

「静止気象衛星ひまわりと気象庁における衛星データの利用」の概要

2月8日、SJACにおいて第1回ISO（SC13・SC14）宇宙システム国際規格委員会が開催された。本委員会では、気象庁観測部気象衛星課長の宮本仁美様から「静止気象衛星ひまわりと気象庁における衛星データの利用」と題したご講演をいただいたので、その概要を報告する。

1. ひまわりの歴史

日本の静止気象衛星は1978年4月に運用を開始したGMS（Geostationary Meteorological Satellite）が初号機で、「ひまわり」と愛称がつけられた。以後衛星の更新をしながら観測を続け、現在は8号・9号となっている。運用開始から今年でちょうど40年となる。7号までは愛称であったが、8号・9号からは正式名称が「ひまわり（Himawari）」となった。

世界気象機関（WMO：World Meteorological

Organization）と国際学術会議（ICSU：International Council for Science）が全地球データセットの取得を目的とし1978年12月から1979年11月にかけて地球大気開発計画の第一次大気開発計画全地球実験を行った。ひまわりはこの実験で構築された静止気象衛星観測網に初期から参加しており、以来観測網の一翼を担って観測を続けている。

現在はひまわり8号が観測を行い9号が予備機であるが、2022年に交代することが計画さ

表1 新世代静止気象衛星一覧

	日本	米国	欧州	中国	韓国
衛星名 (打上日・静止位置)	ひまわり8号 (2014年10月7日: 140.7°E) ひまわり9号 (2016年11月2日: 140.7°E)	GOES-16 (2016年11月19日:89.5°W 2017年12月11日:75°W に移動) GOES-S (2018年7~9月予定) GOES-T (2020年7~9月予定) GOES-U (2024年10~12月予定)	MTG-I1 (2021年7~9月予定:9.5°E) MTG-S1 (2023年1~3月予定:0°E) MTG-I2 (2025年1~3月予定:9.5°E) MTG-I3 (2029年7~9月予定:9.5°E) MTG-S2 (2031年7~9月予定:0°E) MTG-I4 (2033年1~3月予定:9.5°E)	FY-4A(試験衛星) (2016年12月11日現地時 間:104.7°E) FY-4B(2018年予定) FY-4C(2020年予定) FY-4MW(2022年予定) FY-4D(2022年予定)	Geo-KOMPSAT-2A (2018年11月予定: 128.2°E) Geo-KOMPSAT-2B (2018年4~6月予定: 128.2°E) (2Bは海洋・大気化学に特 化)
イメージャ名 バンド数・分解 能	AHI 可視・近赤外 6 0.5~2km 赤外 10 2km	ABI 可視・近赤外 6 0.5~2km 赤外 10 2km	FCI 可視・近赤外 8 1km 赤外 8 2km	ARGI 可視・近赤外 6 0.5~2km 赤外 8 2~4km	AMI 可視・近赤外 6 0.5~2km 赤外 10 2km
イメージャ 観測頻度	フルディスク10分毎 + 日本域2.5分毎 + 機動観測域2.5分 毎	フルディスク15分毎 + 米国本土域5分毎 + 機動観測域0.5分毎 1領域 or 1分毎2領域 or フルディスク5分毎	フルディスク10分毎 or フルディスクの1/4で2 倍解像度、2.5分毎、4 バンド 3機体別の運用計画あり MSG-4フルディスク MSG-4高解像度、高解像度 MSG-8サウンダ	フルディスク15分毎 以下の観測モード ・基本:フルディスク40回+ 北半球:フルディスク96回/日 ・強化:フルディスク40回+ 北半球:フルディスク112回/日 ・緊急:フルディスク24回+ 要求により2.5 or 5 or 7.5 分毎の縮小観測 (縮小観測の能力は、 1,000km x 1,000km/分)	フルディスク10分毎 + ELA 2分毎 (Extended Local Area) 3,800km x 2,400km + LA 2分毎 (Local Area) 1,600km x 1,000km
他の気象観測 センサ		雷光イメージャ(GLM)	[MTG-I1, I2, I3, I4] ・雷光イメージャ(LI) [MTG-S1, S2] ・赤外線サウンダ (IRS) ・紫外線サウンダ (UVN)	[FY-4A, 4B, 4C, 4D] ・雷光イメージャ (LM) ・赤外線サウンダ (GRS) [FY-4MW] ・マイクロ波サウンダ	

れている。

2. 気象衛星の機能要求

1972年にWMO及び各国の気象衛星運用機関・宇宙機関が参加する気象衛星調整会議（CGMS：The Coordination Group for Meteorological Satellites）が組織され、気象衛星観測網の緒元をまとめている。ここでは気象衛星の配置、観測時間、観測プロダクト等と共に、気象衛星の機能・性能も議論している。現在は2025年までに備えるべき機能がWMOの勧告としてまとめられている¹⁾。ひまわり8号・9号はこの勧告を満たす観測機器（イメージャ）を搭載した最初の静止気象衛星である。今後各国が勧告を満たす静止気象衛星の運用を開始し、観測網を作っていく予定である。（表1参照）

CGMSでは更に次世代として2040年の気象衛星の機能について、勧告案を議論中である。²⁾

3. ひまわり8号・9号の観測データ

ひまわり8号・9号は7号に比べ観測性能が飛躍的に向上している（表2参照）。観測周期が短くなったことから動画に近い観測ができるようになった。また、観測画像の種類が増えたことから今まで見られなかった下層の夜間の霧や、海氷と低い雲の差が分かるようになった。更に機動観測と呼ばれる台風や火山の噴火といった事象に集中した観測もできる

ようになった。

解像度の向上・観測頻度の増加・観測画像種類の増加により、ひまわりの観測データ量は飛躍的に増大した。ひまわり8号・9号はひまわり7号の50倍、ひまわり初号機の400倍のデータ量で、1日430GBにもなる。

4. ひまわり観測データの校正

ひまわりは観測データの品質を保つために定期的に校正を行っている。可視光・近赤外については、7号までは砂漠等を観測することで校正していたが、8号・9号は太陽や月の観測データも利用して校正を行っている。また、赤外については、内部の黒体を観測することで高温側を校正し、深宇宙を観測することで低温側を校正している。これらの校正の方法は、WMOとCGMSの下にあるGSICS（Global Space-based inter-Calibration System）³⁾という組織で国際的に決められている。キャリブレーションの結果については気象庁のホームページで公開している⁴⁾。

5. ひまわり8号・9号のデータ配信⁵⁾

ひまわり8号・9号は観測データが膨大であるため、データをクラウド（ひまわりクラウド：Himawaricloud⁶⁾）に蓄積し、インターネットで配信している。これとは別にインターネット環境の脆弱な島嶼国や山岳地帯等向けにスカパーJSAT社の通信衛星を使ったデー

表2 ひまわり8号・9号の観測機能向上

	ひまわり7号	ひまわり8号・9号
水平分解能の向上	可視 1km 赤外 4km	可視 0.5km、1km 赤外 2km
観測回数の増加	1回/時間 (北半球は2回/時間)	6回/時間 (日本付近及び台風は24回/時間)
観測画面の種類能増化	可視光観測 白黒画像 赤外線観測 4種類	可視光観測 3種類 (カラー画像の合成が可能に) 赤外線観測 13種類

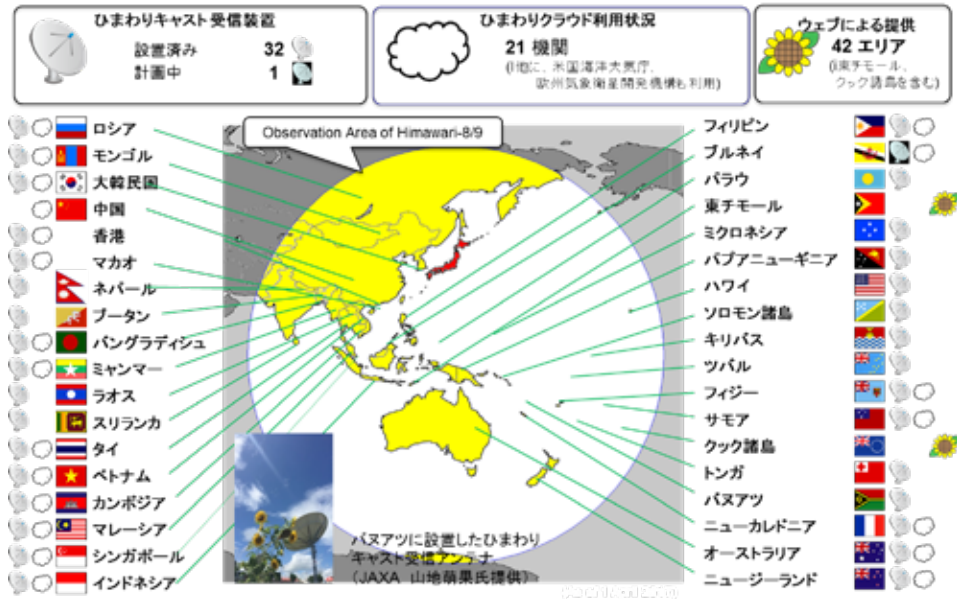


図1 ひまわりのデータを利用している国々

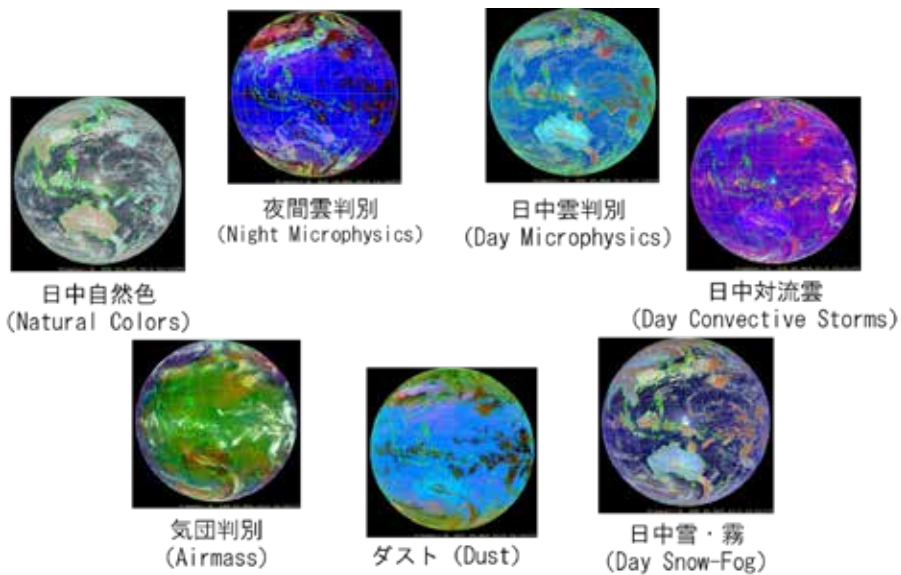


図2 国外気象機関等で広く利用されているRGB合成画像のひまわり8号画像への適用

タ配信もしている。これをひまわりキャストと呼んでいる（図1参照）。

6. ひまわり観測データの利用

最も重要な観測データの利用方法として大気追跡風というものがある。これは連続した

観測データから雲の移動をベクトル抽出し、風の動きを測るものである。これは数値予報の初期値の作成に使われている。ひまわり7号に比べ観測周期が短くなり水平分解能も上がったことから算出される大気追跡風の量・質ともに向上し、台風の予測精度が向上した。

ひまわり観測データの利用方法の一つとしてRGB合成画像という技術がある。ひまわり8号・9号が観測する16バンドの波長は観測できる事象が少しずつ異なっている。特定の事象をとらえているバンドの画像を光の三原色である赤（R）、緑（G）、青（B）に割当ててカラー画像を作成することで、観測したい事象を際立たせることができる。図2.に代表的なRGB合成画像のサンプルを示す。この手法によってこれまで観測が難しかった夜間の霧などが観測しやすくなった。

その他の利用方法として海面水温の算出、雷雲発生の予測（雷ナウキャスト）等にも利用している。雷ナウキャストでは従来に比べて20分程度早く予測できるようになった。

7. 所感

気象衛星は、国際的な協力の元に委員会が組織され運用方法や仕様等が議論されていることが判った。また、観測データが飛躍的に増えたことから様々な用途に応用できる可能性があることも分かった。今後これらの観測データを応用した事業が発展することを期待したい。

今回貴重なご講演をいただいた気象庁宮本課長には感謝申し上げます。

-
- 1) http://www.wmo.int/pages/prog/sat/documents/SAT-GEN_ST-11-Vision-for-GOS-in-2025.pdf
 - 2) http://www.wmo.int/pages/prog/sat/meetings/documents/IPET-SUP-3_INF_06-01_WIGOS-Vision-Space2040-Draft1-1.pdf
 - 3) <http://www.data.jma.go.jp/mscweb/technotes/msctechrep62-1.pdf>
 - 4) http://www.data.jma.go.jp/mscweb/en/operation/calibration_portal.html
 - 5) http://www.data.jma.go.jp/mscweb/technotes/msctechrep_sp2016.pdf
 - 6) http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/info/himawari_data.html

参考文献：SJAC「航空と宇宙」2017年4月号
「日本の静止気象衛星の歴史とひまわり8号・9号について」
<http://www.sjac.or.jp/common/pdf/kaihou/201704/20170402.pdf>

〔(一社) 日本航空宇宙工業会 技術部部长 打田 洋一朗〕