

プラネタリウム投影プログラム「見えてきた系外惑星」制作報告

西野 藍子^{*1}、石坂 千春^{*2}

概要

当館では2025年9月3日(水)から11月30日(日)まで、「見えてきた系外惑星」というタイトルでプラネタリウム番組を投影した。2025年は太陽系以外の惑星が初めて発見されてから30年となる節目の年であった。そこで、この30年の観測で見えてきた系外惑星のすがたを紹介することで、最先端の天文学研究に触れてもらう機会とし、また、近年話題となっている宇宙生命の可能性と現時点での研究成果について知っていただく機会とした。本稿ではこの番組の内容及び製作の過程を、観覧者からの感想・意見を併せ、報告する。

1. はじめに

2025年は太陽系以外の惑星が最初に発見されてから30年となる周年の年である。その後、現在までに系外惑星は6,000個以上発見され、宇宙には多様な惑星が存在することが確かめられている。また、最新の宇宙望遠鏡の観測により、惑星の大気成分など、より系外惑星のすがたが明らかになりつつある。そこで、本番組では、観測技術の発展によって見えてきた系外惑星のすがたを紹介することで、最先端の天文学研究に触れてもらう機会とし、また近年話題となっている宇宙生命の可能性と現時点での研究成果について知っていただく機会とした。



写真1. タイトル画像

2. 番組の構成

番組の構成として、おもに4つのパートを用意した。それぞれの詳細を2-1～2-4に記載する。

なお本番組は以下のように分担して制作を行った。

シナリオ原案: 石坂

構成・演出・映像選出・マクロ組込: 西野

プログラム・画像制作: 西野、飯山、三田村、野村

2-1. イントロダクション

導入として、星空を日周させながら、「夜空に輝く星たちの中には、太陽系のように惑星が回っている星があるのだろうか?」と投げかけ、1940年代から太陽系外惑星を探す試みが続けられていたことを紹介。長らく発見されなかったが、1995年世界初の太陽系外惑星が発見された。秋の星座の一つ、ペガサス座の51番星に、常識外の惑星が発見されたことを紹介した。



写真2. ペガサス座51番星bの紹介

^{*1} 大阪市立科学館 学芸員
nishino@sci-museum.jp

^{*2} 大阪市立科学館 学芸員
ishizaka@sci-museum.jp

発見したのはスイスのケロー博士とマイヨール博士で、この惑星はペガサス座 51 番星 b と名づけられた。

その後、次々と系外惑星が発見され、現在までに 6,000 個もの系外惑星が見つかったことを紹介した上で、タイトル画像を出し、イントロダクションとした。

2-2. 発見法

本パートでは、系外惑星をどのように発見するのか、現在行われている 2 つの手法を紹介した。まずは私たちの太陽系を俯瞰でご覧いただき、太陽の大きさに対し正しいスケールで惑星を表示することで、いかに惑星が小さいか、そして、暗いかを実感いただいた。

最初の系外惑星が発見された手法は、「ドップラー法」とよばれるものである。これは、中心星のまわりを惑星がまわることで、惑星の重力でわずかながらに中心星が振り回される。そのふらつきを観測することで、間接的に惑星を発見する手法である。

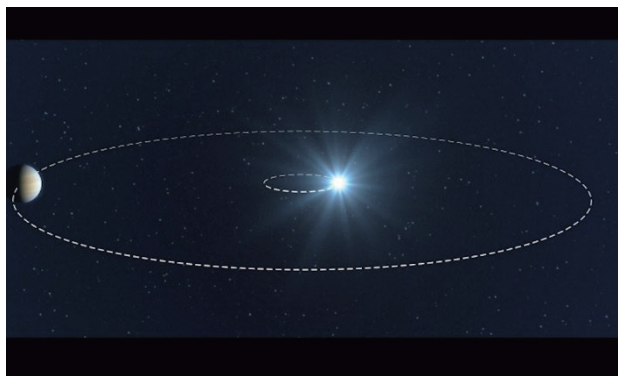


写真3. 「ドップラー法」説明動画(©ESO/L. Calçada)

この手法により発見されたペガサス座 51 番星 b まで、MG Σ SE の星空でズームインし、ペガサス座 51 番星 b の CG 映像にシームレスに切り替えた。この惑星は、中心星に非常に近いところを 4 日ほどで公転しており、星間の表面温度は 1,000℃ にも達することを紹介した。

続いて、系外惑星を発見するもう一つの手法「トランジット法」を紹介した。

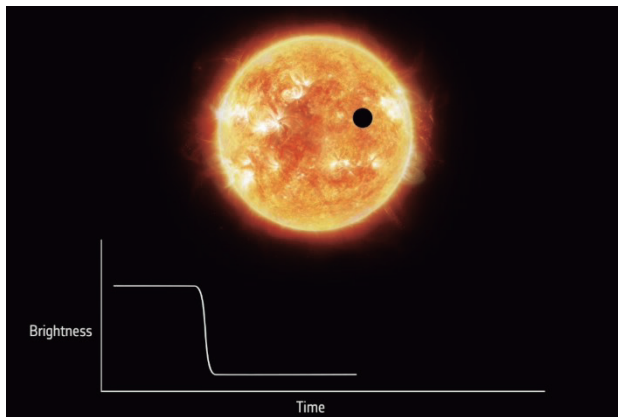


写真4. 「トランジット法」説明動画(©ESA)

これは、惑星が中心星の前を横切る時、中心星の光がさえぎられることで、中心星が少し暗くなる。この明るさの変化を観測することで、こちらも間接的に惑星があることを発見する手法である。

2009 年 3 月に打ち上げられたケプラー宇宙望遠鏡は、このトランジット法を使って多くの系外惑星を発見することに成功している。2018 年 11 月に運用を終了するまでの 9 年半観測を行い、実に 50 万以上もの恒星を観測し、その結果 3,000 個ほどの系外惑星を発見したことを紹介。ここでは、ケプラー望遠鏡の 3D モデルを活用し、MG Σ SE の星空にオリジナルで作成した円錐型の図を重ね合わせることで、ケプラー望遠鏡の観測エリアをビジュアル化し、天の川銀河のどのエリアの恒星を観測したかをご覧いただいた。

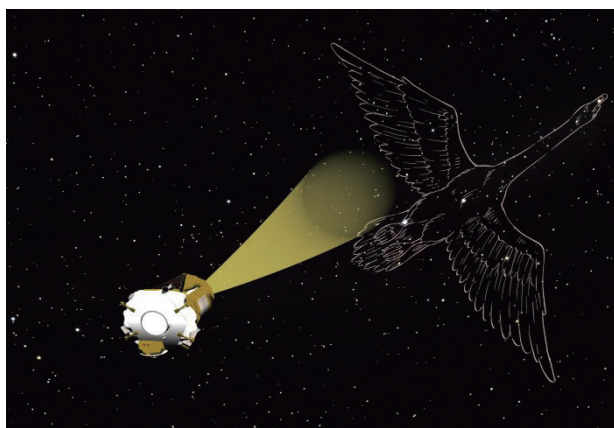


写真5. ケプラー望遠鏡 CG 映像

「はくちょう座」のシーンからシームレスに天の川銀河の全体が俯瞰できる範囲までズームアウトする演出

このケプラー望遠鏡の観測成果により、ペガサス座 51 番星 b のような巨大な惑星（ホットジュピター）も数多く発見され、さらには太陽系の惑星に似たような惑星（スーパーアース）も発見されるようになったことを紹介した。

2-3. ハビタブルゾーン

本パートでは、これまで発見された系外惑星の個性などを紹介した。例えば、惑星の質量と中心星からの距離により、ある程度の特徴が見えてくる。まずは、惑星の質量と中心星からの距離のプロット図を表示し、系外惑星の大きなグループ分けを紹介した。

- 中心星との距離が近く、重い星（ホットジュピター）
- 木星のような巨大なガス惑星（コールドジュピター）
- 地球より少し重い岩石型惑星（スーパーアース）

さらに、このプロット図に太陽系の惑星も配置し、地球に似た惑星はあまり見つかっていないことも合わせて紹介した。

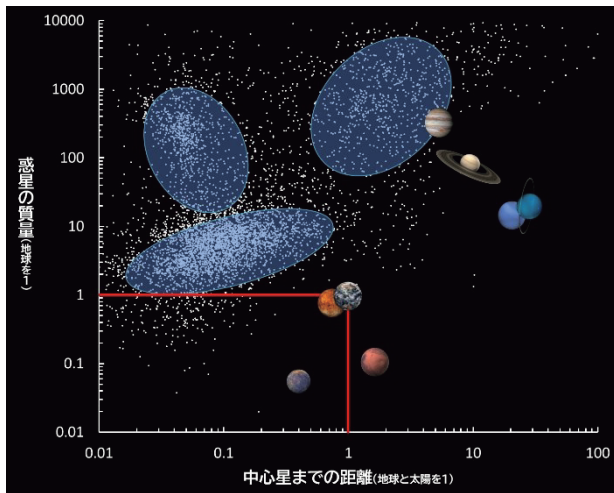


写真6. 惑星の質量と中心星までの距離のプロット図
(制作: 三田村)

さて、ではこれまで発見されている系外惑星の中に、生命の生まれている可能性のある惑星はあるのだろうか。ここで、ハビタブルゾーンについて説明した。

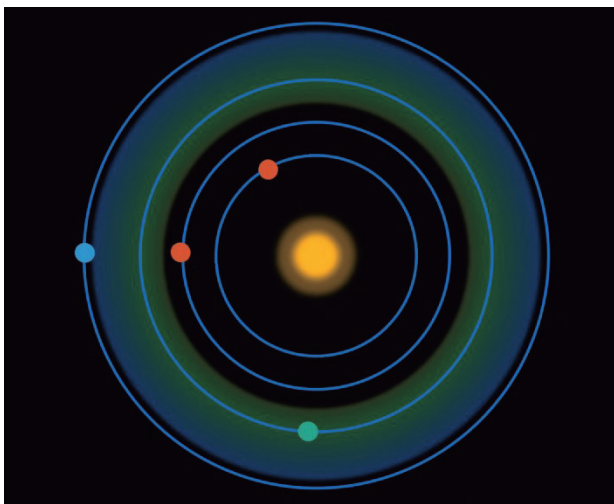


写真7. ハビタブルゾーンの説明図 1(制作: 三田村)

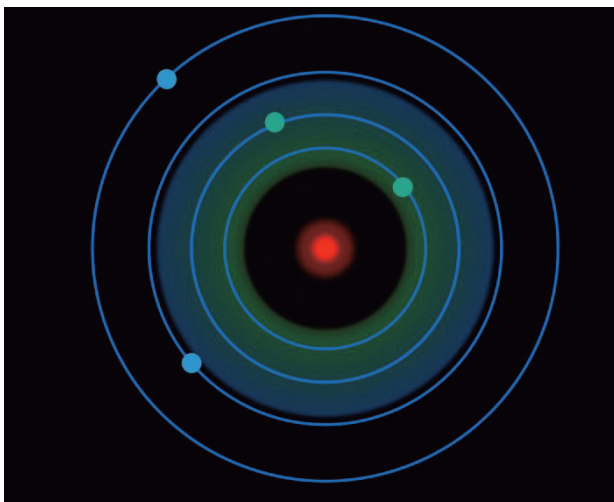


写真8. ハビタブルゾーンの説明図 2(制作: 三田村)
中心星が低温・暗いとハビタブルゾーンはより内側に

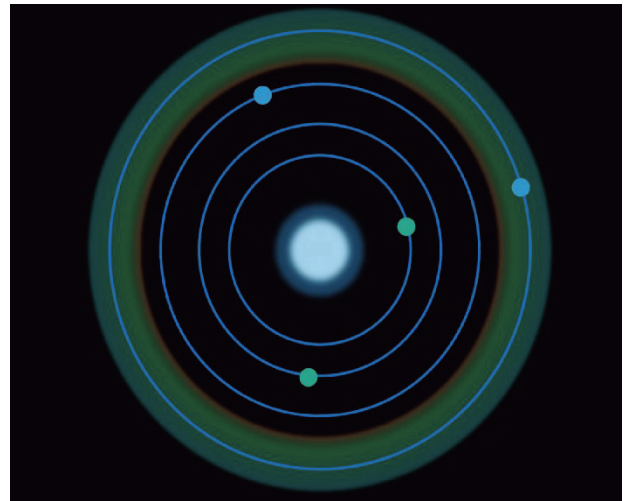


写真9. ハビタブルゾーンの説明図 3(制作: 三田村)
中心星が高温・明るいハビタブルゾーンは外側に

そして、これまでの観測により、ハビタブルゾーンに存在する惑星も発見されている。たとえば、みずがめ座の方向、約 40 光年の距離に位置する TRAPPIST-1 という恒星のまわりには、地球サイズの惑星が7つ発見されており、地球と同じ岩石型惑星であることが分かっている。そして、内3つはハビタブルゾーンに位置していることが分かっている。ここで、TRAPPIST-1e の地上風景 CG 動画を全天に表示し、これらの惑星には地球と同じように海が広がっている可能性があることをご覧いただいた。



写真 10. TRAPPIST-1e の地上風景 CG 映像
(©ESO/L. Calçada/spaceengine.org)

2-4. エンディング

再び MGΣSE の秋の星空に戻り、日周させながら、最新の系外惑星の観測研究について紹介した。2018 年に打ち上げられたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡では、系外惑星の大気をくわしく観測する試みが行われている。それは中心星の前を惑星が横切の際、もし惑星に大気があれば、恒星の光がさえぎられたり吸収されたりすることで、一部が地球に届かなくなる、という現象を利用し、惑星の大気にどのような成分が含まれているかを調べているものである。現在までに発見され

ているのは、二酸化炭素やメタン、といった成分である。わずかなものでは酸化チタンやシアン化水素など多種多様な物質が発見されている。今後もし大気中に酸素やオゾン、メタンなどが発見されれば、それは生命の存在を示すものかも知れない。現在では、そうしたバイオシグネチャーを発見することが一つの大きな目標となっていることも合わせて紹介した。

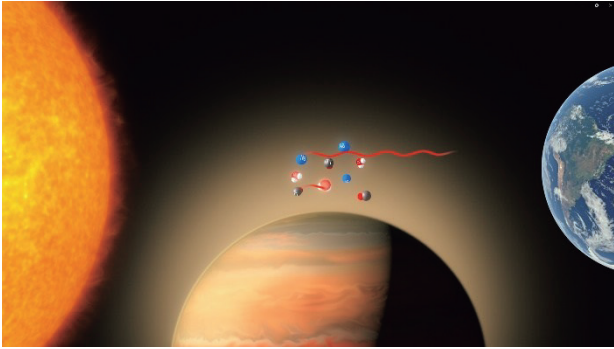


写真 11. 惑星大気の観測手法の説明動画
(©ESO/M. Kornmesser)

最後に、さまざまな系外惑星の CG 映像を全天でご覧いただき、この 30 年で少なくとも太陽系外惑星は宇宙にありふれていて、いろんな惑星たちの世界がある、ということが確かめられた事、しかし、まだ私たちの太陽系が宇宙の中でもありふれた存在なのか、それとも非常に珍しいタイプなのか、さらに地球のような生命のあふれる星があるのかどうか、分かっていないことも多い事に言及し、今後の系外惑星探査に注目いただきたい、と締めくくった。

3. おわりに

今回、一般の人々にとって聞き馴染みの薄い太陽系外惑星について取り上げたため、お客様からの反応が少し不安だったが、想像以上に興味関心を持ってくださった方が多かったように実感している。アンケートでは、

○系外惑星という聞きなれない用語のプログラムだったので、参加してみた。系外惑星というものが何か、どう探すのか、とてもわかりやすく説明して下さったので、興味深く見る事ができた。

○地球以外にも生命体の存在する惑星があるのかというロマンを感じさせてもらえる内容でとても面白かった
○今回見た「見えてきた系外惑星」はとても面白かった。星を見つけるための様々な観測方法や分類分けされた星々などとても興味深い内容だった。

○もう少し専門的な踏み込んだ話を聞きたい。今回の地球のような系外惑星についての話なら、もっとたくさん地球型系外惑星を詳しく紹介してほしい。

○ちょうど興味のあった系外惑星の観測方法の話に触れてもらえたのが印象ぶかった。

○星空解説と系外惑星の解説の量と難しさのバランスが良かった。

○惑星の大気を調べている話、すごく気になった。

○もう少し系外惑星について話をしてほしいかった。

○ずっと興味はあったけど、なかなか調べたりすることが出来ないお話だった。現代の研究のお話が聞けたのが面白かった。

など、さまざまな感想をいただいている。

また、今回筆者が初めて体験したことが、本番組をご観覧いただいたお客様から後日電話で、さらに系外惑星について知りたい、一度家に帰って復習していたが、よく分からなくなった、でも大変興味があつて電話した、というお声をいただいた。

聞きなれない用語をタイトルにするリスクはあったが、番組の構成及び映像演出などを工夫することで、知らない内容であっても興味を持ってご覧いただけるということを実感できたプログラムでもあったと考えている。今後も、こうした最先端の天文学研究を意欲的に取り上げて番組企画・制作を行っていきたい。