

(1)「衛星データを用いた災害時の迅速な地形変化等把握に関する研究」

事前評価【審議】

○委員長 それでは、議事(1)特別研究課題「衛星データを用いた災害時の迅速な地形変化等把握に関する研究」につきまして、本研究の担当である地理情報解析研究室長から説明をお願いします。

○地理情報解析研究室長 本特別研究ですが、「衛星データを用いた災害時の迅速な地形変化等把握に関する研究」ということで、新しい民間の小型衛星を活用して国土地理院の災害対応にどう役立てていくかという視点で検討しているものです。

研究期間は、次年度、令和8年度から令和11年度の4年間を想定しています。

それでは、説明に入りたいと思います。

まず、背景～地理院の災害対応～ということで、これは特に能登半島地震の例というわけではありませんが、災害時の観測タイムラインの例です。災害発生後、実際には、航空機での被災地の観測は、夜間や雨天・曇天時にはできないので、晴天時に航空機の観測が入ります。大抵その前に、夜間時あるいは曇天時にALOS-2、SARの衛星を使って地殻変動等の検出等を行っているところです。

例えばALOS-2の観測で得られる結果としては地殻変動の情報があります。あるいは航空機で得られるものとして画像や判読・解析結果があり、オルソ画像から判読や解析を行って、判読図、あるいは3次元解析を行っています。そしてこれらをリリースするといったことが、現状、災害時に国土地理院が行っていることになります。

次に課題ということで、ALOS-2、あるいは新しく打ち上がった-4についてですけれども、夜間とか悪天候時の広域観測が可能ですが、迅速性と判読性に課題があります。

①迅速性については、こちらは先進レーダ衛星PALSAR-3基本観測シナリオの表ですが、ALOS-4の場合、あるいはALOS-2の場合でも、待ち時間は日本全国の平均で53時間、あるいは最大のところになると62時間であり、災害発生後観測を数日待つ可能性があります。

また、②判読性については、地震の前後のALOS-2の画像を示していますが、空間分解能が3mのSARの強度画像では詳細な判読がなかなか難しいというところがあります。そのため、災害発生後に確実にすぐ、より良好な判読性を持つ手段で観測できれば、効果的な被害状況把握が可能になると考えております。

次の課題②ですけれども、航空機による空中写真撮影の課題です。基本的に国土地理院の災害対応における航空機による空中写真の撮影については、「くにかぜ」によって被災地の撮影を行っているところです。また、被災範囲に応じて協定に基づく協定撮影も実施しています。ただ、被災の場所やタイミングによって、被災直後の天候良好時に十分な航空機の確保ができない可能性、あるいは離島にはなかなか撮影に向かえないといった場合があります。他の観測手段があれば、より迅速な被害状況の把握が可能と考えております。

次に課題③、実際に写真を撮影してから地形変化箇所を抽出するまでの時間の課題です。能登半島地震では、空中写真を撮影して、そのオルソ画像から目視判読により地形変化箇所を図化して、各種の判読図をリリースしました。ただ、この表のとおり、オルソ画像を公開してから、次の斜面崩壊や堆積分布のデータの公開までには数時間かかっており、この迅速化、省力化のための自動あるいは半自動処理の必要性があると思っております。

以上3つの課題がある中で、近年、小型衛星による地球観測が発展してきています。従来は単独の大型衛星で観測しており、これがALOSシリーズだったのですが、最近では、小型の衛星を複数台打ち上げて、コンステレーションを組んで観測をするといったようなことがトレンドになってきています。

これによって、①から④に挙げられているとおり、迅速な観測が可能になり、高空間解像度化が進展しています。また、周りの状況として小型衛星の市場が拡大しており、さらに、小型衛星の打ち上げ・運用基盤整備が進んでいるといったようなことが挙げられます。

右下の図は、国産のSARの小型衛星であるQPSとSynspectiveの稼働台数の今後の見通しを示しています。2024年度末にはそれぞれ4台、3台だったのですが、2028年度くらいまでいくと30台近く運用される見込みであり、これによって、日本の国内で同一箇所を1日に20回とか40回というような頻度で観測できる見通しです。

ここには光学衛星の資料は掲載しておりませんが、今、光学衛星についても、宇宙戦略基金を用いて3次元情報を取得できるコンステレーション型の光学衛星の打ち上げが開発されているところです。

次に、小型衛星の災害対応における利用可能性についてです。この表に、大型SAR衛星、小型SAR衛星、航空機撮影、小型光学衛星のそれぞれの観測諸元やスペックを並べています。

小型SAR衛星については、現時点では1日に何回も同じ場所を撮影できるということにはなっていませんが、この特別研究が終了する頃にはかなり高頻度に撮影できるようにな

るということなので、大型SAR衛星で観測する前に、小型SAR衛星でいろいろと観測ができるだろうと考えています。ただし、表では緑の枠で示しておりますが、小型衛星の観測面積については大型衛星よりは少ない。一方、空間分解能はALOSよりも非常に高いといったようなところがあります。

また、小型光学衛星については、航空機のリソースを確保できない場合に、必要に応じて実際に被災地の観測をするといったようなことを想定しているところです。なお、地上解像度は航空機撮影と同等、あるいは数十cm程度と、若干落ちるぐらいと想定しています。また、観測頻度についてはコンステレーション体制を組んでおり、数時間ごとくらいが想定されています。

小型のSAR衛星と光学衛星で従来の災害対応を補完することで、現状の災害対応よりも迅速な広域性あるいは判読性の確保が期待されます。

このような状況の下、地理地殻活動研究センターでは、現在先行研究を実施しているところです。この背景として、令和6年3月に、衛星リモートセンシングデータ利用タスクフォース大臣会合で、衛星データ利用に関する今後の取組方針が決定されているといったことがあります。これは、1) のとおり、特に技術力を持った国内スタートアップ等が提供する衛星データを関係府省で積極調達・利用する。また、2) として、衛星データ調達・利用に有効な衛星データ提供プラットフォーム・解析技術・技術指針の検討・策定など、国による先行的な技術研究開発の促進がうたわれているといったものです。

これを受けて、令和6年度の補正予算として、左に書いてある調査研究を現在実施中です。民間小型SAR衛星情報を活用した地形等変化把握に関する研究ということで、令和7年度末までの作業として、この左に書いてある項目「SAR衛星に対する関連ソフトウェア/Webサービスの調査」、「既存手法の調査及び地形変化抽出の試行作業」、「民間小型SAR衛星データの調達」について、基礎的調査研究の位置づけで実施しているところです。

令和8年度以降も引き続き後続研究を行って、災害対応を想定した迅速な地形変化把握の技術開発を完遂する必要があると考えております。

次に、研究開発の目的・課題解決方針です。目的については、この小型のSAR衛星、光学衛星データを用いて地理情報解析の高度化に関する研究開発を行い、全国一律的に迅速な広域性、判読性を確保した効果的な災害対応を実現するというものです。

研究開発事項としては、小型のSARあるいは光学衛星を用いた大規模災害発生後の迅速かつ詳細な地形変化箇所等の抽出のための手法の開発及び高度化を考えています。

基本的な研究方針ですが、この特別研究については、迅速性、いかに早く地形変化箇所等を把握できるかといったところを重視します。使用するメインの小型SAR衛星と小型光学衛星には、宇宙戦略基金に基づく官民連携衛星を使用しようと考えております。また、効率的な研究開発体制を確保するために、一部の研究は共同研究として実施をすることを想定しております。

次のページが研究開発の全体像ですが、小型SAR衛星と小型光学衛星で分けて書いています。小型SAR衛星のほうは、災害発生後の迅速な地形変化箇所の抽出手法を確立するという事で、小型SAR衛星で災害発生後に強度画像を観測し、これとほかのデータ、これがどのようなデータになるのかは検討が必要ですが、これをインプットし、画像処理手法を用いて、地形等変化箇所について速やかに抽出するといったようなことを想定しています。

また、小型光学衛星については、それによりオルソ画像やDSM/DEMといった3次元データを取得できるわけですが、その精密オルソ画像やDSM/DEMの3次元データを検証する、あるいは実際に地形解析にどれだけ適用できるのかを調査するということと、さらに、このオルソ画像と被災前の空中写真のオルソ画像のような異種画像間、あるいは異種のDSM間での自動抽出手法を開発するということを想定しています。SAR衛星も光学衛星も、どちらも数年後の状況を見越した先行的な技術開発を、今回この特別研究の中で集中的に実施することを想定しています。

次に、研究開発の全体スケジュールになります。小型SAR衛星のほうは、判読・計測検証、地形変化抽出手法の開発、処理ツールの開発を、それぞれ段階を踏んで行おうと考えております。小型SAR衛星のほうは既に先行的に研究を始めているところもあるので、令和10年度までに最後の処理ツールの開発を終わらせることを想定しています。

小型光学衛星については、各種のデータ、精密オルソ画像、DSM/DEMのデータ検証や、地形解析の適用可能性調査をそれなりに長く行い、自動変化抽出手法の開発は最初から最後まで通して行うことを想定しています。

なお、小型光学衛星については、後ほどでも説明しますが、官民連携の小型光学衛星のサービスインが令和12年頃に想定されており、そのための実験機がこの特別研究の期間の中頃に打ち上げられるということなので、この実験機を使った検証を、令和10年度、令和11年度に行うことを考えています。それまでの令和8年度、9年度についてはほかの民間衛星を使って、実際に検証するためのレファレンスの事前検証のようなことを行うことを想定しているところです。

いずれにしろ、小型SAR衛星と小型光学衛星の各種データに関連した基礎的な検証や迅速な地形変化箇所等の把握のための開発を実施することを想定しています。

次に、研究開発事項を少し詳細に説明します。小型SAR衛星のほうですが、まず高解像度SAR強度画像に対する判読性/計測精度の検証ということで、小型SAR衛星における数十cmから1m解像度程度の強度画像から、どのくらいの規模の地形変化がどの程度、判読/計測できるかを検証することを想定しております。

また、この検証結果に基づいて、では実際にどのような手法を用いて自動処理を行うかということで、この判読性に基づいて最も適した地形変化抽出に対する手法の調査、あるいは既存手法の改良を行うことを想定しています。現状、例えば2時期のSARの画像について、RGB合成等によって地表変化を抽出する、画像マッチングによって変化量を抽出する、既存のDEMを活用して何もなかった場合のシミュレーション画像と実際の被災後の画像を比較するといったようなことは考えられますが、いろいろと試してみても、まずはどのような手法が迅速に精度良く抽出できるかの調査・検討をしてみようと思っております。さらに、実際に地形変化抽出を効率的に行うべく、一番良さそうな手法について、できる限り自動的に処理できるようなツール開発を行うことを想定しています。

次に、小型光学衛星のほうの研究事項ですが、初めに①として、左の図の色がかかった部分に当たるところについてです。まず、1) 小型光学衛星から取得される3次元情報や精密オルソ画像に対する精度検証を実施します。これは、例えば位置精度、高さ精度や判読精度、これら基礎的なところについて検証を行うもので、被災前のデータとの比較・解析を行う上で、その抽出精度等の限界を把握する重要な検証事項だと考えております。なお、この1) については、一部の精度検証については共同研究を通して効率的に実施しようと考えております。

また、2) 地形解析適用性調査を実施ということで、小型光学衛星から生成される3次元データに対して、空中写真や航空レーザ測量に由来する3次元データとの比較検証を実施しようと考えております。衛星から取得できる3次元データは空中写真、航空レーザから取得できる3次元データとはどのような違いがあるのか、どのようなところに強くて、どのようなところが弱いのかといったものがあれば、そういうものをしっかり把握するといったことを想定しております。

次に②として、地形変化等抽出のための自動変化抽出手法の開発です。小型光学衛星から取得される3次元情報や精密オルソ画像と、既存の空中写真のオルソ画像、あるいは既

存DEM等の異種データ間に対する自動変化抽出手法を確立するということを考えております。

この自動変化抽出結果の精度が良ければ、そのまま災害対応の資料としてリリースすることも考えられますが、現時点では後続の判読作業のためのスクリーニングというところでの利用を想定しています。この自動変化抽出では、具体的には、被災前後のDSMやDEMの差分を取って高さの変化を取ること、また、画像同士の変化として見た目の変化ということで、被災後のオルソ画像、こちらは小型光学衛星を想定していますが、これと被災前のオルソ画像、こちらは空中写真を想定していますが、こういう異種画像間でエッジ抽出、あるいはウェーブレットに基づく手法、画像マッチング法、いろいろありますが、とにかく画質等が異なるもの同士で自動変化抽出を行うことを想定しているものになります。

次に、この特別研究が想定する災害の規模ですけれども、南海トラフ地震のような超広域災害については、コンステレーション型の小型SAR衛星で被災地域の全域を迅速に観測し切るのはなかなか難しいだろうと思っております。一番のターゲット、ベストのパフォーマンスが出せる災害としては、令和6年の能登半島地震と同等か一回り小さい災害というところだろうと想定しています。

なお、災害規模にかかわらず、例えばハザードマップですとか、現在特別研究を実施しているSGDAS、あるいは航空機よりは悪天候に強い防災ヘリ画像などの事前あるいは直後の情報を考慮して、どの程度の災害でどのように小型SAR衛星、小型光学衛星を活用するのがベストパフォーマンスを得られるのかということについて、研究の中で明らかにしていきたいと考えています。

次に、想定される成果と効果になります。まず、小型SAR衛星のデータを用いて、全国どこでも災害発生後数時間以内に、夜間や悪天候のときも迅速に地形変化箇所の把握が可能になると考えております。また、小型光学衛星データを用いて、全国どこでも天候良好時から数時間以内に变化箇所候補の把握が可能になるということと、さらに3次元DSMが取得できるので、流出土砂量の解析等が可能になるかと考えております。いずれにしろ、災害発生時の初期段階で、よりの確な初動対応方針の策定に寄与できると考えております。

下の図はそのイメージになります。災害が発生して、まずは小型SARで地形変化箇所を把握する。この地形変化箇所の把握が、その後の緊急撮影、あるいは災対会議のインプットの資料になる。また、SAR画像を基に、地形変化していそうな箇所に航空機がすぐ行けない場合は小型光学衛星で撮影を行い、各種の判読図作成、あるいは3次元解析をより迅速化

をすることを想定しています。

次に、想定されるアウトプットとアウトカムになります。まずアウトプットですが、科学的知見として、高解像度SAR強度画像に対する判読性・計測精度が分かるようになる。また、小型光学衛星については3次元データや精密オルソ画像に対する精度、また地形解析の適用可能性ということで、これらの技術的な限界を把握するところに寄与できるかなと思っています。

また、技術の確立としては、迅速な地形箇所抽出技術を確認する。また、画像処理の手法を駆使して異種画像間の自動変化抽出手法を確認する。

また、アウトカムとしては、災害発生地に依存せずに、全国一律的に迅速に地形変化箇所及び地形変化量を把握する。これによって全国どこでも迅速かつ的確に災害の初動対応を可能にすることを想定しています。

最後、実施体制・協力体制です。人員体制については、地理情報解析研究室は現状、私を含めて4名おりますが、この4名体制で研究を実施しようと思っています。

効率的な実施体制・協力体制については、ツールの開発、あるいは精度検証の作業で一部必要があれば外注を想定しています。また、小型光学衛星の精度検証については、共同研究を行うことで効率的に実施することを想定しております。また、小型SARや小型光学衛星に対する関連事項や変化抽出アルゴリズム検討等においては、今調査をしているところですが、その技術、あるいは知見を保有しているJAXAや防災科学技術研究所、京都大学等と情報交換等を検討しようと思っています。

資料1－2に関しては以上になります。

○委員長 ありがとうございました。

続きまして、事務局より事前評価表（案）につきまして説明をお願いいたします。

○技術政策企画官 かしこまりました。資料1－4の「事前評価表（案）」について説明いたします。

初めに、この資料1－4の位置づけについて説明させていただきます。この資料は「事前評価表（案）」となっていますけれども、この（案）が取れたものを本日の委員会での議論を経てまとめていきたいと思っていますので、御議論のほう、よろしく願いいたします。

なお、この資料1－4につきましては、国土地理院の内部で実施した評価委員会でもめたものを（案）という形にしているものになります。

また、資料１－４の最終ページに総合評価という欄がありますが、現時点においては空欄にしております。これにつきましては、本日の委員会でどれにするかを御審議いただきたいと思っております。

そして、本日の会議で委員の皆様からいただいた意見、それから委員長の講評を踏まえまして、必要に応じて事務局で評価表（案）を修正いたしまして、さらに総合評価欄に審議いただいたものを記入し、後日、委員の皆様へメールにて照会させていただき、御了承いただきましたら最終的に評価表の（案）が取れたものとして確定することとしたいと思っております。これが資料１－４の位置づけになります。

それでは、この内容についてこれから御説明を差し上げます。

評価表（案）の初めのページ、研究課題名から書いてありますけれども、１から６までが、今、地理情報解析研究室長のほうから説明した内容になります。そして７以降が、先生方の評価を記入するものでございます。先ほど申し上げましたとおり、内部評価委員会においてこの案を作ったという形になっていきますので、この案について今から御説明させていただきます。

―― 資料１－４ ７．～１０．を読み上げ ――

というような形で評価表（案）を作ってきた形になっていきますので、この後、先ほどの地理情報解析研究室長の説明とこの評価表（案）について御議論をいただきたいと思っております。

資料の説明は以上になります。

○委員長 ありがとうございました。

それでは、委員の皆様から研究内容や評価表（案）につきまして、御質問や御意見をよろしく願いいたします。

○委員１ 御説明どうもありがとうございました。非常に貴重な御研究で、ぜひとも進めたい。今後、様々な災害が増える、我が国だけでなく世界的な傾向を鑑みるに、ぜひ進めたい研究だと判断しております。

その上で幾つか質問させていただきたいことがございます。まず、スライドの６で、複数の小型衛星での観測ということで、この研究では、民間の小型衛星で得られたデータを対象とされるということですが、そもそも平常時から、その小型衛星等を有して観測して

いる企業等との連携や協定を結ぶことを想定されているのかというのが1点目。また、データの質や信頼性の問題は既にもう担保されているのでしょうか。

次に、スライド10で、SAR衛星も光学衛星も民間のものを考えているということですが、こうした小型の衛星、調べながら拝聴しておりましたが、技術開発がかなり急速に進んでいますよね。この研究をされる期間が4年間ですが、その期間内にも非常に進化しやすい、技術開発が進みやすい。こうした分野は、数か月前にはできなかったことが、もう今はできるようになっているような、非常に進化の速い分野だと思います。そうしたところに対応して柔軟に研究の計画を考えているのか、お聞かせいただきたいです。

さらにスライド15、想定する災害規模についてです。お話を伺っていると、地震を想定されていて、令和6年能登半島地震よりも一回り小さい災害が大体想定されているということですが、次の段階に、例えばマルチハザード、複合災害や、地震以外の災害のときの利用を検討しているのか。今、現段階では、これから令和6年能登半島地震よりも一回り小さい災害が対象となって研究を始められるのかなと理解していますが、次の段階で、ほかの災害ですとか複合災害になったとき、複合災害といってもいろんな形態があるかと思いますが、そういったものもお考えなのかというのをお聞かせいただけたらと思います。

最後4点目として、スライド16で少し出ていたり、冒頭で委員長がお話くださったように、この研究で得られた成果がどこにどういうふうな情報提供されたり、どこでどのように活用されるのかについても、この研究の中で考えるべきことではないですが、頭の隅に置いて意識されたほうがよろしいのかなと。災害時の迅速な地形変化等の把握ということなので、災害のときの様々な会議とか情報共有の場で利用されると思うのですが、どういう場で、ここから得られた成果がどのように活用されるのかとか、そういったことも少し意識しながら研究を進めていただけたらと思います。最後は私からの要望とさせていただきます。以上です。

○地理情報解析研究室長 幾つかの質問と貴重な御意見、コメントありがとうございます。た。

まずは1つ目ですが、小型光学衛星については、一部共同研究として精度検証等を実施することを想定しています。共同研究の公募をすることになると思いますので準備を進めます。

なお、SARの衛星については、実際に令和6年度の補正予算を使ってこの研究の作業を開始したのが先々週くらいの話なので、まずこの作業を通して、いろいろなところに話をし

たり、何か調整をしたりといったことをやっていけば良いと考えています。それがまず協定についてです。

あと、データ品質ですね。SARのほうについては、実際に補正予算の中でSARの実際の強度画像のデータ調達を行うということなので、これから、小型SAR衛星のデータをいろいろと見ることになると思うので、その中で確認できればと思っております。

光学については、先ほど説明した共同研究を通して、実際に民間の精密オルソ画像、あるいはDSM/DEMをこれからこの特研の中で見ていくことで想定しているところです。

次に、フレキシブルな技術開発については、小型SARの話になりますけれども、この運用事業者のほうでもいろいろチューニングをしているという話を私も聞いていて、実際に得られる画質が今後恐らく少し変わっていく、より良くなっていく可能性はあると思っております。一応今年度実施している補正予算の事業の中で結構たくさんデータを調達するのですが、次年度以降の特別研究の期間の中でも毎年ある程度のデータを購入していき、想定以上に抽出できそうだなということであれば、当然そのデータ品質によって取る手法は変わってくると思うので、そういったことに注意しながら研究を進めようと考えています。

光学については、まだ実際、手元にデータがないものですから、まずは特別研究の期間の1年目、あるいは官民連携の実験機のデータを得られるのが恐らく3年目以降になると思うので、このタイミングでその後の変化抽出手法の決定を行う必要があるので、いろいろ検討しようかなと思っております。

次にマルチハザードについてです。現時点では、マルチハザードという観点での想定はなかったのですが、今までの国土地理院が行った災害対応として、主に地震ですとか、あるいは浸水とか火山というところがあったと思うので、まずはその対応をするのかなと思います。この特別研究の4年間の間では、恐らく何らか、いろいろ災害が発生するかなと思うので、そこを貴重なケースとして、実際にマルチハザードみたいなのが事例として出てくれば、そういったところも含めて、検討できるものは検討していきたいと考えているところです。

○委員1 どうもありがとうございました。マルチハザードとか複合災害は、応用編にもなるのかなと思うところがあるので、まずは地震ということでお考えになられていて、それから単体での災害と、次の段階でマルチハザードもお考えになっていただけたらと思います。

その理由は、最近災害が起きていて、能登半島地震も、少し時期は過ぎましたが豪雨災

害も一緒に起きていて、その前の地震のおかげで豪雨災害の被害が更に大きくなったところと、豪雨災害だけの被害が生じたところとか、どうもいろいろあるという研究成果を伺ったことがございまして、そういったところから、マルチハザードになると非常に複雑になってしまうので、そのあたりはどういうふうにお考えなのかなと思っておりまして、応用編みたいなどころにはなるかと思いますが、ぜひ進めていただけたらと思います。お願いいたします。

○委員長 そのほかございますでしょうか。

○委員2 御説明ありがとうございます。災害の際の観測のプラットフォームが増えるということで、非常に意義のある研究であると思います。

今回は小型衛星コンステレーションを使うということで、特にSAR衛星に着目されているわけですが、SAR衛星の強度画像というのがよく分からないので、それで何が分かるのかということを教えていただきたい。今回、先ほども話が出ましたが、地震による地形変化といったことが1つ対象になっているわけですが、強度画像で、例えば浸水みたいなどころを把握することができないのかを教えていただきたい。また、今もお話が出たところですが、これは表現上のあやかもしれませんが、ターゲットとして能登半島地震よりも一回り小さい災害、主に地震災害だと思うのですが、となると、あまりにも研究としてピンポイント過ぎるのではないかと。

例えばですが、何となく個人的には、これは地形変化の中でも火山災害が一番有効なのではと思っていて、例えば火口付近の地形、今、新燃岳が噴火していますが、そういったところでも検証してみたい。規模、あるいは地震ということでややピンポイント過ぎるような気がするのですが、もう少し汎用性のあるような表現に変えたほうがいいのではということです。

○地理情報解析研究室長 SARの強度画像は、衛星から発した電波がどれだけ返ってくるか、返ってくる電波の強さを画像化したものになります。浸水という観点でいくと、水に浸かっているところは水で散乱して電波の返りが弱いんです。これは実際に空間解像度が数十cmから1mぐらいのSAR画像で何が見えるか、どこまで見えるかということと関わってくるのですが、少なくとも水に浸かった場所は電波の返りが弱いから暗く写るということは理論的に今まで知られていますので、あとは実際に浸水が起きたときに、この小型SAR衛星で観測した場合にどれだけ暗く写るのかをまずは確認することが第一歩かなと思っています。

次に火山についてですけれども、スライドの中には明示的に火山については言及していませんが、例えば噴煙が上る中で観測をしたときに中の火口の様子が見える可能性はあるかとは思っております。またSARもですが、小型光学衛星についても、もし本当に火山が噴火した場合は、基本的には上空、航空機は観測できないところがありますので、航空機が観測できない状況になった場合に、例えば光学衛星を使って上から、斜めから観測することで、例えばその火口の中の地形変化が3次元情報として取れる可能性があるかとは思っています。今回、この特別研究の4年間の中で実際にそういうタイミングが来た場合は、そういったところも踏まえてSARと光学、どちらも火山というところもターゲットの一つにはなり得るかと思っております。

○委員2 ありがとうございます。非常に期待しています。特に水害では浸水のピーク時が大体天候が悪いので把握できないということが多いと思います。火山も同様で、噴煙が激しいときはなかなか観測できないと思いますので、そこにうまく使えることができればなと期待しております。

○委員長 ただいまの2番目の質問に関しまして、補足的にコメントさせていただきたい。小型衛星のデータ範囲は数十km²ということですから、大体5～7km四方と考えればよく、だから少し小さい範囲という言葉が出てくると思いますが、例えば能登半島地震のような場合において、SGDASでこの辺の被害予測が出た場合、これを活用するときの流れのようなものも明示していただけると理解もしやすいし、狭い範囲しかやなくて、それはつまらない研究ということにはならないかなという気はします。事前説明のときにも火山では極めて有効と指摘させていただきました。

一方、現状ではその数十km²の範囲の例示の図が能登半島地震なものですから、どうしてもそれに目が行き、また南海トラフ地震の図も出ているので、それには使えないではないかというふうになってしまいそうなので、研究そのものではないのですが、活用するときのフローも示していただけると良いと思います。SGDASで被害予測が出た辺りを航空機で撮影しておりますが、衛星についてもそういったフローの中で、狭い範囲だけでもどういうふうに使っていくのかなど、そのあたりの説明もうまくしていただけるといいかなと思います。

○委員3 資料のスライド2と7に関係することですけれども、雨天とか曇天とか夜間といった状況においてもしっかりと画像データが得られるというメリットは分かったのですが、もし天候が良くて航空機、ヘリがあればもう出番はないのでしょうか。つまり、航空

機やドローンに勝る点がどこにあるのかというのが伺いたかった点です。これまでの災害で、雨天とか曇天とか強風で必要とする画像が入手できなかった確率はどのくらいあったのか。それが恐らく解決すべき課題の根拠になってくるのではないかなと思うのです。過去の震災で、こういった状況が相次いで必要な情報が入手できなかったからこそ、このくらい確率が高いのでこの研究をすることは非常に有益であるみたいな、何かそんな根拠となる情報があつたら欲しいなと思いました。

あと、7ページでもそうですが、ドローンが比較対象に入っていないのが私の立場的には非常に気になっておりまして、今ドローンは大学も、それから民間企業も、消防も、災害時の被害状況確認ということでいち早く利活用をしている中で、7ページでいうと大型SARとか小型SARとかでいろいろメリットが書かれていますが、ドローンがもしここに入つたとしたら、どのようにここの比較が変わってくるのか。

特にドローンは低空飛行で、もちろん範囲は狭いですが詳細な情報を取得できます。もししたら初動で最も地域が欲しい情報というのは、狭い範囲だけれども詳しい情報で、そういった情報が欲しい場合にはドローンでもできるかもしれません。つまりお聞きしたいことは、この研究期間の間にドローンもまたどんどん進化していくと思います。悪天候であったとしても飛べるようなドローンも出てくるかもしれない。そんなときに、ここの研究がどれほど災害時に求められる情報を迅速に出していくことができるのか。その部分についても恐らく入れておいたほうが、背景という中で非常に現実味を増していくのではないかなと思いました。以上です。

○地理情報解析研究室長 ありがとうございます。まず一つ目の御指摘、御質問の、実際にリソースが足りなくなることがあったかどうかということですが、SARについて言うと、全ての過去の災害を調べたわけではありませんが、能登半島地震のときには非常にうまくいったというか、幸運だったというか、午後4時に地震が発生して、ALOS-2が最初に観測したのは当日の午後11時で、このときは待ち時間はそれほどありませんでした。一方で、これくらいのクラスの災害のときに待ち時間が最大どれくらいであったかというのは、すぐにはお答えできないのですが、最大60時間かかるところ、能登半島地震のときは、たまたま6～7時間ぐらいで観測できたということになります。ほかの事例でこういったタイミングで観測できたかということについては、少し調査しようと思います。

また、次の御指摘、ドローンについてです。災害によってドローンの投入タイミングがどうなるかというのはあるかと思いますが、1つドローンで考慮しないといけないところ

として、実際に災害が起こったとき、地区によっては撮影の調整が必要になる場合もあり得ると思っています。一方、衛星については、衛星の運用事業者とどこを撮るかという調整をするだけなので、ドローンと今回の小型衛星が同じ土台に乗るかという、なかなか難しいかなと思います。

ただ一方で、ドローンでも、ある程度本当のピンポイントじゃなくて数で押すという戦略は確かにあり得ると思います。それと比較して衛星のほうがどれだけ利点があるか、あるいはこういった場合に衛星の観測のほうが有利な状況になるのかというのは、実際の今あるドローンなども調べた上で、少し検討しようかと思います。

○委員4 非常に興味深い研究計画で、個人的な興味とも非常に合致していて、これからどうなるか非常に楽しみにしています。その上で、技術的な質問になりますが、SARの場合、強度画像を使うとのことでした。干渉画像の場合は画像をそろえるのが何日もかかってしまうということで、強度画像を使うということですが、とはいっても、災害前後の画像の入射角があまりにも違うと、違う画像が出てきて比較が無理だと思います。3ページに平均待ち時間53時間とありましたが、今回、その2つの画像の入射角がどれくらい似通っていれば、こういう被害評価に使えるような画像のセットがそろえるのかということが質問です。

もう一つコメントがあります。こういう研究計画の性質上、恐らく一番有効に使われるのは浸水ではないかという話がありましたが、浸水の場合はどこから見ても強度が下がりますし、しかも最近は豪雨災害が多くて、年に1回ぐらいはどこでも起きているので、その開発された手法をテストするのに非常に有効なのではないかと思います。そのため、豪雨災害をきちんと把握できるかを一つの試金石にすれば良いのではないかと思いますというのがコメントです。以上です。

○地理情報解析研究室長 貴重な御意見ありがとうございます。まず入射角についてですが、1時期目と2時期目でどれだけずれているというような観点でしょうか。

○委員4 はい、そうです。例えば1時期目がアセンディングで、2時期目がディセンディングだと全然違う画像が出てくると思います。それだと被害があっても多分分からないと思うので、そういう観点から、例えばアセンディングとアセンディング、ディセンディングとディセンディングで比べるときに、いろいろビームのモードがあると思いますけれども、どれぐらいのビームのモードの違いだと許容できるのかという質問です。

○地理情報解析研究室長 現状、その明確な数字というものがあるわけではないです。と

いうのも、この民間小型SAR衛星については、ALOSとは違ってアーカイブのデータが今まだないという状況があります。スライド12ページでも、必ずしも2時期の画像が必要にならないように既存のDEMを活用したシミュレーション画像比較といったものも挙げています。

当然、被災後は、民間小型衛星で撮るということを想定していますが、実際に1時期画像でどこまでできるか、あるいは被災前の画像として例えばALOSを使うとか、ただバンドが違うので、実際に仮に入射角がほぼ同じだったとしても、どう見え方が違ってくるのか。こういうところを特別研究の中でいろいろ調査をして、この民間小型SAR衛星を利用できる限界がどこにあるのかということも含めて、この研究の中で調べていきたいと考えているところです。

○委員4 ありがとうございます。ほとんど興味本位ですけども、平均待ち時間53時間というのが3ページにありましたが、それはどのように計算した結果、53時間ということになったのでしょうか。

○地理情報解析研究室長 ALOSのほうの周回軌道と、あとはどこを向くか、どこを観測するかということを含めて、この軌道と首振りの間隔的に、次のところを観測するのに53時間かかる場所があるということです。

○委員4 なるほど、ありがとうございます。つまり入射角はあまりこだわらずに、とにかく次、次とターゲットを観測するまでに平均53時間だと、そういうことですか。入射角が同じだった場合、2週間とかかかってしまうので。

○宇宙測地研究室長 若干補足させていただきますと、これはJAXAの衛星の運用のシミュレーションから出しているものです。基本的には、干渉SARのような同じ角度を次にどれだけの時間がかかって撮れるかというシミュレーションです。その中でこれが前提になっているのは、いろいろな角度でもう既に撮ってあるということですね。ベースマップがいろいろな角度で撮ってあって、その中から最適なものをどれだけ最速で撮れるかというのを計算するとこういった時間になると。

○委員4 つまりリクエストに応じて首は振れると。

○宇宙測地研究室長 はい、そうです。

○委員4 なるほど、ありがとうございます。

○委員長 そのほかいかがでしょうか。

○委員5 ここには予算は書かれていませんが、予算についての情報はないのでしょうか。

○地理情報解析研究室長 この特別研究を行う上での予算の話でしょうか。

○委員 5 この4年間の予算ですが、何も数値はないのでしょうか。概算も予定も見込みも。それから、いつ決まるかとか。

○企画部長 すみません、まだ要求前なので、詳細にお教えすることはできません。

○委員 5 研究期間についてですが、その妥当性および期間短縮の可能性についてはいかがでしょうか。

それからもう一つ、資料1－3に2030年度という数字があります。研究のスタートが来年2026年だとすると、4年後が2030年になります。それが2030年度の理由になるのでしょうか。

○地理情報解析研究室長 コメントありがとうございます。研究期間を令和8年度から令和11年度の4年間とした1つの根拠は、小型SAR衛星のほうについては、令和6年度の補正予算を使って先行的に研究しているので、恐らくおおむね3年間あれば目標は達成できるかなというところ。

光学衛星のほうについては4年間必要と考えています。官民連携の実験機データを我々が使えそうになるのが恐らく令和10年度からなので、前半の2年間でまずはほかの衛星で官民連携の小型衛星のレファレンスデータを検証する。そして後半の2年間で官民連携の実験機の各種データを使って、実際のサービスイン前にある程度精度検証を行ったり、変化抽出手法を開発したりすることを想定しています。このようにして、4年間通して、実際に官民連携の衛星、あるいはほかの衛星を含めてこういう精度検証の結果が得られました、こういう自動変化抽出手法を開発しましたということをやりたいということで、この4年間を設定しているところです。タイミングの問題がなければ、確かに3年とかはあるかもしれませんが、我々ではコントロールできないタイミングということで、今回、令和8年度から令和11年度の4年間を設定しています。

また、宇宙戦略基金による小型光学衛星の開発期間というのが正にこことリンクしていて令和8年度から令和11年度くらいということで、それとも整合してこの研究を行うということで、4年間と設定した次第です。

○委員 5 ありがとうございます。克服すべき技術的課題として、一番難しいところはどんなところでしょうか。

○地理情報解析研究室長 これはSARも小型光学衛星もどちらもなんですけれども、いろいろ試行錯誤が必要なこととしては、まず、そもそもALOSなどと違って解像度も違う、実

際にSARの強度画像のサンプル画像をいろいろ見ると、割と画像の品質がまちまちというのが現状と思っています。ここについては、この4年間の中で彼らもいろいろ改良するかと思っていますし、我々のほうもそれに合わせて、いろいろ試行錯誤が出てくるかなと思っています。恐らくSARのほうは、その試行錯誤で合わせて大体2年ぐらいかなと想定しているところです。

光学衛星のほうで一番時間がかかると思っているのは、航空写真との異種画像間での自動変化抽出のところ。これについては、例えば衛星と衛星では、どちらもある程度画質が定まっていると思っているのですが、今回のように衛星と空中写真になると、空中写真のほうが多分かなり画質にばらつきがあります。最近の空中写真との自動変化抽出ということであればそれほど時間はかからないとは思っていますが、国土地理院はかなり昔の空中写真も保有していますが、最新の全国をカバーする写真が結構昔の写真であることもあり、災害対応として全国をカバーする必要があるので、その古い空中写真を使おうとするときに、ここは結構時間がかかる、1年とか1年以上かかるのではというのがあって、光学のほうは、4年間フルに使って様々な航空写真、あるいは、それこそほかのより良い画像があるのであればドローンとかもそうですし、あるいは直近の衛星の光学画像もあるだろうしということで、とにかくいろいろな画像を1時期目としては想定しているので、今回長めに時間をとり、綿密に研究したいということを意図しています。

○委員5 ありがとうございました。

○委員長 それでは、オンラインで入られている委員の先生方、いかがでしょうか。

○委員6 今伺った範囲では、まず予算についてはまだよく分からないということですね。それで、期間は4年間を想定されているということですね。それと、いろいろな衛星の画像を用いて変化の抽出の研究を行うということかと思います。何か大規模な災害が起こって、その前後の画像を比較するのが最終的な目標だと思うのですが、この4年間で大きな変化のあるような災害の有無にかかわらず、基礎的な技術的な検討はできるのでしょうか。

○地理情報解析研究室長 御質問ありがとうございます。最終目標は地形などの変化抽出にはなるのですが、実際に変化を抽出する前の段階として、例えばスライド13ページにも記載しましたが、そもそも衛星で得られる精密オルソ画像やDSMについて、位置精度や高さ精度、人間の目でもどれぐらい見えるのかという判読精度、こういった基礎的な精度検証を踏まえた上で自動変化抽出の最終的なパフォーマンスにつながってくると思うので、災

害の画像だけをこの研究の中で扱うというわけではなく、平時の画像を使って、こういう基礎的なところも数字としてきちんと押さえた上で、最終的な変化の抽出につなげていきたいと思っております。

○委員6 ありがとうございます。そうしますと、平時の画像で検討する場合、大きな変化がない時期において異なる衛星のデータを比較検討し精度の検討ができるということでしょうか。要するに、大きな崩壊地とかはないけれども、平時の画像を比較するということですか。

○地理情報解析研究室長 平時の画像を使うのは、基本的には基礎的な検証のところなのですが、平時の画像でも、例えば光学衛星としては今年7月に撮ったものだけでも、変化前の画像についてはある程度時間を遡った画像を使うこともできますので、例えば5年とか10年とか間が空いたときに、その間に出てくる変化、大きさがこのぐらいのものが抽出できそうとか、あるいは、例えば住宅開発や土地改良で地形変化をしているところでもこれぐらい分かりそうといったことが、ある程度、平時の画像を使う検証の中でも明らかにできるかなとは思っております。ただ、もちろん最終目標は、実際に災害が起きた画像と災害の前の画像でというところにはなるかとは思いますが。

○委員6 これで結構です。ありがとうございます。

○委員長 時間も大分超過しているようですので、これから委員の皆様からの御意見を聞きつつ議論をしたいと思っております。それでは、講評について検討させていただきますので、委員の皆様はお隣の部屋に集まっていただきたいと思います。オンラインで出席の委員の先生は、そのままつないだままでお願いします。