

# 事象関連電位による画像品質評価のための課題に関する実験的検討（その2）

## Experimental Study on Task for Picture Quality Evaluation Using Event-Related Potential (Part 2)

正会員 田中元志<sup>†</sup>, 中島恵子<sup>†</sup>, 井上浩<sup>†</sup>, 新山喜嗣<sup>††</sup>

Motoshi Tanaka<sup>†</sup>, Keiko Nakajima<sup>†</sup>, Hiroshi Inoue<sup>†</sup> and Yoshitsugu Niiyama<sup>††</sup>

**Abstract** To study the application of event-related potential (ERP) for performing picture quality evaluation, ERP was measured for both still and blurred pictures that were subjectively evaluated. A comparison method with quality scales for each “better” and “worse” opinion was used. The results showed that the largest P300 amplitude for each “much better” and “much worse” opinion appeared, and the P300 amplitude and latency varied depending on the opinions in each quality scale, which indicates one of the methods for picture quality evaluation using ERP.

キーワード：事象関連電位, P300, 画像品質, 主観評価, 課題

### 1. ま え が き

画質評価においては、人間による主観評価が一般的に行われるが、主観量を客観的に評価できることが望ましい。画質を評価する客観的指標として、脳波（EEG）などの利用が検討されているが<sup>1)2)</sup>、主観評価との明確な対応関係は得られていない。近年、音や視覚などの刺激に対して大脳に誘発される電位の一つである、心理的な活動に依存する事象関連電位（ERP: event-related potential）<sup>3)4)</sup>が着目され、認知工学や心理学への応用が検討されている<sup>5)</sup>。

筆者らは、ERPを指標とした画質評価の基礎検討として、画質の主観評価時のERPを測定し、認知・判断に関連するERP成分P300（刺激後約300msに現れる陽性の成分）の振幅が評価によって異なることを示してきた<sup>6)7)</sup>。しかし、「良い」と「悪い」のように両極となる評価語を用いた品質評価時の測定ではどちらの評価の場合にも同様にP300が出現したことから、両極にならない評価語の利用が示唆された<sup>8)</sup>。

本研究では、「良い」と「悪い」それぞれの評価語についてその否定を含まない評価尺度を定義し、画像品質を比較

評価させたときのERPを測定し、被験者に提示する評価方法（課題の与え方）について検討した。

### 2. ERP測定のための品質評価方法

品質評価では、評価対象や項目によって評価方法が異なるが、一般的に「良い」と「悪い」を両極とする評価語が用いられる<sup>9)</sup>。単一評価では、画質を絶対的に評価することから、たとえ否定的な評価語を除いたとしても、「良い」、「悪い」の評価が行われてしまう可能性がある。そこで、ある画質の画像を標準画像として、それとの比較による評価（比較評価）を用いることとした。

比較評価では、表1に示す7段階品質尺度がよく用いられる<sup>9)</sup>。本研究では、この7段階評価尺度を基本にして、表1中に示すように、「非常に悪い」から「同じ」の評価語による品質尺度Aと、「同じ」から「非常に良い」の評価語による品質尺度Bを定義した。高品質な画像（原画像）を標準画像とした場合（実験A）では品質尺度Aを、劣化画像を標準画像とした場合（実験B）では品質尺度Bを用い

表1 品質評価尺度

Quality scales for opinion test.

7段階品質尺度	品質尺度A	品質尺度B
3:非常に良い	—	4:非常に良い
2:良い	—	3:良い
1:やや良い	—	2:やや良い
0:同じ	4:同じ	1:同じ
-1:やや悪い	3:やや悪い	—
-2:悪い	2:悪い	—
-3:非常に悪い	1:非常に悪い	—

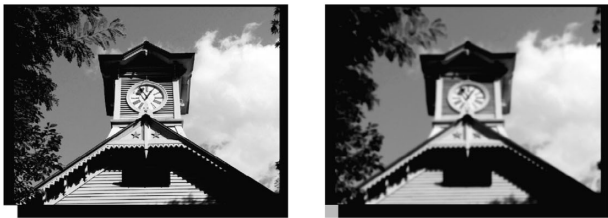
2009年6月30日受付, 2009年8月25日再受付, 2009年9月24日採録

<sup>†</sup>秋田大学 工学資源学部  
(〒010-8502 秋田市手形学園町1-1, TEL 018-889-2492)

<sup>††</sup>秋田大学 大学院 医学系研究科  
(〒010-8543 秋田市本道1-1-1, TEL 018-884-6540)

<sup>†</sup>Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University  
(1-1, Tegata Gakuen-machi, Akita-shi 010-8502, Japan)

<sup>††</sup>Graduate School of Medicine, Akita University  
(1-1-1, Hondo, Akita-shi 010-8543, Japan)



(a) Original picture P0 (b) Extremely blurred picture P5

図 1 評価試験に用いた画像の例  
Examples of pictures for opinion test.

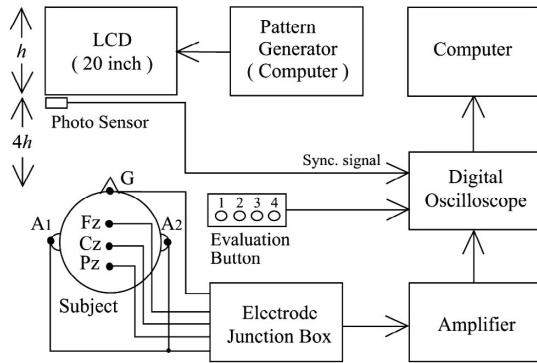


図 2 測定系の構成  
Experimental setup.

表 2 測定条件  
Experimental conditions.

被験者	健康な成人 20 名 (実験 A: 12 名, 実験 B: 14 名)
場所	実験室 (照明: なし, 周辺照度: 50~428 lx, 空調有り) ヘッドレスト付リクライニングチェアを使用
モニタ	20 inch LCD (アスペクト比 4:3), 最高輝度 92 cd/m <sup>2</sup>
視距離	画面高の 4 倍
画像の提示時間	評価用画像: 2 s (提示順はランダム) 標準画像 (固視点付): 平均 3 s (2~4 s, ランダム)

た。なお、評価値は、ERP 測定時の押しボタンと対応させるために、どちらの評価尺度においても 1~4 とした。

評価試験用画像として、風景を写真撮影した鮮やかなカラー画像 P0 と、それをぼかした画像 (品質が劣化した画像) 5 枚 (P1~P5) を用意した。実験 A では図 1(a) の原画像 P0 を、実験 B では (b) の最も劣化させた画像 P5 を標準画像に用いた。各画像の左下の小さい長方形は、画像とその切替りを光センサで検出するためのマークである。標準画像の提示時間を平均 3 s (2~4 s)、評価用画像の提示時間を 2 s として交互に提示した。被験者には、評価用画像が提示されたら直ぐに、表 1 の評価語で評価し、それぞれの評価語に対応したボタンを押すように指示した。

### 3. ERP 測定方法

測定系の構成を図 2 に、測定条件を表 2 に示す。電極配置は国際 10-20 法<sup>3)</sup> に従い、探査電極を前頭 Fz、中心 Cz および頭頂 Pz、基準電極を左右の耳朶 A<sub>1</sub> と A<sub>2</sub> の連結、接地電極を鼻根部近傍 G とした。脳波は、増幅器 (利得 80 dB, BPF: 0.5~300 Hz) で増幅し、サンプリング周波数 1 kHz、16 bit でコンピュータに取込み、処理した。眼球運動によるアーチファクト軽減のため、標準画像にのみ

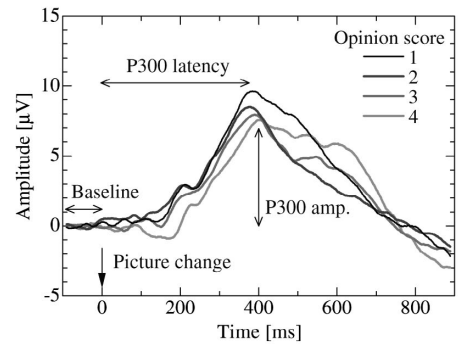


図 3 実験 A の総加算平均波形の例 (電極位置: Pz)  
Grand mean waveform of Experiment A (Pz).

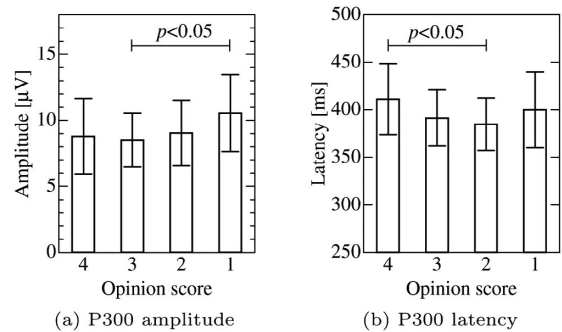


図 4 実験 A の P300 (電極位置: Pz)  
P300 of Experiment A (Pz).

中央に小さい印 (固視点) を設けた。1 回の測定時間を約 300 s とし、これを 3~4 回行った。被験者は健康な成人 20 名 (19~24 歳) とし、実験内容について同意を得たうえで実験を行った。なお、被験者は画質評価の熟練者ではないため、測定前に約 10 分の評価の練習を行った。

ERP を抽出するため、評価用画像提示 (画像切替) の 100 ms 前からの 1 s 間を一試行として、加算平均処理を行った。瞬目などによって脳波に重畳するアーチファクトの影響を除くために  $\pm 50 \mu V$  を越える振幅を含む試行を除去し<sup>8)</sup>、加算回数を 30 回以上とした。そして、加算平均後に前後 10 点の移動平均処理を行い、加算平均波形を得た。

### 4. 結果と検討

原画像 P0 を標準画像として、評価尺度 A で比較評価されたときの ERP を測定した (実験 A)。被験者 12 名の総加算平均波形の例 (電極位置 Pz) を図 3 に示す。画像の切替後約 350~400 ms に頂点を持つ陽性成分 P300 が誘発されている。P300 の特徴を表すパラメータとして、baseline-to-peak 法<sup>4)</sup> に従い、前 100 ms 間の平均振幅値を「baseline」、P300 のピークと baseline 間の振幅を「P300 の振幅」、画像切替から P300 のピークまでの時間を「P300 の潜時」と定義した。以下では、P300 の振幅が最も大きく、また課題関連性が高いことから、Pz の結果で議論する。各被験者の加算平均波形から抽出した P300 の振幅と潜時の平均値を図 4 に示す。図中のエラーバーは標準偏差、*p* は有意確率である。P300 振幅は評価によって異なり、「非常に悪い (評

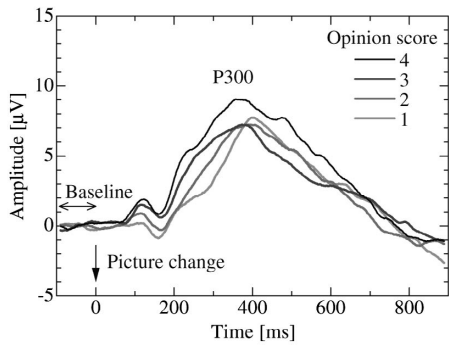


図5 実験Bの総加算平均波形の例(電極位置:Pz)  
Grand mean waveform of Experiment B (Pz).

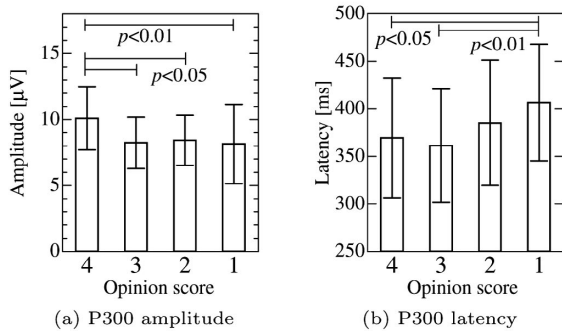


図6 実験BのP300(電極位置:Pz)  
P300 of Experiment B (Pz).

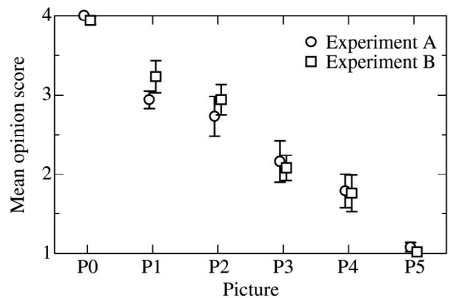


図7 主観評価結果  
MOS for test pictures.

価値1)」と評価したときに最も大きい。P300 潜時は、「同じ」と評価したときに最も長くなっており、画質の違いを判断するのが難しく感じたためと考えられる。

次に、劣化画像P5を標準画像として、評価尺度Bを用いて比較評価させた(実験B)。被験者14名の総加算平均波形を図5に示す。実験Aと被験者が8名異なるが、図3と同様にP300が誘発されている。P300の振幅と潜時の平均値を図6に示す。P300振幅は評価によって異なり、「非常によい(評価値4)」と評価したときにもっとも大きい。P300潜時は、実験Bと同様に「同じ」と評価したときに最も長い。

評価用画像に対する平均評価値(MOS: Mean Opinion Score)を図7に示す。図中の○は実験A、□は実験Bにおける各被験者の評価の平均値、エラーバーは標準偏差を示している。劣化度が大きい画像の順にMOSは低下しており、主観評価が適切に行われたことが確認できる。

実験AとBのどちらの場合においてもP300は同様な結果を示したことから、本研究で用いたような、両極にならない評価語、評価方法の利用は、ERPを用いた画質評価法の検討において有効であると考えられる。評価語の段階数などの検討は今後の課題である。

## 5. むすび

ERPを指標とした画質評価のための基礎検討として、両極にならない評価語を定義して、画像品質を比較評価させたときのERPを測定し、被験者に提示する課題(評価方法)の1案を示した。

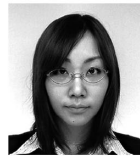
最後に、被験者としてご協力頂いた方々に深謝する。また、本研究の一部は平成20、21年度文部科学省都市エリア産学官連携促進事業(秋田県央エリア)の援助で行われた。

## 〔文 献〕

- 1) 林秀彦, 國藤進, 宮原誠: “高品位映像の評価 —脳波を指標とする客観評価法—”, 映情学誌, **56**, 6, pp.954-962 (2002)
- 2) 遠藤慎人, 田口亮: “脳波による画質評価の可能性についての検討”, 信学2007総大, AS-9-4 (2007)
- 3) 高橋剛夫, 黒澤義之: “視覚と脳波の臨床”, 新興医学出版社(1995)
- 4) 加我君孝, 古賀良彦, 大澤美貴雄, 平松謙一: “事象関連電位(ERP)マニュアル—P300を中心に—”, 篠原出版(1995)
- 5) 入野野宏: “心理学のための事象関連電位ガイドブック”, 北大路書房(2005)
- 6) 田中元志, 宮下貴行, 井上浩, 新山喜嗣: “事象関連電位P300を指標としたバーストノイズによるテレビ画像劣化の評価に関する実験的検討”, 電学論, **124-C**, 9, pp.1731-1737 (2004)
- 7) 田中元志, 井上浩, 新山喜嗣: “ノイズによるテレビ画像劣化の主観評価と事象関連電位P300の関連に関する一検討”, 映情学誌, **61**, 12, pp.1766-1768 (2007)
- 8) 田中元志, 井上浩, 新山喜嗣: “事象関連電位による画像品質評価のための課題に関する実験的検討”, 映情学誌, **63**, 2, pp.222-224 (2009)
- 9) テレビジョン学会編: “テレビジョン画像の評価技術”, コロナ社(1986)



たなか もとし  
**田中 元志** 1989年, 東北大学工学部通信工学科卒業。1994年, 同大学院博士課程修了。同年, 秋田大学鉱山学部助手。現在, 同大工学資源学部講師。ERPを用いた画質評価, 音響信号処理, EMCに関する研究に従事。博士(工学)。正会員。



なかじま けいこ  
**中島 恵子** 2009年, 秋田大学工学資源学部電気電子工学科卒業。現在, 同大学院博士前期課程に在学。画像提示によるERP計測の研究に従事。



いのうえ ひろし  
**井上 浩** 1969年, 東北大学工学部電子工学科卒業。1975年, 同大学院博士課程単位取得退学。同年, 東北大学工学部助手。1980年, 秋田大学鉱山学部講師。助教授, 教授を経て, 1998年, 同大工学資源学部教授。現在, 副学長。電気接点, EMC, 超音波, 医用電子などの研究に従事。工学博士。



にいしま よしつぐ  
**新山 喜嗣** 1983年, 秋田大学医学部医学科卒業。同年, 同大医学部精神科学教室に入局。1992年, 同大医学部講師。現在, 教授。脳波を中心とする臨床神経生理学の研究に従事。医学博士。