

## 気象学の色遣い

稲津 将 (北大院理)・濱田 篤 (東大大気海洋研)

### 1. はじめに

多くの気象要素は色のイメージをもっている。もっともわかりやすい例は、寒い印象を与える青によって低温を表し、暖かい印象を与える赤によって高温を表すことである。その他にも、森の緑、土の茶色、雪氷の白、あるいは水の青といった物体特有の色による表現もある。低気圧を赤、高気圧を青などという天気図上の慣例もある。風には色のイメージはないが、たとえば色のイメージのある他の気象要素に、矢印を重ねることで、風と他の気象要素とを同時に把握することができるようになる。

そのようななか、著者たちは色の違いの視覚的な非均一性が原因で、気象要素の定量的な表現と直観が必ずしも一致しない可能性を考えた。具体的に、青から赤へのグラデーションを考えてみる。この例の場合、青から白を経由して赤に至るのか、あるいは虹色によって表現するのか、おもに2通りの方法がある。前者の場合はそれほど大きな問題にならないだろう。一方、後者の場合、黄色から水色にかけての色の差を感じる事が困難な場合が多い。このことはこれまでたびたび指摘されており、無批判に慣例で用いている虹色は避けるべきという議論もある (Borland and Taylor, 2007; Stauffer et al., 2015)。とくに、Light and Bartlein (2004)は色覚に関するユニバーサルデザインの観点から虹色は避けるべきと議論しており説得力がある。ともかく図の表現として、等間隔の気象データに対し視覚的に等間隔のグラデーションを施すことが合理的であるのは間違いない。

本発表の目的は、視覚的に色の間隔が

均等になるようなグラデーションを作る方法を与えることにある。ただし、注意報・警報のようにある閾値を超えることに特別な意味づけが必要な場合、そこに黄色や赤色などの注意喚起を促す色で表現することは否定しない。本稿は視覚的に等間隔なグラデーションを例外なく推奨する意図はない。

### 2. 色に関する基礎知識

#### 2. 1 光の三原色

色は無数にあるがどの色もある基本的な色の組み合わせによって成り立っている。プロジェクタに投影する場合は赤 (R)、ライム色 (G)、および青 (B) のいわゆる「光の三原色」である。ある原色を別の原色同士の組み合わせによって表現することはできないが、すべての色は「基本的に」これら原色の組み合わせによって表現することができる。

#### 2. 2 色空間

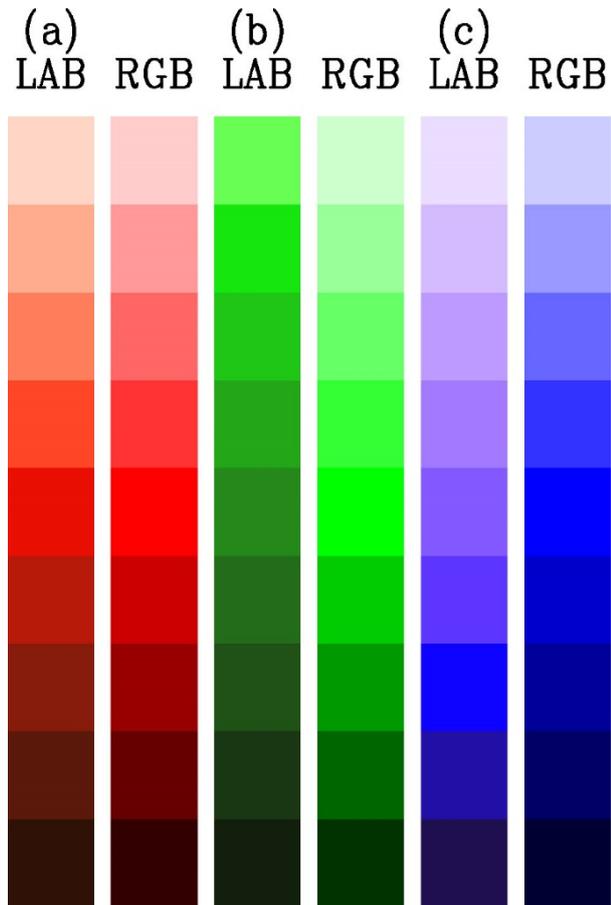
上記 RGB 表色系による表色は、3次元空間上の点として色を指定することにある。そこで RGB を直交する軸とする空間を RGB 色空間と呼ぶ。さて、視覚的に等間隔のグラデーションを作成するためには、色と色との間の距離を定義しなければならない。その際、空間上のどこでも同じ距離離れていれば、同程度の差として知覚できることが望ましい。このような色空間を均等色空間と呼ぶ。しかし、RGB 色空間は均等色空間ではない。

均等色空間の作成は色彩工学でいまなお議論されており (大田, 2000; 千々岩, 2001)、決定版があるわけではない。均等色空間で現在、暫定的に使われているの

が、CIE LAB 表色系 (Commission Internationale de l'Éclairage, 2004) である。CIE LAB 表色系における  $L^*$  は明暗にかかわる明度であり、 $L^*=100$  が白で  $L^*=0$  が黒である。 $a^*$  の正方向は赤を負方向は青を、 $b^*$  の正方向は黄色を負方向は緑を表す。よって、 $L^*$  を固定した  $a^*b^*$  平面上では色の鮮やかさを表す彩度は原点からの距離であり、色合いを表す色相は原点からの方向である。CIE LAB 空間上に配される色は空間のうちの一部であり、色が配される立体は四角錐と三角錐を上下に無理やり貼り合わせたいびつなものになっている。

### 3. 理想的なカラートーン

単色の場合には黒から白に至るまである色を経由したグラデーションを作成する。通常、単色により白から黒へとグラデーションを作る際、RGB の成分を基準に形式的に数値を等分割することが多い。たとえば、白からライム色を経て黒に至るグラデーションを考える。RGB の成分をもとに考えると、ライム色は  $(R,G,B)=(0,255,0)$  なので、形式的に白とライム色、ライム色と黒を直線でつなぐように  $(R,G,B)=(x,255,x)$  と  $(R,G,B)=(0,x,0)$  と等間隔に配置することが多い。しかし、そうすると図 b 右のように、視覚的に白からライム色にかけての分割が区別しにくくなる (図 b 左)。一方、CIE LAB 色空間における単色グラデーションは、ある色の点  $C(L^*,a^*,b^*)$  値を黒  $B(0,0,0)$  または白  $W(100,0,0)$  へ線形に線分 BC と線分 CW をつなぐことで作成する。とくに、視覚的な差異は明度の差に依存することを利用する。まず、明度を等分割し、ある明度に応じた線分 BC または線分 CW 上の点を配色する。もしも線分が色立体をはみ出した場合は RGB 値として 255 を与える。このようにして配色した図 a, b, c 右は同左よりも視覚的にも等間隔になっていることがわかる。



図： (a)赤、(b)緑、および(c)青の単色のグラデーション (左) 従来型の RGB 成分を形式的に等分割したグラデーションと (右) CIE LAB 表色系における色差の公式を利用したグラデーション。

このような問題は明度が 50 より離れている色を基準となる単色として利用するときにおこりやすい。したがって、形式的に RGB の数値を等分割して作成したグラデーションと CIE LAB の明度を等分割して作成したものとを比較して、単色に赤 ( $L^*=53$ ) を選んだ場合には大差ない (図 a) が、ライム色 ( $L^*=87$ ) や青 ( $L^*=32$ ) を選んだ場合は見た目でもわかるほどの差が出てくる (図 b, c)。また、二色のグラデーションは単色のグラデーションの組み合わせにより作成することができる (Silva et al., 2011)。

本講演では時間が許す限り、理想的な虹色の作成法についても議論する。