

夜空の暗さの定量的計測とツーリストの星空評価の比較分析

～ みさと天文台における予備調査と今後の展望 ～

米澤 樹（みさと天文台）

澤田 幸輝（和歌山大学大学院観光学研究科）

尾久土 正己（和歌山大学観光学部）

キーワード：アストロツーリズム、星空、SQM

【概要・目的】近年アストロツーリズムに注目が集まっており、さまざまな地域において「星空」を観光資源、地域資源としたイベントや星空ツアーが行われている。それに伴い、たくさんの観光客が年間を通し星空を見ており[1]、参加している観光客はアストロツーリズムに「綺麗な星空」を期待し参加している[2]。一方で星空の質は観光客の期待に応じられるよう、毎回一定水準が求められるはずだが、月齢、気象条件（雲量や天気）、空の暗さなど様々な環境要因により、常に変化している。

本報では、「観光客の星空評価は、気温や雲量、月明かりなど個別事象よりも総合的な事象である空の暗さと相関がある」を仮説とし、各種データの収集、調査を行なった。

【環境要因データの取得】空の暗さの測定は SQM-LE を用いた。SQM は Unihedron 社が開発した夜空の表面輝度(以下 NSB)を計測する機器であり、単位立体角あたりの等級値 (mag/arcsec²) が計測できる。SQM は安価で簡易的に継続して計測できることから、国際的に広く使用されている[3]。気象条件については、Open Weather Map API から天気、気温、雲量を取得した。Open Weather Map は各国の気象機関の観測値や予測モデルを組み合わせ、世界中のあらゆる地点の気象情報を提供している。気象庁や国内の気象情報会社の方が精度が高い可能性も考えられるが、アストロツーリズムでは雲量が重要な環境要因であること、気象機関の観測地の少ないところで催行されることから、任意の地点の雲量が自動取得可能な本サービスを使用することとした。それぞれ、10 分おきに計測・取得し、データについては Astrotourism.jp のデータベースに書き込み、同サイトより閲覧及びデータのダウンロードができるようにした。

これらのシステムを筆者らの研究フィールドである和歌山県紀美野町みさと天文台 (34°08'40.1"N 135°24'23.9"E) へ設置し、2021 年 9 月よりデータ収集を行なってきた。

【星空評価の調査】本調査では、みさと天文台の星空ツアー参加者による星空評価を比較分析した。具体的には星空ツアー催行中、参加者に対して、現在の夜空の美しさを 5 段階で評価してもらった。評価に際しては、参加者らが暗順応してから実施することとし、また事前にバイアスがかからないよう、ガイド職員は当日の夜空の状態について言及しないようにした。本調査は、おおよそすべての月齢の日に調査できるよう 2022 年 5 月 1 日から 6 月 12 日の期間に実施した (図 1 に収集データの一部を示す)。なお、天文台の休館日および悪天候時(ツアー中止時)は調査していない。また、NSB は月明かりの影響を大きく受けるため、調査日時において月が出ている場合は『天文年鑑 2022』より月の等級データを取得した。これらの調査及び環境要因データを用い、比較分析を行なった。

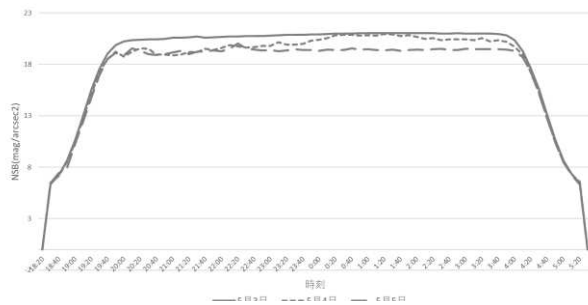


図 1 調査日(一部)のNSBの変化

【結果】表 2 は来館者の星空評価の平均と環境要因データと相関分析を行なった結果である。来館者の星空評価の平均（以下、来館者評価と言う）と NSB には正の相関（図 2）が、雲量とは負の相関がみられた。また、月の等級とは弱い相関が見られた。これは来館者が星空を NSB、雲量、月の等級によって評価していること示されている。次に来館者評価と NSB、雲量、月の等級それぞれの相関係数の差を検定したところ、有意な結果とはならず、本報の仮説は採択できなかった。この仮説が有意であるか明らかにするにはサンプル数を増やす必要があるだろう。

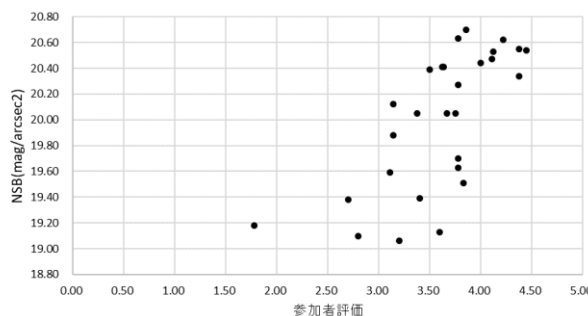


図 2 参加者評価と NSB

本調査での NSB の最低値は 19.06mag/arcsec2、最高値は 20.70mag/arcsec2 であった。これはそれぞれ裸眼で 5 等星まで見える夜空と 6 等星まで見える空であることを示している[4]。つまり、参加者は星の数で評価を行なっていることを示唆している。

【まとめ】本研究は予備的調査ということもあり下記のような課題が明らかになった。（１）星空ツアー実施中に行なったため、属性を踏まえた分析ができなかった。（２）評価の際に周りの意見に同調して答える例が見られた。（３）ツアーガイドに配慮しているのか、極端に悪い評価をする例が少なかった。（４）調査時期に見られる春の星空は明るい星の少ない季節であり、評価に影響を与えた可能性がある。まだまだ課題が残るものの、今回の調査では空の暗さ、雲量、月の等級が参加者評価と相関があることがわかった。だが、観光客の星空評価と環境要因の関係は過去の星空体験の有無や住所など属性の違いにより変化する[5]。そのため、みさと天文台以外の星空体験での調査や属性を含めて分析など、今後も継続して調査する必要があるだろう。

【参考文献】[1] 宙ツーリズム推進協議会(2019)「宙ツーリズム マーケティング調査」[2]澤田幸輝・尾久土正己ほか(2021)「アストロツーリズムに対する日中間の認識ギャップに注目した意識調査」『2021 年日本天文教育普及研究会年會集録』 pp. 197-200.[3] Sánchez de Miguel, A., et al. "Sky Quality Meter measurements in a colour-changing world." Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 467.3 (2017): 2966-2979. [4] 小野間(2017)「星空環境の評価指標の比較」[5]澤田幸輝・米澤樹・尾久土正己 (2022)「アストロツーリストの夜空評価をめぐる予備的考察—Sky Quality Meter」『観光学術学会第 11 回大会要旨集』 pp. 31-32.

表1 調査概要

場所	和歌山県紀美野町 みさと天文台
期間	5/1(月齢7.3)-6/12(月齢12.6)
調査人数	250人
調査・計測項目	星空評価、NSB、雲量、気温、月の等級

表2 観光客評価と環境要因の相関関係

	NSB	気温	雲量	月の等級
相関係数	0.658***	0.058	-0.486***	0.383*

※p 値 ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05