

氏名	かわい さちこ 河合 幸子
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第839号
学位授与の日付	平成29年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学位論文題目	ヒトの透明視清澄感に関する心理学的研究
審査委員	(主査)教授 大谷芳夫 教授 佐藤哲也 教授 森本一成

論文内容の要旨

「手前のものを通して奥のものが見える」という透明視現象は、網膜上の同一位置に与えられる2次元画像から、2つのものを奥行き方向に分離し、それぞれの知覚的属性を推定するという機能に基づいているが、画像工学的にこの機能を実現することは非常に困難であり、ヒトの視覚系がどのような過程を経てこの機能を達成しているのかは未だ未解明である。ヒトの透明視現象に関する従来の心理学的研究では、一部が重なった複数の図形を用いて、透明視が成立するための刺激要件の解明を中心的課題としてきており、「透明に見えるか否か」を問う閾レベルの検討が行われてきた。一方、透明視が成立している条件下(閾上レベル)でも、透明に見える面(透明視面)の知覚的属性は「澄んで見える(清澄感がある)」状態から「濁って見える(濁り感がある)」状態まで多様な変化を示す。色彩知覚・明暗知覚・運動知覚など、様々な視覚機能に関する心理学的研究が、閾レベルから閾上レベルの現象に対象範囲を拡大することによって大きく進展してきたように、透明視研究に関しても、閾上レベルでの知覚特性解明を目指した試みが重要であると考えられる。申請論文は、このような試みの端緒となるものであり、透明視における清澄感(濁り感)の刺激要因依存性を解析することによって、透明視研究の新たな領域を拓こうとするものである。

本論文は、序論に続く6章から構成されており、その概要は以下の通りである。

序論では、本研究の目的と内容を簡潔に述べている。

第1章ではヒトの透明視に関する心理学的研究の展開を4つの段階に分けて概観している。これに基づいて、先行研究における課題を明らかにするとともに、本研究の位置づけと目的を述べている。

第2章では、一部が空間的に重なる2つの無彩色図形から構成される刺激を用いて、重なり部分と背景の輝度、図形の形態と大きさ、線遠近法の手がかりの有無、刺激を観察する際の構え等の要因を操作し、透明視面の清澄感に関する基礎的検証を行っている。その結果、面積の等しい小長方形を用いて、重なり部分の輝度を背景輝度と対比の関係に設定した場合に安定した清澄感が得られること、線遠近法の手がかりのない刺激に対して2次元的重なりを判断する構えをとった場合に、透明視面の質感が知覚されやすいことなどを明らかにした。

第3章では、第2章で明らかにされた、透明視面の清澄感と質感知覚が安定する刺激条件を用

いて、重なり部分と非重なり部分の輝度及び背景輝度を広範囲かつ組織的に操作し、清澄感から濁り感に至る知覚的变化を詳細に検討している。その結果、清澄感を重なり部分及び非重なり部分の輝度の関数として記述した場合、関数の形状は背景輝度に依存して変化し、単調増加型・減少型、V字型・逆V字型などの多様性を示すが、これらの輝度依存性は、重なり部分と非重なり部分の輝度差分と、非重なり部分と背景の輝度差分との比（輝度差分比）の対数関数によってほぼ統一的に記述可能であることを示した。さらに、非重なり部分の輝度を変化させ、透明視面の知覚的色味量（白味・黒味）を評価する実験によって、色味量もまた輝度差分比によって記述可能であるが、その輝度差分比依存性は清澄感とは逆の特性を示すことを明らかにした。

第4章では、有彩色刺激を用いて、知覚レベルでの反対色（赤・緑）と反対色過程レベルでの色対（L-M軸上及びS軸上の色対）に対する清澄感の輝度依存性を検討している。その結果、いずれのレベルにおいても清澄感は重なり部分の輝度低下とともに上昇すること、知覚色レベルでは重なり部分が非重なり部分の反対色である場合の方が清澄感が高まること、反対色過程レベルでは、色信号強度を等しくした場合、L-M軸上及びS軸上の各色対内では同等の清澄感が得られることを明らかにした。また、清澄感是有彩色情報が加わることによって急速に低下することを示した。これらの結果から、輝度情報と色情報は、独立の経路を介して透明視清澄感に寄与しており、知覚色レベルと反対色過程レベルでは、清澄感に対する輝度情報と色情報の効果（加算性・減算性）は逆転することが示唆された。

第5章では、第2～4章で得られた結果を総合的に考察し、今後の課題を明らかにするとともに、ヒトの透明視清澄感に関わる視覚情報処理過程全体を包摂する概念的枠組みを提案している。

第6章では、本研究で得られた成果をまとめ結論としている。

論文審査の結果の要旨

申請論文では、ヒトの透明視現象における清澄感（澄んだ見え）を対象として、刺激の輝度要因・色要因などを組織的に変化させ、その効果について定量的な分析を行った。本論文の第1の特徴は、従来行われてきた、一部が重なった複数の図形を用いて、手前の面が「透明に見えるか否か」を問う閾レベルでの心理学的研究に対し、透明視が成立している閾上レベルにおいて、透明視面が示す知覚的属性（清澄感・濁り感）に研究の範囲を拡張し、その刺激依存性を定量化するとともに、様々な条件下で得られる清澄感の輝度依存性が、図形の重なり部分と非重なり部分の輝度差分と、非重なり部分と背景の輝度差分との比（輝度差分比）の対数関数によって統一的に記述可能であることを示した点にある。

本論文の第2の特徴は、色彩情報処理過程の初期段階である反対色過程を対象として精密な刺激制御に基づく実験を行い、各反対色対（L-M軸上及びS軸上の色対）に含まれる色が清澄感に及ぼす効果は等しいことを初めて明確に示した点にある。また、このような特性は、知覚レベルでの反対色（赤・緑）を用いた場合には得られず、反対色過程レベルから知覚色レベルに至る処理経路において、清澄感に関与する何らかの色情報変換が行われていることを示唆した点も注目し得る。

上記及びその他の実験結果を基に、本論文の最終部分では、網膜2次元画像から、透明視の成

立を経て清澄感（濁り感）を規定する情報の生成に至るヒトの視覚情報処理過程全体を包摂する概念モデルを提案している。このモデルの各段階とそれぞれの実験結果との整合性に関してやや不明確な点が散見されるものの、透明視現象及び清澄感に関する全体的な情報処理モデルを提示したのは本研究が初めてであり、今後の透明視研究展開の概念的基盤としての意義は大きいと評価できる。

以上のことから、申請論文は、これまでの透明視研究では本格的に扱われてこなかった清澄感に関する新たな知見を提供するとともに、今後の透明視研究の展開にも貢献しうる学術的成果を挙げたものと評価できる。

本論文の研究内容は、レフリー制度の確立された学術誌に、申請者を筆頭著者とする 2 編の論文として公表されている。また、参考論文として 4 編の論文が公表されている。

I 本学位論文の基礎となった学術論文

1. 河合幸子、大谷芳夫：透明視の清澄感に対する色情報と輝度情報の寄与：初期色彩情報処理過程における分析、日本色彩学会誌、 Vol.38、 No.1、 pp.13-20 (2014)
2. S. Kawai & Y. Ohtani : Contribution of Luminance to the Perceptual “Clarity/Cloudiness” in Transparency for Achromatic Stimuli、Studies in Science and Technology、Vol.5、No.2、pp.209-216 (2016)

II 参考論文

1. 河合幸子：透明視と奥行き層、日本色彩学会誌、 Vol.27、 No.4、 pp.268-276 (2003)
2. 河合幸子、秋田宗平：重なり図形の透明視と清澄感、日本色彩学会誌、 Vol.27、 No.4、 pp.277-284 (2003)
3. 河合幸子：有彩色の透明視における清澄感と反転図形、大阪成蹊大学芸術学部紀要、No.3、pp.35-40 (2007)
4. 河合幸子：有彩色透明視における清澄感と対比効果、大阪成蹊大学芸術学部紀要、No.6、pp.43-48 (2010)