

# 触感に関わる共感覚的表現と基本6感情の対応関係の検証

樋口 友梨穂<sup>1</sup> 田中 瑠慧<sup>1</sup> 松下 光範<sup>1</sup>

**概要：**本研究の目的は視覚障害者に対して触感を用いて直観的に表情を伝達するため、表情と触感の対応関係を明らかにすることである。五感の表現を用いて他の五感の表現を形容する共感覚的表現に着目し、共感覚的表現が表情と触感の対応における間接的な要因であると仮説を立てた。本稿ではその仮説を検証するため、怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの6種の表情と軟、温、乾、冷、湿、熱、硬、凸、痛の9種の触感を含む共感覚的表現の対応関係の調査を行った。その結果、怒りの表情と「冷、硬、凸、痛」、嫌悪の表情と「硬、凸、痛」、恐怖の表情と「硬、凸、痛」、喜びの表情と「軟、温」、悲しみの表情と「冷、湿、痛」、驚きの表情と「乾、熱」の対応が各々確認された。

**キーワード：** 触感、表情、共感覚的表現、非言語情報

## 1. はじめに

視覚障害などで十分な視覚情報を得難いユーザは、聴覚や触覚または嗅覚といった視覚以外の感覚器官を代替的に利用することで視覚情報を補っている。このようなユーザに対する視覚情報支援として、視覚から他の感覚で得られる情報へ変換する試みが行われている [6]。言語情報は視覚情報である文字から、音声などの聴覚情報や点字などの触覚情報への変換が一般的に行われる。その一方で、表情や雰囲気などの非言語情報は他の感覚器官の情報に変換する手法が十分に確立されていない。

視覚情報を十分に活用できるユーザにとって非言語情報は、人の感情や周囲の状況について予測や判断を行うコミュニケーション手段のひとつとして有用な情報である。目が不自由なユーザはこのような非言語情報、特に人の視線や表情が理解できないためにコミュニケーションに苦勞する (<https://www8.cao.go.jp/shougai/kou-kei/toujisha/siryu02.html> (2023/4/23 存在確認)) といった問題が生じている。この問題を解決するため、我々は視覚的な非言語情報である表情を触覚情報である触感に変換し伝達することを目指している。その端緒として、触覚に関する語彙を用いて視覚に関する語彙を修飾する共感覚的表現に着目し、Ekman らが示した怒り、喜び、悲しみ、嫌悪、恐怖、悲しみの6種の基本感情 [2] を表出した表情と触感の対応について調査を行った [18][19]。その結果、表情と対応すると考えられる共感覚的表現の語彙に含まれる

触感が「軟・温」「乾・冷」「湿」「熱」「硬」「凸」のカテゴリに分類される可能性を指摘した。さらに喜びの表情と軟、怒りの表情と硬、怒りおよび嫌悪の表情と凸表現に関する語彙の対応を示唆した。この共感覚的表現に含まれる触感カテゴリと表情の対応に関して、先行研究では表情に対して各共感覚的表現が適しているか5段階評価を行い、その評価平均値が3.5以上の場合を表情と触感の対応があるとして議論を行ってきたが、平均値のみを用いた議論では十分とはいえず、より詳細に検証を行う必要がある。

そこで本稿では、9種の触感と6種の表情の対応について再検証を行い、これらの対応関係を明らかにする。本稿で用いる触感は先行研究で得られた共感覚的表現に含まれる触感カテゴリの軟、温、乾、冷、湿、熱、硬、凸である。ただし、熱が程度の強い温かさ由来するか、痛覚由来するかが不明であるため、触感8種に痛を加えた9種を触感として扱った。表情は怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの6種を対象とした。

この際、表情から共感覚的表現に含まれる触感、共感覚的表現に含まれる触感から表情という双方向の観点から、触感に関わる共感覚的表現と基本6感情にもとづく表情の対応関係について検証を行った。さらに、各触感や各表情の類似性についても検証を行った。

## 2. 関連研究

### 2.1 表情と触覚に関する研究

触覚を用いて感情や感情を表出した表情の提示や識別を行う研究が行われている。Hertenstein らは人同士が触れ

<sup>1</sup> 関西大学  
Kansai University

合うことにより感情を提示する試みとして、手の触れ方と感情を対応づける研究を行った [4]。その結果、手の触れ方によって怒り、恐怖、嫌悪、愛、感謝、共感の6感情を伝えることが可能であることが明らかとなった。

Bailenson らは力覚と感情、握手と感情を対応づけた [1]。嫌悪、怒り、悲しみ、喜び、恐怖、興味、驚きの7感情を識別するために2つの手法を採用した。一方は人同士で手を握ることにより感情を提示する手法で、もう一方はジョイスティックを用いてあるユーザが各感情に対する力覚を設定し、その力覚を再現することで他のユーザへ提示する手法である。これらの手法を比較してどちらの手法が感情の識別により優れているか確かめた。この結果、ジョイスティックを用いて提示された感情よりも握手で提示された感情の方が認識に優れることが示された。

## 2.2 言語と触覚に関する研究

視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚の五感を表す語彙を五感に関する形容詞で修飾する共感的比喩と呼ばれる表現が様々な言語に存在する。

国広はある感覚分野のことを表現するのに別の感覚分野に属する語を比喩的に用いる温かい表情や冷たい声などの表現を共感的比喩と定義した [12]。Williams は英語における共感的比喩には感覚器官ごとの一方向の修飾、被修飾の関係（一方向性仮説）があると述べた [7]。酒井は日本語において比喩の一方向性は存在せず、触覚から他感覚の方向へ向かう共感的比喩が最も多いと述べ、日本語における触覚に関する表現は特徴的なものである可能性を示唆した [14]。

共感的比喩は日本語、英語の他に中国語、アラビア語、スペイン語、韓国語、タガログ語、ロシア語、タイ語、ドイツ語、フランス語、マレー語、ポルトガル語、ベルガン語、スウェーデン語など様々な言語圏に存在が確認されている [14]。このように共感的比喩は様々な言語圏に存在し、触覚をはじめとした五感を用いた表現は異なる言語圏で共通するものも存在する。

国広が述べた共感的比喩は形容詞に限定されたが、日本語において共感的な表現は形容詞のみに限定されるものではない。矢口は共感覚の言葉であるオノマトペに着目し、モダリティに関連するオノマトペは五感に属する語が多いことを明らかにするとともに、触覚に属するオノマトペが視覚と味覚を修飾しようと述べた [21]。これは元来示されていた共感的比喩の一方向性仮説の一部に沿うものである。これによりオノマトペが共感的比喩の形容詞と同様に扱える可能性が示唆された。

## 2.3 感情と言語に関する研究

感情と言語の関連について、感情科学の中で楠見は触覚

的形容詞を含む共感的比喩を用いた「感覚形容詞+気分」からなる語句は身体化された感情表現の一例と位置付けられると述べた [20]。また、日本語には感情を表現する形容詞としてオノマトペが多く存在する。このようなオノマトペが表現する感情はほぼ決まっており、さらにオノマトペに「～する」などの動詞語尾をつけることにより感情による状態の変化を表現することが可能であると述べた。

感情を表現する言語は慣用句にも多く見られ、涙を流すなどの身体部位の変化の様子によってその原因となる感情や表情を示す換喩がある。楠見は身体部位を用いた慣用句について分析を行った結果について述べた [17]。感情を表現する慣用句の用例数として目、鼻、口などの部位を含む顔を用いたものが最も多い理由として、顔が表情の変化を最も表現しやすく、認知しやすい部位であることをあげた。こうした換喩は現実の表情や身体部位、姿勢の変化による動作を比喩的に誇張したことから生まれたために、生理的な変化を伴って感情を示す語句は文化普遍的な側面があると述べた。

楠見の行った形容詞やオノマトペ、慣用句などの語彙と感情に関する研究はいずれも感情を示す言語についての研究である。この他に感情と言語に関する研究として感情知覚過程における言語の役割や重要性についての研究が多く行われており、今なお議論が続いている [9]。

## 2.4 本研究の仮説と立ち位置

本研究の目的は感情の表出である表情を触覚に変換して伝達するために表情と触感の対応関係を明らかにすることである。2.1 節、2.2 節、2.3 節にあるように感情と触覚、そして言語は相互に関連性が示されている。本稿では、この関連性に着目した人の表情と触感に対応づける間接的な要因として共感的表現が関与しているという仮説 [19] を用いて、表情と共感的表現に含まれる触感の対応関係の検証を行う。この仮説は、言語情報として触覚に属する言葉を用いて視覚に属する言葉を形容可能である共感的表現を間接的な要因とすることで、感情を表出した視覚情報である表情と触覚情報である触感というモダリティが異なる情報を対応づけられる、とするものである。この仮説において触感とは物体表面の質感と定義され、その中でも岡本が行った物体の材質感次元の調査で明らかとなった、マクロな粗さ感（凹凸）、ミクロな粗さ感（粗滑）、温冷感、硬軟感、摩擦感（乾湿・粘り/滑り）の5次元 [11] を触感として扱った。また、共感的表現を「やわらかい表情」や「ふわっとした表情」のように触覚に属する語彙を用いて視覚に属する語彙を形容する形容詞やオノマトペと定義した。

## 3. 調査

表情と触感の基礎的な対応を明らかにするため日本人女

性 2 人の怒り, 嫌悪, 恐怖, 喜び, 悲しみ, 驚きの 6 種の表情と 18 種の触感の語彙を含む共感的表現を用いて, 表情に対して行われる共感的表現への評価と, 共感的表現に対して行われる表情の評価アンケートを行った.

アンケート調査には Yahoo!クラウドソーシングサービスと Google フォームを用いた. クラウドソーシングを利用するユーザーの不真面目な回答を弾くため, Yahoo!クラウドソーシングサービスの設問上で設問が正答の場合のみ報酬が支払われ, 回答が採用されるチェック設問を設置した. さらに, Google フォームの設問間に特定の回答を指示した設問を設置し, 提示文を精読しているかを確認した. クラウドソーシングのアンケートにおいて設問数が多い場合, ユーザの不真面目な回答が増加する恐れがある. そのため, 同じ設問で表情刺激の人物が異なるアンケート A とアンケート B を作成した. アンケート A, B 共に男女各 100 人を調査人数とし, Yahoo!クラウドソーシングの機能を用いて男女別に調査参加者を募集した. アンケート実施順はアンケート A 男性, アンケート A 女性, アンケート B 女性, アンケート B 男性の順に行い, 1 度でも調査に参加したユーザは後の調査に参加できないよう, Yahoo!クラウドソーシングの機能を用いて制限を行った.

### 3.1 調査で使用したデータ

調査で用いる表情刺激として AIST 顔表情データベース 2017[3] より, 日本人女性 2 人の閉口状態の怒り, 閉口状態の嫌悪, 恐怖, 喜び, 悲しみ, 驚きの表情を用いた.

共感的表現として先行研究 [19] で得られた共感的表現の触感カテゴリである「軟, 温」, 「乾, 冷」, 「湿」, 「熱」, 「硬」, 「凸」にもとづいて, 軟, 温, 乾, 冷, 湿, 熱, 硬, 凸それぞれに関する形容詞 1 種オノマトペ 1 種を用いる. 共感的表現のグループ化において単独で分類された熱については程度の強い温であるか痛覚の一種であるか判断が困難であったため, これを判別するために上記の 8 種の触感に痛を加えて調査を行う. 痛は触感の定義に該当しないが, 本稿では 8 種の触感と痛をあわせて 9 種の触感と表す.

各触感の形容詞およびオノマトペは, 原則的に先行研究の触感カテゴリ内に存在する共感的表現の語彙のうち, 最も評価平均値が高い語彙を採用した. カテゴリ内に触感を含む形容詞やオノマトペが存在しない語彙や痛に関するオノマトペについては, 文献 [13][10] を参考に選定した. 表 1 に調査で用いた共感的表現を示す.

### 3.2 調査手順

調査参加者は Yahoo!クラウドソーシング上で調査概要を読み, タスクの受領を行う. タスクの受領は任意である. タスクを受領した実験参加者は設問の説明に従って Google フォームに移動し, 調査に関する詳細説明を確認する. 説

表 1 調査で用いた共感的表現

| 触感 | 形容詞    | オノマトペ |
|----|--------|-------|
| 軟  | やわらかい  | ふわっと  |
| 温  | 温かい    | ぼかぼか  |
| 乾  | かわいた   | ばさばさ  |
| 冷  | 冷たい    | ひんやり  |
| 湿  | しめった   | じめじめ  |
| 熱  | 熱い     | あつあつ  |
| 硬  | かたい    | がちがち  |
| 凸  | とげとげしい | つんつん  |
| 痛  | いたいたい  | びりびり  |

明文の表示後改めて調査参加の同意確認を行い, これに同意することでアンケートへの回答が可能となる. 本調査は表情刺激を見ながら回答を行う設問があり, 一定の表示領域が必要となることから, 回答者は PC からの回答者に限定し, 回答前に回答画面を全画面表示にするよう指示した.

アンケートは事前質問と表情刺激に対する共感的表現評価の設問, 共感的表現に対する表情刺激評価の設問の 3 部で構成され, いずれも必須回答である. 事前質問では調査参加者の性別および年代を尋ねた.

共感的表現評価の設問ではランダムに表示される 6 種の表情刺激に対して, それぞれの刺激に当てはまる表現を 9 種の形容詞形またはオノマトペ形の共感的表現の中から全て選択するよう求めた. 共感的表現の表示順序はランダムである. 6 種の表情刺激はアンケート A では人物 1 の怒り, 恐怖, 悲しみの表情および人物 2 の驚き, 嫌悪, 喜びの表情を用いた. アンケート B では表情を表出する人物を入れ替えた表情刺激を用いた.

表情刺激評価の設問ではランダムに表示される 9 種の形容詞形またはオノマトペ形の共感的表現に対して, 同一の人物の 6 種の表情刺激を選択肢とし, それぞれの表現に当てはまる表情を選択肢の中から全て選択するよう求めた. 表情刺激の表示順はランダムである.

## 4. 結果

調査で得られた 415 件のデータから, 特定の回答や文字列を指示した設問で指示を無視した回答をしているデータを除いた. アンケート A で得られた 202 件の回答のうち有効であった回答は 187 件で, 調査参加者の性別は男性が 100 人, 女性は 87 人であった. また, 年代は 20 代が 11 人, 30 代が 35 人, 40 代が 78 人, 50 代が 49 人, 60 代が 8 人, 70 代以上が 4 人, 無回答が 2 人であった.

アンケート B で得られた 213 件の回答のうち有効であった回答は 177 件で, 調査参加者の性別は男性が 89 人, 女性は 88 人であった. また, 年代は 10 代以下が 1 人, 20 代が 10 人, 30 代が 22 人, 40 代が 53 人, 50 代が 66 人, 60 代が 21 人, 70 代以上が 4 人であった.

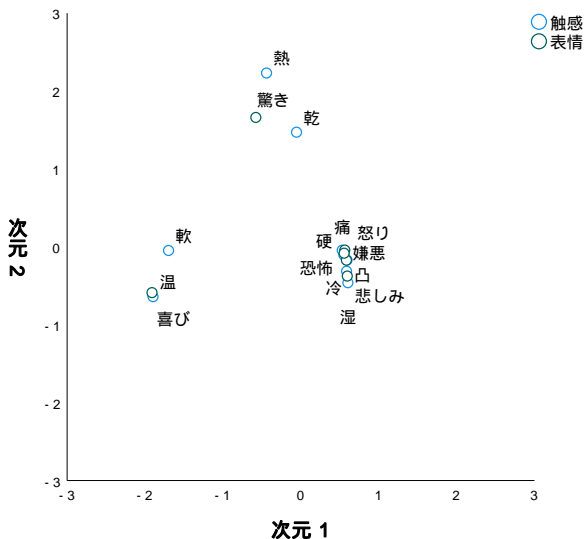


図 1 表情と触感のバイプロット

#### 4.1 共感的表現評価結果

調査において6種の表情刺激に対して行われた共感的表現評価の結果とその分析結果について述べる。はじめに共感的表現評価で得られたデータを用いて、表情と触感の語彙を含む各共感的表現の対応を明らかにする。次に表情表現において必要となる触感を明らかにするため、各触感が独立しているか確認を行う。最後に表情と触感の対応に表情刺激の差異が影響を与えるか確認を行う。本稿における集計、計算、検定等は全てIBM SPSS Statistics 27を用いて行った。

##### 4.1.1 表情と触感の対応に関する分析

各表情に対してどのような触感が選択されているか、クロス集計表を用いてコレスポネンス分析を行い、事前に傾向を確認した。出力されたバイプロットを図1に示す。バイプロットにおいて「軟、温、喜び」、「熱、乾、驚き」、「乾、硬、凸、痛、冷、湿、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ」が近くに配置された。これらの触感と表情の対応が期待される。

表情と触感の関連が有意であるか確認を行うため、 $\chi^2$  検定を行った。ただし、本調査は複数回答法を採用しており単純な検定が行えないため、選択肢であった各触感ごとに表情と触感の検定を行う。各選択肢は選ばれたか否かにより1と0の2値に変換を行った。検定における帰無仮説は表情とある触感に関連がないことを指し、対立仮説は表情とある触感に関連があることを指す。有意な結果が見られた場合Cramerの連関係数で関連の度合いを確認し、さらに残差分析を行い偏りを確認した。

表情と軟に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に5%水準で有意差が認められた( $\chi^2(5) = 2050.1, p < 0.05$ )。CramerのVは $V = 0.69$ であった。クロス集計表を用いて各セルについて残差分析を行った結果、喜びと驚きの表情で軟に関する共感的表現を選んでいること

が多く、有意な偏りがあった。

表情と温に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 2625.9, p < 0.05, V = 0.78$ )。残差分析の結果、喜びの表情で温に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と乾に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 191.7, p < 0.05, V = 0.209$ )。残差分析の結果、驚きの表情で乾に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と冷に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 168.8, p < 0.05, V = 0.20$ )。残差分析の結果、怒り、恐怖、悲しみの表情で冷に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と湿に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 950.2, p < 0.05, V = 0.47$ )。残差分析の結果、悲しみの表情で湿に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と熱に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 689.1, p < 0.05, V = 0.40$ )。残差分析の結果、驚きの表情で熱に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と硬に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 574.1, p < 0.05, V = 0.36$ )。残差分析の結果、怒り、嫌悪、恐怖の表情で硬に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と凸に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 1030.8, p < 0.05, V = 0.49$ )。残差分析の結果、怒り、嫌悪、恐怖の表情で凸に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

表情と痛に関する共感的表現の $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた( $\chi^2(5) = 563.3, p < 0.05, V = 0.36$ )。残差分析の結果、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情で痛に関する共感的表現を選んでいることが多く、有意な偏りがあった。

いずれの触感においても帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択された。特に軟、温に関する共感的表現についてはCramerのVの値が大きく、表情との関連が強いことが確認された。残差分析の結果、表情に対して触感が選択された場合に、その触感と残差が正で有意であった表情との対応が示唆された。本項で確認された表情と触感の対応について、表2に示す。

##### 4.1.2 触感の類似に関する分析

先行研究での共感的表現の触感カテゴリ [19] において、「軟、温」と「乾、冷」のように異なる触感が1つのカ

表 2 共感覚的表現評価における表情と触感の対応結果

|     | 軟 | 温 | 乾 | 冷 | 湿 | 熱 | 硬 | 凸 | 痛 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 怒り  |   |   |   | ○ |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 嫌悪  |   |   |   |   |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 恐怖  |   |   |   | ○ |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 喜び  | ○ | ○ |   |   |   |   |   |   |   |
| 悲しみ |   |   |   | ○ | ○ |   |   |   | ○ |
| 驚き  | ○ |   | ○ |   |   | ○ |   |   |   |

表 3 表情刺激の人物と選択された触感の  $\chi^2$  検定結果

|            | 軟    | 温    | 乾    | 冷    | 湿    | 熱                    | 硬                   | 凸    | 痛    |
|------------|------|------|------|------|------|----------------------|---------------------|------|------|
| 有意確率       | 0.02 | 0.80 | 0.01 | 0.14 | 0.51 | 7.43e <sup>-19</sup> | 2.22e <sup>-4</sup> | 0.82 | 0.95 |
| Cramer の V | 0.04 | -    | 0.04 | -    | -    | 0.13                 | 0.06                | -    | -    |

テゴリとして扱われたように、特定の表情に対して類似した評価が行われた触感の組み合わせが存在する。本項では触感同士に類似性があるか確認を行うため、 $\chi^2$  検定を行った。検定における帰無仮説はある触感とある触感の間に関連がないことを指し、対立仮説はある触感とある触感の間に関連があることを指す。

触感同士の組み合わせで行った  $\chi^2$  検定の結果、乾と硬、冷と痛、硬と痛を除いた触感の組み合わせで有意差が認められ、帰無仮説が棄却され対立仮説が採択された。対立仮説が採択された触感の組み合わせについて残差分析を行った結果、評価が類似した触感の組み合わせは「軟と温」、「冷と湿」、「冷と硬」、「冷と凸」、「硬と凸」であった。

#### 4.1.3 表情と触感の対応における他要素の影響

本項では表情と触感の対応において、表情刺激の人物差異が影響を与えなかったか確認を行うため  $\chi^2$  検定を行った。検定における帰無仮説は選択肢である触感と各項目の間に関連がないことを指し、対立仮説はある触感と各項目の間に関連があることを指す。

検定結果の有意確率と Cramer の V を表 3 に示す。表情刺激の人物と軟、乾、熱、硬に関する共感覚的表現の間に有意差が認められ、その他の触感では表情刺激の人物との間に関連性はみられなかった。

有意差が認められた表情刺激の人物と軟、乾、熱、硬に関する共感覚的表現について残差分析を行った結果、人物 1 は人物 2 よりも軟、乾、硬に関する共感覚的表現が選ばれることが多く、有意な偏りが認められた。人物 2 は人物 1 よりも熱に関する共感覚的表現が選ばれることが多く、有意な偏りが認められた。軟、乾、熱、硬の触感において表情刺激の人物の差異が、触感と表情の対応に影響を与えたか多重クロス集計表を用いて確認する。多重クロス集計表を表 4 に示す。軟、乾、熱に関する共感覚的表現において、驚きの表情で各人物のケース数に対する列パーセントが大きく異なり、軟と乾は人物 1 で選択率がより高く、熱は人物 2 で選択率が高い。硬に関する共感覚的表現において、悲しみの表情で人物 1 の選択率が高い。これらは明確な違いであり、表情刺激の人物の差異が触感と表情の対応

表 4 表情刺激の人物と触感と表情の多重クロス集計表

|      |       |       | 怒り    | 嫌悪    | 恐怖    | 喜び    | 悲しみ   | 驚き    |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 軟    | 人物 1  | 度数    | 3     | 0     | 3     | 238   | 0     | 121   |
|      |       | 列 (%) | 0.80  | 0.00  | 0.80  | 65.40 | 0.00  | 33.20 |
| 人物 2 | 度数    | 0     | 2     | 2     | 254   | 4     | 46    |       |
|      | 列 (%) | 0.00  | 0.50  | 0.50  | 69.80 | 1.10  | 12.60 |       |
| 乾    | 人物 1  | 度数    | 20    | 13    | 14    | 4     | 12    | 85    |
|      |       | 列 (%) | 5.50  | 3.60  | 3.80  | 1.10  | 3.30  | 23.40 |
| 人物 2 | 度数    | 9     | 10    | 17    | 5     | 32    | 34    |       |
|      | 列 (%) | 2.50  | 2.70  | 4.70  | 1.40  | 8.80  | 9.30  |       |
| 熱    | 人物 1  | 度数    | 18    | 9     | 7     | 13    | 1     | 55    |
|      |       | 列 (%) | 4.90  | 2.50  | 1.90  | 3.60  | 0.30  | 15.10 |
| 人物 2 | 度数    | 26    | 12    | 23    | 20    | 1     | 184   |       |
|      | 列 (%) | 7.10  | 3.30  | 6.30  | 5.50  | 0.30  | 50.50 |       |
| 硬    | 人物 1  | 度数    | 161   | 131   | 98    | 0     | 169   | 29    |
|      |       | 列 (%) | 44.20 | 36.00 | 26.90 | 0.00  | 46.40 | 8.00  |
| 人物 2 | 度数    | 179   | 115   | 129   | 5     | 24    | 31    |       |
|      | 列 (%) | 49.20 | 31.60 | 35.40 | 1.40  | 6.60  | 8.50  |       |

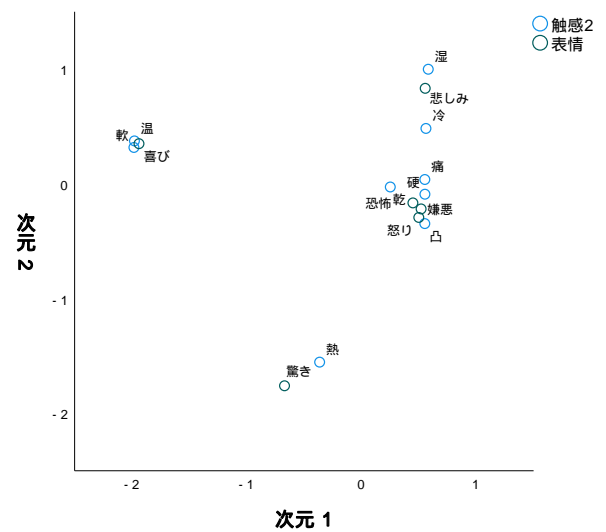


図 2 表情と触感のバイプロット

に影響を与えた可能性が高い。

## 4.2 表情評価結果

4.1 節と同様の手順で表情と触感の語彙を含む各共感覚的表現の対応を明らかにする。

### 4.2.1 表情と触感の対応に関する分析

触感の語彙を含む各共感覚的表現に対してどのような表情が選択されているか、クロス集計表を用いてコレスポネンダンス分析を行い、事前に傾向を確認した。出力されたバイプロットを図 2 に示す。バイプロットにおいて「軟、温、喜び」、「熱、驚き」、「乾、硬、凸、痛、怒り、嫌悪、恐怖」、「冷、湿、悲しみ」が近くに配置された。これらの触感と表情の対応が期待される。

表情と触感の関連が有意であるか確認を行うため、 $\chi^2$  検定を行った。検定における帰無仮説は触感とある表情に関連がないことを指し、対立仮説は触感とある表情に関連があることを指す。

触感と怒りの表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2 変数間

表 5 表情評価における表情と触感の対応結果

|     | 軟 | 温 | 乾 | 冷 | 湿 | 熱 | 硬 | 凸 | 痛 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 怒り  |   |   |   | ○ |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 嫌悪  |   |   |   |   |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 恐怖  |   |   |   |   |   |   | ○ | ○ | ○ |
| 喜び  | ○ | ○ |   |   |   |   |   |   |   |
| 悲しみ |   |   | ○ | ○ | ○ |   | ○ |   | ○ |
| 驚き  |   |   | ○ |   |   | ○ |   |   |   |

に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 1984.8, p = 0.00 < 0.05, V = 0.55$ )。残差分析の結果、冷、硬、凸、痛に関する共感的表現で怒りの表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

触感と嫌悪の表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 1202.1, p = 3.4e^{-254} < 0.05, V = 0.43$ )。残差分析の結果、硬、凸、痛に関する共感的表現で嫌悪の表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

触感と恐怖の表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 651.1, p = 2.4e^{-135} < 0.05, V = 0.32$ )。残差分析の結果、硬、凸、痛に関する共感的表現で恐怖の表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

触感と喜びの表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 5231.538, p = 0.00 < 0.05, V = 0.89$ )。残差分析の結果、軟、温に関する共感的表現で喜びの表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

触感と悲しみの表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 2137.4, p = 0.00 < 0.05, V = 0.57$ )。残差分析の結果、乾、冷、湿、硬、痛に関する共感的表現で悲しみの表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

触感と驚きの表情について  $\chi^2$  検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 1384.2, p = 1.5e^{-293} < 0.05, V = 0.46$ )。残差分析の結果、乾、熱に関する共感的表現で驚きの表情が選ばれていることが多く、有意な偏りがみられた。

いずれの表情においても帰無仮説が棄却され、対立仮説が採択された。特に喜び、悲しみの表情で Cramer の  $V$  の値が大きく、表情との関連が強いことが確認された。残差分析の結果、共感的表現に含まれる触感に対してある表情が選択された際に、残差が正で有意であったその表情と触感の対応が示唆された。本項で確認された表情と触感の対応について、表 5 に示す。

#### 4.2.2 表情の類似に関する分析

先行研究においてネガティブな表情である怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情で、類似した形のレーダーチャート [19] がみられたように、触感に対する評価が類似すると考えら

表 6 表情刺激の人物と表情の  $\chi^2$  検定結果

|              | 怒り          | 嫌悪   | 恐怖           | 喜び   | 悲しみ  | 驚き   |
|--------------|-------------|------|--------------|------|------|------|
| 有意確率         | $5.2e^{-9}$ | 0.57 | $4.9e^{-10}$ | 0.44 | 0.51 | 0.09 |
| Cramer の $V$ | 0.07        | -    | 0.08         | -    | -    | -    |

表 7 表情刺激の人物と触感と表情の多重クロス集計表

|    |      |       | 乾    | 冷    | 湿    | 熱    | 硬    | 痛    |
|----|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 怒り | 人物 1 | 度数    | 140  | 206  | 74   | 87   | 266  | 175  |
|    |      | 列 (%) | 38.5 | 56.6 | 20.3 | 23.9 | 73.1 | 48.1 |
|    | 人物 2 | 度数    | 46   | 115  | 20   | 101  | 248  | 166  |
|    |      | 列 (%) | 12.6 | 31.6 | 5.5  | 27.7 | 68.1 | 45.6 |
| 恐怖 | 人物 1 | 度数    | 93   | 94   | 158  | 53   | 107  | 175  |
|    |      | 列 (%) | 25.5 | 25.8 | 43.4 | 14.6 | 29.4 | 48.1 |
|    | 人物 2 | 度数    | 60   | 34   | 11   | 104  | 145  | 126  |
|    |      | 列 (%) | 16.5 | 9.3  | 3    | 28.6 | 39.8 | 34.6 |

れる表情の組み合わせが存在する。

本項では表情同士に関連があるか確認を行うため、 $\chi^2$  検定を行った。検定における帰無仮説はある表情とある表情の間に関連がないことを指し、対立仮説はある表情とある表情の間に関連があることを指す。

表情同士の組み合わせで行った  $\chi^2$  検定の結果、恐怖と悲しみ、喜びと驚きを除いた表情の組み合わせで有意差が認められ、帰無仮説が棄却され対立仮説が採択された。対立仮説が採択された表情の組み合わせについて残差分析を行った結果、類似した表情であることが示された表情の組み合わせは、「怒りと嫌悪」、「怒りと恐怖」、「嫌悪と恐怖」であった。

#### 4.2.3 表情と触感の対応における他要素の影響

本項では表情と触感の対応において表情刺激の人物差異が影響を与えたか確認を行うため  $\chi^2$  検定を行った。検定における帰無仮説は選択肢である触感と各項目の間に関連がないことを指し、対立仮説はある触感と各項目の間に関連があることを指す。

検定の結果出力された有意確率と Cramer の  $V$  を表 6 に示す。表情刺激の人物と怒り、恐怖の表情の間に有意差が認められた。

表情刺激の人物と怒り、恐怖の表情に関する共感的表現について残差分析を行った結果、人物 1 は人物 2 より怒り、恐怖の表情が選択されることが多く、有意な偏りが認められた。表情刺激の人物の差異が、触感と表情の対応に影響を与えたか多重クロス集計表を用いて確認する。多重クロス集計表を表 7 に示す。怒り、恐怖の表情において、各触感でケース数に対する列パーセントが人物により異なる。乾、冷、湿に関する共感的表現において怒り、恐怖の表情の選択率が人物 1 の方が高く、痛に関する共感的表現においても恐怖の表情の選択率が人物 1 の方が高い。さらに熱、硬に関する共感的表現において恐怖の表情の選択率が人物 2 の方が高い。これらは明確な違いであり、表情刺激の人物の差異が触感と表情の対応に影響を与えた可能性が高い。

## 5. 考察

共感覚的表現評価の設問における表情と触感の対応結果と表情評価の設問における表情と触感の対応結果を比較し、6種の表情と9種の触感の対応について考察を行う。

4.1.1項および4.2.1項において $\chi^2$ 検定の結果、6種の表情と9種の触感の対応が明らかとなった。検定の結果、共感覚的表現評価と表情評価で共通して表情と触感の関連が認められたのは、怒りの表情と「冷、硬、凸、痛」、嫌悪の表情と「硬、凸、痛」、恐怖の表情と「硬、凸、痛」、喜びの表情と「軟、温」、悲しみの表情と「冷、湿、痛」、驚きの表情と「乾、熱」であった。これらが表情と触感の対応において重要な要素であり、この触感を主として用いることで表情表現が可能であると考えられる。

先行研究において表情を触感で表現する際に、「軟、温」、「乾、冷」のように特定の表情に対して評価が類似する触感がある可能性や、「怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ」のように表情を触感で表現する際に区別が困難な表情が存在する可能性が示唆されていた [19]。4.1.2項および4.2.2項において同様の類似が見られるか、共感覚的表現同士および表情同士の $\chi^2$ 検定で確認した結果、「軟、温」、「硬、凸」、「恐怖、嫌悪」は表情と触感の対応においてそれぞれ類似していることが示された。軟と温はともに喜びの表情と対応した触感であり、硬と凸は恐怖、嫌悪の表情と対応した触感である。また、先行研究において単独で分類された熱に関する共感覚的表現は、熱が程度の高い温として解釈されたあるいは痛覚の一種として解釈されたと考えたが、4.1.2項の結果、熱は温とも痛とも区別される異なる触感であることが示された。

表情と共感覚的表現に含まれる触感の間には一定の対応があることが明らかとなったが、表情刺激の人物の差異により怒り、恐怖、悲しみ、驚きの表情と触感の対応に影響があることが示された。これらの表情刺激について、Fujimuraらの顔表情データベース [3]では俳優が表出した恐怖、怒り、嫌悪、悲しみ、驚き、喜びの表情刺激に対して心理評定を行っている。表情刺激が6つの表情カテゴリのうちもっともよくあてはまる1つを選ぶ強制選択法をとり、各表情刺激に対して、評定者39人のうち何人が各カテゴリを選択したか割合を算出している。怒りと恐怖の感情においてこの割合が人物2は人物1よりも高く、悲しみと驚きの表情において人物1は人物2よりも高くなった。共感覚的表現評価における悲しみの表情において、人物1は人物2よりも硬に関する共感覚的表現が選択されることが多かったため、悲しみの程度が強い場合に硬との対応がみられる可能性が示唆された。驚きの表情において軟と乾は人物2よりも人物1でよく選択され、熱は人物2でよく選択されたため、驚きの度合いが強い場合に軟と乾との対応

が見られる可能性があり、驚きの程度が弱い場合に熱が選択される可能性が示唆された。表情評価における乾、冷、湿は人物2より人物1で怒り、恐怖の表情がよく選択されたが、これは人物1が人物2よりも心理評定による値が低く、怒りや恐怖が明瞭でなかったため様々な種類の共感覚的表現でこれらの表情が選択されたと考えられる。熱、硬、凸は人物2で恐怖の表情がよく選択されたため、恐怖の度合いが強い場合にこれらの触感との対応が見られる可能性が示唆された。

表情刺激として用いた日本人女性2人の顔には、輪郭や年代、髪型などに差異がみられた。顔パーツやこれらの特徴の差異が顔の印象に影響を与え ([https://kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M105388/202101250125/\\_prw\\_PR1f1\\_490oYdIL.pdf](https://kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M105388/202101250125/_prw_PR1f1_490oYdIL.pdf) (2023/4/23 確認)) [8]、その結果共感覚的表現を用いた触感と表情の対応にも影響を与えた可能性がある。いずれの感情も示さない中性の表情刺激を用いて表情刺激の顔の印象と触感の関係について予め精査することで、人物の影響を排除した表情と触感の対応を明らかにできると考えられる。

## 6. 課題と展望

### 6.1 課題

本研究では6種の表情と9種の触感の対応を明らかにしたが、触感のうち熱と痛はユーザに対して提示する際に危険を伴う可能性があり、表情伝達において熱と痛を用いることは現実的ではない。また、嫌悪と恐怖の表情については触感の傾向が類似したため、明確な表情の識別は困難である。

本研究で明らかとなった表情と触感の対応関係は共感覚的表現を用いて表情と触感を間接的に対応づけた結果であり、実際に触感としてユーザに提示した際に同様の結果が得られるとは限らない。そのため、今回得られた表情と触感の対応結果が、実際の触感と表情でも成立するか検証を行う必要がある。この成立の確認を以て、仮説である共感覚的表現が表情と触感を対応づける間接的な要因となりうるかの結論を出す必要がある。

触感を用いてユーザに表情を提示するため、複数の触感を同時に提示可能なデバイスが必要となる。複数の触感を提示するシステムとしてHiguchiらが作成した硬軟・粗滑・凹凸の触感を組み合わせて同時に提示するプロトタイプシステム [5]、田中らが作成した温冷、硬軟、粗滑、平凸を示す触感呈示デバイス [15]、近井らが作成した温度・振度・荷重を合成して提示する表在感覚ディスプレイ [16]などがある。これらはこの問題の解決法の1つであるが、本研究において明らかとなった表情と触感の対応において必要な触感全てを提示することはできず、今後新たな触感提

示システムの開発が必要である。

## 6.2 展望

本研究の目的は視覚情報を十分に得られないユーザに対する表情の提示支援として、視覚から触覚への感覚変換を行うため表情と触感の対応を明らかにすることである。感覚変換において共感的表現を用いた手法が確立されれば、「冷たい声」や「苦い顔」などのように聴覚から触覚、視覚から味覚などの変換を用いた新しいコンテンツの作成や活用が可能であると考えられる。

2.2節において共感的表現は日本語だけでなく、他言語にも存在する表現方法であると述べた。オノマトペが豊富な日本語と同様に考えることは困難であるが、他言語においても表情を表現する形容詞に含まれる触感を用いて表情を提示できる可能性がある。

## 7. おわりに

本稿では触覚情報である触感と感情を表出した視覚情報である表情の対応関係に共感的表現と呼ばれる言語情報が間接的な要因として存在するという仮説のもと、怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの6種の表情と軟、温、乾、冷、湿、熱、硬、凸、痛の9種の触感を含む共感的表現の対応関係の検証を行った。その結果、共感的表現評価と表情評価で共通して怒りの表情と「冷、硬、凸、痛」、嫌悪の表情と「硬、凸、痛」、恐怖の表情と「硬、凸、痛」、喜びの表情と「軟、温」、悲しみの表情と「冷、湿、痛」、驚きの表情と「乾、熱」の対応が明らかとなった。これらの対応は表情刺激の人物の顔特徴により差異が見られる場合があるが、対応関係を活用することで触感を用いて表情を表現できる可能性がある。また、9種の触感のうち「軟と温」、「冷と湿」、「冷と硬」、「冷と凸」、「硬と凸」に類似性があり、6種の感情のうち「怒りと嫌悪」、「怒りと恐怖」、「嫌悪と恐怖」に類似性が明らかとなった。

本稿における共感的表現に含まれる触感と感情の対応関係の検証は、いずれも言語をもとにした間接的な対応の検証であり、実際の触感と表情の対応関係が本稿における検証結果と同様の結果が得られるとは限らない。そのため、表情と触感の間接的な対応関係が、実際の触感と表情でも成立するか実験を行い、さらに仮説の検証を行う必要がある。

## 参考文献

- [1] Bailenson, J. N., Yee, N., Brave, S., Merget, D. and Koslow, D.: Virtual Interpersonal Touch: Expressing and Recognizing Emotions Through Haptic Devices, *Human-Computer Interaction*, Vol. 22, No. 3, pp. 325-353 (2007).
- [2] Ekman, P.: An argument for basic emotions, *Cognition and Emotion*, Vol. 6, No. 3-4, pp. 169-200 (1992).

- [3] Fujimura, T. and Umemura, H.: Development and validation of a facial expression database based on the dimensional and categorical model of emotions., *Cognition and Emotion*, Vol. 32, pp. 1663-1670 (2018).
- [4] Hertenstein, M. J., Keltner, D., App, B., Buleit, B. A. and Jaskolka, A. R.: Touch communicates distinct emotions, *Emotion*, Vol. 6, No. 3, pp. 528-33 (2006).
- [5] Higuchi, Y. and Matsushita, M.: Investigation of Method Presented Nonverbal Information Using Tactile Sensations of Real Objects, *Proc. 2020 Nicograph International*, pp. 70-73 (2020).
- [6] Paul, B. and Stephen, W.: Sensory substitution and the human-machine interface, *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7 (2003).
- [7] Williams, J. M.: Synesthetic adjectives : a possible law of semantic change, *Language*, Vol. 52, No. 2, pp. 461-478 (1976).
- [8] 阿部恒之, 大川恵, 高野ルリ子: 容貌の印象形成に及ぼす過般化の影響-顔だちマップの理論的基盤に関する実験的検討-, *日本顔学会誌*, Vol. 8, pp. 87-96 (2008).
- [9] 池田慎之介: 感情の経験と知覚における言語の役割—理論的整理と発達の検討—, *心理学評論*, Vol. 61, No. 4, pp. 423-444 (2018).
- [10] 上田祐也, 清水祐一郎, 坂口明, 坂本真樹: オノマトペで表される痛みの可視化, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 18, No. 4, pp. 455-463 (2013).
- [11] 岡本正吾, 永野光, 山田陽滋: 素材の触覚を構成する5種の材質感次元, *日本バーチャルリアリティ学会大会論文集*, Vol. 16, No. 3, pp. 343-353 (2011).
- [12] 國廣哲彌: 五感を表す語彙-共感覚比喩的体系, *言語*, Vol. 18, No. 11, pp. 28-31 (1989).
- [13] 倉光慶太郎, 會田悠城, 野々村美宗: 触覚次元に基づいた感覚語彙のカテゴリー化, *日本化粧品技術者会誌*, Vol. 49, No. 4, pp. 319-327 (2015).
- [14] 酒井彩加: 『共感的比喩』の方向性仮説における反例の検証と課題—7つの言語を対象とした『視覚を表す語』に関する予備調査の結果から—, *留学生教育*, No. 5, pp. 1-18 (2008).
- [15] 田中瑠慧, 松下光範: 複数の質感を複合的に提示可能な触覚提示デバイス, *情報処理学会研究報告*, Vol. 2023-HCI-202, No. 49, pp. 1-7 (2023).
- [16] 近井学, 三宅仁, 布川清彦, 土井幸輝, 井野秀一: 表在感覚ディスプレイを用いて人工的に惹起される材質感に関する基礎的研究, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol. 17, No. 4, pp. 433-440 (2015).
- [17] 土田昭司, 竹村和久: 感情と行動・認知・生理: 感情の社会心理学, 誠信書房 (1996).
- [18] 樋口友梨穂, 松下光範: 共感的比喩を用いた触感と表情の対応性に関する一検討, *電子情報通信学会技術研究報告*, Vol. 121, No. 143, pp. 7-12 (2021).
- [19] 樋口友梨穂, 松下光範: 共感的表現を用いた触感と基本6感情の対応づけに関する一検討, *情報処理学会研究報告*, Vol. 2022-HCI-196, No. 18, pp. 1-7 (2022).
- [20] 藤田和生: 感情科学, 京都大学学術出版会 (2007).
- [21] 矢口幸康: オノマトペをもちいた共感的表現の意味理解構造, *認知心理学研究*, Vol. 8, No. 2, pp. 119-129 (2011).