

感性評価によるドローンのモデリングと映像表現に関する研究

A study of modeling in drone (multicopter) and video expression on Kansei Evaluation

熊 王 康 宏

本研究では、トイドローンとドローン映像について、それぞれの感性評価の結果から、購買評価と感動表現を明らかにできた。本論文では、ドローンの歴史と規制法、海外市場なども報告しながら、ドローン本体と映像表現の技法について感性評価手法を駆使することにより、ドローン業界の商品開発における課題を解決でき、メディア関連でのカメラワークにおいて、感動できるドローンの有効な撮影方法について曲線描画法を用いて明らかにできた。同じ形状の機体であっても、その塗装色により購買評価が異なり、ユニークなものは購買評価が高まることが因子分析の結果から明らかとなった。また、ドローンによって撮影されたカメラワークの異なる映像を感性評価した。この結果を因子分析することにより、上昇していく映像が感動をもたらされることが把握できた。この上昇する映像を感性評価し、曲線描画法により分析することで、田園風景が広がり始める風景に感動していたことを明らかにでき、今後のドローンに関わる新たな知見を得ることができた。

キーワード：感性評価、ドローン、モデル、映像表現、曲線描画法

1. 緒論
2. 感性評価による機体のモデリング
 - 2-1. 方法
 - 2-2. 結果と考察
3. 感性評価による映像表現
 - 3-1. 方法
 - 3-2. 結果と考察
4. 結論

1. 緒論

ドローンにより撮影された映像が、多く放映されている機会を目にする。自然の景色など、鳥瞰的に撮影することにより感動をもたらす映像は、より多くの人を魅了し、人の感性を刺激している。テレビ番組のオープニングなどでもこうした映像は用いられ、臨場感あふれる構成となっている。回転翼を持つマルチコプターは、その回転翼の数により、クアド・ヘキサ・オクトコプターと分類されている。こうしたマルチコプターは、蜂の羽音を意味するドローンとして位置づけられている。改正された航空法において、ドローンは「無人航空機」¹⁾と定義されている。

日本では、ドローンが首相官邸に侵入した事件をきっかけとして注目され始めたが、本来は軍事利用の目的で開発された経緯がある。技術の発展に伴い、小型カメラを搭載した偵察等の機能も備えて世界的にも実戦配備されたこともある。こうした理由から、ドローンの取り扱いは、日本における航空法においても厳格に決められている。

航空法では、空港周辺・人口集中地区 (DID: Densely Inhabited District) の上空は規制があり、その他飛行可能な場所であっても、150m以上の上空は飛行禁止となっている。ただし、人口集中地区のような制限区域でドローンを飛行させる場合は、国土交通大臣の許可を受けなければならない。また、農薬散布、外壁確認、測量など産業用途²⁾で使用の際、国土交通大臣の承認を受けなければならない状況も生じる。こうした国土交通大臣の許可・承認を得るためには、ドローンを所定時間以上操縦した経験が必要となる。

許可・承認を得るための飛行訓練において、200g以下のドローンを操縦することがある。ドローンスクールのような飛行訓練場では、まず200g以下の機体で操縦を積み重ねることが推奨される。200g以下の機体は、航空法の制限を受けず、機体が軽量であること、GPS (全地球測位システム: Global Positioning System, Global Positioning Satellite) などの機能が少ない機体が殆どであることから、初心者にとっては、その操縦が困難であり訓練

用としては非常に適しているようである。建物が隣接しており、GPS等の機能が使用できない状態のときには、こうした訓練が役立つこともある。日本では、一般的に“プロボ”と呼ばれる送信機が「mode1」という設定になっており、この送信機の設定に習熟する意図もある。200g以下のドローンは、“トイドローン”と呼ばれ、訓練用にも適していることから、その需要は拡大している。業務用のドローンも含めた場合、製造しているメーカーは、日本、中国、韓国、台湾、ドイツ、フランス、アメリカにあり、最新鋭の機体を販売している。

需要の拡大が進むドローン市場にあって、一般的に見受けられる機体は、白色のものが多く。この白色の機体は、実際に制限飛行させた場合、認識しづらく機体の方向性を見失ってしまう可能性もある。ドローンを購入する実際の消費者が自身の好みにより選んでいる傾向は、台湾における光華商場・三創生活園区においても、その姿を確認することができた。ドローンは、日本のみならず、海外においても色彩豊かにカスタマイズされており、“もの”を消費者が買い求める光景には変わりがない。飛行制限の少ないトイドローンのモデルには、色彩が異なる機能美に優れたものがある。機体が軽量であることから、風の抵抗を受けにくい流線的な曲線美に溢れている。トイドローンにはカメラの搭載されたモデルもあるが、200g以上のドローンに搭載されているカメラの性能は4Kであり、鮮やかで繊細な映像を撮影することができる。特に、DJI社は、こうした撮影用ドローンとしては有名なメーカーである。

こうしたドローンにより撮影された臨場感あふれる映像表現の感動度合いを把握するためには、曲線描画法³⁻⁷⁾により感性評価の研究を進める必要がある。曲線描画法とは、評価シートに対してパネルが感じたままの評価を曲線として自由に描き、これをデジタル画像化した上で数値化することにより解析する方法である。従来の感性評価では、“もの”を評価する場合、記憶に基づき幾つかの評価項目に対して評価される。つまり、各評価項

目に対して、全般的な評価を記憶に依存し評価していることになる。しかし、曲線描画法を用いることで、重要な一項目、例えば、「感動」のような、より抽象的で記憶に依存することが困難な評価であっても、時系列単位で、どの部分（場面・工程）の評価が高いのかなど把握できる特徴がある。

本研究では、トイドローンの中でも人気のある機能美に優れた機体に着目し、機体の塗装色により、どのように購買評価が変化するかを把握する。また、ドローンによって撮影された映像のカメラワークの違いにより、どの程度感動するかを、曲線描画法によって明らかにする。

本論文は、平成29年度 静岡産業大学経営学部特別支援研究制度により課題達成された研究報告である。

2. 感性評価による機体のモデリング

2-1.方法

トイドローンの中でも、Hubsan社のものは、低価格でありながらもカメラが搭載しており、市場では最も人気のある機種となっている。評価サンプルは、これら塗装色の異なる3種のモデルとした。サンプルには、機体の進行方向に線状で描かれた模様の色が異なっており、サンプルAは黒・赤色（写真1）、サンプルBは黒・緑色（写真2）で、サンプルCは赤・銀色（写真3）で構成されている。

評価の方法は、5段階評価尺度を用いた。評価項目は、機能美に関する評価項目8）となる「実用性」、「光沢の良さ」、「きめの細かさ」、「やさしさ」、「美しさ」、「スポーティー感」、「親しみやすさ」、「創造力」、「力強さ」、「シンプルさ」、「派手さ」、「高級感」、「楽しさ」、「買いたさ」の合計14項目を設定した。パネル20



写真1：サンプルA（黒・赤色）



写真2：サンプルB（黒・緑色）



写真3：サンプルC（黒・赤色）

名（男性11名、女性9名）に対し、選定した14項目の評価項目について感性評価してもらった。パネルには、各サンプルを見た時に感じた度合いを、各評価項目に対して評価してもらった。評価尺度とその得点は、感じない（1）、あまり感じない（2）、少し感じる（3）、かなり感じる（4）、とても感じる（5）であった。

評定尺度法による評価実験で用いる解析方法は、因子分析である。分析については、JUSE-StatWorks/V5を用いた。

2-2.結果と考察

因子分析の結果、第4因子までの因子負荷量と因子得点を得た。この時の累積寄与率は、49.5%であった（表1）。評価項目における絶対値の最大を確認し、各因子を解釈した。因子1は「実用性」、「スポーティー感」が、因子2は「やさしさ」、「親しみやすさ」が、因子3は「光沢の良さ」、「きめの細かさ」、「美しさ」、「力強さ」、「シンプルさ」、「派手さ」が、因子4は「創造力」、「高級感」、「楽しさ」、「買いたさ」が、各因子を構成している評価項目であることが確認できた。これにより、因子1は“流線的な早さ感”を、因子2は“衝動的なフォルム”を、因子3は“素朴な流麗感”を、因子4は“ユニーク感による購買評価”をそれぞれ意味していると考えられる。特に、因子4では、購買評価となる「買いたさ」が確認

でき、「買いたさ」においては、「楽しさ」、「高級感」、「創造力」によって構成されていると考えられる。共通度が0.6以上の値を示し3つのサンプルに共通して感じられている評価項目は、「やさしさ」、「高級感」、「買いたさ」であった。これは、パネルが柔らかい曲線美に富んだ独特なフォルムのドローンを購入したいと評価していることが把握できた。

これらサンプルの購買評価に関する特徴を評価項目の関係性から把握し、購買評価となる「買いたさ」に影響をもたらす評価項目を特定するため、因子1をx軸、因子2をy軸とした散布図上に、得られた因子負荷量を布置した(図1)。その結果、「買いたさ」に関係している評価項目は、「光沢の良さ」、「派手さ」、「シンプルさ」、「楽しさ」、「創造力」、「スポーティー感」などであった。

因子構造を把握することにより、購買評価に影響をもたらす評価項目は特定できたが、それぞれのサンプルが、どのように評価されているのかを明らかにする必要がある。そこで、因子1をx軸、因子2をy軸とした散布図上

に、得られた因子得点の平均を布置した。

図2より、赤・銀色、黒・赤色のサンプルは、因子1:「流線的な早さ感」においては、同程度の評価であった。黒・緑色のサンプルでは、これとは対象的に評価が低い結果となった。機体の胴体が黒色であっても、線状で表現された色が異なることにより、「流線的な早さ感」も異なると考えられる。因子2:「衝動的なフォルム」においては、黒・赤色、赤・銀色のサンプルが評価されており、黒・緑色のサンプルでは、著しく低く評価されていた。この「早さ感」の見られない黒・緑のサンプルは、因子3:「素朴な流麗感」においては、黒・緑色、黒・赤色のサンプルが評価されており、黒色で光沢のある胴体においては、素朴な印象を与えるものと考えられる(図3)。赤・銀色のサンプルは、因子4:「ユニーク感による購買評価」においても評価が高く、人気のあるモデルとして扱われることになると考えられる。これらの考察は、図5、6、7においても同様に考えられる。

赤色には、「早さ感と衝動的」な意味があり、

表1 機体の感性評価における因子分析結果(因子負荷量、寄与率、累積寄与率、共通度)

| 評価項目 | 因子1 「流線的な早さ感」 | 因子2 「衝動的なフォルム」 | 因子3 「素朴な流麗感」 | 因子4 「ユニーク感による 購買評価」 | 共通度 |
|---------|------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| 実用性 | 0.381 | -0.132 | 0.194 | 0.303 | 0.292 |
| 光沢の良さ | 0.278 | -0.029 | -0.523 | 0.408 | 0.518 |
| きめの細かさ | 0.295 | -0.291 | -0.423 | 0.097 | 0.360 |
| やさしさ | -0.280 | -0.954 | 0.069 | -0.101 | 1.004 |
| 美しさ | 0.175 | -0.265 | -0.396 | 0.381 | 0.404 |
| スポーティー感 | 0.575 | 0.168 | -0.153 | 0.037 | 0.384 |
| 親しみやすさ | 0.081 | -0.584 | 0.195 | 0.143 | 0.406 |
| 創造力 | 0.256 | -0.241 | 0.021 | 0.656 | 0.554 |
| 力強さ | -0.034 | 0.284 | -0.530 | -0.008 | 0.363 |
| シンプルさ | 0.012 | -0.035 | 0.608 | 0.071 | 0.376 |
| 派手さ | 0.004 | 0.210 | -0.641 | -0.064 | 0.459 |
| 高級感 | -0.164 | 0.310 | -0.291 | 0.680 | 0.670 |
| 楽しさ | 0.013 | -0.068 | 0.013 | 0.719 | 0.522 |
| 買いたさ | 0.152 | 0.025 | 0.129 | 0.762 | 0.621 |
| 寄与率 | 0.062 | 0.124 | 0.134 | 0.175 | |
| 累積寄与率 | 0.062 | 0.187 | 0.321 | 0.495 | |

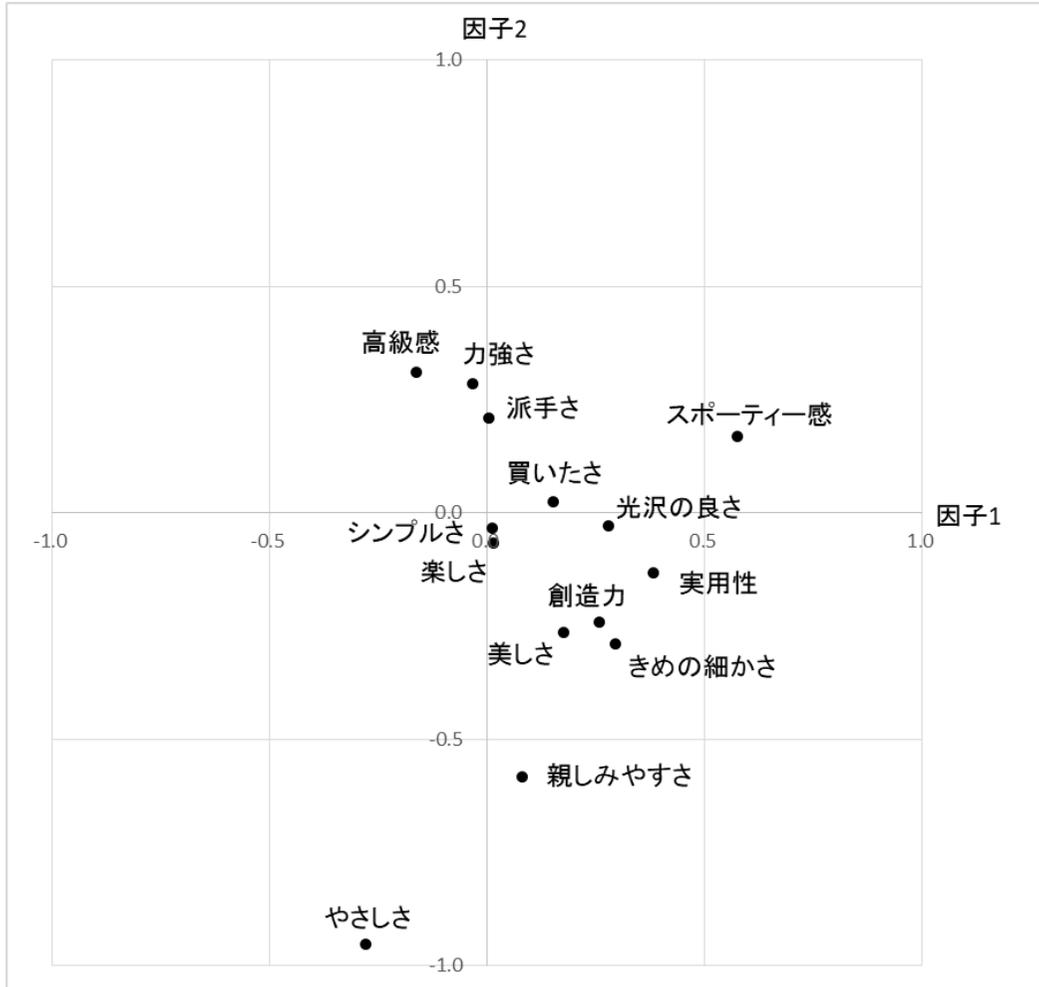


図1 因子負荷量の散布図 (x軸：因子1、y軸：因子2)

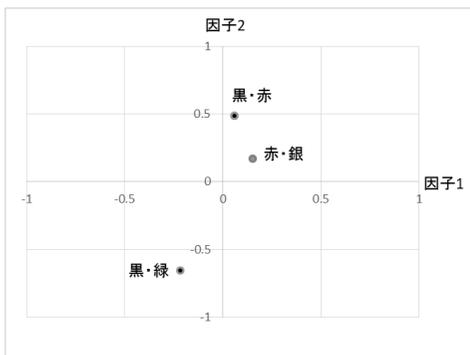


図2 因子得点の平均 (因子1、2)

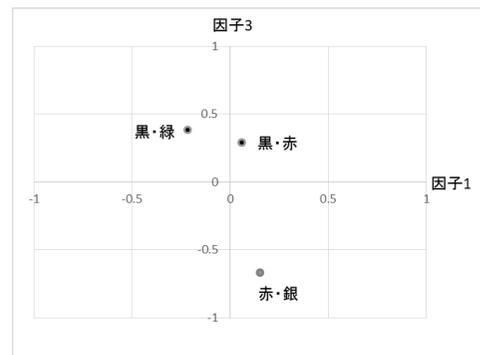


図3 因子得点の平均 (因子1、3)

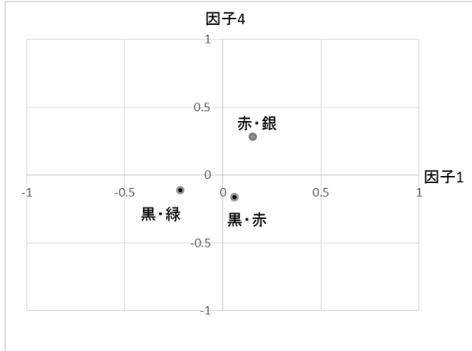


図4 因子得点の平均 (因子1、4)

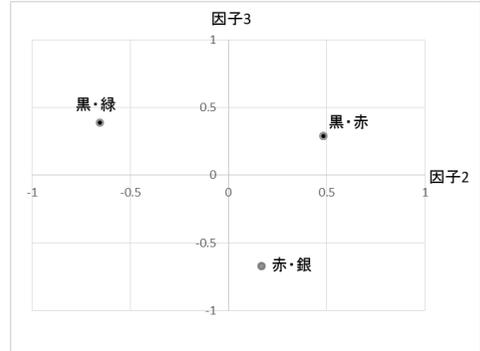


図5 因子得点の平均 (因子2、3)

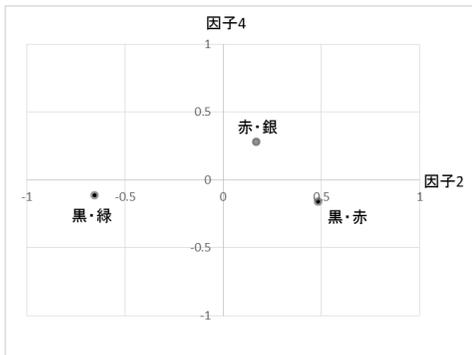


図6 因子得点の平均 (因子2、4)

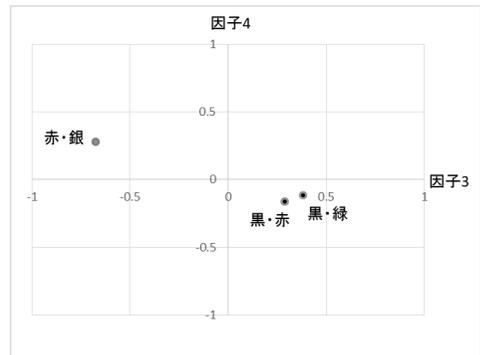


図7 因子得点の平均 (因子3、4)

赤・銀色の組み合わせは、派手なる印象を与えて購入させたい効果があると考えられる。これは、“派手で早くて強そうな曲線美のあるモデル”を消費者が求むことを意味していた。

3.感性評価による映像表現

3-1.方法

サンプルとなる映像を撮影する際に、ドローンの安全な運航管理が必要となる。そのため、株式会社スカイロボットドローンスクールジャパンにおけるコースを修了した。これにより、技能認定証、一般社団法人ドローン操縦士協会の定める回転翼3級の資格を取得し、また、東京航空局長より、無人航空機の飛行に関わる許可・承認を取得した。

評価のサンプルは3つの映像で、上下方向に垂直に上昇・下降する状態と回転しながら

上昇するいずれも20秒間の映像である。映像の編集には、iPad pro付属のiMovieを用いた。

撮影は、静岡産業大学経営学部のグラウンドで晴天の13時より撮影した。

評価の方法は、5段階評価尺度を用いた。評価項目は、カメラワークに関する評価項目9)となる「好き」、「臨場感」、「自然な」、「きれい」、「心地よさ」、「迫力」、「穏やかさ」、「リラックス」、「見やすさ」、「スピード感」、「滑らかさ」、「鮮明さ」に、「感動」を加えた合計14項目を設定した。パネル20名(男性11名、女性9名)に対し、選定した14項目の評価項目について感性評価してもらった。パネルには、サンプルとなる映像をそれぞれ見てもらい、感じた度合いを各評価項目に対して評価してもらった。各サンプルは、50inchの液晶ディスプレイに提示し、パネルまでの距離は2mとした。

評価尺度とその得点は、感じない (1)、あまり感じない (2)、少し感じる (3)、かなり感じる (4)、とても感じる (5) であった。評定尺度法による評価実験で用いる解析方法は、因子分析である。因子分析については、JUSE-StatWorks/V5を用いた。

曲線描画法では、因子分析の結果で最も評価されたサンプルについて、予め用意した評価シートに対してパネル10名が感動した評価を曲線として自由に描いてもらった。曲線を描画する際、Huion社のトレースボードを用いて描いてもらい、この曲線をデジタル画像化し、画像解析ソフトである“Graphcel”を用いて数値化し平均値を算出した。

3-2.結果と考察

因子分析の結果、第3因子までの因子負荷量と因子得点を得た。この時の累積寄与率は、56.4%であった (表2)。評価項目における絶対値の最大を確認し、各因子を解釈した。因子1は「きれい」、「穏やかさ」、「リラックス」、

「見やすさ」、「鮮明さ」が、因子2は「臨場感」、「迫力」、「見やすさ」が、因子3は「好き」、「自然な」、「心地よさ」、「滑らかさ」、「感動」が、各因子を構成している評価項目であることが確認できた。これにより、因子1は“洗練された美しさ”を、因子2は“押し迫る臨場感”を、因子3は“温もりのある感動”をそれぞれ意味していると考えられる。共通度が0.6以上の値を示し3つのサンプルに共通して感じられている評価項目は、「心地よさ」、「リラックス」、「感動」であった。これは、パネルが映像を見た時に、リラックスして心地よく感動していると評価していると考えられる。

因子構造を把握することにより、感動に影響をもたらす評価項目は特定できたが、それぞれのサンプルが、どのように評価されてい

表2 映像の感性評価における因子分析結果 (因子負荷量、寄与率、累積寄与率、共通度)

| 評価項目 | 因子1 「洗練された美しさ」 | 因子2 「押し迫る臨場感」 | 因子3 「温もりのある感動」 | 共通度 |
|-------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 好き | 0.343 | 0.462 | 0.478 | 0.560 |
| 臨場感 | 0.000 | 0.695 | 0.114 | 0.496 |
| 自然な | 0.441 | 0.130 | 0.447 | 0.411 |
| きれい | 0.642 | 0.248 | 0.342 | 0.591 |
| 心地よさ | 0.592 | 0.045 | 0.675 | 0.808 |
| 迫力 | 0.089 | 0.891 | 0.096 | 0.811 |
| 穏やかさ | 0.755 | -0.108 | 0.063 | 0.585 |
| リラックス | 0.79 | -0.066 | 0.118 | 0.642 |
| 見やすさ | 0.665 | 0.244 | 0.189 | 0.537 |
| スピード感 | -0.026 | 0.635 | 0.372 | 0.542 |
| 滑らかさ | 0.059 | 0.19 | 0.477 | 0.267 |
| 鮮明さ | 0.410 | 0.336 | 0.322 | 0.385 |
| 感動 | 0.438 | 0.486 | 0.514 | 0.692 |
| 寄与率 | 0.237 | 0.187 | 0.139 | |
| 累積寄与率 | 0.237 | 0.424 | 0.564 | |

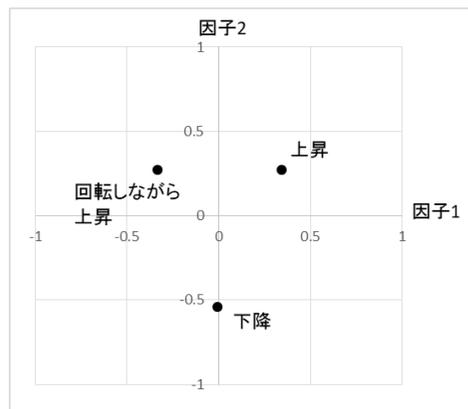


図8 因子得点の平均 (因子1、2)

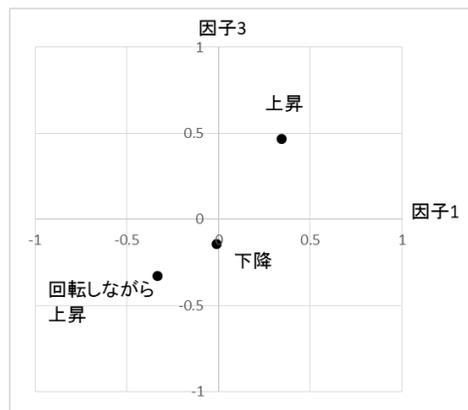


図9 因子得点の平均 (因子1、3)

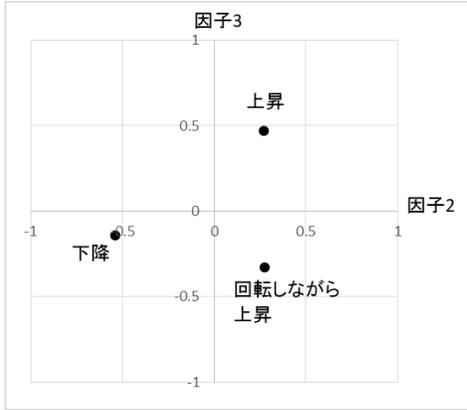


図10 因子得点の平均 (因子2、3)

るのかを明らかにする必要がある。そこで、因子1をx軸、因子2をy軸とした散布図上に、得られた因子得点の平均を布置した。

因子得点の平均の散布図 (図8、9、10) より、上昇する映像に関しては、因子2：“押し迫る臨場感”の評価が高い結果となった。特に、垂直に上昇する映像は、因子3：“温もりのある感動”では評価が高い結果となった。回転しながら上昇することにより、視点が変わることにより、感動を受ける度合いが変化し

ている可能性がある。プロモーションビデオなどの映像を制作する際、こうした視点が変わり変化しない単なる垂直上昇の映像であれば、“もの”の特徴を感動的に伝えることができると考えられる。また回転させて風景を変化させるような場合であっても、ゆっくりとしたカメラワークにより臨場感と感動を同時にもたらすことが可能になると考えられる。

上昇する映像に対して、パネルは“温もりのある感動”をもたらしられていたため、この映像に関して曲線描画法により、カメラワークのどの部分に感動しているのかを曲線描画により評価してもらった。こうして得られた感性評価の結果を平均した結果、9.625秒時の映像で感動が最高値を示した (図11)。この時の映像は、写真4に示したように、大学の校舎を見下ろし、これから磐田市内の風景が広がる直前の状態であった。このように、カメラワークとしては、景色が広がり始める時が感動をもたらし、曲線描画法の結果から明らかとなった。曲線描画法によって、パネルに対して制約条件を少なくし、自由に評価してもらうことにより、感動という曖昧な評価においても、これを感じる時点を抽出できた。

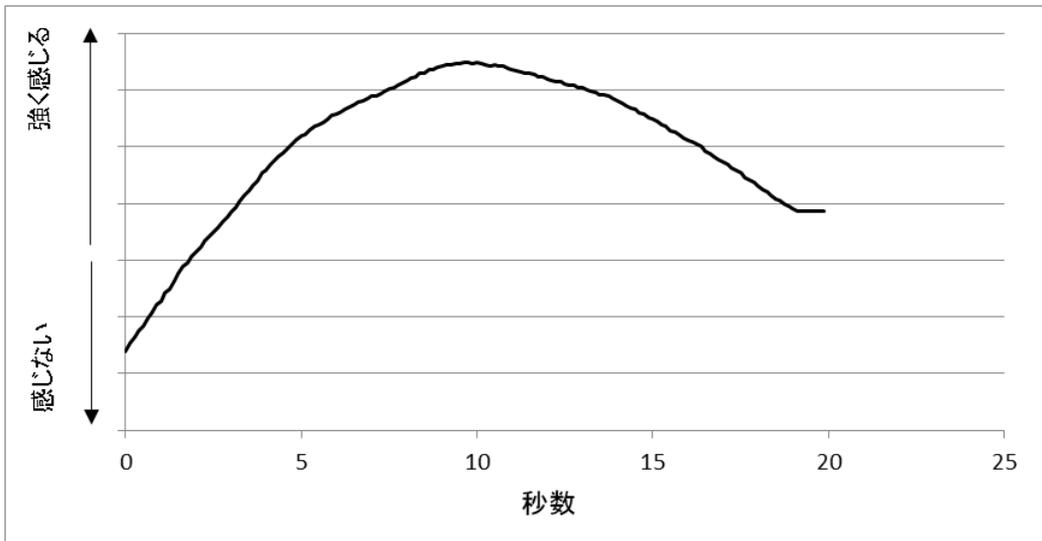


図11 曲線描画法結果 (感動)



写真4 感動する映像箇所

4. 結論

本研究では、トイドローンの中でも人気のある機能美に優れた機体に着目し、感性評価によって得られた結果を因子分析することにより、同じ形状の機体であっても、その塗装色により購買評価が異なり、ユニークなものは購買評価が高まることが明らかとなった。ドローンによって撮影されたカメラワークの異なる映像を感性評価した。この結果を因子分析することにより、上昇していく映像が感動をもたらされることが把握できた。この上昇する映像を感性評価し、曲線描画法により分析することで、どの部分に、どの程度感動していたのかを明らかにでき、ドローンに関わる新たな知見を得ることができた。

謝辞

本論文は、平成29年度 静岡産業大学経営学部特別支援研究制度により課題達成された研究報告であり、ご関係の教職員の皆様に感謝申し上げます。また、実験に協力頂いたパネル、資格取得時に懇切丁寧な指導を賜りましたドローンスクールジャパン掛川校の皆様、御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 森・濱田松本法律事務所：ロボット法研究会ドローン・ビジネスと法規制、清文社（2017）
- 2) 関口大輔、岩崎覚史：ドローンビジネス参入ガイド、翔泳社（2017）
- 3) 西藤栄子、神宮英夫：雰囲気の時系列評価とその問題点、第16回日本感性工学会大会予稿集、F63、pp.1-3（2014）
- 4) 西藤栄子、神宮英夫：状況設計に必要な雰囲気の評価とそれに関係する気分、平成27年度 日本人間工学会関西支部 大会講演論文集、pp.75-78（2015）
- 5) 西藤栄子、神宮英夫：雰囲気の時系列官能評価 ―感動曲線描画法の有用性―、日本官能評価学会誌19、pp.20-28（2015）
- 6) 西藤栄子、神宮英夫：効果的な状況設計のための時系列感性評価の可能性―「感動曲線描画法」による評価と気分の効果―、日本感性工学会論文誌16、pp.1-7（2017）
- 7) 熊王康宏：時系列感性評価における曲線描画法の必要性、日本感性工学会大会予稿集、C11、pp.1-2（2017）

- 8) 西藤栄子、田川高司：「デザイン・構成美」
評価用語の選定と実物サンプル評価によるその有効性、日本官能評価学会誌 Vol.3
No.2 pp.105-114 (1999)
- 9) 財団法人デジタルコンテンツ協会：動画
映像の視覚評価に関する調査研究。－動画
映像の時間軸再生に関する感性的評価－。
報告書. pp.19-95 (2008)