

平成 30 年度日本財団助成事業

【「光」を総合的に学習する巡回型展示物の制作】の  
展示物制作業務

展示物制作概要

公益財団法人日本科学技術振興財団

## 目次

はじめに	P3
No1 紫外線	P4
No2 可視光線	P5
No3 赤外線	P6
No4 直進性・集光	P7
No5 回折・干渉	P8
No6 偏光	P9
No7 透過・散乱・吸収	P10
No8 屈折・反射	P11
No9 赤外線(応用) I	P12
No10 赤外線(応用) II	P13
No11 偏光(応用)	P14
No12 夕焼け原理(応用)	P15
No13 導波路(応用)	P16
No14 赤外線非線形結晶(技術)	P17
No15 ソーラーパネル(技術)	P18
No16 特定波長カットメガネ(技術)	P19
No17 光による造形(技術)	P20
No18 紫外線(技術)	P23
その他	P24

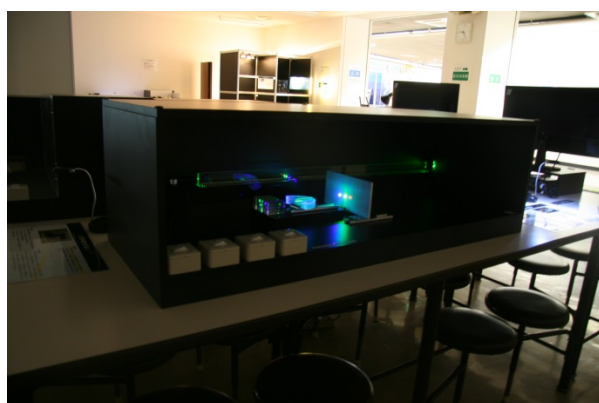
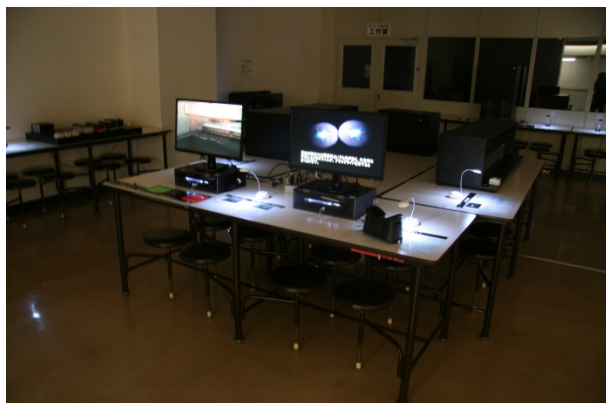
## ■はじめに

この事業では、【「光」を総合的に学習する】というコンセプトのもとに、①原理や特性を学べ、体験を通じて再認識できるもの、②身近にあるもので、原理や応用した事例や商品化された製品に関する紹介をし、利用する観点からより伝達できる、という2つのカテゴリーを元に15点程度制作することを当初の計画としていました。

外部の有識者の方に加わっていただき、さまざまなご意見をいただきながら、結果的に18点の展示物を制作することができました。

「光」は人間の生活に密接しているものであるため、制作した展示物を体験、また解説パネル等を読むことで、「光」とはどのようなものか、どのような性質を持ち合わせているのか、どのように技術に活かされるのかということ、を、認識いただけるきっかけになれば幸いです。

なお、本展示物の設置にあたっては、会場となる場所はある程度暗転の必要があります  
下図に会場での展開の一例の写真を掲出いたします



## ■No1 紫外線

### ◎展示概要

2種類の絵があります。この絵はブラックライトをあてると絵が浮き出てくる特殊な印刷が施されたもので、白色の蛍光灯の下で見える見えかたと、ブラックライトを照射したときの絵の違いを実際に確認します。



展示物全景



ブラックライト照射前



ブラックライト照射後

- ・展示本体装置：W650 mm×D400 mm×H887 mm 電源要 1口 20W  
(ブラックライト:TOSHIBA FL10BLB 10W、白色灯 FL10WB 10W)
- ・絵(トリックポスター、グループ A) A4 サイズ
- ・絵(トリックポスター、グループ B) A4 サイズ

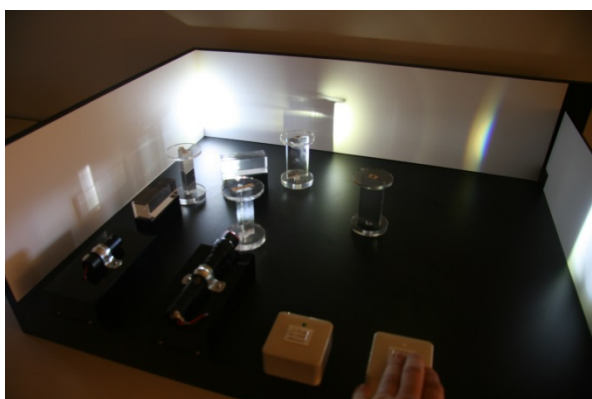
## ■No2 可視光線

### ◎展示概要

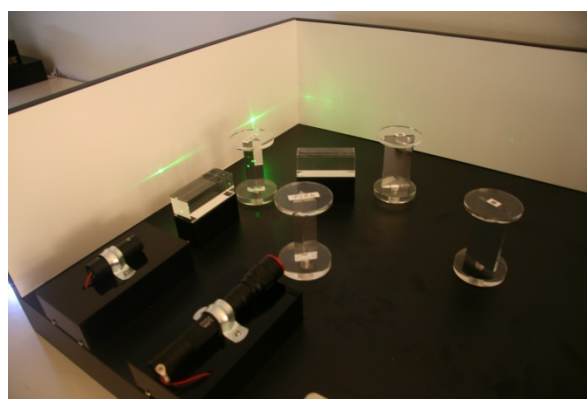
多くの波長の光で構成されているハンディ型の白色光と、緑色のレーザー光をプリズム、鏡を使ってスクリーンに投影します。プリズムはその光の持つスペクトルを色として分光することができ、鏡は光が反射する様子を体験を通じて学びます。白色光は虹のように7色のスペクトルが、レーザー光は緑色一色のスペクトルが含まれていることがわかります。



展示物全景



白色光の場合



レーザー光(緑)の場合

・展示本体装置：W800 mm×D600 mm×H265 mm 電源要 1口 6W

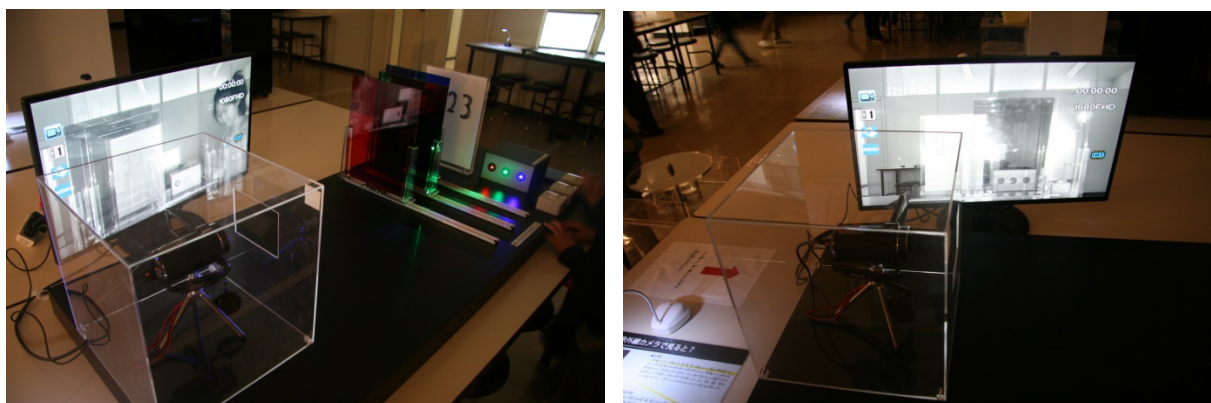
## ■No3 赤外線

### ◎展示概要

人間の目に見える、紙に書かれた文字や、3色のライトの前に、赤・緑・青の亚克力板を重ねていくと、亚克力板の重なったところが黒くなり、その後ろにある紙に書かれた文字や、ライトの光は見えなくなります。これを赤外線を感じできるビデオカメラで撮影すると、人間の目では見えない文字やライトも透明な板を見ているように、透過して見ることができます。紙の文字に反射する赤外線やライトからの赤外線を感受するビデオカメラで見ると透けて見える様子を体験します。



展示物全景



- ・展示本体装置：W1,500 mm × D600 mm × H665 mm 電源要 1口 25W
- ・ビデオカメラ(kenuo FHD WITH NIGHT SHOT)W125 mm × D58 mm × H57 mm 電源要 1口 60W
- ・モニター(IODATA EX-LD2702DB-B2)W620 mm × D240 mm × H440 mm 電源要 1口 34 W

## ■No4 直進性・集光

### ◎展示概要

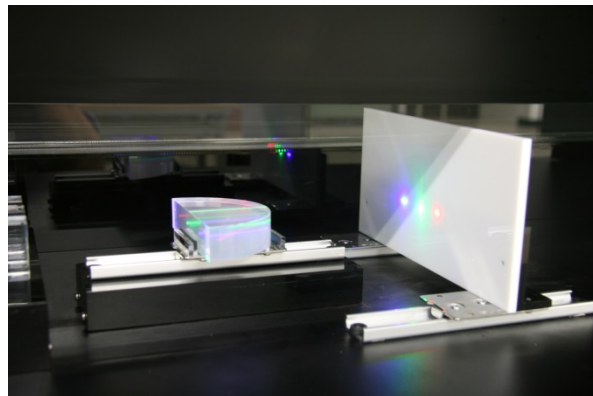
光は光が進む空間が同じ物質でできている場合は、まっすぐ進む性質があります。

また、空気中からガラス、ガラスから空気中と違う物質でできている空間を進もうとすると、その境界面に垂直な方向に光が進むと違う物質同士を進む光もまっすぐ進みますが、境界面に対して垂直でない角度で光があたると、異なる物質の中を進もうとする光は屈折します。このことから凸レンズを用いて平らな面に中央、両端から光をあてると凸レンズから出てきた光は、焦点という 1 個所に集まる場所ができます。

この展示では、光がまっすぐ進む様子、また凸レンズを介して焦点ができる様子、また凸レンズとスクリーンの位置関係を多少動かせる仕組みになっているので、焦点距離についても確認することができます。



展示物全景



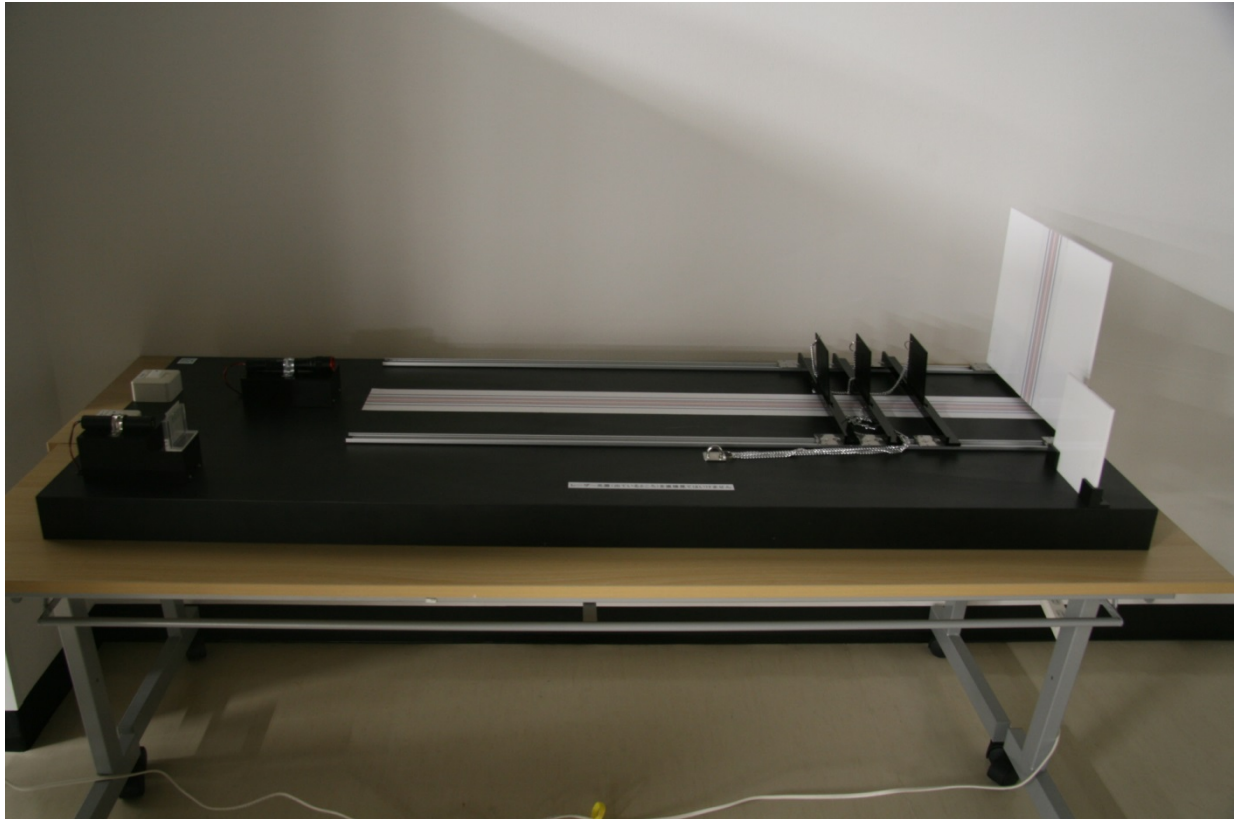
・展示本体装置：W1,200 mm × D450 mm × H365 mm 電源要 1 口 8W

## ■No5 干渉・回折

### ◎展示概要

板に対して縦方向に長方形の孔(スリット)が開いています。このスリットを通った光は、光源側と反対側の孔から出た後、球面波として広がります。スクリーンなどにスリットを透過した光を投影すると光源とスクリーンの位置関係によって、スリットから出た光の球面波としての広がり具合を確認することができます。

レーザー光の場合は、縦方向に孔が開いているスリットに対して、スクリーンでは横方向に広がっている様子が確認できます。



展示物全景



・展示本体装置：W1,600 mm × D600 mm × H365 mm 電源要 1口 6W



## ■No6 偏光

### ◎展示概要

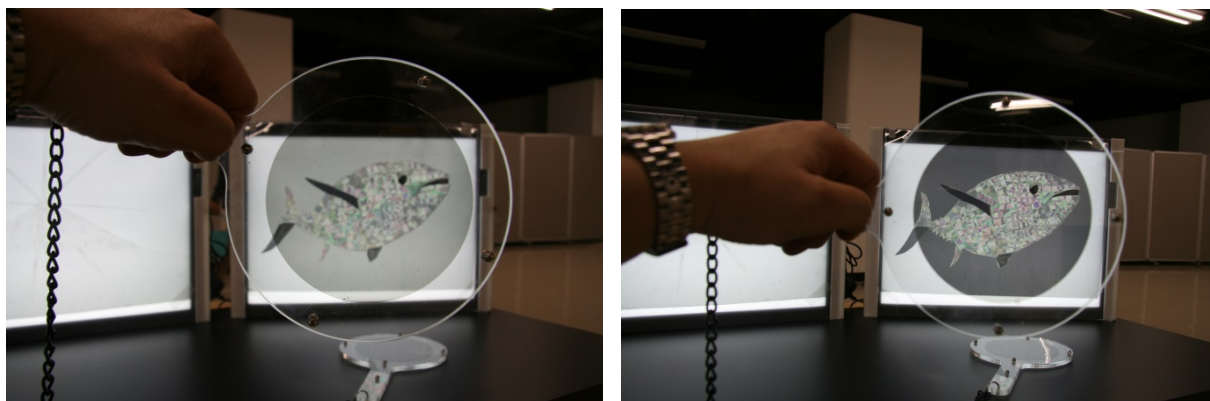
偏光板は、波の性質を持ち光源から放射状に照射された光のうちある特定方向に進んだ光のみ透過させることができる板(フィルム)です。

白色の光を放つライトボックスの表面に偏光板に色々透明テープを貼り合わせて作った切絵を置き、さらに偏光板を挟んだ虫眼鏡で絵を見てください。

虫眼鏡を回転させると、ライトボックスに貼った絵の明るさや色などが変化して見えます。



展示物全景

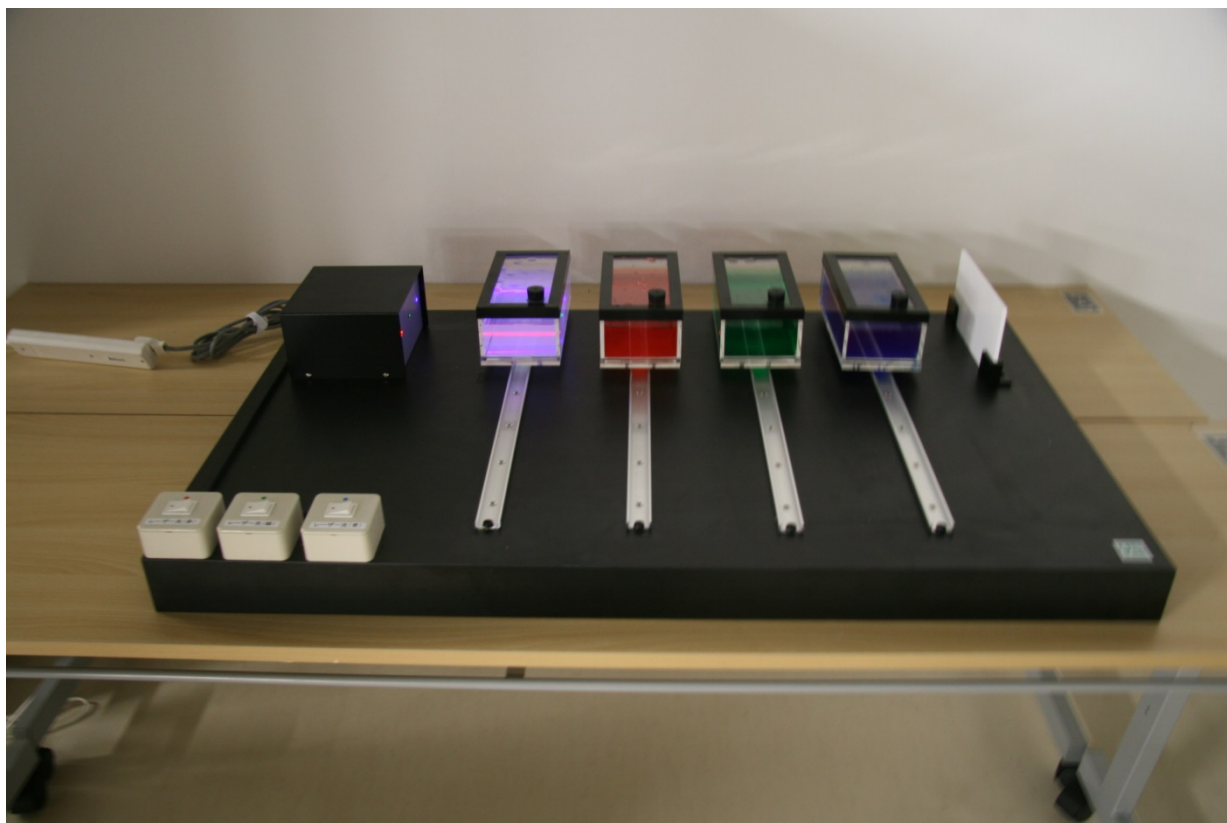


・展示本体装置：W1,500 mm × D600 mm × H386 mm 電源要 3口 24W 8W/1口

## ■No7 透過・吸収・散乱

### ◎展示概要

赤・緑・青色のレーザー光を照射し、スクリーンに光が届くまでに、色のついた水をさまざまな組み合わせで配置することで、色のついた水の中を通り抜ける色のレーザー光、吸収・散乱されてスクリーンまでレーザー光が届かない現象を、体験します。



展示物全景



・展示本体装置：W1,000 mm × D600 mm × H165 mm 電源要 1口 6W

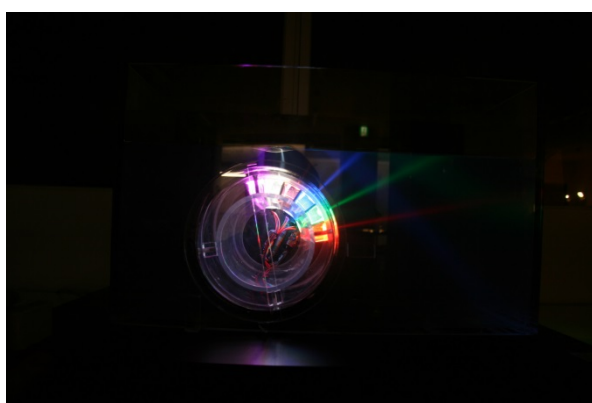
## ■No8 屈折・反射

### ◎展示概要

水が入った水槽の中に、種類の光源が出る装置があります。この装置は手で回転させることができますが、光源から出た光が水の中を通り、空気中に出るときに境界面で屈折したり、水面下で全反射して水中に折れ曲がったりする現象を体験することができます。



展示物全景



・展示本体装置：W650 mm×D400 mm×H365 mm 電源要 1口 50W

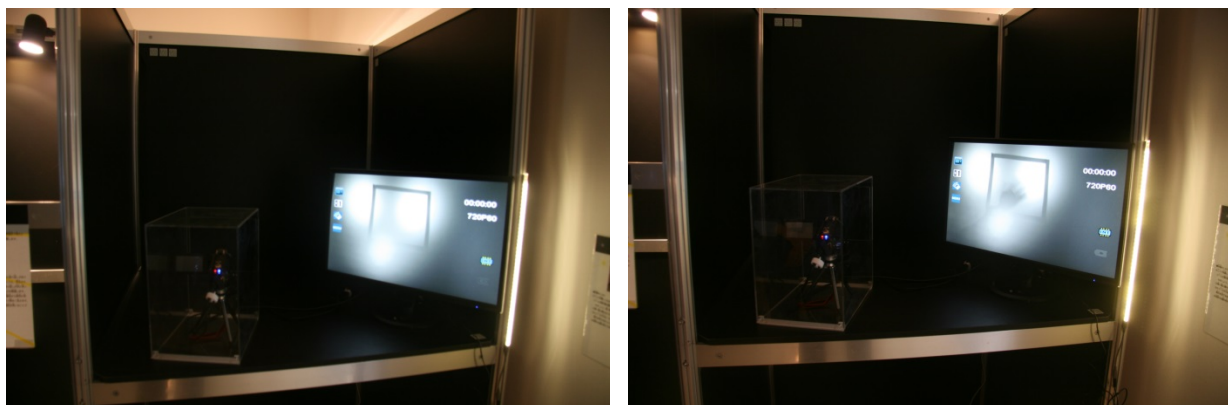
## ■No9 赤外線(応用) I

### ◎展示概要

黒いアクリル板の反対側は人間の目では何があるか、どうなっているか透けて見えることはありません。赤外線を受感するカメラ越しに見ると、アクリル板の向こう側の物体などの影が透けて見えるようになります。



展示物全景



- ・展示本体装置:W1,030 mm×D1,030 mm×H2,000 mm 電源不要
- ・モニター(24型)(IODATA EL-LD2381DB-B5) W560 mm×D205 mm×H410 mm 電源要 1口 30W
- ・ビデオカメラ(kenuo FHD WITH NIGHT SHOT)W125 mm×D58 mm×H57 mm 電源要 1口 60W

## ■No10 赤外線(応用)Ⅱ

### ◎展示概要

リモコンなどでは、信号の送信に赤外線を使用していますが、人間の目ではその信号に使う赤外線を見ることができません。スマートフォンの撮影機能などでは、赤外線を透過させるレンズが装着されていることが多く、リモコンのボタンを押すと、赤外線が照射されている様子を、スマートフォンの画面越しに視認できます。



展示物全景



- ・展示本体装置: W300 mm × D300 mm × H60 mm 電源不要
- ・リモコン W × D × H 電源不要(乾電池単四 2 本で駆動)

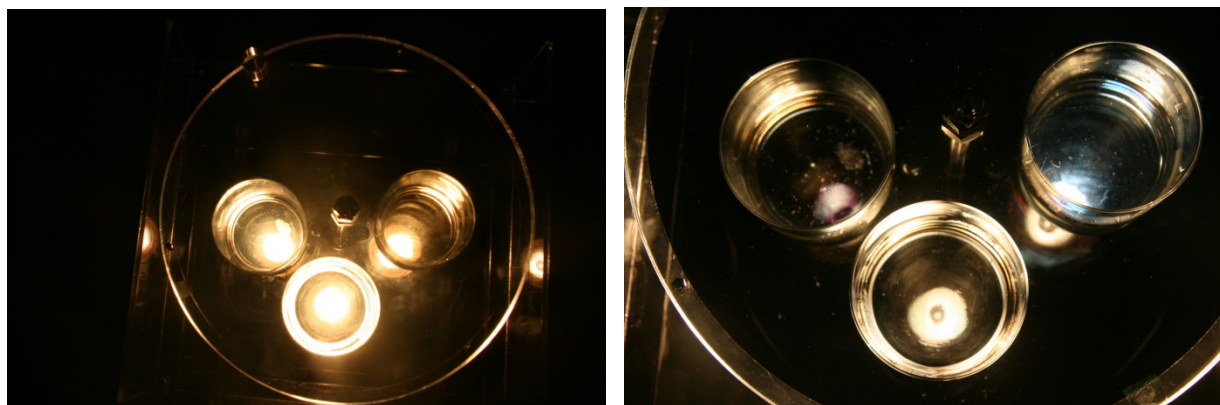
## ■No11 偏光(応用)

### ◎展示概要

下から照射されているスポットライトの上に偏光板を置き、その上に濃度の異なる水溶液が入ったコップを置き、さらにその上に回転させることができる偏光板を置きます。最上部の偏光板を回転させるとコップの底面から透過してくる光の明暗が変化したり、見える光の色が変わる現象を体験することができます。



展示物全景

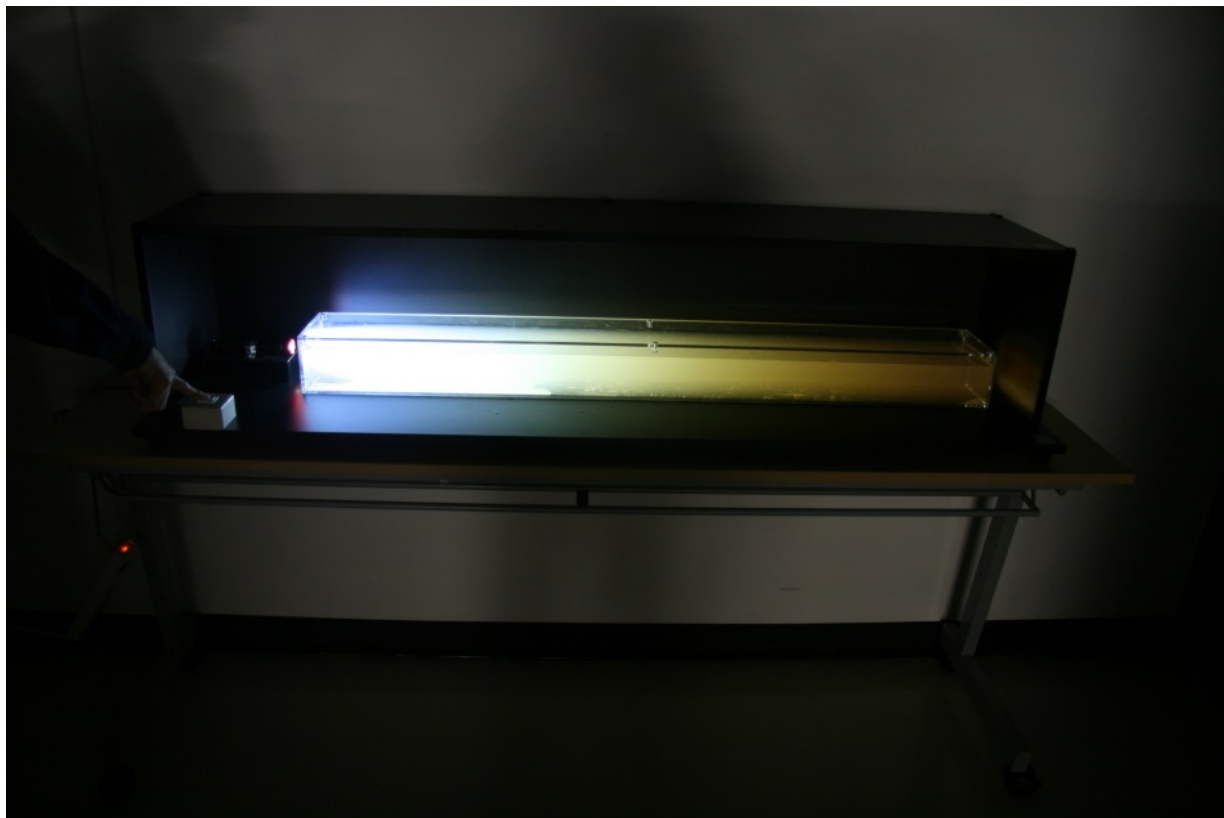


・展示本体装置:W450 mm×D400 mm×H580 mm 電源要 1口 200W

## ■No12 夕焼け原理(応用)

### ◎展示概要

地球上では日中の現象で、昼間空の色は青く見え、夕方は赤っぽく見えます。光の散乱具合によるものですが、少し白濁させた水の中にライトをあてると、距離が長くなるにつれて、白濁した水の中で反射して見える光がオレンジ色に見えます。



展示物全景



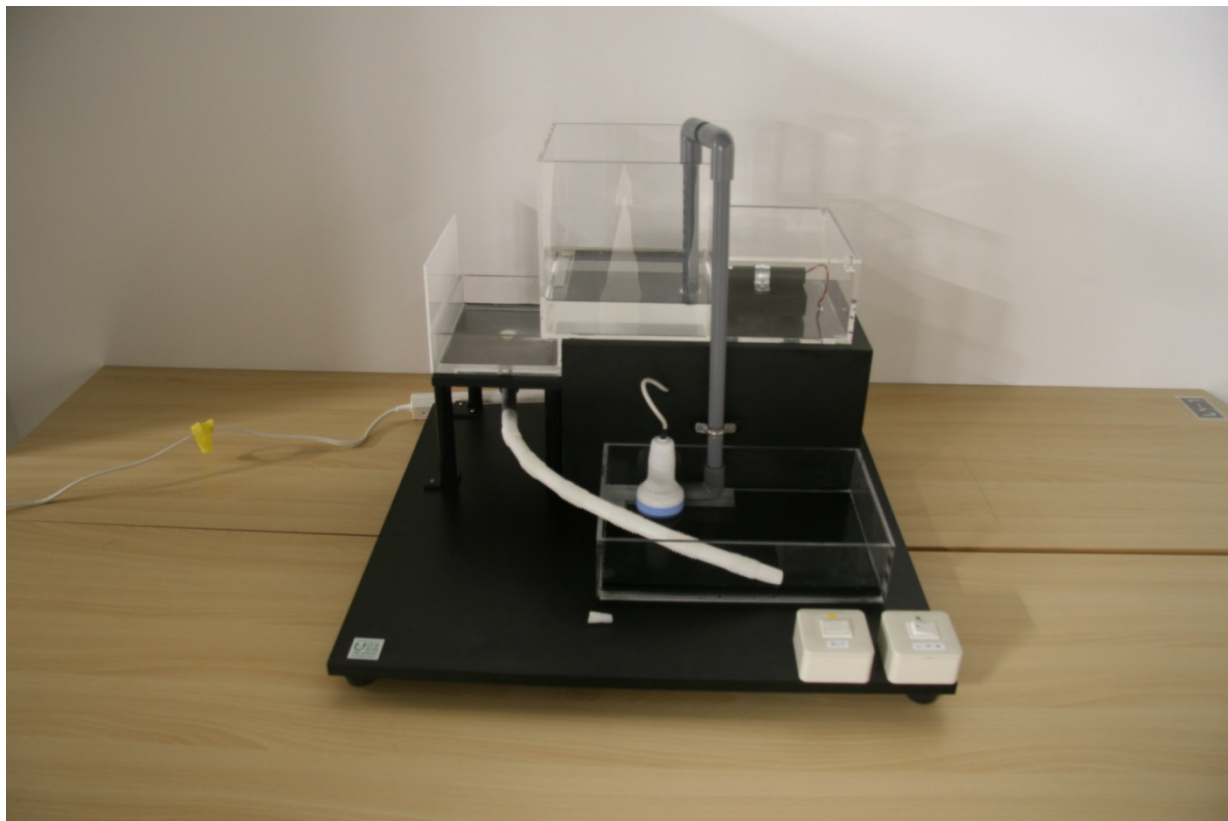
・展示本体装置:W1,500 mm×D400 mm×H337 mm 電源要 1口 5W

## ■No13 導波路(応用)

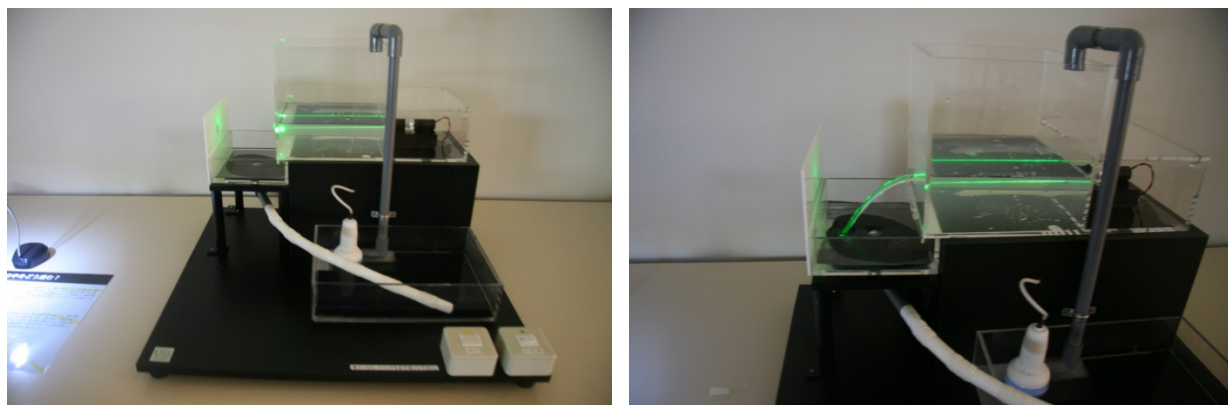
### ◎展示概要

光は基本的に同じ媒質の中をまっすぐに進みます。空気中もまっすぐ進みます。

空気中はまっすぐに進んでいるのに、水が入った水槽のある部分から水を噴水のように出すと、光は噴水の水の流れの中を反射しながら進みます。



展示物全景



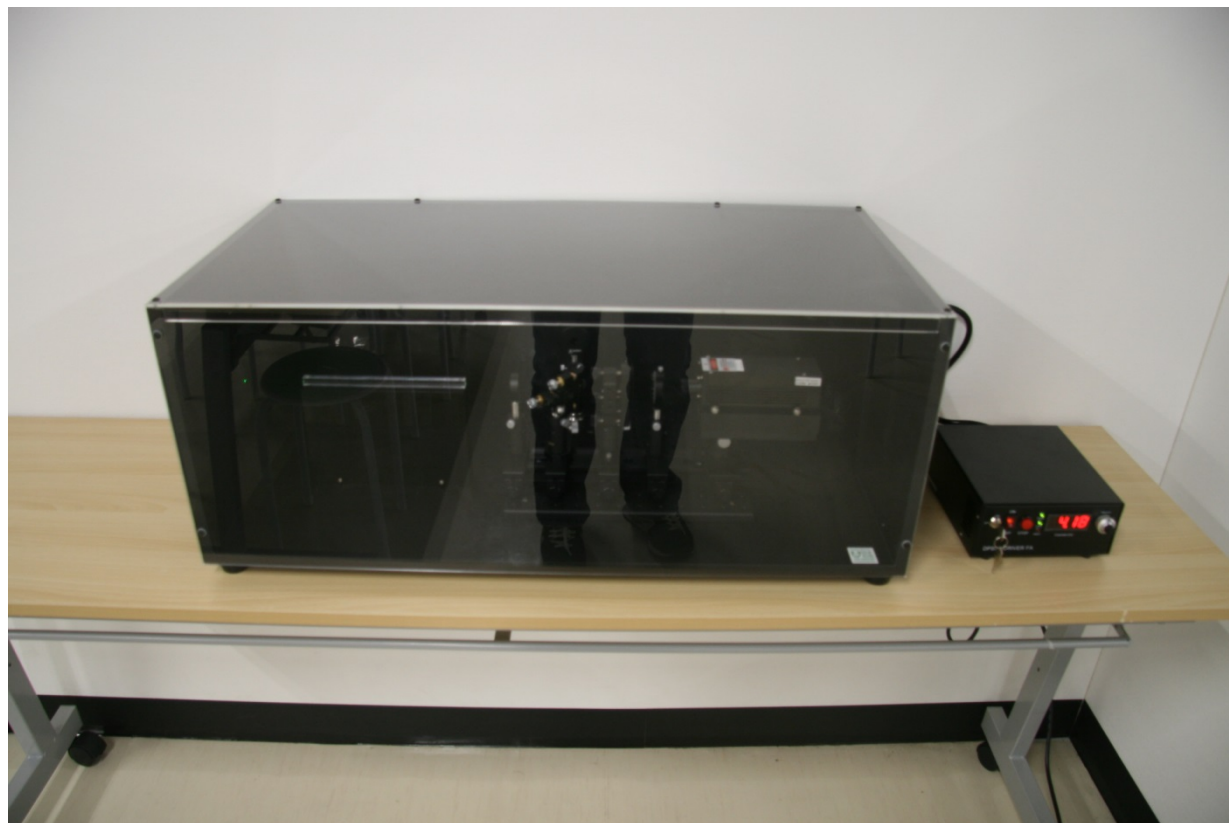
・展示本体装置:W600 mm×D550 mm×H437 mm 電源要 1口 20W



## ■No14 赤外線非線形結晶(技術)

### ◎展示概要

人間の目には見えない赤外線を、非線形結晶という人工結晶を通すと、人間の目に見える緑色の光が出てくる、緑色のレーザーポインターの原理装置です。



展示物全景



・展示本体装置：W800 mm×D400 mm×H337 mm 電源要 1口 800W

## ■No15 ソーラーパネル(技術)

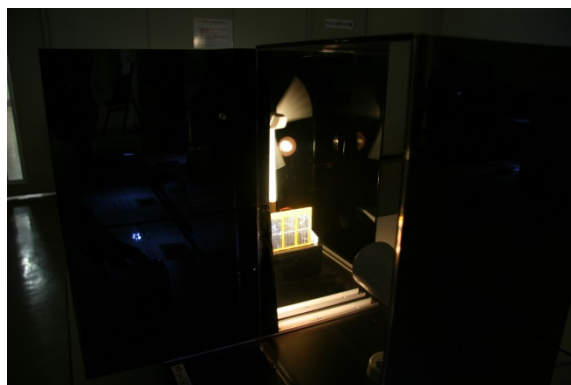
### ◎展示概要

風車の根元の部分にソーラーパネルが取付けられています。この風車はソーラーパネルから供給される電力で回転しますが、ソーラーパネルに光が届かなければ、風車は回転しません。

ソーラーパネルに光をあてたときと、あたらないときの風車の様子を見比べます。



展示物全景



・展示本体装置: W700 mm × D450 mm × H487 mm 電源要 1口 60W

## ■No16 特定波長カットメガネ(技術)

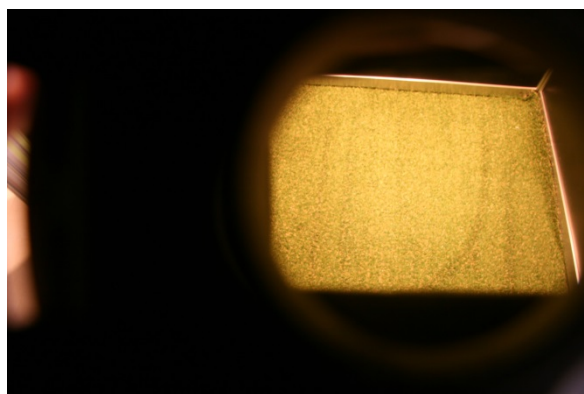
### ◎展示概要

さまざまな用途のメガネがあります。そのメガネをかけると裸眼で見るとはっきり見ることができるものがあります。ここでは、黄色や緑色に見える波長の光を強調するゴーグルをかけることで、芝目を見やすくする、波長が短い可視光線をカットして、モニターなどを見る目の負担を軽減させる、ブルーライトカットメガネ、オレンジ色のゴーグルをかけることで、指紋がはっきり見える、という3種類の体験ができます。

### ①緑色・黄色波長透過メガネ(緑色・黄色)



展示物全景



・展示本体装置:W1,030 mm×D1,030 mm×H2,000 mm 電源要 1口 150W

## ②ブルーライトカットメガネ

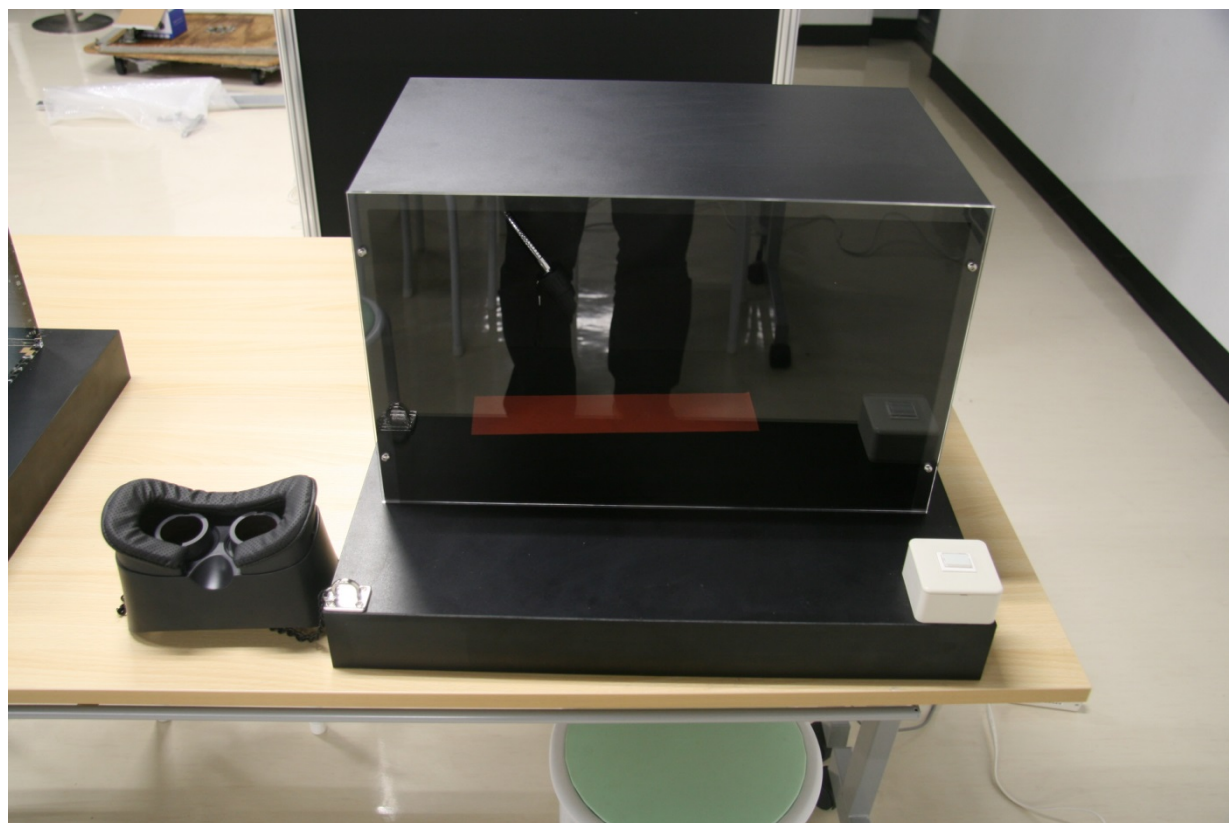


展示物全景

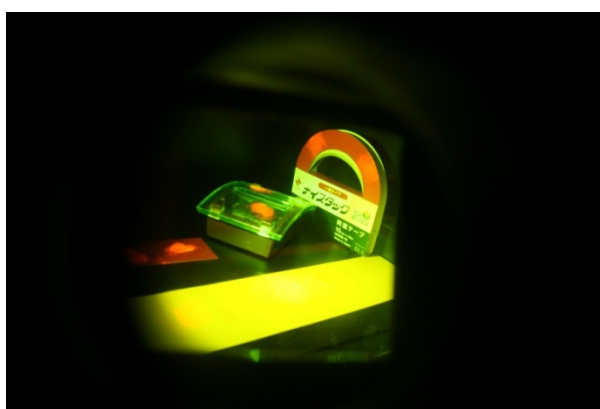
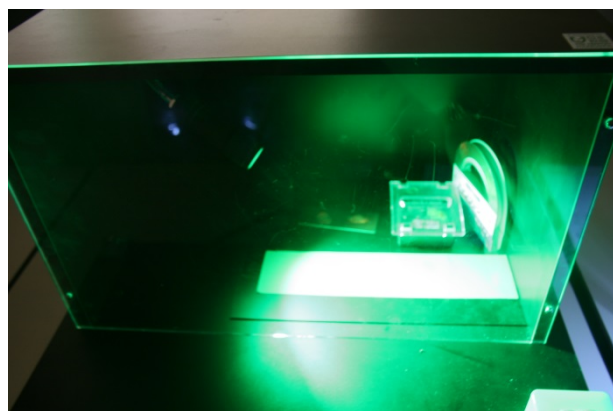


・ゴーグル:W200 mm×D1250 mm×H1000 mm 電源不要

### ③オレンジ波長透過メガネ



展示物全景



・展示物本体装置：W700 mm×D450 mm×H365 mm 電源要 1口 20W

## ■No17 光による造形(技術)

### ◎展示概要

光を使うことで、色々な造形物を作ることができます。

ここではレーザー光を使って、アクリルなどをカット、加工できるレーザー加工機の稼働の様子と、光をあてると硬化する樹脂が入った、3D プリンターで立体を作ることができる稼働の様子を動画で紹介します。



展示物全景

- ・モニター(24 型) (IODATA EL-LD2381DB-B5) W560 mm × D205 mm × H410 mm 電源要 1 口 30W
- ・DVD プレイヤー (GREEN HOUSE GH-DVD1D) W225 mm × D230 mm × H50 mm 電源要 1 口 10W
- ・収納ケース W365 mm × D265 mm × H110 mm

## ■No18 紫外線(技術)

### ◎展示概要

紫外線(ブラックライト)をあてると蛍光する物質、ものを、ブラックライトをあてながらその現象について動画で紹介します。



展示物全景

- ・モニター(24型)(IODATA EL-LD2381DB-B5) W560 mm×D205 mm×H410 mm 電源要 1口 30W
- ・DVDプレイヤー(GREEN HOUSE GH-DVD1D) W225 mm×D230 mm×H50 mm 電源要 1口 10W
- ・収納ケース W365 mm×D265 mm×H110 mm

■その他

解説パネルが全 14 枚あります。

## 光とは？

Sponsored by THE NIPPON FOUNDATION

私たちの身の回りには、太陽の光や照明の光など、色々な光があります。光は、「波」の性質がある電磁波の一部です。電磁波には「波長」という長さによりさまざまな異なる性質があります。波長の長さにより、γ線、X線、光、電波など名前があり、色々な用途に利用されています。一般的に波長は短いほど波の持つエネルギーが高く、波長が長くなるにつれて波の持つエネルギーは低くなります。

光は、「可視光線」という人間の目に見える光と、「紫外線」・「赤外線」という人間の目に見えない光があり、可視光線は波長の長さによって、人間の目に見える光の持つ色が変化します。日焼けのもととなる「紫外線」や、テレビのリモコンなどに使われる「赤外線」は人間の目には見えない光です。

波長が短い(波のエネルギーが高い) 波長が長い(波のエネルギーが低い)

電磁波の種類

γ線 X線 紫外線 可視光線 赤外線 電波

● **波の粒子性**

光には波の性質がある一方、「光子」という粒としての性質があります。光子の数が多くなると、光が弱くなります。光が持つさまざまな性質からなる現象の中には、波の一面であるということでは説明できなく、光を粒として考えた場合に成り立つものが存在するため、粒子性という性質があるという考え方もあります。

## 紫外線・可視光線・赤外線

Sponsored by THE NIPPON FOUNDATION

光には、人間の目に見える可視光線と、人間の目には見えない紫外線・赤外線があります。波長という波の長さで、定義されています。

● **紫外線**

波長が380nmより短く、10nm~380nmの波長のものを指します。さらにその範囲の波長によって、<遠紫外線(10nm~121nm)> <近紫外線(10nm~200nm)> <近紫外線(200nm~380nm)> があります。特徴としては、紫外線をあてることで発光する物質が存在します。また、紫外線の波長によっては人体に影響を及ぼすものもあり、注意が必要です。夏場の日焼けは、紫外線によって皮膚内部の細胞が損傷し、新たな細胞を再生させる過程で内部でさまざまな化学反応が起こっているのが原因です。

● **可視光線**

波長が380nmから780nm位の範囲の光で、この波長の領域は人間が光の色として識別することができます。可視光線の中で波長が短いものは紫色に見え、波長が長いものは赤く見えます。紫色→青色→青緑色→緑色→黄色→オレンジ色→赤色と見える光の色が変化します。雨が降った後に見える虹は、人間が見れる可視光線の範囲の光の波長が見えているのです。

● **赤外線**

波長が780nmより長く、780nm~1mmほどまでの波長のものを指します。さらに波長の範囲によって、<近赤外線(780nm~2μm)> <中赤外線(2μm~4μm)> <遠赤外線(4μm~1000μm)> があります。特徴としては物質に吸収されると、赤外線を吸収した物質を加熱させる効果があります。遠赤外線のように波長が長い赤外線の方が、物質に吸収されやすい性質があります。この赤外線の特徴を利用しているのが、赤外線ヒーターなどの暖房器具です。

## 直進性・速度

(光の基本的な性質)

Sponsored by THE NIPPON FOUNDATION

● **直進性**

波の性質がある光が進む(波が伝わっていく)のに、ある均質な空間では、真っすぐ進む性質があります。また、光が進む途中に遮るものが無かったり、何かに吸収されなければ、真っすぐに進みます。このような性質を光の「直進性」といいます。

一般的な光はある一点を光源として、水面に上から一つ小石などを落とすときに円形に広がるような球面波として伝わっていくため、電球などから放射した光は色々な方向に伝わります。一方レーザー光の場合特定の方向のみに進み、光源から放射した光の広がりが少なく、より真っすぐ進む光として、さまざまな研究・技術に活用されています。

● **速度**

光が進むにも速さがあります。とてつもなく速いスピードで進みます。1秒間に光が進む距離(秒速)は、真空中の場合 299,792,458mです。これをkmに換算すると、299,792,458 km (29万9,792,458 km) となり、光の秒速が約30万kmと言われるのは、このことからわかります。この速度で地球から月まで光が進むのにかかる時間は、月までの距離が約384,400kmなので約1.28秒、地球から太陽まで進むのにかかる時間は、太陽までの距離が約149,600,000kmなので、約499秒、およそ8分19秒ほどかかります。外に出て太陽光を見たとき、目に届く光は太陽が8分19秒ほど前に発した光が来ているのです。

光が1年かけて進む距離を「1光年」といいます。1光年の正確な算出は、1年365.25日で換算する1ユリウス年で計算するので、1秒間の31,557,600秒の9,460,730,472,580,800mとなります。これをkmに換算すると約9兆4607億kmです。

光の進む速度は不変として扱われてきたので、現在の長さの基準である「m(メートル)」は、光が1秒間に進む距離の1/299,792,458秒に達した距離が世界共通の「1m」の長さとして定められています。

## 集光・偏光

(光の基本的な性質)

Sponsored by THE NIPPON FOUNDATION

● **集光**

上下の図のように、空気中を進んでいる光がレンズの表面に垂直に光が当たると、光は真っすぐレンズの中も進みます。しかしレンズの反対側から再び空気中に光が進むとき、レンズの反対側の面が光の進む方向に垂直な面を持たないと、レンズの反対側から光が空気中に出るときに折れ曲がって進む、屈折という現象が発生します。同じ波長の光をレンズに通すと、光が一点に集まる、焦点ができます。この光が一点に集まる性質を「集光」といいます。波長によって光の屈折率は異なるため、レンズから焦点までの距離は波長によって異なります。また、光源からさまざまな方向に放射された光を、鏡などを使って一点所に集めることもできます。一点所に集まった光のエネルギーは高く、ものを切斷する、熱を持つなどの特徴があります。オリンピックの聖火で、「聖火最初に火をつける儀式では、凹面鏡を太陽光に向けて設置し、凹面鏡後面で反射した太陽光が集まる一点にトーチを近づけ、着火させます。

● **偏光**


光を波として考えたとき、光の波は光源からさまざまな方向に飛び出しています。光源から射せられた光の波は、何も障害物がなければ真っすぐ進んでいますが、障害物があるとその裏側には光の波は届きません。しかしながら、一つの光の波が通れる小さな長方形の孔があったとします。光の波が孔を通れるのは、光の波長がその孔の形が通れることより短ければいいからであるため、この孔は波長の波長より小さいものであることが重要で、幅に比べてはるかに狭いものと考えます。

一方、長方形の孔に対して波がやや斜めに傾いて進もうとしたり、直進向きに進もうとすると、長方形の孔に波の一部が当たるとになり、波の波長がその孔を通らないので、光が通り抜けなくなります。さまざまな方向に飛び出した光の波の一部だけが、孔などを通り抜ける性質を「偏光」といいます。



## 散乱・吸収

(物質との相互作用による性質)




### ● 散乱

ある方向から来た光が、物質の分子などの粒子にあたり、さまざまな方向に分解されて飛び散っていく現象を、「散乱」といいます。散乱には、光の波長より小さい粒子にあたり、さまざまな方向に散乱する「レイリー散乱」と、光の波長と同程度以上の大きさの粒子にあたり、光の進行方向へ多く散乱する「ミー散乱」とがあります。「レイリー散乱」では、人間の目で見える可視光の中で、赤色の光より紫色・青色など波長が短い光のほうが影響を受けやすくなります。

光の散乱は、空の色で見ることができ、白くぼく見える夕陽光には、さまざまな色の成分の光が含まれています。宇宙から地上に向かって光が進むとき、地球表面の大気の中を通過しますが、紫色や青色の波長の短い光は、大気の外側に多くある波長より小さい粒子にあたり、レイリー散乱を起こし、大気中に青っぽい光が散ります。日中は光が大気中を進む距離が短いため、紫色や青色以外の光の散乱はあまり起こらず地上に届き、空が青く見えます。一方夕方になると、大気中を進む光の距離が長くなり、大気表面で起こるレイリー散乱により、赤や黄色の光、散乱を受けにくい赤色やオレンジ色の波長の長い光が地上に多く届くようになります。地上近くの大気と塵などの波長より大きい粒子にあたり、ミー散乱を起こし、赤っぽい夕陽として見えるのです。

### ● 吸収



物質は、物質それぞれが固有のエネルギーを持っています。この物質が持つエネルギーと同じエネルギーを持つ波長の光が物質の中を通ると、光が持つエネルギーが、物質の持つエネルギーに移り、エネルギーを持った光が壊れて無くなってしまいます。このように、物質内で光が無くなっていく現象を「吸収」といいます。

光の明るさに弱ると、ある明るさの光は、その明るさになるためのエネルギーを持っていますが、エネルギーが無くなると明るさを保てなくなります。



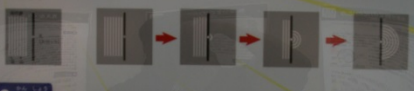

## 回折・干渉

(光の基本的な性質)

### ● 回折

波の性質を持つ光がある一定方向に進んでいるときに、その方向に障害物があった場合、基本的に同じ方向には進みません。このとき障害物に「孔（スリット）」があり、孔の奥にいてる所に波がぶつかると、孔の平を通り、孔の出口から球面を平にしたような球面波として孔の直径や幅よりもずっと大きい波になって、外側に広がります。このような現象を「回折」といいます。



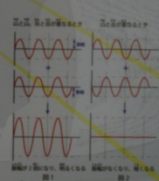

### ● 干渉

光には、波の性質があります。図1のようにある波長の光があり、ここに何らかの影響を受けて同じ波長の光が重なるとします。

図1のように、波の山と山、谷と谷が重なると、波の振幅（波の高さ）が大きくなり、右の図のように波の山と谷が重なると波は打ち消し合うことになり、振幅はなくなっています。この波が重なり合う現象を「干渉」といいます。重なった波を「干渉波」といいます。

光を波として考えたとき、波が重なって振幅が大きくなる場合は明るくなり、振幅がなくなる場合は暗くなります。図2のように同じ波長の光が、重なり合うタイミングがずれて干渉すると、お互いが光を発しているのに、光の波が重なる場所では暗くなる場合があります。

右上の図のように、波長がぴったり重なり合う場合（重なりやすさ）を、コヒーレンス（同干渉性）といいます。レーザー光はコヒーレンスな光です。

干渉や回折という現象は、光そのものの性質ですが、光を粒として考えたときに説明できない部分があります。

## 反射・屈折・透過

(物質との相互作用による性質)




波が伝わるための物質や物体を媒質といいます。波の性質を持つ光もさまざまな媒質の中を通ります。ここでは、元々光が進んでいる媒質を空気、異なる媒質を水やガラスに射して説明します。

図1のように空気中を進む光が、水やガラスの境界面に当たるとき、境界面と垂直な線（線A-B）と光が進んでくる方向の角度を入射角といいます。

### ● 反射

図2のように空気中を進んでいる光が、水やガラスなどの異なる媒質の境界面に当たって空気中にはね返り、進行方向を変えて再び空気中を光が進む現象を「反射」といいます。入射角に対し、境界面と垂直な線と、進行方向を変えて進む光の角度を反射角といいますが、入射角と反射角は同じであるという反射の法則が成り立ちます。図3のように反射の中で、境界面が凸凹で色々な方向に反射することを、乱反射といいます。




### ● 屈折

空気中を進む光が水の中を進もうとすると、その境界面で光の進む方向が折れ曲ります。これはそれぞれ媒質中を進む光の速さが異なるため、この折れ曲がる現象を「屈折」といいます。

屈折の度合いは媒質によって変わります。入射角と屈折角で表わすことができます。図4のように空気中から水中に進む場合、境界面と垂直な線（線A-B）と、水中で光が進む方向とを角度を、屈折角といいます。空気中から水中に光が進むときは、入射角 > 屈折角 の関係が成り立ちます。一方、図5のように水中から空気中に光が進むときは、入射角 < 屈折角 の関係が成り立ちます。






### ● 透過

図6のように空気中を進む光が水やガラスの中を通り反対側に出てくる現象を、「透過」といいます。これは水やガラスが、光の持つエネルギーを吸収しにくいためです。しかし強く光の持つエネルギーを吸収しないというわけではなく、水やガラスの中を通る光（入射光）と、透過して出てきた光（透過光）とは、それぞれが持つエネルギーに差があります。



## 太陽光エネルギー

(応用・技術)

地球に降り注ぐ太陽光のエネルギーはとても大きく、地球上で1年間使用するエネルギーの総量を、わずか1時間降り注ぐのとはほぼ同じ量になると言われています。

太陽が毎秒全方向に放射するエネルギー量は、 $3.86 \times 10^{26}$  kW という巨大なエネルギーで、地上では1㎡あたり毎秒約1kWのエネルギー量を受けています。このエネルギー量は、電気ポットや、掃除機などが動かせる電力とほぼ同じです。そのため、太陽光を活用してエネルギーを生み出すのは非常に有効な手段です。

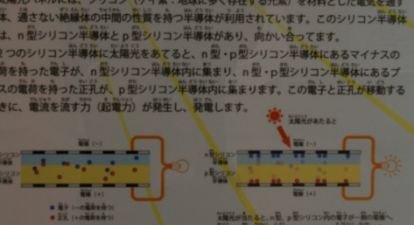
太陽光には、可視光線に近い紫外線（※1）、可視光線、赤外線が含まれていますが、この太陽光が持つエネルギーを太陽光パネルというものをを使って電力に変換し、発電エネルギーとして生かすに利用されています。

(※1) より波長が短く、紫外線Aと紫外線Bが放射されていますが、地球を回り回くオゾン層、その層の厚さの調節、紫外線を吸収し、地上に届かないようにしています。

### ● 太陽光発電の仕組み

太陽光パネルは、シリコン（ケイ素：地球上に多く存在する元素）を材料とした電気を通す導体、通さない絶縁体の中間の性質を持つ半導体を利用されています。このシリコン半導体には、n型シリコン半導体とp型シリコン半導体があり、向かい合っています。

2つのシリコン半導体に太陽光をあざると、n型・p型シリコン半導体にあるマイナスの電荷を持った電子が、n型シリコン半導体内に集まり、n型・p型シリコン半導体にあるプラスの電荷を持った正孔が、p型シリコン半導体内に集まります。この電子と正孔が移動するときに、電流を流す力（起電力）が発生し、発電します。




太陽光パネルは、太陽光に含まれる全ての波長の光に万遍なく反応する訳ではありません。シリコン半導体に物質をさまざまな層で重ねると、例えば紫外線に反応する太陽光パネル、赤外線に反応する太陽光パネルなど異なる波長の範囲の波長に対して発電する太陽光パネルができ、用途によって使い分けられています。

## 光を使った星の計測

(応用・技術)

**● 恒星と惑星**

宇宙にある星は、太陽のように自ら光を放ち輝く恒星と、月や火星のように自ら光を放たずに、恒星から放たれた光を反射して光って見える惑星とがあります。恒星は、その周囲に恒星がないと、恒星から放たれた光を反射することができません。そのため夜空に輝いて見える星のほとんどは恒星です。星は誕生するときは恒星で、長い時間をかけて惑星に変化します。恒星が誕生するときには、最初に4つの水素原子から1つのヘリウム原子ができる核融合反応が起こり、非常に大きなエネルギーが発生します。このエネルギーが熱や光となって現れます。核融合反応は段階的に発生し、さまざまな物質が生み出されます。物質によって星が形成されると、核融合反応が収束して光が出なくなる恒星へと変化します。最初の核融合反応で発生する光は波長が短いため青白く、段階的な核融合反応が起こるにつれ、発生する波長は長くなり赤っぽく見えます。



**● 望遠鏡での計測**

星の観察や計測では望遠鏡を利用します。望遠鏡はレンズを使うことで、光を屈折させたり、集光させたりして、遠くのものを見えるようにする働きがあります。人間が夜空を肉眼で見るとき、光っている星を認識できるのは、自ら光る恒星から届く光や、恒星からの光を反射した惑星から届く光を感じ取れるかどうかですが、自ら光る恒星から届く光と認識できません。望遠鏡を使うと遠くのものが見えるようになるのと同時に、宇宙から届く微弱な光を集めることができるため、望遠鏡越しに見ると肉眼では見えない星からの光を認識することができます。この微弱な光にはどのような波長の光が含まれるか、分解・測定する能力のある分光器を使うことで、含まれる波長の種類を計測することができます。

**● 物質の推測**

恒星はさまざまな物質によって形成されます。物質に光があたると、物質ごとに反射する光の波長は異なることがわかっています。例えば液体状の場合は可視光の中でも波長が長い光を反射するために、赤っぽく見えます。このことによって、その星にはどんな物質があるか推測することができます。仮に地球と同じような物質、例えば酸素が存在すると推測される星が計測できたとすれば、酸素があるのではという推測になり、酸素が存在すればその星に生命体がいるのではないかと考えこともできます。反対に、恒星や惑星からの光が進む方向に暗い空間があるとすると、光を吸収してしまうブラックホールの存在が推測できます。

## 3Dディスプレイ

(応用・技術)

人間の目は、左目と右目の間に約6cmほどの距離があるため、顔を動かさずに左目だけで見た場合、右目だけで見た場合とでは、その立体的見えかた(角座)は微妙に違っています。左目と右目で立体的見えかたが通うことを立体視差といいます。この立体視差を利用して画像や映像を立体的に3次元で見せるために、光を使つたさまざまな工夫があります。

**● 画面加工技術**

二つの画面から出る画像を加工し、画面から左目、右目にそれぞれ違った画像の光を出し、脳の中で立体像として認識できるように、画面自体を加工する技術があります。最近では、テレビやポータブルゲーム機などでも取り入れられています。また偏光機能のあるメガネをかけることで、同じ画面から放たれた光を、左目に入る光と右目に入る光とに分けて、脳の中で立体像として認識させる方法もあります。



**● ホログラフイー**

3次元の立体像をレーザー光を使い平面上に記録し、立体像として再生する技術のことをホログラフイーといひ、記録する平面的な媒体をホログラムといひます。ビームスプリッターを使い、透過する光(A)と、90度曲がった光(B)の2つの光路にレーザー光を分けます。(A)の光の先にミラーを置き、反射させて物体に向けて、物体光(物体からの反射光)を記録媒体に向けて、(B)の光の先にもミラーを置き、参照光(ミラーからの反射光)を記録媒体に向けて、物体光と参照光を重ねる部分は光が干渉し、記録媒体にはこの干渉による干渉縞(縞模様)が記録されます。この記録されたものがホログラムです。今度は物体を取り除き、(A)の光を途中でブロックし、(B)の光路のみ記録したときと同じように参照光をホログラムにあてると、記録された干渉縞によって光の回折が起こり、違った方向へ広がる光が出てきます。この光は物体からの反射光(物体光)と同じ光路をたどるので、物体がなくなってもあたかも物体があるように見えるのです。

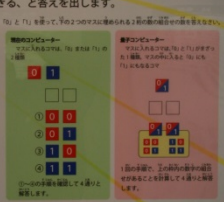
## 量子コンピューティング

(応用・技術)

**● 量子コンピューティングとは**

現在のコンピューターは、「0」(実行しない、No)と「1」(実行する、Yes)の2種類の数字を組合せて、さまざまな計算をして表示しています。例えば、2つのマスがあり、「0」か「1」の数字を使ってできる2桁の数字を作りなさい、という問題があるとすると「00」、「01」、「10」、「11」の4つの組合せができますが、現在のコンピューターはマスの中に置く手順として、4回置いて4つの組合せができる、と答えを出します。

これに対し量子コンピューティングという考え方は、一つのマスに置くことのできるものは、「0」にも「1」にもなる」という不確かな考え方で答えを出します。2つのマスに置く手順は1回のみので、その結果4つの組合せができる、と同時に計算ができます。マスが増えることに従来コンピューターでは手順が増えますが、量子コンピューターではマスが増えなくても計算手順は1回で、その組合せ数を同時に計算できるというものです。



**● 光の利用方法**

現在のコンピューターは、「0」、「1」を、電気の中の電子が集まる、集まらないで、「0」、「1」の信号を判断しています。量子コンピューティングでは電子の代わりに光を使い、基本的に光が強く、届かないで「0」、「1」の信号を判断します。光は干渉する性質があり、干渉して光が明るくなる場合と暗くなる場合がありますが、この間にはさまざまな明るさを作り出すことができます。最大に明るくなるを「1」、真っ暗になるを「0」と仮定したとき、「0」以上「1」以下の明るさが実際に存在し、「0.3」や「0.5」や「0.75」といったいろいろな明るさの状態が同時にできます。この「0」と「1」の中間の状態がたくさんできることで、今までのコンピューターと比べて、膨大な量の情報を一度に処理することができるようになります。

「計算をする」という量が増えること、また「計算をする」スピードがあがることなどから、量子コンピューティングを用いると、コンピューター内で莫大な量の「計算をする」必要があった、化学化合物のモデリングや、さまざまな条件下における気候変動の影響予測が短時間で可能になります。

## 医療分野での光の応用

(応用・技術)

医療分野でも、眼科器具、技術、治療などにも幅広く光を利用した技術が使われています。

**● レーザーを使った技術**

**■ 網膜剥離の予防(治療)**

レーザー光を利用して眼球内の網膜にできた孔や亀裂の広がりや癒えを促す治療法があります。網膜は、目の奥一面に広がっている薄い膜で、角座から入った光を刺激として感じ取り、網膜で受けた刺激は視神経を通じて脳に伝わり、「見える」と認識されます。網膜に何らかの要因で孔ができた、亀裂が発生する網膜剥離という状態を放置すると、網膜が剥がれて光を感じることができなくなり、視力が低下する網膜剥離という病気になる。網膜剥離の予防として光凝固法というレーザー治療があります。瞳孔からレーザー光をあて、傷を癒します。この治療を行うと痛が刺さる網膜の周辺組織とその下の組織がくっつき、網膜が剥がれにくくなり、網膜にできた孔や亀裂の広がりを防ぐことができます。目を直接照射することなく短時間で負担が少なく治療ができるようになりました。

**■ レーザーメス(医療器具)**

人体の組織を切開したり切除する手術は、ナイフのようなメスという器具を使いますが、メスを使うと組織の毛細血管を切ることになり、出血してしまいます。現在は、レーザー光を使ったレーザーメスというものがあります。レーザーメスは内部に鏡光レンズがあり、先端から出てくるレーザー光を集光させて、超高温になる熱エネルギーが発生する焦点を作り出します。熱エネルギーで組織を切開したり、焼き切ることができ、同時にレーザー光があたる周辺組織の血管を同時に焼き固める効果もあるため、通常のメスを使ったときよりも出血が格段に少ない、という利点があります。また、組織に非接触で切開・切除できたため、メスによる感染のリスクを抑えられる、衛生面での利点もあります。

**● 光を使った検査**

医療器具でも光を利用したものがありますが、代表的なものとして内視鏡があります。内視鏡は先端に極小なカメラが付いていて、かつ明るい光を出すことができます。口などから体腔に入ると、患部となる部分の状態を表面からメスで切開せずに、観察できます。また、細胞や組織の状態を観察するときに、照明として光を使う光学顕微鏡などもあります。光学顕微鏡の中には、採取した細胞や組織に下から直接光をあてて見るもの、照明の光を偏光や屈折させて明暗の対比をはっきりさせて見るものなどがあります。

## 農業分野での光の応用 (応用・技術)

Supported by  
**日本財団**  
THE NIPPON FOUNDATION

植物は、日中葉の部分に光があたると大気中の二酸化炭素を取り入れ、葉に糖から吸収する水を使って光合成を行い、酸素と糖質という有機物を生成します。光合成には光の必要ですが、太陽光（日光）だけでなく、人工的な光を使って植物を生育するシステムがあります。また農業分野では、植物の内部計測、生育管理などに、光を利用した技術が応用されています。

**● 非侵襲計測**

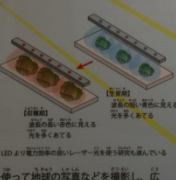
農作物を切ったり傷つけることなく、内部の組織を壊さずに計測することを「非侵襲計測」といいます。例えば、果物に近赤外線域の光の波長を当てながらあてていき、果物にあてた光の強度と果物を透過した光の強度を比較します。物質はそれぞれ特定の波長の光を吸収する性質があるため、吸収された波長の光からどんな物質が含まれているかがわかり、吸収度（吸収する度合い）から、吸収する物質の濃度がわかります。また、吸収された光の波長から甘味の種類と濃度を特定し、糖度がわかったり、内部の腐み具合などの品質状態がわかります。光をあてるだけで内部状態がわかるので、従来より短い時間で品質を見極められることができます。

**● 最先端技術**

農業分野での光を使った最先端技術として、植物の生育に必要な光を人工的な光を効率的に活用することで、畑などでは気象条件に左右される農作物を、太陽光が届かない場所でも安定供給できる農作物工場があります。人工的な光としてLEDやレーザー光を使うことで、さまざまな波長の光が入った太陽光とは異なり、植物の生育に必要な波長の光のみ照射することができます。また、人工衛星に搭載された光を受感できるセンサーを使って地球の写真などを撮影し、広範囲における農耕地の状態や農作物の生育状況の把握を管理できるなど、光を使った技術がさまざまな部分で使われています。

**● その他の応用**

植物の成長過程で特定の波長の光をあて続けると、細胞の発生の抑制や、害虫の発生の抑制に効果があることが知られています。紫外線などは細胞などの発生を抑える効果、人間の目に見える可視光線の場合、黄色に見える光は、細胞の動きを鈍くさせたり、眠らせる効果があります。青色に見える光では、ショウジョウバエの卵・蛹・成虫と、どの成長段階においても殺虫効果があります。



## 見えなくなる材料 (応用・技術)

Supported by  
**日本財団**  
THE NIPPON FOUNDATION

人間は、物体にあたってはね返ってきた光を目で捉え、目に入る光の波長によって色として認識しますが、物体から反射した光が目に入らなければ、物体の色は認識できず、見えなくなるという状況になります。

**● 原理**

光だけでなく電磁波全体として、原理をいくつか説明します。一つ目は、電磁波が向かってくる方向に反射させないことです。右のイラストのように、表面に凹凸を持たせることで滑った方向に反射させます。二つ目は、平滑の性質を利用して、電磁波の波を打消し合うようにさせる方法です。電磁波が反射する層を持たせることで、反射する電磁波の波長が半分ずつれた波をわざと発生させ、干渉させることで波を打消し合う方法です。三つ目は磁界を持つ電磁波を、フェライト磁石の粉末などを混ぜた磁界を持つ素材の中に入射し、電磁波の持つエネルギーを、熱エネルギーに変換し、磁界の中で吸収する方法です。このような原理を利用することで、戦艦機のステルス機が、レーダーに探知されないようにしたり、高層ビルの外壁材などに用いて、色んな電波が干渉し合ってテレビ画面にゴーストという多量の像を出さないようにしています。

**● 透明マント**

一昔前の漫画やドラマで扱われていた夢物語のようなことが、メタマテリアルという人工的に造られた物質を使うことで、実現されようとしています。メタマテリアルは、光の波長より小さな構造をしたもので、物体に光があたるときの光を自由に操作し、光を曲げたり、吸収したりすることができるのです。通常光は物体にあると吸収・反射・透過などさまざまな現象を生み出します。メタマテリアルは、光の進行方向をカーブさせるように曲げたりできるため、物体にあつたときの反射した光が自ら届かないことになり、物体の存在を目で確認することができません。これが透明マントの原理です。