

# 脳波 (EEG) およびアイトラッキングによる 生体反応の測定

大須 理英子, 古畑 裕之

国内外ですでに複数の会社が脳波を利用したマーケティング調査を提供している。しかし、何を測っているのか、妥当性があるのかよくわからない、ということで、利用に二の足を踏む企業が多い。ここでは、脳波とは何か、何がわかるのか、注意すべきことは何かといった基礎的な情報をかいつまんで説明し、その外観を提供することを目指す。また、国内で提供されている脳波マーケティング調査の例を紹介しながら、どのようにその信頼性と妥当性を担保していくのか、その枠組みを解説する。脳波と同時に計測されるアイトラッキングについても、バックグラウンドとなる基礎的な情報と計測手法を紹介する。

キーワード：時間周波数解析，事象関連電位，ヒートマップ

## 1. はじめに

生体は、感覚器官から情報を受け取り、運動器官から情報を出力する。脳はその間に位置し、受け取った情報を処理し、意思決定し、指令を出す。たとえば、質問紙に答えたり、インタビューに答えたりするのは、この最終段階の出力になる。そこに至るまでに、脳の中では、意識にのぼらない情報や、意識にのぼっても出力されない情報や、最終的に出力される情報などさまざまな情報が処理されており、われわれは、脳の活動を計測することでそれを垣間見ようことを期待する。脳波は、空間分解能には劣るものの、時間分解能に優れる。このため、時々刻々と変化するテレビ広告を評価するなど、時間的に細分化された情報が必要となる一方、脳活動部位などの空間的情報の重要度が低いマーケティング調査では、脳波は有益である。また、ほかの手法に比べて簡便、廉価、安全であるところも利点である。

## 2. 脳波の概要

### 2.1 脳波とは

生体内で情報を伝達する神経細胞（ニューロン）は、電気信号で情報を伝達する軸索部分と化学物質で情報を伝達するシナプス部分から成り立っている。電気信号は一つの神経細胞内で情報を伝達し、化学物質は神

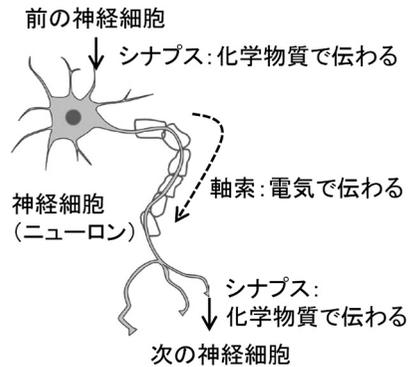


図1 神経細胞

経細胞と神経細胞の間で情報を伝達する。脳の中にはたくさんの神経細胞が詰まっており、常に電気信号を発生させている（図1）。

脳は、さまざまな領域に分かれており、それぞれの領域で担当する役割が異なる。現在その役割がすべてわかっているわけではないが、たとえば、頭の後ろにある後頭葉では主に視覚情報が、また、頭頂の前方（大脳皮質の中央にある中心溝の前後）では運動や、皮膚感覚や深部感覚などの体性感覚が、側頭葉では聴覚情報や言語が処理されていることがわかっている。また、それらは、お互いにネットワークでつながっており、たとえば、視覚刺激を見ているとき、運動しているとき、何もせずにはぼっとしているときといったそれぞれの状況ごとに、それに対応した特定のネットワーク内で情報が活発にやり取りされる。

このときの神経細胞の電気活動を電極で捉えるのが脳波であり、人間で計測する場合、大きく分けて、頭蓋内の硬膜上に電極を置く皮質脳波と、頭皮上に電極

おおす りえこ, ふるはた ひろゆき  
ニールセン・カンパニー合同会社 コンシューマーニューロサイエンス  
〒107-0052 東京都港区赤坂 2-17-7 赤坂溜池タワー 11 階  
rieko.osu@nielsen.com  
hiroyuki.furuhata@nielsen.com

を置く一般的な脳波がある。皮質脳波は、体を傷つける侵襲的手法であり、てんかんの治療など特別な目的がある場合のみ計測されるもので、神経細胞と電極が近いので、ほぼその直下の神経細胞群の電気活動を捉えることができる。

一般的に脳波といわれるものは、非侵襲的に、頭皮上に電極を置くものである。この場合、神経細胞と電極の間に、硬膜、頭蓋、頭皮があり、そこを伝わる間に信号が拡散、減衰するため、特定の電極は広い範囲の神経細胞集団の活動が重ね合わさったものとなる。このため、観察された脳波から脳のどの部位が活動したかを正確に推定すること（逆問題）は非常に難しい（解が一意に決まらない不良設定問題となる）。もし、活動部位が特定できれば、その部位の果たす役割から、脳内での情報の流れをある程度特定することができる。しかし、さまざまな手法が工夫されているものの、現時点ではMRIのデータなど補助的な情報が必要であり、マーケティング調査のような場面で安価に簡便に実現することは難しい。

一方で、長年にわたって、どのような実験条件のときに、どのような脳波が観察されるのかという研究が多くなされ、心理状態と脳波との相関関係がある程度明らかになってきている。したがって、このような相関関係を利用し、観察された脳波から（活動脳部位は同定できなくとも）、そのときの心理状態を推測して広告を評価するといったことが可能になる。

## 2.2 脳波の歴史と手法

動物の脳で電気活動が観察されることは知られていたが、1929年に、ドイツの精神科医ハンスベルガーが初めてヒトの脳で脳波を計測し、その電気活動にはさまざまな波形やリズムがあることを報告した。彼は、 $\alpha$ 波の存在や、開眼時に $\alpha$ 波が抑制されること、また、てんかんで特殊な脳波が観察されることなども報告している。日本では、1936年に東北帝国大学助教授の松平正壽が脳波増幅器を試作、1951年には、三栄測器が国産初の脳波計を商品化している。

計測時には、「国際10-20法」という電極配置に従うことが多い。これは、頭が大きい人でも小さい人でも、同じ比率で電極を配置できるように工夫されたもので、ナジオン（鼻根部、図2参照）とイニオン（外後頭隆起の先端、図2参照）の間、左と右の耳介前点（耳珠のすぐ前方、図2参照）の間を等間隔に区切って位置を決定する。最近では、これに準拠しつつも、キャップを使用してより多くのチャンネルを計測する方法や、逆に簡便に前頭部の1~数チャンネルのみを計測する方法

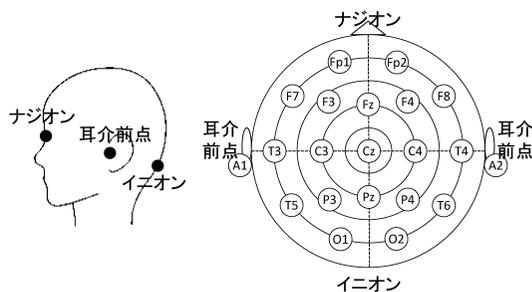


図2 国際10-20法

など、電極配置もバラエティーに富んできた。多チャンネル化は、より多くのデータを使って細かく正確に知りたいというニーズに対応したものであり、アンプの性能が向上しノイズの影響が減り、計算機性能が向上したため実現可能となった。一方、小型化・簡便化・低価格化により、日常生活におけるモニターや、ゲームのインターフェースとしての使用が射程に入ってきた。計測時には電気を通す導電性ペーストを電極と頭皮の間に付ける必要があるが、これが計測の利便性を下げていたが、まったくペーストを必要としないドライタイプの電極や、生理食塩水を使うことで計測後のケアを必要としないものなどが次々と開発されている。

脳波の計測値としては、脳活動による電位変化がないと想定される場所（耳、耳の裏、鼻の頭など）に配置された基準電極（図2ではA1, A2）と、頭皮上の各電極の電位差を見る場合が多い。なお、てんかんなどの判定においては、頭皮上の電極同士で電位差をとる場合もある。いずれの場合も電位差は大変小さく、ノイズの影響を受けやすい。ノイズを除去することが脳波計測における重要な要素になる。ノイズ源は、大きく分けて外部環境に依存するものと生体から発生するものがある。前者で典型的なものは、電源ノイズ（日本では50 Hz, 60 Hz）であり、最近はその影響を低減させるため、充電式のバッテリーを使用する装置も多い。この帯域だけノッチフィルターで除去するという処理もよく行われる。

生体由来のノイズとして大きなものは、筋電図と眼電位である。筋電図は筋が活動するときに発生する比較的高周波の電位で、特に、眼の周辺の筋や、咀嚼時に活動する側頭部付近の筋が脳波に混入することが多い。首や腕を動かすことで首の周りや肩の筋が活動すると影響が出ることも多い。指先の動き程度では通常影響がない。脳波のケーブルが揺れて低周波ノイズがのることもあるため、着席し、あまり体を動かさないことが望ましい。眼球は、角膜側と網膜側で電位が違うの

で、眼球が動くとき近辺に固定された電極からは電位変化が検出されてしまう（眼電位）。瞬きをすると眼球が動くため、これが前頭部の大きなノイズ（低周波のノイズ）となる。数秒間の計測を繰り返す場合は、計測中は瞬きをできるだけ避けてもらうよう教示し、長時間連続で計測する場合は、瞬きの時間帯は解析から省く、といった対策をとる必要がある。

### 2.3 脳波で何が評価できるか

脳波を測定する、という場合、大きく分けて、脳の持続的な状態を反映する「周波数」に注目する場合と、特定の事象に関連した脳の反応を反映し、事象の発生に同期して一過性に生じる「事象関連電位」に注目する場合とがある [1]。それぞれについての概要を説明する。

周波数に注目する場合は、「周波数解析」もしくは「時間周波数解析」を行う。特に何もしていなくても脳波は常に変化しており、これは基礎律動、背景脳波、自発脳波といった名前で呼ばれている。周波数帯域によって名前が付けられており、周波数が低い順に以下の五つに分類されることが多い。デルタ波（ $\delta$ 波）1～3 Hz、シータ波（ $\theta$ 波）3～7 Hz、アルファ波（ $\alpha$ 波）7～13 Hz、ベータ波（ $\beta$ 波）13～30 Hz、ガンマ波（ $\gamma$ 波）30～70 Hz。

周波数帯域ごとに、比較的良好に観察される頭皮上の電極位置とそのときの精神状態がある程度特定されている。たとえば、後頭部（図2のO1, O2付近）の $\alpha$ 波は、健常者の閉眼安静覚醒時に強く観察される。睡眠時には $\theta$ 波が優位になる。マーケティングに関係ありそうな感情も、この周波数帯域の解析である程度推定することができるといわれている。感情は、正負の軸と覚醒度の軸が直交する平面に分布するとされることが多い。たとえば、「喜び」は、正の感情でかつ覚醒度が高い位置に、「リラックス、穏やか」は、正の感情で覚醒度が低い位置に、「怒り」は、負の感情で覚醒度が高い位置に、「悲しみ」は、負の感情で覚醒度が低い位置に分布する。前頭部のチャンネル（図2のFp1, Fp2付近）で観察される $\alpha$ 波の振幅の左右のバランスが、感情の正負を判断する指標になるといわれており [2]、正の感情により、左の前頭部の振幅が右に比べて相対的に小さく、逆に負の感情により右の前頭部の振幅が相対的に小さくなることが示されている。また注意を向けることにより、リラックスした状態で優位な $\alpha$ 波の振幅が減少することが知られており、覚醒度の一つの指標となると考えられている [3]。一方、 $\gamma$ 波は、認知プロセスや記憶など、より認知的なものに関

連しているという報告がある [4]。

「事象関連電位」は、どのような事象に関連して生じるのか、その事象に対してどのようなタイミングで生じるのかによりさまざまなものが報告されている。たとえば、合図の音が聞こえたらボタンを押す、といった課題を行う場合、「合図の音」という事象が発生した時刻、「ボタンを押す」という事象が発生した時刻、というようにそれぞれの事象が発生した時刻を特定することができる。その時刻に対して一定の時間関係で（通常、事象の数十から数百ミリ秒後、もしくは前）、一過性に脳波の電位変化が見られる（後述の図6も参照のこと）。一回の事象だけでは、背景脳波に埋没してこの変化を検出することができない。そこで、事象を繰り返し（前述の例では、「合図の音が聞こえたらボタンを押す」という課題を繰り返す）、事象の発生時間（合図の音の時刻、もしくは、ボタンを押した時刻）にそろえて20～50回程度の脳波を足し合わせると、背景脳波が相殺され、事象に合わせて生じた電位が現れてくる。

よく観察される電位変化は、事象から何ミリ秒後にピークをもつどちらの極性の電位かで名前が付けられている。その一つがP300といわれているものであり、視覚刺激や聴覚刺激の提示300ミリ秒後にピークをもつ正の電位で、認知的な処理に関わっているといわれている [5]。たとえば、高いピープ音と低いピープ音をランダムに聴かせ、高いピープ音の回数だけ数えなさいというような課題を課した場合（オドボール課題といわれている）、高いピープ音を聞いたときにだけこの電位変化が観察される。また、嘘発見器などで使用されているのもこのP300であり、記憶に残っているものと一致したものが提示された場合に観察される。

## 3. アイトラッキングの概要

### 3.1 眼球運動の種類

脳波と併用されることが多いのがアイトラッキング（視線を計測すること）である。アイトラッキングのみを利用したマーケティングサービスも多く提供されている。

人の視覚には、空間解像度の高い中心視野と低い周辺視野があり、文字などによる細かい情報を正確に入手したい場合には、中心視野をターゲットに向ける必要がある（図3）。最も精度の高いのは、視野中心から視角で2度（手を前に伸ばしたあたり（約57cm）で1cmが1度）程度の範囲であり、そこを中心として10～20度程度が、数や文字などを認識できる範囲となる。それより外の範囲は、周辺視野といわれ、60度程

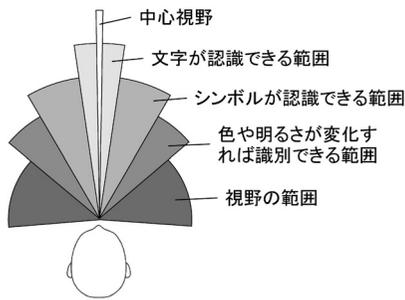


図3 人の視野

度までがシンボルが認識できる範囲、それ以上になると、静止したものの認識よりも変化するものの認識のほうが得意になる。したがって、広い範囲のものを認識するためには、中心視野を眼球運動（外眼筋の活動により眼球を回転させること）によって移動させることが必要になる。なお、楽に目を動かすことができる範囲は、中心視野から30度であるといわれている。

対象物を認識するための眼球運動としては、動いているものをゆっくりと追跡する追従性運動と、ターゲットに素早く移動する衝動性運動（サッケード）がある。静止した対象物を見回したり早く動く対象物を認識したりするときに使われるのは後者で、サッケードと固視の繰り返しで広い範囲のものを認識することができる。サッケードを行っている途中は、自動的に視覚能力が低下し、その間に目に入るものは知覚されない。これにより、世界が動いて見えることなく安定して認識されるといわれている。したがって、対象物の認識は、サッケードとサッケードの間の中心視野が停留しているときに行われる（注視点）。眼球運動の結果どのような場所に注視点移動し長時間停留しているかをアイトラッキングによって調べることで、どのような情報が知覚されているかを知ることができる。

なお、注視点の移動距離が大きい場合、眼球のみでなく、頭部も同時に動かしていることが多い。また、どこに注視点を動かすかについては、周辺視野で注意を引くもの、周辺視野で動いたものなどが考えられ、周辺視野における情報処理の特徴を知ることが、見せたいターゲットに視線をうまくガイドする助けとなる。

### 3.2 アイトラッキングの手法

アイトラッキングには、前述の眼電位を利用した閉眼時でも計測可能な手法、コイルを巻いたコンタクトレンズを使用する精度の高いものなど、さまざまな手法があるが、マーケティング調査で使用されるのは、非接触型の角膜反射法もしくはそれに瞳孔中心の計測を加えた手法が中心である。角膜反射法では、角膜と眼

球の回転中心の違いを利用する。角膜は凸レンズの役割があり、外から赤外線LEDを当てるとその虚像を結ぶ（眼を覗くと映って見える像）。眼球が回転すると、その虚像が移動するため、それを赤外線カメラで検出することで、回転角度を推定することができる。瞳孔中心の計測を加えて頭部の動きを補償すると、眼球そのものの動きを検出することが可能となる。

最近では、据え置き型から、帽子型、メガネ型へと、移動しながら計測できる手軽な装置へ進化している。また、計測してレポートを書いてくれるマーケティング調査サービスも増えている。アイトラッキングの評価には、複数の被験者の視線の停留時間を加算し、視覚化したヒートマップといわれるものが使われることが多い。このデータからは、注視点が多く停留し、よく認識されていたエリアを推定することは可能であるが、そのときの脳の状態を調査者は判断できない。すなわち、よい感情とともに見ているのか、よくわからないから理解しようとして見ているのか、避けたほうがよいから覚えておこうという気持ちとともに見ているのかはわからない。アイトラッキングと脳波を組み合わせることにより、総合的な情報を得ることが期待される。

## 4. 具体的な脳波計測サービスの例

国内で提供されているサービスの例として、電通とニールセンにおけるテレビ広告の評価手法を紹介する。この二つを紹介する理由は、脳波の解析に対するアプローチが異なっているからであり、ほかの脳波を使ったサービスも、大きくこのどちらかに分類される。

### 4.1 電通型アプローチ

電通では、感性アナライザーというものを使用して脳波を解析し、テレビ広告を評価している (<http://www.dentsuscienccejam.com>) [6]。この感性アナライザーは、「興味関心」「好き」「ストレス」「集中」「沈静」を左前頭部の1チャンネルの脳波から判別する。脳波は、周波数領域に変換され、判別器にかけられるが、この判別器は、脳波に上の五つの状態をラベル付けた大量のデータから、五つに分類する手がかりを脳波の中から見つけ出したものである。手がかりを見つける行程には、さまざまな工学的なアルゴリズムが使用され、自動的に、最もうまく分類できる情報が抽出される。この行程には、「α波のバランスが感情の正負に関連する」といったような過去の神経科学的な事前知識は導入されないことが多い。したがって、このアプローチでは、判別器の学習に使うデータ量とデータの質（それぞれの感性状態を誘導するのにどのよう

な課題を行ったのが、正しくラベル付けされているのか、ノイズが混入していないか)が重要である。ただし、そもそもどのような特徴に注目するのか(周波数帯域を見るのか、事象関連電位を見るのか)、どこに電極を配置するかといったことには、神経科学的知見が貢献しうる。この手法の信頼性、有効性を判断するのに重要なのは、学習に使っていないデータをいかに正しく判別できるか(汎化能力)という点であり、そこがクリアできれば、強力なツールになりうる。通常、学習用のデータとテスト用のデータを準備し、学習用のデータで構築した判別器でテスト用のデータを判別し、汎化能力を検証しながら進める。

コンピュータのパワーがアップし大量のデータを使った高速計算が可能となっており、また、機械学習や深層学習などアルゴリズムの開発も進み、脳波解析だけでなくさまざまな分野でこちらのアプローチが実用化されつつある。この手法により、今までの神経科学研究では気づけなかった新たな相関関係が見つけ出される可能性もある。しかし一方で、それが擬似相関である可能性もあり、工学的には問題なくとも解釈には注意が必要である。

#### 4.2 ニールセン型アプローチ

こちらは、神経科学的知見にベースをおくアプローチである。たとえば、過去 50 件の論文で、電極 A から計測される B という帯域の周波数の振幅は、C という心理状態の強さに比例するという報告があり、その事実が検証されているとする。その事実を利用すれば、あるテレビ広告を見ているときの電極 A の B という帯域を計測し、その振幅の大小を見ることで、逆に、そのときの C という心理状態の強さを推定することができる。この方法の強みは、その知見が人類全体について真であれば、汎化が保証されているところであり、学習データの質に汎化性能が影響されるといったことがない。

一方で、過去の研究結果が一貫していない場合は、どの特徴を採用するかといったところに、設計者の恣意性が含まれてしまうため、完全な客観性を保つことが難しい。そこで、できるだけ見解が一致して、よく検証されている特徴を選択するということになる。

たとえば、ニールセンコンシューマーニューロサイエンスにおいては、32 チャンネルの脳波から「注目」「感情関与」「記憶」の三つのスコアを算出する (<http://www.nielsen.com/jp/ja/solutions/consumer-neuroscience.html>) (図 4)。これらは、過去に十分研究され、脳波からある程度信頼性をもって

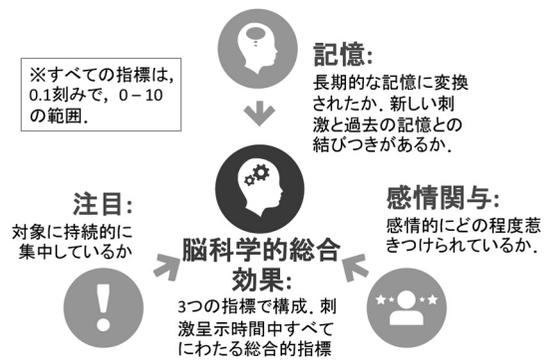


図 4 脳波から算出される指標

推定することができる心理状態のうち、マーケティングに関連したものを選んだものである。もちろん、この三つ以外にも、運動開始前に見られる脳波の特徴など、信頼性高く計測されるものもあるが、それらはマーケティングに関係ないのでテレビ広告評価には含まれない。さらに、そのテレビ広告による売り上げの増分といったマーケティングデータと相関が高くなるように、この三つを組み合わせた指標として、「脳科学的総合効果」を提供する。マーケティングにおいては、「注目」と「記憶」が、高い(正の)「感情関与」を伴っていたかどうか重要であり、指標やデータの解釈もそれを反映したものとなっている。

#### 4.3 アイトラッキングと時間周波数解析の組み合わせ

周波数帯域ごとに振幅の大きさを算出するためには、ある程度の時間窓が必要であるが、時間窓をずらしていくことで、振幅の大きさの時間に伴う変化を算出することができる。この時間周波数解析と、アイトラッキングを組み合わせることで、テレビ広告のような動画を見ている時々刻々において、画面の何に注視しているときどのような心理状態だったかを評価することができる。たとえば、ニールセンでは、1秒単位で「注目」「感情関与」「記憶」および「脳科学的総合効果」を算出し、アイトラッキングのヒートマップとともに提供している(図 5)。

#### 4.4 事象関連電位を利用した調査

事象関連電位も、工夫することでマーケティング調査に利用することができる。たとえば、P300は、無意識のうちに印象に残っているものと再会したときに観察されることが知られている。そこで、ニールセンでは、メッセージやブランドの伝達を評価するために、P300を利用している。メッセージ伝達を調べる場合は、メッセージを、たとえば、「おいしい」「楽しい」とい

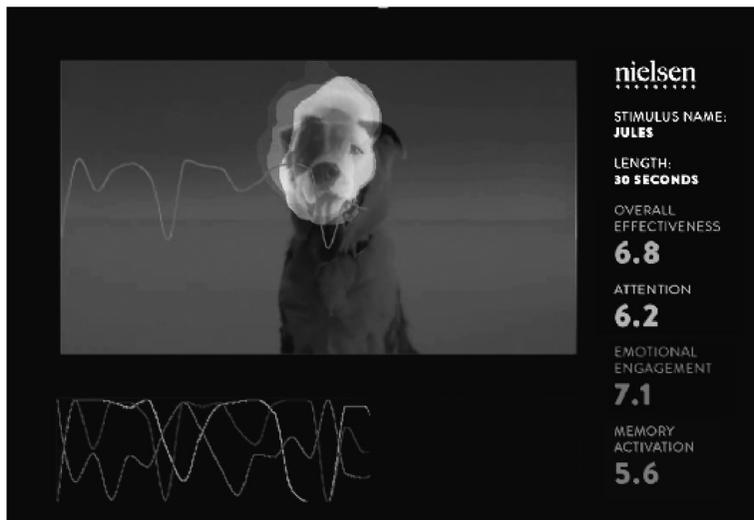


図5 脳波とアイトラッキングによる動画の評価

た短い単語の形にし、無関係のダミーの単語も混ぜた状態で一単語ずつ、いわゆるフラッシュカードのように、ランダムに素早く繰り返し提示する。この課題を、調査対象となるテレビ広告などを提示する前と後に行う。

まず、テレビ広告を見る前の個々の単語に対する脳波の反応を、提示した時刻にそらえて単語ごとに加算平均する。次に、テレビ広告を見た後の反応も同様に加算平均し、前後の波形を比較する(図6)。ある単語について、テレビ広告を見た後の反応がテレビ広告を見る前の反応より大きくなっている場合、その間に見たテレビ広告が、その単語に含有されるイメージを脳内に想起させたことが示唆されるため、そのメッセージが伝わったと判断する。このとき、たとえ、テレビ広告の中でメッセージを明示的に言葉で伝えていても、そのテレビ広告全体のイメージがそのメッセージと合っていないければ、単語に対する脳の反応は上昇しない場合がある。これは、言葉としては聞こえていても、無意識のレベルではメッセージは伝わっていないことを示唆する。

同様の手法で、単語の代わりにブランドロゴを使用して、ブランドの伝達を評価することもできる。この場合よくあるのが、業界2番手、3番手のブランドの場合、テレビ広告を見たときに、自社のブランドよりも、業界1番手のブランドのイメージのほうが強く想起されてしまうことである。競合ブランドロゴに対する反応が上昇してしまった場合は要注意で、自社ブランドロゴの反応の上昇がそれ以上であるかどうかが重要になる。いずれの場合も、質問やインタビューによる調査では評価できず、脳波による調査が得意とする

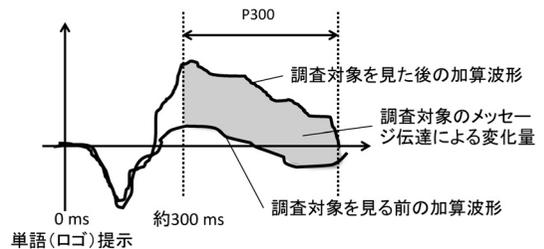


図6 事象関連電位によるメッセージ伝達の評価

ところである。また、事象関連電位を、適切な価格帯を調べるために利用している調査会社もある。

#### 4.5 テレビ広告における実施例

最後に、脳波調査によって広告を改善し、よい効果が得られたニールセンにおける事例について紹介する。アメリカの広告協議会とニールセンが共同で、非営利団体である動物保護施設(The Shelter Pet Project)のテレビ広告を調査した。ペットの里親募集キャンペーン広告で、目的は、ペットを手に入れたいと思ったら、まず動物保護施設に目が向くようにすることである。Julesという人気犬を使ったテレビ広告は(図5参照)、「脳科学的総合効果」で10点満点中6.8点であり、調査当時(2014)の動画データベース(ニールセンニューロでテストしたすべての動画、1,200件程度。)で上位40%に入る得点であったが、このテレビ広告に対して、さらなる改善点を提案した。

「感情関与」の秒ごとの推移とアイトラッキングのヒートマップの移動を見ると、犬が非常に効果的で、特にJulesの顔が映っているシーンでは「感情関与」が上昇していた。一方で、Julesが画面から消えると「感

情関与」も「注目」も落ちてしまう。そこで、改善点として、Jules が画面から消えるシーンをできるだけ短くするように提案した。

また、最後の、動物保護施設のウェブサイトアクセスすることを呼びかける call to action のシーンでは、Jules と動物保護施設のロゴとウェブサイト URL が同時に呈示されており、脳波からは、注意が分散し混乱していることが示唆された（「注目」が高く「感情関与」と「記憶」が低い場合は、混乱していると判断）。そこで、この最後の部分については、呈示を整理することを提案した（たとえば、ロゴや URL に Jules の動きを重ねない、画面に呈示する文章とナレーションは一致させるといったことで混乱を避けることができる）。これらの改善を施したテレビ広告を放映した結果 (<http://theshelterpetproject.org/who-we-are/our-campaign>)、動物保護施設の URL へのアクセスは 133% 上昇し、また、Twitter での言及や、Facebook での「いいね」数も増加した。結果として里親数も増加しており、キャンペーンは効果的であったといっ

## 5. まとめ

脳波は、装置を用意すれば比較的簡単に計測することができるが、それをどう解析して解釈するかは難しい。また、実際にマーケティングに利用するためには、指標の妥当性に加え、その再現性と汎化能力を担保する必要がある。現時点では、調査ごとにクライアントと相談し個別設計するカスタマイズ型の調査を提供するニューロマーケティング会社が多いが、今後、マーケティング調査手法としての地位を確立するためには、統一的なプロトコルを確立し、調査コストを抑えつつデータを蓄積、検証していくことが重要になってくる

であろう。最近は、脳波、アイトラッキングに加え、心拍やガルバニック皮膚反応のようなバイオメトリクスや質問紙、表情分析など複数の指標を統合して提供する傾向にあり、脳波による評価結果の信頼性を裏打ちしたり、情報量を増やしたりすることが期待されている。

**謝辞** 本稿を作成にあたり、マーケティングについて多くの知識や示唆をいただいたニールセン コンシューマー ニューロサイエンス高瀬朋美氏、有意義なコメントをいただいた京都大学大学院情報学研究所辻本悟史氏に心より感謝いたします。

## 参考文献

- [1] C. S. Herrmann and R. T. Knight, “Mechanisms of human attention: Event-related potentials and oscillations,” *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **25**, pp. 465–476, 2001.
- [2] M. K. Kim, M. Kim, E. Oh and S. P. Kim, “A review on the computational methods for emotional state estimation from the human EEG,” *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, **2013**, Article ID: 573734, 2013.
- [3] N. Yamagishi, D. E. Callan, S. J. Anderson and M. Kawato, “Attentional changes in pre-stimulus oscillatory activity within early visual cortex are predictive of human visual performance,” *Brain Research*, **1197**, pp. 115–122, 2008.
- [4] C. Tallon-Baudry, O. Bertrand, F. Peronnet and J. Pernier, “Induced gamma-band activity during the delay of a visual short-term memory task in humans,” *The Journal of Neuroscience*, **18**, pp. 4244–4254, 1998.
- [5] W. J. Huang, W. W. Chen and X. Zhang, “The neurophysiology of P 300—an integrated review,” *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **19**, pp. 1480–1488, 2015.
- [6] T. Nomura and Y. Mitsukura, “EEG-based detection of TV commercials effects,” *Procedia Computer Science*, **60**, pp. 131–140, 2015.