

もう一つの世界

～ハビタブル・ゾーンに位置する新系外惑星を発見～

スイス、フランス、ポルトガルなどの天文学者のチームがESO (The European Southern Observatory : ヨーロッパ南天天文台) の口径3.6m望遠鏡を用いて、新たな太陽系外惑星(※1) (以下、系外惑星) を発見しました。その惑星の一つは重さが地球の約5倍、大きさが約1.5倍で、ハビタブル・ゾーン (連続生存可能領域) に位置し、表面には液体の水がある可能性があると考えられています[図1]。日々、新たな発見が続く系外惑星。今回の発見は、生命が存在する可能性がある惑星の発見へと、また一歩近づいたことになるでしょう。



[図2] 50cm社会教育用公開望遠鏡で捉えたGliese581 (NAOJ)

3つの惑星が廻る多重惑星系

今回、惑星が見つかったのはGliese581という、地球から20.5光年(※2)の距離に位置する恒星です[図2]。もともとこの星には、海王星サイズ (地球の質量の約16倍) の惑星が発見されていました。そして、さらに詳細な観測・解析を続けた結果、さらに2つの新惑星が発見されたのです。これらの惑星は、ドップラー法と呼ばれる系外惑星の検出方法を用いて発見されました[図3]。ドップラー法とは、恒星の周りを惑星がまわることによって生じる恒星のふらつきを、ドップラー効果(※3)によって検出する方法です。現在、系外惑星が発見されている系外惑星は主にこの方法によって発見されています。図4が観測されたデータになります。このデータを詳しく解析することによって、惑星の公転周期や質量、恒星からの平均距離などがわかります (ただし質量は下限値しかわかりません)。3惑星それぞれのデータは表1のようになっています。

ハビタブル・ゾーンとは?

その惑星が生命を育むためには、長期間にわたって液体の水が存在できる環境が必要になります (地球と同じような生物を仮定した場合)。水は、1気圧のもとでは0℃~100℃で液体として存在します。つまり、惑星の大気を1気圧と仮定した場合、水が液体で存在できるかどうかはその惑星の表面温度に依存します。惑星の表面温度は、恒星の温度とその惑星の恒星からの距離、そしてアルベド(※6)に依存します。ハビタブル・ゾーン (連続生存可能領域) とは、ある恒星の周りで、惑星が液体の水を長期間保持しうる距離範囲のことなのです。太陽系の場合、太陽からの距離が0.9~1.4AUがハビタブル・ゾーンだと考えられています。

赤くて小さい ~赤色矮星Gliese581~

ではここで、もう一度表1を見てみましょう。どの惑星も中心の恒星から非常に近いところを回っており、とてもハビタブル・ゾーンに位置しているとは思えません。ここで重要になってくるのが、中心の恒星の温度です。

中心の恒星Gliese581は赤色矮星と呼ばれる赤くて小さい星。星の色は温度を表し、赤い星というのは温度が低いことを示しています。温度が低くて小さいということは、明るさも暗いということ(※7)。中心星の明るさが暗ければ暗いほど、その恒星でのハビタブル・ゾーンまでの距離は短くなります。Gliese581はその質量が太陽の0.31倍、半径が0.38倍。表面温度は3800Kで、光度は太陽の0.013倍しかありません。そのため、表1にあるように中心星に非常に近いところを回っていても、Gliese581cはハビタブル・ゾーンに位置していると考えられているのです。惑星のアルベドを仮定して惑星の表面温度を計算すると、-3℃~+40℃となり(※8)、ほぼ中間のアルベドとそのときの表面温度を仮定して惑星の半径を計算すると、地球の約1.5倍になります。このことから、Gliese581cは地球にもっとも似た環境をもつ系外惑星の第1号と言えるでしょう。

さらなる情報を求めて

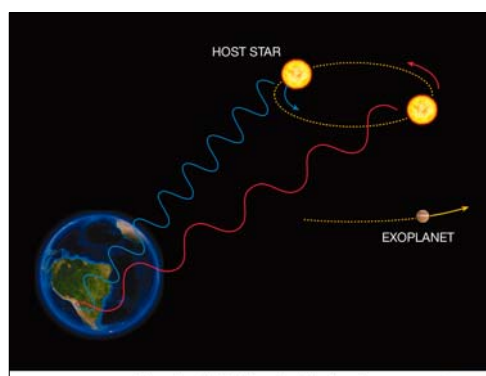
今回、Gliese581の周りをまわる3つの惑星はドップラー法によって発見されました。さらにトランジット(※9)が確認されれば、惑星の半径や質量を決定することができ、さらに分光観測により、大気の成分を推定することができます。観測チームはこの惑星系をさらに詳しく観測するとともに、同じような他の赤色矮星の観測を続けることにしています。地球と同じような環境の惑星が見つかる日も、そう遠くないかもしれません。

また、液体の水が存在することが確実となれば、生命が存在する可能性も考えられるようになります。もしかしたら、この発見が、宇宙での生命発見へとつながっていくのかもしれません。



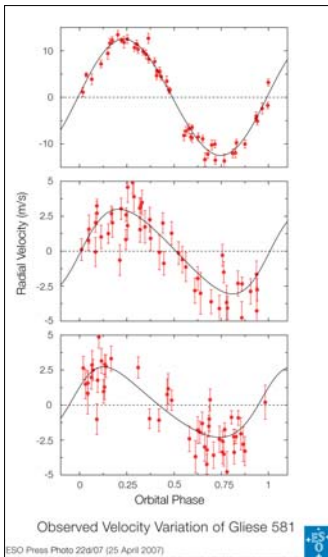
A Super-Earth around Gliese 581 (Artist's Impression) ESO Press Photo 22b/07 (25 April 2007)

[図1] 発見された系外惑星の想像図 (ESO)



The Radial Velocity Method ESO Press Photo 22a/07 (25 April 2007)

[図3] ドップラー法の原理 (ESO)



[図4] 横軸は位相で、惑星が恒星のちょうど正面にいるときに0、惑星が恒星の真後ろにいるときに0.5です。縦軸が恒星のふらつきを表し、+のときは我々から見て恒星が遠ざかり、-のときは近づいています。このデータより、恒星をふらつかせる原因がある=周囲に惑星がまわっている、ということがわかるのです。(ESO)

	b	c	d
公転周期(日)	5.3683±0.0003	12.93±0.007	83.6±0.7
軌道離心率(※4)	0.002±0.01	0.16±0.07	0.20±0.10
平均距離(※5)	0.041 AU	0.073 AU	0.25 AU
質量(下限値)	地球の 15.7倍	地球の 5.03倍	地球の 7.7倍

表1 惑星の名前は、恒星から近い順に小文字のアルファベットで表されます。aは中心星を表します。

(※1) 系外惑星 : 太陽以外の恒星の周りをまわっている惑星のこと。2007年4月25日現在、229個の惑星が確認されています。

(※2) 光年 : 秒速約30万kmの光が1年間にすむ距離。20.5光年は約190兆kmに相当します。

(※3) ドップラー効果 : 観測者に対して遠ざかっている光源が出す光は波長が赤いほうに引き伸ばされて観測され、逆に近づいてくる光源が出す光は波長が青いほうに縮められて観測されます。これを光のドップラー効果といい、このことから、その天体が我々から遠ざかっているのか近づいているのかを知ることができます。

(※4) 軌道離心率 : 惑星の軌道がどれだけ円からつぶれているかを表す値。eで表わし、e=0が円軌道、0<e<1が楕円軌道、e=1が放物線軌道、e>1が双曲線軌道となります。

(※5) 平均距離 : ここで言う平均距離とは、恒星からの平均距離を表します。恒星から惑星までの距離は通常、太陽と地球の間の平均距離1億5000万kmを基準として表します。これを1天文単位といい、AUで表わします。1AU=1億5000万km。

(※6) アルベド : 入ってきた光のうちどのくらいの割合の光を反射するかを表した量。入ってきた光のうち半分を反射し、半分を惑星が吸収すればアルベドは0.5となる。

(※7) 恒星の光度と大きさ・表面温度の関係 : 恒星の光度(L)とその恒星の半径(R)・表面温度(T)の間には、 $L=4\pi R^2\sigma T^4$ という関係があります (σは定数です)。これをシュテファン・ボルツマンの法則といい、つまり、恒星は半径が大きいほど、表面温度が高いほどその絶対光度は明るいということになります。逆に言えば、今回のGliese581のように、温度が低くて小さい星は、恒星の中ではかなり暗い方だといえるでしょう。

(※8) Gliese581cの表面温度 : 金星のアルベド0.64を仮定した場合の温度が-5℃、地球のアルベド0.35を仮定したときの温度が+40℃です。

(※9) トランジット : 惑星が中心星の前を横切ることにより、中心星の明るさが暗くなること。これを利用した系外惑星の探査方法をトランジット法といい、ます。