

GPS/IMUに関する調査研究（第5年次）

実施期間	平成15年度～平成19年度	
測図部測図技術開発室	笹川 啓	渡部 金一郎
	中島 最郎	小井土今朝己
	大野 裕幸	田中 宏明

1. はじめに

GPS/IMU（IMU:慣性計測装置）は、移動体の位置および姿勢を直接求める（これを「直接定位」という。）ことができる装置である。これを航空カメラに取り付けることにより、標定点測量の手間を減らすことができ、写真測量の効率化を図ることができる。そこで本研究では、平成15年度から平成17年度にかけて、レンタルしたGPS/IMU装置を「くにかぜⅡ」に搭載し、その精度検証を行った。また、平成18年度は、実際にGPS/IMUが導入された「くにかぜⅡ」で撮影した空中写真を使用し、直接定位精度の検証を行った。

2. 研究概要

平成18年度までの調査研究により、GPS/IMU装置のみを使用した直接定位では、作業規程に定められている修正図化工程の必要標定精度のうち、高さ方向の基準を満たさないことが確認されている。そこで平成19年度は、デジタル空中写真測量（フィルム航空カメラ版）公共測量作業マニュアル（案）に記載されている「同時調整」を行うことにより、標定精度がどの程度向上するかについて検証を行った。

3. 研究内容と結果

3.1. 使用データ

今回の検証では、アナログ航空カメラ RC30 で撮影したつくば地区及び高崎地区の空中写真を20 μ mピッチでスキヤニングした数値写真を使用した。具体的な使用データ諸元は表-1の通りである。空中三角測量を行うにあたっては、公共測量作業規程等に定められた必要最低数のGCPを使用した。また、同時調整を行うにあたっては、デジタル空中写真測量（フィルム航空カメラ版）

表-1 使用データ諸元

		つくば地区	高崎地区
撮影日		平成18年9月5日	平成18年9月5日
使用カメラ		RC30	RC30
撮影縮尺		1/8,000	1/20,000
コース数/総枚数		4 / 48	3 / 43
GCP点数	空三	9	8
	同時調整	5	5
検証点数		121	211

※GCP及び検証点の計測は、VRS-GPS測量により実施した。

公共測量作業マニュアル（案）に定められた必要最低数のGCPを使用した。なお、高崎地区のデータについては、撮影時のGPS衛星の状況や気象状況などが良好ではなかったため、GPS/IMUが本来持っている精度が出ておらず、直接定位の外部標定要素を使用したステレオモデルでは図化が困難なほどの縦視差が生じる箇所も見られた。

3. 2. 精度検証

今回の検証では、外部標定要素の導出方法の違いによる標定精度の差異を確認するため、GPS/IMUデータのみを使用した外部標定要素（直接定位）、デジタル図化機により空中三角測量を実施した外部標定要素及び同時調整計算を行うソフトウェアによって導出した外部標定要素を使用した。地上検証点における誤差は、デジタル図化機にそれぞれの外部標定要素を入力し、その標定要素から計算で求まる検証点座標値と VRS-GPS 測量によって計測した座標値（これを正解値とする.）との比較によって算出した。つくば地区の検証結果を表-2に、高崎地区の検証結果を表-3に示す。また、公共測量作業規程等に定められている写真測量を用いた修正図化の標定精度基準を表-4に示す。

まず、表-2及び表-3から、同時調整を行うことによって直接定位よりも精度の向上を図ることができ、しかも空中三角測量よりも効果的であることが分かる。標高精度に関しては、空中三角

測量の結果が直接定位のものより悪くなっているが、同時調整では直接定位からの精度向上がなされていることも確認できる。2地区について別個に見てみると、図化縮尺1/1,000に対応するつくば地区では、水平方向に関してはどの標定要素も精度基準内に収まっている。一方、高さ方向に関しては、どの標定要素も精度基準を超えてしまっているが、同時調整のデータに関しては、0.30mを超えた箇所が121点中1点のみであり、微修正によって精度基準内に収めることが可能であると思われる。図化縮尺1/5,000に対応する高崎地区についても、同時調整を行った標定結果に関しても高さ方向の最大値でわずかに誤差基準値を超えているが、他2つの標定要素と比較して精度向上は著しく、こちらも微修正を加えることにより基準精度を満たすことは十分可能であると思われる。これらのことから、今回の検証に使用した程度の大きさのブロックについては、同時調整を行うことによって修正図化の標定における精度を確保できることが確認できた。

4. まとめ

今回の検証から、GPS/IMU データを使用して同時調整を行うことにより、直接定位及び空中三角測量よりも精度の高い標定結果が得られることを確認できた。これは、同時調整ではGPS/IMUデータを初期値として利用し、最低限の精度が保証された上で精度の向上を図っていることを考えれば、当然の結果といえる。同時調整を行う際には現地での標定点測量が必要であることから、直接定位のデータを使用することと比較すれば多少の手間がかかるが、従来の空中三角測量よりも少ない標定点数での標定が可能であるため、GPS/IMU を使用することによって写真測量の効率化が図られると結論づけることができる。昨今普及が進んでいるデジタル航空カメラにおいてはGPS/IMUが標準装備されていることから、今後は以前より精度の高い写真測量が実施されると思われる。

表-2 つくば地区地上検証点誤差（単位：m）

		直接定位	空三	同時調整
水平	最大値	0.49	0.28	0.30
	RMS	0.25	0.11	0.10
標高	最大値	0.48	0.63	0.34
	RMS	0.16	0.24	0.12

表-3 高崎地区地上検証点誤差（単位：m）

		直接定位	空三	同時調整
水平	最大値	3.51	2.90	2.47
	RMS	1.54	0.37	0.38
標高	最大値	3.20	4.02	1.05
	RMS	1.27	0.90	0.31

表-4 修正図化の標定における誤差基準

図化縮尺	平面位置	標高
1/1,000	地上 0.50m 以内	0.3m 以内
1/5,000	地上 2.50m 以内	1.0m 以内