

一解 説①一

# 静止気象衛星「ひまわり」

札幌管区気象台技術部調査課 大橋 勇 治

## 1. はじめに

静止気象衛星「ひまわり」の画像は、テレビの天気予報の番組などで放送され、広く国民に利用されている。また、気象衛星はアメダス及びレーダーと並び「三種の神器」に数えられ現在の気象業務にはなくてはならないものになっている。

しかしながら、気象衛星本体、それを運用している気象衛星センターなどの地上施設、及び観測のスケジュールについては一般に知られていない。今回はこのことについて述べたいと思う。

## 2. ひまわりの歴史

気象衛星は地球の広い範囲の地域を見下ろすことができるので、いくつかの気象衛星を効果的に並べることで地球上をくまなく観測することができる。世界気象機関(WMO)では、気象衛星や電子計算機をフルに活用して気象業務を近代化し、これによって天気予報の精度を向上させるために、世界気象監視(WWW)計画を推進してきた。WWW計画の中で最も重要なものとして、静止気象衛星や軌道衛星をうまく組み合わせることで地球全体を観測する世界気象衛星ネットワークがある(図1、表1)。

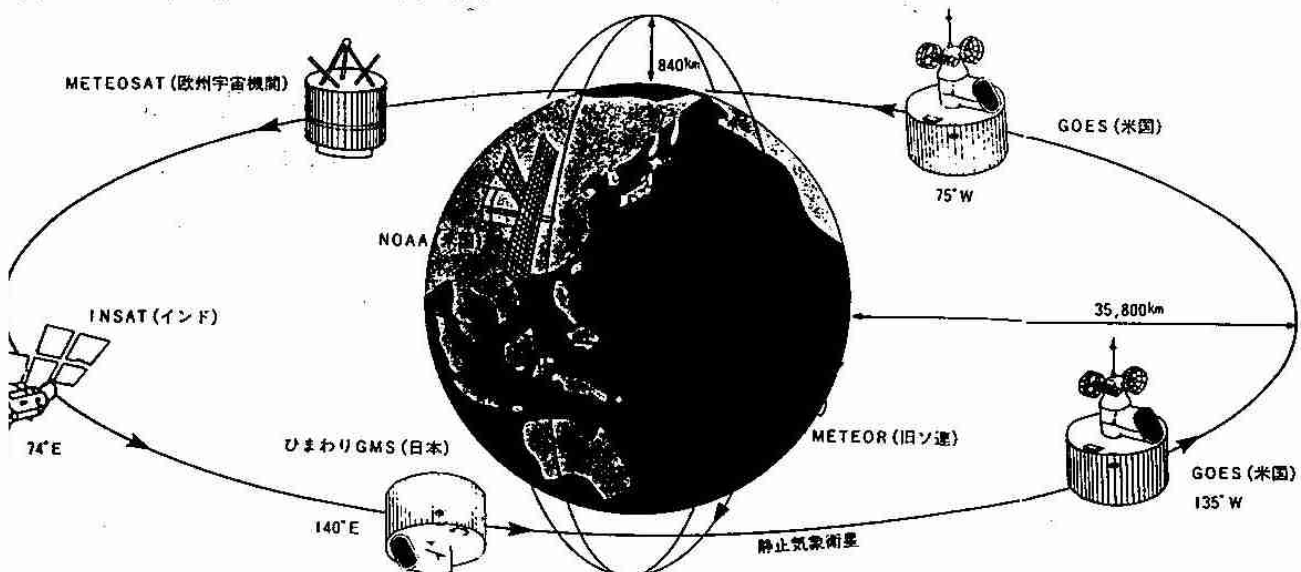


図1 世界気象衛星ネットワーク。

表1 世界の静止気象衛星と担当域。

衛星名	担当国	衛星の監視区域	位置
GMS	日本	西太平洋、東南アジア、オーストラリア	東経140度
GOES	アメリカ	北米大陸西部、東太平洋	西経135度
GOES	アメリカ	北米大陸東部、南米大陸	西経 75度
METEOSAT	欧州宇宙機関	ヨーロッパ、アフリカ大陸	0度
INSAT	インド	アジア大陸中部、インド洋	東経 74度

これをうけ、日本においても衛星が日本の気象監視の上で大きなメリットがあり、かつ国際計画の一環を担うことが非常に有意義であるため静止気象衛星計画を実施することになり、静止気象衛星「ひまわり」(GMS: Geostationally Meteorological Satellite)は1977年7月14日ケープカナベラル(アメリカ)で1号が打ち上げられ同年11月から運用が開始され、現在4号が運用されている。この間、2号が故障のため1号が運用の代行を行ったり、VISSRの障害で画像が取得できないなどの障害もあったが、改良が加えられ、現在に到っている(表2)。

なお、次期5号は1994年1~2月に打ち上げが予定されている。

表2 気象衛星「ひまわり」の打ち上げの日、ロケット及び基地。

	打ち上げ日	打ち上げロケット	打ち上げ基地
GMS	1977. 7. 14	ソーデルタロケット	ケープカナベラル
GMS-2	1981. 8. 11	N-IIロケット	種子島宇宙センター
GMS-3	1984. 8. 3	N-IIロケット	種子島宇宙センター
GMS-4	1989. 9. 6	H-Iロケット	種子島宇宙センター

### 3. ひまわりの機能

気象衛星の機能としては画像データを取得すること(気象観測)は周知のことであるが、その他に気象観測資料の収集、雲画像の電送によるサービス及び太陽粒子の観測を行っている(図2)。

#### 気象観測

衛星に搭載されている可視・赤外放射計により昼・夜間の雲の分布、地面、海面、雲頂の温度の測定をする。可視については太陽光の最強部分の波長帯(0.5~0.75 $\mu$ m)、赤外については大気の窓の波長帯(1.0.5~12.5 $\mu$ m)について測定する。これらの観測は原則的に毎時で行う。

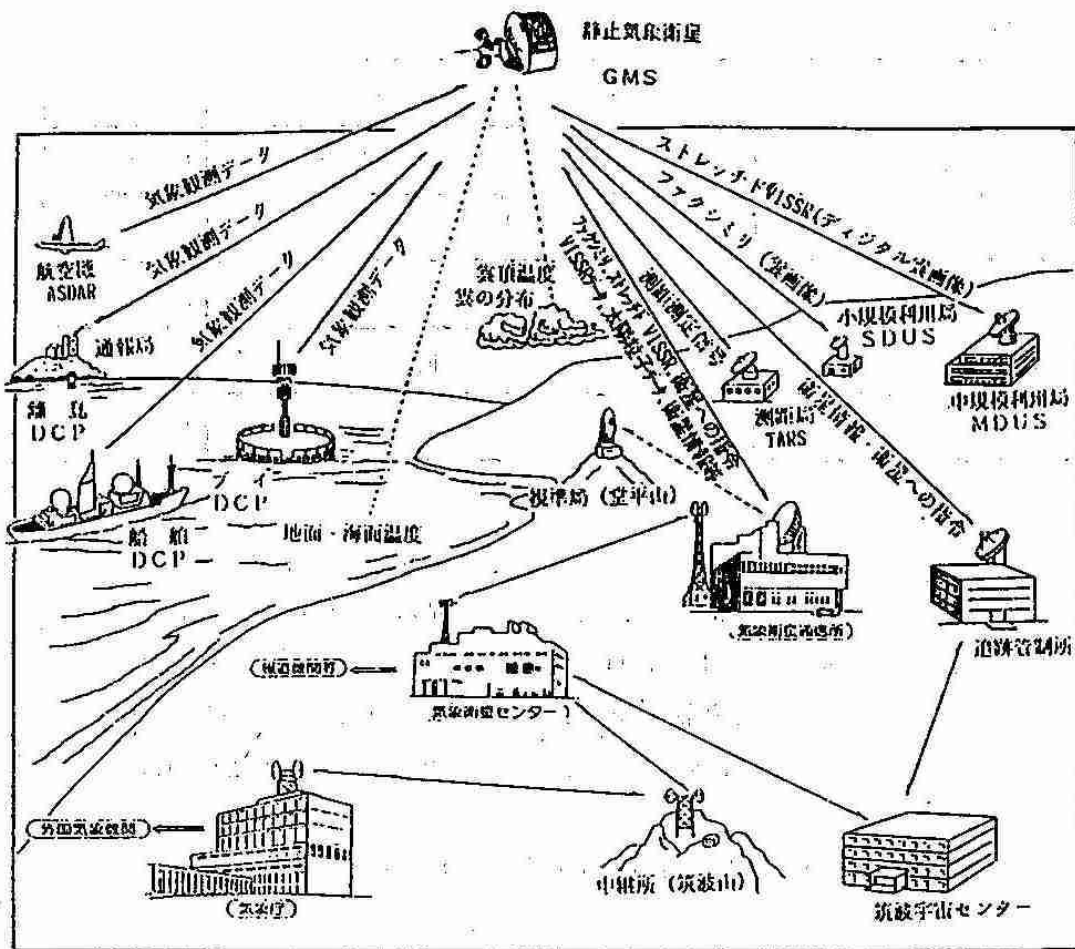


図2 静止気象衛星システム図。

なお、これらのデータを加工することにより、台風・低気圧などの気象現象、雲頂高度、雲量分布及び上層・下層の風向・風速がわかる。

#### 気象観測資料の収集

衛星の通信機能を利用して、航空機、船舶、ブイ、離島などで観測された気象資料を衛星で中継し、気象衛星センターにおいて収集する。

#### 雲画像の電送によるサービス

衛星によって得られた画像データを衛星センターにおいて利用しやすいようにFAXにし、衛星を経由して利用者へ送信する。

#### 太陽粒子の観測

衛星の静止軌道上の宇宙空間に存在する太陽粒子（陽子、 $\alpha$ 粒子、電子）の到来数をそれぞれのエネルギー別に分けて観測する。このデータにより太陽活動の情報を得る。

### 4. ひまわりの構造 (図3)

衛星は回転部と非回転部から構成されている。回転部は1分間に100回転させることで衛星の姿勢の安

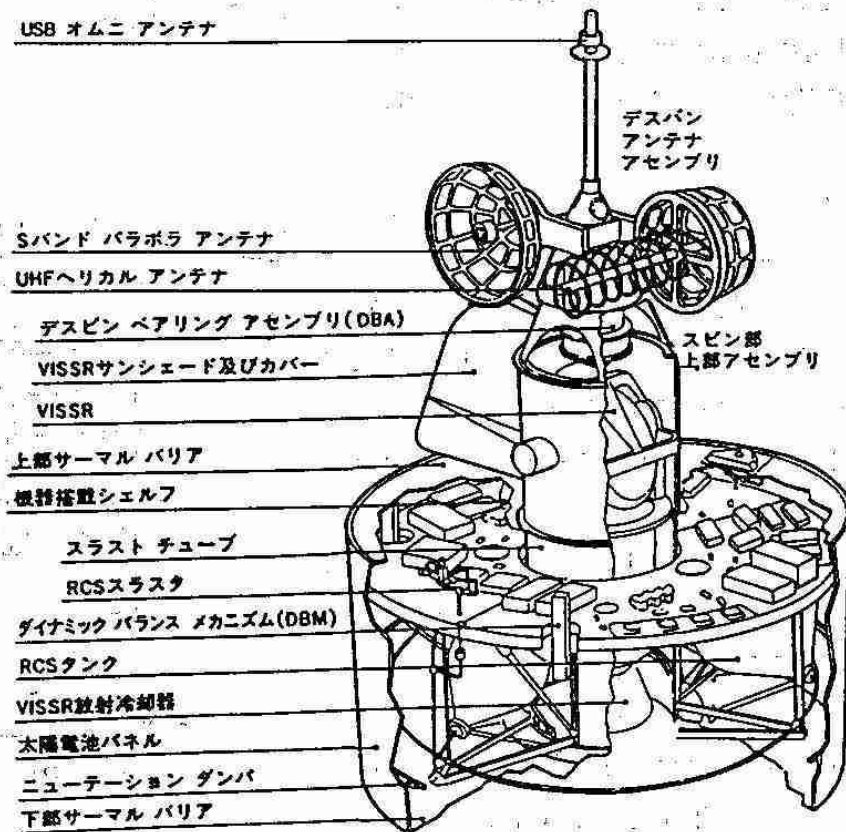


図3 静止気象衛星の概要。

定を保っている。非回転部は主として通信用アンテナからなり、Sバンド、UHF両アンテナ系は、デスピンベアリングアセンブリと呼ばれる接合部の働きにより毎分100回転で逆回転し、結果的には常に地球方向を指向するようになっている。

また、円筒形の回転部の側面は太陽電池のパネルが張られ衛星の作動に必要な電力を得ている。それ以外の部分は熱遮蔽板で覆われ、宇宙環境から内部各機器を保護している。

回転部の中心には可視赤外回転走査放射計 (VISSR: Visible and Infrared Spin Scan Radiometer) が設置されており、それを取り囲むように送受信装置などのサブシステムが搭載されていて、これらの機器の上方2ヶ所にジェットエンジン、下方3ヶ所にその燃料タンクが配置されている。

衛星の静止位置の保持精度は、東経140度の赤道を中心に、衛星直下点の地表上で緯度方向に±1度、経度方向に±0.5度に保たれ、回転速度は1分間に100±1回転である。また、スピン軸方向の姿勢保持精度は±0.5度で放射計の1走査中に±3.5マイクロラジアンである。

構造については図3のようになっているが、ここでは画像の観測系のミッション機器であるVISSRについて述べる(図4)。

VISSRの集光部は、反射望遠鏡になっており光学軸に約45度傾いて走査鏡が取り付けられており、これが70マイクロラジアンづつステップする。走査鏡が2500ステップして約10度動くことになり、視野角にして20度の範囲が走査できる。このように南北走査は走査鏡のステップによるが東西走査は衛星

の自転による。走査鏡で反射された地球からの放射エネルギーは、一次反射・二次反射で反射して焦点をむすぶ。第一焦点にはプリズムがあり可視放射エネルギーはそのプリズムに取り付けられている光ファイバーを通して可視感部へ伝達される。赤外放射エネルギーはプリズムを通りぬけて、リレー・レンズを通る。第二焦点には赤外感部がある。

可視感部は光電子増倍管 (PMT : Photo Multiplier Tub) が使われており、0.5~0.75ミクロンの可視波長帯に感じるように作られている。赤外感部は水銀カドニウムテルル (HgCdTe) を用いていて、1.0.5~1.2.5ミクロンの波長帯を受感できる。

各感部の観測範囲及びその並びは図5の示すようになっており、衛星の一回転で可視は4本、赤外は1本の走査線を得られる。可視の瞬時視野角の3.5マイクロラジアンは、衛星直下点の地表で1.25km、赤外で5kmに相当する。

可視及び赤外感部からの出力はアナログ信号なので、この信号をデジタル信号に変え、可視は6ビット (64階調)、赤外は8ビット (256階調) に量子化される。

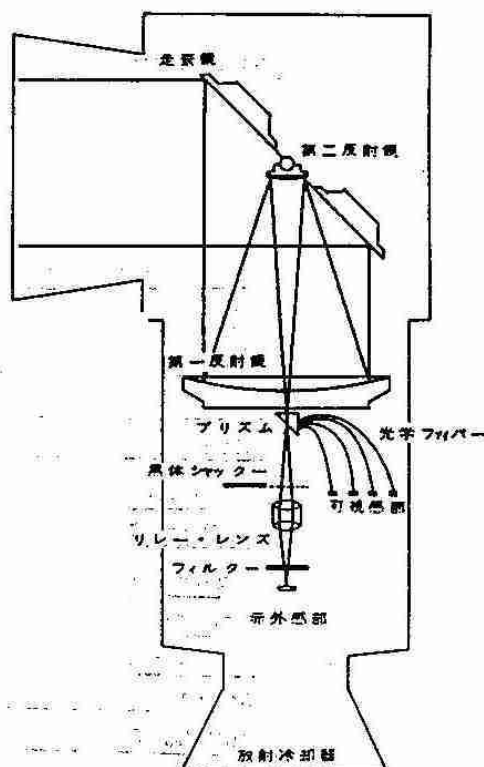


図4 VISSR内部の概要図。

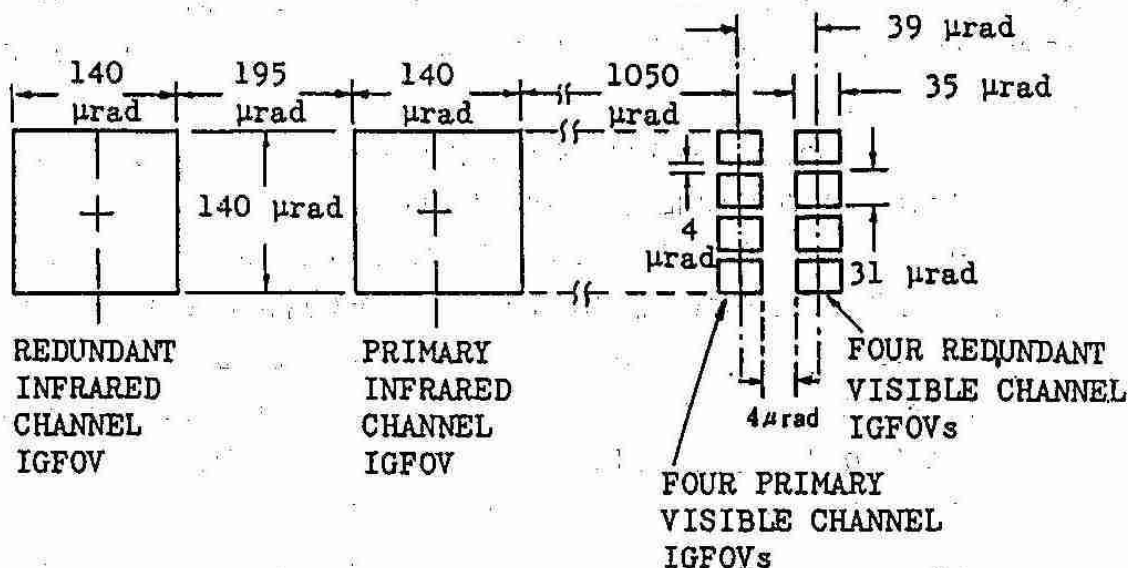


図5 検出器の並び。

## 5. 地上施設の概要 (図2)

地上施設は衛星から送られてくる地球の撮影画像・観測データから気象資料の作成・配信、および遠隔地

における気象・海洋の観測データの収集を行っている。その目的のため地上には以下のような施設がある。

#### 気象衛星センター

東京都清瀬市にあり静止気象衛星システムの頭脳ともいえる施設。衛星から送られてくる各種気象情報等を電子計算機処理、解析、雲画像のファックス伝送、衛星への観測指令などを行う。

また、NOAAのデータも取得している。

#### 気象衛星通信所

埼玉県鳩山にあり衛星と衛星センターの間にあり、衛星との電波の送受信を行う窓口。衛星からの観測信号や衛星中継による船舶などからの観測資料を受信したり、アジア・西太平洋地域の各国で利用する雲画像を送信したりする。

#### 視準局

気象衛星通信所のアンテナ装置、測距系装置などが正しく作動しているかの試験を行うための施設。

#### 通報局

船舶、ブイ、離島などに設置し、ここで観測したデータを衛星へ送信する施設。

#### 利用局

気象衛星を中継して送信した雲画像（ストレッチドVISSR信号及びファックス伝送信号）を受信して利用する局。

#### 測距局

衛星を正しい位置に保つための施設で、沖縄県石垣島とオーストラリアに設置している。衛星と測距局との間を往復する電波の所要時間によって距離を測る。

## 6. VISSR観測及びFAX配信スケジュール

VISSRによる画像データ取得とそれを利用したFAX配信のスケジュールは予め計算機に登録しておき、自動で起動できるようになっている。スケジュールには通常運用スケジュールと特別運用スケジュールがある。

### 通常運用スケジュール

VISSR観測は毎時間全球観測を正時の約30分前から25分間で行い、その間00UTから6時間毎に風観測として4回の全球観測を正時から25分間で行う。このことから観測は一日に28回行うことになる。

また、衛星を経由してのFAXはH-画像（北緯60度で日本付近を中心にポーラステレオ地図へ赤外地球画像を投影したもの）、I-画像（北緯60度で日本付近を中心にポーラステレオ地図へ可視地球画像を投影したもの）を毎時間配信する（夜間はI-画像ではなく赤外強調画像のJ-画像）。ただし、風観測中はH-画像のみの配信になる。

## 特別運用スケジュール

### 食運用スケジュール

衛星の場合、食とは衛星が地球の影に入り太陽光が当たらない現象を言い、春分・秋分を中心に約40日程度続く。この期間日本時間の夜中の0時(15 UT)を中心に最大で約70分間、衛星の太陽電池パネルに太陽光が当たらないため、太陽光が当たる日中に充電しておいた電力で最低限の維持を行う。このため、この期間中14 UT、15 UTの観測を中止し、16 UTの観測、FAX配信も遅らせて行う。

### 太陽妨害運用スケジュール

太陽妨害とは、太陽-衛星-気象衛星通信所のアンテナが正対するため、太陽雑音の影響で衛星の信号を受信出来なくなる現象をいい、春分・秋分の頃約6日間(0220~0300 UTの時間帯)づつある。この場合、03 UTの観測を中止する。

### 台風臨時運用スケジュール

台風臨時観測がある場合は、04 UTの全球観測を北半球観測のみの観測にして所要時間を半分にし、この間に続けて2回の観測を行い、かつ0400 UTからも15分間北半球観測を行い、続けて3回の北半球観測を行う。

### 保守運用スケジュール

地上機器の保守を実施する場合は、02 UTの全球観測を北半球観測に変更する。

## 7. 終わりに

ひまわりは、原理的には1号からそれほど変わっていないが、新しい衛星になるたびにたえず改良が加えられてきている。今度1994年の1~2月の予定で5号の打ち上げが計画されている。

5号は従来の衛星のVISSRの検出器が可視、赤外の各2チャンネルだったのに対し、可視1チャンネル、スプリットウインドウ(赤外2チャンネル)、そして水蒸気チャンネル1チャンネルの計4チャンネルになる。

このことにより、従来から行われてきた海面水温、上層・下層雲の判別及び雲解析情報図の精度の向上が見込まれる。また、上層水蒸気量及び可降水量等の利用の拡大が図られる。

このようなことから今後、益々衛星を活用した気象資料の精度の向上、利用の拡大が期待できると思う。

## 参考文献

気象衛星センター技術報告、特別号、気象衛星システムの概要(気象衛星センター1986)。

気象衛星資料の手引き(気象衛星センター1988)。

気象衛星センターパンフレット。

気象衛星用語集(気象衛星センター1983)。

GMS-5 SOOH(宇宙開発事業団)。