

## GMS-4・VISSRの特徴について

### Characteristics of GMS-4 VISSR

白川 嘉茂\* 佐々木 政幸\*  
Yoshishige Shirakawa, Masayuki Sasaki

#### Abstract

The characteristics of GMS-4 VISSR were examined using the image data of mission check and routine operation.

The characteristics of GMS-4 VISSR are as follows;

The temperature resolution and spacial resolution of infrared channel were improved after infrared focus adjustment.

The temperature range of infrared primary channel was wider than redundant one.

The visible sensor sensitivity of primary channels was more uneven than the redundant one.

X-component of VISSR misalignment was about  $-0.07$  degree and Y-component was  $0.04$  degree. Tilt direction was about  $-58.0$  degree and tilt angle was about  $0.08$  degree.

The location difference of correspondent infrared and visible pixel of primary channel was  $6.32$  pixels of visible in the direction of scanning and  $-0.02$  lines of visible in the direction of mirror stepping. The lag of pixels was corrected by VISSR equipment in CDAS (Command and Data Acquisition Station).

The nutation of spin axis which caused the line of sight disturbance was not found on single scan and multi-segment observation.

GMS-4 is operating routinely from 4th Dec. 1989.

#### 1. はじめに

GMS-4は1989年9月6日、種子島宇宙センターから打ち上げられ、東経160度の静止衛星軌道上に暫定静止したあと、軌道上機能確認試験(ミッションチェック)が実施された。その後、東経140度に移動し、12月4日から運用を開始した。

ミッションチェックは、宇宙開発事業団(NASDA)が実施したが、気象庁は地上系施設の操作や画像データの評価などでこの作業に協力した。ミッションチェックは軌道上で衛星の動作状態や機能特性を確認するものである。ここでは、GMS-4のVISSRの特徴について、ミッションチェックの作業をとおして確認できたことをGMS-3のVISSRの特徴と比較して紹介す

る。また、GMS-4の運用開始後のデータも比較の対象として用いた。これらの結果は利用者がGMS-4の画像データを用いる上で重要と思われる。

なお、ミッションチェックでおこなったVISSRデータの評価方法は、GMS-3ミッションチェック時に確立した計算機によるVISSRデータ評価方法にもとづいて行った(香月;1985)。

#### 2. 放射測定機能の特徴

##### 2.1 赤外焦点調整

赤外センサーの焦点は、リレーレンズを地上からのコマンドによって前後させ調整することができる。ミッションチェックでは、焦点調整機能の確認試験が行

\* 気象衛星センターシステム管理課

われ、実運用に向けて焦点を合わせる作業が行われた。焦点調整の前後で観測した2つの画像には次のような違いがあった。

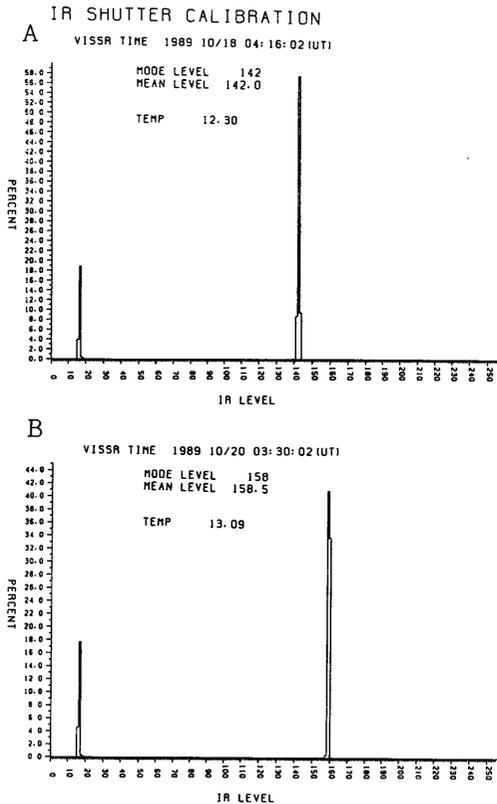


Fig.1 Histogram of black body shutter. A is before IR focus adjustment, B is after IR focus adjustment.

(1) 観測温度特性

焦点調整後の画像のシャッター輝度レベルはほぼ同じ温度の黒体シャッターを見ているにもかかわらず、焦点調整前にくらべて大きくなった (Fig.1)。また、焦点調整後の画像は、焦点調整前の画像より輝度レベルが全体に高くなっていた。Fig.2は、輝度レベルが高くなったためオーストラリア大陸に255レベルをしめす画素があることをしめす。

このような変化はセンサーに入るエネルギーが焦点調整の結果増加したためと考えられる。この焦点調整によるセンサーの感度変化を定量的に評価するためにキャリブレーションテーブルを用いた。キャリブレーションテーブルの比較では、255レベルがしめす温度が焦点調整前にくらべて低くなった (Table.1)。このことは、観測できる温度領域が狭まる一方、温度分解能が向上したことをしめす。

焦点調整後の主系センサーのキャリブレーションテーブルをGMS-3のものと比較すると、255レベルに相当する温度がGMS-3の335Kに対して322Kとなっている。すなわち、GMS-4の観測できる温度領域はGMS-3より13K狭い。255レベルは、322Kに対応して

Table 1. Infrared calibration table.

BRIGHTNESS LEVEL	BRIGHTNESS LEVEL CORRESPOND TO TEMPERATURE (K)				
	BEFORE FOCUS ADJUST		AFTER FOCUS ADJUST		GMS-3
	PRIMARY	REDUNDANT	PRIMARY	REDUNDANT	
0	130.0	130.0	130.0	130.0	130.0
5 0	221.8	216.4	218.2	214.4	223.1
1 0 0	262.0	257.4	257.7	254.0	264.0
1 5 0	288.8	284.2	282.8	279.9	291.9
2 0 0	310.3	305.4	303.4	300.4	314.5
2 5 0	328.8	323.3	321.0	318.0	334.7
2 5 5	330.5	325.3	322.7	319.6	335.8

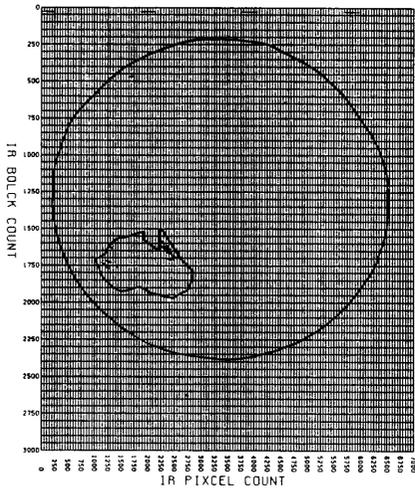


Fig.2 IR 255 level region.  
IR 255 level was painted over with black. At 0430UT Oct. 19, 1989.

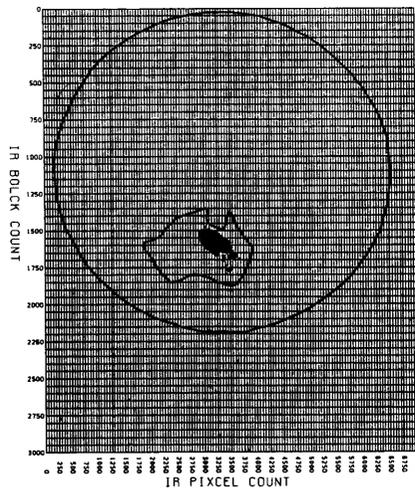


Fig.3 IR 255 level region.  
IR 255 was painted over with black. At 0430 UT Feb. 15, 1990.

いる場合もあるが、322K以上の温度の場合もすべて255レベルとなる。GMS-4の赤外面像を利用するとき、砂漠地域などの高温になる地域には255レベルを記録する画素が多くなるため、この255レベルの解釈に注意が必要である。Fig.2からわかるように255レベルとなる画素は多い。255レベルの分布する地域は季節や時間によって変化する。Fig.3はもっともオーストラリア大陸に255レベルの画素が多かった2月中旬の06UTの

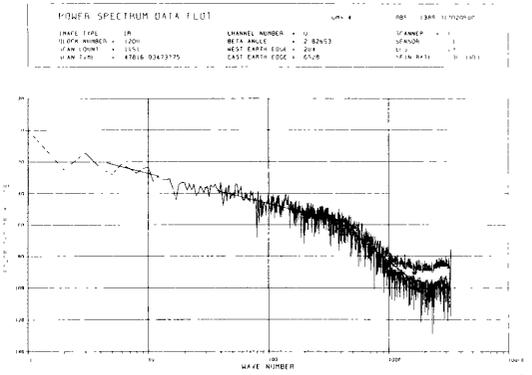


Fig.4 Power spectrum of infrared image before focus adjustment by relay-lens.

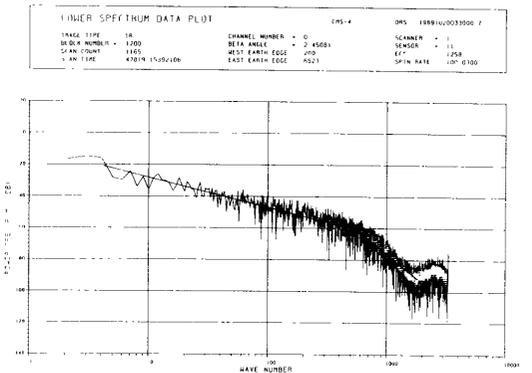


Fig.5 Power spectrum of infrared image after focus adjustment by relay-lens.

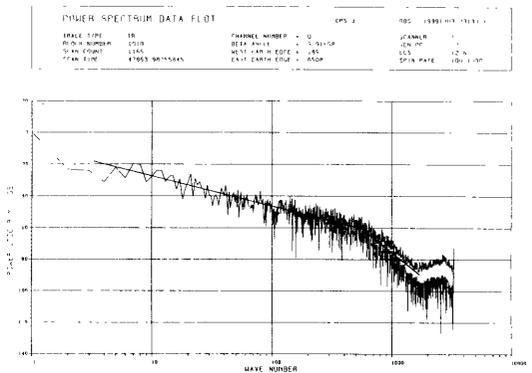


Fig.6 Power spectrum of infrared image of GMS-3.

データをしめす。

焦点調整の結果、温度分解能が向上した。また、GMS-3と比較しても、GMS-4の温度分解能は向上している。このため、GMS-4の画像処理はGMS-3より精度の向上が期待できる。

なお、今回のミッションチェックでは赤外焦点調整を試験期間のなかばで行ったため、焦点調整試験を境として各画像データに不連続が見られた。ミッションチェック期間をとおしておなじ条件で画像データを評価するためには、赤外焦点調整を試験の初期に行うことが望ましかった。

## (2) 画像の周波数特性

焦点調整前のパワースペクトルを Fig.4に、調整後のパワースペクトルを Fig.5に、GMS-3のパワースペクトルを Fig.6にしめす。このパワースペクトルは、画像信号の直流（バイアス）レベルと各周波数レベルとの比を対数表記したもので、縦軸はレベル比、横軸は空間周波数である。

ここで表現されるパワースペクトルは、画像信号のパワースペクトルに、伝達経路であるリレーレンズ等の光学系の伝達関数が掛け合わさったものである。この光学系の伝達関数は焦点のズレの度合いにより異なる。

赤外焦点調整の結果、パワースペクトルの傾きの変わるポイントが空間周波数350 (CYCLE/LINE) 付近から550 (CYCLE/LINE) 付近へと高い側に移動していることから分かるように、光学系の伝達関数が変わり高域の特性が改善された。この周波数特性の改善により、輝度レベルの急峻な変化や細かな変化が表現され、小さな雲や海岸線などが明瞭になるなど、画像に改善が見られた。たとえば、VISSRの赤外・可視画像集の位置対応の調査では、赤外・可視画像間のマッチングにおける相関値が調整前0.7から調整後0.8へと向上した。

GMS-4焦点調整後とGMS-3運用時の画像のパワースペクトルの比較では、両者に大きな差異は認められなかった。画像の周波数特性に関しては、連続性が保たれていると考えられる。

なお、空間周波数1800 (CYCLE/LINE) 以上でパワースペクトルが増加に転ずるのは、CDASのVISSR復調装置でリサンプリング(衛星から送られるVISSRデータ量は衛星のスピニング周期によって変化することからそれを一定量とするため行う再サンプリング) 処理

時に生じる補間誤差と、VISSRで観測される輝度レベルが視野内の平均値であるために理想的なサンプリングがなされていないことから生じる誤差が、ノイズとなるためと考えられる。

## 2. 2 赤外キャリブレーション

赤外センサーは、主系と冗長系のそれぞれ1個ずつのセンサーがあり、どちらか一方が運用で用いられる。GMS-4の場合、まず主系センサーを使用して運用を開始した。

赤外センサーは、衛星に到達した放射エネルギーを測定する。測定した値は、256階調の輝度レベルに換えて地上に送られる。

赤外キャリブレーションは、ステアケースデータ、宇宙空間輝度レベル、黒体シャッター輝度レベルや有効シャッター温度を用いて観測した輝度レベルと輝度温度との対応をつける処理である。(由田 他; 1979)。

ここでは、黒体シャッター温度の測定方法の変更に伴う有効シャッター温度の算出式の変更とキャリブレーションデータから見たGMS-4のVISSRの特徴を以下にしめす。

### (1) 有効シャッター温度の算出式の変更

有効シャッター温度の誤差はキャリブレーション処理の精度に大きな影響を与える。GMS-4では有効シャッター温度をさらに精度よく求めるため、温度センサーの数と温度センサーの取り付け位置に変更が加えられた。その結果、有効シャッター温度の算出式は以下のように変更となった。

$$T_E = T_S + 0.120(T_S - T_{SM}) + 0.042(T_S - T_{PM}) \\ + 0.130(T_S - T_{BF}) + 0.118(T_S - T_{BA}) \\ - 0.2$$

ここで、

$T_E$  : 有効シャッター温度

$T_S$  : シャッター温度

$T_{SM}$  : セカンダリーミラー温度

$T_{PM}$  : プライマリーミラー温度

$T_{BF}$  : バッフルチューブフォワード温度

$T_{BA}$  : バッフルチューブアフター温度

である。各温度センサーの取り付け位置は Fig.7にしめす。

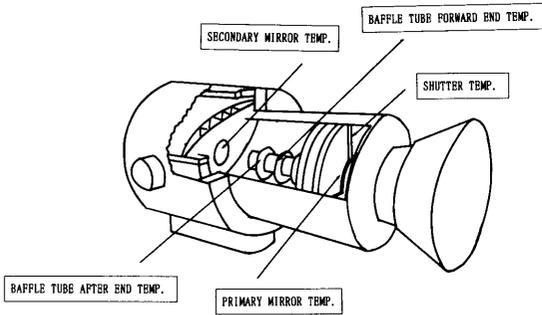


Fig. 7 VISSR temperature sensor layout.

赤外キャリブレーションでは、黒体シャッターデータがその精度に重要な位置をめている。ミッションチェック中に実施した GMS-4と GMS-3の同時刻観測では、2つのデータの観測温度に差が見られなかった。

また、GMS-3から GMS-4の運用移行時にもデータの不連続性は確認されなかった。

(2) キャリブレーションデータからみた放射計の特徴

ミッションチェックの試験項目から赤外キャリブレーション関係の結果を Table. 2にします。使用した画像は、主系センサーが10月20日0330UT、冗長系センサーが11月7日0330UTである。

Table 2. Characteristi of infred sense from mission check item.

MISSION CHECK ITEM	PRIMARY	REDUNDANT
SPACE BODY SHUTTER (AVERAGE)	15.1	18.1
BLACK BODY SHUTTER (AVERAGE)	158.5	166.4
STAIRCASE LEVEL (AVERAGE)		
0V	3.9	6.8
1V	54.0	56.3
2V	104.0	106.0
3V	154.0	155.8
4V	204.8	205.9
5V	254.9	255.0

この表から、冗長系センサーが主系センサーより各項目で高い輝度レベルをしめすことがわかる。とくに黒体シャッター輝度レベルは10レベル近い差がある。Table. 1にしめすように、焦点調整後の主系センサーは冗長センサーより255レベルに対応する温度が約3K高く、観測できる温度領域も広い。

(3) 食明け後のセンサーレベル変動

GMS-3では、食明け後に赤外センサー周辺の温度上昇によって、同一画像の観測開始直後の輝度レベルが観測終了直前の輝度レベルより1から2レベルが高いことが知られていた。このような一つの画像内でおこるレベル変化は、現在のように一つの観測に一つのキャリブレーションテーブルでは較正できないものである。このようなレベル変化が GMS-4でもあるのか、あるとすれば変化量がどの程度かを調べた。

評価は食明けの直後に観測した赤道付近のシングルスキャンを用いておこなった。シングルスキャン観測は、スキャンミラーの角度を固定して同じラインを連続して観測する方法である。すなわち、衛星の観星する位置が常に一定で、各スキャン毎に得られるデータはすべて同じものとなる。しかし、衛星の微妙な動きや、雲や大気の変化によって、各スキャン毎に得られるデータに違いが生じる。これらの違いによる影響を少なくするため、つぎのような条件を設けた。

観測開始直後にスキャンしたデータの画素から120レベル以上の画素を選びだす。その画素の西側と東側の2画素づつそれぞれの差がすべて1レベル以下の変化の少ない画素を抽出する。その画素位置で100スキャン分の画素の輝度レベルの平均値をもとめる。つぎに、2000スキャン後の100スキャン分についても同じ画素位置の輝度レベル平均値をもとめる。各画素位置ごとに求まった輝度レベルの平均値についてはじめての

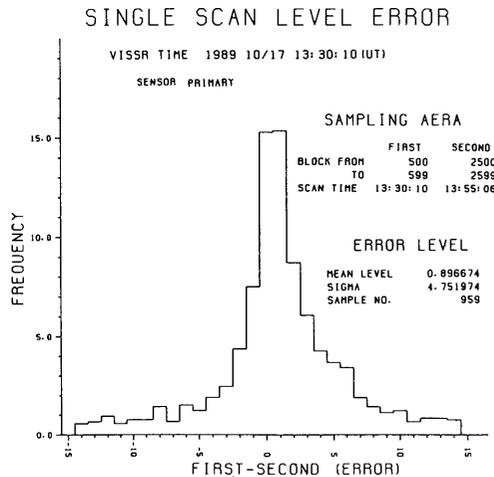


Fig. 8 Variation of IR level after eclipse.

キャン分からあとのスキャン分をひいた値を少数第1位で四舎五入しヒストグラムを作成した。

作成したヒストグラム (Fig. 8) では、ヒストグラムのモード値で1、平均値で0.9とそれぞれ正の値で、時間経過とともにレベルが低くなっていることがわかった。なお、このレベル変化は食明け後以外のシングルスキャン観測では認められなかった。

GMS-3では、シングルスキャンによるレベル移動の調査を行っていないため、直接比較することができない。しかし、この評価で大きなレベル変化がなかったことから GMS-4の食期間中の16UT 帯の観測にあたる影響は小さいと推測できる。

### 2. 3 可視キャリブレーション

可視センサーは赤外センサーと同様に主系と冗長系の2組から構成される。運用では、赤外センサーと同様に主系センサーを使用している。各系は南北方向に4つのセンサーがならんだ構成となっている。このため、衛星が1回地球を走査すると、一度に4ライン分のデータが得られる。4つのセンサー間に感度差があると、画像に濃淡の縞模様が見れる。この縞模様は、キャリブレーション処理やノーマライズ処理で較正できる。

ミッションチェックでは、キャリブレーションに使用するデータから各センサーの特徴を評価した。可視キャリブレーションに使用するデータには、宇宙空間データ、太陽データやステアケースデータがある。可視キャリブレーションは、これらのデータから輝度レベルとセンサーに入射した反射量の対応づけを行う処理である。(由田 他; 1979)。

以下にキャリブレーションデータから見た GMS-4の VISSR の特徴をしめす。

#### (1) 太陽輝度レベルの変化

可視キャリブレーションでは赤外キャリブレーションの黒体シャッターのかわりに太陽を用いる。太陽像は、スキャンミラーに取り付けられた小さいプリズムをとおしてセンサー感部に取り入れられる。このプリズムは、通過した太陽像の反射量が50パーセント程度になるように設計されている。

太陽像の輝度レベルの最大値を Table 3 に示す。

太陽像の、プリズムの通過経路が季節によって異なるため、太陽輝度レベルに季節変化が生じる。GMS-3の太陽輝度データは Fig. 9に示す季節変化をする Fig. 9は、1987年3月1日から1年分の太陽輝度レベルの最大値をプロットした図である。この図からミッションチェック期間中の10月ごろは太陽輝度レベルが低くなることがわかる。また、GMS-4の運用以降後のデータを継続して調査した結果、4月中旬に輝度が高くなることがわかった。(Fig. 10)。

#### (2) キャリブレーションデータからみた放射計の特徴

ミッションチェックの試験項目から可視キャリブレーション関係の結果を Table. 3にしめす。使用した画像は、主系センサーが10月20日0330UT、冗長系センサーが11月7日0330UTである。ただし太陽輝度データは、主系センサーが10月20日0510UT、冗長系センサーが11月7日0540UTである。

Table. 3から、主系センサーの4つのチャンネル間のレベル差が各項目とも冗長系センサーの4つのチャ

Table 3. Characteristic of visible sensor from mission check item.

MISSION CHECK ITEM	PRIMARY				REDUNDANT			
	1	2	3	4	5	6	7	8
SPACH LEVEL (AVERAGE)	1.8	2.0	5.3	3.6	3.1	3.5	3.2	3.1
HIGH BRIGHTNESS CLOUD (MAX)	61.0	59.0	59.0	58.0	62.0	61.0	60.0	61.0
SUN BRIGHTNESS LEVEL (MAX)	26.0	25.0	24.0	26.0	26.0	26.0	26.0	27.0
STAIRACASE LEVEL	0V	0.0	0.0	3.0	1.6	1.0	1.6	1.0
	1V	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
	2V	39.0	39.0	40.0	40.0	40.0	39.0	40.0
	3V	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
	4V	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0
	5V	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0	62.0

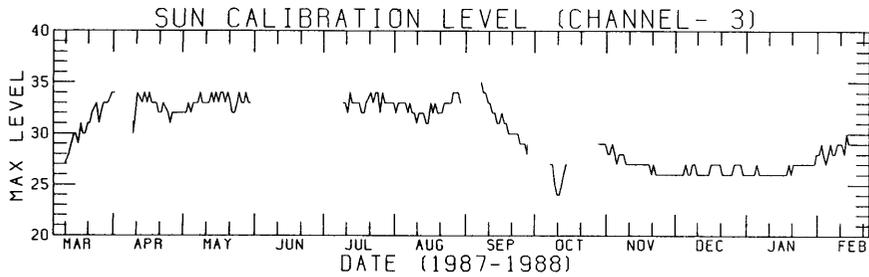


Fig.9 Variation of solar observation data. The graph is plots of the GMS-3 sun brightness data versus day of year.

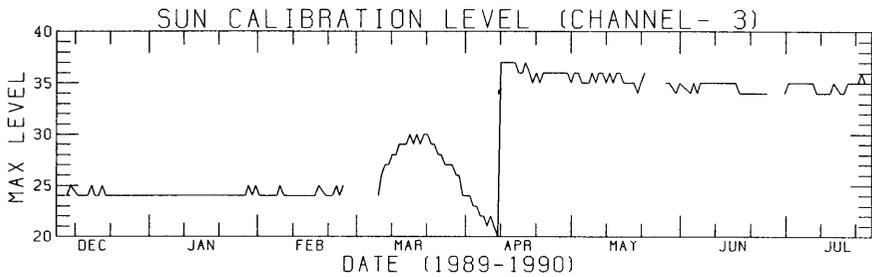


Fig.10 Variation of solar observation data. The graph is plots of the GMS-4 sun brightness data versus day of year.

ンネル間のレベル差にくらべて大きいことがわかる。とくに、宇宙空間輝度データは、主系の1チャンネルと3チャンネルで3.5レベルの差があり、低輝度でチャンネル間の感度のバラツキが大きいことがわかる。

チャンネル間の感度のバラツキは、キャリブレーション処理やノーマライズ処理で較正する。チャンネル間の感度のバラツキによる画像の縞模様を較正するために実施するノーマライズ処理は、GMS-4の運用では、2カ月に1回とGMS-3にくらべ実施頻度が高くなっている。このことから、GMS-4の主系センサーはGMS-4の冗長系センサーよりチャンネル間の感度のバラツキが大きいことがわかる。

### 3. VISSR 画像の幾何学歪みの特性

#### 3.1 VISSR ミスアライメントと衛星のティルト

VISSR 画像上に現れる画像のずれや歪み（スキュー）は、衛星のティルト（機械軸とスピン軸のズレ）やVISSR ミスアライメント（VISSR 取り付け角誤差）から生じるスピン座標系とVISSR 座標系とのずれが原因である。

このVISSR 画像のずれや歪みをアース・エッジ検出法によるVISSR 画像の位置合わせ（高橋：1981）の方法により、また、衛星のティルトをGMS-1~3と同

様の算出方法（香月：1985）により求めた。なお、VISSR ミスアライメントは、X軸まわり、Y軸まわり、Z軸まわりの3成分により成り、X軸まわりのミスアライメントはVISSR 画像上にフレームスキューとして、Y軸まわりのミスアライメントはフレームのライン方向のズレとして、そしてZ軸まわりのミスアライメントはフレームのピクセル方向のずれとして現れる。

総合試験で観測した画像から算出したX軸、Y軸まわりのミスアライメントおよびティルトをGMS-3の値とあわせて、以下に示す。

#### GMS-4

X軸まわりのミスアライメント	-0.07 (度)
Y軸まわりのミスアライメント	0.04 (度)
ティルト方向	-58.0 (度)
ティルト角	0.08 (度)

#### GMS-3

X軸まわりのミスアライメント	0.22 (度)
Y軸まわりのミスアライメント	0.44 (度)
ティルト角	0.46 (度)

VISSR ミスアライメントおよびティルト角は、

GMS-3の場合に比べて小さい。

VISSR ミスアライメントは、画像パラメーター内の座標変換定数に反映されており、座標変換ルーチンによって座標変換計算時に参照される。

なお、CDAS の VISSR 復調処理装置には X 軸まわりのミスアライメント（フレームスキュー）を補正する機能があるが、GMS-4 の X 軸まわりのミスアライメントが小さかったことから補正を行っていない。

### 3. 2 VISSR の赤外・可視画素の位置対応

可視赤外走査放射計（VISSR）で地球を観測するとき、可視センサーと赤外センサーは、同一時刻に地球上の同一地点を観測するはずである。しかし、センサーに取付け誤差等が存在して可視センサーと赤外センサーの視準線が一致していないと、地球上の同一地点を観測することができず、可視・赤外画像間で画素の対応関係にズレが生じる。

この可視・赤外センサー間のズレは、個々の衛星に固有でかつ異なった量である。このため、GMS-4 の赤外・可視画素の位置対応を、GMS-1～3 の赤外・可視画素の位置対応の調査（藤村：1985）と同様の方法により評価した。ただし、相関をとる地点（ランドマーク）は、藤村が用いたランドマークの多くに雲がかかっていたため、日本付近とオーストラリアに新たに追加した。

赤外・可視画素間のズレには、ライン方向とピクセル方向とがある。このうちピクセル方向には、赤外センサーと可視センサーがスキャン方向に距離を隔てて取付けられている（センサースペーシング）関係から、センサースペーシング相当分のズレがもともと存在する（センサースペーシングは地上試験において予め測定されている）。また、衛星にティルトが存在すると、ティルト角およびティルト方向に応じて、ライン方向とピクセル方向にズレが発生する（GMS-4 のティルトは、小さな値であったので影響は小さい）。このように、VISSR 画像上に現れる赤外・可視画素の位置対応のズレとは、センサーの取付け誤差にさらに複数の要因が合わさったものである。

赤外・可視画素の位置対応のズレ量を、主系センサーによる 7 画像、冗長系センサーによる 1 画像から算出した。この結果を Table.4 にしめす。ズレは赤外フレームに対する可視フレームのズレを可視の画素数であらわした。ライン方向は北向きが正、南向きが負、ピクセル方向は、西向きが正、東向きが負であること

を示す。ピクセル方向のズレはほぼゼロに近い値で、ピクセル方向のズレはライン方向に比べて大きな値となっている。なお、この画素数にライン方向はステップング角（ $140\mu\text{RAD}$ ）を、ピクセル方向は可視のサンプリング角（ $24\mu\text{RAD}$ ）を乗ずることによりズレを角度で表現できる。

Table 4 Lag of visible pixel position to infrared pixel position of GMS-4.

SENSOR	LAG		STANDARD DEVIATION	
	LINE	PIXEL	LINE	PIXEL
PRIMARY	-0.02	6.34	0.45	0.33
REDUNDANT	-0.97	10.39	—	—

ピクセル方向のズレ量は VISSR 画像を処理する上で無視できない大きさであるため、VISSR 画像を処理する上で不都合が生じないようズレを補正する必要がある。赤外・可視画素の位置対応のズレは次の方法により補正することができる。ピクセル方向のズレは、CDAS の VISSR 復調処理装置に設定するセンサースペーシング量を変えることにより、可視と赤外でサンプリング開始位置をずらせて補正する。一方、ライン方向のズレは、画像パラメーター内の VISSR フレームのノミナル中心ライン番号（座標変換時に地球上の緯経度と VISSR フレームとの対応関係の基準となる定数）に、ズレのない場合の可視・赤外画素間の基準の対応関係である次式より求まる値にズレ量を加えた値を設定することで対処する。

$$Lvs = 4 \times LIR - 1.5$$

$$Pvs = 2 \times PIR - 0.5$$

ここで、Lvs：可視のライン番号

Pvs：可視のピクセル番号

LIR：赤外のライン番号

PIR：赤外のピクセル番号

これにより、座標変換計算時に VISSR フレームノミナル中心ライン番号を参照する座標変換ルーチンを使用することで補正が行える。

GMS-4 の運用では、主系センサーのピクセル方向のズレ量 6.34 を VISSR 復調処理装置のセンサースペーシング量に反映した。この補正の結果、主系センサーのピクセル方向のズレは解消された。ライン方向はズ

レ量が小さいため補正を行っていない。

なお、冗長系センサーは、評価した画像数が 1 画像と少なく信頼性が低いことからライン方向、ピクセル方向とも補正は未設定である。

### 3. 3 ニューテーション (姿勢の短周期変動)

VISSR スキャンミラーがステップする際、ステップ時のトルクにより、衛星にニューテーションが発生すると考えられている。

そこで、VISSR 画像上に現れるような大きなニューテーションが発生しているかどうかについて、GMS-1~3と同様の評価方法 (香月:1985) により評価した。ニューテーションの影響は、VISSR 画像上にゆらぎとして現れるため、ピクセル方向のゆらぎをシングルスキャン画像から、ライン方向のゆらぎをマルチセグメント画像から評価した。

Fig. 11に、シングルスキャン画像 (南緯50度付近) におけるニューテーション評価のプロット図をしめす。縦軸に同一位置をスキャンした画像データのスキャン番号 (時間経過を表す) を、横軸に赤外のピクセル番号を取り、各スキャンにおける赤外の西アースエッジ位置、画像の中央付近で設定閾値 (96レベル) を下回る画素、および東アースエッジ位置をプロットした。VISSR 信号の量子化誤差やサンプリング時の補間誤差などによる赤外アースエッジのばらつきを含めても、東西アースエッジ位置のゆらぎは赤外 1 画素程度と小さく、顕著なピクセル方向のゆらぎは見られない。

Fig. 12に、部分スキャンモードで観測したマルチセグメント画像の北端ラインの位置の変化をしめす。縦軸に時間経過を、横軸にライン番号をとり、\*印は各セグメントにおける北端位置である。各セグメントにおいて、北端ラインの位置が一定しており、顕著なライン方向のゆらぎは見られない。

ピクセル方向、ライン方向とも、赤外 1 画素以上の顕著なゆらぎが観測されなかったことから、赤外 1 画素以上のズレを生じるような大きなニューテーションは発生していないと考えられる。

なお、姿勢の影響のため VISSR フレーム内の地球画像が時間とともにライン方向に移動することから、同様に北端位置や東西アースエッジ位置が変動することが考えられるが、シングルスキャンおよびマルチセグメント観測時の姿勢の影響によるライン方向の変化は 1 ライン以内であるため、影響は少ないと考えられる。

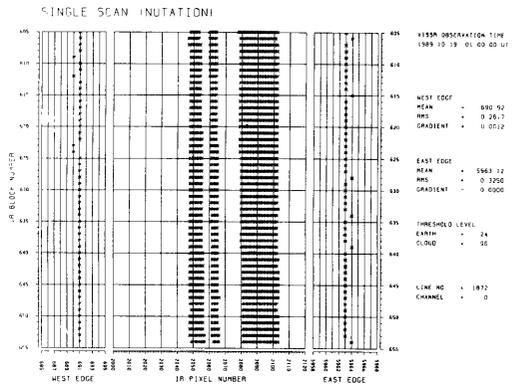


Fig. 11 Nutation information graph on single scan image.

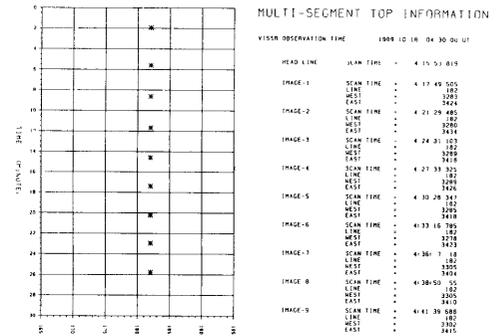


Fig. 12' Earth top information graph on multi-segment image.

### 3. 4 VISSR フレームのノミナル中心ライン番号

GMS-1~3は、スキヤンドライブ内に組み込まれたエンコーダ読み取り装置が各系 1 組であったのに対し、GMS-4では各系に 2 組取付けられている。これらの読み取り装置 (LED STATION) には、エンコーダディスクに対する取付け位置にズレがあるため、スキャンミラーの位置が同じであってもエンコーダの読み取り値に違いが生ずる。このため、使用するスキヤンドライブ及びエンコーダに応じて、この差を補正するよう画像パラメータ内の VISSR フレーム・ノミナル中心ライン番号を設定する。Table.5にスキヤンドライブ及び LED STATION に応じた VISSR フレームノミナル中心ライン番号をしめす。

Table 5 Line number of VISSR frame center on scan mirror 45 degree position.

SCAN DRIVE	LED STATION	VISIBLE FRAM	INFRARED FRAM
PRIMARY	1	5022.5	1256.0
	2	4998.5	1250.0
REDUNDANT	1	4958.5	1240.0
	2	4982.5	1246.0

#### 4. あとがき

軌道上機能確認試験や運用後に取得した VISSR 画像データを調査した結果、GMS-4の VISSR 系に GMS-3との差異が認められた。これらの多くは、CDAS の VISSR 復調処理装置や可視・赤外キャリブレーション処理等において対処されている。しかし、赤外センサーの観測可能最高温度が約322Kで飽和しており、GMS の仕様を満足しているが、昼間の VISSR 画像の砂漠部分などでは使用する際に注意が必要である。

本稿が、GMS-4・VISSR 画像データを利用するうえでの参考になれば幸いである。

#### 参考文献

- 香月修一、1985：計算機による VISSR データ評価方法について、気象衛星センター技術報告第11号、79-98。
- 由田建勝 他、1979：画像前処理、GMS システム総合報告、II データ処理解説編 その1、気象衛星センター技術報告（特別号II-1）、61-76。
- 高橋大知、1981：アース・エッジ検出法による VISSR 画像の位置合わせについて、気象衛星センター技術報告第3号、55-68。
- 藤村弘志、1985：VISSR の赤外、可視画集の位置対応について、気象衛星センター技術報告第12号、63-70。