

光害の可視化 ～街明かりが夜空に与える影響～

東京都立立川高等学校 天文気象部： 安藤 悠貴、古川 更紗、小林 彩波（高2）
森田 幸香、中村 桃子、古都 紗妃（高3）【東京都立立川高等学校】

要 旨

本校天文気象部は2021年より夜空の明るさについて研究を始めた。本研究では観測を継続し、一眼レフカメラとRaspberry Piを用いて制御する自作撮影装置、SQM(SKY QUALITY METER)、Raspberry Pi用のHQ (High Quality) カメラの3手法を用いて、夜空の明るさを可視化し、街明かりが夜空に与える影響を分析した。

1. はじめに

本部では日々の天体観測を通じ、周囲の街明かりによる星の見えづらさを感じている。本校屋上からは、東方面の25km以上先に渋谷から新宿など都心のビル群が見渡せ、街明かりにより上方の空が薄明るく見える。2021年に本部の先輩が一眼レフカメラを用いて水平方向の空を自動撮影する装置を作り、画像から明るさの程度を可視化して分析する研究^[1]を開始した。2022年には校庭のナイター照明が高輝度ランプに交換され明るさが増したことがわかった^[2]。

夜空の明るさは、標準星を撮影して背景の明るさを測定する方法^[3]が一般的であるが、本研究では都心方面の水平方向（高度13度まで）を撮影したjpeg画像をグレースケール化し、ピクセル値を明るさの値（光度=0.299R+0.587G+0.114B）とする独自の方法で比較を行った。また、Raspberry Pi用のHQカメラによる天頂の定時撮影と、SQM-Lによる全天の明るさの比較も実施した。

2. 研究方法

(1) 一眼レフカメラによる都心方面の空の分析

1時間ごとに定時撮影したjpeg画像のピクセル値を図1のようにグラフ化し明るさの変化をみる。また、画像の上部3000px縦100pxごとに横方向に区切ってピクセル値の高度ごとの平均を求め、これを明るさの値として1日分短冊を作成し、300日分を合成して1時間ごとに明るさの変化を分析した（図2: 明るいほど色を薄くしている）。

(2) HQカメラによる天頂方向の夜空の分析

安価なHQ(High Quality) カメラを天頂方向に向けて定時撮影する装置を製作し、データを分析した。

(3) SQMによる晴れ日の夜空の明るさの可視化

合宿先の高原（長野県入笠山: 標高1800m）と本校屋上で、1時間ごとにSQMを八方位に向け、0度から90度まで仰角10度毎に、夜空の全天の値を72点、計測し、この値をPythonプログラムで天球→円形で表現して色付けし、明るさを可視化した（図4: 明るいほど色を薄くしている）。

3. 結果と考察

(1) 図1のように画像を空と地上付近の部分で切り分けて値を出した結果、光源のある地上に近いほど明るさが増すことが確かめられた。また10か月分の空の明るさを可視化した図2より、22時ごろまでの明るさが強く街明かりの影響が推測できる。更に、くもり日や雪の日に明るさが増すことから、街明かりの散乱による影響が考えられる。

(2) HQカメラで5分ごとに撮影した画像13か月分（2023年10月～2024年11月）のうち、20～22時の画像を「校庭のナイター照明・周囲の雲・月（天頂は入らない）の有無」によって条件分けし分析した（図3）。その結果ナイター照明があり雲のある時が最も明るく、快晴の場合でも高い数値を示した。また月がある場合も高く、照明がつくと更に明るさが増した。

(3) 図4より、晴れた日の空は、高原の入笠山に比べて街中にある本校の屋上ははるかに明るく、くもりの日は更に明るくなることがわかった。

4. まとめと今後の展望

3種のカメラを使って夜空の定時撮影を行い、明るさを可視化した。都心方面の明るさ、雲や雪の影響により明るさが増すこと、天頂方面でも近くのナイター照明が影響することなどが確かめられた。今回は、観測機器の欠測が増え、撮影装置の設定ミスにより都心と郊外方面の比較ができなかった。また、風雨によりHQカメラが壊れ、新たに製作する事態があった。今後は装置やデータの点検を定期的に行い、観測を継続して更に分析を進めたい。

参考文献

[1]大磯佳苗他（2021）「デジタル一眼レフカメラを用いて夜空の明るさの変化を探る」第23回天文学会ジュニアセッション13S [2]吉原達紀他（2023）「光害の可視化～街明かりが夜空に与える影響～」第25回天文学会ジュニアセッション03T [3]星空公園 小野間史樹(2017)「デジカメ星空診断ハンドブック」

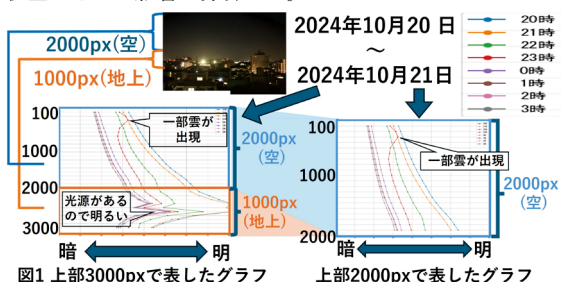


図1 上部3000pxで表したグラフ

上部2000pxで表したグラフ

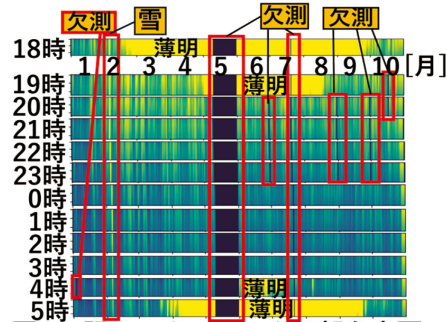


図2 一眼レフカメラによる都心方面の明るさの可視化(2024年1～10月)

画像を縦100pxごとに水平方向に区切り、ピクセル値を平均して高度毎の明るさの平均値を求め、毎時の明るさを短冊で表す。これを10か月(300日)分、合成して明るさの変化を可視化。| <300日>

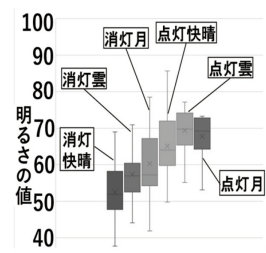


図3 HQカメラによる明るさ比較

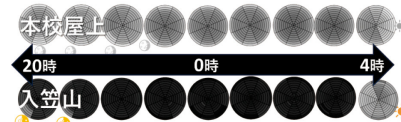


図4 本校屋上と入笠山の明るさの比較