

太陽系の形成

北大-大垣東高校間遠隔授業2021

北海道大学

理学部 地球惑星科学科 4年

上畑 怜史

黒江 恵太

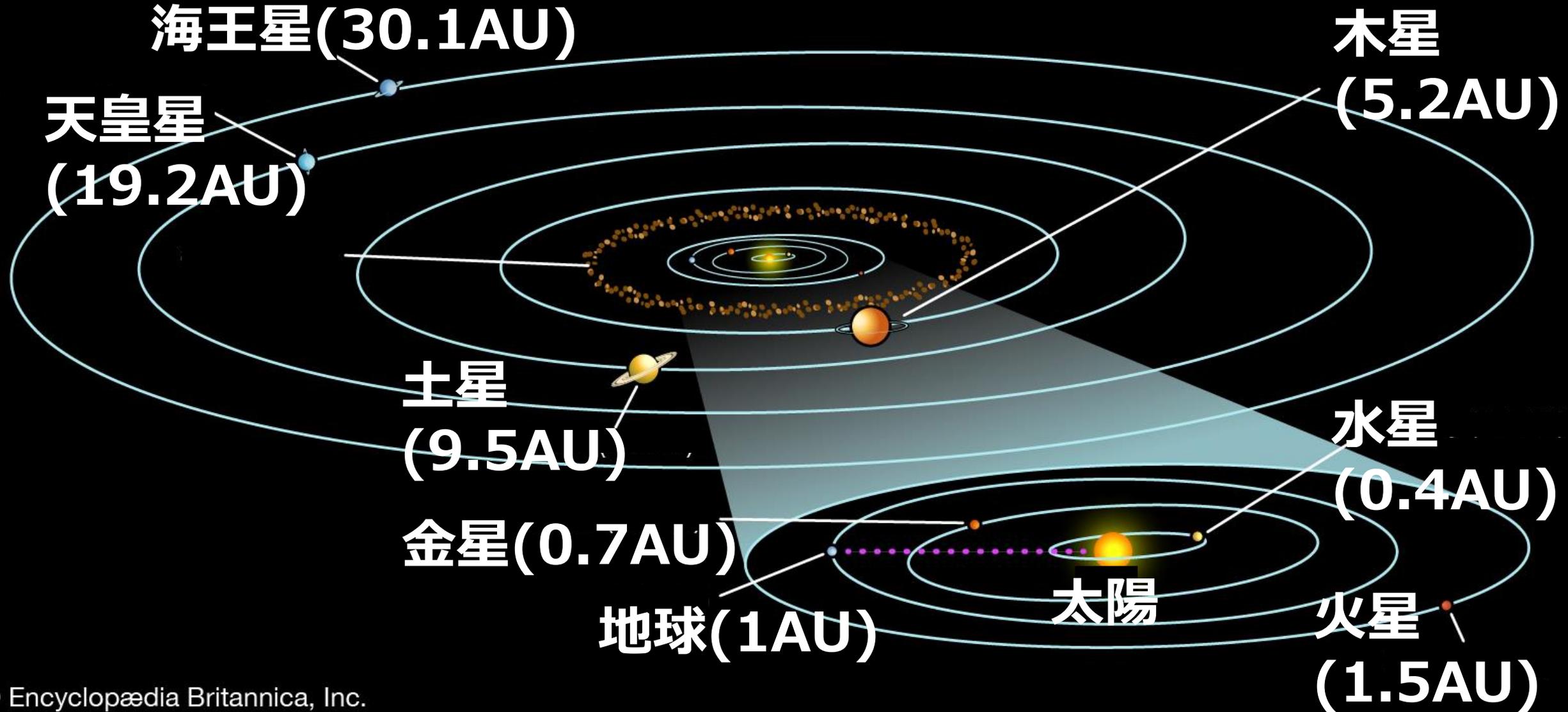


名前 : 上畑怜史 (うえはた れいじ)
出身 : 大阪府
特技 : 合気道
好物 : スイーツ!!!

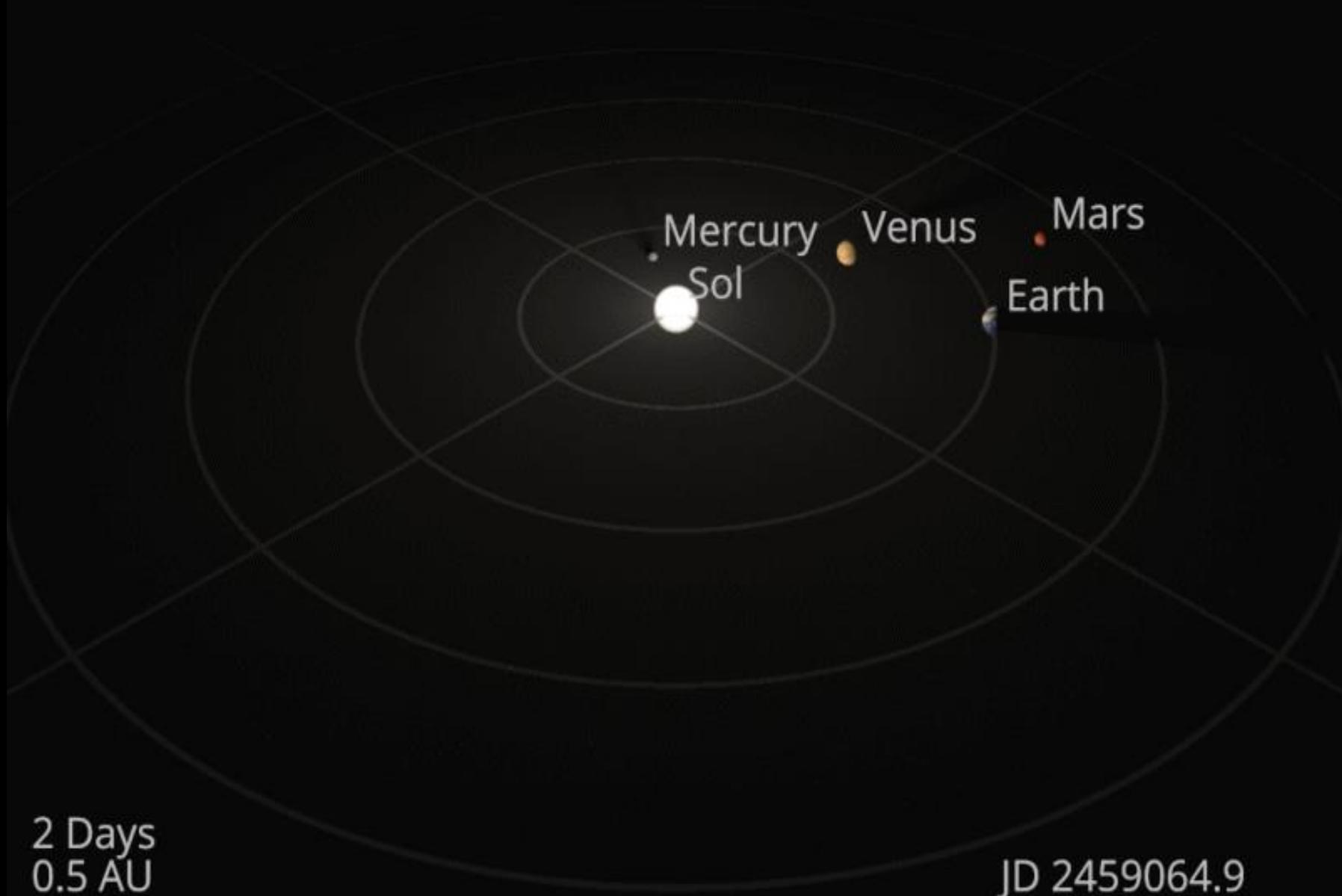


現在の太陽系

※ 1AU : 太陽-地球の距離



太陽系の内惑星の運動

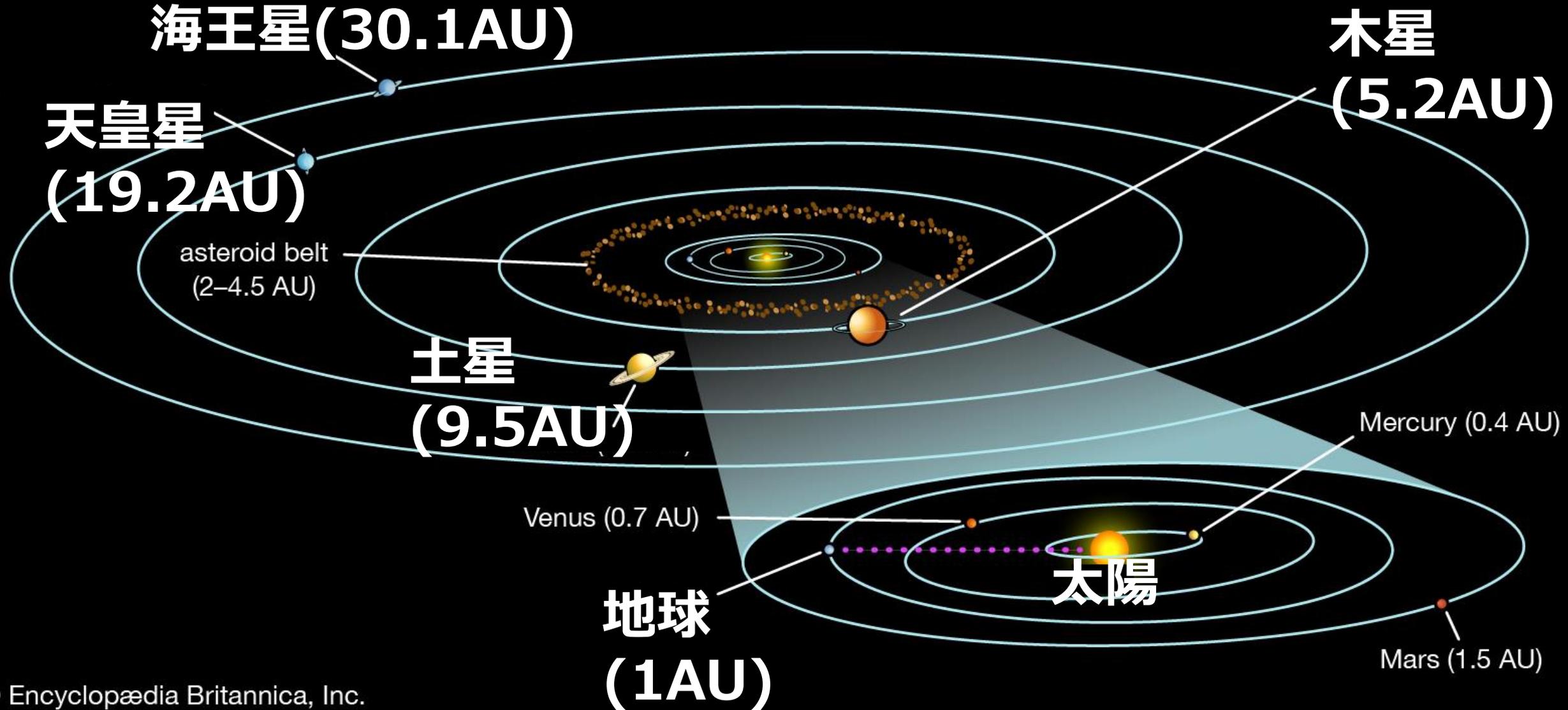


2 Days
0.5 AU

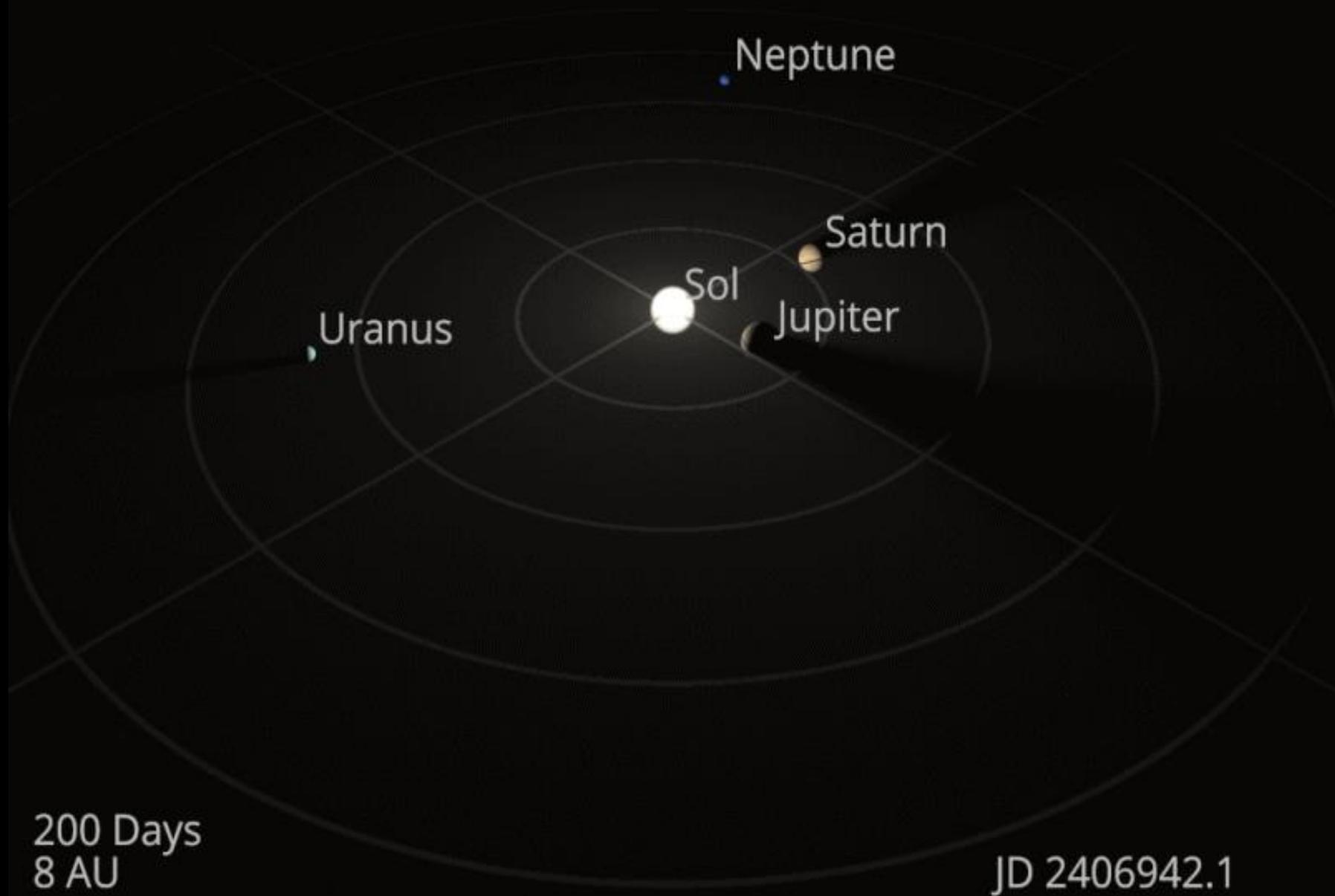
JD 2459064.9

現在の太陽系

※ 1AU : 太陽-地球の距離

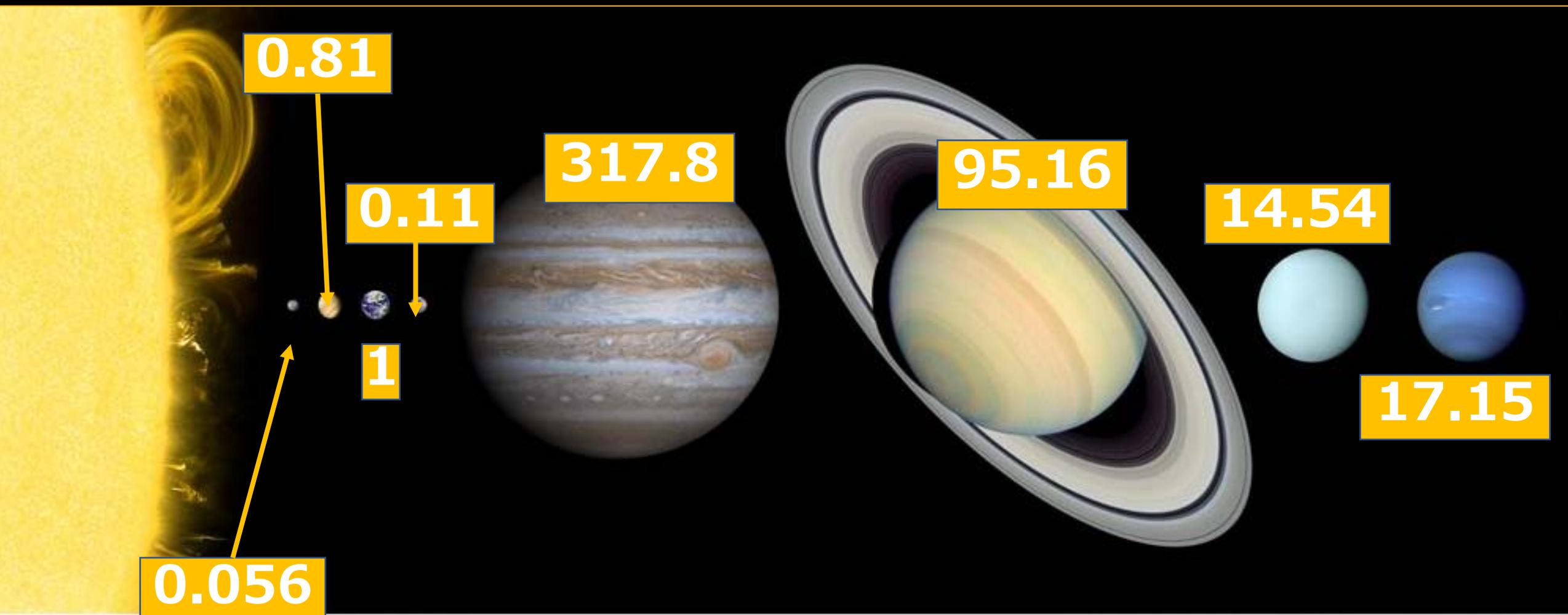


太陽系の外惑星の運動



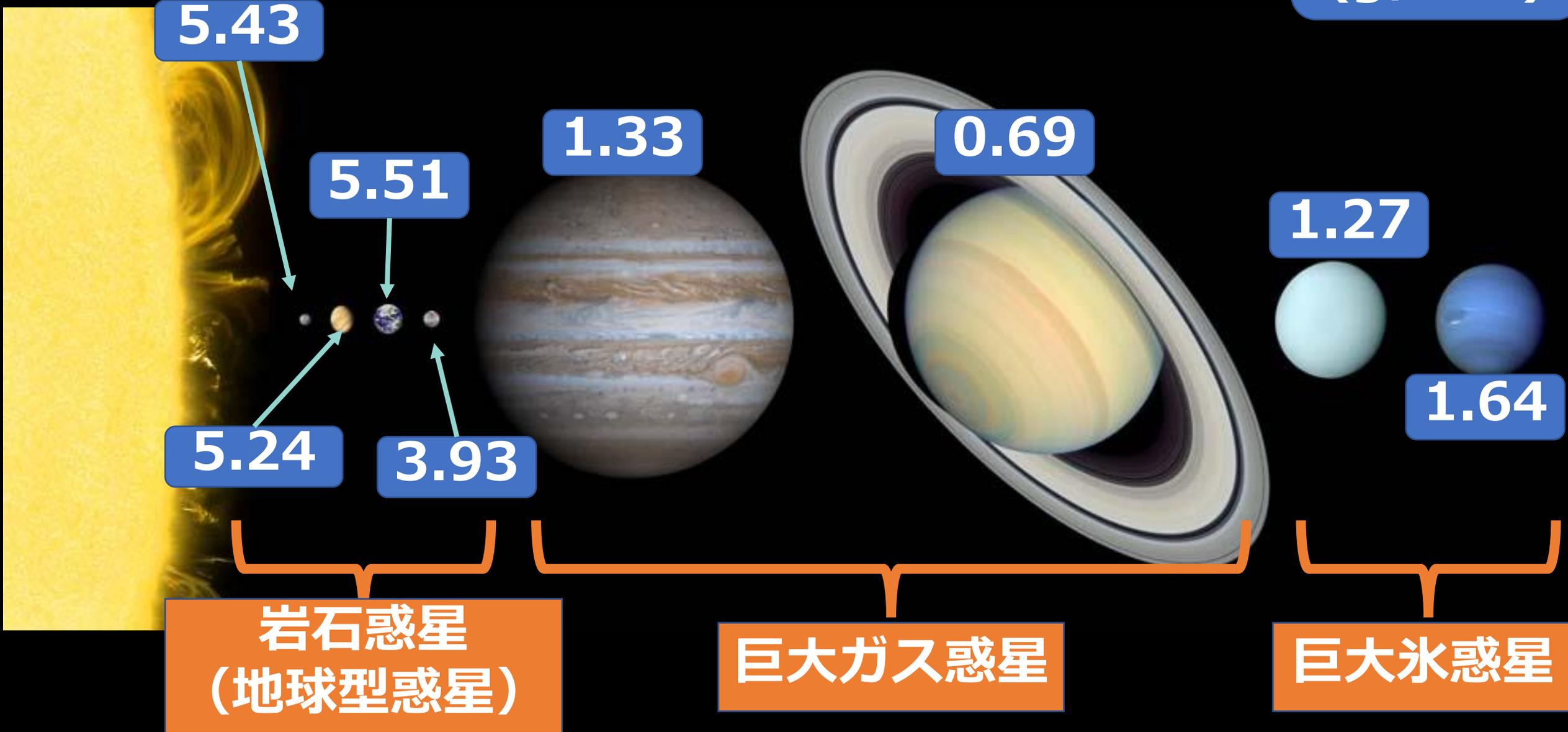
現在の太陽系の主要な天体

質量比



現在の太陽系の主要な天体

平均密度
(g/cm^3)



現在の太陽系の姿

- 同心平面上を同じ向きに公転している
- 岩石惑星、巨大ガス惑星、巨大氷惑星の順に並んでいる

今日の目標

どのようにして現在の姿となったかを理解しよう！！





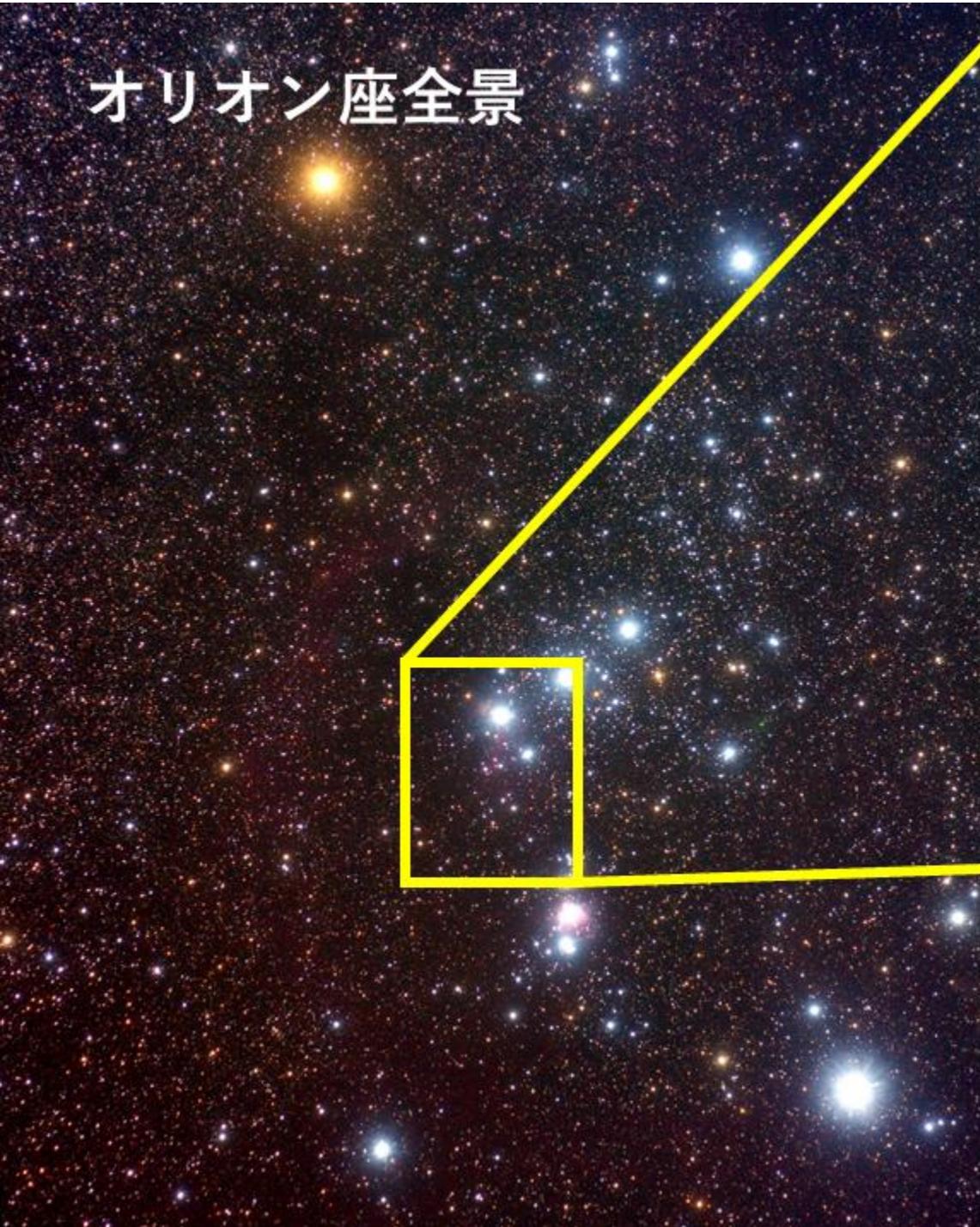
これは何座で
しょう???

1, へびつかい座

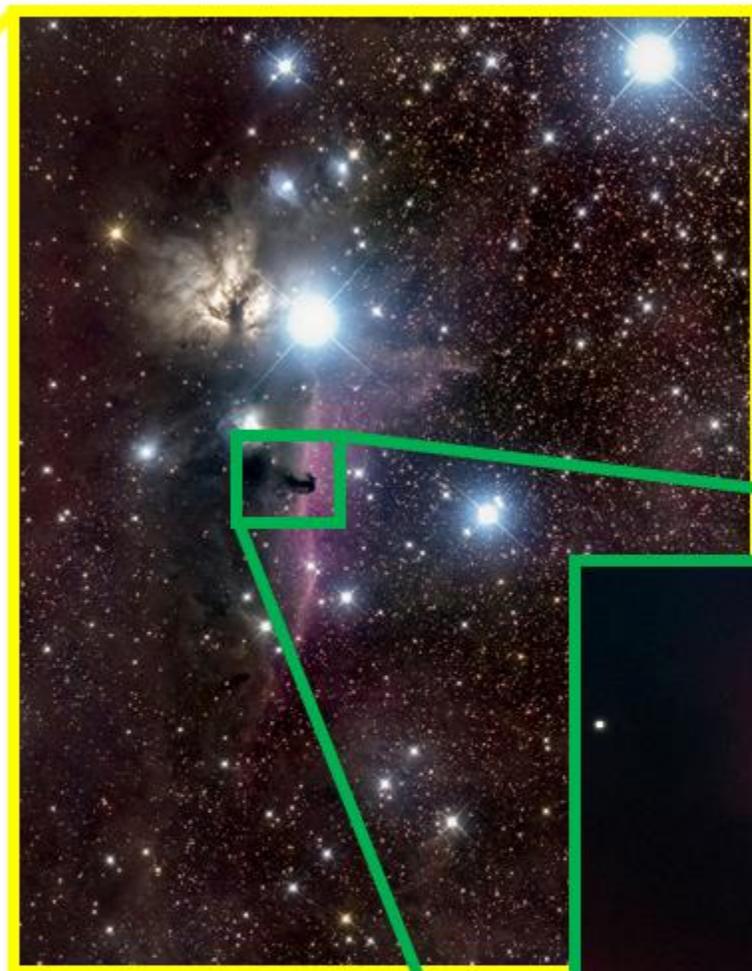
2, ~~かに座~~ **オリオン座**

3, オリオン座

オリオン座全景



<馬頭星雲付近



馬頭星雲>





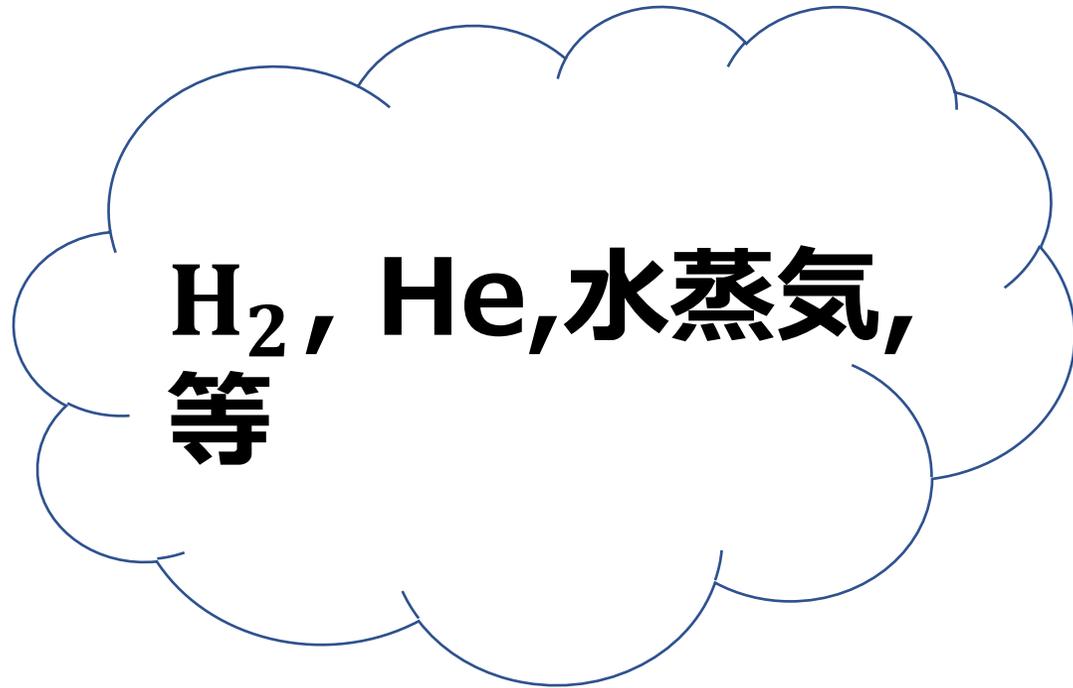
Infrared



Visible

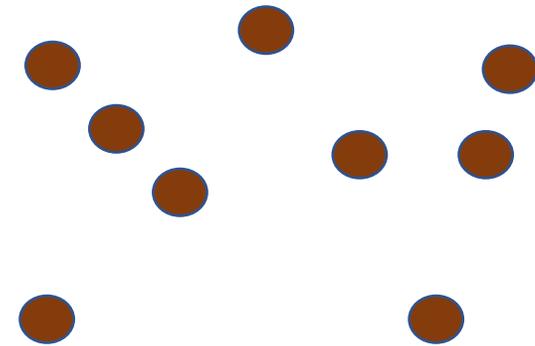
背景の光がさえぎられている
から

暗黒星雲の構成物質は？



H₂, He, 水蒸気,
等

ガス



~0.1 μ m

ダスト

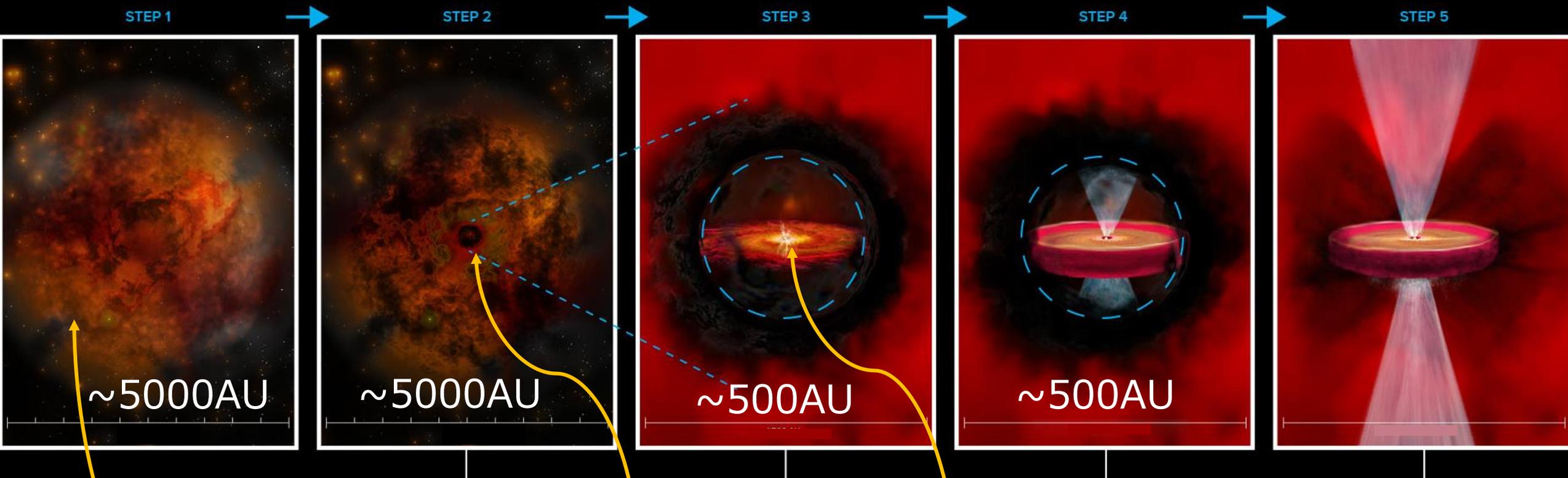
観測された 円盤

- 星雲のガスやダストから恒星が生まれる
- 円盤が確認できる

太陽系の大きさ



円盤の形成

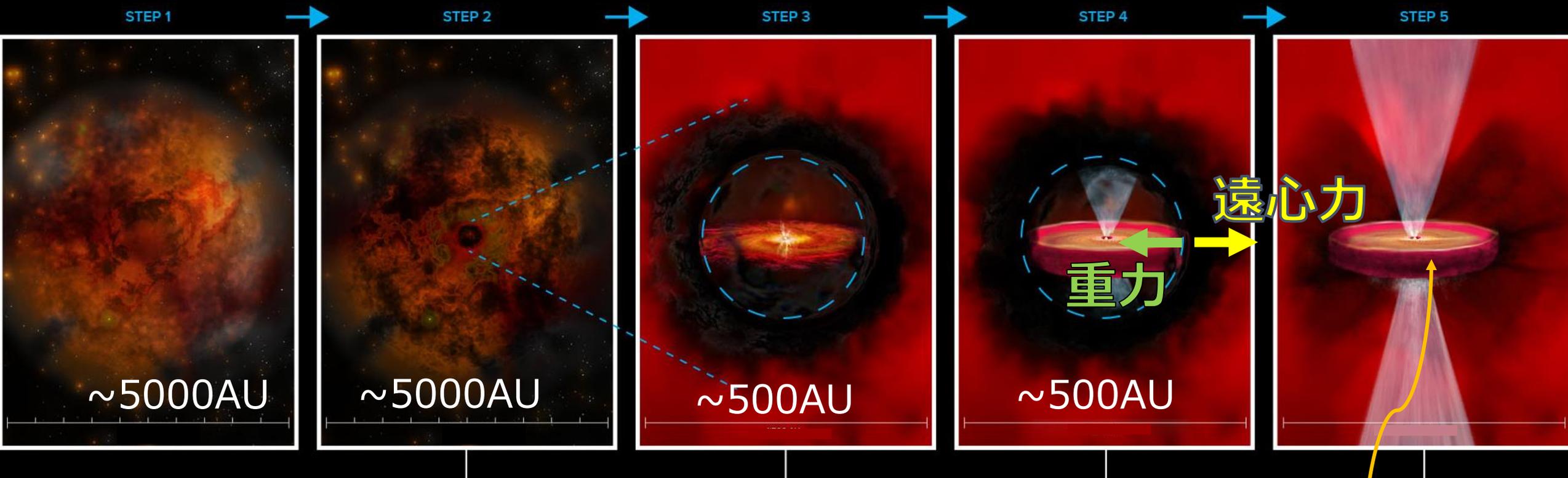


星雲

分子雲
コア

原始星

円盤の形成



惑星は円盤から形成する



できた惑星は同一
平面上を公転す
る！！



惑星は円盤から形成した？

話者の交代中

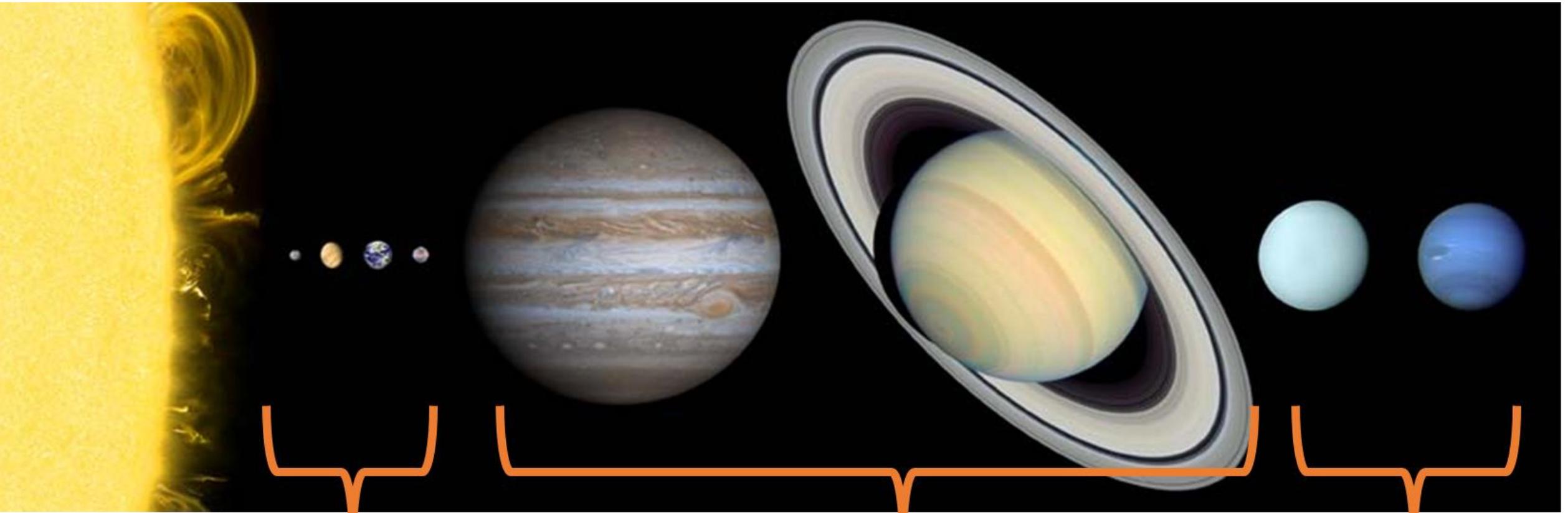
自己紹介 黒江 恵太

- 北海道大学理学部地球惑星科学科4年
- 出身 札幌市西区西野
 - びっくりドンキー本店がある！
- 趣味 音楽
 - 諸々楽器、家で踊る
- 研究すること、興味があること



太陽系がどのようにして現在の姿になったのか

太陽系の主要な天体



岩石惑星

巨大ガス惑星

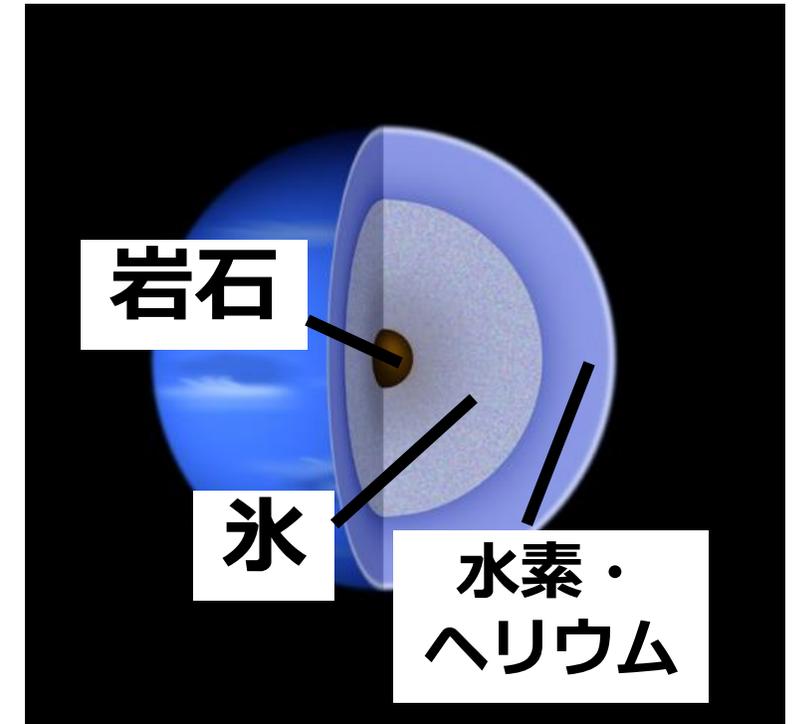
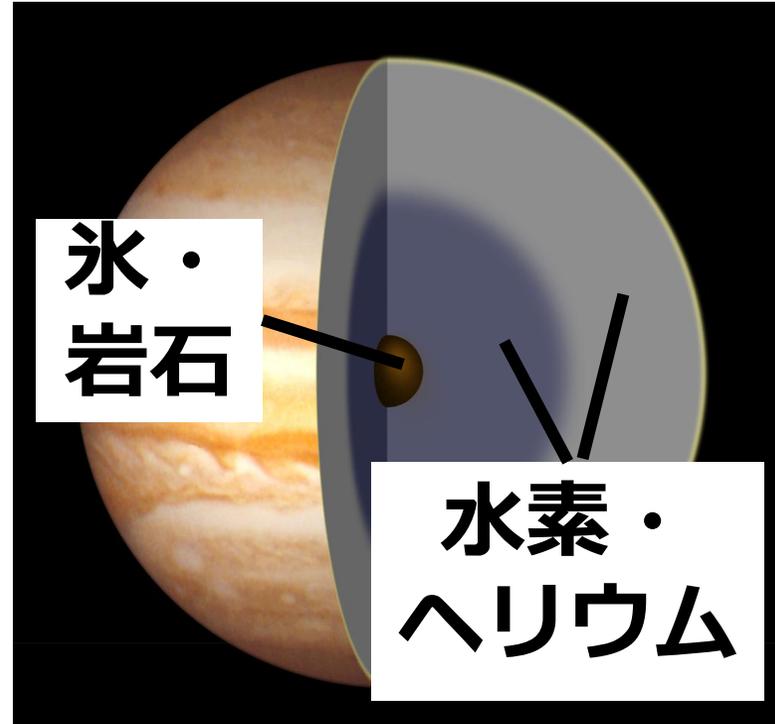
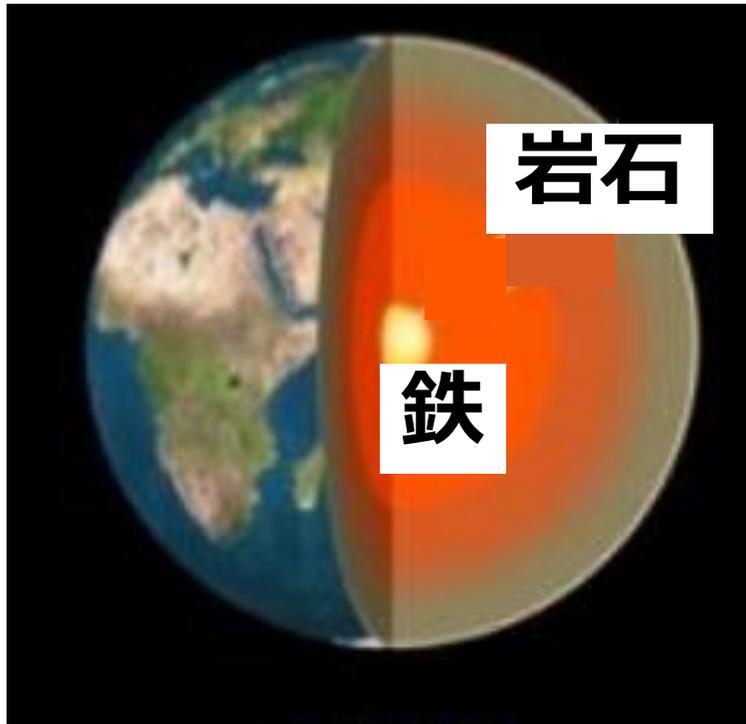
巨大氷惑星

惑星の内部構造

岩石惑星（地球）

巨大ガス惑星（木星）

巨大氷惑星（天王星）





惑星は円盤から形成した？

惑星の材料物質

スノーライン

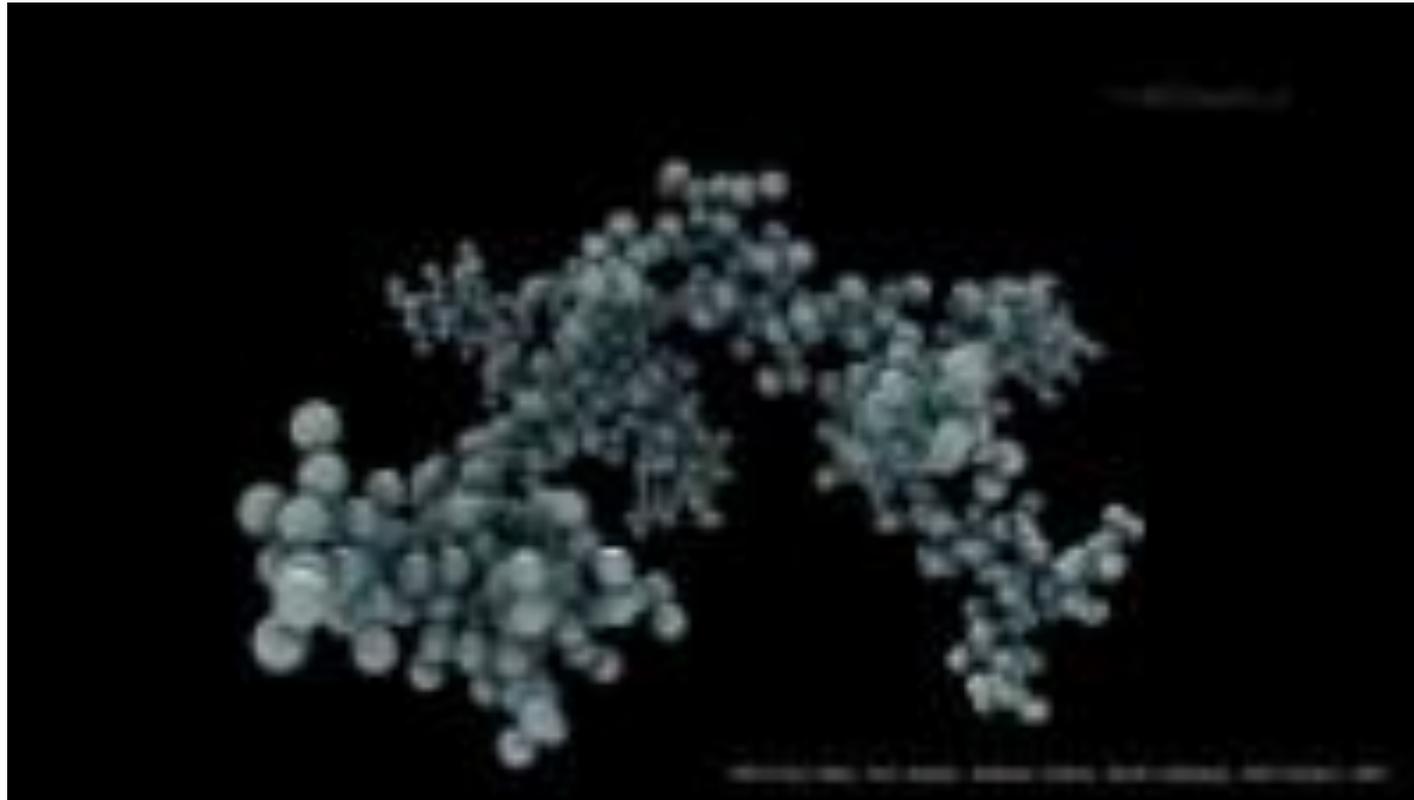
岩石ダスト

氷ダスト
+
岩石ダスト

外側太陽系には
材料物質が豊富

ダストの成長

ダストの衝突合体シミュレーション

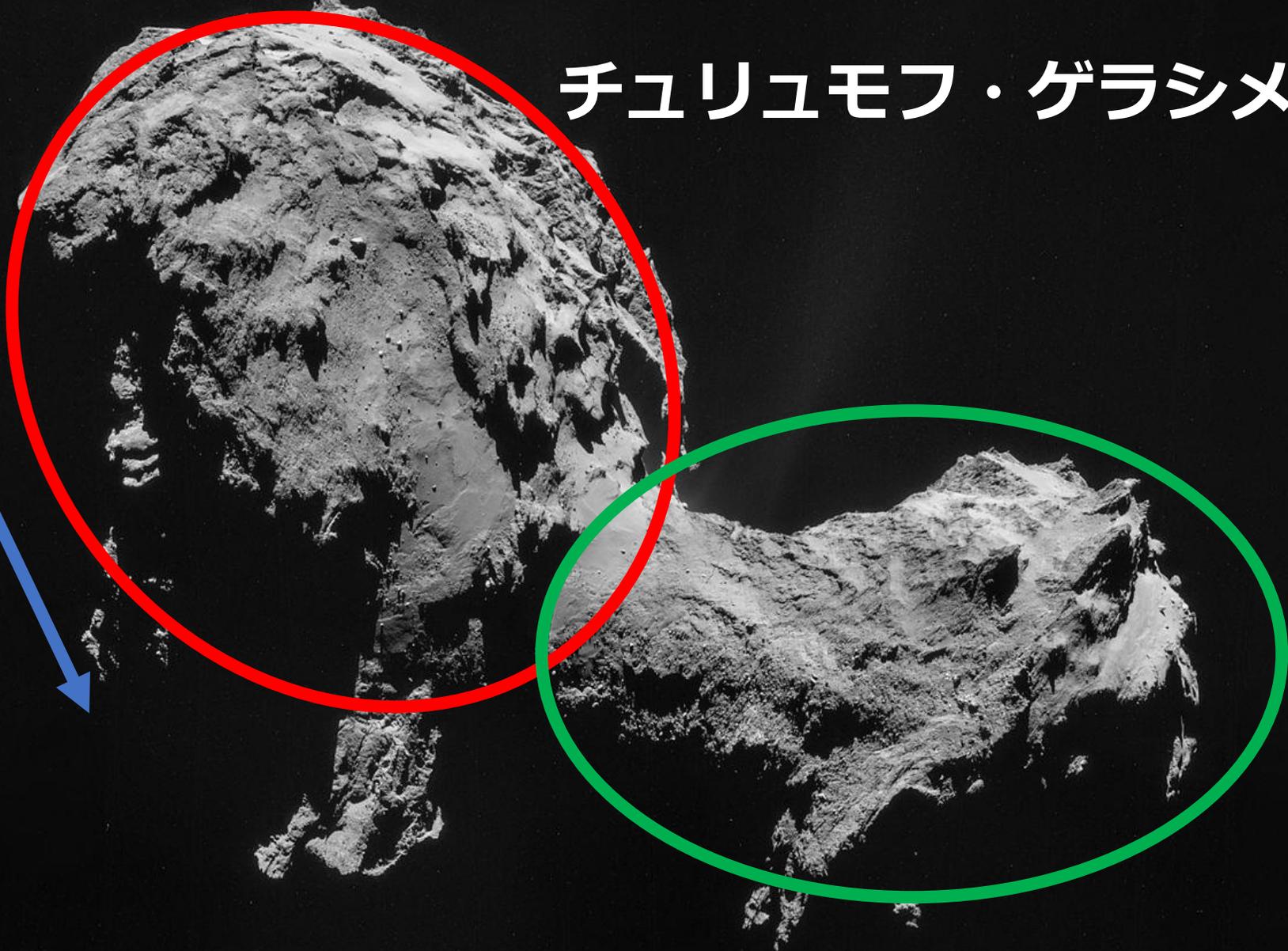


- ダストは分子間力によりくっつく
- 数kmサイズの**微惑星**ができる
 - 重力でまとまる天体

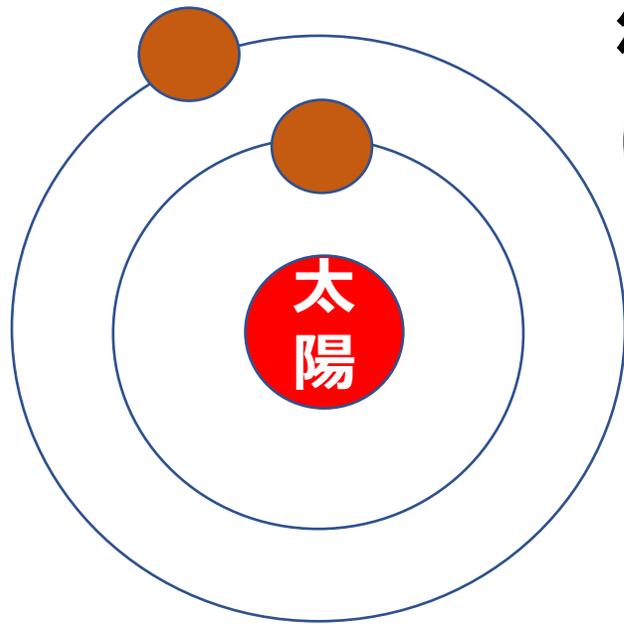
微惑星の生き残り

チュリュモフ・ゲラシメンコ彗星

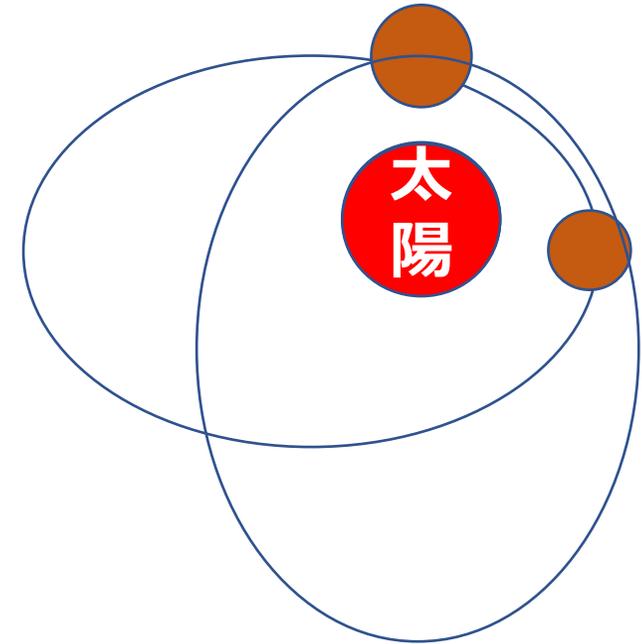
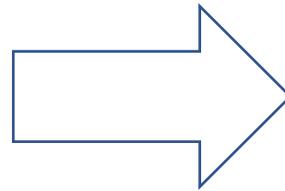
4.1km



微惑星同士の衝突



微惑星同士の重力
により軌道が変化



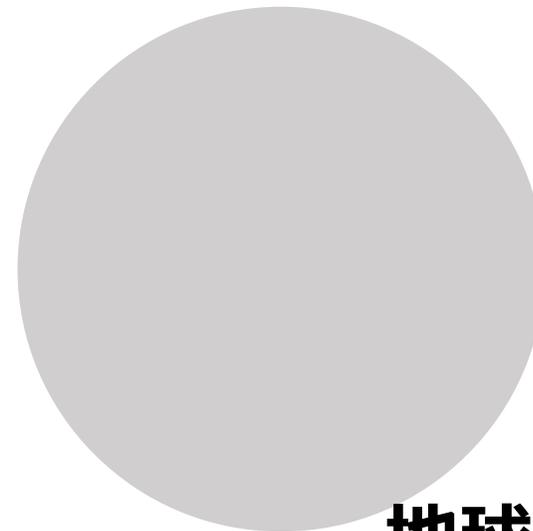
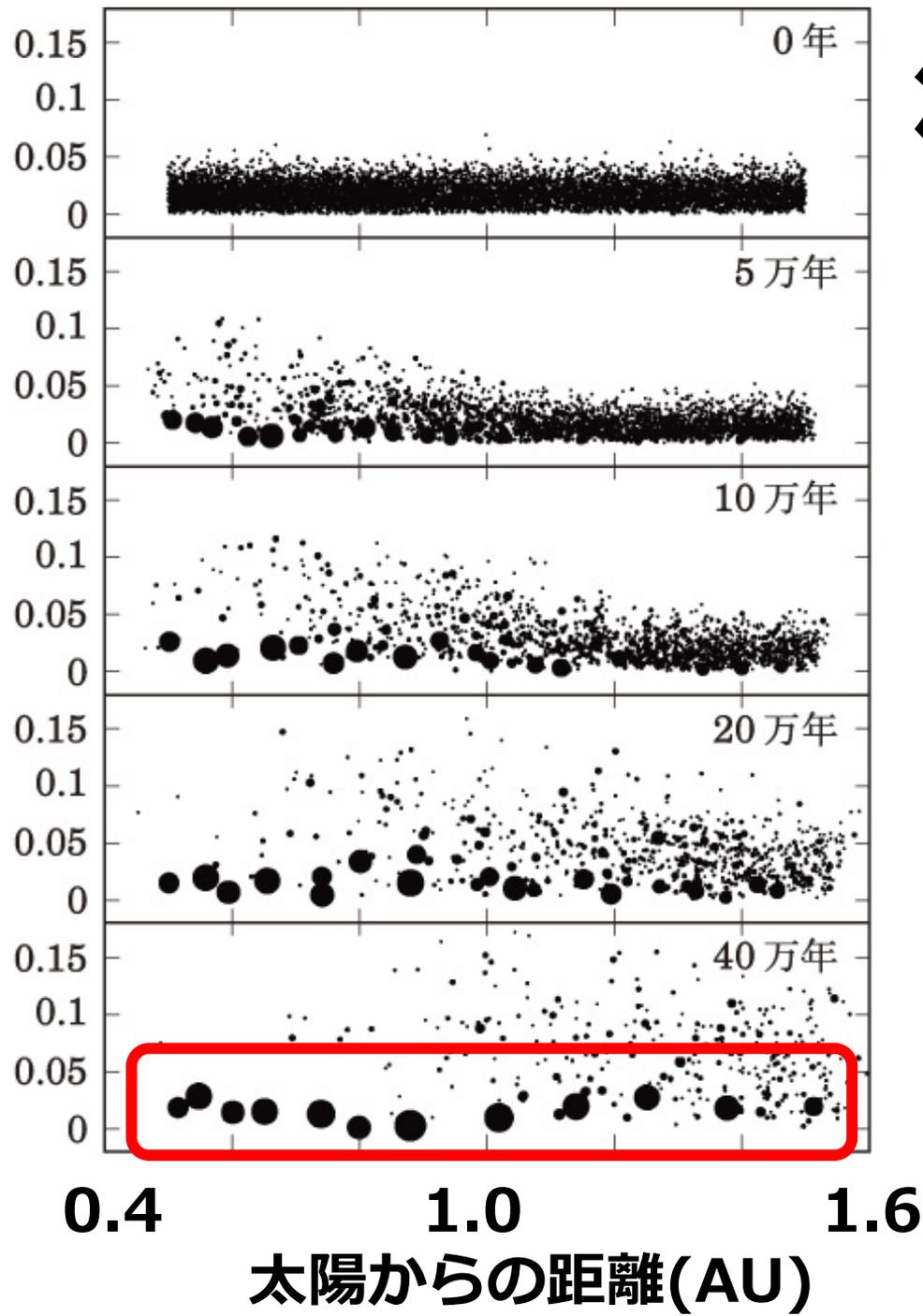
- **円軌道**
-衝突が起こらない

- **楕円軌道**
-衝突が起きる

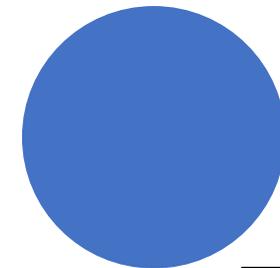
微惑星の成長

原始惑星が形成
(火星サイズ)

軌道離心率



地球

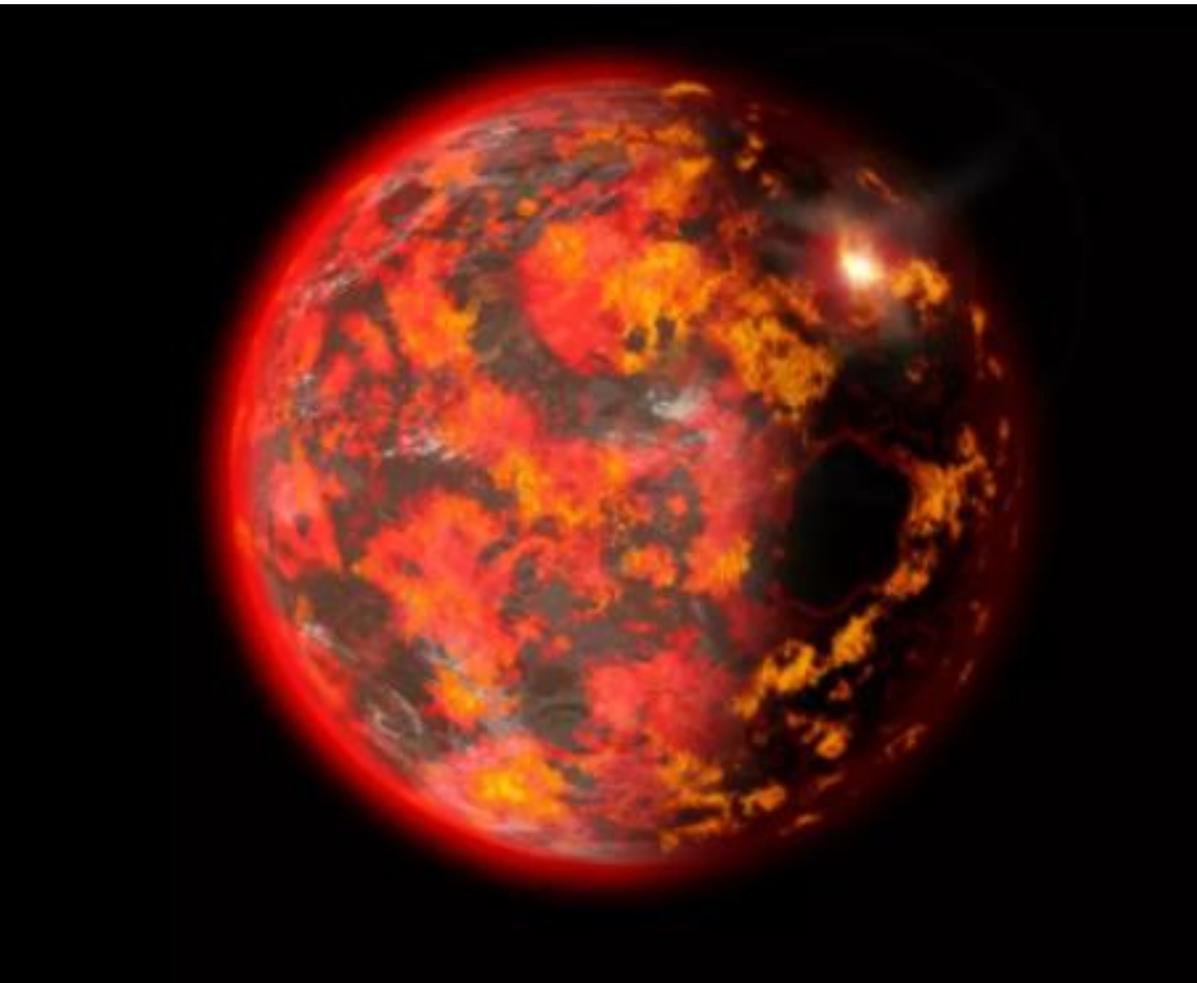


原始惑星

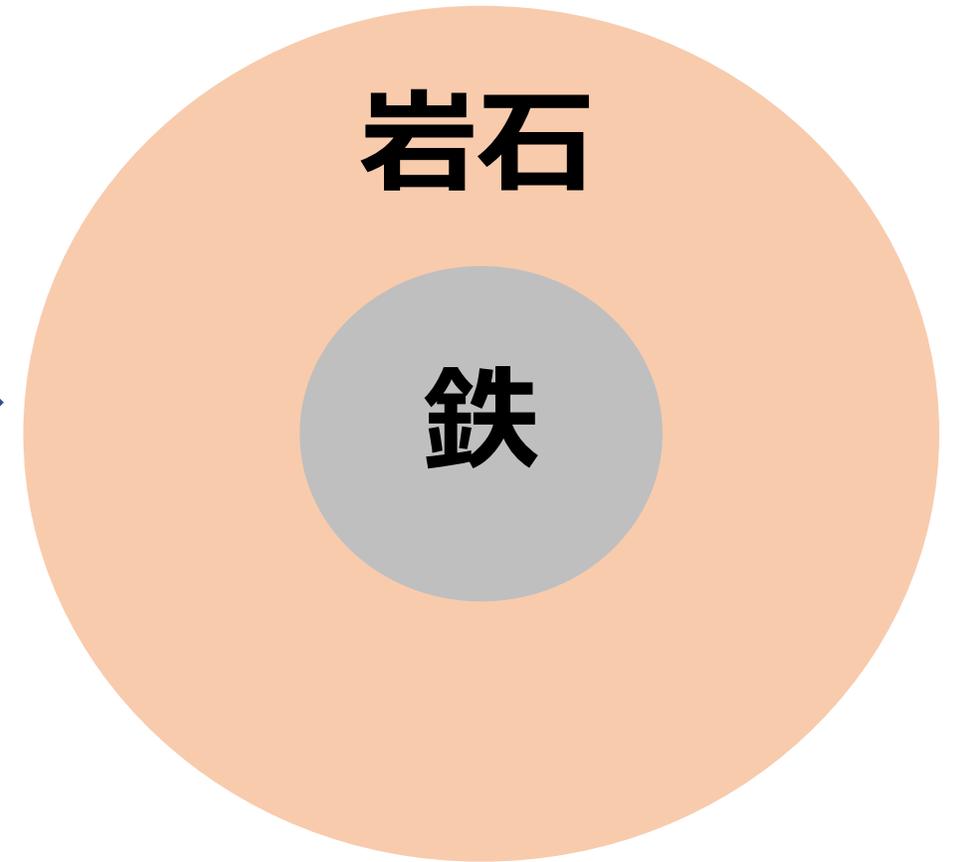
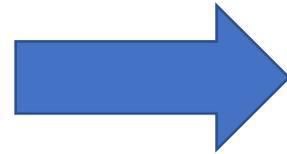
岩石惑星形成： 巨大衝突



マグマオーシャンと分化

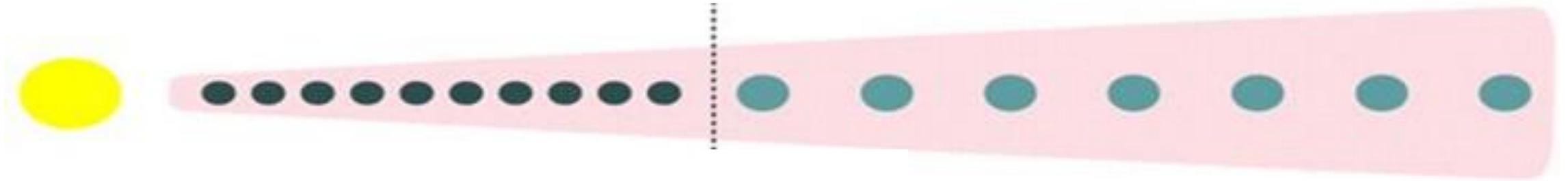


分化



原始惑星の組成

スノーライン



岩石原始惑星
→岩石惑星に

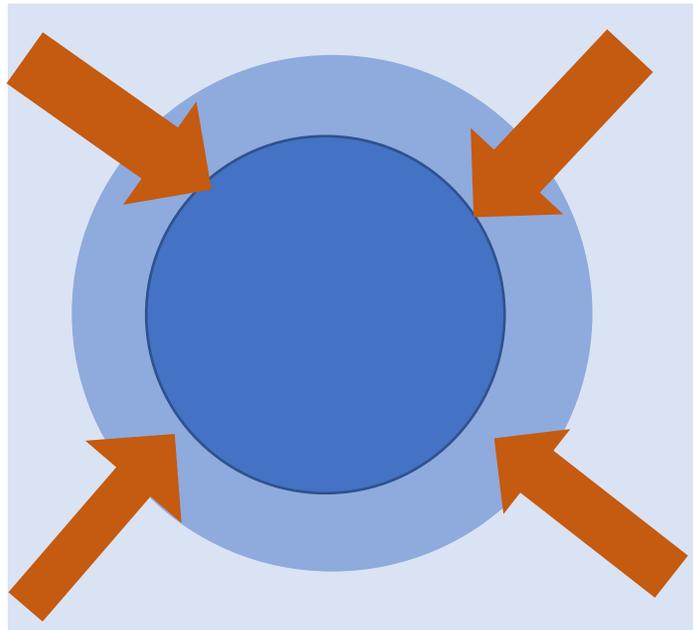
氷原始惑星

- ・木星、土星はガスを持っていた
どのようにガスを取り込んでいった
のか？

巨大ガス惑星の形成



ガスを取り込む仕組み

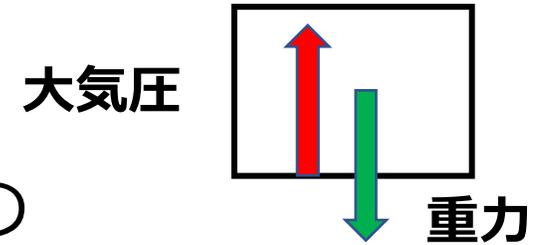


- 原始惑星は、
ガスをまとう

原始惑星の質量が地球の
10倍を超えると・・・

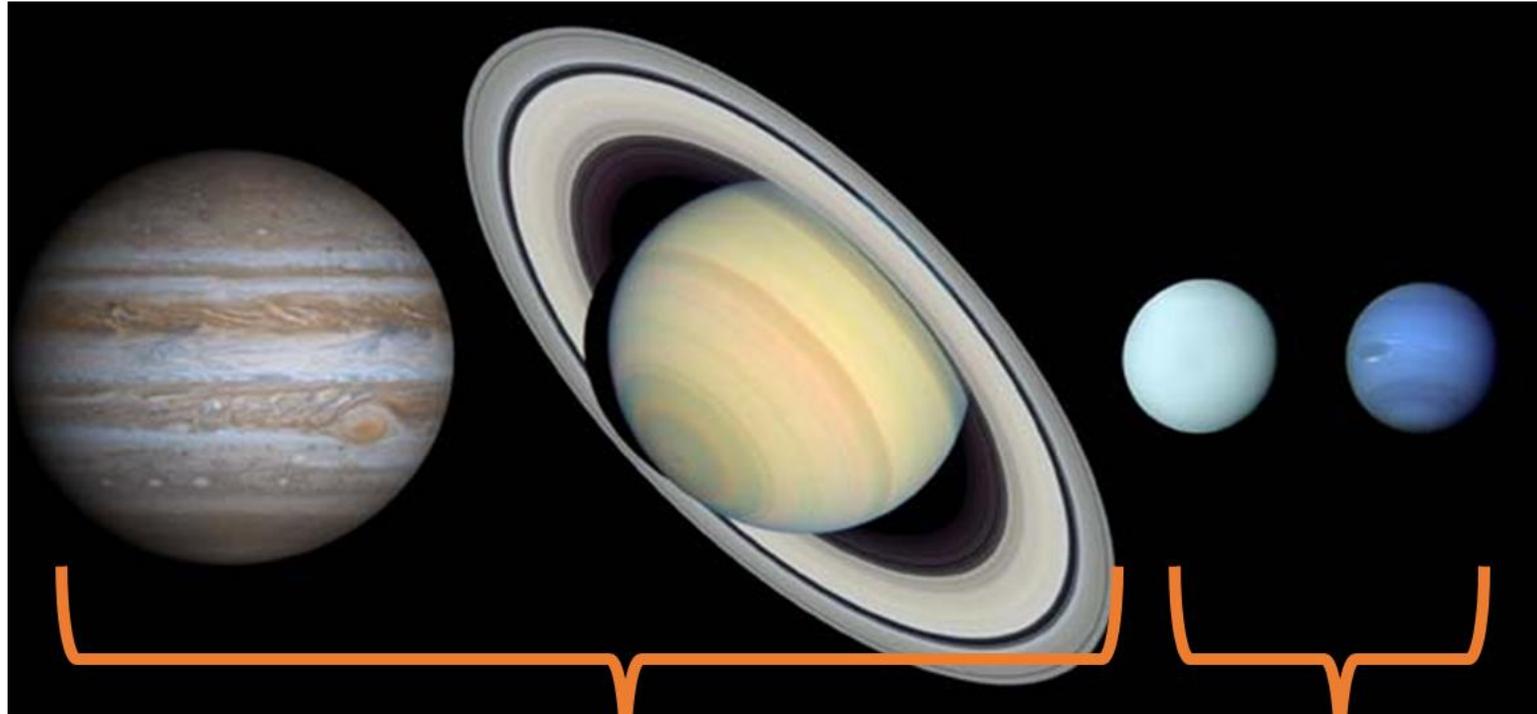
- **ガスが落ち込む**
- さらにガスを取り込み、
巨大ガス惑星になる

※大気にかかる力



巨大氷惑星

- 巨大氷惑星は、巨大ガス惑星のようにはガスを取り込んでいない。



⋮

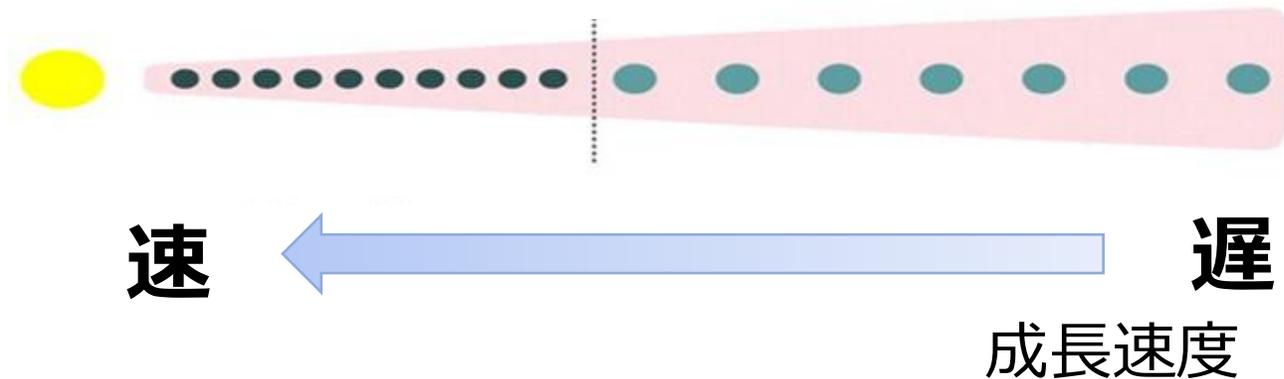
巨大ガス惑星

巨大氷惑星

巨大氷惑星

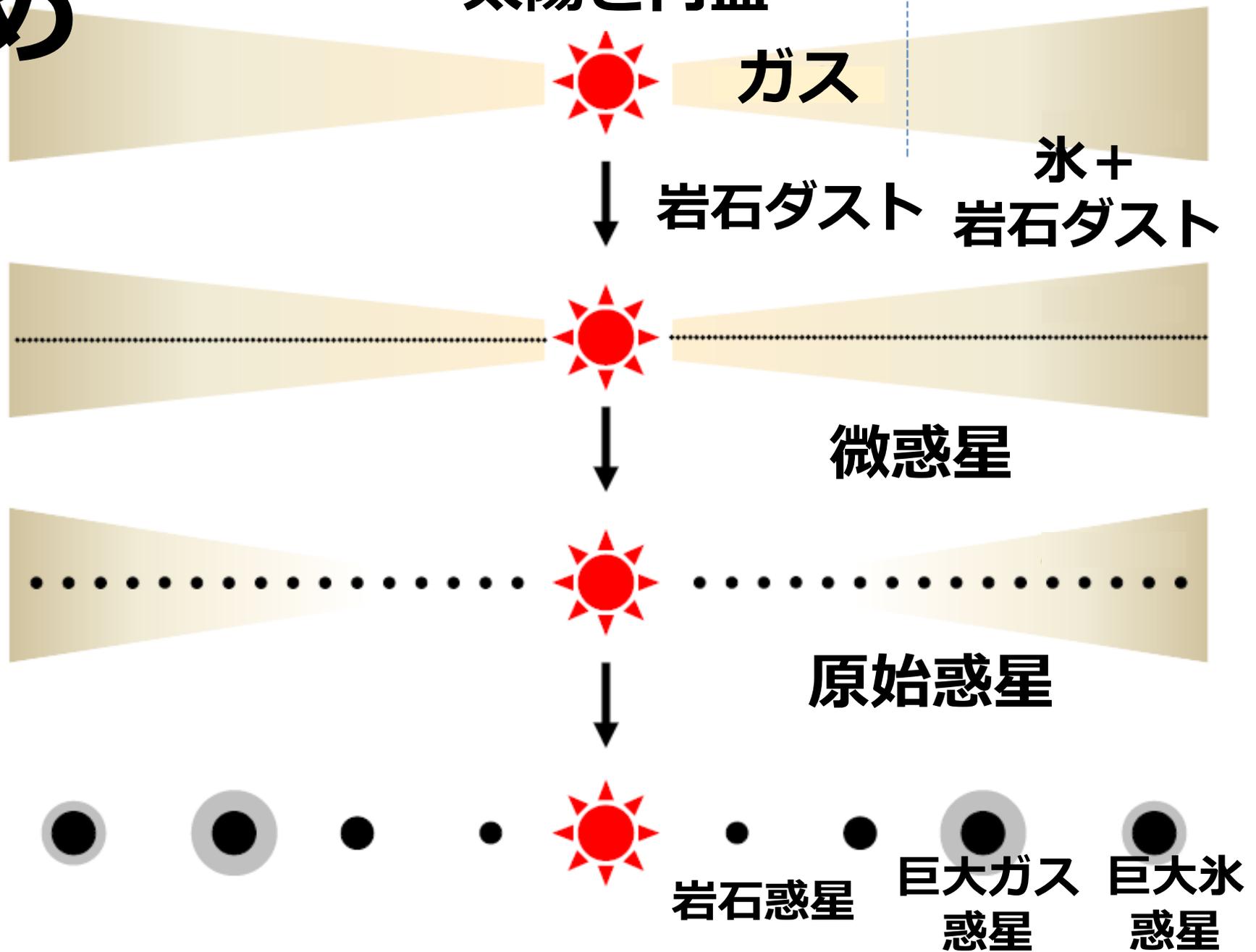
巨大氷惑星が地球質量の10倍に達したときは、**もうガスはなかった！**

- ガスは散逸する
 - 現在の太陽系では、ガスの円盤は存在しない。
- 原始惑星の質量の成長速度



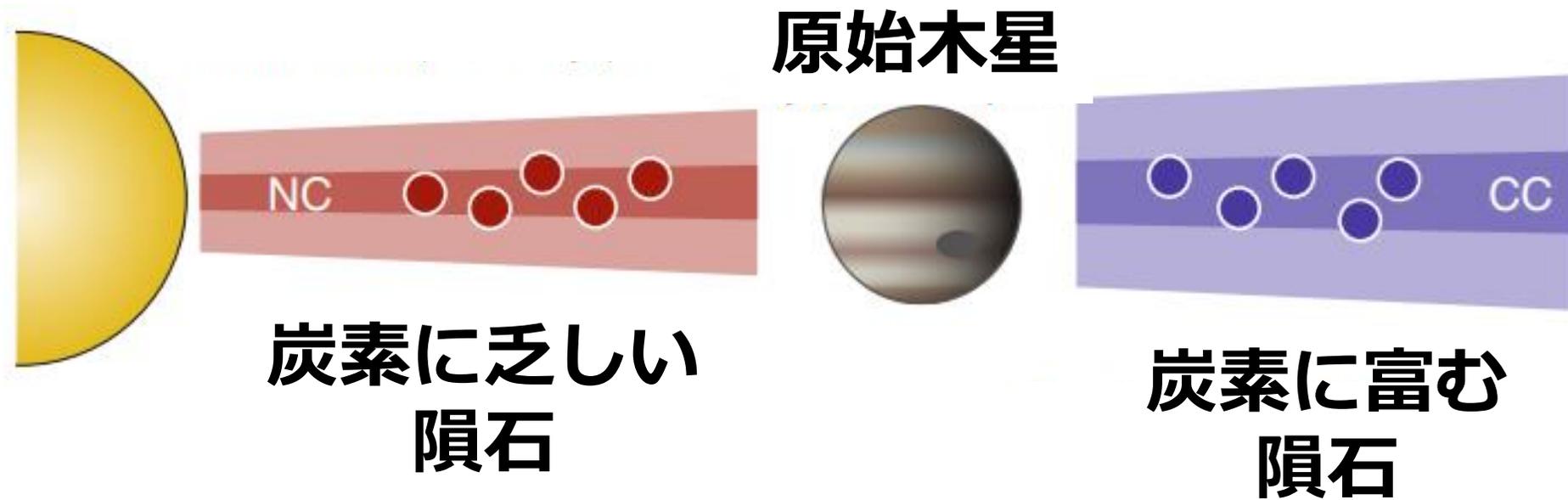
まとめ

太陽と円盤



木星は微惑星よりも先に形成？

- 最新の隕石研究から



- 今後のわたしの研究

隕石の年代データから、太陽系の形成過程を明らかにする

質問タイム

出典（上畑）

- ブリタニカ Study of the solar system
<https://www.britannica.com/science/astronomy/Study-of-the-solar-system>
- Wikipedia File:Solar system orrery inner planets.gif
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_system_orrery_inner_planets.gif
- Wikipedia File:Solar system orrery outer planets.gif
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_system_orrery_outer_planets.gif
- Views of the Solar System The Sun and Planets
<https://solarviews.com/cap/misc/solarsystem.htm>
- Milky Way Stars over Pine Valley, Utah
<https://chrome.google.com/webstore/detail/milky-way-stars-over-pine/memcphligehabnghadofahejdodcfnnb?hl=ja>
- Hondaキャンプ アウトドア図鑑 星座図鑑 冬の星座 オリオン座
<https://www.honda.co.jp/outdoor/knowledge/constellation/picture-book/orion/>
- 美星天文台 馬頭星雲の撮影
<https://www.bao.city.ibara.okayama.jp/?p=1852>
- NASA hubble Visible and infrared views of the Horsehead Nebula
<https://esahubble.org/images/heic1307b/>
- ALMA 渦巻きの腕に抱かれる赤ちゃん星
https://alma-telescope.jp/news/mt-post_680
- SCI NEWS Astronomers Observe Hundreds of Protoplanetary Disks in Orion Molecular Clouds
<http://www.sci-news.com/astronomy/protoplanetary-disks-orion-molecular-clouds-08164.html>
- Wikipedia 原始惑星系円盤の想像図
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%AA%E9%99%BD%E7%B3%BB#/media/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Protoplanetary-disk.jpg>

出典（黒江）

- ウィキペディア 木星型惑星
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%A8%E6%98%9F%E5%9E%8B%E6%83%91%E6%98%9F>（12月2日閲覧）
- 天文地球物理学 I
https://staff.fukuoka-edu.ac.jp/kanamitu/lecture/tenchi1/tenchi1_5.pdf（12月2日閲覧）
- ウィキペディア Protoplanetary disk
https://en.wikipedia.org/wiki/Protoplanetary_disk（12月2日閲覧）
- 国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクト ダストの衝突合体成長
<https://4d2u.nao.ac.jp/t/var/download/DustGrowth.html>（12月2日閲覧）
- ウィキペディア チュリュモフ・ゲラシメンコ彗星
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%81%E3%83%A5%E3%83%AA%E3%83%A5%E3%83%A2%E3%83%95%E3%83%BB%E3%82%B2%E3%83%A9%E3%82%B7%E3%83%A1%E3%83%B3%E3%82%B3%E5%BD%97%E6%98%9F>（12月2日閲覧）
- 天文学辞典 寡占的成長
<https://astro-dic.jp/oligarchic-growth/>（12月2日閲覧）
- SingularityHub giant-impact-hypothesis-moon-earth-theia
<https://singularityhub.com/2021/01/04/the-secret-history-of-the-moon-the-epic-story-of-how-the-moon-was-made/giant-impact-hypothesis-moon-earth-theia/>（12月2日閲覧）
- LIVESCIENCE Early Earth's Spin Helped Shape Its Molten Magma Ocean
<https://www.livescience.com/64970-early-earth-spin-magma-ocean.html>（12月2日閲覧）
- 理科年表オフィシャルサイト 惑星形成論：最新“太陽系の作り方”
<http://www.rikanenpyo.jp/top/tokusyuu/toku2/>（12月2日閲覧）
- CSCS HOW PLANETS LIKE JUPITER FORM
<https://www.cscs.ch/science/physics/2016/how-planets-like-jupiter-form/>（12月1日閲覧）