

Date

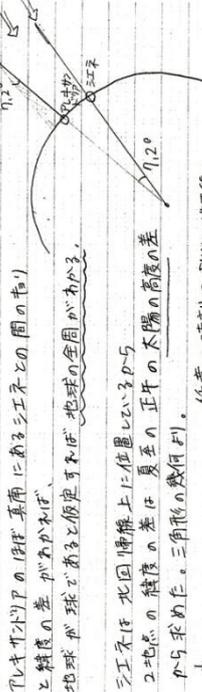
3 宇宙の距離の測り方

天体の真の明るさや立体的な位置を知ることが恒星や天体までの測り方を知ることには重要！ 星がどれだけ遠くにあるかを測るには重要！

・地球

古代地球が球形であることを月食によって見ることができた。月に見える地球の円弧状の影であった。もう一つは、異なる緯度の高度から同時に見た同じ星が、天球上の高さが異なる高さで見えたからだ。

① 北部アレキサンドリアのイラトリスに、1世紀初めに地球の大きさが測られた。



アレキサンドリアの緯度真南にあるエジプトとの間の測り距離の差がわかれば、地球の大きさを仮定すれば、地球の全周がわかる。

エジプトは北回帰緯線上に位置しているから、2地点の緯度の差は夏至の正午の太陽の高度の差から求めた。三角形の幾何学。

任意の時刻のEUNと地平線の角度の差は月周の1/50 存在角1.0度

→ 地球の全周はアレキサンドリア～エジプト間の測り距離の50倍

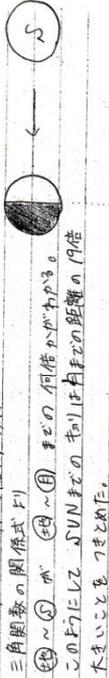
全周 46500 km 半径 7400 km

→ Now 全周 約4万 km 半径 6400 km

2千年以上前の測定の精度のlevelが高くてよかった。

・太陽系

地球～JUN間の測り方は、初期に比べたのは、紀元前265年、アリスタルコス月とJUNの位置角 (離角) を測れば、三角関係の関係式で



but 実際は $\times 290$

(離角の測定精度が悪かった)

また、月食の測り方は、EUNとJUN間の測り方と同じで、二地点間の測り方から三角関係をもとに計算して、地球半径の約 $\times 71 \sim 83$ とした。

④ 日食、月食の予測はいつから 試みられてきたのか？

実際は $\times 60$

Now プラトンの法則を使用する

恒星の軌道半径と地球の軌道半径の比 → 天文単位 AU を使った恒星の軌道半径、恒星の公転周期と地球の公転周期の比から求めらる。恒星の公転周期はわかれば、その軌道も天文単位で求めることができる。

→ 地球から恒星までの距離も天文単位でも求めることができる。

また、恒星までの距離は、水、金、火星に対してはレーダー法で測定している。

レーダー法... 電波を恒星に向けて発信し、反射波を地球で受信して光速を測る。その往復時間から天体までの距離を測る。

⑤ 電波の速さはどれくらい？

⑥ 電波は地上のどこからでも発信できるのか？

太陽までの測り方は 1天文単位 = 1億4959万7870 km

Date

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

ALMA
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

高いエネルギーと高いエネルギーを宇宙の膨張に利用して
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

1711年 宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

フリードマンの宇宙方程式
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

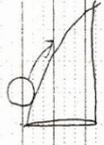
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている



宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている
宇宙の膨張は宇宙の膨張を加速させている

No. _____
Date _____

- 電波でみた天の川の図は、水素原子が出す特定の波長の放射をセンサースから放射させているもの。これは星をつくるものにもなる、低い温度の星間ガスから放射されているもの。
- カマ線 でみた天の川は、強いエネルギーをもった水素を燃やしたものである。例えば、星間ガスの水素と宇宙線(高いエネルギーをもった陽子や電子など)との衝突で発生したカマ線(線状)を見せ、天の川の高エネルギー現象を見ていることになる。

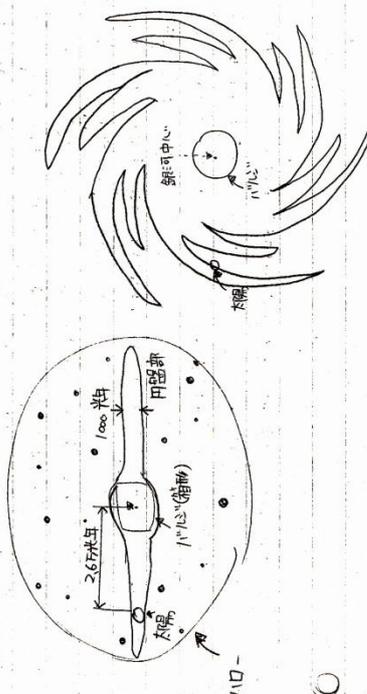
〔5〕

- 地球のまわりの月の大きさ、さらに太陽の周りの地球や火星などの惑星の大きさはかなり異なるからといって、天の川の銀河が星々がどのようになっているかはよく分らない。これは、重たい星のまわりには、小さい星がまわるとき(例えば、かがり星)、太陽のまわりでも地球がまわるとき)の小さい星から遠くまで広がるのと同じ、同じ程度の質量の星が多数あつて、集団のなかの星々のうち、大きな星のまわりには、小さな星がまわつていない。
- 相互にニュートンの万有引力で力が働かしているはずなのに、単純な力が働いているはずなのに、多数の星が集まるときの大きさは理論的にも規則性が見えない。
- 銀河の源は重力だが、重力は物質の質量と比例して分布している。

2章 [1]

- 惑星以外にも小惑星や comet 型天体、彗星(ほしご)などの天体も太陽系内に存在している。
- 太陽系の大きさは、おおよそ 100 億キロメートル程度です。
- 天の川銀河の直径はおよそ、10 万年光年(約 300 億キロメートル)の 10 万倍、質量は太陽の重さ(約 2×10^{30} キログラム)の約 200,000 倍。そして、天の川銀河は唯一の恒星系(恒星系)とみなすことができる。銀河系(天の川銀河)と区別して「天の川銀河」とも呼ばれる。
- 銀河が 3 個以上数 10 個程度以下の銀河系を銀河群とよぶ。さらに、銀河が 50 個以上集まって、100 万年光年程度の大きさの領域に密集しているものを銀河団とよぶ。

- フラックホールは、アインシュタインの一般相対性理論から生み出された産物で、大きさはかなり小さく、重力が強い天体があると、そのまわりの時空が歪み、光もそれらの天体から外へは出てこられないというのだ。
- 太陽の質量程度の重さをもつブラックホールは、重い星の最終段階で生まれると考えられており、実際、ブラックホールに落ち込みつつある星のガスが放射線を出している。また、強い重力線が観測により発見され、ブラックホールの存在は確実視されている。最近、多くの銀河の中心に太陽質量の数億倍から数十億倍といった質量をもつ巨大ブラックホールが存在していることがわかってきた。しかし、巨大ブラックホールがどのようになっているかはわかっていない。



天の川銀河の構造

- 光を出さず現象や物質のエネルギー、温度などの情報がなく、波長の光、強い光が出るから決まる。
- 天の川の方の暗い領域は、星がそこにはないのではなく、宇宙空間に分布する塵(固体の微粒子)で宇宙塵をよぶ(散らされる)やが、よぶ星の光が吸収され、暗く見えているのだ。
- それにたいして、近赤外線とよばれる可視光より波長が少し長い(波長が $1.25 - 3.5$ マイクロメートル程度)でみる天の川の暗い領域はなくなり、また明るい光輝いている。