



JAXAにおける無線利用について



国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 周波数管理室

はしもと まさひみ
橋本 昌史

1. はじめに

地上から離れた宇宙空間や上空で活動するには無線が不可欠である。宇宙航空研究開発機構（JAXA）では、ロケット、地球観測、有人宇宙、宇宙探査・科学、衛星通信、航空など多くの活動に無線を利用している。本稿では、JAXAにおける無線利用と課題について紹介する。

2. JAXAにおける周波数の主な利用状況

JAXAの衛星・ロケットに広く使用されている周波数帯は、S帯のアップリンク（2GHz帯）及びダウンリンク（2.2GHz帯）である。X帯やKa帯に比べてつながりやすいため、多くの宇宙機がコマンドやテレメトリ、地上へのデータ伝送に使用している。

X帯アップリンク（7GHz帯）は月・深宇宙に向かう探査機がコマンドに使用している。ダウンリンク（8GHz帯）は地球観測衛星や科学衛星、月・深宇宙探査機に使用されている。S帯よりも高速のデータ伝送速度が可能である。

Ku帯／Ka帯アップリンク（14GHz帯、29GHz帯）とダウンリンク（12GHz帯、19GHz帯）は静止軌道の技術試験衛星やデータ中継衛星が使用している。Ka帯ダウンリンク

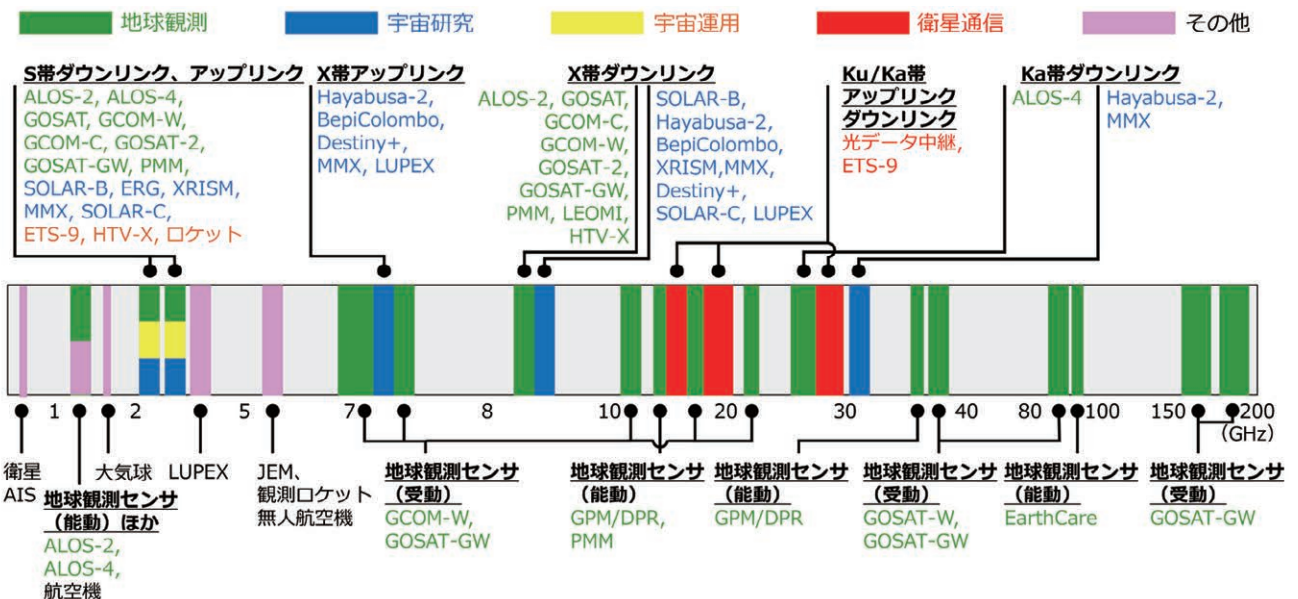
（26GHz帯、32GHz帯）は地球観測衛星や深宇宙探査機も使用している。X帯よりも更に高速のデータ伝送を行うことができる。

地球観測センサでは、自ら電波を発射してその反射波を観測する能動センサが、1.2MHz帯、13MHz帯、35MHz帯、94GHz帯を使用している。地表や大気から放射される電波を観測する受動センサは、6-7MHz帯、10MHz帯、18MHz帯、23MHz帯、36MHz帯、89GHz帯、165GHz帯、183GHz帯を使用している。これらの周波数は、地表面、海面、大気などの観測対象の特性に応じて選定されている。

3. ロケットにおける無線利用

JAXAの液体ロケットは、H-IIAロケットが50号機で運用を終了し、H3ロケットがこれまで7回の打上げを実施している。固体ロケットはイプシロンロケットを開発中である。

飛行中のロケットは、S帯を使用してロケットの位置、速度、姿勢、搭載機器の状態などのテレメータを地上にダウンリンクしている。打上げ直後のロケットの位置や速度は、X帯ドップラーレーダでも計測している。異常飛行時には、飛行停止のための保安コマンドが地上から送られる。



■ 図1. JAXAにおける周波数の主な利用状況

テレメータを受信するために、ロケットの飛行経路に合わせて国内外に追尾局を設置しているが、それでもロケットからの電波を受けられない時間帯がある。この課題に対応するため、JAXAと英国宇宙庁（UKSA）の国際協力枠組みの下で、英国宇宙企業の民間サービスを活用し、H3ロケットのテレメータをインマルサット衛星経由で地上にダウンリンクするInRangeプロジェクトを進めている。

4. 地球観測ミッションにおける無線利用

JAXAが地球観測に利用している能動センサには、合成開口レーダ、ドップラー降水レーダ、雲プロファイリングレーダがある。合成開口レーダは、自ら電波を発射し、雲や雨を透過するため、夜間や天気の良い日でも観測できる。だいち4号（ALOS-4）に搭載されたL帯（1.2GHz帯）の合成開口レーダは、木の枝や葉を通り抜けるL帯の性質を活用して地表面を観測することができ、災害状況や地殻変動などの把握に貢献している。一度に観測できるエリアの拡大や観測頻度の向上に取り組んでいる。

受動センサには、マイクロ波放射計や超広帯域電波デジタル干渉計がある。高性能マイクロ波放射計（AMSR）は、JAXAが開発した地球観測用センサシリーズである。いぶきGW（GOSAT-GW）に搭載されたAMSR3は、地表面、海面、大気から放射される微弱なマイクロ波を計測し、台風や集中豪雨の予測精度向上、漁場探査、北海航路の開発などに貢献している。JAXAは、AMSR、AMSR-E、

AMSR2、AMSR3と改良を重ねながら、24年以上にわたりデータを継続的に取得している。

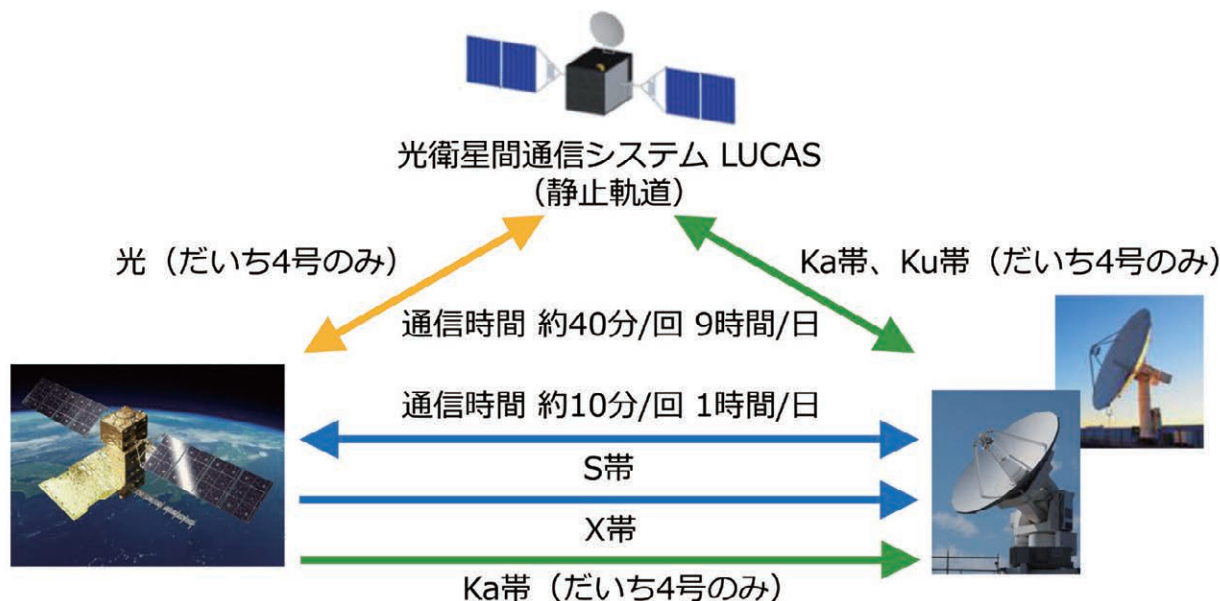
地球観測の課題の1つに、観測データの大容量化・即時性向上への対応がある。だいち4号では、大容量のデータを地球局に伝送するため、従来のX帯よりも高いKa帯を使用し、データ伝送の高速化に取り組んでいる。また、静止軌道上の光衛星間通信システム（LUCAS）との間で光衛星間通信を行い、世界最速の通信速度1.8Gbpsを達成した。LUCASの活用により地上との通信可能時間が拡大し、災害発生後速やかにデータを取得する即時性の向上にも貢献している。

また、2025年9月から、追跡運用の効率化のため、JAXAが保有する地球局、スカパーJSATが保有する国内地球局、同社の提携先であるKSATの海外地球局の統合運用を本格開始している。

5. 有人宇宙ミッションにおける無線利用

JAXAでは、有人宇宙ミッションとして国際宇宙ステーション（ISS）日本実験棟きぼうの運用、宇宙ステーション補給機こうのとり（HTV-X）の運用を行っている。有人宇宙ミッションに使用される通信は、宇宙飛行士の安全のために高い信頼性が要求される。

きぼうと地上との通信は、きぼうからNASAのデータ中継衛星や地球局を経由して、筑波宇宙センターにある運用管制室までつながっている。きぼうの実験機器で取得され



■ 図2. 地球観測データの大容量化・即時性向上への対応



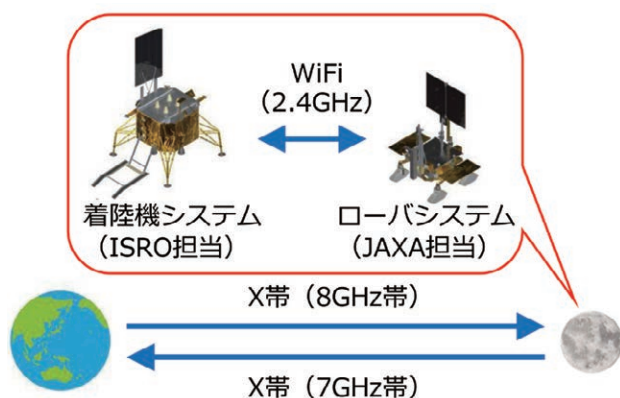
たデータは、915MHz帯のISMバンドや5GHz帯の無線LANを使って集約している。

このとりは、打上げ後、S帯を使用してNASAのデータ中継衛星経由で地上と通信しながら約3日間かけてISSに接近する。ISS接近から結合まではS帯の近傍通信システムを使用してISSと直接通信を行う。結合時は、5GHz帯の無線LANによりISSに画像を送る。ISSへの物資補給後は、ISSから離脱して超小型衛星の放出や軌道上実験を行い、最後は大気圏に再突入して燃焼廃棄される。離脱以降はS帯を使用してJAXAの地球局と直接通信を行う。

6. 宇宙探査・科学ミッションにおける無線利用

JAXAは、インド宇宙研究機関（ISRO）と国際共同で月極域探査機（LUPEX）を計画している。JAXAはロケットと月面ローバー、ISROは月面着陸機の開発・運用を担当している。月面ローバーはX帯アップリンク、ダウンリンクで地球と通信しながら、月の南極の日の当たらない領域に水が存在するか探査する。

深宇宙ミッションについては、JAXAと欧州宇宙機関（ESA）が協力して進める国際水星探査計画BepiColomboでJAXAが開発した水星磁気圏探査機みお（MMO）が水星に向け飛行中である。火星の衛星フォボスからのサンプルリターンを目指す火星探査衛星計画（MMX）、ふたご座流星群のもととなる小惑星を探査する深宇宙探査技術実証機（Destiny+）も開発中である。ミッションを支える通信には、X帯のアップリンクとダウンリンク、Ka帯のダウンリンクが使用されている。深宇宙用地球局は、高出力のアップリンク送信と微弱なダウンリンク受信が必要になるため、白田局64mアンテナ、美笹54mアンテナ、内之浦34mアンテナなど大型アンテナが使用される。



■図3. 月極域探査機（LUPEX）による無線利用

太陽観測、X線天文観測、地磁気観測などを行う科学衛星は、地球周回軌道で運用されており、S帯のアップリンクとダウンリンク、X帯のダウンリンクを使用している。

7. その他の無線利用

上で述べた以外にも、JAXAにおける無線利用は多岐にわたる。技術試験衛星9号機（ETS-9）では、Ku帯及びKa帯を使用して、軌道上でビーム照射域や周波数帯幅などを柔軟に変更するフルデジタル通信ペイロードの実証を行う計画である。

航空分野では、ADS-B（航空機が自らの位置情報を自動的に放送する機能）のうち、導入が容易なポータブルADS-Bを日本の環境において評価した。大阪・関西万博周辺にポータブルADS-B受信機を配置し、ドローンと有人航空機の衝突リスクの低減に向けた環境整備に貢献した。

大気球は、航空機と衛星の間の高度に長時間滞在できる特性を生かして、宇宙線や高エネルギー粒子などの観測データを地上に伝送している。また、観測ロケットを打上げ、落下中に超高層大気の観測や微小重力実験などのデータを取得し、地上に伝送している。

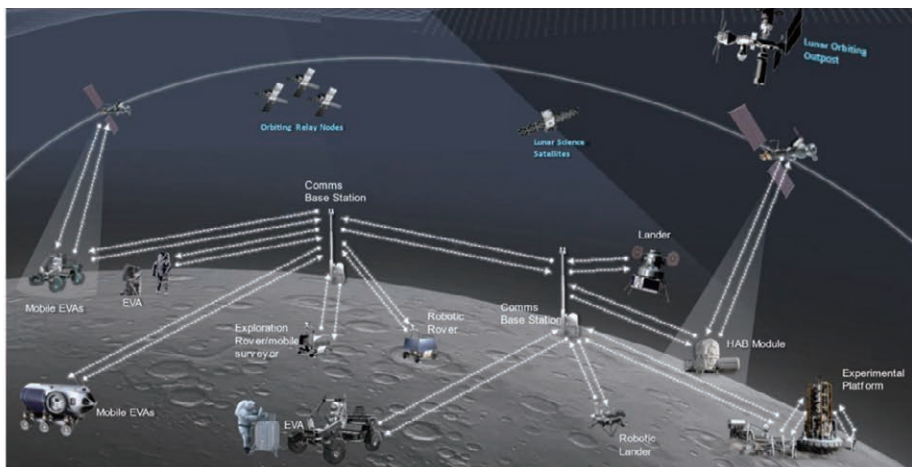
8. 周波数共用に関する取組み

JAXAでは、宇宙用周波数の確保・拡大に向けて、米国航空宇宙局（NASA）やESAなど海外宇宙機関と連携して、周波数の共用検討に取り組んでいる。

WRC-27議題1.7では、IMT（携帯電話）の周波数の特定が検討されており、X帯が候補帯域の1つとなっている。宇宙探査・科学ミッションや地球観測ミッションは、X帯を使用することが多いため、JAXAもITU-R WP5Dや国内審議に参加し、X帯の宇宙用周波数の保護に関する意見を述べている。

WRC-27議題1.13では、衛星ダイレクト通信の周波数が検討されているが、このとりのS帯の通信が衛星ダイレクト通信から干渉を受ける懸念がある。そのため、日本からITU-R WP4Cに干渉解析結果を入力するなど共用検討に貢献している。

WRC-27議題1.15では、アルテミス計画をはじめ月探査ミッションが増加しているを受けて、月近傍で使用できる周波数の新規分配が検討されている。日本からもITU-R WP7Bに干渉解析結果を入力し、月近傍の周波数の拡大に向けた共用検討に貢献している。電波天文などに適した月の裏側は、月遮蔽領域（Shielded Zone of the Moon）



区分	ユースケース	主な周波数帯（新規分配の候補帯のみ）
月面間	船外活動、月着陸機、ローバなど（約50km以内）	400MHz帯、2.4GHz帯、3.5GHz帯、5GHz帯、28GHz帯
月面-月軌道	緊急信号、遭難救助、月測位など（約50km以上）	400MHz帯、2.4GHz帯、7GHz帯、8GHz帯
月軌道間	月データ中継衛星(L1, L2) (3千km~8万km)	7GHz帯、8GHz帯

■ 図4. 月近傍における宇宙研究システムの技術・運用特性（ITU-R報告SA.2553を基に作成）

として有害な干渉を与える電波発射が禁止されているため、SZMに配慮した規則を検討する必要がある。

WRC-27議題1.18では、76GHz帯以上の地球観測受動センサを隣接周波数帯で運用する他の能動業務の不要発射から保護する検討が行われている。JAXAの受動センサが使用している周波数帯が対象に含まれているため、保護に向けた取組みを行っている。

WRC-27議題1.19では、4GHz帯と8GHz帯を地球観測の受動センサに新規分配する検討が行われている。これらの周波数帯は海上風速の観測に適した周波数帯であるため、日本からITU-R WP7Cに干渉解析結果を入力して共用検討に貢献している。

JAXAは、宇宙通信や衛星搭載センサを扱うITU-R WP7B及びWP7Cを中心に活動しており、ドラフティンググループ議長を務めるなどの貢献をしている。

9. おわりに

ITUのシンポジウムにおいて「無線通信は宇宙における酸素である」と言われるように無線通信は宇宙空間や上空での活動を支える重要な役割を果たしている。今後も周波数を通じてJAXAのミッション遂行を支援するとともに、ITUなどの場で各国や海外宇宙機関から信頼されるように取り組んでまいりたい。

（2026年2月19日 ITU-R研究会より）