

---

# 水星の日面通過より1天文単位を求める

慶應義塾高等学校

選択地学（天文）履修者

代表 谷口 剛（高3）

---

## 1. 目的

水星の日面通過の観測を利用して、太陽から地球までの距離である1天文単位を求める。

## 2. 方法

水星の日面通過を地球上の異なる2地点から観測し、その見かけの誤差から三角比を用いて、1天文単位を求める。測定地は日本の横浜市とオーストリアのウィーンである。

5月7日、日面通過を観測した。観測はPM3:00からAM5:00まで行われ10分ごとに写真を撮った。時計は時報に合わせて正確を期し、撮影は黒点が写るような明るさに調節した。もちろん私たち慶應高校が日本で観測する一方で、スペインの天文学者マチルデ・フェルナンデス氏にウィーンで観測された画像を送っていただいた。

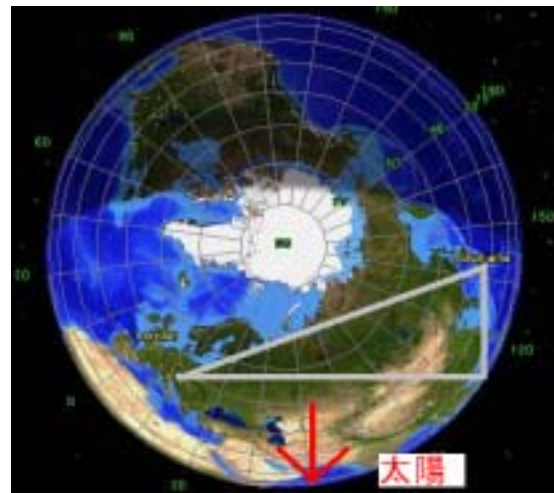
2地点間で同時に撮影された日面通過の写真を黒点が重なるようにライトボックスでトレースして、水星の位置を一方に書き写し、そのずれから1天文単位を求めた。



観測の様子（慶應高校屋上）



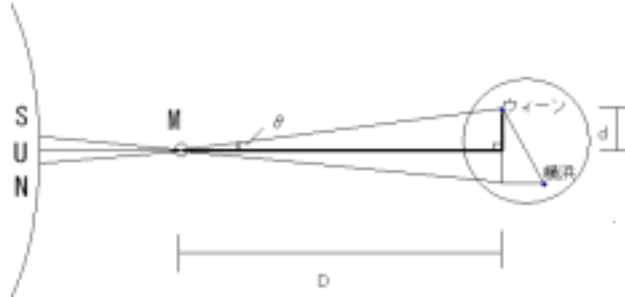
慶應高校で撮影された画像  
2003年5月7日 15:40 (JST)



観測時刻における太陽に対するウィーンと横浜の  
基線長を求めるのに利用したシミュレータの画像

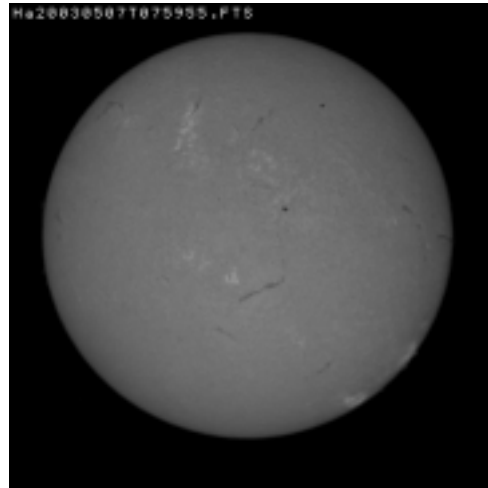
### 3. 結果

同時刻に地球上の離れた2地点で水星が日面を通過する様子を観測すると、画像上の水星の位置にずれが生じる。このずれを利用することで地球-水星間の距離が求まり、同時に太陽から地球までの距離、すなわち1天文単位を求めることができる。



水星の日面通過時の模式図

- ・ 画像上の太陽の直径            23.40cm
- ・ 画像上の水星のずれ            0.25cm
- ・ 極座標画像上の地球の直径    15.00cm
- ・ 極座標画像上の基線長        9.70cm
- ・ 太陽の直径                      31.99
- ・ 地球の直径                      12760km



ウィーンで観測された画像

$$\begin{aligned} \tan \theta &= d/D \text{ を利用すると} \\ &= 31.99 \times 0.25 / 23.40 \div 60 \times 1/2 \\ &= 2.8 \times 10^{-3} \text{ (度) } \dots \\ d &= 12760 \times 9.70 / 15.00 \times 1/2 \\ &= 4126 \text{ (km) } \dots \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= d / \tan \theta \text{ に } \theta \text{ を代入すると} \\ D &= 4126 / \tan(2.8 \times 10^{-3}) \\ &= 84429423.6 \text{ (km)} \end{aligned}$$

ケプラーの第3法則  $a^3 / P^2 = \text{一定}$  より

太陽-水星間と水星-地球間の距離比は 0.39:0.61 である。これより1天文単位は、  
 $84429423.6 \times 1/0.61 = 137,855,389.8 \text{ (km)}$

$$1.38 \times 10^8 \text{ (km)} \quad \text{となった。}$$

### 4. 考察

以上から1天文単位は1億3800万kmとなった。理論値は1億4960万kmであるが、最も誤差が発生しやすいと思われるトレースによる水星のずれを測定する際の誤差範囲を  $\pm 0.01 \text{ cm}$  とすると、ずれの値は 0.24~0.26cm となり、1天文単位は 1億4300万km~1億2900万km となる。したがって今回の観測は比較的妥当な数値が得られたと思われる。今後は今年の6月8日に起こる金星の日面通過でも同じように観測し、今回の観測で出た1天文単位と比較・検討してみたいと思う。