

【指導資料】 対象：小学生・中学生

星の学校

「太陽観察用ピンホール望遠鏡」による金環日食の観察

金環日食フェスティバル in 海老名実行委員

海老名天文同好会「星の学校」

高橋 典嗣

1 ねらい

小学校学習指導要領理科（文部科学省 2008）の目標には「見通しを持って観察・実験を行い、...自然の事物・事象についての実感を伴った理解を図り、...」とあります。また内容の取り扱いとして「野外に出掛け地域の自然に親しむ活動や体験的な活動を多く取り入れる」となっています。このように、実験、観察、野外観察を重視することが示されていますが、小・中学校の宇宙領域の指導では十分に天体観察などの体験を伴う観察指導が実施されない実情にあります。それは、星、月、金星、惑星などを昼間の授業時間内で扱うことが難しいことなどに起因しています。唯一太陽は例外で、晴れていればいつでも観察することができますが、太陽は直視するだけで目に障害を起こすことがあります。また天体望遠鏡での観察では投影板や対物フィルターなどの付属品が必要となり、加えて指導者

に十分な知識と経験がないと事故につながる危険を伴うため、容易に実施されません。

そこで、昼間の授業時間内で安全に太陽の観察を行う一つの方法として手軽な「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を推奨します。金環日食の観察では、「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を組み立て、太陽が欠けて金環になる様子を観察してみてください。また、

大きな「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を制作すれば、太陽面に現れる黒点や金星の日面経過などの現象を直接記録用紙に記入し、観察することもできます。

【準備するもの】

- 太陽観察用ピンホール望遠鏡 (図1)
- はさみ
- のり (スティックのりなど)
- 画鋲 (針など)



図1 太陽観察用ピンホール望遠鏡

海老名市立小中学校の全児童・生徒、日本スペースガード協会会員、金環日食フェスティバル in 海老名の参加者全員に頒布。

2 教具の解説

暑い日に木陰で休んでいるとき、木漏れ日を浴びて心地よい涼しさを感じることができても、太陽の形が地面に投影されていることにはなかなか気づきません。木の葉が重なり合う隙間を通る光は、小さなピンホールと同じ役割をしています。図2のように画用紙に小さな形の違うピンホールをあけ、太陽にかざしてみましょう。すると、地面には、ピンホールの形ではなく、丸い太陽像が写し出されます。木の葉がつくるピンホールは、形も大きさも違うのですが、画用紙の実験と同様に、地面には丸い太陽像が映しだされます。日食のときには、太陽の形が欠けているので容易に確認することができます。日食の時は、忘れずに木陰に行き、木漏れ日の観察をしてみましょう。

太陽の光がピンホールを通り、地面に投影される原理を「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を使って考えてみましょう。組み立てた「太陽観察用ピンホール望遠鏡」で観察する様子を図4に示しました。ピンホールから入った太陽の光は、底面に投影されます。投影される太陽像の形は、倒立像になっています。日食中は、観察窓から底面に映る太陽の形を観察しましょう。

図4 太陽観察用ピンホール望遠鏡の原理と使い方
太陽に向け、観察窓から欠けた太陽像を観察しましょう。

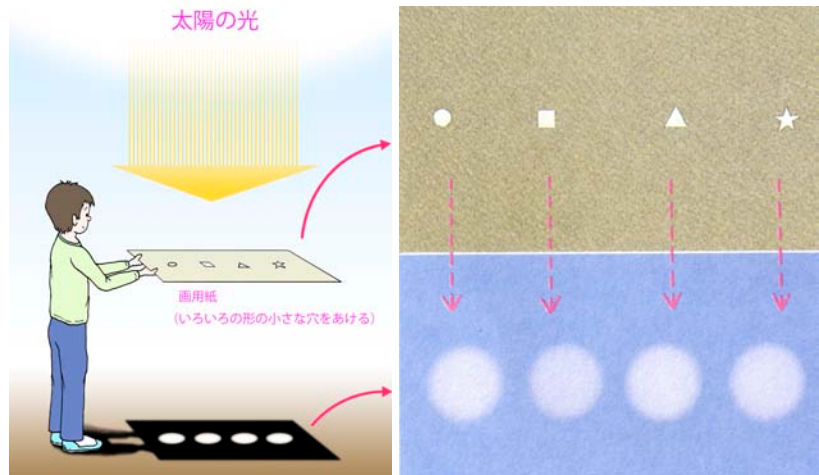
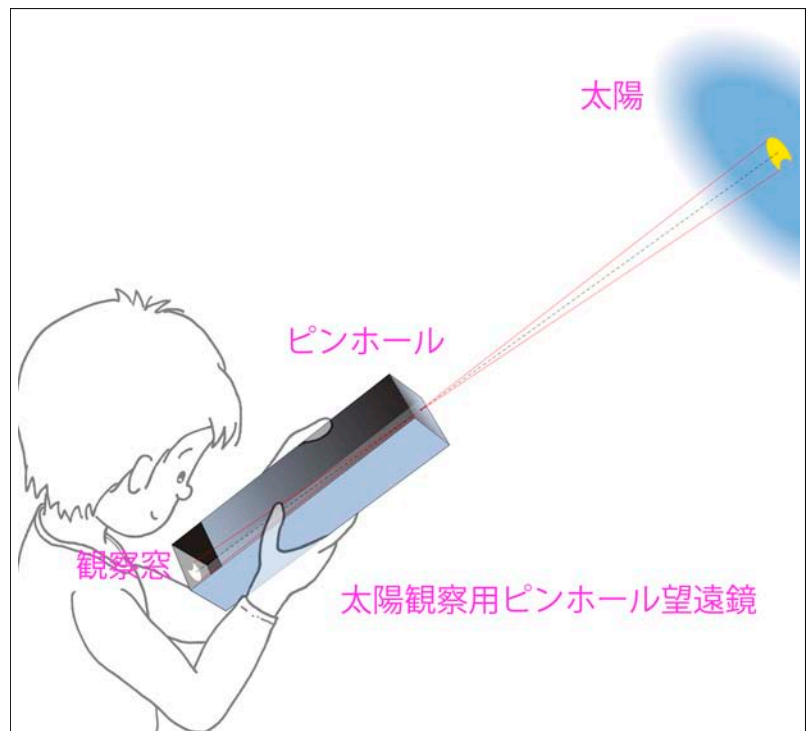


図2 ピンホールの形（左から○□△☆）と太陽像



図3 木漏れ日（金環になっています）



(1) 組み立て

- ① はさみで切り取る。正確に切らないと光漏れの原因になります。
- ② 画鋸や針などでピンホール(0.6mm程度の穴)をあける。穴をあけるときは、画鋸を回転させながら押し込むと、きれいにあきます。また穴が大きくならないように注意しましょう。
- ③ 山折り、谷折りして、長方形の箱(望遠鏡の筒)をつくる。
- ④ のりしろ部分にのりを付けて接着する。長辺は、鉛筆などを使って押さえつけて接着させると、きれいにできます。乾いたら完成です(図4)。

(2) 使い方

- ① 図4のように「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を手に持ち、先端を太陽に向けます。
- ② 太陽の光を望遠鏡の筒の中に導くには、地面に映る望遠鏡の影を見て下さい。望遠鏡の影の面積が最も小さくなったとき、太陽像が底面に映しだされています。
- ③ 観察窓から見える太陽像がゆれないように、望遠鏡をしっかり持って観察しましょう。

(3) 記録(スケッチ)

- ① 時間間隔を(10分、15分など)決めておき、欠け

日食観察記録用紙

氏名: 高橋 明子 3年 B組
 観測場所: 沖縄, 中野島 年 9月23日(日)

9時50分 気温 29.0℃	10時30分 気温 28.5℃	10時50分 気温 28.0℃	11時10分 気温 27.5℃	11時25分 気温 26.8℃
11時28分 気温 26.7℃	11時30分 気温 26.5℃	12時00分 気温 27.5℃	12時40分 気温 29.0℃	13時03分 気温 29.7℃

図5 金環日食のスケッチ
 (直径1.5cmの太陽像になる太陽観察用ピンホール望遠鏡で記録)

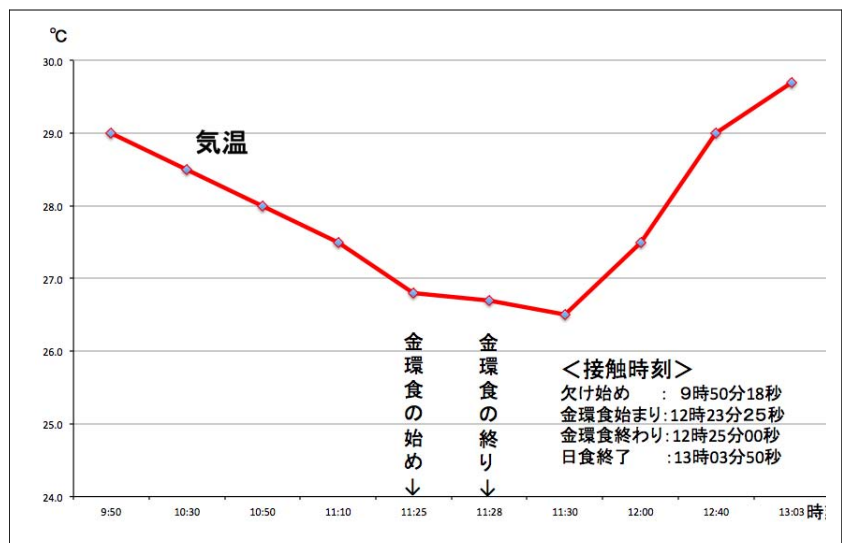


図6 金環日食の気温変化 (1987年9月23日、沖縄にて)

初めから観察し、欠ける様子を記録用紙にスケッチしてみましょう(図5)。記録用紙は事前に作っておきます。

- ② 温度計を用意し、欠け方の記録と同時に気温を測り、記録用紙に記入しましょう。太陽が欠けていくと気温も下がっていきます。
- ③ 観察が終わったら、温度変化をグラフに表しましょう(図6)。最も気温が下がる時刻は、通常最大食分(金環)の後になります。

4 発展

1.5cmの太陽像が映る大きな「太陽観察用ピンホール望遠鏡」の制作

(1) 工作の仕方

大きな段ボールなどの箱を利用し、図7のような大きな「太陽観察用ピンホール望遠鏡」を制作してみましょう。ピンホール部分は、アルミホイルに小さな穴をあけます。段ボールの前面に四角い穴をあけ、その上にアルミホイルで作ったピンホールをテープで接着します。



図7 1.5cmの太陽像が映る太陽観察用ピンホール望遠鏡

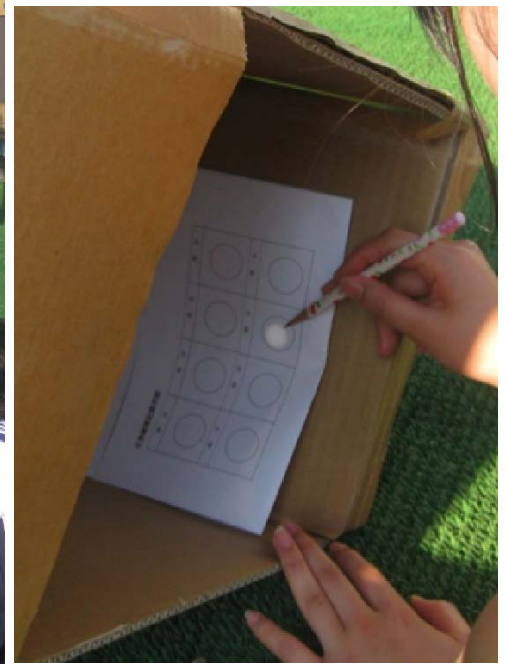


図8 太陽像の記録

(2) 観察の仕方

完成した大きな「太陽観察用ピンホール望遠鏡」は、脚立や椅子などに立てかけて使います。立てかける位置を前後させ、太陽高度に合わせて太陽光をピンホールから底面に導きます。記録用紙を図8のように観察窓から底面に置き、直接太陽の形を記録してみましょう。

(3) 光学設計

「太陽観察用ピンホール望遠鏡」の底面にどのくらいの大きさの太陽像を映すかを考え、材料を集めて工作します。

ここでは、底面に映る太陽像の大きさを15mm (1.5cm) にするには、どのくらいの大きさの「太陽観察用ピンホール望遠鏡」になるかを考えてみることにします。

太陽像の直径 (D) とピンホー

ルから底面までの筒の長さ (F) との関係は、次式で表せます。

$$D = 0.00925 \times F$$

これより、直径15mmの太陽像をつくるための筒の長さは、

$$F = D / 0.00925$$

なので

$$\begin{aligned} F &= 15 / 0.00925 \\ &= 1621 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

となり、筒の長さは、1 m 62cm (1621mm) にすればよいこととなります。

次に、ピンホールの穴を何mmにすればよいかを考えてみましょう。ピンホールの穴の直径が大きすぎると、底面に映る太陽像は明るくなりますが、像はボケてしまいます。

逆に小さいと暗くてよく見えません。

そこで、最適なピンホールの直径 (D) とピンホールから底面までの筒の長さ (F) との関係は、次式で求められます。

$$D = 0.03679 \times \sqrt{F}$$

先に求めた筒の長さは、1621mmなので、ピンホールの直径は、

$$\begin{aligned} D &= 0.03679 \times \sqrt{1621} \\ &= 0.03679 \times 40.3 \\ &= 1.48 \text{ mm} \end{aligned}$$

となります。

15mmの太陽像を作るための「太陽観察用ピンホール望遠鏡」は、筒の長さが1 m 62cm、ピンホールの直径は、1.48mmにすればよいこととなります。