

虹の色数について（ウィキペディアより）

- 日本では、虹の色の数は一般的に七色（赤、橙、黄、緑、青、藍、紫）と言われる。多くの日本人が虹の色を7色と考えるのは、ニュートンの虹の研究に由来する学校教育によるものである。
- ニュートンは、赤黄緑青紫の5色と考えられていた虹の基本色に、柑橘類のオレンジの橙色と、植物染料インディゴの藍色を加えて7色とした。彼は虹の色と色の間は無限に変化していることを知っていたが、それにもかかわらず、虹を7色としたのは、当時、7が神聖な数と考えられていたからである。音楽のオクターブもドレミファソラシの7音からなる。ニュートンは美しい虹も7つの基本の色からできているとしたのである。

虹の色数について（続き）

- ニュートンが虹を7色と決めたからといって、イギリス社会一般で虹の色が7色だと統一されているわけではない。虹の色を何色とするかは、地域や民族・時代により大きく異なる。日本でも、古くは五色、沖縄地方では二色（赤、黒または赤、青）とされていた。なお現代でも、かつての沖縄のように明、暗の2色として捉える民族は多い。
- 虹の色が何色に見えるのかは、科学の問題ではなく、文化の問題である。何色に見えるかではなく、何色と見るかということである。



色とは何か

- 色は、**可視光**の分光組成(スペクトル分布)の差によって質の差が認められる視知覚たる色知覚、および、色知覚を起こす**刺激**である色刺激を指す。
- 色覚は目を受容器とする感覚である視覚の機能の一つであり、色刺激に由来する知覚である色知覚を司る。色知覚は、質量や体積のような機械的な物理量ではなく、音の大きさのような**心理物理量**である。
- 同じ色に見えるからといって分光組成が同じとは限らない。
- 人間の視細胞(錐体細胞)には、赤、緑、青にそれぞれ反応する3種類の細胞があり、ある分光組成を持った光が入ってくると、これらの3つの**受容細胞**に振り分けられ、脳の中で総合的に情報処理されて、色として感じる。
- 光源の波長分布と物体の分光反射率の積で決まる。
→色の恒常性、色の**不良設定問題**

「感覚」について

(「認知科学と人工知能」の授業資料より)

1. 神経情報系

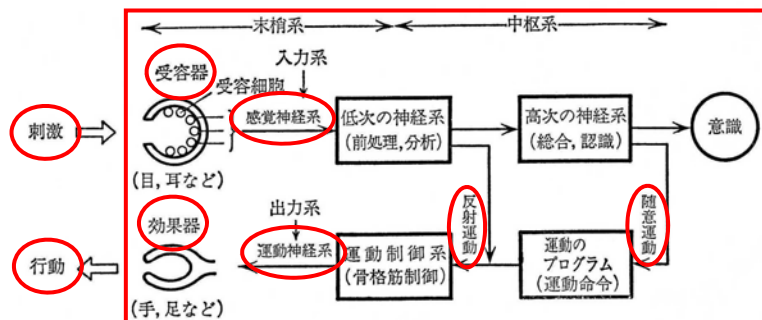
人間＝情報の処理を通じて環境との
相互作用を行うシステム

受容器(感覚器)：目や耳など

効果器：手や足など

刺激：入力情報

反応：出力行動



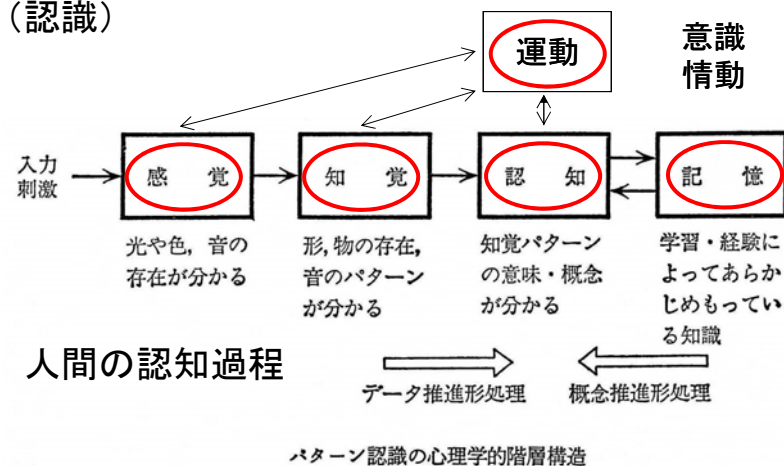
刺激から行動への情報伝達の経路を示すモデル

感覚神経系：感覚器からの情報の求心的経路

運動神経系：効果器に情報を送る遠心的経路

自律神経系：内臓諸器官をつかさどる，意識には
上がらない

感覚：刺激による反応で生じる意識，初步的，要素的，主観的
 知覚：感覚より高次の働き，総合的，客観的
 認知：意味や概念の理解，かなり高次の働き（認識）



2. 感覚の種類

種：感覚の違い（視覚，聴覚など）

質：種の中での違い（明るさ，色など）

特殊感覚：固有の感覚器によるもの

受容細胞：刺激を受け入れる細胞

感覚の種類と受容器

感覚の種類とその受容器

	種 modality	質 quality	受容器(受容細胞) receptor (数)	C. N. S. への数	ビット/sec
特殊 感覚	視覚	明暗・色・形・運動・奥行	網膜(視細胞) 10^8	10^6	$3 \cdot 10^6$
	聴覚	大きさ・高さ・音色・方向	蝸牛(有毛細胞) $3 \cdot 10^4$	10^4	$2 \sim 5 \cdot 10^4$
	嗅覚	各種	嗅粒膜(嗅細胞) 10^7	10^3	10~100
	味覚	酸・塩・甘・苦	味蕾(味細胞) 10^7	10^3	10
	平衡感覚		半規管(有毛細胞)		
体感 性覚	皮膚感覚	触・圧・温・冷・痛	皮膚(各種)触・圧 $5 \cdot 10^5$ 温・冷 10^5	10^4	$2 \cdot 10^5$ $2 \cdot 10^3$
	深部感覚	運動・拳重	筋・腱・関節の受容細胞		
内感 臓覚	臓器感覚	飢・渴・吐・便・尿・性	組織内の受容細胞		
	内臓痛覚		同上		

C. N. S. は中枢神経系のこと。

※ C.N.S. (Central Nervous System)

3. 感覚の性質

物理量：物理現象として考える

(例：電磁波)

心理量（感覚量）：感覚そのものを
一つの量として表す

心理物理量：感覚を基準とした
物理量で表される（例：光）

適刺激：各感覚器は特定の刺激だけを受け

刺激閾：刺激がやっと感じられる最低値

弁別閾：2つの刺激がやっと区別できる最低値

ウェーバーの法則

$$\Delta S / S = \text{一定}$$

S ：刺激量

ΔS ：弁別閾

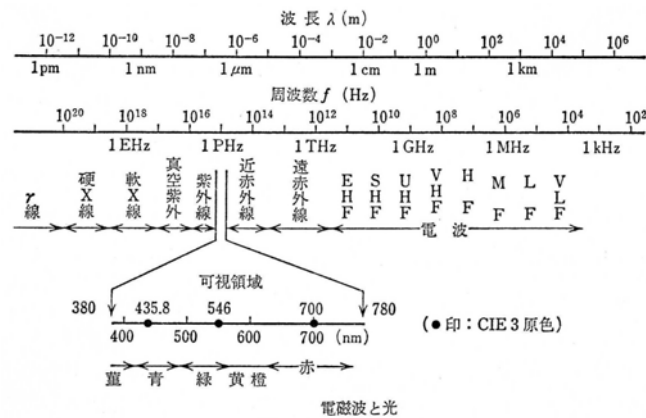
順応：刺激が長く続くと、感覚が弱くなる

感覚の投射：刺激は脳の特定の部位に達して感覚となるが、感覚はその脳の部位ではなく、刺激の発生した場所に投射されて感じる。

視覚について

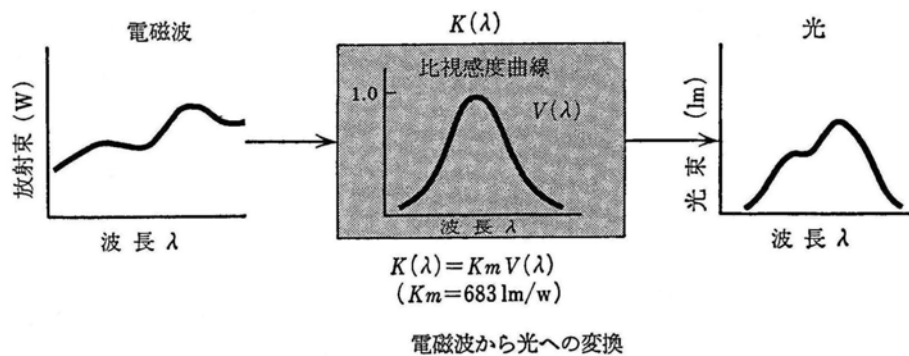
1. 光と視覚

視感覚を刺激する範囲の電磁波(380~780nm)



電磁波から光への変換

$$\text{放射束} \times K(\lambda) = \text{光束}$$



放射束

電磁波の単位時間あたりの放射エネルギー
(W), 物理量

光束

光の単位時間あたりの光量 (lm, ルーメン),
心理物理量

視感度曲線 $K(\lambda)$

光に対する感度は波長によって異なるという
特性を表す

比視感度曲線 $V(\lambda)$

最大感度波長555nmでの値を1として $K(\lambda)$ を
基準化したもの

$$K(\lambda) = K_m \cdot V(\lambda) \quad (K_m = 683 \text{ lm/W})$$

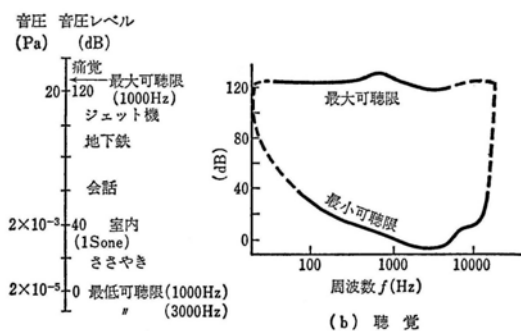
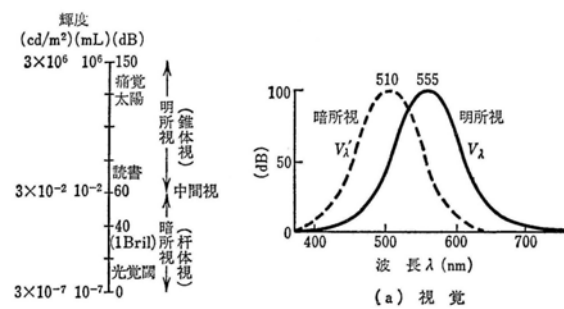
明るさ

視感覚の範囲は約120dB

実際は刺激の平均の強さ(順応レベル)を中心とした狭い範囲

順応レベル

順応している日常外界の平均的な明るさ



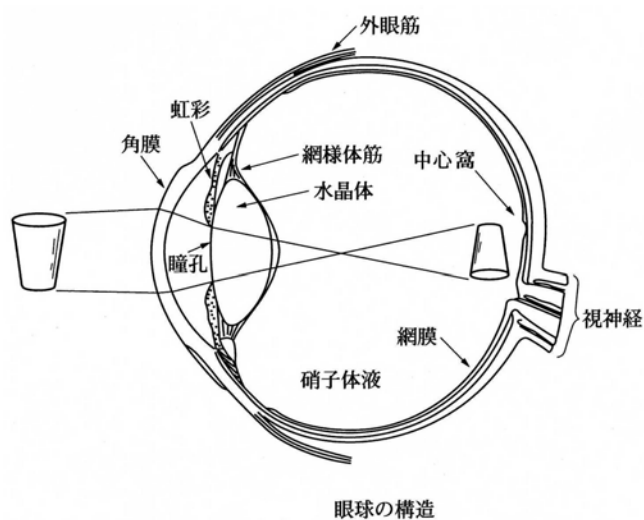
視覚と聴覚の刺激の強さと波長(周波数)に対する応答範囲

明暗順応

暗順応：明所から暗所になるときの順応，
暗所に慣れる

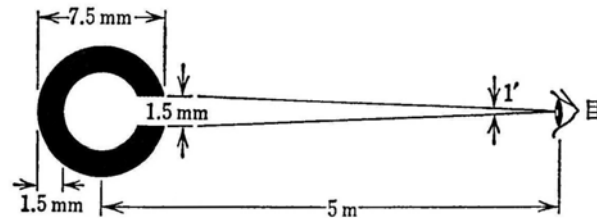
明順応：暗所から明所になるときの順応，
明所に慣れる

2. 眼球の構造



視力

目が詳しくものを見る能力(分解能)



視力 1.0 の場合のランドルト環

視野

目を動かさないで一度に見える範囲

両眼で共通に見える範囲: 上下左右約60°

中心窩

視野の中心の1°20'の範囲で最も視力が良い

中心視

中心窩でしか詳しく見るができない

→眼球運動が必要

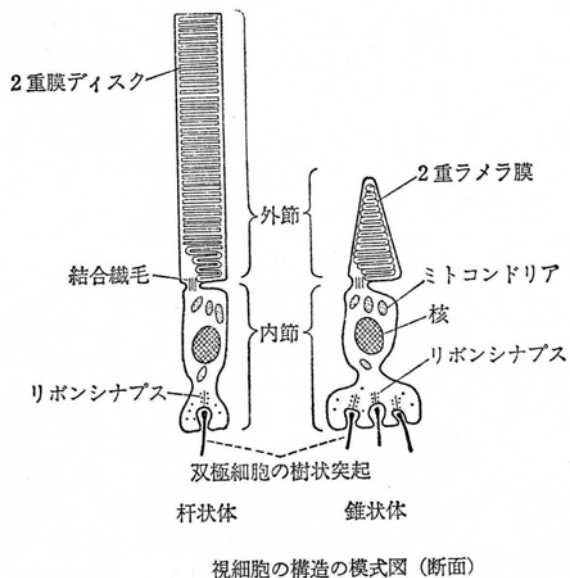
周辺視

時間的に変化する刺激を検出する

→必要に応じて視線を向ける

おおまかな形を把握するのには重要

視細胞の構造



視細胞

光を電気エネルギーに変換する

錐体と桿体の2種類がある

錐体

中心窩の周辺のみ分布し、明るい部分で細かな対象を見るのに適している

赤(R), 緑(G), 青(B)に関係する3種類がある

網膜において3種類の色の要素を担当する受容器により抽出されている

桿体

網膜周辺部に多く分布し, 明暗や時間的情報の処理を担う

網膜は層構造になっていて, 明るさや色のコントラストの強調, 動きの検出などの時空間的な処理を行っている

伝達経路

視細胞→双極細胞→神経節細胞→視神経

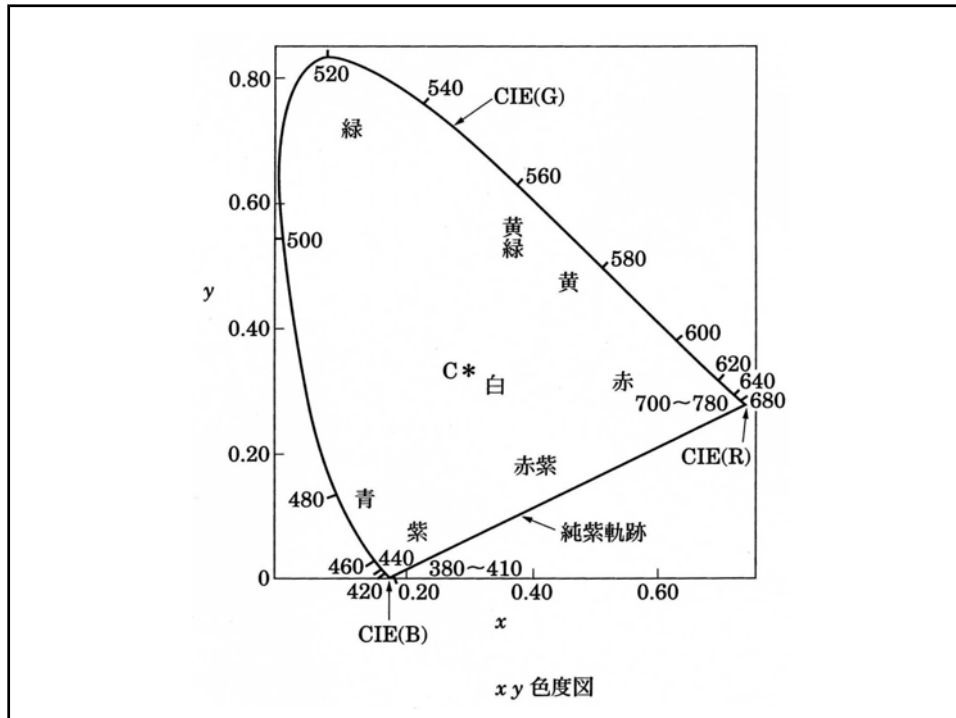
色

分光組成(スペクトル分布)の違いによって生じる視感覚

同じ色に見えるからといって分光組成が同じとは限らない(例:テレビに映った黄色のバナナ)

ある分光組成を持った光が入ってくると, 赤, 緑, 青にそれぞれ反応する3種類の錐体細胞に振り分けられ, 脳の中で総合的に情報処理されて, 色として感じる.

光源の波長分布と物体の分光反射率の積で決まる→色の不良設定問題(後日説明)



色覚

物体に入射する光が観測者の方向へ反射する際に、特定の波長のみが反射され(それ以外は吸収され)、観測者には反射された光だけが届くため、その波長に基づき判断される色が、その物体の色として認識される(判断し、認識しているのは人間の脳)。

実際には、物体において波長に応じて反射率が異なり、反射した光の組成(スペクトル)によって、様々な色として認識される。

全波長が反射される→白

全波長が吸収される→黒

可視光域は人間と他の生物では異なるため、見え方も異なる場合がある。

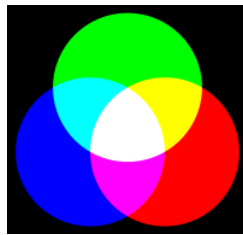
網膜内にある、赤・緑・青に対応する3種類の錐体細胞が吸収する可視光線の割合が色の感覚を生む。そのため、独立した複数の色を合成することで人間に別の色を感じさせることができる。

たとえば、黄の波長の光は、赤の波長の光と緑の波長の光の組み合わせによって、同様の刺激を与えることが可能である。つまり、黄の波長だけが入っている場合と、赤の波長と緑の波長が組み合わさって入っている場合とを人間は区別することはできない。

加法混合

有色の光線によって色を表現する場合に光を加える形で色を合成する方法

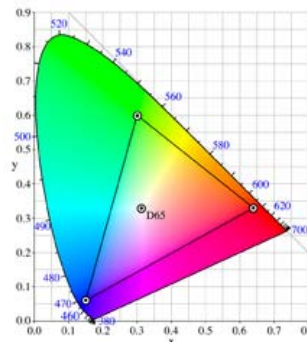
白色の光を合成するための波長を「光の三原色」と言い、原色として赤 (Red) ・緑 (Green) ・青 (Blue) の3色を用いる。



RGB

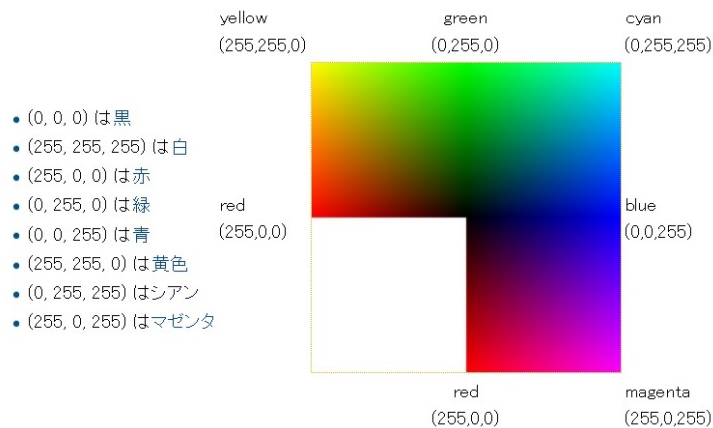
テレビなどのディスプレイ類(ブラウン管, 液晶ディスプレイ)はRGBを用いて様々な色を加法混合で表現している。

カラートライアングルの内側の色しか表現できないので, これをどれだけ大きくすることができかが問題となる。



デジタル(数値表示)の場合

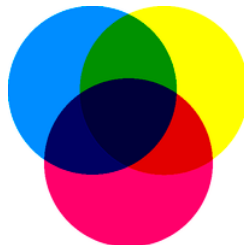
24ビットカラーでは, RGBの各要素を8ビット(0~255)で表現する.



減法混合

物体の表面を特定の色にするためにインク等を塗る場合に元の光を遮る形で色を合成する方法

合成の元になる色は一般に「色料の三原色」と言われ, シアン(緑味の青), マゼンタ(赤紫), イエロー(黄)の3色を用いる.



CMYK(四色印刷)の場合

印刷では, 様々な色を表現するために減法混合の原色であるシアン, マゼンタ, イエローの3色が用いられる. 理論上は3色すべてを均等に混ぜることで黒が生まれるはずであるが, 実際にはきれいな黒は作れない. そこで, この3色に加えて黒のインキがカラー印刷に使われる.

これはCMYKモデルと呼ばれるもので, シアン (Cyan), マゼンタ (Magenta), イエロー (Yellow), キー (Key) の略である.

色温度

ある光源が発している光の色を定量的な数値で表現する尺度で, 単位には熱力学的温度のK(ケルビン)を用いる.

表現しようとする光の色をある温度の黒体から放射される光の色と対応させ, その時の黒体の温度をもって色温度とする.

温度が低い時は暗いオレンジ色であり、温度が高くなるにつれて黄色みを帯びた白になり、さらに高くなると青みがかった白に近くなる。



朝日や夕日の色温度はおおむね 2000 K であり、普通の太陽光線は 5000～6000 K である。