

図1 太陽系の惑星  
(<http://astronomycentral.co.uk/wp-content/uploads/2010/01/OSS7.jpeg>)

星を探すこの方法はドップラー法と呼ばれ、その後多数の惑星がこの方法で見つけられています。惑星を見つける方法は他にもあります。恒星の周りを回る惑星の軌道面が地球からの視線方向に一致する場合、惑星が恒星の手前を横切るたびに

恒星の光の一部を隠し、恒星の明るさが周期的に暗くなる惑星食現象が起きます。この食現象を捉えて惑星を探す方法はトランジット法と呼ばれています。この目的の専用望遠鏡を積んだ人工衛星ケプラーが打ち上げられ、大成功を収めています。すでに太陽以外に惑星があることがわかった恒星は三〇〇〇個を越えました。宇宙にはどうやら、無数の惑星がありそうです。

実際、国立天文台ハワイ観測所の口径8mすばる望遠鏡は、筆者のグループが開発した「補償光学」というハイテク技術を用いてすばる望遠鏡の視力を一〇倍に改善し、恒星に人工日食を起こしてその光を遮り、その周りを回る微かな惑星の撮影に成功しています(図2)。

### 住みやすい惑星とは？

では、それらの惑星の中で生命を育むのに適した環境の惑星はどれくらいあるでしょうか。太陽系には水星、金星、地球、火星、木星、土星、天

## 特集

# 地球文明の天文学的視点

—30m望遠鏡TMTで探す他の惑星—

## 家 正則

国立天文台 教授  
TMT計画 日本代表  
TMT国際天文台 副議長

口径30mというかつてない大望遠鏡によって、これまで知ることができなかった宇宙の謎の解明に向けた期待が高まっています。そこで、地球文明の天文学的視点について、TMT計画の日本代表 家正則氏にご紹介いただきます。

### 惑星はありふれた存在

今回は、生命が発生し進化した地球について、天文学的視点からお話ししましょう。

私たちの地球は太陽系の八つの惑星の一つです(図1)。太陽は銀河系にある約二〇〇〇億個の恒星の一つです。銀河系のような銀河が宇宙全体には、数千億個はあるだろうと考えられています。それなら宇宙の中には地球に似た惑星が多数あるはずと天文学者は考えます。地球だけが特別な存在であるという考えには無理があるからです。これまで具体的な証拠がありませんでしたが、観測技術の発展で状況が最近変わりつつあります。

一九九五年には、はくちょう座六十一番星という星のまわりを回っている惑星があることが初めて確認されました。惑星を直接見ることはできませんが、惑星の公転運動の反動で、はくちょう座六十一番星そのものが周期的に揺さぶられていることから、わかったのです。速度の周期的変化から惑

上写真:ハワイ島マウナケア山頂に建設される口径30m望遠鏡TMTの完成予想図(国立天文台TMT推進室)

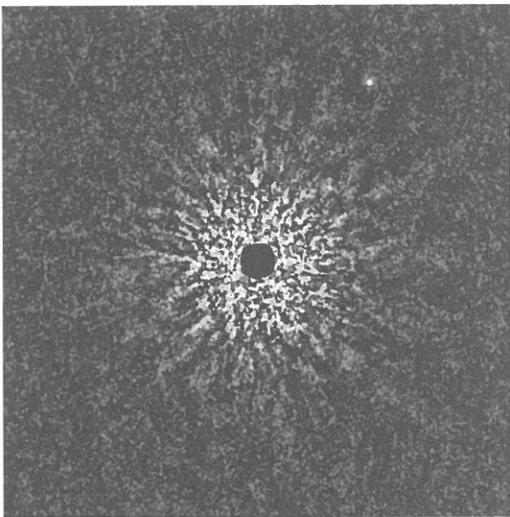


図2 すばる望遠鏡補償光学コロナグラフカメラが撮影した太陽系外惑星 GJ504b (右上)。太陽型恒星 GJ 504 は中央の黒い部分の中にあるが人工日食で隠されている (国立天文台)。

王星、海王星の八つの惑星があります。一番太陽に近い水星は太陽に面した側では三六〇℃、反対側ではマイナス一八〇℃で、大気もなく生命が発生するには苛酷すぎます。一番外側の海王星の表面はマイナス二二〇℃で氷におおわれていると考えられています。地球は太陽からの距離がちょうどよいので、水が蒸発したり、凍りついたり

せず、海が存在し、生命の誕生と進化の環境が整ったのだと考えられます。

太陽はありふれた恒星ですが、太陽より少し軽い恒星はもっとたくさんあります。これらの恒星は太陽ほど明るくありません。その分、恒星に近い軌道を回る惑星であれば、地球と同じような温度環境が実現します。

このように考えると、広い宇宙には地球に似た温度環境の惑星がたくさんあるはずですが、地球の生命の起源は未だ説明されていませんが、四六億歳の地球では三八億年前の地層に生命が存在した証拠が見つかっています。生命が地球で発生したのだとすると、同じような現象が、地球に似た他の惑星で起こったとしても不思議ではありません。

### 30m望遠鏡TMT計画

国立天文台は二〇一四年から、ハワイ島マウナケア山頂域の海拔四〇〇〇mの地点に、米国、カナダ、中国、インドと国際協力科学事業として、

直径三〇mの鏡を持つ超大型望遠鏡TMT (Thirty Meter Telescope) の建設を始めています。完成は二〇二〇年代になりますが、「第二の地球を探し、生命存在の兆候を探る」、「宇宙で最初の星や銀河が誕生した時代を見る」、「ダークエネルギーの謎に迫る」という三つの重要なミッションを目的としています。筆者はこの計画の日本代表を務めています。望遠鏡建設と鏡の製作では日本が大きな役割を果たします。

地球に似た惑星が見つかったら、TMTでその大気中に酸素があるかどうかを調べます。これは、地球大気の酸素が微生物の光合成反応で水から作られたとされているからです。反応性の高い酸素は大気中にはあまり残らないはずですので、そんな惑星が見つければ、地球外生命存在の大きな状況証拠となります。

### 宇宙人が、いっぱいいる？

では、別の宇宙文明との遭遇が起きる可能性も

あるでしょうか。私たちの銀河系に限っても約二千億の星があります。仮に恒星が平均して一個の惑星を持つと仮定しましょう。その惑星に生命が発生するには恒星に近すぎても、遠すぎても条件が不都合です。地球のようなほどよい距離にある惑星が仮に1%だとしても一〇億の惑星があることとなります。そのような居心地の良い惑星ならば、生命が発生するのかわかりませんが、地球で起こったことは宇宙のどこでも起こると考えることにします。

宇宙の年齢は一三八億歳、太陽の年齢は四六億歳、太陽の寿命は約一〇〇億年と見積もられています。最初の単細胞生物から、宇宙観測ができる知的文明に進化するまでに、地球では三八億年かかりました。太陽の二倍以上の重い星の寿命は二〇億年以下なので、その惑星では生命が発生しても文明を築くまでに進化する時間が足りないかもしれません。でも太陽より軽く寿命の長い恒星は、ずっと多くあります。文明が発達できる惑星を、

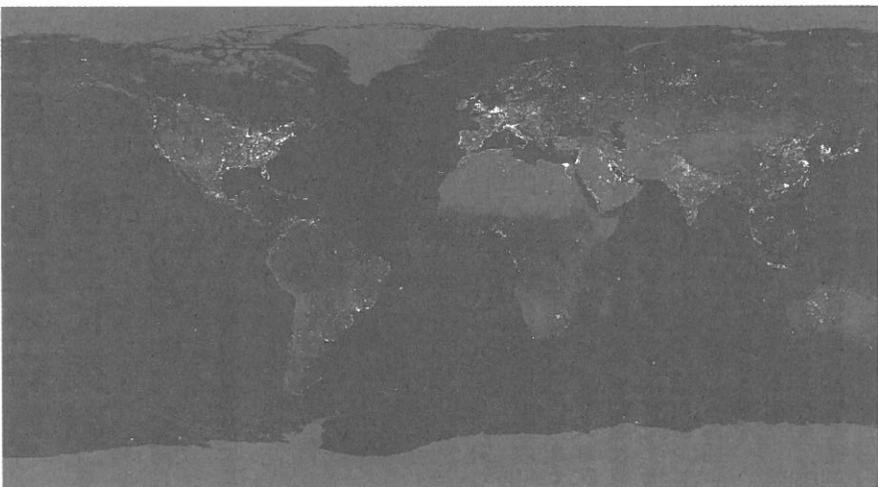


図3 宇宙から見た夜の地球の都市光  
([http://eoimages2.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/79000/79765/dnb\\_land\\_ocean\\_ice.2012.3600x1800.jpg](http://eoimages2.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/79000/79765/dnb_land_ocean_ice.2012.3600x1800.jpg))

一%と見積もると惑星数は一〇〇〇万となります。これは楽天的すぎるでしょうが、直径一〇万年の銀河の中にこれらの惑星が一樣に分布しているとする、その平均距離は五〇〇光年程度となります。こう考えると一番近い文明の惑星に電報を打つても返事が返ってくるまで一〇〇〇年かかる計算となります。一〇〇〇年は永いようですが、これなら別の宇宙文明との通信ができる、期待あるいは不安が高まるかもしれません。

## 文明の寿命が鍵

しかしながら、ここまでの見積もりは、一旦成熟した文明は、すべて数十億年続くという大胆な仮定のみ、成り立つ計算です。人類がラジオ放送を始めたのは、一九二〇年ですから、まだ一〇〇年程度しかたつていません。この電波は半径一〇〇光年の距離にまで、今届いているはずですので、別の文明惑星が地球がラジオ放送を開始したことに気づいているかもしれません。

しかしこの一〇〇年の間に、人類は核兵器を發明して大戦争を経験し、環境破壊を起こす公害をあちこちで経験してきました。人類のエネルギー消費量が桁違いに大きくなって、地球温暖化などが現実の問題となつてきています。わずか一〇〇年の間に、です。

図3は宇宙から見た夜の地球の写真です。都市文明の灯りが見えます。この地球の繁栄は一体いつまで続くでしょうか。一〇〇〇年も待たずに人類が減んでしまうと、別の文明と会う機会はないでしょう。経済戦争や人種間の争いを早く乗り越えて、共存できる地球を作り上げることこそ、人類が生き残る唯一の希望なのです。世界中のリーダーには、このような天文学的視点から地球の将来を考えて欲しいと強く思います。

ここで再び楽観的に考え、やがて社会的に成熟した安定な全地球政府が樹立され、人々が平和に豊かな生活ができるユートピアが実現したとしましょう。そのような満たされた社会でも、人類は

さらに発展する意欲を持続できるでしょうか。また、将来、地球以外の宇宙文明からコンタクトがあったとき、人類はどう決断すべきでしょうか。SF映画のように勇敢に打ち払うのがよいのでしょうか。本稿で述べたような考察からすると、そのような宇宙文明は社会的に安定した文明であるはずなので、相手を信頼して学ぶという選択をするのがよいと思うのですが……。

本稿にさらに関心のある方は、国立天文台、すばる望遠鏡、補償光学、TMT、筆者名などを検索してみてください。



いえ まさゆき

一九七七年東京大学理学博士。東京大学助手、助教授を経て、一九九三年より国立天文台教授。八mすばる望遠鏡を建設し、一二九億光年の最遠銀河を発見。仁科記念賞、紫綬褒章、東レ科学技術賞、日本学士院賞などを受賞。次世代三〇m望遠鏡を国際協力で建設すべく奔走中。