



ひまわり 6号運用開始*

木川 誠一郎**

運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) は2005年2月26日夕刻に種子島宇宙センターから打ち上げられ、3月8日に静止軌道に到着して、「ひまわり6号」の愛称が与えられた。ひまわり6号は静止軌道上で衛星の機能試験を行い、6月28日正午の観測から気象ミッションの正式運用を行っている。

1. ひまわり6号までの道のり

ひまわり5号の後継機として製造された運輸多目的衛星は、1999年11月に打上げロケットの不具合により打上げに失敗した。このとき、ひまわり5号の運用は設計上の寿命である5年に近づいており、代替機の製造と打上げが急務となった。1999年度末から代替機として運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) の製造が始まった。MTSAT-1RのRは、代替を意味する Replacement の頭文字をとったものである。この打上げ失敗の教訓から、予備機として運輸多目的衛星新2号 (MTSAT-2) の製造も2000年度から始まった。

さらに、設計寿命を超えて運用の続くひまわり5号のバックアップとして、米国が運用する静止気象衛星 GOES の支援を仰ぐことになった。米国は予備機として軌道上に保管していた GOES-9 (ゴーズ9号) を西太平洋へ移動させ、老朽化の著しいひまわり5号に代わり2003年5月22日から2年2か月にわたり雲画像の取得を行った。

運輸多目的衛星新1号は、雲画像を取得するカメラの部品不具合や打上げロケットの製造遅延により、当

初の予定よりも遅れたが、2005年2月26日に宇宙航空研究開発機構の種子島宇宙センターから H-IIA ロケットにより打ち上げられた。ロケットから分離された衛星は、自らの小型ロケットで軌道を変え、3月8日に静止軌道に到着して、「ひまわり6号」の愛称で呼ばれることになった。

2. 重さは5倍に

1977年に打上げられた初代ひまわりから5号までは、衛星が回転しながら雲画像の撮影を行うスピン衛星であった。衛星を回転させることで衛星の姿勢を安定させることができ、衛星の構造も比較的簡単なので、初期の気象衛星では多く用いられた方法である。時代とともに雲画像を撮影するカメラの高性能化が望まれるようになると、カメラを大型化するために三軸制御衛星による静止気象衛星が登場した。三軸制御衛星は、衛星のある面を常に地球方向に向けておくことができる衛星で、スピン衛星のように衛星を高速で回転させないのでカメラの形状や大きさに設計の自由度が増す。また、スピン衛星のカメラは1回転のうち大部分で宇宙空間を見ており、地球の雲画像を撮影する時間は1回転のうち僅か1/20だが、三軸制御衛星では常にカメラを地球に向けていることができるので、雲画像の品質を大きく向上させることができる。ひまわり6号も、これらの利点を最大限に活かした三軸制御衛星である。

運輸多目的衛星シリーズは、航空管制と気象観測機能を併せ持つ多目的衛星であり、雲画像を取得するカメラの高性能化、そして航空管制に使用されるアンテナや中継器の搭載により、衛星の重さはひまわり5号に比べて5倍にもなった。

* HIMAWARI-6 Operation Commenced.

** Seiichiro KIGAWA, 気象庁気象衛星センター.

© 2005 日本気象学会

第1表 ひまわり5号と6号の雲画像の比較.

	ひまわり5号	ひまわり6号
可視画像		
水平分解能	1.25 km	1 km
階調	64階調	1024階調
チャンネル数	1チャンネル	1チャンネル
赤外画像		
水平分解能	5 km	4 km
階調	256階調	1024階調
チャンネル数	3チャンネル	4チャンネル
観測間隔	1時間毎	30分毎 (南半球は1時間毎)
配信形式	ストレッチド VISSR	HRITとHiRID (HiRIDの分解能と階調はストレッチド VISSRと同じ)

注：小規模利用局 (SDUS) 向けには、アナログ伝送の雲画像である WEFAX が当面継続されるとともに、新たにデジタル伝送の LRIT により雲画像が配信されている。

3. 情報量も5倍に

ひまわり6号の運用開始により、雲画像の情報量は5倍に増えた。第1表に5号と6号の雲画像の仕様比較を示す。雲画像の分解能は可視が1.25 km, 64階調から1 km, 1024階調へ、赤外が5 km, 256階調, 3チャンネルから4 km, 1024階調, 4チャンネルへ増え、可視と赤外ともに情報量は2.6倍になっている。さらに、観測の間隔はこれまでの1時間毎から30分毎へ短縮され、北半球では情報量が5倍にもなった。

情報量の増えた雲画像を観測データの利用者へ届けるために、新しい配信形式 HRIT が導入されている。HRIT はこれまでのストレッチド VISSR と同様に衛星から直接配信され、5倍になった情報のすべてを配信する。現在は移行期間として、従来のストレッチド VISSR と互換性のある HiRID (高分解能イメージャデータ) が HRIT と時分割で中規模利用局 (MDUS) 向けに配信されている。

4. 量の増加が質の向上に

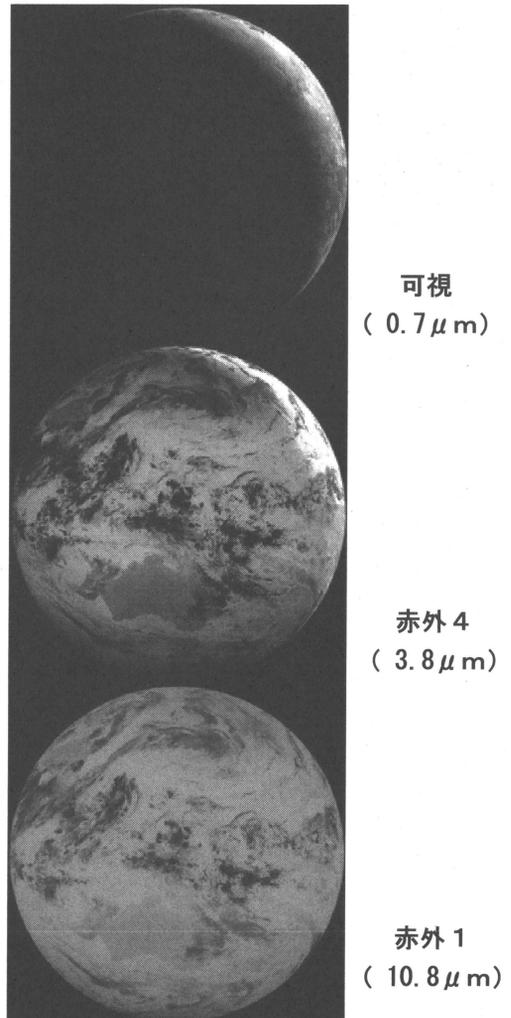
雲画像の情報量増加により、その雲画像から作り出されるさまざまな情報の質が向上する。雲画像の空間分解能の向上と階調数の増加によって、雲の分布や雲の移動をより正確に観測することができる。30分間隔の観測によって、集中豪雨をもたらす積乱雲のような寿命の短い気象現象をより正確に観測することが可能になる。ひまわり6号から新たに導入された赤外4

第2表 ひまわり5号と6号の観測波長の比較.

チャンネル	ひまわり5号	ひまわり6号
赤外1	10.5~11.5 μ m	10.3~11.3 μ m
赤外2	11.5~12.5 μ m	11.5~12.5 μ m
赤外3	6.5~7.0 μ m	6.5~7.0 μ m
赤外4	なし	3.5~4.0 μ m

チャンネル (赤外の4番目のチャンネル) は特に夜間の下層雲の識別に役立ち、台風の位置推定などに威力を発揮すると期待されている。以下に、この赤外4チャンネルを簡単に解説する。

第2表に観測に使われる波長をひまわり5号と6号



第1図 夜明け前の雲画像 (日本時間2005年6月28日午前3時).

の比較により示す。赤外 4 画像の波長 $3.8\mu\text{m}$ は赤外線に分類されるが、赤外 4 画像の雲画像は可視画像の特性をも併せ持っている。このことを分かりやすく示すために、第 1 図に夜明け前の各チャンネルの雲画像を並べてみた。午前 3 時では、東経 140 度の赤道上空から見た地球は、上段の可視画像に見られるように東側の一部が三日月状に輝いている。中段と下段は赤外画像であるが、通常の表示方法とは異なり階調を反転させて、輝度温度が高い（放射輝度が大きい）ほど白くなるように表示している。つまり、ここでは輝度温度の低い雲が暗く見える。下段の赤外 1 はひまわり 5 号でも使われていた波長で、中段の赤外 4 の画像も赤外 1 と見比べると、夜の領域では雲が同じように現れている。そして同時に、赤外 4 画像では可視画像と同じように三日月状に輝く太陽光を反射した領域が見られる。このように、赤外 4 は昼間に太陽光の反射も観測することから、昼と夜で利用法が異なるという特徴を持っている。

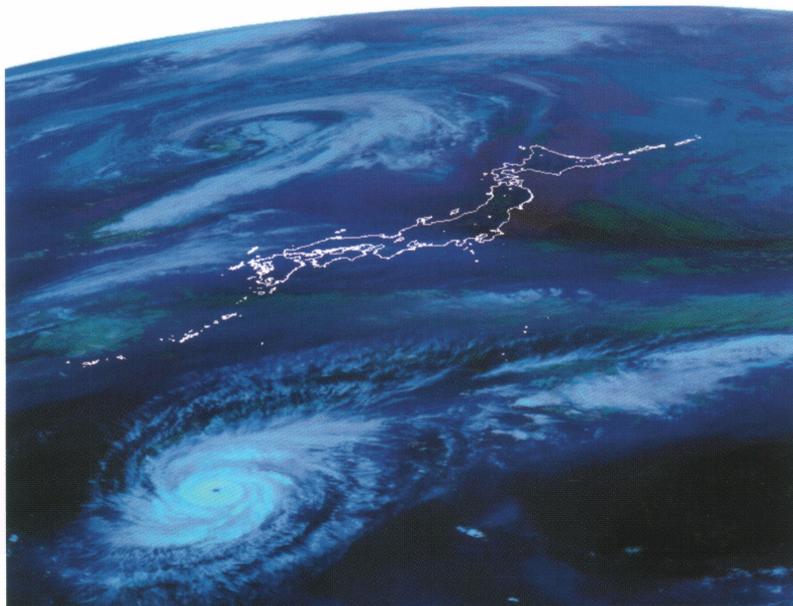
赤外 4 チャンネルは赤外 1 と同じく「大気窓領域」の波長を観測する。大気窓領域の赤外線は大気で吸収される度合いが小さく、地球表面から放射された赤外線が衛星まで到達するので、地表や大気の下層まで観測することができる。赤外 4 チャンネルの波長では、赤外 1 に比べて雲や霧からの赤外線の放射、そして水蒸気や塵による吸収・放射の度合いが異なるので、水蒸気や雲などに関する新たな情報をもたらしてくれる。特にこれまで容易ではなかった夜間の下層雲や霧の識別に役立つ。従来は下層雲や霧は背景となる海や陸との温度差により見分けていたが、背の低い下層雲や霧では温度差が小さく、識別が困難になることがしばしばであった。ひまわり 6 号からは赤外 4 と赤外 1 を比較することにより、これらの雲の識別も、より正確に行われるようになる。

夜の赤外 4 画像では、純粋な赤外画像として観測された放射輝度をプランク関

数によって輝度温度へ変換できるが、昼間は地表や雲で反射された太陽光が含まれるので、輝度温度の解釈は複雑になることに注意が必要である。

ここで、赤外 4 チャンネルも含めて、ひまわり 6 号の雲画像視覚化の例を紹介する。第 2 図は 4 月 24 日午後 3 時に撮影されたひまわり 6 号の赤外画像である。この画像では三原色の赤に赤外 4 ($3.8\mu\text{m}$)、緑に赤外 1 ($10.8\mu\text{m}$)、そして青に赤外 3 ($6.8\mu\text{m}$) を割り当てている。白く輝くのは雲頂が上層の雲で、発達した積乱雲も含まれる。青く見える領域は上中層が湿っていて、暗く見える領域は乾いた晴天域である。そして、緑色は中下層の雲である。中下層の雲は主に上層を見ている赤外 3 には現れないので、青色はつかない。中下層の水滴からなる雲は多くの太陽光を反射するので、赤外 1 に比べて温度が高く見え、つまりより暗く見える。このため赤色は暗くなり、緑色だけが残って見えるというわけである。

この画像は 3 種類の雲画像に色をつけて重ね合わせたものの、非常に簡単なものであるが、見ていて興味は尽きない。台風の東海上の水蒸気パターン、九州にかかり始めた上層の雲は、青く見える上層の湿った領域にあり、その東には緑色の中下層雲が見える。大陸上の低気圧に伴う雲渦の後面には緑色の下層雲が見える。赤外 4 画像は専門的な利用だけでなく、雲画像の



第 2 図 2005 年 4 月 24 日午後 3 時の赤外画像。

効果的な視覚化という面でも役立ちそうである。

くことになると思える。

5. 質の向上が信頼に

1977年の初代ひまわり打ち上げ以来、GOES-9による救援はあったが、我が国は西太平洋において静止軌道からの気象観測を続けてきた。そしていまや、衛星の雲画像はあって当たり前の時代になった。

ひまわり6号の運用開始によって、雲画像の持つ情報量は大きく増加し、雲画像から作り出されるさまざまな情報の質の向上がもたらされる。雲画像の新しい利用方法も開拓されることであろう。増えた雲画像の情報量を最大限に活かし、より質の高い情報を生み出すことが、新しい時代の気象行政への信頼を高めてい

略語一覧

MTSAT-1R: Multi-functional Transport SATellite-1R

GOES: Geostationary Operational Environmental Satellite

VISSR: Visible and Infrared Spin Scan Radiometer

HRIT: High Rate Information Transmission

HiRID: High Resolution Imager Data

MDUS: Medium scale Data Utilization Station

SDUS: Small scale Data Utilization Station

LRIT: Low Rate Information Transmission

WEFAX: Weather Facsimile



第37回（平成18年度）三菱財団自然科学研究助成の募集

1. **助成の趣旨:** 科学・技術の基礎となる独創的かつ先駆的研究とともに、既成の分野にとらわれず、すぐれた着想で新しい領域を開拓する萌芽的研究に期待して助成を行う。自然科学のすべての分野に関わる、すぐれて独創的な研究を助成の対象とする。さらに複数の分野にまたがる新しい現象を模索する実験・理論や、環境問題の基礎的研究も対象とする。
2. **応募資格:** 原則として、1つのテーマとして独立した個人研究（但し少数グループによる研究も含む）を対象とする。当該代表研究者が日本国内に居住し、国内に継続的な研究拠点を有する場合（国籍等は不問）に限る。
3. **助成金額:** 総額約3億円を予定。1件当たり2千万円以内とし、採択予定件数は40件程度を目途とする。研究の性質上比較的少額で足りる内容のものも考慮される。
4. **助成期間:** 1年を原則とする。なお研究の性質上1年を超えるものについても、弾力的に対処する。
5. **応募方法:** <http://www.mitsubishi-zaidan.or.jp> から“申込書用紙”をダウンロードして使用
6. **応募期間:** 2006年1月6日（金）～2月3日（金）必着
7. **申込書提出先:** 財団法人三菱財団事務局
〒100-0005 東京都千代田区丸の内2丁目5番2号（三菱ビル15階）
Tel: 03-3214-5754, Fax: 03-3215-7168
その他詳細は上記ホームページまたは気象学会事務局まで。