

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 7 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24530912

研究課題名(和文) 音声による感情表現が動機づけに与える影響：脳マルチモーダル測定による検討

研究課題名(英文) Effects of affective auditory stimuli on motivation: multimodal measurement study

研究代表者

大上 淑美 (Ohgami, Yoshimi)

東京工業大学・社会理工学研究科・助教

研究者番号：30456264

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：動機づけや予測の脳活動を反映している脳波SPNを指標とし、脳波とfMRI(生理指標)を用い、音による感情表現が動機づけに与える影響を調べる。音声・効果音・ピープ音の三種類を聴覚(刺激)条件として設定し、SPNの分布や右半球優位性に与える影響を検討する。データ分析の結果、3種類の異なる聴覚刺激での活動部位の違いは小さかった。ピープ音条件時にのみ右半球優位性が確認され、動機づけの程度(行動指標)は2条件(音声と効果音)よりも低かった。これらの結果から、動機づけの程度が下がる聴覚刺激(ピープ音)があることがわかったが、今後、追加のデータ分析し、音声と効果音が与える影響の違いがあるのかを見極める。

研究成果の概要(英文)：In the present study, we investigated motivational brain activities, which are reflected as SPN, using EEG and fMRI to verify effects of affective auditory stimulus. There were three experimental conditions: voice sound, melody sound, and beep sound. Purposes of the research were to describe cortical distributions of the SPN and to find the presence of a right hemisphere preponderance that could be caused by different auditory stimulus. Results revealed that there is less topographical distribution difference between the 3 auditory stimuli. The right hemisphere preponderance was found in the beep sound stimulus; moreover motivational score is lower than the voice and melody sound stimuli. The present results suggest that a certain types of auditory stimulus caused lower motivation. Furthermore, to find any cortical difference between voice stimulus and melody sound stimulus will be required.

研究分野：生理心理

キーワード：動機づけ

1. 研究開始当初の背景

“予測”は行動の最適化など行動の形成に強い影響力を持つ認知因子であり、未来の出来事に対する“予測”は行動の迅速や正確さを左右する重要な役割を担っている。一方、“動機づけ”は、行動の選択に強く関与しており、特定の方向へ行動を強化するという特徴を持つ。行動の選択には、何か欲しい・欲しくないという心の動き、つまり“動機づけ”が不可欠な要素であり、何気ない日々の行動にも何らかの動機づけによる行動の強化が見られる。例えば、歯科に行きたくない、つまり虫歯になりたくないから歯磨きをするという行動として表現される。

予測の脳活動は、“刺激先行陰性電位 (Stimulus-Preceding Negativity 以下 SPN)”という事象関連電位 (以下 ERP) として測定できる。ピークがある ERP (例 P300) とは異なり、SPN は通常の ERP より長時間の測定を要し、被験者への負担も高いことから、国際的に SPN 研究は停滞していた。本研究グループは 2000 年以降、SPN 研究を開始した。特に予測、つまり SPN の振幅を左右する主要因が感情の動き (情動)、言い換えると“動機づけ”にあると考え、基礎的研究を進めてきた。

SPN は他の ERP とは異なり、2~4 秒間に渡ってゆっくりと出現する現象であるために、fMRI でも捉えることが可能である。fMRI は、頭ひとつ分の撮像に数秒掛かるため、多くの ERP を捕らえることが難しい。脳波はシナプス後電位を反映しており、時間分解能力が高い。fMRI は神経活動に伴う酸化ヘモグロビンの変化を反映していて、空間分解能力が高い。この一長一短がある 2 種類の脳機能イメージング法を相互補完的に用いて、脳活動を測定する。fMRI では、脳のどこが活動したかのみならず、脳の各領域の機能連関の検討や脳波のデータに対しダイポール分析 (電流源推定) を統合的に用いることにより、動機づけと情動がどの脳内ネットワークを介して作用しているのかを検討する。

2. 研究の目的

本研究では、予測の脳活動を表している刺激先行陰性電位 (SPN) と呼ばれる事象関連電位を指標として用いる。それぞれ比較できるような音、単語に対して感情がこもるような高低や抑揚をつけた音声、リズムカルな効果音や単純なピープ音、それらを聴覚刺激として呈示し、そのような異なる聴覚刺激が動機づけに与える影響を調べる。

脳機能の実験には、定量的な操作がしやすい視覚刺激を用いたものが多く、例えば快不快の情動の実験では、視覚情動刺激写真 (IAPS) を用いての情動操作がよく用いられている。しかし、聴覚刺激、特に音声の抑揚を用いて、動機づけや情動を操作した研究は少ない。視覚刺激と同様に聴覚刺激もまた定量的に操作しやすい刺激である。加えて、音

や声には高低や抑揚の変化、効果音をつけることにより喜怒哀楽を表現することが可能である。そして、音声は情動の変化を引き起こすことが可能だ。例えば、パチンコ店には大音量で明るいテンポの早い楽曲が流れているし、ホテルのラウンジは静かなクラシック音楽が流れ、音楽は私たちの情動を変化させる力がある。実験の場面では、例えば正誤を示す“あたり”と“はずれ”という文字でも高低や抑揚の変化などで、情動に訴えられる、つまり動機づけの操作を行うことができる。

本研究では音による感情表現が動機づけに与える影響と脳内ネットワークの働きを明らかにすることを目的とする。日常のコミュニケーションは、音声によるものが主であり、音声による感情表現が動機づけに与える影響を調べることは意義がある。動機づけの程度は SPN を指標として観察する。SPN は、右半球優位性という特徴を持つが、異なる聴覚刺激による影響があるのか。また、金銭を用いた先行研究の結果から動機づけ (外的) が高まる時には左半球の活動が増加することがわかっている。しかし、金銭によらない刺激呈示による動機づけ (内的) の高まりにより同じような脳活動が見られるのかどうか。さらに、異なる聴覚刺激で、異なる脳の部位が活動するのか。音声での刺激呈示による動機づけの影響を脳波と fMRI を用いて生理指標の測定を行い、その脳活動を明らかにする。

3. 研究の方法

複数の種類の音声 (聴覚) 刺激を作成し、それらをフィードバック情報 (刺激) として用いた実験課題を作成し、脳波と fMRI を用いて生理指標の測定と共に行動指標の測定を行う。この 2 種類の脳機能イメージング法を相互補完的に用い、別個に分析後、さらに統合的にも分析を行い、データを考察する。

実験開始前に、本実験分の倫理申請を行い、承認後に実験を開始する。

(1) 実験課題と聴覚刺激の作成

3 種類の異なる聴覚刺激、音声・効果音・ピープ音の作成から始めた。効果音やピープ音は、フリーの音源等から作り出すことができるが、音声の作成には声優の方に協力を得た。感情を込めた音声刺激として、『あたり』と『はずれ』という単語の発話を録音した。効果音は、テレビのクイズ番組で用いられる正誤を表現している短く賑やかなメロディを採用した。ピープ音は、音の高低により正誤を表現した。3 種類の聴覚刺激はフィードバック刺激として実験課題に組み込まれる。

脳波計と fMRI 装置生理指標測定のための課題プログラムを E-Prime (心理実験用刺激呈示ソフト) を用いて作成した。課題は、時間評価課題 (あらかじめ指定した数秒程度の時間を頭の中で数えてもらい、その指定され

た時間が経過したと思ったらボタン押しを行い、数秒後に時間評価が合っていたか間違っていたかのフィードバック情報の呈示)を用いる。

この課題では、フィードバック情報(刺激)の操作(どのような刺激を呈示するか)により、異なる実験条件を作り出すことが可能なため、本研究では、前述の3種類の聴覚刺激を使用した。フィードバック刺激が呈示されないコントロール条件を設けた。

(2)生理指標と行動指標の測定

実験課題に組み込んだ聴覚フィードバック刺激の音量や聞こえ方の確認のため、数名の被験者に聴覚刺激(生理指標の測定無し)評価を得る。その後、予備実験として、実験課題プログラムに間違いやバグが無いか、条件設定に誤りがないかを確認を行った。加えて、課題の信頼性を確認するために数名のデータを分析し、時間評価課題のボタン押し運動中に運動準備電位が測定されているかを確認後、本実験を開始した。

被験者は、主に大学生と大学院生に協力をしてもらい、延べ四十名程度からデータ測定を行った。

データ測定は、68ch の高密度脳波測定と 3.0T fMRI を用いた計測を別々の日程で行った。どちらの測定でも精密なデータを記録するため、トレーニングと本実験のふたつで一組の実験として構成する。まず、課題に慣れるためのトレーニングを行い(説明や同意書の記入も含め1時間程度)、別の日に生理指標を測定する本実験を行った。特に脳波測定は、電極の装着や休憩も含め、3時間程度掛かるので、被験者を募り謝金を支払うことによって、実験に対する最低限の集中力と動機づけを維持した。別の日程を組んで課題トレーニングと fMRI 実験を行い、脳波実験と同様に謝金を支払った。

行動指標として、正答率や動機づけの程度、覚醒の度合いなどを条件毎に被験者の内省報告として記録した。

(3) データ分析

脳波データの分析には、加算平均処理から発生源推定まで専用の脳波解析ソフト(BESA)を使用する。条件間での差があるかどうかの確認には、繰り返しの分散分析を行い、どの条件において、どの電極位置で振幅の差があるかを確認する。(脳波測定による SPN 研究は、先行研究も多く、脳波分析結果を他の生理指標のベースとするため、最初に分析を行う。)

fMRI データ分析には、MATLAB 上で作動するフリーのソフトウェアを用いる。膨大な画像データの扱いには大容量のハードディスク容量とメモリが必要になるが、東京工業大学所有のスーパーコンピュータ-TSUBAME を利用し大幅な時間短縮を行う。

行動指標分析としては、正答率、動機づけ

の度合いに対し、条件の違いがあるのかを見極めるため、行動指標においても統計分析(繰り返しの分散分析)を行う。SPN は、正答率が過度に低かったり、あるいは高かったりするような場合より、正答だったり不正答だったりするような場合にははっきりと出現するので、正答率は 50%程度になるように調整する。

4. 研究成果

(1)生理指標データ分析の結果

脳波データ

脳波データの統計分析は、BESA(ソフトウェア)を用いて加算平均を行った後、フィードバック刺激前 200ms 間を SPN の値とし、4条件(音声・効果音・ピープ音・コントロール)に対し、繰り返しの分散分析(ANOVA)を行った。統計分析に用いる脳波電極数が多すぎると結果が細かくなりすぎ、検討しづらいため、68ch の電極を近隣の電極を組みにして、左右で 14 対を設定した。統計分析の要因と水準は、条件(4)、電極(14)、半球(2)である。また、上手く測定できていないデータ(被験者)をいくつか省き 34 名分の測定結果を使用した。

その結果、条件、電極、半球で主効果が確認された。条件×電極と条件×半球の交互作用があった。目的で示したことの結果は交互作用として確認されたため、この結果を中心に考察する。

目的に示したことについては、交互作用として観察された。異なる聴覚刺激による脳活動部位の違いは、交互作用の条件×電極があった。コントロールと比較して、3条件(音声・効果音・ピープ音)で、側頭から頭頂、前頭エリアに渡り、SPN の振幅が高まっていた。条件間の違いは、電極位置での振幅の違いがあった。例えば、前頭中心部の電極は効果音がコントロールより有意に高く、頭頂部の電極ではピープ音がコントロールより有意に高いことがわかった。

半球に関係した優位性の結果は、交互作用の条件×半球で確認することが出来た。ピープ音条件にのみ右半球優位性が確認された。音声と効果音条件では、左右半球差が小さくなっていた。

fMRI データ

fMRI データは、SPM8(ソフトウェア)を用い、プリプロセッシング処理(リアライメント・ノーマライゼーション)をし、イベントリレイテッドデザインで分析を行った。リグレッサーはFB前2秒間に設定した。さらに、コントラストイメージ(音声-コントロール・効果音-コントロール・ピープ音-コントロール)を作成し、賦活領域を調べた。結果として、各コントラストに共通して、帯状回、下頭頂小葉、島皮質に活動が観察されたが、異なる聴覚刺激を用いた脳の活動部位については上手く検出できなかった。そのため、

今後、データ数を増やして、再度分析をする予定である。加えて、分析の方法を見なおし、リグレッサーの時間的位置を変化させ、条件での違いが出るように様々な検討を行う。

(2)行動指標データ分析の結果

実験課題の正答率は、条件間で有意な違いは見られなかった。条件毎の正答率の平均が60%程度であったので、実験課題の正答率を上手く調整できている。動機づけの度合いは、コントロール条件が他の3条件より有意に低い値であった。音声・効果音・ピープ音の間では、有意な違いはなかったが、音声と効果音条件がピープ音条件より高い動機づけを示していた。

(3)考察

異なる聴覚刺激が動機づけに与える影響と脳内ネットワークの働きを明らかにすることを目的とした。

SPNの右半球優位性がピープ音条件にのみ観察され、音声条件と効果音条件では観察することができなかった。ピープ音の動機づけの程度(行動指標)が低かったが、有意差は出なかった。視覚刺激を用いた先行研究では、動機づけの程度が低い記号刺激条件時に右半球優位性が確認されており、その結果を指示していると示唆される。動機づけの高まりが左半球の活動も高め、右半球優位性が消失する。

聴覚刺激と脳の活動部位に関して、前頭から頭頂はSPNのソースが存在する部位であり、側頭エリアは聴覚野があり、また、視覚野がある後頭エリアがあまり活動していなかったことを鑑みても理にかなっている。前頭中心部の電極は効果音がコントロールより有意に高く、頭頂部の電極ではピープ音がコントロールより有意に高いことが判明しているが、下位検定を良く見てみると、例えば音声とコントロールとの比較も有意傾向が観察された。頭皮上電位分布図からは右半球の前頭部の活動は3条件全てに観察され、左半球は活動エリアの大きさに違いがあるが、活動部位は似通っている。

脳のどこが活動したかということは、fMRI実験で確認する予定であったが、SPNに関係した部位の賦活はあったが、聴覚刺激に関連した賦活部位を確認できなかったため、今後の追加の測定と分析で検討していく。

有意な差はなかったのだが、音声とピープ音条件と比較して、効果音条件のSPNの振幅が全体的に小さく見えた。効果音条件は、その2つの条件と比較して、複雑で豪華な音であるため、SPNの振幅が大きいのではと考えていたが、そうではなかった。今後、さらに深く、聴覚刺激処理に関しても掘り下げた考察をし、国際学会誌に論文を投稿したい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 1 件)

大上淑美 他、音声・メロディ音・ピープ音の予期と関連する刺激先行陰性電位(SPN)、第34回日本生理心理学会プログラム予稿集、p64、2016年5月15日、名古屋大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 無し

6. 研究組織

(1)研究代表者

大上 淑美 (OHGAMI, Yoshimi)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・助教
研究者番号：30456264

(2)研究分担者

小谷 泰則 (KOTANI, Yasunori)
東京工業大学・大学院社会理工学研究科・助教
研究者番号：4024759

(3)連携研究者

()

研究者番号：