

1. 概要

2006年11月9日、筆者は約3時間半にわたって水星の太陽面通過を観測した。水星の太陽面通過は2003年5月以来のことである。この現象を撮影した画像を解析、インターネットから入手した他の2地点での画像と合わせ、遠く離れた3地点で同時刻に撮影された画像を用い、地球・太陽間の距離をメートル単位で算出した。以降、日時はUTで記す。

2. 方法

1) 解析画像

池袋で筆者が撮影した画像を含め、3枚の画像を解析した(表1)。撮影時刻は00:09である。3枚を組み合わせ順にA、B、Cと名づけた。筆者撮影以外の2枚は、NSO(National Solar Observatory)のHP(http://gong.nso.edu/mercury_transit06/)で入手した。

表1 解析画像の組合せ

組	観測地点名	観測地の緯度・経度
A	Ikebukuro (Tokyo, Japan)	35.5° N, 135° E
	Mauna Loa (Hawaii, USA)	20.0° N, 155° W
B	Ikebukuro (Tokyo, Japan)	35.5° N, 135° E
	Learmouth (Australia)	37.5° S, 145° E
C	Mauna Loa (Hawaii, USA)	20.0° N, 155° W
	Learmouth (Australia)	37.5° S, 145° E

2) 算出方法

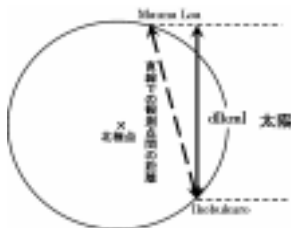


図1 北極上空から見た地球

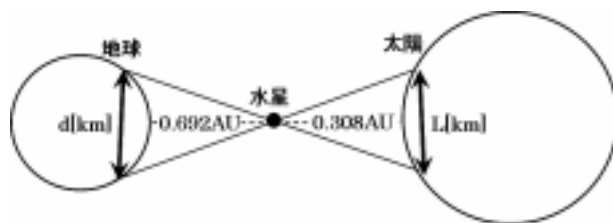


図2 現象時の3天体

まず、画像撮影時の地球を考え、太陽から見た観測点間の距離 $d[\text{km}]$ を求めた(図1)。

さらに、水星の軌道が楕円であり、現象日には近日点付近にあることより、水星・太陽間の距離は $0.308[\text{AU}]$ とした。よって太陽に写った水星の位置の違い $L[\text{km}]$ は相似を考えて、 $L[\text{km}] = d[\text{km}] \times 0.308[\text{AU}] \div 0.692[\text{AU}]$ と求まる(図2)。

次に、画像解析「マカリ」を用いて、撮影画像から太陽直径 $s[\text{pix}]$ と水星の視差 $p[\text{pix}]$ 、水星直径 $q[\text{pix}]$ をピクセル単位で計測した。なお求めた太陽直径はすべて $782[\text{pix}]$ に統一した。ピクセルは画像構成要素の最小単位のことである。画像を合成した後に上の3つの値を測定する予定であったが、水星の視直径が小さく、明るさが少ないために、画像を合成すると水星が判別できなくなった。そのため、各々の画像から太陽、水星の中心座標を計測、

水星の視差を求めた(図3).解析は、画像が上方が北となるように補正した状態で行った。NSOのHPから入手した画像は、HPに画像上での北が明記されていた。しかし筆者が撮影した画像は、自動追尾を停止した状態での撮影を行わなかったために画像上での方位を知ることができなかった。そこで、同じ関東地方である三鷹でも池袋と同じように見たと仮定し、0:09に三鷹天文台で撮影された太陽画像を国立天文台HPより入手した。筆者撮影と三鷹天文台撮影の画像における、黒点0923の位置の差を計測、筆者が撮影した画像上での方位は反時計回りに5°回転していたことを求めた。この結果より、筆者の画像も上方を北にあわせることができた。

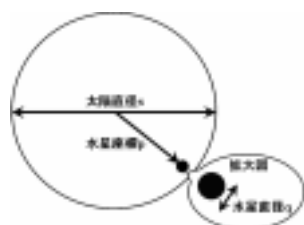


図3 画像解析

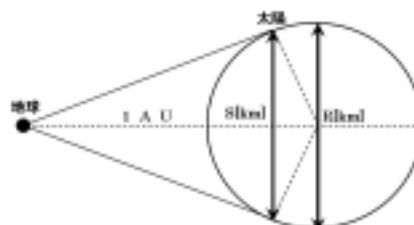


図4 太陽直径と1AU

上記の結果より見かけの太陽直径 $S[\text{km}]$ は $S[\text{km}] = L[\text{km}] \times s[\text{pix}] \div p[\text{pix}]$ と求めた。 $S[\text{km}]$ は“地球から見た太陽直径”であるので、太陽の視直径が 0.516° であることを用いて、真の太陽直径 $R[\text{km}]$ は、 $R[\text{km}] = S[\text{km}] \div \sin\{(180^\circ - 0.516^\circ) \div 2\}$ となる(図4)。

最後に、地球・太陽間の距離すなわち1AUは、 $R[\text{km}] \times \tan 0.516^\circ$ と求めた。

求めた1AUの値を用いて、水星直径 $Q[\text{km}]$ を求めることもできる。まず、水星の角直径を δ とすると、視直径と天体までの距離の関係から $\delta = \arctan\{Q \div (1 - 0.308)D\}$ が成り立つ。これを Q について解くと、 $Q = (1 - 0.308)D \tan \delta$ となる。また、水星の角直径 δ は撮影された画像から $\delta = 0.516^\circ \times q[\text{pix}] \div s[\text{pix}]$ となるので、水星直径が算出される。

3. 解析結果

1AUはA: $0.68 \times 10^8[\text{km}]$ (-54.2%), B: $1.09 \times 10^8[\text{km}]$ (-26.8%), C: $1.58 \times 10^8[\text{km}]$ (5.91%)と求めた。括弧内の数字は参考にした理科年表の値との差をパーセント単位で表したものである。また水星直径は、A: $1.63 \times 10^3[\text{km}]$, B: $2.61 \times 10^3[\text{km}]$, C: $3.77 \times 10^3[\text{km}]$ と求めた。これらはいずれも理科年表の値よりも小さかった(表2)。

表2 解析結果

組	観測点間の距離 [$\times 10^3\text{km}$]	視差 [pix]	太陽直径 [km]	1AU [km]	水星直径 [km]
A	6.13×10^3	3.47	0.62×10^6	0.68×10^8 (-54.2%)	1.63×10^3
B	7.17×10^3	2.54	0.98×10^6	1.09×10^8 (-26.8%)	2.61×10^3
C	8.17×10^3	2.24	1.42×10^6	1.58×10^8 (5.91%)	3.77×10^3

4. 考察

A, Bでは理科年表の値に対して大変小さく求めたのに対して、Cでは近い値が得られた。これは筆者が撮影した画像での回転角の求め方が精密でなかったことが要因と考えられる。また、水星直径が小さく求めたのは、水星直径を計測する際に、実際に水星があった部分よりも小さい範囲の直径を水星直径とみなしたためであると考えた。

今回の観測では自動追尾を停止させた状態で映像を記録しなかったため、記録後の解析の段階で苦労することとなった。今後の観測や研究の中で生かしたいと考える。