

操作画面に用いる配色と操作との関係が 性別と年齢から受ける影響

Relationship between the operation and the color scheme used for the operation screen
effect received from sex and age of the operator

坂本 牧葉

Makiba SAKAMOTO

*須藤 秀紹

Hidetsugu SUTO

*室蘭工業大学大学院 もの創造系領域

Abstract

The operation of the operator of different age and sex, reveals the effect of color used in the operation screen of the touch panel on. The experiment was carried out, the authors were asked to solve simple addition on the touch screens to subject men in their early 20s, women in their early 20s, men in their 40s from 30s and women in their 40s from 30s. As a result, the possibility that in the case of using the color of $DBV = 1.00$ on the operation screen, can be expected to improve the accuracy of the operation of middle-aged men than young men revealed.

Keywords: 色彩, タッチパネル, 操作, 年齢, 性別

1. 目的と社会背景

スマートフォンやタブレット型コンピュータなどのタッチパネルの利用が一般化し (図 1), さまざまなインタフェースデザインが提供されている. それらには「20 代女性向け」「30 代ビジネスマン向け」など, 対象となるユーザ



図 1 一般化しているタッチパネル式端末の一例 (券売機)

の性別や年齢を詳細に想定してデザインされたインタフェースデザインが多く見受けられる[1]. 色彩はデザインにおいて, その印象を決定づける重要な要素として知られている[2][3]. そのため異なる嗜好を持つと考えられるユーザに向けたインタフェースデザインには異なる色が用いられる. 色彩は人の心理や生理とも因果関係の深い視覚情報である[2][3]ため, ユーザに好き-嫌い, 温かい-冷たいな

どの印象を感じさせるだけではなく, 操作性への影響する可能性がある. しかしながら, インタフェースデザインの色彩が操作とどのような因果関係を有しているかは定量的に明らかにされているとは言えない. そこで本研究では, 異なる色彩デザインを用いることの多い, 性別や年齢の異なるユーザの操作が, 異なる配色の画面で受ける影響を明らかにすることを試みる.

2. 研究経過

著者らの研究チームでは, これまでに操作画面に用いる色彩と操作との関係を明らかにするために, いくつかの実験を通して検証を行ってきた[4][5][6]. 操作と画面の配色の明度差との関係にユーザの年齢が及ぼす影響を検証した研究[6]では, 明度差 3.00 の明るい配色の画面は 20 代前半の青年ユーザの正確性が向上する可能性があり, 明度差 2.00 の画面では壮年ユーザの正確性が高くなる可能性があることがわかった. 本稿ではさらに, 画面の配色の明度差と男性・女性ユーザの操作との関係が, 年齢によって受ける影響を明らかにすることを試みる.

3. 操作に関連する身体能力の年齢による変化

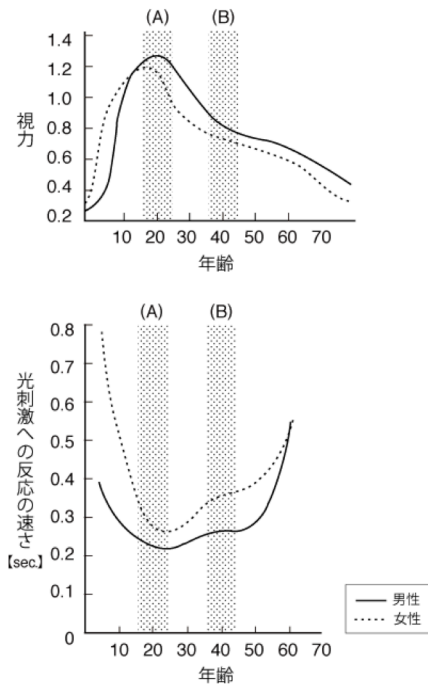


図2 視力と光刺激への反応速度の年齢による変化

タッチパネルなどの情報端末を操作するとき、視力をはじめとする身体能力は、その正確性や迅速性に影響を及ぼす。そのためユーザの視力が極端に低い場合や、三色覚ではない場合は操作対象の視認や意味解釈ができず、正しく操作することが難しい。視力は先天的要因だけでなく、年齢や生活習慣に伴って変化する。また加齢によって色の感じ方に違いが生じることもある[7][8]。図2に視力と年齢との関係のグラフと光刺激に体する反応の速さと年齢との関係を表したグラフを示す。男性の視力は20歳頃を頂点に下降をはじめ、40歳までに急激に衰える。女性の視力も同様に20歳頃に頂点を迎え、30~40歳代にかけて急激に下降する。一方で光刺激への反応の速さは、視力と同様に男性の方がやや素早い傾向があることがわかる。男性、女性ともに20歳頃が最も素早く、それ以降は下降する。20代~40代はタッチパネル情報端末の主要なユーザであるにも関わらず、操作に重要だと考えられる能力には差が大きいことがわかる。したがって、各ユーザにとって操作しやすい画面の色彩デザインは異なる可能性がある。

4.明度差の定義

1章で述べたように、これまでの研究結果から、操作画面の構成色同士の明度コントラストが、操作の正確性や素早さ、さらに画面に対する主観評価との因果関係があることが明らかになった。そこで明度コントラストを明度差という値として、以下の式で定義した。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。3色の組み合わせ

$$DBV = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (|b_i - b_j|)}{{}_n C_2}$$

わせによる配色を例として、明度差の求め方について述べる。明度がそれぞれ5.00, 2.00, 1.00の値の3色で構成される配色の場合、まず3色のうちから2色を選ぶ全ての組み合わせにおいて、差の絶対値を求める(5.00-2.00)=3.00, |5.00-1.00|=4.00, |2.00-1.00|=1.00)。そしてそれらの合計を配色に用いた色彩の数で割ることによって得られた値(8.00 ÷ 3=2.66666...)の小数点2位以下を切り捨てて、その配色の明度差 DBV=2.66 とする。

5.実験方法

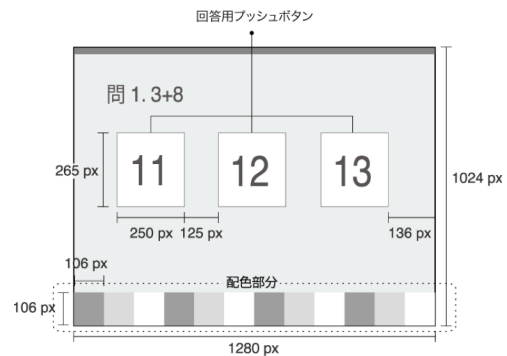


図3に示す実験画面に用いる配色は、DBVを基準としてマンセル値によって決定した。DBVを0.00~4.00の5段階とし、各DBVの画面で配色そのものの明るさをlight, medium, darkの3段階設け、その組み合わせによって15種類の実験画面を設定した。すべての条件を図4に示す。

操作画面に用いる配色と操作との関係が性別と年齢から受ける影響

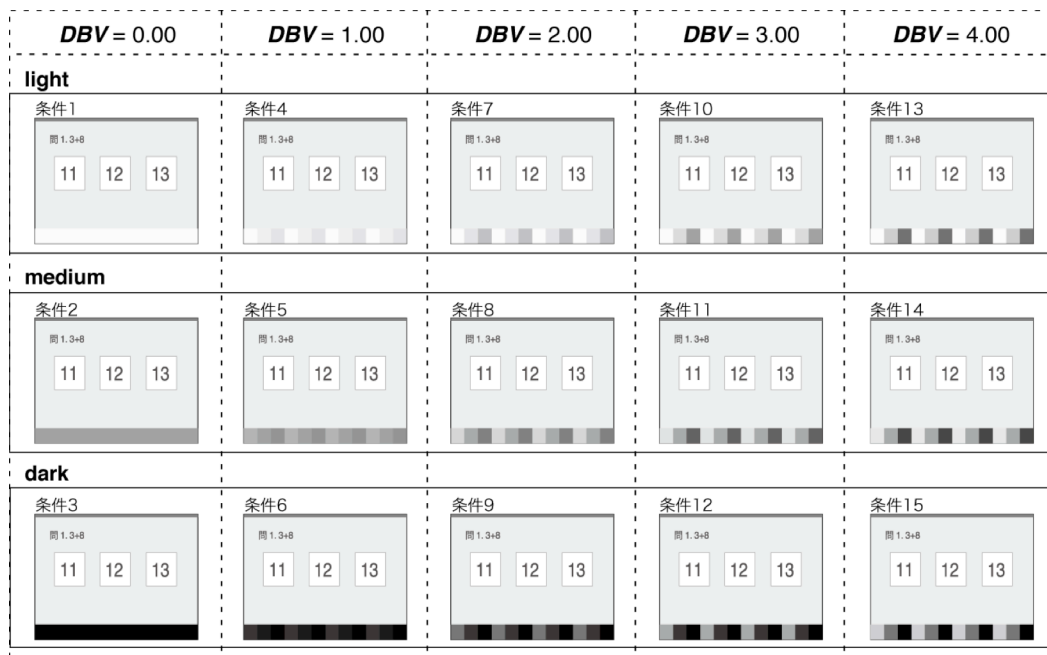


図4 実験条件

実験全体の流れを図5に示す。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。次に練習用画面でタッチパネルでの回答の練習をしてもらう。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。

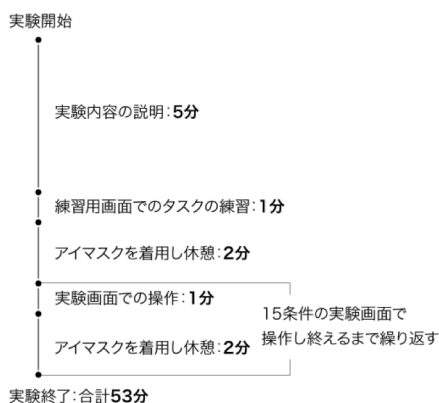


図5 実験の流れ

実験には一桁同士の足し算を三択で回答するという簡単な課題を用いた。被験者は3つのボタンのうちから正しいと思われる答えの押しボタンにタッチする。1問の制限時間を1.5 [sec.] 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、課題の正答数を計測する。

被験者は年齢または性別の異なる4つの群とする。図2

のグラフに示すように、20歳前後(A)を境に、人の視力と光刺激への反応の速さはともに下降および失速を始め、40歳代以降(B)急激に衰える。そこで(A)の年代にあたる青年男性、青年女性と、(B)にあたる中年男性、中年女性が、画面に用いる配色によってどのような影響を受けるか実験によって明らかにすることを試みる。4つの被験者群は「青年男性群」(21歳の男性5名、平均21.0歳)、「青年女性群」(20~22歳の女性5名、平均20.6歳)、「中年男性群」(33~41歳の男性6名、平均36.2歳)、「中年女性群」(30~42歳の女性6名、平均36.2歳)とした。いずれの被験者も視覚に異常はない。

6. 実験結果

図6上段に操作時間の平均を示す。図6(A)は青年男性の各条件の平均値、同図(B)は青年女性の各条件の平均値、同図(C)は中年女性の各条件の平均値、同図(D)は中年男性の各条件の平均値をそれぞれ表す。縦軸の単位は msec であり、横軸は各条件を示す。青年男性群の操作時間は条件2(明度差 0-middle)の配色の場合に最も時間がかかり、条件1(明度差 0-light)の配色の場合に最も短かった。青年女性群は条件5(明度差 1-middle)の配色の場合に最も時間がかかり、条件7(明度差 2-light)の配色の場合に最も短かった。中年女性群は、条件11(明度差 3-middle)の配色の場合に最も時間がかかり条件2(明度差 0-middle)の配色の場合に最も短かった。青年男性群は条件2(明度差 0-middle)の配色の場合に最も時間がかかり、条件12(明度差 3-dark)の配色の場合に最も短かった。しかしな

操作画面に用いる配色と操作との関係が性別と年齢から受ける影響

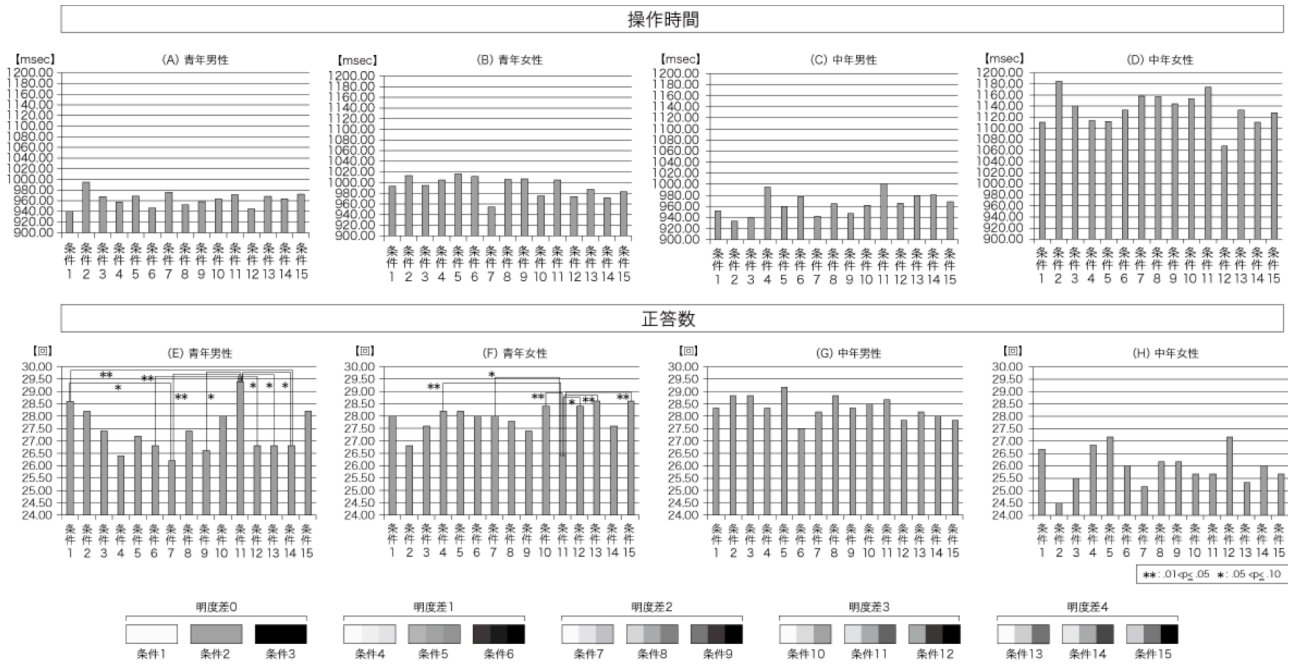


図6 実験結果

から操作時間において、各実験群で各条件同士の組み合わせで有意な差は確認されなかった。青年男性群、青年女性群、中年男性群の操作時間は概ね同程度だが、中年女性群だけは全条件で他の被験者群よりも操作に時間を要した。

図6下段に正答数の平均を示す。図6(E)は青年男性の各条件の平均値、同図(F)は青年女性の各条件の平均値、同図(G)は中年男性の各条件の平均値、同図(H)は中年女性の各条件の平均値をそれぞれ表す。縦軸の単位は正答数であり、横軸は各条件を示す。青年男性群は条件11(明度差3-middle)の配色の場合に最も正答数が高く、条件7(明度差2-light)の配色の場合に最も少なかった。条件11は条件7,6(.01<p<.05)、条件12,13,14(.05<p<.10)との間にt検定(ウェルチの方法)の対比較によって有意な差が確認された。また条件1(明度差0-light)は条件14(.01<p<.05)、7(.05<p<.10)との間に有意差があった。青年女性群は条件13(明度差4-light)、15(明度差4-dark)の配色の場合に最も正答数が高く、条件11(明度差3-middle)の配色の場合に最も正答数が低かった。条件4,10,13,15(.01<p<.05)、7,12(.05<p<.10)は条件11との間にt検定の対比較によって有意な差が確認された。青年男性群の操作では、条件11の配色の場合に最も正答数が高かったにも関わらず、青年女性群の操作は条件11の配色の場合に最も正答数が低かった。

中年男性群は条件5(明度差1-middle)の配色の場合に最も正答数が高く、条件6(明度差1-dark)の場合に最も低くなった。中年女性群は条件12(明度差3-dark)の配色の場合に最も正答数が高く、条件2(明度差0-middle)の場合に最も低くなった。しかし中年被験者群では、男女のどちらも各条件同士の組み合わせで有意差は確認されなかった。この結果から青年の方が、DBVによる影響の個人差が大きいことが推測される。また中年女性は他の被験者群と比較して、操作時間が長く、正答数が低くなったことから、女性の素早く正確な操作は加齢による影響を受けやすいことが推測される。

実験結果の有意に正答数が高かった条件に着目すると、青年男性では条件1(DBV=0-light)、11(DBV=3-middle)、青年女性では条件4(DBV=2-light)、13(DBV=4-light)、15(DBV=4-dark)などであり、明度差0の条件は少なかった。実験前は素早く正確な操作を求められる場合、画面の一部だとしても、明度差の高い配色はわずらわしく感じられ、操作性が下がるのではないかと予想された。しかしながら、明度差0.00よりも装飾感の強い、高い明度差の画面の方が、正確性は高い傾向が見られた。本稿ではとくに配色の明度差に着目するため、実験画面を彩度と色相を排除したモノクロの画面としたことも影響している可能性は高いが、追って検証する必要がある。

操作画面に用いる配色と操作との関係が性別と年齢から受ける影響

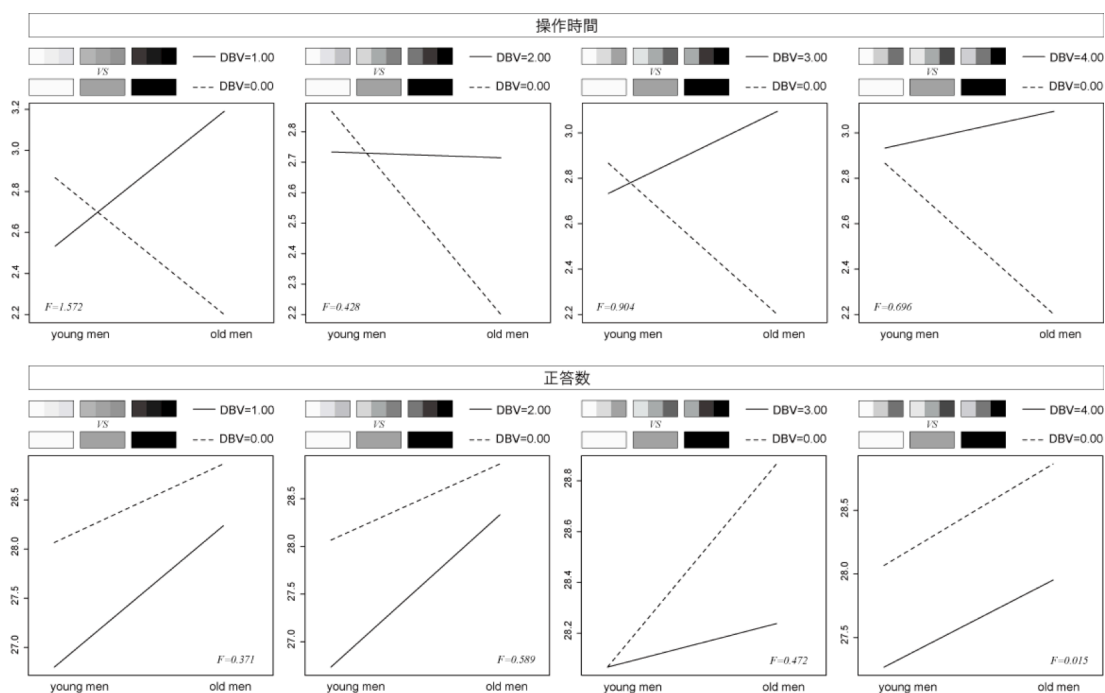


図7 画面の明度差と操作との関係に年齢が及ぼす影響（青年男性，中年男性）

7.分析と考察

操作と画面の配色との関係が、年齢と性別によって受ける影響を調査するために分析を行った。二元分散分析によって、年代の異なる男性被験者と女性被験者の操作が、*DBV*によって受ける影響を分析した。つまり男女それぞれの被験者の操作の年代による差を比較する。分析結果を図7, 8に示す。これらグラフでは、*DBV*=0.00の場合とそれ以外の*DBV*=1.00~4.00の実験結果とを比較している。表1には二元分散分析による分析のために、操作時間を離散化した値を示す。

図7上段に示す青年男性と中年男性の操作時間と*DBV*との関係について述べる。コントロールである*DBV*=0.00の場合の操作は、青年男性群の方が中年男性群より時間を要した。*DBV*=1.00の場合はそれとは異なり、中年男性群が操作の方が遅くなった ($F=1.572$, $p>0.10$)。 *DBV*=2.00の場合は*DBV*=0.00とは異なり、青年-中年間の差はほとんど見られなかった ($F=0.428$, $p>0.10$)。 *DBV*=3.00の場合は*DBV*=0.00の傾向とは異なり、中年男性群の方が操作はやや遅くなった ($F=0.345$, $p>0.10$)。 *DBV*=4.00の場合は*DBV*=0.00の傾向とは異なり、中年男性群の操作の方がわずかに遅くなり、さらに年齢による差はほとんど見られなくなった ($F=0.696$, $p>0.10$)。このように*DBV*=1.00~0.00いずれの条件においても、*DBV*=0.00と比較して異なる傾向が観察された。なかでも*DBV*=1.00の場合の操作は有意とは言えない値ながらも、コントロールとの差が大きかった。この結果から、中年男性ユーザは画面に*DBV*=1.00の

表1 操作時間の離散化

操作時間の平均	X	操作時間の平均	X
$800 \leq t < 850$	0	$1100 \leq t < 1150$	6
$850 \leq t < 900$	1	$1150 \leq t < 1200$	7
$900 \leq t < 950$	2	$1200 \leq t < 1250$	8
$950 \leq t < 1000$	3	$1250 \leq t < 1300$	9
$1000 \leq t < 1050$	4	$1300 \leq t < 1350$	10
$1050 \leq t < 1100$	5		

配色を用いた場合に、青年ユーザよりもとくに迅速に操作可能である可能性が示唆された。

つぎに図7下段に示す青年男性群と中年男性群の正答数と*DBV*との関係について述べる。コントロールである*DBV*=0.00は中年男性群の方が青年男性よりやや高くなった。*DBV*=1.00は0.00の場合よりも、青年群、中年群ともに正答数は低くなったが、年齢による差はコントロールとほぼ同様であった ($F=0.371$, $p>0.10$)。 *DBV*=2.00も*DBV*=1.00と同様の傾向 ($F=0.589$, $p>0.10$)であった。 *DBV*=3.00は*DBV*=0.00と同様の傾向 ($F=0.472$, $p>0.10$)だったが、青年-中年間の差はやや小さくなった。 *DBV*=4.00の場合は0.00の場合よりも青年群、中年群ともに正答数は低くなったが、年齢による差はコントロールとほぼ同様であった ($F=0.015$, $p>0.10$)。 *DBV*によって差はあるものの、いずれもコントロールとの有意差はみられなかった。

つぎに図8上段に示す、青年女性群と中年女性群の操作時間と*DBV*との関係について述べる。 *DBV*=0.00は青年女性群の操作が短く、中年女性群は操作に時間がかかった。それと比較して*DBV*=1.00は ($F=0.221$, $p>0.10$)、 *DBV*=2.00は ($F=0.249$, $p>0.10$)、 *DBV*=3.00は ($F=0.099$, $p>0.10$)、

操作画面に用いる配色と操作との関係が性別と年齢から受ける影響

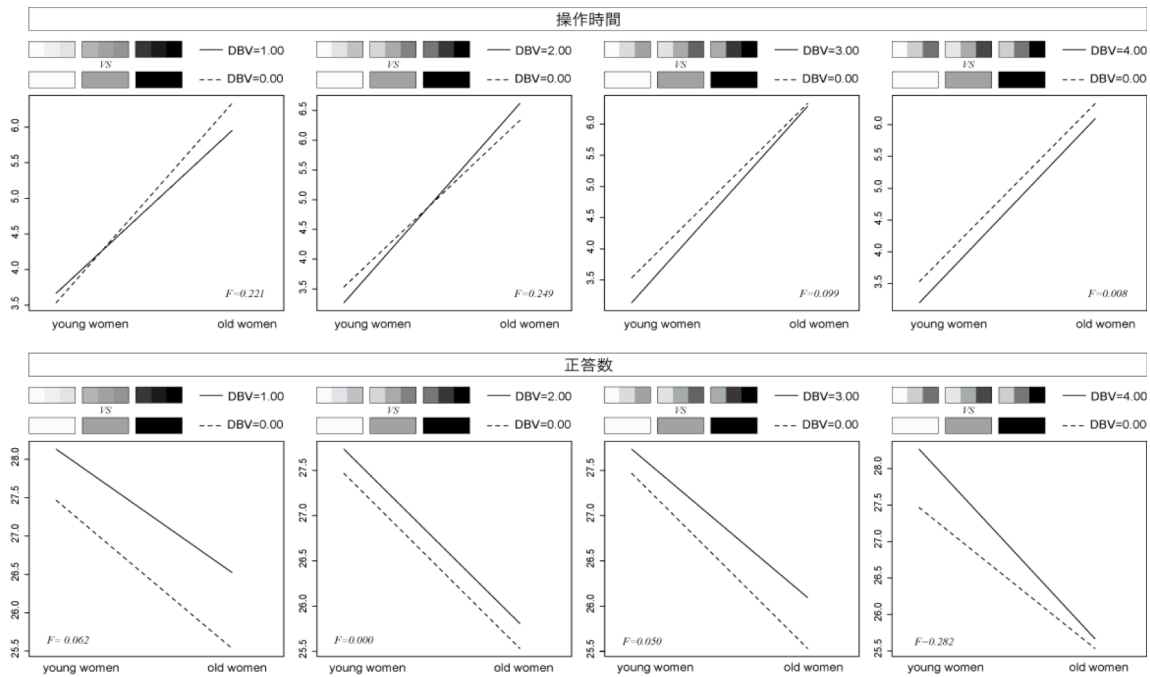


図7 画面の明度差と操作との関係に年齢が及ぼす影響（青年女性，中年女性）

$DBV=4.00$ は ($F=0.008$, $p>0.10$) とほぼ同様の傾向であった。これはそのままグラフの形状からも読み取れる。この結果から女性ユーザの操作時間と DBV との関係は、年齢の影響を受けにくいことが推測される。

つぎに図8下段に示す、青年女性群と中年女性群の正答数と DBV との関係について述べる。コントロールである $DBV=0.00$ は青年女性群の正答数が高く、中年女性群の正答数がやや低かった。それと比較して $DBV=1.00$ ($F=0.062$, $p>0.10$), $DBV=2.00$ ($F=0.000$, $p>0.10$), $DBV=3.00$ ($F=0.050$, $p>0.10$), $DBV=4.00$ ($F=0.282$, $p>0.10$) は、ほぼ同様の傾向であった。この結果から女性の青年ユーザと壮年ユーザとの操作の正確性と迅速性の差は、画面配色の DBV が変化しても、変化が見られる可能性は低いと考えられる。

8.まとめ

本稿では、年齢や性別の異なる各ユーザに対して操作性の優れた色彩デザインの画面を検討するために、タッチパネル操作画面の色と年齢、性別が異なるユーザの操作との関係を明らかにするために実験を行った。実験では操作の素早さ、正確性と、操作画面の明度差 DBV との関係が、20歳前半の男性・女性と、30～40歳代の中年男性・女性の被験者でどのように変化するか検証した。課題はタッチ画面で一桁同士の足し算とし、操作時間と正答数とを分析した。その結果、青年男性は明度差3の中明度の画面と、明度差2の高い明度の画面で操作の正確性が高かった。青年女性は明度差4の高明度・低明度の画面の配色の場合に

正答数が高かった。また二元分散分析によって明度差と操作との関係に被験者の年齢が及ぼす影響を分析した結果、 $DBV=1.00$ の配色を用いた場合に、青年男性よりも中年男性の操作の正確性の向上が期待できる可能性があることがわかった。今後は被験者を増やして本稿の分析結果を確認し、女性ユーザの操作性向上との関連の強いパラメータを探る。

参考文献

- [1] Jenifer Tidwell: デザイニング・インタフェース パターンによる実践的インタラクションデザイン; オライリー・ジャパン (2011).
- [2] 山中俊夫: 色彩学の基礎; 文化書房博文社 (1997).
- [3] 野村順一: 増補 色の秘密 最新色彩学入門; 文藝春秋 (1994).
- [5] 坂本牧葉, 須藤秀紹, “タッチパネルインタフェースの色彩デザインの印象と操作時間及び正確性との関係”, 日本感性工学会論文集 Vol.10, No. 4, pp.543-550, 2011.
- [6] 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.
- [7] ユニバーサルデザイン研究会編: ユニバーサルデザイン: 超高齢社会に向けたモノづくり; 日本工業出版社 (2003).
- [8] C. T. Morgan 他(著), 近藤武他(訳): 人間工学データブック: 機器設計の人間工学指針; コロナ社 (1972).

(提出日 平成26年1月10日)