

やさしい天文学シリーズ (Ⅲ)
惑星の物理学* (4)

金星と地球の大気**

宮本正太郎***

金星は半径も質量も、地球とほぼ同じで、少しだけ小さい、地球によく似た惑星である。地球と異なる点は自転周期が244日と、非常に長く、しかも逆向きである。金星はほとんど自転していないといってよい。もう一つの相異は、金星の受ける太陽の輻射エネルギーが地球の約2倍で、非常に高温の世界だということであろう。

電波観測、赤外線観測によって金星大気の様子が次第に明らかにされてきた。地表における温度は430°Cと非常に高く、しかも夜昼の温度差はすくない。また大気圧も地表で百気圧に近い。大気の主成分は炭酸ガスで、窒素も酸素も水蒸気も測定にかからないほど微量である。地上32kmから63kmの高さまで厚い雲の層があり、外部から金星の地表を見ることは出来ない。気温も気圧も高さと共に減少し、雲の層の表面では-73°C、1/3気圧になっている。地球気象学の言葉を流用すれば、これが対流圏の上限の値である。

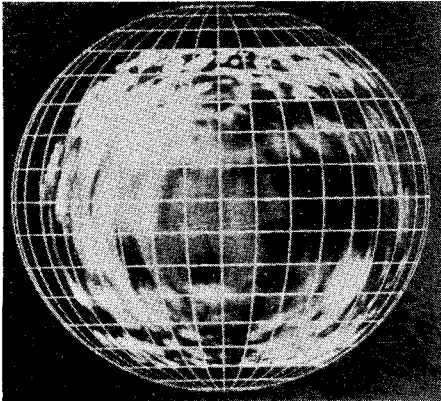


図1 金星のレーダー像。(アレキポ天文台)

紫外線で撮った金星の最上層大気には著しい雲の流れ模様が現れている。風速は100 m/sもあるであろうか、対流圏においてはこのような大きい風速は不可能であろう。対流圏における大気の大循環については何も判っていない、事実上自転をしていない金星の大気大循環のパターンは地球や火星のものとは全く異なるものであろう。最上層大気中における激しい気流がどのような原動力によるものかも不明である。

金星の地表に岩の散乱している光景は、地面に着陸し



図2 金星上層大気の雲模様、左より7時間おきの変化。(マリナ10号)

たヴェネラ号の写真に現れている。もっと広範囲の地形については、レーダー走査によって得られる金星像が唯一の資料である。金星像には明暗の模様が現れているが、それが地面の現状によるものか、岩石のちがいによるものか明らかでない。丸い形のクレーターらしい模様も現れている。

金星と地球は大きさのほぼ等しいよく似た惑星であるにも拘らず、大気の状態にこれほど大きい相異のあることが問題となっている。J・ワーカーの意見によると、その根本原因は、地球の表面でH₂Oが液体の態で海をつくっていることにあるという。水は大気中の炭酸ガスを吸収し、やがて岩石の中に固定してしまう。金星の大気として存在する炭酸ガスはおびただしい量のものであるが、地球の地殻に含まれている炭酸ガスにほぼ匹敵すると推定される。金星は地球より太陽に近く、高温のため、水は蒸発してしまう。この世界では地下より火山活動によって噴出する炭酸ガスはそのまま地表にたまって濃い



図3 火星の衛星フォボス。右端の大きいクレーターがスティクニー。(ヴァイキング1号)

* Planetology

** Atmosphere of Venus and Earth

*** 京都大学名誉教授 S. Miyamoto

大気をつくったと考えられる。なお地球大気に窒素ガスの多いことも海の存在と関係があるらしい。液体の水は岩石中の窒素化合物を溶かし、結局は遊離して大気中に放出する。地球大気中に酸素ガスの多いことはこの世界で生物の発生していることを示している。地球型惑星の大気は、火星や金星にみられるように、炭酸ガスを主成分とするのが原則であろう。

金星地表の高温については、太陽輻射と地面からの熱放射に対して、厚い大気と雲の層の温室効果が考えられる。金星の雲は硫酸の液滴よりなるものだということが知れた。要するに、太陽からの距離の僅かのちがいにより、地表に水が液体の態で溜るかどうかということが結果として気圧温度に大きな差をもたらしたというのがワーカー達の考へ方である。

地球型惑星の謎 ロケット観測によるデータが得られるにつれ、地球をも含めた地球型惑星についての謎も次第に具体的になってきた。クレーターの原因についての隕石説、火山説の対立はまだ続いている。火星表面の暗い地域が、月や地球の大洋底と異っていることはマントル物質の成分分離によって地球の表面に地殻が形成されたという説に疑問を投げかけている。

地球が磁場をもっていることは、マントル対流と地球の自転によるという、いわゆるダイナモ理論で説明されている。月が磁場を持っていないことは、月が小さくて、内部にマントル対流があるとしても極めて弱く、また自転をしていないことから当然とも考えられる。しかし、月と同じくらい大きさの水星で、しかも自転のゆるやかな水星に可成の強さの磁場が観測されている。金星は大きく、地球なみのマントル対流が期待されるが、自転していない。金星には磁場が観測されていない。自転が地球なみで、地球の半分の大きさの火星は磁場を持っていてもよさそうであるが、観測されていない。

火星の小さい2つの衛星の写真は珍しい地形を見せてくれた。ダイモス、フォボスとも、表面に沢山のクレー

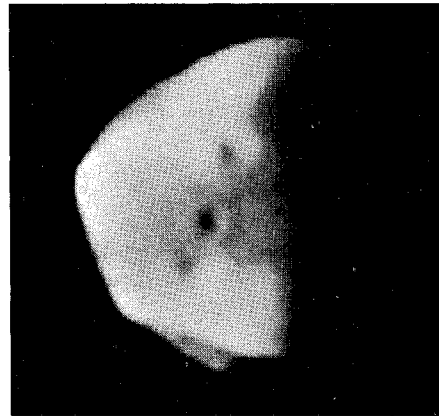


図5 火星の衛星ダイモス。(マリナ9号)

ターが出来ていることはよいとして、並行して走る無数の溝が認められる。溝の多くは小クレーターの列からなっている。大きさ20kmあまりのフォボスに、直径10kmという分不相応に大きいクレーターがあり、スティクニーという名が付けられている。隕石説によれば、フォボスのクレーターも勿論隕石の衝突による孔で、並行して走る溝は、スティクニーが生れた時の地割れであると見られている。しかし問題はその地割れが小クレーターの列からなっていることであろう。

火星の二つの衛星は赤外、紫外の反射能の測定から、炭質球粒隕石と同質の天体であろうと言われている。これは惑星の持つ衛星の起源についての論議をよんでいる。この問題については、他の惑星の衛星や小惑星の地表の観測が望ましい。

巨人惑星 近年ロケットによる惑星系の探査は火星を越えて巨人惑星の領域へと広げられつつある。1972年3月に打上げられたパイオニア10号は翌年末木星に接近し、木星表面の雲の帯の詳しい写真を撮り、木星を取巻く強い放射能帯、磁気圏の観測を行った。翌1974年4月打上げのパイオニア11号は、1974年末木星に接近、ついで1979年9月には土星に接近して、土星の環の近接写真を電送してくる予定である。これによって、土星の環の正体もはっきりすることであろう。1977年夏にはヴォエージャー2号と1号とが相次いで打上げられた。2号は木星、土星に接近したあと、1986年1月には天王星、1989年9月には海王星を訪ねて観測をする予定になっている。またヴォエージャーは木星や土星の衛星をも観測する予定であって、そのデータはわが月との比較において興味あるものとして期待されている。

木星や土星で代表される巨人惑星は、その半径、質量、比重、組成から考えて、地球型惑星とは全く別の天体であるようにみえる。しかし、何れも太陽のまわりを公転する小天体であり、全く異質のものとも思われない。巨

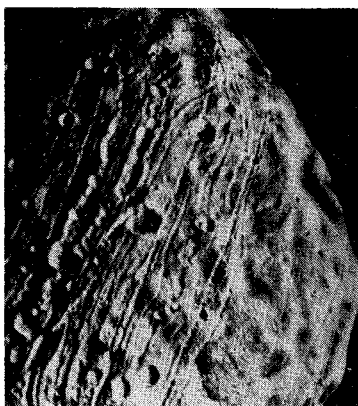


図4 フォボス表面の溝。(ヴァイキング1号)



図6 木星の近接写真。(パイオニア11号) 1974年12月

人惑星は水素其他の軽い元素を主成分としており、その組成は太陽に近いものと思われる。太陽系が生れた時、太陽から遠く離れた寒冷な地域に出来た小天体である。温度の低いため、軽いガス成分も逃げることなく、誕生以来ほとんど進化していない惑星であろう。今仮りに木星の組成が太陽と同じであるとしてみよう。木星を仮りに地球のあたりまで太陽に近づけたとすると、ガス成分は蒸発し、僅かばかり含まれていた岩石を造る元素やさらに重い金属元素だけが残り、その大きさも、質量も、地球程度の小天体になってしまうであろう。見方を変えると、木星は生れた当時の地球のおもかげを今も残しているものとも考えられる。この意味において木星も地球も同じ種族の天体といえよう。

木星は外から眺めると、水素、メタン、アンモニアなどの厚い大気に包まれ、その下に何かがあるか、観測することは出来ない。木星を取巻いて強い放射能帯のあることから考えて、中心部には固体、または液体状の重い核があるものと思われるが、純理論的な推測しか出来ない。

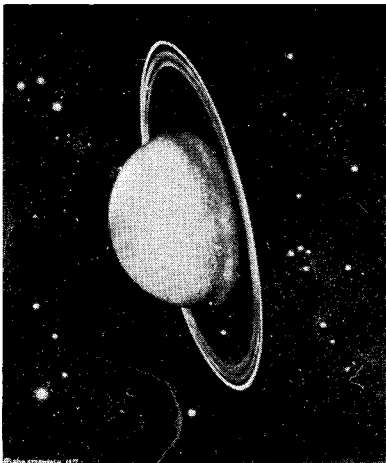


図7 天王星の環図解。

固体または液体の表面が大気の下にあるとしても、それがどのような世界であるのか、地球上の地質学の常識は当てはまらないであろう。大気内の気流も、地球の場合とは全く異なることは言うまでもない。太陽からの輻射エネルギーよりも、内部から漏れ出る熱エネルギーの方が大きい。雲の様子が赤道に並行する帯になっているのは、木星の速い自転によるものであろう。またロケット観測により、明るい帯の地域は上昇気流の起っているところ、暗い帯の地域は下降気流のあるところであることが知られているが、その原因は明らかでない。ともかく、内部からの熱エネルギーの湧出が大気中の気流発生の原動力になっているのであろう。

木星も土星も、多くの衛星をひきつけている。昔から知られている木星の四大衛星は、わが月またはそれより少し大きいものであるが、本体と較べると、地球に対する月よりずっと小さい。土星の衛星のなかには、ミマス、エンセラドゥス、レアのように、比重が1またはそれ以下のものがある。これらは直径が数百キロの氷の塊であろう。こうした氷の衛星が何かの原因で本体に異常接近をすると、本体からの強い潮汐力をうけて破片に分解し、群をなして本体のまわりを公転することになる。これが土星の環の誕生とみられている。この説が正しいとすると、太陽から遠く離れた寒冷な地域を公転する惑星では、土星以外にも環を持つものがあってもよいことになる。

ところで、近年になって、天王星にも環のあることが発見された。それは望遠鏡をのぞいて見えるほど明いものではないが、天王星が恒星の前面を通りすぎるときのオカルテーションとして発見された。環は五重の構造になっていると言われていたが、其後の観測で、もっと数が多いことが判った。

冥王星の月 最近クリスティーがフラグスタフで撮られた冥王星の写真から、冥王星に衛星のついでていることを発見した。この発見によって、冥王星についての知識は一新されたのである。冥王星の発見されたのは1936年であったが、余りにも遠いために、望遠鏡では淡い一点の星としか見えなかった。見かけの明るさから推し

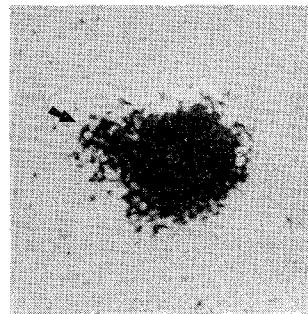


図8 冥王星と衛星カロン。(フラグスタフ天文台)

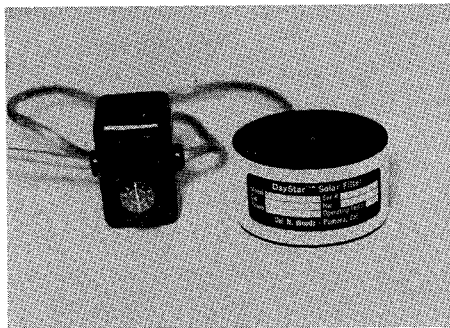
て、冥王星は大きさも質量も地球くらいの惑星であろうと考えられていた。しかし、これは不思議なことであった。太陽から遠く離れた極寒の世界に、地球のような体質の惑星が生れるということは説明がつけにくいからである。

冥王星は大きさが地球の半分以下、月の1倍半の小さい惑星であることが明らかになった。これは太陽系の惑星のうちで最も小さい水星と同じくらいの大きさである。衛星の公転から質量を求めてみると、わが月よりも軽く、月の5分の1となる。比重になおすと1くらいで、冥王星は大きい氷の塊だということになる。土星の衛星のなかには氷の衛星もあることはこれまでも知られていたが、太陽系の外縁まで来ると、惑星そのものまで氷の天体になってしまう。軽い気体元素も凍ってしまうからであろう。冥王星の衛星には三途の川の渡し守カロンの名がつけられた。カロンは冥王星の半径の7~8倍のところを6.3日の周期でまわっている。しかもその大きさは本体の3分の1であるという。これまでわが月は本体の地球に較べて大きすぎる、月と地球は親子の関係でな

く、双子の惑星ではないかと言われてきたが、同じような例が冥王星に見つかったわけである。似ている点はそれだけではない。冥王星とカロンは互に向きあったまま公転しているらしい。もし冥王星の地表に立ってカロンを眺めたとすると、カロンは天の一角に懸ったまま動かず、自転もしないであろう。大きさは地球から見る月の10倍、太陽の光は弱いので、幻の月といった印象を与えることであろう。

これまで冥王星の外側にあるかも知れない未知の十番目の惑星というものが話題になっていた。しかし今回の冥王星の衛星の発見から考えると、冥王星の外側に未知の惑星があるとしても、それは冥王星よりさらに小さい氷の惑星であろう。太陽から遠く離れた極寒の世界では、太陽系の原物質は今もそのままの姿を保っていることであろう。惑星系の外側には無数の彗星群が太陽系を取巻いている。これはおそらく太陽系の原物質であろう。そうして、冥王星は彗星と巨人惑星とをつなぐ中間的天体なのである。

Day Star社のソーラーフィルターを日本で発売



フィルター

◎H α フィルター(ファブリペロータイプ)

透過半波長幅 0.60Å~1.20Å 6種類

透過光線 F30以上

フィルター径 ϕ 32mm 重量 460g

6562.8Å波長 電気ヒーターコントロール式

ヒーターコントロール トライアック式 100V~110V 50~60Hz

価格 ¥285,000~

◎フィルター用写真撮影装置

波長位置 移動マイクロメーター付

フィルター透過主光線は平行光線

望遠鏡はF15用 ¥78,000

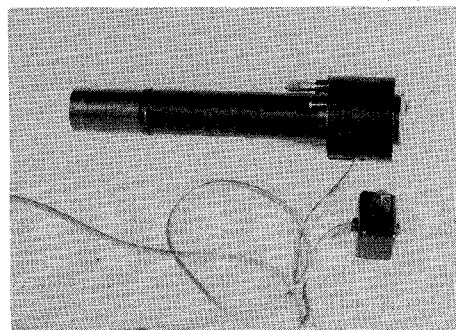
◎H α 以外のフィルターも製作しています

3700Å~2.5 μ m 波長幅 0.4~100Å

(株)西村製作所

〒606 京都市左京区吉田二本松町27

TEL (075)691-9589



写真撮影装置