



# 月に詳しくなろう



知っているとは少し楽しいこと

- ★日食・月食はなぜ毎月見られないのか？
- ★皆既月食になると、月が赤く見えるのはなぜ？
- ★月の裏側はどうなっている？
- ★月はどうやってできた？
- ★これからはじまる月探査

ボランティア団体「てんもんぶ」  
大阪工業大学 情報科学部

真貝寿明  
しんかいひさあき



2026年3月3日  
あべのハルカス 皆既月食観望会





半径 6378km



半径 1677km

距離 388400km

本当の距離はこの図の縮尺よりもずっと大きい



半径 6378km



半径 1677km

距離 388400km

地球半径の60倍はなれたところに月がある

地球を直径10cmの球とすれば、月は直径2.6cmの球、距離は304cm先  
太陽は、直径10.9mの球、距離は117m先



半径 1677km

半径 6378km

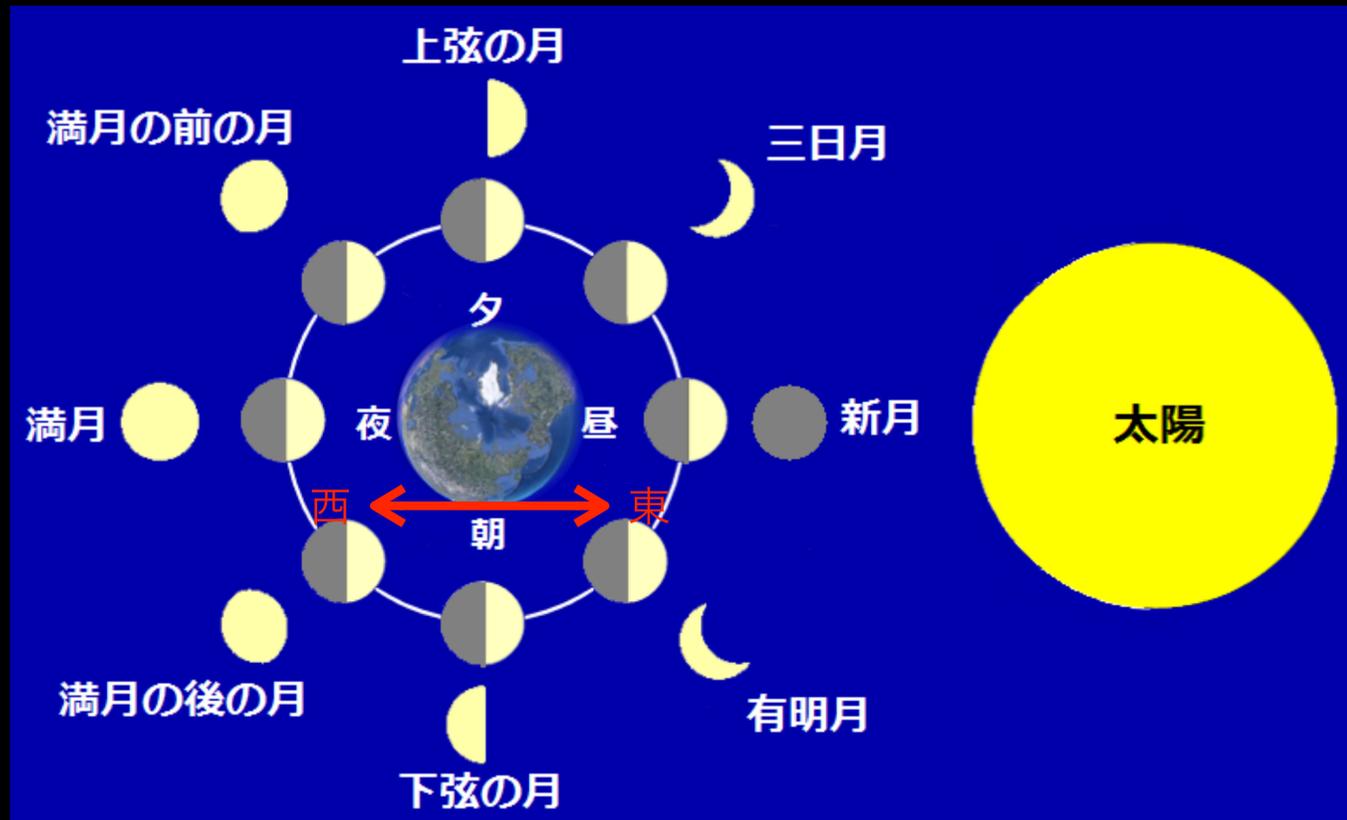
距離 388400km

地球半径の60倍はなれたところに月がある

地球を直径10cmの球とすれば、月は直径2.6cmの球、距離は304cm先

太陽は、直径10.9mの球、距離は117m先

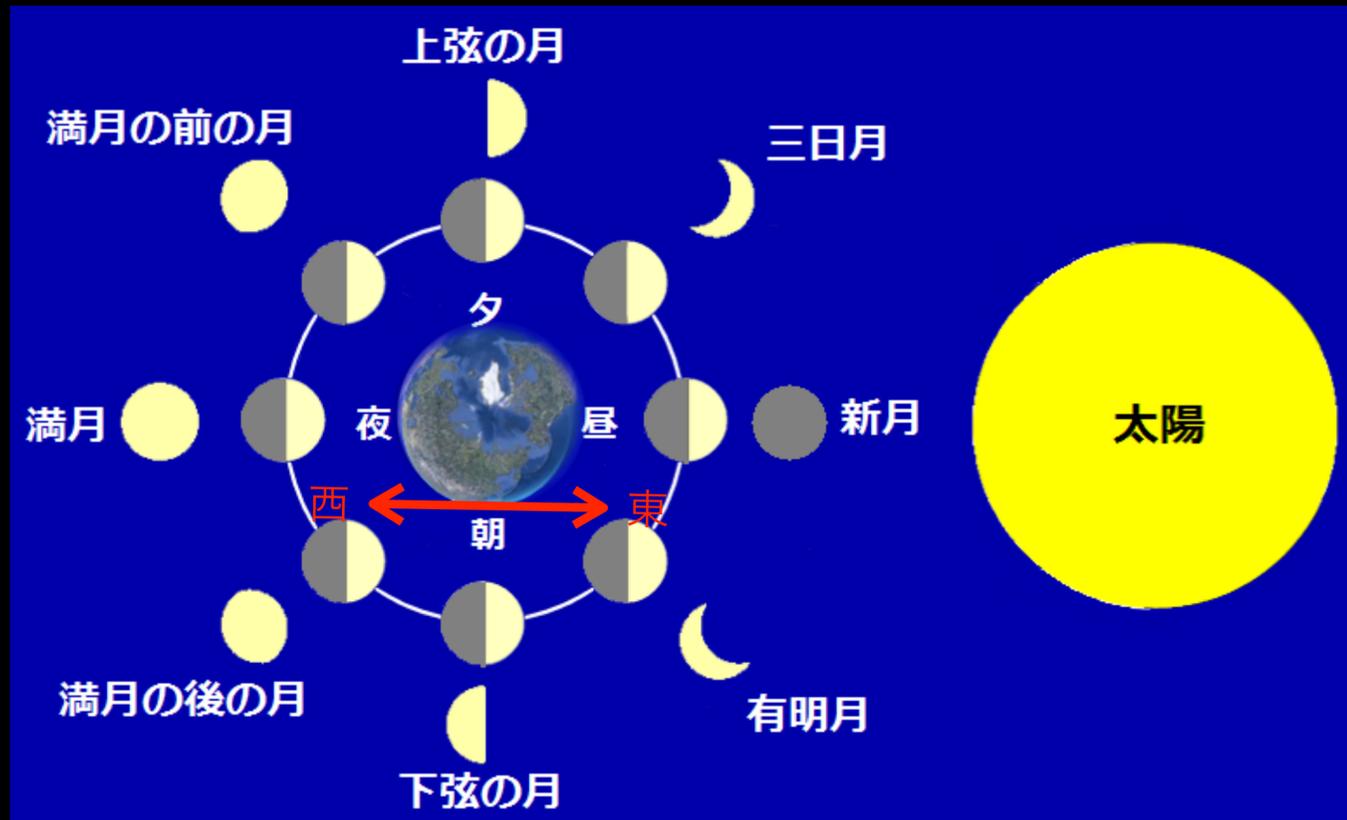
# 月の見かけの形



<https://www.mizar.co.jp/howto.html>

<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2011/12/post-7bc6.html>

# 月の見かけの形

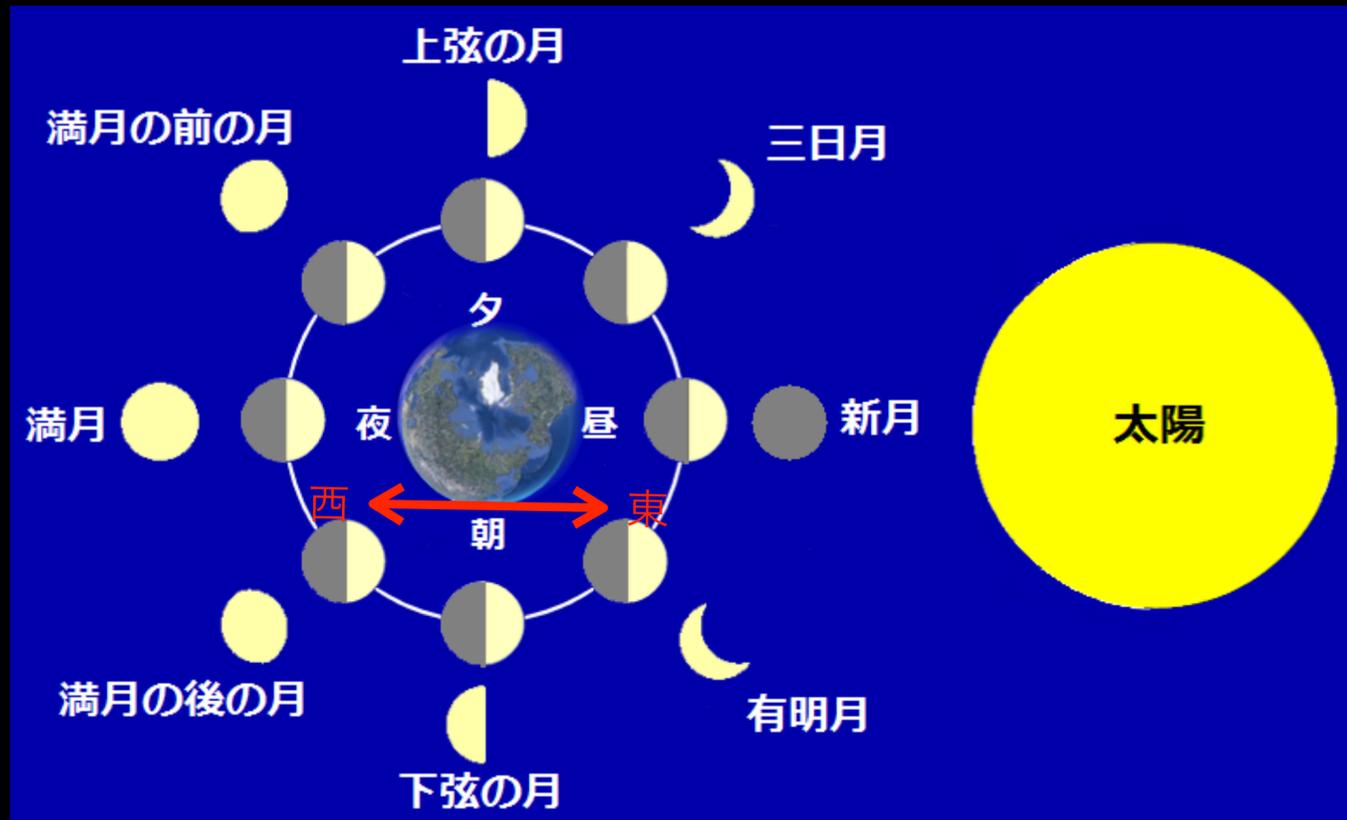


<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2011/12/post-7bc6.html>



<https://www.mizar.co.jp/howto.html>

# 月の見かけの形

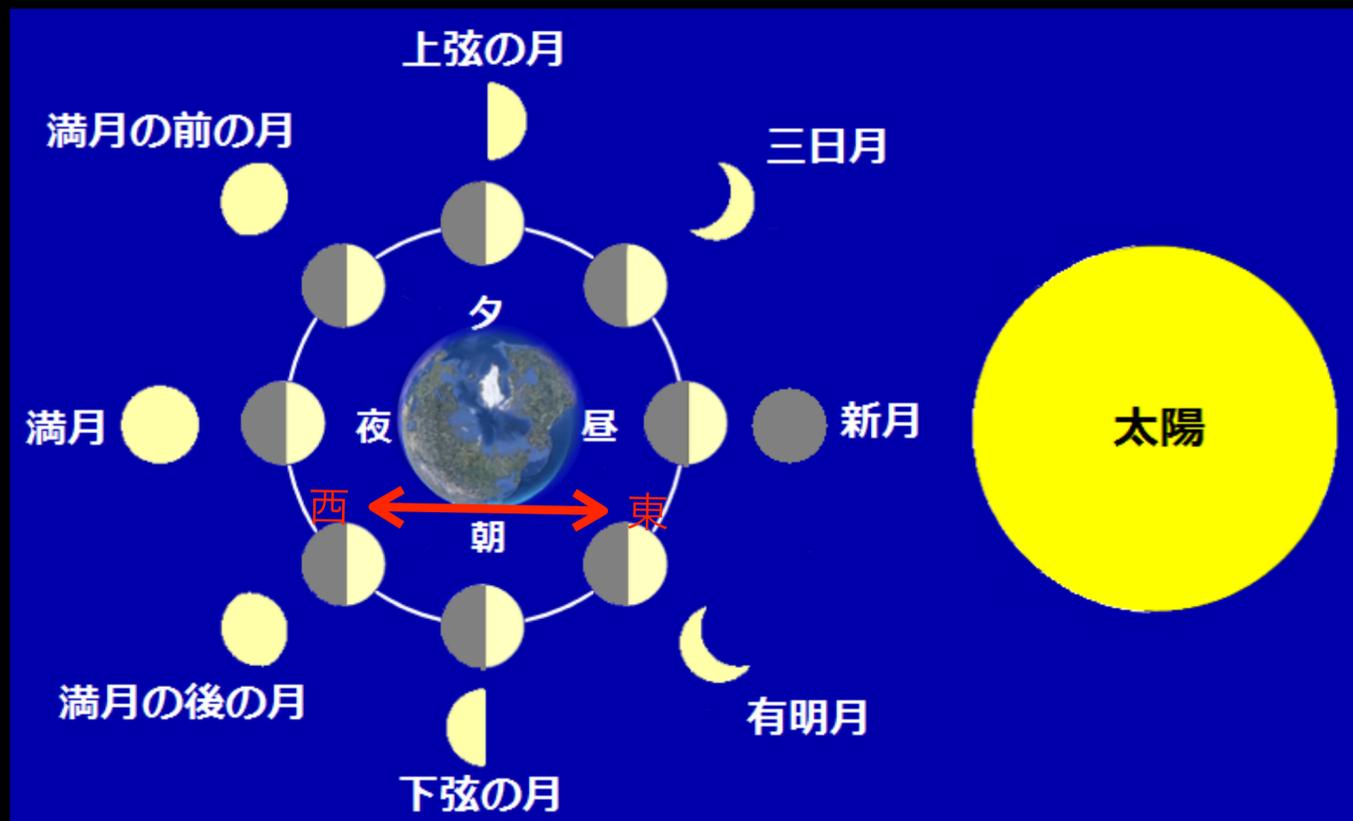


<https://www.mizar.co.jp/howto.html>

<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2011/12/post-7bc6.html>

- \* 満月 の場合, 夕方, 東の空に見える.
- \* 三日月 の場合, 夕方, 東の空に見える.  
三日月は, 右側(太陽の方)が明るい

# 月の見かけの形



<https://www.mizar.co.jp/howto.html>

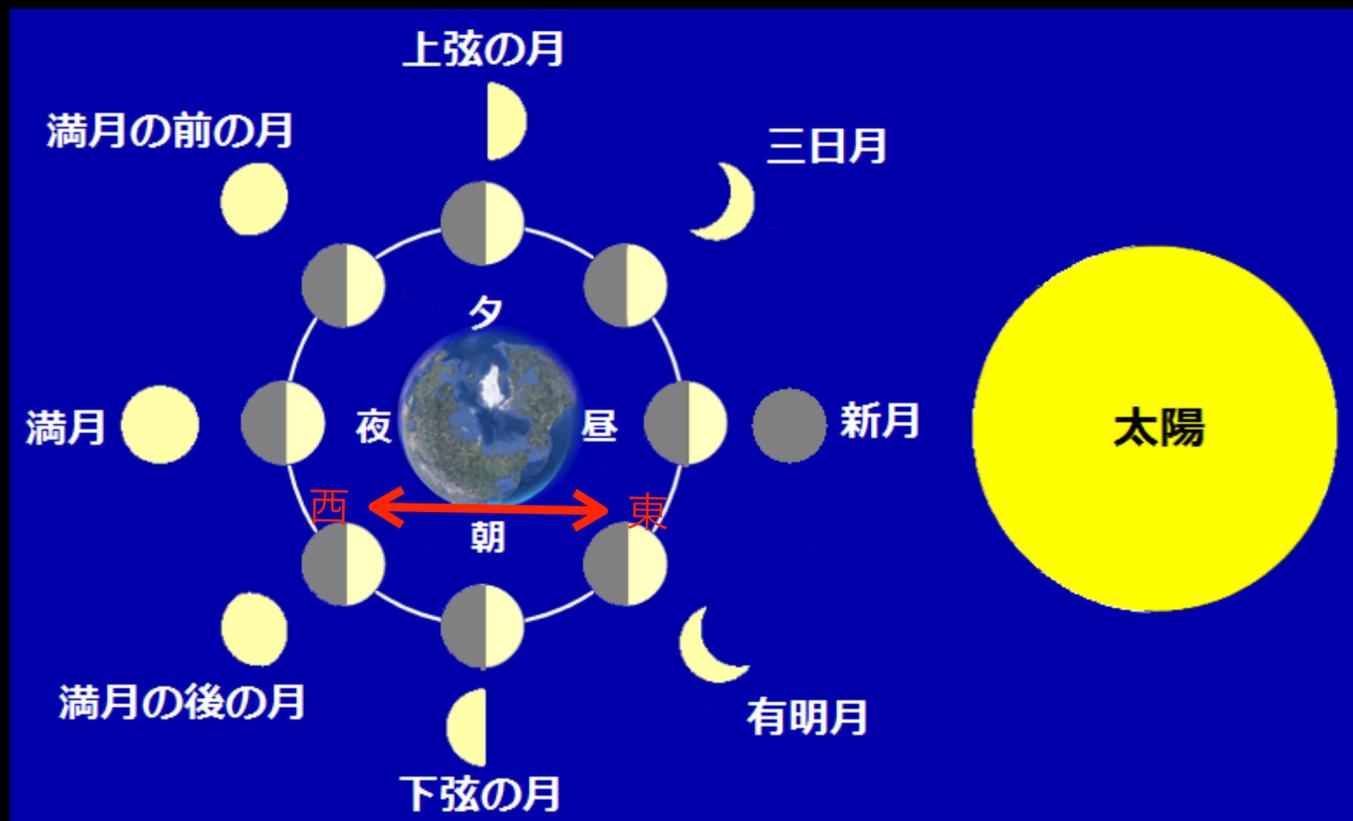
<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2011/12/post-7bc6.html>

- \* 満月 の場合, 夕方, 東の空にみえる.
- \* 三日月 の場合, 夕方, 東の空にみえる.  
三日月は, 右側(太陽の方)が明るい

菜の花や  
月は東に日は西に  
与謝蕪村

三日月や  
地はおぼろなり  
蕎麦の花  
松尾芭蕉

# 月の見かけの形



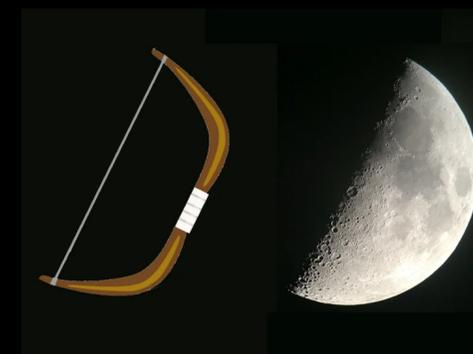
<https://www.mizar.co.jp/howto.html>

<https://optica.cocolog-nifty.com/blog/2011/12/post-7bc6.html>

- \* 満月 の場合, 夕方, 東の空にみえる.
- \* 三日月 の場合, 夕方, 東の空にみえる.  
三日月は, 右側(太陽の方)が明るい

菜の花や  
月は東に日は西に  
与謝蕪村

\* 上弦の月とは,



三日月や  
地はおぼろなり  
蕎麦の花  
松尾芭蕉

# 月の満ち欠けと月齢



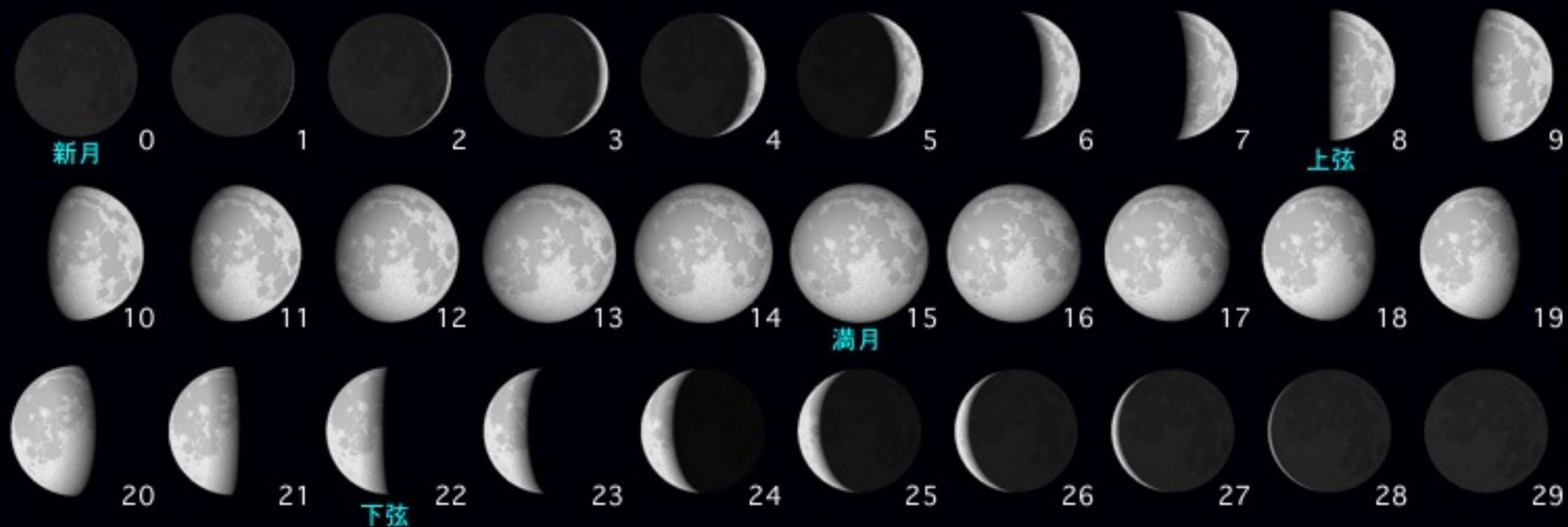
Date: 2005 Sep 1 02:23:28 UT

1朔望月 = 29.53日

毎日、月の出の時刻は  
50分ずつ遅くなる



# 月の満ち欠けと月齢



Date: 2005 Sep 1 02:23:28 UT

1朔望月 = 29.53日

毎日, 月の出の時刻は  
50分ずつ遅くなる



# 月の満ち欠けと月齢



十五夜  
じゅうごや



十六夜  
いざよい



立待月  
たちまちづき



居待月  
いまちづき



寝待月  
ねまちづき



更待月  
ふけまちづき

Date: 2005 Sep 1 02:23:28 UT

1朔望月 = 29.53日

毎日、月の出の時刻は  
50分ずつ遅くなる



餅つきをするウサギ(日本)  
薬草を挽くウサギ(中国)

カニ  
(南ヨーロッパ)

本を読むおばあさん  
(北ヨーロッパ)



ロバ  
(南アメリカ)



ワニ  
(南アメリカ)



ほえるライオン  
(アラビア)

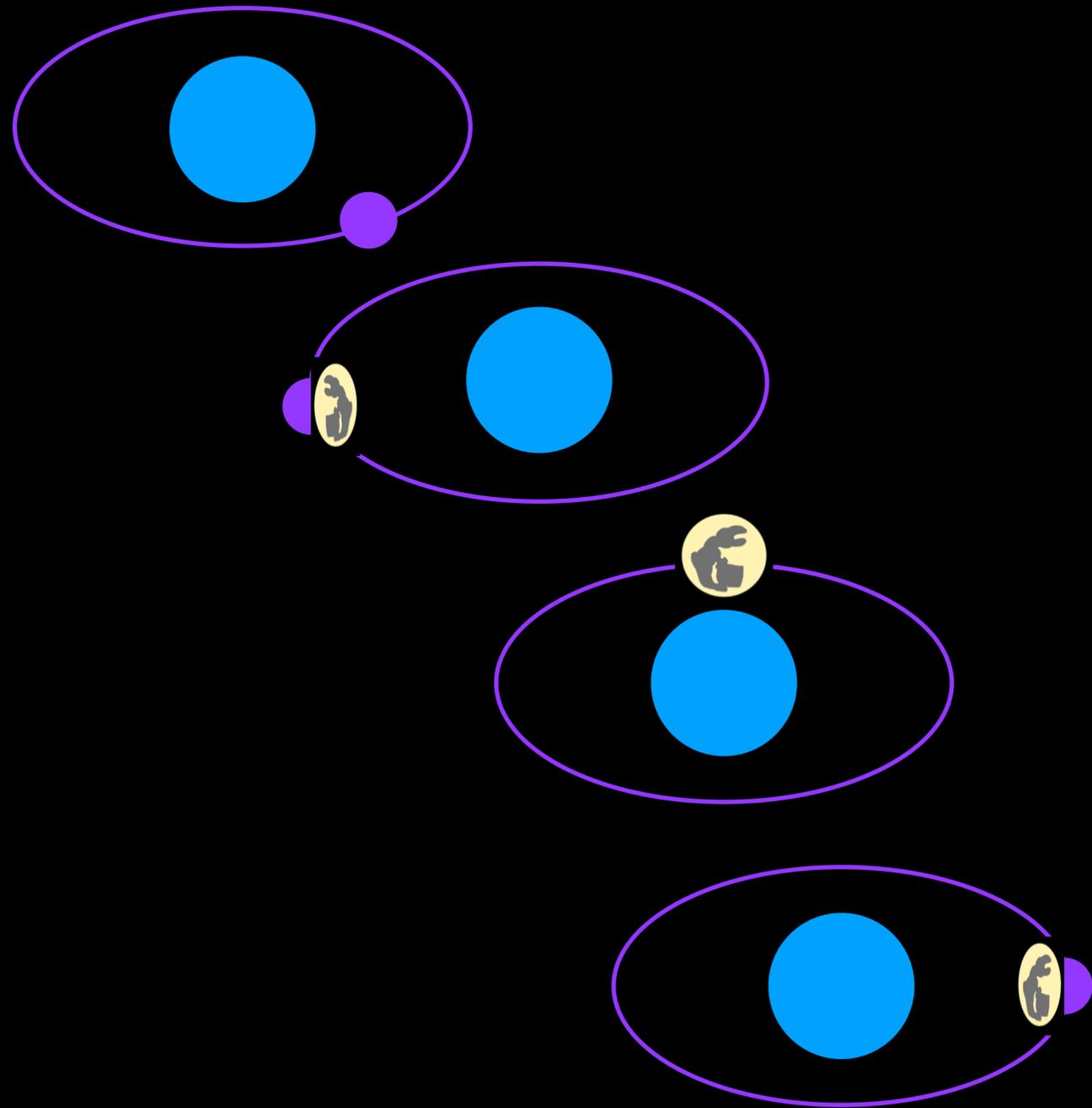
髪の長い女性  
(東ヨーロッパ/北アメリカ)

ヒキガエルの頭と前足  
(中国)

月の写真：@NAOJ

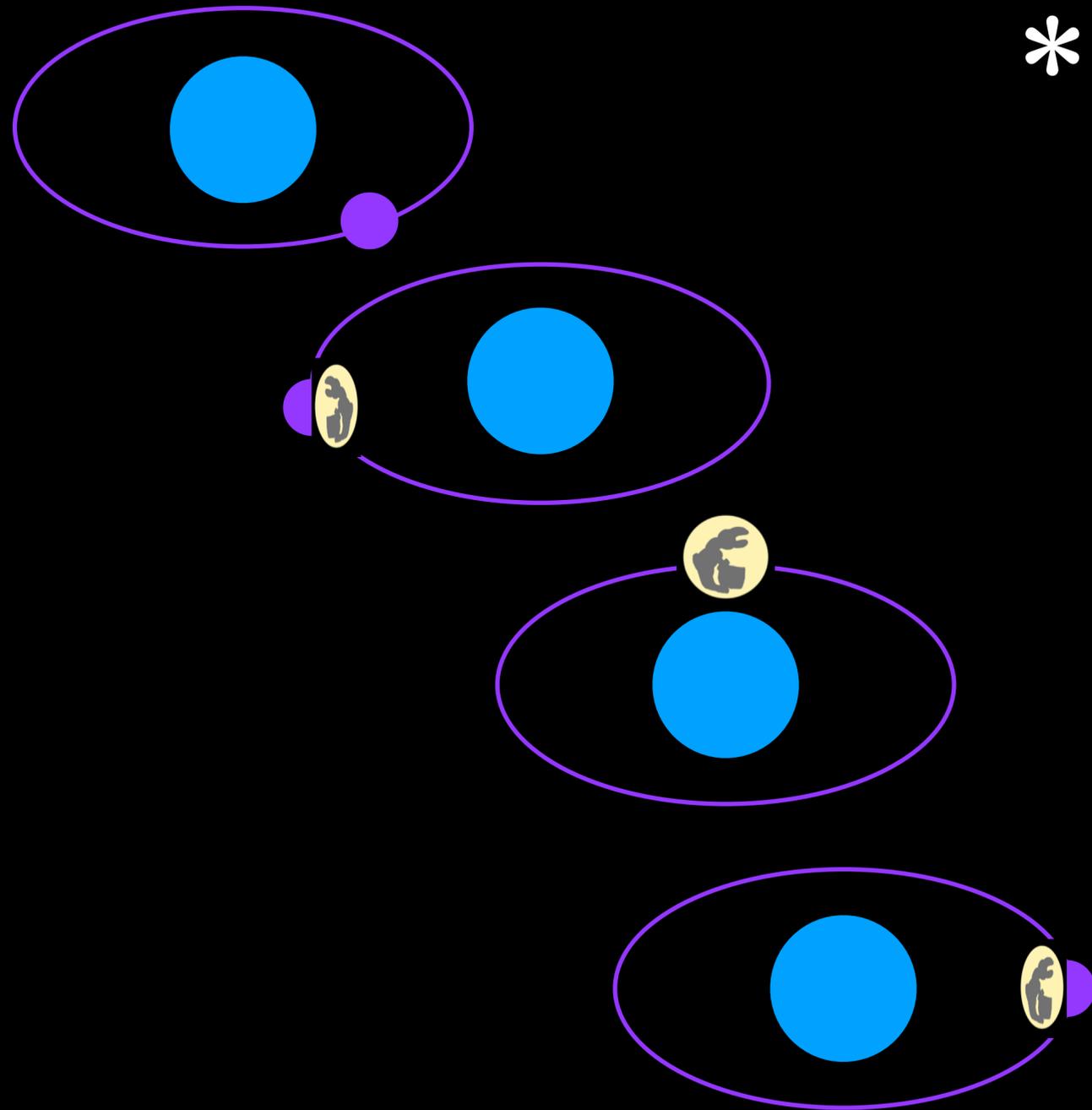
※影でない部分を見る

# 月がいつも同じ面を地球に向けているのはなぜ？



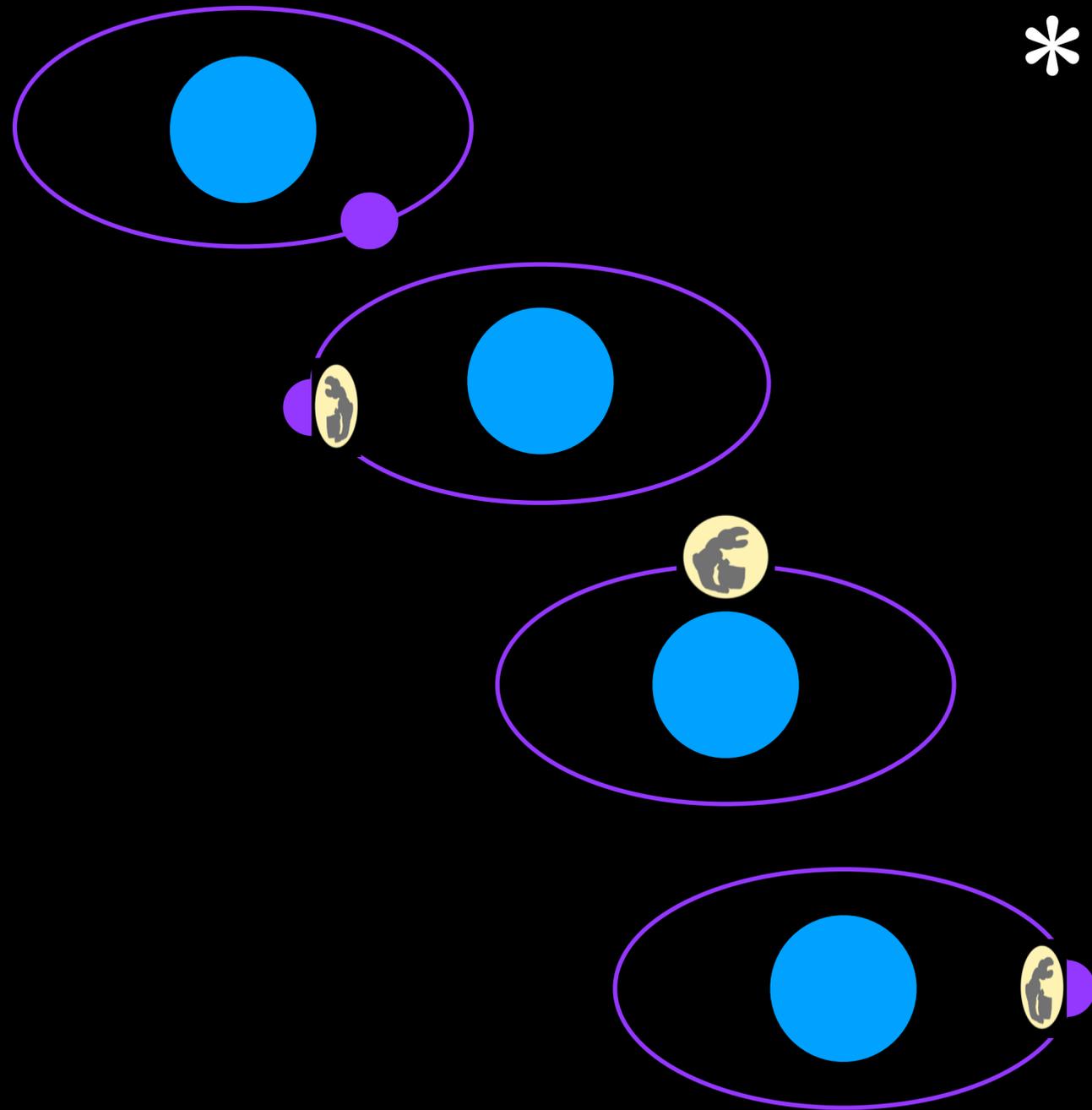
# 月がいつも同じ面を地球に向けているのはなぜ？

\* 月の自転周期と公転周期が同じだから

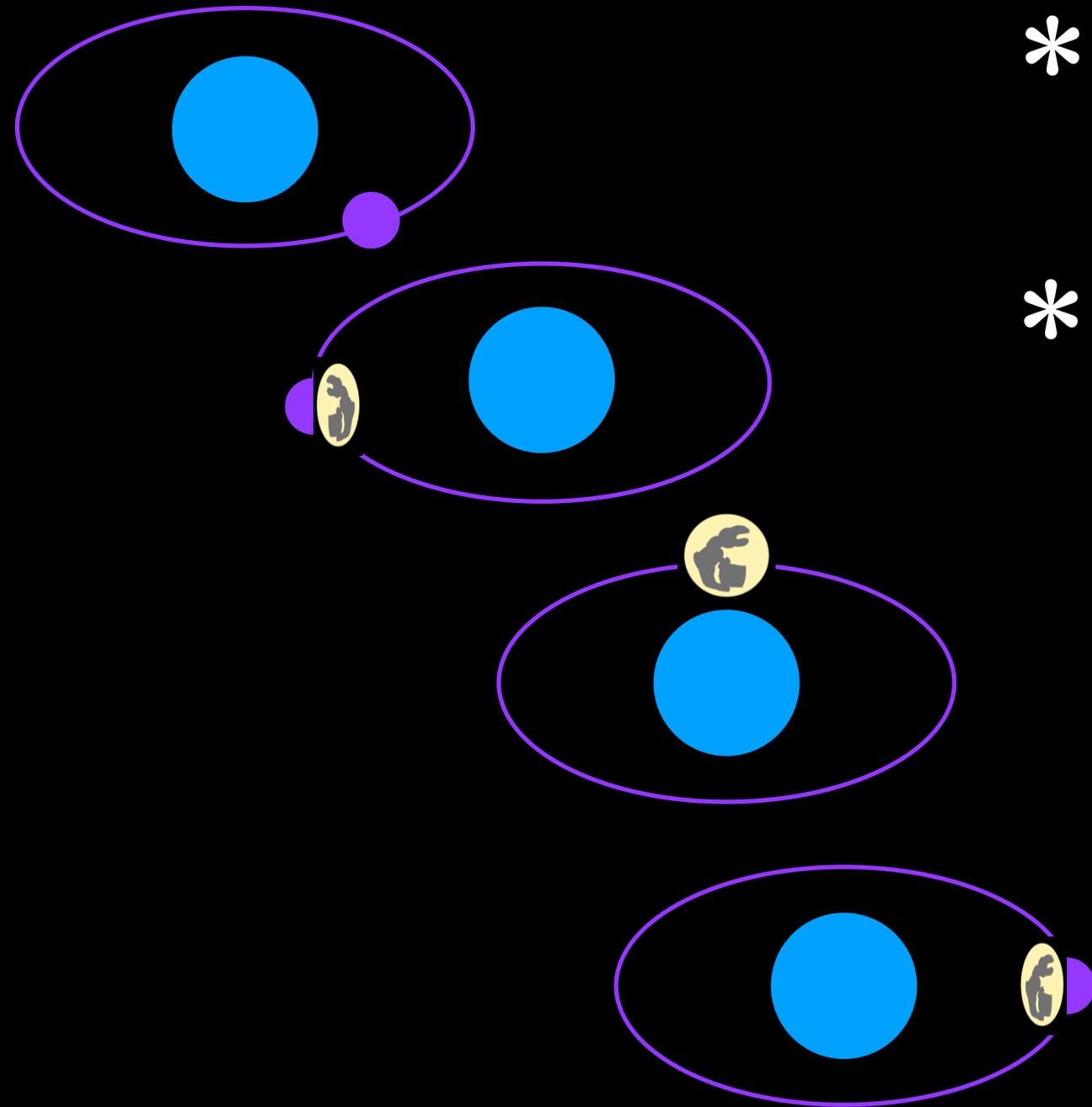


# 月がいつも同じ面を地球に向けているのはなぜ？

\* 月の自転周期と公転周期が同じだから  
なぜ？



# 月がいつも同じ面を地球に向けているのはなぜ？

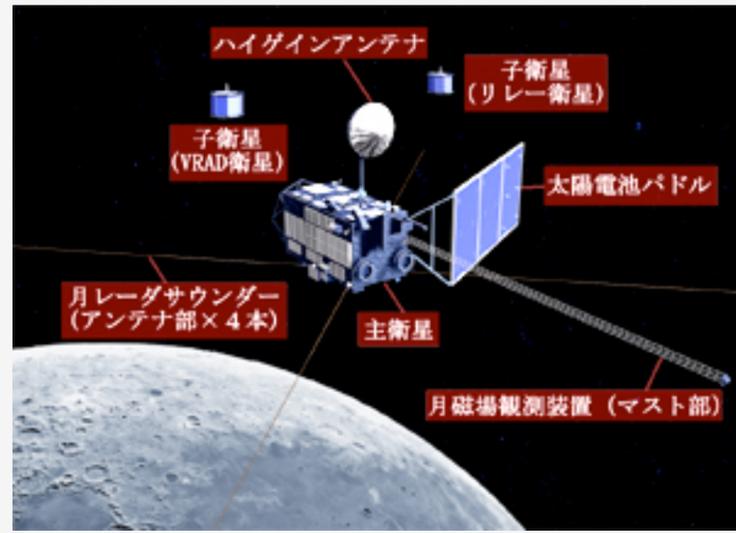


\* 月の自転周期と公転周期が同じだから  
なぜ？

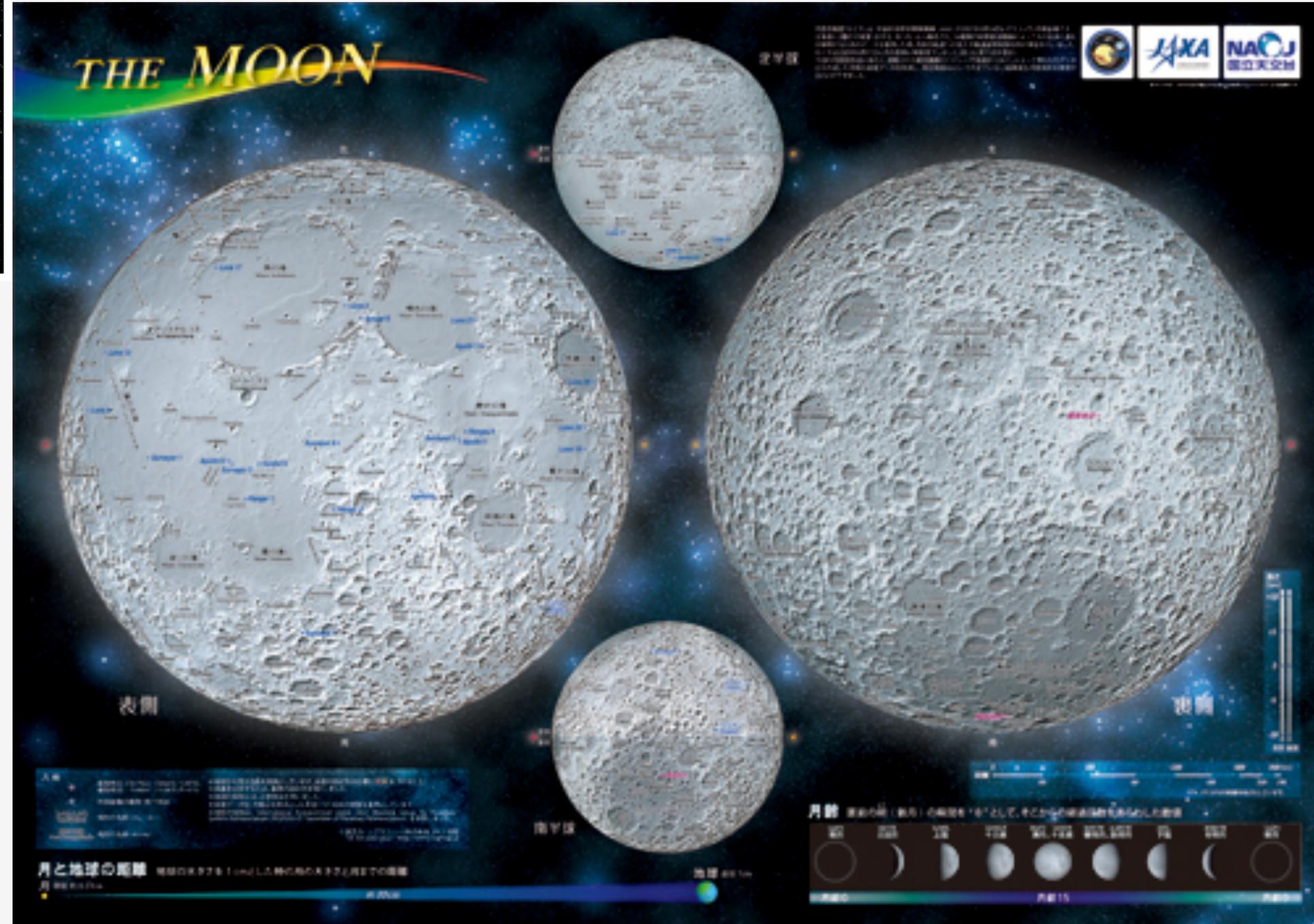
\* 月にとって、地球の重力が強すぎて、  
自由に回転できないから。  
潮汐力固定 (tidal lock) という。

太陽のすぐ近くの水星も  
木星のもつ95個の衛星もすべて

# 月探査機かぐや(2007-2009)による月面撮影



<http://wms2.wms.selene.darts.isas.jaxa.jp/>  
<http://www.kaguya.jaxa.jp>

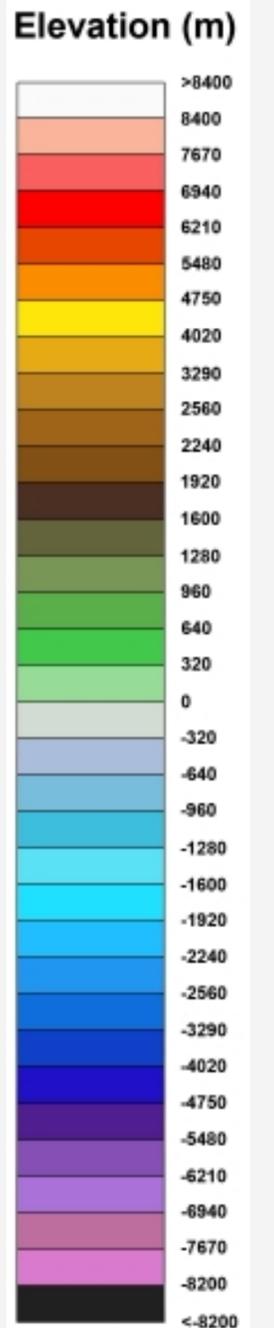
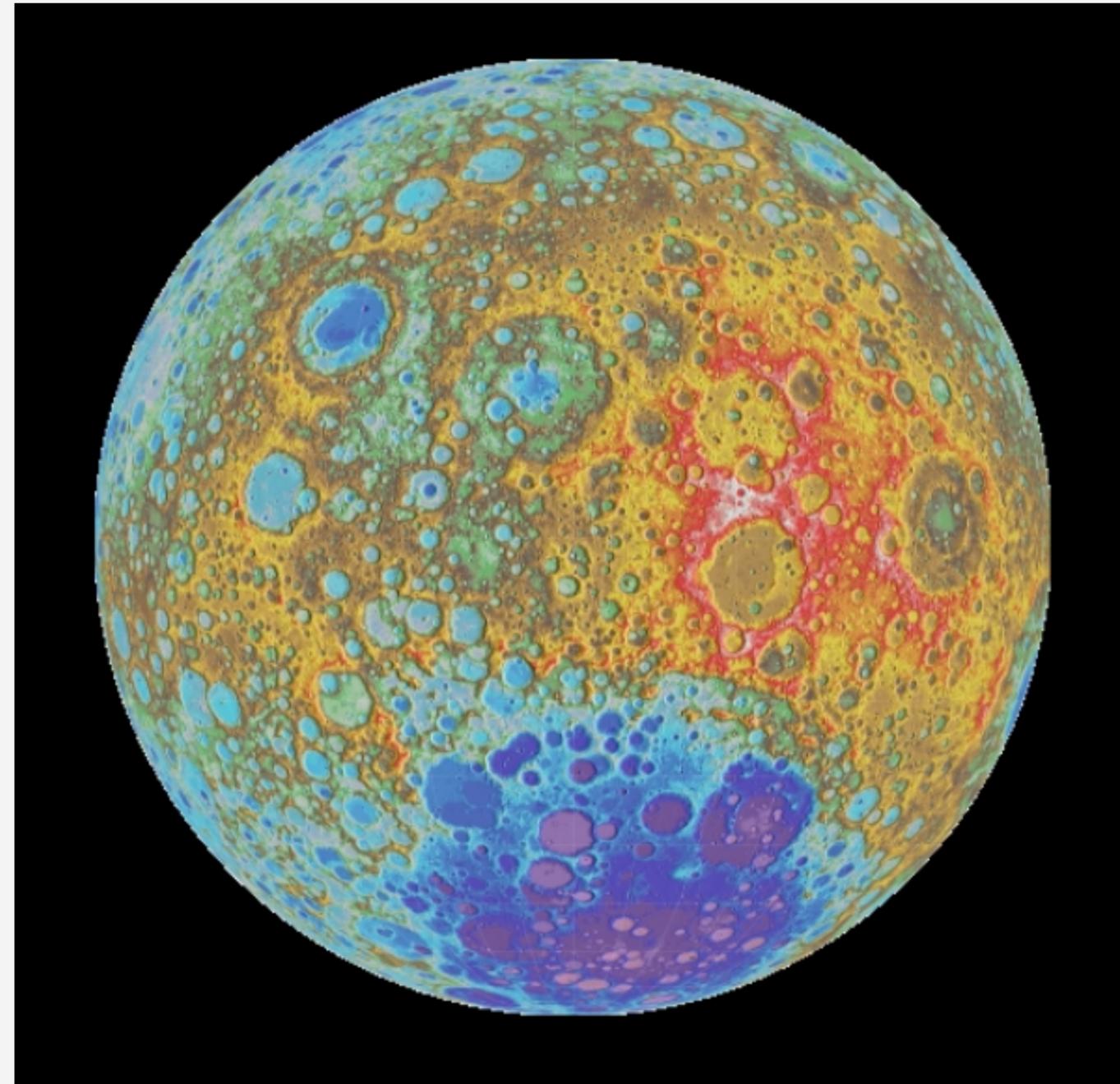
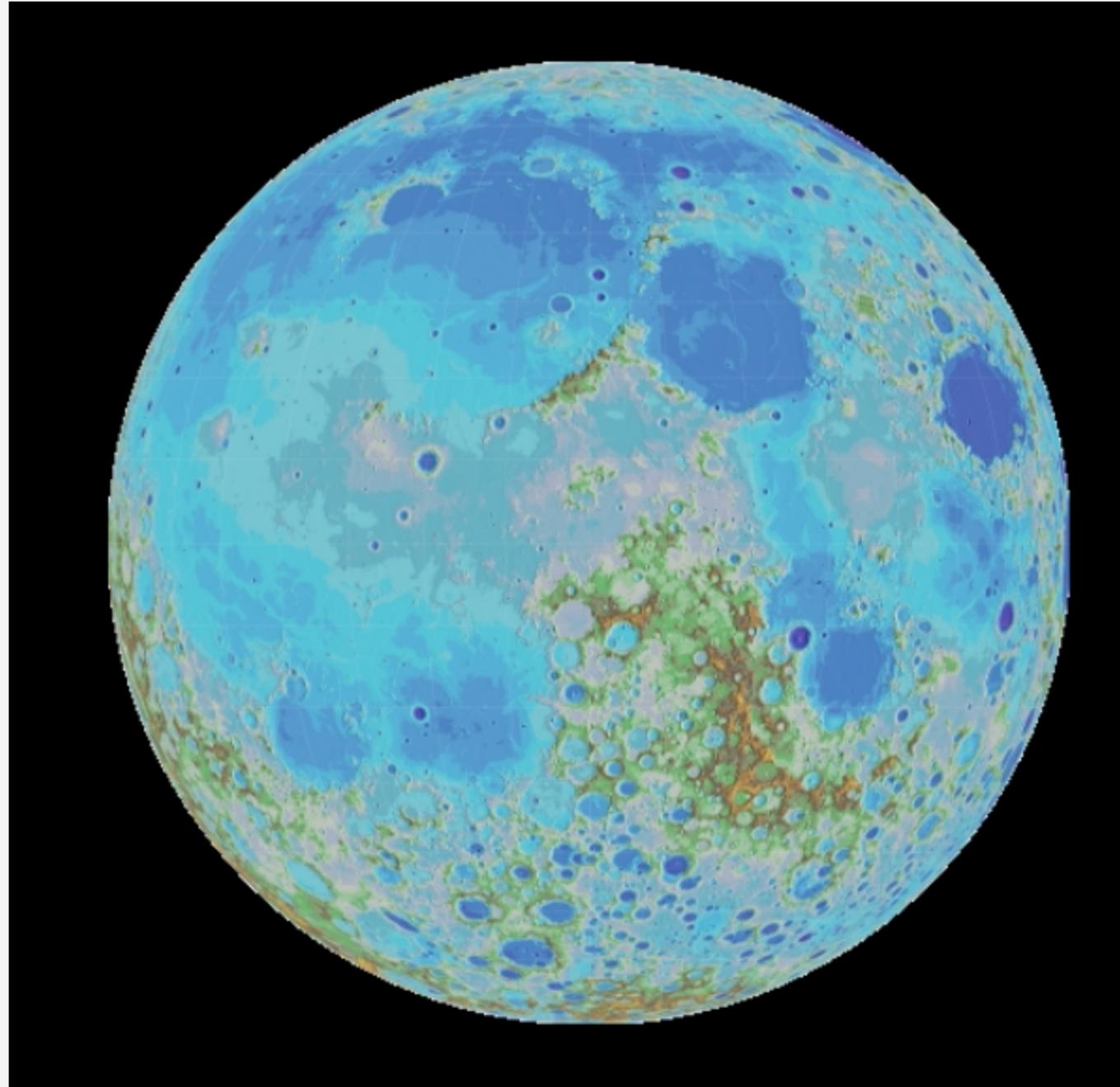


月の裏側はでこぼこ。「海」がない。

# アメリカ LRO のデータでつくられた月面図

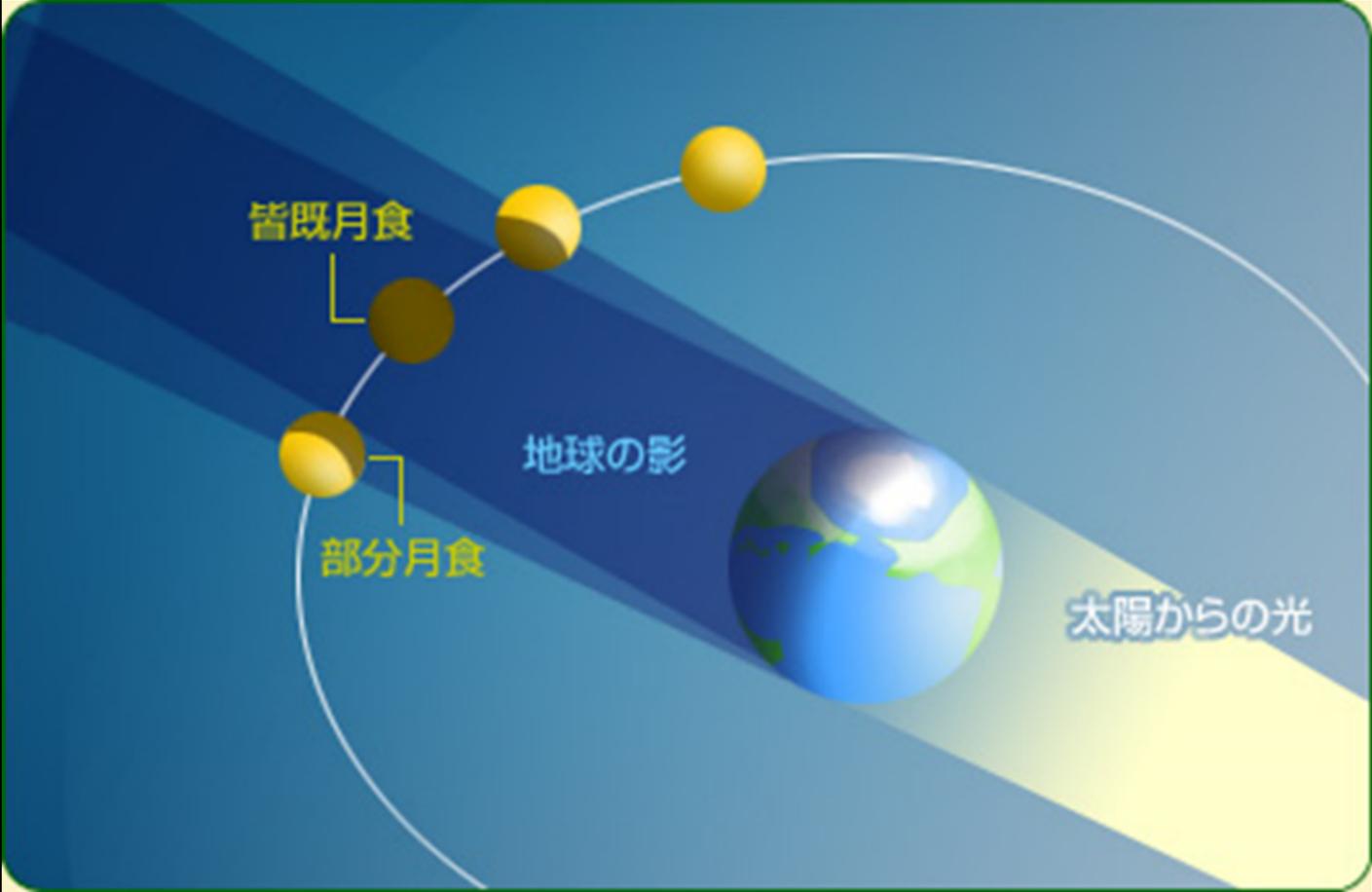
<https://quickmap.lroc.im-ldi.com/>

ルナー・リコネサンス・オービター (Lunar Reconnaissance Orbiter, LRO)  
2009年6月に打ち上げられた無人月周回衛星

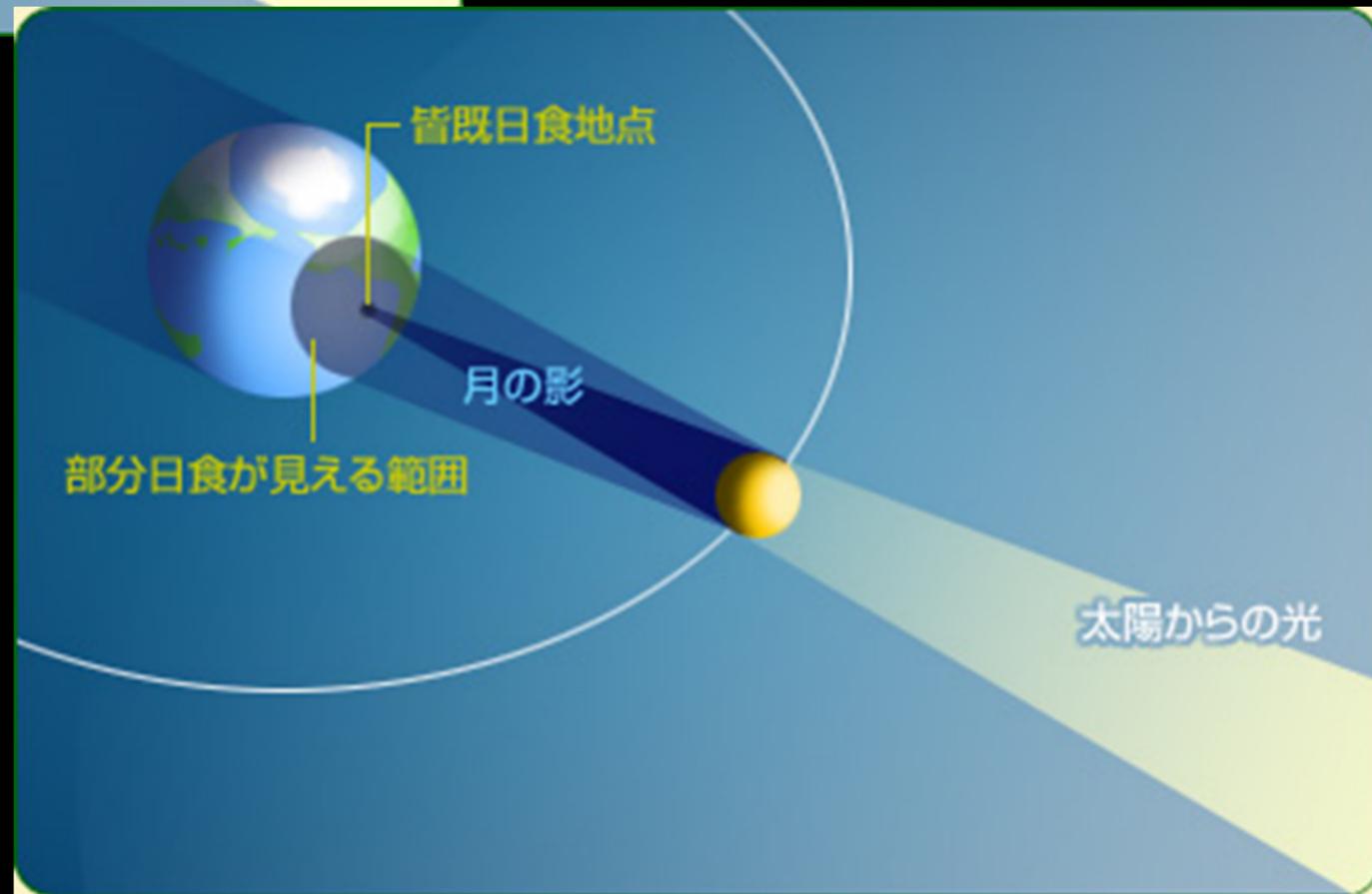
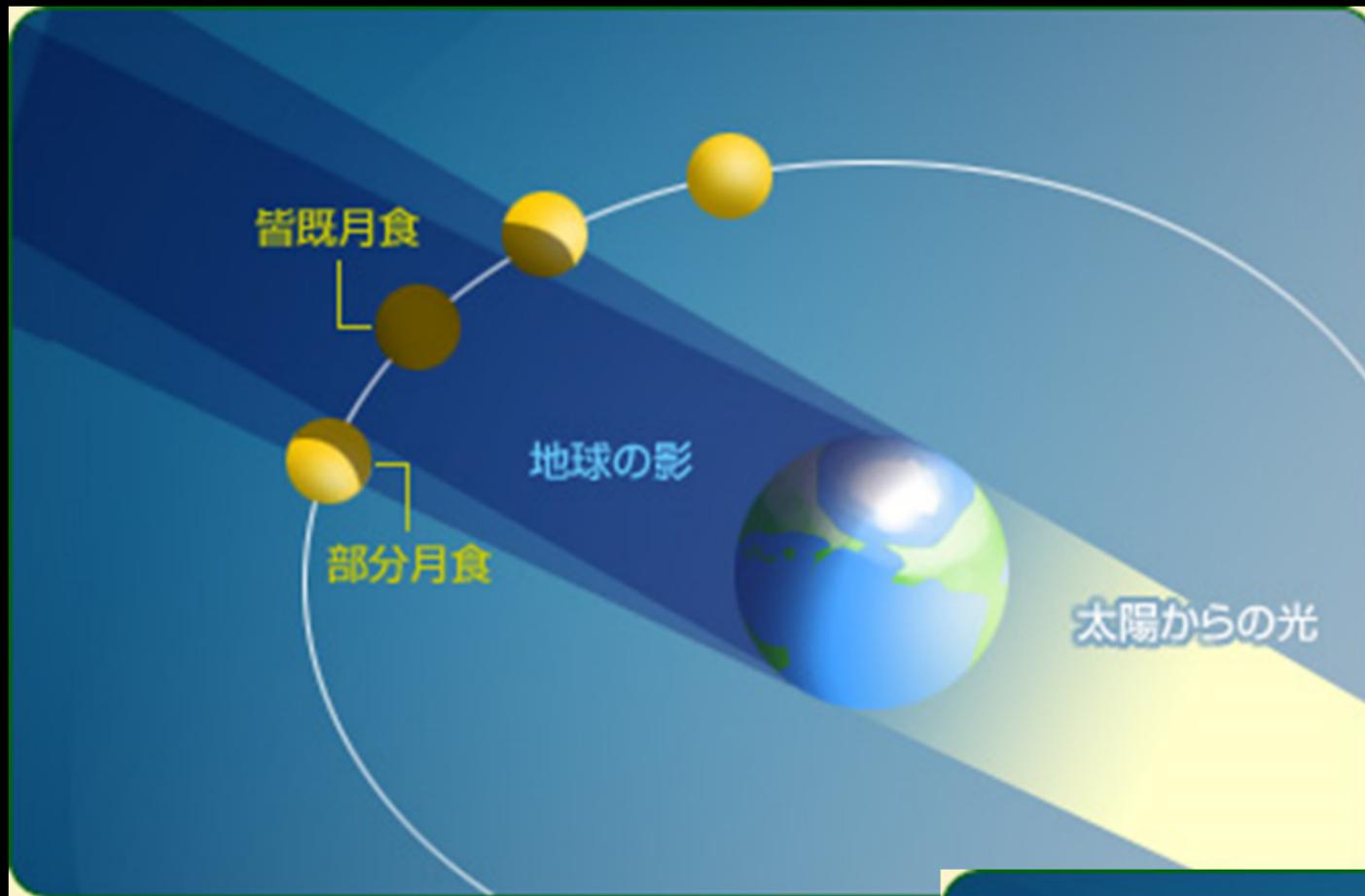


最高点は +10.75 km, 最低点は -9.6 km, 地球の1/4の大きさなのに, 標高差は 20.35kmある。  
(地球の最高点は +8.848 km, 最低点は -10.924 km)

# 月食のしくみ



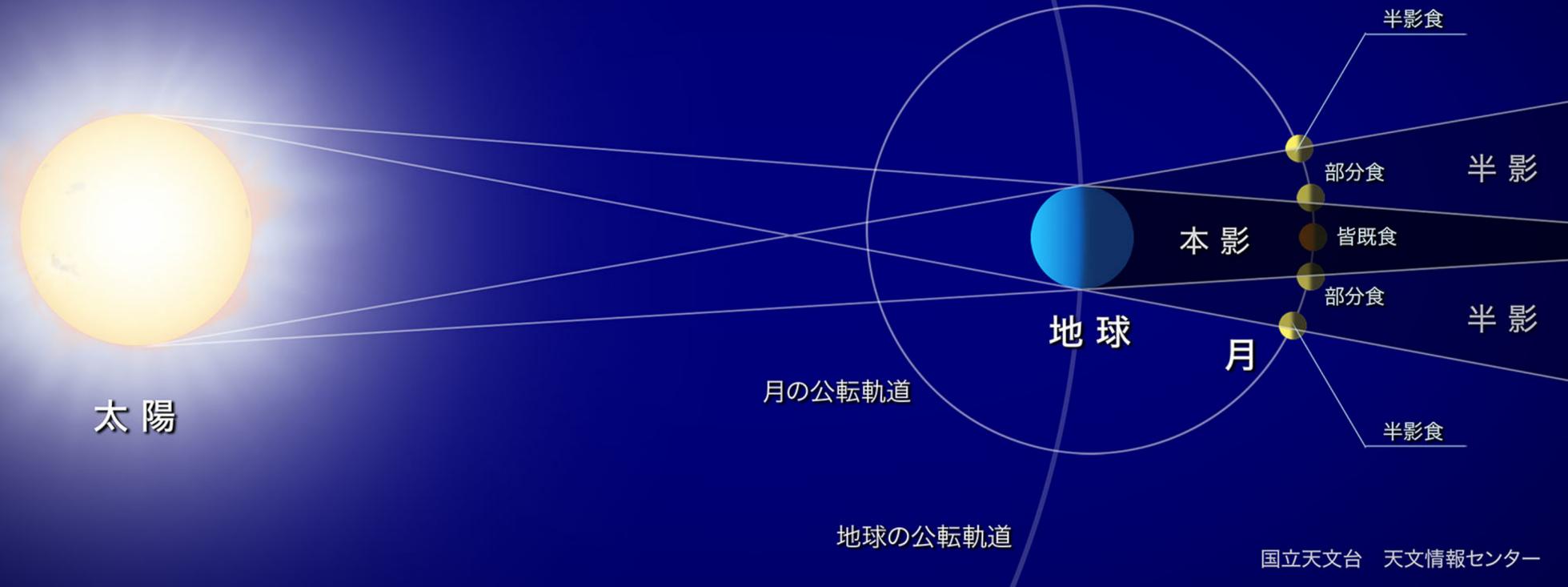
# 月食のしくみ



# 日食のしくみ

# 月食のしくみ

これは説明図であり、実際の距離や大きさとは異なります。

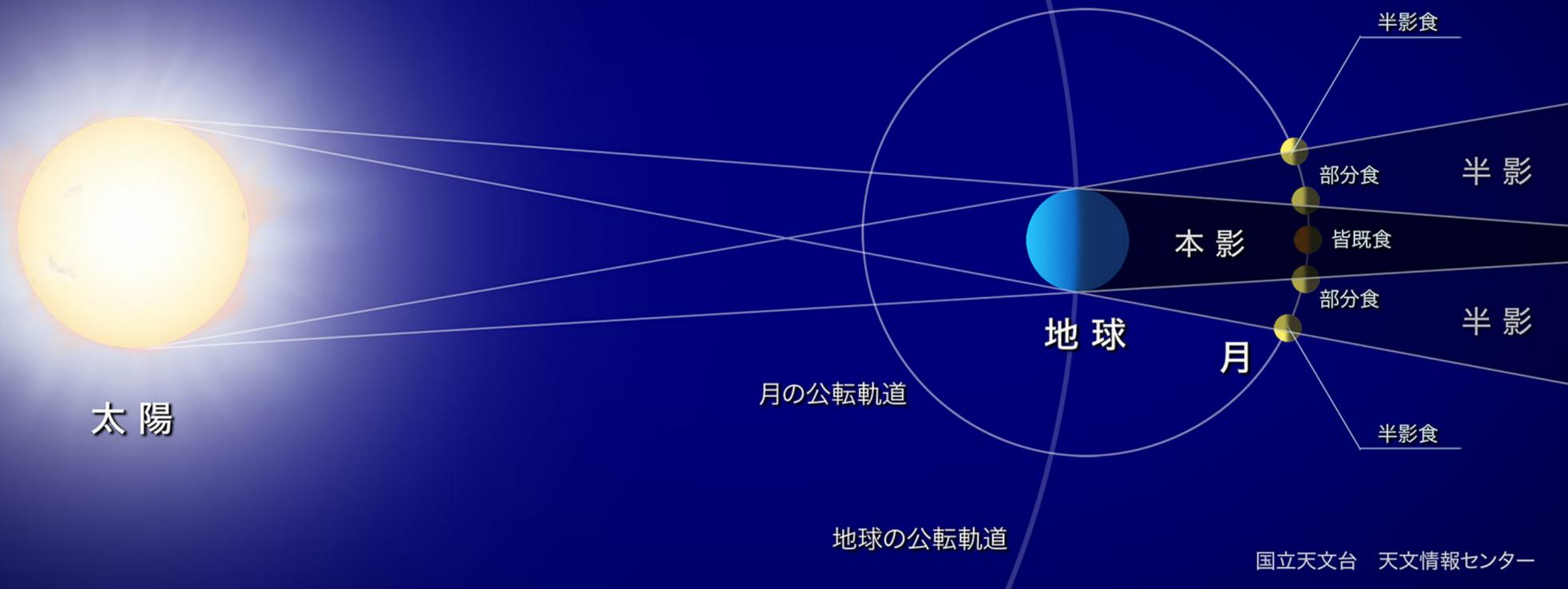


# 月食予報

2022年11月08日	皆既月食	日本で見える
2023年10月29日	部分月食	日本の一部で見える
2024年09月18日	部分月食	日本で見えない
2025年03月14日	皆既月食	日本の一部で部分月食
2025年09月08日	皆既月食	日本で見える
<b>2026年03月03日</b>	皆既月食	日本で見える
2026年08月28日	部分月食	日本で見えない
2028年01月12日	部分月食	日本で見えない
2028年07月07日	部分月食	日本で見える
2029年01月01日	皆既月食	日本で見える
2029年06月26日	皆既月食	日本で見えない
2029年12月21日	皆既月食	日本で見える
2030年06月16日	部分月食	日本で見える

# 月食のしくみ

これは説明図であり、実際の距離や大きさとは異なります。



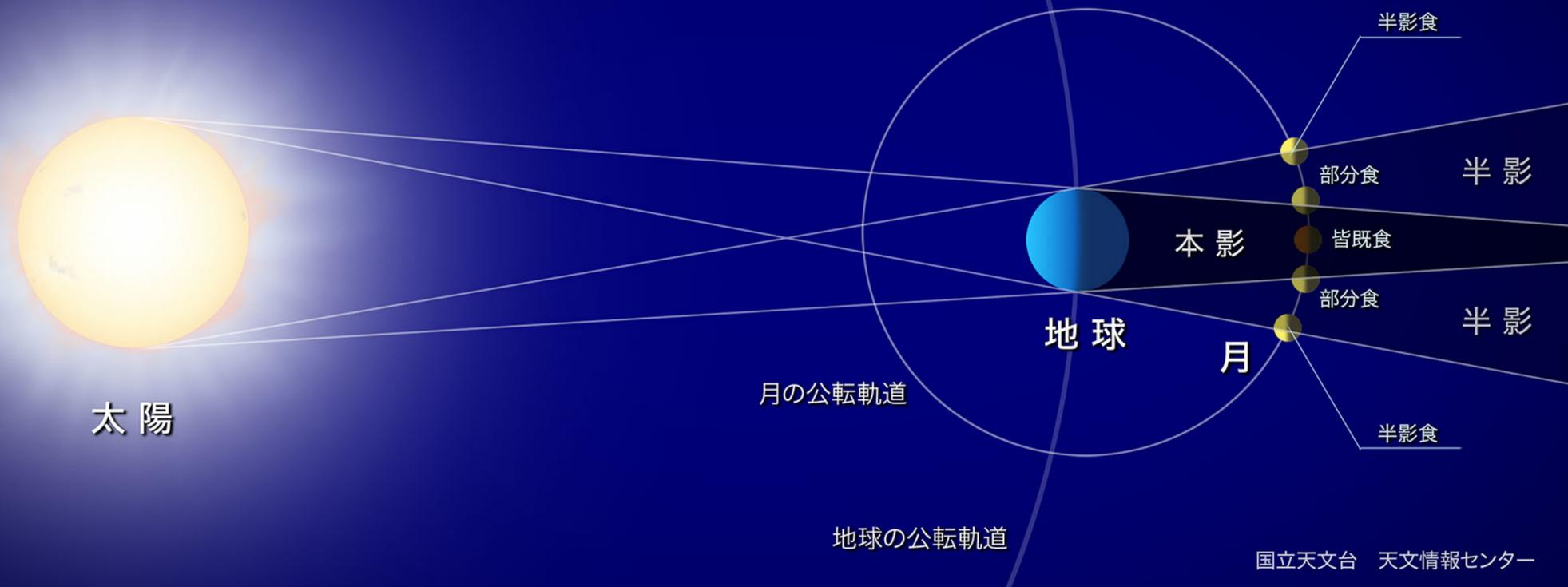
## ★日食・月食はなぜ毎月見られないのか？

# 月食予報

2022年11月08日	皆既月食	日本で見える
2023年10月29日	部分月食	日本の一部で見える
2024年09月18日	部分月食	日本で見えない
2025年03月14日	皆既月食	日本の一部で部分月食
2025年09月08日	皆既月食	日本で見える
2026年03月03日	皆既月食	日本で見える
2026年08月28日	部分月食	日本で見えない
2028年01月12日	部分月食	日本で見えない
2028年07月07日	部分月食	日本で見える
2029年01月01日	皆既月食	日本で見える
2029年06月26日	皆既月食	日本で見えない
2029年12月21日	皆既月食	日本で見える
2030年06月16日	部分月食	日本で見える

# 月食のしくみ

これは説明図であり、実際の距離や大きさとは異なります。

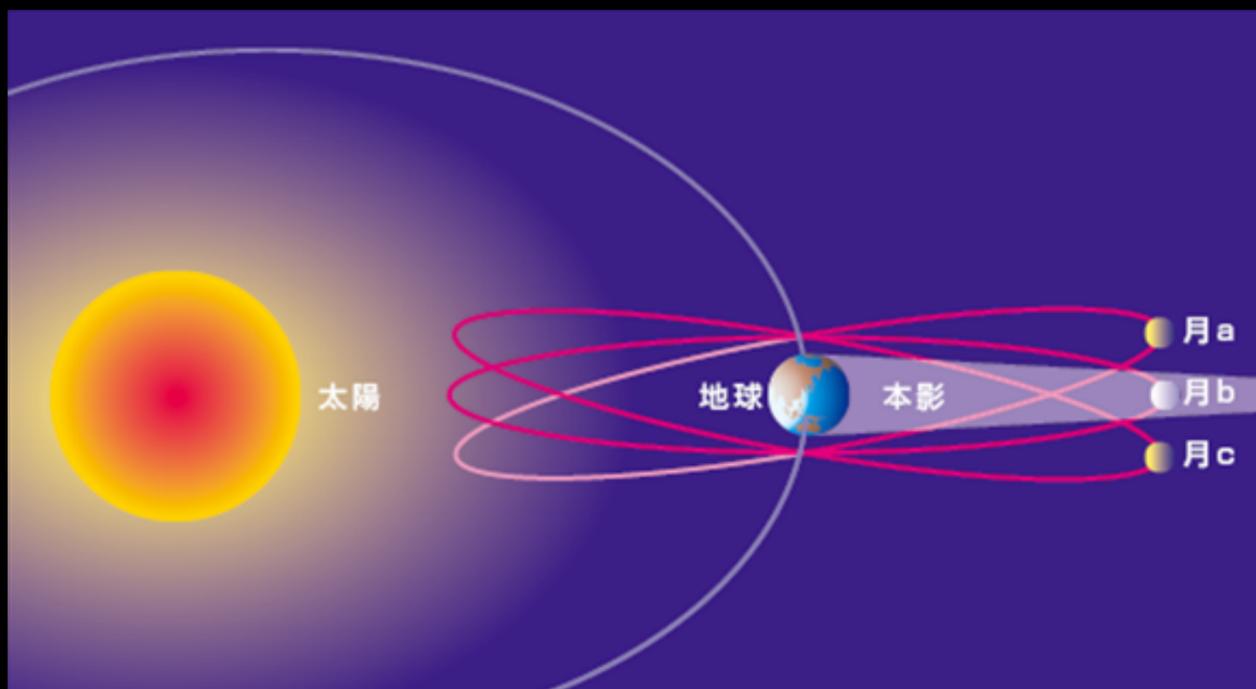


国立天文台 天文情報センター

# 月食予報

2022年11月08日	皆既月食	日本で見える
2023年10月29日	部分月食	日本の一部で見える
2024年09月18日	部分月食	日本で見えない
2025年03月14日	皆既月食	日本の一部で部分月食
2025年09月08日	皆既月食	日本で見える
2026年03月03日	皆既月食	日本で見える
2026年08月28日	部分月食	日本で見えない
2028年01月12日	部分月食	日本で見えない
2028年07月07日	部分月食	日本で見える
2029年01月01日	皆既月食	日本で見える
2029年06月26日	皆既月食	日本で見えない
2029年12月21日	皆既月食	日本で見える
2030年06月16日	部分月食	日本で見える

## ★日食・月食はなぜ毎月見られないのか？



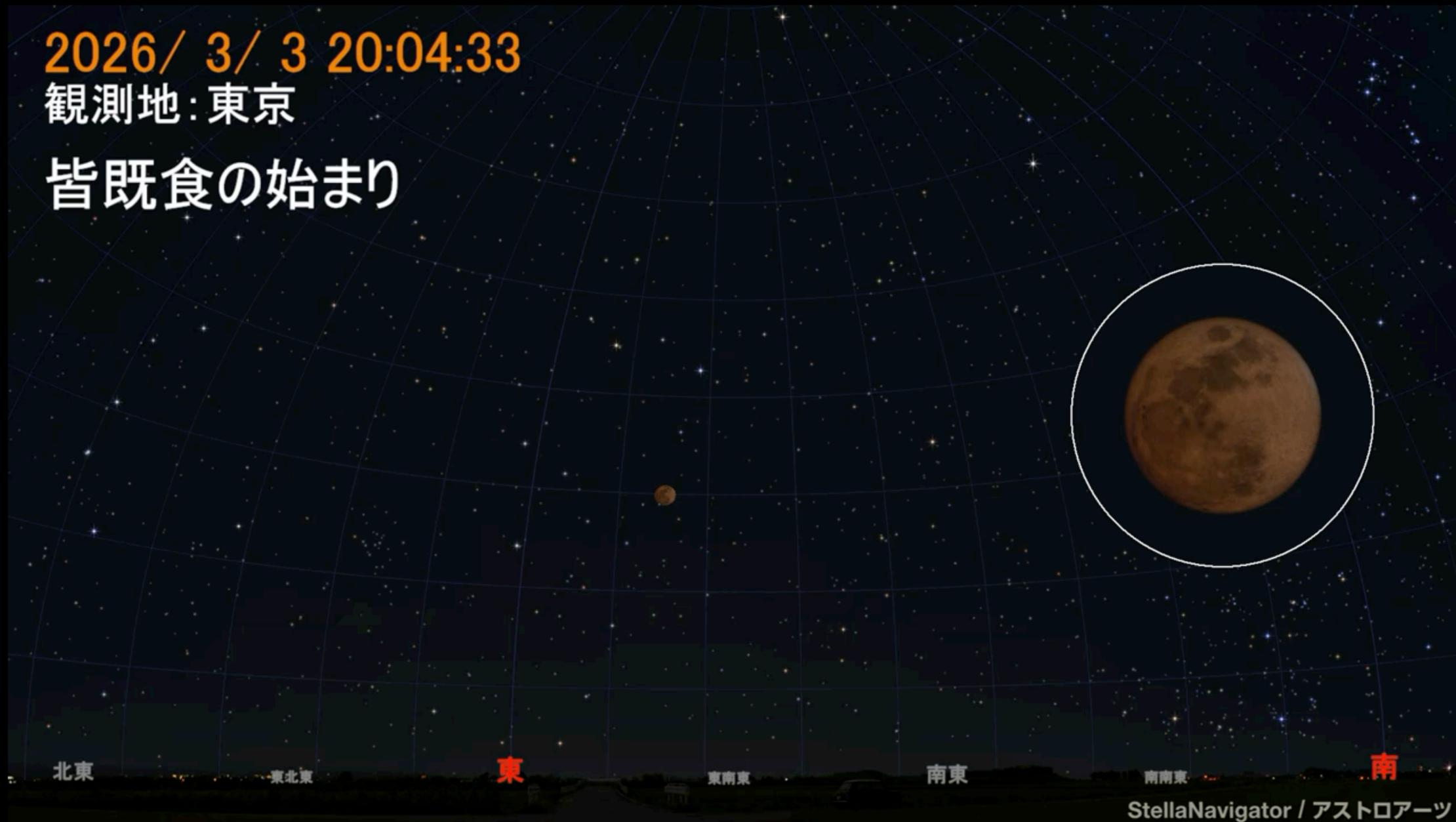
月の軌道面が地球の公転面と5度傾いているから

# 2026年3月3日の皆既月食

2026 / 3 / 3 20:04:33

観測地: 東京

皆既食の始まり



あべのハルカス 標高300mでの月食予報

北緯34度38分45.41秒

東経135度30分51.36秒

18時50分 部分食の始め

20時04分 皆既食の始め

20時33分 食の最大

21時02分 皆既食の終り

22時17分 部分食の終り

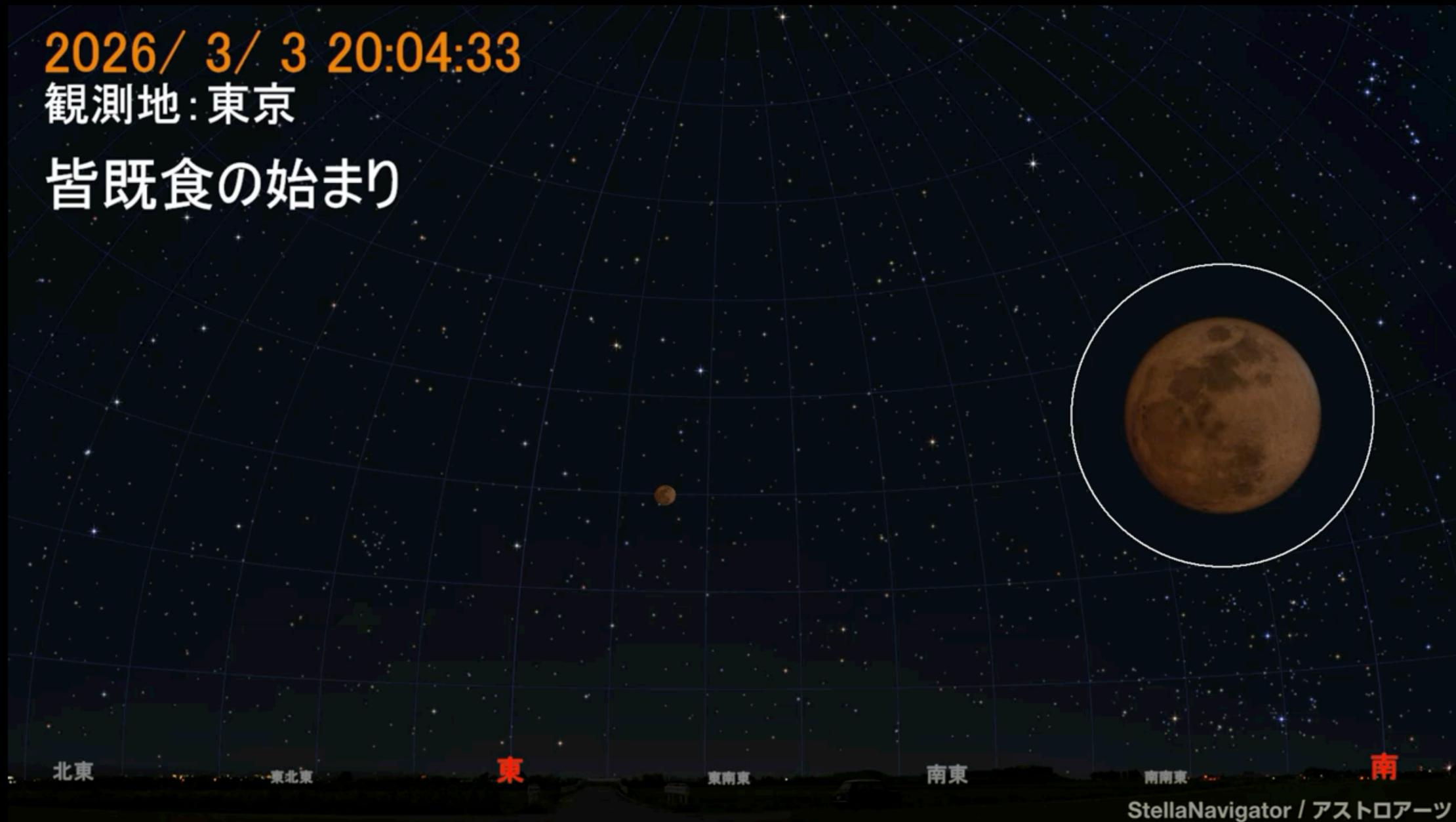
[https://www.youtube.com/watch?v=v\\_3RqA6ww6s](https://www.youtube.com/watch?v=v_3RqA6ww6s)

# 2026年3月3日の皆既月食

2026 / 3 / 3 20:04:33

観測地: 東京

皆既食の始まり



あべのハルカス 標高300mでの月食予報

北緯34度38分45.41秒

東経135度30分51.36秒

18時50分 部分食の始め

20時04分 皆既食の始め

20時33分 食の最大

21時02分 皆既食の終り

22時17分 部分食の終り

[https://www.youtube.com/watch?v=v\\_3RqA6ww6s](https://www.youtube.com/watch?v=v_3RqA6ww6s)

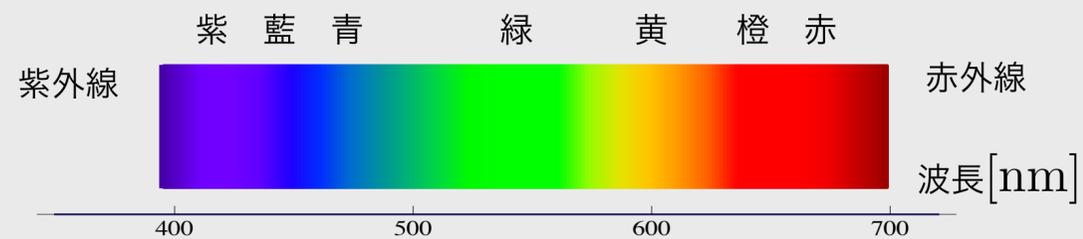
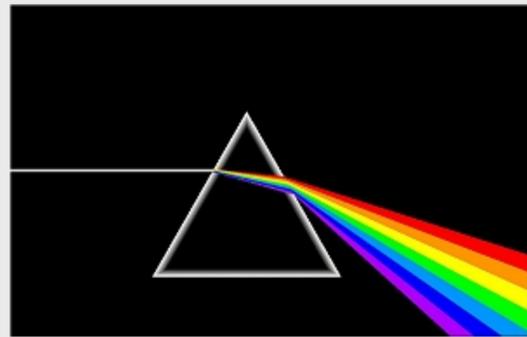
# 皆既食になると、赤い月が見えます。なぜ？



# 皆既食になると、赤い月が見えます。なぜ？

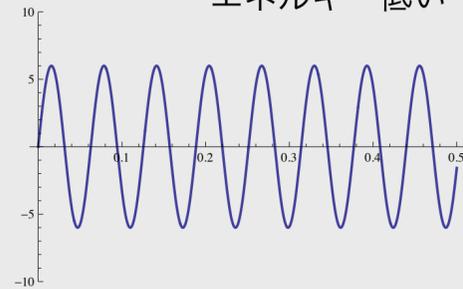
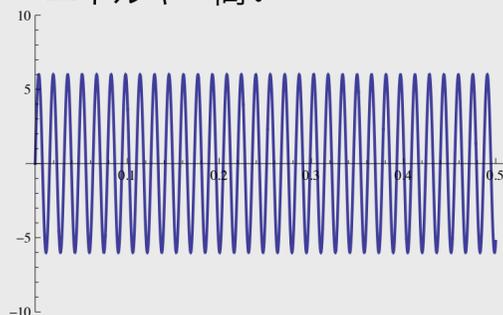
## 太陽の白色光はいろいろな色の合成

### プリズムを通すと分光する

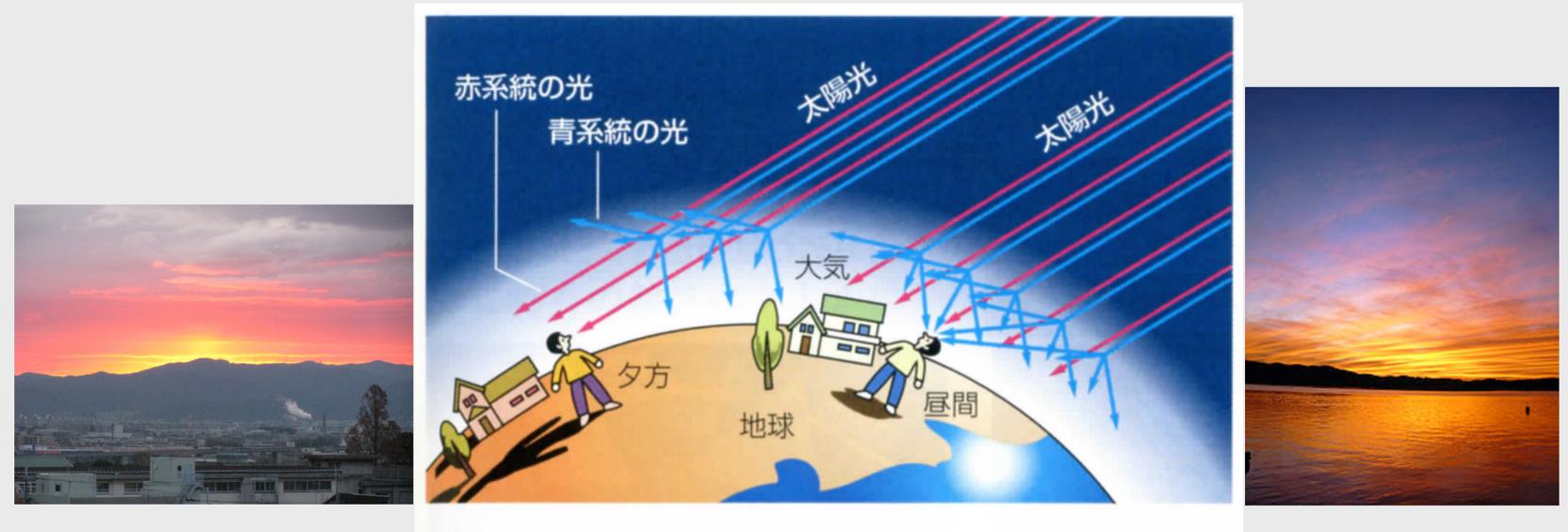


波長短い  
振動数高い  
エネルギー高い

波長長い  
振動数低い  
エネルギー低い



## 朝焼け・夕焼け なぜ赤い？



### レイリー散乱 (Rayleigh scattering)

光の波長よりも小さな物体（窒素分子，酸素分子）で散乱を受ける。  
散乱する量は、波長の4乗に反比例するので、青い光は赤い光の5倍強く散乱する

昼間は、青い光の散乱を見上げるので、青い空

朝夕は、青い光の成分が散乱されて届かないので、白-青=赤い空

# 皆既食になると、赤い月が見えます。なぜ？

太陽光

大気によって波長の短い青い光が散乱され、  
波長の長い赤い光が残る

半影

大気

地球

本影

月

太陽光

大気によって太陽光はわずかに屈折し、本影に入り込む

半影

## 皆既食中の月が赤く見える理由

これは説明図であり、実際の距離や大きさとは異なります。

# 2026年3月3日 皆既月食(地球の影に対する月の動き)



<https://www.youtube.com/watch?v=MEPwYQuJPtw>

# 2026年3月3日 皆既月食(地球の影に対する月の動き)

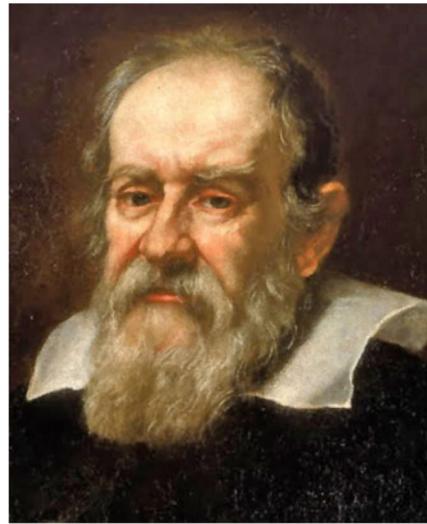


<https://www.youtube.com/watch?v=MEPwYQuJPtw>

# ガリレイ：天体望遠鏡による天体観測

## ガリレイ

Galileo Galilei  
(1564-1642)



月の表面は、これまで多くの哲学者が主張しているような、滑らかで一様な、完全な球体なのではない。起伏にとんだ凹みや隆起がいたるところにあり、山や谷によって刻まれた地球と何の変わりもない。（『星界の報告』1610年）

=> 月は地球と同じくでこぼこ

=> 「神が造った」は×



倍率20--30倍



LOOKING AT  
THE MOON'S SURFACE  
Through his telescope, Galileo measured the shadows on the Moon to show how the mountains there were much taller than those on Earth. These ink sketches were published in his book *Sidereus nuncius*, "Messenger of the Stars", in 1610.

# 日本最古の月面観測図は、麻田剛立

<http://www.goryu.jp/aboutasada.htm>

## Who is 麻田剛立(あさだごうりゅう)

地動説を唱え「それでも地球は回っている」と言ったガリレオから130年、豊後の国杵築藩で「太陽が再び欠ける」と、当時の暦にない皆既日食を予測した日本人が居ました。麻田剛立。後に日本の暦を近代化する事となる天文学者です。



習わしや言い伝えが根強く残る侍たちの時代にあって、剛立はひたすらに天を仰ぎ続け、観測結果、すなわち事実を重んじました。

事実に基づいて日にちを刻み、今では常識となった天体の法則を導き出し、それまで日本人が見たこともなかった月のクレーターをも見いだしました。剛立は、舶来の反射望遠鏡や西洋の理論を上手に用いて、自らの考えを確認していったといえます。

その数々の功績は後世に認められ、今では月面クレーターの一つに「クレーター・アサダ」という名前がつけられています。アインシュタインやケプラーといった大科学者たちと同じように、です。また、伊能忠敬は麻田剛立の天体観測技術を使うことで、高度な測量を行うことができました。



杵築市北台の町並み

九州大分杵築の天文学者「麻田剛立」のスピリッツを継承する麦焼酎ゴーリユー(GORYU)、清酒アサダ(ASADA) 西洋の技術と日本の心の傑作はじつにハイカラ・ジャパネスク

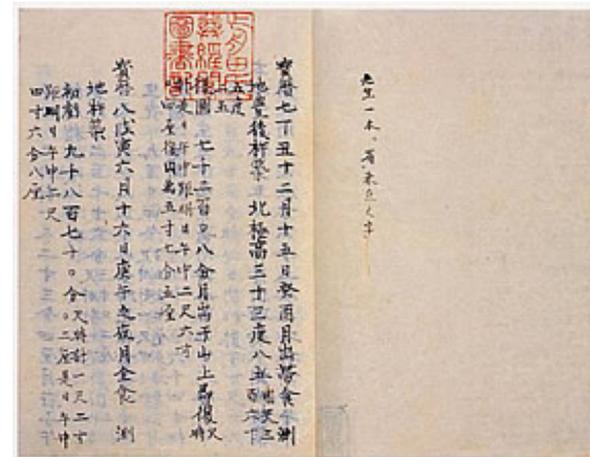
GORYU

有限会社中野酒造 みろく酒造株式会社  
トップページ | サイトマップ | お問い合わせ

麻田剛立について | 商品のご案内 | ゴーリユーのこだわり | お客様の声

麻田剛立 - Goryu Asada  
ハイカラ・ジャパネスク  
その天文学者、じつに和洋折衷

Goryu Project



麻田家両食実測



日本最古の月面観測図



反射望遠鏡

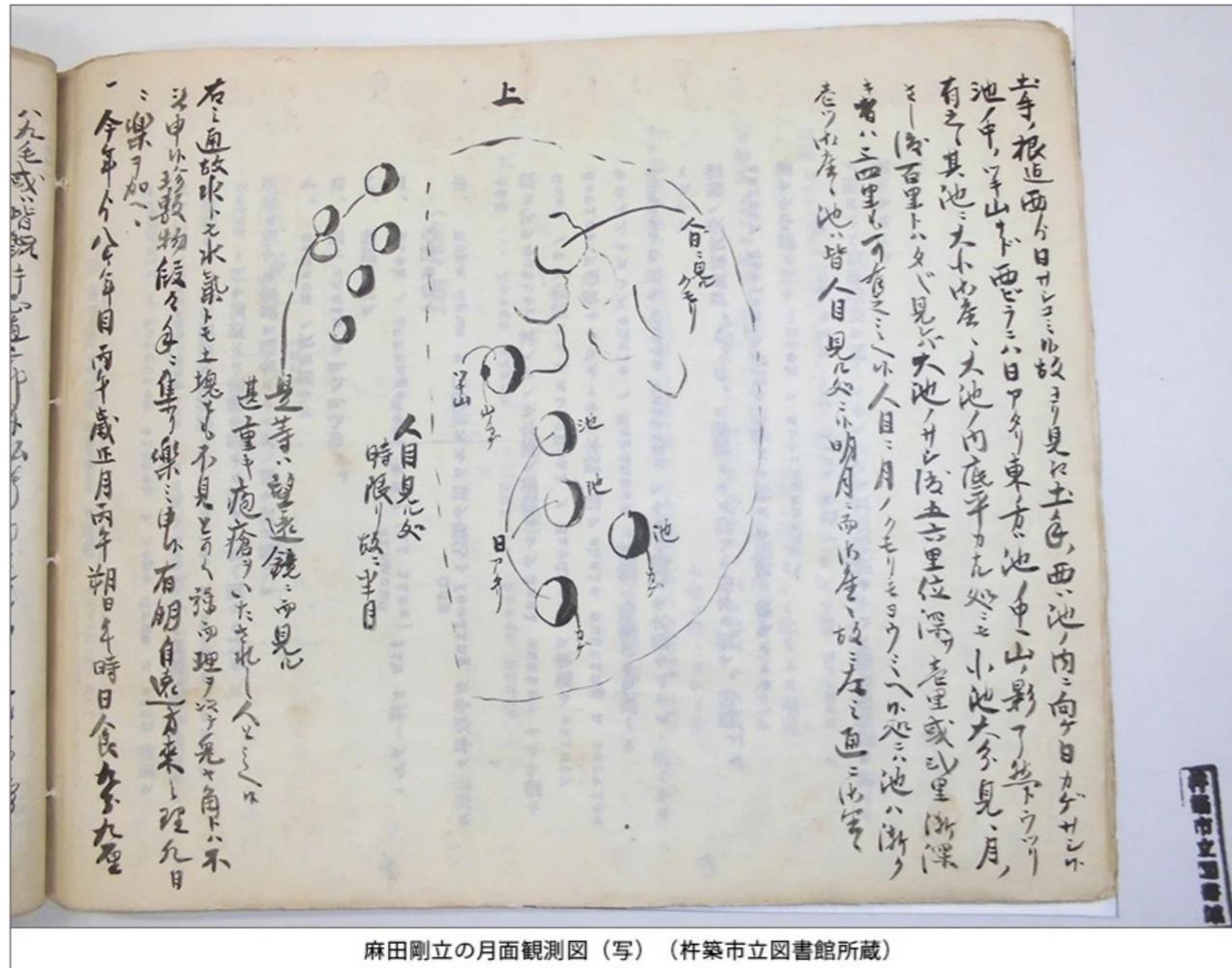


青銅製の渾天儀



象限儀

# 日本最古の月面観測図は、麻田剛立



1778年

オランダ人が日本に持ち込んだグレゴリー式反射望遠鏡  
を入手した剛立の描いた月面観測図。

翌年、剛立は三浦梅園に向けて

「月中ヲ望ミ候。土塊とも水とも水気とも見エズ候。

…月中二池何ヶ所も御座候」(月面観測図付記)



麻田剛立 (綾部妥彰)  
(1734-1799)

1772年大坂へ出て改名  
天文私塾「先事館」

山本彦九郎  
(?-?)天体観測器

紙屋九右衛門  
(?-?)屈折望遠鏡

1782年入門

間 重富

(1756-1816)  
天文曆学書



高橋至時

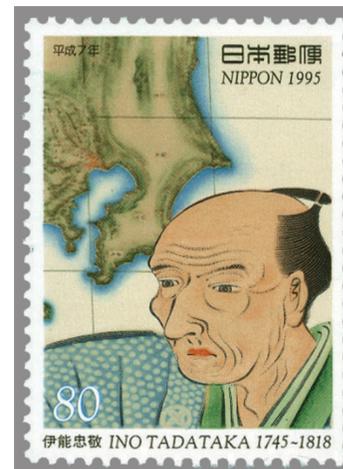
(1764-1804)  
曆の数値計算



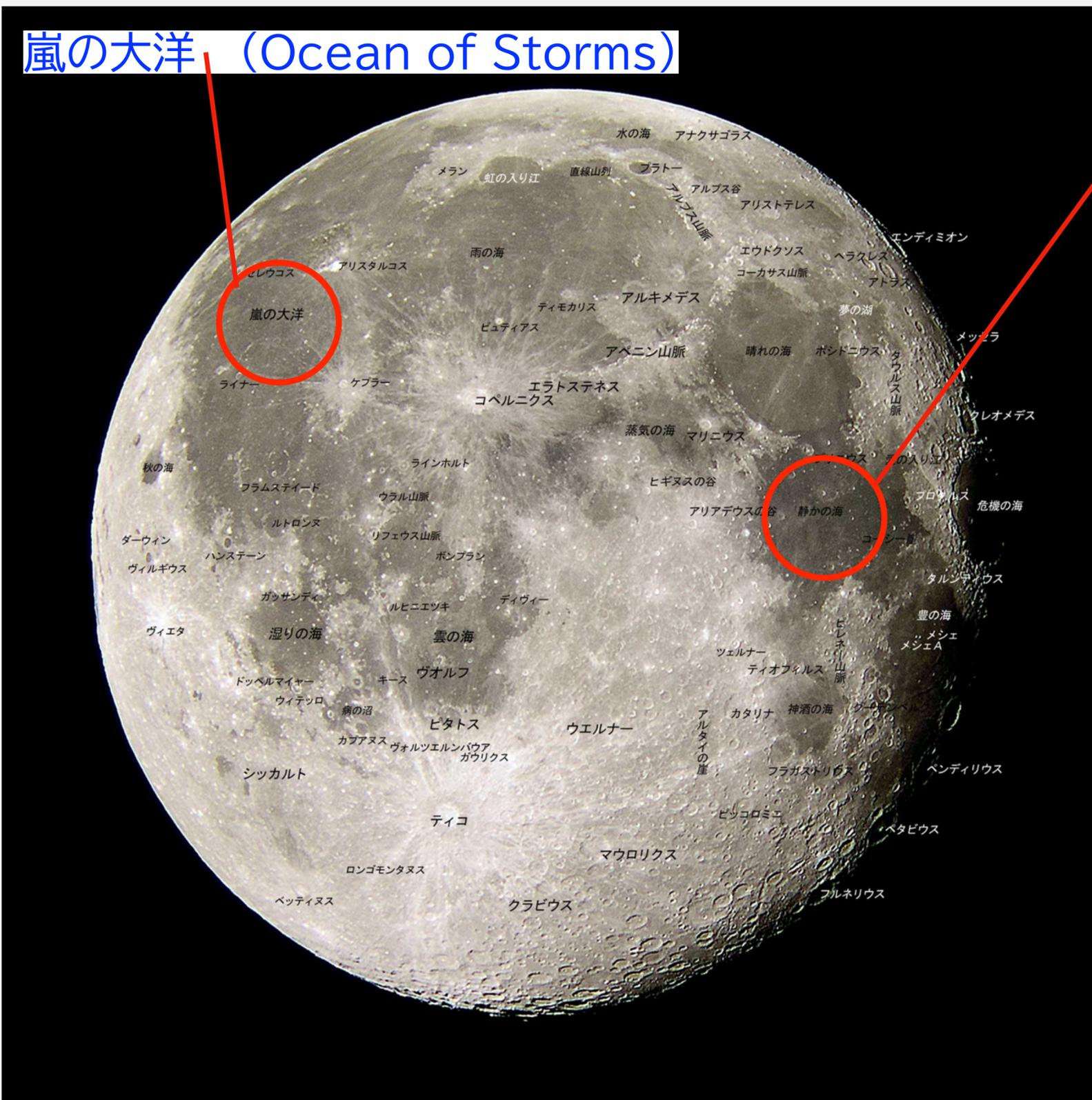
『ラランデ曆書管見』

1797年  
寛政曆

伊能忠敬  
(1745-1818)



## 嵐の大洋 (Ocean of Storms)



## 静かの海 (しずかのうみ、Mare Tranquillitatis)

1969年7月20日, アポロ11号着陸

- 濃い色の玄武岩で覆われた月の平原を「海」"mare", 「大洋」"oceanus", 「湖」"lacus", 「沼」"palus", 「入江」"sinus" などと呼ぶ.
- はじめに「海」と命名したのは, 天文学者ケプラー. 望遠鏡で観測し, 黒い部分には水があると信じていた.

- |        |      |
|--------|------|
| 蛇の海    | 神酒の海 |
| 南の海    | 雲の海  |
| 既知の海   | 東の海  |
| 危難の海   | 晴れの海 |
| 豊かの海   | スミス海 |
| 氷の海    | 泡の海  |
| フンボルト海 | 静かの海 |
| 湿りの海   | 波の海  |
| 雨の海    |      |
| 島の海    |      |
| 縁の海    |      |

月の裏側  
モスクワの海  
賢者の海

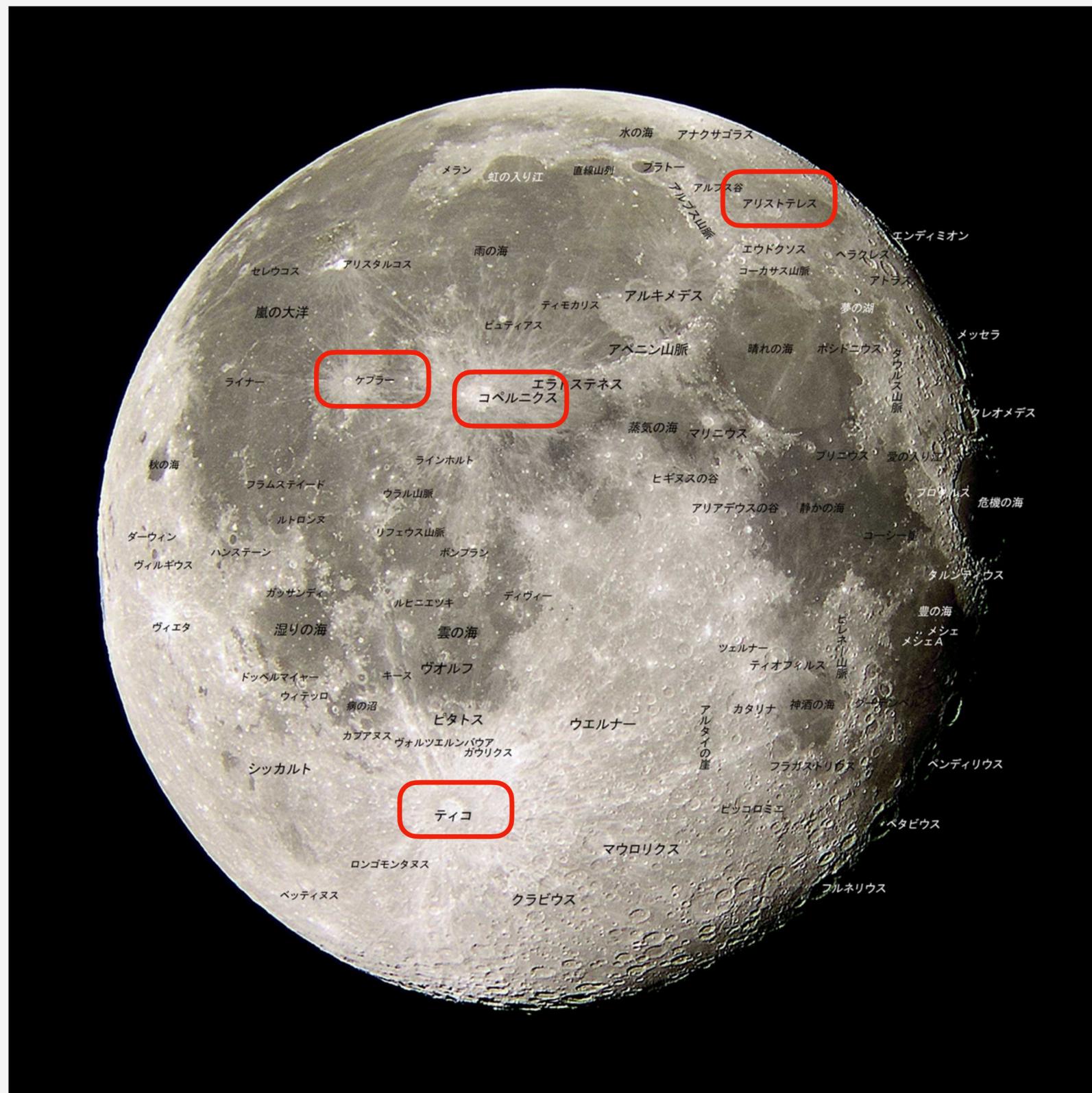


# 月面につけられた地名

1935年に、国際天文学連盟(IAU)が従来の呼び名を整理して正式に制定. 現在572の名前がついている.

- \* 直径20km以上のクレーターは、主に科学者の名前
- \* 直径20km以下のクレーターは、近くのクレーター名の末尾にA,B,C...
- \* ドームのような凸型の地形は、近くのクレーター名の末尾に $\alpha, \beta, \gamma$ ...
- \* 谷は、近くのクレーター名に谷を付加して I, II, III, ...

日本人の名前がついたクレーターはいくつある？



クレーター名	由来となった人物	人物の主な功績
アサダ (Asada)	麻田剛立	江戸時代の天文学者。先駆的な観測を実施。
ハタナカ (Hatanaka)	畑中武夫	ラジオ天文学の先駆者。
ヒラヤマ (Hirayama)	平山信・清次	小惑星の「平山族」を発見(清次)した天文学者親子。
ナオノブ (Naonobu)	安島直円	江戸時代の数学者(和算家)。
ムラカミ (Murakami)	村上春太郎	月の観測に貢献した天文学者。
ナガオカ (Nagaoka)	長岡半太郎	土星型原子模型を提唱した物理学者。
ヤマモト (Yamamoto)	山本一清	東亜天文学会を創設した天文学者。
ニシナ (Nishina)	仁科芳雄	日本の現代物理学の父。
キムラ (Kimura)	木村栄	地軸の変動(Z項)を発見。
オニヅカ (Onizuka)	エリソン・オニヅカ	日系人初の宇宙飛行士(チャレンジャー号事故で犠牲)。

## アメリカ

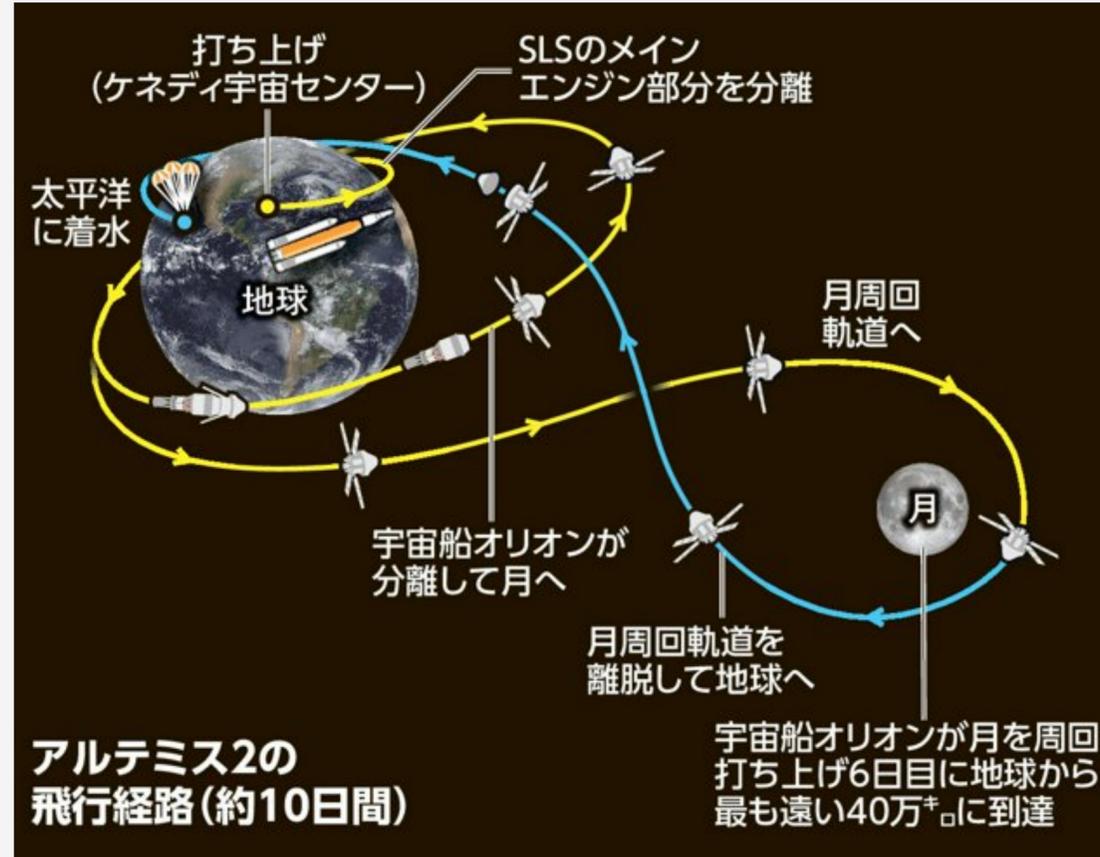
2026年春 アルテミス2 打ち上げ  
4人の宇宙飛行士が月を周回  
地球軌道でドッキングのテスト

2028年9月までに有人月面探査へ

2026年 無人月面輸送機 民間4機  
ブルーオリジン社「ブルームーンMK1」  
インチュイティブ・マシーンス社 ノバC(IM-3)  
ファイアフライ・エアロスペース社「ブルーゴーストM2」  
アストロボティック社「グリフィン1」

2022年から25年にかけて10機が月面着陸に挑み、6機が成功しているが、  
転倒しなかったのは

- \*インドのチャンドラヤーン3号(2023年)
  - \*中国の嫦娥6号(2024年)
  - \*米国のブルーゴーストM1(2025年)
- の3機のみ

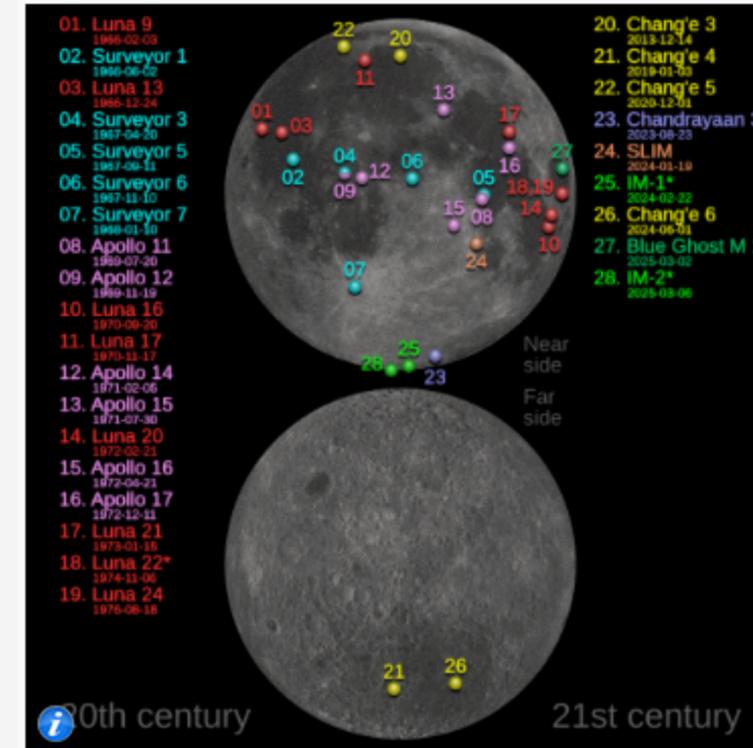


朝日新聞 2026/1/25

## 中国

2026年 中国国家航天局(CNSA)  
無人機嫦娥7号を月の南極へ着陸計画  
水の氷を探す予定

2030年 中国初の有人月面探査へ



月での軟着陸に成功した場所を示す。

- ルナ計画 (ソビエト連邦)
- サーベイヤー計画 (アメリカ)
- アポロ計画 (アメリカ)
- 嫦娥計画 (中国)
- チャンドラヤーン (インド)
- SLIM (日本)
- インチュイティブ・マシーンス (USA)

日付はすべて協定世界時、アポロ計画以外はすべて無人。

再び月へ、そして火星へ NASAの2023会計年度予算要求から

1969年 ● **人類初の月面着陸**  
7月、米国のアポロ11号によって、2人の飛行士が月面着陸した。72年までのアポロ計画では計12人が月に降り立った  NASA提供

2022年 ● **アルテミス1**  
無人で月を周回して帰還する飛行試験。ロケットや宇宙船の性能を確かめる。ロケットの余剰能力をいかして日本の「OMOTENASHI」など探査機10機が相乗り

24年 ● **アルテミス2**  
10日間の有人飛行。月には着陸せず、月を周回して帰還する  NASA提供  
月の軌道上に新たな宇宙ステーション(ゲートウェイ)の建設を開始。米スペースX社のロケットで電子機器や「HALO」と呼ばれる居住棟を打ち上げる

25年 ● **アルテミス3**  
約半世紀ぶりに人類が月面着陸。男女2人の飛行士が月面に降り立ち、女性初の着陸を果たす

27年 ● **アルテミス4**  
「I-Hab」と呼ばれる居住棟を打ち上げ、ゲートウェイの規模を拡大

28年 ● **アルテミス5**  
ゲートウェイを経由して月面着陸する  
● アルテミス6以降も計画中

30年代 ● 火星の有人探査

## 再び人類の月面着陸をめざす NASA「アルテミス計画」

月の資源開発(水はありそう. 鉄やアルミニウムは??)  
火星への有人飛行の練習

2022年11月「アルテミス1」打ち上げ

宇宙船オリオン月へ向かう

日本の探査機「OMOTENASHI」と「EQUULEUS」も月へ

2024年 「アルテミス2」(有人, 月面周回) 打ち上げ予定

2026年3月に延期

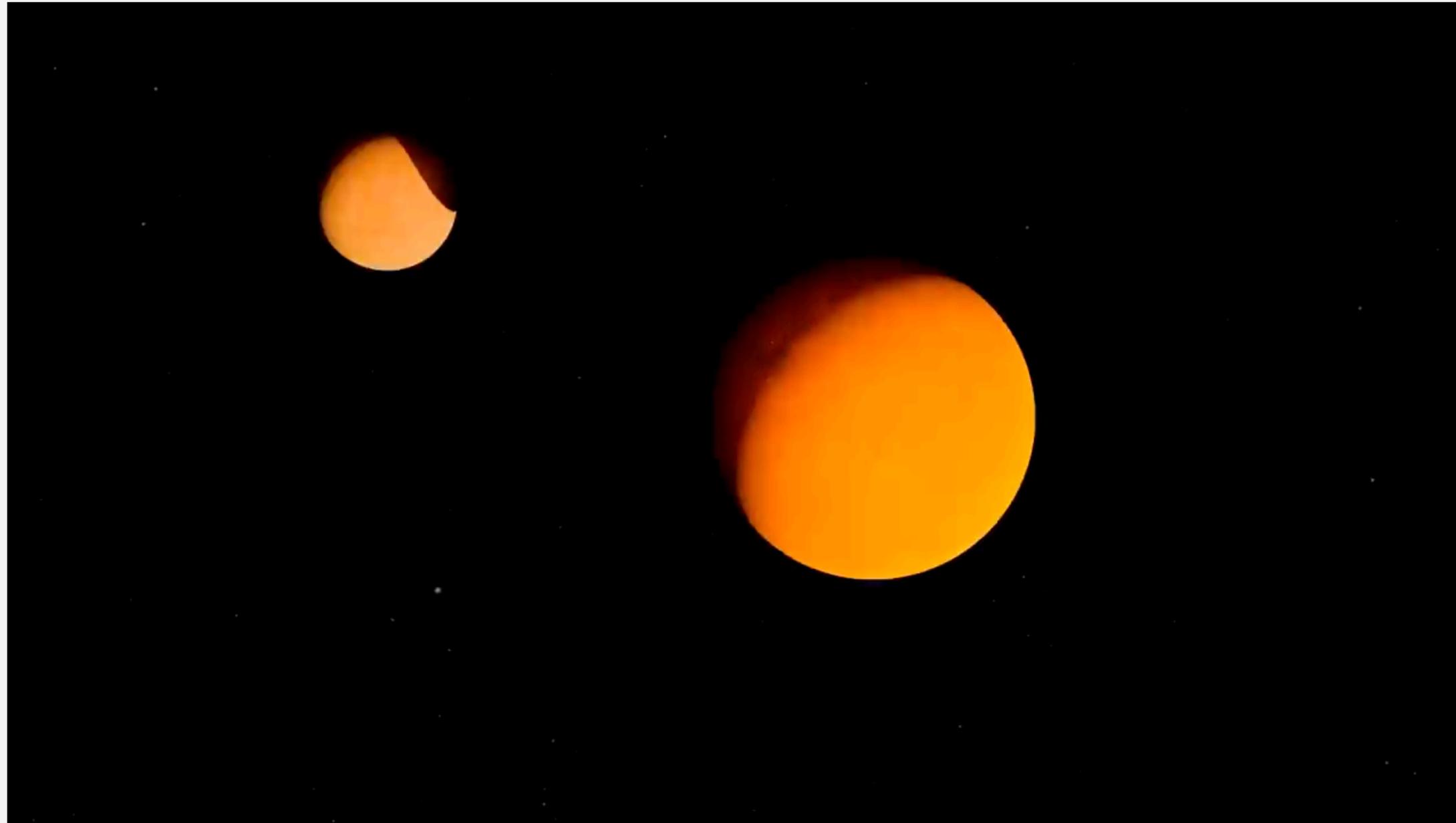
2025年 「アルテミス3」(有人, 月面着陸) 打ち上げ予定

20xx年に延期

# 月形成に新モデル, 巨大衝突後の数時間で月ができた

2022/10/11

Collision May Have Formed the Moon in Mere Hours, Simulations Reveal



NASAの研究者たちによるスーパーコンピュータを用いた最新の計算結果。  
火星ほどの大きさの隕石が地球に衝突し、2つのコアができ、小さい方が月になった。  
わずか数時間で月ができた。(これまでは1ヶ月くらいかかる、とされていた)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 937:L40 (11pp), 2022 October 1

<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac8d96>

© 2022. The Author(s). Published by the American Astronomical Society.

**OPEN ACCESS**



CrossMark

## Immediate Origin of the Moon as a Post-impact Satellite

J. A. Kegerreis<sup>1,2</sup>, S. Ruiz-Bonilla<sup>1</sup>, V. R. Eke<sup>1</sup>, R. J. Massey<sup>1</sup>, T. D. Sandnes<sup>1</sup>, and L. F. A. Teodoro<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Physics Department, Institute for Computational Cosmology, Durham University, Durham, DH1 3LE, UK; [jacob.keggerreis@durham.ac.uk](mailto:jacob.keggerreis@durham.ac.uk)

<sup>2</sup>NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035, USA

<sup>3</sup>BAERI/NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035, USA

<sup>4</sup>School of Physics and Astronomy, University of Glasgow, G12 8QQ, Scotland, UK

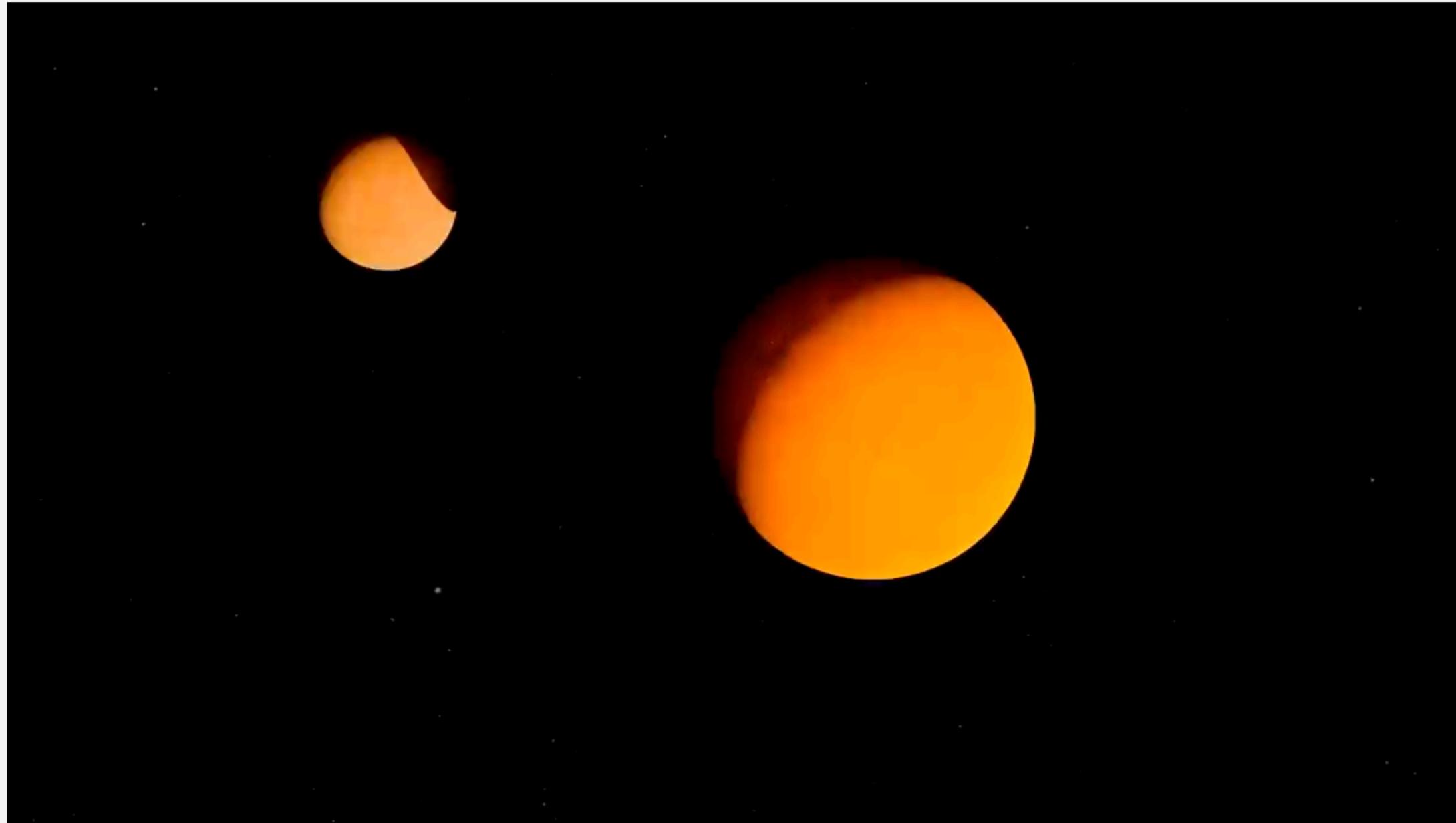
Received 2022 July 1; revised 2022 August 23; accepted 2022 August 24; published 2022 October 4

<https://www.nasa.gov/feature/ames/lunar-origins-simulations>

# 月形成に新モデル, 巨大衝突後の数時間で月ができた

2022/10/11

Collision May Have Formed the Moon in Mere Hours, Simulations Reveal



NASAの研究者たちによるスーパーコンピュータを用いた最新の計算結果。  
火星ほどの大きさの隕石が地球に衝突し、2つのコアができ、小さい方が月になった。  
わずか数時間で月ができた。(これまでは1ヶ月くらいかかる、とされていた)

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 937:L40 (11pp), 2022 October 1

© 2022. The Author(s). Published by the American Astronomical Society.

<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ac8d96>

OPEN ACCESS



## Immediate Origin of the Moon as a Post-impact Satellite

J. A. Kegerreis<sup>1,2</sup>, S. Ruiz-Bonilla<sup>1</sup>, V. R. Eke<sup>1</sup>, R. J. Massey<sup>1</sup>, T. D. Sandnes<sup>1</sup>, and L. F. A. Teodoro<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Physics Department, Institute for Computational Cosmology, Durham University, Durham, DH1 3LE, UK; [jacob.keggerreis@durham.ac.uk](mailto:jacob.keggerreis@durham.ac.uk)

<sup>2</sup>NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035, USA

<sup>3</sup>BAERI/NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA 94035, USA

<sup>4</sup>School of Physics and Astronomy, University of Glasgow, G12 8QQ, Scotland, UK

Received 2022 July 1; revised 2022 August 23; accepted 2022 August 24; published 2022 October 4

<https://www.nasa.gov/feature/ames/lunar-origins-simulations>



「太陽と月とどっちが役にたつ？」

<https://apod.nasa.gov/apod/ap240915.html>



「太陽と月とどっちが役にたつ？」

「そりゃあ月さ. 夜道を明るくしてくれるもの」

<https://apod.nasa.gov/apod/ap240915.html>