
シャドーバンドの速度算出と再現実験

服部 朝香（高2）、横山 美久（高1）【愛知県立一宮高等学校地学部】

1. シャドーバンドとは

皆既日食時の主に第2接触直前と第3接触直後に壁や地面などに見られる淡い濃淡の縞模様^{*3}のことである。

2. 研究内容

私たちは、顧問の高村裕三郎先生が2017年8月21日アメリカにおいて撮影したシャドーバンドの動画について、その速度算出とシャドーバンド発生時の再現実験を試みた。

3. 速度算出

(1)算出方法

シャドーバンドの動画のコントラストを調整し、1秒間の動画(30fps)を静止画像に分ける。帯の動きが見やすい4枚の画像を選び、各画像に共通なピクセル位置に6本のグラフ^{*2}をとり、前の画像との輝度の差分をとる。ノイズの影響を減らすために、時間軸に対して9移動平均をとる。また、動画内のスクリーンが歪んでいたため、座標を補正し同時にピクセル数をcmに変換する。移動平均より作成したグラフから、シャドーバンドの速度を求め、太陽に正対した状態での速度になるように、速度を補正^{*1}する。

(2)結果

スクリーンが太陽に正対した状態で、シャドーバンドの速度は約1.91m/sとなった。

(3)考察

算出したシャドーバンドの速度は、月が約920m/sで動くのに対して、大幅に遅いのでその要因を調べたい。

4. 再現実験A

(1)実験方法

水槽に大気に見立てた水を張って、ヒーターを水槽の中央に設置する。温められる水を光が通過するようにレーザーポインターを設置した反対側にスクリーンを置く。ヒーターの電源を入れ、光の様子をカメラで撮影する。

(2)結果

横方向に光の揺らぎが生じた。このとき水の温度差は縦方向に生じているため、光は温度差が生じる方向に対して垂直方向に揺らぐと考えられる。

(3)考察

皆既日食が発生すると、面光源である太陽が線光源へと変化する。皆既日食時は大気に温度差が生じ、屈折率が変化する。これにより太陽の光に縦方向の揺らぎが生じる。このようにして、月影がはっきりすると考えられる。

5. 再現実験B

(1)実験方法

温度差のある大気間の層に見立てた塩化ビニル板2枚を白い紙の上に1.5cmの間隔で立てる。レーザーポインターの光を塩化ビニル板の片面にあてて、紙に投射される光の様子を観察する。

(2)結果

レーザーポインターの光が複数現れた。

(3)考察

皆既日食が発生すると大気に温度差が生じ温度差のある大気間に全反射の層が生まれる。その層を一部の光が透過することで、複数の帯が生じると考えられる。

6. 今後の展望

シャドーバンドが動く要因を調べる。月が動く速度に比べて、シャドーバンドの速度が大幅に遅い要因を調べる。

7. 使用ソフト・参考文献

・ステラナビゲータ^{*1} ・すばる画像処理ソフト『マカリ』^{*2} ・『月刊天文ガイド』2012年11月号^{*3}