

令和元年6月21日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00285

研究課題名(和文) 嗅覚順応を考慮した香り刺激が人の痛覚に与える影響

研究課題名(英文) Effects of odor stimulation considering olfactory adaptation on human pain

研究代表者

坂内 祐一 (Bannai, Yuichi)

神奈川工科大学・情報学部・教授

研究者番号：70622124

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：精密な香り提示可能な嗅覚ディスプレイを用いて、嗅覚と他感覚との相互作用を調べる研究を行った。香り刺激を連続的に与えると嗅覚順応が生じるため、香りを長く感じられる香りパルス射出法を用いて、嗅覚と痛覚およびベクシオンとの関連を調べる実験を行った。前者の実験では痛み刺激として辛みを舌に提示し、香りなし条件と複数の香り提示条件との比較を行った結果、香り刺激による辛み知覚への影響は確認できなかった。また香り刺激を与えながらベクシオンを誘発させる映像をHMDで観察させる実験では、香りがベクシオン知覚へ与える影響は不明確であったが、ベクシオン刺激が香り知覚を増進する効果が確認された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

香料の微量射出をコントロールできる嗅覚ディスプレイを用いて、嗅覚と辛み知覚、および嗅覚とベクシオン知覚との関係を調べた本研究は、嗅覚刺激量の定量化と嗅覚順応という従来の嗅覚の心理物理実験での問題点解決に一定の前進を見た。痛覚との関係では実験に使用した香りによる痛みの軽減効果は見られなかったが、ベクシオン刺激が香り知覚を増進する効果が確認された。このことは、発症前に嗅覚機能の減退が観測されるアルツハイマー・パーキンソン病の初期にベクシオン刺激を利用して嗅覚機能を向上させ症状を進展させない予防医療などへの応用が考えられる。

研究成果の概要(英文)：We investigated the interaction between olfactory and other senses using olfactory display capable of precise scent presentation. Since olfactory adaptation occurs as odor stimulation is applied continuously, the experiment examining the relationship between olfactory sensation and pain sensation and vection was conducted using the scent pulse ejection method in which the odor can be felt long.

In the former experiment, hot taste was presented to the tongue as a pain stimulus, and as a result of comparing the condition without scent and that with plurality of scent presentation conditions, the effect of the scent stimulus on hot taste perception could not be observed. In the experiment where the HMD was used to observe the image that induces the vection while giving the scent stimulus, the effect of the scent on the vection perception was unclear, whereas the effect of the vection stimulus on the scent perception was confirmed.

研究分野：クロスモダリティ

キーワード：嗅覚 クロスモダリティ 順応 嗅覚ディスプレイ 痛覚 ベクシオン

1. 研究開始当初の背景

古くから、香りはアロマセラピーなどで病気・外傷の治療やリラクゼーションに用いられ、近年その効用が科学的に解明されるようになり、医療分野においては補完・代替医療の一つとして用いられている。しかし香りの効果を厳密に計測する上で、以下のような問題があった。(1)香り刺激を制御して与えることが困難であること。香り物質は空気中を浮遊して鼻腔内に達して香り知覚が生じるため、現状の嗅覚ディスプレイ（香り発生装置）では、人間の嗅覚特性を計測するには発生濃度やタイミング制御が十分ではない。(2)同じ香りを連続して嗅いでいると嗅覚順応が生じ香りを知覚できなくなること、また順応のパターンが複雑であること。これらのことが、嗅覚の心理物理実験の際に障害となっていた。

2. 研究の目的

五感知覚に関して各感覚間の相互作用(クロスモダリティ)の研究が盛んに行われるようになり、嗅覚との関連では味覚、視覚、触覚が主に取り上げられている。痛覚は触覚の一つに分類されるが、嗅覚と痛覚の関係を取り上げた研究はまだ多くはない。香りによる痛みの軽減は、医療分野で最も広く応用が期待されるが、長時間の香り暴露による順応の影響や、香り刺激と鎮痛効果の定量的な関係は明らかになっていない。本研究では、制御された香り刺激が痛覚や他感覚へ及ぼす影響を、順応を考慮した上で定量的に示すことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 香りが痛覚知覚へ及ぼす影響を調べる実験



図 1 嗅覚ディスプレイ：
Fragrance Jet Mobile

実験では香りの提示にインクジェット方式嗅覚ディスプレイ Fragrance Jet Mobile を用いた(図 1)。このディスプレイは、PC からの駆動により香料を微小な液滴として空気中に射出する。射出量は数ピコリットル単位で制御出来る。提示された香料は極めて微細であるため、そのすべてが気化することが確認されている。気化した香料は嗅覚ディスプレイ後部に取り付けられたファンからの風により、ユーザの鼻元へと運ばれる。嗅覚ディスプレイに格納されているタンクには 127 個の微細なノズルが付いており、射出ノズル数を変えることにより香り濃度を変化させる。使用した香りは、ラベンダ、ハッカ油、レモン、スイートマージョラム、パチュリの 5 種類

である。香料ごとに検知閾値の計測を行い、検知閾値の 4 倍の濃度の香りを射出時間 0.3 秒、射出間隔 1.3 秒のサイクルで 20 秒間被験者に提示した。また痛覚提示は、辛みの元であるカプサイシン溶液を用いた。溶液を希釈して 10ppm から 560ppm の 8 段階の濃度溶液を作成し、濾紙に溶液を浸して被験者の舌上に布置して実験を行った。主観評価値として、検知閾値（何か味を感じるレベル）を測定した。

(2) 香りとベクシオン知覚の関係を調べる実験



図 2 嗅覚ディスプレイ：
Fragrance Jet 2

香りの提示にインクジェット方式嗅覚ディスプレイ Fragrance Jet 2 を用いた(図 2)。これは(1)の実験で用いた Fragrance Jet Mobile と同じ原理で動作する。実験で使用した香料は、ラベンダ、バナナの 2 種類であり、濃度が 5%となるようにエタノールと精製水によって希釈した。検知閾値の 8 倍と 16 倍の濃度の香りを射出時間 0.3 秒、射出間隔 1.3 秒のサイクルで 70 秒間被験者に提示した。

ベクシオンを誘発するために、ドットが画面中央から端へ拡散するものと、画面端から中央へ収束するもの、の 2 種類の動画を使用した。拡散刺激は前進方向、収束刺激は後退方向の感覚を誘発する。それぞれの動画についてベクシオンの強さが異なるよう、ドット移動速度 3.7 度/秒、ドット個数 2400 のベクシオン強条件とドット移動速度 2.5 度/秒、ドット個数 210 の弱条件、合計 4 種類の動画を準備し、実験時に HMD で表示した。ベクシオン刺激の提示時間は 40 秒とし、香り刺激はベクシオン刺激提示の 30 秒前を含めた 70 秒間提示した。

ベクシオン知覚の主観評価値として、潜時(ベクシオンを感じるまでにかかった時間)、持続時間(ベクシオンを感じている時間)、およびマグニチュード(0 から 100 の主観強度)を測定し、香り知覚の主観強度として表 1 の 6 段階臭気強度表示法を用いた。

表 1 6 段階臭気強度表示法

0	無臭
1	やっと感知できるにおい(検知閾値に相当)
2	何のにおいかわかる弱いにおい(認知閾値に相当)
3	楽に感知できるにおい
4	強いにおい
5	強烈なおい

4. 研究成果

(1) 香りが痛覚知覚へ及ぼす影響について

濃度の異なるカプサイシン溶液を濾紙ディスクに浸して舌先に置き味として感じる最低濃度である辛味閾値を 5 人の被験者について測定した。香り刺激がない条件とラベンダ、レモン、ハッカ油、マージョラム、パチュリの 5 種類の香り刺激を与えた条件間の差を調べた結果、いずれの条件間にも有意差は認められず、辛味に対する香りの効果は確認できなかった。香りの種類、香りの濃度、香りの提示時間などの条件を増やして、さらなる検討が必要である。

(2) 香りとベクション知覚の関係について

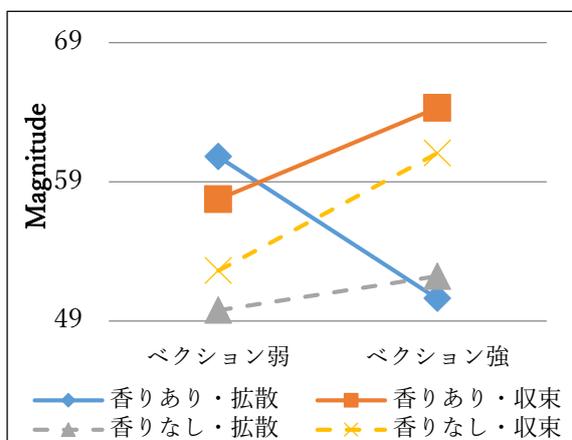


図3 香りがベクションへ与える影響

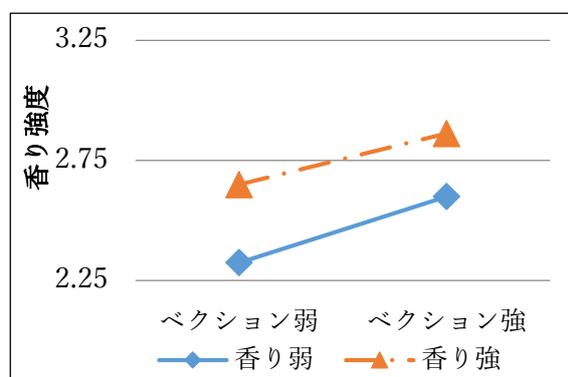


図4 ベクションが香りへ与える影響

まず香りがベクションに与える影響について、図3は、拡散画像と収束画像、ベクション強弱条件、および香り提示有無条件でデータをプールしたときの、ベクション主観強度であるマグニチュードの値を示すグラフである。香り無条件のいずれの平均値の間でも有意差は見られなかった。一方香り有条件下におけるベクションの感じ方は、拡散と収束映像で有意差が確認され、拡散画像では強弱の知覚が逆転していた。次に図4からベクションが香り知覚へ与える影響を見る。香り強弱要因とベクション強弱要因で2元配置分散分析を行ったところ、香り強弱要因とベクション強弱要因の主効果でそれぞれ有意差が見られた。すなわち香りの強弱はベクションを感じながらも正確に感知されていること、ベクションが強くなると香りの強さの主観評価値も有意に高くなることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ①Aoi Aruga, Yuichi Bannai, and Takeharu Seno, Investigation of the influence of scent on self-motion feeling by vection, International Journal of Informatics Society, 査読有、Vol.11、2019、(In press)
- ②Sawai A, Motomura T, Ohshima T, Sawai S, Fujikawa T, Fujii H, Bannnai Y, Takeda Y, Ohno M, Tochikubo O: Influence of acute mental arithmetic stress on taste and pungency, J Nutr Sci Vitaminol, 査読有、65、pp.224-232、2019
- ③有賀 安央衣, 坂内 祐一: 香りパルスー対比較によるベクションが香り知覚へ及ぼす影響の検討、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、査読有、vol.23、No. 2、pp.55-64、2018

〔学会発表〕(計3件)

- ①Aoi Aruga, Yuichi Bannai, and Takeharu Seno: Experiments to investigate the effects of scents on vection perception, Proc. International Workshop on Informatics, pp.77-82、2018

②Aoi Aruga, Yuichi Bannai, and Takeharu Seno, Cross-modal Interaction between Vection Perception and Olfactory Stimulation, KAIT International Symposium 2018

③有賀安央衣, 坂内祐一：ベクションが嗅覚弁別閾値に及ぼす影響について、日本バーチャルリアリティ学会研究報告 Vol.23、No.SBR-1、SBR2018-2、pp.7-12、2018

〔図書〕(計2件)

①坂内祐一 他 (実践マルチメディア[改訂新版]編集委員会)：「人間の知覚とヒューマンコンピュータインタラクション」「豊かで快適な社会の実現にむけて」、実践マルチメディア[改訂新版]、画像情報教育振興協会、1章 pp. 8-32、7章 201 (一部)、2018

②坂内祐一 他 (外池光雄編)：「嗅覚ディスプレイと香り提示技術」、香りと五感、フレグランスジャーナル社、10章 pp.126-134、2016

〔産業財産権〕

なし

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。