

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：37305

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24603037

研究課題名(和文) 有彩色によるVDT画面が作業効率と生理的・心理的反応に及ぼす影響

研究課題名(英文) Effects of varying chromatic-color combinations on VDT screens on work efficiency and physiological and psychological responses

研究代表者

片山 徹也 (Katayama, Tetsuya)

長崎ウエスレヤン大学・現代社会学部・准教授

研究者番号：00612805

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：明度と彩度が異なる青色相を背景色にした陽画表示と陰画表示による16配色を用い、女子大学生16名を対象に、VDT画面の配色が作業効率と疲労に及ぼす影響について検討した。30分間のVDT作業の結果、作業効率は、文字色と背景色の明度差が最も小さい配色の陽画表示画面において有意に低下したが、他の15配色において有意な低下はみられなかった。主観申告と眼精疲労を示すCFF値による分析の結果、疲労感は、文字色と背景色の明度差が小さい配色ほど高いことが認められた。文字色と背景色のコントラスト比が国際基準WCAG 2.0に適合する配色においても、生理的疲労及び主観的疲労感に影響を及ぼす場合が確認された。

研究成果の概要(英文)：The study involving 16 college students aimed to examine the effects of different color combinations on VDT screens on their work efficiency and fatigue during 30-minute tasks. Sixteen color combinations in positive and negative display modes with blue backgrounds of varying levels of lightness and chroma were prepared. Although the work efficiency was significantly lower when the difference in the lightness of the colors of characters and background was the smallest and the screen was in the positive display mode, there were no significant decreases when the other 15 color combinations were used. An analysis based on the CFF, which indicates the levels of subjective fatigue and eye stain, suggested that the smaller the difference in the lightness, the stronger the feeling of fatigue. The students also experienced physiological and subjective fatigue when the contrast ratio between the colors of characters and background complied with the Web Content Accessibility Guidelines 2.0.

研究分野：色彩学、デザイン学

キーワード：VDT 作業効率 疲労 有彩色 青色相 ユニバーサルデザイン ユーザビリティ

1. 研究開始当初の背景

(1) 高度情報化社会における情報通信技術の発展により、インターネットや多様な ICT デバイスが普及し、コンピュータ用ディスプレイ等の VDT (視覚情報端末: Visual Display Terminals) を介して多くのデジタルコンテンツが活用されている。その一方で VDT 作業に起因する IT 眼症や VDT 症候群の増加が報告されている (高橋 2005)。

(2) 2008 年に勧告された「Web Content Accessibility Guidelines 2.0」(以下 WCAG 2.0 と記す。)により、ウェブコンテンツにおける文字色と背景色のコントラスト比等の適合基準が示されている。WCAG 2.0 により、文字と背景のコントラストは RGB 値から算出されるコントラスト比を用い、レベル AA 基準の下限比は 4.5 : 1 とされる。

(3) 国内では厚生労働省の「VDT 作業における労働衛生管理のためのガイドライン」により VDT 作業のための環境整備指針が策定されている。しかし、これらのガイドラインでは表示される色の選択及び配色に関する具体的な条件は呈示されず、既存のデジタルコンテンツの色彩デザインにおいてはあらゆる色が氾濫しているのが現状である。これらのことから、デジタルコンテンツの画面配色設定において、既存のガイドラインが示す基準条件とともに、望ましい配色の推奨条件を明らかにすることは、VDT 作業者の負担軽減及び作業効率の向上に有用であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、青色相の背景色に対して文字色を黒とする陽画表示画面 8 配色と文字色を白とする陰画表示画面 8 配色を用い、明度及び彩度が異なる背景色による VDT 画面が作業効率と生理的・心理的反応に及ぼす影響について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) VDT 画面の配色設定: VDT 画面の配色に使用する色として、白、黒、青色相 7 色の合計 9 色を設定した (表 1)。WCAG 2.0 において定義されるコントラスト比は sRGB 色空間における RGB 値 (0 ~ 255) を用いて算出される。

表 1 使用色の設定値と測定値

	設定値				測定値						
	HLSカラーモデル		RGBカラーモデル		色度(CIE XYZ表色系)			主波長	刺激純度		
	H値	L値	S値	R値	G値	B値	x	y	Y	(nm)	Pe
白	170	255	255	255	255	255	0.3227	0.3188	147.2	468	5.0%
青1	170	224	255	192	192	255	0.2670	0.2390	77.6	467	33.0%
青2	170	192	255	128	128	255	0.2099	0.1508	37.0	465	62.0%
青3	170	160	255	64	64	255	0.1646	0.0772	15.8	464	86.0%
青4	170	128	255	0	0	255	0.1496	0.0516	10.0	463	95.0%
青5	170	96	255	0	0	192	0.1506	0.0502	4.0	462	95.0%
青6	170	64	255	0	0	128	0.1511	0.0514	1.6	462	94.0%
青7	170	32	255	0	0	64	0.1571	0.0714	0.5	465	89.0%
黒	170	0	255	0	0	0	0.2857	0.2857	0.2	477	21.0%

陽画表示 8 配色と陰画表示 8 配色の配色番号及び色彩条件を表 2、表 3 に示す。

表 2 陽画表示 8 配色の色彩条件

配色番号	サンプル	背景色	文字色	測定値		国際基準 WCAG 2.0	
				明度差 (文字と背景の Y 値の差 (絶対値))	彩度差 (文字と背景の刺激純度の差 (絶対値))	RGB 値による コントラスト比	レベル AA 基準
P1		青7	黒	0.3	68.0%	1.1:1	不適合
P2		青6	黒	1.4	73.0%	1.3:1	不適合
P3		青5	黒	3.8	74.0%	1.8:1	不適合
P4		青4	黒	9.8	74.0%	2.4:1	不適合
P5		青3	黒	15.6	65.0%	3.4:1	不適合
P6		青2	黒	36.8	41.0%	6.4:1	適合
P7		青1	黒	77.4	12.0%	12.2:1	適合
P8		白	黒	147.0	16.0%	21.0:1	適合

表 3 陰画表示 8 配色の色彩条件

配色番号	サンプル	背景色	文字色	測定値		国際基準 WCAG 2.0	
				文字と背景の輝度 Y の差 (絶対値) (cd/m <sup>2</sup> )	文字と背景の刺激純度の差 (絶対値)	RGB 値による コントラスト比	レベル AA 基準
N1		青1	白	69.6	28.0%	1.7:1	不適合
N2		青2	白	110.2	57.0%	3.3:1	不適合
N3		青3	白	131.4	81.0%	6.2:1	適合
N4		青4	白	137.2	90.0%	8.6:1	適合
N5		青5	白	143.2	90.0%	11.9:1	適合
N6		青6	白	145.6	89.0%	16.0:1	適合
N7		青7	白	146.7	84.0%	19.6:1	適合
N8		黒	白	147.0	16.0%	21.0:1	適合

(2) 被験者: 女子大学生 16 名 (年齢: 19.2 ± 0.4 歳、視力: 裸眼又は矯正視力 0.9 ~ 1.0)

(3) 実験場所: 長崎県立大学情報演習室

(4) 実験環境:

コンピュータ 16 台に対して、3 波長形昼白色の 32 形直管蛍光灯 (TOSHIBA Hf メロウライン FHF32EX-N-H) を取り付けた 2 灯用埋込型のルーバ付照明ベース 6 台が天井面に設置された情報演習室を使用した。室内壁面窓からの太陽光の入射を防ぐためにブラインド及びカーテンにて遮光した。

室温: 27.0 ± 1.0、相対湿度: 57 ± 4 %

照度: キーボード上 700 ± 100 lx、ディスプレイ画面上 (画面中央) 600 ± 100 lx

視距離: 約 40 cm、文字高: 3 mm (MS 明朝 10.5 p)

ディスプレイ: DELL E2011H 20.5 インチ TFT 液晶 (sRGB 対応)、表示画素数 1600 × 900、標準輝度出力 250 cd/m<sup>2</sup>

コンピュータ: DELL OPTIPLEX990 (OS: Windows 7)

(5) 実験時期: 2012 年 8 月

(6) VDT 作業課題: アルファベット、数字、ひらがながランダムに表示された文字列を見て、指定された 3 個の文字 (アルファベット、数字、ひらがなの各 1 種より 1 個) に一致する場合「1」を、それ以外の場合「0」を入力する作業を課題とした。

(7) 測定項目:

作業効率 (作業量、誤入力率)

生理指標 (収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数、CFF 値 [臨界融合周波数: Critical Fusion Frequency])

心理評価（疲労感、画面に対するイメージ評価）

疲労感は、「自覚症しらべ」(城 2002)を用い、群(ねむけ感)、群(安定感)、群(不快感)、群(だるさ感)、群(ぼやけ感)の全 5 群における 25 の症状について作業前と作業後に 5 段階(1.全くあてはまらない~5.非常によくあてはまる)で評価してもらった。画面に対するイメージ評価は、作業終了後、「見やすさ」、「読みやすさ」、「美しさ」、「派手さ」について 5 段階で評価してもらった。

(8)実験手順: 15 分間の椅座位安静後、生理指標を測定し、疲労に関する症状を回答してもらった。30 分間の VDT 作業後、生理指標を測定し、疲労に関する症状、画面に対する印象についてイメージ評価を回答してもらった。

#### 4. 研究成果

##### (1)結果

###### 作業量と誤入力率

陽画表示において、8 配色間の作業量に配色要因による有意な主効果が認められた。その後の多重比較により、配色 P1-P5、P1-P7 の組み合わせにおいて作業量に有意差が認められた。8 配色間の誤入力率に配色要因による有意な主効果が認められた。その後の多重比較により、配色 P1-P2、P1-P3、P1-P4、P1-P5、P1-P6、P1-P7、P1-P8 の組み合わせにおいて誤入力率に有意差が認められた。

陰画表示において、8 配色間の作業量及び 8 配色間の誤入力率に配色要因による有意な主効果は認められなかった。

###### 作業前後の血圧と心拍数

陽画表示の収縮期血圧と拡張期血圧のいずれも各配色の作業前と作業後の測定値に有意差はみられなかった。心拍数は、配色 P1、P3、P4、P5、P7、P8 の 6 配色において作業後に有意な高値を示した。

陰画表示の収縮期血圧は、配色 N7 において作業後に有意な高値を示した。拡張期血圧は作業前と作業後の測定値に有意差はみられなかった。心拍数は、配色 N1 において作業後に有意な高値を示した。

###### 作業前後の CFF 値

疲労評価指標として用いられる CFF 値(フリッカー値)は、点滅光と点灯光を弁別する際の周波数閾値である。VDT 作業後の CFF 値の低下が大きいことは、覚醒水準の減衰、知覚機能の低下が大きいことを示し、中枢疲労が大きくなることが報告されている(市川ら 2006)。陽画表示では、配色 P1~P8 の 8 配色全てにおいて作業後の CFF 値が有意な低値を示した。

陰画表示では、配色 N1~N6 の 6 配色において作業後の CFF 値が有意な低値を示した。分散分析の結果、陽画表示と陰画表示のい

れも 8 配色間の CFF 値変動率に配色要因による有意な主効果はみられなかった。CFF 値変動率と背景色の Y 値及び刺激純度との関係について有意な相関関係は認められなかった。CFF 値変動率において、個人内での配色条件による共通した変動傾向はみられなかった。

##### 疲労感の評価

「自覚症しらべ」による作業前と作業後の疲労評価スコアの平均を配色ごとにプロットした。陽画表示の配色 P1(図 1)では、5 群 25 項目の自覚症のうち 19 項目で作業後の疲労評価スコアが有意に高かった。有意差のみられた項目数が最も多かったのは、群(不安定感)の 5 項目「いらいらする」、「おちつかない気分だ」、「不安な感じがする」、「ゆううつな気分だ」、「考えがまとまらない」と V 群(ぼやけ感)の 5 項目「目がかわく」、「目がいたい」、「ものがぼやける」、「目がつかれる」、「目がしょぼつく」であった。次いで群(不快感)の 4 項目「頭がおもい」、「気分がわるい」、「頭がいたい」、「頭がぼんやりする」、群(ねむけ感)の 3 項目「やる気がとぼしい」、「全身がだるい」、「横になりたい」、群(だるさ感)の 2 項目「肩がこる」、「腕がだるい」であった。

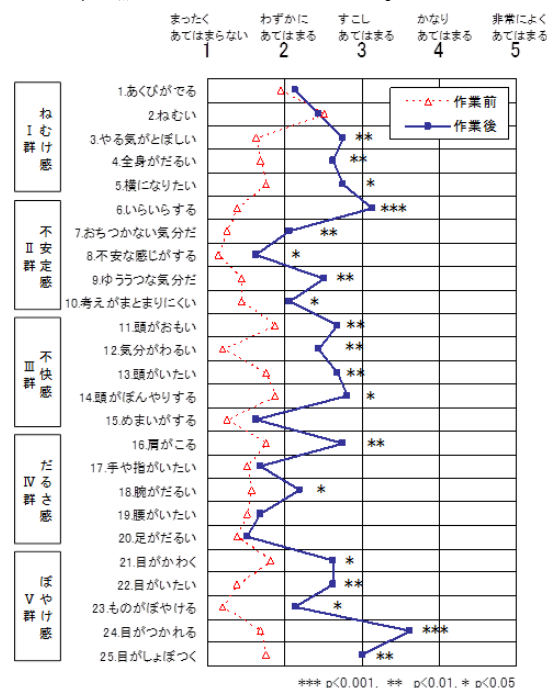


図 1 VDT 作業前後の疲労評価スコア (陽画表示 配色 P1)

陽画表示の他の配色についても同様に分析した結果、8 配色のうち有意差のみられた項目数が最も多かったのは配色 P1 で 19 項目、次に配色 P4 で 16 項目であった。有意差のみられた項目数が最も少なかったのは、配色 P6 と P8 で 5 項目、次に配色 P7 で 7 項目であった。

陰画表示の配色 N1 では、5 群 25 項目の自覚症のうち 6 項目で作業後の疲労評価スコアが有意に高かった。6 項目のうち有意差のみ

られた項目数が多かったのは、Ⅱ群(だるさ感)の2項目「肩がこる」、「手や指がいたい」とⅤ群(ぼやけ感)の2項目「目がかわく」、「目がいたい」であった。次いで、Ⅲ群(ねむけ感)の「横になりたい」、Ⅳ群(不安定感)の「考えがまとまりにくい」であった。陰画表示の他の配色についても同様に分析した結果、8配色のうち有意差のみられた項目数が最も多かったのは配色 N6 で 16 項目、次に配色 N3 で 13 項目であった。作業前と作業後の疲労評価スコアに有意差のみられた項目数が最も少なかったのは、配色 N2 の 1 項目、次いで配色 N1、N4、N8 の 6 項目であった。

#### 画面に対するイメージ評価

全配色の VDT 課題作業終了後、各配色の画面に対して抱いたイメージの平均を求めた。陽画表示の配色 P1~P8 では、8 配色間の見やすさ、読みやすさ、美しさ、派手さの 4 項目のイメージ評価に有意差が認められた。機能性に関しては、文字と背景の明度差が大きい配色ほど見やすく、読みやすいと評価された。美しさに関しては、文字と背景の明度差が大きい配色ほど美しいと評価され、背景の彩度が高い配色ほど派手と評価された。

陰画表示の配色 N1~N8 では 8 配色間の見やすさ、読みやすさ、派手さの 3 項目のイメージ評価で 8 配色間に有意差が認められた。機能性に関して、文字と背景の明度差が最も小さい配色 N1 は、見にくく読みにくいと評価された。美しさに関しては、8 配色間の評価に有意差がみられず、配色 N3、N4 は派手と評価された。

## (2) 考察

### 作業量と誤入力率による作業効率

陽画表示では、文字色と背景色の明度差が最も小さい配色 P1 のみ、他の全配色より誤入力率が有意に高く、作業効率への影響がみられた。WCAG 2.0 に示された文字色と背景色のコントラスト比に着目すると、レベル AA 基準値である 4.5 : 1 以上を満たす配色 (P6~P8) に加え、配色 P1 を除く国際基準を満たさない配色 (P2~P5) においても作業量及び誤入力率に有意差は認められなかった。また、配色 P2~P8 の 7 配色は背景色の彩度条件は異なるが、7 配色間の作業効率への影響に違いはみられなかった。陰画表示では、作業量及び誤入力率について 8 配色間に有意差はみられなかった。また、作業量と誤入力のいずれも背景色の明度及び彩度との有意な相関関係は認められなかった。

これらの結果から、陽画表示と陰画表示のいずれ配色も VDT 画面による 30 分間の作業の場合、背景色と文字色の色彩条件及び国際基準への適合の可否は、作業効率に影響を及ぼす要因と言えない。しかしながら、文字色と背景色の明度差が最も小さい陽画表示配色において作業効率の低下が認められた。

Buchner ら (2007) は、文書校正のパフォーマンス結果について周辺照明及び色コントラストには関連がみられず、色のコントラストは輝度のコントラスト不足を補填できないことを報告している。このことから、有彩色を用いた配色の場合、明度条件は彩度条件より作業効率へ影響を及ぼしやすい要素と考えられる。

作業効率と背景色の明度との関係に着目すると、陽画表示と陰画表示のいずれも作業量及び誤入力率と背景色の明度及び彩度とに有意な相関関係は認められなかった。作業量及び誤入力率のばらつきは、VDT 作業に係るパフォーマンスの個人差が主たる原因と考えられる。背景色をグレースケールの無彩色とした研究 (片山ら 2011) において、作業量及び誤入力率と背景色の明度との相関関係は、陽画と陰画の表示モードにより異なったことから、VDT 画面の背景色が作業効率へ及ぼす影響は、背景色に用いる色相により異なる可能性が示唆された。

### 生理指標による作業負担

VDT 作業の疲労に関して、収縮期血圧値は知的作業時に下降傾向を示すことが報告されている (中山ら 2001)。また、VDT 作業者の心拍数については、作業時間が増加し身体的・精神的緊張状態になることで、交感神経系が刺激され心拍数が上昇することが報告されている (高橋ら 2009)。

陽画表示において VDT 作業負担の程度は血圧変動として表出しなかったが、WCAG 2.0 に適合しない 4 配色 (P1、P3、P4、P5) と適合する 2 配色 (P7、P8) の計 6 配色で作業後の心拍数が有意な高値を示した。陰画表示では、配色 N7 において作業後の収縮期血圧が有意な高値を示し、配色 N1 において作業後の心拍数が有意な高値を示した。心拍数の上昇については、文字色と背景色の明度差が小さい配色や明度の高い背景色の VDT 画面を注視しながら文字探索課題を継続することで、身体的負荷及び精神的緊張が生じ、交感神経系が刺激されたのではないかと考えられる。

CFF 値に着目すると、陽画表示 8 配色全てにおいて作業後の値が有意に低かった。このうち、文字色と背景色の組み合わせが国際基準に適合する配色 (P6~P8) においても CFF 値の有意な低下が認められた。これらの結果より、文字色と背景色の明度差やコントラスト比が十分に得られる配色においても背景色の明度が高い場合、作業負担に影響を及ぼす可能性が示唆された。

また、陰画表示配色である N1~N6 の 6 配色について、作業効率の低下は認められず CFF 値の低下が認められたことから、30 分間の VDT 作業が遂行可能な配色においても、その作業負担は中枢疲労として CFF 値変動に影響を及ぼす場合があると考えられる。さらに、この 6 配色では国際基準に適合しない 2 配色 (N1、N2) に加え、国際基準に適合する 4 配



色 (N3~N6) においても CFF 値が有意に低下した。この理由として、作業前後の CFF 値に有意差がみられなかった 2 配色 (N7、N8) と比較すると、配色 N3~N6 の背景色の刺激純度 (86%~95%) の高さが挙げられる。配色 N7 の背景色のように刺激純度 (89%) が高い色でも明度が低い場合、色みは知覚されにくい、配色 N3~N6 の場合、明度が高いほど青色相の色みが強く知覚される。VDT 画面の広域を占める背景色の彩度及び明度が高く、色みが強い配色の場合、VDT 画面を注視し続ける作業負担は CFF 値の低下に影響を及ぼすことが推測される。

#### 自覚症による主観的疲労感

25 項目の症状で構成される「自覚症しらべ」による疲労評価の結果、文字色と背景色のコントラスト比が国際基準に適合する配色の主観的疲労感は低く、文字色と背景色の明度差が小さい配色ほど疲労感は高くなる傾向が認められた。30 分間の VDT 作業の結果、陽画表示において国際基準に適合しない配色で疲労感は増加する傾向がみられたのに対し、陰画表示のうち国際基準に適合しない 2 配色 (N1、N2) で疲労感の増加が抑制され、陽画表示と陰画表示の表示モードにより異なることが示された。Hall ら (2003) は、ウェブページの読みやすさと配色組み合わせとの関係がウェブガイドラインと矛盾する場合があることを報告している。これらの原因として、国際基準におけるコントラスト比の算出方法が考えられる。異なる VDT 機器を介して表示されるデジタルコンテンツのアクセシビリティを高めるための技術指針という特性上、WCAG2.0 におけるコントラスト比は RGB 値から算出される。このため、RGB 値によるコントラスト比と VDT 画面上に表示された色を測定した色度を用いたコントラストは必ずしも一致しない。XYZ 三刺激値から sRGB 値への変換式はいくつか提案されているが、小林 (2002) による計算式を用いて本研究の使用色の測定値 (XYZ 三刺激値) を sRGB 値に変換した値は、設定値による RGB 値 (表 1) とは一致しなかった。今後、デジタルコンテンツにおける色彩設定において、文字色と背景色の実測値によるコントラスト基準をガイドライン化する等の対策が望まれる。しかしながら、個々の VDT 製品の仕様及び性能により同一の RGB 値に設定された場合でも色の見えは異なり、色度の実測値は異なる可能性がある。この点は色の実測値を用いたガイドライン策定を困難にしている要因といえる。

なお、本研究で設定した 30 分間の作業時間は比較的短時間の作業であったといえるが、自覚症による疲労感が有意に増加した配色については、30 分間を超える長時間作業においても不適であると推定できる。暗算作業を用いた精神作業負担の指標の検討において、作業開始後 90 分後に作業成績が低下し

たとの調査結果がある (三宅ら 1990)。VDT 機器を介したデジタルコンテンツの利用は文字による情報の閲覧及び文章入力作業が中心であると考えられ、それらの作業が長時間に及ぶ場合、作業負荷及び拘束性等の作業特性の違いによる影響も考えられるため、今後は、作業時間の長さや作業内容の特性との関連を踏まえたさらなる検討が求められる。

#### 画面に対するイメージ評価

画面の見やすさや読みやすさに関する機能性の評価では、陽画表示と陰画表示のいずれも文字色と背景色の明度差が大きいほど評価値が高かったことから、文字色と背景色の明度差を確保することで機能性の評価を高めることが実証された。しかし、背景色の彩度値と機能性の評価に関連性はみられなかった。したがって、文字色が同一の配色群における背景色の彩度は機能性の評価に影響を及ぼしにくいと考えられる。

陽画表示では文字色と背景色の明度差が大きい配色ほど美しいと評価されたが、陰画表示では美しさの評価に有意差はみられなかった。このことから、背景色が同一であっても使用する文字色による陽画表示と陰画表示の表示モードによって審美性に関するイメージ評価は異なることが示された。陰画表示のうち背景色の刺激純度が 86.0%~95.0% の比較的高い配色は 5 配色であったが、このうち、派手と評価された配色 N3、N4 の Y 値は 15.8~10.0 cd/m<sup>2</sup> であり、他の配色の Y 値は 0.5~4.0 cd/m<sup>2</sup> と低かった。本研究では、彩度を変化させるパラメーターとして刺激純度を用い、明度を変化させるパラメーターとして Y 値 (cd/m<sup>2</sup>) を用いたが、色みの強さは明るさによって変化するため (大田 1993)、背景色の彩度が近似する配色群の場合、背景色の明度の違いにより派手さのイメージ評価に差異が生じたと考えられる。

本研究にて国際基準に適合しない配色においても見やすい、読みやすいと評価された配色がみられた点は、無彩色のグレースケール配色を用いた VDT 作業に関するこれまでの研究結果 (片山ら 2011、2012) を支持する結果となった。これらのことは、デジタルコンテンツ作成において国際基準への適合の可否に加え、機能性を高めるための補助指標の必要性も示しているといえる。

以上より、有彩色である青色相を背景色にした画面を用いた VDT 作業において配色及び表示モードによって作業効率や生理的・心理的反応は異なったため、青色相以外の有彩色を用いた配色についても VDT 作業へ影響を及ぼすことが予想される。社会の高度情報化にとともに、コンピュータのみならずスマートデバイス等の多様な ICT 機器を介したデジタルコンテンツの利活用はさらに増加することが予測される。また、近年普及が進んでいるタブレット・コンピュータは教育機関においても学習端末として導入され、利用されて

いることから (The New Media Consortium 2013)、タブレット・コンピュータ等の多様な端末を介する VDT 作業についての検討も必要といえる。

今後、作業効率を向上させ、身体的疲労度や心理的負担を軽減するための VDT 画面の色彩設計に本研究成果を活用することで、VDT 作業における快適な視環境整備が推進できると考えられる。

#### <引用文献>

高橋洋子 2005: 五感の生理 病理と臨床 (10)IT 眼症と VDT 症候群、医学のあゆみ、214(12)1029/1032

World Wide Web Consortium 2008: Web Content Accessibility Guidelines 2.0 <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

厚生労働省 2002: VDT 作業における労働衛生管理 ガイドラインと解説、中央労働災害防止協会

市川博、本多薫、大橋正和 2006: ICT の進展による VDT 作業の増加と疲労やストレスとの関係 - テレワークや e-learning を例として -、情報社会学会誌、1(1)64/72

Buchner, A. and Baumgartner, N. 2007: Text-background polarity affects performance irrespective of ambient illumination and colour contrast. Ergonomics, 50(7)1036/1063

片山徹也、庄山茂子、栃原裕 2011: VDT 画面の表示モードが作業効率と生理的・心理的反応に及ぼす影響、日本色彩学会誌、35(2)91/100

中山光幸 2001: 知的作業が学習者の血圧変動に与える影響、電子情報通信学会総合大会講演論文集 2001 年・情報・システム、(1)202

高橋圭太、井上浩 2009: 心拍変動による VDT 作業者のストレス・疲労の定量的検討、秋田大学工学資源学部研究報告、30 1/7

Hall, R. H. and, Hanna, P. 2003: The Effect of Web Page Text-Background Color Combinations on Retention and Perceived Readability, Aesthetics and Behavioral Intention, Ninth Americas Conference on Information Systems, 2149/2156

小林光夫 2002: 色再現・色管理・色の見え、日本色彩学会誌、26(1)18/29

三宅晋司、井上和宏、鎌田豊彦、神代雅晴 1990: 長時間暗算時の心血管系反応、人間工学、(26)142/143

大田登 1993: 色彩工学、東京電機大学出版局、58

片山徹也、庄山茂子、栃原裕 2012: 同一明度差のグレースケール配色が VDT 作業効率と疲労に及ぼす影響、人間と生活環境、19(2)91/100

The New Media Consortium 2013: NMC Horizon Report 2013 Higher Education Edition, 15/19

<http://www.nmc.org/publications/2013-horizon-report-higher-ed>

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした陰画表示画面が VDT 作業効率と疲労に及ぼす影響、人間と生活環境、査読有、22 巻 1 号、2015、29 - 31

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした陽画表示画面が VDT 作業効率と疲労に及ぼす影響、人間と生活環境、査読有、21 巻 1 号、2014、35 - 45

[学会発表](計4件)

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした VDT 陰画表示画面が心理反応と作業効率に及ぼす影響、第 38 回人間-生活環境系シンポジウム、2014 年 12 月 6 日、長崎県立大学(長崎県・長与町)

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした VDT 陽画表示画面が心理反応と作業効率に及ぼす影響、第 37 回人間-生活環境系シンポジウム、2013 年 11 月 30 日、神戸大学(兵庫県・神戸市)

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした VDT 陰画表示画面が生理反応と作業効率に及ぼす影響、2013 年 10 月 26 日、日本生理人類学会第 69 回大会、同志社大学(京都府・京都市)

片山 徹也、庄山 茂子、栃原 裕、青色相を背景色にした VDT 陽画表示画面が生理反応と作業効率に及ぼす影響、2013 年 6 月 8 日、日本生理人類学会第 68 回大会、金沢大学(石川県・金沢市)

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

片山 徹也(KATAYAMA, Tetsuya)  
長崎ウエスレヤン大学・現代社会学部・准教授  
研究者番号: 00612805

##### (2)研究分担者

庄山 茂子(SHOYAMA, Shigeko)  
長崎県立大学・国際情報学部・教授  
研究者番号: 40259700

栃原 裕(TOCHIHARA, Yutaka)  
九州大学大・芸術工学研究科(研究院)・名誉教授  
研究者番号: 50095907