

# ＜写真でとらえる身近な物理現象＞

ふくい科学学園 理事長 香川 喜一郎

## 1. はじめに

日常経験する身近な自然現象の中には、物理の教科書で学ぶ光の性質、たとえば、「光の直進性」、「光の屈折」、「光の色分散」などが、美しく、また面白い現象として現れることがしばしばあります。そのような現象を写真でとらえ、教材として実際に授業の中で使うことは大変効果的です。最近のデジタルカメラの性能向上と入手しやすい価格のおかげで、それが容易にできるようになってきました。物理的に面白い写真は、芸術的にも価値が高いことが多く、一般の人の趣味としても、このような視点で写真撮影することを広めていきたいと考えています。ここでは、写真の例を挙げてその物理的意味を簡単に解説しておきます。

## 2. 身近な光の現象

### 2.1 光の直進

光の直進性は疑うことのできない事実ですが、必ずしもいつも目で簡単に見えるわけではありません。まず、子どもたちに簡単な実験で光の直進性を示し、十分理解させる必要があります。それには小型煙箱を使う実験が効果的です。即ち、小型の段ボールの箱の内側を黒くスプレーで塗り、懐中電灯（レンズ・ミラーを外した物）を箱の奥におきます。煙箱の中に線香の煙をため、箱の手前をサララップで覆います。豆電球から光が四方にまっすぐ広がりますが、このまま目で見ると、ぼーと煙が光るだけです。そこで箱の中にスリットを置き、スリットから出てくる光線を観察します。すると、図2で示すような光の筋が観察されます。これだけではあまり面白くありません。そこで、スリットの形を星型とし、そこから出てくる光線だけが浮かび上がるように、他の隙間を光が漏れないようにして写真をとると、写真1のような見事な写真がとれます。

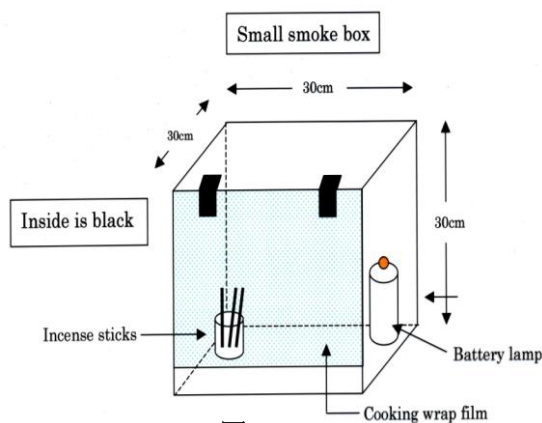


図 1

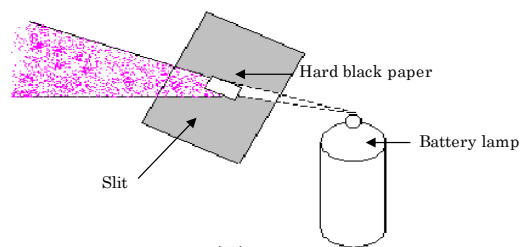


図 2

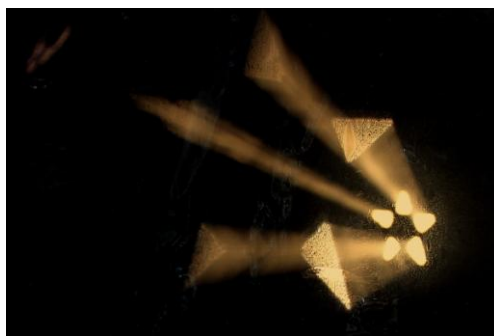


写真 1

このような写真は額縁に入れ、絵画のように飾りとしても十分使えます。屋外の現象として、光の直進性を見る機会がたまにあります。写真2は雲のすきまから漏れる太陽光線です。煙箱の中で観察したような光の筋が映し出されています。光の筋、暗い雲、まわりの景色などのバランスをうまくとると素晴らしい芸術的な写真となる場合もあります。



写真2

光の直進性は日常生活でインテリアとしても使われています。写真3は喫茶店の室内照明の様子です。天井にある小さい白色光源はお椀状の傘の中にあり、光源から出る光は円錐状の形となります。その光が垂直の壁にあたると、丁度、放物線の形をした曲線の内部が明るく照らされます。これは、光が作る造形をうまく利用している例です。

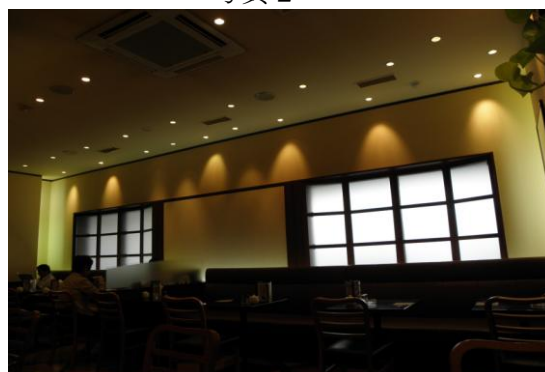


写真3

## 2.2 光の反射

水面は鏡となることはよく知られています。しかし、普段子どもたちはそれほど意識して観察していません。写真4(a)は福井県庁のそばのお堀に映る近くのビルを撮った写真です。この写真を撮影した数分後、風が吹き始め、お堀の水面が乱れてきました。その結果、写真4(b)のような反射像となります。子どもたちに2枚の写真を示して、なぜそうなるか考えさせることができます。そのような学習を行えば、子どもたちは機会あるごとに、水面の反射像と、水面の状態について気を配るようになると思います。



写真4(a)



写真4(b)

夜、湖や海岸で、対岸の光が筋のように伸びているのが観察されます。これは、水面がさざ波で乱れ、いろいろな角度に傾いた水面で反射される光源の像が重なって筋のように見えるためです。この仕組みを説明するために、暗室で点灯した豆電球を水槽の近くに置

き、水槽の水面で反射する豆電球の像を観察します。水面が動かないときは、水面に対して対称点に光源があるように見えます。次に、水槽の表面に風を送り、水面を乱しながら反射像を観察します。豆電球の像がゆらぐ長い光の筋にかわるのが分かります。

写真5、6は、福井県三国港の海岸で撮影した、対岸の光と、日没前の太陽を映した写真です。普段、なにも考えることなくながめる現象も、仕組みが分かって見ると、より興味深く感じるものです。



写真5



写真6

### 2.3 光の屈折

写真7は、偶然に部屋の窓ガラスに映し出された光の造形です。屋上から雪解けの水がぱらぱらと音をたてて窓の外のとたん板に落ちていました。とたん板の上の水滴はレンズの作用をして太陽光を広げ、水滴の複雑な形を反映した面白い模様をスリガラスの窓ガラスに投影しました。この写真は、まるで電子顕微鏡の拡大像のようです。偶然に引き起こされる光の現象はまだまだ身近に沢山あると思います。

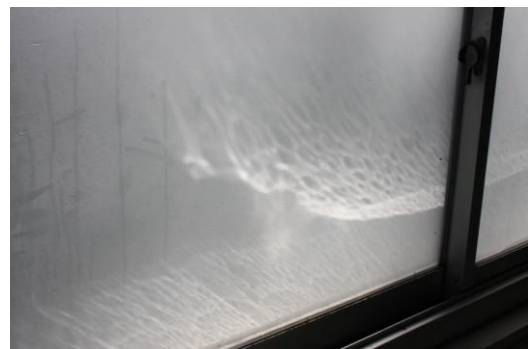


写真7

写真コンテストでは、いつも虹の写真を見かけます。つかの間に現れる虹は写真の良い題材です。虹は光の教材としても素晴らしいものです。しかし、なぜか現在の教科書に登場していません。最近ではレーザー光線が簡単に使用できるので、円柱状の容器に水を入れ、それにレーザー光線を入射させて、虹の仕組みを理解するモデル実験が簡単にできます。子どもたちに虹の仕組みをしっかりと理解させるべきだと思います。そうすれば、自分が虹を見たとき、もっと興味を持って虹を観察できます。仕組みが分かって見る虹は、知らずに見る虹よりもっと美しく感じるはずです。一般の本

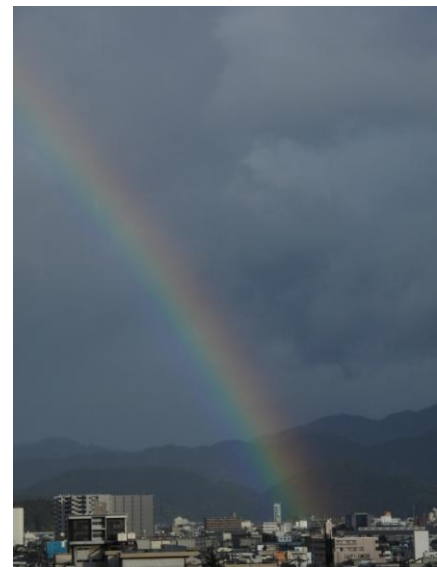


写真8

では虹の説明を簡単に扱っており、単に光の屈折と、光の色による屈折の仕方の違いだけが述べられています。しかし、本当に虹の原理を理解するには、“最小振れ角”の概念が必要です。我々の経験では、これは、順序良く実験をして説明すれば、中学1年生に対しても十分理解させることができます。小学生に対しては、虹が見えるための四つの条件を理解させれば十分だと思えます。即ち、1) 空中に適当な大きさの水滴があること 2) 太陽光線(直射日光)が水滴を照らすこと 3) 太陽光、水滴、観察する方向に法則があること 4) 背景が暗いことです。この4番目の条件は意外に意識されていません。しかし、大切なことなので、子どもたちに十分納得させておく必要があります。水滴の中に入った太陽光線は水滴内で反射して出てきますが、その反射率はわずかであり、我々の眼はその弱い光を見ることとなります。もし背景が明るいと、その弱い光によって構成される虹を目で見ることはできません。あっても見えない虹があることを子どもたちに教える必要があります。実際、うまくとらえた虹の写真は、黒い雲や、山などが暗い背景となっています。写真8は福井大学の総合研究棟の8階から撮影したものです。背景がさらに暗いときは、主虹に加えて副虹が観察されますが、この写真では主虹のみが撮影されています。

写真9は今年の5月に撮影した珍しい写真です。この虹色の光の輪は、本当の虹ではありません。高層の薄い雲を通して太陽をみるときこのような現象が起こります。高層の雲は水滴ではなく、氷の結晶からなっており、この光の輪は、氷の結晶がプリズムの作用をして太陽光を七色に分けたものです。この写真の下方向に、かすかに別の色づいた雲が見えますが、これは「彩雲」とよばれます。昔は、この彩雲は良い出来事が起こる前兆と信じられたそうです。



写真9

## 2.4 光の干渉・回折

レーザー光線はきれいに揃った波の特性を持ちます。従って、そのままレーザー光線を二本の接近したスリットを通すだけで、規則的な干渉縞が現れます。通常の光源からの光を使って干渉縞を作るには、少し工夫が必要です。光が波の性質を持つことはこの干渉縞が現れることから結論できます。高校の物理の教科書にはこのレーザー光線を使った干渉実験が載っています。しかし、教科書に載っている干渉実験をするだけではあまり面白くありません。ここで、踊る干渉模様の実験を紹介し、その干渉模様の写真を示しておきます。即ち、アルコールと水が混じった液体をグラスに入れると、涙がたれるように、グラスの壁面に液滴ができ常に変化して流れます。これは“ブランデーの涙”と呼ばれるものです。この液滴は完全な球状ではなく、複数の球が重なった形をしています。これに、レ

レーザー光線をあてると、レーザー光線は液滴球のレンズ作用で大きく拡大され、近くに置いたスクリーンに直径1 m近くのはずんだ円形の形で映し出されます。複数の球で拡大された光が重なるため、この光は美しい干渉縞をともなっています。液滴の形は時間とともにゆっくり変化するので、現れる光の模様もゆっくり変化します。これを“踊る干渉模様”と名づけています。ゆったりした音楽をかけて、美しい踊る干渉模様を楽しむことができます。写真10は、ブランデーの涙に、赤と緑の2種類のレーザー光線をあて、より華やかな模様を作っています。このような模様は鑑賞して決してあきることはありません。また、コンピューターグラフィックなどでは決して作れない、芸術のように思えます。

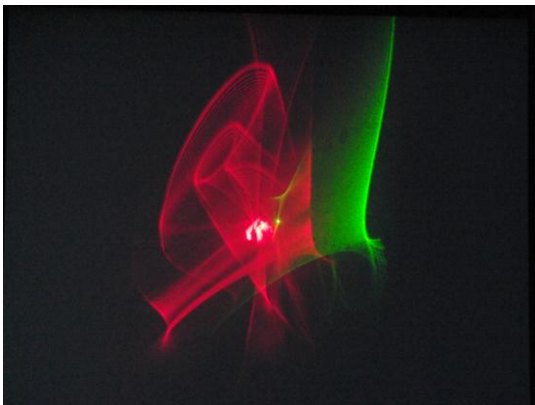


写真10



写真11

波の持つ性質の一つに回折現象があります。回折とは直進してきた波が、すきから入ってそのすきまの周りに回り込むことで、水の波を使って簡単に回折効果を示すことができます。夜、道路のそばにある旗を通して、遠くの街灯や、車のヘッドライトの光を見ることがあります。旗の布が規則的な格子状になっているため格子状の模様が観察されます。これも光の回折効果によるものです。写真11は金属メッシュ（格子間隔 0.4mm，線太さ0.1mm）をカメラのレンズの前におき、数メートル離れた室内の豆電球の光を撮影したものです。豆電球の光は、メッシュによる回折効果で格子状の模様を作りますが、格子模様の周期は波長によって異なるため、美しく七色に分かれています。このように、少し注意深く観察すれば、日常の身の回りに起こる現象の中に沢山の物理教育教材を発見することができます。

### 3. 終わりに

理科教育において、教師自ら製作した教材を使うことの重要性は昔から強調されています。教師が教材作成の過程で出会った小さな発見の喜びが、自然と子どもたちに伝わり、生き生きとした授業が展開できるからです。実際は、現場の教師は忙しく十分教材研究をする時間がないと聞きます。しかし、比較的簡単にできることは、デジタルカメラを使って、教科書で学ぶ基本的法則と、日常の身の回りの自然現象との関係を教えていくことではないでしょうか。