

特集

日食めがねプロジェクト X 円

～多くの人々が安全に日食を観察するために～

梶井俊彦（大阪府教育センター）

1. はじめに

2009年7月22日は日本のほとんどの地域で梅雨が明けており、夏休み中の子ども達を含めて、多くの人々が日食を観察すると思われる。そのため、安全に日食を観察する方法の周知と、学校や科学館等での観察会開催を期待して、世界天文年 2009 日本委員会から日食グラス [以後、推奨日食グラスと記す] が各施設へ1個ずつ合計4万個配布された。推奨日食グラスは本会会員へも配布されてご覧になられていると思うが、太陽観察時の安全性が十分に検討されたものである。理科教材として販売されている遮光メガネよりは安価であるが、それでも1,480円(税込)の価格では、子どもの小遣いや学校の予算で人数分を購入することは難しい。そこで、安全性が確保され、できるだけ安価で簡単に作ることができる日食めがねを考案した。その過程を「日食めがねプロジェクト X 円」として発表する。本会会員をはじめとする天文教育に関係する皆様に参考にしていただき、より多くの人々に日食を観察していただく一助となることを願う。

2. 日食めがねプロジェクト X 円の動機

大阪府教育センターは、大阪府立と大阪府下の市町村立公立学校（政令指定都市と中核市を除く）教職員を対象に研修を行うことを業務の一つとし、私は主に天文分野の研修を担当している。2004年10月14日の部分日食（図1）では、当センターで理科長期研修受講中の小・中学校教員10名程とその他多くの当センター職員とともに観察したが、当センターに隣接している高校と中学校の校庭

では普段通りに体育の授業が行われており、天文教育に携わる者として残念に思った。

今回は日本の南西諸島周辺でも皆既日食として見られるため、テレビや新聞等でも取り上げられ、前回の部分日食の時とは異なり、むしろ多くの人々が日食を観察することへの対策が必要であると思われる。当センターとしても教員からの問い合わせなどへの対応と、日食についての教員研修を6月の梅雨入前に行うことを計画し、できるだけ多くの子ども達や学校関係者に日食を観察してもらえるように努力したいと考えている。しかし、多くの人々に安全に日食を観察してもらうためには、日食めがねを大量に提供する必要があるが、昨今の経済事情により教育予算も削減されており、そのことは難しい。そこで、知恵を絞って、単価が低く、製作が簡単で大量に作ることができる日食めがねを考案することを思い立ち、半田孝氏（前大阪府高等学校地学教育研究会会長）とともに取り組み始めた。



図1 2004年10月14日部分日食
太陽とプロミネンスが月に隠されていく様子を、H α フィルターを通して撮影した。

3. 日食めがね製作に当たっての検討

3.1 減光フィルター

(1) 減光フィルターの選定

日食めがねの製作で最も重要な部品は、使用する減光フィルターであるが、銀塩フィルムを感光したものやロウソクのすすを付けたガラスなどは今目的ではなく、安全性も不確実なため、自作を諦めて信頼がおけると思われる市販製品を用いることにした。写真用のガラス製フィルターは ND400 を 2 枚重ねる必要があり、高価となるために候補から外した。ゼラチン製やアセテート製 ND フィルターはそれよりも安価ではあるが、私が皆既日食をビデオで撮影した経験から赤外線を多く通すことが分かっていたため候補から外した。結果的には、バーダープラネタリウム社製アストソーラーセイフティフィルム [以後、アストソーラーと記す] 眼視用を用いることにした。これは、国際光器 (株) マゼラン [1] が輸入元となり、同社や他の天体望遠鏡販売店を通して購入できるなど、比較的入手しやすいものである。なお、アストソーラーには透過率の高い撮影専用のももあり、これは眼視による観察に用いると危険であるため注意を要する。

(2) 減光フィルターの安全性

アストソーラーは製造元の Web ページ [2] によれば、新開発の高強度ポリマーフィルムに両面からアルミニウムをイオン化して注入して、ピンホールができないようにしており、透過率はドイツ規格基準局の安全基準を満たしているとのことであるが、波長ごとの透過率のデータを見つけることができなかった。膜厚が 0.012mm と薄いのが、指で突いたくらいでは破れることはない。実際に当センターでの太陽観察実習において、口径 77mm 焦点距離 500mm 屈折望遠鏡の対物レンズ前に取り付けて使用しているが、事故は起こっていない。ただし、5 年間使用したものにはピンホールが見られたので、経年変化には注意が必要である

推奨日食グラスは製造元の (株) ビクセンによれば、JIS 規格 (規格番号 T-8141 「遮光保護具」に関する基準) [以降、JIS 規格と記す] に準拠しているとのことである。この JIS 規格は、主に溶接・切断のような強い光が生じる作業で使用する遮光保護具の基準を示したもので、フィルターの波長ごとの透過率から遮光保護具の形状や強度に至るまで、きめ細かく規定されている [3]。推奨日食グラスの

表 1 推奨日食グラスの透過率

【遮光眼鏡・JIS規格 (JIS-T8141) フィルタレンズ及びプレートの遮光能力値 比較表】

しゃ光度番号	紫外線形透過率% (最大)		視感 (可視線) 透過率			赤外線透過率% (最大)	
	313nm	365nm	最大	標準	最小	近赤外 780~1300nm	中赤外 1300~2000nm
12		0.0002	0.0032	0.0019	0.0012	0.027	0.096
13		0.000076	0.0012	0.00072	0.00044	0.014	0.06
14	365nmにおける透過率の数値以下	0.000027	0.00044	0.00027	0.00016	0.007	0.04
15		0.0000094	0.00016	0.0001	0.000061	0.003	0.02
16		0.0000034	0.000061	0.000037	0.000029	0.003	0.02
ビクセン日食グラス	0.000000	0.000034	0.000061	0.000039	0.000029	0.012409	0.028983

ビクセン日食グラス: 紫外線透過率#13以上、視感 (可視線) 透過率#16以上、赤外線透過率#13以上

透過率が協栄産業（株）大阪店の Web ページ [4] に掲載されていたので許諾の上で転載する（表 1）。この表からは紫外線と赤外線は JIS 規格の遮光度番号 13 を満たし、可視光ではさらに透過率の低い遮光度番号 16 を満たしている、安全性が極めて高いことが分かる。

アストロソーラーと推奨日食グラスとを、190nm（紫外線）～1100nm（近赤外線）を 0.01% 精度で測定できる分光光度計により得られたデータを図 2 に示す。二つのグラフは類似しており、推奨日食グラスはアストロソーラーと同様のフィルターを強度確保の透明板と、さらに減光するためのフィルターで挟み込んでいると思われる。そのため、太陽像が暗い緑色となり、少々歪みが生じる。アストロソーラーは白色で歪みは生じないが、若干透過率が高いため注意を要する。減光フィルターを通して目に入る太陽光の強度は、減光フィルターの透過率分布と大気を通過してきた太陽光スペクトル分布から求められるが、測定データからは共に安全であるといえる。

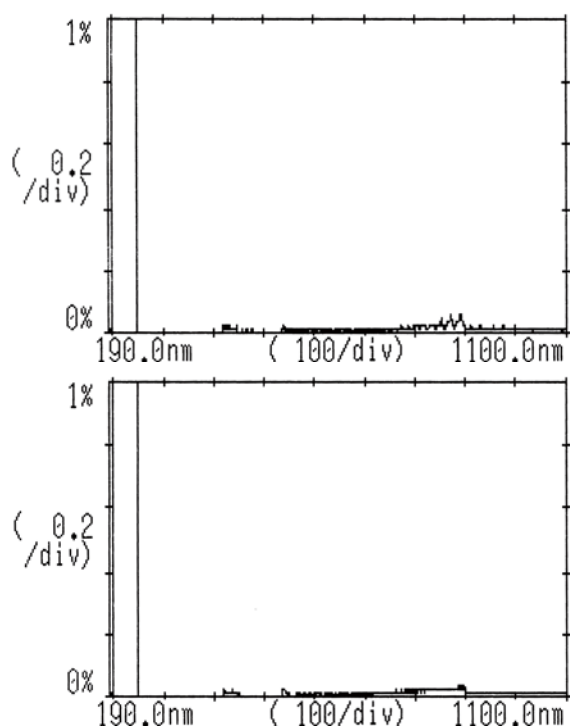


図 2 アストロソーラー（上）と
推奨日食グラス（下）の測定データ

(3) アストロソーラーを使用した日食めがねの製作費

考案した日食めがねは、1 個につきアストロソーラー 1cm 角のものを 2 枚使用する。販売サイズごとの価格・日食めがねの製作個数・日食めがね 1 個当たりの費用を表 2 に示す。これに紙代と両面テープ代を加えた金額が最低製作費となり、日食めがね 1 個当たり 10 円程度で済ませることができる。

表 2 アストロソーラーの費用等

サイズ cm×cm	価格 (円)	製作 個数	1 個当たり (円)
セミ A4 20×29	2,800	290	約 9.7
大サイズ 50×100	7,500	2500	3

4. 日食めがねの製作

安全性・経済性・製作の容易さを考えながら、日食めがねの材料と形状を決定した。本体は入手性がよい A4 サイズの厚紙を使ったが、太陽光を透さなければあり合わせの厚紙でよい。太陽を長時間見続けたり、日食めがねを掛けたまま歩いたりする危惧があるので耳掛けは作らない。

日食めがねの製作の手順を以下に示す。

- ① A4 用紙を四等分に切断すると目の部分を覆うのに適した大きさとなる。また、紙を四等分することは作業が簡単になる。注意書き等を入れる場合は、切断前に印刷しておく。
- ② 文房具の二穴パンチでのぞき穴を開ける。その際、穴の所に前もって 1cm 角に切った両面テープを貼っておけば、アストロソーラーを貼るための両面テープに穴を開ける手間が省ける。
- ③ 一般的な二穴パンチでは、紙の端から

12mm の点を中心に 80mm 間隔で直径 6mm の穴が開く。このままでは眼幅が合わないので、二つの穴の中央を谷折りし、中央から 25mm 程離れた両側を山折りして眼幅を調整できるようにした。

完成したものを図 3 に、その型紙を図 4 に示す。これを参考にして、観測地での日食の進行を示す図を入れるなどして、より教育効果の高いものにしていただきたい。

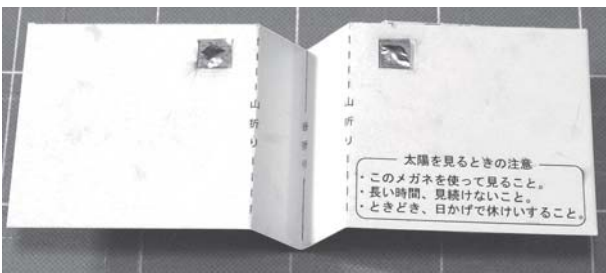


図 3 日食めがね完成

5. おわりに

「日食めがねプロジェクト X 円」計画の成否は、日食当日の晴天にかかっている。多くの人々の願いが天に届くことを願う。

文 献

- [1] 国際光器 (株) マゼラン
<http://www.kkohki.com/>
- [2] バーダープラネタリウム社
<http://www.baader-planetarium.de/>
- [3] 日本工業標準調査会
<http://www.jisc.go.jp/>
- [4] 協栄産業 (株) 大阪店
<http://www.kyoei-osaka.jp/>

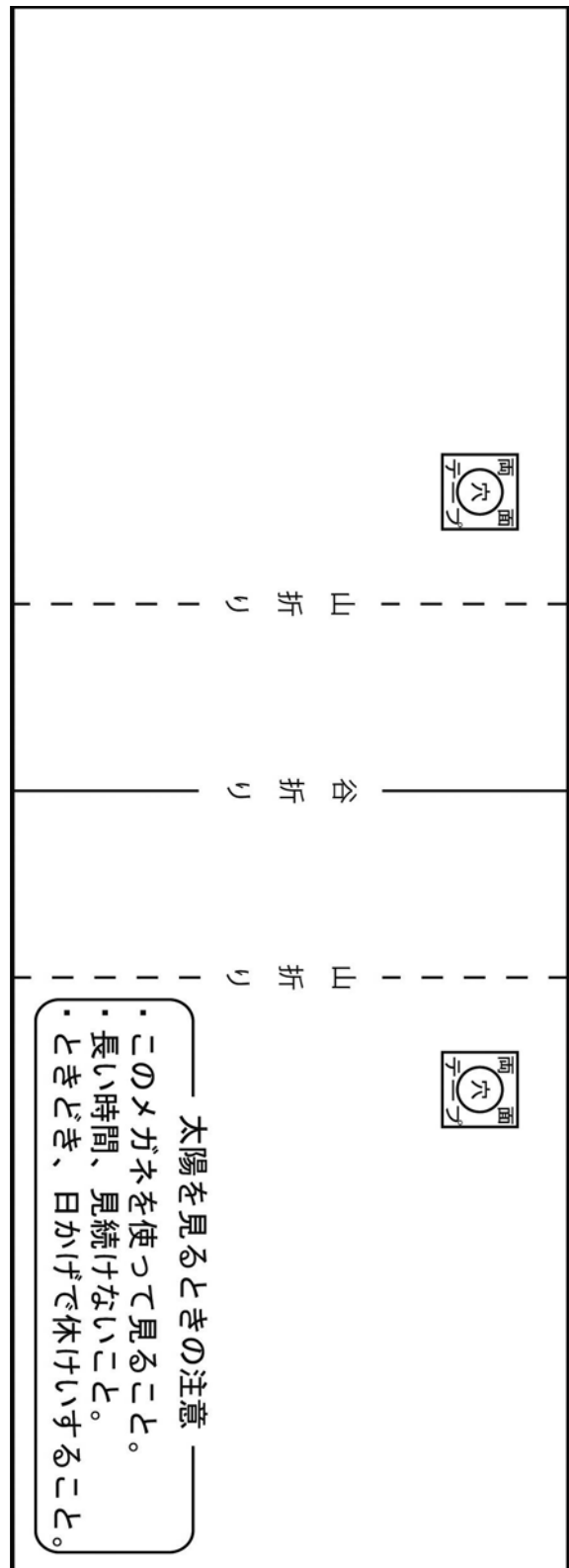


図 4 型紙 (実寸)