

# 人工物画像に対する視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響

西山 紗耶香

(行廣 隆次ゼミ)

人間には五感と呼ばれる感覚機能が備わっていると言われている。細かくはもっと分かれるが、視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚等がよく知られている。この中で脳内での情報処理も含めて最もよく調べられている感覚は視覚であろう。視覚では、色や形の情報と位置や速度などの情報は脳の中では別の経路で処理されていることも分かっている。これらの感覚には、単独に刺激が与えられることもあるが、一般的には同時に色々な情報が刺激として入ってくる(小池, 2009)。

また、感覚は2つに分けられることがある。一つは近感覚と呼ばれるもので、知覚されたものが、体の感受部位にじかに接触している場合であり、もう一つは遠感覚と呼ばれるもので、知覚されたものが、媒質(空気、光)を介して感覚器官を刺激する場合である。この分け方を適応すれば、視覚は遠感覚であり、触覚は近感覚と考えられるだろう(カツツ, 2003)。

そして、このような感覚を統合してものが見えるという知覚経験がなされている。知覚の過程は環境からの刺激と感覚器官、神経系、脳の感覚野が互いに作用し合って行われている。目、耳、鼻、舌、皮膚等の感覚器官から伝わる情報は脳新皮質の感覚野に送られ、それに対応するそれぞれの感覚野領域が存在する。その中でも人間にとって最も重要な知覚は視覚だと言われている。人間は環境からの情報を複数の感覚器官を使って取り込んでいるが、目から取り入れる視覚情報は膨大であり、一説によると視覚情報が感覚情報の70%~80%を占めていると言われている。このような膨大な情報を意味付けするのが視覚系の働きである(日岡・沖田・片岡・八木, 2010)。

人は対象物の表面の凹凸や弾性、熱伝導性といった物理特性を知覚することによって対象物の持つ触覚的な質感を得ている。特に、手触りや肌触りといった質感は、実際に手に取って触ってみ

ないと評価が容易ではない。例えば、触覚的な質感は、その質感の印象が潜在的にあるかどうかによって、素材に対するイメージに依存したり視覚的に依存してしまったりする。また、質感の心象は経験によって得られるので、触ったことのない生地についてはイメージし難いこともある。布素材に限らず様々な材質において物質の表面形状と材質感についても解析されているが、これらの研究では触対象としての素材を用意し、実際にその対象物を触ることによって質感の評価を行っている。しかし、対象物の触覚的な質感は二次元画像の情報から視覚的に捉えることもできる。それには、凹凸の形状だけではなく、凹凸が照明に照らされて生まれる陰影が大きく影響する。つまり、三次元の対象物の凹凸に触れたり見たりして得られる触覚的な質感だけでなく、陰影があれば二次元画像であっても視覚的にその触覚的な質感を得ることができると考えられる(佐々木・鈴木・坂東, 2011)。

私たち人間は、複数の感覚機能から得た情報を統合して、外界の知覚を行う。このことを感覚統合という。そして、視聴覚や視触覚などの多感覚情報の統合的認知として、単なる感覚間の相互作用の確認ではなく、各モダリティとは独立した脳内表象の解明を目指す研究として、感覚融合認知を位置づけている(横澤, 2014)。

また、これと似たもので、共感覚といわれている現象がある。共感覚とは、ある感覚領域の経験を他の感覚領域を用いて表現することである。ここでは、感覚領域間を越えた情緒・感覚的意味の共通性が基盤になっている。これは、人に普遍的な感覚経験に支えられているため、誰にでも共通しており、学習する部分は小さい。たとえば、「柔らかい」という触覚形容語は、形、味、音、色、性格などの表現に転用できる。いずれも強度が弱く快適な刺激であることを示している(楠見,

2002)。

そして、共感覚、モダール間現象の名のもとで、各感覚のモダリティに共通した性質があることが古くから知られている。たとえば誰でも、高い音には明るい色を連想し、低い音は暗い色に対応しやすい。また赤は暖かく、青は冷たく感じられる。これらの事実から感覚のモダリティを越えた共通の心理学的過程の存在が推定される(大山・瀧本・岩澤, 1993)。

他にも、共感覚を生じさせる神経基盤の候補は、隣り合った感覚皮質間に機能的な結合が存在する、というものもある。これは、音声によって色が見える共感覚が起こっている時には、聴覚領域だけでなく、高次な視覚処理を担っている外線条皮質が活動するというものである。そして、多感覚刺激(たとえば、視覚+聴覚)によって、単一の感覚刺激(視覚だけor聴覚だけ)によって生じる活性の度合いを足し合わせた場合よりも大きな(スーパーアディティブ)活性が生じる脳領域や、視覚処理を行っていると考えられていた脳領域の反応が聴覚刺激によって非常に強く促進されたことなども明らかになってきた(三浦, 2010)。また、視覚と触覚についても様々な研究が行われている。中原・北原・大田(2008)は、現実のエッジと異なる視覚刺激を重畳提示することにより、エッジから我々が受ける印象を操作することが可能であることを確認した。

このような研究が数多くされている中で、本研究ではモダリティ間の相互作用に着目することとした。今までにも、複数の感覚モダリティ間の相互作用の研究が盛んに行われており、このような感覚モダリティ間の相互作用については、視覚と聴覚、視覚と触覚など多くの研究が視覚を主体としてきた(菊地・秋田・阿部, 2013)。

そして、感覚モダリティそれぞれが独立して機能しているにもかかわらず、相互に影響しあって、我々の全体的な知覚経験を成立させているのである。複数の感覚経路から情報を得るということは、視覚のみならず触覚からも得ることができる(たとえば対象が持つ形や大きさ、質感など)。視覚と触覚からの情報を同時に獲得しても、それらの情報が違和感なく処理され、統一された対象の知覚が形成されている(大森・巖島, 2008)。

また、我々はある感覚モダリティに関する印象を、それぞれとは異なる他の感覚モダリティを通して経験することができる。たとえば、視覚情報からは視覚的な印象(光沢感、透明感など)だけでなく、触覚的な印象(硬さ感、ざらざら感など)を感じることもある。このような視覚情報からもたらされる触覚的印象(以下、視覚的触感)は、対象に触れる前に我々にある程度信頼できる触覚情報を提供し、対象に接触する際の力加減の調整や、対象のアフォーダンスの知覚に役立っていると考えられる。

このように、共感覚や感覚モダリティなど、五感に関する研究は、心理学はもちろん、行動計量学やロボット学、生体医工学など、様々な分野で研究が行われている。しかし、五感に関する研究については、まだ解明されていないことが多い。そのため、本研究では、五感の中から視覚と触覚の2つの感覚を取り上げ、この2つの感覚の関係性を明らかにすることで、人がどのようにして外界を認知するのかを知る手掛かりとすることを目的とした。

視覚と触覚の相互作用についての研究は過去にもいくつか行われている。たとえば、山本・崔・三浦(2014)は、自然画像から喚起される視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響を検討し、視覚刺激と同時に触覚刺激を呈示したところ、触覚刺激を呈示していない条件に比べ、視覚的触感の程度は触覚刺激の触印象に近づくように高くなったことを報告している。一方で触覚刺激に順応した後で視覚刺激を呈示した場合、視覚的触感の程度は触覚刺激を呈示しない条件に比べ、触覚刺激の触印象から離れるように低くなった。これは、触覚情報が視覚的触感の判断に影響を及ぼすことを示し、さらにその影響が判断レベルではなく、感覚処理レベルで生じていることを示唆している。しかし、この研究では、視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響が自然画像のみを対象としており、人工的に作られたものの画像の触覚情報からも同様の相互作用するのかについては研究されていない。我々が日頃見ているものや触っているものは、自然界にあるものよりも圧倒的に人工的に作られたものが多いことから、人工物に対しても同様に、視覚的触感に触覚情報が影響を及ぼすかどうかを

研究することにした。

本研究では、人工物画像に対する視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響を検討した。具体的には、視覚画像の観察に際し、触覚刺激に接触することで触覚情報を付与する条件と、触覚刺激には接触せずに視覚画像を単独で観察する条件の間で、視覚画像から喚起される触印象を比較した。印象評定には、素材の感性的側面を評価するため、オノマトペや形容詞を尺度として用いた。この印象評定の尺度は山本他（2014）の尺度をそのまま引用し、実験方法を統一することで方法による差異を減らすことが出来ると考えた。オノマトペは感覚と強く関連する語であり、オノマトペの感覚関連性は以前から検証の対象とされ、複数の感覚とオノマトペとの関係が注目されてきた。また、オノマトペが映像の動きの激しさや速度などの感覚的な物理的特性だけでなく、波乱感や倦怠感などの映像の印象などの心理的特性もあわせて表現できることが報告されている（矢口, 2011）ことから、印象評定にオノマトペを使用することは適していると考えられる。

初めに予備実験として、本実験に使用する視覚刺激と触覚刺激を選定した。山本他（2014）では視覚刺激に自然画像のみを使用していたが、自然物よりも人工物の方が多く日頃手に触っており、視覚的触感判断レベルで行われているかもしれないと考えたため、本実験では人工物画像を使用し、自然物か人工物かによって変化するかを検討した。もし先行研究と同様の相互作用が生じるのであれば、画像による変化は起きないと考えられる。また、触覚刺激は複数用意することで最も山本他（2014）で使用された触印象に近い触覚刺激を選定することにした。さらに、山本他（2014）で使用された触印象に近い触覚刺激とはタイプの違う刺激も使用することにした。これにより、触覚刺激のタイプが違っていても効果が同じように出るかどうかが検討した。これは、視覚刺激の画像の刺激の種類は多いのに、触覚刺激の種類が少ないという問題があるためである。触覚刺激の接触方法について、山本他（2014）では触覚刺激をモーターで回転させ、実験参加者には受動的に触れさせていたのに対し、本実験では固定された触覚刺激を実験参加者に能動的に触れてもらうという差

があった。

本実験では、触覚刺激を視覚刺激に先行して呈示し、課題非関連な触覚情報が視覚的触感に影響を与えるかどうかについて検討した。また、触覚刺激の影響が感覚処理レベルで生じているのか、それとも判断レベルで生じているのかを調べるため、触覚順応を用いて検討した。順応とは、刺激に長時間さらされることで類似した刺激への反応が変化する現象であり、順応後に呈示される刺激は、残効により順応前とは異なって知覚される。山本他（2014）では、触覚刺激への順応により視覚的触感に影響が生じ、視覚のみ条件よりも視触覚条件の触印象が低くなると示唆された。もし、本研究で同様の相互作用が視覚的触感についても生じるのであれば、触覚情報を付加した場合、視触覚条件が触覚のみ条件の触印象よりも低くなるように変化することが予想される。

## 予備実験

予備実験では、本実験で用いる視覚刺激と触覚刺激のそれぞれから単独で喚起される触印象について事前に測定を行った。また、得られた刺激画像の分類をもとに視覚刺激の選定を行い、本実験で使用する画像の選定を行った。

## 方法

**実験参加者** 10名（男性6名、女性4名）で、平均年齢は21.4歳であった。参加者の利き手は全員右手であった。参加者のうち5名は視覚刺激の評定を行い（視覚条件）、5名は触覚刺激の評定を行った（触覚条件）。

**装置** 視覚刺激はパソコンで呈示し、プログラムはPsychoPy1.83.01で作成した。

**刺激** 刺激画像として、実験者がインターネット上で入手した人工物画像38枚を画像処理ソフトで加工し、実験に用いた。これらの画像は、被写体の素材、色彩、意味性（人工物）に関し、触感の評価が多様となるように選定した。評定の際は、PsychoPyのアナログ尺度で線分（0から1）が写真を呈示してすぐに各評定尺度の下に表示されるようにした。触覚刺激には凹凸のあるものを7

種類用意し、評価の際は、各評価尺度の下に線分(10cm)が書かれたものを評価用紙として用いた。**手続き** 視覚条件では、ディスプレイ上に凝視点が100ミリ秒間呈示された後、ランダムに選ばれた1枚の視覚刺激を100ミリ秒間呈示した。触覚条件では、机の下に配置された触覚刺激に右手の人差し指で20秒間接触を行った。触覚刺激は机の下に配置され、参加者からは見えない状態で行った。参加者は視覚刺激や触覚刺激から感じられる「ざらざら」「かさかさ」「つるつる」「細かい」印象の程度をそれぞれ評価した。参加者は感じた印象が低かった場合は評価尺度の線分の左側の方に、印象が高かった場合は右側の方にチェックをするように指示をした。視覚条件では、参加者は38枚の画像全てに対して一度ずつ評価を行い、触覚条件では、参加者は7種類の接触した刺激全てに対して一度だけ評価を行った。

## 結果

評価用紙の左端からチェックされた位置までの距離を評価値とし、各視覚刺激と触覚刺激について平均評価値を求めた。

視覚刺激は、Ward法でクラスター分析を行い、4つのクラスターに分類した。また、主成分分析によって2成分を抽出した。全ての画像刺激の2次元上の布置とクラスター (Figure 1) を参照し、「つるつる」印象が高いグループと「ざらざら・かさかさ」印象が高いグループの2グループを選別した。視覚刺激の「つるつる」に分類したものを視覚刺激 a、ざらざら・かさかさ」に分類したものを視覚刺激 b とした (Figure 2)。

触覚刺激については、7種類の中から2種類を、「つるつる」印象が高く、「ざらざら・かさかさ」印象が低いものを触覚刺激 A、「ざらざら・かさかさ」印象が高く、「つるつる」印象が低いものを触覚刺激 B として選び、本実験に用いた (Figure 3, 4)。触覚刺激 A では、視覚刺激 a を類似刺激、視覚刺激 b を非類似刺激とし、触覚刺激 B では、視覚刺激 b を類似刺激、視覚刺激 a を非類似刺激として、結果の比較を行うこととした。

また、各クラスターに分類された視覚刺激はそれぞれ10枚 (視覚刺激 a) と11枚 (視覚刺激 b)

であり、刺激枚数に隔たりが見られたため、各クラスターから代表的な刺激をそれぞれ10枚ずつ選定し、合計20枚をテスト刺激として本実験に用いた。

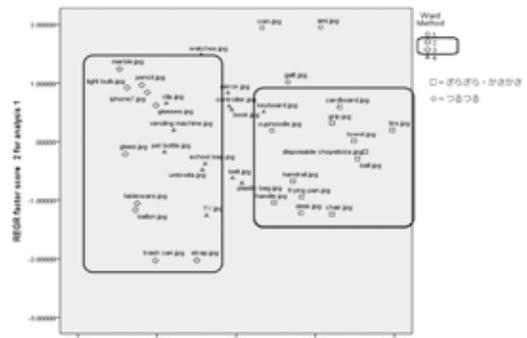


Figure 1. 主成分分析とクラスター分析 (Ward法) による視覚刺激の布置



Figure 2. 視覚刺激

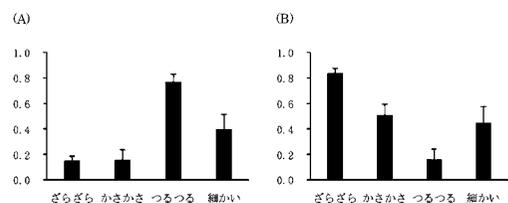


Figure 3. 触覚刺激 AB の平均評価値 (エラーバーは標準誤差)

## 人工物画像に対する視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響

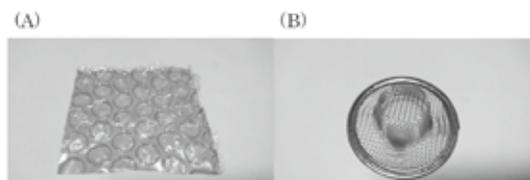


Figure 4. 触覚刺激

## 本実験

本実験では、触覚刺激を視覚刺激に先行して呈示し、視覚刺激から喚起される視覚的触感に影響を与えるかどうかについて検討した。視覚刺激のみを呈示する条件（視覚のみ条件）と、触覚刺激に先に触れその後視覚刺激を呈示する条件（視触覚条件）との間で視覚的触感の大きさを比較した。また、触覚刺激の影響が感覚処理レベルでの変化を反映したものなのか、それとも判断レベルで生じているのかを検討するため、触覚順応を用いて検討を行った。

## 方法

**実験参加者** 20名（男性15名・女性5名）で、平均年齢は20.5歳であった。参加者の利き手は全員右手であった。

**装置** 予備実験と同様であった。

**刺激** 予備実験で選定した20枚の人工物画像を実験に用いた。触覚刺激は予備実験で選定した2種類を用いた。評定の際も同様に、PsychoPyのアナログ尺度で線分（0から1）が写真を呈示してすぐに各評定尺度の下に表示されるようにした。

**手続き** 実験は出来るだけ静かな場所で行った。各試行は参加者のスペースキー押しにより開始した。キー押し後、ディスプレイ上に凝視点が100ミリ秒間出現し、その後に1枚の視覚刺激を100ミリ秒間呈示した。視触覚条件では、参加者は各試行の開始前に触覚刺激に毎回20秒間触れ、その後すぐにキー押しにより試行を開始した。視覚のみ条件では、触覚刺激に触れずに試行を開始した。キー押し後、ディスプレイ上に凝視点が100ミリ秒間出現し、その後に1枚の視覚刺激を100

ミリ秒間呈示した。参加者の課題は、視覚刺激から感じられる「ざらざら」「かさかさ」「つるつる」「細かい」の4つの印象の程度を、視覚刺激消失後に画面に表示された線分の該当する位置にチェックすることで評定を行った。触覚刺激についての教示は特に行わなかった。視覚のみ条件の手続きは、触覚刺激が呈示されない以外は視触覚条件と同様に行った。

全ての参加者は、視覚のみ条件と視触覚条件の2つの条件に参加した。2つの条件はそれぞれ別セッションで行い、参加者の半数は先に視覚のみ条件を行い、残りの半数は視触覚条件を先に行った。条件間では5分間の休憩が取られた。各条件では選定した全ての視覚刺激をランダムな順に一度ずつ呈示し、2つの条件で選定した全ての視覚刺激×2試行を行った。また、触覚刺激は10名に触覚刺激Aを、もう10名には触覚刺激Bに触らせるように、カウンターバランスを行った。

## 結果

触覚刺激Aの各項目の評定値をFigure 5に示す。触覚刺激Aによる影響を検討するため、2（類似・非類似）×2（視覚のみ・視触覚）×4（評定語）の三要因分散分析を行ったところ、類似性の主効果（ $F(1, 9) = 8.16, p = .019$ ）および評定語の主効果（ $F(3, 27) = 21.87, p < .01$ ）が有意であった。さらに、類似性と評定語の交互作用（ $F(3, 27) = 56.93, p < .01$ ）が有意であった。各評定語における類似性の単純主効果の結果、“ざらざら”（ $F(1, 9) = 122.12, p < .01$ ）、“かさかさ”（ $F(1, 9) = 111.19, p < .01$ ）、“つるつる”（ $F(1, 9) = 142.13, p < .01$ ）において有意で、“ざらざら”、“かさかさ”では類似刺激よりも非類似刺激の方が高く、“つるつる”では類似刺激の方が非類似刺激よりも高かった。

触覚刺激Bの各項目の評定値をFigure 6に示す。触覚刺激Bも触覚刺激Aと同様に、触覚刺激による影響を検討するため、2（類似・非類似）×2（視覚のみ・視触覚）×4（評定語）の三要因分散分析を行ったところ、類似性の主効果（ $F(1, 9) = 20.32, p < .01$ ）および評定語の主効果（ $F(3, 27) = 18.79, p < .01$ ）が有意であった。さらに、

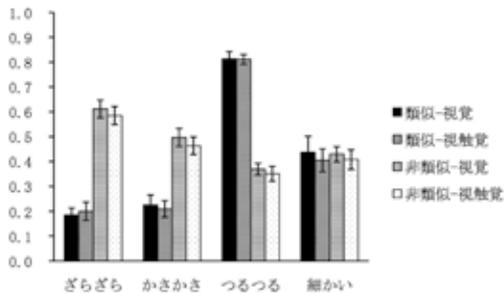


Figure 5. 触覚刺激 A 平均評定値  
(エラーバーは標準誤差)

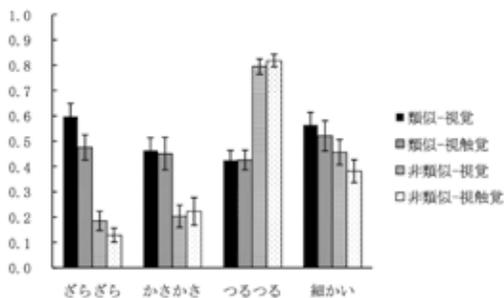


Figure 6. 触覚刺激 B 平均評定値  
(エラーバーは標準誤差)

類似性と評定語の交互作用 ( $F(3, 27) = 48.24, p < .01$ )、視覚刺激と評定語の交互作用 ( $F(3, 27) = 7.89, p < .01$ ) が共に有意であった。類似性と評定語の交互作用について、各評定語における類似性の単純主効果の検定を行った結果、“ざらざら” ( $F(1, 9) = 101.10, p < .01$ )、“かさかさ” ( $F(1, 9) = 38.36, p < .01$ )、“つるつる” ( $F(1, 9) = 102.13, p < .01$ ) において類似と非類似の差が有意であり、“ざらざら”、“かさかさ” は類似刺激の方が非類似刺激よりも高く、“つるつる” は類似刺激よりも非類似刺激の方が高かった。また、視覚刺激と評定語の交互作用についても同様に、各評定語における視覚刺激の単純主効果の検定を行った結果、“ざらざら” ( $F(1, 9) = 20.26, p = .001$ )、“細かい” ( $F(1, 9) = 6.52, p = .031$ ) において視覚のみと視触覚の差が有意であり、“ざらざら” と “細かい” は視覚のみ条件の方が視触覚条件よりも高かった。

## 考 察

本実験では、視覚的触感に及ぼす触覚刺激の影響と、その影響がどのような段階で生じているのかを検討するため、視覚刺激呈示前に 20 秒間触覚刺激に接触させ、触覚順応を用いて検討を行った。

まず、本実験から、触覚刺激 A では、視覚のみ条件と視触覚条件との間に有意な差は見られなかった。しかし、触覚刺激 B では、“ざらざら” と “細かい” 印象が視覚のみ条件よりも視触覚条件の方が有意に低くなった。一方で、“かさかさ” と “つるつる” 印象には条件間で有意な差は見られなかった。先行研究である山本他 (2014) では、触覚刺激の呈示によって印象が低下する方向に影響が生じ、反応バイアスで想定される影響とは逆方向の、順応による影響であることが示唆されていた。本実験では触覚刺激 A では同様の効果は見られなかったが、触覚刺激 B では “ざらざら” と “細かい” 印象が触覚刺激により有意に低下しているため、これらは順応による影響であると考えられる。しかし、他の印象の差が有意ではなかったため、触覚刺激の影響がどのような段階で生じているのか、はっきりと結論づけることは出来ない。

山本他 (2014) で使用された触印象に近い触覚刺激と、タイプの違う刺激の 2 種類の触覚刺激を用い、触覚刺激のタイプが違っていても効果が同じように出るかどうかを検討した。この結果、本実験では、触覚刺激 A と B では、類似性の効果では類似した結果が得られたが、視触覚条件では異なる結果を得ることが出来た。このことから、触覚刺激 A で視覚のみ条件と視触覚条件との間に有意な差が見られなかったのは、触覚刺激が滑らかで、刺激が弱かったため、影響が出なかったのではないかと考えられる。また、触覚刺激 B では、“ざらざら” と “細かい” 印象で視覚のみ条件と視触覚条件との間に有意な差が見られたのは、刺激が強かったため影響が出たと考えられる。また、山本他 (2014) では、触覚刺激は回転するようになっており、実験参加者が刺激を受動的に触れているのに対し、本研究では、刺激は動かないため、実験参加者は能動的に刺激に触れていた。刺激に対

## 人工物画像に対する視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響

して受動的か能動的かによつての影響もあるかと思われたが、本実験の結果から、刺激の触れ方の違いによる影響は少ないと考えられる。

本実験の触覚刺激 AB とともに、“細かい”印象の類似性が見られなかったのは、予備実験の画像選定の時に、“細かい”印象を省き、“ざらざら・かさかさ”と“つるつる”の2つに分類し、そこから画像を選定したため、“細かい”印象のばらつきが大きくなったと考えられる。

山本他 (2014) では、自然画像を使用しており、本実験では人工物画像を使用し比較を行った。その結果、視覚的触感に及ぼす触覚刺激の影響は、触覚刺激 B の“ざらざら”と“細かい”印象において、類似した結果が得られた。これより、画像の違いによる影響は小さいのではないかと考えられる。しかし、触覚刺激 A や、触覚刺激 B の“かさかさ”と“つるつる”印象では、視覚のみ条件と視触覚条件との間に有意な差が見られなかったことから、はっきりとした結果は得られなかった。

以上のことから、触覚刺激の違いによる影響が大きく、結果が触覚刺激によって左右することが分かった。そして、本実験の目的であった画像の違いによる差を明確に判断することはできなかった。そのため、自然画像と人工物画像の視覚的触感に及ぼす触覚刺激の影響を比較するには、同じ触覚刺激を用いて、画像だけを変えて実験を行う必要があると考えられる。また予備実験では、画像の“ざらざら・かさかさ・つるつる”印象についての触印象では、触覚刺激との類似・非類似を考慮して選定を行ったが、“細かい”印象の選定時には触覚刺激との類似・非類似を考慮しておらず、山本他 (2014) が行った選定方法とは異なっていると考えられる。そのため、予備実験で画像を選定する際には、4つの評定が、触覚刺激との類似・非類似を考慮して選定をするように統制を行う必要がある。

## 引用文献

日岡明美・沖田学・片岡保憲・八木文雄 (2010) . 脳卒中片麻痺患者の共感覚：知的機能からみる抽象概念を照合する能力と説明する能力との関係 理学療法学, 37, 65-69.

- カツツ, D., 東山篤規・岩切絹代 (訳) (2003) . 触覚の世界 実験現象学の地平 新曜社
- 菊地 史倫・秋田 美佳・阿部 恒之 (2013) . 嗅覚がリップクリームの使用感に与える影響 心理学研究, 84, 515-521.
- 小池康晴 (2009) . 視覚と触覚の感覚統合 VISION, 21, 13-17.
- 楠見孝 (2002) . インタフェースデザインにおけるメタファ：デスクトップから仮想空間, そして言語への回帰 デザイン学研究特集号：デザインと記号論, 10, 64-73.
- 三浦佳世 (編) 日本認知心理学会 (監修) (2010) . 現代の認知心理学 1 知覚と感性 北大路書房
- 中原守勇 北原格 大田友一 (2008) . 複合現実感における視覚と触覚の融合効果を利用した物体形状提示に関する実験的検討 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 3, 25-36.
- 大森馨子・巖島行雄 (2008) . 平面上の触覚情報が錯視に及ぼす影響 日本感性工学会論文誌, 8, 553-558.
- 大山 正, 瀧本 誓, 岩澤 秀紀 (1993) . セマンティック・ディファレンシャル法を用いた共感性の研究— 因子構造と因子得点の比較— 行動計量学, 20, 55-64.
- 佐々木康成・鈴木孝典・坂東敏博 (2011) . 陰影のあるテクスチャ画像のオノマトペを用いた質感評価— 音韻と画像特徴の関係の統計的分析— 認知科学, 18, 477-490.
- 矢口幸康 (2011) . 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, 8, 119-129.
- 山本健太郎・崔原齊・三浦佳世 (2014) . 視覚的触感に触覚情報が及ぼす影響 基礎心理学研究, 33, 9-18.
- 横澤一彦 (2014) . 統合的認知 認知科学, 21, 295-303.