



DMCカメラデータの 自動パスポイント・タイポイント取得

大釜 弘志* 織田 和夫* 村木 広和*

1. はじめに

2000年頃から、航空測量各社にGPS/IMUシステムを利用した直接定位が導入された。Applanix社のPOS (Position and Orientation System: 以後POS) シリーズに代表されるGPS/IMUシステムは、航空測量の精度管理で中心となる空中三角測量を省略することができるシステムとして当初期待されたが、精度を確保するためには多くの場合、デジタル空中三角測量による調整が要求される¹⁾。

また2003～2004年には、デジタル航空カメラの導入が相次いだ。当社が使用しているデジタル航空カメラ (Digital Mapping Camera: 以後DMC) では、従来のカメラに比べ1枚あたりの視野が狭いために、フィルム航空測量カメラと比較して撮影枚数が増加する傾向にある。GPS/IMUシステムと組み合わせたとは言え、デジタル空中三角測量によるこれら隣接写真間の膨大な写真枚数のパスポイント・タイポイントの正確な取得が問題となってくる。

デジタル空中三角測量による調整では、従来の写真測量と同じくパスポイント、タイポイントを観測し、作業を行なうため、作業を簡略化する方法としてパスポイント・タイポイントを自動発生させる自動パスポイント・タイポイント取得機能を利用することが主流となっている。多くのソフトコピー図化機などでは、これらの機能が実現されている。当社においても、自社開発のソフトコピー図化機「図化名人」において自動パスポイント・

タイポイント取得機能を開発してきた²⁾。

本研究は当社において実運用が始まったDMCで取得された画像に対し、上記の自動パスポイント・タイポイント取得機能を適用し、今後、撮影枚数の増加が見込まれるデジタル航空写真の自動パスポイント・タイポイント取得率等について実験を行ない、その有効性を検証した。

2. 利用システムおよびカメラの概要

2.1 図化名人

図化名人は、プロジェクト管理・標定解析 (空中三角測量)・自動DEM計測・数値図化編集・オルソフォト作成・オルソフォトモザイクの各アプリケーションから構成される。本研究で使用した自動パスポイント・タイポイント取得機能は、この中の標定解析機能に組み込まれている。

自動パスポイント・タイポイント取得機能は、次のような特長を備えている。

- ・各ステレオペア画像で自動的に対応点を選定し、相互標定により対応点の精度検査を行なう。縦視差が精度以内 (20 μ m以内) であればステレオペアのエピポーラ幾何 (相互標定要素) が決定される。
- ・ステレオペアのエピポーラ幾何を決定した後、改めてグルーバー点付近のみでパスポイント・タイポイントを取得する。
- ・POSなどによる高精度な外部標定要素を利用できるほか、POS情報がない場合でもパスポイント・タイポイントを取得することが可能である。

* アジア航測株式会社

2.2 DMC

2.2.1 DMCカメラ概要

DMCは従来のアナログ航空カメラにおけるフィルムや写真などの処理が不要であり、撮影中にも撮影した場所のチェックが行なえる。撮影終了後画像を生成する際に色調を選択することができ、陰影部を鮮明にすることで判読に利用が可能である。また、像ぶれ補正装置も搭載している。DMCの各種諸元を表.1に、外観を図.1に示す。

表.1 DMC諸元

解像力	13824 × 7680 pixel
画角	69.3 × 42 °
画像サイズ	165.9 × 92.2mm
焦点距離	120mm
シャッター速度と絞り	可変式
記憶容量	840GB
最短撮影間隔	2秒
ピクセルサイズ	12ミクロン
像ぶれ補正機能	有

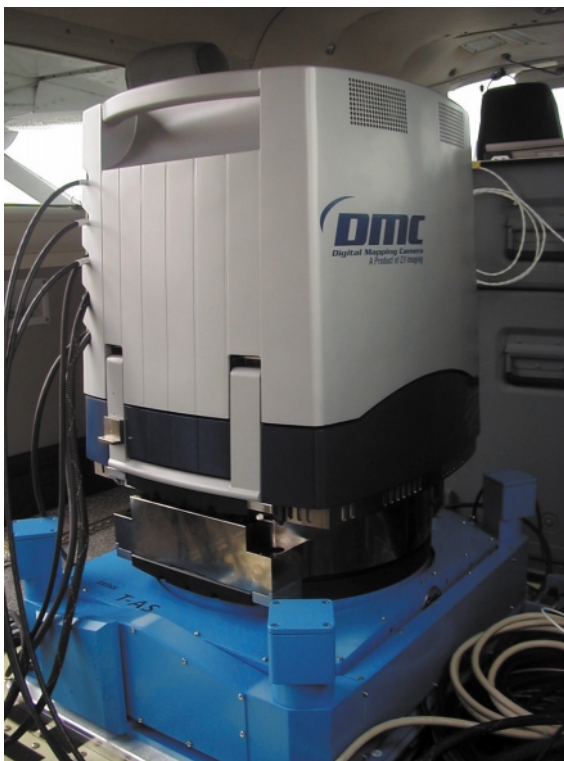


図.1 DMCカメラ

2.2.2 デジタル航空カメラとフィルム航空カメラの相違点

空中三角測量という観点から数値写真の特徴を見た場合、デジタル航空カメラとフィルム航空カメラでは画像領域の違いがあげられる。当社で使用しているフィルム航空カメラRC-30とデジタル航空カメラDMCでは撮影縮尺1/10,000の場合、撮影面積がRC-30では4.55 km²、DMCでは1.55 km²と約3倍近く異なる(図.2参照)。

画像サイズが小さいため、同面積の撮影を行ってもデジタル航空カメラのほうが、撮影枚数が増えるため、取得すべきパスポイント・タイポイント数も増加する。効率的なデジタル空中三角測量を行なう場合、自動的に、かつ正確にパスポイント・タイポイントを取得することが重要になってくる。

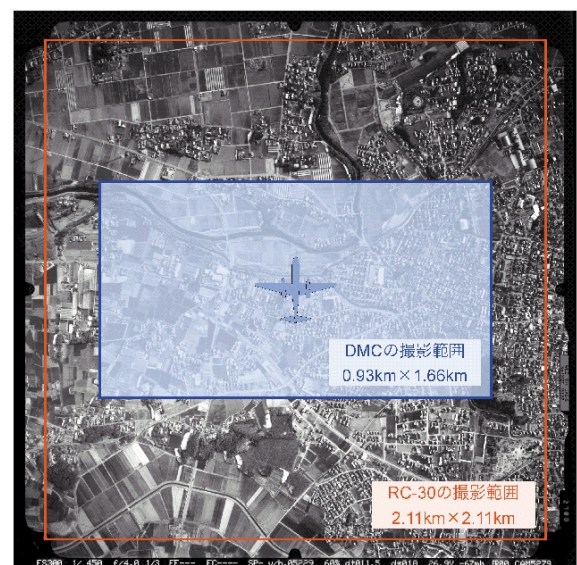


図.2 RC-30とDMCの撮影面積の比較

3. 実験

3.1 実験概要

デジタル航空カメラで撮影を行なった数値写真において、ステレオペアのエピポーラ幾何の決定を行ない、高精度な自動パスポイン

ト・タイポイント取得機能の取得率、パスポイント・タイポイントの精度、取得時間を検証する。本実験のテストフローを図.3に示す。

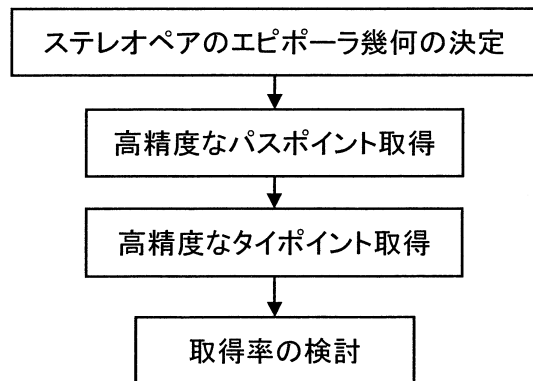


図.3 テストフロー

3.2 撮影条件

デジタル航空カメラで取得した画像を用いて、自動パスポイント・タイポイント取得機能の検証を行なうため、異なる2地区のテ

ストサイトにおいて1/6,000、1/8,000の2つの撮影縮尺で撮影を行なった。2つの撮影縮尺でテストを行う理由は、縮尺の違いによって建物や樹木の倒れ込みの度合いなどで写真上の地物の見え方が異なっても画像処理アルゴリズムが正しく動作するかどうかを検証するためである。厚木地区は市街地、柏原地区は山間部として検証を行なった。表.2に撮影条件を、図.4に厚木地区の、図.5に柏原地区の標定図をそれぞれ示す。取得条件として、パスポイントの取得は5点法で行ない、タイポイントはモデルごとに1点取得した。

表.2 撮影条件

撮影地区	撮影縮尺	撮影コース数	撮影枚数	直接定位観測装置
神奈川県 厚木地区	1/6,000	2	19	POS/AV-510
	1/8,000	2	15	
大阪府 柏原地区	1/6,000	2	26	
	1/8,000	2	21	

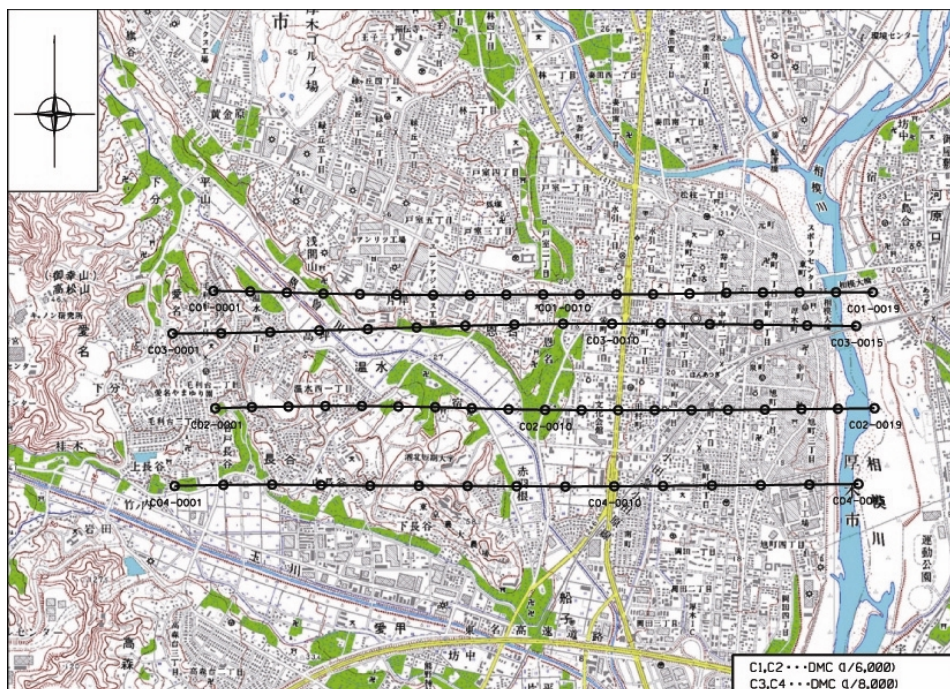


図.4 厚木地区標定図

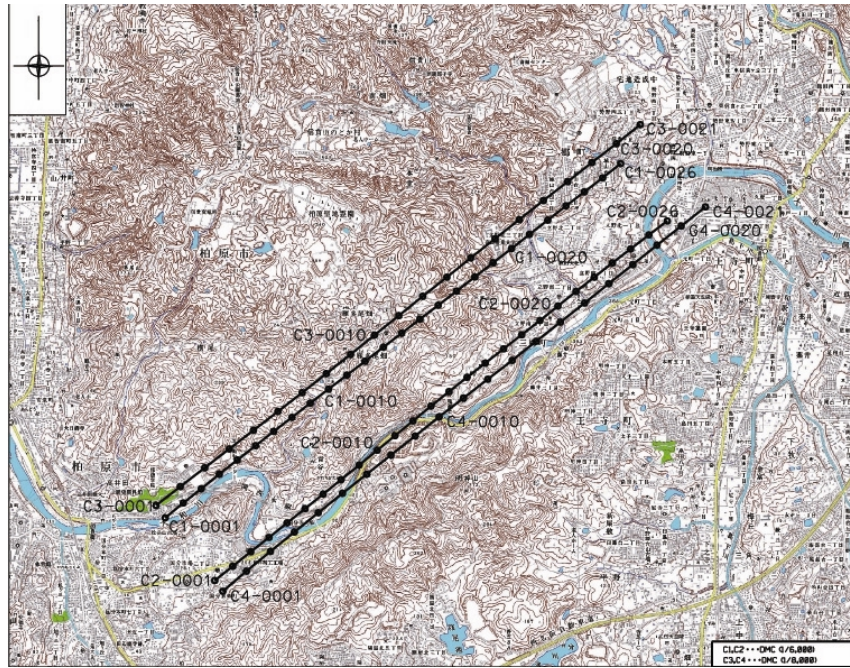


図.5 柏原地区標定図

4. 結果と考察

4.1 自動パスポイント・タイポイント取得率

テスト地域の自動パスポイント・タイポイント取得を行なった。取得したパスポイントおよびタイポイントの取得例をそれぞれ図. 6、7に示す。また表. 3 にパスポイント・タ

イポイントの取得率をしめす。取得率は8 bit 画像の結果であり、自動でパスポイント・タイポイントの取得ができたものについて集計したものである。



図.6 自動パスポイント取得例



図.7 自動タイポイント取得例

表.3 実験結果

	相互標定	総必要取得点数		自動取得率		精度内取得率	
		パスポイント	タイポイント	パスポイント	タイポイント	パスポイント	タイポイント
厚木6000	100%	190	14	100%	100%	100%	78%
厚木8000	100%	150	13	100%	93%	100%	100%
柏原6000	100%	260	22	100%	100%	100%	88%
柏原8000	100%	210	14	100%	95%	100%	70%

パスポイント・タイポイント取得精度・・交会残差の標準偏差0.015mm、最大値0.030mm以内

グルーバー点付近で設定した点に対して、パスポイントについては全点自動取得できた。また、取得できたほぼ全てのパスポイント・タイポイントにおいて交会残差が公共測量作業規程に定められた精度規程内に収まっていた。またタイポイントについては取得できていない点もやや見受けられたが、多くの点において自動で取得することができた。

4.2 パスポイント・タイポイント交会残差

自動パスポイント・タイポイント取得後、タイポイントについて交会残差が精度を超えていたもののみについて、目視により再取得を行なった。表.4にパスポイント・タイポイントの交会残差を示す。結果は8bit画像のものであり、単位はすべてmmである。

全てのパターンで精度範囲内に入っているが、やや交会残差が高いパターンも見受けられた。これは、樹木など風等の影響を受けて揺れてしまうためと考えられる。撮影縮尺で見ると1/8,000よりも1/6,000のほうが、最大値が大きく出ている。これは、数値写真の外側の領域で対地高度の低さから樹木や建物の倒れこみが大きいため、うまくパスポイント・タイポイントが取得できなかったためだと考えられる。

最大値が大きく出ているパターンもあるが、全てのパターンにおいて公共測量作業規程に定められた精度を満たしている。

表.4 パスポイント・タイポイント交会残差

	標準偏差	最大値
厚木6000	0.0031	0.0269
厚木8000	0.0030	0.0188
柏原6000	0.0034	0.0206
柏原8000	0.0027	0.0133

4.3 自動パスポイント・タイポイント取得時間

表.5に自動パスポイント・タイポイント取得にかかった時間を示す。取得率は8bit画像の結果であり、単位はすべて分である。また、表.6に実験に使用した機材の主要な性能を示す。

値に多少のばらつきはみられたが、パスポイント・タイポイントともに1モデルあたり約1分程度で自動取得することができた。

表.5 パスポイント・タイポイント取得時間

	Path	Tie
厚木6000	44	9
厚木8000	33	8
柏原6000	38	14

表.6 機材の主要な性能

CPU	Intel社製 Pentium 4 1.6GHz
RAM	1.00 GB
OS	Microsoft社製 Windows XP SP2

5. 実作業における有効性の確認

当社での稼働実績を表.7に示す。現在までにデジタル航空カメラでの自動パスポイント・タイポイント取得機能は34地域10,000枚

以上行っており、市街地のみでなく、山間部や河川などでも行っている。そのすべての地域で自動パスポイント・タイポイント取

得機能を使用した結果、本実験と同様の結果が得られており、自動パスポイント・タイポイント取得機能の有効性が認められた。

表.7 稼働実績

撮影地域	撮影縮尺	対地高度(m)	地上解像度(cm)	撮影コース数	撮影枚数(枚)	地域種別
A	1/18,000	2,160	21.6	23	300	河川・市街地
B	1/10,000	1,200	12.0	39	1106	山間部
C	1/10,000	1,200	12.0	28	1390	山間部・市街地
D	1/8,150	978	9.8	49	1721	山間部・市街地
E	1/8,140	977	9.8	11	290	市街地
F	1/12,500	1,500	15.0	5	83	山間部・住宅街
G	1/8,000	960	9.6	34	2647	山間部

6. まとめ

本研究を通して、デジタル航空カメラで取得した数値写真において、開発した自動パスポイント・タイポイント取得が有効に動作し、山間部や市街地などにおいても自動パスポイント・タイポイント取得機能が使用できることがわかった。本機能は、12ビット画像においても動作可能である。

今後の課題として、山間部や森林地帯ではタイポイント取得に失敗する場合があります。精度と取得率を改善する必要がある。また12bit画像と8bit画像の詳細な比較実験を行ない、取得率や取得時間、精度面でどのような傾向が見られるかを検証する必要がある。

参考文献

- 1) 橘菊生、笹川正：日本写真測量学会平成16年度学術講演会発表論文集、直接定位同時調整法の精度実証試験、pp.41-44, 2004.
- 2) 織田和夫、内田修、土居原健：APA No.87、デジタルステレオ図化機の自動対応点取得機能の開発と検証、pp1-6、2004.

本論文では、コース内の画像間で取得する対応点をパスポイント、異なるコース間で取

得する対応点をタイポイントとして区別する。

相互標定時に使用した対応点は2画像上の対応点である。バンドル標定をおこなうためには、原則3画像以上で対応点を取得する必要があるため、改めて対応点を取得しなおす。

(発表日2005年6月22日)

発表者紹介

大釜 弘志(おおがま ひろし)

所属：アジア航測株式会社事業推進本部コアテクノロジー事業部

応用計測グループ

GPS/IMUの解析および、GPS/IMUを使用したデジタル空中三角測量、デジタル航空カメラにおける画像処理及びデジタル空中三角測量

E-mail : hrs.ogama@ajiko.co.jp

共著

織田 和夫：アジア航測株式会社総合研究所研究部

村木 広和：アジア航測株式会社事業推進本部コアテクノロジー事業部応用計測グループ