

# 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

## A Study on Relationship between Subjective Evaluation and Event-Related Potential P300 of TV Pictures Degraded by Noise

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

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

**Abstract** The relationship between a subjective evaluation and the corresponding P300 of an event-related potential (ERP) was investigated. The ERP was measured when still TV pictures degraded by a burst noise were subjectively evaluated on a four-grade impairment scale: “Not Annoying”, “Slightly Annoying”, “Annoying”, and “Very Annoying”. Although there was no significant correlation between the opinion scoring and the P300 amplitude, the results showed that large and distinguishable P300 amplitudes appeared when the subjects evaluated a noise as “Very Annoying”.

キーワード：事象関連電位, P300, ノイズ, テレビ画像, 主観評価

### 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ているが、主観量を客観的に評価できることが望ましい。近年、画像品質を評価する客観的指標として、脳波などの生理学情報の利用が検討されてきている<sup>1)2)</sup>。しかし、主観評価と生理信号の明確な対応関係は得られていない。

これまで、電磁ノイズによるテレビ画像の妨害について、パラメータが制御可能な複合ノイズ発生器を用いて、5段階妨害尺度を用いた主観評価実験を行ってきた<sup>3)4)</sup>。そして、ノイズの微細構造による影響は小さく、平均電力の影響が大きいことから、バースト性のガウス性ノイズ（以後、バーストノイズと呼ぶ）でノイズの影響を評価できることを示した。また、生理学情報を用いたテレビ画像劣化の評価の基礎検討として、視覚刺激など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>5)~7)</sup>に着目し、3段階の評価語による主観評価時の脳波（EEG）を測定した。その結果、評価（妨害度）によって P300（認知・判断に

係する事象関連電位）の振幅が異なった<sup>8)</sup>。

本研究では、4段階の評価語を定義し、バーストノイズによる画像劣化を主観評価したときの ERP の測定を行い、主観評価と P300 の関連について検討を加えた。

### 2. 実 験 方 法

測定系の構成を図 1 に、測定条件を表 1 に示す。LD（Large Disk）プレーヤ出力の映像信号にプログラマブル複合ノイズ発生器（P-CNG）<sup>4)</sup> 出力のバーストノイズを混入させ、テレビモニタに呈示した。バーストノイズの実験パラメータを図 2 のように設定し、表 2 のように実効値（RMS）のみを変化させた。また、ガウス性ノイズ部分の周波数情報を表す平均交差率（ACR）は、これまでの主観

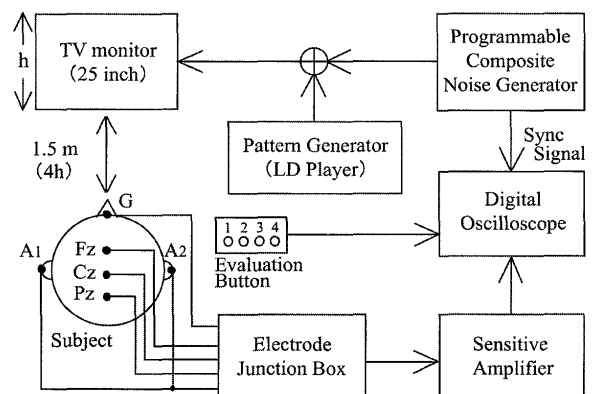


図 1 測定系の構成  
Experimental setup.

2007年9月3日受付, 2007年10月11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 医学部  
(〒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>School of Medicine, Akita University  
(1-1-1, Hondo, Akita-shi 010-8543, Japan)

表 1 測定条件  
Experimental conditions.

被験者数	健康な成人 16 人
場所	実験室 (照明: 蛍光灯, 空調有り) リクライニングチェアを使用
TV モニタ	25 inch CRT (アスペクト比 4:3)
視距離	画面高の 4 倍

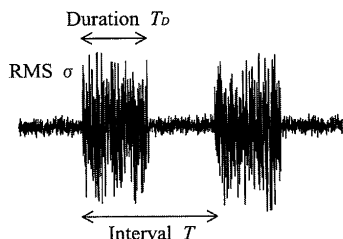


図 2 バーストノイズ波形例と実験パラメータ  
Burst noise waveform and experimental parameters.

表 2 ノイズパラメータの設定  
Noise parameters.

実効値 $\sigma$	10, 30, 50, 70, 100 mV
バースト継続時間 $T_D$	10 ms
発生間隔 $T$	平均 5 s (4~6 s) のランダム性

表 3 4 段階妨害尺度  
Four-grade impairment scale.

評価値	評価語
4	(妨害が) わかるが気にならない
3	(妨害が) 気になるが邪魔にならない
2	(妨害が) 邪魔になる
1	(妨害が) 非常に邪魔になる

評価実験および脳波測定実験時と同様に 80 kHz とした<sup>3)8)</sup>。評価語には、表 3 に示す 4 段階の妨害尺度を定義した。ノイズによる妨害が生じた時に評価するため、5 段階妨害尺度の評価語から「(妨害が) わからない」を除いたものとした。被験者には表 3 の評価語で主観的に評価させ、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。標準画像としては、LD「NHK 地球大紀行 Vol.1」の一場面 (風景の静止画像) を用いた。

電極配置は国際 10-20 法に従い、探查電極を前頭 Fz, 中心 Cz および頭頂 Pz, 基準電極を左耳朶 A<sub>1</sub> と右耳朶 A<sub>2</sub> の連結, 接地電極を鼻根部近傍 G とした<sup>9)</sup>。脳波は、高感度増幅器 (利得 80 dB, BPF: 0.5~300 Hz) で増幅し、デジタルオシロスコープ (サンプリング周波数 1 kHz) で記録した。ここで、眼球運動によるアーチファクトを軽減するために、テレビ画面中央に小さい印 (固視点) を設けた。また、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。一回の測定時間は約 300 s であり、これを 2~4 回行った。被験者は健康な成人 16 名とし、被験者には実験内容について同意を得たうえで実験を行った。

### 3. 解析方法

ERP を抽出するため、刺激呈示 (ノイズ重畳) 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。本

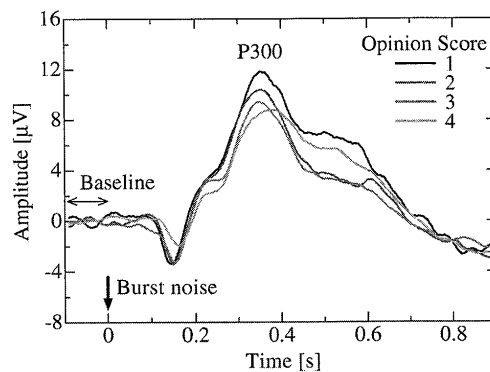


図 3 総加算平均波形の例 (電極配置: Pz)  
Grand mean waveform (Pz).

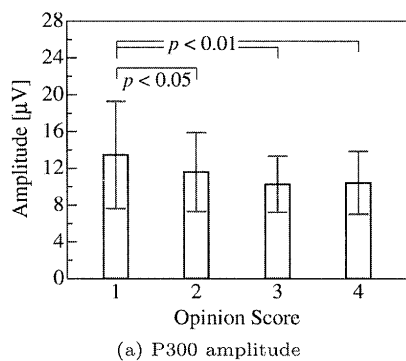
測定で脳波に重畳する主なアーチファクトは、ノイズと同期して出現する瞬目 (振幅  $\pm 50 \mu\text{V}$  以上) であることを上下眼瞼に電極を配置した EOG の同時計測から確認し、 $\pm 50 \mu\text{V}$  を越える振幅を含む試行を除去した。また、安定した脳波が得られるまでの最初の数試行を除去し、加算回数が 20 回以上となるようにした。被験者 6 名については評価によって加算回数が 20 回に満たない場合があったが、P300 を確認できたので以下の検討では含めている。

総加算平均波形の例 (被験者 16 名, 電極位置: Pz) を図 3 に示す。刺激 (ノイズ重畳) から約 350 ms 後に頂点を持つ陽性の成分 P300 が誘発している。ここで、P300 の特徴を表すパラメータとして、baseline-to-peak 法<sup>7)</sup>に従い、刺激前 100 ms 間の平均振幅値を baseline として、P300 のピークと baseline 間の振幅を「P300 の振幅」、刺激から P300 のピークまでの時間を「P300 の潜時」と定義した。

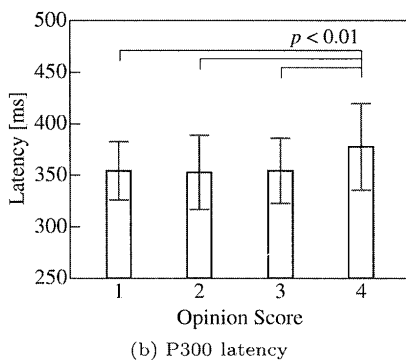
### 4. 結果と検討

図 3 の総加算平均波形では、評価によって P300 の振幅は異なっている。Pz 配置での評価値 (Opinion Score) と P300 の振幅および潜時の関連を図 4 に示す。図中のバーは被験者 16 名の平均値, エラーバーは標準偏差,  $p$  は有意確率である。P300 の振幅は、評価値 1 で最も大きく、評価値が大きくなるに従って小さい。スピアマンの順位相関係数検定<sup>9)</sup>の結果、相関係数  $r_s$  は約  $-0.14$  であり、評価値と P300 振幅には強い相関関係は得られなかった。これは、評価値 3 と 4 の場合の振幅がほぼ同じであり、また被験者間のばらつきが大きかったためと考えられる。一方、2 元配置分散分析<sup>9)</sup>後の下位検定 (Fisher's PLSD) の結果では、評価値 1 と 2 ( $p < 0.05$ ), 1 と 3, および 1 と 4 ( $p < 0.01$ ) の場合において有意な差が得られた。潜時については、振幅と同様に相関関係は得られなかったが、評価値 4 の場合に評価値 1~3 の場合と有意に異なった ( $p < 0.01$ )。電極位置が Fz, Cz の場合もほぼ同様な結果であった。

反応時間 (RT) を図 5 に示す。RT の違いは評価の難易度に関係し、評価値 2 および 3 は評価 1 および 4 に比べて評価が容易ではなかったためと考えられる。なお、P300 の



(a) P300 amplitude



(b) P300 latency

図4 P300の振幅と潜時(電極位置:Pz)  
P300 amplitude and latency (Pz).

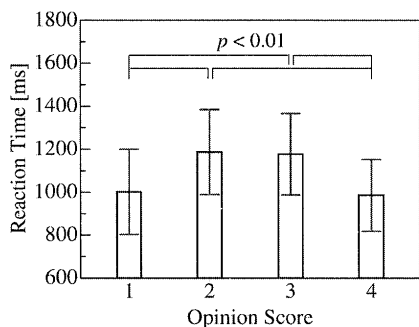


図5 反応時間  
Reaction time.

潜時はRTよりも有意に短かく ( $p < 0.01$ ), ボタン押しによるP300への影響は小さいと考えられる。

ノイズの実効値と評価値 (MOS: Mean Opinion Score) の関係を図6に示す。図中のプロットは各被験者の評価による平均値とばらつき (標準偏差) を示している。実効値の増加に伴い評価値が低下している。この傾向は、5段階妨害尺度による主観評価結果<sup>3)</sup>と同じであり、これまでと同様の評価が行われていることが確認できる。

これらの結果は、3段階の評価語での結果<sup>8)</sup>の傾向と同様であり、評価 (妨害度) によってP300振幅および潜時が異なることが明確になった。

## 5. むすび

バーストノイズによる画像劣化を4段階の評価語で主観評価したときのP300を計測し、主観評価と事象関連電位P300の関連について検討した。評価 (妨害度) によってP300の振幅および潜時が異なり、評価によっては有意な差

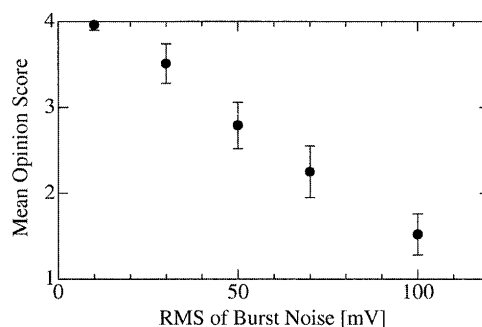


図6 ノイズの実効値と評価値の関係  
Relationship between rms and MOS.

が得られた。本結果から、P300を指標とした評価法の確立が期待できる。詳細な検討は今後の課題である。

最後に、実験に協力頂いた本学学生 坂路俊幸君、堀井尚貴君、ならびに被験者として協力頂いた方々に深謝する。また、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金 (若手研究 (B) 課題番号 14780629) の援助で行われた。

## 〔文 献〕

- 1) 大橋力, 仁科エミ, 不破本義孝, 河合徳枝, 田中基寛, 前川賢雄: “脳波を指標とする映像情報の生体計測”, テレビ誌, **50**, 12, pp.1921-1934 (1996)
- 2) 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—”, 映像学誌, **56**, 6, pp.954-962 (2002)
- 3) 田中元志, 井上浩, 高木相: “複合ノイズ発生器 (CNG) を用いたテレビ画像劣化の主観評価実験”, テレビ誌, **49**, 7, pp.923-927 (1995)
- 4) M. Tanaka, K. Sasajima, H. Inoue and T. Takagi: “Programmable Composite Noise Generator (P-CNG) —As Class A Noise Simulator and Its Application to Opinion Test on TV Picture Degradation—”, *IEICE Trans. Commun.*, **E85-B**, 7, pp.1352-1359 (2002)
- 5) 黒岩義之, 園生雅弘: “臨床誘発電位ハンドブック”, 中外医学社 (1998)
- 6) 高橋剛夫, 黒澤義之: “視覚と脳波の臨床”, 新興医学出版社 (1995)
- 7) 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)
- 8) 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 C, **124-C**, 9, pp.1731-1737 (2004)
- 9) 遠藤和男, 山本正治: “医統計テキスト”, 西村書店 (1992)



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, 同大学院博士課程終了。同年, 秋田大学鉱山学部助手。現在, 同工学部資源学部講師。テレビ画像の妨害度評価, EMC, 音響信号処理に関する研究に従事。博士 (工学)。正会員。



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。助教授を経て, 現在, 同工学部資源学部教授。超音波, 医用電子, EMC, 電気接点などの研究に従事。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, 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。