



静止気象衛星「ひまわり8号・9号」の紹介



気象庁 観測部 気象衛星課 調査官 **井上 英和** (いのうえ ひでかず)

1. はじめに

静止気象衛星「ひまわり」は、その観測データから得られる数々の情報が防災情報として活用されるとともに、観測画像そのものがテレビの天気予報やインターネットなどを通じて国民の皆様にも広く提供されるなど、国民生活に欠かせない非常に重要な役割を担っている。

今般、ひまわり8号・9号は、ひまわり6号 (MTSAT-1R) 及び7号 (MTSAT-2) の後継機として製造され、ひまわり8号は2014年10月7日に種子島宇宙センターからH-IIAロケット25号機で打ち上げられた。その後、静止軌道への投入、各種の試験を経て、2015年7月7日11時から正式運用を開始した。また、ひまわり9号は2016年に打ち上げられる予定である。



■写真. 左: ひまわり8号本体 (三菱電機株式会社提供) 右: H-IIAロケットによるひまわり8号の打上げ (三菱重工株式会社提供)

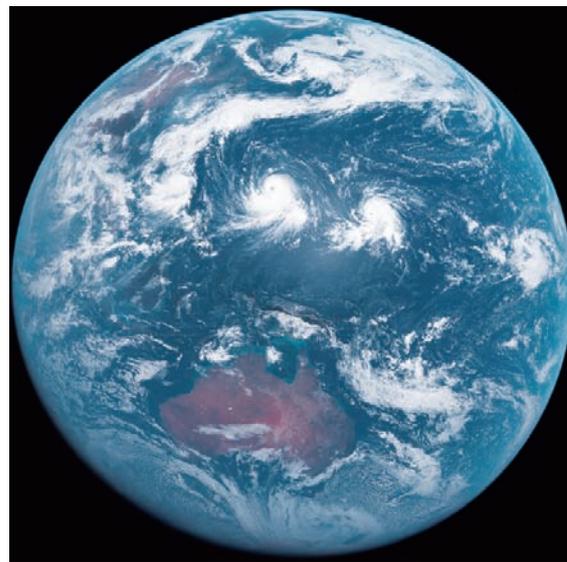
2. ひまわり8号・9号の概要

ひまわり8号・9号の外観図を図2に、主要諸元を表1に示す。

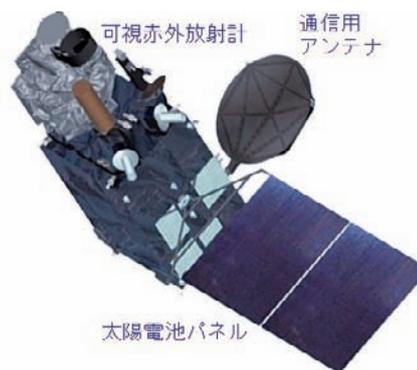
ひまわり8号・9号は、ひまわり6号や7号と同じ3軸姿勢制御方式の衛星で、衛星本体は約2.2m×2.1m×2.9mの構体からなり、太陽電池パネルを含めると軌道上コンフィギュレーションで全長約8mの大きさとなる。打ち上げ時の質量は約3,500kg、衛星本体の設計寿命は15年以上で、そのうち8年以上で可視赤外放射計 (Advanced Himawari Imager; AHI) による観測を行うことができる設計となっている。

ひまわり8号・9号の衛星バスは、ひまわり7号でも採用し

ているDS2000 (三菱電機 (株) 静止衛星用標準プラットフォーム) の改良型で、統合化や機能のソフトウェア化によって、機器の大幅な小型軽量化が図られている。



■図1. 運用開始時の観測画像 (2015年7月7日11時 (日本時間)) 日本の南の太平洋上に3つの台風が並んでいる



■図2. ひまわり8号・9号の概念図

■表1. ひまわり8号・9号の主要諸元

軌道上展開後の大きさ	全長約8m
打ち上げ重量	打ち上げ時 約3500kg ドライ 約1300kg
静止軌道初期の発生電力	約2.6kW
設計寿命	15年以上
ミッション運用寿命	8年以上 (運用7年+並行観測1年)

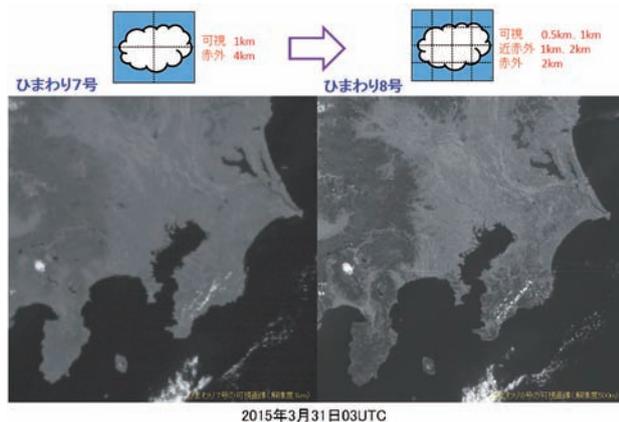


3. 観測機能の強化

ひまわり8号・9号は米国や欧州などの他の新世代の静止気象衛星に先駆けて世界最先端の観測能力を有するAHIを搭載した、新しい静止気象衛星である。大気や地表面から放出されるこれまでより多くの波長の光や赤外線を観測すること、衛星から見える地球の全範囲（フルディスク）を10分ごとに、日本域やあらかじめ指定された領域を2.5分ごとの高い頻度で観測すること、更に画像の分解能も2倍に向上すること等、そのデータは、量・質共に飛躍的に向上し、今後の利活用の面においても国際的に注目されている。

・分解能の向上

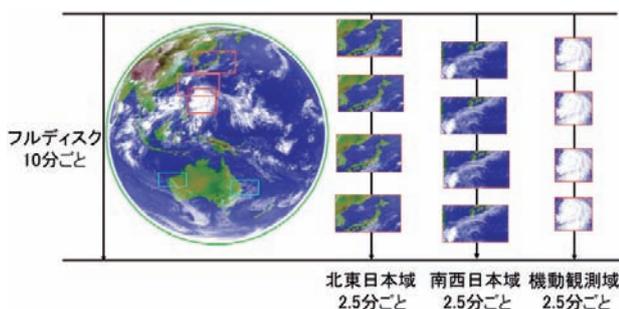
ひまわり8号・9号では、従来は可視で1km、赤外で4kmだった分解能が、可視で0.5km、赤外で2kmと細かくなっている。これにより、雲のより細かい構造を捉えられるようになった。



■図3. 同時刻のひまわり7号(左)とひまわり8号(右)の画像分解能の向上により雲や海岸線が鮮明になっている

・高頻度化

ひまわり8号・9号では、従来は約30分を要していたフルディスク観測を10分間で行うことができる。更に、このフルディスク観測を行いながら、その合間に特定の領域を高頻度に観測することが可能になった(例:日本域を2.5分ごと)。



■図4. ひまわり8号・9号の観測頻度

・多バンド化

地球の雲の状態を観測するために、ひまわり8号・9号に搭載されているAHIは可視域3バンド、近赤外域3バンド、赤外域10バンドの計16バンドのセンサーを持っている(ひまわり6号・7号は可視1バンド、赤外4バンドの計5バンド)。これにより、これまで見えていなかった現象が捉えられることが期待されるほか、各バンドの観測データを組み合わせることで、注目したい対象を目立たせて表示することができるようになる。



バンド	中心波長(μm)	解像度衛星直下点(km)	想定される用途
1	0.47	1	植生、エアロゾル、B
	0.51		
	0.64		
2	0.51	0.5	植生、エアロゾル、G
3	0.64		下層雲・霧、R
4	0.86	1	植生、エアロゾル
	1.6		
5	1.6	2	雲相判別
6	2.3		雲粒有効半径
7	3.9	2	下層雲・霧、自然火災
	6.2		上・中層水蒸気量
	6.9		中層水蒸気量
	7.3		中層水蒸気量
	8.6		雲相判別、SO ₂
	9.6		オゾン全量
	10.4		雲画像、雲頂情報
	11.2		雲画像、海面水温
	12.4		雲画像、海面水温
	13.3		雲頂高度

■図5. ひまわり8号・9号の観測バンド

4. ひまわりからの観測データの受信

・使用周波数の変更

ひまわり8号・9号での撮像データは、従来のひまわりに比べて大容量となり、必要な伝送速度と伝送帯域幅も大幅に増加する。衛星から地上への伝送にMTSATシリーズで使用しているLバンドでは10MHz程度しか帯域が確保できないが、ひまわり8号・9号のAHIによる画像観測データの伝送に必要な伝送帯域幅は約110MHzになる。

このことから、AHIで取得した撮像データの伝送に必要な伝送帯域幅が確保できる新たな周波数帯として、Kaバン

ド(18GHz帯)を利用することとした。また、衛星の監視制御に使用するテレメトリ/コマンドの周波数は、民間の通信衛星で使われているKuバンド(12/13GHz帯)とした。

■表2. MTSATシリーズとひまわり8号・9号の使用周波数帯

●MTSATシリーズ使用周波数帯

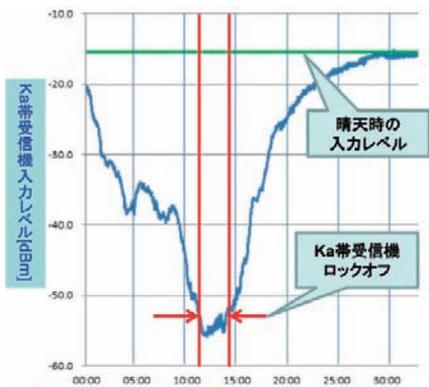
回線名	周波数帯		備考
	アップリンク	ダウンリンク	
画像観測(カメラ)データ		Lバンド	衛星→地球局
通報局データの中継(DCP)	UHF	Lバンド	DCP→衛星→地球局
テレメトリコマンド	Sバンド	Lバンド	衛星⇄地球局

●ひまわり8号・9号使用周波数帯

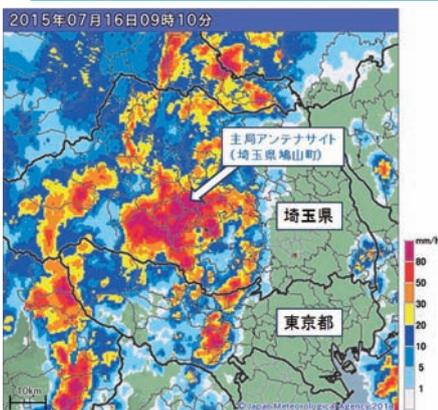
回線名	周波数帯		備考
	アップリンク	ダウンリンク	
画像観測(カメラ)データ		Kaバンド	衛星→地球局
通報局データの中継(DCP)	UHF	Kaバンド	DCP→衛星→地球局
テレメトリコマンド	Kuバンド	Kuバンド	衛星⇄地球局

・Ku/Kaバンドの問題点

MTSATシリーズで使用しているL/Sバンドでは、雨による減衰がほとんどないため、大雨によるデータの欠落は発生していない。しかし、周波数の高いKu/Kaバンドでは、雨による減衰ためデータの欠落が発生する。これでは、気



2015年7月16日 9時0分～9時30分(JST)



■図6. 上: Ka帯受信機入力レベル
下: 高解像度降水ナウキャスト
(2015年7月16日9時10分)

象観測に支障を来す。そこで、過去10年間を遡って、関東(東京)と北海道(札幌)の降雨量を調査し、同時に50mm/h以上の雨は降っていないことを確認した上で、地球局を関東と北海道に配置するサイトダイバーシティを採用した。

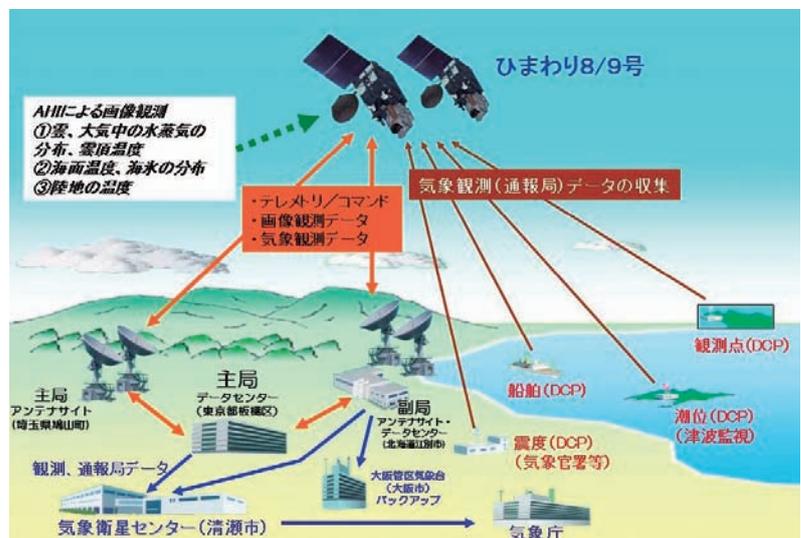
2015年7月16日の台風接近による関東地方の大雨では、埼玉県鳩山町にある主局のKaバンドダウンリンクが切れた。復調器がロックオフした時間は3分程だが、この時の鳩山町では、80mm/hを超える雨が降っていた。北海道江別市にある副局では、データを正常に受信していたため、気象庁にてデータを補完することによって、観測データに欠落は発生していない。このサイトダイバーシティにより、稼働率は99.99%以上を確保している。

5. 静止気象衛星観測データの配信

・データの収集と提供の流れ

ひまわり8号が観測したデータは、まず気象衛星ひまわり運用事業株式会社(HOPE)の施設が受信する。HOPEはひまわり8号・9号の運用を請け負うPFI事業者である。受信したデータはこのHOPEから気象庁の気象衛星センターへ送られる。気象衛星センターではひまわり8号の観測データから画像や各種資料を作成し、気象庁内で予報等に活用するとともに、(一財)気象業務支援センター及び通信衛星経由の配信などを通して、部外の利用者に提供している。

更に、ひまわりは地球を観測するだけでなく、地上回線を引くことが難しい地域などにある気象観測装置、震度計、潮位計などの観測データをひまわりに送信する通報局(DCP)からの信号を受信し、HOPE、気象衛星センター



■図7. ひまわり8号・9号が観測したデータ等の流れ



を通じて気象庁へ送信する役割も持っている。

・ランドラインによるデータ提供

解像度や頻度が高くなったひまわり8号の観測データは、データ量が膨大なこともあり、地上回線によるデータ提供を基本としている。民間の気象事業者をはじめとするすべての利用者に対しては、(一財)気象業務支援センターを通してひまわり8号の観測データを全て公開しており、国民の皆様身近な気象情報の作成など、様々な用途に活用されている。このほか、海外の気象機関に対しては、気象庁自らが観測データを提供している。

・通信衛星によるデータ配信

一方、アジア・オセアニア地域のインターネット環境が整っていない地域(島嶼国を含む)向けには、通信衛星JCSAT-2を利用して、ひまわり8号の観測データから解像度を若干落とすなどの処理を行った画像データの配信を行っている。膨大な観測データを処理する環境が整っていない

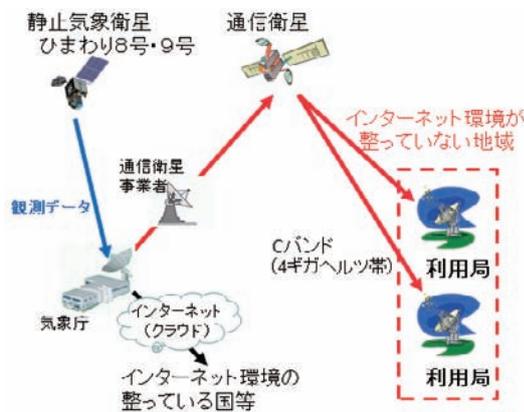
国に対しては必要な気象業務を遂行できるようにデータを提供し、国際貢献に役立っている。この衛星からのデータ配信は、必要な受信システムを用意すれば、国内からでも誰でも受信可能である。

・研究開発の促進

ひまわり8号・9号は機能が飛躍的に向上したため、気象業務以外の分野にもデータ利用が広がる可能性を秘めている。このため、広い分野の研究者のひまわりデータ取得の利便性を向上させ、データ利用技術の開発を広く促進することを目的として、いくつかの国内の研究機関が運営するデータ提供システムに対して、ひまわり8号の観測データを提供することとした。すべての研究者は、これらのシステムの利用者となって、ひまわり8号の観測データを入手することが可能となっている。

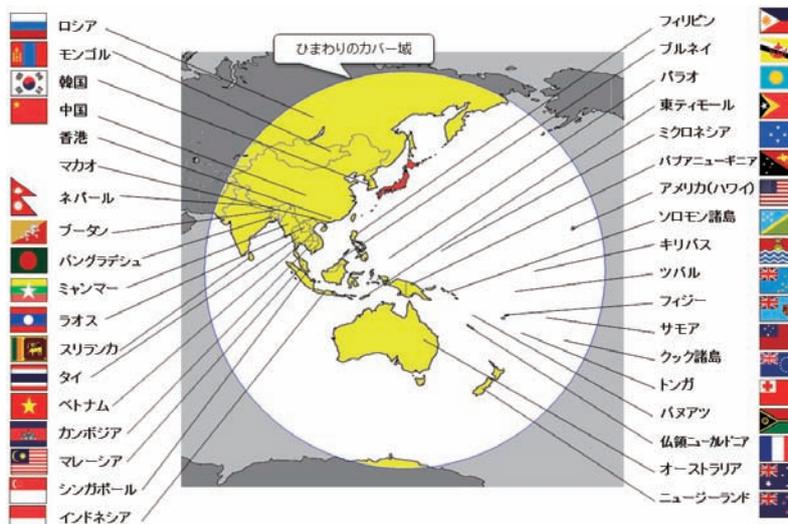
6. おわりに

気象庁では、ひまわり8号の大幅に増強された世界最先端の観測機能によって得られるデータを十二分に利活用し、台風や集中豪雨等の監視の強化、この観測データから算出される「大気追跡風」や「晴天輝度温度」を数値予報に取り込むことによる予報精度の向上、地球環境の監視のために重要な海面水温や黄砂の状況のより詳細な把握等に取り組み、より一層の国民生活の安心安全に貢献したいと考えている。更に、ひまわりのデータは、アジア太平洋地域の約30の国と地域にも提供され、そこに住む人々の安心安全にも役立っており、より一層の国際貢献にもつながるものと期待している。



■ 図8. 通信衛星によるデータ配信

(2015年10月22日 情報通信研究会より)



■ 図9. 「ひまわり」の観測カバー範囲内の国や地域 これらのうちほとんどの国と地域がひまわりの8号の観測データを利用