

MTSAT のイメージャデータから期待される海面水温精度の見積もり

安田 宏明*

An Estimation of the Accuracy of Sea Surface Temperature derived from MTSAT Imager by using the simulation data

Hiroaki Yasuda *

Abstract

Some improvements were made in the MTSAT-1⁽¹⁾ Imager including: (1) addition of the 3.7 μ m channel sensor, (2) enhanced brightness resolution (10 bits) of the infrared channels, (3) improvements in characteristics of split window channels by removing overlap from response functions of those channels.

To investigate an impact of these improvements on sea surface temperature (SST), accuracy of the SST derived from the MTSAT-1 Imager is estimated by using a simulation data set. The simulation data set is derived using a radiative transfer model and numerical weather prediction data of JMA.

As a result, it is found that the root mean square error (RMS) of SST derived from the MTSAT-1 decreases about 0.1K, compared with that of the GMS-5, by the improvement in characteristics of the split window channels. And, by using the enhanced brightness resolution (10bits) data of the infrared channels in the MTSAT-1 Imager, it is found that the RMS of SST derived from the MTSAT-1 decreases about 0.5K, compared with that of the GMS-5 data with 8 bits of information.

By using the 3.7 μ m channel data, it is found that the RMS of SST decreases about 0.16K, compared with that of SST derived from only 11 μ m and 12 μ m channels data.

Thresholds of the split window channels test of the cloud screening are also determined by using the above simulation data set. As a result, it is expected that accuracy of cloud detection of the split window channels test is improved in the MTSAT-1 Imager. This is brought about by the improvement in characteristics of the split window channels.

In the successor meteorological satellite, MTSAT-1R, same improvements as in the MTSAT-1, namely, addition of the 3.7 μ m channel sensor and enhanced brightness resolution (10 bits) of the infrared channels, will be included. It is expected that the results, derived in this report, are qualitatively applied to the SST estimated from the MTSAT-1R Imager.

⁽¹⁾ MTSAT-1 failed to be launched on 15 November, 1999.

* 気象衛星センターシステム管理課 (現在 福島地方気象台技術課)
(2000 年 6 月 2 日受領、2000 年 8 月 9 日受理)

要 旨

1999年11月に打ち上げられる予定であったMTSAT-1では、 $3.7\mu\text{m}$ 帯センサーの搭載、赤外データの量子化数を8ビットから10ビットに増やすことによる温度分解能の向上、スプリットウィンドウチャンネルの応答関数のオーバーラップしている部分をなくすことによる分離特性の向上といった改良がなされていた。そこで、これらの改良が海面水温の算出精度に及ぼす効果を調べるため、MTSAT-1のイメージャのシミュレーションデータセットを作成し、海面水温の算出精度を見積もった。なお、シミュレーションデータセットは、放射伝達モデルと気象庁作成の数値予報データを用いて作成した。

その結果、スプリットウィンドウチャンネルの応答関数の分離特性の向上により、MTSAT-1の海面水温の平均二乗誤差は、GMS-5の平均二乗誤差よりも約0.1K減少した。また、赤外データの量子化ビット数の増加による温度分解能の向上により、平均二乗誤差は、約0.5K減少した。

$3.7\mu\text{m}$ 帯のデータを用いて算出した海面水温では、 $11\mu\text{m}$ 帯及び $12\mu\text{m}$ 帯のデータのみから算出した海面水温に比べ、平均二乗誤差が約0.16K減少した。

同じシミュレーションデータセットを用いて、晴天判別テストの一つである、スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値を決定した。その結果、MTSAT-1のイメージャでは、スプリットウィンドウチャンネルテストの晴天判別精度の向上が期待できることがわかった。これは、応答関数の分離特性の向上によると考えられる。

今後、打ち上げ予定のMTSAT新1号でもMTSAT1号と同様、 $3.7\mu\text{m}$ 帯のセンサーの追加や量子化ビット数の増加が図られる予定であり、ここに得られた結果は、MTSAT新1号にも定性的に当てはまると考えられる。

1. はじめに

気象衛星による海面水温の観測は、船舶や海洋ブイによる観測に比べ、はるかに広い範囲を高密度・短時間で行うことができるという特徴がある。

気象衛星センターでは、静止気象衛星(GMS)の観測データを用いて、北緯60度から南緯60度、東経80度から西経160度の範囲の海面水温を、緯度経度方向に $0.25\text{度}\times 0.25\text{度}$ の分解能で3時間毎に算出している⁽²⁾。

気象衛星により海面水温を観測する場合、海面と衛星の間に存在する大気の状態を何らかの方法で把握する必要がある。これは、海面からの赤外放射は、大気中の水蒸気等により減衰されて衛星に到達するため、この大気による減衰量を何らかの方法で見積もり、観測された温度を補正しなければならないからである。GMS-1からGMS-4までは、単一の波長帯の赤外センサーのみが搭載されていた。このため、大気の状態の把握を気候値や数値予報データ等を用いて

行っていた。気候値や数値予報データは、衛星の観測光路上の大気の状態を直接的には表していないため、この方法では、算出した海面水温の誤差も大きかった。

一方、1995年6月に運用が開始されたGMS-5では、スプリットウィンドウチャンネルと呼ばれる、 $10.5\mu\text{m}$ から $12.5\mu\text{m}$ の波長帯を2つに分割し、2つの検出器で同時に観測できるセンサーが搭載された。2つに分割した波長帯では、大気の状態に対する応答特性に違いがあるため、両者を比較することで大気による減衰量を推定することができる。この方法では、衛星の観測光路上の大気の状態を直接把握することができ、高い精度で海面水温を算出することができる[白川,1996;安田,白川,1999]。現在、GMS-5により算出した海面水温と海洋ブイの観測値を比較した平均二乗誤差は、約1.1Kとなっている(図1)。

1999年11月に打ち上げられる予定であったMTSAT-1では、GMS-5の機能を継承するとともに、

さらに、①全ての赤外データが 10 ビットで量子化されることによる温度分解能の向上、② $3.7\mu\text{m}$ 帯センサーの搭載、③スプリットウィンドウチャンネルの応答関数のオーバーラップしている部分を無くすことによる分離特性の向上といった改良がなされていた。そこで、放射伝達モデルと気象庁作成の数値予報データを用いて MTSAT-1 のイメージャのシミュレーションデータセットを作成し、これらの改良による海面水温算出精度への影響を評価した。

また、同じシミュレーションデータセットを用いて、晴天判別の閾値についても検討した。晴天判別は、水温を算出しようとする海域に雲が存在するかどうかを判別するために行われる。観測対象の海域に雲が存在すると、衛星では海面からの赤外放射と雲からの赤外放射の両方を受けることになり、実際より海面水温を低く算出してしまう。このため、気象衛星センターでは、晴天判別により雲が存在すると判断された海域を除外して海面水温を算出しており、晴天判別の精度によって、海面水温の算出精度は大きく左右される。そこで、MTSAT-1 での晴天判別閾値を決定するとともに、晴天判別の精度について、GMS-5 の場合と比較検討した。

ここでは、その結果について報告する。

(2) 気象衛星センターでは、極軌道気象衛星 NOAA による海面水温の算出も行っている [白川,1994]

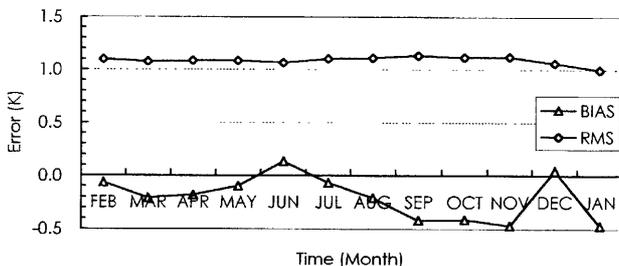


図 1 GMS-5 海面水温の BIAS と RMS の年変化
GMS-5 による 1999 年 2 月から 2000 年 1 月までのデータ

2. シミュレーションデータの作成

シミュレーションデータは、放射伝達モデルと気象庁作成の数値予報データを用いて作成した。放射伝達モデルは、LOWTRAN-7 [Kneizys et al.,1988] を使用した。また、LOWTRAN-7 で使用する大気モデルは、気象庁作成の数値予報プロダクトの全球モデル (GSM) から抽出したデータを使用した。

2.1 大気モデルデータの作成

LOWTRAN-7 で用いる大気モデルデータは、下記の方法で作成した。まず、GSM データから、北緯 60 度から南緯 60 度、東経 80 度から西経 160 度の範囲内で、緯度・経度方向にそれぞれ 2.5 度間隔の格子点のデータを抽出した。この範囲は、現在、気象衛星センターで GSM-5 のデータからルーチ的に算出している海面水温の領域と同一である。次に、抽出したデータの内、海洋上にある格子点のみを、地形データを元に予め作成しておいた海陸ファイル(図 2)により判定して、抜き出した。最後に、表面温度が 0°C 以上の格子点データのみを抽出することにより、大気モデルデータを作成した。なお、大気モデルデータの各格子点は、16 レベルの等圧面(地上, 850, 700, 600, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20, 10hPa)毎の等圧面高度、気温、水蒸気の体積混合比から構成される。大気モデルデータは、年変動や日変化による影響が少なくなるように月日及び時刻を選択した。ここでは、1998 年 9 月 20 日、12 月 20 日、1999 年 3 月 20 日、6 月 20 日の各々 00, 06, 12, 18UTC のデータを用いた。なお、00 及び 06UTC のデータは、前日の 12UTC を初期値とする 12 時間及び 18 時間予想値、12 及び 18UTC のデータは、当日の 00UTC を初期値とする 12 時間及び 18 時間予想値である。

タを組み合わせた 3 種類の式を用いて、相互に精度を比較した。また、GMS-5 の応答関数を用いて作成したシミュレーションデータセットを使って同様の評価を行い、MTSAT-1 の結果と比較した。

3.1 スプリットウィンドウチャンネルの応答関数の改良による精度の向上

図 3 に GMS-5 及び MTSAT-1 のスプリットウィンドウチャンネルの応答関数を示す。図から、GMS-5 では 11 μ m 帯と 12 μ m 帯の応答関数にオーバーラップしている部分があるのに対し、MTSAT-1 ではオーバーラップが無く、分離特性が改善されていることがわかる。この改善が海面水温の精度へ及ぼす効果を調べるため、MTSAT-1 のイメージャと GMS-5 の VISSR の応答関数を用いてシミュレーションデータセット (GMS-5 については、仮想 10 ビットのデータ) を作成して海面水温を算出し、両者を比較した。

まず、シミュレーションデータセットを回帰分析することにより、以下に示す海面水温算出式の係数を決定した。

$$\begin{aligned} \text{MCSST}_{\text{SPLIT}} = & a_s T_{11} + b_s (T_{11} - T_{12}) + \\ & c_s (T_{11} - T_{12})(\sec \theta - 1) + d_s \end{aligned} \quad (3-1)$$

ここで、 T_{11} 及び T_{12} は 11 μ m 帯及び 12 μ m 帯の輝度温度、 θ は衛星天頂角、 a_s 、 b_s 、 c_s 、 d_s は定係数であり、 $\text{MCSST}_{\text{split}}$ が算出される海面水温である。

回帰分析では、シミュレーションデータセットの輝度温度及び、格子点の緯度経度から算出した衛星天頂角の $\sec \theta$ を独立変数とし、大気モデルデータに含まれている表面温度を従属変数とした。決定した算出式を表 1 に示す。また、この式を用いて算出した海面水温と大気モデルの表面温度の散布図を図 4 及び図 5 に、相関係数及び平均二乗誤差を表 2 に示す。

表 2 に示した平均二乗誤差は、定性的に海面水温の精度を表していると考えられる。

MTSAT-1 と GMS-5 (10 ビット) の結果を比較すると、GMS-5 の平均二乗誤差が約 0.44K であるのに対し、MTSAT-1 では約 0.37K と精度が向上してい

る。この精度の向上は、主にスプリットウィンドウチャンネルの応答関数の分離特性の改善によると考えられる。

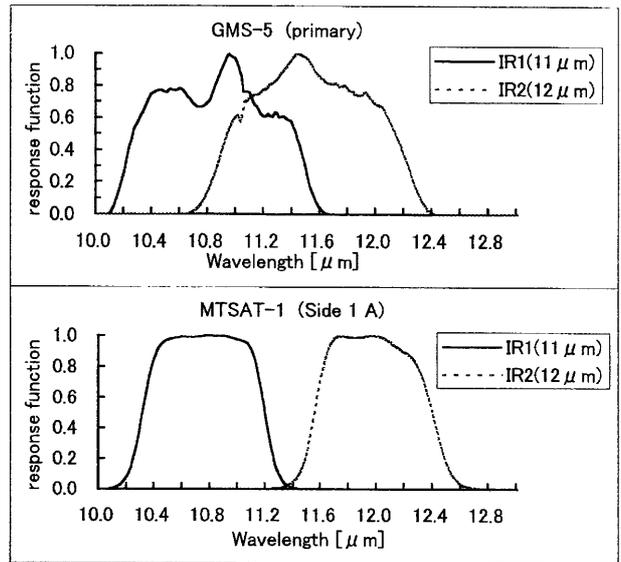


図 3 GMS-5 と MTSAT-1 の Split window channels の応答関数

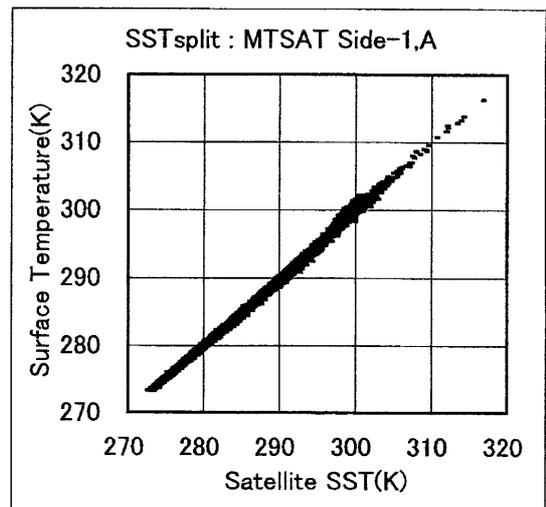


図 4 海面水温と大気モデルデータの表面温度を比較した散布図 (MTSAT : 10 bits)

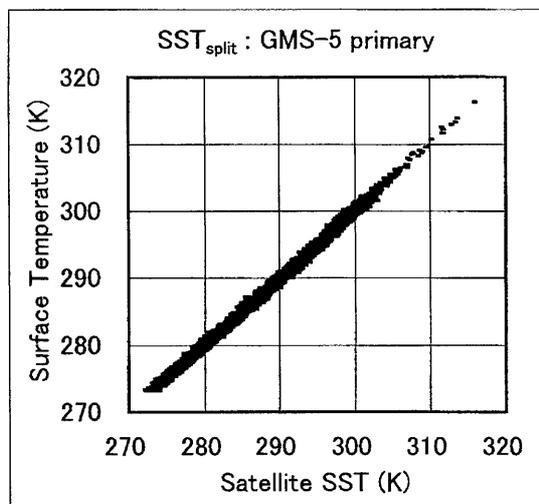


図5 海面水温と大気モデルデータの表面温度を比較した散布図 (GMS-5 : 10 bits)

表1 シミュレーションデータで決定した海面水温算出式

	SST retrieval equations
MCSST _{split} :MTSAT-1, 10bits	$SST=1.01438T_{11}+2.18885(T_{11}-T_{12})+0.45549(T_{11}-T_{12})(\sec \theta -1)-4.24388$
MCSST _{split} :GMS-5, 10bits	$SST=1.01651T_{11}+3.53195(T_{11}-T_{12})+1.48280(T_{11}-T_{12})(\sec \theta -1)-2.87622$
MCSST _{split} :GMS-5, 8bits	$SST=1.050823T_{11}+2.85319(T_{11}-T_{12})+1.47297(T_{11}-T_{12})(\sec \theta -1)-12.282$
MCSST _{dual} :MTSAT-1, 10bits	$SST=1.04185T_{11}+1.47404(T_{37}-T_{12})+1.34878(\sec \theta -1)-9.64277$
MCSST _{triple} :MTSAT-1, 10bits	$SST=1.03187T_{11}+0.94596(T_{37}-T_{12})+1.21002(\sec \theta -1)-8.02664$

表2 シミュレーションデータで算出した相関係数と平均二乗誤差

	Correlation Coefficient	root mean square error	Number of data
SST _{split} :MTSAT-1, 10bits	0.9989	0.3656	23131
SST _{split} :GMS-5, 10bits	0.9984	0.4410	23131
SST _{split} :GMS-5, 8bits	0.9939	0.8728	23131
SST _{dual} :MTSAT-1, 10bits	0.9996	0.2101	23131
SST _{triple} :MTSAT-1, 10bits	0.9997	0.2006	23131

3.2 赤外データを10ビットで量子化することによる精度の向上

実際のGMS-5では、赤外データは8ビットで量子化されている。一方、MTSAT-1では、全ての赤外チャンネルのデータが10ビットで量子化されることになっていた。通常、8ビットで量子化した場合、温度分解能は約0.4Kであるが、10ビットでは、温度分解能は約0.1Kに向上する。この温度分解能の向上が

海面水温の精度に及ぼす効果を調べるため、GMS-5のシミュレーションデータセット(10ビット)の輝度温度を次式により0.4K毎に丸めることにより、擬似的に8ビットで量子化した輝度温度を作成した。

$$T_r = \text{INT}(T/0.4 + 0.5) \times 0.4 \quad (3-2)$$

ここで、Tは元になる輝度温度、T_rは0.4K毎に丸められた輝度温度、INT(x)はxの小数部を切り捨てる関数である。

擬似的に 8 ビットで量子化したシミュレーションデータセットを回帰分析することにより、(3-1) 式の係数を決定した。決定した算出式を表 1 に示す。また、この式を用いて算出した海面水温と大気モデルの表面温度の散布図を図 6 に、相関係数と平均二乗誤差を表 2 に示す。

擬似的に 8 ビットで量子化したデータで算出した GMS-5 の海面水温の平均二乗誤差は、約 0.87K となった。この結果を MTSAT-1 の平均二乗誤差である約 0.37K と比較すると、赤外データを 10 ビットで量子化することによる精度の改善が大きいことがわかる。

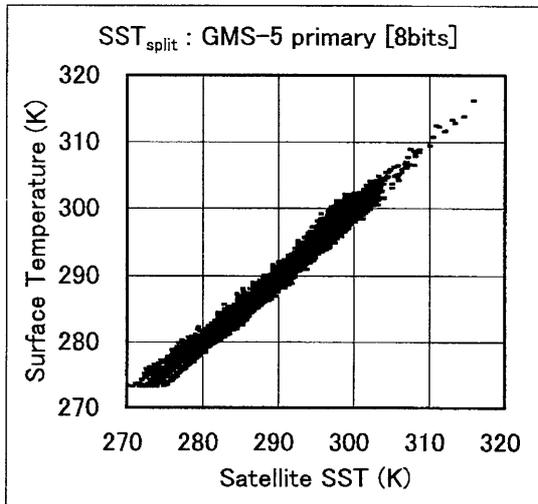


図 6 海面水温と大気モデルデータの表面温度を比較した散布図 (GMS-5 : 8 bits)

3.3 3.7 μm 帯データの有効性

3.7 μm 帯は、11 μm 帯や 12 μm 帯に比べ大気による減衰が少ないため、海面水温の算出精度の向上には有効であるといわれている [Walton et al.,1998]。そこで、3.7 μm 帯データの導入が海面水温の算出精度に及ぼす効果を調べるため、以下に示す 2 つの海面水温算出式を用いて、回帰分析を行った。なお、MCSST_{dual} は、3.7 μm 帯及び 11 μm 帯の 2 つのチャンネルのデータから海面水温を算出する式であり、MCSST_{triple} は 3.7 μm 帯及び 11 μm 帯、12 μm 帯の 3 つのチャンネルのデータから海面水温を算出する式である。これらの 2 つの式には、(3-1) 式と異なり右辺第 3 項に輝度温度の差が掛けられていないが、これ

は 3.7 μm 帯のデータの大气減衰量が小さいためである。

$$\text{MCSST}_{\text{dual}} = a_d T_{11} + b_d (T_{37} - T_{11}) + c_d (\sec \theta - 1) + d_d \quad (3-3)$$

$$\text{MCSST}_{\text{triple}} = a_t T_{11} + b_t (T_{37} - T_{12}) + c_t (\sec \theta - 1) + d_t \quad (3-4)$$

ここで、 T_{37} は 3.7 μm 帯の輝度温度、 $a_d, b_d, c_d, d_d, a_t, b_t, c_t, d_t$ は定係数、その他の変数は (3-1) 式と同一である。

決定した算出式を表 1 に示す。また、この式を用いて算出した海面水温と大気モデルの表面温度の散布図を図 7 に、相関係数と平均二乗誤差を表 2 に示す。

MCSST_{dual} の平均二乗誤差は約 0.21K、MCSST_{triple} の平均二乗誤差は約 0.20K となった (表 2)。この結果を、11 μm 帯及び 12 μm 帯のデータのみを使用して

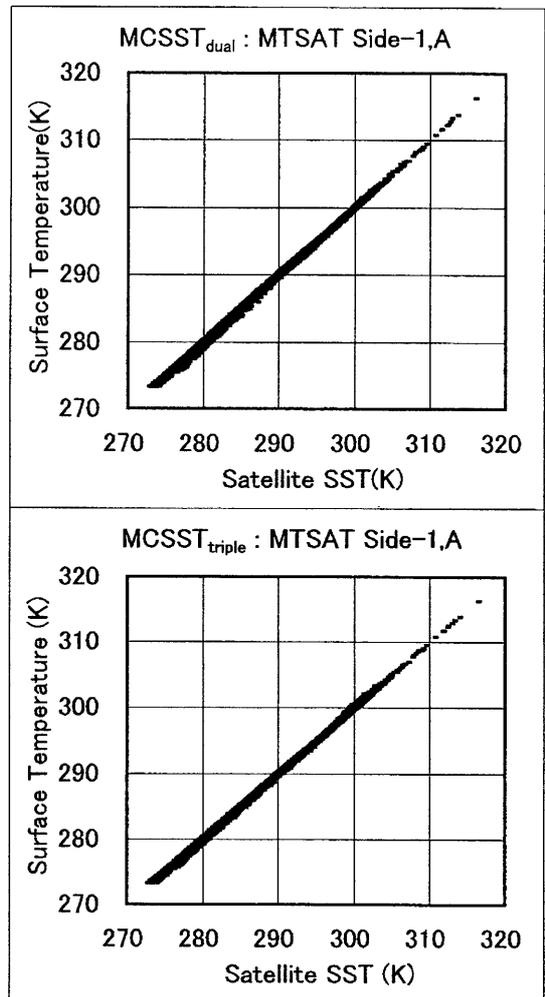


図 7 海面水温と大気モデルデータの表面温度を比較した散布図 (MTSAT : 3.7 μm 帯データを使用)

算出した $MCSST_{split}$ の平均二乗誤差である約 0.37K と比較すると、精度が改善されていることがわかる。この結果は、 $3.7\mu m$ 帯のデータの導入が海面水温の精度の向上に有効であることを示していると考えられる。

3.4 実データによるシミュレーションデータセットの検証

上述のシミュレーションデータセットにより決定した海面水温算出式の妥当性を確認するため、GMS-5,8 ビットの式に対して実データによる検証を行った。実データとして、1999年8月10日06UTCのGMS-5の観測データを使用した。この観測データから、表1のGMS-5,8bitsの $MCSST_{split}$ 算出式を用いて海面水温を算出した。なお、晴天判別は、現在、GMS-5による海面水温算出にルーチ的に用いているアルゴリズムと閾値を使用した。

求めた海面水温を海洋ブイの観測データと比較することにより精度を求めた。データ数は25件、バイアスは -0.514K、平均二乗誤差は 0.991K、相関係数は 0.987であった。また、散布図を図8に示す。データ数は少ないものの、現在、ルーチ的に算出している海面水温に近い精度が得られた。この結果は、今回のシミュレーションデータセットによる精度の評価の妥当性を示していると考えられる。

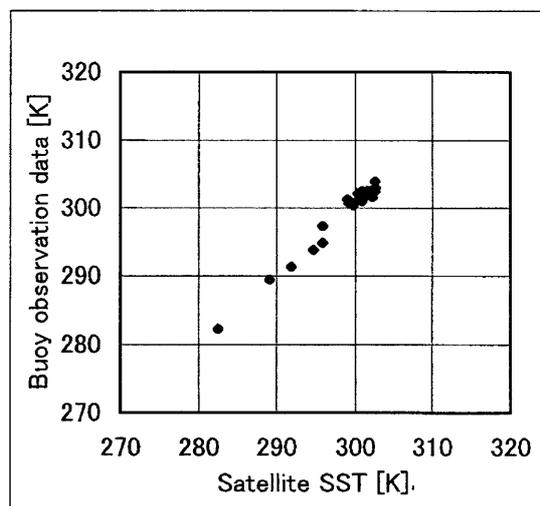


図8 衛星観測実データから求めた海面水温と海洋ブイの観測データを比較した散布図(1999年8月10日06UTCのデータ)

4. シミュレーションデータセットを用いた晴天判別の閾値の決定

MCSST アルゴリズムによる海面水温の算出では、3章で述べた海面水温算出式に代入する輝度温度データは、雲の存在しない画素のデータのみを用いる必要がある。このため、海面水温を算出する前に、衛星データに対して晴天判別を行い、雲の存在しない画素を抽出している。この章では、2章で作成したシミュレーションデータセットを用いて、晴天判別テストの閾値を決定した結果について報告する。

4.1 スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値の決定

スプリットウィンドウチャンネルテストは、 $11\mu m$ 帯と $12\mu m$ 帯の輝度温度の差を閾値と比較するテストで、上層の薄い巻雲の検出に有効である。なお、スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値は、 $11\mu m$ 帯輝度温度に依存して変化する。[安田, 白川, 1999]

2章で作成したMTSAT-1のシミュレーションデータセットから、横軸を $11\mu m$ 帯の輝度温度、縦軸を $11\mu m$ 帯と $12\mu m$ 帯の輝度温度の差として作成した散布図を図9に示す。図9は、雲が存在しないという大気条件で作成したシミュレーションデータセットの分布である。図9の分布の上側及び下側の境界値を読みとって、スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値とした。また、比較のために、GMS-5の応答関数を用いて作成したシミュレーションデータセットの散布図を図10に示す。図9と図10を比較すると、ピークでの輝度温度差が、MTSAT-1では約4.5Kなのに対し、GMS-5では約2.0Kと約半分になっており、同じ大気状態でもMTSAT-1の方が大きな輝度温度差として現れることがわかる。このことは、MTSAT-1では大気の状態をより細かく把握できることを示しており、晴天判別精度の向上に寄与すると考えられる。この改善は、MTSAT-1のスプリットウィンドウチャンネル応答関数の分離特性の向上により得られている。

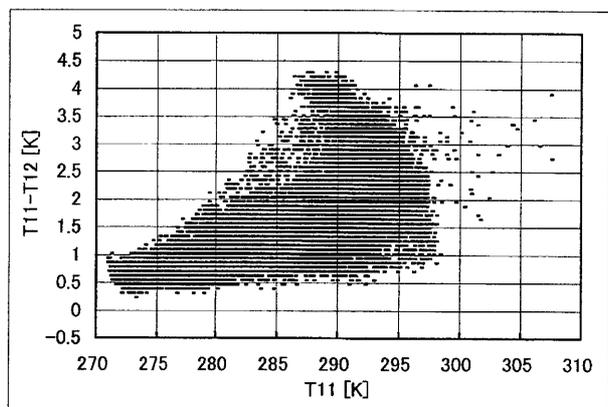


図 9 晴天域を表わすシミュレーションデータの分布 (MTSAT)

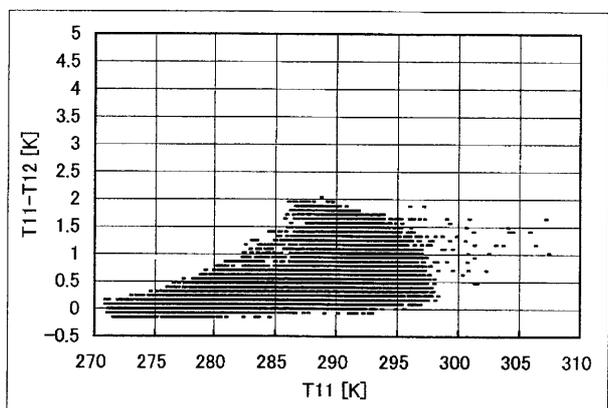


図 10 晴天域を表わすシミュレーションデータの分布 (GMS-5)

次に、スプリットウィンドウチャンネルテストが主な検出対象としている薄い巻雲が存在する場合に、分布がどのように変化するかを調べてみた。そのため、LOWTRAN-7 のパラメータで薄い巻雲の挿入を指定してシミュレーションデータセットを作成した。ここで、薄い巻雲は、厚さ 1km、波長 $0.55\mu\text{m}$ での消散係数 $0.14[\text{km}^{-1}]$ とし、雲底高度は、緯度帯や季節による変化を考慮して、表 3 の高さとした。作成したシミュレーションデータセットの散布図を図 11 に示す。図 9 と図 11 を比較すると、薄い巻雲が存在する場合のデータは、大部分が晴天データ分布域の上方に分布していることがわかる。従って、これらのデータは、図 9 で決定した閾値により雲が混在しているデータとして判別できる。しかし、図 11 で輝度温度差 4.0K より下に分布しているデータは、晴天データ分布域と重

なるため、図 9 の閾値では判別できず、他の晴天判別テストで除外する必要がある。

表 3 シミュレーションデータセットの作成に用いた薄い巻雲の雲底高度 (km)

	60.0N-42.5N	42.5N-25.0N	25.0N-7.5N	7.5N-10.0S	10.0S-27.5S	27.5S-45.0S	45.0S-60.0S
summer	9	10	18	17	16	9	8
spring, autumn	9	10	17	18	17	10	9
winter	8	9	16	17	18	10	9

スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値は、衛星天頂角による補正を行う必要がある。これは、衛星天頂角により大気中の観測光路長が変化するので、同じ大気状態であっても輝度温度差が変わるためである。図 12 に、いくつかの衛星天頂角の範囲毎に作成した晴天域データの散布図を示す。衛星天頂角が大きくなるほど、晴天域データの分布が輝度温度差の大きい部分まで広がることわかる。衛星天頂角と閾値の関係を調べると、閾値は衛星天頂角 θ の \secant にほぼ比例して大きくなるという結果が得られた (図 13)。

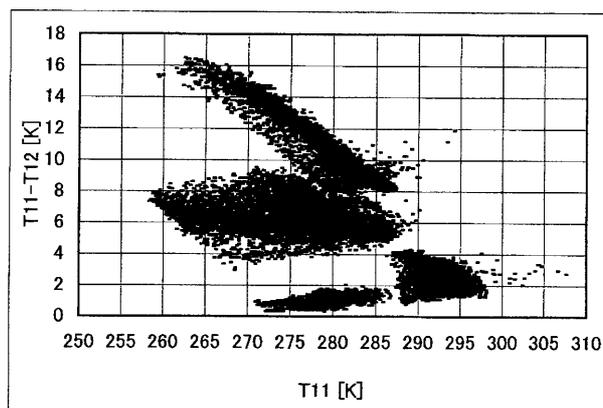


図 11 薄い巻雲域を表わすシミュレーションデータの分布 (MTSAT)

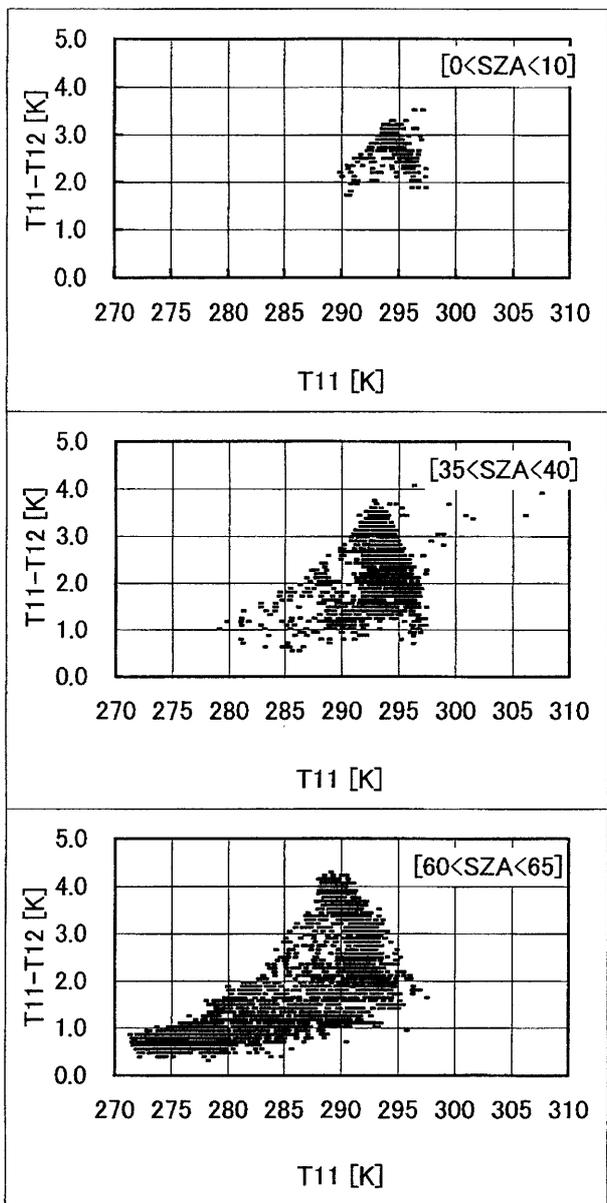


図 12 衛星天頂角毎に表わした晴天域のシミュレーションデータの分布 (MTSAT)

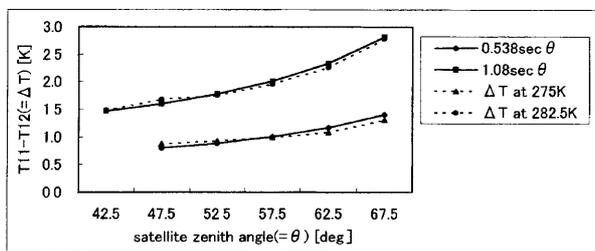


図 13 Split window channels test の閾値と衛星天頂角の関係

シミュレーションデータセットから決定した、スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値を図 14 に

示す。なお、図 14 に示す閾値は、衛星天頂角 0° の値である。衛星天頂角が他の値 θ のときは、閾値と $\sec \theta$ の比例関係により補正する。

また、図 14 の上側の閾値の低温側の曲線は、近似的に次式で表すことができる。

$$T_{11}-T_{12} = 0.3307 \exp\{ 0.09573 (T_{11}-270.0) \} (4-1)$$

ここで、 T_{11} 及び T_{12} は、 $11 \mu\text{m}$ 帯及び $12 \mu\text{m}$ 帯の輝度温度、 $\exp(x)$ は自然対数の底 e の x 乗を表す関数である。図 15 に閾値と (4-1) 式の値の関係を示す。両者は、比較的良く一致している。現在、ルーチン的に用いている海面水温算出法では、晴天判別の閾値は輝度温度 5 度から 10 度毎に決定し、この間に入る場合は、線形内挿により求めているが、(4-1) 式を代わりに用いることもでき、プログラムへの導入を検討している。

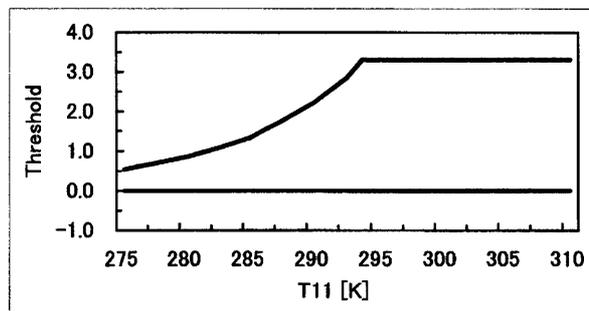


図 14 決定した Split window channels test の閾値

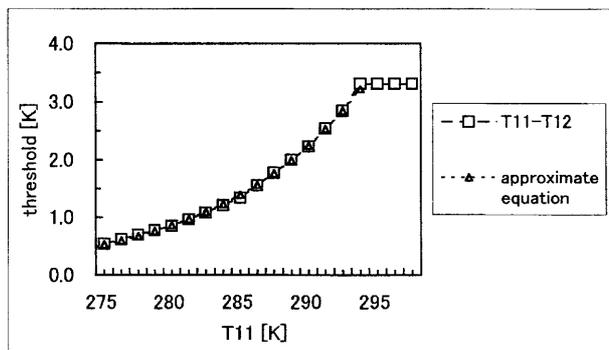


図 15 Split window channels test の閾値と近似式の関係

5. まとめ

放射伝達モデルと数値予報データを用いて、MTSAT-1 のイメージャのシミュレーションデータセットを作成し、海面水温算出式の係数を決定すると

ともに、精度の評価を行った。

その結果、MTSAT-1 では、GMS-5 に比べ、スプリットウィンドウチャンネルの応答関数の分離特性の改善により、平均二乗誤差が約 0.1K 減少するという結果が得られた。

さらに、赤外データを 10 ビットで量子化することによる温度分解能の向上により、平均二乗誤差が約 0.5K と大きく減少した。

3.7 μ m 帯のデータを用いて海面水温を算出した場合、11 μ m 帯及び 12 μ m 帯のデータのみから算出するのに比べ、平均二乗誤差が約 0.16K 減少するという結果が得られ、3.7 μ m 帯データの有効性が確認できた。

シミュレーションデータセットの有効性を調べるため、シミュレーションから得られた GMS-5 に対する式を用いて、実データによる精度の検証を行った。その結果、現在、ルーチンの算出している海面水温に近い精度が得られた。この結果は、シミュレーショ

ンデータセットによる精度の評価の妥当性を示していると考えられる。

この論文では、熱雑音等、実際のイメージャの観測データに含まれる誤差は、一切考慮していないが、ここに得られた結果は、MTSAT-1 による海面水温の算出精度の向上を示唆するものである。

また、同じシミュレーションデータセットを用いて、晴天判別テストの一つである、スプリットウィンドウチャンネルテストの閾値を決定した。その結果、MTSAT-1 では、GMS-5 よりも晴天判別精度の向上が期待できるということがわかった。これは、MTSAT-1 の応答関数の分離特性の改善によると考えられる。

今後、打ち上げ予定の MTSAT 新 1 号でも MTSAT1 号と同様、3.7 μ m 帯のセンサーの追加や量子化ビット数の増加が図られる予定であり、ここに得られた結果は、MTSAT 新 1 号にも定性的に当てはまると考えられる。

参考文献

- Kneizys, F.X., E.P.Shettle, L.W.Abreu, G.P.Anderson, J.H.Chetwynd, W.O.Gallery, J.E.A.Selby and S.A.Clough, 1988: Users guide to LOWTRAN 7. Technical Report AFGL-TR-88-0177, Optical / Infrared Technology Division (Hanscom: Air Force Geophysics Laboratory).
- McClain, E.P., W.G.Pichel and C.C.Walton, 1985: Comparative performance of AVHRR- based multichannel sea surface temperatures, Journal of Geophysical Research, Vol.90, No.C6, 11587-11602.
- McClain, E.P., C.C.Walton and L.L.Stowe, 1990: CLAVR cloud/clear algorithms and nonlinear atmospheric correlations for multi-channel sea surface temperatures, Preprint volume of the fifth conference on satellite meteorology and oceanography, September 3-7, 1990.
- Walton, C. C., W. G. Pichel, J. F. Sapper and D. A. May, 1998: The development and operational application of nonlinear algorithms for the measurement of sea surface temperatures with the NOAA polar-orbiting environmental satellites, Journal of Geophysical Research, Vol.103, No. C12, 27999-28012.
- 白川嘉茂, 1994: NOAA/AVHRR データによる海面水温格子点値の作成, 気象衛星センター技術報告, 28, 43-49.
- 白川嘉茂, 1996: 海面水温, 気象衛星センター技術報告特別号 (1996), GMS-5 システムの更新, 95-101.
- 安田宏明, 白川嘉茂, 1999: 静止気象衛星データを用いた海面水温算出方法の改良, 気象衛星センター技術報告, 37, 19-33.