

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3）

Experimental Study on Task for Picture Quality Evaluation Using Event-Related Potential (Part 3)

正会員 田中元志[†], 中島恵子[†], 井上浩[†], 新山喜嗣^{††}

Motoshi Tanaka[†], Keiko Nakajima[†], Hiroshi Inoue[†] and Yoshitsugu Niiyama^{††}

Abstract To study the application of event-related potential (ERP) for evaluating the quality of a picture, a task with pushing a single button was proposed. The ERP was measured for both the original and blurred still pictures that were subjectively evaluated by 3-grade quality scale with the following opinions, 'the same', 'worse', and 'much worse'. The results showed that the largest P300 amplitude for the 'much worse' opinion appeared, which indicates the potential of the proposed task with pushing a single button.

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。主観量を客観的に評価できることが望まれており、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¹⁾²⁾、本研究では、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）³⁾に着目する。ERPは認知工学や心理学の分野にも応用されてきている⁴⁾。

筆者らは、ERPを指標とした画質評価法の基礎検討として、画質の主観評価時のERPを測定してきた^{5)~7)}。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）³⁾の振幅は、評価時にボタンを押さえることで大きく検出できた。そして、評価語に対応したボタンを押させて評価を検出し、P300振幅が評価によって異なることを示した。また、両極にならない評価語を用いた比較評価課題の利用を提案した。しかし、測定したERPには、ボタン選択に対する反応も含まれていることが考えられる。

本研究では、ボタン選択による影響を除くため、どの評価語に対しても同一のボタンを押す課題（単一ボタン押し課題）を提案し、画像品質を比較評価させたときのERP測定を行い、被験者に与える課題について検討した。

2. 品質評価のための単一ボタン押し課題

画像品質の比較評価では7段階品質尺度が用いられるが⁸⁾、ERPの違いを検出するために、段階数が少なく、両極とならない、表1に示す3段階品質尺度を定義した。評価試験用画像として、図1に示す2枚の鮮明なカラー風景写真（1600×1200 pixel²）を用意し、ガウスフィルタの半径を0.5, 1.5, 2.0, 2.5, 4.5 pixelと変えて品質劣化させた画像を作成した。原画像をP0、劣化画像をそれぞれP1~P5

表1 3段階品質評価尺度
Three-grade quality scale for opinion test.

評価値	評価語
3	同じ (The same)
2	悪い (Worse)
1	非常に悪い (Much worse)

2010年12月24日受付, 2011年2月24日再受付, 2011年4月13日採録

[†] 秋田大学 大学院 工学資源学研究所
(〒010-8502 秋田市手形学園町1-1, TEL 018-889-2492)

^{††} 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)

[†] Graduate School of Engineering and Resource Science, Akita University
(1-1, Tegata Gakuen-machi, Akita-shi 010-8502, Japan)

^{††} Graduate School of Medicine, Akita University
(1-1-1, Hondo, Akita-shi 010-8543, Japan)



(a) P0 for Exp. I and Ib



(b) P0 for Exp. II

図1 評価試験に用いた標準画像
Original pictures for opinion test.

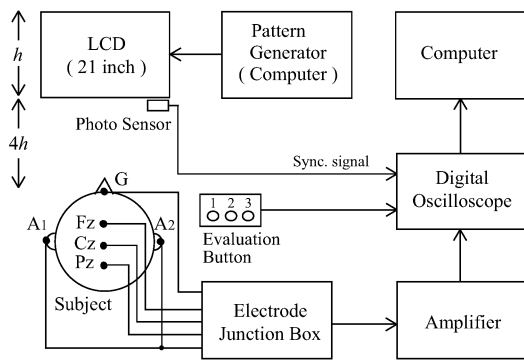


図2 測定系の構成
Experimental setup.

と呼ぶ。実験 I では、図 1(a) の画像を用い、評価用画像を 4 枚 (P0, P1, P3, P5) とした。また、評価用画像を 5 枚 (P0~P2, P4, P5) に変えた場合も行った (実験 Ib)。実験 II では、図 1(b) の画像とし、実験 I と同じく 4 枚を用いた。標準画像に P0 を用い、評価用画像 1 枚とペアにし、ランダムな順で提示して、比較評価させた。被験者には、評価用画像が提示されたら直ちに、表 1 の評価語で評価するように指示した。このとき、どの評価語に対してもボタン 1 を押させた (課題 A: 単一ボタン押し課題)。比較のため、これまでの検討⁶⁾⁷⁾と同様に、各評価語に対応したボタン 3~1 を押させる課題 (課題 B) の測定を行った。

3. ERP 測定方法

測定系の構成を図 2 に示す。測定は、空調の効いた実験室内 (周辺照度 50~428 lx) で行った。視距離を画面高 (21 型 LCD) の 4 倍とした。画像の最高輝度は 92 cd/m² であった。被験者は実験 I が男性 11 名、女性 1 名 (19~25 歳)、実験 Ib が男性 6 名、実験 II が男性 7 名 (21~23 歳) であり、実験内容について同意を得たうえで実験を行った。被験者は画質評価の熟練者ではないため、ERP 測定の前、各実験と同じ画像を用いて、約 10 分の評価の練習を行った。その後、課題 B、課題 A の順で、課題毎に 1 回約 5 分の測定を、画像の提示順を変えて 3~4 回行った。各測定では、標準画像 (中央に固視点) の提示時間を平均 3 秒 (2~4 秒のランダム)、評価用画像の提示時間を 2 秒とし、60 枚提示した⁶⁾⁷⁾。測定の間、約 4 分の休憩を設けた。

脳波測定の電極配置は、P300 が正中線上において優勢に出現することから³⁾、国際 10-20 法に従い、探查電極を前頭 Fz、中心 Cz および頭頂 Pz、基準電極を左右の耳朶 A₁ と A₂ の連結、接地電極を鼻根部近傍 G とした。頭部固定の補助としてリクライニングチェアのヘッドレストを用いた。脳波を、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 ビットでコンピュータに取込んだ。脳波波形から ERP を抽出するために、評価用画像提示 (画像切替) の 100 ms 前から 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 ±50 μV

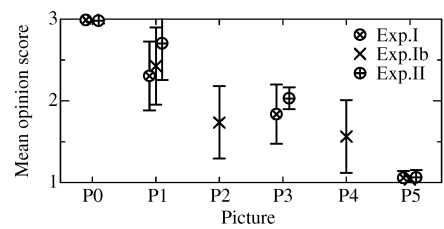


図3 主観評価結果
Mean opinion score (MOS).

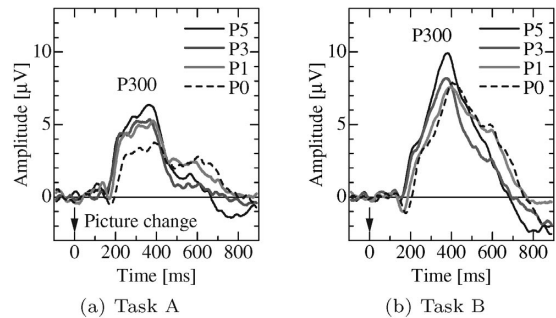


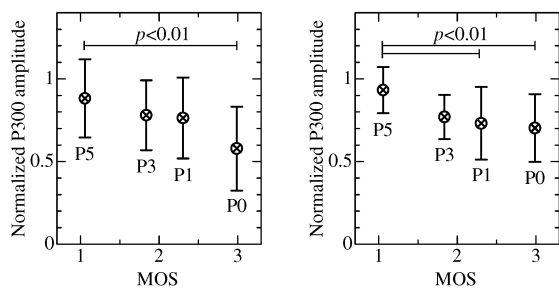
図4 総加算平均波形の例 (実験 I, 電極位置: Pz)
Grand mean waveform of Experiment I (Pz).

を越える振幅を含む試行を除去し⁵⁾、加算回数を 30 回以上とした。また、50 Hz 以上のノイズ成分を除くために、加算平均後に前後 10 点の移動平均処理を行った。P300 の特徴量として、baseline-to-peak 法³⁾に従い、画像切替前 100 ms 間の平均振幅値を「baseline」とし、P300 のピークと baseline 間の振幅を「P300 振幅」、画像切替から P300 のピークまでの時間を「P300 潜時」と定義した。

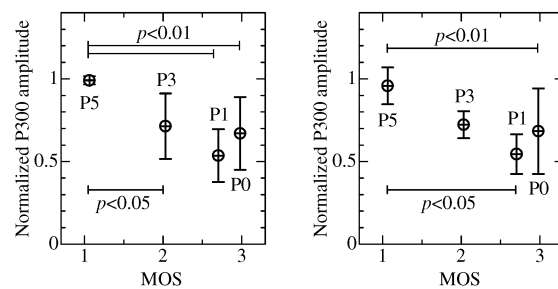
4. 結果と検討

課題 B の測定から得られた主観評価結果 (MOS と標準偏差) を図 3 に示す。実験 I と II では画像が異なり、実験 I と Ib では評価用画像の数が異なる。実験によって MOS に若干の違いが見られるが、いずれの実験においても品質の劣化に伴い、MOS が低下している。

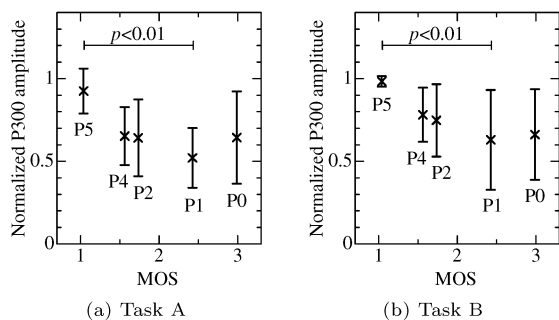
実験 I の総加算平均波形の例 (電極位置 Pz) を図 4 に示す。(a) は課題 A (単一ボタン押し課題)、(b) は課題 B の結果である。画像の切替後約 300~400 ms に頂点を持つ陽性成分 P300 が誘発されている。課題 A の P300 振幅は、課題 B に比べて小さく検出された。実験 Ib, II でも同様の結果であった。以下では、課題関連性が高いことから³⁾、Pz の結果で議論する。各被験者の加算平均波形から抽出した P300 振幅の平均値と標準偏差を図 5 に示す。ここでは、被験者間の振幅の違いによる影響を除くため、被験者毎に最大値で正規化を行った。また、横軸を図 3 で得られた MOS とした。図中の *p* は有意確率であり、2 元配置分散分析後の下位検定 (Tukey 法) の結果である。正規化された P300 振幅は、課題 A と B どちらの場合においても同様な傾向を示し、MOS の低下に伴い、増加している。実験 Ib の結果 (P300 振幅) を図 6 に、実験 II の結果を図 7 に示す。いずれの実験においても、品質劣化度が最も



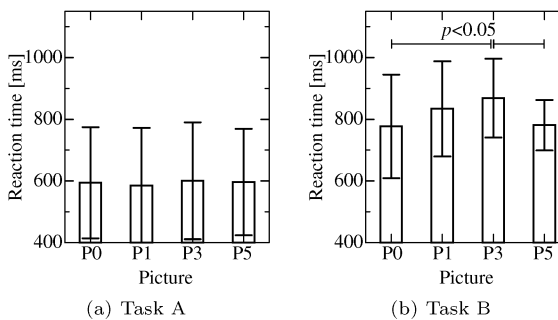
(a) Task A (b) Task B
 図 5 実験 I の P300 振幅 (電極位置: Pz)
 P300 amplitude of Experiment I (Pz).



(a) Task A (b) Task B
 図 7 実験 II の P300 振幅 (電極位置: Pz)
 P300 amplitude of Experiment II (Pz).



(a) Task A (b) Task B
 図 6 実験 Ib の P300 振幅 (電極位置: Pz)
 P300 amplitude of Experiment Ib (Pz).



(a) Task A (b) Task B
 図 8 反応時間の例 (実験 I)
 Reaction time of Experiment I.

大きい (MOS が最も小さい) 画像 P5 のときの P300 振幅が最も大きい結果となった。P300 潜時については、実験 I の課題 A が 377 ± 57 ms (平均値 ± 標準偏差)、課題 B が 392 ± 36 ms、実験 II はそれぞれ 424 ± 51 ms, 416 ± 57 ms であり、課題による違いは見られなかった。

画像提示からボタンを押すまでの時間 (反応時間) の例 (実験 I) を図 8 に示す。課題 A では、画像 (評価対象) による違いは見られず、課題 B に比べて有意に早くなった ($p < 0.01$)。実験 Ib, II でも同様の結果であった。評価時におけるボタンの選択の有無による違いと考えられる。

以上の結果より、P300 振幅のダイナミックレンジが小さくなるが、単一ボタン押し課題 (課題 A) を用いて、「非常に悪い」評価の画像を検出できることが確認された。実験 Ib と II において MOS が 3 のときに P300 振幅が若干大きくなった点については今後の課題である。

5. むすび

ERP を指標とした画質評価法の一検討として、評価時に同一のボタンを押す課題 (単一ボタン押し課題) を提案し、評価に利用できる可能性を示した。最後に、被験者としてご協力頂いた方々に感謝する。

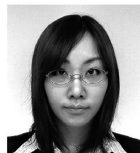
〔文 献〕

- 1) 林彦彦, 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 —”, 映像学誌, **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) 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)
- 4) 入戸野宏: “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)
- 5) 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)
- 6) 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”, 映像学誌, **63**, 2, pp.222-224 (2009)
- 7) 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 (その 2)”, 映像学誌, **63**, 12, pp.1815-1817 (2009)
- 8) 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, 同大学院工学資源学研究所准教授。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。2011 年, 同大学院工学資源学研究所博士前期課程修了。在学中, 画像評価時の 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, 同工学資源学部教授。2008 ~ 2011 年, 同大理事・副学長。現在, 同大学院工学資源学研究所教授。電気接点, EMC, 超音波, 医用電子などの研究に従事。工学博士。



にいやま 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, 同大学院医学系研究科教授。脳波を中心とする臨床神経生理学的の研究に従事。医学博士。