

(1) 平成26年度新規特別研究課題事前評価

④空中三角測量の全自動化によるオルソ画像作成の効率化に関する研究

○委員長 次の④の「空中三角測量の全自動化によるオルソ画像作成の効率化に関する研究」、これも地理院側から説明をいただき、分科会の報告を受けて、皆さんから意見をいただきたいと思います。

では、よろしく申し上げます。

○説明者 それでは、説明いたします。

資料4-1ということで、今のタイトルで、3年間、2,380万円の規模で考えております。

それでは、資料4-3で説明したいと思います。

まずオルソ画像の必要性ということですが、国土地理院が保有しております空中写真は、平成24年度までに、過去のものも含めて全てデジタル化されました。しかし、空中写真は、さらにオルソ化することにより格段に使いやすくなります。

過去の空中写真は、それを見ると何が写っているかがわかるということで、国土の記録として非常に重要なものでございますが、位置合わせを正確にしようとすると厄介なものでございます。例えば、下の図で赤丸同士が同じところなのですが、これが同じだとわかるには結構なテクニックが必要でございます。また、画像処理を使いまして、基準点をとって合わせようとして合わせると真ん中のようになりまして、無理矢理合わせても合わない。合わせたところでは合うけれども、それ以外のところでは合わないという結果になります。

それに対して、空中写真がオルソ化されて、オルソ画像になっていますと、位置がぴったり合う。誰でも地図を見るように使える。例えば、国土地理院の電子国土Webシステムを使うと、オルソ化された空中写真と地図を重ね合わせて、地図を見るように空中写真を見ることができるようになるということでございます。

次に、スライド3に移りまして、ではそのようなオルソ化というのはどのぐらいできているかということを示したのが、この図です。

まず2007年度以降の撮影につきましては、空中写真を撮ったときのカメラの位置と傾きを記録する機械でありますGPS/IMUというものを使って写真撮影が行われていまして、写真撮影と同じ作業の中でオルソ化が行われております。

その左に行きまして、国土庁経費による撮影というのが過去においてありました。これは、国土庁の後身の国土政策局が約6.5億円をかけてオルソ化しました。このデータは国土地理院の電子国土Webシステムで公開されておまして、年間約1億タイルが閲覧されているという状況で、非常によく使われているということです。

その左側がオルソ化できていないものですが、その中では、利用者みずからがオルソ画像が欲しいということでオルソ化している事例もありまして、オルソ化が強く望まれてい

るという傍証となっております。

次に、スライド4、問題とその解決方法です。

問題は、今まで述べたとおり、過去の空中写真のオルソ化というのは非常に重要なことなのですが、それには従来手法では膨大な経費を要するという事です。

それに対して、本研究でオルソ化手法を開発しまして、国土地理院内でオルソ化を行って、電子国土Webシステム等を通じて国民にオルソ画像を提供する。そしてそれが環境・災害調査等で幅広く活用されるというようなことを考えております。

次に、スライド5に移ります。では何をするかということですが、まず左上で、空中写真マッチングシステムの開発ということで、これは、異なる空中写真の間の同じところの点を自動的に抽出するものでございます。これにつきましては、同じときに1つの作業で撮られた空中写真の間のマッチングは既にうまくいっているのですが、異なる時期の間の空中写真は、スケールも違えば時期も違う、太陽光の方向も違うし、水田はあるときは土で、あるときは水である、あるときは植生であると、そのような状況も違います。このような異なる空中写真の間の対応関係を自動的に取得するというのが1つの大きな開発項目でございます。

1つ飛んで、その下に行きまして、空中三角測量自動化システムの開発ですが、実は、自動空中三角測量というのは現在でもある程度行われております。どのような形で行われているかという、対応点を自動的に抽出します。抽出したものを人間がチェックします。それで計算します。計算した結果を人間がチェックします。それでまずいところは基準点を取り直して再度計算する。そのようなループを行っているのですが、本研究が目指すものは、そのループ自体を全部自動化して、まずいところがまずいからとり直そう、どこにとり直そうかという計画まで自動化してやる。これがもう一つの大きな研究要素でございます。

2年目に、黒い四角で書いてあるとおり、オルソ化システムを並列して動かしまして、高いスループットを得ようとする。これは研究要素ではないのですが、実際の開発要素としては非常に大きなものでございます。

28年度、その次に米軍写真への適用方法の開発ということが書いてあります。米軍写真というのは何かというと、戦後すぐに日本の国土を体系的に撮影した空中写真でございます。非常に短い間で日本全国をおさめておりますので、過去の資料としては非常に重要なものでございます。しかしながら、画質が今の写真と比べると相当悪いか、ひずみが非常に大きいか、いろいろな問題がありまして、これを自動化するのは大変ということで、3年目に特出しして、これへの適用方法を考えるということでございます。

次にスライド6ですが、空中三角測量におきましては、先ほど申しましたとおり、同じ時期の空中写真の間の対応点を取りまして、空中写真の相互関係を調べます。それに対して、絶対的な位置を合わせるためには基準点が必要です。基準点としては、本研究では、既にオルソ化された新しい空中写真を用います。ただし、例えば昭和30年代と今の空中

写真で同じものが写っていない場合には、途中段階に1つ以上の空中写真を挟んで、順々に基準点を置くというようなことをやりますので、異なる時期の空中写真の間のマッチングというのは非常に重要になっております。

次に、スライド7に行きまして、研究の目標でございますが、オルソ化されていないもののうち、米軍写真を除きまして、1日1人の作業者が500枚の空中写真をオルソ化できることを目標とします。これは、国土地理院経費による撮影の部分のオルソ化が約4年でできるようなシステムをつくるということでございます。ちなみに、従来手法では1日30枚程度と考えております。

その左側にあります米軍写真につきましては、先ほど述べたような問題がありますので、研究の対象としますが、数値目標の対象とはいたしません。

それ以外に、国土地理院以外の機関が保有します空中写真に対しましても本研究の成果を一部改造して利用できるということで、このぐらいの波及効果があると考えております。

次に、スライド8、実施体制ですが、基本的には直営で行います。

スライド9、利用方法ですが、これはニーズに書いたものとほぼ同じようなものでございます。

以上で説明を終わらせていただきます。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、地理分科会から報告いただきます。

○委員 この研究は、既に技術的に確立されている空中三角測量の延長線上にありまして、そのプロセスを自動化することによって、膨大な空中写真を安価で効率的にオルソ化するための実用研究だと認識しております。

先ほど御説明にもありましたように、国土庁作成のもので今現在地理院が公開されている1974～90年のものが年間1億タイルも参照されていることから、非常に有効活用されるのではないかとということで、実施体制、活用方法についても妥当な研究であると評価いたしました。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、委員の方の意見、質問を受けたいと思いますので、よろしく申し上げます。

○委員 スライド3ですけれども、1990～2006年度まではしていないわけですね。抜けているわけですね。

○説明者 2006年度以前のもので、国土庁のお金で撮ったもの以外はできていないということでございます。

○委員 この74～90年というのは、何でそこだけをやっているのでしょうか。

○説明者 これは、国土庁が国土の記録のために、測量以外の目的で日本の空中写真を整備したものでございます。もちろん測量にも使っておりますが、それは国土地理院で実際に写真撮影の作業を行っていて、それを有効に活用するという目的だと思うのですが、国土庁が国交省になりまして、国交省の国土政策局が、その空中写真を巨費を投じてオルソ

化しました。当初は国土庁が公開していて、現在はその公開業務が国土地理院に移管されたということになっています。

○委員 こういう見方ができるかどうかわからないのですが、90年度までは結構お金があったからやったけれども、それ以後はそれほどの必要性がないと思ってやらなかったという考え方もあり得る。

○説明者 いえ、撮ったときはオルソ化していなくて、平成16年とか、平成十何年から20年ぐらいにかけて、後でオルソ化しました。

○委員 オルソ化すると確かにきれいに見えるし、いろいろ応用もあり得ることはわかるのですけれども、私もグーグルですっと写真を眺めて、写真が何かひずんでいるなど思うことがあるのですけれども、単に比較するだけであればそんなに不便も感じないわけです。そういった意味で、オルソ化ということをどれだけの費用をかけてやればいいのかという費用対効果みたいな議論になるのではないかという気もするのですけれども、やはりこれは絶対にこれだけのお金をかけてやらないといけないということでしょうか。

○説明者 まず、グーグルで現在公開されているものは、精度は別として、オルソ化されています。オルソ化されているから地図を重ねて見える。そういうものでございます。オルソ化する前の空中写真というのは、1枚が23cm角ぐらいの四角い画像です。それを地図に載せますと、普通に拡大縮小してもうまく合わない。それを説明しましたのが、スライド2の下の真ん中の絵でございます。

○委員 わかりました。オルソ化みたいな画像処理というのは、コンピュータグラフィックスの世界ではかなり一般化されている技術だと思うのです。デジカメなんかでも、ぐるぐると撮ると、360°全部ずれているところを補正してしまうとかいうのがあられるわけですが、オルソ化のためには、自動化というか、人間が介在する面と自動化と両方あり得るからこういう研究になっていると思うのですけれども、もし一般的なニーズがあるのであれば、例えばそういう専用のビジネスが成り立つのではないかという気もしますし、わざわざ国土地理院がやるのかなという気もするのです。

○説明者 測量作業としては、そういうビジネスは現に行われております。ただ、現在のものは、全ての空中写真をオルソ化しようという発想に基づいたものではなくて、1つの地区の写真をオルソ化しよう。そして、それで測量作業を行うのですから、ある程度ちゃんと精度が保てるような方法でやろうということでございます。それに対して、今回計画しておりますのは、厳密な測量作業ほどの精度は求めないけれども、とりあえず電子国土に載ってもおかしくないようなデータを効率的にとろうというものでございます。

パノラマ写真のオルソ化につきましてはある程度有利な点がありまして、それは何かというと、基本的に写真を撮ったところは普通は同じと考えていいですよ。それに対して、空中写真というのは、1枚ずつ、写真を撮った場所も違えば、傾きも違うものでございます。共通した部分は当然ありまして、例えばマッチング技術とか、そういうのは共通しておりますが、あるいは共通したフレームをつくることはできると思うのですが、たくさん

の写真を効率的にやろうと思うと、共通したフレームで全てを任せていくと必ずしもうまくいかないだろうと考えております。ただ、一方、マッチング技術につきましては、これまで写真測量の世界では、普通は面積相関、つまりあるエリアとあるエリアの相関係数を計算して、相関係数が一番いいところがいいのだということで進んできました。それで同じ時期の空中写真はそれほど問題なかったのですが、別の時期の空中写真ですと、それでは必ずしもうまくいかないだろうと。これは画像処理の世界からある程度お知恵を拝借したいと考えております。

○委員 私は画像電子学会というところに入って、こういった関係もいろいろやっているのですけれども、結構そういったところは研究テーマに困っている面がありまして、むしろそういったところでもかなりやってもいいのではないかという気もするのです。だから、こういった研究は外に出してしまうようなことも考えていいのではないのでしょうか。

○地理情報解析研究室長 一緒に研究しているのですけれども、実は私も結構いろいろなグループの研究集会に参加していて、例えばパターン認識とかそういうのでいろいろやっている研究者の方がいらっしゃるのです。その人たちはどういうことをやっているかという、人の動きとかそういうのをパターン認識しようとしているのですけれども、その方達に地形図とか空中写真でパターンマッチングはできますでしょうかと相談したら、結構難しいという話をされていました。逆に言うと、そういうニーズがあるということを彼らは余り知らなくて、その人たちと話したときには、非常に興味がありますねという話でした。決して無理ではないかもしれないけれども、これまでそういったことをターゲットに考えてきていなくて、人の流れとか、そういうもののマッチングみたいなことを彼らはやっていたということです。従いまして、今後そういう人たちともいろいろと意見交換しながら、我々が足りない部分は補強して行って、研究を進めていければいいのではないかと考えております。

○説明者 この研究の中で、共同研究ではないのですが、うちが拝借するようなどころとして写真測量をメインに考えておりましたが、先生の御示唆に従いまして、もうちょっと視野を広げたいと思います。

○委員 この研究により、今まで1人30枚程度だったのが、500枚程度オルソ化できる、10倍以上短時間にできるようになるということですが、その10倍以上早くなるというのは、基本的には異なる期間の空間ポイントを対応することの自動化がほとんど全てですか。それ以外の面で時間が短縮するとか、よりよくなるということは余りないのでしょうか。

○説明者 アルゴリズムの上では、今、先生がおっしゃってくださいました異なる時期の空中写真の間の対応と、もう一つ、人間が、これはいい、これは悪いということを判断しまして、例えば空中三角測量の調整結果に対して、ここの基準点が少な過ぎるというようなことを判断して基準点を追加するとか、そのような工程まで含めて自動化するというのが2番目のキーポイントでございます。

さらに、そのような研究的な要素ができれば、実際にそれを効率的に走らせるためのプログラムをつくらないといけないということで、それは研究要素ではないのですが、開発要素としてはそのような高速なプログラム作成ということがあります。

○委員長 そもそも地理院では、空中写真による地図、要するに画像のここは運動場ですよとか、ここは何とかの建物ですよというのと、地形図との差を、無意識のうちに、画像は大事だということを承知した上でここへ来てしまっているからそういうことになるので、要するに一種の画像地図ですよ。空中写真のオルソ化というのだけれども、画像で地図をあらわすみたいなことですよ。その画像の地理情報は、地形図の地図情報に比べるとはるかに質の違う高いものだとすることをちゃんと強調して、それを地理院が作成するのだ、しかも効率的に作成するのだという主張をしないから、デジタルあるいはアナログで技術的な方に行ってしまう。一般的に言えば、地形図を読める人は案外少なくて、普通の市民に対して画像で地図を示すのは非常に重要な地理院の課題ではないかみたいな表現をすると、これの意義みたいなものももう少しわかってくるということだと思のです。

そういう意味では、先ほど来質問が出ている、何年ごろのものは画像をオルソ化していますということですが、1974～1990年の国土庁がやったのは全国をカバーしているのですか。

○説明者 国土庁の撮影は4時期に分かれております。その中の一番最初の時期は全国をカバーしております。2～4時期までは主要部分をカバーしているものでございます。だから、全国をカバーしているということだと、国土庁のは1回ということになります。

○委員長 したがって、例えば地形図だと何年版みたいなのがあって、それを年次ごとに追っていくと、土地開発とかいろいろなことに利用できますよね。それと同じで、本当は、空中写真のオルソ化というのは、地理院も画像地図を年次ごとに出しておくことが事業として企画されるような方向になると、国民からの需要というか、あるいは利活用が進むのではないかという感じがして、それで経費節約を含めてこのような研究をするのだみたいなことをしていただけると、わかりやすい説明になったのではないかという気がするのです。私としては、こういう画像による地図というのは非常に有用性が高いのではないかという感じを受けていて、費用対効果みたいなことを言われたのですけれども、それはチャラにできるのではないかという感じは受けるのですけれども。

○説明者 どうもありがとうございます。事業化につきましては、私から回答できるものではございませんが、それに割と近いデータができるものと考えております。

○地理情報解析研究室長 ついでにコメントすると、私は液状化の関係なんかでいろいろな新聞記者の方から取材を受けるので、国土変遷アーカイブとか、そういう時系列地理情報をよくインターネットで見せて紹介しているのですけれども、過去の空中写真を見せても、記者の方はそこがどこの場所なのかをよくわかっただけでない場合が多いのです。それで結局、現在の地図と対比しながら説明して、ようやくわかっただけのような場合があります。それから、例えば明治初期のころの古いデータだと、これは地図なのです

けれども、迅速測図というのがあって、それは農業環境技術研究所のホームページから、現代の基盤地図情報と重ね合わせて表示できるようになっているのですけれども、記者の方は現在の地図と重ね合わせて表示するとすぐわかってくださるのです。

そういう意味で、今回ここで目標としているのは、国土地理院で持っている空中写真、できれば米軍写真まで、全てオルソ化して、電子国土 Web システムみたいなもので、ユーザーが好きな時期を選んで、例えば1947年の写真が見たければ、それを現代の地図と重ねて見たりすることが自由にできるようなことを実現したいと考えています。その技術的などを我々が研究したいと考えて提案させていただいたので、まさに委員長がおっしゃっているようなことを実現したいということです。最終的にどう判断するかは事業部門の判断ですけれども、事業部門からも、こういうことをしたいのでぜひそういう研究開発をやってほしいという強い依頼があって始めたものです。従いまして、委員長から御指摘のあったようなことは、当然念頭に置いて研究開発を進めてきたいと考えております。

○委員長 だから、むしろそのあたりを最初に説明されると、もう少し理解が深まったのではないかと思います。

○委員 確かにリモートセンシングみたいな世界で航空写真を使って、いろいろな新規ビジネスとか、今後の国土の開発計画とか、非常に付加価値が高い技術だと思うのです。ですから、こういったものはもうちょっと総合的な視点で取り組んだ方がいいのではないかなというのが1つの感想です。

○委員長 ほかにはどうでしょうか。

○委員 これはこのテーマだけではないのですが、オルソ画像という言葉は専門家の人はすぐわかると思うのですけれども、この研究の計画なんかを説明するときに、この説明を受ける人が必ずしもオルソ画像というのをぱっとわかるわけではないと思うのです。これはGNSSなんかも、GPSがGNSSになってしまったのかなというぐらい、最初に聞いた人はGPSは知っているもGNSSはわからないと思うのですけれども、こういった地理の専門用語というのは、専門家の人はぱっとわかるのですけれども、専門の周辺の関心を持っている人とか、それから一般のメディアなんかで紹介するようときには当然知らないと思うので、地理院さんとして、大体こういう人に対してはこういう用語というようなある種のスタンダードのガイドラインみたいなものを持っておいた方がいいのではないかと思います。この場はいいと思うのですけれども、対外的に、Webなんかも含めて、そういった用語のある種のガイドラインですね。これは余り厳格に決めるとかえって大変なことになるのですけれども、大まかなガイドラインはある方が説明なんかには都合がいいのではないかと思いますので、そういったものをつくられたらいいのではないかと。これはオルソ画像という話だけではなくて、もっと全体の話ですけれども、そのように感じました。

○委員長 英語だと **photomap** ですか。外国でよく使っているのは。私なんかオーストラリア、ニュージーランドで使っているときのあれだと、**photomap** といって、まさにオ

ルソ画像の地図ですね。地理院は英語化するときには何か考えていますか。オルソ画像では素人にはわかりませんよね。では、それは検討していただくということで、そういう画像の地図を作成するということですね。

ほかになれば、この課題はこのぐらいにして、(1)の「平成26年度新規特別研究課題事前評価」は4課題済みでしたので、これ以後、委員だけで講評のための討議をしたいと思います。