

---

# SQM による光害調査 -日本を飛び出して-

岡本諒、祖父江琢哉、吉田奈央、渡邊大貴（高2） 足立匠、栃倉芳年（高1）  
【愛知県立一宮高等学校】

---

## 1. はじめに

現在、主に都市部の光が過剰になることによって、自然生態系等に影響を与える「光害」と呼ばれる環境問題がある。私達はSQM(Sky Quality Meter)という機器を使用し、光害について、シミュレーションとSQMによる観測の二面から調査を行ってきた。そして、今年からはイギリスやハワイからのデータを得られるようになった。また、この研究はコアSSH事業により、全国の高校生や小中学生と連携してデータを提供してもらって行われている。

## 2. 方法

### (1)使用機材

SQM-LE (LANに接続して一定間隔でデータを自動記録可能な機器)を全国21校と天文台4か所の合計25か所に設置し、継続的にデータを収集した。また、SQM-L (持ち運び可能な機器)を用いて多地点のデータを収集した。

### (2)性能評価

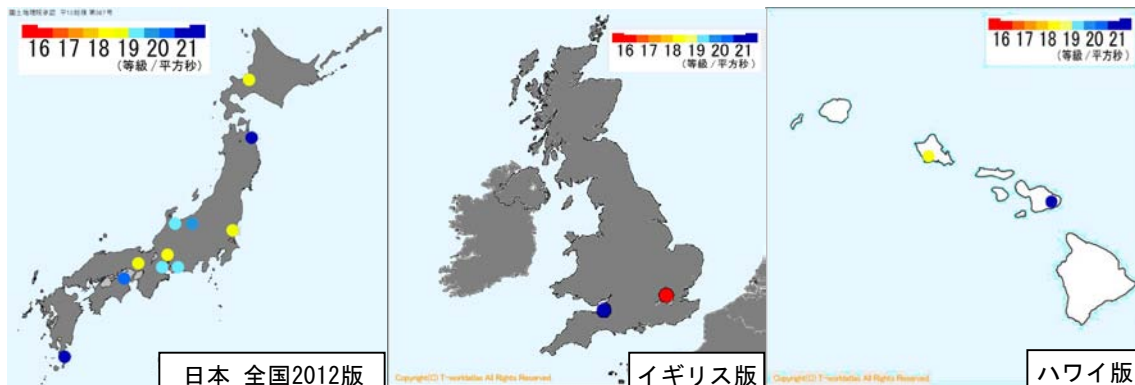
SQMの信頼性を確認するために、SQMと冷却CCDカメラに同一光源に向けて明るさを変化させて測定した。その結果、SQMの等級と冷却CCDのカウント値(等級に変換)はリニアリティが認められたため、SQMの示す等級は信頼できるものだと確認できた。

### (3)個体差

SQMの調査基準をそろえるために、基準となるSQMを決め、その基準のSQMと比較対象のSQMを同一光源に向けて測定した。その結果から、縦軸を基準のSQM、横軸を比較対象のSQMとしてグラフを作成し、最小二乗法によって個体差を求めた。個体差は全国に貸し出したSQMに対しても求めた。

### (4)明るさマップ作成

全国の提携している高校からのSQMのデータを集計して、夜空の明るさマップを作成した。マップから都市部と地方で夜空の明るさに大きな差が確認できた。



## ■観測環境

機材：SQM-L, SQM-LE 期間：2012年7月23日～8月4日 20:00～22:00

場所：日本 10道県 11地点、イギリス、ハワイ

### (5)夜空の明るさシミュレーション

SQM-LEによる定点観測データから、夜空の明るさ変化の要因を探ろうと試みた。一晩の明るさと電力使用量を比較すると、傾向に一定の関係が確認できた。また、都市部に近い場所のほうが、一晩を通して夜空が明るいことが分かった。これより、都市との距離と人間の活動が影響するとして、明るさシミュレーションを作成した。下記の式を用いて、各都市からの影響を求め、それらを足し合わせて、各地点の明るさを推測した。

仮定：光源…市区役場(人口20万人以上) 光源の強さ…人口に比例

$$\text{式： } L = \frac{(H-h)^2}{H^2} \times \frac{L_0 \times e^{-D\sigma}}{D^2}$$

L 明るさ L<sub>0</sub> 光源 e 自然対数 D 距離

σ 消散係数6×10<sup>-6</sup> H 反射する高度 h 測定した地点の高度

(e<sup>-Dσ</sup>はランベルト・ベールの法則 D<sup>2</sup>は明るさの強さは距離の二乗に反比例による)

光源からの光が反射する高度の仮定を変化させてシミュレーションをしたところ、Hとして2～3kmが妥当であると分かった。

## 3. 結果

今年の夜空の明るさシミュレーションの結果、実測値と11地点中5地点で0.5等級以下の誤差であった。また、高度をシミュレーションの要素として加味することで、精度を向上させることができた。

夜空の明るさシミュレーションの結果 (単位：Mag/□")

	富山	種子島	時習館	三本松	札幌 開成	一宮	津	八戸北	水戸 第二	長野西	三田 祥雲館
実測値	19.1	22.04	19.36	20.4	18.99	18.43	19.46	21.59	18.67	19.84	18.86
計算値	19.21	22.00	19.38	21.58	18.27	18.30	18.94	20.79	18.82	19.09	20.32
誤差	<b>+0.11</b>	<b>-0.04</b>	<b>+0.02</b>	+1.18	-0.72	<b>-0.13</b>	-0.52	-0.80	<b>+0.15</b>	-0.75	+1.46

## 4. 考察

夜空の明るさシミュレーションでは、ある地域に限っての検証として、一定の評価は可能であると判断できる。

今後は、光害の実態把握をさらに進めるため、調査地点を増やして各地のデータを蓄積していきたい。また、実地観測が難しい地点での夜空の明るさを推測するためにもシミュレーションの精度を向上させていきたい。

## 5. 参考文献・使用ソフト・謝辞

環境省光害ガイドライン 白地図MapMap6.0 SQM-Reader

ハートピア安八天文台 名古屋大学大学院 柴田隆教授

コアSSH全国夜空の明るさ観測チーム St.Paul's Highschool 名古屋大学 青木慶伸氏