

テレビ画像に対する事象関連電位に基づくユーザの認知状態の推定

Estimation of cognitive states based on the event-related potentials to TV images

森川 幸治
Koji Morikawa

足立 信夫
Shinobu Adachi

入野 宏
Hiroshi Nittono

*1 パナソニック株式会社
Panasonic Corporation

*2 広島大学
Hiroshima University

This paper describes how cognitive states are estimated based on the event-related potentials (ERPs) to TV images. ERPs are extracted from electroencephalogram (EEG) while participants are watching TV images at certain conditions. The results show the possibility to estimate users' cognitive states such as the mismatch between the expectation and actual feedback, and the curiosity about thumbnail images.

1. はじめに

本研究では、テレビ視聴時の認知状態の推定を目指して脳波計測実験と事象関連電位 (event-related potential: ERP) 分析を行った。事象関連電位は脳波信号の一種であり、ユーザが刺激を受けたタイミングから数百ミリ秒程度の区間の脳波分析により外部から観測不可能な認知状態が把握可能である。

本稿では推定対象の認知状態として(a)画像の理解、(b)画像への興味を想定し、以下の2つの実験を実施した。1つ目は、画像理解と期待はずれに関する実験である。筆者らは結果を予想して行為を選択する状況で、予想と実際の結果との不一致に関連して潜時 600 ms 前後に後期陽性電位 (late positive potential: LPP) の出現を確認してきた [Adachi 07]。この実験では明確な刺激 ("Left" や "Right" の文字) が表示される場合に、期待通りでない状況が判別可能なことが明らかになった。一方、テレビ画像はバリエーションが膨大で、どんな刺激が呈示されるか予期である。この状況においてもユーザは好みの番組を期待しながらチャンネル操作等を行っている。そこで、視覚刺激の種類は膨大でもいくつかの 카테고리には分類可能である点に着目し、テレビ画像が期待通りだったかを脳波で判別できるかどうかについて調査した。その結果、どんな画像が表示されるかどうか不明な場合においても、期待はずれの場合には、特徴的な脳波が誘発されることが確認できた。

2つめは、画像への興味に関する実験である。ユーザに見出し情報としてテレビ画像を呈示し、それに興味がある場合には自由に詳細情報の表示を選択可能な状況にした場合に、見出し情報呈示直後に、詳細情報表示を選択するかどうかを脳波反応から推定するものである。見出し情報として TV 画像を呈示する画像条件と Web 記事の見出し文を呈示する文字条件を設定し、続きを見る/見ないを選択させ、事象関連電位を比較した。その結果、詳細情報を選んだ場合の見出し情報直後には、振幅差は小さいものの有意差が見られた。

このような実験の結果、テレビ画像に対して興味を覚えた場合や、期待通りかどうか否か等に応じて脳内では所定の反応が発生することが確認できた。これによりユーザがテレビを視聴しているときの事象関連電位の分析により認知状態が推定できる可能性があることを示す。

2. テレビ画像への期待との一致に関する実験

2.1 方法

右利きの学生 12 名を実験参加者とし、実験実施に関するインフォームドコンセントを得た。刺激は、4 つの 카테고리 (Sports / Variety / Drama / News) の各 6 番組から異なる 31 シーンを抽出した計 744 枚のテレビキャプチャ画像を用意し、すべての試行で新しい画像を呈示した。

実験手続きの概要を図 1 に示す。画面上の 3 つの選択肢 (S1; 視角 $4.5^\circ \times 3.1^\circ$) から好きなものをボタンで選択させ (R), その 500 ms 後にキャプチャ画像を呈示した (S2; 視角 $10.9^\circ \times 7.5^\circ$)。ほとんどの試行では選択したボタンに対応した画像が呈示されたが (一致試行 $p = .8$)、まれに選択とは異なるカテゴリの画像が呈示された (不一致試行, $p = .2$)。S2 に対する予期を実験条件として操作するため、以下の 3 条件を設定した。

(1) カテゴリ名条件 (120 試行): S1 として 3 つの番組カテゴリ名を英語で呈示した。参加者は特定の知覚イメージを持たずに S2 を予期する必要がある。

(2) 画像条件 (120 試行): S1 として 3 つのサムネイル画像 (縮小したキャプチャ画像) を呈示した。参加者は知覚イメージとして S2 を予期可能であった。

(3) 予期なし条件 (24 試行): 3 つの「？」を呈示した。

ERP は Ag/AgCl 電極を用いて頭皮上 38 部位から記録した。0.05-20 Hz のバンドパスフィルタを適用後、眼球アーチファクトの補正を行った。S2 を起点に -200 から 1000 ms の区間を切り出し、刺激前 200 ms の平均値を算出して基線補正をした。加算平均は、条件ごと、不一致/一致試行ごとに行った。100 μ V 以上の電位を含む試行は加算から除外した。また、380-480 ms、500-700 ms の区間平均電位をそれぞれ P3、LPP の振幅として算出した。

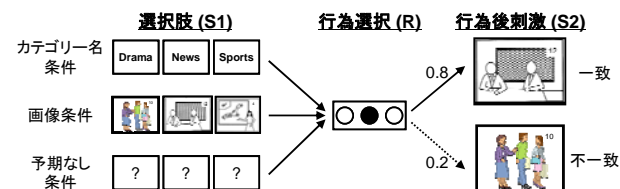


図 1 実験手順の概要

2.2 結果

図 2(a) にカテゴリ名/画像条件において不一致/一致試

行ごとに加算平均した波形(Pz)を示した。両条件とも不一致試行で陽性電位が出現した。図 2(b)に両条件における区間平均電位を示した。カテゴリー名条件では LPP のみ(p < .05), 画像条件では P3・LPP 両方で有意差があった(いずれも p < .01)。

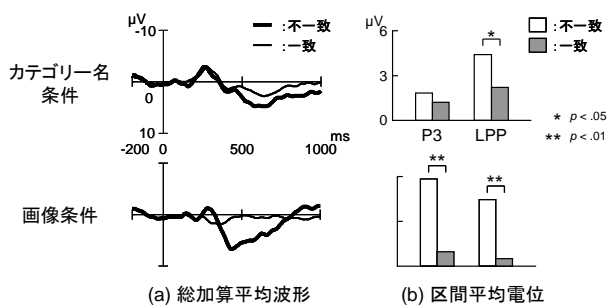


図 2 総加算平均波形(Pz)と区間平均電位

不一致試行において画像条件の方がより大きな差異が見られた。しかし 500-700ms の区間平均電位で算出される LPP については、両条件で有意な差が見られた。LPP は認知レベルの不一致を反映することから、カテゴリー条件のような具体的な知覚イメージが持てない場合にも、画像が理解された後に期待との不一致を示す事象関連電位の成分が確認できた。

3. テレビ画像への興味に関する実験

3.1 方法

右利きの学生 16 名を実験参加者とし、実験実施に関するインフォームドコンセントを得た。刺激は、画像条件では、40 の TV 番組から 160 シーンの動画を抽出し、先頭フレームの画像を見出し情報とした。文字条件では、Web 記事から 160 文抽出し、見出し文を見出し情報とした。

参加者には、続きを見たい見出し情報が提示された場合には続きを見るよう教示した。追加で全体として半分程度は続きを見るように教示した。実験の概要を図 3 に示す。見出し情報提示(S1; 1.5 秒間)に続いて「？」を提示し、見る／見ないを人差指／親指のボタン押しで選択させた。「見る」が選択された試行において、画像条件では S1 の続きの動画を、文字条件ではニュース本文を S2 として提示した。他方、「見ない」が選択された試行では、S2 を提示しないで次の試行に移行した。また、S2 提示中にボタンが押されたら次の試行に進むように設定した。40 試行を 1 ブロックとして条件ごとに 4 ブロックずつ実施した。

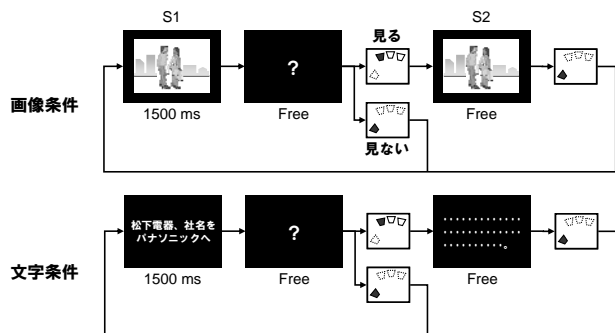


図 3 実験手順の概要

ERP は Ag/AgCl 電極を用いて頭皮上 38 部位から記録した。0.05-30 Hz のバンドパスフィルタを適用した後、眼球アーチファ

クトの補正を行った。S1 を起点に-1000 から 1000 ms の区間を切り出し、-200 から 0 ms の平均値で基線補正をした。加算平均は、条件ごと、ボタン選択(見る／見ない)ごとに行った。100 μV 以上の電位を含む試行は加算から除外した。頭頂後頭部の左右領域ごとに S1 提示後 300-500 ms の区間平均電位を求めた。そして条件×選択×左右の分散分析を実施した。

3.2 結果

見る試行は、画像条件で 49.5 %、文字条件で 55.5 % でありほぼ半数であった。図 4 に選択ごとに加算平均した波形(Pz)および潜時 300-500 ms における見る試行—見ない試行の頭皮上分布を示した。両条件とも、S1 提示前の波形に差はないが、S1 提示後 300 ms 以降で見る試行で波形がより陰性に振れている。また、頭皮上分布より陰性成分は頭頂後頭部優位であることが分かる。分散分析の結果、条件および選択の主効果が有意であった(p < .001, p = .002)。

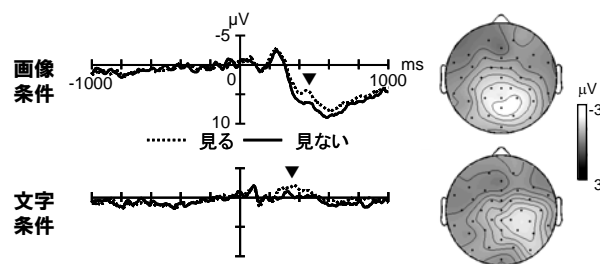


図 4 総加算平均波形(Pz)と頭皮上分布

図 4 の波形より、S1 提示(0ms)より前の波形には差がなく、見出し情報提示前の準備状態は同一であったと言える。頭頂後頭部の ERP は潜時 300 ms 以降において差があり、見ない試行と比べて見る試行で有意に陰性であった。条件によらず陰性であったことから、見出し情報に対する関心度を反映した成分が惹起された可能性がある。従来研究では魅力的と判断された顔写真はそうでない写真に比べて潜時 400 ms 以降により大きな陽性電位が生じることが報告されており[Werheid 07]、本実験の結果とは一致しない。よって続きの情報を見る／見ないは、顔画像の魅力判断とは異なる基準で行われたと考えられる。

4. まとめ

本稿では、テレビ視聴時のユーザの認知状態として、期待していた画像が表示されたかと、画像に興味を持ったかに関する事象関連電位の計測実験を行い、条件間の加算平均波形の有意差を確認した。これは、脳波からユーザの視聴体験の推定の可能性を示している。また興味状態の方が、差分が小さく検出はより困難であると考えられる。

今後の課題としては、計測の簡素化、加算を必要としない脳波解析手法の改善、等が挙げられる。

参考文献

[Adachi 07] Adachi, S., Morikawa, K., and Nittono, H.: Event-related potentials elicited by unexpected visual stimuli after voluntary actions, *International Journal of Psychophysiology*, Vol. 66, No. 3, pp. 238-243 (2007)

[Werheid 07] Werheid, K., Schacht, A., and Sommer, W.: Facial attractiveness modulates early and late event-related brain potentials, *Biological Psychology*, Vol. 76, No. 1, pp. 100-108 (2007)