

ALMA

アルマ望遠鏡って何だろう？

これがアルマ望遠鏡だよ。
干渉計方式の巨大望遠鏡で、
全部で66台あるよ。

すごい、すごーい！
アンテナがたくさんあるね！



望遠鏡はどこにあるの？

南米のチリ共和国北部・
アタカマ砂漠の標高5000mの高地にあります。

チリは乗継ぎしないといけな
いから、とても時間がかかるよ。
さらにサンティアゴからカラマ
まで飛行機で2時間、そこから山麓
施設まで車で2時間かかるんだ。



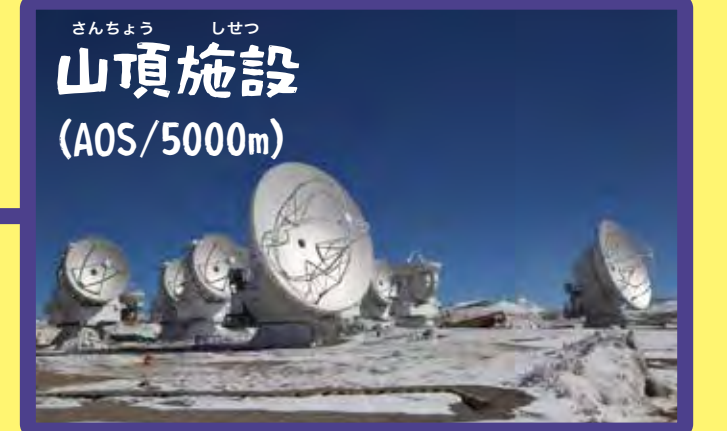
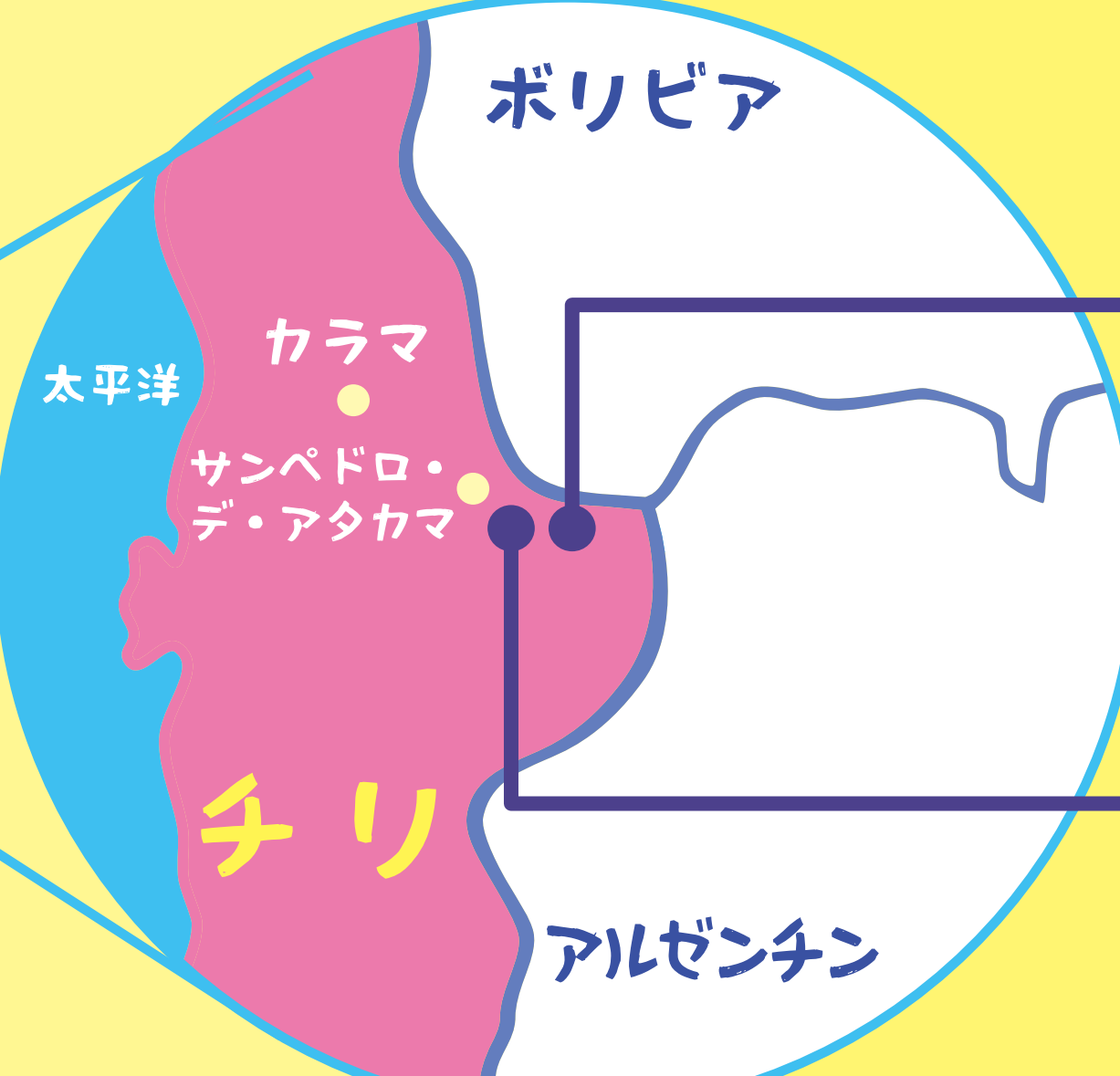
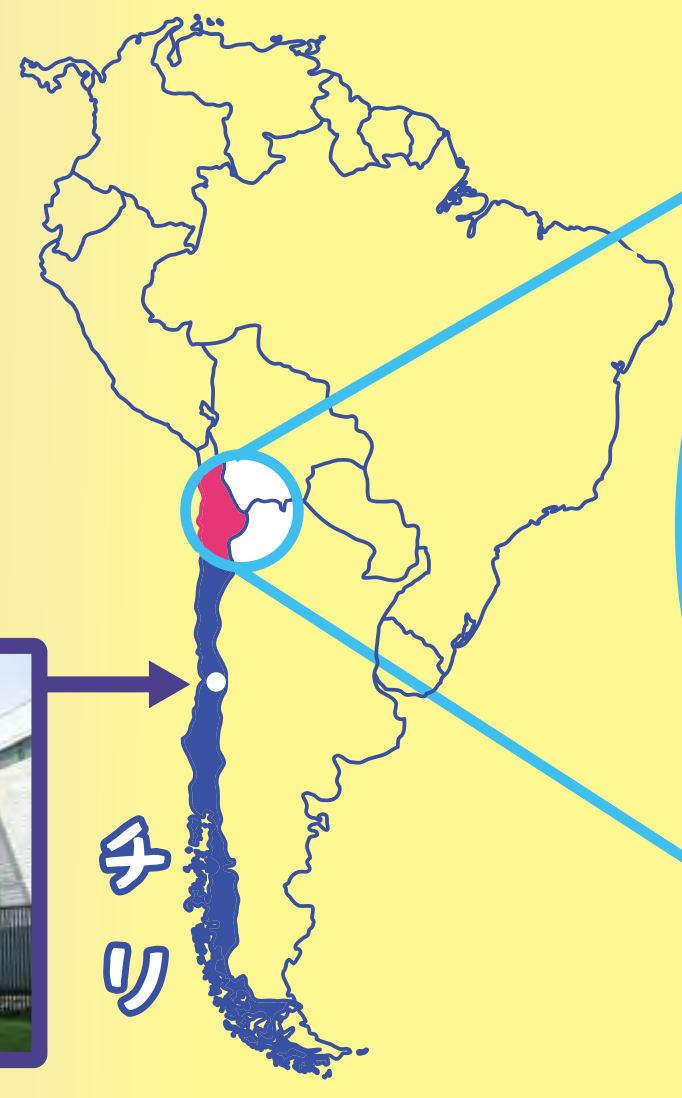
日本からチリまで
だいたい 40 時間



サンティアゴから
カラマまで 1200km。
飛行機で約2時間。



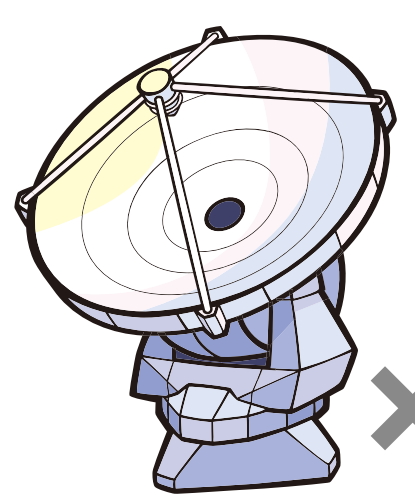
サンティアゴ
(JAO 本部)



アルマ望遠鏡はいくつあるの？

ヨーロッパ

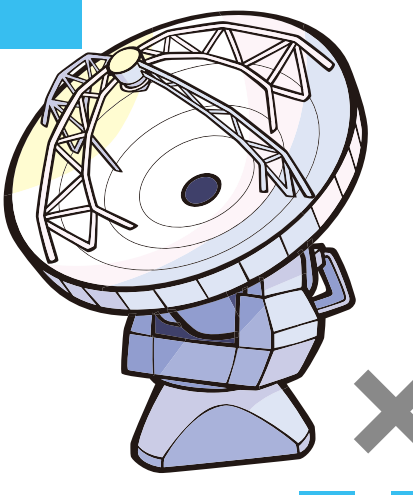
12mアンテナ25台



× 25

アメリカ

12mアンテナ25台



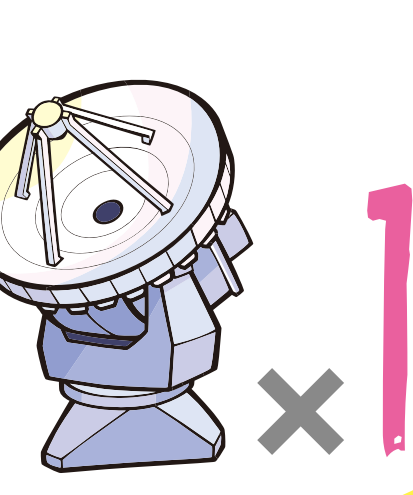
× 25

日本

12mアンテナ4台・7mアンテナ12台



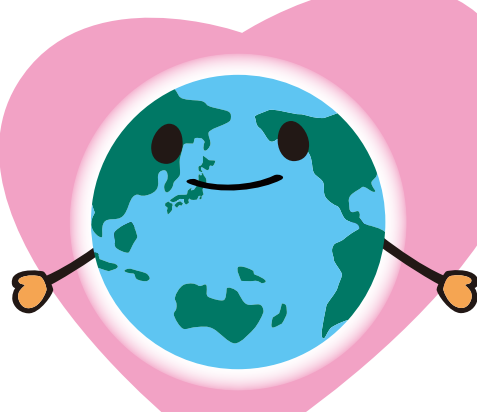
× 4



× 12

アルマ望遠鏡 計 66 台

アルマ望遠鏡は、日本が主導する東アジア、北アメリカ、
ヨーロッパ、設置国のチリを加えた22の国と地域によ
る国際共同プロジェクトなんだ。
30年の計画を経て、2013年に本格観測が始まったよ。

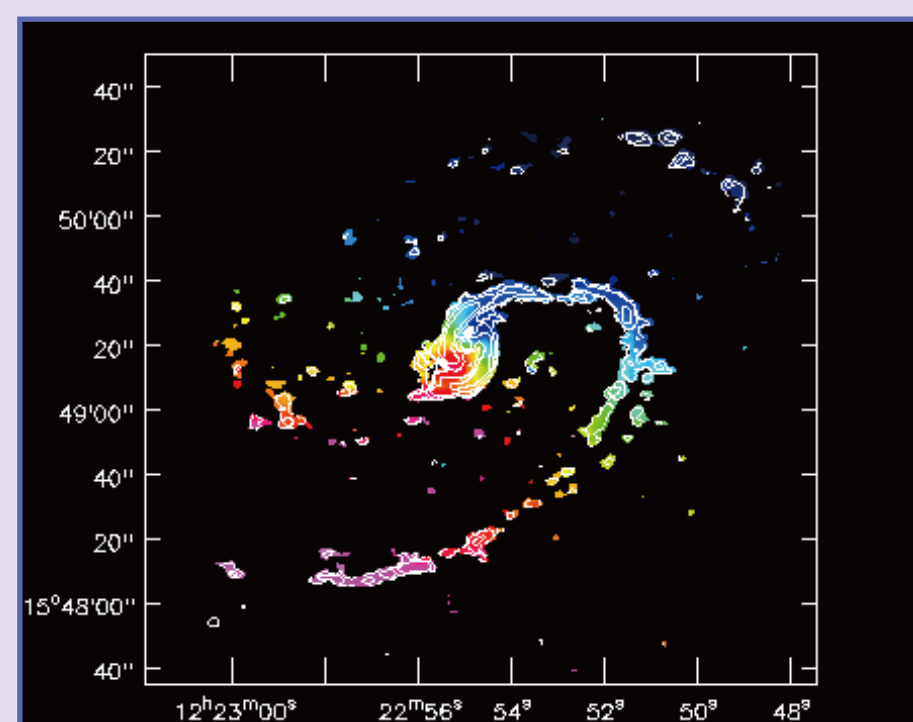


モリタアレイ

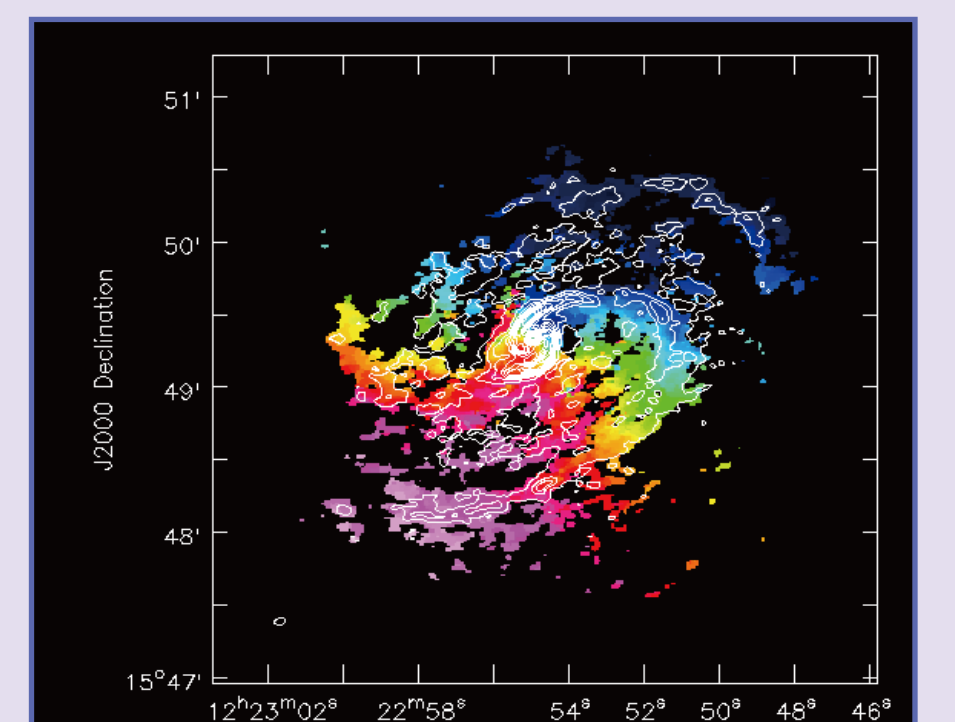
(ACA : アタカマコンパクトアレイ)



日本は、高精度パラボラアンテナ16台、超伝導
受信機3種類(米欧製含む全アンテナに搭載)、
日本製アンテナで集めた信号を処理するた
めの高速相関器を開発したよ。日本製アンテナ
16台と受信機・相関器からなるシステムを「モ
リタアレイ」と呼ぶよ。



モリタアレイなし



モリタアレイあり

モリタアレイは、アメリカやヨーロッ
パのアンテナでは観測しにくい「広がった
天体」からの電波をとらえて、電波写真
の画質を向上させるんだよ。
こうやって並べて比べてみるとかなり
違うね！



アルマ望遠鏡はどれぐらい見えるの？

アルマ望遠鏡の視力
6000

東京

あ！大阪城の近くに
一円玉が落ちてるよ！

拾いにいこう！

大阪

アルマ望遠鏡はその驚異的な視力で今まで明らか
にされていなかった銀河や星・惑星の誕生や進化
についての謎が、次々に解明されています。

視力6000とは!?

大阪に落ちている1円玉が東京から
見えるぐらい目が良いんだよ。
すごすぎてよくわからないね



AOS

Array Operations Site

山頂施設

約20kmにわたって広がる広大な敷地に66台のパラボラアンテナが設置され、アンテナからの信号を結合する相関器などを収納する建物もあります。

アタカマ砂漠は標高5000mにある砂漠で、空気が薄くて乾燥してるんだよ。
そして0度以下なのに日差しが強いんだ。
サングラスや日焼け止めを忘れずに



アルマ望遠鏡の場合
標高5000m

ミリ波
サブミリ波

鏡面精度
25マイクロメートル

なぜ、こんな過酷な場所にあるのかというと、波長の短い電波…サブミリ波をとらえるためです。
サブミリ波は水蒸気で吸収されてしまうから、水蒸気が少ない乾燥した標高の高い場所での観測が適しています。



のどカラカラ～
水は必要だね！
ヨーロッパくん大丈夫？

空気うすいでーす



AOSにあるこの建物には相関器があるよ。
相関器は世界で一番高いところにあるスーパーコンピュータだよ。

OSF

Operations Support Facility

山麓施設

標高5000mは人間にも機材にも過酷な環境のため、山頂施設(AOS)に観測者や技術スタッフが常駐することはありません。
標高約2900m地点に山麓施設(OSF)があり、AOSにある望遠鏡の遠隔操作や各種観測装置のメンテナンスなどを行っています。



メインゲート

アルマ望遠鏡への入り口だ。
ここから先は消毒用以外のアルコールは厳禁だ。

至メインゲート ゲートから15km行くと山麓施設 (OSF)

技術設備棟



この建物の中にはコントロールルームや、受信機を組み立て、調整する施設があるんだ。
真ん中の写真はちょうど受信機整備しているところで、下の写真が、山頂のアンテナ群を遠隔操作するコントロールルームだよ。



宿泊施設



ゲートから15kmで、山麓施設(OSF)に着くよ。
OSFには通常150人～200人働いているんだ。
だから宿泊施設や食堂も完備されているよ。



宿泊施設

旧宿舎

技術設備棟

水タンク
毎日下から運んできます

燃料タンク
山頂へのゲート

至山頂施設 (AOS)

トランスポーター



AOSとOSF間のアンテナの移動はトランスポーターという特殊車両で行うんだよ。
赤い方がオート、緑の方がローという名前だよ



メンテナンス棟
旧アメリカアンテナ組み立てエリア

ガソリンスタンド
旧日本アンテナ組み立てエリア

倉庫
旧ヨーロッパアンテナ組み立てエリア

発電機

山頂施設
スーパーコンピュータ

アンテナ運搬中

AOSへは約30kmあるから結構時間かかるんだ。
山頂は酸素がなくて、乾燥しているから、日差しや風も強いから、8時間以上滞在するのは禁止だ。



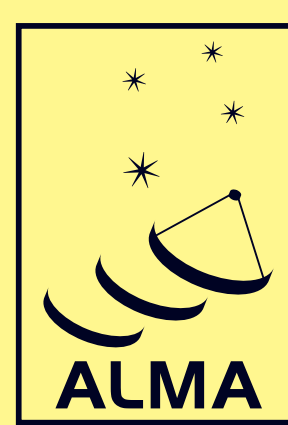
健康診断を受けられる診療所や、週末の一般見学のためのビジターセンターがあるよ。
山頂に登る前にここで健康診断するんだって。
山頂は空気薄いから酸素ボンベを忘れずに～



アンテナをここでメンテナンスします。
修理が終わったらまた山頂に戻します。



ミリ波・サブミリ波ってなんだろう？

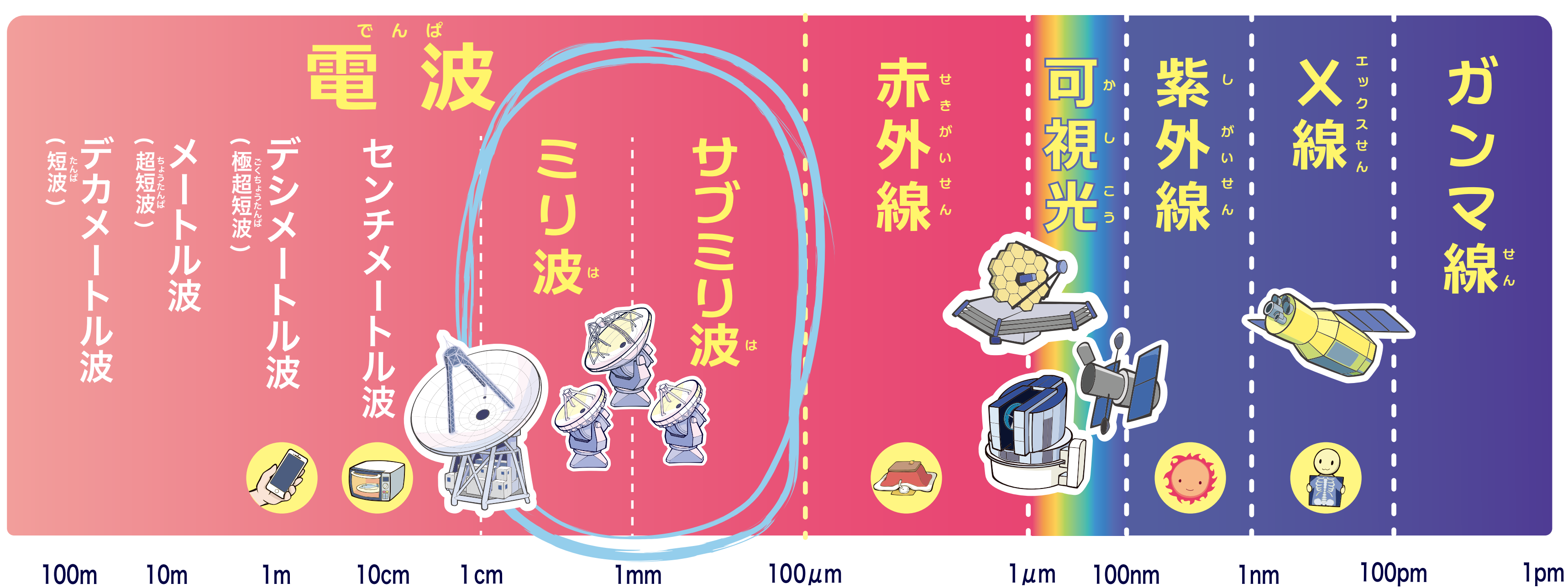


アルマ望遠鏡はミリ波とサブミリ波を観測できるんだよ！

はい、はい！先生！

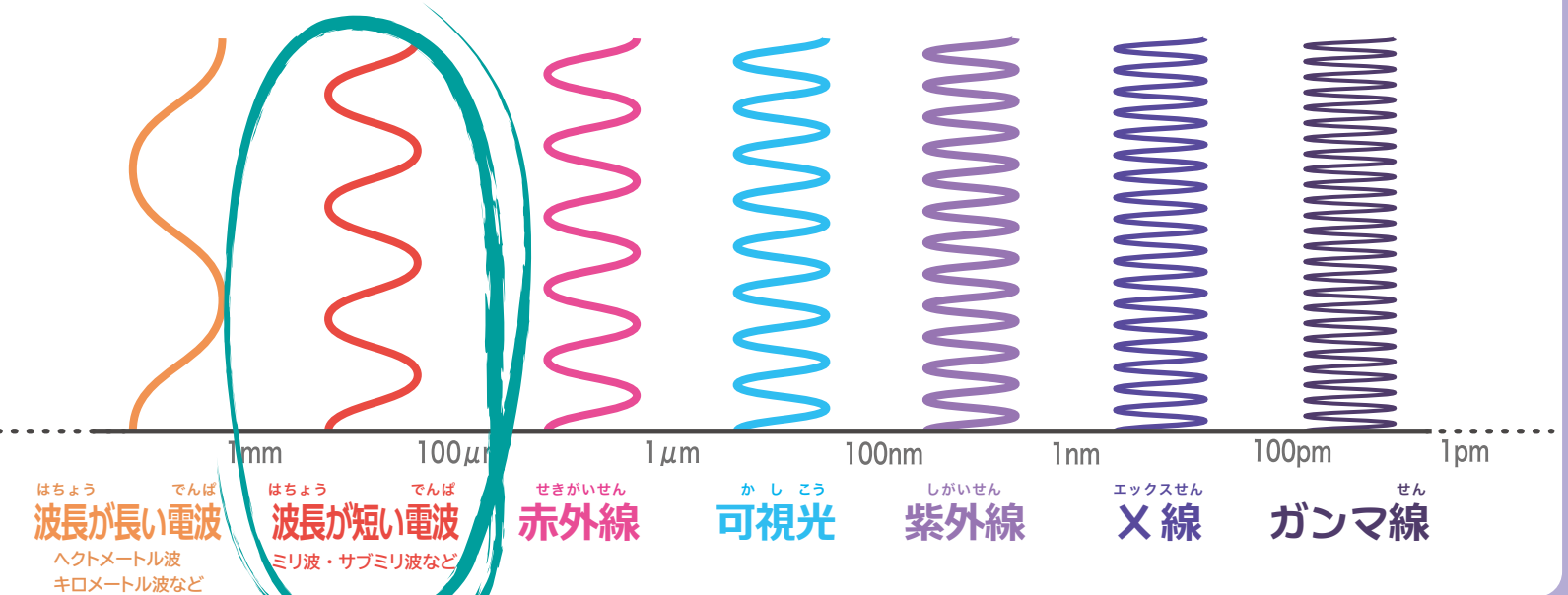
ミリ波とかサブミリ波っていったい何？

ええ？！今まで知らないで観測してたの？！



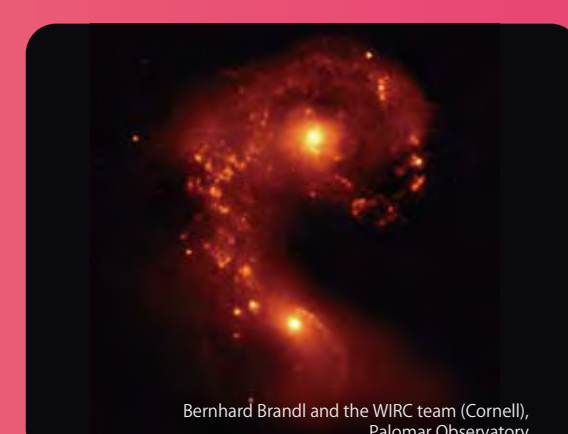
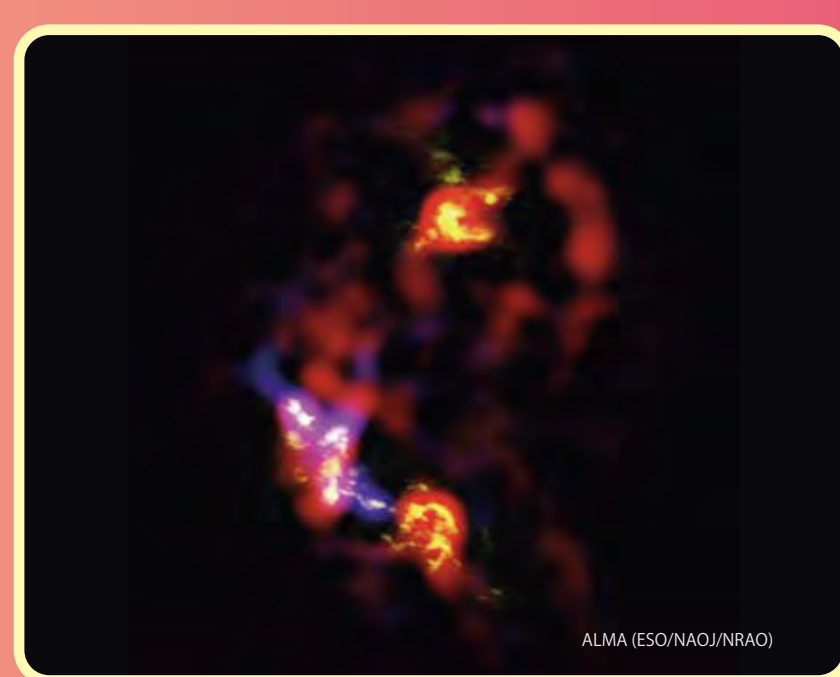
いろいろな電磁波の波のイメージ

電波は電磁波のなかでは波がゆるやか、サブミリ波はそん中で一番波が激しい



電波は電磁波の一種だよ。ガンマ線やX線、紫外線、可視光、赤外線も同じ電磁波の仲間なんだ。波長によって、名前や性質が変わって、波長が長いものを電波と呼ぶよ。電波の中で、波長が数mmの電波を「ミリ波」、波長1mm以下の電波を「サブミリ波」と呼ぶよ。

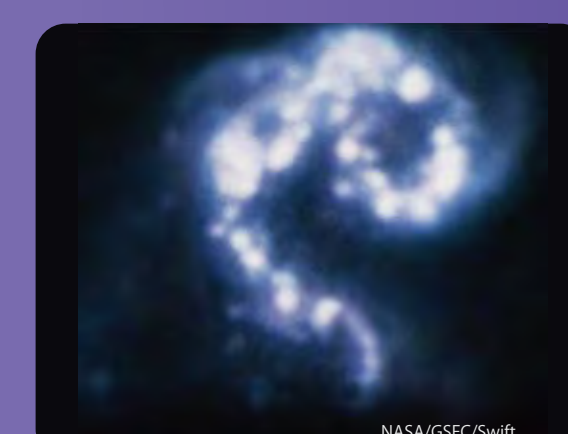
いろいろな波長で観測したアンテナ銀河



赤外線



可視光



紫外線



X線

同じ天体でも、違う波長で観測するとぜんぜん違う姿が見えるんだね～

ミリ波・サブミリ波を観測する

ミリ波・サブミリ波は、星々の間にたっようガスや塵から出てきます。

星間のガス・塵



必殺！ミリ波・サブミリ波！

しかし、ミリ波やサブミリ波なら出すことができます。

よわよわー

へろへろー

ガスや塵は、場所によってはマイナス260℃という極低温のため、光を放つことができません。



ガスや塵は星や惑星の材料になります。

ガス雲や円盤の中に含まれるガスや塵がミリ波サブミリ波を出している。

ミリ波・サブミリ波を観測することで星や惑星、銀河の誕生の謎に迫ることができます。

ガスにはさまざまな分子が含まれていて、分子ごとに少しずつ異なる波長の電波を出しています。

この分子が電波を出している

電波の波長を分析することで、分子の種類や量、温度や運動のようすを明らかにすることができます。

アルマ望遠鏡の3大目標

宇宙にたっようガスや塵が放つミリ波・サブミリ波を観測することで、アルマ望遠鏡はさまざまな宇宙の謎に挑んでいるよ！



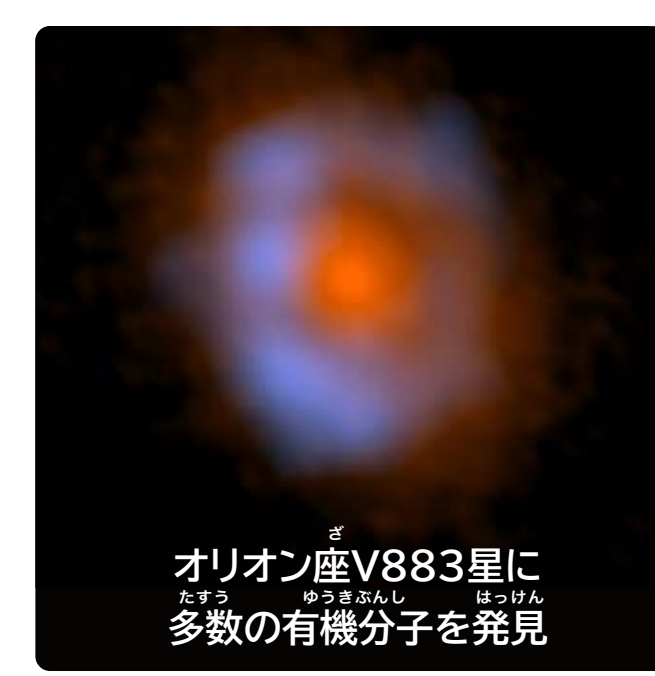
おうし座HL星を取り巻く塵の円盤

「太陽系の起源」をさぐる

極低温のガスと塵からなる原始惑星系円盤を観測し、惑星が生まれる様子をとらえます。惑星系の多様性の起源に迫り、太陽系によく似た「第二の太陽系」の存在の可能性をさぐります。

「生命の起源」をさぐる

ビッグバンから現在に至る宇宙空間の原子・分子の組成を詳しく調べて、物質の変遷と化学進化を解明します。また、アミノ酸など生命関連分子を探索し、生命の起源に迫ります。



オリオン座V883星に多数の有機分子を発見

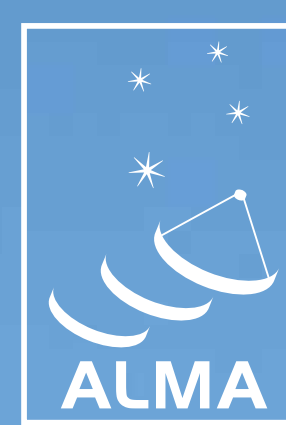
「銀河の起源」をさぐる

130億年以上昔の「宇宙の夜明け」時代にある、生まれたての銀河の姿を描きだします。「ビッグバン」直後に誕生した銀河をとらえることが期待されます。



ビッグバンから14億年後に、成熟した銀河「ヴォルフエ円盤」

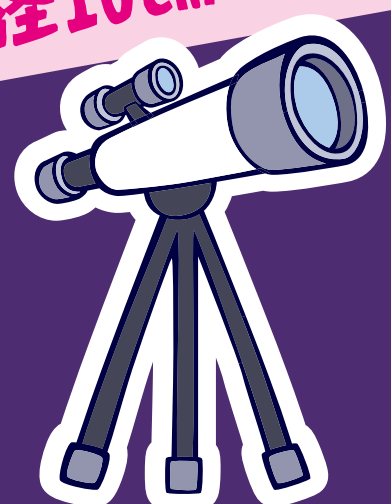
干渉計って何だろう？



まず
初めに

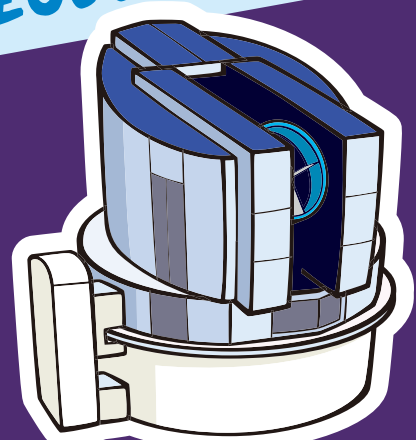
ぼうえんきよう こうけい しよほてき ちしき
望遠鏡の口径についての初歩的知識

口径10cmの場合



ぼんやり

口径800cmの場合



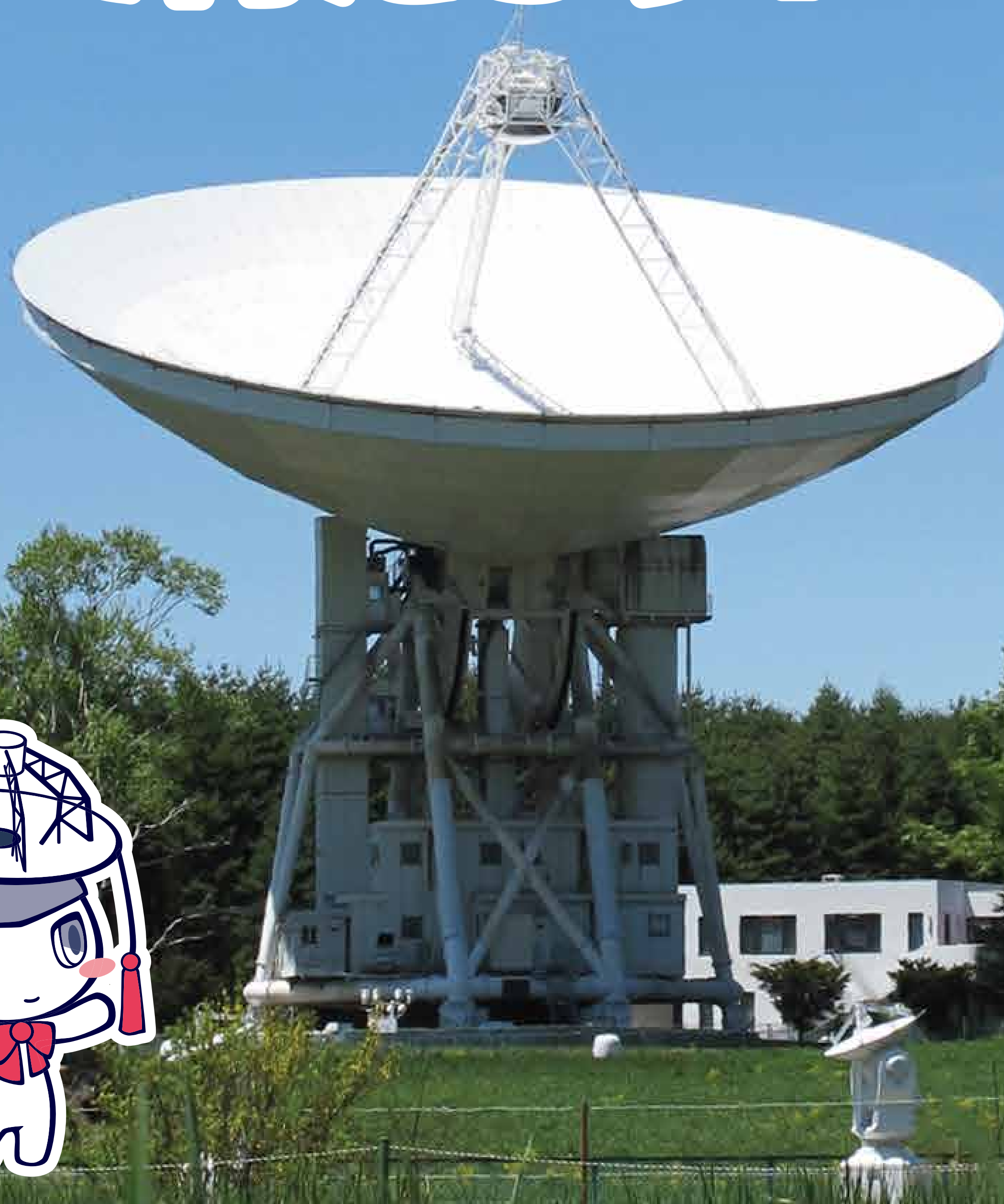
くっきり



望遠鏡は、口径が大きいほど解像度(視力)が上がって感度も高くなるよ。
大きな望遠鏡ほど細かくて暗い天体まで見えるんだ。

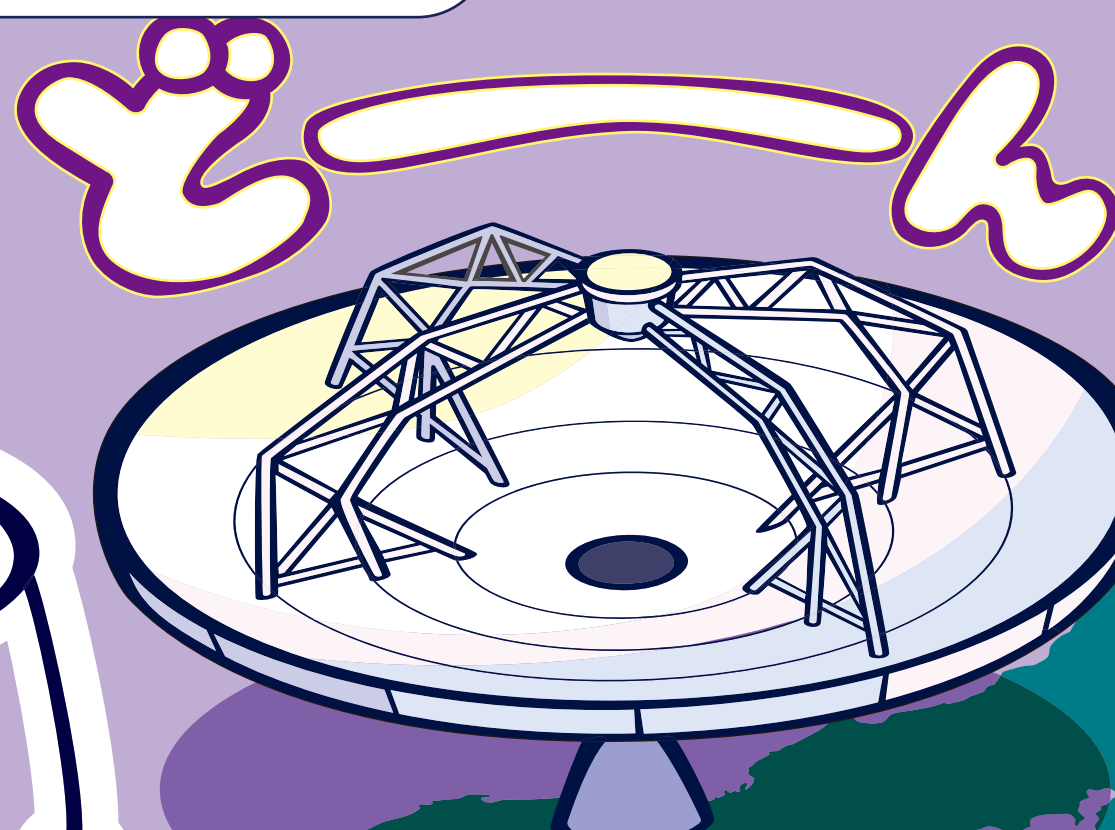
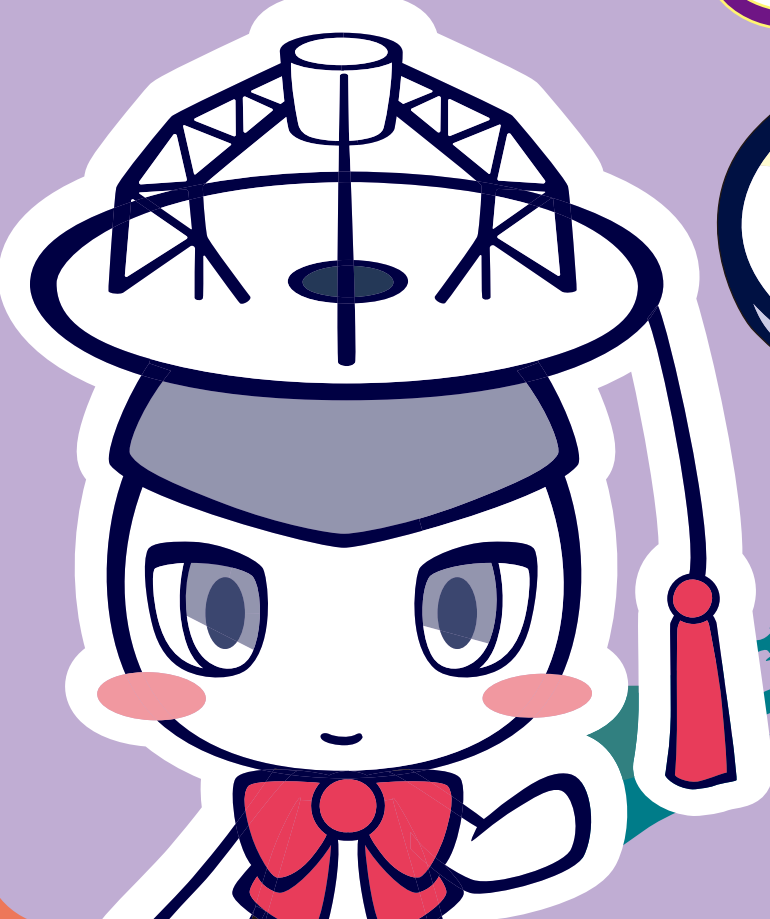
これは野辺山45m望遠鏡だよ。
「ミリ波」を観測できる望遠鏡としては日本最大だよ。
でも、遠くを見るためにはもっと大きな望遠鏡が必要だったんだ。

わー、
おおきいねー！

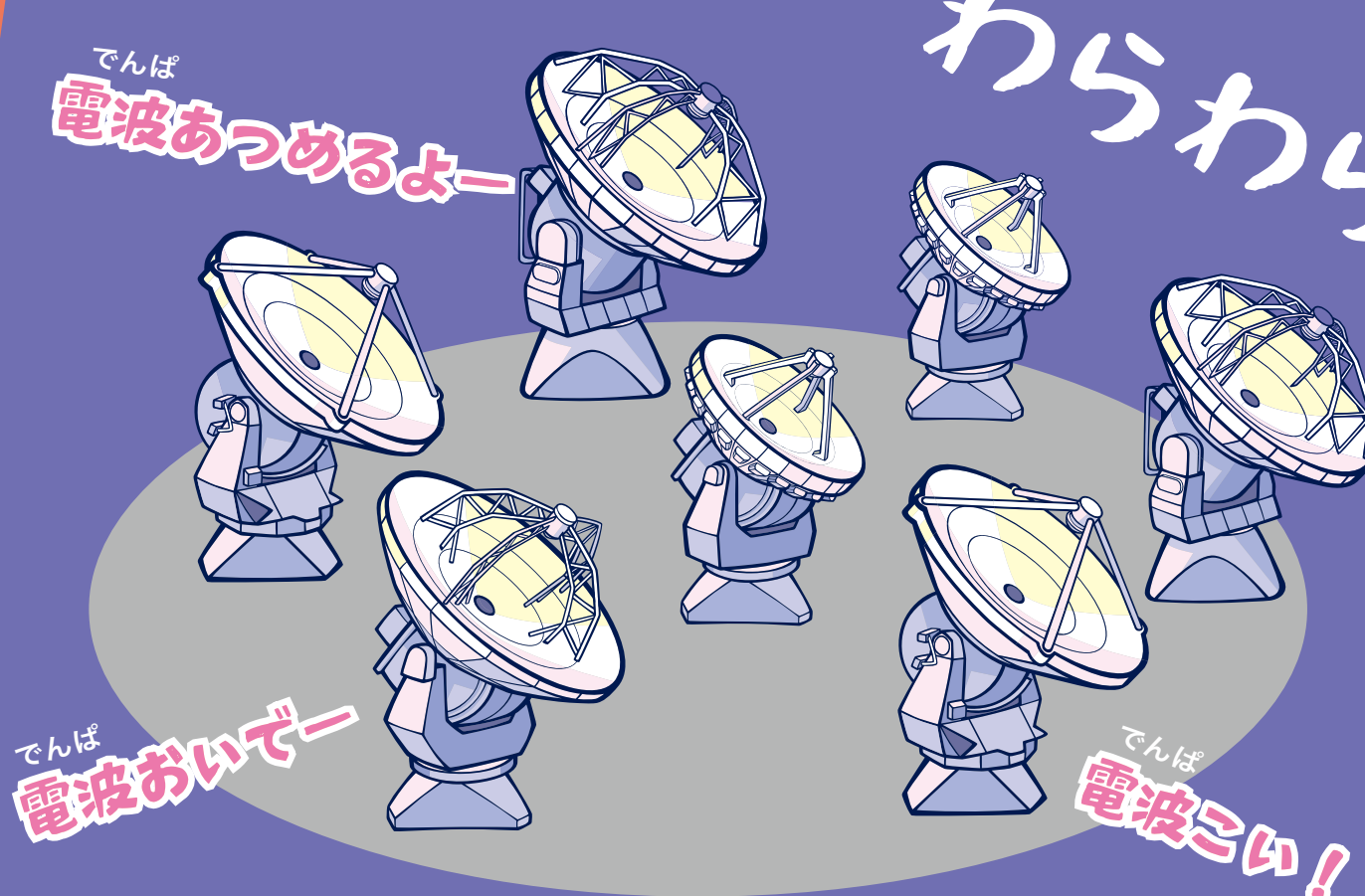


でも、直径が大きなパラボラを作るのは難しい...

自分の重さをささえきれないよ~



お、重い...!
これじゃ日光が当たらないよ...



だから、大きな望遠鏡の代わりにたくさんのパラボラアンテナを並べて...



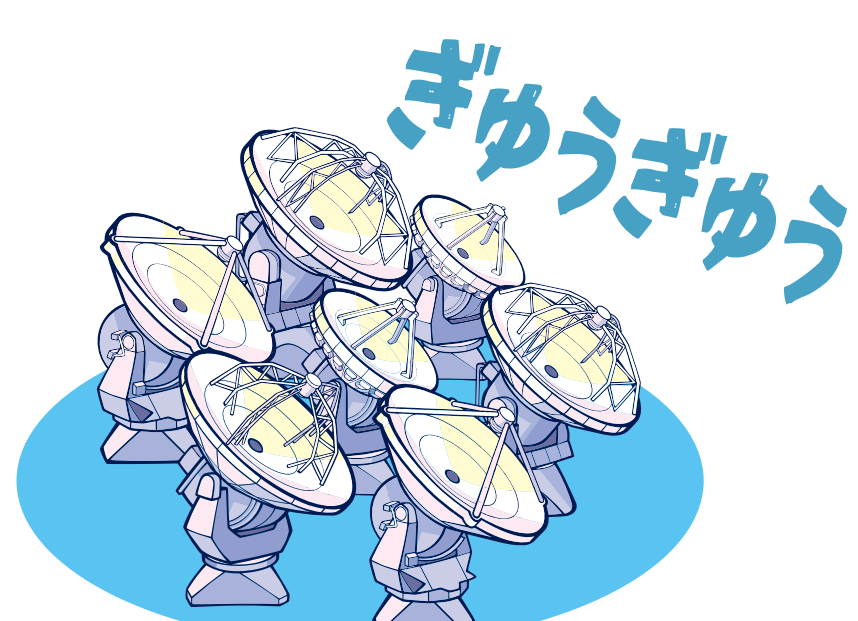
魔法陣みたい



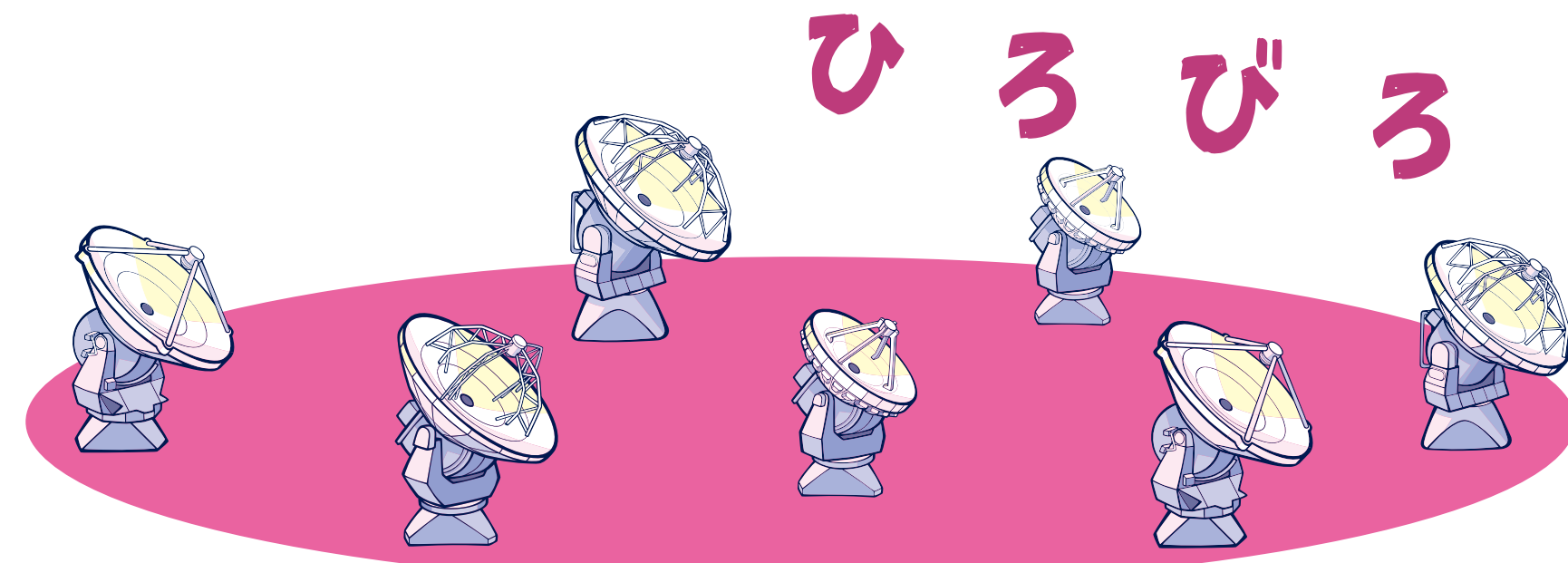
「全体をひとつの電波望遠鏡として使う」という方法が考えられたよ。
これを「干渉計」と呼ぶよ。



干渉計と単一鏡の違い



最小はかなり狭い

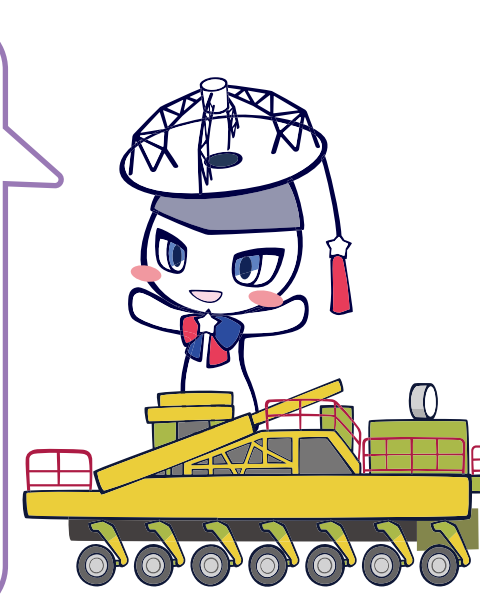


最大16キロメートル



アンテナの間隔を広げることで、同じ直径の望遠鏡と同等の視力を得ることができます。
つまり、16km広げると直径16km/パラボラで見てのと同じなんですよ。

アルマ望遠鏡のアンテナは、16kmの範囲に広がるんだ！
山手線の直径と同じぐらいなんだ。

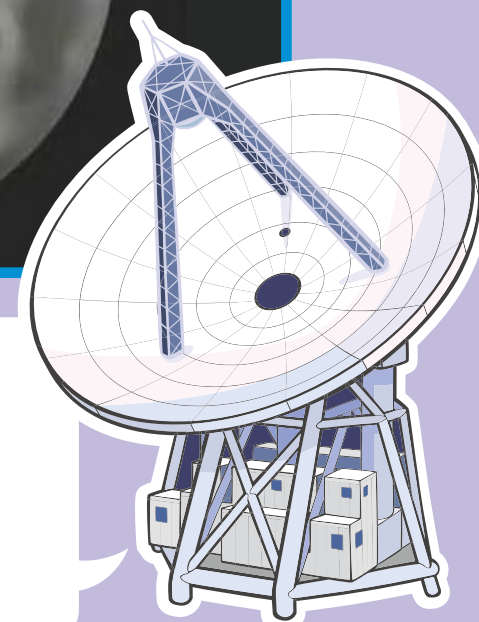


単一鏡



私は全体像や月の海などの大きな構造は得意だけれど細かい部分は苦手なんだよ。

大きく広がった構造や天体の全体像を観測するのが得意。

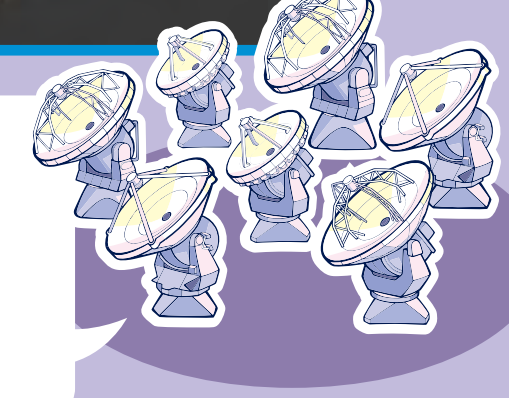


干渉計



ボク達、細かい部分を見るのは得意だけど全体を把握するのは苦手。

天体の細かい構造をズームアップして観測するのが得意。



電波の流れのまとめ

アンテナは、目標の天体に狙いを定め、そこからやってくる電波を集め、
相関器というスーパーコンピューターに送る役割を持ちます。

