

気象衛星センター技術報告

特別号 (2016)

ひまわり 8号及び9号の地上システム

総合報告

**METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER  
TECHNICAL NOTE**

**SPECIAL ISSUE (2016)**

**SUMMARY OF GROUND SYSTEMS OF  
HIMAWARI-8/9**

---

気象衛星センター

平成28年3月

**METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER**

**235, Nakakiyoto 3 Chome, Kiyose-shi**

**Tokyo 204-0012, JAPAN**

**MARCH 2016**

## 気象衛星センター技術報告

気象衛星センター技術報告は、気象衛星システムおよび気象衛星データの利用技術の開発・促進を目的とし、通常年 2 回発行する。投稿資格は原則として気象衛星センター職員、その他の気象庁職員およびその共同執筆者が有する。

内容は気象衛星関連の技術開発・調査研究の成果、解説、総合報告、調査研究・開発等の経過報告および計画等で、論文、報告文、その他（速報、討論等）の形式とする。

原稿は投稿規定と原稿執筆要領に従って作成するものとする。原稿の採用決定は、気象庁内外の専門家の閲読に基づき、気象衛星センター技術報告編集委員会が行う。

### 投稿規定

1. 投稿者は原則として気象庁職員およびその共同執筆者とする。
2. 投稿者は別に定める“気象衛星センター技術報告原稿執筆要領”に従って原稿を作成し、事務局に提出するものとする。
3. 投稿者は責任校正を行うものとする。その際、内容、体裁を変更することはできない。
4. 投稿者は別に定める別刷の部数以上に必要な場合には、事務局に相談する。
5. 原稿は原則として他の刊行物に未発表なものとする。
6. 原稿の掲載の可否や方法は編集委員会が決定する。編集委員会または編集委員会が指定したレフリーは投稿者に原稿の訂正、削除、加筆を求めることがある。
7. 原稿受領の日付は編集委員会が原稿を受けた日とし、原稿受理の日付は編集委員会が原稿の掲載を認めた日とする。

本誌に掲載された論文等の著作権は気象衛星センターに帰属する。本誌に掲載された論文等を複製、転載、翻訳、その他に利用する場合は気象衛星センターの許諾を得なければならない。ただし、引用等の場合は出所を明示すれば気象衛星センターの許諾は必要としない。

### Copyrights

Copyrights of the entire contents of Meteorological Satellite Center Technical Notes belong to the Meteorological Satellite Center (MSC). Subsequent reproduction, translation, or other related use of this note's contents, to any extent whatsoever, requires MSC's written permission. The use of a limited amount of associated figures, tables, and/or brief excerpts does not require MSC's permission provided that the source is properly acknowledged.

---

#### 編集主幹

システム管理課長 別所 康太郎

#### 編集委員

システム管理課	上澤 大作	施設管理課	松田 謙
データ処理課	舘 輝仁	伝送第二課	向 恒幸
管制課	諸江 祐一	気象衛星通信所	更科 淳
解析課	寺坂 義幸		

#### 事務局

システム管理課 吉田 克範、増田 一彦

## はじめに

新しい静止気象衛星ひまわり 8号は、平成 26 年 10 月 7 日に種子島宇宙センターから打ち上げられ、機能確認試験を経て平成 27 年 7 月 7 日より正式運用が始まった。姉妹機であるひまわり 9号は、平成 28 年度中に打ち上げられ、その後、待機運用に入る予定である。ひまわり 8号及び 9号に搭載された最先端の観測能力を有する可視赤外放射計では、ひまわり 6号や 7号の放射計に比べ観測バンド数が 5 から 16 に、水平解像度が東西、南北、それぞれ 2 倍にと、大幅に向上した。観測の時間間隔についても、これまでの全球 1 時間毎、北半球 30 分毎の観測が全球 10 分毎の観測となった上に、日本域や機動観測域に対する 2.5 分毎の観測が加わるなど、こちらも大きく進化した。ひまわり 8号の観測データ量は 7号の約 50 倍に及び、ひまわり 8号の登場によって静止気象衛星観測の「ビッグデータ」時代の幕が開いたと言っても過言ではない。他の次世代静止気象衛星に先駆けての運用となったことから、国内のみならず国際的にもひまわり 8号に対する関心は高く、そのハイスペックの観測データが今後もたらすであろう成果に大きな期待が寄せられている。

ひまわり 8号及び 9号の運用においては、衛星管制とともに衛星データの受信も気象庁の手を離れ庁外（「気象衛星ひまわり運用事業株式会社（HOPE）」）に委ねられることとなった。また、国内外の利用者への衛星画像の提供については、新たにインターネットと商用通信衛星も用いることとした。さらに、降雨による電波の減衰やシステムの障害、大規模災害などに対する脆弱性への対策として、アンテナサイトやデータ処理システムを二重化するなど、冗長性の強化が図られた。このような従来とは大きく異なる全体システムの構成に対応して気象庁内の地上システムも一新され、大量データの安定的な処理、そして配信を支える基盤となっている。

ひまわり 8号の観測データを活用していく上で、とりわけ最先端のデータ特性を十二分に引き出すためには、この地上システムに関する理解が不可欠である。そういった観点から、気象衛星センター技術報告の特別号として地上システムに関する総合報告をここに取りまとめた。本号が、ひまわり 8号及び 9号の観測データの利用や、よりよいプロダクト作成への一助となるとともに、今後のシステム更新や将来の気象衛星計画の検討にも役立つことを祈念するものである。

平成 28 年 3 月

気象衛星センター所長  
北村佳照

## 1. 静止気象衛星ひまわり 8号及び9号の地上システムについて Overview of Ground Systems of Himawari-8/9

別所 康太郎\*1

BESSHO Kotaro

### Abstract

This is an overview of ground systems of new geostationary meteorological satellites, Himawari-8, which started its operation on July 7, 2015, and Himawari-9, which will be launched in 2016.

### 要旨

本稿では、平成 27 年 7 月 7 日に運用を開始した新しい静止気象衛星ひまわり 8 号、および平成 28 年度に打ち上げ予定のひまわり 9 号の地上システムについて概観する。

本特別号では、平成 27 年 7 月 7 日に運用を開始した気象庁の新しい静止気象観測衛星ひまわり 8 号及び、その待機衛星として平成 28 年中の打ち上げが予定されているひまわり 9 号の観測データを受信・処理・配信する地上システムについて解説を行う。

図 1 は、ひまわり 8 号及び 9 号とその地上システムの全体像を示したものである。これまでの運輸多目的衛星 (MTSAT) と称されたひまわり 6 号及び 7 号では、衛星本体及び航空ミッションの運用は国土交通省航空局に所属する航空衛星センターが行い、気象ミッションの運用を気象衛星センターで実施していた。ひまわり 8 号及び 9 号では、衛星本体の運用と観測データ及び通報局データの受信については、気象衛星ひまわり運用事業株式会社 (HOPE) が行い、HOPE から送られてきた観測データ及び通報局データの処理を気象庁が実施している。

また、ひまわり 8 号及び 9 号の観測データ及び通報局データの伝送には、Ka 帯を利用しているが、降雨減衰により電波の伝搬障害が発生することが想定される。このため、観測データ及び通報局データを受信するアンテナサイトについては、地理的に約 800km 離れた埼玉県鳩山町と北海道江別市の 2 か所に分けて設置し、地域冗長を図っている。なお、HOPE が受信データの処理を行うデータセンターについても、それぞれのアンテナサイトの近傍に位置している。

さらに、MTSAT では、観測データ及び通報局データの処理は東京都清瀬市にある気象衛星センターでのみ実施していたが、ひまわり 8 号及び 9 号では、大規模災害による被害を想定し、気象衛星センターの他に大阪管区気象台でも処理が行えるようにした。

気象衛星センターで処理されたひまわり 8 号及び 9 号の観測データは、ひまわり標準データや画像データなどの形式に変換され、気象庁内外の利用者に提供される。MTSAT では、衛星自体に衛星画像を利用者に直接配信する機能があった。ひまわり 8 号及び 9 号には直接配信を行う機能はないため、インターネットまたは商用通信衛星を利用して、庁外の利用者に衛星画像を提供するシステムを整備している。

本号の第 2 章では、まずひまわり 8 号及び 9 号自体について、その概要について述べる。第 3 章では、ひまわり 8 号及び 9 号の本体を運用し、その観測データ及び通報局データを受信・処理している HOPE の地上システムや放射計データ処理ソフトウェア (RDACS) を紹介する。第 4 章では、気象衛星センターおよび大阪管区気象台に設置された静止気象衛星画像作成システム (GSS) を説明する。第 5 章で紹介する領域観測予約システムとは、ひまわり 8 号及び 9 号の観測領域である機動観測域とランドマーク域の領域や観測期間を気象衛星センターにてあらかじめ指定し、HOPE 地上システムを経由して、実

\*1 気象衛星センターデータ処理部システム管理課

際に衛星観測を実施するためのシステムである。第6章、第7章では、気象庁外の利用者にひまわり8号及び9号の画像データを配信するインターネットおよび商用通信衛星を利用したサービス(HimawariCloudとHimawariCast)について概観する。

なお、ひまわり8号及び9号の観測データの精度についてはOkuyama et al. (2015)<sup>(1)</sup>を、それらを利用したプロダクト等については、Bessho et al. (2016)<sup>(2)</sup>や気象衛星センター技術報告第61号を参照されたい。

**略語集**

- GSS: Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System (静止気象衛星画像作成システム)
- HOPE: Himawari OPERATION Enterprise corporation (気象衛星ひまわり運用事業株式会社)
- MTSAT: Multi-functional Transport SATellite (運輸多目的衛星)

RDACS: Radiometer Data Acquisition and Control Software (放射計データ処理ソフトウェア)

**参考文献**

- (1) Okuyama, A., A. Andou, K. Date, K. Hosaka, N. Mori, H. Murata, T. Tabata, M. Takahashi, R. Yoshino, K. Bessho, 2015: Preliminary validation of Himawari-8/AHI navigation and calibration, Proc. SPIE 9607, Earth Observing Systems XX, 96072E (8 September 2015); doi: 10.1117/12.2188978.
- (2) Bessho, K., K. Date, M. Hayashi, A. Ikeda, T. Imai, H. Inoue, Y. Kumagai, T. Miyakawa, H. Murata, T. Ohno, A. Okuyama, R. Oyama, Y. Sasaki, Y. Shimazu, K. Shimoji, Y. Sumida, M. Suzuki, H. Taniguchi, H. Tsuchiyama, D. Uesawa, H. Yokota, and R. Yoshida, 2016: An introduction to Himawari-8/9 - Japan's new-generation geostationary meteorological satellites. J. Meteor. Soc. Japan, 94, <http://doi.org/10.2151/jmsj.2016-009>.

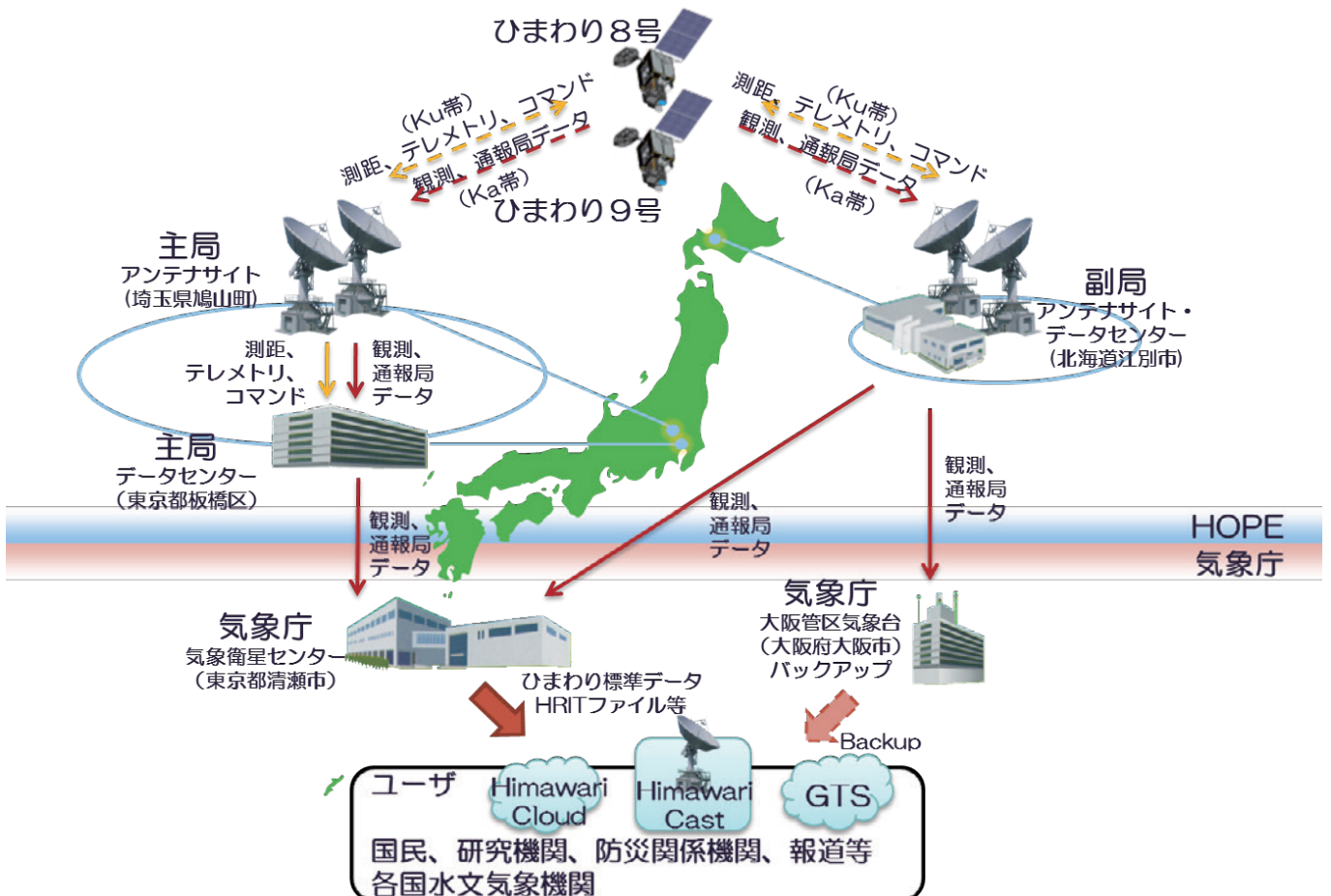


図1 ひまわり8号及び9号の地上システム

## 2. 静止気象衛星ひまわり 8号及び9号の概要 Introduction of Himawari-8/9

尾関 一頼\*<sup>1</sup>                      佐々木 幸男\*<sup>1</sup>  
OZEKI Kazuyori                  SASAKI Yukio

### Abstract

Himawari-8/9, which have state of the art functionality, are new generation geostationary meteorological satellites that are the successors to the MTSAT series. The Japan Meteorological Agency (JMA) started operating Himawari-8 on July 7, 2015, and Himawari-9 will also start standby operation in 2017.

This report gives an outline of the Himawari-8/9 satellites and introduces their features and functions, including the Advanced Himawari Imager (AHI).

### 要旨

静止気象衛星ひまわり 8号及び9号は運輸多目的衛星 (MTSAT) シリーズの後継機となる、新たな観測機能を有する新世代の衛星である。ひまわり 8号は平成 27年 7月 7日に運用を開始し、ひまわり 9号は平成 29年にバックアップ衛星としての運用を開始する予定である。

本稿では、ひまわり 8号及び9号の本体及び主要な観測装置である可視赤外放射計の機能について紹介する。

### 1. はじめに

ひまわり 8号は、運輸多目的衛星 (MTSAT) の後継機となる衛星で、平成 26年 10月 7日に打ち上げ、軌道上で機能確認試験を実施した後、平成 27年 7月 7日に運用を開始した。また、ひまわり 9号は平成 28年に打ち上げた後に、ひまわり 8号のバックアップ衛星として軌道上で待機運用を開始する。ひまわり 8号及び9号により、今後約 15年間の長期に渡る観測運用を継続する予定である。

ひまわり 8号及び9号には、これまでより性能が飛躍的に向上した可視赤外放射計 (Advanced Himawari Imager ; AHI) が搭載されている。

本稿では、ひまわり 8号及び9号の概要と AHI 等の各システムの機能について紹介する。<sup>(1)</sup>

### 2. 全体概要

#### 2.1 衛星本体概要

ひまわり 8号及び9号の外観図を図 1 に、主要諸

元を表 1 に示す。ひまわり 8号及び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、太陽電池パドルを含めると軌道上コンフィギュレーションで約 5.1m×8.0m×5.3m の大きさとなる。打ち上げ時の質量は約 3,450kg、衛星本体の設計寿命は 15年以上で、そのうち 8年以上で AHI による観測を行うことができる設計となっている。

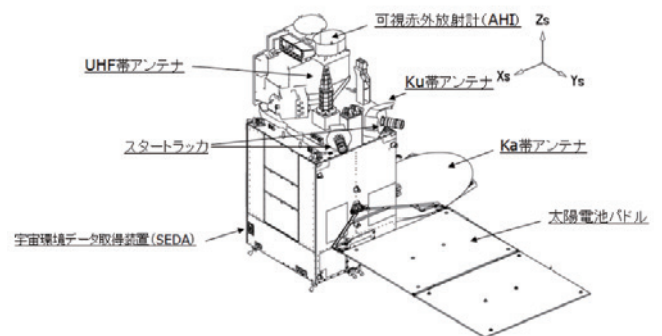


図 1 ひまわり 8号及び9号の外観図

\*1 気象庁観測部気象衛星課

(2015年 10月 29日受領、2015年 12月 7日受理)

表1 ひまわり8号及び9号の主要諸元

衛星の形式	3軸姿勢制御（バイアスモーメント方式）の静止軌道衛星
衛星の位置	静止位置は赤道上約36,000km 東経140.7度（軌道保持範囲：南北・東西±0.1度） ひまわり8号及び9号とも同じ軌道（0.05度経度分離）
全長・重量	衛星本体：約2.2m×2.1m×2.9m 軌道上：約5.1m×8.0m×5.3m 総重量：約3,450kg（打上げ時）、衛星本体：約1,290kg（ドライ時）、推薬：約2,160kg
衛星寿命	ミッション機器：7年（軌道上試験、待機観測等を含め8年）、衛星バス機器：15年
打上げ	2014年（平成26年）10月7日：ひまわり8号 2016年（平成28年）：ひまわり9号
運用開始	2015年（平成27年）7月7日（ひまわり8号）
可視赤外放射計	気象観測用イメージャ AHI（米国 Exelis 社製）、重量：338kg 可視3バンド（分解能：0.5km, 1km）、近赤外3バンド（1km, 2km）、赤外10バンド（2km） フルディスク観測：10分+同時領域観測機能あり
通信系	DCP：400MHz帯（UHF）、TC&R：12-14GHz（Ku）、AHI・DCP：18GHz帯（Ka）
衛星バス	DS2000

テレメトリ/コマンド信号の送受信には Ku バンド、AHI の観測データ伝送に Ka バンド、通報局（DCP）データの収集に UHF バンドを使用する。

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。

## 2.2 運用概要

### 2.2.1 ミッション運用

ひまわり8号及び9号は、高精度な観測を実現するため、衛星と地上局の緊密な連携により以下に示すような運用を行う。これをミッション運用と呼ぶ。

10分間でフルディスク観測を1回、日本域観測及び機動観測を約2.5分間隔で10分間に4回実施する。この他、位置合わせ精度確保のためにランドマーク観測を約30秒間隔で実施する。また、通報局（DCP）データの中継を実施する。

### 2.2.2 2機体制の確立

約15年に渡る期間、観測運用を継続する必要があるため、ひまわり9号の軌道上試験終了後、軌道上2機体制

を確立し、万が一どちらかの衛星にトラブルが生じた場合においても、運用の継続を可能としている。

軌道上2機体制では、1機が AHI による観測と DCP データ中継を行うミッション運用状態、もう1機は観測と DCP データ中継を休止したミッション待機状態とし、ミッション運用状態の衛星に何らかの不具合が生じた場合は、迅速にミッション待機状態の衛星が観測と DCP データ中継を開始し、運用の中断を最小限に留める。

### 2.2.3 衛星の軌道位置

ミッション運用状態の衛星に何らかの不具合が生じた場合でも運用の継続性を可能にするため、ひまわり8号及び9号をほぼ同じ軌道位置に配置している。ただし、衛星2機の軌道保持範囲を完全に同じに配置すると2機の軌道制御が複雑になるため、運用の簡素化及び軌道決定精度を勘案して、東経140.7度±0.1度の軌道保持範囲内で東西0.05度の経度分離方式を採用する。

通信の分離は TC&R は異なる周波数、AHI は異なる偏波面で分離している

2.2.4 ひまわり 8 号及び 9 号の同時運用

(ミッション待機衛星の定期的なメンテナンス)

ミッション待機状態の衛星は、搭載観測機器の機能・性能の長期変化傾向を把握するために、およそ半年間隔で休止中のミッションを 2 週間程度稼働させる定期的なメンテナンス運用を実施する。この期間は観測及び DCP データ中継の並行運用を実施する。

また、ひまわり 8 号から 9 号への観測運用交代時も観測及び DCP データ中継の並行運用を実施する。

2.2.5 地上局の構成と配置

ひまわり 8 号及び 9 号の運用を行うための地上局構成として、主局アンテナサイトは鳩山局（埼玉県鳩山町）、副局アンテナサイトは江別局（北海道江別市）としている。主局と副局は十分な距離を隔てて配置することにより、耐災害性及び耐降雨減衰障害性を高めた構成となっている。

3. 衛星の機器構成

ひまわり 8 号及び 9 号の機器構成は、大きくミッション機器と衛星バス機器に分けられ、さらにいくつかのサブシステムに分割されている。

ミッション機器

- ・ 地球観測系
- ・ 宇宙環境データ取得装置 (SEDA)
- ・ 地球観測通信系

衛星バス機器

- ・ テレメトリ・コマンド・レンジング系 (TC&R)
- ・ 衛星制御系
- ・ 太陽電池パドル系
- ・ 熱制御系
- ・ 電源系
- ・ 姿勢・軌道制御系
- ・ 二液式推進系

寸法	120×175×150cm
質量	338kg
消費電力	平均 450W、最大 600W
出力レート	5 秒間の平均 66.6Mbps

4. 地球観測系

4.1 可視赤外放射計 (AHI) 概要

米国の次期静止気象衛星 GOES-R (2016 年打ち上げ予定) に搭載予定の可視赤外放射計である ABI (Advanced Baseline Imager) をベースに、自国の静止気象衛星として必要な観測に適合するよう変更 (サンプル間隔、観測頻度、観測波長) を加え製作したものである。AHI は可視から赤外にわたる 16 バンドで地球画像の取得を行うことができる。空間分解能は従来の 2 倍に、またフルディスク観測に要する時間は従来の 30 分から 10 分に改善されており、空間的、時間的によりきめ細かい情報の取得が可能である。

図 2 に AHI の外観を、図 3 に主要性能仕様を示す。

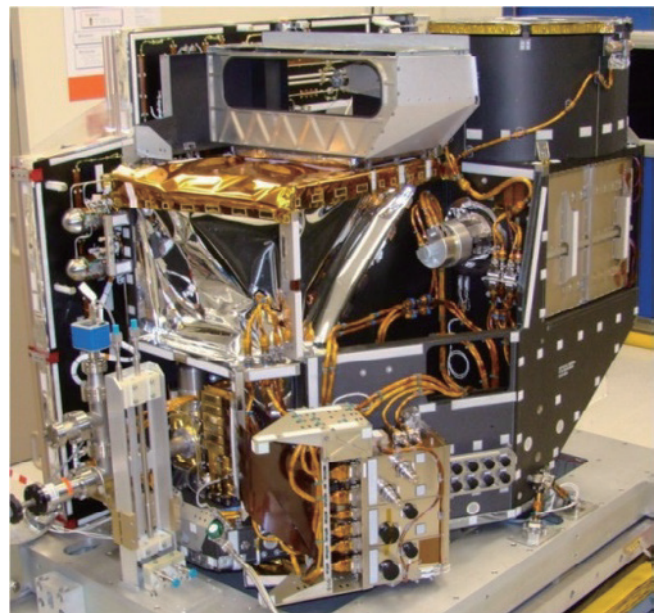


図 2 AHI 外観 (米国 Exelis 社提供)

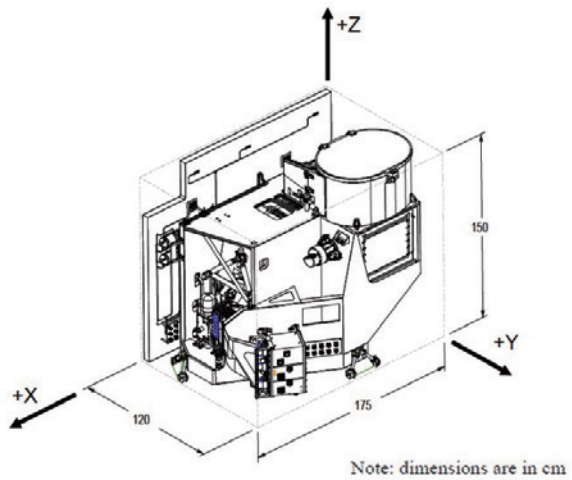


図 3 主要性能仕様



4.2 AHI の主要機能

AHI の目的は、フルディスク観測、領域観測等における地球放射輝度データを収集し、観測対象物の放射輝度を算出することである。放射輝度を算出するため AHI は太陽や黒体による校正機能を有している。

4.3 AHI の観測バンド

表2に観測バンド(チャンネル)の波長、空間分解能及び想定される観測用途を、表3にひまわり8号及び9号とGOES-Rやひまわり7号との機能等の比較を示す。

AHI は、ABI とほぼ同じバンド構成<sup>(2)</sup>であるが、ABI にある観測波長1.3μmに替わり0.51μm(バンド2)を

採用した点が異なっている。このバンド2は可視光の緑色に相当する波長でバンド1と3を加えた3バンドで可視光によるRGBカラー合成画像(トゥルーカラー画像)の作成が可能となっている。

また、ひまわり7号に搭載された放射計(IMAGER)と比べると、観測バンド数が増える。ひまわり7号のIMAGERの観測バンドは、可視1バンドと赤外4バンドの合計5バンドだったが、AHIでは可視3バンド・近赤外3バンド・赤外10バンドの合計16バンドに大幅に増加している。図4に可視・近赤外域の波長応答特性を、図5に赤外域の波長応答特性を示す。

表2 「ひまわり8号・9号」と「ひまわり6号・7号」、「GOES-R」の観測バンド比較。

波長は、ひまわり8号に搭載されるAHIの中心波長で、ABIやIMAGERは若干異なる。

(ひまわり9号に搭載されるAHIの中心波長はバンド7(3.8μm)を除き8号とほぼ同一になる見込み。)

バンド	波長(μm)	ひまわり8号・9号 AHI		ひまわり6号・7号 IMAGER		GOES-R ABI		想定される用途の一例
1	0.47	●	1			●	1	植生、エアロゾル、カラー合成画像
2	0.51	●	1					植生、エアロゾル、カラー合成画像
3	0.64	●	0.5	●	1	●	0.5	植生、下層雲・霧、カラー合成画像
4	0.86	●	1			●	1	植生、エアロゾル
	1.3(GOES-R)					●	2	
5	1.6	●	2			●	1	雲相判別
6	2.3	●	2			●	2	雲粒有効半径
7	3.9	●	2	●	4	●	2	下層雲・霧、自然災害
8	6.2	●	2	●	4	●	2	上・中層水蒸気量
9	6.9	●	2			●	2	中層水蒸気量
10	7.3	●	2			●	2	中層水蒸気量
11	8.6	●	2			●	2	雲相判別、SO2
12	9.6	●	2			●	2	オゾン全量
13	10.4	●	2	●	4	●	2	雲画像、雲頂情報
14	11.2	●	2			●	2	雲画像、海面水温
15	12.4	●	2	●	4	●	2	雲画像、海面水温
16	13.3	●	2			●	2	雲頂高度

黒丸は当該観測バンドを有することを表す。  
黒丸の横に書かれた数字は衛星直下点における空間分解能(km)。

表3 「ひまわり8号・9号」と「GOES-R」と「ひまわり7号」の比較

	ひまわり8号・9号	ひまわり7号	GOES-R
可視赤外放射計	AHI	IMAGER	ABI
観測波長数	16バンド 可視3(RGBに対応するバンド)、 近赤外3、赤外10	5バンド 可視1、赤外4	16バンド 可視2、近赤外4、赤外10
空間分解能(衛星直下点)	0.5km、1km、2km	1km、4km	0.5km、1km、2km
観測時間・観測間隔	フルディスク観測約5分 (10分毎の観測運用を行う) 領域観測最短30秒間隔 (500×1,000km)	全球観測30分毎 北半球観測30分毎	全球観測約5分 (10分毎の観測を計画) 領域観測最短30秒間隔 (1,000×1,000km)
走査方法	西から東への1方向観測 (23回の走査で全球を観測)	東西両方向の折り返し (約1,400回の走査で全球を観測)	西から東への1方向観測 (22回の走査で全球を観測)

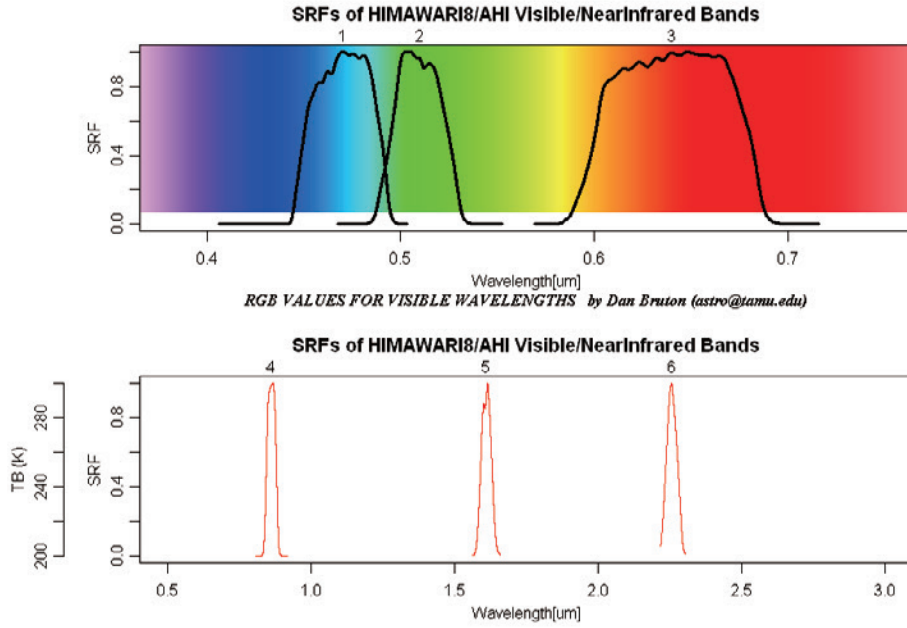


図4 可視・近赤外域の波長応答特性

AHI 可視・近赤外域の正規化した波長応答関数を黒及び赤の実線で示す。

可視域の3バンドが青、緑及び赤に対応している。使用したデータはAHIの設定値で気象衛星センターホームページで公開しているものである。(http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/himawari89/space\_segment/spsg\_ahi.html)

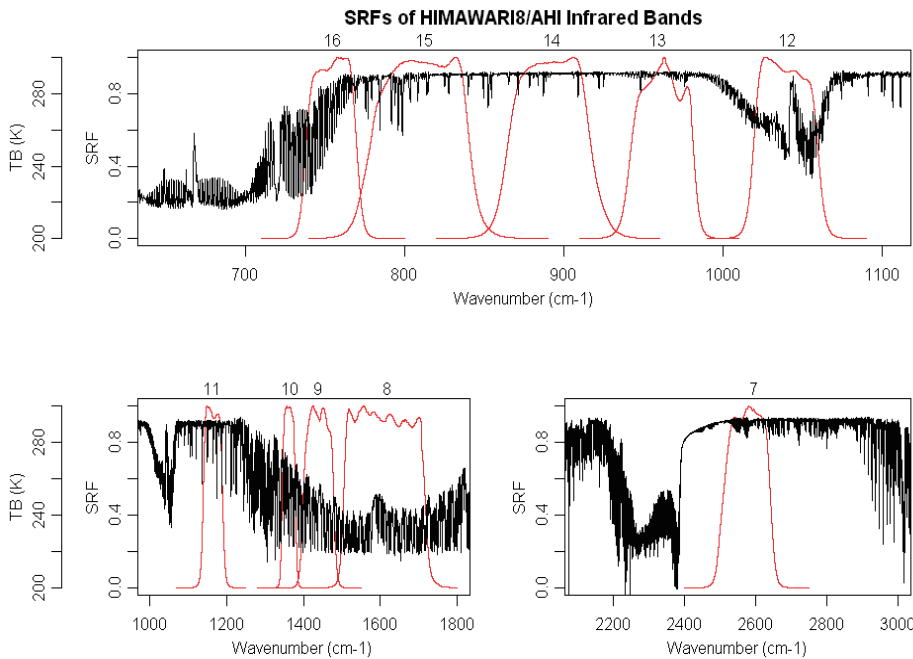


図5 赤外域の波長応答特性

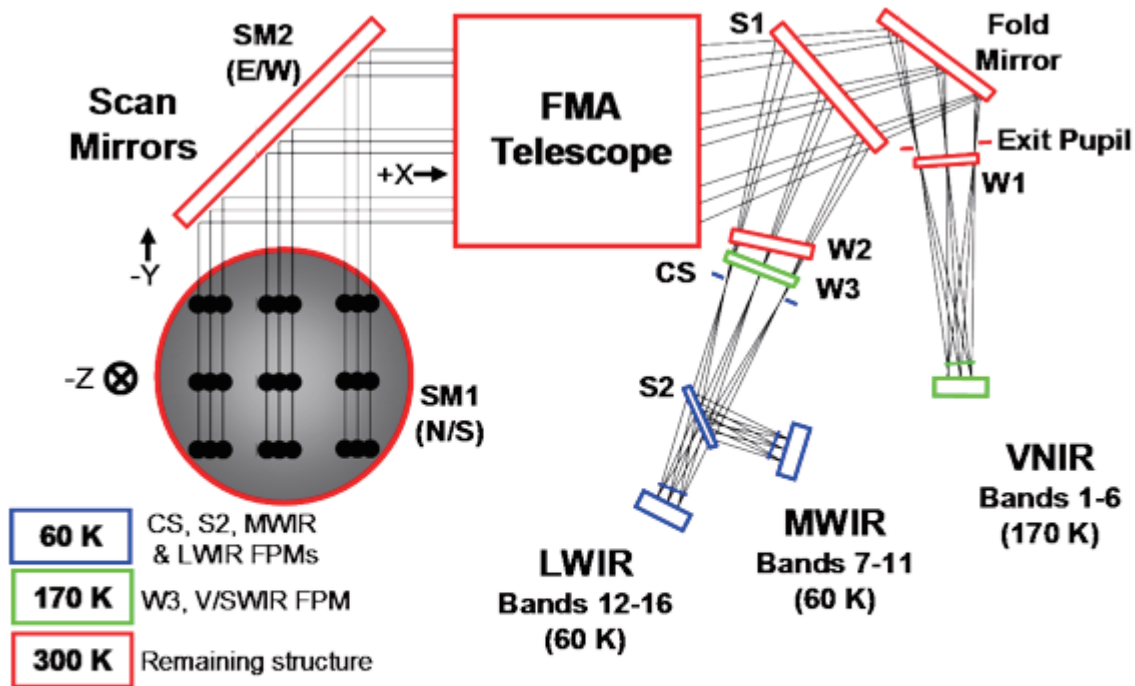
AHI 赤外域の各バンド(バンド7から16)の正規化した波長応答関数を赤の実線で示す。黒の実線は、1976米  
国標準大気を用いて、高分解能大気放射伝達モデル(LBLRTM)により求めた晴天時の大気上端の温度(AHI  
が観測すると推定する温度)を示したものである。波長応答関数はAHIの設計値で気象衛星センターホーム  
ページで公開しているものである。(http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/himawari89/space\_segment/spsg\_ahi.html)

ひまわり 8 号及び 9 号の分光システムの光路図を図 6 に示す。この分光システムは、GOES-N/O/P シリーズのイメージャで実績のある分光システムの光学系を踏襲しつつ最適化を図ったものである<sup>(3)</sup>。具体的には特定の波長の光を反射し、その他の波長の光を透過するダイクロイックミラーの削減（4 個⇒2 個）、アライメントの必要な光路数の削減、望遠鏡以外の曲率を持つ光学部品の廃止といった最適化を行った。また、センサ部の素子数を増やし、1 回当たりの観測幅（スワス）を広げること等により、GOES-N/O/P イメージャに比べてバンド数：3 倍、空間分解能：2 倍、フルディスク観測時間：1/3 倍などの性能向上を実現している。

AHI はバンド 1~6 (VNIR)、バンド 7~11 (MWIR)、バンド 12~16 (LWIR) に対応する 3 つの焦点面モジュールを持っている。それぞれの焦点面は各バンドの検出器が走査方向に分離して設置されており、同時刻に観測

する場所はバンドによって若干異なる。図 7 に焦点面モジュールの構成図を示す。青色の部分が焦点面で縦（南北方向）に検出素子が並んでいる。

各バンドの検出素子の配置を図 8 に模式的に示す。検出器は焦点面において主系（Side1）と従系（Side2）が走査方向に分離して配置されており、また検出器は主系／従系の内部でも更に冗長系を構成している。検出器の素子配置各行（row）の位置は地球を走査したときの南北方向の位置に対応する。各行には、バンドにより異なるが、3 列（バンド 1 から 3）、あるいは 6 列（バンド 4 から 16）の素子が設置されている。地上試験で全検出器素子の評価を実施し、その中から各行で最も高性能な 1 素子が選択され使用される。また、軌道上でも各検出器素子の評価を実施し、素子選定マップを変更することも可能である。



LWIR：長波長赤外線、 MWIR：中波長赤外線  
 VNIR：可視近赤外線、 SM1、2：走査鏡 1、2  
 S1、S2：ダイクロイックミラー、 W1~3：デュワー窓  
 CS：コールドシールド、 FPM：焦点面モジュール

図 6 分光システムの光路図（米国 Exelis 社提供）

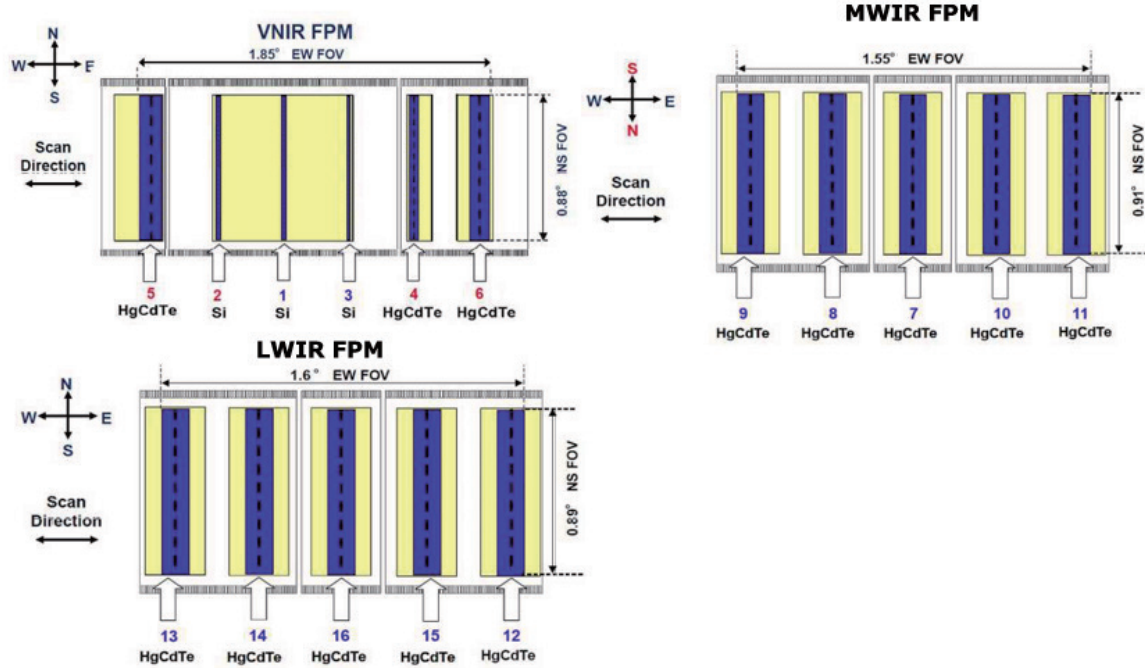


図7 AHIの焦点面モジュールの構成図

青色の部分が焦点面で縦（南北方向）に素子が並んでいる。素子数はバンドにより異なる。なお、スキャンの方向はひまわり8号及び9号は西（West）から東（East）への一方向のみ。

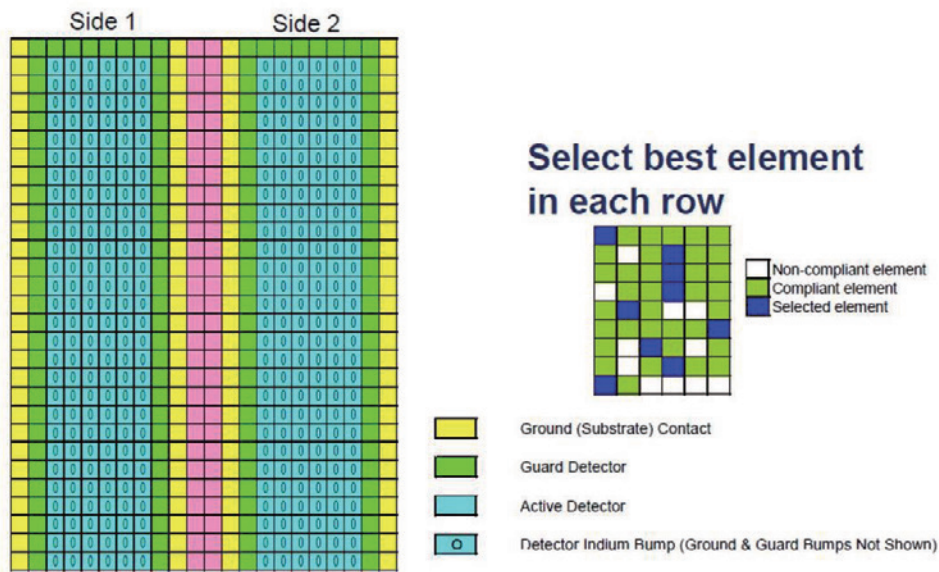


図8 バンド4から16の検出素子配置図

図7の焦点面を拡大したもの。水色が素子で各列（6個）の中から最適な1個を選択する。選択された素子は青色、選択可能な素子は緑色、使用不可な素子は白で表現している。

#### 4.4 AHIの空間/時間分解能

AHIの各観測バンドの空間分解能（衛星直下点）は表2で示したように、ひまわり7号の可視赤外放射計に比べて向上している。ひまわり7号では衛星直下点で4kmだった赤外の空間分解能がAHIではすべての近赤外・赤

外バンドで2km以下に向上し、可視の空間分解能はひまわり7号では1kmであったが、AHIのバンド3では0.5kmに向上している。時間分解能（観測に要する時間）も向上している。AHIは内部のミラーを動かし、地球を北から南まで東西に走査しながら観測する。ひまわり7号で

表4 AHIが10分間に観測できる観測種別

観測種別	最小範囲	観測間隔	1観測タイムラインでの観測回数	観測対象領域
フルディスク観測		10分	1回(23スワス/回)	全球(衛星から見える地球のすべての範囲)
領域観測1	東西約2,000km×南北約1,000km	約2.5分	4回(2スワス/回)	日本領域(北～東)
領域観測2	東西約2,000km×南北約1,000km	約2.5分	4回(2スワス/回)	日本領域(西～南)
領域観測3	東西約1,000km×南北約1,000km	約2.5分	4回(2スワス/回)	台風領域や発達した低気圧、火山(機動観測)
領域観測4	東西約1,000km×南北約500km	約30秒	20回(1スワス/回)	ランドマーク観測または積乱雲等の観測
領域観測5	東西約1,000km×南北約500km	約30秒	20回(1スワス/回)	ランドマーク観測または積乱雲等の観測

はフルディスク観測に30分程度かかっていたが、AHIは10分以内に終了することが可能である。また、フルディスク観測を実施しながら複数の小領域の観測を行うことができる。表4に示すようにAHIでは観測運用を10分間単位として考え、10分間でフルディスク観測と並行して5種類の小領域の観測が可能である。

このような観測が可能なのは、放射計が図9で示すように最新のエンコーダとコントローラを備えた独立した東西及び南北の平面鏡2枚構成の走査システムを用いており、改良された走査性能、高速回転、低消費電力、低擾乱、像回転がなく赤道に平行に走査、改善された視線方向安定性を提供しているからである。まず南北ミラーで地球上の南北角度(rad)を指定し、次に東西ミラーで西から東に走査することで、地球上のあらゆる位置を高分解能で測定することができる。

観測データと地球上の緯度経度を対応させるため、スキャンミラー取り付け誤差、放射計内部のアライメント誤差、衛星搭載時の放射計取り付け誤差、軌道上の衛星姿勢変動等の要素に関して、地上処理(位置あわせ処理)において補正が必要である。

この観測原理から、2つのミラーによる1回の走査は地球の一部を帯状に測定したものとなり、これをスワスと定義する。フルディスク観測のスワス例を図10に示す。フルディスク観測は全球画像を23本のスワスに分けて撮像する。また、AHIの開口部によって制限される視野範囲(FOR)もあわせて示す。ミラーが走査できる視野角はこの視野範囲内であり、これは地球の外側まで及ぶので宇宙空間の観測も可能である。

4.5 AHIの観測運用

AHIの観測パターンは10分間を基本単位とした“観測タイムライン”によって規定する。“観測タイムライン”の基本は、10分間に1回フルディスク観測を実施し、その間に、領域観測1と2(東西2,000km、南北1,000kmの領域)の2つの領域を合わせた日本域観測を2.5分毎

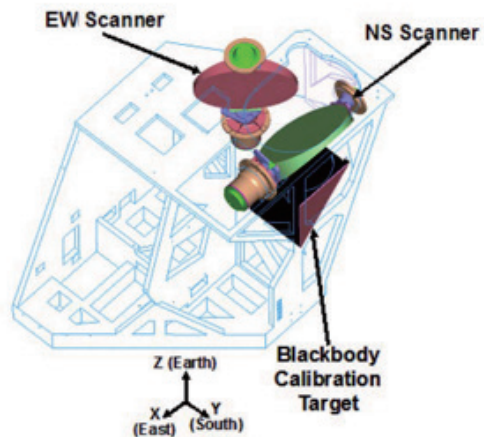


図9 放射計が使用する平面鏡2枚構成走査システム

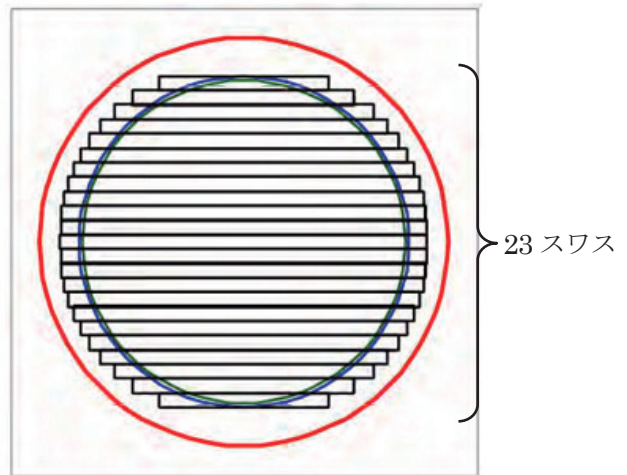


図10 全球走査範囲例

- 赤: AHIの視野範囲 (FOR)
- 青: フルディスク観測 (半径8.9度)
- 緑: 地球 (半径8.7度)
- 黒: フルディスク観測時スワス (23スワス)

に観測する。領域観測3(東西、南北とも1,000kmの領域)も2.5分毎に観測することが可能で、台風や発達した低気圧、火山などの観測に利用することを想定している(観測毎に対象領域をコマンドによって変更することができるため機動観測と呼んでいる)。これとは別に領域観測4と5(東西1,000km、南北500kmの領域)は約30秒毎に観測することができ、地球上の特徴的な海岸線(ラ

ンドマーク) 画像を取得して、ランドマークの観測位置と予測位置との差から位置合わせの補正処理に利用する。領域観測 4 と 5 は領域観測 3 と同様に観測毎に対象領域をコマンドによって変更可能である。

なお、領域観測 4 と 5 は 30 秒間隔の観測データを取得することができることから、今後の十分な位置精度の検証の上で、積乱雲の観測等への利用が考えられる。

観測タイムラインは、予め設定した観測パターン(フルディスク観測、領域観測 1~5、黒体校正観測、宇宙空間観測等)をスワス単位で時間軸上に並べたスケジューラになっており、タイムラインの開始トリガーコマンドを放射計が受信することにより、相対時間管理で一連の 10 分間の観測パターン(全球スワス、領域観測スワス等)を順次実行する。基本的に 10 分間の観測パターンであり、衛星運用に応じて大きく以下の 4 つの種別に分け、さらにそれぞれの種別に対して観測内容に応じた複数の観測タイムラインが定義されている。

① 定常観測

フルディスク観測、領域観測 1~5 をすべて行う通常の観測パターン

② ハウスキーピング (HK) 観測

定常観測タイムラインからフルディスク観測を除いた観測パターンで、軌道制御運用やアンローディング運用時に使用する

③ 太陽校正

可視、近赤外の校正係数を決定するために定期

的(月 2 回程度)に太陽校正を実施する。その際に使用するタイムラインで、定常観測タイムラインからフルディスク観測を除き、観測の最初または最後に太陽校正が追加された観測パターン

④ 月または深宇宙観測

月または深宇宙観測を実施するために、領域観測 5 の一部/全部を月または深宇宙観測に入れ替えた観測パターンで、衛星運用にあわせて定常観測用、HK 観測用、太陽校正用がある

定常運用で使用するタイムライン ID 一覧表を表 5 に示す。

観測はおもに「定常観測タイムライン」を繰り返し使用するが、運用項目や観測内容によって、目的に応じた他の観測タイムラインを選択して、タイムラインを切り替えて使用する。この観測タイムラインの切替えは、衛星上のタイムラインの指定をコマンドによって書き換えることで実現する。

観測タイムライン詳細例として、図 11 に定常観測タイムラインと HK (軌道制御) 観測タイムラインを示す。

タイムラインの最初に宇宙空間観測(スペースルック)や黒体観測などの校正処理用の観測を行い、その後、フルディスク観測や領域観測を実施する。

表 5 定常運用で使用するタイムライン ID

種別 No.	Timeline ID	運用内容
1	18	フルディスク観測及び領域観測 1~5 (10分間)
	41	フルディスク観測及び領域観測 1~5 (時刻補正用 9分59秒)
	42	フルディスク観測及び領域観測 1~5 (時刻補正用 10分1秒)
2	19	フルディスク観測休止時の領域観測 1~5 (10分間) 軌道制御用
	39	フルディスク観測休止時の領域観測 1~5 (10分間) アンローディング用
3	20	放射計太陽校正を実施する場合の領域観測 1~5 (最初)
	21	放射計太陽校正を実施する場合の領域観測 1~5 (最後)
4	22	フルディスク観測、領域観測 1~5 及び 1 番目の 2.5 分のみで月観測 5 回
	23	フルディスク観測、領域観測 1~5 及び 4 番目の 2.5 分のみで月観測 5 回
	24	フルディスク観測、領域観測 1~5 及び 1、2 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	25	フルディスク観測、領域観測 1~5 及び 2、3 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	26	フルディスク観測、領域観測 1~5 及び 3、4 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	27	フルディスク観測、領域観測 1~4 及びすべての 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 20 回
	28	フルディスク観測休止時、領域観測 1~5 及び 1 番目の 2.5 分のみで月観測 5 回
	29	フルディスク観測休止時、領域観測 1~5 及び 4 番目の 2.5 分のみで月観測 5 回
	30	フルディスク観測休止時、領域観測 1~5 及び 1、2 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	31	フルディスク観測休止時、領域観測 1~5 及び 2、3 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	32	フルディスク観測休止時、領域観測 1~5 及び 3、4 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	33	フルディスク観測休止時、領域観測 1~4 及びすべての 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 20 回
	34	放射計太陽校正(最初)、領域観測 1~5 及び 3、4 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回
	36	放射計太陽校正(最後)、領域観測 1~5 及び 1、2 番目の 2.5 分で各 5 回の月観測: 計 10 回

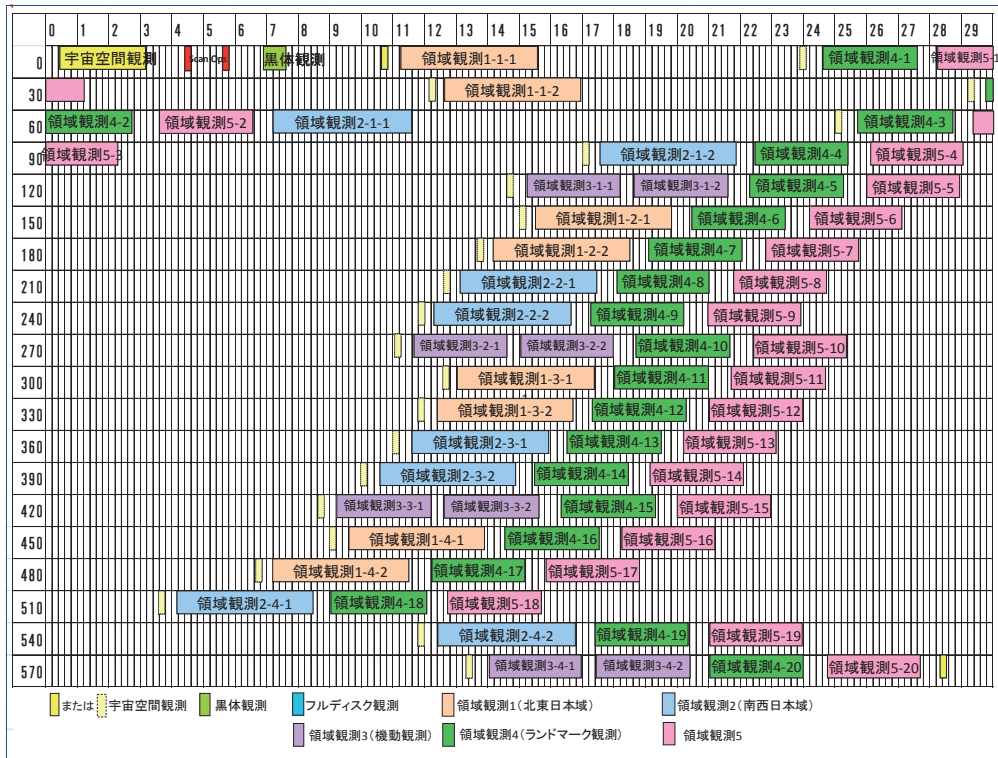
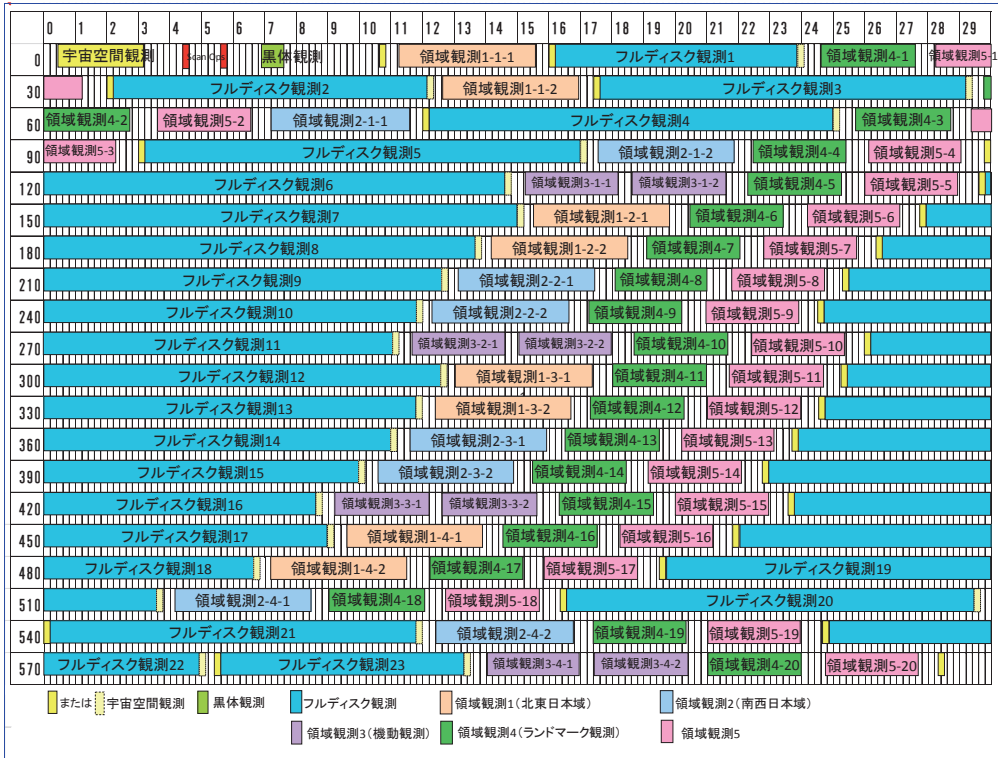


図 11 定常観測タイムライン (上) と HK (軌道制御) 観測タイムライン (下) の例  
 領域観測枠内の数字の意味は 領域観測 x-y[-z]  
 x : 領域観測番号 (1~5)  
 y : 観測回数 (領域観測 1 と 2 は 1~4, 領域観測 4 と 5 は 1~20)  
 z : 領域観測 1 と 2 の各観測のスワップ番号 (1 または 2)  
 (表 4 の 1 観測タイムラインでの観測回数参照)

### 5. 宇宙環境データ取得装置 (SEDA)

ひまわり 8 号及び 9 号には、軌道上の宇宙環境をモニタする目的で陽子及び電子線を計測する宇宙環境データ取得装置 (SEDA) が搭載されている。図 12 に SEDA の外観を示す。

SEDA は陽子線センサと電子線センサの独立したセンサを有し、それぞれ独立した環境変化のモニタが可能である。陽子線センサは測定エネルギー感度の異なる 8 個のセンサを配置し、15MeV~100MeV のエネルギー範囲の陽子線の計測を行う。電子線は 1 個の電子センサに、測定エネルギー感度の異なる 8 個のプレートを直列に配置し、0.2MeV~5MeV のエネルギー範囲の電子線の計測を行う。両センサで取得した陽子線と電子線のデータはテレメトリデータに変換され地上にテレメトリ伝送される。

SEDA の主要性能を表 6 に示す。



図 12 宇宙環境データ取得装置 (SEDA)

表 6 宇宙環境データ取得装置の主要性能

項目	主要性能	備考
1 計測項目	陽子線、電子線	
2 センサチャンネル	陽子線: 8ch (8個のセンサ素子)	
	電子線: 8ch (8個のプレートを直列配置)	
3 計測エネルギー範囲	陽子線: 15MeV~100MeV	
	電子線: 0.2MeV~5MeV	
4 観測データ更新周期	10秒以上	10秒から3600秒可変
5 視野角 (FOV)	陽子線センサ: ±39.35度	
	電子線センサ: ±78.3度	
6 計測量	陽子線: カウント数 $3.35 \times 10^7$ (Coincident)	25ビットカウンタ
	電子線: 1.75nA (最大)	(Low gain channel)
7 テレメトリデータ量	観測時: 1536bps (最大)	陽子線、電子線データ含む
	メモリダンプ時: 1024bps (最大)	ダンプデータのみ

### 6. 地球観測通信系、テレメトリ・コマンド・レンジング系 (TC&R)

ひまわり 8 号及び 9 号の通信機能は、

- ① AHI の観測データを送信する機能
- ② 通報局 (DCP) データの中継機能
- ③ テレメトリ信号の送信とコマンド信号の受信及びレンジング信号の中継

がある。

表 7 に、ひまわり 8 号及び 9 号の通信回線と主な用途を示す。

表 7 ひまわり 8 号及び 9 号の通信回線と主な用途

バンド	周波数帯	用途
UHF	400MHz帯	通報局データの収集
Ku	12~14GHz帯	テレメトリ/コマンド、レンジング
Ka	18GHz帯	AHIデータの伝送 収集した通報局データの伝送



AHI の観測データは、Ka バンド (18GHz 帯) を利用して地上に送信する。これまで「ひまわり」の観測データは S バンド (1.6GHz 帯) を利用して送信していたが、S バンドでは AHI のデータ量に必要な広帯域を確保できないことなどから Ka バンドを利用することとなった。しかし、Ka バンドでは電波の特性として降雨による減衰があり強雨時には通信障害が発生する可能性がある。地上局は Ka バンドの降雨減衰の影響を最小限にするため、2 局による地域冗長性(サイトダイバーシティ)を確保、2 局に埼玉県鳩山町と北海道江別市が選定され、気象衛星ひまわり運用事業株式会社 (HOPE) が施設を整備している。ひまわり 8 号及び 9 号の Ka バンドアンテナは送信部が 2 台あり、それぞれ鳩山局と江別局に向けて別々に伝送できる設計となっている。

通報局 (DCP) データは情報伝送手段の少ない船舶や離島に設置した通報局からの気象データや震度計データ、潮位データなどの総称で、UHF バンド (400MHz 帯) で受信し、Ka バンドで地上局に送信する。UHF アンテナはひまわり 8 号及び 9 号が地球画像の取得を行っている全範囲をカバーしている。地上への送信は AHI の観測データを送信する Ka バンドアンテナと共有である。通報局データ中継は、これまでのひまわりシリーズでも行われており、ひまわり 8 号及び 9 号でも継続して実施する。

テレメトリ信号の送信とコマンド信号の受信及びレンジング信号の中継は、Ku バンド (12~14GHz 帯) を利用する。テレメトリは衛星と地上間通信の標準的方式の提案を行っている宇宙データシステム諮問委員会 (CCSDS) の勧告に従ったパケットテレメトリ方式を採用し、テレメトリ信号は、衛星内で搭載機器間のデータ通信を行う通信プロトコルである MIL-STD-1553B または SpaceWire 等のデータバスを經由して衛星制御器で収集、処理、符号化され地上へ伝送される。コマンドは CCSDS 勧告に従ったパケットコマンド方式を採用している。

衛星の軌道決定のために必要な衛星までの距離を測定するレンジングは、地上局から伝送される測距信号を復調、再変調し地上局へ再送する。レンジング方式は、情報を搬送波の位相の変化で伝達するトーン (位相変調) レンジング方式である。

## 7. 衛星制御系

衛星制御系は、MIL-STD-1553B、SpaceWire 等のデータバスを經由して衛星内でのデータの送受信や、テレメトリコマンド処理・データ処理、衛星管理処理、姿勢軌道制御系演算処理の各アプリケーションソフトウェアを動作させて衛星制御に関わる信号処理を行うシステムである。衛星制御系は衛星バス系サブシステムの中核をなすものであり、他のすべてのサブシステムと連携を図りながら衛星制御を行う。

主な機能の詳細は以下の通りである。

### ① 姿勢軌道制御系機能

姿勢・軌道制御系との姿勢制御信号インターフェイスを用いて衛星内データの送受信や、信号配信、収集を行う。

### ② データハンドリング機能

テレメトリ・コマンド・レンジング系と送受信されるテレメトリ及びコマンドのデータ処理を実施し、CCSDS 勧告に準拠したテレメトリ及びコマンドのデータ通信を行うためのデータ処理機能を用いて、地上局とのデータ通信を行うとともに、衛星内各部に対するテレメトリ収集、コマンド配信機能を行う。

### ③ 衛星管理機能

テレメトリコマンド処理、データ処理、姿勢軌道制御系演算処理、衛星管理処理の各アプリケーションを実行する。

## 8. 電源系

電源系は衛星に所要電力を安定的に供給するシステムである。日照時は太陽電池パドル系からの電力を、電力制御器内のシャント制御回路により制御し、バッテリー充電レギュレータによる充電電流制御によりバス電圧を安定化させ、電力分配制御器を介して各衛星負荷に電力供給するとともにバッテリー充電を行う。

日陰時はバッテリーからの電力を電力制御器内のバッテリー放電レギュレータによりバス電圧を安定化させ、電力分配制御器を介して各衛星負荷に電力供給する。バッテリーはリチウムイオンバッテリーでセル容量は 50Ah である。

## 9. 太陽電池パドル系

太陽電池パドル系は、システムが必要とする電力を供給するためのシステムである。太陽に指向された太陽電池パドルで太陽光を電気エネルギーに変換し、電源系で余剰電力を制御することによって、衛星に必要な電力が供給される。

ひまわり 8 号及び 9 号の太陽電池パドルは、2 枚パドル (2.2m 横×2.8m 縦：発生電力 2250W 以上) により構成された南面の 1 翼構成である。

## 10. 姿勢・軌道制御系

ひまわり 8 号及び 9 号の観測を精度よく行うためには衛星の姿勢制御を精度よく行う必要がある。そのためには姿勢を決定し、姿勢誤差分を制御する必要がある。ひまわり 8 号及び 9 号では、スタートラッカ (STT) と慣性基準装置 (IRU) を用いた姿勢決定を、姿勢制御にはリアクションホイール (RWA) とスラスタを使用する。

姿勢決定に使用する STT は観測視野にある星の位置から慣性空間における衛星の姿勢を決定するもので、ひまわり 6 号や 7 号のアースセンサに相当するが、精度が向上している。IRU はひまわり 7 号にも搭載されており基本的に同等のものである。

姿勢制御に使用する RWA はホイールの角運動量を変化させることで衛星の姿勢を制御する。RWA はホイールの角運動量が蓄積していくため、定期的にホイールの角運動量を減少させるアンローディング運用が必要である。この運用ではスラスタを噴射させるため、衛星の姿勢が大きく動き、観測した画像に影響を及ぼす可能性がある。このため、ひまわり 8 号及び 9 号の運用では、1 日に 2 回決まった時間 (0240UTC と 1440UTC) にアンローディングを実施することを許可し、この時間帯にはフルディスク観測を行わない観測タイムラインに変更する。

また、ひまわり 8 号及び 9 号を東経 140.7 度 (軌道保持範囲：南北・東西±0.1 度) の静止軌道上に保持するために定期的 (2 週間毎) に東西軌道制御及び南北軌道制御を行う必要があり、姿勢制御にスラスタを使用する。軌道制御実施時もフルディスク観測を行わない観測タイムラインに変更する。

この他、加速度計や高周波レートセンサが設置されており、こちらのデータは地上に伝送されたのち、地上で処理する高精度姿勢決定に利用される。

## 11. 熱制御系

熱制御系は、打上げから寿命末期までの期間に衛星が遭遇する環境条件に対し、衛星本体及び搭載機器の温度を各々許容温度範囲内に制御する。

## 12. 二液式推進系

二液式推進系は、衛星打ち上げから定常運用段階、寿命末期に亘り、姿勢軌道制御系からの制御信号及び地上からのコマンドを受け、衛星の姿勢制御及び軌道制御を行うために必要な推力及びトルクを発生することが主な役割である。

## 参考文献

- (1) 横田寛伸、佐々木政幸、静止地球環境観測衛星「ひまわり 8 号及び 9 号」の紹介、2013：気象衛星センター技術報告、第 58 号、P.121-138
- (2) T.J. Schmit, M. M. Gunshor, W. P. Menzel, J. J. Gurka, J. LI, and A. S. Bachmeier, Introducing the Next-Generation Advanced Baseline IMAGER on GOES-R, 2005, P.1079-1096
- (3) Boeing Satellite Development Center, GOES N Data Book, 2006 : P.3-7

## 略語表

ABI: Advanced Baseline Imager

AHI: Advanced Himawari Imager (可視赤外放射計)

CCSDS: Consultative Committee for Space Data Systems  
(宇宙データシステム諮問委員会)

DCP: Data Collection Platform (通報局)

GOES: Geostationary Operational Environmental Satellite

FOR: Field-of-Regard (視野範囲)

HK: House Keeping (ハウスキーピング)

HOPE: Himawari OPERATION Enterprise corporation  
(気象衛星ひまわり運用事業株式会社)

IRU: Inertia Reference Unit (慣性基準装置)

JMA: Japan Meteorological Agency (気象庁)

LWIR: Long Wave InfraRed (長波長赤外線)

MWIR: Mid Wave InfraRed (中波長赤外線)

MTSAT: Multi-functional Transport SATellite

(運輸多目的衛星)

RWA: Reaction Wheel Assembly (リアクションホイール)

SEDA: Space Environment Data Acquisition equipment

(宇宙環境データ取得装置)

STT: STar Tracker (スタートラッカ)

VNIR: Visible/Near InfraRed (可視近赤外線)

TC&R: Telemetry Command and Ranging

(テレメトリ・コマンド・レンジング系)

### 3. HOPE 地上システム HOPE Ground System for Himawari-8/9

佐々木 政幸<sup>\*1</sup>  
SASAKI Masayuki

#### Abstract

The Himawari-8 geostationary meteorological satellite, which is managed by the Japan Meteorological Agency (JMA), came into operation on July 2015. Himawari-9 will be launched in 2016.

Himawari-8/9 and their ground stations will be operated by HOPE (Himawari Operation Enterprise Corporation), which has been established under a PFI (Private Finance Initiative) contract with JMA for 15 years. Prior to the start of operations, HOPE has established ground stations that meet the requirements of JMA.

This paper provides an overview of the ground stations established by HOPE.

#### 要旨

気象庁は、静止気象衛星ひまわり 8 号の運用を 2015 年 7 月から開始した。また、ひまわり 9 号は 2016 年に打ち上げ予定である。

ひまわりの運用は、PFI (Private Finance Initiative) 方式で気象衛星ひまわり運用事業株式会社 (HOPE : Himawari Operation Enterprise Corporation) が 15 年間行うことになっている。運用に先立ち、HOPE は運用に必要な地上設備を気象庁の求める要求水準を満たすよう整備した。本稿は、HOPE が整備したひまわり 8 号及び 9 号の地上システムの概要を紹介する。

#### 1. はじめに

静止気象衛星ひまわり 8 号及び 9 号<sup>(1)</sup>は、平成 21 年度から整備を開始し、平成 27 年 7 月からひまわり 8 号の運用を開始した。

運用とそれに必要な施設及び設備の整備及び維持管理は、HOPE が、「静止地球環境観測衛星の運用等事業」<sup>(2)(3)</sup>として平成 22 年から平成 42 年まで PFI 方式で行う契約となっている。

PFI 方式とは、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う手法である。PFI 事業においては、発注者 (本事業では気象庁) は、求めるサービス水準を業務要求水準書<sup>(4)</sup>として示し、そのサービス水準を事業者 (本事業では HOPE) の創意工夫で実現することによって効率的かつ効果的な事業を行うことを目指している。

本事業の実施業務は、「本事業を実施するために必要な施設及び設備の整備に関する業務」、「整備した施設と設備の維持管理に関する業務」及び「本事業衛星の運用に関する業務」の 3 つに分けられる。これらの実施業務を、三菱 UFJ リース株式会社を中心とし、新日鉄住金ソリューションズ株式会社 (整備・維持管理業務)、三菱電機株式会社 (物品調達・保守業務) 及び宇宙技術開発株式会社 (運用業務) が参加した HOPE として、4 社が協力して行う。本稿は、本運用等事業で HOPE が整備した設備、すなわち「無線に係る設備」、「衛星管制に係る設備」、「放射計データに係る設備」、「通報局資料に係る設備」及びこれらの設備でひまわり 8 号及び 9 号から受信・処理した観測データを気象庁に伝送する情報通信インフラについて紹介する。なお、地上施設・設備等の設計には、業務要求水準を満たすための HOPE 独自のノウ

<sup>\*1</sup> 気象庁観測部気象衛星課

(2015 年 10 月 2 日受領、2015 年 11 月 30 日受理)

ハウを取り入れた設計が含まれているため、その詳細を説明せず概要の紹介にとどめている部分がある。

2. 整備における基本的考え方

HOPE は、ひまわり 8 号及び 9 号の運用に必要な各設備及び観測データを気象庁に伝送する情報通信インフラの整備を行った。気象庁が示した業務要求水準書では、気象衛星による観測データが重要な防災情報であり、いかなる状況下でも観測データが欠落することがないシステムを構築することを要求していた。HOPE は、この要求を満足するため、次のような考えに基づいた設計を行った。

A) 各階層での冗長化

局、設備、装置の各階層で冗長化を行うことにより、障害発生時の影響範囲を局所化した。各階層において、主系に障害が発生した場合は、

即座に障害箇所を特定し、従系へスムーズかつ確実に切り替えができるようにした。その結果、観測データの欠損が発生しないシステムとなった。また、局の設置場所については、大規模災害が発生した場合においても両局が影響を受けないよう、地理的配置を考慮した上で選定した。

B) 同時並行処理

衛星から受信したデータについては、常に複数の系統で同時並行処理し、障害による観測データの欠損や処理のやり直し等を最小限に抑えた。また、同時並行処理は、局、設備、装置の各階層で行うこととした。

C) 障害発生時の迅速な冗長構成への復帰

障害発生時は、可及的速やかに冗長構成に復帰し、多重障害によるサービスの停止を回避するシステムとした。そのため、特に重要な設備

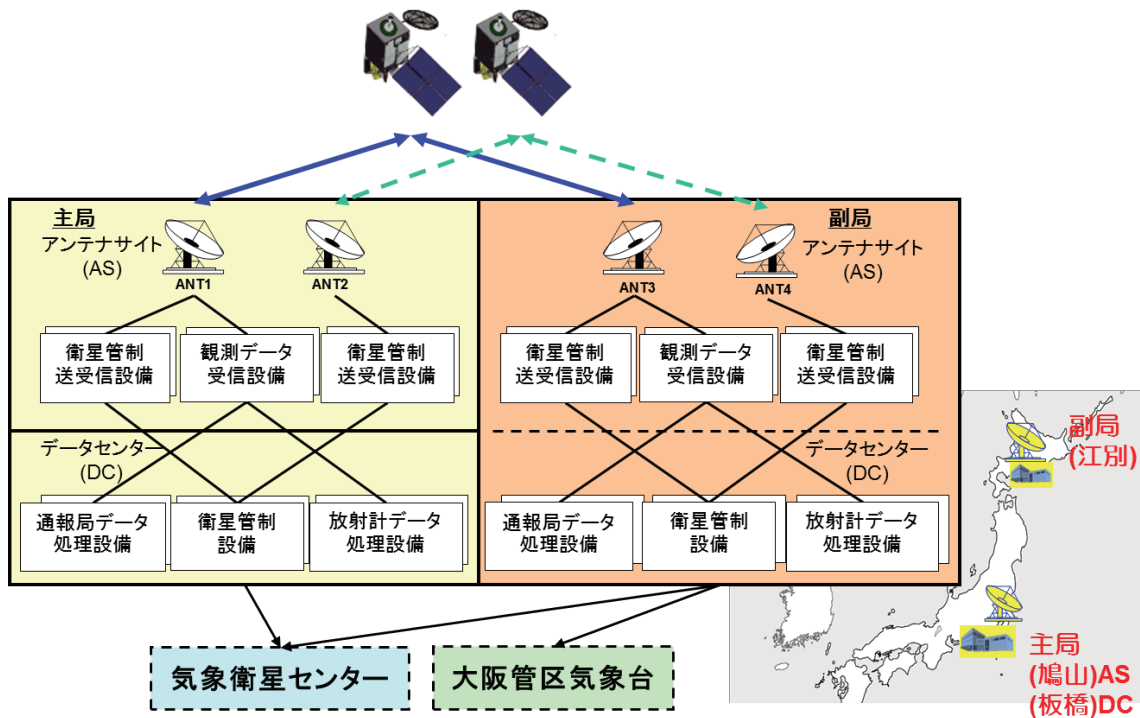


図 1 HOPE 地上システムの配置と設備構成図

主局と副局は、約 800km 離れており、地震や火山噴火等の災害の被害や Ka 帯の降雨減衰の影響を同時に受けないよう配慮した。局の設備構成は、まったく同じ構成になっており局単位の冗長化を成している。各局の設備もすべて冗長構成化しており、各設備の接続経路を変えることによって、速やかな障害復旧が可能なシステムとなっている。<sup>(5)</sup>

については3重化以上の多重冗長構成を採用した。また、予備部品を必要な場所に準備しておくことによって、障害復旧時間を短縮することが可能となった。

このような基本的考え方に加え、HOPE、衛星製造業者及び気象庁による検討を重ね、より安定性の高い地上設備の構築が行われた。

### 3. HOPE 地上システム

#### 3.1. 配置と構成

主局と副局の設置場所の選定にあたっては、業務要求水準書で、主局を関東に置くこと及び1局以上の副局を地震・火山噴火等の大規模災害の発生時の被害想定等を配慮して配置とすることを要求していた。さらに、ひまわり8号及び9号の観測データの伝送に使用するKa帯(18GHz帯)が、降雨減衰によって電波伝播障害が発生させることが想定される。このため、過去の梅雨、台風及び気象災害の発生事例をもとに、主局を設置する関東と同時に降雨減衰が発生する確率が低いと推定された北海道に観測データを受信する副局のひとつを配置することを要求していた。

HOPEは、この要求を踏まえ、主局と副局の2局を整備し、局単位の冗長化を実現する設計を行った。各局は、衛星との間で電波を送受信するアンテナを整備したアンテナサイト(AS: Antenna Site)と衛星管制や観測データ処理を行う計算機システムを整備したデータセンター(DC: Data Center)によって構成される。主局については、ASを埼玉県鳩山町に、DCを東京都板橋区に分離して設置している。副局

については、北海道江別市にASとDCを併設して設置している(図1)。

また、図1はひまわり地上システムの構成を示している。主局と副局の設備は同一の構成となっており、容易に局機能を補完することができる。局、設備及び装置等の障害が発生した場合には、地上システムの機能分担を変更して柔軟な運用対応が可能なシステムとなっている。

主局と副局の設備構成は同一で、各設備もすべて冗長構成をとっている。動作系以外の設備は、待機系であるが動作系と同様に通常時も処理を行い、障害時にも処理が遅延しないよう備えている。設備は、サーバーや端末等の装置から成りたち、装置レベルにおいても冗長構成を成している。故障した場合などに備えて予備品を用意することはもちろん、構成部品等についても、一般的で15年の運用期間を通して継続的に入手可能となるよう選定を行っている。

#### 3.2. 局設備の構成

ASは、衛星との電波を送受信するアンテナ設備、衛星管制のための送受信設備及び観測データの受信設備から構成されている(図1)。アンテナ設備(写真1)は、Ka帯による観測データの受信とKu帯(12-14GHz帯)による衛星管制データの送受信ができる共用アンテナで、各局に2基設置しており、その機能は同じものである。また、アンテナ設備としては、Ka/Ku共用アンテナのほかにも通報局データ処理システムで使用する基準信号を送信するUHF帯(400MHz帯)のアンテナも含まれる。

DCは、衛星の状態監視や軌道制御等を行う衛星



写真1 主局(左)と副局(右)に設置したアンテナ  
各局に設置した、直径9mのKa/Ku帯共用アンテナ(写真提供HOPE)。

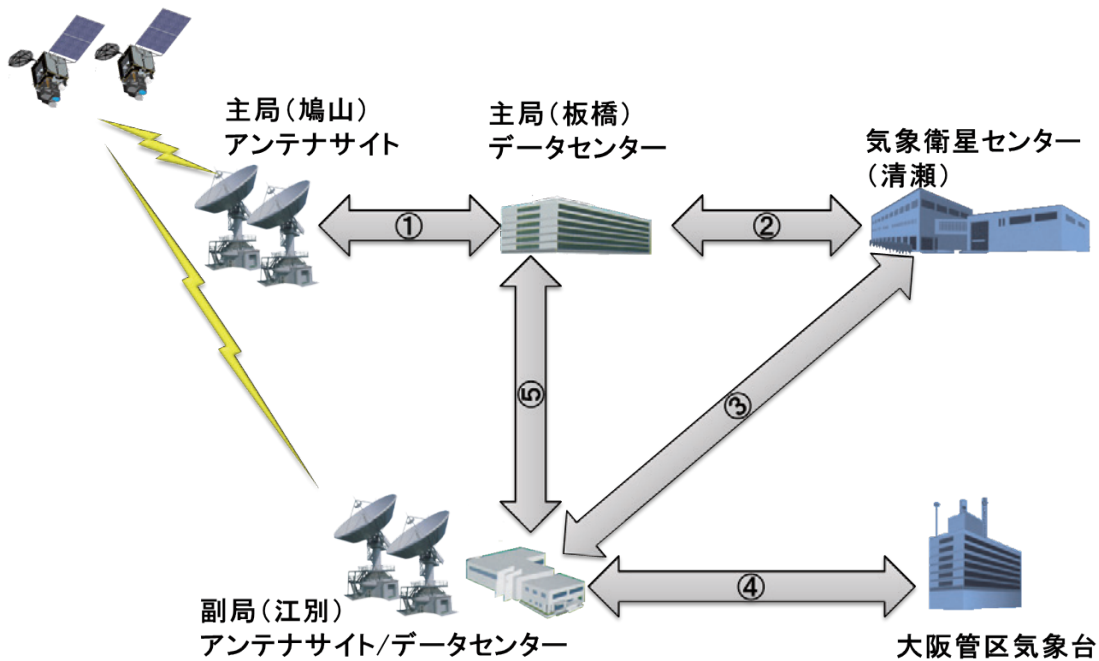


図 2 ひまわり-HOPE-気象庁のネットワーク構成イメージ

HOPE 各施設と気象庁を結ぶネットワーク経路①から⑤は、すべて冗長化している。使用する回線は、経路毎に必要な信頼性等を得られるよう工夫している。

管制設備、衛星製造業者から提供される観測データの処理を行う放射計データ処理ソフトウェア (RDACS) を動作させる放射計データ処理設備及び通報局データを処理する通報局データ処理設備から構成されている。

### 3.3. ネットワークの概要

HOPE の地上システムは、図 1 に示すような配置となっており、各局間 (AS-DC 間を含む) と気象庁を接続するネットワークの構築が必要とされた。本システムのネットワークでは、図 2 に示すように観測データを伝送する気象庁側の 2 カ所 (気象衛星センターと大阪管区気象台) を含め 5 カ所にネットワーク拠点がある。これらの拠点の間では、衛星運用と観測データ等の伝送を考慮し、以下の 5 系統のネットワーク経路が構築されている。

① 主局 AS-主局 DC

主局 DC から主局 AS の設備等のリモート監視・制御、観測データの伝送及び衛星テレメトリやコマンド等の伝送。

② 主局 DC-気象衛星センター

観測データ (放射計データファイルや通報局データ) の伝送。領域観測パラメータの伝送。

③ 副局-気象衛星センター

観測データ (放射計データファイルや通報局データ) の伝送。

④ 副局-大阪管区気象台

観測データ (放射計データファイルや通報局データ) の伝送。

⑤ 主局 DC-副局

局の設備状況の監視、制御。運用情報等の伝送。

これらのネットワークの構築に当たっては、通信事業者の整備した回線を使用することとしたが、事業者やそのサービスレベルによって回線の信頼度や耐障害性が大きく異なってくる。本事業で構築したすべてのネットワーク経路は、複数の事業者とサービスレベルを組み合わせた回線による冗長構成を構築している。5 つの経路のうち、各 AS から気象衛星センター (①から③に相当) を結ぶ経路は、特に信頼性を高めた設計となっている。また、使用した回線は、セキュリティ等にも配慮している。

## 4. 各設備の概要

### 4.1. 衛星管制設備

衛星管制設備は、衛星を制御するためのコマンド運用や衛星状態を監視するためのテレメトリ運用を行う装置から構成されている。本設備が衛星運用において非常に重要な設備であること、および二衛星の運用を行うことを考慮して、構成される装置等は十分な冗長性を担保した設計となっている。

ひまわり 8 号及び 9 号の衛星管制設備の特徴として、2.5 分毎にコマンド運用が行われることが挙げられる。このコマンドは、10 分間の観測スケジュールに取り入れられた 30 秒あるいは 2.5 分間隔で観測を繰り返す領域観測の観測位置の指示を行うものである。これまでの静止気象衛星の運用では、観測位置を観測ごとに変える運用は行っていなかったため、定期的に観測スケジュールのコマンドを衛星に送っていた。ひまわり 8 号及び 9 号でも、指定した時間が来ると実行するストアードコマンドを使用して、2 週間分まとめてスケジュールを衛星に送る運用をしている。これとは別に、2.5 分毎に観測位置を変えることのできる観測領域 3、4 及び 5 の観測位置を指定するには、観測開始直前にタイミングよく、観測位置を指定するコマンドを送る必要がある。このコマンドは、2.5 分毎に繰り返し行うことから、確実にコマンドが実行できる設計が必要である<sup>(5)</sup>。

衛星管制設備では、衛星へのコマンド送信や衛星状態の確認などの衛星管制を効率的に行うため、衛星管制ソフトウェア Birdstar を利用している。Birdstar は MTSAT-2 の衛星管制でも採用されており、

運用実績のあるソフトウェアである<sup>(6)</sup>。Birdstar は、表 1 のソフトウェアから構成されている。観測コマンドなど衛星へのコマンド送信は、SOPS と呼ばれる衛星運用計画ソフトウェアで一括して行われる。このほか、衛星の状態監視制御、地上局の監視制御、軌道情報の解析・制御計画立案、及びテレメトリの蓄積・解析などを行うソフトウェアを統合したものである。

運用では、衛星管制設備のサーバーに Birdstar を搭載し、統合管制端末 (TCT : Total Control Terminal) に Birdstar のクライアントソフトウェアを搭載することによって、各端末から必要な機能を起動することが可能である。起動する端末を限定しないため、運用に合わせて起動するソフトウェアの変更や TCT 端末が故障した場合に別の TCT 端末に切り替えて運用を継続できるなどの利点がある。

### 4.2. 放射計データ処理設備

放射計データ処理設備は、ひまわりの観測した放射計データを処理して「放射計データファイル」を作成する放射計データ処理ソフトウェア (RDACS: Radiometer Data Acquisition and Control Software) を動作させる設備である。RDACS の製作は、衛星製造業者が衛星本体と合わせて行い、気象庁に納入された。HOPE は、RDACS の動作可能な放射計データ処理設備を整備し、放射計データ処理運用を行っている。

図 3 は、放射計データ処理設備で処理するデータフローを示したものである。設備は、2 つの系からなる冗長構成となっている。衛星が観測した放射計データは、Ka 帯で伝送され、2 つの系で同時並行処理される。2 つの系のひとつが動作系として動作しており、動作系で作成した「放射計データファイル」が気象庁へ伝送される設計となっている。動作系に障害が発生した場合には、待機系が動作系となって「放射計データファイル」の伝送履歴を参照することによって、未配信のデータから伝送を継続するためデータ欠損が生じることはない。また、この設備は、主副両局に同じ仕様でそれぞれ 1 式を整備しており、地域冗長構成を成すことで、大規模災害による局障害にも対処できる設備となっている。

また、観測データが、Ka 帯を利用して伝送される

表 1 衛星管制ソフトウェア (Birdstar) の構成と機能一覧

名称・略称	機能
衛星監視制御ソフトウェア (SMAC : Satellite Monitor And Control)	衛星の監視制御
地上局監視制御ソフトウェア (GMAC : Ground Monitoring And Control)	地上局の監視制御
衛星運用計画ソフトウェア (SOPS : Satellite Opearation Planning & Scheduling)	衛星運用計画の立案・スケジュール運用
軌道運用解析ソフトウェア (ORAMS : Orbital Analysis and Mission Software)	軌道情報解析・軌道制御計画立案
衛星データ解析ソフトウェア (SADA : Satellite Data Analysis)	テレメトリの蓄積・解析



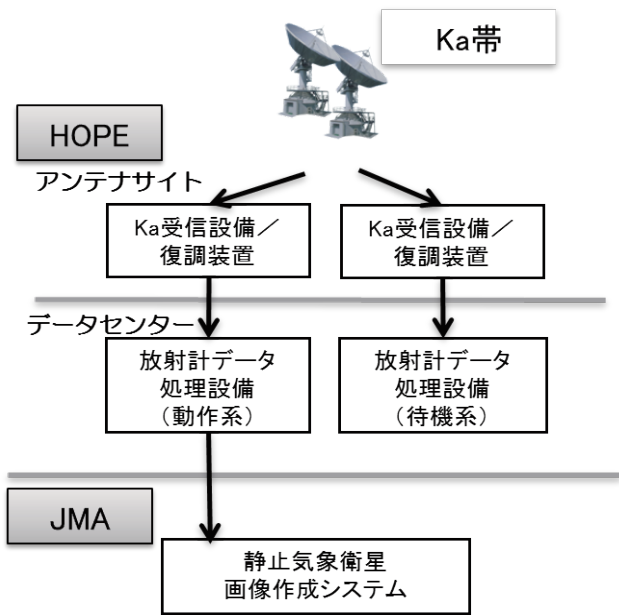


図3 放射計データのフロー

受信した放射計データは、2系整備した放射計データ処理設備で同時並行処理する。動作系で処理されたデータが気象庁に伝送される主副両局は、同じ設備構成となっており、同じデータ処理を行っている。

ことから、衛星から伝送される電波強度が降雨によって減衰するため、観測データに欠損が発生する可能性がある。この場合でも、主副両局のデータを合成することによって観測データの欠損を回避できる設計となっている。なお、このデータ合成は、気象衛星センターの静止気象衛星画像作成システム<sup>(7)</sup>が行う。

放射計データ処理設備で作成した「放射計データファイル」の伝送ルートを図4に示す。気象庁のデータ処理拠点である気象衛星センターとバックアップ拠点としての大阪管区気象台の2箇所に伝送するルートを確認している。気象衛星センターには、主局と副局の2箇所からほぼ同時にデータが伝送される。衛星から観測データが正常に伝送されている場合には、まったく同じデータが届くが、どちらか一方あるいは両方のデータの一部に欠損が生じている場合には相互に補完して、気象衛星センターの静止気象衛星画像作成システムでプロダクトの作成を行う。なお、大阪管区気象台には、副局からしかデータが伝送されないためデータの補完処理を行わず、副局のデータのみでプロダクトの作成を行っている。

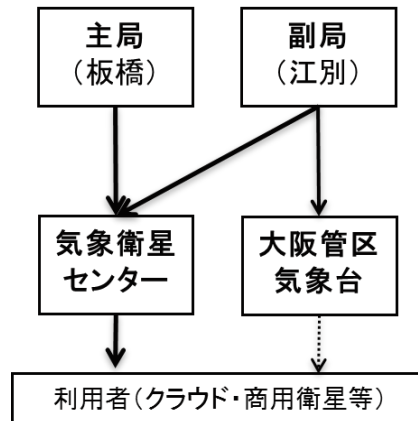


図4 「放射計データファイル」伝送ルート  
気象衛星センターには、主局と副局から伝送される。大阪管区気象台には副局からのデータだけが伝送される。

#### 4.3. 通報局データ処理設備

「ひまわり」は、地球を観測する機能のほかに、船舶や離島に設置された通報局で、観測された気象データや潮位データなどを中継する機能を有している。また、国内に設置した計測震度計のデータも中継しており、国内外の300局近くの通報局に利用されている。ひまわり8号及び9号でも、通報局データ中継機能は継承されており、利用者は利用する衛星(ひまわり何号であるか)を意識する必要はない。

通報局データは、地上に設置した各通報局からはこれまでどおりUHF帯で衛星に送信するが、地上への伝送は放射計の観測データと同じKa帯で行う。衛星からの伝送がKa帯に変わったことを除くとひまわり7号までの通報局データ処理システムと同じ機能と考えてよい<sup>(8)(9)(10)</sup>。HOPEは、通報局運用を行うための設備として通報局復調装置の開発と<sup>(11)</sup>通報局データ収集サーバー等の整備を行った。

図5は、通報局データのフローを示したものである。これらの装置は、2つの系からなる冗長構成となっており、各系で同時並行処理する。各通報局復調装置で復調された通報局データは、通報局データ収集サーバーの両方に入力され処理される。データ処理の過程で、各通報局復調装置のデータの優劣をパリティチェックにより判別して、エラーの少ない方を伝送することになっている。また、主副局に同じ設備が整備されており、気象庁には放射計観測

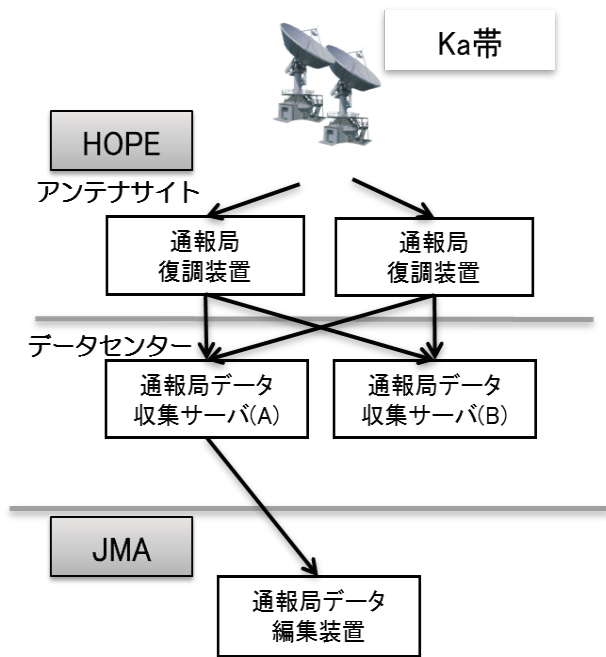


図5 通報局データのフロー

通報局設備は、主副局とも同一の構成で整備している。同時並行処理し、パリティエラーの少ないほうを採用し、動作系となっているサーバーから気象庁に伝送される。主副局のデータ選択は、気象庁側で行う。

データと同様に両局から伝送される。通報局データも放射計データと同様、降雨減衰が想定される Ka 帯を利用することから、伝送障害に対処できる局冗長の設計になっている (図 6)。主局と副局の通報局データは、気象衛星センターの通報局データ編集装置においてパリティチェックによりエラーの少ない方が採用される仕組みになっている。放射計データファイルで行っているようなデータ部の欠損補完は行わず、主副局からのデータの採否判定だけを行っている。なお、大阪管区气象台では、副局のデータだけが伝送されるため、放射計データファイルと同様にデータの選択処理は行われない。

## 5. まとめ

ひまわり 8 号及び 9 号の HOPE 地上システムは、HOPE の各社がこれまで培ってきた技術と能力を注いで設計し、衛星製造業者及び気象庁とともに検討を重ねて、より信頼性の高い地上システムとして整備された。

システムの設計に際しては、PFI 事業の豊富な経

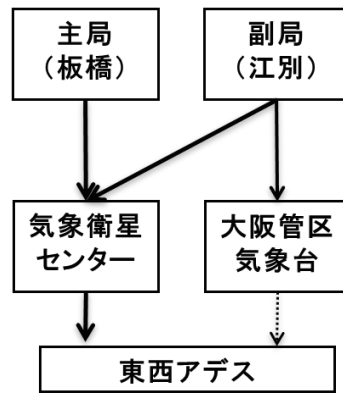


図6 通報局データの伝送ルート

気象衛星センターには、主局と副局から伝送され、エラーの少ない方のデータを採用する。大阪管区气象台には副局のデータだけが伝送される。

験を持つ三菱UFJリース株式会社を代表企業として本運用事業の推進を図るとともに、製造・金融業から科学技術分野にいたる幅広い領域のデータ処理システム構築経験を有する新日鉄住金ソリューションズ株式会社、ひまわり等の衛星管制システムの構築の経験を持つ三菱電機株式会社、及び GMS シリーズから地球観測衛星にいたる豊富な運用実績を持つ宇宙技術開発株式会社の各社の経験を、本システムの設計に生かせるよう工夫が凝らされている。

本地上システムが、気象庁が業務要求水準書で要求した「24 時間 365 日安定したデータ提供ができるシステムの構築」という目的を達成し、ひまわり 8 号及び 9 号の安定運用に資するものと確信する。今後、約 15 年に及ぶ本運用事業のサービス水準を維持するためには、HOPE に参加した各社が連携して維持・管理及び運用業務に取り組むことが必要である。

## 略語集

- AS: Antenna Site (アンテナサイト)
- DC: Data Center (データセンター)
- GMS: Geostationary Meteorological Satellite (静止気象衛星)
- HOPE: Himawari OPeration Enterprise corporation (気象衛星ひまわり運用事業株式会社)
- JMA: Japan Meteorological Agency (気象庁)
- PFI: Private Finance Initiative (民間資金等活用事業)
- RDACS: Radiometer Data Acquisition and Control

Software (放射計データ処理ソフトウェア)

SOPS: Satellite Operation Planning and Scheduling (衛星運用計画装置)

TCT: Total Control Terminal (統合管制端末)

### 参考資料

- (1) 横田寛伸、佐々木政幸、静止地球環境観測衛星「ひまわり 8号及び9号」の紹介、2013：気象衛星センター技術報告、第 58 号、121-138
- (2) 赤石一英、2012：ひまわり運用事業について、測候時報、第 79 巻、1-2 号、1-14
- (3) 赤石一英、2013：次期ひまわりの地上システムについて、気象衛星センター技術報告、第 58 号、111-119
- (4) 業務要求水準書  
[http://www.jma.go.jp/jma/kishou/pfi/satope/doc/220129\\_04\\_requi.pdf](http://www.jma.go.jp/jma/kishou/pfi/satope/doc/220129_04_requi.pdf)
- (5) 腕野一磨、田中剛、西村修司、2015、静止気象衛星ひまわり 8号・9号の地上システム、三菱電機技報、vol.89・No.3、157-161
- (6) 田原基行、2007、MTSAT-2 地上システム、気象衛星センター技術報告、第 49 号、59-80
- (7) 濱田浩、柴卓、木村裕之、2016：静止気象衛星画像作成システム、気象衛星センター技術報告特別号 (2016)、25-35
- (8) 田中省吾、梅窪孝、大杉雅仁、2013、2-1\_DCP データ伝送装置：気象衛星センター技術報告、第 59 号、27-30
- (9) 外山美勝、濱田浩、五十嵐寛、2013：気象衛星センター技術報告、第 59 号、31-38
- (10) 田中省吾、梅窪孝、大杉雅仁、2013：気象衛星センター技術報告、第 59 号、39-41
- (11) Takeshi Nakao, Koji Tomitsuka, Takanori Shoji, Hideyuki Tanaka, Tsuyoshi Fuji, The Development of Demodulator for Data Collection Platforms (DCP) in Himawari Ground Station, 2013：信学技報, vol. 113, no. 258, SAT2013-44, 119-123

## 4. 静止気象衛星画像作成システム

### Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System

濱田 浩\*<sup>1</sup>      柴 卓\*<sup>2</sup>      木村 裕之\*<sup>2</sup>  
HAMADA Hiroshi      SHIBA Suguru      KIMURA Hiroyuki

#### Abstract

After primary processing by ground-based equipment at HOPE, observational data from Himawari-8/9 are delivered to Meteorological Satellite Center (MSC) and Osaka Regional Headquarters of Japan Meteorological Agency (JMA) from HOPE.

The Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System (GSS) receives the Himawari-8/9 observational data at MSC and Osaka Regional Headquarters, and creates the Himawari Standard Data (HSD) and various imagery products. Using the internal network of JMA, HSD and imagery products are provided to the JMA headquarters from GSS. Via the HimawariCloud and HimawariCast services, the GSS also delivers these data sets to other organizations and institutes.

This report gives an outline of the GSS and introduces its features.

#### 要旨

ひまわり 8 号及び 9 号による観測データは気象衛星ひまわり運用事業株式会社 (HOPE) の受信設備における一次処理を経たのち、気象衛星センター及び大阪管区気象台へ配信される。

静止気象衛星画像作成システム (GSS) は、それらの観測データを受信し、ひまわり標準データや各種プロダクトを作成のうえ、部内ネットワークを利用して気象庁内の各システムに配信するほか、HimawariCloud や HimawariCast サービスを経由して部外機関等への配信を行う。

本稿では GSS の概要及び機能を紹介する。

#### 1. はじめに

ひまわり 8 号及び 9 号による観測データは、まず PFI 事業者である気象衛星ひまわり運用事業株式会社 (以下、「HOPE」という。) が受信し、RDACS で一次処理したものを放射計データファイル及び放射計データ付属ファイル (以下、総称する場合は「放射計ファイル」という。) として、静止気象衛星画像作成システム (以下、「GSS」という。) へ伝送する。GSS では放射計ファイルを基に、ひまわり標準データ及び各種プロダクトを作成し、それらを気象庁内の各システムや HimawariCloud 事業者経由で海外の気象機関や国内の研究機関・大学等へ配信すると

もに、アジア・太平洋地域の諸国へ向けて

HimawariCast 事業者の通信衛星経由によるデータ配信を行う。

ここでは、GSS システムの全体構成、機能の概要等について紹介する。

#### 2. 地域冗長システム

GSS は広域災害等においても機能停止しないよう地域冗長構成を採用している。気象衛星センターに設置したものを GSS 東局と呼び、大阪管区気象台へ設置したものを GSS 西局と呼ぶ。

GSS 東局は HOPE 板橋と江別の両局からデータを

\*1 気象衛星センターデータ処理部管制課

\*2 気象衛星センターデータ処理部システム管理課  
(2015 年 8 月 31 日受領、2015 年 11 月 4 日受理)

受信し、GSS 西局は HOPE 江別からデータを受信する。また、HOPE と GSS 間のデータ伝送においても冗長化された回線を使用する構成となっている。GSS と HOPE 間の接続概要を図 1 に示す。

なお、GSS 西局には通報局データ編集部が含まれるが、これは本来、気象衛星センターに既設の通報局データ編集装置に対する西局装置と位置づけられるものであることから、本稿では省略する。

GSS の全体構成を図 2 に示す

### 3. システム構成

GSS は「衛星データ受信部」、「管理部」、「衛星画像作成部」、「衛星画像配信部」の構成となっている。おのおのの構成及びその機能について説明する。

#### 3.1 衛星データ受信部

衛星データ受信部（以下、「受信部」という。）は、主にファイル受信機能、HOPE 応答機能、SS 転送機

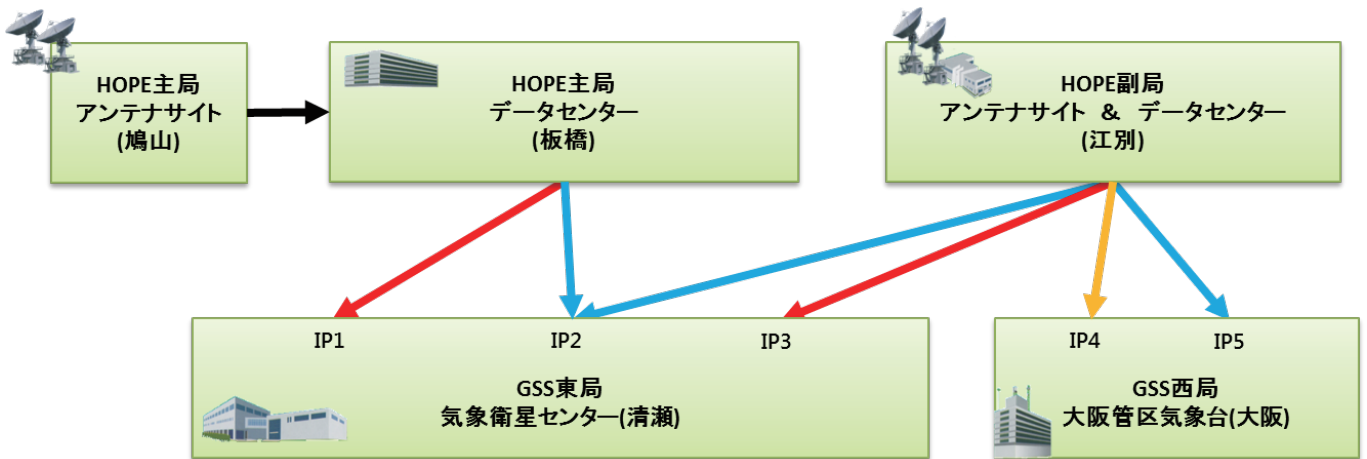


図 1 GSS~HOPE 間の接続概要

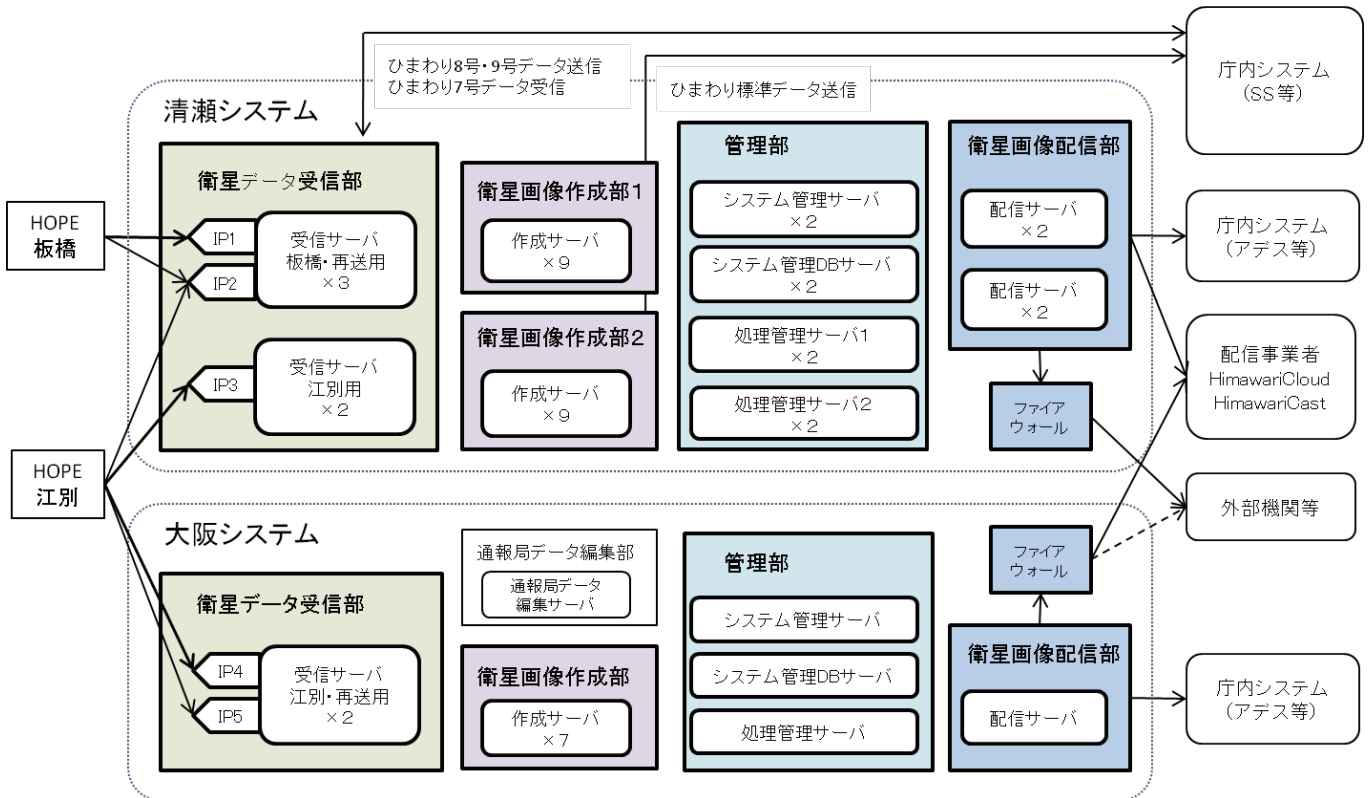


図 2 GSS の全体構成

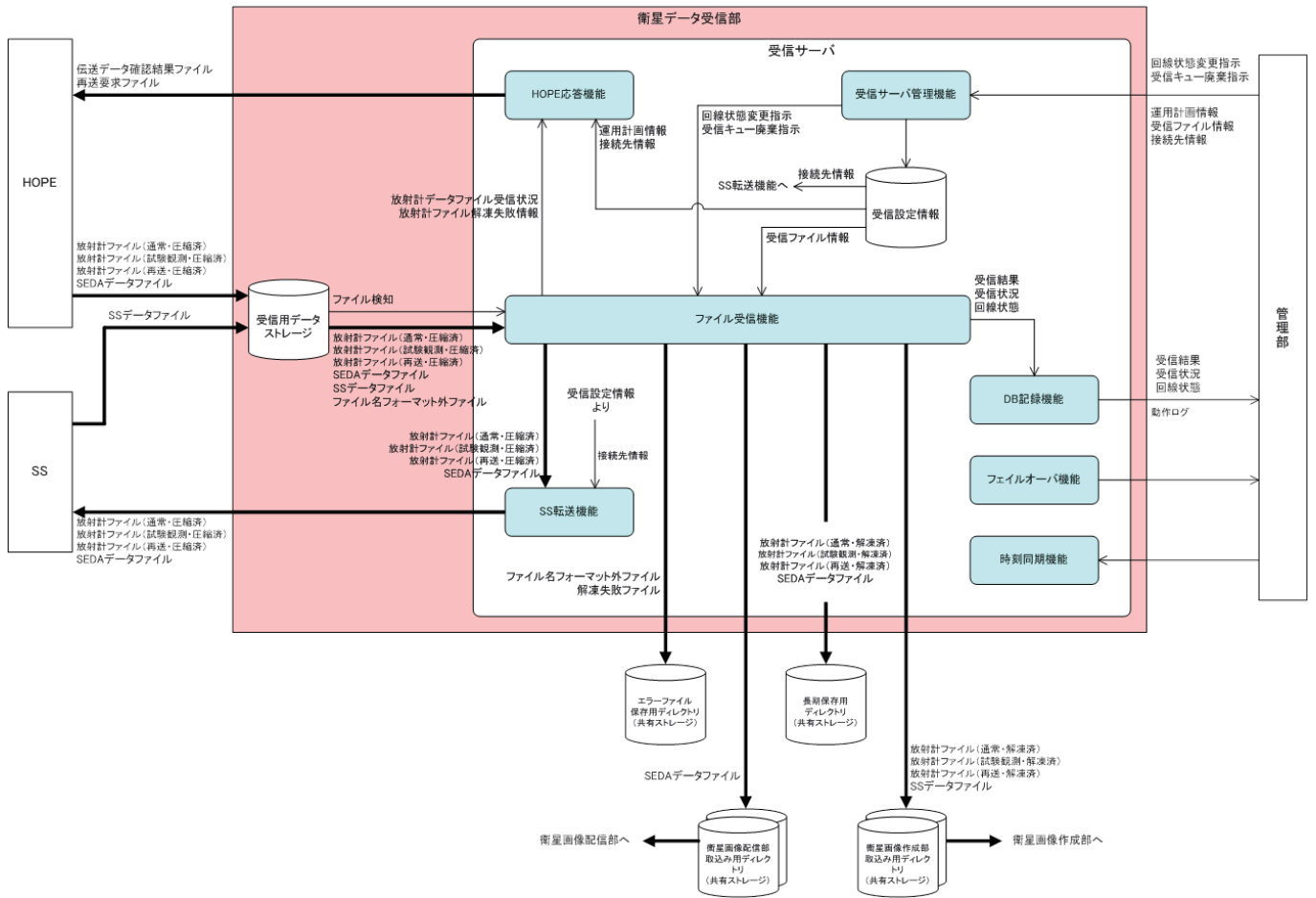


図3 衛星データ受信部の機能構成

能、フェイルオーバ（自動切り替え）機能を有している。受信部の機能を図3に示す。

(1) ファイル受信機能

HOPE や SS から FTP 転送されるファイルを受信する。HOPE から受信した圧縮済の放射計ファイルを解凍する。

解凍した放射計ファイル及び SS から受信した SS データファイルは、共有ストレージの「衛星画像作成部取込み用ディレクトリ」を介して、衛星画像作成部へ出力する。HOPE から受信した SEDA データファイルは、共有ストレージの「衛星画像配信部取込み用ディレクトリ」を介して、衛星画像配信部へ出力する。

また、解凍した放射計ファイル、SS から受信した SS データファイル、HOPE から受信した SEDA データファイルを共有ストレージの「長期保存用ディレクトリ」へ格納する。

受信部で取り扱うファイルを以下に示す。

a. 放射計ファイル（通常）

b. 放射計ファイル（再送）

c. 放射計ファイル（試験観測）

放射計ファイルの種別は以下の2種類である。

- ・放射計データファイル
- ・放射計データ付属ファイル

これらのファイルのファイル名フォーマット及びデータ形式は、放射計ファイル（通常）、放射計ファイル（再送）、放射計ファイル（試験観測）の間で共通とする。

放射計データファイルは、HOPE から気象衛星センター及び大阪管区気象台に伝送されるデータファイルで、パラレル bzip2 圧縮されて伝送される。

放射計データ付属ファイルは、HOPE から気象衛星センター及び大阪管区気象台に伝送される放射計データファイル補正用データで、パラレル bzip2 圧縮されて伝送される。

d. SEDA データファイル

宇宙環境に関する観測データが入ったファイ

ルで、数キロバイト程度の csv 形式ファイル。

e. SS データファイル

SS から送られてくる各種プロダクトファイル（ひまわり 7 号画像データファイルなど）。

f. 伝送データ確認結果ファイル

受信部が HOPE から放射計ファイルを受信しなかった場合、あるいは bzip2 解凍に失敗した場合に、その旨を HOPE に通知するファイル。

g. 再送要求ファイル

画像作成システムから HOPE に対し、放射計ファイルの再送を要求するファイル。

(2) HOPE 応答機能

HOPE からの放射計ファイルの受信状況を 1 タイムラインごとに監視し、未受信の放射計ファイルの情報を格納する伝送データ確認結果ファイルを作成し、HOPE へ FTP 転送する。

また、解凍に失敗した放射計ファイルの情報も同様に伝送データ確認結果ファイルを作成し、HOPE へ FTP 転送する。さらに、未受信及び解凍失敗の放射計ファイルの情報を格納する再送要求ファイルを作成し電子メールの添付ファイルとして、HOPE へ送信する。

(3) SS 転送機能

HOPE より受信した SEDA データファイル及び解凍前の放射計ファイルを SS へ FTP 転送する。

(4) フェイルオーバー機能

受信サーバ障害時に系の自動切替を行う。

GSS 東局の受信サーバは 5 台のサーバで構成されており、3 台は HOPE 板橋からのデータ受信用として、2 台は HOPE 江別からのデータ受信用として動作する。それぞれのサーバはクラスタ構成となっており、運用状態により受信する際の仮想 IP アドレスが異なる。サーバダウン時は別サーバに仮想 IP アドレスは自動的に振り替わり運用を継続できる設計となっている。

5 台ある受信サーバは、3 台によるクラスタ（クラスタ 1）と 2 台によるクラスタ（クラスタ 2）に分けられる。クラスタ 1 では運用系 2 台、待機系 1 台、クラスタ 2 では運用系、待機系各 1 台で構成されている。

受信サーバ 1 に障害が発生した場合は、仮想 IP アドレスを同一クラスタ内の待機系の受信サーバに引き継いで運用を継続する。受信サーバ 1 の障害時を図 4 に示す。受信サーバ 1 及び 3 の障害時を図 5 に示す。

受信サーバ 4 に障害が発生した場合は、仮想 IP アドレスを同一クラスタ内の待機系の受信サーバに引き継いで運用を継続する。

また、クラスタ 1 において、2 台の受信サーバに障害が発生した場合、1 台の運用系サーバが仮想 IP1

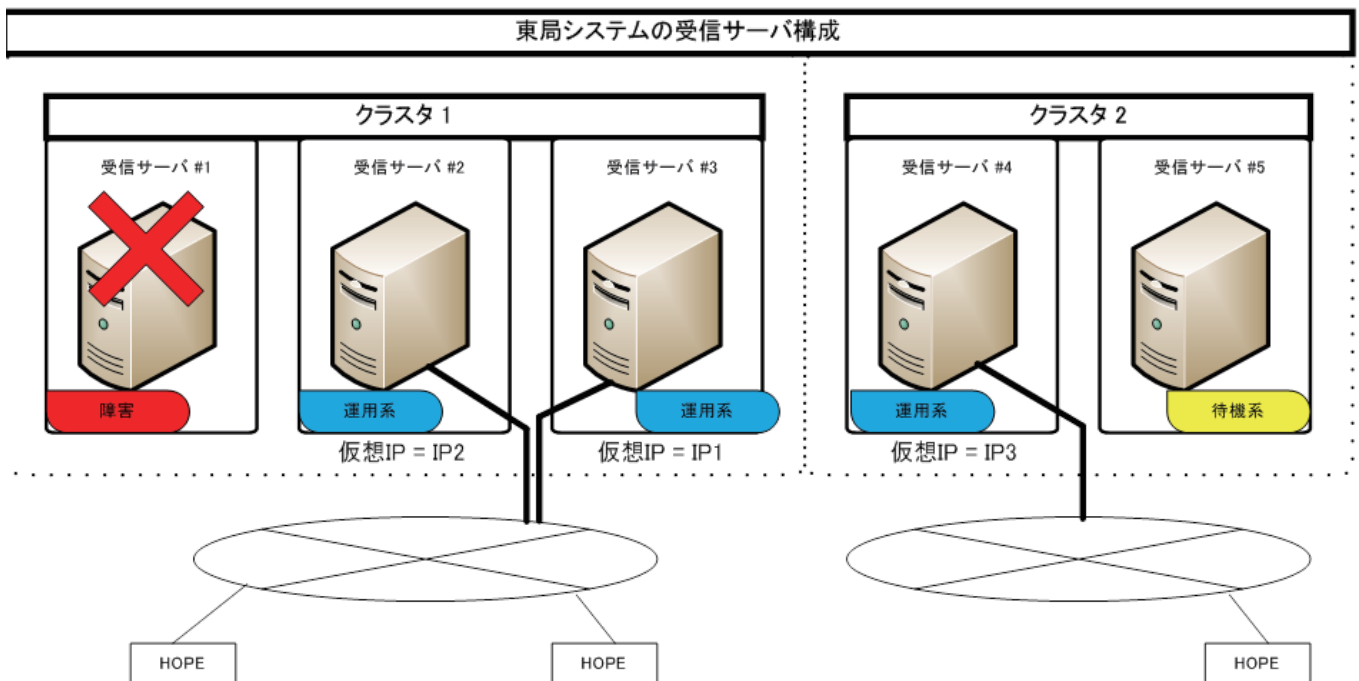


図 4 受信サーバの構成（東局システム受信サーバ 1 障害時）

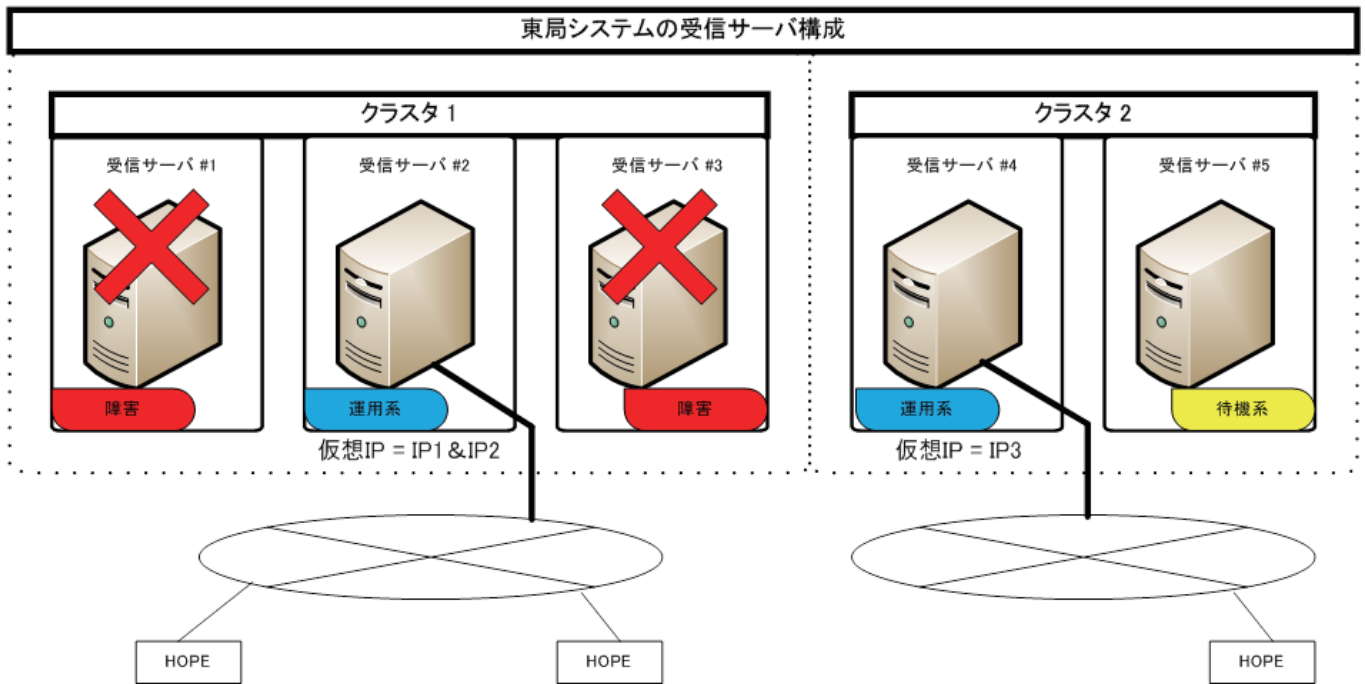


図5 受信サーバの構成（東局システム受信サーバ1及び3障害時）

及び仮想 IP2 の両方を引き継いで運用を継続する。

障害により仮想 IP1 または仮想 IP3 を使用しての放射計ファイル（通常観測）の受信が不可となる場合、仮想 IP2 を使用して放射計ファイル（通常観測）を受信する。

その際は、HOPE 側及び GSS 側の両方に設定変更が必要となり、GSS 側の設定変更は業務ソフトウェアの再起動を伴う。

GSS 西局の受信サーバは、2 台によるクラスタでいずれも運用系である。運用系受信サーバに障害が発生した場合、IP アドレスを同一クラスタ内の他方の運用系受信サーバに引き継いで運用を継続する。

障害により仮想 IP4 を使用しての放射計ファイル（通常観測）の受信が不可となる場合、仮想 IP5 を使用して放射計ファイル（通常観測）を受信する。

その際は、HOPE 側及び GSS 側の両方に設定変更が必要となり、GSS 側の設定変更は業務ソフトウェアの再起動を伴う。

### 3.2 管理部

管理部はシステム管理サーバ、システム管理 DB サーバ、処理管理サーバ等により構成される。管理部の機能を図 6 に示す。

管理部は衛星データ受信部、衛星画像作成部及び

衛星画像配信部のデータ受信及び配信状況等を収集蓄積し、動作状況を一元的に監視する。また、装置の異常または異常予兆が検出されたときには運用者へ通知する機能を有する。

管理部は、主に管理機能、制御機能、システム監視・管理機能、フェイルオーバー機能を有している。

#### (1) 管理機能

システムの運用データ（運用計画等）を格納する運用 DB、システムの状況データ（プロダクト配信結果等）を格納する管理 DB、システムの動作ログを格納する動作ログ DB の 3 つの DB を構成する。DB に格納されたデータの表示、編集及び帳票出力を行う。また、保存期間が経過した DB のデータや各種データファイルを自動的に削除する。

#### (2) 制御機能

気象庁作成ジョブの起動及び終了制御を行う。

また、ファイルの再送制御や回線のオープン/クローズ制御及びキュー廃棄制御を行う。

#### (3) システム監視・管理機能

GSS の監視制御するユーザの認証を行い、認証後、各サーバの稼働状況、気象庁作成ジョブの実行状況、HOPE 等からのファイルの受信状況、配信先へのファイルの送信状況等の監視を行う。また、観測休止等の運用計画の作成や確認を行う。



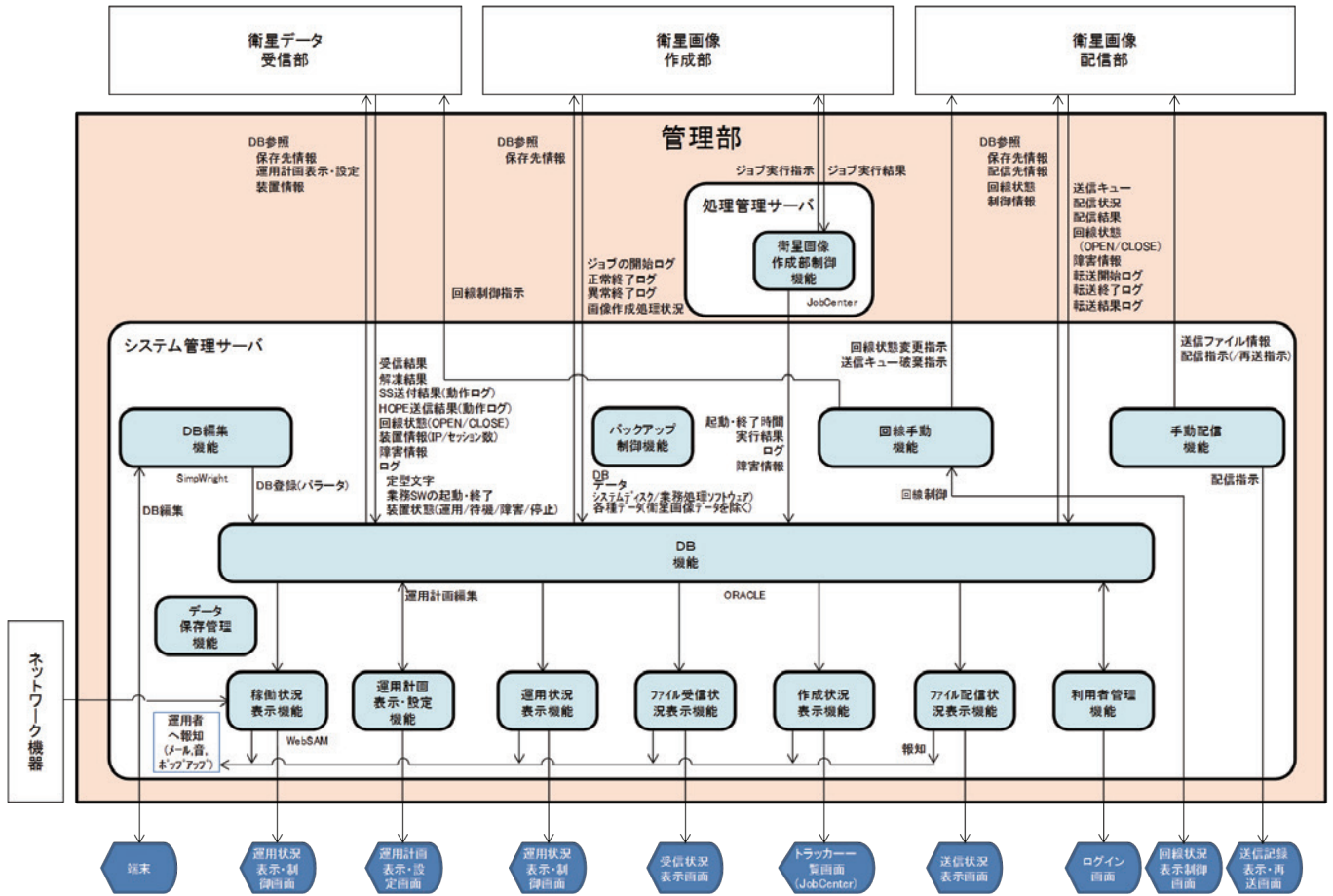


図6 管理部の機能構成

(4) フェイルオーバー機能

クラスタ構成を採用している東局システムの次の各サーバ障害時の運用/待機を切り替える。

- ・システム管理サーバ
- ・システム管理 DB サーバ
- ・処理管理サーバ

3.3 衛星画像作成部

衛星画像作成部（以下、「作成部」という。）は、主にマージ処理機能、ひまわり標準データ作成機能、プロダクトファイル作成機能、ひまわり標準データSS転送機能、圧縮機能、試験評価用ひまわり標準データ作成機能、試験評価用プロダクトファイル作成機能を有している。作成部の機能を図7に示す。

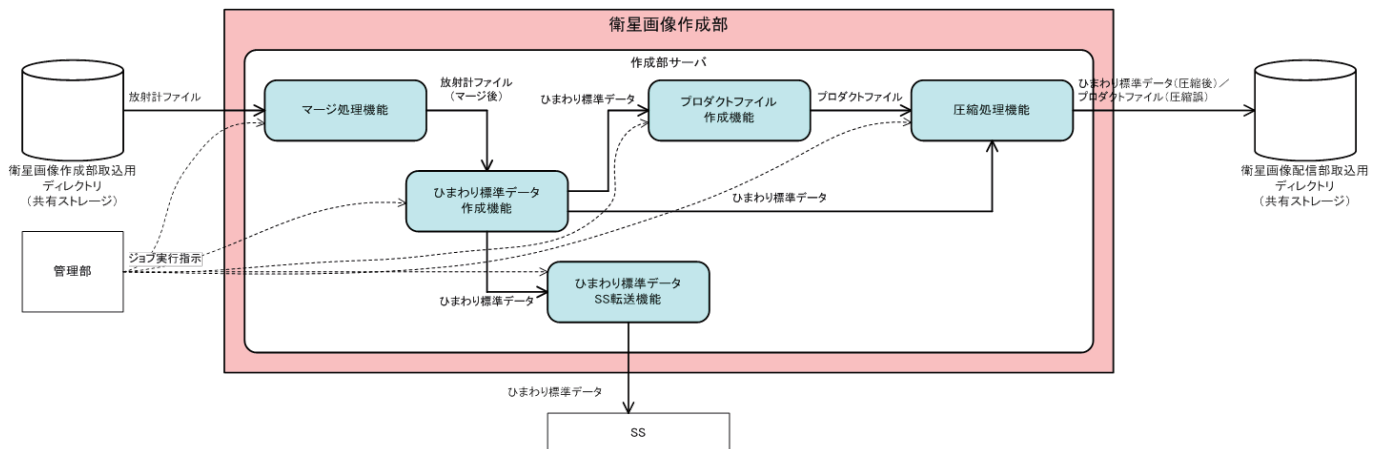


図7 衛星画像作成部の機能構成

また、作成部のデータフローの流れを図8に示す。

なお、GSS 東局は作成部を2式持ち、それぞれが独立して動作する。これは連続運用においても柔軟に気象庁作成ジョブの変更が行えるようにするためである。

(1) マージ処理機能

マージ処理機能は、気象庁作成ジョブの実行により、HOPE の2局から衛星データ受信部が受信し、共有ストレージの衛星画像作成部取り込み用ディレクトリに保存した同観測の放射計データファイルをマージする。マージ処理は HOPE の2局から放射計データファイルを受信する GSS 東局のみ実行する。なお、気象庁作成ジョブの実行制御は管理部の WebSAM JobCenter で実現する。

(2) ひまわり標準データ作成機能

ひまわり標準データ作成機能もマージ処理機能と同様に WebSAM JobCenter で気象庁作成ジョブを実行することにより、共有ストレージの衛星画像作成部取り込み用ディレクトリに保存される放射計データファイルに対し、階調較正や位置合わせ、格子変換等の各処理を実施し、ひまわり標準データを作成する。

(3) プロダクトファイル作成機能

プロダクトファイル作成機能も同様に WebSAM JobCenter で気象庁作成ジョブを実行することにより、ひまわり標準データから各種プロダクトファイルを作成する。

(4) ひまわり標準データ SS 転送機能

ひまわり標準データ SS 転送機能も同様に WebSAM JobCenter で気象庁作成ジョブを実行することにより、圧縮前のひまわり標準データを SS へ転送する。

(5) 圧縮機能

圧縮機能も同様に WebSAM JobCenter で気象庁作成ジョブを実行することにより、ひまわり標準データ及びプロダクトファイルを bzip2 圧縮する。圧縮後のファイルは共有ストレージの衛星画像配信部取り込み用ディレクトリに保存する。

(6) 試験評価用ひまわり標準データ作成機能

試験評価用ひまわり標準データ作成機能は、気象庁作成ジョブにより、SS に保存されるひまわり9号試験観測の放射計データファイルに対して階調較正や位置合わせ、格子変換等の各処理を実施し、ひまわり標準データ(試験評価用)を作成し、共有ストレージのひまわり9号試験評価用ディレクトリへ保存する。

(7) 試験評価用プロダクトファイル作成機能

試験評価用プロダクトファイル作成機能は、気象庁作成ジョブにより、ひまわり標準データ(試験評価用)作成後、各種プロダクトファイル(試験評価用)を作成し、共有ストレージのひまわり9号試験評価用ディレクトリへ保存する。

3.4 衛星画像配信部

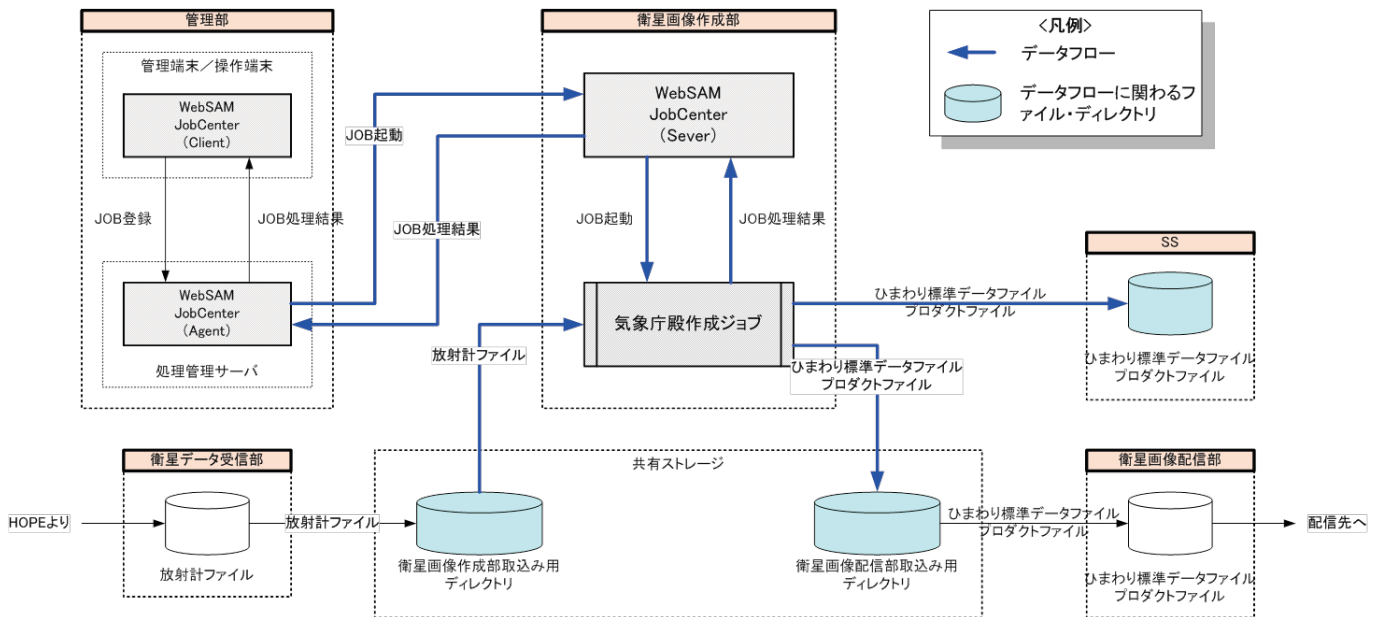


図8 衛星画像作成部のデータフロー

衛星画像配信部（以下、「配信部」という。）は、主に配信サーバ管理機能、ファイル監視機能、送信キュー管理機能、ファイル転送機能、DB 記録機能、フェイルオーバー機能を有している。

**(1) 配信サーバ管理機能**

管理部から配信先情報を取り込み、配信サーバ内に配信先情報を格納するファイルを作成する。なお、配信サーバ内に作成する配信先情報を格納するファイルは、送信キューの登録やファイル転送時に使用する。

**(2) ファイル監視機能**

衛星画像作成部が作成するひまわり標準データ及びプロダクトファイル、SS から受信するひまわり7号画像データ及び、HOPE から受信する SEDA データファイルが共有ストレージに保存されることを監視し、検出後、各ファイルを配信サーバに取り込む。

**(3) 送信キュー管理機能**

配信サーバに取り込まれるひまわり標準データやプロダクトファイルの配信優先度により論理回線ごとの送信キューを作成する。

**(4) ファイル転送機能**

あらかじめ指定されている配信先へ接続し、送信キューによりひまわり標準データやプロダクトファイル等を転送する。

**(5) DB 記録機能**

送信キューの情報、ファイル転送の開始及び終了、ファイル転送失敗、回線接続及び切断、回線接続失敗を DB に記録する。

**(6) フェイルオーバー機能**

配信サーバ障害時に系の自動切り替えを行う。

GSS 東局の配信サーバは、2 台によるクラスタを 2 式持つ構成とし、配信サーバ 1 及び 2 のクラスタグループを「配信グループ A」、配信サーバ 3 及び 4 のクラスタグループを「配信グループ B」とする（各クラスタで配信先は異なる）。

運用系の配信サーバに障害が発生した場合、同一クラスタ内の待機系の配信サーバに引き継ぎ運用を継続する。GSS 東局配信グループ A の配信サーバ 1 障害時を図 9 に示す。

GSS 西局の配信サーバは、1 台の構成とする。

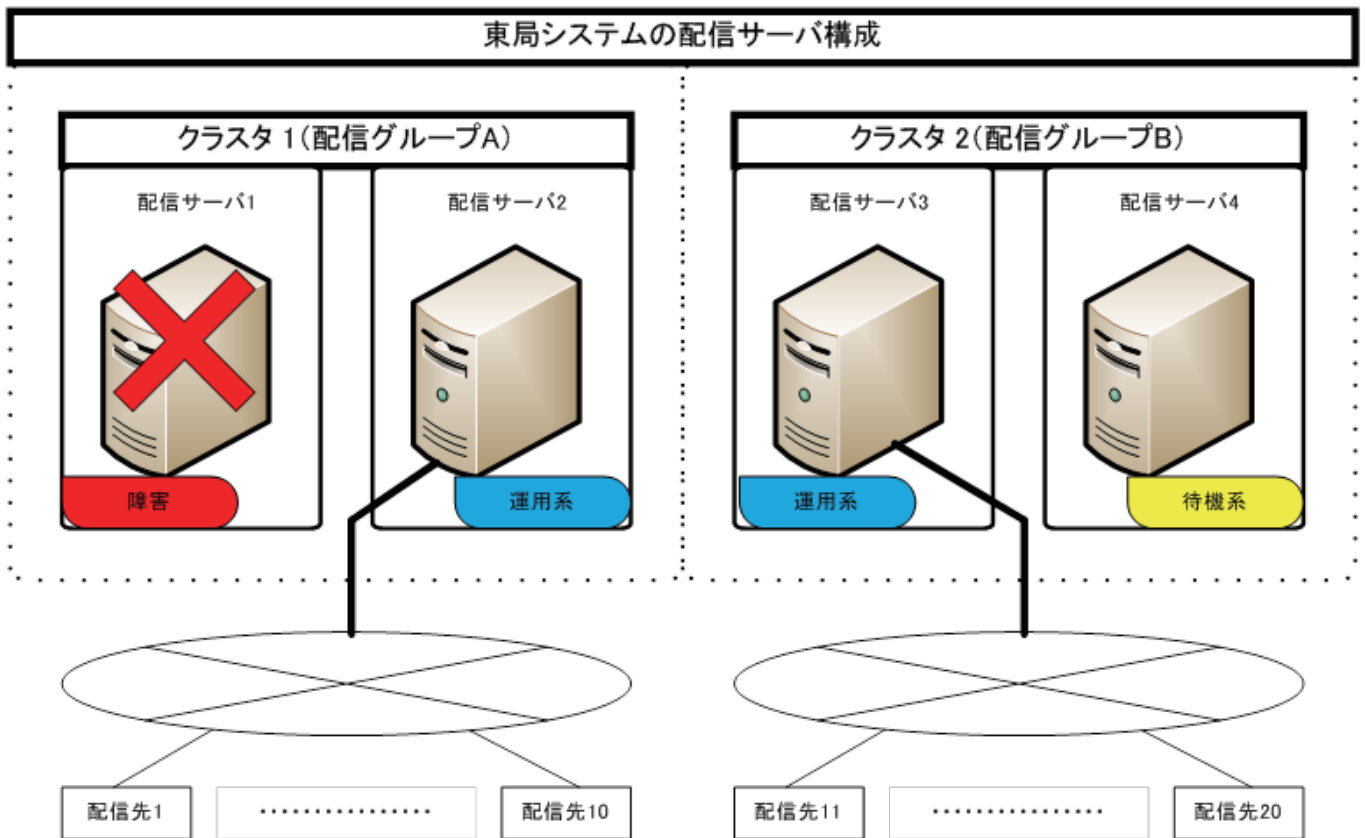


図 9 配信サーバの構成（東局システム配信サーバ 1 障害時）

#### 4. 装置の運用監視について

GSS の運用監視は、管理部のシステム管理サーバや処理管理サーバ等にて提供される GSS の業務処理ソフトウェアのプロセス及び COTS の処理によって実現される。

監視画面はこれらのアプリケーションで生成される画面と、GSS 西局の通報局データ編集部の運用監視画面とを併せて、管理端末画面上で表示される。

なお通報局データ編集部の運用監視画面については省略する。

##### 4.1 業務処理ソフトウェアによる運用監視画面

本画面は、タイトル部と機能部から構成され、タイトル部は、画面名称、局名称、時刻等が表示される。また、機能部は GSS の受信部サーバ及び配信部サーバの受信状況、送信状況及び回線状況の各種結

果といった監視画面が表示され、各画面により表示内容が異なる。

業務処理ソフトウェアを起動すると最初に現れるのがログイン画面である。ユーザ認証の後、メニュー画面へと遷移する。メニュー画面はさらに各監視画面や運用計画表示画面へ遷移するためのリンク集となっている。なおメニュー画面の項目のうち運用計画画面の内容については省略する。

以下に各監視画面の概要を紹介する。

##### (1) 回線状況表示・制御画面

受信及び送信の各回線のオープン/クローズ状況や障害状況を表示する画面である。回線状態がオープンである回線については、最新の取り扱いファイル名が定期的に自動更新される。送信回線のキュー数が一定の値の範囲で増減している場合、ファイル送信処理が正常に行われていることを表す。

また、各回線のオープン/クローズ及びキュー廃



図 10 業務処理ソフトウェアによる運用監視画面例

棄／廃棄解除といった制御操作を本画面で行う。

## (2) 受信状況表示画面

HOPE 板橋及び HOPE 江別からの放射計ファイルの受信状況を表示する画面である。通常運用時は、「自動更新状態」を ON の状態で表示した際に、受信状況（画面のタイル部分）が定期的に受信待ち（白色表示）から受信完了状態（青色表示）に変化する。運用計画により運用休止の場合は黒色表示となる。GSS 東局では HOPE 板橋、HOPE 江別が 1 タイムラインごとに受信完了状態（青色表示）となる。GSS 西局では HOPE 江別のみ定期的に受信完了状態となり、HOPE 板橋は運用休止と同じく黒色表示となる。

## (3) 受信記録表示画面

HOPE 板橋及び HOPE 江別からの放射計ファイルの履歴を検索条件により一覧表示する画面である。受信元の回線名称、受信したファイル名、処理結果が表示され、HOPE や SS から正常にファイルを受信しているかを確認する。処理結果が受信完了と表示されている場合、正常にファイルを受信していることを表す。異常の場合は処理結果が赤字となり、展開失敗や受信タイムアウト等と表示される。

## (4) 送信状況表示画面

送信先へ送信するプロダクトファイルの送信状況や配信サーバ内に滞っている送信キュー状況をタブ切替により表示する画面である。送信キューや送信済み、送信失敗の対象となっているファイル名、ファイルサイズ、ファイル種別、送信先等を表示する。

送信状況については回線状況表示・制御画面でも確認できる。

## (5) 送信記録表示・再送画面

送信先へ送信したプロダクトファイルの履歴を検索条件により一覧表示する画面である。配信先の回線名称、送信したファイル名、処理結果を表示し、配信先へ正常にファイルが送信されているかを確認する。処理結果が送信完了と表示されている場合、正常にファイルが送信されていることを表す。異常の場合、処理結果が赤字で表示され、送信失敗や接続失敗等と表示される。

図 10 に、業務処理ソフトウェアによる運用監視画面の例を示す。

## 4.2 COTS による運用監視画面

COTS による運用監視については、主に以下のものがある。

### (1) 運用状況の監視

WebSAM MCOperations により、以下の監視を行う。

- a. 受信部、作成部、配信部サーバやストレージ等、GSS 各装置の稼働状況（リソースの利用状況、サービスやプロセスの稼働状況等）の監視
- b. 各装置がログファイルへ出力するメッセージ内容等の監視
- c. 受信部で取得する各種情報（HOPE とのコネクション情報、SS への FTP 転送状況、受信データの滞留状況等）の監視
- d. 配信部で取得する配信先との接続情報の監視

### (2) ジョブネットワークの監視・制御

WebSAM JobCenter により、作成部サーバで実行されている一連のジョブのグループ（ジョブネットワークという）の実行状況の監視及び制御を行う。

### (3) ネットワークの監視

WebSAM Netvisor Pro V にて、本装置の全てのネットワーク及びネットワークノードについて、機器やポートのアップ・ダウン及びトラフィックや Web 接続時のエラーコード検出等の監視を行う。

これらの COTS にて装置の異常が検知された場合には、WebSAM MCOperations の画面上にメッセージが表示され、警告灯点灯とブザー音で報知される。警告の重要度によっては電子メール報知を行うこともできる。警告の重要度は設定が可能であり、重要度に合わせてメッセージ表示の配色や音声の有無等が設定できるようになっている。

図 11 に、COTS による運用監視画面の例を示す。

## 略語表

COTS: Commercial Off-The-Shelf（市販製品）

DB: DataBase（データベース）

GSS: Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System（静止気象衛星画像作成システム）

HOPE: Himawari OPeration Enterprise corporation（気象衛星ひまわり運用事業株式会社）

HSD: Himawari Standard Data（ひまわり標準データ）

JMA: Japan Meteorological Agency（気象庁）

MSC: Meteorological Satellite Center（気象衛星センタ

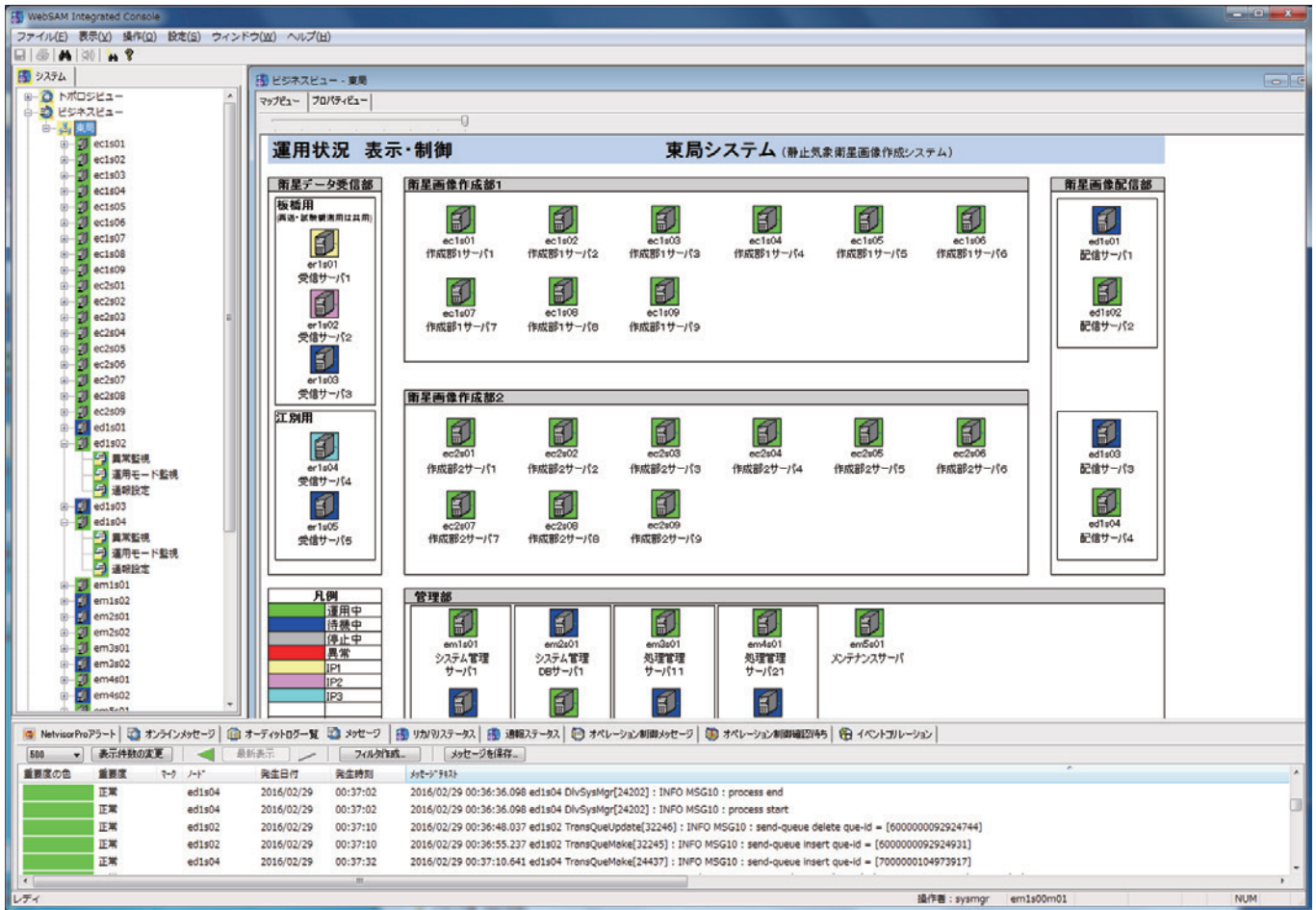


図 11 COTS による運用監視画面例 (運用状況表示・制御)

一)

PFI: Private Finance Initiative (民間資金を活用した社会資本整備)

RDACS: Radiometer Data Acquisition and Control Software (放射計データ処理ソフトウェア)

SEDA: Space Environment Data Acquisition equipment (宇宙環境データ取得装置)

SS: Supercomputer System (スーパーコンピュータシステム)

## 5. 領域観測予約システム Regional Observation Schedule Coordinate System

濱田 浩\*<sup>1</sup>                      田端 将\*<sup>2</sup>                      守 伸隆\*<sup>2</sup>                      佐々木 政幸\*<sup>3</sup>  
HAMADA Hiroshi              TABATA Tasuku              MORI Nobutaka              SASAKI Masayuki

### Abstract

A feature of Himawari-8/9 is that they observe one indicated “Target Area” every 2.5 minutes and two “Landmark Areas” every 30 seconds, in addition to fixed observations such as “Full Disc” and “Japan Area.” This feature can observe arbitrary specified areas such as typhoons, volcanos, deep space or the Moon. With the Regional Observation Schedule Coordinate System, it is possible with a simple interface to specify the observation coordinates and duration of the Target Area and Landmark Areas. In this system, multiple users can independently schedule observations. Moreover, in case of a scheduling conflict, the system decides which region to observe based on operational priority, and transmits this decision to RDACS as the regional observation schedule data. The system came into operation in July 2015. This report gives an outline of the system and introduces its features.

### 要旨

ひまわり 8 号及び 9 号ではフルディスク観測や日本域観測といった固定観測に加え、2.5 分間隔（機動観測域）と 30 秒間隔（ランドマーク域）で観測を行う機能を有している。この機能は任意の領域や期間を指定して観測することができ、台風や火山、深宇宙、月などを観測対象とする。領域観測予約システムは、簡便なインターフェースによりこれら機動観測域とランドマーク域の座標や期間の指定を可能とするものである。このシステムでは、複数のユーザが予約を独立して入れることができる。また、予約が競合した場合は業務の優先度に基づき観測する領域を確定させたうえで、領域観測予約データとして RDACS へ送信する。2015 年 7 月に運用を開始した本システムについて、本稿ではその概要及び機能を紹介する。

### 1. はじめに

ひまわり 8 号及び 9 号では、見える範囲の地球表面を観測する従来と同様のフルディスク観測に加え、特定の狭い領域を短い間隔で観測する領域観測の機能を有する。フルディスク観測は 10 分に 1 回行われるが、領域観測はこれと並行して、領域観測 1 から 3 は 10 分に 4 回観測することができ、領域観測 4 と 5 は 10 分に 20 回の観測を行うことができる。これらの領域観測のうち領域観測 1 と 2 は日本域に固定されているが、領域観測 3 から 5 は任意の観測位置

を指示することが可能である<sup>1)2)</sup>。

領域観測予約システムでは、ひまわり 8 号の領域観測運用に必要な観測対象領域の座標と観測の開始・終了時刻について入力された情報（以下、「観測指示」という。）をまとめて整理し、一定のフォーマットのファイル（以下、「気象庁入力ファイル」という。）として作成する。作成したファイルはひまわり 8 号の運用を行っている気象衛星ひまわり運用事業株式会社（以下、「HOPE」という。）が管理するシステムに送信を行う。このファイルは HOPE のシ

\*1 気象衛星センターデータ処理部管制課

\*2 気象衛星センターデータ処理部システム管理課

\*3 気象庁観測部気象衛星課

(2015 年 8 月 31 日受領、2015 年 11 月 5 日受理)

システムにより衛星コマンドに変換された後、衛星にアップロードされ、観測が実施される。

観測指示は特定領域の観測を希望する複数のユーザ（気象衛星センターが認めたものに限る）により独立して入力が行われる事となるが、それぞれの入力された内容が競合する場合がある。観測指示には内容による優先度が定義されており、優先度の高い指示が実際の運用に反映されるようにする必要がある。この調整を、領域観測予約システム上で自動的に行う。観測指示の入力が行われる毎にこの自動調整を実施し、気象庁入力ファイルを作成し、HOPEのシステムへ送信する。

本システムは、ひまわり8号の運用開始と同時に運用が開始され、台風観測や火山観測、月観測や深宇宙観測など、ひまわり8号の領域観測の指示の簡略化や、領域観測スケジュールの監視の効率化などに有用である。

## 2. 全体概要及びシステム構成について

本システムの全体概要を図1に示す。

基本的な流れとしては、庁内のユーザが観測指示を入力し、それを元に本システムが気象庁入力ファイルを作成し、TCT 端末へ送信する。そこから更にHOPEのシステムにインストールされた放射計データ処理ソフトウェア（以下、RDACS という。）に入力され、ひまわりが領域観測を行うためのコマンドパラメータが作成される。

周辺環境を含めた本システムの構成を図2に示す。

本システムの処理は基本的にすべてシステム内のサーバ#1が行う。サーバ#1が障害となった場合は、速やかにサーバ#2が代表IPアドレスを引き継ぎ、予約受付及び気象庁入力ファイルの作成業務を継続する。

なお、セキュリティを確保するためネットワークはHOPE系、気象庁業務系、気象庁行政系、の3つに分けている。

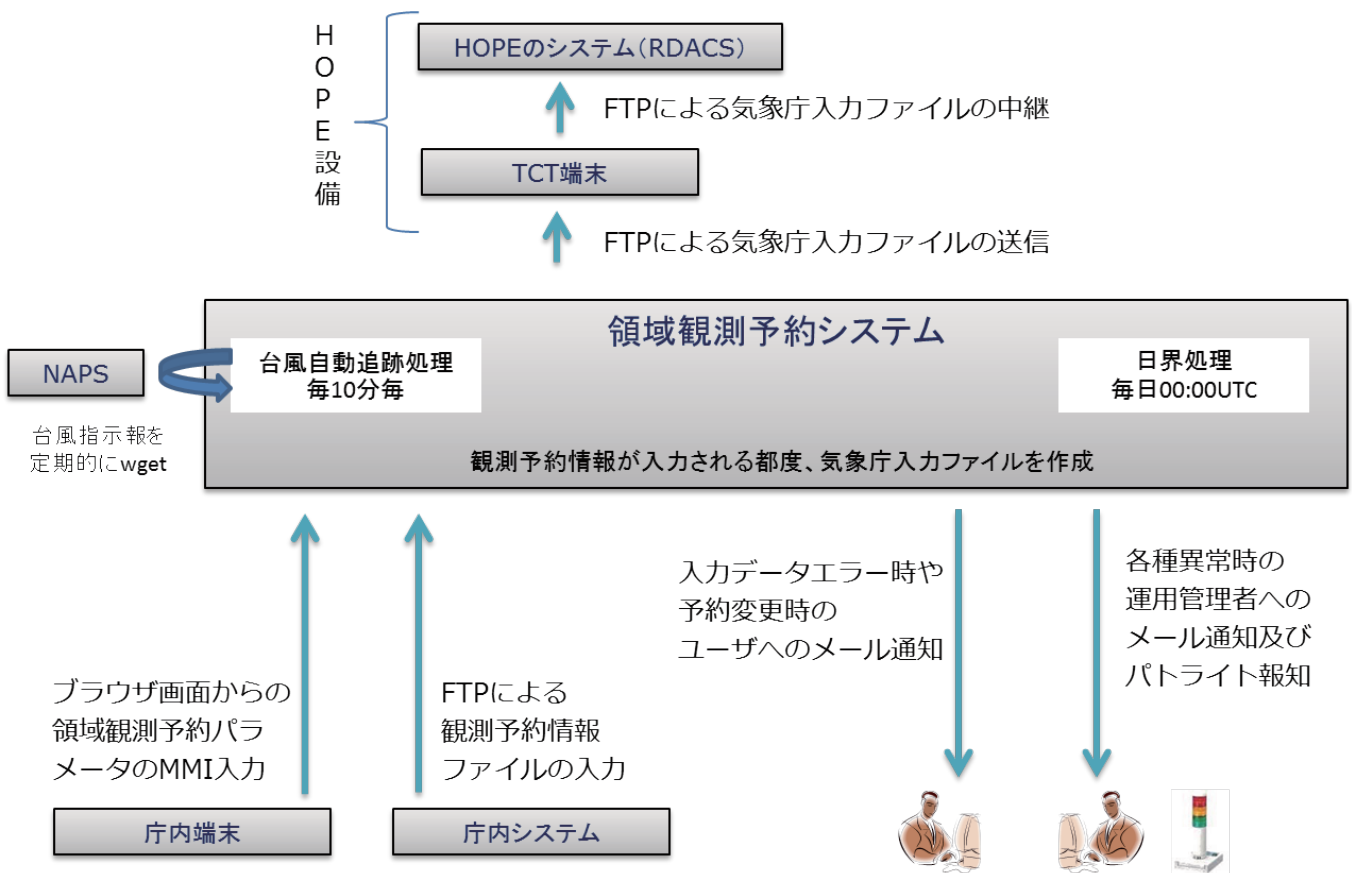


図1 全体概要



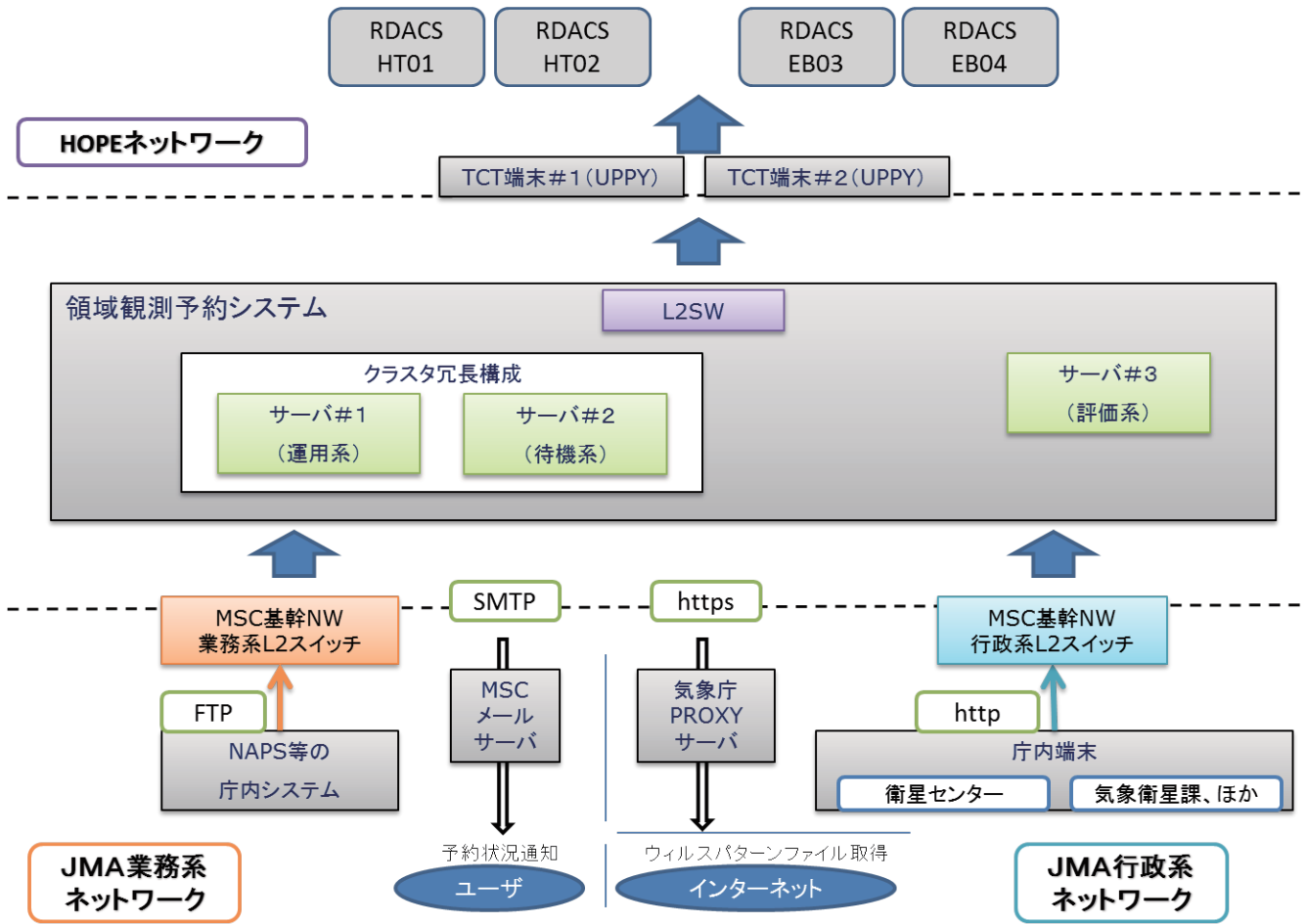


図 2 システム構成

### 3. 領域観測予約システムの入力と出力について

領域観測予約システムへの観測指示の入力と、出力される気象庁入力ファイルについて紹介する。

#### 3.1 入出力の概要

観測指示の流れの概略図を図 3 に示す。

各ユーザは観測対象領域の座標と観測の開始・終了時刻について入力された観測指示を領域観測予約システムにアップロードする。それぞれに入力された観測指示の内容は、同じ時間に別の領域を指定しているなど、競合する場合がある。これらを同システムで優先度に応じて集約し、実際に衛星が観測する場所を指定する気象庁入力ファイルを出力し、HOPE のシステムへ送り、最終的に衛星で観測が行われる。集約の具体的なロジックについては後述する。

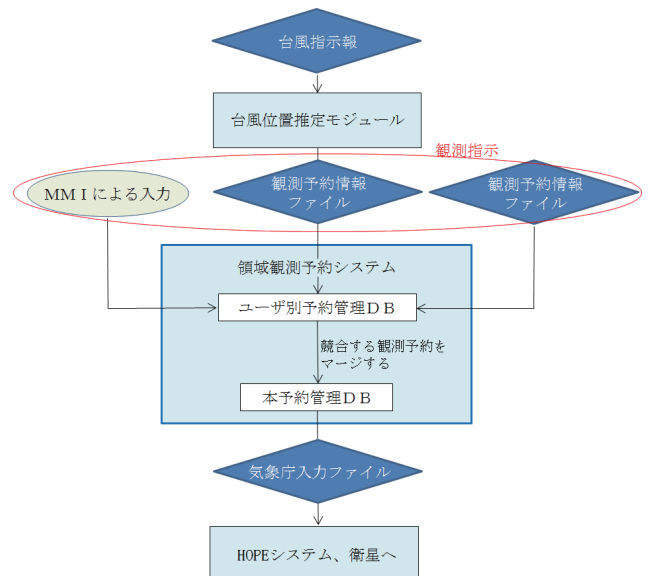


図 3 観測指示の流れの概略図

### 3.2 領域観測予約システムへの入力方法

各ユーザから観測指示を領域観測予約システムに入力するには、以下の2種類の方法がある。

一つ目はMMIによる入力である。各ユーザは与えられたユーザIDを用い、領域観測予約システムの領域指定入力用ウェブページ画面から観測対象領域の座標と観測の開始・終了時刻について指定する。

二つ目は観測予約情報ファイルによる入力である。これは主に領域観測3における台風観測や領域観測5における月・深宇宙観測を想定しており、観測対象領域の座標と観測の開始・終了時刻を所定のフォーマットで記載した観測予約情報ファイルをFTPにより領域観測予約システムにアップロードする。

いずれの場合にも、観測指示には観測対象領域の座標と観測の開始・終了時刻に加えて観測モードを付加する。観測モードは後述する集約のプロセスで使用される。

各ユーザによりアップロードされた観測指示は、領域観測予約システム内でユーザ別予約管理データベースに保存される。

### 3.3 領域観測予約システムの出力

ユーザ別予約管理データベースに新たな観測予約が入力されると、他のユーザの予約と集約し本予約管理データベースが更新される。この本予約管理データベースに基づき、実際に衛星が観測する場所を指定する気象庁入力ファイルが作成、出力される。

なお、ユーザ別予約管理データベース上の観測指示は削除することが可能である。この場合にも、本予約管理データベースが更新され、新たに気象庁入力ファイルが出力される。

### 3.4 日界処理

領域観測予約システムは、気象庁入力ファイル作成の際、現在時刻から一定の集約期間（運用開始時は4週間に設定されている）の観測指示を集約する。長期間の集約はCPUやメモリへの負荷の観点から避けられている。

しかし、この一定の集約期間の間に新たな領域や予約がどのユーザからもない場合には、気象庁入力ファイルが更新されず、集約期間以降のデータベース内にある観測指示が観測に全く反映されない。こ

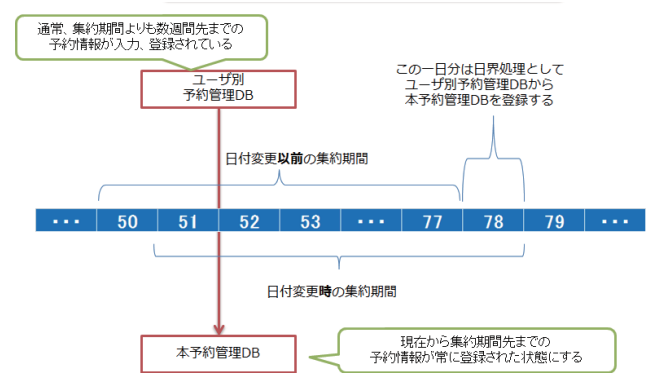


図4 日界処理の概略図

れを防ぐのが日界処理である。

日界処理は日付変更時（UTC）において毎日行われ、集約期間の観測指示を基に気象庁入力ファイルを再作成する（図4参照）。これにより、上記問題を防ぐ。

### 3.5 メール通知

また、本予約管理データベースを更新するにあたって、既存の予約が更新または取り消される場合は、その旨を該当ユーザへメール通知する。

## 4. 領域観測予約システム内の観測指示集約のロジック

複数のユーザからアップロードされる観測指示を集約する際のロジックについて紹介する。

### 4.1 ユーザと観測モードによる優先度の決定

各ユーザはユーザIDが割り当てられており、ユーザ0からユーザ9までの10ユーザの割り当てが可能で、ひまわり8号運用開始時には表1のとおり割り当てている。

ユーザとは別に観測モードがある。観測モードは0から99までの100種類あり、積乱雲や火山などを指定する。観測モードの一覧は表2のとおりである。

それぞれのユーザに対して、各々観測モードに対応した優先度を管理者が割り当てている。複数の観測指示において観測時刻が競合した場合には、この優先度に応じて実際に衛星が観測を行う位置を決定する。

表1 ユーザー一覧

user0	システム運用管理者
user1	気象衛星センター
user2	気象衛星課
user3	予報部
user4	地震火山部
user5	(予備)
user6	(予備)
user7	気象衛星センター管制課
user8	(予備)
user9	台風自動追跡処理

4.2 優先度が同じ場合

同じ時刻に対して複数の観測指示があり、それらの優先度が同じ場合には、“別ユーザの場合には先に行われた予約を優先する”、“同一ユーザの場合には後に行われた予約を優先する”ようにしている。

同一ユーザのケースとしては、主に領域観測3による台風観測を想定している。詳しくは後述するが、

表2 観測モード一覧

番号	2文字	表記事項	番号	2文字	表記事項
0	RT	(ルーチン観測)	50	AX	総務部
1	LM	(ランドマーク観測)	51	A1	企画課
2	TY	「台風」	52	A2	情報利用推進課
3	CL	「積乱雲」	53	A3	航空気象管理官
4	SP	特殊	54	A4	(予備)
5	RT	気象庁指定	55	A5	(予備)
6	RT	新規ルーチン	56	AX	NULL
7	EM	緊急	57	RI	気象研究所
8	TS	試験	58	XX	(予備)
9	XX	(予備)	59	XX	(予備)
10	TY	台風	60	FX	予報部
11	TY	台風追跡	61	F1	業務課
12	TY	熱帯低気圧	62	F2	予報課
13	CL	積乱雲	63	F3	数値予報課
14	CL	大気不安定域	64	F4	(予備)
15	CL	冬型気圧配置	65	F5	(予備)
16	LP	低気圧	66	FX	NULL
17	HP	高気圧	67	TC	アジア太平洋気象防災センター
18	HP	晴天域	68	XX	(予備)
19	XX	(予備)	69	XX	(予備)
20	VL	火山	70	BX	観測部
21	VL	火山活動	71	B1	計画課
22	VA	火山灰	72	B2	観測課
23	AR	航路	73	B3	気象衛星課
24	TP	地表面現象	74	B4	(予備)
25	IN	国際協力	75	B5	(予備)
26	RS	研究	76	BX	NULL
27	OC	海洋域	77	SC	気象衛星センター
28	DS	砂漠域	78	XX	(予備)
29	XX	(予備)	79	XX	(予備)
30	X1	日本周辺域	80	SX	地震火山部
31	X2	シベリア域	81	S1	管理課
32	X3	オホーツク海域	82	S2	地震津波監視課
33	X4	中国大陸域	83	S3	地震予知情報課
34	X5	日本の南海上域	84	S4	火山課
35	X6	東南アジア域	85	S5	(予備)
36	X7	インドネシア諸島域	86	SX	NULL
37	X8	インド洋域	87	VC	火山灰情報センター
38	X9	オーストラリア大陸域	88	XX	(予備)
39	XA	ニュージーランド域	89	XX	(予備)
40	XB	北西太平洋域	90	GX	地球環境海洋部
41	XC	北太平洋域	91	G1	地球環境業務課
42	XD	南太平洋域	92	G2	気候情報課
43	XE	南極海域	93	G3	海洋気象課
44	ND	ナディア	94	G4	環境気象管理官
45	MO	月	95	G5	(予備)
46	ST	星	96	GX	NULL
47	LM	晴天域	97	CC	異常気象情報センター
48	LM	入力ランドマーク	98	XX	(予備)
49	XX	(予備)	99	XX	(予備)

台風指示報が更新されるたびに、観測指示が領域観測予約システムにアップロードされる。この場合、同一ユーザ、同一観測モードのため、以前にアップロードした観測指示と優先度が同じになる。最新の台風指示報を基に観測位置を決定することが望ましいため、このような優先方法を採用している。

4.3 どのユーザからも観測指示がない場合

領域観測3,4,5各々に対して、領域予約システムのデフォルト位置、RDACSのデフォルト位置が定義されている。

領域予約システム管理者は領域予約システムのデフォルト位置を指定できる。どのユーザからも観測指示がない場合には、該当時間にこのデフォルト位置の観測を指示する気象庁入力ファイルが作成される。これに基づき領域観測が行われる。

どのユーザからも観測指示がなく、領域予約システム管理者が領域予約システムのデフォルト位置を指定していない場合には、該当時間の観測位置を指示しない気象庁入力ファイルが作成される。この場合には、該当時間においてRDACSのデフォルト位置が観測される。RDACSのデフォルト位置は領域観測3では衛星直下点、領域観測4・5ではランドマーク観測になる。ランドマーク観測は観測データの位置合わせに用いられる。なお、このランドマーク観測は晴れている領域を

RDACSが自動判別して観測するため、領域予約システムにより位置を指定することができない。このためランドマーク観測を行う場合には、該当時間において、どのユーザからも観測予約が行われていないことが必要となる。通常、領域観測予約システムでのデフォルト観測の優先度はRDACS内で持っているランドマーク観測の優先度よりも低く設定する。このため、誰からも観測予約が入力されていない場合は、領域観測4と5では領域観測予約システムで指定したデフォルト位置を観測

することなく、ランドマーク観測を行う。

## 5. 台風位置推定モジュール

台風指示報が発表されている場合、領域観測 3 により台風あるいは 24 時間以内に台風になると予想される熱帯低気圧（以下、単に「台風」とする。）を観測する。予約情報を作成する際には台風の移動を考慮する必要がある。ここでは、この予約情報の作成について紹介する。

### 5.1 観測予約情報ファイルの作成

領域観測 3 で台風を観測対象とする場合、事前に 10 分毎（タイムライン毎）の台風位置を推定し、これに基づき気象庁入力ファイルを作成することで、移動する台風を滑らかに観測することが可能となる。

台風位置の推定は、予報部予報課が作成する台風指示報に基づく。台風指示報には現在の台風位置及び、予報位置が記述されている。この予報位置は台風臨時編成の対象となる台風において最も細かい時間単位で記述されるが、その場合でも最小 1 時間単位で記述され、10 分毎の台風位置については記述されていない。

台風位置推定モジュールは、台風指示報内に記載されている台風の現在位置及び予報位置を読み取り、

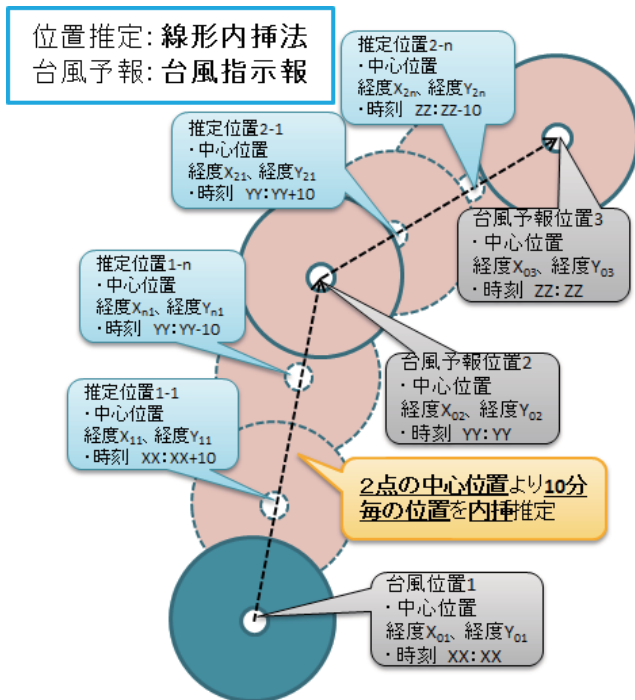


図 5 台風位置推定モジュールの概略図

内挿法により 10 分毎の台風位置を推定し（図 5 参照）、これに応じた観測予約情報ファイルを出力する。

この観測予約情報ファイルを領域予約観測システムにアップロードすることで、気象庁入力ファイルが更新され、領域観測 3 による台風観測が行われる。

台風位置推定モジュールは台風指示報の更新とともに作動するため、常に最新の台風指示報に基づき領域観測 3 による台風観測が行われる。

### 5.2 台風が複数ある場合

台風が複数存在する場合には、台風指示報の優先度に基づき領域観測 3 で観測する 1 つの台風を決定する。

### 5.3 台風推定モジュールの作成及び設置

台風位置推定モジュールは気象衛星センターにおいて作成され、領域観測予約システムのサーバに組み込まれている。

## 6. 運用について

本システムの実際の運用について紹介する。

### 6.1 一般ユーザ

予報部や観測部などの一般ユーザは、与えられたユーザ ID を用いて、MMI を通じて観測予約をパラメータ入力あるいは観測予約情報ファイルをアップロードすることにより領域観測予約システムへ入力することが可能である（図 6 参照）。

なお、管理者と運用調整することにより一般ユーザが管理するシステムから FTP で観測予約情報ファイルを入力することも可能である。

### 6.2 運用管理者用ユーザ

臨時または緊急に観測予約を変更する必要がある場合のため、設定可能な 10 ユーザのうち、ユーザ 0 については一般ユーザの予約を無条件で上書きすることが可能なよう、最も高い優先度を設定している。

### 6.3 台風観測

台風指示報が発表されている場合には、その内容に応じて領域観測 3 により台風の観測を行う。台風観測のための観測予約情報ファイルの作成、及び領



図6 観測指示入力画面



図7 領域観測予約一覧画面

域観測予約システムへのアップロードは台風位置推定モジュールにより自動的に行われる。

#### 6.4 月・深宇宙観測

領域観測5によって、月と深宇宙の観測が定期的に行われている。放射計で観測される放射輝度の値が、深宇宙観測では0、月観測では放射伝達モデル

により計算される値であるの見積もることができるため、放射計のキャリブレーションのために用いられる。通常の領域観測の予約においては対象の場所を緯度経度で与えるのに対し、深宇宙や月観測の場合には衛星直下点を原点とした放射計から見た視線方向の角度により与えられる。なおRDACSにおいては、領域観測予約時に必ず指定される観測モード(表2)がSP「特殊」、MO「月」、ST「星」で与えられた場合に、領域位置指定のパラメータを緯度経度ではなく、放射計からの視線方向の角度だと認識する。観測のタイミングは気象衛星センターとHOPEとの間で事前に調整され、気象衛星センターにより観測予約情報ファイルの作成、及び領域観測予約システムへのファイルアップロード入力が行われる。

#### 6.5 予約一覧画面

領域観測の予約状況は、本システムの予約一覧用ウェブページ画面にて確認することができる(図7参照)。

#### 参考文献

- 1) 尾関一頼, 佐々木幸男, 2016: 静止気象衛星ひまわり8号及び9号の概要, 気象衛星センター技術報告, 特別号(2016), 3-16.
- 2) 横田寛伸, 佐々木政幸, 2013: 静止地球環境観測衛星「ひまわり8号及び9号」の紹介, 気象衛星センター技術報告, 第58号 121-138.

#### 略語表

- HOPE: Himawari OPeration Enterprise corporation (気象衛星ひまわり運用事業株式会社)  
 JMA: Japan Meteorological Agency (気象庁)  
 MMI: Man Machine Interface (マンマシンインタフェース)  
 MSC: Meteorological Satellite Center (気象衛星センター)  
 RDACS: Radiometer Data Acquisition and Control Software (放射計データ処理ソフトウェア)  
 TCT: Total Control Terminal (統合管制端末)

## 6. インターネット等による静止気象衛星画像データ配信サービス (HimawariCloud) の概要 Overview of Geostationary Meteorological Satellite Image Data Delivery Service via the Internet, HimawariCloud

石上 泰行\*<sup>1</sup> 松田 謙\*<sup>1</sup> 安達 英俊\*<sup>1</sup> 横川 友和\*<sup>1</sup>  
ISHIGAMI Hiroyuki MATSUDA Ken ADACHI Hidetoshi YOKOKAWA Tomokazu

### Abstract

For the dissemination of image data from geostationary meteorological satellite of Himawari-8/9, the delivery service via the Internet infrastructure was established. The system is called as HimawariCloud, and delivers the image data processed by Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System to the users. This report is an overview of HimawariCloud.

### 要旨

静止気象衛星ひまわり 8号及び9号で観測された画像データを配信するために、インターネット情報配信基盤等を経由して配信するサービスを構築した。同サービスは HimawariCloud と呼ばれ、静止気象衛星画像作成システムで作成された画像データを、利用者に配信する。本稿では、HimawariCloud の概要を報告する。

#### 1. はじめに

静止気象衛星ひまわり7号の後継機であるひまわり8号は、観測画像が5バンドから16バンドへ増加し、また観測頻度が30分毎から10分毎へとなり、さらに解像度も向上し、最終的なデータ量はひまわり7号の50倍以上という大幅な性能向上が図られている。

データ量の増加に伴い、静止気象衛星画像データの利用機関への配信は、これまでの静止気象衛星による直接配信からランドラインによる配信へと移行することとし、これを実現する手法として Web コンテンツをインターネット経由で配信するために最適化されたネットワークであるコンテンツデリバリーネットワークサービス (以下「CDN」という。) 等を用いることとした。

#### 2. システム構成

##### 2.1 システム

インターネット等による静止気象衛星画像データ配信サービス (以下「HimawariCloud」という。) は、配信事業者により運用され、配信を行うための各環境のサービス、ハードウェア (以下、これらを総称

して「インターネット情報配信基盤」という。)、気象庁との接続回線、CDN 及び国立情報学研究所が構築・運用している情報通信ネットワークである SINET (Science Information NETwork) との接続回線、並びに CDN で構成されている。HimawariCloud システム構成概要を図1に示す。

CDN を利用することで次の三つのメリットがある。

- ・オリジンサーバの規模を小さくできる。
- ・ユーザはキャッシュサーバにアクセスするので、伝送遅延の問題が半減する。
- ・強固な CDN バックボーンの利用により安定したサービス継続が可能。

##### 2.2 各環境の機能

配信事業者データセンター内にて、インターネット情報配信基盤の各環境の機能が仮想的に構築されている。各環境の機能を図2に示す。

##### (1) データ受信環境

静止気象衛星画像作成システム (以下「GSS」という。) から FTP により静止気象衛星画像データを受信しコンテンツ格納環境へ保存する機能を有する。通常時は、気象衛星センターの GSS からデータアッ

\*<sup>1</sup> 気象衛星センター情報伝送部施設管理課

(2015年9月11日受領、2015年11月16日受理)

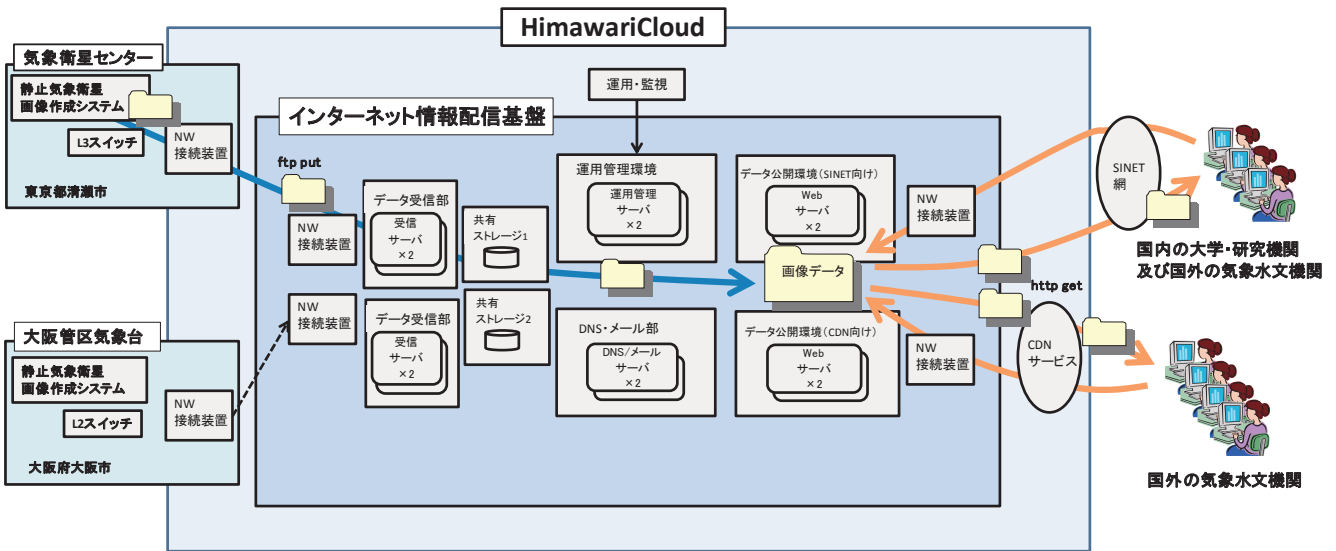


図1 HimawariCloud システム構成概要

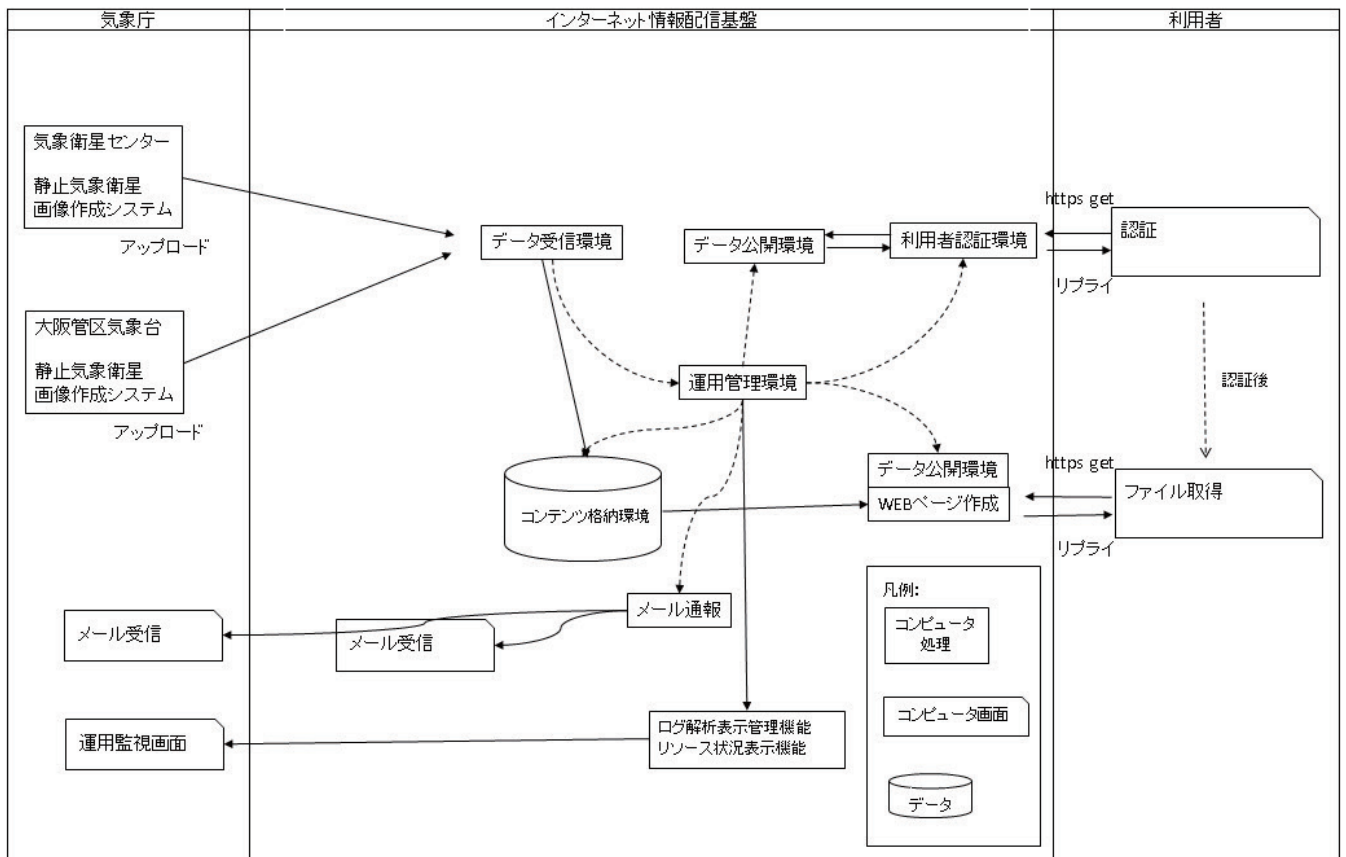


図2 各環境の機能

プロードを行い、気象衛星センターの GSS の障害時には、気象庁側でアップロード機能の切り替えを行い、大阪管区気象台の GSS からのデータアップロードにより本配信サービスを継続する。

(2) コンテンツ格納環境

コンテンツ格納環境に格納される静止気象衛星画像データファイルをデータ公開環境から参照する

機能を有する。

なお、データは受信から 72 時間以上経過した後、削除される。

(3) データ公開環境

利用機関毎に予め定義された利用機関データセットを、コンテンツ格納環境に保存されている静止気象衛星画像データ一覧として、利用機関毎の Web ペ

ージに表示させ、利用者認証を行った後、データを提供する。

#### (4) 運用管理環境

CDN 及び SINET 経由のアクセスログ稼働状況を収集し、気象衛星センターの担当者が Web インタフェースを通じて、それらを表示できる機能を有する。

また、本機能を一元管理するとともに、管理用の Web インタフェースを提供する。

#### (5) メール環境

メール送信機能及びメール同報機能により、気象衛星センター担当者及び本サービスを運用する配信事業者に対し、運用状況に関する事項等を送信する。

### 3. データの流れ

ひまわり 8 号及び 9 号の観測は 10 分間を一つの区切りとして実施されるが、その 10 分間の中で 1000 個以上のデータファイルが GSS により作成され、インターネット情報配信基盤にアップロードされる。

インターネット情報配信基盤にアップロードされたデータファイルは利用機関毎の専用 Web ページを通じて公開され、そこから利用機関は自動または手動によりデータファイルをダウンロードする。

この専用ページは、インターネット情報配信基盤の中でその都度作成されるが、利用機関毎に必要とするデータファイルの種類が異なることから、その利用機関に特化した各専用ページとして公開される。データファイルは、利用機関への利便性のため、アップロードされてから 72 時間保存される。

国外の利用機関は日本から物理的に距離があることから、帯域が十分であってもスループットが低下するネットワーク遅延が懸念されるため、その解消策の一つとして CDN を利用する。これにより、日本と CDN 拠点までのデータ転送は最適化される。また、利用機関は最寄りの CDN 拠点にアクセスすることで全体のスループットが向上することとなる。データの流れを図 3 に示す。

### 4. 配信するデータ

HimawariCloud から配信されるデータファイル一覧を図 4 に示す。

利用機関は、HimawariCloud へアクセスし、認証を受けた後、ユーザの専用ページから、ユーザ毎に定義されたデータを取得する。

### 5. HimawariCloud へのアクセス経路

本配信サービスの利用機関は、国内の大学・研究機関及び国外の気象水文機関等である。

利用機関は、気象庁が本配信サービスへのアクセスを許可し、アカウント及びパスワードを発行・付与した機関のみであり、全て「特定利用機関」である。また、利用機関は本配信サービスへのアクセスとして次の 2 経路を利用する。

#### 5.1 CDN を使ったインターネットによる提供

主に国外の気象水文機関等のための経路であり、本配信サービスで提供される CDN サービスを利用して本配信サービスへアクセスし、画像データを取得する。CDN サービスの構成を図 5 に示す。

#### 5.2 SINET 網を利用した提供

主に国内の大学・研究機関及び国外の一部の気象水文機関等のための経路であり、国立情報学研究所が提供・運用する学術情報ネットワークを利用して、本配信サービスにアクセスし、画像データを取得する。また SINET 網に接続している他の学術ネットワーク (NREN、Internet2、AARnet 等) を介して本配信サービスを利用することも可能である。SINET 向け接続構成を図 6 に示す。

### 6. データの取得

#### 6.1 ユーザ管理機能

アカウント及びパスワードにより、ユーザ認証を行い、ユーザを区別することで各ユーザは専用設定されたデータセット一覧にアクセス可能となる。ユーザ管理機能概要を図 7 に示す。



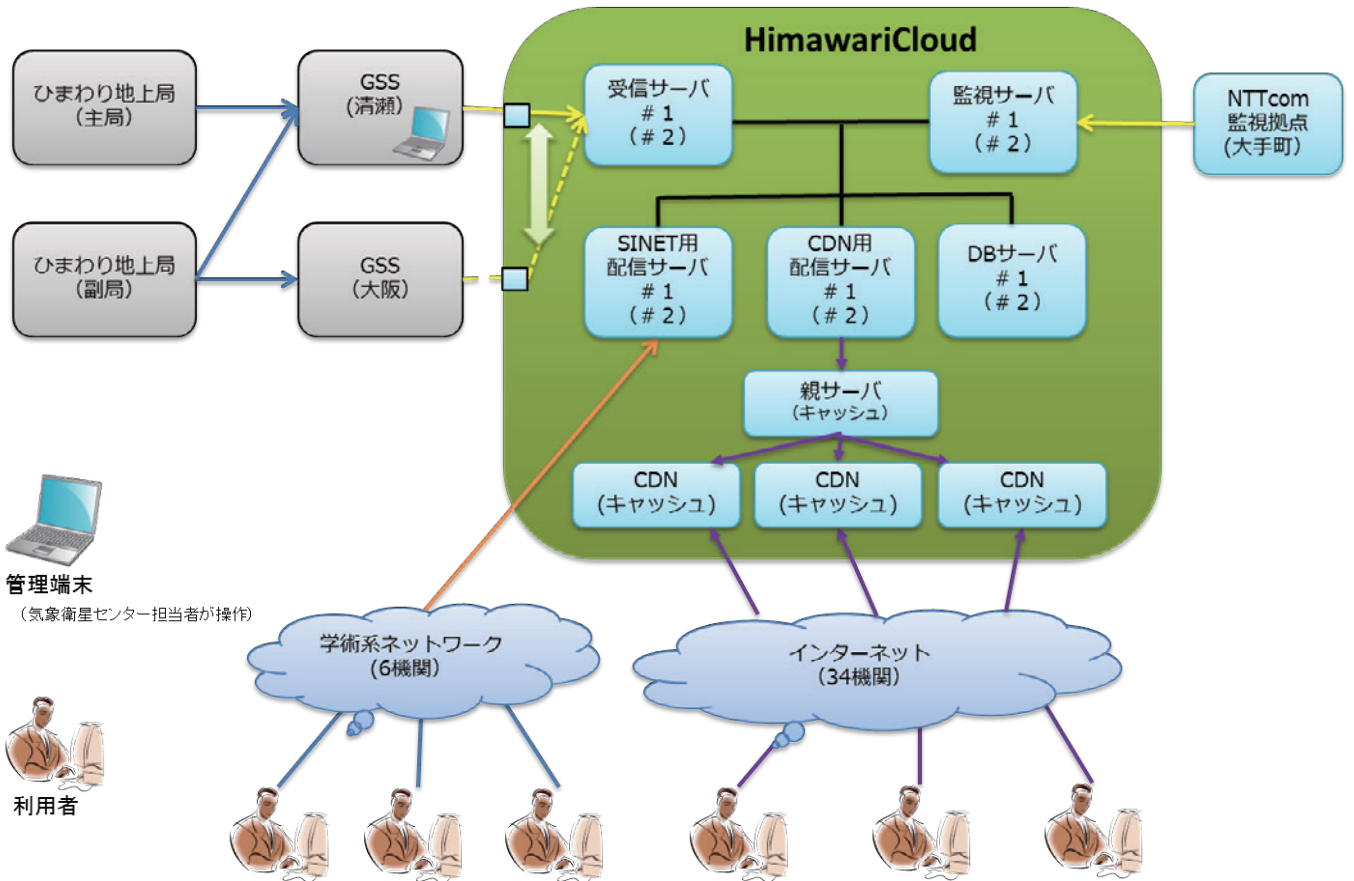


図3 データの流れ

No	プロダクト名(※は、国内利用者向け)	バンド	ファイル名	(1枚)	0.5分	2.5分	10分
1	ひまわり標準データ(フルディスク)	03		517.0			517
		1,2,4	HS_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_FLDK_Rjj_Skkll .DAT.bz2	129.2			387.7
		5-16		32.3			387.7
2	ひまわり標準データ(日本域)※	03		25.6	25.6		102.5
		1,2,4	HS_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_JPee_Rjj_Skkll .DAT.bz2	6.4	19.2		76.9
		5-16		1.8	19.2		76.9
3	ひまわり標準データ(台風域)	03		4.3	4.3		17.1
		1,2,4	HS_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_cccc_Rjj_Skkll .DAT.bz2	1.1	3.2		12.8
		5-16		0.3	3.2		12.8
4	ひまわり標準データ(積乱雲等領域)※	03		2.1	2.1	10.7	42.7
		1,2,4	HS_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_cccc_Rjj_Skkll .DAT.bz2	0.5	1.6	8.0	32.0
		5-16		0.1	1.6	8.0	32.0
5	全球カラー画像データ		PI_aaa_YYYYMMDD_hhmm_bbb_FLDK_Rjj_Pqrrr .png	145.4			145.4
6	日本域カラー画像データ ※		PI_aaa_YYYYMMDD_hhmm_bbb_JPee_Rjj_Pqrrr .png	7.2		7.2	28.8
7	台風領域カラー画像データ		PI_aaa_YYYYMMDD_hhmm_bbb_cccc_Rjj_Pqrrr .png	1.2		1.2	4.8
8	積乱雲等領域カラー画像データ ※		PI_aaa_YYYYMMDD_hhmm_bbb_cccc_Rjj_Pqrrr .png	0.6	0.6	3.0	12.0
9	日本域ひまわり8・9号NetCDFデータ ※	03		91.6		91.6	366.2
		1,2,4	NC_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_JPee_Rjj .nc.bz2	22.9		68.7	274.7
		5-16		5.7		68.7	274.7
10	台風領域ひまわり8・9号NetCDFデータ ※	03		15.3		15.3	61.0
		1,2,4	NC_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_cccc_Rjj .nc.bz2	3.8		11.4	45.8
		5-16		1.0		11.4	45.8
11	積乱雲等領域ひまわり8・9号NetCDFデータ ※	03		7.6		38.1	152.6
		1,2,4	NC_aaa_YYYYMMDD_hhmm_Bbb_cccc_Rjj .nc.bz2	1.9		28.6	114.4
		5-16		0.5		28.6	114.4
12	切り出し画像データ	03		15.3			15.3
		1,2,4	LRIT_Himawari_YYYYMMDDhhmm_SSS.tar.gz	3.8			3.8
		5-16		1.0			1.0
13	追加データ(画像作成システム)		未定	50.0			
14	追加データ(スパコンシステム)		未定	50.0			

図4 配信されるデータファイル一覧

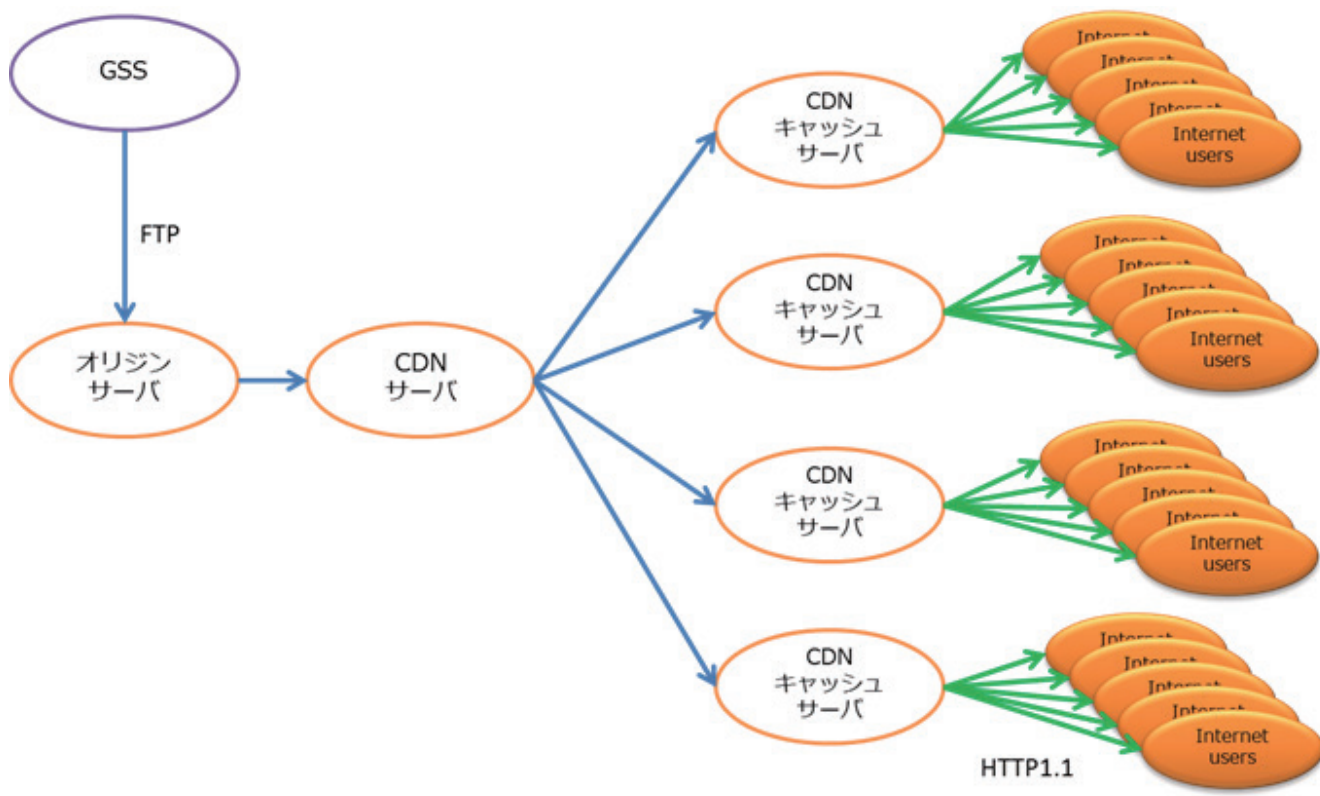


図5 CDN サービス構成

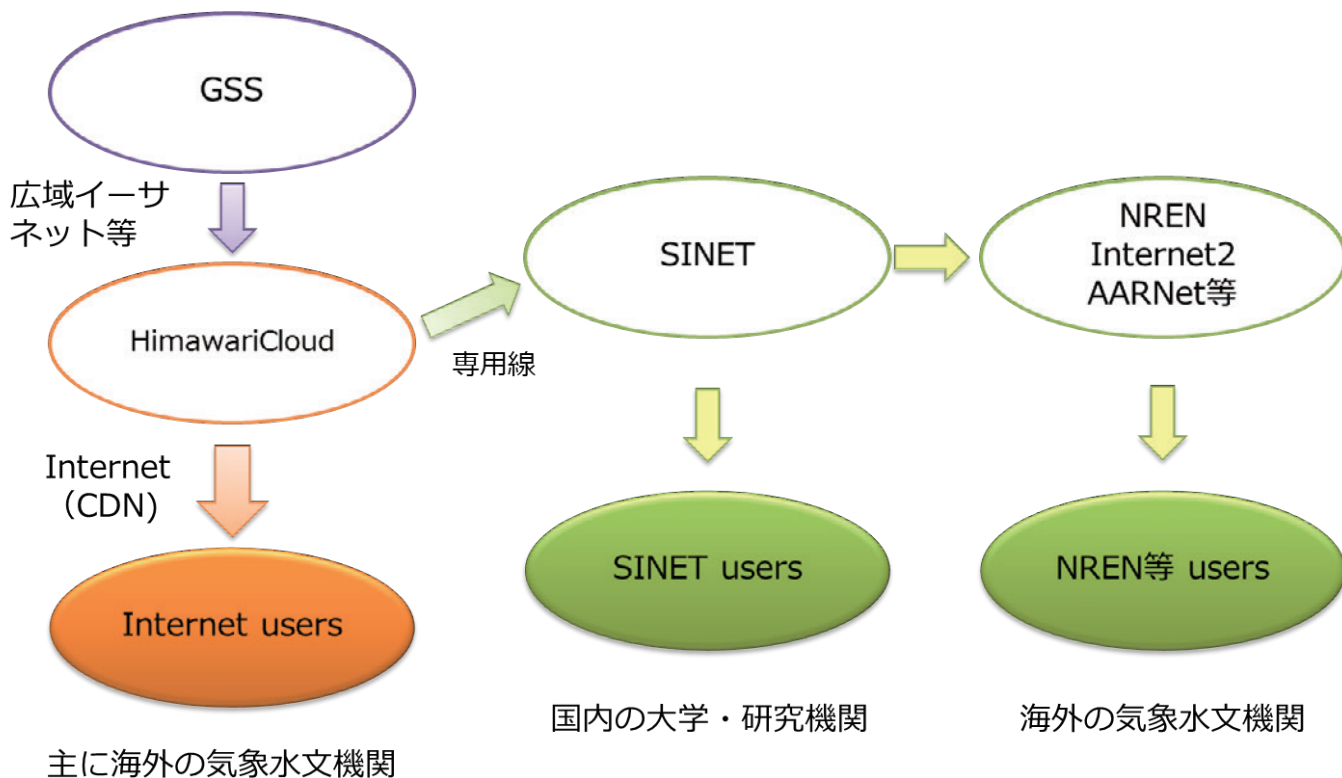


図6 SINET 向け接続構成

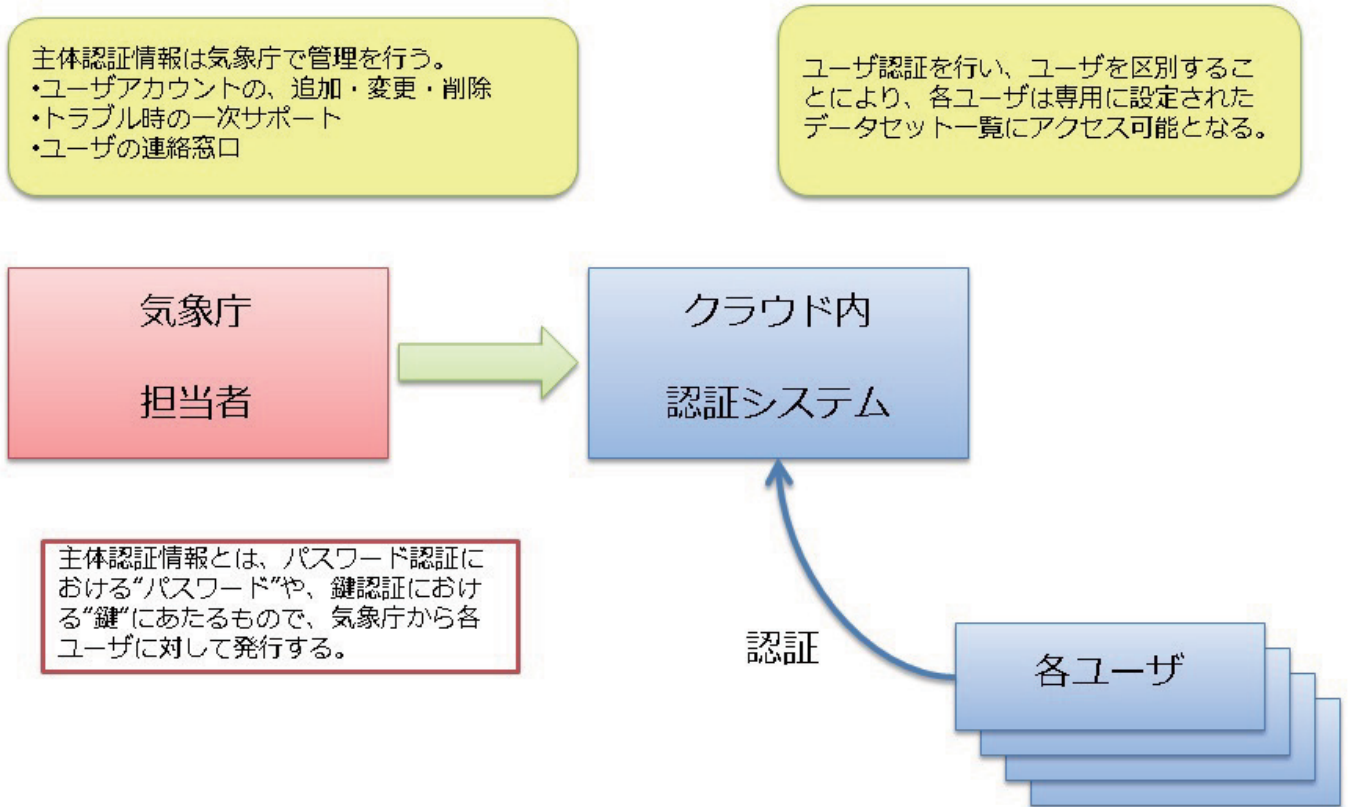


図7 ユーザ管理機能概要

## 6.2 各利用機関のデータセット

HimawariCloud 内でユーザ毎の各利用機関専用のデータセットを作成することにより、各ユーザはそれぞれのデータの一覧 (HTML) にアクセスが可能となる。データの組み合わせルールは、ファイル名の正規表現で実現する。各ユーザ用データセットを図8に示す。

	ユーザ1用 データセット	ユーザ2用 データセット	ユーザ3用 データセット	ユーザ4用 データセット
データ1	○			
データ2	○	○	○	
データ3	○			
データ4	○		○	
データ5	○	○		○
データ6	○		○	○
データ7	○	○		○

図8 各ユーザ用データセット

## 7. 利用機関からのアクセス

### 7.1 クライアントとの I/F 仕様

#### (1) 配信プロトコル

- ・ http1.1/TLS1.0

### (2) 認証方式

- ・ BASIC 認証+Cookie/パラメータ  
有効時間 4 時間
- ・ Cookie を利用しユーザ個別識別及び認可
- ・ 個別ファイルのアクセス制限

### 7.2 利用機関専用ページ

#### (1) Information ページ

利用機関が BASIC 認証後にアクセスするページで、運用管理環境の Information 編集で登録した内容が表示される。通常時は、気象衛星センターのホームページにある観測運用状況のページ (英語) にリンクを張っているが、HimawariCloud の障害時には、配信事業者がその旨を、この Information ページに記載する。Information ページを図9に示す。

「Download page」リンクをクリックすると BASIC 認証で認証した利用機関アカウントの Download TOP ページへ遷移する。

#### (2) Download TOP ページ

##### (7) Top ページ構成

##### Current ページ

GSS から受信した画像データのファイルリストを 1 時間又は 4 時間分 (利用機関毎に選択

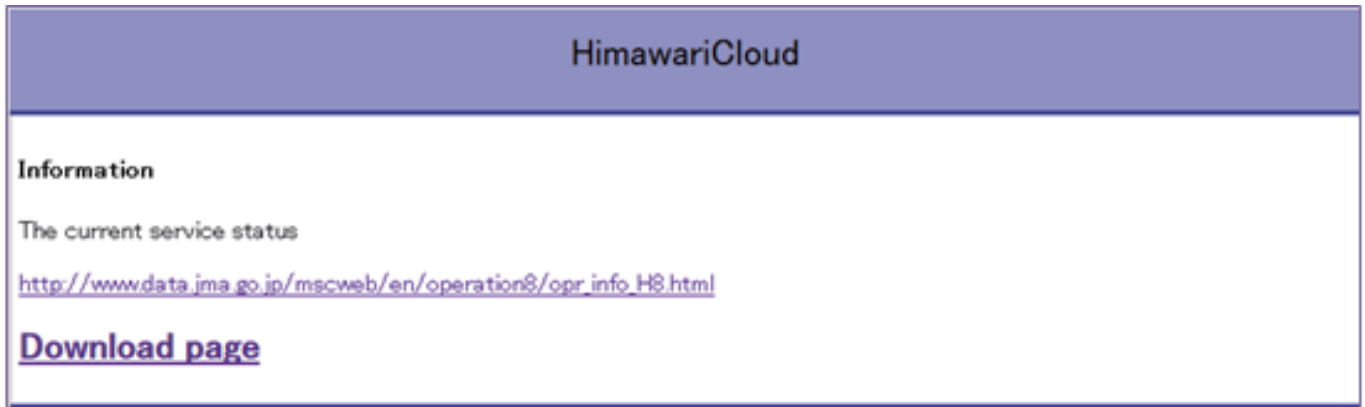


図 9 Information ページ

可能) 表示する。

時間帯別ページ

リンク表示された時間帯に観測時間が含まれる画像データのファイルリストを表示する。

Others ページ

観測時間から 72 時間以上経過した画像ファイルで、GSS から受信経過後 72 時間未満のリストを表示する。

#### (4) 更新タイミング

TOP ページ

1 時間に 1 回、00 分に更新する。

Current ページ

Current 保持期間が 1 時間の時は 1 分間隔で更新、4 時間の場合は 8 分間隔で更新する。

時間帯別ページ及び Others ページ

更新ファイルがあった場合、Current 保持期間が 1 時間の時は 1 分間隔で更新、4 時間の場合は 8 分間隔で更新する。

Download TOP ページを図 10 に、Current ページを図 11 に、時間帯別ページを図 12 に示す。

## 8. 運用・監視

配信事業者により提供されるサービスには「運用・監視」も含まれており、次の項目について 24 時間監視を行っている。

- ・気象衛星センター及び大阪管区气象台との通信回線の疎通状況
- ・気象衛星センター及び大阪管区气象台からアップロードされるデータファイルの受信状況
- ・データ公開環境へのデータファイルの公開、及び利用機関のアクセス状況
- ・インターネット情報配信基盤

## 略語集

AARnet: Australian Academic and Research Network (オーストラリア学術研究ネットワーク)

CDN: Contents Delivery Network (負荷分散ネットワーク)

GSS: Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System (静止気象衛星画像作成システム)

NREN: National Research and Education Network (国立研究教育ネットワーク)

SINET: Science Information NETwork (学術情報ネットワーク)

HimawariCloud			
			<a href="#">Back to Home</a>
<i>CreateDate: Oct. 13, 2015 at 01:00</i>			
Oct. 13, 2015	Oct. 12, 2015	Oct. 11, 2015	Oct. 10, 2015
<a href="#">Current</a>	<a href="#">23:00-23:59</a>	<a href="#">23:00-23:59</a>	<a href="#">23:00-23:59</a>
<a href="#">01:00-01:59</a>	<a href="#">22:00-22:59</a>	<a href="#">22:00-22:59</a>	<a href="#">22:00-22:59</a>
<a href="#">00:00-00:59</a>	<a href="#">21:00-21:59</a>	<a href="#">21:00-21:59</a>	<a href="#">21:00-21:59</a>
	<a href="#">20:00-20:59</a>	<a href="#">20:00-20:59</a>	<a href="#">20:00-20:59</a>
	<a href="#">19:00-19:59</a>	<a href="#">19:00-19:59</a>	<a href="#">19:00-19:59</a>
	<a href="#">18:00-18:59</a>	<a href="#">18:00-18:59</a>	<a href="#">18:00-18:59</a>
	<a href="#">17:00-17:59</a>	<a href="#">17:00-17:59</a>	<a href="#">17:00-17:59</a>
	<a href="#">16:00-16:59</a>	<a href="#">16:00-16:59</a>	<a href="#">16:00-16:59</a>
	<a href="#">15:00-15:59</a>	<a href="#">15:00-15:59</a>	<a href="#">15:00-15:59</a>
	<a href="#">14:00-14:59</a>	<a href="#">14:00-14:59</a>	<a href="#">14:00-14:59</a>
	<a href="#">13:00-13:59</a>	<a href="#">13:00-13:59</a>	<a href="#">13:00-13:59</a>
	<a href="#">12:00-12:59</a>	<a href="#">12:00-12:59</a>	<a href="#">12:00-12:59</a>
	<a href="#">11:00-11:59</a>	<a href="#">11:00-11:59</a>	<a href="#">11:00-11:59</a>
	<a href="#">10:00-10:59</a>	<a href="#">10:00-10:59</a>	<a href="#">10:00-10:59</a>
	<a href="#">09:00-09:59</a>	<a href="#">09:00-09:59</a>	<a href="#">09:00-09:59</a>
	<a href="#">08:00-08:59</a>	<a href="#">08:00-08:59</a>	<a href="#">08:00-08:59</a>
	<a href="#">07:00-07:59</a>	<a href="#">07:00-07:59</a>	<a href="#">07:00-07:59</a>
	<a href="#">06:00-06:59</a>	<a href="#">06:00-06:59</a>	<a href="#">06:00-06:59</a>
	<a href="#">05:00-05:59</a>	<a href="#">05:00-05:59</a>	<a href="#">05:00-05:59</a>
	<a href="#">04:00-04:59</a>	<a href="#">04:00-04:59</a>	<a href="#">04:00-04:59</a>
	<a href="#">03:00-03:59</a>	<a href="#">03:00-03:59</a>	<a href="#">03:00-03:59</a>
	<a href="#">02:00-02:59</a>	<a href="#">02:00-02:59</a>	<a href="#">02:00-02:59</a>
	<a href="#">01:00-01:59</a>	<a href="#">01:00-01:59</a>	<a href="#">01:00-01:59</a>
	<a href="#">00:00-00:59</a>	<a href="#">00:00-00:59</a>	<a href="#">Others</a>

図 10 Download TOP ページ

HimawariCloud
<i>Oct. 13, 2015 at 02:01</i>
<b>Current</b>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B04_FLDK_R10_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B01_FLDK_R10_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B02_FLDK_R10_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B14_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B07_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B09_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B12_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B05_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B13_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B10_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B16_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B15_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B11_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B06_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B08_FLDK_R20_S0810.DAT.bz2</a>
<a href="#">NC_H08_20151013_0150_B03_R303_R05.nc.bz2</a>
<a href="#">HS_H08_20151013_0150_B03_FLDK_R05_S0710.DAT.bz2</a>
<a href="#">NC_H08_20151013_0150_B14_R303_R20.nc.bz2</a>

図 11 Current ページ

## HimawariCloud

Oct. 13, 2015 at 01:05

### 00:00-00:59

[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0110.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0210.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0310.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0410.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0510.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0610.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0710.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0810.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S0910.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_FLDK\\_R10\\_S1010.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_JP01\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_JP02\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_JP03\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_JP04\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_R301\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_R302\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_R303\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B01\\_R304\\_R10\\_S0101.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B02\\_FLDK\\_R10\\_S0110.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B02\\_FLDK\\_R10\\_S0210.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B02\\_FLDK\\_R10\\_S0310.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B02\\_FLDK\\_R10\\_S0410.DAT.bz2](#)  
[HS\\_H08\\_20151013\\_0050\\_B02\\_FLDK\\_R10\\_S0510.DAT.bz2](#)

図 12 時間帯別ページ

## 7. 商用通信衛星による静止気象衛星画像データ配信サービス (HimawariCast) の概要 Overview of Geostationary Meteorological Satellite Image Data Delivery Service by Commercial Communications Satellite, HimawariCast

石上 泰行\*<sup>1</sup> 松田 謙\*<sup>1</sup> 安達 英俊\*<sup>1</sup> 横川 友和\*<sup>1</sup>  
ISHIGAMI Hiroyuki MATSUDA Ken ADACHI Hidetoshi YOKOKAWA Tomokazu

### Abstract

For the dissemination of image data from geostationary meteorological satellite of Himawari-8/9, the delivery service by commercial communications satellite was established. The system is called as HimawariCast, and delivers the image data processed by Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System to the users. This report is an overview of HimawariCast.

### 要旨

静止気象衛星ひまわり 8 号及び 9 号で観測された画像データを配信するために、商用通信衛星により配信するサービスを構築した。同サービスは HimawariCast と呼ばれ、静止気象衛星画像作成システムで作成された画像データを、利用者に配信する。本稿では、HimawariCast の概要を報告する。

#### 1. はじめに

静止気象衛星ひまわり 7 号の後継機であるひまわり 8 号は、観測機能の高度化により観測バンドが 5 バンドから 16 バンドへ、また観測頻度が 30 分毎から 10 分毎となり、さらに解像度も向上し最終的なデータ量は、ひまわり 7 号の 50 倍以上という大幅な性能向上が図られている。

データ量の増加に伴い、これまでの静止気象衛星による直接配信からランドラインによる配信 (HimawariCloud) へと移行することとしたが、大規模自然災害による被災現場や山間僻地及び島嶼国等、ランドラインのインフラが脆弱な地域へは引き続き衛星による配信が不可欠であることから、商用通信衛星による静止気象衛星画像データ配信サービス (以下「HimawariCast」という。) を構築し、ひまわり 8 号のデータ配信を行っている。

なお、ひまわり 6 号が行っていた高速情報伝送 (HRIT) 及び低速情報伝送 (LRIT) 受信局 (MDUS: Medium scale Data Utilization Station 及び SDUS: Small scale Data Utilization Station) 向けの衛星画像直接配信は、平成 27 年 12 月で終了した。

#### 2. サービス構成

##### 2.1 概要

HimawariCast は、ひまわり 8 号から送信される観測データから、静止気象衛星画像作成システム (以下「GSS」という。) で処理・作成される HRIT 全球画像をはじめとする静止気象衛星画像データを商用通信衛星により国内及び国外の利用者へ配信するものである。さらに、主に開発途上国の気象機関向けに、雲画像解析ソフトウェア (SATAID) の形式の数値予報 GPV や観測データも配信している。これらのデータは、SATAID で衛星画像に重ね合わせて表示することが可能である。

HimawariCast は、気象庁ではデータ配信のための機器や運用のための人員などのリソースを持たずに、通信衛星事業者が提供するサービスを利用することでデータ配信を実現する。

具体的には、気象庁 (気象衛星センター及び大阪管区气象台) システムと通信衛星事業者側送信局設備を接続する地上回線、データ配信を行う送信局設備及びアジア・太平洋地域にデータ配信を行う商用通信衛星までが通信衛星事業者のサービス提供範囲である。

\*1 気象衛星センター情報伝送部施設管理課

## 2.2 利用者

HimawariCastの利用者は、静止気象衛星ひまわり8号の観測範囲の国々及び地域に存在しMDUS及びSDUSとして静止気象衛星画像データを受信していたアジア・太平洋地域の気象機関及びその他の利用機関を主としている。

## 2.3 配信するデータ

HimawariCastでは表1に示す各プロダクトデータを配信する。なお、可視は1バンドのみであり、いわゆるTrue Color画像は作成できない。

## 2.4 システム構成

HimawariCastは以下の機器によって構成されている

表1 配信するデータ一覧

データ種別	形式	備考
衛星画像 (フルディスク)	HRITファイル (10セグメントに分割して、 bzip2圧縮**)  (ひまわり6号・7号のHRITサー ビスと互換形式*)	・配信間隔:10分 ・バンド数:14(16バンドのうちバンド1と2以外) ・空間解像度: バンド3(1km)、バンド7(2kmと4km) それ以外(4km)
	LRITファイル (10セグメントに分割して、 bzip2圧縮**)  (ひまわり6号・7号のLRITサー ビスと互換形式*)	・配信間隔:10分 ・バンド数:4(VIS,IR1,IR3,IR4) ・空間解像度:5km
数値予報GPV	SATAID形式  (bzip2圧縮**)	・気象庁全球モデル(GSM)の予報値(48時間 先まで) ・配信間隔:6時間 ・空間解像度:1.25度
地上等観測デー タ  (SYNOP,TEMP, SHIP)	SATAID形式  (tarで固めてbzip2圧縮**)	・アジア太平洋地域の観測データ ・配信間隔:30分
衛星海上風  (ASCAT)	SATAID形式  (tarで固めてbzip2圧縮**)	・欧州気象衛星開発機構(EUMETSAT)の極軌 道衛星Metopの観測データ ・配信間隔:30分
*ひまわり6号・7号のHRIT/LRITサービスで配信しているものはデータ内部をロスレス圧縮しているのに対し、HimawariCastで配信するものはファイル全体をbzip2圧縮しているという違いがある。 **bzip2圧縮の際は、Parallel bzip2(pbzip2)コマンドを使用する。		



る。

なお、大規模災害時における 業務継続を考慮し、大阪管区气象台に設置したGSSからも配信データを受信可能な機能・構成となっている。HimawariCast システム構成概要を図1に示す。

(1) 配信部

配信サーバ (配信ソフトウェアを含む。)

(2) 送信部

- IP 変換器
- DVB-S2 変調器
- 送信周波数変換装置 (U/C)
- 増幅器 (HPA)
- 空中線

(3) 衛星中継部

中継器

(4) ネットワーク

HimawariCast 地上設備設置拠点と気象衛星セン

ター及び大阪管区气象台との地上回線  
気象衛星センター及び大阪管区气象台に設置の  
ネットワーク接続装置

F/W (ファイアウォール)、終端装置

(5) モニター部 (利用局)

- 受信用空中線
- 低雑音ブロックコンバータ (LNB)
- 受信機 (DVB-S2)
- 受信処理 PC (配信クライアントソフトウェアを含む。)

(6) 機器監視部

- 管理サーバ
- NTP サーバ

3. 動作概要

気象衛星センター及び大阪管区气象台の GSS より配信される静止気象衛星画像データの受信及び配

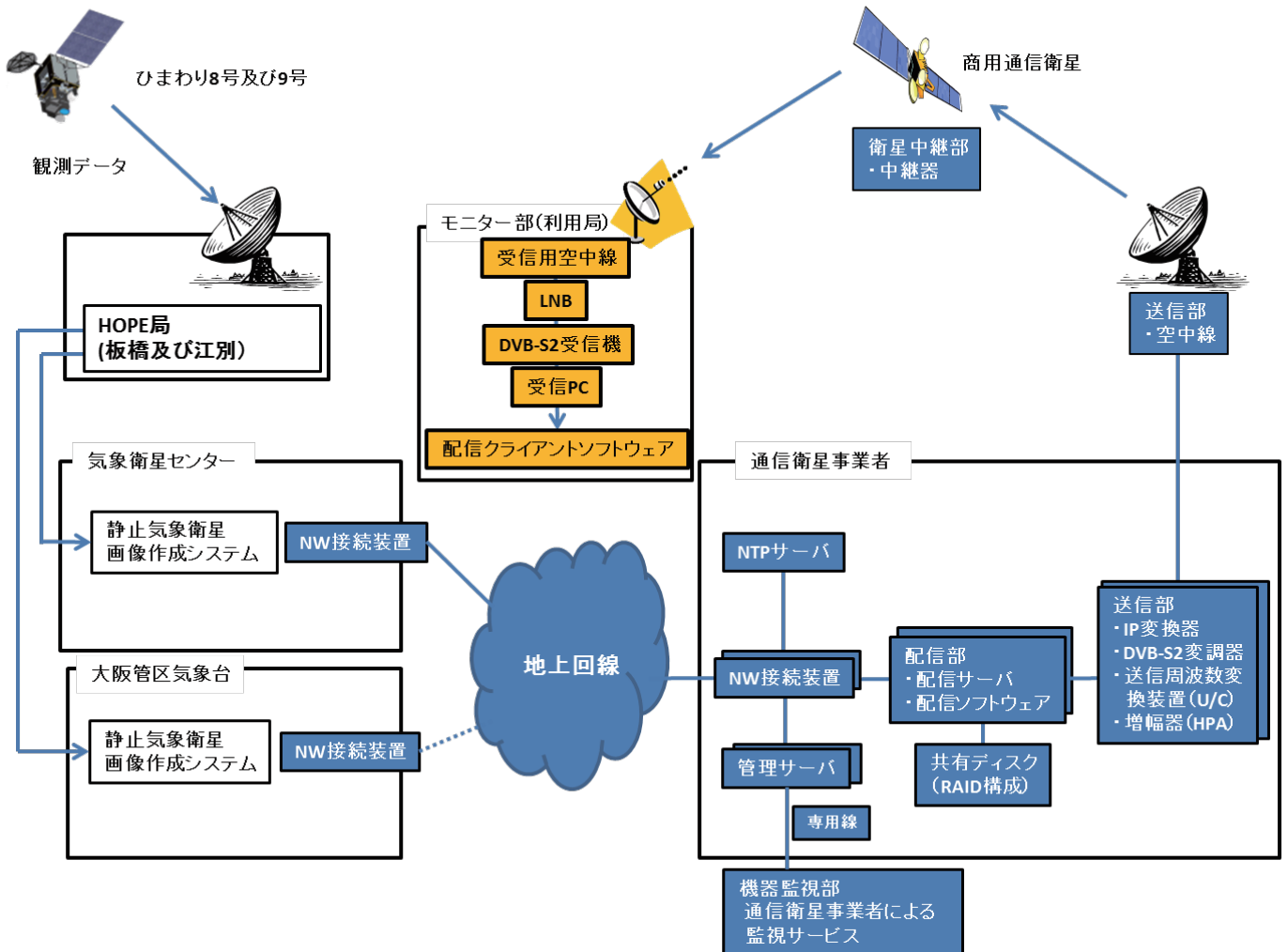


図1 HimawariCast システム構成概要

信処理を行い商用通信衛星により利用者に配信する。

### 3.1 機能動作概要

通常運用時は気象衛星センターの GSS よりネットワーク設備を介し配信データが地上設備にアップロードされる。

大規模災害等が発生し、気象衛星センターの GSS の運用が不可となった場合は、大阪管区気象台の GSS から配信データのアップロードを行うことにより運用を継続させる。

### 3.2 地上設備における動作概要

地上設備の動作概要は以下のとおりである。

#### (1) 配信部

拠点間を接続するネットワークを用いて GSS から配信される静止気象衛星画像データのアップロードを受け付ける。

また、そのファイル種別毎に優先配信を実行するとともに、データをエンコードしてパケットを送信部へ送出する。

#### (2) 送信部

配信部から入力された IP パケットを MPEG-2TS にて送出する IP 変換器、入力された MPEG-2TS 信号を変調し、IF 帯の変調波を作成し、送信設備に送出する DVB-S2 変調器、入力された変調波の IF 帯信

号を C バンド帯域の周波数に変換する送信周波数変換装置 (U/C)、C バンド帯域の信号を増幅して衛星に送信する大電力増幅器 (HPA) からなる。

#### (3) 衛星中継部

送信部からの信号 (データ) を利用局に中継配信する。

#### (4) 機器監視部

地上設備の機器監視を行い、故障時等において冗長系装置への自動切り替えを行う。また、通信衛星事業者により運用監視をリモートにて実施している。配信システムのプロトコル構成を図 2 に示す。

## 4. 配信ソフトウェアの機能

### 4.1 GSS と地上設備間の伝送方式

- ・伝送プロトコル: FTP (すべて GSS からの PUT)
- ・FTP コネクションモード: パッシブ
- ・転送完了識別方式: リネーム方式

### 4.2 GSS との接続回線

次に示す気象庁の拠点 2 カ所と HimawariCast 間を 5Mbps の帯域を持つ専用線 (帯域保証型) で接続している。

- ・拠点 1: 気象衛星センター
- ・拠点 2: 大阪管区気象台

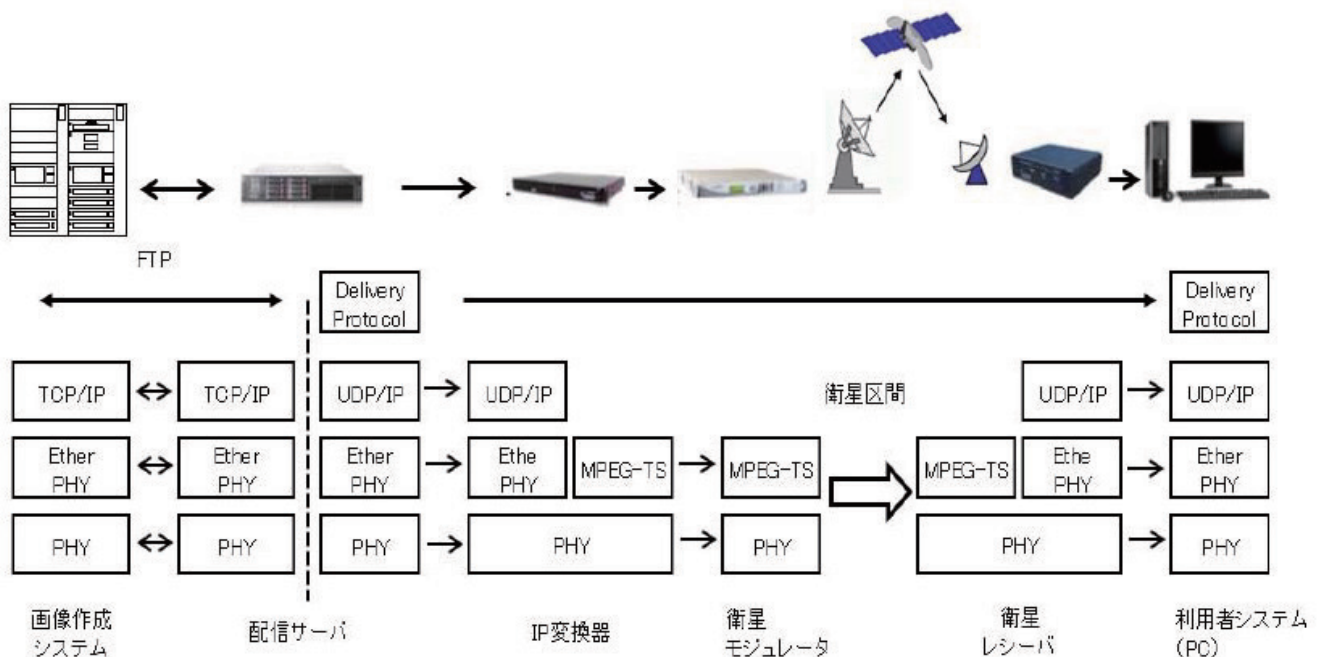


図 2 配信システムのプロトコル構成

#### 4.3 配信処理

- (1) 配信サーバの特定のディレクトリ内に配信ファイル受信用のコンテンツフォルダを設けており GSS からの各配信ファイルのアップロード受信を行う。
- (2) このフォルダを常時監視し、配信すべきファイルとして予めファイル名称により定義した配信ファイルを受信した場合は、配信用フォルダへ移動させる。

#### 4.4 配信ソフトウェア

- (1) 衛星区間 (配信サーバにインストールされている配信ソフトウェアから、利用者側の受信 PC にインストールされる配信用クライアントソフトウェア間) のビット誤りを訂正する機能を有する。
- (2) GSS から受信した各配信ファイルについて、ファイル名称等により優先配信を行う。
- (3) 配信サーバにアップロードされる配信ファイルの種別毎にマルチキャスト ID 及び識別信号の割り当てを行い、配信を行う。

#### 4.5 配信クライアントソフトウェアに係わる機能

配信ファイル種別毎に、利用者の受信 PC 内の特定ディレクトリ内の保存先を指定して配信を行う。

#### 4.6 監視・管理機能

GSS からの配信ファイルデータ遅延、または配信サーバ内の遅延により滞留が生じた場合は次の処理・動作を行う。

- (1) GSS からの一定時間内のファイルデータのアップロードが無い場合、これを検知しアラームを報知させる。
- (2) GSS からの配信ファイル名中の時刻と自サーバの時刻を比較し、一定時間を経過している場合には配信用フォルダへは移動せず、当該ファイルを削除すると共に、アラームを報知させる。
- (3) 配信ファイルを配信用フォルダへ移動させた後、それらが送信キューとして登録されてから一定時間以上を経過した場合には、送信キューを削除すると共に、アラームを報知させる。

### 5. 送信部

#### 5.1 伝送方式

伝送規格フォーマットはデジタル衛星テレビ伝送に広く利用されている DVB-S の後続規格 DVB-S2 を採用しており、データ伝送速度の効率化が更に図られている。また、この方式を用いることで受信装置には市場で広く流通している汎用品を用いることが出来る。

#### 5.2 変調方式

衛星通信におけるデジタル変調方式としては、衛星区間の伝送劣化を少なくするため位相変調を選択し、QPSK 変調方式を用いている。

#### 5.3 情報速度

配信サーバから衛星区間の伝送速度は 3Mbps である。

ひまわり 8 号は 10 分毎に全球観測を行い、その観測データは HOPE 地上設備にて受信され、GSS へ送信される。観測データは GSS で処理され、HRIT 全球画像をはじめとする各プロダクトデータとして、順次 HimawariCast に送信される。

これらデータファイルを配信サーバで受信後、遅滞無く安定して利用者へ配信するために必要な伝送速度として、3Mbps としている。

#### 5.4 誤り訂正方法

符号化率は 3/5 の前方誤り訂正符号化方式(FEC)に対応している。

### 6. 衛星中継部

#### 6.1 ビームに係わる機能

##### (1) 衛星名

JCSAT-2A (スカパーJSAT 株式会社)

##### (2) ダウンリンク周波数 (商用通信衛星～受信局間)

4,148MHz

##### (3) 静止位置

東経 154 度

##### (4) 配信範囲

図3で示す衛星のカバレッジ内の受信局において、

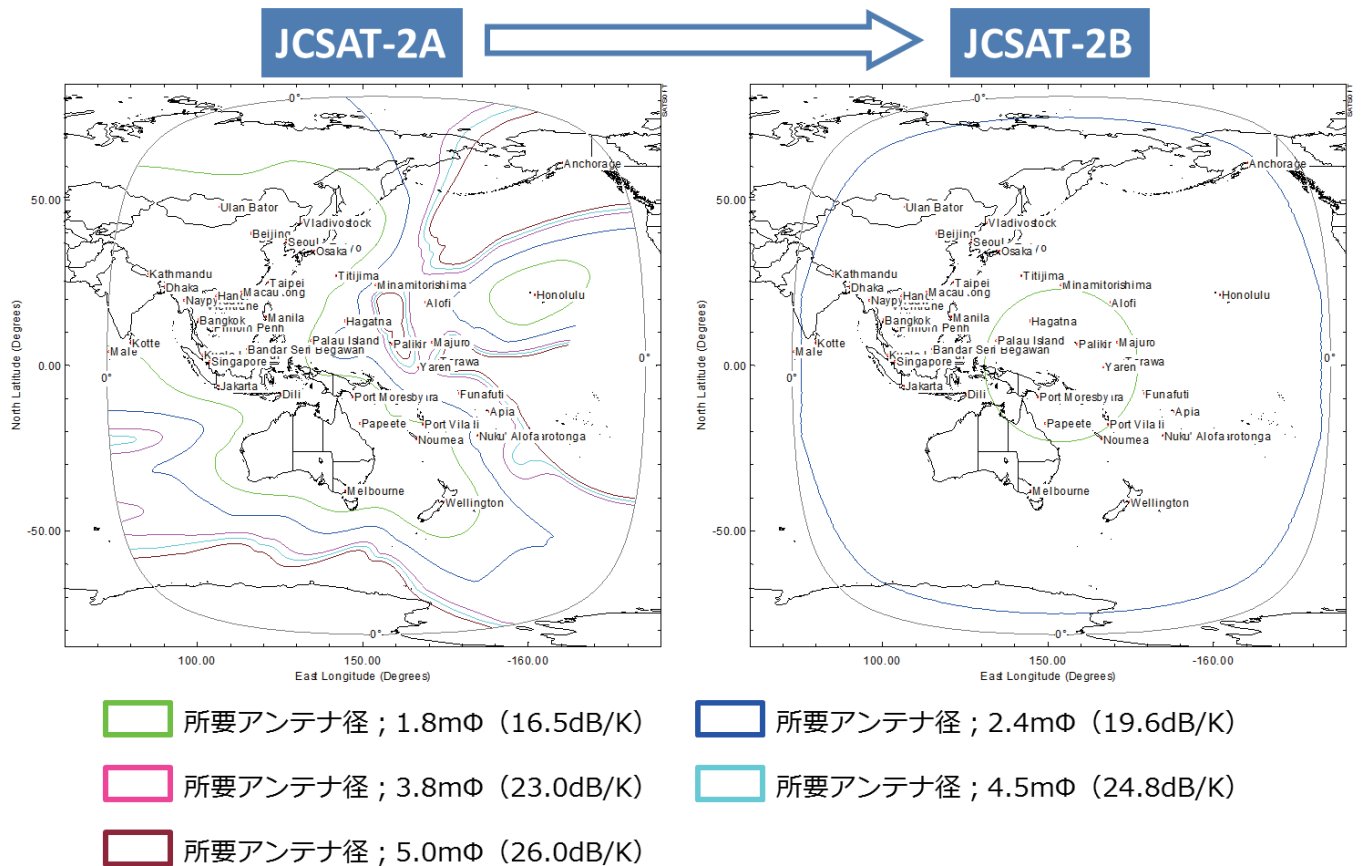


図3 カバレッジ

アンテナ直径が 2.4mφ 以上にて受信可能である。

なお、HimawariCast で利用する商用通信衛星は、現在は JCSAT-2A (東経 154 度) を使用しているが、平成 28 年度第 2 四半期に JCSAT-2B (同位置) への移行を予定している。

## 7. モニター部 (利用局)

各利用局で HimawariCast から衛星画像データを受信するには、受信用空中線、低雑音ブロックコンバータ (LNB)、DVB-S2 受信機、配信クライアントソフトウェアを搭載したコンピュータ等の機器が必要である。気象衛星センターには、配信サービス状況の確認のため、これらの装置から構成されたモニター部が設置されている。

### 7.1 受信用空中線 (2.4mφ)

商用通信衛星から送信されたデータを受信し、DVB-S2 受信機へ送信する。受信用空中線を図 4、図 5 に示す。

### 7.2 低雑音ブロックコンバータ (LNB)

受信した RF 信号を IF 信号へ変換する。

### 7.3 DVB-S2 受信機

受信したデータを IP パケットに変換し受信 PC へ送信する。

### 7.4 配信クライアントソフトウェア

HimawariCast の配信部の配信ソフトウェアによりマルチキャスト IP 生成される各配信ファイルを受信側において処理するためのクライアントマルチキャストソフトウェアである。配信ソフトウェアの配信機能と互換性を持つことが必須である。配信クライアントソフトウェアのデータ受信ログ画面を図 6 に、受信状況画面を図 7 に示す。

### 7.5 表示ソフトウェア

利用局でデータを利用する際は、受信したデータを処理するソフトウェアや受信したデータを表示するソフトウェアが必要になる。気象衛星センターに



図4 受信用空中線 (2.4mφ)

設置されたモニター部 (利用局) には、HRIT ファイルを SATAID 形式に変換するソフトウェアとともに、衛星画像の表示ソフトとして SATAID が搭載されている。これらのソフトウェアは、下記の気象衛星センターホームページから入手可能である。

[http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/himawari89/himawari\\_cast/himawari\\_cast.html#software](http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/himawari89/himawari_cast/himawari_cast.html#software)

各利用局でも、HimawariCast で配信される衛星画像を、数値予報 GPV や観測データ等の SATAID 形式のデータとともに、SATAID を用いて重ね合わせて表示することにより、気象の総合解析が可能となる。

## 8. 運用・監視

通信衛星事業者により提供されるサービスには運用・監視も含まれており、次の項目について 24 時間監視を行っている。

- ・気象衛星センター及び大阪管区気象台との通信回線の疎通状況
- ・気象衛星センター及び大阪管区気象台からアップロードされる各配信ファイルの受信状況
- ・商用通信衛星への送信状況
- ・商用通信衛星からの受信状況
- ・HimawariCast 設備 (モニター部を除く) を構成するハードウェア及びソフトウェア

## 略語集

DVB-S2: Digital Video Broadcasting - Satellite -Second Generation (第二世代衛星放送用デジタルビデオ放送)



図5 受信用空中線 (全景)

FEC: Forward Error Correction (前方誤り訂正符号化方式)

GPV: Grid Point Value (格子点値)

GSS: Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System (静止気象衛星画像作成システム)

HPA: High Power Amplifier (大電力増幅器)

HRIT: High Rate Information Transmission (高速情報伝送)

IF: Intermediate Frequency (中間周波数)

JCSAT: Japan Communications Satellite Company (日本通信衛星)

LNB: Low Noise Block converter (低雑音ブロックコンバータ)

LRIT: Low Rate Information Transmission (低速情報伝送)

MDUS: Medium scale Data Utilization Station (中規模利用局)

QPSK: quadrature phase shift keying (4位相偏移変調)

RF: Radio Frequency (無線周波数)

SATAID: SATellite Animation and Interactive Diagnosis (雲画像解析ソフトウェア)

SDUS: Small scale Data Utilization Station (小規模利用局)

KenCast Fazzt Administration (FAZZTCLIENT)

Received File Transmissions

View All Search Clear Advanced Search Refresh Download as CSV

1 to 100 of 1244288 entries

Log Time	Transmission ID	Name	Missing Packets (%)	Status
2015/08/11 4:17:46	3832540312	IMG_DK01B05_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:44	1133262425	IMG_DK01B10_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:43	2602151634	IMG_DK01B14_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:41	4070940843	IMG_DK01B11_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:40	1244762756	IMG_DK01B14_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:38	2713551965	IMG_DK01B12_201508110410_004.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:36	4182341124	IMG_DK01B12_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:35	1356163087	IMG_DK01B06_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:33	2824952296	IMG_DK01B16_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:32	4293741503	IMG_DK01B14_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:30	1467563418	IMG_DK01B12_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:29	2936326277	IMG_DK01B14_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:27	110174540	IMG_DK01B12_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:26	1578983749	IMG_DK01B05_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:25	2047752958	IMG_DK01B12_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:23	221574871	IMG_DK01B16_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:22	1690364080	IMG_DK01B09_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:21	3159152789	IMG_DK01B10_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:20	323275202	IMG_DK01B11_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:19	1801764411	IMG_DK01B04_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:17	3270553620	IMG_DK01B04_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:15	444375533	IMG_DK01B14_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:14	1913164742	IMG_DK01B05_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:12	3381452824	IMG_DK01B12_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:11	553728864	IMG_DK01B12_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:10	2024565073	IMG_DK01B12_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:09	3493354282	IMG_DK01B14_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:08	667176195	IMG_DK01B11_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:07	2133962404	IMG_DK01B11_201508110410_003.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:17:04	3694754613	IMG_DK01B09_201508110410_002.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:57	728576526	IMG_DK01VIS_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:16	2247365735	IMG_DK01B14_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:15	3716154944	IMG_DK01B14_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:15	889976857	IMG_DK01B11_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:14	2358266066	IMG_DK01B06_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:13	2827555275	IMG_DK01B14_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:12	1001377188	IMG_DK01B12_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:12	2470166397	IMG_DK01B04_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:11	3938955606	IMG_DK01B11_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated
2015/08/11 4:16:10	1112727519	IMG_DK01B12_201508110410_001.bz2	0 (0%)	Validated

図6 データ受信ログ

Fazzt Receive Log

Received Files | Transmissions | Selective Reception | Streams: Incoming

Name	Transmission ID	Channel	Type	Status	Progress	Bytes	Total Bytes	Packets	Total Packets	Lost Packets	Recovered Packets
IMG_DK01VIS_201508110410_005.bz	130759446	1	File	Active	100 %	10836480	10836480	7680	7680	0	0
IMG_DK01B06_201508110410_006.bz	2956937533	1	File	Active	9 %	57851	618018	41	438	0	0

Ready 2 item(s) CAP NUM

図7 データ受信状況

## 気象衛星センター技術報告の原稿執筆要領

1. 和文原稿は A4 版用紙（40 字×40 字）にワープロを使用して作成すること。
2. 英文原稿は A4 版用紙にワープロを使用して作成すること。ただし、著者自身で印刷時（2 段組み）のレイアウトを指定したい場合には、レイアウト済の原稿を提出することもできる。
3. 提出原稿は編集委員が定めるフォーマットにしたがって作成し、原本および電子ファイルを提出すること。著者はコピーを別に作成し、これを保管すること。
4. 記述形式は以下の要領によること。
  - (a) 表題、著者名、所属  
原稿には、表題（英文訳つき）、著者名（ローマ字付き）および所属を明記する。著者名のローマ字表記は苗字・名前の順番とし苗字は大文字とする。また、同名の原稿を 2 回以上に分けて投稿する時は、表題の次に（Ⅰ）、（Ⅱ）…を記入する。必要に応じて略題を記入すること。
  - (b) アブストラクト  
原稿には和文および英文のアブストラクトをつけること。  
アブストラクトは調査研究などで用いた仮定、方法、結論などを簡潔に記述し、内容の概略が理解できるように配慮すること。なお、特別な記号や本文中の数式番号などは国際的な慣用が認められるもの以外は用いないこと。
  - (c) 目次  
原稿が長い場合は（原稿用紙で 50 枚以上）、原則として付加すること。
  - (d) 図表  
図表の説明は本文と同一の言語とする。図および写真は、図 1、図 2、…(Fig.1、Fig.2、…)、表は、表 1、表 2、…(Table 1、Table 2、…) のように、それぞれ通し番号を付けて表示する。図および写真の説明は別紙にまとめてタイプし、論文の末尾につける。図・写真および表の印刷位置は論文の相当文章の左横に朱書きする。図はそのまま版下になるものを提出する。縮尺は 1/2～1/4 が望ましい。刷り上がり文字の大きさが 1mm 以上になるようにする。図の用紙の大きさはできるだけ B4 版（36cm×25cm）以内とし、B3 版を越えないようにする。数式番号は右側に（ ）を付けて表示する。
  - (e) URL の扱い  
文書中に WEB ページの内容または存在を提示する場合には、本文中に直接 URL を記載せず、脚注に示す。  
（例：<sup>2</sup>www. http://mscweb.kishou.go.jp/panfu/product/index.htm）
  - (f) 参考文献表
    - (1) 外国文献と国内文献を分けて作成すること。順序は外国文献の場合はアルファベット順、国内文献は、アイウエオ順とする。
    - (2) 参考文献の書き方は原則として次の形式に従って記載する。  
雑誌……著者名、発行年：表題、雑誌名、巻数、頁～頁  
単行本…著者名、発行年：書名、発行書店名、発行地、頁数  
（特定部分引用に際しては、その頁数を明記する。）  
WEB…著者名、発行年：表題またはサイト名、URL アドレス、最終閲覧日

平成 28 年 3 月 30 日発行

編集兼  
発行所

気象衛星センター

東京都清瀬市中清戸 3-235

印刷所

勝美印刷株式会社

東京都文京区白山 1-13-7 アクア白山ビル 5F

# 目次

はじめに

別所 康太郎

1. 静止気象衛星ひまわり 8号及び9号の地上システムについて	1
---------------------------------	---

尾関 一頼、佐々木 幸男：

2. 静止気象衛星ひまわり 8号及び9号の概要	3
-------------------------	---

佐々木 政幸：

3. HOPE 地上システム	17
----------------	----

濱田 浩、柴 卓、木村 裕之：

4. 静止気象衛星画像作成システム	25
-------------------	----

濱田 浩、田端 将、守 伸隆、佐々木 政幸：

5. 領域観測予約システム	37
---------------	----

石上 泰行、松田 謙、安達 英俊、横川 友和：

6. インターネット等による静止気象衛星画像データ 配信サービス (HimawariCloud) の概要	45
---	----

石上 泰行、松田 謙、安達 英俊、横川 友和：

7. 商用通信衛星による静止気象衛星画像データ 配信サービス (HimawariCast) の概要	55
--	----

## Contents

Foreward

BESSHO Kotaro :

Overview of Ground Systems of Himawari-8/9	1
--	---

OZEKI Kazuyori, SASAKI Yukio :

Introduction of Himawari-8/9	3
------------------------------	---

SASAKI Masayuki :

HOPE Ground System for Himawari-8/9	17
-------------------------------------	----

HAMADA Hiroshi, SHIBA Suguru, KIMURA Hiroyuki :

Geostationary Meteorological Satellite Image Data Reception and Processing Ground System	25
---	----

HAMADA Hiroshi, TABATA Tasuku, MORI Nobutaka, SASAKI Masayuki :

Regional Observation Schedule Coordinate System	37
---	----

ISHIGAMI Hiroyuki, MATSUDA Ken, ADACHI Hidetoshi, YOKOKAWA Tomokazu :

Overview of Geostationary Meteorological Satellite Image Data Delivery Service via the Internet, HimawariCloud	45
---	----

ISHIGAMI Hiroyuki, MATSUDA Ken, ADACHI Hidetoshi, YOKOKAWA Tomokazu :

Overview of Geostationary Meteorological Satellite Image Data Delivery Service by Commercial Communications Satellite, HimawariCast	55
--	----



この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。