

太陽系外の惑星の発見

理学博士 中 井 直 正

◆経 歴◆

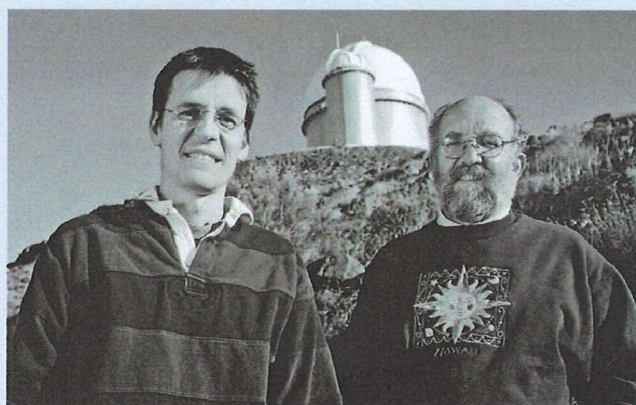
1985年 東京大学大学院修了
1988年 東京大学天文学教育研究センター助手
1989年～2004年 国立天文台助手、助教授、教授
2004年～2018年 筑波大学教授
2018年～ 関西学院大学教授

1. ほかの星に惑星が見つかった

「宇宙に沢山ある星(恒星)にも惑星はないだろうか」ということは、昔から考えられていました。しかし、星は非常に遠くにあるため、我々から見ると惑星は星のごく接近したところにあり、さらに惑星よりも100億倍以上も明るい星の光がじゃまになって、大きな望遠鏡で写真を撮っても見えません。

それが1995年にスイスのミシェル・マイヨール達(図1)によって、初めて太陽系外の惑星(系外惑星と呼ぶ)が間接的に発見され(2019年、ノーベル物理学賞受賞)、現在までに4,150個以上の系外惑星が発見されています。

発見された系外惑星の性質は、太陽系内の惑星とはかなり異なるものも多く、惑星の形成に関して大きな議論を巻き起こしています。



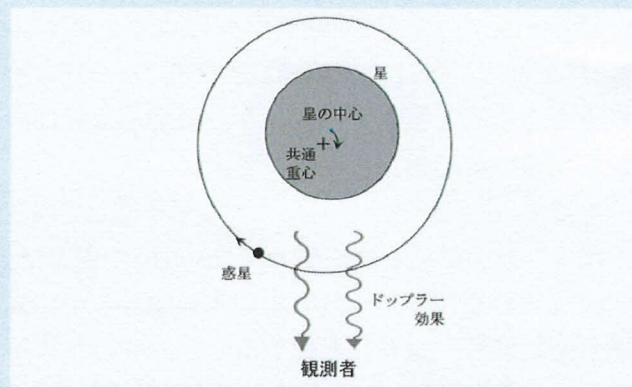
■図1 系外惑星を初めて発見したM.マイヨール(右)とその大学院生(左)。(L. Weinstein/Ciel et Espace Photos)

2. 間接的発見法1: ドップラー法

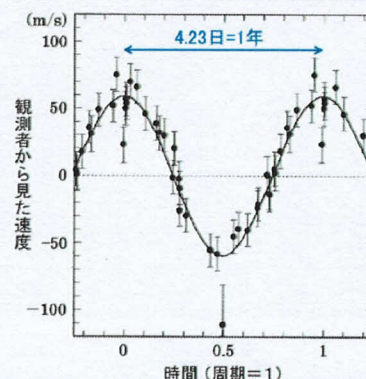
星と惑星は、互いの重力により共通の重心の周りを回っているため、星は観測者から見て近づいたり遠ざかったりしています。そのため、ドップラー効果により、観測される星の光の波長は、惑

星の公転周期と同じ周期で短くなったり長くなったりしているはず(図2)。それを分光計で観測します。ただし、惑星の質量は星に比べて非常に小さいため、ドップラー効果はわずかです。

1995年、マイヨール達は、ペガサス座51番星に初めてこのような惑星を発見しました(図3)。驚いたことに、この星の周りを回っている惑星の公転周期(この惑星の1年)は、わずか4.23日であり、星のごく近くを回っていることになります。しかも、この惑星の質量は、木星の半分という大質量でした。



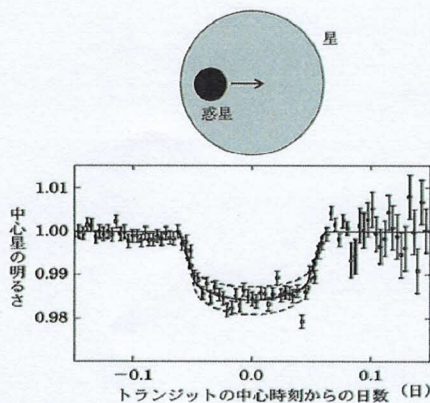
■図2.ドップラー法による系外惑星の発見法。惑星は見えませんが、星の光は観測できます。



■図3.ペガサス座51番星の視線方向の速度。視線速度が正は遠ざかる方向、負が近づく方向。(M.G. Mayor, et al. 1995 Nature 378, 357)

3. 間接的発見法2: トランジット法

星の周りを回っている惑星の公転面が我々から見てほぼ横向きの場合は、惑星が星の手前を横切ったときに星の光を隠し、星の明るさが惑星の面積の分だけ暗くなります（図4）。その現象が再度起きれば、星の周りを回っている惑星が存在していることになります。1999年、初めてトランジット法で系外惑星が発見されました。今ではこの方法で発見された惑星の数が最も多くなっています。

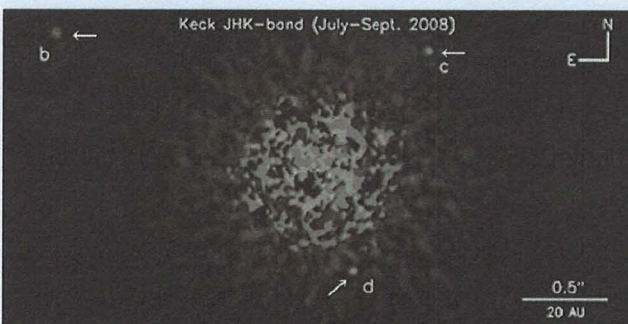


■ 図4.トランジット法で見つかったHD209458という星にある惑星。(D.Charbonneau, etc. 2000)

4. 直接撮像

間接的に多くの系外惑星が存在するとわかると、何とか直接的に惑星の写真を撮れないものか、と思うようになりました。しかし、惑星よりはるかに明るい星の光がじゃまです。

そこで、日食のときに月が太陽の光を隠して周囲の淡いコロナが見える原理と同じ「コロナグラフ」というものを作り、それで星の光を隠し、その周囲の暗い惑星を見ることにしました。それによって2008年に図5のような系外惑星が直接に撮像されました。



■ 図5. HR8799という番号の星の周りで直接撮像された3個の系外惑星。矢印の先にあるb、c、dと符号の付いた点が惑星。中心付近に見えるもやもやは、コロナグラフによる人工的な像です。(Marois etc. Science 322, 1348, 2008)

また、時間をおいて撮像することにより、惑星が実際に星の周りを公転している様子も確認されています。星に近い惑星は速く動き、外の惑星はゆっくり動いている様子もビデオのように撮られています。

5. 生命の可能性のある系外惑星

星から適度な距離にあって、表面温度が20℃程度で、地球上の生物や生命に類似したものが存在するのに適した惑星も見つかっています。

また、大気中に水蒸気が存在することがわかっている惑星も見つかっています。ただし、系外惑星に生物や生命がいるかどうかは確認できていません。

6. 系外惑星を最初に発見できた3つの理由

①技術の進歩

分光計の速度分解能が大きく向上し、ドップラー法において、星が惑星の重力によりわずかに振られる現象が観測可能になりました。

②自由があった

ドップラー法による最初の発見は、口径1.5m、トランジット法では、口径1.9mの中型望遠鏡が使用されました。割と自由に、しかも失敗が許される望遠鏡だからこそできた観測でした。高価で競争率の高い大型望遠鏡では、成果が出るかどうかかわからない観測は許されません。

③先入観が無かった

マイヨール達の発見と同じ時期に、米国とカナダの2つのグループがマイヨール達とほぼ同じ技術水準で同じペガサス座51番星を観測していても発見できませんでした。

理由は、系外惑星も太陽系内の惑星と似た周期（水星88日～木星12年）で公転していると考えて、数十日～数年のドップラー周期ばかり探査していたため、見つけることができませんでした。

それに対し、マイヨール達はそのような先入観や固定観念はなく、あらゆる長さの周期のものを調べ上げました。その結果、わずか4日で公転している惑星を発見することができたのです。

これらのことは学術的研究に限らず、企業でも日常生活でも大切なことでしょう。