

# 液晶画面やデジタルカメラが光の3原色RGBを使う理由の実習を通した理解

3年生のSSHの授業の一環で、リモートセンシングの授業を行っている。PCを使った実習を通して11時間で行っている。

フリーソフトの画像処理ソフトウェアRSPを使用し、生徒は各自1台のPCを使って近接リモートセンシング及び遠隔リモートセンシングの画像処理、GRVI、NDVI、シュードカラー表示、ナチュラルカラー表示、フォルスカラー表示等の処理を行っている。これからの農業及び関連の仕事にはこれらの基礎知識が必要であると考えている。PCには授業に必要なデータやソフトを事前に入れてある。

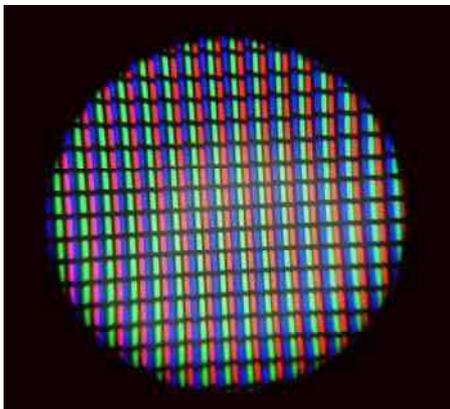
この授業の一環として光の3原色RGB (Red、Green、Blue) について説明と実習を行った。何故RGBを使うのか、どのように画面が作られているのか等を生徒は理解したようである。生徒は興味を持って熱心に取り組んでいた。その一端を画像を中心にして説明する。

## 1. 画面の観察



PCの画面を30倍簡易顕微鏡で観察する。この簡易顕微鏡はピント合わせのリングがついているので、厚みのある表面ガラス等がついている液晶画面でもピントが合わせやすい。

各自1台の簡易顕微鏡を使うことができるので余裕を持って観察できた。



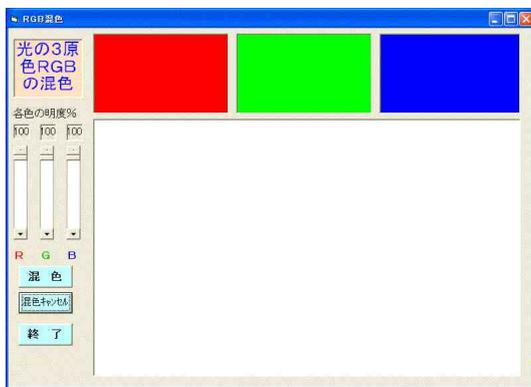
白色の画面を見るとRGBが写真のように並んでいることが分かる。画面がこのように作られていることに生徒は大変興味を持った。



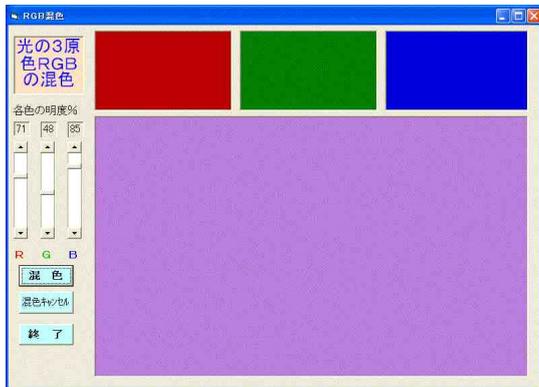
PCの画面でRGBの点が並んでいることを確認した後、スマートフォンを取り出して顕微鏡で画面を観察した生徒がいた。スマートフォンの画面の方が点の並びが細かいことを発見していた。

## 2. RGBで様々な色を作れることを確認

RGB混色ソフトを使用。これは昔私がRGBの説明に使えるようにVB6で作った簡単なソフトウェアである。ダウンロードできるようにしてある。

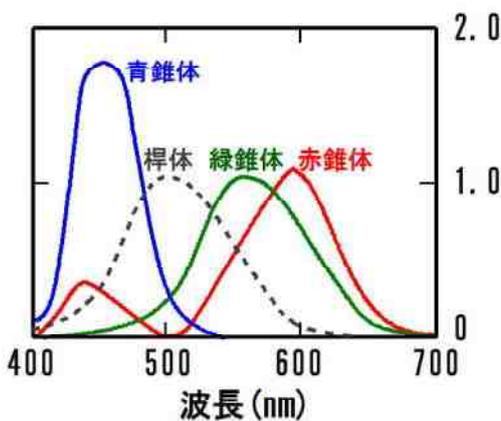


R G Bそれぞれ100%で出力すると白く見える。



R : 71 %  
G : 48 %  
B : 85 %  
で混色するとこのような色になる。

### 3. RGB を使う理由は人間の色覚細胞に関する



ヒトの色覚細胞は図のように RGB の部分に特によく反応する。

ヒトの色覚について赤、緑、青の色しか感じないと書いてあるものがあるが、これでは例えば黄色の光を感じないことになる。正しくは左図を見て分かるように3つの錐体はそれぞれある範囲の波長の光を感じている。特に強いのがそれぞれ赤、緑、青であるということである。黄色の光が目に入ると赤錐体と緑錐体がある割合で感じて、脳は黄色と認識するのである。

図の出典は以下である

Wikipedia 錐体細胞

人間の錐体細胞 (S, M, L) と桿体細胞 (R) が含む視物質の吸収スペクトル

#### 《補足：他の動物の色覚について》

動物はそれぞれの色覚を持っている。例えば、ミツバチの複眼には紫外線・青・緑に感度をもつ3種の視細胞があり、アゲハチョウは紫外・青・緑・赤の4種の視細胞が色覚に使われていることが分かっている。(※1)

ミツバチが感じている紫外線の様子を知るために、紫外線写真を撮った。紫外線写真では下記の花の中心が黒っぽくなっており、ミツバチがこれに吸い寄せられていくようである。ミツバチは紫外線以外にも青や緑の光も感じるので、下記の紫外線写真と同じようには見えていないが、虫媒花の花は紫外線をうまく使って昆虫を引き寄せるように進化してきたようである。

花の紫外線写真については、インターネットで検索するとたくさん見ることができる。(※2)

カメラのレンズには紫外線を（ある程度）カットするコーティングがなされているので、光が入らない条件で、紫外線だけを照射し、露出時間を30秒にした。撮影に使った紫外線は波長365nmである。いろいろな花を条件を変えて撮影したが、白黒写真と紫外線写真が大きく違うのはあまりなかった。以下は、変化が分かる例である。（紫外線写真撮影について\*3）

#### ペチュニアの花の写真



#### スプレー菊（spray mum）の花の写真



それぞれ、左；カラー写真 中；カラー写真を白黒写真に変換 右；紫外線写真  
どの写真も一定の大きさにトリミングしている。白黒写真は紫外線写真と比較のために作成。

紫外線写真撮影は以下の機材を使用。夜、部屋が真っ暗になるときにカメラを三脚に固定し、紫外線ライトを当てて撮影。

- ・物理実験用紫外線ライト MODEL UVGL-15 (Upland.ca91786 U.S.A.)

Long wave 365nm Short wave 254nm

- ・カメラ PENTAX \*ist DL

露出時間 30秒

iso 200

F値 16（スプレー菊）、8（ペチュニア）



#### 4. カメラで写した写真はRGBに分解されて保存される

RGB混色ソフトの画面（各色は100%表示）

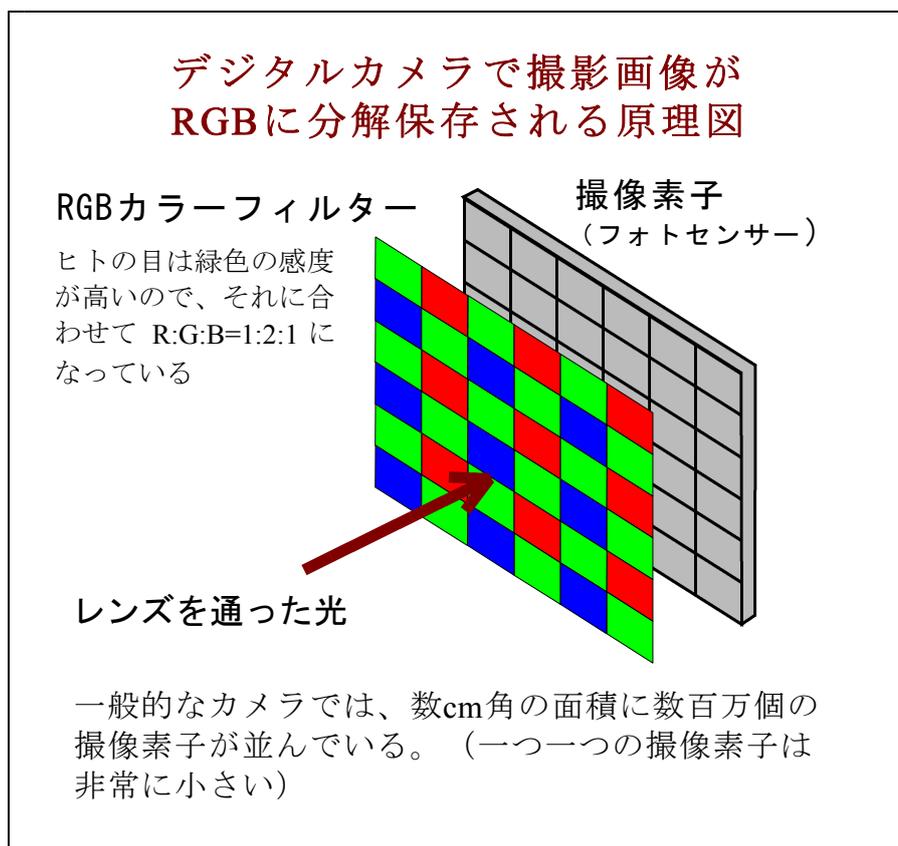


この画面の前に赤色光を透過させるフィルターを置いて見てみると、緑の光と青の光とが透過しないので黒くなる。



(右端が青いのは赤のフィルターが被さっていないためである)

写真をデジタルカメラ等で写す場合は、RGB各色のみを透過する小さなフィルターを通した画像を保存している。



授業では、画像処理ソフトウェアRSPを使って写真をRGBに分解した。



元の写真 (岩見沢東山公園 10月下旬撮影)

R



G



B

逆に、RGB に分解した写真を画像処理ソフトウェア RSP を使って合成すると元のカラー写真になることを確認した。

このような説明・実習を通してデジタル写真や液晶画面では RGB の 3 色が使われていることを生徒は理解し、大きな興味を持ったようである。

以下の内容を、フィルターの性質の応用として追加で行った。

### 赤、青のフィルターを使った立体視



A



B

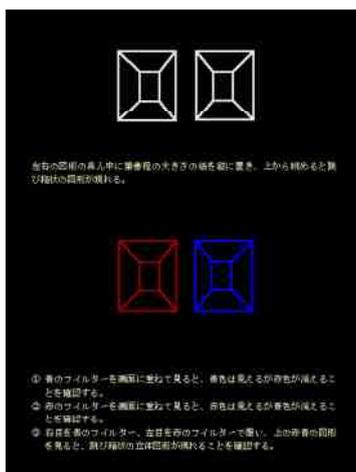


C

A:立体視ビューアー (ASIA STEREO-SCOPE アジア航測株式会社社製)

B:生徒が立体視ビューアーで写真を立体視している

C:生徒が赤・青フィルターで画像を立体視している



左の画像を B5 サイズぐらいにして観察する。左右の画像の同一点が左右の目の間隔より大きいと立体視できない。

#### 上の図形の説明文

左右の図形の真ん中に葉書程の大きさの紙を縦に置き、上から眺めると飛び箱状の図形が現れる。(慣れてくると、仕切りの紙がなくても立体視できる。)

#### 下の図形の説明文

① 青のフィルターを画面に重ねて見ると、青色は見えるが赤色が消えることを確認する。

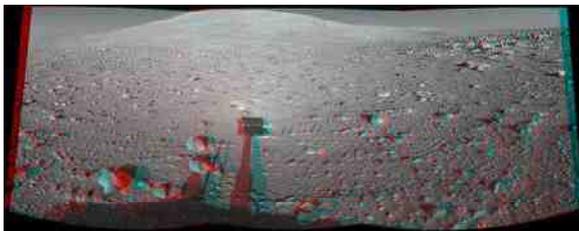
- ② 赤のフィルターを画面に重ねて見ると、赤色は見えるが青色が消えることを確認する。
- ③ 右目を青のフィルター、左目を赤のフィルターで覆い、上の赤青の図形を見ると、跳び箱状の立体図形が現れることを確認する。

尚、図形の赤の RGB 値は (153,0,0) 青の RGB 値は (0,0,255) である。

フィルターの吸光率の関係で、赤のフィルターをかけたときの赤の明るさと、青のフィルターをかけたときの青の明るさが同じぐらいになるように赤の明るさを少し落とした。

背景を黒にしたのは、赤のフィルターをかけたとき青の線は黒くなるので、背景の黒と同じになり見えなくなる（消える）ためである。青のフィルターの場合も同じである。

立体視できる画像（アナグリフ画像）はインターネットで検索するといくつか見つけることができる。



月面のアナグリフ画像(出典 Wikipedia 立体視)

#### フィルター購入先

NEEWER 4枚入り ゲルフィルター カラーフィルターセット スピードライトフラッシュ用 セット内容：(1)レッドフィルター+(1)イエローフィルター+(1)グリーンフィルター+(1)ブルーフィルター 販売: rakuraku ¥ 1,099

商品名：暗記シリーズ B6 シート 2枚 (1袋)

販売: shop Rill.W ¥ 330

#### \* 1 について

「昆虫色覚の神経行動学的研究」－日本学術振興会

[https://www.jsps.go.jp/seika/2015/vol2\\_010.html](https://www.jsps.go.jp/seika/2015/vol2_010.html)

#### \* 2 について 以下のHPが参考になります。

①花の簡易デジカメ紫外線写真 - 国立大学法人福岡教育大学

[https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/uvir/hana\\_uv.html](https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/uvir/hana_uv.html)

②花の簡易デジカメ紫外線写真: 撮影方法についてのメモ

[https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/uvir/hana\\_uv2.html](https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/uvir/hana_uv2.html)

③人の見る色、虫の見る色 - 海野和男のデジタル昆虫記 - 緑の goo

<https://www.goo.ne.jp/green/life/unno/diary/201204/1333692969.html>

④海野和男のデジタル昆虫記 小諸日記 タンポポの花をモンシロチョウが見たら

<https://www.goo.ne.jp/green/life/unno/diary/201204/1333701988.html>

⑤話の種のテーブル No.74

\* 3 について

紫外線写真の撮り方 - ふてろんワールド

<https://www.pteron-world.com/topics/photography/phototechnics-uv.html>

補 足

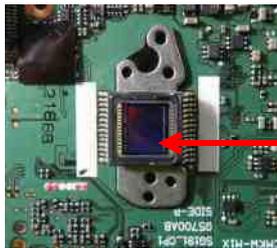
イメージセンサーの実際の姿を顕微鏡で拡大して観察してみようと思い、カメラを分解し、イメージセンサーを取り出して、手元にある顕微鏡で観察した。対物 40 倍のレンズではピントが合わなかったため、10 倍のレンズを使用した。接眼レンズは 15 倍を使用。写真撮影はレンズの小さなコンパクトカメラを顕微鏡の接眼レンズに接触して行った。150 倍の倍率でイメージセンサーの格子をкаろうじて見ることができた。

分解したカメラ : Nikon Coolpix L12

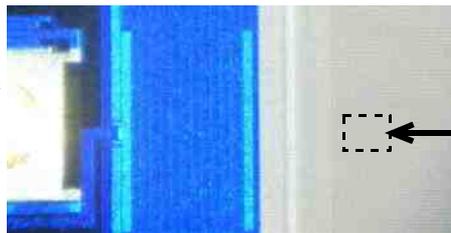
イメージセンサー : 1/2.5 型 CCD

イメージセンサーの大きさ :  $5.7 \times 4.3\text{mm}$

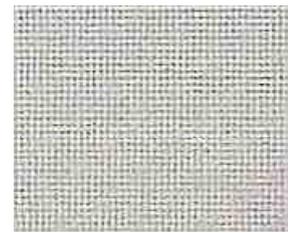
このカメラは  $3072 \times 2304$  画素 (708 万画素) なので、1 画素の大きさを計算すると一辺の大きさが約 2 ミクロン ( $2 \times 10^{-3}\text{mm}$ ) になる。



真ん中の黒っぽく見えるセンサーの大きさは  $5.7 \times 4.3\text{mm}$



上は左の赤矢印の先の部分を顕微鏡で拡大した写真。両矢印の青の線はセンサーの配線の接点 (金色に見える) の大きさを示す。



黒い矢印の先の四角い部分を PC で拡大した画像。コントラストを高めている。

Remote Sensing の授業用に作成したテキストは PDF として閲覧できるようにした。

また、実習用のデータはサイズがかなり大きいので大幅に縮小してダウンロードできるようにした (使用しているサーバーはダウンロードサイズが 5MB までなので)。画像の縮小は IrfanView を使った (ほかの縮小ソフトウェアでは RSP で合成するときエラーになることがある)。

実習 1 から 6 は各画像のサイズを 5 分の 1 にして dataA、実習 7、8 は 1 7 分の 1 にして dataB として zip ファイルにしてある。

授業で使用したソフトウェアは以下のところからダウンロードできる。

1. リモートセンシング画像処理ソフトウェア「RSP」について

[リモートセンシング画像処理フリーソフトウェア提供サイト](http://rs.aoyaman.com/)

<http://rs.aoyaman.com/>

## 2. 画像ビューワー IrfanView について

「IrfanView」定番の画像ビューワー - 窓の杜

<https://forest.watch.impress.co.jp/library/software/irfanview/>

ともにフリーソフトではあるが、非常に高機能であり、是非試してみることをおすすめします。