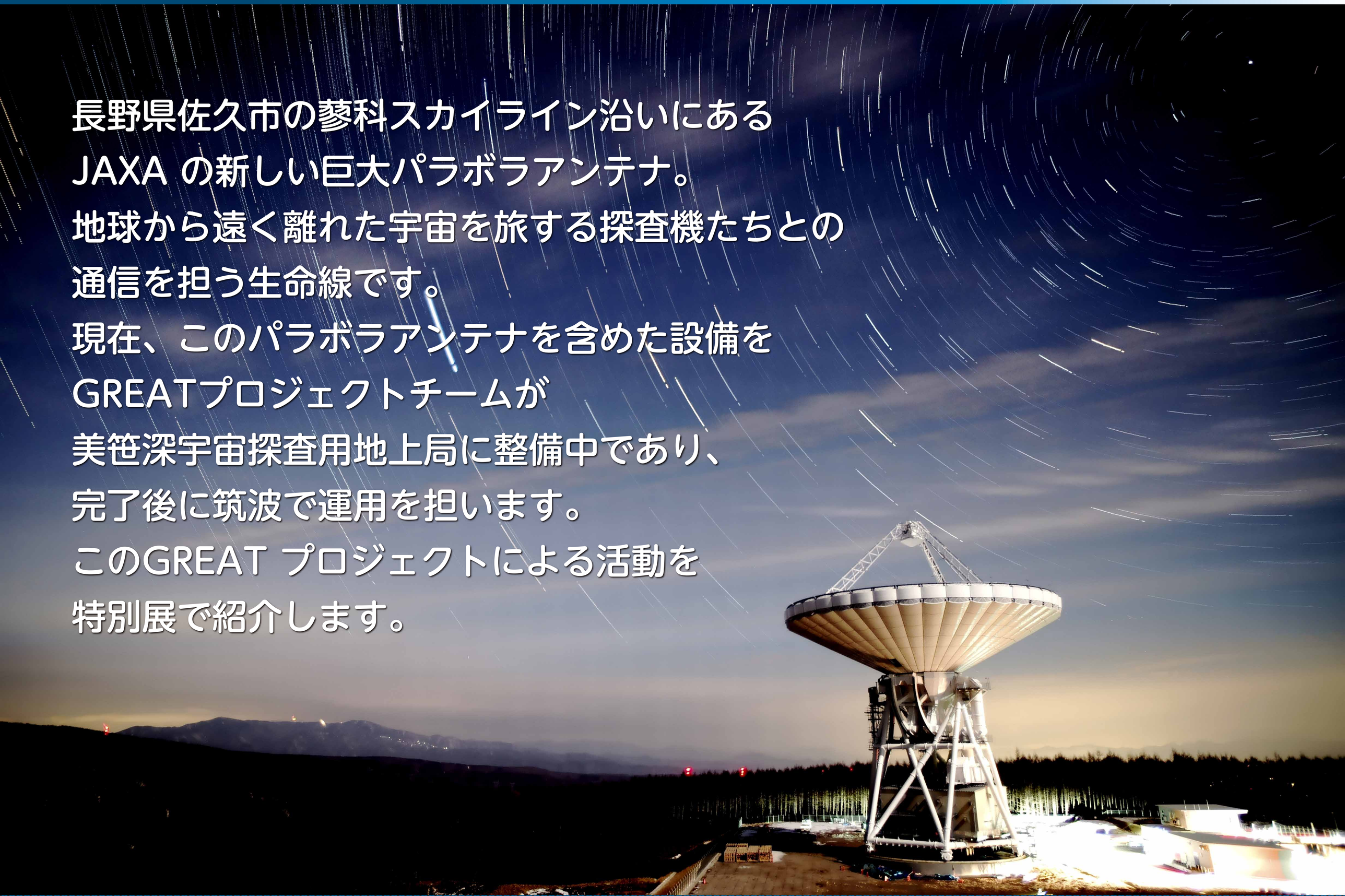
JAXA

GREAT展

～54mのアンテナが見る宇宙～



長野県佐久市の蓼科スカイライン沿いにある
JAXA の新しい巨大パラボラアンテナ。
地球から遠く離れた宇宙を旅する探査機たちとの
通信を担う生命線です。
現在、このパラボラアンテナを含めた設備を
GREATプロジェクトチームが
美笹深宇宙探査用地上局に整備中であり、
完了後に筑波で運用を担います。
このGREAT プロジェクトによる活動を
特別展で紹介します。

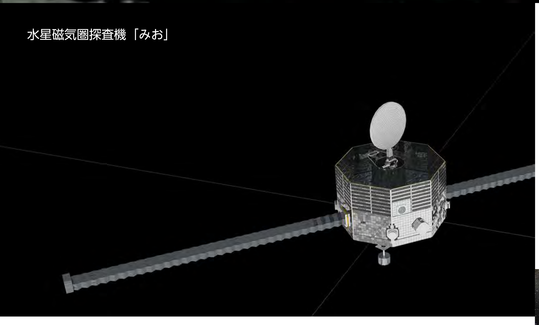
GROUND STATION FOR DEEP SPACE EXPLORATION AND TELECOMMUNICATION

深宇宙を調べる

地球から 200 万キロメートル以上離れた宇宙を**「深宇宙」**と呼んでいます。

地球と月との平均距離は 38 万キロメートル。
深宇宙はその約 5 倍以上の距離に相当します。
JAXA では宇宙の起源・構造・進化の謎を解き明かし、惑星誕生のプロセスを解明するため、深宇宙領域に探査機を送り、惑星や小惑星を調べています。

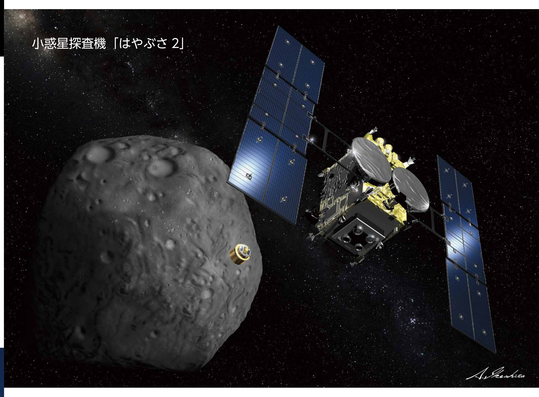
©JAXA/NHK



水星磁気圏探査機「みお」

探査機は惑星や小惑星の情報をたくさん集めますが、集めた情報を全て地球に送るためには強い電波を使う必要があります。

そのためには、探査機側の送信機の出力を上げたり、大きなアンテナを使う必要がありますが、探査機はロケットで打ち上げるため、重さや大きさに制限があり、小さいアンテナしか取り付けることができません。



小惑星探査機「はやぶさ 2」

そのため、地球にあるアンテナを大きくしたり、送信機の出力を大きくする必要があります。

日本では長野県佐久市の臼田宇宙空間観測所に 64m のアンテナがあり、現在、「はやぶさ 2」などの運用に使われています。
ところが、作られてから 30 年以上も経っていて、いつ動かなくなってもおかしくない状態です。

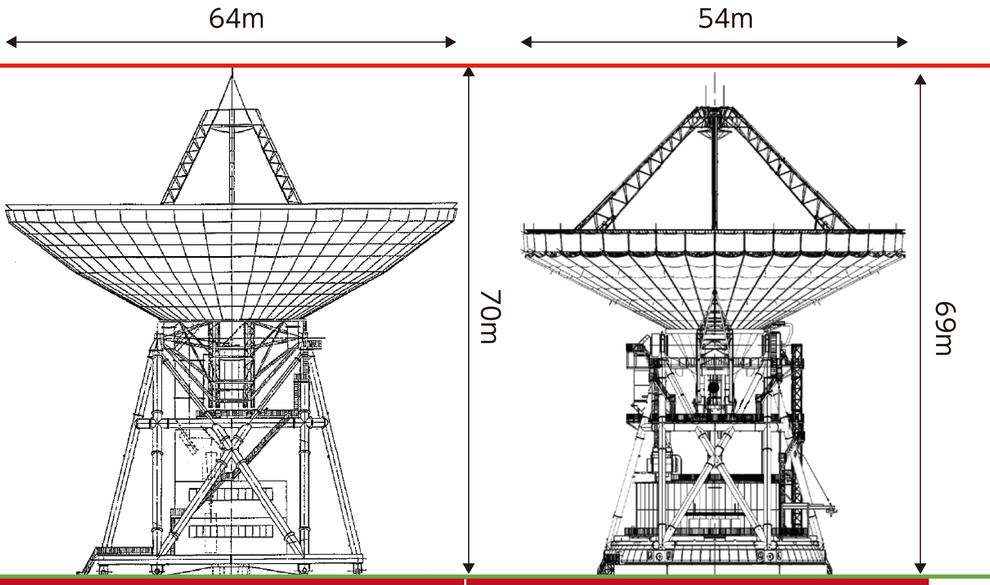
◀64m アンテナ深宇宙追跡管制局（臼田宇宙空間観測所）

GREAT

Usuda Deep Space Center
JAXA
54
GREAT

深宇宙探査用地上局

JAXA ではこれからの探査機運用に使う新しいアンテナを作ることになりました。
そして、これを担当する深宇宙探査用地上局プロジェクト（通称：GREAT、グレートプロジェクト）が立ち上がりました。

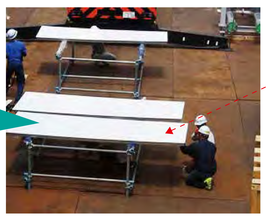


臼田宇宙空間観測所 64m アンテナ		美笹深宇宙探査用地上局 54m アンテナ	
主反射鏡	口径 64m	主反射鏡	口径 54m
重量	1,900t	重量	2,200t
周波数	S 帯（2GHz）	周波数	X 帯（8GHz）
	X 帯（8GHz）		Ka 帯（32GHz）

54m アンテナの各部名称は右図のとおりです

主反射鏡（水色の部分）は 680 枚のアルミニウム製パネルから構成されています。
パネル 1 枚は 6 点または 7 点で支えられ、1 枚 1 枚傾きを微調整できるようになっています。
これによりパネル全体の凹凸をクレジットカードよりも薄い 0.6 ㎜以下に抑えます。
なお、主反射鏡の広さはテニスコート 9 面分、重さは 240t になります。

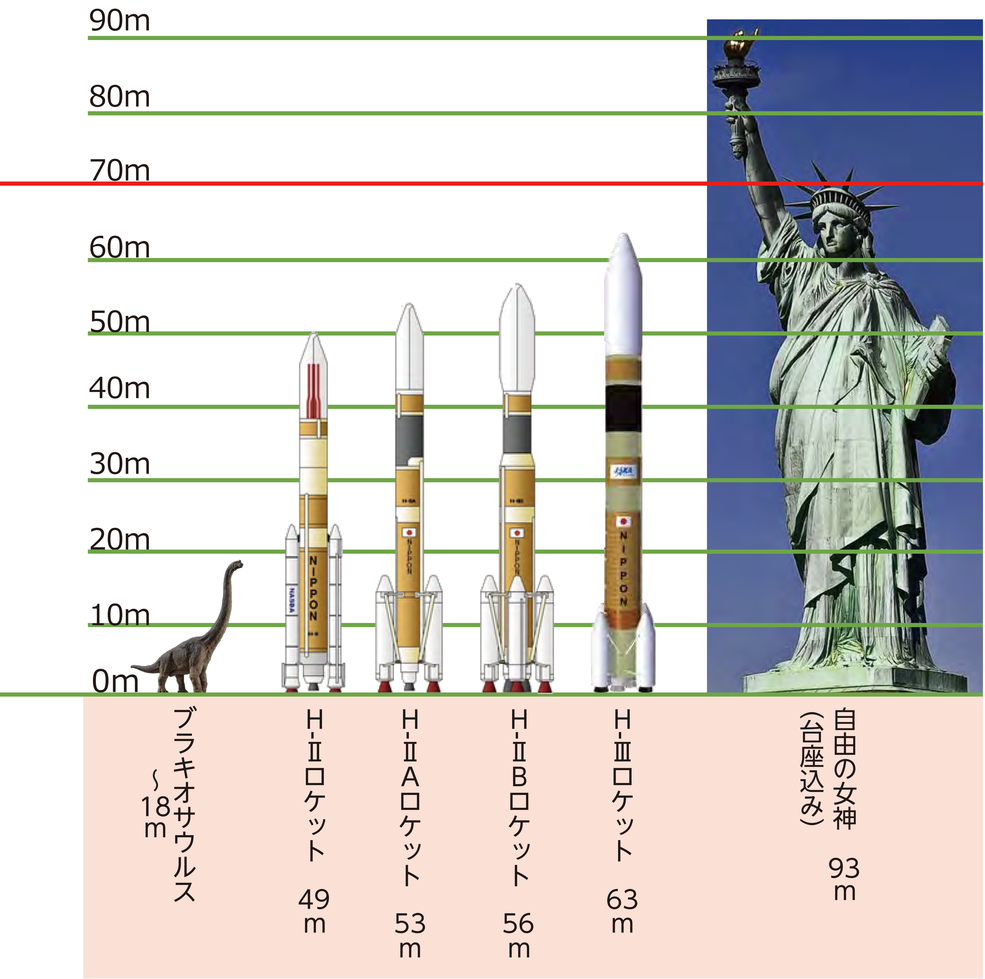
主反射鏡パネルの大きさは、外側になるほど大きくなります。
右の写真のパネルは中心に近いところで使用されるものです。
大きさは長さが 3 m、横幅が 1.4m、厚みが 3cm、重さは 37kg あります。

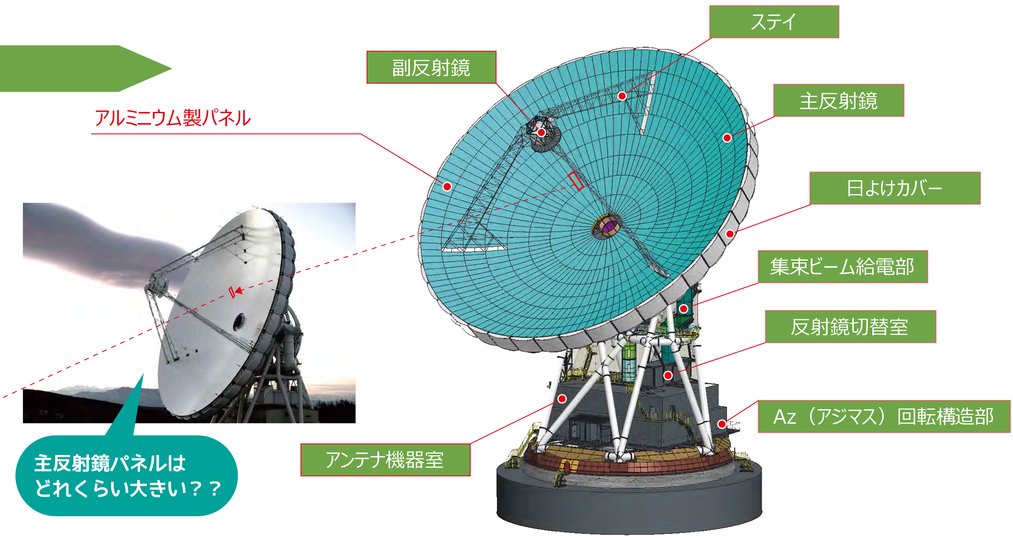


JAXA GREAT54

プロジェクト「GREAT」

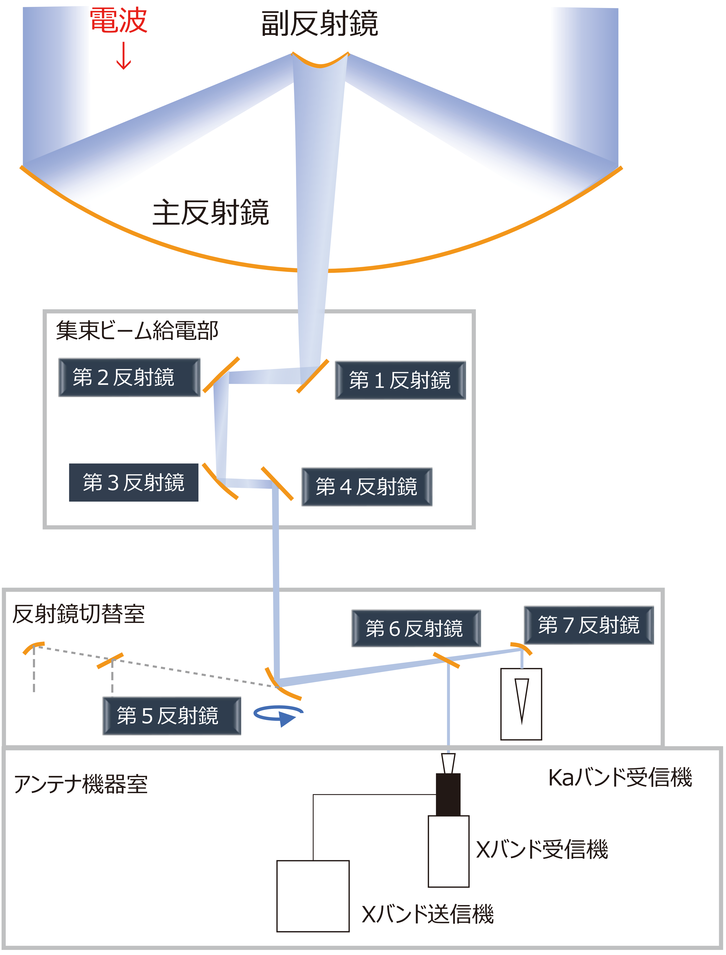
新しいアンテナは直径が 54m、高さが 69m になります。また、データを従来よりも2倍以上送れる Ka 帯（32GHz）の電波を受信できるようになりました。
64m アンテナと 54m アンテナの違いは図のとおりです。54m アンテナは直径が 10m ほど小さくなりましたが、信号を増幅する受信機の性能が良くなったので総合的な性能は 64m アンテナと変わりません。

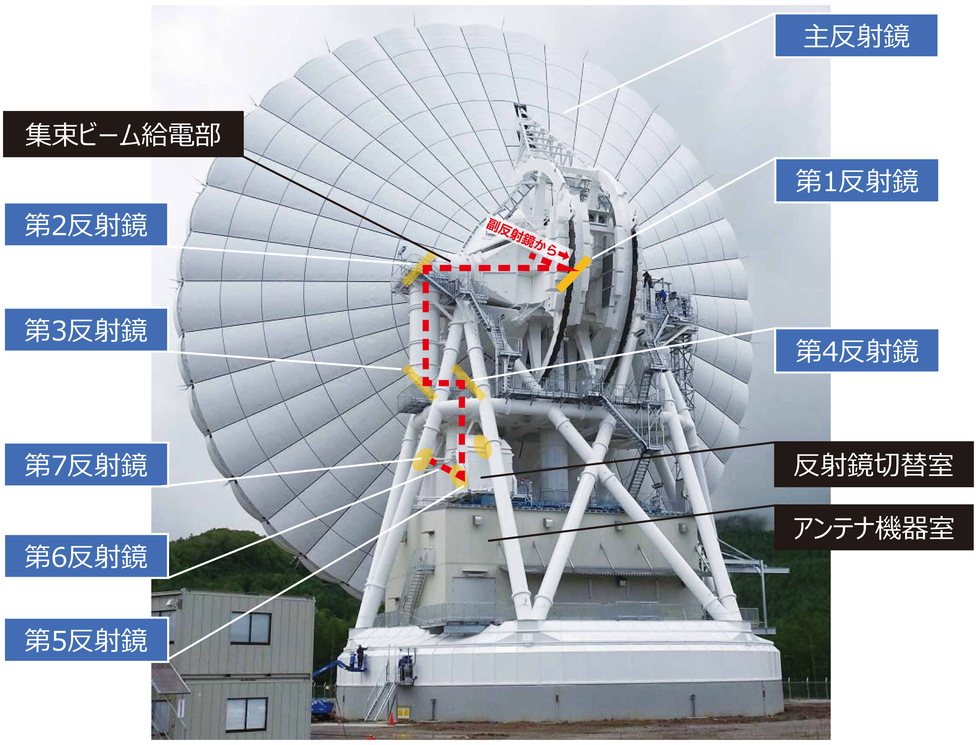




GREAT

電波の通り道





JAXA GREAT54

美笹深宇宙探査用地上局　54mアンテナの各部名称

主反射鏡の直径	54m
重量	2200トン
運用周波数	Xバンド、Kaバンド
運用開始時期	2021年4月

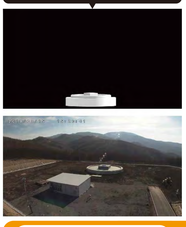
GREAT

JAXA GREAT54

アンテナ組立工事経過

START
2018年3月末

アンテナ基礎

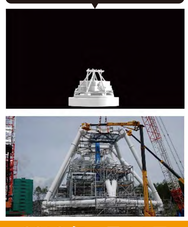


2018年4月20日

Az 回転構造部組立

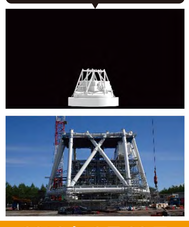
2018年5月14日

Az 回転構造部組立



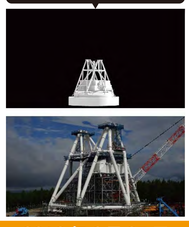
2018年6月22日

Az 回転構造部組立



2018年6月25日

Az 回転構造部組立完了



2018年7月17日

EL 回転構造部組立

2018年8月1日

EL 回転構造部組立完成

2018年10月3日

主反射鏡部組立

2018年10月23日

組副反射鏡部立

GOAL
2018年11月29日

GREAT

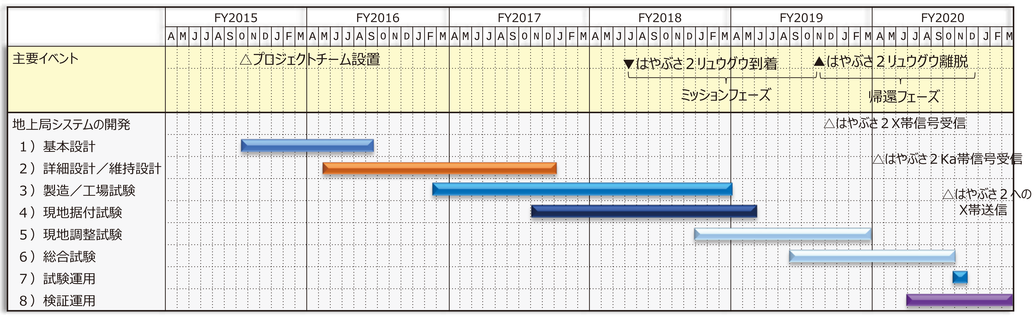
Usuda Deep Space Center
JAXA
54
GREAT

開発スケジュール

2019 年 12 月から「はやぶさ２」の X 帯信号を受信し、2020 年 4 月に Ka 帯信号を受信する予定です。また、2020 年 １０月には「はやぶさ２」の動作や姿勢制御などを指示する信号の送信試験も行う予定です。

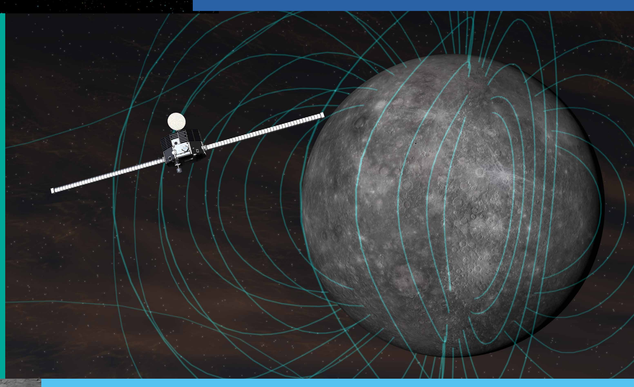
2020 年 11 月から筑波宇宙センターからの遠隔監視制御による試験運用を開始し、2021 年 4 月以降に本格的な運用を開始します。

主な運用探査機は「はやぶさ２」、「みお」、欧州宇宙機関の「BepiColombo-MPO」です。



小惑星探査機「はやぶさ２」

水星磁気圏探査機「みお」



水星表面探査機 MPO

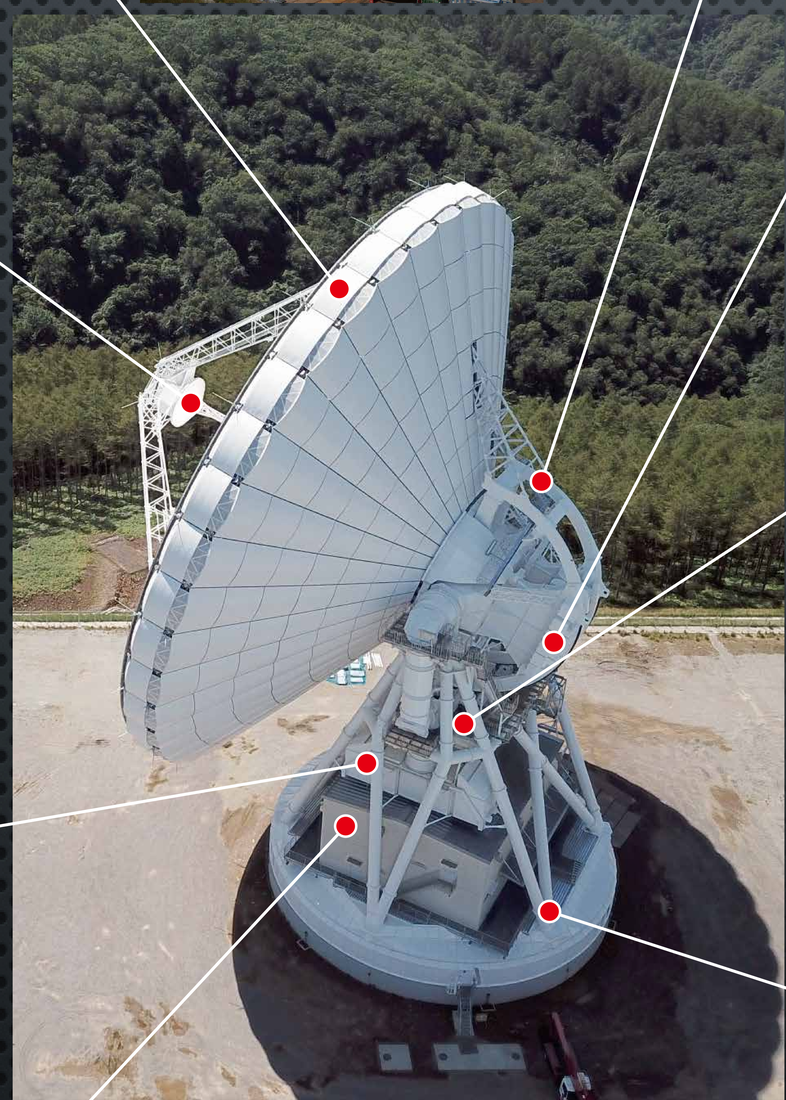
JAXA GREAT54

アンテナサブシステム　－Antenna Subsystem－

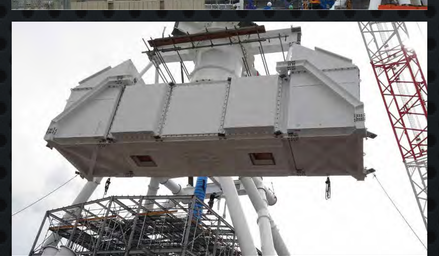
主反射鏡部バッキングストラクチャ　リブ

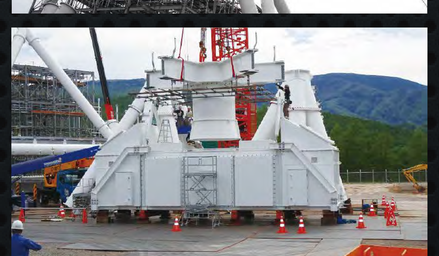
【主反射鏡部】
680 枚のアルミ製パネルを組み合わせてテニスコート 9 面分の広さがあります。　　直径 54m

【副反射鏡部】
主反射鏡で反射された電波をアンテナ内部に引き込むためにビームを細くします。
直径 5.0m



【集束ビーム給電部・反射鏡切替室】
主反射鏡と副反射鏡で集められた電波を観測装置が置いてある方向に導き、また、切り替えます。



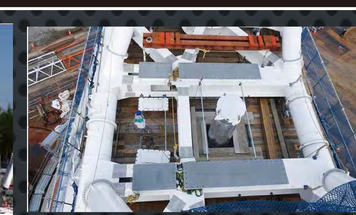


【アンテナ機器室】
アンテナを動かすための装置や探査機と通信するための装置が入っています。2 階建てになります。

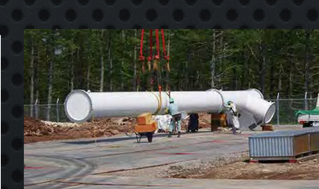
【EL 回転構造部】
EL は Elevation（エレベーションと読む）の略語です。日本語では「仰角」といいます。
アンテナを仰角方向にむけるための機能です。

【カウンターウェイト】
主反射鏡が重いので、それを倒したときでもモータに負担がかからないように反対側におもりをつけます。
これをカウンターウェイトと言います。

【マスターコリメータ】
アンテナが方位方向や仰角方向に回転するときに、アンテナ自体の重さや風などでわずかに傾くことがあります。
その時、自分の向いている方向が本当に正しいのか判らなくなるので、アンテナの回転などに影響を受けないマスターコリメータという神様をこのアンテナには持っています。
マスターコリメータはアンテナの動きから影響を受けないようにアンテナと別々に地面に立っています。



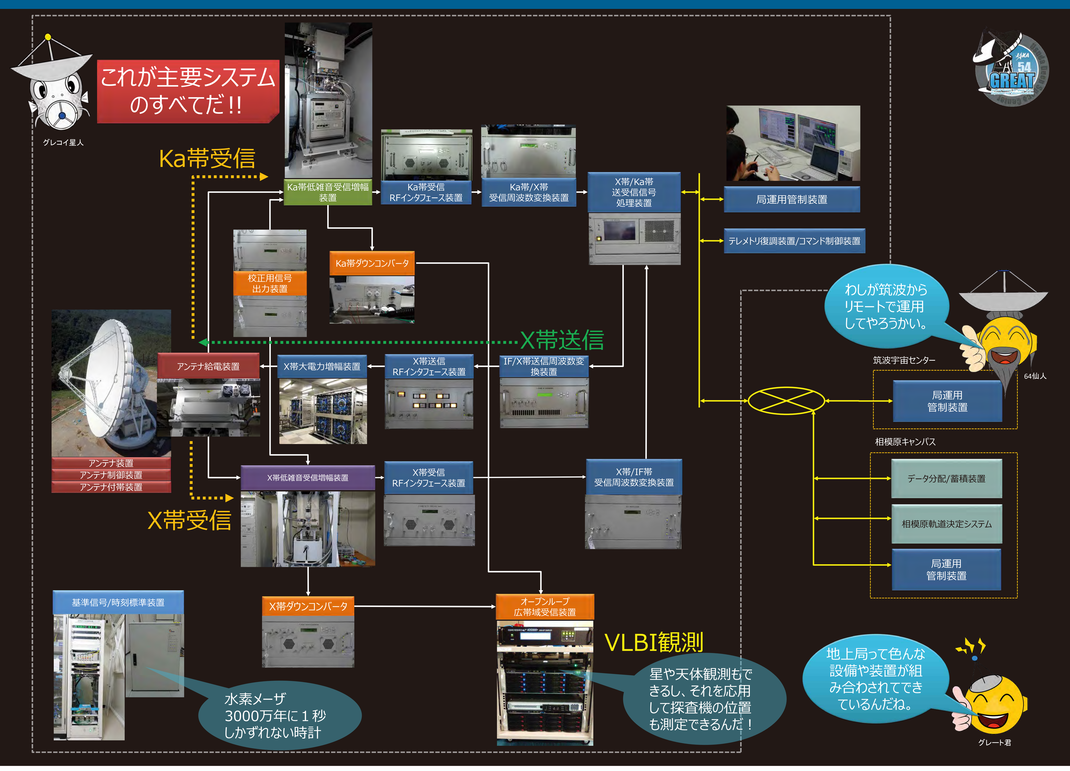
【Az 回転構造部】
Az は Azimuth（アジマスと読む）の略語です。日本語では方位と言います。
アンテナを方位方向に向けるための機能です。



GREAT

JAXA GREAT54

美笹深宇宙探査用地上局
主要システム構成



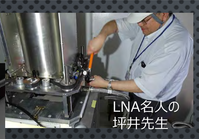
低雑音受信増幅装置
－Low Noise Amplifier(LNA)－

LNAは、アンテナでかき集めた信号を、送受信サブシステムのためにそっくりそのままぐんと拡大するための装置だよ。

目立たないけどとっても大事なんだ。プロジェクトチーム内では「いぶし銀」って呼ばれているんだ

言うのは簡単だけど、「そっくりそのまま」が実は大変なんだ。そのために極低温にまで冷やして雑音の元を断つんだよ。

Ka帯低雑音受信増幅装置


LNA名人の 坪井先生

←Ka帯用LNA（JAXAお手製）

大きなアンテナにつながる小さなアンテナ

輻射シールドで熱の侵入をカット

X帯低雑音受信増幅装置

X帯用LNA→

外来波からHEMTを守る超電導フィルタ

トランジスタ（信号を拡大（増幅）する部品）

これは冷凍機。極低温の4K（マイナス269℃）まで冷やしてくれるよ

同じように見えてもそれぞれの箱の中では、分担して仕事をしているぞ。

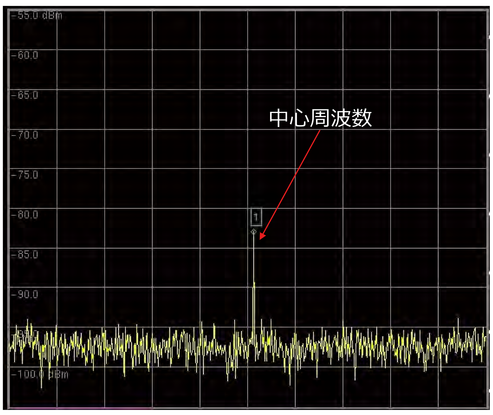
GREAT

「はやぶさ 2」の信号受信成功！

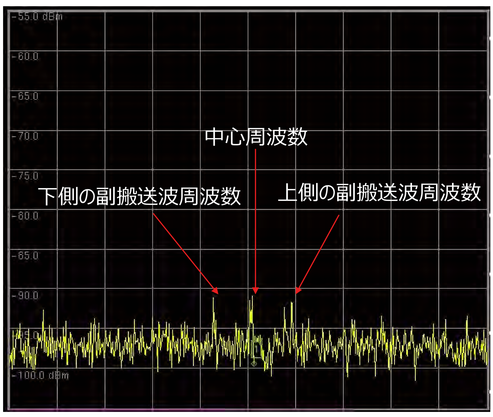
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、現在開発を進めている美笹深宇宙探査用地上局（54m 大型パラボラアンテナ）において、２０１９年 12 月 16 日 04:40:49 ～ 06:43:01（日本時間）にかけて、小惑星探査機「はやぶさ２」から X 帯（電波の周波数帯域の一つ：8GHz 帯）で送られるテレメトリ信号の受信に成功しました。

美笹局は、臼田宇宙空間観測所にて運用中の 64m 大型パラボラアンテナの老朽化対策として、新たに開発中の地上局です。
今回の「はやぶさ２」からの信号の受信により、美笹局の開発で掲げている目標の１つを達成できました。
引続き、別の周波数帯（Ka 帯：32GHz 帯）で送られる信号の受信や、X 帯（7GHz 帯）での指令信号等の送信の確認を行い、2021 年 4 月からの本格稼働を予定しています。

はやぶさ２の信号



はやぶさ２が見え始めの時は上図のように中心周波数だけの受信ですが、受信が安定すると右のように副搬送波が両サイドに現れます。



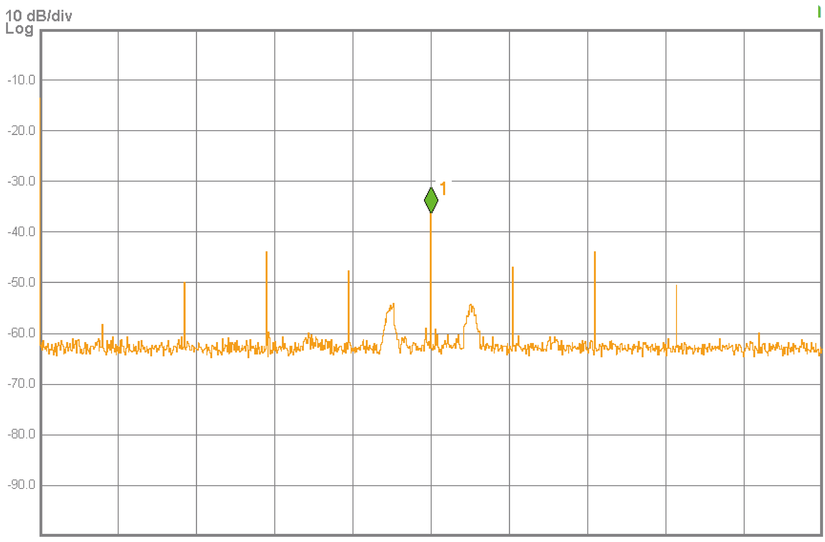
スペクトラムの中心に立っているものは中心周波数です。
その両サイド立っているものは副搬送波周波数といいこれにテレメトリ信号が含まれています。

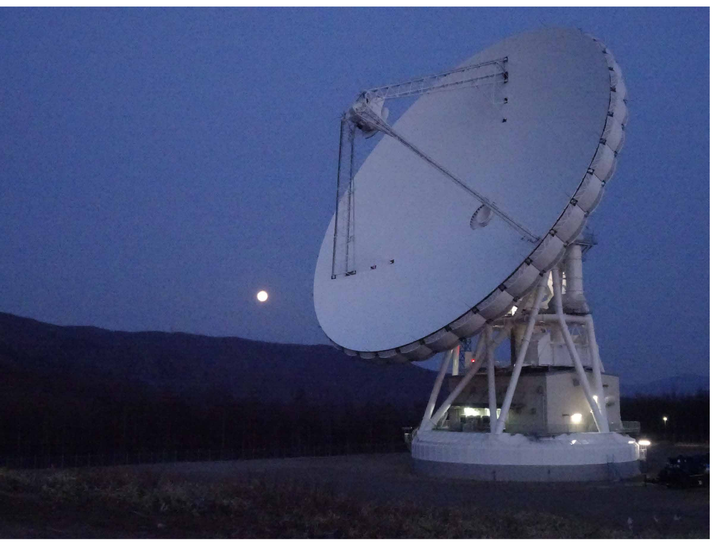
▲受信成功を喜ぶ GREAT プロジェクトチーム
および関係企業のみなさん▶

「はやぶさ 2」の信号受信成功！

美笹深宇宙探査用地上局における Ka 帯電波の受信について

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、現在開発を進めている美笹深宇宙探査用地上局（54m 大型パラボラアンテナ）において、昨年 12 月 16 日に成功した小惑星探査機「はやぶさ 2」からの X 帯信号の受信（8GHz 帯）に引き続き、4 月 8 日 午前 3 時 15 分頃（日本時間）に Ka 帯（32GHz 帯）信号の受信に成功しました。
Ka 帯による深宇宙探査機信号の受信は国内で初めてとなります。
Ka 帯の利用により探査機からのデータ伝送量を X 帯に比べて増加させることが可能な見込みであることから、今後の探査機運用に大きく寄与することが期待されています。
美笹局は、臼田宇宙空間観測所にて運用中の 64m 大型パラボラアンテナの老朽化対策として、新たに開発中の地上局です。今回の「はやぶさ 2」からの Ka 帯信号の受信成功により、残すは新規に開発中の固体電力増幅装置を用いた X 帯（7GHz 帯）での指令信号等の送信確認となります。
この確認を経て、美笹局は 2021 年 4 月から本格稼働をしています。





※本情報につきましては
以下の URL でも
ご覧頂けます。