

# 系外惑星探査

- どうして、太陽系の外なのか -



北大-大垣東高校間遠隔授業2020

北海道大学理学院修士1年 茂木遥平

# 自己紹介 茂木 遥平

- 北海道大学大学院理学院修士1年
- 太陽系内の小惑星がどうして現在のようになったのかを研究中
- 趣味
  - 天体観測, ドライブ, 料理, 和服でおでかけ
    - 一人暮らしをするようになると自由が広がるよ!

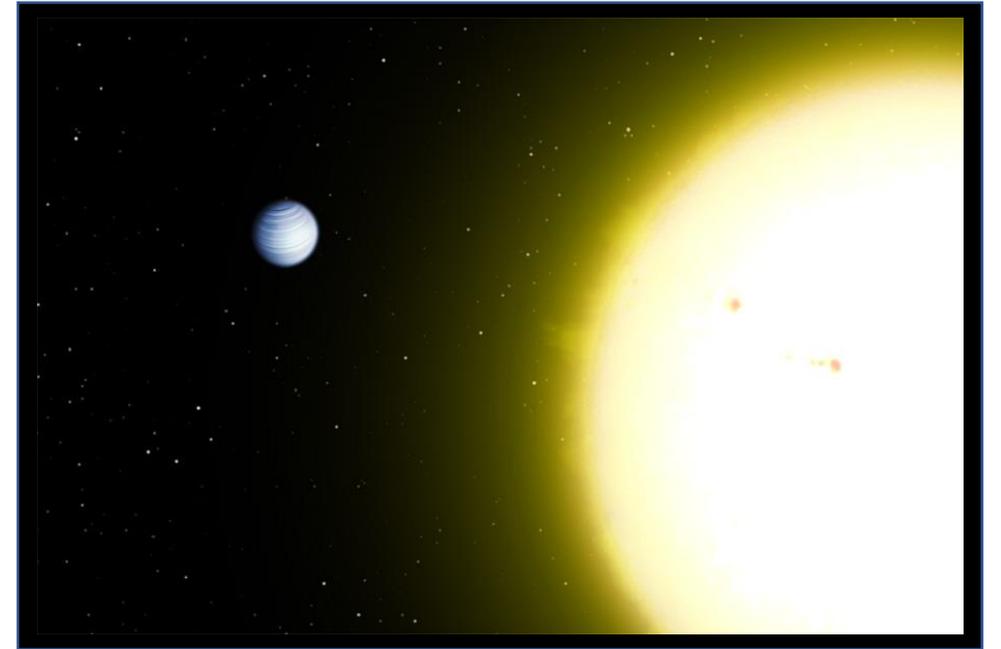


# 本日のおしながき

- 系外惑星って何？
  - 惑星は太陽系だけのものではなかった!!
- 系外惑星発見の衝撃！！
  - 系外惑星の発見がこれまでの常識を覆す!!
- 地球という星の存在への衝撃
  - 地球, 存在できてもいいのですか??
  - そして後半へ……(長橋)

# 系外惑星って……一体何？

- 太陽以外の恒星の周りを公転する惑星のこと。
- 見つかったのは結構最近のこと。
  - 最初の系外惑星は1995年に発見。
    - この発見によりマイヨールとケローは2019年のノーベル物理学賞を受賞
  - 現在までに4296個の惑星が発見



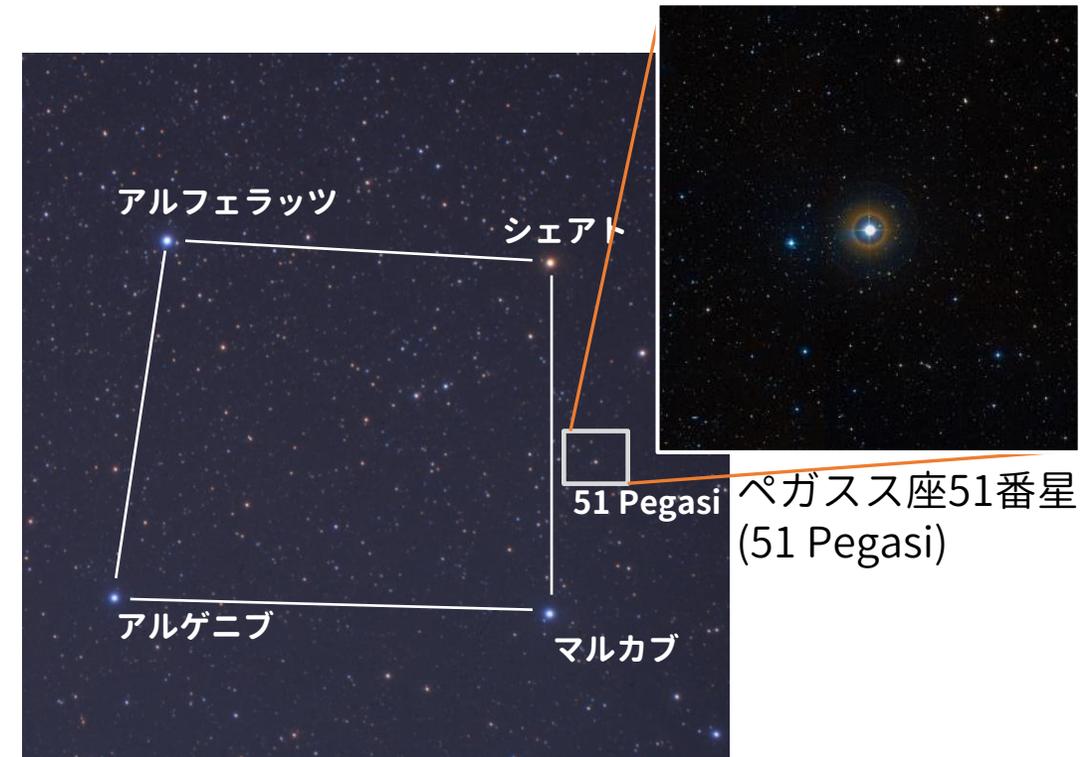
最初に発見された系外惑星  
ペガサス座51番星 bのイメージ図  
CC BY-SA 3.0 描 DebiVort



これまでに見つかっている  
系外惑星の内訳  
データ出典: exoplanets.nasa.govより

# 最初の発見

- ペガサス座51番星という星の周りに存在.
  - ペガサス座51番星 b という名前
  - **視線速度法** という手法にて発見.
  - ホットジュピターと呼ばれるタイプの系外惑星



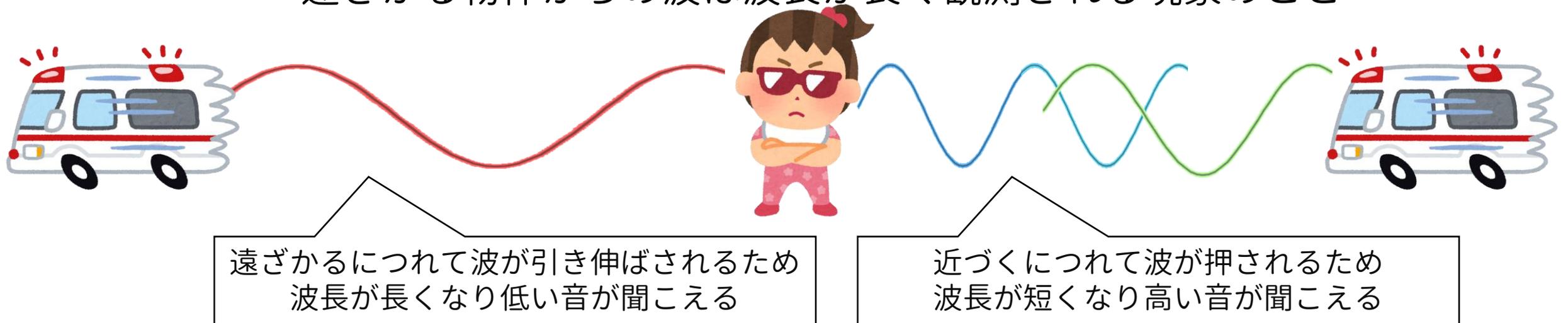
ペガサス座51番星の位置. 秋の四辺形の傍にある. 双眼鏡で見ることできる.  
(もちろん系外惑星は見られない)  
出典:sky-map.org

# 視線速度法

- 惑星の公転に伴う恒星の揺れ動きをドップラー効果を用いて検知することで系外惑星を検出する方法。

## ドップラー効果とは？

近づいてくる物体からの波が波長が短く、  
遠ざかる物体からの波は波長が長く観測される現象のこと



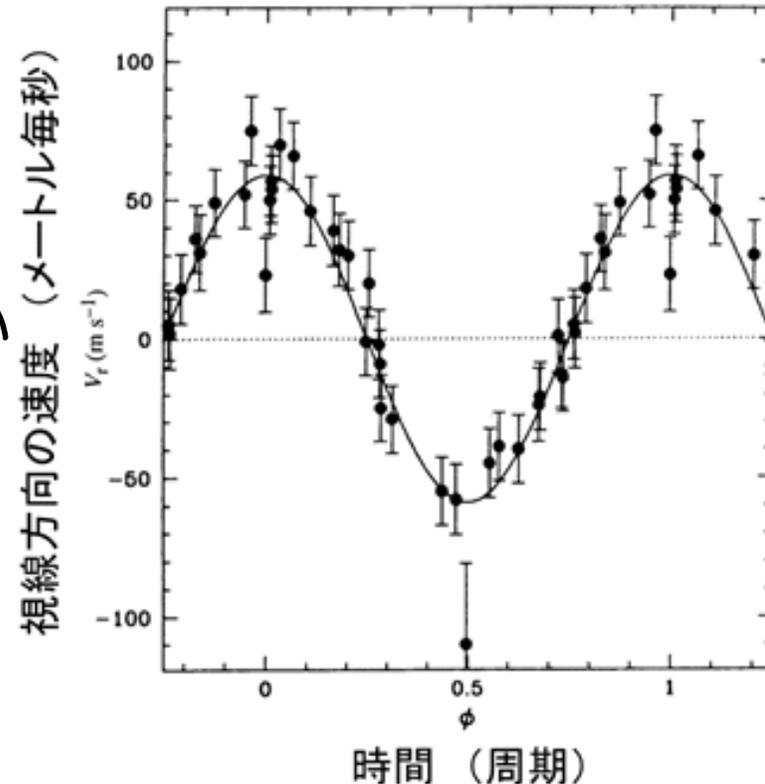
# 視線速度法

- 惑星の公転に伴う恒星の揺れ動きをドップラー効果を用いて検知することで系外惑星を検出する方法.



# 最初の発見

- ペガサス座51番星という星の周りに存在。
  - ペガサス座51番星 b という名前
  - **視線速度法** という手法にて発見。
  - 太陽程の重さの星を動かすほど重い
  - 公転周期が4日と恒星に近い
    - ホットジュピターと呼ばれる惑星

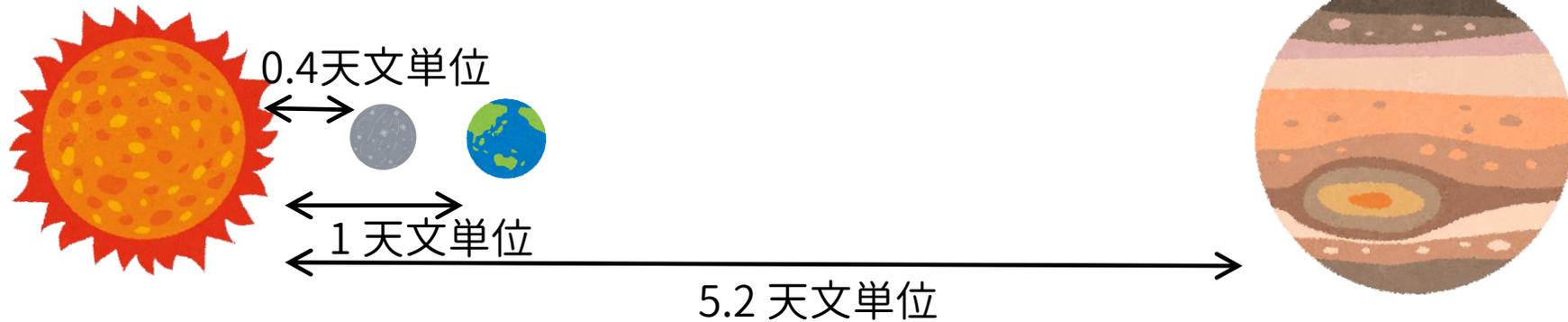


ペガサス座51番星  
(51 Pegasi)

ペガサス座51番星の視線速度の変化。  
惑星の1公転の間に±70m/sの速度変化がみられる  
出典: Mayor and Queloz, Nature 1995

# ホットジュピターとは？

- 太陽の非常に近くに存在する木星型惑星のこと。



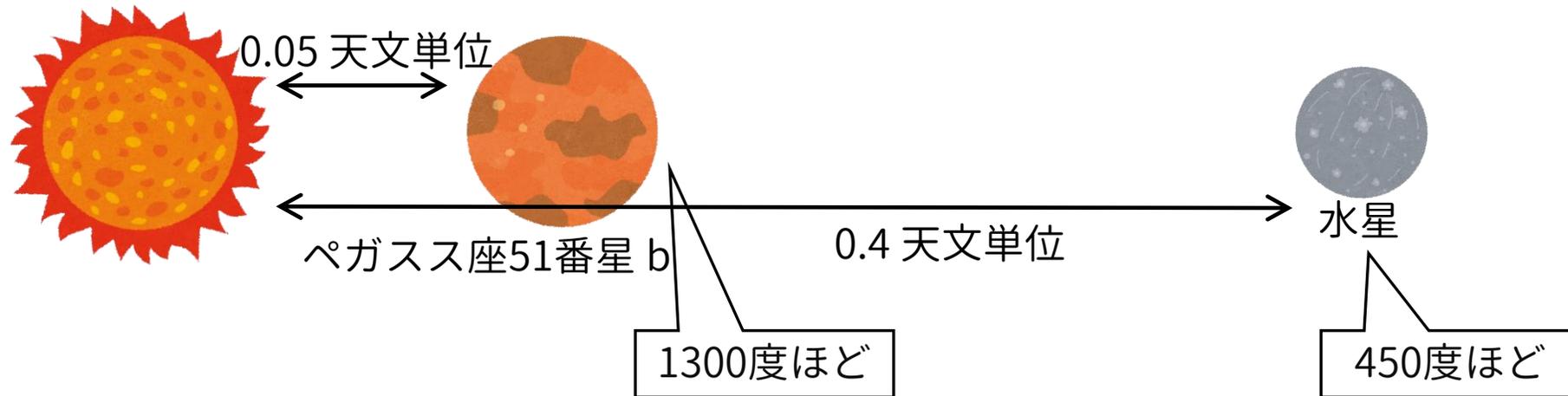
Quiz!!

ペガサス座51番星 bは恒星からどれくらいの距離を公転しているでしょう??

1. 地球と同じくらいの距離
2. 水星と同じくらいの距離
3. 水星よりも内側

# ホットジュピターとは？

- 太陽の非常に近くに存在する木星型惑星のこと。

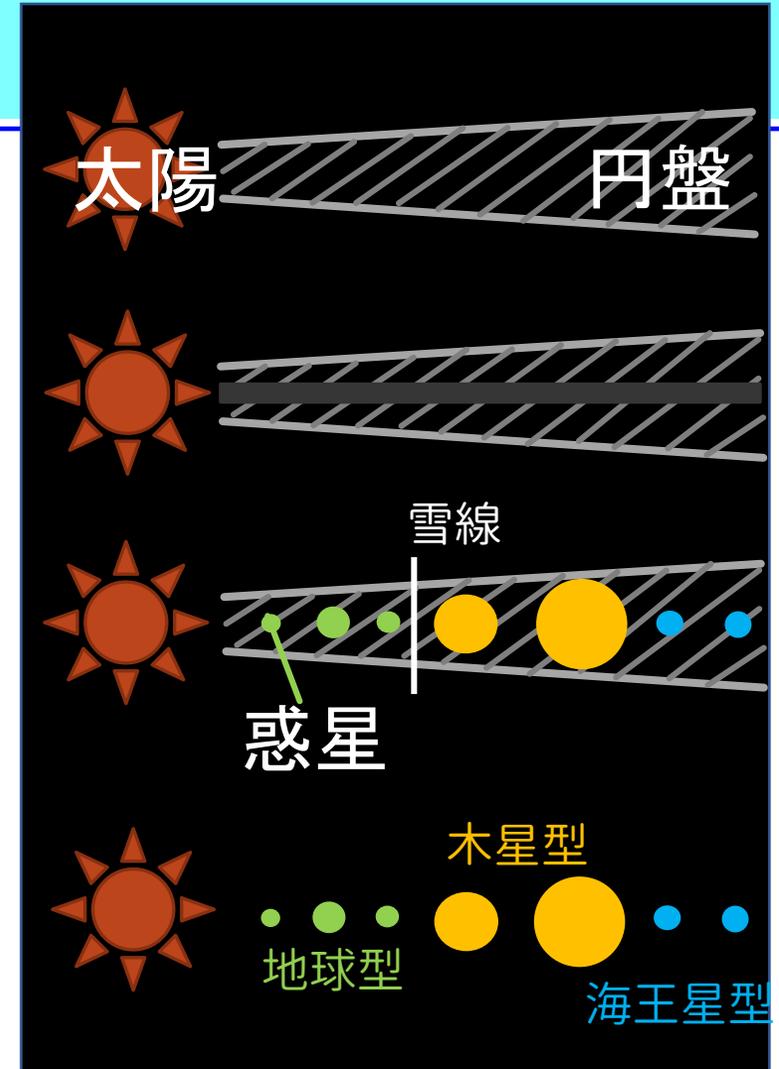


- 木星型惑星が恒星の非常に近くに存在していることは当時の惑星形成論の常識からは非常に衝撃的。

# なぜ衝撃だったのか……

- 惑星形成の常識においては惑星は今いる場所で誕生すると考えられていた。
  - 木星型惑星は地球型惑星より遠いところで形成されるはず……？

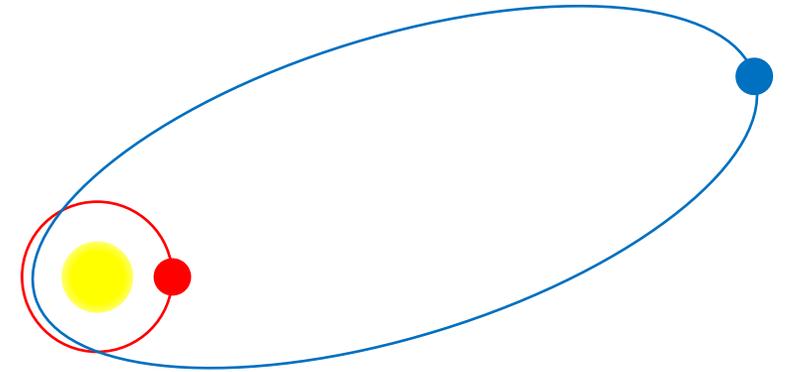
惑星形成論の見直しへ!!



惑星のその場形成を支持していた従来のモデル。  
このモデルではホットジュピターを説明できない。

# 惑星形成論の見直し

- その後もエキセントリックプラネットなど、従来のモデルでは説明できない惑星が続々と発見される。
  - 円盤中で惑星が生まれると円軌道となる。
- これらの惑星の成因を説明するために惑星移動を伴う惑星形成モデルが提案されていった。

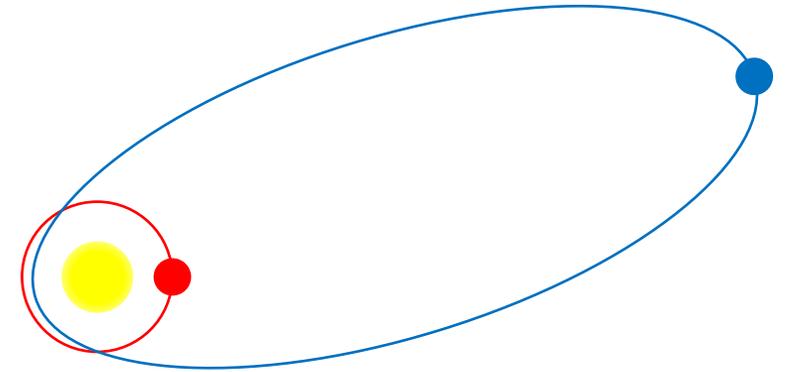


観測による軌道の推定から**ホット**  
**ジュピター(赤色)**や**エキセント**  
**リックプラネット(青色)**など、従来の  
その場形成モデルでは説明でき  
ない惑星が多数発見される。

# 地球の存在に対する衝撃

- 初期に発見された系外惑星はあまりに地球とは違うものだった
  - ホットジュピターは熱すぎる!!!
  - エキシセントリックプラネットは軌道が楕円すぎる!!
- 地球は……特殊な星だった…？

トランジット法の活躍で  
そんな認識が変化!!



**ホットジュピター(赤色)**は恒星に近すぎるため、高温になる。

**エキセントリックプラネット(青色)**は惑星移動の影響で楕円型の軌道をしている。

# まとめ

- 系外惑星って何？
  - 太陽以外の恒星の周りを公転する惑星のこと。
    - 1995年に初めて発見される。
- ホットジュピターの何がすごいのか？
  - 従来の惑星形成論では説明のつかない軌道に存在。
    - 惑星形成モデルが見直され、惑星の移動が考えられるように。
- 生命の存在可能性への衝撃
  - 初期に発見された系外惑星は生命の存在に適さない天体ばかりであった。

# 質疑応答タイム!!

どんな些細なことでもどしどし質問してね!