

〈原著論文〉

日本人大学生が意識的に表出した基本表情の主観的・客観的実現度の評価

Evaluation of the Subjective and Objective Realization of Basic Facial Expressions
Consciously Expressed by Japanese University Students.

渡邊真彩^{1,3} 杉田純一²

1 順天堂大学大学院 医学研究科

2 東京医療保健大 医療保健学部 医療情報学科

3 東京医療保健大学 医療保健学部 医療情報学科 卒業

Maaya WATANABE^{1,3}, Junichi SUGITA²

1 Graduate School of Medicine, Juntendo University

2 Division of Healthcare Information, Faculty of Healthcare, Tokyo Healthcare University

3 Graduated from Division of Healthcare Information, Faculty of Healthcare, Tokyo Healthcare University

要 旨：目的：日本人大学生を対象に、意識的に表出した表情に対して、自己が思っていた表情と実際に表出された表情に違いがあるか（表情の主観的実現度）を評価する。また、表出した表情が客観的に正しく表出できているか（表情の客観的実現度）を表情認識技術により評価する。

方法：意識的に表出した6つの基本表情（怒り、悲しみ、嫌悪、驚き、恐れ、幸福）に中立を加えた7つの表情（以降、中立を含めて基本表情と呼ぶ）の主観的実現度を評価する。表情の主観的実現度は、まず、基本表情をどの程度実現できたかを、被験者自身に主観評価してもらう。次に、被験者自身が自己の表情の写真を見て同様に実現度を主観評価してもらう。表情認識技術により、被験者自身が意識的に表出した基本表情の客観的実現度を評価する。被験者自身に表出してもらった基本表情の写真を、深層学習を用いた表情認識技術を用いて評価する。

結果：基本表情の主観的実現度には、写真を見る前後で、怒り、恐れ、悲しみの表情に統計的に有意な差が見られた。基本表情の客観的実現度では、表情認識の結果と一致した割合が70%以上だった表情は、幸福と中立のみだった。また、表情認識の結果、中立と判定された割合が最も高かった。

結論：怒り、恐れ、悲しみの表情は、主観的実現度が低いことがわかった。すなわち、被験者自身が思っていた表情をうまく実現できていないことが示唆された。また、幸福と中立以外の表情の客観的実現度が低いことが示唆された。

Abstract: Purpose: To investigate whether there is a difference between the facial expressions they express and the actual facial expressions of Japanese university students. In addition, we use facial expression recognition techniques to verify that the facial expressions we express are objectively correct.

Methods: The subjective realization of seven facial expressions is assessed by adding neutral to the six basic facial expressions (anger, sadness, disgust, surprise, fear, and happiness) that were consciously expressed. The subjective realization of the facial expressions is first subjectively rated by the subject on how much they could express the seven facial expressions. Next, the subjects are asked to look at a photograph of their facial expressions and evaluate them subjectively in the same way. The objective realization of the facial expressions is evaluated by using facial recognition

technology. The photographs of each facial expression are analyzed using facial recognition technology with deep learning.

Results: Regarding the objective realization of facial expressions, there were statistically significant differences in the facial expressions of anger, fear, and sadness before and after viewing the pictures. In the objective realization of facial expressions, the only facial expressions with a proportion of 70% or more in agreement with facial expression recognition results were happy and neutral. The highest proportion of facial expression recognition results were determined to be neutral.

Conclusion: Facial expressions of anger, fear, and sadness were found to have low subjective realization. In other words, it was found that the subjects themselves did not successfully realize the facial expressions they thought they had. It was also found that the objective realization of expressions other than happiness and neutrality was low.

キーワード：基本表情、表情認識、Face Emotion Recognizer (FER)、深層学習

Keywords：basic facial expression, facial recognition, Face Emotion Recognizer (FER), deep learning

I. 緒言

コミュニケーションにおいて、顔の表情は、感情を伝達するために主要な役割を果たす¹⁾。

表情は、人間の感情を忠実に表出する“自然表情”と、意識的な顔面筋の操作により本来の感情とは異なる感情を意識的に表出する“意識的表情”に分類できる。特に、意識的表情は、コミュニケーションにおいて、重要な役割を果たす。例えば、接客業では顧客に良い印象を与えるために意識的に笑顔の表情を表出することがある。しかしながら、この時の感情が、実際に幸福であるとは限らない。他者とのコミュニケーションの場面において、自己の表情を見ることはできないため、意識的表情の実現度は、自己では認識することができない。したがって、意識的表情の実現度を調査することは、意義があると考えられる。

Ekmanらの一連の研究により、人には基本的な感情に対応する普遍的な6つの表情（驚き、恐怖、嫌悪、怒り、幸福、悲しみ）が備わっていることが提唱されている^{2),3)}。Ekmanらは、表情をFacial Action Coding System (FACS) と呼ばれる顔面動作の符号化システムで体系立てた⁴⁾。FACSでは、人間の顔に現れる表情を、Action Unit (AU) と呼ばれる様々な顔面筋の動作の有無の組み合わせで機械判別可能な形で符号化する。例えば、幸福の表情のAUセットには、頬を上げる動作 (AU 6) と口角を引く動作 (AU12) が含まれる。FACSを用いた研究の多くは、FACSの

コーディングや表情の解釈を人間の評価に基づいて行っているが、表情分析の信頼性と精度を高めるためには、表情認識技術を用いて機械的に分析を行うことが望ましい⁵⁾。

表情の表出に関するその後の研究では、Ekmanの表情理論が部分的にしか支持されないことが指摘されている⁶⁾。特に、文化圏の違いは重要な問題として指摘されている。また、年齢、性格、生育環境、表情筋の構造^{7)~9)}などの個人差も関係すると考えられる。感情から表情を表出させる主な手段として、感情を想起させる映画などを見ることによる情動誘導が用いられる。また、感情を想起させるシナリオを利用する方法がある。すなわち、感情と表情に関する研究の多くは自然表情を対象としているものが主であり、意識的表情に対する実証的検証は重要であると考えられる。

Satoら¹⁰⁾は、日本人（女性44名、男性21名、平均年齢22.9±3.6歳）を対象とし、表情の表出に関する調査を行った。被験者自身に、怒り、嫌悪、恐れ、幸福、悲しみ、驚きの6つの基本的感情を誘発させるシナリオに応じて表情を表出するよう指示した（以降、シナリオ条件と呼ぶ）。これは、自然表情に関する実証的検証であると考えられる。また、6つの基本表情のプロトタイプの表情の写真を模倣するよう指示した（以降、写真条件と呼ぶ）。これは、意識的表情に関する実証的検証であると考えられる。Satoらは、表出された表情を、表情解析ソフトウェアで機械的に分析した。写真条件では、すべての感情が明確に表出されたが、

シナリオ条件では、幸福と驚きの表情のみが明確に表出された。Satoらの研究により、日本人は、シナリオによって基本表情を表出することは難しいが、6つの基本表情の写真を模倣することが可能であることが示された。しかしながら、日本人や意識的的表情に関する調査報告は少なく、さらなる実証的検証が期待される。

II. 目的

日本人大学生を対象に意識的的表情に関するさらなる実証的証拠を提供するために、基本表情の表出に関する実証実験を行う。6つの基本表情に中立の表情を加えた7つの表情（以降、中立の表情を含めて基本表情と呼ぶ）を、意識的に表出した際の実現度を主観的・客観的に評価する。本研究では、日本人大学生を対象として、以下の2点について検証することを目的とする。

(1) 意識的基本表情の主観的実現度の評価：被験者自身が表出していると思った基本表情と実際に表出された表情の実現度に違いがあるのかを評価する。すなわち、どの程度被験者自身が意図したとおりの表情を実現できたかを評価する。

(2) 意識的基本表情の客観的実現度の評価：被験者自身が意識的に表出した基本表情が、客観的に正しく実現できているかを評価する。例えば、自己では怒りの表情をしていたつもりでも、他者視点で客観的に怒りの表情ができていないのかを評価する。

Satoらの研究と本研究の違いについて述べる。Satoらの実験デザインは、参加者内2要因デザインで、条件（シナリオ、写真）と感情（怒り、嫌悪、恐れ、幸福、悲しみ、驚き）が要因として用いられた。一方、本研究の実験デザインは、参加者内2要因デザインで、実現度（主観、客観）と表情（怒り、嫌悪、恐れ、幸福、悲しみ、驚き、中立）を要因として用いる。

III. 方法

1. 実験対象者と倫理的配慮

研究協力の同意が得られた30名の日本のA大学の学生（男性15名、女性15名）を対象とした。実験は、東京医療保健大学ヒトに関する研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号023-05B）。

2. 実験方法

本研究では、次の手順で実験を行った。なお、各被験者には個別に実験を実施した。

2-1. 意識的表情の主観的実現度

(1) 被験者自身に、怒り、嫌悪、恐れ、幸福、悲し

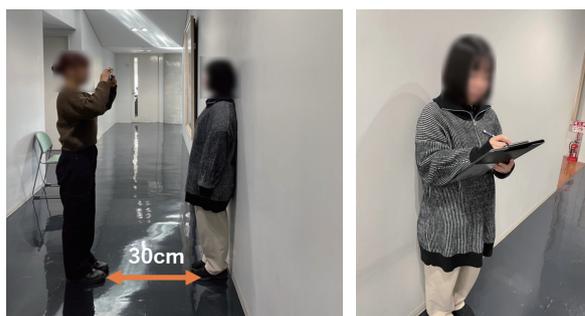
み、驚きの6つの基本表情に、中立を含めた7つの表情（基本表情）を表出するよう指示した。このとき、プロトタイプ的な基本表情の写真を見せることや感情を想起させるようなシナリオ条件は提示せずに、被験者自身が思う基本表情を表出するようだけ伝えた。7つの表情の表出順はランダムとした。

(2) このときの基本表情を、iPhone 11で写真撮影した。写真撮影の条件は、全被験者で統一した。被験者自身は壁に背中を付け、被験者自身から30cm離れた位置から、iPhone11で被験者自身の顔が中央に位置するよう撮影した（図1 (a)）。撮影は、全被験者同じ場所で行った。

(3) 基本表情の実現度を、被験者自身に0%～100%で主観評価してもらった（図1 (b)）。

(4) その後、撮影した写真をiPhone 11の画面で被験者自身に見せ、再度、基本表情の実現度を0%～100%で主観評価してもらった（図1 (c)）。

(5) 最後に、被験者自身に感想、コメントを自由記述してもらった。



(a) 撮影環境

(b) 写真を見ずに主観評価



(c) 写真を見て主観評価

図1 主観評価実験の環境

2-2. 意識的表情の客観的実現度

撮影した写真を、深層学習に基づく表情認識技術を用いて評価した。本研究では、PythonのFacial Expression Recognition (FER) ライブラリ¹¹⁾を使用した。

3. 分析方法

まず、意識的表情の客観的実現度の評価を行う。すなわち、被験者自身が表出していると思った基本表情と実際に表出された表情の実現度の違いを評価する。具体的には、被験者が自身の表情の写真を見る前後で、基本表情の主観的評価に差があるのかを評価する。写真を見る前と見た後で、各表情の平均値に統計的に有意な差が見られるかt検定を行った。統計解析には、JMP Pro 16を使用した。

次に、意識的表情の客観的実現度を評価する。すなわち、各被験者が表出した基本表情を機械的に評価する。これは、他者から見て、被験者自身の表情の実現度を客観的に評価するためである。顔認知には個人差があるため、深層学習に基づく表情認識技術を使用して機械的に表情分析を行った。深層学習は機械学習の一手法であり、表情のラベルと画像のデータセットを学習することで、効率的かつ安定的に表情を識別できるメリットがある。本研究では、被験者自身に対して撮影した7つの基本表情をPythonのFERライブラリ¹¹⁾を用いて解析した。

FERは、画像から顔領域を検出し、検出した顔領域に対して表情認識を行うライブラリである。FERライブラリの顔領域の検出には、デフォルト設定では、OpenCVのHaar Cascade分類器が使用される。Haar Cascade分類器では、前髪が眉にかかっている状況など、いくつかの被験者の顔検出に失敗した。そのため、顔領域の検出には、より顔の検出精度が高いMulti-task Cascaded Convolutional Networks (MTCNN)¹²⁾を使用した。FERライブラリでは、MTCNNをパラメータとして指定することができる。MTCNNを使用したところ、すべての被験者の顔を検出することができた。

FERライブラリでは、画像から検出した顔領域に対して、FER-2013データセット¹³⁾を畳み込みニューラルネットワークで学習したモデルを使用して表情認識を行う¹⁴⁾。FERライブラリは、入力した写真に対して、怒り、嫌悪、恐れ、幸福、悲しみ、驚き、中立の7つの表情の割合を算出することができる。被験者自身が表出した表情とFERライブラリで一番高い値が算出された表情との一致率を求めた。

IV. 結果

1. 意識的表情の主観的実現度

30名の被験者が、写真を見る前後で評価した基本表情の主観的実現度の平均値を図2に示す。怒り、恐れ、悲しみの表情に統計的に有意な差が見られた。嫌悪、幸福、驚き、中立には統計的に有意な差は見られなかった。

また、性差による基本表情の主観的実現度の平均値を図3に示す。図3(a)は、写真を見る前の基本表情の主観的実現度の平均値、図3(b)は写真を見た後の基本表情の主観的実現度の平均値である。写真を見る前後どちらにおいても、性差間で統計的に有意な差は見られなかった。ただし、写真を見る前後どちらの場合でも、男性より女性の方が、各表情の主観的実現度を高く評価する傾向があった。

被験者30名の自由記述コメントを要約・分類した結果、および、コメント数を表1に示す。8名の被験者から「思っていた表情と実際の表情に違いがあった」という趣旨のコメントがあった。

2. 意識的表情の客観的実現度

まず、被験者自身が意識的に表出した基本表情が

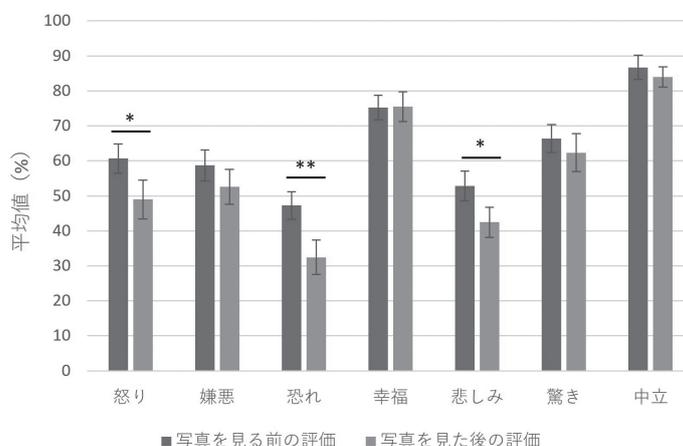


図2 写真を見る前後での基本表情の主観的実現度の平均値と標準誤差 (*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$)

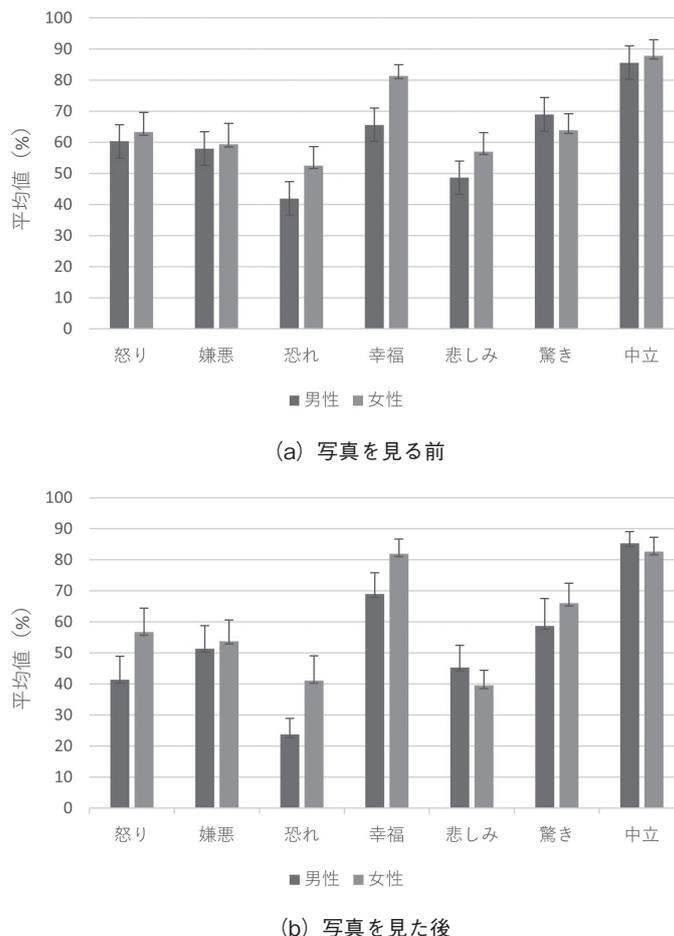


図3 性別ごとの主観的実現度の平均値と標準誤差

FERによる表情認識結果と一致した割合 (%) を図4に示す。被験者自身が表出した表情とFERによる表情認識の結果が一致した割合が70%以上だった表情は、幸福と中立のみだった。次いで、悲しみが30%弱、驚きが10%強、怒りが数%であった。なお、嫌悪と恐れ of 表情の一致率は0%だった。

次に、性別ごとの被験者自身が表出した基本表情と表情認識結果との一致率を図5に示す。幸福と中立の表情は、男性より女性のほうが20%以上高い傾向があった。驚きの表情も男性より女性のほうが高い一致率であった。一方、悲しみの表情は男性より女性のほうが20%以上低い傾向があった。

最後に、FERが認識した表情の割合を図6に示す。46%の表情が中立と判定された。悲しみ、幸福と認識された割合はそれぞれ24%であった。恐れ、驚き、怒りは、ほとんど認識されなかった。嫌悪については、まったく認識されなかった。表1より、9名の被験者から「思っていたほど表情に変化がなかった」という趣旨のコメントがあった。

V. 考察

1. 意識的表情の主観的実現度

怒り、恐れ、悲しみの表情は、被験者自身が思っていた表情と実際の表情の主観的実現度が異なる結果となった。嫌悪、幸福、驚き、中立は、被験者自身が思っていた表情と実際の表情に差がないという結果となった。この結果から、被験者自身に写真条件やシナリオ条件などを与えずに、意識的に基本表情を表出させた場合（意識的表情の場合）、被験者自身が表出していると思った基本表情と実際に表出された表情の主観的実現度には、それほど変わらない表情（嫌悪、幸福、驚き、中立）があることが示された。ただし、図2を見ると、統計的に有意ではないが、嫌悪、驚き、中立にも差が見られた。表1の「思っていた表情と実際の表情に違いがあった」という趣旨のコメントをした被験者が8名いたことを踏まえると、被験者自身が表出していると思った基本表情と実際に表出された表情の主観的実現度には表情によって強弱はあるものの違いがあると考えられる。

怒り、恐れ、悲しみの表情に統計的に有意な差が見

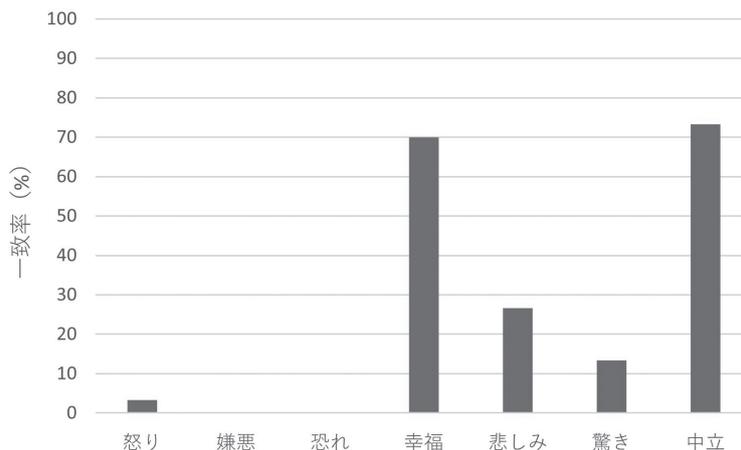


図4 基本表情と表情認識結果との一致率

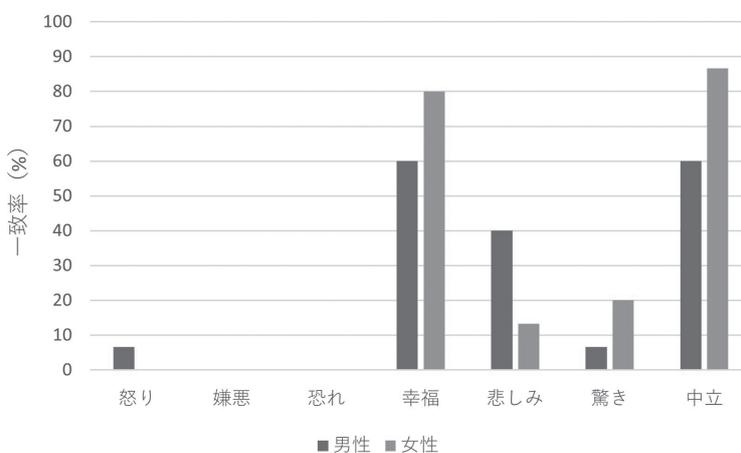


図5 性別ごとの基本表情と表情認識結果との一致率

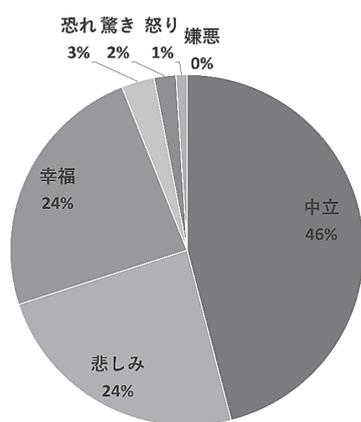


図6 FERが認識した表情の割合

られたことと、「ネガティブな表情（怒り、嫌悪、恐れ、悲しみ）をするのが難しかった」という趣旨のコメントが8名いたことから、ネガティブな表情（ラッセルの感情円環¹⁵⁾の不快方向に位置する表情）ほど、被験者自身が思った表情と実際の表情の実現度に違い

があると思われる。日常生活において、意識してこれらの表情を表出する機会が少ないこと、これらの自己の表情を見る機会が少ないことが、意識的表情の主観的実現度に差が出た要因と考えられる。一方、幸福といったポジティブな表情（ラッセルの感情円環の快方向に位置する表情）は、写真を撮る際に笑顔を作る機会が多いと考えられるため、意識して作りやすいと思われる。そのため、意識的表情の主観的実現度に差が少なかったと考えられる。Satoらの研究のシナリオ条件でも、幸福と驚きの表情は明確に表出されている。中立、すなわち、無表情も、日常生活で鏡を見ている状態に近いと、意識的表情の主観的実現度に差が少なかったと考えられる。

図3より、意識的表情の主観的実現度には、統計的に性差による有意な差は見られなかったものの、男性より女性のほうが主観的実現度を高く評価する傾向があると考えられる。

表1 自由記述コメントの要約

コメント	コメント数
思っていたほど表情に変化がなかった	9
思っていた表情と実際の表情に違いがあった	8
ネガティブな表情（怒り、嫌悪、恐れ、悲しみ）をするのが難しかった	8
意識して表情を作るのが難しかった	7
意識して作った表情は、実際のシチュエーションの表情とは異なると思った	5
普段、自分の表情を見る機会が無い	2
幸福の表情は作りやすかった	2
カメラ目線では、悲しみの表情が作りづらかった	1
表情によって作りやすさに差がなかった	1
思っていた以上に表情を作っていた	1

2. 意識的表現の客観的実現度

まず、被験者自身が意識して表出した表情とFERの認識結果の一致率が70%を超えていた表情は、幸福と中立であった。幸福と中立の表情は、意識的表現の主観的実現度の評価において写真を見る前後で統計的に有意な差が見られなかった。すなわち、被験者自身が表出していると思った表情と実際に表出された表情の主観的実現度に違いがなかった表情である。この結果から、日本人大学生は、幸福と中立の表情を意識的に表出することが可能であると思われる。言い換えると、日本人大学生が幸福と中立以外の表情を意識的に表出することは難しいと言える。前節でも述べた通り、幸福と中立以外の表情を日常的にする機会が少ないことや、ネガティブな表情（怒り、嫌悪、恐れ、悲しみ）の違いを普段から意識していないことが要因であると考えられる。Satoらの写真条件のように、表情の写真を見て、それぞれの表情を模倣する練習を行うことで、幸福と中立以外の表情も意識的に表出できるようになると考えられる。

次に、図5の結果より、幸福、驚き、中立の表情は、男性より女性のほうが、客観的実現度が高い傾向があると考えられる。

最後に、図6の結果から、FERは46%の割合で被験者自身の表情を中立と認識した。また「思っていたほど表情に変化がなかった」という趣旨のコメントが多かったことを踏まえると、日本人大学生は、表情の変化が乏しいと思われる。

VI. 結論

本研究では、被験者自身が思った表情と実際に表出された表情の主観的実現度と、被験者自身が表出した

表情の客観的実現度を検証した。基本表情の主観的実現度の評価では、被験者自身が意識的に表出した7つの基本表情の実現度を、写真を見る前後で主観評価してもらった。怒り、恐れ、悲しみの表情は、被験者自身が思っていた表情と実際の表情の主観的実現度が異なる結果となった。基本表情の主観的実現度には、統計的に有意な性差は見られなかった。また、基本表情の客観的実現度の評価では、表情認識技術を用いて基本表情を機械的に解析した。日本人大学生は表情の写真の模倣するなどの訓練を行わない限り、幸福と中立以外の表情をうまく表出することが難しいことが示唆された。基本表情の客観的実現度では、幸福、悲しみ、驚き、中立の表情に性差が見られた。

謝辞

本研究の評価実験にご協力頂いた皆様に感謝いたします。

利益相反

本研究に関連し、開示すべき利益相反に相当する事項はない。

引用文献

- 1) Mehrabian A. Nonverbal Communication. Nebraska Symposium on Motivation. 1971 19: 107-161.
- 2) Ekman P. Friesen W. V. Constants Across Cultures in the Face and Emotion. Journal of Personality and Social Psychology. 1971 17:124-129. doi: 10.1037/h0030377.

- 3) Ekman P. Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotion. *Nebraska Symposium on Motivation* 1971 19: 207-283.
- 4) Ekman P. Friesen W. V. *Facial Action Coding System: A Technique for the Measurement of Facial Movement*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press; 1978.
- 5) Bartlett M. S. Hager J. C. Ekman, P. Sejnowski T. J. Measuring Facial Expressions by Computer Image Analysis. *Psychophysiology*. 1999 36;253-263. doi: 10.1017/S0048577299971664.
- 6) Eibl-Eibesfeldt I. *Human Ethology*. New York, NY: Aldein de Cruyter; 1989.
- 7) Jeong S. Lemke B. N. Dortzbach R. K. Park Y. G. Kang H. K. The Asian Upper Eyelid: An Anatomical Study with Comparison to the Caucasian Eyelid. *ARC Journal of Ophthalmology*. 1999 117;907-912. doi: 10.1001/archopht.117.7.907.
- 8) Shimada K. Gasser R. F. Variations in the Facial Muscles at the Angle of the Mouth. *Clinical Anatomy*. 2005 2;129-134. doi: 10.1002/ca.980020302.
- 9) Choi Y. J. Kim J. S. Gil Y. C. et al. Anatomical Considerations Regarding the Location and Boundary of the Depressor Anguli Oris Muscle with Reference to Botulinum Toxin Injection. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014 134;917-921. doi: 10.1097/PRS.0000000000000589.
- 10) Sato W. Hyniewska S. Minemoto K. Yoshikawa S. Facial Expressions of Basic Emotions in Japanese Laypeople. *Frontiers in Psychology*. 2019 10(259). doi: 10.3389/fpsyg.2019.00259.
- 11) Shenk J. FER [Internet]. Python Package Index (PyPI) . 2023 [cited 2024 Jul 16]. Available from: <https://pypi.org/project/fer/>
- 12) Zhang K. Zhang Z. Li Z. Qiao, Y. Joint Face Detection and Alignment Using Multitask Cascaded Convolutional Networks. *IEEE Signal Processing Letters*. 2016 23(10);1499-1503.
- 13) Goodfellow I. J. Erhan D. Carrier P. L. et al. Challenges in Representation Learning: A report on Three Machine Learning Contests. *Neural Networks*. 2015 64; 59-63.
- 14) Arriaga O. Valdenegro-Toro M. Plöger P. Real-time Convolutional Neural Networks for Emotion and Gender Classification. *The European Symposium on Artificial Neural Networks*. 2017.
- 15) Russell J. A. A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1980 39(6): 1161-1178. doi:10.1037/h0077714.