

2021 年度博物館実習成果物、ミニブック「いろいろ、なーにいろ」原稿

堤 彩也華¹, 松山まほろ², 北岡美奈³, 柳川晏里⁴

概 要

2021 年度の大阪市立科学館博物館実習で、最終課題として A5 版 20 ページのミニブックの作成を行った。本稿では、その成果物のミニブック「いろいろ、なーにいろ」の原稿を示す。

1. ミニブック「いろいろ、なーにいろ」と補足

ミニブック「いろいろ、なーにいろ」の原稿は、2021 年度大阪市立科学館博物館実習において、実習生 4 名が企画、執筆、編集をして製作したものである。

なお、補足として以下述べておきたい。実物はフルカラーの原稿であるが、本誌では白黒で掲載する。タイトルの通り、色に関するものであるため、白黒では十分に意図が伝わらない部分があるが、これは本誌の都合である。

なお、実習の様子については本研究報告の別稿を参照されたい。(この部分文責 実習指導者 大阪市立科学館 渡部義弥)

¹ 神戸大学

² 大阪市立大学

³ 八洲学園大学

⁴ 奈良女子大学

表紙の写真：ダイクロイックプリズム
光を通すと特定の波長の光を弾いたり、通
したりするプリズム。白色の光がさまざま
な色に分かれて見えている。

著者：堤 彩也華、松山 まほろ、
北岡 美奈、柳川 晏里(あんり)

2021年9月 大阪市立科学館発行

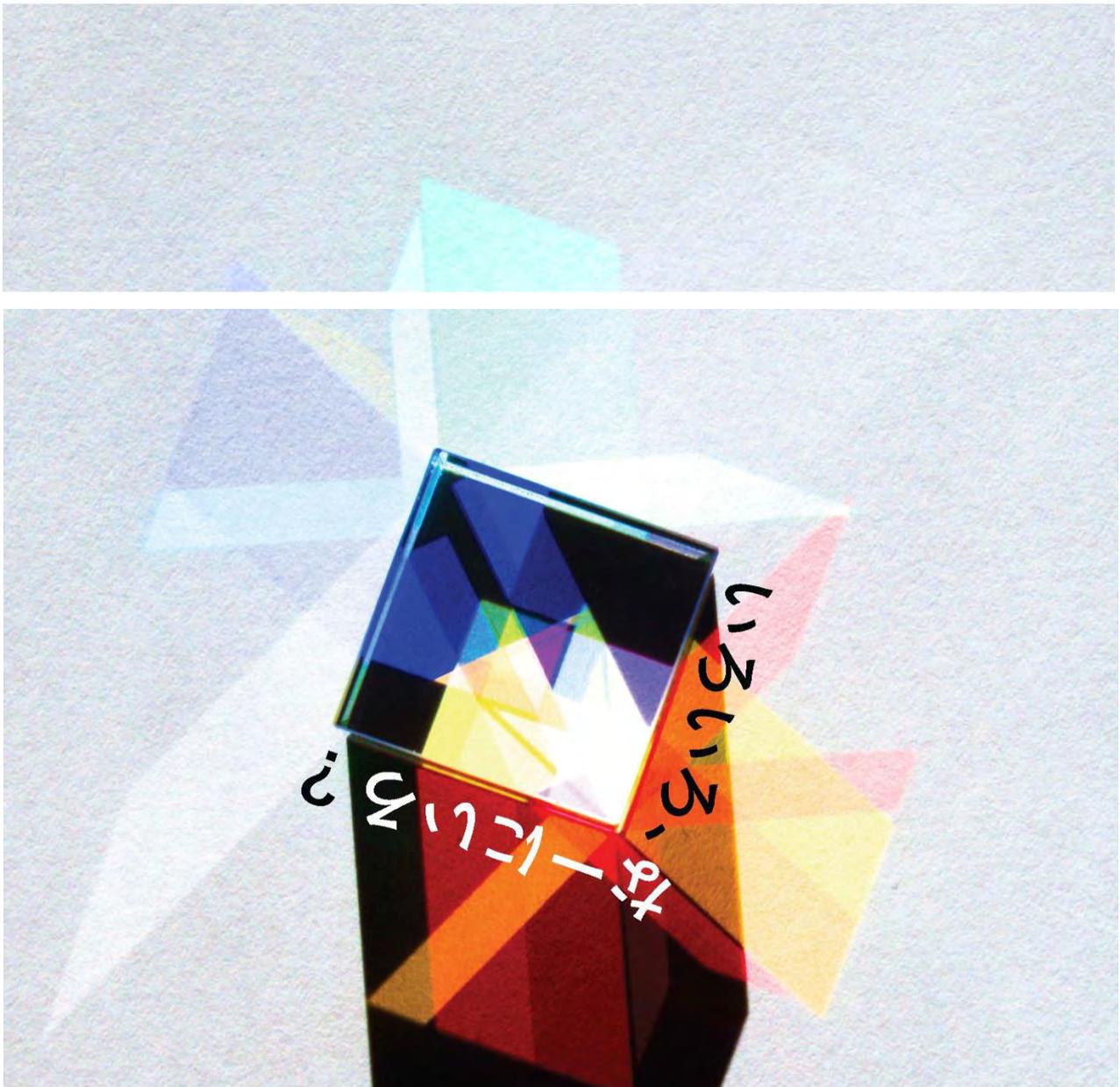


図 1. ミニブック「いろいろ、なーにいろ？」裏表紙(上)、表紙(下)

「色」のいろいろ

「色」ってなんだろう？

この問いにあなたは答えられますか？普通に生活をしている中でなかなか意識することの無い「色」。改めて顔を上げてみると私たちの身のまわりに溢れている「色」。

この冊子では「色」のいろいろな不思議を解き明かします。読み終わる頃には、「色」ってなんだろう？に答えられるようになっていきます。もしかすると、「色」との付き合い方も変わってくるかもしれません。



もくじ

りんごは本当に赤色？

3～5 ページ

光の三原色と色の三原色

6～9 ページ

花火はどうして

「いろいろな色」になる？

10～13 ページ

空と光とつぶつぶ

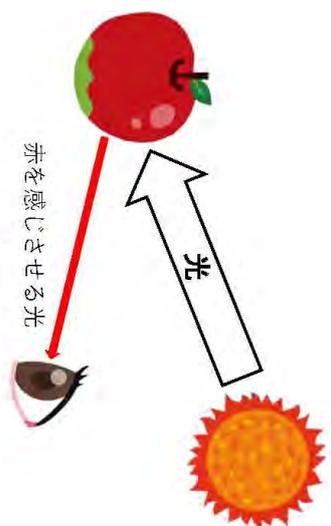
14～18 ページ

りんごは本当に赤色？

(堤 彩也香)

いきなりですが質問です。りんごは何色ですか？ 赤色？ 本当に？ 実は、りんごが赤いのは「赤い色が付いているから」ではありません。赤だ、とあなたが感じているからりんごは赤いのです。では、りんごが赤い理由を説明しましょう。

【りんごが赤い理由】



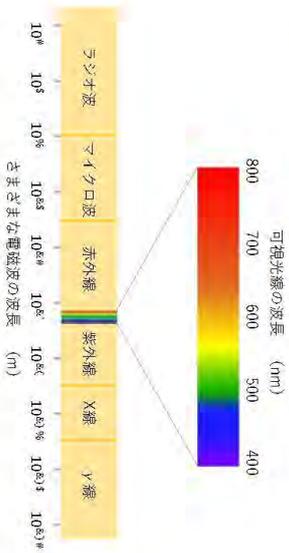
明るいところでりんごに光を当てると、りんごは私たち人間に赤を感じさせる光を反射します。あなたの目に届いたその光が目を通して脳に届き「この物体は赤い」と「認識」します。だからりんごは赤く「見える”のです。

りんごが赤いのは「赤い色が付いているから」ではなく、「赤く感じる光を反射しているから」ということがわかりましたか？これは、りんご以外の他のものでも同じことが言えます。物体に差し込む光が見ている人の方向へ反射する際に、その物体特有の光のみが反射されるといふ現象が起こります。

見ている人には反射された光だけが届くため、その光に基づき判断される色が「その物体の色」として認識されます。
つまり、**物体自体に色が付いているのではない**のです。

「光」が大事なキーワード

ここまで述べてきた「光」というのは、電磁波（でんじは）という波の一種です。人間の目に光として感じる波長（はちょう）の電磁波を「可視光線（かしこうせん）」と呼び、光の中で最も波長の長い部分から**赤・橙（だいだい）・黄・緑・青・藍（あい）・紫**の順に見えます。



物体で反射された色として認識される光は、これらのさまざまな波長成分の光が混じり合っているのです。

動物たちの見ている世界

可視光線の領域は人間の目を感じることでできる範囲であり、他の動物とは見える範囲が違います。可視光線の領域からさらに波長が長くなると赤外線、短くなると紫外線になりますが、この領域は人間の目には見えません。私たちが普段見ている世界と動物たちの見ている世界はどう違うのでしょうか。比べてみよう！

4

・犬の見ている世界



犬は赤色を感じないため、特に緑と見分けるのが苦手なようです。外でボール投げをする際に、目の前にあるボールを探し回っているワンちゃんを見かけたことはありませんか？ あれば、赤色のボールと緑色の芝生を見分けられないことがあるからです。

・へびの見ている世界



へびは色の見分けはつきませんが、真つ暗な山や草むらなどでも木や葉の形をはつきりと認識できます。へびは、人間とは違って可視光線よりも波長の長い赤外線を見えています。赤外線を利用して温度を計るのに使われているサーモグラフィの映像で、へびの見ている世界を簡単にイメージすることができます。サーモグラフィの映像は空港やデパートなどで見つけられますよ。

5

光の三原色と色の三原色

～2種類の色のつくり方～

(松山 まほろ)

皆さんはスマホや写真の色はどのようにして作られているか知っていますか。実は色のつくり方は大きく分けて2パターンあり、モノによって異なっています。



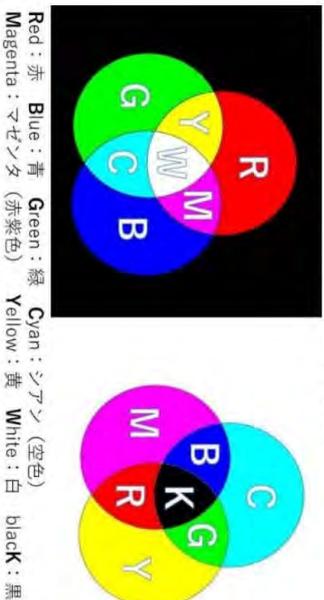
スマホの画面を拡大すると赤 (R) 緑 (G) 青 (B) の3色が集まっていることが分かります。
この3色を「光の三原色」といいます。

一方、写真を拡大するとスマホの色とは異なる3色集まっていることが分かります。これらはシアン (C) マゼンタ (M) イエロー (Y) の3色で、その3色を「色の三原色」といいます。



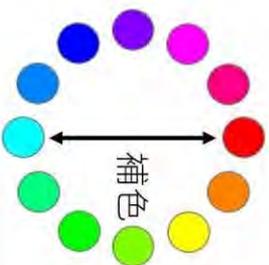
・三原色の関係

それぞれ三原色を図にするとこのようになります。



突然ですが、皆さんは「補色 (ほしよく)」という言葉を知っていますか？

図のような矢印の色の関係を補色といいますが、なんとなく「反対の色」というイメージがわくと思います。ところでこの2色、どこかで見た気がしませんか。



先ほどの光の三原色と色の三原色の図を思い出してください。



この図を見ると光の三原色と色の三原色がそれぞれ補色の関係になっていることが分かります。

では、なぜ補色の関係になっている2パターンの三原色があるのでしょうか。

上の図のように、光の三原色ではRGB全て混ぜると白色 (W) になり、色の三原色ではCMY全て混ぜると黒色 (K) になります。この2つの三原色で作った色の結果が異なっていますね。
このことが三原色には2つのパターンがあるという理由になっているのです。

・「光の三原色」と「色の三原色」の色のつくり方のちがいは

冒頭で、スマホに使われているのは光の三原色、写真に使われているのは色の三原色と言いました。この2つは何が違うかわかりますか？

実は『光が直接目に入るか』『物体に反射した光が目に入るか』というちがひがあります。「同じ“光”なのに違うの?」と思った人も多いかもしれません。では、そのちがひについて光の三原色と色の三原色を比べて見ていきましょう。

◎光の三原色◎

光の三原色は『光を直接見た時』に使います。

太陽を見た時、太陽の色は白色に見えます。これは太陽光そのものは白い色がついているわけではありません。太陽からさまざまな波長の光が出て、私たちの目に入ることと白色と感じるだけなのです。



このように、光は色々な光が合わさって色を作ります。つまり光は“足し算”によって色をつくることができます。これを**加法混色**（かほうごんしよく）といいます。

◎色の三原色◎

色の三原色は『物体に反射した光を見た時』に使います。

前節で「りんごが赤いのは、りんごが赤を感じさせる光を反射してそれ以外の光を吸収するから赤く見える」ということを学びました。それをふまえて考えると、例えばシアノン（C）は青（B）と緑（G）の混色ですから、青（B）と緑（G）の波長の光を反射していることになります。ということは、青（B）と緑（G）以外の波長、すなわち赤（R）を吸収しているということです。



赤（R）とシアノン（C）の関係は先ほど見たように補色の関係でした。

つまり、物体は私たちが見ている色の「補色の波長の光」を吸収しているということです。このように、物体の色は補色を引くという引き算によってつくることが出来ます。これを**減法混色**（げんぽうごんしよく）といいます。

・まとめ

光の三原色はスマホなどの「発光しているもの」に使われ、色の三原色は写真などの「光を反射して見えているもの」に使われています。みなさんもそれぞれ何に使われているか探してみてください。

コラム：黒色は特別

一般的に光の三原色のことを“RGB”、色の三原色のことを“CMYK”といいます。

光の三原色に比べて色の三原色は、三原色以外の黒（K）を含んだ言い方をしますが、これには訳があるのです。

みなさんは、絵の具のいろんな色を混ぜたことがありますか。赤、青、緑、黄、茶色…など様々な色を混ぜると黒っぽい色ができますよね。（これは色の三原色の性質に当てはまりますね！）

しかし、黒っぽい色になるだけで純粋にきれいな黒にはなりません。

では、どうすればきれいな黒ができるでしょうか。

答えは簡単です。黒色（K）の絵の具を使えばいいのです。



プリンタのしくみにもこうしたことが使われています。

プリンタの多くはシアノン・マゼンタ・イエローのインクを使い、それぞれを混ぜ合わせることでカラーの印刷をすることができます。しかし、先程から言っているように混ぜて作る黒（K）はきれいではないため、プリンタは黒色（K）のインクも使って「三原色+黒」のインクで成り立っています。

こうして印刷などで黒を含む4色が普通となったため、色の三原色自体を“CMYK”というようになりました。

花火はどうして「いろいろな色」になる？

(北岡 美奈)

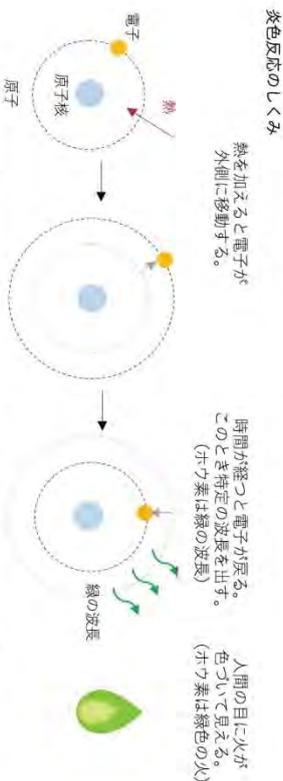
夏を彩る花火。さまざまな色彩と形で私たちを楽しませてくれます。ですが、火の色は赤や青が多いですよ？でも、黄・緑・青・紫などあまり見ない火の色があるのは、なぜなのでしょう？



花火の中身は「火薬だけ」じゃない！

どうして華やかな色になるのか？その秘密は花火の素材にあります。花火の中身を見ると火薬が沢山詰まっています。でも実は火薬の他に、様々な金属や塩（えん）。化学反応を起こしてできた化合物が混ぜられていて、この“金属”と“塩”が、花火の色を決めています。

どうして、火の色が変わって見えるのかというと、使われた金属や塩といった物質の原子が熱の力によって特定の波長の光（色）を出すのが原因。これを「炎色反応」と呼んでいます。炎色反応のしくみを図で詳しく紹介しましょう。

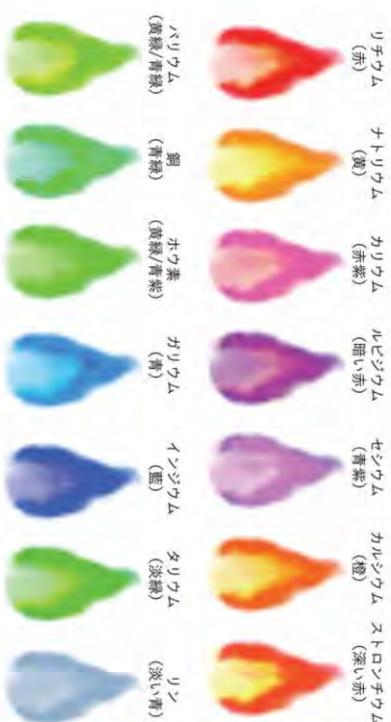


この時、それぞれの金属や塩によって出す光の波長が違っているので、私たち人間の目には、火に色がついたように見えるんですね。

10

カラフルで「映える」炎たち

代表的な金属と塩の炎色反応を見比べてみましょう。実際の火を見ると違う色に見えることもありますが、ぜひ自分の好きな炎の色を探してみてください。



花火の色が途中で変わったりする場合は、たくさんの金属や塩を置けるように詰めて、組み合わせられています。

コラム：あの「火の玉」も炎色反応だった！？

おぼけと一緒に描かれる怪しげな「火の玉」。これも、炎色反応では？と議論されています。昔は人が亡くなると土葬（遺体をそのまま土へ埋めること）をしていたため、自然に還るときにリン酸化合物を含むガスが発生し、これに火がついて青い不気味な火の玉になるのではないかと言われています。確かに墓場で見慣れない色の火を見たら、ビックリしそうですね。



補足：火の玉は光の現象ではないか、単に蛍などを見まちがえたのではないかとする説もあって、今も明確な正体がわかっていません。

11

カラフルファイヤーを作ってみよう!

炎色反応は食塩、酸化カルシウムが使われている乾燥剤、調理に使う焼きヨウパン、薬局で購入できるホウ酸を使って実験、観察することが可能です。道具が用意できたらチャレンジしてみましょう!

【用意するもの】



! 注意!

- ・火とエタノールを使います。危険なので実験は大人と一緒にやりましょう。近くに水で濡らしたタオルを置き、もしも時は被せて火を消してください。
- ・ホウ酸、乾燥剤は絶対に口に入れないでください。実験中、手で口や目を触ったりしないでください。
- ・実験後は耐熱皿などの道具と手をしっかりと洗いましょう。口や目にホウ酸や乾燥剤が入ったら、たくさんのお水で洗い流し、医師に相談してください。
- ・作業中は換気を行い、火をつけるときは顔を離して行いましょう。

12

【やり方】

- ①アルミカプツアを耐熱皿の上にそれぞれ並べる。
- ②コットンを約2cm角ぐらいにちぎり、アルコールを含ませて丸め、アルミカプツアの中に入れる。
- ③1つのアルミカプツアには何も入れず、4つにそれぞれ食塩、乾燥剤(中身を取り出して使う)、焼きヨウパン、ホウ酸を5g程度ふりかける。
- ④いろいろな材料を片付け、耐熱皿のまわりを広くする。部屋を暗くして5つのアルミカプツアにライターで頂上に火をつけ、炎の色を観察する。



【終わったら】

1分程度で自然と火が消えます。少し水をかけアルミカプツアごと捨てましょう。使った耐熱皿や道具、手はしっかりと洗い流しましょう。



実験を行って撮影したのが左の写真です。
 どれがどの色の炎になったかわかるでしょうか? 答えは実際に行なって確認してみてください! (わからない人のために一番下の部分に答えを紹介しているよ。逆さまに読んでみてね)

実験参考: 化学だいすきクソノ https://idccs.jp/saaring/yem_1081.htm

(写真上) 塩素の青い炎 (写真左) 銅の青い炎 (写真右) アルミカプツアの中身を取り出して使う (写真のアルミカプツア) 乾燥剤: ホウ酸 (写真のアルミカプツア) 燃料: エタノール 水の代わりに使う: ホウ酸

【実験の観察】

13

空と光とつぶつぶ

(柳川 景里)

なぜ青空は青いの？なぜ夕焼けは赤いの？皆さんは疑問に思ったことがあ
るでしょうか。無意識のうちに当たり前のことだと決めつけてしまっていたり、
なんとなく「そういうものだ」と特に深く考えない人が多いのではないでしょ
うか。何事に対しても無意識のうちに当たり前だと思ってしまうことは意外と多
いのです。私もそうでした。そんな私が空の色だけにとどまらず、物事に対す
る考えを改めるきっかけになった写真があります。



これは 2015 年に NASA の火星探査機キュリオシティが撮影した火星の青い
夕焼けの写真です。編集で青くしてあるのではなく、火星では本当に青く見え
るのです。この写真を見た時、とても驚きました。だって赤くないのです！私
は自分が無意識のうちに「火星の夕焼けも赤い」と決めつけていたことに初め
て気が付きました。

では、なぜ火星の夕焼けは青く見えるのでしょうか？地球と違うのはどうし
うでしょうか？空の色について理解するには、散乱(さんらん)という現象を知
っておく必要があります。

14

散乱ってなんだろう

太陽が直接見えないときや、日陰にいるときでも私たちは明るいと感します
よね？これは散乱という現象のおかげです。散乱とは、物質によって電磁波(光
も電磁波の一種)の進行方向が変えられることです。反射も電磁波の向きを変
えます。違いはその向きがどうなるかです。反射は基本的に決まった方向だけ
に進みます。一方で散乱は、同時に四方八方に散らばります。
では、この散乱はどのようにして起こるのでしょうか？

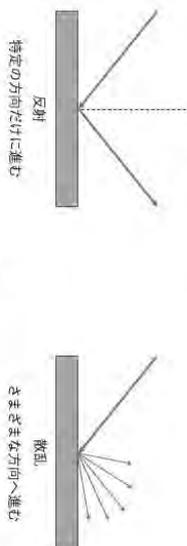


図 1：反射と散乱

散乱に必要なつぶつぶ

先ほど、散乱とは物質によって電磁波の進行方向が変えられることだと言
いました。つまり、光とつぶつぶの何かが必要だということです。地球では大気が
このつぶつぶの何かの役目をしています。地球の大気は窒素や酸素、二酸化炭素、
アルゴンといった気体で構成されていま
す。この気体の分子(物質をつくる目に見
えないほど小さいつぶつぶ)に光がぶつか
って散乱が起こっています。もちろん気体
の分子だけではなく、さまざまな粒子で散
乱は起こります。雲が白く見えるのも、雲
を作る水や氷の粒によって光が散乱してい
るからです。



撮影：柳川

15

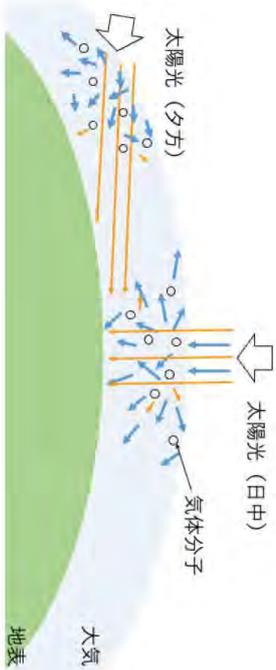


ぶつかる何かがないと散乱は起こりません。実際に大気のない1月では、散乱が起こらないので太陽が当たっている時も空は真っ黒で星を見ることが出来ます。
 ▲アポロ 11 号の司令船コロンビアから撮影された写真。月面が明るく見えているので、ここには太陽の光が当たっていることがわかります。でも、空は真っ黒です。

では、散乱と空の色にはどのような関係があるのでしょうか？

地球で空を見ると

火星の夕焼けが青い理由の前に、まずは地球の空についてお話ししましょう。地球は大気で覆われているため、大気中の気体分子に光が当たって散乱が起こると言いました。光の波長よりもぶつかる物質の方がはるかに小さい時を特レイリー¹散乱と言います。レイリー散乱には、光の波長が短い程よく散乱されるという性質があります。



- 1 実際には完全にはないわけではなく、地球に比べて非常に薄いため無いのと同様。
- 2 レイリー¹散乱という人の名前から取ってレイリー散乱と言います。

図2：地球大気でのレイリー散乱のようす

太陽から届いた光が散乱されるとき、波長の短い光、つまり青く見える光がよく散乱されます。青く見える光は進行方向をあたりに変え、やがてそれがさまざまな方向から我々の目に入り空全体を青く見せます。このとき、太陽から地球に射し込んだ光の全てが散乱されるわけではありません。そのまま直進してくる光もあります。

夕焼けの時も起こる現象自体は同じです。夕焼けが赤く見えるのは光が大気を通ってくる距離が日中よりも長いからです。では、距離が長いとどうして赤く見えるのでしょうか？

夕焼け時、青色に見える光は早くに散乱され弱くなってしまい目に届きません。赤色に見える光も青色に見える光と同じように散乱されます。ただし、赤色に見える光は波長が長いので、青色に見える光よりも散乱されにくく、弱くなりすぎません。そのため、地表近くまで光が届き、夕焼けは赤く見えるのです。

火星で空を見ると

さて、やっと火星のお話しです。お待ちしました！

火星は地球に比べて大気がとても薄い(1/100くらい)ので、大気中の気体分子による散乱はほとんど起こりません。じゃあ火星でも月と同じように空は真っ黒になってしまうのでは？と思うかもしれません。でも、実際は違います。火星の大気中には風によって巻き上げられたチリが多く含まれています。このチリが気体の分子よりもはるかに大きいのでミー散乱²と呼ばれる散乱が起こります³。ミー散乱はレイリー散乱とは性質が違います。全ての波長は同じくらい散乱されます。ただし、波長によって散乱される向きが変わります。赤く

- 3 火星のチリは気体分子よりも1000000倍ほど大きい。
- 4 ミー (GMie) にはなんでもこの名前がつけられた。
- 5 レイリー散乱が全く起こっていないわけではなく、ミー散乱の方がよく起こる。同様に、地球でもミー散乱は起こっているがレイリー散乱の方がよく起こる。



見える光はまんべんなくさまざまな方向に散乱されます。青く見える光は元々の進行方向へ強く散乱されません。この性質によって、火星の空は昼間には赤っぽく見えます。赤く見える光の方が空全体に散乱されるからです。

▶火星探査機パーシビアランスが撮影した火星の地表と空の写真。地表も空も赤っぽい色をしている。

夕焼けの場合は地球と同じように、大気中を通る距離が長いので赤く見える光は弱くなってしまいます。進行方向に強く散乱される青い光の方がより長く進みやすいです。この光が探査機のカメラまで届いたので青い夕焼けが撮影されたということです。

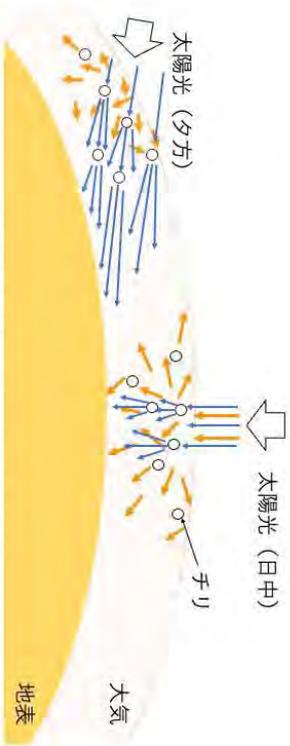


図3：火星大気でのミー散乱の様子



あとがき

学芸員を志している学生4人でこの冊子を制作しました。「色」をテーマに身のまわりの不思議について紹介しましたが、いかがでしたか。この冊子が、あなたの生活をこれまで以上に色づけるきっかけとなれば幸いです。

感じ方は人それぞれ。
あなたの世界は何色ですか。

