

九州高等学校生徒理科研究発表会

夜空の明るさ IV

～自作観測器による
夜天光の研究～

2006 h 18 . 2 . 12
沖縄大会

東筑紫学園高等学校

理 科 部

福岡県北九州市

目 次

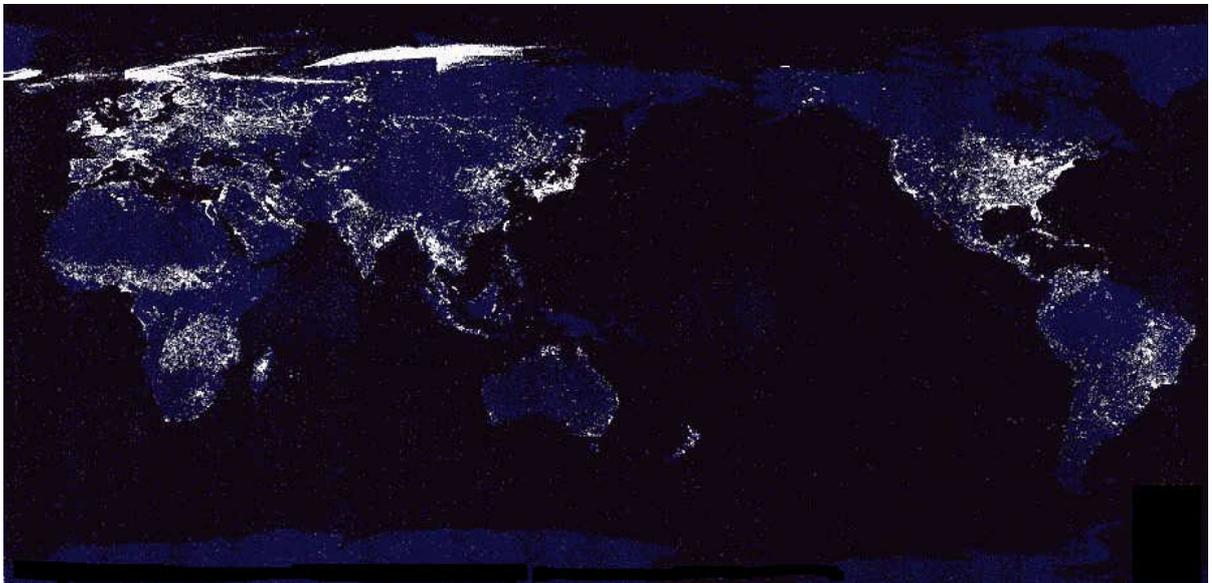
はじめに	P. 1
1. 光害とは	P. 2
2. 観測機器の製作	P. 3
2-1 LED電流調節部	P.3
2-2 観測パイプ	P.3
2-3 電流測定部	P.4
3. 特性評価	P. 6
3-1 温度による電圧変動と時間	P.6
3-2 LED光の強さと時間	P.7
3-3 LED光と減光フィルター	P.7
3-4 パイプ内部のLED光の反射	P.8
3-5 光の強さと電流値	P.8
3-6 特性調査のまとめ	P.9
4. 観測	P.10
4-1 観測の手順	P.10
4-2 二つの方向性	P.11
4-3 データシートについて	P.11
5. 観測結果	P.12
5-1 定点連続観測概要	P.12
5-2 定点連続観測データ	P.15
5-3 高低差による光の強さの変化	P.16
5-4 各地同日観測	P.17
5-5 各地の光の強さの平均値の比較	P.19
6. 個人差問題	P.20
7. ホームページについて	P.22
8. 今後の課題	P.23
おわりに	P.24

はじめに

今回の調査は、2000年の九州高等学校生徒理科（物理・地学）研究発表会で、先輩が「昼間に見える星」というテーマで発表したものを受け継いだ。その時には、昼間に星を観測することで、大気汚染の進行状況などを調べようとした。しかし、調査方法が難しく、結果的に私たち理科部でも後を継ぐ人がいなかった。そこで、今回はもっと簡単な方法で、大気汚染や、光の害を調べようと思う。また、今回の夜空の明るさIVは2004年九州高等学校生徒理科研究発表会の発表に、新たに観測、入手したデータを加え検討したものである。

図1は、人工衛星から撮影した世界の写真で、これは全て夜の状態で合成されたものである。この中で、日本列島はその姿、形をはっきりと浮かびあがらせていることがわかる。

図1



<http://www.tos-land.net>

私達は、光があるおかげで、暗い夜も昼間と同じように生活することができる。光とはとても便利なものである。しかし、日本がこんなに浮かび上がるほどの光が本当に必要なのだろうか。

実は日本では、多くの光が有効利用されないまま、無駄に宇宙に向けられている。その光のエネルギーをお金に換算すると、年間で2000億円にもなるらしい。

さらに、宇宙へ放出されている無駄な光は、動植物に害を及ぼす。そればかりでなく、星を見えにくくし、私達が満天の星々を観測したり、天の川に感動する機会をも失わせている。自然の生態系だけでなく、我々の宇宙への探究心までもが破壊されているのである。

私達はこの実態をたくさんの人に知ってもらいたいと思うようになった。そこで、近辺の光がどれくらい宇宙へ向けられ、またこれにより、どれくらいの影響が出るのかを調査することにした。

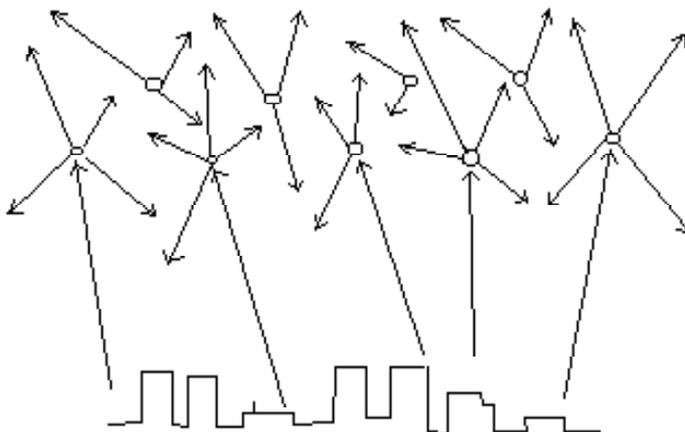
1. 光害とは

街灯などの照明は、私たちが夜道を歩いている時も昼間と同じように照らしてくれ、夜間の生活を助けてくれる。しかし、一方では多くの照明はまぶしさの原因になり、視認性を阻害し、星がよく見えなくなる。また、コンビニエンスストアの明かりにカナブン等の虫が来て、本来死ななくていい虫が死んでしまうなど、動植物に影響が出る。さらに夜型の人間が増えるなど、私達の生活にも大きく影響を与えている。いってみればこれは光害ではなからうか。

※光害（ひかりがい）

過剰な照明やパチンコ店のネオンなどの膨大な量の光が、図2のように空気中の分子や塵によって散乱・反射することにより、本来必要な地上ではなく、宇宙に光が向けられる。その結果、夜空の明るさが増す。これにより、星空観察が困難になったり生態系に悪影響が及ぶことを、光害と言う。

図 2



大気中の浮遊物が多いほど光の散乱、反射が多くおこり、明るくなる。

光害に最も影響がある光は、水平から上に約5度の角度で出る光であり、まっすぐ上に向かう光の3倍～4倍、大気に散乱または反射され、夜空の明るさの原因になる。つまり、人の目にまぶしい横方向の光を無くさない限り、光害の改善は難しい。

次に、光だけに原因があるのではない。空中に浮遊する様々な物質も大きく影響している。例えば、SPMである。SPMというのは、工場や車から排出される、10 μ m未満の目では見ることのできない浮遊粒子状物質のことである。このSPMの量が多ければ多いほど、地上からの光を散乱または反射し、夜空の明るさは明るくなると考えられる。この自作機器で光の強さとSPMの値に相関関係があれば、この機器は、目には見えない物質をも捕らえることが可能で、光害と浮遊物質の関係も解明できるに違いない。

2. 観測機器の製作

今回製作した観測機器は、夜空の明るさを測定するためのものである。この機器は大きく分けて3つの部分（① LED 電流調節部 ② 電流測定部 ③ 観測パイプ）から構成されている。以下に機器の製作方法について説明する。

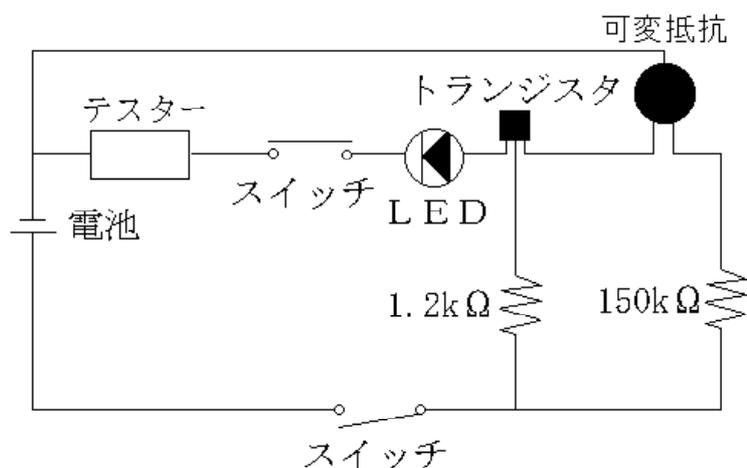
2-1 LED 電流調節部

この機器の中には図3のような簡単な回路が入っており、可変抵抗のつまみを回すことによりLEDの光の強さを調節できる。

材料

- ・ 基盤
- ・ トランジスタ
- ・ 可変抵抗
- ・ LED [GL5KG8]
(発光ダイオード)
- ・ 配線
- ・ 6P 電池
- ・ ケース
- ・ スイッチ 2つ
- ・ 抵抗
150k Ω 1.2k Ω

図 3



材料は近くのパーツ屋で 2000 円以内で購入することができる。今までハンダごてを使ったことがない、不器用な私たちでも作ることができた。

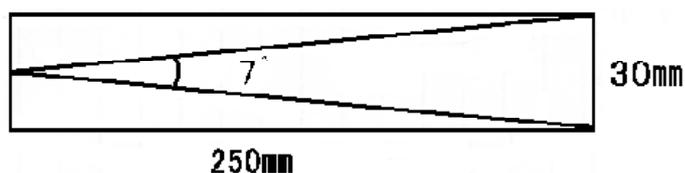
2-2 観測パイプ

パイプにはLEDを装着しており、ここでLEDと空の明るさの比較を行う。

まず、パイプの視野を 7° にした。それは、環境省主催で毎年夏と冬に行われている star watching で決められている視野に準拠した。ホームセンターで直径 30 mm の水道管用の塩ビ製のパイプを買い、全長を計算した。その結果、全長は 250 mm になった。

図 4

$$30 \div 2 = 15$$
$$15 \div \tan 3.5 \doteq 250$$



次にそのパイプに LED と Green Filter と減光フィルターをつける。

夜天光（夜空の光）は 5300 Å の波長で光っており、可視光線の緑色に相当する。よって、LED は緑色光のものを選択した。なお、夜空を天体望遠鏡で見ると、背景の空が緑色がかって見える。

Green Filter は夜天光以外の光を遮断するためにつける。この結果、LED 光と夜天光の明るさを合わせることができる。取り付けはパイプの端に LED を、それよりも少し内側に Green Filter を取り付ける。

次に減光フィルターを取り付けるのは、LED 光を夜天光に合わせると電流値が小さくなりすぎ、データを読み取れないためである。減光フィルターを LED の直径より 2 ～ 3mm 大きく四角に切り Green Filter の中心に付ける。付け方は 2 辺をテープなどで付ける。そのあと LED を光らせたとき減光フィルターから光が漏れない間隔をあけてパイプに付ける。

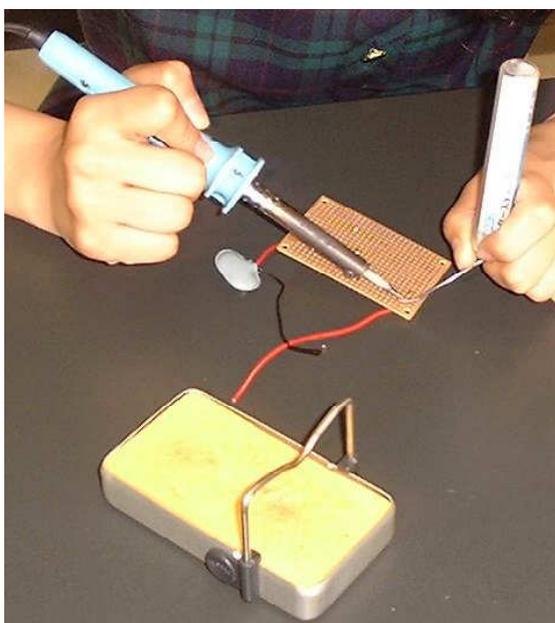
筒の中に艶が残っているのは光が乱反射し、光の量が増えて測定結果が正確にならない。よって艶をなくす必要がある。そこで、筒の内部の艶をなくすために艶なしの黒スプレーを塗ってみたが、艶が残っていた。次に、炭酸マグネシウム（添加粉）を混ぜると艶が無くなると教えてもらったので、混ぜた塗料をもう一度筒の内部に塗ったが、それでもダメだった。そこで、内部にフェルトを貼ると艶をなくすことができた。

2 - 3 電流測定部

これは学校で使っているテスターである。可変抵抗の電流値の最大が $1122 \mu A$ 未満なのでテスターの測定範囲は $0 \mu A \sim 1122 \mu A$ にする。観測したとき、この電流値を読み取って記録する。しかし現在、より読みやすくするためにデジタルのテスターを新たに購入し使用している。

実際に製作している様子

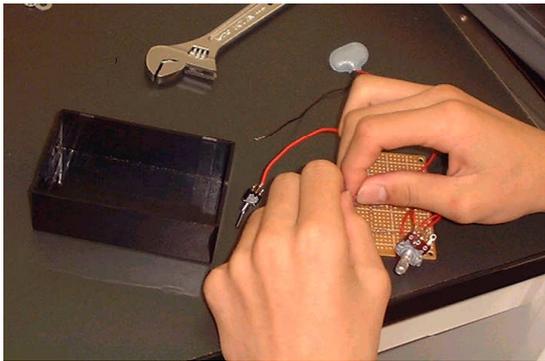
1. ハンダで材料を付ける



2. ケースにスイッチの穴を空ける



3. 組み立てる



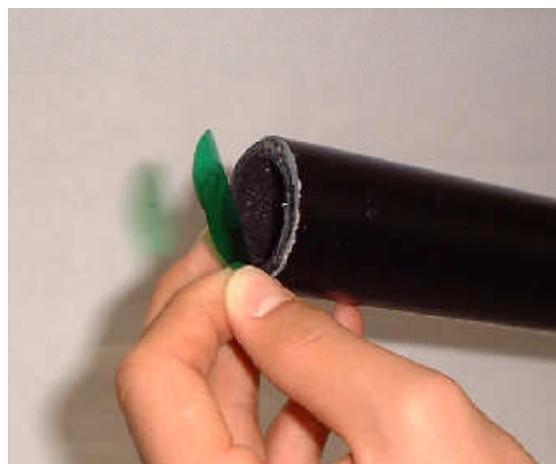
4. 観測パイプに穴を空ける



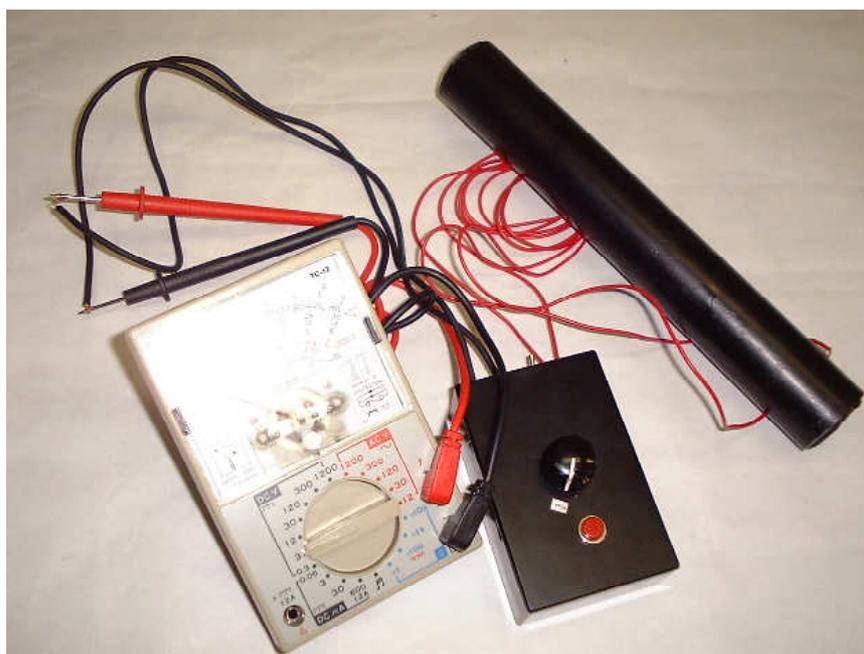
5. 観測パイプの内部にフェルトを貼り付ける



6. 観測パイプに Green Filter と減光フィルターを取り付ける



7. 完成



3. 特性評価

私達が作った観測機器で観測する前に、この機器がどのような特性を持っているか、つまり周囲の温度変化や時間により観測機器が影響を受けないか確認した。また、一般的に入手しやすいマンガン電池とアルカリ電池で、どちらが私達の観測に適しているかを調べた。

3-1 温度による電圧変動と時間

目的：LEDを光らせる電圧が温度によって変化するか確認した。

方法：観測機器を、気温の異なる場所でスイッチを入れたまま放置し、5分間ごとにその電圧を測定した。この測定は30分間連続で行った。次に-12℃（冷凍庫）、5℃（冷蔵庫）、14℃（野菜室）、23℃（室内）、38℃（屋外）の条件で測定した結果を示す。なお本来は電流値で測るところだが、今回の μ A程度では差が出ないと思われるので、今回は電池の電圧変動を調べた。

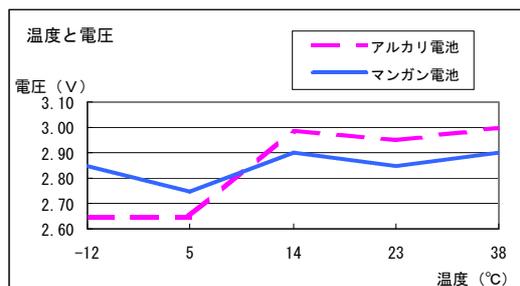
測定結果

表 1

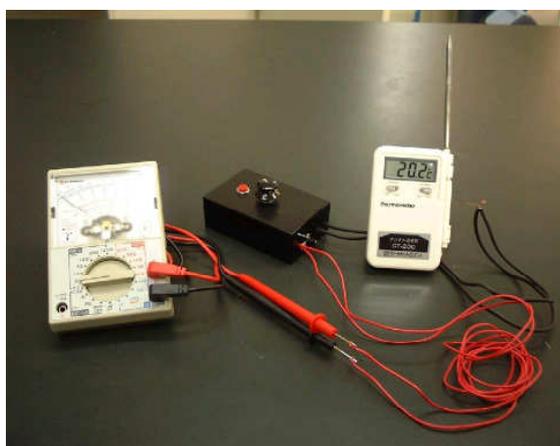
温度と電圧

温度(℃)	マンガン電圧(V)	アルカリ電圧(V)
-12	2.85	2.65
5	2.75	2.65
14	2.90	2.99
23	2.85	2.95
38	2.90	3.00

図 5



この図 5 から、常温域ではアルカリ電池の発生する電圧はほぼ 3.0 V で安定している。しかし、一方では明らかに温度低下によるアルカリ電池の電圧低下が起こっている。アルカリ電池の場合は温度低下に注意する必要がある。そして、これらの結果から LED の電圧変化は常温に近い温度にすれば、30 分程度は使用できることがわかった。



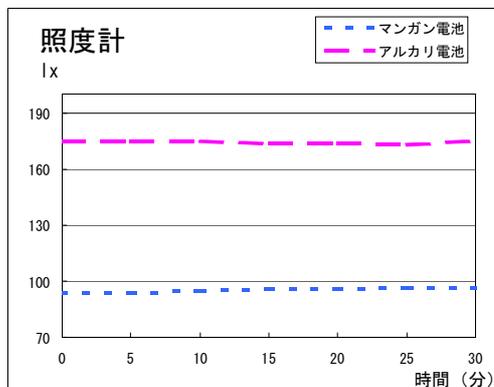
3-2 LED光の強さと時間

目的：観測機器の連続使用により、LEDの光の強さに変化がないかを確認した。
 方法：この調査は暗室で行い、LEDの光をつけたまま固定し照度計で測定した。
 この測定も5分間ごとに30分間行った。

表 2

照度計		
時間(分)	アルカリ lx	マンガン lx
0	175	94
5	175	94
10	175	95
15	174	96
20	174	96
25	173	97
30	175	97

図 6



縦軸はLED光の明るさ、横軸は測定時間をとっている。アルカリ電池もマンガン電池も、時間による光の強さの変化はほとんどないことがわかった。また、アルカリ電池の方が光量が強いことも確認できた。

3-3 LED光と減光フィルター

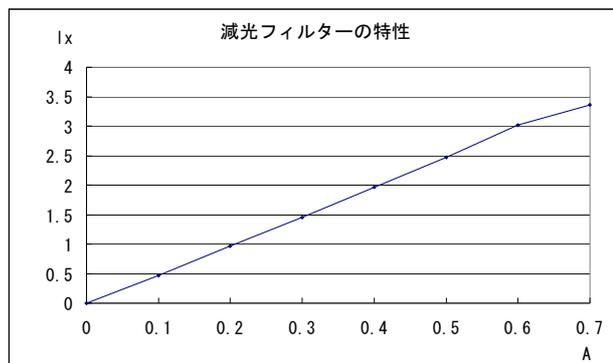
目的：Green Filterに取り付けた減光フィルターの減光量と、LED光量の関係を測定した。

方法：減光フィルターを照度計とLEDの間に置きLEDの電流値を0.1Aずつ上げていき、減光フィルターを通したLED光の強さを照度計で測定した。

表 3

A	Lx
0	0
0.1	0.47
0.2	0.97
0.3	1.45
0.4	1.97
0.5	2.47
0.6	3.02
0.7	3.36

図 7



結果：図7の縦軸は減光フィルターを通したLED光の強さで、横軸はLEDの電流値となっている。これを見て分かる様にLED光に流れる電流と減光フィルターを通したLEDの光の強さは、比例の関係となっており、減光フィルターによる減光の割合は一定であることが確かめられた。

3-4 パイプ内部のLED光の反射

目的：製作過程でさんざん苦勞させられたパイプ内部の光の反射の有無について測定した。天体望遠鏡を見てみると、筒の内部にも光の反射がなくなるように加工が施されている。これは、実際に観測した場合、パイプ内部の光の反射があれば観測結果に影響するからである。そこで、フェルトを張り付け、本当にパイプ内部の光の反射はなくなったかを確認した。

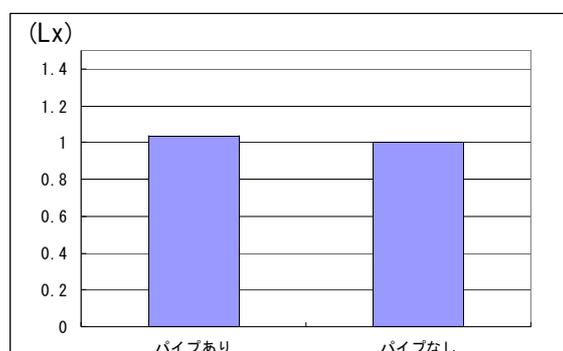
方法：パイプ内部を通したLEDの光と、パイプを通さなかったときのLEDの光を照度計で測定した。

結果：パイプ内を通した時と通さなかった時の照度計の値の差は0.04 lxであった。このことから、パイプ内部の光の反射はほとんどないことがわかった。

表 4

パイプあり	パイプなし
1.04Lx	1.00Lx

図 8



3-5 光の強さと電流値

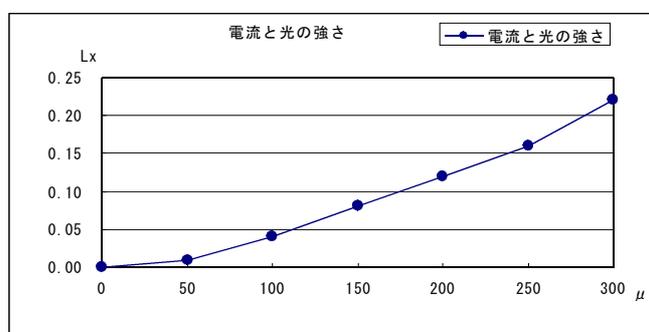
目的：今までの特性評価の中でも特に重要で、実際に観測した結果の基準となる電流値とLEDの光の強さとの関係を調査した。

方法：LEDの電流値をテスターで測りながら50 μAずつ上げていき、照度計でLEDの光の強さを測定した。

表 5

μ A	Lx
0	0
50	0.01
100	0.04
150	0.08
200	0.12
250	0.16
300	0.22

図 9



結果：図9に示した縦軸はLED光の明るさ、横軸は電流である。見ての通り、電流値とLED光の明るさは比例関係となっている。

3 - 6 特性調査のまとめ

以上の結果をまとめると、以下の通りになる

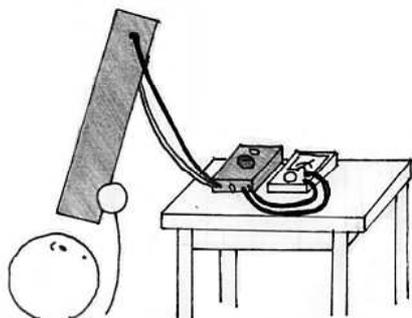
- ・ - 1 2 °C ~ 3 8 °C 中での連続使用は問題はない。
- ・ 電圧、電流を考えると、アルカリ電池の方が良い。
- ・ LED 光の強さは時間が経ってもほぼ一定である。
- ・ 減光フィルターの特性に問題はない。
- ・ 観測パイプ内部の光の反射は、ほとんどない。
- ・ 電流値と光の強さは比例している。

よって、この装置を使って夜天光の明るさを、電流値として数値化できると言える。

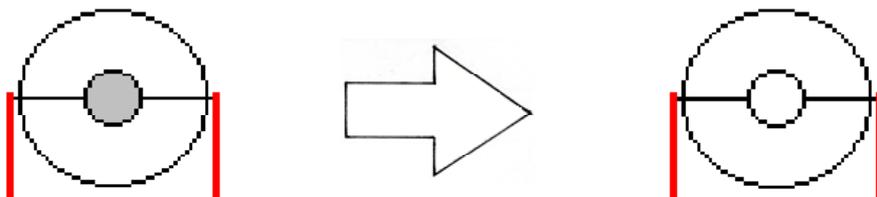
4 . 観 測

4 - 1 観測の手順

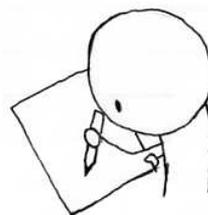
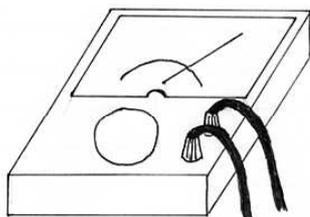
- 1 周囲に街灯のない場所に三脚を置き、観測パイプをセットする
※ 余分な光が入らないようにするため
- 2 街灯の光などが入ってデータを狂わせないように、観測パイプを天頂付近に向けて見る。
- 3 暗闇で目を慣らす。
※ 私たちは黒いサングラスをかけ5分間暗闇で目を慣らすようにした。
- 4 LEDの消灯を確認する。



- 5 LEDの光を可変抵抗で調節して、消灯状態から少しずつ明るくする。
※ 目を慣らしたことが無駄にならないよう、明るくしたLEDを暗くすることは避ける。
- 6 LEDの明るさと夜空の明るさとを、目測で同じぐらいに合わせる。



- 7 この時の電流値を読み雲量、温度、湿度なども同時に記録する。



※ 記録時などは目に刺激を与えないようにするため、赤セロファンを貼った照明を用いる。

※ 観測は同じ場所で二回以上行い、データのバラつきがないかを確認する。

5. 観測結果

5-1 定点連続観測概要

観測で測定した光の強さと、気温、湿度、水蒸気量、風速、雲量がどのように関係しているか。また新たに収集した光の強さとSPMを概要として考察する。

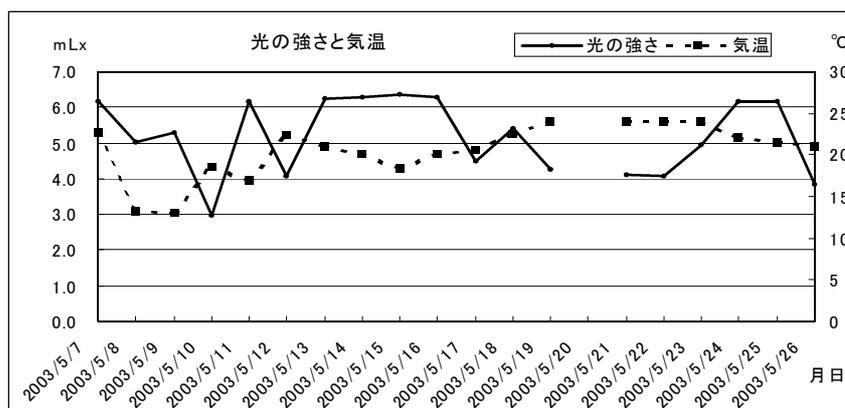
サンプルとして2003年5月7日～5月25日、福岡県田川郡香春町、2003年4月7日～5月1日、小倉南区下吉田、2004年8月1日～8月16日、八幡東区景勝町で観測したデータを元にして検討した。

① 光の強さと気温

図10は、光の強さと気温をグラフ化したものである。このグラフの傾向として、気温が上がると光の強さは下がり、逆に気温が下がると光の強さは上がっている。

これは気温と湿度の関係で、気温が上がると湿度は下がり、気温が下がると湿度は上がるためであると考えられる。

図 1 0

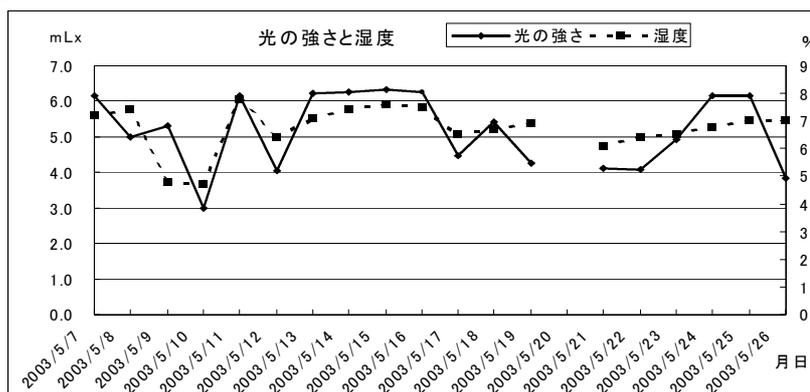


② 光の強さと湿度

図11は、湿度と光の強さをグラフ化したものである。このグラフにおいて、湿度が上がるとそれに応じて光の強さも上がり、逆に湿度が下がると光の強さも下がる傾向が認められる。

これは空気中の水分に光が当たり乱反射したためと考えられる。

図 1 1

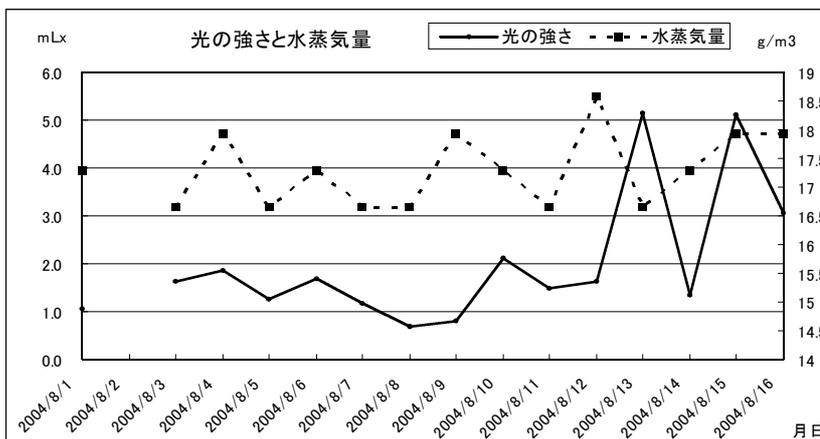


③ 光の強さと水蒸気量

図 12 は光の強さと水蒸気量のデータをグラフ化したものである。水蒸気量は気温と湿度のデータから計算した。このグラフの傾向として、水蒸気量が上がると光の強さも上がり、逆に水蒸気量が下がると光の強さは下がっている。これは空気中の水蒸気に光が当たり、散乱、乱反射したためと考えられる。

なお、8月13日、15日に光が強いのは雲量によるもので、水蒸気量より雲量が光の強さには大きく影響していることがわかる。

図 1 2

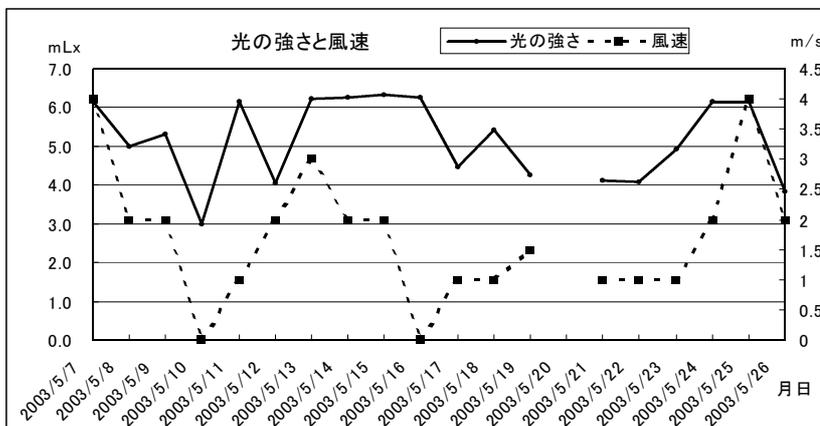


④ 光の強さと風速

図 13 は光の強さと風速をグラフ化したものである。5月10日のように風速が遅いと光の強さも下がる時や、5月12日のように風速が速いと光の強さが下がる時が存在する。

これは、風が空気中の光を乱反射させる物質を飛ばしたり、舞い上げたりすることと関係していると考えられる。よってデータ項目として風速は、風向とともに必要と考える。

図 1 3

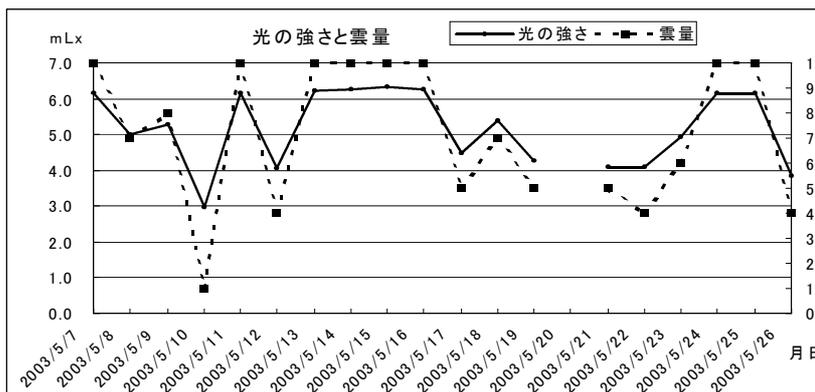


⑤ 光の強さと雲量

図 14 は光の強さと雲量のデータをグラフ化したものである。このグラフにおいて、雲量が多くなると光の強さも上がり、逆に雲量が少なくなると光の強さも下がっている。

これは光が雲に当たり乱反射するためであると考えられる。雲量は相対的な数値であるが、光の強さと非常に強い関係が認められ、データとしてきわめて重要である。もし夜空の明るさを純粋に求めるなら、雲量の多い時は観測を避ける様にしたほうが良い。

図 1 4



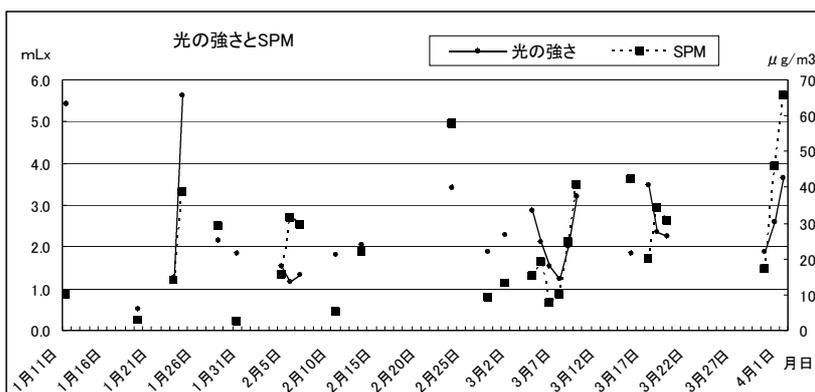
⑥ 光の強さと S P M

図 15 は光の強さと S P M のデータをグラフ化したものである。

S P M (Suspended Particulate Matter) とは大気中にある直径 $10 \mu m$ 未満の浮遊粒子状物質のことで、北九州市では、21ヶ所で毎時間ごとに連続して観測されている。大気中の S P M が多いと光の散乱・反射が多くなることが予想され、空が明るくなるはずである。自作した L E D 機器にこの S P M が反映されているかを検討する。

グラフにおいて、全体的な傾向として、S P M の値が高くなると光の強さも上がっている。このことより、S P M と光の強さは、なんらかの関係があると考えられる。なお、2月5日は S P M の値が高いにも関わらず、光の強さが低くなっている。S P M は風が吹いていたり、近くで焚き火などがあるだけでも、急な変動をするデータなため、これは例外とする。

図 1 5



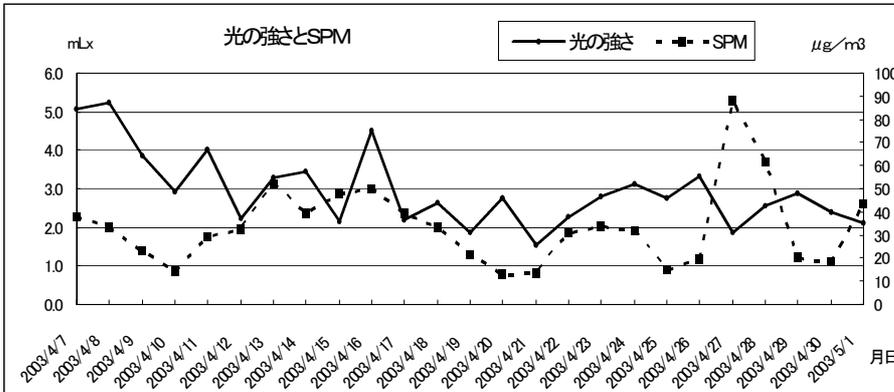
以上のことより、SPMの値が高くなることで光の散乱・反射する量が多くなり、空の明るさに反映されていると考えられ、我々の自作機器には目に見えないSPMを感知する能力があり、さらに、自作機器を使用して空の明るさを観測することで、大気汚染の状況を知ることができることが証明されたと言える。

なお、北九州市環境局環境対策課から提供された資料に基づいて、考察したが、我々の観測地点とSPM観測地点が一致しておらず、できるだけ観測地点に近いSPMのデータを用いた。さらに、我々が観測した時間帯に近い、21時～0時までの4時間のSPMデータを平均し、SPMの値とした。

また、地表付近にあるSPMのデータで考察しているため、上空でも同じようにSPMが存在しているかどうかは、不明である。今後の課題としたい。

追記

右図は昨年(2003年)の篠崎での光の強さとSPMのデータである。ちょうど一日ずつずれて相関している。今回の観測では、光の強さとSPMが全くと言っていいほど同じ傾向だったが、このグラフの観測結果も無視できない。



風向き等、気象現象との関係なのか、興味深い現象である。 図 1 6

湿度、気温、水蒸気量、風速、雲量、SPMは、いずれも光の強さと関係がある。よってこれらのデータを今後も測定していきたいと思う。また、SPMデータを、今後も入手していきたいと思う。

なお、純粹に夜空の明るさとして日本各地のデータ比較、また、連続観測をする際は、雲が光を乱反射させるため、特に雲量に注意を払う必要がある。つまり曇りの日のデータと晴れた日のデータを混在させてはいけない。

5 - 2 定点連続観測データ

具体的なデータについては「定点連続観測データ 資料編」参照

5 - 3 夜空の明るさを決める高さについて

次の二つのことが分かっている。

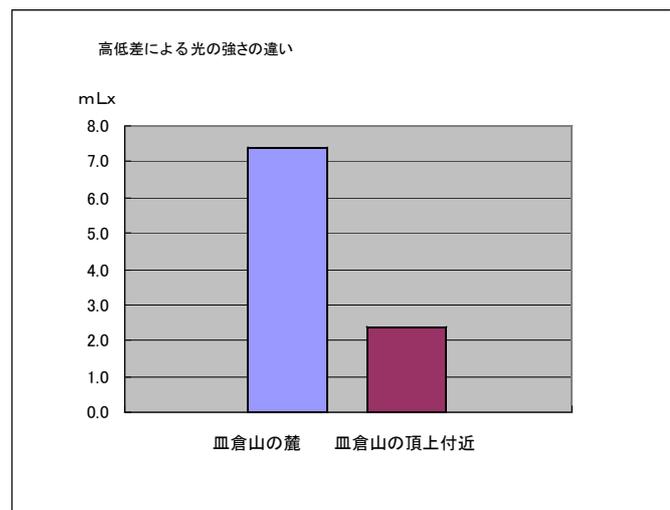
- ◎ 私達が計っている湿度は“地表付近のものなのに”、湿度に比例して光の強さが変化している
- ◎ 私達が得ているSPMのデータは“地表付近のものなのに”、SPMに比例して光の強さが変化している

以上のことから『夜空の明るさ』とは上空 200 ~ 300 mのあたりで決まるのでは、と仮説を立てた。そこで観測の場所として、身近にある皿倉山で観測をした。

図 3 0

図 3 0 は、10 月 24 日、皿倉山の麓（約 100 m）と頂上付近（622 m）で観測をした時の結果である。麓（7.4mLx）と頂上付近（2.4mLx）では明らかに光の強さに差が出ている。

麓から頂上までの 500 m の間に光を反射・散乱させてしまう『なにか』が存在するのではと考えられる。SPMの値も光の強さと相関関係にあったので、この『なにか』にはSPMも含まれると想定される。



しかし皿倉山の観測では垂直方向だけでなく水平方向にも 1.5km 移動しており、観測も 1 時間ほどの時間差があった。

そこで、高さだけを変えて観測できる高層ビルの地表と屋上で観測することを試みたが、どこも許可が得られなかった。

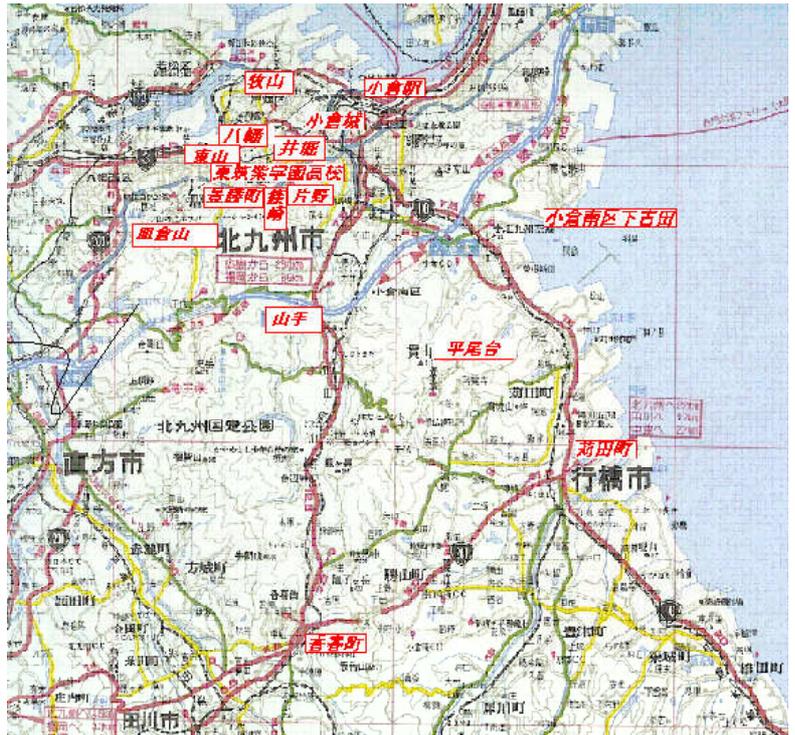
次に市役所環境局の方との情報交換の際、「水平方向の 1 km 程度の移動では大気の状態にはそんなに大きな違いはないだろう」というアドバイスをいただいた。そこで改めて、皿倉山で観測を行うことにした。皿倉山の下で観測地点をケーブルカー山麓駅付近とし、水平距離 1 km 程度に山頂に近づけ、2 台の機器を用いて同時に、山麓駅と山頂の標高差 500 m を観測した。

年末より正月をはさんで観測を計画し 2 回実施できたが、晴れていても空がかすんでいたり、雲量が多かったりしたため、あまり参考になるデータを得ることができなかった。

この「夜空の明るさを決める高さについて」の観測は今後も継続していきたい。

5 - 4 各地同日観測

図 3 1



以下の 5 回の日時、場所で各地同日観測を行い、このデータを元に各地の明るさの違いを比べた。

- 日時：2003年 8月23日 ①
 2004年 1月17日 ②
 2004年11月19日 ③
 2005年 7月23日 ④
 2005年10月24日 ⑤

場所：

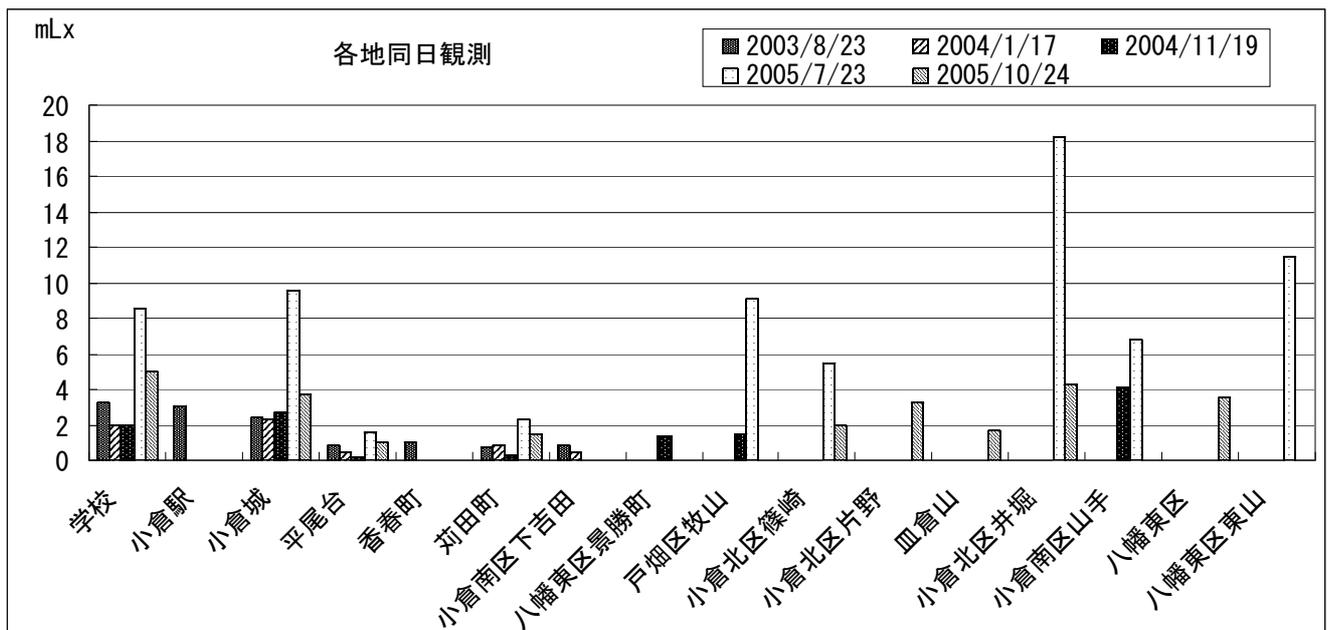
- 東筑紫学園高校 ①②③④⑤
 小倉駅 ①
 小倉城 ①②③④⑤
 平尾台 ①②③④⑤
 田川郡香春町 ①
 京都郡荻田町 ①②③④⑤
 小倉南区下吉田 ①②
 戸畑区牧山 ③④⑤
 小倉北区片野 ⑤
 八幡東区東山 ④
 小倉南区山手 ③④

- 八幡東区景勝町 ③
 血倉山 ⑤
 小倉北区井堀 ④⑤
 小倉北区篠崎 ④⑤
 八幡東区 ⑤

計 16ヶ所

図 3 2 は今までのデータを各観測ごとに平均したグラフである。

図 3 2



今までのデータの最高と最低

- ① 最高 小倉駅 3.1mLux

最低	平尾台	0.8mLx		
②最高	小倉城	2.3mLx		
最低	平尾台	0.5mLx		
③最高	小倉城	2.7mLx		
最低	平尾台	0.2mLx		
④最高	小倉城	9.6mLx		
最低	平尾台	1.6mLx	①②③④⑤平均	
⑤最高	小倉城	5.0mLx	最高	小倉駅 9.6mLx
最低	平尾台	1.0mLx	最低	平尾台 0.2mLx

図32を見ると、1回の観測の数値として一番明るかったのは小倉城の9.6mLxで、5回の観測の平均は学校周辺が4.2mLxで一番明るかった。これは市街地ということもあるが、それ以上に学校で観測したときに雲が多く、光が乱反射していたと考えられる。同様に一番暗いところが、平尾台の0.8mLxであった。また、どの観測の時も小倉城周辺の方が、平尾台や苅田町よりも明るくなっているのは歴然としている。これにより小倉城周辺は、常に平尾台よりも明るいということになる。これは、小倉城周辺には散乱物質があり、平尾台は空が澄んでいるからである。

また、4回目の観測では戸畑区牧山や八幡東区東山など、ほとんどの場所で最高値が得られている。4回目の数値は異常に高いのだが、これは7月21日が満月で、その2日後に観測したためである。さらに下の表のようにSPMの数値も高かったので、観測した値が高くなった。さらに、小倉北区井堀は観測者が未熟だったため、数値が高くなったと思われる。

5回目では、小倉城周辺ほどではないが、八幡東区も明るかった。これは曇りで、光が乱反射していたからだと考えられる。

	SPMの値 (μg/m ³)		
	城野	北九州	戸畑
4回目	54.0	58.0	41.5
5回目	23.5	29.5	28.5

5-5 光の強さの各地平均値比較

定点連続観測で観測してきたデータをもとに、各地の光の強さの平均値を求め、暗い順に並べたのが下の表である。

篠崎に注目すると1回目と2回目とでは平均値に差がある。これは、1回目に観測した時、雨や曇りの日が多く、2回目の時は晴れの日が多かったからだと考えられる。このことから雨や曇りの日も入れて平均値を求めると、正しい比較ができないため、晴れの日だけで並べた。

場所	光の強さの平均値	
	全ての日	晴れた日
京都郡苅田町 - 3 (2004 2/5 ~ 3/12)	1.5	1.4
京都郡苅田町 - 2 (2004 2/5 ~ 3/12)	1.9	1.4
八幡東区景勝 (2004 8/1 ~ 8/16)	2.0	1.5
小倉北区篠崎 - 2 (2004 5/10 ~ 6/7)	2.7	1.8
戸畑区牧山 (2004 11/18 ~ 12/12)		1.8
京都郡苅田町 - 1 (2003 5/31 ~ 7/6)	3.0	2.0
小倉北区篠崎 - 1 (2003 7/9 ~ 8/8)	6.9	2.0
小倉北区篠崎 - 3 (2005 1/11 ~ 4/1)		2.2
小倉南区下吉田 (2003 4/7 ~ 5/1)	2.9	2.6
小倉北区井堀 (2005 8/16 ~ 10/18)		3.3
田川郡香春町 (2003 5/7 ~ 5/26)	2.5	3.7
門司区恒見町 (2003 3/18 ~ 4/6)	4.2	3.8
八幡東区東山 (2005 7/28 ~ 9/25)		7.4

(mLx)

また、参考として各地同日観測で観測した光の強さの平均値を求めた。

- ① 2003 8/23 ② 2004 1/17
③ 2004 11/19 ④ 2005 7/23

- ① 2005 10/24

なお、各地同日観測の4回目は満月の影響、S PMの影響により高めの値が出ているため、この平均に加えていない。

また、観測する際の場所選定には付近の状況や、付近の建物からのサーチライトやライトアップなど、より慎重に場所を選定する必要がある。

小倉南区下吉田や田川郡香春町では高い数値が得られているが各地同日観測では数値が低かった。これは観測者が初心者だったので値が高くなったと言える。これと同様の事が門司区恒見でも言える。戸畑区牧山は次の項目で述べるが個人差に問題があり小倉南区山手、小倉北区井堀も観測者が初心者なのでこのデータで絶対値を議論するには問題がある。

このLED観測器を使って絶対値の話をするには、個人差を考慮する必要がある。

場所	光の強さの平均
平尾台①②③⑤	0.6
小倉南区下吉田①	0.7
苅田町①②③⑤	0.8
田川郡香春町①	1.0
八幡東区景勝町③	1.4
戸畑区牧山③	1.5
皿倉山⑤	1.7
小倉北区篠崎⑤	2.0
小倉城①②③⑤	2.8
学校①②③⑤	3.1
小倉駅①	3.1
小倉北区片野⑤	3.3
八幡東区⑤	3.5
小倉南区山手③	4.1
小倉北区井堀⑤	4.3

(mLx)

6. 個人差問題

○ 目的

今まで一人一人の夜空の明るさの数値にはばらつきがあり、問題となっていた。そこでその個人差の問題を解消する。

○ 方法

北九州で最も目立つ皿倉山の頂上にある、TV中継塔の照明を、学校屋上から、観測予定者全員でその明るさを確認した。

なお、その際昨年までの経験から次の様な工夫をして個人差の解消を計った。

- ・ 5分間はサングラスをかけ、目の負担を軽くし、暗闇に目を慣らす。
- ・ 2回以上観測し、2回の値に大きな差がでた時はもう一度観測する。

○ 結果

結果を右の図 33 に示した

最高は長野の 26.4mLx

最低は片岡の 10.2mLx

となり、この二人の差はなんと 16.2mLx もあった。この観測を全国に広めるにあたっては、このままでは光の強さを絶対値で議論できないと考えられる。

○ 考察

しかし、今回の計測結果を考察してみると、2つのグループに分かれている事が分かる。比

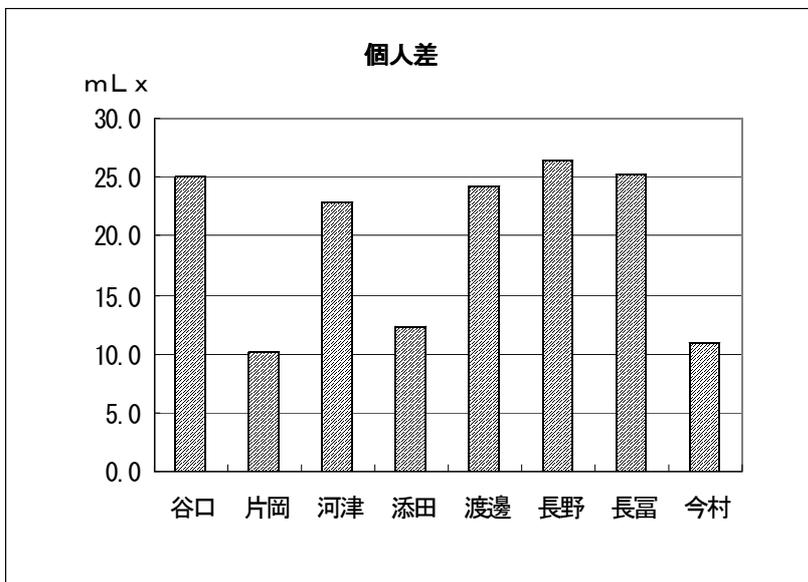


図 3 3

較的数値の高いグループと、低いグループである。

高いグループは 22.8mLx ~ 26.4mLx と約 ± 6% の範囲内に収まっており、去年まで考えていた個人差からは、かなり小さくなっている。個人差の問題は解消されたのかもしれない。

一方、低いグループは観測経験のまだ浅い人達であった。この観測には経験が必要である。なお、低いグループに属している今村に関しては初心者ではなく熟

練者であった。これは、この観測を一回しか行っていないため断言はできないが、今村の他のデータでは値にかなりのバラつきがあることから、個人差と言うより、このLED観測に性格的、視覚的な問題があるのかもしれない。

個人差の観測を計3回行い、熟練者の光の強さを基準とし、初心者2人の光の強さを平均したものが図34のグラフである。

回数を重ねていくと初心者の光の強さが熟練者に近づいていくのが分かった。3回の観測経験で個人差の問題はほぼ解消されたように見えるが、これをはっきり確証させるには、まだ何回も観測を行う必要がある。

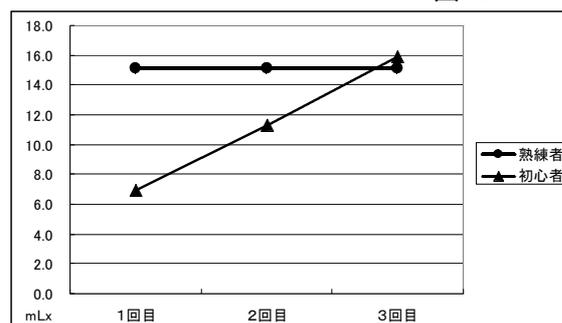
以上の事から、経験を重ねると、この個人差の問題はほぼ解消されるのではないだろうか。個人差の解消には“経験”が絶対的に必要である。

○ まとめ

個人差を小さくする工夫として、このLED観測をする際には、次の事を必ず実施してもらいたい。

- ・ 5分間はサングラスをかけ、目の負担を軽くし、暗闇に目を慣らす。
- ・ 2回以上観測し、2回の値に大きな差がでた時はもう一度観測をする。
- ・ 定期的に観測者の個人差の確認をする。
- ・ 何回も計測をして、経験を重ねる。

図 3 4



7. ホームページについて

今、私たち理科部では、ホームページを公開している。理科部の日頃の活動報告はもちろん、2003年から続く『夜空の明るさ』の研究や、去年の九州大会発表でのメンバーの活動などを掲載している。また、『夜空の明るさ』の調査とともにこの福岡県高等学校理科研究発表会に出場している、『再生チョコレートの研究』も掲載している。

今後も、随時更新して、全国にこの調査を広げていこうと思う。

アドレス <http://higashichikushi-rikabu.hp.infoseek.co.jp/index.htm>

検索方法 「東筑紫学園 理科部」をインターネットで検索して下さい。

更新情報

[Honors...] [人命救助、道しるべの研究](#)、[水無錫乳洞の新指導発見](#)、[星間に見える星](#)、[文化講習会](#)、[第六回九州高等学校理科研究発表大会](#)、[第七回九州高等学校理科研究発表大会](#)、[再生チョコレートの研究](#)、[夜空の明るさⅢ](#)

CONTENTS

05.8.20HP開設



2005年7月10日平尾台夏キャンプにて

- ・ [部活概要](#)
- ・ [文化祭](#)
- ・ [活動報告](#)
- ・ [夜空の明るさ](#)
- ・ [再生チョコレート](#)
- ・ [学校紹介](#)
- ・ [お問い合わせ](#)

NEW REPORT!

只今文化祭熱烈準備中!!



2005年4月23日 文化祭準備中
文化祭当日は11月3、4日です。

日曜日の今日も文化祭へ向けて理科部は準備をしている真っ最中です。
今年の実験内容は、液体窒素、ウーブリック、力の分解、バブロケット、テルミット反応、再生チョコレート、プラネタリウム。企画展示には紫外線とは？など、様々なものを本番に向けて準備中でございます！

... [続きはこちら](#)

九州高等学校生徒理科研究発表大会



2005年2月12日 鹿児島大会
発表内容:「[夜空の明るさⅢ -自作機器による夜天候の研究-](#)」

2004年11月に行われた福岡県での地区大会で見事地学部部門の選抜クラブの一つとして選ばれ、本大会開催地である鹿児島へ行って来ました。発表した場所は鹿児島県民交流センターと言う施設で非常に立派な所でした。

... [続きはこちら](#)

今後の課題

今後の課題として、次のことが考えられる。

- ・ 個人差をできるだけ減少する方法。
 - ・ 5分間はサングラスをかけ、目の負担を軽くし、暗闇に目を慣らす。
 - ・ 2回以上観測し、2回の値に大きな差がでた時はもう一度観測をする。
 - ・ 定期的に観測者の個人差の確認をする。
 - ・ 機器の操作に慣れる。
- ・ スターウォッチングの資料と比較できるようにする。
私達の観測では、単位として Lx を使っている。一方、スターウォッチングの資料では mag/□" (星の等級の単位) が使われている。このままでは比較できないので、mag/□" が何 Lx に相当するかを検討したい。

- ・ SPMと夜空の明るさ。
私達の自作機器が目に見えないSPMを感知する能力があることは証明されたと考える。今後は、私達の観測値からSPMの水平、垂直面の動きを観測できないか検討したい。そのためには、これからも継続して北九州市と協力していきたい。
- ・ 高低差による光の強さの違いを調べる。
平尾台や皿倉山など、高低差のあるところで観測すると、データに明確な違いが表れている。そこで私達は「夜空の明るさ」ははるか上空までの明るさではなく、ほんの上空数100mの大気の高さによって決まる、という仮説を立てた。今後、観測を続けて、仮説を実証したい。

おわりに

今後、東筑紫学園高校理科部天文班は、今回作成した機器を使った観測を続ける他、光の強さと大気中の浮遊物質との関連性や、観測場所の高低差との関係についても調べていこうと思う。それと同時に、理科部のホームページによって、全国にこの調査を広めていきたい。ちなみに、今回作成した機器は、コストもかからず手軽にできるものであり、ぜひ皆さんにもこの調査に参加していただきたい。

多くの人々はエネルギーが無駄使いされている現状を知らない。無駄なエネルギーは地球温暖化や異常気象など、様々な環境問題をひき起こしている。夜空を測定することで大気汚染の進行状況などがわかれば、環境問題の解決策も見つかるかもしれない。この画期的な調査方法が日本に定着することを願っている。

この4年間にわたる「夜空の明るさ」の研究では、「物事を研究するというの

は、どういうことなのか」ということを学んだ。誰もやったことのないことを自分達で研究し、さらに発表という形で、他の人々に伝えるという経験は、普段のどんな授業よりも重要かつ貴重な経験であった。幸い、九州大会で3度にわたり発表した結果、いろいろな先生方から高い評価をいただいたことが、私達にとって最高の名誉だと思う。

メンバー

S 2 - E	長 富	紗 良
S 2 - B	内 田	宙
S 2 - E	今 村	讓 二
S 1 - A	長 野	櫻 子
S 1 - B	谷 口	和 成
S 1 - D	添 田	陽 平
L 1 - 1	河 津	誠 二
L 1 - 1	片 岡	康 成
L 1 - 1	坂 本	聖 実
J 3 - B	濱 田	優
J 1 - B	江 田	誠

参考文献

- ・ Gote Flodqvist, A Simple Dark-sky Meter, Sky & Telescope (Feb.2001), pp.138-140
International Dark-Sky
- ・ 公害防止条例
<http://www.town.bisei.okayama.jp/bao/kogai/index.html>
- ・ 美星町公害防止条例
<http://www.town.bisei.okayama.jp/town/kogai/kogaijou.txt>
- ・ わかばだい天文同好会
<http://www.2abiglobe.ne.jp/~wakaba/wakaba-j.htm>
- ・ インターナショナルダークスカイ協会
<http://www.darksky.org>
- ・ Toss インターネットランド

- ・北九州市環境局環境対策課 未発表資料（SPM値）

九州高等学校生徒理科研究発表大会

夜空の明るさについてⅣ
～自作観測器による
夜天光の研究～

発行日：2006年2月12日

編集者：長野 櫻子

発行者：長富 紗良 [理科部 部長]

発行所：東筑紫学園高等学校・理科部

北九州市小倉北区清水 4-10-1
〒803-0841 TEL 093(571)0488