

# カメラ画像簡易計測システムの開発と検証

附田園郁・野中秀樹・藤巻重則・佐々木寿・成毛志乃・岸本博志

## Development and assessment of the simple camera photos measuring system

**Sonoka TSUKUDA, Hideki NONAKA, Shigenori FUJIMAKI, Hisashi SASAKI, Shino NARUKE and Hiroshi KISHIMOTO**

**Abstract:** The fast information acquisition is important at the time of disaster outbreak.

In this paper, we describe the development of the three-dimensional measuring system using oblique photograph derived from fixed point camera and aircraft, etc. and existing DEM, and the verification of this system. In consequence, it was able to get to obtain high reliable measurement result by simple operation. This system is expected to be used when fast acquisition information is necessary in a case of immediately after disaster.

**Keywords:** 3次元計測 (the three-dimensional measurement), 斜め写真 (oblique photograph), DEM (Digital Elevation Model)

### 1. はじめに

災害発生直後の初動段階においては、高い精度より迅速な情報収集ならびに提供が重要なため、様々な手法を用いた情報収集が行われる。例えば、災害時の迅速な状況把握の手段として、監視カメラやヘリコプター等から撮影した画像がある。これらの画像から3次元計測が可能になると、火山噴火や斜面崩落の際、溶岩流や噴石の到達距離、天然ダムの土砂量を早期に推定することが期待できる。

そこで筆者らは、あらかじめ取得済みのDEMを使用し、画像が撮影された位置、姿勢を推定し、そこに写されている事象の計測を行うシステムを構築した。本稿では、そのシステムの概要について示すとともに、有珠山を対象として撮影した画像を用いて計測を行った結果について示す。

### 2. システム概要

本システムは、画像に写された溶岩流や噴石、天然ダム等の3次元座標を計測することを目的とし開発した。計測には、既存のDEMとテクスチャ画像を用いて、撮影された画像の位置、姿勢、画角（これらを標定パラメータと呼ぶ）を求める。これらの標定パラメータを用いて、単画像計測または複数画像計測により計測を行う（図-1）。

本システムでは、画像標定を行う際にDEMとテクスチャ画像を使用するため、あらかじめ計測対象領域についてデータが準備されていることが必要となる。ただし、使用するDEMやテクスチャ画像は災害発生前に整備されたものであっても構わない。テクスチャ画像として空中写真や陰影段彩図や赤色立体地図[1]などの地形可視化画像を使用できるが、使用する画像は、対象地域に適した画像を選択する必要がある。今回の対象は中山間地であり、地形を目印として画像標定を行う

ため地形可視化画像が適しており、本検証では地形の起伏表現に優れている赤色立体地図を使用した。

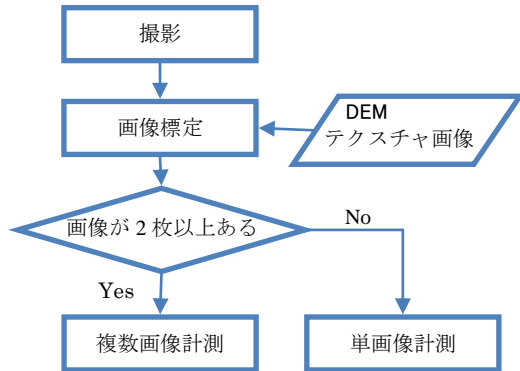


図-1 処理フロー

計測機能として、単画像計測と複数画像計測を有しているが、本稿では複数画像計測について検証する。複数画像計測は2枚の画像上で計測対象の位置を指定することにより、その3次元座標を求める手法である。計測に使用する画像は2枚であるが、計測対象が3枚以上の画像に写っている場合、3枚目以降の画像は検証用に使用する。本システムでの計測手順は以下のとおりである。

1. 計測対象が写っている画像のうち任意の画像を計測対象の画像Aとして選択する。
2. 画像A上で計測対象の位置を指定する。指定された計測対象の画像座標と画像Aの標定パラメータから、画像Aの撮影位置から計測対象への視線を算出する。
3. 算出された視線を、その他の画像上に表示する。画像上に表示された視線が、計測対象に最も近い位置を通る画像を、2枚目の計測対象の画像Bとして選択する。いずれの画像においても計測対象の近くを視線が通らない場合は、1に戻り画像Aを選択しなおす。
4. 画像B上で計測対象の位置を指定する。指定された計測対象の画像座標と画像Bの標定パラメータから、画像Bの撮影位置から計測対

象への視線を算出する。

5. 画像Aの視線と画像Bの視線が最も近接する位置の中点を計測点とする。

### 3. 計測対象と使用した画像

本システムの計測精度について評価を行うため、有珠山を対象として、洞爺湖周辺から有珠山、および昭和新山の撮影を行い、それらの山頂部の計測を行った。



図-2 有珠山 山頂部の画像例

撮影データの諸元を表1に示す。撮影は3パターン行い(計測No.1~3)それぞれ観測点A、Bにて撮影した画像を使用して計測を行う(図-3)。

計測No.1,3では有珠山をNo.2では昭和新山を対象とした。また、No.1,2は地上から撮影しNo.3はヘリコプターに搭乗し機内から撮影を行った。画像標定には以下2種類のDEMを使用した。①航空レーザー計測により取得した1mメッシュ(有珠山周辺)。②①範囲外は基盤地図情報の標高データ(10mメッシュ)。テクスチャ画像は、これらのDEMから作成した赤色立体画像を使用した(図-4)。

表1 撮影データの諸元

計測No	カメラ	焦点距離 (mm)	画像サイズ (pix)
1	OLYMPUS ut8000	18.2	2560* 1920
2	iPhone6	4.2	3264* 2448
3	OLYMPUS TG-2	4.5	3200* 2400



図-3-1 画像の撮影位置 (No.1)



図-3-2 画像の撮影位置 (No.2)



図-3-3 画像の撮影位置 (No.3)

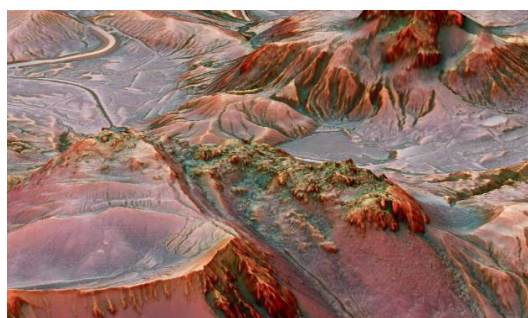


図-4 使用した DEM と赤色立体画像

#### 4. 画像標定

画像標定は図-5 の画面で行う。画面左は標定対象とする画像が、画面右には 3 次元地形ビューアの画面が表示される。画像標定作業では、3 次元

地形ビューアの視点位置と姿勢、視野角等を調整し、その表示が画像と同じ景観となるように調整を行う。3 次元表示の画面が画像と同じ景観を再現しているかどうかは、これらを重ね合わせ、透過表示をして確認する。

本検証では、位置と標高はカメラ本体に取り付けた GPS ユニットで取得し、画角等は EXIF 情報から取得し、これらの調整は行わないものとした。

観測点 A の画像について画面標定を行った結果は図-6 のようになる。これらの作業を観測点 B に対しても実施した。画像 1 枚当たりの作業時間は 5~15 分程度であった。



図-5 画像標定画面

#### 5. 複数画像計測結果

複数画像計測は、観測点 A と B の画像を用いて行った。計測 No. 1 における計測対象位置は図-6 における+印の箇所である。図中の直線は、もう一方の画像の視線を示す。標高値の計測結果は 666m で航空レーザーによる山頂標高値との格差は -7.6m となった。

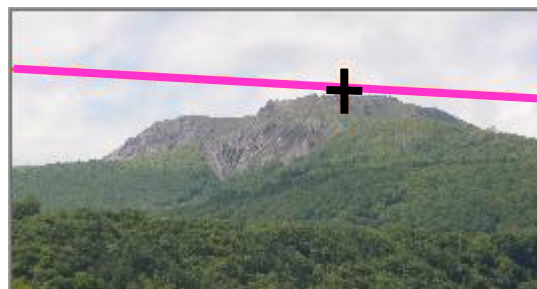


図-6 観測点 A の画像と計測結果 (No.1)

次に、計測点の平面位置について考える。計測

点の平面位置は図-7, 8 において二つの視線が交差する位置である。このうち有珠山山頂部付近を拡大したものが図-9 である。計測 No.1, 2 では水平方向, 鉛直方向ともに 10m 以内の較差で計測することができた。一方, No.3 では格差が 20m 程度の値となった。格差がひらいた要因として, 移動するヘリコプターから行われたため, GPS の位置精度が確保できなかったことと, 観測地点の交点の角度が広角なため, 計測位置指定時の差異が大きく反映されてしまうことが考えられる。

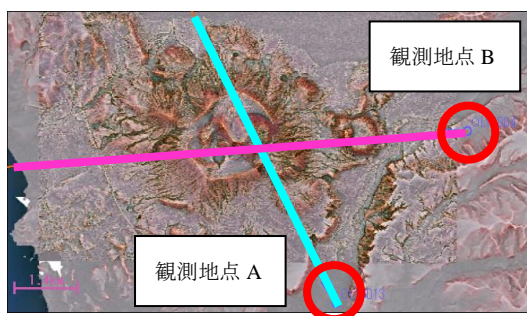


図-7 有珠山山頂部 (No.1)

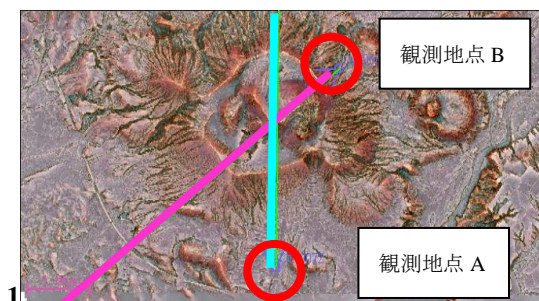


図-8 有珠山山頂部 (No.3)

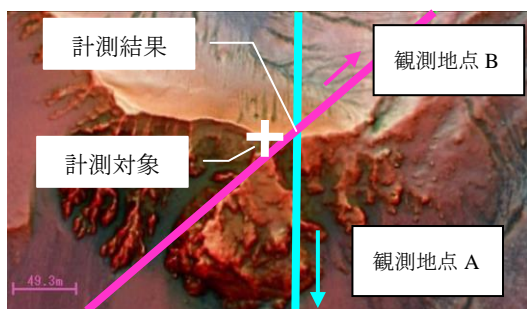


図-9 有珠山山頂部 (No.3)

表 2 計測結果の較差

計測 No	X (m)	Y (m)	水平距離(m)	標高 (m)
1	-1.0	0.9	2.1	-7.6
2	5.9	1.1	7.4	1.5
3	-12.4	-21.3	25.1	-21

## 6. まとめと今後の課題

本稿では, 開発した 3 次元計測システムを用いて DEM を使った斜め写真の画像標定を行い, その画像に写る対象物の位置を計測した。

計測に要した時間は, GPS 情報を付与する機能を持ったカメラを使用した場合, 画像標定にかかる時間は画像 1 枚当たり 5~15 分程度であった。今回の検証では, およそ 1 時間程度ですべての計測作業を完了することができ, 害発生時等において, 対象物の距離, 高さ, 移動量, ボリューム等の速報値を迅速に算出できる可能性があることが示された。

対象物が 2 枚以上の画像に写っていれば地形変化が起こった場所や空中にある対象物であっても計測が可能である。

一方で, 画像標定については使用者の直観に依存していることや, 計測結果にばらつきがあることが課題としてあげられる。画像標定の精度の担保や, 計測結果のばらつきの低減が今後の課題である。

## 7. 参考文献

- [1] 千葉達郎・鈴木雄介, 2008. 航空レーザー計測結果の可視化—赤色立体地図作製法とその展望—, 先端測量技術, No.96, pp.32-42.