

平成 28 年 2 月 29 日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻
学位審査委員会
委員長

増山 繁



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	佐藤 智 治		学籍番号	第 105310 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位 論文名	視覚系における色情報表現とそのタスク依存性に関する研究 (Color Information Representation in the Visual System and Its Task Dependency)			
論文審査の 期間	平成 28 年 1 月 28 日 ～ 平成 28 年 2 月 29 日			
公開審査会 の日	平成 28 年 2 月 15 日	最終試験の 実施日	平成 28 年 2 月 15 日	
論文審査の 結果*	合 格		最終試験の 結果*	合 格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	三 浦 純			
委員	北 崎 充 晃		中 内 茂 樹	

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

色覚研究の歴史は古く 19 世紀まで遡り、物理的存在である光と感覚・知覚的存在である色との関係について、これまで多くの議論が積み重ねられてきた。特に 20 世紀後半の神経生理学の発展により、視覚系が分光情報をどのようにセンシング、処理、表現しているか、その一端が明らかにされたことで、色覚についての科学的理解は格段に深まった。しかしながら、視覚系の理解に伴って新たに生じた謎も多く、未解決のまま残されていた。本論文は、こうした背景のもと、色覚研究において最も重要で本質的な問題である視覚系における色情報表現について、特に高次視覚野における色情報表現と、その視覚課題に対する依存性に焦点を当てて論じている。第 1 章において、視覚系における色情報表現の重要性を述べた後、第 2 章において、長い色覚研究の歴史で明らかにされた点と未解明の問題を整理している。第 3 章では未解明の問題のうち、高次色メカニズム (higher-order color mechanisms) における色情報表現に対して、心理物理的逆相関法の一つである Classification Image (CI) 法と複数の色選択チャネルを仮定した高次色メカニズムの数理モデルを組み合わせた手法により解析している。具体的には、多色テクスチャーノイズを付加した状況で特定の色を検出する際に機能するメカニズムの色選択性を求めており、従来は高次視覚野が関与するものと考えられていた状況においても、いわゆる反対色メカニズムのみによって説明可能であることを実証している。第 4 章では、色の違いを捉える課題 (色弁別) と色みを同定する課題 (色の見え) という 2 つのタスクに対して、同一の色情報表現が介在しているかどうかを実験的に検証している。これら両者は同一の表現に基づくものであるというのが、これまでの知覚心理学における基本原理として広く受け入れられてきたが、本論文では不完全色順応状態においては、色弁別と色の見えという 2 つの視覚課題に対して、それぞれ別の色情報表現に基づいて遂行されている可能性を示している。第 5 章で全体を総括し、今後の展望について述べている。

審査結果の要旨

本論文は色覚研究の歴史のなかでも最も重要で古くから論じられてきた、視覚系における色情報表現という問題に対し、統計的手法に基づく心理物理実験と色覚モデルを組み合わせたアプローチにより論じたものである。まず、視覚系における三原色-反対色表現に続く、様々な色相に最適感度を示す高次色表現に関して、既存研究のように CI 法のみによって得られた結果のみからでは、高次色表現が関与するのか、確率的に反対色表現が関与するのかを区別できないことを指摘するとともに、その問題点を解決するために、実験データを再現するように個人差を考慮した色覚モデルのパラメータを推定し、その特性から実験課題の遂行に介在した色情報表現を論じている (第 3 章)。その結果、これまでの研究結果と異なり、反対色メカニズムの感度調節によって予想以上に様々な色感度特性を表現できることを明らかにしており、これまでの多くの高次色表現に対する実験結果を統合的に理解する手法と知見を与えている点で高く評価できる。また、脳内の視覚情報処理経路における色情報表現の段階的な変化に対して、重要な色覚特性である色弁別と色の見えとの関係について、極めて興味深い知見を得ている (第 4 章)。これまで、視覚系における色情報表現、すなわち色情報に対応する神経細胞群の活動そのものが色の見えを表現し、活動の変化率 (微分値) が色弁別に対応すると考えられており、これは知覚心理学における Weber-Fechner の法則として広く知られている。しかしながら、この法則が成立しているのは、通常の視環境のように無彩色に近い色に視覚系が順応している場合であり、実際には色弁別と色の見えは異なる色情報処理メカニズムがそれぞれの特性を決めていること、また順応点が無彩色から大きく外れて、不完全順応になる場合により顕著に Weber-Fechner の法則からずれることを明らかにしている。この発見は色の基準点である白色の定義そのものにも影響を与えるものであり、色覚研究の歴史において極めて重要な知見を与えるものである。以上の結果は、視覚科学の発展に対する大きな貢献であるばかりでなく、色情報を扱うメディア技術やインターフェース技術の発展においても貴重な基盤的知見を与えるものである。以上により、本論文は博士 (工学) の学位論文に相当するものと判定した。

(各要旨は 1 ページ以上可)