

人工衛星のすべてがわかる!

# 人工衛星

## ガイドブック



宇宙航空研究開発機構 広報部

2025年4月1日発行

リサイクル適性 (A)  
この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。



地球の周りには、たくさんの人工衛星が飛んでいます。  
これらの人工衛星は、地表の観測やテレビ中継、  
天気予報などに利用され、私たちの生活に欠かせない存在です。  
さらに、科学衛星は遠くの銀河や星々の姿を観測し、  
これまで知られていなかった宇宙のなぞを解き明かしてくれます。  
では人工衛星はどのようなしくみで飛び、  
どんな役割を果たしているのでしょうか？  
一緒に見ていきましょう。

## もくじ

### 人工衛星の基礎知識

- 4-5 人工衛星は、どうして落ちてこないのだろう？
- 6-9 人工衛星は、どんな回りかたをしているの？
- 10-11 人工衛星は、どうやって姿勢をたもつのだろう？
- 12-13 人工衛星は、どうやって軌道を変えるのだろう？
- 14-15 人工衛星Q&A

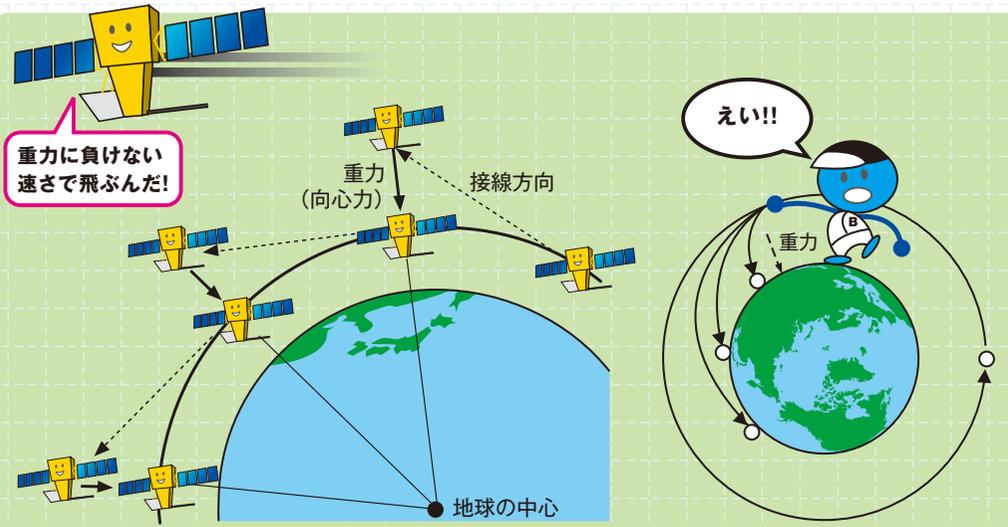
### 人工衛星の利用

- 16-21 宇宙から地球の環境を観測する **【地球観測衛星】**
- 22-23 天気予報のかなめ **【気象衛星】**
- 24-25 TV映像や音声、データなどの中継 **【通信・放送衛星】**
- 26-27 安心・安全・便利な社会をめざして **【測位衛星】**
- 28-29 宇宙空間の観測 **【科学衛星】**

# 人工衛星は、 どうして落ちてこないのだろう？

人工衛星はどうして落ちてこないのでしょうか？  
 また人工衛星は、どのくらいの高さを、どんな速さで飛んでいるのでしょうか？  
 人工衛星が地球の周りを長いあいだ回り続けるために、  
 エンジンや燃料はどうなっているのでしょうか？  
 いったい人工衛星はどんなしくみで地球の周りを回っているのでしょうか？

**速い速度で投げ出されて、その勢いで地球を回り続けている！ だから、エンジンも燃料もいらないんだ！**



重力に負けない  
速さで飛ぶんだ！

人工衛星は地球に対して水平方向に速く飛んでいるので、常に接線方向で地球から離れようとしています。  
 でも、地球の重力によって中心に向かう力(向心力)を受けているため、常に進行方向を変えられ、円を描いて地球を回ることになります。  
 つまり人工衛星は常に地球に向けて落ち続けているのです。ここで重要なことは、人工衛星が地球の周りを回り続けるためには「重力(向心力)に見合う速度が必要」ということです。重力は地球から離れば離れるほど弱くなるので、それに見合う速度も遅くてよくなります。  
 この地球を周回するために必要な速度を「第1宇宙速度」といいます。

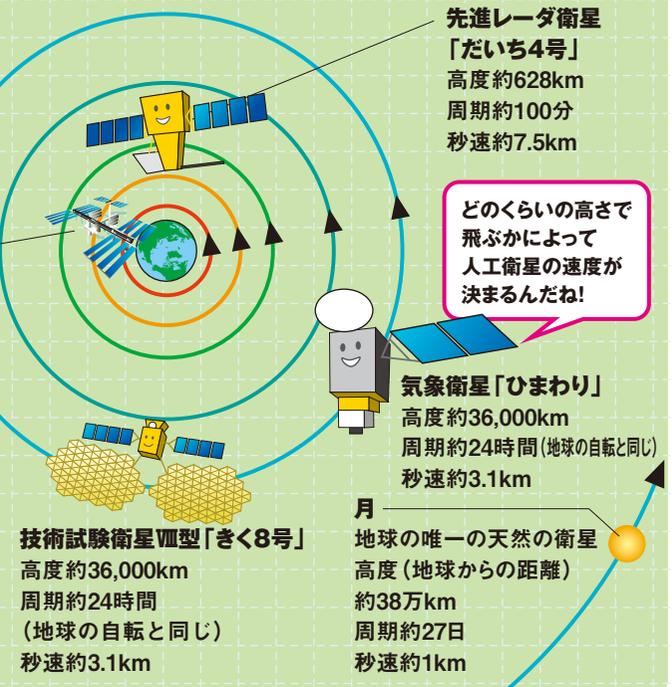
## 高いところほどノンビリ回れる

重力は地球から離れていくほど弱くなるので、高いところを飛ぶ人工衛星は、スピードがおそくても回り続けることができます。そのため地球を1周する時間(周期)もゆっくりになります。

**国際宇宙ステーション**  
 高度約400km  
 周期約90分(速い!)  
 秒速約7.7km

○おもな高度と速度と周期の関係

高度300km	秒速 7.7km	周期 1時間30分32秒
高度500km	秒速 7.612km	周期 1時間34分37秒
高度700km	秒速 7.5km	周期 1時間40分
高度1000km	秒速 7.350km	周期 1時間45分08秒
高度38万km	秒速 1km	周期 27日



**先進レーザ衛星「だいち4号」**  
 高度約628km  
 周期約100分  
 秒速約7.5km

どのくらいの高さで飛ぶかによって人工衛星の速度が決まるんだね!

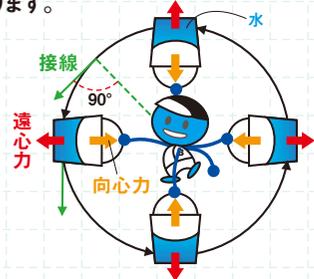
**気象衛星「ひまわり」**  
 高度約36,000km  
 周期約24時間(地球の自転と同じ)  
 秒速約3.1km

**月**  
 地球の唯一の天然の衛星  
 高度(地球からの距離)約38万km  
 周期約27日  
 秒速約1km

**技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」**  
 高度約36,000km  
 周期約24時間(地球の自転と同じ)  
 秒速約3.1km

### 【実験してみよう】向心力と遠心力

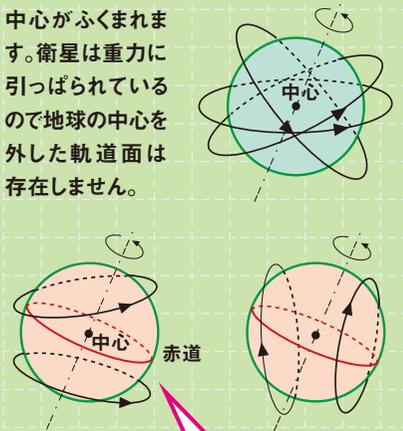
バケツに水を入れて、それを上下方向に円を描いて振り回します。ゆっくり回すとバケツが上に行った時に水はこぼれてきますが、ある程度の速さで回すと水はバケツの底に押し付けられて落ちてこなくなります。バケツも水も接線方向に飛んでいくはずですが、それを手で押さえているため、常に中心方向に引き寄せられる力がはたらいています。この力が“向心力”で、人工衛星の場合は地球の重力がこれにあたります。



この時、バケツの水には向心力と逆向きの「力」がはたらきます。これが「遠心力」です。

### 軌道のルール

人工衛星の通り道は「軌道」といいます。人工衛星の軌道が描く平面(軌道面)には、必ず地球の中心がふくまれます。衛星は重力に引っぱられているので地球の中心を外した軌道面は存在しません。



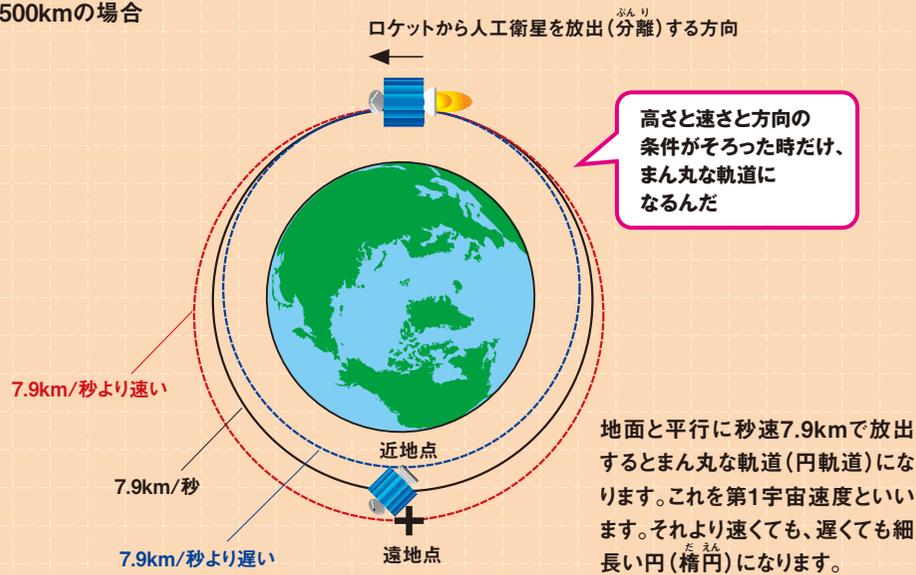
地球の中心から外れた軌道面は存在しません

# 人工衛星は、 どんな回りかたをしているの？

人工衛星が地球の周りを回るとき、その回りかたにはいろいろあります。  
人工衛星の目的に一番適した回りかたをするような軌道に打ち上げる必要がありますが、いったいどんな軌道があるのでしょうか。

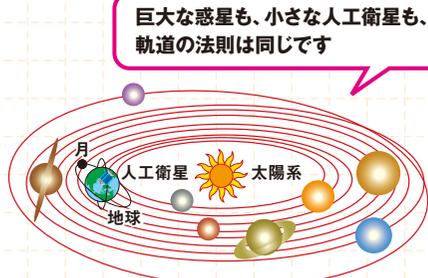
## 丸い軌道は特別なんだ

高度500kmの場合

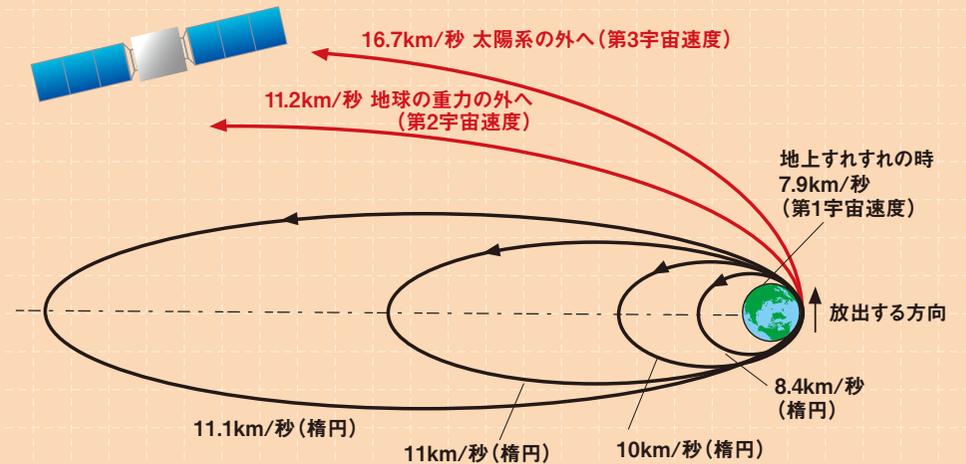


## 実は惑星の軌道も楕円

地球や火星や土星などの惑星は、太陽の周りを楕円を描いて回っています。  
惑星が楕円運動をしていることに気付いたのはドイツのヨハネス・ケプラーです。ケプラーは、火星の運動の観測結果と計算から、惑星の軌道は楕円であること、さらに、惑星の軌道に関する3つの法則を発見し、1609年に発表しました。  
この法則が人工衛星の軌道の基本になっています。



## 楕円軌道のかたちは人工衛星の速度によって変わるんだ



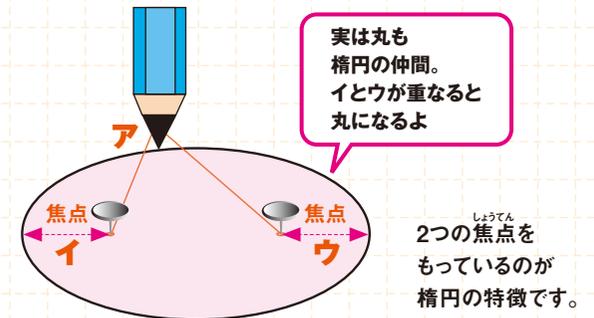
ロケットから人工衛星を放出(分離)するときに、高度はそのまま、スピードを速くするほど人工衛星は遠くまで飛び、軌道は細長い楕円になります。遠くまで行っても地球の重力ははたっているので人工衛星はだんだんとスピードが落ちていき、最後は地球の重力に負けてもどってきます。  
それでももっとスピードを上げて秒速11.2kmを越えると、地球の重力から逃れてもどって来なくなります。

※地表面での最終加速を想定しており、かつ空気がないと仮定しています。

## 【実験してみよう】楕円軌道をかいてみよう

用意するもの 画びょう2つ、20cmくらいの糸、えんぴつ、ボール紙

- 糸の両はしに輪をつくり、画びょうで2かしょ(5cmくらいはなす)とめます。
- 糸をえんぴつにひっかけ、ピンと張った状態で、線を引いていき楕円をえがきます。

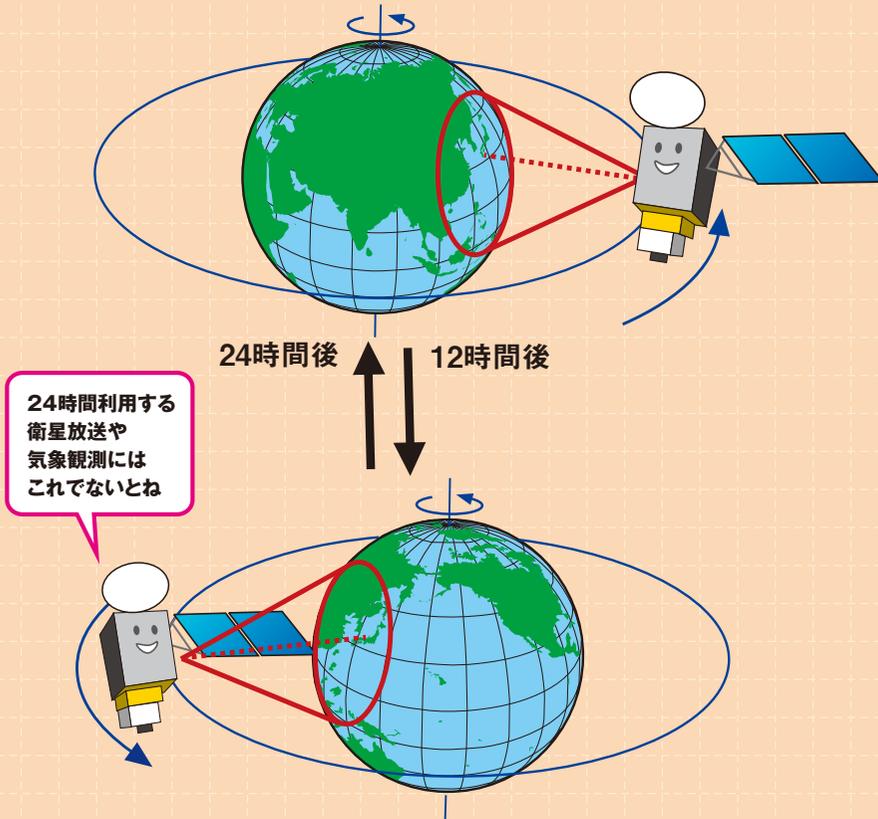


# どんな軌道がいいだろう？

人工衛星の利用にはいろいろな目的がありますが、それぞれの目的に適した軌道があります。

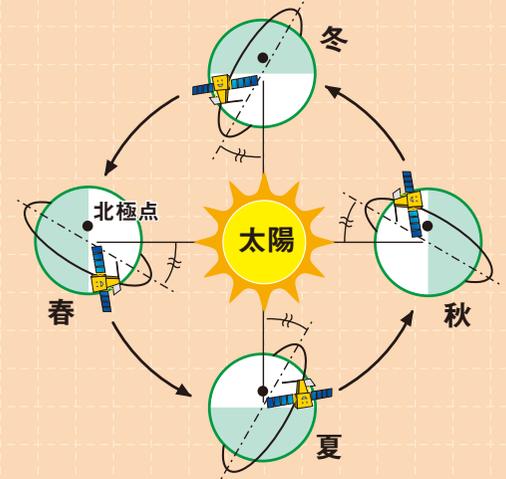
## せいしき どう 静止軌道

静止軌道は赤道上空の高度約36,000Kmを秒速約3.1Kmで周回する円軌道です。静止軌道にある人工衛星は、地球の自転と同じ速さで回るため、地上から見るとまるで止まっているように見えます。そのため衛星放送や気象観測などで人工衛星を24時間利用したい場合は、静止軌道に乗せます。



## たいよう どう き き どう 太陽同期軌道

この軌道は、人工衛星の軌道面と太陽との角度が常に同じになる(軌道面そのものが1年をかけて回転する)ため、太陽の光線がいつも同じ角度で地表に当たるところを観測できるので、観測結果を比較するのに大変便利です。軌道は北極付近と南極付近を通るような軌道(極軌道)で、その軌道面全体が、1年で1回転します。

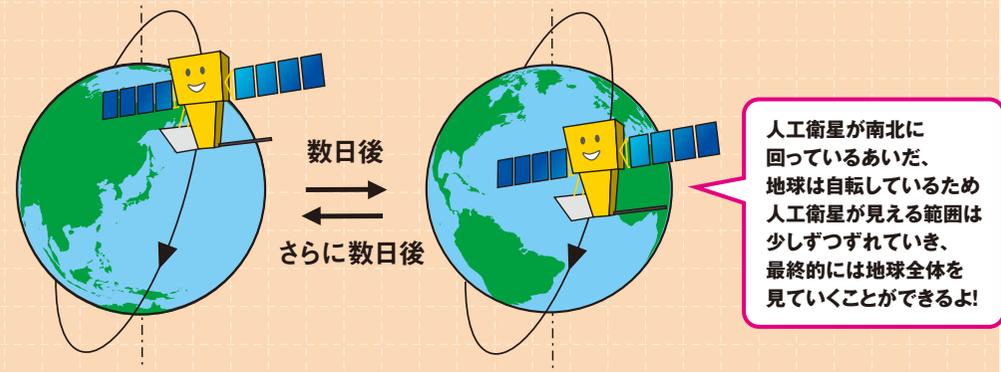


## じゆんかいき き き どう 準回帰軌道

人工衛星は一日に何回も地球を周回し、決められた日数で戻って来るので、定期的と同じ場所を観測することができます。

## たいよう どう き じゆんかいき き き どう 太陽同期準回帰軌道

太陽同期軌道と準回帰軌道を合わせた軌道を、太陽同期準回帰軌道といいます。この軌道に乗った人工衛星は、数日おきに同じ地点の上空を通ります。その時は毎回その地表に当たる太陽光線の角度は同じになります。



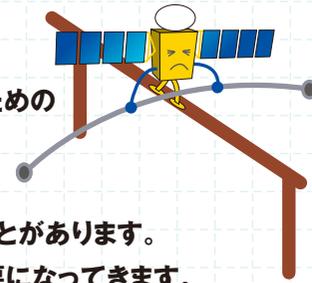
# 人工衛星は、どうやって姿勢をたもつのだろう？

おっと！  
修正、修正、  
気をつけて！

人工衛星がそれぞれの役割を果たすためには、姿勢をたもつことが重要です。

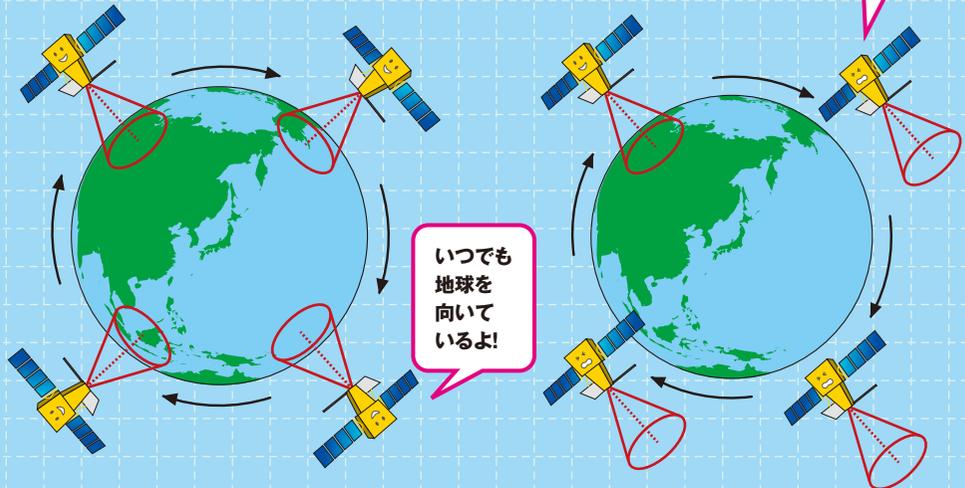
たとえば、地上との通信をおこなうアンテナや地球を撮影するための観測機器などは、いつも地球を向いていないと役に立ちません。

ところが人工衛星は、地球や月の重力の影響を受けたり、  
たいようふう太陽風（太陽からの粒子）を受けたりで、姿勢が乱れてしまうことがあります。  
そのため、人工衛星の姿勢制御（姿勢を安定させること）が必要になってきます。  
どのような姿勢制御の方法があるのかみてみましょう。



## 人工衛星が姿勢をたもつことが必要なわけ

地球観測衛星は、地球の表面の様子を観測機器で撮影していきます。撮影する時に人工衛星の姿勢が正しくないと、観測機器の向きもずれてしまい、正確な観測結果が得られなくなります。そのために人工衛星の姿勢は正しくたもつ必要があるのです。



アレー!!  
地球が  
見えない!

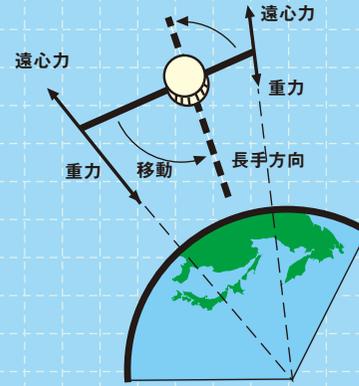
いつでも  
地球を  
向いて  
いるよ!

アンテナや観測機器がいつも地球の方に向くようにするためには姿勢の調整が必要

姿勢を制御しないとアンテナや観測機器が地球を向かない

## いろいろな姿勢制御の方法

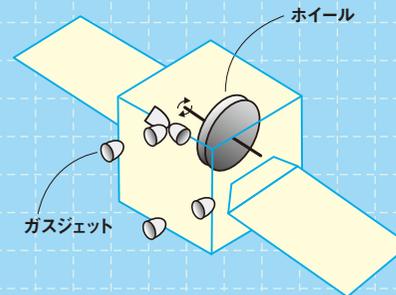
### 重力傾度安定



人工衛星に長い腕のようなものを伸ばしてつくと、端と端では地球から受ける重力に差がでて、重力を大きく受ける方が下へかたむきます。この性質を利用した方法ですが、あまり精度は高くありません。

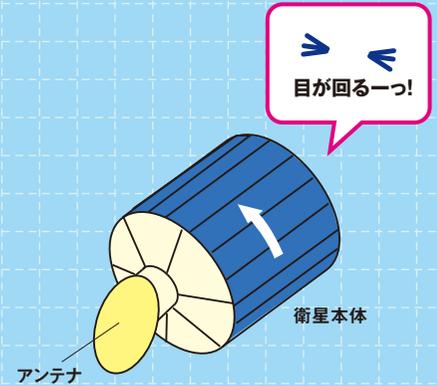
### バイアス・モーメントム安定化三軸制御方式

回転は安定をもたらします。それは人工衛星の中に回転する円盤を入れても原理は同じなので、衛星内部で円盤（ホイール）を常に回転させて衛星の姿勢を安定させる方式です。姿勢制御の誤差や姿勢を変える時などは、ガスジェット噴射によって調整します。



### スピン安定

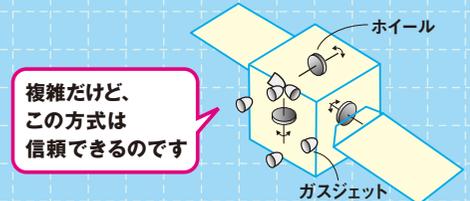
コマのように、回転運動は安定をもたらします。そこで人工衛星自体を回転させてしまうという方法です。



目が回るー!

### ゼロ・モーメントム三軸制御方式

たて、横、高さの三方向の姿勢を制御するための3つの円盤（ホイール）が取り付けられています。姿勢が乱れた場合、あるいは姿勢を変える場合は、ホイールを回転させることによって発生する反動で衛星の姿勢を修正します。どのホイールをどのくらい回転させればよいかは自動でできます。時間がたつとホイールの回転数がどんどん上がりそれ以上に回転できなくなりますので、ホイールの回転数を落とすことが必要ですが、その時はガスジェット噴射で姿勢を安定させながらおこないます。



複雑だけど、この方式は信頼できるのです

# 人工衛星は、どうやって軌道を変えるのだろう？

人工衛星の軌道を変えることを軌道制御といいます。

人工衛星は、打ち上げられたあと目的の軌道に乗せるために、

何回か軌道を変えながら向かいます。

またすでに正しい軌道に乗って回っていても、

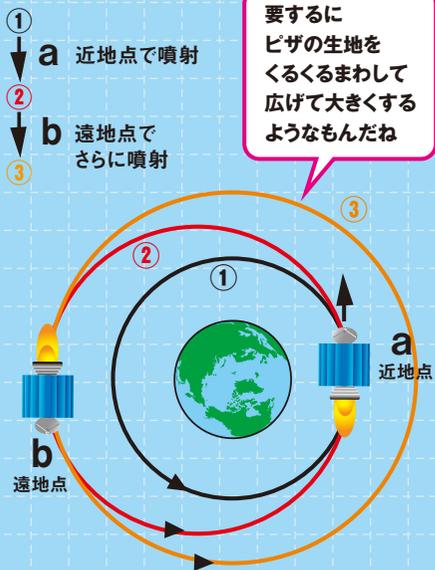
長いあいだに太陽や月の重力の影響を受け、ずれが生じてくるため、

軌道の修正が必要になってきます。

では、どうやって軌道を修正するのでしょうか。

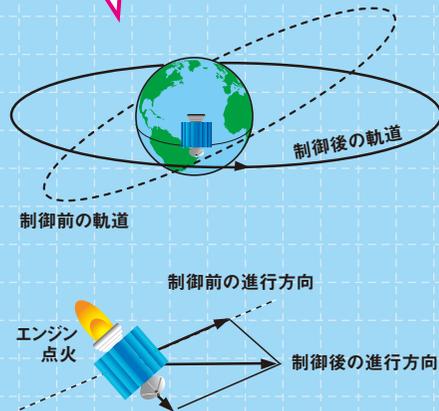
ここでは軌道制御の方法と地上からの監視のしかたについてみてみましょう。

## 面内制御



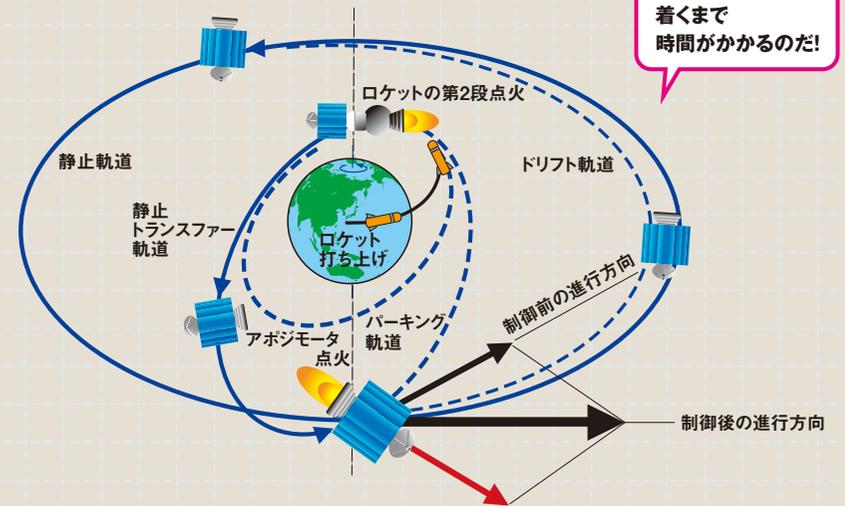
軌道面のかたむきはそのままで、円や楕円軌道の形を大きくしたり、形を整えたりする制御です。軌道が大きくなれば、当然周期も変わってきます。修正は人工衛星に積んである小型のロケットエンジンの噴射でおこないます。

## 軌道面制御



軌道傾斜角のかたむきを変える時におこなう制御です。軌道面に垂直にエンジンを噴射させると、ななめの方向に衛星がずれはじめ、軌道傾斜角が変わります。

## 打ち上げから目的の軌道に乗せるまで



人工衛星は打ち上げたらすぐに利用できるかというと、そうではありません。時間をかけて目的の軌道に乗せていきます。とくに静止軌道はむずかしく、目的の円軌道についてからも微調整をおこなって1か月ぐらいかけて完全な静止軌道に乗せていきます。

### ●キーワード

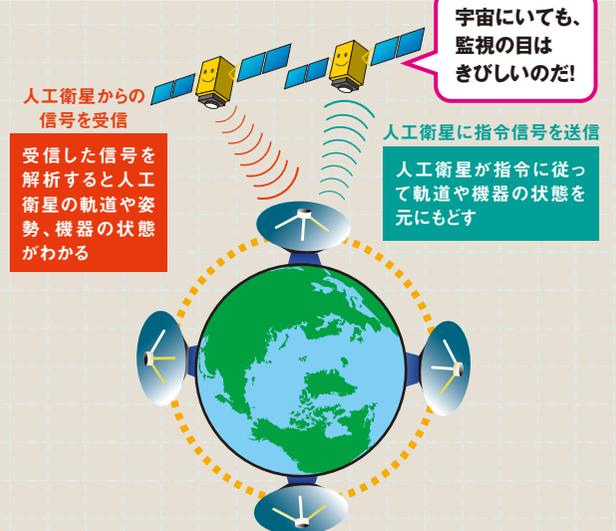
パーキング軌道:打ち上げ後の最初の円軌道。ここで次の準備をおこなう。

静止トランスファー軌道:遠地点高度が約36,000kmになるような楕円軌道。遠地点でエンジンを噴射して、ドリフト軌道に移動する。

ドリフト軌道:高度36,000km前後の円軌道。この軌道で微調整をおこない静止軌道へ移動する。

## 地上からの追跡管制

人工衛星は軌道や姿勢、内部の機器などを正しくたもつ必要があります。そのため人工衛星の状態は地上から24時間体制で見守っています。もし軌道や姿勢の乱れや内部の機器の不具合などがあると地上から指令信号を送り正しい状態にもどしています。このように人工衛星を見守り、常に正しい状態にたもつための作業を「追跡管制」とよんでいます。



追跡管制に使われるパラボラアンテナは世界各地に設置されていて、ネットワークでつながれています。各国と協力しながら、人工衛星を見守っています。

# 人工衛星 Q&A

## Q1 人工衛星は肉眼で見える？

日の入り後や日の出前の数時間に星々の間を小さな光の点が移動していくのを見ることがあります。このようなもののうちのいくつかは人工衛星です。日の入り後や日の出前のしばらくの間は、太陽の光が地上にはとどきませんが、上空にはとどいています。そのような時に太陽の光を反射した人工衛星を見ることができます。真夜中になると上空にも太陽の光がとどかなくなるため人工

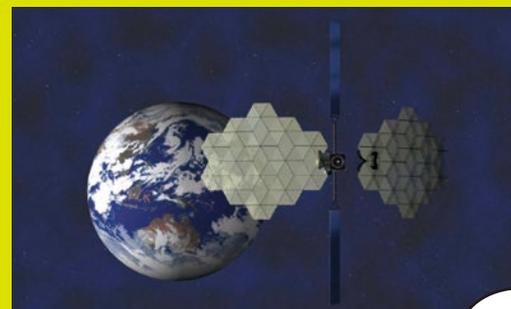
衛星は見えにくくなります。現在宇宙飛行士が滞在している国際宇宙ステーションは大きくて高度も約400kmと低いので肉眼で見ることができます。見える場所、見える時間などは、JAXAウェブサイトの「[きぼ]を見よう」(<https://lookup.kibo.space/>)を参考にしてください。



## Q3 大きな衛星はどうやって打ち上げるの？

人工衛星は目的によって形も大きさも変わりますが、人工衛星を収納するロケットのスペースは非常に限られています。そのため人工衛星の横に大きく張り出した太陽電池パネルやアンテナなどは折りたたんでロケットに積み、宇宙で自動的に開くように設計されています。収納する方法は様々なくふうがされています。たとえば技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」という人工衛星は、その本体は2.4m×2.5m×3.8mの箱型ですが、本体の左右にそれぞれ17m×19mもある大きなアンテナがあります。このアンテナはテニスコートと同じくらいの大きさですが、傘のように細長く折りたたまれてロケットに収納され、打ち上げ後に宇宙で展開されました。

ぎくつしけんいせいはいちがた 技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」



宇宙でのイメージ図

宇宙で広がります!



たたんだ状態の大型アンテナ



宇宙で展開した大型アンテナ

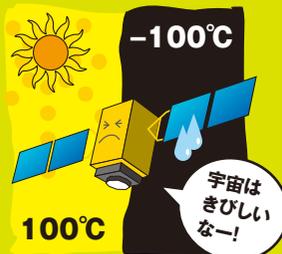
## Q2 人工衛星の金色の部分？



マイナス100度以下にもなるというきびしい条件にさらされています。「サーマルブランケット」は

人工衛星の表面をおおっている金色の物質は「サーマルブランケット」とよばれるものです。宇宙空間にある人工衛星は、直接太陽の光にさらされている部分の温度が100度以上に、日陰の部分は逆に

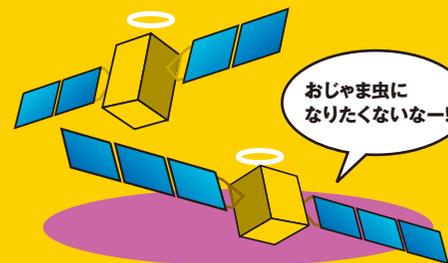
そのような状態から衛星内部の機器などを守ります。熱に強いポリイミドという黄色のフィルムにアルミのメッキをした素材を使っているため金色に見えます。「サーマルブランケット」は、このフィルムを10~20枚くらい重ね、フィルムとフィルムの熱の伝達を防ぐため、ネットのような素材を挟んだサンドイッチ構造になっています。



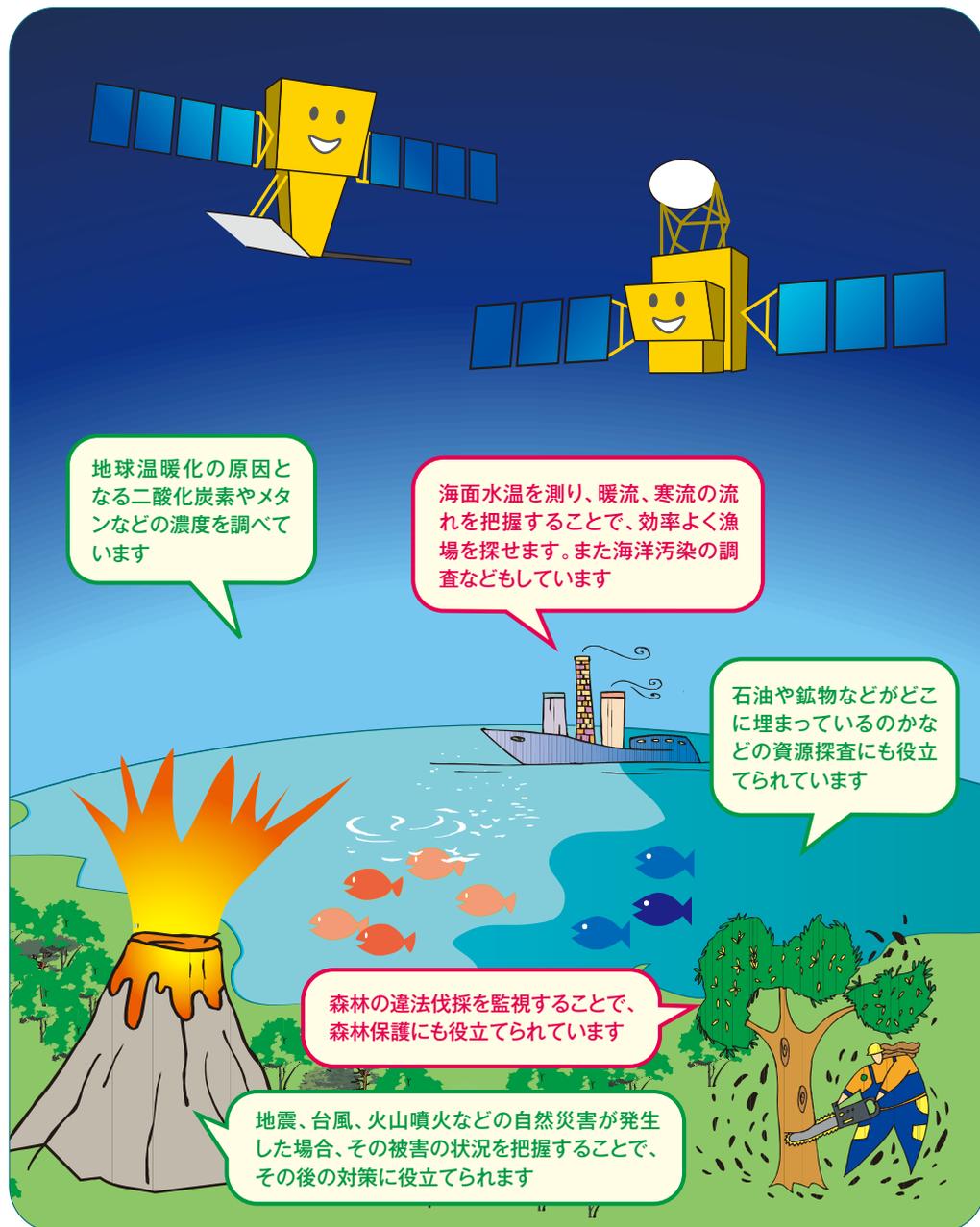
## Q4 使い終わった人工衛星はどうなる？

運用が終了した衛星は、できるだけ早く大気圏に突入させるか、運用中の人工衛星のじゃまにならないように軌道を変更させる、といった対策がとられています。軌道を変更した人工衛星は、しばらくのあいだ地球の周りを回り続けることとなりますが、地上から数100kmぐらいの比較的軌道が低いものは、大気や重力の影響を受けるため、だんだん高度が下がっていき、数年から数十年で大気圏に突入して燃えつきてしまいます。ただし1000kmを超える高い人工軌道の衛星は、100年以上もの間、地球の周りを回り続けることとなります。

このように衛星軌道を回っている役目を終えた人工衛星は、宇宙のごみ(スペースデブリ)として問題になっており、世界各国でいろいろと対策を検討しています。



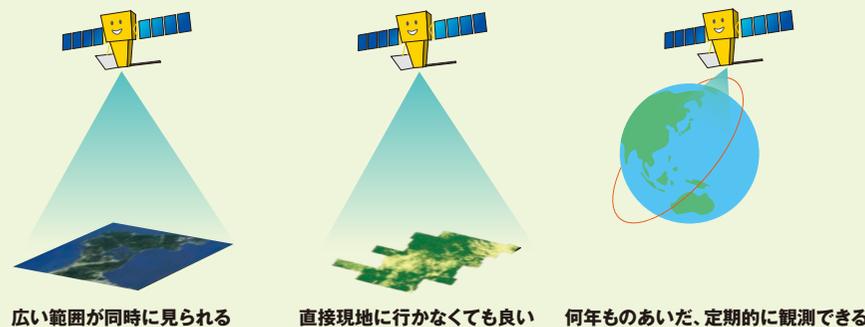
## 【地球観測衛星】



地球観測衛星は、宇宙から地球のさまざまな様子を調べることができます。そのデータは、私たちの暮らしや地球環境を守るために、いろいろな分野で活用されています。

## なぜ人工衛星で地球観測をするの？

地球を上空から観測するためのセンサーを載せる機体としては主にドローンや航空機、国際宇宙ステーション（ISS）、人工衛星があります。高い場所から観測すると一度に広い範囲を見られますが、そのぶん画像の細かさ（解像度）は落ちてしまいます。地球観測衛星はドローンや航空機よりも解像度ではおとりますが、地球全体を広く観測できるという強みがあります。また、一度宇宙に打ち上げれば、寿命が尽きるまでずっと観測を続けることができるため、地球環境や気候変動のように長い期間にわたって観察が必要な研究に大きく役立っています。



## 地球観測衛星が利用されている主な分野

## ① 災害の予測や被害状況の確認

地震や洪水などが発生した時、すばやくその地域を観測することで、被害の状況を知ることができます。これにより救助活動や復旧作業をスムーズに進めることができます。また、火山活動、地盤沈下、地すべりなど、地殻の異変を早めに発見することで、被害の軽減にもつなげることができます。

## ② 都市や社会インフラの管理

道路や橋、建物の経年変化を観測し、老朽化による事故の防止や新しい都市計画に役立っています。

## ③ 森林や農作物の管理

森林の減少や農作物の成長のようすを観測し、環境保護や食料生産に役立っています。

## ④ 海洋の観測

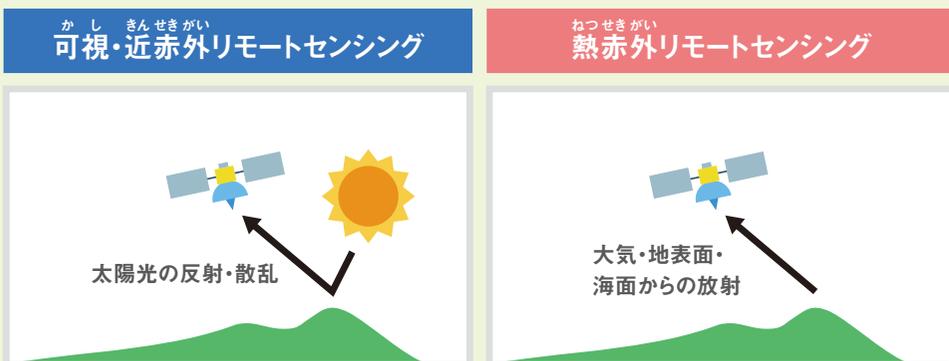
海面水温や波の高さ、海流などを観測し、漁業の支援や気候変動の研究に役立っています。

## ⑤ 天気予報や気候変動の研究

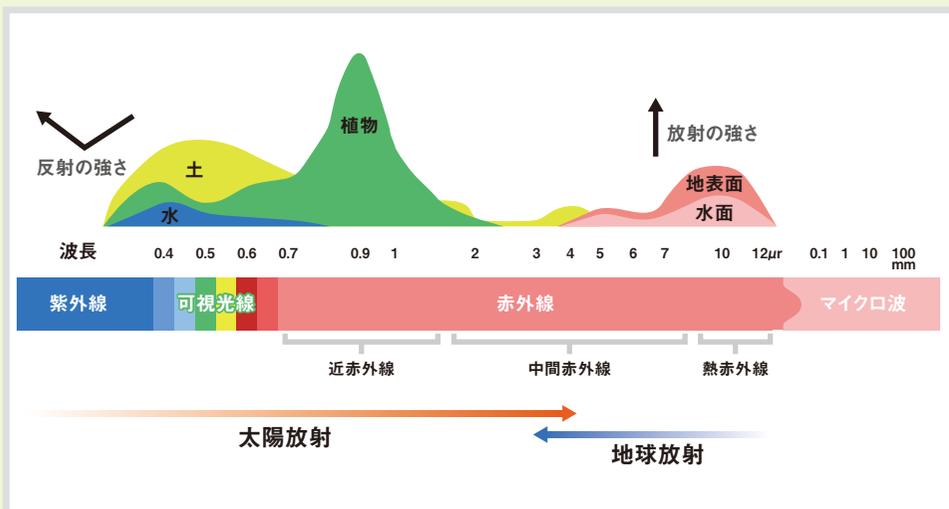
雲の動きや雨の量、気温などを観測し、天気予報の精度を高めたり、気候変動の研究に役立っています。

## 物質によって異なる反射と放射の強さ

地球観測衛星は、観測センサーという機器をのせています。このセンサーが“目”のはたらきをしているのです。センサーは、植物や水や大気などが太陽の光を反射したり、自然界から放射される電磁波を、宇宙から観測しています。



## 物質のちがいによる反射や放射の特徴

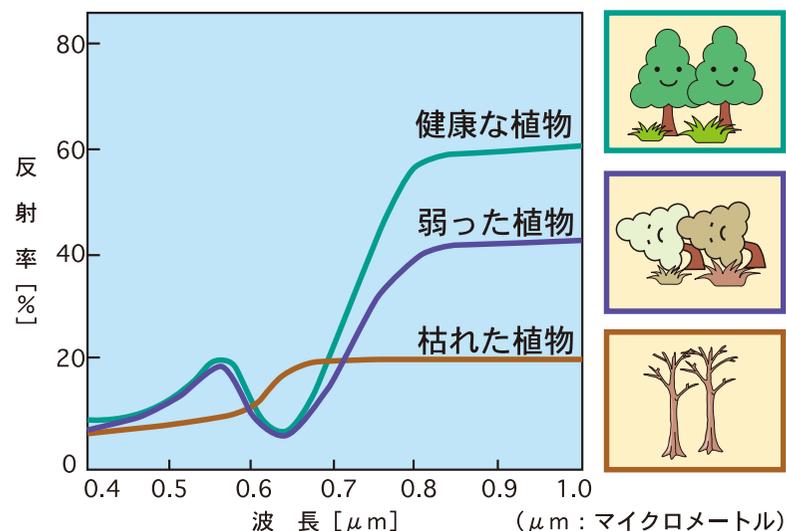


上の図は、植物、土、水の反射・放射の強さのちがいを、波長帯ごとにあらわしたものです。横軸は波長をあらわし、その長さに応じてよび名(紫外線、可視光線、赤外線、マイクロ波など)がつけられています。物質の種類によって、各波長帯における反射、放射の強さがちがうことがわかります。

## 同じ種類のものでも、状態によって反射の強さがちがう

さらに、植物の種類や状態、海水のにごり具合などによっても、反射、放射の強さはちがいます。下の図は、植物の健康状態による電磁波の反射率のちがいを示したものです。若くて健康な植物、葉の水分がほとんどなく弱っている植物、葉がおちて完全に枯れている植物では、反射の強さがちがうことがわかります。

### 植物の健康状態によって異なる電磁波の反射率



このような反射の特性をいかして、森林の健康状態を宇宙から調べることができます。病気や立ち枯れに早く気がつけば、原因を調べて対処できます。また、水や土の状態も見分けることができるので、砂漠化の進み具合や、水のにごり具合もわかるのです。

次のページでは地球観測衛星のセンサーについて詳しく紹介します。

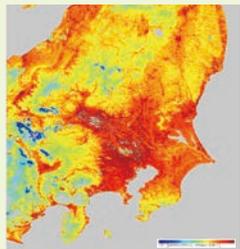
## ① 光と熱を見る >>> 光学センサー (受動型)

じゅうどうがた

光学センサーは太陽の光が地上の物体に当たってはね返ってくる波長を観測します。可視光線と近赤外線の反射の強さを調べることで、植物の分布など地表面のようすを知ることができます。また、物体は熱を放出しているので、地表から自然に出される中間赤外線、熱赤外線の強さを調べることで、地面や海面などの温度などを知ることができます。



多波長光学放射計が観測した大阪湾



多波長光学放射計が観測した関東の地表面温度

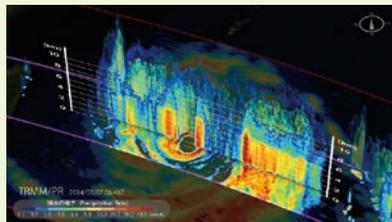
## ② 電波と熱を見る >>> マイクロ波センサー (能動型と受動型)

のうどうがた じゅうどうがた

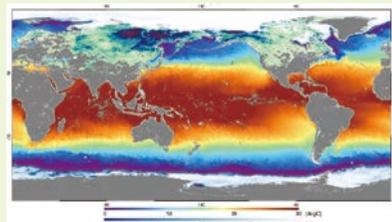
マイクロ波センサーは自分からマイクロ波(電波)を放射し、その反射をキャッチして観測する「能動型」と、自然界から放射されるマイクロ波(電波)をキャッチして観測する「受動型」の2通りに分けられます。能動型は自分が放射する電波を使うため、光学センサーのように太陽光を必要とせず、夜でも観測ができます。また、使用する電波は雲や雨を通り抜けることから、天気が悪くても観測することができます。放射する波長の長さによって、LバンドやCバンド、Xバンドなどの種類があります。受動型も光学センサーのように太陽光を必要としないため、夜でも台風のようなすなどを観測することができます。能動型と受動型では観測する対象が少し異なります。



合成開口レーダーが観測した東京都心部



降雨レーダーが観測した台風による降水の三次元分布



マイクロ波放射計が観測した世界の海面水温、海水氷接度、積雪深

- 能動型のマイクロ波センサーである合成開口レーダー(Lバンド)は、植物の葉に影響されことなく地面のでこぼこを細かく観測することができます。また、降水レーダーは台風や雲の中の雨の降り方の強さを立体的に測ることができます。
- 受動型のマイクロ波放射計は、海面水温や海上風速、土の中の水分量、降水量、積雪、雲のようすを観測することができます。

## 主な地球観測衛星

\*2025年4月1日現在運用中の人工衛星です。

### ●水循環変動観測衛星「しずく」(2012年打ち上げ)

みずじゆんかんへんどうかんそくえいせい

地球温暖化の影響が特にわかりやすく、早く現れる海の氷や雪の変化を観測したり、エルニーニョ現象など気象の変化に関わる海面水温や雨・水蒸気の量を調べます。また、海・空・陸の間で水やエネルギーがどのように巡っているかを調べるために、海上の風や土の中の水分量なども測ります。こうしたデータを集めることで、気候の変化をより正確に理解し、気候変動の予測に役立てることを目指しています。(主な観測センサー：マイクロ波センサー(受動型))



水循環変動観測衛星「しずく」

### ●気候変動観測衛星「しきさい」(2017年打ち上げ)

きこうへんどうかんそくえいせい

地球の気候変動を詳しく調べるために、雲や大気中のチリやホコリ、植物や雪、氷の広がり、海洋のプランクトンを長期間にわたって観測しています。こうしたさまざまなデータを長い期間にわたって集めることで、気候の変化についての理解を深め、より正確に予測ができることを目指しています。(主な観測センサー：光学センサー)



気候変動観測衛星「しきさい」

### ●温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」(2018年打ち上げ)

太陽の光が地面に当たって反射される光と、大気が出す熱の光(赤外線)を同時に観測できます。このしくみを使って、地球温暖化の原因となる二酸化炭素やメタンが、どの場所にどのくらいあるか、季節ごとや年ごとの変化を詳しく調べています。「いぶき2号」は、初号機の「いぶき」よりもさらに正確に観測できるようになったため、発電所や大都市、石油・天然ガスの採掘場、ごみ処理場、畜産が盛んな地域など、温室効果ガスを大量に出す場所をより詳しく測ることができます。さらに「いぶき2号」では、石油や石炭、天然ガス、森林を低温で燃やした時に発生する一酸化炭素も新たに観測できるようになりました。このような一酸化炭素と二酸化炭素と一緒に観測することで、人間の活動により排出される二酸化炭素と、地上から自然に排出される二酸化炭素の区別が可能になりました。(主な観測センサー：光学センサー) \*「いぶき」は2009年に打ち上げ。



温室効果ガス観測技術衛星2号「いぶき2号」

### ●先進レーダ衛星「だいち4号」(2024年打ち上げ)

せんしんれいだせいせい

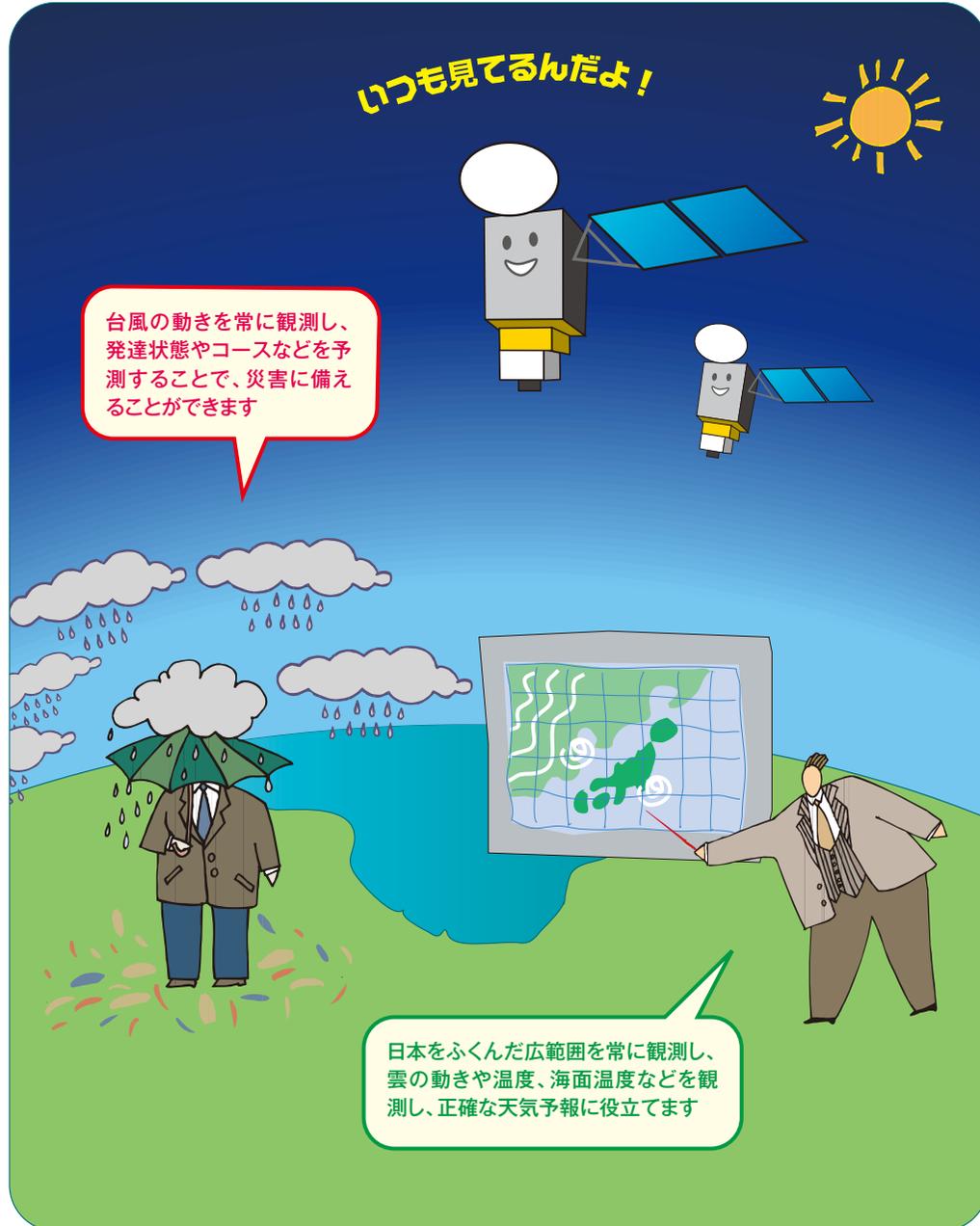
Lバンド合成開口レーダーにより、昼夜や天気に関係なく、地震や台風などでの被害の状況をすばやく知ることができます。また、火山活動や地盤沈下などの地面の変化を詳しく観察したり、森林の減少や農作物の状況など、環境の変化も観察します。さらに、海の氷の広がりや船の動きなど、海の様子も確認できます。これらの情報を通じて、災害対策や環境保護、国土の安全強化など、さまざまな分野で役立つことを目指しています。(主な観測センサー：マイクロ波センサー(能動型))



先進レーダ衛星「だいち4号」

\*初号機の「だいち」は2006年打ち上げ、2011年に運用終了。

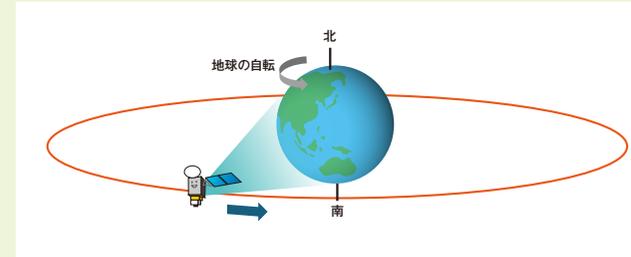
## 【気象衛星】



「ひまわり」の名で親しまれている日本の気象衛星は、約36,000km上空の静止軌道から地球を観測しています。この気象衛星の観測データに地上などでの観測データを組み合わせることで天気予報が作られます。

## どうやって観測しているの？

気象衛星は3種類の観測センサーを持っています。昼間は人間の目と同じように可視光線を感知して、雲の形や明るさを観測します。夜は赤外線を感知することで雲の動きがわかります。また赤外線での観測は、陸地や海、雲の表面の温度、大気中の水蒸気の分布も観測することができます。「ひまわり」の観測データは国際的に公開しており、アジア・太平洋地域でも利用されています。



静止軌道から24時間観測

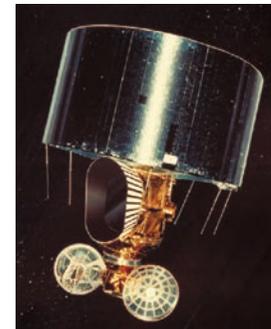


気象衛星「ひまわり9号」の観測画像

## 静止気象衛星「ひまわり」シリーズ

初代の「ひまわり」は1977年に打ち上げられ、以降、2016年に打ち上げられた9号機まで代々引き継がれて気象観測が行われています。日本の周辺や南の海上に発生した台風など、特定のエリアを観測する頻度は、初代「ひまわり」では3時間ごとでしたが、「ひまわり8号」からは2.5分ごとに短縮されるなど、70倍以上も向上しています。

\*衛星から見える地球全体の観測は10分ごとです。

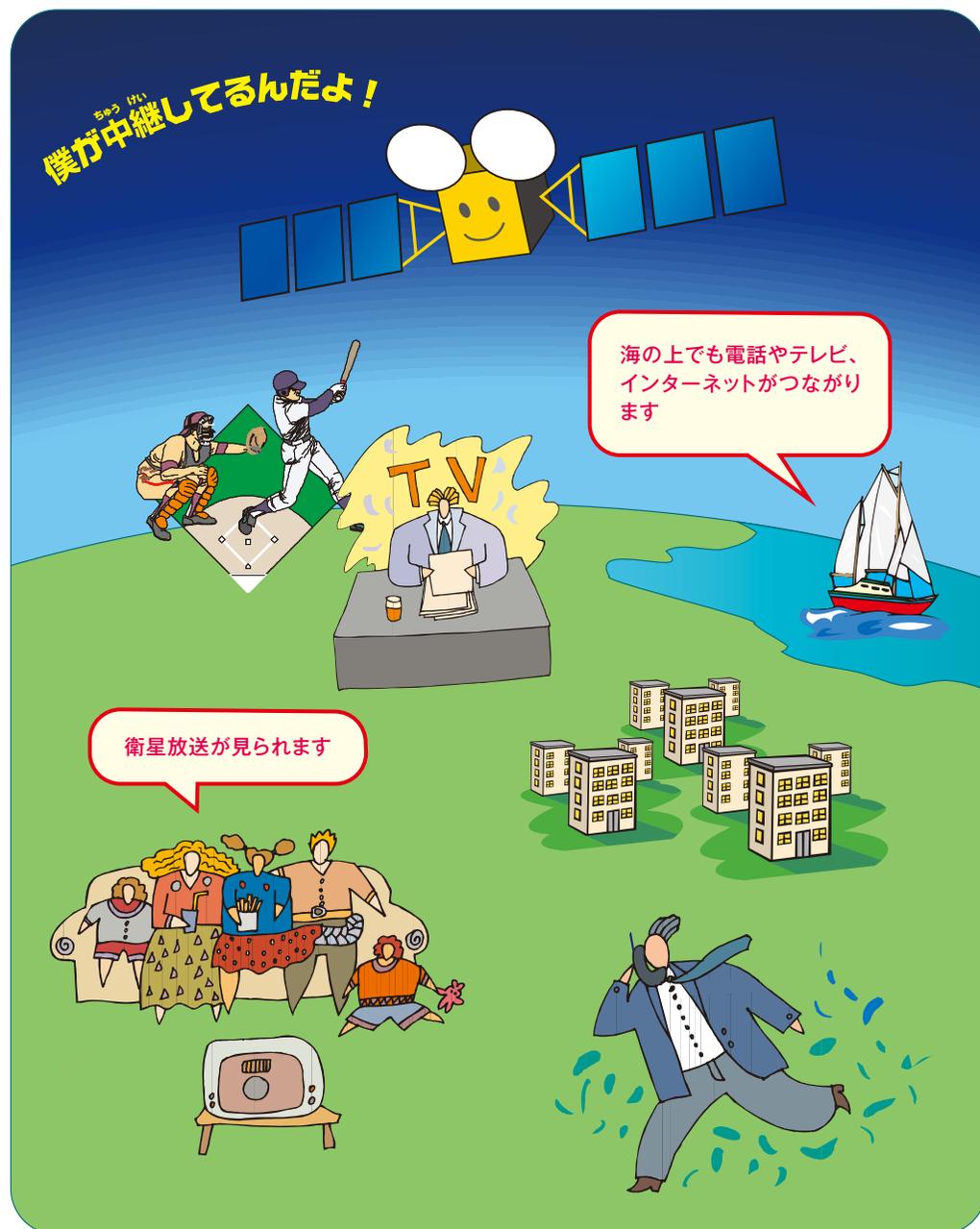


気象衛星「ひまわり」(初代)



気象衛星「ひまわり8号・9号」

## 【通信・放送衛星】



通信衛星は地上の通信インフラと連携し、より広い範囲で安定した通信環境を作っています。地上の通信ネットワークが届きにくい離島や山岳地帯、また大規模な災害によって地上の通信設備が使えなくなった場所においても、衛星通信を利用することで、確実な通信が可能となります。

## なぜ通信・放送衛星が必要な？

## 1. 遠くの地域でもインターネットが使えるようにする

山岳地帯や離島では、インターネットや電話がつながりにくい場所があります。しかし、通信衛星を使えば光ケーブルや携帯電話の基地局を設置するのが難しい地域でもインターネットや電話が使えるようになります。

## 2. 大規模な災害が起きたときにも通信ができる

日本は地震や台風が多く、大規模な災害が起きるとインターネットや電話が使えなくなることがあります。しかし、通信衛星は宇宙空間を使って通信ができるので、地上のインフラ設備が壊れても使い続けることができます。災害時の支援活動において衛星通信はとても大事な役割を果たします。

## 3. 技術力を高める

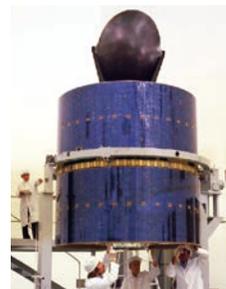
通信衛星を自分たちで開発することで、日本は他国に頼らず自分たちの技術を使えるようになります。また、衛星通信技術の開発は多くの産業分野の発展にもつながります。

## 4. 宇宙技術を進める

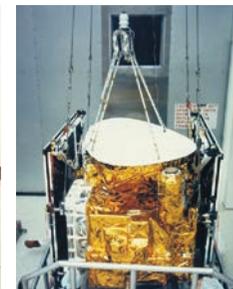
通信衛星を開発していく中で宇宙技術や科学も進んでいきます。通信衛星を使った新しい技術を生み出すことで、新たな産業が生まれたり、技術の革新が進みます。

## 通信・放送衛星の開発

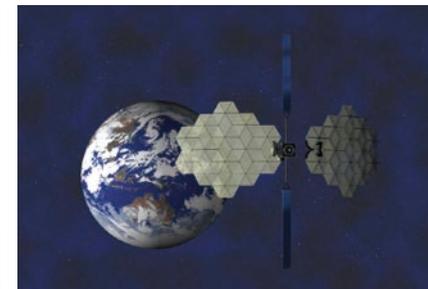
現在のように衛星放送や衛星通信が日常的に使われるようになるまでには、技術開発のための実験の人工衛星がたくさん打ち上げられました。1977年打ち上げの実験用静止通信衛星「さくら」(CS)や1978年打ち上げの実験用中継衛星放送衛星「ゆり」(BS)がその先駆けです。また1975年に1号機が打ち上げられた技術試験衛星「きく」もシリーズ化され、より高度な衛星通信技術を得るために現在も次世代型の人工衛星の開発が進んでいます。



静止通信衛星「さくら」



放送衛星の「ゆり」



技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(2006年～2017年)

# 【測位衛星】

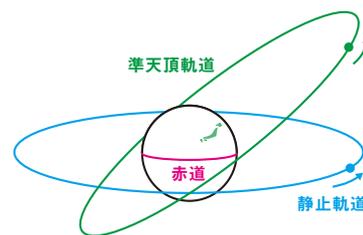


ナビゲーションシステムとは、自分が今いる場所を特定し、目的地までの最適なルートを案内してくれるシステムです。主に全球測位衛星システムを使って位置を調べ、地図と組み合わせてルートを計算します。全球測位衛星システムとは、人工衛星（測位衛星）を利用して地球上のどこにいても正確な位置を測るしくみのことです。このシステムでは、複数の測位衛星から送られる電波を受信し、その情報をもとに自分の位置（緯度・経度・高度）を計算します。特に、4つ以上の衛星からの信号を受け取ると、より正確な位置を知ることができます。

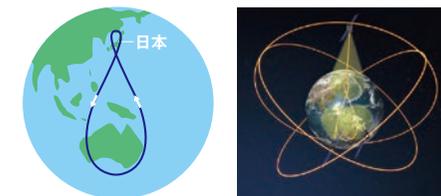
## 日本の準天頂衛星システム「みちびき」

米国のGPS衛星は全世界をカバーするように飛びますが、山間部や都市部のビルの谷間ではGPS衛星の電波が十分に届かないところがあります。特に日本は国土の大部分を山地が占めており、少ない平地には都市が集中しているため、さえるものがない真上に測位衛星を配置する必要があります。そこで開発されたのが日本の準天頂衛星システム「みちびき」です。「みちびき」はGPS衛星と一体で利用することができますが、「みちびき」衛星が7機の体制で運用されるようになれば、GPS衛星を使用せずに単独で衛星測位システムを作ることができます。

静止軌道と準天頂軌道



準天頂軌道の衛星が描く軌跡



「みちびき」衛星は日本のほぼ真上（準天頂）に長時間見えるようふうされたためずらしい軌道（準天頂軌道）を飛んでいます。準天頂衛星システムはこの準天頂軌道を回る複数の衛星と赤道上空の静止軌道に位置する衛星で構成されています。

## 全球測位衛星システムの利用分野

カーナビやスマートフォンの地図アプリだけでなく、航空・航海・鉄道・農業・災害対策など、さまざまな分野で活用されています。特に高精度の測位技術は、自動運転や測量、物流管理などの分野で重要な役割を果たしています。

世界の代表的な全球測位衛星システム

GPS (Global Positioning System)	アメリカ
GLONASS (グロナス)	ロシア
Galileo (ガリレオ)	EU
北斗 (BeiDou)	中国



準天頂衛星初号機「みちびき」

## 【科学衛星】



科学衛星は、地上からは見えないはるか遠くの銀河や星、惑星を観測し、私たちが宇宙をより深く理解するための重要なデータを提供してくれます。

## なぜ人工衛星で天文観測をするの？

宇宙の天体などを調べるためには、いろいろな波長の電磁波を調べる必要があります。しかしX線や紫外線、赤外線などは地球の大気に吸収されてしまうので地上での観測は困難です。そのためこれら波長の電磁波を観測するには宇宙空間で行う必要があります。また、宇宙空間は大気のゆらぎの影響を受けないので、非常に鮮明な画像が得られます。

## 宇宙のなぞに挑んできた主な科学衛星

## ●X線分光撮像衛星「XRISM」(2023年～)

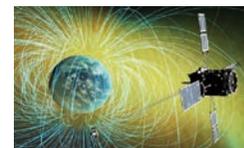
星や銀河の間を吹き渡る風である「高温プラズマ」をX線で観測する人工衛星です。星や銀河の中で作り出される物質やエネルギーの流れを調べ、天体の進化を解き明かします。



X線分光撮像衛星「XRISM」

## ●ジオスペース探査衛星「あらせ」(2016年～)

太陽風が引き起こす「宇宙嵐」は、通信やGPS、電力網などに悪い影響を与えるため、それがどう発生し、どのように強くなるのかを観測しています。また、宇宙空間に存在する高エネルギーの電子の動きや、地球の周りがある「放射線帯」(ヴァン・アレン帯)と呼ばれるエリアがどう変化するかを観測し、宇宙空間での危険な現象がどのように起こるのかを調べています。これらの研究は、将来の宇宙での活動や技術(例えば人工衛星や宇宙旅行など)を安全に行うためにとても重要です。もし宇宙嵐のような現象が起きたとき、どのように防ぐことができるのかわければ、私たちの生活や技術を守ることができます。



ジオスペース探査衛星「あらせ」

## ●太陽観測衛星「ひので」(2006年～)

太陽の外側のコロナや、その内側の彩層・光球で起こるさまざまな現象を研究し、黒点の磁場がどのように生まれるのか、コロナがなぜ高温になるのか、太陽風がどのように吹き出すのか、そして太陽フレアがどのように発生するのかを明らかにします。



太陽観測衛星「ひので」

## ●赤外線天文衛星「あかり」(2006～2011年)

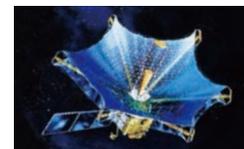
銀河がどのように生まれて進化してきたのか、また星ができるしくみや、その周りで惑星がどのように作られるのかを明らかにしました。「あかり」は日本初の赤外線天文衛星です。



赤外線天文衛星「あかり」

## ●電波天文観測衛星「はるか」(1997～2005年)

地上の電波望遠鏡と協力し、多くの巨大ブラックホールを、世界最高的高空間分解能で観測しました。



電波天文観測衛星「はるか」

# 宇宙とともに歩む時代

夜空を見上げるとき、  
星々とともに輝く人工衛星の存在に  
思いをめぐらせてみてください。  
それらは静かに地球を見守り、  
私たちの社会を支えています。

次の時代を切りひらく人工衛星とともに、  
私たちの毎日はさらに便利で豊かになっていくでしょう。