

## 触覚刺激に対する脳電位を指標とした視聴覚体験の評価

### Assessment of Audio-Visual Experience Using Brain Potentials to Tactile Stimuli

研究代表者 広島大学大学院総合科学研究科 助教授 入戸野 宏  
Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University  
Associate Professor Hiroshi NITTONO

視覚と聴覚の情報は日常生活で大きな役割を果たしている。特に、両者が複合的に与えられたときは、リアリティや臨場感が高まり、多くの注意が向けられる。そのため、視聴覚体験は記憶に残りやすく、その後の行動に影響を与える。心理学は行動の予測と制御を目指す科学である。どのような視聴覚体験が人を惹きつけるかを明らかにし、その要因を操作できれば、人々の行動を変えられる。視聴覚体験が人間に与える影響を科学的に研究するためには、内省報告に頼るのではなく、体験の質を客観的に評価できる方法があると望ましい。本研究は、視聴覚体験に向けた注意の量を、それとは無関係な触覚刺激に対する脳の電氣的応答によって評価しようとする先駆的な試みである。

Auditory and visual information plays an important role in daily life. In particular, the combination of these stimuli leads to highly realistic sensation and draws a lot of attention. For this reason, audio-visual experience is memorable and has an impact on future thought and behavior. The effect of audio-visual experience on humans has been examined mainly relying on subjective reports, although a more objective method is longed for. We attempt to develop a new psychophysiological measure to assess the quality of audio-visual experience (i.e., how much attention it attracts) using brain potentials elicited by vibratory tactile stimuli on finger tips. When a participant is preoccupied with a certain audio-visual event, these tactile stimuli are expected to elicit a smaller brain electrical response than when there is no attention-getting event. The present study is a pioneering empirical work to verify the validity and effectiveness of this tactile probe technique.

#### 1. 研究目的

視聴覚体験は日常生活において大きな役割を果たしている。本研究では、視聴覚体験に向けた注意や関心の量を客観的に評価するために、触覚刺激に対する脳電位反応に注目した。

注意という言葉は多義的であるが、ここでは処理資源 (processing resources) として捉える。処理資源とは、簡単にいえば、心理的エネルギーのことであり、さまざまな心理的活動はこのエネルギーの配分をうけて実行されると考えられている。

ひとつのことに注意を向けると、他のことがおろそかになる。この現象は、利用できる処理資源の量には一定の限界があり、ある活動に多く配分されると、他の活動には配分できなくなってしまうためと説明される。

ある心理状態を推定するために、別の刺激を呈示し、それに対する反応の大きさを測定する方法をプローブ (probe) 法という。プローブとは“探り針”の意味である (総説として、入戸野, 2006)。プローブ刺激に対する脳の電氣的応答 (事象関連

電位 event-related brain potential: ERP) は、ある状況で利用されずに残っている処理資源の量を反映すると考えられている。本研究では、視聴覚体験（今回は映画の視聴）に没頭していれば、それとは無関係な振動触覚刺激に対する脳反応（特に、刺激後およそ 300–600 ミリ秒後に出現する P300 とよばれる電位）が小さくなると予想した。

## 2. 研究経過

### 2-1. 振動刺激装置の作成

携帯電話などに使われる小型振動モーターを用いた刺激呈示装置を 2 種類試作した。3 つのモーターを手指（親指・中指・小指）の指掌部にベルトで巻きつけるタイプ（指尖型）と、1 つのモーターと反作用押しボタンを小型の箱に内蔵したタイプ（グリップ型）である（Figure 1）。使用した振動モーターについての予備調査により、(1) 通電から振動開始までに約 100 ミリ秒の遅延が生じること、(2) 明瞭に識別でき不快感を生じない振動刺激は 200 ミリ秒の通電によって呈示できることが明らかになった。

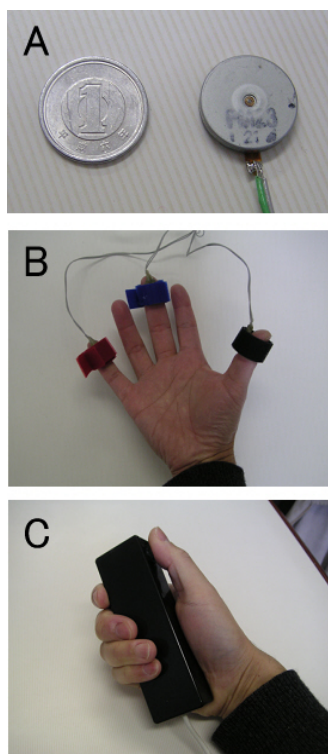


Figure 1. 振動刺激装置の試作品。A: 振動モーター（東京パーツ工業製 FM23A, 標準回転数 5000 rpm, 振動量  $9.8 \text{ m/s}^2$ ）。B: 指尖型。C: グリップ型。

### 2-2. 振動刺激に対する脳電位の測定

#### 2-2-1. 実験 1

12 名の大学生・大学院生が指尖型刺激装置を用いた実験に参加した。右手または左手の中指 ( $p = .70$ , 標準刺激), 小指 ( $p = .15$ , 標的刺激), 母指 ( $p = .15$ , 非標的刺激) を振動モーターで刺激し、標的刺激に対して反対の手でボタン押しをさせた。刺激オンセット間隔は  $1200 \pm 100$  ミリ秒でランダムとした。

映像条件として、静止画条件、無音動画条件、音声動画条件を設定した（各 6 分 30 秒）。それぞれの映像を見ながら、標的刺激に対してボタン押し反応を求めた。条件の順序と刺激を与える手の左右は、実験参加者間でカウンタバランスした。

脳波は、電極帽を用いて頭皮上 33 部位から鼻尖を基準として時定数 5 秒（ローカットフィルタ 0.03 Hz), サンプリング周波数 500 Hz で記録した。その後、Brain Vision Analyzer (Brain Products 製) を用いて 0.05–100 Hz のデジタルフィルタを適用し、Gratton-Coles 法による眼球アーチファクトの補正を行った。通電開始時点（振動開始の約 100 ミリ秒前）にそろえて脳波を加算平均し、ERP 波形を求めた。

Figure 2 に示すように、標的刺激と非標的刺激の呈示後およそ 500 ミリ秒にピークをもつ陽性電位 P300 が記録された。その振幅は、静止画を見ているときよりも動画を見ているときの方が小さくなった。また、非標的刺激に対する P300 の振幅は、無音動画を見ているときよりも音声動画を見ているときに減衰した。質問紙により、音声動画の方が無音動画よりも面白く、注意を引きつけると評定された。

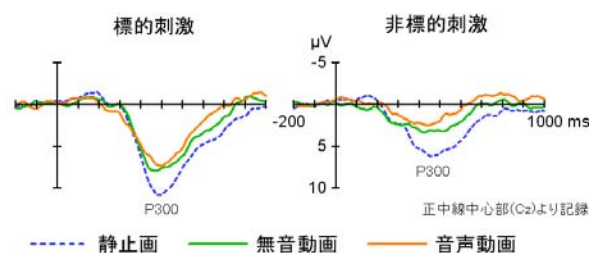


Figure 2. 低頻度刺激に対して惹起された ERP の総加算平均波形（実験 1,  $N = 12$ ）。縦軸が通電開始時点で、振動開始までに約 100 ミリ秒の遅延があった。

2つの課題を同時に行わせ、一方の課題に注意が向けられると、他の課題で得られる P300 の振幅が低下することは、視覚や聴覚のプロープ刺激を用いた研究によって知られている。音声と動画が組みあわせられると面白さが増し、そのときに映像とは無関係な振動刺激に対する P300 の振幅が低下したという実験 1 の結果は、従来の知見と整合するものである。また、ボタン押し反応を求めた標的刺激に対する P300 よりも、無視させた低頻度非標的刺激に対する P300 の方に条件差があらわれたことは、聴覚プロープ刺激を用いた我々の先行研究と一致する (Suzuki et al. *International Journal of Psychophysiology*, 2005, 55, 35-43)。

## 2-2-2. 実験 2

実験 1 で用いた指尖型刺激装置は複数の刺激が呈示できるが、3本の指が拘束されるという問題点がある。そこでより簡便なグリップ型の装置を用いて測定を行った。

18名の大学生・大学院生がグリップ型の振動刺激装置を用いた実験に参加した。右手または左手で装置を握り、振動を感じたら装置についてのボタンを親指でできるだけ早く押すように教示した。振動刺激は 2-14 秒 (平均 8 秒) に 1 回のランダムな間隔で呈示された。映像として、音声ありのビデオクリップ (6 分 30 秒) を 2 つ用いた。一つの映像は実験前に 4 回繰り返し視聴させ、他の映像は実験時に初めて呈示した。各条件で用いるビデオクリップと条件の順序は実験参加者間でカウンタバランスした。脳波の測定と ERP の算出は、実験 1 と同様に行った。

Figure 3 に示すように、振動刺激に対して、2 相性 (陰性-陽性) の脳電位が生じた。最初の陰性波は 240 ミリ秒付近に前頭中心部優位で出現し、その後 300-600 ミリ秒に頭頂部優位の陽性波が生じた。通電から振動開始までに約 100 ミリ秒の遅延があることを考慮すると、これらの電位は、従来の体性感覚 ERP の研究で報告されてきた N140 と P300 とみなせる。質問紙により、初めてみる映画は繰り返し見た映画に比べてより面白いと評価された。面白い映画を見ているときは、

退屈な映画を見ているときに比べて、振動刺激に対する脳電位の振幅が低下した。N140 には有意な振幅の低下が認められたが、P300 には有意差がなかった。

実験 1 と異なり、実験 2 では、P300 に加えて体性感覚刺激に特有の N140 が明瞭に記録できた。これは、グリップ型の装置を用いたために振動刺激が手掌に確実に伝わったこと、刺激間隔が長かったために不応期の影響が小さくなったことなどが原因として考えられる。P300 の振幅には有意差が得られなかったが、これは実験 1 で標的刺激に対する P300 振幅には映像の種類による差が見られなかったことと一致する。

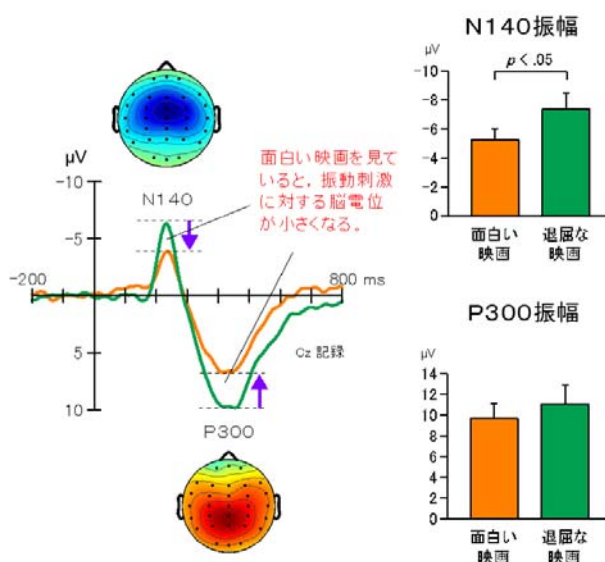


Figure 3. 振動刺激に対する ERP 総加算平均波形 (実験 2, N = 18)。面白い映画を見ていると振動刺激に対する脳電位 (特に N140) の振幅が小さくなった。

## 3. 研究成果

本研究で実施した 2 つの実験により、(1)振動モーターによる刺激に対して脳電位 (ERP) が測定できること、(2)映像に向けられる注意の量は振動刺激に対する脳電位 N140 と P300 の振幅に反映されること、(3)標的刺激よりも低頻度非標的刺激に対する脳電位の方が映像の種類による差を反映しやすいこと、(4)従来注目されてきた P300 よりも体性感覚刺激に特有の N140 の方が鋭敏な指標になりうることを示された。

#### 4. 今後の課題と発展

本年度の研究により、視聴覚体験を客観的に評価する方法として、脳電位を用いた振動刺激プローブ法が有効であることが示された。今後は、標準プロトコルの作成に向けて、(1)刺激 [種類・数・呈示頻度など]、(2)課題 [刺激に対して反応を求めるか否か]、(3)測度 [N140 と P300 は同じ心理的変数によって変化するか] の3側面からさらに検討する必要がある。研究助成の延長が認められたので、今後2年間かけて手法の洗練化を目指す。

視聴覚体験の評価という目的以外にも、本研究によって、振動モーターがERPを測定するための比較的簡便な刺激呈示装置として利用できることが示された。グリップ型の装置を用いれば、刺激装置と反応装置を一体化でき、フィールドでのERP測定が容易になる。さらに、振動刺激はマン-マシンインタフェースの素材としても使われている。今回の研究で示したように、振動モーターとそれに対する脳電位反応を組み合わせることにより、新たな利用法が生まれると期待される。

#### 5. 発表論文

入戸野 宏 (2006). 映像に対する注意を測る：事象関連電位を用いたプローブ刺激法の応用例 生理心理学と精神生理学, **24**(1). 印刷中

重光ゆみ・入戸野 宏・堀 忠雄 (2006). 映像視聴中の体性感覚 3 刺激オドボール課題における事象関連電位 [学会発表抄録] 生理心理学と精神生理学, **24**(2). 印刷中