

天文学の歴史

Jay M. Pasachoff, Magda Stavinschi, Mary Kay Hemenway

*International Astronomical Union
Williams College, Williamstown, Massachusetts, USA
Astronomical Institute of the Romanian Academy
University of Texas at Austin, USA*



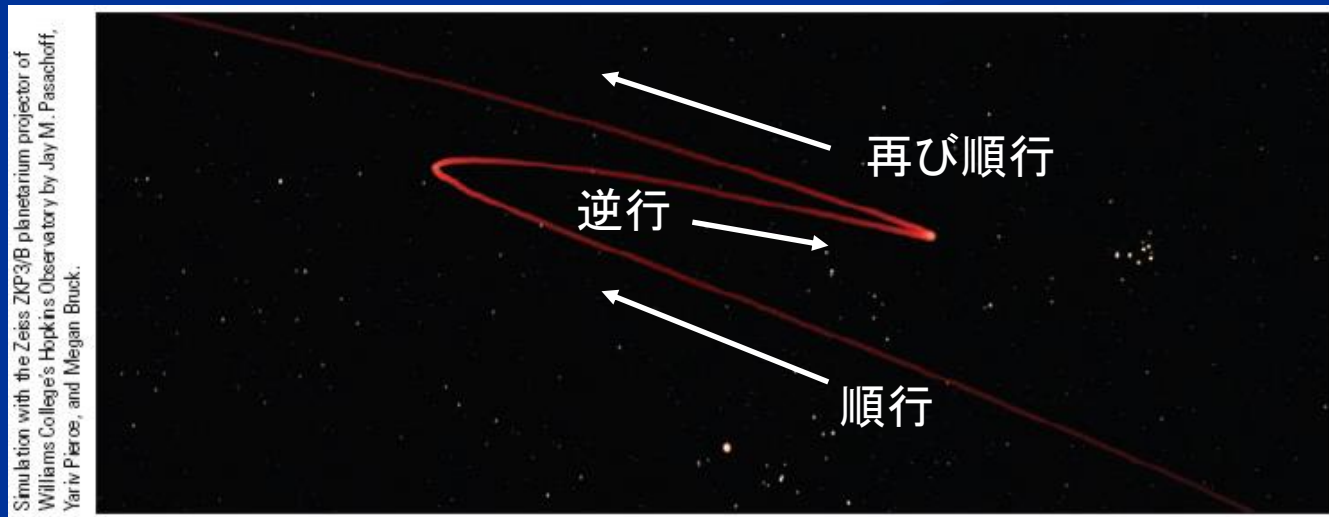
1 はじめに



- 天文学の歴史は、幅広く複雑であり、一言でまとめられない。ここでは以下の話題を中心に扱う。
- 地動説
- 古代文明による天文学

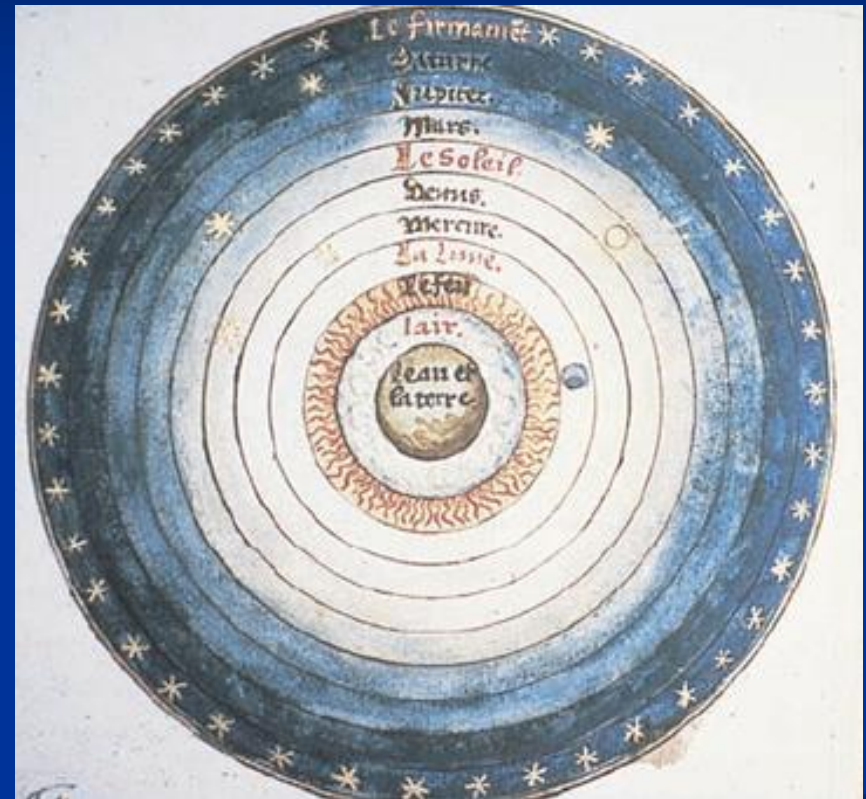
2 古代ギリシャの天文学

- 惑星は一方向（西から東）に、背景の星々の中をゆっくり動くように見える：順行
- しかし、時々惑星は背景の星々の中を反対方向（東から西）へ動くように見える：逆行



2 古代ギリシャの天文学

- 古代ギリシャでは、惑星の動きを説明するためのモデルを工夫した。
- 惑星の逆行の振れの大きさを比較し、それが大きいほど地球からその惑星までの距離が近いとして順に並べた。

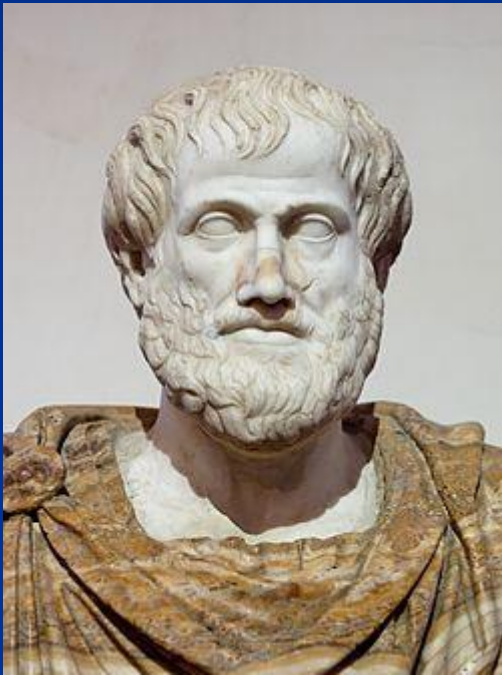


2 古代ギリシャの天文学



- アリストテレス（紀元前350年）は、地球は間違いなく宇宙の中心だと考えていた。他の惑星や太陽や星は地球の周りを周っていると考えた。
- アリストテレスによると、天界は55の天球から成る、たまねぎ構造をしていると考えられた。

2 古代ギリシャの天文学



- それぞれの球の自然な動きは回転と考えられた。惑星は、どれかの球に沿って動き、それぞれの球は互いに影響しあうと考えた。惑星の逆行を、それで説明しようとした。
- 最も外側の球は恒星の世界である。この球（恒星天）の外側に恒星の回転を作る「一次機構」があるとした。
- アリストテレスの理論はルネサンス期までの1800年間、大きな影響を持ち続けた。

2 古代ギリシャの天文学

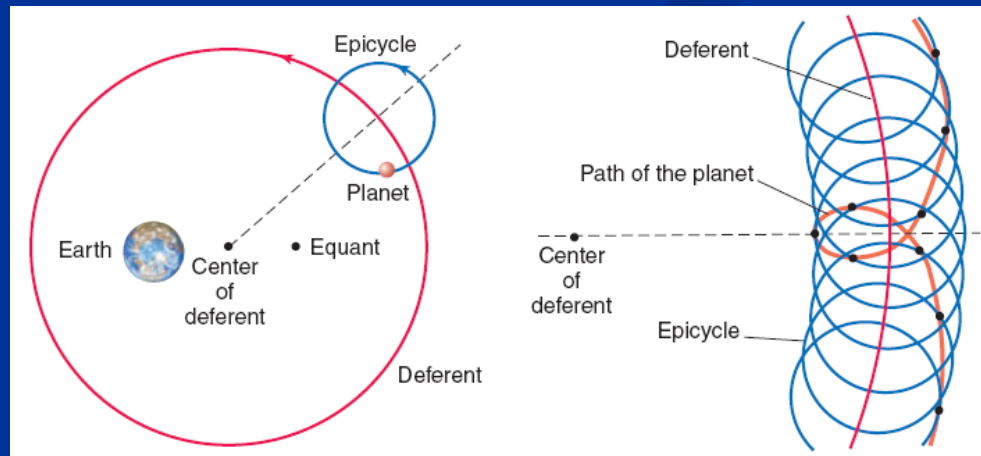
- 紀元140年、ギリシャ人の科学者でアレクサンドリアにいたクラウディオス・プトレマイオスは、惑星の逆行を説明する改良した理論を考案した。
- プトレマイオスのモデルはアリストテレスと同様に天動説だった。逆行運動を説明するために、プトレマイオスは、惑星が小さな円を描きながら大きな円軌道に乗って動いていると考えた。



Biblioteca Nazionale Marciana, Venice

2 古代ギリシャの天文学

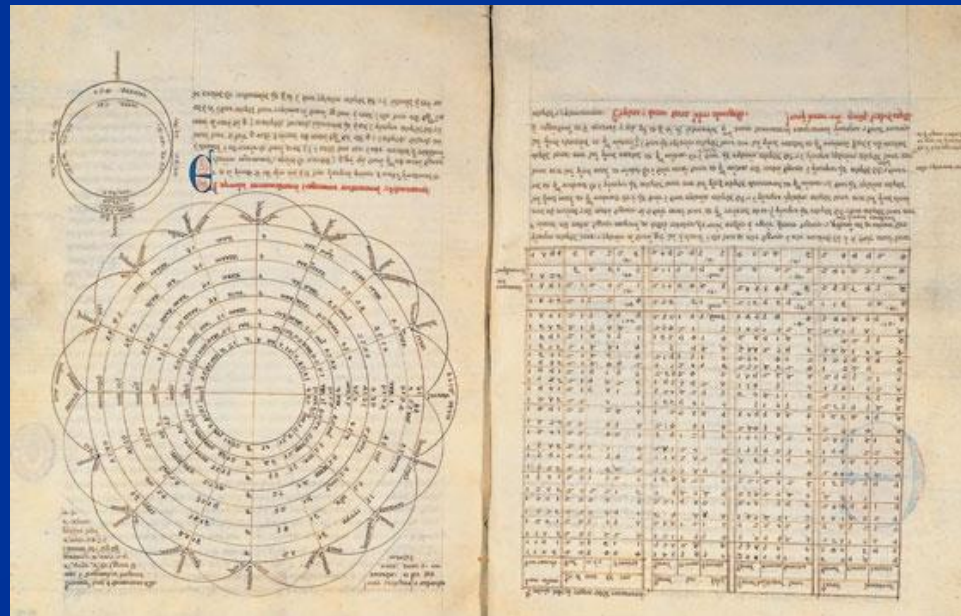
- 惑星は周転円とよばれる小さな円を描きつつ、その円は従円と言われる大きな円を描くと、逆行運動が説明できるとプトレマイオスは考えた。
- 従円は、地球ではなくエカントと呼ばれる点を中心に一定の角速度で動くと考えた。
- 円の形が完璧なものだと思われていたので、惑星運動が円を描くことは論理的であると思われていた。



2 古代ギリシャの天文学

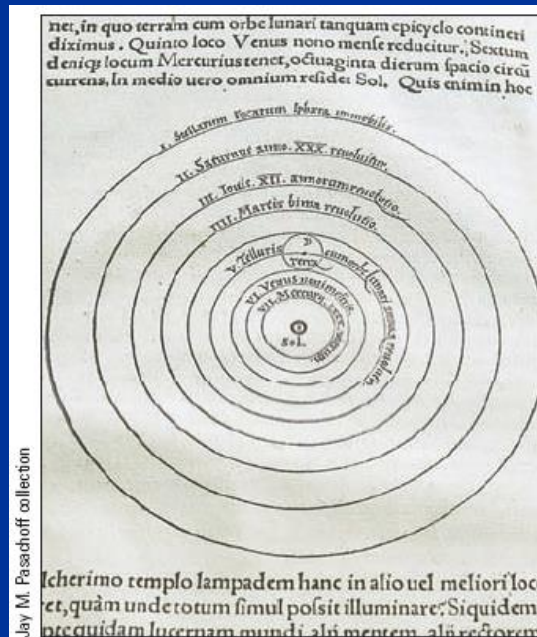
- プトレマイオスの最も重要な著書であるアルmageスト（偉大なるもの、という意味）は、15世紀近くにもわたり、人々に受け入れられてきた。またその本には、彼の考えだけでなく先人たちの考えのまとめもまとめられている。

- プトレマイオスによる惑星の動きの表は、この時代において十分正確なものであった。



3 地動説

- 16世紀、ポーランドの天文学者ニコラウス・コペルニクスは、太陽が中心の地動説を唱えた。
- コペルニクスより18世紀早くに、ギリシャ人の科学者でサモスのアリストタルコスは地動説を唱えていた。しかし、昔のアリストタルコスの理論は詳しく分からないままである。



Jay M. Pasachoff collection

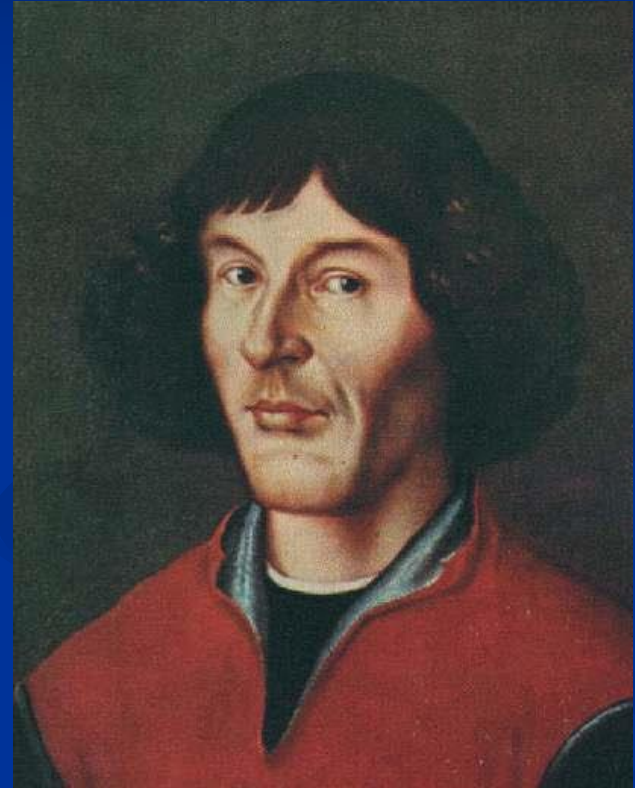


Jay M. Pasachoff collection



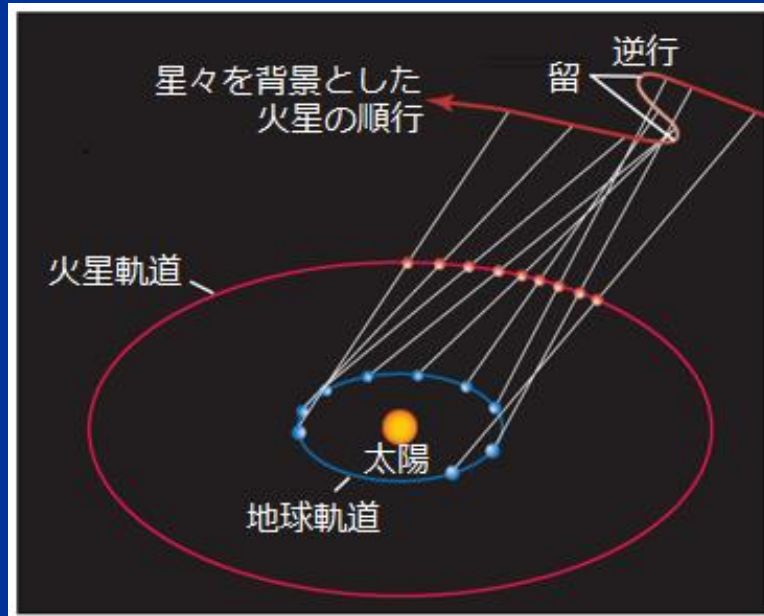
3 地動説

- コペルニクスは、惑星は円を描いて動くが、太陽が正確にその円の中心ではないとした。
- 惑星位置の予測が観測とより矛盾のないものにするために、いくつかの周転円を使うことが、まだ必要だった。



3 地動説

- 地動説は、火星のような外惑星の逆行を投影の効果によって説明した。



- 地球が火星を内側から追い抜く時、地球から見た火星の方向として線を引いてみると、星々を背景に後退して見えてしまう。
- 地球と火星は各々の軌道を動き続けていく。2つの惑星をつなぐ線を見ると、内側からの地球の追い抜きの時以外は、公転による前進運動に沿うように見える。

3 地動説

- 太陽は太陽系のおおよそ中心にいてと考えて、コペルニクスは以下の作業を行った。
 - 地球と太陽の距離を単位として、惑星間の距離を計算した。
 - 観測結果から、惑星が太陽の周りを回る時間を計算した。



4 鋭い目を持ったティコ・ブラーエ



コペルニクスが亡くなってまもなく、16世紀後半、デンマークの貴族のティコ・ブラーエは、惑星位置の計算予測の精度向上のために、彼の天文台ウラニボルグで火星や他の天体の観測を始めた。



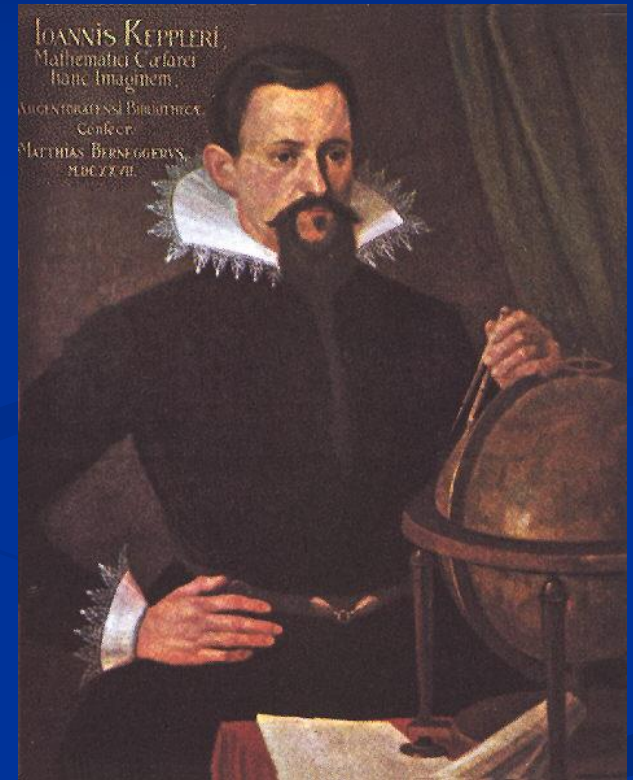
4 鋭い目を持ったティコ・ブラーエ

- まだ望遠鏡が発明されていなかったなので、ティコはこれまでになく正確に測ることができる大きな観測機を用いた。
- ティコが亡くなった1601年、ティコの観測データ利用権をかけた戦いがあり、ヨハネス・ケプラーがデータを得た。



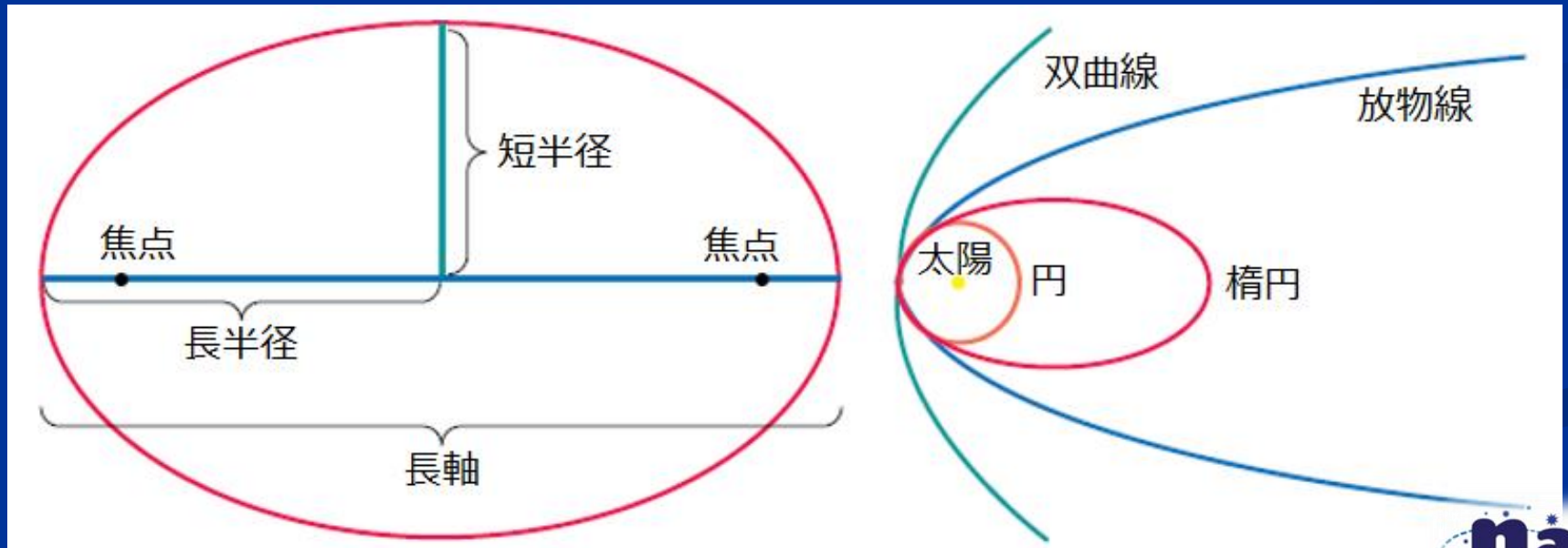
5 ヨハネス・ケプラーとケプラーの法則

- 新しく、信頼性高いティコの観測結果によると、当時使われていた惑星の位置の予想の表は、十分には正確でないことが分かった。
- 1600年、惑星位置のための詳しい計算のために、ティコはケプラーを雇った。
- まず、ケプラーは円を使って火星の軌道を説明しようとした。試行錯誤の末、軌道の形について新しい見方を得るに至った。



5a ケプラーの第一法則

- ケプラーの第一法則は1609年に発表された。惑星は、太陽を焦点の一つとする楕円上を回っている（楕円軌道の法則）。



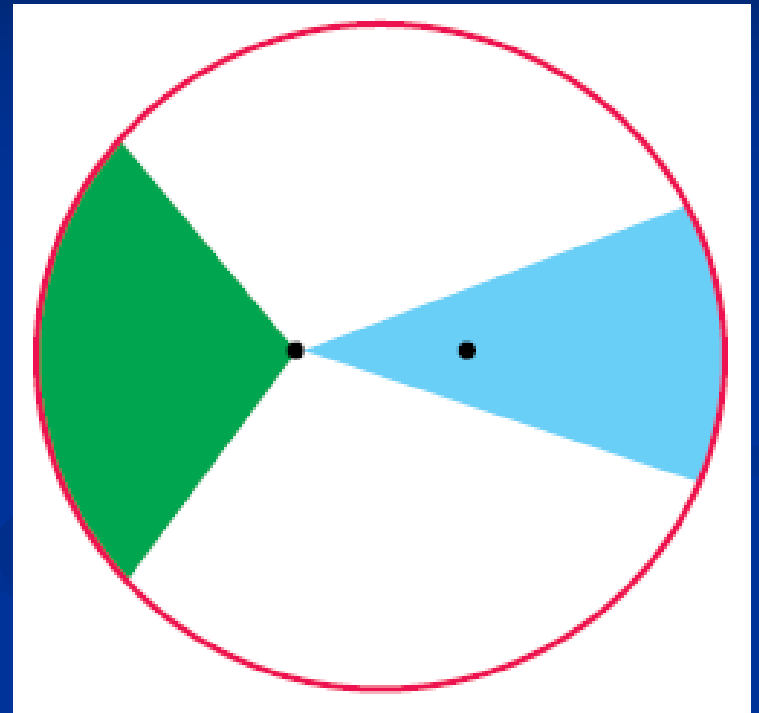
5a ケプラーの第一法則

- 2つの焦点それぞれからの距離の和が一定の点の集合が楕円である。
- 紐の長さや焦点間の距離を変えれば、楕円の形を変えることができる。



5b ケプラーの第二法則

- 1609年に発表。惑星が軌道を描いている時の、速さについての法則である。
 - 一定の時間に、惑星と太陽を結ぶ線が掃く面積は等しい。
 - これは面積速度一定の法則として知られている。



5b ケプラーの第二法則

- ケプラーの第二法則は、彗星を考える際にも役に立つ。彗星は非常に大きな離心率の（つまり扁平な）楕円軌道を持つ。
- ハレー彗星が太陽から遠い時、太陽と結んだ線がとても長いのでハレー彗星はとてもゆっくり動くと、この法則で説明した。



Jay M. Pasachoff

5c ケプラーの第三法則

- 1619年に発表。ケプラーの第三法則は、惑星の公転周期と惑星と太陽までの距離を関係させている。
- 公転周期 T の2乗は楕円軌道の長半径（太陽からの平均距離に相当） a の3乗に比例する：

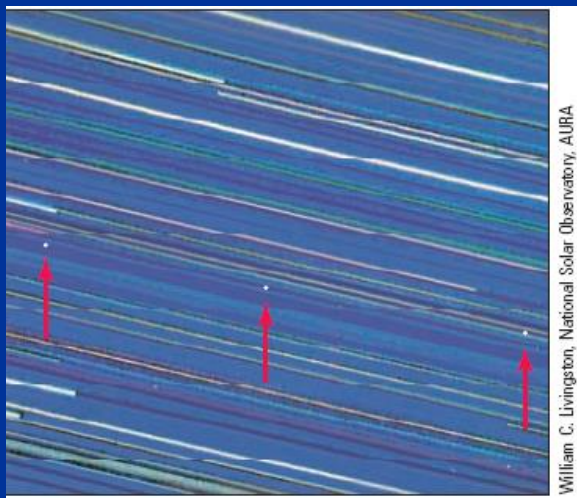
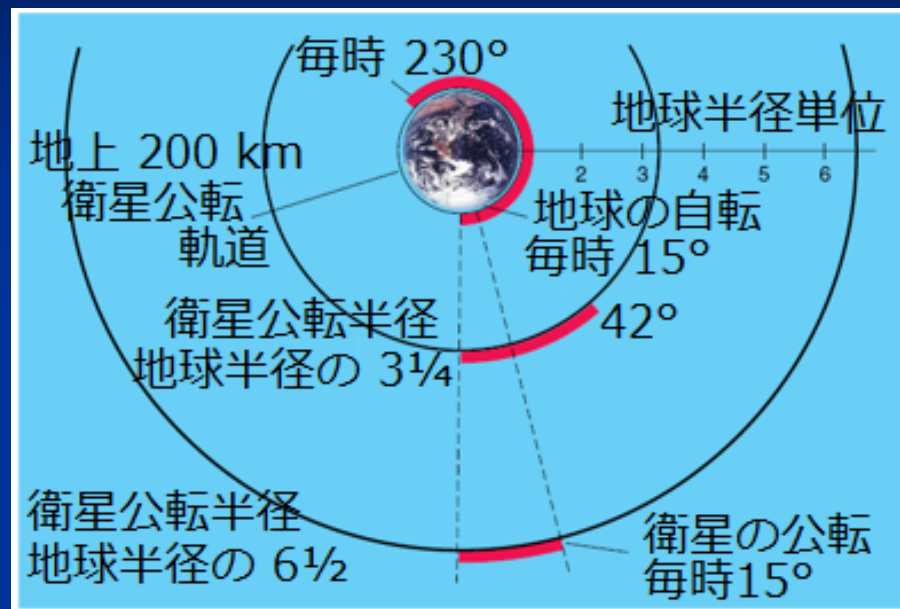
$$T^2 = k a^3, k \text{ は定数}$$

- 楕円軌道の長半径の3乗が大きくなると、公転周期の2乗は、それに伴って大きくなる。



5c ケプラーの第三法則

- ケプラーの第三法則の応用例は静止衛星である。静止衛星は地球の自転周期と同じ公転周期を持っている。静止衛星はいつも地球の同じ経度の上にいる。



赤道の上に静止衛星は浮かんでいるように見え（左図参照）、テレビや携帯電話の信号を中継するために使用されている。

6 プトレマイオス・モデルの終わり： ガリレオ・ガリレイ

- 1609年の終わり、系統的な天文学の研究に、ガリレオは初めて望遠鏡を使用した。



6 プトレマイオス・モデルの終わり： ガリレオ・ガリレイ

- 1610年ガリレオは、望遠鏡で観察したことを出版した。肉眼よりもたくさんの星が見えていた。
- 天の川は無数の星から成っていた。
- 月面には山、クレーター、そして、暗い「海」があった。
- 木星を回る4つの小さな天体があった（すべての天体が地球の周りを回転しているわけではないことが示された）。
- 4つの衛星は木星が前へ進む時に「置いていかれる」ことはないので、地球も同じように太陽の周りを公転しても「後ろに置いていく」ことはないはずだということを示した。

Att. 7. Di Gennaio
Giove si uide così
Att. 8. così
Att. 13. di Gennaio
Att. 14. di Gennaio
Att. 15. di Gennaio

On the 7th of January
Jupiter is seen thus

On the 8th thus

On the 12th day it is seen in this arrangement

On the 13th are seen very close to Jupiter 4 stars

On the 14th it is cloudy

On the 15th the nearest to Jupiter was smallest the 4th was distance from the 3rd about double

The spacing of the 3 to the west was no greater than the diameter of Jupiter and they were in a straight line.

long. 71°38' lat. 1°13'

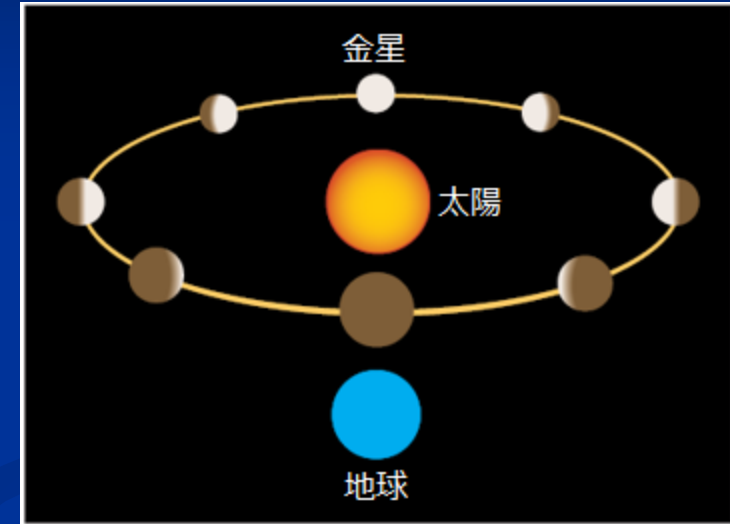
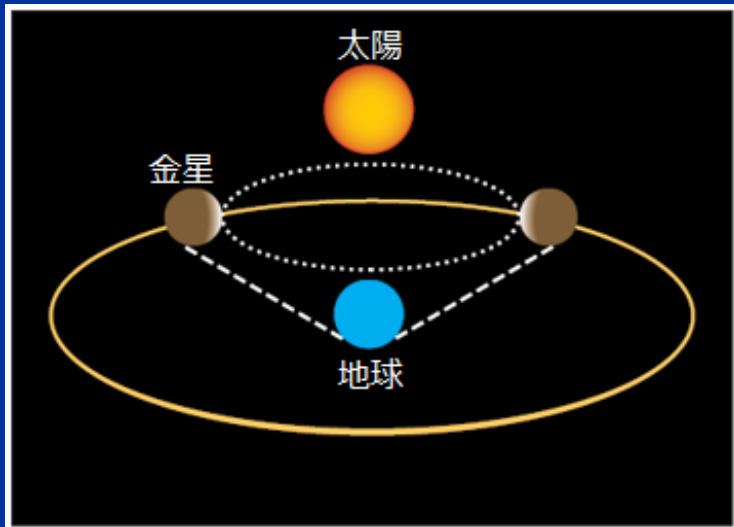


6 プトレマイオス・モデルの終わり： ガリレオ・ガリレイ

地動説では

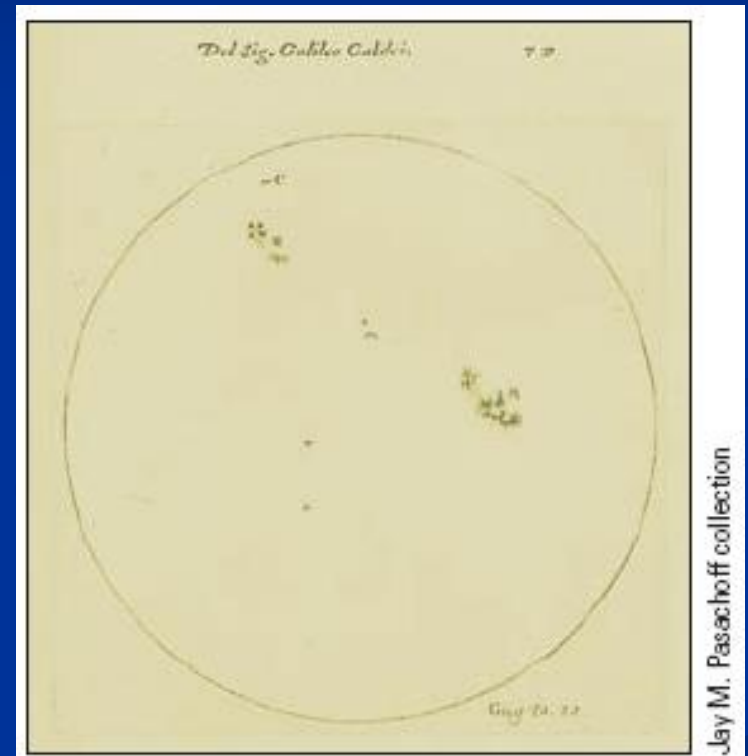
- ガリレオは、金星が満ち欠けを一回りすることを見つけた。これはプトレマイオスの考え（天動説）では説明がつかなかった。

天動説では

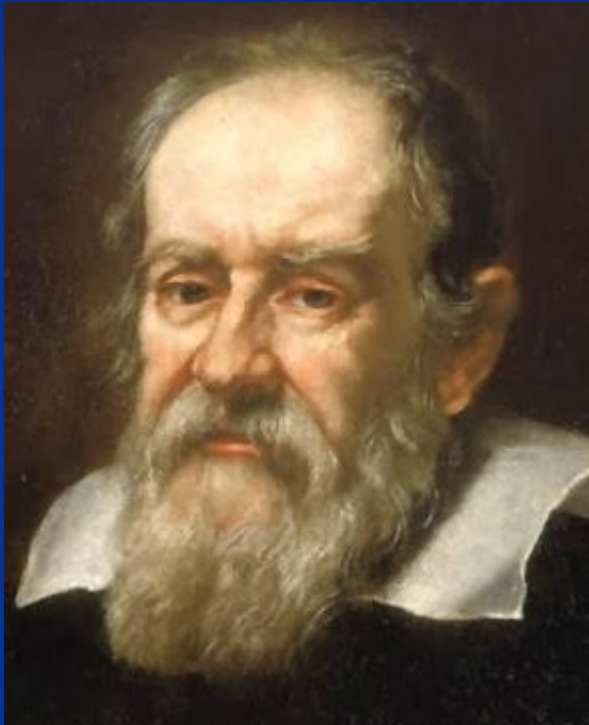


6 プトレマイオス・モデルの終わり： ガリレオ・ガリレイ

- 1612年、ガリレオは太陽黒点について述べ、黒点は太陽の表面と一緒に動いていることを示した。太陽は完全な光る球でないという証拠としても扱った。



6 プトレマイオス・モデルの終わり： ガリレオ・ガリレイ



- ガリレオが発見をしてから約400年、また同年代の研究者であり、太陽系の外に他の世界があると考えたことも原因のひとつで火あぶりの刑にあったガリレオと同年代のジョルダーノ・ブルーノの死後から400年以上たった現代、教会と科学者の間には平和が訪れている。バチカンには現在、優れた天文学者たちが活躍している現代的天文台を運営している。

7 巨人の肩の上： アイザック・ニュートン

- ケプラーの研究からたった60年で、ニュートンは、ケプラーの経験則の背後の物理を示した。
- ニュートンは1642年、イングランドで生まれた。ガリレオが死んだ年だった。
- ニュートンはその時代のもっとも優れた科学者であった：
 - ニュートンは光学の研究を行った。
 - 反射望遠鏡を発明した。
 - 光を分けると色の帯となることを見つけた。
 - 最も重要な功績は運動と重力についてである。そのための計算法も洗練させた。



7 巨人の肩の上： アイザック・ニュートン

著書『プリンキピア』（あるいは『プリンキピア、自然哲学の数学的諸原理』）にあるニュートンの3法則

- 第一法則 動いている物体は外力を受けない限り、速度は変わらずにまっすぐ進む。これは慣性の法則で、ガリレオが発見していた。
- 第二法則 物体の加速度は力と関係している。同じ質量の時、大きな力を与えると加速度は大きくなる。

$m a = F$ m は質量, a は加速度, F は力



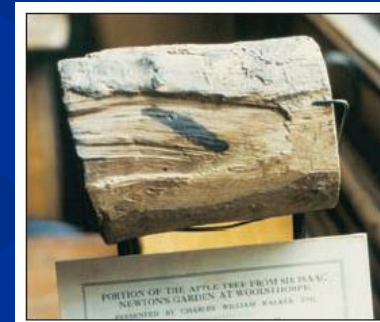
7 巨人の肩の上： アイザック・ニュートン

- 第三法則 作用には必ず反作用がある。ロケットが前に飛んでいくことも、この法則で説明される。
- 重力の法則も、この書に書かれている。
ニュートンの重力の法則の応用として、重さの概念がある。

7 巨人の肩の上： アイザック・ニュートン

科学史上の有名な物語のひとつに、ニュートンがリンゴが落ちるのを見て、重力の概念を見つけたという話がある。

ニュートン自身が言うように、実際にはニュートンの頭にリンゴは落ちなかったようだが、リンゴが地球に落ちるのと同じように月も地球に落ちつつ、地球と距離を保ち続けているということを見出したのであった。月は地球に向かって落ちてくるが、月の軌道の前進運動と重ね合わせ、それらをつなぎ合わせていくと、地球への衝突ではなく、地球の周りの安定した円軌道となる。



Jay M. Pasachoff

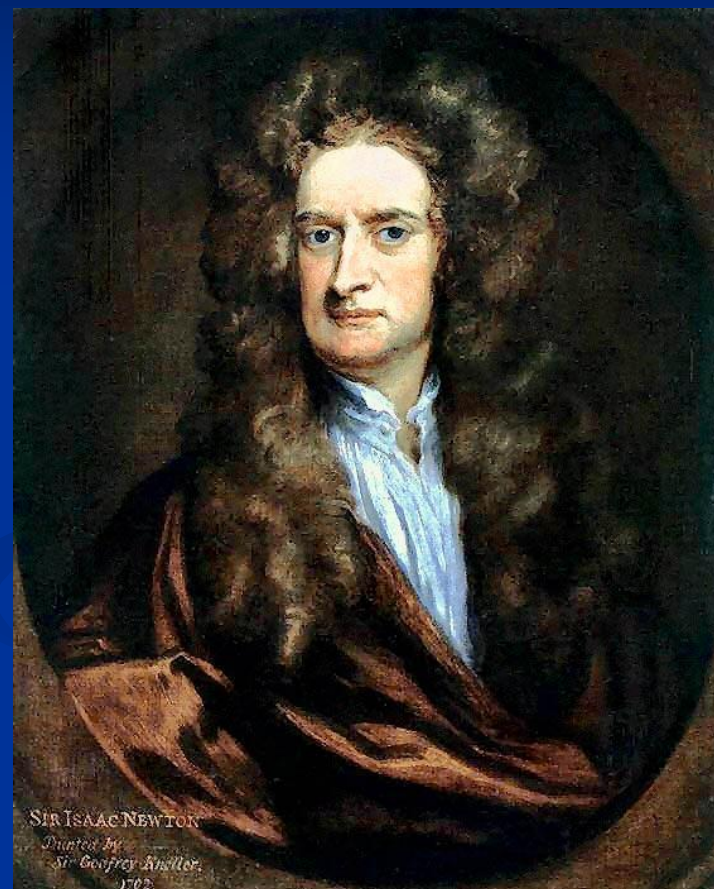


7 巨人の肩の上： アイザック・ニュートン

- ニュートンによる
有名なことば

「もし、私が遠くを
見たのなら、それは、
巨人の肩の上に
立ったからだ」

“If I have seen further
it is by standing on the shoulders of Giants.”



オプションのスライド
(適宜選択してください)



8 天文学のルーツ：バビロン

西洋の天文学のルーツはカルデアにある。カルデアの人々は角度を表すのに60進法を使っていた。10進法ではなく、60が基本になっている。代数学や算術がよく発達した。この古代の体系から、全周360度、1時間60分、1分1秒というものを今でも私たちは使っている。

𐎶 1	𐎶𐎵 11	𐎶𐎵𐎶 21	𐎶𐎵𐎶𐎵 31	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 41	𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 51
𐎶𐎶 2	𐎶𐎶𐎵 12	𐎶𐎶𐎵𐎶 22	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 32	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 42	𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 52
𐎶𐎶𐎶 3	𐎶𐎶𐎶𐎵 13	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 23	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 33	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 43	𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 53
𐎶𐎶𐎶𐎶 4	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 14	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 24	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 34	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 44	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 54
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 15	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 25	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 35	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 45	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 55
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 16	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 26	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 36	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 46	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 56
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 17	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 27	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 37	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 47	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 57
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 18	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 28	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 38	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 48	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 58
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 19	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 29	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 39	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 49	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶𐎵 59
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 10	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵 20	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶 30	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵 40	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎵𐎶𐎵𐎶 50	

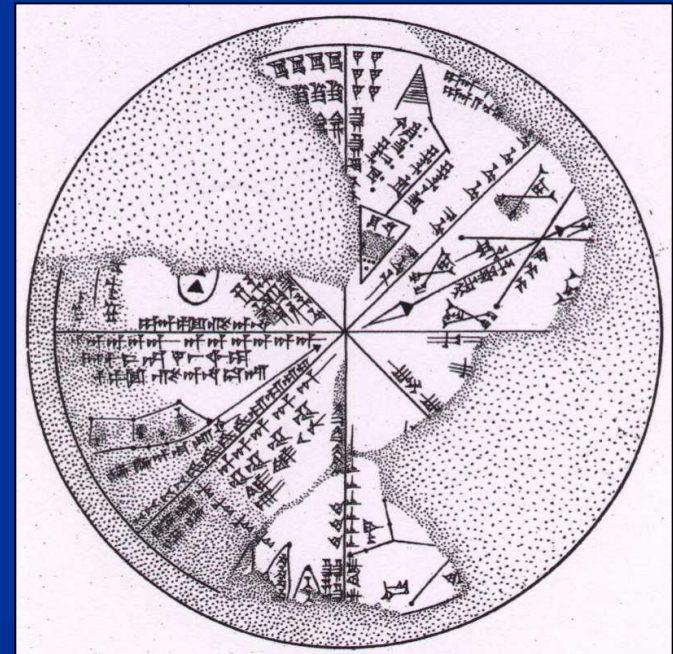


8 天文学のルーツ：バビロン

カルデアの人々は月食を観察し、月食を予報するサロス周期を見つけ出した。カルデア人は、月食にのみにその周期を用いたが、日食にも適用することができる。



アッシュールバニパル王にあてた手紙の中に、月食の記載がある。



紀元前800年の星座盤

8 天文学のルーツ：バビロン

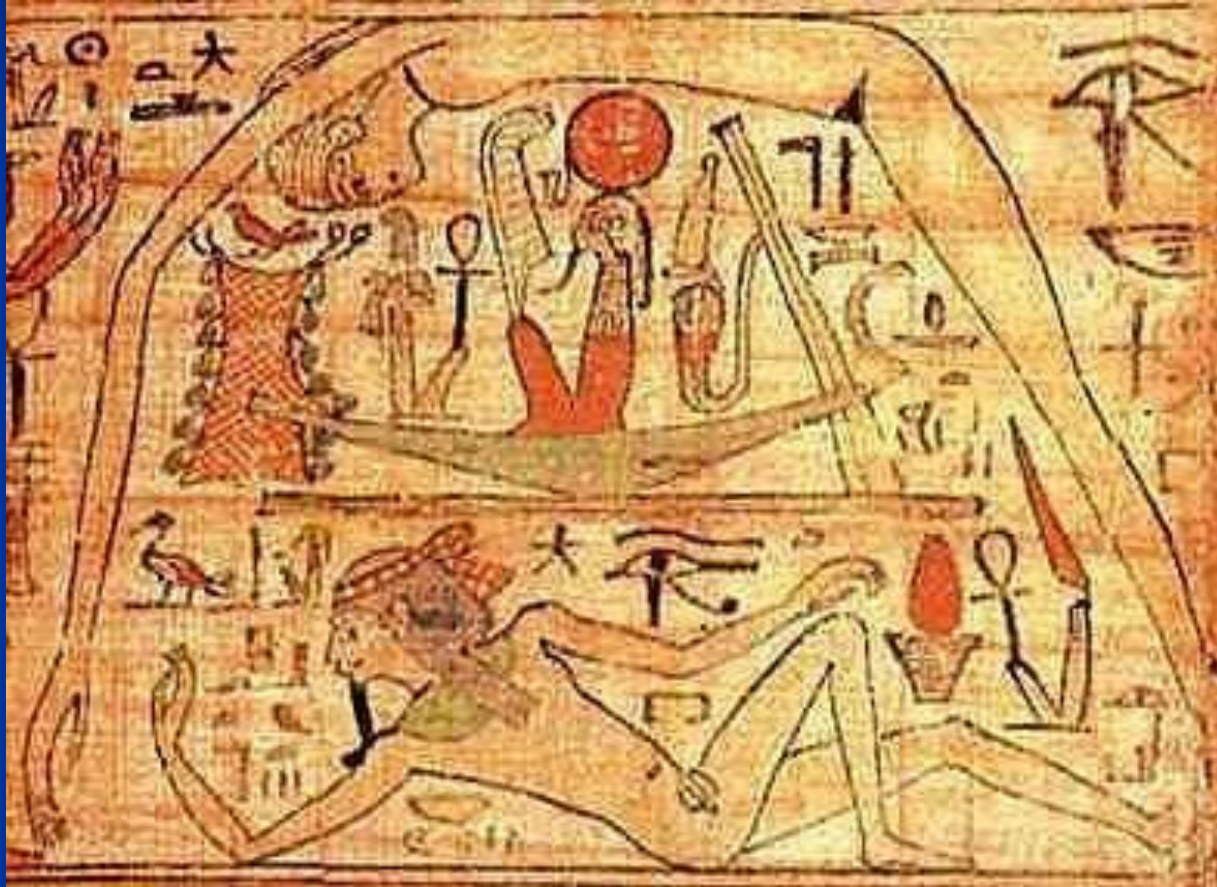
カルデアの人々によって知られていた5つの惑星

ハンムラビ法典



名称	意味	惑星
Neberu	中心	木星
Delebat	はっきりとした	金星
Sithu, Ishtar	跳躍	水星
Kayamanu	一定	土星
Salbatanu	赤い	火星

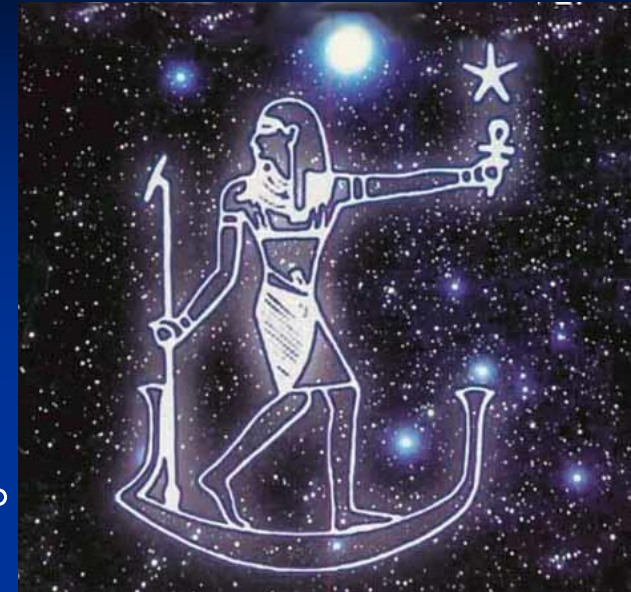
8 天文学のルーツ：エジプト



天の女神ヌトは、地の神ゲブを覆っている。ヌトは天と地の境界となる死の世界を形成している。

8 天文学のルーツ：エジプト

古代エジプト人はシリウス（sotisと呼ばれていた）が日の出（太陽はheliacと呼ばれていた）直前に昇ってくる時、ナイル川の氾濫の時期と一致することに気が付いた。氾濫によって砂漠が肥えることになったので、シリウスは豊穡の女神イシスとされた。

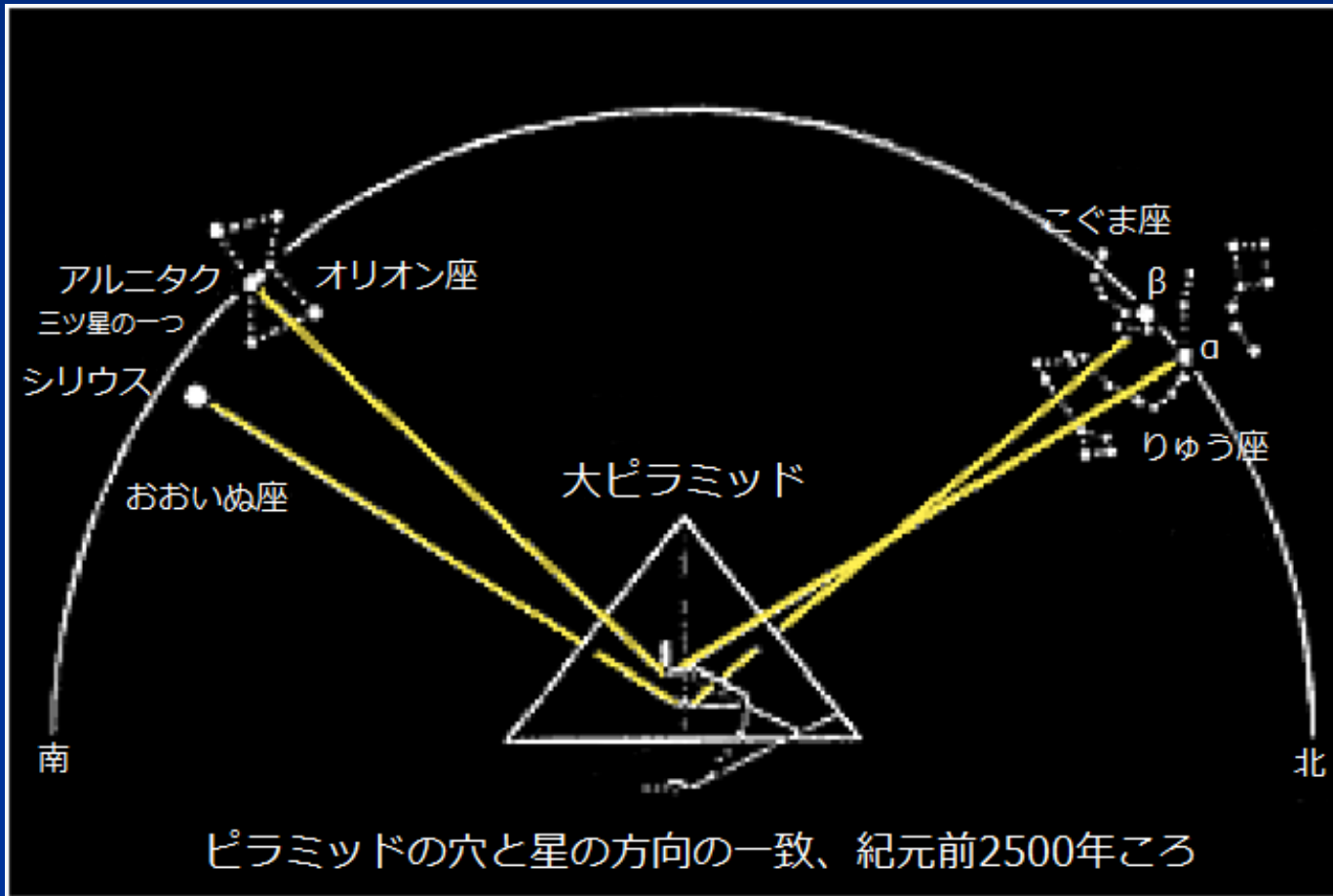


8 天文学のルーツ：エジプト



ヘレニズム時代のエジプトの星座は、エジプトの町、デンデラのハトホル神殿の屋根に書かれている。ワニ座やカバ座など、ほとんどは使われなくなった星座も多数ある。

8 天文学のルーツ：エジプト



建物は太陽と星の特別な方向に沿って建てられた。



8 天文学のルーツ：インド

天文学について初めて本に現れるのは、宗教の本の中であつた（紀元前2000年）。

それに続いた数世紀の間、インドの多くの天文学者はさまざまな天文現象を研究した。



8 天文学のルーツ：インド

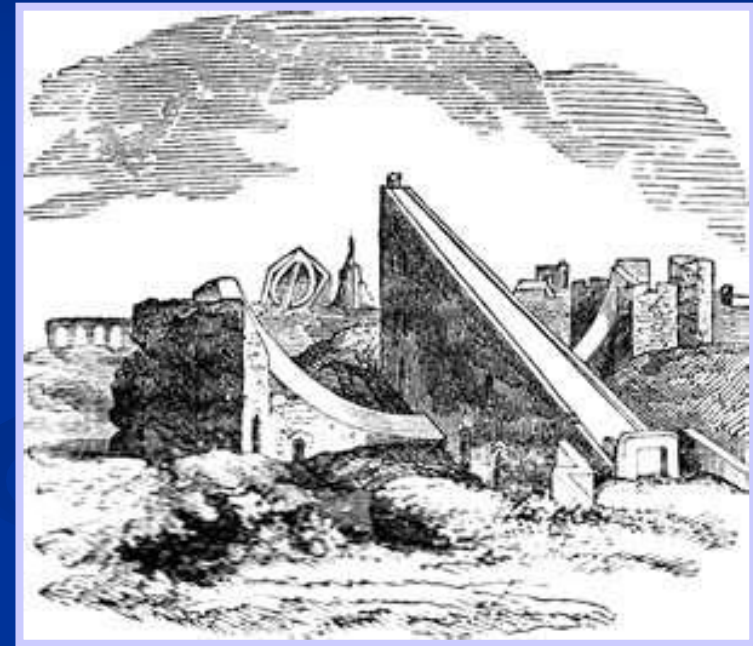
古代のヒンドゥー暦は、地域分化が進む中、たびたび改暦が行われた。現在もインドの国レベルの暦に加え、いくつかの地域ごとの暦がある。

ヒンドゥー暦では、一日の始まりを日の出の時としている。1日を5つの「アンガス」に分ける。

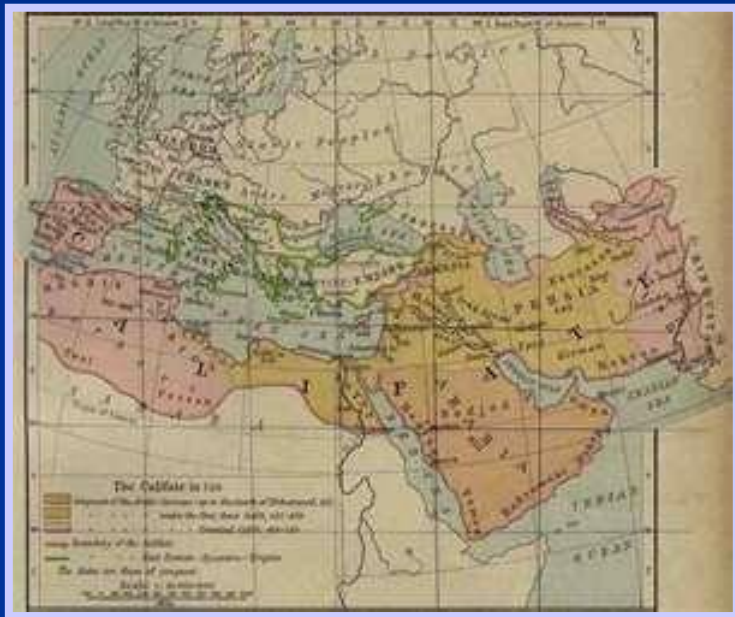


8 天文学のルーツ：インド

黄道を27のナクシャトラに分けた。ナクシャトラは月宿や星の並びで呼ばれている。月の公転周期は、背景の恒星の中で見ると27日から $27\frac{3}{4}$ 日となっている。小数の部分は、ナクシャトラ28日目の閏の挿入で修正された。リグ・ベーダの時代には、ナクシャトラの計算はよく知られていた（紀元前1000～2000年）。



8 天文学のルーツ：アラビア



イスラムの世界での天文学の発展は、特にイスラム帝国黄金時代（8-15世紀）によるものであり、アラビア語で進められた。

多くは中東、中央アジア、イベリア半島、北アフリカにおいて発展し、のちには東南アジアやインドで発展した。

8 天文学のルーツ：アラビア

イスラムで初めの体系的な観測がされたのはマアムーン（786-833）の支援のもとに行われたもので、ダマスカスからバグダードで以下の観測が多くなされた：

- 経度の測定
- 太陽の暦
- 太陽、月、惑星の詳しい観測



8 天文学のルーツ：アラビア

今も、多く星や天文学用語の名前として、アラビア語由来のものを使っている。



例：星の名前として：

アルデバラン、アルタイル

天文学用語の名前として：

アリダード：角度測定器

アジマス：方位角

アルムカンター：四分儀

器機

- 天球儀
- 渾天儀
- アストロラーベ
- 日時計
- 四分儀

8 天文学のルーツ：マヤ

古代マヤでは、太陽がちょうど天頂を通過する時に注意を払っていた。

マヤ都市の多くは緯度が北回帰線より南側にあり、夏至の前後同じ日数離れた年2回、太陽の天頂通過がある。

太陽の天頂通過を見て、マヤでは、急降下する神の存在を考えた。



8 天文学のルーツ：マヤ

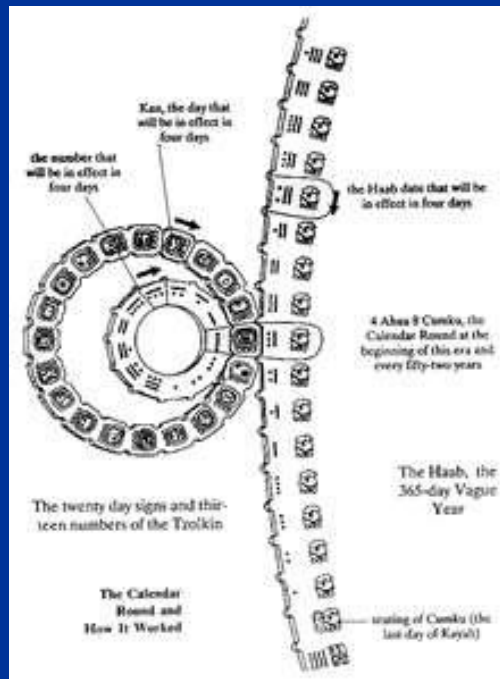
マヤでは金星に非常に注意が払われた。太陽よりも注意が払われたくらいである。



オリオン星雲が点のような星ではなく、広がった天体であることを知っていたのは、望遠鏡時代より前では、マヤ文明だけであったようだ。

8 天文学のルーツ：マヤ

マヤ暦は、コロンブス以前のマヤ文明で使われていた暦の体系であり、現代でもグアテマラの高地やメキシコのオアハカのマヤ社会で使われている。



8 天文学のルーツ：マヤ

中部アメリカの暦はマヤ起源ではないが、中部アメリカでのその後の暦の発展はとても精緻なものであった。

アステカの暦と共に、マヤの暦はよく記録されており、そして包括的なものであった。



8 天文学のルーツ：アステカ



13世紀からメキシコの谷は、アステカ文明の中心だった。

メソアメリカの歴史での後古典期の最後の時期である14～16世紀において、メキシコ中央部にて、特にナワトル語を話すメソアメリカ人といった民族がいた。

8 天文学のルーツ：アステカ

スペイン人征服前の文明として一枚岩に残る最古のアステカのカレンダー（1479年ころ）



暦は4つの同心円から成っている。中央のトナティウの顔（太陽の神）は口にナイフを携えている。原始時代を示す4つの太陽は、中心の太陽の脇の正方形で表される。その外側の円は、アステカ暦を構成する18ヶ月の各日を示す20の領域から成っている。太陽暦の365日として完成させるために、アステカ暦ではネモンテミといわれる5つの特別な日を組み込んである。

8 天文学のルーツ：アステカ



アステカでは明るい星を星座として
まとめていた：

Mamalhuaztli（オリオンの三ツ星）

Tianquiztli（プレアデス星団）

Citlaltlachtli（ふたご座）

Citlalcolotl（さそり座）

Xonecuilli（こぐま座か南十字星）

など

彗星は「煙っている星」と呼ばれた。

8 天文学のルーツ：インカ



インカ文明は先コロンブス期のアンデス地域の文明である。インカ文明はペルーのクスコ盆地で13世紀から始まり、太平洋、アンデス山脈、南アメリカ西部まで広がった。

最盛期には、コロンビアからエクアドル、ペルー、ボリビアを経てアルゼンチンやチリに至るまで広がった。

8 天文学のルーツ：インカ

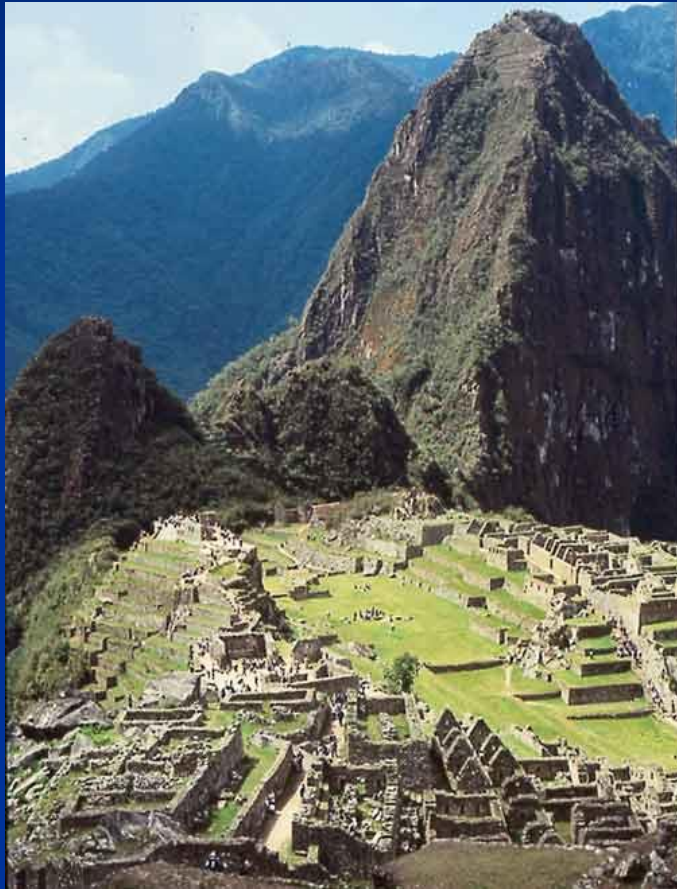
インカでは農業には太陽暦を使い、
宗教の祝日には太陰暦を用いた。



スペイン征服者の年代記によると、
クスコ近郊では、5 m ある12本の柱
でできた、非常に遠方からも見える
大きな公共の暦があった。人々はそ
れを見て、日を知った。

インカの人々は夏至と冬至である、
Inti RaymiとCapac Raymiの日に祝宴を開いた。

8 天文学のルーツ：インカ



インカでは王を「太陽の息子」サパ・インカとした。

主要な都市は、東西南北の方向にあわせて設計された。

天の川の中の暗黒星雲帯を動物（暗黒星座）として表し、その動物の出現と雨の時期とを関連させた。

8 天文学のルーツ：インカ

暗黒星座 Yutu と天の炎という星座によって、インカの人々は季節を知り、神聖な行事の日を知った。



例：古代ペルーでは「天の炎の目」ケンタウルス座アルファ星、ベータ星が太陽の反対にある時である4月、そして近づく10月を、いけにえや黒い色の炎をささげる時とした。

8 天文学のルーツ：中国



中国は、長期間の正確な天文現象の観測をアラブ人よりも前にしていたとされている。

詳しい天体観測の記録は紀元前4世紀の間から始まった。インドの天文学の基本が、後漢王朝（紀元25～220）の間に仏教が広まるのと一緒に中国に広まった。しかしもっと詳しいインドの天文学の考えが広がったのは唐王朝（618～907）の時代である。

8 天文学のルーツ：中国

16世紀にイエズス会の活動が始まった後、西洋天文学と技術による刺激を受け、天文学が再び活発になった。

器機

- 渾天儀
- 天球儀
- 水力による球
- 天球儀塔

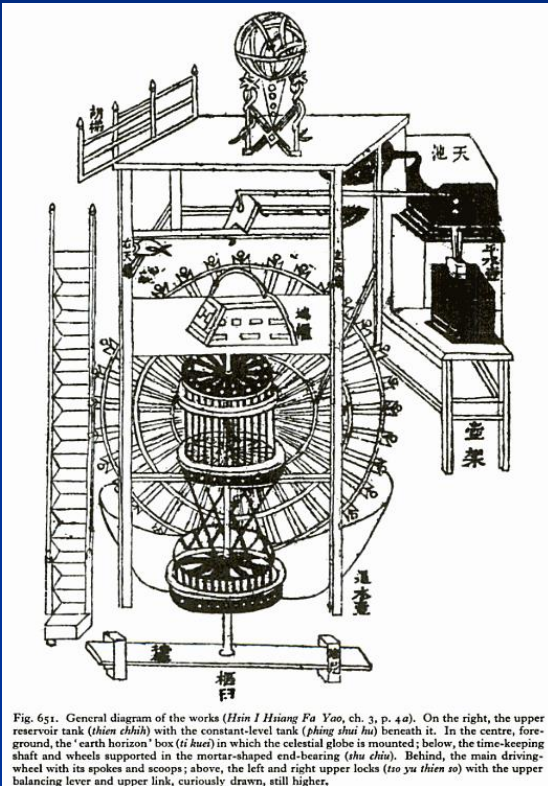


Fig. 651. General diagram of the works (*Hsin I Hsiang Fa Yao*, ch. 3, p. 44). On the right, the upper reservoir tank (*thien chih*) with the constant-level tank (*ping shui hu*) beneath it. In the centre, foreground, the 'earth horizon' box (*ti kuei*) in which the celestial globe is mounted; below, the time-keeping shaft and wheels supported in the mortar-shaped end-bearing (*shu chiu*). Behind, the main driving wheel with its spokes and scoops; above, the left and right upper locks (*tsu yu thien so*) with the upper balancing lever and upper link, curiously drawn, still higher.

望遠鏡は17世紀に持ち込まれた。

8 天文学のルーツ：中国



中国の科学者、沈括（Shen Kuo 1031～1095）は以下で功績があった。

- 方位磁針について初めて述べた。
- 航海術で利用できるように北極星と北極の間の距離を正確に計測した。

8 天文学のルーツ：中国



沈括と衛朴は5年間の天体観測を行った。それは、ティコ・ブラーエの観測に匹敵するものであった。その研究のために、星図上で惑星の正確な位置を測定し、逆行を含めた惑星運行の理論を構築した。



8 天文学のルーツ：中国

中国の天文学者は観測に注力した。

彼らは紀元前4000年から、超新星爆発、日食、月食、彗星の出現を含めたデータを取った。

- 紀元前2100年、日食を記録した。
- 紀元前1200年、太陽の中の「暗点」として黒点について記述した。
- 紀元前532年、わし座の超新星の出現を記録した。
- 紀元前240年と紀元前164年、ハレー彗星を観測した。



8 天文学のルーツ：中国

その他の観測：

- 春分点が50年で1度進んでいくことを測定した。
- 彗星の尾が太陽の位置と逆にいつもあることを観測した。



- 1006年、超新星の出現を記録した。非常に明るく、昼間でも見えた。
- 1054年、後にかに星雲といわれる超新星爆発を観測した。

ありがとうございました