色とものの温度の関係～色と光の関係について考える～

熊本大学教育学部附属中学校　2年　後藤 彩希

1 研究の動機

外出をしていると、日差しの強い外に日に出るとき、着る服の色によって暑さや、暑くなりやすさが違うように感じた。それで熱と色と日光に何か関係があるのか気になった。だから、布の色によって日光に当てた時の熱の上がり方やその布の内側の温度の上がり方、色によって色水の蒸発量に違いがあるのかを実験し、調べようと思った。

2 実験方法,結果と考察

（実験1）布による色の違いで、布の温度や内側の温度に差が出るのかを調べる。

（方　法）

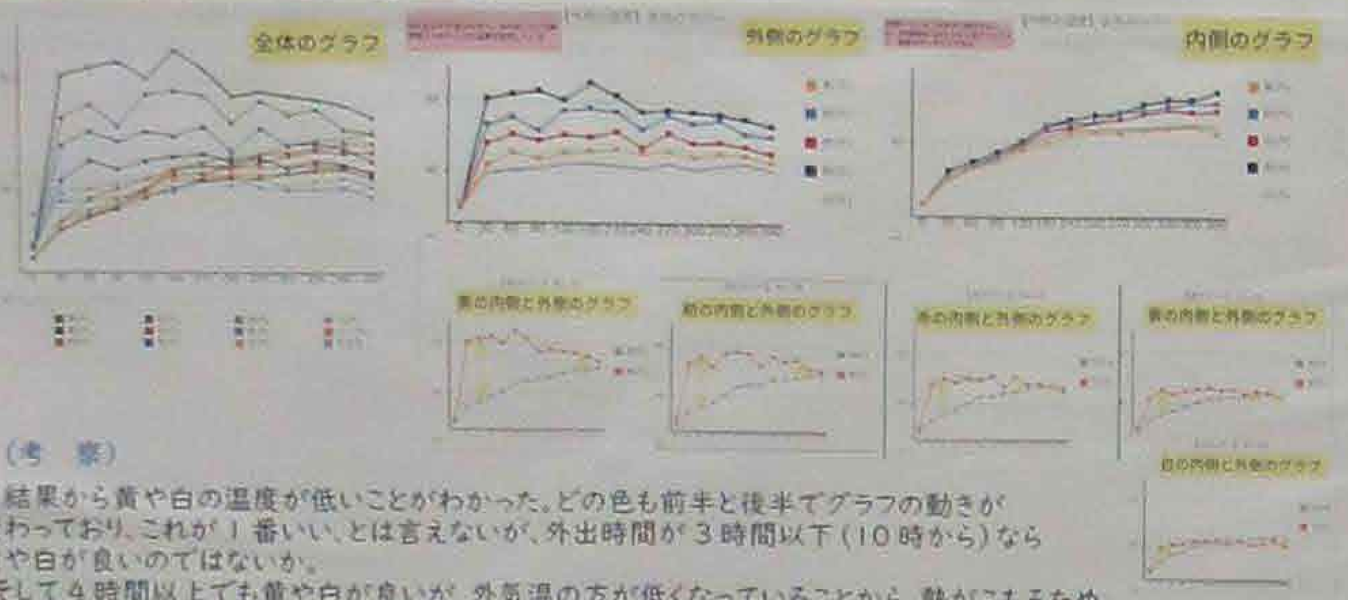
① 水の入ったペットボトルに何もかけないものと、黒、白、赤、紺、黄、それぞれの布をかけたものを使い、人に見立て、人が感じる温度調べる。

② ペットボトルの蓋のところを輪ゴムで止め、風で取れないようにする。そして日光が当たるよう、それぞれ間隔を開けて外に置く。地面からの熱が伝わらないようダンボールを重ねて下にひく。その状態で30分置きに布の表面温度と内側の温度を測る。

準備物	注意点
・未開封の水の入ったペットボトル 6本 ・輪ゴム ・温度測定器 ・ダンボール ・黒、紺、赤、黄、白の布	・地面からの熱が伝わらないよう、ダンボールを重ねた上に置く。 ・影が他の布に当たらないよう、間隔を空ける。 ・温度の測定場所を同じ場所に揃える。布じかげ（外側）の温度はペットボトルのキャップの部分、内側のペットボトルの水の部分はペットボトルにある線のところ（したから約3分の2の位置）で測る。

（結　果）

全体のグラフを見ると、内側なら黄が1番低いことがわかった。また、色別の内側と外側では、赤の390分後と白の約3時間後では他の色と違って外側より内側の温度の方が高くなっていた。また外側、内側のどちらも黒が1番温度は高くなっていた。各色の内側と外側のグラフを見ると、どの色も最初は外側の方が温度は高いが、だんだん内側の温度も上がり、差が小さくなっている。特に白は3時間過ぎたくらいには内側の温度の方が高くなっている。内側のグラフを見たとき、最初はどの色もあまり変わらないが時間が経ち、3時間経ったくらいから違いが見られる。



（考　察）

結果から黄や白の温度が低いことがわかった。どの色も前半と後半でグラフの動きが変わっており、これが1番いい、とは言えないが、外出時間が3時間以下（10時から）なら黄や白が良いのではないか。

そして4時間以上でも黄や白が良いが、外気温の方が低くなっていることから、熱がこもるため、帽子などではなく日傘など、皮膚に直接触れないものが良いとも考えられる。各色の内側と外側のグラフを見ると、どれも最初は外側（布）の温度の方が高く、内側のグラフと差が開いているが、だんだん内側の温度が外側の温度に追いつき、差が小さくなっている。白に関しては内側の温度が外側より高くのグラフを見たとき、3時間経ったくらいから色による温度の違いが見られるのではないか。また、3時間経ったくらいから色による温度の違いが見られるのは、日光の防ぎ具合にも関係しているのではないか。

新たな疑問・目的

今回の実験・考察で日光（光）に当たった物体の温度は光の性質に関係していると考えられた。そこでそもそも赤や青などどうやって色の違いがあるのか。そして、光はどのような性質、物体に当たったときの色による光の進み方の違いがあるのかが疑問に思ったので実験して調べてみることにした。

（実験2）赤や青などどうやって色の違いがあるのか。そして、光はどのような性質、物体に当たったときの色による光の進み方の違いがあるのかを調べる。

（方　法）

① 赤い布を真っ暗なところに置き、白い光、緑の光、赤い光を当て、その様子を見る。赤と緑の光を当てたときを比較すると1と2は合っているか分かる。

（予　想）

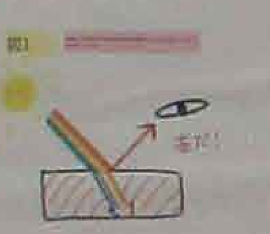
1. 物質に光（白色光）が当たり、赤い光だけが反射し、目に入ることで物体が赤く見える。
2. 物質に光（白色光）が当たり、赤い光だけが物体にとどまることで物体が赤く見える。

（準備物）

・赤い布・赤いセロハン（色の濃さを上げるため折りたたんだ）
・緑のセロハン（色の濃さを上げるため折りたたんだ）
・スマホの光（セロハンの大きさに合わせるため）・マスキングテープ

（結　果）

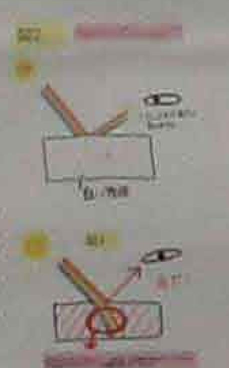
白い光、赤い光を当てたときは赤く見えたが、緑の光を当てたときは黒く見え、赤くは見えなかった。白い光と赤い光をあてたときは赤色の見えやすさにあまり差は無かった。



（考　察）

赤い光や白い光だと赤く見えたが、緑の光だと黒く、赤が見えなかったため、赤い光だけが反射し、目に入ることで物体が赤く見えることが考えられる。前に授業中でした線香の煙の中に光を当て、光の進み方について実験した際も、光源から離れていくにつれてだんだん光の筋が広がっていき、ぼやけていったので、光はものに当たったとき、一部は吸収され、また反射するから筋がだんだん広がっていくのかもしれないと考えた。また白い光と赤い光は大体同じような明るさだったため（セロハンを重ねて貼っていたので赤の方が少し暗い）、白い光（色が混ざった光）の中の赤い光だけが反射していたので同じような明るさになったのかもしれないと考えた。この実験から、色の違いは反射する光の色によって違っていることが分かった。

では、ペットボトルと布の実験のとき、温度に違いがあったのは光の反射のしやすさと何か関係があるのではないか。色によって反射する色の光とそうでない色の光があるから、その反射の関係によって温度も変化しているのではないか。例えば、赤と比べると白い布をかけたものは赤より温度が低い。それは白い布はほとんどの色の光が反射し、色が混ざって白くなり、白く見えていることが考えられる（図2）。また、反射される光の量による関係とは、図3の通り、反射されず、残った光によって光に当たった物体の温度が変化するのではないかと考えた。だから、色による温度の変化と光の関係をもっと調べてみたい。ペットボトルと布の温度の実験で比較しようと考えたが、あの実験では、白のグラフを見たら分かるように、布の温度は内側の熱にも影響を受けているかもしれないので、それでは色による反射の関係は調べられないのではないか。だから、色のついた水を外に同じ条件で置いておき、そのときの温度や蒸発量の推移で色と光の関係について少しは分かるのではないか。



（実験3）色ごとの、光の反射のしやすさを、温度の変化と照らし合わせて考える。

（方　法）

① プラスチックコップに黒、白、赤、青、黄、緑、透明（水）の100ml の色水を入れ、ダンボールを重ねたものの上に置く。
② 同じように日光が当たるよう、間隔を開けておく。
③ 30分ごとにそれぞれの温度と水位の減り（蒸発量）を調べ、比較する。
※水位低下の量を測るときは、コップを何度か上下に動かし、中の泡を出してから測定するものとする。

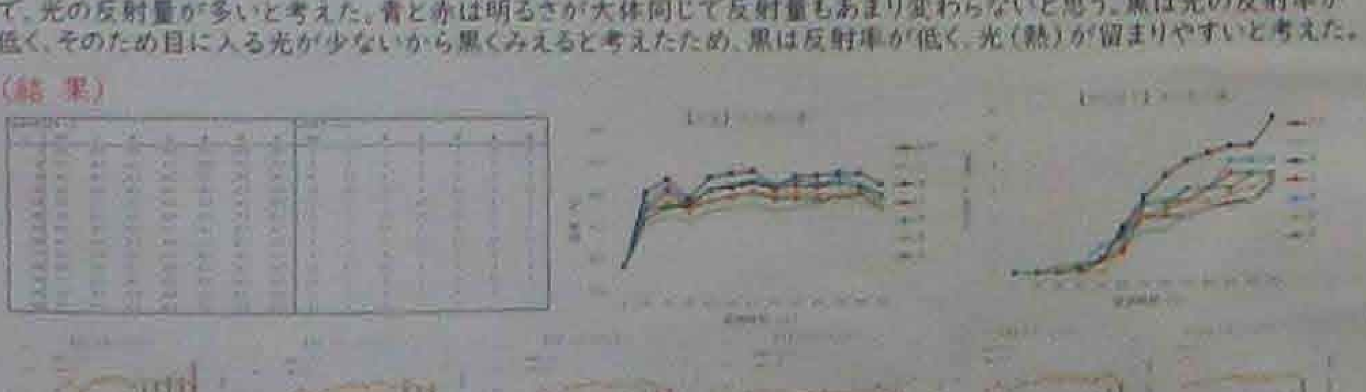
（準備物）

・7本のプラスチックコップ（100ml のところに印有り）・温度測定器
・定規・100ml ずつの水・ダンボール

（予　想）

水温と水位低下は大体比例していると考える。そして、水温の上がりにくく、水位の上がりにくい順は白、透明→黄→緑→青、赤→黒だと考える。光の反射率の大きい白や黄は水温や水位低下量は上がりにくいと考えた。透明は色がないから光が留まらず、屈折して光は出ていくのではないかと考えた。緑は赤や青と比べると明るいように感じたので、光の反射量が多いと考えた。青と赤は明るさが大体同じで反射量もあまり変わらないと思う。黒は光の反射率が低く、そのため目に入る光が少ないから黒くみえると考えたため、黒は反射率が低く、光（熱）が留まりやすいと考えた。

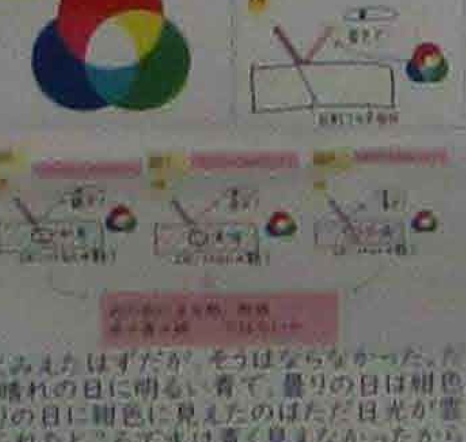
（結　果）



温度の上がりにくさの順は、「白→透明→黄→赤→緑→青→黒」となった。水面低下のグラフが1番緩やかで上がりにくいのは白だった。それに比べると透明は3時間経つと急に水面低下の量が上がっている。それぞれの色で、3時間くらい経ったときから色ごとに温度が安定していっている。

（考　察）

温度の上がり方は、絵の具の成分に関係しているのではないかと思ったが、グラフや結果の傾向はペットボトルの布の実験に類似していたため、絵の具の成分はあまり関係していないといえる。だから、色の温度や水位低下量の上がりにくさは「白→透明→黄→赤→緑→青→黒」と考えられる。色の順に着目すると、白、透明、黄、黒は大体予想通りだったが、赤→緑→青の順になったのは興味深かった。なぜこの順になったのかを白や黄の場合と照らし合わせて考えてみると、反射した光がいくつか混ざってできた色が見えていて、吸収された光の量に違いがあった（図3と図5）と考えた。しかし赤や青や緑は何かが混ざってできた色でなく（濃さは別）、単体の色である。だから、光の反射率も温度に関係しているが、それとは別に光の色によって物体に与える熱に違いがあるのではないか（反射されず物体に吸収された光によって熱が生まれるとすると）とも考えられる（図6,7,8）。では、光の色による性質や物体に与える熱に本当に違いがあるのだろうか。



そして、ペットボトルコップに水を入れただけのものを「透明」として実験したが、本当に水は透明なのだろうか。たしかにコップに水を入れ、外に置いたときも見た感じ透明だったが、海や川の水は青く見えた。本当に水は透明なのだろうか。海は空の青色が海に映って青くみえる、と聞いたことがあるが本当だろうか。そうならば外に置いた、水の入ったコップの水も青くみえたはずだが、そうはならなかった。だから海や川が青くみえるのには、別の理由があるのではないか。私は、海は晴れの日に明るい青で、曇りの日は紺色のような色であるから、太陽の光と関係しているのではないかと考えた。曇りの日に紺色に見えたのはただ日光が雲で遮られ、暗くなっているだけかもしれないが、川では木によって日光が遮られたところで水は青く見えなかったから日光と何かしら関係があるのではないか。また、葉によって少しだけ影ができていたところ（少し日光が当たっていると確認できたところ）は青く見えた。だから私は、海や川の青さは光に関係していると考えた。それに、外に置いたコップに入った水と海や川の違いは、水の量や深さであるから、少しずつ水が光によって影響を受けていって、青くなっているのではないか。海は砂浜と沖合で青さが変わっていたのでそう考えられる。また、水面に反射して見える光の模様があるから、水に対する光の反射も何らかの形で影響を与えているのではないか（水面の写真）。このように、光と水の関係が分かれば今回の実験で使った水は透明なのか分かるはずだ。

（実験4）

（方　法）

① 同じ形で同じ材質の色のついたガラスに光りをあて、その屈折して進んでいるときの光　色を確かめる。例えば図5で考えると、黄色のガラスに白い光りを当てたとすると青っぽい光が見えるはず。
② ①の実験で、色によって光の進み方が違ったら性質の違いの一つが分かるのではないか。また、シャボン玉を使って反射の関係を考えられるのではないか。
③ 1枚前のレポート（③）の考察で考えた予想から、水をそれぞれ違う大きさの容器にいれ、光を当てる。水が青くみえる条件を探す。白い容器に揃える。白いコップ・白く細長い容器・面積の広くあまり高さのない白い容器・白いビニールプールを使って実験する。

（結　果）

シャボン玉の実験は、シャボン玉がすぐに割れてしまい、細かく観察することができなかった。ゆっくり吹くなど試行錯誤したが難しかった。

このように、色のついた立方体のガラスに光を当てると、それぞれその色でない色がライトの近くで見られた。分度器を使ってそれぞれの色の屈折角　などを調べたが、あまり違いは見られなかった（光がぼやけていたため、真ん中になるように測った）。①⑥⑨では、あまり色に変化が見られなかった。

（考　察）

この実験で、物体に当たった光は反射されるものと吸収されるもので分かれており、その反射される光の色と吸収される光の色によって物体の色ができる。また、ブロックの表面だけでなく内部にも色がついているため、吸収される色が見えにくくなっている。が、反射される色の光でないものが吸収されていることがわかる。だから図1.2.3.5の仕組みは合っているのではないかと考えられる。しかし熱については調べられなかった。しかし実験で使用した物体は自ら熱をつくるものではなかった。しかし外気温より温度が高くなっていたため、温度が上がる影響は光（日光）から受けていると考えられる（物体に吸収される光のみの影響かは分からない）。光の色によってブロックの中の屈折角はあまり変わらなかったから、光の色によってそれぞれ性質がどのように違うのかは分からなかった。また違いがあったとしてもブロックの色と光の色が混ざっているように感じたため、断言はできなかったと思う。光の色による性質の違いは、今までの実験から、色の明るさのみで区別できるものではないということは考えられる。物体の色が違う仕組みは分かったが、そもそもなぜ光の色に違い（色の種類）があるのかが疑問に思った。また、なぜ光の色によって、物質に当たったとき反射するものと吸収されるもので分かれるのか疑問に思いました。その違いは物質の表面の様子ではなく光の色による性質の違いだと思う。しかし色のある物体の表面の様子や密度なども関係しているかもしれないので、はっきりとは言い切れない。だから光の色による性質が分かれば物質との関係も見えてくると考えた。しかし、これは今までの実験からも検討がつかず行き詰まったため、調べるしかないと思う。

調べて分かったこと

・光は、「波」と「粒」の両方の性質を持っている。その波としての性質（波動性という）を表すために「波長」という言葉が使われる。
・光の波長とは、光が1回振動する間に進む距離のことである。単位は nm がよく使われる（資料1）。
・人の目で見られる光は可視光といわれる。400nm~700nm の間の光である（資料2）。その波長の大きさを利用して電話などに活かされている。
・光の色の違いは「波長」の大きさの違いであること。だから波長の大きさによって色や物体に当たった時の様子が違う。
・光は「粒」の性質も持っている。光の強さはその「粒」の数によって光の明るさが変わる。光は粒の性質も併せ持っているため、音の信号（波長）とは違った性質がある（資料3）
・光のはたらきである光の屈折角や反射などとは別に、「干渉」というはたらきがある。光はいろいろな方向に進んでいるので、光の波の波と波が常にぶつかっており、そのときに起こる現象を「干渉」という。シャボン玉に色々な光の色が見えるのは、この「干渉」のはたらきによるもの。

参考資料
・https://photonterrace.net/ja/photon/behavior/
・https://createroom.net/why/apply/optical/

（実験5）深さと色の関係を調べる。

（方　法）

① 容器を変えての実験は、水温や容器の白の色（若干違った）などの条件制御ができなかったため、お風呂に水を溜めていき、水が青くなったときの水位を調べた。
② また、水温も関係しているのか疑問に思ったため、お風呂に入れる温水と、お風呂の深さと同じくらいの水位である八景水谷公園の水温とで水の色について調べた。

（準備物）・浴槽・水

（予　想）

水が青く見えるということは、水が青色の光だけを反射しているということだと考えられる。しかし青以外の色はどうなっているのかが分からない。また、なぜ青色の光だけが反射する水の条件がわからないからなぜ青くみえるのかわからない。しかし、青い光が反射することは考えられた。

Google Map から引用

（結　果）

Google Map から引用

	八景水谷公園の川の上流	八景水谷公園の川の、中の上流	八景水谷公園の川の、中の中流	八景水谷公園の川の下流	八景水谷公園の水の科学館の水辺	家のお風呂	轟水源
水底の様子	小石など	泥や藻で覆われている	砂利、でも大きな岩により、よくゴミが巻き上げられている	泥や水草などで覆われている	全面茶色のコンクリート	全面白色	小石など
水の深さ	約10~20cm 深さはバラバラ	約30cm	約50cm	約30cm	約10cm	約30cm	約40cm
光の当たりやすさ	よく当たる	よく当たる	当たりにくく、薄暗い	当たりにくく、薄暗い	当たらない	よく当たる	木が生えていて空は見えないが光は当たるので明るい
水温	26.3℃	27.9℃	27.9℃	28.3℃	27.3℃	42℃	16℃
水の色	深いところだと青い	青くない	青くない	青くない	青くない	青い	青い

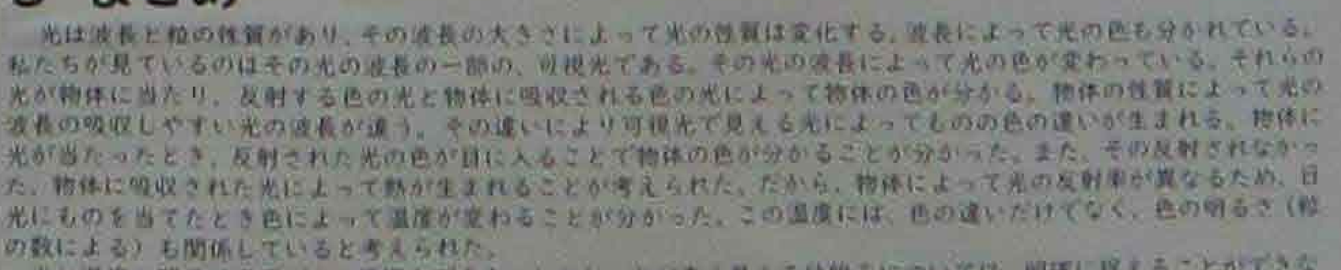
お風呂に張った水は、お湯を入れ始めたときから、水の高さが10cm くらいから青くなりだし、水量が増えていくごとにだんだん青が増していった。

しかしお風呂と比べると、八景水谷公園の水はどんなに晴れていても青くならなかった。しかし一部（上流）だけ少し青くみえたところがあった。青くなったところとそうでないところの違いは、水底の様子であり、青くないところは泥や藻のようなものが敷き詰められていたが、青くなったところは水が澄んでいて小石が敷き詰められていた。

また、「水面の写真」のように白いモヤモヤができるようになるのは、水位が浅いところでしかできなかった（八景水谷公園の水の科学館の水辺）。これは水面だけでなく、水辺の天井にもみられた（青くはないが白いモヤモヤはみられた）。

（考　察）

条件制御がうまくいかなかったのではっきり言い切ることはできないが、全体的に比較していくと水が青く見える条件は、水の量や水深の浅くないところ、光の当たるところ、水底が泥や藻や水草などで覆われていないところだと考えられた。轟水源の水は空があまり見えていなくても光が当たっているだけで青く見えていたので、水面に空の色が映って青く見えるという考えは違うとわかった。光の当たり加減だけでなく、水底の様子が関係していそうなことは意外だった。しかし、青い光が反射していると考えると、必要な条件であると気づいた。考えてみると今までは図9か図10のどちらかのように反射することで青く見えていたと考えていたが、この実験から図10のように反射することで青く見えると考えられた。なぜなら泥や藻や水の濁りがあることで光が吸収されることに気づいたからだ。だから図10のように反射していると考えると、泥や藻や水草があり、濁ることで光が吸収されてしまい、反射されなくなってしまうことで青くなくなる（図11）と考えられた。それだと、これまででは水温は関係ないことが意外だったが、少し納得できた。今までは水温が低くないと青く見えにくいと思っていた。なぜなら大体水温の低いところでよく水が青くみえたからだ。しかし、水温が低いことで直接水が青くみえることと関係しているのではなく、間接的に関係していると考えた。水温が低いということは、日光が当たりすぎず、水の流れがよく（水が滞らず濁りにくく、また泥や藻などが溜まりづらい）、温度が上がりにくい（→浅くなく、水深が深い）環境であることがわかる。その環境があることで、光が、進みやすく、反射しやすい環境ができることにつながっているのではないか。しかし、これだけでは水が青くみえる条件や理由を完全に理解したとはいえない。なぜなら図10,11をみると分かるように、なぜ水の中を太陽などの白い光が通ると青い光だけになるのかが解決できていない。もしかすると別の仕組みがある可能性も出てくる。例えば図12のように水面に光が当たることで水面に青の光以外が反射され、青い光は水底まで進み、反射して目に届くという考え方もあると考えられる。しかし光の三原色は赤、青、黄で成り立つものなので、本当に合っているとは考えづらい。青以外が色の光はどのような動きをしているのかは分からないが、青い光の動きは考えられるのではないか。例えば海では、水の深さによって青の濃さ（明るさ）が違っている。お風呂に水を溜めていく実験でも、水量が増えていくほど青が増していった。これは水深や青みの差が大きい海の例を使うと、浅いところでは海底までが近く、すぐ反射して目に届くから明るく見えるが、深いところでは海底までが遠く、光が反射しづらくなり、浅いところよりも濃い青として見られるのではないか。それによりお風呂の水位と青さも変化しているのではないか。この実験だけでは明確な答えは出せなかったため、今度は水と光の関係についても実験し、調べたい。



3 まとめ

光は波長と粒の性質があり、その波長の大きさによって光の性質は変化する。波長によって光の色も分かれている。私たちが見ているのはその光の波長の一部の、可視光である。その光の波長によって光の色が変わっている。それらの光が物体に当たり、反射する色の光と物体に吸収される色の光によって物体の色が分かる。物体の性質によって光の波長の吸収しやすい光の波長が違う。その違いにより可視光で見える光によってものの色の違いが生まれる。物体に光が当たったとき、反射された光の色が目に入ることで物体の色が分かることが分かった。また、その反射されなかった、物体に吸収された光によって熱が生まれることが考えられた。だから、物体によって光の反射率が異なるため、日光にものを当てたとき色によって温度が変わることが分かった。この温度には、色の違いだけでなく、色の明るさ（粒の数による）も関係していると考えられた。

光と温度の関係は考察でき、根拠もできた。しかし、水が青く見える仕組みについては、明確に捉えることができなかったので、もっと水と光の関係について実験し、調べたい。そもそも、水と光の関係では条件制御がうまくいかず、あまり根拠を集められなかったため、もっと水の性質にも着目し、光との関係について考え、探っていきたい。