

# 金星の太陽面通過から 1 AU を求める

巣鴨中学校 2 年

大澤 大 (おおさわ おおき)

## 1. 概要

2004 年 6 月 8 日に 122 年ぶりに金星の太陽面通過が起きた。後日、Live-venus のウェブで 1AU を求める方法を知り、興味を持ったので「1AU を求める」ことを目標に研究した。

## 2. 方法

〈解析画像〉 ESO からのリンクや NASA のホームページから次の 4 組の画像を入手した。

表 1 解析に用いた画像の組み合わせ

組	時刻 (JST/UT)	観測地	観測地の緯度・経度
A	不明	レユニオン島 (仏領) デンマーク	55° S、55° E 55° N、10° E
B	19:57:27 / 10:57:27	南アフリカ デンマーク	(21° S、55° E) (55° N、10° E)
C1	15:14:16 / 6:14:16	オーストラリア デンマーク	(35° S、139° E) (55° N、10° E)
C2	17:53:16 / 8:53:16	オーストラリア デンマーク	(35° S、139° E) (55° N、10° E)

A は緯度・経度のみで時刻は載っていない。また B、C は時刻のみで緯度・経度は載っていない。そのため B、C はその国 (地域) の中心で撮影したものとした。

〈解析方法〉まず 2 つの撮影地点の緯度差、経度差から 2 地点間の距離を次式により求めた。{緯度 (経度) 方向への距離} =  $2 \times 6380 \text{ km} \times \sin\{(\text{緯度差}) \div 2\}^\circ$  …① (②)、(2 地点間の距離) =  $(\text{①}^2 + \text{②}^2)^{0.5}$  …③ 金星の最大離角は約  $46^\circ$  であるので金星・太陽の距離は  $0.72 \text{ AU}$  とし、太陽面通過時の金星・地球の距離は  $0.28 \text{ AU}$  を現象日の距離とみなした。2 地点からの太陽に写った金星の視差は  $\text{③} \times 0.72 \div 0.28 = \text{④} \text{ km}$  だけということになる (図 1)。次に同時刻に撮影された 2 つの画像を画像解析ソフト「マカリイ」によって合成し、画像上の太陽直径と金星の視差の大きさをピクセル単位で測った (図 2)。実際の太陽直径は  $\text{④} \text{ km} \times (\text{画像上の太陽直径}) \div (\text{画像上の金星の視差})$  に相当する。最後に太陽の視直径を  $0.516^\circ$  とすると 1AU の大きさは (実際の太陽直径)  $\text{km} \times \tan 0.516^\circ$  となる。

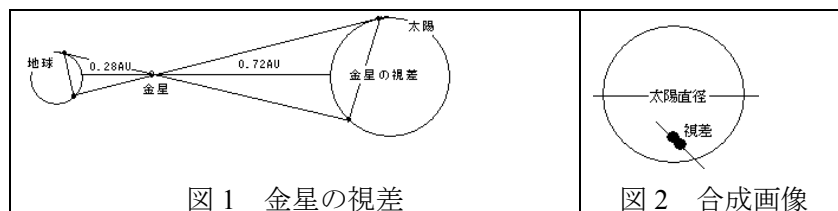


図 1 金星の視差

図 2 合成画像

### 3. 結果

#### (A)レユニオン島とデンマークの画像

緯度差を  $75^\circ$ 、経度差を  $45^\circ$  とし 2 地点の距離は  $9171\text{km}$  となり、金星の視差は  $23583\text{km}$  となった。次に合成画像での太陽直径は 271 ピクセル、金星の位置の差は 3 ピクセルと測れた。よって実際の太陽直径は  $2.1 \times 10^6\text{km}$ 、したがって 1AU は  $2.4 \times 10^8\text{km}$  と求まった。

#### (B)南アフリカとデンマークの画像

緯度差を  $45^\circ$ 、経度差を  $75^\circ$  とし 2 地点の距離は  $8897\text{km}$  となり、金星の視差は  $23775\text{km}$  となった。次に合成画像での太陽直径は 363.5 ピクセル、金星の位置の差は 3.2 ピクセルと測れた。よって実際の太陽直径は  $2.6 \times 10^6\text{km}$ 、したがって 1AU は  $2.9 \times 10^8\text{km}$  と求まった。

#### (C1)オーストラリアとデンマークの画像

緯度差を  $90^\circ$ 、経度差を  $129^\circ$  とし 2 地点の距離は  $14626\text{km}$  となり、金星の視差は  $37609\text{km}$  となった。次に合成画像での太陽直径は 360 ピクセル、金星の位置の差は 7 ピクセルと測れた。よって実際の太陽直径は  $1.9 \times 10^6\text{km}$ 、したがって 1AU は  $2.1 \times 10^8\text{km}$  と求まった。

#### (C2)オーストラリアとデンマークの画像

緯度差を  $90^\circ$ 、経度差を  $129^\circ$  とし 2 地点の距離は  $14626\text{km}$  となり、金星の視差は  $37609\text{km}$  となった。次に合成画像での太陽直径は 359 ピクセル、金星の位置の差は 8.7 ピクセルと測れた。よって実際の太陽直径は  $1.6 \times 10^6\text{km}$ 、したがって 1AU は  $1.7 \times 10^8\text{km}$  と求まった。

表 2 4組の解析結果

No.	2 地点の距離 [km]	視差 [pix]	画像の太陽直径 [pix]	太陽直径 [km]	1AU [km]
A	9171	3.0	271.0	$2.1 \times 10^6$	$2.4 \times 10^8$
B	8897	3.2	362.5	$2.6 \times 10^6$	$2.9 \times 10^8$
C1	14626	7.0	360.0	$1.9 \times 10^6$	$2.1 \times 10^8$
C2	14626	8.7	359.2	$1.6 \times 10^6$	$1.7 \times 10^8$

### 4. 2 点間の距離の修正

結果に対し、2 点間の距離を修正した。しかし A の画像にのみ、時刻が書いていなかったためにこの修正を行うことはできなかった。修正方法は以下のとおりである。

(B) 撮影時刻から日本の位置を定め、経度から南アフリカとデンマークの位置を決定した。太線の三角形によって 1: (基線の長さ) を求めた。この画像では 1: (基線の長さ) は  $1:\sin 86^\circ$  となった。この計算から太陽直径は  $2.6 \times 10^6\text{km} \rightarrow 2.6 \times 10^6\text{km}$ 、1AU は  $2.9 \times 10^8\text{km} \rightarrow 2.9 \times 10^8\text{km}$  となった。

(C1) 1: (基線の長さ) は  $1:\sin 75^\circ$  となるので、太陽直径は  $1.9 \times 10^6\text{km} \rightarrow 1.8 \times 10^6\text{km}$  となり、1AU は  $2.1 \times 10^8\text{km} \rightarrow 2.0 \times 10^8\text{km}$  となった。

(C2) 1: (基線の長さ) は  $1:\sin 61.5^\circ$  となるので、太陽直径は  $1.6 \times 10^6\text{km} \rightarrow 1.4 \times 10^6\text{km}$  に、1AU は  $1.7 \times 10^8\text{km} \rightarrow 1.5 \times 10^8\text{km}$  になった。

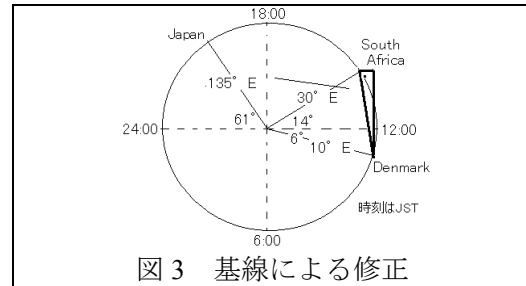


図 3 基線による修正

### 5. 考察

求めた 1AU の大きさは理科年表から得た  $1.5 \times 10^8\text{km}$  に対して、A では 1.6 倍、B では 2.0 倍、C1 では 1.4 倍、C2 では 1.2 倍となった。撮影地点が不明瞭だったことが誤差の原因と思われる。また得た値との比が C で最小なのは、2 点間の距離が最も長く金星の視差が大きかったからと考えられる。さらに基線の長さによる修正を行ったところ、得られた値との比は B では 1.9 倍、C1 では 1.4 倍、C2 では 1.0 倍となった。最終的に C2 においては仮定した値と等しくなった。