

令和元年6月14日現在

機関番号：82626

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K13507

研究課題名（和文）脳と主観的感情反応及び物理特性に基づいて標準化された触覚刺激の作成

研究課題名（英文）Tactile stimulation device to control emotional response in psychological and neuroscience research

研究代表者

金山 範明（KANAYAMA, NORIAKI）

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員

研究者番号：90719543

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では触覚を用いた心理学、認知神経科学的研究において統一された刺激方法がないこと、視覚や聴覚においては存在する国際標準化された刺激システムが触覚にはないことから、この開発を目的とした。またこれを用いて触覚から惹起される感情反応は、視覚及び聴覚によるものと比較可能であるかどうかを検討した。この結果、脳波測定やfMRI画像スキャン中に使用可能な触覚刺激装置の開発が完了し、触覚による感情喚起が統一的な方法で行いうる可能性を示した。一方で装置及び刺激・脳活動測定方法についての特許申請を試みたが開発開始時の所属機関の知財部から特許性がないと判断され申請には至らなかった。これを受け論文の投稿を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

科学研究においても触覚を用いた感情喚起研究が盛んにおこなわれるようになってきている上、触覚情報を価値として製品応用に生かす試みは産業分野で増えてきている。このニーズの中で本装置が開発されたことで、研究間で統一された触感を提示する可能性が示され、この方法が普及することにより知見の比較がより正確にできるようになることが期待される。また触感に関する脳科学研究の推進にも重要な役割を果たすことが期待され、これまで主観的に「よい」触感とされてきたものが、「なぜ」「どのように」よいのか、またどんな物理量を変えたらより「よく」なるのかなどを脳反応を用いて定量的に扱う可能性の検証を本研究チームでさらに推進する。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have aimed to develop a tactile stimulation device, which induces emotional response, because we did not have such a standardized system for tactile emotion study in psychology and cognitive neuroscience research. Also we have tried to compare the emotional response elicited by the tactile stimulation using developed device to visual and auditory stimuli which elicit emotional response. As a result, we have successfully developed a tactile stimulation device and stimulation method.

研究分野：認知神経科学

キーワード：触覚 感情 触感 脳波 fMRI コグネティクス

1. 研究開始当初の背景

感情は既に様々なアプローチで研究されており、その神経メカニズムも明らかになってきている。一方で、ほとんどの研究が視覚情報を用いた研究であり、感覚モダリティが偏っている。特に触覚に至ってはほぼ標準的な刺激セットは開発されていないと言える。これに関して、渡邊ら(2009)の研究では、オノマトペと触覚刺激の対応関係を確認した刺激セットの作成を行っており、すでに製品として販売している(竹井機器, 触覚サンプルセット)。しかしながら上記のような刺激セットの普及と体系的な触覚研究への道を阻む問題が2つある。1つは[1]触覚刺激がデジタル化されていないという問題である。もう1つは、[2]触覚の場合呈示する刺激が何であるかよりも、どのように呈示するかが大きく影響するため、呈示デバイスをセットにする必要があるという問題である。これらを統制できる刺激素材・呈示装置セットの開発はいまだ行われておらず、心理学、認知神経科学領域における触覚研究を大いに遅らせていると言える。

2. 研究の目的

本研究計画では、これまで心理学領域で感情を対象とした研究において、扱われることが比較的少なかった触覚に関して、その統制された刺激を作成することに挑戦する。具体的には刺激の物理特性、主観反応、脳反応をそれぞれ調べる基礎研究を行うことによって、今後心理学及び認知神経科学領域での触覚と感情の研究を活発にすることを目標とする。

3. 研究の方法

第一に本研究計画では、触覚が人にもたらす様々な心理的な変化を広く捉えることのできる素材の選定、及び「触り方」をfMRI スキャナ内でも統制できる刺激呈示装置の準備が最優先課題である。この刺激材料を用いて官能評価実験を大規模に行う。これに基づいて同様の方法で、fMRI/EEGを用いた実験を行い、この際のノイズ混入状況を確認する。また併せて与えられた触刺激が感覚とともに脳内でどのように表現されるかを表す。

刺激の選定

刺激選定のためのミーティングを行った。具体的にはすでに作成されている竹井機器触覚サンプルに関して研究協力者と相談し、その中からどの刺激を用いるかを決定した。さらに脳科学研究を見越し、刺激作成時の検討事項を確認し合意を取る。加えて心理学的な評価実験の際にどのような内容を尋ねるのがよいか、標準的な質問項目を設定する。

装置の開発

刺激の選定と並行して、研究協力者と協議し、触覚刺激呈示装置の機能・仕様についての確認を行った。図面上での確認を行ったあとプロトタイプデバイスの作製を開始した。プロトタイプは、2016年秋に完成し、試運転等を行った。使用しながら改訂を重ねた。

装置による触覚関連感情喚起実験

装置の開発において、安全性の確認および実験での使用に耐えうる安定した動作を担保したうえで、選定した刺激を取り付けて触覚刺激とし、これについてどのような感情が惹起されるか心理学的な評価実験を行った。この時、他感覚モダリティによる感情喚起と比較を行うため、International Affective Picture Systems (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 1997)およびInternational Affective Digitized Sounds (IADS; Bradley & Lang, 1999)からそれぞれ視覚刺激および聴覚刺激を選出し、同実験内で感情喚起課題を行った。

脳測定中の装置使用

で確認した感情喚起素材と装置を用いて、これが脳活動の収録中にその信号に深刻なノイズを混入させないか確認した。具体的には脳波測定時にこの装置を人体の近くで稼働させ、商用電源ノイズが混入しないか、またそれ以外の周波数帯の特殊なノイズが混入しないかを確認した。またMRI スキャナ室内で、装置をベッドに置き稼働させ、ファントムのEPI撮像を行った。ファントムに装置の影響で増加するノイズの影響は十分に低いかどうかを確認した。

4. 研究成果

刺激の選定

研究協力者との協議、および装置への取り付けの制約を検討した結果、8つの素材を使用することを決定した。素材は、サテン布、ファー、ジェルジェム、人肌ゲル、豚毛ブラシ、プラスチック芝、ポロンスポンジ、ウレタンでありすべて市販されているものを利用した(図1)。

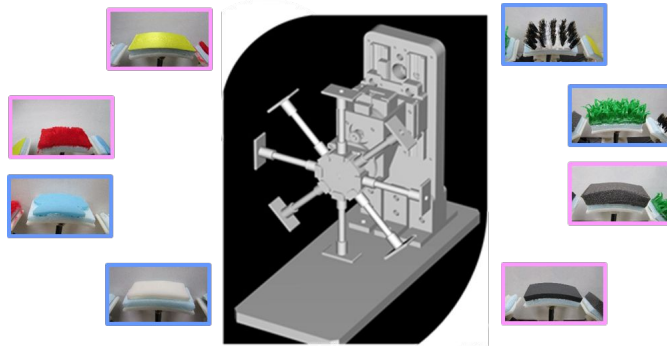


図 1 . 触覚刺激装置のプロトタイプ図面と使用素材 8 種類

また素材に接触した際に実験参加者に尋ねる質問として、快・不快(快) 活性・非活性(活性) あらい・なめらかな(あかさ) かたい・やわらかい(かたさ) あたためい・つめたい(温冷感) かわいた・しめった(乾湿感) ねばつく・すべる(粘着感) すどい・にぶい(鋭さ) 自然な・人工的な(自然さ) 高級な・安い(高級感)をすべて9件法として設定した。

装置の開発

複数回の試運転を経て装置を開発した。装置の可動部分は超音波モータを使用し、MRI スキャナ内でもノイズや吸着なく使用できるものとした。またすべての素材から磁性体を排除し、黄銅やチタンなど MRI 装置内部でも使用可能な素材を使った。

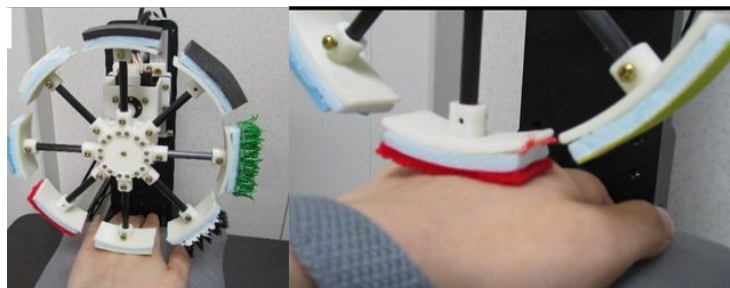


図 2 . 開発された装置とその使用中の様子

装置による触覚関連感情喚起実験

50 名の実験参加者に対して、開発した装置を使ってさまざまな素材を「なでつける」刺激を与え、その際の主観的な感情状態の変化を回答してもらった。上述の 8 つの素材、3 種類の装置の可動スピード(1cm/s, 3cm/s, 30cm/s) 2 種類の押し付け強度(強(押し付け), 弱(接触)) 2 身体部位(手の甲、手のひら)の計 96 種類の刺激を提示し、その快・不快(快)を回答してもらったところ、他感覚モダリティにおいて得られる感情喚起の範囲と同等の分布が得られ、快反応や不快反応を事前に予測して提示することが可能になった(図 3)。



図 3 . 各感覚モダリティにおける感情惹起刺激にたいする快得点のプロット

脳測定中の装置使用

脳波および fMRI のデータ取得中に本装置を稼働してノイズレベルを確認した。脳波では

10dB 程度の商用電源ノイズが混入することが確認されたが、これが信号処理により十分に低減できる範囲のノイズであり使用に大きな支障がないことが確認された。また fMRI 撮像においては得られた画像に 5%以下の信号雑音比の低下が確認されたが、これは非常に低い値であり、装置の有無にかかわらず自然変動する値の範囲内であることが確認された(図4)。これらの結果をすべて含めて、現在国際誌に論文を投稿中である。



図4 . fMRI スキャン中の装置稼働による画像への影響の検討

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 6 件)

- 原正之・浅見弘太郎・金山範明・石野裕二・山口大介・高崎正也・水野毅 2018 ロボティクス・ハプティクス技術を用いた Self-Tickling に関する研究 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018(北九州国際コンベンションゾーン, 6月2日)
- 金山範明・原正之・高崎正也・山脇成人 2017 感情反応を惹起する触覚刺激の統制された提示方法の開発 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(仙台国際センター, 12月22日)
- 水垂宏介・原正之・金山範明・山口大介・石野裕二・高崎正也・水野毅 2017 認知神経科学研究のための温感ディスプレイと身体錯覚を利用した実験システムの開発 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(仙台国際センター, 12月22日)
- 金山範明・吉本秀輔・原正之・繁樹博昭・開一夫 2017 コグネティクス: 工学研究者とのコラボによる新しい心理学・脳科学の可能性 第81回日本心理学会大会(久留米大学, 9月20日)
- 金山範明 2016 コグネティクスと MoBI による新しい工学と認知神経科学の融合(工学×認知心理学インテグレーション: サービスとものづくりの新領域)第17回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(札幌コンベンションセンター, 12月17日)
- 金山範明 2016 身体認知と触覚認知による人のからだ認識の解明に向けて 2016年12月触覚原理に基づく触覚技術の産業・医療応用研究会

6 . 研究組織

(1)研究分担者
なし

(2)研究協力者
研究協力者氏名: 原正之
ローマ字氏名: Masayuki Hara

研究協力者氏名: 渡邊淳司
ローマ字氏名: Junji Watanabe

研究協力者氏名: 北田亮
ローマ字氏名: Ryo Kitada

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。