

# 共感覚的表現に着目した 触感と表情の対応づけに関する研究

総合情報学研究科  
知識情報学専攻

インタラクションデザインの理論と実践

20M7114

樋口 友梨穂

# 論文要旨

## 1 はじめに

視覚障害などで目が不自由な人々は、聴覚や触覚などの視覚以外の感覚器官を利用することで情報を補っている。このような人々に対する情報支援のため、視覚情報を他の感覚器官の情報に変換する試みが行われている。例えば言語情報は点字のように触覚に変換され、目が不自由な人々のために活用されている。その一方で、表情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確立されておらず情報の取得が困難である。非言語情報は視覚情報を得られる晴眼者が意識的あるいは無意識的に人の感情や状況について予測や判断を行う際に用いる情報であり、コミュニケーション手段の1種として有用な情報である。目が不自由な人々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といった問題が生じている。

このような問題に対して、視覚的な非言語情報である表情を物体の質感である触感に変換し伝達する技術を確立し、代替的な表情提示を行うことで問題の解決を目指す。その端緒として、本研究では表情と触感の基礎的な対応関係を明らかにすることを試みる。

## 2 表情と触感の対応に関する仮説

視覚情報である表情と触覚情報である触感は異なるモダリティに属する。そのため、直接的に表情と触感を対応づけることは困難である。しかし、表情と触感はそれぞれ共感覚的表現と呼ばれる言語情報と関連があることから、共感覚的表現を間接的な要因として表情と触感の対応づけが可能となる、という仮説を提起した。共感覚的表現とは、「温かい表情」や「ふわっとした表情」のようにある五感に関する語彙を用いて他の五感に関する語彙を修飾するような表現である。この共感覚的表現は、触覚の語彙を用いて視覚の語彙を修飾することが可能である。そのため、温冷や硬軟などの触感を含んだ語彙を用いて表情を表現する際に用いられる。

仮説の検証を行うため、はじめに特定の表情を表現する際に硬軟や温冷などの特定の触感の語彙を含む共感覚的表現が用いられる、といった傾向が確認され、表情と共感覚的表現に関連がみられるか確認を行う。この傾向が確認された場合に、改めて基本的な感情を含む6種の表情と触感の対応について調査を行い、表情と触感の基礎的な対応を明らかにする。

## 3 調査

基本的な表情と触感の語彙を含む共感覚的表現に関連がみられるか明らかにするため、硬軟、温冷、乾湿、凸などの触感を含む36の共感覚的表現とAIST顔表情データベース2017[1]に含まれる日本人女性2人の怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ、驚きの6種の表情刺激を用いて、Yahoo!クラウドソーシングで調査を行った。調査は各表情刺激に対して36の共感覚的表現が適しているか5段階で評価するものである。5段階の評価結果を用いて、36の共感覚的表現に対して階層的クラスタリングを行った結果、「軟、温」、「乾、冷」、「湿」、「熱」、「硬」、「凸」の触感ごとに共感覚的表現が分類され、この分類された語彙群と表情種の間に関連がみられた。これらの触感をパラメータとすることで人の基本的な表情を触感として表現できる可能性が示唆された。

調査で得られたクラスターに含まれる8種の触感を用いて、表情と触感の基礎的な対応を明らかにするため、調査を行った。8種の触感のうち熱に関する共感覚的表現は、程度の高い「温」として解釈されたか、痛覚の一種として解釈されたかの判別が困難であった。「熱」の触感がどのような触感であるかを判別するために8種の触感に「痛」を加え、以降触感として扱う。9種の触感を含む形容詞とオノマトペを各一種ずつ選定し、計18種の共感覚的表現を準備した。これらの共

表 1: 表情と触感の対応結果

(a) 共感的表現評価における対応								(b) 表情評価における対応											
	軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛		軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛
怒り				○			○	○	○	怒り				○			○	○	○
嫌悪							○	○	○	嫌悪							○	○	○
恐怖				○			○	○	○	恐怖							○	○	○
喜び	○	○								喜び	○	○							
悲しみ				○	○					悲しみ			○	○	○		○		○
驚き	○		○			○				驚き			○			○			

感覚的表現と、事前調査で用いた日本人女性 2 人の 6 種の表情刺激を用いて Yahoo!クラウドソーシングでアンケート調査を行った。アンケートは各表情刺激に対して、表情に適した触感の語彙を含む共感的表現を選択する共感的表現評価の設問と、各共感的表現に対して、表現に適した表情刺激を選択する表情評価の設問からなり、いずれの設問も複数選択法を採用した。調査の結果、364 件の回答が得られた。

共感的表現評価および表情評価で得られた結果を用いて表情と触感の関連を確認するため、 $\chi^2$  検定を行った。本調査は複数回答法を用いたため、共感的表現評価においては表情種と各触感ごとに検定を行い、表情評価においては触感と各表情ごとに検定を行った。検定の結果、5%水準で関連が認められた表情と触感を表 1 に示す。共感的表現評価と表情評価で共通して認められた表情と触感の対応は怒りの表情と「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。また、熱に関する共感的表現は温、痛いずれの共感的表現とも異なる評価傾向がみられ、温、痛、熱はいずれも異なる触感であることが示された。

#### 4 おわりに

本研究では目が不自由な人々に対して表情を触感に変換して伝達するシステムの実現を端緒とし、共感的表現を用いて表情と触感が間接的に対応づけられるという仮説のもと、表情と触感の基礎的な対応について調査を行った。調査の結果、表情と共感的表現に含まれる触感の対応が確認された。しかし、これは共感的表現を用いた触感と表情の対応結果であり、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確認を行う必要がある。

#### 参考文献

- [1] Fujimura, T., Uemura, 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).

# 目次

<b>1</b>	<b>序論</b>	<b>1</b>
1.1	視覚障害者と視覚情報	1
1.2	視覚の代替器官	1
1.3	コミュニケーションチャンネルとしての感覚器官	2
1.4	本研究の目的	4
<b>2</b>	<b>関連研究</b>	<b>5</b>
2.1	表情と触覚に関する研究	5
2.2	言語と触覚に関する研究	5
2.3	感情と言語に関する研究	8
2.4	本研究の立ち位置	9
<b>3</b>	<b>提案</b>	<b>10</b>
3.1	表情伝達システムの枠組み	10
3.2	表情と触感の対応に関する仮説	11
3.3	仮説検証	12
<b>4</b>	<b>調査 1：共感的表現に含まれる触感と表情の関連についての調査</b>	<b>13</b>
4.1	調査概要	13
4.2	調査に用いるデータ	13
4.3	調査手順	14
4.4	調査参加者のデータ	14
4.5	表情と共感的表現に関する考察	15
<b>5</b>	<b>調査 2：共感的表現に含まれる触感と表情の双方向の対応に関する調査</b>	<b>23</b>
5.1	調査概要	23
5.2	調査に用いるデータ	23
5.3	調査手順	24
5.4	結果	26
<b>6</b>	<b>分析 1：調査 2 における共感的評価に関する分析</b>	<b>33</b>
6.1	表情と触感の対応に関する分析	33
6.2	触感の類似に関する分析	36
6.3	表情と触感の対応における他要素の影響	36
6.4	共感的表現評価結果	42
<b>7</b>	<b>分析 2：調査 2 における表情評価に関する分析</b>	<b>43</b>
7.1	表情と触感の対応に関する分析	43
7.2	表情の類似に関する分析	45
7.3	表情と触感の対応における他要素の影響	47
7.4	表情評価結果	51

<b>8</b>	<b>議論</b>	<b>52</b>
8.1	考察 . . . . .	52
8.2	共感覚的表現を用いた触感による表情伝達の課題と展望 . . . . .	53
<b>9</b>	<b>結論</b>	<b>56</b>

# 1 序論

本章では、視覚障害などで目が不自由な人々が得難い視覚情報をどのように取得し、コミュニケーションを行っているかについて述べ、本研究の目的を明確にする。

## 1.1 視覚障害者と視覚情報

現在日本には視覚に問題を抱える視覚障害者が約312000人存在する<sup>1</sup>。視覚障害には先天性か後天性かの差がある他、全盲やロービジョンのために視力、視野、光覚、色覚に問題がある場合があり、個々人により障害の重さや見え方が異なる。様々な症状の中でも全盲の症状は十分な視覚情報を得ることが難しいという問題が一般に知られている。

全盲などの症状を抱える視覚障害者は、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。このような視覚障害者に対する視覚情報支援のため、視覚情報を他の感覚器官の情報に変換する試みが行われている。この例として点字を図1.1に示す。点字は文字という視覚的な言語情報をコード化することで触覚情報に変換して提示されている。点字は言語情報の提示手法として有用な手段である。しかし、視覚障害者の情報収集手段として、点字の利用率は1割未満と低い<sup>1</sup>。多くの視覚障害者は文字を音声情報に変換したテレビや、音声読み上げが行える電子機器などから情報を得ている。

このように視覚情報のうち文字や音声などで表現される言語情報は触覚や聴覚を用いて代替的に取得することが可能である。しかし、視覚情報を問題なく得ることができる晴眼者が通常言葉として発しない、人の表情や動作、物体の色彩や形態といった無数の視覚情報を聴覚や触覚を用いて代替的に取得することは困難である。

人の表情や雰囲気などの非言語情報と呼ばれる情報は、晴眼者が人の感情や状況について予測や判断を行う際に意識的あるいは無意識的に用いる情報であり、コミュニケーション手段の1種として非常に有用である。感覚障害が時に情報障害であると言われるように、全盲などの症状を抱える視覚障害者は非言語情報、特に人の視線や表情の情報が得られないためにコミュニケーションに苦勞する<sup>2</sup>といった問題が生じている。目が不自由である視覚障害者は声色などの聴覚情報から相手の表情を想像する方法で表情情報を得ており、視覚情報の代替として十分な情報量は得られていない。このような問題を支援する取り組みは十分ではなく、視覚的な非言語情報である表情を他の感覚器官の情報へ変換して直接的に提示、あるいは表情を判断する際の聴覚情報の補助的な情報として提示する手法は確立していない。

## 1.2 視覚の代替器官

1.1節で述べたように視覚障害者に対して視覚的な言語情報を聴覚や触覚の情報に変換することで伝達する取り組みが行われている。視覚的な言語情報の多くは聴覚情報へ変換され、活用されている。これは言語情報が言葉として発することで容易に視覚情報から聴覚情報へ変換することが可能なためであり、音声案内の形で駅や公共施設など多くの場所で

<sup>1</sup>[https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/seikatsu\\_chousa\\_c\\_h28.pdf](https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/dl/seikatsu_chousa_c_h28.pdf) (2022/2/1 確認)

<sup>2</sup><https://www8.cao.go.jp/shougai/kou-kei/toujisha/siryo02.html> (2022/2/1 確認)

導入され活用されている。視覚障碍などで目が不自由なユーザの聴覚はこのような言語情報の収集以外にも使用されている。目が不自由なユーザが安全な歩行を行うために活用する白杖を図1.2に示す。白杖は、地面や目の前の物体に当たることによって、杖の先の感覚である触覚と杖が当たった音を活用して物体の位置の把握を行うものであり、空間認知に聴覚と触覚が用いられている。

聴覚は常に刺激を受け続ける感覚器官であり、その刺激の受容頻度を自然に制御することは困難である。しかし、この常に情報を取得できる聴覚の利点を活かして、目が不自由なユーザは日常的に言語情報の取得や空間認知に聴覚を活用しており、聴覚は情報の重要な収集源となっている。聴覚と同様に触覚も大気や服の摩擦などにより皮膚を通して常に刺激を受け続ける感覚器官であるが、そのような刺激が意識されることは少なく、手などを用いて意識的に物体に触れることにより刺激の受容頻度を調整することができる点が聴覚と異なっている。そのため、触覚は目の前にある物体の正体を自ら探索し、理解する際の活用に適している。

視覚的な非言語情報を視覚以外の五感で得る際に活用可能だと考えられる感覚器官は主に聴覚と触覚の2種である。聴覚は常に情報を取得し続ける役割を持っており、既存の情報に加えて視覚的な非言語情報を重畳することは聴覚にかかる負荷を増大させる可能性がある。この負荷により危険情報や空間の把握に支障をきたすことはユーザの身の危険に直結する。一方で触覚は聴覚と比較すると日常的に受ける負荷が小さい感覚器官であり、刺激を受けるか否かを自分の意思で選択することができる。これらのことから、視覚的な非言語情報は触覚情報に変換して利用することが適切であると考えられる。

### 1.3 コミュニケーションチャネルとしての感覚器官

Ronald Maceが提唱したユニバーサルデザイン<sup>3</sup>や障害者の権利に関する条約の第9条にあげられるアクセシビリティ<sup>4</sup>の概念のように誰もが平等に利用できるモノやサービスの考え方は非常に重要視されている。

2021年9月2日から11月30日までの会期で国立民族学博物館にて「ユニバーサル・ミュージアム——さわる！“触”の大博覧会」という特別展<sup>5</sup>が開催された。ユニバーサル・ミュージアムは彫刻、絵画、インスタレーションなどのあらゆる作品に触れて楽しむことができる展覧会である。このミュージアムの実行委員長である全盲の広瀬は、このミュージアムの目的が障碍の理解や擬似体験を企図したものではなく、視覚を使わない鑑賞を重要視したものだ<sup>6</sup>と述べた[26]。さらに、一般に障碍者、健常者と呼ばれる二項対立ではなく触覚に依拠して生活する触常者と視覚に依拠して生活する見常者が存在する<sup>7</sup>としたうえで、両者間のコミュニケーションを促進することがユニバーサル・ミュージアムの重要な機能・効果であると述べた。

株式会社博報堂<sup>6</sup>とピクシーダストテクノロジーズ株式会社<sup>7</sup>が開発したSOUNDD HUG<sup>8</sup>は、音楽を光と振動で楽しむための装置であり、聴覚障碍の有無に関わらず音楽を楽しむ

<sup>3</sup><https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-7-principles/> (2022/2/1 確認)

<sup>4</sup>[https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/jinken/index\\_shogaisha.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/jinken/index_shogaisha.html) (2022/2/1 確認)

<sup>5</sup>[https://www.minpaku.ac.jp/ai1ec\\_event/16854](https://www.minpaku.ac.jp/ai1ec_event/16854) (2022/2/1 確認)

<sup>6</sup><https://www.hakuhodo.co.jp/> (2022/2/11 確認)

<sup>7</sup><https://pixiedusttech.com/> (2022/2/11 確認)

<sup>8</sup><https://pixiedusttech.com/soundhug/index.html?language=ja> (2022/2/11 確認)

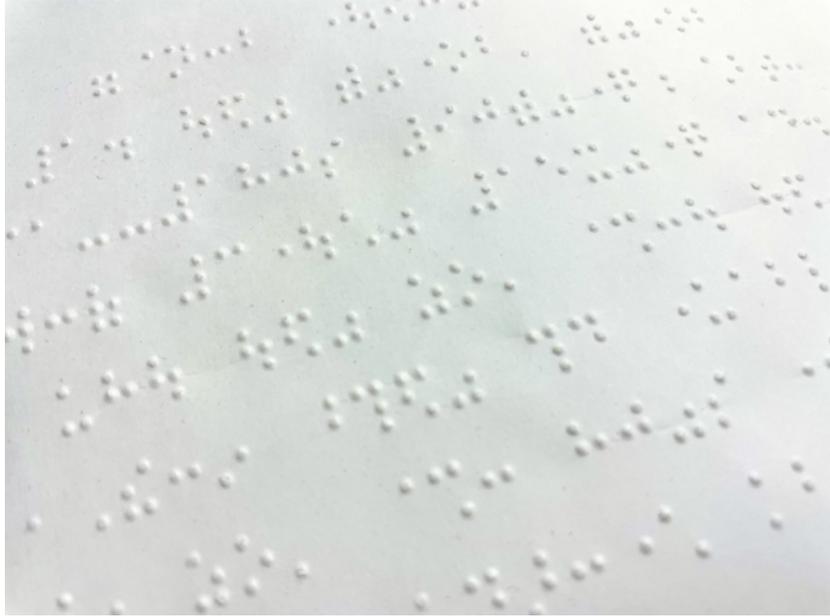


図 1.1: 点字を用いた本



図 1.2: 白杖

ことを目的に開発された。この装置を用いたクラシックコンサートが複数回開催されており、聴覚が不自由なユーザが健常者とともにコンサートを楽しむことが可能であった。

このように視覚や聴覚など一部の五感で得られる情報量に差がある場合でも、触覚をはじめとした他の感覚器官では情報を読み取る能力が同様に存在する。共通して情報を得られる感覚器官を活用して同じ体験を行い、同じ刺激を受容することにより、身体に不自由を抱えるユーザとそうでないユーザ間のコミュニケーションが促進される。そのため、同じ感覚器官を用いて同じ体験を行うことが、両者のコミュニケーションを円滑に行う際に重要であると考えられる。

## 1.4 本研究の目的

1.1節において目が不自由なユーザが表情情報を得られないためにコミュニケーションに支障をきたしているという問題について述べた。このような問題に対して、表情を他の感覚器官へ変換して表情情報を直接的に提示、あるいは聴覚情報の補助情報として表情情報を間接的に提示する表情伝達システムを用いることで、この問題の解決を目指す。この表情伝達システムには1.2節で述べたように表情を他の感覚器官に変換して提示を行う際に有用だと考えられる触覚を活用する。また、このシステムは単なる情報提示システムにとどまらず、1.3節で述べたように目が不自由なユーザとそうでないユーザが触覚を通じて表情を感じるという同じ体験をすることによりコミュニケーションの促進を図るものであることが望ましい。

表情伝達システムにおける触覚は、人が物体に触れた際に圧覚や温冷覚などの体性感覚を通じて感じられる、硬軟や温冷などの物体表面の質感である触感を利用する。触感には直観的に複数の質感を同時に感じられるという特徴がある。この特徴を活用し、複数の触感を用いて多様な表情を表現することができれば、目の不自由なユーザがより直観的に対話者の表情情報を受け取れるようになることが期待できる。この実現にあたって、視覚情報である表情と聴覚情報である触感を対応づけ、表情から触感へ変換することが必要になるが、この二者の対応関係は不明である。

本研究では、触感を用いて表情を伝達するシステム実現の端緒として、表情と触感の基礎的な対応関係を明らかにすることを試みる。この触感と表情の対応づけにあたり、触覚に属する語彙を用いて視覚に属する語彙を修飾することが可能な共感覚的表現に着目し、これを間接的な要因として触感と表情を対応づけられると仮説を立てた。本稿では、この仮説をもとにEkmanらが示した人の基本的な6感情（怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚き）[3]の表情と硬軟や温冷といった触感に関わる共感覚的表現の対応について調査・分析を行う。

## 2 関連研究

本章では感情や表情と触覚，言語情報と触覚，感情と言語情報に関する研究について述べ，この三者の関係を俯瞰するとともに本研究の立ち位置を明確にする。

### 2.1 表情と触覚に関する研究

触覚を用いて感情や表情を表出した表情を提示することにより表情の提示や識別を行う研究が行われている。感情や表情を提示する際に用いられる触覚フィードバックの手法は人が直接触れ合う手法と機器を用いる手法の2通りがある。

人同士が触れ合うことにより感情を提示する試みとして，Hertensteinらは手の触れ方と感情を対応づける研究を行った[6]。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感情を表出した際の力覚を記録し，それを再現して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。

Buimerらはベルト型の触覚デバイスを実装することで表情と触覚フィードバックを与える部位を対応づけた[2]。デバイスには図2.1のように6つの振動モジュールが間隔を空けて組み込まれている。ユーザはベルト内のどの位置のモジュールが振動したかを認識することで表情の種類を識別可能である。

HertensteinらやBailensonらのように人や機器が触れ方や触れる力を用いて感情や表情を伝達する方法は，人の感覚に訴えかけて感情や表情を感じさせる手法であり，理屈的ではなく非常に直感的のものである。しかし，これらの手法は1つの表情に対して1つのフィードバックを採るため，特定の表情以外への応用が困難である。Buimerらのように位置関係と表情を対応づけて伝達する手法は表情の識別を行ううえでは有用だが，直感的ではない。これは触れ方などと異なり振動位置とそれに対応する表情について理屈的に考えなければならぬためであり，学習時間も必要である。さらに，設置するセンサ数が増加すると対応関係の把握が困難になることが予想されるため，表現する表情の数に制限があり細かな表情の違いを再現することも困難であると考えられる。

### 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覚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覚的比喩と定義した[17]。J.M.Williamsはこの共感覚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）があるとし，英語の共感覚的比喩を研究することでこれらを体系的にまとめた[10]。英語における一方向性仮説を図2.2に示す。これによると触覚の語彙

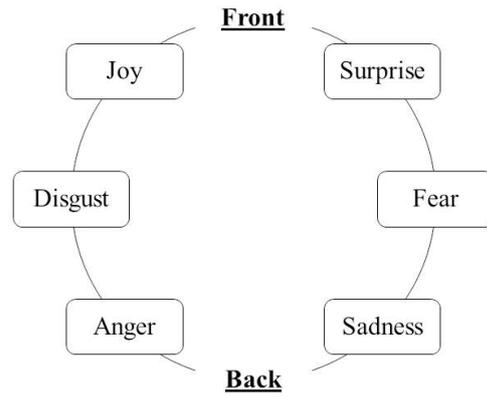


図 2.1: 表情提示のためのベルト型触覚デバイス (文献 [2] より引用)

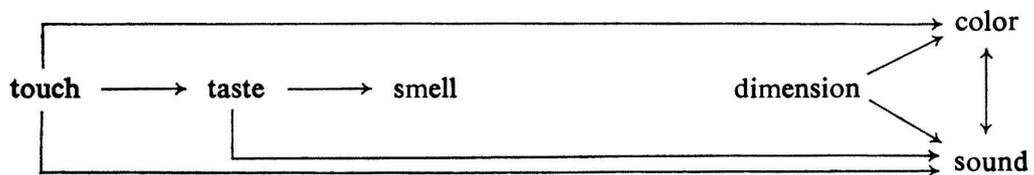


図 2.2: 英語の共感覚的比喩における一方向性仮説 (文献 [10] より引用)

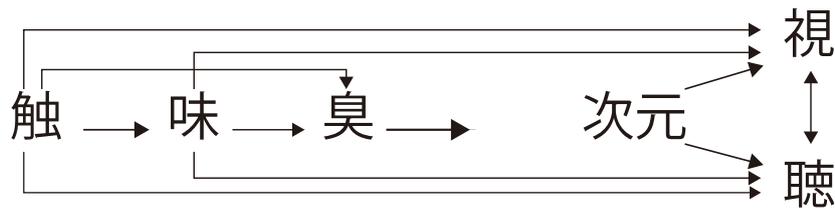


図 2.3: 日本語の共感覚的比喩における一方向性仮説（文献[17]より引用）

は味覚、視覚、聴覚の3感覚の語彙に対して、味覚は嗅覚と聴覚の2感覚に対して、視聴覚は相互にそれぞれ修飾が可能である。これに対して国広が示した日本語における一方向性仮説を図2.3に示す。日本語においては触覚の語彙が味覚、視覚、聴覚の語彙に加えて新たに嗅覚の語彙も修飾可能であるとした。しかし、酒井は嗅覚から触覚の方向を除いた全ての五感の組み合わせにおいて共感覚的比喩が存在し、日本語において比喩の一方向性は存在しないと述べた[19]。さらに酒井は日本語には触覚から他感覚の方向へ向かう共感覚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。

共感覚的比喩は日本語、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。これらの言語のうち、中国語、アラビア語、英語、スペイン語、韓国語、タガログ語、ロシア語の7種の言語を対象として酒井は一方向性仮説が成り立つか調査を行った[19]。この結果、一方向性仮説の反例が確認される割合は異なるものの日本語を含む全ての言語で反例が確認された。反例として視覚から触覚に向かう表現が確認されたが、この方向性の表現は7言語のうち日本語と韓国語で最も反例の割合が低く、中国語で最も反例の割合が高い結果となった。視覚から触覚に向かう、日本語には存在しない共感覚的な表現例として、英語およびアラビア語における「美しい感触」や英語における「太った感触」、中国語およびロシア語における「きらきらした感触」などがあげられる。このように共感覚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が存在する一方で、言語圏の文化を反映した特有の表現としても用いられている。

国広が述べた共感覚的比喩は形容詞に限定されたが、日本語において共感覚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うると述べた[30]。これは元来示されていた共感覚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覚的比喩の形容詞と同様に扱える可能性が示唆された。

また、音と視覚的印象の関連性を示したブーバ・キキ効果[8][9]のように、オノマトペのニュアンスや意味は音象徴に支えられるとする考え方がある。清水らはこの音象徴性に着目して日本語のオノマトペの持つ音韻が喚起する印象を定量化し、オノマトペの微細な印象を推定するシステムを実装した[22]。システムを図2.4に示す。このシステムに任意のオノマトペを入力することで、オノマトペに対して視覚や触覚に関わる形容詞対による印象

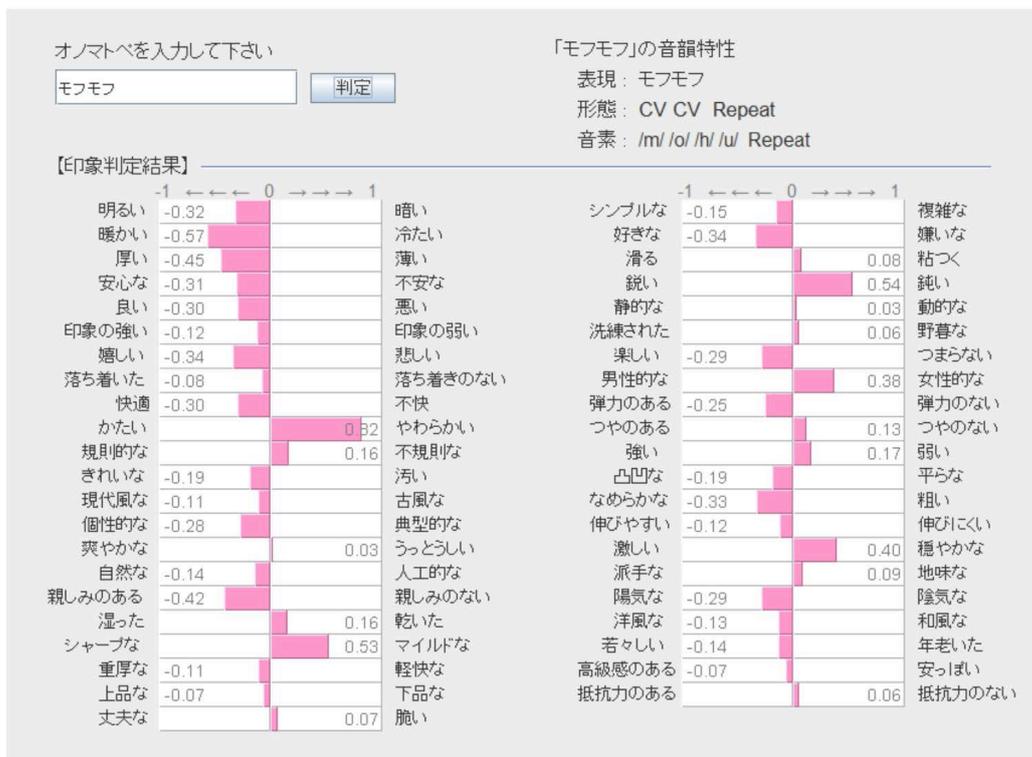


図 2.4: オノマトペの印象評価システム (文献 [22] より引用)

評価値が算出される。この印象評価に用いられる形容詞の評価尺度対は43対あり、このうち触覚に関わった形容詞は26対含まれる。このシステムを用いることでオノマトペの触覚的な印象について定量的な評価を行うことができる。

## 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覚的比喩を用いた「感覚形容語＋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[27]。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。オノマトペが表現する感情が決まっているとした理由として、オノマトペは「どきどき」や「ほっと」などのように心拍や息などの身体的変化の音響を言語音に移した擬声語に近い場合と心理状態を言語音によって象徴的に表現した語音象徴に近い場合とに分けられるからだとしている。

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[24]。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 [12].

## 2.4 本研究の立ち位置

本研究は表情を触覚に変換して伝達するシステムの実現を端緒とし、表情と触覚を対応づける手法を探るものである。感情や表情と触覚そして言語について工学的、言語学的、認知心理学的観点から様々な研究が試みられ、三者の相互の関連性が示されたことから、これらの知見をもとに言語情報を媒介とした表情と触覚の対応づけに関する仮説を提起し、その検証を試みる。

本研究では表情と対応づける触覚として物体表面の質感である触感を用いる。触感を用いる利点として、触感は人が物体に触れた際に即座に認識可能であり直感的である点がある。さらに、硬さや滑らかさ、冷たさといった異なる複数の触感を人は同時に感じるができるため、これらの複数の触感を表情表現の基本的なパラメータとして活用することで表情の表現の幅が広がり、細かな表情の違いも触感の程度の調整によって達成しうる可能性を持つ点があげられる。

表情と触感の対応づけには、1種の表情に対して1種の触感という直接的な対応も考えられるが、触感は硬軟や温冷などの複数の属性をもつため1対1の対応を調査することにコストがかかる。しかし、触感と表情を直接的ではなく何らかの要因を介して間接的に対応づけられれば、表情と触感の対応について都度調査を行う必要がなく、要因のパラメータを変化させることで様々な表情への応用がしやすくなる可能性がある。

### 3 提案

本章では、物体の質感である触感を用いた表情伝達システムの枠組みを提案し、システムに必要となる表情と触感の対応に関する仮説について述べる。

#### 3.1 表情伝達システムの枠組み

本研究では視覚情報を十分に得られないユーザに対して触感を用いた表情伝達システムを用いることで直接的あるいは間接的な表情情報の支援を行うことを提案する。この触感を用いた表情伝達システムにおいてどのような要素技術や知見が必要となるか整理し、図3.1に示す。

表情伝達システムには表情を読み取る機能と触感を提示する機能が必要である。表情読取においては画像認識などを用いて、カメラ画像などから人を識別し、顔を認識する技術と、読み取った人の顔から機械学習などを用いてそれがどのような表情を示すのか推定する技術が必要である。触感を提示する機能においては表情に適した触感を組み合わせ提示するシステム構成が必要となる。この2つの機能を繋ぐ、人の表情に適した触感に変換する工程にはいまだ有用な知見が無く、視覚的な情報である表情と触覚的な情報である触感という異なるモダリティ間の直接的な関連もまた明らかではない。

しかし、晴眼者が視覚を用いて表情情報を得る過程と本研究で提案した触感を用いた表情伝達システムで表情情報を得る過程には共通項が存在するため、視覚情報を得る代替的な手段として触覚を用いることは可能であると考える。視覚と触覚で表情情報を得る際のモデルを図3.2に示す。

晴眼者が視覚を用いて表情情報を得る際の流れが図3.2の上部である。対面する人物の表情が存在する場合に、人はそれを見るという探索的動作を行う。視界に入った表情は水晶体を通して光受容体に達する（情報受容）。そして、神経を通してそれがどのような情報であるか知覚される（情報認識）。この過程を経て、表情がどのような情報であるかを理解することができる。理解された情報は無意識的にその情報の背景や原因を推測し [5]、それがどのような表情であるのか解釈を行う（情報解釈）。この一連の流れによって人は視覚から表情情報を得ることができる。

この流れが触覚においても成り立つと考えた。触覚を用いて表情情報を得る際の流れが図3.2の下部である。表情伝達システムによって表情に適した触感を提示し、それを触るという探索的動作を行う。触感に触れた際に皮膚下に存在するメルケル細胞などの触覚の受



図 3.1: 触感を用いた表情伝達システムの流れ

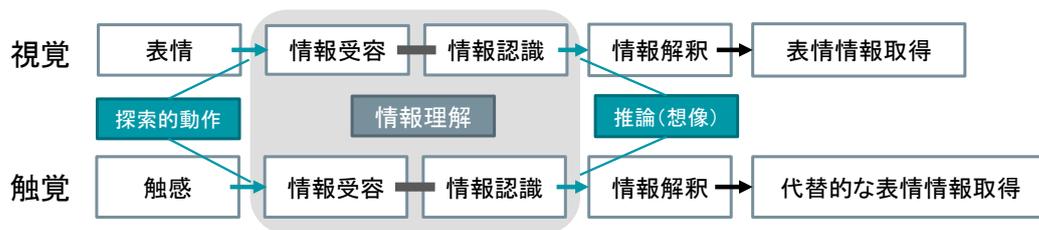


図 3.2: 表情情報取得の流れ

容細胞が触感の刺激を受け取る（情報受容）。そして、神経を通してそれがどのような情報であるか知覚される（情報認識）。ここまでは通常の触知覚であるが、ここで意識的に触感情報がどのような表情であるか想像、推論することで触感情報を表情情報として解釈し（情報解釈）、触感情報を代替的な表情情報として理解することができるのではないかと考えた。

視覚と触覚は異なるモダリティであるが表情情報を得る際に同様の過程を経る。そのため、情報解釈の行程で表情として推論や想像が容易な触感を明らかにする、つまり表情と触感の対応関係を明らかにすることができれば、触感を用いた表情情報の取得は十分に成される可能性がある。ただし、この無意識的、意識的な推論の際には言語や慣習等の文化体系の知識、知覚を行う各個人の過去の体験や記憶が用いられるため、文化差や個人差が影響を与える可能性がある。

### 3.2 表情と触感の対応に関する仮説

本研究において表情と触感を対応づける際には直接的な対応関係を明らかにするのではなく、対応関係に影響を与える間接的な要因を探る。間接的な対応づけを試みる理由として、直接的な対応関係を明らかにする際には全ての表情とそれに適する触感の一对一関係を調査する必要があるが、人の表情は様々で無数に存在するものであるため全ての対応関係を明らかにすることは困難である点があげられる。さらに3.1節で述べたように表情と触感の対応づけには文化差の影響が考えられ、直接的な対応関係は汎用的でない可能性がある。間接的な対応づけを行う利点として、表情と触感の基礎的な対応関係が明らかとなれば、間接的な要因のパラメータを調整することにより様々な表情に対してそれに適した触感を推測し、活用できる可能性がある点があげられる。

本研究では表情と触感を間接的に対応づける要因として、“文化的な要素を内包する共感覚的な表現という言語情報が関与している”，という仮説を立てた。仲谷らは触感について触覚を与えるモノ、身体、(心的)イメージの3つを要素とし、これらが喚起する触にまつわる複合感覚と定義した[25]。このうちイメージ要素を喚起する具体例として言語や記憶をあげており、これらにより触のイメージを喚起することができれば、モノ・身体の要素がなくても触感は生起すると述べ、触感と言語の関連性を間接的に示唆した。また、人の表情を表現する際に用いられる「やわらかい表情」や「冷たい表情」といった触覚の語彙を用いて視覚の語彙を修飾する共感覚的な表現は物語等で用いられ、一般的に認識されている。この事実から表情と言語にもまた関連性が示唆される。

触感と表情はそれぞれ言語情報と関連性がみられることから、言語情報を間接的な要因として触感と表情を対応づける仮説を立てた。この言語情報として触覚に属する語彙を用いて視覚に属する語彙を修飾する共感覚的表現を用いることで、視覚情報と触覚情報というモダリティが異なる情報を対応づけられる可能性がある。さらに、共感覚的表現には触感の語彙を含みながら表情を示す表現が存在するため視覚情報である表情と触覚情報である触感の対応づけに適していると考えられる。

### 3.2.1 触感と共感覚的表現の定義

本研究では触感を物体に触れた時に人が受ける感覚、なかでも物体表面の質感と定義する。特に岡本ら [15] が行った物体の材質感次元に関わる研究事例の調査で明らかとなった、素材のテクスチャを構成する材質間次元であるマクロな粗さ感(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次元を具体的な触感として用いる。

また、2.2節で述べた共感覚的比喩に含まれる形容詞と共感覚的な表現であるオノマトペが、共に触覚に属する語彙を用いて視覚に属する語彙を修飾するという特徴に着目し、この特徴を持つ形容詞およびオノマトペを共感覚的表現と呼ぶ。

## 3.3 仮説検証

共感覚的表現という言語情報を間接的な要因として触感と表情が対応づけられる、という仮説を検証するために調査を行う。調査において明らかにするべき点は以下の通りである。

- 表情と触感の語彙を含む共感覚的表現に関連が確認されるか
- 表情と触感の基礎的な対応は何か
  - － 表情表現に必要な触感は硬軟、温冷、粗滑、凹凸、乾湿の10種か
  - － 表情は触感によって区別可能であるか

はじめに、特定の表情を表現する際に特定の触感の語彙を含む共感覚的表現が用いられるといった傾向が確認され、表情と触感の語彙を含む共感覚的表現に関連が見られる可能性について調査を行う。この傾向が確認された場合に、改めて基本的な感情を含む6種の表情と触感の対応について調査を行い、表情と触感の基礎的な対応を明らかにする。この表情と触感の対応は、表情に対して提示される触感が適切であると同時に、提示される触感に対して想起される表情が適切である必要がある。そのため、表情に適する共感覚的表現を介した触感の調査と、共感覚的表現を介した触感に適する表情の調査を行うことで、視覚から触覚、触覚から視覚の双方向の観点から対応の判断を行う。この対応の確認に付随して、触感として定義した物体の材質感が表情表現に適するか、6種の表情が触感によって区別可能であるかの2点について調査を行う。

1.4節で述べたように表情伝達システムは目が不自由な人々と晴眼者が共に同じ刺激を受容し、同じ体験が可能なシステムであることが望ましく、触感と表情の対応関係の調査には晴眼者、視覚障害者双方の協力が不可欠となる。対応関係調査の端緒として、表情と触感が対応するかを正確に確認する必要があるため、本研究における調査は全て人の表情を正確に認識可能な晴眼者の視点から行う。

## 4 調査1:共感覚的表現に含まれる触感と表情の関連についての調査

本章では、3章で述べた仮説にもとづいて表情と触感の関連を確認するために行った、表情に対する触感を含む共感覚的表現の評価調査およびその調査結果と考察について述べる。

### 4.1 調査概要

人の基本的な感情である怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情と共感覚的表現に含まれる触感に関連が見られるか確認するためアンケート調査を行った。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。Yahoo!クラウドソーシングではサービスに登録したユーザに対してアンケートや平易なタスクを課すことが可能であり、ユーザはそれらのタスクを任意に受領し実行することで報酬を得ることができる。オンラインクラウドソーシングでアンケート調査を行う際には、Satisficeと呼ばれる最小限の努力でタスクを実行することで報酬を得ようとするユーザが存在し、これらのユーザの回答により調査結果の解釈が困難となる場合がある[28]。そのため、本調査では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に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。調査は3回に分けて行われ、1回目の調査では怒り、喜びの表情を、2回目の調査では悲しみの表情を、3回目の調査では嫌悪、恐怖、驚きの表情を表情刺激として用いた。調査人数はいずれの調査でも200人であった。

### 4.2 調査に用いるデータ

#### 4.2.1 表情刺激の収集

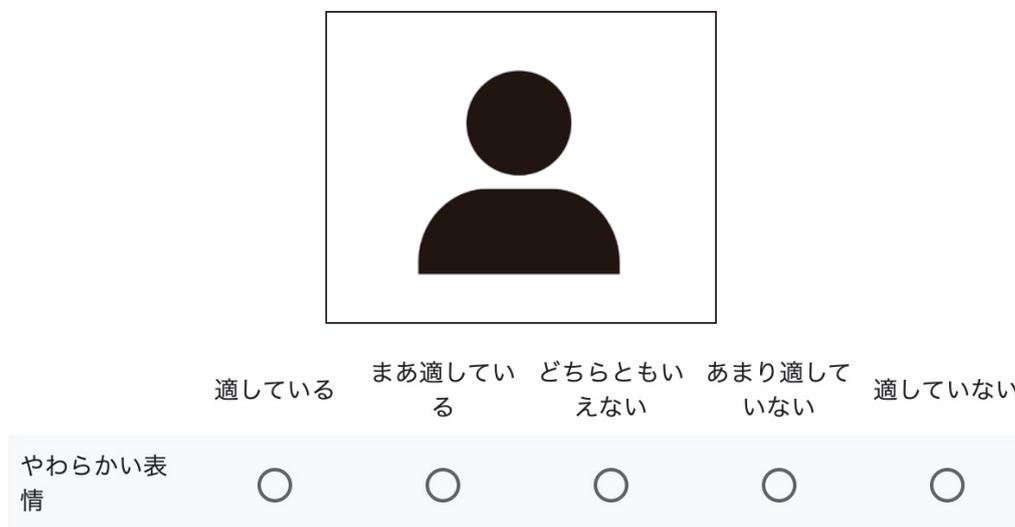
調査では感情がアノテーションされた日本人の表情データベースであるAIST顔表情データベース2017[4]を用い、データベースに含まれる閉口状態の怒り、閉口状態の嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きを表情刺激とした。この表情刺激は1種類の表情に対して、2人の女性の画像を用いた。

#### 4.2.2 共感覚的表現データの収集

共感覚的表現データは共感覚的比喩に関する楠見らや武藤らの論文・書籍[16][29]および、オノマトペと触覚に関する論文[22]、国立国語研究所コーパス開発センターが公開する分類語彙表<sup>1</sup>の「材質」、「物質」、「表情」、「心」などの項目を参考に表情を形容可能だと考えられる触感や触覚に関する36の語彙を抽出、選定して使用した。調査に用いた共感覚的表現は「やわらかい」、「ぐしょぐしょ」、「ふにゃふにゃ」、「かちかち」、「ふわふわ」、「冷たい」、「びしょびしょ」、「ちくちく」、「しなしな」、「こわばった」、「ぬるい」、「ぷりぷり」、「ふんわり」、「がちがち」、「つんつん」、「温かい」、「かたい」、「じっとり」、「ふわふわ」、「重い」、「かわいた」、「へなへな」、「しめった」、「やわらいだ」、「こそばゆい」、「涼しい」、「じめじめ」、「ふわっと」、「びちゃびちゃ」、「こちこち」、「とげとげしい」、「ねっとり」、「やんわり」、「ほくほく」、「熱い」、「軽い」(順不同)である。

<sup>1</sup>国立国語研究所(2004)『分類語彙表増補改訂版データベース』(ver.1.0)(2022/2/1確認)

以下の語群が画像の表情を表す（○○の表情, ○○した表情）のに適しているか、画像を見ながら5段階で評価してください。



The image shows a survey form with a placeholder for a person's face. Below the placeholder is a 5-point Likert scale with the following labels: 適している, まあ適している, どちらともいえない, あまり適していない, 適していない. Below the scale is a row of five radio buttons. The first radio button is selected. The text 'やわらかい表情' is written to the left of the first radio button.

	適している	まあ適している	どちらともいえない	あまり適していない	適していない
やわらかい表情	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

図 4.1: アンケート例

### 4.3 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評価アンケートの2部で構成され、事前質問では調査参加者の性別および年代を尋ねた。評価アンケートでは表情刺激に対して共感的表現がその表情を表現する際に適しているか、表情刺激を見ながら「適している」「まあ適している」「どちらともいえない」「あまり適していない」「適していない」の5段階で評価を行うよう求めた。アンケートの例を図4.1に示す。アンケートに含まれる表情刺激は公開不可であるため図4.1には代替のオブジェクトを配置している。Yahoo!クラウドソーシングサービス上のチェック設問として、Googleフォーム上での指示に従ってある特定の回答を行う設問およびアンケート回答送信後に表示される文字列を入力する設問を設置した。

### 4.4 調査参加者のデータ

調査で得られた各200件のデータから、全ての設問に対して同じ回答を行うといった不真面目な回答や、「どちらともいえない」を選択した数を標準得点化し、この標準得点が2以上の回答を省いた。

1回目の調査で有効であった186件の回答のうち男性は137名、女性は47名、不明・無回答

が2名であった。また、20代が11人、30代が36人、40代が84人、50代が46人、60代が5人、70代以上が3人、無回答が1人であった。

2回目の調査で有効であった194件の回答のうち男性は149名、女性は42名、不明・無回答が3名であった。また、20代が12人、30代が45人、40代が80人、50代が45人、60代が7人、70代以上が2人、無回答が3人であった。

3回目の調査で有効であった173件の回答のうち男性は132名、女性は40名、不明・無回答が1名であった。また、20代が8人、30代が28人、40代が68人、50代が48人、60代が17人、70代以上が2人、無回答が2人であった。

## 4.5 表情と共感的表現に関する考察

共感的表現に含まれる触感と表情の対応を確認するため、はじめに36の共感的表現が調査で得られた表情への評価により5次元の材質感[15]に分類されるか階層的クラスタリングを用いて確認を行う。次に、分類された共感的表現のクラスターごとに各表情と共感的表現に含まれる触感の属性について考察を行う。統計量の算出や分析は全てIBM SPSS Statistics 27<sup>2</sup>を用いて行った。

### 4.5.1 共感的表現の分類

各表情に対して行われた共感的表現の評価を用いて、Ward法で階層的クラスタリングを行った。結果のデンドログラムを図4.2に示す。

クラスタリングの結果得られた7つのクラスターと各クラスターに含まれる語彙は表4.1の通りである。クラスター1には主にやわらかさや温かさに関する語彙、クラスター2には乾きと冷たさに関する語彙、クラスター3には湿りけや粘りに関する語彙、クラスター6には主にかたさに関する語彙、クラスター7には主に凸に関する語彙がそれぞれ分類された。クラスター4には「しなしな」「へなへな」「こそばゆい」「涼しい」の4つの語彙が分類され、クラスター5には熱が単独で分類された。クラスター4に関する語彙は共通してみられる特性が無いと見られるため、以降の処理においてクラスター4は除外する。

### 4.5.2 共感的表現のクラスターと表情

4.5.1節で得られたクラスターのうち、触感の次元として明確に分類可能なクラスター1から3およびクラスター5から7を対象に、表情と共感的表現に含まれる触感の対応について考察を行う。調査結果を数値として扱うため、アンケート調査の「適していない」を1、「あまり適していない」を2、「どちらともいえない」を3、「まあ適している」を4、「適している」を5として統計量を算出した。

クラスター1にはやわらかさや温かさに関する語彙、軽いという質量の語彙が含まれた。材質感の5次元では主に「軟」と「温」に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表4.2に示す。ポジティブな感情である喜びの表情で平均値が高く、その他の表情で平均値が低くなった。これらから喜びの表情にやわらかさやあたたかさとの対応があることが示唆された。

クラスター2には乾きや冷たさに関する語彙が含まれた。材質感の5次元では「乾」と「冷」

<sup>2</sup><https://www.ibm.com/jp-ja/products/spss-statistics> (2022/2/11 確認)

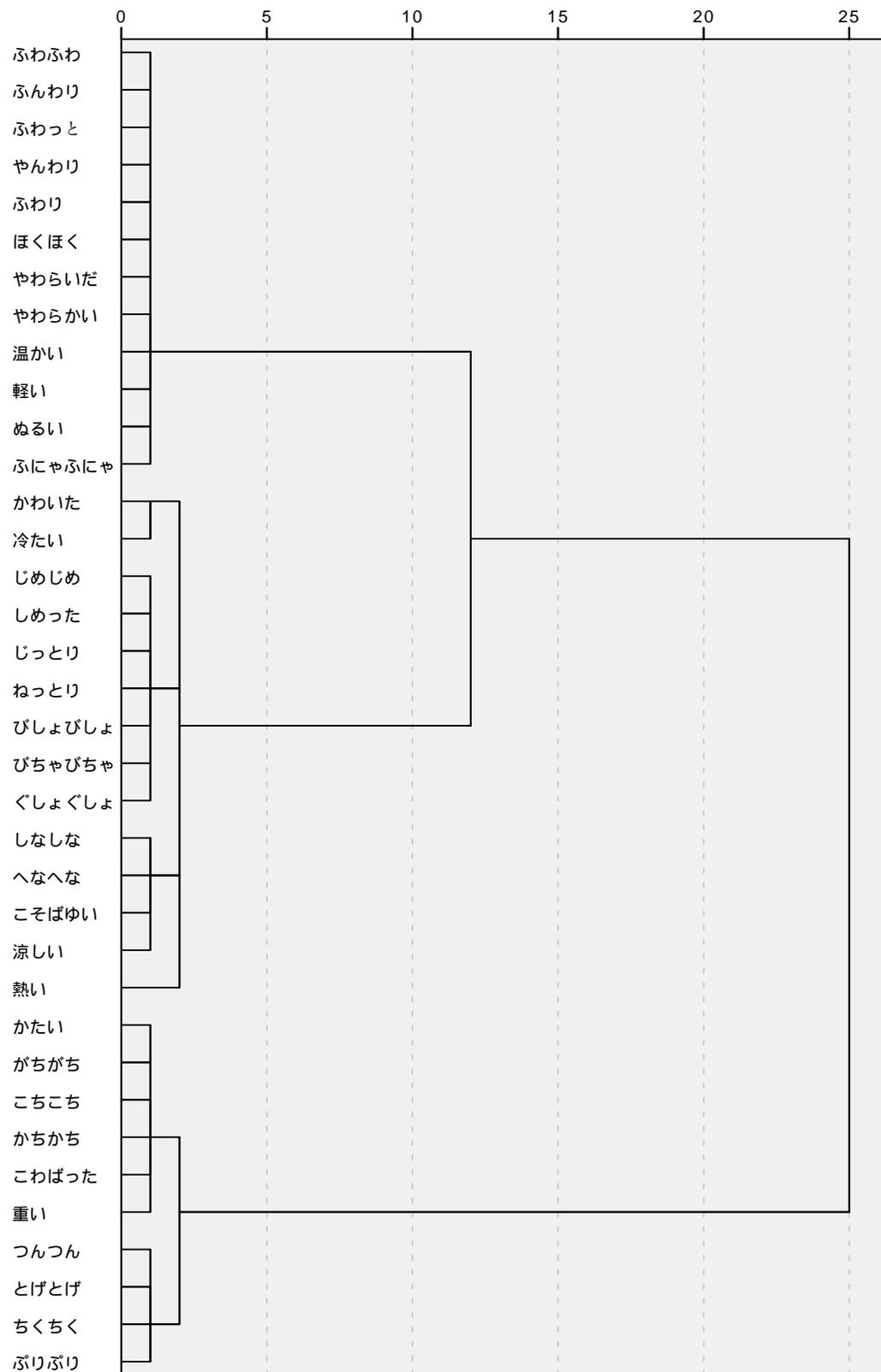


図 4.2: 6感情の評価値にもとづいた共感的表現のデンドログラム

表 4.1: クラスター別共感覚的表現

クラスター	共感覚的表現		
1	やわらかい ふわふわ 温かい ふんわり	ふわっと ふにゃふにゃ ほくほく やんわり	ふわり やわらいだ 軽い ぬるい
2	かわいた	冷たい	
3	びしょびしょ しめった じめじめ	ぐしょぐしょ ねっとり	びちゃびちゃ じっとり
4	しなしな 涼しい	へなへな	こそばゆい
5	熱い		
6	かちかち かたい	こちこち こわばった	がちがち 重い
7	つんつん ぷりぷり	とげとげ	ちくちく

表 4.2: クラスター1の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	1.23	1.39	1.35	4.03	1.42	1.85
標準偏差	0.37	0.45	0.43	0.55	0.52	0.83

に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表 4.3 に示す。ネガティブな感情ではない喜びと驚きの表情で平均値が 2.0 以下と低くなったものの、他の表情も平均値は全て 3.0 以下と低い結果となり、語彙と表情の対応はみられなかった。

クラスター 3 には湿りけや粘りに関する語彙が含まれた。材質感の 5 次元では「摩擦感 (湿/粘り)」に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表 4.4 に示す。怒り、喜び、驚きの表情で平均値が 2.0 以下と低くなったものの、他の表情も平均値は全て 3.0 以下と低い結果となり、語彙と表情の対応はみられなかった。

クラスター 5 には熱に関する語彙が単独で分類された。程度の違いはあるが、材質感の 5 次元ではクラスター 1 にも含まれる「温」に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表 4.5 に示す。怒りの表情で平均値が比較的高いもののいずれの表情でも平均値は比較的低い結果となり、語彙と表情の対応はみられなかった。

クラスター 6 には主にかたさに関する語彙と重いという質量の語彙が含まれた。材質感の 5 次元では「硬」に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表 4.6 に示す。怒りの表情で平均値が高く、怒り以外のネガティブな表情で

表 4.3: クラスタ 2 の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	2.38	2.42	2.54	1.49	2.71	1.90
標準偏差	0.91	0.96	0.98	0.55	0.91	0.83

表 4.4: クラスタ 3 の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	1.75	2.45	2.26	1.36	2.65	1.78
標準偏差	0.73	0.87	0.85	0.45	0.87	0.74

表 4.5: クラスタ 5 の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	2.94	2.21	2.38	2.18	1.95	2.50
標準偏差	1.13	1.18	1.26	0.98	0.94	1.24

表 4.6: クラスタ 6 の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	4.29	3.56	3.81	1.25	3.90	2.44
標準偏差	0.54	0.92	0.81	0.43	0.81	1.04

表 4.7: クラスタ7の評価平均値

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
平均値	3.87	3.59	3.47	1.27	3.18	2.20
標準偏差	0.72	0.91	0.91	0.42	0.97	1.00

ある嫌悪、恐怖、悲しみでも比較的平均値が高い結果となった。一方で、ネガティブな感情でない喜び、驚きの表情では平均値が低くなった。これらからネガティブな感情である怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情にかたさとの対応があることが示唆された。

クラスタ7には主に凸に関する語彙が含まれた。材質感の5次元では「マクロな粗さ感(凸)」に該当する。怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情での評価平均値と標準偏差を表4.7に示す。怒りと嫌悪の表情で平均値が比較的高く、ネガティブな感情でない喜び、驚きの表情で平均値が低い結果となった。これらから怒り、嫌悪の表情に凸との対応があることが示唆された。

#### 4.5.3 考察

人の基本6感情である怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情に対して、表情と共感的表現が適しているか、5段階評価した値を用いて共感的表現を分類した結果、7つのクラスタが得られ、クラスタ4を除いたクラスタで触感の5次元に該当する属性ごとに分類されているのが確認された。確認された触感は「軟、温」、「乾、冷」、「湿」、「熱」、「硬」、「凸」の6種であり、この6種をパラメータとすることで人の基本的な表情を触感として表現できる可能性が示唆された。しかし、クラスタ2は「かわいた」、「冷たい」の2語のみのクラスタであるため、他に乾冷に関するオノマトペなどを利用した際に同様のクラスタがみられない可能性がある。単独で分類された「熱い」という語彙については、「温かい」「ぬるい」といった他の「温」に関する語彙が「軟」に関する語彙と同じクラスタに含まれているため、「温」が単独で分類されたとは限らない。「熱い」という語彙は触感の1種である温度として解釈するのであれば「温」に含まれるが、温かいよりも程度が強いため、触感ではなく痛覚の1種として分類された可能性がある。

驚きの表情においては全てのクラスタで平均値が低い結果となった。驚きの表情を触感で表現することは困難である可能性が示唆された。

クラスタと平均値を用いて各表情のレーダーチャートを図4.3から図4.8に示す。怒りの表情と喜びの表情とでレーダーチャートの形が大きく異なり、表情を表現する触感の傾向が明確に異なった。一方で、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみのレーダーチャートの形は類似したものとなった。これらはいずれもネガティブな感情であり、ネガティブな感情において共感的表現に含まれる触感の傾向は共通していると考えられる。

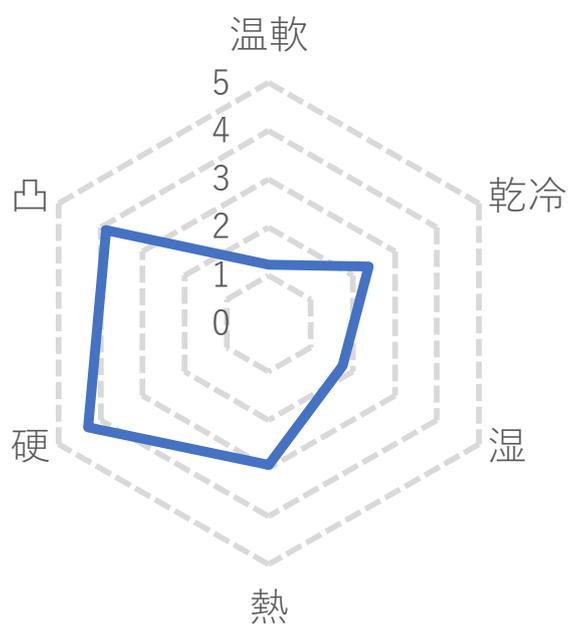


図 4.3: 怒りの表情

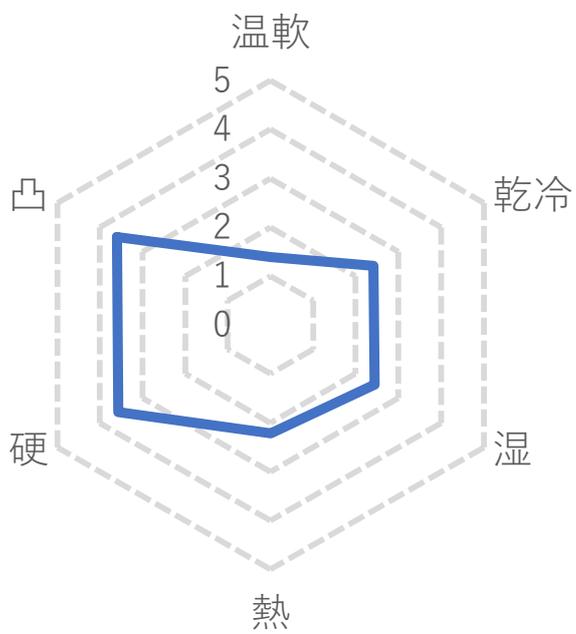


図 4.4: 嫌悪の表情

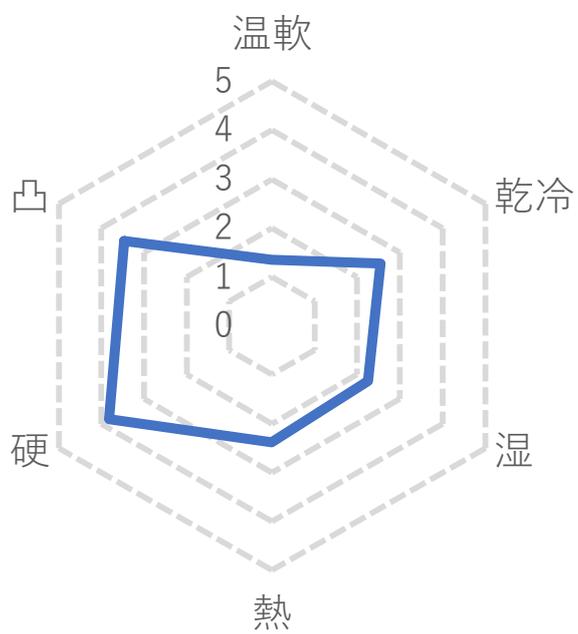


図 4.5: 恐怖の表情

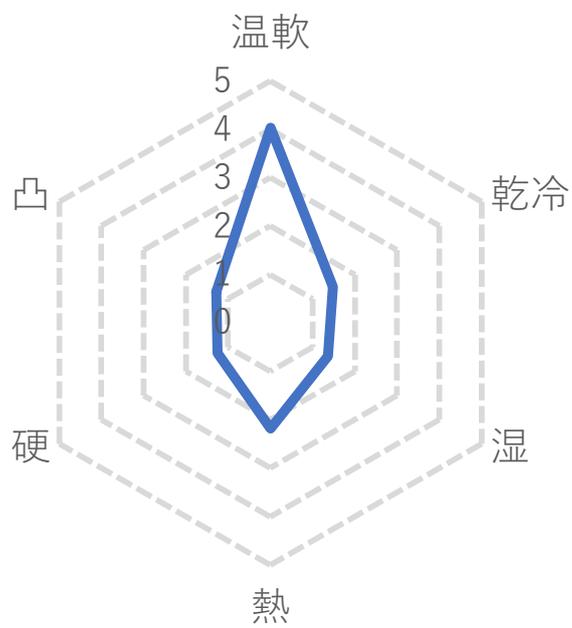


図 4.6: 喜びの表情

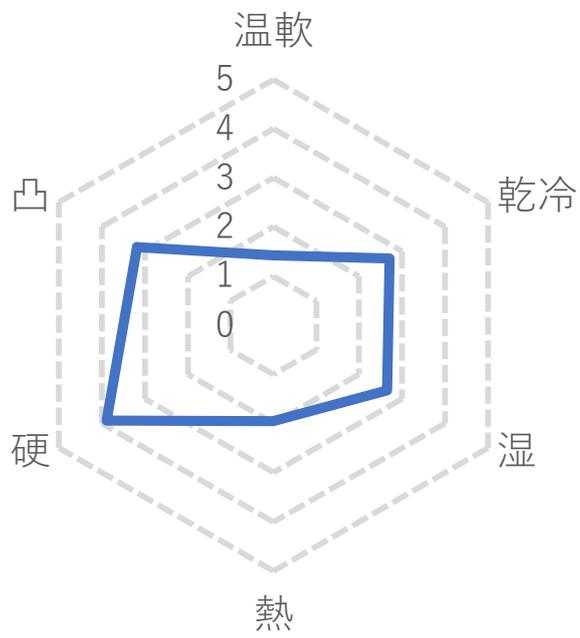


図 4.7: 悲しみの表情

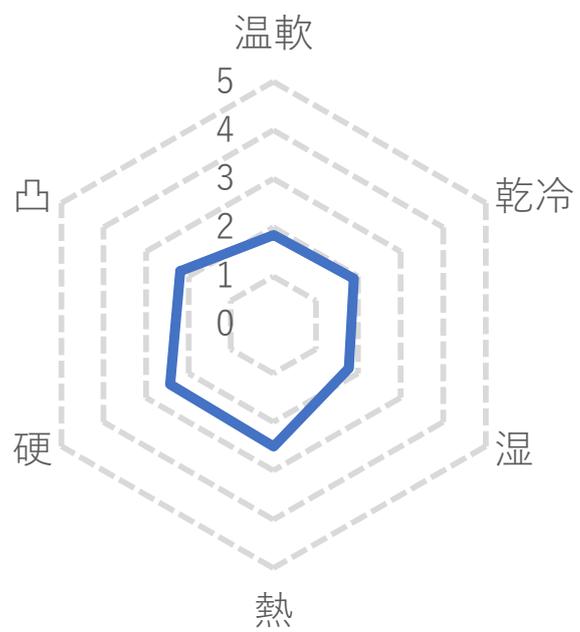


図 4.8: 驚きの表情

## 5 調査2:共感覚的表現に含まれる触感と表情の双方向の対応に関する調査

本章では4章で得られた表情に対する共感覚的表現に含まれる触感の評価結果を用いて、表情と触感の基礎的な対応を明らかにするために行った調査の手続きについて述べ、この調査において表情と触感の対応が個人間で成立したかについて述べる。

### 5.1 調査概要

日本人女性2名の怒り、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覚的表現を用いて、表情に対して行われる共感覚的表現への評価と、共感覚的表現に対して行われる表情の評価に差異があるか確認を行うためアンケート調査を行った。

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、調査1と同様に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に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かけた。

### 5.2 調査に用いるデータ

#### 5.2.1 表情刺激

調査で用いる表情刺激として調査1と同様にAIST顔表情データベース2017[4]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。

#### 5.2.2 共感覚的表現

本調査では調査1で得られた共感覚的表現のグループである「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。共感覚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4.5.3節で述べたように、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。痛は本来触感ではないが、ここでは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、原則的に表4.1の共感覚的表現のグループ内に存在する語彙のうち、最も評価平均値が高い語彙を採用した。グループ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[18][14]を参考に選定した。表5.1に調査で用いた共感覚的表現を示す。

表 5.1: 調査2で用いた共感覚的表現

触感	形容詞	オノマトペ
軟	やわらかい	ふわっと
温	温かい	ぽかぽか
乾	かわいた	ぼさぼさ
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	いたいたしい	ぴりぴり

### 5.3 調査手順

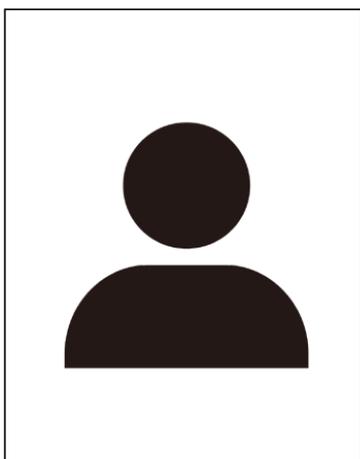
調査参加者はYahoo!クラウドソーシング上で調査概要を読み、タスクの受領を行う。タスクの受領は任意である。タスクを受領した実験参加者は設問の説明に従ってGoogleフォームに移動し、調査に関する詳細説明を確認する。説明文の表示後改めて調査参加の同意確認を行い、これに同意することでアンケートへの回答が可能となる。本調査は表情刺激を見ながら回答を行う設問があり、一定の表示領域が必要となることから、回答者はPCからの回答者に限定し、回答前に回答画面を全画面表示にするよう指示した。

アンケートは事前質問と表情刺激に対する共感覚的表現評価の設問、共感覚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。

共感覚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、それぞれその刺激に当てはまる表現を9種の形容詞形の共感覚的表現の中から全て選択するよう求めた。設問の例を図5.1に示す。アンケートに含まれる表情刺激は公開不可であるため図5.1には代替のオブジェクトを配置している。共感覚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、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。形容詞形の共感覚的表現の評価後、同様の設問で9種のオノマトペ形の共感覚的表現の選択を求めた。その際、形容詞形で用いた表情刺激への評価がオノマトペ形への表情刺激への評価に影響を与えないよう、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種の形容詞形の共感覚的表現に対して、同一の人物の6種の表情刺激を選択肢とし、それぞれそ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。設問の例を図5.2に示す。アンケートに含まれる表情刺激は公開不可であるため図5.2には代替のオブジェクトを配置している。この設問においてアンケートAでは温、冷、湿、硬の共感覚的表現提示時に人物1の表情刺激を選択肢とし、軟、乾、熱、凸、痛の共感覚的表現提示時に人物2の表情刺激を選択肢とした。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選択肢とした。表情刺激の表示順はランダ

画像の表情にあてはまる表現を選択肢の中から全て選んでください。（複数回答可）\*



- やわらかい表情
- 熱い表情
- かたい表情
- いたいたしい表情
- かわいた表情
- とげとげしい表情
- 温かい表情
- しめった表情
- 冷たい表情

図 5.1: 共感的表現評価の設問例

ムである。形容詞形の共感的表現に対する表情の評価後、同様の設問でオノマトペ形の共感的表現に当てはまる表情刺激の選択を求めた。この際、形容詞形で用いた表情刺激と表情を表出する人物を入れ替えた表情刺激を選択肢とした。

不真面目な回答者を除外するため、設問間に特定の回答を行うよう指示した設問を設置した。さらに、Yahoo!クラウドソーシングサービス上のチェック設問として、Googleフォーム上での指示に従ってある特定の回答を行う設問およびアンケート回答送信後に表示される文字列を入力する設問を設置した。

## 5.4 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省いた。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。

### 5.4.1 評価一致率

本項では、回答者個人の共感的表現評価における表情と触感の対応に関する認識が、表情評価における表情と触感の対応に関する認識と一致しているか確認を行う。この認識の一致は共感的表現評価を基準とするか、表情評価を基準とするかで一致度合いが異なるため、一致率をAとBの2種類算出する。

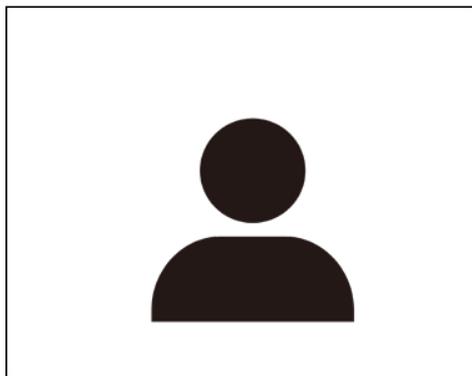
一致率Aにおける触感と表情の対応の一致とは共感的表現評価の設問における表情と触感の組み合わせが、表情評価の設問における表情と触感の組み合わせと同様である場合を指す。一致率Bにおける触感と表情の対応の一致とは表情評価の設問における表情と触感の組み合わせが、共感的表現評価の設問における表情と触感の組み合わせと同様である場合を指す。

全体の一致率を算出するため、一致数を全回答数で割った結果、一致率Aは73.83%、一致率Bは58.26%となり、一致率Aが一致率Bより高い結果となった。共感的表現評価の設問において選択される触感を含む共感的表現の数より、表情評価の設問において選択される表情の数の方が多いため、通常、一致率Bの方が一致率Aより低くなると考えられる。

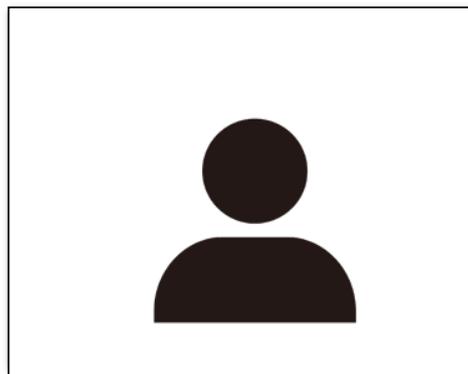
一致数を回答者ごとに集計し各回答者の回答数で割った回答者ごとの一致率A、Bを図5.3の箱ひげ図に示す。この回答者ごとの一致率の平均は一致率Aで72.2%、一致率Bで57.2%となり、いずれも全体の一致率を下回ったが、一致率Aでは個人間で触感と表情の対応が一定以上確認された。

回答者ごとの一致率に表情や触感ごとに差異があるか確認するため、一致数を各回答者の各表情ごとおよび各触感ごとの回答数で割った値を算出した。これらの一致率の分布を積み上げヒストグラムで図5.4から図5.7に示す。各表情の一致率の平均値は表5.2の通りであり、各触感ごとの一致率の平均値は表5.3の通りである。

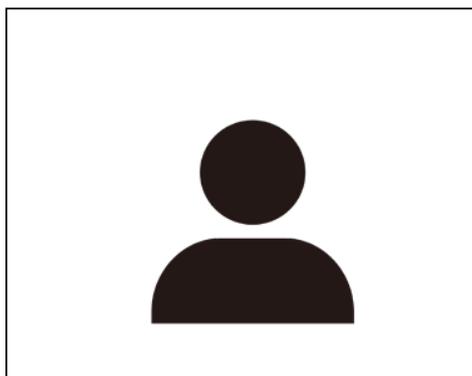
以下の画像の中から「ぱさぱさした表情」を全て選んでください。（複数回答可）\*



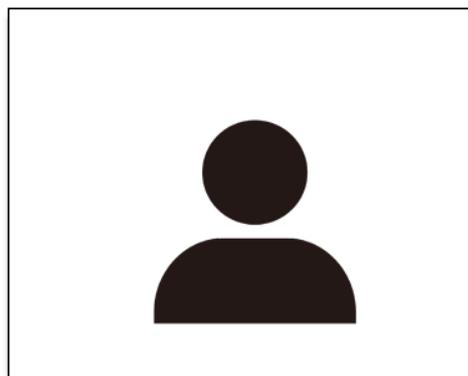
↑選択肢 4



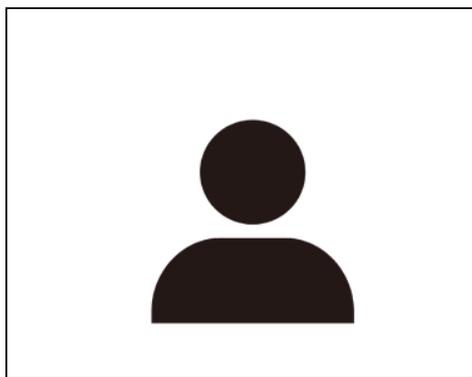
↑選択肢 2



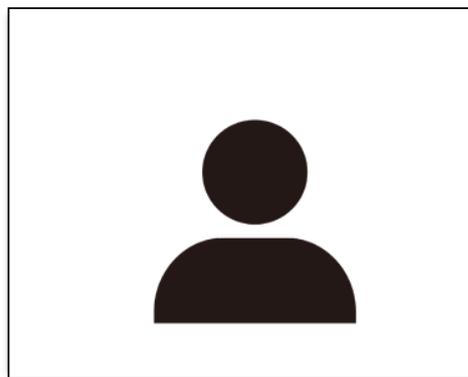
↑選択肢 3



↑選択肢 5



↑選択肢 6



↑選択肢 1

図 5.2: 表情評価の設問例

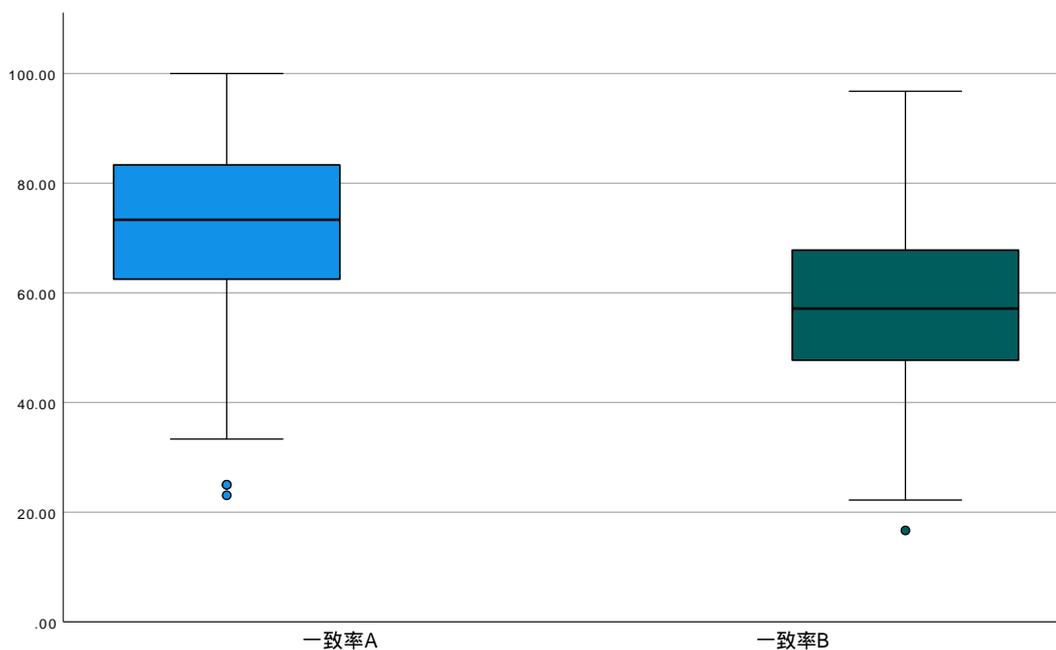


図 5.3: 回答者ごとの一致率

表 5.2: 各表情ごとの一致率平均 (%)

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
一致率 A	86.8	64.0	55.4	97.0	77.7	41.8
一致率 B	55.4	55.3	44.8	80.9	51.8	60.6

表情ごとの一致率 A, B でいずれも 100.0% が最頻値となったが、度数が大きく異なり、これが回答者ごとの一致率の差異に大きく影響を与えていると考えられる。一致率が 100.0% を示した表情の内訳は一致率 A, B ともに喜びの表情の割合が高い。これは各表情の一致率平均値が A, B ともに喜びの表情が最も高いことから示されており、喜びの表情において触感と表情の対応が成立していると考えられる。

各表情の一致率 A, B の平均値は一致率 A の方が高い傾向にあるが、驚きの表情でのみ一致率 B の方が平均値が高い。これは図 5.8, 図 5.9 のように、共感的表現評価の際には様々な触感が選択されているが、表情評価の際には選択されている触感の種類が少ないことに起因すると考えられる。

また、触感ごとの一致率では軟, 温, 硬, 凸, 熱の触感において一致率 A, B で大きな差異が無く、乾, 冷, 熱の触感における一致率 B が低い結果となった。一致率 A, B に大きな差異が無かった触感は表情との対応において個人の間で認識に差がない触感であると考えられる。一致率 B が低い要因として乾に関する共感的表現においては共感的表現評価の際に選択されることが少なく、さらに選択された場合には驚きの表情で選択されることが多かったが、表情評価の際には悲しみの表情が選択されることが多かったためと考えら

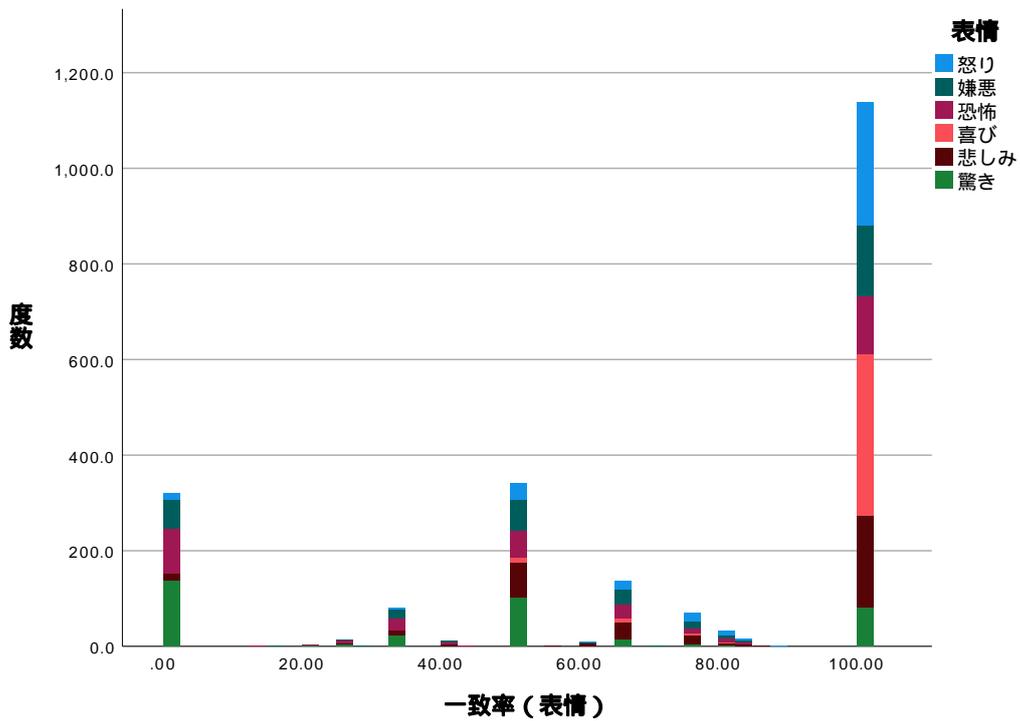


図 5.4: 表情ごとの一致率 A

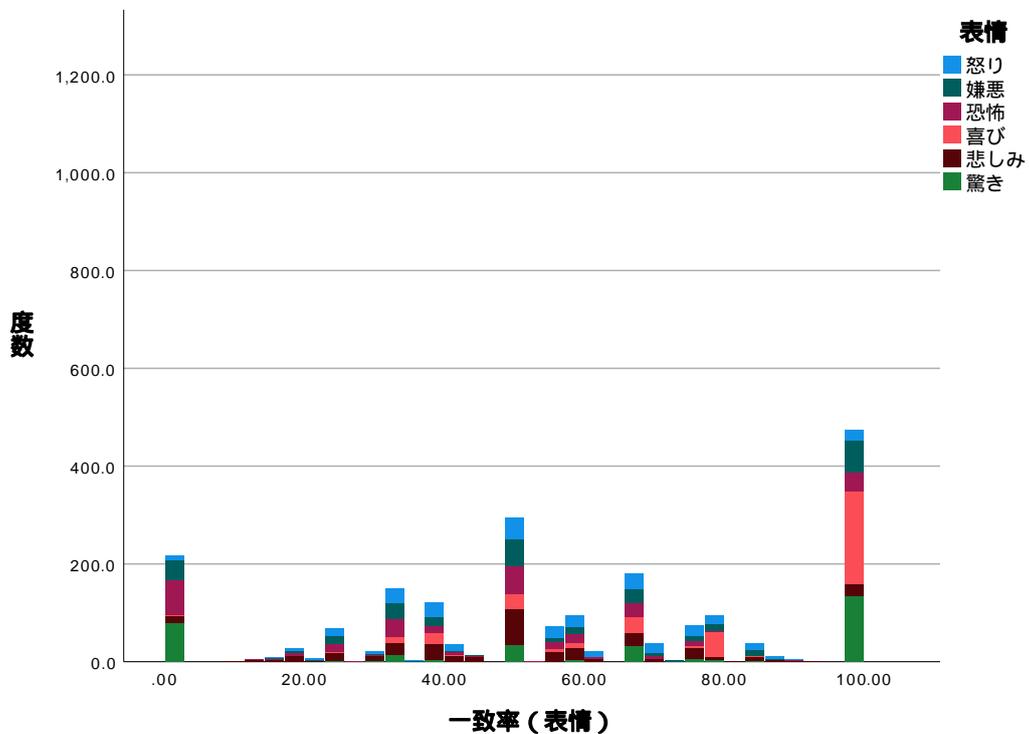


図 5.5: 表情ごとの一致率 B

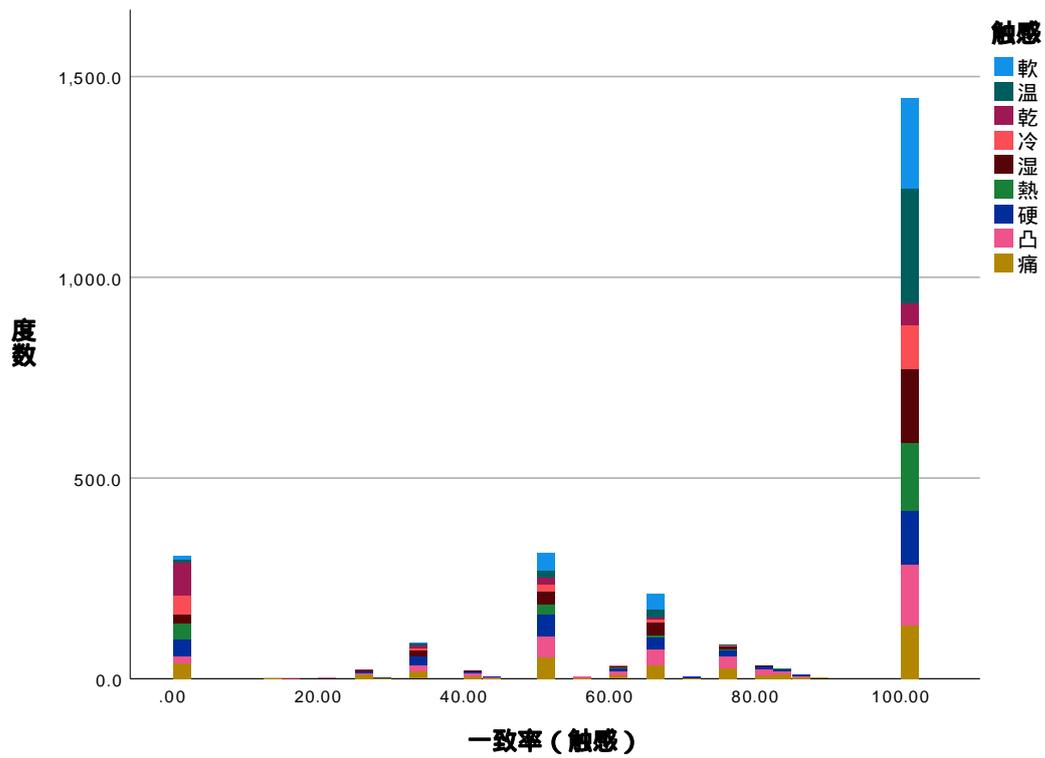


図 5.6: 触感ごとの一致率 A

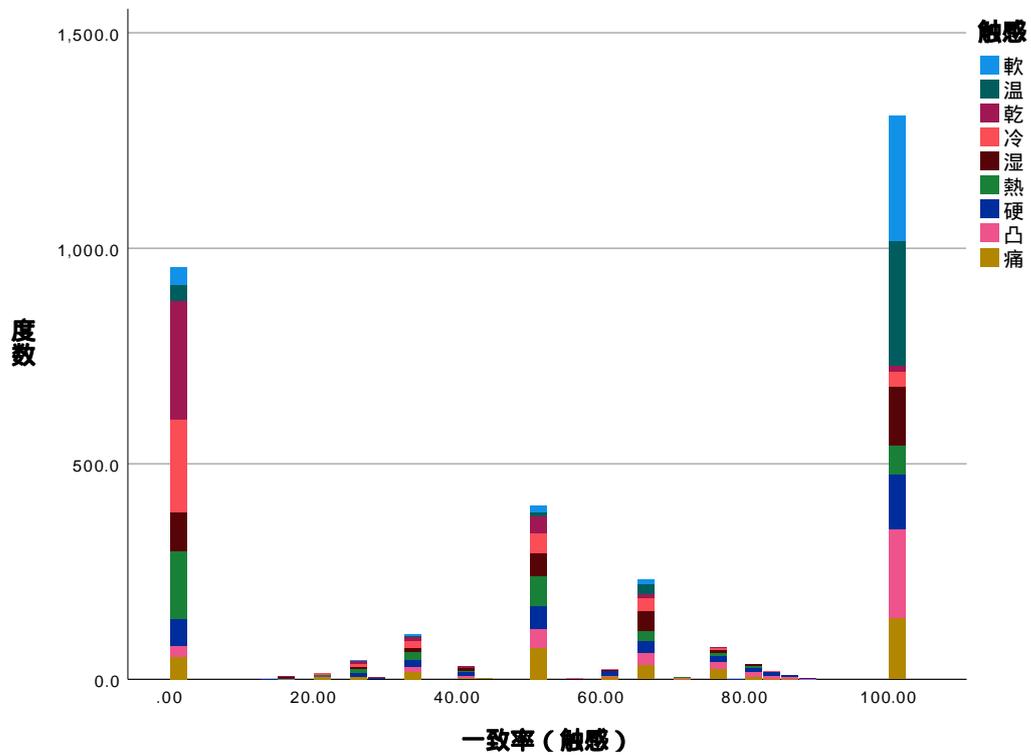


図 5.7: 触感ごとの一致率 B

表 5.3: 各触感ごとの一致率平均 (%)

	軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛
一致率 A	84.4	92.0	41.7	67.5	78.2	76.9	66.3	74.3	67.3
一致率 B	84.3	85.6	13.5	24.5	59.2	37.8	61.1	78.7	64.7

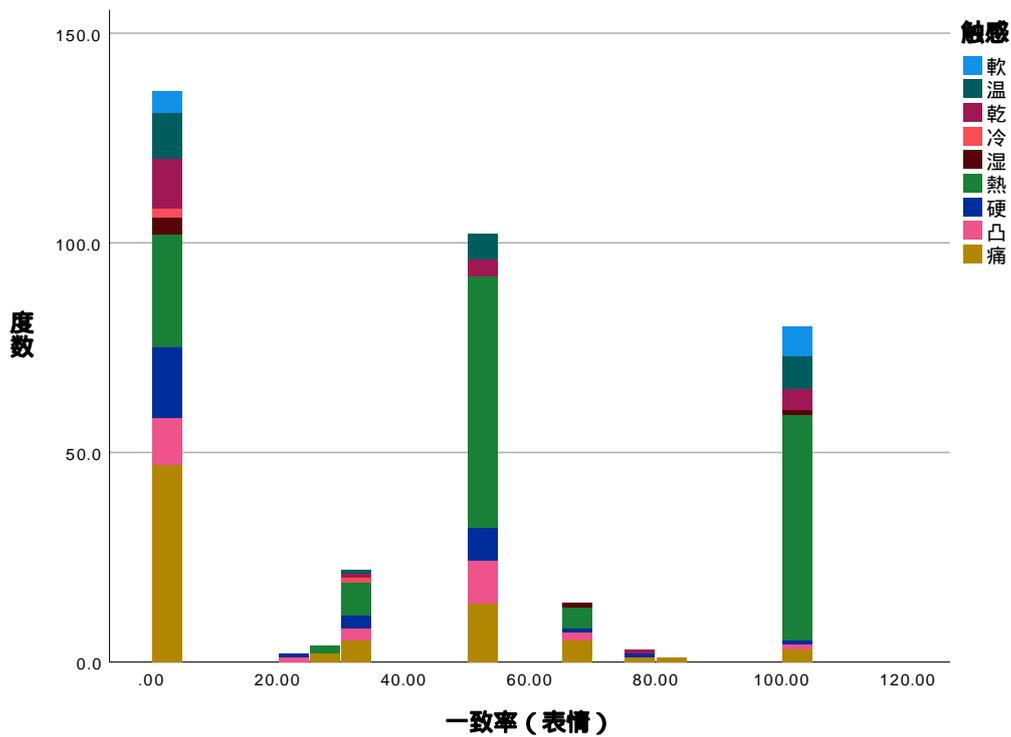


図 5.8: 驚きの表情の一致率 A

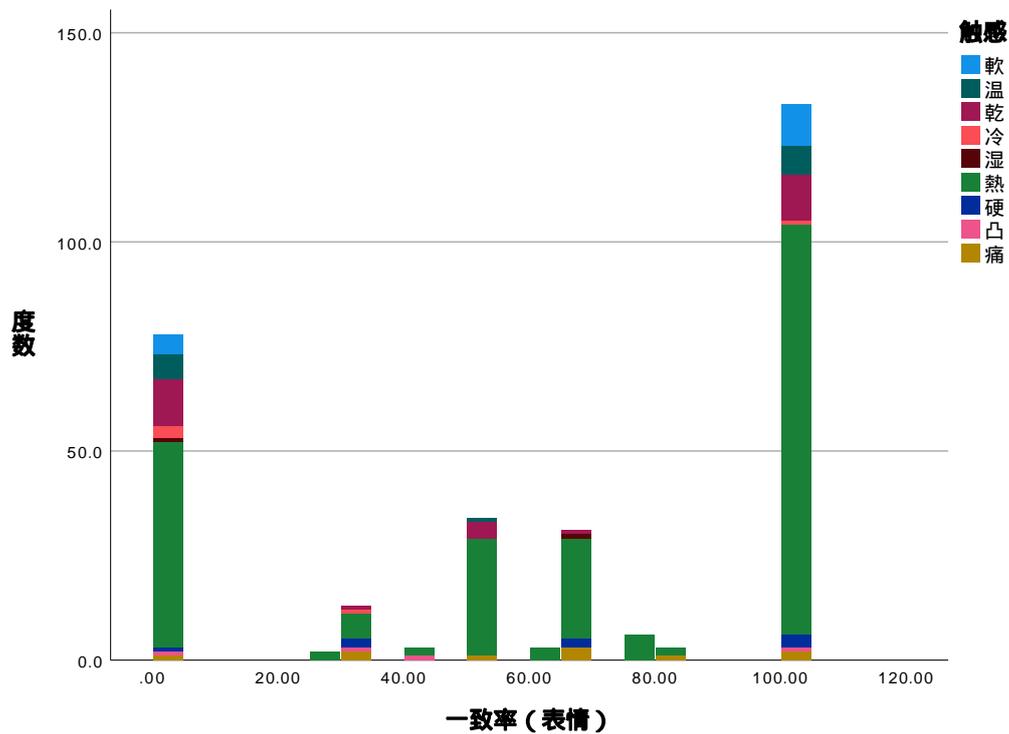


図 5.9: 驚きの表情の一致率 B

れる。冷に関する共感覚的表現においては共感覚的表現評価の際に選択されることが少なかったためと考えられる。熱に関する共感覚的表現において共感覚的表現評価の際には驚きの表情で選択されることが多かったが、表情評価の際には驚きの表情の他に、恐怖や喜びの表情が選択されることが多かったためと考えられる。

## 6 分析1：調査2における共感覚的評価に関する分析

本章では5章の調査において6種の表情刺激に対して行われた共感覚的表現評価の結果とその分析結果について述べる。はじめに共感覚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覚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調査参加者の性別や、表情刺激および共感覚的表現の語彙種の差異が影響を与えるか確認を行う。本章における集計、計算、検定等は全てIBM SPSS Statistics 27を用いて行った。

形容詞とオノマトペの共感覚的表現を触感ごとに分類し、表情刺激に対して選択された共感覚的表現の数を触感ごとに算出して選択数とした。設問数と調査参加者の積をケース数とし、選択数をケース数で割った数を触感選択率とした。設問では複数回答法を採用したため、選択率の合計は100%を超過する。選択数と触感選択率を表6.1に示す。表情への表現として凸、痛に関する語彙の選択率が比較的高く、乾、冷、熱に関する語彙の選択率が比較的低い結果となった。選択率が比較的高い場合、ある特定の表情を提示した際にその触感に関わる共感覚的表現が多く選択されている、あるいは複数の表情種でその触感に関わる共感覚的表現が選択されている状況が考えられる。同様に選択率が比較的低い場合、表情を提示した際にその触感に関わる共感覚的表現が選択されにくい、あるいはある特定の表情を提示した際にのみ、その触感に関わる共感覚的表現が選択されている状況が考えられる。

### 6.1 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事前に傾向を確認した。この表情と触感の傾向については付録に記す。クロス集計表における表情と触感の関係を視覚化するため、コレスポンデンス分析を行った。出力されたパイプロットを図6.1に示す。パ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、 $\chi^2$ 乗検定を行った。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の連関係数を出力し、関連の度合いを確認する。さらに、残差分析を行い偏りを確認した。

例として表6.2に表情と軟に関する共感覚的表現のクロス集計表を抜粋して示す。表情と

表 6.1: 表情刺激に対する共感覚的表現の選択数

	軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛	累計選択数
選択数	673	638	255	313	613	369	1071	1265	1192	6389
選択率 (%)	15.4	14.6	5.8	7.2	14.0	8.4	24.5	29.0	27.3	146.3

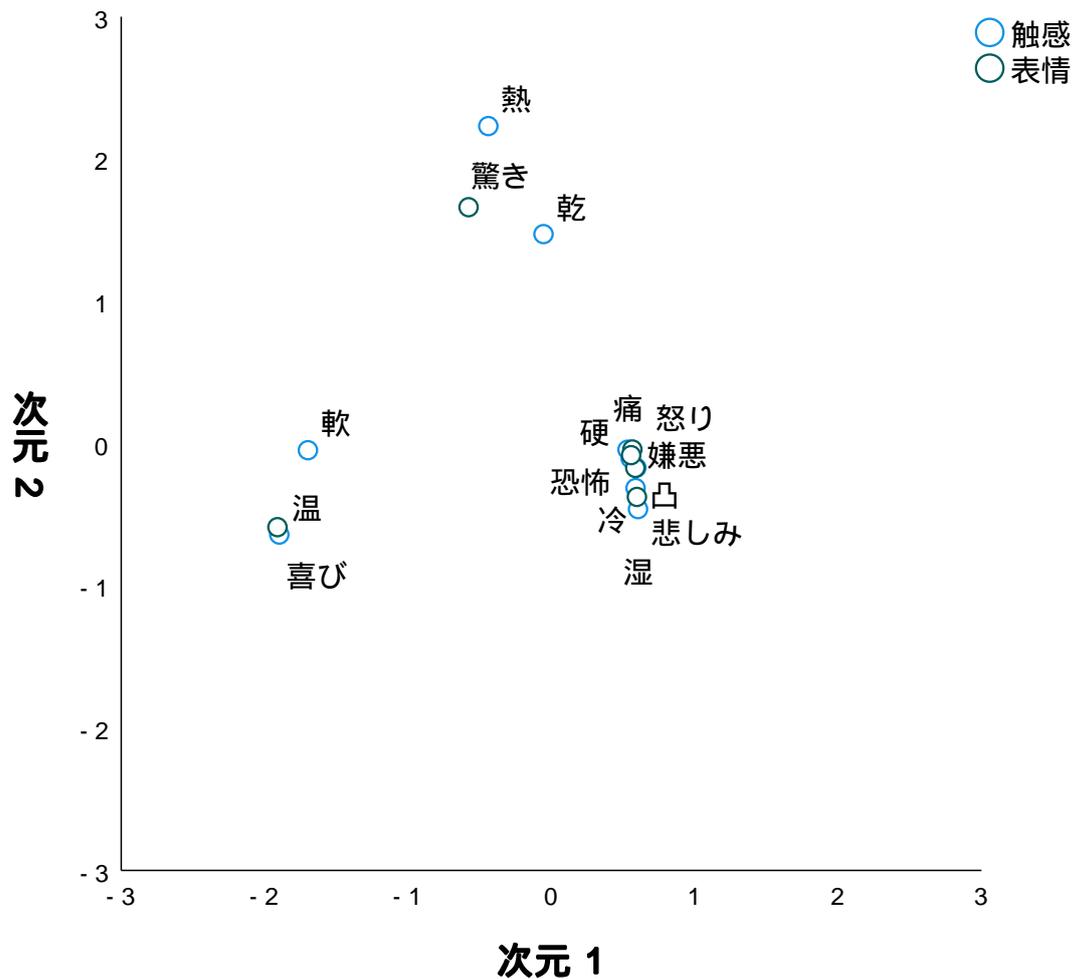


図 6.1: 表情と触感のバイプロット

軟に関する共感覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に5%水準で有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 2050.1, p = 0.00 < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.69$  であった。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覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 2625.9, p = 0.00 < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.78$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、喜びの表情で温に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 191.7, p = 1.7e^{-39} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.209$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、驚きの表情で乾に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 168.8, p = 1.3e^{-34} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.20$  であった。各セルについて残

表 6.2: 表情と軟におけるクロス集計表

表情		軟未選択	軟選択	ケース数
喜び	度数	236	492	728
	期待度数	615.8	112.2	
	調整済み残差	-42.7	42.7	
驚き	度数	561	167	728
	期待度数	615.8	112.2	
	調整済み残差	-6.2	6.2	
累計選択数	度数	3695	673	4368

差分分析を行った結果、怒り、恐怖、悲しみの表情で冷に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 950.2$ ,  $p = 3.6e^{-203} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.47$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、悲しみの表情で湿に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 689.1$ ,  $p = 1.1e^{-146} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.40$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、驚きの表情で熱に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 574.1$ ,  $p = 8.1e^{-122} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.36$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、怒り、嫌悪、恐怖の表情で硬に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 1030.8$ ,  $p = 1.3e^{-220} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.49$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、怒り、嫌悪、恐怖の表情で凸に関する共感覚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覚的表現の  $\chi^2$  乗検定を行った結果、2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(5) = 563.3$ ,  $p = 1.7e^{-119} < 0.05$ )。Cramer の  $V$  は  $V = 0.36$  であった。各セルについて残差分析を行った結果、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情で痛に関する共感覚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、温に関する共感覚的表現については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。本節で確認された表情と触感の対応について、表 6.3 に示す。

表 6.3: 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	○		○			○			

## 6.2 触感の類似に関する分析

調査1の共感覚的表現のグループ化において、「軟、温」と「乾、冷」のように異なる触感が1つのグループとして扱われた。また、付録表Iのクロス集計表において、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情に対して硬、凸、痛がよく選択され、図6.1のバイプロットにおいても痛は硬、凸と距離が近い。この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。

本節では触感同士の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。有意な結果が見られた場合、Cramerの連関係数を出力し、関連の度合いを確認する。さらに、残差分析を行い偏りを確認する。データの前処理として、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。

表6.4に触感同士の組み合わせで行った $\chi^2$ 乗検定の有意確率およびCramerの連関係数を示す。ほとんどの触感の組み合わせで有意差が認められたため、帰無仮説が棄却され対立仮説が採択された。帰無仮説が採択された触感の組み合わせは乾と硬、冷と痛、硬と痛である。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、表6.5と表6.6のように2通りの残差の傾向が見られた。同じ選択肢が選ばれた際に正の残差が見られる場合と、異なる選択肢が選ばれた際に正の残差が見られる場合では対立仮説の解釈が異なる。軟と温のように共に触感が選択された状態に正の残差が見られる場合では、対立仮説が示す軟と温の関連は類似した触感であることを示す。軟と乾のように一方の触感のみが選択された状態に正の残差が見られる場合、軟と乾の関連は相反であることを示し、触感として区別されていることを示す。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。

## 6.3 表情と触感の対応における他要素の影響

本節では表情と触感の対応において、調査参加者の性別、表情刺激の人物差異、形容詞とオノマトペによる語彙種の3項目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。有意な結果が見られた場合、Cramer

表 6.4: 触感同士の  $\chi^2$  検定結果

	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛
軟 有意確率	$3.7e^{-210}$	$1.6e^{-7}$	$5.8e^{-14}$	$1.4e^{-26}$	$7.4e^{-10}$	$1.8e^{-57}$	$4.6e^{-71}$	$1.7e^{-65}$
Cramer の $V$	0.47	0.08	0.11	0.16	0.09	0.24	0.27	0.26
温 有意確率		$3.9e^{-10}$	$3.1e^{-14}$	$9.2e^{-28}$	$6.6e^{-5}$	$1.0e^{-52}$	$1.7e^{-67}$	$1.5e^{-61}$
Cramer の $V$		0.10	0.12	0.17	0.06	0.23	0.26	0.25
乾 有意確率			0.35	$9.5e^{-4}$	0.00	0.41	$1.3e^{-4}$	$2.3e^{-8}$
Cramer の $V$			-	0.05	0.09	-	0.06	0.09
冷 有意確率				0.01	$2.0e^{-6}$	0.03	$9.0e^{-6}$	0.10
Cramer の $V$				0.04	0.07	0.03	0.07	-
湿 有意確率					$2.3e^{-13}$	$6.8e^{-8}$	$2.3e^{-15}$	0.00
Cramer の $V$					0.11	0.08	0.12	0.05
熱 有意確率						$8.8e^{-10}$	$9.0e^{-12}$	$1.9e^{-14}$
Cramer の $V$						0.09	0.10	0.12
硬 有意確率							$4.3e^{-18}$	0.86
Cramer の $V$							0.13	-
凸 有意確率								0.09
Cramer の $V$								-

表 6.5: 共に触感が選ばれた場合に正の残差

		温未選択	温選択	累計選択数
軟未選択	度数	3416	279	3695
	期待度数	3155.3	539.7	
	調整済み残差	30.9	-30.9	
軟選択	度数	314	359	673
	期待度数	574.7	98.3	
	調整済み残差	-30.9	30.9	
累計選択数		3730	638	4368

表 6.6: 一方の触感のみが選ばれた場合に正の残差

		乾未選択	乾選択	累計選択数
軟未選択	度数	3450	245	3695
	期待度数	3479.3	215.7	
	調整済み残差	-5.2	5.2	
軟選択	度数	663	10	673
	期待度数	633.7	39.3	
	調整済み残差	5.2	-5.2	
累計選択数		4113	255	4368

表 6.7: 性別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	0.10	0.78	0.23	0.14	0.09	0.21	0.94	0.01	0.05
Cramer の V	-	-	-	-	-	-	-	0.041	0.03

表 6.8: 性別と凸と痛の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
凸	女 度数	189	166	122	2	71	18
	列 (%)	54.00	47.40	34.90	0.60	20.30	5.10
男	度数	243	203	150	0	80	21
	列 (%)	64.30	53.70	39.70	0.00	21.20	5.60
痛	女 度数	119	132	179	2	123	47
	列 (%)	34.00	37.70	51.10	0.60	35.10	13.40
男	度数	107	150	170	1	116	46
	列 (%)	28.30	39.70	45.00	0.30	30.70	12.20

の連関係数を出し、関連の度合いを確認する。さらに、残差分析を行い偏りを確認する。データの前処理として、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。

はじめに、調査参加者の性別が表情刺激に対する触感の選択に影響を与えたか確認を行う。表 6.7 に共感覚的表現に含まれる触感と性別の  $\chi^2$  検定を行った際の有意確率と Cramer の V の値を示す。有意差が認められたのは凸および痛に関する共感覚的表現であり、他の触感においては有意差が認められず、選択された触感と調査参加者の性別に関連はみられなかった。

性別と凸および痛に関する共感覚的表現の残差分析の結果、男性が女性よりも凸に関する共感覚的表現を選んでいることが多く、有意な偏りが認められた。女性は男性よりも痛に関する共感覚的表現を選んでいることが多く、有意な偏りが認められた。多重クロス集計表を用いて性別が触感と表情の対応に影響を与えたか確認を行う。多重クロス集計表を表 6.8 に示す。凸、痛ともに男女それぞれのケース数に対する列パーセントほどの表情でも高く、割合に差はあるものの影響は少ないと考えられる。

次に、表情刺激の人物の差異が触感の選択に影響を与えたか明らかにするため、 $\chi^2$  検定を行った。検定の結果出力された有意確率と Cramer の V を表 6.9 に示す。表情刺激の人物と

表 6.9: 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	$7.43e^{-19}$	$2.22e^{-4}$	0.82	0.95
Cramer の V	0.04	-	0.04	-	-	0.13	0.06	-	-

表 6.10: 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

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6.10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に影響を与えた可能性が高い。

最後に, 共感覚的表現の形容詞とオノマトペの語彙種の違いが触感の選択に影響を与えたか明らかにするため,  $\chi^2$  検定を行った。検定の結果出力された有意確率とCramerのVを表6.11に示す。語彙種と冷, 硬, 凸, 痛に関する共感覚的表現の間に有意差が認められ, その他の触感では語彙種との間に関連性はみられなかった。

有意差が認められた語彙種と冷, 硬, 凸, 痛に関する共感覚的表現について残差分析を行った結果, 共感覚的表現が形容詞である場合に冷, 硬, 凸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。共感覚的表現がオノマトペである場合に, 痛に関

表 6.11: 語彙種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	0.34	0.55	0.18	$6.00e^{-6}$	0.90	0.06	$4.00e^{-6}$	$1.72e^{-16}$	$1.09e^{-10}$
Cramer の V	-	-	-	0.07	-	-	0.07	0.13	0.10

表 6.12: 語彙種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
冷	オノマトペ	度数	20	7	29	2	57	3
		列 (%)	5.5	1.9	8.0	0.5	15.7	0.8
	形容詞	度数	56	45	38	0	50	6
		列 (%)	15.4	12.4	10.4	0.0	13.7	1.6
硬	オノマトペ	度数	134	142	103	1	61	29
		列 (%)	36.8	39.0	28.3	0.3	16.8	8.0
	形容詞	度数	206	104	124	4	132	31
		列 (%)	56.6	28.6	34.1	1.1	36.3	8.5
凸	オノマトペ	度数	175	156	93	1	66	18
		列 (%)	48.1	42.9	25.5	0.3	18.1	4.9
	形容詞	度数	257	213	179	1	85	21
		列 (%)	70.6	58.5	49.2	0.3	23.4	5.8
痛	オノマトペ	度数	195	166	185	1	100	44
		列 (%)	53.6	45.6	50.8	0.3	27.5	12.1
	形容詞	度数	31	116	164	2	139	49
		列 (%)	8.5%	31.9%	45.1%	0.5	38.2%	13.5

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。冷、硬、凸、痛の触感において語彙種の違い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を行った。多重クロス集計表を表 6.12 に示す。冷に関する共感覚的表現において、怒りと嫌悪の表情で語彙種ごとのケース数に対する列パーセントが異なり、共感覚的表現が形容詞の場合に選択率が高い。硬に関する共感覚的表現においては怒り、悲しみの表情で共感覚的表現が形容詞である場合に選択率が高い。凸、痛に関する共感覚的表現においては怒りの表情で共感覚的表現がオノマトペである場合に選択率が高い。これらは明確な違いであり、オノマトペと形容詞の違いが触感と表情の対応に影響を与えた可能性が高い。

人物と語彙種の差異が表情と共感覚的表現に含まれる触感の対応に影響を与えた可能性があることから、6種の表情および9種の触感を人物、語彙種ごとに区別し、それぞれ12種の表情および18種の触感として取り扱い、再度コレスポネンス分析を行って各触感と表情の関係を確認する。出力したバイプロットを図 6.2 に示す。距離が近い触感と表情として「軟、温、喜び」と「人物2の驚き、熱」と「人物1の驚き、乾」があり、さらに「怒り、嫌悪、

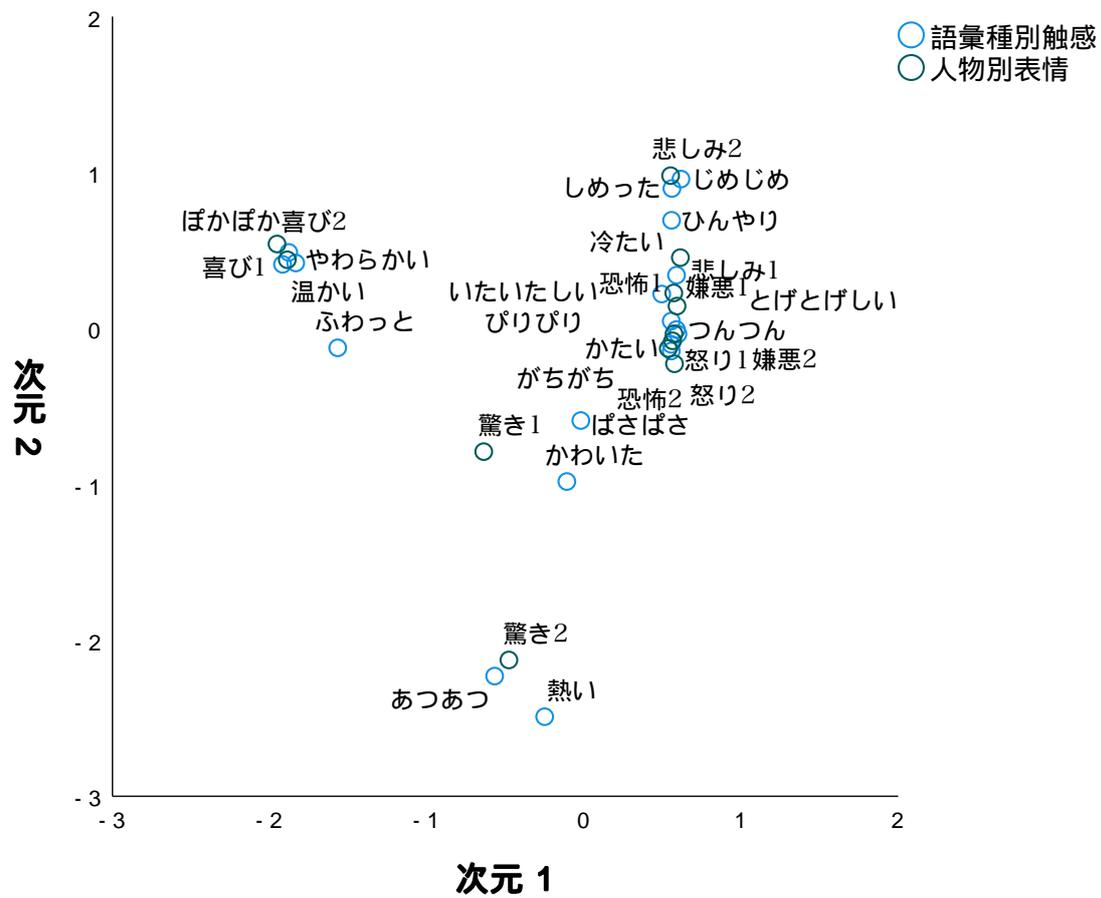


図 6.2: 人物別表情と語彙種別触感のバイプロット

恐怖、硬、凸、痛」と「悲しみ、冷、湿」がある。この結果は図6.1と比較すると驚きとその周囲の触感の関係が大きく異なった。

#### 6.4 共感覚的表現評価結果

表情に対して触感を含む共感覚的表現の評価結果についてまとめる。表情と触感の対応について $\chi^2$ 検定を用いて関連を確認した結果、怒りの表情と「凸、硬、痛、冷」、嫌悪の表情と「凸、硬、痛」、恐怖の表情と「凸、硬、痛、冷」、喜びの表情と「温、軟」、悲しみの表情と「湿、痛、冷」、驚きの表情と「軟、熱、乾」で表情とのその触感の選択に有意な偏りが確認された。触感はCramerのVの値が大きい順に記述した。これらの結果は冷、湿を除くとクロス集計表で確認された傾向と触感の数や順は多少異なるものの類似した結果となった。

次に、調査1で確認された「軟、温」や「乾、冷」のクラスターのように表情を表現する際に類似した評価が行われると考えられる触感の組み合わせについて確認を行った。各触感同士で $\chi^2$ 検定を行った結果、「軟、温」、「冷、湿」、「冷、硬」、「冷、凸」、「硬、凸」の組み合わせにおいて、双方の触感が選択された場合に有意な偏りが見られた。特に「軟、温」および「冷、硬、凸」においては、表情に対して、触感の組み合わせのうちいずれかの触感が選択された際に、組み合わせ内のその他の触感も選択されやすく、1つのグループとして扱われる。

また、これらの表情と触感の対応および触感のグループについて表情刺激の人物とオノマトペと形容詞という語彙種の差異が影響を与えた可能性がある。

## 7 分析2：調査2における表情評価に関する分析

本章では5章の調査において共感的表現に対して行われた表情評価の結果とその分析結果について述べる。はじめに表情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。次に触感を用いた表情表現において提示可能な表情を明らかにするため、各表情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調査参加者の性別や、表情刺激および共感的表現の語彙種の差異が影響を与えるか確認を行う。本章における集計、計算、検定等は全てIBM SPSS Statistics 27を用いて行った。

形容詞とオノマトペの共感的表現を触感ごとに分類し、共感的表現に含まれる触感に対して選択された数を表情ごとに集計して選択数とした。設問数と調査参加者の積をケース数とし、選択数をケース数で割った数を表情選択率とした。設問では複数回答法を採用したため、選択率の合計は100%を超過する。

選択数と触感選択率を表7.1に示す。共感的表現に対して怒り、悲しみの表情の選択率が比較的高く、驚きの表情の選択率が低い結果となった。選択率が比較的高い場合、ある共感的表現を提示した際にその表情が多く選択されている、あるいは複数の共感的表現でその表情が選択されている状況が考えられる。同様に選択率が比較的低い場合、共感的表現を提示した際にその表情が選択されにくい、あるいはある共感的表現を提示した際にのみその表情が選択された状況が考えられる。

### 7.1 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事前に傾向を確認した。この表情と触感の傾向については付録に記す。クロス集計表における表情と触感の関係を視覚化するため、コレスポンデンス分析を行った。出力されたパイプロットを図7.1に示す。パ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。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、選択肢である表情ごとに触感と表情の検定を行う。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。有意な結果が見られた場合、Cramerの連関係数を出し、関連の度合いを確認する。さらに、残差分析を行い偏りを確認する。

例として表7.2に触感と怒りの表情のクロス集計表を抜粋して示す。 $\chi^2$ 検定を行った結

表 7.1: 共感的表現に含まれる触感に対する表情の選択数

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き	累計選択数
選択数	2191	1407	1373	1629	2051	627	9278
選択率 (%)	33.4	21.5	21.0	24.9	31.30	9.6	141.6

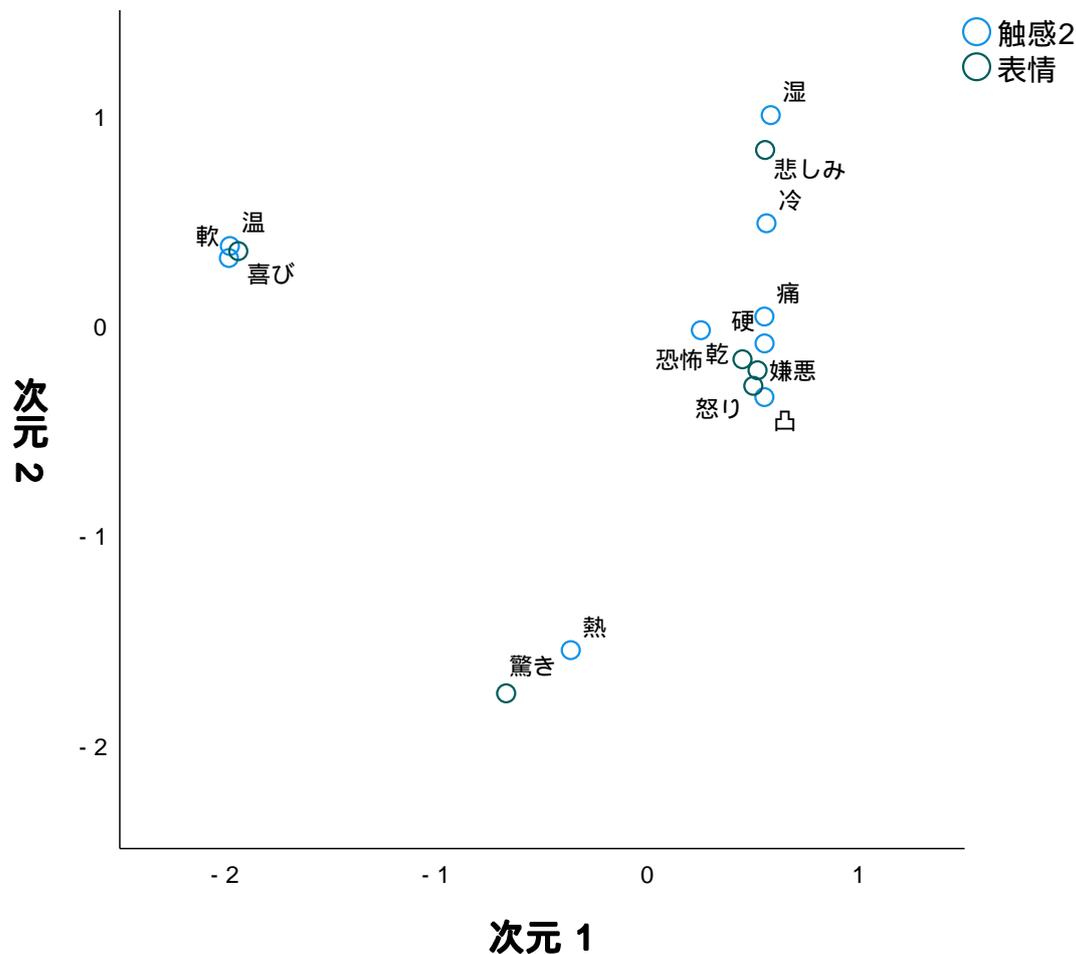


図 7.1: 表情と触感のバイプロット

果, 2変数間に有意差が認められた ( $\chi^2(8) = 1984.8, p = 0.00 < 0.05$ ). Cramer の  $V$  は  $V = 0.55$  であった. 各セルについて残差分析を行った結果, 冷, 硬, 凸, 痛に関する共感覚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 ( $\chi^2(8) = 1202.1, p = 3.4e^{-254} < 0.05$ ). Cramer の  $V$  は  $V = 0.43$  であった. 各セルについて残差分析を行った結果, 硬, 凸, 痛に関する共感覚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 ( $\chi^2(8) = 651.1, p = 2.4e^{-135} < 0.05$ ). Cramer の  $V$  は  $V = 0.32$  であった. 各セルについて残差分析を行った結果, 硬, 凸, 痛に関する共感覚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 ( $\chi^2(8) = 5231.538, p = 0.00 < 0.05$ ). Cramer の  $V$  は  $V = 0.89$  であった. 各セルについて残差分析を行った結果, 軟, 温に関する共感覚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

表 7.2: 触感と怒りにおけるクロス集計表

触感		怒り未選択	怒り選択
冷	度数	407	321
	期待度数	484.6	243.4
	調整済み残差	-6.5	6.5
硬	度数	214	514
	期待度数	484.6	243.4
	調整済み残差	-22.5	22.5
凸	度数	187	541
	期待度数	484.6	243.4
	調整済み残差	-24.8	24.8
痛	度数	387	341
	期待度数	484.6	243.4
	調整済み残差	-8.1	8.1

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( $\chi^2(8) = 2137.4$ ,  $p = 0.00 < 0.05$ )。Cramerの $V$ は $V = 0.57$ であった。各セルについて残差分析を行った結果、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( $\chi^2(8) = 1384.2$ ,  $p = 1.5e^{-293} < 0.05$ )。Cramerの $V$ は $V = 0.46$ であった。各セルについて残差分析を行った結果、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。本節で確認された表情と触感の対応について、表 7.3 に示す。

## 7.2 表情の類似に関する分析

4.5.3項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がみられた。また、図 7.1 のパイプロットにおいても怒り、嫌悪、恐怖の表情は近い位置に配置された。このように触感に対する評価が類似すると考えられる表情の組み合わせが存在する。

本節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。有意な結果が見られた場合、Cramerの連関係数を出力し、関

表 7.3: 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			○			○			

表 7.4: 表情同士の  $\chi^2$  検定結果

		嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
怒り	有意確率	$6.6e^{-89}$	$9.8e^{-29}$	$2.1e^{-229}$	$3.1e^{-4}$	$5.6e^{-40}$
	Cramer の $V$	0.25	0.14	0.40	0.05	0.16
嫌悪	有意確率		$2.8e^{-34}$	$2.9e^{-122}$	0.04	$3.7e^{-22}$
	Cramer の $V$		0.15	0.29	0.03	0.12
恐怖	有意確率			$5.7e^{-117}$	0.64	$3.5e^{-7}$
	Cramer の $V$			0.28	-	0.06
喜び	有意確率				$1.1e^{-207}$	0.84
	Cramer の $V$				0.38	-
悲しみ	有意確率					$1.9e^{-52}$
	Cramer の $V$					0.19

連の度合いを確認する．さらに，残差分析を行い偏りを確認する．データの前処理として，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．

表 7.4 に表情同士の組み合わせで行った  $\chi^2$  乗検定の有意確率および Cramer の連関係数を示す．ほとんどの表情の組み合わせで有意差が認められたため，帰無仮説が棄却され対立仮説が採択された．帰無仮説が採択された表情の組み合わせは恐怖と悲しみ，喜びと驚きである．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，表 7.6 のように残差の傾向が2通り見られた．2つの表情がともに選択された際に正の残差が見られる場合と，一方の表情のみが選択された際に正の残差が見られる場合では対立仮説の解釈が異なる．怒りと嫌悪のように2つの表情がともに選択された際に正の残差が見られる場合では，対立仮説が指す表情同士の関連とは怒りと嫌悪が類似した表情であることを示す．怒りと喜びのように一方の表情のみが選択された際に正の残差が見られる場合，怒りと喜びの関連は相反であることを指し，表情として区別されていることを示す．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」である．検定結果が有意であった他の表情の組み合わせは全て関連が相反であった．

表 7.5: 表情がともに選択された場合に正の残差

		嫌悪未選択	嫌悪選択
怒り未選択	度数	3738	623
	期待度数	3424.5	936.5
	調整済み残差	20	-20
怒り選択	度数	1407	784
	期待度数	1720.5	470.5
	調整済み残差	-20	20

表 7.6: 一方の表情のみが選択された場合に正の残差

		喜び未選択	喜び選択
怒り未選択	度数	2743	1618
	期待度数	3276.7	1084.3
	調整済み残差	-32.3	32.3
怒り選択	度数	2180	11
	期待度数	1646.3	544.7
	調整済み残差	32.3	-32.3

### 7.3 表情と触感の対応における他要素の影響

本節では表情と触感の対応において、調査参加者の性別、表情刺激の人物差異、形容詞とオノマトペによる語彙種の差異の3項目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。有意な結果が見られた場合、Cramerの連関係数を出力し、関連の度合いを確認した。さらに、残差分析を行い偏りを確認した。データの前処理として、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。

はじめに、調査参加者の性別が共感的表現に対する表情の選択に影響を与えたか確認を行う。表7.7に共感的表現に含まれる触感と性別の $\chi^2$ 検定を行った際の有意確率とCramerのVの値を示す。性別と表情に有意差が認められたのは恐怖の表情のみであり、他の表情においては有意差が認められず、選択された触感と調査参加者の性別に関連はみられなかった。

有意差が認められた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、女性が男性よりも共感的表現に対して恐怖の表情を選んでいることが多く、有意な偏りが認められた。調査参加者の性別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7.8に示す。男女それぞれのケース数に対する列パーセントほどの触感においても、割合に差はあるものの大きな差異はなく、調査参加者の性別による影響は少ないと考えられる。

表 7.7: 性別と表情の  $\chi^2$  検定結果

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
有意確率	0.33	0.17	0.03	0.74	0.31	0.17
Cramer の V	-	-	0.03	-	-	-

表 7.8: 性別と恐怖の表情と触感の多重クロス集計表

	軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛
女 度数	3	4	86	71	91	67	131	89	154
列 (%)	0.9	1.1	24.6	20.3	26	19.1	37.4	25.4	44
男 度数	2	2	67	57	78	90	121	113	147
列 (%)	0.5	0.5	17.7	15.1	20.6	23.8	32	29.9	38.9

次に，表情刺激の人物の差異が表情の選択に影響を与えたか明らかにするため， $\chi^2$  検定を行った．検定の結果出力された有意確率と Cramer の V を表 7.9 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 7.10 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，湿に関する共感覚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，痛に関する共感覚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，硬に関する共感覚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．

最後に，形容詞とオノマトペの語彙種の違いが触感の選択に影響を与えたか明らかにするため， $\chi^2$  検定を行った．検定の結果出力された有意確率と Cramer の V を表 7.11 に示す．語彙種と悲しみの表情の間に有意差が認められ，その他の表情では語彙種との間に関連はみられなかった．

有意差が認められた語彙種と悲しみの表情について残差分析を行った結果，オノマトペの共感覚的表現より形容詞の共感覚的表現において，悲しみの表情が多く選択され，有意な偏りが認められた．この語彙種の違いが，どの程度触感と表情の対応に影響を与えたか

表 7.9: 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 7.10: 表情刺激の人物と触感と表情の多重クロス集計表 (一部抜粋)

			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

表 7.11: 語彙種と表情の  $\chi^2$  検定結果

	怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き
有意確率	0.24	0.70	0.11	0.16	$7.6e^{-12}$	0.06
Cramer の V						0.09

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 7.12 に示す。乾, 硬, 痛に関する共感的表現に対して, 形容詞の方が悲しみの表情の選択率が高い。これらは明確な違いであり, オノマトペと形容詞の違いが触感と表情の対応に影響を与えた可能性が高い。

人物と語彙種の差異が表情と共感的表現に含まれる触感の対応に影響を与えた可能性があることから, 6種の表情および9種の触感を人物, 語彙種ごとに区別し, それぞれ12種の表情および18種の触感として取り扱い, 再度コレスポネンス分析を行って各触感と表情の関係を確認する。出力したパイプロット図を図 7.2 に示す。近距離に配置された触感と表情に「軟, 温, 喜び」, 「驚き, 熱」, 「怒り, 嫌悪, 人物 2 の恐怖, 硬, 凸, 痛のオノマトペ」, 「乾, 冷の形容詞, 痛の形容詞, 人物 1 の恐怖」, 「冷のオノマトペ, 人物 1 の悲しみ」と「湿, 人物 2 の悲しみ」がある。この結果は図 7.1 と比較すると多少の差はあるが, 大きな差異は無かった。



## 7.4 表情評価結果

触感を含む共感的表現に対して表情の評価結果についてまとめる。表情と触感の対応について $\chi^2$ 検定を用いて関連を確認した結果、軟と「喜び」、温と「喜び」、乾と「悲しみ、驚き」、冷と「悲しみ、怒り」、湿と「悲しみ」、熱と「驚き」、硬と「悲しみ、怒り、嫌悪、恐怖」、凸と「怒り、嫌悪、恐怖」、痛と「悲しみ、怒り、嫌悪、恐怖」において触感と表情に有意な偏りが確認された。触感はCramerのVの値が大きい順に記述した。これらの結果はクロス集計表で確認された傾向と類似するが、各触感に対する表情種の数大きく異なる結果となった。

次に、表情評価の結果類似する表情や触感について確認を行った。図7.1のバイプロットの結果や各表情同士で $\chi^2$ 検定を行った結果、「怒り、嫌悪」、「怒り、恐怖」、「嫌悪、恐怖」、の組み合わせにおいてどちらの表情も選択された場合に有意な偏りが見られた。「怒り、嫌悪、恐怖」は類似する表情として扱われ、バイプロットで示された結果と一致した。

また、これらの表情と触感の対応および表情種の類似性について表情刺激の人物とオノマトペと形容詞という語彙種が影響を与えた可能性がある。

## 8 議論

本章では共感覚的表現に含まれる触感と表情の双方向の対応に関する調査において得られた6章および7章での結果に対する考察や、共感覚的表現を用いた触感による表情伝達の課題と今後の展望について述べる。

### 8.1 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。

6.1節および7.1節において $\chi^2$ 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る。

4章の調査1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。6.2節および7.2節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 $\chi^2$ 検定やクロスpondens分析で確認した結果、「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、調査1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、調査2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、6.3節および7.3節において、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[4]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。これらの特徴の差異が顔の印象に影響を与え<sup>1</sup>[11]、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。

## 8.2 共感覚的表現を用いた触感による表情伝達の課題と展望

### 8.2.1 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、怒り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確認を行う必要がある。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。

### 8.2.2 表情表現の拡張

本研究では表情と触感の基礎的な対応について調査を行うため、表情刺激として基本的な感情である怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きを用いた。しかし、人の感情や表情はこれらの感情が組み合わさる場合があり、さらに同じ感情に対しても程度が異なる場合や感情を示す表情が状況や個人により異なるなど多様である。これらの表情を表現する際に、本研究で明らかとなった表情に対応する触感を主として用いながら、基礎的な対応とは異なる触感や程度を変化させた触感を副次的な要素として用い、触感を組み合わせることで多様な表情表現に対応することができると考える。例えば、共感覚的表現のうち「ふわり」や「ふんわり」などのように同じ軟という触感でありながら表現が異なるオノマトペを定量化し活用することによって、表情の差異を触感の程度の違いで示すことが可能である。音象徴を用いたオノマトペの定量化は坂本らによってすでに行われており[20]、これを応用することで細かな表情表現が可能だと考える。

触感で得られる刺激は静的であるが、触覚は動的な感覚を得ることができる。脊椎動物に対して触覚刺激を断続的に与えることで行動変容を促すことが可能であり、これが人間の心理現象にも応用できる可能性が指摘されている[21]ことから、表情表現には触感だけでなく断続的に刺激を与えられる振動の利用も考えられる。

---

<sup>1</sup>[https://kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M105388/202101250125/\\_prw\\_PR1f1\\_490oYdIL.pdf](https://kyodonewsprwire.jp/prwfile/release/M105388/202101250125/_prw_PR1f1_490oYdIL.pdf) (2022/2/11 確認)

### 8.2.3 触感を用いた表情伝達システム

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。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 [7] や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 [23] 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。

触感再現には実物体を活用する手法以外に、間接的に触感を再現するため、振動の周波数を利用する手法がある。これは人の皮膚下に存在するマイスナー小体、パチニ小体、メルケル細胞、ルフィニ終末、自由神経終末などの触感を感じるための受容細胞に個別にアプローチを行い、触感を感じさせるものである。井上らは各受容細胞の特性を利用して、力、音、振動の組み合わせによって受容器が感じとる触感を再現する触原色理論に基づいた触感提示システムの実装を行っている [13]。任意の触感を提示するためには実物体を活用したものだけでなく、周波数の振動を利用して触感を再現する手法も検討すべきである。

また、視覚情報を十分に得ることができないユーザを対象とした場合、日常生活において白杖の使用等により手を使用している場合があり、触感を提示する部位としてどの身体部位を活用するのが重要な課題となる。実物体を用いて触感を再現するシステムの場合、触感を得るために提示システムに自ら触れる能動触の動きが必要となる。その際、いずれかの身体部位にシステムを設置し、システム表面を指先でなぞるといった動作を想定してシステムを構成する必要がある。振動を利用するシステムの場合、皮膚に触れるようにシステムをいずれかの身体部位に設置し、触感に触れた部位から受け取る受動触を想定して触感を提示する身体部位の検討を行う必要がある。どちらの手法においても、同じ刺激を受容し続けると刺激を感じ難くなる触覚の順応の性質を考慮する必要がある。

### 8.2.4 共感覚的表現を活用した感覚変換とその利用法

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情報の提示支援であるが、共感覚的表現を用いて表情を触感で表現する手法が確立すれば、本研究の目的以外に、視覚から触覚以外への感覚変換や、表情提示以外のコンテンツにも活用可能である。

「やわらかい表情」のような触覚から視覚への共感覚的表現があるように、触覚から聴覚への共感覚的表現である「冷たい声」や味覚から視覚への共感覚的表現である「苦い顔」などが存在し、これらの感覚変換に共感覚的表現が活用できる可能性がある。

コンテンツへの活用として、例えば、近年エンタテインメントの分野で触覚フィードバックが盛んに行われており、ゲームや映画などの映像コンテンツにおいてユーザの没入感を高めるために活用されている。これらは単純な触感再現であり、映像内の出来事に基づいてその感覚を再現するにとどまっている。このような単純な触覚再現だけではなく、バックグラウンドミュージックのようにユーザの情動に訴えることや状況を感覚的に伝えることを目的に、画面内の人物の表情や状況の雰囲気などの非言語情報を触感として提示することでコンテンツを拡張することが可能だと考える。映像だけでなくコミックなどオノマトペが頻繁に使用されるコンテンツにおいてもまた非言語情報の提示によりコンテンツの拡張が可能だと考えられる。

2.2節において共感覚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全く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り、コンテンツの拡張も同様に行える可能性がある。

## 9 結論

本研究では視覚情報が十分に得られない視覚障害者に対して、触感を用いた表情伝達システムを用いることで表情情報の補助を行うことを目的として、表情伝達システムに必要な表情と触感の対応づけについて研究を行った。「やわらかい表情」や「冷たい表情」などの共感的表現と呼ばれる言語情報を間接的な要因として用いることで表情と触感を対応づけられるという仮説のもと、人の基本的な6感情である怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情と36の共感的表現の対応について調査を行った。各表情に対して共感的表現が適しているか5段階で評価を行い、その結果を用いて階層的クラスタリングを行ったところ7つのクラスターが得られ、そのうち6つのクラスターの触感の属性が「軟、温」、「乾、冷」、「湿」、「熱」、「硬」、「凸」となった。

この結果を用いて、視覚的な情報である表情に対する触感の語彙を含む共感的表現への評価と触感の語彙を含む共感的表現に対する表情の評価が一致し、表情と触感の間接的な対応が成り立つか調査を行った。調査には表情として怒り、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚きの表情を用い、触感として前述の調査で分類された触感である軟、温、乾、冷、湿、熱、硬、凸に痛を加えて用いた。触感に関する共感的表現としてそれぞれの触感を示す形容詞とオノマトペの代表語を用意した。共感的表現に含まれる触感と表情の双方向の対応に関する調査を通して、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」の対応が見られた。この対応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。

表情と触感の対応に関する結果は現段階では共感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見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実験を行い、さらに仮説の検証を行う必要がある。

## 謝辞

本研究の遂行にあたり、国立研究開発法人産業技術総合研究所人間情報研究部門より AIST 顔表情データベース 2017 のデータを提供いただきました。心より感謝申し上げます。

本研究を纏めるにあたり、関西大学総合情報学部の松下光範教授には御指導、御鞭撻を賜りました。教授には学士課程の頃より御指導を賜り、研究会や他大学との研究交流など様々な場で発表し、議論を重ねる場を御提供いただきました。深く感謝申し上げます。

明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科の中村聡史教授ならびに関西学院大学理工学部人間システム工学科の片寄晴弘教授には、学士課程の頃より交流会や研究会の場で様々なご指摘をいただきました。心より感謝申し上げます。

関西大学大学院総合情報学研究科知識情報学専攻の玄道俊氏、小林光氏、福元颯氏、宮本誠人氏、森野穰氏には4年間の研究室生活において、様々な点でお世話になり、また愉快なお話も多くご提供いただきました。深く感謝申し上げます。

研究室生活を送る上でお世話になった松下研究室7期生、8期生、9期生、10期生の皆様に深く感謝申し上げます。特に中西聖氏、返町周氏には多くの研究指導をいただき、また、関西大学総合情報学部総情工房 MonoLab にて製作活動やアルバイトにおいて大変お世話になりました。

関西大学総合情報学部総情工房 MonoLab の長岡直美氏、前谷康太郎氏、坂口和弥氏、神牧尚希氏、竹村響氏に感謝申し上げます。製作を通してものづくりについて多くのことを教えていただきました。また、様々な製作物に多くの刺激をいただきました。

一般財団法人吉村財団の皆様には金銭的なご支援をいただきました。コロナウイルス禍により多くのご配慮をいただき、奨学生として様々なご支援をいただきましたこと、心より感謝申し上げます。

最後に、6年間の学生生活を支えていただいた両親と姉に心から感謝の意を記して謝辞と致します。

## 付録

### 共感覚的表現評価における表情に対する触感の選択傾向

各表情に対してどのような触感が選ばれているか確認するため、表Iに触感と表情のクロス集計表を示す。行パーセントは度数を累計選択数で割った値であり、ある触感の共感覚的表現が他の表情と比較してどの程度選択されたか傾向を確認することができる。列パーセントは度数をケース数で割った値であり、ある表情に対してどのような触感の共感覚的表現が選択されたか傾向を確認することができる。

はじめに列パーセントが10%以上の値を確認する。怒りは冷、硬、凸、痛に関する共感覚的表現がよく選択されており、特に硬、凸、痛の選択率が高い。嫌悪、恐怖は湿、硬、凸、痛がよく選択されており、特に硬、凸、痛の選択率が高い。喜びは軟、温で選択率が高い。悲しみは冷、湿、硬、凸、痛がよく選択されており、特に湿、硬、凸、痛の選択率が高い。驚きは軟、温、乾、熱、痛がよく選択されており、特に軟と熱の選択率が高い。

次に行パーセントが10%以上の値を確認する。軟、温に関する共感覚的表現は喜び、驚きの順によく選択された。乾に関する共感覚的表現は驚き、悲しみ、恐怖、怒りの順でよく選択されたが、悲しみ、恐怖、怒りの表情において乾の選択数は少ない。冷に関する共感覚的表現は悲しみ、怒り、恐怖、嫌悪の順でよく選択されたが、嫌悪、恐怖の表情において冷の選択数は小さい。湿に関する共感覚的表現は悲しみ、嫌悪、恐怖の順でよく選択された。熱に関する共感覚的表現は驚き、怒りの順でよく選択されたが、怒りの表情において熱の選択数は小さい。硬、凸に関する共感覚的表現は怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの順でよく選択された。痛に関する共感覚的表現は恐怖、嫌悪、悲しみ、怒りの順でよく選択された。

調査1においてみられた表情と共感覚的表現に含まれる触感の対応は怒りと「硬、凸」、嫌悪と「硬、凸」、恐怖と硬、喜びと「軟、温」、悲しみと硬である。これらの表情に対する各触感の列パーセントの値はいずれも20%を超えており、同様の傾向が本調査でも確認された。さらに、調査1で確認された以外の表情と触感の対応も確認された。

表 I: 触感と表情のクロス集計表

触感		怒り	嫌悪	恐怖	喜び	悲しみ	驚き	累計選択数
軟	度数	3	2	5	492	4	167	673
	行 (%)	0.4	0.3	0.7	73.1	0.6	24.8	
	列 (%)	0.4	0.3	0.7	67.6	0.5	22.9	
温	度数	1	2	3	547	1	84	638
	行 (%)	0.2	0.3	0.5	85.7	0.2	13.2	
	列 (%)	0.1	0.3	0.4	75.1	0.1	11.5	
乾	度数	29	23	31	9	44	119	255
	行 (%)	11.4	9.0	12.2	3.5	17.3	46.7	
	列 (%)	4.0	3.2	4.3	1.2	6.0	16.3	
冷	度数	76	52	67	2	107	9	313
	行 (%)	24.3	16.6	21.4	0.6	34.2	2.9	
	列 (%)	10.4	7.1	9.2	0.3	14.7	1.2	
湿	度数	43	101	95	1	353	20	613
	行 (%)	7.0	16.5	15.5	0.2	57.6	3.3	
	列 (%)	5.9	13.9	13.0	0.1	48.5	2.7	
熱	度数	44	21	30	33	2	239	369
	行 (%)	11.9	5.7	8.1	8.9	0.5	64.8	
	列 (%)	6.0	2.9	4.1	4.5	0.3	32.8	
硬	度数	340	246	227	5	193	60	1071
	行 (%)	31.7	23.0	21.2	0.5	18.0	5.6	
	列 (%)	46.7	33.8	31.2	0.7	26.5	8.2	
凸	度数	432	369	272	2	151	39	1265
	行 (%)	34.2	29.2	21.5	0.2	11.9	3.1	
	列 (%)	59.3	50.7	37.4	0.3	20.7	5.4	
痛	度数	226	282	349	3	239	93	1192
	行 (%)	19.0	23.7	29.3	0.3	20.1	7.8	
	列 (%)	31.0	38.7	47.9	0.4	32.8	12.8	
ケース数		728	728	728	728	728	728	4368

表 II: 触感と表情のクロス集計表

		軟	温	乾	冷	湿	熱	硬	凸	痛	合計
怒り	選択数	2	4	186	321	94	188	514	541	341	2191
	行 (%)	0.1	0.2	8.5	14.7	4.3	8.6	23.5	24.7	15.6	
	列 (%)	0.3	0.5	25.5	44.1	12.9	25.8	70.6	74.3	46.8	
嫌悪	度数	1	4	101	118	115	97	280	388	303	1407
	行 (%)	0.1	0.3	7.2	8.4	8.2	6.9	19.9	27.6	21.5	
	列 (%)	0.1	0.5	13.9	16.2	15.8	13.3	38.5	53.3	41.6	
恐怖	度数	5	6	153	128	169	157	252	202	301	1373
	行 (%)	0.4	0.4	11.1	9.3	12.3	11.4	18.4	14.7	21.9	
	列 (%)	0.7	0.8	21	17.6	23.2	21.6	34.6	27.7	41.3	
喜び	度数	691	707	58	4	2	160	2	2	3	1629
	行 (%)	42.4	43.4	3.6	0.2	0.1	9.8	0.1	0.1	0.2	
	列 (%)	94.9	97.1	8	0.5	0.3	22	0.3	0.3	0.4	
悲しみ	度数	7	8	295	430	590	17	269	132	303	2051
	行 (%)	0.3	0.4	14.4	21	28.8	0.8	13.1	6.4	14.8	
	列 (%)	1	1.1	40.5	59.1	81	2.3	37	18.1	41.6	
驚き	度数	81	72	99	9	4	330	12	10	10	627
	行 (%)	12.9	11.5	15.8	1.4	0.6	52.6	1.9	1.6	1.6	
	列 (%)	11.1	9.9	13.6	1.2	0.5	45.3	1.6	1.4	1.4	
ケース数		728	728	728	728	728	728	728	728	728	6552

### 表情評価における触感の語彙を含む共感的表現に対する表情の選択傾向

各共感的表現に対してどのような表情が選ばれているか確認するため、表 II に触感と表情のクロス集計表を示す。列パーセントは度数を累計選択数で割った値であり、ある表情が他の表情と比較してどの程度選択されたか傾向を確認することができる。行パーセントは度数をケース数で割った値であり、共感的表現に含まれる触感に対してどのような表情が選択されたか傾向を確認することができる。

はじめに行パーセントが10%以上の値を確認する。軟に関する共感的表現の場合、喜びと驚きの表情がよく選択され、特に喜びはほとんどの調査参加者に選択された。温に関する共感的表現の場合、喜びの表情がほとんどの調査参加者に選択された。乾に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ、驚きの表情が選択され、特に悲しみの選択率が高い。冷に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情でよく選択され、特に怒りと悲しみの選択率が高い。湿に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情がよく選択され、特に悲しみの選択率が高い。熱に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ、驚きの表情でよく選択され、特に驚きで選択率が高い。硬、凸に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみの表情がよく選択され、特に怒りの表情で選択率が高い。痛に関する共感的表現の場合、怒り、嫌悪、恐怖、悲しみ、驚きの表情でいずれも選択率が高い。

次に列パーセントが10%以上の値を確認する。怒りの表情は凸，硬，痛，冷の順によく選択された。嫌悪の表情は凸，痛，硬の順によく選択された。恐怖の表情は痛，硬，凸，湿，熱，乾の順によく選択された。喜びの表情は温，軟，の順によく選択された。悲しみの表情は湿，冷，痛，乾，硬の順によく選択された。驚きの表情は熱，乾，軟，温の順によく選択されたが，温に関する共感的表現提示時の驚きの表情選択率は低い。

調査1においてみられた表情と共感的表現に含まれる触感の対応は怒りと硬，凸，嫌悪と硬，凸，恐怖と硬，喜びと軟，温，悲しみと硬である。これらの表情に対する各触感の行パーセントの値はいずれも30%を超えており，同様の傾向が本調査でも確認された。さらに，調査1で確認された以外の表情と触感の対応も確認された。

## 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] Buimer, H. P., Bittner, M., Kosteljik, T., van der Geest, T. M., Nemri, A., van Wezel, R. J. A. and Zhao, Y.: Conveying facial expressions to blind and visually impaired persons through a wearable vibrotactile device, *PLOS ONE*, Vol. 13, No. 3, pp. 1–16 (2018).
- [3] Ekman, P.: An argument for basic emotions, *Cognition and Emotion*, Vol. 6, No. 3-4, pp. 169–200 (1992).
- [4] 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).
- [5] Helmholtz, v. H.: *Concerning the perceptions in general. Treatise on physiological optics*, Vol. III, New York, NY: Dover (1962(1866)).
- [6] Hertenstein, M. J., Keltner, D., App, B., Bulleit, B. A. and Jaskolka, A. R.: Touch communicates distinct emotions, *Emotion*, Vol. 6, No. 3, pp. 528–33 (2006).
- [7] 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).
- [8] Köhler, W.: *Gestalt Psychology*, Liveright (1929).
- [9] Ramachandran, V. and Hubbard, E.: Synaesthesia: A window into perception, thought and language, *Journal of Consciousness Studies*, Vol. 8, No. 12, pp. 3–34 (2001).
- [10] Williams, J. M.: Synesthetic adjectives : a possible law of semantic change, *Language*, Vol. 52, No. 2, pp. 461–478 (1976).
- [11] 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).
- [12] 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).
- [13] 井上康之, 中郁己, 加藤史洋, 舘暉: 触原色原理に基づいた触覚提示システム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp. 86–94 (2020).
- [14] 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).
- [15] 岡本正吾, 永野光, 山田陽滋: 素材の触知覚を構成する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).

- [16] 楠見孝: 味覚メタファ表現への認知的アプローチ, 日本言語学会第127回大会予稿集, pp. 9-14 (2004).
- [17] 国広哲弥: 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).
- [18] 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).
- [19] 酒井彩加: 『共感覚的比喩』の一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).
- [20] 坂本真樹: オノマトペによる感性の定量化: ‘もの’と感性をつなぐ技術へ, 電子情報通信学会誌, Vol. 100, No. 11, pp. 1193-1198 (2017).
- [21] 佐藤愛子: 点滅光によって誘発されるそれ特有な心理生理的現象, 照明学会雑誌, Vol. 57, No. 9, pp. 576-579 (1973).
- [22] 清水祐一郎, 土斐崎龍一, 坂本真樹: オノマトペごとの微細な印象を推定するシステム, 人工知能学会論文誌, Vol. 29, No. 1, pp. 41-52 (2014).
- [23] 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).
- [24] 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).
- [25] 仲谷正史, 筧康明, 南澤孝太, 三原聡一郎, 舘暉: 触感表現の一般普及に向けた方法論とテクニカルワークショップを通じたその実践, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 19, No. 4, pp. 593-603 (2014).
- [26] 広瀬浩二郎: ユニバーサル・ミュージアム さわる! “触”の大博覧会, 小さ子社 (2021).
- [27] 藤田和生: 感情科学, 京都大学学術出版会 (2007).
- [28] 三浦麻子, 小林哲郎: オンライン調査モニタのSatisficeに関する実験的研究, 社会心理学研究, Vol. 31, No. 1, pp. 1-12 (2015).
- [29] 武藤彩加: 日本語の共感覚的比喩, ひつじ書房 (2015).
- [30] 矢口幸康: オノマトペをもちいた共感覚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).