

---

# 金星の太陽面通過時におけるブラックドロップ現象について

埼玉県立三郷工業技術高等学校 自然科学部  
佐藤竜一、高橋慎、中原裕太、吉澤純一（高1）

---

## 1. はじめに

金星の太陽面通過は1874年12月9日に観測されている。我々は、2004年6月8日、130年に一度と言われる現象を、かろうじて雲間からとらえることに成功した。当日の日本列島は全般的に天気が悪く、関東の一部と北海道北部しか観測に成功していない、実に貴重なデータであることがわかった。さらに素晴らしい事に、撮影した画像の中から、「ブラックドロップ現象」の瞬間をとらえたものがあった。「ブラックドロップ現象」とは、130年前の観測でも確認されており、金星の影が太陽の縁から「しずく」が垂れるように写るものである。我々は自分たちの観測と室内実験から、この「ブラックドロップ現象」の謎を、独自に解明しようと考えた。

## 2. 観測

天気予報では当日の6月8日は曇りの予報だったが、校舎から見える遠くのビルなどを使って、何度もリハーサルをしておいた。そして、当日になってみると、雲間から時々太陽が見えるようになり、急いで屋上で準備に取り掛かった。最初は太陽の猛烈な光をやわらげるため、ND400フィルター(光量を1/400にする)を2枚使い、正確に2分おきに撮影する予定だった。しかし、いつ晴れ間がのぞくかが予想できないので、時間をメモしながらどんどん撮影することにした。太陽が雲に出たり入ったりしていたので光の強さがめまぐるしく変わり、光の調整を手動でしなければならなかった。露出時間調整はデジカメが自動でやってくれたのだが、それでは追いつかず、ND400フィルターを1枚に減らすほどの変化だったのである。撮影したデータを整理して並べると、「ブラックドロップ現象」らしきものを撮ることが出来ていた。

## 3. 実験

### <実験1>

最初の実験は、太陽が日周運動で動くのを利用して、黒く塗ったボールベアリングの影が太陽の縁に入る前後を連続撮影した。中には、シャッターを切るタイミングが掴めず早く撮りすぎて、「ブラックドロップ現象」にほど遠い写真も少なくなかった。この実験は、本物の太陽をシーロスタットで映したので、太陽に見られる周辺減光がきちんと出ている。もちろん、地球大気を通しての周辺減光である。また、金星の影は、実際に観測した時よりも、断然シャープで地球大気の影響のないような金星の影となっていることがわかった。「ブラックドロップ現象」が起こった状況に近いと思われる画像を、画像処理ソフトで輝度断面のグラフを作ってみると、観測で撮れた「ブラックドロップ現象」とよく似ている。「こぶ」の部分が少し切り立った形になっているのが気になるが、実験から、太陽の周辺減光が「ブラックドロップ現象」に関係していることが想像できた。

### <実験2>

太陽の周辺減光の様子を、大気の外で観測したら、いったいどんな輝度断面になるのか、

詳しいデータは見当たらない。しかし、減光の仕方がシャープになるだろうという想像はできる。我々が準備した太陽は、工事用に使われる強力ライトである。ライトの光をすりガラスで均一化して、黒いラシャ紙で作ったマスクをかぶせた。ライトとすりガラスの距離を適当に調節すると、作った太陽は中央部が明るく、周辺にいくにしたがって暗くなっていて、なかなかいい具合である。金星のほうは、実験1で使ったベアリングを釘に接着した。ベアリングはライトで後ろから照らされるため、まさに影となっている。肝心の「ブラックドロップ現象」の輝度断面を見ると、鋭いトゲのようなものが認められた。画像を見ていた時には、本当に縁すれすれに金星が見えていたのだが、すべてトゲがあるか、まったくないかのどちらかであった。つまり、大気の外で観測すると、「ブラックドロップ現象」は見られないのではないだろうか。

## 4. 考 察

### (1) 大気の影響と望遠鏡の精度

インターネットで探し出した、地上から最も高精度な観測が出来たと言われている、パチカン天文台の画像によると、わずかに金星の影が縁に届いているように見えるが、これに画像処理ソフトの『ぼかしフィルター』を使ってみた。つまり、大気の状態が悪く、望遠鏡の精度も悪いようすをデジタルの世界で作って見たのである。そうすると、本当に見事な「ブラックドロップ現象」が見えることがわかった。つまり、130年前に騒がれた「ブラックドロップ現象」は、望遠鏡のレンズの影響も大きいのではないかということである。また、望遠鏡の精度がよくても、地球で観測している限りは、太陽も金星も少なからずボケた画像になる。そうなれば、「ブラックドロップ現象」は、必ず観測できるのだと思う。

### (2) 大気の外では本当に見えないのか?

さらに、インターネットで、「ブラックドロップ現象」の画像を集めていたら、アメリカの衛星「TRACE(トレース)」が撮った画像を見つけた。これは、考えられるあらゆる画像補正をした「第二接触」直後の画像だそうである。よく見ると、金星の影から、太陽の縁に向かって、わずかににじんだような部分が延びている。解説記事によると、金星の大気のため起こっているとある。これが「ブラックドロップ現象」と言えるならば、宇宙でも観測できたということになる。

### (3) 金星大気を作る?!

そこで我々は、最後のチャレンジとして追加実験を行った。金星の大気は、地球より厚いというが、せいぜい100kmと考えれば十分である。金星の半径は、6000kmくらいである。半径2.5mmの金星に大気をつけるとしたら、約0.04mm である。そこで、黒く塗ったボールベアリングの剛球の表面に『サラダ油』をつけ、さらに実験2で苦労したカメラ移動を『赤道儀の微動装置』を使って行ってみた。その結果、輝度断面をTRACE衛星のものと同く比べると、かなり良く似ていた。『サラダ油』で金星の大気を再現できたどうかは、まったく責任を持ってないが、これが我々の今回の到達点である。

結局のところ、「ブラックドロップ現象」は、どこでも観測できる。そして重要な事は、観測条件、使用した機器の違いで、現象を引き起こす主な原因に違いがあるということになる。