

「水星の日面通過」の接触時刻の決定

埼玉県立三郷工業技術高等学校・自然学部

郡司 一仁(高1)、三浦 珠美(高3)

齋藤 美緒(高3)、弓座 美保(高3)

要旨

1998年度より、太陽表面の様々な現象について観測・研究してきたが、2003年5月7日に水星が太陽の前を通過し、黒い影となって見えることに、強い興味を持った。今まで培ってきた解析手法が応用できると考えた。水星が太陽の縁に接する時刻(接触時刻)をどこまで正確に求められるか、それとともに、この観測から水星の様々な物理量を求めてみる。

1. 方法

今回我々は「黒い影」となって太陽面を通過する水星の観測に、最小限の機材で臨まなければならなかった。観測日の数日前から思わしくない天候続いており、当日も晴れそうにないという予報が出ていた。しかし、観測日の午後になると晴れ間がのぞき、観測開始直前には見事に空は晴れ渡った。用意できたのは、口径52mmズの「野鳥観測用スポッティングスコープ」と、「デジタルカメラ」である(図1)。

我々は、予報が出ている第一接触、第二接触の時刻に、ちょうどシャッターを切ったわけではない。そこで、細かな時間間隔で得られた画像から、その時刻を推定することを考えた。カメラ用三脚を使ったため、太陽が写っている位置は、必ずしも画面の中心ではなく、日周運動によって、さまざまな位置に写っている。しかし幸いなことに、この日の太陽表面には、いくつか黒点が写っていた。その黒点を座標の原点とした相対座標を作れば、計算は容易である(図2)。我々は昨年度の太陽黒点の研究で、1時間以内ならば、黒点の動きはほとんど観測誤差程度であるということを調べてあった。

画像フォーマットは、天文分野で標準的に使われているFITS形式に変換した。さ



図1 当日の観測風景

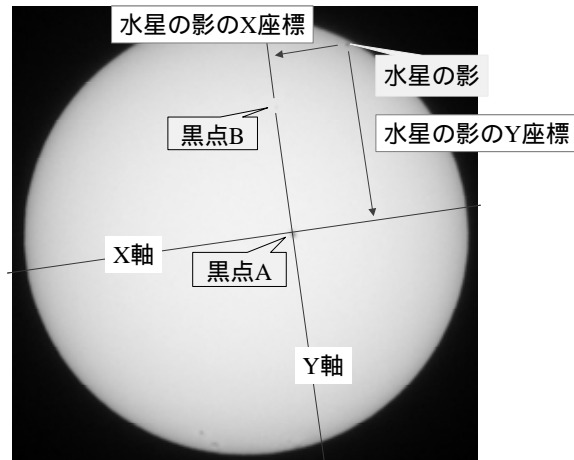


図2 測定座標の説明

らに、水星と黒点の位置は、白黒反転させることによって、恒星の位置測定に用いられるソフトウェアを用いて、0.1ピクセルの精度まで求めることに成功した。

2. 結果

太陽の縁からの距離と撮影した時刻のグラフを作り、縁からの距離がゼロになったところが、水星の影の中心が縁にきた時になる。水星の半径が2.5ピクセルなので、縁から距離がゼロのところからマイナス2.5ピクセルの位置が、第一接触の時刻。プラス2.5ピクセルの位置が第二接触の時刻となる。ところが、ちょっと考えなくてはならない。水星の影が太陽の赤道(正確には、太陽の中心を通る直線)を通過したならば、これでいい。しかし、そうでない場所を通ったら、単純ではないのである。水星が通った場所は、おおまかに言うと、太陽面の見かけ上で緯度45度くらいと考えられるような位置である。プラス・マイナス2.5ピ

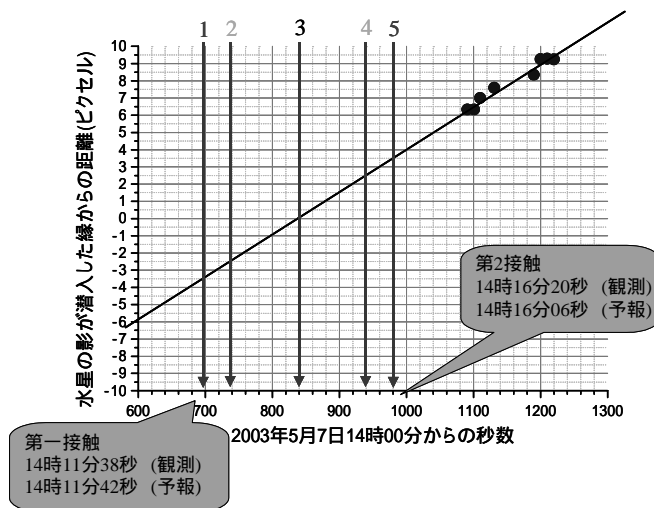


図3 接触時刻の推定図

クセルより、外側で第一接触、第二接触が起こっているのだ。この修正量は、緯度を θ とすれば、 $2.5 / \cos \theta$ と考えれば、うまく説明される。そうすると、プラス・マイナス3.5ピクセルのところから、求めていた時刻だ。最終的な結果が、図3である。距離はピクセル単位となっている。第一接触が14時11分38秒、第二接触が14時16分20秒となった。天文雑誌などに載っていた値から、本校付近の緯度・経度での予報時刻は、それぞれ14時11分42秒、14時16分06秒である。ソフトウェアで測定した座標の精度が、0.1ピクセルまでとすれば、図から40秒程度で、1ピクセルくらい水星の影は動いているので、4秒の精度が限界となる。ありあわせの観測機械を使った割には、驚くほどのものだ。ビデオカメラを用いた観測でも、潜入した瞬間は、「ブラックドロップ現象」などによって、非常にわかりずらいため、このような精度まで出ないであろう

<参考文献>

「理科年表」, 2003, 国立天文台編, 丸善

「水星日面通過観測マニュアル」, 2003, 高校生天体観測ネットワーク編

<参考研究>

「黒点周辺の温度分布」, 1998, 三郷工業技術高校, 科学展作品

「太陽黒点と磁場」, 2002, 三郷工業技術高校, 科学展作品

<使用したソフトウェア>

「Makarii」, 国立天文台提供

「JIP」, 科学技術振興事業団提供

「ステライメージ3」, アストロアーツ

「エクセル」, マイクロソフト