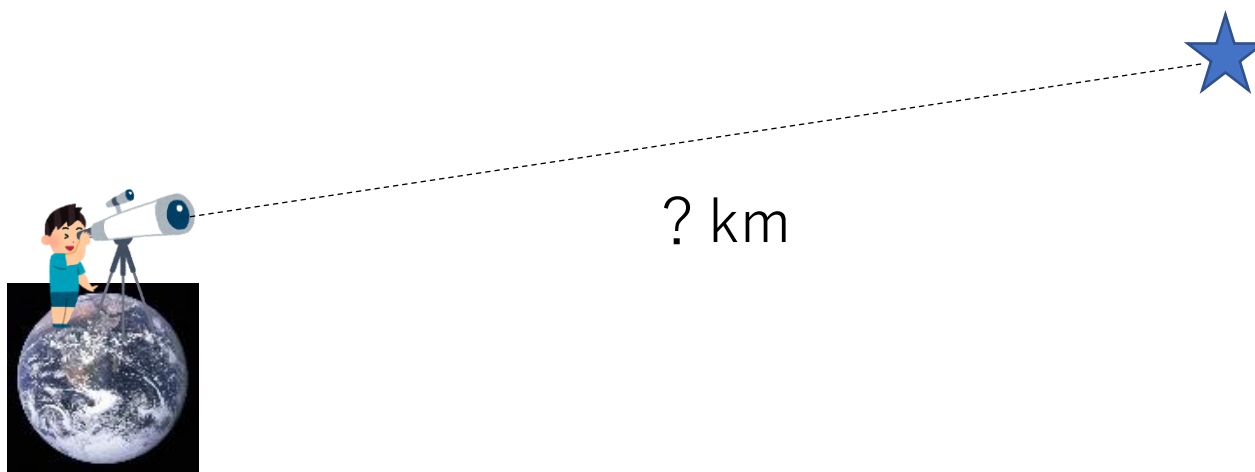
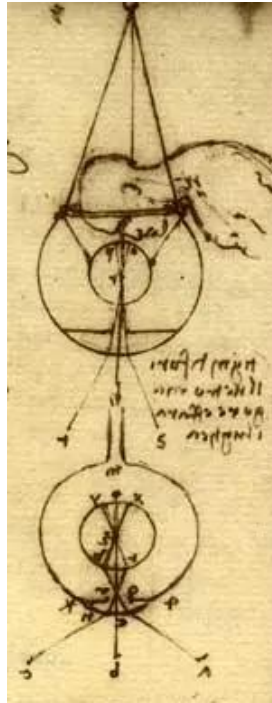


Q.星までの距離はどうやって測るのか？

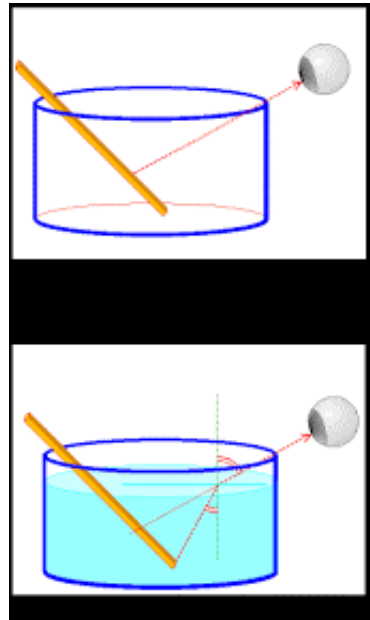


Q.そもそもどうやって人間は物を見てる？

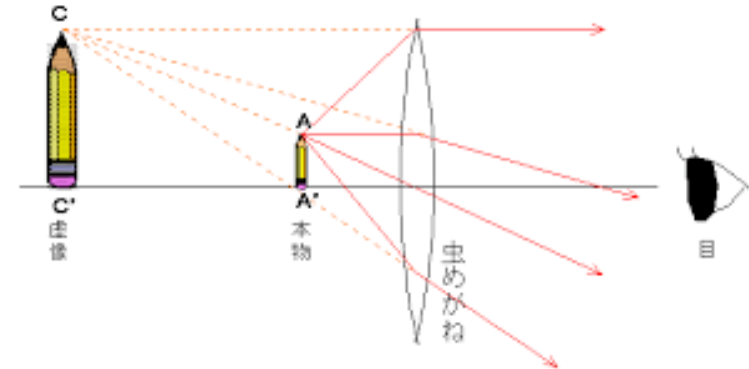
A.光を観測して物を認識する。光が直進してくる方向に物があると認識する。



レオナルドダヴィンチ
原稿D 1508年

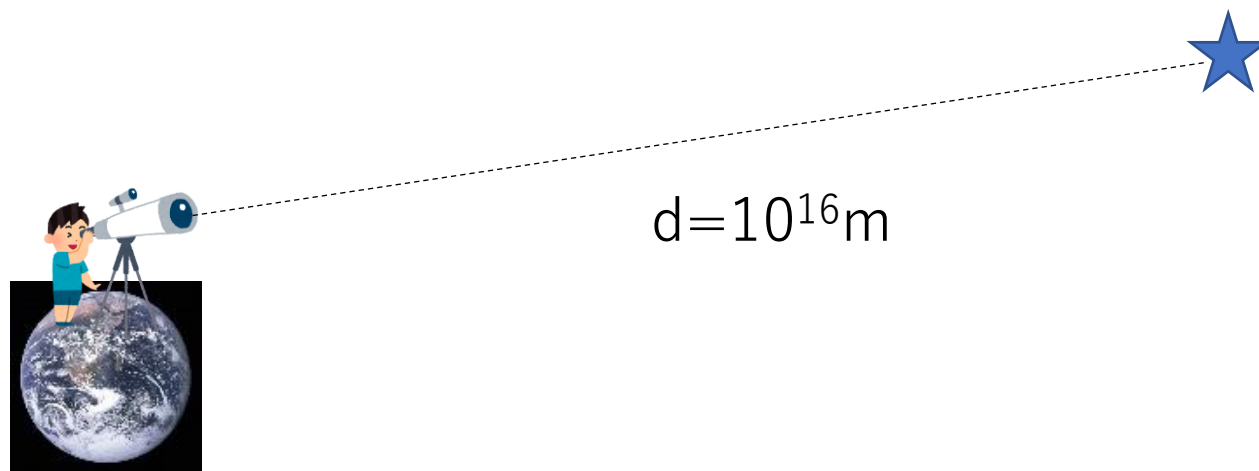


①水の中にある物体が短く見える



②虫眼鏡で物を見ると大きく見える

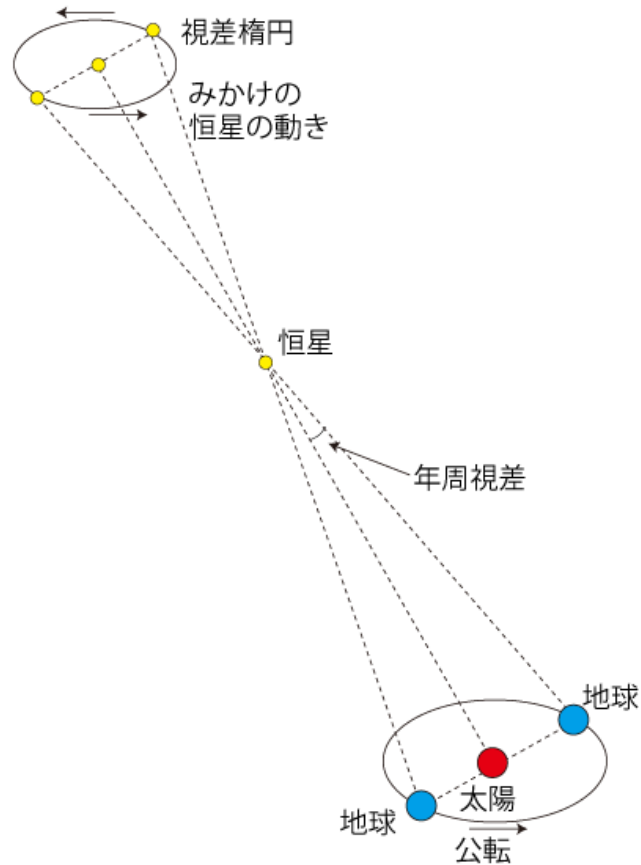
遠くに見える星は昔に放たれた光を見てる！



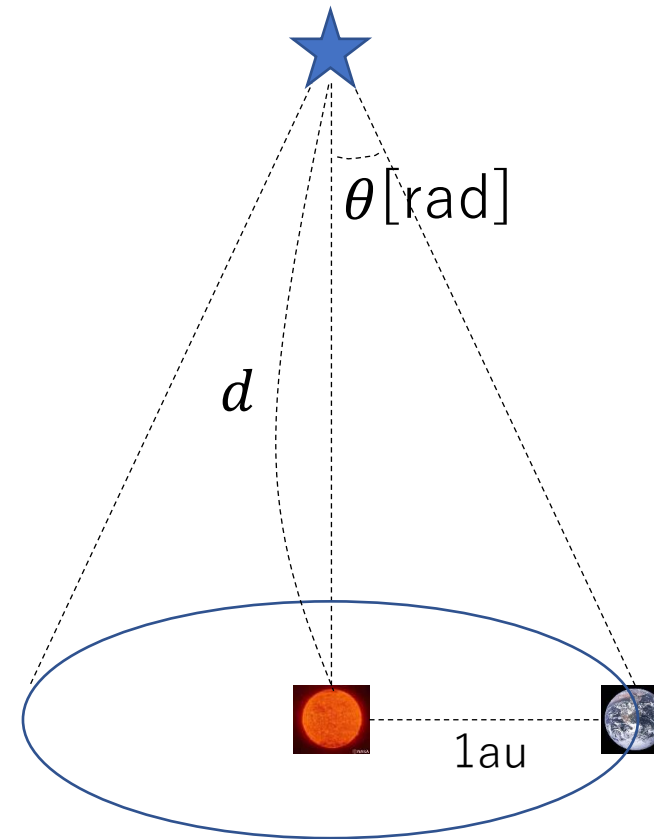
Q.距離が 10^{16} m の星から届く光は何年前の光を見ているか？

ただし、光速を以下の値とする。 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

距離の測り方①：角度《角径》距離

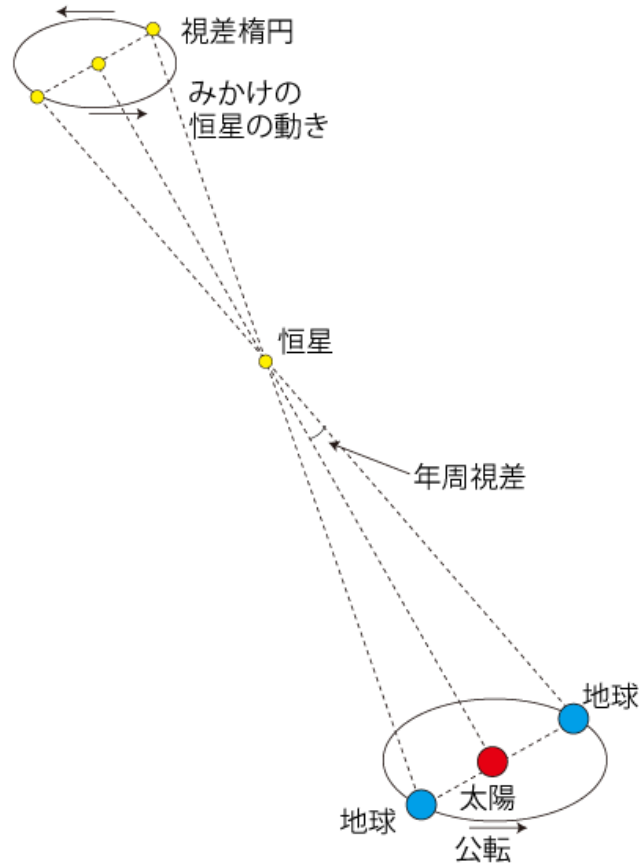


- 地球と太陽の距離
= 1天文単位
= 1au (Astronomical Unit)
= $1.5 \times 10^{11}\text{m}$



$$d \tan \theta = 1\text{au} \rightarrow d \approx \frac{1\text{au}}{\theta}$$
$$[d \gg 1 \rightarrow \theta \ll 1 \rightarrow \tan \theta \approx \theta]$$

距離の測り方①：角度《角径》距離



- ・ 地球と太陽の距離
= 1天文単位
= 1au (Astronomical Unit)
= $1.5 \times 10^{11}\text{m}$

特徴

- ・ 黄緯が90度付近の場合にはほぼ円運動
- ・ 黄緯が90度未満の場合楕円運動
- ・ 黄緯が0度では直線運動
- ・ 近距離であれば同じに見える2つの天体
A,Bに対し、Bが大きさAの大きさのa倍に見える
場合にはBはAの $1/a$ 倍の距離にある。

$$\theta_B = a \times \theta_A \Rightarrow d_B = \frac{1}{a} \times d_A$$

天文学でよく使う距離の単位

- ・ 1天文単位

= 1au (Astronomical Unit)

= 地球と太陽の距離

= $1.5 \times 10^{11}\text{m}$
- ・ 1光年

= 1ly (Light Year)

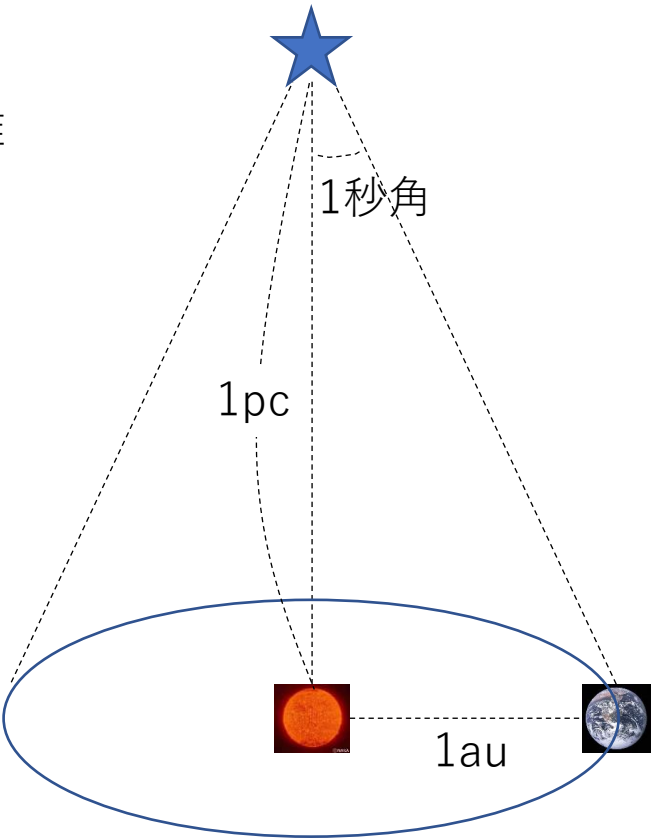
= 光が1年間で進む距離

= $9.5 \times 10^{15}\text{m}$
- ・ 1パーセク

= 1pc (persec)

= 地球からの年周視差が1秒角の距離

= $3.1 \times 10^{16}\text{m}$



物理量	国際単位系	定義	次元記法
時間	s (second: 秒)	セシウム原子時計	T (Time)
長さ	m (meter: メートル)	メートル原器	L (Length)
質量	kg (キログラム)	キログラム原器	M (Mass)

国際単位系(SI単位系)

10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^3	10^6	10^9	10^{12}
f (フェムト)	p (ピコ)	n (ナノ)	μ (マイクロ)	m (ミリ)	k (キロ)	M (メガ)	G (ギガ)	T (テラ)

Table 1.2: 特殊接頭辞。例えば、1kg (1 キログラム) = 10^3 g (千グラム).

距離の測り方②：光度《光学》距離

Def 光度

単位時間あたりに放出する光の「エネルギー」

Def 等級

星の明るさを表す尺度で等級が小さいほど明るい。

(等級が M の光度を L_M と書くと、 $L_M = 6.3 L_{M+1}$)

(1) 見かけの等級

地球から見た天体の明るさ。「M等星」という呼び方に対応。

(2) 絶対等級

(星間物質による吸収がない場合に)天体を同じ距離に置いたときの等級。

(3) 実視等級

検出器を使って測定した等級。



ヒッパルコス
ギリシア BC190頃-120頃

そうだ！明るさで
星を分類しよう！

エネルギー

「仕事をする潜在的な能力」を表す量。大きいほど仕事をする能力が大きい。

① エネルギーは様々な形態をとる。



運動エネルギー

$$\frac{1}{2}mv^2$$



重力位置エネルギー

$$mgh$$

(g は重力加速度で $g=9.8\text{m/s}^2$)



単位時間に電源がする仕事
= 単位時間に発生する熱

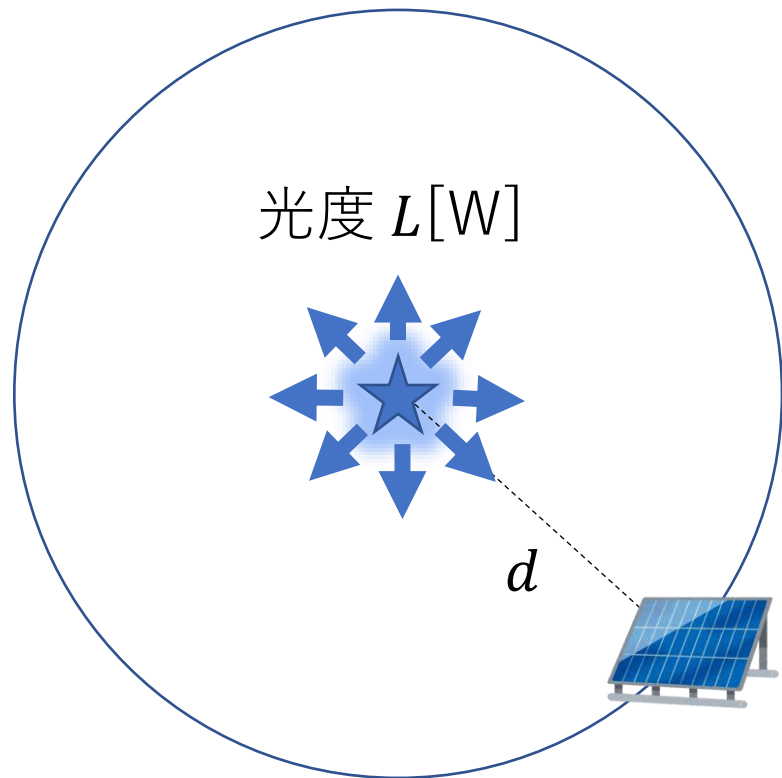
$$VI$$

② 国際単位は「ジュール」 $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$

③ エネルギーは全体で保存する。→「エネルギー保存則」

距離の測り方②：光度《光学》距離

(星が単位時間に放出する光エネルギー)=(半径dの球面を単位時間に貫く光のエネルギー)



光度 $L[\text{W}]$

d

フラックス $f[\text{W}/\text{m}^2]$

単位時間、単位面積あたりに
届く光のエネルギー。

$$L = 4\pi d^2 f$$

$$\rightarrow d = \sqrt{\frac{L}{4\pi f}}$$

単位時間にする仕事の単位は「ワット」

$$W = J/s$$

Q. 日常で使われている電力量の単位
キロワット時 kWh は何ジュールか？