

(財)リモート・センシング技術センター 正会員 田中 総太郎

同 上

正会員 杉村 俊郎

1. NOAA-6 AVHRRの概要

NOAA-6は気象衛星TIROS/NOAAシリーズの一つであり、観測機器としてはAVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) およびTVOS (TIROS Operational Vertical Sounder) と搭載し、ほぼ極軌道の太陽同期で高度833±90 kmの円軌道をとる。また、この軌道は下降ノードで0800±2時間の地方太陽時ととも上昇ノードでは1600±2時間の地方太陽時をもつ。ここではAVHRRのデータと研究の対象としている。NOAA-6のAVHRRは表-1に示すように5つのスペクトル領域に感ずるよう設計された走査型放射計である。

表-1 NOAA-6 AVHRRのスペクトル応答

チャンネル	スペクトル帯域	対応光	目的
CH 1	0.58-0.68 μm	赤色光	雲の動き
2	0.725-1.1 μm	近赤外	水域の識別
3	3.55-3.93 μm	中間赤外	雲の固体化・海面温度
4	10.3-11.3 μm	遠赤外	雲の固体化・海面温度
5	11.5-12.5 μm	遠赤外	海面温度

視野角は約110°, 瞬間視野角は1.3ミリラジアン、直下点での地上解像度は1.1 kmとなる。また赤外チャンネルNE Δ S (Noise equivalent differential temperature) は300 Kにおいて0.12 K以下となっている。

2. テストエリアとデータ

NOAA-6 AVHRRのデータを用いて大阪および名古屋と含む領域の温度地図を得てこれを観察することとを目標とした。テストエリア全体が晴れているデータは極めて少ないが、その中より1980年5月11日朝および1980年12月11日朝のシーンをこの実験では採用した。

表-2 GCPと標定精度(1980.12.11 データ)

番号	点名	20万分の1 地形図	緯度(B)	経度(L)	残存誤差(ピクセル) ΔB ΔL
1	長寺崎	輪島	37° 26' 51"	137° 21' 35"	1.2 -0.5
2	黒部川河口	富山	36° 55' 5"	137° 25' 27"	-1.8 0.8
3	雄島	金沢	36° 15' 0"	136° 7' 21"	-1.5 0.5
4	立石岬	岐阜	35° 45' 38"	136° 1' 16"	0.4 -0.9
5	黒崎	宮津	35° 35' 50"	135° 15' 23"	0.2 -1.3
6	和田岬	和歌山	34° 38' 58"	135° 11' 21"	0.7 -0.2
7	吉野川	徳島	34° 4' 49"	134° 36' 19"	0.3 0.5
8	豊島	〃	34° 28' 44"	134° 4' 51"	-0.3 0.4
9	長尾鼻	取島	35° 32' 4"	134° 0' 37"	0.3 0.2
10	長島	名古屋	35° 1' 25"	136° 44' 15"	0.3 0.9
11	神島	伊勢	34° 32' 43"	136° 59' 10"	-1.0 -0.1
12	熊野	木本	33° 54' 40"	136° 10' 27"	-0.6 -0.2
13	御前崎	御前崎	34° 35' 40"	138° 14' 7"	0.5 -0.5
14	諏訪洲	長野	36° 2' 45"	138° 5' 19"	1.0 0.4

3. GCPの選定

AVHRRデータと100万分の1地形図と一致させるためにGCPを選定し、幾何学的補正を行う。手順としては、スキャン方式によって生じるデータ端部の歪みと正補正を行ってとり除き、その後GCPを観測し、100万分の1地形図へのデータの並び変えを行う方法をとった。

NOAA-6のデータの解像度が1 kmあまりであるため、GCPとして使用する地点は大規模な地形的特徴をもつ点となる。ここでは大きな岬や河口、比較的大きな島や湖を対象として、表-2に示すようなGCPを選定した。選定したGCPの種類は岬の数が多かったが、これは地形変化に富んだ海岸部分に、NOAAデータの解像度で位置指定のできる岬等が適当な間隔で存在しているためである。

4. 変換式と標定残差

100万分の1地形図が正角図円錐図法により投影されているため、測定したGCPの緯度・経度(φ, λ)を以下により地図上の座標(x, y)に変換した。

$$\begin{cases} x = K^{\mu} \tan^{\mu}(\xi/2) \sin(\mu(\lambda - \lambda_0)) \\ y = K^{\mu} \tan^{\mu}(\xi_0/2) - K^{\mu} \tan^{\mu}(\xi/2) \cos(\mu(\lambda - \lambda_0)) \end{cases}$$

ただし $\mu = \log(N_1 \cos \varphi_1 / N_2 \cos \varphi_2) / \log(\tan(\xi_1/2) / \tan(\xi_2/2))$

$$K = N_1 \cos \varphi_1 / \mu \tan^{\mu}(\xi_1/2)$$

$\varphi_1, \varphi_2, N_1, N_2, \xi_1, \xi_2$ はそれぞれ標準緯線の緯度, 地球半径および余角である。ここで計算した (x, y) と NOAA-6 データより測定した各 GCP のピクセル, ライン値 (p, l) との間に射影変換式を設定し, 最小自乗法によりその係数を求める。

$$p = (p_1 x + p_2 y + p_3) / (p_7 x + p_8 y + 1)$$

$$l = (p_9 x + p_{10} y + p_{11}) / (p_7 x + p_8 y + 1)$$

係数 $p_i (i=1, 8)$ を使って上式により各 GCP の緯経度とピクセル/ラインに変換し, 実際の測定値との残差を求めたものが表-2 の右欄にのせてある。(データ: 1980. 12. 11)

ここでテストエリアを北緯 34° から 37° , 東経 134° から 138° で囲まれる領域とし, その4隅の緯経度 (φ, λ) と地図座標 (x, y) に変換した後, ピクセル, ライン座標 (p, l) に対応させた。

$$1. (N37^{\circ}, E134^{\circ}) \rightarrow (x=355762m, y=229194m) \rightarrow (p=63.1, l=700.9)$$

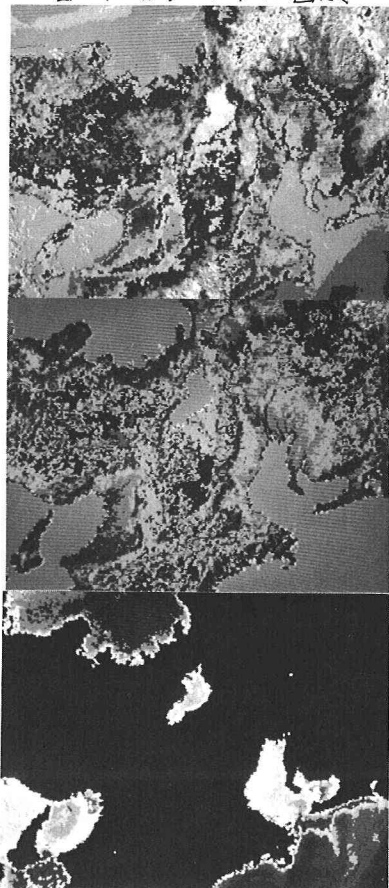
$$2. (N37^{\circ}, E138^{\circ}) \rightarrow (x=710925m, y=251071m) \rightarrow (p=387.5, l=646.1)$$

$$3. (N34^{\circ}, E134^{\circ}) \rightarrow (x=369409m, y=-103372m) \rightarrow (p=127.1, l=997.4)$$

$$4. (N34^{\circ}, E138^{\circ}) \rightarrow (x=738197m, y=-80656m) \rightarrow (p=460.6, l=938.9)$$

フィルミングのためのリサンプリングに関しては, 1, 2 と 3, 4 の距離が円錐投影法のため等しくないことおよび緯線が円弧であることについて特別な処理が行われる。

図-1 カラーสライス画像



5. 温度分布画像の作成と観察

幾何補正された画像データは寒色系から暖色系に至るカラーにスライスして表示したものを図-1 に示す。これは観測した結果次のような知見を得た。

- ① 12月のデータでは水温と水深は比例関係にある。
- ② 12月のデータでは陸域の温度が水域の温度よりも低い。
- ③ 12月のデータでは大阪および神戸の市街域が高温である。
- ④ 12月の沿岸水域の温度は沖合にゆくに従って水温が高くなるが, 5月の日本海岸では逆に水温が低下している。
- ⑤ 12月の陸域の温度は, 海岸にゆくにつれて上昇するが, 5月のデータでは内陸部の温度が高く海岸はむしろ低下している。

6. 結論と展望

正接補正および射影変換を行った後の正角割円錐図との幾何学的歪は2ピクセル程度で収まることがわかった。温度分布図の観測結果より次の様な項目に関して NOAA データの利用が可能と思われる。

- ① 冬期の水温と水深の関係
- ② 沿岸水域の温排水の拡散の観測
- ③ 海岸域の温度変化特性