

顔皮膚色の動的変化による健康さと 情動状態の知覚への影響

清水 千景*・小川 洋和**

抄録：情動状態や健康状態は顔皮膚色の赤みを増加させることが知られているが、赤みを帯びた顔色から健康状態と情動状態のどちらの影響を受けたものか区別できるのかについては、明らかになっていない。本研究の目的は、顔色が動的に変化するかどうかによって、顔色から健康状態と情動状態を分離して認識できるのかを明らかにすることであった。中立的な表情の顔写真から皮膚色を操作した顔画像刺激を呈示し、実験参加者にその顔の人物の健康状態と情動状態を判断させた。その結果、顔の赤みが増すとその人物がより健康的、魅力的、高覚醒、ポジティブであると判断された。さらに、顔色を動的に変化させながら呈示することによって、変化させないときよりもより不健康かつ覚醒度が高いと判断されることがわかった。本研究では、動的に顔色変化することによって健康状態および情動状態の判断が変化することを示したが、その関係性を完全に明らかにすることはできなかった。

キーワード：顔色、健康、情動、動的表示

第1章 序論

ヒトは日常的に社会的なコミュニケーションを行っているが、その中でも、顔は大きな情報源である。社会的特徴を判断するうえで情報源として用いられる顔の要素として、表情や視線方向などがよくあげられるが、顔色も重要な情報源の一つである。

顔皮膚色は、その人物の健康状態を判断する際の手がかりになる。顔の赤みは、皮膚血管の血流量や血中のヘモグロビン濃度や酸素飽和度の変化を反映して変化する。また、顔の赤みは、身体的な健康と酸素飽和度や肌の血管新生とも正の相関がある (Armstrong & Welsman, 2001; Johnson, 1998)。反対に、糖尿病、高血圧、心臓病にかかると肌の血管新生や血中酸素化が損なわれ、顔の赤みが低下する (Changizi & Shimojo, 2011; Charkoudian, 2003; Panza, Quyyumi, Brush, & Epstein, 1990; Ponsonby, Dwyer, & Couper, 1997)。最も健康的に見えるのは脱酸素化ヘモグロビンが減り、酸素化ヘモグロビンが増えた状態である (Stephen, Coetzee, Smith, & Perrett, 2009)。Thorstenson, Pazda, Elliot, & Perrett (2017) は、CIELAB 色空間における赤-緑の軸である a^* を 5 単位増やした顔画像と減らした顔画像に対する健康度と魅力度の評価をさせたところ、顔色が赤い方がより健康的および魅力的であると判断された。

一方、顔の赤みは特に怒りに関連した情動状態を判断

する手がかりともなり、顔が赤いとより怒っていると判断される。顔皮膚血管の血流量は情動状態によっても変化し、心理状態による末梢神経系を含む心血管の活動パターンを予測するモデルとして、BPS モデル (biopsychosocial model; Blascovich & Mendes, 2000) が提案されている。これによると、挑戦 (challenge; 接近方向の情動) では、顔皮膚領域を含む末梢血管における血管拡張が生じる。逆に、脅威 (threat; 回避方向の情動) では動脈が狭窄されて、末梢の血流が阻害される。Thorstenson, Elliot, Pazda, Perrett, & Xiao (2018) は、中立的な表情をした顔写真の顔色を、指定された情動に見えるよう変化させるよう参加者に求めたところ、接近方向の情動 (怒り、幸福、驚愕) で赤みが増え、回避方向の情動 (嫌悪、恐怖、悲しみ) で赤みが減少したと報告した。また Peromaa & Olkkonen (2019) は、中立顔と怒り顔の間でモーフィングを行った画像を用いて、参加者が怒っていると答えた割合が 50% になるモーフィング表情画像を顔色毎に算出し比較したところ、顔の赤みがより増した顔画像の方がそのほかの顔画像よりも、より中立顔に近い表情で怒っていると答えられる割合が高くなることを示した。

このように顔の赤みと情動状態や健康状態との関連が示唆されているが、人が赤みを帯びた顔を見た時に、それが健康状態によるものか情動状態によるものかを識別できるのかについては明らかになっていない。健康状態

*関西学院大学文学研究科博士課程前期課程 2 年

**関西学院大学文学部教授

と情動状態による顔皮膚色の赤みの発現は、生理的なメカニズムや、それによって社会的コミュニケーションに与える影響が異なる。健康状態が良いことで赤くなっていると判断された場合には、観察者に接近方向の行動を引き起こすだろう。一方で、怒っていることで赤くなっていると判断された場合には、回避方向の行動を引き起こすと予想できる。このように同じ赤みを帯びた顔を見た場合でも、健康状態と情動状態のどちらが要因となっているのかによって取るべき行動が変わるのであれば、それらを正確に識別することには適応的意義がある。

本研究の目的は、ヒトが顔色の変化から健康状態と情動状態を分離して識別することができるのかを明らかにすることであった。現実場面では重要な手掛かりとなりうるにもかかわらず先行研究では検討されてこなかった、顔色の動的変化を用いた。情動による顔色の変化は、健康度による顔色の変化と異なり、短い時間で急速に変化する。そのため、顔色の動的変化の有無によって、顔色が健康度と情動状態のどちらの判断に影響を与えるかが変化するのではないかと予測した。

第2章 実験1

第1節 方法

第1項 実験日時及び場所

2019年6月20日から2019年7月21日の間、関西学院大学F号館地下1階の実験室6にて実施した。実験室内は騒音など実験の妨げになるものがない状況であった。また課題中の実験室内は薄暗い状態であった。

第2項 実験参加者

関西学院大学の学生52名（男性12名、女性40名）が実験に参加した。平均年齢は19.27歳（範囲18~26歳）であり、全員が正常な視力（矯正含む）及び色覚であった。実験の実施にあたり、書面によるインフォームドコンセントを得た。なお、女性1名が途中で実験の中

止を希望したため、分析からは除外した。

第3項 実験装置

実験刺激の呈示にはパーソナルコンピューター（Apple社製、Mac mini）および24インチの液晶モニター（BenQ社製、XL2420-B）を使用した。反応をさせるためにマウス（Apple社製、A1152）を使用した。刺激の呈示および反応の記録は、心理実験構築のソフトウェアである PsychoPy（v1.84.2.; Peirce, 2007）を用いた。

第4項 実験刺激

Figure 1に顔刺激の一例を示した。関西学院大学顔データベースより正面の中立顔の写真48枚（男性顔24枚、女性顔24枚）を使用した。これは髪の毛と輪郭が映り込まないように楕円形にトリミングされたもので、サイズは縦6.92 cm×横5 cmであった。

これらの顔色を操作した画像の作成には MATLAB（MathWorks社製）を使用した。顔色の操作は、眼と眉を除いた顔皮膚領域をマスクして行った。色の操作ではまず、人の知覚にとって均一な操作となるようにRGBからCIEL*a*b*色空間に変換した。それから、赤-緑の軸であるa*の値について、元の画像よりも10単位ずつ赤くしたものを二種類（ $\Delta a^* = +10, +20$ ）、10単位ずつ緑にしたものを三種類（ $\Delta a^* = -10, -20$ ）作成し、元の画像（ $a^* = 0$ ）と合わせて計7種類の顔色を各顔画像について作成した。

第5項 手続き

実験では、初めに注視点を1,000 ms表示した後、顔刺激が1,000 ms表示され、1,000 msのブランクの後、参加者の反応まで評価画面が表示された。背景画像は全て無彩色のグレーであった（ $L^* = 50, a^* = 0, b^* = 0$ ）。顔刺激の呈示では、1,000 msの間同じ顔画像が表示され続ける静的表示条件と、顔色がより赤い画像へと変化する動的表示+条件、顔色がより緑色の画像へと変化する動的表示-条件がランダムに呈示された。動的表示の2条

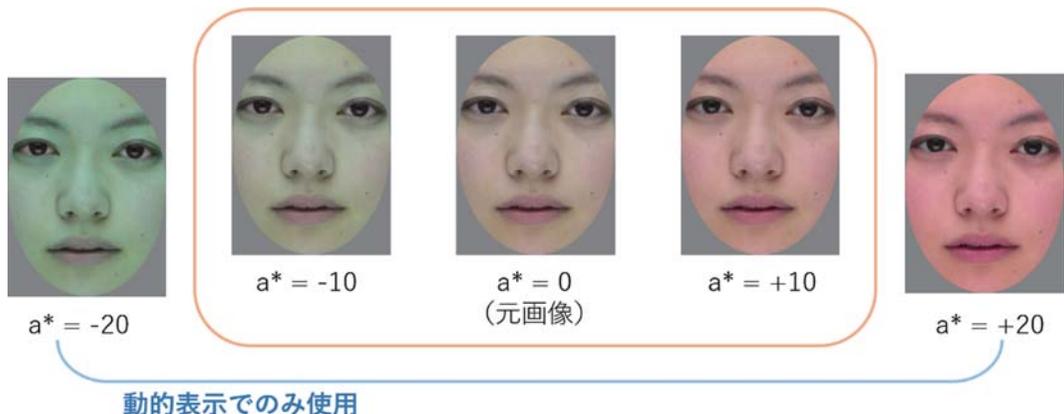


Figure 1 実験1で用いた顔刺激の例を示す。中央が元の画像で、左がa*を下げたもの、右がa*を上げたものである。

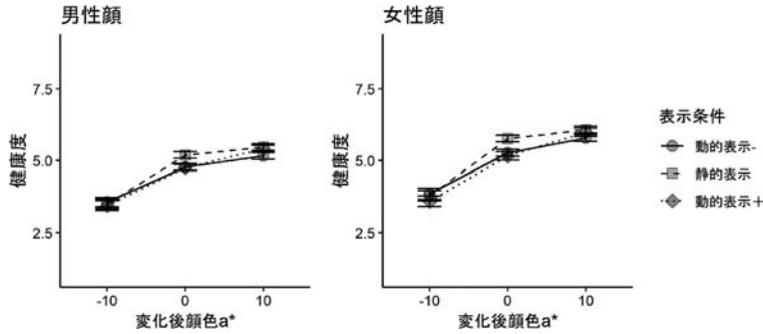


Figure 2 表示条件ごとに評価された健康度の平均値を示している。左図は男性顔、右図は女性顔に対する評価を示している。横軸は $a^*=0$ を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

件では、顔画像の呈示から 250 ms 後に顔色に変化を始め、500 ms 経過した時点で顔色の変化が終了し、その後さらに 250 ms 間変化後の画像が呈示された。画面のリフレッシュレートは 120 Hz であった。動的表示+条件、動的表示-条件ともに変化後の顔色が、元画像から a^* を 10 増やした画像と 10 減らした画像、元画像の三種になるようにした。静的表示条件では、元画像から a^* を 10 増やした画像と 10 減らした画像、元画像のみを使用した。

呈示された顔画像の健康状態と魅力度を判断させるブロックと、情動判断をさせるブロックの二つに分けて行った。情動状態と魅力度の判断を求めるブロックでは、実験 1 と同様の方法で健康度 (1. 全く健康そうでない ~ 9. とても健康そう)、魅力度 (1. 全く魅力的でない ~ 9. とても魅力的) をそれぞれ 9 段階の中からマウスクリックで評価するよう求め、その応答を計測した。情動状態を判断するブロックでは、Affect Grid 法 (Russell, Weiss, & Mendelsohn, 1989) を用い、縦軸が覚醒度 (1. 鎮静 ~ 9. 覚醒)、横軸が感情価 (1. ネガティブ ~ 9. ポジティブ) となる 9 段階 \times 9 段階で情動状態を評価し、マウスで座標の交点を選択するよう求めた。反応の取得では、縦軸である覚醒度と横軸である感情価をそれぞれ分けて計測し、分析した。

情動判断ブロックの前に、参加者の判断時の参考を示すために練習段階をおこなった。覚醒度と感情価それぞれ

Table 1 健康度の判断に対する顔色の影響

		<i>F</i>	<i>p</i>
男性顔	静的表示条件	85.40	<.01***
	動的表示+条件	86.92	<.01***
	動的表示-条件	71.66	<.01***
女性顔	静的表示条件	93.12	<.01***
	動的表示+条件	130.56	<.01***
	動的表示-条件	97.97	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

れの両極を表す 4 種類の顔画像を見せ、それに基づいて情動判断課題に取り組むよう教示した。怒り顔、悲しみ顔、笑顔は関西学院大学顔データベースより、リラックスした顔はフリー素材ばくたそ (www.pakutaso.com) から選出した顔画像を関西学院大学顔データベースと同様の処理を施したものを使用した。怒り顔、悲しみ顔、笑顔、リラックスした顔の 4 種類の顔画像を呈示したうえで、それぞれ Affect Grid の高覚醒-ネガティブ (9, 1)、低覚醒-ネガティブ (1, 1)、高覚醒-ポジティブ (9, 9)、低覚醒-ポジティブ (1, 9) の表情であると教示し、選択をさせた。

本試行では、全ての顔色変化を各性別について 16 回ずつ繰り返し、計 288 試行を行った。実験の所要時間は約 90 分であった。

Table 2 健康度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示-条件	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
表示条件の主効果	12.58	<.01***	15.01	<.01***	0.10	.76	3.47	.13
表示条件 \times 顔色の主効果	0.12	.73	7.34	.01*	0.00	.94	0.70	.41

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

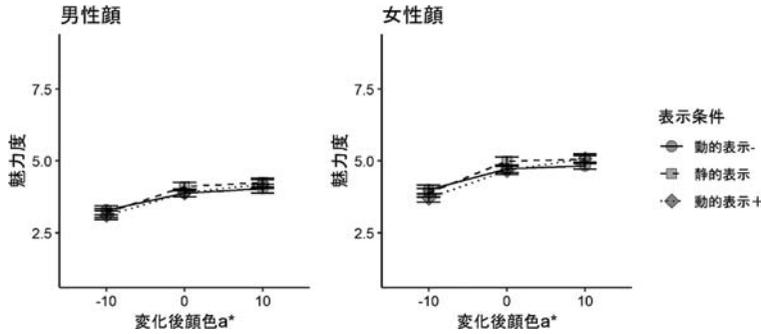


Figure 3 表示条件ごとに評価された魅力度の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は a*=0 を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

第2節 結果

健康度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変数効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 1 (67 頁参照) に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変数効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行ったところ、男性顔、女性顔ともに、全ての表示条件で、三種すべての間で有意差があった ($p < .05$)。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでより健康的と判断されるようになると考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変数効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 2 (67 頁参照) に示す。男性顔の時、静的表示条件と動的表示+条件の間で、表示条件の主効果がみられ、動的表示をすることでより不健康と判断されることが分かった。男性顔の時、静的表示条件と動的表示-条件の間では、表示条件×顔色の交互作用が有意であったため単純主効果の検定として顔色毎に分けて線形混合効果モデルを用いた分析を行ったところ、a*=0、+10の時に動的表示-条件の方が静的表示条件よりもより健康的ではな

Table 3 魅力度の判断に対する顔色の影響

		F	p
男性顔	静的表示条件	60.3	<.01***
	動的表示+条件	66.19	<.01***
	動的表示-条件	48.11	<.01***
女性顔	静的表示条件	53.81	<.01***
	動的表示+条件	71.79	<.01***
	動的表示-条件	48.79	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

いと評価される傾向があることが分かった ($p < .01$)。以上から、男性顔でのみ、動的表示をすると静的表示に比べてより不健康と判断されていることが分かった。

魅力度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変数効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 3 に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変数効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。まず男性顔においては、静的表示条件では a* = -10 よりも a* = 0, +10の方がより魅力的と判断されていることが分かった ($p < .05$)。動的表示+条件では三種の間すべての間で有意であり、赤みが増すとより魅力的と評価されることが分かった ($p < .05$)。動的表示-条件では変化後の顔色が

Table 4 魅力度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示-条件	
	F	p	F	p	F	p	F	p
表示条件の主効果	1.46	.25	0.04	.84	0.01	.91	1.43	.25
表示条件×顔色的主効果	0.01	.91	0.00	.99	0.00	.99	0.00	.98

$p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

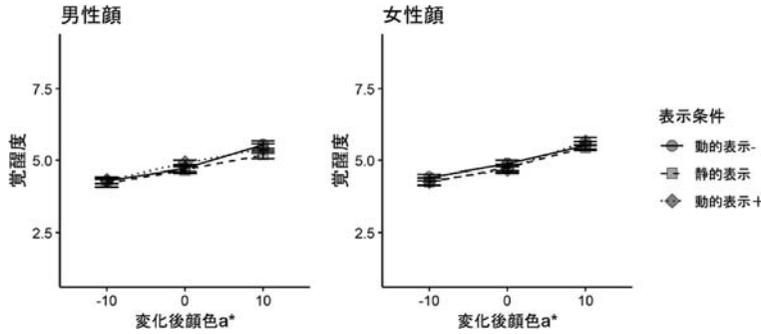


Figure 4 表示条件ごとに評価された覚醒度の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は $a^*=0$ を元画像とする顔色の变化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

$a^* = -10$ よりも $a^* = 0, +10$ の方がより魅力的と判断されていることが分かった ($ps < .05$)。女性顔においては、静的表示条件では $a^* = -10$ よりも $a^* = 0, +10$ の方がより魅力的と判断されていることが分かった ($ps < .05$)。動的表示+条件では三種の間すべての間で有意であり、赤みが増すとより魅力的と評価されることが分かった ($ps = .06$)。動的表示-条件では変化後の顔色が $a^* = -10$ よりも $a^* = 0, +10$ の方がより魅力的と判断されていることが分かった ($ps < .05$)。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでより魅力的と評価されるようになることが明らかとなった。特に静的表示条件と動的表示-条件では $a^* = 0$ と $a^* = +10$ の間に有意な差が見られなかったことから、緑色が強い顔は魅力的ではないと評価されると考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 4 (68 頁参照) に示す。いずれも表示条件の主効果及び交互作用は有意ではなかった。

覚醒度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 5 に示す。多重比較として、各顔

Table 5 覚醒度の判断に対する顔色の影響

		F	p
男性顔	静的表示条件	32.72	<.01***
	動的表示+条件	24.94	<.01***
	動的表示-条件	53.58	<.01***
女性顔	静的表示条件	56.87	<.01***
	動的表示+条件	40.66	<.01***
	動的表示-条件	33.21	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、男性顔、女性顔ともに全ての表示条件で、三種すべての間で有意差があった ($ps < .05$)。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでより高覚醒と判断されると考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 6 に示す。いずれも表示条件の主効果及び交互作用は有意ではなかった。

感情価 顔色の効果について、固定効果を画像の顔

Table 6 覚醒度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示-条件	
	F	p	F	p	F	p	F	p
表示条件の主効果	2.84	.10	0.92	.44	0.94	.35	2.30	.19
表示条件×顔色の主効果	0.17	.69	0.26	.63	0.40	.53	0.32	.71

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

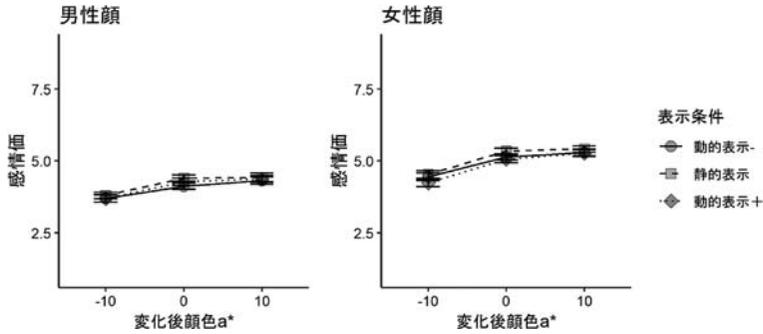


Figure 5 表示条件ごとに評価された感情価の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は a* = 0 を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 7 に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔

Table 7 感情価の判断に対する顔色の影響

		F	p
男性顔	静的表示条件	22.60	<.01***
	動的表示+条件	11.23	<.01***
	動的表示-条件	18.65	<.01***
女性顔	静的表示条件	31.35	<.01***
	動的表示+条件	42.40	<.01***
	動的表示-条件	30.55	<.01***

*p < .05. **p < .01. ***p < .001

色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、両性別の顔刺激、全ての表示条件で、a* = -10 よりも a* = 0, +10 の方がより魅力的と判断されていることが分かった (ps < .05)。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでよりポジティブと評価されるようになると思われる。特に静的表示条件と動的表示-条件では a* = 0 と a* = +10 の間に有意な差が見られなかったことから、緑色が強い顔だとネガティブであると評価されるということが考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色

Table 8 感情価の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件		静的表示条件-動的表示-条件	
	F	p	F	p	F	p	F	p
表示条件の主効果	0.01	.90	0.00	.97	0.02	.89	0.01	.91
表示条件×顔色的主効果	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	.99	0.00	1.00

*p < .05. **p < .01. ***p < .001

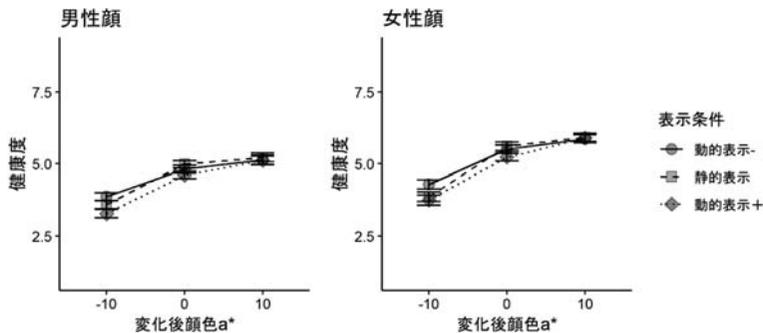


Figure 6 表示条件ごとに評価された健康度の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は a* = 0 を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 8 (70 頁参照) に示す。いずれも表示条件の主効果及び交互作用は有意ではなかった。

Table 9 健康度の判断に対する顔色の影響

		F	p
男性顔	静的表示条件	74.59	<.01***
	動的表示+条件	81.96	<.01***
	動的表示-条件	41.50	<.01***
女性顔	静的表示条件	108.95	<.01***
	動的表示+条件	111.83	<.01***
	動的表示-条件	89.78	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

第3節 考察

本実験の結果から、顔の緑色が増すと、不健康、低魅力、低覚醒度、ネガティブと判断され、顔の赤みが増すと、健康的、高覚醒であると判断されることが分かった。また動的表示による影響は、男性顔の健康度の判断でのみ見られた。動的表示を行うことで、男性顔はより不健康であると判断されるということが示された。

予測と異なり、情動状態の評価への動的表示の影響は認められなかった。ただし本実験では、動的表示条件においても顔色が変化する前後で 250 ms の間、顔画像が呈示され続けていた。これが、参加者の判断になんらかのバイアスを与えた可能性がある。この可能性を検証するために、実験 2 では動的表示条件の刺激呈示の静的部分を除いて再度検討を行った。

Table 10 健康度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示-条件間	
	F	p	F	p	F	p	F	p
表示条件の主効果	0.09	.76	0.00	1.00	10.59	<.01**	0.01	.92
表示条件×顔色の主効果	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	.99

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

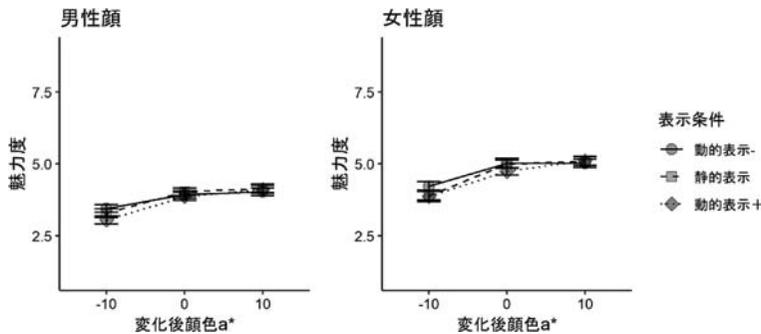


Figure 7 表示条件ごとに評価された魅力度の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は $a^*=0$ を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

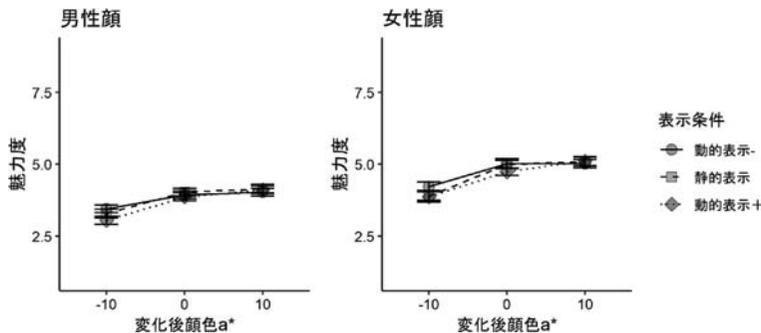


Figure 8 表示条件ごとに評価された覚醒度の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は $a^*=0$ を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

第3章 実験2

第1節 方法

第1項 実験日時及び場所

2019年8月9日から2019年11月18日の間、関西学院大学F号館地下1階の実験室6にて実施した。実験室内は騒音など実験の妨げになるものがない状況であった。また課題中の実験室内は薄暗い状態であった。

第2項 実験参加者

関西学院大学の学生51名（男性11名、女性40名）が実験に参加した。平均年齢は19.71歳（範囲18~26歳）であり、全員が正常な視力（矯正含む）及び色覚であった。実験の実施にあたり、書面によるインフォームドコンセントを得た。

第3項 実験装置、刺激、及び手続き

実験装置及び刺激は実験2と同じものを使用した。

手続きは、画像の呈示方法を変更した以外は実験2と同じであった。静的表示は500ms常に同じ画像を呈示し、動的表示の2条件では500ms間等速変化を行った。実験の所要時間は約80分であった。

第2節 結果

健康度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果をTable 9（71頁参照）に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを行った。その結果、男性顔、女性顔ともに、全ての表示条件で、三種の顔色すべての間で有意であった（ $p < .05$ ）。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでより健康的と判断されるようになると思われる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。結果をTable 10（71頁参照）に示した。女性顔の時、静的表示条件と動的表示+条件の間で表示条件の主効果がみられ、赤みを増す方向へ動的表示を行うと静的表示をした時に比べよ

Table 11 魅力度の判断に対する顔色の影響

		<i>F</i>	<i>p</i>
男性顔	静的表示条件	41.59	<.01***
	動的表示+条件	91.53	<.01***
	動的表示-条件	27.30	<.01***
女性顔	静的表示条件	73.22	<.01***
	動的表示+条件	60.29	<.01***
	動的表示-条件	41.65	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

Table 13 覚醒度の判断に対する顔色の影響

		<i>F</i>	<i>p</i>
男性顔	静的表示条件	29.07	<.01***
	動的表示+条件	22.15	<.01***
	動的表示-条件	42.47	<.01***
女性顔	静的表示条件	35.17	<.01***
	動的表示+条件	23.08	<.01***
	動的表示-条件	25.00	<.01***

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

Table 12 魅力度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示-条件間	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
表示条件の主効果	0.01	.91	0.00	.99	0.64	.57	0.00	.98
表示条件×顔色の主効果	0.00	1.00	0.00	.99	0.00	1.00	0.00	.99

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

Table 14 覚醒度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示+条件間		静的表示条件- 動的表示-条件間	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
表示条件の主効果	0.00	1.00	0.00	.96	0.00	1.00	5.57	.03*
表示条件×顔色的主効果	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	.99

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$

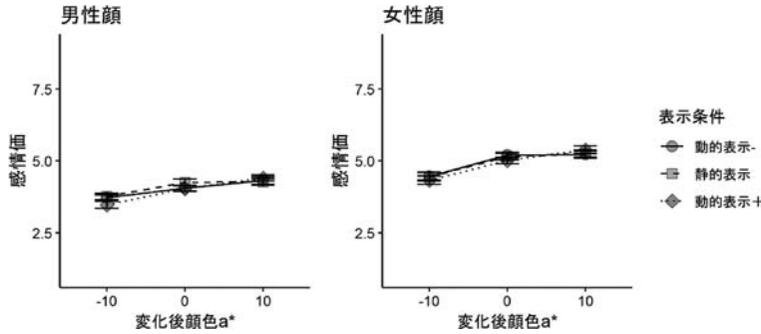


Figure 9 表示条件ごとに評価された感情価の平均値を示している。左列は男性顔、右列は女性顔に対する評価を示している。横軸は $a^*=0$ を元画像とする顔色の変化値である。エラーバーは標準誤差を示す。

り不健康と判断されることが分かった。

魅力度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 11 (72 頁参照) に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、男性顔、女性顔ともに、動的表示+条件ではすべての顔色の間で有意であった ($ps<.05$)。また静的表示条件と動的表示-条件では、 $a^*=-10$ と $a^*=0$ の間、 $a^*=-10$ と $a^*=+10$ の間で顔色の効果が有意であった ($ps<.05$)。以上のことから、顔色が青くなると魅力度が低く判断されるということが考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 12 (72 頁参照) に示す。いずれも動的表示による主効果及び交互作用は有意ではなかった。

覚醒度 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 13 (72 頁参照) に示す。多重比

Table 15 健康度の判断に対する顔色の影響

		<i>F</i>	<i>p</i>
男性顔	静的表示条件	21.24	<.01***
	動的表示+条件	45.83	<.01***
	動的表示-条件	16.80	<.01***
女性顔	静的表示条件	19.41	<.01***
	動的表示+条件	41.08	<.01***
	動的表示-条件	28.76	<.01***

* $p<.05$. ** $p<.01$. *** $p<.001$

較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、男性顔、女性顔ともに、全ての表示条件で、三種すべての間で有意であった ($ps<.05$)。以上のことから、どの表示条件でも、顔色の赤みが増すことでより高覚醒と判断されると考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 14 (72 頁参照) に示す。女性顔の時、静的表示条件と動的表示-条件の間で表示条件の主効果がみられ、赤みを減らす方向へ動的表示を行うと静的表示をした時に比

Table 16 感情価度の判断に対する表示条件の効果

	男性顔				女性顔			
	静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示+条件間		静的表示条件-動的表示-条件間	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
表示条件の主効果	0.00	.97	0.00	.98	0.00	.98	0.00	.99
表示条件×顔色的主効果	0.00	.99	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00

* $p<.05$. ** $p<.01$. *** $p<.001$

べより覚醒度が高いと判断されることが分かった。

感情価 顔色の効果について、固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を各表示条件について行った。その結果を Table 15 (73 頁参照) に示す。多重比較として、各顔色の組み合わせを取り出して再び固定効果を画像の顔色、変量効果を実験参加者と顔画像の人物とする線形混合効果モデルを用いた分析を行った。その結果、男性顔、女性顔ともに、動的表示+条件ではすべての顔色の間で有意であった ($p < .05$)。また静的表示条件と動的表示-条件では、 $a^* = -10$ と $a^* = 0$ の間、 $a^* = -10$ と $a^* = +10$ の間で顔色の効果が有意であった ($p < .05$)。以上のことから、顔色が青くなるとネガティブであると判断されるということが考えられる。

次に、表示条件の効果を確かめるために、静的表示条件と動的表示+条件、静的表示条件と動的表示-条件の間で線形混合効果モデルを用いた分析を、変化後の顔色で揃えて行った。固定効果は表示条件と顔色、変量効果は実験参加者と顔画像の人物である。その結果を Table 16 (73 頁参照) に示す。いずれも動的表示による主効果及び交互作用は有意ではなかった。

第3節 考察

本実験の結果、顔の緑色が増すと、不健康、低魅力、低覚醒度、ネガティブであると判断され、顔の赤みが増すと、健康的、高覚醒であると判断されることが分かった。また動的表示による影響としては、赤みを増す方向へ動的表示を行うと静的表示をした時に比べより不健康と判断され、赤みを減らす方向へ動的表示を行うと静的表示をした時に比べより覚醒度が高いと判断されることが示された。

本実験では健康度と覚醒度の判断の両方で顔色の動的变化による影響が見られたが、実験1では動的变化による影響は健康度でのみ見られていた。この相違は、健康状態と情動状態の判断に、刺激変化のタイムコースの中で異なる時間帯の情報が用いることによって生じた可能性がある。通常、情動状態による顔色の変化は比較的持続時間が短いため、その判断にも、画像呈示の終了付近の比較的短時間の情報のみが利用されたのかもしれない。一方、健康状態による顔色の変化は相対的に長く持続するため、広い時間的範囲にまたがった情報をもとに判断がおこなわれたのかもしれない。あくまで推測ではあるが、このように考えれば、動的变化の後に 250 ms の持続時間があつた実験1において、動的变化が健康状態の判断のみに影響を与えたこととも整合する。

第4章 総合考察

本研究の目的は、ヒトが顔色の変化から健康状態と情

動状態を分離して識別することができるのかを明らかにすることであった。その結果、実験2において、健康状態と情動状態の判断の両方に対して動的表示による影響が認められた。動的表示によって覚醒度が高く判断されたことについては、表情の動的表示を行った研究 (Sato & Yoshikawa, 2007) と一致している。情動状態による顔色の変化は、健康状態による変化と異なり、急速かつ一時的な変化であることから、動的表示を行うことで、顔色は情動状態に対する判断のみに影響し、健康状態に対する判断には影響しないと予測していた。しかし、その予測とは異なり、顔色が動的に変化することによって、知覚される健康度が低下した。これは、500 ms の間に顔色が徐々に変化していく現実場面では遭遇しづらい状況に対して違和感が生じたことによって、不健康と判断されたためかもしれない。

覚醒度の判断では、動的表示-条件は静的表示条件よりも高覚醒であると判断されたが、動的表示+条件ではそのような違いは認められなかった。これはなぜだろうか。分析では、動的条件における変化終了時点の顔色と静的条件の顔色に対する判断を比較していた。そのため、変化中の顔色が判断に影響していた可能性が高い。加えて、変化方向にかかわらず顔色が変わることは覚醒度を一様に高めるだろう。これらの影響を想定することで、変化方向の違いをうまく説明できる。つまり、覚醒度においては、動的表示-条件における変化中の顔色は、直接比較した静的表示条件の顔よりも赤かったため、動的条件のほうが高覚醒であると判断されたと考えられる。動的表示+条件では、同様の理由でより低覚醒であると知覚されたが、変化自体による覚醒度の上昇によって相殺されて、見かけ上覚醒度の変化が生じなかったと考えられる。また、健康状態について、動的表示+条件のみが静的表示条件よりも不健康であると判断されたことも、同様の説明が可能である。上述のように、方向にかかわらず顔色が変わることによって、知覚される健康度が低下する。この効果と変化が終了する前に呈示されている顔色の影響が加算されることによって、動的表示-条件のみで見かけ上健康度の変化が生じなかったのかもしれない。

本研究の結果から、動的に顔色が変わることによって健康状態と情動状態の知覚が影響を受けることは示されたが、動的变化の有無によって健康状態と情動状態による変化が識別されるという仮説は支持されなかった。本研究で用いた動的变化は 500 ms という比較的短時間であったが、実際の情動変化による顔色の変化はもっと長い時間が必要である (Zonios, Bykowski, & Kollias, 2001)。そのため、より自然な顔色変化に近い刺激呈示による再検証が必要であろう。これまでの研究では、健康状態か情動状態のいずれかのみに着目して顔色との関

連を検討するものがほとんどであった。しかしながら、先述したように目の他者が顔色を赤く変化したとしても、その原因がなにであるかによってその他者に対してとるべき行動は大きく異なることを考えると、本研究のように健康状態と情動状態をあわせて検討するアプローチは、より現実場面に近い状況下での顔色に対する社会的知覚処理を検討する上で有用であると考えられる。

引用文献

- Armstrong, N., & Welsman, J. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11-to 17-year-old humans. *European journal of applied physiology*, 85(6), 546-551.
- Blascovich, J., & Mendes, W. B. (2000). Challenge and threat appraisals: The role of affective cues.
- Changizi, M., & Shimojo, S. (2011). Social color vision. *The science of social vision*, 278-294.
- Charkoudian, N. (2003, May). Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does not, and why. In *Mayo clinic proceedings* (Vol.78, No.5, pp.603-612). Elsevier.
- Panza, J. A., Quyyumi, A. A., Brush Jr, J. E., & Epstein, S. E. (1990). Abnormal endothelium-dependent vascular relaxation in patients with essential hypertension. *New England Journal of Medicine*, 323(1), 22-27.
- Ponsonby, A. L., Dwyer, T., & Couper, D. (1997). Sleeping position, infant apnea, and cyanosis: a population-based study. *Pediatrics*, 99(1), e3-e3.
- Sato, W., & Yoshikawa, S. (2007). Enhanced experience of emotional arousal in response to dynamic facial expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 31(2), 119-135.
- Stephen, I. D., Coetzee, V., Smith, M. L., & Perrett, D. I. (2009). Skin blood perfusion and oxygenation colour affect perceived human health. *PloS one*, 4(4), e5083.
- Thorstenson, C. (2017). Validation of a Method to Estimate Skin Spectral Reflectance Using a Digital Camera.
- Thorstenson, C. A., Elliot, A. J., Pazda, A. D., Perrett, D. I., & Xiao, D. (2018). Emotion-color associations in the context of the face. *Emotion*, 18(7), 1032.
- Thorstenson, C. A., Pazda, A. D., Elliot, A. J., & Perrett, D. I. (2017). Facial redness increases men's perceived healthiness and attractiveness. *Perception*, 46(6), 650-664.
- Zonios, G., Bykowski, J., & Kollias, N. (2001). Skin melanin, hemoglobin, and light scattering properties can be quantitatively assessed in vivo using diffuse reflectance spectroscopy. *Journal of Investigative Dermatology*, 117(6), 1452-1457.