

特集

金環日食を楽しむために ～安全な観察をめざして～

齋藤 泉（栃木県子ども総合科学館）

1. はじめに

筆者は、2009年世界天文年から2012年の金環日食にかけて日食の安全な観察の普及を目指し、天文教育普及研究会の「日食の安全な観察推進ワーキンググループ」や金環日食日本委員会のメンバーとして、学校向けの観察ガイドなどの作成に関わった[1]～[19]。

特に、太陽観察器具の性能を調べるために透過率測定を国立宇都宮大学や国立天文台および労働安全衛生研究所などで行った。

2015年6月15日には太陽観察器具の安全基準が国際標準化機構（ISO）から出版（透過率：可視光 0.0032 %以下、赤外線 3 %以下）[20]された。2030年6月1日北海道での金環日食を向けて、安全な観察の参考になりそうなものを紹介する

2. 太陽光の眼への影響

太陽光の波長分布は図1となるが、網膜に到達する電磁波は図2のように主に可視光と赤外線（IR-A）である。

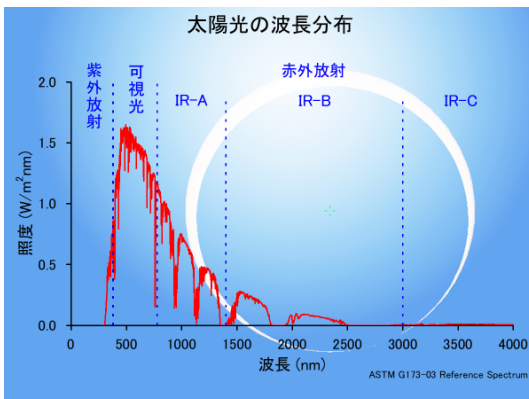


図1 太陽光の波長分布

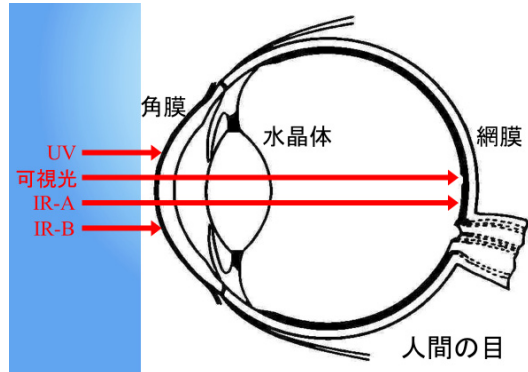


図2 網膜に到達する太陽光

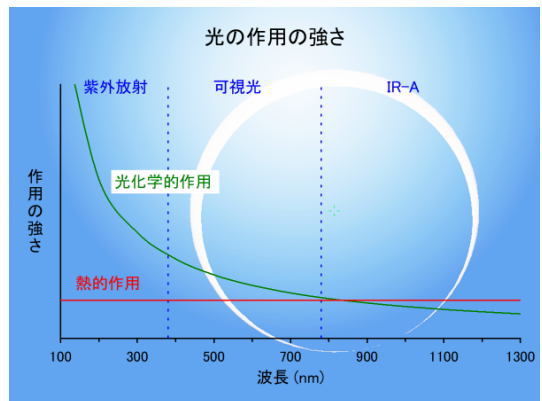


図3 光の作用の強さ

そのうち目に大きなダメージを与えるのは、熱的な作用よりブルーライトであることが動物実験などで分かってきた（図4）。

現在では、メガネやPCモニタのフィルタなど日常的な機器からのブルーライトをカットする製品も販売されているようである。

3. 本当に安全か

現在の科学館に勤務して以来、日食の観察会（天文教室）も何回か経験していた。

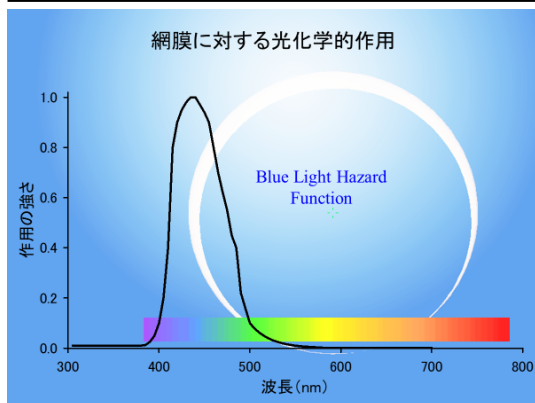


図4 網膜に対する光化学的作用

以前から、太陽観察の書物に記されている「すずを付けたガラス」や「白黒フィルムの感光した黒い部分」を用いた観察について、安全性の根拠が見つからなかったため、本当に安全なのかを確かめたいと常々思っていた。

4. 透過率の測定

はじめに栃木県内にある国立宇都宮大学のオプティクス分光器を用いて透過率の測定を行った。しかし、太陽観察器具に求められる透過率は可視光で 0.003 % が必要であり、通常分光光度計では、十分な測定精度は出すことが出来なかった。そこで国立天文台先端技術センターの施設利用プロジェクトに申請し、オプトショップの機器を使用し、紫外から近赤外の波長帯 (300nm~1400nm) にわたり透過率の測定を行った。

使用した主な機器は、分光光度計 Solid Spec-3700 (島津製作所) である。また、サンプル表面の状態については、顕微鏡 MM-40 (Nikon) を使って観察や撮影を行った。

太陽観察ガラスは透過率が可視領域で 10 万分の 1 と極めて小さく、透過率の測定限界近くになる。そこで、原点の調整や適切な測定パラメータの選択など、測定手順の確立のための試験測定を行い、測定精度を上げることを試みた。2011 年 10 月から実際の測定を

開始し、市販品 34 点と代用品 49 点、計 83 種類のサンプルについて総計 336 回の測定を行い、製品の劣化についても検討した。

さらに高い精度が必要なものについては、可視光領域で広いダイナミックレンジを持つ機器 (労働安全衛生総合研究所の分光放射輝度計 Spectra Scan PR705 と光源のキセノンランプ ASAHI SPECTRA MAX-302) により、1 千万分の 1 (濃度 D7) 以上の精度での測定も行った (図 5)。



図5 分光放射輝度計 (左) と光源 (右)

5. 測定結果

測定結果の詳細については、長野工業高等専門学校紀要『太陽観察ガラスの透過率測定 I 及び II』[21][22]をご覧ください。概要を紹介する。

5.1 市販の太陽観察ガラスの透過率

市販の太陽観察ガラスの殆どのものは、可視光で 0.003 % 以下、近赤外で 3 % 以下の透過率を示し、可視光から近赤外域までおおむね安全なレベルであったが 2012 年金環日食の直前に危険性の高い製品も見つかった。

5.2 太陽観察フィルタシート (BAADER Astro Solar Film) の透過率及び劣化について

非常に薄く高い遮光性能を持ち、ハサミで簡単に切れるなど加工がしやすい。紙などをフレームにして手製の日食グラスとしたり、望遠鏡・双眼鏡の対物側につけたりする減光フィルタとして広く使われている。

半面傷がつきやすいので、開封の際に包装の接着面にシートが触れないようにするなど、

細心の注意を払う必要がある。また、未使用のものでも 50 倍の顕微鏡で下から光をあてると、所々小さな窪みが確認できるものもあった。ラミネート熱加工したものにも、丸い形をした気泡の他に、形の違う数種類のキズのようなものも認められた。

販売メーカーのウェブページには、このシートに寿命があることも明記されている。使用環境や保管状態により劣化が早まることも考えられるので、使用する前に明るい蛍光灯などにかざして、穴やムラの無いことをルーペ等で確認する必要がある。また、濃度の異なる眼視用 (D5) と撮影用 (D3.8) があるので注意が必要である。

2 年間常温保存したもの、ラミネート熱加工の影響を調べたが、劣化の可能性が示された。実際の海上で潮風や風雨にさらされたサンプルの劣化は激しく、肉眼でも濃淡のムラが容易に確認できた。また、測定値のバラつきも大きく、新品と比べかなり高い透過率を示した。

5.3 写真撮影用 ND フィルタの透過率

写真撮影用 ND フィルタは、濃いものであっても近赤外域の透過率が急激に上昇するため、肉眼での太陽観察に用いると危険である。撮影時にファインダーを覗いていると眼の熱障害を起こす危険性もある。

5.4 代用品の透過率

CD-ROM、ロウソクのススをつけたガラス板は性能が保証されていないので、不向きである。モノクロネガフィル、下敷き、一般のサングラス、カラーフィルム、X 線フィルム等についても同様でお勧めできない。

溶接用遮光プレートは、代用品として最有力候補であり、市販の太陽観察グラスの中には、このプレートを組み込んでいるものも見受けられた。日本には太陽観察グラスの規格が存在しないため、透過率については溶接用遮光プレートなどの規格「遮光保護具 (JIS

T8141:2003)」で代用されることがあり、遮光度 13 番を使うことが多いようである。

6. 安全な観察にむけて

直接観察では、規格を満たした専用の太陽観察器具を正しく使うことがとても大切である。また、間接的な観察では、ピンホールを利用したものが手軽で安全、観察日やハート形など工夫次第で記念に残すこともできると考えている。もし、**観察中にまぶしいと感じたら、それは危険信号であるから、すぐに中止したい**。明らかに危険な製品の見分け方は図 6 を参考にしてほしい。

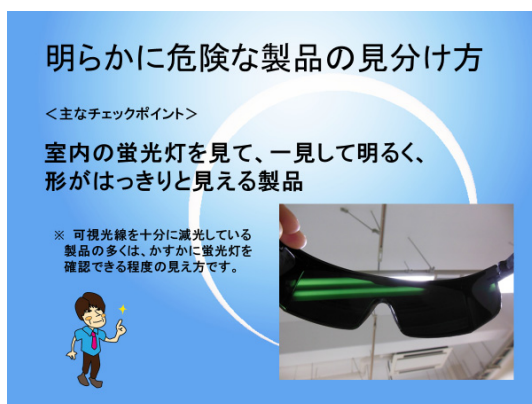


図 6 明らかに危険な製品の見分け方

7. おわりに

日本でも ISO の安全基準に対応した製品 (赤外線透過率が 3 %以下) がつくられ、北海道での金環日食をはじめ、神秘的な日食の観察に正しく使われることを期待したい。

謝 辞

今回、このような貴重な発表の機会をくださった関係者の皆様に感謝いたします。

文 献

[1] 日本天文協議会・日本眼科学会・日本眼科学会 (2011) 『2012 年 5 月 21 日の金環日食

- に関する要望書—多くの児童・生徒や市民に安全に日食を観察してもらうために—, 2011年12月15日付け 文部科学大臣あて.
- [2]齋藤 泉他 (2012)『日食を安全に観察するため～透過率測定の間接報告～』, 天文教育 2012年3月号, 15.
- [3]松尾 厚他 (2012)『日食を安全に観察するため～遮光フィルタの規格など～』, 天文教育 2012年3月号, 11.
- [4]大西浩次他 (2009)『太陽観察用各種フィルタ類およびその代用品の透過率測定』, <http://tenkyo.net/iya/eclipse/glass1.pdf>
- [5]尾花 明他 (2011)『2009年皆既日食による眼障害の発生状況』, 日本眼科学会雑誌, 115(7):589.
- [6]齋藤 泉他 (2012)『2012年金環日食の日本での見え方と人口分布』, 日本天文学会 2012年春季年会講演予稿集, Y25a, 330.
- [7]齋藤 泉他 (2012)『太陽観察における代用品の透過率測定結果について (中間報告1)』, <http://tenkyo.net/iya/eclipse/glass2.pdf>
- [8]齋藤 泉他 (2012)『太陽観察における代用品の透過率測定結果について (中間報告2)』, <http://tenkyo.net/iya/eclipse/glass3.pdf>
- [9]2012年金環日食日本委員会・天文教育普及研究会・日食の安全な観察推進ワーキンググループ (2011)『日食観察時の危険を回避するための予備知識 (1版)』, http://www.solar2012.jp/hazard/safety_guide_ver1.pdf
- [10]日本天文協議会・日本眼科学会・日本眼科医会 (2012)『学校向け資料 日食を安全に観察するために』, http://www.solar2012.jp/hazard/safety_for_school_201202.pdf
- [11]大西浩次他 (2012)『2012年金環日食委員会の活動』, 天文教育 2012年3月号, 4.
- [12]大西浩次他 (2012)『2012年金環日食日本委員会の活動』, 日本天文学会 2012年春季年会講演予稿集, Y24a, 329.
- [13]大川拓也他 (2012)『2012年金環日食日本委員会による日食観察方法の広報活動』, 日本天文学会 2012年春季年会講演予稿集, Y26a, 330.
- [14]金環日食日本委員会 (2012)『第1回～3回金環日食シンポジウム』, <http://www.solar2012.jp/symposium.html>
- [15]Okuno, T.(2008) 'Hazards of solar blue light', Applied Optics, 47(16) : 2988.
- [16]齋藤 泉他 (2012)『日食の安全な観察推進WGについて』, 第26回天文教育研究会集録, 92.
- [17]日食観察グラスの使用についての注意喚起 (製品の確認結果), http://www.caa.go.jp/safety/pdf/120518kouhyou_2_1.pdf
- [18]縣 秀彦 (2012)『金環日食(2012年5月21日)への取り組みとその成果についての考察』, 日本サイエンスコミュニケーション協会誌, 1(1):68.
- [19]財団法人日本眼科学会, 2012年5月21日金環日食による眼障害症例調査の最終報告 <http://www.nichigan.or.jp/news/043.jsp>
- [20] ISO 12312-2:2015
Eye and face protection
— Sunglasses and related eyewear —
Part 2: Filters for direct observation of sun
- [21]大西浩次他 (2014-06-30)『太陽観察グラスの透過率測定 I』, 長野工業高等専門学校紀要, 48, 1-10
- [22]齋藤 泉他 (2014-06-30)『太陽観察グラスの透過率測定 II』, 長野工業高等専門学校紀要, 48, 1-11



齋藤 泉