

影の不思議に迫る ～影のぼやけの原因・規則性の検証～

鹿児島県日置市立伊集院北中学校 3年
小園 愛 中園 梨夏子

研究を始めた理由

私たちは女子ソフトテニス部に所属しています。県大会に向けて練習に励んでいたある日、ふと電信柱の影が目飛び込んできました。良く観察すると、電信柱の根元部分によってできる影は色も濃く日なたとの境界も明瞭なのに対し、上部によってできる影は色も薄く日なたとの境界もぼやけていました。根元部分の影と上部の影ではなぜこのような違いがあるのか、そもそも影の「ぼやけ」ができる原因は何なのか。また、影を作る物体と影の距離とぼやけ幅の間には何か規則性があるのか疑問に感じ調べてみることにしました。

研究の目的

- ① 影と日なたの境界部分に「ぼやけ」ができる原因を追究する。
- ② 「影を作る物体と影ができる面の距離」と「ぼやけ幅」の間には相関関係が成り立っているのか検証する。

研究の方法

- 予備実験
- ① 影の明るさ変化を数値化する方法の検証
デジタルカメラで撮影した画像において、1ピクセルごとのRGBデータを基に明るさ変化を数値化できないか検証。
 - ② 影の明るさデータを得る際の条件制御の方法
 - ・カメラの設定を変更し、設定変更によるRGBデータへの影響検証。
 - ・時刻の変化及び天候の変化による影の明るさ変化への影響の検証
- 本実験
- ① 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅰ
 - ・影を作る物体下の本影部から日なた部に移動する際に見える太陽の面積変化と、本影部から日なたに移動した際の明るさ変化をグラフ化したデータから比較・検証する。
 - ② 「影を作る物体と影のできる面の距離」と「ぼやけ幅」の相関関係
自作実験装置を作製し、影を作る物体と影ができる面を10mm, 20mm, 30mmと150mmまで10mmごとに大きくしていき、それぞれの場合におけるぼやけ幅を測定する。
 - ③ 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅱ
自作実験装置の内側に植毛布を貼り、本実験②と同じ方法でぼやけ幅を測定し、本実験①以外の「ぼやけ」ができる原因を追究する。
 - ④ 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅲ
カメラにRGBそれぞれの光を透過しやすいフィルターを装着し影を撮影する。その影のRGBデータから影におけるRGBの強さを測定し、本実験①本実験②の結果以外の、「ぼやけ」ができる原因を追究する。

研究の結果及び分かったこと

- 予備実験
- ① 影の明るさ変化を数値化する方法の検証
カラー画像における1ピクセルごとのRGB値の平均化をおこなうことで、カラー画像をグレースケール化する。その1ピクセルごとの値から、影

の明るさ変化を数値化することが可能であることが分かった。

② 影の明るさデータを得る際の条件制御の方法

8時から16時まで2時間おきに影の明るさ変化を測定したところ、時刻の変化による影の明るさ変化はほとんどないことが確認された。

別日の同時刻に影の影の明るさ変化を測定したところ、時刻の変化による影の明るさ変化はほとんどないことが確認された。

本実験 ① 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅰ

日なたから本影までの影の明るさ変化をグラフ化したものと、直線から円が見えてくるときの、面積変化をグラフ化したものはほぼ同じグラフの形になることが確認できた。その結果から、影のぼやけができる原因は、影を作る物体から太陽が見えるようになる時の、太陽の面積変化が大きな原因になっていることが確認できた。

② 「影を作る物体と影のできる面の距離」と「ぼやけ幅」の相関関係

本実験②では、装置内の側壁からの反射光が本影部及びぼやけ部にも届く状態で実験した。そのような状況下では、「影を作る物体と影のできる面の距離」と「ぼやけ幅」の間には相関関係が成り立っていないことが確認された。

③ 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅱ

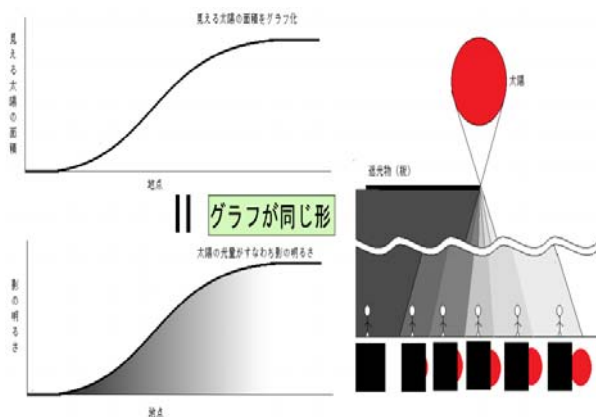
本実験③では装置内に植毛布を貼り、反射光が本影部及びぼやけ部に入射しないように改良した装置内でぼやけ幅を測定した。その結果、「影を作る物体と影のできる面の距離」と「ぼやけ幅」の間には比例関係が成り立っていることが確認された。この結果から、自然界にできる「影」及び「影のぼやけ」には周囲の物体からの反射光が大きく影響していることが確認された。

④ 影における「ぼやけ」ができる原因の検証Ⅲ

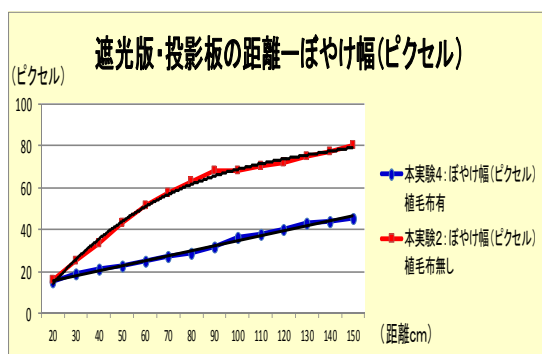
「太陽の面積変化」「周囲の反射光」以外にぼやけができる原因が無いことを検証した。RGBそれぞれの波長における「影の明るさ」を測定したところ、最も本影部奥まで届いていた波長はRであり、次にG、最後にBの順番であった。これは「光の回折の仕方」と同じであることから、影のぼやけには影を作る物体の側を太陽光が通過する際、「光の回折」が起こっており、「影のぼやけ」には光の回折が影響していることが確認された。

まとめ

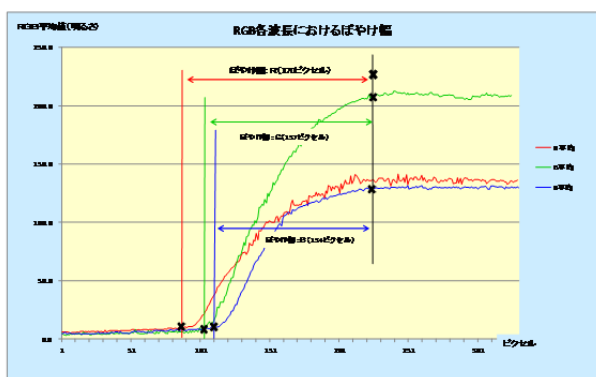
- ① 影におけるぼやけの大きな原因は、遮光板下（本影部）から日なたに移動した際に見ることのできる太陽面の面積変化によって起こる。
- ② 遮光板（物）と投影板との距離が大きくなるとぼやけ幅も大きくなる。
- ③ 本影部やぼやけ部には、周囲の反射光が届いており影の明るさ及びぼやけ方にも大きな影響を与えており、周囲の環境次第で影の明るさやぼやけ方も変化する。
- ④ 周囲の反射光を無くす（極力少なくする）と、「遮光板（物）投影面との距離」とぼやけ幅は比例する。
- ⑤ ぼやけには遮光板の側を太陽光が通る時に曲がる「回折」という現象が影響を及ぼしている。



ぼやけの原因①太陽の面積変化模式図



ぼやけの原因②周囲の反射光及びぼやけ幅の規則性



ぼやけの原因③光の回折RGBぼやけ幅の結果



自作実験装置を用いて観測している様子

平成 25 年度 野依科学奨励賞 受賞作品概要
「影の不思議に迫る」 小園 愛 中園 梨夏子