



色覚多様性における色知覚特性と 分光的シミュレーション

千葉大学 大学院工学研究院
溝上陽子

1. はじめに

「光線に色はついていない」というニュートンの有名な言葉があるように、「色」は私たちの脳に作り出された感覚である。したがって、本当に自分と他者が同じ色に感じているかどうかを知ることができない。しかし、私たちは日常的に色を用いたコミュニケーションができていることから、共通の認識が成立していると考えられる。色覚の個人差はあるが、多くは一定の範囲内に収まっている。だからこそ、平均的な標準観測者を仮定することにより、表色系や測色値を定義して色を扱うことができる。

一方で、色覚異常や高齢者など、多数派の平均的な色覚からのズレが大きくなる場合もあり、色覚の多様性を考慮することが重要である。高齢になると、様々な視覚機能が低下する。色覚に関しては、加齢による水晶体の黄変などが原因で短波長への感度が低くなり^{1,2)}、主に黄青成分の色識別がしにくくなる。色覚異常では、特定の色の組み合わせの識別が難しくなる。先天性色覚異常の多くは、赤緑成分の識別がしにくいタイプであり、日本人男性の約 5%が該当する。本稿では、私たちのグループで行った研究を中心に、色覚異常の色知覚特性と分光的シミュレーションについて述べる。

なお、「色覚異常」という呼称については、日本人男性の約 20 人に 1 人という、ありふれた色覚特性に対して「異常」と呼ぶことに違和感をもつ人が多いことから、異なる呼称も提案されている。日本遺伝学会の用語集³⁾でも、「色覚多様性」への置き換えが提案された。また、近年の研究では、色覚正常と異常は明確に分類できるものではなく、連続的な個人差と捉えるのが妥当であると報告されている⁴⁾。本稿では、日本眼科学会および日本医学会の改訂用語⁵⁾に基づいて記述するが、色覚異常の呼称や概念については今後も議論や検討が必要である。

2. 色覚多様性と色覚タイプ

人間の網膜には、桿体と錐体という 2 種類の光受容体があり、桿体は暗所で働き、錐体は明所で働く。図 1 に、各光受容体の相対分光感度特性を示す。桿体は視物質（光受容体内の感光色素）が 1 タイプなので、明暗情報のみを伝えることができる。したがって、暗いところで色が見えないのは、人間の眼の性質のためである。それに対して、錐体は、分光感度のピークが異なる L, M, S の 3 タイプがある。この 3 錐体の応答比率が変わることで、色（波長）の違いを見分けることができる。

網膜以降から脳に至る視覚経路では、図 2 に示すように、LMS 錐体の信号は、輝度チャンネル、反対色チャンネルに分かれて送られる。輝度チャンネルは(L+M)の輝度信号、赤緑チャンネルは、(L-M)の差分信号、黄青チャンネルは、(S-(L+M))の差分信号を運んでいる。輝度チャンネルは高解像度で動きへの感度が高く、色チャンネルは低解像度で動きへの感度は低い。このように各チャンネルが役割分担することにより、効率的な情報伝達をしている。脳では、さらに多チャンネルになって様々な情報処理が行われ、最終的に、色相・明度・彩度の三属性、カテゴリカル色など、私たちの「色」感覚となる。