

高分解能衛星(EROS-A1)画像による空間データの取得に関する研究

実施期間 平成14年度

測図部写真測量技術開発室 飯田 洋 小林 大介
野口 真弓 佐藤 潤
中国地方測量部 雪下 勝典 小荒井 衛
小島 秀基 深沢 宣代

1. はじめに

国土地理院測図部及び中国地方測量部は、広島工業大学と「高分解能衛星(EROS-A1)画像による空間データの取得に関する研究」を研究課題とした単年度の共同研究協定を平成14年7月に締結した。EROS-A1衛星は最高で分解能1.8mのパンクロマチック画像が取得でき、またステレオペア画像が取得できるため、高さ情報も含めた3次元空間データが取得できることが期待される。

本研究では、EROS-A1画像を活用した高精度な空間データの取得技術の開発を行い、空間データ作成に対する衛星画像の利用可能性を検討することを目的とした。本報告では、このうち国土地理院側が主に担当した部分を中心に報告する。

2. 研究内容

本研究では以下の2項目について検証を行った。

- (1) 衛星画像を用いて作成する正射(オルソ)画像の位置精度
- (2) 衛星画像を用いて作成する数値標高モデル(DEM)の精度

また上記に併せて、衛星画像の標定や位置精度検証に資するための画像基準点データベースを作成した。ただし、今回の検証に用いたオルソ画像とDEMは、広島工業大学が現在研究開発の途上にあるシステムで作成したものであり、初期段階の考察であることを付記する。

3. 得られた成果

- (1) 画像基準点データベースの構築

広島工業大学周辺及び広島市内を中心に全88点の画像基準点データベースを整備した。その範囲を図-1に示す。そのうちGPS測量(スタティック、1時間観測)による実測点は81点で、残り7点は、広島市及び廿日市市の都市計画図DMデータを用いた図上計測点である。作業の分担としては、広島工業大学が西側地域の実測点の作業を行い、国土地理院が東側地域の実測点と図上計測点の作業を行った。図-2に画像基準点情報及び点の記の例を示す。図-2で左側の図は画像基準点の設置場所及びその場所に設定してある基準点全ての座標値が記載されており、右側の図には代表的な1点の座標値と近景及び遠景写真等が添付されている。このデータベースを用いることにより、当該地区において衛星画像、空中写真画像等の標定や精度検証を行うことができ、テストフィールドとしての活用が期待される。

- (2) 衛星画像を用いて作成するオルソ画像の位置精度検証

広島工業大学がEROS-A1ステレオペア画像を用いてオルソ画像を作成した。その際に用いたソフトウェアは、広島工業大学が独自に開発したものである。使用したEROS-A1画像の仕様を表-1に示す。オルソ画像の作成範囲は図-1に示すとおり、広島工業大学を含む広島市西部地区を中心とした東西約7km、南北約5kmの範囲である。この範囲は、海岸平野の他、標高693mの極楽寺山

の南東斜面や標高 320mの鈴ヶ峰などを含んでおり、高さデータの精度検証や、オルソ画像を作成する際の標高による歪み補正の精度などを見る上で適した地域といえる。なお、標定の際に使用した地上基準点は画像全体に万遍なく 16 点設定した。また、作成されたオルソ画像をジオコーディングする際には、画像基準点の中で比較的明瞭に認識できる点 5 点を、画像四隅及び中心付近から選点し、地上基準点として使用した。

位置精度の検証として、画像基準点データベースを用いた点位置精度検証、及び 後処理 DGPS 測量による線位置精度検証、の二通りの方法で検証を行った。それぞれについて結果を示す。

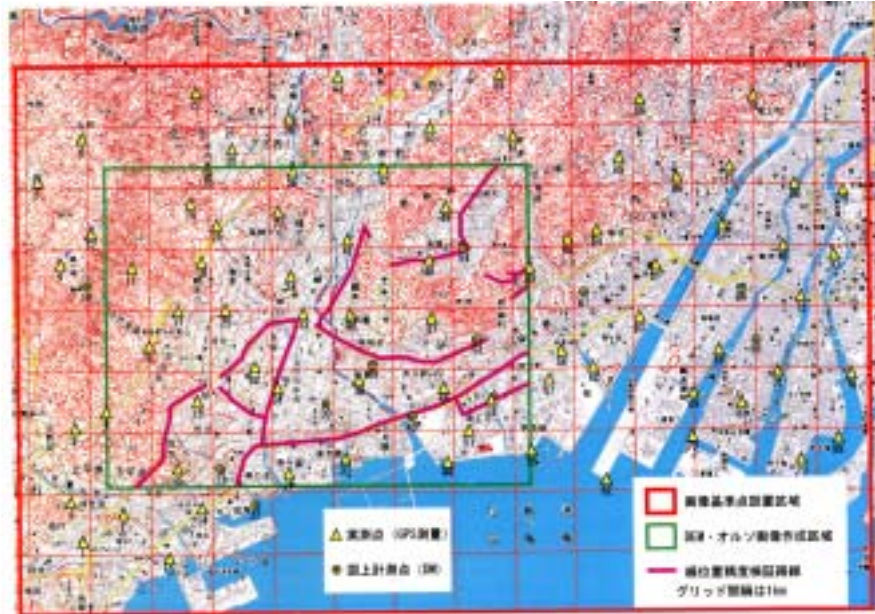


図-1 画像基準点設置区域、DEM・オルソ画像作成区域等一覧図



図-2 画像基準点データベースの一例

表-1 研究に使用した EROS-A1 画像の仕様

	画像 A	画像 B
撮像日	2001 年 11 月 22 日	2001 年 11 月 22 日
撮像時間	10 時 15 分 1.62 秒 ~ 21.29 秒	10 時 16 分 3.75 秒 ~ 22.16 秒
オフナディア角	25.0 度	24.5 度
地表カメラリグ距離	2.2m	2.2m

画像基準点データベースを用いた点位置精度検証

EROS-A1 画像中に存在する地物の角等の画像基準点 30 点について、作成したオルソ画像を管面上で座標計測した値と画像基準点データベースの座標値とを比較した。なお、画像計測は 2 名の作業者が行い、その値を平均した。その結果、東西方向、南北方向で 100m 以上の大きな較差を有する点が 7 点存在した。この原因としては、センサ直下でないことから画像の分解能が若干低下したため判読が難しく、画像計測時に誤差があった等の要因が考えられ、更なる検証が必要といえる。これら 7 点を除いた 23 点について、較差の東西、南北成分及び水平成分の平均値及び標準偏差を表-2 に較差の分布を図-3 に示す。なお、ここで値は(画像基準点座標値 - 画像計測値)で求めている。

表-2 オルソ画像の位置精度検証

	Easting	Northing	水平成分
平均値	- 6.7m	- 9.3m	18.0m
標準偏差	12.7m	11.9m	10.4m

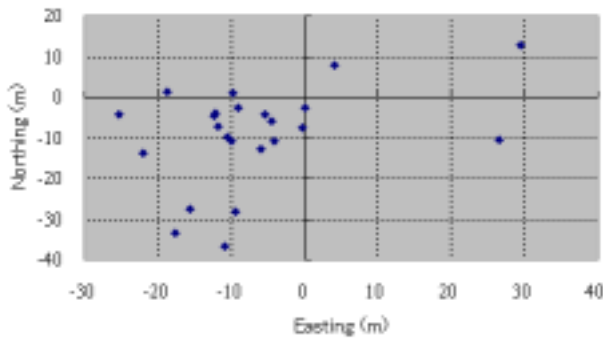


図-3 較差の分布図

表-2 に示されるように、平均値は東西方向、南北方向ともマイナス値を示しており、一定方向の位置ずれが生じている。この傾向は図-3 によく示されている。ジオコーディングに使用した地上基準点自身も画像基準点を用いているため、このような一定方向の誤差が生じる原因は明らかではない。一方で誤差の大きさ自体も、表-2 及び図-3 に示されるようになりかなり大きい。この原因の一つとして、上述したようにオルソ画像の分解能が低下していたため、画像計測時に計測誤差が生じたためと思われる。また画像基準点自身も明瞭に識別できる点に設置されていない場所も多く、今後の改良点といえる。さらにオルソ画像を作成するソフトウェアも現時点では試作段階であり、今後同様に改良すべき点であると考えられる。

後処理 DGPS 測量による線状地物位置精度検証

車載型の GPS 測量器を用い、EROS-A1 画像中に存在する幹線道路等の位置を電子基準点(広島 2)を基準局として、後処理 DGPS 測量を行った。位置情報を取得した幹線道路は、国道 2 号線西広島バイパス等であり、図-1 に示す。一方、EROS-A1 オルソ画像から道路部の単画像図化を行い、道路線分のベクトルデータを取得した。この道路線分ベクトルデータから 5m 間隔でバッファを発生させ、このバッファ領域に正解データである実測値がどの程度含まれるかで、オルソ画像の線状地物位置精度の検証を行った。結果を表-3 に示す。バッファ間隔を 10m にした場合に 50 ~ 70% の実測点が含まれ、15m にした場合には 70 ~ 90% の実測点が含まれることが解った。また平野部に比べて山地部の精度が低下する傾向にあり、比高による画像歪みを取り除き切れない可能性が考えられる。しかしながら山地部では GPS 測量時の受信衛星数が少なく、DGPS 測量自体の精度に問題がある可能性も考えられるので、更なる検証が必要である。なお、南北方

向と東西方向では位置精度の違いは見られず、画像補正時の方向依存性は見られなかった。

表-3 オルソ画像の線位置精度検証

バッファ 間隔	山地部 含有率(%)	平野部 含有率(%)	平野部(南北) 含有率(%)	平野部(東西) 含有率(%)
5m	34	27	26	31
10m	50	68	70	61
15m	74	87	85	90
20m	78	94	92	100

平野部...国道2号線西広島
 バイパス、宮島街道等
 山地部...美鈴ヶ丘周辺

(3) 衛星画像を用いて作成する数値標高モデル(DEM)の精度検証

EROS-A1 ステレオペア画像を用いて DEM が作成できることを確認した。DEM の作成区域は図-1 に示すとおりオルソ画像と同じである。精度検証の基準となる正解 DEM データは、測図部写真測量技術開発室において空中写真からデジタル写真測量図化機を用いて作成した。使用したステレオ空中写真の仕様を表-4 に示す。しかしながら、広島工業大学が作成した DEM は X、Y の位置情報が不十分であり、現時点では精度検証が出来ていない。本研究においては DEM 作成の確認にとどめている。

表-4 正解 DEM データ作成に使用したステレオ空中写真の仕様

整理番号	撮影地区	CCG - 2001 - 1 X 広島地区
コース番号		C - 3, 4, 5
撮像日		2001年4月19日

4. 結論及び今後の課題

EROS-A1 ステレオペア画像を用いて、オルソ画像及び DEM を作成し、オルソ画像に関して、その精度検証を行った。その結果、以下に示すことが明らかになった。

- ・画像基準点データベースを用いた点位置精度検証を行った結果、1)画像基準点の設置場所が EROS-A1 画像の中で判読しにくい点が多かったこと、2)画像計測時に誤差が発生した可能性があること、3)オルソ画像を作成したソフトウェアが現時点で試作段階であること等の理由により、水平位置精度的に関しては詳細に検証するには至らず、初期段階の検証にとどめた。
- ・後処理 DGPS 測量による線状地物位置精度検証の結果、平野部に比べて山地部の精度が低下する傾向にあり、比高による画像歪みを取り除き切れていない可能性が考えられる。しかしながら山地部では GPS 測量時の受信衛星数が少なく、DGPS 測量値自体の精度に問題がある可能性も考えられるので、更なる検証が必要である。

精度検証作業に併せ、広島市内で画像基準点データベースが整備され、衛星画像や空中写真画像等の標定や精度検証を行うテストフィールドとして利活用できることとなった。

今回検証したオルソ画像、DEM は広島工業大学が開発途上のシステムで作成した初期段階のものであり、今後も、より改良されたシステムで作成したオルソ画像、DEM について検証を続けていく予定である。また衛星画像は、撮像時のオフナディア角や気象条件によって得られる画像品質にばらつきがあるため、他地域の画像を用いて検証を行う必要があると考えられる。その他、地上基準点の数によるオルソ画像や DEM 精度の違い等の検証を行い、EROS-A1 画像を用いたときの精度に関して体系的に整理していく必要があると考えられる。

また、作成した画像基準点について、実測点が多かったため、交差点の白線等、必ずしも分解能約 2m 程度の画像で容易に識別できる点になっていない可能性がある。今後は、図上計測も活用し建物の角や構造物など衛星画像で容易に識別できる点で画像基準点を再構築する必要があると考えられる。