

2022年 2月 25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

南 哲人



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	兼松 圭		学籍番号	第 131304 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	Color appearance of extreme fine stimuli: effect of optical and neural factors (微細刺激の色の見えに寄与する眼光学と神経的要因)			
論文審査の 期間	2022年 1月 13日 ~		2022年 2月 25日	
公開審査会 の日	2022年 2月 15日		最終試験の 実施日	2022年 2月 15日
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
<p>審査委員会 (学位規程第6条)</p> <p>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。</p> <p>委員長 中内茂樹 </p> <p>委員 南 哲人 </p> <p>鯉田孝和 </p>				

※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

本論文は、色の知覚に大きな影響を与える色対比錯視の発見を通じて、ヒトの初期視覚情報処理について眼光学的要因と神経的要因の両面から分析するものである。第2章では色の見えに影響を与える色収差や散乱といった眼光学的効果と、色同化と色対比という周辺刺激による神経的效果について説明するとともに、色同化と色対比を同時に生じさせることで極めて強い色変化を生み出すモニエ錯視を取り上げる。ここでモニエ錯視が特定の色相（青黄）に限定して生じるという過去の報告に疑問を呈し、視覚刺激の探索範囲が不十分であった可能性を指摘した。第3章では細かい視覚刺激を用いた際に、任意の色相で強力な色対比現象が生じることを報告する。当該錯視は、背景色上に描かれた灰色線が白色線によって縁取られたものであり、水色背景のもとでは灰色線が赤く見える。実験により錯視が眼光学的効果では説明できず、神経的效果であることを明らかにした。第4章では当該錯視は刺激色と線形加算性があることを示し、単純な計算機構で効果が予測できることを示した。第5章では当該錯視がどのような空間的細かさで強く生じるのかを調査し、L/M錐体色相においては視野角1分という光受容器1個に匹敵する細かさであることを示した。一方で既知のS錐体色相は8倍粗い刺激で錯視効果が最大となることを示し、過去の研究において視覚刺激の細かさ不足が原因で錯視が見逃されていたことを指摘した。第6章では刺激の縁取りを白から黒に変えると錯視効果が失われることを報告する。第7章では上記の実験結果を包括的に説明する空間加算モデルを提案し、その有効性と限界について述べ、第8章で論文を総括する。

審査結果の要旨

色の見えを変える空間的要因は視覚の基本特性であり、特性の理解は画像の伝送と表示といった応用面でも重要である。本論文は、色同化と色対比という空間配置に伴う色の見えの変化について、高精細な画像刺激においてのみ顕著に生じる現象を報告するものである。発見された錯視は、灰色のテスト刺激に白の輪郭線を添えることで背景色からの色対比が著しく強まる現象である。これは既知のモニエ錯視と定性的に似ているが、効果が青黄色相に限定されていたのに対して赤緑色相においても強く生じることを示した点で新しい（第3章）。高精細画像では眼で生じる色収差や散乱が色に深刻な影響を与えることが分かっており、本錯視がこれらの眼光学的要因ではないことを実験（第3章）とシミュレーション（第5章）によって明らかにした。また本錯視が赤緑色相で生じるためには極めて細かい画像刺激が必要であることを定量的に示し、最適線幅（1分）は既知の青黄色相での最適幅より8倍も細かいことを示した（第5章）。視野角1分とは視覚系の解像限界であり、これまで色知覚では重視されていなかった高精細領域での色の見えという新たな視点を与えると言える。さらに実験で求めた錯視効果を説明するための計算モデルを提案することで、神経機構の理解だけでなく、色の見えの予測という工学的に重要な示唆を与えている（第7章）。

高精細な画像領域で色の見えに関する新たな錯視の発見は、近年の高解像度ディスプレイの普及に伴って日常的な問題となる可能性があり、一方で錯視が予測制御可能となれば効果的に用いることで鮮やかな色表現が可能になるなど意義が高く、学術的にも高く評価ができる。以上から本論文は博士(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)