

気象衛星ノア画像の弓状ひずみの補正

田中 護*・藤本 勉*

A Correction of Curvature Distortion of Weather Satellite NOAA Images.

Mamoru TANAKA, Tutomu FUJIMOTO

Abstract

The authors have been receiving directly APT (Automatic Picture Transmission) of NOAA series meteorological satellites, and have been trying to exploit its useful applications. In order to eliminate curvature distortion caused by the Doppler effect, the position of line synchronization pulses are detected accurately by calculating correlation value with synchronization template pattern.

And mainly due to hardware restrictions of receiver system, any time differences between the time when the satellite scanned the earth's surface and the time when the picture acquired still remained.

In new system, quantity of this time lags are estimated automatically by calculating correlations with 106 GCP's (Ground Control Point) and in result, discrepancy in gridding is kept within one pixel.

1. まえがき

気象衛星「NOAA」の画像を取得し、有効的に利用を推進して行くには、画像が持つ様々な幾何学的ひずみを取り除いて出来るだけ精密な画像を得る必要がある。入力画像が持つひずみの内、弓状ひずみの補正および衛星移動方向へのずれの補正について述べる。

気象衛星「NOAA」は太陽同期軌道を周回しており、毎日ほぼ同時刻に観測点の上空可視域を通過するが、北上軌道の場合フィリピン上空で可視範囲に入り、わずか十数分で通過する。この間衛星と受信点との距離の変化が大きく、電波の到来時間に差が発生し、この影響により弓状ひずみを生じる。気象衛星「NOAA」は入力画像信号と共に同期信号も送信してくるので、入力画像に含まれる同期信号と同期信号を検出する為のテンプレートとの相関を取ることにより、正確に弓状ひずみの自動修正を行うことが出来た。これは従来U-MIPS（宇部高専気象情報処理システム）で行ってきたハードウエ

アによって同期信号を検出する方法に比べ、ノイズによって画像の同期が乱れることは無い。

次に衛星内においてAPT画像構成に要する時間遅延、電波伝搬に基づく時間遅延、さらに受信システムのハードウェア上の制約に基づく時間遅延などにより、衛星が地表面を観測した時刻と、その画像を受信した時刻とはわずかなずれを生じている。

このようなずれを自動検出するために、106個の島や半島など特徴のある地形をGCPとして選択し、海岸線と入力画像との相関を求めてずれの検出を行った。

その結果衛星の移動方向へのずれを1画素内に納める事ができた。従来は衛星の移動方向へのずれの補正は人為的に行っていたので、補正に多大な時間を必要としていたがこれを自動検出することにより気象衛星「NOAA」の画像処理に要する時間を大幅に短縮する事ができる。

2. NOAA-APT¹⁾画像の受信

2-1. APTビデオラインフォーマット

気象衛星「NOAA」が搭載する高分解能放射計で観

*宇部工業高等専門学校電気工学科

測したデータは情報送出速度処理装置によってHRPT (高解像度画像伝送, 1.7GHz 帯) 用データとAPT (自動画像伝送, 137MHz 帯) 用データに加工され, 他のセンサーからのデータと合成して送出されるが, 安価な装置で受信できるAPT画像を受信する。

APT画像のビデオラインフォーマットを Fig. 1 に示している。可視走査線, 赤外走査線毎に交互に送信して行く。信号中には同期信号・宇宙データ・テレメトリーデータが挿入されている。気象衛星の移動に伴い, 走査角 ± 55.4 度の範囲を走査しながら軌道方向に帯状の地域の画像を連続的に送信して来る。画像データの受信は予め設定した受信開始時刻から受信終了時刻まで同期信号も含まれた連続した画像として取得されディスクに格納される。

2-2. 受信画像データ

画像の受信はGTSテレタイプ回線より受信した軌道予報にもとづいて通過軌道を計算し, アンテナを制御して衛星を自動追尾して行われる。表1は衛星の通過起動の計算やグリッピング処理²⁾で地図座標の計算に利用した軌道情報であり, Fig. 2は軌道情報にもとづいて計算した衛星通過軌道を2分毎にプロットしたものである。気象衛星「NOAA」の軌道は, 1日で約3度東へ移動する。気象衛星「NOAA」が昇交点を通過後約6分から画像の入力を開始し約9分間にわたり入力を行う。可

表1 グリッピング処理に利用した軌道情報

画像入力日時	1989年7月27日	1989年7月28日
受信開始時刻	13時46分40秒	13時37分09秒
NOAA NO.	11号	11号
受信軌道番号	4312	4326
元期軌道番号	4296	4310
元期 [日]	207.060402985	208.053102756
	1989年7月26日	1989年7月27日
	01時26分58.818秒	01時16分28.078秒
グリニッジ時角 [度]	325.4726	323.8230
近地点通過周期 [分]	102.0500	102.0494
離心率	0.00124496	0.124648
近地点引数 [度]	121.51626	118.70175
昇交点赤経	150.89718	151.88554
傾斜角 [度]	98.93965	98.93963
平均近点離角 [度]	238.73009	241.54825
軌道長半径 [Km]	7231.018	7231.022
近地点移動率 [度/日]	-2.79461	-2.81989
昇交点赤経移動率 [度/日]	0.99534	0.99538
平均近点離角変化率 [度/日]	5079.86	5079.89

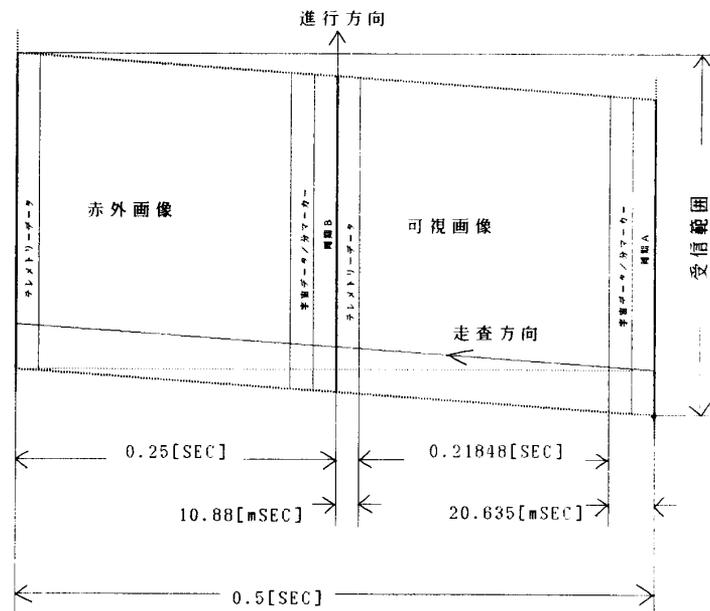


Fig. 1 APT ビデオラインフォーマット

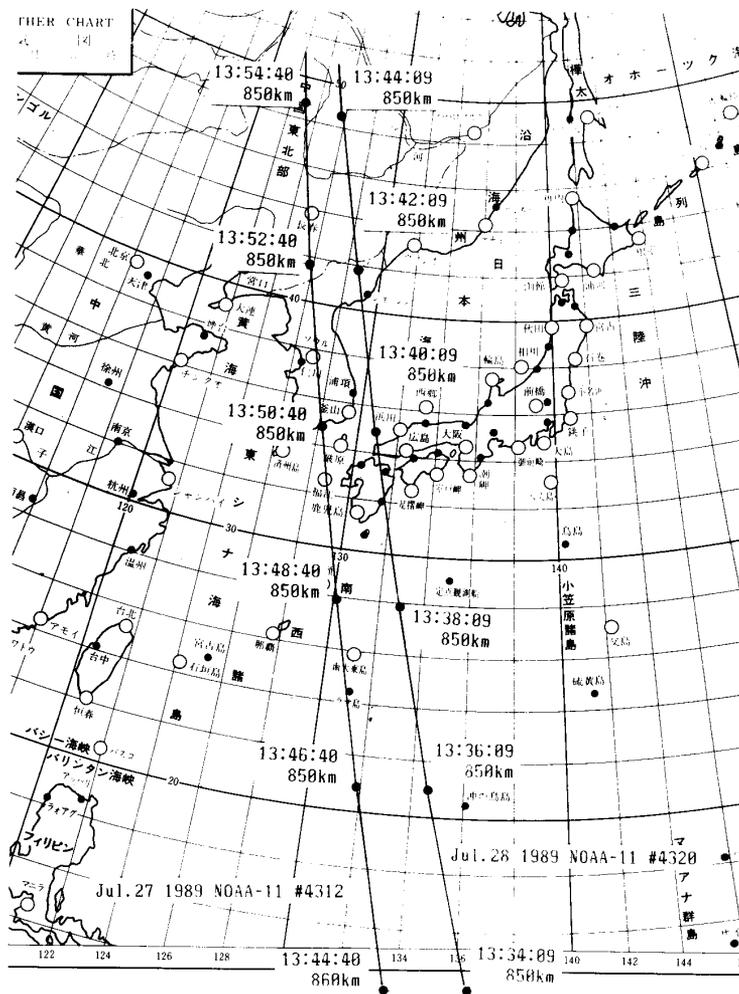


Fig. 2 NOAA-11 通過軌道

視画像，赤外画像ともに1走査線(0.25s)につき2000点の画素を入力し，1024走査線分の画像を蓄積する。画素のサンプリング間隔は125 μ sとし，分解能は11ビットである。全データ量は8.192メガバイトとなる。ディスクには可視・赤外データを交互に並べ4走査線分16000画素を1レコードとし256レコード格納する。

3. 弓状ひずみの補正

3-1. 電波の到来時間差の原因

気象衛星「NOAA」は極軌道周回衛星であり，日本上空では午前7時頃には北から南へ，午後3時頃には南から北へ通過する。北上軌道を受信する場合，フィリピン上空で可視範囲に入ってくるが，この衛星と受信位置(本校)との距離は約4000kmである。衛星が最接近す

るときの距離は約800kmであり，その差は約3200kmとなつて，電波の到来時間差は約10msにもなる。1走査線当り2000画素ほど取得した場合，これは約80画素程のずれを引き起こし，弓状ひずみを生じる事になる。Fig. 3にこれらの関係を示す。

- d : 衛星と受信位置との距離の差
- r_{min} : 衛星と受信位置との最小距離
- t d : 電波の到達時間遅れ
- c o : 光速
- S : 画素のずれ

とすれば

$$d = r - r_{min} \dots\dots\dots (1)$$

$$t d = d / C o \dots\dots\dots (2)$$

$$S = | 2000 \cdot d / (0.25 \cdot C o) | \dots\dots\dots (3)$$

受信点から遠ざかるに従つてSが大となる。写真-1

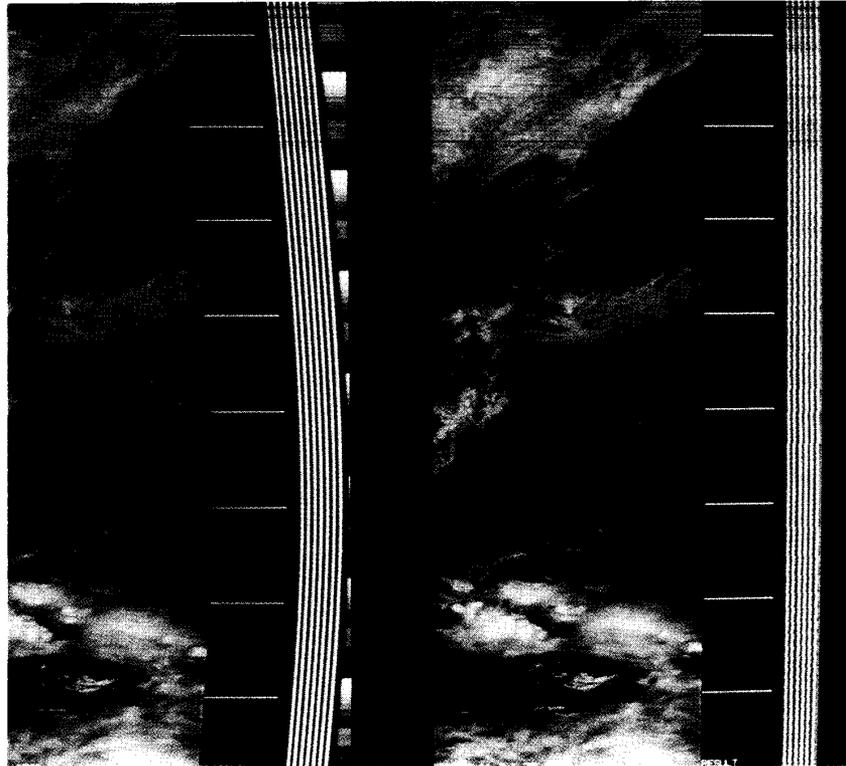


写真-1 弓状歪をもつ画像（左）と弓状歪修正画像（右）

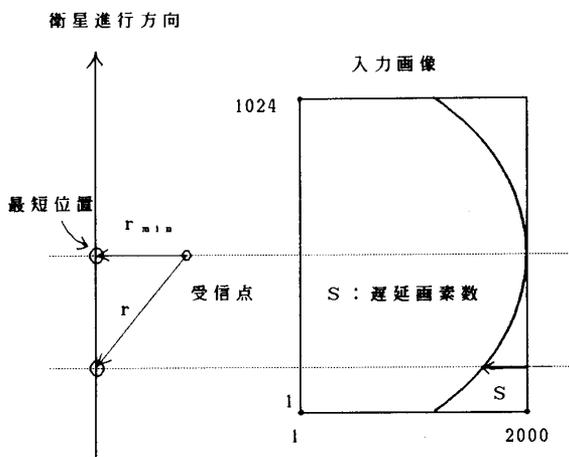


Fig. 3 弓状ひずみの発生

(左側)は入力画像データを単純に0.25s 間隔で折り返して画像を再構成したものであり、位相信号付近を拡大して表示している。受信点(本校)から遠ざかるに従い弓状ひずみが大きく現れている。

3-2. 同期信号の検出

Fig. 4 はA P T画像の同期信号の原パターンであり、

上側が可視画像、下側が赤外画像の同期信号の波形である。気象衛星「NOAA」内では、この信号を加工してA P T画像に挿入し送信してくる。この同期信号をハードウェアで検出して同期信号の始点、または終点をリアルタイムで決定するのは容易ではない。同期信号の波形に類似した入力画像の波形やノイズの影響を受けやすく、同期が乱れる原因となっていた。これらの同期の乱れを防止するために、連続して入力した画像データの中に含まれている可視画像の同期信号および赤外画像の同期信号を、ソフトウェアによって検出する方法をとる。

Fig. 5 は実際に画像として入力したデータより可視画像、赤外画像両方の同期信号部分を取り出して作成したテンプレートである。受信システムの周波数特性等の影響を受けるので、同期信号波形が少し劣化している。

同期信号を検出する方法を Fig. 6 にしめす。入力画像のM個目の画素からN個のテンプレートデータを重ね合わせて相関を求める。

X_i : テンプレートデータ ($i=1, N$)

Y_j : 入力画像データ ($j=1, 16000$)

Mの値を1から4000まで変化させて相関係数が最大となる画素位置Mを求めると、Mが同期位置となる。

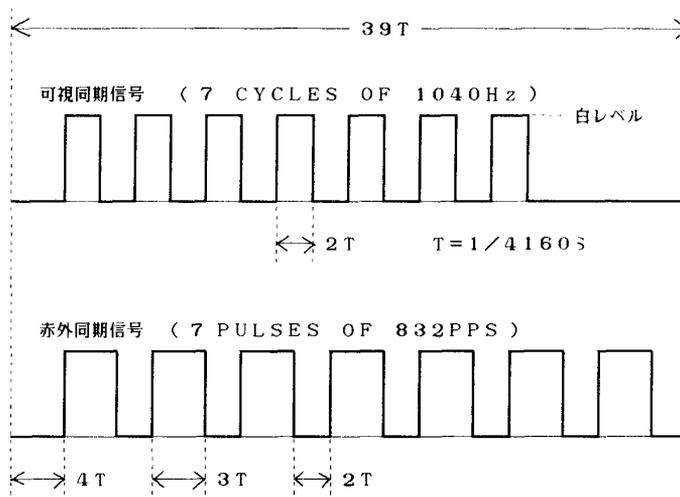


Fig. 4 APT同期信号パターン (NOAA側D/A以前)

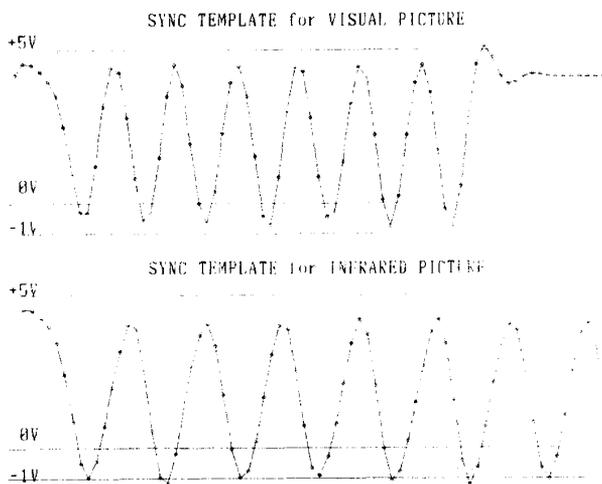


Fig. 5 同期信号の検出に用いるテンプレート

$$X_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i, Y_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_j, (j=M+i-1) \dots (4)$$

$$S_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - X_M)^2 \dots (5)$$

$$S_y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_j - Y_M)^2, (j=M+i-1) \dots (6)$$

$$S_x = \sqrt{S_x}, S_y = \sqrt{S_y} \dots (7)$$

$$T_x = \sum_{i=1}^N X_i, T_y = \sum_{i=1}^N Y_j, (j=M+i-1) \dots (8)$$

$$T_{xy} = \sum_{i=1}^N X_i Y_j, (j=M+i-1) \dots (9)$$

$$S_{xy} = \frac{1}{N} T_{xy} - \frac{1}{N^2} T_x T_y \dots (10)$$

$$R_M = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \dots (11)$$

Mにおける相関係数は(11)式により求まる。

入力画像データの先頭から重ね合わせ箇所Mを1画素ずつ移動させて(4)~(11)式により相関を求めた結果をFig. 7, Fig. 8に示す。Fig. 7は可視テンプレートとの相関を、Fig. 8は赤外テンプレートとの相関を示す。テンプレートとしてFig. 4のような理想波形でなく、Fig. 5のような実際にサンプリングしたデータを用いる事によって、同期信号の検出時における相関値を+1.0に近づけることができる。位相信号に似た入力画像があった場合でも、その相関値は大きくても+0.5程度であり、同期信号に対する相関値と比べてその差が大きく検出結果も良好である。

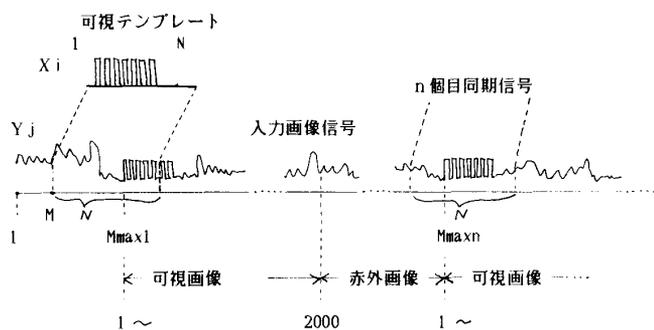


Fig. 6 相関値最大点画素位置の探索

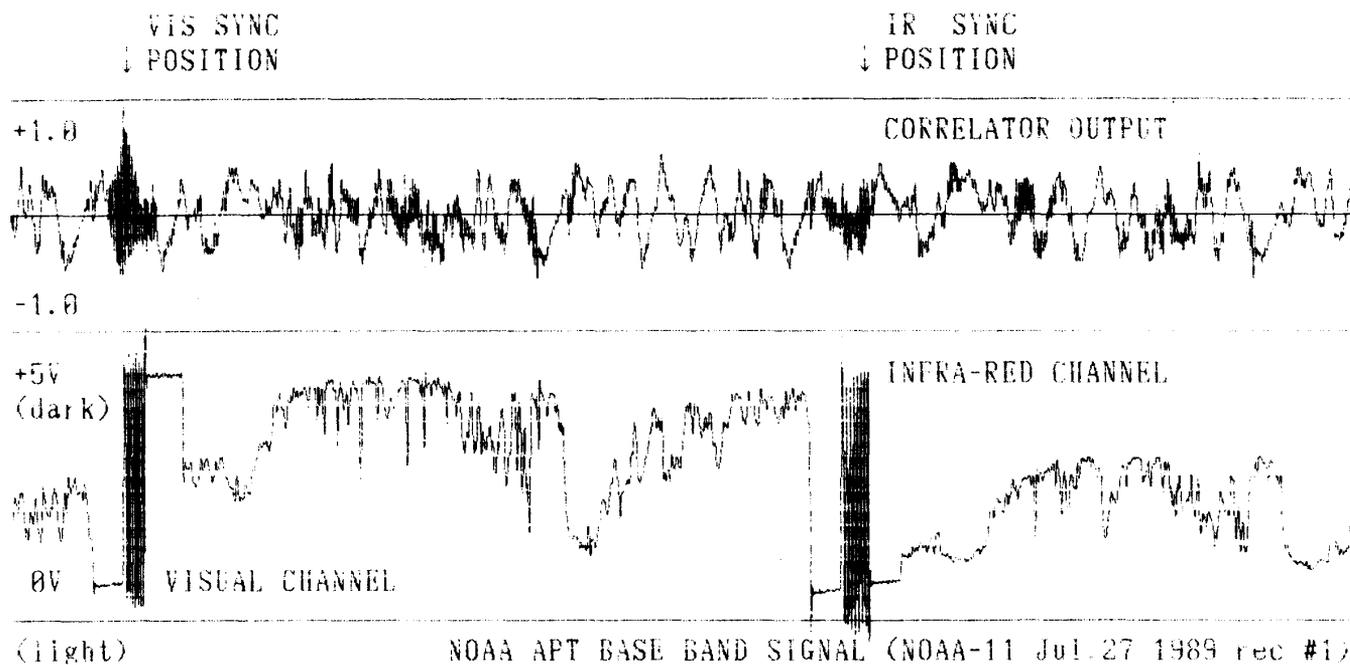


Fig. 7 受信波形 (下) と可視テンプレートとの相関値 (上)

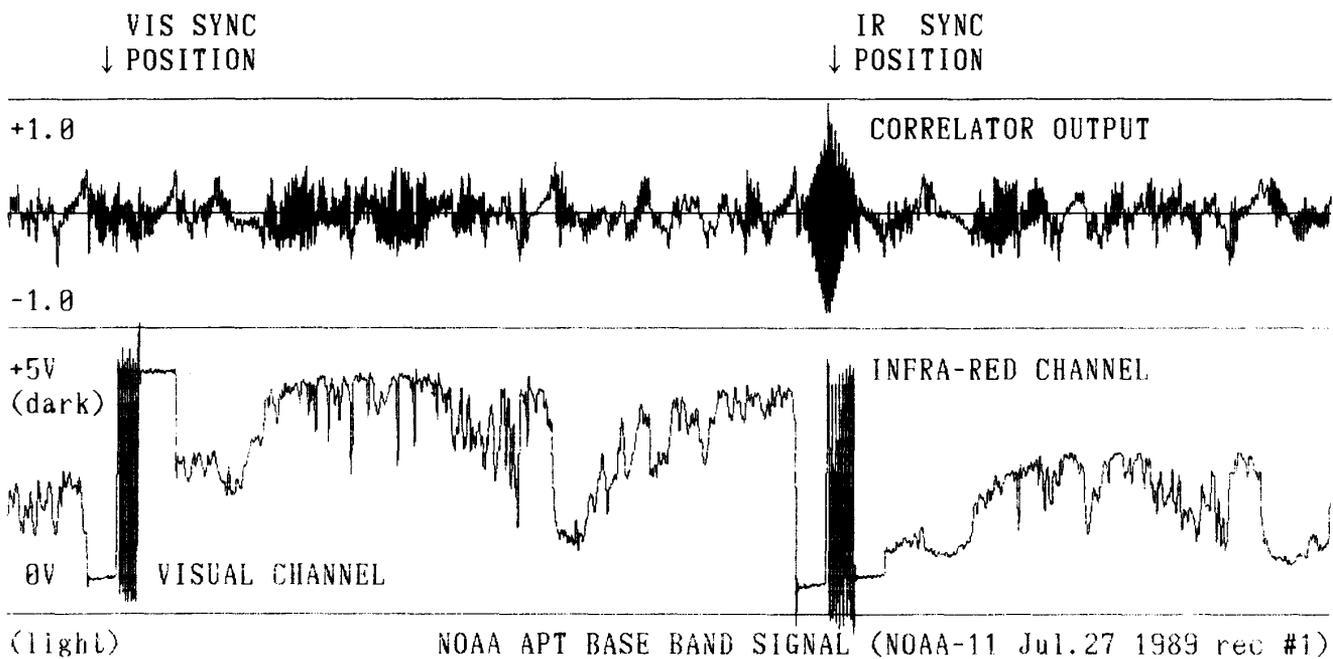


Fig. 8 受信波形 (下) と赤外テンプレートとの相関値 (上)

ノイズによって入力画の同期信号部分が乱れた場合には1走査前の同期位置を利用する事ができるので、ハードウェアによる方法に比べて走査線が抜け落ちたり、同期位置がずれたりするような入力時でのミスが生じない。

画像データは1本の連続したデータであるから、これを画像として見えるようにするには、同期信号との相関値がピークとなる画素番号を求めておき、データを並べ換える方法をとる。Fig. 7, Fig. 8において相関値がピークとなる点が可視画像、赤外画像のそれぞれの同期信号の開始点を示している。

3-3. 弓状ひずみの補正結果

写真-1 (右側) は弓状ひずみを補正し表示したものである。トーンバースト同期信号部分が直線となっており良好な結果といえる。また画像上部では衛星の移動によって受信点との距離が離れたために電波が弱くなりノイズが発生しているが、同期に乱れはない。

4. 衛星移動方向へのずれの補正

4-1. GCPの選定

弓状ひずみを補正して再構成した画像の各画素の緯度、経度は衛星の軌道計算から求めることができる。しかし、前述の理由によってあいまいな位置のずれが発生する場合や、受信システムで入力開始時刻を設定するミニコンのタイマの時間誤差(±1 s)などの影響は衛星移動方向への画素のずれとなって現れる。このずれの量を求めて衛星移動方向のずれを補正する方法としてGCPを用いる。GCPは島や半島などの特徴的な地形かつ複雑過ぎない場所を選び出して決定した。Fig. 9はずれ検出に用

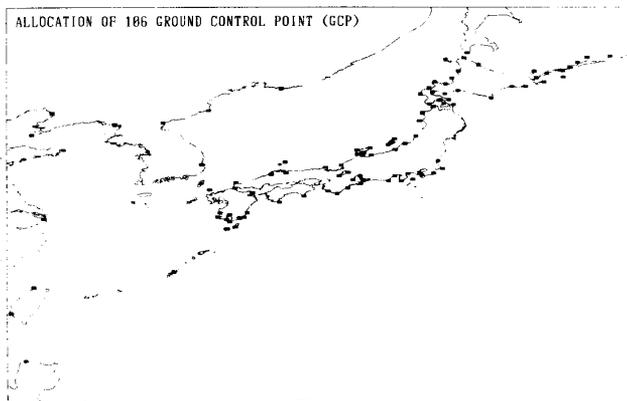


Fig. 9 GCP設定位置

いたGCPを地図上にプロットしたものであり、表2はGCPの緯度、経度、場所を示す。

4-2. 地図画像の作成

Fig.10にずれの検出過程をフローチャートで示す。ずれを検出するためには、位置の基準となるものが必要である。そのために入力画像と同じサイズの地図画像を作り、入力画像の画素位置と緯度経度の関係を決定するための衛星座標-地図座標の変換係数を求めておく。

衛星の走査角 θ_d は最大±55.4度であるから、各画素に対する走査角の値が分かるし、入力サンプリング時間から各画素の入力時刻Tが分かる。Fig. 11の関係から衛星が地表を走査する場合の走査角 θ_d より地表面距離Lを次式によって求めることができる。

$$\theta_e = \text{SIN}^{-1}\{R_g \cdot \text{SIN}(\theta_d) / R\} \dots \dots \dots (12)$$

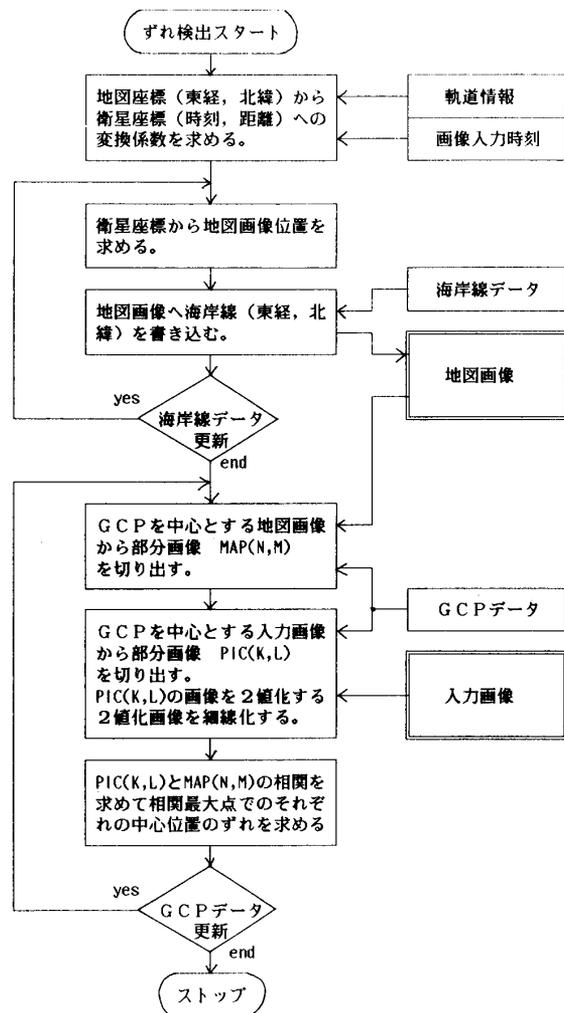


Fig.10 ずれの検出過程

表2 GCPデータ

GCP 番号	緯度 [度]	経度 [度]	場 所	GCP 番号	緯度 [度]	経度 [度]	場 所
1	44.338	145.334	知床半島	54	43.190	141.016	小樽
2	43.738	145.424	国後島 -1	55	43.728	141.338	雄冬岬
3	44.450	146.579	-2	56	44.315	141.673	苫前
4	44.152	145.971	-3	57	41.927	143.252	襟裳岬
5	31.745	130.194	羽島崎	58	42.625	141.644	苫小牧
6	31.406	130.111	野間崎	59	42.309	140.977	室蘭
7	31.161	130.528	開聞岳	60	42.488	140.367	内浦湾
8	31.586	130.663	桜島	61	41.803	141.196	恵山岬
9	31.005	130.669	佐多岬	62	41.760	140.696	函館
10	31.275	131.136	内之浦	63	41.398	140.196	白神岬
11	31.359	131.343	都井岬	64	42.294	139.771	尾花岬
12	31.777	131.492	戸崎鼻	65	48.820	140.191	弁慶岬
13	33.242	134.178	室戸岬	66	35.775	135.223	経ヶ岬
14	34.693	136.523	松阪	67	35.980	135.969	越前岬
15	34.363	136.907	大王崎	68	35.013	135.874	大津
16	35.036	136.873	名古屋	69	35.342	136.298	長浜
17	34.581	137.027	伊良湖岬	70	35.013	138.533	三保松原
18	34.592	138.237	御前崎	71	34.602	138.843	石廊崎
19	33.434	135.774	潮岬	72	35.242	139.166	小田原
20	33.666	135.339	瀬戸崎	73	35.253	139.756	観音崎
21	33.979	136.280	三木崎	74	34.735	139.408	伊豆大島
22	35.190	132.632	日御崎	75	33.947	130.929	下関
23	35.136	133.325	地蔵崎	76	34.434	130.981	川尻岬
24	36.922	136.751	滝崎	77	44.732	140.073	択捉島 -1
25	37.325	136.727	猿山岬	78	45.109	147.437	-2
26	37.505	137.354	珠洲岬	79	45.573	147.910	-3
27	37.105	137.068	観音崎	80	45.670	149.025	-4
28	36.852	137.000	氷見	81	44.403	146.742	-5
29	36.901	137.416	生地鼻	82	45.948	142.096	樺太
30	35.311	139.768	富津岬	83	42.771	133.112	ナホトカ
31	35.124	139.838	野島崎	84	40.840	129.689	吉州
32	35.303	140.414	太東崎	85	39.767	127.494	咸興
33	35.692	140.863	犬吠崎	86	36.050	129.360	浦項
34	36.380	140.629	磯崎岬	87	39.608	125.175	定州
35	39.901	139.735	男鹿半島	88	38.728	121.179	旅順
36	40.611	139.863	岩崎	89	40.611	122.139	營口
37	38.566	139.555	鼠ヶ関	90	38.949	117.716	天津
38	37.820	138.213	沢崎鼻	91	37.947	118.682	黄河
39	38.323	138.530	弾崎	92	37.385	122.694	山東半島
40	38.072	138.372	佐渡島	93	37.794	119.229	連雲港
41	37.918	139.037	新潟	94	33.807	129.731	壱岐
42	37.362	138.554	柏崎	95	34.401	129.328	対馬
43	41.349	141.430	尻屋崎	96	36.270	133.288	隠岐島
44	41.453	140.923	大間崎	97	31.253	121.746	上海
45	41.799	140.765	青森	98	21.157	121.254	台北
46	41.191	140.398	龍飛崎	99	22.900	120.191	台南
47	43.382	145.816	納沙布岬	100	18.667	120.866	ルソン島
48	42.987	144.905	尻羽岬	101	30.506	130.938	種子島
49	42.997	144.246	釧路	102	30.337	130.531	屋久島
50	45.522	141.945	宗谷岬	103	32.722	133.021	足摺岬
51	44.888	142.637	枝幸	104	33.511	131.737	国東半島
52	45.367	141.027	利尻島	105	26.500	128.000	沖縄
53	43.365	140.471	積丹岬	106	43.700	146.751	色丹島

$$L = \theta_e \cdot R \dots\dots\dots(13)$$

但し, $r = H + R$

$$Rg = r \cdot \text{COS}(\theta_d) - \sqrt{R^2 - (r \cdot \text{SIN}(\theta_d))^2}$$

以上より各画素の衛星座標上での位置が求まる。地心角 θ_e と時刻 T が分かると軌道計算によって地図座標上での東経 λ および北緯 ϕ を求める事ができる。これらの計算を全画素について行うと膨大な時間を必要とするので Fig. 12 のように入力画像に対応する衛星座標上の $N \times M$ 点についてのみ計算すると地図座標上の $N \times M$ 点の λ ,

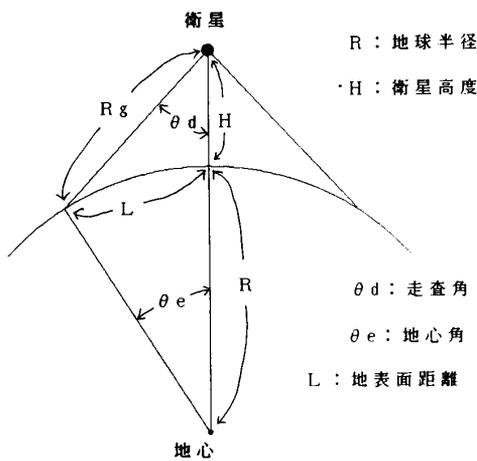


Fig. 11 走査角と地表面距離の関係

ϕ が求まる。

つぎに地図の東経 λ と北緯 ϕ が地図座標上の $N \times M$ 個のブロック中どのブロック内の位置かが分かるので、対応する衛星座標のブロック位置も分かる事になる。それぞれのブロックの頂点 a, b, c, d での値が計算されているのでブロック内の任意の地図座標位置から衛星座標位置へ変換するには各ブロック毎に射影変換式 (15)

(16) の係数 $a1 \sim a8$ を (14) 式によって求めておき射影変換式を解けばよい。

$$\begin{pmatrix} \lambda a & \phi a & 1 & 0 & 0 & 0 & -La \cdot \lambda a & -La \cdot \phi a \\ \lambda b & \phi b & 1 & 0 & 0 & 0 & -Lb \cdot \lambda b & -Lb \cdot \phi b \\ \lambda c & \phi c & 1 & 0 & 0 & 0 & -Lc \cdot \lambda c & -Lc \cdot \phi c \\ \lambda d & \phi d & 1 & 0 & 0 & 0 & -Ld \cdot \lambda d & -Ld \cdot \phi d \\ 0 & 0 & 0 & \lambda a & \phi a & 1 & -La \cdot \lambda a & -La \cdot \phi a \\ 0 & 0 & 0 & \lambda b & \phi b & 1 & -Lb \cdot \lambda b & -Lb \cdot \phi b \\ 0 & 0 & 0 & \lambda c & \phi c & 1 & -Lc \cdot \lambda c & -Lc \cdot \phi c \\ 0 & 0 & 0 & \lambda d & \phi d & 1 & -Ld \cdot \lambda d & -Ld \cdot \phi d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a1 \\ a2 \\ a3 \\ a4 \\ a5 \\ a6 \\ a7 \\ a8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} La \\ Lb \\ Lc \\ Ld \\ Ta \\ Tb \\ Tc \\ Td \end{pmatrix} \dots\dots(14)$$

$$L = \frac{a1 \cdot \lambda + a2 \cdot \phi + a3}{a7 \cdot \lambda + a8 \cdot \phi + 1} \dots\dots\dots(15)$$

$$T = \frac{a4 \cdot \lambda + a5 \cdot \phi + a6}{a7 \cdot \lambda + a8 \cdot \phi + 1} \dots\dots\dots(16)$$

衛星座標上の位置 T, L より地図画像上の画素の位置 X, Y が次の式で求まる。

$$X = \frac{Xh}{Lmax} \cdot L + X0 + 1 \dots\dots\dots(17)$$

$$Y = 1023 \cdot (T - Ts) / TT + 1 \dots\dots\dots(18)$$

以上の関係式を用いて海岸線データを地図画像へ書き込む。

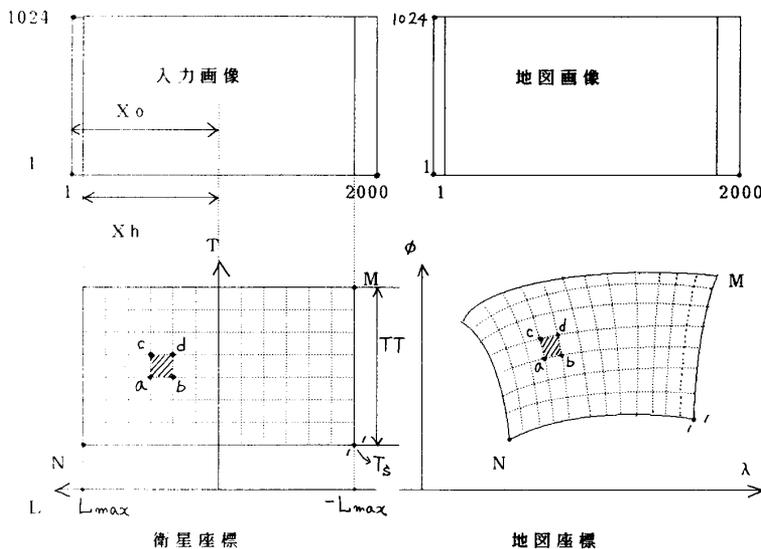


Fig. 12 衛星画像と地図画像の関係

4-3 相関法によるずれの検出

GCPを中心として地図画像からは31×21画素の部分画像を、入力画像からは61×41画素の部分画像を切り出す。入力画像から切り出した部分画像は雲レベルの影響を受けないように雲域を除き、残りの部分画像内画素値の平均値でスライスし2値化画像とする。同時にノイズ除去を行う。この2値化画像からさらに海岸線だけが残るように細線化を行うことによって入力画像より作られた海岸線の線画像が得られる。この画像上の一部に海岸線が描かれた地図画像から切り出した部分画像を重ね合わせ、線画像間の相関を計算する。重ね合わせる位置をずらし、相関値が最大となる場合の位置を求めると、入力画像の部分画像における中心位置との差から画像のずれが求まる。Fig.13において2枚の部分画像を重ね合わせてずれを求めるための位置関係を示す。

2枚の画像を横にn画素、縦にm画素ずらせたときの重なり部分の相関係数は(27)式によって求める事ができる。

$$X_m = \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \text{MAP}(i, j) \dots\dots\dots (19)$$

$$Y_m = \frac{1}{NM} \sum_{I=n}^{n+N-1} \sum_{J=m}^{m+M-1} \text{PIC}(I, J) \dots\dots\dots (20)$$

$$S_x = \frac{1}{NM} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (\text{MAP}(i, j) - X_m)^2 \dots\dots\dots (21)$$

$$S_y = \frac{1}{NM} \sum_{I=n}^{n+N-1} \sum_{J=m}^{m+M-1} (\text{PIC}(I, J) - Y_m)^2 \dots\dots\dots (22)$$

$$S_x = \sqrt{S_x}, S_y = \sqrt{S_y} \dots\dots\dots (23)$$

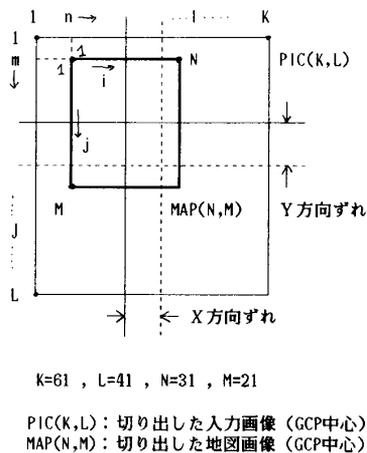


Fig.13 画素ずれの探索

$$T_x = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \text{MAP}(i, j) \dots\dots\dots (24)$$

$$T_y = \sum_{I=n}^{n+N-1} \sum_{J=m}^{m+M-1} \text{PIC}(I, J) \dots\dots\dots (25)$$

$$S_{xy} = \frac{1}{NM} T_{xy} - \frac{1}{(NM)^2} \cdot T_x \cdot T_y \dots\dots\dots (26)$$

$$R_{nm} = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y} \dots\dots\dots (27)$$

n = 1, (K-N) / 2 + 1, m = 1, (L-M) / 2 + 1の範囲で変化させてR_{nm}が最大となったときのn, mの値をn_{max}, m_{max}とする。X方向のずれは

$$X_{\text{shift}} = (K-N) / 2 + 1 - n_{\text{max}} \dots\dots\dots (28)$$

Y方向のずれは

$$Y_{\text{shift}} = (L-M) / 2 + 1 - m_{\text{max}} \dots\dots\dots (29)$$

となる。

この処理の様子を写真-2に示す。全GCPについてずれを求め、さらに相関値が0.4以上のものについて表3に示すが、衛星移動方向のずれは1画素程度となっている。相関値の大きいずれの値を平均して衛星移動方向の

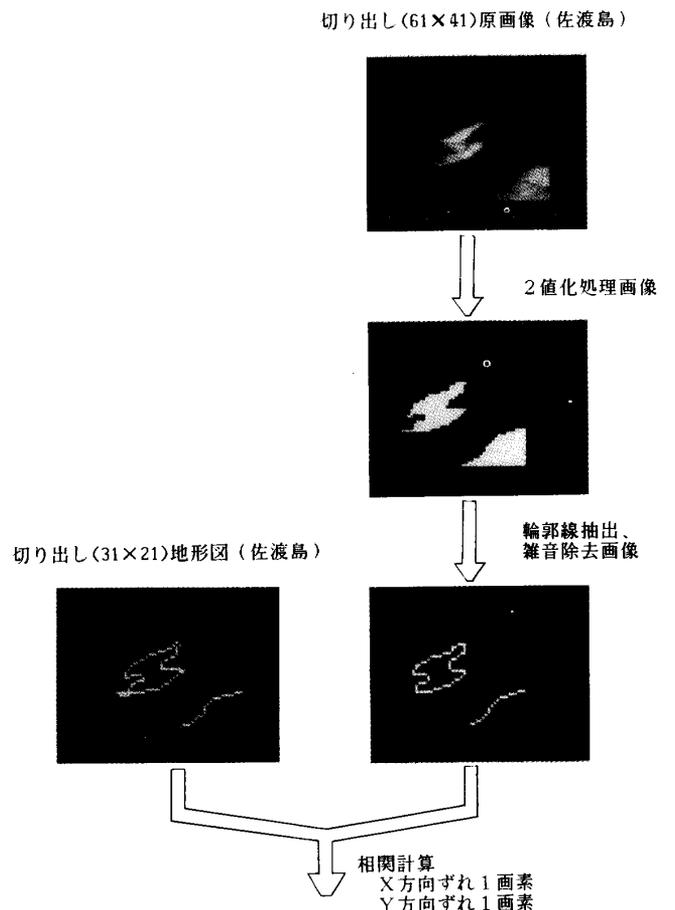


写真-2 画像でみるずれの検出過程

表3 GCP法による位置ずれの検出結果

GCP番号	X方向ずれ	Y方向ずれ	相関値 (対地形図)
24	4	1	0.4042
28	4	1	0.4989
29	3	1	0.7165
31	-1	1	0.4198
32	-1	1	0.5492
33	0	1	0.6198
34	-1	0	0.5232
35	-1	1	0.5497
38	1	1	0.6902
39	-1	0	0.5574
40	1	1	0.5983
41	1	1	0.7303
42	1	1	0.6985
51	-1	-2	0.5459
53	3	1	0.4146
54	5	0	0.5040
95	1	2	0.4444
96	7	2	0.5443

画素位置を補正する。

106箇所のGCP中、相関値が0.4以上の地点は18箇所しかない。これは写真-3をみれば分かるように大陸部および西日本一帯がほとんど雲に覆われていたためである。

4-3. 処理結果

弓状ひずみの補正を行い、衛星移動方向のずれを補正してグリッディング処理を行うことにより、地図と画像の海岸線位置のずれを確認することができる。写真-3は1989年7月27日に受信した画像に対して海岸線、緯度経度線を描いたものであり、写真-4は1989年7月28日

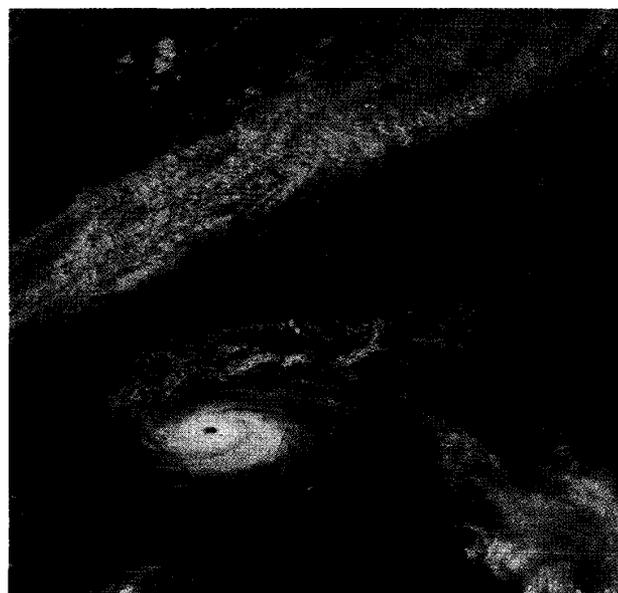


写真-3 グリッディング処理結果
NOAA-11 Jul.27 1989

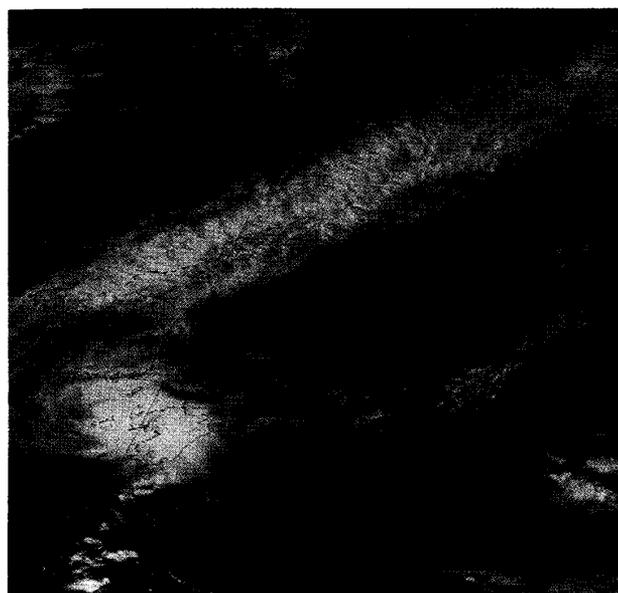


写真-4 グリッディング処理結果
NOAA-11 Jul.28 1989

に入力した画像に対して同様グリッディング処理を行ったものである。

衛星移動方向のずれは目視ではほとんど確認できない

が、写真-3では北海道、房総半島の部分に経度方向のずれが生じており、写真-4では若狭湾、和歌山、琵琶湖の部分にずれが生じている。このように部分的にずれが発生したり、画像によってずれの場所が異なったりする現象があるが、これらの原因は現在のところ不明である。

5. むすび

安価なシステムで受信できるNOAAのAPT画像を信頼性のあるデータとして利用するためには、画像のもつ幾何学的なひずみの補正は非常に重要である。また気象衛星「NOAA」の画像を利用目的に応じて処理する際、補正に要する時間の短縮が望まれる。たとえば現状では画像の入力から地図化温度画像に変換されるまでに数時間かかっている。これにたいして弓状ひずみと衛星移動方向に対するずれの補正に対しては自動化できる見通しがついた。

グリidding処理の結果から部分的に地形図と一致

しない場所があり、他の原因によって歪を生じている可能性がある。さらに精度の良い、信頼性のあるデータとして行きたい。

6. 参考文献

- 1) 藤本, 田中: 気象衛星画像受信システム宇部高専研究報告32号, P 30 (昭和62年)
- 2) 藤本, 田中: 気象衛星画像のグリidding処理電気四学会中国支部連合大会講演論文集P 163 (昭和60年)
- 3) 藤本, 田中: 気象衛星ノア画像の弓状ひずみの補正, 電気四学会中国支部連合大会講演論文集P 698 (平成元年)
- 4) A. Schwalb : THE TIROS-N/NOAA A-G SATELLITE SERIES, NOAA National Environmental Satellite Service, Washington, DC 20235
(平成2年9月20日受理)