

(1) 身近な素材を活用した太陽観察装置「へりおすだ」

ア 開発のねらい

太陽は生命活動を根底から支えている莫大なエネルギー源であり、日常生活との関連がもっとも深い天体である。その莫大なエネルギー源である太陽の特徴を学習する上で、太陽黒点の継続的観察は太陽の活発な活動を推察するためにも欠かせないものである。しかし、望遠鏡の台数の問題や、安全面への配慮、望遠鏡の調整、操作等の技術的問題と時間の確保、気象条件等の自然条件的制約もあり、生徒一人一人が継続的な黒点観察を行うにはほど遠い現状となっている。

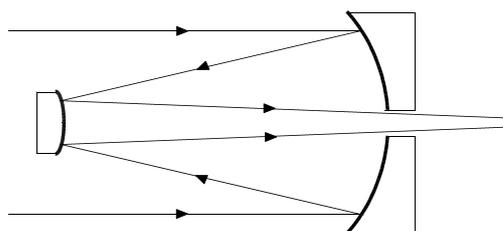
そこで、天体望遠鏡を使わず、太陽の莫大なエネルギーを実感しながら太陽黒点の継続観察ができ、身近な素材を活用して製作できる太陽観察装置の開発に取り組んだ。

イ 装置の概要

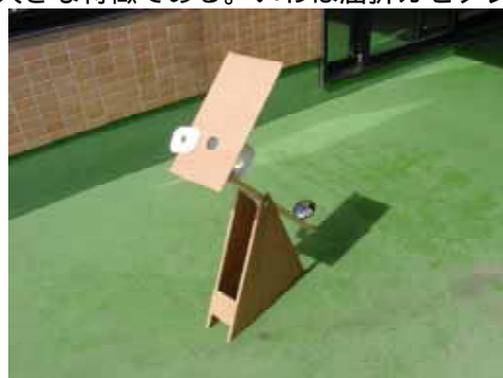
対物レンズと凸面鏡を利用し、太陽遮蔽板に太陽像を投影させる太陽観察装置を開発した。

カセグレン式反射望遠鏡は放物面鏡からの光を小さな凸双曲面鏡（副鏡）で反射し、主鏡にあけた穴から外に導くもので、コンパクトでありながら長い焦点距離を得ることができる（【図36】）。

本装置には、放物面鏡の代わりに凸レンズ、凸双曲面鏡（副鏡）の代わりに凸面鏡を用いていることが大きな特徴である。いわば屈折カセグレン式とでもいえるしくみを取り入れている。このことにより、カセグレン式反射望遠鏡同様にコンパクトでありながら長い焦点距離を得ることができ、短い距離で大きな太陽投影像を映し出すことが可能となった。このしくみは最近、太陽黒点観察用に販売されたソーラーSCOOP（フランス製2万円程度）にも用いられており、簡易に観測できる点で天文ファンの注目を集めている。これに対して身近な材料で、しかも安価に製作できるように試みたのが本装置である（【図37】）。



【図36】カセグレン式反射望遠鏡のしくみ



【図37】太陽観察装置「へりおすだ1号」

凸レンズには老眼鏡のレンズ（凸メニスカスレンズ）、凸面鏡にカー用品として販売されているミラーを使用している。老眼鏡は最近の100円ショップでハードコート仕様でよく見える高機能レンズが販売されており、本装置の対物レンズ（ $D = +1.5$ で焦点距離が約667mm）に使用した。凸面鏡にはカー用品店で「車内全体がぐるっと見渡せる！超広角ミラー」として販売されている700円ほどのミラー（曲率半径 $R=120\text{mm} \pm 10\%$ ）を使用した。これにより本装置は、最大口径40mmで焦点距離667mmの対物レンズと焦点距離-60mmの凸面鏡を組み合わせ、合成焦点距離約8000mm（約8m）の光学系を実現している。太陽は焦点距離のおよそ1/100程度の大きさに結像するので、投影される太陽像は約80mmの大きさになる。性能においては凸面鏡が裏面鏡であるためガラス表面でも光が反射しピントが甘くなるなど、製品化された望遠鏡とは比べものにならないものの、生徒が黒点の存在を確認し、記録するには十分な性能である。



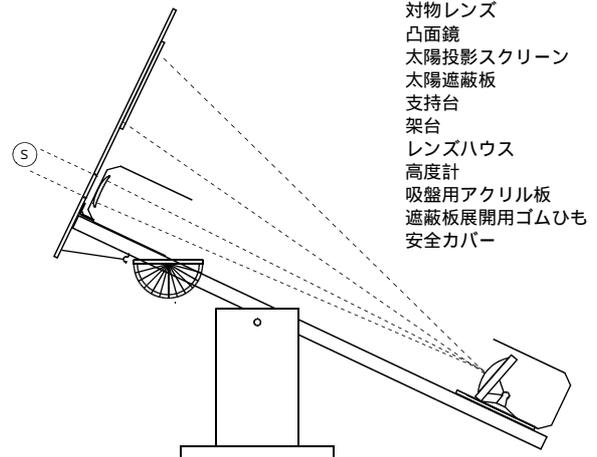
【図38】熱量測定装置

また、太陽の光を前板スクリーンに結像させて観察するためにより安全に、しかも複数の生徒が同時に太陽の観察ができる。さらに、【図38】のように熱量測定装置を対物レンズの焦点付近に設置し、一定時間の上昇温度を測定することにより、地表面に届いている太陽放射エネルギーの量（日射量）について考察させることも可能である。

ウ 使用方法

(ア) 組み立てと取り付け（【図39】参照）

- の太陽遮蔽板をおこし、の遮蔽板展開用ゴムひもをフックにかけ固定する。
- のレンズハウスを輪ゴムで固定する。
- の吸盤用アクリル板に凸面鏡を吸盤で固定する。その際、凸面鏡を対物レンズ側にできるだけ向けるように固定する。
- の高度計（分度器）の中心をピンで留める。
- 凸面鏡を安全カバーで覆う
- 観察に使用する机（生徒机で可）にC型クランプで固定する。



【図39】装置の全体

(イ) 太陽黒点の観察（【図40～42】参照）

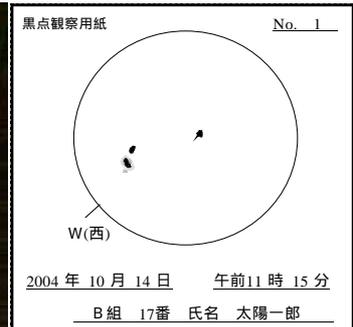
- 対物レンズで集めた太陽光が凸面鏡にあたるように支持台の方向を調整する。さらに、太陽投影スクリーンに像が映るように凸面鏡の角度も微調整する。
- レンズハウスを前後させスクリーンに映る像がシャープになるようピントを調整する。
- さらに、像をシャープにさせるため太陽遮蔽板前面の「絞り」を降ろす。（少し暗くはなるが、黒点の観察がしやすくなる。）
- 太陽投影スクリーンに観察用紙を挿入する。太陽の移動方向（西）を確認し、観察用紙に方位W（西）を記入する。
- 観察用紙に太陽像を合わせ、黒点の位置を確認し、すばやくスケッチする。



【図40】観察の様子



【図41】確認できた黒点



【図42】黒点観察用紙記入例

(ウ) 太陽放射エネルギー量の測定（【図43】参照）

熱量測定装置の温度は、あらかじめ気温と同じ温度にしておく。

- 熱量測定装置を凸面鏡前面に取り付け、下を輪ゴムで留める。
- 太陽遮蔽板前面の「絞り」を降ろす。（これにより、光を集める面積がちょうど 8 cm^2 ）
- 実験前の水温を測定し、記録する。
- 対物レンズで集めた光を水が入った黒塗りのタレピンに当て、ストップウォッチで計測を始める。



【図43】装着した熱量測定装置

- 太陽の動きに合わせて光がそれないように微調整しながら、3分間当て続ける。
- 3分経過したならば、光が当たらないようにそらし、水温を測定する。光を当てなくとも水温が上昇している場合は、そのまま上昇するまで放置し、上昇が止まった時の水温を測定する。
- 高度計から太陽の高度を読み取り、記録用紙に記入する。
 - 照射時間とその間の温度上昇量から1分間の熱量を求める。さらにレンズの受光面積から、 1 cm^2 あたりの熱量（日射量）求めることができる。
 - さらに発展的な観測として、太陽高度と日射量の関係を調べることも可能である。

（開発 関向正俊）