

高分解能衛星 EROS-A1 ステレオ画像による DEM 及びオルソ画像生成に関する研究

広島工業大学	正会員	菅 雄三
(財)広島地球環境情報センター	正会員	小川 博道
広島工業大学大学院	学生員	○西田 雅和
(株)ウエスコ	正会員	青木 浩司
(財)リモートセンシング技術センター	正会員	杉村 俊郎

1. はじめに

(財)広島地球環境情報センターと広島工業大学は、高分解能衛星 EROS-A1 の直接受信処理を実施している。本衛星では、高分解能のステレオ画像観測が可能である。本稿では、GPS(Global Positioning System)による地上基準点(GCP : Ground Control Point)を用いた標定処理に基づき、EROS-A1 ステレオ画像からの数値標高モデル(DEM : Digital Elevation Model)の抽出及びオルソ画像の生成について報告する。

2. 使用データおよび対象地域

本研究では、Table 1 に示した高分解能衛星 EROS-A1 の L1A ステレオ画像データ(3 時期)を使用した。EROS-A1 衛星による標準的な観測仕様は、高度 480km で標準分解能が 1.8m、観測幅は 12.5km である。撮像は、プッシュブルーム方式を採用しており、CCD センサにより可視光領域 0.5～0.9 μ m のパンクロマティックバンドの画像取得を行う。基本画像サイズは 12.5km×12.5km である。また、最大 45 度までの観測が可能であり、これによりステレオ観測を行うことができる。Table 1 では、観測日ごとの画像取得時の方位角、ポインティング角、太陽方位角、太陽高度角、地上解像度が示されている。

Table 1 Specification of EROS-A1 stereo pair images used in this study

Observation date	26 May 2001		22 November 2001		13 May 2002	
Scene#	#1	#2	#1	#2	#1	#2
Imaging azimuth (deg.)	59.0	143.0	358.0	207.0	360.0	205.0
Pointing angle (deg.)	23.5	23.6	25.0	24.5	35.0	35.4
Sun azimuth (deg.)	32.5	32.3	64.1	63.8	30.8	30.4
Sun elevation (deg.)	59.9	60.0	30.6	30.7	60.8	61.1
Ground sampling distance (m)	2.10	2.10	2.20	2.20	2.70	2.80

Fig.1 は、2001 年 11 月 22 日に観測した EROS-A1/L1A ステレオ画像である。対象地域は、広島市市街地及びその周辺の山地を含む地域である。本研究では、画像標定用基準点データを取得するため、GPS 観測を行った。所定の地点で 70 分間の観測を行い、電子基準点データ 1 点を用いたベースライン処理により、緯度・経度・楕円体高を WGS-84 座標系で取得・整理を行った。標定用の GCP は、68 点選定し、WGS-84 楕円体高で 32.650m から 701.113m の間で分布している。



(a) Scene #1



(b) Scene #2

Fig.1 EROS-A1 Level-1A stereo pair images (22 November 2001, Hiroshima City)

3. ステレオ画像による DEM 及びオルソ画像の生成

EROS-A1 ステレオ画像データによる DEM 及びオルソ画像生成の手順を Fig.2 に示す。ステレオペア画像上での GCP の選定及び地上での GPS 観測に基づき、標定精度の検証を行う。ここでは、下記に示す 2 次多項式近似を適用して、最小二乗法による標定残差の算定を行った。

$$\begin{aligned}
 P &= aX^2 + bY^2 + cZ^2 + dXY + eYZ + fZX + gX + hY + iZ + j \\
 L &= kX^2 + lY^2 + mZ^2 + nXY + oYZ + pZX + qX + rY + sZ + t
 \end{aligned}$$

P:ピクセル, L:ライン (画像座標)
X, Y, Z: UTM, WGS-84 (GPS 座標)

キーワード：高分解能衛星 EROS-A1 ステレオ画像 GPS DEM 画像 オルソ画像

連絡先：〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅二丁目 1 番 1 号広島工業大学 菅 雄三 研究室 TEL & FAX : 082-922-5204

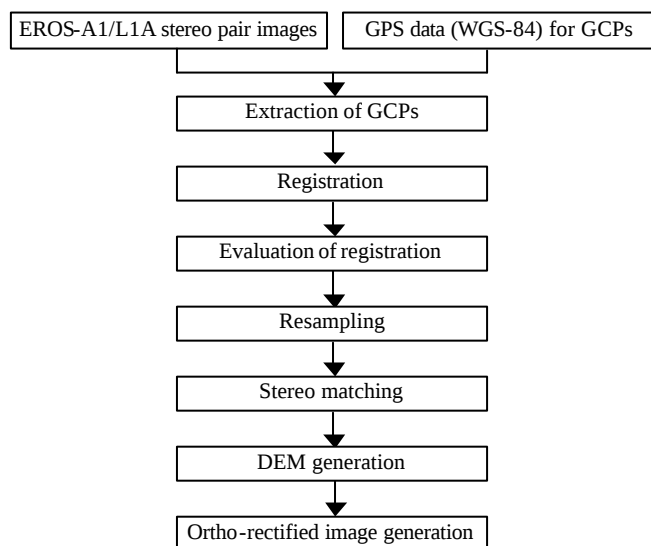


Fig.2 Procedure for DEM and ortho-rectified image generation by EROS-A1 stereo pair images

Table 2 にその結果を示す。3 時期とも平均二乗誤差(rms)でピクセル方向が 1.0 から 1.4 画素、ライン方向が 1.3 から 2.2 画素であった。軌道方向に沿って前後に撮像するため、ピクセル方向に比べてライン方向での残差が大きくなっていると考えられる。最近隣内挿法による再配列処理を所定の画素サイズで行い、画像相関のためのステレオペア画像を作成する。同一地点の検出のための画像相関処理では、格子サイズを可変にして、相関性を改善できるようにしている。作成されたステレオペア画像に基づき、視差計算から標高情報の検出を行う。Fig.3 は、作成された DEM をグレースケールで画像化したものである。この画像では、画素サイズを 1.0m×1.0m として再配列している。Fig.4 は、この DEM データと標定処理により再配列処理されたステレオ重複部の画像から作成したオルソ画像である。

最後に、当該地域のステレオ航空写真から作成したオルソ画像と EROS-A1 ステレオ画像から作成したオルソ画像の比較を試みた。Fig.5 は、両者を合成処理した画像である。航空写真による局所的規模での観測と EROS-A1 衛星による地域的規模での両観測の特長を生かして、多段階的にデータセット化することにより、新しいタイプの国土数値情報の整備が期待できる。

4. まとめ

本研究では、高分解能衛星 EROS-A1 のステレオペア画像から DEM 及びオルソ画像の生成を試みた。ステレオペア画像の前処理としての画像標定処理では、2 次多項式近似式を適用した。その結果、ピクセル方向が 1.0 から 1.4 画素、ライン方向が 1.3 から 2.2 画素の残差で標定処理を行い、再配列処理によりステレオ解析用の画像を生成することができた。これに基づき、画像相関及び視差計算処理により DEM 画像とオルソ画像を作成することができた。最後に、ステレオ航空写真との合成処理により、高分解能衛星データの多段階的な利用の可能性を提案することができた。

参考文献 菅ほか：高分解能 EROS-A1 ステレオ画像による DEM 生成と 3 次元衛星画像作成に関する研究、土木学会第 57 回学術講演会講演概要集、2002 年 9 月。

Table 2 Residual error of registration (rms)

26 May 2001		22 Nov 2001				13 May 2002			
#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
Pixel	Line	Pixel	Line	Pixel	Line	Pixel	Line	Pixel	Line
1.1	1.7	1.3	1.3	1.4	2.2	1.0	1.7	1.2	1.3



Fig.3 DEM image generated by EROS-A1 stereo pair images

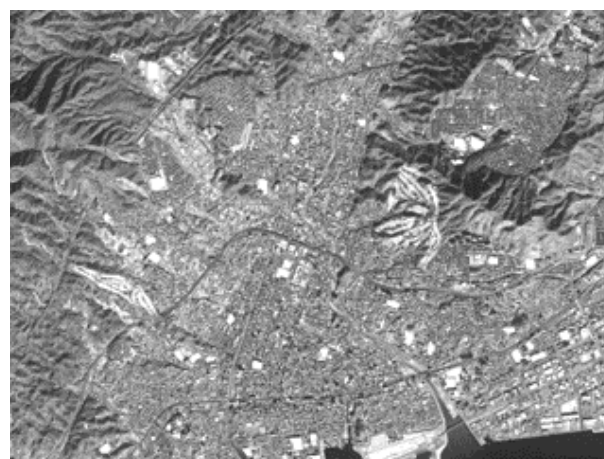


Fig.4 EROS-A1 ortho-rectified image

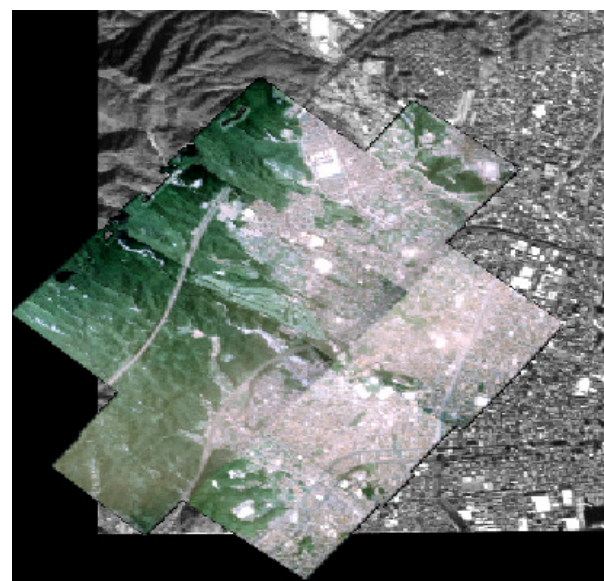


Fig.5 Composite of ortho-images produced by aerial photographs and EROS-A1 stereo pair images