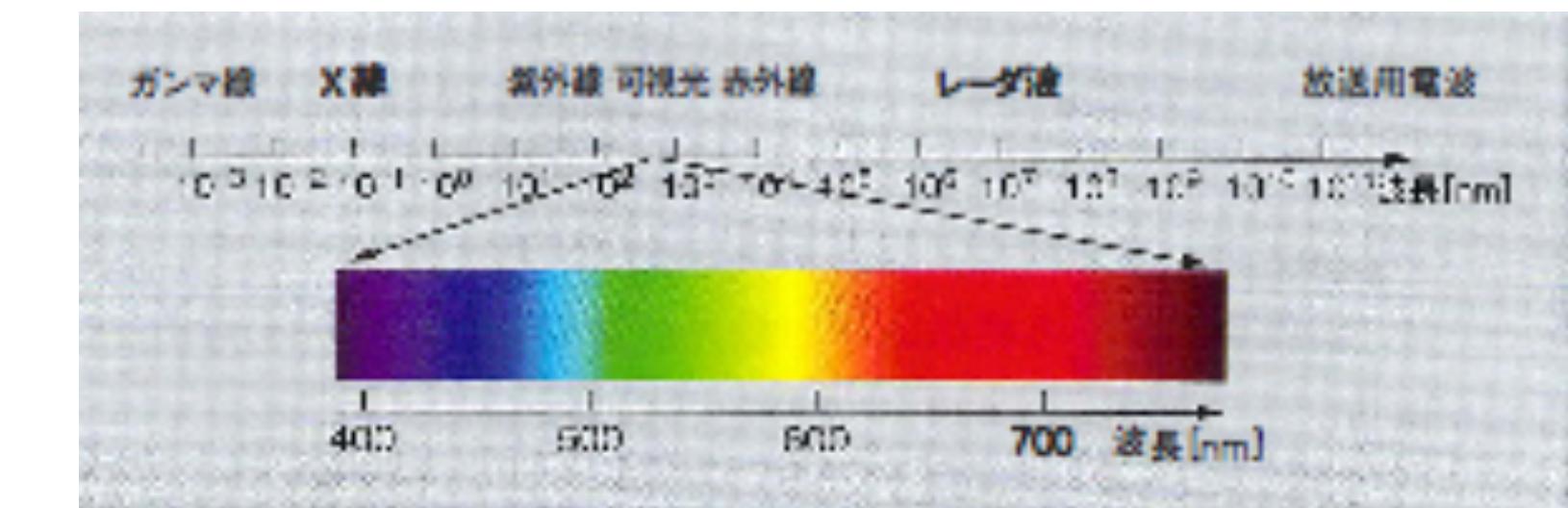
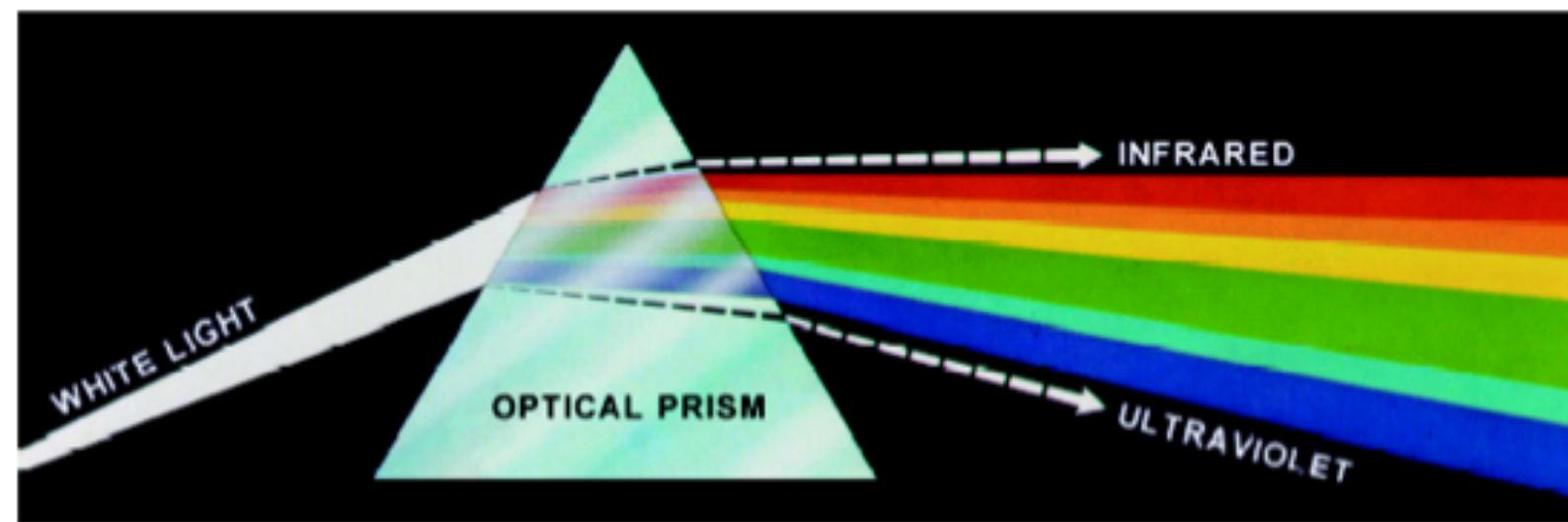


画像工学 色

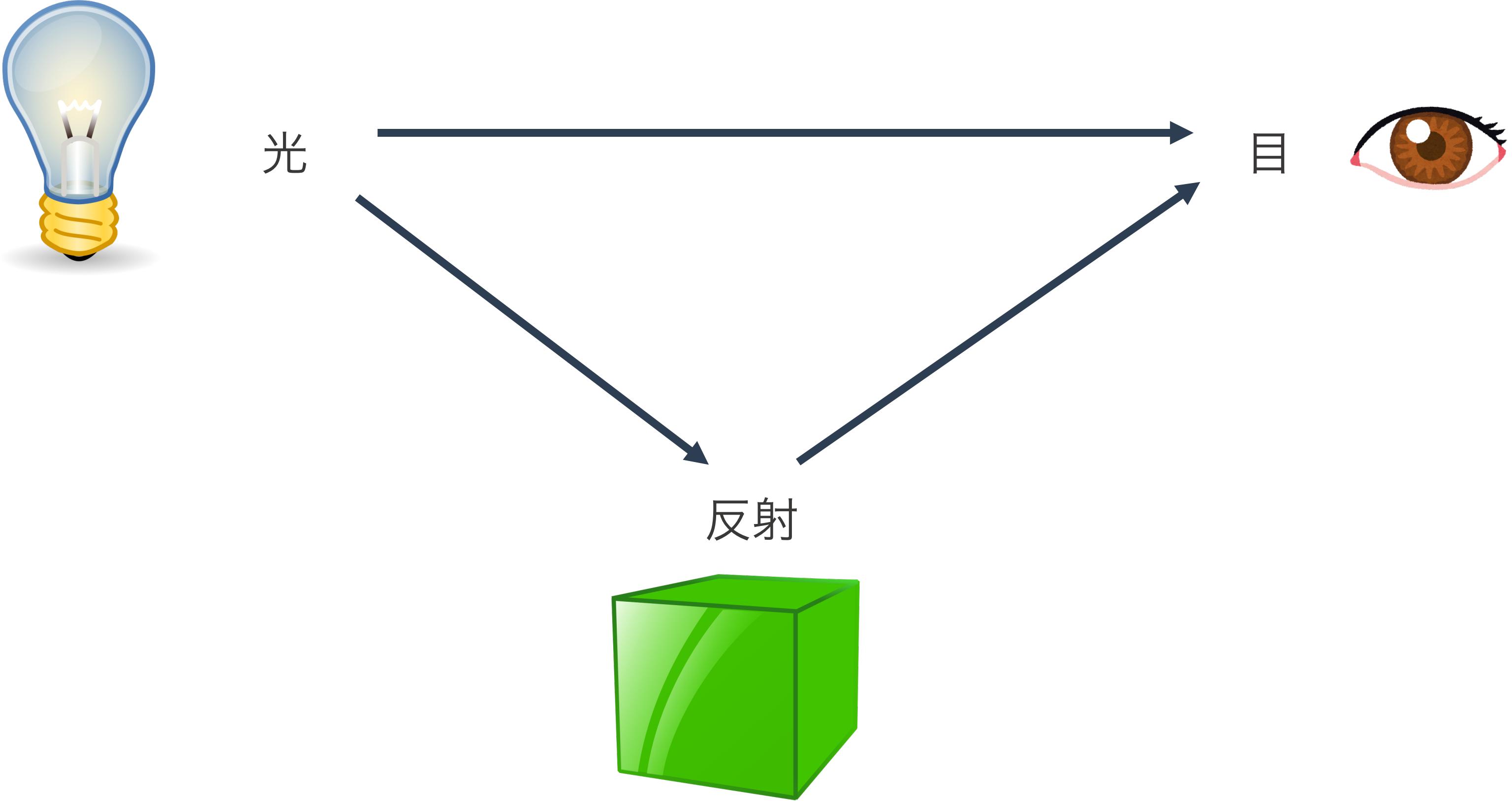
藤田 一寿

■ 光と色

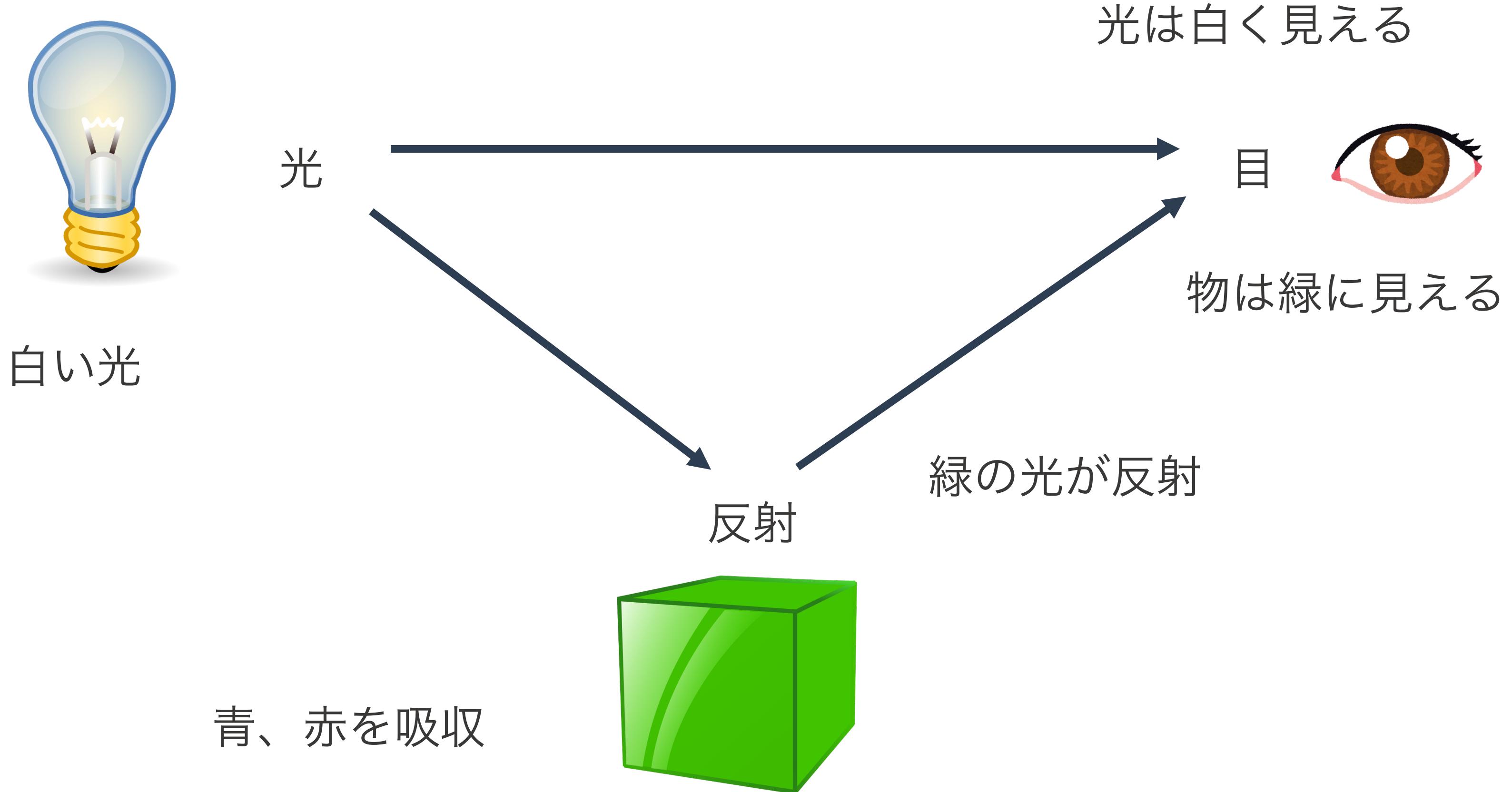
- ・光とは電磁波の一種
- ・目に見える可視光線の領域の電磁波のことをいう
- ・人間は電磁波の波長の違いを色として検知する



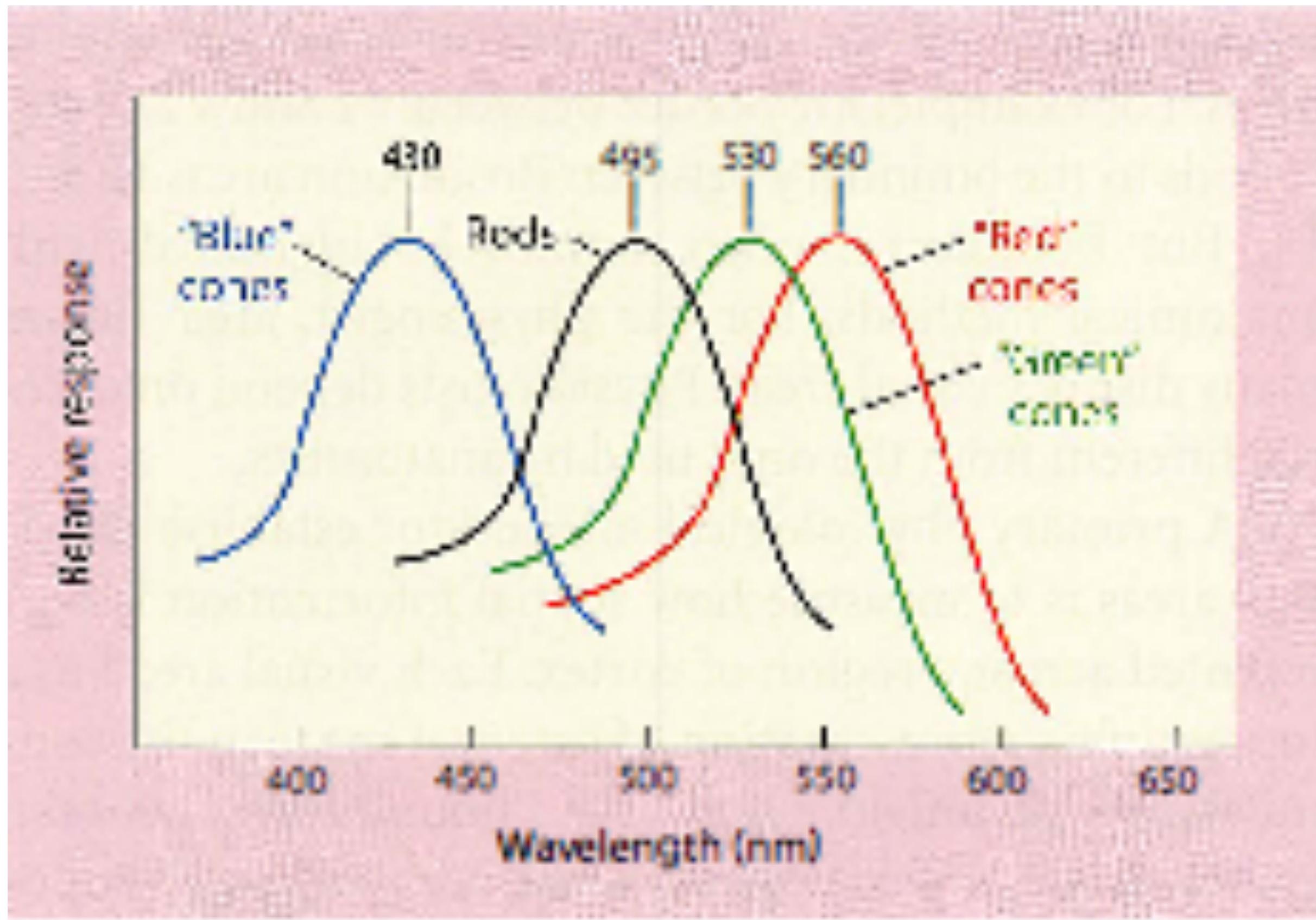
■ 何故物に色は付いているのか



■ 何故物に色は付いているのか

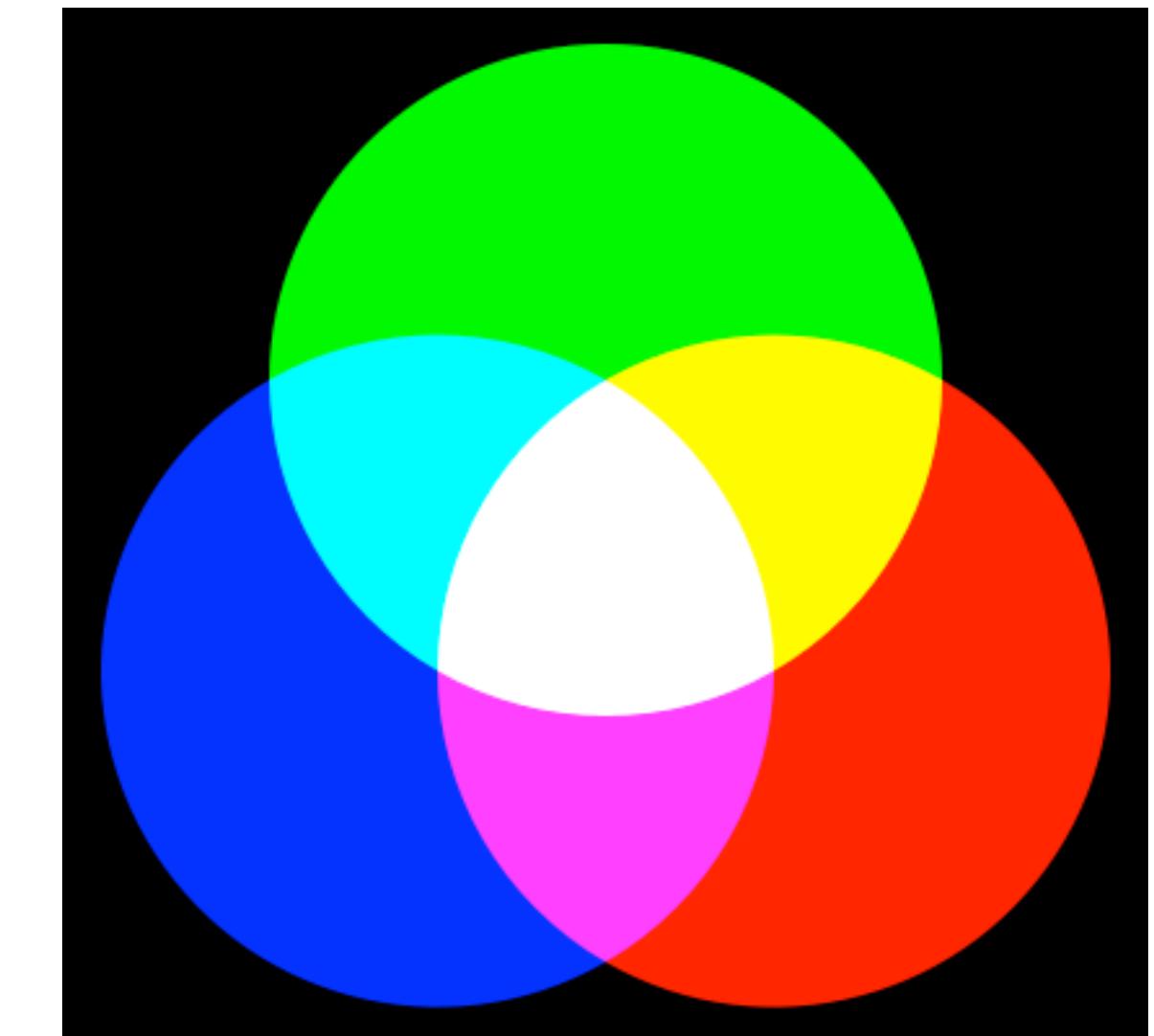


■ 目の色に対する特性



■ CIE RGB表色系

- 3種類の色を混ぜて様々な色(光)をつくる(加法混色)
- 人は赤, 緑, 青の色を捉えるセンサを持つため, 赤, 緑, 青を混ぜて色をつくる
- 光は混ぜることで, 白に近づく
- 赤, 緑, 青を光の三原色という



■ 白い光とは

- ・すべての波長の可視光線を均等に含む光
- ・転じて、すべての波長を含むノイズのことを白色雑音（white noise）という

RGB



R



G



B



図 3. 写真データを RGB に分解した例

■ CIE RGB表色系

- ・赤(R), 緑(G), 青(B)を混ぜて色Cをつくる

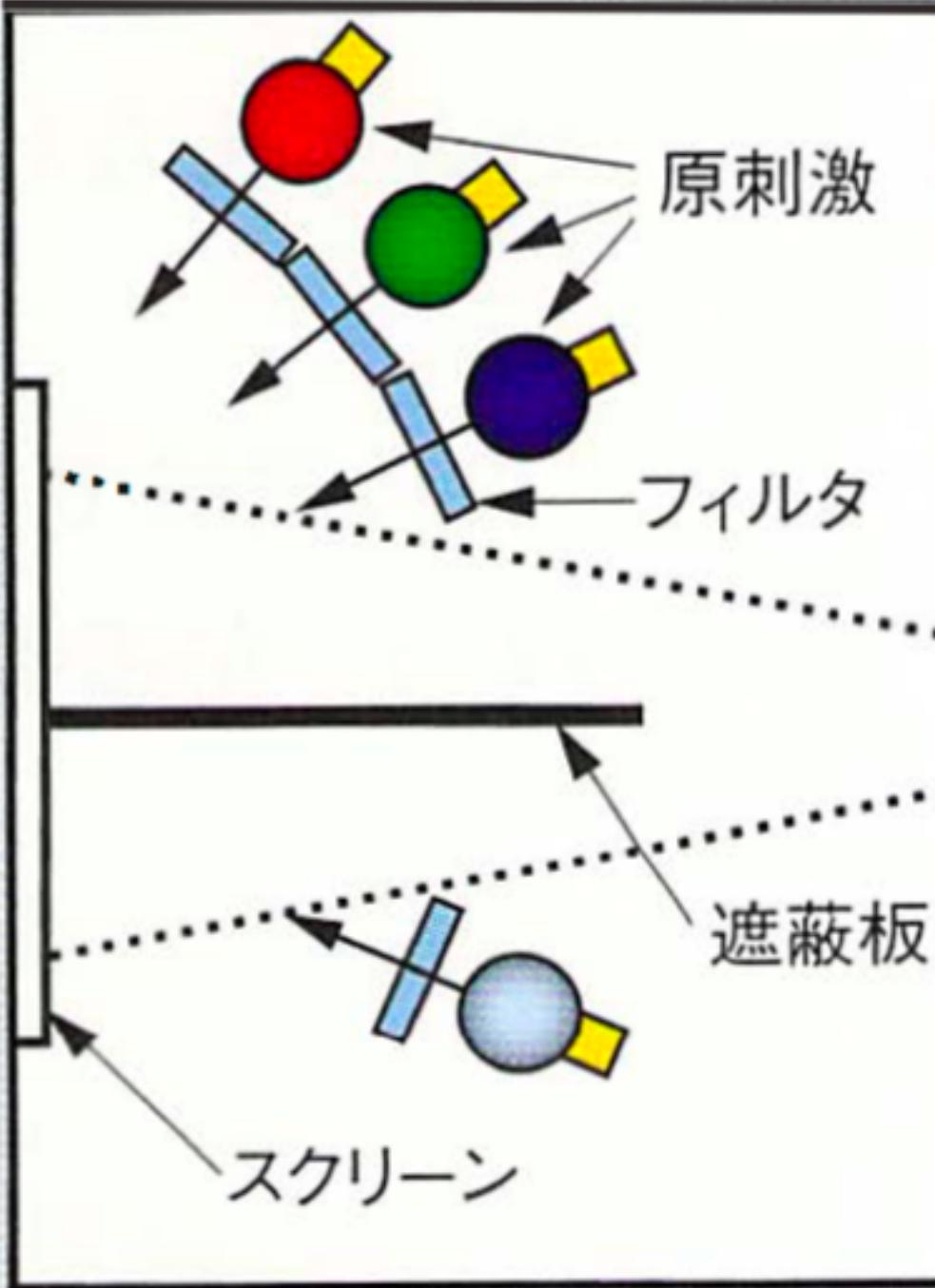
$$C = RR + GG + BB$$

- ・R (赤、700nm) , G (緑、546.1nm) , B (青、435.8nm)

国際照明委員会（フランス語でCommission internationale de l'éclairage, 略称CIE）

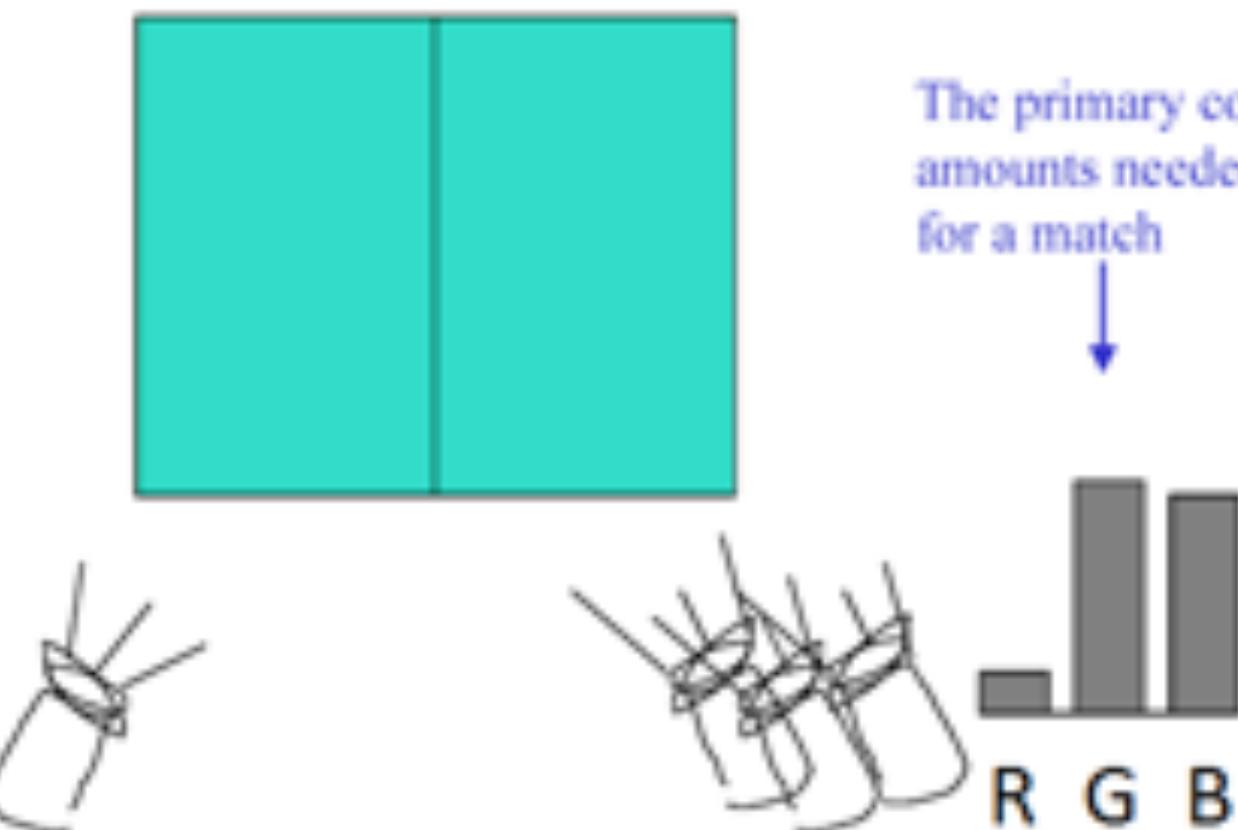
■ カラーマッチング

RGB光源で作った色

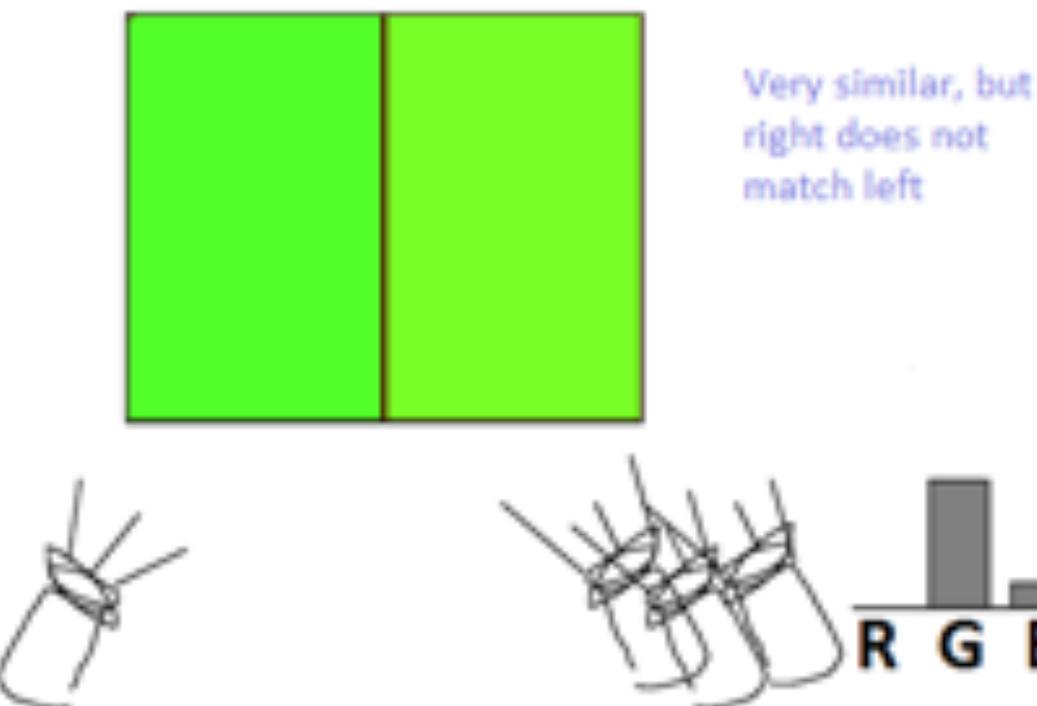


单光源で作った色

■ カラーマッチング



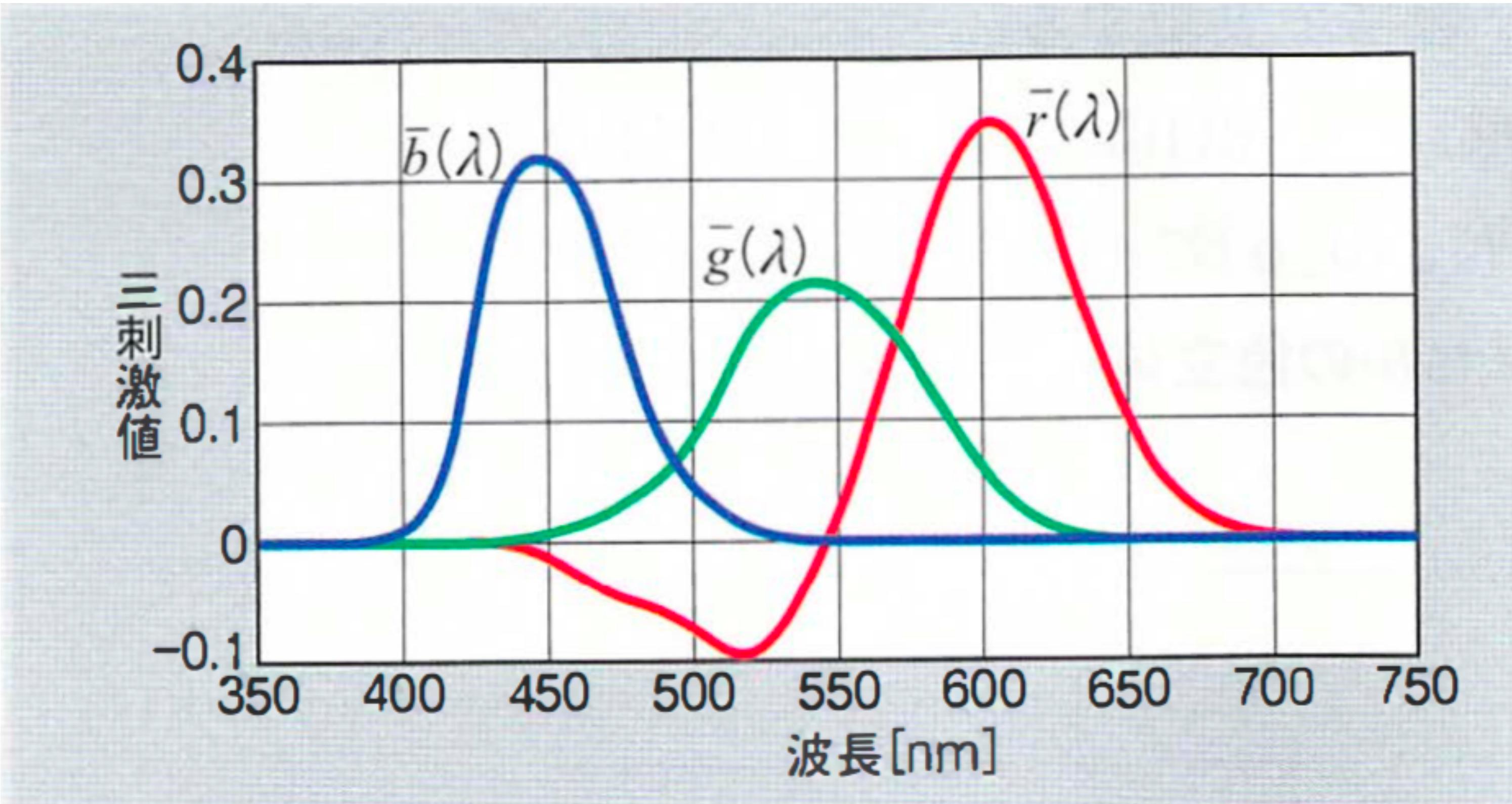
We say a
“negative”
amount of R
was needed to
make the match,
because we
added it to the
test color’s side.



The primary color
amounts needed
for a match:



■ 等色関数



■ RGBで色（光）を表現

ある色（光）の分光エネルギー分布を $L(\lambda)$ とする。
この色をRGBで表すにはそれぞれの色を、

$$R = \int L(\lambda) \bar{r}(\lambda) d\lambda$$

$$G = \int L(\lambda) \bar{g}(\lambda) d\lambda$$

$$B = \int L(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda$$

の割合で混ぜれば良い。

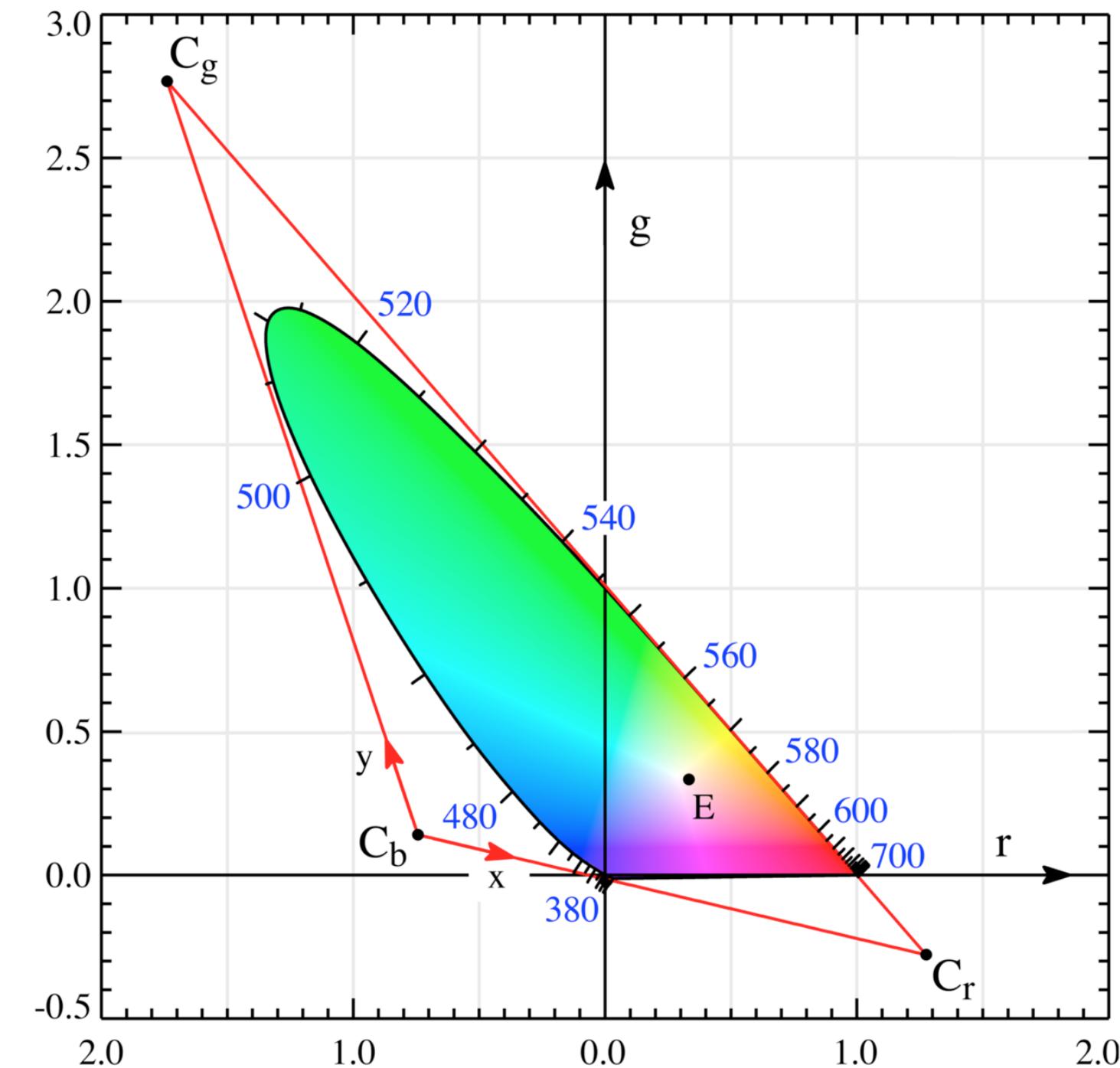
■ rg色度図 (rg chromaticity diagram)

RGBを割合で考える。それぞれの割合rgbは

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

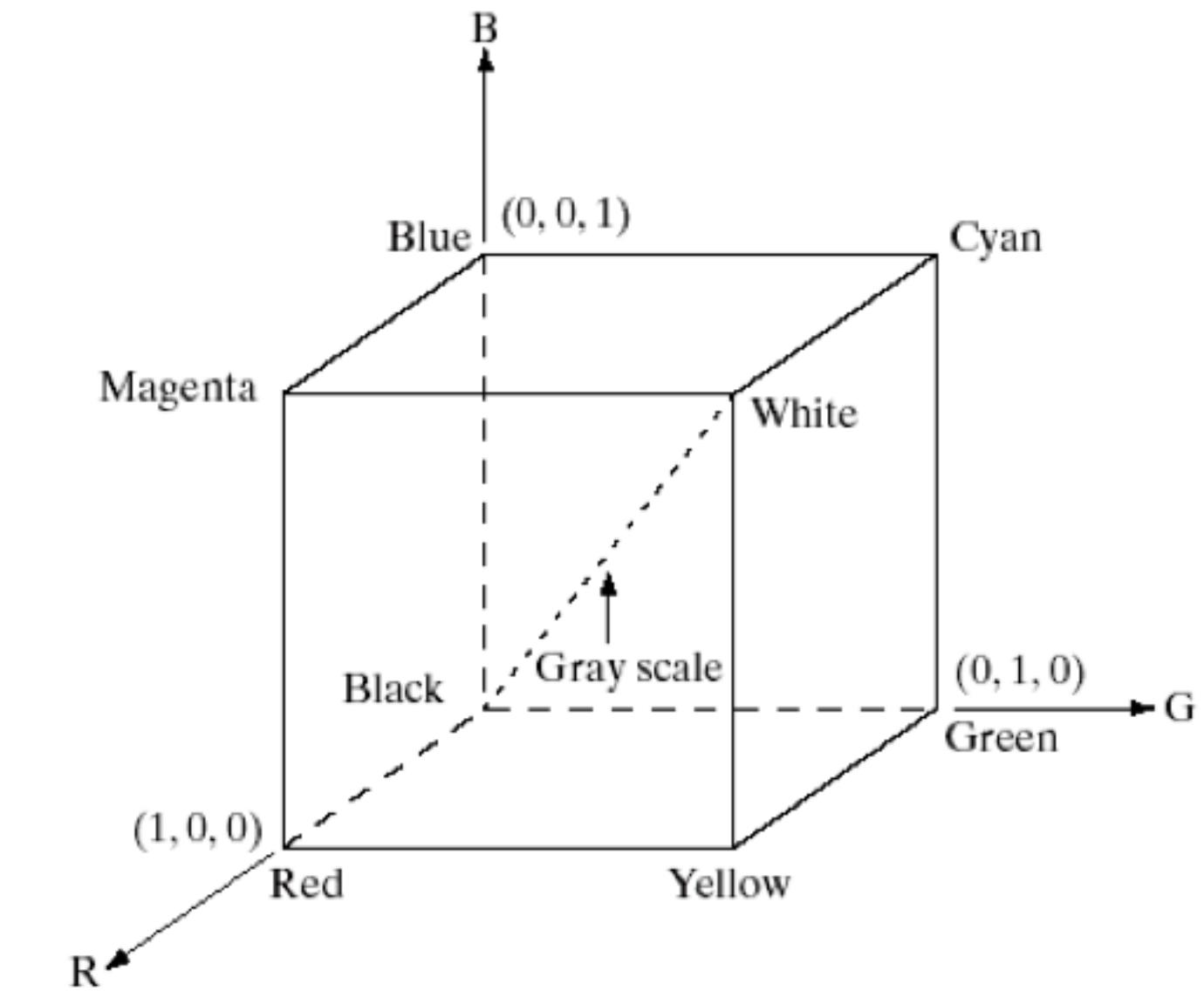
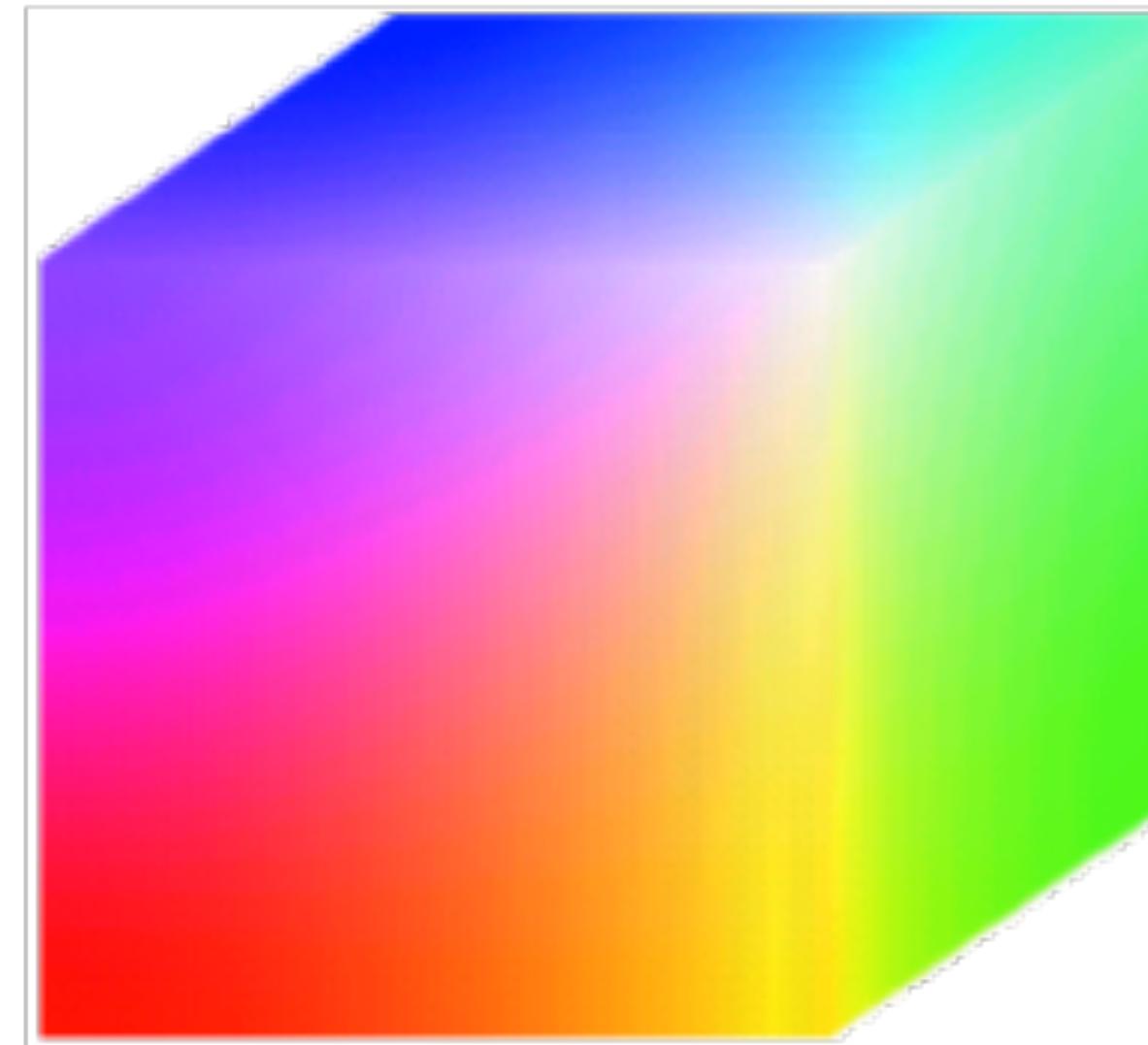
$$b = \frac{B}{R + G + B}$$



と表される。ここで $r+g+b=1$ なので、 $b=1-r-g$ と表現できる。このrとgで決定される明るさを無視した色表現はrg平面で表すことが出来る。これをrg色度図と言う。

■ コンピュータでRGBを用い色を扱う

- ・コンピュータでは主に色はRGB色空間で表現される。
- ・RGBそれぞれ0から1の値を取るとする。



- コンピュータは連續の値を扱えない
- RGBそれぞれ何個の数で表すのか（階調）
 - 最も用いられる24bitカラーではRGBそれぞれ256階調(8bit)で表す（フルカラー）
 - RBを5bit, Gを6bit階調で表す16bitカラーも用いられることがある（ハイカラー）
 - また、コンピュータにとって扱いやすい32bitカラーもある。この場合もRGBそれぞれ8bit階調で表現され、残りの8bitはダミーとして扱われるか、アルファチャンネルに用いられる。

■ RGBを使ったの色表現には問題がある

- CIE RGBの等色関数は負の部分がある
 - 扱いづらい
- RGB色空間で表される色が本当は何色であるかは、RGB値からは分からぬ。
- RGBは人間の色の感じ方と合わない
 - 人間は青と赤の間は紫色があると感じているが、RGBでは青と赤の間に紫は無い

■ RGBを使ったの色表現には問題がある

- CIE RGBの等色関数は負の部分がある
 - 扱いづらい
- RGB色空間で表される色が本当は何色であるかは、RGB値からは分からぬ。
- RGBは人間の色の感じ方と合わない
 - 人間は青と赤の間は紫色があると感じているが、RGBでは青と赤の間に紫は無い

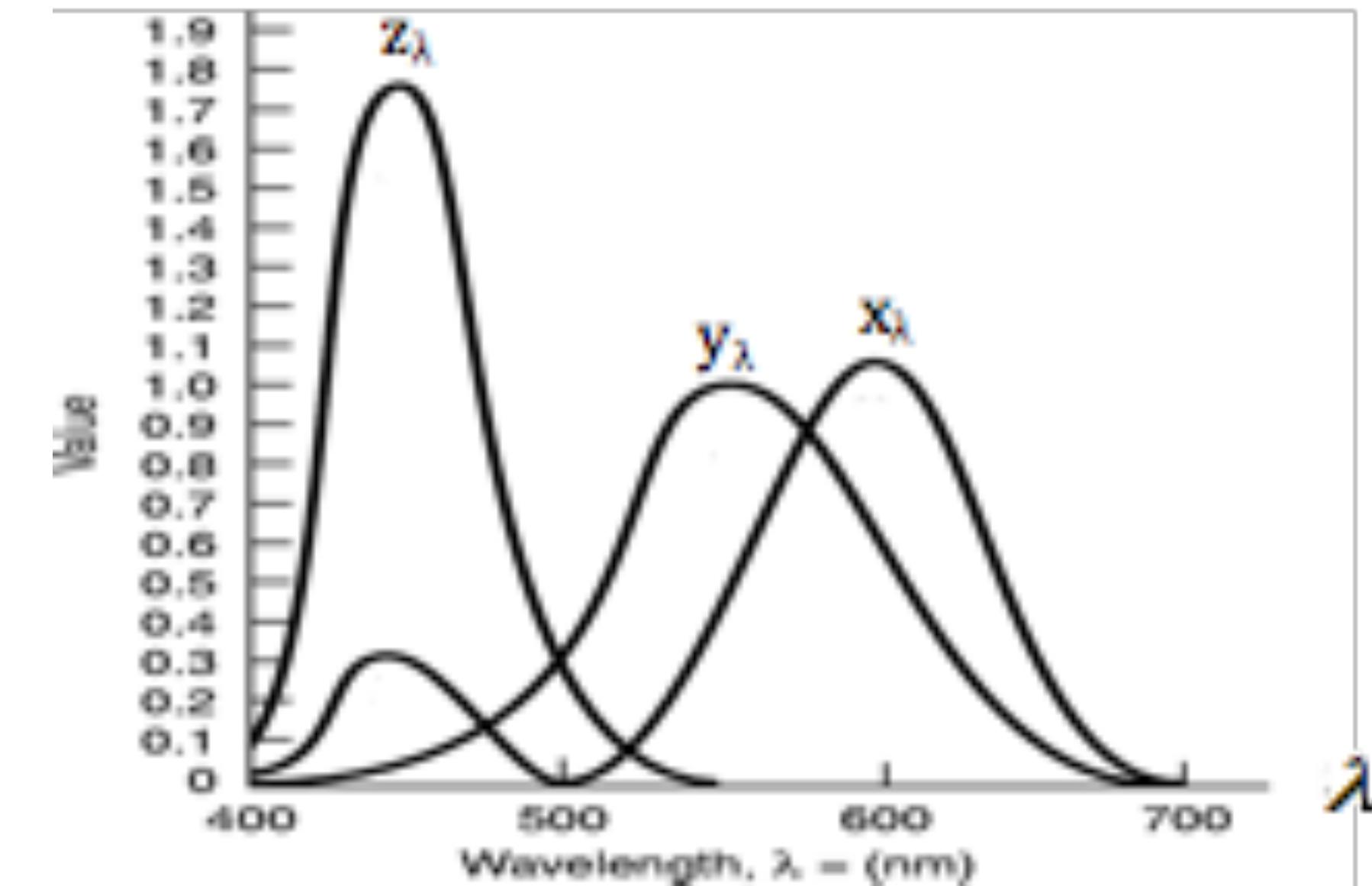
■ CIE XYZ表色系

- 等色関数をすべて非負になるように仮想的な源刺激を設定

$$\bar{x}(\lambda) = 2.7689\bar{r}(\lambda) + 1.7517\bar{g}(\lambda) + 1.1302\bar{b}(\lambda)$$

$$\bar{y}(\lambda) = 1.0000\bar{r}(\lambda) + 4.5907\bar{g}(\lambda) + 0.0601\bar{b}(\lambda)$$

$$\bar{z}(\lambda) = 0.0000\bar{r}(\lambda) + 0.0565\bar{g}(\lambda) + 5.5943\bar{b}(\lambda)$$



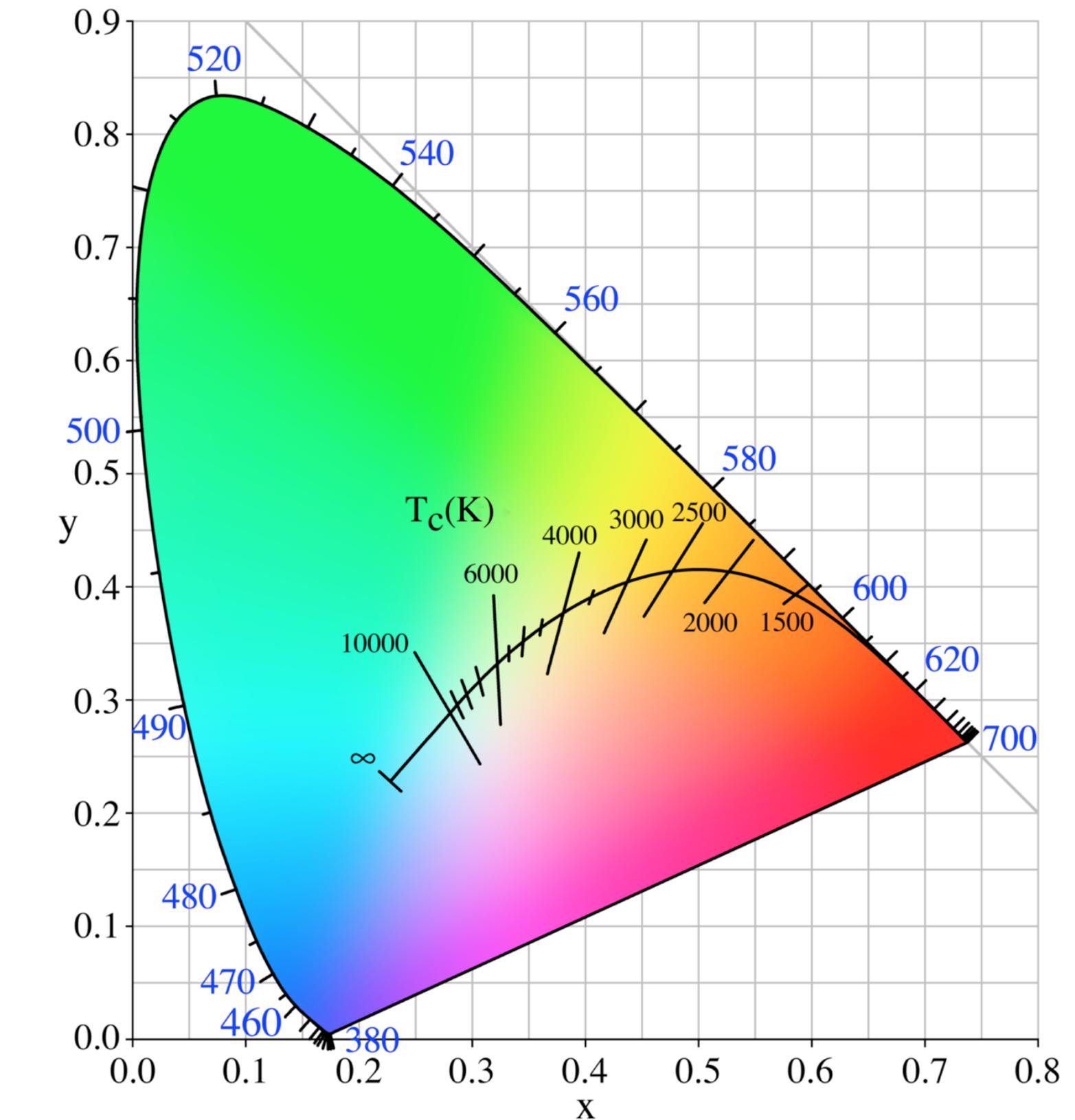
■ xy色度図

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

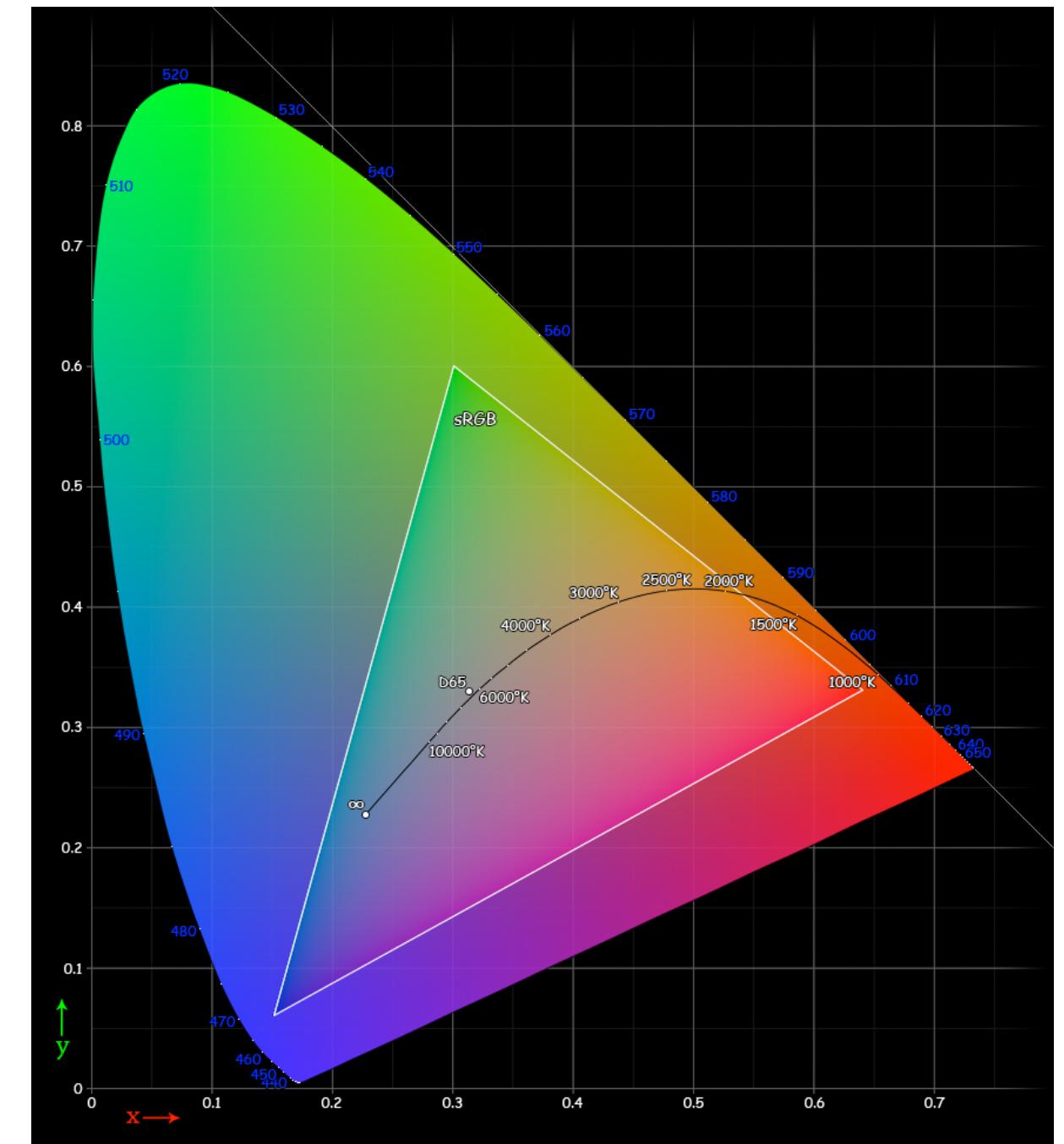
$x+y+z=1$ なので
xとyの値が分かれれば
色がきまる。



■ RGBを使ったの色表現には問題がある

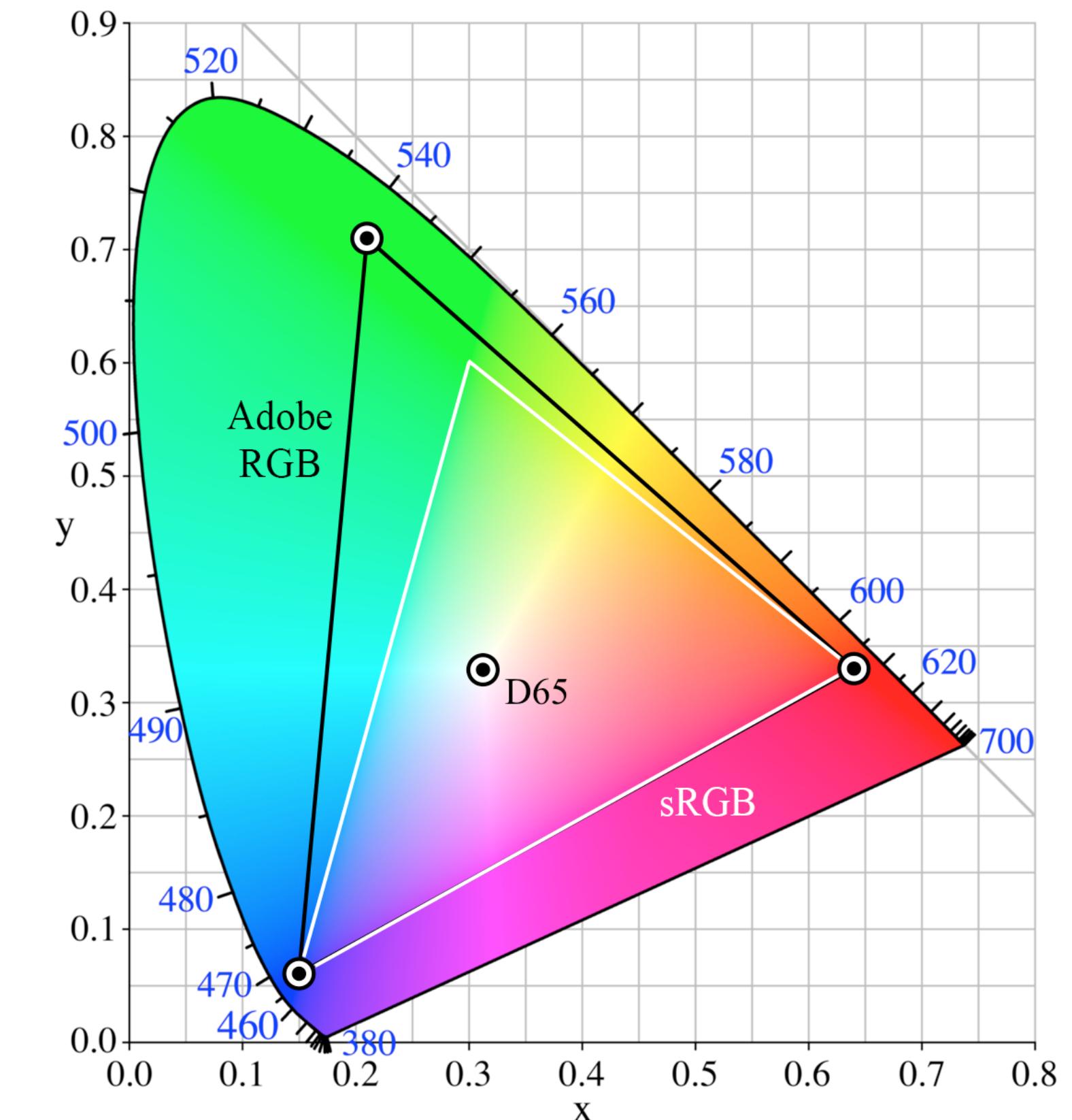
- CIE RGBの等色関数は負の部分がある
 - 扱いづらい
- RGB色空間で表される色が本当は何色であるかは、RGB値からは分からぬ。
- RGBは人間の色の感じ方と合わない
 - 人間は青と赤の間は紫色があると感じているが、RGBでは青と赤の間に紫は無い

- IEC(国際電気標準会議)で1998年策定された
- コンピュータ内のRGB値が示す色がどのディスプレイでも同じに見えるようするために作られた
- 表示できる色は少ない



■ AdobeRGB

- 1998年に発表されたAdobe Systems策定した色空間
- sRGBよりも表現できる色が多い
- プロユースの機器でよく使われる
- 色を扱う機器の一つの指標となっている

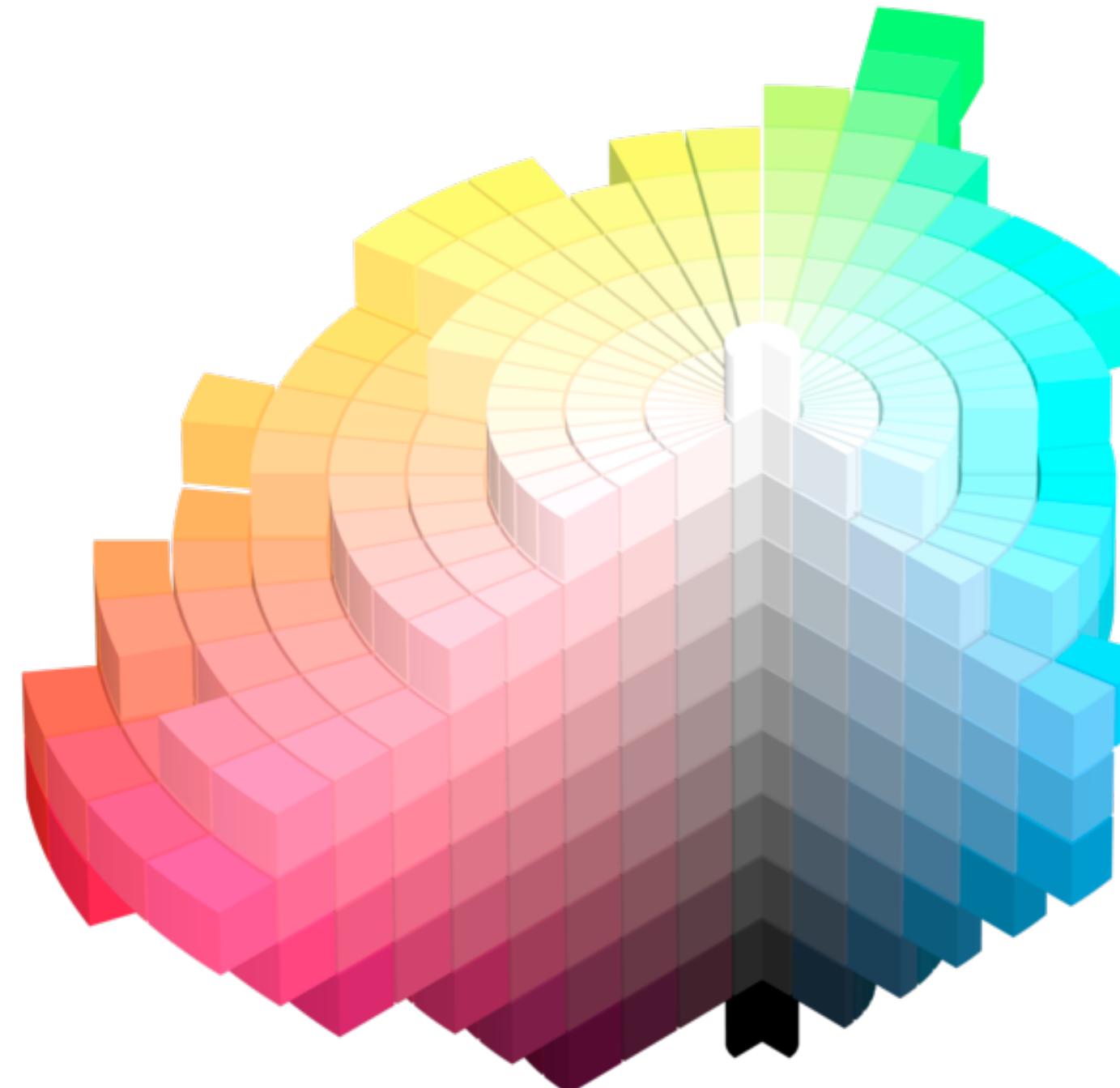


■ RGBを使ったの色表現には問題がある

- CIE RGBの等色関数は負の部分がある
 - 扱いづらい
- RGB色空間で表される色が本当は何色であるかは、RGB値からは分からぬ。
- RGBは人間の色の感じ方と合わない
 - 人間は青と赤の間は紫色があると感じているが、RGBでは青と赤の間に紫は無い

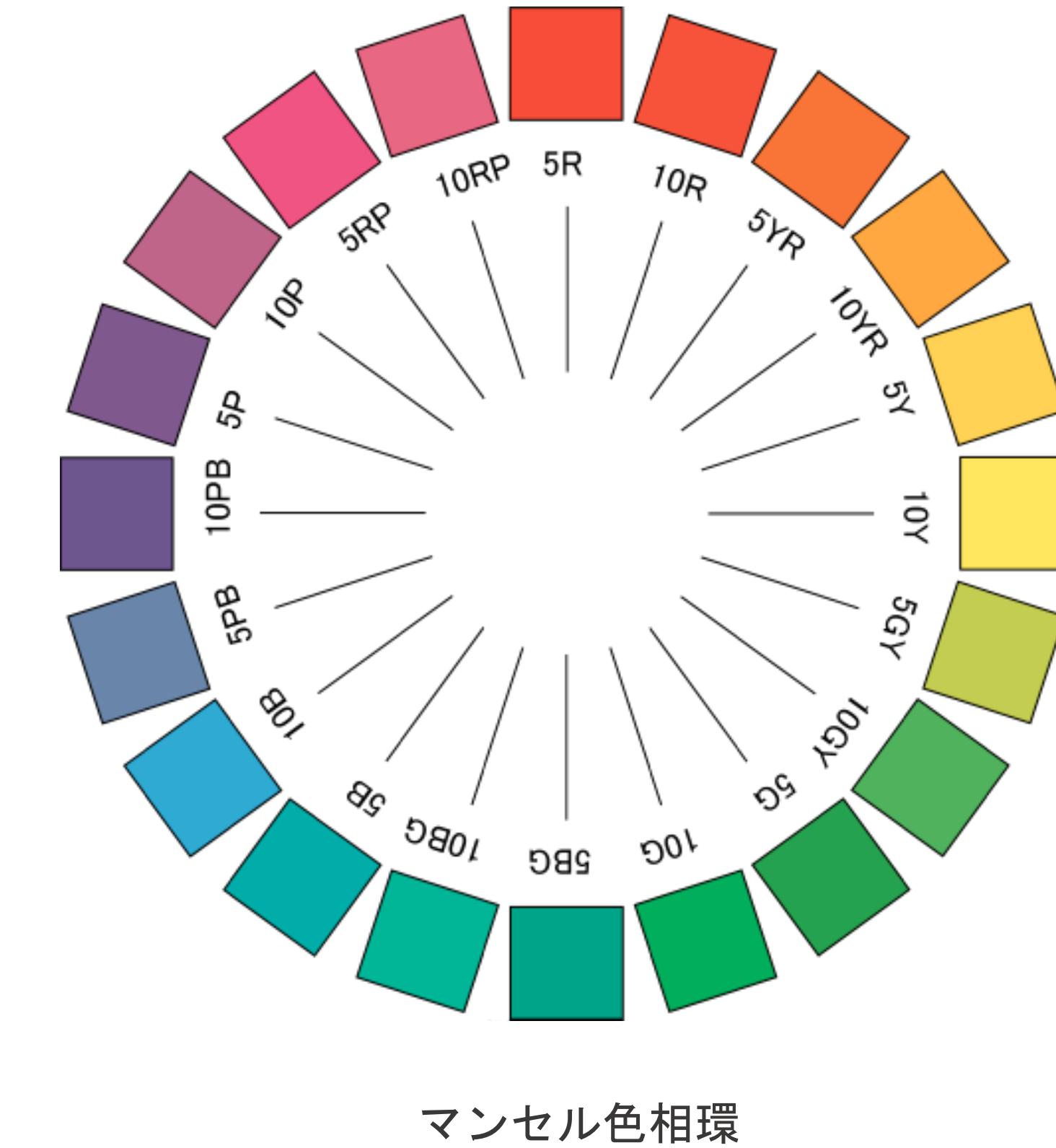
■ マンセル表色系

- ・アルバート・マンセルによって考案
- ・色相(Hue), 明度(Value), 彩度(Chroma)によって色を表現する



■ 色相

赤，黄，緑，青，紫など色の違い



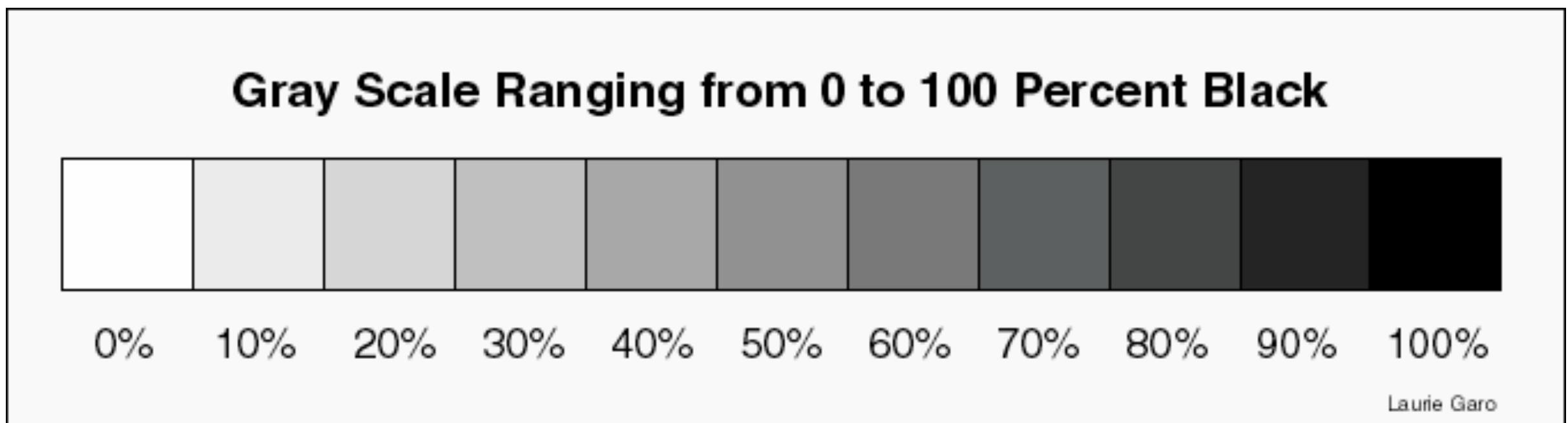
彩度

色の鮮やかさ



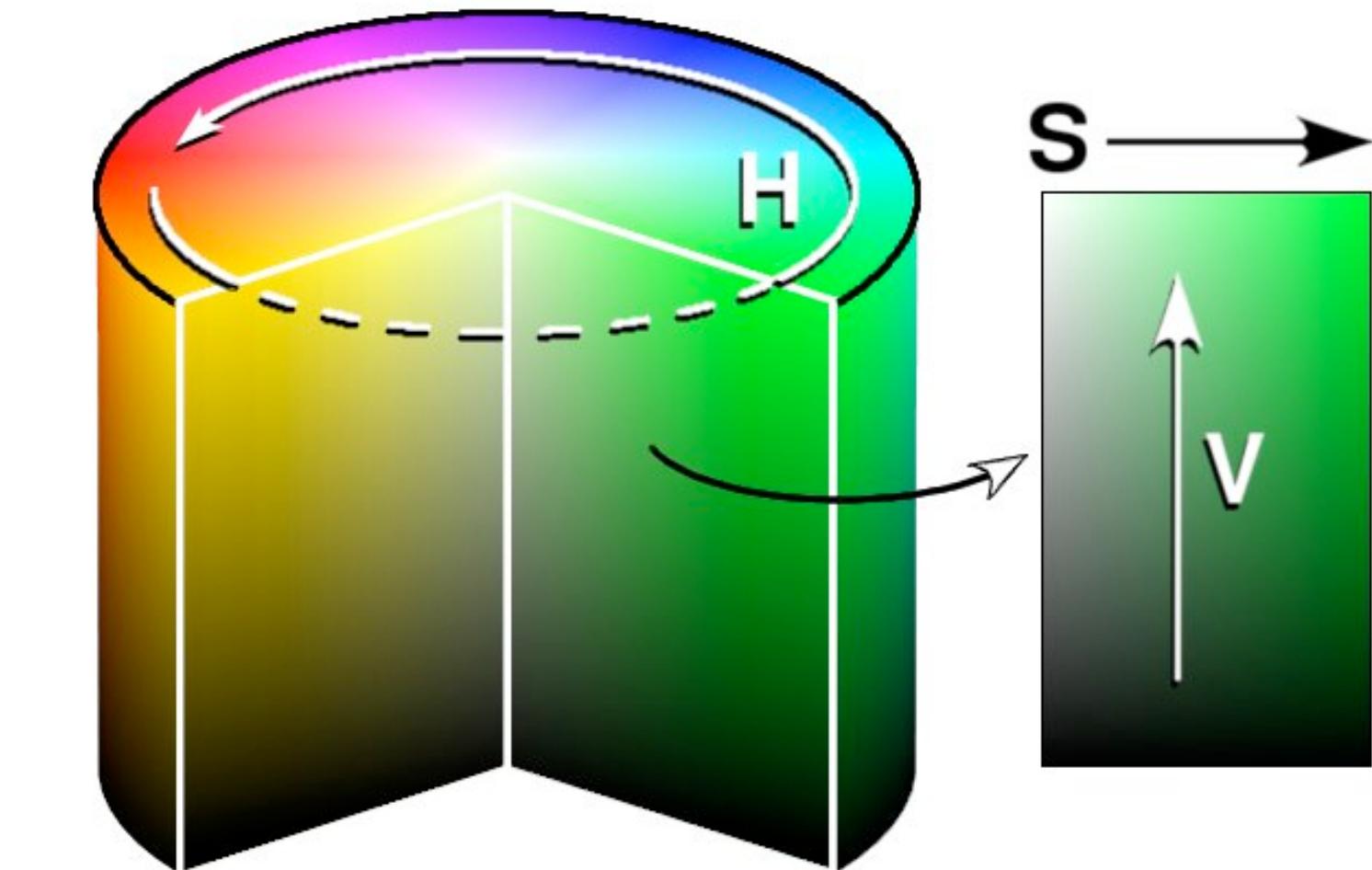
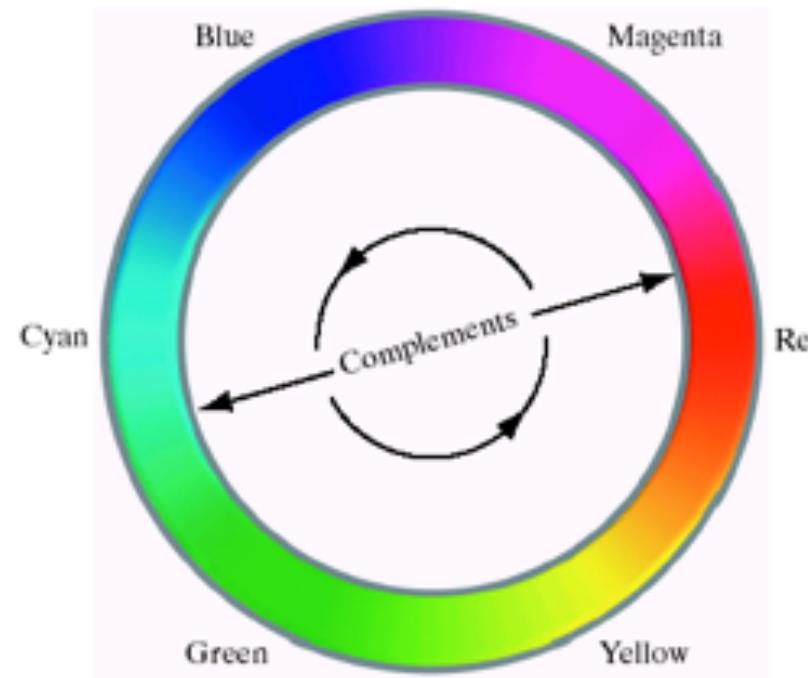
■ 明度

色の明るさ



■ HSV色空間

- RGB色空間は、人の色の知覚とは合わない
- 色を色相(Hue), 彩度(Saturation), 明るさ(Value)で表す
- HSVは人の色の知覚と親和性が高い



■ HSVへの変換

$$H = \begin{cases} \text{未定義}, & Max = Min \\ 60 \times \frac{G - B}{Max - Min}, & Max = R \\ 60 \times \frac{B - R}{Max - Min} + 120, & Max = G \\ 60 \times \frac{R - G}{Max - Min} + 240, & Max = B \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0, & Max = 0 \\ \frac{Max - Min}{Max}, & Max \neq 0 \end{cases}$$

$$V = Max$$

■ 色の三原色

- ・ 絵の具は混ぜると、暗い色になっていく(減法混色)
- ・ 絵の具を混ぜると、吸収する光の領域が増えるため反射が減り、黒く見える



■ CMYK

- CMYK色空間は印刷でよく使われる色空間
- Cはシアン, Mはマゼンタ, Yはイエロー, Kは黒(Key plate)を表す
- 色(CMY)を混ぜても黒っぽい色になるだけで、黒にならない。そのため、黒のインクを使う。

