

4-3 ETS-9 光・共通部ミッション管制システム

4-3 Optical and Common Communication Subsystem Control System for ETS-9

鈴木 健治 川崎 和義 谷内 宣仁 吉村 直子 高橋 卓 三浦 周

SUZUKI Kenji, KAWASAKI Kazuyoshi, TANIUCHI Nobuhito, YOSHIMURA Naoko, TAKAHASHI Takashi, and MIURA Amane

技術試験衛星 9 号機 (ETS-9) を用いて、ETS-9 に搭載する光通信機器及び Ka 帯通信機器の機能性能確認実験を始めとして各種衛星通信実験を実施する予定である。ミッション機器として光で上り下り共に 10 Gbps の通信速度を目指す光通信機器と Ka 帯通信実証実験を支援する地球局が衛星を追尾するためのビーコン信号及び光通信機器に蓄積された光詳細テレメトリ情報を送信する機能を有する共通部がある。衛星通信実験を遂行するためには衛星搭載ミッション機器の制御・監視を行うミッション衛星運用センター (ミッション SOC : Satellite Operation Center) が必要となる。この光・共通部ミッション SOC の概要について報告する。

The National Institute of Information and Communications Technology (NICT) plans to use the Engineering Test Satellite-9 (ETS-9) to carry out various satellite communications experiments, including an experiment to verify the functionality and performance of the optical and Ka-band communications equipment to be installed on the ETS-9. The mission equipment includes an high speed communication with advanced laser instrument(HICALI) that aims for a communication speed of 10Gbps in both up and down directions using laser, and a common communication subsystem that has the function of transmitting beacon signal for the earth station that supports the Ka-band communication demonstration experiment to track the satellite, as well as detailed telemetry information stored in HICALI. In order to carry out satellite communication experiments, a communication mission satellite operation center (Mission SOC: Satellite Operation Center) that controls and monitors satellite-mounted mission equipment is required. This paper shows that outline of designed and manufactured Mission SOC.

1 まえがき

近年、世界的にハイスループット衛星 (High Throughput Satellite : HTS) と呼ばれるマルチビーム大容量通信静止衛星や低軌道衛星群によるメガコンステレーションなど多様な非地上系ネットワーク (Non-Terrestrial Network : NTN) が登場し、地上系通信網から NTN へ拡張した 3 次元的なネットワークの構成が期待されている。我が国でも次世代 HTS の技術実証に向け、技術試験衛星 9 号機 (Engineering Test Satellite 9 : ETS-9) 図 1 の開発が進められている [1]。ETS-9 では世界市場においても競争力のあるミッション技術の獲得を目指し、Ka 帯周波数及び光通信による衛星通信の大容量化、チャネライザ／デジタルビームフォーマによるフレキシブル化、通信システムの統合的な運用制御を開発している。ETS-9 に搭載する光通信機器及び Ka 帯通信機器の機能性能確認実験



©JAXA

図 1 ETS-9 衛星外観図

を始めとして各種衛星通信実験を実施する予定である。衛星搭載ミッション機器(光・共通部)の監視・制御を行う光・共通部ミッション SOC が必要となる。これまでに設計・製作した光・共通部ミッション SOC [2] の概要について報告する。

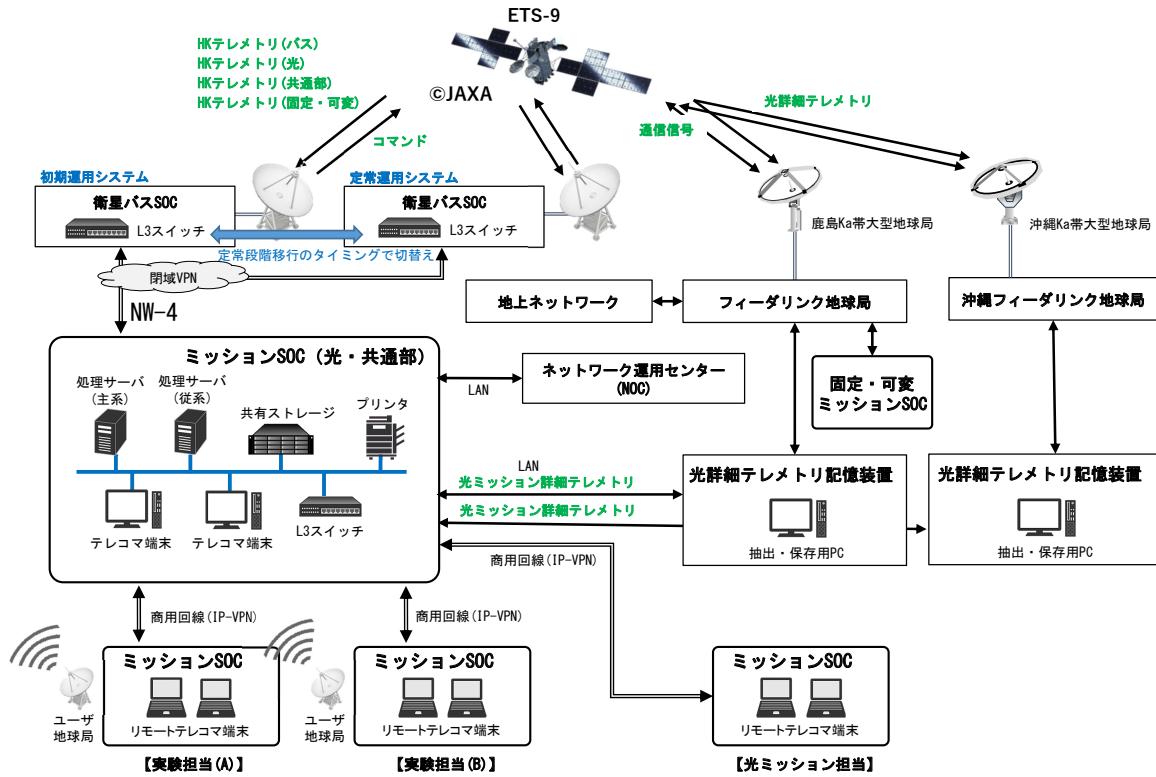


図2 システム全体構成図

2 光・共通部ミッション SOC

光・共通部ミッション SOC は ETS-9 に搭載する光フィーダリンク通信サブシステムと共通部通信サブシステムのテレメトリ・コマンド処理を行うものである。図2のシステム全体構成図に示すとおり衛星バス SOC (初期運用システム及び定常運用システム) と接続しミッション機器の運用を行うことができる。構成機器は処理サーバ、ストレージ、テレコマ端末及びリモートテレコマ端末である。各サーバ・端末等は NTP (Network Time Protocol) により GPS 時刻サーバで得られた時刻データを使って時刻同期する。ネットワーク運用センター (NOC) からの指示で光・共通部ミッションの運用管制を行うこともできる。光・共通部ミッション SOC の外観写真を図3に示す。固定・可変ミッション SOC も鹿島 Ka 帯大型地球局を介して運用管制を行う。

2.1 光・共通部ミッションの機能

光・共通部ミッション SOC の処理サーバは衛星バス SOC とインターフェースを取り、光通信及び Ka 帯通信に関する実験を実施するために必要となるテレメトリ生データを受信し工学値変換等を行い表示するとともに、制御に必要なコマンドを生成し送信する機能をしている。光・共通部ミッション SOC の運用は鹿島 (茨城県鹿嶋市) のテレコマ端末から行うが、光地上



図3 外観写真

局 [3]のある NICT 本部(東京都小金井市)等のリモートテレコマ端末から運用することも可能としている。また、共通部通信サブシステムから鹿島 Ka 帯大型地球局にダウンリンクされる光フィーダリンク通信サブシステムの詳細テレメトリ(光衛星通信実験時に衛星に蓄積した詳細なテレメトリデータ)を取得し工学値変換する機能も有する [4]。さらに、沖縄 Ka 帯大型地球局で光詳細テレメトリデータを受信する冗長化も図っている。

3 運用管制イメージ

3.1 処理サーバ

光・共通部ミッションSOCの稼働状況(回線接続、テレコマ端末接続状況、システムの処理メッセージ等)をリアルタイムに処理サーバ画面(図4)に表示する。処理サーバは主系と従系の2系統を用意し主系がダウンした場合従系に切り替えて引き続き運用が継続できる。処理サーバは共有ストレージをマウントし各種サービス(テレメトリ処理、コマンド処理等)を起動する。

3.2 テレメトリ処理

光・共通部ミッションSOCは衛星バスSOCからテレメトリデータHK(House Keeping)テレメトリ(バス)、HKテレメトリ(光):①通常のHKテレメトリ、②光詳細テレメトリ(HK再生)、HKテレメトリ(共通部)を受信し工学値変換等の処理をして表示する。リアルタイム処理としては表1に示すリスト表示、時系列リスト表示、グラフ表示、ブロック図表示機能を有し、各テレコマ端末に表示することができる。テレメトリのリスト表示例を図5に示す。リスト表示ではテレメトリの最新値とリミットチェックとしてあらかじめ設定したりミット値に対して上限超過(▲)、下限超過(▼)をそれぞれ赤色(アクションレベル超過)と橙色(コーションレベル超過)で表示しオペレーターに注意を促す。

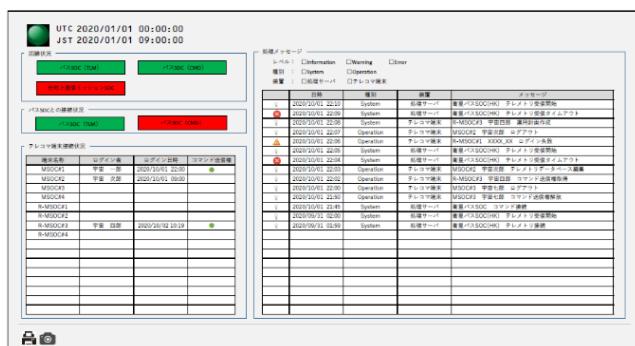


図4 処理サーバ画面イメージ

表1 テレメトリリアルタイム処理項目

No.	機能構成	概要
1	リスト表示	設定情報を読み込み、対象のテレメトリの最新値とリミットチェック結果を識別して一覧で表示する
2	時系列リスト表示	設定情報を読み込み、対象のテレメトリを時系列に表形式に表示する。
3	グラフ表示	設定情報を読み込み、対象のテレメトリをグラフで表示する
4	ブロック図表示	搭載機器の状態をブロック図で表示する

3.3 コマンド処理

コマンド処理は、まずコマンドの編集としてユーザが運用手順書(SOP: Satellite Operating Procedure)から選択し(図6)、送信電力を設定するためのコマンドパラメータ(マグニチュード値)等を設定し運用計画として保存する。次にコマンド編集画面で保存された運用計画を読み込みコマンド送信する。送信したコマンドが衛星で受信されたかどうかは、衛星のコマンドカウンタの数値がコマンド数だけカウントアップされたかどうかで確認する。次に送信したコマンドが衛星で正しく実行されたかどうかは対象機器のテレメトリデータで確認する。

3.4 システム監視機能

システム監視機能は光・共通部ミッションSOCの構成機器が正常に動作していることを常時監視し状態を表示することができる。監視対象は処理サーバ(主系・従系)、テレコマ端末、共有ストレージ、ネットワーク装置、GPS時刻サーバ、無停電電源装置(UPS)である。監視内容は死活監視、ログに障害ログが記録されていないか監視する。また、SNMP(Simple Network Management Protocol)機器について障害などによりSNMPトラップ信号が送出されていないかを監視する。

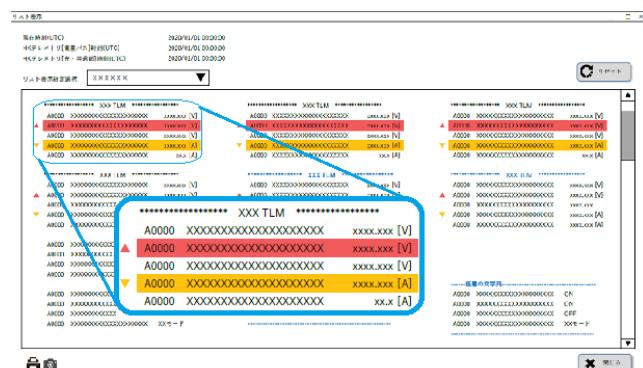


図5 テレメトリリスト表示例

SOPID	CCS01	SOP名称	CCS ON
SOP概要 本手順は、CCS電源をONする手順である。			

STEPID	タイミング	種別1	種別2	内容	基準値
		通常定義 ステップ概要 開始条件	式 ステータス 工学値		
1				CCS電源をONにする。 A+B A:CC1001 B:CC2001	OFF -XX/XX
	0:00:05	コメント CMD コメント 確認項目	タイトル 式 ステータス	次のディスクリートコマンドを送信する。 CCS ON 次のテレメトリを確認する。 CCS電源状態変化を確認。 A A:CC1001	ON

図6 SOPイメージ

3.5 その他

光・共通部ミッションSOCはシステム障害に対する対策として冗長構成、予備機切替え等で運用の連續性を確保している。共有ストレージはデータベースソフトウェアで管理しテレメトリデータ、ログデータ等を提供する。ファイルシステム全体のウィルス対策ソフトウェアによるウィルス検出やネットワークセキュリティ対策等を実施している。

4 おわりに

衛星搭載ミッション機器(光・共通部)の監視・制御を行う光・共通部ミッションSOCの概要について報告した。ETS-9衛星打上げ静止化後の実験運用に向けて適合性試験として、衛星実機に搭載された光フィーダリンク通信サブシステムと共通部通信サブシステムと衛星バスSOC、光・共通部ミッションSOC間でテレメトリ・コマンド運用が問題なく実施可能かの試験、さらに各ミッションとミッション地上設備(固定・可変SOC、光・共通部ミッションSOC、GSOM、FDP)間のミッションデータ通信を含めたEnd-to-End試験を実施する予定である。

謝辞

本研究の一部は総務省「電波資源拡大のための研究開発(JPJ000254)」の「多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発」で実施した。関係各位に感謝する。

【参考文献】

- 1 三浦 周, 久保岡 俊宏, 坂井 英一, “技術試験衛星9号機による次世代ハイスクープット衛星の通信技術確立に向けた取組み,” 信号処理学会誌, vol.102, no.12, pp.1080–1084, Dec. 2019.
- 2 鈴木 健治, 小園 晋一, 川崎 和義, 高橋 靖宏, 織笠 光明, 吉村 直子, 高橋 阜, 三浦 周, “ETS-9衛星を用いた衛星通信実験を行うための光・共通部通信ミッション衛星運用センターの設計,” 第65回宇宙科学技術連合講演会講演集, vol.2021, no.4431, 3D11, pp.1–4, Nov. 2021.
- 3 斎藤 嘉彦, 宇佐美 敬之, 中園 純一, 大倉 拓也, 辻 宏之, “NICT光地上局テストベッド HICALI-GATE の整備,” 信号処理学会ソサイエティ大会, BI-1-06, pp.26–27, Sept. 2025.
- 4 鈴木 健治, 川崎 和義, 菅 智茂, 吉村 直子, 高橋 阜, 三浦 周, 辻 宏之, “多様なユースケースに対応するためのKa帯衛星の制御に関する研究開発－光・共通部ミッションSOC, GW局及び伝搬路計測データ収集システムの開発状況－”, 信号処理学会 2023年総合大会, B-3-14, p.197, March 2023.



鈴木 健治 (すずき けんじ)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
衛星通信

【受賞歴】

- 2020年 電子情報通信学会通信ソサイエティ活動功労賞
2017年 2016年度電子情報通信学会衛星通信研究賞
1996年 第63回通信記念日大臣表彰 団体(業務優績)



川崎 和義 (かわさき かずよし)

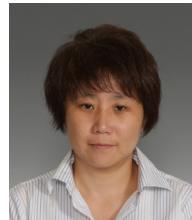
ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
衛星通信

【受賞歴】

- 2023年 第37回電波技術協会賞
2014年 2014年度電子情報通信学会衛星通信研究賞

谷内 宣仁 (たにうち のぶひと)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
主任研究技術員
宇宙通信システム



吉村 直子 (よしむら なおこ)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
企画室
室長
高速衛星通信、移動体衛星通信



高橋 阜 (たかはし たかし)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
副室長
高速衛星通信、移動体衛星通信

【受賞歴】

- 2019年 電子情報通信学会 活動功労賞
2017年 電子情報通信学会 衛星通信研究賞



三浦 周 (みうら あまね)

ネットワーク研究所
ワイヤレスネットワーク研究センター
宇宙通信システム研究室
室長
博士 (情報科学)
衛星通信システム、アンテナ

【受賞歴】

- 2017年 日本ITU協会賞 奨励賞受賞
- 2016年 電子情報通信学会通信ソサイエティ 活動功労賞
- 2016年 電子情報通信学会通信ソサイエティ 優秀論文賞