

生体情報にもとづく好意推定手法の開発

大久保京子, 安田 星季, 神生 直敏, 今岡 広一

Development of Estimation Method of Preference Emotion by Physiological Information

Kyoko OHKUBO, Seiki YASUDA, Naotoshi KAMIO, Koichi IMAOKA

抄 録

商品パッケージには、内容物の保護、使いやすさなどの取り扱い利便性のほかに、販促媒体としての役割がある。パッケージは商品のイメージに直結するため、機能を訴求するだけでなく、消費者に対して、視覚を通じて好意を抱かせるデザインにするなどの感性価値も重要である。パッケージなどの視覚媒体のデザイン評価は、現在では、主にアンケートやインタビューなどの主観評価が行われている。しかし、被験者が自身の感情や心理を正確に認識し、それを言語化することには限界がある。そこで、本研究では、生体情報に着目し、視覚刺激に対する消費者の好意感情を生体情報から客観的に評価する手法の開発を試みた。その結果、心拍情報のみを用いて、簡便に好意感情を評価可能な好意推定モデルを開発した。また、開発モデルの商品パッケージ評価への適用可能性を確認した。

キーワード：生体情報, 感情推定, パッケージ

Abstract

Product packaging has a role to play as a sales promotion medium, in addition to providing protection for the contents and convenience of handling, such as ease of use. As packaging is directly linked to the image of a product, it is important not only to promote its functions, but also to provide consumers with sensory value, for example, by designing it in a way that makes them feel good about the product visually. Currently, design evaluation of visual media such as packaging is mainly based on subjective evaluations such as questionnaires and interviews. However, there are limitations in the ability of subjects to accurately recognise and verbalise their own emotions and psychology. Therefore, this study focused on biometric information and attempted to develop a method to objectively evaluate consumers' good feelings towards visual stimuli from biometric information. As a result, a preference estimation model that can easily evaluate preference emotion using only heartbeat information was developed. Furthermore, the developed model was confirmed as potentially applicable to the evaluation of product packaging.

KEY-WORDS : Physiological Information, Emotion Estimation, Product Package

1. はじめに

消費者が入店前に購入を予定していた商品をそのまま購入する計画購買と、購入する商品あるいは購買自体を店舗内で決定する非計画購買の割合を調査した消費者行動に関する諸研究において、非計画購買の割合は60～80%に及ぶことが示されており^{1,2)}、消費者の購買意思決定の多くは、店舗内で

行われている。消費者の非計画購買行動における意思決定要因には、価格、店頭広告、陳列等様々な要因が考えられるが、「パッケージ」も重要な要素の一つである。

パッケージは誘目性に優れるよりも「好き」と感じられるデザインである方が商品選択に影響することが明らかにされており³⁾、パッケージデザインの「好ましさ」は商品選択に重要な要素であると考えられる。パッケージなどの視覚媒体

事業名：経常研究

課題名：生体情報に基づく好意推定手法の開発

のデザイン評価には、現在では、主にアンケートやインタビューなどの主観評価が用いられているが、消費者が自身の感情や心理を正確に認識し、それを言語化することには限界があるため、消費者の真意を十分に把握できないという認識が高まっている⁴⁾。

一方、音楽を聞いた際のアンケートによる好みの主観評価と脳反応に基づいて、音楽CDの売上を予測したところ、3年後の売上枚数は主観的な好感度よりも脳反応による予測結果と相関が認められたことが先行研究⁵⁾において知られており、生体情報を用いて感情を推定できることによって、さらに、人間の無意識の感性や意思決定プロセスまで評価できる可能性がある。

そのため、近年では、パッケージデザインのような視覚刺激においても、脳波を用いた印象評価手法の検討を行った既往研究⁶⁾もみられるが、脳波のみで予測した感情とアンケートによる購入希望順位は一致せず、評価手法としてはまだ確立されていない。

既往研究⁶⁾においては、脳波のみに着目しているが、本研究では、脳波以外の生体情報においても検討を行い、消費者から好意的に見られる商品パッケージなどの視覚媒体の開発を効果的に支援するために、アンケート等による分析の対象である主観に代わり、生体情報を活用した客観的に評価可能な好意推定手法の開発を試みたので、報告する。

2. 好意推定手法の開発

あらかじめ想起される感情が推定されている参照画像群を被験者に視覚刺激として与えて、各種の生体情報を取得した。併せて同じ画像群に対する主観評価を実施した。詳細を以下に記述する。

2.1 被験者

被験者は、健康な女性5名、男性15名の計20名（24歳～58歳、平均年齢38.9歳）とした。

本実験は、地方独立行政法人北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部の規程に基づき、倫理審査委員会の承認のもと、被験者全員の同意書を得た上で行われた。

2.2 実験に用いた感情モデル及び視覚刺激

生体情報から好意を推定するモデルを構築するためには、生体情報の計測に供する様々な強度の好意を想起できる画像群と、呈示画像と想起された感情を対応させるための感情モデルが必要となる。本研究では、感情モデルに、心理学研究でよく用いられるRussellの円環モデル⁷⁾を用いた（図1）。Russellの円環モデルは、感情価（Valence）と覚醒度（Arousal）の直行する二軸で感情を円環状に配置したモデルである。

実験に使用した刺激画像はRussellの円環モデルで分類できるフリーの情動喚起画像集OASIS⁸⁾から選択した。OASISには900枚の情動喚起画像があり、それぞれの画像には、7段階のリッカー尺度で評価された感情価（Valence）と覚醒度（Arousal）の値があらかじめ付与されている。実験にはRussellの円環モデルの第一象限～第四象限に位置する画像を各6枚選択し、各象限の画像セット（Qua1～Qua4）ごとに被験者に呈示し、計24枚の画像を観察してもらった（表1）。

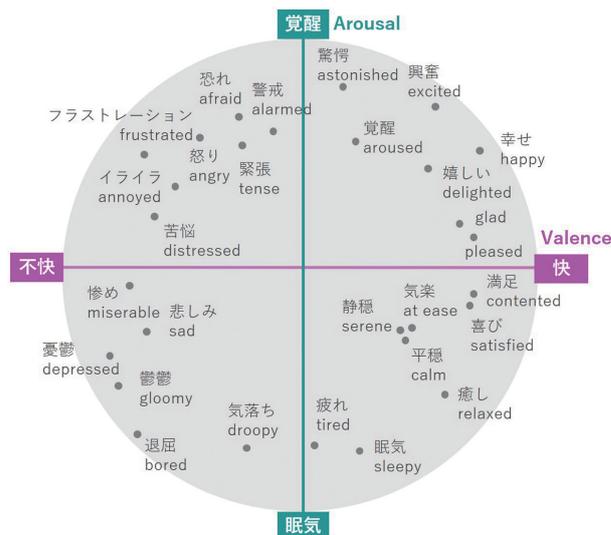


図1 Russellの円環モデル

表1 刺激画像一覧

第一象限 (Qua1)			第三象限 (Qua3)		
画像番号	感情価	覚醒度	画像番号	感情価	覚醒度
59	6.366	4.738	88	3.088	2.713
134	6.216	4.861	235	2.186	3.059
256	6.490	5.030	309	2.137	3.069
335	6.275	4.980	379	2.196	2.861
468	6.314	4.663	385	2.735	2.475
661	6.257	4.903	749	2.833	1.921
第二象限 (Qua2)			第四象限 (Qua4)		
画像番号	感情価	覚醒度	画像番号	感情価	覚醒度
234	1.608	4.980	37	6.046	3.654
274	1.892	4.772	63	5.593	3.356
306	1.824	5.455	74	5.907	3.010
322	1.735	5.287	349	5.944	3.010
439	1.971	4.703	457	5.963	3.221
871	1.716	5.139	461	6.093	3.587

2.3 刺激画像の呈示方法

顔や眼球をなるべく動かさずに刺激画像全体を観察してもらうために、画像は液晶モニター（Eizo ColorEdge CS2731）に横約150mm、縦約120mmのサイズで表示し、被験者は実験台に固定された顎のせ台で顔を固定し、眼球とモニターの距離が約600mmの位置で画像を呈示した（図2）。

被験者の疲労や刺激画像に対する慣れを防ぐために、刺激画像の呈示は、無彩色画面に表示した「+」の注視点画像を10秒呈示した後、Russellの円環モデルの同一象限の刺激画像6枚のうち1画像を10秒呈示する試行を1試行とし、連続して6試行繰り返し、最後に注視点画像を10秒間呈示するまでを1セットとした。刺激画像の呈示順はランダムとした。

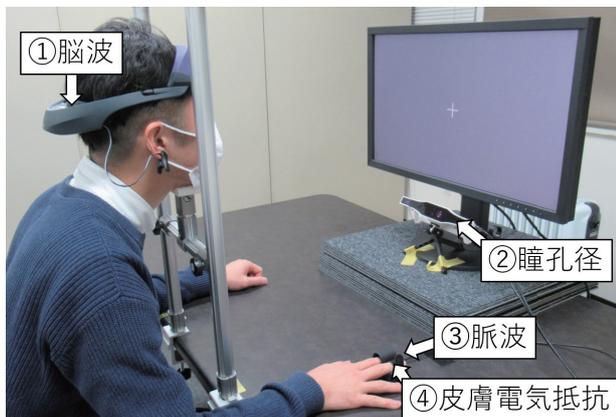


図2 実験風景

2.4 計測対象とした生体情報

本実験では、生体情報として、脳波、脈波、皮膚電気抵抗、瞳孔径を計測した。脳の前頭葉は感情を司っているといわれており、脳波は、覚醒度などの指標として感情研究ではよく用いられている。脈波、皮膚電気抵抗は自律神経活動の変化を捉えることができ、精神的ストレスやリラクスの指標として使われている。また、瞳孔の散大収縮は、快・不快感情、興味・関心、興奮等で変化することが多くの研究で報告されており、瞳孔反応は、無意識の情動反応であるといわれている⁹⁾。

2.5 実験手順

被験者が実験室内の一人がけ椅子に座った状態で、実験の概要を説明した後、脳波・脈波・皮膚電気抵抗を測定するための電極・センサを装着した(図2)。実験テーブルに固定された顎のせ台で顔を固定した状態で、非接触の視線計測装置のキャリブレーションを実施した。

被験者には、注視点画像を1分間見続ける開眼安静状態の各種生体情報を測定後、刺激画像1セットを呈示した。

その後3分間の休憩をはさみ、別の刺激画像セットの呈示を繰り返し、4セット(Qua1～Qua4)全てを呈示した。各被験者の刺激画像セットの呈示順はランダムとした。その後、生体情報計測の電極・センサを取り外し、呈示した24枚の画像を10秒間の注視点画像をはさみ、再度ランダムに呈示して、主観評価を実施した。

2.6 生体情報計測及び解析手法

脳波は、TOKAI-Orb TO-601(東海光学株式会社)を使用し、サンプリング周波数1000Hzで、頭皮上8部位(拡張10-20法, PO7, O1, Oz, O2, PO8, F3, Fz, F4)から測定した。基準電極、グランド電極はともに右耳朶(A2)を使用した。脳波の解析は、前頭 α 波パワーの左右差がネガティブ・ポジティブ感情間(または接近・回避的動機間)で生じることが報告されている^{10, 11)}ため、F3とF4の α 波(8-13Hz)の左右非対称性(FAI)を解析した。また、覚醒度の指標と言われている自発的脳波の α 波(8-13Hz)、 β 波(14-30Hz)のパワー値をOzとFzからそれぞれ求めた。

視線計測装置はGP3 HD(Gazepoint社)を使用し、サンプリング周波数150Hz、9点マーカーでキャリブレーションを実施した。瞳孔径は、刺激画像閲覧中の左右瞳孔径の平均値を算出した。

脈波、皮膚電気抵抗は、視線計測装置の付属品であるBiometrics(Gazepoint社)を用いて、右手の人差し指で脈波、中指で皮膚電気反応を測定した。脈波から心拍間隔(R-R間隔)を算出し、短時間フーリエ変換によって得たパワースペクトル密度から、低周波成分(LF, 0.04Hz-0.15Hz)と高周波成分(HF, 0.15Hz-0.40Hz)を求め、LF/HFを解析した。皮膚電気抵抗は、ローパスフィルター(30サンプルの移動平均)をかけて測定ノイズを除去したデータと、これにローパスフィルター(150サンプルの移動平均)をかけて抽出したベースラインとの差分を感情反応による変化量として求めた。

2.7 刺激画像の主観評価

刺激画像の主観評価は、先行研究を参考にRussellの円環モデルを8つの感情に分類¹²⁾して、「快-不快」「驚き-眠気」「興奮-退屈」「緊張-落ち着き」の4組(図3)を評価対象とし、これに「好ましい-好ましくない」を加えた5組の感情について、100mmの線分上で自由に回答できるVisual Analog Scale(VAS)法で実施した。

2.8 実験結果・考察

刺激画像が適切に評価されたかを確認するために、画像にあらかじめ付与されている感情値(Valence)と覚醒度(Arousal)の値と、被験者の主観評価の相関を確認した(表2)。その結果、感情値と「快-不快」には高い相関が確認されたが、覚醒度と「驚き-眠気」の相関は低かった。覚醒度は瞬間的な感情と考えられるため、同じ画像を2回観察して主観評価を実施したことで、適切な評価ができなかった可能性がある。

また、先行研究⁸⁾を参考に、生体情報と主観評価の相関による適切なモデルを作成するために、画像の感情値と「快-不快」の主観評価の相関係数0.7未満の被験者7名を、OASIS作成の基礎となった被験者の集団と違った傾向を持つ群と判断し、その後の解析から除外した。

解析対象とした13名の被験者群では、「好ましいー好ましくない」と「快ー不快」の主観評価、画像の感情価に高い相関が確認された（表3）。

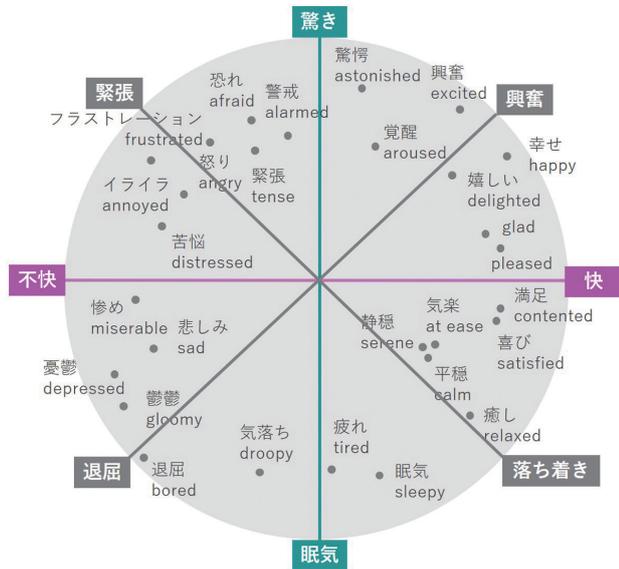


図3 Russellの円環モデルの8つの感情分類

表2 主観評価と画像値の相関係数（20名）

	快-不快	驚き-眠気	画像の感情価	画像の覚醒度
快-不快	1	-0.476	0.794	0.040
驚き-眠気	-0.476	1	-0.450	0.300
画像の感情価	0.794	-0.450	1	0.022
画像の覚醒度	0.040	0.300	0.022	1

表3 主観評価と画像値の相関係数（13名）

	好ましい	快	驚き	興奮	落ち着き	感情価	覚醒度
好ましい	1	0.949	-0.569	0.183	0.772	0.895	0.016
快	0.949	1	-0.548	0.178	0.756	0.853	0.051
驚き	-0.569	-0.548	1	0.298	-0.733	-0.529	0.276
興奮	0.183	0.178	0.298	1	-0.095	0.180	0.348
落ち着き	0.772	0.756	-0.733	-0.095	1	0.742	-0.112
感情価	0.895	0.853	-0.529	0.180	0.742	1	0.022
覚醒度	0.016	0.051	0.276	0.348	-0.112	0.022	1

脳波、皮膚電気抵抗、瞳孔径と種々の主観評価には明瞭な相関が見られなかったが、13名の被験者群のうち5名の被験者において、画像の感情価と自律神経の指標である心拍LF/HFに高い負の相関が確認された。

2.9 好意推定モデルの作成

画像の感情価と、被験者の「好ましさ」の主観評価の結果から、感情価と「好ましさ」の関係を表す感情モデルを作成した（図4）。

5名の被験者群の個別のLF/HF分布の標準偏差から2σの範囲外のデータを外れ値として除去し、最大値と最小値から正規化したLF/HFと感情価の相関から、計測モデルを作成した（図5）。

さらに、感情モデルと計測モデルを組み合わせて好意推定モデルを作成した（図6）。

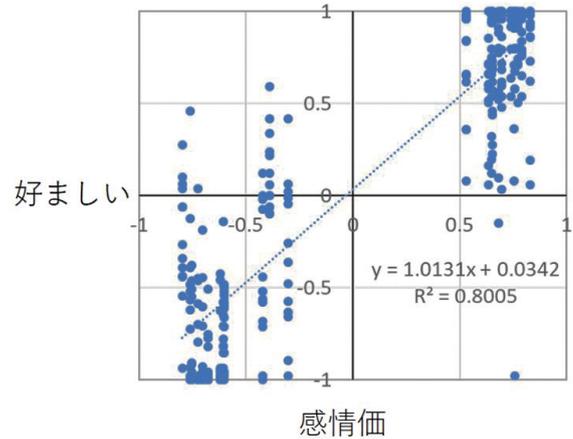


図4 感情モデル

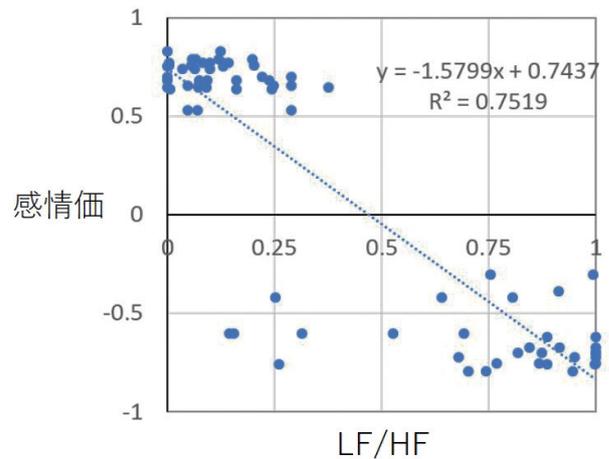


図5 計測モデル

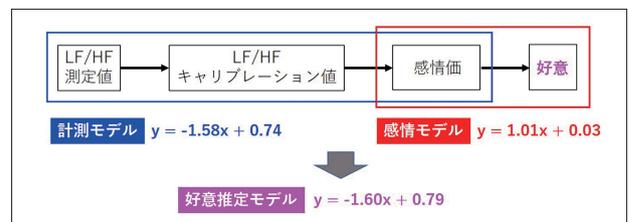


図6 好意推定モデル

感情価とLF/HFに相関があった5名の被験者群で、1名のデータをテストデータとし、残りの4名のデータを学習データとしてモデルを作成し、交差検証を実施して個々のモ

デルの汎化性能を確認したところ、相関係数は0.78～0.95と高い精度であることが確認できた（表4）。

表4 モデルの交差検証

モデル番号	係数1	係数2	相関係数
1	-1.58	0.79	0.95
2	-1.56	0.76	0.85
3	-1.61	0.77	0.85
4	-1.66	0.85	0.78
5	-1.61	0.78	0.83

3. 好意推定手法の検証

開発した好意推定手法を用いて模擬的な商品パッケージ評価試験を実施した。詳細を以下に記述する。

3.1 被験者

被験者は、好意推定モデル作成に使用した感情価とLF/HFに相関があった女性2名、男性3名の計5名(33歳～55歳、平均年齢41.4歳)とした。

本実験は、地方独立行政法人北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部の規程に基づき、倫理審査委員会の承認のもと、被験者全員の同意書を得た上で行われた。

3.2 実験に用いた視覚刺激

本実験では、デザインの異なる架空のアイスクリームパッケージ3種類を作成し（図7）、刺激画像として用いた。また、LF/HFの個別の正規化を行うために、情動喚起画像集OASISから感情価と覚醒度が異なる3枚の画像を選択し、キャリブレーション用の画像として用いた（表5）。



図7 刺激画像

表5 キャリブレーション画像一覧

画像番号	感情価	覚醒度
496	1.108	5.149
863	3.990	1.845
463	6.412	4.109

3.3 視覚刺激の呈示方法

画像は液晶モニター（Eizo ColorEdge CS2731）に横約150mm、縦約120mmのサイズで表示し、被験者の眼球とモニターの距離が約600mmの位置で画像を呈示した。

呈示した刺激画像は、無彩色画面に表示した「+」の注視点画像を10秒呈示した後、3種類のアイスクリームパッケージ画像のうち1種類を10秒呈示する試行を1試行とし、連続して3試行繰り返し、最後に注視点画像を10秒間呈示した。刺激画像の呈示順はランダムとした。

また、キャリブレーション用の3枚の画像も同様に呈示した。

3.4 実験手順

被験者が実験室内の一人がけ椅子に座った状態で、実験の概要を説明した後、脈波センサを指に装着した。注視点画像を1分間見続ける開眼安静状態の脈波を測定後、アイスクリームパッケージの刺激画像を呈示した。被験者には店頭でアイスクリームを選んでいるシチュエーションを想定して、画像を見るように教示した。

その後、脈波センサを取り外し、呈示した3枚のアイスクリームパッケージ画像を10秒間の注視点画像をはさみ、ランダムに呈示して、主観評価を実施した。

次に、キャリブレーション用の3枚の画像についても同様に実験中の脈波を測定し、主観評価を行った。

3.5 主観評価と生体情報による好意推定手法の検証

脈波は、視線計測装置の付属品であるBiometrics(Gazepoint社)を用いて、右手の人差し指で測定した。脈波から心拍間隔(R-R間隔)を算出し、短時間フーリエ変換によって得たパワースペクトル密度から、低周波成分(LF, 0.04Hz-0.15Hz)と高周波成分(HF, 0.15Hz-0.40Hz)を算出してLF/HFを求めた。また、本実験で呈示したキャリブレーション用の3枚の画像と、好意推定モデルを作成した際に呈示した24枚の画像観察中のLF/HFの最大値と最小値を用いて、被験者ごとに正規化したLF/HFを好意推定モデルに当てはめた。

刺激画像の主観評価は、「快-不快」「驚き-眠気」「好ましい-好ましくない」の3組の感情について、Visual Analog Scale (VAS) 法で実施した。なお、好意推定、主観評価ともに、実験者の指示通り実験を遂行できなかった1名を除外した4名のデータで解析を行った。

3.6 実験結果・考察

3種類のアイスクリームパッケージの主観評価結果を図8に示す。主観評価の結果から、好ましさの評価に違いがあり、パッケージデザインが与える印象が異なっていることがわかった。また、パッケージデザイン観察中のLF/HFを用いて、好意推定モデルで推定した好意の推定値を縦軸、好ましさの

主観評価を横軸としてプロットした（図9）結果，72.7%が好意の推定と主観評価が一致しており，好意推定モデルは商品パッケージ評価に適用できる可能性が示唆された。

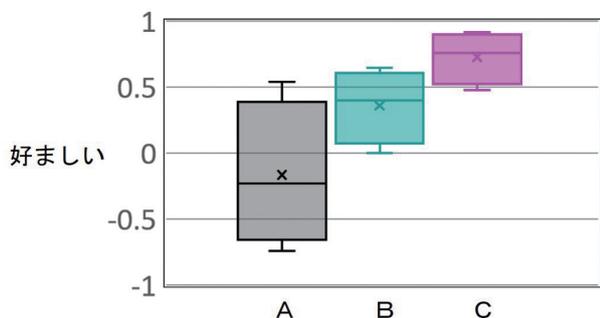


図8 パッケージ画像の主観評価結果

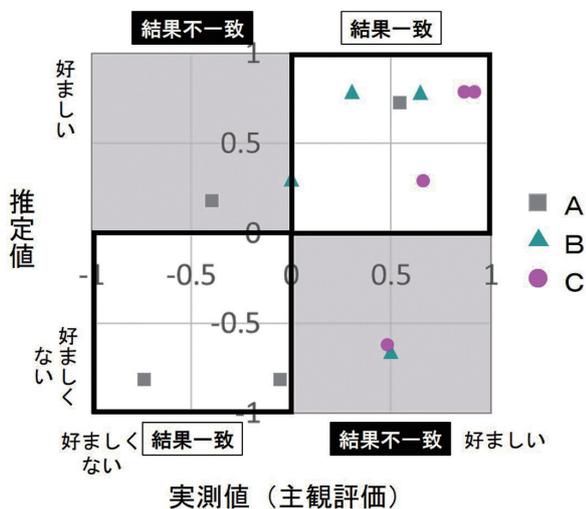


図9 パッケージ画像評価結果

4. まとめ

本研究では，Russellの円環モデルに基づく感情と生体情報の紐付けを行った結果，「好ましさ」の感情は感情価（快）と相関が高く，自律神経の指標である心拍LF/HFで推定できる可能性が示唆された。次に，LF/HFのみを用いた簡便でリアルタイム性を追求できる好意推定モデルを提案し，提案モデルの商品パッケージ評価への適用可能性を確認した。

しかし，生体情報は個人差やばらつきが大きいため，本研究において，好ましさと生体情報に相関が確認されたのは，被験者全体の3割程度であった。そのため，より多くの人に適用可能な好意推定技術の開発が課題である。

今後は，実験環境や，測定装置，新たな指標などの検討を行い，生体情報から好意推定可能な対象者の拡大を図り，客観的かつリアルタイムな評価手法として発展させることで，商品パッケージなどのデザイン評価手法としての活用を目指す。

参考文献

- 1) Point of Purchase Advertising Institute, デュポン社による調査 (1978)
- 2) 大槻 博：スーパーと消費行動，季刊消費と流通，第4巻4号，pp.37-45 (1980)
- 3) 鈴木隆之他：商品選択における誘目性に関する研究，日本デザイン学会研究発表大会概要集，pp.286- (2012)
- 4) 熊倉宏志：ニューロマーケティングの現状，課題そして展望，オペレーションズ・リサーチ，7月号，pp.421-428 (2016)
- 5) G. S. Berns : A neural predictor of cultural popularity, Journal of Consumer Psychology, Vol 22, pp.154-160 (2012)
- 6) 熊谷直也他：生理指標を用いたパッケージデザインの印象評価手法の検討，第24回感性工学会大会予稿集 (2022)
- 7) J. Russell : A Circumplex Model of Affect, Journal of Personality and Social Psychology, Vol 39, pp.1161-1178 (1980)
- 8) B. Kurdi et.al. : Introducing the Open Affective Standardized Image Set (OASIS), Behav Rcs, Vol 49, pp.457-470 (2017)
- 9) 和久井秀樹他：生体情報計測による感情の可視化技術，技術情報協会，391p (2020)
- 10) E. E. Smith et al. : Assessing and conceptualizing frontal EEG asymmetry: An updated primer on recording, processing, analyzing, and interpreting frontal alpha asymmetry, International Journal of Psychophysiology, Vol.111, pp.98-114 (2017)
- 11) F. S. Rawnaque et al. : Technological advancements and opportunities in Neuromarketing: a systematic review, Brain Informatics (2020)
- 12) 平松拓也他：生体情報による感情推定手法とステージの観客反応による評価，情報処理学会，pp.857-864 (2017)