国土管理を目指そうということでございます。

プレゼンの資料は以上ですが、準天頂総プロと、新規総プロとの関係という資料を、先ほど挿入させていただきました。お手元にありますでしょうか。これは現在、平成22年度までに実施中の準天頂総プロと、新規総プロとの関係を、ポンチ絵で示したものでございます。

左が現在実施しております準天頂総プロということでございまして、これはかなりの長きにわたっているんですが、なかなか準天頂が打ち上がらなかったという経緯、また途中でシステムの仕様が変更になったという経緯も踏まえての長期のプロジェクトになっております。これは複数の機関が参加しておりますが、国土地理院で担当しておりますのは、準天頂衛星を測量分野に利用するというところでございました。左上にありますけれども、準天頂衛星については補完と補強という2つのキーワードがございます。補完というのは、準天頂衛星のデータとG P Sの測位データを一緒に使って、G P Sが1つ増えたような効果を与えようというものでございまして、これについてはまだ、この総プロの段階では準天頂衛星は実際上がっておりませんでしたので、シミュレーション研究でどれだけの効果があるかということ、初期の段階に確認しています。

それから②のほうは、最近注力してやっていることでございますが、準天頂衛星の放送機能というのがございまして、これは補強技術と呼んでおりますけれども、G P Sのための補正信号を、準天頂衛星の放送機能を通して空から降らせることによって、利用者がその情報を利用できるようにしようという技術でございます。ここでは、国土地理院の電子基準点、これはG P Sを常時観測しておりますので、そのデータを使ってG P S用の補正情報をつくって、それを準天頂衛星にアップロードして、そこからG P S用の補正情報を利用者に提供していく。利用者のほうは、準天頂衛星が受信できる受信機を持っていないといけないんですけども、それがあれば手軽に、どこでも補正情報が入手できます。従来この種の補正情報というのは、携帯電話を使って送られていることが多かったんですが、携帯電話は我が国で普及はしているとはいっても、まだ山間部等では使えないエリアもあ

りますので、そういったところで補正情報を使われる方には非常に効果がある技術というふうを考えおります。補強技術について現在、最終年度ということで、実証実験等も行ってありますが、これについてはまた後日ご報告する機会もあるかと思っております。

いずれにしても、この準天頂総プロでは、GPSと準天頂だけだったわけです。今回のプロジェクトでは、「マルチGNSS総プロ」と略称しておりますが、GPS、準天頂に加えて、GLONASS、Galileoといったほかの衛星系も使うということと、それから準天頂の補完については、今まではシミュレーションしかやっていなかったんですが、今回のプロジェクトでは準天頂衛星の測位信号も真正面から使いましょと、そういう違いがあるかと思っております。基本的にはGPSプラス準天頂のプロジェクトが補完というところで拡大されているというふうにご理解いただければと思っております。

以上、雑駁でございますが、プロジェクトについてご説明させていただきました。

【委員長】 ありがとうございます。

それでは、ご意見、ご質問をお願いしたいと思いますが、一番最後にいただいた説明で大体わかったんですが、準天頂衛星のプロジェクトを始めるときも、ビル群の情報、行き届かないところを準天頂衛星の測位システム、測位データでカバーするので、GPSと組み合わせて測量技術が飛躍的に進歩するというふうな理解をしていたんですが、要するに準天頂衛星が上がらなかったというのが、このプロジェクトがうまくいかない理由という理解をしたらいいわけですね。

【説明者】 はい、実証実験を想定しておりましたので。

【委員長】 そうですね、上がらなかつたらやりようがないからね。それで、今回のも9月にちょっと延期になっているけれども、今回は十分上がるという見込みですね。

【説明者】 準天頂衛星は今年上がりますので、その機会を利用して。

【委員長】 これが上がらなかつたら、アメリカの近代化されたGPSとかGalileoとかGLONASSとかを使おうということですか。

【説明者】 新しい総プロではそういうことになります。

【委員長】 そういうことなんですね。平成15年のときも、あれ、最初は4機上げるという話が1機になってしまって、それでその1機も上がらなかつたと、こういうことですか。JAXA何しとんのかいうようなものですね、4機上げるともう世界中いける予定だったんだけど、だめだったということですね。

まあそんなことなんですけど。

【事務局】 今の準天頂衛星の状況は、打ち上げの日取りもほぼ。当初8月2日に予定が決まっています、記者発表もしていたんです。鎌倉の工場でその機器をつくっているんですけども、それを種子島に移送しようというぐらいのときに、最後打ち上げのための確認で、不純物がある部品にちょっと入っているというのが判明しまして、その部品を交換する必要があるということで延期となっております。9月ぐらいには種子島から打ち上げできるだろうという状況です。それぐらい具体的に、もう物もできてきていますし、1号機が上がるのは時間の問題となっております。

【委員長】 間違いないということですね。

もうそれから七、八年もたっているわけだから、かなり技術開発も進んで、国土地理院さん側の準備も万端整って、新しい総プロが始まると、こういう理解でよろしいんですかね。

【説明者】 はい。

【委員長】 何かご質問、ご意見ありましたら。

〇〇委員、お願いします。

【委員】 もうこのテーマは全面的に意義等について賛同しますけれども、特に私が強調したいというか、注目したいのは、準天頂というと日本、あるいは日本と同じ経度帯の国について関係するんですが、GPSとGalileo、GLONASSなんて、こういう話になると、全世界の国が注目しているわけですね。それらをどうやって統合利用するかという点で大変注目している。

我が国は、GPSについては、そもそも地理院がそのGPSを使って、地殻変動をどうやって高速に、高精度に計測するかというような点について世界をリードされているわけですから、GPSとGLONASS、Galileoを使って、どうやって地殻変動を効率的に計測して、それを国民にどう公開していくかというような点について、一層努力して世界をリードしてもらいたいという気持ちをしています。

細かな話はいろいろありますが、一点お伺いしたいのは、この研究テーマは主にいろいろな衛星の電波、あるいは周波数帯の電波を統合的に解析をして、ある手法をつくって、それを標準化して世に送り出そうというソフトウェアにかかわるテーマが多いわけですね。ただ現実、我が国は電子基準点という、全国に二百数十ぐらいですか、そういうGPSの連続観測網というのを持っていて、それで常時地殻内変動を観測すると同時に、公共測量ですとか民生利用に対してその電波の情報を提供しているわけですが、このハードウェア

についても、当然GPSオンリーではなくて、GLONASSとかGalileo、準天頂を踏まえた、そういうGNSS連続観測網という形に拡張、拡充していかないといかんと思うわけですが、それについてどういう方針をお持ちかということをお伺いしたいと思います。

【説明者】 確かに〇〇委員ご指摘のとおり、今回のプロジェクトはソフトウェア主体ということでございまして、これもやがては必要になってくる技術でございます。

ご質問の趣旨はハードウェア、電子基準点のハードウェアをどうそろえるかというご趣旨だと思います。これにつきまして、現在GPSの近代化ということで、現在使っております受信機が2020年には使用不可能になるということをアメリカの政府が公表しておりますので、それにあわせる形で、現在すべての電子基準点の更新ということを計画的に進めているところでございます。

約10年ぐらいしか、もう、10年切っておりますけれども、そのために全国に実は電子基準点、現在1,000点以上ございますので……。

【委員】 1,000、どうも失礼しました。

【説明者】 その順番に、順次更新をしておりますところでございます。毎年、現在のところ80点程度の電子基準点について更新をしていこうということでございまして、そのときに、来年度からは受信機とアンテナを全部セットで交換していくということを考えております。この中で、当然そのときに最高性能の受信機を導入してまいりますので、自然にGNSSに対応した、つまりGPSだけではなくて、GPS近代化、Galileo、GLONASS、それから準天頂衛星の受信機はまだ開発が進んでいるところでございますので、ちょっと様子を見ないといけないところもございますが、近々開発できるということでございますので、そういったものを、電子基準点のハードウェアとしても新陳代謝させていくということで、現在計画を進めているところでございます。

できれば3年後ぐらいには本格的なGNSSが普及しますので、そのときまでには——これはまだ財務当局がお認めになっていませんけれども——地理院としては、全国で300点程度、新しいGNSS系のデータが取得できるような環境をつくりたいとは考えておまして、今回の研究の成果も3年後にはでき上がりますので、それとあわせるとハードウェアもソフトウェアも両方使えるようになって、測量業界の皆さんに届くということをお現在考えているところでございます。

【委員】 ありがとうございます。

【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。

どうぞ。

【委員】 中身よくわからない中での質問ですけれども、建設業界なので、2ページに、「今回の技術開発対象」と書いてあるところの精度のところ、基準点、ベクトルの精度数センチ程度という話は、この数年、あるいはそういう衛星情報が増えたところでもさほど変わらないでしょうか。

【説明者】 これはいろいろな測量の条件があって、ある条件下では、衛星数が増えることによって数センチが1センチに増えるとか、そういうことは期待してもいいかと思っております。

【委員】 それと、周波数帯が増えるということが、かなり精度を上げることには期待できるのでしょうか。あまりそこには関係してこないんですか。

【説明者】 測量の種類によって答えが違ってきておまして、例えば地殻変動解析などでは、24時間データを全部使って最高精度の解析をしますので、もう答えはミリメートル程度まで出ておまして、幾らマルチGNSSを使っても、ミリメートルが0.1ミリになるかという、多分そういうことはないんですけれども、ただ短い時間で行って、数センチの測量を得ていたものが、マルチGNSSのデータを使うことによって、それが向上するということは十分あり得ると思っております。

【委員】 要するに約束できるような、何が幾らになるとかというよりは、いろいろな状況でまだその精度は動くから、精度が上がることは確実だけということですね。

【説明者】 そうですね、最高精度がミリメートルを切ることまでは期待しておりませんが、短い時間での測定の精度が上がることは期待しております。

【委員】 あともう一つ、もっと素朴に質問してしまいますけれども、建設業にかかわるところに関しての期待精度というのは変わるのでしょうか。現状、これもやはり数センチということなんでしょうか。

【説明者】 同じ精度を達成するのに必要な時間が短くなるという形で、基本的に私はこのプロジェクトをとらえておりますが、若干精度が上がることもあると思います。

【委員】 済みません。

【溝口環境安全・地理空間情報技術調整官】 今、GPSを使つての情報化施工の工事がどんどん、積極的に国土交通省で進めているんですが、今のGPSを使つた情報化施工

と、精度が上がるとかいうのは、ほとんどないかなというふうに思っています。

それはなぜかと申しますと、今の情報化施工を現場の建設工事で使うときに、現場の近くに基地局を建ててらるんですね。基地局を建てて、そこで空のGPSが5機以上、大体7機から10機ぐらいあると一番いいんですけども、その情報を建設機械で受けるのと、それから現場にある基地局のところを受けて、その基地局から建設機械までの距離が近いのですから、そこで通信することによって誤差補正を行うんですね。そういうやり方をすると、建設機械で、要は出来形管理とか、ああいったのは大体プラス・マイナス5センチとかそれぐらいの幅でおさめなければいけないですから、よく言われるのが、GPS測位での誤差というのは、卵に例えると黄身ぐらいの大きさの誤差の範囲で今のGPSはおさまっている。それで、建設機械の油圧とかいろいろな機器の誤差がありますから、それを合わせると大体自身ぐらいの感じになっているというぐらいの、今のGPSで必要な精度が出ています。

それが準天頂とかGalileoとかを使うことによって、その精度が極端に上がるということとはあまり期待されなくて、ただいろいろな衛星の、いろいろな周波数がありますから、それを使って、基地局を使ってやることによってその解析時間が短くなるということはかなり期待できるのではないかと、そういうふうに期待しています。

【委員】 どうもありがとうございます。

【委員】 解析時間が短くなって、かつ使える時間が長くなるというんですかね、もう使えない時間帯がないという状態。

【溝口環境安全・地理空間情報技術調整官】 必ず準天頂、1機だけだと24時間のうち8時間かもしれない。そのほかGalileoとか、真上にある可能性がどんどん広がりますので、視界が余り開けていないところでは、真上にある衛星の数が増える、確率の高まりますから、使える範囲というのは広がるというようなことでございます。

【委員長】 ほかにいかがでしょうか。

【委員】 ちょっと単純な質問で申しわけないんですけども、私もこれはもう大賛成なんですけれども、1つは、さっき精度の話がありましたけれども、今、情報化施工なんかの場合は動く物に対してやっているんですね、要するに。今後の利用としては、例えば、はかりにいけないところの変位だとか、そういうことはかりたいとは思っているんですよ、ほんとうは。例えば海の中とか、いろいろなところの。それは別に解析時間が短くある必要はないんですね、どちらかという。だから精度だけぐっとやるようなことはでき

るんですか、要するにミリ単位にするとか。解析時間が短いというのは、非常に地殻変動とかそういうのは当然だと思いますけれども、単に、例えば橋の変形をはかるのに、別に1日かかってもいいんですよ、正直言って。だからそういうことはおやりにならないのかというのが1つ。

もう一つは、GPSのデータというのはだれでも使えますよね、要するに。それは、例えば今地理院さんがおっしゃっている地殻変動に関してはそうかもしれないけれども、民が、いわゆる独自に開発することはあるんですかと、要するにこういう意味で、こういう技術を。その辺は、測量何とか会と協力されてやるということだと思えるんですけども、何か民が独自に、よくプログラムをつくってくるじゃないですか。そういう動きはあるんですかと、この2つなんですけど、よろしく願います。

【説明者】 橋等でミリメートル精度の情報が必要な場合があるが、その場合は長い時間をかけても大丈夫だということですね。実はそういったケースは、地殻変動観測でも長時間のデータを使って精度を高めるということはやっておりますので、その技術をそのままお使いいただけるのではないかと考えております。橋等は、多分観測条件があまりよくないところもあるかと思いますから、いろいろな衛星が使えるマルチGNSSになりますと、そういった分野での利用はかなり期待されるのではないかなと思います。

2番目のご質問は、民間側でプログラムの開発が行われるのではないかとのご質問ですね。確かに今までGPSのプログラムについては、民間の測量機器メーカー等がつくったということはありません。これは実は、正確に述べますと、大学等で開発された技術がスピンアウトしています。欧米での事例なんですけれども、ベルン大学と呼ばれるスイスの大学があって、そこでGPSの高精度ソフトをつくっているんですけど、その卒業生が各企業に散らばって、ソフトをつくったりとか、そういった流れがあります。

そういう意味で民間もつくれるんですけども、きっかけを与えたり、それから全く新しい組み合わせをどう考えるのかについては、やはり学または官の支援といったものがあると、さらに進むということがあるかと考えております。ほったらかしておいてもいつかはできるかもしれませんが、でもそうすると、例えば3年後に実際に衛星が使える環境が整っても必要なプログラムがなかったり、基準がなかったりとかになりますと困ってしまいますので、今この時期、本格的な衛星の整備が進む直前に、こういったプログラムをつくっておく必要があると思います。また標準化を我々は直接目的としておりますので、なるべく中身のわかった方法で、標準としてはこれがいいんだよということを決めておくこ

とは価値があることかと思っております。

【委員】 これはでき上がったプログラムは当然、要するに一般公開する。

【説明者】 総プロの中でつくりましたものは、基本的には公開しようということを考えておまして、そのためにオープンソース等のいろいろな調整が必要かと思っておりますけれども、できればそういう形で世に出したいとは考えております。

【委員】 ありがとうございます。

【説明者】 それを使って、また民間の方が応用的なソフトをつくったりということは十分想定しております。

【委員長】 今のそれに関連するんですけれども、国際展開をしようということで、アジア、オセアニア地域に、特に準天頂衛星はそこをカバーしているからそこへ展開しようというんですけれども、基本ソフトは提供しても、だれでもが使えるとなったら国際競争になってしまって、日本のメリットが必ずしもないことにもなるのかなど。それと、GLONASSにしても、ロシア、Galileo にしたって、信号をどんどん発信しているので、こういう測位にものすごい使えるわけですから、それなりのソフト開発をやっているんじゃないかと。アメリカのGPSにしたって。だからその時間競争は、こんな3年というようなことでいいのか。十分それは保証できる、あるいはもうちょっとほんとは早めないといけないとか、何かそういうことはないんですか。

【説明者】 ○○委員ご指摘のとおり、汎用的な技術でありますし、各国としては多分いろいろな開発を水面下で進めているとは思いますが。ただ日本の準天頂衛星については、やはり日本の衛星系でありますので、それについてはJAXAと連携しながら、それに最適化したアルゴリズムだとかプログラムができると思っておりますので、そこで一定の特徴は出せるかと思っております。いずれにしても、国際競争は激しいですが、我が国としても基本的な解析技術は取得しておく必要があると思っておりますので、何とか頑張ってやっていきたいということでございます。

3年間で間に合うのかということでございますが、これは開発するのにやはり一定の時間はかかると思っておりますので、頑張って3年後の本格的な普及時期に使えるものをつくっていくというのが現在の計画でございます。ちょっとお答えになっていないかもしれませんが、そういう気持ちでやっております。

それから、技術を公開してしまうと、国際競争にならないのではないかというご指摘ございましたが、やはり開発の初期の段階から産官学の連携で、深い情報等を共有するこ

とでやはり技術力のレベルアップが図られますと、それは基礎力として今後の競争にも役立つということを期待し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。

ほかはよろしゅうございますでしょうか。

【委員】 ちょっとだけ聞いてもらいたいんですが、先ほどの準天頂衛星の場合には8年かかっていますよね。それとの対比で、これは十分実現可能な期間なんですか。それがちょっと気にはなりますね。要するに、いろいろあったんだろうとは思いますが、それに比べるとはるかに短い期間で仕上げますということですが、その意味での可能性は十分あるのでしょうか。

【説明者】 3年間で基本的なソフトウェアができるかというご質問であります。確かに今回オープンソースということで、ちょっと厳しい条件をつけておりますので、なかなか大変な面もあるんですけども、ある意味でGPSの技術というのは今までにかなりためてきておりますので、それがベースにはなっておりますから、全くゼロから始めるわけでもないというふうに考えております。もちろん共通する要素もたくさんあるわけですね。

今回は、新しい衛星系が出ることによって組み合わせが増えるので、その部分については新規開発要素があるんですけども、それ以前のGPS共通の衛星測位の技術、例えば地球の重力場をどうとらえるかだとか、細かい話で済みませんが、衛星から来た電波をどういうふうに補正をするか。例えば電離層による遅延だとかもありますけれども、そういったノウハウはかなり蓄積されておりますので、最大限活用しながら開発を進めていきたいと思っています。準天頂総プロの場合も、ずっと8年間同じ開発をしてきたわけではなく、シミュレーションをやったり、補強技術を開発したりですが、各ステップはもう少し短いものでございまして、全体を見ると8年間と非常に長いようなんですけれども、補強技術の開発はたしか3年間ぐらいでやっていると思います。その後の実証実験等がありますけれども、そういうことで極端に短いというわけではありません。片や3年後の国際競争もありますし、その辺のバランスを見ますと、やはり3年ということで頑張るしかないのかなと。

いずれにしても、日本のいろいろなすべての方、研究者の知恵を全部集めて、オールジャパンのような体制をつくって、GNSSに対応できるシステムをつくっていくということを目指してはおります。

【委員長】 要するに前回の8年間の総プロで大体下地はできた。

【委員】 期待しています。

【委員長】 準天頂衛星が上がらなかったから。これはしょうがないというところもありますし。

【委員】 それはそうですね。

【委員長】 また来年度、以前の総プロの事後評価をしていただかないといけないということになっておりますので、今年度のというか、来年度から始まるこの部分と、終わる部分とうまく整合性のある取りまとめをしていただかないといけないということで、結構大変だろうと思いますが、よろしく。

このプロジェクトそのものは非常に重要なプロジェクトでございますので、ぜひやっていただきたいと思いますが、よろしゅうございますか。

【委員】 簡単なことを1点だけ。ちょっと気になるんですけども、9ページで、現在の組み合わせは現行GPSでL1、L2帯を組み合わせているのだけと書いてあるんですが、これは資料が公開されるということなものですから、ちょっとコメントされたほうがいいのではないかなと思って。

今民間で、GPSとGLONASSのデータを使って測位をするという、先ほどのご質問とも関係あるかと思うんですが、というのはないわけではないですよ。ですから、それについてちょっとコメントをされておいたほうがいいのではないかな。

【説明者】 この資料では非常に単純化してしまっただけですが、今〇〇委員ご指摘のとおり、最近GLONASSは数がそろってきたということと、衛星の軌道情報もよくなって使えるようになってきたということで、一部のメーカーさんではGPSとGLONASSが両方受信できる受信装置を開発して、一定の現場でも使われつつあります。

今回の視点から見た場合、ある種の近似的な手法を使っておられますので、そのあたりをしっかりと組みたいというのが今回のプロジェクトの主眼でございます。そういう意味ではこの資料の現在の組み合わせというのは、普通の組み合わせという意味で、本当はGLONASSにも点々ぐらいはついておるということでございます。資料が公開されるときに、修正することを考えたいと思っております。

どうも失礼しました。

【下保技術審議官】 ちょっと全然、このプロジェクトではないんですけども、先ほどJAXAは何をやっているかという委員長のことで、私はJAXAの味方でも何でもありませんが、文科省の坂田次官とお会いしたときの話があったので、ちょっとお伝えしてお

きますと、「はやぶさ」がああやって、かなり、最初3億キロで帰ってくる予定だったのが結局帰れなくなって、さまよったあげくに60億キロさまよって、最後はたどり着いたと。これは世界で初めてで、ああいう無人で着陸して帰ってきて、標本を持って帰るといのは、もう多分世界一の技術力。

逆に、これは科学技術としての科学の部分では非常に強い。それは飛ばすという技術でもそうですけれども、結局、ご承知のように予算の面ではまた厳しい目に遭っておられる。そういう意味では、さらにJAXAがああいうものを飛ばしつつ、その一端の中でこういう準天頂衛星もあるわけでございますので、それを使う側の、我々も含めて、やはりそこが一生懸命応援してあげないと、そういう技術自身がやはりお金がとってこれないということなので、こういうプロジェクトをぜひ成功させていただければと思っております。

【委員長】 おっしゃるとおりだと思います。以前のあれ4機の話も、聞くところによるとスパイ衛星に関連するので、アメリカ側からのプレッシャーもあってなかなか飛ばせなかったというようなこともございますよね。

ありがとうございました。

【委員】 初歩的なことを伺っていいですか。全くこういうのはわからないですけども、先ほどからGalileoがとかいろいろ出ているんですけども、世界がどういうふうこれを注目しているんですか、今の準天頂総プロに対しては。それで、どういう段階から利用されるようになるんですか、世界に。

済みません、その辺の価値がちょっとわからないので。

【説明者】 準天頂衛星についての世界の期待というご質問でしょうか。

【委員】 そうなんです。

【説明者】 準天頂衛星は、日本をはじめとするアジア、オセアニア地域がサービスエリアで、その地域においてGPSの補完を行う衛星系でございます。日本がいよいよ測位衛星という技術に着手して、技術安全保障的な点もあると思っておりますけれども、きちんと衛星測位に対してアプローチしているということでは、世界の方々から評価されているとは思っています。

サービスエリアが実は日本周辺というか、アジアでありますので、グローバルに使える衛星ではないものですから、そういう意味ではグローバルに利用できることでの評価ではないんですけども、日本も重要な衛星測位技術というものを手にしようとしているということで、宇宙開発上は評価されているんだと理解しておりますが、こういうお答えでよ

ろしかったでしょうか。

【委員】 GPSとかGLONASSとかそういうものに並んで、世界のビジネス価値観というのからそういうものが出てくるものなのかと思って。

【説明者】 そうですね、今日は、まだ技術的な詳しい情報がないために省略してしまいましたが、中国でも測位衛星「コンパス」というのを飛ばそうとして頑張っておられますし、インドも、これは準天頂と同じように地域的な衛星機を飛ばそうとしておりまして、そういう測位衛星をめぐる、いろいろな国が切磋琢磨している状況の中、日本もきちんとやりつつあるという評価だと思います。

【委員】 こういうのが成功していくと、グローバルに今度飛ばすものになるんですか。

【説明者】 政府レベルでは、現在は1機飛ばすということで決まっています、その利用実証、技術実証を踏まえて3機体制というのが検討されます。

宇宙開発基本計画には、なお書きで、7機の衛星を上げると自立したシステムになるんだよということは記述されていますが、まだ具体的にそこまでやろうということは決まっていない状況で、やはり打ち上がってからどういった効果があるのか、そういった実証結果が評価されていくという形になるかと思っております。我々もそれに対して貢献できればと思っておるところでございます。

【委員長】 ありがとうございました。

— 了 —