

岡山大学スカイモニターを用いた夜空の明るさの季節変化に関する研究

41M22504 福本佑典

1. 夜空の明るさ

夜空の明るさは、光源(太陽光, 月光, 人工光)と光を散乱する雲や塵(エアロゾル)の量によって変わる. 福本(2022)は, 岡山大学天文台で撮影された空の画像を用いて, 雲がない夜の空の明るさを測定することで, 人工光や大気エアロゾルが岡山の夜空に及ぼす影響を調査した. 明るさを測定した 29 夜の結果から, 月や雲の影響を受けていない夜空の明るさには季節変化があることが示唆されたが, 季節による明るさの違いは有意なのか, 明るさの変化をもたらした原因は何か, といった新たな疑問が生まれた.

本研究は, 解析期間を約 2 年延長するとともに, 解析方法を工夫することで測定数を増やし, 月や雲の影響を受けていない夜空の明るさの季節変化を定量的に評価した.

2. データ

解析には, 岡山大学天文台で同一の機材を用いて 2019 年 7 月 6 日~2023 年 12 月 10 日の期間に撮影された画像を用いた. 撮影は一部欠測があるものの概ね 1 分間隔でおこなわれていて, 期間中の 18 時から 30 時(6 時)に撮影された画像の枚数は 1143761 枚に達する. 天頂を向いて撮影された広視野の画像の中心部分(13 度四方)を切り抜き, その平均輝度を画像を撮影した時刻の夜空の明るさとした. 中心部分を切り出すことで, 視野の一部に雲がかかった画像からも明るさの測定が可能となり, 福本(2022)に比べて大幅に測定数を増やすことに成功した.

画像の各画素の輝度値は, 入射する光量と感度(ゲイン)によって決まる. 撮影に用いたカメラは明るさに合わせて自動的に感度を調整する機能(AGC)が備わっているため, 明るさを比較するには撮影時に使用された感度の違いを考慮する必要がある. 本研究では, 平均輝度値の時間変化から感度切替のタイミングを特定し, 感度最大で撮影された画像のみを用いて, 夜空の明るさを測定した.

太陽光と月光, そして雲が夜空の明るさに及ぼす影響を取り除くため, 以下の基準で画像の取舍選択をおこなった. 太陽光については, 薄明を考慮して日の入りから 90 分後までと, 日の出の 90 分前までに撮影された画像を測定から除外した. また, 月の出から月の入りまでの間に撮影された画像も測定から除外した. 雲の有無は, 1 分間隔で撮影された 2 枚の画像の差分を用いて判定した. 雲は風に流されて移動するため, 雲があると差分は大きくなる. そこで, 差分が大きいときは雲があると判定し, 画像を測定から除外した.

3. 季節変化

街明かりの影響を避けるため, 25 時から 28 時(1 時から 4 時)の間に撮影された画像を用いて, 夜空の明るさを測定した. 各夜について, 選別して残った各画像の平均輝度値をそれぞれ計算し, それらの平均をその夜の空の明るさとした(図の黒点). さらに, 各月の夜空の明るさ(各夜の明るさの平均)とその標準誤差を計算した(図の赤のデータ). 岡山の夜空の明るさは, 春(3~5 月)に明るく, 秋から冬(9~1 月)に暗くなる, 明瞭な季節変化があることが明らかになった.

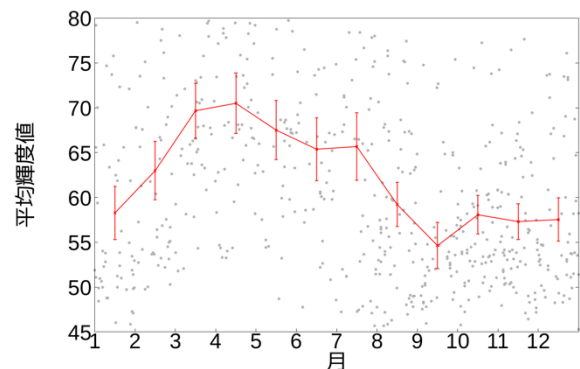


図: 岡山の夜空の明るさ. 黒い点は各夜の夜空の明るさ, 赤は各月の平均と 95%信頼区間.