

# 深宇宙探査用地上局のすごさ

## ◆ GREAT プロジェクトとは？

深宇宙探査機用の新しい地上局を開発整備するプロジェクトです。Ground station for deep space Exploration And Telecommunication の大文字を取って GREAT (グレート) は生まれました。2015年11月からプロジェクトの活動が始まっており、2019年冬には巨大なアンテナがその姿を現し、はやぶさ2との通信に向けた準備を開始します。

## ◆ 新しい探査用地上局

新しい地上局は、電波（電磁波の内、周波数300GHz以下のもの。周波数は1秒あたりに繰り返す波の数を表し、G(ギガ)は10億倍を表す記号です。）を送ったり、受けたりするためのアンテナです。電波のうち、X帯（7~8GHz付近）及びKa帯（31~32GHz付近）という決められた帯域（電波の周波数の広がり）で性能を最大限発揮するように設計されています。ちなみに、臼田宇宙空間観測所の64m局では、S帯（2GHz付近）とX帯となっています。

地上局の性能を表す指標に、信号を集める強さ（これを利得と呼びます）と熱雑音の受けやすさ（通常、温度で表します）があります。信号を集める能力が高いほど、また雑音の邪魔を受けにくいほど、優れた地上局であるといえます。したがって、これらをひとまとめとして、利得をG、温度をTで表して、GをTで割ったG/T（ジー・オーヴァー・ティと呼びます）という値を利用して、この数値の高い地上局ほど、効率よく高い受信性能が実現できていると考えられます。世界の名だたる探査用地上局とのG/Tを比べてみましょう。新しい探査地上局は、X帯とKa帯とに対応し、なおかつ性能でも上位を争う世界に冠たる地上局です。

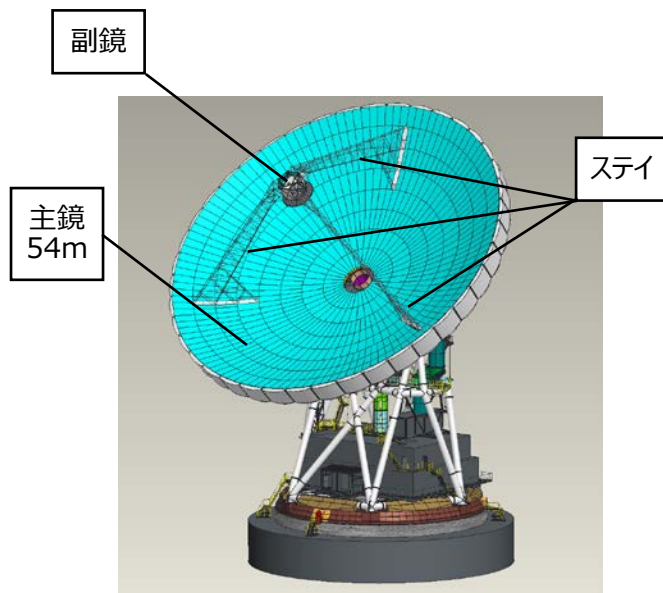
GREAT!まさに最新の技術を結集したアンテナなんだね！



グレート君

## 世界の探査用地上局の性能比較

世界の探査用地上局	G/T [dB/K]	
	X帯	Ka帯
<b>GREAT54m局</b>	<b>53.35以上</b>	<b>59.33以上</b>
臼田64m局	53.35	非対応
NASA34m局 DSS26	52.6	60.6
NASA70m局 DSS14	59.2	非対応
ESA35m局 DSA2	49.9	55.6



↑ アンテナの外観と各部の名称

## ◆ 深宇宙探査用地上局のQ&A

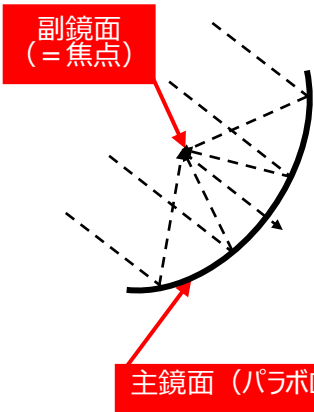
ここからは、質問に答えるかたち（Q&A形式）で、新しい地上局の技術についてご紹介していきましょう。アンテナの部分の名称は上の図をご覧ください。

**Q1:** アンテナの重さはどれくらい？

**A1:** アンテナの総重量は、その機器室に設置する各種装置の重量も含めると、2100トン余りあります。反射鏡の重さだけでも440トンを超えます。64m局の1800トンと比べると強度を向上している分、少し重くなっています。

**Q2:** アンテナの鏡面の秘密とは？（裏面に続く）

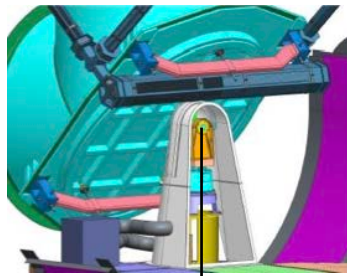
A2： アンテナには主鏡面と副鏡面という二つの鏡面があります。主鏡面は正面を向き、副鏡面は主鏡面に向き合っ



てステイと呼ばれる脚で支えられています。主鏡面は、放物線を回転させた曲面で（パラボロイドと呼ばれます。）、効率よく電波を焦点に集め、機器室の受信機

まで届ける役割があります。しかしながら、大きな主鏡面は傾けても自分の重さだけによって変形し、電波の集まりが悪くなります。それを解決する手段にホモロガス設計法があります。パラボロイドはうまく設計すると、変形後の形状もパラボロイドとみなせる特長が生まれます。変形後も引き続き電波は焦点に集まり続けるので、副鏡位置をその焦点位置へ合わせて動かし続ければ、たとえ変形しても狙い通りに電波が集まるのです。

Q3： アンテナを目標へ精密に向ける仕掛けとは？



マスターコリメータ

A3： 電波を集められるようになって、アンテナを狙い通りの方向へ向けられなければアンテナ失格です。

雨にも負けず風にも負けず、重くて大きなアンテナを探査機へ向け続ける必要があります。そのために、マスターコリメータと呼ぶ正確に狙った方向へ向く視準器をアンテナの中心に導入し、その基準に従うようにアンテナを自動制御する仕組みを取り入れています。新規導入のKa帯を使いこなすためには1mdeg（1000分の1度）のずれをも気にするほどです。

Q4： どうして64m局と見た目が違うのか？

A4： 日射による熱変形や、強風によるあおりへー層の対策を必要としました。不均一な熱分布は素材の変形を引き起こします。変形を抑えるために、センターリングと呼ばれる主鏡の構造を小型化し、主鏡裏面の支持構造（バックストラクチャーと呼びます。）にカバーをかけて日照を避けています。カバー内側の空気もファンで均一化します。この温度均一化は副鏡ステイの内部やマスターコリメータを置く基礎（土台）にも適用します。風圧に対しては、バツ

クストラクチャー及び副鏡ステイの構造を強化しました。ステイの足下や裏側に伸びる構造にそれを見て取れます。探査用地上局は、風速 10m/秒の条件でも大幅な性能低下なく運用を継続できるよう設計しています。

Q5： どこにできるの？

A5： 長野県佐久市の蓼科スカイライン沿いに建設されます。臼田宇宙空間観測所から直線距離で約 1.5km のところ



◆ 日本の大型アンテナの系譜

新しい探査用地上局は、直径 40m 以上の国内大型アンテナとして 3 基目になります。最初に、国立天文台の野辺山 45m 局が 1982 年に電波天文を目的として作られ、次いで臼田宇宙空間観測所の 64m 局が 1984 年に探査用地上局として稼働し始めました。それらから 30 年以上経ち、2 局の遺伝子を受け継いで新たな探査用地上局が誕生しようとしています。ホモロガス設計法、マスターコリメータ、主鏡裏面の温度均一化などは、いずれも 45m 局で取り入れられ、64m 局へも応用されてその完成度を高めてきた技術です。その成果によって 45m 局は、2017 年 6 月、IEEE（米国電気電子学会）のマイルストーン認定を贈られました。新しい探査用地上局では、その伝統の上に更なる付加価値を生み出そうとしています。

◆ GREAT の最新情報

[http://www.jaxa.jp/projects/sas/great/index\\_j.html](http://www.jaxa.jp/projects/sas/great/index_j.html)

現地工事の様子など、随時、進行情報をお知らせしていく予定です。次期主力探査用地上局にご期待ください。



GREAT ホームページの QR コード