

統計的顔画像解析によるメイクアップ効果の数理モデル化

ウィーン大学心理学部, 日本学術振興会, 早稲田大学理工学術院総合研究所

中村 航洋

Millions of people wear cosmetic makeup every day to make their faces look more attractive, feminine, and healthier. Accumulated evidence from research indicates that several cosmetic practices accentuate perceived femininity and attractiveness. However, the quantitative link between facial appearance modification through cosmetic makeup and perceived facial impressions remains unclear. This study aimed to build a mathematical model of Japanese women's everyday facial makeup using a statistical image quantification technique (Study 1). In addition, it sought to identify psychological factors underlying the cosmetic effect on facial attractiveness (Study 2). In Study 1, 16 Japanese women's faces were photographed before and after applying facial makeup. The facial images were analyzed using principal component analysis to quantify the change in the facial surface associated with the cosmetics. The statistical image quantification enabled visualization of facial appearance linked to makeup. It revealed that cosmetics exaggerated the luminance contrasts between facial parts (i.e., eyes, eyebrows, and lips) and surrounding facial areas. The validation test confirmed that perceived attractiveness, health, and naturalness were curvilinearly changed due to the facial makeup exaggeration. Study 2 demonstrated a sex difference in the luminance contrast of facial parts (53 women and 54 men), suggesting these traits are sexually dimorphic. The results indicated that widely used cosmetic makeup among Japanese women accentuates facial features that signal femininity and youthfulness by heightening the luminance contrasts of facial parts.

1. 緒言

メイクアップは健康的な美しさや個性を魅力的に演出する方法として、人々の間で広く用いられている。化粧による顔の印象の演出には、個性や社会的地位、思想などの社会的表示機能と、普遍的に顔印象を美化する機能の両方があると考えられている¹⁾。化粧がつくりだす印象の美化効果には、幾何学的錯視効果によって顔形状の知覚に作用するものもあるが、肌表面の明るさや色の空間的分布、コントラストに作用して、印象を演出するものもある²⁻⁴⁾。化粧品を用いたメイクアップにより顔の印象が変容することは日常の実践と経験知としてはよく知られており、アイメイクやベースメイクには、顔の魅力印象を高める効果があることが報告されている⁵⁾。

化粧による顔印象の演出効果については、これまで女性の顔を対象とした実証研究が複数行われており、目元や口元にメイクアップを施すことで、若さや女性らしさの印象が強調され、魅力印象が高まると考えられている^{1, 6)}。特に、多くの人が用いるメイクアップ方法には、目元、口元とその周辺の肌色のコントラストを強調するように作用するものが多い。目、唇とその周辺の肌色のコントラストには、生物学的な女性と男性の間で性差があり、性的二型特徴で

あると考えられている。生物学的な女性と男性の顔を比較すると、女性の顔の方が明るいトーンの肌を持つため、目や唇などの顔パーツとその周辺の肌色に大きなコントラストが生じる⁷⁾。したがって、多くの女性に共通するメイクアップは、女性の顔が持つ女性的な特徴を強調することで、魅力印象を高める効果を持つのではないかと考えられている^{2, 7)}。

このように、メイクアップによる顔の局所的な表面特徴の変化から、顔印象の演出効果が生み出されていることはある程度明らかになっているが、女性が日常的に行うメイクアップが顔全体の顔表面特徴をどのように変化させ、それが見た目の印象にどのように影響しているのかを定量的に示した研究はこれまでにほとんど存在しない。メイクアップの視覚効果を科学的手法で解析することは、さまざまなメイクアップ方法の背後で共通する心理的な効果を明らかにし、個性を魅力的に演出するメイクアップを考案することにも繋がる⁶⁾。

そこで本研究では、日本人が日常的に行っているメイクアップの視覚効果を統計的顔画像解析によって定量化し、メイクアップが見た目の印象に及ぼす影響とその背景要因を明らかにすることを目的とした。まず、研究1では、日本人女性が自らの顔に施したメイクアップによって変容する肌表面特徴を統計的顔画像解析によって特定し、その特徴を定量的に操作した際に、見た目の顔印象がどのように変化するかを心理学実験によって検証した。研究2では、目、眉、唇の3箇所の顔パーツとその周辺のコントラストの変化を画像解析によって測定し、日本人女性のメイクアップに、性的二型特徴を誇張するような視覚効果が存在するかを検証した。



Modelling facial makeup by statistical image analysis

Koyo Nakamura

Faculty of Psychology, University of Vienna, Japan Society for the Promotion of Science, Faculty of Science and Engineering, Waseda University

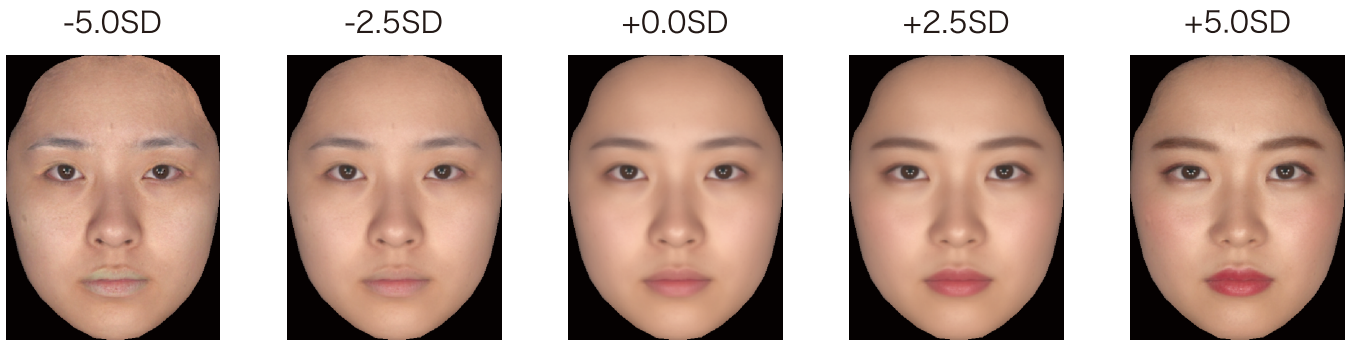


図1 統計的顔画像解析に基づくメイクアップの視覚効果の可視化 (SD値が大きいくほど、メイクアップによる肌表面特徴の変化が強調される)

2. 研究1：統計的顔画像解析による日本人女性のメイクアップ効果の定量化

2.1. 方法

日本人女子大学生16名(平均年齢20.43, SD=1.22)に協力を依頼し、メイクを施していない状態と各自が自分を最も魅力的に見せるメイクアップを施した状態で、顔画像の撮影を行った。顔画像の撮影は、一眼レフカメラ(Nikon D850)を用いて、照明光を厳密に統制した環境で行われた。撮影された顔画像には色補正を施し、顔面形状を正規化した後、主成分分析により顔の表面特徴量を表す固有空間を算出した。この表面特徴の固有空間には、肌表面特徴の個人差やメイク前後での肌表面の変化も含まれており、本研究では、メイク前後における肌表面の変化に関わる特徴量をさまざまな重み付けで強調することで、メイクアップによる肌表面特徴の変化を可視化した⁸⁾。本研究では、メイクアップによる表面特徴変化を強調する変換を16名の各顔画像に適用し、顔画像を再構成した。その際、標準偏差(SD)を単位として強調度を定義した。図1は平均顔に対してメイクアップの視覚効果を強調した画像を示している。

メイクアップの視覚効果の強調度が見た目の顔印象に及ぼす影響を検討するため、日本人大学生24名(平均年齢20.45歳, SD=2.30, うち男性12名)に、5段階(-5.0 vs. -2.5 vs. 0 vs. +2.5 vs. +5.0 SD)に強調された16名の顔画像を提示し、魅力、見た目の健康さ、見た目の自然さの3項目について9件法で評価することを求めた。

2.2. 結果と考察

統計的顔画像解析の結果、メイクアップにより、目と眉の明暗コントラストが強調され、頬部と唇の赤みが強調されることが明らかになった。ヨーロッパ文化圏の人々を対象とした研究からは、目と唇とその周囲のコントラストを強調し^{2,7)}、唇の赤みを強調することで⁴⁾、女性らしさや魅力の印象を高める効果があることが報告されていたが、日本人女性が行うメイクアップにおいても同様の視覚効果が認められることが分かった(図1)。

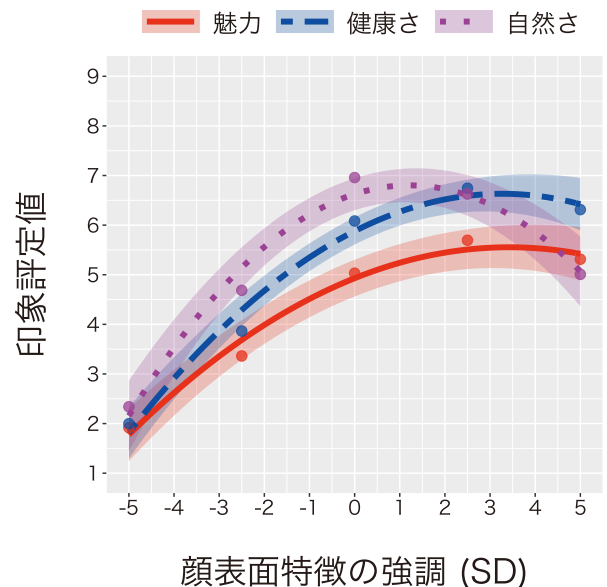


図2 メイクアップの強調度と顔印象評価

点は評定平均値、曲線は階層ベイズ回帰分析における事後予測平均値、誤差範囲は95%信用区間を示す。

さらに、メイクアップの視覚効果を段階的に強調すると、魅力、見た目の健康さ、見た目の自然さの印象が曲線的に高まっていくことも明らかになった(図2)。これら3つの印象の間では、印象が最大に到達する強調度が異なっており、自然さの印象よりも魅力や見た目の健康さの印象において印象が最大化する強調度が高いことが確認された。このことは、演出したい見た目の印象の内容によって、最適なメイクアップの強度が異なることを示唆している。

メイクアップによる視覚効果をモデル化し可視化すると、日本人女性が日常的に行うメイクアップは、顔全体の色の分布と局所的なコントラストの両方を変化させていることが分かる。顔の上部においては、アイシャドーやアイライナー、マスカラなどを用いたアイメイクにより、目元とその周囲の明暗コントラストが強調されていることが窺える。加えて、アイブローによる眉のコントラストも強調されていることが分かる。顔の下部では、リップに鮮やかな赤み

を添えることで、口元とその周囲のコントラストが強調される効果が生み出されているように見える。したがって、日本人のメイクアップによる視覚効果には、目、眉、唇とその周辺のコントラストの強調が顕著に認められると言えるだろう。

目元と口元のコントラストを強調することで、女性らしい印象を強調し、顔印象の美化効果を期待できることは既に触れた^{2,7)}。生物学的な女性と男性の肌色を比較すると、女性の肌のトーンは男性よりも平均的に明るい⁹⁾が、目や唇の色そのものの性差は比較的小さいため、女性の顔においては、目とその周辺、唇とその周辺で明るさに大きなコントラストが生じる。したがって、コントラストが強調された目元や口元は、誇張された女性らしさとして知覚され、それが魅力印象を高めていると考えられている⁷⁾。しかしながら、眉のコントラストについては、男性の方が濃い眉を持つため、その周囲の肌色と大きなコントラストが生じることが知られている⁹⁾。したがって、日本人女性のメイクアップにおいて、眉のコントラストが強調されている点については、むしろ男性らしい特徴が強調されているように見える。眉のコントラストは性的二型特徴である一方で、加齢によって変化する特徴であることも知られている。実際に、加齢に伴って眉は薄くなるため、眉コントラストは低くなっていく⁹⁾。したがって、眉のコントラストは年齢の手がかりであり、コントラストの高い眉は若々しい印象を与えると予測される。

研究2では、日本人の目、眉、唇の3箇所のコントラストの性差を測定し、メイクアップによって女性らしい顔特徴が強調されているという仮説^{2,7)}について検証することを目的とした。

3. 研究2：目、眉、唇領域のコントラストの性差とメイクアップによるコントラストの変化

3.1. 方法

日本人大学生を対象に、女性53名(平均年齢20.94歳、SD=1.63)、男性54名(平均年齢21.13歳、SD=2.41)に顔画像の撮影協力を依頼した。参加者は、顔にメイクアップを施していない状態で撮影に協力し、女性参加者のうち49名は各自が自分を最も魅力的に見せるメイクアップを施した状態での撮影にも協力した。顔画像の撮影は、一眼レフカメラ(Nikon D850)を用いて、照明光を厳密に統制した環境で行われた。撮影された顔画像には色補正を施し、顔面形状を正規化することで、表面特徴を直接比較することができるよう前処理を施した。

顔パーツとその周辺領域のコントラストを計測するために、顔画像のRGB値をCIE L*a*b*に変換し、両目、両眉、唇の領域内のL*(輝度)の平均値を算出した。さらに、両目の2倍、両眉の1.5倍、唇の1.5倍のサイズのエリアを、

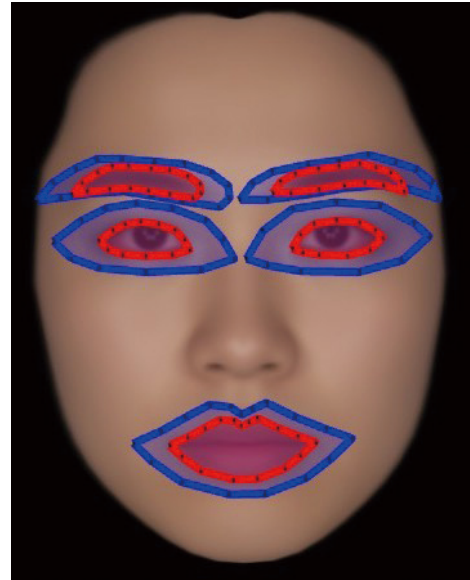


図3 目、眉、唇とその周囲のコントラスト
(赤：顔パーツ内の領域、青：周辺の領域)

各顔パーツの周辺領域として定義し、その領域内のL*の平均値を取得した(図3)。各パーツとその周囲のコントラストは、 $(\text{周辺の}L^* - \text{パーツの}L^*) / (\text{周辺の}L^* + \text{パーツの}L^*)$ によって算出した。コントラストは-1から+1の値を取り、正の値は周辺領域がパーツ内部よりも高い輝度を持つことを示す。

ここでは、生物学的な女性と男性の顔パーツのコントラストを比較するために、メイクアップを施していない状態でのコントラストの計測を行った。さらに、メイクアップによってコントラストがどのように変化するかを検討するために、女性のメイク前とメイク後の顔コントラストの比較を行った。

3.2. 結果と考察

目、眉、唇の3つの顔パーツとその周囲のコントラストの性差を検討した結果、女性の顔は、目と唇領域において男性の顔よりもコントラストが高いことが示された(図4)。その一方で、男性の顔においては眉が濃く、それによって眉領域におけるコントラストが高いことが確認された。したがって、日本人大学生の顔においては、目と唇領域におけるコントラストの高さが女性の顔の典型的特徴であり、眉領域のコントラストの高さが男性の顔の典型的特徴であると言えるだろう。

次に、メイクアップによる女性の顔パーツのコントラストの変化を分析した結果、メイクアップによる目領域の顕著な変化は認められなかったものの、眉と唇領域において顕著なコントラストの増大が確認された(図5)。このコントラストの増大は、アイブロウとリップカラーによりそれぞれのパーツが周辺領域よりも暗くなったために生じたと

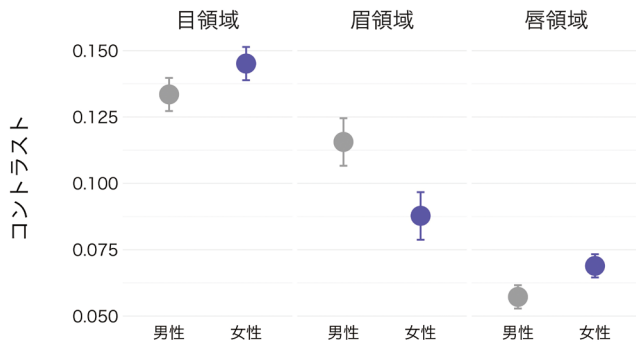


図4 顔パーツとその周辺のコントラストの性差

点はベイズ回帰分析における事後予測平均値、誤差範囲は95%信用区間を示す。

推察される。唇領域の化粧によるコントラストの増大は、女性の顔に典型的な特徴が誇張されたものであり、化粧は女性の顔が本来的に持つ特徴を誇張することで、魅力の印象を演出しているという仮説を支持するものであるように見える⁷⁾。その一方で、眉領域の化粧においてもコントラストの増大が認められ、一見すると男性に典型的な特徴を誇張したものであるように見えるが、周辺の肌とのコントラストの高い眉は若々しい印象を与えるため、日本人大学生に共通する眉メイクは、アンチエイジング効果によって印象を演出している可能性がある。

4. 総合考察

本研究では、統計的顔画像解析により、日本人が魅力を演出する目的で行うメイクアップに共通した特徴を可視化することができた。特に、目、眉、唇とその周囲で強調された明暗コントラスト、口元に添えられた鮮やかな赤みが顕著であり、化粧品の使用によって女性の顔に本来備わる女性らしい特徴や若々しさの手がかりが誇張されていることが示唆された⁶⁾。さらに、統計的顔画像解析によってメイクアップの視覚効果を定量化したことで、メイクアップの強調度を段階的に操作し、見た目の印象との数量関係を明らかにすることができた。さらに、日本人の目、眉、唇とその周囲の肌のコントラストには性差が存在し、女性のメイクアップは、女性らしい顔特徴を強調しているという仮説を裏付ける知見を得ることができた⁷⁾。これらの結果から、日本人女性が魅力演出する目的で行うメイクアップには、顔パーツのコントラストを高めることで、女性らしさと若々しさを同時に強調する効果があることが示唆された。

本研究では、集団に共通したメイクアップの一般的傾向を特定することを目的としていたが、化粧によってどのように顔を装うか、そこには大きな多様性があると考えられる。化粧は、必ずしも顔への生物学的選好(例えば、顔形

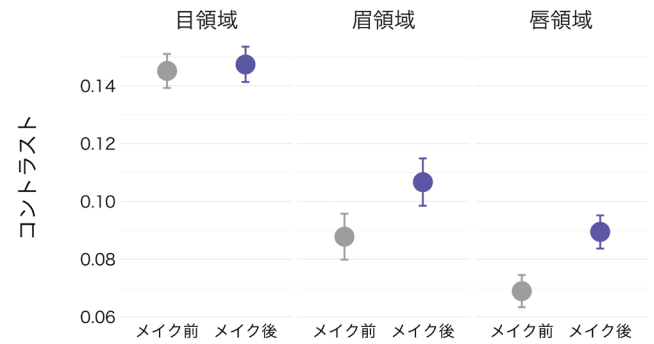


図5 メイク前後での顔パーツとその周辺のコントラストの変化

点はベイズ回帰分析における事後予測平均値、誤差範囲は95%信用区間を示す。

状のシンメトリー性や性的二型特徴)を高める目的で行われるわけではない。多様な美のあり方を受け入れる新しい文化に移行しつつある現代社会では、個性の視覚表現としての化粧や社会的表示機能としての化粧の役割がより大きくなっていく可能性がある。本研究の成果は、多様な印象を演出するメイクアップの科学的理解に寄与するのみならず、画像解析に基づくメイクアップ・シミュレーション技術の開発や個性的な美を表現するためのメイク手法の提案など、応用的価値の創出にも繋がると考えている。今後はこれまでの研究を継続し発展させると同時に、画像解析的アプローチを男性のスキンケアやメイクアップの研究に応用し、見た目の肌質や印象に悩みを感じる人へのケアと支援を目指した研究にも取り組みたい。

(引用文献)

- 1) R. Russell, Why cosmetics work, in *The Science of Social Vision*, R. B. Adams, N. Ambady, K. Nakayama, S. Shimojo, Oxford University Press, 186-203, 2011.
- 2) R. Russell, Sex, beauty, and the relative luminance of facial features, *Perception*, 32 (9), 1093-1107, 2003.
- 3) A. L. Jones, R. Russell, and R. Ward, Cosmetics alter biologically-based factors of beauty: Evidence from facial contrast, *Evol. Psychol.*, 13 (1), 210-229, 2015.
- 4) I. D. Stephen and A. M. McKeegan, Lip colour affects perceived sex typicality and attractiveness of human faces, *Perception*, 39 (8), 1104-1110, 2010.
- 5) R. Mulhern, G. Fieldman, T. Hussey, J. L. Lévêque, and P. Pineau, Do cosmetics enhance female Caucasian facial attractiveness?, *Int. J. Cosmet. Sci.*, 25 (4), 199-205, 2003.
- 6) 中村航洋・小林麻衣子・渡邊克巳, 進化心理学の視点から見た化粧の視覚効果, *FRAGRANCE JOURNAL* 2020/4月号【特集】化粧がもたらす心身機能への効果,

- 30-37, 2020.
- 7) R. Russell, A sex difference in facial contrast and its exaggeration by cosmetics, *Perception*, 38 (8), 1211-1219, 2009.
- 8) K. Nakamura and K. Watanabe, Data-driven mathematical model of East-Asian facial attractiveness: The relative contributions of shape and reflectance to attractiveness judgements, *R. Soc. Open Sci.*, 6 (5), 182189, 2019.
- 9) A. Porcheron, E. Mauger, and R. Russell, Aspects of facial contrast decrease with age and are cues for age perception, *PLoS ONE*, 8 (3), e57985, 2013.