

I 月と地球

〔I-1〕月の自転 〔月は自転していない〕

前岡光明

はじめに

月は常に同じ面を地球に見せている。なぜか？

月は自転を止めてしまった、これは大勢の人が直感で思うことだろう。

でも、「月の**自転周期**が地球の周りの**公転周期**と一致するから、月は常に同じ面を地球に見せている」とする説がある。

1 月の自転周期と公転周期が一致するという説

ずいぶん古いことなので書名も著者も忘れてしまったが、「月が地球にその裏側を見せないのは、月は鉄棒の体操選手のように、地球の周りを大車輪しているからだ」という主旨の説明があったことを、私は覚えている。

いつも鉄棒に頭を向けて回転している体操選手の姿勢を連続写真に撮って、へそを中心にして重ね合わせると、大車輪一回転するあいだに選手の体も一回転している。だから、月の（見かけの）自転周期 27.32 日は、月の公転周期 27.32 日にびたり一致するのだ。

その本で、「だから、月は自転している」と主張されていたかどうかは覚えてない。

月が地球の周りを 27.32 日周期で公転している時、もし、月の自転周期がそれよりわずかに短くて 27.00 日だったら、月は少しずつその裏側を見せることになる。わずかに長くて 28.00 日でも少しずつ裏側を見せよう。

そして、実質の自転周期が 27.32 日なら、公転周期と一致するので裏側は見せない。これが、月の自転周期 27.32 日説である。

しかし、月は地球と**衛星関係**にあつて、**潮汐作用**^註により自転速度を減じてきたわけだから、もし今の瞬間、自転周期が 27.32 日だったとしても、そのうち、じょじょに月の自転周期が 27.32 日より少し長くなっていく。

月の自転周期 27.32 日説の人は、月がその裏側を見せないのは、今のうちだけだとするのだろう。

2 月は自転を止めた

原始月は、初めのうちは速い速度で自転していた。そして、原始地球と衛星関係になってからは、その「潮汐作用」で自転速度を少しずつ減じていった。

原始月はもっと原始地球の近くに居たし、月の表面はマグマオーシャンで溶けていたので、潮汐作用を受けやすい状態にあつたのだ。（文献1 「26.1 新生地球」参照。）

そして、質量の大きな地球の、強い引力で、月の表面部分が引きずられた。

地球の赤道半径は 6,378 km、月の赤道半径は 1,738 km であるが、密度が地球 5.52 g/cm^3 、月 3.342 g/cm^3 と大きく違うので、地球の質量は月の 81 倍も重い。原始時代はこれに多量の水素ガスが加算されるから、もっともっと差があつた。

図体の大きな原始地球の万有引力に引きつけられた状態で自転するから、小さな原始月はもろに「潮汐作用」を受け、次第に自転速度を落としていった。

^{註1} 潮汐作用： 例えば、地球表面の海水や地殻は、月の引力に引きずられて、地球内部とずれて動くので、その摩擦作用で自転速度が遅れる傾向となる。そのことが、逆の立場で、月では顕著に生じ、尽きは自転を止めてしまった。

地球から見れば、月の自転速度がだんだん遅くなっていった。そして、月の自転周期が27.32日と公転周期に一致した瞬間があった。月は地球に同じ面を見せたままで、その自転が止まったようであった。しかし、潮汐作用は続いており、月の自転速度はさらに衰え、その後の月は、スローで逆回転するように、地球に違う顔を見せていった。

そして、ついに月は自転を止め、地球に同じ面を見せたままとなった。

その時から、月の重心は地球の方に偏心しだした。

月の直径は3,476 kmだが、比較的軽い地殻の厚さは、地球側が60 km、反対側が120 kmである。そして、月の重心は2.0 km地球側に偏心しているようだ。(文献2「続地球の歴史」pp89~90)

月にすれば、安定した姿勢で地球を向いて、引力で引っ張られているのだろう。

なお、月の重心は地球から見て左側に約1.2 kmずれている。このことは、次で考察する。

そうやって偏心してしまったということは、自転してないということである。偏心した月に自転しろと言っても、がたついて、廻れまい。

3 月の重心が前方に移動すること

地球は太陽の周りを反時計回りに公転し、月は地球の周りをやはり反時計回りに公転する。したがって、地球から見て左側ということは、月の重心は公転方向前方に1.2 km移っていることだ。

どういうことだ？

月の中身を、中心の重い芯部と周りのやや軽い部分に分けて考える。

重たい芯部が2.0 km地球に引き寄せられた。ということは、芯部とその周りの軽い部分の関係は一体化していても、微妙に変化しようということだ。

さて、 $GM = r v^2$ 式で、芯部は半径 r が2.0 km短くなった分だけ、 v が速くなる。それは角運動量保存の法則で自動的な現象である。そして、速度が速まる過程で芯部が先に動いたのだ。

芯部が先に行こうとして、周りの比較的軽い部分が、引っ張られているという構図である。

4 鉄棒の大車輪とハンマー投げ

確かに今の月は、地球の周りを大車輪する鉄棒選手に例えられる。

鉄棒選手は鉄棒を握ってぐるぐる大車輪している時は、自分で体を回転(自転)させようがない。もし、体をスピンさせようとすれば鉄棒から手を放さなければならない。

しかし、月は、腕の代わりに引力で結ばれているから、自転は可能である。そして、最初は、地球は大量の水素ガスに包まれていたから、もっと強い引力で地球の近くに引き付けられていて、月の公転速度は速かったし、それとは直接関係のない現象だが、月は速い速度で自転していた。

また、私が思うに、地球は未熟なハンマー投げ選手が、棒立ちで、力任せに月のハンマーをぐるぐる振り回しているようだ。ワイヤーが万有引力である。ただし、選手(地球)の体は、ハンマー(月)よりもずっと速く回る(自転する)から、腕の付け根に変速ギヤ装置が付いていなければならない。

なぜ、ハンマー投げ選手を持ち出したかということ、45億年前、原始地球が水素ガスを失って大幅に質量を減じたのは、ハンマー投げ選手の体重が大幅に軽くなったのと同じだと、例えたいのだ。

原始地球のハンマー投げ選手は力持ちだったから、原始月のハンマーのワイヤーを短く持って、すごい勢いで振り回していた。だから、原始月の公転周期はもっと短かった。そして、その頃の月は自転していたから、ハンマーの鉄球は自在リングに囲われていた。

ところが、太陽のタウリ段階の大規模なフレアを浴び、原始地球がまとっていた水素ガスが吹き飛ばされた。原始地球すなわちハンマー投げ選手の体重が1/2か、1/3に減ってしまったと私は考える。それで、振り回す力が弱まって、ハンマーの回転は緩やかになった。そして、結果的にハンマーのワイヤーが2倍から3倍に伸びた。

この時、原始月がまとっていた水素ガスも吹き飛ばされ、月すなわちハンマーはとても軽くなっていたが、衛星関係においては衛星の質量の増減は関係ない。(文献1「10.4 中心星の質量減少による惑星離間」参照)

地球のハンマー投げ選手を、棒立ちで力任せにハンマーを振り回す未熟な選手であると断ったのは、本物のハンマー投げ選手は、腰を落とし足を踏みかえ、自身の重心を小さな円弧を描いて回転させながら、ハンマーを振り回しているからである。すなわち、ハンマーと選手は連星関係にあるのだ。このことは、いつか記したい。

5 星の自転の始まり

星(惑星も同じ)が自転するのは、生まれた時に、その引力で引き付けた水素分子、他の物質が、転向力を受け、渦巻いて流れ込むからである。中心塊(星の卵)を取り巻く旋回渦が、星の自転の源である。

分子雲の中心塊は扁平な形状で成長するので、時々自らの力で凝縮して球形に形を整える。その時、角運動量保存の法則が働いて、大きく自転速度を増す。

そして、星の自転速度は、その時々の上限值がある。

$GM = r v^2$ で求めた v の値が、自転速度の上限になる。(文献1 9.3「自転速度が高まる仕組みと上限」参照)

G : 万有引力定数、 M : 中心塊の質量、 r : 中心塊の半径、 v : 中心塊の回転速度

M が大きくなるにつれ自転速度の上限值が高まる。

実際の星の自転速度は、上限値を下回っていることが多かろう。どうしてかと言うと、成長の段階で「子渦の核」同士が合体しているので、異なるベクトルが合体して、自転速度は低下しよう。それに、潮汐作用による低減もある。

ちなみに、地球と月の自転速度の上限值を求めてみる。

地球

$$GM = r v^2$$

G : 万有引力定数 $6.673 \times 10^{-8} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{sec}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$

M : 地球の質量 $5.974 \times 10^{24} \text{ g}$

地球半径(平均) $r = 6378 \text{ km} = 6.378 \times 10^8 \text{ cm}$

$v^2 = GM/r$ に代入し、解くと

$$v = 7.9 \times 10^5 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1} = 7.9 \text{ km} \cdot \text{sec}^{-1}$$

周回時間 $2 \pi r \div v = 5070 \text{ sec} = 1.41 \text{ 時間} = 0.06 \text{ 日}$

回転数 $24 \div 1.41 = 17.0 \text{ 回/日}$

すると、一年は、 365×17.0 日になる。

月

$$M : \text{月の質量 } 0.012300 \times 5.974 \times 10^{24} \text{ g} = 7.00 \times 10^{25} \text{ g}$$

月の赤道半径 $r = 1738 \text{ km} = 1.738 \times 10^8 \text{ cm}$

$$v^2 = GM/r \text{ に代入し、解くと } v = 1.64 \times 10^5 \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1} = 1.64 \text{ km} \cdot \text{sec}^{-1}$$

周回時間 $2 \pi r \div v = 6655 \text{ sec} = 1.85 \text{ 時間} = 0.07 \text{ 日}$

回転数 $24 \div 1.85 = 13.0 \text{ 回/日}$

6 地球の自転も弱まっている

ところで、潮汐作用をこうむったのは月だけではない。地球も自転速度を減じた。

私は原始地球の大きさは、原始木星、原始土星に引けをとらなかったと考える。太陽が水素の核

融合に点火した頃（タウリ段階）の大規模なフレアを浴び、地球は現在質量の1～2倍の水素ガスを失い、また多量の水を失った。一方の木星、土星は中心部から吹き飛ばされてきた水素ガスを拾い、あれだけ巨大になった。（文献1「第23章 太陽系の進化」参照。）

はじめの頃の地球は、木星、土星なみに、0.4日（≒910回/年）ほどの周期で自転していたのだろう。

3億5千万年前に、地球の自転回数は年間400回だったのが、現在365回に減じている。

こうやって自転速度を落としたのは、月のせいである。月はこれからも地球の自転に影響を与え続ける。

地球の歳差運動のことは、私にはわからない。

自転速度を落とした独楽のよろめきは、歳差運動とは異なるだろう。

地上でなら、自転速度を落とした独楽は激しく首振りをしてやがて転がる。しかし、摩擦抵抗のない宇宙空間では、自転速度を落とした地球は、そのままの姿勢でいるだろう。

自転速度がさらに衰えると、独楽の原理の働きが弱くなり、小惑星などの衝突で地軸が傾くのだろう。それが岩石に刻まれた地磁気の変化でなかろうか。

もし、地球に大きな小惑星が衝突したとしたら、地球はどうなるか。地球は太陽にしっかり捕らえられているから、飛んで行ってしまうことはない。若干軌道が変わっても新たな公転運動をする。しかし、今述べたように、地球の回転軸とか自転速度は影響を受けよう。

なお、地球と月は、本来は連星関係なのだが、地球の自転による芯円効果で衛星関係になっているのである。地球の自転が衰えたら、突然、地球は連星運動に転じ、小さな回転運動をしだすだろう。

7 小惑星と衝突した月は大丈夫か？

私は、現在、月の本当の自転は止まっているから、**独楽の原理**が働かない月は、もし大きな小惑星が衝突したら、派手な動きをするのでは、と心配したことがある。

でも、引力と遠心力が釣り合って緊張関係にある天体は、少々の外力が働いても、その緊張がほどこけることはないと考えようになった。もし、月に大きな小惑星が衝突して、月が動いたとしても、**角運動量保存の法則**が働いて、新たな釣合いに移るだけで、飛んで行ってしまって居なくなってしまうわけではない。

（文献1「第10章 公転運動が変化する時」参照。）

月に小さな小惑星が衝突しても、公転運動している月は、地球から離れはしないだろう。しかし、自転していない月は、軸を傾けそうだと考えたくなるが、それは違う。

前述したように、月の重心は地球の方向に移動し、かつ公転方向にもずれている。これは、月は凧のように地球に拘束されているということだ。小惑星が衝突して、月の軸そして地球に向けた面が、瞬間的に揺らいだとしても、月の姿勢は元に戻る。

あとがき

月と地球がどのようにして出来たかの説明を飛ばして、いきなり星の自転の源の「旋回渦」のことを記してしまった。そして、このことを理解してもらうには、転向力を述べねばならない。

公転運動する分子雲内部では、転向力が働いていることを、いずれ記したい。そして、おおい、地球と月、そして、星の出来方について述べていきたい。

次は、月はどのくらいの距離を地球から離れたのか、述べたい。

キーワード： 原始月、原始地球、月の自転、月の公転、公転周期、潮汐作用、マグマオーシャン、衛星、角運動量保存の法則、地球の自転、鉄棒選手、ハンマー投げ選手

参考文献：

1. 「水素分子雲の進化」 (<http://ippe4.my.coocan.jp>)
2. 「続 地球の歴史」竹内均 NHK ブックス 昭和 58 年 8 月 1 日