

機関番号： 12608  
 研究種目： 基盤研究(C)  
 研究期間： 2008～2010  
 課題番号： 20530659  
 研究課題名(和文) マルチモーダル測定から見たコミュニケーションが動機づけに与える影響  
 研究課題名(英文) Effects of communicative stimuli on motivation using multimodal psychophysiological measurements  
 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

研究成果の概要(和文)：予測の脳活動を反映している脳波、SPNを指標とし、マルチモーダルな生理指標測定を行い、動機づけとコミュニケーションの関係と脳活動を解明することが目的である。データ分析の結果、条件間の違いは前頭部と後頭部に現れていた。表情、言語、記号条件で、その情報処理がそれぞれ異なっていることが示された。行動指標では、記号条件での動機づけ度合いが低かった。これらの結果から、動機づけの程度は与えられる情報の意味がはっきりわかるかどうかとの関連が見え、それが動機づけの向上への関与が示唆された。

研究成果の概要(英文)：In the present study, brain activities involved in communication were recorded using multimodal method to verify the effect of communication style. The analyses on EEG including SPN revealed that the processes of face, language and sign were different from each other, and the differences were reflected to the frontal and occipital EEG amplitudes of SPN. The present results suggest that uncertainty of information conveyed by stimuli would affect motivation for task performance, and that reducing uncertainty would increase motivation to conduct experimental tasks.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野： 社会科学

科研費の分科・細目： 心理学・実験心理学

キーワード： 動機づけ

## 1. 研究開始当初の背景

“予測”は、行動を最適化させるなど強い影響力を持った認知因子であり、未来の出来事に対する予測は行動を迅速にさせ、正確に行わせるという重要な役割を果たしている。

その予測の脳活動は、“刺激先行陰性電位(以下SPN)”という事象関連電位として測定することができる。1980年代にオランダの研究者らが運動とは関係しない刺激(情報)の予測の脳活動を反映しているSPNを発見し、研究

が進められてきたが、ピークがあるような電位（例、P300）と異なり、SPN は比較的ゆっくりとした脳の電気生理活動を表しており、ノイズの少ない精度の高い脳波として測定する必要があるため、測定に長時間を要し、被験者への負担も高く、国際的にも研究があまり進んでこなかった。

#### (1) 2つのSPN仮説

ひとつは情動予測仮説と呼ばれ、Kotani らの賞金を用いた研究により明らかにされた。賞金無条件と比較して賞金有条件の方が有意に大きいSPNの振幅を観察し、また賞金有条件では、動機づけの度合いが有意に高まるといった被験者の内省報告（行動指標）も得ている。一方、オランダの研究者の Buria は、知覚情報（例、視覚や聴覚）を処理するための視床から大脳皮質へ情報処理の経路が前もって賦活されるというゲーティング理論を基に、SPN は次に呈示される刺激に対しての準備（予測）を反映しているのではないかという知覚予測仮説を示した。

本研究者らが、視覚刺激と聴覚刺激を用いた実験を行い、初めて実験的に視覚入力予測された時には視覚領域が活動し、聴覚入力予測された時には聴覚領域が活動するという結果を得た。

#### (2) 予測メカニズムに対する情動価の影響

本研究者らは、情動を快と不快に分け、情動予測仮説をさらに追究した。快な情動と不快な情動における予測の間に違いが存在するかどうかを確認するため、賞金条件は快な情動を引き起こし、罰金条件を不快な情動を引き起こすとして設定した。賞金条件（快情動予測）に伴い左右半球が活動し、罰金条件（不快情動予測）に伴い右半球のみが活動した。また、動機づけの度合いは、賞金（快情動）条件で有意に高まっていた。

一連の研究結果から、知覚予測も情動予測もSPNに反映されているということと予測の神経基盤を解明することができた。また、情動予測には、動機づけの度合いが反映していることから、SPNの振幅を指標として、ヒトの行動を左右する動機づけの程度を生理指標から裏付けることが可能であろう。

今後の研究を展開上、どのような情報や刺激がヒトの情動を喚起し、動機づけが高められるのかを検討することは不可欠である。先行研究では金銭を用いることで情動を喚起する操作を行ったが、他の方法で情動を操作した場合に、快な情動は動機づけを高めることができるのだろうか。

本研究者らは、動機づけの向上や低下につながる情動を喚起するもののひとつとして、コミュニケーションに着目した。今日では、face to faceを必要としないコミュニケーシ

ョン（例、携帯電話や電子メール）が一般化してきており、情報の共有はできるものの、相手が今どのような気持ちでその言葉を発しているかという「感情の共有」が難しくなるという問題点が発生している。一般的にコミュニケーションは、言語と非言語のふたつに大別でき、非言語コミュニケーションの例として表情、手話などがある。本研究では、表情を伴う（非言語）コミュニケーションとのみ表情を伴わない言葉（言語）のコミュニケーションでは動機づけに与える影響が異なるのか否かを検討する必要がある。

#### 2. 研究の目的

本研究では、表情を伴う（非言語）コミュニケーションとのみ表情を伴わない言葉（言語）のコミュニケーションでは動機づけに与える影響が異なるのではないかということ仮説とし、表情の有無が脳の報酬系の活動に如何に反映されるのかを研究テーマとする。“目は口ほどに物を言う”ということわざが示す通り、目つまり表情は様々な感情を表すことが可能である。言葉コミュニケーションする条件（言語条件）と顔の表情を伴ってコミュニケーションする条件（表情条件）を比較する。

本研究者の先行研究では脳波とfMRIを脳活動の測定機器として用いたが、本研究では脳波、fMRIとは異なる脳機能イメージング法、光トポグラフィ（以下NIRS）も導入して実験を行う。NIRSは、頭皮と頭蓋骨を透過した光により、神経活動が生じた時の血流中のヘモグロビン濃度変化を捉えることができる装置であり、NIRSはfMRIと脳波の測定上のギャップを埋めることができると考える。脳波は大脳皮質で発生するシナプス後電位を反映するのに対し、fMRIは直接神経細胞の活動を反映するものではなく、神経活動に伴う酸化ヘモグロビンの変化を反映する。そのため、2つの指標の結果が必ずしも一致しないという現象が現れる。これら三種類（脳波、fMRI、NIRS）の脳機能イメージング法をマルチモーダルに使うことによって、脳の「どこ」が「どのように」活動するのかを的確に定量的に測定することを狙う。

#### 3. 研究の方法

##### (1) データ測定と分析

マルチモーダルな生理指標の測定は、64ch脳波計、1.5TMRI装置、24ch光トポグラフィ装置（NIRS）を用いた。同時測定ではなく、それぞれ別の日に予定を組み、実験を行った。

生理指標のマルチモーダルな測定を行うことと同時に、1から10までを尺度とした動機づけ、覚醒、刺激強度の程度といった行動指標（内省報告）を記録した。

得られた生理指標と行動指標のデータ分

析を行い、結果を検討する。

本研究は、事象関連電位である SPN の振幅値を基準とし、また脳活動を多角的に測定することで、脳の「どこ」が活動するのか (fMRI & NIRS)、(2) 脳が「どのように」活動するのか (脳波 & NIRS) を目標とした。

## (2) 実験課題と実験条件

実験課題は、時間評価課題を用い、指示刺激、ボタン押し、フィードバック刺激で構成される。

具体的には、被験者には頭の中で指定された時間 (4 秒間) を数えてもらい、経過したと思ったらボタン押し動作を行い、その後、その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を呈示する。

## (3) 実験条件

呈示するフィードバック情報を含んだ刺激を変えることで条件の設定ができる。

①表情条件、②言語条件、③記号条件、④統制条件 (フィードバック情報を呈示しない) の 4 条件を設定した (当初の計画では 3 条件であったが 4 条件へ改良した)。この実験課題の作成と呈示は、専用の E-prime というソフトウェアを用い、ノートパソコンから液晶モニタ上に視覚刺激として呈示した。

条件間で課題の正答率が同程度になるように被験者毎と実験条件毎に調整を行った。

## (4) 被験者

被験者は、健常者を対象とし、主に、大学生・大学院生らの協力を得て、延べ六十数名分のデータ測定を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 生理指標データ分析の結果

#### ①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、多変量分散分析 (MANOVA) を用いた。統計分析に用いる脳波電極数が多すぎると結果が細くなりすぎ、検討しづらいため、近隣の電極を組みにして、左右で 14 対と設定した。

その結果、設定した条件 (統制条件を除く) は、どれも視覚による刺激呈示のため、頭頂から後頭に掛けて SPN の振幅が高まっていた。条件間の違いは前頭部と後頭部の後部に現れていた。記号条件と比較して、表情条件の振幅が有意に低かった。言語条件と記号条件の頭皮上電位分布が似ていた。

電極位置での振幅の違いは、前頭前部の電極での振幅が中心部、側頭部、後頭部と比較して有意に小さいことがわかった。

また、SPN の特徴である右半球優位性は統計分析では有意ではなかったが、右半球の電

極での SPN の振幅が高い傾向が確認された。

#### ②fMRI データ

fMRI データは、SPM (ソフトウェア) を用いイベントリレイテッドデザインで分析を行った。結果として、脳波のデータ分析結果と同様の傾向があり、どの条件でも一次視覚野 (鳥距溝、中後頭回、下後頭回) が含まれる後頭部に大きな賦活が見られた。

また、SPN の発生源とされている島皮質の活動も観察された。視床、尾状核、小脳も 3 条件で全て賦活があった。

条件による違いは、表情条件において、顔情報処理に関わる紡錘状回の活動が両側半球で観察された。言語条件では、単語の認知に関わる舌状回に賦活があり、下前頭回、帯状回にも活動がみられた。記号条件では、頭頂連合野 (角回、縁上回)、下側頭回、帯状回が賦活していた。

#### ③NIRS データ

NIRS 実験での結果は、プローブ装着の範囲が前頭部と側頭部に限定的であったためか、チャンネルによっては条件の違いが現れているように見えるものもあったが、全般的には条件間での顕著な違いは見いだせなかった。

### (2) 行動指標データ分析の結果

覚醒の度合いは、表情、言語、記号の 3 つの条件間で違いは無かった。動機づけは、言語条件が記号条件より有意に高い値を示していた。刺激強度の度合いは、呈示したフィードバック刺激 (表情、言語、記号) を被験者が同程度に感じていたか否かを測ったもので、記号条件が表情と言語条件より有意に低い値を示していた。

なお、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。

### (3) 考察

表情を伴う (非言語) コミュニケーションとのみ表情を伴わない言葉 (言語) のコミュニケーションでは動機づけに与える影響が異なるのではないかということを仮説として実験を行った。

行動指標では言語条件と記号条件を比較し、言語条件で有意に動機づけの程度が高くなっていることがわかったが、生理指標データでははっきりとはわからなかった。脳波データでは、言語条件と記号条件での振幅に有意な違いは見いだされなかったが、fMRI データからは活動部位の違いも観察された。

脳波データでは記号条件の振幅が表情条件に比べ有意に高まっていた。記号条件は、記号の形を記憶し、それに割り当てられた意味を理解する必要があるため、物体認知、意

味、比喩など表情や言語条件よりも多くの脳の部位の活動が動員されることが結果からも支持された。

情動を喚起する操作としての条件設定は、同じ課題を何百回も行うようは実験状況下では繰り返し呈示される刺激に被験者が慣れ、情動喚起への妨げになった可能性が考えられる。

実験終了後に口頭で実験条件の違いの印象を被験者に尋ねると、表情条件と言語条件の刺激の感じ方に対しては個人差があったが、合っているあるいは間違っているといった直接的に言葉で示された方を強く受け止めたという声が多かった。

行動指標では、刺激強度は、記号条件が表情と言語条件に比べ有意に低いという結果であった。

fMRI データでは顔認知の処理を行う紡錘状回の活動が確認された。脳波データでは表情条件の振幅が小さかったことは、脳の底部に位置する紡錘状回の活動を上手く捉えられていないと示唆することが可能であろう。

脳波データだけではわからなかった活動に動員された部位が fMRI データから判明した。

これらの結果を考察すると、動機づけの程度は与えられるフィードバックの意味がはっきりわかるかどうかとの関連が見え、言語によるフィードバックは、意味を間違えようがないことを強く感じ、それが動機づけを高めることへの関与が示唆された。マルチモーダルな測定の結果から、表情、言語、記号条件で、その情報処理がそれぞれ異なっていることが示された。

## 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1件)

① Brunia CHM, Hackey SA, van Boxtel GJM, Kotani Y, Ohgami Y, Waiting to perceive: Reward or Punishment?, *Clinical neurophysiology*, 122(5), 858-868, 2011. 査読有り

[学会発表] (計2件)

① Ohgami Y, Kotani Y, Yoshihiro T, Tsukamoto T, Inoue Y, Stimulus-Preceding Negativity (SPN) prior to Unilateral Visual Feedback Stimulus: a Combined EEG/fMRI Study, *Society for Psychophysiology*, 2010.10.1, Portland, USA.

② Ohgami Y, Kotani Y, Yoshihiro T,

Tsukamoto T, Inoue Y, Combined EEG and fMRI studies of stimulus preceding negativity prior to visual feedback stimuli, *Organization for Human Brain Mapping*, 2010.6.9, Barcelona, Spain.

## 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：40240759

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：