

投稿論文(和文)

PAPERS

JERS-1/OPSデータによるDTMの 作成と地理院数値地図を用いた精度検証

田中總太郎¹・杉村俊郎¹・高崎健二²・堤毅一³

¹正会員 工博 (財)リモートセンシング技術センター 主任研究員 (〒106 東京都港区六本木 1-9-9)

²正会員 (財)リモートセンシング技術センター 研究員 (〒106 東京都港区六本木 1-9-9)

³正会員 第一工業大学教授 機械工学科 (〒899 鹿児島県国分市中央 1-10-2)

JERS-1/OPSの立体視の機能からDTM(Digital Terrain Model)を作成するプロセスについて研究した。まず、従来の観測衛星システムとの比較からJERS-1/OPSの立体視機能の特徴を検討し、水平位置観測精度を推定した。研究対象画像には、基準点で0.27画素程度の誤差が残存した。これは、高さ方向に換算して、約20mの誤差に相当する。次に、自動立体視の実験を行った結果、ノイズと測定精度との間にトレードオフの関係があることが判った。ウィンドウサイズは、7×7画素程度が適当であると判断した。OPSからDTMを自動作成し、立体視画像を生成表示することができた。自動作成されるDTMを国土院DTMに対して評価したところ、作成精度は、標準偏差で約30m程度に収まることが判った。

Key Words: projection, digital terrain model, MAPSAT, JERS, stereographic view, numerical map

1. はじめに

JERS-1/OPS (資源探査衛星1号/光学センサー)は、立体視の機能を備えている。この機能を利用して数値地形モデル (DTM: Digital Terrain Model) を作成するプロセスについて研究した。桜島と周辺地区をテストエリアに設定し、DTMを作成するプロセスを示しつつ、その途上で発生する諸種の問題点を指摘した。これら問題点を考究し、その幾つかについては対処法に関する知見を与えた。また、プロセスの結果として得られたDTMを、国土院数値地図と比較した。比較結果を幾つかの観点から吟味し、この観点からもプロセス上で発生する問題点を洗い出し、考察を加えた。

表-1 JERS-1/OPSの観測諸元

V N I R	band1	0.52~0.60 μm
	band2	0.63~0.69 μm
	band3	0.76~0.86 μm
	band4	0.76~0.86 μm
S W I R	band5	1.60~1.71 μm
	band6	2.01~2.12 μm
	band7	2.13~2.15 μm
	band8	2.27~2.40 μm
観測角	15.3度	
地上分解能	18m×24m	
衛星高度	568km	

2. JERS-1/OPSの立体視機能の 特徴分析

人工衛星から地形を求めるアイデアは、例えば、MAPSAT構想⁵⁾など10数年前から存在したが、我々が手に届く範囲でそれを経験したのは、フランスの地球観測衛星 SPOT が最初である。従って、JERS-1/OPS 立体視機能の特徴を論ずるには、まず、SPOT衛星の立体視機能との比較検討が考えられる。

JERS-1/OPS および SPOT/HRV の観測諸元をそれぞれ表-1、表-2に示す。表から明らかなように、両者の間には大別して4つの相違点がある。それらは、①別軌道による左右からの立体視か同一軌道からの

表-2 SPOT/HRVの観測諸元

HRV/XS	band1	0.50~0.59 μm
	band2	0.61~0.68 μm
	band3	0.79~0.89 μm
HRV/P	0.51~0.73 μm	
観測角	±27度	
地上分解能	20m(XSモード), 10m(Pモード)	
衛星高度	832km	

立体視かという点、②ステレオペアの撮影時期が異なるか同一時刻かという点、③空間分解能の相違、④観測角が可変か固定かの相違である。その他、これらの基本的相違から派生する様々な両者の特徴に關

する差異がある。

例えば、SPOT 衛星のステレオペアでは、撮影時期や時刻が異なるため、ステレオペア画像上に季節変化、太陽光線が地表を射す方向の違い、あるいは雲による障害が片方の画像には存在したり、大気に浮遊する微かな雲水がステレオペア間の微妙な色調変化となって現れる。一方、JERS-1/OPS では、ステレオペアの撮影時期は同じであり、時刻も約 20 秒ほど違うものの地形測量に利用するという観点からは同時刻と見なして支障ない。従って、SPOT 衛星によるステレオペア画像が持つような、立体視観測に不都合な事態は JERS-1/OPS においては基本的には発生しない。

軌道間立体視と軌道内立体視は、平均地方太陽時で午前 10 時頃飛来する人工衛星からの立体視に基本的なメリットとデメリットを与える。空中写真の立体視は、通常、太陽に向かって見ることを基本とする。こうすることにより地形の陰影パターンが、ステレオペア間ではほぼ一致し、立体視を容易にさせる。コンピュータにより数値的に相関を取る場合にも、このことは当てはまる。平均地方太陽時で午前 10 時頃、日本列島の緯度帯に飛来する人工衛星の軌道内立体視では、完全とは言えないが、この条件が、軌道間立体視の場合よりも遥かに良く満たされている。

以上に挙げた 2 つの特徴は、JERS-1/OPS の立体視機能の SPOT 衛星に比べた場合の優位性である。

しかしながら、JERS-1/OPS の劣等性も二つほど指摘できる。一つは、空間分解能が SPOT の 10m に対し、OPS では 18m と粗い点である。空間分解能の差異は、一次比例の関係で標高測定の精度と関係する。もう一つは、SPOT 衛星は観測角が可変なのに対し、OPS は固定であることによる B/H 比の問題である。SPOT 衛星のステレオペアは、軌道の選び方次第で B/H 比を大きく採れるため、標高差を横視差差に対して効率的に測定できる場合があるという利点を持つ。しかるに、OPS の B/H 比は、約 1/3.65 と比較的小さいため、標高差の測定誤差は横視差差の誤差の 3.65 倍に増幅される。

このように DTM 作成のためには B/H 比が良好とは言えないデータを利用して、どの程度まで正確な DTM が作成できるかを、以下のように検証した。

3. DTM 作成及び精度検証データ

[処理レベル 5 の OPS データ]

JERS-1/OPS の処理レベルには、補正の程度に応じて表-3 の様に 4 段階の処理レベルがある。⁹⁾ この内、通常成果物として利用可能なレベル 2 データとレベル 5 のデータは、表-3 に示す処理レベル 1 の素子感度偏差値、暗電流等のラジオメトリック補正に加え、

表-3 JERS-1/OPS・VNIR 処理レベルの一覧

レベル0	未補正データ
レベル1	素子感度偏差値、暗電流のラジオメトリック補正
レベル2	レベル1の処理に加え、幾何学補正および指定地図へ投影(バンド1,3を記録)
レベル5	レベル2同様(立体視のためバンド3-4を記録)

*通常成果物はレベル2またはレベル5

衛星の姿勢の揺らぎや、地球の曲率等による様々な歪を衛星の位置および姿勢情報に基づいて除去し、地図投影したものである。地図投影法は、用途別に応じて、UTM, SOM, PS が用意されている。処理レベル 2 と処理レベル 5 の相違は、前者が、直下視観測のバンド 1~3 をセットにしたものであるのに対し、後者は、同一波長帯で観測された同じ領域の直下および前方視のバンド 3 とバンド 4 をセットしたものである。

本研究で使用したデータは、WRS 番号(パス=079, ロウ=247)、通称「鹿兒島」の 1993 年 3 月 19 日撮影 [JERS-1 データ検証計画 (J-38)] のものであり、UTM 平面に投影された処理レベル 5 のデータである。

[DTM 検証用参照データ]

国土地理院数値地図 50m メッシュ標高データ「鹿兒島北部」を、JERS-1/OPS から作成した同図郭の DTM と比較するための参照データとする。

4. 立体視のためのペア画像の水平幾何精度

まず、相異なる 2 点から撮したペア画像を使い立体視をする場合のペア画像の水平位置標定幾何精度評価を行う。ここでは平均海水面位置に複数の地上基準点 (GCP: Ground Control Points) を設置し、画像が海岸線において一致する様、一次式に基づく簡便な標定を行った。これは、ステレオ画像から標高を求める際には、処理レベル 5 のデータをそのまま使用したのでは、位置合わせが不十分であるため、斜め観測による歪の影響を受けない海岸線付近において、ペア画像の一致を行うためである。ただし、山間部のように海岸線を含まない画像を対象とする場合、標定は高度と観測角を用いて補正した GCP 座標値を使用して行う必要がある。GCP の水平位置標定精度が良好であれば、その後の画像相関処理の結果として得られる地表面の標高測定誤差の評価が容易になる。

本来、同時撮影されたペア画像間の標定条件は、撮影時刻の異なる画像間や画像対地図の標定に比べ

表-4 地上基準点測定値

画像 番号	直下視画像		前方視画像	
	画素方向	ライン方向	画素方向	ライン方向
1	2572.75	1768.25	2569.75	1764.75
2	2975.25	1817.25	2972.25	1814.75
3	3316.00	1837.00	3311.00	1835.75
4	2416.75	2220.25	2413.75	2217.00
5	2729.25	2378.50	2726.50	2375.50
6	2994.00	2395.00	2990.25	2393.25
7	3341.25	2441.50	3336.00	2440.50
8	2223.25	2787.50	2220.50	2785.00
9	3636.00	2889.25	2633.00	2887.00
10	2949.25	2941.75	2945.75	2939.75
11	2125.75	3355.25	2122.50	3352.50
12	2958.25	3209.00	2954.75	3206.75

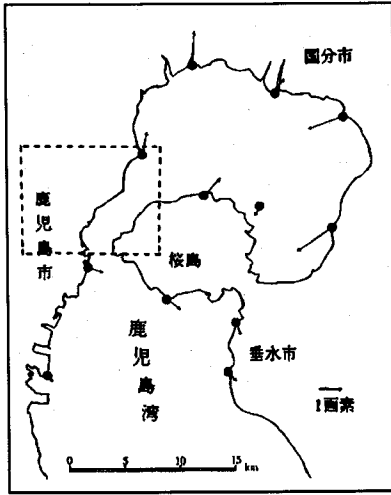


図-1 地上基準点配置と標定誤差

れば良好である。ペア画像間の標定誤差が存在するとすれば、それらはOPSセンサーシステム自身に由来するシステム誤差と考えられる。

このようなシステム誤差は、一様に多数配置したGCPを使い、ステレオペア画像での画像座標を測定し、これらがどの程度の水平位置精度で写像できるかを調べることによって推定可能である。

ここでは、図-1に見るように錦江湾岸に12点のGCPを配置し、これをステレオペア画像、すなわち直下視画像と前方視画像を、幾つかの写像関数で対応させたときに生ずる残存誤差を見ることによって実施した。OPSシステムによるレベル5画像の生成が基準海面上での投影系に対して正しく行われていれば、両画像上の対応する各GCPに於いて生じる水平方向の残存誤差は、一次の合同変換、もしくはアフィン変換によって限りなくゼロに近づくはずである。但し、実際の座標測定は測定単位以下にはできないため、座標測定単位以下にはならない。もし、OPS装置の特性に起因するシステム誤差が含まれていれば、合同変換でペア画像を対応させたときの残存誤差には、GCPの平面的分布に対して或る種の系統的な傾向を認めるであろう。

このように考えて、テスト画像中に12個のGCPを選び、ペア画像の写真座標値を0.25画素の単位で測定したものが表-4である。表-5には、これらの座標間の標定残差を、5通りの変換式について示したものである。変換式(1)、すなわち一次の合同変換による12個のGCPの残存誤差を図-1の上にプロットした。ここに、走査ライン内の画素方向をx方向、ライン方向をy方向とする。

この図から誤差の傾向を読み取ると、残存誤差ベクトルの分布状態は、錯誤によるものではなく偶然

表-5 直下視画像対前方視画像の地上基準点標定残差

変換式 番号	変換式1	変換式2	変換式3	変換式4	変換式5
	画素 ライン	画素 ライン	画素 ライン	画素 ライン	画素 ライン
1	0.13 -1.47	-0.01 -0.42	-0.31 -0.15	-0.08 0.21	-0.16 0.09
2	0.35 -0.58	0.69 -0.14	0.85 -0.29	0.48 -0.28	0.38 0.01
3	-1.47 0.57	-0.72 0.50	-0.20 0.03	-0.44 -0.22	-0.13 0.05
4	0.21 -0.94	-0.19 -0.14	-0.46 0.10	-0.12 0.17	-0.14 -0.12
5	0.67 -0.72	0.63 -0.53	0.53 -0.43	0.36 -0.50	0.13 -0.47
6	-0.20 0.45	0.09 0.25	0.06 0.29	-0.07 0.18	-0.21 0.20
7	-1.51 1.11	-0.80 0.37	-0.78 0.36	-0.31 0.23	0.02 -0.09
8	0.55 0.16	-0.15 0.63	-0.11 0.59	0.13 0.41	0.31 0.23
9	0.54 0.32	0.33 0.10	0.26 0.16	0.02 0.13	-0.22 0.24
10	0.22 0.49	0.38 -0.22	0.16 -0.02	0.19 0.11	0.01 0.05
11	0.20 0.22	-0.70 0.23	-0.14 -0.28	-0.43 -0.47	-0.10 -0.14
12	0.31 0.37	0.45 -0.64	0.14 -0.35	0.28 0.03	0.12 -0.05
RMS	0.81 0.83	0.55 0.43	0.48 0.35	0.33 0.33	0.27 0.27

$$\begin{aligned} U &= P_1 \cdot X + P_2 \cdot Y + P_3 \\ V &= -P_2 \cdot X + P_1 \cdot Y + P_4 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} U &= P_1 \cdot X + P_2 \cdot Y + P_3 \\ V &= P_4 \cdot X + P_5 \cdot Y + P_6 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} U &= P_1 \cdot X + P_2 \cdot Y + P_3 \cdot XY + P_4 \\ V &= P_5 \cdot X + P_6 \cdot Y + P_7 \cdot XY + P_8 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} U &= (P_1 \cdot X + P_2 \cdot Y + P_3) / (P_7 \cdot X + P_8 \cdot Y + 1) \\ V &= (P_4 \cdot X + P_5 \cdot Y + P_6) / (P_7 \cdot X + P_8 \cdot Y + 1) \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} U &= P_1 \cdot X^2 + P_2 \cdot Y^2 + P_3 \cdot XY + P_4 \cdot X + P_5 \cdot Y + P_6 \\ V &= P_7 \cdot X^2 + P_8 \cdot Y^2 + P_9 \cdot XY + P_{10} \cdot X + P_{11} \cdot Y + P_{12} \end{aligned} \quad (5)$$

誤差の範疇に属するものと或る種の傾向を有するシステム誤差の和と考えられる。すなわち、画像の左上側では、各点の誤差ベクトルが上向きの傾向、右側では、下向きの傾向がある。このようなシステム誤差は、高次関数としての傾向を持つことが考えられる⁴⁾。

最高次の関数、すなわち変換式(5)で写像した場合の、GCP標定残存誤差は、平均自乗誤差にてx方向が0.27画素、y方向が0.27画素である。ステレオペア画像上でのGCPの観測は0.25画素単位で行った

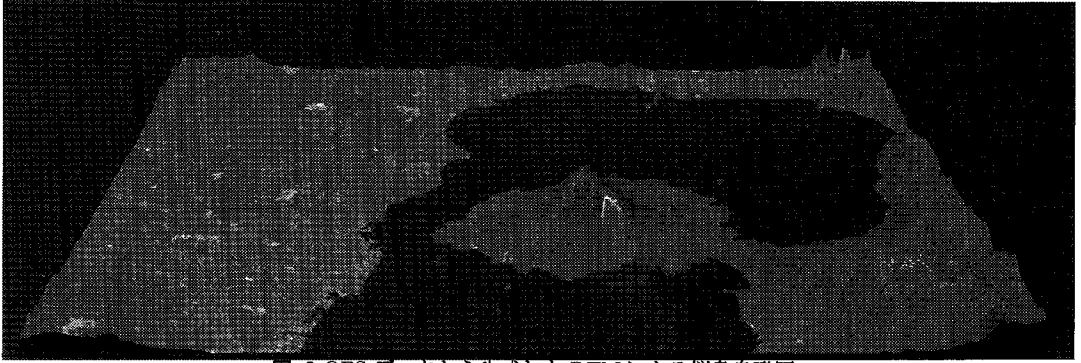


図-2 OPS データから生成したDTMによる桜島鳥瞰図

ので、この値は十分な精度でGCP観測が行われていること、換言すれば、各GCPの観測には大きな錯誤は含まれていないことを示している。

変換式(1)、すなわち一次の合同変換による写像では、xy方向ともほぼ0.8画素程度の平均自乗誤差が残存したから、OPSシステム、あるいは地上受信処理システムに原因する誤差は、最高次の変換式(5)での写像の場合の精度との差、すなわち、平均自乗誤差のスケールで0.5画素程度であると思われる。

また、このようにシステム誤差が小さいことは、OPSの幾何学的システムが良好であることを意味し、その傾向を知れば除去できる可能性がある。

すなわち、衛星画像の走査幾何精度は、①バンド間の位置ズレ、②走査プロフィールの反復性、③軌道方向の重複度/欠落度などで評価⁴⁾される。これらを生じさせる歪変動は高次非線形の関数で近似できる範囲にあり、不連続な変位は含まれていない。もし、システム誤差を除去できたとして、なお残存する水平位置標定誤差を本実験結果の0.27画素とすれば、これは、約18mの垂直残存誤差に相当する。

5. ウィンドウサイズ7画素×7画素によるDTM作成

DTMの作成は、海岸線で正確に重ね合わせが行われたステレオペア画像間で $n \times n$ サイズの相関係数を算出するための小領域(ウィンドウ)を走査させ、画像間で最も相関の高い対応点の探索を行う事から始まる。この場合、画像間の重ね合わせ、すなわち標高0mの地点である海岸線において精密に重ね合わせる作業が行われていれば、位置のズレは、基本的にy軸方向(衛星進行方向)にしか発生しないはずである。この事から、画像間の位置ズレは、高さに比例して発生するため、観測角と位置のズレを用いる事によって標高を求める事ができる。実際には、海

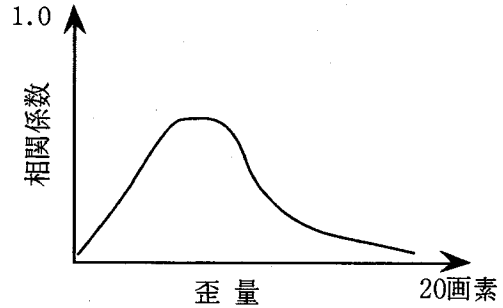


図-3 歪量と相関係数の関係

岸線において精密に重ね合わせたステレオペア画像に対し、対応点を探索し、得られた位置の擦れを観測角の正接($\tan 15.6^\circ$)で除算しDTMを作成した。その部分データを使い、透視画像として生成したのが、図-2に示す桜島鳥瞰図である。

今回、相関処理のウィンドウのサイズには、 7×7 画素を選んだ³⁾。このウィンドウサイズを選定するにあたっては、 $n \times n$ のウィンドウ($n=3,5,7,9,13$)の5種類のウィンドウを選び、ペア画像に相関処理を行い、結果画像の比較によって最も良いウィンドウサイズを決定した。

実験によれば、ウィンドウサイズが小さいほど相関画像にはノイズが多く現れる。逆にウィンドウサイズを大きく採れば、地表面の微細な起伏を測定できない。 7×7 画素のウィンドウは、地上実距離で126m四方に相当する。従って、このサイズでの相関係数の極大値は、126m四方の平均高度に対応するものと解釈される。

なお、ステレオマッチングの相関特性は、 7×7 画素のウィンドウの場合で図-3に示すようであり、相関係数の探索は極大点から水平方向に10画素以内程度でよいことが確かめられている。

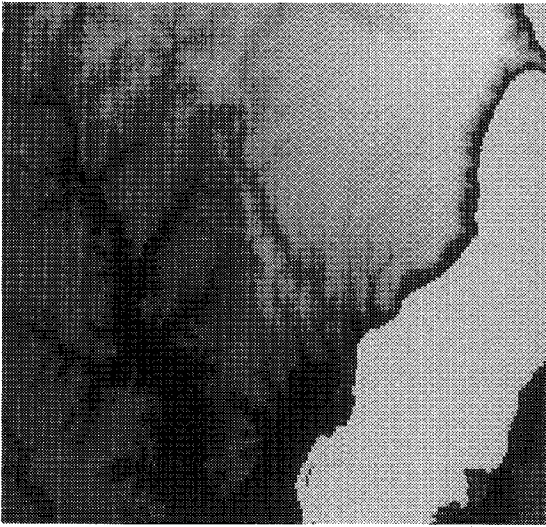


図-4(a) 地理院DTM「鹿児島北部」
標高データの濃淡表示

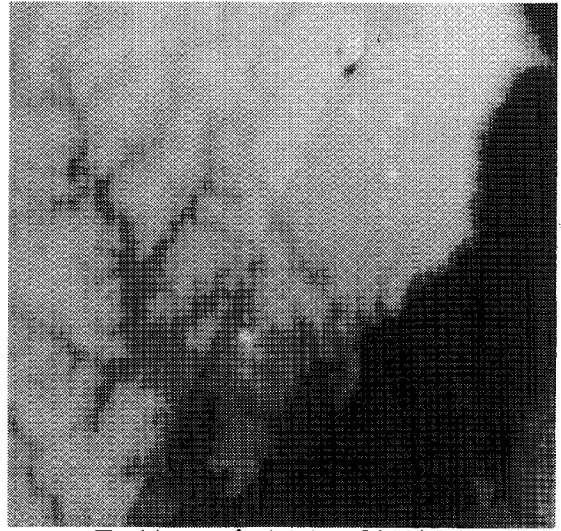


図-4(b) OPSデータからの「鹿児島北部」
標高データの濃淡表示

6. OPSから生成されるDTMの精度検証

作成されたDTMの精度検証は、国土地理院数値地図50mメッシュ標高データ「鹿児島北部」を使って行った。図-4(a)は、標高分布を濃淡画像として表したものである。この図郭には桜島西部と鹿児島市街地側陸域を含むが、始良カルデラ台地の一角を形成する大崎ヶ鼻の崖上地点の標高が最高で500m余りとなっている。

JERS-1/OPSステレオペアのマッチング精度を横視差差で最良0.5画素と考えれば、約30m程度の等高線描画能力が推定される。この能力は最良の場合で、通常の場合にはその3倍程度の誤差が見込まれると考えれば、実務上では約90mの等高線が描画できることを意味する。

ここでは、このような誤差の推測について、以下のように事例によって検討した。

〔数値地形モデル間の標高差分〕

参照数値地形モデルの標高値と、OPS由来の数値地形モデルの標高値との差を取る。図-4(b)は、OPS由来の数値地形モデルの標高分布を濃淡画像として表したもので、図-4(a)に対応する。図-4(b)の標高から図-4(a)の標高を引き算した標高差分分布を図-4(c)に示す。また、標高差分の出現頻度を図-5に示す。ここでの差分の平均値は55m程度、平均値廻りの標準偏差は50m程度である。ここに、差分の平均値がペア画像の標定誤差に起因する誤差、平均値廻りの標準偏差が、画像相関による同一地点の水平位置の推定誤差に起因する誤差と考えることができる。

ここで誤差解析に注目されるのは、図-4(c)に示す画像が明らかに2つの部分に分割できることである。

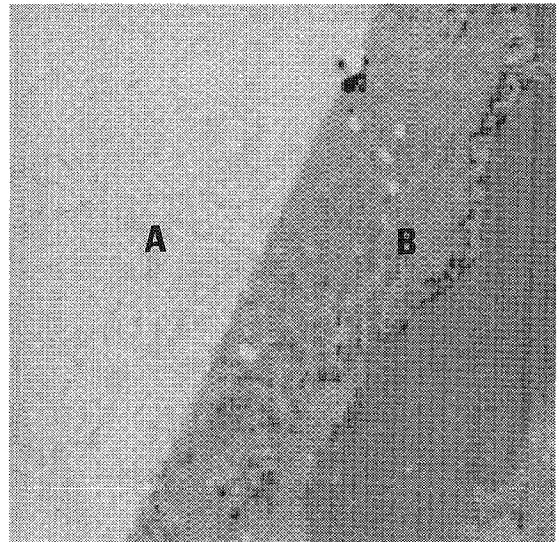


図-4(c) OPS/DTMから地理院DTMの
標高差分の濃淡表示

左部分をA、右部分をBとしよう。A部分ではOPSから得られる標高が、B部分よりも高く推定されていることを示す。この現象は、センサー自身または地上処理系等に起因するシステム誤差の可能性が高い。

A部分だけを抽出して、OPSによる標高とDTMの標高との差の分布を見ると、図-6の中の分布曲線Aのようなになる。この分布曲線から、A部分だけに着目すれば、平均値廻りの標準偏差は30m以下に縮小することが判る。B部分だけに着目しても同様である。

この結果から次のことが言える。比較的平坦な地形を対象とする場合、センサー自身または地上処理系等に起因するシステム誤差が無ければ、標高推定誤差を平均値廻りの標準偏差で30m程度に押さえ

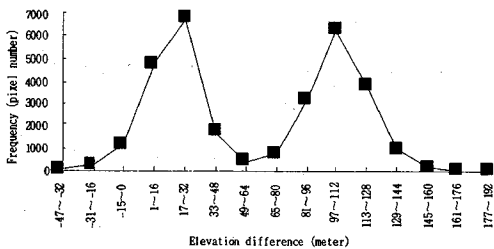


図-5 「鹿児島北部」の標高差分の頻度特性

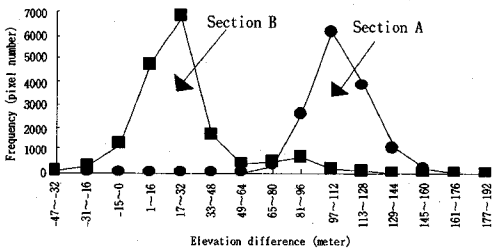


図-6 領域を分割した場合の「鹿児島北部」の標高差分の頻度特性

ることが可能である。

なお、OPSまたは地上受信処理システムの何処かの不具合についてであるが、単純に考えられるのは、CCD素子の直列性である。しかし、OPS/VNIRは直列4096素子を使用している(直列2048画素の連結ではない)ため、理論的には画像がその途中で2分割されることはない⁷⁾。

7. 結語

① OPSと比較可能な類似システムは、MAPSATである。OPSはアメリカが計画だけで実現しなかったMAPSATの日本版でもある。MAPSATのパラメータの中には、地図作成用衛星としての優れた機能が盛り込まれているので、今後も立体視機能を有する衛星設計には、MAPSATのパラメータが参考になると考えられる。例えば、OPSが15.3°の前方視画像と直下視画像の組み合わせであるのに対し、MAPSATは前方視画像、直下視画像、後方視画像を±23°で取得し、B/H比0.85を達成する仕様になっている。このパラメータは、基本的にOPSの3倍ほどの標高精度を可能とする。

②処理レベル5のOPSデータのステレオペア画像間には、水平方向の相対的幾何学的歪0.5画素程度が残存し、これは標高の測定に際し、約32m程度の測定誤差発生要因となる。

③処理レベル5のOPSデータのステレオペア画像間に残存する水平方向の相対的幾何学的歪は、OPSセンサまたは地上受信処理システムにおける系統誤

差と考えられ、その歪パターンは高次関数で或る程度補正可能と思われる。その高次関数の求め方は未解決であるが、本研究の事例程度の補正が行われた場合には、水平位置標定誤差は0.27画素程度、高さ方向の絶対測定精度約20mが達成できる。

④DTM作成に、7×7画素のウィンドウサイズを採用しているが、ウィンドウサイズをもっと小さく採れば、更に微細な地形起伏の測定が可能である。しかし、それはノイズの発生とのトレードオフ関係にあり、どこまでウィンドウサイズを縮小できるか課題を残している。

⑤地理院標高数値地図「鹿児島北部」データと比較したところ、次の結果が得られた。本テストデータにおいては、DTM作成のための標高測定誤差は、標準偏差にして30m以下であった。これは、上記項目②の理論値とオーダー的に同じである。従来の研究の多くは、未補正データから衛星の位置および姿勢を正確に推定し処理を行っている。本研究では、補正済みデータから簡便な方法により理論的な精度が得られることを示すことができた。

本文を執筆するにあたり、OPS/CCDの製造担当者である日本電気(株)の奈倉理一氏とは、CCD素子の直列性についての意見交換を行った。

参考文献

- 1) 杉村他, ランドサットTMデータによる3次元透視画像の生成, 日本リモートセンシング学会誌, 第5巻第4号, pp.85-90, 1985.
- 2) 杉村他, A Study of Correction of Distortion by Terrain of SPOT Data, 日本リモートセンシング学会第8回学術講演会論文集, pp.13-14, 1988.
- 3) 杉村他, JERS-1/OPSによるDTMの作成, (社)日本リモートセンシング学会第15回学術講演会論文集, pp.43-46, 1993.12.
- 4) 豊田他, ランドサット4号のセマティックマップパーによる最初の画像, 日本リモートセンシング学会誌, 第2巻第4号, pp.75-91, 1982.
- 5) Engel, J.L., *Thematic Mapper-An Interim Report on Anticipated Performance*, American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 1980.
- 6) Colvocoresses, A., *Proposed Parameters for MAPSAT, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.45, No.4, pp.501-506, April 1979.
- 7) 地球観測データ利用ハンドブック JERS-1 編, 宇宙開発事業団地球観測センター, pp.28-31, 1994.2.
- 8) JERS-1/OPSデータフォーマット説明書, (財)リモート・センシング技術センター.

(1994.7.11 受付)

GENERATION OF DIGITAL TERRAIN MODEL FROM JERS-1/OPS
STEREO-PAIRS AND ITS VERIFICATION USING
GSI NUMERICAL ELEVATION MAP

Sotaro TANAKA, Toshiro SUGIMURA, Kenji TAKASAKI
and Kiichi TSUTSUMI

A DTM (Digital Terrain Model) generation process was studied using JERS-1/OPS stereo data. JERS-1/OPS observes the Earth's surface with 8 bands. Band 4 is allocated with a special function that looks 15.3 degrees ahead of nadir. Stereoscopy is made possible with Band 3 viewing its nadir. A window size of 7 x 7 pixels was assumed to be suitable for automatic stereo vision. Comparison of the DTM image with the reference data Institute, revealed that the DTM accuracy from OPS data to have a standard of about 30 m.