

修士論文

2016 年度

付随的に与えられる触覚刺激が  
味覚および嗅覚刺激の  
感性的印象に与える影響

山下 直人

(学籍番号 : 81533598)

指導教員 教授 小木 哲朗

2017 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科  
システムデザイン・マネジメント専攻

# 論 文 要 旨

学籍番号	81533598	氏 名	山下直人
論文題目：  付随的に与えられる触覚刺激が味覚および嗅覚刺激の感性的印象に与える影響			
<p>(内容の要旨) 消費者に対して意図したユーザエクスペリエンスを提供できるように製品を設計することは、特に製品のコモディティ化が進んだシガレット市場においては、競合商品との差別性を高め、試し買いのトライアル購買から繰り返しのリピート購買を促すために重要である。ユーザエクスペリエンスの中でも、対象の物理的特性を心理量に変換し、さらにその心理量を統合した結果として感じられる感性的印象に関して、心理量を統合する過程の個人差のために、意図した感性的印象を提供できるような味香りを逆算することは難しい。そのため、シガレット開発で行われることの多い、製品の味香りを操作因子とした感性的印象の制御には限界があると考えられる。そこで本研究では、付随的な触覚刺激を呈示することによる製品の感性的印象制御の可能性を示し、シガレット開発における新たなユーザエクスペリエンスデザインを可能にするために、付随的な触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響を、実験を通して考察した。実験1では、においの感性的印象評価にあたって、付随的な触感を呈示することで、においに対する感性的印象がどのように変化するかを検討した。その結果、呈示する触感の違いによって、においの感性的印象が変化することが、統計的有意差を伴って確認された。同様の結果は、においの感性的印象評価にあたって、付随的な温冷覚刺激を呈示した実験2でも認められた。さらに実験3では、メンソールシガレットの吸引にあたって、振動覚刺激を同期して呈示した時に、メンソールシガレットの味香りから感じる感覚および感性的印象がどのように影響を受けるかを検討した。その結果、振動の呈示によって、メンソールシガレットの特徴的な感覚や感性的印象が強化される現象が確認された。これらは、付随的に与えられる触覚刺激が、味嗅覚刺激に対する感性的印象を確かに変化させることを示している。本研究ではさらに、触覚刺激が感性的印象に与える影響を、2つの一般則として提案した。以上の結果の妥当性確認として、シガレットの研究開発に従事する社内関係者へのヒアリングを行った。その結果、結果の信頼性を高めるための検討が必要であるとの指摘は有るものの、製品開発における触覚刺激の重要性と利用可能性を社内関係者が認識し、提案した2つの一般則が製品開発上有用な知見であることが確認された。これらの結果から、本研究の結果は、触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象を変化させることを示すとともに、シガレットの開発における触覚刺激を利用したユーザエクスペリエンスデザインの可能性を示すことが出来たと考えられる。</p>			
キーワード (5語)  触覚, 味覚, 嗅覚, 印象, ユーザエクスペリエンス			

## SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	81533598	Name	Naoto Yamashita
Title External Haptic Stimuli Biases Sensory Evaluation of Taste and Odor Impression			
Abstract Delivering a certain impression, perceived by consumers as a synthesis of taste and odor stimuli of food product or beverages, is considered as a key driver to promote stable decision for repeated purchases of the product. In this research, we examined effects of haptic stimuli on taste and odor stimuli in order to enhance/weaken those impression by external haptic stimulus. Results of three experiments are to be reported. In the first experiment, subjects were asked to evaluate impression of room odor, using a pencil with coarsely (“zarazara”) or slippy (“tsurutsuru”) texture on its surface, which were considered to be irrelevant to the source of room odor. Significant differences of evaluation scores between two conditions were observed with respect to several impressions. In the second experiment, thermal stimuli were presented on palm of subjects, together with sensory evaluation of odor impression. The result reveals that thermal stimuli biases sensory evaluation, as indicated in the first experiment. In the third experiment, subjects were required to smoke menthol-flavored cigarettes and evaluate perceived impression of its taste and odor. As an external haptic input, vibrotactile stimuli were presented on subjects' lip synchronized to subjects' inhalation, and significance biases of vibrotactile stimuli on perceived impression were observed. Those results indicates that perceived impression as a result of multisensory integration of taste and odor is biased by haptic stimuli, even if it is implicitly presented, and thus haptic stimuli is capable for controlling perceived impression of taste and odor.			
Key Word(5 words) Tastel; Odor; Haptic stimuli; User experience design			

# 目次

<b>第1章 ユーザエクスペリエンスデザインにおける触覚刺激の応用</b>	<b>8</b>
1.1 消費財におけるユーザエクスペリエンスの重要性	8
1.2 本研究における感性的印象の定義	9
1.3 付随的な触覚刺激による感性的印象制御の可能性	10
1.4 研究の目的と本稿の構成	12
<b>第2章 付随的な触感がにの感性的印象評価に与える影響</b>	<b>15</b>
2.1 実験の背景と目的	15
2.2 実験1.1：評価時に与えられる触感の違いがにの感性的印象評価に与える影響	17
2.2.1 実験手続き	17
2.3 実験結果	20
2.3.1 課題1：IPANAT 評定値の比較	20
2.3.2 課題2：にの感性的印象評価の比較	21
2.3.3 課題3：触感評定値の比較	23
2.3.4 課題4：触感の感性的印象評価の比較	24
2.4 結果の考察	25
2.5 実験1.2：商品パッケージへの応用可能性の検討	29
2.5.1 実験手続き	29
2.5.2 実験結果	31
2.5.3 結果の考察	34
2.6 実験1のまとめ	36

---

<b>第 3 章 付随的な温冷覚刺激がにおいの感性的印象評価に与える影響</b>	<b>38</b>
3.1 実験の背景と目的	38
3.2 実験計画	39
3.2.1 実験装置	39
3.2.2 実験刺激・参加者	39
3.2.3 実験手続き	40
3.3 実験結果	41
3.4 結果の考察	43
3.5 実験 2 のまとめ	45
<b>第 4 章 振動覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象評価に与える影響</b>	<b>47</b>
4.1 実験の背景と目的	47
4.2 実験手続き	48
4.2.1 実験刺激	48
4.2.2 実験参加者	49
4.2.3 実験手順	49
4.3 実験結果	50
4.4 結果の考察	51
4.5 実験 3 のまとめ	52
<b>第 5 章 触覚刺激が感性的印象に与える影響の一般則</b>	<b>54</b>
5.1 実験 1～3 の要約	54
5.2 実験 1 と実験 2 から示唆される感性的印象の付加則	55
5.3 実験 3 から示唆される感性的印象の強調則	57
5.4 本章のまとめ	58
<b>第 6 章 研究結果の妥当性確認</b>	<b>61</b>
6.1 ヒアリングの計画	61
6.2 社内関係者 A に対するヒアリング	62
6.3 社内関係者 B に対するヒアリング	64
6.3.1 研究全体の印象について	64
6.4 ヒアリング結果のまとめ	67

---

<b>第 7 章 本研究の結論と今後の課題</b>	<b>69</b>
7.1 本研究のまとめと結論 . . . . .	69
7.2 今後の課題 . . . . .	72
<b>付 録 A</b>	<b>74</b>
A.1 実験 1.1 で使用した質問紙 . . . . .	74
A.2 実験 2 で使用した質問紙 . . . . .	78
A.3 実験 3 で使用した質問紙 . . . . .	79
<b>付 録 B</b>	<b>81</b>
B.1 実験 3 で作成した実験装置の制御プログラム . . . . .	81

## 目 次

2.1	(実験 1.1) 呈示した鉛筆の表面 . . . . .	18
2.2	(実験 1.1) ポジティブ/ネガティブ気分の条件別平均得点, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	21
2.3	(実験 1.1) 部屋のおいに対する感性的印象評価の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	22
2.4	(実験 1.1) 主成分得点の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	24
2.5	(実験 1.1) 主成分負荷量 . . . . .	25
2.6	(実験 1.1) 触感評価の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	26
2.7	(実験 1.1) 触感に対する感性的印象の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	27
2.8	(実験 1.2) においに対する感性的印象の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	31
2.9	(実験 1.2) 主成分負荷量 . . . . .	32
2.10	(実験 1.2) 主成分得点の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	33
3.1	(実験 2) 実験装置 . . . . .	40
3.2	(実験 2) においに対する感性的評価の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	42
3.3	(実験 2) 主成分得点の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	43
3.4	(実験 2) 主成分負荷量 . . . . .	44
4.1	実験装置 . . . . .	49
4.2	(実験 3) 感覚および感性的印象評価の条件別平均値, エラーバーは標準誤差を表す. . . . .	51

## 表 目 次

2.1	(実験 1.1) 各印象語における Cohen's $d$ 効果量 . . . . .	23
2.2	触感の印象評価；各印象語における Cohen's $d$ 効果量 . . . . .	28

## 第1章

# ユーザエクスペリエンスデザインにおける触覚刺激の 応用

本章では、本研究の導入として、消費者のニーズに合致したユーザエクスペリエンスを提供することが、商品のリピート購買を促すために重要であることを述べる。さらに、ユーザエクスペリエンスの1つとして位置づけられる、感性的印象を定義して、意図した感性的印象を提供するように商品の物理的特性を決定するアプローチの限界を述べる。そのアプローチに対して、先行研究から示唆される、付随的な触覚刺激を用いた感性的印象制御の可能性を示し、本研究の目的を述べる。

### 1.1 消費財におけるユーザエクスペリエンスの重要性

消費者が消費財を購入する際に行う意思決定は、試し買いをを行うかどうかを決定する、トライアルの意思決定と、その商品の使用した後にその商品を継続的に購入するか否かを決定する、リピートの意思決定の2つに分類できる (Nicosia, 1966; Howard & Sheth, 1969; Engel et al., 1995). 特に、リピートの意思決定では、市場に新たに投入された新商品が継続的に購入されるか否かが決定される (Huang & Yu, 1999). リピートを行うか否かの意思決定には、以下の2種類が存在すると指摘している。一つ目は、広告や価格などによって変動しうる意思決定であり、経時的に安定しない。つまり、広告への接触頻度や価格の変動によって、その商品を購入するかどうかに変化する。二つ目は、消費者がリピートを決定するにあたって、その商品に対する態度形成が消費者自身に内在したものであり、その意思決定の結果は経時的に安定したものである。すなわち、その商品を購入するかどうかは、他の商品の広告への接触や価格の変動によって影響を受けにくい。市場において商品が長期間購買され続けるためには、後者の、経時的に安定した意思決定、すなわちリピート購買を促すことが重要であると考えられる。また、リピート購買では、商品が消費者の嗜好性あるいはニーズに合致したものであるかによってその商品に対する態度が形成され

る (MacInnis & Jaworski, 1989). 特に, Nicosia (1966) は, 消費者に商品をリピートして購買することを促す要因, すなわち従属されるべき消費者のニーズとして「心理的な経験」が重要であることを指摘している. このように, 商品のリピート購買を促す心理的な経験の一例として, ユーザエクスペリエンスが挙げられる (Norman, 2013). ユーザエクスペリエンスは ISO9241-210 において「製品, システム, サービスを使用した, および/または, 使用を予期したことに起因する人の知覚 (認知) や反応」と定義されている. このユーザエクスペリエンスを開発の出発点とした, ユーザエクスペリエンスデザインと呼ばれる開発のアプローチが, コンピュータやソフトウェア開発だけでなく, 自動車や家電製品など幅広い消費財において採用されている. この開発のアプローチは, まず消費者に商品を通して提供したいユーザエクスペリエンスを定義し, それを提供できるように商品の設計を行うものである. 消費者が欲するユーザエクスペリエンスを商品を通して確かに提供することが, Nicosia らが提案した「心理的な経験」というニーズを満たすことであると考えられると, 商品開発のひとつの方略として, ユーザエクスペリエンスデザインによる開発を行うことは, 商品の継続的購買を促すうえで重要であると考えられる. また, 消費財の中でも特に, 食品のように購買, 消費, 再購入のサイクルが短い消費財に関しては, 消費者の求めるユーザエクスペリエンスを提供することは, その他の消費財と比べてより重要な意味を持つであろう.

## 1.2 本研究における感性的印象の定義

商品が消費者に提供すべきユーザエクスペリエンスの1例として, 「高級感」や「爽快感」など, 物理的性質を統合して体験される, 商品の性質である「感性的印象」が挙げられる. 本研究では, 感性的印象を以下の通り定義する.

人は, 自らを取り巻く環境を認識するために, 味覚・嗅覚・触覚・聴覚・視覚の5つの感覚モダリティに加え, 体性感覚やモダリティ間の相互作用から様々な情報を受け取り, それら进行处理することによって外界を知覚し, 認知する. その一例として, 一枚の写真を手にとって見る状況を考えよう. 写真中のピクセルごとの色情報や, 構図, また写真が印刷された印面紙の重さや表面粗さといった, あらゆる物理量を並べたベクトルを  $\alpha \in \mathbb{R}^p$  で表そう. ここで,  $\alpha$  の次元数は, 一般に  $p$  とする.  $\alpha$  に対応する, 人が実際に知覚する心理量を並べたベクトルを  $\beta \in \mathbb{R}^p$  で表す. 人は, ある対象を知覚するにあたって, 物理量  $\beta$

を様々な感覚モダリティからの情報入力として受取り、 $\alpha$ を何らかの形で変換した心理量 $\beta$ を、対象の物理特性として知覚する。従って、一般に、 $\alpha$ と $\beta$ は一致しない。その結果として、例えば視覚であれば、物理量としての大きさや長さ、知覚される大きさや長さ等の心理量が一致しないために起こる錯視や、size-weight illusion(Flanagan & Beltzner, 2000; van Polanen & Davare, 2015)などに代表される、感覚間相互作用による錯覚が生じることが知られている。ここで、 $\alpha$ と $\beta$ の関係性を、関数 $f: \mathbb{R}^p \mapsto \mathbb{R}^p$ を用いて

$$\beta = f(\alpha) \tag{1.1}$$

と表そう。例えば、質量という物理量が関数 $f$ に入力されたとき、この関数は質量と対応する心理量である、重さを返す。さらに、心理量 $\beta$ を統合した結果として体験される、対象の物理特性だけからは評価できない、「高級感」や「爽快感」などの対象の特徴をまとめたベクトルを $\gamma$ と表そう。この $\beta$ と $\gamma$ の関係を、関数 $g: \mathbb{R}^p \mapsto \mathbb{R}^q$ により

$$\gamma = g(\beta) \tag{1.2}$$

と表そう。 $\gamma$ は心理量 $\beta$ を関数 $g$ で変換して得られる対象の特徴であり、物理量および心理量に対する意味付けと解釈することも出来る。本研究では、物理量を関数 $f$ により心理量に変換し、さらにその心理量を関数 $g$ により変換した $\gamma$ を感性的印象と定義する。

### 1.3 付随的な触覚刺激による感性的印象制御の可能性

食品業界、その中でも特にシガレット業界では、商品開発において味・香りの設計が主要な役割を果たす。すなわち、例えば原料の処理やブレンド、香料の開発によるシガレットの味香りの制御などの、製品の物理的な性質を決定することが、商品開発の大部分を占めてきた。従って、上で述べたように商品のリピート購買を促す要因と考えられるユーザエクスペリエンスを設計するにあたっては、製品の味香り、つまり味嗅覚刺激を主要な操作因子として用いる。しかしながら、消費者がシガレットを消費する状況を考えると、シガレットの消費は単に味と香りを楽しむ行為だけを指しているものではない。つまり、消費者は喫煙の前にパッケージを見てそれを開封すること、フィルター部にカプセルを搭載した製品であれば喫煙中にそのカプセルを潰すことなど、消費者の体験は味嗅覚以外の様々な感覚モダリティへの刺激によって構成されている。このことから、シガレットのユーザ

エクスペリエンスの設計は、味嗅覚だけではなく、触覚や視聴覚などの感覚も含んだ、五感全てに対する刺激の設計という観点で設計する必要があるといえる。

ただし、味嗅覚以外の刺激も操作因子として考慮したとしても、物理的性質を操作因子としてユーザエクスペリエンスの設計を行うアプローチには限界があると思われる。そのことを示すために、上のように感性的印象を定義した上で、消費者のニーズに合致したユーザエクスペリエンスを設計するという観点から、意図した感性的印象を消費者に与えるような物理的性質  $\alpha$  を設計することを考えてみよう。まず、関数  $f$  は感覚器から入力された物理量を心理量に変換する関数であり、人間の知覚システムを表すものである。そのため、個人によりこの関数は大きく変わらず、その大部分が Weber 則に従うものであると予想できる。一方で関数  $g$  は、心理量に対する意味付けであり、個人の経験や感性が多分に反映されるものであって、個人によって関数が異なると予想される。例えば、チョコレートを食べた時に、「苦味」と「表面の光沢」を統合して「高級感」を感じる人もいれば、これまでの食経験等から「苦味」と「硬さ」を統合して「高級感」を感じる人もいるだろう。そのため、個人  $i$  が、対象  $j$  の物理的性質  $\alpha_j$  を知覚して、対象  $j$  の感性的印象  $\gamma_{ij}$  を体験するまでのプロセスは、個人  $i$  に対応する関数  $g_i$  を用いて

$$\gamma_{ij} = g_i(\beta_j) = g_i(f(\alpha_j)) \quad (1.3)$$

と表される。ここで重要なことは、感性的印象  $\gamma_{ij}$  は、物理量および心理量を統合したもので、両者の関係性を表す  $g_i$  は個人に固有の関数という点である。従って、個人  $i$  が対象  $j$  に対して、意図した感性的印象  $\gamma_{ij}$  を体験するように対象  $j$  を設計すること、すなわち  $\alpha_j$  を設計することは、個人に特有の関数  $g_i$  を明らかにする必要がある、非常に困難であると予想される。また、仮に  $g_i$  を明らかにすることが出来たとしても、それに基づいて設計された対象  $j$  を、別の個人  $k$  に対しては、意図した感性的印象を提供できるとは必ずしも言えない。すなわち、 $g_j$  を明らかにしても、必ずしも  $g_k$  を明らかにできるとはいえない。以上の議論から、対象の物理的性質を操作因子として、対象に対して感じられる感性的印象を制御するアプローチには限界があると考えられる。

このことに関して近年、ヒューマンインターフェース研究、あるいは認知心理学の分野では、感性的印象評価を含む高次の情報処理が、付随的な触覚刺激によって影響を受けることが示されている。例えば、Ackerman et al. (2010) は、付随的な触覚刺激が意思決定に与える影響を考察している。Ackerman らは、文章を重いクリップボード、または軽いクリップボードに貼り付け、その文章の内容に対する感性的印象評価を求めた。その結果、

重いクリップボードに貼り付けられた文章を読んだ群は、軽いクリップボードに貼り付けられた同じ文章を読んだ群と比べ、文章の書き手に対してより「真面目である」「熱心である」という判断を下す傾向があることが示された。また、Spence et al. (2012) は、スプーンやフォークなどのカトラリーや食器の表面触感が、高級感などの感性的印象や嗜好性に影響をあたえることを実験を通して示して検討し、金属などのカトラリーを使用した場合は、プラスチックのカトラリーを使った場合と比べて、その食品を「高級感がある」と判断しやすいことを示した。また、福嶋他 (2014) は、音楽と同期した振動刺激を被験者の耳介裏から呈示しながら音楽を聴かせることによって、被験者が音楽に対して抱く感性的印象および情動が強化されるインターフェースを開発/評価/提案している。以上の研究例は、ある対象に対する感性的印象を制御するために、その物理的性質自体を変更するのではなく、触覚刺激を呈示し、その効果によって感性的印象を変化させている点で特徴的である。したがって、ユーザエクスペリエンスとしての感性的印象を設計するために、物理的な性質を設計する以外のアプローチとして、付随的な触覚刺激を利用できる可能性がある。

ただし、付随的な触覚刺激が与える効果を利用して感性的印象を設計するためには、以下の2点を明らかにしておく必要がある。まず、触覚刺激が与える効果が、味嗅覚刺激に対する感性的印象に対しても成立するものであるかを確認する必要がある。上で挙げた研究例は、文章認知や音楽に対する感性的印象への影響を検討したものであり、味嗅覚刺激に対する感性的印象に対しても同様の効果がみられるかは明らかになっていない。そのため、まずは味嗅覚刺激の感性的印象評価にあたって、付随的な触覚刺激を呈示することで、その評価が変化するかどうかを、実験を通して確認する必要がある。さらに、味嗅覚刺激の感性的印象に触覚刺激が影響を与えると確認された場合、どのような触覚刺激がどのような感性的印象に影響をあたえるか、すなわち、触覚刺激の効果の一般則を明らかにしておく必要がある。このことは、感性的印象の制御のためにどのような触覚刺激を用いればよいかを判断する上で、有用な知見になるとと思われる。

#### 1.4 研究の目的と本稿の構成

以上の背景に基づいて、本研究ではまず、触覚刺激が味覚及び嗅覚刺激に対する感性的印象が、付随的な触覚刺激によって影響を受けることを、3つの実験を通して確認した。触圧覚および振動覚は、マイスナー小体、パチニ小体等の皮下に存在する機械受容器によって受容された後、視床を経て第1次または第2次体性感覚野に投射される(東山他, 2000)。

これらの触圧覚と振動覚に、痛覚と温冷覚を加えたものは皮膚感覚と呼ばれる。本研究では、製品の触覚デザインによって呈示可能であるという理由により、これらの機械受容器で受容される触圧覚刺激（実験1）、振動覚刺激（実験3）に、温冷覚刺激（実験2）を加えた3種類の触覚刺激をそれぞれ用いて、これらが味覚および嗅覚刺激に対する感性的印象に与える影響を定量的に評価した。まず実験1では、においの感性的印象評価にあたって、においと無関係に呈示される触感が、印象評価に与える影響を考察した。続いて実験2では、においと掌部への温冷覚を同時に呈示することで、温冷覚がにおいの感性的印象に与える影響を評価した。実験3では、シガレットの吸引に同期して、振動覚を口唇に対して呈示することで、体性感覚及びシガレットの味嗅覚刺激から感じられる感性的印象が口唇への振動覚刺激から受ける影響を考察した。さらに、これらの結果を統合して、触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響を一般則として整理し、味嗅覚刺激に対する感性的印象の制御を目指した、触覚デザインに資する知見として提案する。これらを通して、既にその限界を述べた、製品自体の物理的特性を制御することによる感性的印象設計のアプローチではなく、付随的な触覚刺激を利用することにより、意図した感性的印象を消費者に提供するための触覚デザインが行えると考えられる。特に、シガレットのように、300種類を超える商品が存在し、なおかつ商品間の差別化が困難になっている市場では、消費者の求める感性的印象、広くはユーザエクスペリエンスを提供できるかどうか、ある商品をその他の商品と比べて差別性のあるものにするために、非常に重要であると考えられる。また、シガレット商材のユーザエクスペリエンスデザインにおいて、外部的な触覚刺激の効果を用いた例はこれまで知られていない。従って本研究で検討する感性的印象制御のアプローチは、ユーザエクスペリエンスデザインを行うための新たなアプローチであり、それを通して、商品自体をより魅力的かつ差別性のあるものにするうえで重要な示唆を与えると期待できる。

本論文の構成は以下の通りである。まず次章では触感がにおいの感性的印象に与える影響を考察した実験（実験1）、第3章では温冷覚刺激がにおいの感性的印象に与える影響を考察した実験（実験2）、第4章では吸引と同期した振動覚が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響を考察した実験（実験3）に関して述べる。続いて第5章では、実験1～3の結果を統合して、触覚刺激が印象に与える影響のメカニズムと、その一般則を議論し整理する。第6章では、これまで得られた知見が、シガレットのユーザエクスペリエンスデザインのために有益なものであるかどうかを、シガレットの感性的印象に関して研究を行う研究者

および、シガレットの開発を行う担当者へのインタビューを通して検証する。最後に第7章では、本研究のまとめ及び今後の課題を述べる。

なお、本研究で行ったすべての実験は、慶應義塾大学大学院システムマネジメント研究科倫理委員会の承認を得て行った。

## 第2章

# 付随的な触感がにの感性的印象評価に与える影響

### 2.1 実験の背景と目的

人間は、自らを取り巻く対象とのインタラクションにおいて、対象から何らかの感覚刺激を受け取る。対象から与えられる感覚刺激は、その刺激が対応する感覚器官からの情報として、脳内の異なる部位で処理されることは古くから知られている (Penfield & Jasper, 1954)。多くの場合、対象は複数の感覚器官を刺激する。例えば、映像コンテンツは、視覚に限らず、音声により聴覚を刺激する。食品であれば、味覚および嗅覚だけでなく、食品の触感により触覚を刺激する。さらに、対象とのインタラクションは、複数の感覚器官からの入力を伴う。ある感覚器官から入力された情報が、その他の感覚器官からの入力情報により影響を受ける例として、size-weight illusion (Flanagan & Beltzner, 2000; van Polanen & Davare, 2015)、視覚情報と触覚情報の多感覚統合 (Ernst & Banks, 2002)、味嗅覚知覚における多感覚統合 (Wada et al., 2007) などが報告されている。これらの他にも、対象の感性的な性質の認知といった、比較的高次の情報処理においても同様に、複数のモダリティからの情報入力の統合が生じていると考えられる。その1つとして、ユーザエクスペリエンスの1つである感性的な印象は、多感覚の入力を統合した情報処理の結果として体験されるものであると考えられる。

しかしながら、意図した感性的印象をユーザに対して提供できるように、製品のスペック、すなわち物理的性質を設計することは、第1章で議論したとおり困難である。その理由は、感性的印象が多感覚の情報の統合によって形成されていることに加えて、人間が対象に対して抱く印象が非常に多様であり (山本他, 2006)、それを対象の製品設計単独で制御することが難しいためである。

近年、触覚情報が意思決定やある対象に対する感性的印象に影響を与えることがいくつかの研究で示されている。たとえば、Ackerman et al. (2010) は同じ内容の文章が印刷された紙を、重いクリップボードと軽いクリップボードに貼り付け、文章内容の感性的評価にクリップボードの重さの違いが与える影響を検討した。その結果、重いクリップボード

を使った条件では、軽いクリップボードの条件よりも高く「真面目な」「熱心な」と評価する傾向があることを示した (Ackerman et al., 2010). また、食品の味香りの感性的評価に対して、食器やカトラリーなどの触感が影響を与える実験結果が報告されている (Krishna & Morrin, 2008; Piqueras-Fiszman & Spence, 2011; Spence et al., 2012). これらの研究では、食器の表面やカトラリーの素材を変えることにより、実験参加者が受け取る触覚情報を変化させた時の、食品の味に対する評価の差を検討した。その結果、触覚情報の違いが、食品の品質に対する評価や嗜好度に影響することが確認された。以上の研究例は、人間が対象に対して感じる感性的印象を、対象の設計を中心として制御するアプローチ (柳澤・福田, 2001) ではなく、対象とは別の触覚刺激の呈示によって制御できる可能性を示している。

ただし、上で挙げた研究では、実験参加者が受け取る触覚情報は、文章や食品といった感性的評価の対象に帰属されて認識されていると考えられる。例えば、重いクリップボードに貼り付けられた文章を持った実験参加者は「重い」または「軽い」という触覚情報を、クリップボードに帰属させるのではなく、文章自体に帰属して認識した可能性が高い。そのため、文章自体を重い/軽いと認識し、その認識の違いが感性的評価の差を生じさせたと考えられる。また、食器に入れられた食品を評価した実験参加者は、食器と食品を分離して認識したというよりも、食器と食品を合わせて1つの評価対象と認識したと考えるのが自然であろう。よって、与えられる触覚情報の違いによって対象の感性的評価に違いが生じることを示すためには、触覚情報を対象とは意味的かつ空間的に分離して呈示する必要がある。その上で、対象に帰属させないように認識させた時に生じる感性的評価への影響を議論する必要があると考えられる。

もしも、触覚情報が及ぼす効果が、触覚情報が製品に帰属されない場合でも生じるのであれば、任意の触感を対象の製品自体から必ずしも呈示する必要がなくなる。そのため、触覚情報の効果を応用する幅は大きく広がるであろう。また、触覚情報を製品の触感デザインに応用する観点からの研究として、消費者が商品の購買にあたって触覚情報を得ることにより、購買意向や製品の嗜好性を向上させることが、いくつかの実験を通して示されており (Grohmann et al., 2007; Citrin et al., 2003; McCabe & Nowlis, 2003), これらの結果を製品の触感デザインに応用することは、有益であると考えられる。さらに、触覚情報が感性的印象に影響するために満たすべき条件やその影響メカニズムは、製品または対象から感じられる感性的印象の操作を意図した触覚デザインに大きな示唆を与える。

一方で、特定の感性的印象が体験されるような味や香りの設計は、第1章で議論したと

おり、一般に難しいと考えられる。従って、対象とは無関係な触覚情報が感性的印象に与える影響メカニズムを明らかにすることで、味や香りを決定する製品の成分組成等を設計するだけでなく、触覚刺激を用いた感性的印象のアプローチが可能になると考えられる。

そこで本実験では、評価対象に帰属されない触覚情報が、対象の感性的評価に与える影響を実験を通して考察した。実験 1.1 では、部屋に漂うにおいを感性的印象の評価対象として、付随的に呈示される触覚刺激がにの感性的印象評価に与える影響およびその影響メカニズムを考察した。さらに、実験 1.2 では、実験 1.1 で観測された触覚刺激の効果の一般性を検討するために、におい物質を格納した容器の触感がにの感性的印象評価に与える影響を、においの印象評価に慣れていない実験参加者を用いて考察した。

## 2.2 実験 1.1：評価時に与えられる触感の違いがにの感性的印象評価に与える影響

実験 1 では、においの感性的印象評価にあたって付随的に与えられる触覚刺激の効果を検証するために、においの評価に慣れた実験参加者による、部屋に漂うにおいの感性的印象評価を行った。

### 2.2.1 実験手続き

#### 実験刺激

実験参加者に触覚情報を呈示するための刺激として、HB 六角鉛筆 (TONBOW 8900-HB, トンボ鉛筆) の表面にざらざらの触感を付加するスプレー (ストーン調スプレー ホワイトストーン, アサヒペン) を塗布したものを実験刺激として作成した。さらに、統制刺激として、白色スプレー (TS-26 ピュアーホワイト, タミヤ) を塗布したものを作成した。白色スプレーを塗布した鉛筆表面は、ざらざらの触感を付加するスプレーと同じ白色となるが、触感はスプレー塗布前とほぼ変わらない。また、作成した鉛筆表面の動摩擦係数と静止摩擦係数はそれぞれ、ざらざら触感の鉛筆で 1.045 および 0.570, 統制刺激の鉛筆で 1.232 および 0.513 であった。これらの鉛筆は、表面に塗布したスプレーのにおいが評価に影響することを防ぐために、35℃に保温した恒温槽に 24 時間放置した。その後表面から塗料のにおいがしないことを実験者が確認した上で実験に使用した。実験に使用した鉛筆の表

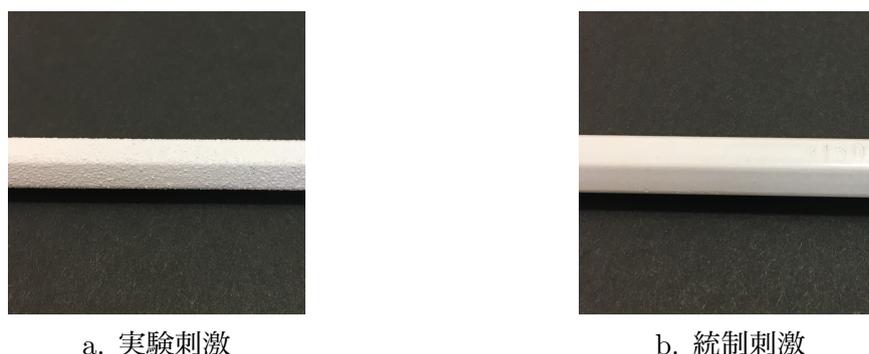


図 2.1: (実験 1.1) 呈示した鉛筆の表面

面画像を図 2.1 に示す。

感性的印象の評価対象として、以下の理由から、フランキンセンスエッセンシャルオイルを用いた。食品や果物など、何のにおいか想起しやすいにおいを評価対象とすると、においそのものの印象ではなく、想起される食品の印象を評価してしまうことが予想される。そのため、何のにおいか想起しづらく、なおかつ部屋に噴霧拡散した時に、十分なにおい強度を有するにおいとして、フランキンセンスエッセンシャルオイルを用いた。エッセンシャルオイルは、実験開始前にアロマオイルディフューザーに気密性の高い官能評価室に15分間噴霧拡散した。官能評価室の広さは17m<sup>2</sup>であり、室温は22℃であった。また、15分間の噴霧拡散によって、官能評価室ににおいが一様に分布していることを実験者が確認した上で実験を開始した。

### 実験参加者

実験参加者は、においの感性的印象評価に慣れた、味と香りの研究業務に従事する社会人研究者10名（うち男性7名、女性3名）であった。また、平均年齢は25.1歳（s.d. = 1.73）であった。ざらざら触感の鉛筆を呈示する実験条件と、統制刺激を呈示する統制条件は別のセッションで実施し、セッション間は3日以上間隔をあけた。各参加者は、実験条件と統制条件の両方に参加し、参加順はカウンターバランスをとった。官能評価室では円卓に等間隔に参加者を座らせて実験を行った。ただし、同時に実験に参加する実験参加者は1名から3名の間であった。実験開始前および実験中には、実験参加者どうしの会話を禁止した。

## 実験手順

実験条件ではざらざらの表面の鉛筆を、統制条件では統制刺激の鉛筆をそれぞれ使用させ、以下の手順に従って実験した。まず実験参加者を官能評価室に入れ、与えられた鉛筆を使って以下の課題1から3を行わせた。それぞれの課題は別々の冊子に印刷され、実験参加者が課題を終えるごとに、実験者が次の課題が印刷された質問紙を配布した。

課題1として、無意味文字列に対する評価を通して、実験参加者のポジティブ気分、ネガティブ気分の程度を測定するために開発された質問紙である、日本語版IPANAT(下田他, 2014)への記入を求めた。実験では、においの感性的印象評価に先だって、においと触覚刺激を実験参加者に呈示する必要がある。そこで、IPANAT質問紙への記入によって、においの感性的印象評価の前に、においと触感を呈示した。また、IPANAT質問紙の結果は、ポジティブ気分、ネガティブ気分の程度が、においに対する感性的印象に与える影響を検討するためにも用いられた。

課題2として、印象評価語による部屋のにおいの感性的な印象を評価することを求めた。用いた印象評価語は、「清涼な」「混濁した」「優雅な」「きめ細かい」「複雑な」「独特な」「濃厚な」「しなやかな」「懐かしい」「とがった」「エネルギッシュな」「クリーンな」「真面目な」「心地よい」「激しい」「粗い」「ナチュラルな」の17個であった。これらの印象語は、においを記述するための形容語を検討した既存研究(樋口他, 2002; Ferdenzi et al., 2013)から、感性的印象と思われる用語を抜き出したものである。また、触感の効果が全ての印象語ではなく、特定の印象語に対して選択的に現れることを示すために、においの印象を評価するためには不適切と思われる用語「真面目な」(Ackerman et al., 2010)も用いた。なお、評価は質問紙上の「全然感じない」から「非常に感じる」までのフリースケール上で行わせた。スケール上には、回答を補助するためのアンカーとして「少し感じる」、「やや感じる」、「かなり感じる」を等間隔に配置した。

課題3として、鉛筆表面の触感について評価を求めた。永野ら(2011)は、テクスチャの触感評価において抽出されることの多い評価次元を総説している(永野他, 2011)。ここではそれらの評価次元のうち、ざらざら触感もしくは統制刺激の触感に関係の深いと考えられる次元を表す「さらさらした」「ツルツルした」「しっとりした」「スベスベした」「ザラザラした」「ぼこぼこした」の6つの評価用語を用いた。なお、2つ目の課題と同じフリースケール上で行わせた。

3つの課題が全て終了したら、実験参加者に官能評価室から退出を求め、十分な換気後

に再度エッセンシャルオイルを15分間噴霧した。なお、実験終了後の実験参加者の内省報告によれば、15分間の噴霧の後の官能評価室においては、十分なおい強度を有しており、なおかつ不快ではない、というものであった。その後、次の実験参加者を官能評価室に入室させ、実験を続行した。

すべての課題を終了した後、1日以上の間隔をあけて、課題4として鉛筆の表面触感に対する感性的印象評価を求めた。評価に用いた用語は課題2と同じであり、触覚刺激も、課題1-3で用いたものと同じものを用いた。実験参加者には、それぞれの鉛筆を自由に触った後に、鉛筆の触感の印象を評価することを用いた。評価は課題2と同じ質問紙のフリースケール上で行い、実験条件と統制条件への参加順はカウンターバランスをとった。なお、本実験で使用した質問紙を付録Aとして付した。

## 2.3 実験結果

すべての実験参加者は、実験を途中で中断すること無く、すべての条件に参加した。また、回答の抜け漏れは生じなかった。

### 2.3.1 課題1：IPANAT 評定値の比較

課題1で用いた日本語版IPANATの結果から、各気分用語への平均評定値を求め、条件毎に図2.2に示した。ただし、個人 $i(=1, \dots, 10)$ の条件 $j(=1, 2)$ に対するポジティブ気分得点  $Positive_{ij}$  およびネガティブ気分得点  $Negative_{ij}$  は次式で求められる。

$$Positive_{ij} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 \bar{p}_{ijk}, \quad (2.1)$$

$$Negative_{ij} = \frac{1}{3} \sum_{k=1}^3 \bar{n}_{ijk} \quad (2.2)$$

ここで、 $p_{ijk}$  および  $n_{ijk}$  は、個人 $i$ の条件 $j$ における $k(=1, \dots, 3)$ 個目のポジティブまたはネガティブ気分評価値の平均値をそれぞれ表す。図2.2より、実験参加者が用いる鉛筆の触感によって、ポジティブ気分、ネガティブ気分は変化していないことが見て取れる。このことを確認するため、ポジティブ気分得点、ネガティブ気分得点のそれぞれに関して、つつる/ざらざら条件間で、ウィルコクソンの符号順位検定を行った。その結果、ポジティブ気分得点とネガティブ気分得点の両方に関して、条件間の有意差は確認されなかった。こ

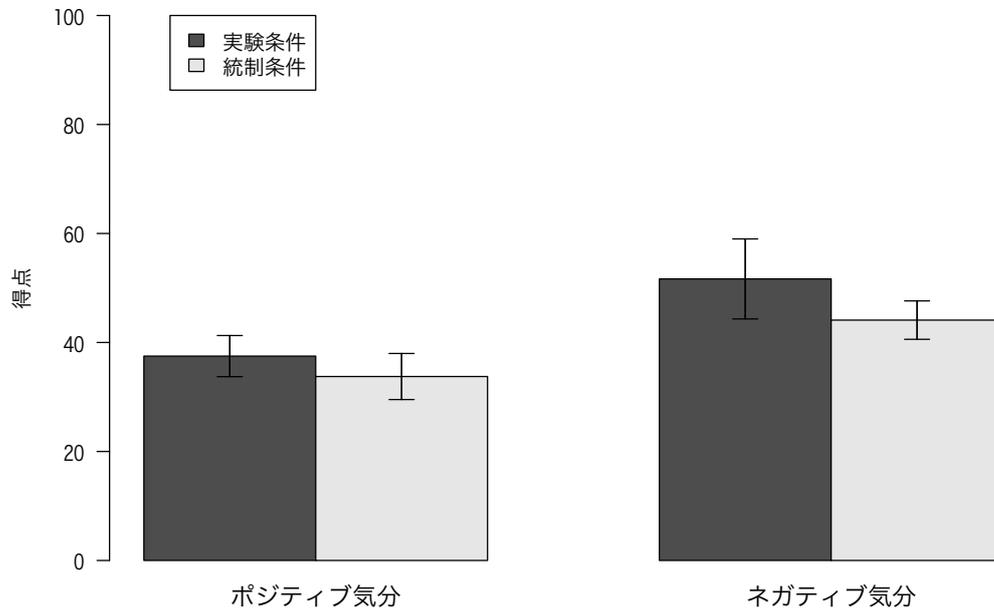


図 2.2: (実験 1.1) ポジティブ/ネガティブ気分の条件別平均得点. エラーバーは標準誤差を表す.

の結果から、実験参加者に呈示される触覚刺激は、ポジティブまたはネガティブという観点で、気分の差を生じないことが示された。

### 2.3.2 課題 2：においの感性的印象評価の比較

鉛筆表面の触感の違いが与える、においの感性的印象評価に対する影響を検討するために、ウィルコクソンの符号順位検定を用いて、条件間の印象評価値の検定を行った。その結果、5%水準で「懐かしい」( $V(10) = 42, p = 0.020$ )、「クリーンな」( $V(10) = 5.5, p = 0.043$ )、10%水準で「独特な」( $V(10) = 45.5, p = 0.070$ )において、条件間に統計的有意差が確認された。図 2.3 に、各印象語における平均得点と標準誤差を示した。

また、全ての印象語に関して、Cohen's  $d$  効果量 (Cohen, 1977; 大久保・岡田, 2012) を求め、表 2.1 に示した。条件間の有意差が確認された以外の用語に関しても、効果量の大きさが 0.5 を超える中程度以上の効果が「混濁した」「複雑な」「懐かしい」「とがった」「クリーンな」に見られた。

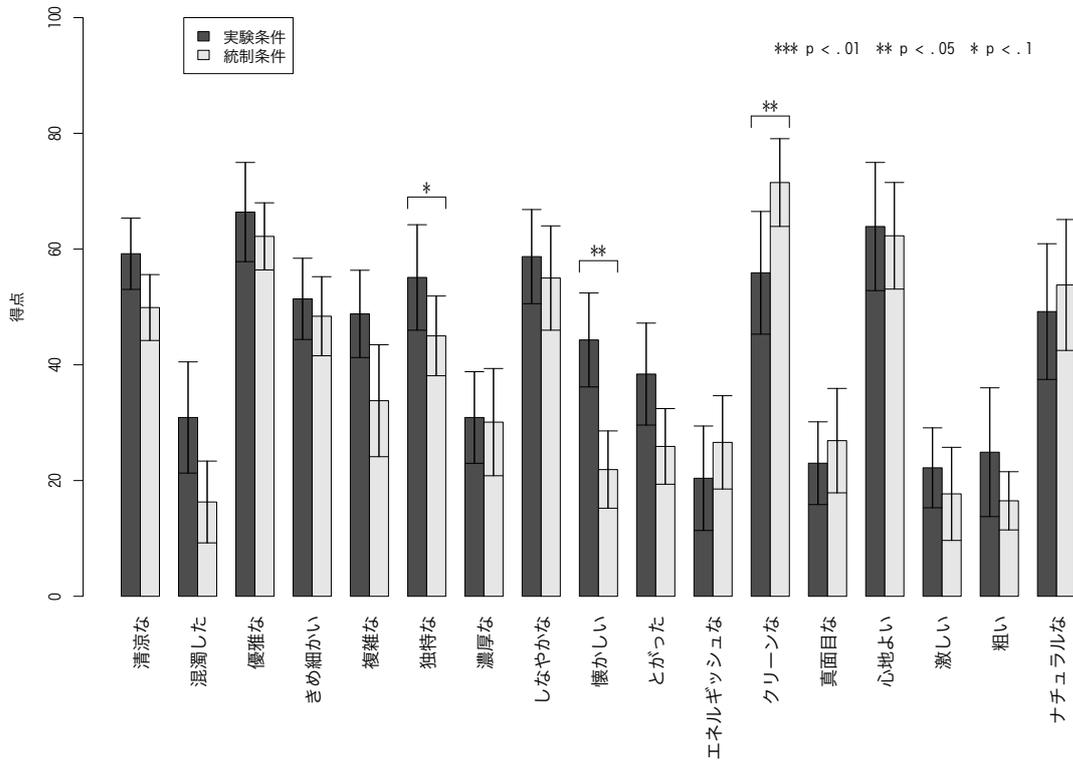


図 2.3: (実験 1.1) 部屋のにおいに対する感性的印象評価の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

上の分析では、感性的印象評価で用いた印象語の各々に関して、触感の呈示によって受ける影響を個別に検討した。ただし、印象語がそれぞれ独立に触感の影響を受けると考えるよりも、複数の印象語の背後に、より少数の「感性的印象のまとまり」が存在し、それらが外部的な触覚情報によって影響を受け、結果としてそれぞれの印象語で条件間の差を生じていると考えることも出来るであろう。さらに、本実験で確認できる触覚刺激の影響は、感性的印象評価で使用した印象語の範囲に限られる。印象語を抽象化した少数の「感性的印象のまとまり」を抽出すれば、感性的印象評価で使用した以外の印象語に関しても、触覚刺激が与える影響を推測できるであろう。そこで、そのような印象のまとまりを抽出するために、相関行列に基づく主成分分析を適用した。ただし、評価スケールの使い方の個人差の影響を取り除くために、データの行方向の平均を 0、分散を 1 に揃える標準化を行ったうえで、主成分分析を適用した。スクリー基準により抽出する主成分の数は 3 とし、このときの分散説明率は 55.76%であった。主成分得点の条件別平均値を図 2.4 に示す。

表 2.1: (実験 1.1) 各印象語における Cohen's  $d$  効果量

印象語	効果量	印象語	効果量
清涼な	0.496	とがった	0.510
混濁した	0.547	エネルギッシュな	-0.229
優雅な	0.181	クリーンな	-0.535
きめ細かい	0.137	真面目な	-0.152
複雑な	0.547	心地よい	0.050
独特な	0.395	激しい	0.190
濃厚な	0.029	粗い	0.308
しなやかな	0.136	ナチュラルな	-0.126
懐かしい	0.953		

図 2.4 を参照すると、特に第 2 主成分に関して、条件間に大きな得点の差異が見られる。対応のある  $t$  検定の結果、第 2 主成分得点に関して、条件間の有意な差が確認された ( $t(9) = 2.309, p = 0.0463$ )。ここで、図 2.5 を参照すると、条件間の有意差が認められた第 2 主成分は、「粗い」「複雑な」「混濁した」「とがった」「きめ細かい」など、触感に関連すると考えられる印象語に対応した主成分であることが見て取れる。特に、高い正の負荷を示している「粗い」「複雑な」「混濁した」が、実験条件において呈示したざらざらの触感から感じられる印象と考えられることや、「きめ細かい」のように統制条件において呈示した触感から感じられると思われる印象語に高い負の負荷を示していることから、第 2 主成分は「ざらざらの触感から感じられる印象のまとめ」であると解釈できる。この感性的印象のまとめは、図 2.4 に示した通り、ざらざらの触感を呈示した実験条件でより強く感じられていた。これらの結果を総合すると、ざらざら触感の呈示によって、その触感から感じられる感性的印象が、においから感じる感性的印象に付加されていると考えられる。

### 2.3.3 課題 3：触感評定値の比較

課題 3 で行った触感評定の平均値を、条件ごとに図 2.6 に示した。実験条件では「ザラザラした」「ぼこぼこした」の評定値が高く、統制条件ではその他の評定値が高くなっていることが見て取れる。ウィルコクソンの符号順位検定によって条件間の平均得点の差を検定した結果、1%水準で「ツルツルした」( $p = 0.005, d = -2.833$ )、「ザラザラした」( $p = 0.005, d = 3.030$ )、5%水準で「さらさらした」( $p = 0.012, d = -1.437$ )、「しっとりした」( $p = 0.021, d = -1.062$ )、「ぼこぼこした」( $p = 0.022, d = 1.906$ )、10%水準で「す

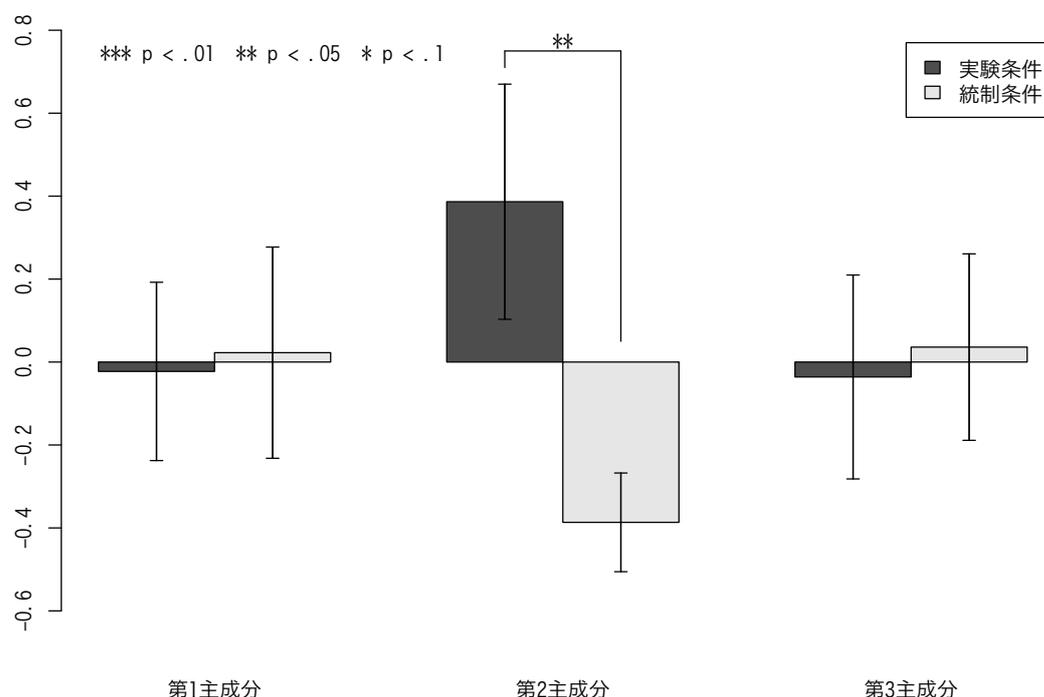


図 2.4: (実験 1.1) 主成分得点の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

べすべした」( $p = 0.051, d = -1.117$ )において有意差が認められた。このことから、鉛筆表面の触感により、意図した触感を実験参加者に与えられたと考えられる。また、エラーバーが示す通り、実験参加者による評価のばらつきは小さい。このことから、全ての実験参加者が同一条件内において、個人差はあれど、ほぼ同じ触感を鉛筆から感じていると考えられる。

#### 2.3.4 課題 4：触感の感性的印象評価の比較

図 2.7 に、触感の感性的印象評価値の平均値と標準誤差を示した。各印象語に関してウィルコクソンの符号順位検定を行ったところ、1%水準で「混濁した」( $V(10) = 55, p = 0.002$ )、「独特な」( $V(10) = 53, p = 0.006$ )、「エネルギッシュな」( $V(10) = 53.5, p = 0.006$ )、「粗い」( $V(10) = 55, p = 0.002$ )、「複雑な」( $V(10) = 44, p = 0.008$ )、「とがった」( $V(10) = 52, p = 0.010$ )、5%水準で「しなやかな」( $V(10) = 6, p = 0.027$ )、「激しい」( $V(10) = 28, p = 0.017$ )、10%水準で「真面目な」( $V(10) = 10, p = 0.084$ )において、有意差が確認された。実験終了後の被験者の口頭報告から、ざらざら条件において「真面

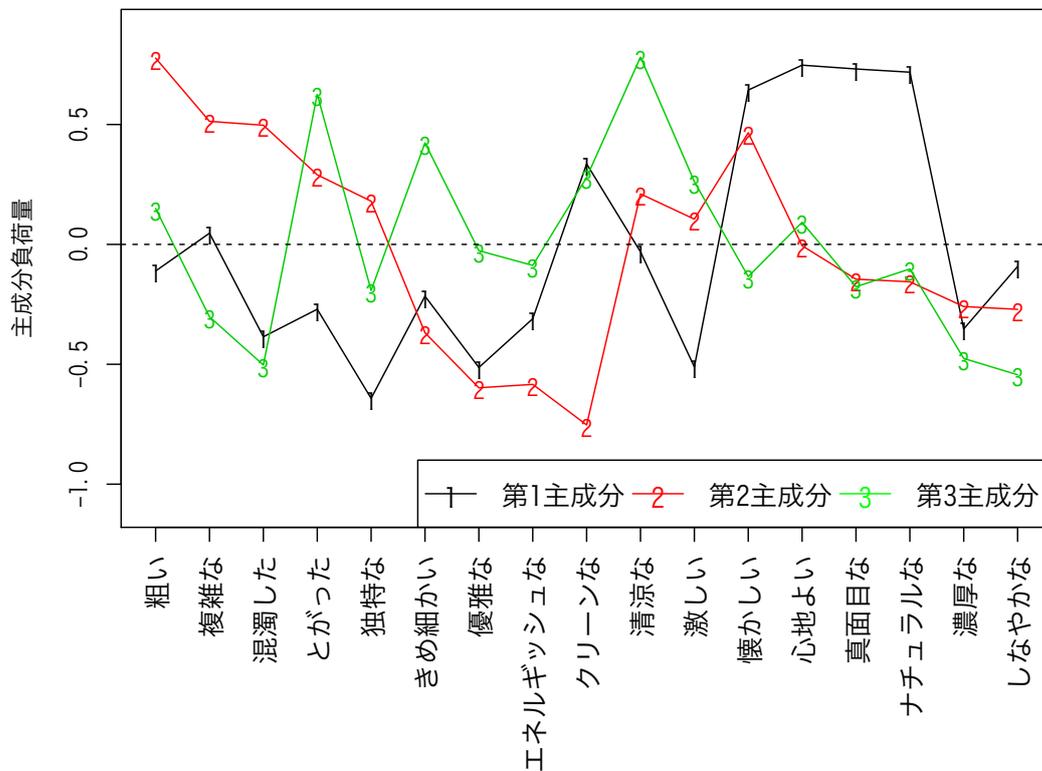


図 2.5: (実験 1.1) 主成分負荷量

目な」という印象を低く感じたことについて「ざらざらな表面の鉛筆は普段使用する鉛筆の表面とは明らかに異なっており、不自然であるという点で、真面目な印象を弱く感じた」とのコメントが複数人から得られた。

また、表 2.2 に、全ての印象語について Cohen's  $d$  効果量を示した。

## 2.4 結果の考察

図 2.3 に示した感性的印象のうち、評価に用いられる鉛筆の表面触感の違いによって「独特な」「懐かしい」「クリーンな」の印象語の評価値に、条件間の有意な差が生じることが示された。また、日本語版 IPANAT を用いた気分の測定の結果、図 2.2 に示した通り、呈示する触感によってポジティブ/ネガティブ気分統計的に有意な差は確認されなかった。実験参加者の気分が (Rowe et al., 2007; Huntsinger, 2012) や意思決定 (Pastötter et al., 2013; Hunstinger, 2013) に影響を与えることが報告されている。本実験では、触覚情報は実験参

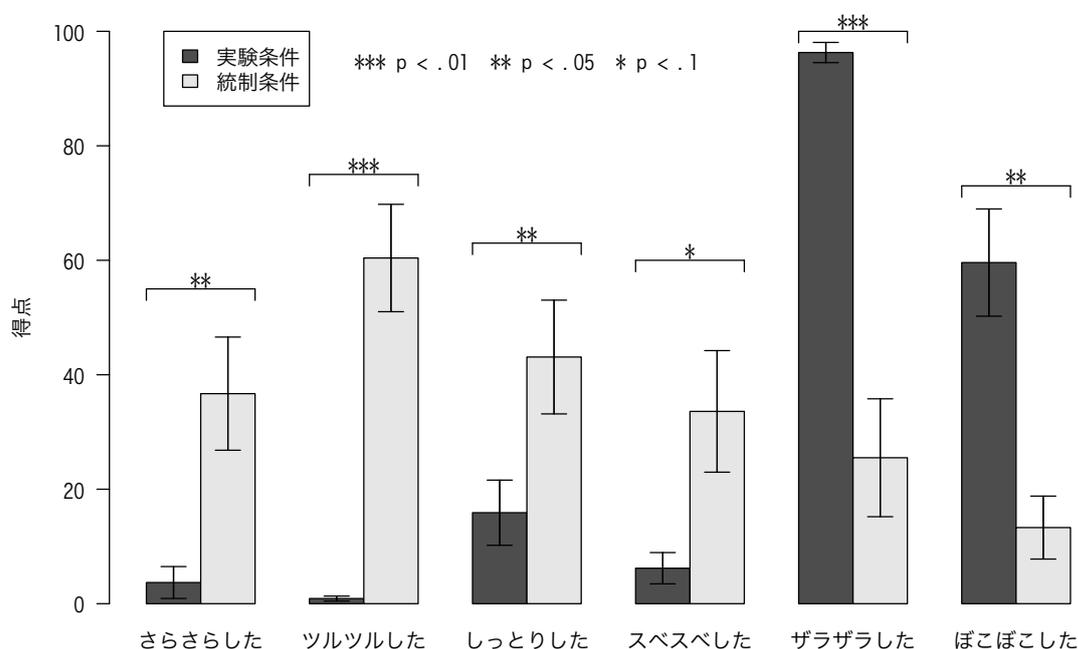


図 2.6: (実験 1.1) 触感評価の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

加者の気分には影響を与えず、感性的印象評価で生じた評価値の差は、触覚情報があたえる気分の差によって生じたものではないと考えられる。さらに、図 2.6 に示した通り、多少のばらつきはあるものの、鉛筆表面から意図した触感をすべて実験参加者が感じていたといえる。これらの事実から、感性的印象評価に付随して与えられる触覚情報は、においの感性的印象評価に確かに影響を与えると考えられる。加えて、図 2.3 と図 2.6 にそれぞれ示した課題 2 と課題 4 の結果を比較すると、においと触感に対する印象語で、より高い評価値が観測された条件が一致していることが見て取れる。たとえば、実験条件でより高く評価された「独特な」という印象語は、触感に対する印象評価でも、同条件で高く評価されている。このことから、嗅覚情報に付随して呈示される触覚情報に対して感じている感性的印象が、あたかも嗅覚情報に対して帰属されて認識された結果、条件間の感性的印象評価に差が生じたと考えられる。

また、複数の印象語の背後に存在する、少数の感性的印象のまとまりを抽出し、それらが実験/統制条件でどの程度感じられているかを確認するために、主成分分析を適用した結果、3つの主成分が抽出された。その中でも第2主成分は、特に「粗い」「複雑な」「混濁し

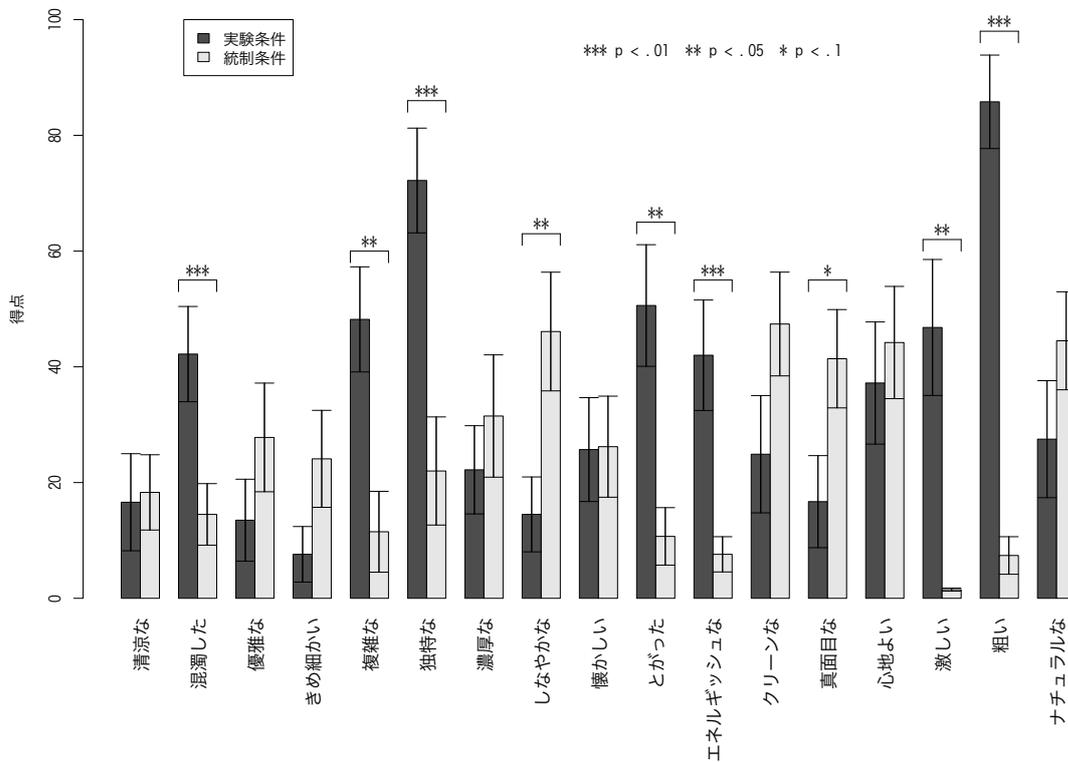


図 2.7: (実験 1.1) 触感に対する感性的印象の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

た」「とがった」「独特な」に高い正の負荷を示しており、さらにこれらの印象語は、図 2.7 に示した通り、実験条件で呈示した触感に対してより強く感じられている印象と一致する。この事実から、この第 2 主成分は、「ざらざらの触感に対して感じられる感性的印象のまとめ」と解釈できる。さらに、主成分得点の条件別平均値を比較した。その結果、図 2.4 に示した通り、第 2 主成分の主成分得点は、実験条件でより高いことが、統計的有意差をもって示された。この結果は、ざらざらの触感を呈示した時に、その触感と類似した感性的印象が、そうでない触感を呈示したときと比べ、より強く体験されていることに加え、触感に対して感じられている印象がにおいに対して帰属されて体験されたことを示唆している。

実験 1.1 では、触覚情報を感性的印象評価の対象に帰属させて呈示した先行研究とは異なり、評価対象に帰属されない触覚情報が対象の印象評価に与える影響を検討した。そのため、実験参加者は、呈示した触覚刺激、すなわち鉛筆表面の触感を、おおいとは独立したものとして認知していたと考えられる。もし、本実験で呈示した触覚情報が単に触感を認

表 2.2: 触感の印象評価；各印象語における Cohen's *d* 効果量

印象語	効果量	印象語	効果量
清涼な	-0.072	とがった	1.535
混濁した	1.264	エネルギッシュな	1.535
優雅な	-0.544	クリーンな	-0.744
きめ細かい	-0.764	真面目な	-0.949
複雑な	1.433	心地よい	-0.218
独特な	1.725	激しい	1.724
濃厚な	-0.319	粗い	4.030
しなやかな	-1.165	ナチュラルな	-0.577
懐かしい	-0.018		

知するための情報として利用されるのであれば、においの感性的印象評価に影響を与えないと予想される。にも関わらず本実験では、上で述べた通り、触感に対して感じられる感性的印象があたかもにおいに対して帰属されて体験されるようにして、触感が印象評価に影響をあたえることが確認された。したがって、ある感覚入力に対する感性的印象認知のメカニズムは、次のようなものであると推察される。複数の感覚モダリティからの情報入力が存在するとき、それらの情報に対して感じる感性的印象はモダリティごとに並列して認知されるのではなく、統合されて認知される。このことは、感性的印象評価の対象となっている刺激と別の刺激が、同一のコンテクストで呈示しているか否かには依存しない。そのため、本実験で示した、感性的印象評価の対象とは無関係な情報に対して感じられる印象が、あたかも印象評価の対象に対して感じられるような、誤帰属が生じる。ただし、触感からある感性的印象を感じるにより、においに対して同じ印象に注意が向けられた結果、その印象がにおいに対して強く感じられた可能性も考えられる。カクテルパーティ効果に代表されるように、人間の認知プロセスにおいて注意が大きな影響を果たすことは古くから知られている (Treisman & Gelade, 1980; Posner, 1980; Desimone & Duncan, 1995)。本実験で検討した感性的印象の認知に関しては、触覚刺激から感じられる感性的印象から、その印象に対する注意が喚起されて、においに対する印象認知に影響を与えたと考えられる。ただし、本実験では、触覚刺激をにおいに帰属させないかたちで呈示する実験計画であったため、本実験における注意の影響は小さいと考えられる。

本実験では、感性的印象評価の対象とは無関係な触覚情報に対して感じられる感性的印象が、あたかも印象評価の対象である嗅覚情報に帰属されることを示した。この結果は、冒

頭で述べた通り、意図した感性的印象をあたえるための製品表面の触感デザインやインタフェースの設計に関して、重要な示唆を与えるものである。ただし、本実験では、触感がにの感性的印象認知に与える影響の検討にあたって、にの印象評価に慣れた実験参加者を用いた。そのため、本実験で得られた結果が、感性的印象評価に慣れていない参加者に対して成り立つとは必ずしも言えない。本実験の結果を触感デザイン等に应用する場合には、その結果が、にの印象評価に慣れているかどうかに関わらず成り立つことを示しておく必要があると考えられる。そこで、実験 1.2 では、にの感性的印象評価に慣れていない実験参加者を用いて、触感がにの印象評価に与える影響を考察した。

### 2.5 実験 1.2：商品パッケージへの応用可能性の検討

実験 1.1 では、触覚情報を感性的印象の評価対象に帰属させて呈示した先行研究とは異なり、評価対象に帰属されない触覚情報の影響を検討した。その結果、感性的印象評価に対する触覚情報の影響が、触感に対して感じる印象があたかもにのに対して帰属されるように体験されるという形で、確認された。このことから、例えば商品パッケージは広告の表面など、商品自体とは無関係な箇所であっても、適切な触感を設計するように、本実験の結果を製品の触感デザインやインタフェース設計に应用できる可能性がある。ただし、実験 1.1 の結果は、にの評価に慣れた実験参加者の印象評価に基づくものであり、にの評価に慣れていない実験参加者に対しても同じ効果が生じるとは必ずしも言えない。そこで、実験 1.1 で確認された効果の一般性と、商品の触感デザインとしての応用可能性を検討するために、にの評価に慣れていない参加者による、以下の実験を行った。

#### 2.5.1 実験手続き

##### 実験刺激

実験参加者に呈示する触覚刺激は、後述するエッセンシャルオイルを染み込ませた脱脂綿を、直径 30mm 高さ 60mm のキャップ付きガラス瓶（スクリュー管 No.6, マルエム）に封入した。このガラス瓶の表面に、実験 1.1 で使用した、ざらざらの触感を呈するスプレーを塗布したものを実験刺激、白色のスプレーを塗布したものを統制刺激としてそれぞれ作成した。これらのガラス瓶は、使用前に 35℃の恒温槽に 24 時間安置し、塗料のにおいを

抜いた上で実験で使用した。また、それぞれのガラス瓶表面の静止摩擦係数および動摩擦係数は、実験 1.1 で作成した鉛筆表面と同程度であった。

実験参加者に呈示する嗅覚刺激として、フランキンセンス、アニスシード、ペパーミント、バニラの4種のエッセンシャルオイル（4種ともに生活の木）を用いた。これらにおいては、何のにおいか同定が容易かそうでないか、という観点で使用し、ペパーミントとバニラが同定が容易な一方、フランキンセンスとアニスシードは同定が難しいと考えられる。これらのエッセンシャルオイルを15mm四方の脱脂綿に数滴染み込ませ、前述の表面触感を加工したガラス瓶に封入した。

### 実験参加者

実験参加者は、慶應義塾大学・システムデザインマネジメント研究科に所属する学生15名（うち男性9名、女性6名）であった。また、平均年齢は33.13歳（s.d. = 0.38）であった。実験前の聞き取りによると、日常的ににおいの評価を行っている参加者は見られなかった。

### 実験手順

実験は被験者内計画で実施した。まず、参加者を室温が24℃に維持された広さ10m<sup>2</sup>の部屋に入室させ、着席を求めた。実験では、前述の4種のエッセンシャルオイルを実験刺激および統制刺激のガラス瓶に封入した8種類のガラス瓶をランダムな順番で呈示し、蓋を開けてにおいをかぎ、においに対する感性的印象の評価を求めた。感性的印象評価では「清涼な」「混濁した」「複雑な」「独特な」「懐かしい」「クリーンな」「優雅な」「心地よい」の8つの印象語それぞれを、かいているにおいからどの程度感じるかを「全然感じない」から「非常に感じる」までのフリースケール上で評価することを求めた。ここで用いた印象語は、実験 1.1 におけるフランキンセンスの感性的印象評価で有意差が確認された3つの用語に、実験 2 で追加した3種のにおいの印象として適切であると思われる5つの用語を追加したものである。評価中は、利き手でない方の手でガラス瓶をしっかりと把持して、においを嗅ぐことを求め、評価中のにおいのかぎ直しを認めた。なお実験参加者の利き手は、実験開始前の参加同意書記入時の筆記の様子、および実験参加者に口頭での確認によって判断した。すべての評価は、ガラス瓶以外の触覚刺激を極力与えないようにするために、机上に置かれたタブレット端末（iPad mini, Apple）で、付録に示した評価画面から入力

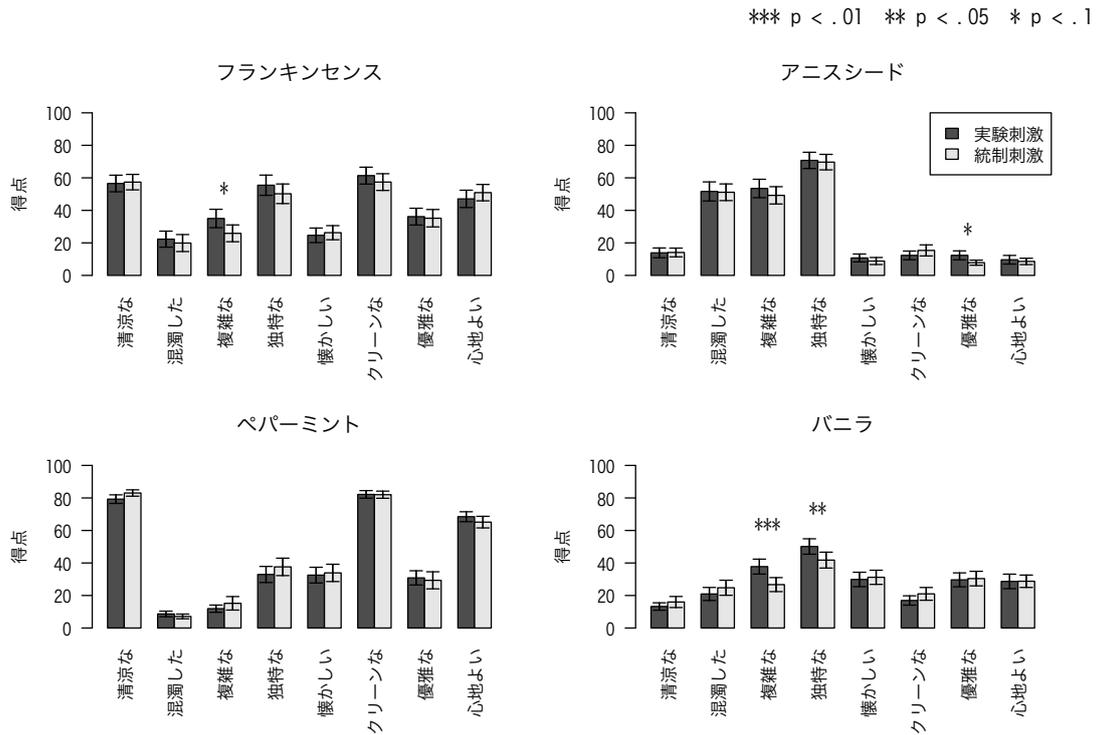


図 2.8: (実験 1.2) においての感性的印象の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

することを求めた。感性的印象評価の後に、かいでいるにおいが何のにおいか同定できる否かを「何のにおいかわかる」「何のにおいか分からない」の強制二者択一法で回答することを求めた。ただし、確信の程度に関わらず、かいでいるにおいが何のにおいであるか想像ができるようであれば「何のにおいか分かる」と回答し、そうでなければ「何のにおいか分からない」と回答するよう指示した。なお、8通りのガラス瓶に対して、2回の繰り返し測定を行った。

### 2.5.2 実験結果

図 2.8 に 4 種類のおいでの各印象語の平均評価値およびエラーバーを示した。

それぞれの感性的印象の評価値に関して、実験参加者を変量効果、条件を固定効果とした混合要因分散分析を適用した。その結果、有意水準を 5% とすると、バニラに対して「複雑な」印象が実験条件で有意に高く ( $F(1, 44) = 9.214, p = 0.004$ ) また、「独特な」印象が実験条件で有意に高く ( $F(1, 44) = 0.458, p = 0.040$ ) 評定されていることが示された。

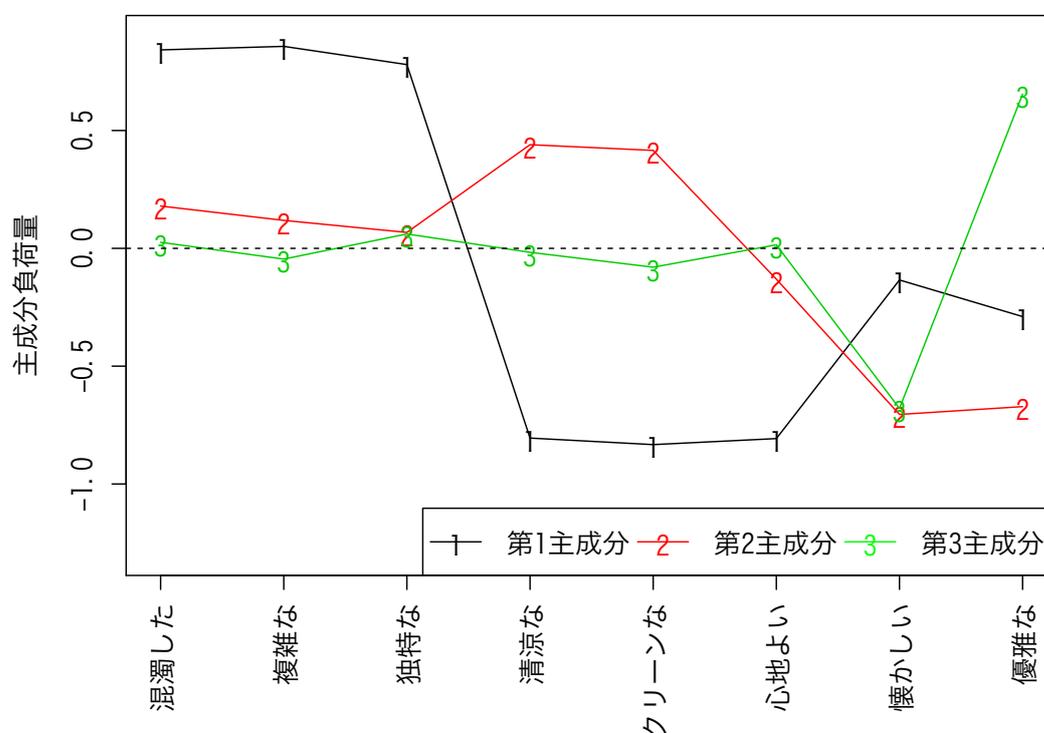


図 2.9: (実験 1.2) 主成分負荷量

さらに、有意水準を 10%とした時、フランキンセンスに対して「複雑な」印象が統制条件で有意に高く ( $F(1, 44) = 3.215, p = 0.080$ )、アニスシードに対して「優雅な」印象が実験条件で有意に高く ( $F(1, 44) = 3.115, p = 0.085$ ) 評定されていることがわかった。

つづいて実験 1.1 と同様に、少数の感性的印象のまとまりを抽出するために、実験/統制条件の実験参加者 × 印象語のデータ行列を縦に積んだ行列に対して、相関係数行列に基づく主成分分析を適用した。ただし、スケールの使い方の個人差の影響を取り除くために、データの行方向の平均を 0、分散を 1 に標準化した上で主成分分析を適用した。抽出する主成分の数は 3 とし、この時の分散説明率は 61.58%であった。得られた主成分負荷量を図 2.9 に示す。

実験 1.1 では、「ざらざらの触感に対して感じられる感性的印象のまとまり」として、「複雑な」「混濁した」「独特な」に強い負荷を示す主成分が抽出された。本実験でも同様に、「混濁した」「複雑な」「独特な」に強い正の負荷を示す主成分が第 1 主成分として得られていることが見て

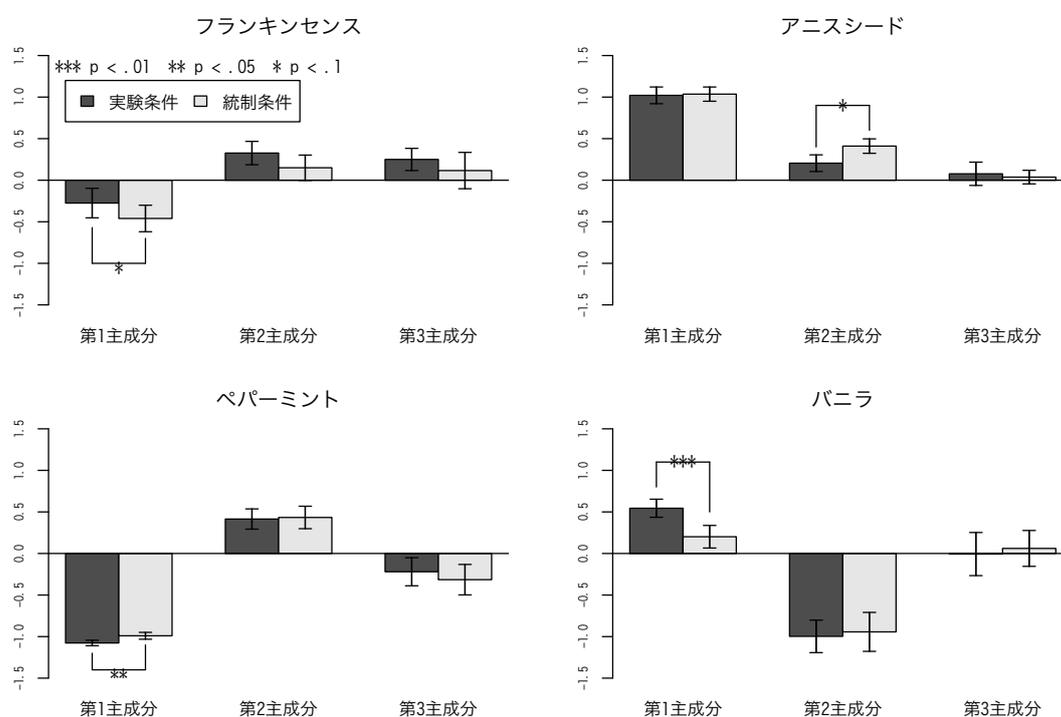


図 2.10: (実験 1.2) 主成分得点の条件別平均値. エラーバーは標準誤差を表す.

取れる. 反対に「清涼な」「クリーンな」「心地よい」に対しては強い負の負荷を示しており, この第1主成分は, 実験 1.1 の第2主成分である「ざらざらの触感に対して感じられる感性的印象のまとまり」と同等のものとして解釈できる. また, 図 2.10 に条件毎の主成分得点の平均値を, 4 種のおいごとに示した. 「触感と類似した印象のまとまり」である第1主成分の平均得点に着目すると, フランキンセンスでは実験条件の方がより高く ( $t(29) = 1.182, p = 0.080$ ), ペパーミントでは統制条件の方がより高く ( $t(29) = -2.532, p = 0.017$ ), バニラでは実験条件の方がより高かった ( $t(29) = 2.771, p = 0.009$ ). すなわち, フランキンセンスとバニラに関しては, 実験 1.1 と同様に, 触感と類似した印象が, ざらざらの触感を呈示したときにより強く体験されていることが示された. また, アニスシードでは, 第1主成分に関する条件間の有意差は確認されなかったものの, 第2主成分に関して有意差が認められた ( $t(29) = -1.879, p = 0.070$ ).

また, においが同定できるか否かの回答に関して, 「何のにおいか分かる」と回答した割合は, フランキンセンスでは 0.667, アニスシードでは 0.333, ペパーミントでは 0.933, バ

ニラでは0.567であった。母比率の検定の結果、フランキンセンス ( $p = 0.013$ )、アニシード ( $p = 0.013$ )、ペパーミント ( $p < 0.001$ ) では5%水準で、母比率が0.5とは異なることが確認された。

### 2.5.3 結果の考察

実験1.1では、にの感性的印象評価に慣れた実験参加者による印象評価を通して、触感が印象評価に与える影響を考察した。一方で本実験では、にの感性的印象評価に慣れていない実験参加者の評価により、実験1.1で確認された触感が印象評価に与える影響の一般化可能性を検討した。その結果、実験1.1と同様に、いくつかの印象語において、触感が感性的印象評価に与える影響が、統計的有意差をもって確認された。特に、バニラに関して「複雑な」と「独特な」といった、ざらざらの触感に意味的に類似していると考えられる印象が、ざらざらの触感を呈示した実験条件で強く体験されていたことは、実験1.1の結果を支持するものである。

また、実験1.1と同様に、主成分分析を適用することで、少数の感性的印象のまとまりを抽出し、さらに主成分得点を条件間で比較して、触感が印象認知に与える影響を考察した。その結果、実験1.1で第2主成分として得られた、ざらざらの触感に対して感じられる感性的印象のまとまりと同等と考えられるものが第1主成分として抽出された。この主成分は、「混濁した」「複雑な」「独特な」に高い正の負荷を示す一方、「清涼な」「クリーンな」「心地よい」に高い負の負荷を示すものである。実験1.1で確認された触感の影響が、本実験、すなわちにの感性的印象評価に慣れていない実験参加者の評価に基づく実験であっても生じるのであれば、この第1主成分の主成分得点は、実験1.1と同様に実験条件においてより高いと予想される。実験1.2の結果、図2.10に示した通り、フランキンセンスとバニラに関して、第1主成分の得点が、実験条件のほうが統制条件よりも高いことが、統計的有意差をもって示された。特に、実験1.1と1.2の両方で使用したフランキンセンスは、両実験ともに、触感と関連した印象が実験条件で強められること、すなわち、触感に対して感じられている印象がにのに対して帰属されて体験されたことが示された。ただし、実験1.2で得られた実験条件と統制条件の間の差は、実験1.1と比較して小さいものであった。このことから、実験1.1で確認された触覚情報の効果は、実験参加者がにの感性的印象評価に慣れていない場合であっても、生じるものであるが、感性的印象評価に慣れている場合の方が、より大きな効果が生じると考えられる。

アニスシードでは第1主成分の得点に関して、条件間の有意差が確認されなかった。一方で、第2主成分の得点に関してのみ、条件間の有意差が確認された。第2主成分は、図2.9を参照すると、そのにおいに対する親和性を意味すると思われる「懐かしい」に強い負の負荷を示していることから、においに対する新奇さを表していると考えられる。アニスシードは、ヨーロッパ諸国ではスパイスとして、主に菓子等に使われているものであるが、日本においては日常的に使われるものではないため、日本人にとってそのにおいは新奇さが高く、嗜好性が低いことが知られている (Ayabe-Kanamura et al., 1998)。実際に、アニスシードのにおいを同定できると回答した割合が0.333と、その他のにおい比べて低かった。また、第1主成分は、触感に対して感じられる感性的印象のまとめりであるが、「独特な」という印象に高い正の負荷を示していることから、においの新奇さも同時に表していると考えられる。アニスシードの第1主成分得点は、4種のにおいの中で、実験/統制条件ともに最も高く、このことから、アニスシードを呈示したときには、その嗅覚刺激自体から新奇さが強く体験されていたと推察される。そのため、統制条件であっても、第1主成分が意味する新奇さが強く体験され、その結果、実験条件と統制条件の有意差が確認されなかったと考えられる。このことを更に一般化すると、嗅覚情報自体からある感性的印象を非常に強く感じている場合に限っては、嗅覚情報に対して体験されるその印象を、外部的な触覚情報を利用して操作することは難しいと考えられる。言い換えれば、ある感性的印象を嗅覚情報だけから強く感じている場合、その印象を評価するにあたって、触覚情報など、その他のモダリティからの感覚入力を統合した印象認知を行う必要がなく、嗅覚情報だけに基づく印象認知が行われると考えられる。そのため、においの感性的印象の操作を目的とした触感デザインを行う際には、操作の対象とする印象は、におい自体から強く感じられるものであってはならず、におい自体からはその印象評価が困難なものが適していると思われる。このことは、触覚情報による感性的印象操作の限界を示唆すると同時に、におい自体からは感じられないような印象を付加することが出来る可能性も示唆している。

また、ペパーミントに関して、第1主成分の得点は、実験条件の方が統制条件よりも、僅かではあるが、統計的有意差をもって低いことが示された。この結果は、これまで述べた、触感に対して感じる感性的印象がにおいに対して帰属されるという考察に矛盾するものである。ペパーミントのにおいを同定できると回答した割合は、0.933であり、その他のにおい比べて著しく高かった。このことから、ペパーミントのように同定性の高いにおいに対しては、フランキンセンスやバニラのにおいに関して見られた、触感に対して感じる感

性的印象がにおいに対して感じられるという現象とは、異なる印象認知が行われていることが示唆される。

## 2.6 実験1のまとめ

本研究では、においとは無関係に与えられる触覚刺激が、においの感性的印象評価に与える影響を、2つの実験を通して検討した。実験1.1では、実験参加者が評価で使用する鉛筆の表面から、ざらざらまたはつるつるの触覚刺激を呈示した。その結果、いくつかの感性的印象が、評価に付随して与えられる触覚刺激によって影響を受けることが、有意差と中程度以上の効果量をもって確認された。さらに触感のみに対する感性的印象の評価の結果、触感自体の感性的印象は、実験1で条件間の有意差が観測された印象語に関して、においの感性的印象評価とほぼおなじ傾向を示した。また、主成分分析の結果、触感に類似した印象のまとまりと考えられる主成分が抽出され、その主成分得点は、ざらざらの触感を呈示した実験条件でより高かった。これらの結果は、触感に対して感じられる感性的印象が、あたかもにおいに対して帰属され体験される可能性を示唆している。

実験1.2では実験1.1で確認された、触感が感性的印象に与える効果の一般化可能性を検討した。その結果、実験1.1と同様に、いくつかの感性的印象が触覚刺激の影響を受け、呈示する触感の違いによって感じる印象の強度が異なることが示された。さらに、実験1.1と同様に、触感と類似した印象のまとまりと解釈できる主成分が得られ、その主成分得点は、いくつかのにおいに関して、ざらざらの触感を呈示した時により高かった。このことから、実験1.1で確認された、触覚情報が印象評価に与える影響は、実験参加者が印象評価に慣れていない場合であっても、確かに生じるものであると考えられる。

本研究はざらざらという触感が、においの感性的印象に与える影響のみを検討したものである。そのため、それ以外の触感（硬軟、温度など）、あるいはにおい以外が感性的印象評価の対象となった場合について、本実験と同じ結果が得られるかどうかは明らかでない。したがって、硬軟感や表面のきめ、温冷覚など、様々な触覚情報がにおいの感性的印象認知に与える影響を確認する必要がある。さらに、触感に加えて、視覚刺激など、その他のモダリティへの刺激を加えた時に、感性的印象に与える影響が大きくなるかどうかを検討することも、印象操作のためのデザインという観点から重要であると考えられる。もし視覚刺激に関しても同様に、視覚刺激に対して感じられる感性的印象がにおいに対しても感じられるのであれば、嗅覚刺激に対して触覚刺激と視覚刺激を同時に呈示することによ

て、触覚刺激単体を呈示したときよりも、さらに大きく印象を操作できる可能性がある。この検討は、1節で述べた製品の触感デザインだけではなく、消費者の五感全体に訴えかける新たな商品デザインのために有益な知見となると考えられる。

## 第3章

# 付随的な温冷覚刺激がにの感性的印象評価に与える影響

### 3.1 実験の背景と目的

実験1では、触圧覚（触感）が味嗅覚刺激に対する感性的印象認知にどのようなバイアスを与えるかをそれぞれ検討した。その結果、実験1では触感に対して感じられている印象がにの対しても感じられることによって、特定の感性的印象が触覚刺激によって影響を受けることが明らかとなった。

皮下の機械受容器によって受容される触圧覚と振動覚に、痛覚と温冷覚を加えたものは皮膚感覚と呼ばれる。この中でも特に温冷覚は、たとえばコーヒーを飲む時に、コーヒーの味香りと同時に、掌部にコーヒーの温感が伝わることや、口の中に入れた食品の味香りを感しながら、その食品の温かさあるいは冷たさが口腔内に伝わるなど、味嗅覚刺激と温冷覚はともに体験されることが多い。さらに、たとえ味香りの強度および質が全く同じであったとしても、温かい飲み物と冷たい飲み物ではそれらから受ける感性的印象が大きく異なるように、温冷覚刺激と味嗅覚刺激の多感覚統合は、触圧覚と味嗅覚刺激の多感覚統合と同様に、日常的に生じていると思われる。すなわち、味嗅覚刺激の感性的印象認知に温冷覚刺激が何らかの影響を与えていると予想される。

そこで本実験では、にの感性的印象を評価するにあたって、付随的な温冷刺激を提示することで、触覚刺激のうち温冷覚がにの感性的印象評価に与える影響を考察した。実験では、実験参加者にペパーミントエッセンシャルオイルを嗅覚刺激として呈示すると同時に、掌部に温冷覚を呈示した時に、嗅覚刺激に対する感性的印象がどの様に変化するかを検討した。

## 3.2 実験計画

### 3.2.1 実験装置

実験装置として、図 4.1 に示す、嗅覚刺激と温冷覚を同時に呈示する装置を作成した。本装置は、ペルチェ素子を内蔵したペルチェコントローラ (VPE35-12-40S, VICS)、実験参加者の掌部に温冷刺激を呈示するための直径 25mm 高さ 100mm のジュラルミン製円柱、におい物質を格納するための直径 25mm 高さ 50mm の樹脂製容器で構成される。ペルチェ素子は、電圧を加えると素子の両面に温度差を生じる特性を持った素子であり、電流の方向を変えることによって、素子表面から温覚および冷覚を呈示することができる。ジュラルミン円柱の底部には、ペルチェ素子と同サイズで厚さ 5mm のジュラルミン板が、ペルチェ素子と密着して装着されている。また、ジュラルミン板とペルチェ素子の間には熱伝導グリスを塗布した。そのため、素子表面の温度は、図 4.1 に示した断面図の通り、素子表面からジュラルミン板を通じてジュラルミン円柱に伝わる。よって、ペルチェ素子の温度を設定した後十分な時間放置することで、ペルチェ素子とジュラルミン円柱が熱平衡状態になり、ペルチェ素子で設定した温度をジュラルミン円柱から呈示することが出来る。なお、ペルチェ素子の温度制御は PID 制御を用いた。ペルチェ素子上面には断熱のために厚さ 5mm の杉板を設置した。また、ジュラルミン円柱部の温度が樹脂内のにおい物質に伝達し、におい物質の物性や揮発量に変化することを防ぐために、円柱と樹脂製容器の間にも断熱のために厚さ 5mm の杉板を設けた。実験刺激の視覚的影響を取り除くために、樹脂製容器だけが露出する形で暗幕をかけて実験を行った。上記の実験装置および暗幕は、それら自体のにおいがにおいの感性的印象評価に影響を与える可能性がある。そこで、それらを 35℃に保温したインキュベータに 24 時間放置したうえで、においを生じないことを確認して実験装置として使用した。

### 3.2.2 実験刺激・参加者

実験参加者に呈示する嗅覚刺激として、ペパーミントエッセンシャルオイル (高砂香料工業) を用いた。ペパーミントエッセンシャルオイルを 5mm×10mm の紙片に染み込ませたものをガラス瓶に入れ、前述の実験装置上部の樹脂製容器に格納した。温冷覚刺激は、実験装置のジュラルミン円柱を実験参加者に把持させることによって、掌部に対して呈示し

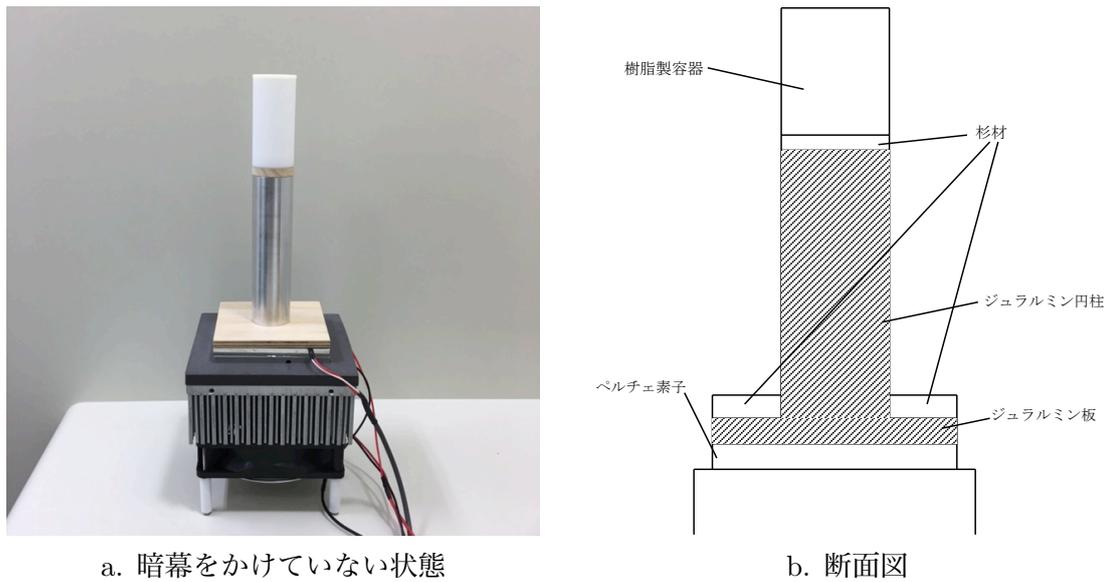


図 3.1: (実験 2) 実験装置

た。呈示する温冷覚刺激，温刺激条件で 38℃，冷刺激条件で 20℃，統制条件で 32℃とした。

実験参加者は，健康な男女 12 名（うち男性 7 名，女性 5 名）であり，平均年齢は 28.4 歳 (s.d.=3.2) であった。なお，すべての実験参加者は，味と匂いに関する研究業務に従事し，においに対する感性的印象評価の経験を有する社会人研究者であった。

### 3.2.3 実験手続き

温刺激条件，冷刺激条件，および統制条件のそれぞれで，以下の手続きに従って実験を行った。実験計画は被験者内計画とし，実験参加者は全ての条件にランダムな順番で参加した。実験は，広さ 17m<sup>2</sup>，室温が 22℃に統制され，換気の行き届いた官能評価室で実施した。

実験参加者への趣旨説明および同意書記入の後，参加者の掌部温度を統制するために，32℃に温度を保持したホットプレートの上に利き手ではない手を掌部を下側にして安置し，5 分間の休憩を求めた。ここでは，同意書記入時に参加者が筆記具を持った手を利き手と推定し，参加者に利き手であることを口頭で確認した。その後，聴覚刺激の影響をキャンセルするために，ホワイトノイズが流れるノイズキャンセリングヘッドホンの着用を求めた。続いて，ジュラルミン円柱の上端と下端の温度が，条件で呈示する温度から ±0.5℃の範

囲に含まれることを確認して、実験装置の前面から利き手でない方の手を挿入し、ジュラルミン円柱を握ることを求めた。その上で、利き手で筆記具を持ち、以下2つの評価を質問紙上で行うことを求めた。まず、においがかがらない状態で、掌から感じる冷たさ/温かさを、「非常に冷たい」から「非常に温かい」までの7件法で評価させた。次に、実験装置全体を上から覗き込むようにして、樹脂製容器からにおいをかぎながら、においから感じる感性的印象を「全然感じない」から「非常に感じる」までの7件法で評価させた。評価に用いた用語は、実験1の結果に基づき、においの感性的印象を検討した既存研究(樋口他, 2002; Ferdenzi et al., 2013)から、冷覚に対して感じられると考えられる「透明な」「すつとする」「ひんやりした」「爽快な」「すっきりした」「さわやかな」「清潔な」、温覚に対して感じられると考えられる「刺激的な」「温かみのある」「まろやかな」「なめらかな」「活動的な」「ゆったりした」「ほっとした」、および温冷覚からは感じられないと考えられる「濃厚な」「明るい」「暗い」「心地よい」「落ち着いた」の計19語であった。

評価終了後、実験装置から手を引き抜いて2分間の休憩を取った後、再び32℃に保温したホットプレートの上に利き手ではない方の掌を5分間安置し、別の条件で実験を行った。ただし、エッセンシャルオイルを染み込ませた紙片は、1つの条件を終了する毎に新しいものに交換した。なお、本実験で使用した質問紙を付録Aとして付した。

### 3.3 実験結果

すべての実験参加者は、実験を途中で中断すること無く、すべての条件に参加した。また、回答の抜け漏れは生じなかった。各条件における感性的印象評価の平均値を、図3.2に示す。また、図中のエラーバーは標準誤差を表す。条件間の評価値を比較するために、被験者を変量効果、実験条件を固定効果とした、混合要因分散分析を各印象語に関して適用した。その結果、5%水準で「ゆったりした」、( $F(2, 18) = 4.562, p = 0.025$ )、10%水準で「温かみのある」( $F(2, 18) = 3.115, p = 0.069$ )、および「なめらかな」( $F(2, 18) = 3.391, p = 0.056$ )に関して、条件の有意な主効果が見られた。これらの用語に対して、Tukey法による多重比較検定を行った。その結果「ゆったりした」の評価値は、冷刺激条件では統制条件より有意に低かった( $p = 0.007$ )。また「温かみのある」の評価値は、冷刺激条件ではその他の条件(温刺激条件-冷刺激条件  $p = 0.078$ , 統制条件-冷刺激条件  $p = 0.078$ )より有意に低く、「なめらかな」の評価値は冷刺激条件では統制条件よりも有意に低かった( $p = 0.033$ )。

上では、混合要因分散分析を適用することによって、各印象語レベルでの、温冷覚刺激

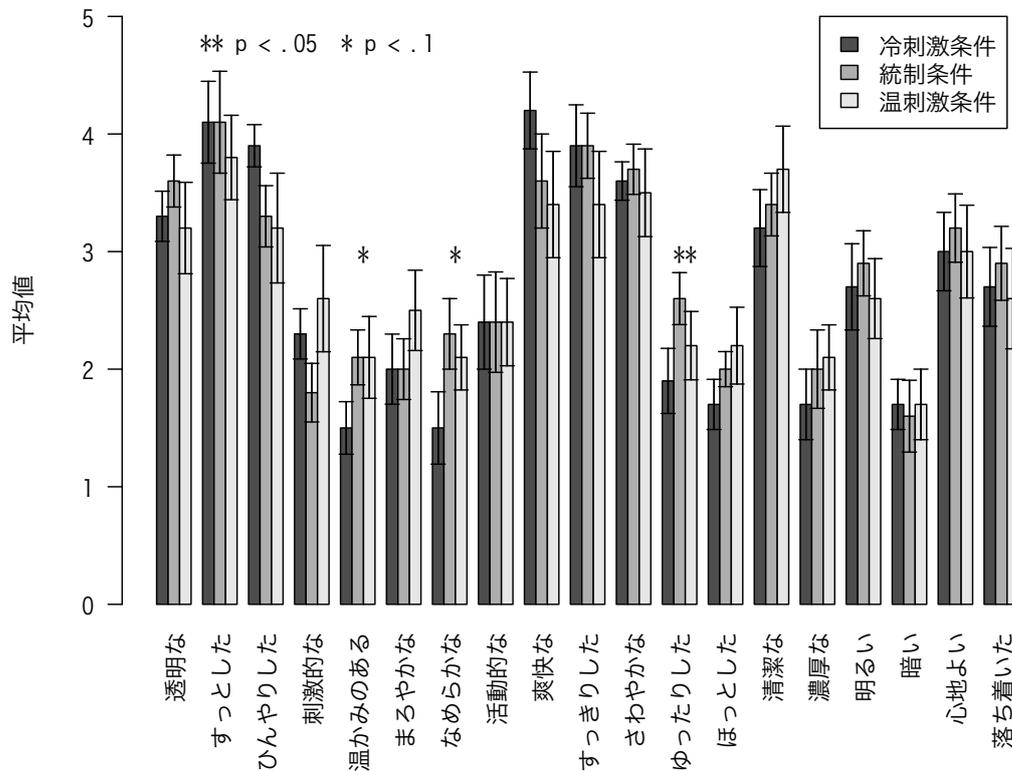


図 3.2: (実験 2) においに対する感性的評価の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

の影響を検討した。一方で、それぞれの印象が外部的な温冷覚刺激が与える影響によって独立に変動すると考えるよりも、19個の印象語の背後に少数の主成分が存在し、それらが温冷覚刺激の影響によって変動すると考えることもできる。そのような主成分を抽出することで、本実験で使用した以外の印象語に対しても、触覚刺激の影響を予想できると考えられる。そこで、印象語を少数の主成分に圧縮し、主成分得点を条件間で比較するために、実験で得られたデータに対して相関係数行列に基づく主成分分析を適用した。ここで用いたデータ行列は、各条件における実験参加者 × 印象語の 12 行 × 19 列の行列を縦に積んだ、(12×3) 行 × 19 列の行列である。抽出する主成分はスクリー基準により 4 つとし、このときの分散説明率は 60.12%であった。

冷刺激条件、統制条件、温刺激条件の 3 条件に関して、第 1～第 4 主成分得点の条件別平均値を図 3.3 に示す。第 2 主成分から第 4 主成分と異なり、第 1 主成分の得点に関して、冷刺激条件と温刺激条件の間に大きな差が見て取れる。条件の違いを要因とした一要因分散

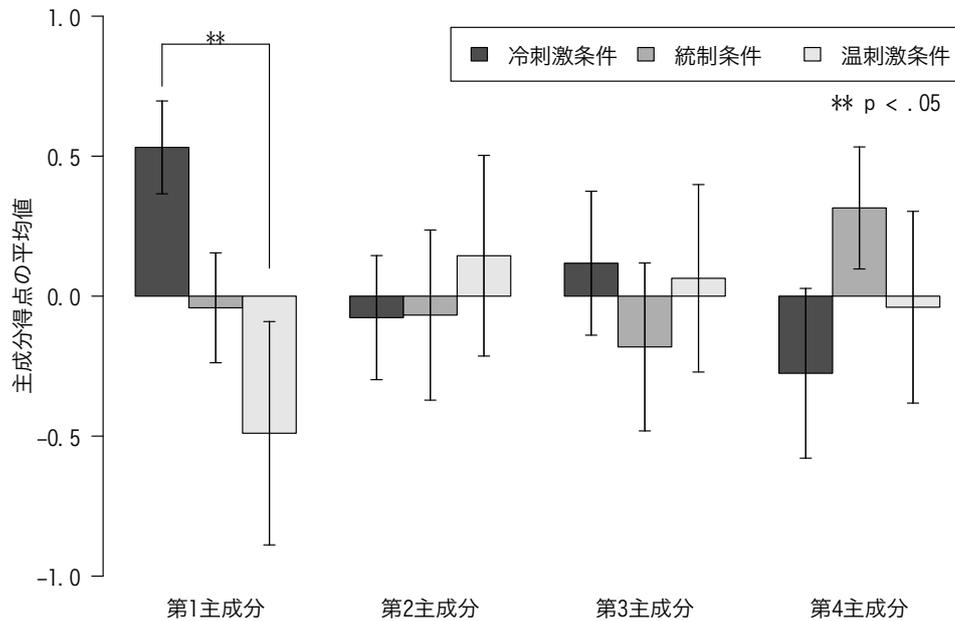


図 3.3: (実験 2) 主成分得点の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

分析の結果、5%水準で条件の有意な主効果が認められた ( $F(2, 33) = 3.491, p = 0.042$ )。さらに、Tukey 法によるの多重比較の結果、冷刺激の主成分得点は、温刺激と比べて有意に高かった ( $t(9) = -0.636, p = 0.033$ )。

また、得られた主成分負荷量を図 3.4 に示す。冷刺激/温刺激条件の有意な差が認められた第 1 主成分に注目すると、「ひんやりした」「爽快な」「すっきりした」「さわやかな」「透明な」「すっとした」といった、冷刺激に対して感じられると思われる印象語に高い正の負荷を示し、反対に「まろやかな」「なめらかな」「ゆったりした」「ほっとした」「温かみのある」等の温刺激に対して感じられると思われる印象語には高い負の負荷を示している。このことから、第 1 主成分は、冷刺激に対して感じられる感性的印象のまとめであると解釈できる。

### 3.4 結果の考察

図 3.2 に示した通り、ペパーミントのにおいに対する感性的印象評価の結果、印象語レベルにおいては「温かみのある」「なめらかな」「ゆったりした」という印象が冷刺激条件において有意に低く体験されていることが明らかになった。このように、感性的印象評価に

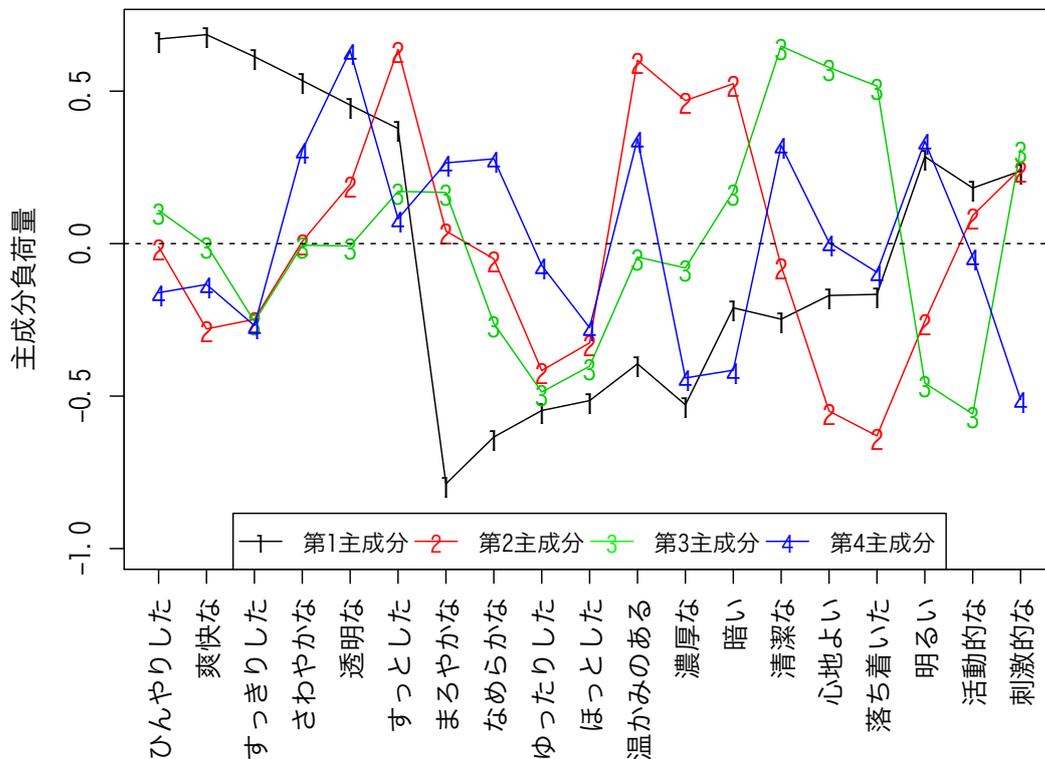


図 3.4: (実験2) 主成分負荷量

使用した印象語に個別に着目したときに、実験1で示された触感が印象評価に与える影響、ならびに実験2で示された振動覚が印象評価に与える影響と同じように、温冷覚刺激もまた、においの印象評価に影響を与えていることが、統計的有意差を伴って確認された。

また、主成分分析により、印象語の背後に存在する、少数の印象のまとまりを抽出することを試みた。その結果、実験1で、ざらざらの触感に対して感じられる印象のまとまりが主成分として抽出されたのと同様に、本実験でも、冷刺激に対して感じられる印象のまとまりと考えられる主成分が得られた。この主成分は、「爽快な」「すっきりした」などの、冷刺激に対して感じられると思われる印象語に高い正の負荷を、「ゆったりした」「温かみのある」など、温刺激に対して感じられると思われる印象に高い負の負荷を示していた。従ってこの主成分は、冷刺激に対して感じられる印象のまとまりであると同時に、温刺激と冷刺激の感性的印象の対比を表しているとも解釈できる。さらに、この主成分の主成分得点は図3.3に示した通り、冷刺激条件で高く、温刺激条件で低かった。実験1では、ざらざらの触感に対して感じられる感性的印象を意味する主成分得点は、ざらざらの触感を呈

示した条件において高かった。このことから、ざらざらの触感に対して感じられている印象が、においに対しても感じるように体験されることが示唆された。同様の現象は、本実験においても生じていると考えられる。すなわち、冷刺激と類似した印象は、同じ冷刺激を呈示した条件において強く体験されており、このことから、冷刺激に対して感じている印象が、あたかもにおいに対して感じているように体験されていると考えられる。反対に、第1主成分得点が、冷刺激条件と比べて温刺激条件で有意に低かったことから、温刺激に対して感じられる印象は、温刺激を呈示した時に強く体験される、すなわち、温刺激に対して感じている印象がにおいに対して帰属されていると考えられる。以上の結果から、これまで検討した触感と同様に、温冷覚も確かに印象評価に影響を与えるといえる。すなわち、実験1で確認された触感の影響と同じく、温覚または冷覚に対して感じている印象が、温覚または冷覚を呈示した時に、においに対して誤って帰属されて認知されている、と考えられる。

Ho et al. (2014b) および Ho et al. (2014a) は、視覚と温冷覚の統合において、Anti-Bayesian integration が生じることを示した。Ho らは、同じ温度の赤色の物体と青色の物体を触り、感じられる温度の主観的等価点を比較した結果、赤色のほうがより冷たく、青色のほうがより温かく感じられることを示した。一般に、赤色と温覚、青色と冷覚は対応付けられて連想されることが多いため、赤色の物体はより温かく、青色の物体はより冷たく感じられる、Bayesian Integration が生じると考えられる。しかしながら、Ho らが検討した低次の知覚では、視覚と温覚の対比が強調される Anti-Bayesian Integration が生じていることが示された。反対に、本研究で得られた結果は、Bayesian Integration による触覚と嗅覚の多感覚統合を示唆するものである。このことから、Ho らが検討した低次の知覚とは異なり、知覚を統合して得られる感性的印象のような高次の情報処理では、Bayesian Integration が生じていることが推察される。

#### 3.5 実験2のまとめ

本実験では、においの感性的印象評価にあたって、付随的に呈示される温冷覚が与える影響を考察した。実験では、図3.1に示した実験装置を用いて、温覚または冷覚が呈示される装置中部のジュラルミン円柱を握りながら、装置上部に格納されたペパーミントエッセンシャルオイルのにおいをかぎ、その感性的印象を評価することを求めた。その結果、呈示する温冷覚によって、においに対して感じる印象が変化することが示された。また、実

験1と同様に、主成分分析を適用した結果、冷覚に対して感じられると考えられる感性的印象に高い正の負荷を示し、反対に温覚に対して感じられると考えられる感性的印象には高い負の負荷を示す主成分が抽出された。従ってこの主成分は、冷覚に対して感じられる感性的印象のまとまりであると解釈できる。さらにこの主成分の得点を、冷覚呈示/温覚呈示/統制条件で比較したところ、冷覚条件で主成分得点が最も高く、温覚条件で最も低いことが示された。この結果から、実験1で確認された、触覚刺激に対する感性的印象がにおいに対して感じられる現象と同様に、冷覚に対して感じる感性的印象を、あたかも嗅覚刺激に対して感じているかのように、被験者は印象評価を行っていることが示された。

本実験の結果は、実験1の結果を支持するものであるとともに、触覚刺激による味嗅覚刺激の印象制御が、触圧覚以外の触覚刺激であっても可能であることを示唆する点で重要である。従って、本実験で検討した温冷覚刺激だけではなく、振動覚刺激などその他の触覚刺激であっても、味嗅覚刺激の感性的印象を変化させることが出来ると期待できる。一方で、実験1では、触感だけに対する感性的印象評価を行うことで、触感に対して感じる印象を明らかにした上で考察をすすめ、さらに確認された効果が、感性的印象評価に慣れていない実験参加者に対しても生じるかどうかを検討した。従って、実験2においても同様に、温冷覚だけに対する感性的印象評価を行うことで、第1主成分に高い付加を示す印象が、本当に冷覚に対して強く感じられているかどうかを確認する必要がある。また、感性的印象評価に慣れていない実験参加者に対しても、温冷覚の感性的印象に対する影響が確認されるかを確かめる必要があると考えられる。

## 第4章

### 振動覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象評価に与える影響

本章では、シガレットの吸引に同期した振動覚刺激を口唇に呈示することによって、シガレットから呈示される味嗅覚および体性感覚刺激、さらにそれらを統合して体験される感性的印象が強められることを示した実験に関して報告し、実験1と実験2で示されたものは異なるメカニズムによって、感性的印象に変化が生じていることを示す。

#### 4.1 実験の背景と目的

福嶋他 (2014) は、音響と同時に、音響と同期した振動覚刺激を呈示することで、音楽に対して感じられる感性的印象が強められることを示した。福嶋らは、実験参加者の耳介裏に振動子を取り付け、イヤホンから呈示する音響の振幅情報を振動に変換した上で、振動子から音響に同期させて耳介裏の振動子から呈示した。その結果、振動を呈示しない条件と比べて「快」「不快」「興奮」「緊張」等の交感神経の情動表出を伴う情動が強められることが明らかとなった。この結果は、音響に対して、それと同期した振動覚刺激が重疊的に呈示されることによって、実験参加者が感じる刺激量が増大し、その結果として音響に対して感じられる情動が強化されたものと考えられる。その他にも、運動に対してクリック感の重疊提示による運動知覚の拡張 (蜂須, 2015) や振動等の刺激の重疊的提示による感覚体験の拡張および再現 (Hachisu & Kajimoto, 2015; Jousmäki & Hari, 1998; Zampini et al., 2003) など、触覚刺激提示による感覚体験の強化やそれを応用したデバイスがこれまで幾つか提案されている。特に、Zampini & Spence (2004) はポテトチップスを咀嚼するときを感じる振動覚及び聴覚刺激を強調して呈示することで、ポテトチップスの硬さや新鮮さが強調されて感じられることを示した。これらの結果は、聴覚刺激に限らず様々な感覚体験において、振動覚刺激等の触覚刺激が重要な役割を果たしており、さらに、触覚刺激を重疊的に呈示することによって、感覚体験を強化することが出来ることを示唆していると考えられる。

そこで本実験では、メンソールシガレットの吸引に同期して、振動覚を口唇に呈示する

ことによって、シガレットから感じられる体性感覚、および味嗅覚、体性感覚刺激に対する感性的印象が増強されることを検討した。メンソール香料の主な成分である L-menthol は、TRPM8 チャンネルを活性化させ、冷感や咽頭の閉塞感等の体性感覚を呈し、さらにそのような体性感覚により、すっきり感や爽快感などの感性的印象が体験されることが知られている。近年、化学的刺激により生じる体性感覚と、機械的刺激により生じる体性感覚との関連性が指摘されており (Hagura et al., 2013)、振動覚刺激の重畳的提示によって、メンソールシガレットから感じられる体性感覚刺激を増強して体験させることで、味嗅覚および体性感覚に対する感性的印象を強化できると予想できる。

## 4.2 実験手続き

### 4.2.1 実験刺激

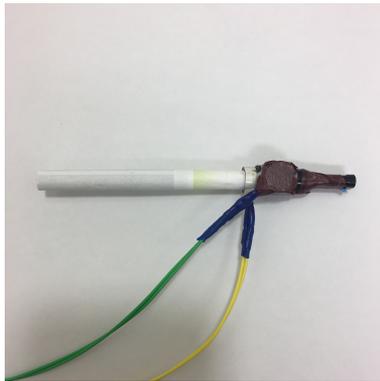
実験参加者に呈示する味嗅覚刺激および体性感覚刺激として、メンソールシガレット (MEVIUS PREMIUM MENTHOL OPTION1, 日本たばこ産業) を用いた。このシガレットは香料にメンソールを含み、喫煙時には口腔内や咽頭に、たばこ葉成分由来の刺激と、メンソール香料由来の刺激および冷涼感を与える。また、タール値は 1mg であり、その他の市場で販売されているシガレットと比較し、喫煙時に感じるたばこは成分由来の刺激が、非常に小さい事が知られている。なお、このシガレットはフィルターに香料を内包したカプセルを有するが、実験者がカプセルを破碎したうえで、実験参加者に呈示した。

また、上のシガレットに同期する振動刺激を与えるために、図 4.1 に示す実験装置を作成した。本装置は 100Hz 程度の振動を与える円盤型振動モータ (FM34F, 東京パーツ工業)、シガレットを挿入し吸引を行うための樹脂製マウスピース、使用者の口唇の接触を検知するための温度センサ (NXFT15XH103FA2B, 村田製作所)、振動タイミング制御のための制御機器により構成される。温度センサはマウスピース上の、使用者の口唇が接触する部分に取り付けてあり、使用者の口唇がマウスピースに触れて温度の上昇を検知したとき、すなわち

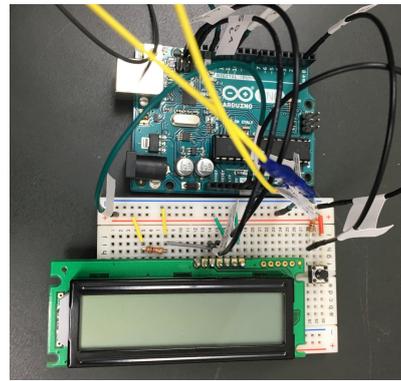
$$V_{t+10} - V_t > \tau_1, \quad V_{rip} - V_t < \tau_2 \quad (4.1)$$

のいずれかが満たされる時に、モータの振動を開始する。ここで  $V_t$  と  $V_{t+10}$  は時点  $t$  における温度センサの反応値 ( $^{\circ}\text{C}$ ) と、10ms 後の反応値をそれぞれ表し、 $V_{rip}$  は実験開始前に測定した、実験参加者の口唇部温度を表す。また閾値  $\tau_1$  および  $\tau_2$  はそれぞれ 0.05, 0.40 と

した。反対に、使用者が口唇をマウスピースから離して温度が低下したとき、すなわち 4.1 がいずれも満たされないときには、モータの振動を停止した。これらの処理は以下の制御機器によって制御される。制御機器は Arduino Uno Rev3 (Arduino LLC) と LCD ディスプレイ (ACM1602NIFLW-FBW-M01, Xiamen Zettler Electronics) およびタクトスイッチによって構成される。LCD ディスプレイには現在の温度  $V_t$  と口唇の温度  $V_{rip}$  が表示される。また、タクトスイッチを押下することにより、現在の温度  $V_t$  で  $V_{rip}$  を上書きすることが出来る。実験装置を制御するために使用したプログラムを付録 B として付した。



a. マウスピース



b. 制御機器

図 4.1: 実験装置

#### 4.2.2 実験参加者

実験参加者は 7 名であり、うち 1 名が女性であった。すべての参加者は後述する振動あり条件（実験条件）および振動なし条件（統制条件）両方に参加し、1 回の試験で両条件に参加した。条件への参加順は、参加者間でカウンターバランスを取り、2 日に分けて 2 回の繰り返し測定を行った。

#### 4.2.3 実験手順

本実験は被験者内計画で実施した。実験開始前にマウスピースを 10 秒間咥えることを参加者に求め、この時に測定した温度を参加者の口唇の温度  $V_{rip}$  とした。実験では、被験者の 3 本のシガレットを喫煙することを求めた。ただし 1 本目の喫煙参加者を実験手順に慣

れさせるために設けたものであり、後のデータ解析には使用しなかった。喫煙は1本あたりの8回の吸引および吐出（以下、パフとよぶ）を15秒間隔で行わせた。なお、パフのタイミングは、実験者が口頭でパフごとに指示した。1本目の喫煙終了後、水でうがいを行わせた後、3分間の休憩を行わせ、2本目の喫煙に移行した。2本目、3本目も、同様の手続きにより喫煙を行った後、喫煙後に、シガレットの味香りから感じた体性感覚および感性的印象に関する質問紙への回答を求めた。使用した質問項目は、味香りから感じる感覚に関する項目として「メンソール感」、「煙の湿り気」、「インパクトの強さ」、「タール値の予想」を、感性的印象に関する項目として「生き生きした」、「粗い」、「さっぱりした」、「真面目な」、「清涼な」、「心地よい」、「感動した」を用いた。タール値予想以外の項目は、「全く感じない」(0)から「非常に強く感じる」(7)までの7件法での回答を求め、タール値予想では整数値での評価を求めた。喫煙欲求は、シガレットを喫煙した後に、さらにどの程度喫煙を行いたいかを尋ねる項目として設けた。また、3本目の喫煙後の質問紙記入後に、振動あり条件と振動なし条件を比較して、感じた味香りの感じ方の違いと、口唇を振動させるデバイスに対する感想の、自由記述形式での回答を求めた。1日目の実験が終了したら、1日以上の間隔を空けて、1日目の振動あり/なし条件の参加順を入れ替えて、上の手続きを再度実施した。なお、本実験で使用した質問紙を付録Aとして付した。

### 4.3 実験結果

すべての実験参加者は、実験を途中で中断すること無く、すべての条件に参加した。また、回答の抜け漏れは生じなかった。図4.2に、振動を呈示した条件と、呈示しなかった条件の平均評定値を示した。まず、感覚に関する項目メンソール感、「煙の湿り気」、「インパクトの強さ」、「タール値の予想」に関して、被験者の違いをランダム効果、呈示順と条件の違いを固定効果として投入した、混合要因分散分析を適用した。このことによって、条件間の感覚が有意に異なるかどうかを検討することが出来る。その結果、10%水準で「メンソール感」( $F(1, 19) = 3.977, p = 0.061$ )「インパクトの強さ」( $F(1, 19) = 3.289, p = 0.086$ )、5%水準で「タール値予想」( $F(1, 19) = 4.688, p = 0.043$ )に条件の有意な主効果が確認された。

一方、感性的印象に関する項目「生き生きした」、「粗い」、「さっぱりした」、「真面目な」、「清涼な」、「心地よい」、「感動した」に関して、同様に混合要因分散分析を適用した。その結果、5%水準で「真面目な」( $F(1, 19) = 7.294, p = 0.014$ )、1%水準で「生き生きし

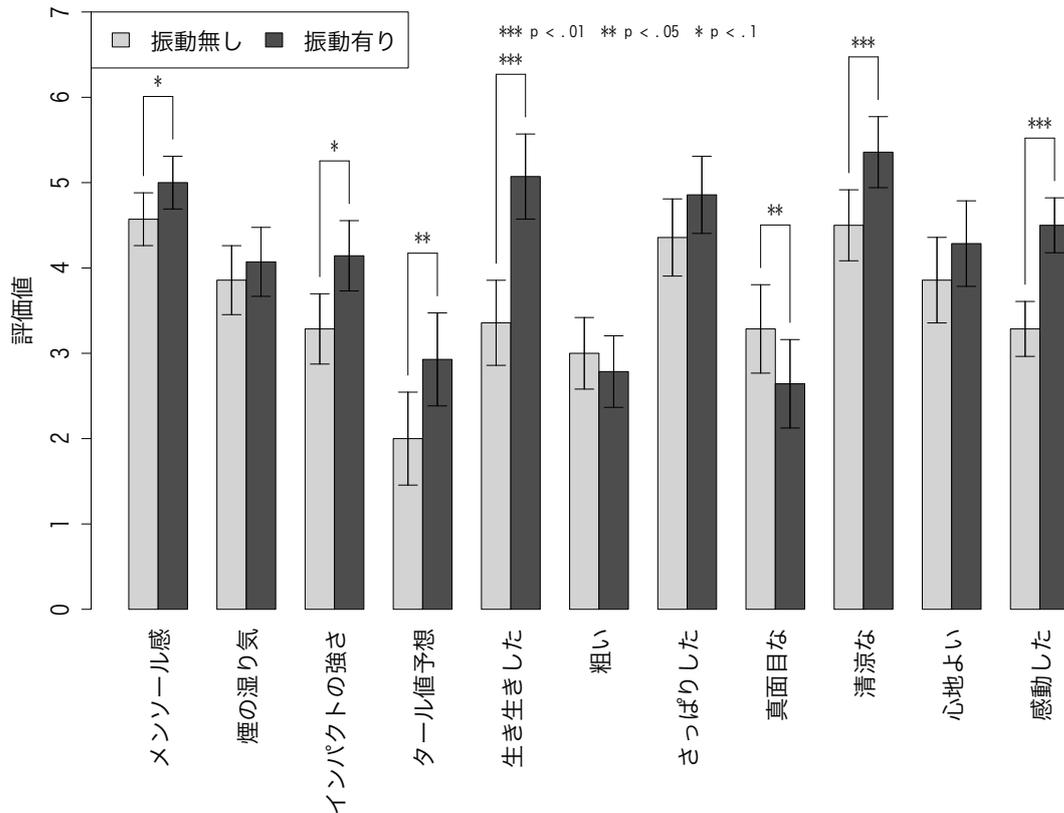


図 4.2: (実験 3) 感覚および感性的印象評価の条件別平均値。エラーバーは標準誤差を表す。

た」( $F(1, 19) = 29.262, p < 0.001$ )「清涼な」( $F(1, 19) = 10.059, p = 0.005$ )「感動した」( $F(1, 19) = 17.000, p = 0.001$ )で、条件の有意な主効果が観測された。この結果から、吸引行動に同期した振動刺激の呈示によって、「メンソール感」「インパクトの強さ」「タール値予想」の感覚が変化し、さらに「生き生きした」「清涼な」等の感性的印象が変化して体験されることが明らかになった。

#### 4.4 結果の考察

本実験では、メンソールシガレットの吸引と同期して振動覚刺激を呈示することにより、メンソールシガレット由来の味香りから感じる感覚および感性的印象がどのように変化するかを検討した。その結果、感覚および感性的印象が、振動覚の影響を受けて変化すること

が示された。

実験1と実験2の結果は、触覚刺激に対して感じられる感性的印象が、味嗅覚刺激に対しても感じられることによって、感性的印象が変化することを示唆するものであった。一方で本実験では、「生き生きした」「清涼な」など、呈示した振動覚に対して感じられるとは考えられない印象が、振動覚を呈示した時に強く体験されていた。これらはむしろ、振動覚に対して感じられる感性的印象ではなく、メンソールシガレットの味香りがその特徴として有している感性的印象であると考えられる。つまり、振動覚の呈示によって、メンソールシガレットの特徴が強調されて体験されたと推察される。この点で、本実験で確認された感性的印象の変化は、実験1と実験2で確認されたものとは異なる現象であると考えられる。

本実験では、被験者の吸引行動に同期するタイミングで、振動刺激を口唇に呈示した。そのため、振動無し条件では、吸引するという行動へのフィードバックに対して味嗅覚刺激のみしか与えられないのに対して、振動有り条件では、口唇への振動刺激が加算されることになり、結果として、吸引行動にフィードバックされる刺激量が増大していたと推察される。このことによって、被験者にとってはシガレット由来のメンソール感、口腔や咽頭への刺激が強く感じられ、その結果として、メンソールシガレット特有の感性的印象が強化されて感じられたと考えられる。福嶋他(2014)らは、音楽に同期した振動覚刺激を音楽と同期して呈示することで、音楽に対する情動が強調されることを示したが、本実験でみられた振動覚の効果は、感性的印象の対象から呈示される刺激に対して振動覚を上乗せしている点で、福嶋らの結果と同等のものであるといえる。また、口唇への振動覚刺激を味嗅覚刺激に上乗せして体験させるためには、振動刺激が吸引行動に同期して呈示される必要があると予想される。そのため、実験1と2とは異なり、本実験で生じた触覚刺激の効果は、触覚刺激と味嗅覚刺激の呈示タイミングを揃えることが必要であるといえる。

#### 4.5 実験3のまとめ

本実験では、メンソールシガレット喫煙時の吸引に同期した振動刺激を、口唇に与えることによって、シガレットの味香りから感じる感性的印象および体性感覚が増強されることが確認された。この結果は、これまで視聴覚刺激に対して感じる感性的印象の制御法が、味嗅覚刺激に対しても利用できることを示唆している点で、その意義は高いといえるだろう。

実験の最後に被験者に回答を求めた、振動有り条件と振動無し条件を比較した自由記述には、振動有り条件の方が「長い時間吸引を行ってしまう」や「単位時間の吸引容量が大きい」といったコメントが複数の被験者より得られた。このことは、振動刺激の呈示によって、被験者の行動が変化していることを示唆している。振動呈示による行動変化は、粘性の知覚 (Okamoto et al., 2011), 振動知覚 (Hsin-Yun Yao et al., 2010), 複雑な運動を行う際の正確性 (Zelic et al., 2012) が振動刺激の呈示により変化することからも示唆される。そのため、振動呈示により、振動を呈示しない場合と比較して、吸引時間や吸引容量等の行動が変化し、その結果として体験される感性的印象の強度が変化した可能性がある。そのため、振動を呈示した時とそうでないときの、吸引容量や吸引速度などの吸引行動を測定することにより、感覚を変化させる事による感性的印象の変化に加えて、行動を変化させることによる感性的印象の変化も検討する余地があるだろう。

## 第5章

### 触覚刺激が感性的印象に与える影響の一般則

本章では、第2章から第4章で報告した3つの実験の結果と考察に基づいて、触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響のメカニズムを考察し、どのような触覚刺激がどのような影響を与える効果を、2つの一般則として整理する。

#### 5.1 実験1～3の要約

本研究では、3つの実験を通して、付随的な触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響を考察した。実験1では、触覚刺激として触感を呈示したときの影響を確認した。そのために、部屋に漂うにおいの感性的印象評価にあたって、実験参加者に使用させる鉛筆の表面触感を変化させ、においに対して感じる感性的印象がどのように変化するかを確かめた。その結果、「複雑な」や「独特な」など、実験条件で呈示したざらざら触感に対して感じられる感性的印象が、ざらざらの触感を呈示したときに、においに対してより強く感じられることが明らかとなった。また、この結果は、においの感性的印象評価に慣れていない実験参加者による評価でも確認された。さらに実験2では、触覚刺激として温冷覚刺激を使用し、においの感性的印象評価に対する影響を確かめた。その結果、冷覚刺激を呈示した条件では、温覚刺激を呈示した条件と比較して、冷覚に対して感じられていると考えられる、「爽快な」「すっきりした」などの印象がより強く感じられており、反対に温覚刺激を呈示した条件では、「まろやかな」「ほっとした」など温覚に感じていると考えられる印象がより強く感じられていることがわかった。実験3では、実験参加者のシガレットの吸引と同時に、口唇へと振動覚刺激を与える事によって、シガレットの味香りから感じる感性的印象にどのような影響を生じるかを検討した。実験3で作成した実験装置は、温度センサによって実験参加者の吸引をセンシングし、口唇へと振動を与える。そのため、実験参加者にはシガレットに由来する味香りに、振動が上乘せされて呈示されることになる。実験の結果、振動を与えた条件では、与えない条件と比べて、シガレットの味香りから感じる、メンソール感、咽頭へのインパクトが強く体験され、「清涼な」などの感性的印象も

より強く体験されていることが明らかになった。

## 5.2 実験1と実験2から示唆される感性的印象の付加則

実験1と実験2の結果は、以下の点で類似した結果である。すなわち、においに対する感性的印象を評価しているにも関わらず、付随的に呈示される触覚刺激に対する印象を、においの感性的印象として体験し、それを評価している点で類似している。このことから、この2つの実験結果には、触覚刺激が感性的印象認知に影響を与える共通したメカニズムが存在すると思われ、そのメカニズムは以下のようなものであると考えられる。

味嗅覚刺激 $O$ に対する感性的印象評価にあたって、付随的な触覚刺激 $T$ が提示されている状況を考えよう。すなわち、実験1では $O$ はフランキンセンス等のエッセンシャルオイルのにおいを、 $T$ は鉛筆表面もしくは瓶の表面から呈示されるざらざらの触感をそれぞれ表す。また、実験2では $O$ はペパーミントのエッセンシャルオイルのにおいを、 $T$ は実験装置から呈示される冷覚または温覚刺激をそれぞれ表す。このとき、 $O$ 単独からは印象 $A$ を、 $T$ 単独からは印象 $B$ が感じられるとする。このとき、 $O$ と $T$ を同時に呈示したとき、それぞれの刺激に対する印象として $A$ および $B$ が感じられる。すなわち、実験1では、実験条件では $A$ および $B$ が感じられ、統制条件では、ざらざら触感 $T$ を呈示していないので、 $B$ のみが感じられる。ここで注目すべきことは、実験の指示で $O$ に対する評価を指示しており、実験参加者は $O$ と $T$ ではなく $O$ に対する印象のみを評価することを意図しているにも関わらず、実験1と2の結果からは、 $O$ 単独に対して $A$ および $B$ を感じている可能性が示唆されることである。つまり、 $A$ と $B$ という印象が、それぞれ別の刺激から感じられている時に、少なくとも本実験で検討した嗅覚と触覚の組み合わせに関しては、それらの印象が $O$ と $T$ どちらの刺激から生じたものかを、明確に区別できない可能性がある。Size-weight illusionなどの多感覚統合の例から示唆されるように、低次の知覚であっても、異なる感覚モダリティへの刺激は統合されて処理されていると考えられるが、その知覚に基づく、より高次の認知においても、複数のモダリティからの刺激が統合されて処理されていると考えられる。そのため、高次の処理の結果として感じられる感性的印象も、複数の感覚入力を統合した処理の結果であるから、感じている感性的印象がどの刺激に由来するものであるかを判断することが難しいと考えることは妥当であると思われる。この事は、同時に、触感を付随的に呈示することによって、その触感から感じる印象をにおいに対して「付加」できる可能性を示唆している。さらに、 $T$ は必ずしも $O$ とその原因を共有して

いる必要は無く、両者は無関係であったとしても、 $O$ に対する感性的印象評価では、それ自体から感じる感性的印象  $A$  に加えて、触感から感じる  $B$  が付加されて感じられる。言い換えれば、上で述べた触覚刺激の影響が生じるかどうかは、 $O$  と  $T$  のコンテキストが一致しているか否かに依存しない。

以上の議論から、触感がにおいの感性的印象評価に与える影響の一般則として、以下のものが考えられる。ある感性的印象を感じる触感を付随的に呈示することによって、味嗅覚刺激に対する感性的印象に、その触感に感じる感性的印象を付加することが出来る。さらに、その触感は、感性的印象評価の対象である味嗅覚刺激に関係している必要は必ずしもなく、印象の付加は触覚・味嗅覚刺激のコンテキストに依存しない。このことを、本研究では「感性的印象の付加則」と呼ぶ。

この感性的印象の付加則により、Ackerman et al. (2010) および Spence et al. (2012), Piqueras-Fiszman & Spence (2011) の結果を以下のように説明することが出来る。まず、Ackerman et al. (2010) では、重いクリップボードを文章と同時に呈示した時に、その文章に対して「真面目な」等の感性的印象をより強く感じることを示した。これは、クリップボードの重みという力触覚刺激に対して「真面目な」という感性的印象を感じており、それが文章に対して感じる感性的印象に「付加」されて評価された、と考えられる。また、Spence et al. (2012) および Piqueras-Fiszman & Spence (2011) らが示した、カトラリーによって食品の感性的印象が変化するという結果は、カトラリーに対して感じている感性的印象が、食品に対して「付加」された結果であると考えることが出来る。

ただし、感性的印象の付加則によって、においを表現する感性的印象として不適当なもの、言い換えれば、においからは本来全く感じられないような感性的印象までもを付加することは出来ないと考えられる。例えば、実験 1.1 で使用した「真面目な」という感性的印象は、「真面目なにおい」あるいは「不真面目なにおい」というにおいが想像しづらいように、においの感性的印象を評価するにあたって、不適当な印象である可能性が高い。また、統制条件において呈示した触感に対して、ざらざらの触感と比較して、「真面目な」という感性的印象を強く感じているものの、においの評価では条件間の有意差は認められていない。つまり、「真面目な」という印象は、触感に対して感じられているものの、においに対しては付加されて感じられていない。考えることができる。よって、たとえある感性的印象を触感に対して感じていたとしても、その感性的印象がにおいの感性的印象評価に不適当なものであるならば、感性的印象の付加則は成立しないと考えられる。このことは、

感性的印象の付加則が成立するための必要条件であるとも考えられ、応用のために重要な知見であると考えられる。

### 5.3 実験3から示唆される感性的印象の強調則

一方、実験3で確認された、吸引と同期した振動覚刺激呈示による感性的印象の変化では、上で述べた感性的印象の付加則とは異なるメカニズムが働いていると考えられる。なぜならば、「清涼な」「生き生きした」といった感性的印象が振動覚刺激を呈示した時に強く体験されていたことは、それらの印象が振動覚刺激に対して感じられていたのではなく、振動の呈示により「メンソール感」や「咽頭へのインパクト」等の感覚が強く感じられた結果と考えられるためである。実験3では通常のシガレット喫煙に伴う味嗅覚刺激に対して、振動覚刺激を上乗せして呈示した。そのため、第1章で述べた、実験参加者に与えられる物理量 $\alpha$ は、振動を呈示しない時と比べて、その振動覚のぶんだけ変化していると考えられる。したがって、第1章で述べた、物理量 $\alpha$ 、心理量 $\beta$ 、感性的印象 $\gamma$ の関係性 $\beta = f(\alpha)$ および $\gamma = g(f(\alpha))$ を考慮すると、メンソールシガレットから感じる感性的印象 $\gamma$ は、その出発点となる物理量 $\alpha$ が変化したためであると考えられる。ここで注目すべきことは、 $\alpha$ を変化させるために用いる付随的な刺激は、必ずしも、もとの $\alpha$ に含まれている必要は無く、例えば、通常のシガレット喫煙時には呈示されることのない振動覚刺激であっても、 $\alpha$ を変化させ、その結果感性的印象を変化させることが出来る。また、実験3の結果を参照すると、振動覚刺激の呈示により変化したのは、「メンソール感」や「咽頭へのインパクト」、「清涼な」や「生き生きした」印象など、メンソールシガレットが本来有している特徴的な感覚および感性的印象であると考えられる。

ただし、感性的印象を変化させるためには、感性的印象の付加則とは異なり、 $\mathcal{O}$ と $\mathcal{T}$ が同一のコンテキストで呈示されることと、両者の同期性が必要であると考えられる。 $\mathcal{T}$ から呈示される刺激は、 $\mathcal{O}$ から呈示される刺激に上乗せされ、同一のイベントとして知覚される必要があると思われるが、両者が別のコンテキストで呈示されるか、または同期せずに呈示された場合、 $\mathcal{O}$ から感じる刺激 $\mathcal{T}$ によって上乗せすることは出来ないと思われる。実験3の結果からは、どのような場合に $\mathcal{O}$ と $\mathcal{T}$ が同一のコンテキストと認知されるか、または両者はどの程度同期して呈示する必要があるかを結論付けることは出来ないが、上の議論から、同一のコンテキストと同期性が、実験3で確認された現象を生じさせるためには必要だと考えられる。

以上の議論を総合すると、触感が感性的印象に与える影響の一般則として、感性的印象の付加則と異なる、次のものが考えられる。別種の触覚刺激を、感性的印象評価の対象の味嗅覚刺激に対し、同一のコンテキストで、なおかつ両者を同期させて呈示することにより、味嗅覚刺激に触覚刺激が上乗せして知覚され、その結果味嗅覚刺激から感じられる感性的印象を変化させることが出来る。このとき、触覚刺激を上乗せして呈示しているために、味嗅覚刺激が本来有する感覚および感性的印象が強調されて感じられる。このことを、本研究では「感性的印象の強調則」とよぶ。

福嶋他 (2014) らが示した、音楽とそれに同期した振動覚刺激を耳介裏から呈示することによって、音楽から感じる感性的印象が強化されるという現象は、上で述べた感性的印象の強化則によって説明することが出来る。すなわち、音楽と同期した振動覚刺激を同一のデバイスから音楽と同じコンテキストで、なおかつ音楽と同期して呈示することで、音楽が与える刺激に対して振動覚刺激が上乗せされ、その結果音楽から本来感じられる感性的印象が強化されたと考えられる。また、Nishimura et al. (2012) は、実験参加者の心拍を胸部に装着したデバイスから振動覚刺激として上乗せして呈示しながら、異性の画像に対する魅力度の評価を求めたところ、振動を呈示した場合には、画像に対する魅力度がより高く評価されることを報告している。魅力的な異性の画像を見たときに生理反応として生じる心拍数の増加に伴い、内臓感覚として感じられる心拍に対して振動覚刺激が上乗せされると、あたかもその画像がより魅力的であるために心拍が上昇していると誤認し、結果としてその画像がより魅力的であると評価されていると考えられる。従って、内臓感覚に対して振動覚刺激を上乗せして呈示し、画像の魅力度が強調されている点で、西村らの結果は感性的印象の強調則の一例であるといえる。これらの例が示すように、感性的印象の強化則は、実験3で検討した味嗅覚刺激と触覚刺激の組み合わせに限らず、福嶋らが示した聴覚刺激と触覚刺激、あるいは西村らが示した内臓感覚と触覚刺激のように、様々な感覚モダリティへの刺激に対して成り立つ可能性がある。

#### 5.4 本章のまとめ

本章では、実験1から3まで得られた結果を総合して、付随的な触覚刺激が感性的印象に影響を与えるメカニズムを、以下の2つの一般則として整理した。1つめの一般則は、実験1と実験2の結果から示唆される「感性的印象の付加則」である。これは、味嗅覚刺激の感性的印象の評価にあたって、ある触感を付随的に呈示した時に、その触感に対して感

じる印象が、味嗅覚刺激に対して感じる印象に付加されて体験される、というものである。このことは、呈示される触覚刺激が味嗅覚刺激とコンテキストが異なっていたとしても成り立つ現象である点で特徴的である。また、感性的印象の付加則を利用することで、味嗅覚刺激が本来有していなかった感性的印象を、触覚刺激によって付加し、新たな感覚体験を作り出せる可能性がある。2つ目の一般則は、実験3の結果から示唆される「感性的印象の強調則」である。これは、味嗅覚刺激に対して触覚刺激を同一のコンテキストで、同期させて呈示することで、味嗅覚刺激に触覚刺激を上乗せし、味嗅覚刺激が本来有する感覚および感性的印象が強調されて体験される、というものである。ここでは、味嗅覚および触覚刺激は、1つの同一の物体から感じられるなど、そのコンテキストを同一としておく必要がある、さらには両者を同期して呈示する必要があると考えられる。感性的印象の強調則では、付加則とは異なり、新たな印象を付加することは出来ないものの、福嶋他 (2014) や Nishimura et al. (2012) の結果が示唆するように、様々な感覚の組み合わせに関して成立すると考えられ、その応用可能性は高いと考えられる。

本章で定義した感性的印象の付加則および強調則は、必ずしも独立して生じるものではないと考えられる。例えば、強調則が成り立っていると考えられる実験3では、振動覚刺激に対する感性的印象が、味嗅覚刺激に対して付加されて感じられている可能性もある。そのため、付加則と強調則は、そのメカニズムは異なるものの、独立して生じる現象ではなく、同時に生じうると考えるのが妥当であろう。よって、本研究の結果を応用した感性的印象の操作にあたっては、付加則および強調則が同時に生じうることを考慮した上で、触覚刺激を呈示する必要がある。例えば、強調則を利用して、味嗅覚刺激に対して同期した触覚刺激を呈示するとき、付加則に従い触覚刺激自体から感じる印象が味嗅覚刺激に付加されて体験される可能性が高いため、このことを考慮した上で感性的印象の制御を行う必要があると考えられる。

ただし、3つの実験で得られた結果のみからは、以下のことについて結論付けることは出来ない。そのため、実際に感性的印象の付加則および強調則を利用する際には、追加で実験を行うなどして、これらのことがらを明らかにしておく必要があると考えられる。まず、感性的印象の付加則に関して、実験1と2からは、触感の印象が味嗅覚刺激の印象に付加される事により、味嗅覚刺激の特定の印象または印象のまとまりが、触覚刺激を呈示した時に強化されることが示された。しかし、感性的印象の付加則を利用することで、逆に特定の印象を弱める事ができるかどうかは、明らかになっていない。また、触感が付随

的に呈示された場合であっても感性的印象の付加則が成り立つことが示されたが、味嗅覚刺激と触感のコンテクストを同一とした場合と比べて、どちらがより感性的印象への影響が大きくなるかは明らかではない。このことを明らかにしておくことは、付加則の利用を考える上で重要であると考えられる。一方、感性的印象の強調則に関しては、上で触覚刺激と味嗅覚刺激の同期性が重要であると述べたが、強調則を成立させるために、両者のタイムラグが最大でどの程度であってもよいかを明らかにする必要がある。ただし、このことは、どの感覚刺激の組み合わせに対して強調則を利用するかによって変化し、一般的な法則性は弱いと考えられるため、強調則を応用する状況毎に、実験などで確認する必要があると思われる。

## 第6章

### 研究結果の妥当性確認

本研究では、消費者の求めるユーザエクスペリエンスを提供する製品設計のために、ユーザエクスペリエンスの1つである感性的印象に注目し、付随的な触覚刺激によって感性的印象を制御するアプローチを実験を通して検討した。前章では、3つの実験結果にもとづき、触覚刺激が感性的印象に影響を与える一般則を、感性的印象の付加則および強化則として提案した。ただし、これらの一般則が、意図したユーザエクスペリエンスを提供する製品設計に資する情報であるかどうかを、本研究の結果の妥当性確認として、確認する必要がある。そこで本章では、筆者の所属する日本たばこ産業株式会社にて研究および開発業務に従事する2名に対して、実験結果と2つの一般則を説明し、それらに関してヒアリングを行った結果を報告する。

#### 6.1 ヒアリングの計画

ヒアリングは、以下の2名（社内関係者AおよびB）に対して実施した。一人目の社内関係者Aは、味覚刺激の設計に関する研究開発に従事する研究開発担当者であった。社内関係者Aの主な業務は、意図した味覚や体性感覚を呈示するための化合物の選定や、その呈示機構に関する研究開発である。そのため、本研究で検討した、付随的な触覚刺激を用いて味嗅覚刺激の感性的印象を変化させるアプローチではなく、味嗅覚や体性感覚そのものを設計することによって、製品の感性的印象、ひいてはユーザエクスペリエンスを設計するアプローチによる製品の開発を行っていると言える。また、二人目の社内関係者Bは、心理学の博士号を有し、認知心理学を応用した、視聴覚刺激を用いたユーザエクスペリエンス設計に関する研究開発に従事する研究開発担当者であった。社内関係者Bは、味嗅覚刺激と視覚、あるいは聴覚刺激の感覚間相互作用を利用して、製品に新たな魅力を付与する方法や、ユーザエクスペリエンスデザインに基づくシガレットの製品開発手法の研究開発に従事しており、本研究で検討した触覚刺激ではなく、視聴覚刺激を利用した感性的印象の制御を目的としている。

ヒアリングは以下の流れで実施した。まず第一章で述べた研究の背景と目的について説明し、実験1から実験3の実験計画および結果と考察の概要を紹介した。続いて、前章で定義した、触覚刺激が感性的印象に与える影響の一般則を紹介し、大きく以下の2つの観点でその評価を求めた。一つ目の観点として、製品設計において触覚刺激を使用することの重要性と可能性を認識したかどうかについて聞き取りを行った。このことについて確認しておくことは、社内の商品開発において、従来から行われてきた味嗅覚刺激中心の製品開発だけでなく、触覚刺激をはじめとして、その他の感覚刺激を利用したユーザエクスペリエンスデザインによる製品開発を進める上で重要であると思われる。二つ目の観点として、前章で定義した2つの一般則が、意図した感性的印象を与えるための製品設計に資する情報であると思われるかに関して評価を求めた。この観点で評価を求めることによって、研究開発者の視点から、本研究で得られた知見が、ユーザエクスペリエンスデザインを行う上で有用な知見であるかを判断することが出来る。

これらの観点についてヒアリングを行った結果を、以下に要約する。

## 6.2 社内関係者 A に対するヒアリング

### 研究全体の印象について

研究全体の印象として、非常に魅力的であると感じる。触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象に与える影響について、触圧覚や温冷覚といった、既存の製品で既に利用されている触覚刺激に関しては、現在のシガレット開発および電子シガレットのデバイス開発で有用であると感じた。また、シガレット製品では利用されることがこれまで無い振動覚までその効果を検討している点が、研究開発の将来性という観点から、魅力的だと感じた。

### 製品設計において触覚刺激を利用することの重要性と可能性を認識したか

現在の業務は、化学物質や香料を利用し、製品の味嗅覚刺激や体性感覚を設計することであり、そのことによって製品のユーザエクスペリエンスを設計するアプローチに則ったものであると考えられる。このアプローチは、第1章でその限界が示されたものであるが、実際の研究開発でもその限界を感じることが多い。例えば、従来製品を上回る「清涼感」など、ある感性的印象を提供できると期待される化学物質が、製品の品質を担保する上で使

用できないことや、揮発性が低いためにシガレットの味香りとして提示することが不可能なケースをこれまで経験したことがある。その場合、意図した感性的印象を提示すること自体を諦めざるを得ない場合が多く、製品の物理的性質のみが操作因子となっていることが、製品開発上の障害となることが多かった。この経験から、第1章で言及していた、製品の物理特性を操作因子とした感性的印象設計のアプローチには限界があるという指摘には強く同意できる。その中で、製品の物理的性質、自身の業務でいえば味嗅覚刺激や体性感覚刺激を呈する化学物質や香料以外の操作因子を用いることで、意図した感性的印象を提示できる可能性が示されたことは、非常に意義深いと感じられる。

### 本研究で得られた結果は製品開発に資する情報であると思うか

本研究では、実験の結果と考察を述べるだけでなく、それらを総合した2つの一般則を、感性的印象の付加則と強調則として提案している点で、製品開発上有用であると考えられる。これまで触覚が製品開発において注目されることがなかった理由として、触覚刺激が感性的印象に何らかの影響を与えることは、例えば温冷感と味嗅覚刺激の感覚間相互作用のように、日常の経験から予測はされていたものの、その効果が科学的に検証されることがなかったことと、様々な触覚刺激を与える効果を整理した例がなかったためであるとも考えられる。これらの検討がこれまで不足していたがために、仮に製品開発で触覚刺激を感性的印象制御のために利用しようとしても、そもそも触覚刺激が感性的印象に影響を与えるかが示されていないことに加え、その影響の一般則も明らかになっていないために、従来通りの味嗅覚刺激に注目した感性的印象の制御に取り組みがちであった。本研究は、これまで不足していた、触覚刺激の影響の科学的な検証と、その効果を一般則として提案することによって、付随的な触覚刺激を利用した製品開発、すなわち様々な感覚刺激を用いたユーザエクスペリエンスデザインに取り組むためのハードルを大きく下げるものであると思われる。

その一方で、本研究の結果の信頼性を更に高めることも必要だと感じた。例えば、本研究の結果は、実験1.2で味嗅覚刺激に対する感性的印象評価に慣れていない実験参加者の評価を通した検討を行ってはいないものの、実験2と3では感性的印象評価に慣れた社会人研究者を実験参加者として用いており、得られた結果が実験1と同様に印象評価の経験に依存しないかどうかは自明ではない。特に、シガレット製品のように、マスターゲットに対する商品の場合、消費者の経験や属性としては多種多様なものが考えられることから、触

覚刺激の効果が感性的印象評価に慣れている消費者にしか生じないものであるならば、製品開発における触覚刺激の利用は相当限定したものとせざるを得ない。さらに、2つの一般則において、味嗅覚刺激 $O$ と触覚刺激 $T$ が交換可能であるかどうかも検討の余地が残る。すなわち、付加則であれば、触覚刺激に対して付随的に味嗅覚刺激を提示し、触覚刺激に対する感性的印象評価を求めた場合、味嗅覚刺激に対して感じる印象が触覚刺激に対する印象に付加されて感じられるかどうかを検討する必要がある。もしそのような現象が起こるのであれば、本研究で提案した2つの一般則は、味嗅覚刺激と触覚刺激という組み合わせに限定して成り立つ現象ではなく、様々な感覚モダリティの組み合わせに関して生じる現象であると推測できる。そのことによって、触覚刺激による感性的印象制御だけでなく、例えば付随的な嗅覚刺激による視覚刺激に対する印象の制御など、様々な印象制御の操作因子を製品開発で利用できる可能性が示されるであろう。これらのことから、本研究は現時点で製品開発に十分資する基礎的な情報では有るものの、その一般化可能性を更に高め、その他の感覚モダリティへの拡張性を検討することにより、さらに有用な知見へと昇華出来る可能性を有していると思われる。

### 6.3 社内関係者 B に対するヒアリング

#### 6.3.1 研究全体の印象について

これまで認知心理学の立場から、視聴覚刺激を用いたユーザエクスペリエンスデザインによるシガレットの製品開発を行ってきたが、第1章で指摘しているように、シガレット製品において軽視されがちな触覚刺激が、本研究で示されたように味嗅覚刺激の感性的印象を変化させるという事実には驚いた。後述するように、更に検討を要する事項は残るものの、様々な触覚刺激の効果を検討しており、コンピュータや家電製品に限らずシガレット製品でもユーザエクスペリエンスデザインを展開する可能性を示している点で、意義深い研究であると感じた。

#### 製品設計において触覚刺激を利用することの重要性と可能性を認識したか

これまで視聴覚刺激を主要な操作因子としたときに、感性的印象や製品の使用感などのユーザエクスペリエンスを豊かなものにするための研究開発業務に取り組んできた。その

時に実用上問題となるのが、視聴覚刺激が、触覚刺激とは異なり遠感覚であり、ユーザ以外の周囲の人々にもその刺激が体験されてしまうことであった。例えば、電子シガレットのようなデバイスから特定の色の光、もしくは音を流すことによって、ある感性的印象を変化させられることが示された場合、光や音はユーザだけではなく周囲の人々にも知覚されるものであるため、喫煙所のような公共のスペースでは使用が躊躇われることが危惧される。つまり、視聴覚刺激を操作因子として用いる場合には、デバイスを使用することの「恥ずかしさ」が問題となり、たとえ感性的印象などのユーザエクスペリエンスを望ましいものに変化することが出来たとしても、その現象を応用した製品は消費者にとって魅力的であるとは限らない。このように、視聴覚刺激によるユーザエクスペリエンスデザインは、必ずしも魅力度の高い製品を作ることが出来るとは限らないことを、これまで経験してきた。一方で本研究で検討している触覚刺激、すなわち触感、温冷感、振動等の刺激は、遠感覚である視聴覚刺激と異なり、基本的にユーザ個人のみが体験する近感覚であるため、視聴覚刺激を用いた時に課題となる「恥ずかしさ」が問題となりにくい。そのため、視聴覚刺激と比べて触覚刺激は、感性的印象を望ましい方向に変化させるために利用できる可能性が高いと考えられる。

### 本研究で得られた結果は製品開発に資する情報であると思うか

既に述べたように、触覚刺激で感性的印象を操作できる可能性が示されたことは、視聴覚刺激を利用することに伴う実用上の問題のために、それ自体製品開発に資する情報であるといえる。また、その可能性を単に実験結果をもって示すだけではなく、一般則として提案し、製品の設計を考える上で使いやすい知識として整理している点が魅力的である。一方で、それらの一般則が、ユニバーサルに成り立つものであるかという点には疑問が残った。実験 1.2 では触感が感性的印象評価に与える影響の一般化可能性を検討しているものの、この検討は感性的印象評価に対する慣れの有無に関する一般性を検討したものである。しかしながら、国際的なマーケットに投入するシガレットの開発で留意すべきは、感性的印象評価に対する慣れの有無よりむしろ、一般則が日本人以外に対しても成り立つかなど、消費者の人種や文化背景の違いであると思われる。例えば、本研究では付加則と強調則が味嗅覚刺激とそれに付随して呈示される触覚刺激の間に成り立つとしているが、このことは日本人だけに成り立つことであって、異なる文化背景をもつ欧米人に必ずしも成り立つとはいえないだろう。そのため、例えば本研究の結果を元に触覚刺激を提示する製品を国

際的なマーケットに投入したとしても、意図したユーザエクスペリエンスを日本人以外には提供できない可能性も十分ありえる。よって、日本人以外の実験参加者を用いて追試を行うなどして、異なる文化背景であっても本研究の提案する2つの一般則が成立するかを検討することは重要であると考えられる。その結果に応じては、投入するマーケットごとのローカライゼーションが必要になるなど、とるべき製品開発の戦略が異なってくるであろう。

また、本研究では触覚刺激を「付随的」に提示しているが、このことは言い換えれば、味嗅覚刺激に対して触覚刺激を、異なるコンテキストで、時間的・空間的に近接させて提示していると思われる。このとき、触覚刺激が付随的に呈示されることが、味嗅覚刺激の感性的印象に変化を生じさせるための必要条件であるかは、本研究の結果からは自明ではない。例えば、コンテキストを同一とした場合の方が、感性的印象への影響は大きくなるのか、あるいはそうでないのかは、製品開発上、触覚刺激をどのように呈示するかを決定するために必要な情報であると思われる。また、時間的・空間的な近接性がどの程度まで必要であるか、言い換えれば、触覚刺激が感性的印象を変化させるために、味嗅覚刺激と触覚刺激はどの程度時間的・空間的に近接して呈示される必要があるのかも、明らかにする必要があると思われる。実験計画は多少複雑となると思われるが、これらの検討を本実験に付け加えることによって、本研究の提案はさらに製品開発上有用なものとなるであろう。

## その他の話題

これまでの業務におけるアプローチでは、視聴覚刺激を用いたユーザエクスペリエンスデザインに取り組んできたが、本研究の結果は、視聴覚刺激のもつ限界をクリアし、なおかつ味嗅覚刺激に対する感性的印象を変化させている点で魅力的である。ただし、触覚刺激単体で味嗅覚刺激に対する印象を変化させたとしても、消費者の実感としてその効果が感じられるほどの大きな効果を与えられるかどうかは疑問である。例えば、Hachisu & Kajimoto (2015) らは、複数のモダリティから感覚を重畳的に提示することで、ある体験を強調できることを示しているが、この例を参考にして、触覚刺激単体ではなく、さらに感性的印象を変化させるような視聴覚刺激を重畳的に呈示することで、より実感度の高いユーザエクスペリエンスを消費者に提供できる可能性がある。そこで、これまでの業務で蓄積してきた知見と、本研究の結果を融合し、味嗅覚刺激に対する感性的印象を、触覚刺激と視聴覚刺

激を組み合わせる方法を開発するプロジェクトを開始してはどうだろうか。このプロジェクトにより、味嗅覚刺激の設計が中心であった従来のシガレット開発に対して、これまで注目されてこなかった触覚・視聴覚刺激を積極的に利用するアプローチを社内へ広げることを、基礎的な実験に応用例を付け加えることによって取り組んでみたい。

#### 6.4 ヒアリング結果のまとめ

本章では、研究結果の妥当性確認として、2名の社内関係者に対して本研究で行った3つの実験の結果と、それらを統合して導き出された2つの一般則を紹介し、それらに対して意見を求めた。ヒアリングは、味嗅覚刺激を操作因子としたユーザエクスペリエンス設計に従事する社内関係者A、視聴覚刺激を操作因子としたユーザエクスペリエンス設計に従事する社内関係者Bに対して行った。また、ヒアリングでは、製品開発において触覚刺激を利用する重要性と可能性、および、本研究の結果が製品開発に資する情報であるかどうか、の2点について意見を求めた。

ヒアリングの結果、研究全体に対しては、概ね魅力的であるという評価が得られた。特に社内関係者Aは、化学物質や香料等を用いたユーザエクスペリエンス設計の限界を感じた経験をもとに、触覚刺激のようにこれまでシガレットの製品開発上注目されることの少なかった感覚モダリティに注目することが有用だと認識していた。また社内関係者Bは、視聴覚刺激のような遠感覚が有する実用上の問題点をクリアする方法として、触覚刺激の重要性と可能性を認識していた。また、結果が製品開発上有用であるかという質問に関しては、実験結果をそのまま伝えるだけでなく、製品開発上利用しやすいかたちとしての一般則として整理している点に対して、2人の社内関係者は高く評価していた。一方で、本研究の重要性と有用性を認めつつも、結果の信頼性や、提案した2つの一般則の一般化可能性に関して、追加の検討が必要であるとの認識が両名に見られた。例えば、実験2と3においても、感性的印象評価に慣れていない実験参加者を用いて検証を行うこと、あるいは日本人以外の文化背景を持つ実験参加者を用いて、付加則および強調則がどの程度一般化可能かを検討することを指摘していた。これらは、本研究の結果を、シガレットのユーザエクスペリエンスデザインに活用するために、今後の課題として検討すべき事項であると考えられる。

また、社内関係者Bからは、触覚刺激単独ではなく、触覚刺激に視聴覚刺激を組み合わせ、感性的印象をさらに大きく変化させるための方法を検討するためのプロジェクトの

提案を受けた。社内関係者Bの指摘するように、触覚刺激は確かに味嗅覚刺激の感性的印象を変化させるものの、それが果たして消費者が実感できるほどの大きな差異をもたらすものであるかどうかは疑問が残る。そのため、触覚刺激に対してさらに視聴覚刺激を組み合わせるアプローチは、意図したユーザエクスペリエンスを提供する製品を設計するための、触覚刺激単独よりも協力的なアプローチとして期待できる。また、本実験の結果が社内関係者Bの共感を惹起し、それがプロジェクト発足という社内的な流れに繋がったことは、喜ばしいことであるとともに、本研究の出発点である、味嗅覚刺激中心のアプローチとは異なるユーザエクスペリエンスデザインに資する知見が得られたことの証左であると言えるだろう。社内関係者Bの提案にもとづき、触覚刺激と視聴覚刺激を組み合わせ、現在新たな実験計画を計画中である。

以上のヒアリング結果に基づけば、本研究の結果は、シガレット開発におけるユーザエクスペリエンス設計の新たなアプローチとして、味嗅覚刺激中心の設計の限界を解決するために有用な知見であると判断できる。結果の信頼性や一般化可能性の確認など、更に検討すべきことは、社内関係者AおよびBから指摘されたとおり幾つか残るものの、新たに発足したプロジェクトの中でこれらの検討を進める予定である。

## 第7章

### 本研究の結論と今後の課題

#### 7.1 本研究のまとめと結論

消費者の購買行動をトライアル購買からリピート購買 (Nicosia, 1966; Howard & Sheth, 1969; Engel et al., 1995; Huang & Yu, 1999) に移行するよう促すために有効な「心理的な経験」(Nicosia, 1966) のひとつとして、消費者のニーズに合致するユーザエクスペリエンスを提供することが有効だと考えられる。購買から消費、さらに再購買までのサイクルが短い消費財の中でも、特に製品間の差異が小さくコモディティ化が進むシガレット市場では、リピート購買を促すことは非常に重要である。さらに、そのために意図したユーザエクスペリエンスを提供できるように製品のスペックを決定すること、すなわちユーザエクスペリエンスデザイン (Norman, 2013) に基づいた製品開発を行うことが重要である。本研究では、ユーザエクスペリエンスのうち、物理的性質を統合して体験される商品の性質である「高級感」や「爽快感」などの感性的印象に着目した。この感性的印象は、製品の物理的特性を心理量に変換し、さらにその心理量を統合する、ボトムアップの処理を経て得られるものと考えられる。ただし、心理量を統合するプロセスの個人差のために、意図した感性的印象から、それを提供できるような製品の物理的特性をトップダウンに逆算し、製品の設計に反映することは難しいと考えられる。しかしながら、シガレットの開発では、製品の味香り、すなわち製品から呈示される味嗅覚刺激を操作因子とした製品開発、言い換えれば、消費者に提供したい感性的印象のために必要な味嗅覚刺激をトップダウンに逆算する製品開発のアプローチがとられることが多かった。このことから、味嗅覚刺激の設計に偏重したシガレット開発は、製品から意図した感性的印象を消費者に提供するためのアプローチとして、限界があるといえる。

一方で、力触覚が意思決定に影響をあたえること (Ackerman et al., 2010)、触圧覚が食品の感性的印象評価に影響をあたえること (Spence et al., 2012; Piqueras-Fiszman & Spence, 2011)、音楽が惹起する情動に振動覚呈示が影響をあたえること (福嶋他, 2014) など、付随的に与えられる触覚刺激が感性的印象認知等の高次の認知処理に影響を与えることが示さ

れている。これらの研究例から、製品の味嗅覚刺激に対する感性的印象を、様々な触覚刺激を利用することで変化させられる可能性がある。さらに、味嗅覚刺激に対する感性的印象に対して、付随的な触覚刺激がたしかに影響を与えることを確かめるとともに、その影響を一般則として整理することによって、次の事が期待できる。まず、感性的印象制御のための触覚刺激の利用可能性を示すことで、第1章でその限界を指摘した、味嗅覚刺激の設計に重きをおいたシガレット開発におけるユーザエクスペリエンスデザインに対して、付随的な触覚刺激を利用した新たなアプローチを提案することが出来る。そのことによって、消費者が望む感性的印象を確かに提供できる製品設計が可能になる。また、触覚刺激が感性的印象に与える影響を一般則として整理し、製品開発上利用しやすい知見として提案することで、社内の研究開発担当者が、シガレットのユーザエクスペリエンスデザインにおいて触覚刺激を利用しやすくなることが期待できる。

そこで本研究では、まず、皮膚感覚のうち、触圧覚、温冷覚、振動覚のそれぞれが、味嗅覚刺激に対する感性的印象認知に影響をあたえることを、3つの実験を通して確かめた。さらに、得られた結果を、製品開発上利用しやすい知見として提案するために、触覚刺激が味嗅覚刺激の感性的印象認知に与える影響を、2つの一般則として提案した。

まず実験1では、付随的に与えられる触圧覚、すなわち触感が、においの感性的印象評価に与える影響を考察した。実験では、部屋に漂うにおいの感性的印象評価にあたって、実験参加者が使用する鉛筆の表面から、ざらざらの触感（実験条件）またはそうでない触感（統制条件）を呈示し、印象評価の結果を条件間で比較することを通して、ざらざらの触感がにおいの印象評価に与える影響を検討した。その結果、ざらざらの触感を呈示した実験条件では、「独特な」「混濁した」などの感性的印象が、統制条件と比較して、強く感じられることが明らかとなった。また、主成分分析を行った結果、ざらざらの触感に対して感じられていると考えられる印象語に関連の強い主成分が得られ、なおかつその主成分得点は、ざらざらの触感を呈示した実験条件でより高かった。このことから、実験1の結果は、においの感性的印象に対して、ざらざらの触感に対して感じられている「独特な」「混濁した」等の感性的印象が付加された結果として解釈することが出来る。同様の結果は、においの感性的印象評価に慣れていない実験参加者を用いた場合であっても確認された。これらの結果から、においの感性的印象評価にあたって付随的に与えられる触感であっても、印象評価に確かに影響を与えることが示された。

続いて実験2では、付随的に与えられる温冷覚刺激が、においの感性的印象評価に与え

る影響を検討した。実験参加者の掌部に温覚または冷覚を呈示しながら、嗅いでいるにおいに対する感性的印象評価を求めた。その結果、いくつかの印象語に関して、呈示する温冷覚の違いによる感性的印象評価の差が認められた。また、実験1と同様に主成分分析を行った結果、実験1と同様に、冷覚に対して感じられていると考えられる印象語に関連の強い主成分が得られた。さらにこの主成分得点は、冷覚を呈示した条件でより高く、温覚を呈示した条件でより低かった。すなわち、冷覚に対して感じられる感性的印象が、冷覚を呈示した条件では、においの印象に対して付加されて感じられている、といえる。反対に、温覚に対して感じられる感性的印象が、温覚を呈示した条件では、においの印象に対して付加されて感じられている、といえる。この結果は、実験1の結果を支持するものであると考えられる。

実験1と2の結果に基づき、1つめの一般則である「感性的印象の付加則」を提案する。つまり、ある味嗅覚刺激 $\mathcal{O}$ に対して、付随的に触覚刺激 $\mathcal{T}$ を提示すると、 $\mathcal{O}$ に対して感じられる感性的印象 $A$ に、 $\mathcal{T}$ に対して感じられる感性的印象 $B$ が付加されて感じられる。このことによって、味嗅覚刺激の設計だけでは付加できないような感性的印象を、そのような感性的印象を感じる触覚刺激 $\mathcal{T}$ を付随的に呈示することによって付加できる可能性がある。

一方実験3では、味嗅覚刺激と同期して呈示される振動覚刺激が、味嗅覚刺激の感性的印象評価に与える影響を考察した。実験では、メンソールシガレットの吸引に同期して、口唇に振動覚刺激が呈示される実験装置を作成し、その装置を使用して、シガレットから感じる感覚および、味嗅覚刺激に対する感性的印象評価を求めた。振動を与えた条件と与えなかった条件を比較すると、振動を与えた条件では、「メンソール感」や「タール値」の予想等、メンソールシガレットがその味香りの特徴として有する感覚がより強く感じられていることがわかった。また、その結果として、「生き生きした」や「清涼な」等の感性的印象が、振動を与えた条件ではより強く感じられていることがわかった。これらの結果から、振動覚刺激を味嗅覚刺激に同期して提示することによって、味嗅覚刺激から感じる感覚が強化され、その結果感性的印象が強化されることが示された。

実験3の結果は、実験1と2の結果と比較して、触覚刺激に対して感じられていた感性的印象が付加されるのではなく、味嗅覚刺激が本来有していた感覚や印象が強調されているという点で異なる。このことに基づいて、2つ目の一般則として「感性的印象の強調則」を提案する。すなわち、味嗅覚刺激に対して触覚刺激を同期して呈示することで、味嗅覚

刺激から感じる刺激量に触覚刺激に由来する刺激量を上乗せし、その味嗅覚刺激が本来有していた感覚が強調される。その結果として、感性的印象が強調されて体験される。このことによって、製品の制約上ある感覚を惹起する成分を追加することが出来ない状況などで、触覚刺激を呈示することによる代替が出来る可能性がある。

以上の結果と、それらに基づいた一般則の妥当性確認として、シガレット開発に従事する研究開発担当者に対するヒアリングを実施した。一人目の社内関係者は、シガレットの味香りに関する研究開発業務に従事しており、これまでの経験で、味香りの設計で意図する感性的印象を呈示することの限界を認識していた。ヒアリングの結果、本実験の結果および一般則は概ね魅力的であり、特に触覚刺激のようにこれまでシガレット開発で考慮されることの少なかった感覚刺激の利用可能性を示した点で意義深い、とのコメントが得られた。また、結果を一般則として整理することで、今後のシガレット開発での利用可能性も高く、シガレットのユーザエクスペリエンスデザインにおいて有用な知見である、との評価が得られた。また、二人目の社内関係者は、シガレット製品のユーザエクスペリエンスデザインにおいて視聴覚刺激の利用可能性を検討している、研究開発に従事する社員であった。ヒアリングでは、視聴覚刺激を与えるLEDやスピーカ等を製品に搭載する場合、周囲への配慮が大きな障壁となることが多いことを指摘した上で、本研究で検討した触覚刺激のような近感覚は、そのような障壁が問題とならず、製品開発上の適用可能性が高い、とのコメントが得られた。また、このヒアリングを通して、触覚刺激単独ではなく、視聴覚刺激と組み合わせることで、味嗅覚刺激の感性的印象を更に大きく変化させられる可能性があるとして、触覚刺激と味嗅覚刺激を組み合わせた場合の、感性的印象への影響を確認しその結果を製品開発に反映する新たなプロジェクトを開始することが決定した。

## 7.2 今後の課題

前章で述べた、社内関係者へのヒアリングでは、本研究の結果とその製品開発上の利用可能性に関して、高い評価が得られた一方で、実験結果およびそれらが示唆する一般則の信頼性を高めるために、いくつかの追加検討が必要であることが指摘された。その中でも特に重要であると考えられることは、味嗅覚刺激に対する感性的印象に影響を及ぼすことのできる触覚刺激が満たすべき、必要条件の解明である。例えば、実験1では、においの感性的印象評価にあたって、触感をにおいとは意味的かつ空間的に分離するために、感性的印象評価にあたって使用する鉛筆の表面から呈示した。その結果、触感とにおいが呈示さ

れるコンテキストが一致していない場合、すなわち触感が付随的に呈示された場合であっても、味嗅覚刺激の感性的印象認知に影響を与える、と結論づけた。ただし、実験1や実験2で触覚刺激を呈示したような、触覚刺激と味嗅覚刺激がどの程度までコンテキストが一致していなくても、味嗅覚刺激の感性的印象認知を変化させることが出来るのかは、本研究で行った実験の結果のみからでは判断できない。この点に関して詳細な検討を行うことは、シガレットの製品開発において、例えばパッケージの表面から触感を呈示する必要があるのか、あるいはシガレット本体の表面から触感を呈示する必要があるのかを判断するために必要であると考えられる。また、実験3では、味嗅覚刺激に対して上乘せする触覚刺激として、振動覚刺激を呈示したが、振動覚刺激以外の皮膚感覚、例えば電気刺激等が、実験3で呈示した振動覚刺激と同じ作用をするかどうかは自明ではない。つまり、触覚刺激の種類が重要なのか、味嗅覚刺激との同期性が重要なのか、あるいはその両方が重要なのかは、明らかではない。この点を明らかにしておくことは、ある感覚を代替する触覚刺激をどのような方法で実装するかを決定する上で必要な情報である。

以上の点を検討するために、例えば付加則であれば、触感を呈示する箇所を鉛筆の表面だけでなく、実験水準毎に様々な箇所から呈示することで、感性的印象への影響が生じる場合と生じない場合を明らかにするための実験が有効と思われる。また、強調則であれば、吸引から振動までのタイムラグを変化させる、あるいは刺激の種類を変化させるなどして、感性的印象の変化を生じさせるために触覚刺激が満たすべき条件を明らかにする必要がある。本研究では、シガレットの研究開発における触覚刺激の利用可能性検討の第一歩として、現象の確認という観点から実験を計画したが、以上のように、触覚刺激が満足すべき必要条件を明らかにするためのさらに詳細な検討が望まれる。その結果にもとづき、本研究で提案した2つの一般則をさらに精緻化することによって、シガレットのみならず、幅広い製品のユーザエクスペリエンスデザインに対して重要な示唆が得られると考えられる。

# 付録A

## A.1 実験 1.1 で使用した質問紙

日付:	学籍番号:
お名前:	

この度は、心理実験にご協力いただきありがとうございます。  
お手元の筆記用具を使って、以下の質問にお答えください。

**課題1**  
次のページには、アルファベットで構成された語が記載されています。これらの語はすべて人工的に作成されたもので、様々な気分をあらわすように作られています。

どんな言語でも、何らかの気分をあらわすように聞こえる語の組み合わせがあります（たとえば、「シーン」という語は「穏やかな」気分をあらわすよう聞こえることが学問的に知られています）。これらは心理言語学などで研究されています。

次のページ以降のそれぞれの人工語が、どのような気分をあらわしているか評定してください。  
深く考えず、直感的に評定するようにしてください。

**記入例**

人工語
PUELY

幸せな

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

斜線でチェックを入れてください

P1

日付:	学籍番号:
お名前:	

この度は、心理実験にご協力いただきありがとうございます。  
お手元の筆記用具を使って、以下の質問にお答えください。

**課題1**  
次のページには、アルファベットで構成された語が記載されています。これらの語はすべて人工的に作成されたもので、様々な気分をあらわすように作られています。

どんな言語でも、何らかの気分をあらわすように聞こえる語の組み合わせがあります（たとえば、「シーン」という語は「穏やかな」気分をあらわすよう聞こえることが学問的に知られています）。これらは心理言語学などで研究されています。

次のページ以降のそれぞれの人工語が、どのような気分をあらわしているか評定してください。  
深く考えず、直感的に評定するようにしてください。

**記入例**

人工語
PUELY

幸せな

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

斜線でチェックを入れてください

P2

人工語
VIKES

幸せな

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

無力な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

元気な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

緊張した

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

楽しい

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

憂鬱な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

次のページに進んでください。

P3

人工語
TUMBA

幸せな

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

無力な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

元気な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

緊張した

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

楽しい

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

憂鬱な

全く あてはまらない	少し あてはまる	あてはまる	とても あてはまる
---------------	-------------	-------	--------------

次のページに進んでください。

P4

人工語  
**TALEP**

幸せな 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

無力な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

元気な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

緊張した 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

楽しい 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

憂鬱な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

次のページに進んでください。

P5

人工語  
**BELNI**

幸せな 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

無力な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

元気な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

緊張した 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

楽しい 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

憂鬱な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

次のページに進んでください。

P6

人工語  
**SUKOV**

幸せな 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

無力な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

元気な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

緊張した 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

楽しい 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

憂鬱な 全くあてはまらない 少しあてはまる あてはまる とてもあてはまる

記入が済んだら冊子を閉じて、しばらくお待ちください。

P7

日付:	学籍番号:
お名前:	

**課題2**  
次のページには、においの印象を表す語が記載されています。  
部屋に漂うにおいについて、それぞれ印象をどの程度感じるかを、記入例に従ってご記入ください。  
深く考えず、直感的に評定するようにしてください。

**記入例**

すつきり 全然感じない 少し感じる やや感じる かなり感じる 非常に感じる  
した

斜線でチェックを入れてください

P8

清涼感  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

潤滑した  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

優雅  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

きめ細かい  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

複雑な  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

独特な  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

次のページに進んでください。

P9

濃厚  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

しなやかな  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

懐かしい  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

とがった  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

エネルギーがシュ  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

クリーンな  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

次のページに進んでください。

P10

真面目な  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

心地よい  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

激しい  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

粗い  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

ナチュラル  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

記入が済んだら冊子を閉じてしばらくお待ちください。

P11

日付:  学籍番号:

お名前:

**課題3**  
次のページには、触感を表す形容語が記載されています。  
お使いの鉛筆の表面の触感について、それぞれの形容語をどの程度感じるか、フリスケールでお答えください。  
深く考えず、直感的に評定するようにしてください。

**記入例**

ザラザラ  全然感じない  少し感じる  やや感じる  かなり感じる  非常に感じる

した

斜線でチェックを入れてください

P12

さらさら した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる
ツルツル した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる
しっとり した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる
スベスベ した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる
ザラザラ した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる
ぼこぼこ した	全然 感じない	少し感じる	やや感じる	かなり感じる	非常に感じる

実験は以上で終わりです。  
ご協力ありがとうございました。

P13

A.2 実験 2 で使用した質問紙

**以下の説明をお読みください**

この度は心理実験にご協力いただきありがとうございます。本実験の流れは以下の通りです。

準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>利き手でない方の手を、ホットプレートの上に置いて、5分ほど待機して頂きます。</li> </ul>
においかぎ	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属製の円柱を利き手でない方の手で握りながら、においを嗅いで頂きます。円柱は温かい/冷たくなる場合があります。このとき、ヘッドフォンの着用をお願い致します。</li> <li>においを嗅いで頂きながら、質問紙にご回答頂きます。</li> </ul>
休憩	<ul style="list-style-type: none"> <li>利き手でない方の手を、ホットプレートの上に置いて、5分ほど休憩して頂きます。</li> </ul>

↓

- 本日は「においかぎ」と「休憩」を3回繰り返して頂きます。
- 方が一、円柱を握ってられないほど熱い/冷たいと感じた場合は、実験者に申し出てください。直ちに実験を中止します。

P1

**手のひらの感覚についてご回答ください**

手のひらから感じる温かさ/冷たさについて、当てはまる箇所に○をつけてご回答ください。

	非常に	かなり	やや	どちらでもない	やや	かなり	非常に	
冷たい	1	2	3	4	5	6	7	温かい

P2

**においについてご回答ください**

今嗅いでいるにおいから、以下の印象をどの程度感じるか、当てはまる箇所に○をつけてご回答ください。深く考えこまず直感的に評価してください。

	全く感じない	ほとんど感じない	やや感じる	感じる	やや強く感じる	強く感じる	非常に強く感じる
透明な	1	2	3	4	5	6	7
すっとする	1	2	3	4	5	6	7
ひんやりした	1	2	3	4	5	6	7
刺激的な	1	2	3	4	5	6	7
温かみのある	1	2	3	4	5	6	7
まろやかな	1	2	3	4	5	6	7
なめらかな	1	2	3	4	5	6	7
活動的な	1	2	3	4	5	6	7
爽快な	1	2	3	4	5	6	7
すっきりした	1	2	3	4	5	6	7

P3

**においについてご回答ください**

今嗅いでいるにおいから、以下の印象をどの程度感じるか、当てはまる箇所に○をつけてご回答ください。深く考えこまず直感的に評価してください。

	全く感じない	ほとんど感じない	やや感じる	感じる	やや強く感じる	強く感じる	非常に強く感じる
さわやかな	1	2	3	4	5	6	7
ゆったりした	1	2	3	4	5	6	7
ほっとした	1	2	3	4	5	6	7
清潔な	1	2	3	4	5	6	7
濃厚な	1	2	3	4	5	6	7
明るい	1	2	3	4	5	6	7
暗い	1	2	3	4	5	6	7
心地よい	1	2	3	4	5	6	7
落ち着いた	1	2	3	4	5	6	7

P4

A.3 実験 3 で使用した質問紙

日付: \_\_\_\_\_ (実験者使用欄)  
 お名前: \_\_\_\_\_

**心理実験にご協力いただき  
ありがとうございます**

以下の説明を良くお読みください。  
 これから、以下に示す方法でたばこを吸って頂いた後、いくつ  
 が質問にお答えいただけます。

**[1]実験全体の流れ**  
 以下の流れに従って、3種類のたばこを吸って頂きます。  
**1種目** → **3分休憩** → **2種目** → **3分休憩** → **3種目** → **終了**  
質問紙 記入 質問紙 記入

**[2]準備**  
 目標を付けた状態で、右手でサンプルをお持ちいただき、喫煙を  
 行って頂きます。

**[3]喫煙**  
 実験者の指示に従って喫煙を行ってください。目の前のライトが  
 点灯したら、パフを行ってください。

**[4]質問紙記入**  
 喫煙が終わったら、先程吸って頂いたたばこの味や香りに関して、  
 お渡りする質問紙にご回答ください。

**注意**  
 条件によって、たばこが振動します。振動が始まっても驚いてたば  
 こを落とさぬようご注意ください。

P1

質問[A] (実験者使用欄)

先程お吸い頂いた、たばこの味・香りに対して、**以下の味や香りま  
どの程度感じましたか**。当てはまる箇所にチェックを入れてくださ  
い。

**メンソール感**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

**煙の湿り気**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

**咽喉へのインパクト感**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

次のページへお進みください。

P2

タール値の予想 (実験者使用欄)

\_\_\_\_\_ mg

\*整数値でお書きください

次のページへお進みください。

P3

質問[B] (実験者使用欄)

先程お吸い頂いた、たばこの味・香りに対して、**以下の印象をどの程  
度感じましたか**。当てはまる箇所にチェックを入れてください。

**生き生きした**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

**粗い**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

**さっぱりした**

全く感じない	ほほ感じない	わずかに感じる	やや感じる	感じる	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>						

次のページへお進みください。

P4

(実験者使用欄)

**真面目な**

全く感じない	ほぼ感じない	わずかに感じる	感じます	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>					

**清涼な**

全く感じない	ほぼ感じない	わずかに感じる	感じます	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>					

**心地よい**

全く感じない	ほぼ感じない	わずかに感じる	感じます	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>					

**感動した**

全く感じない	ほぼ感じない	わずかに感じる	感じます	かなり感じる	強く感じる
<input type="checkbox"/>					

次のページへお進みください。

P5

(実験者使用欄)

質問[C]  
以下の質問に自由記述形式でお答えください。

振動しないたばこを振動するたばこを比較した時に、何か変化はありましたか？

唇を振動させるデバイスを使った感想をお書きください。

**実験は以上で終了です。  
ご協力いただきありがとうございました。**

P6

## 付録B

### B.1 実験3で作成した実験装置の制御プログラム

```
// vibrating_mouthpiece by thermistor
// MK2: analog vibration & temp-based control
///< rip, current, motor value displayed on LCD ACM1602IN

#include<Wire.h>
#include<ACM1602.h>

#define ACM1602_ADDR 0x50
#define ACM1602_BL_SOCKET 7

ACM1602 lcd(ACM1602_ADDR, ACM1602_BL_SOCKET);

boolean runflag = 0;
int count = 0;

int motor_pin = 11; //digital 11 for analog output(PWM)
int therm_pin = 1; //analog A1
int switch_pin = 2; //digital 2

float room_temp;
float current_temp;
float rip_temp = 36;
float post_temp = 0;
float thresh1 = 0.05; //current vs post
float thresh2 = 0.4; //current vs rip
```

```
float motor_min = 60; //min of motor operating value
float motor_max = 150; //max of motor operating value
float motor_val; //motor operating value
float motor_post;

int i=0;

float time_start = 0;
float time_end = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(motor_pin,OUTPUT);

  Wire.begin();
  lcd.begin();
  lcd.setCursor(0);
  lcd.set_blink(0);

  room_temp = temp_trans(analogRead(therm_pin));
  //room_temp = 25;
}

void loop(){
```

```
//update riptemp while switch is on
while(digitalRead(switch_pin)==1){
  rip_temp = temp_trans(analogRead(therm_pin));
  lcd.move(0x02,0x00);
  lcd.charwrite("UPDAT");
}

//get current_temp
current_temp = 0;
while(i<100){
  current_temp = current_temp + temp_trans(analogRead(therm_pin));
  i++;
}
current_temp = current_temp/100;
i = 0;

delay(200);

//get post_temp
post_temp = 0;
while(i<100){
  post_temp = post_temp + temp_trans(analogRead(therm_pin));
  i++;
}
post_temp = post_temp/100;
i = 0;

motor_val = map(current_temp,room_temp,rip_temp,motor_min,motor_max);
```

```
//motor OFF -> ON or ON -> ON
//if post > current or current is closer to rip
if(((post_temp - current_temp) > thresh1)|((rip_temp - current_temp) < thresh2)){
  analogWrite(motor_pin,motor_val);
  if(time_start == 0){
    time_start = millis();
  }
  Serial.println("ON");
}else{
  motor_val = motor_min;
  analogWrite(motor_pin,motor_val);
  time_end = 0;
  if(time_start != 0){
    time_end = millis();
    Serial.print((time_end - time_start)/1000);
    Serial.println(" seconds");
    time_start = 0;
  }
  Serial.println("OFF");
}
```

```
//display riptemp, currenttemp, & motor out on LCD
char rip_str[8];
```

```
char current_str[8];
char motor_str[8];
char room_str[8];

//intial display R=rip, C=current, M=motor
if(runflag == 0){
    runflag = 1;
    lcd.charwrite("P:");

    lcd.move(0x08,0x00);
    lcd.charwrite("C:");

    lcd.move(0x00,0x01);
    lcd.charwrite("M:");

    lcd.move(0x08,0x01);
    lcd.charwrite("R:");

}

//display rip temp
lcd.move(0x02,0x00);
dtostrf(rip_temp,4,2,rip_str);
lcd.charwrite(rip_str);

//display current temp
lcd.move(0xa,0x00);
dtostrf(current_temp,4,2,current_str);
lcd.charwrite(current_str);
```

```
//display motor value
lcd.move(0x2,0x01);
dtostrf(motor_val,2,1,motor_str);
lcd.charwrite(motor_str);

//display room temp
lcd.move(0xa,0x01);
dtostrf(room_temp,4,2,room_str);
lcd.charwrite(room_str);

//delay(200);

}

//function for transformation of input to temp(C)
float temp_trans(float therm_input){
    float B = 3380;
    float T0 = 298.15; // 298.15K = 25C
    float R0 = 10; //resitant 10k when 25C
    float R1 = 10; //resitant: 10k
    float input_val, thermR, K, temp_val;

    thermR = R1*therm_input/(1024.0 - therm_input); //R of thermistor
    K = 1/(log(thermR/R0)/B + (1/T0)); //R -> Kelvin
```

```
temp_val = K - 273.15; //K -> C
return temp_val;
}
```

## 参考文献

- Ackerman, J. M., Nocera, C. C. & Bargh, J. (2010) Incidental haptic sensations influence social judgments and decisions.. *Science (New York, N.Y.)*, Vol. 328, No. 5986, pp. 1712–1715.
- Ayabe-Kanamura, S., Schicker, I., Laska, M., Hudson, R., Distel, H., Kobayakawa, T. & Saito, S. (1998) Differences in perception of everyday odors: a Japanese-German cross-cultural study. *Chemical senses*, Vol. 23, No. 1, pp. 31–38.
- Beck, D. M. & Kastner, S. (2005) Stimulus context modulates competition in human extrastriate cortex. *Nature neuroscience*, Vol. 8, No. 8, pp. 1110–1116.
- Citrin, A. V., Stem, D. E., Spangenberg, E. R. & Clark, M. J. (2003) Consumer need for tactile input: An internet retailing challenge. *Journal of Business Research*, Vol. 56, No. 11, pp. 915–922.
- Cohen, J. (1977) *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (revised ed.).
- Desimone, R. & Duncan, J. (1995) Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual review of neuroscience*, Vol. 18, No. 1, pp. 193–222.
- Engel, J. F., Blackwell, R. D. & Miniard, P. W. (1995) *Consumer behavior*: New York: Dryder, 8th edition.
- Ernst, M. O. & Banks, M. S. (2002) Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*, Vol. 415, No. 6870, pp. 429–433.
- Ferdenzi, C., Roberts, S. C., Schirmer, A., Delplanque, S., Cekic, S., Porcherot, C., Cayeux, I., Sander, D. & Grandjean, D. (2013) Variability of affective responses to

- odors: culture, gender, and olfactory knowledge. *Chemical senses*, Vol. 38, No. 2, pp. 175–186.
- Flanagan, J. R. & Beltzner, M. A. (2000) Independence of perceptual and sensorimotor predictions in the size–weight illusion. *Nature neuroscience*, Vol. 3, No. 7, pp. 737–741.
- Grohmann, B., Spangenberg, E. R. & Sprott, D. E. (2007) The influence of tactile input on the evaluation of retail product offerings. *Journal of Retailing*, Vol. 83, No. 2, pp. 237–245.
- Hachisu, T. & Kajimoto, H. (2015) Modulating tooth brushing sounds to affect user impressions. *International Journal of Arts and Technology*, Vol. 8, No. 4, pp. 307–324.
- Hagura, N., Barber, H. & Haggard, P. (2013) Food vibrations: Asian spice sets lips trembling.. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, Vol. 280.
- Ho, H.-N., Van Doorn, G. H., Kawabe, T., Watanabe, J. & Spence, C. (2014a) Colour-temperature correspondences: When reactions to thermal stimuli are influenced by colour. *PloS one*, Vol. 9, No. 3, p. e91854.
- Ho, H.-N., Iwai, D., Yoshikawa, Y., Watanabe, J. & Nishida, S. (2014b) Combining colour and temperature: A blue object is more likely to be judged as warm than a red object. *Scientific reports*, Vol. 4.
- Howard, J. A. & Sheth, J. N. (1969) *The theory of buyer behavior*, Vol. 14: Wiley New York.
- Hsin-Yun Yao, Grant, D. & Cruz, M. (2010) Perceived Vibration Strength in Mobile Devices: The Effect of Weight and Frequency. *IEEE Transactions on Haptics*, Vol. 3, No. 1, pp. 56–62.
- Huang, M.-H. & Yu, S. (1999) Are consumers inherently or situationally brand loyal?—A set intercorrelation account for conscious brand loyalty and nonconscious inertia. *Psychology & Marketing*, Vol. 16, No. 6, pp. 523–544.

- Hunstinger, J. R. (2013) Anger enhances correspondence between implicit and explicit attitudes.. *Emotion*, Vol. 13, No. 2, pp. 350–357.
- Huntsinger, J. R. (2012) Does positive affect broaden and negative affect narrow attentional scope? A new answer to an old question.. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 141, No. 4, p. 595.
- Jaworski, B. J. & MacInnis, D. J. (1989) Marketing jobs and management controls: toward a framework. *Journal of Marketing Research*, pp. 406–419.
- Jousmäki, V. & Hari, R. (1998) Parchment-skin illusion: sound-biased touch. *Current Biology*, Vol. 8, No. 6, pp. R190–R191.
- Krishna, A. & Morrin, M. (2008) Does Touch Affect Taste? The Perceptual Transfer of Product Container Haptic Cues. *Journal of Consumer Research*, Vol. 34, No. 6, pp. 807–818.
- MacInnis, D. J. & Jaworski, B. J. (1989) Information processing from advertisements: Toward an integrative framework. *The Journal of marketing*, pp. 1–23.
- McCabe, D. B. & Nowlis, S. M. (2003) The Effect of Examining Actual Products or Product Descriptions on Consumer Preference. *Journal of Consumer Psychology*, Vol. 13, No. 4, pp. 431–439.
- Nicosia, F. M. (1966) *Consumer Decision Processes; Marketing and Advertising Implications*.: Prentice-Hall.
- Nishimura, N., Ishi, A., Sato, M., Fukushima, S. & Kajimoto, H. (2012) Facilitation of affection by tactile feedback of false heratbeat. in *CHI'12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2321–2326, ACM.
- Norman, D. (2013) *The design of everyday things: Revised and expanded edition*.
- Okamoto, S., Konyo, M. & Tadokoro, S. (2011) Vibrotactile stimuli applied to finger pads as biases for perceived inertial and viscous loads. *Haptics, IEEE Transactions on*, Vol. 4, No. 4, pp. 307–315.

- Pastötter, B., Gleixner, S., Neuhauser, T. & Bäuml, K.-H. T. (2013) To push or not to push? Affective influences on moral judgment depend on decision frame. *Cognition*, Vol. 126, No. 3, pp. 373–377.
- Penfield, W. & Jasper, H. (1954) *Epilepsy and the functional anatomy of the human brain.*: Little, Brown & Co.
- Piqueras-Fiszman, B. & Spence, C. (2011) Do The Material Properties Of Cutlery Affect The Perception Of The Food You Eat? An Exploratory Study. *Journal of Sensory Studies*, Vol. 26, No. 5, pp. 358–362.
- van Polanen, V. & Davare, M. (2015) Sensorimotor Memory Biases Weight Perception During Object Lifting. *Frontiers in human neuroscience*, Vol. 9.
- Posner, M. I. (1980) Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, Vol. 32, No. 1, pp. 3–25.
- Rowe, G., Hirsh, J. B. & Anderson, A. K. (2007) Positive affect increases the breadth of attentional selection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104, No. 1, pp. 383–388.
- Spence, C., Harrar, V. & Piqueras-Fiszman, B. (2012) Assessing the impact of the tableware and other contextual variables on multisensory flavour perception. *Flavour*, Vol. 1, No. 1, pp. 1–7.
- Treisman, A. M. & Gelade, G. (1980) A feature-integration theory of attention. *Cognitive psychology*, Vol. 12, No. 1, pp. 97–136.
- Wada, Y., Tsuzuki, D., Kobayashi, N., Hayakawa, F. & Kohyama, K. (2007) Visual illusion in mass estimation of cut food. *Appetite*, Vol. 49, No. 1, pp. 183–190.
- Zampini, M., Guest, S. & Spence, C. (2003) The role of auditory cues in modulating the perception of electric toothbrushes. *Journal of dental research*, Vol. 82, No. 11, pp. 929–932.

- Zampini, M. & Spence, C. (2004) The role of auditory cues in modulating the perceived crispness and staleness of potato chips. *Journal of sensory studies*, Vol. 19, No. 5, pp. 347–363.
- Zelic, G., Mottet, D. & Lagarde, J. (2012) Behavioral Impact of Unisensory and Multi-sensory Audio-Tactile Events: Pros and Cons for Interlimb Coordination in Juggling. *PLoS ONE*, Vol. 7, No. 2, p. e32308.
- 永野光・岡本政吾・山田陽滋 (2011) Research Directions in Structuring of Tactile Dimensions of Material Textures. *Transactions of the Virtual Reality Society of Japan*, 第 16 卷, pp343–353.
- 下田俊介・大久保暢俊・小林麻衣・佐藤重隆・北村秀哉 (2014) 日本語版 IPANAT 作成の試み, *心理学研究*, 第 85 卷, No.3, pp294–303.
- 山本康高・吉川大弘・古橋武 (2006) 被験者間における印象語に対する意味の類似性の可視化, *感性工学研究論文集*, 第 6 卷, No.2, pp59–65.
- 大久保街亜・岡田謙介 (2012) 伝えるための心理統計: 効果量・信頼区間・検定力, 勁草書房.
- 東山篤規・宮岡徹・谷口俊治・佐藤愛子 (2000) 触覚と痛み, 第 21 卷.
- 樋口貴広・庄司健・畑山俊輝 (2002) 香りを記述する感覚形容語の心理学的検討, *感情心理学研究*, 第 8 卷, No.2, pp45–59.
- 福嶋政期・粟生馨奈子・中田明日香・梶本裕之 (2014) 心動: 音響に同期した耳介への触刺激による情動の増幅 (特集・ハプティックコンテンツ), *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, 第 19 卷, No.4, pp467–476.
- 蜂須拓 (2015) 誇張表現に基づいた触覚インタラクションの設計・開発, 博士論文, 電気通信大学.
- 柳澤秀吉・福田収一 (2001) 印象語による意匠設計支援方法の開発感性の多様性を考慮して, *日本機械学会論文集 C 編*, 第 67 卷, No.657, pp1682–1688.

## 謝 辞

本論文を執筆するにあたり、日頃ご指導ご鞭撻頂きました、指導教官である慶應義塾大学大学院・システムデザインマネジメント研究科の小木哲朗教授、ならびに同研究科の前野隆司教授に、厚く御礼申し上げます。本研究の副査として貴重なアドバイスをいただきました、同研究科の五百木誠教授にも厚く御礼申し上げます。また、日頃のゼミ活動を通して、仕事の都合上欠席することも多かった私に対して、いつも貴重な示唆を与えてくださいました、伊藤様をはじめ小木研究室の皆様、合わせて厚く御礼申し上げます。実験1で使用した、鉛筆の表面粗さの数値評価について、アドバイスおよび測定機器をご提供頂きました、慶應義塾大学・機械工学科の竹村研治郎准教授、博士学生のイザ・フスナ・モハマド・ハシム様にも御礼申し上げます。また、日々の講義や研究活動を通して、良き友人として、そしてときに良きライバルとして切磋琢磨し合った、慶應義塾大学大学院・システムデザインマネジメント研究科の8期生の皆様に、御礼申し上げます。

本論文は、日本たばこ産業株式会社に勤務する傍ら、慶應義塾大学大学院・システムデザインマネジメント研究科の修士学生として執筆したものです。そのなかで、業務と学業を両立するために多大なご協力をいただくとともに、研究に対しても貴重なアドバイスをいただきました、篠原洋美様をはじめとする、たばこ中央研究所第1チームの皆様、加えてたばこ中央研究所の皆様、この場を借りまして厚く御礼申し上げます。しばらく不在にしていたのですが、4月からは（心を入れ替えて）これまでどおりちゃんと仕事をします。また、第6章「研究結果の妥当性確認」にてインタビューにご協力頂きました、石橋和也博士、中山悠衣様にも御礼申し上げます。

また、本論文は家族の支え無しには完成することはありませんでした。特に妻の静香に、この場を借りまして感謝申し上げます。入学してからの二年間は、会社員と学生と夫という、まさに三足のわらじを履いた生活をおくる中で、帰りが遅くなったり寝るのが遅くなったりと、色々と心配をかけてしまいました。その中で風邪ひとつひかず、元気に研究に打ち込むことが出来たのは、妻の応援があつてこそだと思っています。いつもありがとう。感

謝しています。

最後に、本論文の締切も迫った2017年1月20日、私を温かく見守り、私の大学進学、大学院進学、就職、結婚、そして再びの大学院進学を誰よりも喜んでくれた私の祖父、山下秀夫が86歳でこの世を去りました。完成した論文を見せられなくてごめんね。今まで本当にありがとう。ゆっくりと休んでください。

2017年3月