

ユーザの年齢の違いがタッチ画面の 色彩デザインと操作との関係に及ぼす影響

Impression of screen and color decoration on it

坂本 牧葉 *須藤 秀紹

Makiba Sakamoto and Hidetsugu Suto

*室蘭工業大学大学院もの創造系領域

Abstract

The relations between the effects of coloration of touch panel interface designs on operators and their generations were discussed. 15 interface screens used in the experiments were prepared based on the DBV and the brightness of the screen. 5 different DBV values that is from 0 to 4 and 3 different brightnesses of screens that is light, medium, and dark are used for the coloration. In the experiment, simple tasks that can be done with skills base process were used to investigate the effect on simple operations. As a result, the average of “number of incorrect answers” and “number of timeouts” followed on falling and the values of brightnesses of screen of DBV=3 became fewer for younger subjects. Furthermore, the difference between the value of younger subjects and the value of the older subjects, It is bigger when using the DBV=0 screens and DBV=2 screens, young subjects were able to operate it correctly.

Keywords : Color decoration, Screen, Design, Impression

1. はじめに

我が国は高齢社会に突入しており、高齢ユーザを対象とした様々な製品やシステムが展開されている。なかでも、金融機関のATMや駅の券売機など、タッチパネル端末は物品の購入やお金の引き下ろしなど、重要なサービスにも多く提供に用いられている。近年では紙媒体に変わって Kindleなどの電子書籍端末や、iPadをはじめとするタブレット式コンピュータなど、様々な目的でタッチパネル端末を使用する機会が増えた。タッチパネル端末は、インタフェースデザインの自由度が高く、壊れにくくメンテナンスが容易である[1]。そのため、今後もその利便性によって様々な分野への応用の展開が期待されている。しかし、いくらタッチパネル自体の精度が向上してもインタフェースデザインが優れていなければ、操作者は正確かつスムーズに操作することはできない。また物質的なボタンがなく、視覚的なフィードバックが多くを占めるタッチパネルの操作精度は、視力と光刺激への反応時間に大きく影響をされていると考えられる。しかしながらこれらの身体能力は加齢に伴って変化するため、ユーザの年齢に応じた操作のしやすいインタフェースデザインは異なることが予想される。したがって、ユーザの年齢に応じたデザイン支援のためには、操作性とデザインと年齢との因果関係を明らかにすることが重要だと考えられる。

我々はインタフェースデザインの要素の中でも、画面の色彩デザインに着目する。色彩は、色彩心理学の分野で研究されているように、人の心身に様々な影響を及ぼすことが知られている[2][3][4][5]。また消費者の購買意欲を刺激したり、道路横断の可否を判断条件として信号に用いられるなど、我々の行為そのものとの因果関係が深いことがわかる。

2. 研究の経過

著者らはこれまでも色彩と操作行為に関する研究を進めてきた[6][7][8][9]。

操作パネルに与える色彩が操作に与える影響の研究[6]では、簡単な英単語の三択問題をタスクとして、操作パネルに無彩色を用いた場合、赤色を用いた場合、青色を用い

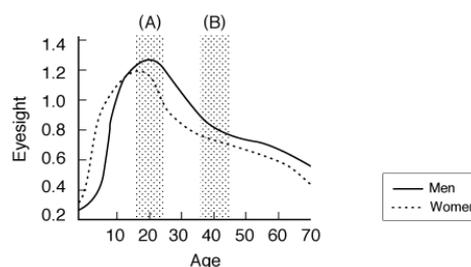


図1 年齢と視力との関係

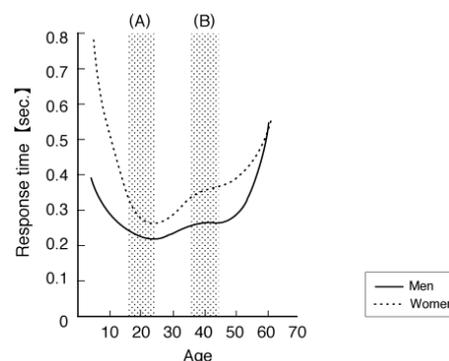


図2 年齢と光刺激への反応速度との関係

た場合、ランダムに変化する場で操作速度や正答率の変化を被験者実験によって検証した。その結果、有彩色を用いた場合の方が有意に正答率が高くなり、回答が素早くなることがわかった。また赤色を用いた場合よりも青色を用いた場合の方が、その傾向が顕著であった。

つぎに、操作パネルに複色で構成されたカラーイメージを施した場合に、操作へ及ぼす影響を検証した[7]。実験では、「クールカジュアル」や「シック」など印象を色の組み合わせで表した配色を、6種類の操作画面で被験者に1桁同士の足し算に回答してもらい、その正答率や操作時間などを測定した。その結果「フォーマル」の配色を用いた場合に、他の配色を比べて有意に誤答数が少なくなる

ことがわかった。

またコーポレートカラーなどを想定し、配色を装飾として画面に用いた場合の操作への影響を検証した[8][9]。実験では混合イメージスケール[10]から、印象を表した12種類の配色を実験画面の一部に配置し12の異なる印象の実験画面を用意した。それらの画面で1桁同士の足し算に回答してもらい、その正答率や操作時間などを測定した。その結果、他の条件と比較して、クールカジュアルを用いた場合に回答は素早く正確になること、また操作と被験者が画面から感じる好感度とは、配色に用いる色彩同士の明度差が影響していることがわかった。

以上のことから、同様のタスクでもインタフェースに用いる色彩によって操作の速度や正確性が影響を受けることが明らかになった。また選択肢に用いる色彩だけではなく、操作には直接関係のない、装飾として用いる色彩も操作に影響を及ぼすことがわかった。

本稿では、とくに操作への影響が大きいと考えられる色彩同士の明度差の影響度を検証するため、色相と彩度を排除した実験画面を用いて、配色に用いる色彩の明度差と、年齢の異なるユーザの操作との関係を明らかにすることによって、年代の異なるユーザに対するインタフェースデザインについて議論する。

3. タッチパネル操作に必要な能力と年齢との関係

1章で述べた通り、タッチパネルの操作において画面の情報を視認し、それをスムーズに行為につなげるためには、視力や光刺激への反応速度は重要だと考えられる。

図1は人の視力と年齢との推移の関係を示したグラフである。視力は20歳前後を頂点に40歳代まで急激に低下し、その後もゆるやかに下降線を描く。一方、図2は人の光刺激への反応速度と年齢との関係を表している。これは二十歳前後を境に下降を始まり、50歳代以降急激に低下する。

すなわち、これらのタッチパネル操作に重要な身体的能力は各年代で大きく異なることがわかる。したがって、世代の異なるユーザにはインタフェースデザインの面でも異なる支援が必要であると考えられる。

4. 明度差の定義

色彩デザインの要素としてコントラストがある。コントラストは、視界に入る色彩同士の色相、彩度、明度の値の差分によって生じる視覚的な対比効果である[5]。

例えば色相差が大きな鮮やかな赤色と同様に鮮やかな緑色が隣り合うと、それぞれ単色で見た場合に比べて視覚的に大きなインパクトを生み出す。強すぎるコントラストはハレーション[11][12]などの視覚効果の原因となり、不快に感じられる場合もある。反対にコントラストの低い色を組み合わせた場合には、配色は全体に安定感が生まれるが、一方で印象が薄くなったり、ぼんやりとした印象になる場合がある。平面やプロダクトなど物質的なデザインの色彩においても、色彩のコントラストを目的に応じて、適度に調整することによって美的なカラーデザインや文字の視認性等に貢献する[11][12]。

前章で述べた通り、研究の経過で画面に用いる色彩の明度差(つまりコントラスト)が操作や印象に影響することがわかった。そこで、隣り合う色彩同士の明度差を著者らはDBVとして定義した。各条件に用いた配色を構成する色彩の平均明度差に着目して、前節で述べた実験結果を分析した。明度差の算出には各配色を構成する色彩のマンセル値を用いた。配色を構成する色彩から2色を選ぶ全ての組み合わせについて明度差の絶対値を求め、その平均値を配色の明度差とした。この明度差をDBV(different between

$$DBV = \frac{\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (|b_i - b_j|)}{nC2} \tag{1}$$

brightness of color value)と呼ぶことにする。DBVは以下の式で定義される。nは画面に用いられている色数を示す。bi, bj は画面に用いられている色のうち、i番めj番めのものの明るさをそれぞれ表す。

5. 実験

5-1. 被験者

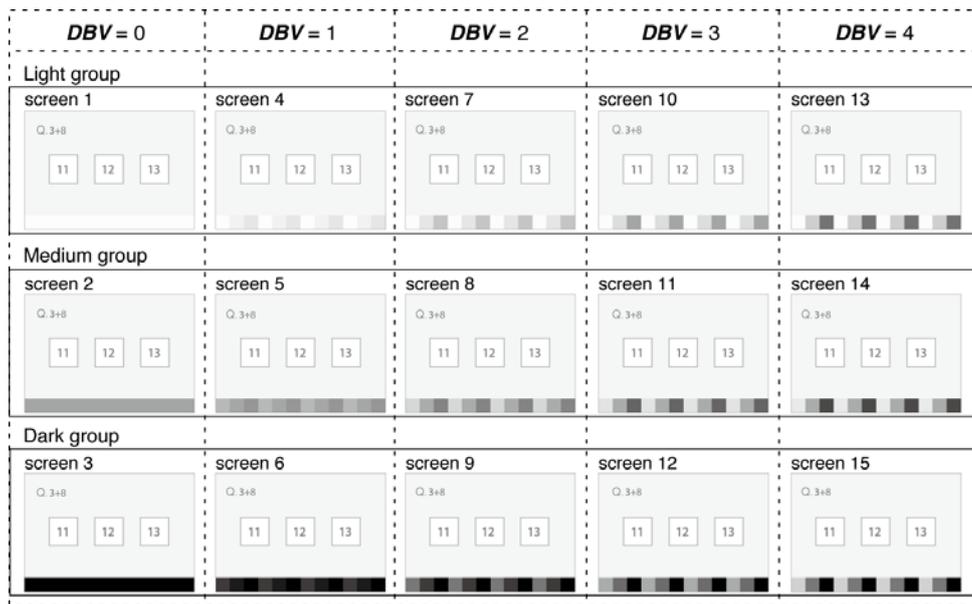


図3 実験条件

画面上の色彩装飾の位置が印象に与える影響

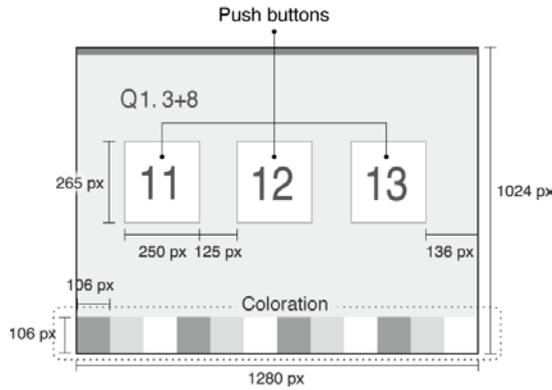


図4 実験画面概要

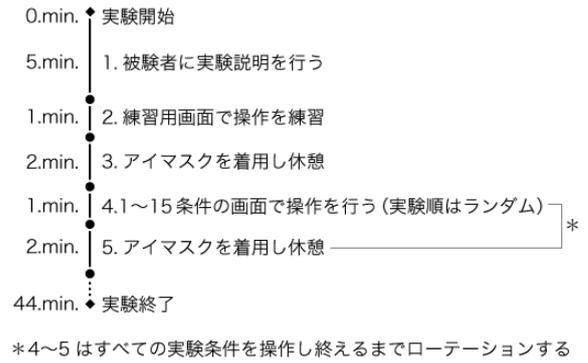


図5 実験手順

被験者は色覚に異常がない20~23歳の男女10名, 35~43歳の男女10名である。以下, 前者の被験者群を青年グループ, 後者を壮年グループと呼ぶ。青年グループの被験者は図1, 2の (A) に位置する。壮年グループの被験者は図1, 2の (B) に位置する。

5-2. 実験画面のデザイン

DBVを基準として, マンセル値で画面に用いる配色を決定した。DBVを0~4の5段階とし, 各DBVの画面で配色そのものの明さをLigth, Medium, Darkの3段階設け, その組み合わせによって15種類の実験画面を設定した。すべての条件を図3に示す。

実験画面のレイアウトは予備実験を実施し[9], 画面下一列にパターンとして配色を配置するレイアウトを採用した。

5-3. タスク

実験には一桁同士の足し算を三択で答えるという簡単なタスクを用いた。このタスクは単純作業が肉体および精

神的ストレスに与える影響を調べるために行なわれるクレペリンテスト[13]でも採用されていることから, 技能ベースの作業として適切であろうと判断した。実験装置としてパーソナルコンピュータ上で動作するソフトウェアを作成した。被験者はタッチパネル操作で簡単な足し算のタスクに回答する。操作画面には, 1つの正しい答えと2つの間違った答えがプッシュボタン上に表示される。そして被験者は正しいと思われる答えのプッシュボタンにタッチする。1問の制限時間を1.5秒とし, 各条件につき30問出題する。制限時間内に回答されなかった場合, 自動的に次の問題が出題される。回答に要した時間, 正答数, 誤答数, 時間切れによる不正答数をそれぞれ計測する。

実験に用いたソフトウェアの画面の構成を図4に示す。実験用タッチパネルモニターには株式会社ナナオ製のFlexScan L560T-Cを用い, 光環境を統制した実験室で実施した。モニターにはガンマ補正を実施した上で, 被験者に

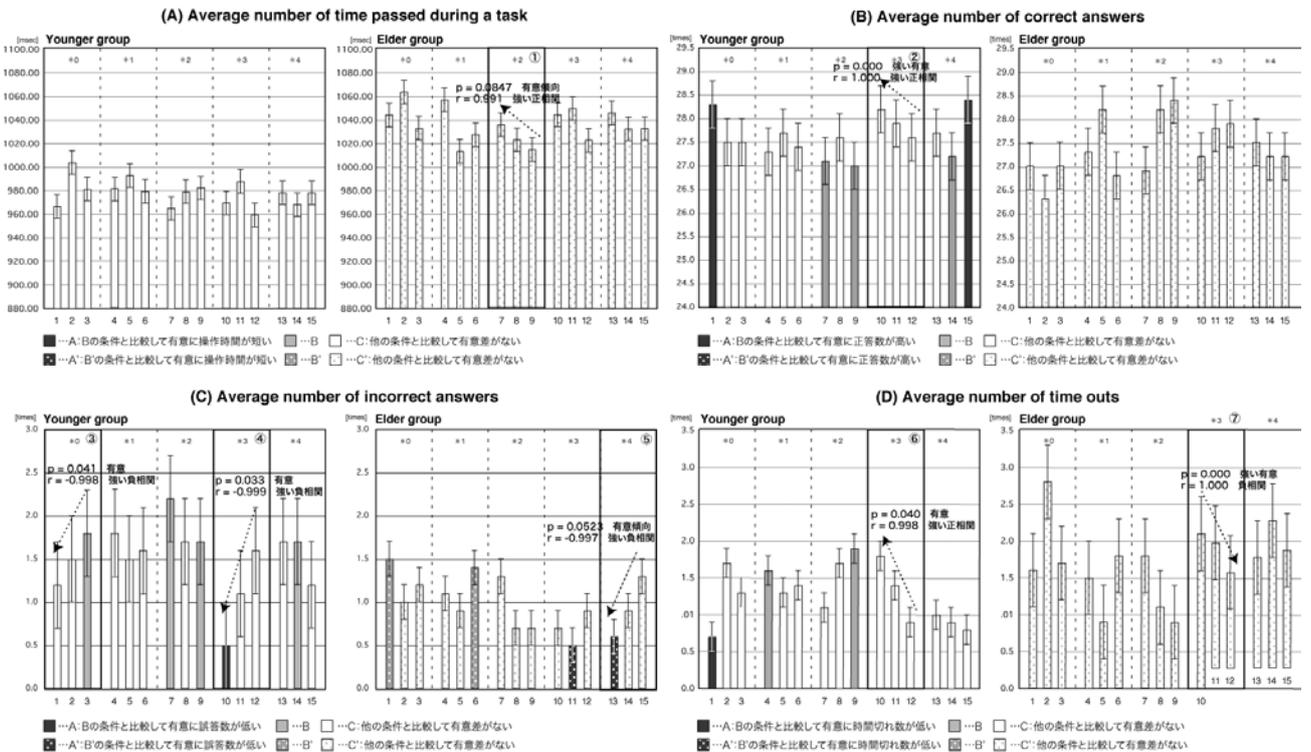


図6 実験結果

画面上の色彩装飾の位置が印象に与える影響

対して設定した各条件の色彩が刺激として与えられるよ を要した。また青年グループの平均操作時間は、各条件と

青年グループ

DBV	条件	配色1	配色2	配色3	平均値	正答数	相関係数r	p値	操作時間	相関係数r	p値	誤答数	相関係数r	p値	時間切れ数	相関係数r	p値	
明度差0	条件2	9.75	/	/	9.75	28.3	0.896	0.293	966.51	-0.451	0.702	1.2	-0.998	0.041	④	0.7	-0.646	0.553
明度差0	条件3	5.00			5.00	27.5			1003.73			1.5			1.7			
明度差0	条件4	1.00			1.00	27.5			981.23			1.8			1.3			
明度差1	条件5	9.50	8.75	8.00	8.75	27.3	-0.240	0.846	981.06	0.134	0.914	1.8	0.655	0.546	1.6	0.655	0.546	
明度差1	条件6	6.00	5.25	4.50	5.25	27.7			1.5			1.3						
明度差1	条件7	2.50	1.75	1.00	1.75	27.4			1.6			1.4						
明度差2	条件8	9.50	8.00	6.00	7.83	27.1	0.174	0.889	965.14	-0.940	0.221	2.2	0.857	0.345	1.1	-0.955	0.191	
明度差2	条件9	6.75	5.25	3.75	5.25	27.6			1.7			1.7						
明度差2	条件10	4.00	2.50	1.00	2.50	27.0			1.7			1.9						
明度差3	条件11	9.50	7.25	5.00	7.25	28.2	1.000	0.000	965.14	0.347	0.775	0.5	-0.999	0.033	③	1.8	0.998	0.041
明度差3	条件12	7.50	5.25	3.00	5.25	27.9			1.1			1.4						
明度差3	条件13	5.50	3.25	1.00	3.25	27.6			1.6			0.9						
明度差4	条件14	9.50	6.50	3.50	6.50	27.7	-0.581	0.606	978.02	0.011	0.993	1.7	0.866	0.333	1.0	0.500	0.667	
明度差4	条件15	8.25	5.25	2.25	5.25	27.2			1.7			0.8						
明度差4	条件16	7.00	4.00	1.00	4.00	28.4			1.2			0.9						

壮年グループ

DBV	条件	配色1	配色2	配色3	平均値	正答数	相関係数r	p値	操作時間	相関係数r	p値	誤答数	相関係数r	p値	時間切れ数	相関係数r	p値	
明度差0	条件2	9.75	/	/	9.75	27.0	0.064	0.959	1043.96	0.298	0.807	1.5	0.646	0.553	1.6	-0.139	0.911	
明度差0	条件3	5.00			5.00	26.3			1063.48			1.0			2.8			
明度差0	条件4	1.00			1.00	27.0			1032.84			1.2			1.7			
明度差1	条件5	9.50	8.75	8.00	8.75	27.3	0.352	0.771	1056.96	0.667	0.536	1.1	-0.596	0.594	1.5	-0.327	0.788	
明度差1	条件6	6.00	5.25	4.50	5.25	28.2			0.9			0.9						
明度差1	条件7	2.50	1.75	1.00	1.75	26.8			1.4			1.8						
明度差2	条件8	9.50	8.00	6.00	7.83	26.9	-0.914	0.267	1036.11	0.991	0.085	⑥	0.857	0.345	1.3	0.946	0.209	
明度差2	条件9	6.75	5.25	3.75	5.25	28.2			0.7			1.1						
明度差2	条件10	4.00	2.50	1.00	2.50	28.4			0.7			0.9						
明度差3	条件11	9.50	7.25	5.00	7.25	27.2	-0.924	0.249	1044.29	0.763	0.448	0.7	-0.500	0.667	2.1	1.000	0.000	
明度差3	条件12	7.50	5.25	3.00	5.25	27.8			0.5			1.7						
明度差3	条件13	5.50	3.25	1.00	3.25	27.9			0.9			1.3						
明度差4	条件14	9.50	6.50	3.50	6.50	27.5	0.866	0.333	1045.66	0.854	0.348	0.6	-0.997	0.052	⑦	1.5	-0.189	0.879
明度差4	条件15	8.25	5.25	2.25	5.25	27.2			0.9			2.0						
明度差4	条件16	7.00	4.00	1.00	4.00	27.2			1.3			1.6						

表1 配色の明るさと実験結果の相関関係

う調整を施した。プッシュボタン部分が無彩色とし、画面の下部に各色彩をブロック状の色彩パターンとして配置した。ウインドウ全体の背景色を薄いグレー(N8)とし、プッシュボタンの余白部分は白(N9.5)とした。また問題文や選択肢の数字は濃いグレー(N3)とした。文字情報の視認性を考慮しながら、画面全体のコントラストが強くなりすぎないように統一感を持たせている。画面下部への配色によって、各条件の画面全体の印象が、画面としての安定感を保ちながら、それぞれの配色の持つ印象によって変化するように考慮した。

5-4. 実験手順

まず被験者に対して実験内容について説明し、同意を得る。つぎに、練習用画面で、タッチパネルでの回答に練習してもらう。アイマスクを着用し、2分間休憩したのち、15条件の実験画面での操作を実施する。各条件での操作の間には、条件間の影響と目の疲労を軽減するために、アイマスクを着用し2分間の休憩をしてもらう。なお実験条件の提示順は被験者ごとにランダムとした。実験全体の流れを図5に示す。

6. 実験結果

実験結果のグラフを図6に示す。まず同図(A)の操作時間の平均に着目する。青年グループでは、条件5(DBV=1, Medium)の場合に最も操作時間が短かく、条件2(DBV=0, Medium)の場合は時間を要した。壮年グループでは、条件12(DBV=3, Dark)の場合に操作時間が短かく、条件2(DBV=0, Medium)の場合に時間を要した。青年グループ、壮年グループともに各条件同士で有意差は確認されなかったが、条件2の配色を用いた場合には両グループともに操作に時間

も壮年グループより明らかに短いことがグラフからもわかる。

図6(B)に示す正答数の平均に着目する。青年グループでは条件15(DBV=4, Dark)、条件1(DBV=0, Light)の場合に高く、条件7(DBV=2, Light)、条件14(DBV=4, Medium)の場合に低かった。条件1と条件14、条件15と条件14、条件15と条件7の間にt検定による一対比較において有意差が確認された。壮年グループでは、条件9(DBV=2, Dark)の場合が最も正答数が高く、条件2(DBV=0, Medium)の場合が最も低かった。しかし各条件間で有意差は確認されなかった。

図6(C)に示す誤答数の平均に着目する。青年グループでは、条件10(DBV=3, Light)において誤答数が少なく、条件3(DBV=0, Dark)、条件7(DBV=2, Light)、条件9(DBV=2, Dark)、条件14(DBV=4, Medium)の場合に少なかった。壮年グループでは、条件11(DBV=3, Medium)、条件13(DBV=4, Light)の誤答数が少なく、条件1(DBV=0, Light)条件6(DBV=1, Dark)の場合に多かった。また、誤答数の結果においてのみ、青年グループの分散が壮年ユーザよりも大きくなった。

図6(D)に示す時間切れ数の平均に着目する。青年グループでは条件1(DBV=0, Light)の時間切れ数が少なかった。一方で条件9(DBV=2, Dark)や条件4(DBV=1, Light)で多い値を示した。壮年グループでは条件5(DBV=1, Medium)や条件9(DBV=2, Dark)少なく、条件2(DBV=0, Medium)の場合に多かったが有意差は確認されなかった。

7. 分析

7-1. 配色の明るさと実験結果との関係

各段階のDBVの配色の明るさ(Light, Medium, Dark)と実験結果との相関関係を分析した。各条件に用いた色彩の

画面上の色彩装飾の位置が印象に与える影響

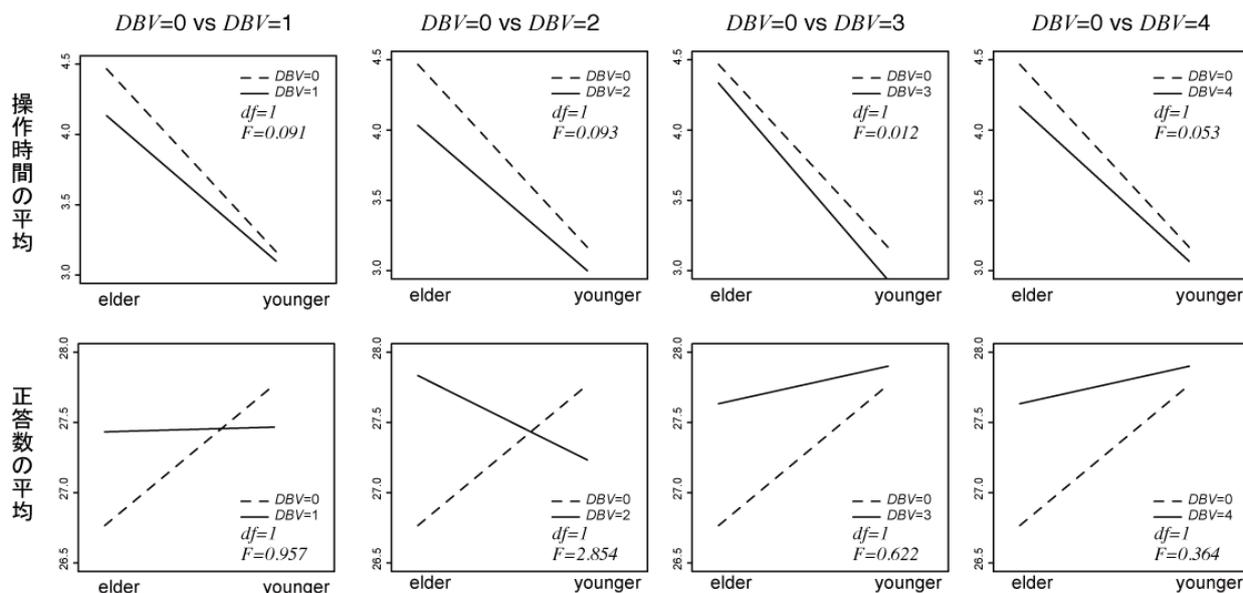


図7 DBV=0 vs DBV=1～4の実験結果の比較

明度（マンセル値）の平均値を算出し、実験結果との無相関検定を行った。結果を図7に示す。また図6、7①～⑦に示すように有意な相関関係が確認された。

7-2. 考察1

表1 二元分散分析のため操作時間を離散化した値

average time	X	average time	X
800 ≤ t < 850	0	1100 ≤ t < 1150	6
850 ≤ t < 900	1	1150 ≤ t < 1200	7
900 ≤ t < 950	2	1200 ≤ t < 1250	8
950 ≤ t < 1000	3	1250 ≤ t < 1300	9
1000 ≤ t < 1050	4	1300 ≤ t < 1350	10
1050 ≤ t < 1100	5		

青年グループでは、DBV=3を用いた場合、配色の明るさと正答数の間に $r = -1.000$ ($p < .01$) の有意の負の相関関係が確認された（図6-②）。加えてDBV3の配色は誤答数と配色の明るさとの間に $r = -0.999$ ($.01 < p < .05$) の負の相関関係と、時間切れ数と配色の明るさとの間に $r = 0.998$ ($.01 < p < .05$) の正の相関関係が確認された（図6-④、⑥）。したがってDBV=3の配色の場合、配色全体の明度の低下に伴って正答数は下がり、それは誤答数の増加によるものであることがわかる。

壮年グループでは、DBV=3の場合に配色の明るさと時間切れ数の間に $r = 1.000$ ($p < .01$) 強い有意の正の相関関係（図6-⑦）など結果が得られた。しかし、DBV=3の場合の壮年の正答数の平均は、配色の明るさとの因果関係はみられない。同様に操作時間と誤答数にみられた有意な相関関係も、実験結果に照らし合わせた結果、操作性の向上に影響を及ぼしているとの結論は得られなかった。

7-3. 実験結果とDBVと被験者の年代との関係の分析

二元分散分析による実験結果とDBVと被験者の年齢との関係を分析した。図7に結果のグラフを示す。このグラフでは、DBV=0の場合とそれ以外のDBV=1～4の実験結果とを比較している。また表1には操作時間をパラメータに用いるにあたり離散化した値を示す。

7-4. 考察2

図7上段の操作時間の結果においては、DBV=1～4の条件の場合はすべて、DBV=0の場合より小さい値（速く）になっている。ただし世代間の差はどのDBV値においても概ね同程度であった。

つぎに同図下段のDBV=0とDBV=1～4の正答数との比較に着目する。DBV=0の場合、壮年グループの方が一様に落ち込んでいるのに対し、他のDBV値では落ち込みが緩やかになっている。とくにDBV=2においては、青年グループよりも壮年グループの方が正答数が高くなっていることがわかる。したがって、DBV=1の配色を用いた場合には青年ユーザと壮年ユーザの操作の正確性の差は少なくなり、またDBV=2の配色を用いた場合には壮年ユーザが青年ユーザを上回る正確性で操作可能であることがわかる。しかし、DBV=1の配色を用いた場合は世代の異なるユーザ間の操作の正確性の差は少なくなるが、同時に他のDBVの操作と比較して両ユーザとも高い正確性を求められないことがわかる。

8. 結論

本稿では、ユーザの年代に応じたタッチパネルインタフェースのカラーデザインについて議論するために、インタフェースのカラーデザインと、操作の正確性・速度と年齢との関係を検証した。実験では、インタフェースのカラーデザインの操作と因果関係が深いことが明らかとなったDBVと配色全体の明るさを基準として、15種類の実験画面を設定し被験者に操作してもらった。被験者は視力と光刺激に対する反応速度が異なる、20歳代の青年グループと30～40歳代の壮年グループとした。被験者にはタッチパネルに表示された実験画面で簡単な一桁同士の足し算に回答してもらい、操作時間、正答数、誤答数、時間切れによる不正答数を計測した。

その結果、青年グループは条件1と条件15の場合に正答数が高くなり、さらにDBV=3の配色を用いた場合は配色が明るいほうが正答数が高く、誤りが少なく操作できる傾向があることがわかった。またこの傾向は青年ほど顕著ではないものの、壮年グループにも同様にみられた。また、二元分散分析の手法で、DBV=0の実験結果と、DBV=1～4の実

験結果を比較したところDBV=1, 2の配色を用いた場合に青年ユーザの正答数と壮年ユーザの正答数との差が縮まることが明らかになった。とくにDBV=2を用いた場合には青年ユーザの正答数を壮年ユーザのそれが上回ることがわかった。

これら結果から、DBV=1の配色を用いた場合は、青年ユーザと壮年ユーザの両者とも同様の低度の正確性が得られる。したがって、高い正確性の求める必要がない広告や観賞に用いられ、広い世代に利用されるインタフェースへ応用することが望ましいと考えられる。またDBV=2の配色は壮年ユーザにおける操作の正確性が高いことから、壮年ユーザに多く利用され、かつ正確性を必要とするキャッシュサービス等のインタフェースへの応用が期待できる。そしてDBV=3の明るい配色を青年ユーザ向けのサービス全般のインタフェースに応用することによって、誤答の少ない操作が可能であると考えられる。今後は経過研究で明らかになったことも含めて、具体的応用について検討する。

謝辞

本研究は科研費基盤研究(20500220, 21360191, 23611025)および研究成果最適展開支援事業A-STEP平成22年度探索タイプ(AS221Z03984A)の支援を受けて実施されました。

参考文献

- [1] 越石健司, 黒沢理: 要点解説タッチパネル; 工業調査会, 2009.
- [2] 千々岩英彰: 色彩学; 福村出版, 1983.
- [3] 村田純一: 色彩の哲学; 岩波書店, 2002.
- [4] 野村純一: 色の秘密; 文芸春秋, 2005.
- [5] 山本俊夫
- : 色彩学の基礎; 文化書房博文社, 1997.
- [6] 須藤秀紹, 坂本牧葉: 操作パネルの色彩が操作者に与える影響; 感性工学(感性工学会誌)第9巻1号, pp. 11-18, 2009.
- [7] 鎌田寛之, 須藤秀紹, 坂本牧葉: 色彩のイメージが操作の正確性に与える影響, 感性フォーラム札幌2009講演論文集 資料ID無, 2009.
- [8] Makiba Sakamoto, Hidetsugu Suto, Masahiro Sawai: Relation between impressions of a touch panels' coloration and operation; Artificial Life and Robotics, Vol. 15, No. 3, pp. 335-340, 2010.
- [9] 坂本牧葉, 須藤秀紹, 澤井政宏: タッチパネル式インタフェースの色彩構成の印象と操作の速度および正確性との関係, ヒューマンインタフェース学会論文集 Vol. 14 No. 4, pp. 457-466, 2012
- [10] 小林重順: カラーシステム; 講談社, 1999.
- [11] 中川聡: グラフィックデザイナーのためのユニバーサルデザイン実践テクニック51; ワークスコーポレーション, 2011.
- [12] 伊達千代: デザインのルール、レイアウトのセオリー。; エムディエヌコーポレーション, 2010.
- [13] 岡村一成, 黒沢洋一, 児玉齊二, Danny D. Stein berg, 土屋明夫, 馬場房子, 馬場昌雄: 新盤 行動の科学—心理学—; 東京教学社, 1978.

(提出日 平成25年1月11日)