

17 実験と観測から探るブラックドロップ ~高専生の職人魂~

長野工業高等専門学校 天文部

鈴木 敬吾、大日方 利光、今井 涼介、熊川 銀河、柴田 晃佐、山田 英史 (高専3)
青柳 克道 (高専2) 児玉 直人 (高専1)

Abstract

我々は、2006年11月9日、水星の太陽面通過の観測で、第 接触直前にブラックドロップ現象を観測した。このブラックドロップ現象の解析と同時に実験とシミュレーションにより、PSF(Point Spread Function: 点像分布関数)と太陽の周辺減光が原因であることを確認した。

1. はじめに

地球・太陽間の距離(1AU)は、天文学における距離はしごの1段目である。ハレーは金星の太陽面通過時の太陽視差から、1AUを算出する方法を提案し、18世紀-19世紀の重要な観測テーマとなった。しかし、ブラックドロップ現象のために必要な精度が得られなかった。ここで、ブラックドロップ現象とは、内惑星の太陽面通過の第 接触(太陽リムの通過)時に惑星の影がしづくのように伸びる現象である(Pasachoff et al. 2004)。最近まで、この原因は、金星大気のためであると考えられていたが、太陽観測衛星 TRACE が1999年の水星の太陽面通過時にブラックドロップ現象を観測し、金星大気が原因ではないことがわかっている(Schneider et al. 2004)。

2. 高専生の職人魂 観測と解析

長野高専天文部では2006年11月9日の水星の太陽面通過を表1のような装置で観測した。得られた画像は、すばる画像処理ソフト「マカリ」で解析した。図1,2は、冷却 CCD カメラ、デジタルカメラで撮影した第 接触時の画像(左)と等輝度マップ(右)である。両画像とも、太陽リム付近で水星の影が太陽リムに向かって伸びており、ブラックドロップが起きていることが確認できる。

表1: 使用機器

	冷却 CCD 撮影	デジタルカメラ
		観測 + BD 実験
カメラ	FLI FE6300E	Canon EOS 5D
望遠鏡	Takahasi FC100 (D=10cm, F=8) 絞り 3cm	Takahasi FC76 (D=7.6cm, F=8)
拡大	Vari-extender × 3.2	Pentax XP14mm
合成 F	120	30
Filter	BVR AstroSolar D3	AstroSolar D3
露出	0.1sec	1/1000sec

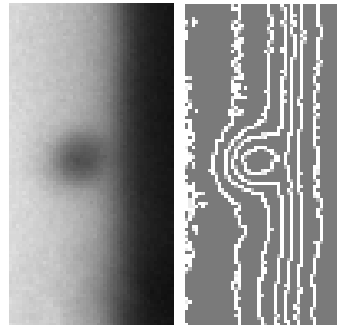


図1: 冷却 CCD カメラの撮影結果

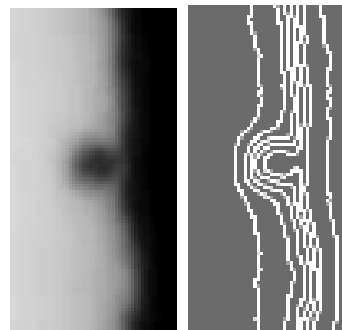


図2: デジタルカメラの撮影結果

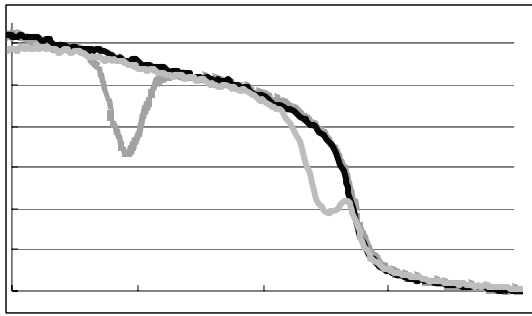


図 3 : 冷却 CCD カメラのグラフ

冷却 CCD カメラによる R-band 画像の輝度グラフ。横軸の範囲は約 80"。水星の視直径は 9.8

図 3 は、冷却 CCD カメラの R-band 画像の輝度グラフである。横軸は太陽中心から動径方向に測っている。黒線は、太陽リム近傍(約 1')の太陽の周辺減光の様子である。灰色線は、水星の影を通過した時(左の凹みは太陽リムから 36" 離れている時、右の凹みは太陽リムから 5" 離れている時=第 1 接触)の輝度変化である。この図より、太陽リムに近くなると、水星の影による輝度の落ち込みが伸び、ブラックドロップが起きることが確認できた。デジタルカメラで撮影した画像についても、同様の結果が得られた。

3. 高専生の職人魂 シミュレーション

この現象を理解するために、シミュレーションを行った。PSF(Point Spread Function: 点像分布関数)をガウス分布に近似し、各ピクセルに輝点を置き、図 3 の太陽の周辺減光曲線を作った。そこに水星の影を置くと、分散が 5" 程度で、観測結果をほぼ再現する擬似的なブラックドロップが出来た。

4. 高専生の職人魂 実験

表 1 のデジタルカメラと同じ光学系を使い、熱電球と小球を用いた擬似的な水星の太陽面通過を作り、ブラックドロップ現象を起こす実験を行った。

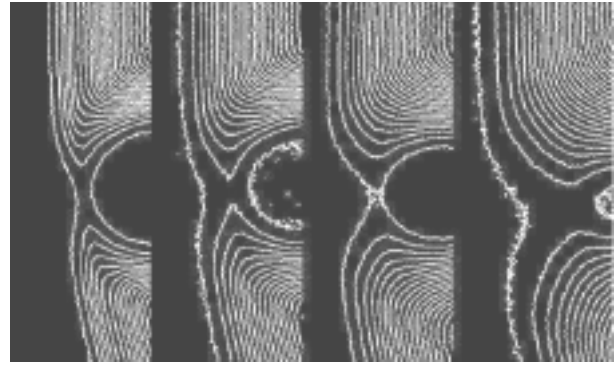


図 4 : 実験の結果得られた画像

PSF とブラックドロップの関係を調べるため、望遠鏡のピントを変えたときの擬似的な水星の影の変化を調べた。図 4 は、左から右にピントを少しずつずらした時の 4 つの等輝度マップである(各図の左側がリム、右側が影の中央)。このように、ピントをずらした画像ほどブラックドロップによる影の伸びが強く出ていることが判った。

5. まとめ

観測画像を解析した結果、ブラックドロップ現象が起きていることを確認した。また、実験およびシミュレーションから、太陽リムの周辺減光と PSF (像の広がり) がブラックドロップの一因であることが分かった。

現在、PSF の原因のひとつとして、シーイングの影響を見積もるため、露出時間の違いや B, V-band の画像の違いを解析すると共に太陽観測衛星 TRACE による水星の太陽面通過の画像も解析中である。これらにより、ブラックドロップ現象の理解を深めたい。

参考文献

Pasachoff, J. M., Schneider, G. and Golub, L., 2004 Proceedings IAU Colloquium No. 196, p243
Schneider, Glenn; Pasachoff, Jay M.; Golub, Leon 2004 Icarus 168 p.249