

# 金星の軌道半径と直径を求める

慶應義塾高等学校 スーパーサイエンス (天文) 履修者一同  
代表 田口達彦・木津亮・石井沢実・北村耕太

## 1. はじめに

2004年6月8日に起こった金星の太陽面通過を観測した。慶應義塾高等学校の屋上で撮影された画像を元に、金星の公転周期、金星の軌道半径、金星の実直径を求める試みを行った。

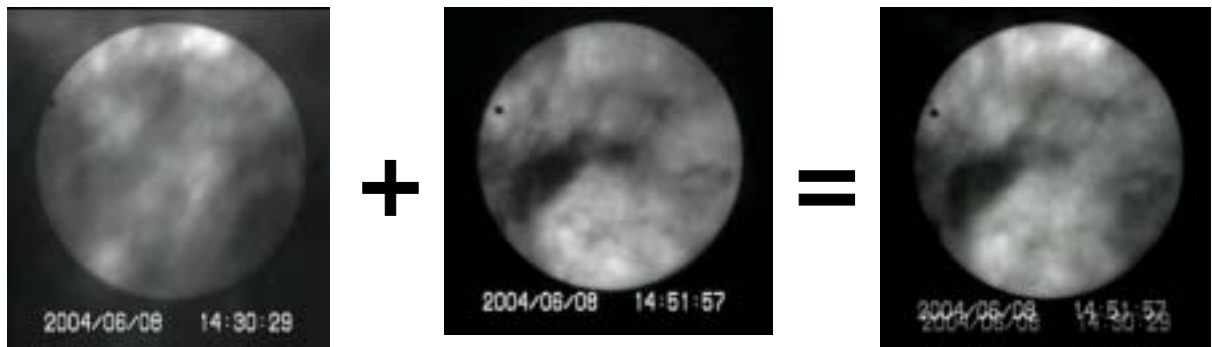
## 2. 方法

Vixen製口径5cm屈折望遠鏡に直焦点接続した蝶理社製ビジョンフリーザを利用して、金星の太陽面通過を観測、動画撮影した。

### 金星の軌道半径を求める

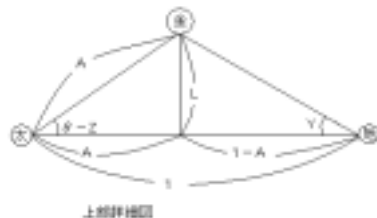
録画した映像から、画像をキャプチャする。

本校で撮った 14:30:29 の画像と、14:51:57 の画像を重ね合わせ、21分28秒間の地球から見た太陽面に対する金星の移動角を求めた。



求めた移動量の値は下図のYに相当する。下右図の二つの三角形の中心角はとて小さいので、この図形を扇形とみなすことができる。扇形の弧の長さが等しい場合、扇形の半径と中心角は反比例するので、

$(\theta - Z) \cdot A = Y \cdot (1 - A)$  という関係が成り立つ。



21分28秒当たりの  
 $\theta$ : 金星の公転角  
 $Z$ : 地球の公転角  
 $Y$ : 地球から見た金星の移動量  
 $A$ : 太陽から金星までの距離

これを变形すると、

$$A(\theta + Y - Z) - Y = 0 \quad \dots (1)$$

という方程式が成り立つ。ケプラーの第三法則より  $P = A^{3/2}$  の関係があるので21分28秒(21.467分)あたりの金星の公転角  $\theta$  は、

$$= 360 / A^{3/2} / 365.2422 / 24 / 60 * 21.467 \dots (2)$$

となり、これを(1)式に代入すると、不定数は軌道半径Aのみとなるので、Aについての方程式を解くことで金星の軌道半径を求めた。方程式は、0.6と0.88の2つの解を得たが、0.6の値を採用した。

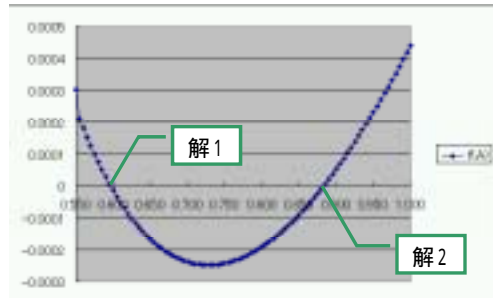
金星の軌道半径 0.6天文単位

ケプラーの第3法則を用いて、公転周期

Pは、

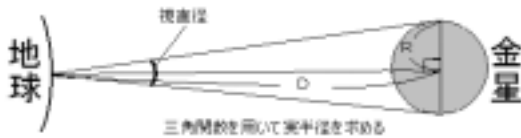
$$P = A^{3/2} = 0.4648(\text{年}) = 169.7(\text{日})$$

と求まった。



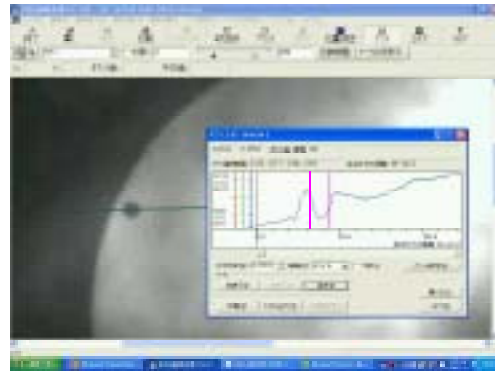
### 金星の直径を求める

太陽面上の金星の大きさを、画像解析ソフトを使って測定する。太陽の視直径(文献値)との比較から、金星の視直径を求めた。



D : 地球と金星の距離 R : 金星の半径

三角関数を用いると、 $R = D \cdot \tan(\theta/2)$ と表される。D=0.4天文単位と求まっているので、金星の実直径2Rが  $1.5 \times 10^4 \text{km}$ と求まった。



## 3. 考察

この観測で得られた金星のデータ

	観測から求まった値	文献値	誤差
軌道半径	0.60天文単位	0.72天文単位	20.0%
公転周期	169.7日	225日	32.6%
直径	$1.5 \times 10^4 \text{km}$	12104km	19.3%

誤差が生じた理由については、観測時の天候が悪くて撮れた画像が少なく、鮮明な画像が得られなかったことと、観測時間が短くて正確な値が得られなかったためだと考えられる。

130年ぶりに日本で見られた金星の太陽面通過という珍しい現象が、観測できたことは運がよかったと思う。予報では観測は絶望的な天気だったが、雲の切れ間から太陽面を通過する金星の姿を捉えることができた。わずか30分の観測から金星の軌道半径、公転周期と直径が求められたのは大きな成果だと思う。