

錯視の影響を考慮した透明パレットによる色選択手法とその検証

小林 沙利^{1,a)} 中村 聡史^{1,b)}

概要: 色選択インタフェースは、インタフェースそのものの色と選ぶとする色の関係性により錯視が発生し、選択した色と塗った色の印象が異なってしまうことがある。我々はこれまで、インタフェースの背景色やカラータイルの面積が色の見え方に影響を及ぼすことを明らかにした。この結果を踏まえ本研究では、背景色を透過し、1色あたりの表示面積を拡大することで周辺色から受ける視覚的影響を低減する色選択インタフェースを提案する。また提案手法によって正確で迷いの少ない色選択が行えるようになるか検証するため、PowerPoint 上でプロトタイプシステムを実装し、彩色実験を行った。実験の結果、提案手法は比較手法より正答率が高く、色選択回数が少なくなり、色選択における錯視が起こる状況について正確性が高く迷いが少なくなることが明らかになった。

1. 背景

色はデザインにおける重要な要素であり、作品におけるメッセージの強調や、視認性を向上する効果がある。プレゼン資料やイラストの作成などデザイン作成は日常的に行われており、色を選択するインタフェースには、ユーザが自由に色を選ぶカラーピッカーや、組み込まれたセットから色を選ぶカラーパレットなど様々なものがある。

ここで、自身のイメージする色を選ぶのに時間のかかる人は珍しくなく、その原因の一つに選んだ色と塗ろうとしている色でイメージが異なることがあげられる。この理由は多様であるが、その一つとして色選択インタフェースが引き起こす錯視が考えられる。例えば、図1に示すPowerPointのカラーピッカーは、背景色が白色で、色の候補を表示しているカラータイルの明度が低く見える。一方、キャンバスの背景色が暗い色で構成されている場合、ユーザが色を塗った際に、実際にイメージしたものより明るくなってしまう。これは、背景色と前景色の明度差によって色の見た目が影響される明るさの対比という現象が関連していると考えられる [1]。

色選択インタフェースが錯視現象を起こすと、選んだ色と実際に塗りたい色の印象が異なってしまう。本来ユーザが想定していた色と異なる色が描画されると、直感と反するうえ、その修正においてユーザの手間を増加させてしま

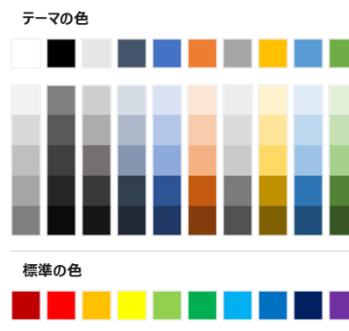


図1 PowerPointのパレット

う。そのため、錯視を考慮した色選択インタフェースは、ユーザが正確かつ迷いが少ない色選びを行ううえで重要であるといえる。

我々はこれまでの研究 [2] において、色選択インタフェース上で発生する錯視の影響について調査を行った。まず、表示される色の周囲に明るさの異なる色がある場合において、色の見かけの明るさが変わり、色選択に影響を及ぼすことを確認した。また、パレット上にあるカラータイルの表示面積が小さくなるほど周辺色に影響されやすく、ターゲット色より離れた色を選ぶ傾向があることを確認した。これらの結果より、色選択を行う際に、塗る対象の周辺色と色選択インタフェースの背景色が異なる場合やカラータイルの面積の小ささによって意図と異なる色を選ぶことが明らかになった。

つまり、色選択インタフェースは、ひとが色を見る際に

¹ 明治大学
Meiji University
^{a)} kobayashi@nkmr-lab.org
^{b)} satoshi@snakamura.org

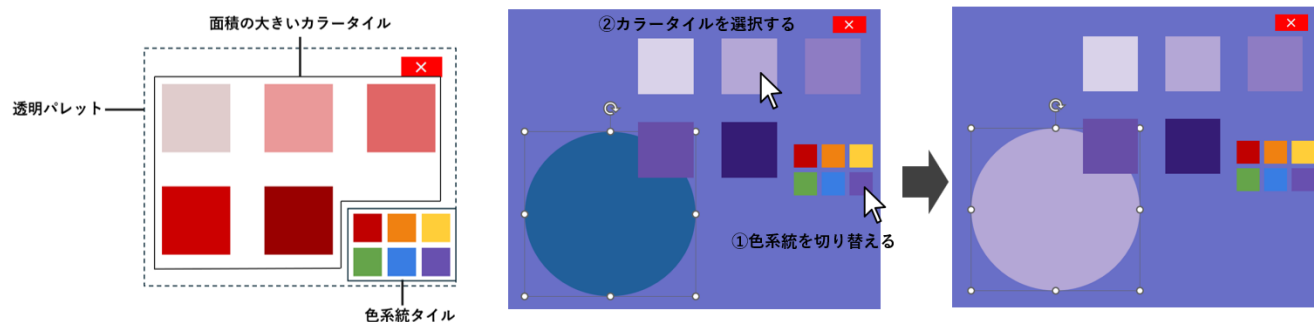


図 2 錯視を考慮した色選択インターフェース

発生する錯視に合わせた設計を行う必要があると考えられる。

そこで本研究では、錯視を考慮した色選択インターフェースとして、背景色が透明であり、カラータイルの表示面積が大きいインターフェースを提案する（図 2）。具体的には、インターフェースそのものの背景色を無くし、カラータイルと塗る対象の周辺色を直接比較することを可能にするとともにタイルの大きさを変えたパレットを実現する。本研究では、このシステムを実装するとともに、提案手法が正確で迷いの少ない色選択に有効かを、色合わせタスクにおいて既存のパレットを模したシステムと比較して検証を行う。

2. 関連研究

2.1 色彩の錯視に関する研究

錯視現象について、模様や色彩の種類に関係なく色彩の錯視が発生することが確認されており、その印象や知覚は変化することが知られている。Kanematsu ら [3] は、極細の灰色の線に白い輪郭がある場合に色対比の発生を確認している。Levine ら [4] は、異なる彩度を持つカラーヘルマングリッド錯視において、彩度の違いが交差点での錯覚にどのように影響するかを評価し、彩度の錯覚的な変化は相対的な違いに基づき発生することを明らかにしている。

錯視現象を修正するための研究もあり、物体の操作 [5][6] や、色補正処理 [7] を行うことで錯視量を減少する手法が提案されており、その効果が示されている。また、明るさの錯視を予測するモデルや、写真における見かけの色を予測するモデルが構築されており、ユーザの知覚を考慮したカラーピッカーへの利用可能性を示している [8][9]。一方で、特定の模様が発生する状況における錯視への対策や、完成した図形への処理だけでなく、デザインを制作する過程で操作する色選択インターフェースの側面からの改善が重要であると考えられる。本研究は、色選択インターフェース上に発生する錯視を考慮する手法を提案するものである。

2.2 色選択の支援に関する研究

ユーザに対して配色候補を提示することで色選択を支援

する研究も様々なものがある [10][11]。これらのサービスはただ配色を提示するだけでなく、提示された色味の調整や固定色を選択したうえでの配色の再生成など、インタラクティブな色変更も行うことが出来る。Guosheng ら [12] は、色彩調和理論に基づいた配色支援ツールを提案し、決められた色から選択したいデザイン初心者や、イメージしたデザインが調和しているかを検証したいプロにとってツールが適している可能性を示した。

配色のランダム生成のほかに、画像から色を抽出し、色の組み合わせを作成する手法も提案されている。Delon ら [13] は、任意の画像に対して代表的な色を含むパレットを生成することを目指し、色相と彩度成分を重視した階層的アルゴリズムを用いたシステムを実装した。Shi ら [14] は、画像内の色配置と面積が画像の空間配置を反映したパレットを提案し、既存のパレットと比較して自由な色設計が可能であることを示した。こうした画像を用いた抽出は、ユーザが理想とする色のイメージを探索する際の支援手法になると考えられ、ウェブ検索エンジンからキーワードに関連する色を抽出および提示する方法は効果的であることを明らかにした研究もある [15]。

これらの研究は、選択する色の候補をあらかじめ用意することにより、ユーザがより適切な色を選べるよう支援している。しかし、デザイン制作では、配色された色を塗る際に周辺の色が見た目に影響を及ぼす状況も考えられる。そのため本研究は、インターフェースに着目してユーザが適切な色を選ぶ支援を目指している。

2.3 色選択インターフェースに関する研究

色選択に関するデザイナーへのインタビューにおいて、色は周囲の色や隣接する要素によって受ける影響をもとにデザインされており、色同士の関係を探求できるインターフェースの設計は色選択に重要な要件のひとつであることが示唆されている [16]。Brathovde ら [17] は、色選択インターフェースの有効性を明らかにするために、RGB スライダー、HSL スライダー、2次元マップ、パレットの4つを用いて色を決定する実験を行った。その結果、タスク完了時間はパレットが最も短かったが、実験協力者は RGB スライ

ダと2次元マップを好んだことが明らかになっており、状況に適したインタフェースの使い分けが重要であると考えられる。

色選択を支援するため、Meier ら [18] は、色の知覚が背景や隣接する色に影響を受けることに着目し、参照する画像に使用されている色の頻度を表示して色の組み合わせと配置を試すことができるシステムを提案した。ユーザテストの結果、色の整理と探索に有用である可能性が示されている。Shugrina ら [19] は、油絵や水彩絵の具で行われる色の混合をデジタル機能で拡張したインタフェースである PlayfulPalette を作成し、アーティストに使用した結果、創造性を増幅するうえで効果的であることを示している。Broek ら [20] は、色による検索を実現する過程で、提示する色の数を少なくすることで各色のクリック領域を大きくし、直感的で選択時間の短い色選択手法を提案している。

これらの研究は色選択における創造性の支援を試みているが、本研究は錯視を考慮したインタフェースによって色選択を支援する手法を検証している。

3. 提案システム

本章では錯視を考慮した色選択インタフェースの必要要件およびアプローチについて説明したうえで、その実装と利用方法について述べる。

3.1 アプローチの必要要件

色選択インタフェースそのものがもつ背景色と選ぼうとする色の関係性によって錯視が発生する。その結果、選択した色と実際にキャンバス上に塗った色の印象が異なり、正確な色選択が出来なくなってしまう。この問題を解決するために、インタフェースがもつ要素によって選択する色の印象を変化させない設計が求められる。

また、カラータイルの表示面積が小さくなるほど色の印象がずれてしまい、色選択の誤差が大きくなってしまう。そのため、表示面積の小ささによる色の印象のずれを抑える必要がある。

以上のことより、以下の2つのアプローチをとる。

- (1) インタフェースの背景色を透明にし、選ぼうとする色をキャンバス上においたときの色の見え方を確認できるようにする
- (2) 色系統パレットを小さく提示し、実際に彩色に利用可能なカラータイルを大きく提示する

3.2 実装と利用方法

提案システムを Microsoft Office 製品のプラグインである Visual Basic for Applications を使用し、PowerPoint 上で動作するよう実装した (図 2)。

本システムは、PowerPoint のスライド上にある図形などのオブジェクトを選択したあとにカラータイルを選択す

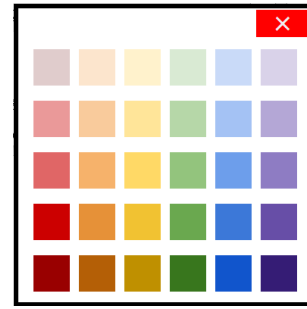


図 3 ベースラインシステム

ると色を変更することが出来る。カラータイルは色系統ごとに5つ表示され、システム右下にある色系統タイルを左クリックすると表示する色系統を切り替えることが出来る。カラータイルの大きさは一辺 60pt (144dpi のディスプレイで約 120px)、色系統タイルは一辺 25pt (同ディスプレイで約 50px) である。カラータイルは、Microsoft Office 製品で表示されるパレットの色をもとに、色系統6種類 (赤, オレンジ, 黄, 緑, 青, 紫) × 色の段階5種類の計 30 色を選定した。また、カラータイルを右クリックでドラッグすることによりインタフェースを移動させることができる。この操作により、選択したい色がデザイン上にどう反映されるかを確認したうえで色選択を行えると期待される。

4. 実験

4.1 実験概要

提案手法が正確かつ迷いの少ない色を選択できるかを検証するために、ターゲットに合わせて色選択をしてもらう実験を行う。実験では、提案手法と、既存の Microsoft Office 製品で用いられるパレットを模したシステム (図 3, 以下、ベースライン手法とする) を実験者内比較することでその有効性を検証する。

ベースライン手法は、インタフェースそのものの背景色として白色を設定しているため、カラータイル上の色と錯視が発生するようになっている。また、カラータイルは色系統に関わらずすべて表示されているが、ひとつあたりの表示面積は 25pt と提案手法より小さい。さらに、パレットの位置は固定されているため、塗る対象にカラータイルを重ねて色を確認することができない。

ここで提案手法では、カラータイルをデザイン上に当てはめられるため、色合わせタスクにおいて正答率が高くなり、色を選び直す回数が少なくなると考えられる。これらの要因により、ベースライン手法より短時間で色選択を行えるようになるほか、作業負荷が低いと評価されることが考えられる。そこで、下記のように仮説を設定した。

H1: 提案手法はベースライン手法に比べ、タスクの正答率が高い

H2: 提案手法はベースライン手法に比べ、色を決定す



図 4 実験システムとタスク。左上からタスク 1, 2, 3, 4 の順に並んでいる。

るまでの選択回数が少ない

H3: 提案手法はベースライン手法に比べ、短時間で色選択を行える

H4: 提案手法はベースライン手法に比べ、作業負荷が低い

4.2 実験設計

実験では、提案手法とベースライン手法を用いてデザイン制作に近い状況を選定した 4 種類のタスクを 6 問ずつ（合計 24 問）行ってもらう。タスクの種類を以下に示す。

タスク 1: 黒背景上に提示された色を合わせるタスク

タスク 2: 模様の色を合わせるタスク

タスク 3: 画像上で色を合わせるタスク

タスク 4: 背景色上で文字色を合わせるタスク

いずれもターゲットがスライドの右半分に表示され、左半分に表示されている図形や文字を選択して色変更する操作を行うものとした。また、それぞれのタスクは 1 問につき解答は 1 色のみとし、最短 1 回の色選択で解答できるものとした。タスク 2 については、色の変更箇所は複数あるが、該当箇所を 1 つ選択し色を変更すると、すべての箇所の色が変わるようにした。

4.3 実験手順

実験は、PowerPoint のプレビューモードで実施し、問題をスライド 1 枚ごとに 1 問表示した。スライドの構成と実験手順を図 5 に示す。

実験ではまず、参加前に簡易的な色覚検査を行い、色覚多様性と診断されなかった者を対象者とした。実験協力者は、実験の手順について説明を受け、システムに慣れてもらうための練習を行ってもらった。本試行では、タスクについて説明と練習を行った後、6 問の類似問題に解答してもらうことを各タスク分繰り返してもらった。その際、実験協力者は納得するまで色を選び直すことができるようにした。各タスクは順番に提示し、問題の順序は統一した。ただし、順序効果を排除するためにシステムの利用順序は

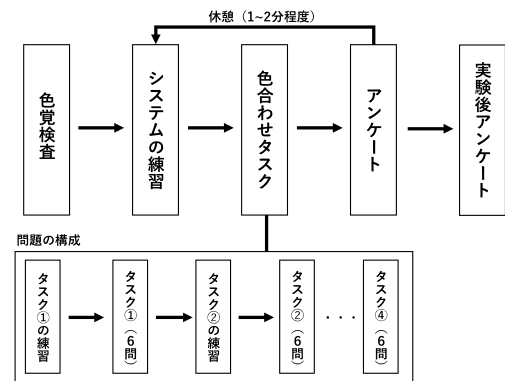


図 5 実験手順と問題の構成

実験協力者ごとにランダムとし、手法間で 1~2 分程度の休憩を挟んだ。また、各手法でのタスク終了後に、作業負荷を測定するため NASA-TLX（重み付けあり）[21] に回答してもらった。さらに、実験が終了した後に表 1 に示すアンケートに回答してもらった。

実験環境は、十分な明るさの室内で、ディスプレイ（1920 × 1200, 144dpi）から一定距離を置いた正面に座り実験に取り組んでもらった。実験協力者は、プレゼン資料作成などで PowerPoint を使用した経験のある大学生・大学院生 35 名（20~25 歳）であった。

収集したデータは、選択した色、解答時間、色選択やスライド切替時のタイムスタンプ、実験中の画面録画である。なお、解答時間は選んだ色が正しいか迷う時間も考慮するため、各問題のスライドに切り替えてから次のスライドに移動するまでの時間も計測した。

5. 結果

5.1 正答率

各条件における正答率の結果を、図 6 に示す。図 6 より提案手法で 95.3%、ベースライン手法で 81.8% となり、提案手法において正答率が高かった。この結果について対応のある t 検定を行ったところ、提案手法の正答率が有意に高いことが示された ($p < .001$)。このことから、H1「提案手法はベースライン手法に比べ、タスクの正答率が高い」について、仮説通りの結果となった。

また、正答率が 100% の実験協力者は、ベースライン手法は 35 名中 0 名であったのに対して、提案手法では 35 名中 15 名存在した。

5.2 選択回数

各手法における 1 問ごとの選択回数を図 7 に示す。図 7 より、提案手法で 1.1 回、ベースライン手法で 1.8 回であり、提案手法において選択回数が少なかった。この結果について対応のある t 検定を行ったところ、提案手法の選択回数が有意に少ないことが示された ($p < .001$)。また、標準偏差は、提案手法は 0.13、ベースライン手法は 0.75 で

表 1 実験後アンケート

Q1	画像のパレットにおいて最も難しいと感じた問題の種類を選んでください.	ベースライン手法（画像で提示）について、難しいと感じたタスクの種類を選択
Q2	画像のパレットにおいて最も難しいと感じた問題の種類を選んでください.	提案手法（画像で提示）について、難しいと感じたタスクの種類を選択
Q3	普段、プレゼン資料作成などのデザイン制作を行う際に、色にこだわりがある	5段階（1：全くない～5：とてもある）
Q4	その他、システムへの感想や意見などあれば教えてください.	自由記述

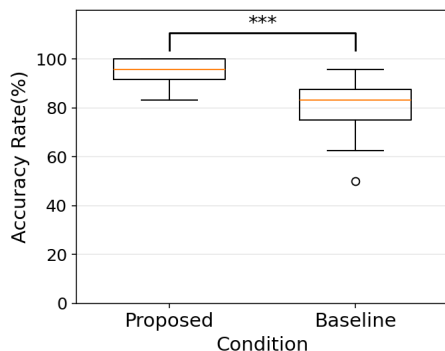


図 6 条件ごとの正答率

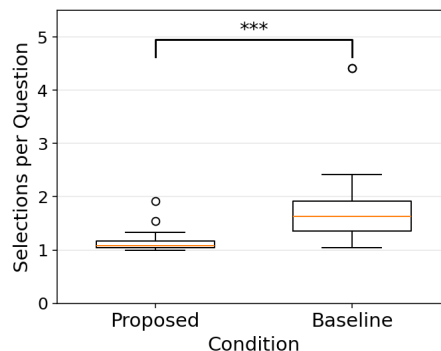


図 7 条件ごとの選択回数

あり、提案手法の方が選択回数のばらつきが少なかった。これらのことから、H2「提案手法はベースライン手法に比べ、色を決定するまでの選択回数が少ない」について、仮説通りの結果となった。

5.3 解答時間

各手法における1問ごとの解答時間を図8に示す。図8より、提案手法で10.77秒、ベースライン手法で8.93秒であり、提案手法において解答時間が長くなった。この結果について対応のあるt検定を行ったところ、提案手法の解答時間が有意に長いことが示された ($p < .001$)。このことから、H3「提案手法はベースライン手法に比べ、短時間で色選択を行える」について、仮説を支持する結果とはならなかった。

ここで、本実験におけるシステム利用順序はランダムとしたが、提案手法を先に使用した実験協力者の解答時間は、提案手法が11.84秒、ベースライン手法が8.26秒であった。一方、ベースライン手法を先に使用した実験協力者の解答時間は提案手法が9.67秒、ベースライン手法が9.63秒であった。つまり、順序による影響を排除したにも関わらず、順序によって解答時間の傾向が異なった。そのため、提案手法のシステムに対する習熟度の低さが解答時間の差に表れたと考えられる。なお、問題の進行度と解答時間に強い相関関係は表れなかったため、問題への慣れが結果に影響した可能性は低いと考えられる。

5.4 アンケート結果

NASA-TLXのアンケートにて、各手法について負荷の評価を行った結果を表2に示す。表2より、身体的要求は提案手法の方が負荷が高いものの、知覚的要求、努力、総合スコアにおいては提案手法の方が負荷が低いという

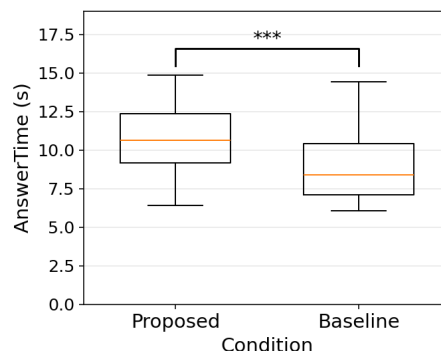


図 8 条件ごとの解答時間

結果であった。この結果について対応のあるt検定を行ったところ、提案手法の負荷が有意に低いことが示された ($p < .05$)。このことから、H4「提案手法はベースライン手法に比べ、作業負荷が低い」について、仮説通りの結果となった。

実験終了後に行ったアンケートの結果について、最も難しいと感じたタスクの種類にタスク4を回答した実験協力者が、ベースライン手法では91.4%、提案手法では51.4%と多く存在し、多くの実験協力者がパレットと背景色が異なる状況に難しさを感じるようになった。

また、「スライド作成などのデザイン制作において色にこだわるか」という質問に対して、35人中25人の実験協力者が5段階中4段階目以上（1：全くない～5：とてもある）を選択し、多くの実験協力者が色にこだわるのがわかった。そこで、色へのこだわりがあるひとのなかで結果に差はあるか確かめるために、4段階目以上を選択した実験協力者について正答率を求めたところ、全実験協力者の結果と差が無かった。そのため、色のこだわりがある実験協力者でも、手法によって正答率に差が出たことが明らかになった。

表 2 条件ごとの NASA-TLX の結果

項目名	提案手法		ベースライン手法		p	sig	Δ Score	d_z
	平均	標準偏差	平均	標準偏差				
知的・知覚的要求	6.73	6.33	15.74	9.02	0.000 01	***	-9.01	-0.91
身体的要求	9.76	8.87	3.87	4.15	0.000 41	***	5.89	0.67
タイムプレッシャー	0.69	1.66	0.98	1.87	0.193	n.s.	-0.29	-0.23
作業成績	4.90	7.85	7.09	6.99	0.0125	n.s.	-2.19	-0.27
努力	8.07	7.23	12.15	8.63	0.000 30	***	-4.25	-0.55
フラストレーション	5.24	7.50	5.55	10.75	0.811	n.s.	-0.32	-0.04
合計スコア	35.38	22.35	45.31	17.90	0.0158	*	-9.93	-0.44

Δ Score は提案手法-ベースライン手法, sig: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$, n.s.=非有意.

6. 考察

6.1 タスクごとの結果について

結果より, 提案手法はベースライン手法より正答率が高く, 選択回数が少なく, 負荷が低かったことがわかり, H1, H2, H4 が支持された. そのため, 提案手法を用いると色選択の正確性が上がり, 迷いが少なくなることが明らかになった. 一方, 解答時間はベースライン手法の方が短く, H3 は支持されなかった. これは, 提案システムの習熟度の低さが表れた可能性がある. 実験後アンケートでは「右クリックだけ慣れていなかったので使いにくかったように感じました」といった, カラータイルを右ドラッグで移動する操作の使いづらさを指摘する意見が得られた. そのため, 移動操作の改善や, システムに十分慣れた状態での検証を行っていく必要がある.

提案手法の有用性をさらに検証するため, タスクごとの正答率と選択回数を求めた結果を図 9 と図 10 に示す. 図 9 より, タスク 1, 4 において提案手法とベースライン手法における正答率の差があることが示された. ベースライン手法は背景色が白色のパレットであったため, タスク 1, 4 のようなパレットの背景色と異なる色の上で色選択を行う状況において錯視が発生し, 正答率が低くなったと考えられる. 特に, タスク 1 については黒色の背景色上にあり, 白色のパレット上では錯視と色選択の誤りを引き起こしやすい状況であった [2] ため, 正答率に差が表れたと考えられる. さらに図 10 より, タスク 1, 3, 4 の選択回数は, ベースライン手法では平均 1.5 回を越えているのに対して, 提案手法では 1.2 回を下回った. これは, 錯視を引き起こすパレットであったら塗り直してしまうような状況について, 提案手法では修正の手間を省けたと考えられる. 以上のように, 塗る対象の周辺に色がある状況において, 提案手法での色選択が有効である可能性が示された.

一方, 同じようにパレットの背景色と異なる背景色上で色を選択する状況を設定したタスク 3 において正答率に差

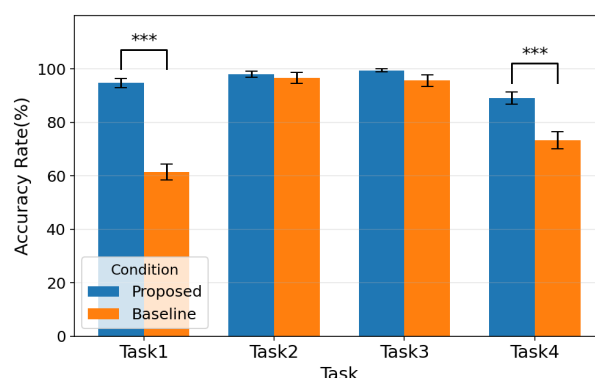


図 9 条件とタスクごとの正答率

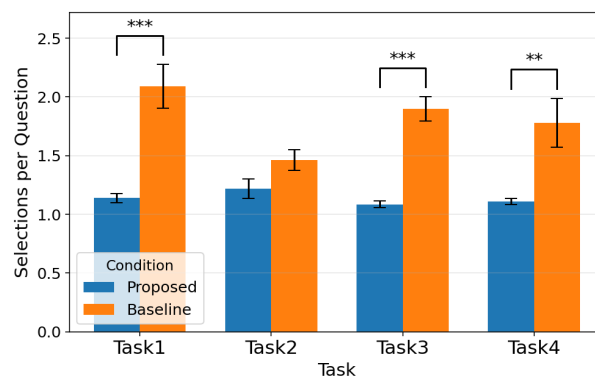


図 10 条件とタスクごとの選択回数

が表れなかったのは, ターゲットの背景色とパレットの背景色である白色に大きく差異が無かったためであると考えられる. また, タスク 2 について, 正答率と選択回数のいずれも手法間で差が表れなかった. このことから, パレットの背景色と異なる色が隣り合っているが, 塗る対象と周辺色の表示面積に差が無い場合は, 提案手法による効果は小さい可能性が示された.

提案手法におけるタスク別の正答率について, タスク 4 の正答率が他タスクより低い結果となった. これは, 細い線である文字の色を変更するものであったため, パレットの色をターゲットに当てはめても色が一致しているか分か

りづらかったことが原因として考えられる。各手法での誤答について、ベースライン手法では色の段階を間違えているような錯視の影響を受けた解答が多くみられた一方で、提案手法では色の系統を間違えた解答がみられた。これは、選択した色系統のみを表示するシステムであったために、一度選んだ色系統以外を検討しようとしなかったためであると考えられる。これらのことから、塗る対象の面積に合わせた色面積を表示し、異なる色系統のカラータイルも検討できるような工夫が必要であると考えられる。

6.2 アンケートの結果について

負荷の評価について、提案手法の負荷がベースライン手法より小さかった。また、知的・知覚的要求と努力について、ベースライン手法より提案手法の負荷が小さかったことより、提案手法での色選択を簡単に感じたためではないかと考えられる。実際に実験後アンケートでは、「実際の色の上に乗っけてできるから、やりやすい」「パレットを動かせると色合わせがしやすかった」など、透明なパレットによる色の合わせやすさが評価されていた。一方、身体的要求は提案手法の方が負荷が大きくなっている。これは、ベースライン手法はパレットの位置が固定されていたのに対して、提案手法はマウスでパレットを動かして色をかざす操作が行われていたため、マウスを動かす負荷が大きくなったことが身体的要求の負荷が高くなった要因であると考えられる。

以上のように、提案手法は色選択インタフェース自体の色で錯視が発生するようなパレットと比較して負荷を軽減することが明らかになったが、色をかざすためにマウスを動かす負荷を軽減する機能が必要であることが示された。実際にアンケートにおいて、「二つ目（ベースライン手法）の方が縦に並んでるので選びやすかった」「手法の方はそれぞれの色がもうちょっと近くても良い」「拡大縮小などを組み合わせればもっと選びやすくなりそうだった」など、配置や表示の大きさに関する改善点がいくつかあげられた。そのため、これらの表示方法を改善することでさらに負荷が軽減すると考えられる。

6.3 ターゲット色ごとの正答率

ターゲット色の種類ごとの正答率を表3、4に示す。表より、提案手法ではどの色の種類も正答率が高く、特に、オレンジ、黄、緑、紫およびパレット3段目と5段目の色において、手法間で正答率に差が表れていることがわかる。このことから、提案手法では色の種類に関わらず正確性の高い色選択を行える可能性が示された。

6.4 提案手法での色選択行動と展望

提案システムの使用例を図11、図12に示す。図11の実験協力者は、パレットをターゲットの近くに置き、その

表3 ターゲット色の系統ごとの正答率 (%)

	提案手法	ベースライン手法
赤	95.0	94.2
オレンジ	97.1	70.7
黄	91.4	77.1
緑	99.3	81.4
青	97.1	95.7
紫	92.1	71.4

表4 ターゲット色の段階ごとの正答率 (%)

	提案手法	ベースライン手法
1 段目 (明るい)	90.7	85.7
2 段目	98.2	89.7
3 段目	93.8	64.7
4 段目	96.7	95.7
5 段目 (暗い)	97.1	69.5

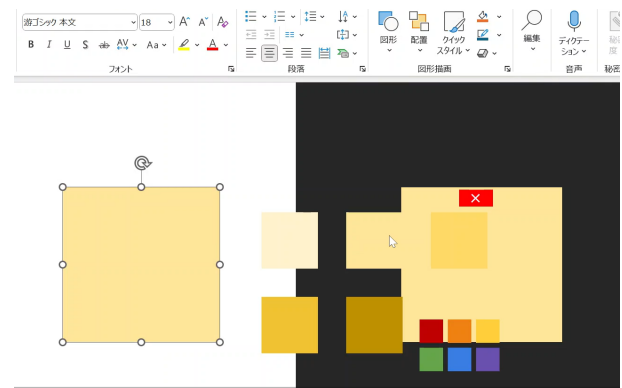


図11 選択回数が少なかった実験協力者

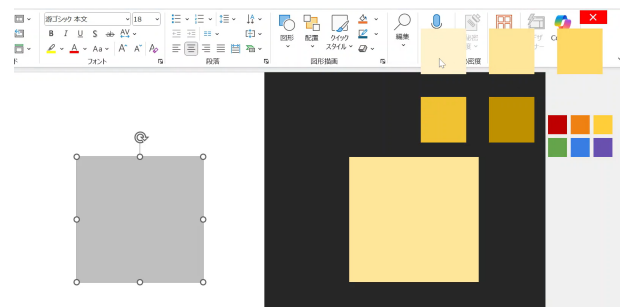


図12 選択回数が多かった実験協力者

都度カラータイルをかざして色を確認することで、ベースライン手法より平均1.3回少ない選択回数で色選択を行っていた。一方、図12のようにパレットを画面上部に置き、ターゲットとカラータイルの周辺色が必ずしも一致しない状態で色を選んでいった実験協力者は、選択回数がベースライン手法と選択回数が変わらなかった。このように、提案手法はオブジェクトの周辺色とカラータイルの周辺色を比較できる状態であれば迷いの少ない色選択を実現できると期待される。

また、問題が表示されてから最初に色を選択するまでの時間は、提案手法が7.28秒(解答時間の65%)、ベースライン手法が4.35秒(解答時間の49%)であった。これは、

ベースライン手法は色を選んでからその色が正しいか確認するのに対して、提案手法は色が正しいか確認してから選ぶという色選択行動の傾向が表れたためだと考えられる。

本実験は色合わせタスクとしてターゲットを設置したため、実際のデザイン制作で発生するような、新しく色を選びたい場合への有用性は完全には示せていない。そのため、今後は色を模索するような状況において応用が可能であるか検証する予定である。

7. まとめ

本研究では、色選択インタフェースの使用時に発生する錯視により選んだ色と塗った色の印象が異なる問題に着目し、錯視の影響を考慮した色選択インタフェースとして透明で色の表示面積の大きいパレットを提案および実装した。また、その効果を検証するために、PowerPoint上で周辺色や背景色が異なる状況における色合わせタスクを行った。実験の結果、提案手法は、錯視が発生するパレットと比較してタスクの正答率が高く、色の選択回数が少なくなることがわかり、正確で迷いの少ない色選択を行ううえで有用である可能性が示された。特に、背景色上にあるオブジェクトに色を塗りつぶしたい場合に既存のパレットより正確性が高くなることが明らかになった。一方、表示面積が大きいため、文字のような細い線を塗りつぶすタスクでは正確性が下がる問題点も明らかになった。

今後は、表示面積や配置を改善した色選択インタフェースの開発を目指すとともに、実際にユーザのPCでデザイン制作に利用してもらうことで応用可能性を調査する予定である。

参考文献

- [1] NTT コミュニケーション科学基礎研究所. イリュージョンフォーラム 明るさの対比, 2021. <https://illusion-forum.ilab.ntt.co.jp/brightness-contrast/index.html>.
- [2] Sari Kobayashi and Satoshi Nakamura. Seeing isn't believing: How visual illusions distort color selection. In *37th Australian Conference on Human-Computer Interaction (OzCHI 2025)*. To appear.
- [3] T. Kanematsu and K. Koida. Large enhancement of simultaneous color contrast by white flanking contours. *Scientific Reports*, Vol. 10, No. 1, p. 20136, 2020.
- [4] Jerrold Levine, Lothar Spillmann, and Ernst Wolf. Saturation enhancement in colored hermann grids varying only in chroma. *Vision Research*, Vol. 20, pp. 307–313, 1980.
- [5] E. H. Adelson. Perceptual organization and the judgment of brightness. *Science*, Vol. 262, No. 5142, pp. 2042–2044, 1993.
- [6] S. Mittelstädt, A. Stoffel, and D. A. Keim. Methods for Compensating Contrast Effects in Information Visualization. *Computer Graphics Forum*, Vol. 33, No. 3, pp. 231–240, 2014.
- [7] 後藤杏菜, 伊藤貴之. 色差による色錯視を考慮した画像合成時の色補正処理. 第 84 回全国大会講演論文集, Vol. 2022, No. 1, pp. 241–242, 2022.
- [8] Kai Man Raymond Ho, Guihua Cui, and Ronnier Luo. Evaluation of colour differences against different coloured backgrounds. In *Color and Imaging Conference*, Vol. 15, pp. 60–65, 2007.
- [9] Yuki Kubota, Shigeo Yoshida, and Masahiko Inami. Apparent color picker: Color prediction model to extract apparent color in photos. *Frontiers in Signal Processing*, Vol. 3, p. 1133210, 2023.
- [10] Gal Shir. Color Hunt: Beautiful color palettes curated by designers. <https://colorhunt.co/>, 2015. Accessed: 2025-05-22.
- [11] Paletton. Paletton: The color scheme designer. <https://paletton.com/>. Accessed: 2025-05-22.
- [12] Guosheng Hu, Zhigeng Pan, Mingmin Zhang, De Chen, Wenzhen Yang, and Jian Chen. An interactive method for generating harmonious color schemes. *Color Research & Application*, Vol. 39, No. 1, pp. 70–78, 2014.
- [13] Julie Delon, Agnes Desolneux, Jose Luis Lisani, and Ana Belen Petro. Automatic color palette. In *IEEE international conference on image processing*, Vol. 2, pp. II–706. IEEE, 2005.
- [14] Xinyu Shi, Mingyu Liu, Ziqi Zhou, Ali Neshati, Ryan Rossi, and Jian Zhao. Exploring interactive color palettes for abstraction-driven exploratory image colorization. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–16, 2024.
- [15] Long Xu, Su Jin Park, and Sangwon Lee. Color2Vec: Web-Based Modeling of Word-Color Association with Sociocultural Contexts. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, Vol. 30, No. 4, 2023.
- [16] Ghita Jalal, Nolwenn Maudet, and Wendy E. Mackay. Color portraits: From color picking to interacting with color. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '15*, pp. 4207–4216, 2015.
- [17] Kristian Brathovde, Mads Brændeland Farner, Fredrik Krag Brun, and Frode Eika Sandnes. Effectiveness of color-picking interfaces among non-designers. In *International Conference on Cooperative Design, Visualization and Engineering*, pp. 181–189. Springer, 2019.
- [18] B. J. Meier, A. M. Spalter, and D. B. Karelitz. Interactive color palette tools. In *IEEE Computer Graphics and Applications*, pp. 64–72, 2004.
- [19] Maria Shugrina, Jingwan Lu, and Stephen Diverdi. Playful palette: An interactive parametric color mixer for artists. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 36, No. 4, pp. 4207–4216, 2017.
- [20] Broek, E.L. van den, Vuurpijl, L.G., Kisters, P. M. F., and Schmid, J.C.M. von. Content-based image retrieval: Color-selection exploited. In *Proceedings of the Dutch-Belgian Information Retrieval Workshop*, Vol. 3, pp. 38–47, 2002.
- [21] 芳賀繁, 水上直樹. 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定. 人間工学, Vol. 32, No. 2, pp. 71–79, 1996.