

(1) 令和6年度新規特別研究課題 事前評価 【審議】

「GNSSと異種センサを統合した新しい測地観測技術の開発」

○委員長 それでは、早速議事に入っていきたいと思えます。議事の1番目、新規特別研究課題「GNSSと異種センサを統合した新しい測地観測技術の開発」の事前評価の審議になります。

それでは、これに関しまして国土地理院の発表者から説明をお願いいたします。

○発表者 宗包でございます。それでは、よろしく申し上げます。

本日は、研究センターで立ち上げを予定している「GNSSと異種センサを統合した新しい測地観測技術の開発」ということで御提案をさせていただきます。

研究期間は令和6年4月から令和11年3月までの5年間を予定しておりまして、この提案は、私の地殻変動研究室と宇宙測地研究室の共同提案ということで考えております。予算の規模ですけれども、初年度が大体2000万程度でちょっと次年度以降増額しまして、さらに5年間で大体1.8億程度の予算規模を想定しておるところでございます。資料1-3です。

スライドの2枚目ですけれども、まず、なぜ我々がこのような研究をいかに計画するに至ったかということをお紹介します。まずは、Slide2ですけれども、御承知のとおり国土地理院というのは国土の監視を行っておりまして、主にGNSSやSARなどを用いて地震や火山に伴う地殻変動を継続して監視を行うということです。その要素としては、観測がありまして、観測した結果を解釈する。モデルなどを使って解析して、何が原因でそういうものが起こっているかというのを解析する。その観測データとその解析の結果を併せて関係機関に情報提供をして、例えば地震とか火山活動等の評価に活用していただくという立てつけになっております。

次、Slide3ですけれども、その中で、特に観測の部分というのが非常に大事であるということをお説明させていただきます。観測データというのは、全ての基本になるものでありまして、例えば地震、火山の活動評価、その解析した結果をもって、このデータを基に解析して、地震や火山活動の評価に必要なメカニズムを把握するということが必要ですので、そのために測地データというのが非常に重要になってくるということでもあります。

一方、国土地理院の事業におきましても、巨大地震が例えば発生したとき、余効変動、

東北地方・太平洋沖地震とか、熊本地震等でも、地震の後、非常に大きな変動が継続して発生したということがありまして、そのような変動の中で国家座標を維持管理しないといけないということで、その変動データというのは維持管理のための基本になるデータですので、それをなるべく早く細かく把握する必要があるということです。

これまで我々はどちらかというと、その観測の後の解析技術について、それを高度化して評価に資するという研究を主に提案をしてきたわけですがけれども、今回は、ちょっと観測のほうで何か貢献できることはないかということで、新しい提案をしたということになります。

次がSlide 4 ですがけれども、なぜその観測に着目したかということ、ちょっと背景を御説明します。御存じのとおり、先々月になりますか、活動火山対策特別措置法の一部改正という法律の改正がございました。いわゆる活火山法ですがけれども、その中で、やはり火山について、国の対応をより重点的に行うということで、今まで火山の評価等は気象庁の火山噴火予知連絡会で行っていたわけですがけれども、令和6年から火山調査研究推進本部を立ち上げることを定めた法律ができて、制度が変わるところでありまして、これまで以上に火山について観測し、その評価をするということが重要になってくるということです。

地震に関しましては、先ほど参事官のほうから今年の5月5日に起きた能登半島の地震の話がございましたけれども、後で御紹介しますがけれども、実は2020年頃からこの地域で非常に異常な地殻変動がずっと継続的に起こって、その結果、5月5日の結構大きな地震に至ったという経緯がございます。後で申し上げますけれども、やはりそのときに、我々としてももう少し観測を何とかしたいという思いが芽生えたということでもあります。そこで、今回の提案に関しては、今までの解析技術だけではなくて、観測のほうでも貢献できるような、何かそういうものを提案したいと思うように至ったということでもあります。

次がSlide 5 です。では、現状、その観測はどういうふうになっているかというのを御紹介します。2つ要素がありまして、1つは、電子基準点の空間サイズより若干小さいような変動について、もう一つは火山、先ほど火山の話がありましたけれども、その火山等に特化して、火山周辺のより局所的な変動について、2つの観点で御説明します。

まずは、電子基準点よりも若干小さいようなスケールの地殻変動の場合、こういうのは、例えば能登半島の地震というのがその典型的な例でありました。そのような場合、電子基準点だけではやはり地殻変動の全貌を把握するのに空間的な密度が不足するという事態が

起こります。我々はこれまで臨時にGNSSの連続観測点を置く、可搬型GNSS連続観測装置、REGMOSという左の写真ですけれども、このようなものを臨時に置いて、これはGNSSの観測を行って、そのデータを収集する、そういうことも行っておりました。

もう一つは、SAR観測、合成開口レーダーですけれども、我々は日本の観測衛星の「だいち」2号を主に使って、このような局所的な変動があったときに、その変動をいち早く捉えて分析をするということを行っておりました。

次はSlide 6 ですけれども、では、その中でどのような課題があるかということですが、例えば2000年の有珠山の噴火の例ですけれども、2000年の有珠山の噴火の場合、非常に短期間で、最初にちょっとおかしいなという火山性地震が3月27日に増加してから、4日後に噴火が発生したと、そういう時々刻々と事態が進展するという現象が、この有珠山に限らず、想定されるわけです。そのような場合、先ほど言った干渉SARというのは、どうしても衛星が1回戻ってこない、もう1回その観測はできないので、観測頻度がどうしても制限されてしまう、そういう弱点がございました。空間分解能は素晴らしいのですが、特にその頻度に問題があった、あと衛星との距離が伸びたか縮んだか分からない、そういう弱点もあったということです。

一方、REGMOSに関しては、これはGNSSと同じ3成分が取られて、すごく高い頻度でサンプリングレートで観測して、非常に有効な手段なんですけれども、従来のREGMOSでは、どうしても運搬、設置に手間を要して、面的にすぐさと配置をするということがなかなか難しかったということがございます。上の写真でありますように、安定性はいいんですけれども、非常に重量があってなかなかその運搬が困難であるという事情がございました。

次がSlide 7 です。これが直近の能登半島の地震活動の例です。先ほど申し上げたとおり、5月5日の地震の前に、何か異常な地殻変動が2020年の秋頃から発生していた、火山でよくあるような何かが膨れるような変動があった、何だろうということで、地震調査委員会等でも非常に議論になっていたところですが、なかなか我々がREGMOSを多点展開するというのが難しく、配置が2023年4月の時点で2台にとどまっていたということです。例えば5月5日の地震の解析でもこのREGMOSは非常に有効に働いたんですけれども、やはりちょっとこの左の絵を見ていただければと思うんですけれども、どうしてももう少し満遍なく欲しいというのが解析をする立場からの思いであったわけです。

干渉SARは、このような場合、非常に空間密度が高く変動が分かるので、有効なんですけれども、ちょっとここで能登の場合で干渉SARというのが問題があったということは、計測

精度が不足していたと、この能登の変動というのは、2020年からの群発地震活動というのは、数cmスケールの大きさの変動であって、そうすると、干渉SARの精度というのが数cm程度ということでありまして、なかなかノイズとの分離が困難であったということでありまして、あと能登半島の場合は、半島の先っぽでありまして、なかなかノイズを除去するのが困難であった、そういう地理的な事情もあるんですけども、なかなか干渉SARで決定的な地殻変動を抽出するということが難しかったということです。

先ほど火山みたいな膨張性の地殻変動ということを申し上げましたけれども、実際メカニズムとして今まで議論されていたのは、膨張性の、水が膨れるみたいなことがあった、断層がゆっくり滑るゆっくり滑りみたいなのが起こった、あとは断層なんだけれども水が入ってぱっと開いたという変動があった、そういう3つの可能性が議論されていたわけですが、なかなか決定的なメカニズムの解明にはこれまでに至っていなかったということがありまして、このような場合にも適切に観測をして、何か評価に資するモデルをつくれるような観測が今必要なんじゃないかと切に思っているというところでもあります。

次がSlide 8でございます。今度は先ほど申し上げた2番目の火山における小スケールの現象の検知ということに話をちょっと移したいと思います。雲仙岳の噴火、1990年代にありましたけれども、ちょっとそのときのことを御記憶の方もおられるかもしれませんが、あの噴火では溶岩ドームが形成されたという、それで火砕流が起きたということですが、その溶岩ドームの形成に伴って、非常に局所的に地殻変動が発生したということが分かっています。その後、実は噴火が収まった後も溶岩ドームが冷えて収縮していくというのが非常によく捉えられているというちょっとまれな例であります。

このような局所的な変動というのは、特にこういうドームができたような火山で、今後事態がどう進展していくのかというのを判断するのに非常に必要な観測となり得るわけですが、なかなかこのような小さいスケールの変動って既存技術で観測するのが難しかったと。またここでも衛星の干渉SARが出てきますけれども、先ほどと同様、やっぱり観測頻度がどうしても不足してしまうという事情があります。また、その計測成分が1成分という課題もあるということでもあります。

一方、衛星が帰ってくる、要は1周戻ってくるまで観測できない、観測頻度が足りないというなら、衛星に類するものを地上に置いてしまえという発想もありまして、地上設置型SAR (GB-SAR)、グラウンド・ベースドSARと言いますけれども、そのような観測装置も現在提案がされて、研究が進められています。これも非常に有効なんですけれども、問題は、

日本の電波行政の規制がありまして、機材を好き勝手に置くわけにはいかないこと、事前の申請が結構大変で、なかなか認められづらいという事情があります。また、計測成分が1成分であるという事情も同じでございます。

次、Slide 9です。このような背景があつて、何とかしたいと思っていたところですけども、近年、外部の技術的な進展により、これらの問題を解決できる目処が出てきたんじゃないかとちょっと感じているところです。特にエレクトロニクス技術が発達して、機動的なGNSS観測が実現可能になりました。下で今、宇宙測地研究室のほうで実験的に製作をしている小型GNSSの写真を左に載せていますけれども、非常にコンパクトなものであります。受信機と言われるものはこの箱の中のごく一部で、ほぼ基板という感じで、非常に小型ですが、結構精度が出るということでありまして、非常に安価でもあります。

また、GNSSを補完する計測として、傾斜計というものがあります。傾斜計は、例えばGNSSの正しさを担保する、GNSSの例えばアンテナとか架台が傾いていないかとか、そういうのを計測するというのが基礎的な役割ですけども、それ自体、地面の傾斜を測ったりとか、あとは地震計と同じように加速度を測って、ゆっくりとした変動だけではなくて、地震動も捉えることができるんじゃないかということで、世界中でGNSSと、このような傾斜計、加速度計と一緒に設置して観測をして、それをどう使うかを研究するというのが世界中で行われています。また、それについて、MEMSという非常に小型の装置で傾斜・加速度計が使えるのではないかということも言われてきております。また、地上型レーザスキャナという昔からある技術ですけども、技術開発が進展して、うまく点群のマッチングを工夫することで、先ほど申し上げた火山の局所的な変動に関して変動を捉えることができるような技術開発が世界的に進んできたという背景があります。

次に、Slide10ですけども、本研究では、目的として地震、火山において、まずはメソスケール、電子基準点の配点密度である20km程度より若干小さいぐらいの地殻変動も把握可能にして、なお、MEMSなどを使ってGNSS単独よりも付加価値をつけて、効率的に観測ができる小型で機動的な測地観測装置を開発するというのが1つ、あとは火山等において非常に小スケールの変動があるわけですけども、そのような変動を遠隔から面的に計測可能な観測技術を開発する、その2本立てで研究開発を行って、結果として地震、火山のメカニズム把握とか、国家座標の適切な維持管理に資するという目的を持って研究開発を行いたいということです。

研究開発の内容ですけども、今申し上げた2本柱がそのまま項目になっておりまして、

小型・機動的測地観測装置の開発を①、②が地上型レーザスキャナとの融合による面的地殻変動把握技術の開発ということで、この2本立てでその開発を行いたいということです。

ここで①がR 6からR10になっていて、②がR 7からR10になっておりますけれども、これは地上型レーザスキャナとの融合と書いてあるとおり、そこの地上型レーザスキャナとうまく①の小型の測地観測装置を組み合わせることで、効果的に変動を検出する技術がつかれるんじゃないかということで、まずは先行して小型のほうを1年先にやりたいということになっております。

次から、Slide11ですけれども、これから個々の研究項目について御説明をします。まずは、①の小型・機動的測地観測装置の開発ということですが、大きく分けて3つのステージに分かれます。A、B、Cと書いております。まずはそのステージAでは、試作をして、地理院構内でその観測をするということです。まずプロトタイプを構築して、GNSS、このような装置に必要な計測要素技術、例えば小型といっても、不安定では困るので、どういうふうに設置したらいいのかということや、効率的にデータをテレメトリーするやり方とか、やはり遠隔地に置きっ放しにするので、省電力性とか、あとは最適なGNSS受信シグナルと書きましたけれども、今までGNSS、特にGPSというのはアメリカの軍用のシステムでありまして、一部シグナルが秘匿されているという状況がございました。それをデータの受信機の中で、特許技術を使って復号するというところを行っていたので、大型であったりとか、価格が高かったりとか、そういう事情があったわけですが、今GPSでもオープンな、誰でもただで復号できる、そういうシグナルが実は入っております。また、GPS以外に、例えばGalileoとか、そういうほかの衛星系も出てきたので、どういうふうに衛星系とシグナルを組み合わせれば、安価で精度の高い計測ができるかということも1つその研究課題かなと思っております。

あとはMEMSをどこに置けば適切か、例えば課題の安定性を調べるためにはどこに置いて、地面の傾斜を取るためにはどういうふうに置いて、それで比較すればいいとか、そういうところも研究開発の中身かなと思っております。

次、Slide12をお願いします。次がこのMEMS自体の試験というのがあります。センサ自身、日進月歩でありますし、我々としても初めて使うセンサですので、どこまで使えるのかというのを十分評価することが必要があると思っております。基本としましては、傾斜計として架台がぐらついていないかということを見るというのが最低限でありまして、まずそれで使えるかということは評価する必要があります。また、応用としましては、地面の傾斜

が測れないかということ、あとは、冒頭に申しましたように加速度計として使えないかというところも実際の観測を通じて評価したいということです。

発展と書きましたけれども、ここまで行くと本当に世界的にも誇れる業績になると思いますが、GNSSというのは地面の動きをダイレクトに測っているわけですし、例えば1日とか、そういう長いシグナルを正確に捉えるというのは非常にたけているわけですが、例えば1秒間隔で地面の動きを測るキネマティック解析というのと、どうしてもやっぱり誤差が大きくなる、そういう問題を抱えております。一方、傾斜計といいますか、加速度計はもともと地震計なので、そういう短いほうは得意だけれども、長いほうになると、ドリフトといいます、実際の地面の動きとどうしても乖離してしまう。特に地面の変動に直すには2回積分するので影響が大きい、という問題があるわけですが、加速度計とGNSSのキネマティックの両方いいところを取れば、ずっと広い帯域で安定して地面の動きを測れるんじゃないかということです。これは世界で研究開発が進んでいるところですが、ここまで至ればすばらしいかなと思っています。

最後、Cがフィールド試験ですけれども、実際にこれは、こういう開発したものをフィールドに持って行って、連続観測を行って、ほかの観測と精度検証をしたりとか、実際に実用、運用をにらんで、遠隔でモニタリングシステムを開発したりとか、あと地球科学的な分析をしたりとか、そういうことを考えております。

次、Slide13ですけれども、次が課題の2番目で地上型レーザスキャナとの融合による面的地殻変動把握技術の開発ということです。これも3つのステージに分かれておりまして、まずは地上型レーザスキャナの試験観測を構内でやる。その次に、この技術の肝であります三次元点群のマッチング・差分取得技術の開発というのをやる。これは何かといいますと、このレーザスキャナの計測原理というのは、下のポンチ絵にありますけれども、2期間で、期間AとBという対象を測るわけです。対象を測ったときに、帰ってきたシグナルの時間遅れから距離を調べるわけですが、同じ点で完全に帰ってくるわけじゃないので、期間Aのどの点と、期間Bのどの点を対応づければいいか、そこがすごく難しく、そこは研究対象であるということです。

小型の機動観測装置がどう絡んでくるかといいますと、面的に対象を取るわけですが、その中で一部、何点か小型の機動観測装置を入れておくと、要は変動というのはGNSSで測っているわけですから、既知点として扱えます。そのような点をコントロールとして使いつつ、点と点をマッチングする技術を開発すれば、面的に変動が取得できるのではな

いかと考えているところであります。

最後に、同じようにフィールドの試験をして、他観測との精度検証の比較とか、地球科学的な分析等をできればいいかなと思います。

次、Slide14ですけれども、これが研究開発のターゲットということで、小型の機動観測装置とレーザスキャナが今までの観測とどういう違いがあるかというのをまとめた図であります。小型機動観測のほうは、電子基準点とかREGMOSと比較すると分かりやすいと思うんですけども、空間密度は高めやすい、そういうふうに機動性に富んだものを作るということで、そこがメリットかなと思っております。一方、レーザスキャナというのは干渉SARと対比すると分かりやすいかなと思ひまして、空間分解能は大体同じぐらいで、レーザスキャナはどうしても局所的な観測になりますので、広域を見たいというには、干渉SARのほうに分があるわけですけれども、一方、時間分解能とか、あとは迅速性とか、計測成分が3成分であるとか、そのようなメリットがあるということです。精度については、この研究で技術を開発した上で検証をしていければと思っております。

次に、Slide15ですけれども、研究開発の全体計画をまとめた図になります。①と②です。先ほど口頭で申し上げたものを図にしたものであります。この中で特に、後で申し上げますけれども、なかなかこういう日進月歩な技術のある中で、やはりどういうふうに、早く研究をしないと陳腐化してしまう、そういう御指摘もいただきました。そこで、なるべく早くプロトタイプを完成させた上で、こういうフィールド観測等を通じて、随時、センサ等も新しいものが出たら入れ替えるとか、そういうことをしながら、機能を、改造を繰り返して鍛えていく、そういうフェーズをぜひ取りたいと思っております。

次、Slide16ですけれども、アウトプットとアウトカムです。アウトプットは、まずはこういう装置ができるということ、あとはレーザスキャナにつきましては、レーザスキャナを使った面的な地殻変動把握技術が確立するという、それがアウトプットになるかなと思います。アウトカムは、冒頭に申し上げました、まずは火山調査研究推進本部とか、あと従来からございました地震調査委員会とか、地震予知連、火山噴火予知連絡会等の専門機関にここでの成果を生かしていただくということと、あとは国家座標の維持管理にも役に立つのではないかとあります。

最後に、ここの特に小型の機動観測につきましては、計測についていろいろ要素技術を検討します。その要素技術はこの研究だけにとどまらず、電子基準点等にも生かせるんじゃないかと考えております。ですので、ここで逆に電子基準点で課題となっているところ

を、例えばこれをプラットフォームにして試験をするということも可能ですので、ここで培った技術というのをフィードバックできればいいなと思っております。

次、Slide17ですけれども、人員と体制でございまして、まず人員体制については、この研究というのは、宇宙測地研究室と地殻変動研究室2室で合同でやるということで、それぞれ全体を室長が統括しつつ、研究官、今現状で両研究室3名ずつでございますから、その3名ずつが担当をして、全員で行うということになります。フィールド観測は両室共同で分担して行うということになります。

実施体制のところですけれども、なるべく外注を活用しながら、効率がいい実施を図るということと、あとは特に火山地域において、最後フィールドで観測するということを申し上げましたけれども、これは、大学の火山の先生は、実際に特定の火山について観測網も持っていますし、非常に深い知見を有しておられるので、そういう方々と連携しながら、お互いに情報交換をしながらやっていきたいと考えております。

それで、ちょっと参考と書いています測地分科会における指摘事項についてというスライド、別紙になっておりますけれども、そちらをちょっと御覧いただけますでしょうか。先月、測地分科会がございまして、その中で御指摘いただいた事柄がございました。それについて我々のほうでこの研究にどのように反映していくかというのを検討したということとであります。

まずその1点は、やはり技術的進歩が早いので、5年もやっているのと陳腐化してしまうのではないかと、3年程度、短い期間で集中したほうがいいんじゃないかと、そういう御指摘がございました。それは非常にごもったもな御指摘であるんですけれども、一方で、実際にやっぱりフィールドで観測して、評価して、改良するプロセスというのは非常に大事で、そこは肝だと思っておりますので、やはり5年は必要かなと思っております。しかしながら、その中で、やっぱり日進月歩のその技術というのをどう反映していくかということ考えたときに、まずはコアとなる技術開発については短期集中的に実施して、3年程度でとにかくプロトタイプは完成させよう、それからその評価を行うわけですけれども、評価して終わりじゃなくて、その中で幅広にウオッチしながら、いろいろ試して、よりよいものに置き換えていく、そういうプロセスを取りながら、全体で5年で実施したいということがあります。また、この研究中に何かイベントが発生したようなときは、評価中であっても実際にフィールドに持って行って、さらに試験するということも想定しております。

もう一つが、電子基準点での活用をぜひ検討していただきたいということと、あとは例

えばMEMSがなくて本当に小型なバージョンだとか、ほかのセンサを乗っけたりとか、その局面によっていろいろ選べるようにしたらいいんじゃないかという御示唆をいただきました。

最初の電子基準点での活用については、説明の中でも申し上げたとおり、電子基準点を所管しております測地観測センターとは、今も情報交換を密に行っていますし、実際のその研究の遂行に当たっては、連携しながら研究を進めていきたいということになります。また、先ほど申し上げましたとおり、測地観測センター、電子基準点について、こういう技術を試してほしいというのは柔軟にここでも評価するということと、あとはその中で有望な技術については、ぜひ観測センターのほうに提案をして、電子基準点にどう生かせるかというのを検討してまいりたいと思っております。

後者のほうについては、目的に応じてセンサのその組み合わせを柔軟に変えられるように課題の設計等も配慮して実施したいと思っております。

私からの説明は以上でございます。

○委員長 ありがとうございます。

それでは、ただいまの御説明について、測地分科会の主査から、何かコメント等がございましたら、よろしく願いいたします。

○測地分科会主査 御説明ありがとうございます。測地分科会で出た御意見についても適切に反映していただいたのかなと思いますので、よろしかったんじゃないかと思います。

以上になります。ありがとうございます。

○委員長 それでは、これから質疑と議論を行いたいと思います。先生方のほうから御質問、御意見をお願いいたします。また、ウェブ参加の先生は、挙手の機能を使って表示をしていただければと思います。それでは、よろしく願いいたします。

それでは、直接この研究に関わるかどうか分からないんですけども、いつ打ち上がるかどうか分かりませんが、「だいち」2号の後継が「だいち」4号になるんでしょうか、それがもし打ち上がったらどういう状況になるのかということをお教えいただければと思います。

○発表者 「だいち」4号は、我々も非常に待ち焦がれているところであります。「だいち」4号においては、今までより観測幅が広がって、観測頻度という意味では、今までより向上して2週間に一遍の観測が定期的に行われるという状況になります。だから、時間分解能に関しましては、今までよりも、今まではよくて2か月程度ということだったんで

すけれども、この「だいち」4号になるとベストの状況で2週間程度というふうに改善されると承知しております。ただ、今ここで説明したようなGNSSによる時間分解能の向上というのは引き続き必要な状況は変わらないというふうに理解しております。

○委員長 ありがとうございます。

先生方のほうからいかがでしょうか。

○委員1 御説明ありがとうございました。2点あります。1点目は電波について、2点目がレーザスキャナです。

電波の件で気になったのは、今回のメインではありませんけれども、GB-SARで、電波の使用において非常に面倒だというコメントがありました。そこが非常に気になったんですけども、電波は総務省でしょうか。総務省は、国土地理院に優先的に電波を使わせるスタンスは、これまでの関係でできていないということなんでしょうか。総務省が、電波が非常に混乱しているのはよく承知しております。つまりいろんな業界が電波を使いたがっているから、国として政策として、アドバンテージをどこにつけるかというのは、多分、総務省で考えているんでしょうけれども、現状、国土地理院と電波を使う関係というのをちょっと教えていただけたらなと思いました。

○発表者 まずその1点目についてですけれども、ちょっと私も正確には承知しておりませんが、もちろん例えば航空機SARとかでも使用することはありますし、だから全く駄目ということではないんですけれども、やはりその使用に許可が要ることと、実験局としての扱いになると思うので、定常的なものにするには難しいかなというのが想像されると思います。あとは多点で置くというのはもっとハードルが上がるというふうに思っております。

○委員1 これまでの中でもずっと国土地理院が電波を使う必要があったわけですね。そのときに、総務省は、自由には言いませんけれども、どれぐらいのアドバンテージが国土地理院にあるのかということを知りたいということです。今聞いていると、あまりないような感じがします。

○発表者 やはりなかなか難しいというか、少なくとも、何か特例で優先してということはないというふうに承知しています。航空機SARとかはちょっと承知していませんけれども、例えばVLBIの例で言いますと、やっぱり電波観測を保護してもらいたいということで、VLBIのグループで総務省と申し入れとかもしたりしているということは承知していますけれども、なかなかやっぱり民間でも使うものに対して、もちろん配慮はしていただけるん

ですけれども、がっちり保護してもらえるかという、そういうところでもなくて、なかなか難しい状況であるという、そういう経験はしたことがあります。

○委員1 分かりました。

もう一つ電波についてですけれども、GB-SARは、今のように難しいということは分かったんですけれども、今日のメインである3つ、小型GNSSとMEMSとレーザスキャナ、ここは電波は使わないんですか。電波の使用についての問題はないんでしょうか。

○発表者 電波を使うのはGNSSの部分です。GNSSの帯域について、これもなかなか難しい部分はあるんですけれども、やはりGNSSの帯域については、大まか保護されています。問題となるのは、GNSSで保護されている帯域の隣接領域の強い電波を拾ってしまうというのは今までもあって、都度対応してきましたけれども、やっぱり電波はみんなが使うものですので、なかなか難しいところがあると承知しています。

○委員1 ありがとうございます。

最後にレーザスキャナです。これは基本的に汎用型を使うんでしょうか。高精度というふうに説明をいただきましたから、ちなみにメーカーは日本製なんでしょうか。

○発表者 外国のものを……。

○委員1 もし日本製だったら、この3年、5年の研究のフィードバックを日本のメーカーに送れないかなということが考えられます。つまり、できたら、火山の観測のためのレーザスキャナをカスタマイズで作れないかと。きっと3年も5年も研究したら、こういうふうにしてほしいというリクエストが皆さんの中から出てくると思います。それを日本のメーカーだったら、メーカーに対してフィードバックができれば、民間と国との関係でいいのかなと考えたんですけれども、ちょっと海外だと難しそうですけれども。

○発表者 ありがとうございます。非常に重要なポイントかと思います。なぜ海外メーカーを今のところ想定しているかという、この研究で使うのはやっぱり数kmまで飛ばないといけないという制限がありまして、普通市街地で使う数百m飛ばせばいいよという、それは日本のメーカーもあるんですけれども、数km飛ぶというスペックのそういう特殊なものがなかなか、しかもアイセーフのレーザで数km飛ぶというのがなかなか見当たらず、唯一外国のメーカーであったので、今のところそれを想定しているということでもあります。でも、日本のメーカーでそういうのがあれば、もちろん検討しますし、ぜひそういうところと関係をつくってフィードバックして、より鍛え上げるといいですか、そういうことができるといいなと思っています。

○委員1 ありがとうございます。

○委員長 ほかの先生方、いかがでしょうか。

○委員2 御説明ありがとうございます。すごく応用範囲が広いといえますか、特に災害全般応用範囲が広い研究かなと思いました。

2点伺いたいんですけれども、研究のスパンが長いということで、ほかの各種技術もどんどんその間に進化していくという中でいうと、1つはやっぱりSARとの比較になると思うんですけれども、今、コンステレーションのSARがかなり広まってきていて、5年あると多分、もしかしたら、結構な観測頻度が実現するんじゃないかなという期待もあるんですけれども、このあたりとの比較という意味でちょっとどうお考えかというのが1点。

もう1点は、レーザのスキヤナのほうなんですけれども、これは場所を多分選ばずにできるという意味ではすごく画期的なのかなと思うんですけれども、反面、例えば溶岩ドームみたいなものを例に取った場合、崩落であったりとか、浸食であったりとか、そういったものの影響がノイズになってしまうことがないのかと、この2点について教えてください。

○発表者 ありがとうございます。まずは小型のSARのコンステレーションをどう考えるかということですが、もちろん非常に注目しております。ただ、ちょっと現状、小型のSARができて、地殻変動目的に使えるかということも、かなり技術的なチャレンジがあると聞いております。もちろん不可能ではないというか、実際にその小型のSARで干渉させるという技術開発も行われていると承知していますが、まだ確実な技術ではないと思います。もちろん非常に重要な技術ですので、小型SARでもどれだけできるかということについて、それはこの研究のスコープの外ですが、国土地理院としては非常に重大な関心を持っておりまして、それは常にウオッチしているということでもあります。

もう1点、レーザについて、例えば溶岩ドームの崩落等の影響を受けるかということでしたけれども、これは受けます。点が、要は物が変わってしまうというので、だから、その形状も含めて計測しているということになります。だから、それ自身が縮む効果と、あと実際の物としてなくなってしまうと、その両方を取れるということで、その形状の変化等も非常に重要な情報です。形状については一時期のスナップショットの観測から、点群として表現できるので、それも非常に重要な情報になると思います。

○委員2 ありがとうございます。

○委員長 いかがでしょうか。オンラインの先生方もいかがでしょうか。

○委員3 素人の質問で申し訳ありません。例えば火山活動ですと、雲仙・普賢岳のときに、その一連の活動収束まで5年ぐらいかかったかと思います。一方、能登半島の地震のときは数か月ですか。ですから、その運用はどのぐらいのタイムスケールをお考えでしょうかという質問です。

○発表者 なかなか火山の場合は期間が読めないのが、難しいところですがけれども、基本的にやっぱり機動的なので、例えばずっと何年も置くということはあまり想定をしていなくて、一、二年でやっぱり撤収するようなものかなとは今想定しています。でも、自然はなかなかこちらの都合どおりにいかないところもありますので、やはり例えば2年と言ったけれども、まだ続いているけれども、どうするみたいな話は出てくると思いますけれども、我々として、もう多点を長期間展開するというのもやっぱり難しいところもありますので、ちょっとそこは実際にそういう状況に置かれたときに判断することになろうかなと思いますけれども、基本的にはそこまで長くは想定していないということです。

○委員長 ありがとうございます。そのほかございますでしょうか。

よろしければ、それでは、ここで、委員の先生方のみでこの講評について議論をしたいと思えます。対面でご出席の先生方は隣の部屋へお移りいただいて、ウェブの先生方は、これからそちらの部屋のほうにつなが替えるという対応を取りますので、よろしく願いいたします。