

広域海面温度分布画像作成における コンポジットアルゴリズムの検討

田中 護*・武林 央志**・藤本 勉***

On the Image Composite Algorithm to Construct Sea Surface Temperature Map

Mamoru Tanaka *, Youji Takebayashi **, Tsutomu Fujimoto***

Abstract:In this paper, cloud screening algorithms to construct sea surface temperature map from APT (Automatic Picture Transmission) image data that the NOAA series polar orbiting weather satellite transmits are examined.

Since the maximum temperature screen method extracts data with large AVHRR scan angle, the data influenced of the path effect and the reflective effect will be extracted.

A new method which unites sea surface temperature and AVHRR scan angle to screen cloud covered area is proposed.

Sea surface temperature map is constructed with this method, then the capability which removes cloud covered area is evaluated with AVHRR scan angle.

Key words : NOAA, APT, Cloud screening

1.序論

海面温度分布を観測するにあたっては、広域を対象とするグローバルな観測法である人工衛星が最も適した方法である。数多くある衛星のうち、パソコンをベースとした低コストのシステムで衛星から直接受信ができ、漁船などの移動体に容易に搭載可能なことから極軌道気象衛星 NOAA が伝送する自動地球観測画像伝送データ (Fig.1(a):以後 APT 画像と呼ぶ)を用いて広域海面温度画像を作成する。

広域海面温度画像で海面の温度分布を観測することにより、暖流と寒流の合流点(潮目)で形成される好漁場の発見や、特定の水温域に分布する魚種を発見することができる。同時に海水温が気候に与える影響が大きいことから水象、気象の予測可能である。

広域海面温度画像を作成するにあたり、一般的に日本列島周辺域は覆雲域が散在し、海面温度画像を作ったときに隠ぺいされる領域が多いものとなる。海面温度の観測の妨

害となる雲域を除去しなければならない。雲域は時間単位で移動し海流の変化は1週間程度ではそう変化しないことを利用して一定期間内に収集した画像データをコンポジットすることにより広域海面温度画像を作成する。

本稿では、これまで行なってきたアルゴリズムにおける効果を検討し、新たなコンポジットアルゴリズムを提案し評価を行う。

2.広域海面温度画像作成手順

2.1 地図化

衛星により観測したデータは、装置や観測条件により幾何学的歪みを持っているので補正処理を行う必要がある。極軌道気象衛星 NOAA は地球を直接撮影した画像(HRPT)に簡易球面歪み補正を行い、Fig.2のように距離分解能を一定範囲に収めてから伝送してくる。先ず APT 画像を簡易球面歪み補正を行っていない画像である擬似 HRPT へ戻し、それから等地面距離画像へ変換することで画像の歪みを補正する。次に、軌道計算から各画素の座標[X,Y]と地図座標[E(東経),N(北緯)]の対応付けを行うことに

(2001年 11月 30日受理)

* 宇部工業高等専門学校技術室

** 宇部工業高等専門学校専攻科生産システム専攻

*** 宇部工業高等専門学校電気工学科

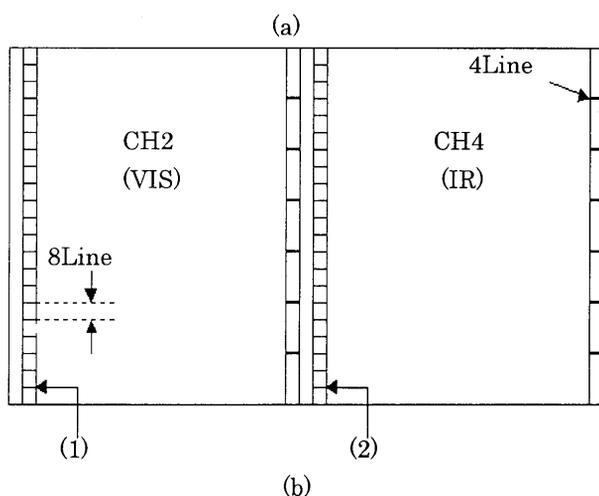
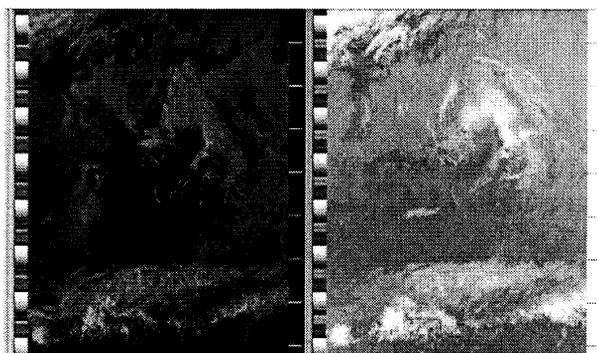


Fig.1 APT Image

より、調べようとする任意の範囲 (511×511 画素) を地図化表示する。

2.2 輝度温度画像作成

海面温度分布を調べるために、受信した APT 画像の CH4(Fig.1(b):赤外画像)から地図化し輝度温度画像を作成する。まず、Fig.1(b)の(1),(2)で示されているテレメトリデータから Zero Modulation, GrayScale#1~#8 の値により画像データを校正し、NOAA-NESDIS²⁾で公表されている変換式から放射エネルギーを求め、次いで温度を求める³⁾。これを画素毎に行い輝度温度画像を作成する。

2.3 広域海面温度画像作成

作成した輝度温度画像には覆雲域が散在し、海面を観測できない領域があるため、一定期間内に収集した輝度温度画像データをコンポジットすることにより、晴天域のみからなる広域海面温度画像を作成する。

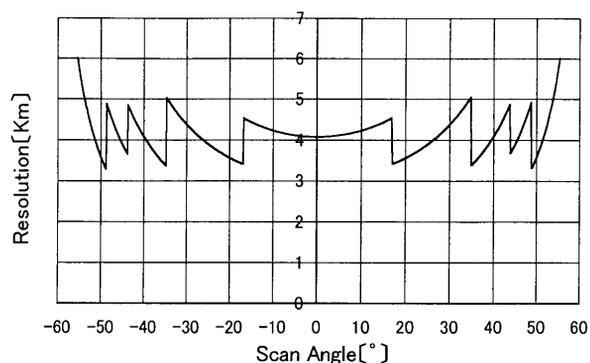


Fig.2 Resolution of APT image

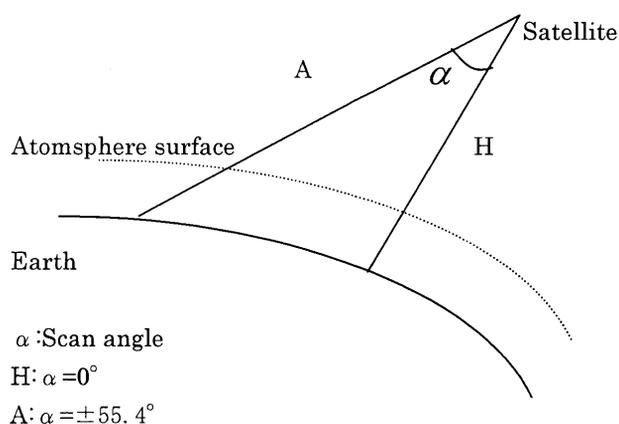


Fig.3 Satellite Image

3. コンポジット

3.1 従来のコンポジットアルゴリズム

今までに行なってきた手法は、収集した輝度温度画像データから、画素毎に最大の輝度温度を持つ画素を抽出し、コンポジットする方法(以後、これを最大温度法と呼ぶ)を行なってきた。この手法では雲の温度が低く時間単位で移動し海流の変化は1週間程度ではそう変化しないことから、雲域がない観測データを抽出する。

3.2 最大温度法における効果

最大温度法によるコンポジットは、輝度温度による判定しか考慮していないため抽出したデータの中には走査角の大きい観測データが含まれる。走査角の大きいデータは、画素に対応する地表面積が大きく、衛星と地表間の光路長も大きくなることから(Fig.3: $H < A$)、大気効果や二方向性反射効果(以後、BDR 効果と呼ぶ)の影響が大きく、信頼性が低下する⁴⁾。大気効果や BDR 効果は、光の屈折、反射、拡散、吸収によるもので温度分布を観測するにあた

り好ましくない。広域海面温度画像を作成するには走査角について考慮する必要がある。

4.輝度温度及び走査角制約法の適用

4.1 観測データ抽出条件

広域海面温度画像は一定期間内に収集された画像データから画素毎に観測データを抽出して合成する。

3.2 の効果を考慮した温度画像における観測データの抽出の基準は、

- ・晴天域である。
 - ・大気効果やBDR効果の影響が小さい。
- である。大気効果やBDR効果については走査角なるべく小さいデータを抽出すれば良い。

4.2 観測データ抽出アルゴリズム

4.1 で述べた抽出基準を検討し、次のような走査角をパラメータとして導入した輝度温度及び走査角制約法(multiple-object composite method :MOC)⁵⁾を適用する。

$$\sqrt{a(\max[BT_i] - BT_i)^2 + b(\min[SA_i] - SA_i)^2}$$

BT_i : 輝度温度

SA_i : センサ走査角

i は候補データの画素位置を示す。

この判定式の値を最小にしているものを観測データとして抽出する方法である。ここで $\max[BT]$ 及び $\min[SA]$ は画素毎のデータ中で輝度温度の最大値 BT 及び走査角の最小値 SA を意味している。また a, b は重み係数で対象領域に対応して設定される。判定式により抽出される最小の値を持つデータは、輝度温度が大きく走査角が小さく、信頼性の高い観測データである。

5.アルゴリズムの評価

5.1 評価方法

最大温度法と輝度温度及び走査角制約法による広域海面温度画像の評価をおこなった。

Table.1 に示すように 2001/10/10 から 2001/10/15 の 11 枚の APT 画像でコンポジットを行ったもので、広域海面温度画像は東経 120~135°、緯度 25~40°、温度 5~30°C のものを作成した。輝度温度及び走査角制約法については、判定式の係数として $a=1.0$, b は 0.1, 0.5, 10 を用いた。Fig.4 に最大温度法と輝度温度及び走査角制約法により作成された広域海面温度画像を示す。

5.2 雲域除去での評価

最大温度法のものとは輝度温度及び走査角制約法の係数 $b=0.1, 0.5$ によるものに雲域が誤って抽出されることはなかったが、判定式の係数 $b=10$ の場合は誤って雲域が抽出された。この原因は、判定式から分かるように、走査角を重視しすぎると覆雲域を誤って抽出してしまうからである。

5.3 走査角での評価

Fig.5 は各走査角の画素の抽出率を、Fig.6 はコンポジット前の APT 画像における各走査角の画素数を示している。小さい走査角を抽出するという観点からは、輝度温度及び走査角制約法のものの方が最大温度法よりも優れている。理想としては 0°を頂点とした右下がりの曲線が望まれるが 30°付近において高い抽出率となっている原因として、Fig.6 中の実線で示された APT 画像の、走査角 30°付近が晴天域であり、その他の画像が雲域であったために高い抽出率となったと考えられる。

5.4 総合評価

各手法の特徴は、以下のようになった。

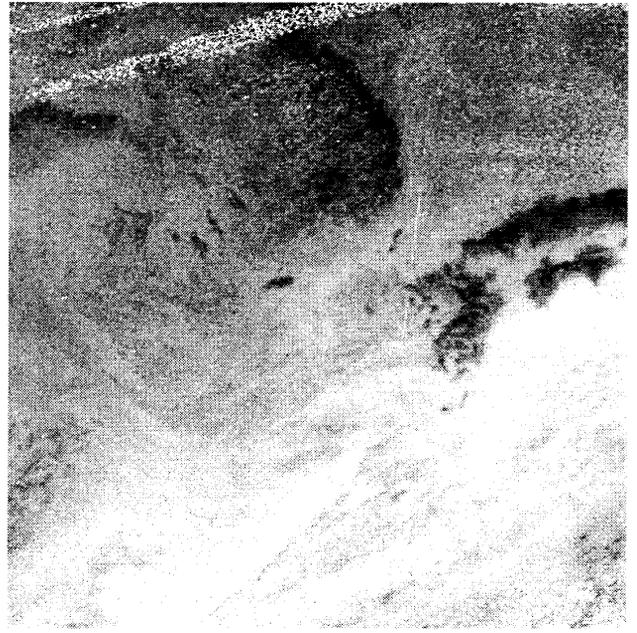
- ・最大温度法は、雲域のない画素を抽出することができるが、走査角の大きい画素の場合、大気効果や BDR 効果の影響があるため、観測データの信頼性が低下する。
- ・輝度温度及び走査角制約法は、小さい走査角の観測データを多く抽出するので、大気効果や BDR 効果の影響が小さい観測データを抽出している。しかし、係数 b の値によっては、雲域除去が行われなかったことがあるので、係数の設定を考察しなければならない。

Table.1 List of APT images used for compositing (U.N.C.T receiving site image)

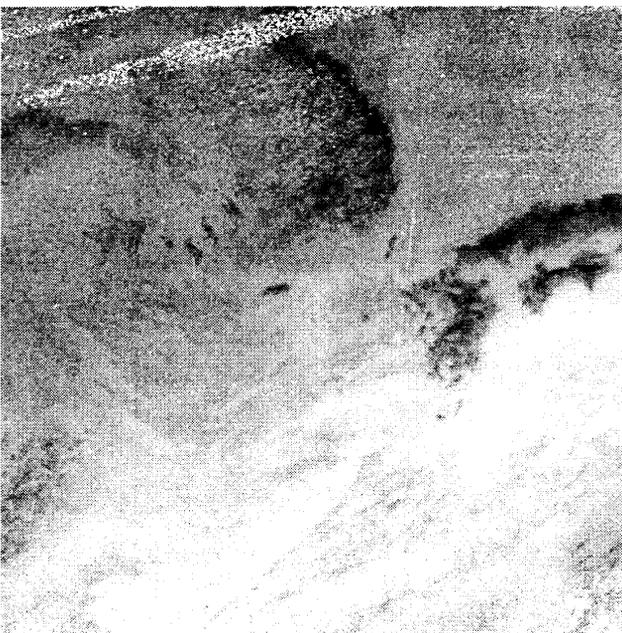
No.	Date	Start Time (JST)
1	10/10	05:59:00
2	10/10	17:23:00
3	10/11	05:47:41
4	10/11	17:05:21
5	10/12	05:30:33
6	10/12	16:53:42
7	10/13	05:19:45
8	10/13	16:42:11
9	10/14	16:31:16
10	10/15	04:56:35
11	10/15	06:37:05



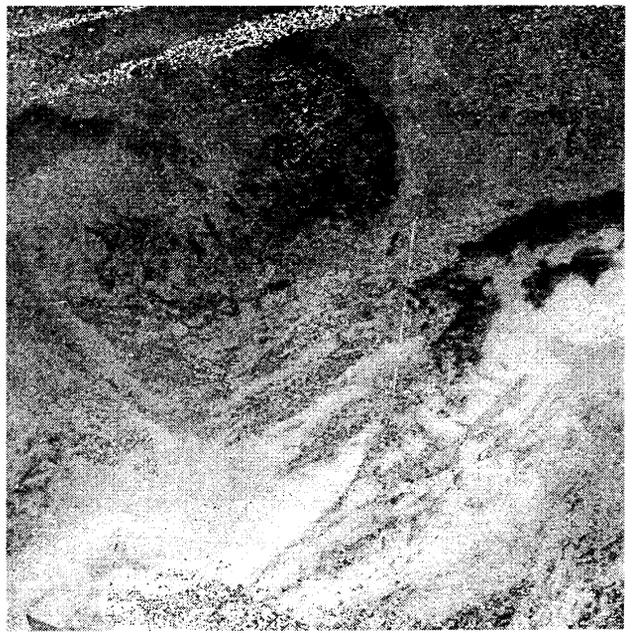
(1)Maximum brightness temperature method



(2)Multiple-object composite method (MOC)
 $b=0.1$



(3)MOC $b=0.5$



(4)MOC $b=10$

Fig.4 Temperature image of sea surface.

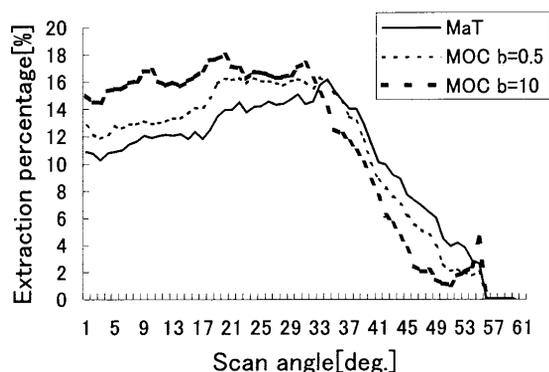


Fig.5 Results of compositing.

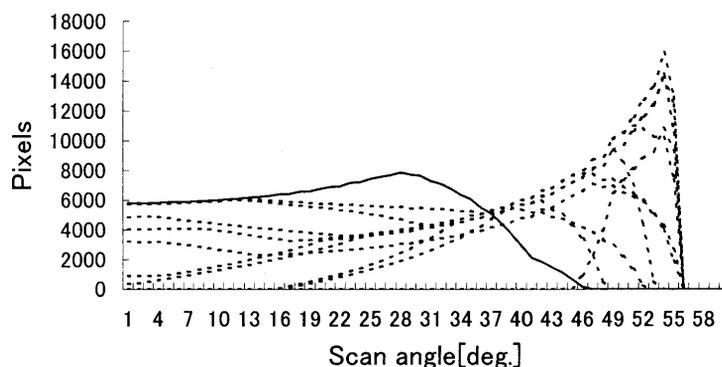


Fig.6 Pixel of each scan angle that used for screening of individual image.
(Each line was drawn from each image)

6. 結論

最大温度法と、輝度温度及び走査角制約法より作成した広域海面温度画像を雲域除去、走査角の小さい観測データの割合の観点から評価を行った。その結果、新しく提案した輝度温度及び走査角制約法では走査角をパラメータとして取り入れたことにより、走査角の小さい画素を抽出するようになり大気効果やBDR効果を減少させ、雲域除去においても**b=10**のもの以外に雲域は見られなかった。今回、コンポジット処理において走査角をパラメータとして導入したが、この方法は大気効果、BDR効果を軽減させNOAA APT画像におけるコンポジットの一手法として有効であるといえる反面、観測対象地域において係数を設定しなければならないという解決すべき問題点が残る。

参考文献

- 1) 田中護、藤本勉、高浪五男：気象衛星ノア APT 画の球面幾何歪補正、宇部工業高等専門学校研究報告、第 38 号、pp.39-47,(1992.3)
- 2) Kidwell, K., *et. al.* NOAA KLM Users' Guide, Section 4 URL: <http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/klm/html/c4/sec4-2.htm>, NESDIS, NOAA (As of 2001.11)
- 3) 藤本勉、田中護：気象衛星画像受信システム、宇部工業高等専門学校研究報告、第 32 号、pp.29-38,(1986)
- 4) 日本リモートセンシング研究会編：改訂版図解リモートセンシング pp.170-174 (日本測量協会出版.2001.5)
- 5) 雷莉萍、横山隆三：アジア地域 NOAA/AVHRR 10 日間モザイク画像の合成法(Ⅱ) - 最適観測画素抽出法の検討 -, 日本リモートセンシング学会誌, vol.21 No2, pp168-178(2001)