

# 画像処理

第3回

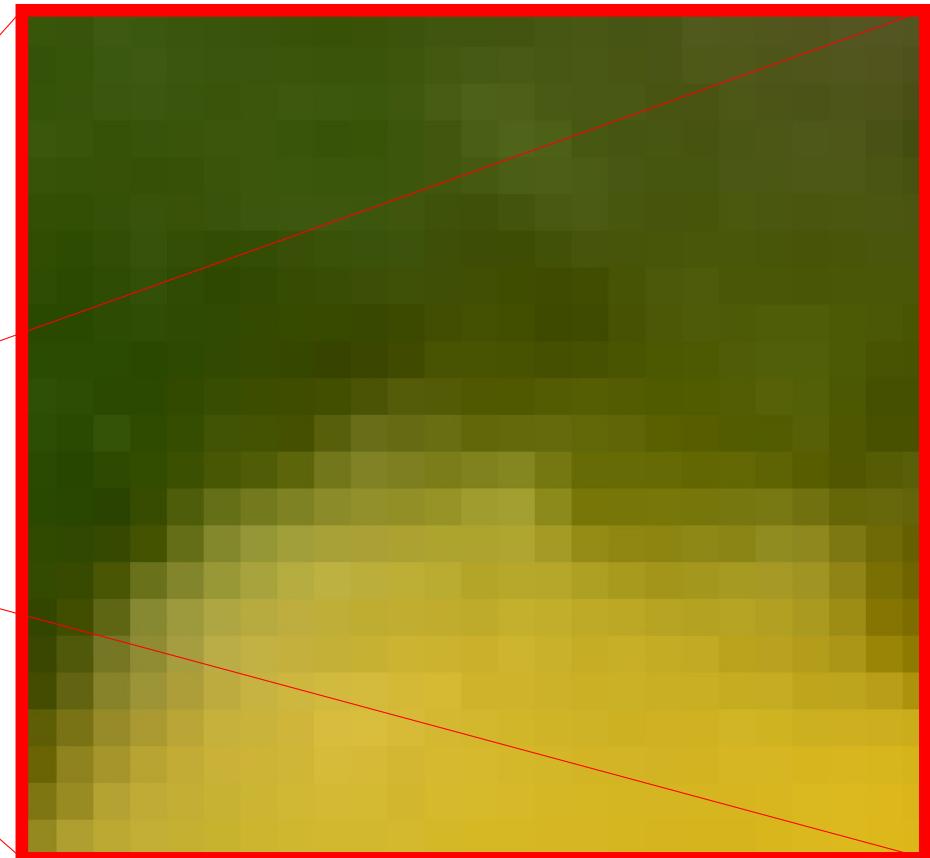
# デジタル画像の基礎

- デジタル画像の基本
- グレースケール画像／カラー画像
- 入出力特性
- 画像のノイズ
- 画像の鮮鋭度（先鋭ではない。鮮影はときどき使う）

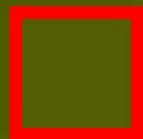
# デジタル画像の基礎

- デジタル画像の基本
  - グレースケール画像／カラー画像
- 
- 入出力特性／入出力応答
  - 画像のノイズ
  - 画像の鮮鋭度（先鋭ではない。鮮影はときどき使う）

# デジタル画像の基本



# 画素／ピクセル



画素／ピクセル  
(がそ, Pixel: Picture cell)

## 画素値

(がそち, Pixel Value)

R, G, Bの値 や  
グレースケールの値  
カラー画像(R, G, B)  
グレー画像 (値)

が画素ごとに保存される

画素がたくさん集まって画像ができる



画素数が多い

||

同じ範囲が撮影されれば  
細かい画像になる  
(ボケは考えなければ)

## 画像とデータ量



## 決まる要因

横の画素数 : M

縦の画素数 : N

1画素のバイト数 : b

RGB画像 : b=3

グレー画像 : b=1

(多くの場合)

iPhone SE

Back camera

F2.2, 4.15mm

4032x3024画素

# 画像とデータ量



iPhone SE  
Back camera  
F2.2, 4.15mm  
4032x3024画素

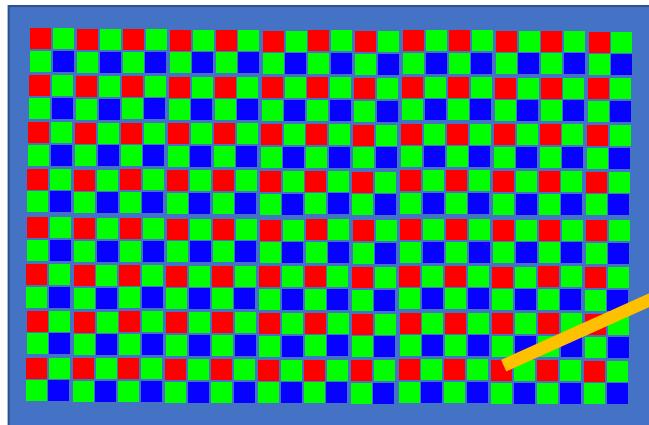
M=4032,  
N=3024,  
 $b = 3$  (RGB)  
4032x3024x3=  
36,578,304バイト  
=35,721Kバイト  
=34.88Mバイト

# どのように画素数が決まるか

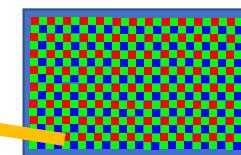
- 主にセンサー (CCDやC-MOS) がもつ受光素子の数



では、受光素子の数が多ければよい？



1画素の  
受光素子の  
大きさ

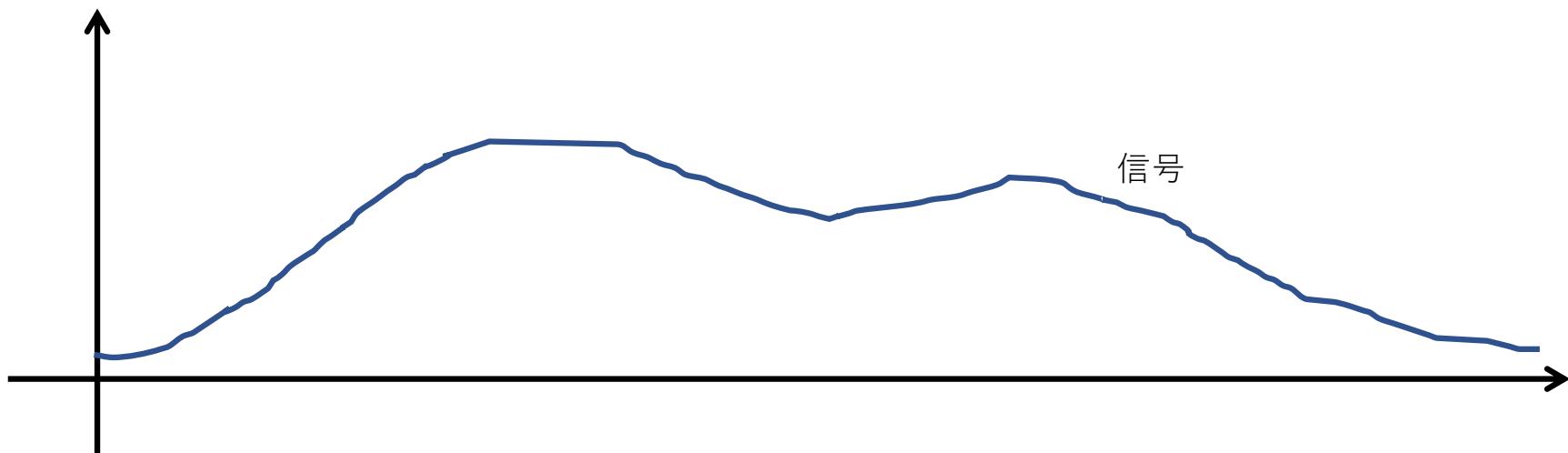


同じ画素数で比較すれば明確！

受光素子の大きさが大きい = ノイズがない  
受け取る光子の数が多い = 高画質  
画像が綺麗になる = レンズが大きい  
センサーが大きい = 画素数だけで判断することは無理

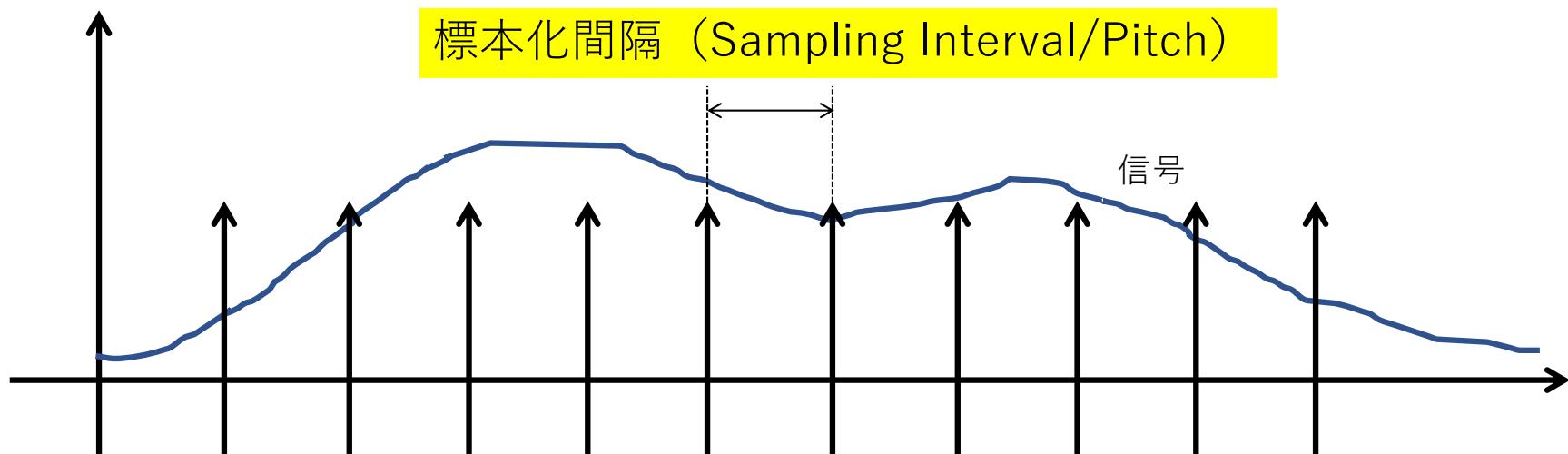
# 画素値はどのように決まるか？

- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。



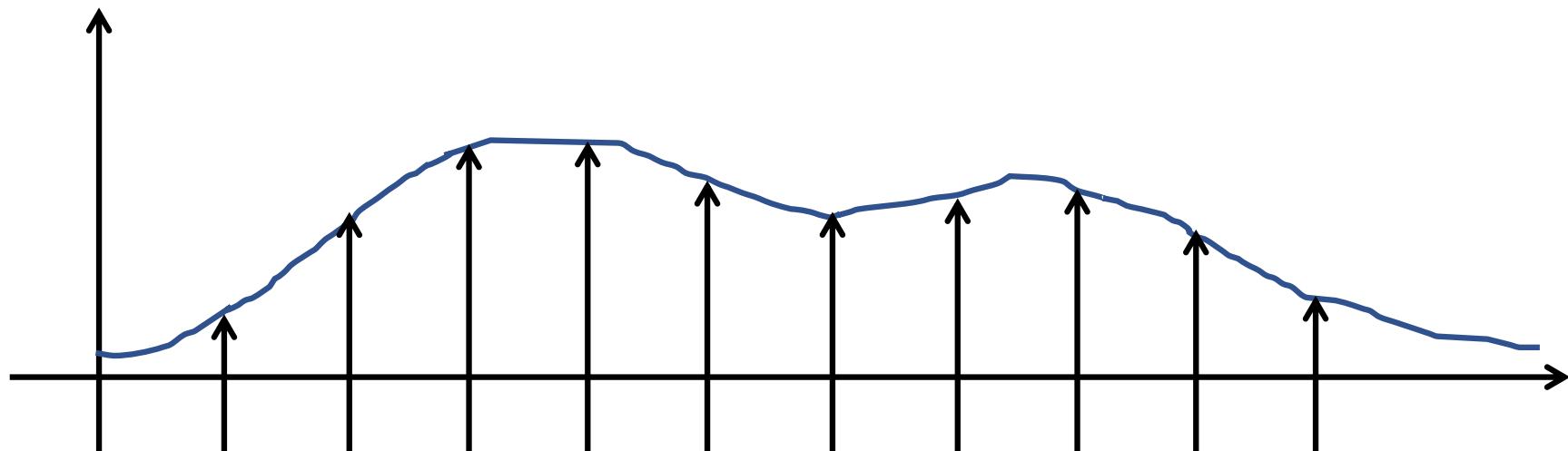
# 画素値はどのように決まるか？

- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。



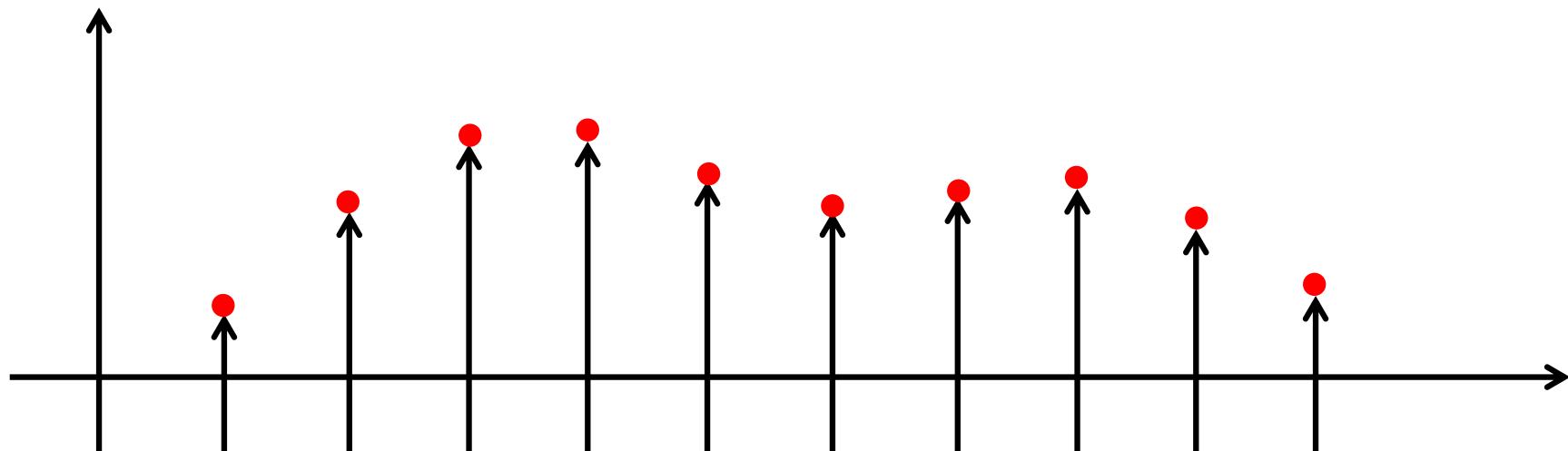
# 画素値はどのように決まるか？

- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。



# 画素値はどのように決まるか？

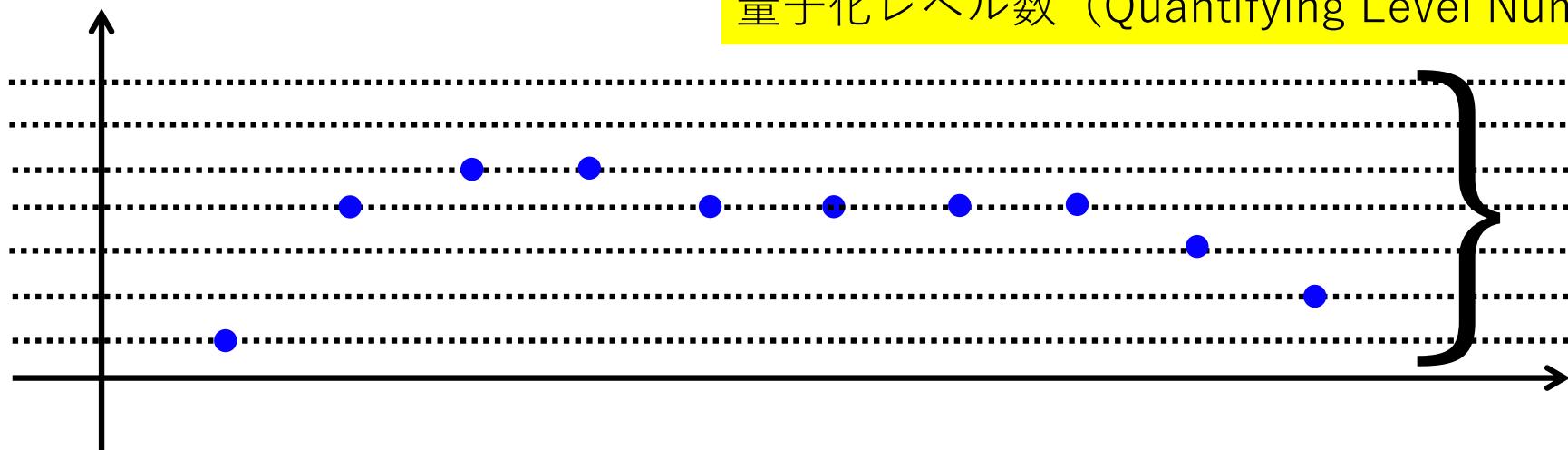
- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。



# 画素値はどのように決まるか？

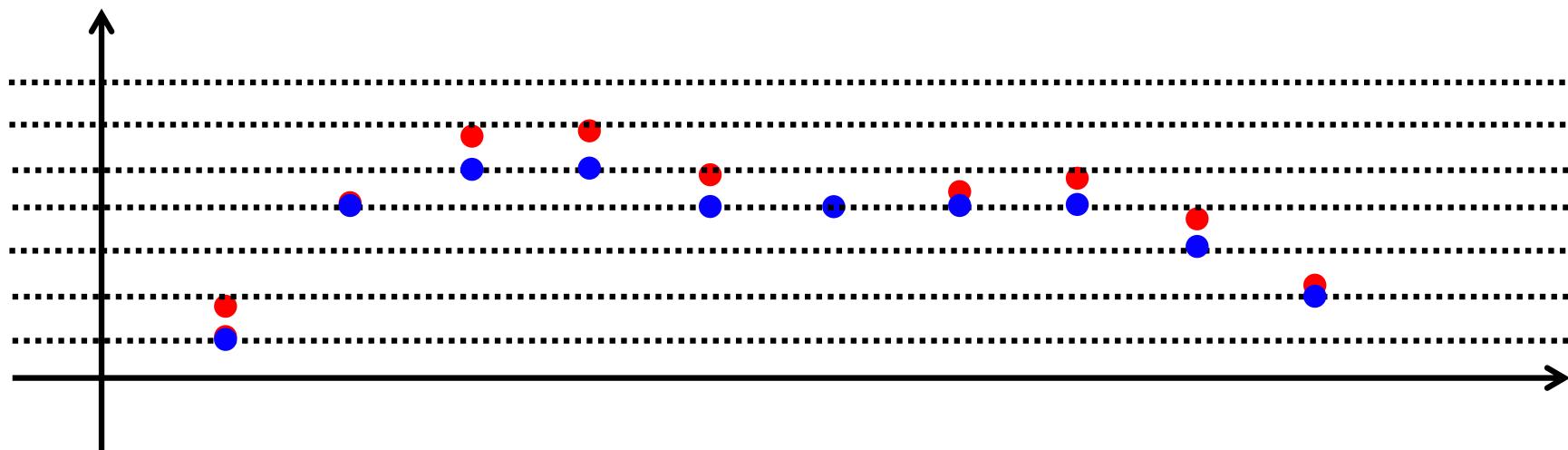
- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）

量子化レベル数 (Quantifying Level Number)



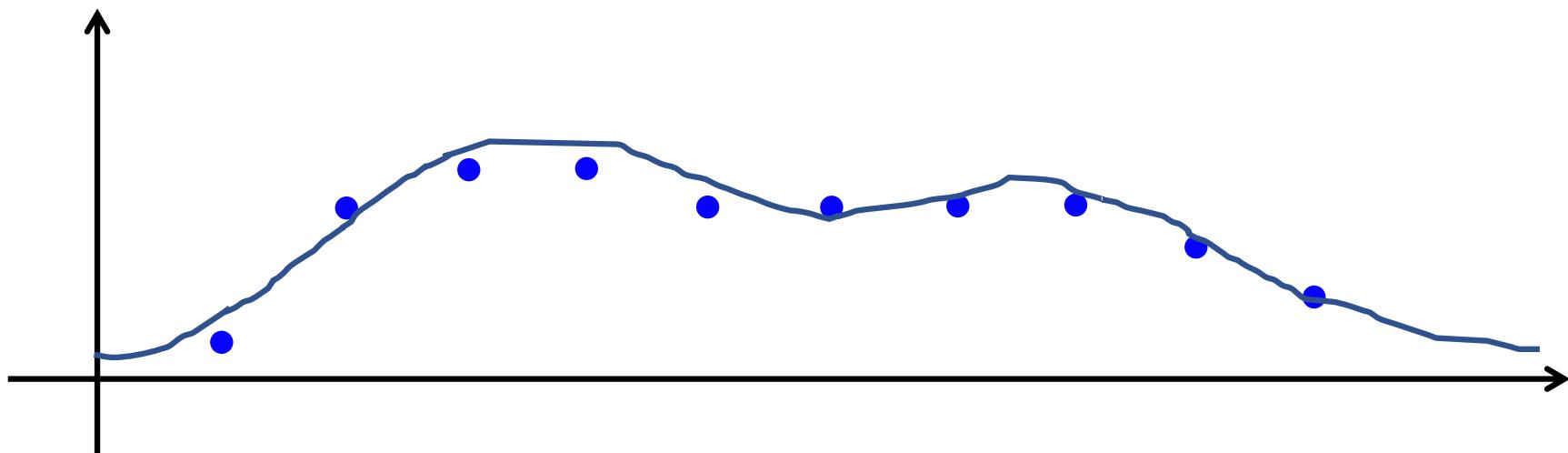
# 画素値はどのように決まるか？

- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。

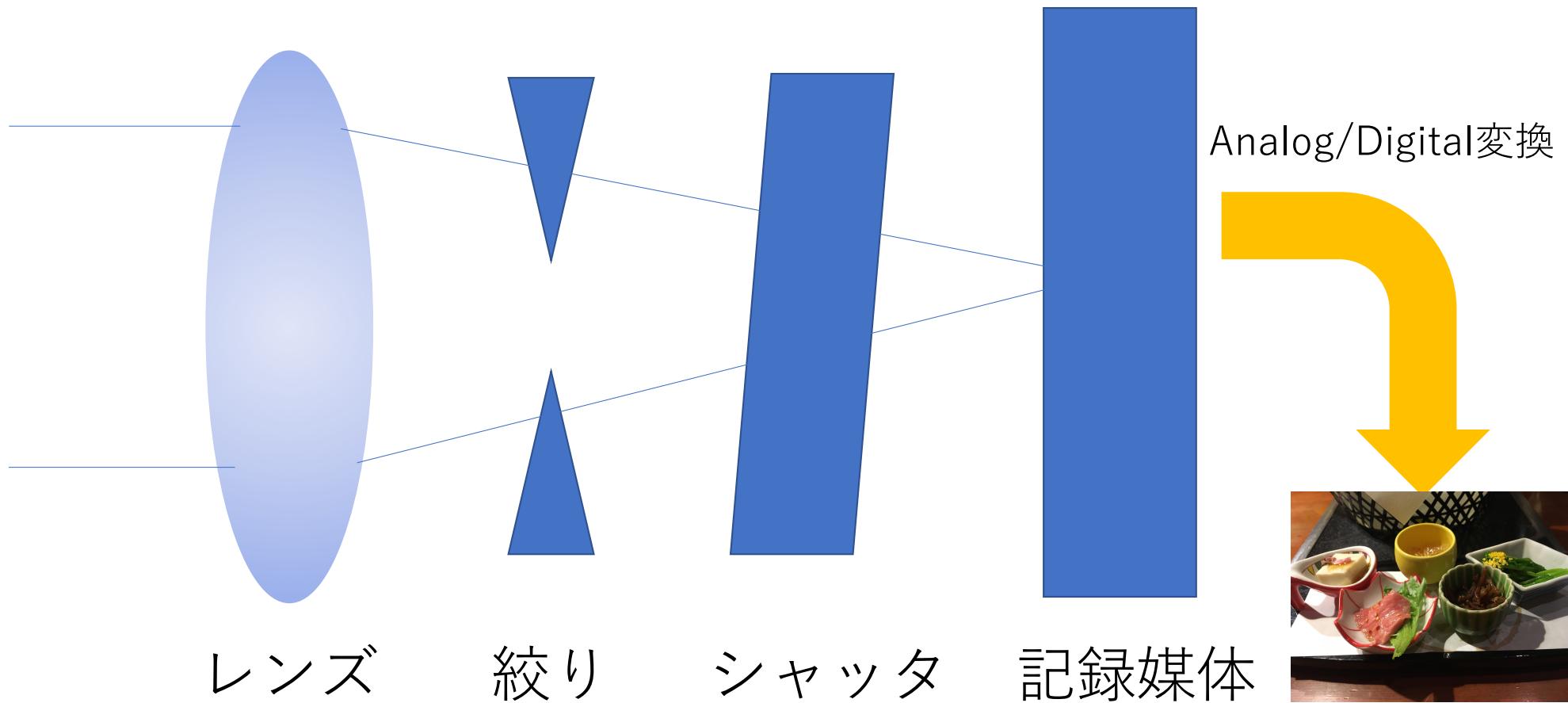


# 画素値はどのように決まるか？

- 受光素子から得られる信号の標本化と量子化によって決まる
  - 標本化 (Sampling) : 一定の間隔でデータ（この場合は電圧）を、標本値として取り出すこと。
  - 量子化 (Quantization) : 得られた標本値を有限の数値に変換すること（実数から整数への変換）。

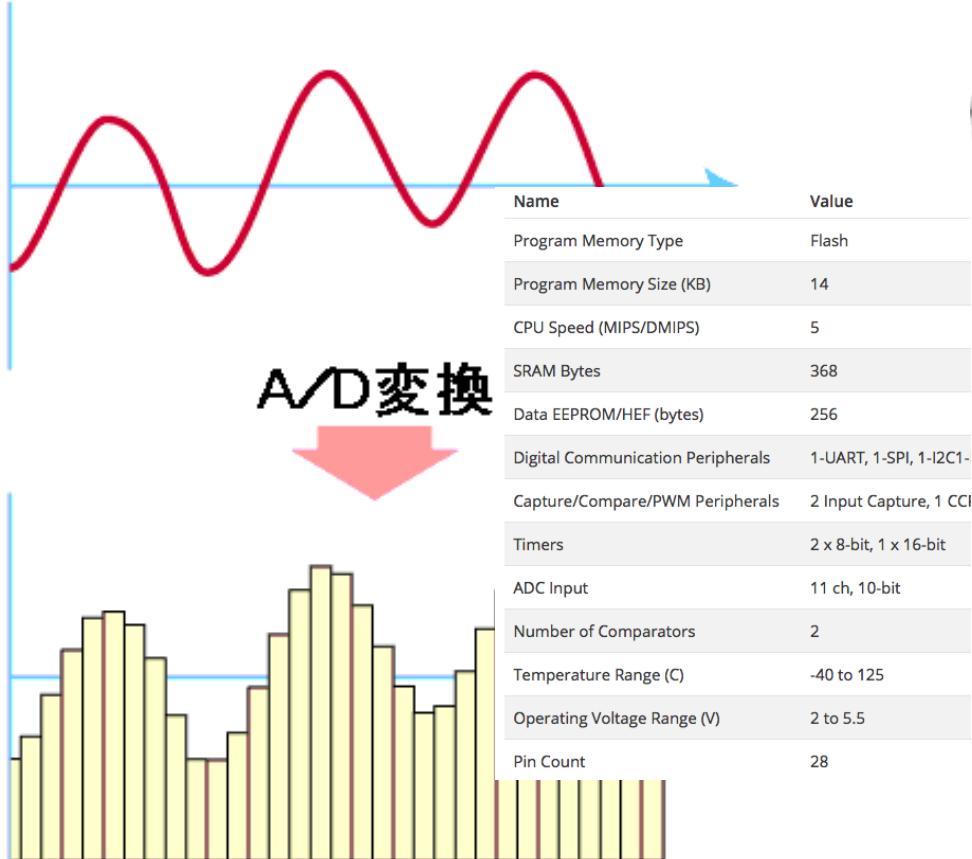


# 一般的なカメラの構成：この内容を理解



サンプリング間隔を細かく  
量子化レベル数を多く

- では、どの程度必要か？
- サンプリング間隔：標本化定理に支配にされる
- 量子化レベル数：A/D変換の性能／ハードウェアに支配される



## Summary

This powerful yet easy-to-program (only 35 single word instructions) CMOS FLASH-based 8-bit microcontroller packs Microchip's powerful PIC® architecture into a 28 pin package. The PIC16F886 features 256 bytes of EEPROM data memory, self programming, an ICD, 2 Comparators, 11 channels of 10-bit Analog-to-Digital (A/D) converter, 1 capture/compare/PWM and 1 Enhanced capture/compare/PWM functions, a synchronous serial port that can be configured as either 3-wire Serial Peripheral Interface (SPI™) or the 2-wire Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C™) bus and an Enhanced Universal Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART). All of these features make it ideal for more advanced level A/D applications in automotive, industrial, appliances or consumer applications.

<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F886>

<https://ja.wikipedia.org/wiki/アナログ-デジタル変換回路>

Name	Value
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	14
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	5
SRAM Bytes	368
Data EEPROM/HEF (bytes)	256
Digital Communication Peripherals	1-UART, 1-SPI, 1-I <sup>2</sup> C1-
Capture/Compare/PWM Peripherals	2 Input Capture, 1 CCI
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
ADC Input	11 ch, 10-bit
Number of Comparators	2
Temperature Range (C)	-40 to 125
Operating Voltage Range (V)	2 to 5.5
Pin Count	28



## Summary

This powerful yet easy-to-program (only 35 single word instructions) CMOS FLASH-based 8-bit microcontroller packs Microchip's powerful PIC® architecture into a 28 pin package. The PIC16F886 features 256 bytes of EEPROM data memory, self programming, an ICD, 2 Comparators, 11 channels of 10-bit Analog-to-Digital (A/D) converter, 1 capture/compare/PWM and 1 Enhanced capture/compare/PWM functions, a synchronous serial port that can be configured as either 3-wire Serial Peripheral Interface (SPI™) or the 2-wire Inter-Integrated Circuit (I<sup>2</sup>C™) bus and an Enhanced Universal Asynchronous Receiver Transmitter (EUSART). All of these features make it ideal for more advanced level A/D applications in automotive, industrial, appliances or consumer applications.

<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F886>

1200万画素のAD変換を 1秒で終わるためには。  
 $1/12,000,000 = 1 \times 10^{-8} = 10\text{ナノ秒}[ns]$

動作周波数 : 1GHz ( $1 \times 10^9$ ) : 1 ナノ秒[ns]  
4 クロックで 1 つの命令 : 4 ナノ秒

# 標本化定理：Sampling Theorem

- 原信号の最高の周波数を $f_{max}$ とする
- 標本化の周波数を $2 f_{max}$ 以上とすれば、もとの信号に含まれるすべての情報を標本化できる



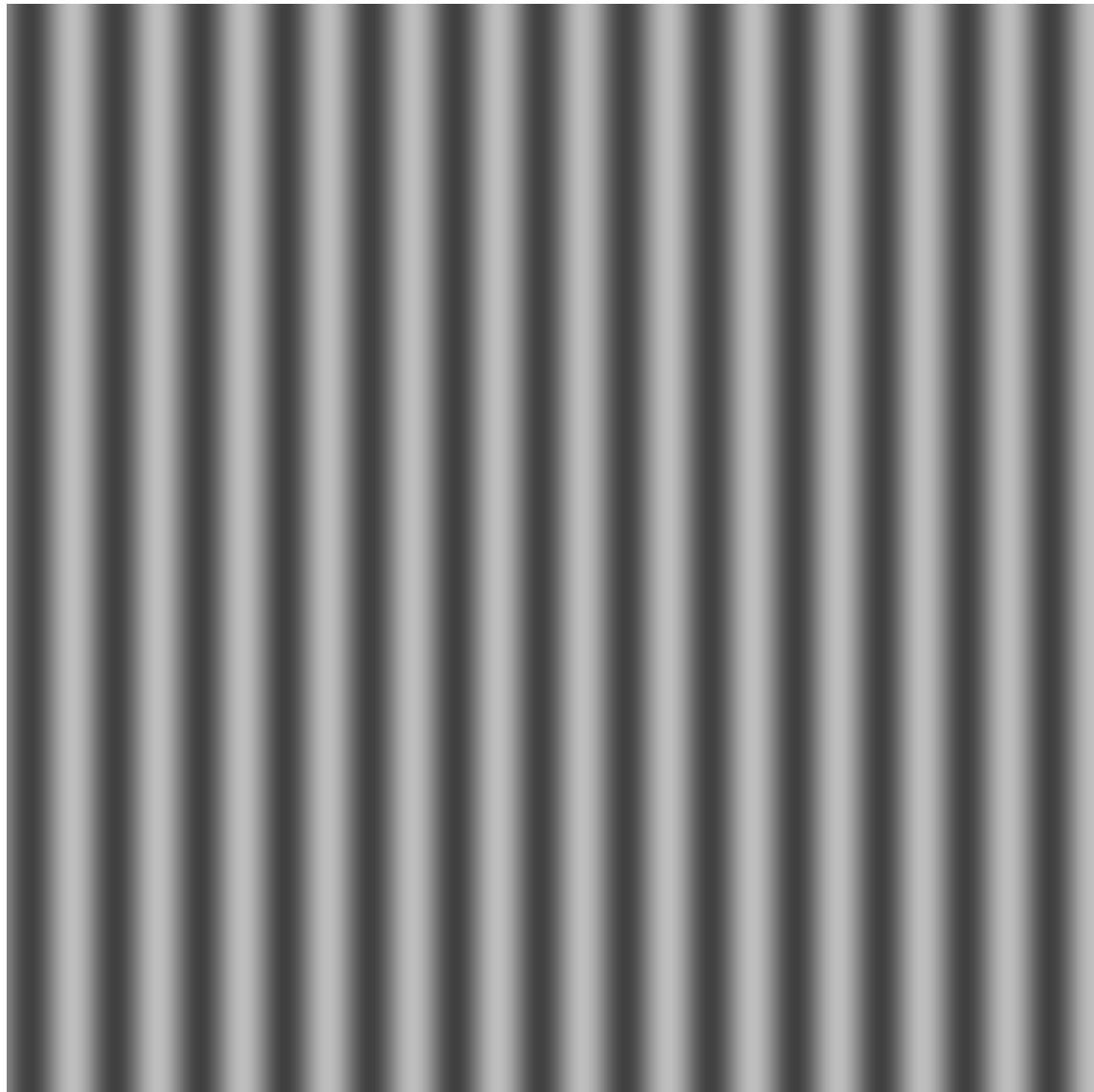
きっと低周波な画像

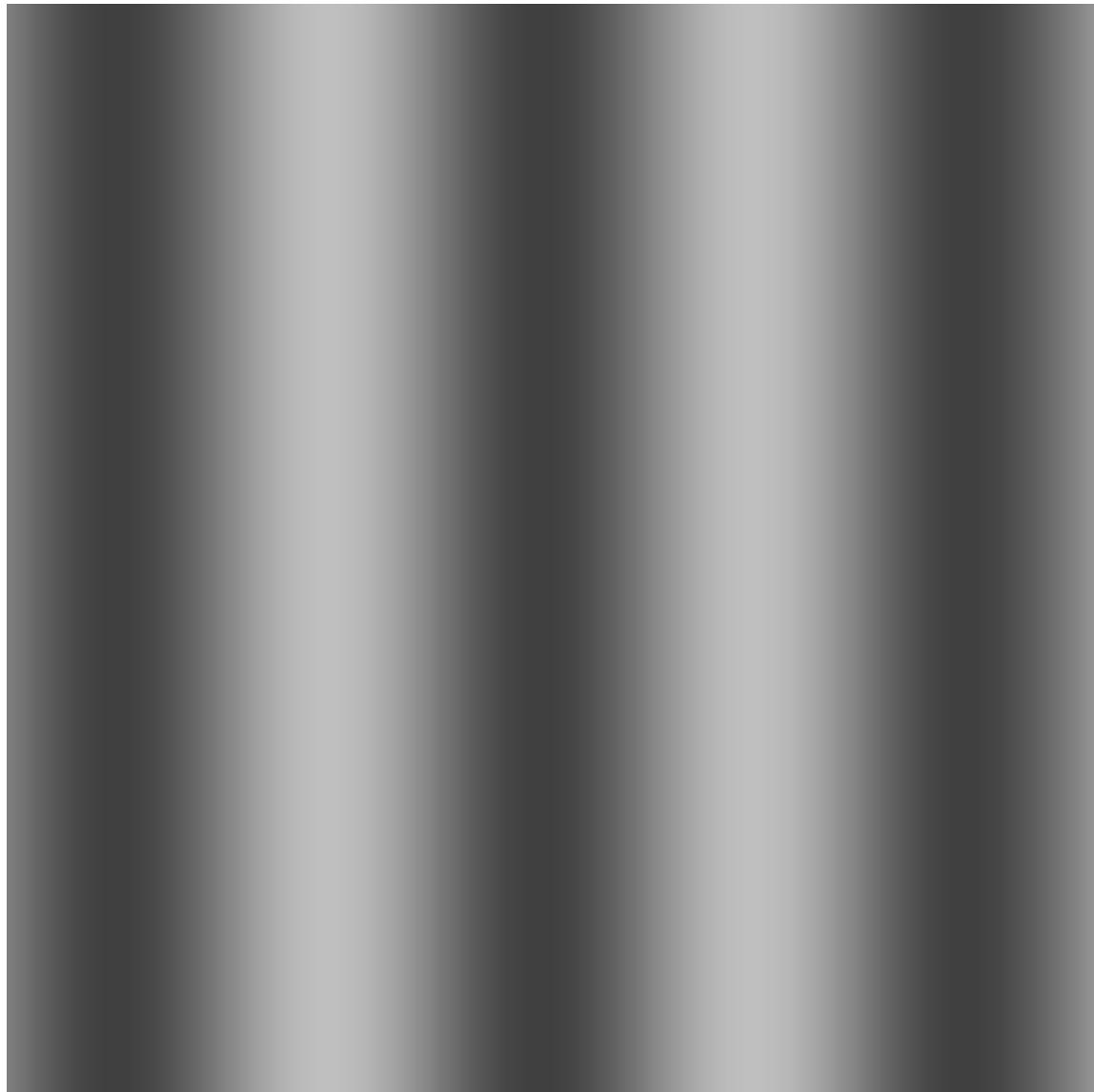


きっと高周波な画像

# 画像の周波数の考え方

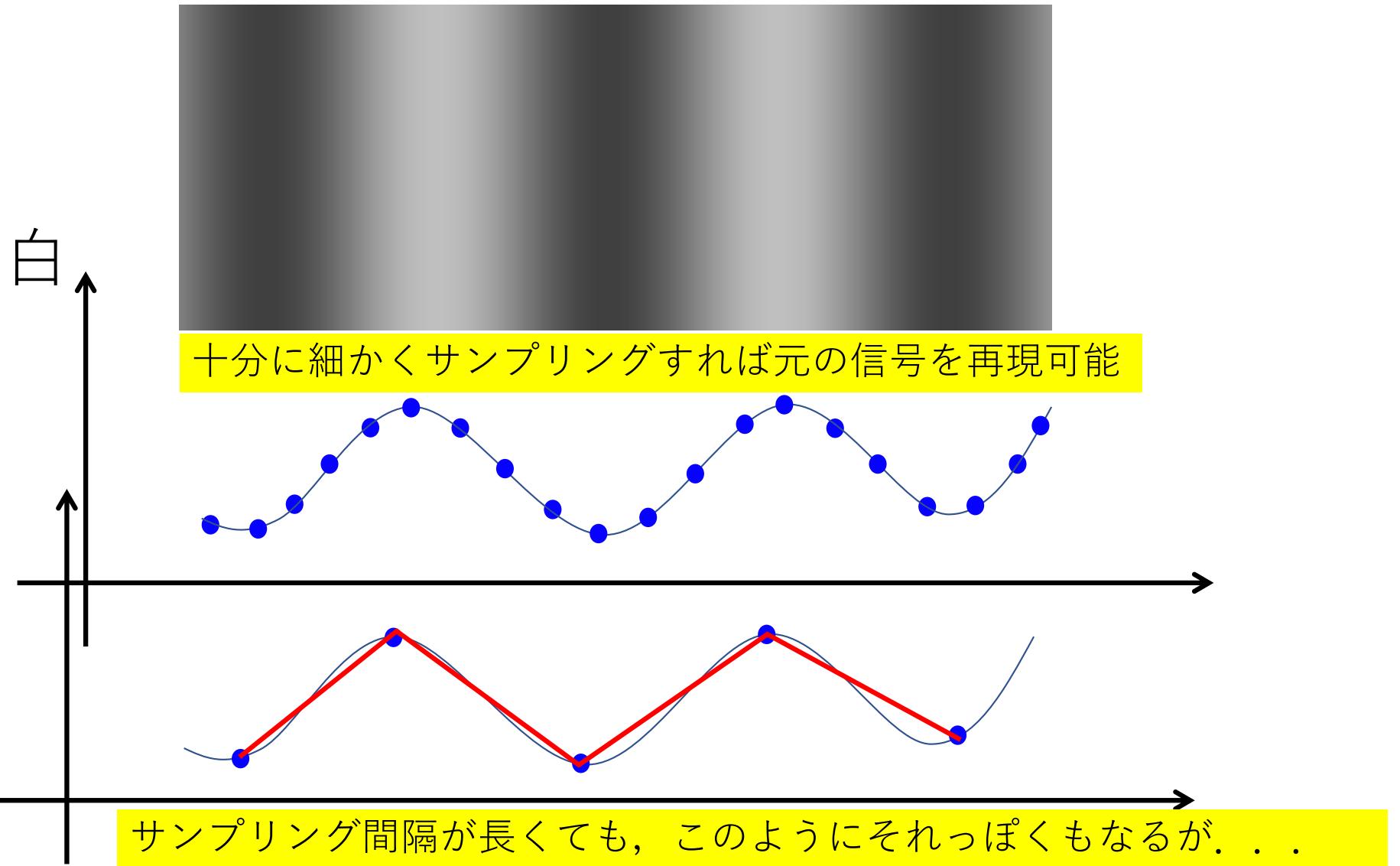
- 周波数：単位時間／単位距離あたりに繰り返す回数
- 単位はヘルツ（Hz）
- 1回の繰り返しに必要な時間を周期（Period）
- 周期は、標本化周波数（Sampling Frequency）の逆数
- サイン（コサイン）カーブを基底
- 画像では、空間周波数（Spatial Frequency）と呼ぶ
- Line pair per mm (LP/mm) や Cycle per mm (Cycle/mm) として、濃淡の変化を周波数で表現する。

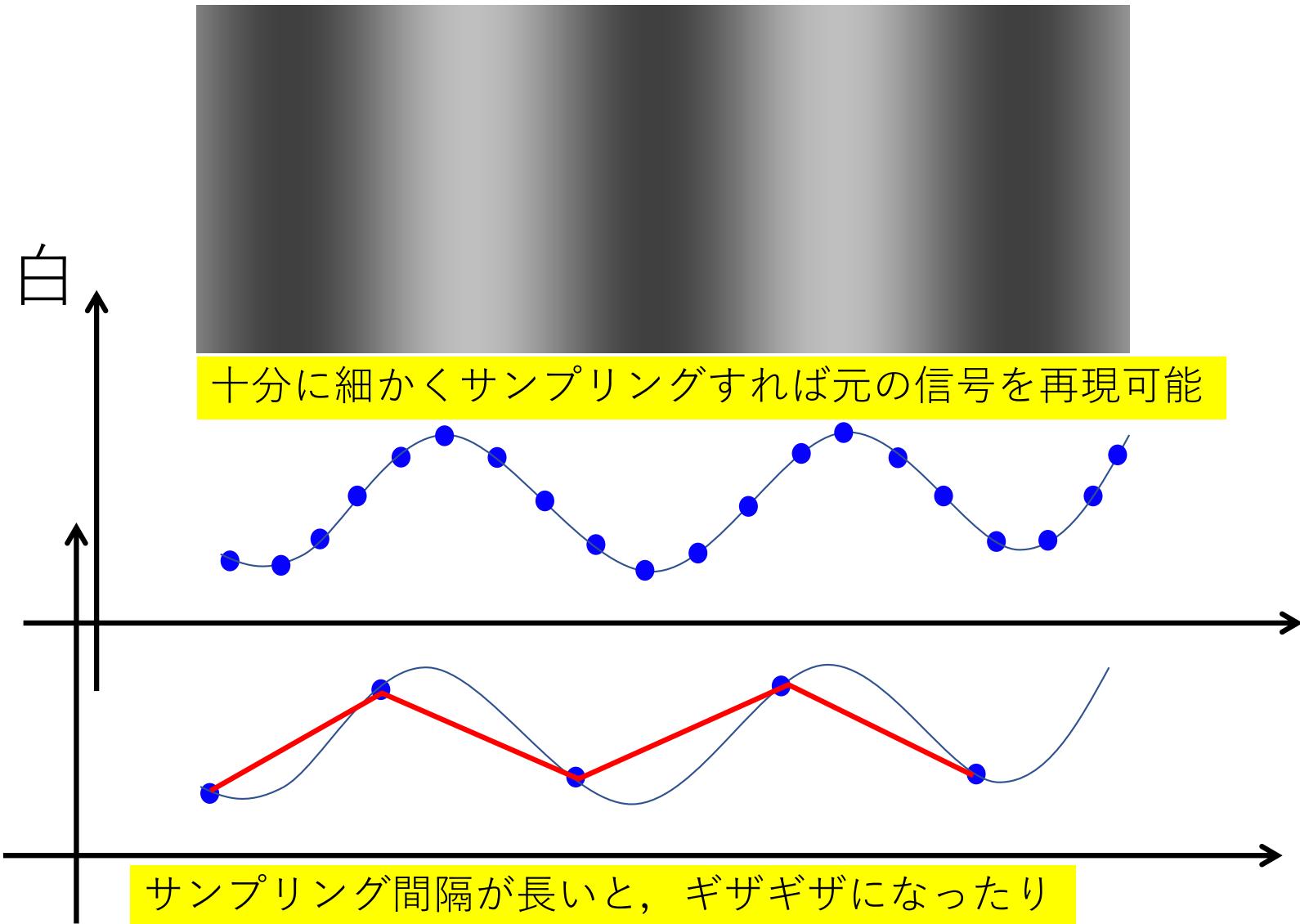


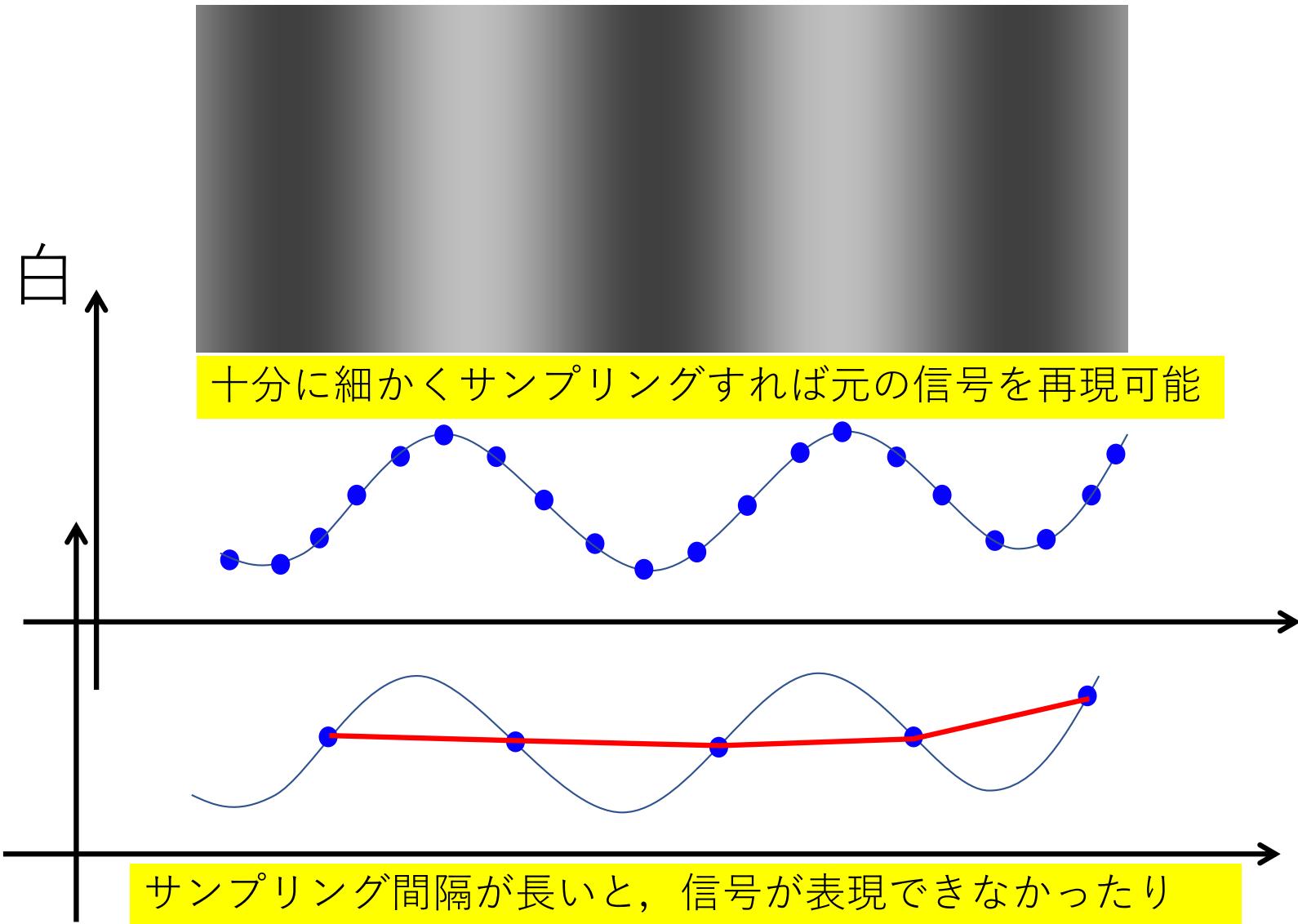


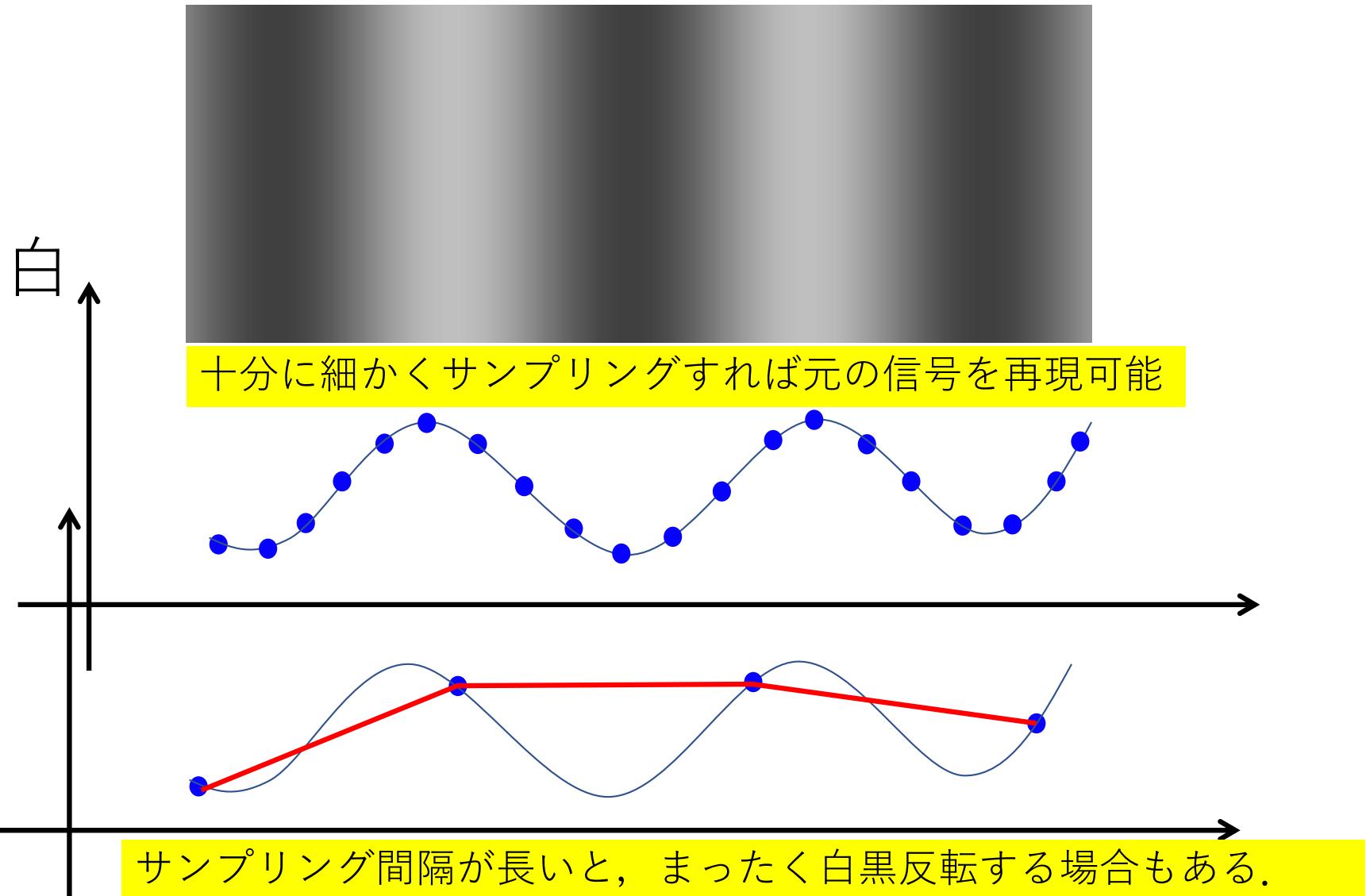


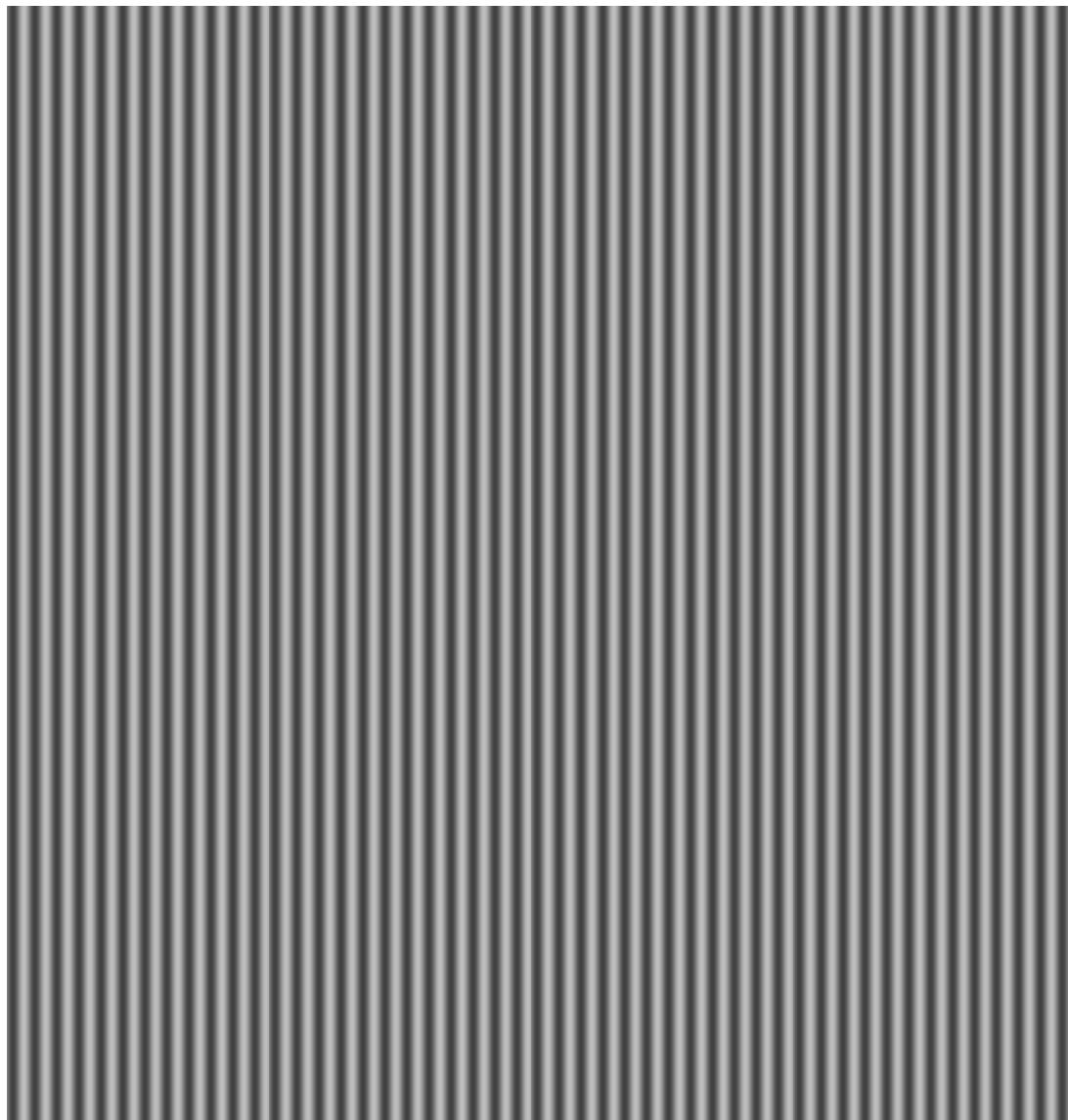


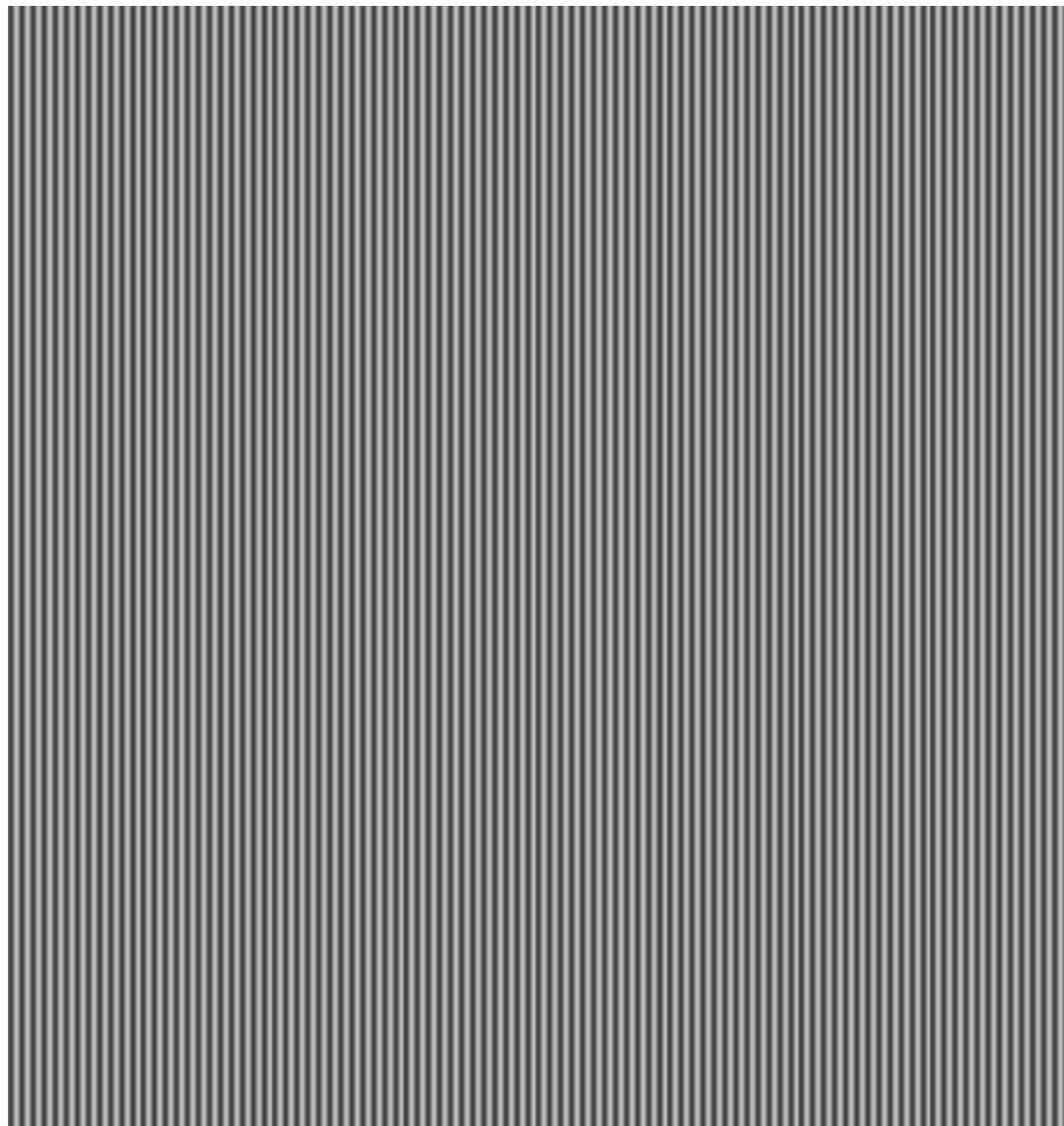


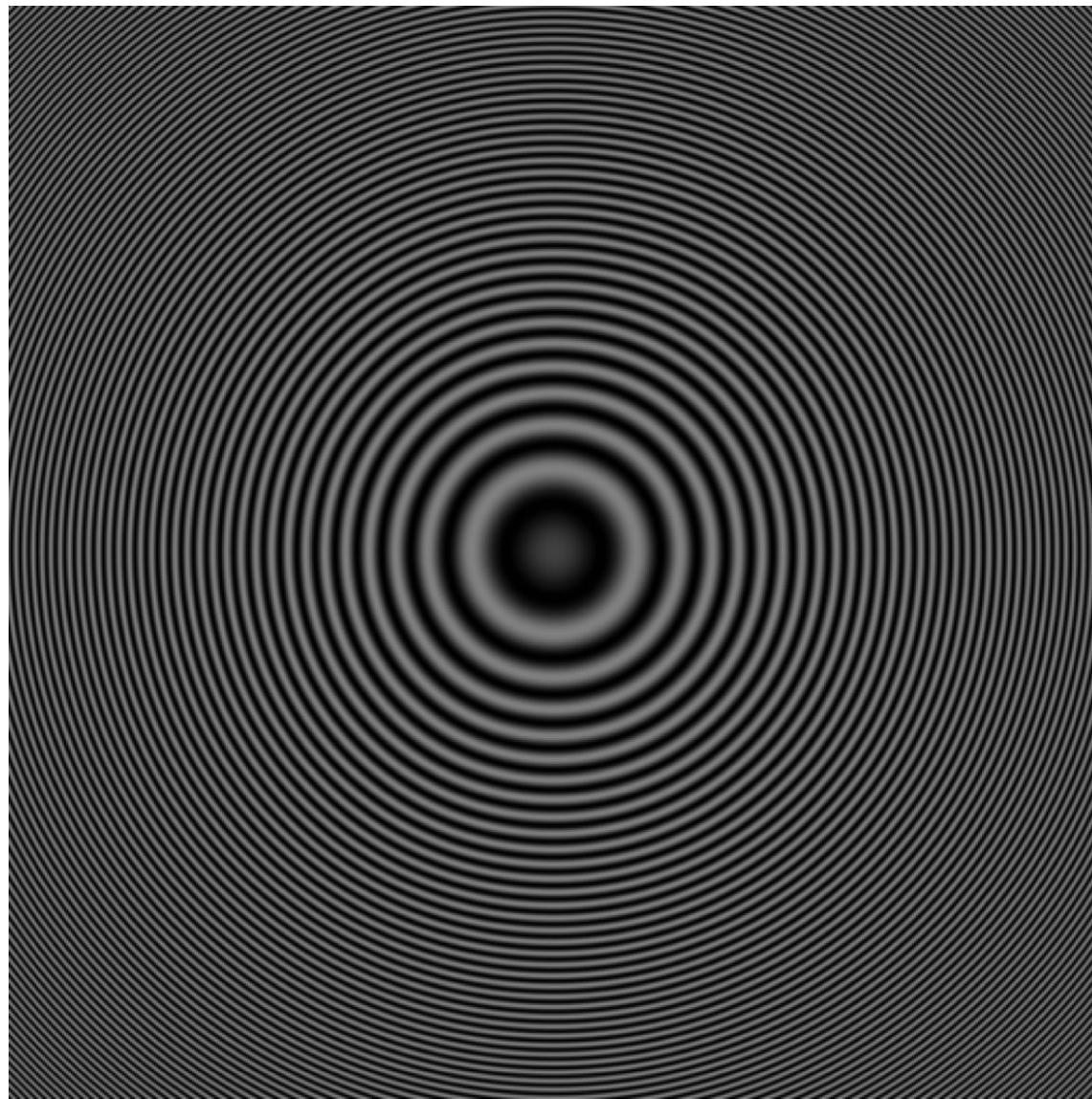


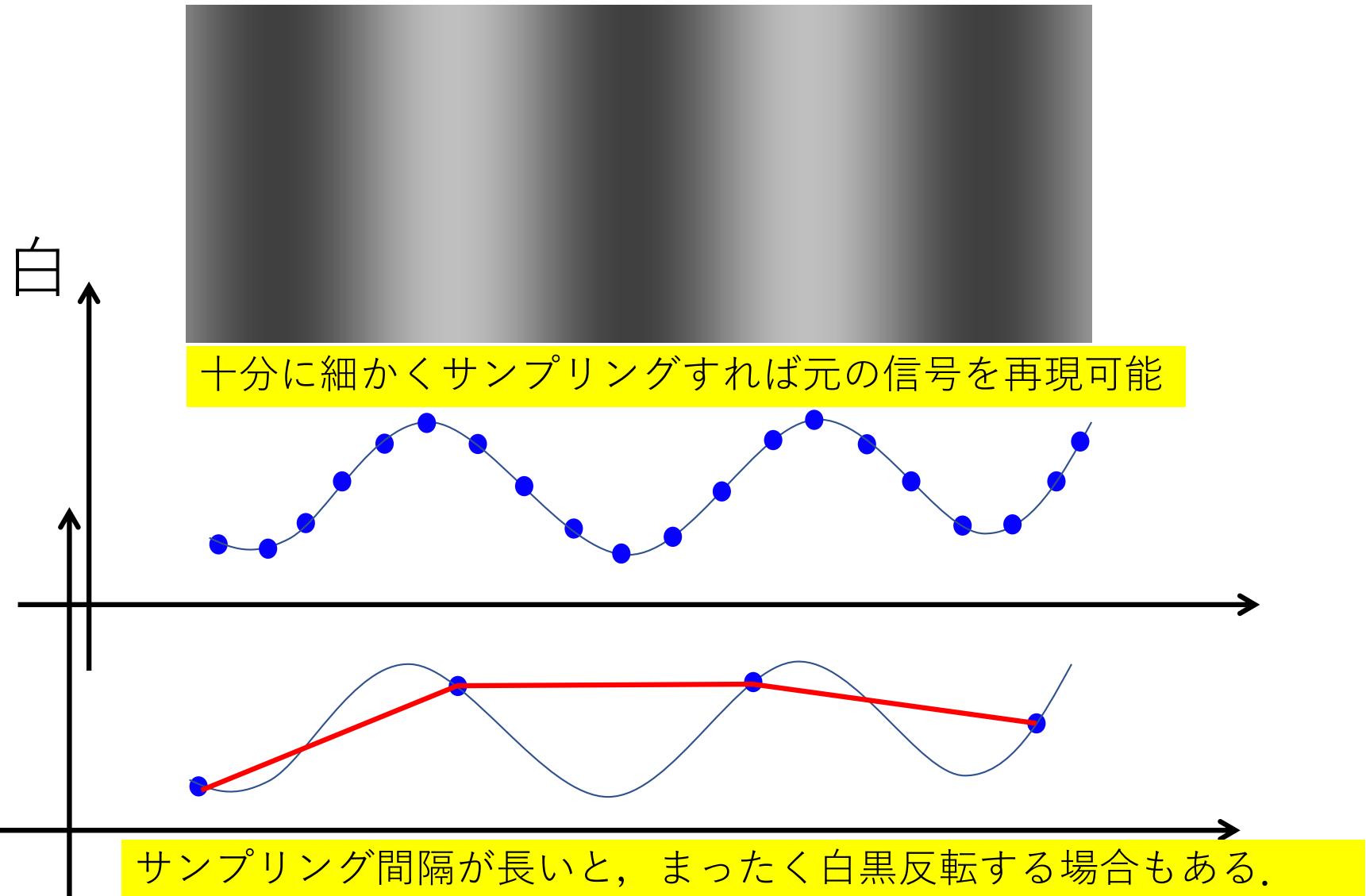






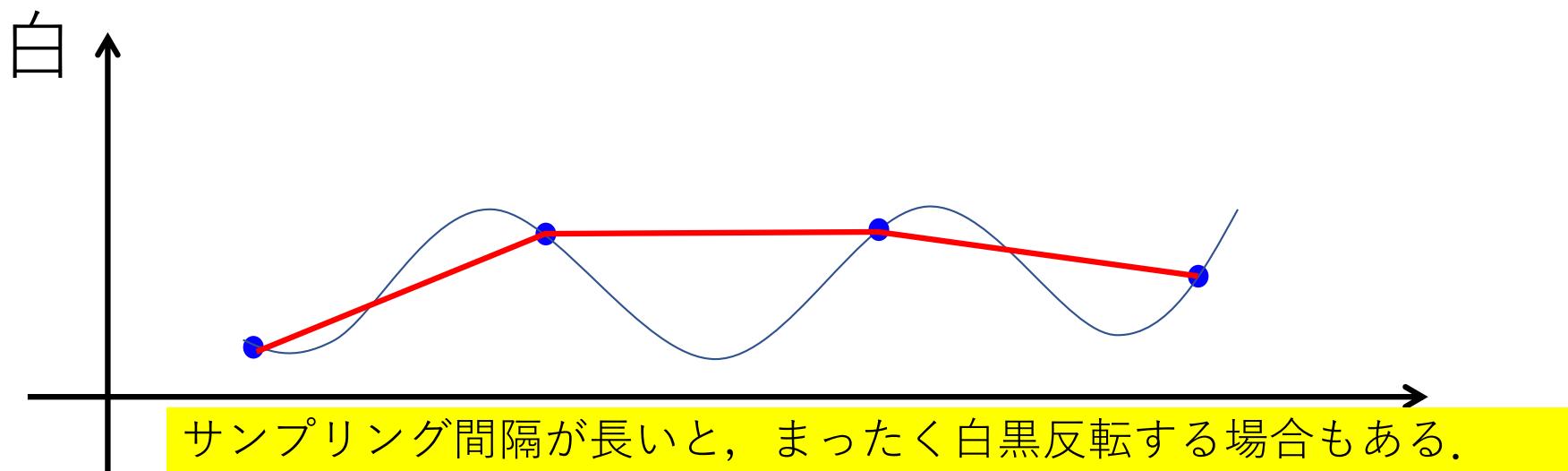




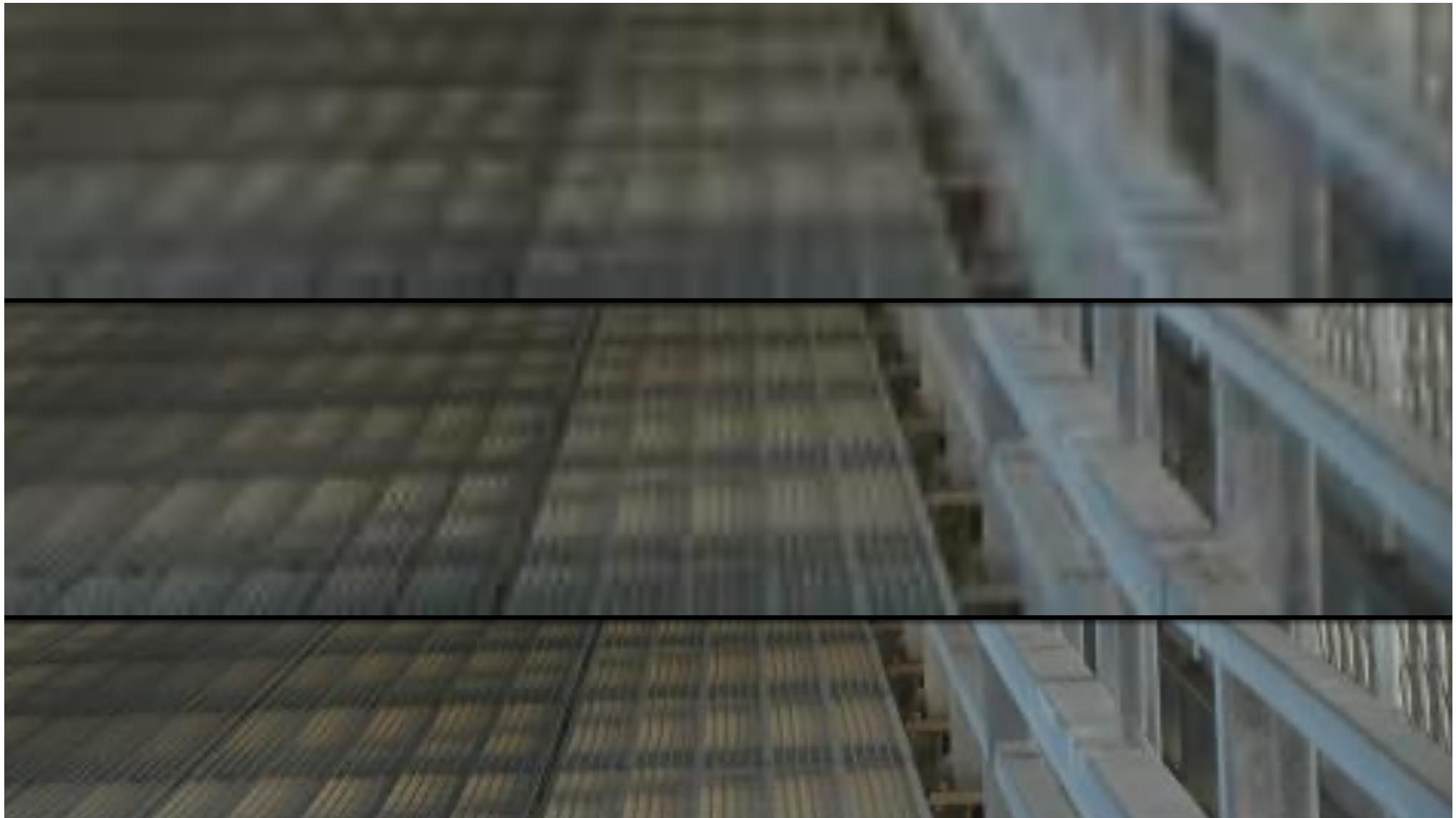


# エイリアシング：Aliasing

- 標本化定理を満たさない場合（満たさない信号）については、以下のような偽の画像ができる場合がある









明石海峡大橋  
2016年7月





明石海峡大橋  
2016年7月

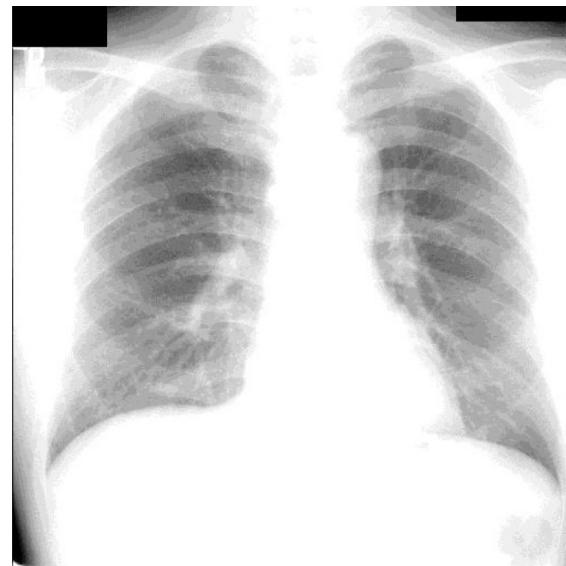


# 明るさに関する擬似陰影：擬似輪郭

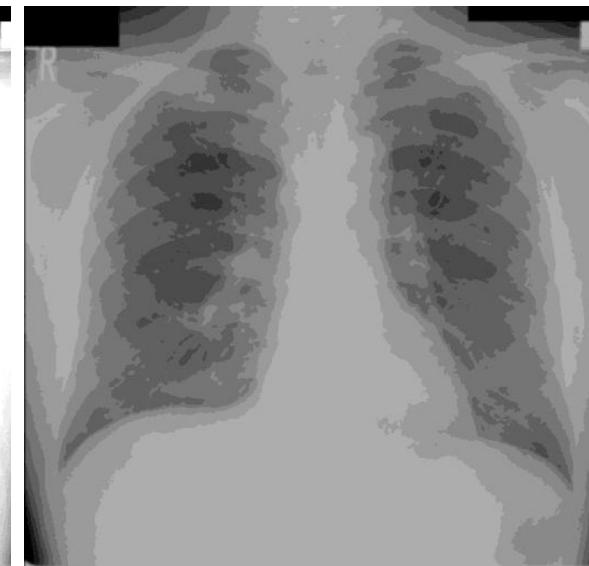
- 量子化誤差による擬似陰影：擬似エッジが発生する

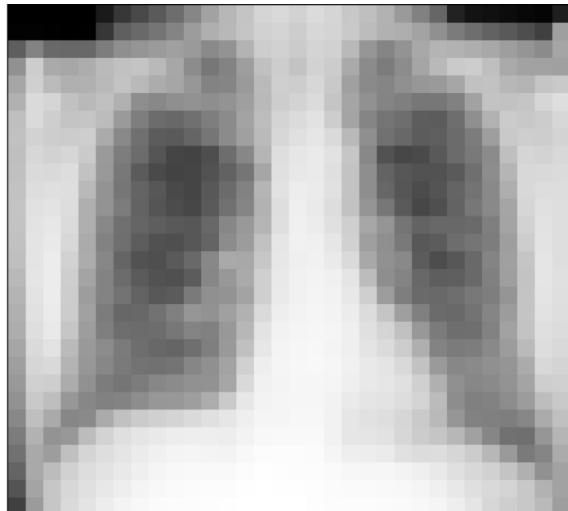


本来の画像



量子化レベル数が不足している場合の画像

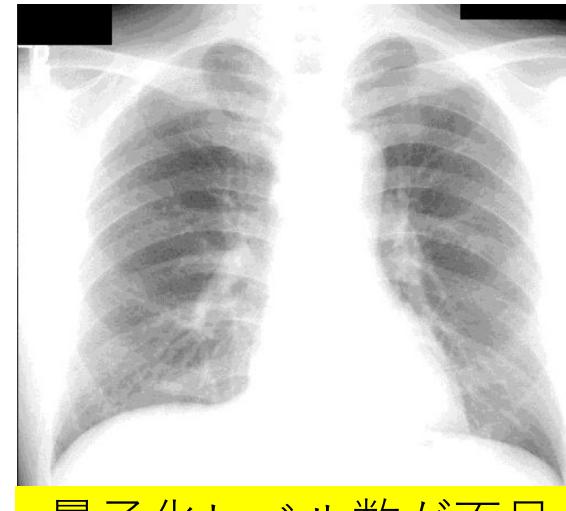




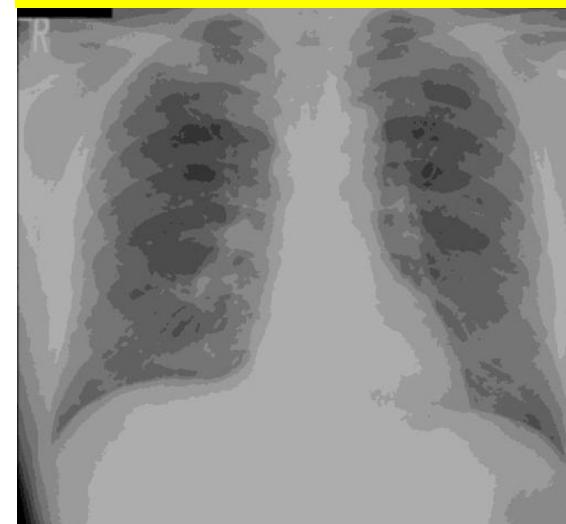
標本化間隔が不足  
している場合の画像



本来の画像

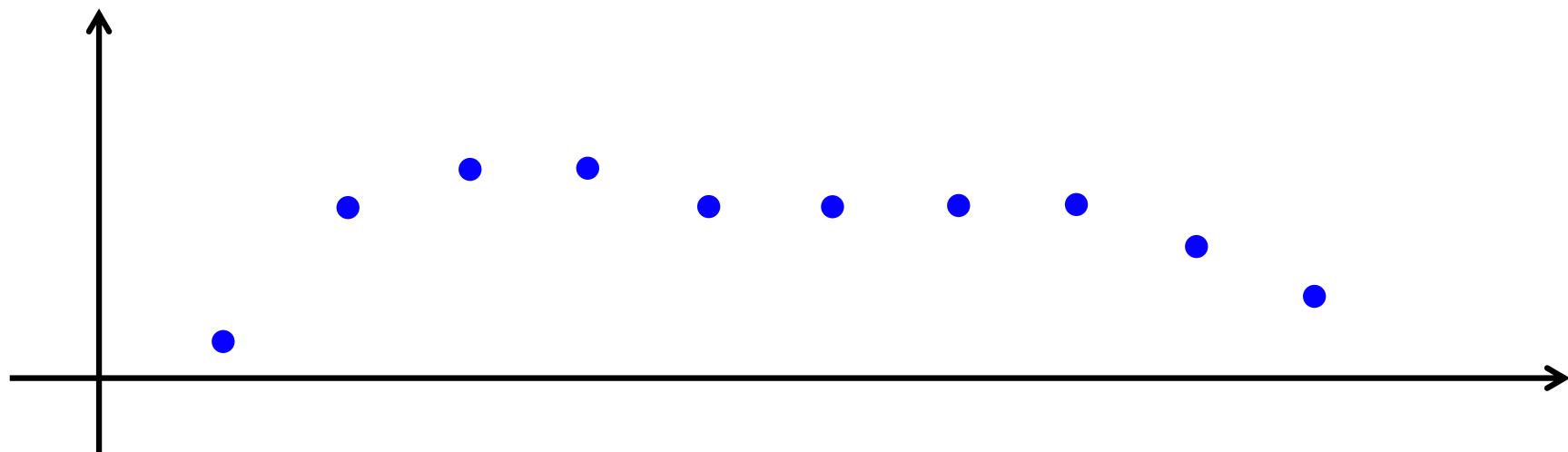


量子化レベル数が不足  
している場合の画像



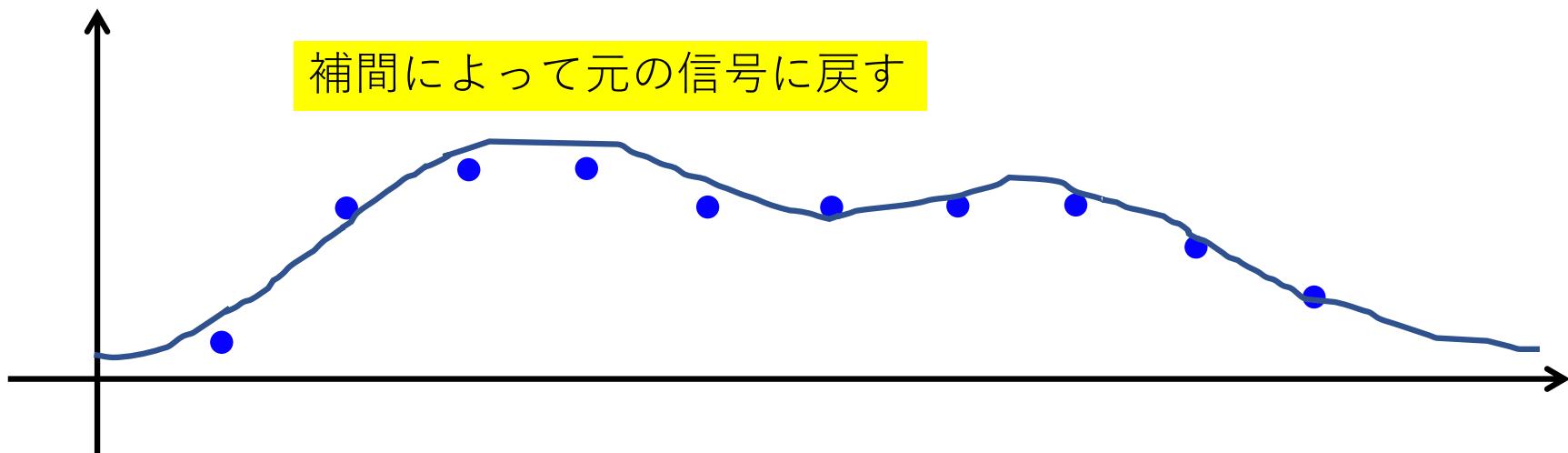
## デイジタルデータから元の信号へ

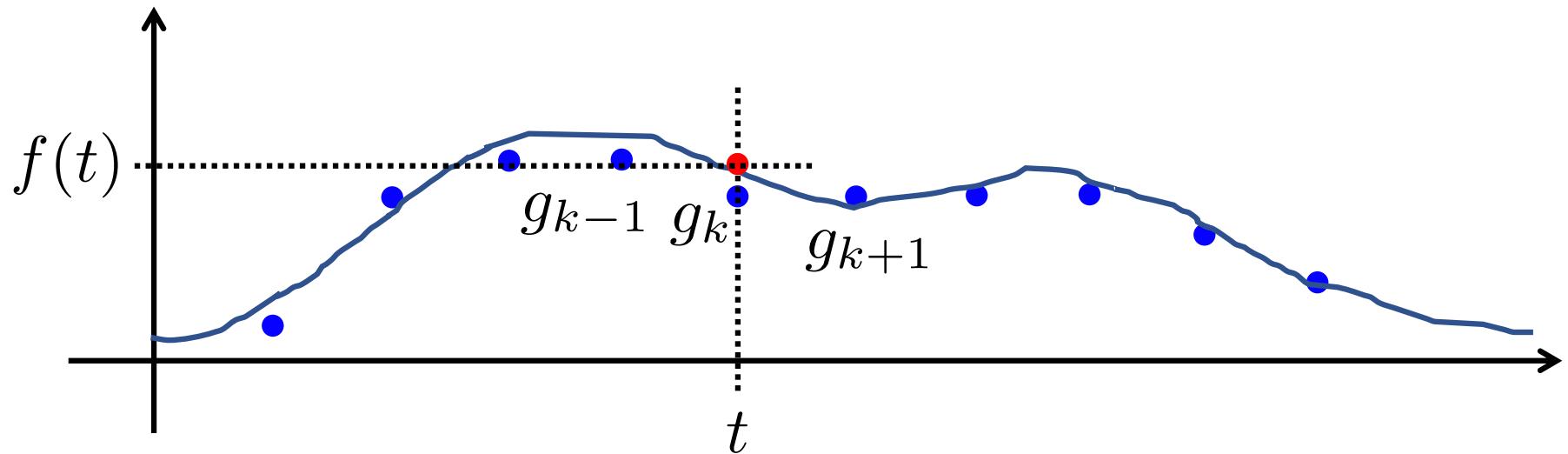
- ・デイジタルデータは、標本点（大きさゼロ）の値のみ
- ・それを元の信号（連続関数）に戻すためには、補間（Interpolation）を行う



## デジタルデータから元の信号へ

- デジタルデータは、標本点（大きさゼロ）の値のみ
- それを元の信号（連続関数）に戻すためには、補間（Interpolation）を行う



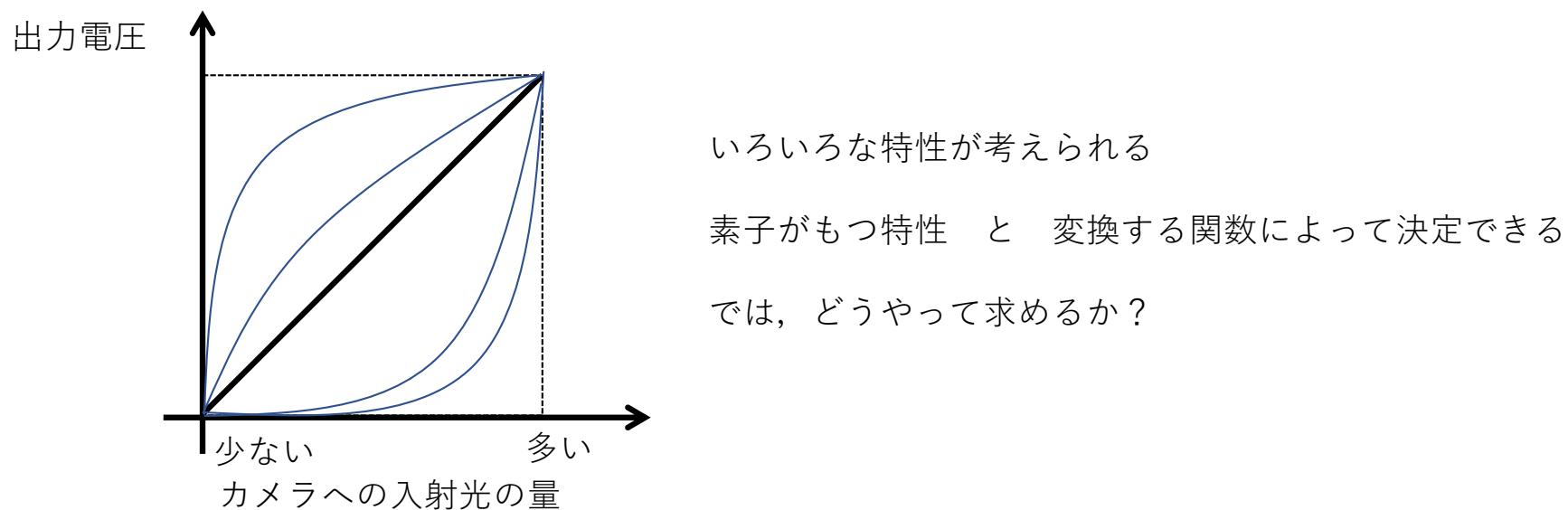


$$f(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} f_k \operatorname{sinc} \frac{t - t_k}{\tau} \quad \mathcal{T} : \text{標本化間隔 (周期)}$$

$$\operatorname{sinc} = \frac{\sin \pi x}{\pi x} \quad (\text{シンク関数})$$

# カメラの応答関数：Response Function

- ・カメラへ入射する光の量を入力、画素値を出力とする関数
- ・入射する光の量は、光の強度と収集時間（露光時間）で決まる
- ・光の強度と露光時間の積がカメラに入射する光の量になる



色の話. 色の保存形式. RGB.

# 色の考え方

ヒトが色を認知する仕組み

光源, 反射光, 吸収光, スペクトル

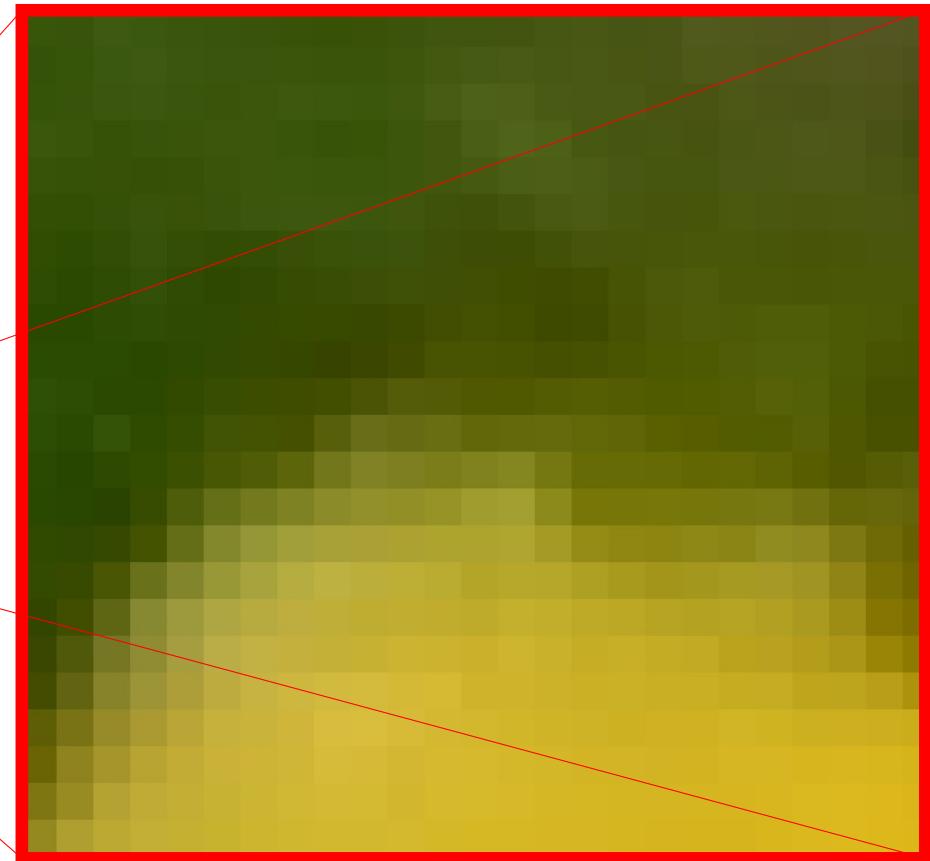
視覚への刺激：液晶ディスプレイ

色空間

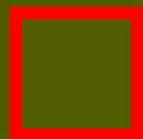
白黒画像

画像保存：デジタルのみ

# デジタル画像の基本



# 画素／ピクセル



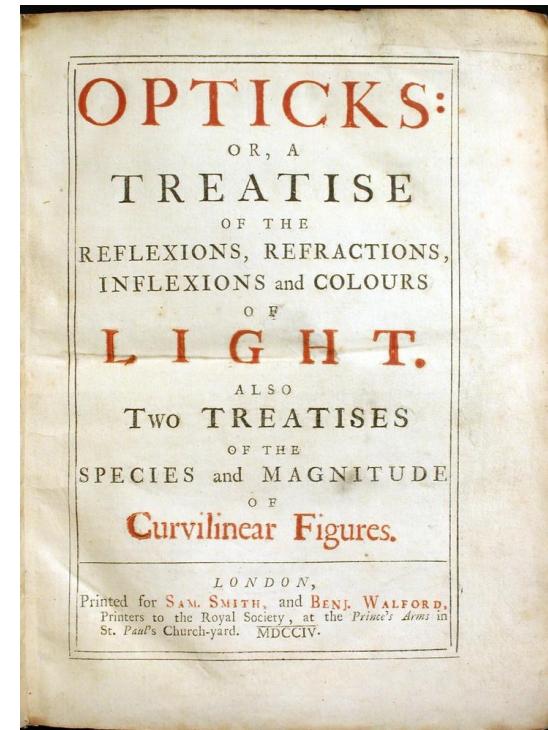
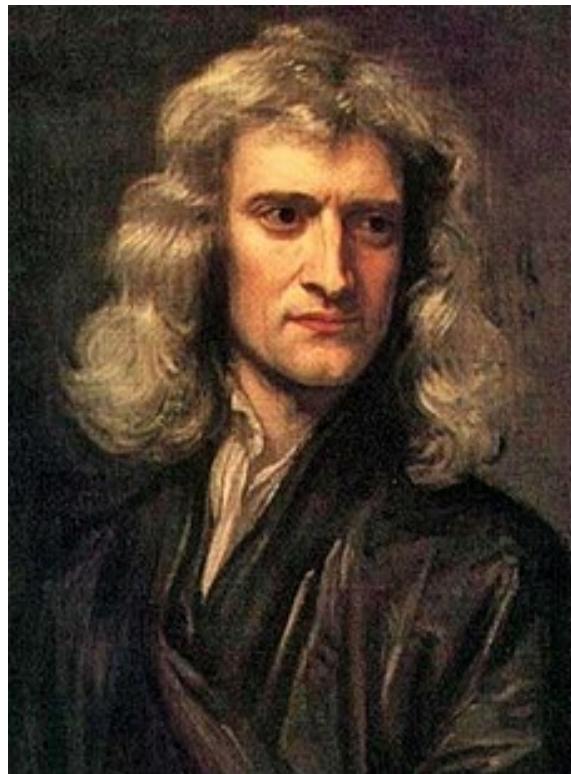
画素／ピクセル  
(がそ, Pixel: Picture cell)

## 画素値

(がそち, Pixel Value)  
R, G, Bの値 や  
グレースケールの値  
カラー画像(R, G, B)  
グレー画像 (値)

が画素ごとに保存される

はじめて明らかにしたのはニュートン



[https://ja.wikipedia.org/wiki/光学\\_\(アイザック・ニュートン\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/光学_(アイザック・ニュートン))

<https://ja.wikipedia.org/wiki/アイザック・ニュートン>



本

ニュートン 光学



プライ

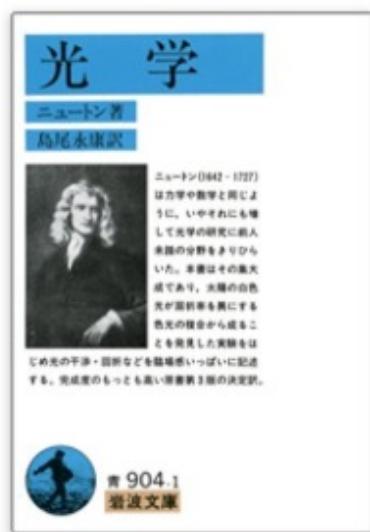
お届け先 原 武史さん  
岐阜市 501-1194

カテゴリー

Amazonポイント: 315

マイストア タイムセール

JP

原 武史さん  
アカウント&リス[本](#) [詳細検索](#) [ジャンル一覧](#) [新刊・予約](#) [Amazonランキング](#) [コミック・ラノベ・BL](#) [雑誌](#) [文庫・新書](#)[「ニュートン 光学」の検索結果に戻る](#)[この画像を表示](#)

## 光学 (岩波文庫 青 904-1) 文庫 – 1983/11/16

アイザック・ニュートン (著), 島尾 永康 (翻訳)

5件のカスタマーレビュー

[その他 \(\) の形式およびエディションを表示する](#)

文庫

¥ 2,980 より

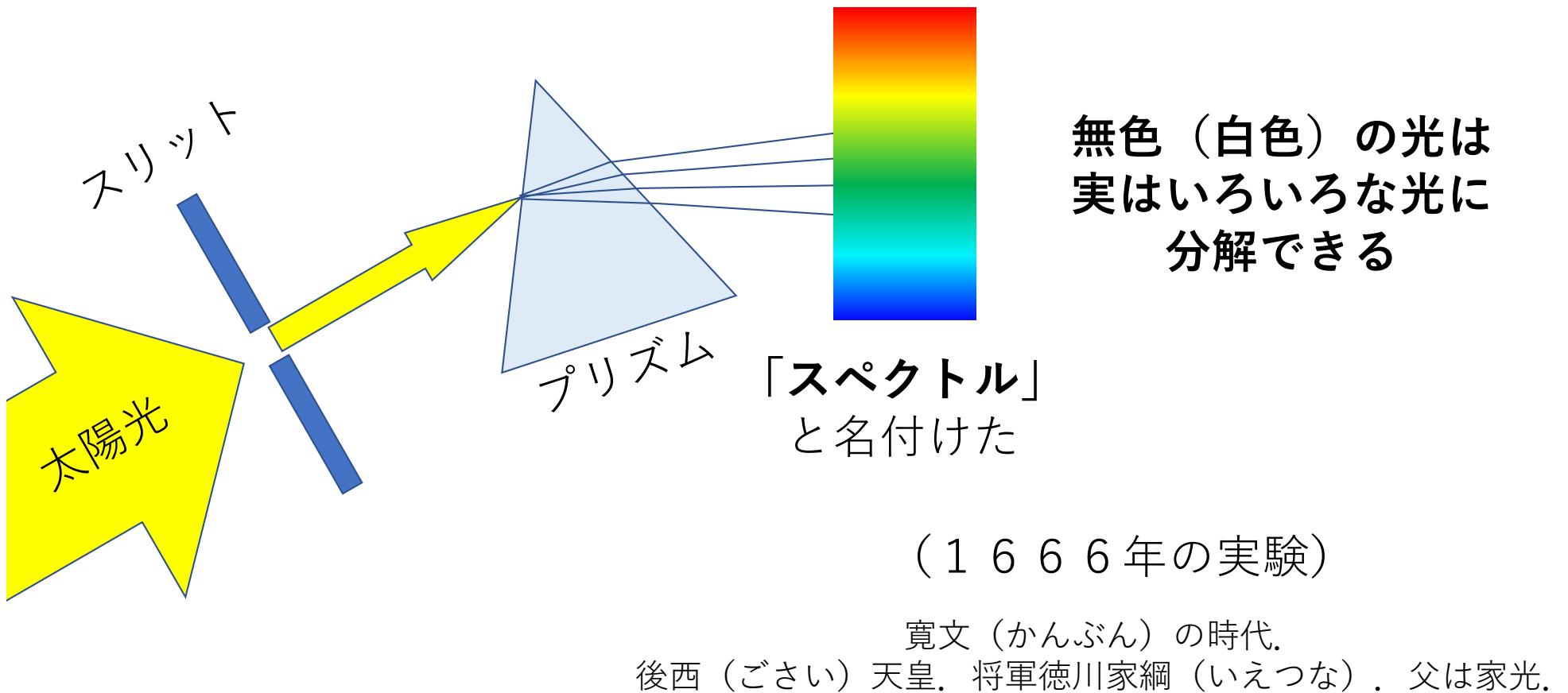
¥ 2,980 より 8 中古品の出品

¥ 21,094 より 2 新品

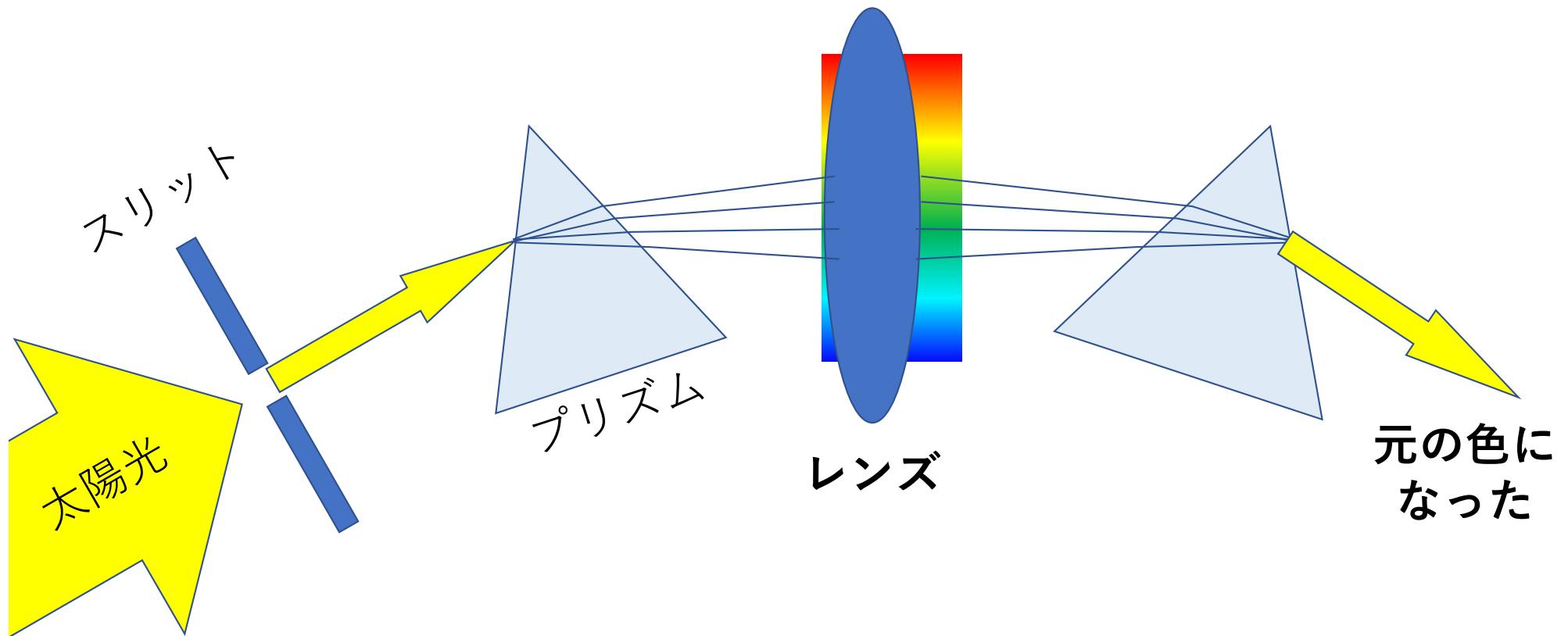
注: この商品は、Amazon.co.jp 以外の出品者(すべての出品を表示)から購入できます。

ニュートン（1642—1727）は力学や数学と同じように、いやそれにも増して光学の研究に前人未踏の分野をきりひらいた。本書はその集大成であり、太陽の白色光が屈折率を異にする色光の複合から成ることを発見した実験をはじめ光の干渉・回折などを臨場感いっぱいに記述する。完成度のもっとも高い原書第三版の決定訳。

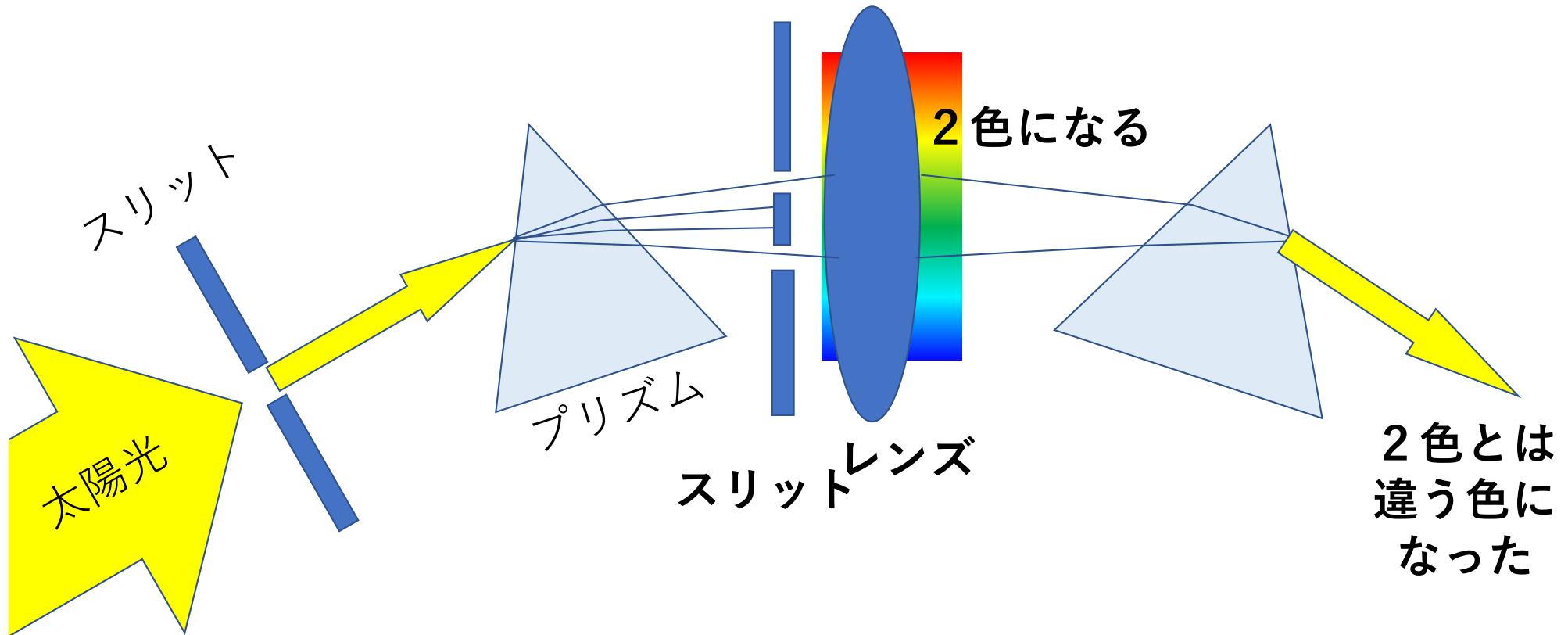
# ニュートンの重要な実験



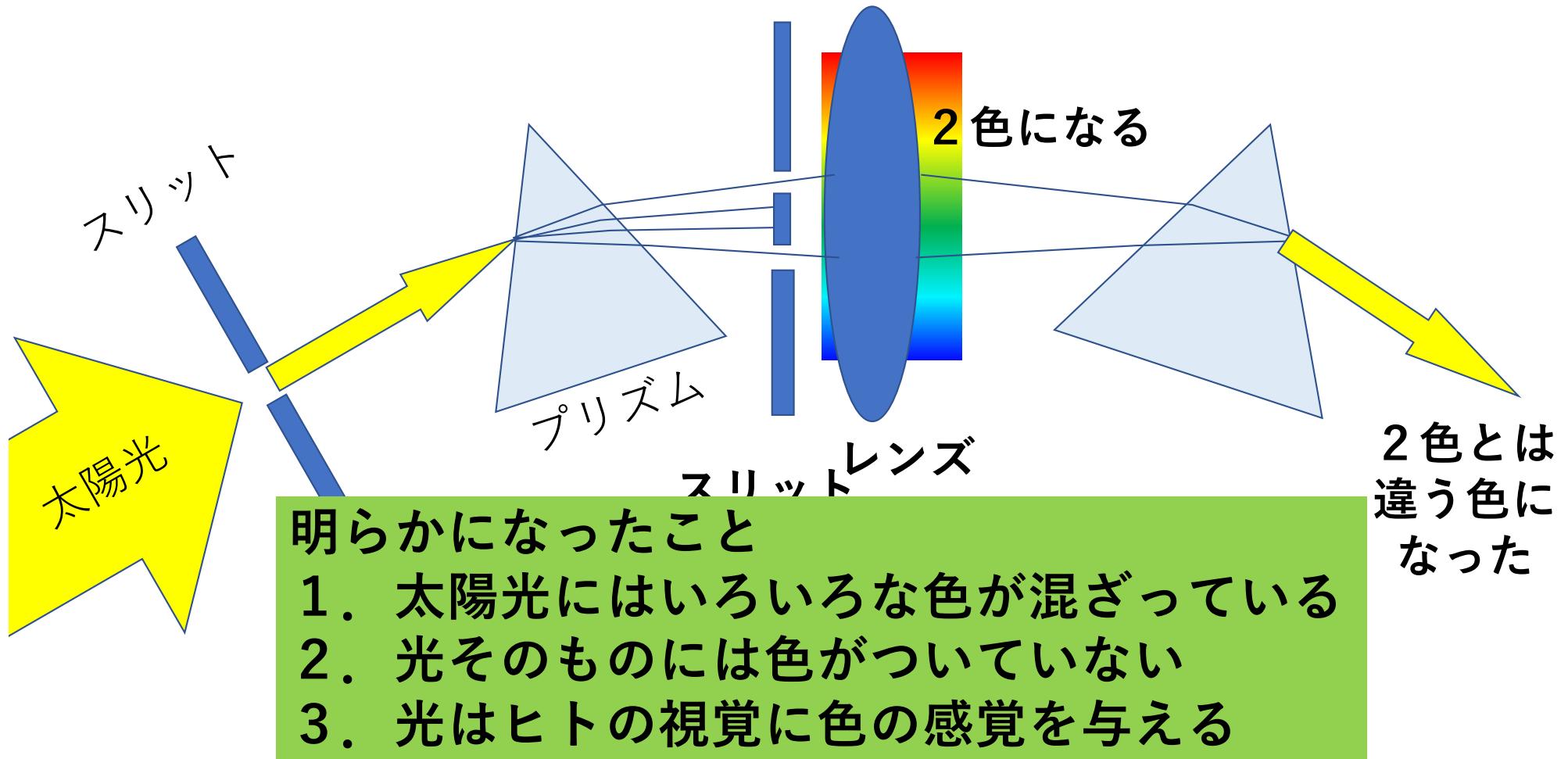
# ニュートンの重要な実験



# ニュートンの重要な実験



# ニュートンの重要な実験



色の考え方

## ヒトが色を認知する仕組み

光源, 反射光, 吸収光, スペクトル

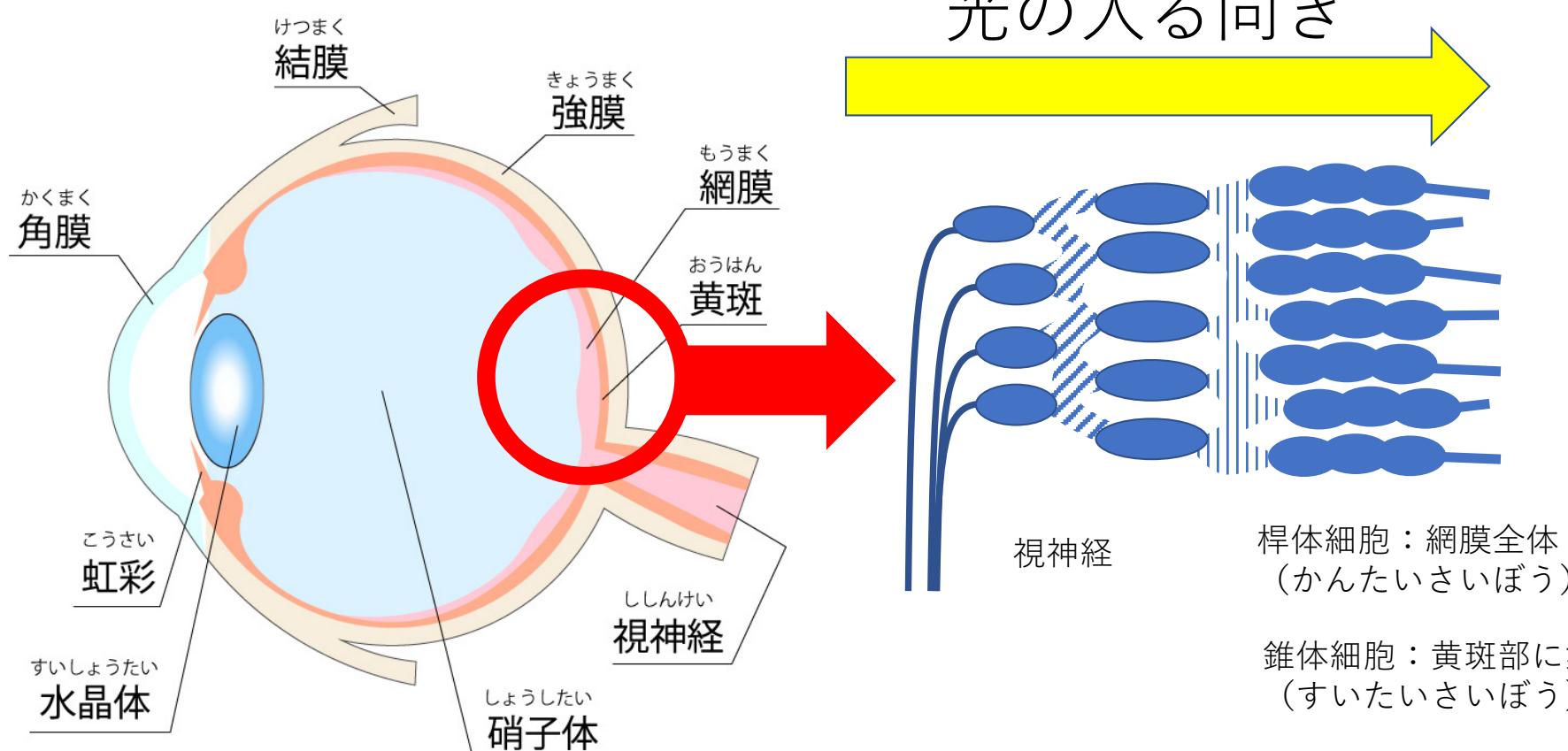
視覚への刺激：液晶ディスプレイ

色空間

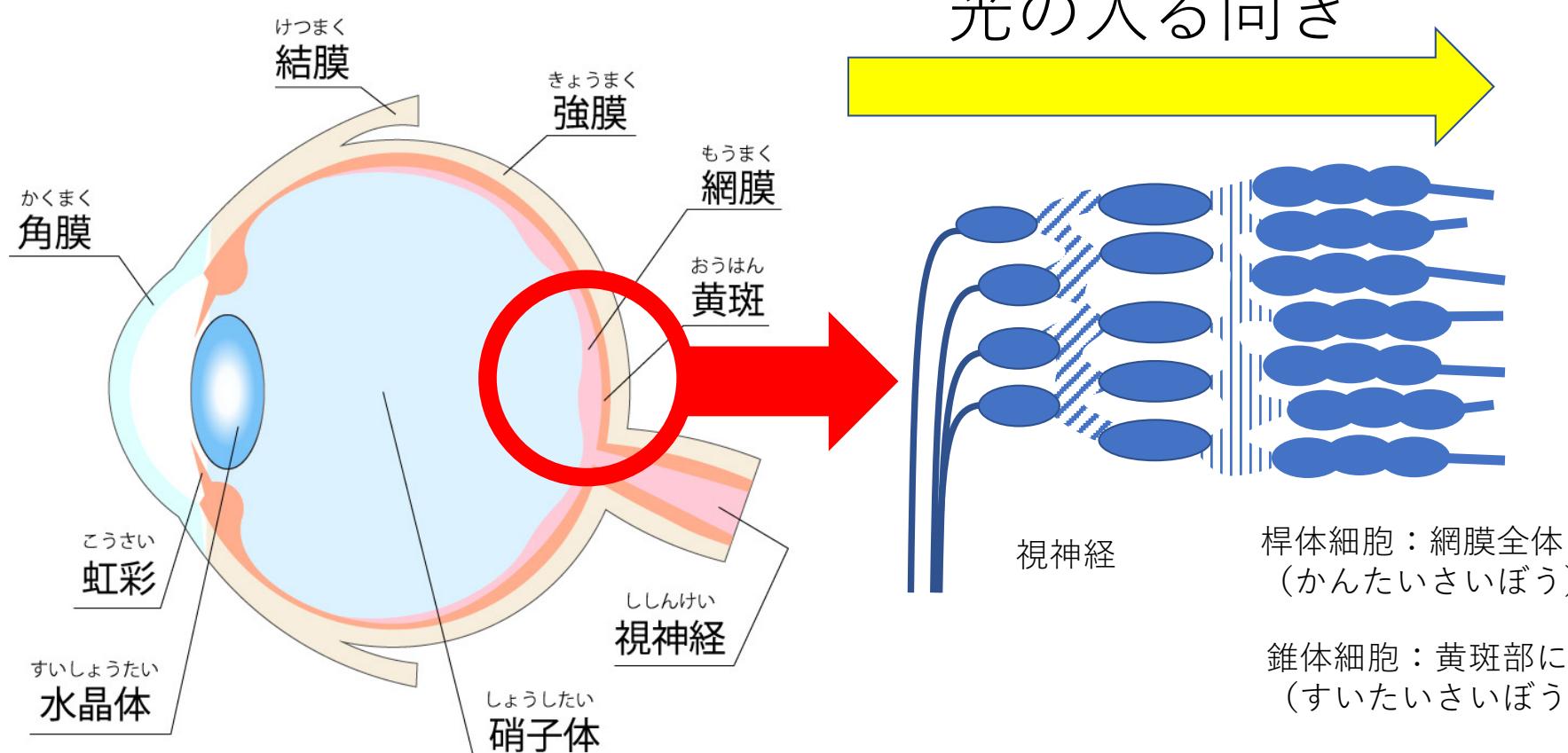
白黒画像

画像保存：デジタルのみ

# 視覚：色が認知できる仕組み

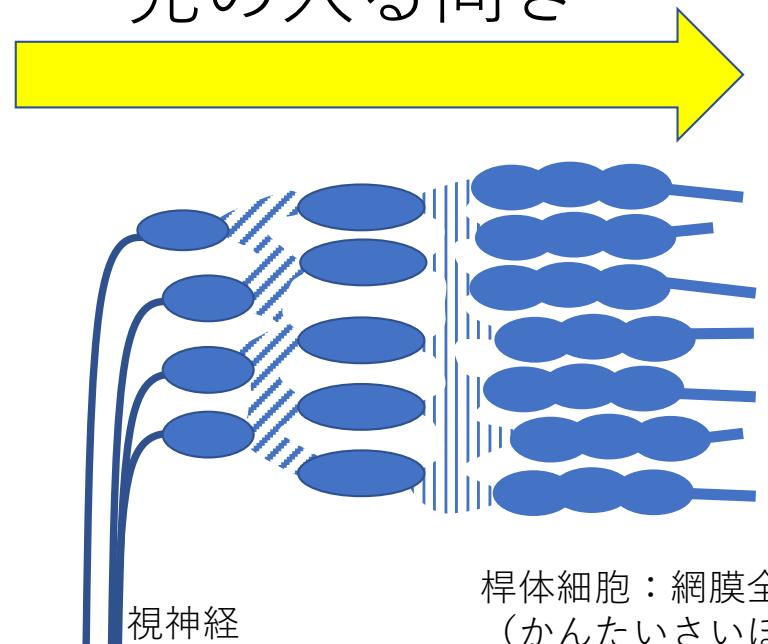


# 視覚：色が認知できる仕組み



# 視覚：色が認知できる仕組み

光の入る向き



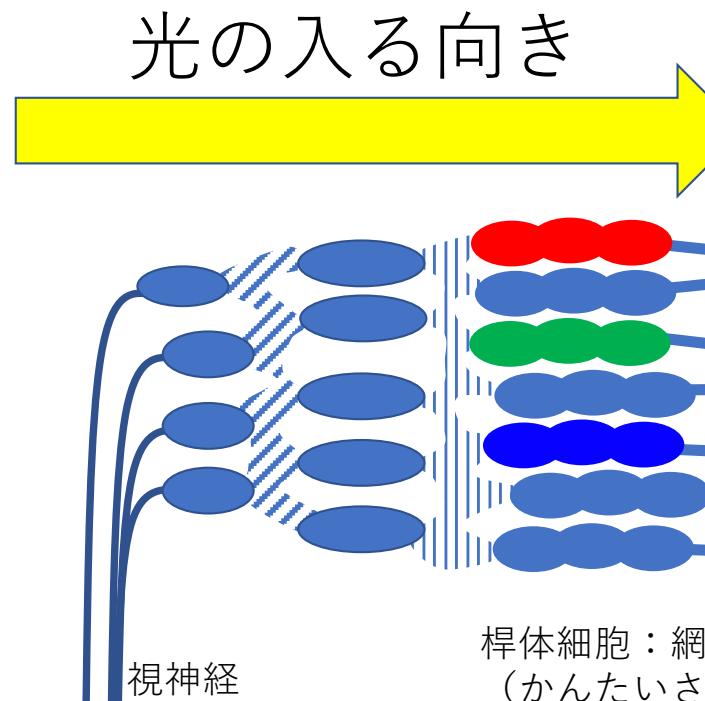
## 桿体細胞：網膜全体に存在

高感度に明かりに反応  
色覚には関与しない  
(暗い場所では色がわかりにくい)

## 錐体細胞：黃斑部に集中して存在

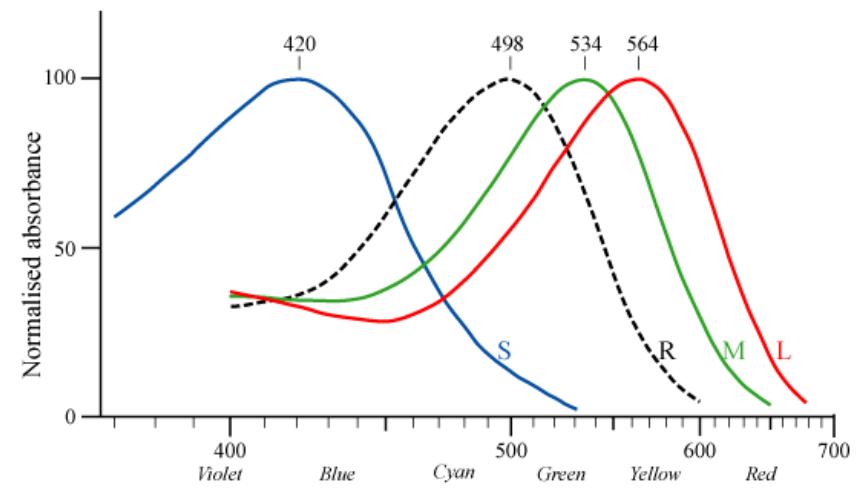
異なる波長特性をもつ  
感度が低い  
暗くなると、この細胞が反応しない  
→ 中心部に存在するので  
視野の中心の視力が落ちる

# 視覚：色が認知できる仕組み



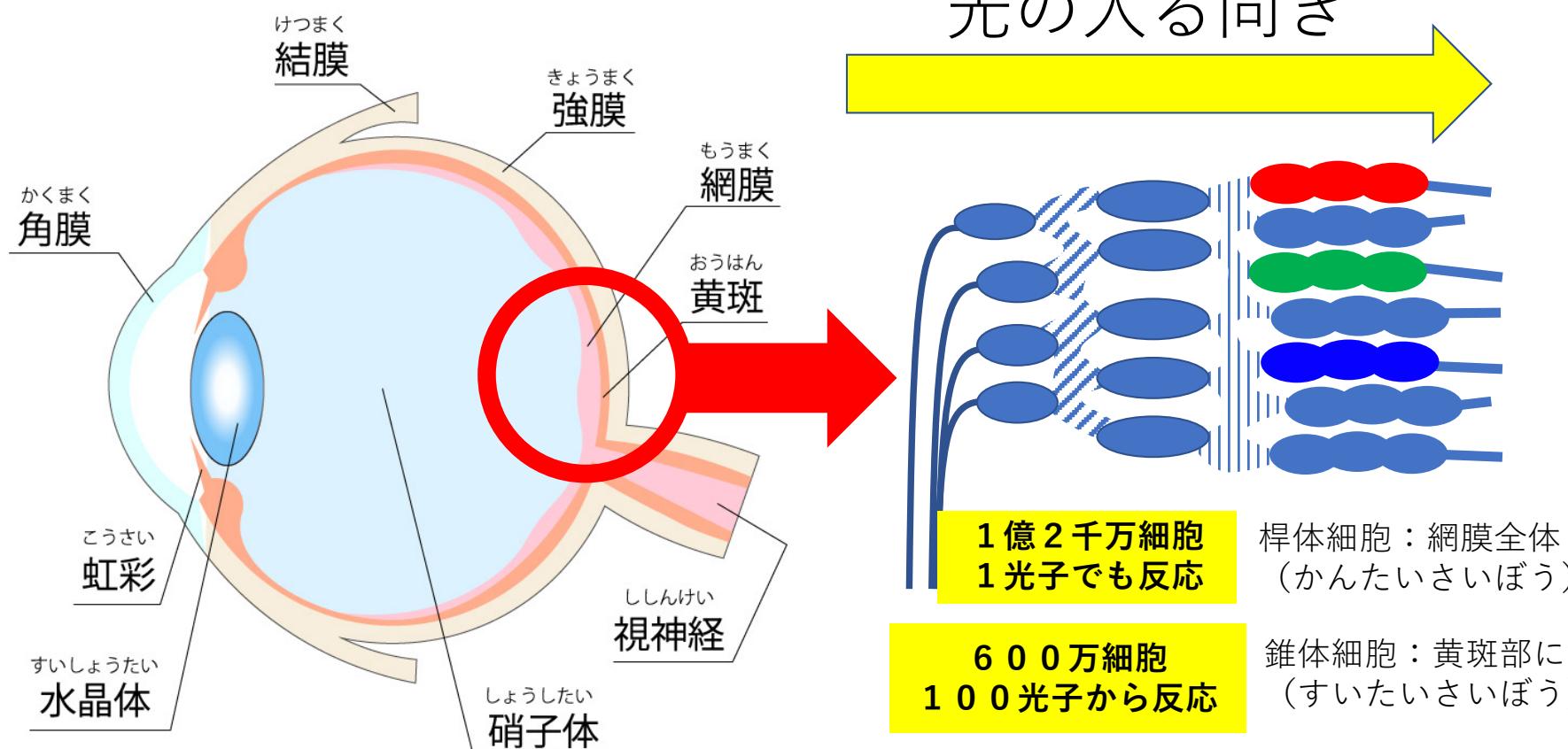
## 錐体細胞：反応する波長がある

長波長 (L) に反応する「赤錐体細胞」  
中波長 (M) に反応する「緑錐体細胞」  
短波長 (S) に反応する「青錐体細胞」

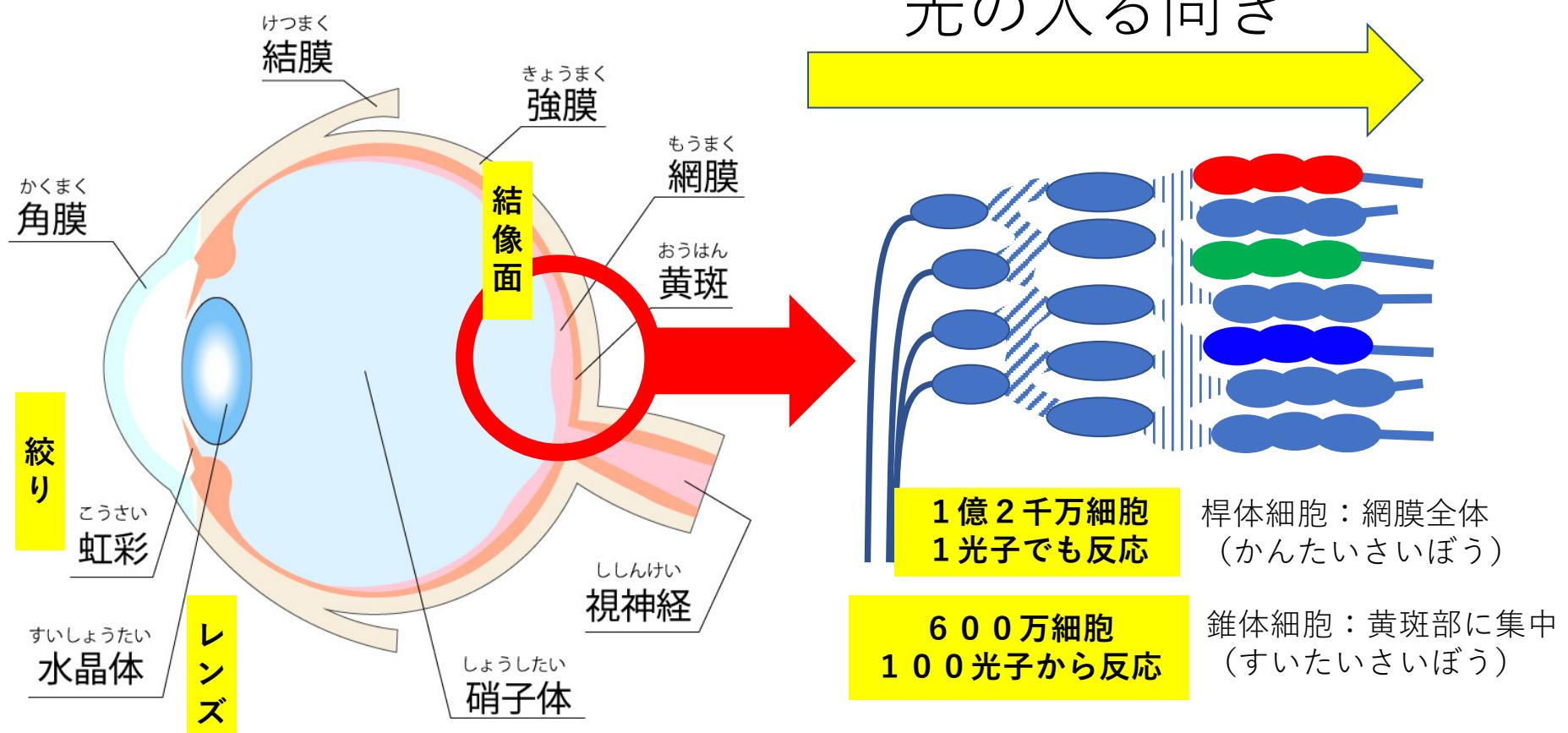


<https://ja.wikipedia.org/wiki/錐体細胞>

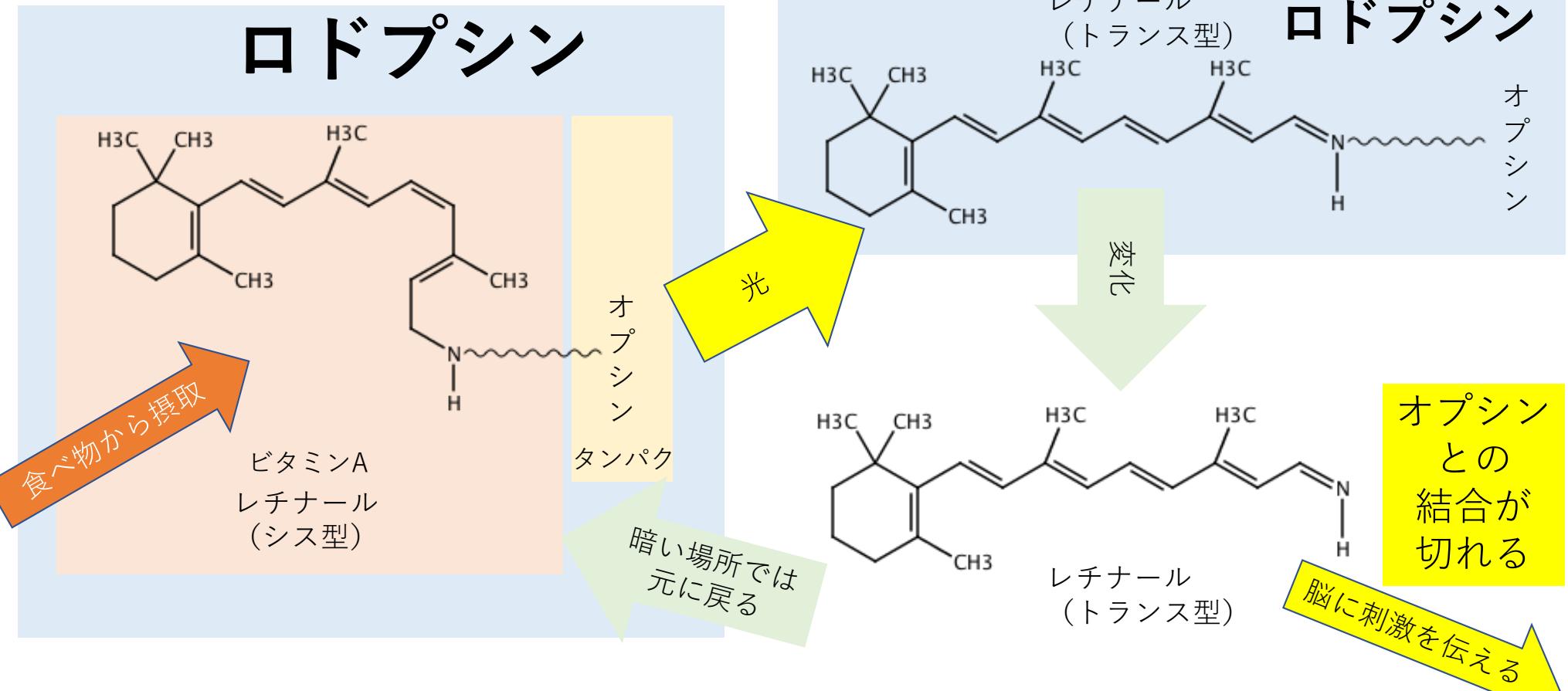
# 視覚：色が認知できる仕組み



# 視覚：色が認知できる仕組み



# 光による桿体（かんたい）細胞の刺激



## 暗いところから明るいところへ：明順応

- めちゃくちゃまぶしい
- そのうち慣れる なぜ？！

ロドプシンが 分解が一気に 刺激が多くて  
たっぷりある 進む 眩しい  
(桿体細胞優位) 時間がたつとロドプシンが減少  
                  錐体細胞も働き始める



## 明るいところから暗いところへ：暗順応

- なかなか見えるようにならない
- でも見えるようになる

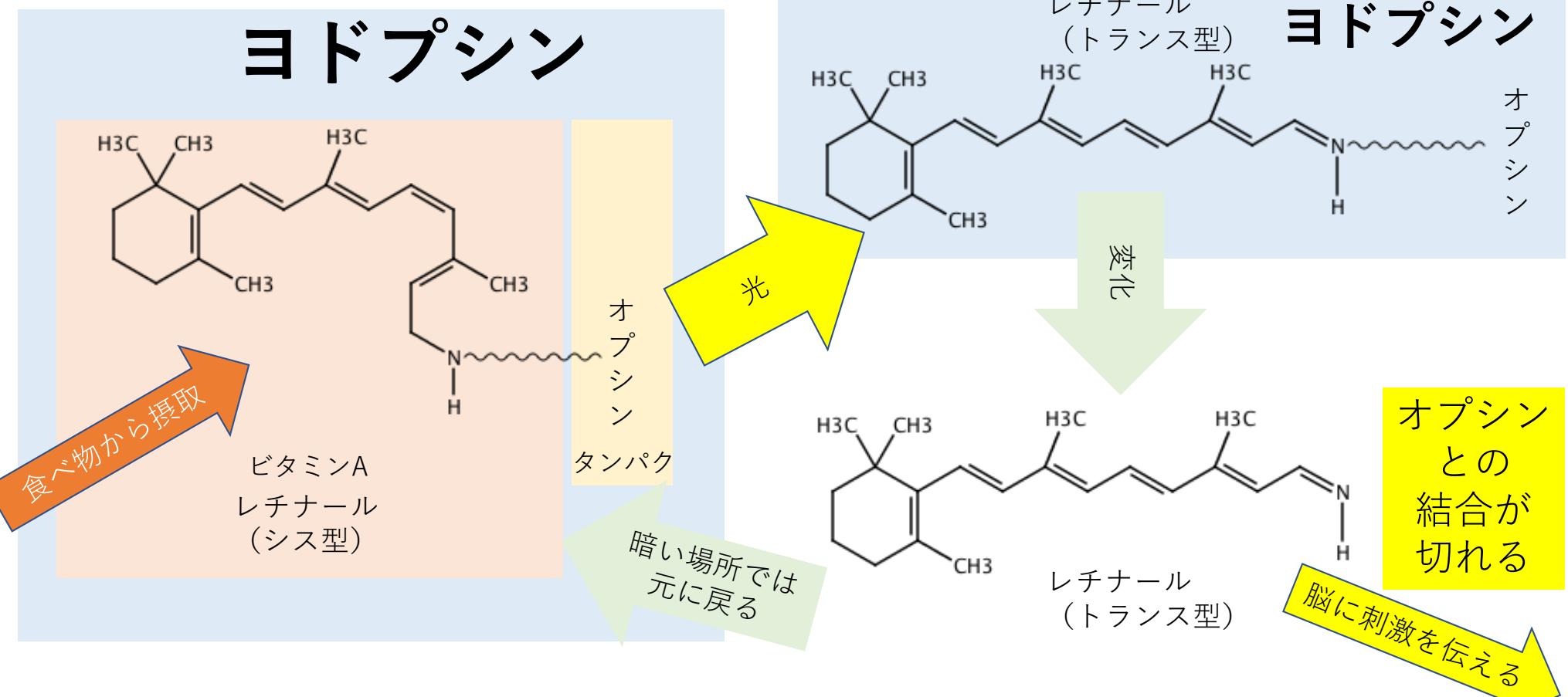
ロドプシン  
ほぼ分解  
(錐体細胞優位)

ロドプシンの  
再合成が  
ゆっくり  
(30分位)

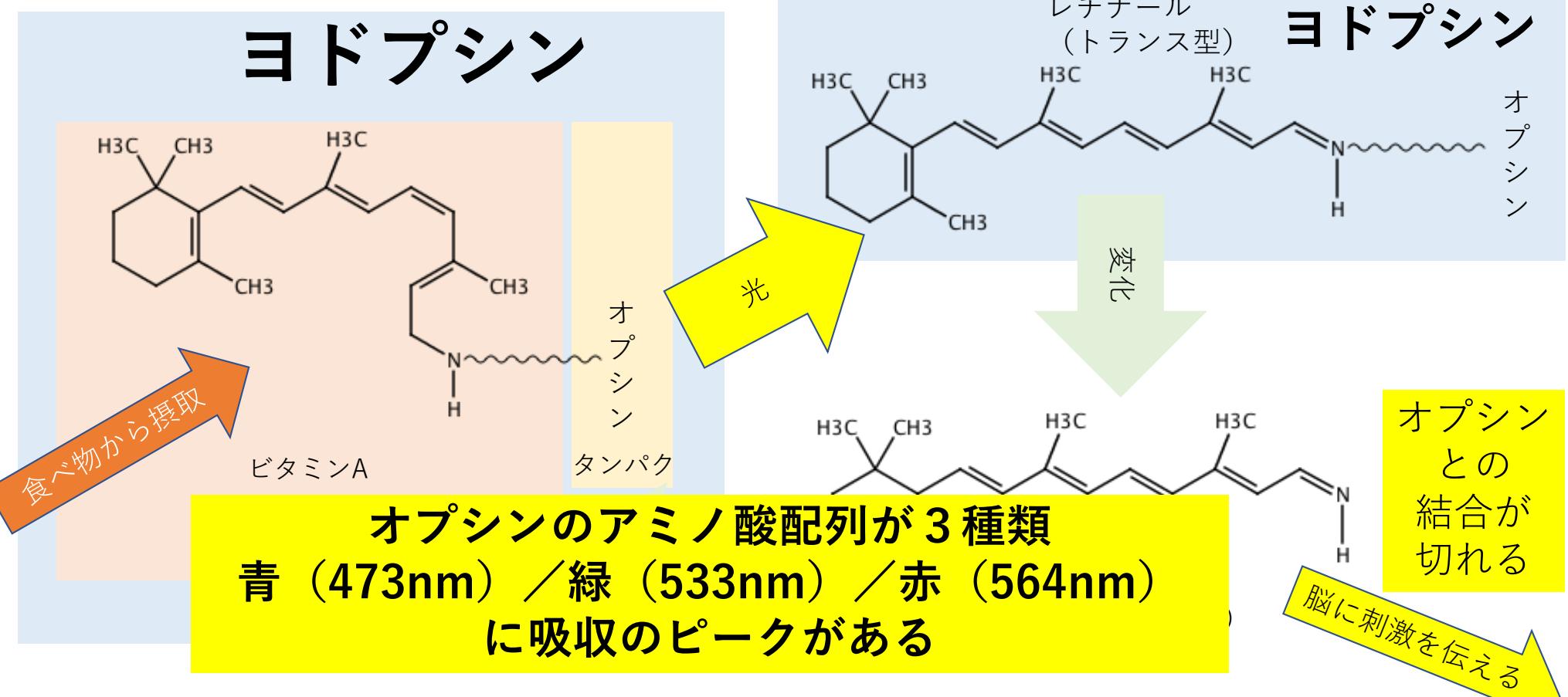
再合成に時間がかかる  
暗くなるのに間に合わない

再合成されると  
やっと  
桿体細胞が動く

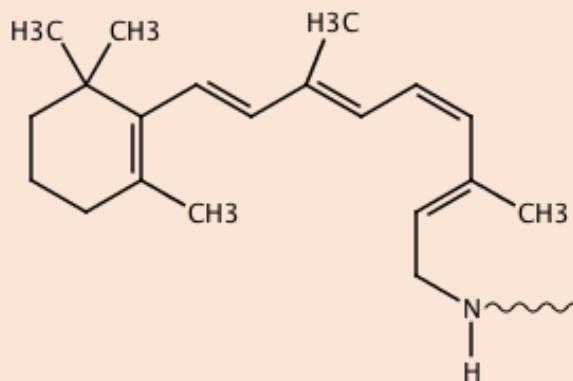
# 光による錐体（すいたい）細胞の刺激



# 光による錐体（すいたい）細胞の刺激



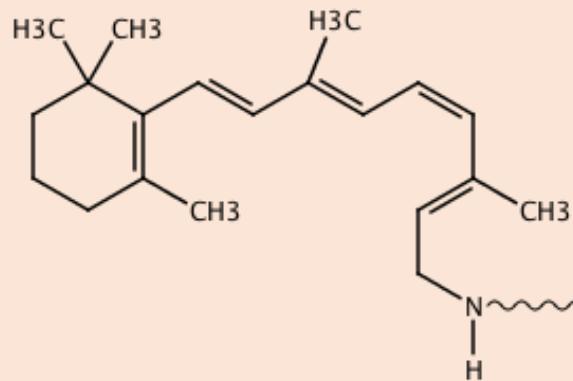
# ロドプシン



ビタミンA  
レチナール  
(シス型)

オ  
プ  
シ  
ン  
タンパク

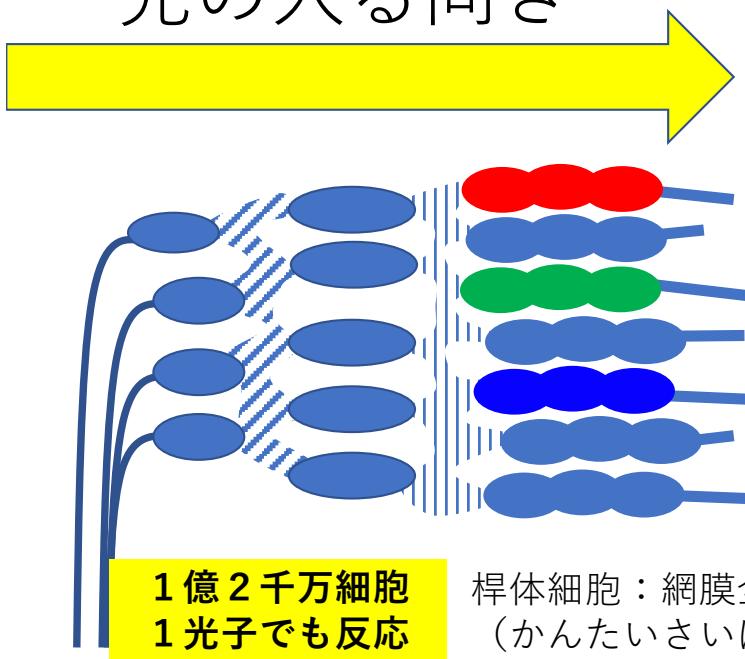
# ヨドプシン



ビタミンA  
レチナール  
(シス型)

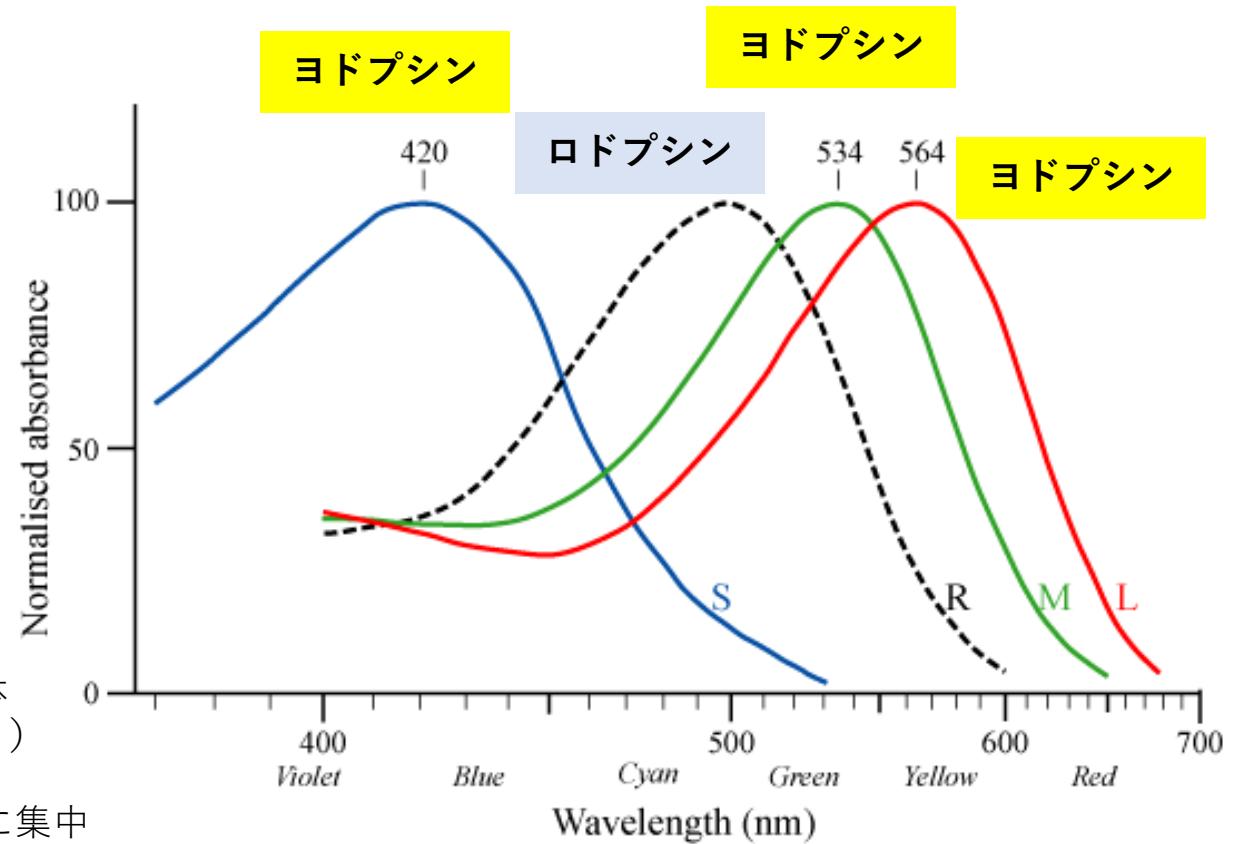
オ  
プ  
シ  
ン  
タンパク

光の入る向き



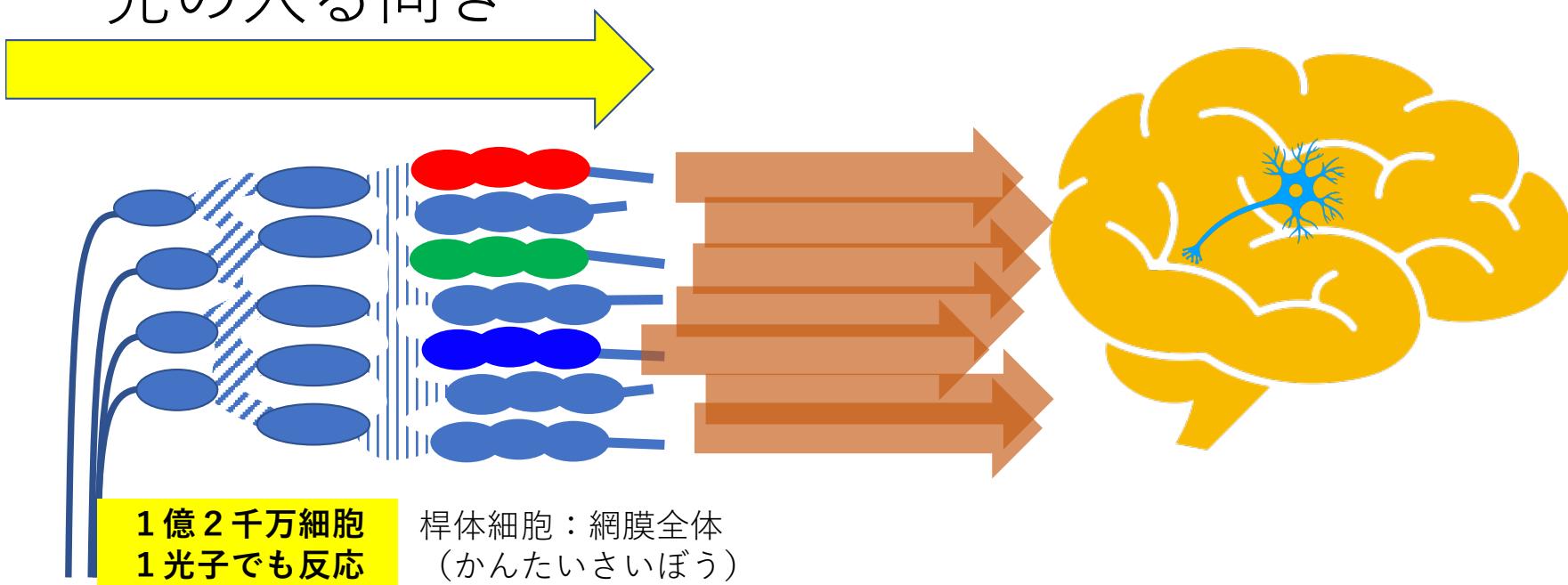
桿体細胞：網膜全体  
(かんたいさいばう)

錐体細胞：黄斑部に集中  
(すいたいさいばう)



<https://ja.wikipedia.org/wiki/錐体細胞>

光の入る向き

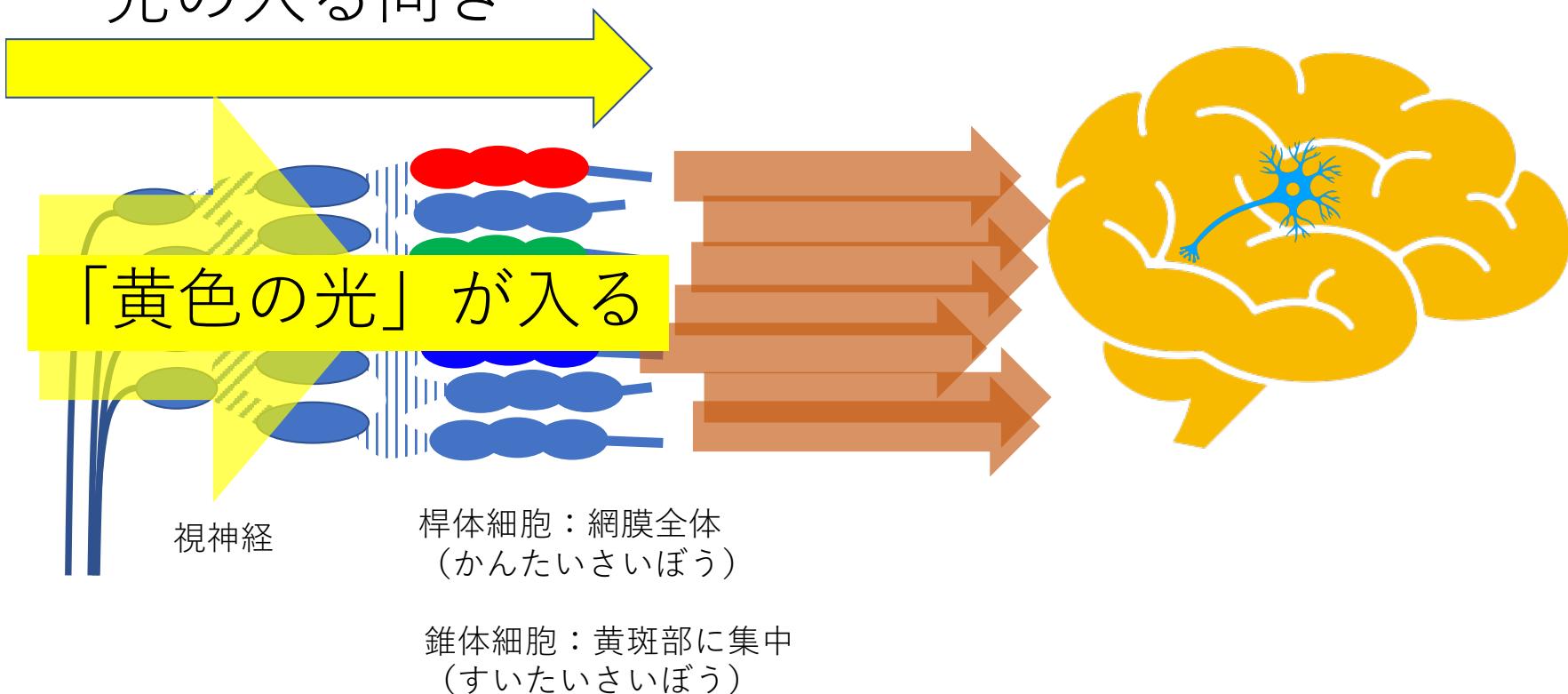


1億2千万細胞  
1光子でも反応

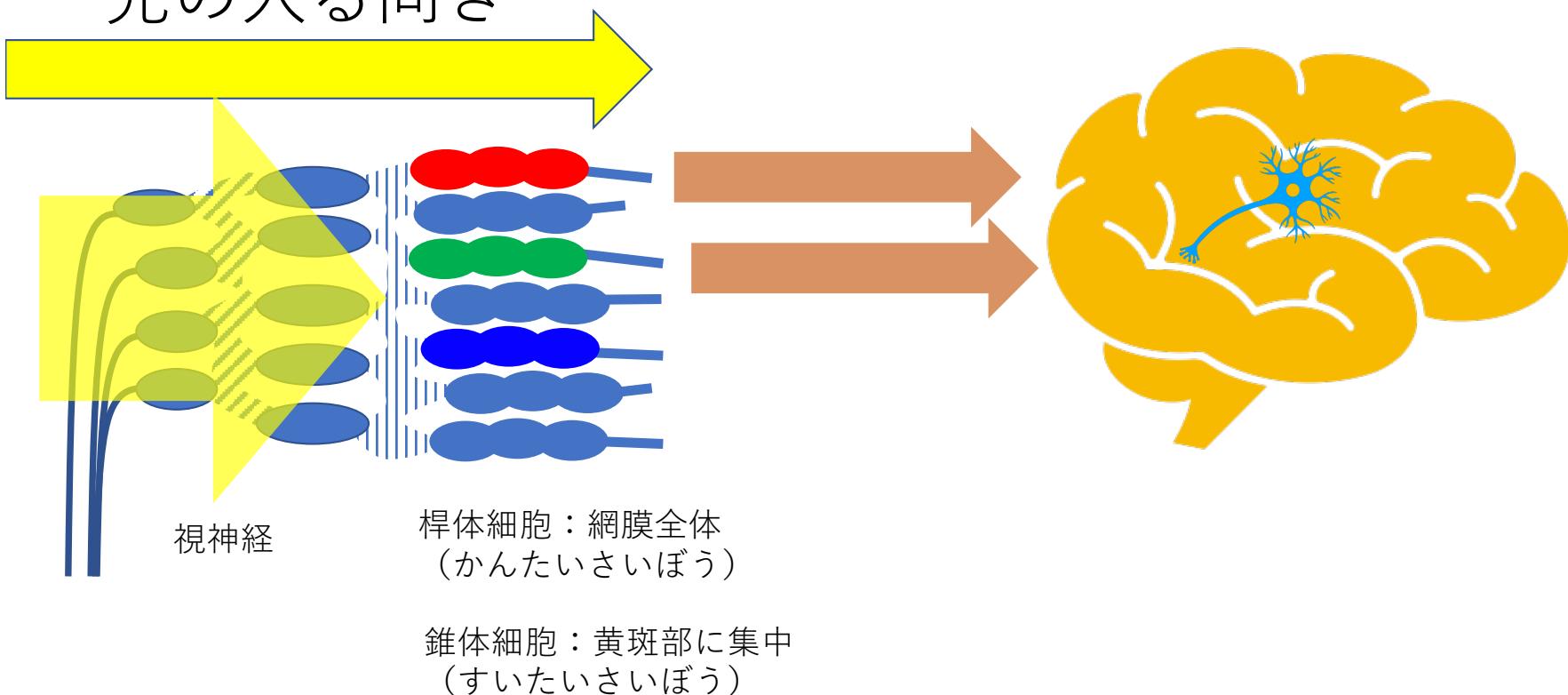
桿体細胞：網膜全体  
(かんたいさいばう)

錐体細胞：黄斑部に集中  
(すいたいさいばう)

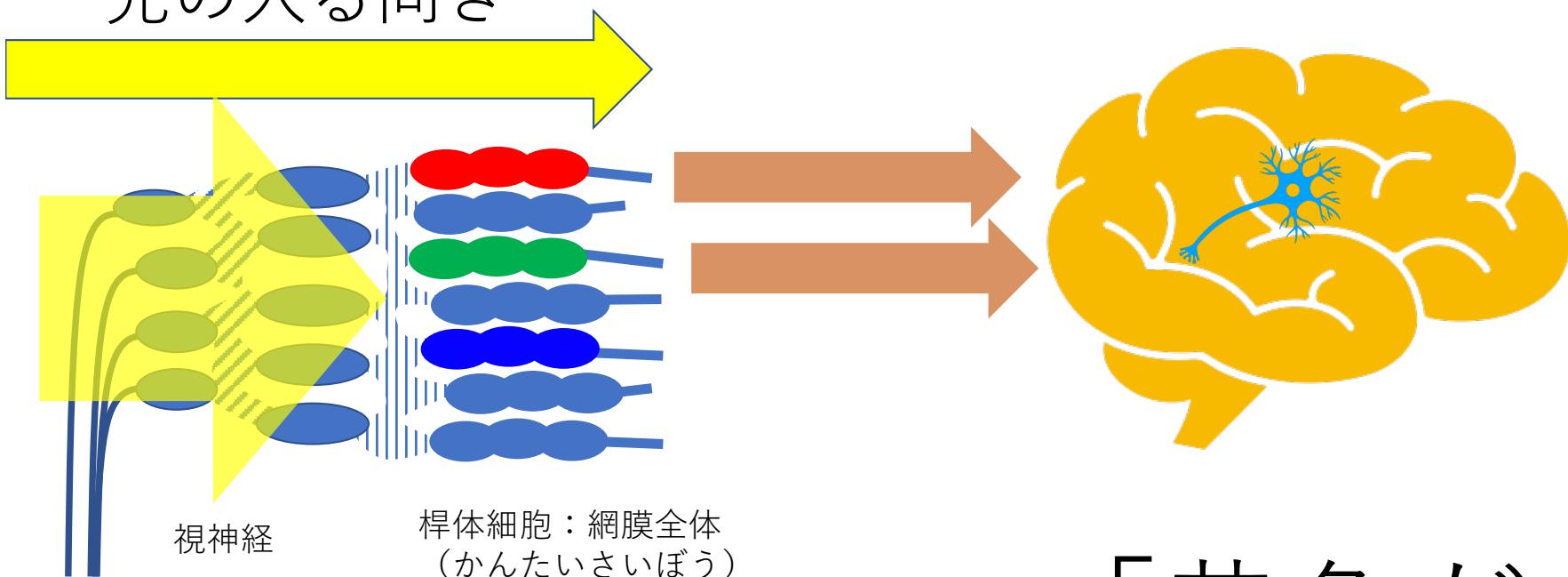
光の入る向き



光の入る向き



光の入る向き



「黄色だ！」

色の考え方

ヒトが色を認知する仕組み

**光源, 反射光, 吸収光, スペクトル**

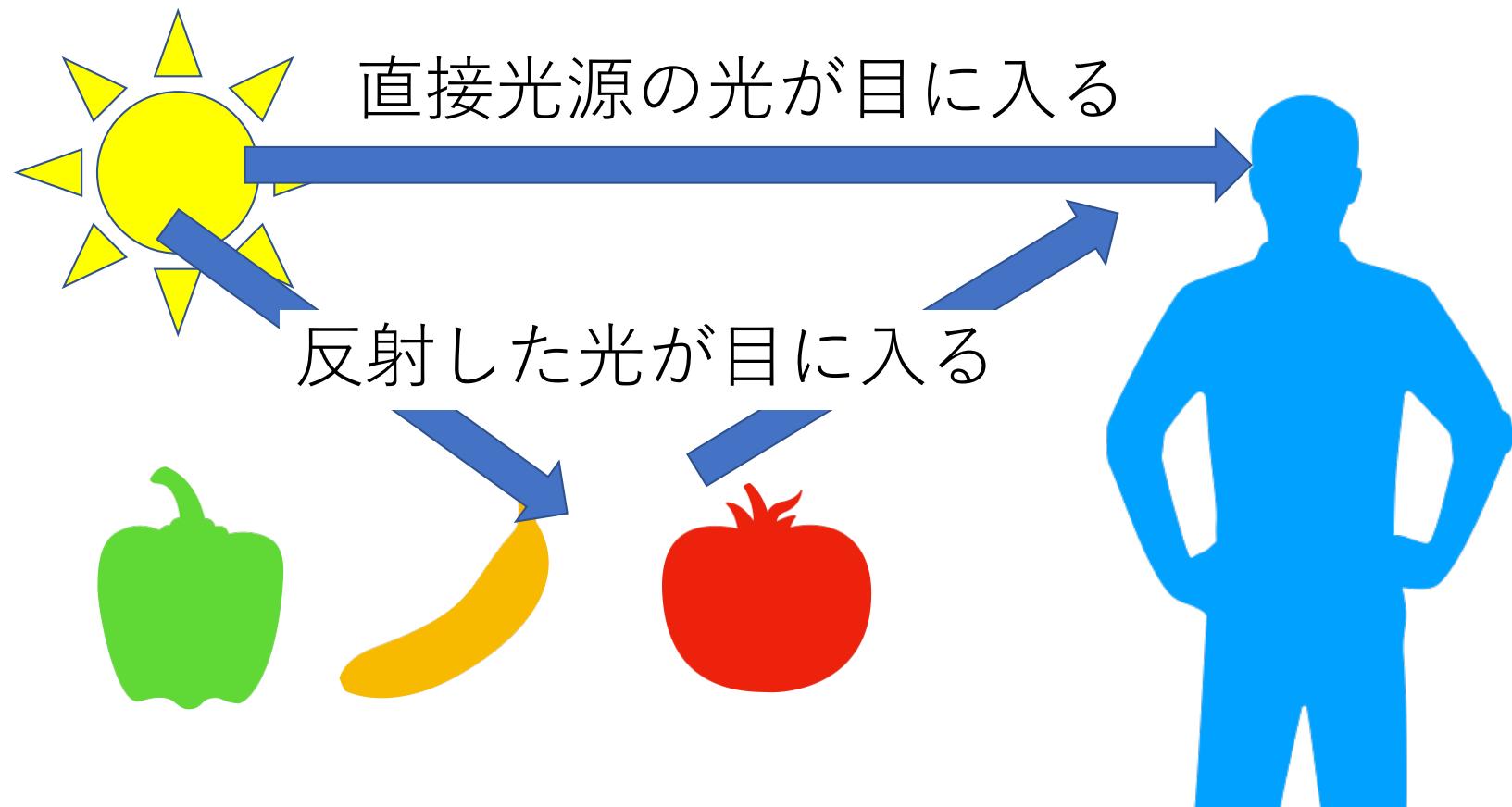
視覚への刺激：液晶ディスプレイ

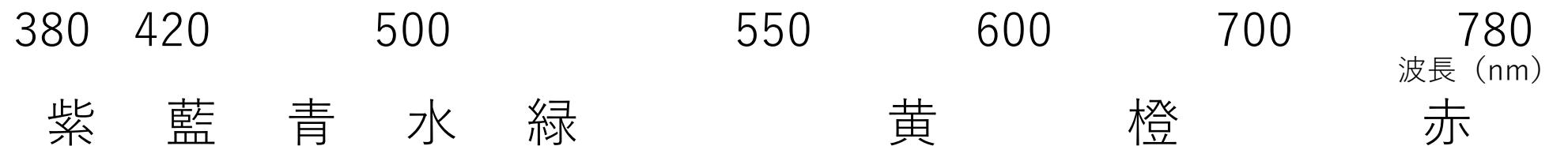
色空間

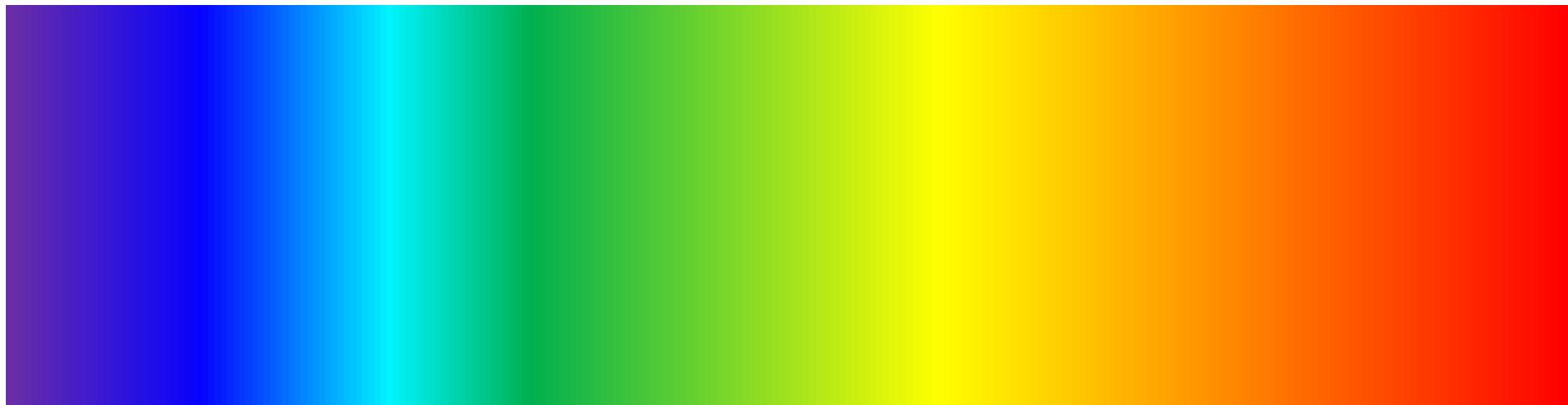
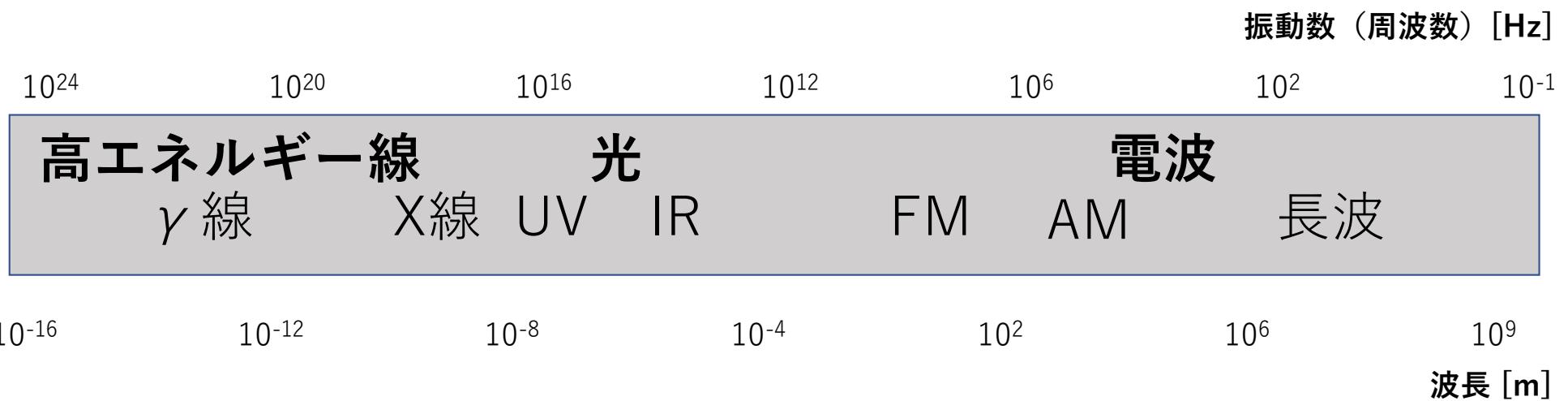
白黒画像

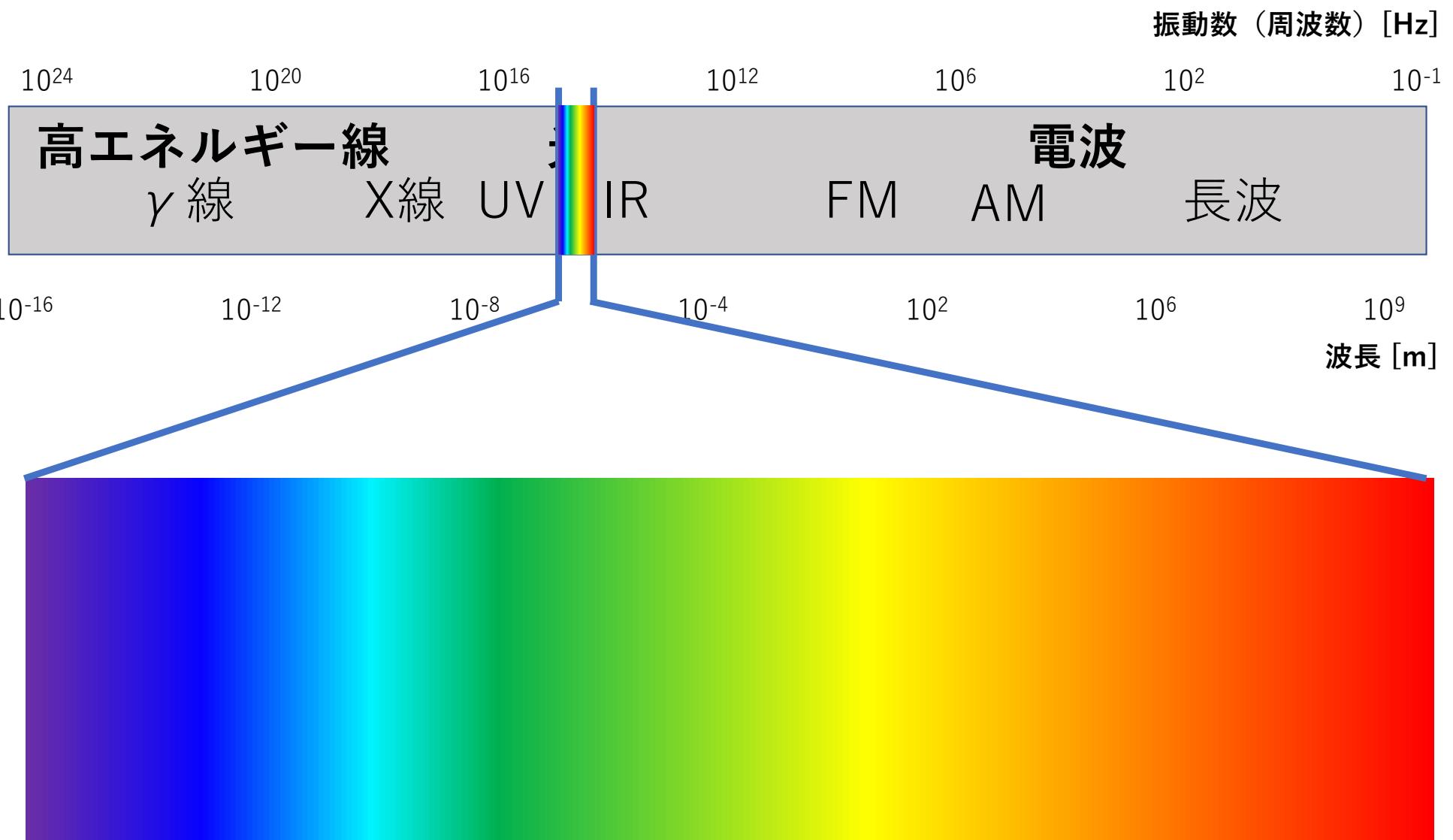
画像保存：デジタルのみ

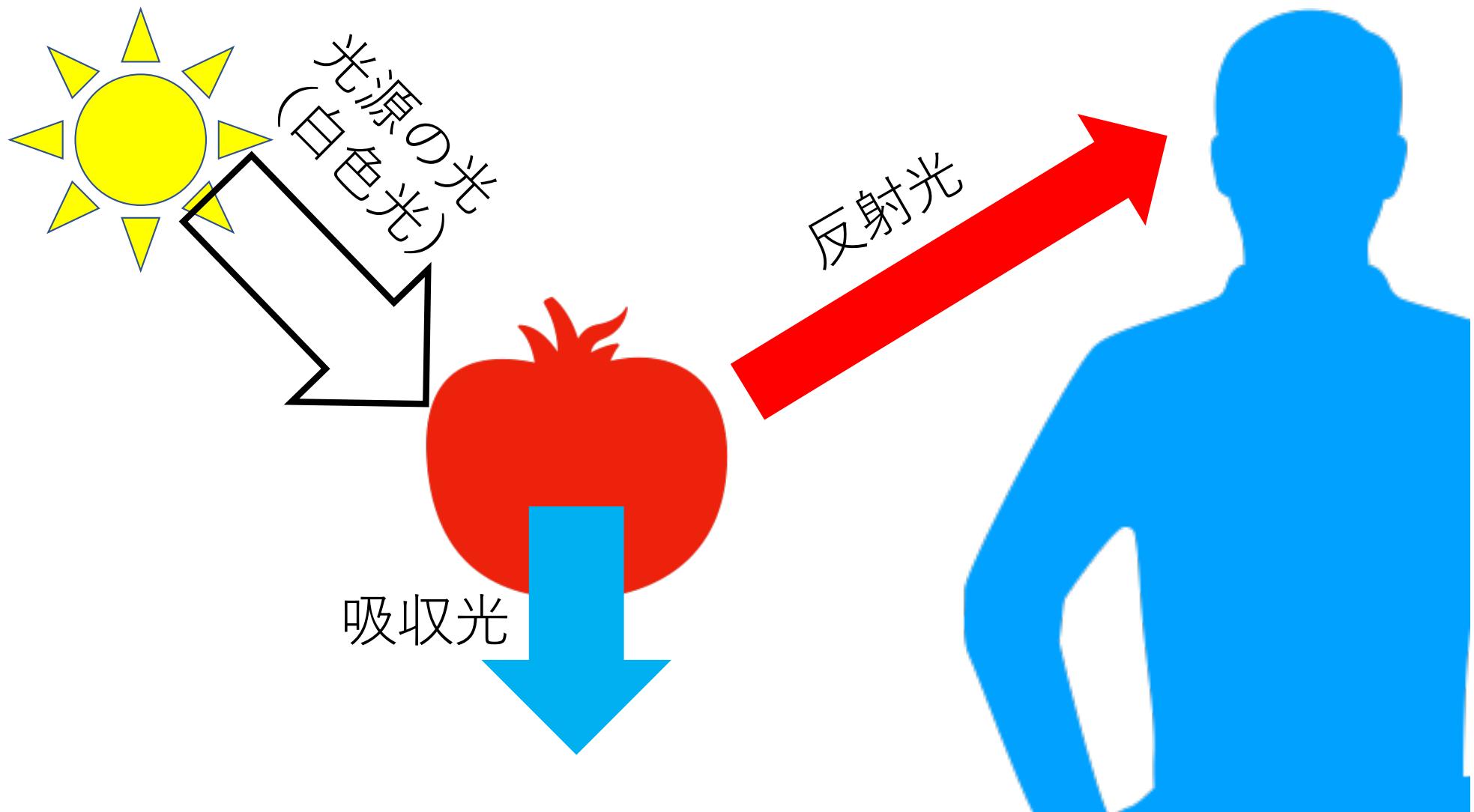
では、そもそも色とは？

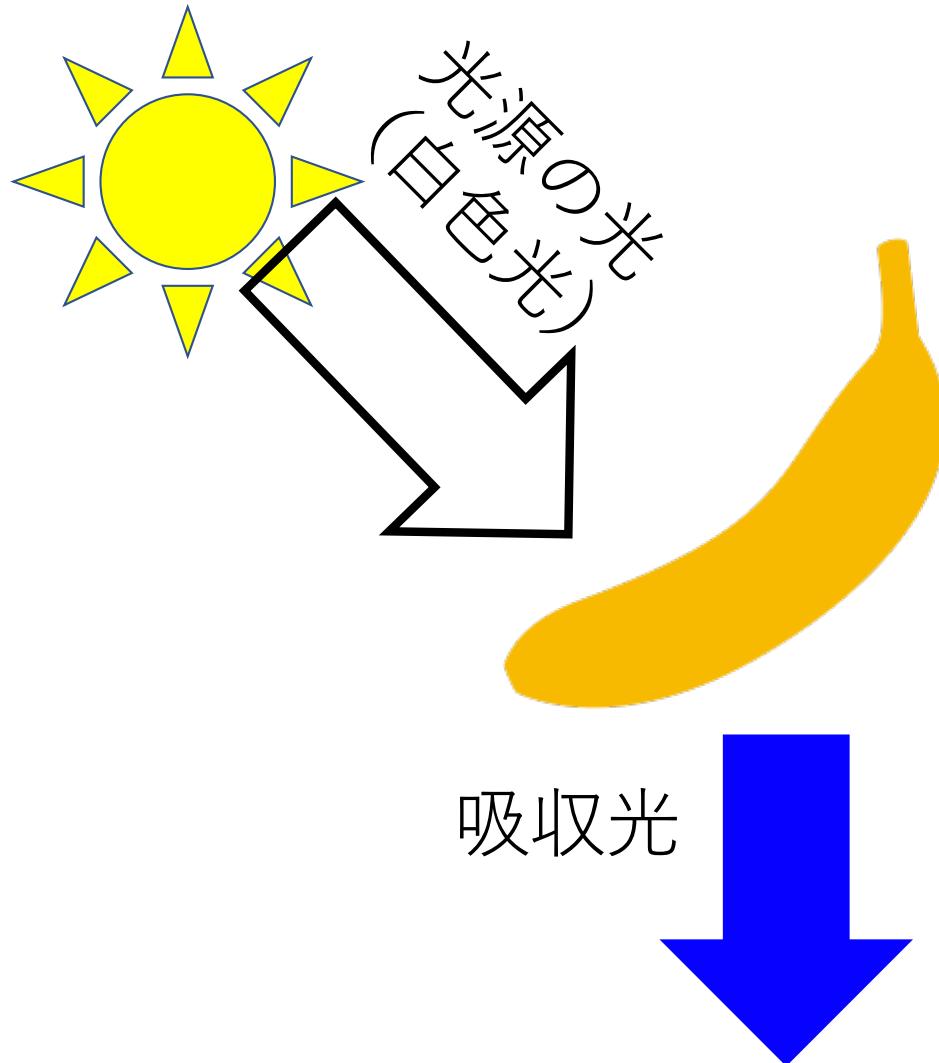


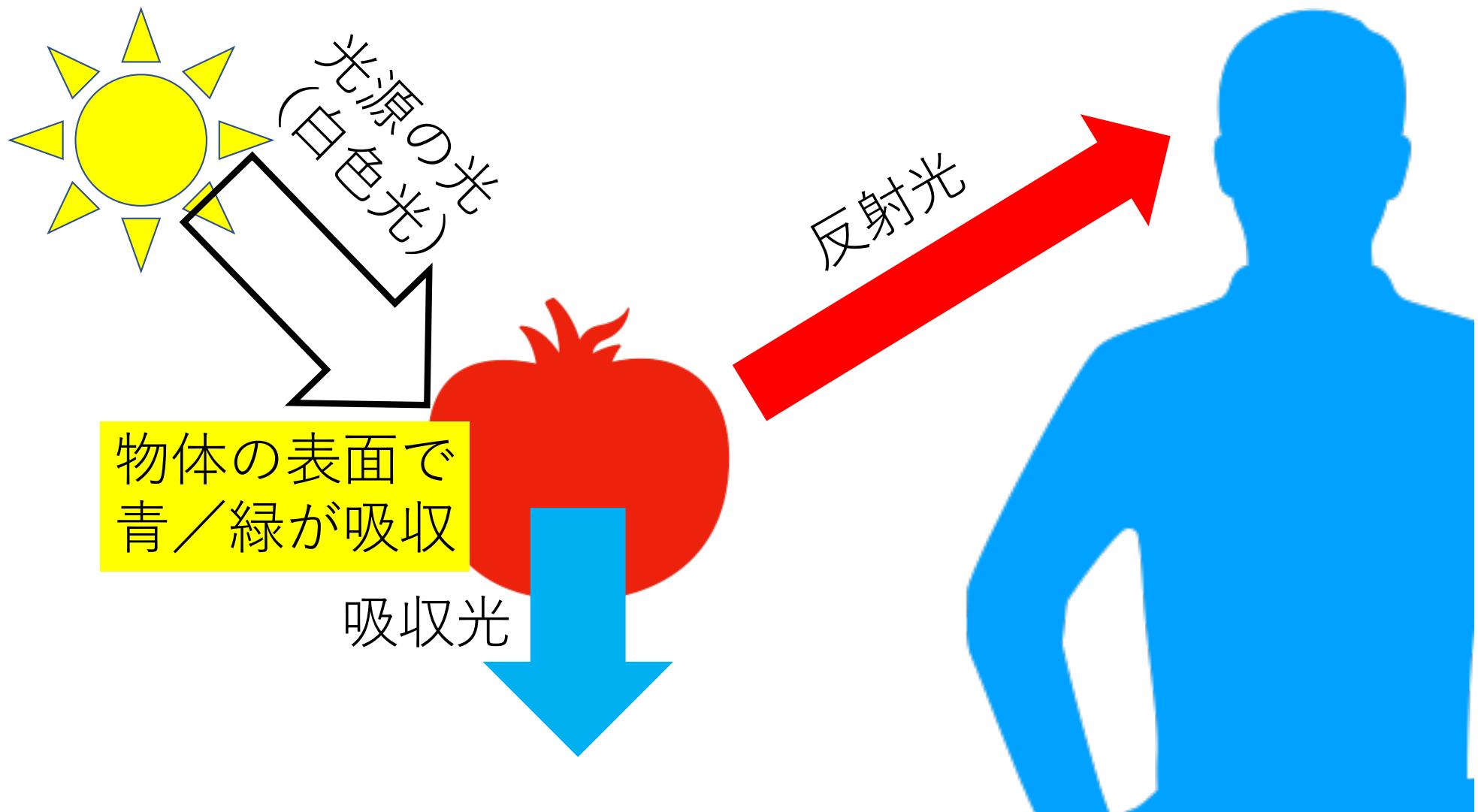


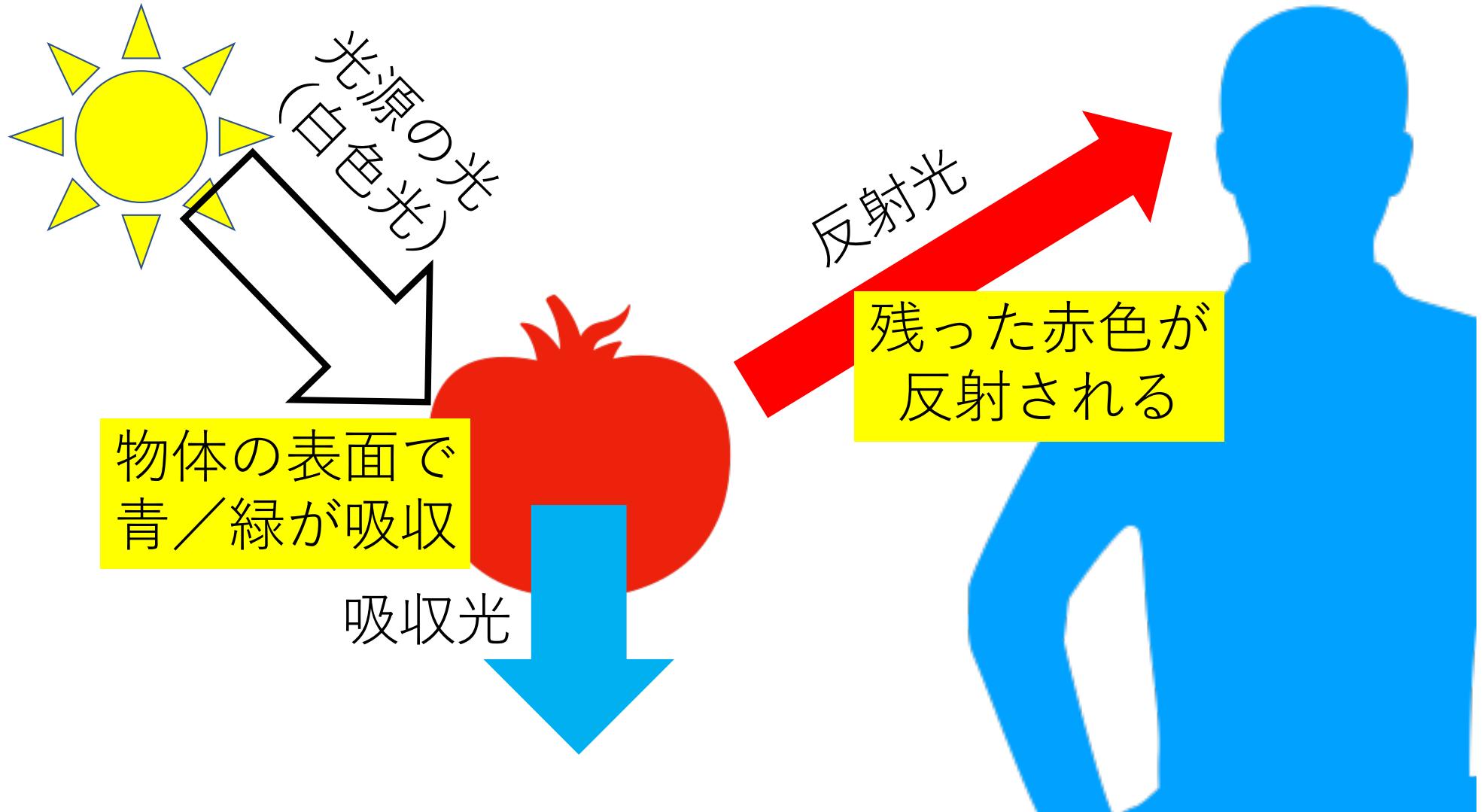


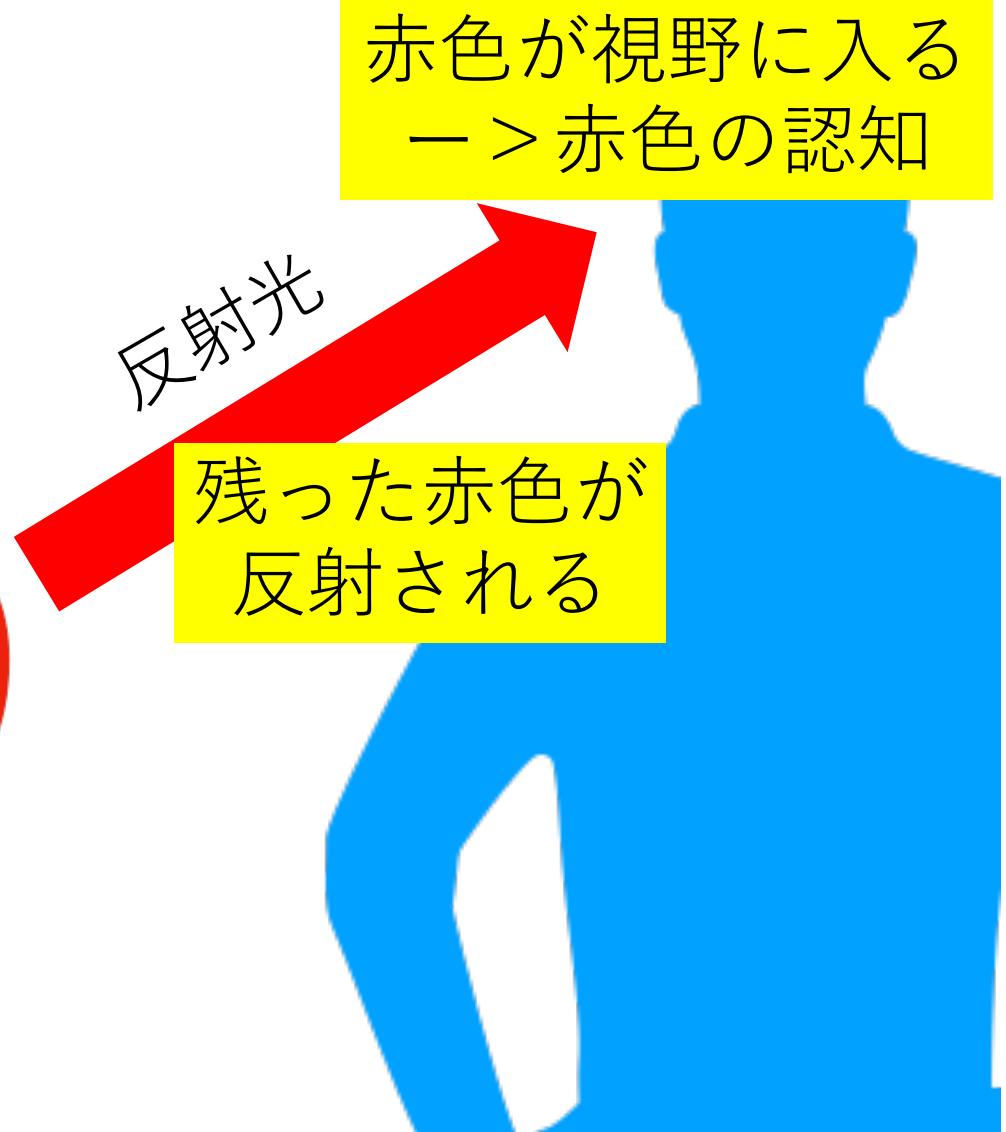
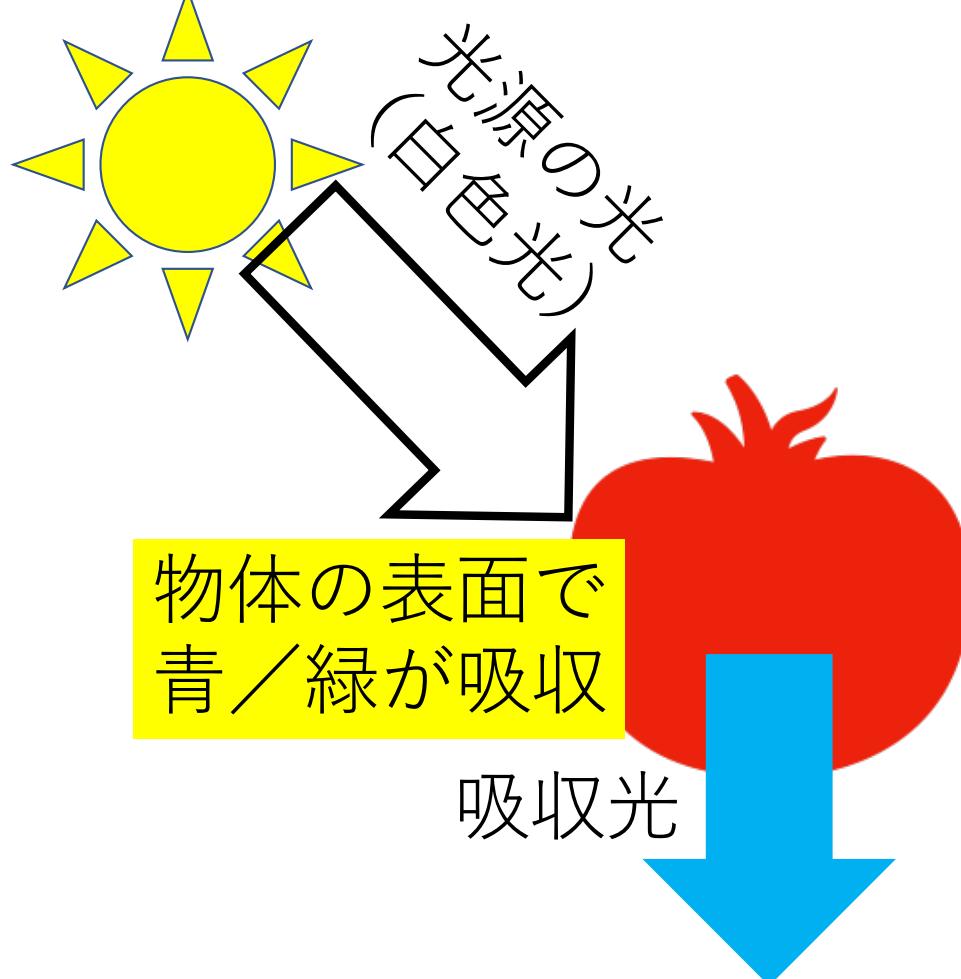


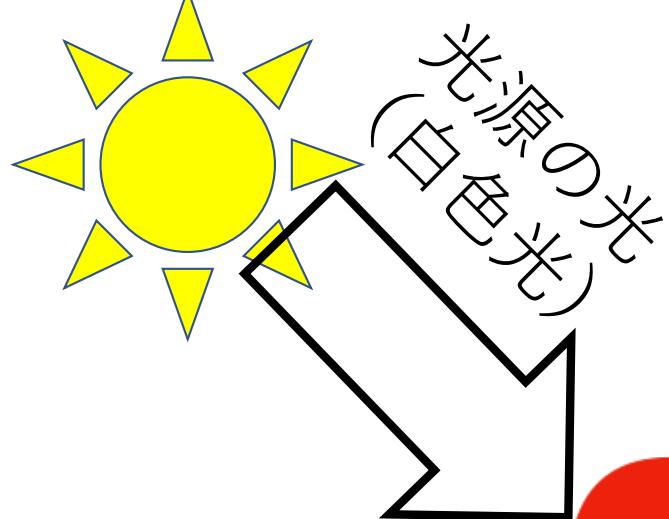






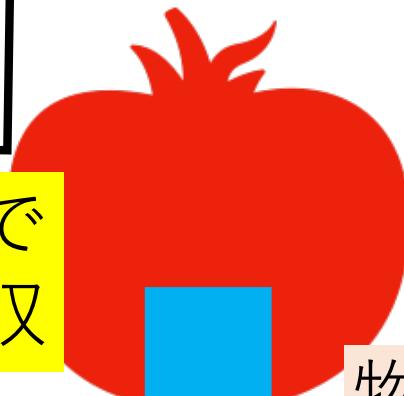






物体の表面で  
青／緑が吸収

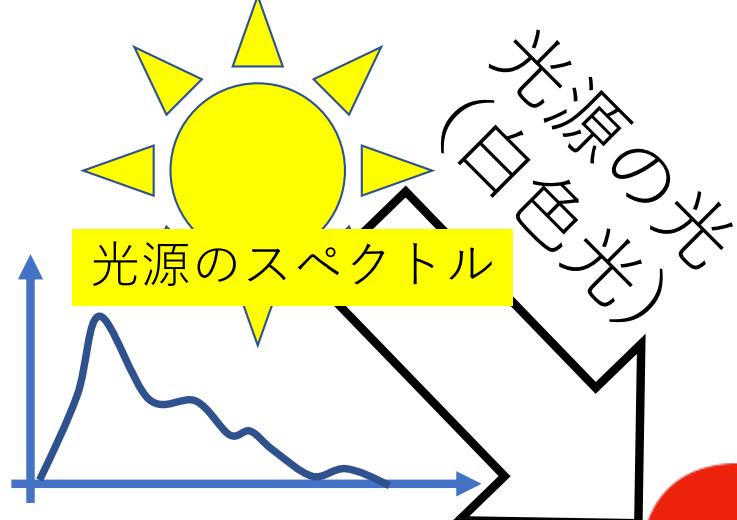
吸收光



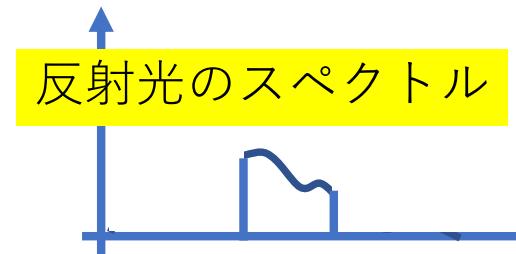
赤色が視野に入る  
→赤色の認知

残った赤色が  
反射される

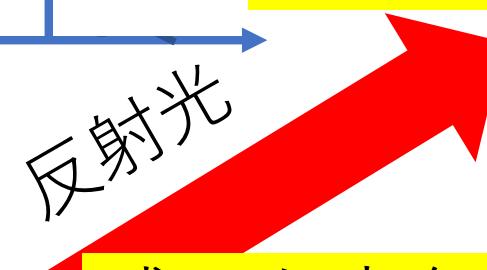
物体の色（表面）は反射光。  
**反射光 = 光源の光 - 吸收光**



物体の表面で  
青／緑が吸収



赤色が視野に入る  
→ 赤色の認知

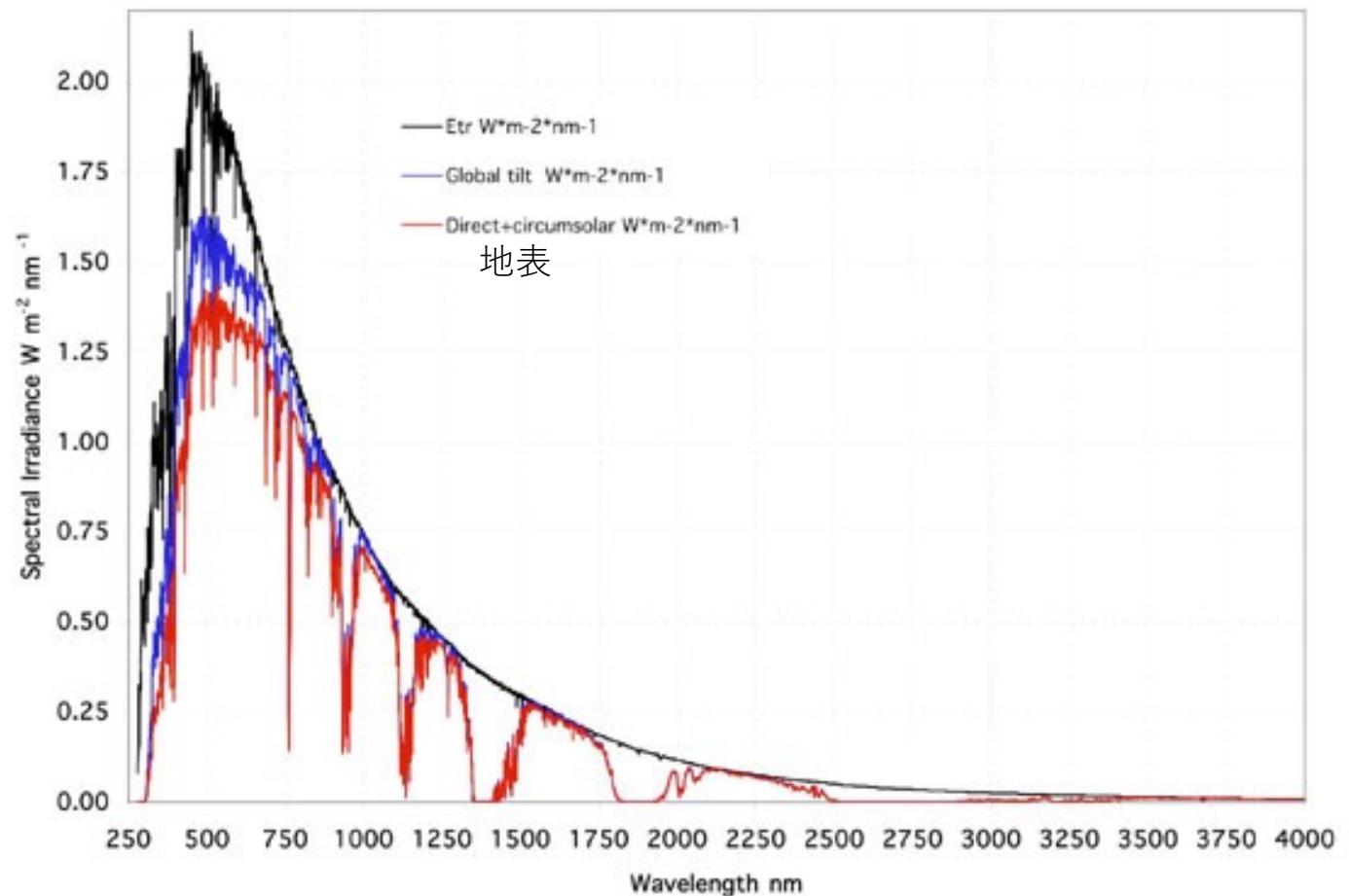


残った赤色が  
反射される

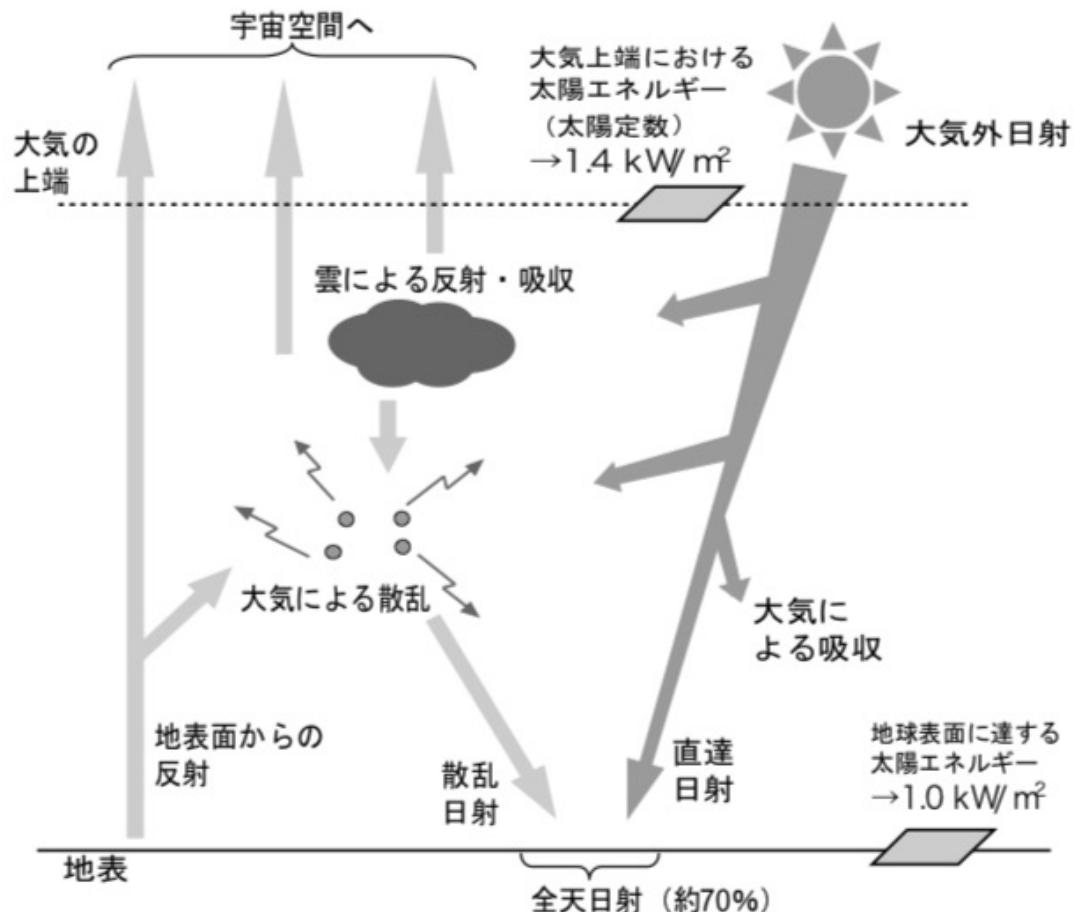
物体の色（表面）は反射光。  
**反射光 = 光源の光 - 吸収光**

# 太陽光の スペクトル

ASTM G173-03 Reference Spectra



<http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5/>



**■太陽定数■**  
単位面積当たり、単位時間に地球上（大気圏外）に  
降り注ぐ太陽エネルギー密度  
 $1.94 \text{ ly/min} = 1,353 \text{ W/m}^2$   
(lyはlanglryのことでly=cal/cm<sup>2</sup>)

**■日射量■**  
地表面日射量 = 大気圏外日射量 - 大気圏の吸収量  
(雲、オゾン、酸素、炭酸ガス、水蒸気、その他)  
全天日射量 = 直達日射量 + 天空（散乱）日射

図 1.1.3 大気に入射した日射の日射収支

出所) 「ソーラー建築デザインガイド」独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

# 光の標準化：いつでも太陽ではダメ

- 光源のスペクトルによって色の見え方がちがう
- 国際照明委員会 (CIE: Commission Internationale de l'Éclairage)が決めた
- ヨーロッパの平均的な正午の光に対応

標準光A : 色温度2,856.6Kである黒体の放射

標準光B : 色温度4,874Kの直接太陽放射 (※廃止)

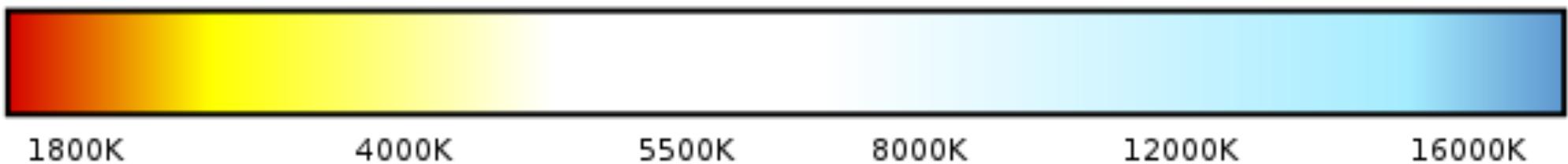
標準光C : 色温度6,774Kの平均昼光 (紫外部を除く)

標準光DT : 任意の相関色温度  $T$  に対して  
相対分光分布が定義された昼光

**標準光D65 : 相関色温度6,504Kの昼光**

# 色温度：黒体を加熱して放射する温度

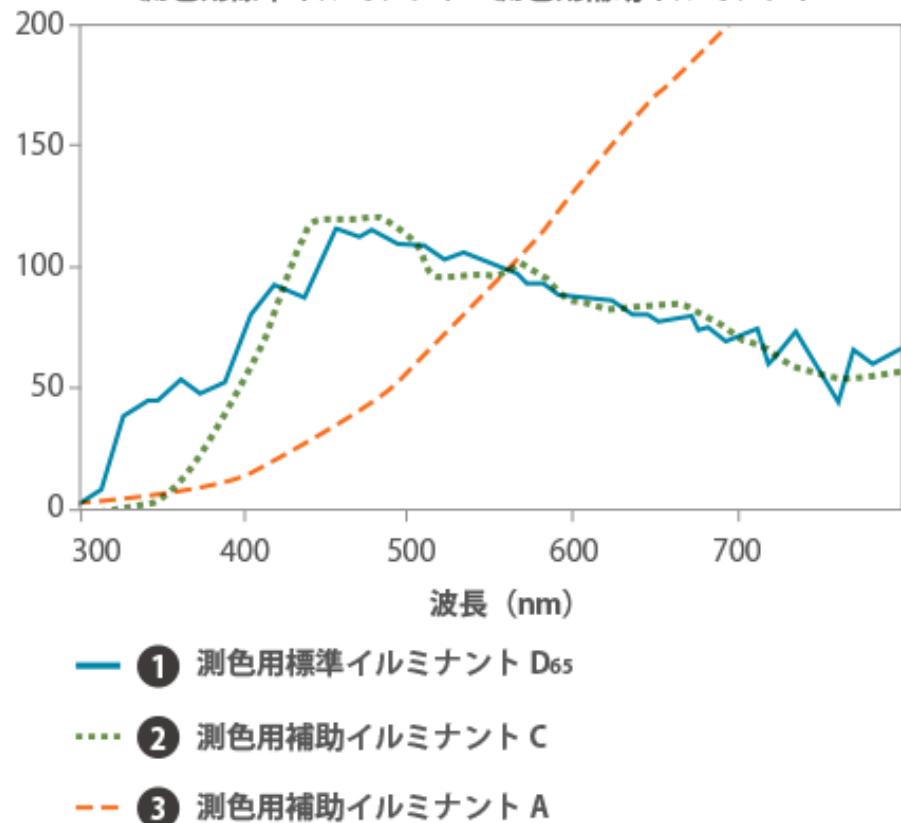
- 物を熱すると色が出る。そのときの温度を「色温度」
- 単位はケルビン[K]
- 白といってもいろいろある！



<https://ja.wikipedia.org/wiki/色温度>

## 代表的な光源の分光分布

測色用標準イルミナント・測色用補助イルミナント



## 内蔵される測定用照明光源



標準の光

- ① 測定用標準イルミナントD<sub>65</sub>
- ② 測定用補助イルミナントC



標準の光

- ① 測定用標準イルミナントD<sub>65</sub>
- ② 測定用補助イルミナントC
- ③ 測色用標準イルミナントA

代表的な蛍光ランプ (国内)

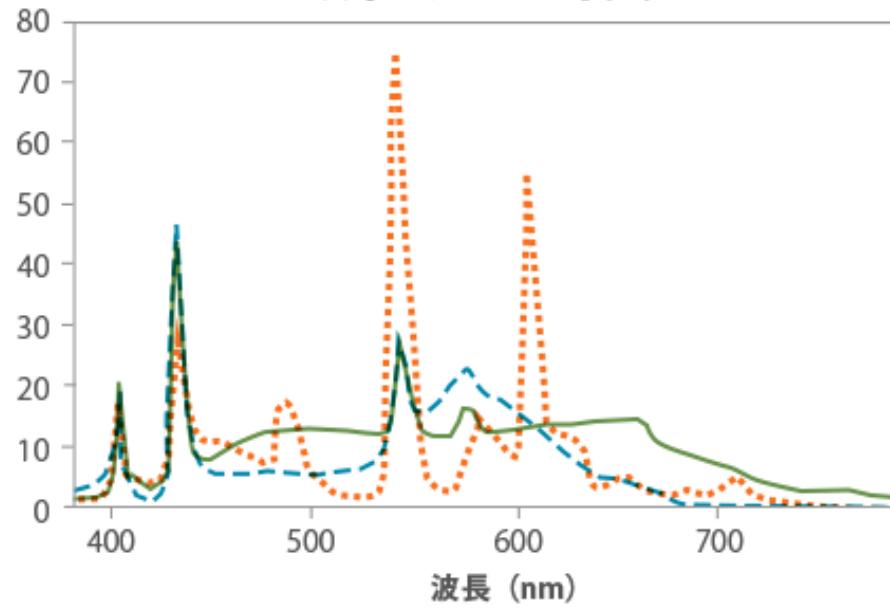
- ④ F6
- ⑤ F8
- ⑥ F10

代表的な蛍光ランプ(国内/海外)

- ⑦ F2
- ⑧ F7
- ⑨ F11

代表的な光源の分光分布

代表的な蛍光ランプ（国内）



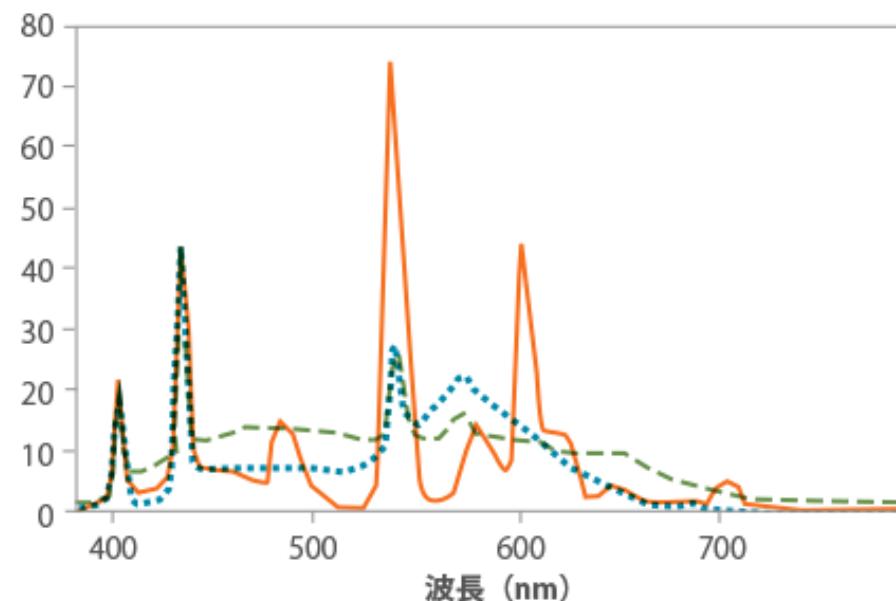
④ F6…白色

⑤ F8…演色 AAA 昼白色

⑥ F10…3 波長形昼白色

代表的な光源の分光分布

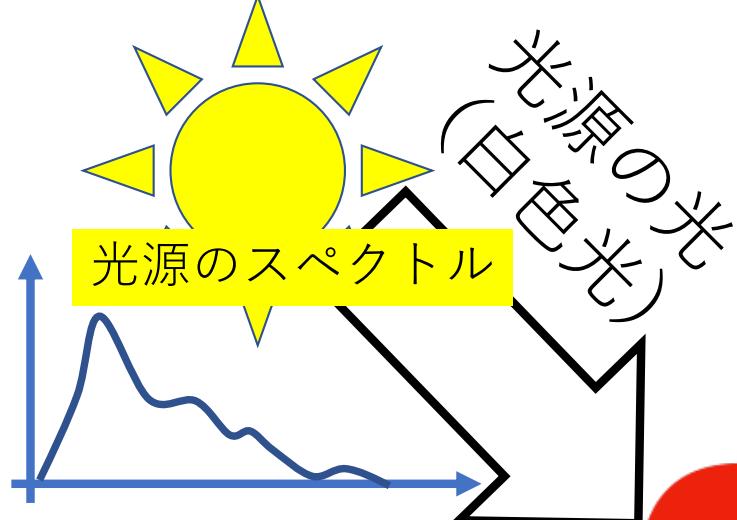
代表的な蛍光ランプ（国内 / 海外）



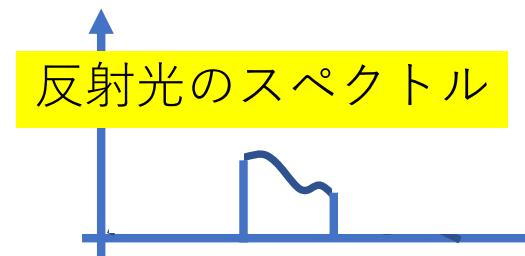
⑦ F2…白色 (CWF)

⑧ F7…演色 A 昼光色

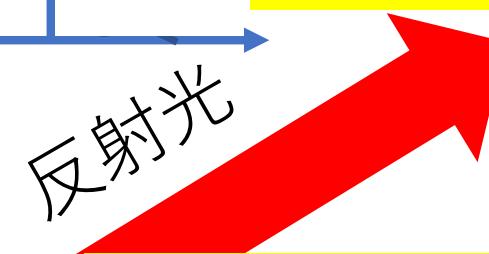
⑨ F11…3 波長形白色 (TL84)



物体の表面で  
青／緑が吸収



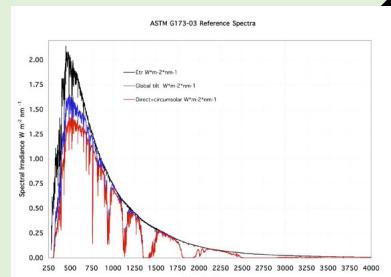
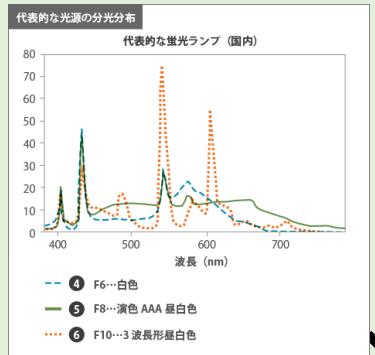
赤色が視野に入る  
→ 赤色の認知



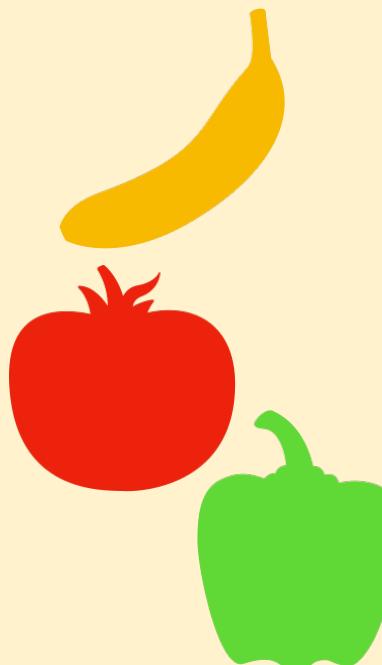
残った赤色が  
反射される

物体の色（表面）は反射光。  
**反射光 = 光源の光 - 吸収光**

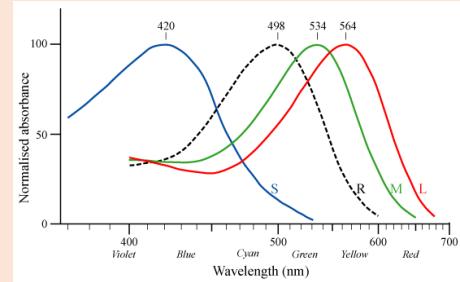
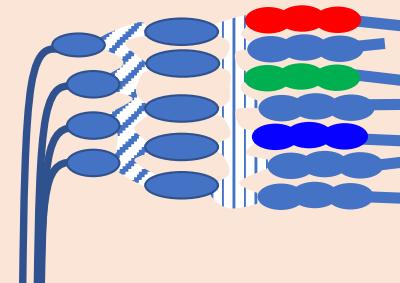
## 光源のスペクトル



## 物体の吸収スペクトル



## ヒトの目の感度

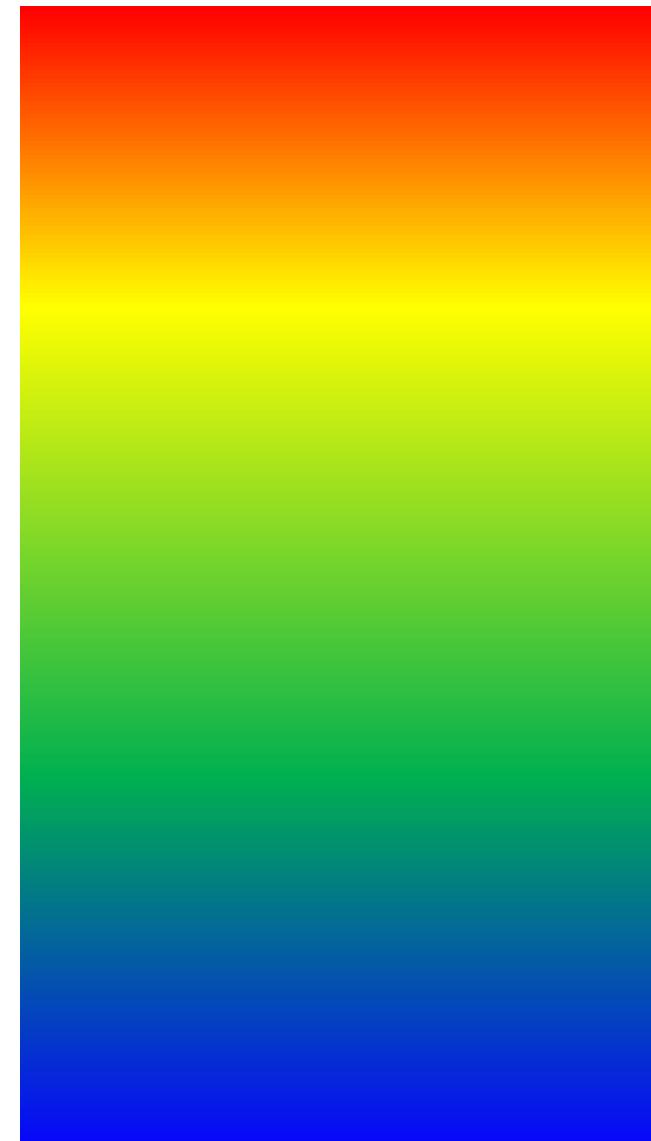


色の認識

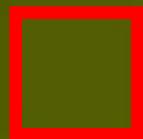
# カラー画像

そもそも、色とは？

細胞による波長ごとの識別：RGB  
化学反応：ロドプシン／ヨドプシン  
脳内での合成：3 チャンネルから多色へ  
言葉：色に対する概念の抽象化



# 画素／ピクセル



画素／ピクセル  
(がそ, Pixel: Picture cell)

## 画素値

(がそち, Pixel Value)  
R, G, Bの値 や  
グレースケールの値  
カラー画像(R, G, B)  
グレー画像 (値)

が画素ごとに保存される

色の考え方

ヒトが色を認知する仕組み

光源, 反射光, 吸収光, スペクトル

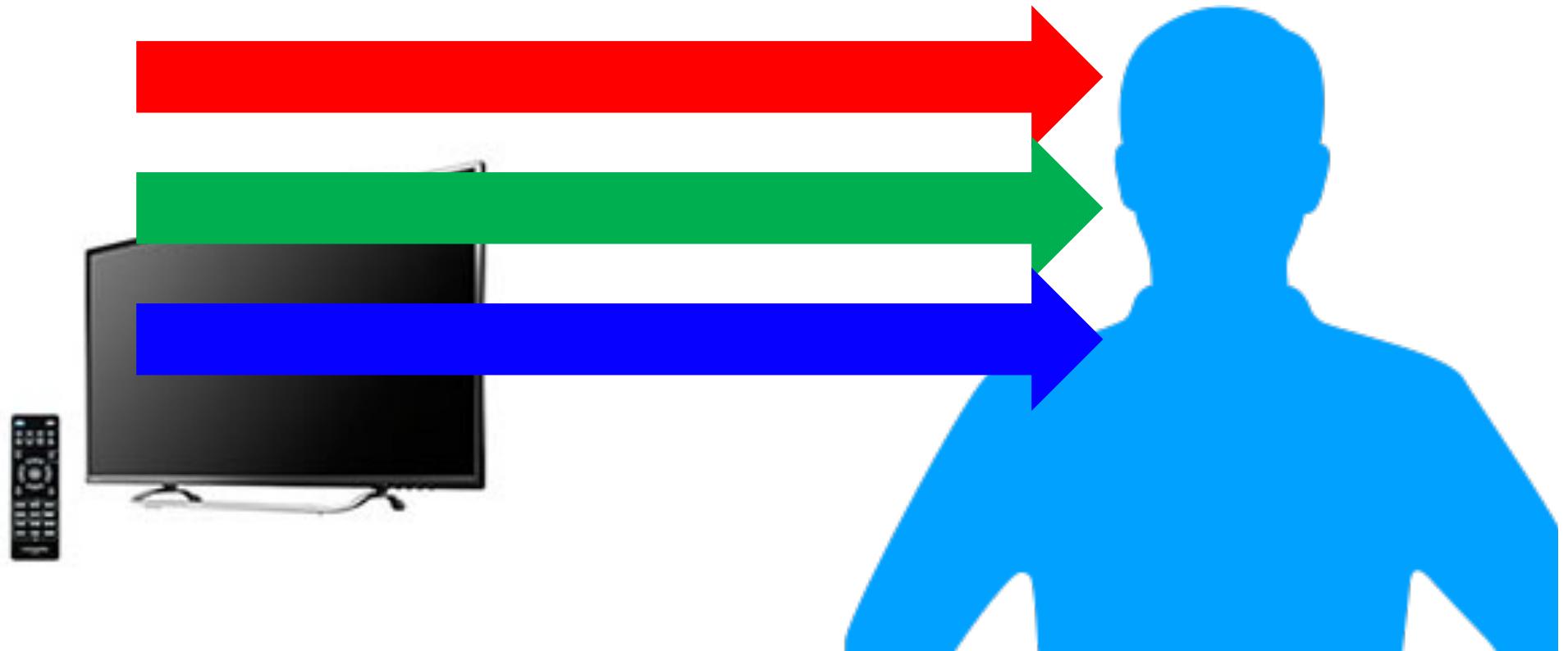
**視覚への刺激：液晶ディスプレイ**

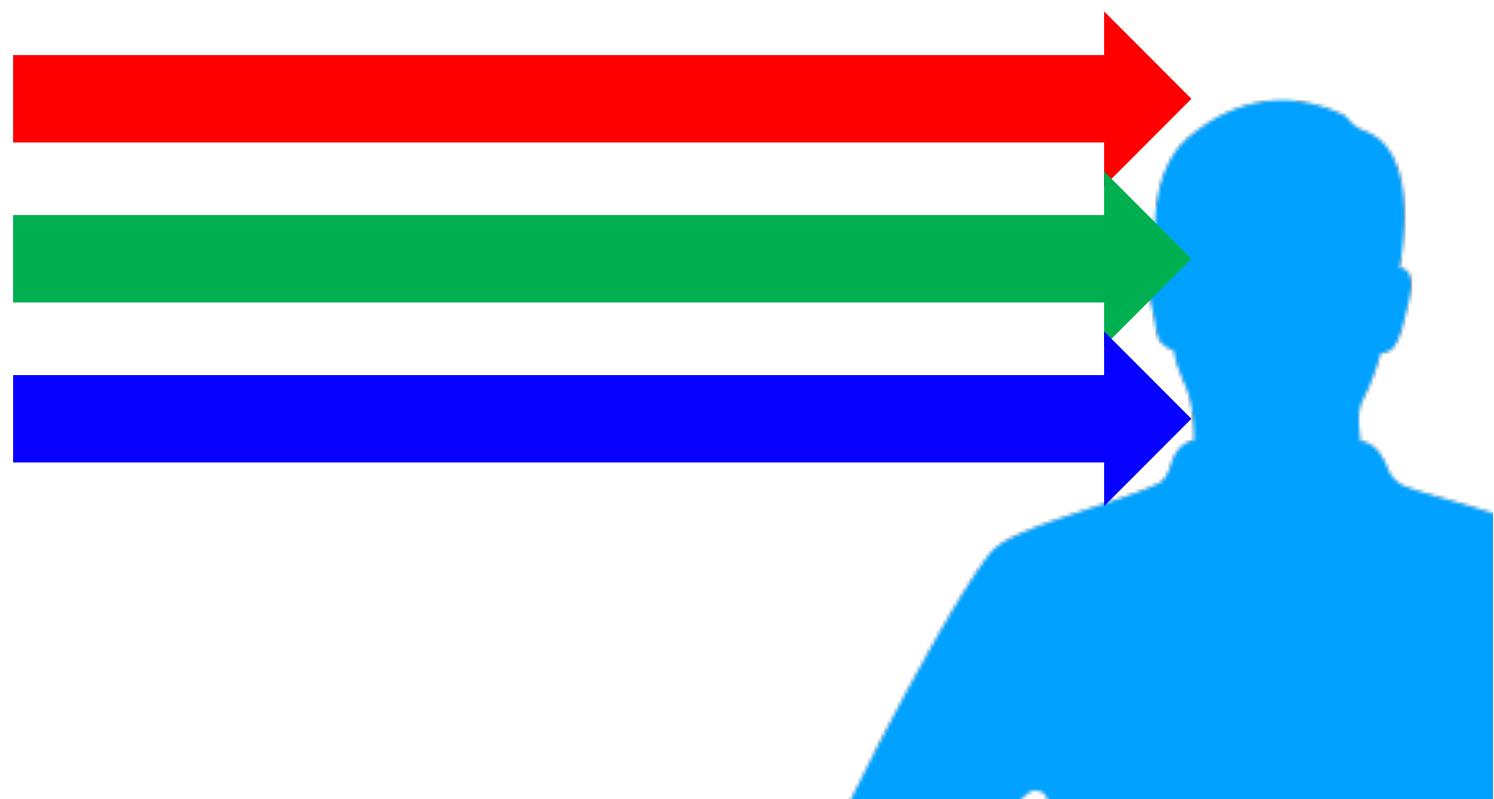
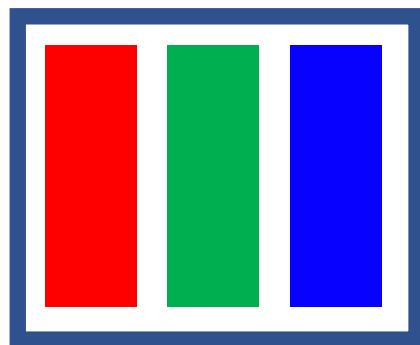
色空間

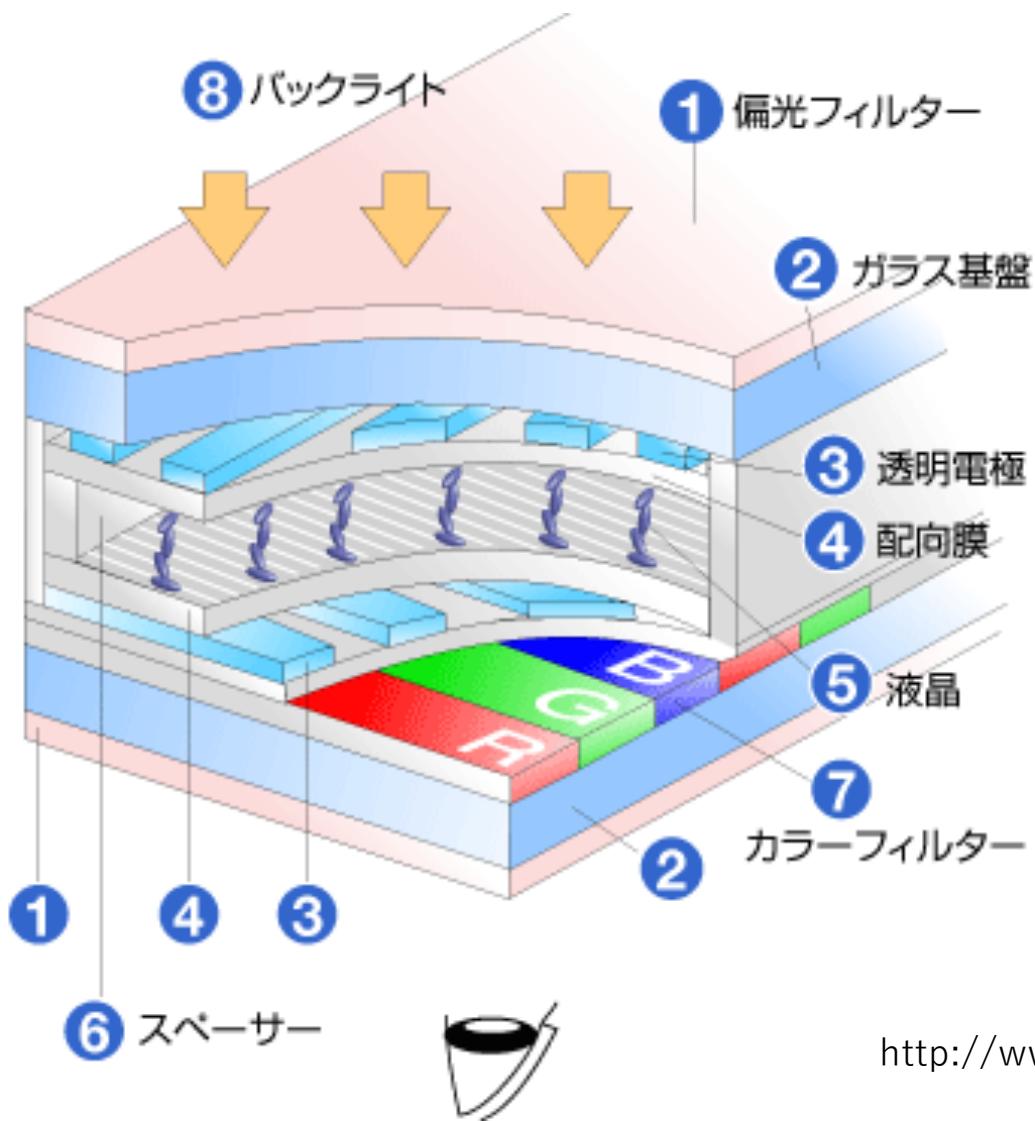
白黒画像

画像保存：デジタルのみ

では、どうやって、視覚を刺激するか

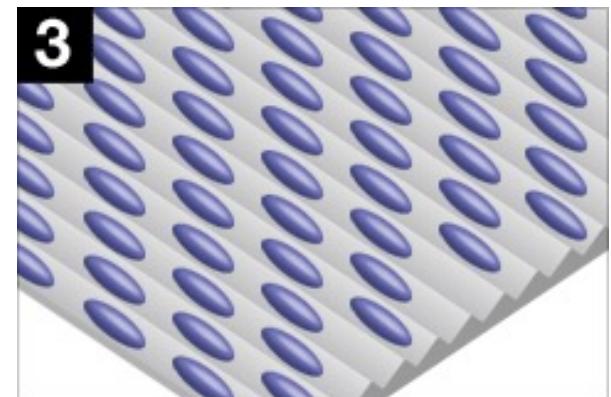
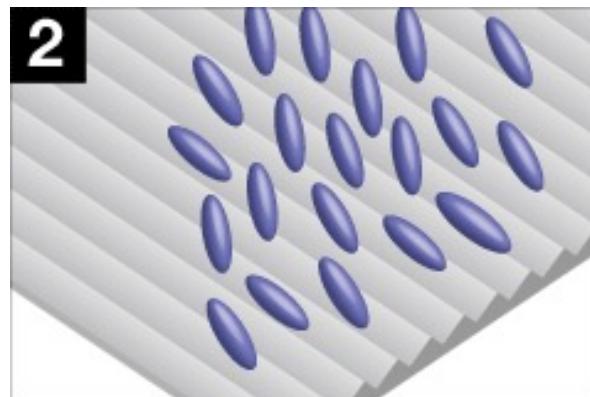
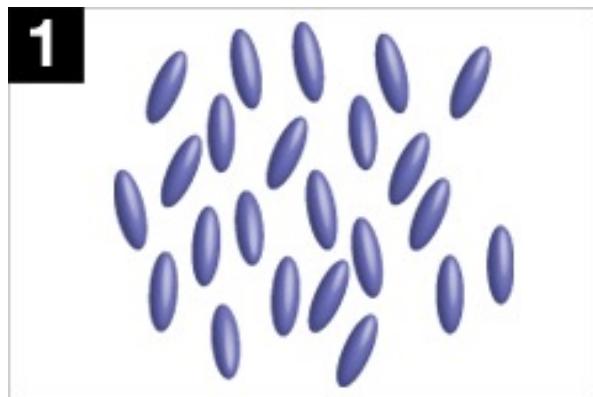






バックライトの光  
↓  
フィルターを通してRGBに  
↓  
それぞれの明るさを制御  
↓  
ヒトの目に

# 液晶の性質：TN型液晶



自然な状態ではおおよそ  
そろって並んでいる

溝があるとそこに沿って並ぶ

綺麗に揃えて配置

[http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2\\_3.html](http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html)

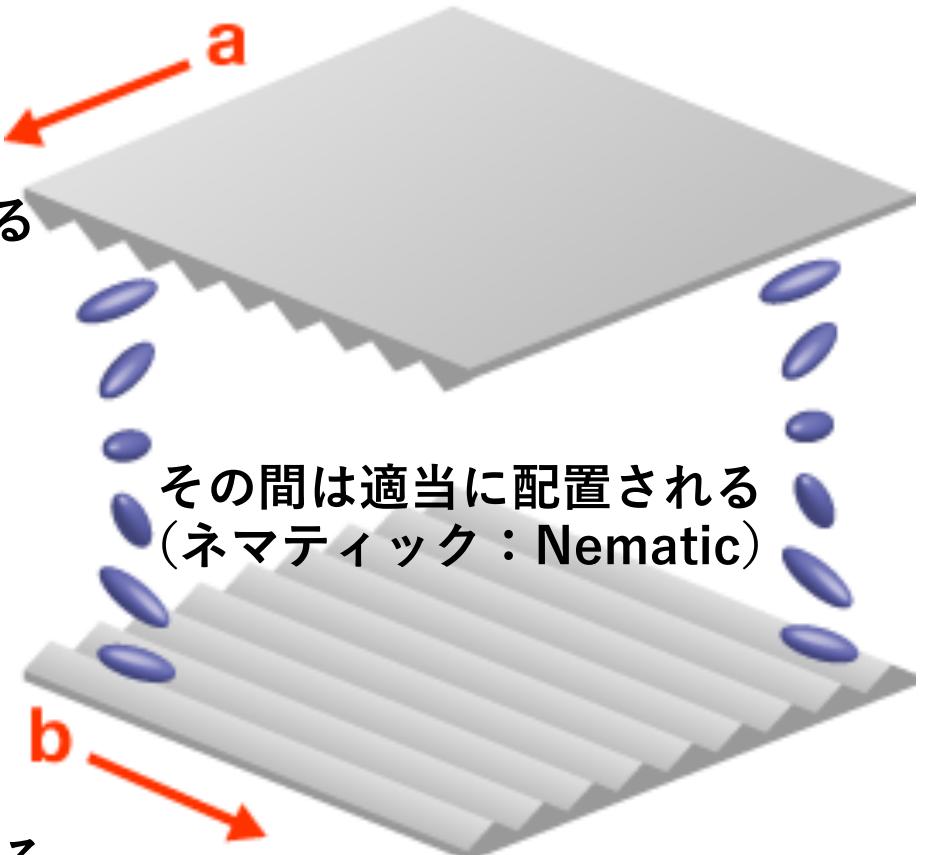
TN : Twisted Nematic Liquid Crystal

## 液晶の性質：TN型液晶

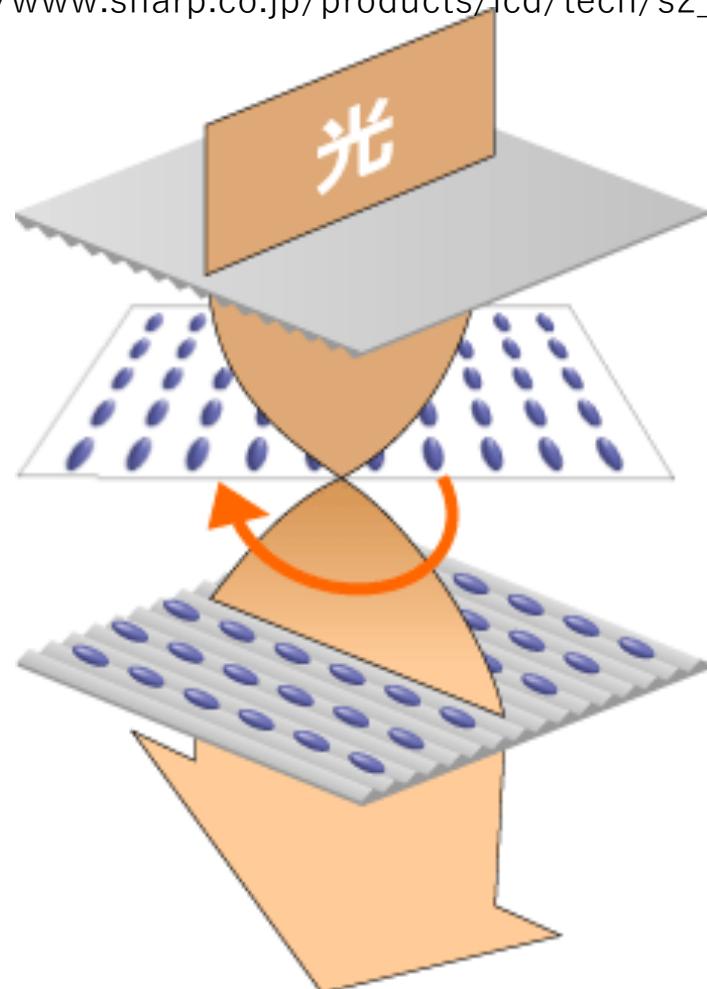
この結晶の状態が上下の電圧によって  
変化する性質を利用

上と溝の向きが90度異なる

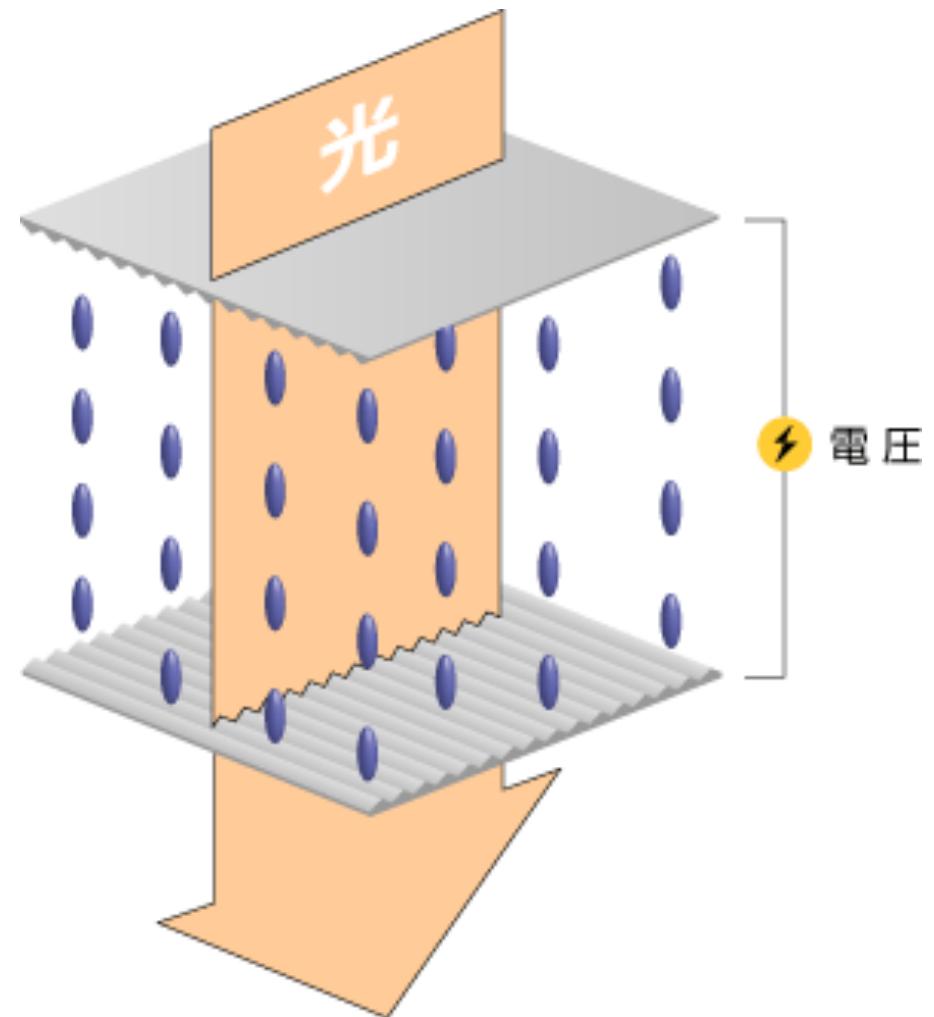
下と溝の向きが90度異なる



[http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2\\_3.html](http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html)

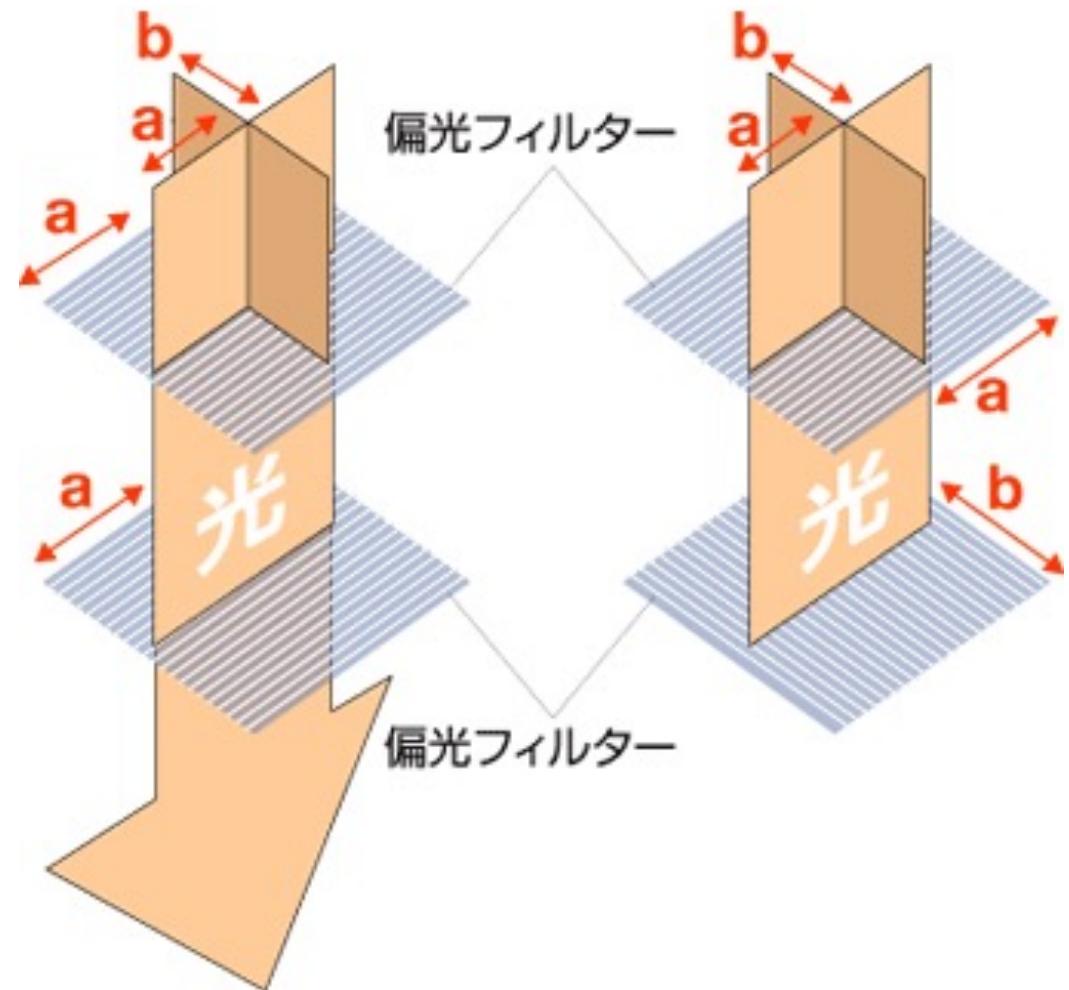


光は分子に沿って透過。90度ねじれる。



電圧をかけると結晶の配置が変わる

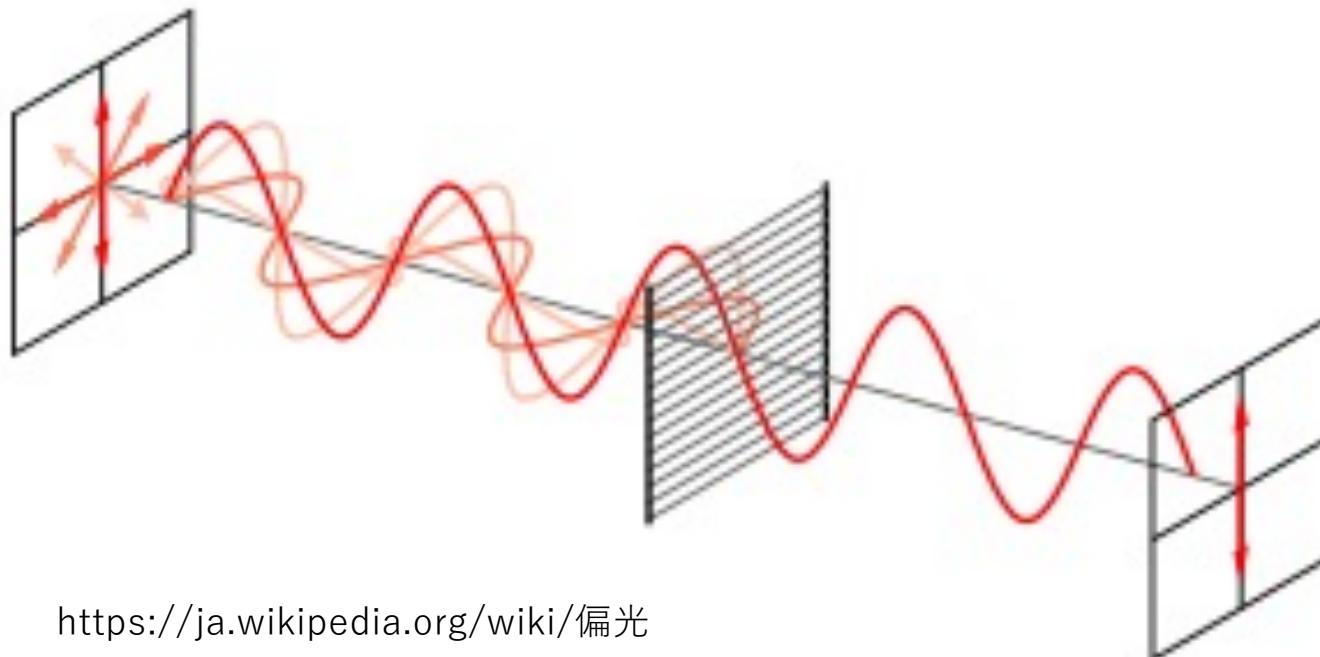
偏光の原理を  
組み合わせる



[http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2\\_3.html](http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html)

# 光は横波、縦波？

- 光は横波（進行方向に向かって垂直方向に振動）



<https://ja.wikipedia.org/wiki/偏光>

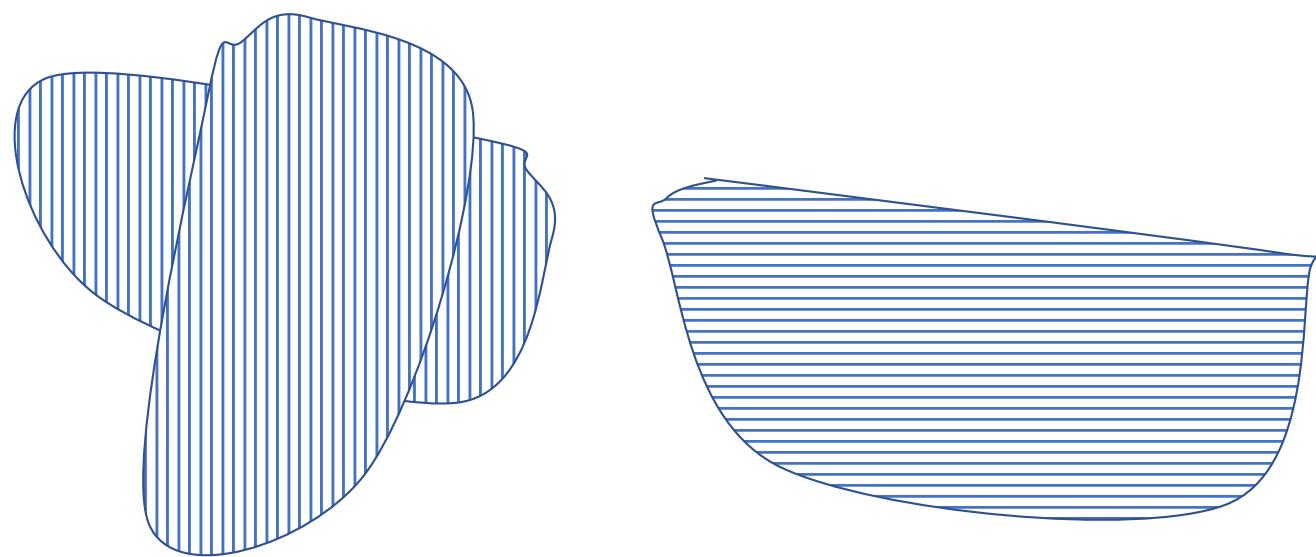


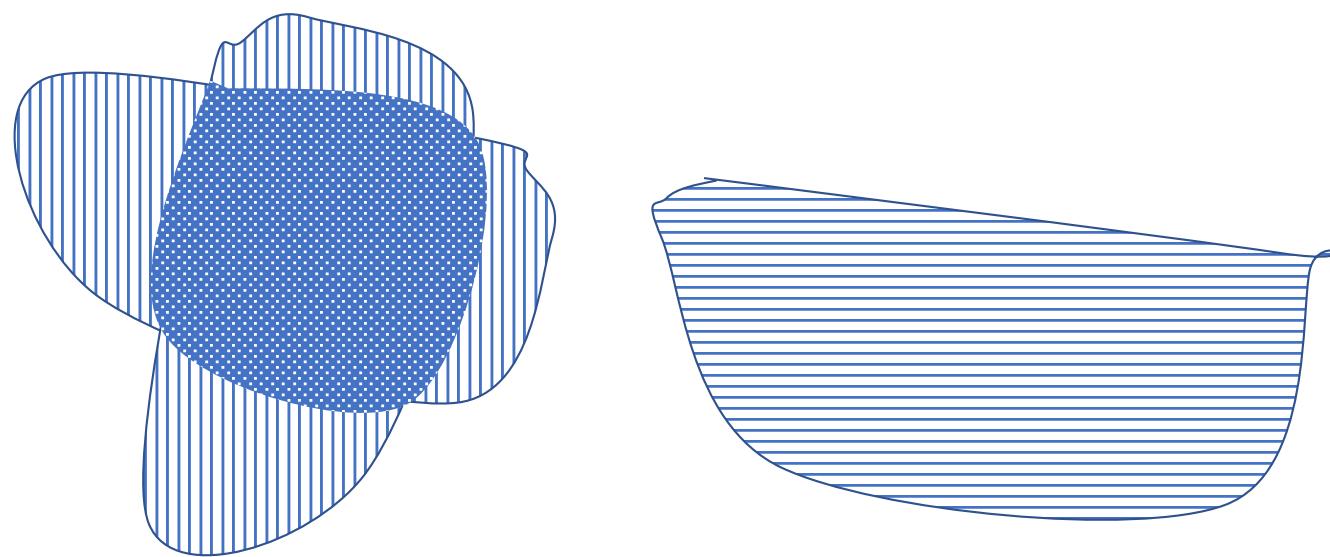
<https://talex.co.jp/blog/?p=6462>



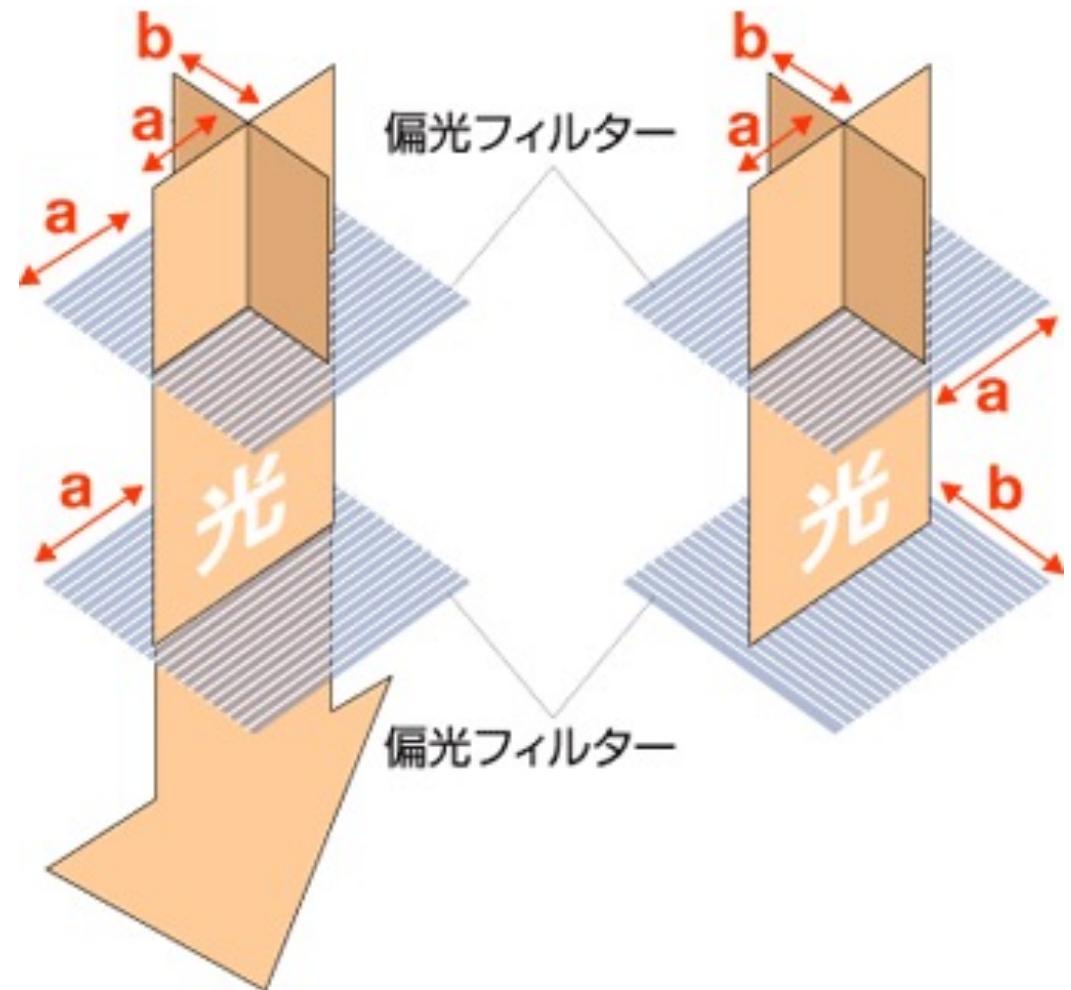




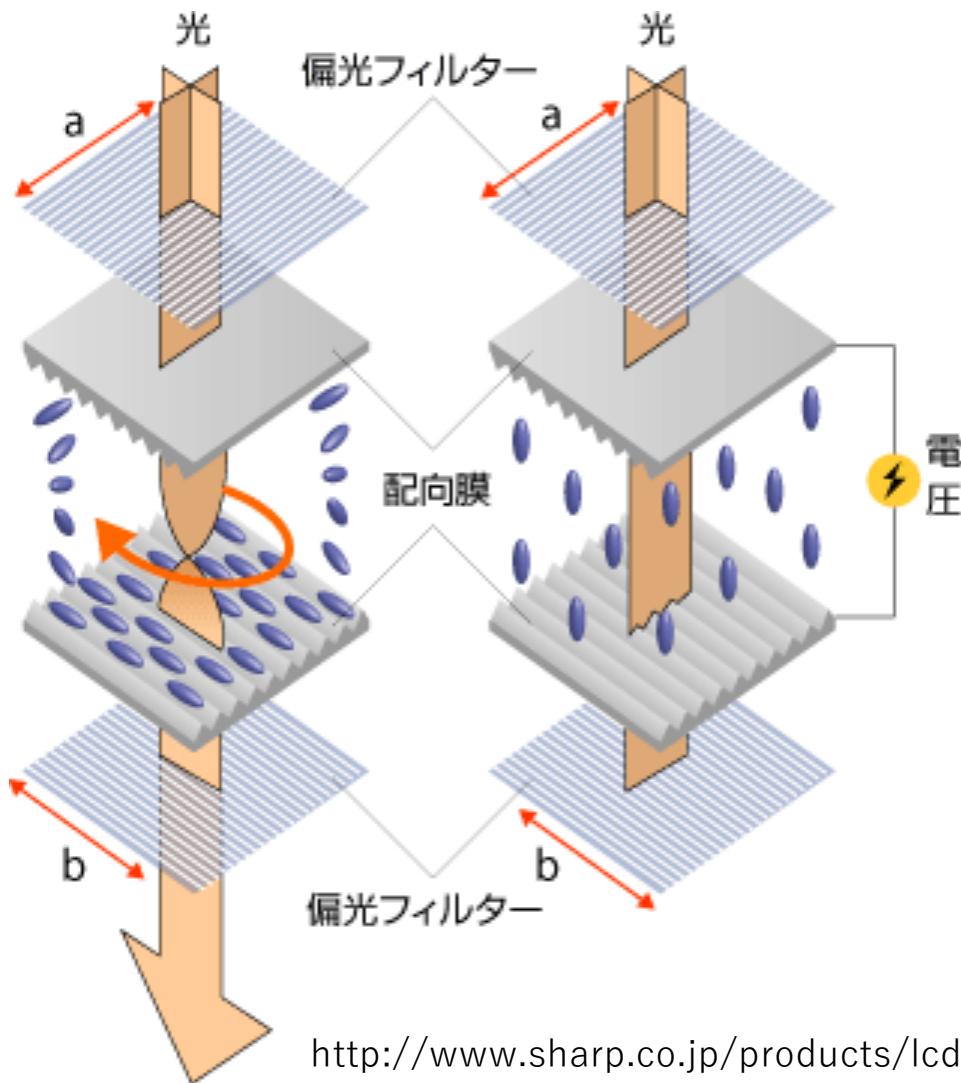




偏光の原理を  
組み合わせる

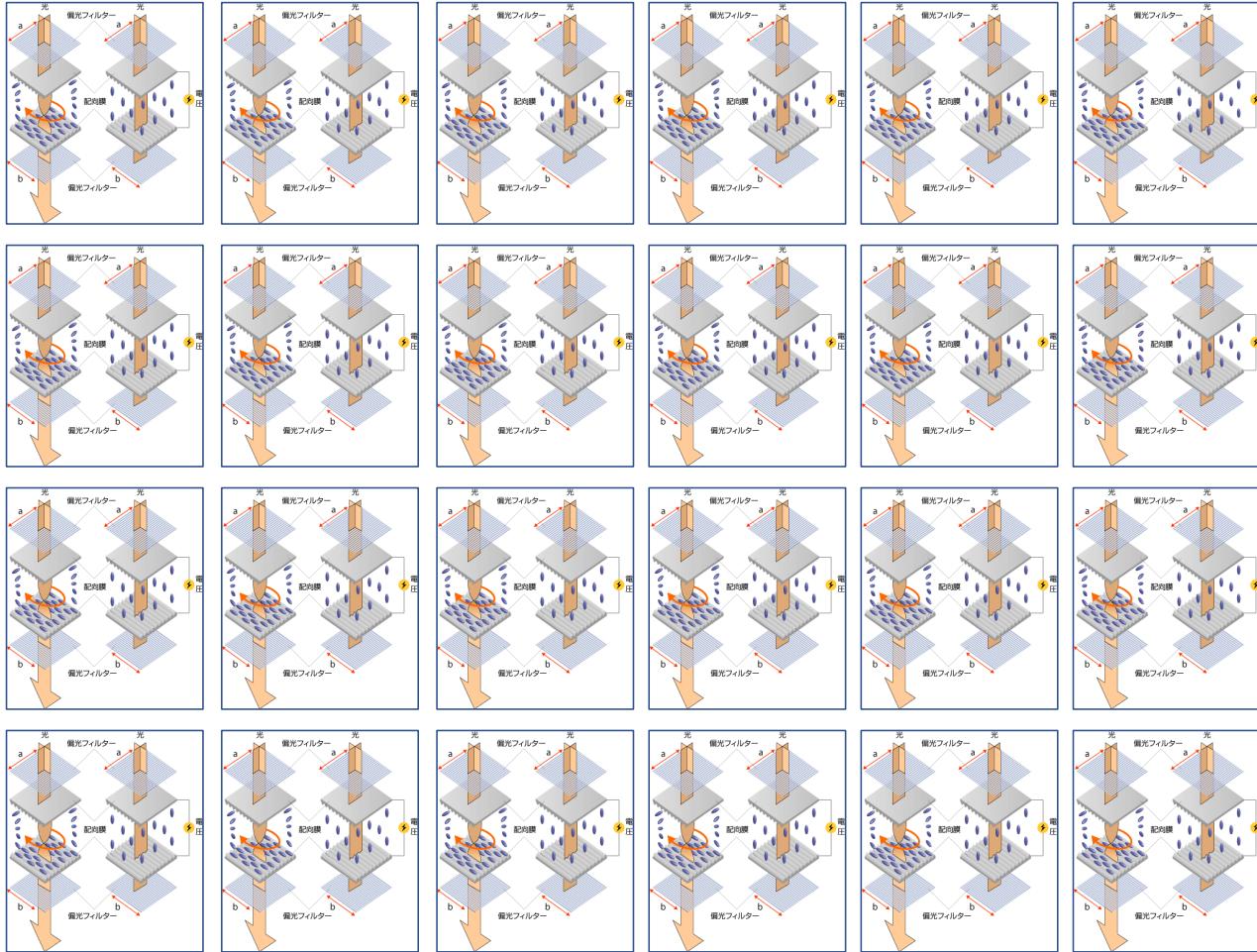


[http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2\\_3.html](http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html)

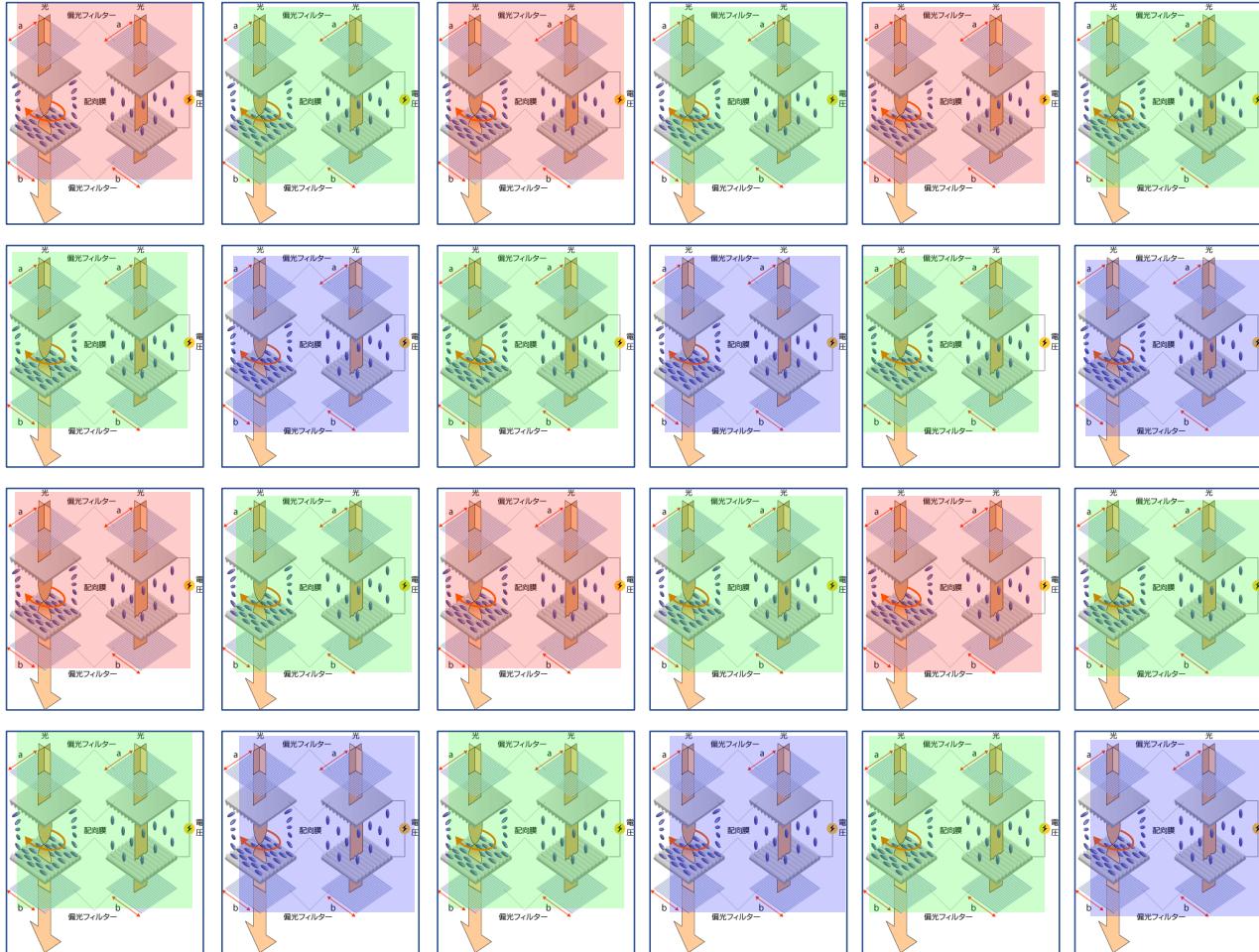


変更の程度を  
電圧で制御

[http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2\\_3.html](http://www.sharp.co.jp/products/lcd/tech/s2_3.html)

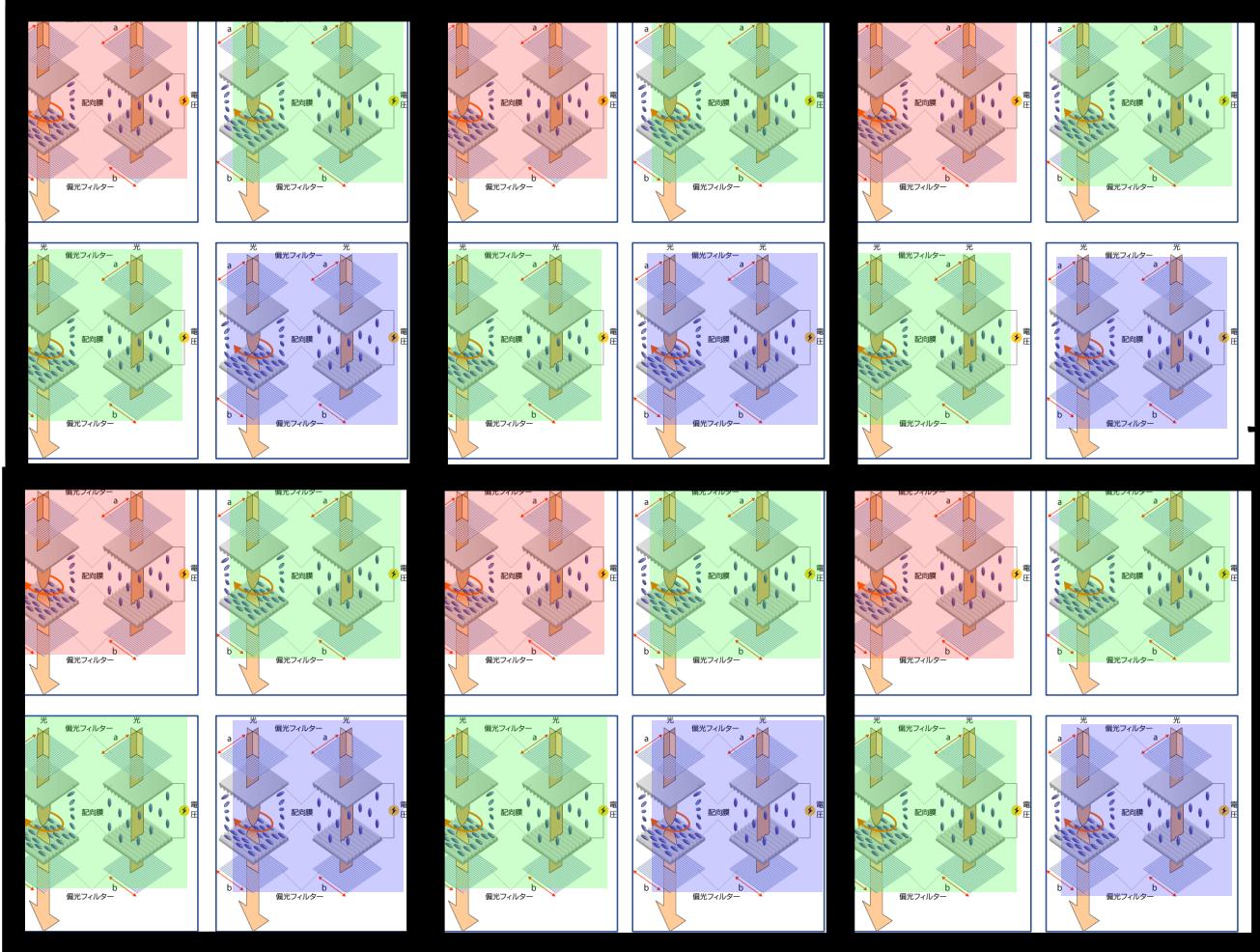


たくさん  
並べて

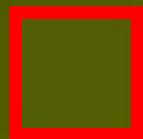


たくさん  
並べて  
カラー  
フィルターを  
貼って

たくさん  
並べて  
カラー  
フィルターを  
貼って  
1画素に！



# 画素／ピクセル



画素／ピクセル  
(がそ, Pixel: Picture cell)

## 画素値

(がそち, Pixel Value)

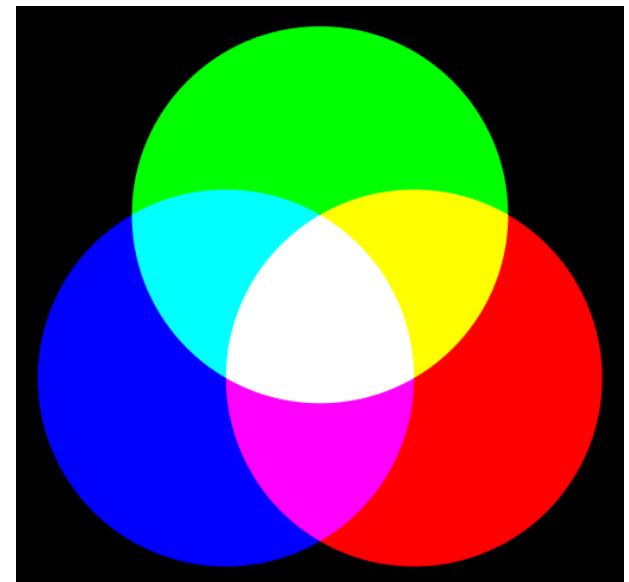
R, G, Bの値 や  
グレースケールの値  
カラー画像(R, G, B)  
グレー画像 (値)

が画素ごとに保存される

# 表示する時には、RGBの明るさを調整

- R：赤， G：緑， B：青 を混合
- ませればませるほど明るくなる（白くなる）
- 加法混色／加法混合とよばれる
- ディスプレイで活用
- 光源の色（スペクトル）で制限される

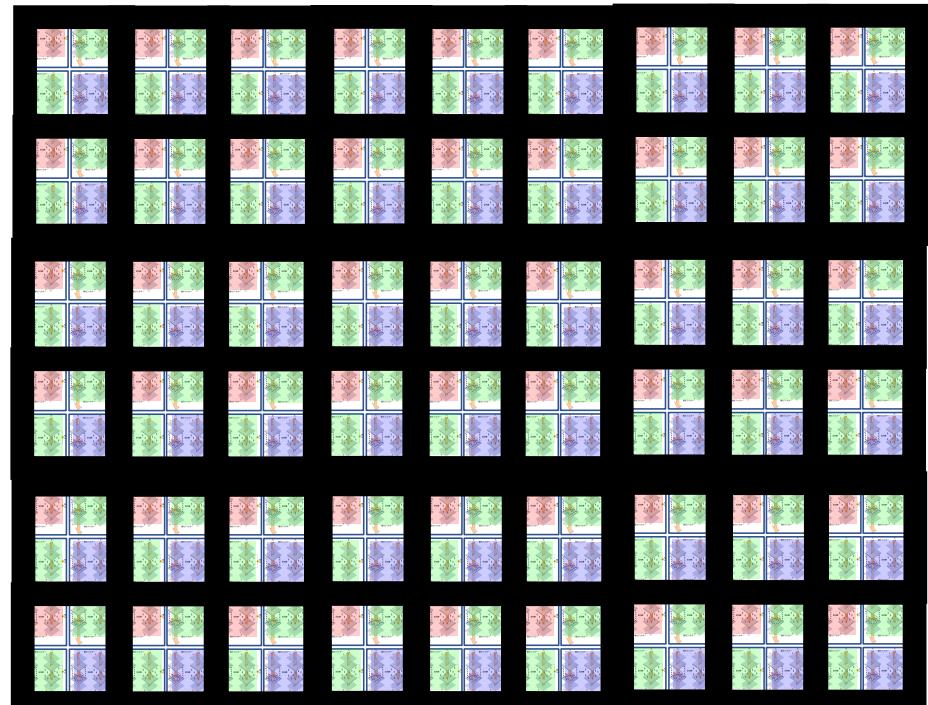
<https://ja.wikipedia.org/wiki/色空間>



# 画素／ピクセル (がそ, Pixel: Picture cell)

画素値  
(がそち, Pixel Value)  
R, G, Bの値 や  
グレースケールの値  
カラー画像(R, G, B)  
グレー画像 (値)

が画素ごとに保存される



色の考え方

ヒトが色を認知する仕組み

光源, 反射光, 吸収光, スペクトル

視覚への刺激：液晶ディスプレイ

色空間

**白黒画像**

画像保存：デジタルのみ

## 白黒画像：カラーと比べるとシンプル

- ・対象の明るさ／信号のスカラーを記録
- ・8ビット, 10ビット, 16ビットなどあり.
- ・1画素1バイト, 2バイト, 実数型で保存

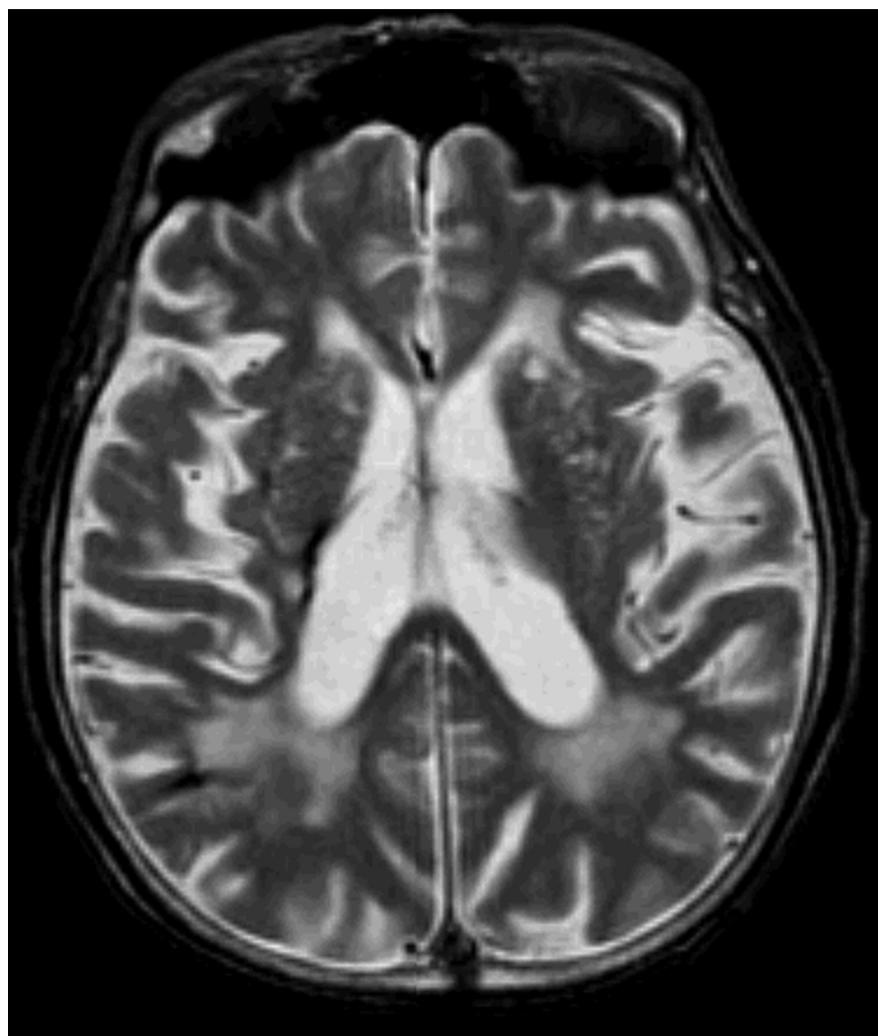


X線撮影装置



カセット  
(検出器 : X線フィルムやImaging Plat





色の考え方

ヒトが色を認知する仕組み

光源, 反射光, 吸収光, スペクトル

視覚への刺激：液晶ディスプレイ

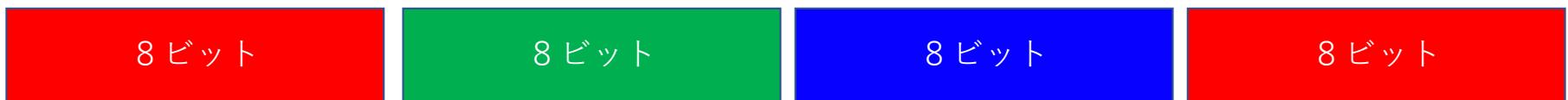
色空間

白黒画像

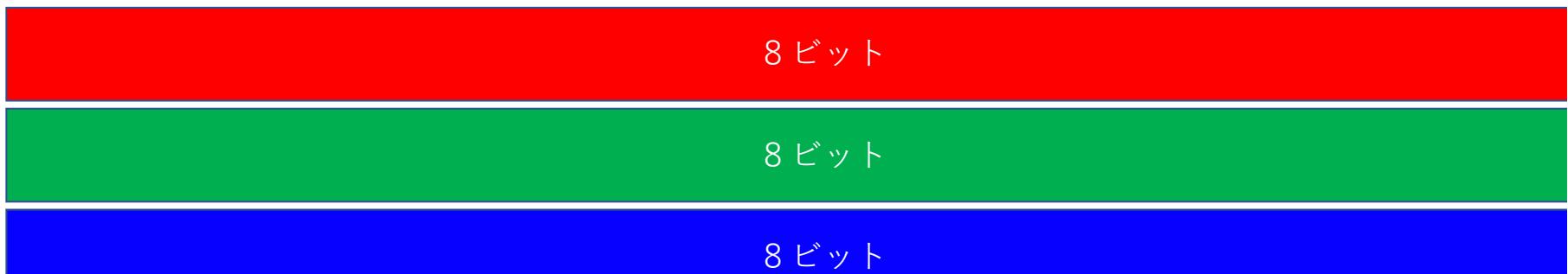
画像保存：デジタルのみ

# ファイルでの保存形式：もっとも基本

- RGBそれぞれの値が8ビットで保存される
- この24ビットが連續してファイルに保存



- もしくは、R画像、G画像、B画像の順に保存



## ファイルでの保存形式：アドバンスト

- RGBそれぞれの値が8ビットを超えて保存される
- でも、8ビット単位で、できるだけ小さくしたい



- でも、各色10ビットあれば十分とすると、 $6 \times 3 = 18$ ビット無駄。

# ファイルでの保存形式：アドバンスト



$$8 \times 3 = 24 \text{ ビット} = 3 \text{ バイト} \text{ (1画素)}$$



$$8 \times 2 \times 3 = 48 \text{ ビット} = 6 \text{ バイト} \text{ (1画素)}$$



$$(8 + 2) \times 3 + 2 = 32 \text{ ビット} = 4 \text{ バイト} \text{ (1画素)}$$



$$10 \times 3 + 2 = 32 \text{ ビット} = 4 \text{ バイト} \text{ (1画素)}$$

# ファイルでの保存形式：白黒は単純

- 信号値が 8 ビットで保存される

8 ビット

符号なし

符号あり

8 ビット unsigned char char

16 ビット unsigned short short

- 信号値が 16 ビットで保存される

8 ビット

8 ビット

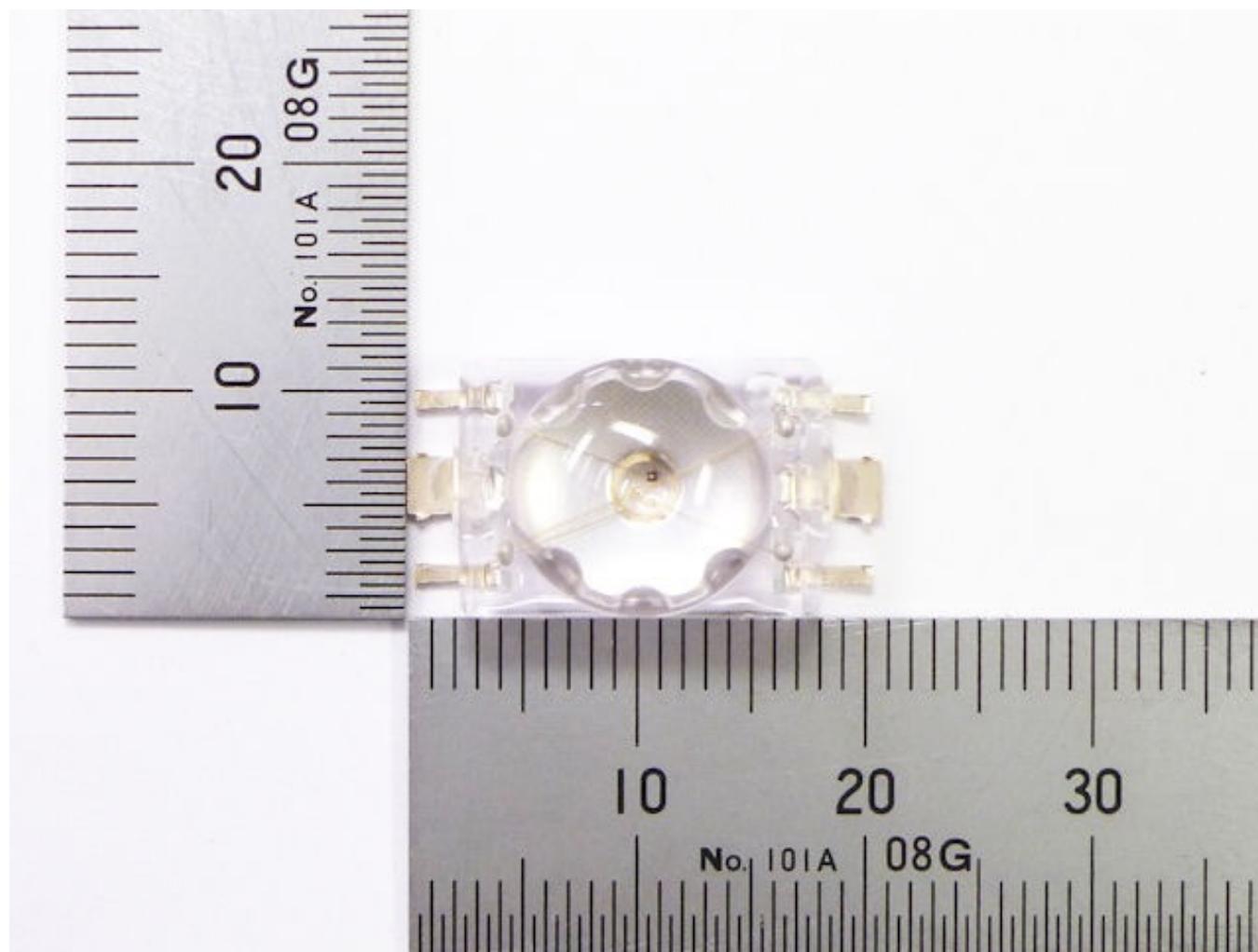
- 正負の符号 (sign) あり。なし。
- 実数型の場合もあり。

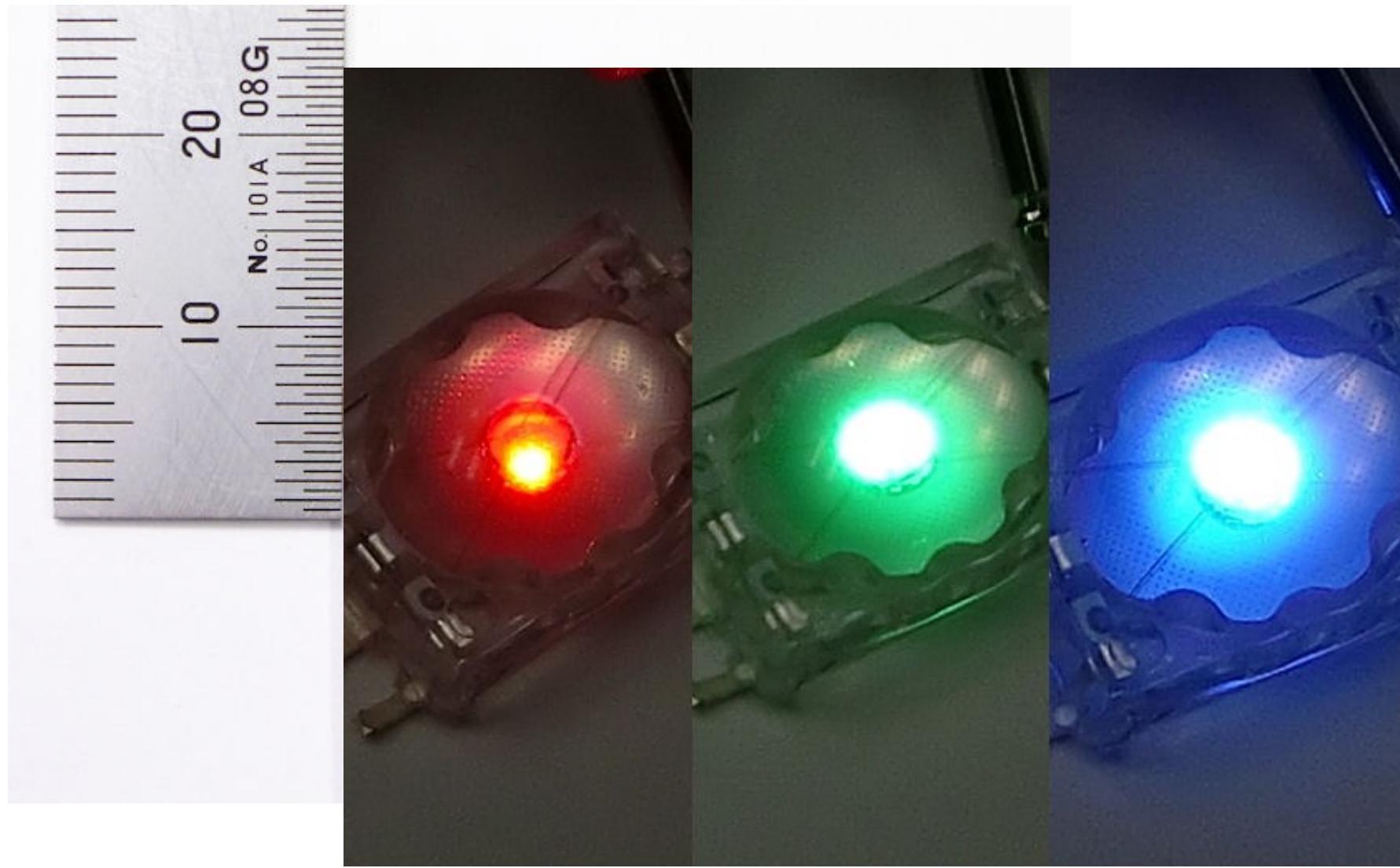
# まとめ・色の記録と表示：RGB

- ヒトの視神経の細胞に合わせた記録
- 表示もRGBで行う
- 記録もRGBで行う
- 液晶ディスプレイの原理の理解
- 光源のスペクトルにかなり依存：標準化あり
- RGBの発色
  - フィルターでRGBに変換：液晶モニターなど
  - RGBをそれぞれ直接発色：屋外大型ディスプレイ



<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gl-00684/>





## まとめ・画像の記録と表示：白黒

- RGBと同じ割合での刺激と強さ白黒と認知
  - 表示もRGBで行う
  - 記録もデータ量に応じて行う
  - 元の信号をどのように可視化するか
- 
- RGBのカラースケールに割り当てる方法もある
    - 疑似カラー表示
    - 画像表示技術で取り扱います