

加法混色，減法混色に加えて“中間混色”も

— 色の混合について —

室谷 心

松本大学総合経営学部

muroya@t.matsu.ac.jp

デジタル表現に対する理解は、「情報の科学」のメインテーマの一つであり、画像、音、動画などいずれも生徒や学生の興味を集める良い教材である。物理的には同じ振動現象であっても、音と違い光の場合には3原色が存在することが、表現技術としての重要なポイントである。3原色を基底とした色の表現では、光による加法混色と顔料の場合の減法混色が基本になるが、実際の場面ではこの2つだけでは理解の難しい現象もある。

ここでは簡単な実例を見せながら、加法混色、減法混色と併せて“中間混色”も教えることを提案したい。

1. はじめに

「情報の科学」の教科書には、色には3原色があり、赤(R) 緑(G) 青(B)による加法混色、顔料の場合にシアン(C) マゼンタ(M) 黄色(Y)による減法混色に従うことが、マルチメディアデータのデジタル表現の基礎として記載されている(図1)⁽¹⁾。一方、色の自由度に関しては、明るさの自由度を規格化した色度図で表される。色度図

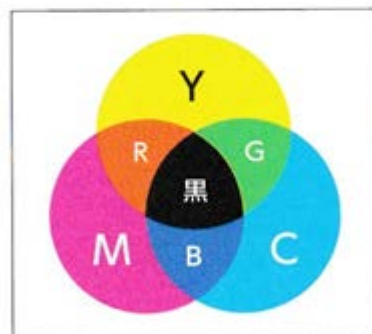
上には3原色という特別な点は存在せず、混色は色を表す点の間の内分点で表される⁽²⁾。

2. 加法混色か、それとも減法混色か？

では、図3のような配色で印刷して、コマを作り回転させた時や、パソコン画面上で動画として図3を回転させた時には、実際どう見えるかというの、ここでの問題である。



(a) RGBの混合(加法混色)



(b) CMYの混合(減法混色)

◆図A 加法混色と減法混色

図1 3原色⁽¹⁾

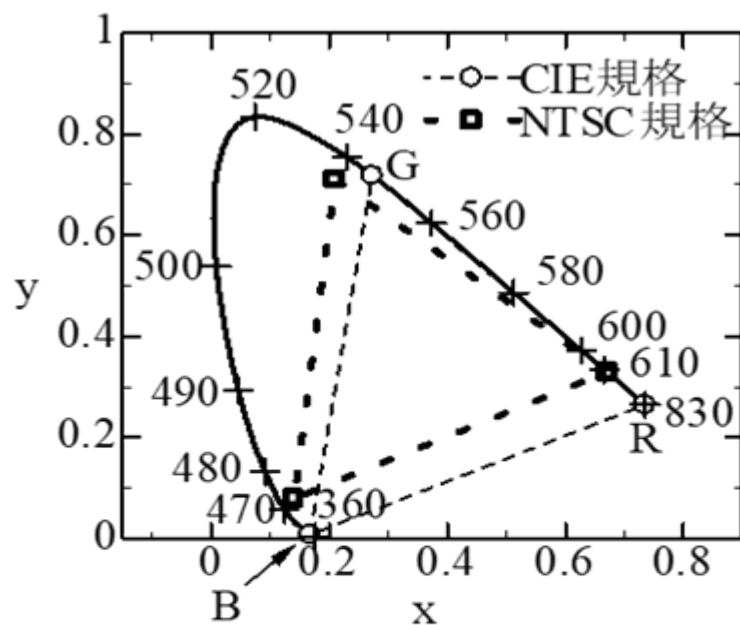


図2 xy系での色度図

実践は単色光の色を表し、クロスのプロットの脇の3桁の数字は光の波長(nm)を表す。図中の三角形はCIE規格の3原色(破線)とNTSC規格(点線)⁽³⁾。

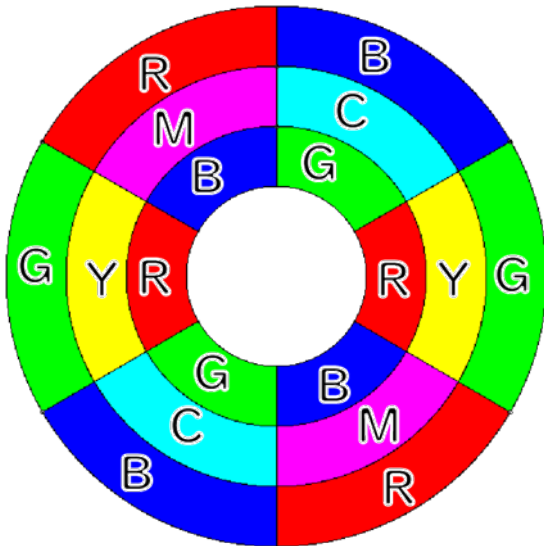


図3 3色混色実験用のコマの塗り分け
外側からRGB, CMY, RGBの3色で塗り分けてある。(4)

結果は図4, 5のようになる(4)。どちらもグレーの円環になり、濃淡はRGBに塗り分けたベルトの方が濃い



図4. 回転するコマをシャッター一速度 1/10 1/秒で撮影

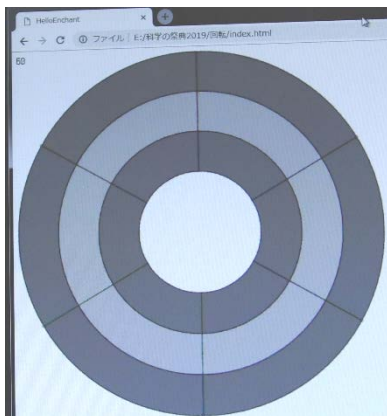


図5. 回転するコマのアニメーション画像
60fpsで60度ずつ回転させたアニメーションをシャッター速度 1/10 1/秒で撮影。

ベルトの方が濃いグレーに, CMYに塗り分けたベルトの方が淡いグレーになった。図4のコマも図5のアニメーションも中心の部分は彩色していない白である。

3. 中間混色

RGBもその補色のCMYも色度図(図2)上に散らばった3点なので、それらの混色は3点の中心付近の色になり、RGBの混色もCMYの混色も適切な重みで内分点を取れば色度図中心の白(グレー)になるのは、自

然な結果である。

では、加法混色のRGBと減法混色のCMYの、明るさ違いはなぜであろうか。光の混色に関しては、通常トーマス・ヤングの混色実験で説明されているが(5)、実際のディスプレイではRGBの三色の発光素子が整列しており、3つのうちの一つの素子だけを発光させるとRGBいずれかの色になり、RGBの補色であるCMYを表示するには、補色の関係の光以外の2つの素子を発光させている。したがって、面積当たりの発光量はCMYの方がRGBのときの2倍であり、その結果混色は明るいグレーとなる。

図4の写真は動画の複数のフレームの重ね焼きなので、複数の画像の平均をとっていることになる。図5は同様の平均を目もしくは脳の中で行っている、面積あたりの平均や時間平均を取る混色は、中間混色として知られている(6)。

5. まとめ

混色については3原色がよく知られており、光の場合の加法混色と顔料の場合の減法混色で説明されている。加法混色は暗闇の中の白い紙に3色のスポットライトを当てるトーマス・ヤングの実験で、そして減法混色は白い紙の上に顔料の重ね塗りで説明される。しかしながら、実際の現象での混色では、空間的もしくは時間的な平均を取った中間混色が実現していることが多い。この場合には3原色に加えて背景色(地の色)の存在が重要であり、背景色+3原色での平均で混色が作られる。色相と彩度については、色度図上の内分点で理解することができるが、実際に感じる色は明るさの影響が強く、色度図だけでは感覚と合わない場合もある。色度図の利用と併せて、“中間混色”という概念の情報の授業での活用を提案したい。

参考文献

- (1) 坂村健：高等学校情報の科学，数研出版(2019)。
- (2) 室谷心，水谷雅志：「実際のスペクトルとの差異を意識した光の3原色の扱い—色度図の積極的利用—」日本情報科教育学会誌，3，30-33(2010)。
- (3) 室谷心：「3原色と黒体輻射」，物理教育，60，110-114(2012)。
- (4) 室谷心：色の混合についての考察，物理教育，67，4，241-243(2019)。
- (5) 大田 登：色彩工学，東京電機大学出版局(2008)。
- (6) 中田満雄，北畠輝，細野尚志：デザインの色彩，日本色研事業株式会社(1999)。