

SQMIによる光害調査 ―夜空を見つめ続けて―

ハートピア安八高校生観測チーム

伊藤勇作 祖父江英謙（高2）石黒裕季子 岡本諒 林恭平 松岡友紀 山下佳那子（高1）【愛知県立一宮高校 地学部】大橋諒平（高2）青山拓雲 赤地優樹（高1）【岐阜県立岐山高校 地学物理部】栗田詢也 近藤伸哉 島抜悠大 宮川銀次郎 安田凜太郎 米山祐樹 渡邊航平（高2）傍島大貴 伊藤智美 小宅紗衣（高1）【岐阜県立大垣東高校 理数科天文研究班】

1. はじめに

私たちは、2010年夏より本格的に「光害」について調査を実施してきた。「光害」とは、主に都市部の光に起因する環境問題の一つであり、自然生態系や農作物にも悪影響を与えるとされている。この調査には、簡単に科学的数値によって夜空の明るさを評価できる「SQM（Sky Quality Meter）」という装置を用いた。また、今年度からはコアSSHプログラムの採択により、全国12校と連携して研究を行うことができた。

2. 性能評価

・リニアリティ(信頼性)の確認

SQMと冷却CCDを同一光源に向けて、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、比例関係が認められたため、SQMの示す等級は信頼できるものであると確認できた。

・個体差の決定

基準となるSQMと比較対象のSQMを同一光源に向けて測定し、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ることができた。なお、今年度に全国の高校に貸し出したSQM37台も全て測定した。

3. 夜空の明るさマップ作成

全国の提携校に貸し出したSQMによって得られたデータを集計し、全国夜空の明るさマップを作成した。本校では、近隣の小学生にSQMを貸し出し、地域交流の一環としても活用することができた。観測環境は以下の通りである。

機材：SQM-L, SQM-LE

期間：2011年7月23日～8月4日 20:00～22:00

場所：1道11県 計26地点

都市と地方では夜空の明るさに大きな差が見られた。

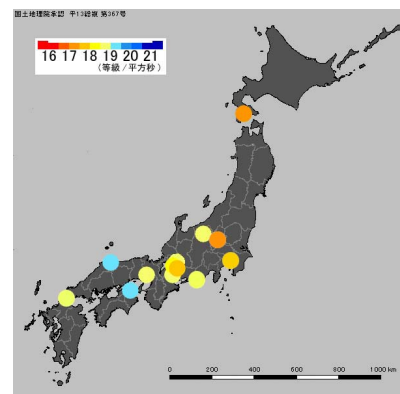


図1：夜空の明るさマップ2012年版

4. 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、また、都市部に近い場所ほうが、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。

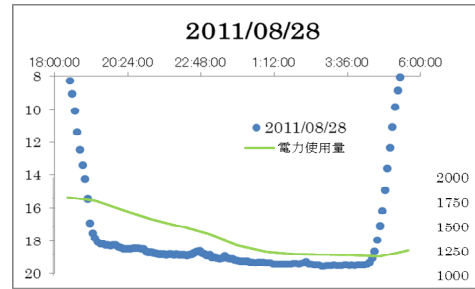


図2: 電力使用量との比較

仮定：光源…市区役場(人口10万人以上) 光源の強さ…人口に比例

式： $L=L_0 \times e^{-D\sigma}/D^2$ L 明るさ L_0 光源 e 自然対数 D 距離 σ 消散係数 6×10^{-6}

($e^{-D\sigma}$ はランベルト・ベールの法則・ $/D^2$ は明るさの強さは距離の二乗に反比例 による)

上記の式を用いて、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。その結果、実測値と13地点中8地点で0.5等級以下の誤差であった。また、光源からの光が反射する高度の仮定を変化させて推測したところ、2~3kmが妥当であると分かった。

表3: 夜空の明るさシミュレーション結果

観測値	17.1	17.15	17.52	16.43	16.96	18.47	19.88	19.66	18.65	19.02	17.17	17.95	19.67
誤差	-0.39	-0.44	-0.81	1.5	1.07	-0.78	-0.46	-0.21	-0.41	0.15	0.97	0.09	-0.5

(単位 等級/□ / 光が反射する高度の仮定は2~3kmの場合を掲載、地点名は省略)

5. 考察

性能評価では、SQMの信頼性が確認できた。また、複数のSQMによる計測値を統一した基準で評価することが可能となった。夜空の明るさマップ作成では、都市部での光害の影響が顕著に見られた。さらに、昨年度よりも広範囲かつ多くのデータを得ることができ、全国規模でのマップ作成に向けて、一步前進したと言える。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、一定の評価はできると考える。しかし、全国版を試作した際には、大きな誤差が生まれたこともあり、シミュレーション精度向上が当面の課題である。

6. 今後の展望

コアSSHプログラムを通じての他校との交流を通じて、夜空の明るさ調査に新たな展望も見えてきた。今後も積極的に情報交換などを行いつつ、全国規模での夜空の明るさシミュレーションの実現・地域の詳細な明るさマップなどに取り組んでいきたい。

7. 謝辞

名古屋大学大学院柴田隆教授にお世話になりました。この場を借りてお礼申し上げます。

8. 参考文献・使用ソフト

- ・光害対策ガイドライン(平成18年度改訂版) ・中部電力でんき予報 <http://denki-yoho.chuden.jp/>
- ・ステライメージ ・Adobe Photoshop5.5 ・白地図マップマップ6