

(1) 令和5年度新規特別研究課題 事前評価

「過去の地形データの作成手法とその活用に関する研究」

○委員長 それでは、議事に移りたいと思います。議事(1)の新規特別研究課題「過去の地形データの作成手法とその活用に関する研究」について、国土地理院から御説明をお願いいたします。

○発表者 それでは、「過去の地形データの作成手法とその活用に関する研究」に関する課題提案をさせていただきます。よろしくお願いたします。

研究期間は令和5年度からの3年間を計画しています。

まず、背景と必要性から説明いたします。近年、自然災害が頻発化、激甚化してきておりまして、我が国の国民生活における災害リスクというのは年々増大してきているところです。そのような災害が発生しやすい場所というのは人工的に改変されたところ、いわゆる人工改変地に集中していることから、その災害リスクを評価する上では人工改変地の場所や規模を把握するということが重要です。

国土地理院では、災害リスクの把握に使われる地形分類データの作成を実施しておりまして、その種別の中には人工改変地も含まれているのですが、人工改変地というのは機械的な抽出が現状困難であるため、主に実体視で抽出されておりまして、技術者の判読能力によって個人差が生じやすいという現状にあります。また、国土交通省でも宅地につきましては大規模盛土造成地マップを公表しまして、地方公共団体による調査の促進を図っているところですが、対象が大規模宅地に限定されておりまして、全ての人工改変地がこのマップに表示されているというわけではございません。そのような中で、災害リスクを適切に評価するには、人工改変地の詳細かつ網羅的な把握が不可欠であると私たちは考えます。

人工改変地の抽出には、改変前後の地形データを電算的に比較するということが効率的で漏れが少ない方法ですが、改変前の地形データとしては1990年から2000年頃の地形を反映しております10mメッシュ標高、以後DEM10Bと呼ばせていただきますが、これが現状最も古いものであります。これを利用して最近実施されました盛土総点検、これは熱海の土砂災害を契機に実施された緊急点検ですが、この盛土総点検などでは1990年代以降の盛

土地というのは網羅的な把握が実現していると思われるのですが、一方で、国土交通省の調査によりますと、近年の大地震で滑動崩落が発生した箇所の7割以上、東北地方太平洋沖地震に至っては、実に87%もの箇所が土地開発が盛んであった1960から1980年代に行われた造成地であるということが分かっていますが、それを効率的に把握する手段は事実上存在しないというのが現状であります。

また、このDEM10Bというのは2万5000分の1地形図の等高線から内挿で作成されたものでありまして、地形を直接計測したデータではないので、標高の精度とか地形表現力が低く、人工改変地の抽出精度には限界がありました。私たちは人工改変地の災害リスクを把握するために、現状持っている1990年代よりももっとさらに古い年代の高精度な地形データが必要であると考えました。

古い年代の地形データを精度よく作成する手法につきましては、ここ数年、私どもの一般研究で知見を蓄積してきたのですが、SfM-MVSという技術を用いることで、過去に撮影された空中写真からその当時の地形データを作成することができるということが分かっています。例えば、このページ（スライド4）の右上の図ですが、こちらはSfM-MVSで試作した1960年代の地形データと、それから最新の地形データとの差分を表した図ですけれども、この中央付近に標高の変化を示す赤色とか青色が濃く表示されていまして、この右下の図のほうが、先ほどのDEM10Bと最新のDEMとの比較で得られた地形の変化量ですが、こちらと比較しますと捉えられていない切土、盛土、すなわち人工改変が捉えられているということが分かります。つまり、より古い年代の地形データがあれば、現状把握できているよりも前の大きな地形の変化を的確に捉えることができるということです。

我々が使うことができる測量成果で最も古いものとしては、国土地理院として最初にほぼ全国を撮影した1960年代の空中写真がありますので、その当時の地形データを作成する手法を確立しよう。そうすれば、人工改変地は今よりももっと網羅的に捉えられるようになるのではないかとというのが本研究を立ち上げるモチベーションであります。

ここで、本研究で使用しますSfM-MVSという技術について簡単に説明いたします。

SfM-MVSというのは、Structure from Motion及びMulti View Stereoの頭文字を取ったものでございまして、コンピューターグラフィックスのモデルをつくる方法として発展してきた技術です。この場合同じもの、空中写真の場合は同じ場所を、カメラを飛行機などに搭載して移動させながら写真を撮影しますと、何枚かの写真に同じ場所が続けて写ります。まず、このSfMの部分では、その複数の写真に写った同じ場所だと特定できる場所を探

しまして、それを特徴点として抽出をして、複数の特徴点の位置が写真によって違う位置関係で写るわけですが、その位置関係の違いから撮影時のカメラの位置と姿勢、ここで姿勢というのはカメラのレンズの向きのことなのですが、それを求めることができるという技術です。そして、後段のMVSの部分で、このSfMで求めたカメラの位置と姿勢を基にして、写真のピクセルの3次元空間内の位置、いわゆる点群データというものになるのですが、これを計算することで3次元点群が生成可能というものになっております。この技術をうまく使うことができれば、空中写真のピクセルの大きさと同じ、例えば地上20cm四方ですとか40cm四方とかいう面積ごとに1点といったレベルの密な点群を、理論上ですが生成することができます。こういった密度になりますと、現代の航空レーザー測量で得られる点群データに匹敵するレベルになってまいります。

ただし、これまでの一般研究の結果から、このSfM-MVSという技術を使ってうまく地形データを作成するには、解決が必要な幾つかの課題が確認されています。すなわち、これが本研究で解決に挑む課題ということになるわけです。

まず、この手法によって作成される地形データの定量的な精度が明確になっていないという点。次に、SfMで用いるパラメータ次第で生成される地形データの精度は大きく左右されるのですが、使用する写真に合わせてその最適なパラメータを探さなければならないという点。さらに、その地形データを作成する際に用いるフィルタリング手法がまだ確立されていないという点があります。

フィルタリングといいますのは、点群データに含まれる不要なデータを除去する方法と言い換えることもできますが、このページ（スライド6）の右上の図が、ある部分の地形の断面を比較して見た図になっています。こちらの黒い線が今一番下にあると思いますが、これが我々がDEM5Aと呼んでおります航空レーザー測量による5mメッシュDEMによる地形の断面でありまして、これが現状では最も実際の地形に近い線を表していると思われれます。この赤色の線がプラスマイナス5m程度の精度がある等高線から作成されたDEM10Bによる地形の断面、青色が本研究で想定しているSfM-MVSで得られたフィルタリング前の地形です。DEM10Bの線では全体にちょっとバイアスがかかったようにはなっていますが、細かい地形の凹凸は表せていないことが分かります。ただ、ここで見ていただきたいのは青い線のほうです。青い線の凸凹がありますが、この凸凹の下側のラインは大抵黒い線と一致していますので、この部分は本来の地形を拾っているデータであると思われれますが、その他の部分については、例えば上の断面に地表の被覆が表示されています

が、例えばビニールハウスであったり畑の作物の表面であったり樹木を拾ってしまったりしております。地形を拾っている点とそうでない点とをきちんと見分けて地形でない点を除去するというのがフィルタリングでありまして、その確立が必要だということになります。

そして、4つ目としては、研究的によくやるのですが、あるモデル地区を使ってそこだけでうまくいきましたということではなくて、全国という規模にあまねくそれらを適用するための作成手法として確立するという、技術開発に当たる部分も実施しなければなりません。

これらの4つの課題を解決して初めて過去の空中写真から一定の精度を満たした地形データが作成できるようになると考えられまして、これによってできるだけ古い時代の地形データを作成、公表することができれば、これまで過去の地形データがないために進まなかった様々な分野の調査研究を進捗させる契機となって、社会的、科学的な波及効果は非常に大きくなるのではないかと思います。

そこで、本研究では1960年代から1980年代の人工改変地の効率的な把握を可能とするために、過去の空中写真を用いた地形データの作成方法を確立して、1960年代の地形データを実際に基礎データとして作成するということを目的とし、その作成方法を実装した過去の地形データ作成プログラムを構築するとともに、その手順書、マニュアルのようなものになりますが、これと活用事例集を作成したいと考えます。そして、1960年代を対象として、実際に人工改変が多いと想定される全国の都市地域のうち本手法が適用できる地域、全ての写真を確認しているわけではないのですが、全国の都市地域のうち80%程度の地区については作成が可能だと推定しているところですが、この地域について実際に地形データを作成して、基礎データとして公表するということを目指します。それによって、これまで把握できていない人工改変地を把握可能とし、防災、減災のためのリスク把握につなげることを狙います。

具体的な研究内容として想定しているのは、こちらのスライド8の3項目です。以降、各項目の詳細な内容につきまして御説明いたします。

まず、①の前段の研究としまして、SfM-MVSを用いて過去の空中写真から効率的に地形データを作成する手法の検討を行います。まずは、写真に写っている地物、例えば交差点が経緯度何度何分の位置で標高何mですよということを示す地上基準点、GCPを大量に設置する必要があります。簡単に言えば、写真の位置合わせのためのデータが必要というこ

とです。本研究における研究要素の一つが、現在とは様相が大きく異なるおよそ60年前の写真になりますので、それに対してこのGCPを効率的に配置することが可能になるかどうかという点になります。これには以前に実施していた特別研究の成果を用いながら検討する予定です。

そして、この段階で得られるのは数値表層モデル、DSMといたしまして、例えば森林であれば樹木の上、建物であれば建物の屋根や屋上の高さを示した3次元点群になりますので、我々が欲しい地形、すなわち地べたの高さに補正してあげないといけません。この研究の最終目的としては数値標高モデル、DEMという地形データを作成したいと思っておりますので、そのため、先ほどスライド6のところでも少し説明いたしました新たなフィルタリング処理手法を検討するというのが次の研究要素となります。

SfM-MVSの点群というのは航空レーザー測量で取得された点群データと似た性質を持つのではないかと我々は考えておまして、まずは航空レーザー測量用のフィルタリング処理ですとか画像解析用のフィルタリング処理を適用してみるというアプローチで研究を進めたいと考えております。そして、外注によって従来法を使って作成する地形データと比較することで、本研究の手法の有効性を検証してまいります。

地形データ作成手法が確立できましたら、次に①の後段の研究といたしまして、作成した過去の地形データと現在の地形データを比較することで人工改変地の地形変化量や変化域を抽出し、それがどの程度正しく抽出されているかということを検証いたします。この検証データにつきましても、先ほどの①の従来法で作成する地形データと同時に外注によって作成いたしまして、精度とともに、恐らくSfMという技術によって作成する地形データの限界というものも捉えられるだろうと考えております。この限界というのが見えてきましたら、この手法によって人工改変地を抽出する場合の留意事項が整理できます。

私たちがこの研究で確立しようとする手法というのは、現在の手法と比べましてかなり効率的になるだろうと見ています。そこで、②の研究としまして、人工改変地が集中していると思われる都市地域内で私どもの手法が適用可能な地域の原則全てを対象として、実際に1960年代の5 mメッシュの地形データを作成しようと考えております。

最後に③の研究テーマですが、1960年代の空中写真というのは、空中写真撮影としてかなり初期に行われたものでして、試行錯誤していたのか、ちょっと当時の状況は分かりませんが、多種多様なカメラが使われておまして、かつ、ほぼ全てが白黒の写真となっています。1970年代になってきますとカラーで全国が撮影されており、1980年代以降ではフ

フィルム式の航空カメラの性能が随分安定してきまして、フィルム式カメラの決定版というようなカメラで多くが撮影されるという時代になってくるのですが、そのような特に機材面の変化が生じてまいります。

そこで、それらの諸元が異なる空中写真に対して本研究の手法が適用できるということの確認の意味も含めまして、こちらの場合はサンプル地区を設定し、そのため②の研究ほど、面積としてはそれほど広くはないですけれども、1960年代以外の年代の地形データの作成に本手法を適用する場合の課題の洗い出しというものを行います。そして、各年代の地形データが出来上がってきますので、それをまとめた時系列地形データというものを試作することで、本研究のもくろみであります災害リスク把握ですとか人工改変地の改変時期の推定といったアウトカムの実現の部分にどれだけ有効かということを事例として調査検討し、活用事例集やマニュアルという形で取りまとめたいと考えております。

実施体制ですが、当室の2名の研究官で研究に当たる予定としておりまして、検証用の従来法によるデータとプログラムの構築については外注することで効率的に研究を実施したいと考えております。また、本研究の成果の活用が見込まれる院内の事業部と研究内容について調整しておりまして、要求精度等のニーズを把握しながら研究を遂行していく予定です。

また、産総研の地質グループのほうでも時系列地形データを作成することで防災、減災につなげようという研究を実施するということですので、こちらと共同研究を実施することも視野に現在調整を行っているところです。

本研究で想定される成果としましては、空中写真を用いた過去の地形データの作成方法の確立、それから地形データ作成プログラムと手順書や活用事例、そして社会的に恐らく非常に重要なデータとなるであろう基礎データとしまして、全国の主要地域における1960年代の地形データ、DEMですとか、DSMのほうが便利だという方もいらっしゃいますので、これについても公表を目指したいと考えております。それらは地形分類データ作成時の人工改変地の判読箇所を絞り込むためのスクリーニングですとか、活断層図作成のための判読資料としての活用、それから人工改変箇所の改変時期の把握とそれらに基づく災害リスク評価、さらに景観復原などによる防災教育への活用といったものも見込まれます。

最後に、事前評価の内容につきましては、詳細は資料2の事前評価表のほうに記載しておりますので、これまで説明をしていない部分の概略だけ簡単に説明をさせていただきます。

研究開発の方法につきましては、GCPの取得が主要な研究要素の一つになると申し上げましたが、以前に実施していた特別研究では、1世代新しいオルソ画像を参照しながらGCPを自動的に、かつ大量に取得する技術を開発しています。ただ、今回はスライド20に示してありますように、我々が地形データをつくる対象としている1960年代そのもののオルソ画像が既に広範囲に作成されておりますので、この大量のGCPを取得するということは可能であると考えています。

国土地理院が実施すべき妥当性につきましても、これは昨年話になりますが、財政制度等審議会の建議で、災害リスクの評価方法として国土地理院の測量結果に基づく地形分類を基礎とした方法を想定しているとされております上に、過去の日本全国の都市部を撮影した空中写真を保有しているのは国土地理院しかございませんので、国土地理院でしか実施できない研究テーマであると考えております。成果活用方針に関しても、研究成果は全て公表予定でありまして、現在、過去の地形データがないということがボトルネックとなっている部分が本研究によって解消されていくと思われ、妥当と考えます。

私からの説明は以上です。

○委員長 どうもありがとうございました。

次に、資料1-2に国土地理院の内部評価として取りまとめられたものがあります。研究開発の必要性、有効性、効率性、国土地理院が実施すべき妥当性について、今も発表者から説明がございましたけれども、事務局から詳しい説明をお願いいたします。

○研究企画官 事務局から、資料1-2について御説明させていただきます。

資料1-2につきましては事前評価表となっておりますけれども、まず、その事前評価表のフォーマットに関しましては昨年までのものと変更させていただいています。今回の評価表のフォーマットというのは、国土交通本省の個別研究開発課題評価書を踏まえてまとめさせていただいたものでございます。従来の評価内容を必要性、有効性、効率性、国土地理院が実施すべき妥当性という観点でまとめ直したもので、内容的には再構成したもので、情報的には落ちてはおりません。従来の評価項目を含めた形で作成しているというものでございます。

資料1-2の内容でございますけれども、1が課題名、2が担当する研究室名と研究者名、3が期間で3年間となっております。4、5、次のページの6に関しては、発表者から

説明があったとおり、こういった内容で行いたいとなっております。

3ページの7、研究開発の必要性について、発表者からも御説明がありましたけれども、改めて私から評価表を用いて御説明させていただきます。

まず、必要性の部分に関しましては、災害に対して脆弱な箇所ということで人工改変地域というものがあるという認識でございます。この人工改変地域を網羅的に、地形データを比較することによって抽出するということについての必要性は高いと考えております。また、技術としての面からの必要性でございますけれども、写真から対象物の3次元形状を復元する技術ということでSfM-MVSというものがあります。これは一般化し、今は多くの形で利用されておりますけれども、過去の空中写真から一定精度を満たす形で過去データを作成するというに関しましては、幾つかの課題があるということが確認されております。そういった課題を研究開発によって課題解決をするということについては、技術の進歩という点から考えても必要性が高いものと評価しているところでございます。

8が研究開発の有効性でございます。有効性に関しましては、本研究がもたらす研究成果の活用の幅が広いという観点から有効性が高いと考えております。こういった活用の可能性があるかということに関しましては、先ほども話がありましたけれども、人工改変地のいわゆる災害リスクをはかるための人工改変地を絞り込むということもありますが、地形分類データを作成するときの判読箇所を絞り込むためのスクリーニングの活用、もしくは人工改変地だけでなく、火山活動や地滑り等で地形が変化したところの事例解析ですとか、これはDSMを用いますけれども、森林の伐採や植栽などによる人為的变化のモニタリングなども考えられます。また、当時の古い地形データを作成しますので、古い時代の景観復原が可能となりますから、景観・環境変遷の把握であるとか環境アセスメントの時空間解析ですとか、防災教育等にも貢献が期待されるという意味で幅広い活用が考えられますので、有効性は高いものと判断しております。

次に、効率性です。効率性に関しましては本研究のポイントとなる点が2つございます。1つ目、大量のGCP、地上基準点をどのように設置するのかという点に関しましては、さきの説明にもありましたけれども先行研究があります。先行研究の研究結果を活用することによって大量のGCPの設置が効率的に実施できると考えているということになっております。また、フィルタリング手法でございますけれども、フィルタリング手法に関しましても、国土地理院はこれまで航空レーザー測量等を実施してきております。その中で経験と知見を積んでおりますので、そういったものを活用することによって効率的に研究を

進められるものと考えております。

国土地理院が実施すべき妥当性でございますけれども、これも繰り返しになりますが、災害対策基本法の中で国土地理院は指定行政機関となっております。その中で、災害の防止に関する科学研究を実施するというのが使命としてありますので、そういった意味でも本研究はまさにこの研究に該当すると思っております。また、財政制度等審議会においての国土地理院の基礎データを用いた災害リスク評価というものの必要性もうたわれてございますので、そういった意味でも国土地理院が実施する妥当性はあるものと考えております。また、現実問題として、実際に過去の空中写真を大量に用いる研究ですので、このように過去の空中写真を大量に保管、管理している機関は国土地理院のみという現実もございますので、そういった意味でも地理院が実施することが妥当であると考えている次第であります。

その他として、他機関との連携ということも考えております。もちろん地理院内、今回この研究を担当するのは地理地殻活動研究センターでございますけれども、応用地理部等との連携も準備をしております。また、他機関としましては産業技術総合研究所地質調査総合センターとの間で、本研究を実施するという事になった際には連携して研究を進めていくという話をさせていただいているところとなっております。

最後に、12、総合評価としまして、7月4日に行われました地理分科会での総合評価の結果を御紹介したいと思います。地理分科会におきましては、実施、修正実施、大幅修正、中止の中から実施という御判断をいただいております。コメントといたしましては、熱海土砂災害を受けた災害リスク評価への注目もあり、60年代の地形データのニーズは高く、本研究を実施し、最終的な成果を得られることを期待するとコメントをいただいております。

以上で説明を終わります。

○委員長 ありがとうございます。

ただいま説明がありましたとおり、先日の7月4日、地理分科会の審議が行われたということでございますけれども、コメントがあればお願いいたします。

○委員 ただいま御報告がありましたように、実施が望ましいという評価をいたしました。

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、ただいま会議に出席されている対面の委員の先生、それからオンラインの先生のほうから御意見、御質問等議論をしていきたいと思えます。質問、コメントのある先生は挙手をお願いしたいと思えます。

取りあえず私のほうから少しお伺いします。実は、私はこういうデータが昔から欲しいと思っていたほうなので、ぜひやっていただければというふうには思っております。災害に注目されるということではありますけれども、今回都市部を中心ということ、人工の切土、盛土を中心にやられるということなのですから、この成果というのは密な森林の部分にも十分応用が可能だということでしょうか。というのは、山地災害の中でも過去の山地災害を細かく洗い出すということも重要なわけですが、これが完成することによって、かなり全国的に広く抽出することができるようになるのではないかと考えておりますけれども、その辺いかがでしょうか。

○発表者 ありがとうございます。山林、特に密な山林につきましては、実はSfM-MVSという技術の適用に関して若干問題がございまして、1つ目の研究要素ということで地上基準点、GCPを置けるかどうかということが重要であるという御説明をさせていただきましたが、いわゆる位置決めのための基準点をどう置くかというのが、結局人工地物を利用して置くということがやりやすいというか、一応正確に決めやすいということがありまして、人工地物がある程度ないと、森林ばかりのところではどこがどの場所なのかというのが決めにくいので、なかなか難しいという点がございまして、それもありますので、現状都市地域というのは恐らく60年代は里山のような状態のところは人工改変されたり、あるいは道路が建設されたりということで、人工地物がそこに新たに生じている可能性が高いということからGCPも置きやすいだろうということで、これは問題はなからうとは思っているのですが、先ほど申し上げたような入り口の部分の理由でなかなか何もない山林という部分に関しては、ちょっと適用は現実的には難しいのではないかと考えております。

ただ、空中写真ですので、かなり広い範囲が撮影されています。広い範囲で撮影されている中で、例えばその部分の、理想的に言えば四隅と中央と言われるのですが、広い範囲の中に幾らかでも人工地物が写っていればGCPを置くことは必ずしも不可能ではないですので、例えば、この付近だと都市地域ではないけれども自然災害あるいは人工的な行為も含めて地形が大きく変わっているよねというようなところがもし見つかったら、この研究の中でそういった部分の地形データの作成にもチャレンジはしたいなと考えている

ところであります。

○委員長 ありがとうございます。

委員の先生方からいかがでしょうか。

○委員 まず、研究そのものについてはすごく意義があるものだと思いますし、実際こういうデータがあればなというのはずっと思っていたところですので、ぜひ進めていただきたいなと思っています。

技術的なところでよく分からない部分があるので幾つか教えていただきたいのですけれども、まず、空中写真からDEMを作成していくということで、今ですとデジタルカメラを使うので地上分解能みたいなものは割と明確だと思うのですけれども、60年代の写真だと、多分縮尺は3万とか4万ですよ。それをどれぐらいでスキャンしてとかそういうのもあるのかもしれないのですけれども、実際にその写真に写っている地物が現実的な地上分解能としてどれぐらいなのかというのを教えていただけますか。それによって、多分GCPにする地物ってどんなものなのかなというのも多少影響はあるのかなと思いますので、ちょっとそれを教えていただければと思います。

○発表者 ありがとうございます。空中写真の撮影というのは、昔のフィルムカメラを使っていたアナログの時代と現在のデジタルカメラを使うようになった時代と基本的には変わっておりませんで、撮影の対象となる地域の平均的な標高に対して、カメラの焦点距離によって、使うカメラで、撮影したときの画素の大きさというのは若干変わってきますので、計算上、焦点距離などを考慮して高さを決めないといけないのですが、基本的には撮影したい縮尺が20cmの場合は1万分の1とか、40cmの場合は2万分の1とかという縮尺で設計をして、そのとおりに撮影ができれば大体その地上分解能というのは20cmとか40cmとかというレベルです。もちろんぴったりではないのですけれども、それに近いものが撮影できるようになっております。

1960年代というのは、実は非常にいろいろな撮影をされている年代でありまして、縮尺が1万から4万、4万だと地上分解能が80cmぐらいになります。それはもう1200dpi、桁が少し細かいところが違っているかもしれませんが、大体1200dpiで撮影された写真をスキャンしますと、先ほど申し上げた1万の写真だと地上分解能20cm、2万だと40cm、4万だと80cmという大きさをデジタルデータになります。60年代というのは1万で撮られたところも比較的多いのですよ。都市部に関しては1万で撮られた、特に1962年とか63年ぐらいに結構撮られているみたいなのですけれども、そういったものもありますし、それ

から4万で撮ると一度に広い範囲が撮れますので、特に森林が深いようなところは4万で撮影されたケースは多いのですが、大体どの地区がどのぐらいの縮尺で撮られたというのは記録に残っておりますので、それを使うことで大体全体で350とか400地区ぐらい対象があるのですが、その中で20cmの地区、40cmの地区というのを選んで扱っていきたいと考えております。

4万というのは地形データを作成した場合の高さ精度が恐らくあまりよくないのかなと思ってまして、なので、スライドの途中で全体の80%ぐらいかなというお話をさせていただきましたが、それはちょっと4万の写真がそのぐらいありそうだという点で申し上げておまして、大体20cm、40cmで撮影されているデータのところから地形データをできるだけつくっていきたいと考えております。写真の地上画素の関係についてはそういった状態になっております。

○委員 ありがとうございます。参考までに、GCPはどんな地物を取っていらっしゃるのでしょうか。

○発表者 GCPで取りやすいのは、やっぱり交差点ですよね。交差点で、白線が引かれているところであれば、もちろん写っているものが同じ状態であるというのが前提ですけども、90度曲がっているような、周りから明瞭に見分けられる状態の画素があればそこを押さえるのが一番精度上も決まりやすいので、よく使うのは交差点の白線あるいは交差点の真ん中にひし形みたいなものが描かれているケースがありますが、そういったものを拾うのが最もやりやすいです。そういったものがない場合は、例えば道路同士の印のない交差点ですね。そのほぼ中央であったり、あるいは鉄道と道路が交じわる踏切みたいなところを取得したりということが多くはありますが、いずれにしても、明瞭に見分けられる地物を中心に選択をしております。人間が置く場合はそのように行います。

今回適用しようとしているGCPを置く技術というのは、実は自動で置く技術でございまして、画素のエッジの出方を利用して、あるウィンドウサイズをつかって両方が同じ場所であろうと想定して、その条件ができるだけ同じところを自動的に座標として拾っていくというやり方をする予定です。

以上です。

○委員 ありがとうございます。

○委員 非常に魅力的な研究計画で、ぜひ実施していただきたいと思います。

ここで述べられたことのほかにも、技術的にも波及効果が非常に大きいのではないかと

思うのは、国土地理院さんが取得している過去の航空写真だけではなくて、今どきはたくさん写真がありますので、そういうものを使ってSfM-MVS技術を使って過去の地形を復原するという手法がある意味マニュアル化というか、そういう手法が確立されれば、いろんな今どきの写真に応用できまして。私は火山の研究者なので火山の話になってしまうのですが、すけれども、例えば火山の細かい地形の変化とか侵食とか、そういうような変化にも応用、例えばSAR、合成開口レーダーとかの補完にもなるのではないかと、あとは細かい火口の形状が合成開口レーダーだとちょっとうまくいかないけれども、この技術だとうまくいくかもしれないとか、そういういろんな応用が考えられるので、ぜひ推進していただきたいと思っています。

その上で1つ質問なのですけれども、今回の研究で期待される高さの精度はどれぐらいになるのでしょうか。それと、現行の例えばDEM5AとかDEM10Bとか、そういうものと比較するとどのような感じになるのでしょうか。

○発表者 スライド6を写していただけますか。こちらの断面図に記載しておりますが、我々が目標とするのはDEM5Aの精度です。これはレーザー測量による精度で、高さ方向でメートル以下の精度を持っているものです。赤い線が現状のデータで、これがプラスマイナス5mということになりまして、我々目標としてはDEM5Aの黒い線と同じ精度を求めたいのですが、SfMというのは写真測量という手法で計算しますので、恐らくレーザーと同じ精度まで完全に出すのは難しいだろうと思っています。ただ、このDEM10Bの赤い線と黒い線の中でもできるだけ黒い線に近い部分を目指したいと考えております。現状、SfMによる精度が定量的にどのぐらいかというのが網羅的にまだ把握されておきませんので、それによって我々のこの研究によって、かつ1960年代の写真という制約条件もありますので、どのぐらいのところまで実際に到達できるのかというのは数値で申し上げるのはなかなか難しいのですが、我々の目指す方向性としてはできるだけDEM5Aの高さ精度に近いものとお答えさせていただければと思います。

○委員 どうもありがとうございます。今回の研究とちょっと関係ない話なのですけれども、今DEM10Bが少しDEM5Aに対して2mぐらいオフセットしているのですけれども、DEM10Bの実際の誤差というのは、大体空間的にある程度の波長を持つようなものなのですか。ある程度下駄を履くような誤差ということになるのでしょうか。

○発表者 ここに写っている誤差というのは、もともとDEM10Bの基になっている等高線がプラスマイナス5mの精度しか持っておりませんので、その関係で、この場面を取ると

若干上側にバイアスがかかったように出ているとは思うのですけれども、その逆のパターンも恐らくあるだろうと思いますので、特に断定してどういった要因でということを示し上げることはできないかなと思います。

○委員 ありがとうございます。

○委員 私は専門外ですけれども、でも、この研究計画はタイムリーでもあるし、内容的にも非常に推進すべき案件だと思いました。

質問は海外事例、日本のこういうことをやろうという試みは、海外から見ても先端的に映るものなのでしょうか、それとも追いかけているようなものなのか。

もう一つは、米軍の写真が使えるかもというような認識だったと思いますけれども、その可能性についてもお聞かせください。

○発表者 申し訳ありません、ちょっと海外についてどうかというのは我々リサーチ不足でして、追いかける立場なのか、我々が進んでいるのかというのはちょっとお答えする材料を持っていないのですけれども。残念ながら、SfM-MVSという技術は海外から輸入された技術であるということは間違いがないので、そういった点でもしかしたら位置づけがされるのかもしれないなとは思っております。

米軍写真に関しては、確かにあれは1940年代から50年代にかけての我が国の状況が撮影されておりますので、我々としても手を出したいなという考えは持っているのですけれども、ただ、SfM-MVSという技術を適用するに当たって、ある程度の条件というのがあるのですね。写真同士の重なりのある程度担保されていないと駄目であるとか、あるいは写真が、もともとフィルムで撮影をされて、それを印画紙に焼きつけて、それをスキャナーでスキャンをしてデジタルデータにしたものを対象にしますので（注：最新のデジタルデータは、フィルムから直接スキャンされたデータとなっている）、それぞれの過程によって生じている誤差とかノイズとか、そういったものを適切に除去してあげないといけないのですけれども。米軍写真というのは残念ながら測量を目的として撮影されたデータではないので、写真の諸元について結構まちまちで、測量成果たるゆえんというのは、もう決まったやり方で、決まった精度で撮影されているということが最も重要なわけですけれども、米軍写真の場合はなかなかそれが担保されておきませんので、決まったやり方でどんどん処理をしていくということが残念ながら難しいです。

なので、先行研究の中でも米軍写真を用いて60年代よりもさらに昔の地形データを作成したという事例はあるのですけれども、非常に効率化が難しい、手作業に頼る部分が大き

くなってしまうということで、のんびり時間をかけてデータをつくってよいということであればできるのかもしれないのですが、やっぱり限られた時間の中で研究費も効率的に使いながらということになりますと、現時点では残念ながら米軍写真にはちょっと適用は難しいのかなということで、継続的に検討していかなければならないかなという状況でございます。

○委員 私からは、先ほどの資料の中で1960年から80年代に造成されたところが被害に遭いやすいということから、今回の研究でその年代を中心に過去の地形データをつくっていくというお話だったと思うのですが、これは過去の地形データが作成されて公開されると、去年の熱海伊豆山の土石流災害のこともありますので、かなり社会的なインパクトを与えていると思っております。その際、社会はそのデータをどのように理解すると思われませんか。たとえば、この1960年代から80年代に行われた人工改変の土地というのは災害リスクが高いですよと理解してよろしいのか、それとも、災害の切迫性というところには直ちには通じるものではないけれど、事実として造成された箇所を示すだけというという説明になるのか、研究の背景に熱海伊豆山の土石流を挙げている以上、土砂災害の発生リスクを伝えるためのデータと理解されると思います。その点についてお考えをお伺いできればと思っております。

○発表者 ありがとうございます。最終的にはそういったところに私たちの研究で作成したデータを使っていたきたいということを考えてはおりますが、基礎データとして1960年代の地形データをきちっとつくれるようにするということが、最初に我々の目指すべき部分なのかなと考えております。それによって、次の段階として人工改変をされた場所、もちろん自然の地形の変化による変化場所というのも抽出されるわけですが、それがきちんと抽出できるかどうかというのが重要になってきます。

我々の研究の対象範囲、スコープというのは、そこまでは検証実施をすることにしていきますが、さらにその先のアウトカムとして我々が考えている部分、それを基に災害リスクを評価する、リスクがあるのかないのかというような部分に関しましては、ちょっと残念ながら私どもが責任を持ってそれを申し上げることはできないと思っておりますので、この研究の中でそういった災害リスクの把握のための行政施策を取られているような本省の部局などもございますので、そちらのほうに私どもがこれからこういうデータをつくりますと、そういった施策に活用していただけるものであればぜひ協力させていただきたいという形でこれから情報提供していくことにしておりますので、そういった取組の中で災害リ

スクの把握であったり啓蒙であったりというようなことにつながっていただければなと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。非常に重要なデータをつくられるということは認識しておりますが、もしそれができて社会に公開された場合には、まず自治体がどのように動いていいのか悩むでしょうし、また、そこに住んでいらっしゃる方々がどうすればいいのか、そういったところも悩むでしょうし、そういった意味ではよくも悪くも非常にインパクトのある、悪いことはないですが、非常にインパクトのある、非常に有益な研究であると思っておりますけれども、その点どのようにお考えなのかということをお聞きしたかったので、お答えいただきましてありがとうございました。

○委員長 ありがとうございます。ほかの先生方、よろしいでしょうか。

それでは、大体時間が来ましたので、次の議事に入りたいと思います。

(2)として講評を行いたいと思いますが、その講評に先立って委員のみの審議を行いたいと思います。対面の先生方は隣の部屋に移って議論をしたいと思います。オンラインの先生方はそのままの状態でお待ちください。それでは、少し議論をいたしまして、後ほど講評をしたいと思います。よろしく願いいたします。