

# 不快感を与えない顔への塗りムラ提示手法の検討

梶田美帆<sup>1</sup> 中村聡史<sup>1</sup> 伊藤貴之<sup>2</sup>

**概要:** ファンデーションは、塗りムラなく塗ることで毛穴や色ムラなど肌の欠点を隠すカバー効果などが期待される。しかしファンデーション自身の肌色に近い素肌と同化しやすく、塗りすぎや一部だけ塗り忘れてしまう問題などが起こりやすい。そこで本研究では、化粧時にリアルタイムでファンデーションの塗布状態を可視化することで、自分がどこにどの程度塗ったのかを確認しやすくし、塗りムラをなくすための化粧支援システムの実現を目指す。ここで、これまでファンデーションの可視化手法に関しては、わかりやすさなどが重視されており、可視化されることに対する印象は調査されてこなかった。しかし提案システムを快く利用してもらうためには、ユーザが塗りムラを可視化された自身の顔を見た際に不快感を覚えないことが重要である。そこで本稿では、塗りムラを自身の顔の上に可視化する手法について評価・検討した。その結果、自身の顔画像に対する印象の方が他人の写真に対する印象よりもネガティブなものを抱きやすいこと、ムラの位置が相対的にわかりやすく華やかな印象の手法が最もポジティブな評価を得たことがわかった。

**キーワード:** ファンデーション, 塗りムラ, 可視化

## 1. はじめに

顔は年齢や性別、感情などの個人の印象を捉えやすい部位である[1]。そのため、人々は顔の印象を理想に近づける手段のひとつとして化粧を施している[2]。2019年にポーラ社が行ったインターネット調査[3]によると、15~64歳の女性の約80%が化粧をすることが明らかになっている。また、女性のみならず男性の化粧需要も増えてきており、男性用化粧品を販売するブランドも増加している。こうした背景もあり、日本国内の化粧品市場規模は2018年度には2兆6490億円までに成長している[4]。

化粧については一般的に、雑誌などの特集や、化粧品を買う際に受けるビューティーアドバイザーからのアドバイスなどで学ぶことができる。また、近年では芸能人やインフルエンサーらが、YouTubeなどの動画配信サイトやInstagramなどのSNSを通じて、メイクアップ動画などを公開しており、気軽に化粧について学ぶ機会も増えつつある。ここで、2014年のアスマーク社の調査[5]では自身の化粧の腕前の自己評価は、100点満点中平均で約51点と低く、自身が施した化粧に満足している人は少ない。これは既存の学習法によって、個人の体質や好みにあった化粧品の選択方法や、自身の顔に施す技術を身につけることが難しいためであると考えられる。

化粧には目的によって様々な工程が存在する。ベースメイクにおいて、ファンデーション、下地、コンシーラーは主にシミや毛穴などの気になる点を隠すために、ハイライト、シェーディングは顔を立体的に魅せるために用いられる。ここで、ファンデーションは適切に塗らないとシミや毛穴などの肌の難点を綺麗に隠すことが難しいものである。また、ファンデーションには日焼け止め成分が含まれていることも多く、塗りムラがあることで、肌の一部が日焼け

をしてしまう可能性もある。しかし、何度もファンデーションを重ねると、重ねた部分から化粧が崩れやすくなるため、適切な量を塗る必要がある。

我々はこうした問題を解決するため、化粧時にリアルタイムでファンデーションの塗布状態を可視化することによって、自分がどこにどの程度の量のファンデーションを塗ったのかを確認しやすくし、塗りムラをなくす化粧支援システムの実現を目指してきた。これまでの研究において、スマートフォンのカメラによって撮影したファンデーションを塗布した肌画像と素肌の画像を、機械学習を用いて分類する手法について検討した[6]。その結果、ファンデーション肌画像と素肌画像を高精度で判別できることがわかった。しかし、その結果の可視化について検討した際に嫌悪感を覚える可能性が示唆された。

そこで本稿では、塗りムラを可視化するうえで適切な手法の検討を行う。これまで一般的な可視化の研究は見やすさ、わかりやすさなどに焦点が当てられてきた。しかし、ファンデーションの塗りムラの可視化はユーザ自身の顔にムラを斑点などとしていくつも表示させる必要がある。そのため、ファンデーションの塗りムラというネガティブなものの可視化はわかりやすさ以外も考慮しなければならない。本稿では塗りムラの様々な提示方法を検討し、ユーザにどのような印象をもたらすことで、可視化における不快感を軽減できるかを明らかにする。

## 2. 関連研究

化粧は自身の顔を理想の印象に近づけるための手段のひとつであるが、人によって好みや理想の仕上がり、肌質などが異なるため、個人のニーズに合った方法を学ぶことは難しく、写真から検出したユーザの顔に化粧を施すシミ

<sup>1</sup> 明治大学  
Meiji University  
<sup>2</sup> お茶の水女子大学  
Ochanomizu University

ュレーションシステム[7]-[9]や、ユーザに似合う化粧の方法を提示するシステム[10]など、化粧技術の向上支援やシミュレーションなどに関する研究が盛んに行われてきた。また神武ら[11]は、ユーザ個人の好みの顔画像に近づけるための化粧をユーザの顔画像からシミュレーションし、その実現のために使用すべき商品の提示をするシステムの提案をしている。その他にも画像から顔の色に最適なファンデーションの色を提案するシステム[12]も存在する。

しかし、皮膚は表皮と真皮の2層から成り、光反射の計算が複雑であるため、静止画を用いたシミュレーション結果は照明条件などに左右される可能性がある。こうした問題を踏まえ、より精度の高いシミュレーションを、CGを用いることで実現した研究も存在する。Tsumura ら[13]はユーザの肌の質感に近い顔モデルを作成し、化粧についてシミュレーションを行った。また、Huang ら[14]は肌の光学的特性を考慮するため、Kubelka-Munk モデル[15][16]とスクリーン空間スキンレンダリングアプローチを組み合わせることで、異なる化粧材料とスタイルを柔軟に適用し、リアルタイムに化粧をシミュレートしている。

一方で、これまで塗りムラの検出にまつわる研究としては、ファンデーション肌が素肌と比較して光をより効率的に吸収する[17]ことに着目し、素肌とファンデーション肌の反射の波長特性の差異を強調する光学フィルタを用いたファンデーション量の定量化・分布計測システムが開発されている[18]。しかしこれは実験により分光透過特性を最

適化した光学フィルタが必要であり、一般ユーザが利用することは難しい。また、この研究においては塗りムラの可視化方法はヒートマップのみであり、可視化に対する詳細な印象の調査も行われていなかった。

### 3. 印象評価実験


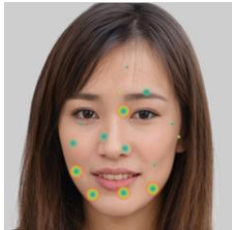
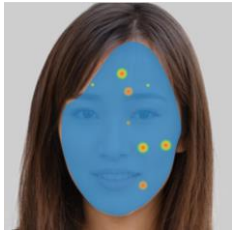

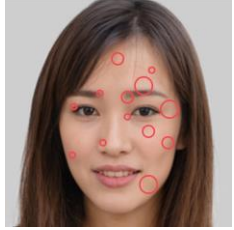
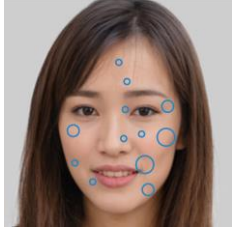
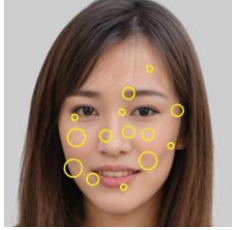
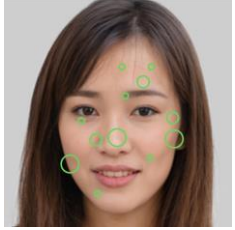
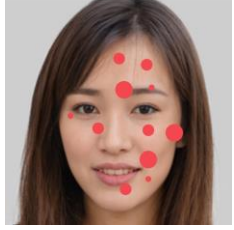
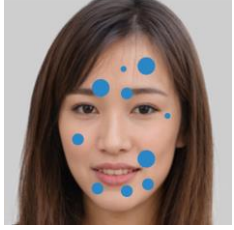
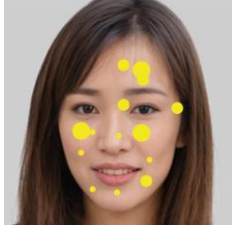
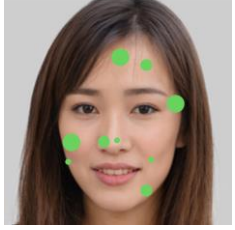
顔に可視化されたファンデーションの塗りムラに対して人がどういった印象を抱くかを調査するため、顔写真にファンデーションの塗りムラを指摘する意図の加工を施し、その写真に対する印象評価実験を行う。ここで、自身の顔と他人の顔に施された可視化では、印象が異なる可能性があるため、実験協力者自身のものと AI で作成した女性のもの2種類の顔写真を使用した。

#### 3.1 画像データセット作成

初めに、Web サービス[19]を利用し、若い女性の顔写真を生成した。続いて実験協力者の顔写真を撮影させてもらった。このとき、これらの写真はなるべく背景の色や人物への光の当たり方が同じになるように注意した。

撮影した顔写真らを700px四方に切り取り、36枚ずつ複製したのち、各画像にファンデーションの塗りムラを指摘する意図の加工を施した。ここで、加工の種類は、可視化方法3種類×それぞれについて色パターン4種類=12種類(表1)であり、1種類ごとに指摘する塗りムラの位置を変更した3パターンの画像を用意した。なお、この加工の位

表1 可視化方法

1. ヒートマップ全顔 赤	2. ヒートマップ一部 赤	3. ヒートマップ全顔 青	4. ヒートマップ一部 青
			
5. 囲う 赤	6. 囲う 青	7. 囲う 黄	8. 囲う 緑
			
9. 塗りつぶし 赤	10. 塗りつぶし 青	11. 塗りつぶし 黄	12. 塗りつぶし 緑
			

置はランダムとした。ここで、ヒートマップを用いた手法1~4においては、色はファンデーションの塗布量を示すものであり、赤、黄色、緑、青の順にファンデーションが厚く塗られている状態を示すものとした。また、塗りムラを囲って提示する手法4~8 および塗りつぶして提示する手法9~12は、それぞれ円で示された領域をファンデーションが塗られていない状態であるとして指摘するものである。円の色は赤、青、黄色、緑の4色であり、手法1~4における色の定義とは異なり、どの色も一律に塗りムラが存在することのみを指摘している。

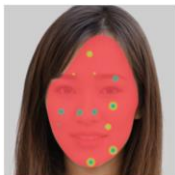
これらの画像を用いて、2種類の実験を行った。

### 3.2 実験手順

まず、実験1として、自身の顔に対する加工と、自分以外の人物の顔に対する加工における印象の差を調査するため、実験協力者自身（以下自分）の顔写真36枚とAIで作成した女性（以下他人）の顔写真36枚の合計72枚の画像に対して13の形容詞対について7段階（非常に、とても、少し、どちらでもない、少し、とても、非常に）の印象評価を行ってもらった（図1）。この形容詞対の選定においては、井上ら[20]がまとめた使用頻度の高い形容詞対尺度の中から人格と芸術のスコアが高いものをいくつか抜粋し、さらに著者らで協議し化粧に関するいくつかの形容詞対を加えた。なお実験では、順序効果の影響を考慮し、画像の提示順及び印象評価対の順番はランダムとした。

続いて、実験2として、加工方法の違いによる塗りムラのわかりやすさを調査するため、実験協力者自身の顔

2 / 72 枚目



「悪くない」か「可愛い」かを評価してください  
○非常に悪くない ○とても悪くない ○少し悪くない ○どちらでもない ○少し可愛い ○とても可愛い ○非常に可愛い

「面白い」か「つまらない」かを評価してください  
○非常に面白い ○とても面白い ○少し面白い ○どちらでもない ○少しつまらない ○とてもつまらない ○非常につまらない

「変化した」か「不変な」かを評価してください  
○非常に変化した ○とても変化した ○少し変化した ○どちらでもない ○少し不変な ○とても不変な ○非常に不変な

「たくさんいい」か「結構いい」かを評価してください

図1 実験システム（実験1）

2 / 66 枚目



「左の方が好ましい」か「右の方が好ましい」かを評価してください  
○左の方が好ましい ○右の方が好ましい

「左の方が塗りムラがわかりやすい」か「右の方が塗りムラがわかりやすい」かを評価してください  
○左の方が塗りムラがわかりやすい ○右の方が塗りムラがわかりやすい

評価する

図2 実験システム（実験2）

写真36枚のうち2枚について、「提示手法が好ましいか、好ましくないか」「塗りムラがわかりやすいか、わかりにくい」の2点において総当たりで比較してもらった（図2）。なお、実験1と同様に順序効果の影響を考慮し、画像の提示順及び印象評価対の順番はランダムとした。

ここで、実験においては加工の性質上、丸が複数集合している状態の画像を何枚も見続ける必要がある。また、加工を施した自身の顔は見慣れないため、強い違和感を覚えることも考えられる。そのため、以上のことに事前に同意を得たうえで、実験中は適宜休憩をとることを推奨した。また、万が一気分が悪くなった場合は、任意のタイミングでの実験からの離脱も可能とした。最後に、簡単な実験後アンケートを実施した。設問は評価をする際に着目していた箇所と実験の感想の2問である。

実験協力者は大学学部生と院生の女性19名であった。

## 4. 実験結果

2種類の実験の結果について以下に示す。

### 4.1 手法に対する好ましさと塗りムラのわかりやすさ

我々は実験2において、実験協力者自身の顔写真36枚のうち2枚について、「提示手法が好ましいか、好ましくないか」「塗りムラがわかりやすいか、わかりにくい」の2点において総当たりで比較してもらった。このとき、「好ましい」もしくは「わかりやすい」として選ばれた方の手法にそれぞれ1点を加算し、全実験協力者の結果を平均した値を利用したPageRankを算出した（表2~5）。

図より、提示方法においては塗りムラを塗りつぶす、囲う、ヒートマップとして提示するの順に好まれたことがわかる。また表3,4より、塗りつぶす、囲う方法の中では緑、黄、青、赤の順で評価が高かった。3つの提示方法の中で最も評価が低かったヒートマップにおいては、外側から赤、黄、緑、青の順に色に変化する手法1,2より、外側から青、緑、黄、赤の順に色に変化する手法3,4の方の評価が高かった（表5）。また、わかりやすさの面でも同様の順に評価を得ていた。

### 4.2 自身の顔と他人の顔への可視化に対する印象

実験1において、我々は自身の顔に対する加工と、自分以外の人物の顔に対するファンデーションの塗りムラの可視化における印象の差を調査するため、ファンデーションを指摘する意図の加工を施した顔画像に対する形容詞対を利用した印象評価実験を行った。ここで最もポジティブな評価の際スコアは+3で、最もネガティブな評価の際スコアは-3とした。その結果の各手法における平均を表6に示す。

表より、実験協力者は塗りムラを可視化された自分の顔画像について、他人の顔画像に対するものよりもネガティブな印象を持ったことがわかる。

表2 手法に対する好ましさとわかりやすさのページランク

	好ましさ	わかりやすさ	好ましさの平均	わかりやすさの平均
1. ヒートマップ全顔赤	0.032	0.031	0.037	0.034
2. ヒートマップ一部赤	0.035	0.032		
3. ヒートマップ全顔青	0.039	0.035		
4. ヒートマップ一部青	0.042	0.037		
5. 囲う赤	0.044	0.042	0.050	0.050
6. 囲う青	0.047	0.047		
7. 囲う黄	0.049	0.050		
8. 囲う緑	0.059	0.060		
9. 塗りつぶし赤	0.084	0.087	0.164	0.166
10. 塗りつぶし青	0.123	0.117		
11. 塗りつぶし黄	0.138	0.164		
12. 塗りつぶし緑	0.310	0.298		

表3 塗りつぶす手法のページランク

	塗りつぶし 赤	塗りつぶし 青	塗りつぶし 黄	塗りつぶし 緑
好みか否か	0.084	0.123	0.138	0.310
わかりやすさ	0.087	0.117	0.164	0.298

表4 囲う手法のページランク

	囲う 赤	囲う 青	囲う 黄	囲う 緑
好みか否か	0.044	0.047	0.049	0.059
わかりやすさ	0.042	0.047	0.050	0.060

表5 ヒートマップの手法のページランク

	ヒートマップ 全顔赤	ヒートマップ 一部赤	ヒートマップ 全顔青	ヒートマップ 一部青
好みか否か	0.032	0.035	0.039	0.042
わかりやすさ	0.031	0.032	0.035	0.037

表6 印象評価の各手法における平均

	ヒートマップ				囲う				塗りつぶす			
	全顔赤	一部赤	全顔青	一部青	赤	青	黄	緑	赤	青	黄	緑
自分の顔	0.027	0.166	-0.045	-0.383	0.050	0.031	-0.497	0.231	-0.123	0.045	-0.329	0.206
他人の顔	0.053	0.321	0.174	-0.483	0.181	0.249	-0.260	0.587	0.170	0.504	-0.233	0.660

## 5. 考察

### 5.1 手法の好ましさ・わかりやすさに影響する条件

表 2~5 より、本稿で提案した塗りムラの提示方法について、好ましさとわかりやすさにおいてどちらも塗りムラを塗りつぶして提示する方法が最も高い評価を得られたことがわかった。一方で、ヒートマップは最もわかりにくく好みではないと判断されていた。

ここで、ヒートマップが好まれなかった理由としては、

単色で可視化されていた他の手法と異なり、複数色を用いていたことから、自身の普段の顔とのギャップがより大きく感じてしまったことが考えられる。実際に実験後アンケートの自由記述において「全体が青とか赤になってるやつは顔自体が見にくくてやだなと思いました」、「顔全体がベタッと加工されているものは気持ち悪いなど感じました」などの意見が得られた。また、ヒートマップの4種の中で最も評価が低かったのは、顔全体に厚く塗られたファンデーションの量を基準に塗布量を段階的に指摘する意図の手

法（表1の手法1）である。この手法では顔全体に赤い色がのせられているため、目鼻の位置などがわかりづかったことが窺える。実際に、実験後アンケートでも「ムラが顔のどこの位置にあるかわかりづかった」などの指摘があった。

一方で、塗りムラを囲うよりも塗りつぶして提示する方が高評価を得た。その理由として、前者の方が後者よりも色のついている範囲が広く、ムラの位置を確認しやすかったと考えられる。アンケートにて「頬の部分明るい方

が印象が良いということに気付いた」という意見があったように、位置の認識性を損ねない範囲で色を強調することはむしろ効果的である可能性がある。

これらのことから、顔のパーツが目視でき、ムラが顔のどの位置にあるか認識しやすい手法が好まれる傾向があるといえる。

ここで、塗りムラを囲って提示する手法（手法5～8）および塗りつぶして提示する手法（手法9～12）においてはどの色も一律に塗りムラが存在することのみを指摘してい

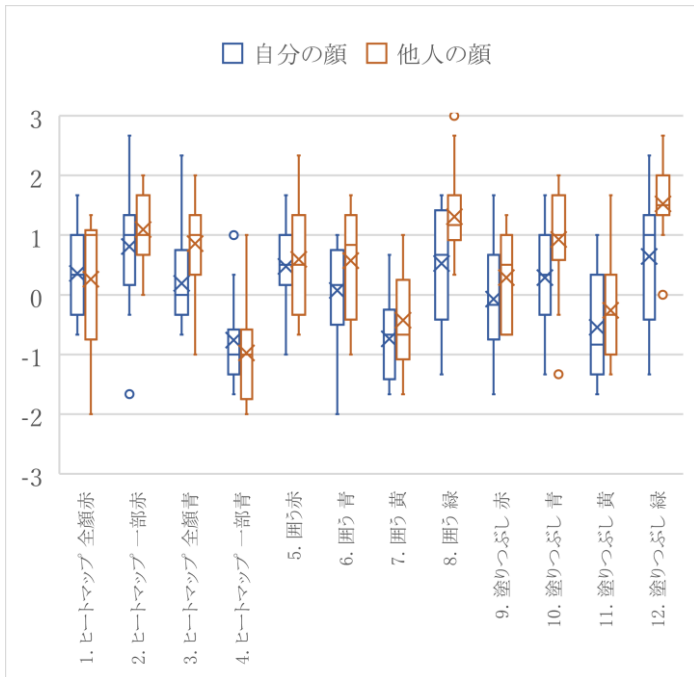


図4：明るい - 暗い（顔全体に着目）

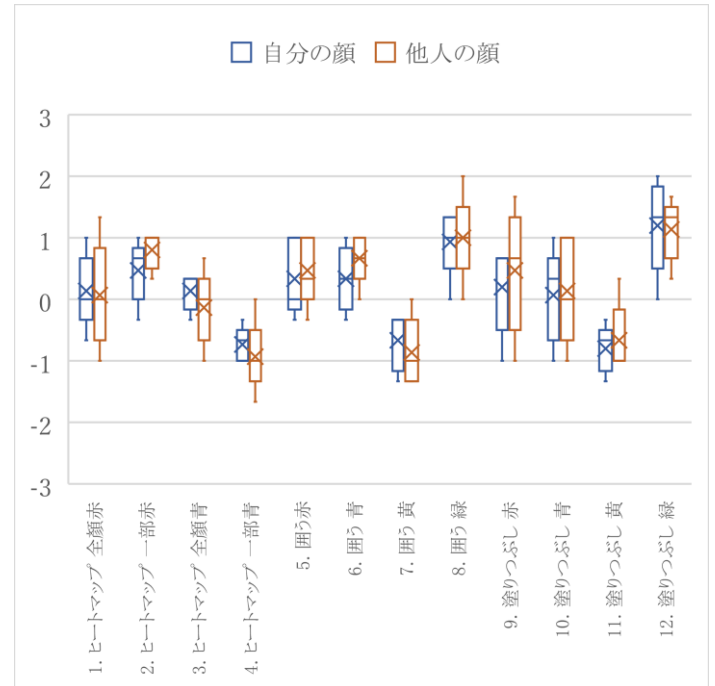


図5：明るい - 暗い（加工部分に着目）

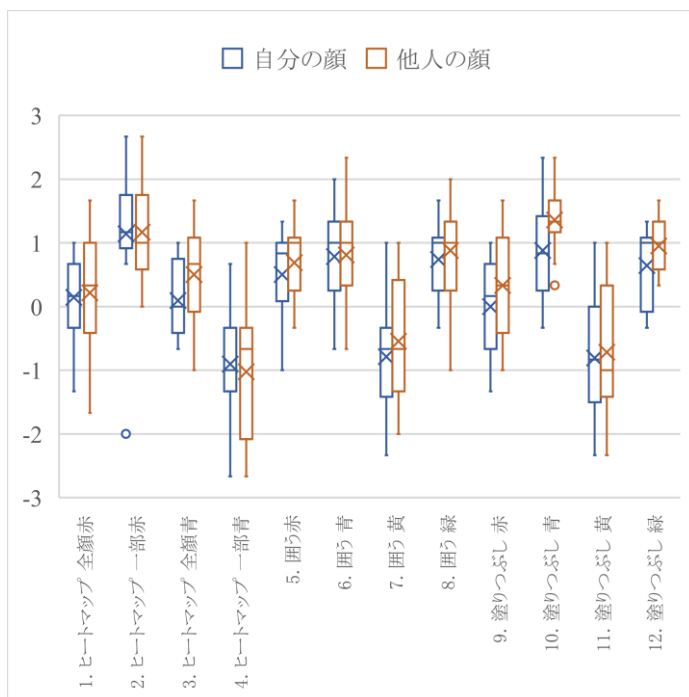


図6：あたたかい - つめたい（顔全体に着目）

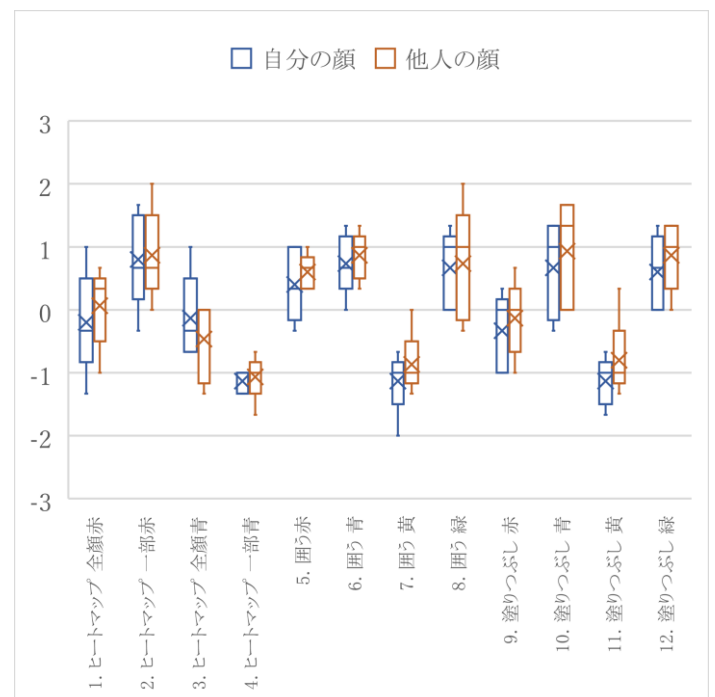


図7：あたたかい - つめたい（加工部分に着目）

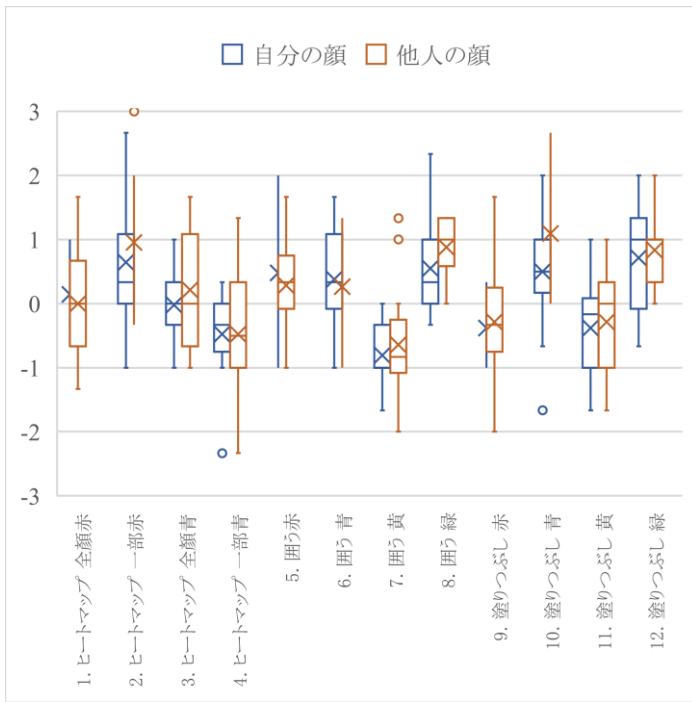


図 8：積極的な - 消極的な（顔全体に着目）

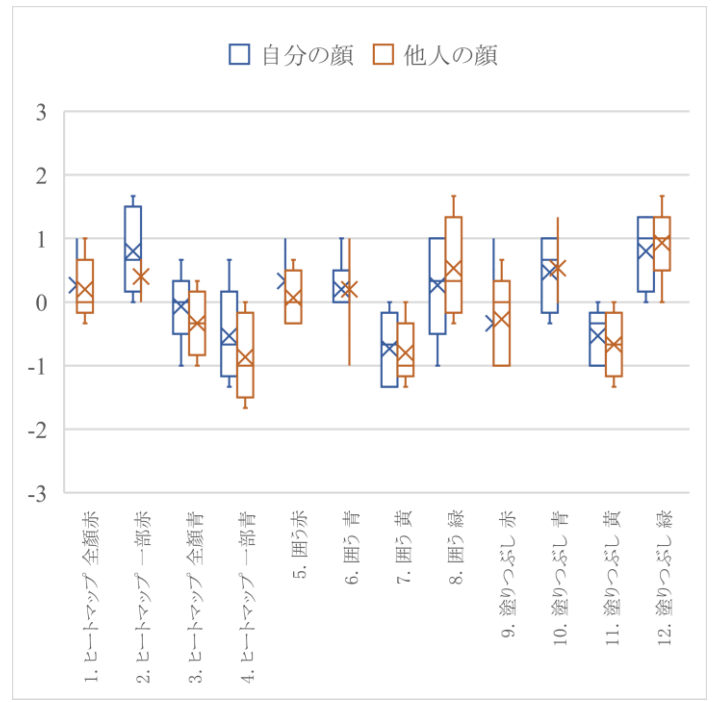


図 9：積極的な - 消極的な（加工部分に着目）

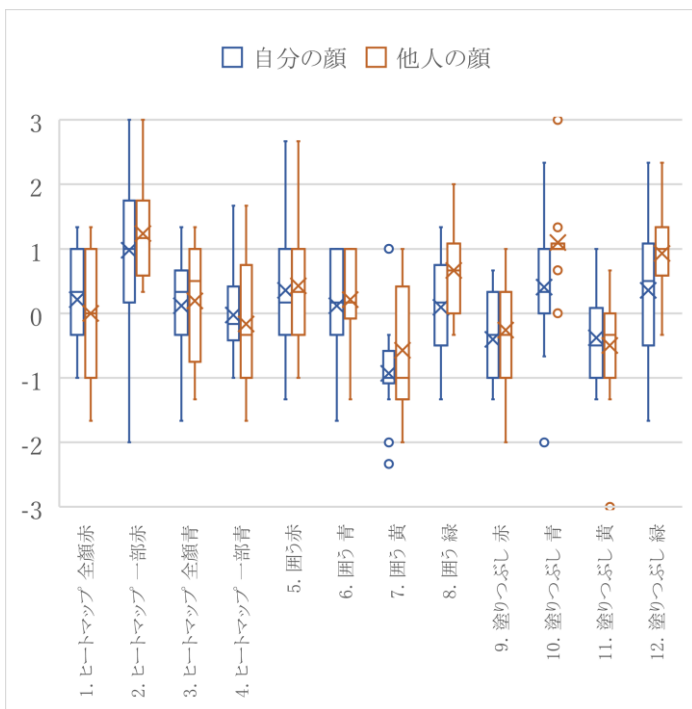


図 10：派手な - 地味な（顔全体に着目）

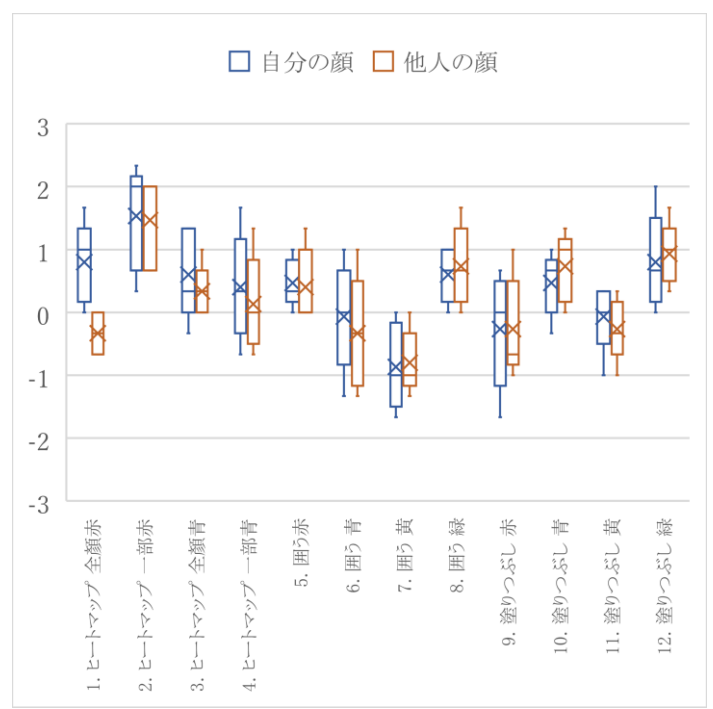


図 11：派手な - 地味な（加工部分に着目）

る一方で、ヒートマップ（手法1～4）において色はファンデーションの塗布量を段階的に示すものであり、赤、黄、緑、青の順にファンデーションが厚く塗られている状態を表していた。そのため我々は、ヒートマップ手法は最もわかりやすいとの評価が得られると予想していたが、実際は最も評価が低かった。この原因として、実験において色が示す事柄についての事前周知が十分でなかったこと、実験で生成したヒートマップが従来の研究で利用されていたようなものと異なっていたことの影響が考えられる。また一

方で、塗りムラの可視化は塗りムラの位置を把握し、ファンデーションを手直しするための手段であることを踏まえると、可視化においてはヒートマップのように塗布量の分布まで指摘するよりも、塗れていない位置を大まかに示すだけで充分である可能性がある。そのため、今後今回の実験で提案した12手法以外にも、写真加工アプリなどで顔の上に表示させることのできるユニークなスタンプなどを参考にした可視化方法も検討していく予定である。

また表3～5より、各手法において色などの条件の違い

によって評価が異なることおよび、塗りつぶす、囲う方法の中では緑、黄、青、赤の順で評価が高いことがわかった。ここで、赤や青は、アンケートでも「青色に少しネガティブな印象を受けた」「個人的には赤い円とグラデーションの円（特に中心が赤いもの）が見ていてしんどかった」と言及されていた。これは、顔にのせられた丸い円と相まって、発疹や青あざなどの顔に関連したネガティブな症状を想起させてしまったのではないかと考えられる。そのため、ファンデーションの塗りムラの可視化に用いる色としては、顔に関連したネガティブな症状を想起させないものが好ましい可能性がある。

一方、塗りムラの可視化された顔画像に対する印象評価より（図 6）、他人の顔よりも自身の顔に対する可視化についてよりネガティブな印象をもったことがわかった。従来の可視化では、主に他人の顔に対する可視化結果について評価が行われることが多かった。しかし、今回の結果より、ファンデーションの塗りムラの可視化の際には、可視化される本人が可視化によって受ける印象を考慮する必要があるといえる。

3 つの提示方法の中で最も評価が低かったヒートマップにおいては、「顔全体赤」（表 1 の手法 1）、「一部赤」（表 1 の手法 2）、「顔全体青」（表 1 の手法 3）、「一部青」（表 1 の手法 4）の順に評価が低かった。ここで、手法 1 の「顔全体赤」は最もネガティブな評価がされている一方で、手法 3 の「顔全体青」はヒートマップの中では 2 番目に評価が高かった。このことより、色の印象が大きく影響したのではないかと推測される。

## 5.2 着目した部位による印象評価への影響

実験後のアンケート調査より、評価の際には 12 名が顔全体に、5 名が加工された部分に、2 名がその他の箇所それぞれ着目していたことがわかった。評価をする際に注目していた場所が異なる場合、受ける印象も異なる可能性がある。そこで着目箇所の違いによって顔全体群 14 名、加工部分群 5 名に分類し、比較分析を行った。ここで、その他の 2 名については、実験 1 においては基本的に顔全体に着目して評価を行っていたとの記述から、顔全体に着目した群に含めた。

各手法について形容詞対ごとに比較した箱ひげ図を抜粋して図 4～11 に示す。ここで各図において、横軸が手法、縦軸がスコア（-3 が最もネガティブな評価、+3 が最もポジティブな評価）であり、青色が自分自身の、オレンジ色が他人の顔画像について評価した結果を表す。また、それぞれ偶数番号の図（図 4, 6, 8, 10）が顔全体に着目した実験協力者の、奇数番号の図（図 5, 7, 9, 11）が加工部分に着目した実験協力者の結果である。

図より、注目した箇所によらず自身の顔に対する評価の方が他人の顔に対するものよりもスコアが低く、ネガティブな印象を受けやすい傾向にあることがわかる。しかし、

顔全体を範囲としたヒートマップについては、顔全体に着目した人よりも加工部分に着目していた人の方がネガティブな評価をしていた。また図において偶数番号の図と奇数番号の図を比較したとき、他人の顔画像への評価の平均は、顔全体より加工した箇所に着目した人の方が低く、自分の顔画像への評価の平均は、加工した箇所より顔全体に着目した人の方が低かった。さらに、加工した箇所に着目した人の自分と他人の顔画像の評価の差は小さく、顔全体に着目した人の評価の差は大きかった。

これらのことから、加工部分に着目していた人は、顔全体を見ていた人と比較して、自身の画像をより客観的に評価することができていたが、ムラの範囲が広いものにはかえってネガティブな印象が強調されてしまうことも考えられる。そのため、塗りムラのような好ましくないものを自身の顔の上に提示する際には、加工部分により注目を集めることで『自身の顔の上に好ましくないものの可視化がされている』ということに対するネガティブな印象を和らげることができるものの、提示するムラの範囲や大きさ、量などの影響も考慮に入れなければならない。その閾値については今後検討していく必要がある。

## 5.3 評価にポジティブに影響した印象形容詞対

表 6 より、塗りムラを塗りつぶして提示する方法（手法 5～8）と塗りムラを囲って提示する方法（手法 9～12）について、塗りつぶす方が全体的にネガティブな評価をされている。しかし、前述した手法に対する好ましさ等においては塗りつぶす方がポジティブな評価を得ていた。そこで、両手法を色ごとに比較すると、「明るい - 暗い」、「あたたかい - 冷たい」、「積極的 - 消極的」、「派手 - 地味」という 4 項目においてムラを囲うよりも塗りつぶして提示した場合によりポジティブな評価を得る傾向があった。このことから、ファンデーションの可視化手法としては、「明るく、あたたかく、積極的かつ派手」という、顔の印象が華やかような手法が適していると推測される。

## 5.4 まとめ

以上より、ファンデーションの塗りムラを提示する際には、ムラの位置が相対的にわかりやすく、華やかな印象を受けられる色で可視化することが望ましいと考えられる。また、加工部分により注目を集めることで『自身の顔の上に好ましくないものの可視化がされている』ということに対するネガティブな印象を和らげることができる可能性が示唆された。

## 6. おわりに

本稿では、ファンデーションの塗りムラを可視化するうえで適切な手法の検討を行うため、実験協力者の顔画像と AI で生成した顔画像の 2 種類について塗りムラを指摘する意図の加工を施した。ここで加工の種類は、可視化方法

3 種類×色パターン 4 種類=12 種類とした。これらの画像を用いて、顔画像に対する提案手法の好ましきやわかりやすさについての調査および印象評価実験を行った。

その結果、自身の顔画像に対する印象の方が他人の写真に対する印象よりもネガティブなものを抱きやすいことが明らかになった。そのため、ファンデーションの塗りムラの可視化の際には、可視化される本人が可視化によって受ける印象を考慮する必要があるといえる。

また、印象評価の際、顔全体か、加工部分か、着目していた箇所の違いにより、受ける印象が異なることがわかった。このことより、加工部分に着目していた人は、顔全体を見ていた人と比較して、自身の画像をより客観的に評価することができていたと同時に、範囲が広いものにはかえってネガティブな印象が強調されてしまう可能性も示唆された。そのため、塗りムラのような好ましくないものを提示する際には、加工部分により注目を集めることでネガティブな印象を和らげることができると考えられる。一方で、提示するムラの範囲や大きさ、量などの影響も考慮に入れる必要があるため、今後はそれらの閾値について調査する予定である。

提案手法の好ましきやわかりやすさについて総当たりで評価してもらった結果、ムラの位置が相対的にわかりやすいものが好まれる傾向が明らかになった。また、最も評価が高かった手法は、印象評価において「明るい - 暗い」、「あたたかい - 冷たい」、「積極的 - 消極的」、「派手 - 地味」の項目についてポジティブなものが好まれる傾向が明らかになった。ファンデーションの塗りムラは本来歓迎できるものではないが、適切に可視化することで、ユーザの不快感を軽減、さらにはよりポジティブな印象を与えることができるのではないかと考えられる。そのため、今後塗りムラ可視化のシステムを作成するにあたり、ポジティブな可視化方法についても調査していきたい。

今回の実験において、生成したヒートマップが従来の研究で利用されていたようなものと異なっていたことの影響が考えられる。また、今回は顔のランダムな位置に塗りムラがあると仮定して実験を行ったため、可視化された塗りムラが必ずしも実際に存在する塗りムラであるとは限らなかった。そこで、今後は提案手法を改良し、実際の塗りムラを可視化する実験を行い検証していく予定である。

## 参考文献

- [1] Z. Leslie, "Reading Faces: Window To The Soul?", Westview Press, 1997.
- [2] J. A. Graham and A. J. Jouhar. The effects of cosmetics on person perception. *International Journal of Cosmetic Science*, 1981, vol. 3, no. 5, pp. 199-210.
- [3] ポーラ文化研究所, "ポーラ文化研究所化粧品調査 2019", <https://www.cosmetic-culture.po-holdings.co.jp/report/pdf/191212kitai.pdf>, (参照 2021/12/03).
- [4] 株式会社矢野経済研究所, "化粧品市場に関する調査を実施 (2019 年)", [https://www.yano.co.jp/press-release/show/press\\_id/2355](https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2355), (参照 2021/12/03).
- [5] ASMARQ, "メイクに関するアンケート調査", <https://www.asmarq.co.jp/data/mr201404makeup/>, (参照 2020/11/09).
- [6] 梶田 美帆, 中村 聡史. ファンデーションの塗りムラをなくすための基礎調査, 第13回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM2021), 2021, no.C14-4, pp.1-8.
- [7] 古川貴雄, 塚田章. 魔法の化粧鏡—実時間顔画像認識に基づくメイクアップシミュレーション. *画像ラボ*, 2002, vol. 13, no. 10, pp. 34-38.
- [8] L. Liu, H. Xu, J. Xing, S. Liu, X. Zhou and S. Yan, "Wow! You Are So Beautiful Today!", *Proceedings of the 21st ACM International Conference on Multimedia (MM '13)*, pp. 3-12, 2013.
- [9] S. Wang, Y. Wang and B. Li, "Face Decorating System Based on Improved Active Shape Models", *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE '06)*, 2006, pp. 65-es.
- [10] 高木佐恵子. メイクアップ技能上達のためのアドバイスシステム. *芸術科学会論文誌*, vol. 2, no. 4, pp. 156-164, 2013.
- [11] 神武里奈, 星野准一. 好みの顔画像の色に基づくメイクアップ支援システム. *日本感性工学会論文誌*, 2017, vol. 16, no. 3, pp. 299-306.
- [12] Jhilmil J. and Nina T. B.. Snap and match: a case study of virtual color cosmetics consultation. *CHI Extended Abstracts 2010*, pp. 4743-4754.
- [13] Tsumura, N., Ojima, N., Sato, K., Shiraishi, M., Shimizu, H., Nabeshima, H., Akazaki, S., Hori, K. and Miyake, Y.. Image-Based Skin Color and Texture Analysis/Synthesis by Extracting Hemoglobin and Melanin Information in the Skin. *SIGGRAPH '03*, 2003, vol. 22, no. 3, pp. 770-779.
- [14] Huang, C. G., Lin, W. C., Huang, T. S. and Chuang, J. H.. Physically-based Cosmetic Rendering. *Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games (I3D '13)*, p. 190.
- [15] 土居元紀, 大槻理恵, 富永昌治, 池田直子, 引間理恵, 丹野修. クバルカ-ムンク理論に基づいたファンデーション塗布肌の分光反射率の推定. *電子情報通信学会論文誌*, 2009, vol. 92, no. 9, pp. 1602-1612.
- [16] Kubelka, P. and Munk, F.. Ein Beitrag zur Optik der Farbanstriche. *Z. tech. Physik*, 1931, pp. 593-601.
- [17] 五十嵐崇訓. 肌の質感をコントロールする化粧品の研究開発. *応用物理学会分科会日本光学会*, 2014, vol. 43, no. 7, pp. 318-324.
- [18] 西野顕, 中村睦子, 宮下京子. 機能性分光フィルタを用いたファンデーション定量・分布計測システムの開発と応用. *日本色彩学会誌*, 2013, vol. 37, no. 3, pp. 202-203.
- [19] Generated Media, Inc., "Generated Photos", <https://generated.photos/>, (参照 2021/12/03)
- [20] 井上 正明, 小林 利宜. 日本における SD 法による研究分野とその形容詞対尺度構成の概観. *教育心理学研究*, 1985, vol. 33, no. 3, pp. 253-260.