

論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学専攻

氏名 大古場 稔

第 1 章では、色覚の分類、既往研究について抄録され、これらを踏まえて、本研究の背景および目的を述べる。大多数の人間の網膜には分光感度特性の異なる三種の光受容細胞 L, M, S 錐体があり、これが色覚最末端の基盤メカニズムである。全人口の男性の約 5%、女性で 0.25%が、先天性の色弱者(Color deficient observer, 本研究では略して CDO)である。L, M, S 錐体のうち L 錐体の機能が欠損し一般色覚者(Color normal observer, 本研究では略して CNO)と異なる Protan と、M 錐体の機能が欠損し一般色覚と異なる Deutan の 2 つの型の CDO は、赤から緑までの色弁別能が CNO に比べて低いが、一方でその色知覚特性には弱度から強度まで大きな個人差がある。以前より複数の色の刺激に対する差の近さを答える実験から心理的な知覚の色空間を調べる研究が行われてきた。しかし、CDO の知覚の色空間の個人差についての研究は多いとは言いがたい。また、先行研究において、CDO の色名による脳内色空間は CNO の人と同じであるという興味深い報告がある。さらに、赤緑色覚異常である Protan, Deutan は、L, M 錐体の分光感度の波長の差が CNO に比べ小さい、または無いことから、赤と緑を見分けるのが困難であると考えられているが、一般生活において、容易に CNO が赤いと言う物を赤、緑と言う物を緑と、色のネーミングが正確に行えるという先行研究がある。これらを踏まえ、本研究では、CNO, Protan, Deutan の、個人とグループの、知覚の色空間と、色名による脳内色空間の多様性を定量的に明らかにすることと、ネーミングにおける各色空間の関連性を明確にすることを目的とした。

第 2 章では、高彩度と中彩度の知覚的相違度判定実験と、色名の相違度判定実験について検討した。被験者数は CNO, Protan, Deutan 各々 10 名 (中彩度相違度判定実験は各 9 名 7 名 9 名)。知覚的相違度判定実験では、テスト刺激は、マンセル基本 10 色相の色票群より作成した 2 色 1 対の色票カード 45 対、左右反転を併せて合計 90 対、高彩度群と中彩度群をそれぞれ作成した。色名の場合はマンセル基本 10 色の名前をのうち 2 色毎の色名を 45 組、左右反転併せ 90 対の色名を紙に記載した。相違度判定の評価語は“とても近い”から“とても遠い”の 5 段階より選択する方式とした。評価による相違度判定の結果に多次元尺度構成 (MDS)を行ったところ、知覚の色空間の結果、CNO は全員マンセル色相環に近い円形になった。CDO の多くは Y と PB で屈曲し R と G が近くなる C-shape となったが、形状にはばらつきがあり、また Protan と Deutan で 1 名ずつは CNO と同様の円形となった。色名実験においては、CNO, Protan, Deutan 全グループにおいて、円形となった。これらの結果に対し、色空間の歪量を表す Distortion Index (DI と略す) を導入し、定量解析をおこなった。これにより知覚の色相環において、CNO に比べ、Protan, Deutan の個人の DI は広い範囲に分散することがわかった。また同時に色名空間においては CNO も CDO も個人の DI の分散が小さいことが分かった。

第 3 章では、色空間の推定モデルの提案をおこなった。ピーク波長シフトを考慮した L, M, S 錐体分光感

度から輝度, r/g, y/b 空間を構築し, そこでの色差を算出し, さらに知覚的相違度判定における飽和的特性を導入したモデルを提案した. このモデルにより, CNO の知覚的色空間である円形と, CDO 特有の C-shape について, 従来のモデルより高い相関で色空間をシミュレートすることができるようになった. また, 全員の知覚的色空間をモデルのパラメータで個人ごとに表現することができた.

第 4 章では, 知覚的色空間と色名による脳内色空間の, 2 つの関係を調べるために, 両方の脳内色空間を利用すると想定されるカラーネーミング実験をおこなっている. 知覚的相違度判定実験で用いたマンセル基本色相の色票 10 色, 高彩度群と中彩度群に対して, 自由にネーミングする実験と, Basic Color Term (BCT と略す) 11 色から選択する実験をおこなった. この結果より, BCT の実験から高彩度において正解率の高い色名の回答結果を得た. しかし中彩度では, 被験者間, 被験者内のばらつきが大きくなった. 定量的に解析するため, ネーミング結果の差に対し, 色名実験により得られた相違度を用いて, カラーネーミングにおける色空間の推定を実施した. これらの DI を算出し, 知覚的色空間, 色名色空間と DI を比較すると, カラーネーミングの DI は知覚的色空間の DI より小さく, 色名色空間の DI よりも大きくなった. これらより, CDO は, カラーネーミングする際は, 色名空間を学習した時に得た, 色覚以上の情報を利用して, カラーネーミングを行っていることが示唆される.

第 5 章に, 本論文の総括を述べる. 本研究では, 知覚的色空間と色名色空間の多様性が示され, DI により定量的解析が行われた. また, 非線形変換を導入した色空間推定モデルの提案が行われ, 非線形変換を導入しない場合に対する, 相関係数の向上が示された. さらにネーミングにおける色空間の知覚的色空間と色名色空間の関係も定量的に示すことができた. これらより, 本研究は, 色覚特性を反映したカラーカスタマイゼーションに関わる装置の開発・設計に役立つと考えられる.