

2021～2023 年度「かわさき星空調査」(デジカメによる調査) 結果報告

田中里佳*

Report of the results of “Kawasaki Starry Sky Survey by digital camera” (2021 – 2023)

Satoka Tanaka*

はじめに

環境省による全国星空継続観察に賛同し、川崎市青少年科学館(以下、科学館)では、「川崎の星空調査」として、川崎市内からのデジタルカメラによる調査を継続して行ってきた。この調査では、画像の解析により夜空の明るさについて客観的なデータが得られるため、取得したデータの比較が容易になる。一方、カメラによる夜間の撮影が必要となるため、参加できるのは撮影機材を持っている人に限られるという側面も持つ。機材を用いることなく、誰でも参加できる調査として、別途肉眼による調査「はくちょう座を観察しよう」を立ち上げ、2021 年度から実施している(紀要の別投稿にて報告)。

デジタルカメラによる調査は、2021 年度以降は名称を「かわさき星空調査」とし、継続して実施をしている。夏期および冬期のデジタルカメラによる調査結果についてまとめる。

調査内容

デジタルカメラで撮影した天頂付近の星空の画像データから、星の写っていない背景の明るさを客観的に評価できる数値として求め、指標としている。単位には、恒星の明るさを示すのと同じ等級を用いて、1 単位平方秒角(1 秒角は1度の1/3600)あたりの等級(mag/arcsec^2 , マグニチュードパー平方秒角)を使う。専用フォームから投稿した画像データから、視野内に写っている恒星の明るさをもとに、撮影に使ったカメラ、レンズのばらつきを補正し、背景の明るさの等級を自動で算出することができる。この算出方法は、環境省が全国で実施している調査と同様に、星空公団の協力のもとおこなわれている。求められた等級のデータは、全国各地で同様におこなわれた調査結果と比較することができる。等級の値が大きいほど、暗い夜空であることを示す。

環境省から提示される調査期間は月齢によって決められるため、毎年日付が変わる。

夏期は8月、冬期は1月で、観測時の月齢が20となる日から2週間と決められている。各年度の調査期間を表1に示す。

表 1. 調査期間一覧

年度・期		期間
2021	夏	2021年8月28日(土)～9月10日(金)
	冬	2022年1月23日(日)～2月5日(土)
2022	夏	2022年8月18日(木)～8月31日(水)
	冬	2023年1月12日(木)～1月25日(水)
2023	夏	2023年8月7日(月)～8月20日(日)
	冬	2024年1月2日(火)～1月15日(月)
2024	夏	2024年8月24日(土)～9月6日(金)
	冬	2025年1月20日(月)～2月2日(日)

調査方法

観察時間やカメラの設定、観察方法などは、環境省による「夏 / 冬の星空観察 デジタルカメラによる夜空の明るさ調査」に準じた方法で実施した。

観察場所：川崎市内であればどこでも

観察時間：日没後1時間半後～3時間半後

年によって調査期間が異なり、夏期、冬期でそれぞれ日没時刻にも幅があるが、大体の目安となる調査時間は下記のとおり。

夏期 19時30分～21時30分前後

冬期 18時30分～20時30分前後

観察対象：天頂付近の星空

必要な機材：レンズ交換式のデジタル一眼レフカメラ(データがRAW形式で保存できるもの、2008年以降発売の機種を推奨)、交換用レンズ(カメラの撮像素子の大きさに応じて、焦点距離の目安(表2)をもとに選択)、カメラ固定用の三脚

カメラの設定：マニュアル(M)モードを使用し、表3を参考に事前に各項目を設定しておく。また、カメラ内の時計を正確に合わせておく。

*川崎市青少年科学館(かわさき宙と緑の科学館) Kawasaki Municipal Science Museum

表 2. レンズの焦点距離の目安

一眼レフカメラ	レンズ焦点距離
フルサイズ	40 mm～85 mm
APS-C	26 mm～52 mm
マイクロフォーサーズ	20 mm～42 mm

表 3. カメラ設定

項目	設定 [推奨設定値]
撮影モード	M(マニュアル)
データ保存形式	RAW
フラッシュ	オフ
ホワイトバランス	AWB(オート)
F値	2.8～8 [5.6]
ISO感度	400～1600 [800]
シャッタースピード	15秒～60秒 [30秒]
長秒時ノイズ低減	オン
高感度ノイズ低減	オフ

観察方法：

1. カメラを三脚に固定し、遠くの風景でピントを合わせる。
2. カメラを真上 (天頂) に向けて、画面の長辺がだいたい東西方向に向くように調整。
3. カメラとレンズに合う設定で撮影する。(撮影中に薄雲がかかってしまった場合は、雲が通り過ぎるのを待つ。)
4. 撮影したデータを確認する。星は撮影時間中にも少しずつ位置が移動するため、星がわずかに左から右方向に流れて写る。

報告方法：

撮影データと撮影場所の情報は、報告用ウェブサイト (<https://dcdock.kodan.jp/kawasaki/>、星空公団の協力により運営) のフォームから入力する。撮影場所の情報は、地点を地図上で選んで入力するため、緯度、経度の情報が取得できる。

調査・報告方法を記載したチラシは科学館、教育文化会館、市内各市民館・図書館に配架のほか、科学館ウェブサイト、SNS (X, Facebook) に掲載し、調査の呼びかけを行った。また、科学館天文サポーターや川崎天文同好会へ情報を提供し、参加を呼び掛けた。

結果と考察

年度ごとの報告を表 4 にまとめた。夏期、冬期それぞれで値にばらつきはあるが、平均値は 17 等級台でほぼそろっており、3 年間計 6 回の調査での夜空の明るさの平均値は、17.41 等級となった。最大値は 17 等級から 18 等級前半、最小値は 16 等級後半から 17 等級前半の値となった。また、画像データから等級値を計算する際には、画像内での明るさのばらつきにより 0.05～0.2 程度が誤差として生じる。表 4 の各値も同程度のばらつきを含んでいる。

等級は夜空の天体の明るさを示すのにも使われているが、数字が小さいほど明るく、大きいほど暗いことを表す。表 4 での最大値は調査地点でもっとも夜空の暗い場所、逆に最小値はもっとも夜空の明るい場所での結果であることを指している。

表 4. 調査結果まとめ (夜空の明るさの単位は等級 (mag/arcsec²) で表す)

年度・期		報告 件数	地点 数	夜空の 明るさ 平均値	最大値	最小値
2021	夏	6	6	17.25	17.44	16.97
	冬	20	20	17.25	17.85	16.77
2022	夏	7	7	17.63	17.84	17.25
	冬	7	6	17.43	18.05	16.96
2023	夏	18	18	17.54	18.19	17.14
	冬	32	32	17.36	17.9	16.81
				17.41	18.19	16.77

表 5. 等級ごとの夜空の明るさの目安 (環境省ウェブサイト内 星空公団提供資料より引用)

等級 (mag/arcsec ²)	夜空の明るさの目安
21以上	天の川の複雑な構造が確認でき 星団などの観測ができる
20以上～21未満	山や海などの暗さ 天の川がよく見られる
19以上～20未満	郊外の暗さ 天の川が見え始める
18以上～19未満	住宅地の明るさ 星座の形がよく分かる
17以上～18未満	市街地の明るさ 星座の形が分かり始める
17未満	都市部の明るさ 星はほとんど見られない

夜空の明るさの等級値と、実際の夜空での明るさの目安を表 5 に示す。川崎市の平均値 17.41 等級は、市街地の明るさに該当し、星座の形が分かり始める夜空であるといえる。また、最大値は 18 等級台で、住宅地の明るさ、また最小値の 16 等級台は都市部の明るさに該当する。

これらの等級であらわす夜空の明るさに対して、そのような夜空において肉眼では何等星まで見ることができるか、比較を行った。等級をはじめとした異なる尺度で夜空の明るさの指標をしめした図 Night Sky Brightness Comparison Nomogram (出典: Sky Brightness Nomogram) が、環境省ウェブサイトの参考資料内に掲載されている。この図を参考に、夜空の明るさと肉眼で見える星の等級を比較した図を図 1 に示す。

この図から、川崎市で最も明るい 16 等級台の夜空は、肉眼では 2 等星から 3 等星程度までが見える星空と対応している。平均値である 17 等級台では、主に 3 等星が見える星空、さらに最大値として得られた 18 等級台前半では、4 等星の見える星空と対応している。これらは、はくちょう座の星を使った肉眼による調査結果（田中, 2024）ともよく一致する結果であると言える。

2022 年夏期から 2023 年冬期までの調査

結果を地図上にプロットしたものを、図 2～7 に示す。年度、季節によってばらつきはあるが、市内のほぼ全域にわたって、17 等級台の測定結果が分布している。18 等級台の測定結果は、2022 年冬期（多摩区 宿河原付近）、2023 年夏期（麻生区 栗木台付近）にそれぞれ見られる。いずれも内陸部にあり、住宅地ながらも街明かりが比較的少ない環境にあると予想される。一方、16 等級台は、2021 年冬期（多摩区 寺尾台付近、宮前区 菅生付近、中原区 平間駅付近）、2023 年冬期（多摩区 登戸駅付近）に見られる。プロットに用いられている値は小数点第 2 位を四捨五入しているため、2021 年夏期（16.9, 多摩区 枅形付近）、2022 年冬期（16.7, 高津区 橘公園付近）らの地点は地図上には反映されていない。駅の近くなどの市街地においては周囲よりも夜空が明るいことが示唆される。また、住宅地であっても、街灯などの明かりで夜空が明るくなっている可能性がある。

夜空の明るさ調査は、環境省によって全国的に行われており、例えば令和 5（2023）年度の冬の調査では、600 件を超す報告が寄せられている。これらの全国のデータと比較したときの川崎市の状況について、今後の調査の中で比較をしていきたい。

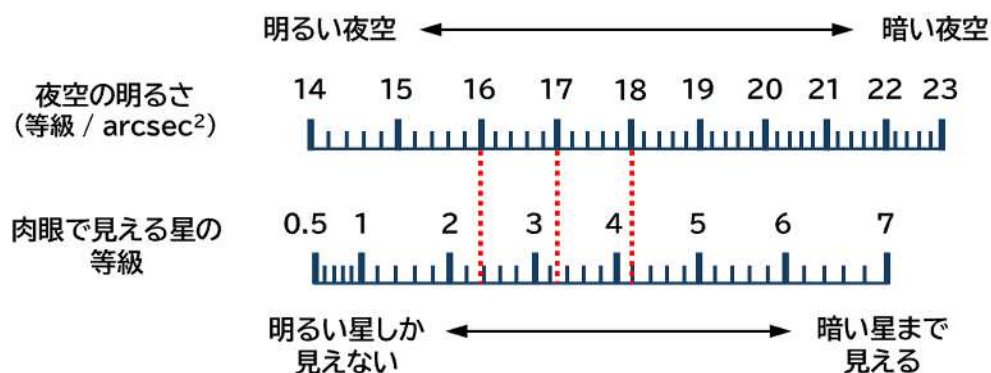


図 1. 夜空の明るさと肉眼で見える星の等級の比較

(Night Sky Brightness Comparison Nomogram より該当部分を抜粋して引用し作図)



図 2. 2021 年夏期 川崎市市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値） ごとに色分けしてプロット）



図 3. 2021 年冬期 川崎市市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値） ごとに色分けしてプロット）



図 4. 2022 年夏期 川崎市市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値）ごとに色分けしてプロット）



図 5. 2022 年冬期 川崎市市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値）ごとに色分けしてプロット）

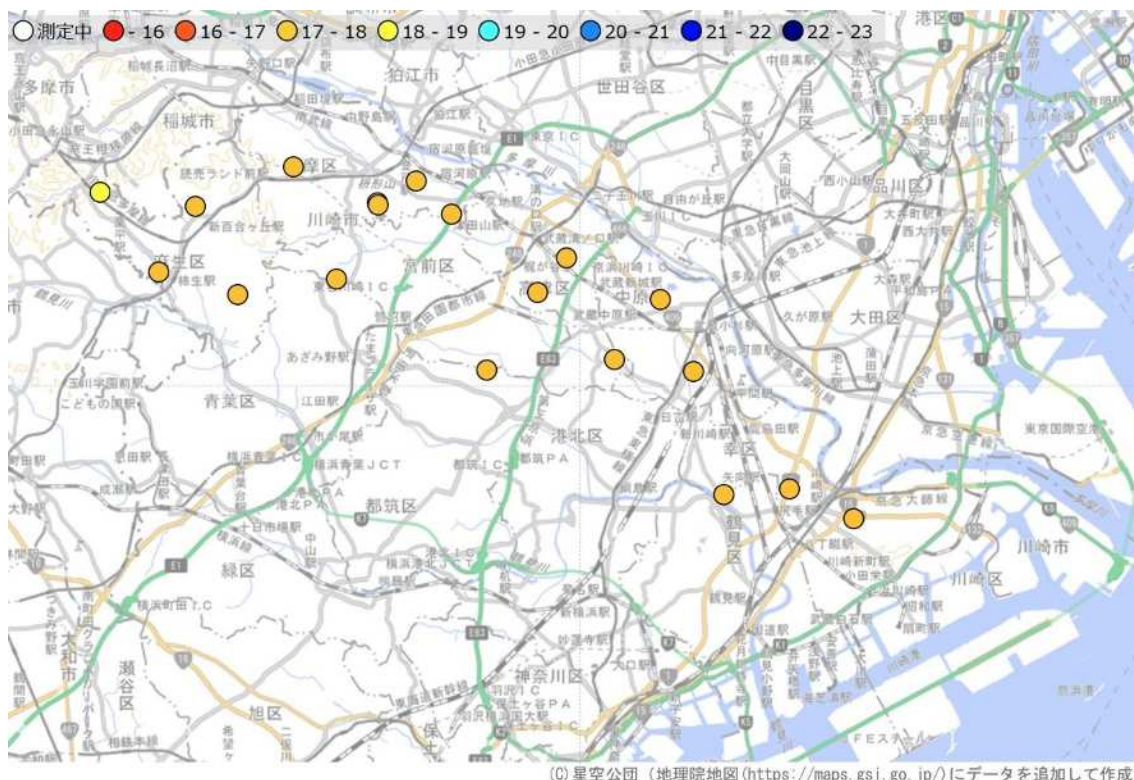


図 6. 2023 年夏期 川崎市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値） ごとに色分けしてプロット）

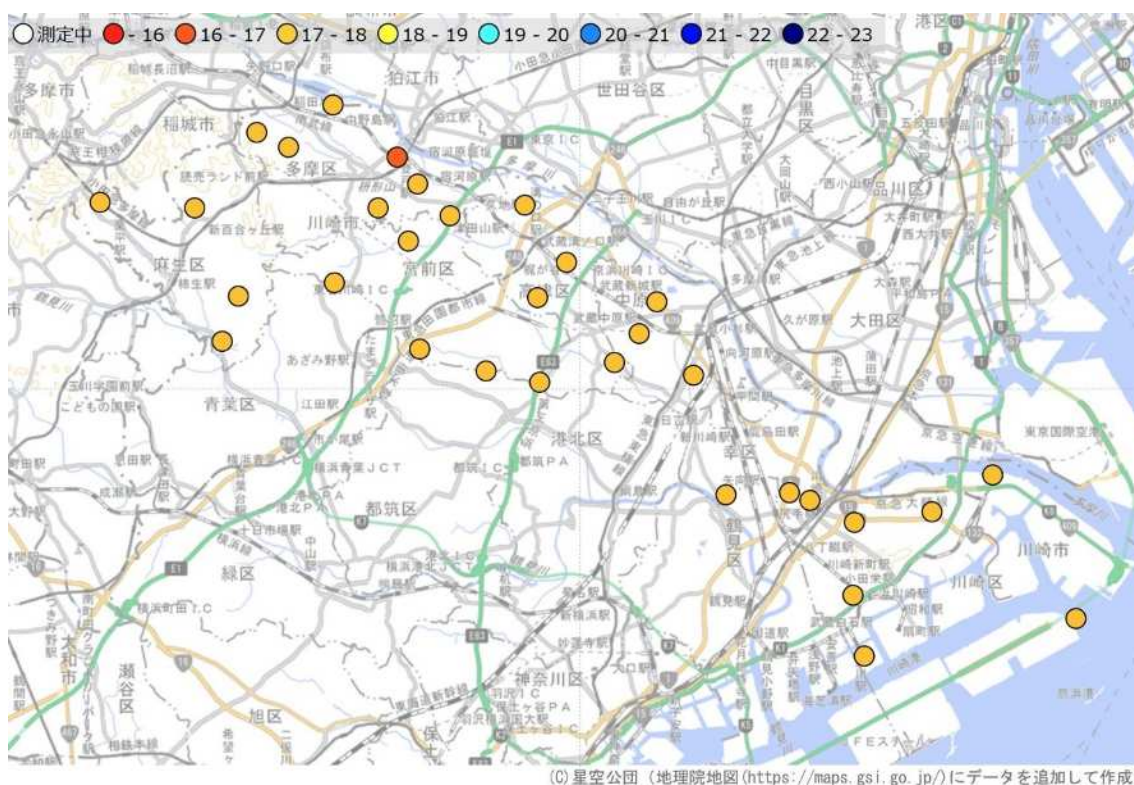


図 7. 2023 年冬期 川崎市内での調査結果分布（夜空の明るさの等級（小数点第 2 位は四捨五入した値） ごとに色分けしてプロット）

今後の課題と展開

肉眼での調査と比べて、カメラで撮影されたデータを用いることで、客観的な指標として夜空の明るさを評価できる。一方、機材を必要とするため、広く参加を呼び掛ける際のハードルは高い。カメラの設定や撮影方法などを実技で学ぶ講習会が実施できれば、調査への参加者はさらに広がるのではないかと考えている。また、2024年度は高津市民館によるシニア講座にて、市民科学としての星空調査を紹介し参加を呼び掛ける機会を頂いた。市民館を通じて、それぞれの地域に住む人々に参加の呼びかけを効果的におこなうことができるのではないかと考えている。

撮影時の条件として、薄雲がかかっている空では、雲で背景が白っぽくなり、実際よりも明るい空として計測されてしまう可能性がある。雲の影響のない、晴れた夜空で調査を行うことがとても重要であり、調査を呼びかける際の注意点として付け加えたい。

来年度以降、2021～2023年度に加えて、過去の調査結果もまとめてグラフを作成し、川崎市の夜空の明るさの変化について考察をおこないたい。また、環境省による全国や神奈川県内での調査結果との比較も進めていきたい。

引用文献

環境省. 令和5年度冬の星空観察 デジタルカメラによる夜空の明るさ調査の結果について, 2024年03月28日, https://www.env.go.jp/press/press_02877.html (accessed on 2025-Jan.-20).

環境省. 令和5年度冬の星空観察 デジタルカメラによる夜空の明るさ調査の結果について, 参考資料 夜空の明るさについて, <https://www.env.go.jp/content/000211041.pdf> (accessed on 2025-Jan.-20).

Sky Brightness Nomogram, <https://web.archive.org/web/20220901040224/http://www.darkskiesawareness.org/nomogram.php> (accessed on 2025-Jan.-20). (元のウェブサイトは2009年世界天文年のプロジェクト DARK SKIES AWARENESS の一つで、2025年現在アクセス不可。インターネットアーカイブに保存されていたウェブページを参照)

参考文献

環境省, 星空観察情報サイト, 夜空の明るさを測ってみよう, <https://www.env.go.jp/air/life/hoshizorakansatsu/observe-2.html> (accessed on 2025-Jan.-20).

田中里佳, 2024. 2023年度「かわさき星空調査」(肉眼による調査)結果報告. 川崎市青少年科学館紀要, (34): 63-65.