

星空観察スポットの地域特性を活かした大気及び光害環境の教材化

環境学部 足利裕人

1. 概要と目的

都市の照明による光害は夜空を照らし、天の川や暗い星・星雲等を隠している。光害は天体観測の障害になるだけでなく、光を無駄に出すエネルギーの無駄遣いや生態系への悪影響をもたらす。近年、光害に加えて黄砂やPM2.5等の微粒子の飛来も空の透明度を損ね、健康被害も懸念されている。良好な大気環境や美しい星空を地域資源として活用し、持続可能な大気環境を維持するためにも、夜空の透明度観察は役立ち、子どもたちや市民のSDGs意識の向上に寄与することができる。

従来、透明度の目安には特定の星座がどの程度見えるかが使われ、環境省は夜空の写真撮影による、全国からのボランティアのデータを集めている。しかし、科学的な予測が十分でないため、SCW等のスーパーコンピュータによる雲の動きや、雨雲レーダーだけではその日の夜空の透明度が予測できない。

本研究では鳥取市のいくつかの地点を選択し、その地点の地勢やPM2.5の濃度、気温、湿度等を参考にしつつ、スカイクオリティーターによる空の暗さ(表の透明度)を測定し、将来の星空観察の目安となる物理量を推測した。

2. 方法

2. 1 使用機材

空の透明度を計測する機材として、以下のものを準備した。

- ① スカイクオリティーター SQM-L
- ② PM2.5測定器 BOSCH PM1.0 PM2.5 PM10 測定器
SNDWAY SW-825 PM2.5 DETECTOR
- ③ 湿度計 SNDWAY SW-825 PM2.5 DETECTOR
- ④ 温度計 LCD 温度計 GM1312 K型熱電対
SNDWAY SW-825 PM2.5 DETECTOR
- ⑤ 高度計 CASIO PRPTREK PRW500J

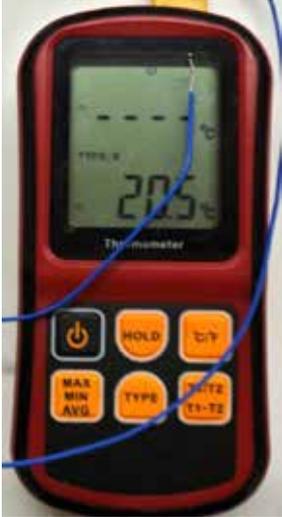
	
スカイクオリティメーター	熱電対温度計
	
SNDWAY PM DETECTOR、温湿度計	BOSH PM 測定器
	
	CASIO PROTREK

図1 測定機器

2. 2 測定方法

スカイクオリティメーターを中心に、2. 1の機材を用いて、戸外で短時間の計測を行う。肉眼視とともに同じ望遠鏡機材を用いて f 値、ISO 感度を揃えた星座の写真撮影を行い、各物理量と見え方の比較を行った。

2. 3 定点観測小屋の設置

継続した観測データを得るため、定点観測の拠点として、鳥取市河原町小倉の谷の、鳥取道の土砂による埋め立て地を借り、小倉天体物理観測所としてスライディンググループ式の小屋を建設した。これにより、強風や深夜に出る鹿や猪を避け、安定した観測を保障することができた。小倉は表1にあるように、さじアストロパークに匹敵する暗さを示し、用瀬インターから近い有利さを持つ。図2は観測小屋の屋根を全開にし、4月29日午前3時の天の川の背景に撮影した写真である。



図2 定点観測小屋の設置

3. 結果

市街地のデータは、鳥取市大杵の住宅街である自宅周辺で計測した。国府町コミュニティーセンターは田畑に囲まれた平原の中にあり、広い公園と駐車場を備える因幡万葉歴史館が隣接している。ただし、街灯が多く、道路沿いの街灯や、自販機の明かりが目立つ。公立鳥取環境大学では、街灯のナトリウムランプが明るい入口のロータリーと、街灯が無く、教育研究棟の明かりが届きにくい教育研究棟裏で計測した。殿ダムは国府町からさらに20分、雨滝方面を登っていった、標高250mの第二駐車場で計測した。ダム湖があるため霧が発生しやすく、湿度が高い。レンズの結露対策が冬場は必要である。また、夜間は鹿が多く出没する。鳥取市街地からは一番近い星空スポットと言える場所で、鳥取市の明かりも山にさえぎられている。さじアストロパ

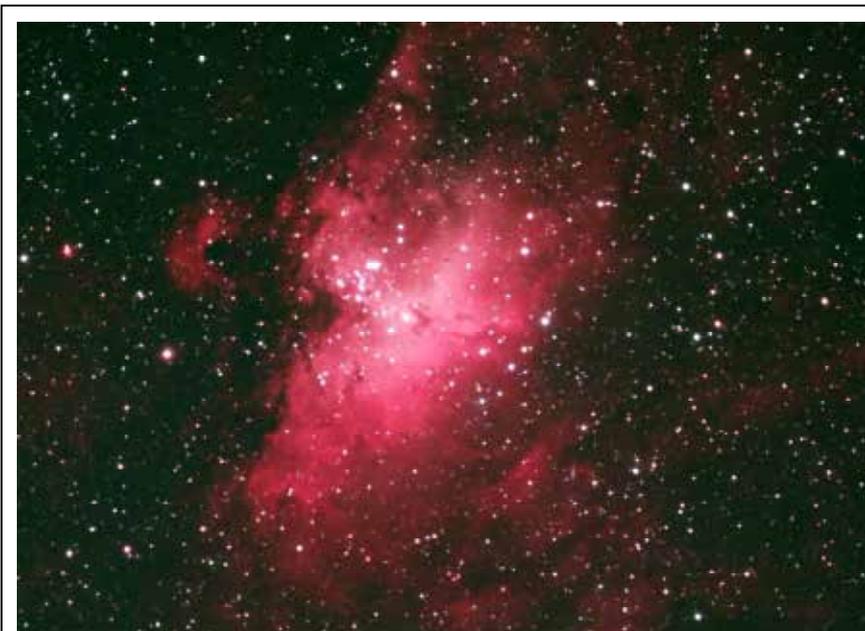


図3 へび座の散光星雲+散開星団のM16 わし星雲。中心部には創造の柱（星が生まれるガスが磁場により柱構造を成す）が見える

ークは標高 380m、鳥取市からは最も離れていて、鳥取の天文愛好家の星空観測の中心である。ただし、21 時を過ぎないと施設の明かりが消灯されない。撮影条件としては最も優れた場所の一つである。

定点観測施設を設置した鳥取市河原町小倉は、標高が 220m であるが谷を鳥取道建設時に埋め立て、周囲が山に囲まれ、鳥取市からの明かりが北側の観測対象の少ない方向になるため、星空観測に有利である。一番の難点は風が強いことである。

空の暗さの測定は、満天の星空の下で行わなければならない。しかし、近年快晴の日が少なく、観測の間隔は長くなるが多かった。以下に鳥取市各地点での観測データを示す。

表 1 時系列観測データ

日付	時刻	場所	地勢情報	標高	透明度	温度	湿度	PM2.5	備考
	時：分			m		°C	%	μg/m ³	
10月9日	2:18	国府町コミュニティーセンター駐車場	田畑の中に位置。多くの街灯や自販機の明かりが影響	20	20.68	14	60	9	街灯の明かり
11月6日	2:15	殿ダム第三展望所	貯水池のため温度が高く、霧が発生しやすい	250	20.93	4.2	63	4	
11月21日	21:25	さジアstroパーク	標高が高く山に囲まれている	380	21.22	5.5	76	3	
		環境大ロータリー	街灯あり	43	20.45				
11月23日	21:30	さジアstroパーク		380	21.23	12.5	76	12	
11月30日	21:00	環境大教研棟裏	街灯無し	38	18.48	5	72	3	
1月22日	3:02	国府町コミュニティーセンター駐車場		20	20.83	-1.2	80	14	
2月14日	21:00	環境大学駐車場	街灯あり	43	18.64	9.7	67	16	
	22:00	国府町コミュニティーセンター駐車場		20	20.19	8	72	13	
2月24日	1:00	国府町コミュニティーセンター駐車場		20	20.77	2	76	9	
3月2日	0:37	大柵390	住宅地で街灯が多い	40	20	6.2	74	10	建物の影で測定
	4:30	国府町コミュニティーセンター駐車場		20	20.83	2.8	81	8	薄雲 透明度低い
3月19日	2:00	国府町コミュニティーセンター駐車場		20	20.79	8	80	34	雲は無い 透明度低い
3月20日	23:00	河原町小倉	山に囲まれ、明かりが無い	220	21.17	8	58	7	
3月25日	1:00	河原町小倉		220	21.39	4.3	77	28	
4月14日	20:00	河原町小倉		220	21.33	8.3	72	8	0時にかけてSQM値上昇
4月25日	20:00	河原町小倉		220	21.1	8	51	14.4	低高度は薄雲。0時にはSQMは21.42に上昇
4月29日	0:00	河原町小倉		220	21.26	13	67	10.8	PM高いが暗い

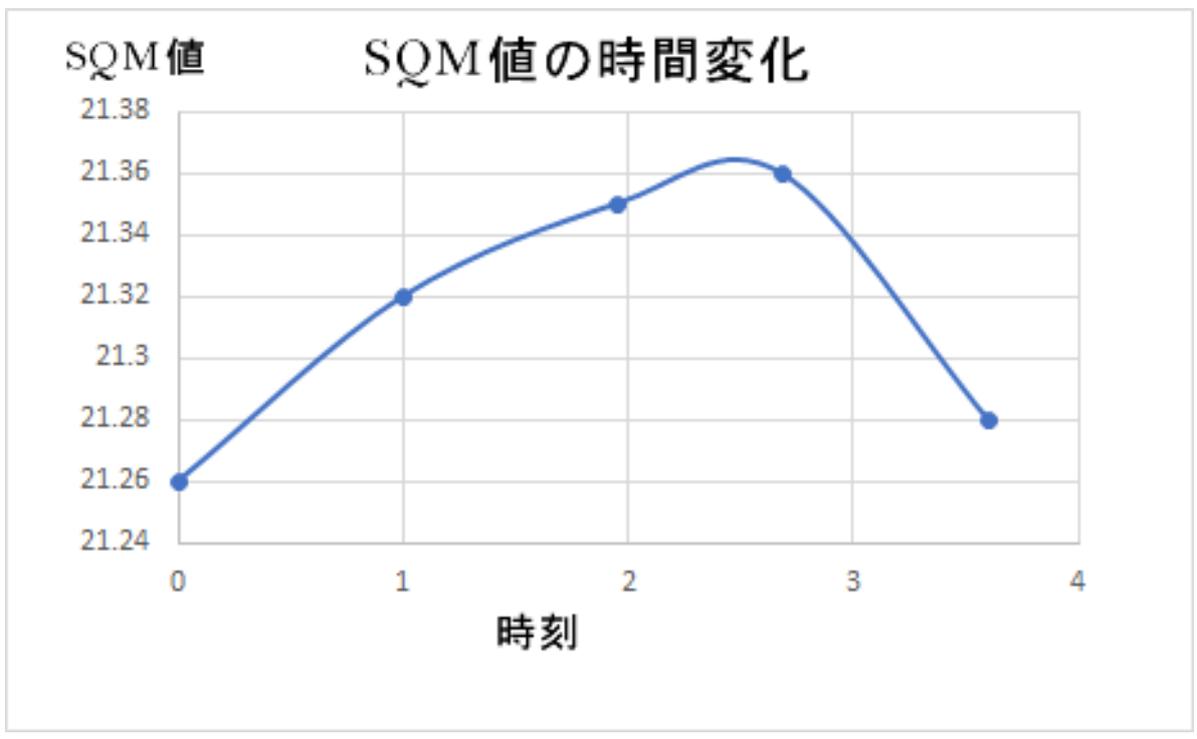


図4 SQM 値の時間変化 (於：小倉)
 SQM 値＝スカイクオリティメーターによる空の暗さ (表の透明度)

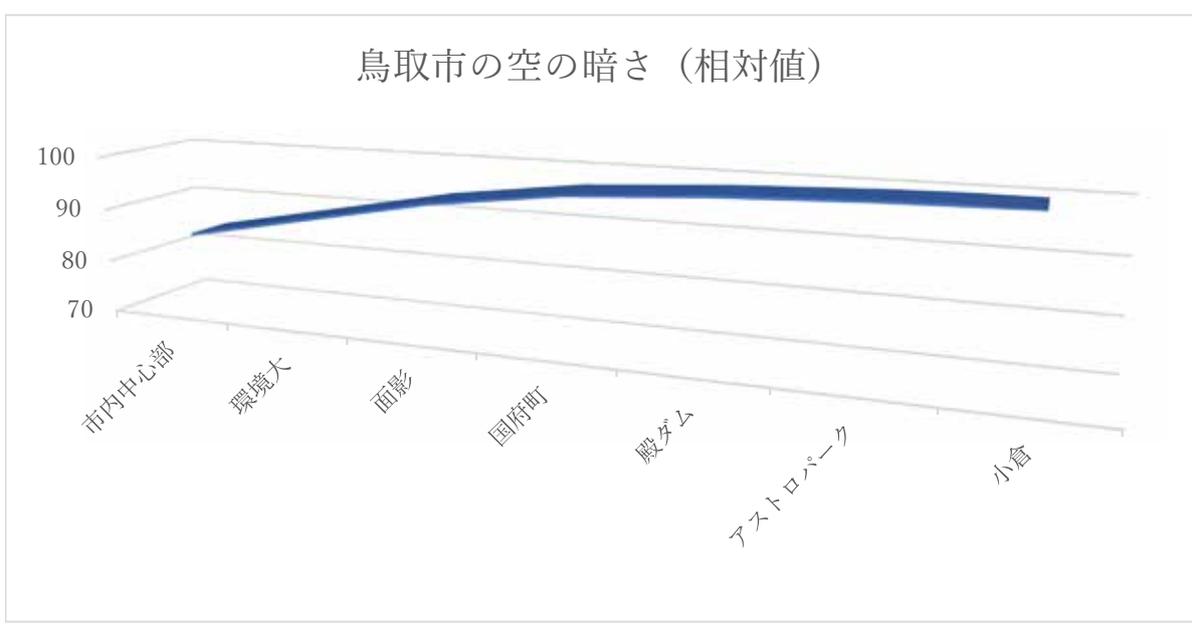


図5 鳥取市の各地点別空の暗さ

4. 考察

スカイクオリティメーターは夜空のバックグラウンドレベル（背景の暗度）を客観的に数値で SQM 値として測定することができる。これは実際の星の等級（20 等星なら 20 等級の星の光が平方秒角（1"）に広がっている）でもある。しかし、実際の夜空は水蒸気濃度（湿度に関係）や黄砂、PM2.5、PM10 などの浮遊微小物質等に影響される。このため、定点観測を小倉で行ったところ、PM 濃度が高くても SQM 値が高く、図 6 の渦巻銀河のように明瞭な星雲が撮影できるときもある。また、湿度が高く、肉眼では分かりにくい薄雲が広がって透明度が低いときもある。上空の水蒸気量（レーザーで測定）や風力等他の要素を加え、継続した測定データの蓄積が今後の課題である。また、照度計は通常の観測地点では 0Lux を示すため、使用に供する機器ではなかった。

小倉に設置した観測所は公立鳥取環境大学の教職課程学生の天体実習や天文部の観測にも供する。今後は星取県の観測スポットとして地域連携を行う予定である。現在、星取県や環境学部の Facebook サイトでも観測成果を公表している。



図 6 透明度が高いと星雲は明瞭に撮影できる。上は小倉で撮影、下は国府町コミュニティセンターで撮影

5. 新聞記事より

5. 1 日本海新聞

日本海新聞地方版 2020年4月24日（金）「観測好立地に天文台」2基整備、環境大研究も

5. 2 朝日新聞

朝日新聞鳥取版 2020年5月1日（金）より

鳥取）山あいに宇宙への扉 アマチュア天文家ら観測施設

アマチュア天文家ら2人が、鳥取市河原町小倉の山あいに、直径1.8メートルの天体観測ドームと、屋根がスライドして開く天体観測室（7.2平方メートル）を建てた。名付けて「小倉天体物理観測所」。空が暗く、南や東の視界が開けた好条件を生かして観測し、地元住民を中心にした少人数の観望会を通じて星空の美しさ、見る楽しさも伝えたいという。



小さな「観測所」を開設したのは鳥取市のアマチュア天文家多賀利寛さん（68）と、色とりどりの星雲にひかれて3年ほど前から本格的に天体観測を始めたという公立鳥取環境大特任教授の足利裕人さん（69）。好条件の観測拠点を探しながら県東部の各地で観測を重ねていた多賀さんが、この場所にほれ込んで土地を借りたという。ドームを設置した多賀さんは「山に囲まれて周りからの光も遮られ、天の川の見え方がすごい。地元の方にも素晴らしい生の星空に興味を持ってもらえたら」。

足利さんはスライド屋根の観測室をベニヤ板や繊維強化プラスチック（FRP）で一から手作りし、今月完成した。ピンク色に塗った扉は「どこでもドア」をイメージ。「どこでもドアは『宇宙への扉』。子どもたちが興味を持ってくれるのを願っている」

同大敷地で観測していた天文部も利用する。部員で観測室作りを手伝った同大2年の二若真帆さん（19）は「観測が楽しみ。1年生にも星を見る楽しさを知ってもらいたい」。（斉藤智子）

