

3F15 「しずく」運用 システムの状況

○伊藤徳政、津貫英明、横山慎悟、出口聡、中川敬三（宇宙航空研究開発機構）

Status of 「SHIZUKU」(GCOM-W1) Ground Operation Systems

Norimasa Ito, Hideaki Tsunuki, Shingo Yokoyama, Akira Deguchi, Keizo Nakagawa(JAXA)

Key Words: SHIZUKU, GCOM-W1, AMSR-2, Operation system

Abstract

The ground operation systems of “SHIZUKU” (GCOM-W1: Global Change Observation Mission-Water) have a lot of functions; satellite operation planning, commanding, telemetry monitoring, AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer 2) data receiving, AMSR2 data processing, and AMSR2 data providing to users. The systems have been working stably since the launch of GCOM-W1. This paper describes the status of the GCOM-W1 ground operation systems as well as the GCOM-W1 operation concept.

1. はじめに

第一期水循環変動観測衛星 GCOM-W1(「しずく」)は、平成 24 年 5 月 18 日に H-IIA ロケット 21 号機で種子島宇宙センターから打ち上げられた。GCOM-W1 は、ADEOS-2(「みどり 2」)に搭載された高性能マイクロ波放射計(AMSR)および米国航空宇宙局(NASA)の衛星 Aqua に搭載された改良型高性能マイクロ波放射計(AMSR-E)の後継となる高性能マイクロ波放射計 2(AMSR2)を搭載し、極域を含む全球規模での水・エネルギー循環に関するデータを取得する。GCOM-W1 の軌道上外観図を図 1 に、主要緒元を表 1 に示す。

GCOM-W1 の運用システムは、衛星の運用計画の立案から、コマンドの送信、テレメトリのモニタ、AMSR2 観測データの受信、観測データの処理(プロダクトの生成)、ユーザへのプロダクト提供まで、GCOM-W1 を運用するための全ての機能を持つ。GCOM-W1 の運用システムは打上げから安定して動作している。本論文では、GCOM-W1 の運用の概要を述べるとともに、運用システムを構成する主要システムの概要とこれまでの運用状況について報告する。

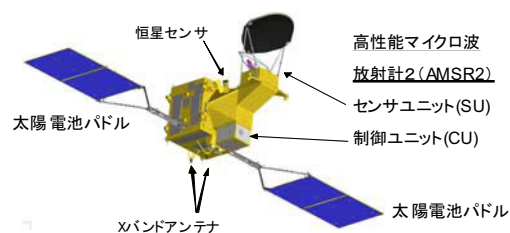


図 1 GCOM-W1 の軌道上外観図

表 1 GCOM-W1 の主要緒元

項目	仕様
観測機器 (AMSR2)	観測波長：6.9GHz～89GHz (6 周波数帯) 観測幅：1450km 以上
設計寿命	5 年
発生電力	約 4kW (EOL)
質量	約 2t
軌道種別	太陽同期準回帰軌道 軌道高度約 700km (赤道上) 軌道傾斜角 98.2 度 (A-Train 軌道)
昇交点通過 地方太陽時	13 時 30 分 ±15 分 (A-Train 軌道を維持)

2. GCOM-W1 の運用の概要

AMSR2 は 2 日間で地球上の 99%以上の場所を昼夜 1 回ずつ観測することができる。その観測データは GCOM-W1 衛星システムのデータレコーダに常時記録される。記録された観測データは、ノルウェー

の **KSAT** 社が運用するサブルバード局で X バンドを用いてダウンリンクされる。北緯 78 度の高緯度に位置しているサブルバード局では、記録されたデータを毎周期（周期は約 98 分）ダウンリンクすることが可能である。受信局の不具合でデータ取得が失敗する場合などでも次の周期で取得できるように、毎回 2 周期分のデータをダウンリンクする。また、サブルバード局では、S バンドによるリアルタイムテレメトリを受信して衛星の健全性をリアルタイムでモニタするとともに、データレコーダに常時記録されていたテレメトリを観測データと合わせて X バンドでダウンリンクする。次の周期の運用前にこのテレメトリを確認することにより、非可視帯を含めた 1 周期分の衛星の健全性が確認できる。

日本周辺のリアルタイムの観測データは国内の

JAXA の X バンド受信局で受信する。

コマンド運用は、**JAXA** の地上ネットワークシステム (GN) 局からの送信を主とする。緊急時はサブルバード局からのコマンド送信も可能である。

尚、**AMSR2** 観測データのリアルタイムでの直接受信を希望するユーザ (直接受信局) に対して、X バンドによりダウンリンクが可能である。

3. GCOM-W1 の運用システムの概要

GCOM-W1 の運用システムは、GCOM-W1 の打上げから 5 年間（後期利用運用を含めるとそれ以上）の運用を行うためのシステムである。図 2 に GCOM-W1 の運用システムの全体概要図を示す。以下に、個別のシステムの機能や特徴を示す。

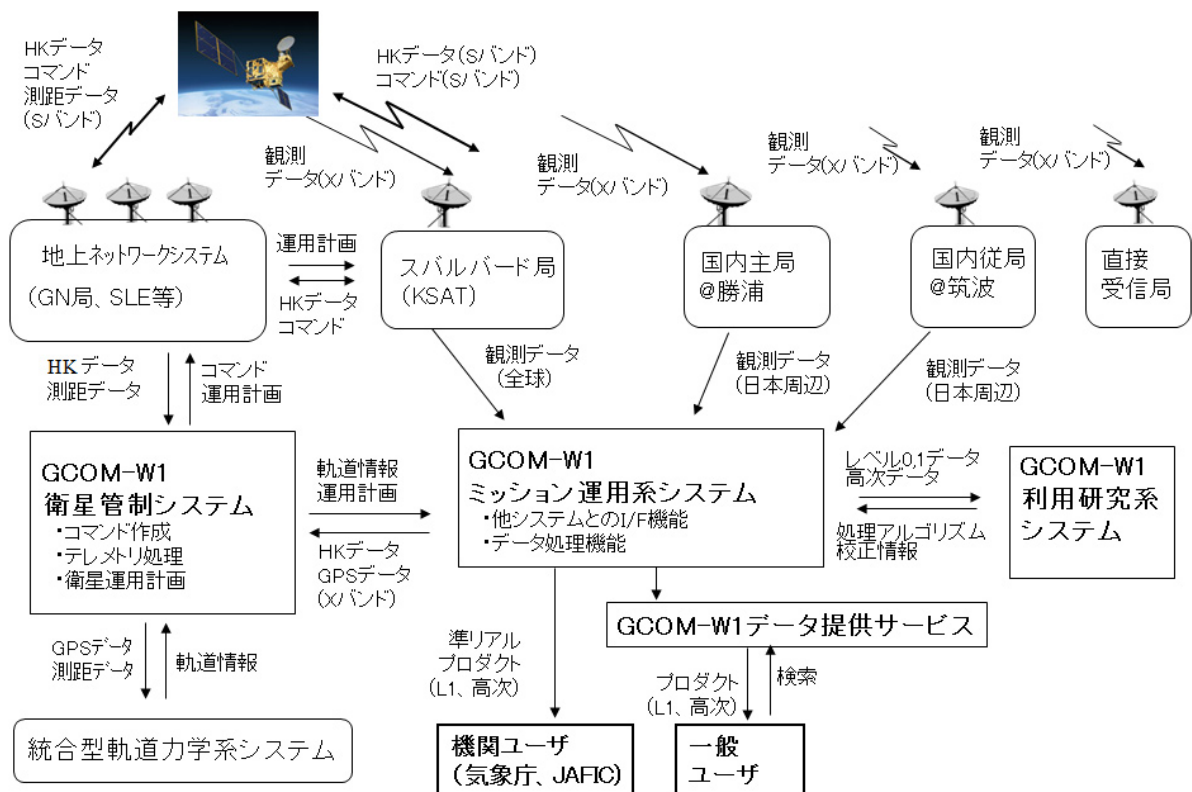


図 2 GCOM-W1 の運用システムの全体概要図

(1) GCOM-W1 衛星管制システム

GCOM-W1 を運用するコマンドを作成する機能、テレメトリを処理する機能、運用計画を立案する機能などを有するシステムであり、筑波宇宙センター内に整備した。だいち（2006 年打上げ）などの衛星で運用実績のあるシステム（衛星運用システム、SMACS）の共通部を基本として、GCOM-W1 で固有のシステムを付加する設計として、信頼性の確保と開発の効率化を図った。

(2) GCOM-W1 ミッション運用系システム

スバルバード局で受信した全球の観測データ及び国内局で受信した日本周辺の AMSR2 の観測データを処理して標準プロダクト（表 2 参照）を作成し、保存する機能を有するシステムであり、筑波宇宙センターに整備した。また、標準プロダクト生成の前に、準リアルタイムのプロダクトを作成し、気象予報や魚海況情報などの利用実証を目的とした機関ユーザー（気象庁、漁業情報サービスセンター（JAFIC））に規定の時間内に配信する。例えば、全球の輝度温度データを観測時刻から 2.5 時間以内、日本周辺海域の輝度温度データを 0.5 時間以内を目標に配信する。この時間には、全球データの場合は約 100 分間

の記録データが含まれているため、ダウンロード終了から 100 分間のデータを処理してユーザに配信が完了するまでの時間は 50 分以内である。

(3) GCOM-W1 データ提供サービス

GCOM-W1 ミッション運用系システムで作成された標準プロダクトを一般ユーザに提供する機能を有するシステムであり、筑波宇宙センターに整備した。一般ユーザはこのシステムにアクセスして、AMSR2 のみならず、過去に取得された AMSR や AMSR-E のプロダクトを入手することが可能である（平成 23 年 8 月から運用中）。また、HDF の標準フォーマットのほか、netCDF、GeoTIFF 形式へのフォーマット変換機能もサポートする。直接受信局のための GCOM-W1 軌道情報もこのシステムから入手可能である。また、GCOM-W1 の運用情報等もこのシステムで周知される。

表 2 GCOM-W1 標準プロダクト

プロダクト	対象領域	空間分解能
輝度温度 (6 周波帯・2 偏波)	全球	5-50km
積算水蒸気量	全球洋上	15km
積算雲水量	全球洋上	15km
降水量	熱帯～温帯	15km
海面水温	全球洋上	50km
海上風速	全球洋上	15km
海水密接度	高緯度洋上	15km
積雪量	陸圏	30km
土壌水分量	陸圏	50km



<https://gcom-w1.jaxa.jp/auth.html>

図 3 GCOM-W1 データ提供サービスのトップ画面

(4) GCOM-W1 利用研究系システム

公募による研究者との協力のもと、AMSR2 の観測データのレベル 2 以上の高次プロダクトの処理アルゴリズムの開発、校正検証、研究プロダクトの作成を行うシステムである。

(5) Xバンドデータ受信局（外国局及び国内局）

GCOM-W1 から Xバンドで伝送される観測データを受信する機能を有する。

GCOM-W1 のデータレコーダに記録した全球の観測データを受信する外国局として、KSAT 社が運用するスバルバード局を使用する。北緯 78 度に位置するスバルバード局を利用することにより、毎周回（約 98 分/周回）データをダウンリンクすることが可能であり、機関ユーザへの準リアルタイムデータの配信時間が短縮可能となる。

日本周辺のリアルタイムデータを受信する国内局は、JAXA の勝浦宇宙通信所に主局を整備し、主局の保守時や故障時のバックアップとして使用するために筑波宇宙センターに従局を整備した。

(6) 追跡ネットワークシステム

GCOM-W1 との間で S バンドを用いてコマンド送信、テレメトリ受信、測距を行いデータを伝送する機能（GN 局、Space Link Extension (SLE) 設備）、GN 局や X バンド受信局に運用計画等を配信する機能（統合ネットワーク計画システム）、GCOM-W1 の軌道決定や制御計画を作成する機能（統合型軌道力学系システム）、等を有する。インフラストラクチャーとして JAXA の地球観測衛星等で使用しているシステムに GCOM-W1 固有の機能を付加することにより、信頼性の確保と開発の効率化を図った。

4. GCOM-W1 の運用システムの運用結果及び現状

5 月 18 日の GCOM-W1 打上げ時から、テレメトリ・コマンド用の地上局として、GN 局及びスバルバード局を現在まで使用している。また、打上げから約 24 時間のクリティカル運用終了時（AMSR2 の低速回転開始）までは KSAT 社の南極トロール局も使用し、衛星状態のモニタの強化を図った。

7 月 3 日から AMSR2 の観測運用を開始し、以降、全球観測データの受信局として、KSAT スバルバード局、日本周辺観測データの受信局として JAXA 勝浦局または筑波局を現在も使用している。GCOM-W1 の地上局を図 4 に示す。7 月 3 日の観測開始直後から約 1 日分の

観測データを GCOM-W1 ミッション運用系システムで画像処理して初画像を公開した。初画像の例を図 5 に示す。

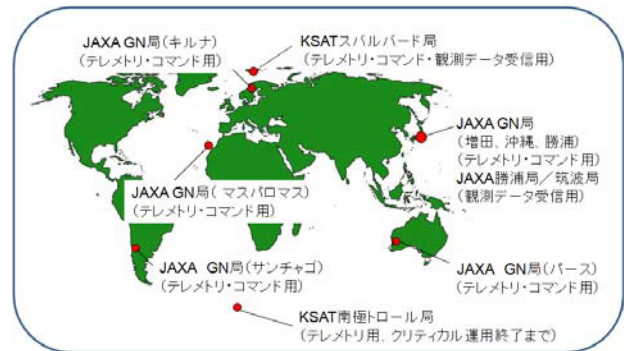


図 4 GCOM-W1 の運用に係る地上局



図 5 GCOM-W1 初画像の例（89GHz 垂直・水平偏波、23GHz 垂直偏波の輝度温度データを合成した画像）

打上げから約 3 か月の初期運用期間で衛星システム及び地上システムの機能・性能が正常であることを確認し、8 月 10 日に定常運用に移行した。

9 月 3 日から未校正検証の準リアルタイム輝度温度データの気象庁への配信を開始した。これまでは、配信時間の要求である全球データを観測時刻から 2.5 時間以内、日本周辺海域のデータを 0.5 時間以内を満足する結果が得られている。

5. おわりに

これまで、GCOM-W1 は衛星システム、運用システムともに順調である。現在行われている AMSR2 データの初期校正検証が完了後、打上げ 8 ヶ月後の平成 25 年 1 月頃に輝度温度プロダクト、1 年後の同年 5 月頃に物理量プロダクトの一般提供を開始する予定である。