

生体情報を利用した感性評価技術の開発

桑野 晃希, 中島 康博, 前田 大輔, 吉成 哲

Sensitivity Assessment Using Biological Information

Koki KUWANO, Yasuhiro NAKAJIMA,
Daisuke MAEDA, Satoshi YOSHINARI

抄 録

本研究では、食品や家具の感性価値を生体情報を用いて評価する手法を検討した。食品画像を用いた実験では、高次脳活動を反映しているといわれる γ 帯域脳波の振幅の違いによって嗜好評価が可能であることを示した。また、ロッキングチェアの揺動によるリラックス感を α 波と β 波の帯域面積比から、また傾斜に伴う安心感の変化を皮膚の電気抵抗から数値データとして取得できることがわかった。感性価値を客観的に評価する上で生体情報の利用が有効であることを確認した。

キーワード：感性, 生体情報, 脳波, 皮膚抵抗

Abstract

In this study, I examined the technique for evaluating the sensibility value of food and furniture by using biological information. In the experiment that used the food image, it was shown that the preference evaluation was possible by the difference of the amplitude of the γ band brain wave. And the relaxation feeling by the swing of the rocking chair can be acquired according to the band area ratio of the α -EEG (electroencephalogram) power and the β -EEG power, and the change in the sense of security with inclination can be acquired from the skin conductance activity (SCA) as the numerical data. We showed that the use of biological information was effective to evaluate the sensibility value objectively.

KEY-WORDS : sensitivity, biological information, EEG, SCA

1. はじめに

商品やサービスの訴求力を高める上で、利便性や機能性だけでなく、好みや快適さなどユーザの感性や心理面への効果も重要である。その例として商品カタログにおいて、

- こころを落ち着かせるラベンダーの香り（アロマ商品）
- ぬくもりを感じさせるデジタルクロック（木製品）
- 快適な暖かさを提供するペレットストーブ（暖房器）

などの下線部のような表現がなされている。これらは性能や利便性といった従来の商品価値に $+\alpha$ の価値を提案しているといえる。この背景には、どの商品でも機能や性能に見劣りがなくなっていることが挙げられており、これからの製品やサービスはこの $+\alpha$ の価値、すなわち「感性価値」を高めることが必要であるとされている（経済産業省「感性価値創造イニシアティブ」）。ところで、従来の性能や機能が、速度：m/s, 軽量：kg, 安価：円, 照度：lx等やこれらの組み合わせなど、数値による「客観的評価」が可能であるの

事業名：一般試験研究

課題名：生体情報を利用した感性評価技術の開発

に対して、現時点における感性面の評価はアンケートやSD法 (Semantic Differential method) 等のいわゆる「主観的評価」に頼らざるを得ないため客観性に限界があった。感性に訴える表現はユーザの目を引く点では効果があるが、実際に購入する際には客観性のある価値の提示が求められる。

そこで、本研究では感性や心理面への作用を脳波や心拍等の生体情報から抽出し、数値データに基づく客観性のある「感性価値」の評価技術について、その可能性について検討した。

2. 食品画像および香りの感性評価

食品を評価には、そのものの物理化学的な特性、成分、栄養価などが最も重要であることは、当然である。しかしながら $+ \alpha$ の価値を考えた場合、それだけではなくその食品が人に与える生理的、心理的な作用や感情への影響、また嗜好性など感性面の評価も極めて重要である。

そこで、食品を対象に生体情報からの嗜好評価について2種類の実験を行った。

2.1 実験1：食品画像に対する嗜好評価

本実験ではコンピュータディスプレイ上に提示された写真画像に対する「好き-嫌い」の印象評定を行っている時の脳波を計測した (図1)。実験手順はコンピュータディスプレイ上に5秒間、順次提示される全160枚の食品画像 (図2) に



図1 実験風景

対し、5段階 (1嫌い、2やや嫌い、3どちらでもない、4やや好き、5好き) で好みを評定し、キーボードから該当番号を入力し回答する。被験者は男性2名 (29歳, 51歳)、女性1名 (24歳) の3名である。脳波は国際10/20電極配置法に基づいた10チャンネルを選定しサンプル周波数1kHzで計測した (図3)。



図2 実験に用いた画像例

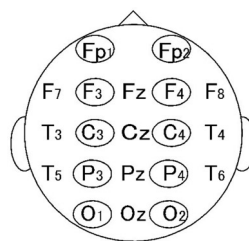
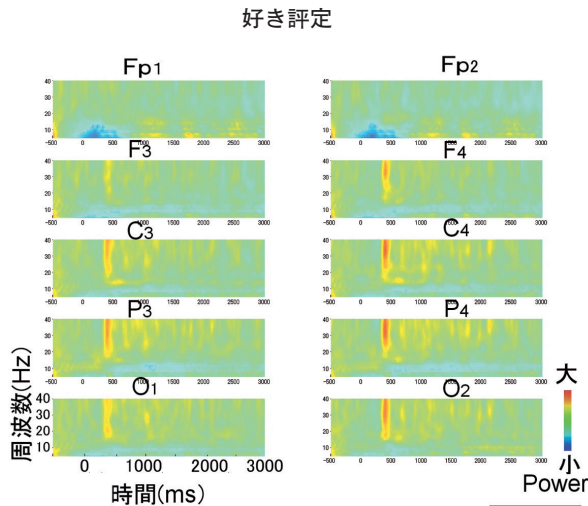


図3 頭上から見た電極配置 (○囲み部)

2.2 結果と考察 (実験1)

図4に脳波解析結果を示す。図は全被験者の脳波の振幅パワー変動の平均値を、時間-周波数軸で表示している。0msが画像提示時刻である。ここで評定が1嫌い、2やや嫌い、と評定した試行を「嫌い」評定、4やや好き、5好き、と評定した試行を「好き」評定としてグループ分けしている。全チャンネルの傾向として、「嫌い」評定時の脳波は「好き」評定の脳波に比べて、パワーが大きく現れていることが分かる。図5に頭表中心部右側 (C4) の脳波振幅変動を抜粋し表示する。図中の囲み部のように、嫌いな画像の提示時には特に25Hz以上の周波数領域において振幅が増大することが確認できる。この25Hz以上の周波数領域は、 γ (ガンマ) 帯域脳波と呼ばれ、高次の認知活動に関連していることが近年の研究において明らかにされており¹⁾、食材認知の次過程にあたる嗜好判断処理が反映されたものと考えられる。

以上、この評価手法を発展させることで、質問紙法のように「好き-嫌い」の主観評価を繰り返し尋ねることなく、客観的な感性評価が可能になると期待できる。



嫌い評価

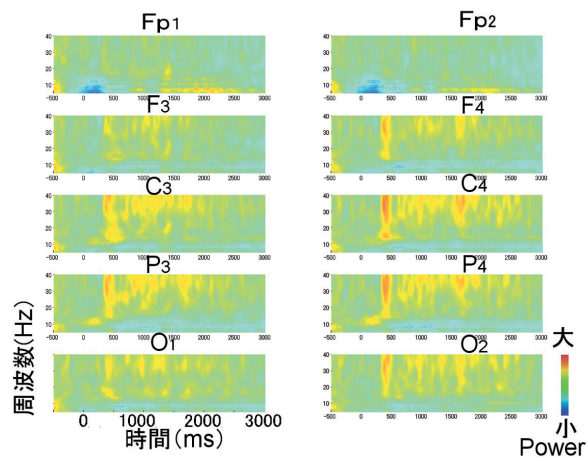


図4 全電極の脳波パワー

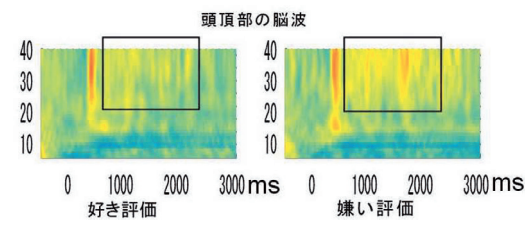


図5 頭表中心部近傍 (C4) のパワー変動

2.3 実験2：チーズの香気と脳波挙動

「食品のおいしさ」を構成している重要な要素の一つに匂いがある。ここでは、匂いの要素が高く、また嗜好性が強い食品の一つとしてチーズを例に感性評価を行った。本実験では好き/嫌いのみならず、嗜好の質について検討を行った。実験1で注目したγ帯域脳波は特定の周波数域が高次情報処理機能を担っている視点からのアプローチであった。一方で最近の研究から脳の各部位のうち高度な判断や思考には、前頭部が強く関与していることが機能局在の観点から報告されている。そこで、匂いに惹起される快・不快について前頭部の脳波による評価を試みた。

2.4 実験方法 (実験2)

チーズを乗せたトレイを被験者の鼻先に置き、電動ファンで受動的に吸引させた (図6)。使用したチーズは3種類で、



図6 香り提示方法

1分間隔でそれぞれ2分間、匂いを提示した。被験者は男性2名 (37歳, 24歳), 女性1名 (26歳) の3名である。左右前頭部 (Fp1, Fp2) から導出された脳波を用いて、快適度評価ベクトルを以下の式に従って求め、二次元マップにより各においに対する反応の評価を行った。

$$angle = ATAN \frac{(Fp_1slope) - 0.5}{0.5 - (Fp_2slope)}$$

$$salar = 100 \times \sqrt{\frac{(Fp_1slope)^2 + (Fp_2slope)^2}{2}}$$

詳しくは参考文献²⁾に準ずるが、 Fp_1slope および Fp_2slope とはそれぞれ、左前頭部、右前頭部から導出された脳波に6~15Hzのバンドパスフィルタを施し、ゆらぎスペクトルを求めた後、低周波成分に関する回帰直線を算出したときの傾きを表す (図7)。

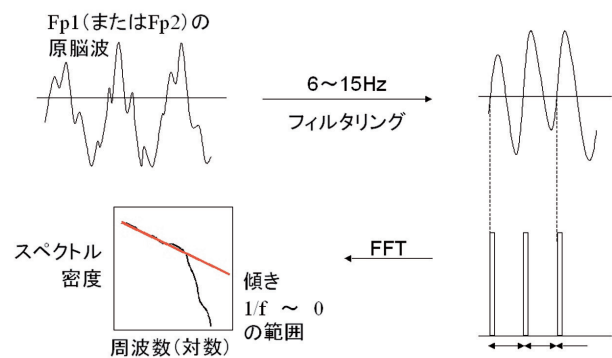


図7 Fp_1slope , Fp_2slope の算出

2.5 結果と考察 (実験2)

図8に各チーズの快適度マップを示す。3種類のチーズの反応がそれぞれグループ化されて分布する結果が得られた。被験者にある一定の共通した嗜好パターンを生じさせたことが伺える。本手法により、例えば新たな味覚開発において、

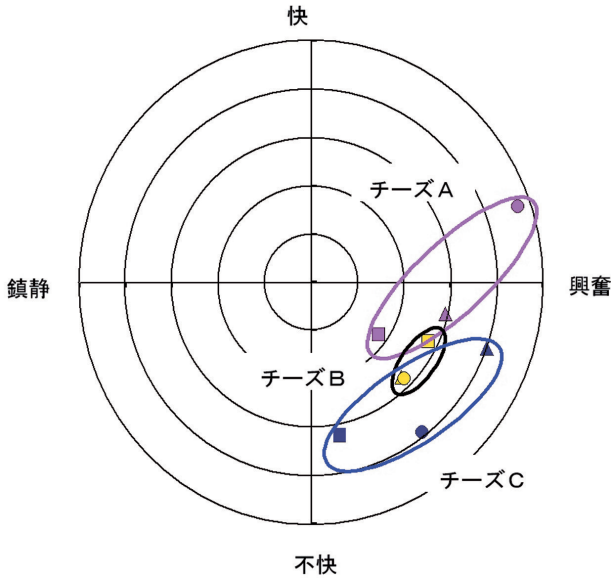


図8 チーズの香りによる快適度マップ

これまでの味に鎮静作用や快感情を付加することをねらった場合に、その検証を客観的な指標によって可能にすることが考えられる。

3. 通気性の異なる手袋の快適性評価

手袋に求められる機能としては一般に「保温」であると考えられる。従って、従来の立場からの機能としては手袋内の温度維持とされる。一方、感性価値として考えると適度な温度と湿度からの快適性と見なすことができる。そこで、本実験では温度、湿度に強い関わりがある通気性の異なる手袋を用い、ストレスの有無による快適性の感性評価を試みた。

3.1 実験

図9のように化学繊維性と木綿のメッシュ地の介護用手袋を被験者に装着し安静を保った場合の、生体情報の変動を調べる実験をおこなった。被験者は男性2名(29歳, 51歳), 女性1名(24歳)の3名である。用いた生体情報は心電図で、R-R間隔を周波数解析し、0.04Hz~0.15Hzの低周波成分(LF)と0.15~0.4Hzの高周波成分(HF)のスペクトル面積比、LF/HF値を求めた(図10)。このLF/HF値は交感神経と副交感神経の活動を反映し、値の大小から精神ストレスの大小を推定できることが知られている。実験手順は被験者に手袋を装着し、15分間覚醒状態にて安静を保つことを指示した。



化学繊維製手袋



木綿製メッシュ地手袋

図9 実験風景と使用した手袋

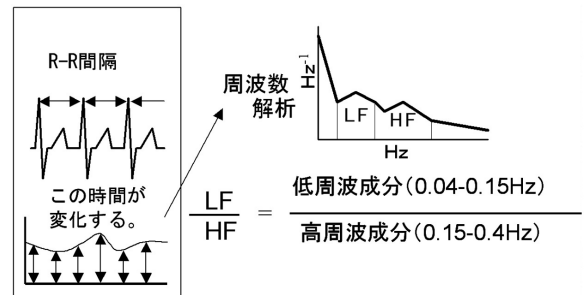


図10 心電図R-R間隔とLF, HF面積

3.2 結果と考察

図11に代表的な被験者について実験結果を示す。5分間を1ブロックとし、3ブロック毎の心拍情報からLF/HF値を得た。図から内部の温度、湿度ともに低いメッシュ地の手袋を装着した時のLF/HF値は化学繊維の手袋に比べて低い値を示したことが分かる。これはストレスレベルが低いことに起因していると考えられる。実際に、被験者からは化学繊維の手袋は湿気がこもり「不快」であるとの回答を得ていることも結果を裏付けている。

以上のように、温度や湿度による精神ストレスが心拍情報から推定できたことから、快適性を客観的に評価することができることが分かった。

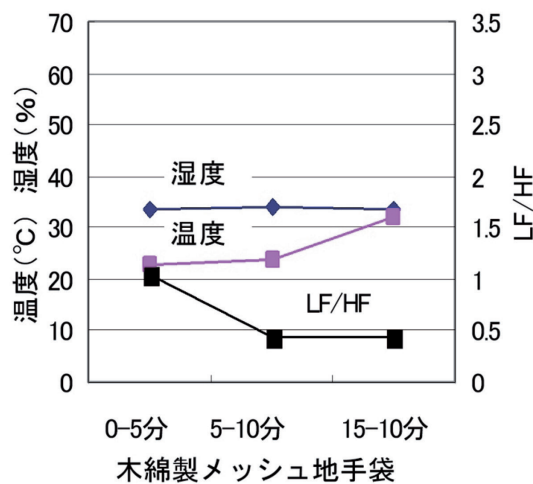
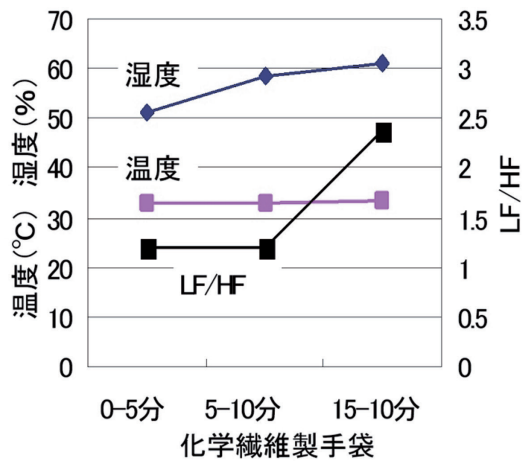


図11 化学繊維タイプと木綿タイプのLF/HF値



図12 評価に用いたロッキングチェア

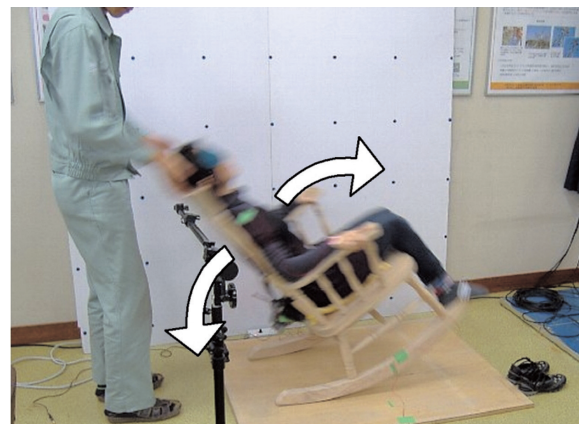


図13 揺動実験

4. ロッキングチェアによるリラックス感

一般的に、椅子は座る際に使う道具とされるが、その機能にリラックス感による感性価値を付加したものがロッキングチェア（図12）といえる。一般には椅子の脚の接地面側に“そり”状の湾曲した部材が取り付けられており、重心を動かすことで前後に揺れる機能を有した椅子である。本検討ではリラックス感に加え、傾斜と安心感に関する実験を行った。

4.1 実験

本実験では被験者が着座した椅子を $\pm 5^\circ$, $\pm 15^\circ$, $\pm 25^\circ$ の角度で外部から揺動を加えたとき（図13「揺動実験」とする）のリラックス感を α 波と β 波の振幅パワーによって評価し、安心感については静的に後傾させたとき（図14「後傾実験」とする）の精神性の発汗現象からの評価を試みた。 α 波は安静・閉眼・覚醒時に現れる 8～13Hz帯域の脳波であり、脳が活性化したり外的ストレスが加えられると振幅が減少する。このことから α 波の振幅パワーはリラックス感の指標として用いられている。 β 波は13～25Hz帯域の脳波であり、 α 波と同様に脳が活性化することにより減少するが、その程

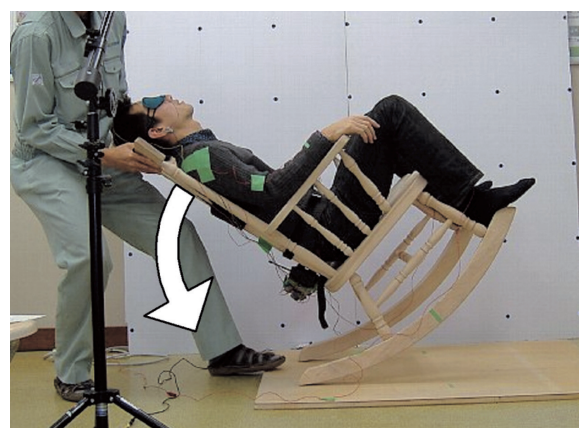


図14 後傾実験

度は小さい。よって、 β 波の振幅を基準とした α 波の振幅比を求めることで個人差を低減することができる。本実験では α 波が優位に発生する後頭部2箇所（図15）の脳波データからFFTによって周波数パワースペクトルを求め、 α 波と β 波の帯域面積比（ α/β 値）によってリラックス感の評価をした。一方、安心感そのものを示す生体情報は見当たらないため、ここでは安心感を「不安感が十分に低減された状態」

と見なすこととした。不安感は精神性の発汗現象として生理現象に現れることが知られており、発汗による皮膚抵抗の減少として電氣的に計測可能である。今回は精神性の発汗が特に顕著に現れる掌の手指に配置した二つの電極間の抵抗を、微弱電流の通電による電位差の変動に変換して記録した(図15)。被験者は31歳~40歳の男性2名、女性1名の計3名である。



図15 電極の配置

4.2 結果と考察

図16に「揺動実験」の結果を示す。揺動角度の大小と α/β 値に一定の傾向が確認でき、ロッキングチェアの感性価値としてのリラックス感が評価できることを示すことができた。このことから仮に、椅子の設計を変更したり、自社製品のリラックス感を他社製品と比較する場合に、脳波を利用することで客観性の高い評価が可能であると考えられる。

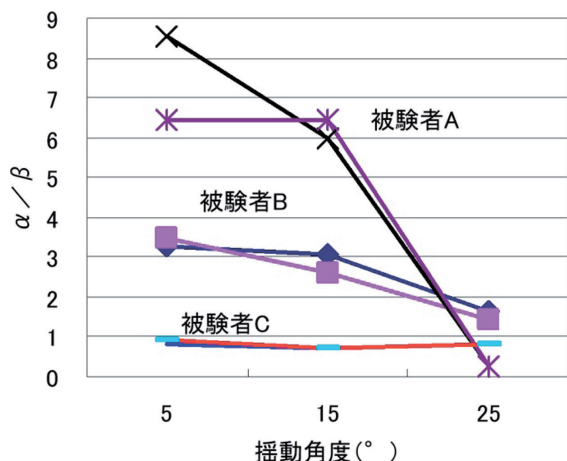


図16 揺動実験結果

図17に「後傾実験」の結果を示す。図では上向きを皮膚抵抗の減少による電圧変動として表している。グラフからは、はじめ一定値で推移した後、明らかな上昇に転ずる傾向が認められる。被験者には「不安」と感じた角度で合図を送るよ

う教示していたが、ほぼグラフの立ち上がりに同期していた。このことは不安感を生体情報によって客観的に評価できることを示している。一方、同時に収録したビデオ映像からグラフの立ち上がり時の角度は各被験者 20°, 24.5°, 22.2° であった。仮に、これらの角度が実際に計測した転倒角度内であれば、安心感に配慮した椅子として感性価値の向上に役立つと考えられる。

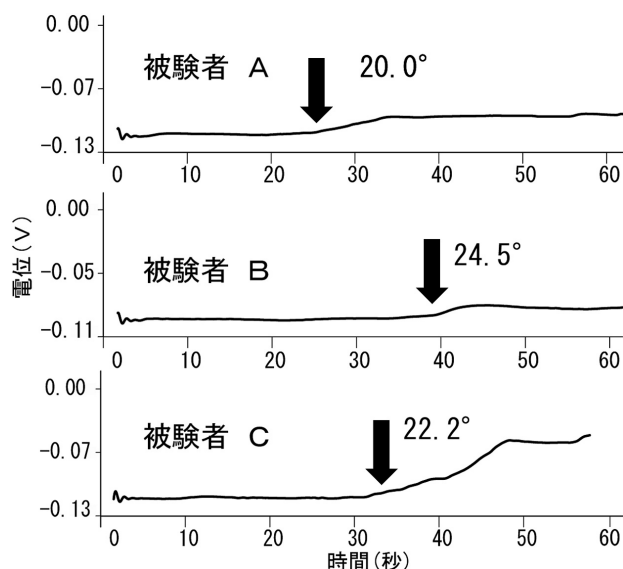


図17 後傾実験

5. まとめ

本研究では、感性価値を生体情報の数値データを用いて評価する方法を検討し、以下の知見が得られた。

- (1) 食品画像を用いた実験から γ 帯域脳波の振幅パワーの差から、視覚的な嗜好評価ができることが分かった。
- (2) チーズの匂いに惹起される嗜好特性を前頭部脳波の解析により二次元平面上でマッピングでき、傾向の把握に活用できることを提案した。
- (3) 通気性の差から内部の温度、湿度が異なる手袋の装着によるストレス量の違いを心拍変動から推定できることが分かった。
- (4) ロッキングチェアの揺動によるリラックス感を α 波と β 波の帯域面積比から、また傾斜角度に伴う安心感の変化を皮膚の電気抵抗から数値データとして収集し評価できることを確認した。

謝辞

本研究を行うにあたり、試験試料の提供、貴重なご意見を頂いた食品加工研究センター研究職員の方々にお礼申し上げます。

引用文献

- 1) J. Fell et al. : Is synchronized neuronal gamma activity relevant for selective attention?, Brain Research Review, No.42, pp.265-272, (2003)
- 2) 吉田倫幸 : 快適さの客観的計測と評価, 計測と制御, No.41 Vol.10, pp.696-701, (2002)