太陽系図 2024 初版発行：2014年4月1日 第2版発行：2024年1月1日 著作および発売元：（公財）科学技術広報財団 企画・制作『太陽系図2024』制作委員会（小泉淳、片柳晶、高梨直紘、廣瀬匠、亀谷和之、川越至桜、日下部晃弥、塚田健）
協力：天文学普及プロジェクト「天プラ」、吉田幸司、アストロアーツ

太陽系図 2024

太陽とは何だろうか

太陽とは、銀河系にあるおよそ1,000億個の星たちのひとつしかも、どちらかといえばちっぽけな、ごくごくふつうの星です。それなら太陽ですが、地球の生き物にとっては絶対的な存在です。太陽が生み出すエネルギーのごく一部に依存して、地球上の生命活動は成り立っています。それだけではありません。地球と太陽が生み出すリズムは、私たちの日々の暮らしの基本です。長い歴史の中で私たちの世界観を育んできたのも、それは太陽です。宇宙の中にある平凡で特別な星、それが太陽なのです。

第一章　太陽系を見つける

朝、東から太陽が昇り、大地を暖める仕事を終えると、西の空へと沈んでゆきます。月は満ちては欠け、夜に瞬く星々は周期的に天を巡ります。しかし、夏と冬では太陽の高さが異なり、星々もまた全てが同じ運動をしているわけではなく、古代の人々は気付きました。太陽や月を含めた天空のルールを知ることは、私たちの祖先にとって切実なものとみなされました。そして地域や時代にかかわらず、古代の文明の多くが、そこから暦や占星術、神話を生み出し、育んだのです。

■月や太陽の観測から「暦」が生まれる

ウル第三王朝のジッグラト（復元図）。我々のピロニア王朝によって天文観測にも利用されたと推測されています。

私たちの生活になくてはならない暦。暦がいつどのように誕生したのかは、わかっていませんが、古代の人々の暮らしに必要とされたことは想像に難くありません。例えば、農業においては適切なタイミングでの作業のために、商業には様々な期日を決めるために役立ったでしょう。

天空の周期的な変化のうち、月の満ち欠けは、太陽を含む天体の日周運動において明確に見て取れる現象の一つですし、その1周ぞろ月、12周ぞろ年とする考え方が太陰暦です。この暦は1年が約354日ぞろ、四季の1周である約365日よりも11日ぞろ短いため、1年と四季の1周がずれていきます。一方、太陽の観測も取り入れ、四季の周期と年の周期を、閏（うるう）月を入れることによって合わせたものが太陽太陰暦です。

古代メソポタミア、ギリシア、中国、後には日本などで広く使われました。古代エジプトでは、月の満ち欠けでなく太陽のみを基準とし、1年＝365日とする、私たちには馴染みの薄い「太陽暦」が生まれました。しかし四季の1周は約365.24日であるため、0.24日ずつ暦上の1年と四季がずれていくことになります。このずれを解消するために入れられるのが、閏日です。

記念碑であるオベリスクは、古代エジプトでは日時計としても使われていました。時間は太陽の運動から生み出された概念です。

週の考え方はおよそ2千年前に遡るものですが、日、月、年のような自然現象に由来して作られた単位ではなく、文化的に作られた単位です。週は太陽、月そして当時知られていた5つの惑星が主役となっています。土星、木星、火星、金星、水星、月が守護惑星とされ、24分割された1日の各時間を支配します。その日の1時間目に当たる天体が、その日全体を支配します。こうして7つの曜日が生まれました。太陽や月、そして惑星等が、地上の人間界の事柄に影響を及ぼすと考えられていたことがわかります。

■天空のあり方と地上の出来事の結びつきを探る「占星術」

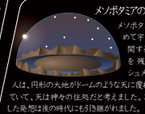
未来を知りたい、そのための手がかりがどこかにあるはずと考えた人々が星空にもヒントがあると考えたのかもしれません。洋の東西を問わず、天体を使った占いが古代から存在しています。このような占いの体系を「占星術」と言います。古代メソポタミアでは紀元前5世紀以降、「惑星の位置の予測」による星術が発達しました。

夜空の天体のほとんどは、互いの位置関係を変えずに1日にほぼ1周します。これらの天体に対して、その間を「透う」ように動くのが惑星です。肉眼で観測できた水星、金星、火星、木星、土星の5つの惑星の位置を調べ、そのパターンと地上の出来事の対応が、膨大な記録から調べられました。さらにパターンの出現を予測できれば、地上の出来事を予測できることになります。この予測は、天体の運行を見抜くための学問となりました。占星術において見出された天空と地上の関係は、現代の私たちから見れば奇異に感じます。しかしそこには紬の論理に基づいた知の活動があったと考えられます。

古代メソポタミアで発達した占星術は、やがて古代ギリシアにも伝わり、プトレマイオスの著『アルマゲスト』にまとめられ、さらに後世へと伝わっていくことになります。

■世界各地の様々な「宇宙観」

大地に恵みをもたらす太陽、闇夜を照らす月、星々、海、自らの立つ大地。これらを含む世界とは、一体どんな姿をしているのか？古代の人々は、身近な観念や環境からの類推で説明しようとしました。それらの神話には、各時代、各地域における宗教や信仰のあり方が反映されています。

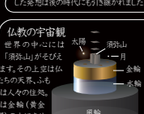


メソポタミアの宇宙観

メソポタミアで初めて宇宙観に関する記録を残したシュメール人は、円形の大地がドームのような天に覆われていて、天は神々の住処だと考えました。こうした発想は後の時代にも引き継がれました。

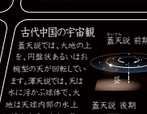
古代エジプトの神話

エジプトでもっとも広く知られた神話においては、大地の神ゲブが横たわり、天の神ヌトは空気の神シューによって引き離されます。太陽神ラーは船に乗って昼は天を渡り、夜は地底の川を統行し、翌朝、東から再び昇ります。



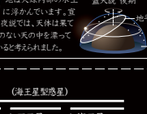
仏教の宇宙観

世界の中心には「須弥山」がそびえます。その上空は仏たちの天界、ふもとは人々が住む海。海は金輪（黄金の層）の上にあり、金輪の下には水輪（水の層）、その下には風輪（空気の層）があります。そしてこの宇宙が無数にあるのです。



古代中国の宇宙観

蓋天説では、大地の上を、円盤状あるいはお椀型の天が回転しています。渾天説では、天は外に浮かぶ球体であり、大地は天球内部の水上に浮かんでいます。宣夜説では、天体は果てのない気の中を漂っていると考えられました。



■天空のルールを探る「古代ピロニア天文観測」

ウル第三王朝のジッグラト（復元図）。我々のピロニア王朝によって天文観測にも利用されたと推測されています。

ピロニアで発達した占星術は、やがて古代ギリシアにも伝わり、プトレマイオスの著『アルマゲスト』にまとめられ、さらに後世へと伝わっていくことになります。

■世界各地の様々な「宇宙観」

大地に恵みをもたらす太陽、闇夜を照らす月、星々、海、自らの立つ大地。これらを含む世界とは、一体どんな姿をしているのか？古代の人々は、身近な観念や環境からの類推で説明しようとしました。それらの神話には、各時代、各地域における宗教や信仰のあり方が反映されています。

メソポタミアの宇宙観

メソポタミアで初めて宇宙観に関する記録を残したシュメール人は、円形の大地がドームのような天に覆われていて、天は神々の住処だと考えました。こうした発想は後の時代にも引き継がれました。

古代エジプトの神話

エジプトでもっとも広く知られた神話においては、大地の神ゲブが横たわり、天の神ヌトは空気の神シューによって引き離されます。太陽神ラーは船に乗って昼は天を渡り、夜は地底の川を統行し、翌朝、東から再び昇ります。

仏教の宇宙観

世界の中心には「須弥山」がそびえます。その上空は仏たちの天界、ふもとは人々が住む海。海は金輪（黄金の層）の上にあり、金輪の下には水輪（水の層）、その下には風輪（空気の層）があります。そしてこの宇宙が無数にあるのです。

古代中国の宇宙観

蓋天説では、大地の上を、円盤状あるいはお椀型の天が回転しています。渾天説では、天は外に浮かぶ球体であり、大地は天球内部の水上に浮かんでいます。宣夜説では、天体は果てのない気の中を漂っていると考えられました。

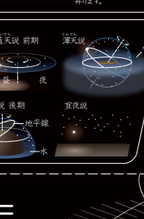
■太陽系の時間的構造

1 漂うガスとダストの中から一太陽系の起源

銀河の中でひとまわりガスやダストの濃い場所を分子雲といいます。ガスやダストがさらに集まり、重力的に収縮すると原始星となり、中心部の温度や圧力が高まると、水素の核融合反応が始まります。時に46億年前、太陽の誕生です。

誕生時の太陽の周囲には、やはりガスとダストからなる原始惑星系円盤が多くありました。その質量は、現在の太陽のわずか約100分の1。

太陽以外の全ての太陽系天体はここから生み出されました。



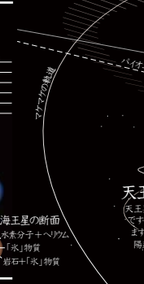
2 暴走的成長と巨大衝突―微惑星から原始惑星へ

原始惑星系円盤が冷えると、ダストは次第に赤道面へと沈殿します。わずか数マイクロメートルのダストは、分子間力によるくっつき、重力不安定性の影響などから、次第に微惑星へと成長していきます。

キロメートルサイズを超えた微惑星は、少度は互いの重力で衝突合体します。他より大きくなった微惑星は次々と周囲の微惑星を引き寄せ、暴走的に成長していきます。こうして、火星軌道より内側では地球質量の10分の1ほどの、外側では地球質量の10倍程度の原始惑星が作られました。

太陽からある程度離れた場所では、水は固体（氷）の微粒子になるため、ダストが10倍存在することになりました。

これらが後の巨大ガス惑星の材料となります。



3 太陽からの距離が組成を決める―惑星の住み分け

原始惑星の形成後、円盤内部のガスは太陽に落ち込んだり、吹き飛ばされて散り散りになったりします。互いに交差する軌道を持った原始惑星同士は衝突・合体を繰り返し、最終的に地球質量惑星が形成されました。地球の月も、その過程で誕生したと考えられます。

現在の太陽や土星付近では、原始惑星の成長後もガスが残りました。ガスは原始惑星の重力に捉えられ、次々と降り積もります。この惑星の降着から、巨大ガス惑星が作られました。

現在の天王星や海王星付近では微惑星の成長が遅く、原始惑星になった頃にはガスが散逸してしまっていました。そのため、ガスではなく氷を主成分とした惑星が生まれたのです。

集まれなかったものたち

木星の内側では、先にできた木星の強い重力で微惑星同士の合体が妨げられ、原始惑星に成長できなかった破片や微惑星の一部が数多く残されました。これが小惑星帯です。

海王星の外側では、微惑星の公転速度が遅く、空間密度もいさかったための合体がなかなか起きず、多くの天体が微惑星サイズに留まりました。これらが太陽系外縁天体の起源です。

その一部は、惑星の重力、通り過ぎた星や巨大分子雲の影響で軌道を変えられ、はるか彼方でオールトの雲になったと考えられています。

第二章　天空と地上をつなぐルール

私たち人間は、様々な時代や地域において、それぞれ独自の神話というかたちで天空と地上を含む世界の姿を描き出していました。しかし一方で、神々を用いずに世界のありさまを説明する人々も現れました。古代ギリシアで起こったこの思考方法は、一旦はキリスト教と結びつきましたが、再び神々とは距離を置いて「科学」という方法論となりました。科学は、それまでも星術が明かそうとしてきた天空と地上の関係とは別のルールで、これらを再びつないだのです。

■古代ギリシアと科学の萌芽

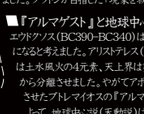
古代ピロニアの優れた知の遺産は、古代ギリシアに受け継がれます。そのギリシアでは、最初の哲学者とも呼ばれるタレス（BC624-BC546頃）が、神話を使わずに世界の説明を行いました。万物の始原（アルケー）は水からできており、大地は水の上にあるというのです。地球がおいてはと、アリストテレスの『天体論』によれば、紀元前5世紀頃には経験的に人々に知られていたようです。

アリスタルコスは、数値こそ不正確ではでしたが、半月を利用して太陽までの距離を算出、地球より太陽が大きいことを見いだしました。そして太陽こそが宇宙の中心であり、地球はその周囲を回っているとも説いたのです。しかし地球中心説（天動説）を信じていた当時の人々には受け入れられませんでした。

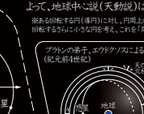
■円を理想としたプラトン

プラトン（BC427-BC347）は、永遠不変の理想世界（イデア界）を想定し、地上界はその似姿にすぎないと考えました。アリストテレス（BC384-BC322）は、精緻な天上界のモデルを考案し、地上は土水風火の4元素、天上界は第5元素（エーテル）からなるとして、地上界の物理法則を天上界から分離するに至ります。

そのアポロニウスが、周転円を用いて惑星運動を説明します。これを発展させたプトレマイオスの『アルマゲスト』によって、地球中心説（天動説）は完成します。



プラトンの弟子、エウドクソスによる天動説（紀元前4世紀）



アポロニウスによる惑星の運動

■『アルマゲスト』と地球中心説の完成

エウドクソス（BC390-BC340）は、複数の真円の天球が1つの惑星を動かすために運動が不規則になると考えました。アリストテレス（BC384-BC322）は、精緻な天上界のモデルを考案し、地上は土水風火の4元素、天上界は第5元素（エーテル）からなるとして、地上界の物理法則を天上界から分離するに至ります。

そのアポロニウスが、周転円を用いて惑星運動を説明します。これを発展させたプトレマイオスの『アルマゲスト』によって、地球中心説（天動説）は完成します。

■幾何学的モデル化を進めたイスラーム世界

キリスト教が普及する4～5世紀頃から、ローマ帝国では、ギリシアの文化的遺産がほとんど失われてしまいます。しかし東方世界には数多くの写本などが残されました。7世紀以降版図を広げたイスラーム世界は、これらを元にギリシアの自然哲学を研究、9世紀頃にはすべてはアルマゲストも翻訳されます。イスラーム世界は昔のテキストを再発見したのみならず、10～11世紀には自ら発見もさせました。「現象を救う」だけに留まっていた惑星理論を、物理的に矛盾のないモデルに昇華させようとしたのです。その結果、地球を中心とした太陽系の、様々な幾何学的モデルが考案されました。

■天動説と太陽中心説

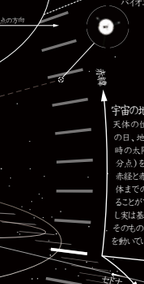
12世紀頃から、『アルマゲスト』を筆頭とした多くの知識が、イスラーム文化圏からキリスト教文化圏へと流れ込みました。そして16世紀には、プトレマイオス以降主流であった地球中心説（天動説）に対して、コペルニクスが太陽中心説（地動説）を提唱します。このモデルは、太陽を中心に惑星などが回っているとする、現代の科学が描く太陽系像により近いものです。提唱時には、天動説より精度が高いわけではありませんでしたが、よりシンプルな宇宙像を描くための壁を築きました。

■天空の法則の発見

1619年、ケプラーが惑星運動に関する法則である「ケプラーの法則」を発見します。これは「1. 惑星は、太陽を1つの焦点とした楕円軌道を描く」「2. 惑星と太陽を結ぶ線分が単位時間に掃く面積は一定である」「3. 惑星の公転周期の2乗は、惑星の太陽からの平均距離の3乗に比例する」という3つの法則で構成されています。ケプラーは、ティコ・ブラーエの膨大な観測データを手がかりに、70以上もの幾何学的モデルを検討した結果、この法則を見つけ出しました。プラトン以来の「真円」の観念を覆すことで、正確な惑星運動を記述できたのです。

■天空と地上を統べる法則

1665年、ニュートンが「万有引力の法則」を発見します。この法則は「2つの物体の間には引力が生じ、その大きさは距離の二乗に反比例し、それぞれの質量に比例する」というものです。ケプラーの法則で示されていた惑星運動を、地上で見出された「引力」によるものとして計算すると、万有引力の法則が導かれます。アリストテレス以来分離されていた天空と地上が、1つの法則によって統一的に記述できたのです。遠く隔てた物質の間に、なぜ引力が働くのかを一切説明していないニュートンの力学は、当初は反発を受けましたが、18世紀後半には科学の世界に完全に定着します。



第三章　現代天文学が捉えた太陽系

現代の私たちは、科学的な手段によって観測や探査の結果から理論を導き出し、太陽系の研究を進めています。太陽や太陽に束縛された天体群、すなわち太陽系の仕組みを知ることは、その外側に広がる宇宙の姿を類推することを可能にしました。太陽系の研究は、この地球をより深く知り、私たち生命の起源を探ることとも関わっています。その空間的構造や46億年の歴史を、現代天文学の成果をもとに見てみましょう。

■太陽系の空間的構造

主星　太陽

太陽系全体の質量の99.9%をしめる太陽は、文字通り「太陽系の主」。太陽の重力場が束縛する天体群の全体が、すなわち太陽系です。太陽の中心では核融合反応が起きており、そこから生み出されるエネルギーが、太陽系の中で多様な現象を起こしています。

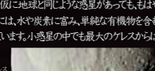
岩の世界　水星・金星・地球・火星

太陽系の内側には、主に岩石成分からなる地球型惑星、水星・金星・地球・火星が位置します。質量は小さく、密度が高いのがその特徴。このうちで唯一、生命の存在が確認されている天体が地球です。その表面に多量に存在する液体の水は、生命が存在するための重要な要素のひとつと考えられています。金星は太陽に近すぎたため、火星は質量が小さすぎて大気を保てなかったため、いずれも地表の水を維持できませんでした。

地球

小惑星帯

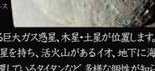
火星の先に広がるのは小惑星帯。太陽から遠いため、仮に地球と同じような惑星があっても、もはや地表の水が液体でいられずに氷となってしまう領域です。しかし中には、水や炭素に富み、単純な有機物を含むため惑星も見つかっており、地球や生命の起源との関係が調べられています。小惑星の中でも最大のケレスからは、水蒸気が吹き出ていることがわかっています。



ケレス　ベスタ　パラス

巨大ガス惑星と衛星たち　木星・土星

小惑星帯の外側には、主に水素やヘリウムからなる巨大ガス惑星、木星・土星が位置します。質量は大きく、密度が低いのがその特徴。それぞれ60個以上の衛星を持ち、活火山があるイオ、地下に海を持つといわれるエウロパとエンセラダス、水ではなく炭化水素が循環しているタイタンなど、多様な個性が知られています。

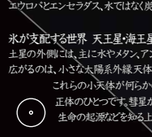


木星　土星

氷が支配する世界　天王星・海王星・太陽系外縁天体

土星の外側には、主に水やメタン、アンモニアの氷からなる巨大氷惑星、天王星・海王星が位置します。その外側に広がるのは、小さな惑星系外縁天体の世界。氷を主成分とし、特に大きなものは冥王星型天体とよばれています。

これらの小天体が何らかの原因で太陽に近づくと、氷が蒸発し尾を伸ばすことがあります。これが彗星の正体のひとつです。彗星からはアミノ酸も発見されており、外縁天体や彗星は、太陽系の起源や地球の海、生命の起源などを知る上で、重要な手がかりになると期待されています。



太陽の断面

対流層
放射層
核
コロナ
彩層
光球

水星(0.38au)　金星(0.72au)　地球(1.00au)　火星(1.52au)　ケレス(2.77au)　木星(5.20au)　土星(9.55au)　天王星(19.2au)　海王星(30.1au)

太陽と各天体の平均距離　1au　ハビタブルゾーン　小惑星帯　10au　20au　30au

宇宙に漂うダストの大きさは、大きくても約1ミリの約1000分の1ぐらいです。

■太陽系の時間的構造

1 漂うガスとダストの中から一太陽系の起源

銀河の中でひとまわりガスやダストの濃い場所を分子雲といいます。ガスやダストがさらに集まり、重力的に収縮すると原始星となり、中心部の温度や圧力が高まると、水素の核融合反応が始まります。時に46億年前、太陽の誕生です。

誕生時の太陽の周囲には、やはりガスとダストからなる原始惑星系円盤がありました。その質量は、現在の太陽のわずか約100分の1。

太陽以外の全ての太陽系天体はここから生み出されました。

氷が存在できる境界　ガス　岩石主体のダスト　氷主体のダスト　岩石惑星　氷惑星　水星型惑星　地球型惑星　小惑星帯　木星型惑星　海王星型惑星　太陽系外縁天体

2 暴走的成長と巨大衝突―微惑星から原始惑星へ

原始惑星系円盤が冷えると、ダストは次第に赤道面へと沈殿します。わずか数マイクロメートルのダストは、分子間力によるくっつき、重力不安定性の影響などから、次第に微惑星へと成長していきます。

キロメートルサイズを超えた微惑星は、少度は互いの重力で衝突合体します。他より大きくなった微惑星は次々と周囲の微惑星を引き寄せ、暴走的に成長していきます。こうして、火星軌道より内側では地球質量の10分の1ほどの、外側では地球質量の10倍程度の原始惑星が作られました。

太陽からある程度離れた場所では、水は固体（氷）の微粒子になるため、ダストが10倍存在することになりました。

これらが後の巨大ガス惑星の材料となります。

3 太陽からの距離が組成を決める―惑星の住み分け

原始惑星の形成後、円盤内部のガスは太陽に落ち込んだり、吹き飛ばされて散り散りになったりします。互いに交差する軌道を持った原始惑星同士の合体が妨げられ、原始惑星に成長できなかった破片や微惑星の一部が数多く残されました。これが小惑星帯です。

海王星の外側では、微惑星の公転速度が遅く、空間密度もいさかったための合体がなかなか起きず、多くの天体が微惑星サイズに留まりました。これらが太陽系外縁天体の起源です。

その一部は、惑星の重力、通り過ぎた星や巨大分子雲の影響で軌道を変えられ、はるか彼方でオールトの雲になったと考えられています。

集まれなかったものたち

木星の内側では、先にできた木星の強い重力で微惑星同士の合体が妨げられ、原始惑星に成長できなかった破片や微惑星の一部が数多く残されました。これが小惑星帯です。

海王星の外側では、微惑星の公転速度が遅く、空間密度もいさかったための合体がなかなか起きず、多くの天体が微惑星サイズに留まりました。これらが太陽系外縁天体の起源です。

その一部は、惑星の重力、通り過ぎた星や巨大分子雲の影響で軌道を変えられ、はるか彼方でオールトの雲になったと考えられています。

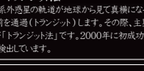
第四章　まだ見ぬ隣人を探して

私たちの太陽以外にも、この宇宙には無数の恒星が存在します。それらの周りにも、惑星は存在するのでしょうか？私たちの太陽以外の恒星を回る惑星のことを、「太陽系外惑星（系外惑星）」と呼びます。私たちは今、太陽系の外へと視線を向け、系外惑星の調査に乗り出しています。人類や地球上の生命は、この宇宙の中で唯一の孤独な存在なのか。それとも、いつか他の生命や知性に出会う可能性はあるのでしょうか？

■太陽系の外にある惑星を探す方法

・ドップラー法

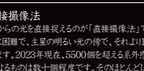
地球が太陽を回るように、系外惑星をまた、主星の周囲を公転しています。その際、実際には惑星も主星を「お互いの共通重心」を中心に回っています。そのため、惑星が主星に近づく側と離れる側では、主星にふらつきが生まれます。主星の光を分光し、この効果を捉える方法がドップラー法（視線速度法）です。



主星が地球に近づく時、光の波長が縮みます。　主星が地球から遠ざかる時、光の波長が伸びます。　共通重心　主星　惑星　波長　波長

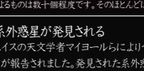
・トランジット法

系外惑星の軌道が地球から見て真横になっている場合、その軌道はちょうど主星の前を通過（トランジット）します。その際、主星がわずかに暗くなる現象を利用するのが「トランジット法」です。2000年に初成功し、2023年時点で最も多くの系外惑星を検出しています。



・直接撮像法

惑星からの光を直接捉えるのが「直接撮像法」です。地球型の系外惑星の光を捉えることは非常に困難で、主星の明るい光の傍で、それより10桁ほど暗い光（25等分暗い光）を探すことになります。2023年現在、5500個を超える系外惑星が見つかっていますが、そのうち直接撮像法によるものは数十個程度です。それほどにも、巨大な木星型の系外惑星たちです。



GJ 504 b

■初の系外惑星が発見される

1995年、スイスの天文学者マイヨールらによりペガスス座51番星の周囲に惑星が存在することが報告されました。発見された系外惑星は、太陽に似た星の周囲を4日程度で回る、驚くべき天体でした。太陽系でいうと、水星より近い軌道を、木星の半分程度の重さのガス惑星が猛スピードで回っていることになります。この種の系外惑星は、主星に非常に近く、高温となっていることから「ホットジュピター」と分類されました。

ホットジュピター

■想像を超えた惑星系たち

この発見を機に、惑星形成論は大きな変更を余儀なくされました。従来おおむね正しいと思われてきた太陽系の形成理論では、ホットジュピターがどのように形作られたかなどうしても説明できなかったのです。しかし、これまでの常識が通じないとわかったことによって、様々な惑星系の発見が相次ぐことになりました。

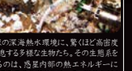
太陽系では彗星などの小天体に特有のものである、楕円軌道を持つ惑星。太陽系の惑星とは異なり、主星の自転方向とは逆向きに公転する惑星。主星の自転軸に対して、大きく傾いた軌道で公転する惑星。地球の数十倍程度の重さの惑星が、太陽系に多く見つかっています。

地球の数十倍の重さの惑星ばかりでなく、地球の数倍の重さを持つ「スーパーアース」など、多種多様な惑星系を、太陽系の惑星を含めて統一的に説明できる理論は、未だ完成していません。

■太陽系内に生命は存在するか？

こうした惑星のいずれかに、地球外生命が存在する可能性はあるのでしょうか？太陽系内の惑星はどうでしょうこの地球上でも、普通の生物ではどうでいえないような深海や地下深くなど、極限の環境下で生存可能な微生物が多数発見されています。この事実から、他の惑星や衛星にも生命が存在する可能性が考えられます。

近年、火星の地下に水があることが確認され、エンセラダスやエウロパといった水で覆われた天体に「内部海」が存在することもわかってきました。人間のような形の知的生命の存在については否定的な見方が主流ですが、バクテリアなどの微生物までを含めると「存在する」と考える研究者も増えており、その発見に期待が寄せられています。



地球の深海熱水環境に、驚くほど画面変化に生息する多様な生物たち。その主熱源を支えるのは、惑星内部の熱エネルギーに由来する還元化学物質によって有機物を創り出す「化学合成微生物」です。地球以外の惑星や衛星の内部海にも、太陽の光を要しないこのような生命の可能性が考えられています。

■赤い恒星を回る第2の地球

発見された系外惑星には、地球のような岩石の惑星も含まれています。「ハビタブルゾーン（居住可能領域）」と呼ばれる、水が液体で存在できる範囲に発見された系外惑星もあります。そこで、宇宙望遠鏡や地球上の超大型望遠鏡によって、系外惑星の詳細を観測する試みが始まっています。液体の水の存在や、惑星大気の組成を分析し、生命活動を支える環境の有無や、生命活動の兆候（バイオシグナチャー）を探そうというのです。そこで注目されているのは、比較的大きめの惑星にある、比較的小さくて暗い、赤っぽい恒星のハビタブルゾーンに発見されている系外惑星です。そのため、初めて発見されるであろう「第2の惑星」の地上の風景は、昼間でも可視光では暗い、地球とはおよそもかつかないものではないかと予想されています。その「ような世界」に本当に生命は存在するのか、それを解き明かすため、天文学や生物学などの学際的協力による「アストロバイオロジー（宇宙生命学）」が注目され始めています。

ここに、生命を有むある惑星を仮定してみましょう。その惑星ではどのような日が昇り、どのような大地を眺め、どの方角に沈むのでしょうか。衛星はあるのか。四季は巡るのか。その惑星の知的生命体はどんな文明を有し、歴史をおいでいるのか。彼らもまた、自分たちの太陽系を見つけ出し、さらには、まだ見ぬ隣人を宇宙に探しているのでしょうか？

「月の欠から天を呪く（ということがあります。天文学はでも借りなく大きくする学問です。

画像提供：APOD/AIA/Björn Jónsson/DASP/DLR/DLR/ESA 2010 MPS for OSIRIS Team MPS/ESA/Hubble/IAA/IDA/INTA/JAMSTEC/Johns Hopkins University Applie Physics Laboratory/JPL/JPL-Caltech/Justin Cowart/Kepler mission/LAM/MPS/MPS/NASA/NASA Cassini Mission/NASA's Goddard Space Flight Center/NAOJ/RSSD/SOHO/Space Science Institute/SDO Southwest Research Institute/STScI/Roman Tkachenko/UCLA/UPD/UPM