

近年子供の理科離れが懸念されています。そのひとつの原因として、複雑な工業製品が豊富に出回り、機械を分解して仕組みを調べたり、考えたりする機会が減っていることが挙げられています。学校の授業でも、実験に多くの時間を割くことは困難です。中には授業を工夫している熱心な先生のグループもありますし、最近では国や財団、企業が協力して学校の長期休暇中に研究開発現場を体験するスクールを企画したり、科学実験教室を開いたりしています(日本科学技術振興財団振興部 [http://ppd.jsf.or.jp/shinko/])。実験を目の前で見たり、自分で体験したりする機会があれば、子供は素直に興味をもつものです。

光学について考えてみると、手軽に実験をやりやすいことに気付かれると思います。まず、光は常に私達の周りにあります。太陽光や室内照明光だけでなく、最近ではさまざまな色の発光ダイオードやレーザーポインターも手に入れることができます。また、鏡やレンズなどの光学部品も各家庭にありますし、水玉や瓶も光学素子として使えます。さらに、結果が目に見える形でわかります。ときには非常に綺麗な自然現象を体験することもできます。まさに家庭で気軽に実験を行い、子供に興味をもたせるのいうってつけといえましょう。ここでは、家庭で楽しむことのできる光学実験をいくつかご紹介したいと思います。科学実験の本や Web ページ等で紹介されているものが中心ですが、皆様もオリジナルの光学実験を考えてみてはいかがでしょうか。発展させて夏休みの自由研究のテーマにしてはいかがでしょうか。(注意：レーザーポインターを使用するときは直接目で見ないように注意してください)

## 1. 幾何光学の実験

### 1.1 水で光ファイバーを作ってみよう<sup>1,2)</sup>

ペットボトルに水を入れ、側面に穴を開けます。穴から水が放物線を描いて飛び出したら、後ろから懐中電灯で光をあてます。すると、光は水流の中を全反射しながら進み、水の着地点が明るく光ります。これは光ファイバーと同じ原理です。水の勢いを変えたり、いろいろなものを混ぜて屈折率を変えたり、いろいろな発展が考えられます。光通信や光ファイバーをいくら言葉で説明しても子供たちに理解させるのは難しいと思いますが、こうして実際に見せてみると効果的です。お試しあれ。

### 1.2 ガラス板で画像伝送できる!?

(杉原先生の理科室 [http://web.kyoto-int.or.jp/people/sugicom/])

同じく光ファイバーの原理を利用した実験をもうひとつご紹介します。ガラス繊維を束にしたような構造をもつテレビ石をご存知の方も多いでしょう。大きな書店や自然博物館でテレビ石を購入することもできますが、スライドガラスやカバーガラスを輪ゴムで束ねて絵の上に置くと、絵が上面に浮き上がって見え、テレビ石と同じような現象が体験できます。

### 1.3 コーナーキューブを覗いてみたら…

(BUTURI サークルほっかいどう [http://socyo.high.hokudai.ac.jp/More\_HTML/buturi/index-j.html])

コーナーキューブはどの方向からきた光も元の方向に反射するので、どこから覗いても自分の目が見え、不思議な感覚がします。手をかざしたり、目とコーナーキューブの位置関係を変えたりしながら見え方を調べてみましょう。自転車の後ろに赤や黄色の反射板がついているのはご存知だと思います。中には多くの小さなコーナーキューブが埋め込まれていて、自動車のヘッドライトを反射するようになっています。そのおかげで、自転車のいることが運転者にわかるわけです。

### 1.4 ピンホールカメラを作ってみよう<sup>1,2)</sup>

ピンホールカメラは家庭で簡単にできる定番の光学実験といえるでしょう。牛乳パックを用意して、上部を切り取り半透明のポリ袋を貼ってスクリーンとします。底には小さな穴を開けます。穴を外の景色に向けると、スクリーンには外の景色が映ります。部屋を暗くしたり、頭から洋服をかけてスクリーン自体が暗くなるようにすると、映った景色が見やすくなります。穴の大きさや形状で見える像の分解能もかわるので、カメラの出来栄を子供たちと競ってみてはいかがでしょうか。

### 1.5 テレホンカードの穴を覗いてみたら…<sup>1,2)</sup>

どこの家庭にも1枚はあるはずのテレホンカード。使用済みを示す穴の直径は約1mmです。この穴を通して見ると、近視の人でも遠くの文字がはっきり見えます。カードをかざす位置を変えてみたり、複数の穴があいたカードを使ってみたり、大きさや形の違う穴を自分で作ってみたりして、違いを体験してみましょう。



図1 天神の実験室 [http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/tools.htm] より。

## 2. 波動光学の実験

### 2.1 虹を作ってみよう

直径 0.2 mm 程度のプラスチックやガラスのビーズを黒い紙の上に一面に貼り付けて人工的な虹を作るのは、各地の科学教室で人気のようです。簡単な物理教材を紹介している新潟県理化学協会研究部物理グループのページ（簡単な物理実験や物理的おもちゃの Data Base [http://www.info-niigata.or.jp/~ymiyata/]）では、材料の入手先が紹介されており、横浜物理サークルのページ（YPC homepage [http://www.asahi-net.or.jp/~HA4K-MYZK/]）では、詳しい作り方が出ています。

### 2.2 CD を使って分光しよう

CD はトラックピッチが約  $1.6 \mu\text{m}$  なので、格子定数約 600 本の回折格子として使えます。CD の一部を切り取り、箱の底に貼り付けます。反対側の面にスリット、側面に観測用ののぞき穴を開け、簡易型分光器として使用してみましょう。天文と科学のページ [http://www.sunfield.ne.jp/~oshima/] には、型紙付きの作り方が出ています。スリット幅を変えたり、のぞき穴の場所を変えたりすると、スペクトルの見え方が変わります。ピッチの小さい DVD だと、もっと分解能の高い分光ができます。

### 2.3 料理用のアルミホイルを使って干渉縞を見てみよう

干渉は最も美しい光学現象のひとつでしょう。家庭で干渉実験をするのは難しいと思われるかもしれませんが、意外と簡単にできます。スライドガラスに墨を塗ってよく切れる剃刀でダブルスリットを作る方法が出ている教科書もあるようです。料理に使うアルミホイルでも作れます。このスリットを通して太陽光や蛍光灯を覗くと、干渉縞が見えます。最近は赤色、緑色、青色、白色の LED (light emitting diode) もありますので、干渉縞の違いから光源のコヒーレンスもわかるかもしれません。

### 2.4 セロハンテープでステンドグラスを作ろう

2 枚の偏光板を互いに回転させて明暗を観察することはよく行われています。その間にセロハンテープを貼ったアクリル板を挟むと、セロハンテープを貼った部分に色の模様が見えます。これはテープの複屈折によるものです。テープの厚さによって色も変わるので、いろいろな厚みのテ



図2 インターネット版 [お薦め実験]。

ープを使ってステンドグラスのような色模様を作ってみてはいかがですか。美的センスも要求されます(図1)。

- ・ BUTURI サークルほっかいどう
- ・ 檀上慎二のホームページ [http://village.infoweb.ne.jp/~danjyo/]
- ・ インターネット版 [お薦め実験] [http://www.edu.ipa.go.jp/mirrors/rika/JKEN/] (図2)

## 2.5 傘袋を使えば、夕日の色のわけがわかる?<sup>1,2)</sup>

雨の日に濡れた傘を入れるポリ袋をくれる店があります。その細長いポリ袋に水と数滴の牛乳を入れて口をしぼります。このポリ袋の片方から、懐中電灯の光を当てます。袋と垂直な方向から観測すると、懐中電灯に近いほうは青く、遠いほうは赤く見えます。これは牛乳中に含まれるタンパク質カゼインのコロイドによる散乱の波長依存性を示しており、子供に空が青く、夕日の色が赤い理由を説明するのに最適です。ちなみに、牛乳中の脂肪球は球径が波長より大きく(数 $\mu\text{m}$ )、散乱光強度の波長依存性が小さいので、無脂肪乳を使用したほうが成功しやすいでしょう。檀上慎二のホームページにも同様の実験が紹介されています。

## 2.6 文字の透視手品<sup>1,2)</sup>

白い紙に黒マジックで字を書き、外から中の文字が読めないように封筒に入れます。ところが、封筒に光を遮る筒をあててからのぞくと、中の文字がはっきり読めるのに気がつきます。これは、外の光が封筒の表面で反射しているのを筒で遮断し、中を透過してきた光だけを抽出しているからです。

## 3. その他

ここでご紹介した実験は、家庭にある材料でできるものばかりですが、ほかにも光学実験に使用できる材料はたくさんあります。たとえば、テレビやビデオのリモートコントローラーは、波長 925 nm の発光ダイオードを使っています。この光はビデオカメラやデジタルカメラで緑色に映り、観察できます(BUTURI サークルほっかいどう、インターネット版 [なるほどの森] [http://member.nifty.ne.jp/kume/indexj.html] (図3))。鏡による反射やレンズ

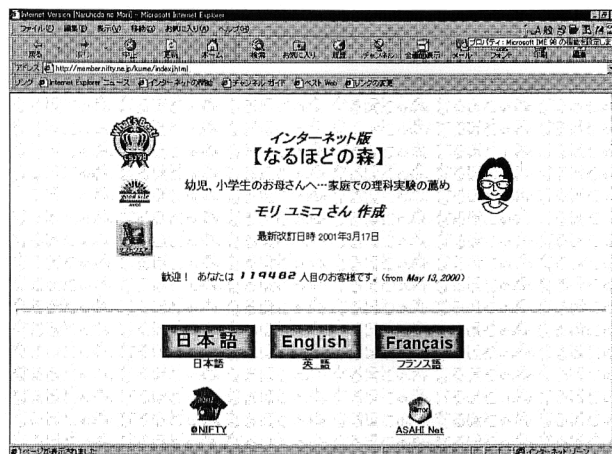


図3 インターネット版 [なるほどの森]。

による集光など、可視光と同じような光の性質や、透過や散乱など可視光とは違う挙動を体験することができます。

また、LEGO ブロックを使った光学実験という論文<sup>3)</sup>もあり、かなり本格的な光学実験もできそうです。偏光シートやレンズ、OHP シートなど、使い方を工夫して新しい実験を考案してみませんか。そして、その光学原理や社会での応用例など、子供達にわかりやすく解説していただければと思います。

これらの実験を紹介している本や Web ページには、光学以外の科学実験も多数紹介されており、科学実験に使用できる材料の販売元も紹介されています。また、文部科学省の Web ページ [http://www.mext.go.jp] では、行事・採用予定のページに、全国で行われる科学教室や研究機関の一般公開の予定が紹介されていますので、そちらもぜひご参考ください。本記事に関するご意見やお問い合わせは omatsu@image.tp.chiba-u.ac.jp あるいは tanida@mls.eng.osaka-u.ac.jp までお願いします。(平井亜紀子)

## 文 献

- 1) 後藤道夫：子どもにウケる科学手品 77 (講談社，東京，1998)。
- 2) 後藤道夫：もっと子どもにウケる科学手品 77 (講談社，東京，1999)。
- 3) F. Quercioli, B. Tiribilli, A. Mannoni and S. Acciai: "Optomechanics with LEGO," Appl. Opt., **37** (1998) 3408-3416.