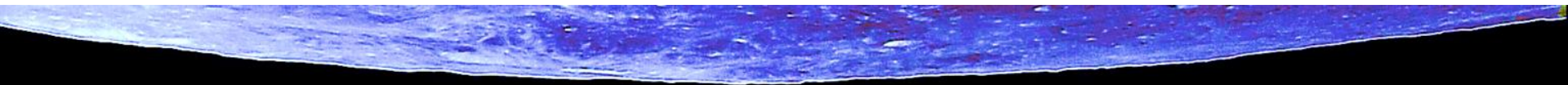


月の色が違って見えるのはなぜか



はじめに



研究動機

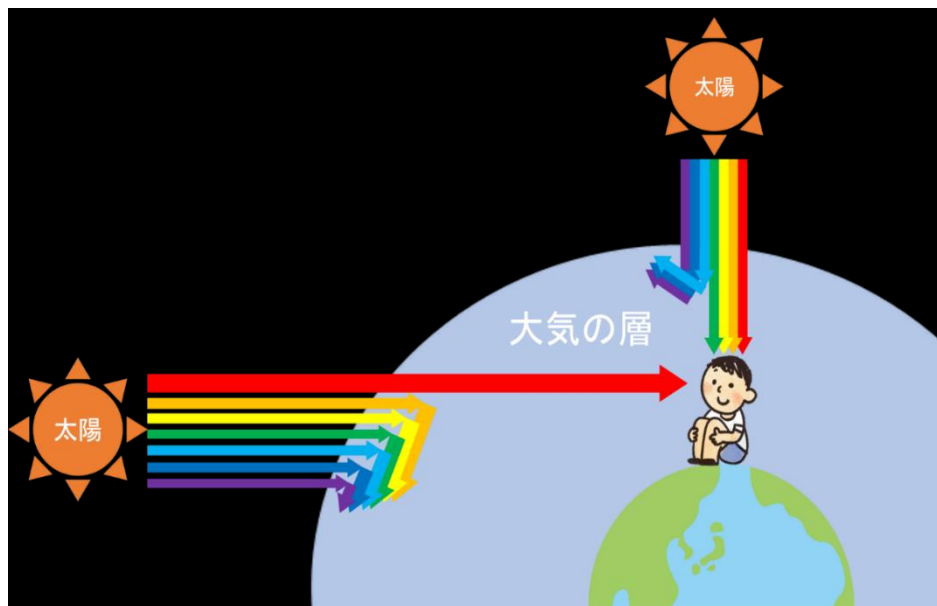
普段何気なく見ている月の色が
時々違って見える現象に興味を持ったから。

昨年度は月の基礎知識をつけるための勉強と実験を行った

基本知識①

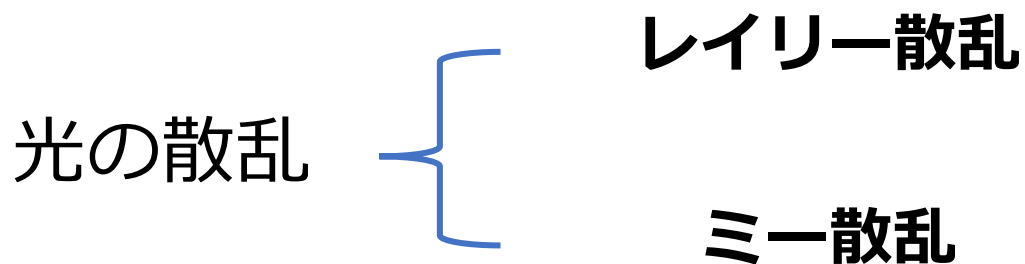


- ・月の色が赤く見えることがある
- ・それは夕日が赤く見えるのと同じ原理
- ・元々太陽光は七色の光が混ざり合った結果
- ・地球の大気にある微粒子にぶつかり散乱
- ・そのため昼間空が青く見える
- ・夕方は昼間より斜めから光が差し込む
- ・散乱しにくい赤い光が多く目に届く
- ・すると夕日は赤っぽく見える



- ・このような理由から月が低いとき赤く、高いとき青く見えるということになる
- ・また、人間の目は薄暗いところで青い波長を感じやすいため
夜空の高い位置にある月の周りの空はより青く見える
この現象を研究者の名前からプルキニエ効果という

基本知識②



レイリー散乱

- ・ 光の波長より小さい粒子による散乱現象
- ・ 光の波長が短くなるにつれ、散乱される

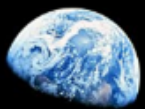
例：空が青く見える、夕焼けが赤く見える

ミー散乱

- ・ 光の波長と同じ大きさか大きい粒子による散乱現象

例：雲が白く見える

実験①-1

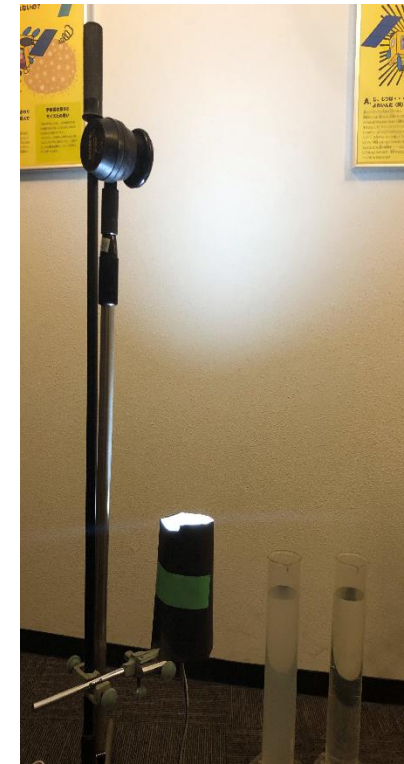


実験のきっかけ

月が赤く見える原理を確認したかったから

用意するもの

- ・メスシリンダー2本
- ・スタンド
- ・LED電球（白色光）
- ・牛乳





実験方法

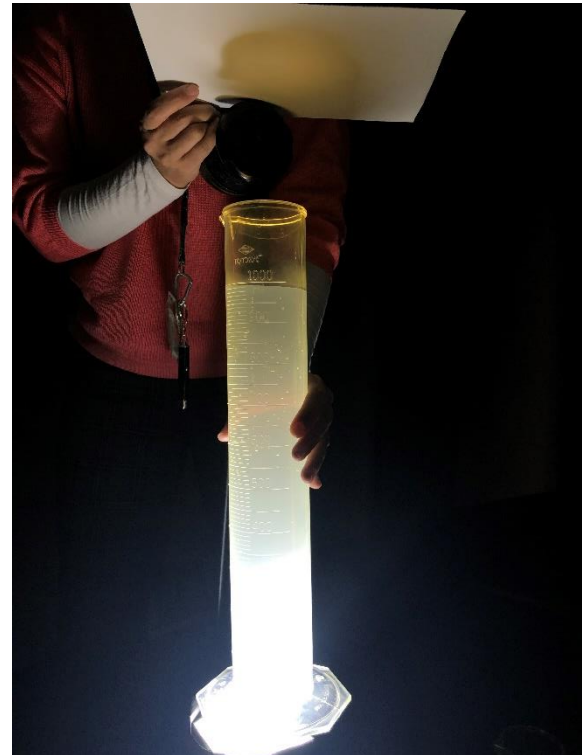
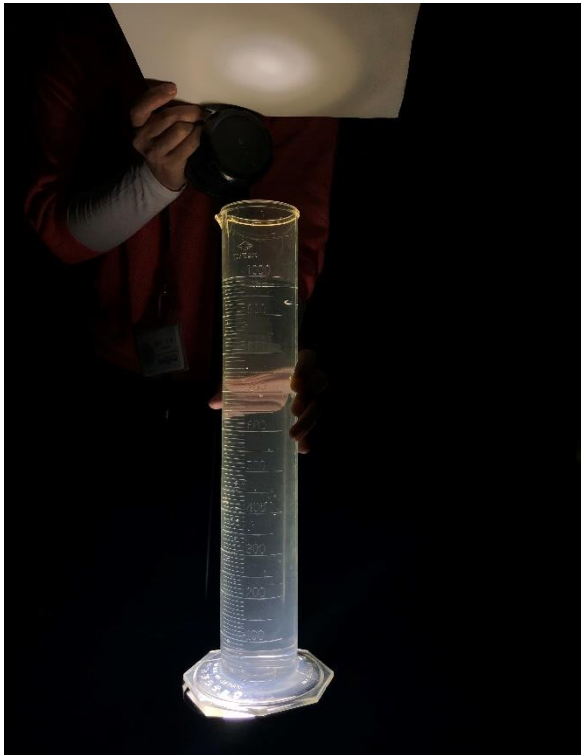
- ①メスシリンダーAに水1L,メスシリンダーBに水1Lと少量の牛乳を入れる
- ②スタンドに電球を取り付ける
(光が周囲に拡散しないように黒い紙を巻く)
- ③A,Bそれぞれの底面から光を当て、透過した光を白い紙で受けて色を観察する

実験①-4



実験結果

- 水しか入っていないメスシリンダーAは光を当てても何もおきなかった
- 牛乳を混ぜたメスシリンダーBは光源に近いところは青白く光源から離れるほどオレンジ色となった



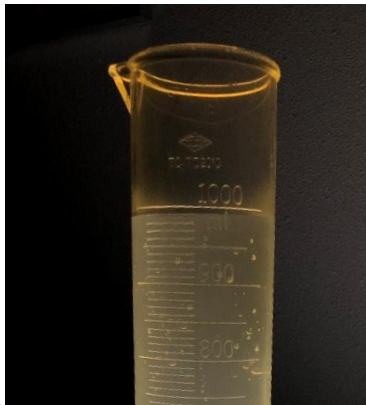
考察



実験考察

- ・メスシリンダーBの光源が近いところが青白くなった
- ・その理由は光源が近いところでは波長の短い青い光がよく散乱するため
- ・メスシリンダーBの光から遠いところがオレンジ色となった
- ・その理由は光が遠いところでは波長の長い赤い光が届きやすくなるため

光源が遠いところ



光源が近いところ



観測について



日時・場所

<日時>

2020年

1月10日18:00~1月11日6:00

(0:00以降曇天のため観測不可)

<場所>

玉川学園天文台

使ったもの

- ・屈折望遠鏡
タカハシ TOA-130
- ・カメラ
SONY a6300
感度：ISO200
露出時間：1/320秒

観測方法

月の高度10度上がるごとに撮影し色の変化を調べる

観測結果

目で見ただけでは変化が見られなかった

分析①-1



分析方法

撮影した写真を分析した。

使用ソフト：グラフィックソフトウェア(Microsoft Paint)

- ①月面の写真で小さめのクレーターを決める
- ②決めておいたクレーターをスポイト機能で選択する
- ③赤(R)、緑(G)、青(B)の0から255までの数値を3つとも読み取る
- ④③を10回繰り返し、平均する
- ⑤仮説として赤(R)は変化しないと考えているため
赤(R)を基準にして青(B)がその何割になっているかを調べる
計算方法はBの数値÷Rの数値

分析①-2



18:59
30.7度
B/R=0.810



21:33
60.7度
B/R=0.912



19:51
40.9度
B/R=0.854



22:24
70.0度
B/R=0.920



20:42
50.9度
B/R=0.897

分析結果

- ・時間が早いほど赤く見えていることが分かった
- ・時間が進むにつれて青みが増していることが分かった



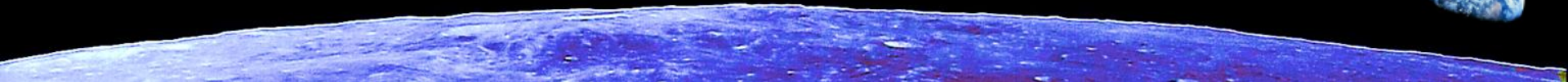
分析方法

アップロードした写真を赤(R)、緑(G)、青(B)に分解するサイトを使って分析した

使用サイト：<https://www.aatbio.com/tools/online-image-channel-splitter-rgb>

- ①分析する写真の背景を透過する
- ②アップロードした画像の赤(R)と青(B)の数値を調べる
- ③調べた数値で $B \div R$ をする

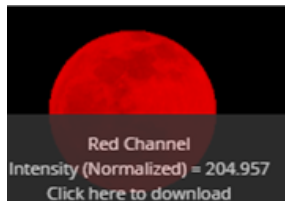
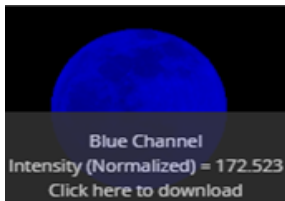
分析②-2



18:59

30.7度

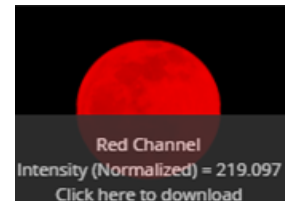
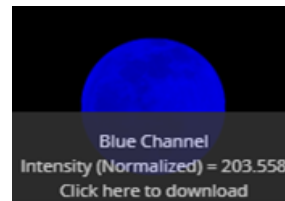
B/R=0.810



21:33

60.7度

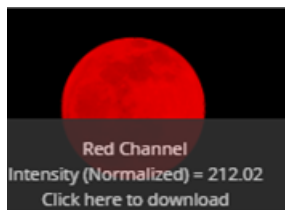
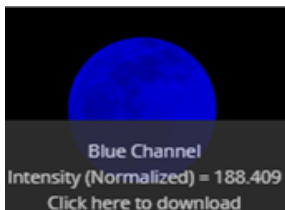
B/R=0.912



19:51

40.9度

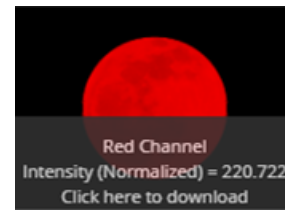
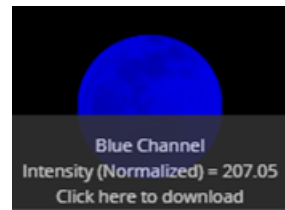
B/R=0.854



22:24

70.0度

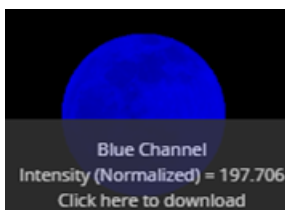
B/R=0.920



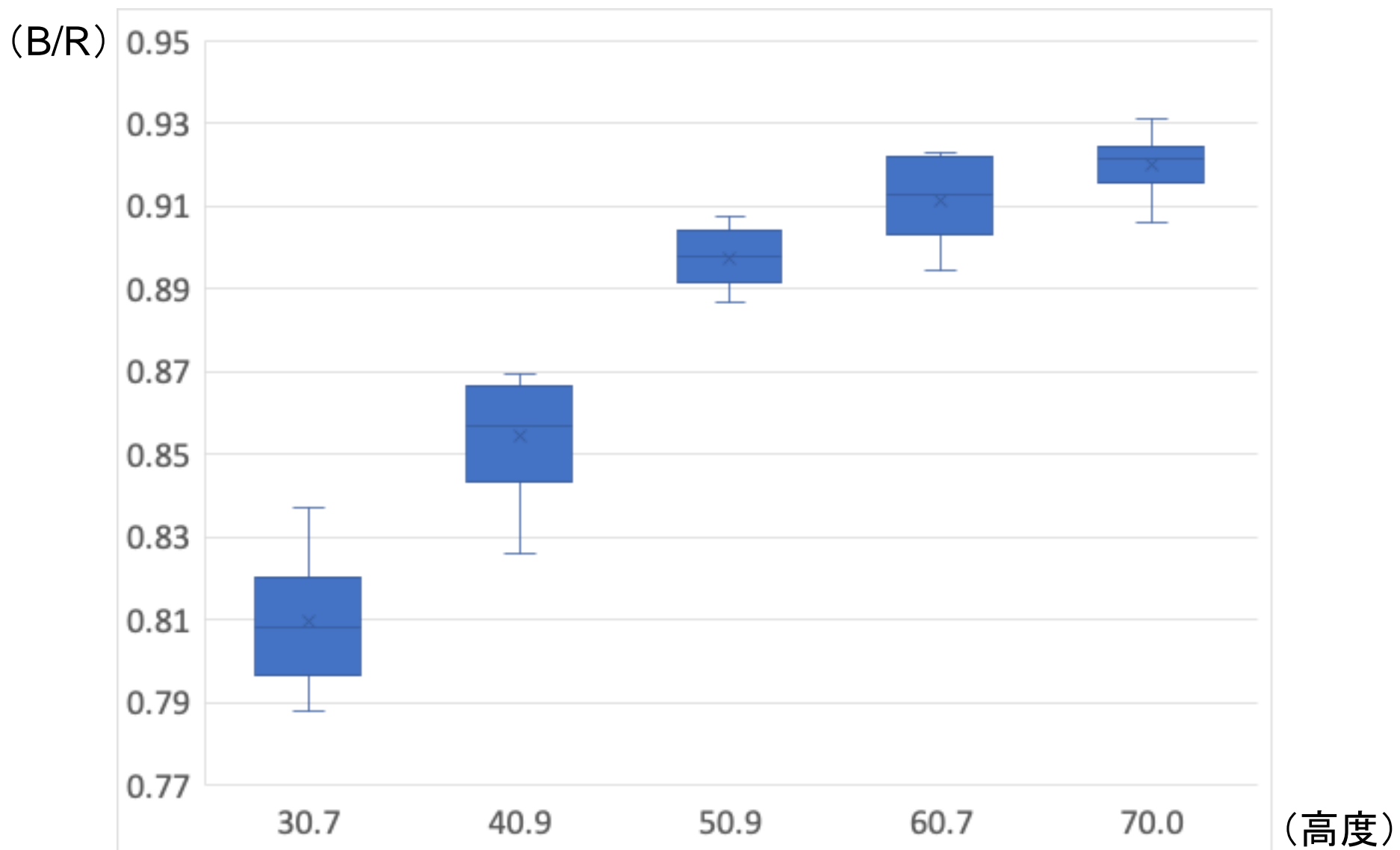
20:42

50.9度

B/R=0.897



分析②-3



分析②-4



分析結果

- ・機械で分析しても結果は変わらなかった
- ・月は低いところにあるほど赤く、高くなるほど青みが増す
- ・結果からある角度で急激に青みの増加がなだらかになった

振り返り

- ・高くなるにつれて青みが増すときに、増加の幅が均一でなかった
- ・なぜ変化が穏やかになるのか調べたい

発展研究①-1



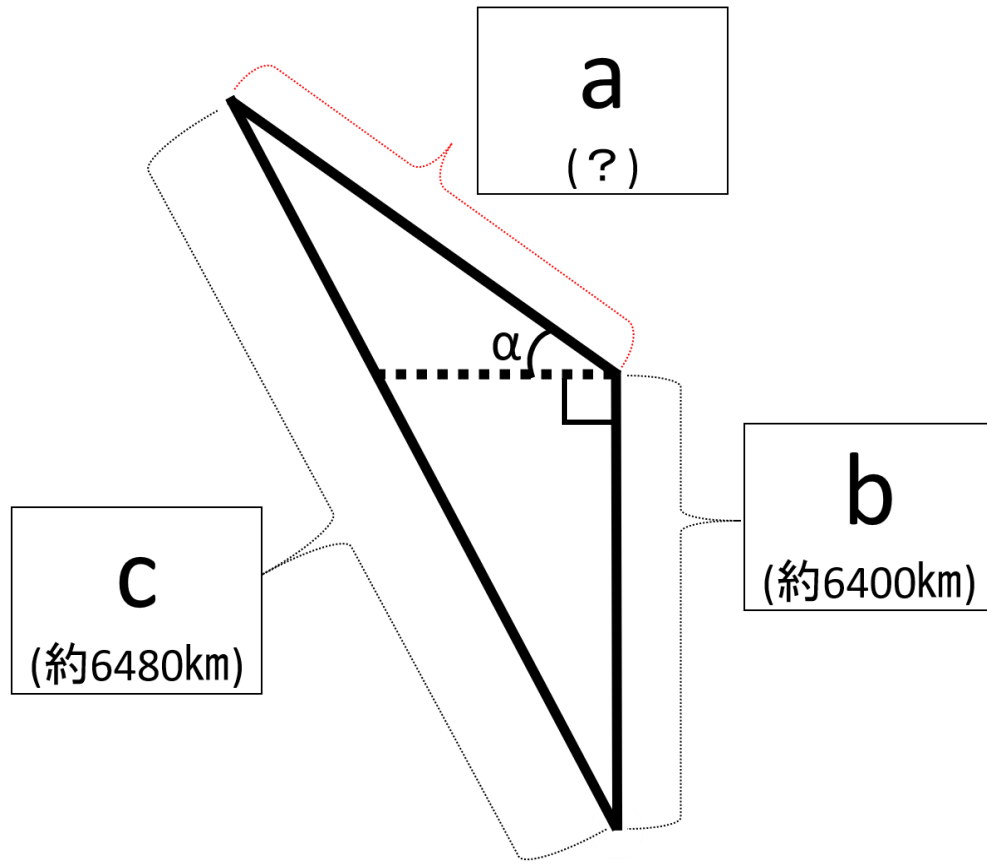
きっかけ

- ・分析②で見られた青みの増加がなだらかになる理由が気になった
- ・レイリー散乱の影響なら、光が通り抜ける大気の長さに関係するのではないかと思った
- ・角度による長さを計算し、傾向が見えるか調べたかったから

分析方法

三角関数を使って、地球から大気の層までの長さを計算し変化が穏やかになる理由を調べる

発展研究①-3



余弦定理より

$$C^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos C$$

$\cos(90^\circ - \theta) = \sin \theta$ なので

$$C^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot (-\sin a)$$

※ a は $30^\circ \sim 70^\circ$ まで変化する

発展研究①-4



	長さ	差
30°	157.14km	
40°	123.40km	33.74km
50°	104.39km	19.1km
60°	92.20km	12.19km
70°	85.07km	7.13km

分析結果

- ・ 角度間の長さの差が小さくなった
- ・ よって50°を過ぎると青みが増すのが緩やかになったことが分かる



研究結果

(基本研究)

- 月は大気のレイリー散乱によって色が変わると分かった
- 月は低いほど赤く、高いほど青みが増すことが肉眼だけでなく、数値でも証明することができた

(発展研究)

- 50°まで上がると青みの変化はあまりない

参考文献



基礎知識

<https://ailovei.com/?p=82816>

https://global.canon/ja/technology/kids/mystery/m_01_10.html

<https://psych.or.jp/interest/ff-04/>

<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/B7EEA4CEBDD0C6FEA4EAA4C8C6EEC3E62FC6EEC3E6B9E2C5D9.html>

<https://www.nao.ac.jp/astro/sky/2019/02-topics01.html>

散乱

<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/wiki/C2E7B5A42FBBB6CDF0.html>

<https://astro-dic.jp/rayleigh-scattering/>

日中空が青い理由、夕焼けが赤い理由

https://www.ccs-inc.co.jp/guide/column/light_color/vol21.html

https://www.ntt.co.jp/dic/master/photo_kids/001/index.html

<https://weather.goo.ne.jp/summer/study/14.html>

https://global.canon/ja/technology/s_lab/light/001/01.html

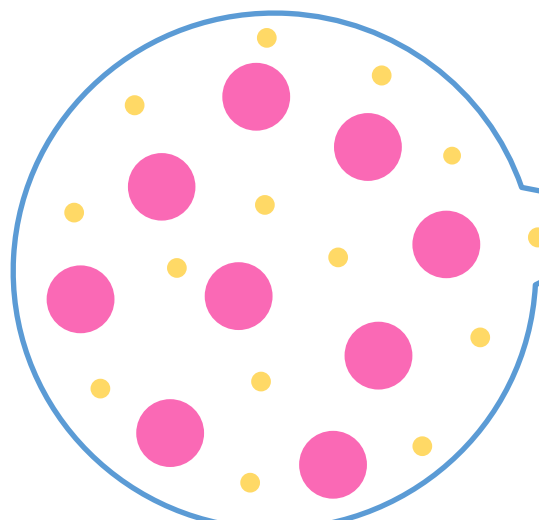
観測

<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/cande/cal/>

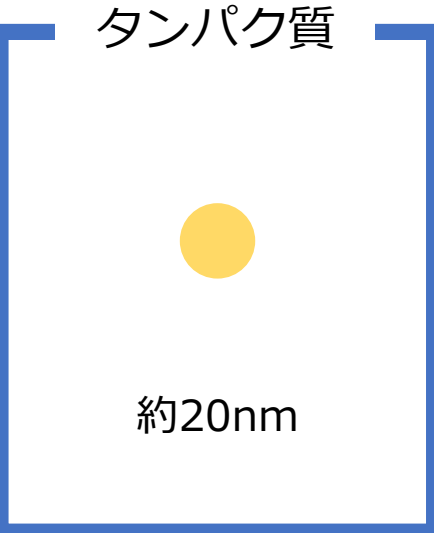
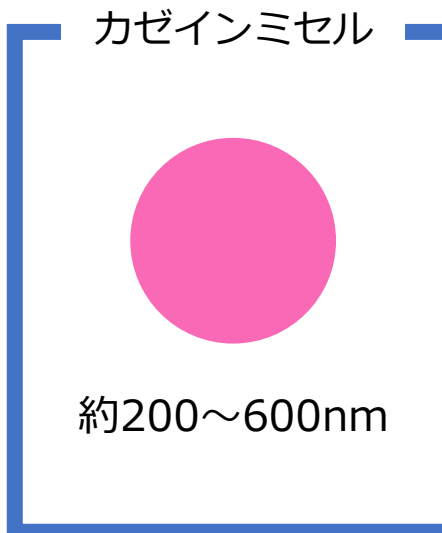
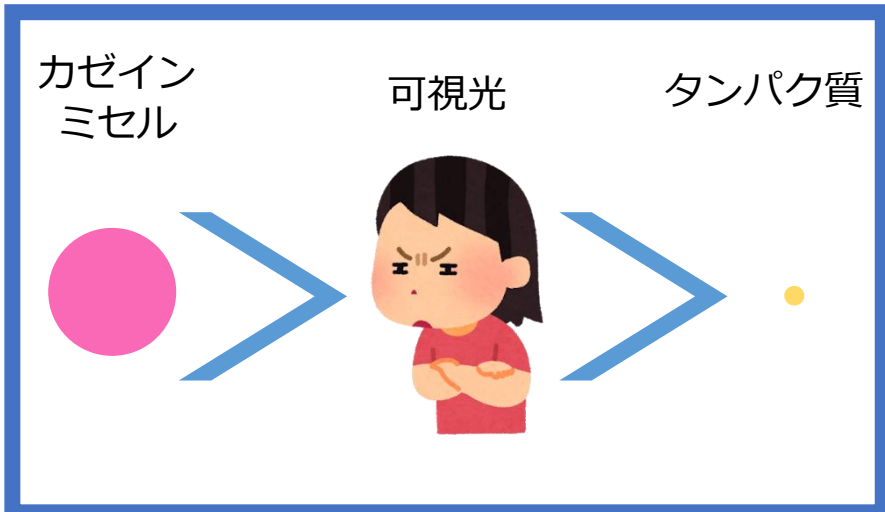
分析

<https://www.aatbio.com/tools/online-image-channel-splitter-rgb>

実験①-2 (牛乳を使う理由)



可視光
(肉眼で見られる光の波長)
約380~780nm



観測した写真



1月10日
19:00



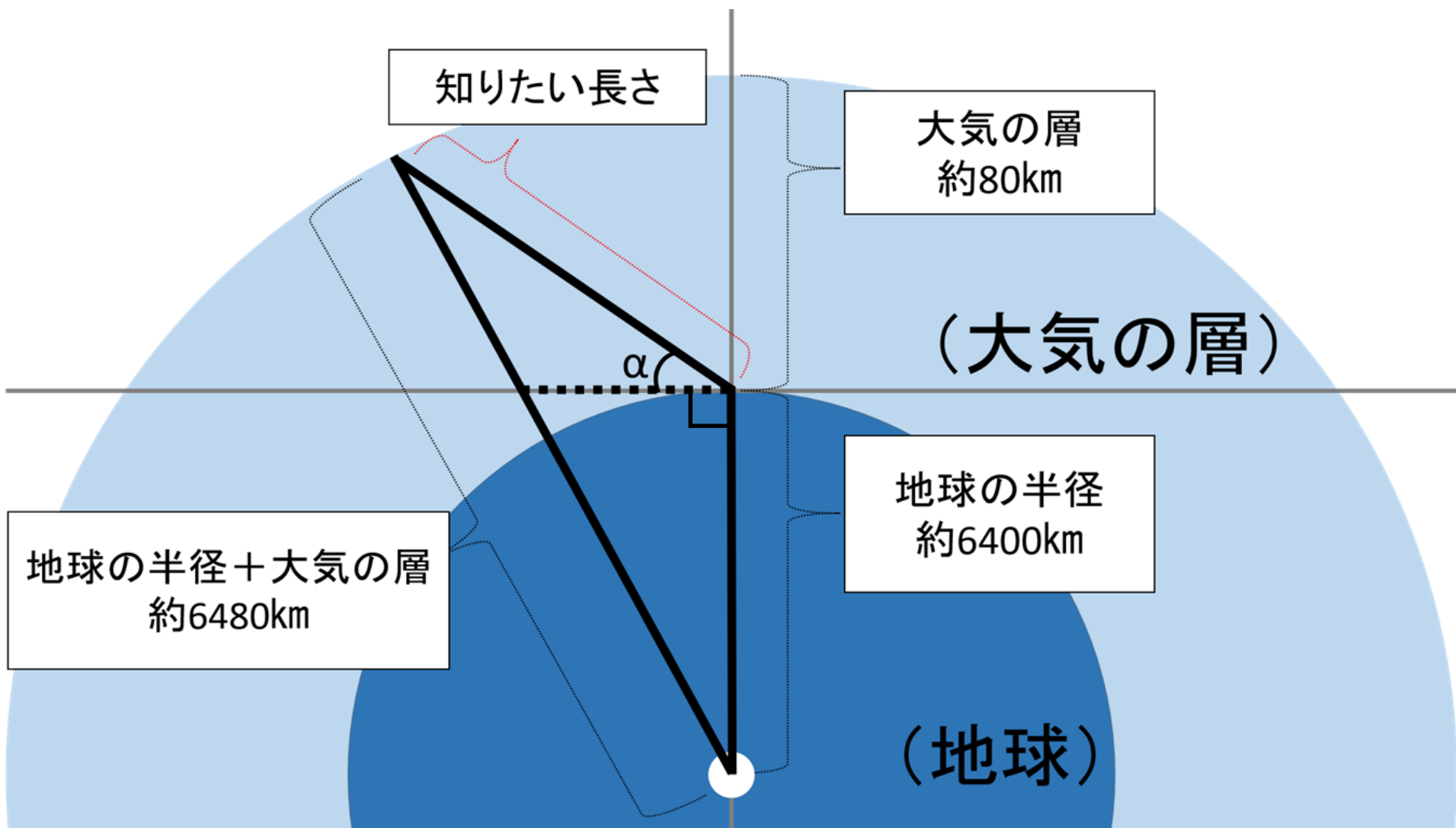
1月10日
20:40



振り返り

肉眼で感じたことがレイリー散乱の影響なのか
ブルキニエ効果の影響なのかを写真を分析して調べたい

発展研究①-2



発展研究①-5



分析②-3の図

(B/R)

