

月について、知ろう

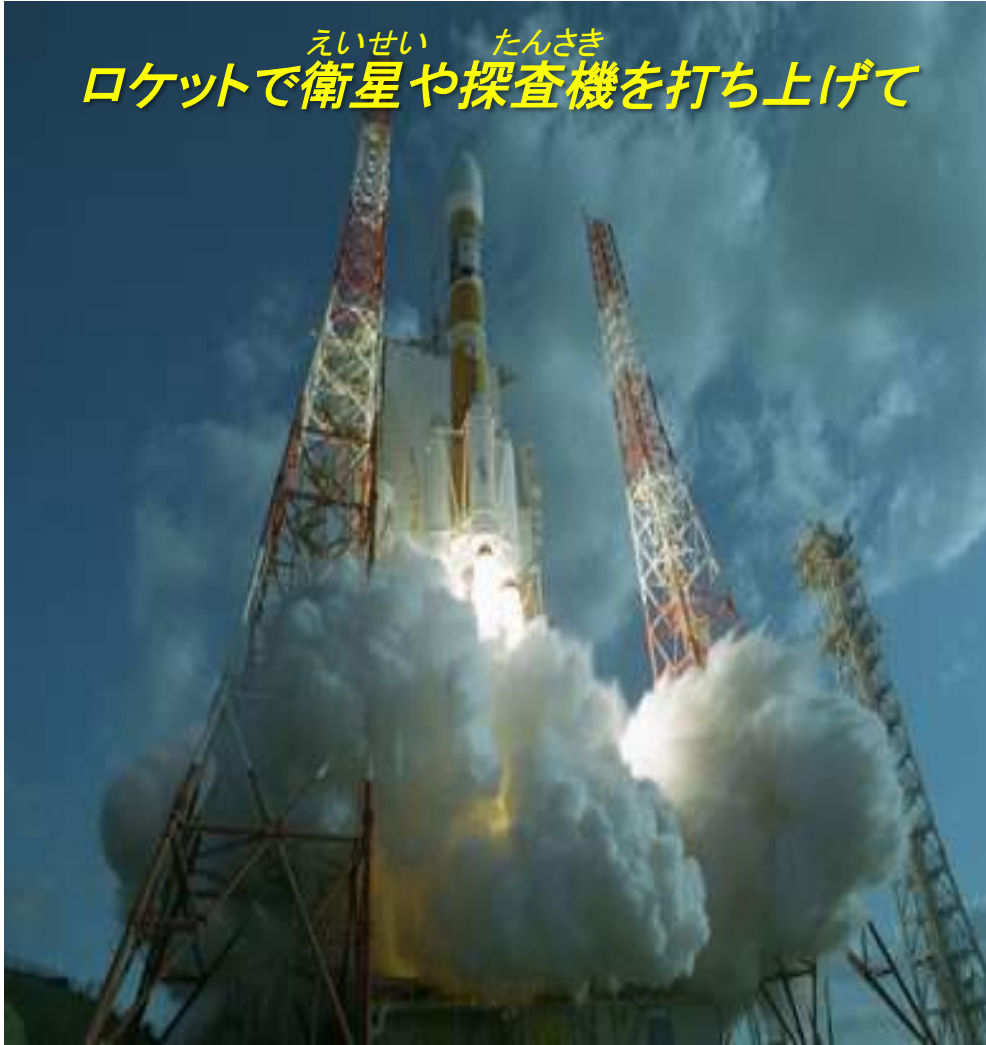


2014年10月

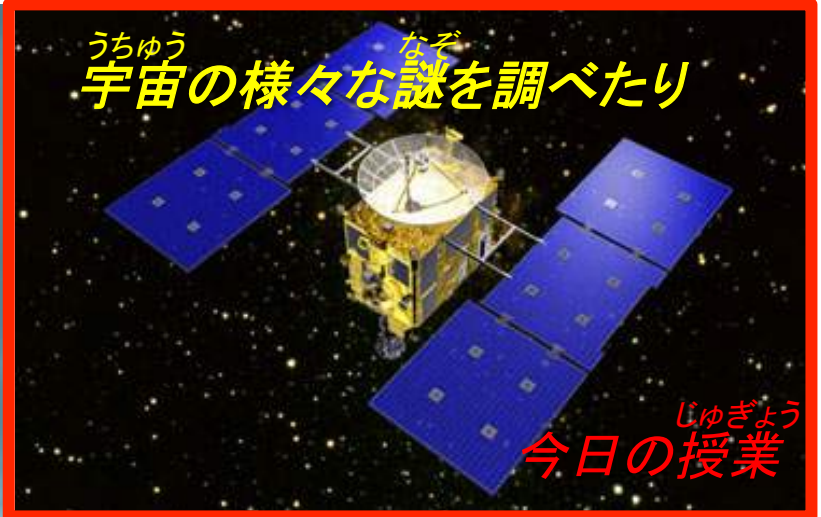
うちゅう こうくう きこう 宇宙航空研究開発機構(ジャクサ)

うちゅう こうくう
宇宙と航空について様々な研究と開発を行います。うちゅう
宇宙分野については・・・

えいせい たんさき
ロケットで衛星や探査機を打ち上げて



うちゅう なぞ
宇宙の様々な謎を調べたり



じゅぎょう
今日の授業

うちゅう じんるい りよう
宇宙を人類のために利用する。



月について知ろう

じゅぎょう
この授業で知ってほしいこと

- ・月とはどんな天体か？
- ・月がどのように生まれ、変化してきたか？
- ・月の謎を解明した日本の月探査機「かぐや」



じゅぎょう
この授業で感じてほしいこと

- ・月探査の面白さ
- ・月開発の夢



1. 月とはどんな天体？



- ・月と地球の大きさと距離きより
- ・月の運動と見え方
- ・月の環境かんるい ほうもん
- ・月への人類の訪問



ひかく

月と地球の大きさを比較して見よう。

月と地球の間の距離^{きより}はどのくらいあるのかな？

月と地球(大きさ^{いち}と位置)

じっさい 実際の大きさ
きより 距離
かんけい 関係

へいきんきより 平均距離: 384,000km (地球の大きさの約30倍)
さいせつきん 最接近: 357,000km (スーパームーン、今年^{やく}は7、8、9月の満月^{まんげつ})



月

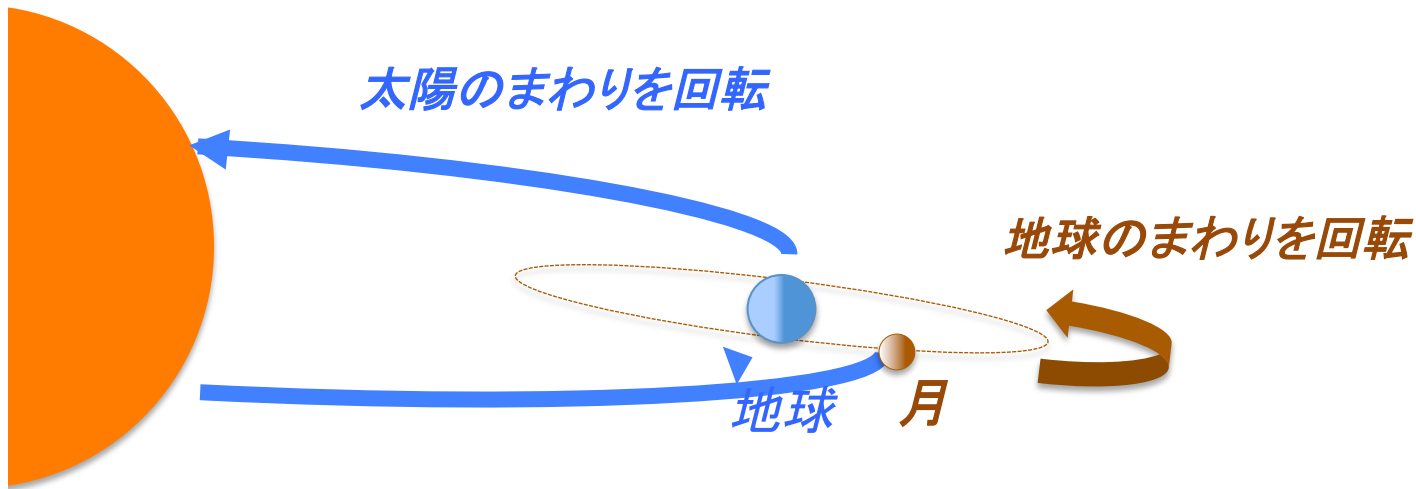


地球



**月と地球の動きを見てみよう。
月の見え方を考えてみよう。**

月の運動、地球と太陽との関係 かんけい



太陽 \longleftrightarrow
実際の距離は地球と月の距離の400倍
じっさい きょり きょり



月は約1ヶ月で地球のまわりをまわる(公転とよぶ)。

➡ 月が地球のまわりを1回まわる間に地球は約27回^{やく}回転する。

月は約1ヶ月で自分でも^{やく}回転する(自転とよぶ)。

➡ 月の夜は半月間つづき、昼も半月間つづく。

月の満ち欠けは、なぜ、おきるのだろう？

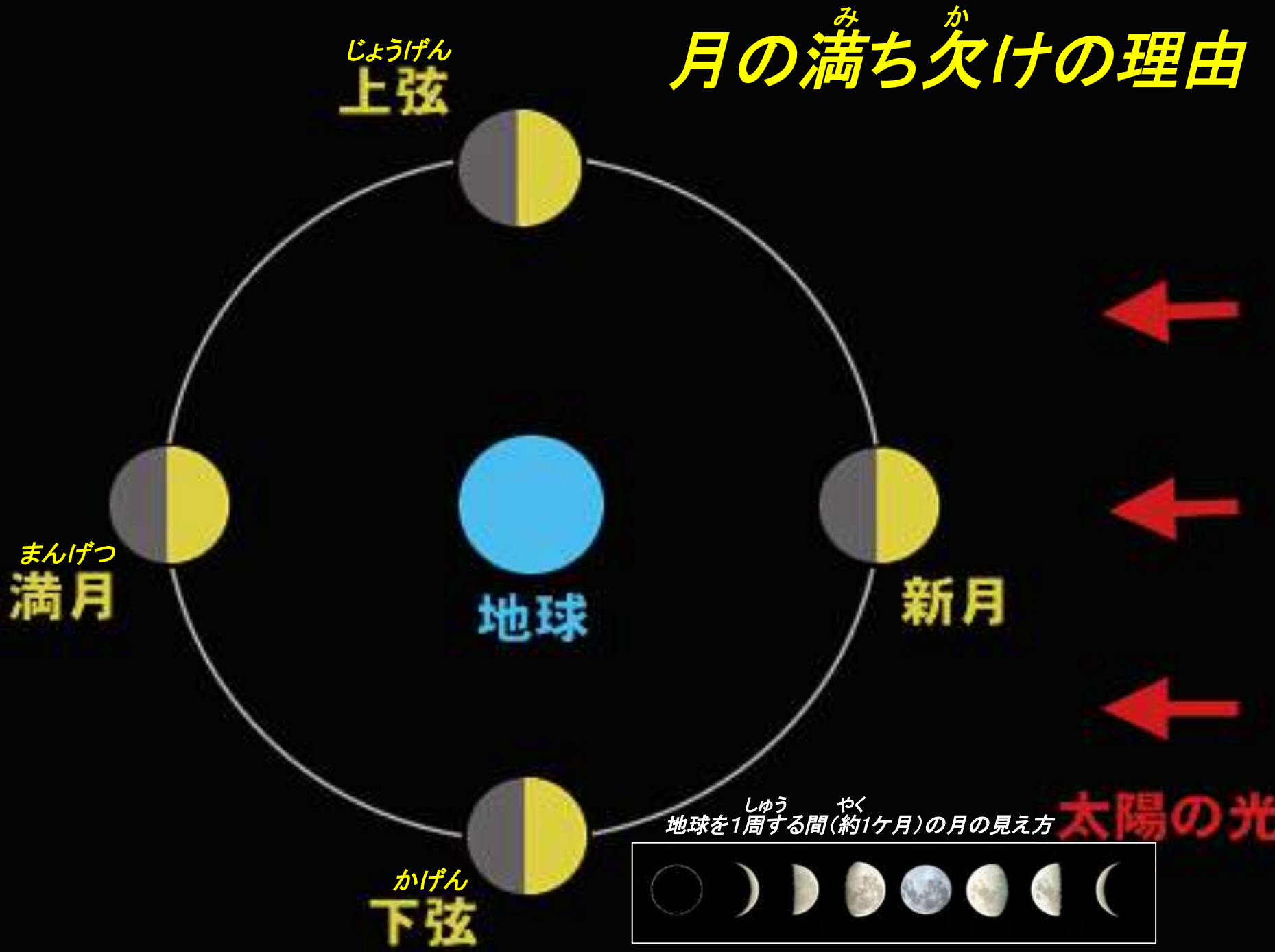
月は毎晩みていると、下の写真のように、丸くなったり欠けたりして変化することが分かります。これはなぜでしょうか？



約1ヶ月の間の月の形の変化

実際に月が丸くなったり欠けたりするのでしょうか？
あるいは????

月の満ち欠けの理由



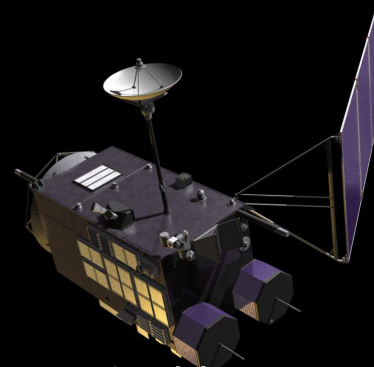
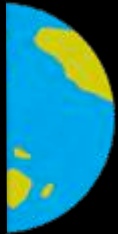
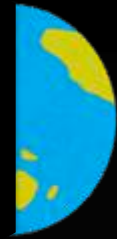
地球を1周する間(約1ヶ月)の月の見え方



同じように、地球の外に出て、宇宙から地球を見た時も欠けて見えることがある



左が欠けて見える

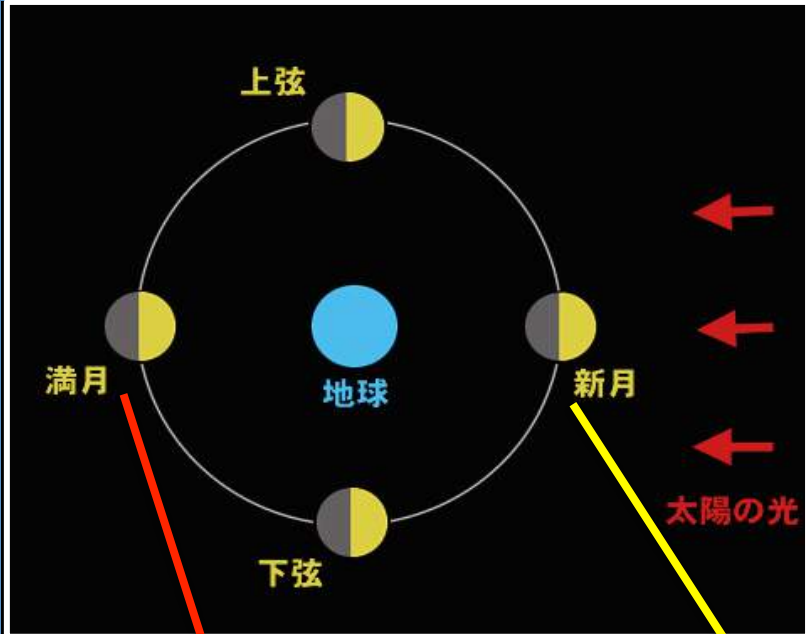


たんざき
探査機



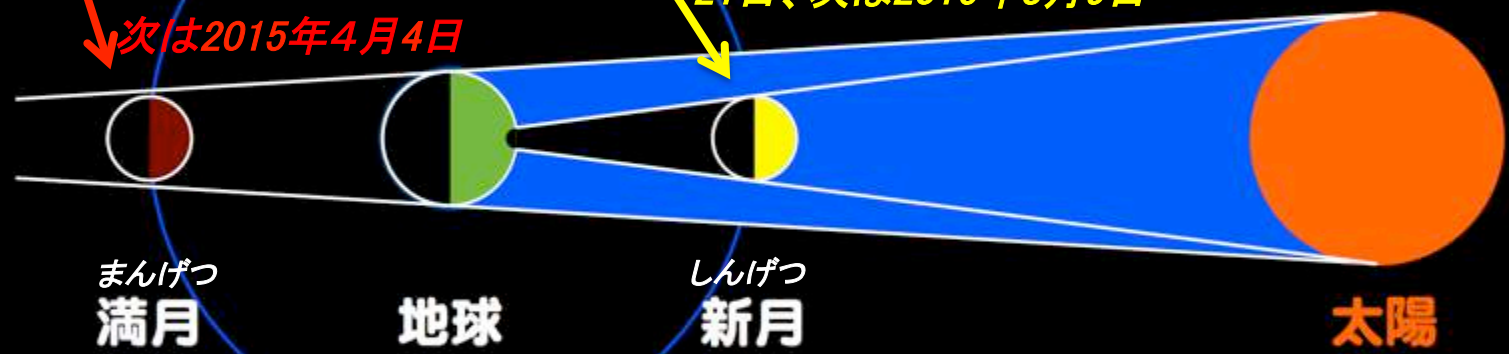
太陽の光

月食と日食



太陽-地球-月がぴったりと一直線に並んだら月食
日本では今年10月8日、次は2015年4月4日

太陽-月-地球がぴったりと一直線に並んだら日食
日本では前は2012年5月21日、次は2016年3月9日



月食: 月が地球のかげに入る



日食: 太陽が月にかくされる



かんきょう けしき

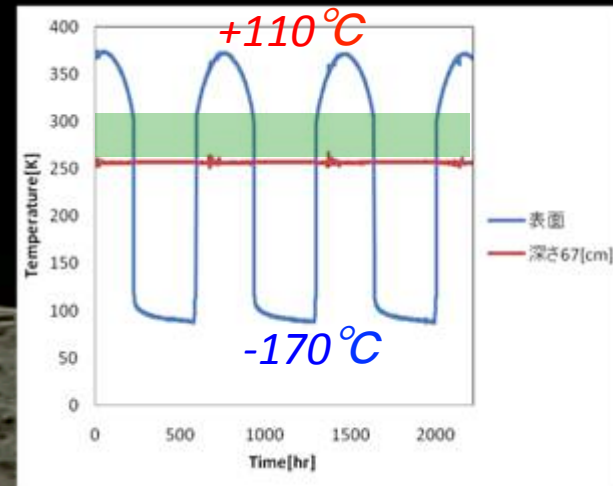
月の環境(景色や温度や感じる重さ)を見てみよう。

かんきょう
月の環境



地球上の景色

- ちが
地球と違い、空
気も水もない



- 温度は昼で+110°C、
夜で-170°C (緑は
地球上の温度)



重力は地球の1/6
月面をとびはねる
飛行士達

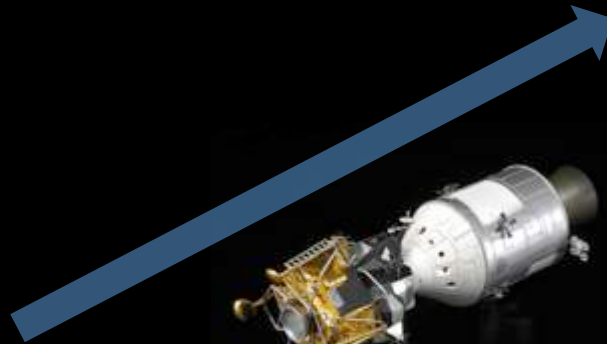
© JAXA/NHK



月にはたくさんの探査機が行きました
(100機くらい)

月には人が着陸したことがあります。

月へ行くには？



http://www.nasa.gov たんさ き
地球から月へは探査機で5～6日
1969年に人がはじめてちやくりくして探査

月の探査

1969年 人類が初めて月に着陸(アメリカの宇宙飛行士)



アポロ計画では人類が初めての着陸して探査し、月の研究が大きく進んだ。

その後、日本、アメリカ、ヨーロッパ、中国、インドが月に探査機を送った。その中でも2007年に打ち上げられた日本の“かぐや”は、たくさんの科学的なデータを取得した。

2. 月についての謎^{なぞ}



- ・月は私^{わたし}たちに身近で、これまで最^{もっと}も良く調べられた天体です。
- ・でもまだた^{なぞ}くさ^{なぞ}んの謎^{なぞ}が残^{なぞ}っていま^{なぞ}す。
- ・どのような謎^{なぞ}があるのでしょうか？

月の最大の謎: 起源一ど^{なぞ}のようにして生まれたのか?

まず、太陽や地球が生まれたころの様子(46億^{おくねん}年位前)を見てみよう。



ぶんし くも
分子の雲
(星のゆりかご)



集まって原始^{げんしたい}太陽^{よう}と小さな惑星^{わくせい}



小さな惑星^{わくせい}が集ま^{わくせい}って大きな惑星

たいようけい なかまたち
太陽系の仲間達

太陽



わくせい
惑星(8つ)

水星 金星 地球 火星

木星

土星

天王星 海王星

えいせい
地球の月と同じような衛星を持っている

しょうわくせい
小惑星



Release 051101-2 ISAS/JAXA

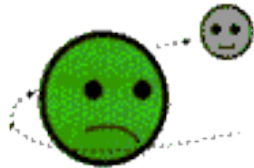
すいせい
彗星



うちゅう ひこう し

- ・アポロの宇宙飛行士が持ち帰った月の石から、地球が生まれたころ月も生まれたことが分かった。
- ・では、月はどのようにして生まれたのだろうか？

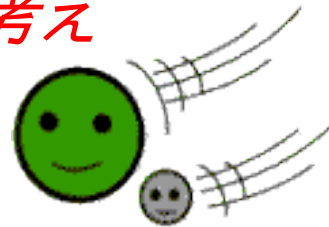
主な4つの考え



地球と月はふたごで生まれた？



地球からわかれて出て行った？



地球がよそから来た天体をつかまえた？？



地球がよそから来た天体とぶつかった？

？

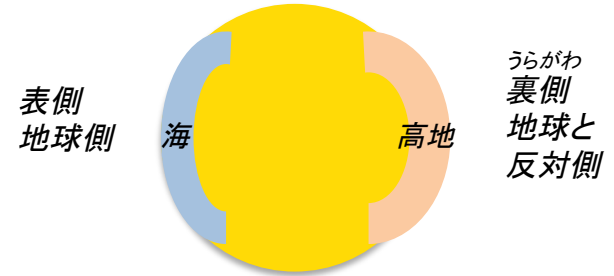
一番有力だが本当だろうか？



生まれたころの地球に火星くらいの大きな天体がぶつかった？

月が生まれたあとの歴史についても多くの謎。
月は誕生後、どのようにして、今のような冷たく静かな天体となったのでしょうか？

1. 月の表側と裏側の違いはなぜ、
どのようにできたのか？



表と裏の地形の違いはなぜ？

2. 岩がどろどろに溶けていた（マグマの海）の時代はあったのか？あったとしたら、マグマの海はどのような大きさだったのか？



マグマの海の時代？

3. 表面の様々な地形は、いつ、どのようにしてできたのか？



様々な地形は、いつどのようにできた？

前半では、
・月とはどんな天体？
・月についての謎^{なぜ}
について、勉強しました。

後半では、
・月の謎^{なぜ}を調べる為^{ため}に月にとびたつた“かぐや”、についてお話します。

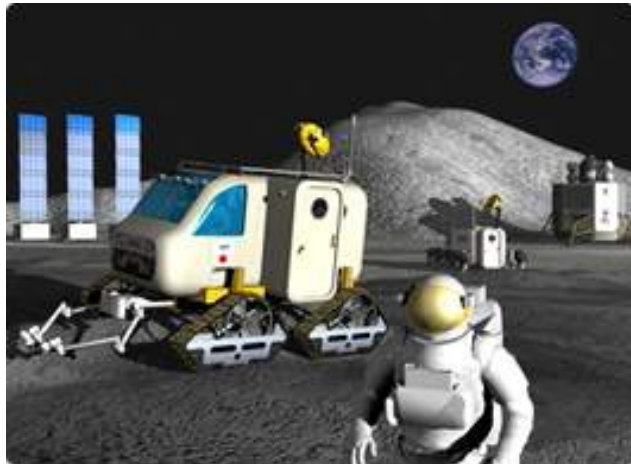
3. “かぐや”による月の探査^{たんさ}



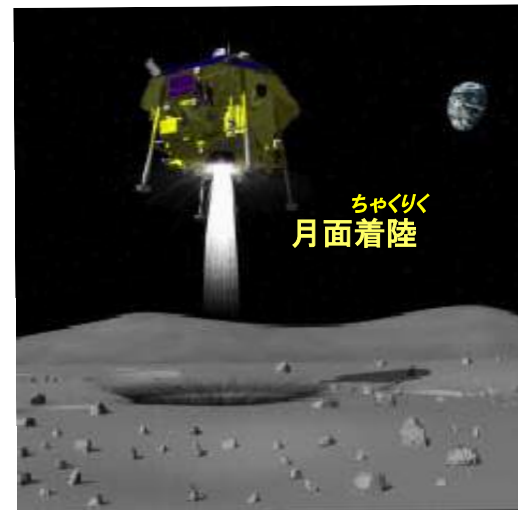
- ・月の謎^{なぞ さぐ}を探るため、2007年に日本の月探査機^{たんさ き}「かぐや」が打ち上げられました。
- ・「かぐや」はどのような計画で、どのようなことが分かったのでしょうか？

“かぐや”の月探査の目的^{たんさ}

1. 月がどのように生まれ、どのようにして今のような状態^{じょうたい}になったのかをしらべる。
2. 将来^{しょうらい}、人が月で活動したり、月に住むための調査^{ちようさ}（月のどこに基地^{きち}を作ればよいか？など）
3. 月に着陸^{ちやくりく}したり住むための技術^{ぎじゆつ}を学ぶ。

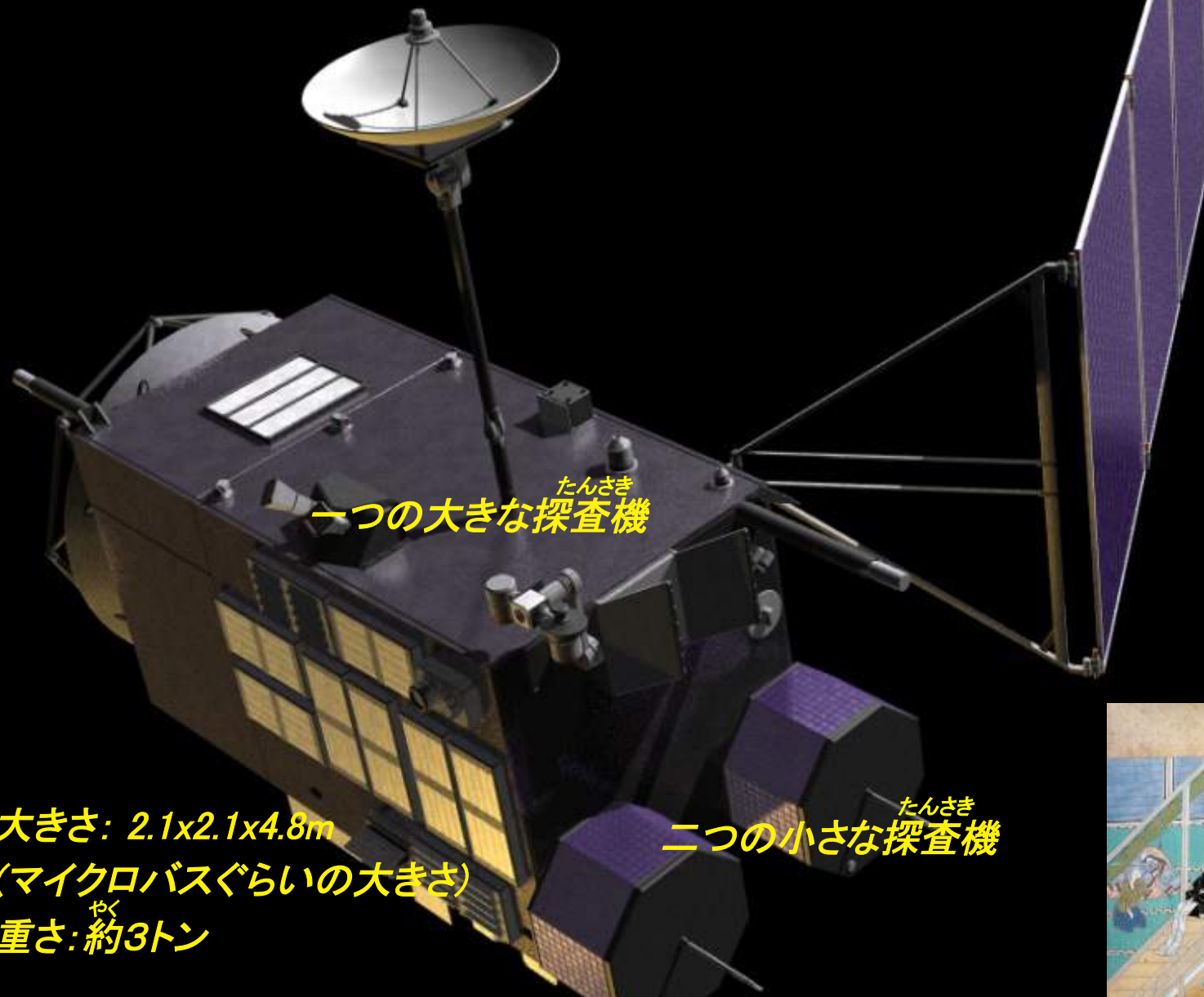


しょうらい きち けんせつ ちようさ
将来の月基地建設のための調査



しょうらい ひつよう ちやくりく ぎじゆつ
将来必要な着陸の技術

たんさき 月探査機“かぐや”



たんさき
一つの大いなる探査機

たんさき
二つ的小い探査機

大きさ: 2.1x2.1x4.8m
(マイクロバスぐらいの大きさ)
重さ: 約3トンやく

たけとり物語



“かぐや”のあゆみ:はじめからおわりまで14年もかかった!

1995-1998年

じゅんぴ ていあん
準備(提案)



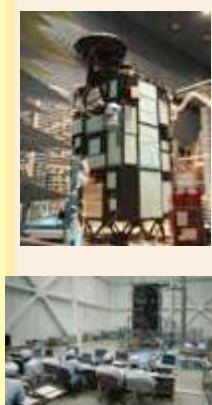
1999-2004年

たんさき
探査機をつくる



2005-2006年

組立・テスト



2007-2009年

打上・運用



こくさいてき たんさ
国際的な月探査の
きょうそう
競争があった。



2007年9月打ち上げ
かぐや(日本)(2885kg) ▲

じょうが
嫦娥1号(中国)(2350kg) ▲
10月打ち上げ

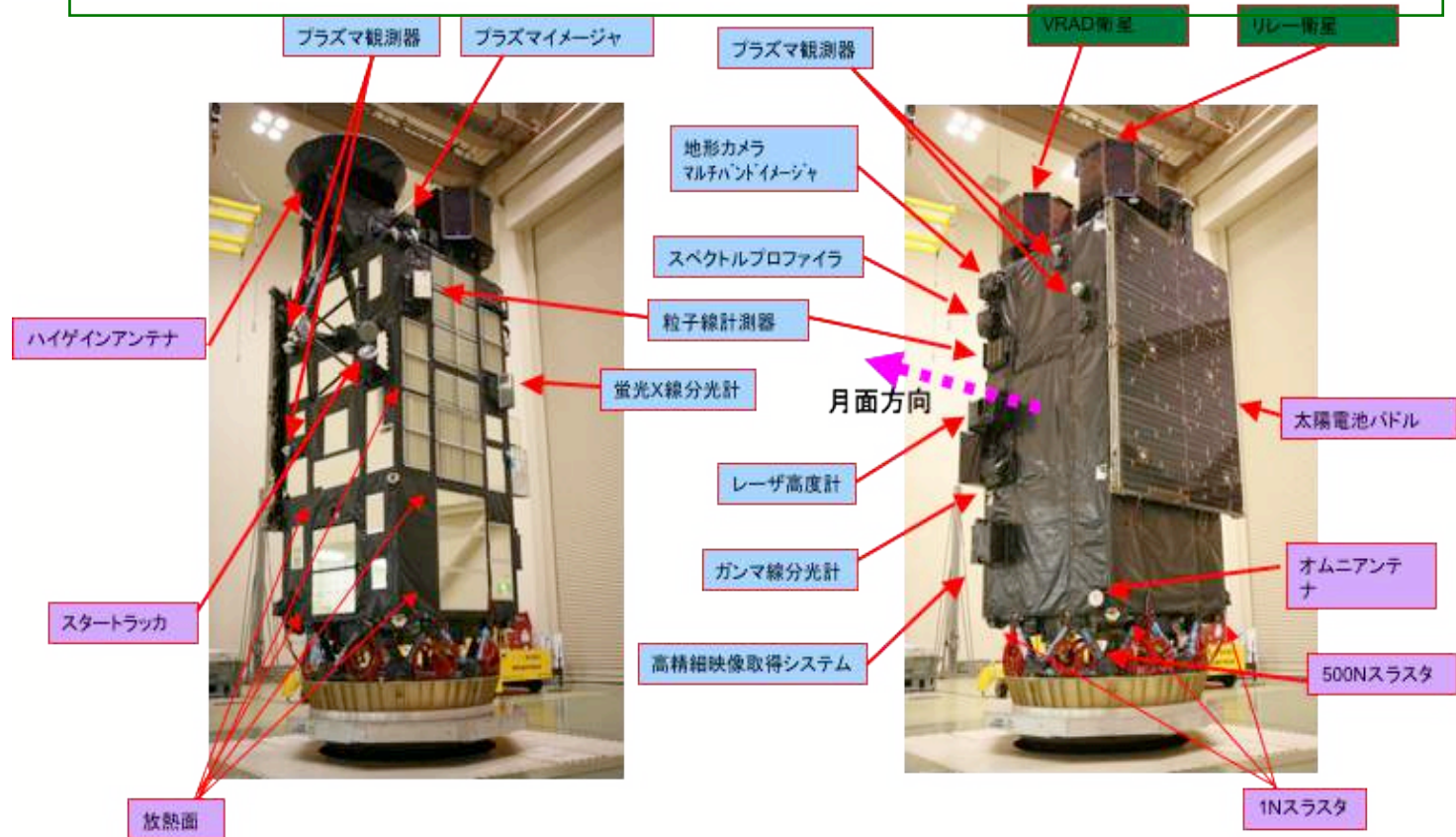
2008年4月打ち上げ
チャンドラヤーン1号(インド)(1050kg) ▲

エルアールオー
LRO(アメリカ)(1000kg) ▲
2009年6月打ち上げ

主な観測機器と配置

表面の物質を調べる道具…4台
表面と地下の構造を調べる道具…3台
重力を調べる道具…2台
環境を調べる道具…5台
きれいな映像をとるためのハイビジョンカメラ…1台

観測する道具の開発と運用には200人ももの大学、研究所の研究者が参加



“かぐや”の開発と打ち上げ

わ　くに　さいだいきゅう　たんさ　き
我が国で最大級の科学の研究のための探査機



テスト中のかぐや



テストの様子



打ち上げ前の組み立て



2007年かぐやの打ち上げ

打ち上げ



9月14日

きどう
軌道投入



10月5日

10月19日

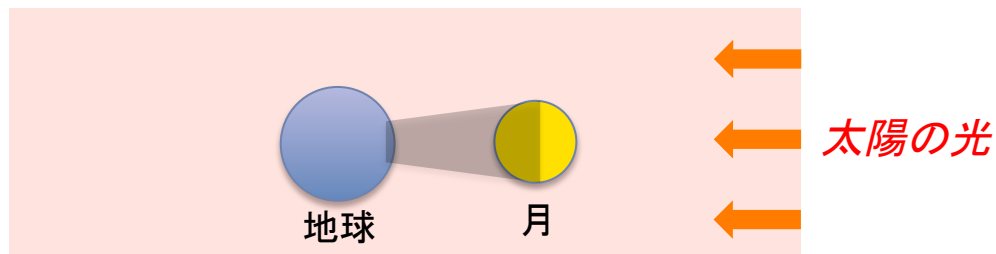


きんちょう
最も緊張した20分: 月軌道投入

しっばい
失敗ケース

月で日食が見られました。なぜ？

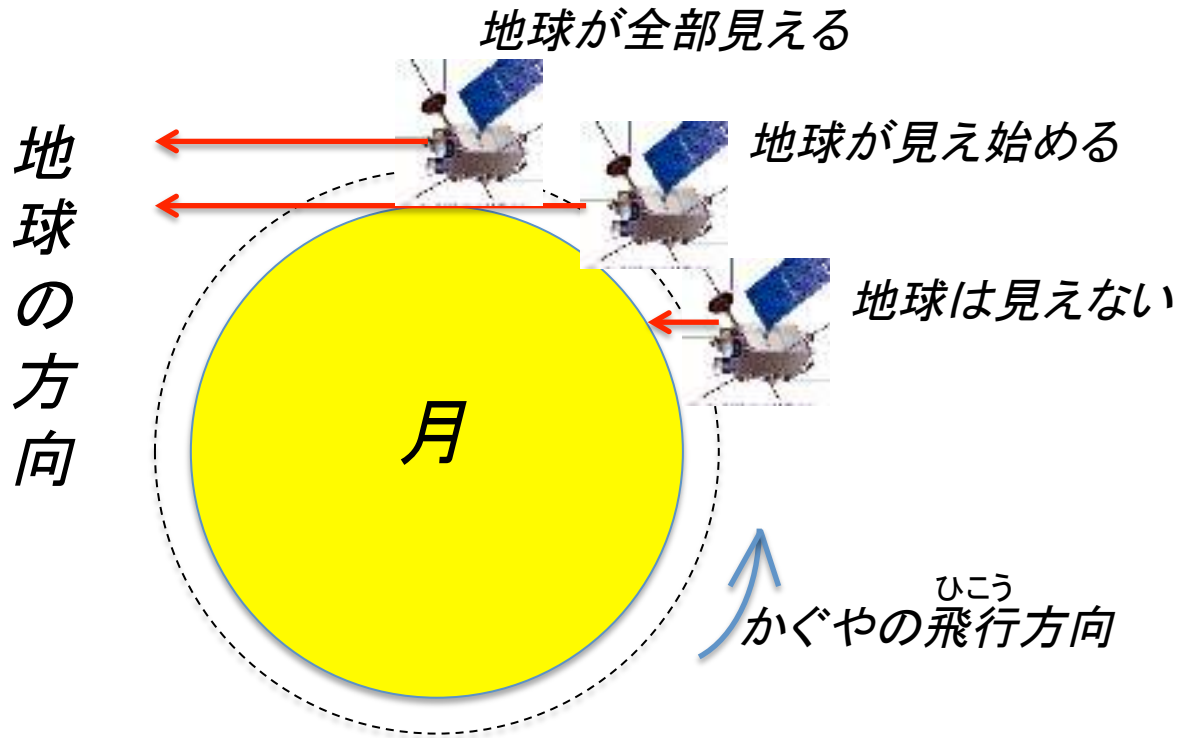
地球で見られる日食



月で「かぐや」が見た日食



月で地球の出がみられました。なぜ？



まんちきゅう
満地球の出

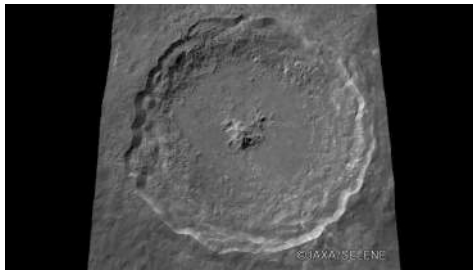
© JAXA/NHK

4. “かぐや”でわかったこと



地形カメラ(ステレオカメラ)による詳しい地形の情報が得られた。 ティコレーター上空の遊覧飛行(飛んでいるように見える映像)

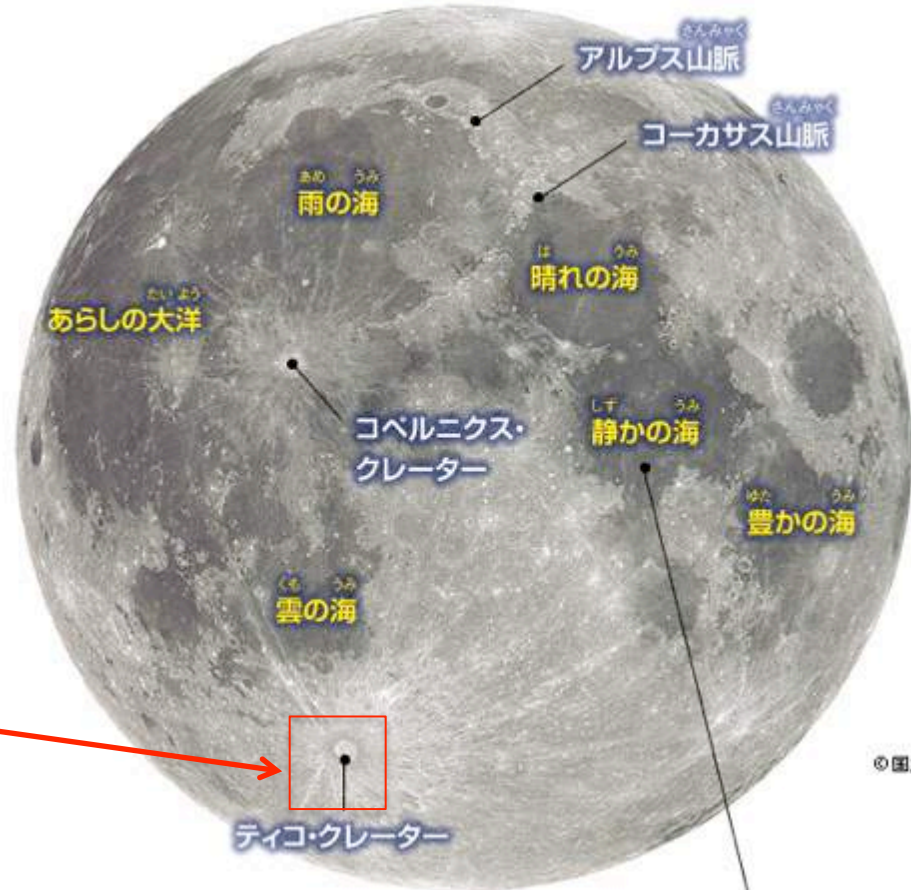
ティコクレーター
大きさ 85km
中央に山がある。
1.8億年前にできた新しいクレーター。
地球からも長くのびた光の筋がよく見える。



ティコクレータ



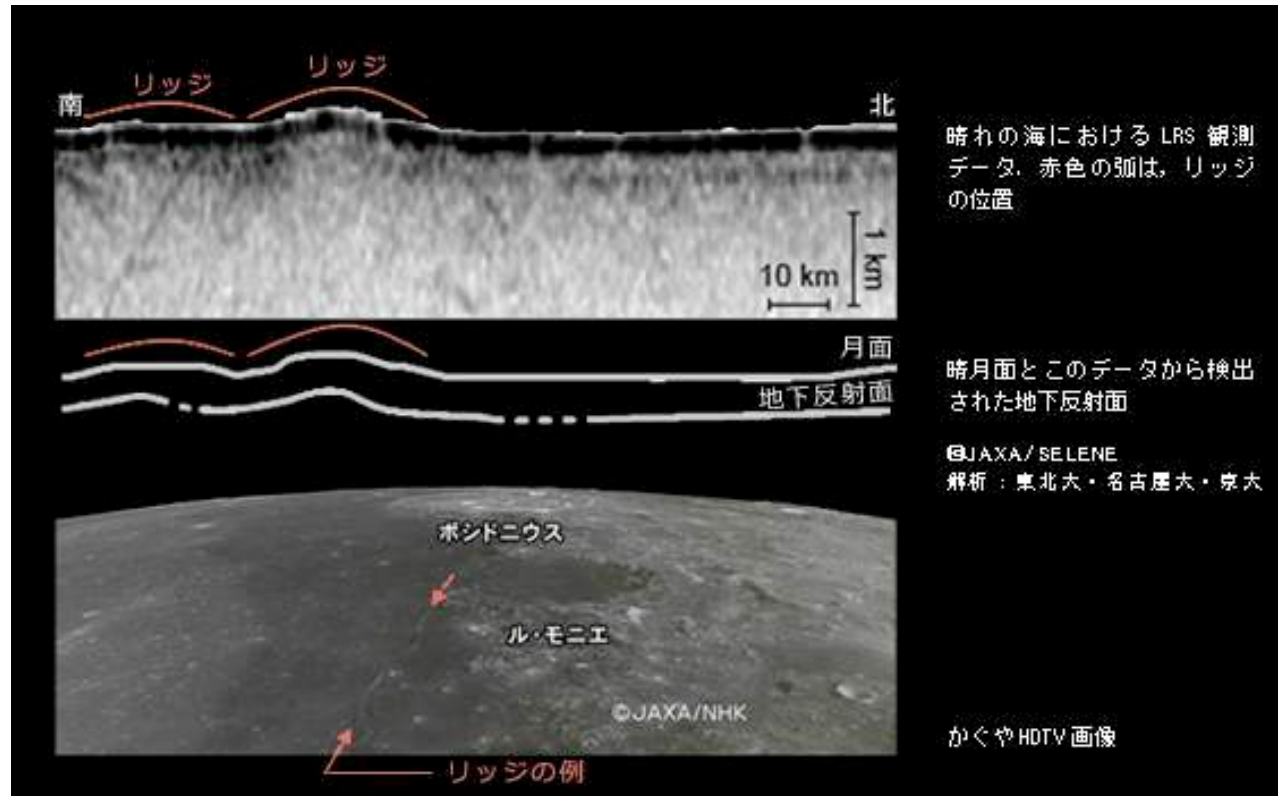
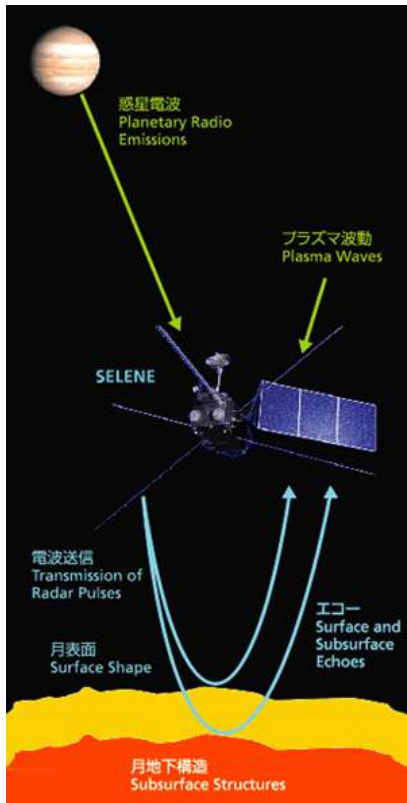
地上では恐竜が住んでいたころできた。



© 国立天文台

人類が最初に着陸した場所
(アポロ11号、1969年)

月の地下構造が初めてわかった。



暗れの海における LRS 観測データ。赤色の弧は、リッジの位置

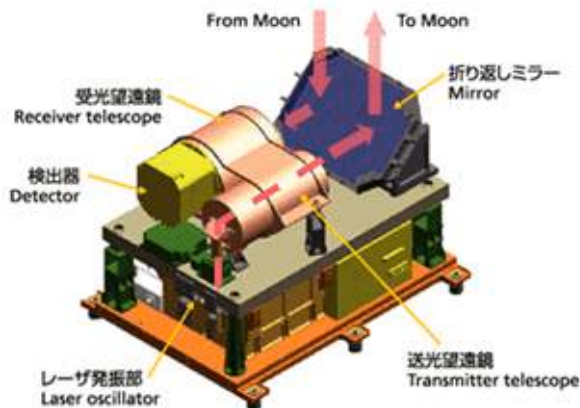
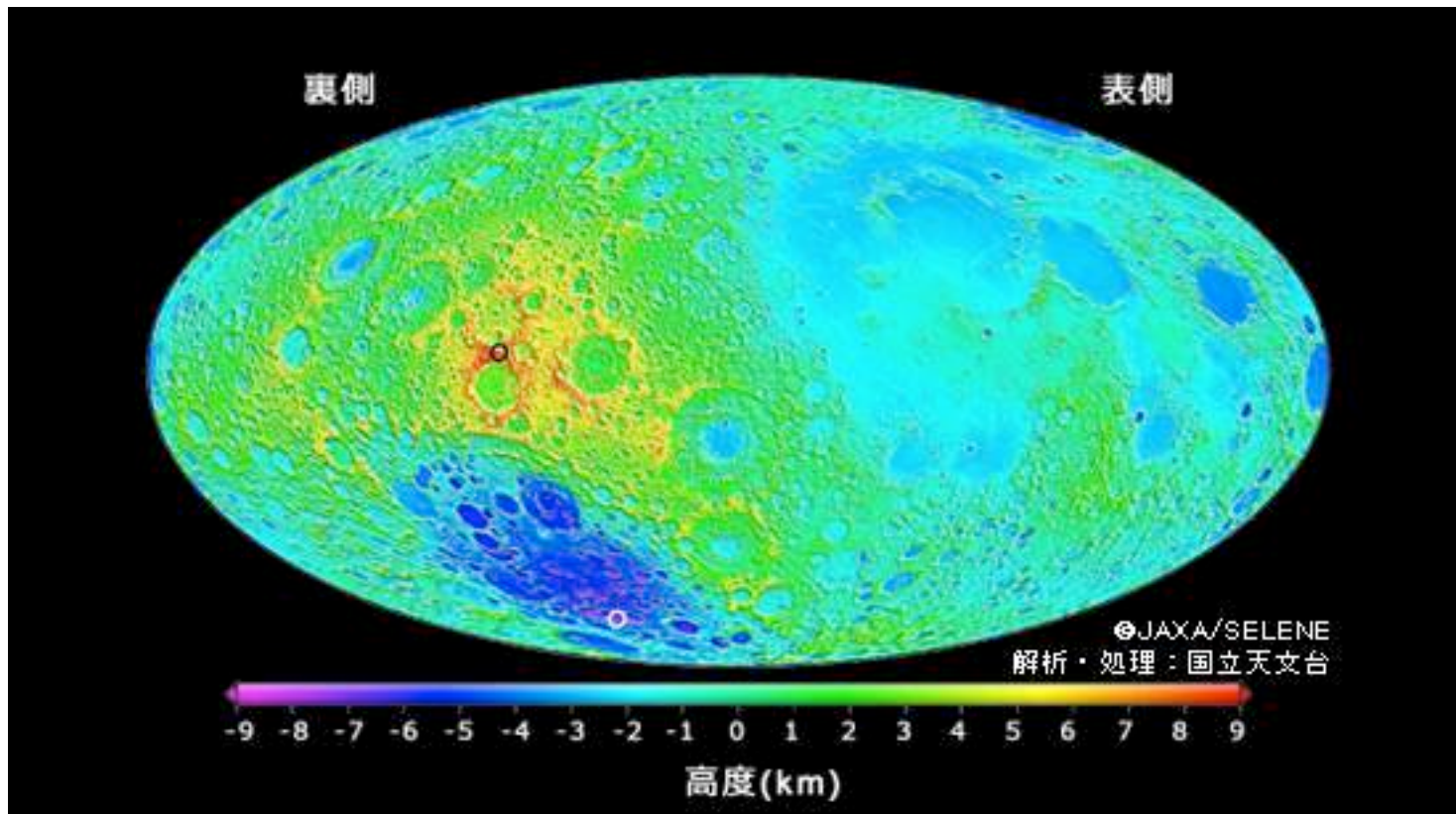
暗月面とこのデータから抽出された地下反射面

©JAXA/SELENE
解析：東北大・名古屋大・京大

かぐやHDTV画像

「かぐや」は月面に向けて電波を^{はっしや}発射し、その^{はんしや}反射を調べる方法により、地下の^{こうぞう}構造をしらべた。その^{けっか}結果、月にたくさんある“しわ”は、**月が冷えるときにできた“しわ”**であることが、わかった。

月の精密な高度地図が得られた。



もっともくわ
レーザ高度計によりこれまでで最も詳しい月全体の
地形図が得られた。月の一番高い場所と一番低い場
所の高度の差は、これまで考えられていたよりも2km
いじょう
以上大きいことがわかった。

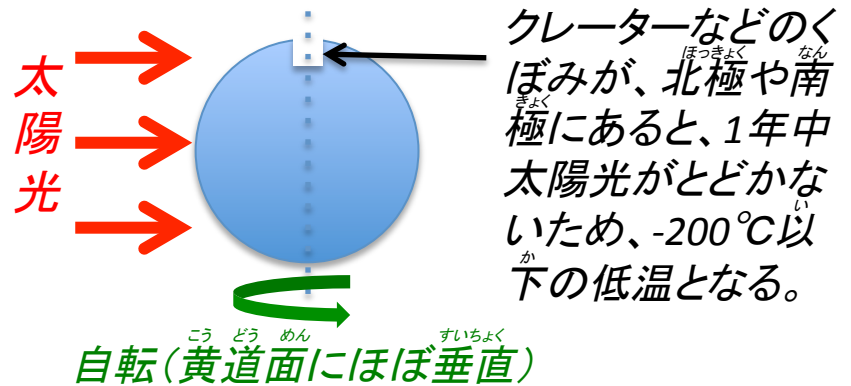
火星ではクレーター^{そこ}の底に氷が発見されています。月では？

火星の場合



火星の高緯度^{こういど}のクレーター^{かんそく}（大きさ35km、深さ2km）で観測された氷。2005年ヨーロッパのマーズ・エクスプレスという探査機^{たんさき}により発見。月では？

月の場合

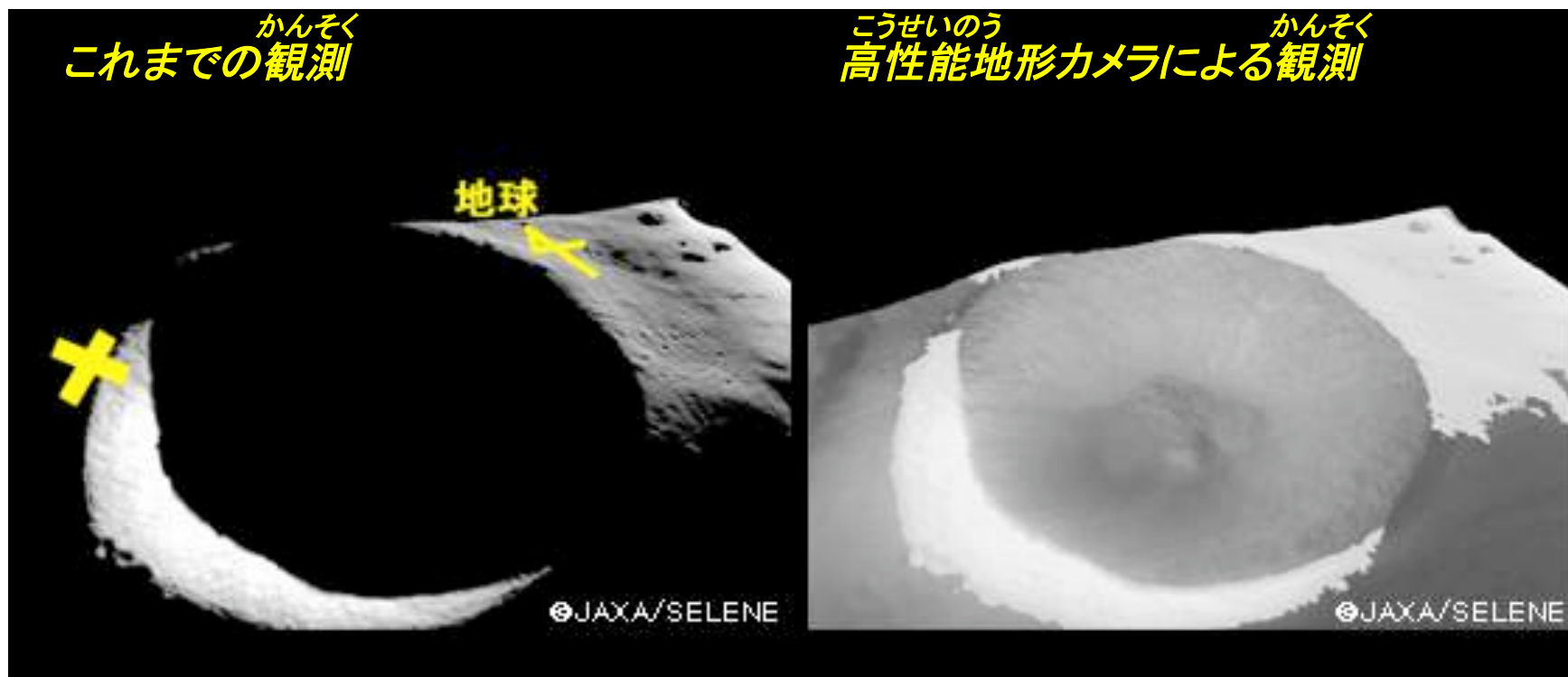


水をふくんだ彗星^{すいせい}や隕石^{いんせき}がぶつつかると、水が氷としてくっつく。



冷凍庫^{れいとうこ}の例

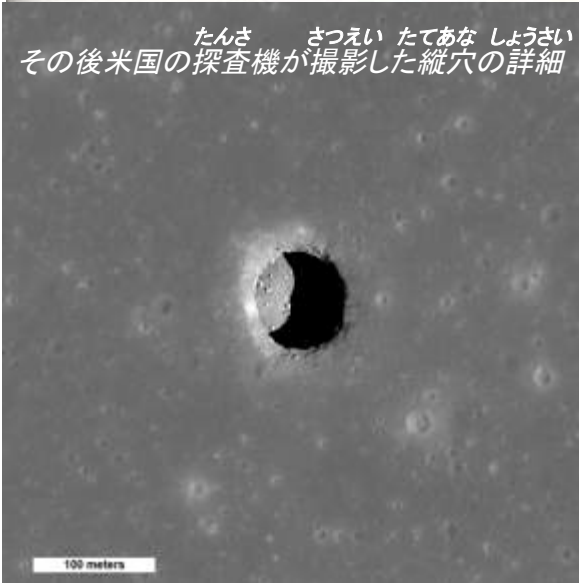
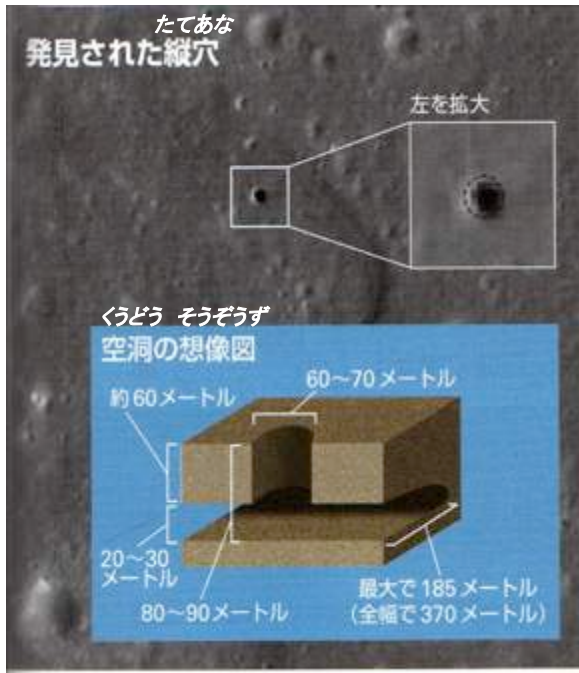
“月に氷があるのでは？”に答え



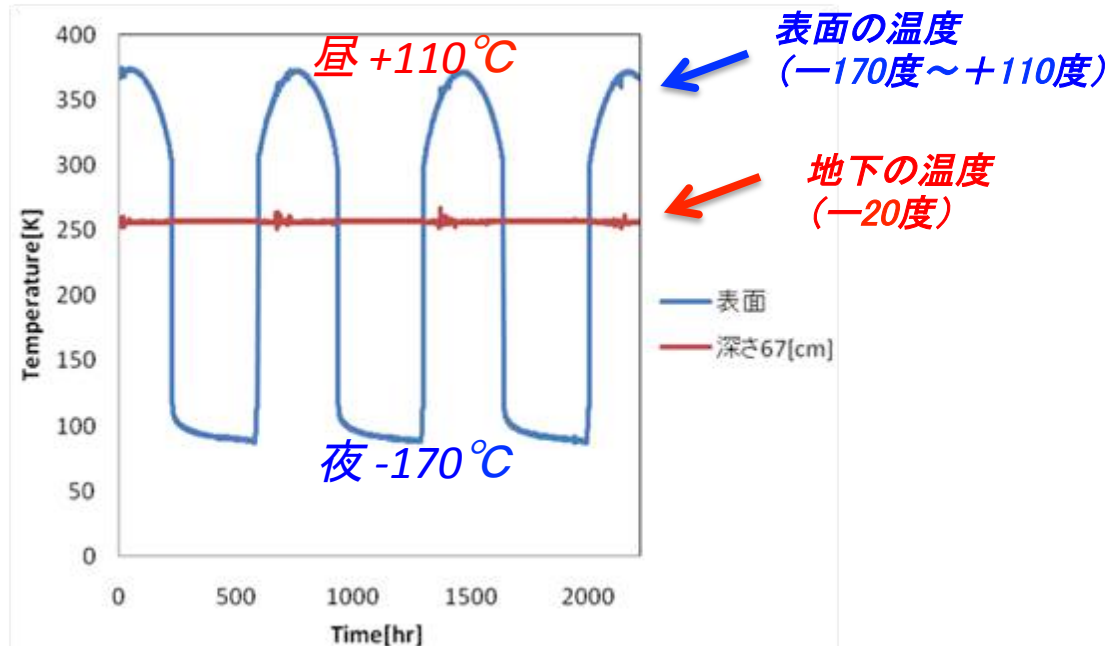
氷があるかもしれないと期待されていた南極付近のシャクルトンクレータ

地形カメラが映し出したクレータの内部には、氷のかたまりはないことが分かった。氷はあるとしても、とても少ない量で、土と混ぜていたり、表面の砂に隠れてしまっていると考えられる。

たてあな くうどう 月に縦穴と地下空洞があることを発見




月に、大きさ約70メートルの縦穴が見つかった。縦穴の下に大きな空洞があるようだ。溶岩が流れたあとと思われる。空洞の大きさは最大370m程度。月面基地に使えるかも？



月はどのように生まれた？ ^{なぜ} の謎について、 どれだけわかったでしょう？

主な4つの考え

			
地球と月はふたごで 生まれた？	地球からわかれて 出て行った？	地球がよそから来た 天体をつかまえた？？	地球がよそから来た天体と ぶっつかってできた？

おこりやすい？ 

マグマの海？

^{ぶっしつ}物質がにている？

中心の重い部分？



^{けつろん}未だ結論は出ていない

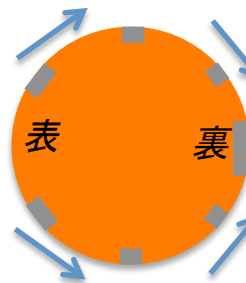
月はどのように進化した？ ^{なぞ} の謎について、どれだけわかったでしょう？

岩石が溶けた跡が月全体に見られたので、生まれたときには温度が高く月全体が溶けた時代があったようだ。

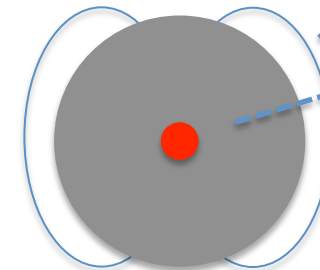
その後、少し冷えて固まった部分が流氷のように裏側に集まって、裏側からかたい表面が作られた。

生まれた後しばらくは、中心付近に溶けた金属のような場所があり、地球と同じような磁場があった。

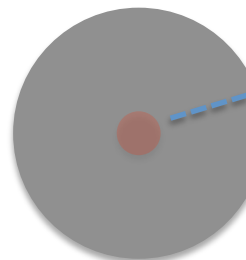
いまでも中心付近で溶けてやわらかい部分が少しある。



かた
固まった
かたい部分



じば
磁場
と
溶けてい
る部分



少しだけ
と
溶けてい
る部分

5. 今後の月探査の計画

たんさ



これからの月探査



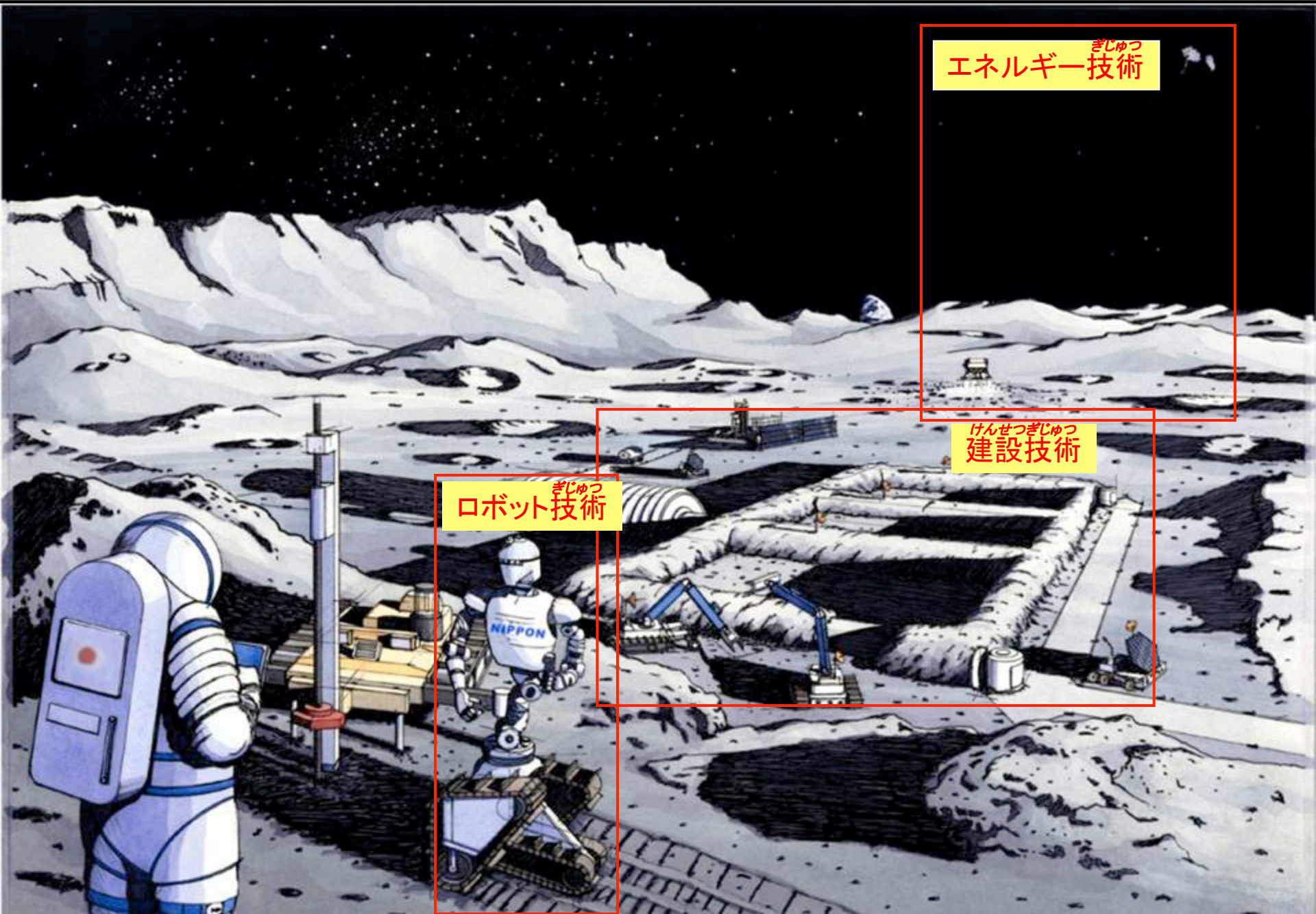
しょうらい
将来の日本の有人月探査イメージ

ゆうじん
たんさ

ぎじゆつ
エネルギー技術

けんせつぎじゆつ
建設技術

ぎじゆつ
ロボット技術



じゅぎょう
今日の授業は、おわりです。



月のことが、これまでよりも、よくわかりましたか？