

任意の多角形による VISSR 画像の切り出し

Extraction of VISSR Image data with a Polygonal Shape

森川 幹 大*

Mikio Morikawa*

Abstract

In order to investigate the development of cloud pattern using VISSR Image data taken by GMS, it is necessary to prepare the adequate partial VISSR Image data sets corresponding to the interest cloud target area.

As a cloud shape is very complex generally, it is too difficult to extract precisely only the cloud data from VISSR Image.

The method of extraction of partial VISSR data corresponding to the cloud area being approximated with polygonal shape is developed.

1. まえがき

近年、衛星の画像データを用いて、対流性雲下の降水量の推定を行う研究が、各方面で行われているが、計算機処理で対流性雲の発達、衰弱の時間的な変化を調べる場合、衛星画像データのうち、必要とする特定の領域のみを切り出して処理することが必要である。

時間的、空間的に変動する雲を時系列の画像で追跡する場合、緯・経度、あるいはピクセル・ラインによる矩形領域で画像を切り出すことは、目標としている雲以外の、不必要な雲まで切り出されることがあり、処理上不都合な場合がある。また、追跡している雲の鉛直及び水平方向の発達、衰弱を調べる場合、雲の温度レベル毎の時間的な広がりの変化をつかむことが、その雲の盛衰を調べる上で必要であると考えられ、任意の領域の画像データのデータセットによる処理が望まれる。

これらのことを考慮し、GMS から得られる VISSR 画像データファイル（磁気テープ）を用いて、緯・経度で入力した任意の座標点にしたがって、必要な領域の赤外画像データを切り出すとともに、 T_{BB} （等価黒体温度）ヒストグラムの作成、温度別の画素数及び面積の計算、温度のクラス別の面積比等を出力するプログラムを作成した。

本稿では、そのプログラムの入出力データ、処理方法

を述べ、また実際に切り出した例を用いて、出力フォーマット及び切り出し結果を述べる。

2. プログラム説明

2.1 入出力データ及び処理フロー

(1) 入力データ

①画像データは、VISSR 画像データ履歴ファイルを使用する。

②緯・経度で切り出し座標を指定した、データカード。切り出し領域は、入力した複数の任意の座標（点）を、入力順に直線で連結し閉じた領域である。その領域を指定するための座標数は、最低3地点から最大100地点まで入力可能であるから、複雑な多角形の切り出しが出来る。

座標を指定する場合、次の制限がある。

(a) 指定はどの座標から始まっても良いが、必ず切り出す領域を左回りで囲む様に指定しなければならない。これは切り出し領域外周の左回りを順方向としてプログラム作成しているためであり、右回りで指定した場合には、雲の外側の領域を切り出すことになる。

(b) 1画素に3本、又はそれ以上の辺（線分）が接

* 気象衛星センター管制課, Meteorological Satellite Center

する様に指定することは出来ない。(本稿では、画素と辺が接する場合、及び画素と辺が交わる場合を、すべて接すると表現する。)

(c) 辺と辺が端点(辺の端)以外で交わってはならない。

(d) 同一座標を2度指定出来ない。

したがって、切り出し領域の内部に空き領域を作ることとは出来ない。

切り出し可能な画像の範囲は、VISSR 画像から地球表面上に座標変換が可能な範囲である。

切り出し座標を決定する方法は、緯・経度が読み取れる画像、又は切り出し領域を含む T_{BB} 分布図等を用いて、座標を求める方法が考えられる。 T_{BB} 分布図は、VISSR 画像データの指定した領域の T_{BB} 値を、最小 0.05 度の緯・経度の格子間隔で、ラインプリンターよりリスト出力したものである。詳しくは、中村、杉本(1980)を参照していただきたい。

③温度レベルを指定するデータカード。

切り出し領域の中で、ある温度レベル以上の領域の画素データを削除するためのもので、下層の雲域の温度レベルに合わせると、それより上層の雲のみを取り出して出力することが出来る。

(2) 出力データ

ラインプリンタの出力リスト。画像切り出し例の項で述べる。

(3) 処理フロー

Fig. 1 に本プログラムの処理フローを示す。入力された座標データにしたがって、VISSR 磁気テープより

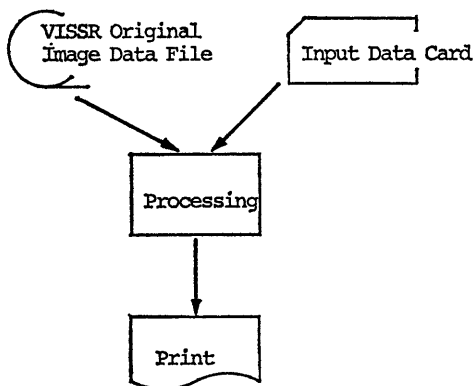


Fig. 1 Flow of image extraction procedure.

直接画像切り出し等の処理を行い、ラインプリンタに結果を出力する。

2.2 処理方法

(1) 画像切り出し

入力した座標データを地理座標 (ϕ, λ) から VISSR フレーム座標 (I, J) に変換する。切り出し領域の判定はすべて VISSR フレーム座標で行う。

Fig. 2 で示す様に、入力した座標データ (P_1, P_2, P_3, \dots) を入力順に直線で連結し、切り出し領域を閉じる (Fig. 2 の斜線部分)。点線で囲まれた矩形領域 ABCD の画素データについて、ライン順に、1 画素毎に切り出し領域内部か、外部かの領域判定を行う。A 点の画素に始まり、D 点の画素で終了する。

次に領域判定方法を述べる。Fig. 3 の太線で示す様に、切り出し領域の外周(以下辺という)に接する画素は、すべて領域内部と判定するが、辺に接しない画素については、後で述べる“0”と“1”のフラッグを見て、領域の外部か内部かを判定する。Fig. 3 で、辺に接する画素のみについて、“0”と“1”のフラッグが示されているが、これ以外の画素については、領域の外部ではすべて“0”を、又内部についてはすべて“1”のフラッグ

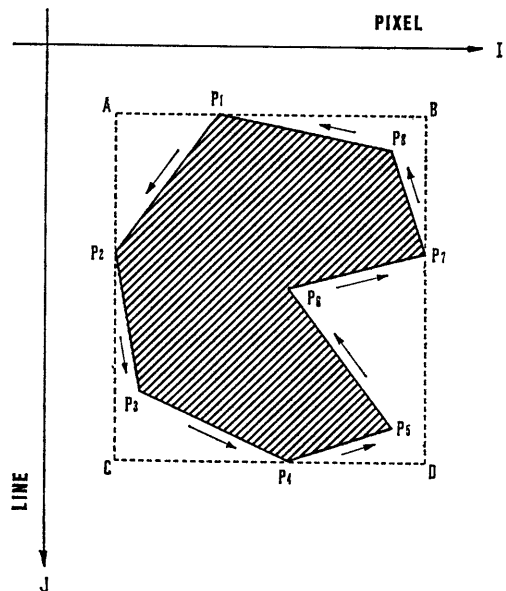


Fig. 2 Illustration of partial VISSR Image corresponding to cloud target area. The coordinates must be assigned as to enclose the domain by a counterclockwise rotation.

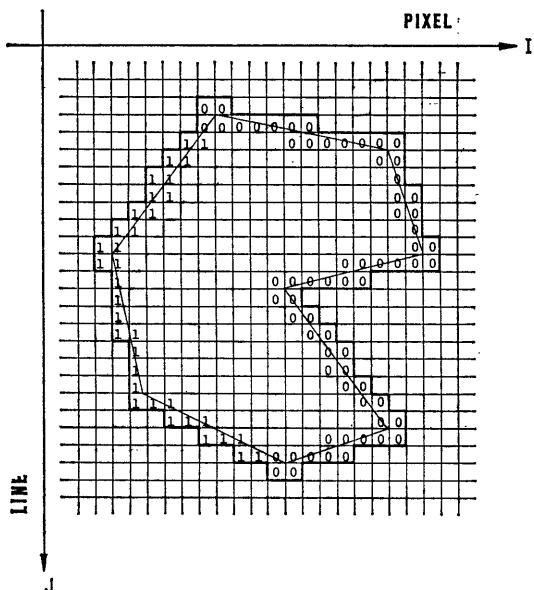


Fig. 3 Illustration of extraction area (showed by bold lines). The small quadrangles show picture elements. Scanning is done from the left end to the right end along each line. Picture elements with flag "1" and "0" means the boundary of the area to be extracted when scanned into the area and out of the area respectively. Though in this figure flags are written only in the boundary elements, "1"s and "0"s are set up in all elements inside and outside of the boundary respectively.

グを立てる。

フラッグの立て方について概略を述べる。

①辺 (辺の端点には含まない。) に接する場合。

各ライン毎に領域判定する前に、フラッグを "0" としておく。画素を順番に判定し、切り出し領域の1辺に接すると "1" のフラッグを立てる。切り出し領域の内部はフラッグ "1" を立てておくが、再び1辺に接するとそこでフラッグを "0" とする。1辺に接するたびに、それまでのフラッグが "0" ならばフラッグを "1" に、"1" ならばフラッグを "0" にする。ただし、画素が2辺に接するときはフラッグを変える場合と変えない場合がある。今判定している画素が2辺 (l_1, l_2 とする) に接しているとき、同一ライン上のそれ以前の画素 (判定済み) が、 l_1, l_2 のどちらにも接していない場合はフラッグを変えないが、 l_1, l_2 のどちらかに接していればフラッグを変える。

②頂点 (辺の端点) に接する場合。

切り出し領域の頂点に接した場合のフラッグの立て方は、①の辺に接した場合よりかなり複雑になる。

Fig. 4 の (a) で、座標が P_a, P_b, P_c の順に入力されているときは、「(1) 入力データ」の項で述べた様に、切り出し領域は斜線部分側になり、画素が頂点 P_b に接したとき、フラッグを "1" とすれば良いが、 P_c, P_b, P_a の順に入力されているときは、切り出し領域は斜線部分の反対側となるので、 P_b に接したときフラッグを "0" としなければならない。

Fig. 4 の (b) の場合、座標が P_a, P_b, P_c の順に入力されているときは、切り出し領域は斜線部分側になり、画素が P_b に接したとき、フラッグは "0" のままとし、 P_c, P_b, P_a の順に入力されているときは、切り出し領域が斜線部分の反対側となるので、 P_b ではフラッグを "1" のままとする。この場合、フラッグを変えると、 P_b を通り過ぎるとき再びフラッグを変えなければならない。

この様に、頂点については P_a, P_b, P_c の座標と、座標が連結される方向によって、フラッグを "0" から "1" に変える場合、"1" から "0" に変える場合、フラッグを変えない場合がある。そこで本プログラムでは、頂点を x-y 座標 (x 軸と I 軸は平行とする。) の原点としたとき、頂点を作っている2辺が、それぞれどの象限にあるか、又は x, y 軸の正負のどれと一致しているか、によって頂点を分類し、フラッグを決めておく。頂点は14種類に分類してある。

座標データが入力されると、切り出しを行う前に、切り出し領域の図形の各頂点が、前記で分類したうちのど

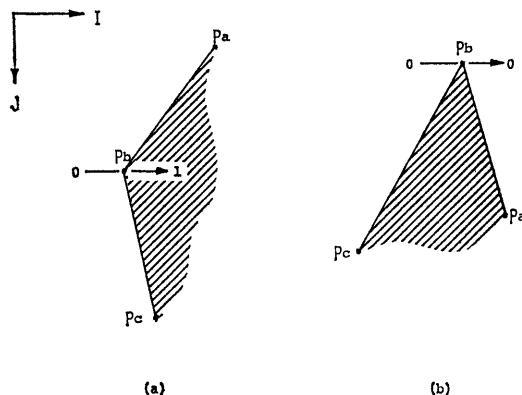


Fig. 4 The example of determination of the flag information. P_a, P_b, P_c show edge of extraction area and shadow area show extraction area.

れに該当するか調べ、フラッグを準備しておく。切り出しを開始し、画素が頂点に接したとき、あらかじめ準備しておいたフラッグを立てる。前記した様に、画素が頂点又は辺に接している間は、フラッグに関係なく領域内部と判定し、接しなくなると、フラッグが“0”か“1”かによって領域外部か内部かを判定する。

(2) 画素面積計算

切り出し領域内と判定された画素については、地球表面上の面積を近似するが、ここでは赤外面像の画素のステップング角（南北方向）を $140 \mu \text{ rad}$ 、サンプリング角（東西方向）を $47.94 \mu \text{ rad}$ として計算させる。この領域は、衛星直下点付近で $5 \text{ km} \times 1.7 \text{ km}$ 程度の大きさとなる。

① 1画素を2つの三角形に分けて面積を求める。まず、画素の4頂点の (I, J) 座標を求め、2つの三角形の各辺の地球表面上の長さ（距離）を計算するが、これは現業で行われている風計算処理で用いられている方法を利用している。

各辺の距離を次の様に求める。4頂点の座標を地理緯・経度に変換し、さらに地理緯度から地心緯度を次の式より求める。

$$\phi = \tan^{-1}\{(1 - e^2) \tan \phi_x\}$$

$$e^2 = (a^2 - b^2) / a^2$$

ϕ : 地心緯度

ϕ_x : 地理緯度

e : 地球の離心率

a : 赤道半径 (6378.142 km)

b : 極半径 (6356.775 km)

地心緯度を求めた後、2地点間の平均緯度を求め、その緯度における地球半径を計算する。

Fig. 5 で AB 間の距離を求める場合を例にとると、Fig. 5 の A, B の地心緯度を ϕ_1, ϕ_2 とすれば、平均緯度 ϕ は

$$\phi = (\phi_1 + \phi_2) / 2$$

したがって緯度 ϕ における地球半径 r は、

$$r = \sqrt{(a \cos \phi)^2 + (b \sin \phi)^2}$$

として求めることが出来る。この r を半径とする球体を考え、AB 間の南北成分 v を求めると、

$$v = r(\phi_1 - \phi_2)$$

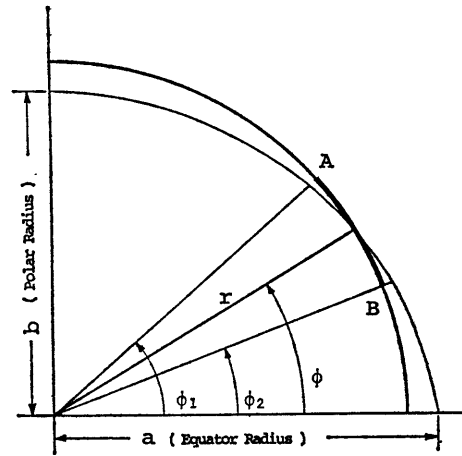


Fig. 5 Conversion from an ellipsoid coordinate to a sphere coordinate by using mean latitude of position A and B. Calculation of the distance between position A and B is executed on a spherical surface.

となる。

一方、東西成分 u は、A, B の経度をそれぞれ λ_1, λ_2 とすれば、

$$u = r(\cos \phi)(\lambda_1 - \lambda_2)$$

で求まる。

AB 間の距離 D は、地球半径に比べて非常に小さいので、次式により近似する。

$$D = \sqrt{u^2 + v^2}$$

② 以上の様にして前記各辺の距離を求め、画素の面積を平面上の2つの三角形の和として近似する。三角形の面積 S は Heron の式を用いる。

$$P = (a + b + c) / 2$$

$$S = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$$

a, b, c : 三角形の各辺の長さ

(3) 出力処理

求めた画素面積は、 T_{BB} 温度別 ($-90^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$) に積算し、また別に、 T_{BB} ヒストグラムも作成する。切り出しが終了すると、切り出し座標、切り出し図形、 T_{BB} 温度別面積、ヒストグラム、 -90°C から 40°C までを 10°C 毎にクラス分けし、そのクラス別の面積、画素数、又それらの100分比等を、決められたフォーマットにしたがって、ラインプリンタよりリスト出力する。

計算機処理時間は、ジョブ投入からリスト出力まで、

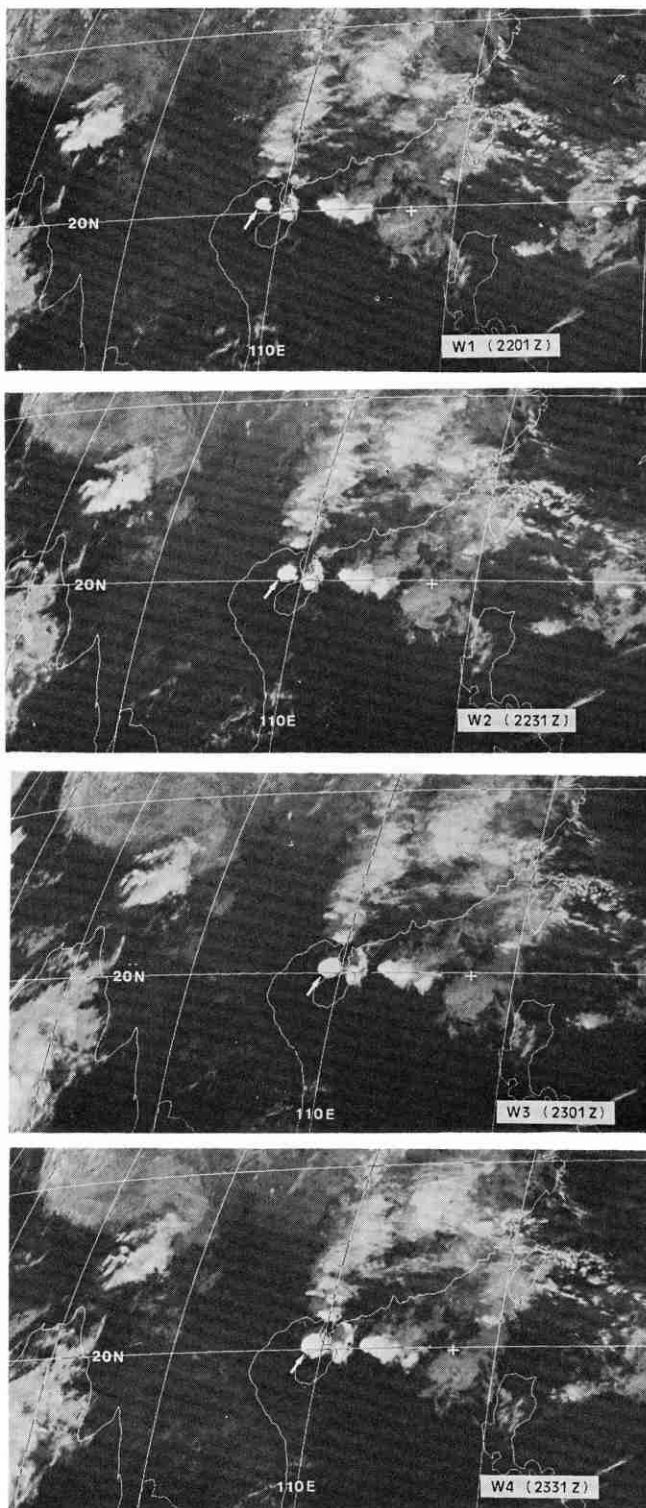


Fig. 6 GMS Infra-Red image from 2201 GMT 28 Apr. to 0000 GMT 29 Apr. 1982.
The white arrow point to extracted cloud target area.

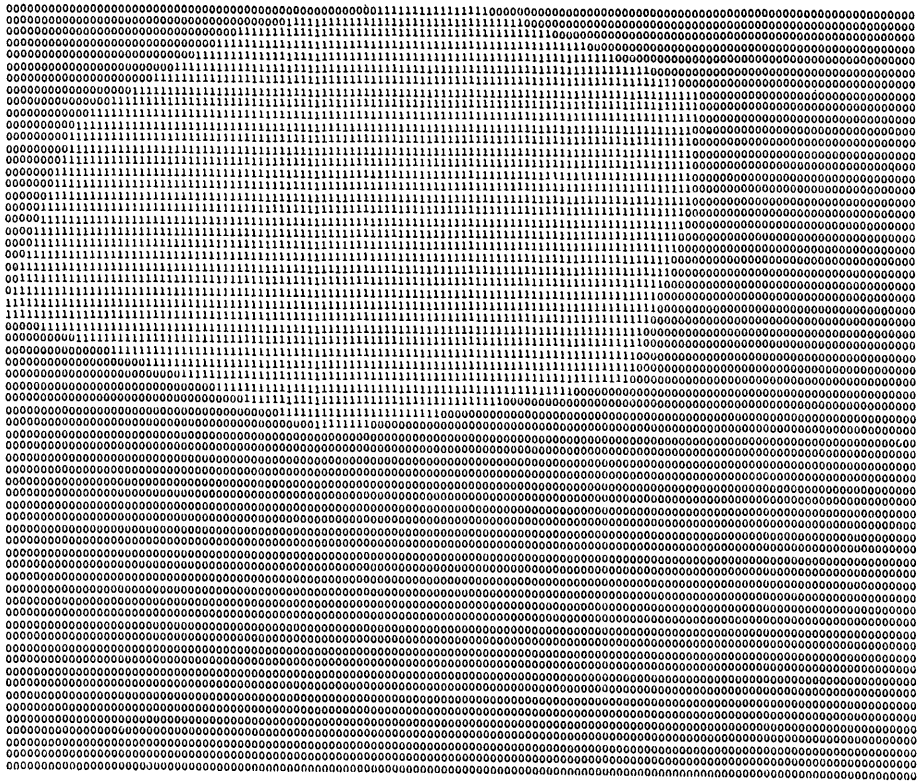


Fig. 7 Extraction of partial image data corresponding to the interested cloud target area. Number "1" and "0" show extracted area and out of extracted area respectively.

切り出し領域画素数 100×100 個で、約10分程度である。これは指定した座標数、判定する領域の広さ、画像の南北方向の位置により増減する。

出しの例である。画素は "0" と "1" (前記のフラグとは異なる) で印刷され、"1" が切り出された領域を示す。

3. 画像切り出し例

実際に本プログラムで赤外画像を切り出した例を用いて、出力リスト等について述べる。

使用した画像は、1982年4月28日2201z から29日00z までに撮像された、風計算用の30分間隔4枚の連続した赤外画像である。(Fig. 6) 撮像順に W1, W2, W3, W4 とする。

この画像で、20°N, 110°E の海南島付近の cloud cluster (Fig. 6 の白矢印) を4画像について切り出した。

座標は T_{BB} 分布図を用いて決定した。

Fig. 7 は、画像が入力された座標によって、確実に切り出されたかどうかを確認するためのもので、VISSR フレーム座標で図形をリスト出力する。図は W4 切り

Table 1 は同じく W4 画像の出力リストで、 T_{BB} 値に対する画素数のヒストグラムと、その面積 (km²) を示す。 T_{BB} は -90°C から 40°C までの範囲である。

Fig. 8 は前記ヒストグラムを、*印1つを画素10個として出力したもので、W1~W4 について示す。切り出し領域を広くすると、高温部分のデータも増加するが、-50°C から -70°C と前後のデータの増加を見ると、雲の発達の様子が現われている。

Fig. 9 は W4 について示した出力リストで、図中①は、 T_{BB} 値を 10°C 毎のクラスに分け、そのクラス別の画素数と面積を印刷したものである。②は切り出し領域の全画素数と面積、③は -20°C 以下の画素数と面積である。この高温部分を削除するための温度データはデータカードで指定する。③以後はこのデータにしたがって高温部分を削除して処理される。④は -20°C 以上下の領域の T_{BB} の平均値、分散、標準偏差を出力したものである。⑤は -20°C 以下の領域全体に対する、各ク

Table 1 A number of pixel data and its area with Equivalent Black Body Temperature (TBB) value.

TBB		Km ²	TBB		Km ²
-90	0	0.0	-25	14	173.3
-89	0	0.0	-24	21	260.0
-88	0	0.0	-23	9	111.2
-87	0	0.0	-22	20	245.8
-86	0	0.0	-21	25	308.2
-85	0	0.0	-20	19	234.2
-84	0	0.0	-19	32	394.3
-83	0	0.0	-18	11	135.9
-82	0	0.0	-17	31	382.6
-81	0	0.0	-16	22	271.4
-80	0	0.0	-15	8	98.6
-79	0	0.0	-14	26	319.8
-78	0	0.0	-13	8	98.2
-77	0	0.0	-12	15	185.8
-76	26	325.8	-11	25	308.5
-75	0	0.0	-10	9	112.1
-74	14	175.5	-9	19	237.9
-73	0	0.0	-8	35	437.5
-72	31	388.9	-7	63	787.4
-71	53	664.5	-6	31	389.4
-70	0	0.0	-5	86	1076.6
-69	41	513.4	-4	68	852.2
-68	155	1931.4	-3	31	388.5
-67	0	0.0	-2	54	675.7
-66	283	3507.3	-1	10	124.9
-65	140	1738.8	0	26	322.2
-64	144	1784.6	1	23	285.2
-63	0	0.0	2	15	185.9
-62	90	1111.8	3	19	236.0
-61	75	928.5	4	19	235.5
-60	48	593.5	5	25	309.8
-59	0	0.0	6	18	222.0
-58	18	222.5	7	15	186.4
-57	32	397.5	8	21	260.4
-56	30	371.9	9	13	161.0
-55	20	247.9	10	12	147.8
-54	28	347.1	11	14	172.4
-53	10	123.7	12	19	234.1
-52	16	198.1	13	26	322.0
-51	14	173.1	14	21	258.3
-50	0	0.0	15	21	258.3
-49	11	136.8	16	32	392.7
-48	15	186.5	17	30	367.5
-47	15	186.6	18	4	49.1
-46	16	199.1	19	0	0.0
-45	28	345.9	20	0	0.0
-44	11	135.6	21	0	0.0
-43	10	124.1	22	0	0.0
-42	8	99.3	23	0	0.0
-41	9	111.1	24	0	0.0
-40	16	197.8	25	0	0.0
-39	12	148.2	26	0	0.0
-38	9	111.5	27	0	0.0
-37	9	111.5	28	0	0.0
-36	24	297.3	29	0	0.0
-35	2	24.8	30	0	0.0
-34	9	111.4	31	0	0.0
-33	12	147.7	32	0	0.0
-32	31	384.1	33	0	0.0
-31	6	74.2	34	0	0.0
-30	6	74.2	35	0	0.0
-29	19	234.6	36	0	0.0
-28	9	111.2	37	0	0.0
-27	14	173.8	38	0	0.0
-26	16	198.3	39	0	0.0
			40	0	0.0

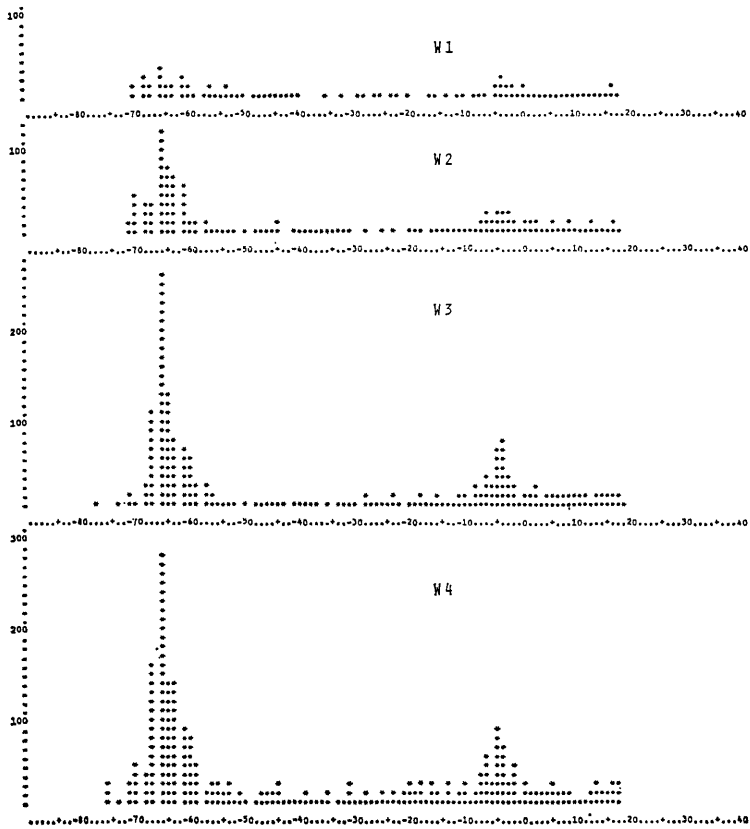


Fig. 8 TBB histogram of extracted area.

```

**** DATE .1982 / 0428 / 2331 ****

```

1	TEMP.	-90=-81	-80=-71	-70=-61	-60=-51	-50=-41	-40=-31	-30=-21	-20=-11	-10=-1	0=9	10=19	20=29	30=39
		0	124	928	216	123	130	153	197	406	194	179	0	0
2	NUMBER OF DATA	0,0	1554,6	11515,7	2675,3	1524,9	1608,6	1890,6	2429,2	5082,2	2404,4	2202,2	0,0	0,0
3	NUMBER OF DATA, LESS THAN -20 DEG.				1474	20769,7 (KM*KM)								
4	MEAN	-56												
	VARIANCE	202,1												
	STANDARD DEVIATION	14,2												
5	TEMP.	-90=-81	-80=-71	-70=-61	-60=-51	-50=-41	-40=-31	-30=-21	-20=-11	-10=-1	0=9	10=19	20=29	30=39
		0	7	55	13	7	8	9	0	0 (%) INDIV.				
		0	7	55	13	7	8	9	0	0				
6	TEMP.	-90=-81	-80=-71	-70=-61	-60=-51	-50=-41	-40=-31	-30=-21	-20=-11	-10=-1	0=9	10=19	20=29	30=39
		0	7	63	76	83	91	100	0	0 (%) CUM.				
		0	7	63	76	83	91	100	0	0				

Fig. 9 Statistical information printed out on the line printer.

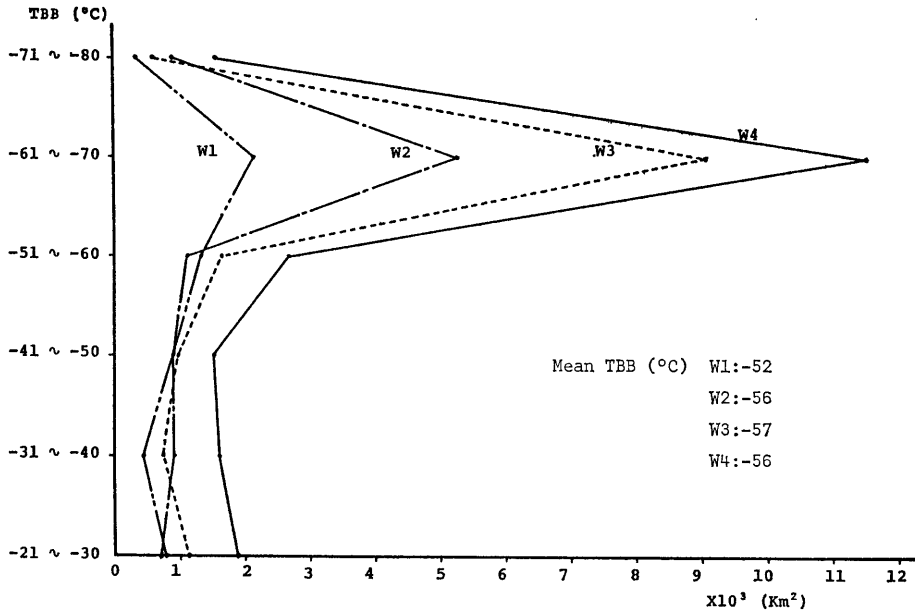


Fig. 10 Variation of extracted cloud area that classified by TBB.

ラス別の画素数と、面積の100分比を、⑥はそれらの低温部からの累積を出力したものである。

以上が出力リストのフォーマットであるが、これらを用いて、抽出した cloud cluster の発達を見てみる。

W1 から W4 の各温度クラス別面積を用いて、Fig. 10 が得られる。Fig. 8, Fig. 10 から、 -20°C 以下の領域の平均 T_{BB} は、W3 が最も低く、また、 -71°C から -80°C のクラスについては、W1 から W2 で面積が増加し、W3 で減少しているが、W4 ではまた増加している。しかし -61°C から -70°C のクラスを見ると、W1 から W4 にかけて、連続した領域の広がりが見られる。 -21°C から -60°C 付近の面積は、ヒストグラムを見ると度数が少ないが、これは雲の周辺部分にあたる、W1 から W3 ではこの領域は少ないが、W4 では各温度クラスで増加している。水平方向の発達によって切り出し領域が拡大されたため抽出される各クラスのデータ数も増加している。また、 -20°C より上層の総面積は、W1 から W4 にかけて急激に増加している。これらから、切り出された雲が、鉛直及び水平方向に発達する様子が良く解かる。

しかし、切り出した雲域に C_i が広がっている場合、これを除去出来ないため、その下層の雲の発達、衰弱が正しく伝わらない。日照中は可視画像を利用する方法も考えられるが赤外画像だけの夜の場合、 C_i をどの様に除去するかは今後の問題である。

4. あとがき

このプログラムは調査研究用として作成されたものであり、利用目的に応じてプログラムの追加、更新を行うて使用することも可能である。

なお、今後のプログラム追加としては、X-Y プロットに出力させる、あるいは TV ディスプレイ等とインターフェイスを持たせるなど、さらに利用し易いものとするを考えている。

おわりに、本稿を作成するにあたり、気象衛星センター管制課山岸照幸主技専及び長谷川秀行技官から有益な御助言をいただきました。

T_{BB} 分布図は、中村健次技官（現在科学技術庁）、杉本清秋技官（気象衛星センター管制課）作成のプログラムを使用させていただきました。また写真は解析課の方々に、計算機処理ではデータ処理課の方々にお世話になりました。ここに記して感謝の意を表します。

References

- 気象衛星センター，昭和57年3月：風計算処理，電子計算機システム運用プログラム改造プログラム設計書，Vol. IV/1.
- 中村健次，杉本清秋，1980：VISSR 輝度分布の出力プログラムとその利用について。測候時報，47，7-17.
- 日本気象協会，昭和54年3月：衛星データから降雨を推

定する方法に関する調査，大気汚染濃度予測ならびに
雨量予測手法のシステム化の開発研究報告書，170-
235.

原田知幸，1980：衛星画像を用いた雲位置の補正，気象
衛星センター技術報告，第1号，53-57.