

測定の観点からのロシア2m画像の評価

(財)リモートセンシング技術センター	正 員	田中總太郎
同上	正 員	杉村俊郎
日本大学理工学部	正 員	亀田和昭

1. はじめに

ロシアが頒布している2m画像(写真1)の評価を行った。このような高分解能衛星写真は、航空写真測量の延長線上にあるデータに限りなく近く、且つ、衛星からの撮影のために航空写真にはない特徴を持っている。この衛星写真の地表面分解能(画素サイズ)は、約3.7mであった¹⁾。ここでは、測量への利用という観点から、この衛星写真を研究した。

2. 投影変換

この衛星写真データは、カメラによる撮影と撮影されたネガフィルム画像のスキャナーによるデジタイズという2段階のプロセスを経て得られたものである。カメラ撮影時に、平らな地球表面はピンポイントを通してフィルム面に投影され、超望遠であるため射影的歪よりもアフィンの歪が卓越する。また、フィルムのスキャン時にはアフィンの幾何歪が入り込む可能性が高い。

地球表面の高低差は斜め撮影の場合、直接的な歪として発生し、レンズによる投影歪も僅かだが入り込む余地がある。

写真座標とUTM平面座標との関係を、合同変換式、アフィン変換式、射影変換式をあてはめ計算した。結果(表1)からは、超望遠の場合、カメラ方式と云えども射影変換ではなく、アフィン変換で十分のように考えられる。

3. GCPによる幾何変換精度の評価

GCPを21点選び、下記の3種類の変換式を適用し誤差評価を行った。GCPの配置図と各投影変換式による変換残存誤差は表1のとおりであった。

・投影変換式(1)

$$x = p1 \cdot u + p2 \cdot v + p3$$

$$y = p2 \cdot u + p1 \cdot v + p4$$

・投影変換式(2)

$$x = p1 \cdot u + p2 \cdot v + p3$$

$$y = p4 \cdot u + p5 \cdot v + p6$$

・投影変換式(3)

$$x = (p1 \cdot u + p2 \cdot v + p3) / (p7 \cdot u + p8 \cdot v + 1)$$

$$y = (p4 \cdot u + p5 \cdot v + p6) / (p7 \cdot u + p8 \cdot v + 1)$$

4. 建物の三次元計測

斜め方向から撮影された衛星写真からは、建物の高さが比較的簡単に抽出できる。衛星から建物までの距離は、約300km程度であり、1枚の写真に撮影されるエリアは13km四方面度で比較的狭い。このような超望遠タイプの衛星画像だと、写真上のどこを採っても観測角は等しい(勿論、細かく云えば異なる)。したがって、観測角(オフナディア角)と画像上に映っている建物壁面の垂直方向の長さから建物の高さが推定できる。

神戸の場合の建物の高さの推定は、ポートアイラン

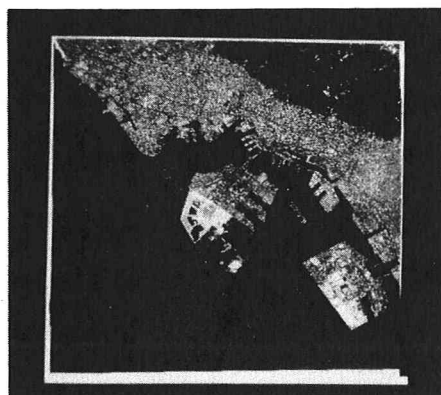


写真1 ロシア2m画像「神戸」

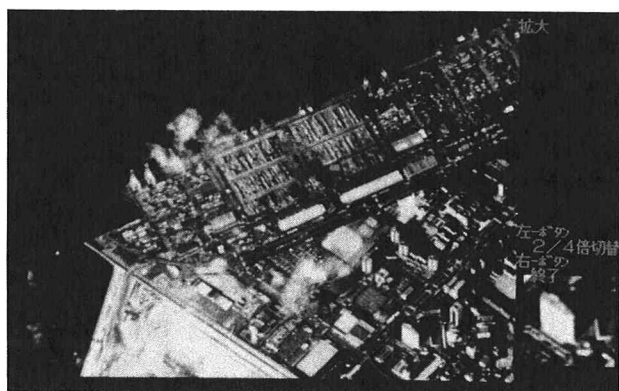


写真2 拡大画像「ポートピアホテル周辺」

表1 ロシア2m画像のUTM投影において残存する誤差(単位:画素)

番号	地上基準点	写真座標		合同変換		アフィン変換		射影変換	
		p	l	Δp	Δl	Δp	Δl	Δp	Δl
1	突堤の付け根	78	249	-107.6	37.5	2.3	5.7	-0.9	4.1
2	突堤の付け根	113	291	-112.6	36.7	-3.9	6.9	-6.8	5.5
3	十字路, 五叉路	776	87	-47.1	42.1	11.6	-7.2	9.7	-9.6
4	四叉路, 学校南	1647	218	-5.4	68.1	-1.6	14.7	-1.5	13.3
5	十字路, 学校北東	1798	331	2.6	65.3	0.4	16.9	0.9	16.1
6	三叉路, 但し曲線	2741	226	68.1	55.3	0.2	-9.4	1.1	-10.2
7	池の中心, 再度谷	2713	324	58.8	47.5	0.0	-10.8	-3.1	-11.2
8	池の南の角	3495	147	121.3	73.1	0.2	-5.8	0.8	-6.8
9	道路の角, 植物園	3581	165	128.2	69.1	2.4	-9.5	2.8	-10.4
10	荊藻橋北端	677	712	-89.4	9.0	-2.9	-1.5	-2.6	-0.4
11	メリケン波止場角	1978	1024	-10.8	13.0	0.2	5.3	1.8	7.3
12	十字路, 学校南東	2720	950	39.0	32.2	-2.5	10.6	-1.7	12.3
13	十字路, 学校北西	3439	1097	82.6	22.4	-1.0	1.6	-1.9	3.5
14	十字路, 得井町	3602	1795	71.0	-11.4	1.5	8.0	-1.2	9.6
15	摩耶埠頭北角	2968	1588	32.0	-9.7	-2.9	5.0	-3.0	7.2
16	ボートアイランド埠頭角	1418	1615	-71.1	-50.3	-1.0	-14.0	2.3	-11.0
17	ボートアイランド埠頭角	1358	1975	-91.0	-76.5	-4.1	-17.3	0.3	-14.4
18	埠頭付け根	2122	2099	-42.2	-65.4	-1.9	-8.5	0.7	-6.4
19	六甲アイランド埠頭角	2619	2435	-18.1	-77.2	1.2	-6.0	2.2	-5.3
20	ミナト十字路	2974	2635	-1.2	-78.9	1.4	-0.1	0.7	-0.7
21	六甲アイランド埠頭角	3398	3016	11.4	-89.5	-1.0	6.8	-4.6	3.6
22	防波堤先端, 燈台	3041	3352	-18.5	-112.6	5.3	8.6	3.7	3.6
				70.4	60.3	3.6	9.8	3.5	9.6

表2 3種類の投影変換式の係数

係数	変換1	変換2	変換3
p 1	0.246524160	0.268519101	0.255421619
p 2	0.125069026	0.125020076	0.117480203
p 3	-1008666.83	-1093047.08	-1038989.90
p 4		-0.11480227	-0.10865725
p 5		0.233796739	0.220970118
p 6	353276.7698	320479.8941	303488.4295
p 7			0.000000056
p 8			-0.000000051

ドにある高層建物を基準とする。

- ・ポートピアホテル 31階建 高さ 112m
画像上の壁面長さ約71m(写真2)
- ・ワールド本社ビル 27階建 高さ約113m
同上

$$\text{観測角} = \arcsin(\text{画像上の壁面長さ}/\text{建物高さ}) = \text{約}39^\circ$$

観測角約39°の場合、画像上での壁面長さを1画素程度で測定できるものとなれば、建物高さの推定は約1.5画素(5.5m程度)の誤差で見積もることができる。高さ100m級の建物の高さを推定する場合には、5%程度で高さが推定できることになる。なお、測定される建物高さは、衛星画像に映っている部分の高さであり、別の建物の影とか地中等に沈んでい

る部分の建物高さは測れない。

建物の高さを推定できるという新しい機能を持つ衛星写真の出現は、都市計画、地域計画、あるいはそれに伴う景観解析に応用面を切り開く。

5. むすび

過去20年間のリモートセンシングでは考えられなかった高分解能衛星画像を手にする時代となった。このデータからは、最大限に評価して約1万分の1程度の大縮尺の写真地図作成が可能と思われる。ここで言う最大限に評価というのは、1画素サイズ3.7mを紙の上で0.3mmに展開する程度の写真引き伸ばしを想定している。

現在、1乃至2m程度の地上空間分解能を有する衛星写真²⁾の実現が努力されているから、その暁には5千分の1程度の写真地図作成が可能となろう。また、斜め写真は立体的(3次元的)都市構造の解析に利用できる。単純な鳥瞰図を直接に提供する。

参考文献:

- 1) 田中・杉村・亀田, 航空写真と参照データはロシア2m衛星画像の評価, 日本リモートセンシング学会学術講演会, 1994. 5
- 2) 田中・杉村, 高分解能衛星リモートセンシングシステムの提案, 日本リモートセンシング学会学術講演会, 1993. 12