樹脂表面の質感の感性評価の一事例 —バーチャル空間と実空間を利用した評価—

大 倉 典 子 ^a^a 芝浦工業大学 工学部 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)

An Example of Affective Evaluation for Material Perception of Bead-Coated Resin Surfaces — Evaluation Using Virtual and Real Environments —

Michiko OHKURA ^a^a College of Engineering, Shibaura Institute of Technology (3-7-5, Toyosu, Koto-ku, Tokyo 135-8548)**Keywords** : Affective Evaluation, Bead-Coated Resin Surface, Material Perception, Adjective Pair, Virtual Environment

1. はじめに

現在、商品価値の新しい評価軸として「感性価値」が注目されている。従来、日本では、物づくりの価値観は、性能と信頼性、価格で構成されていた。そこに「感性価値」を加えて、経済産業省は新しい物づくりへの取り組みを行っている^{1),2)}。そこで著者らは、ビーズを塗布した樹脂表面を対象として、視覚と触覚のマルチモーダルな質感の感性評価に関する系統的研究を行った^{3),4)}。ここで「ビーズを塗布した樹脂表面」とは、例えば缶コーヒーなどの缶や化粧品などのボトルなどの表面のことである。その研究の結果、表面のサンプルのもつ物理的パラメータ(ビーズの粒子径・ビーズの硬さ・樹脂の種類)により感性評価に違いがあることが明らかになった。

ただし、これらの著者らの研究では、表面の色の違いによる感性評価への影響について検討していなかった。しかし色には色相、明度、彩度の3要素があり⁵⁾、添田らの研究では、湿潤綿布使用時にその色相が印象評価及び温冷感に影響を与えていることが報告されている⁶⁾。そこで今回、色相という要素を追加することによって、樹脂表面の質感(視覚的質感と触感)の感性評価に与える影響を、以下の順序で明らかにすることにした。

- (1) 視覚的質感と触感を評価する形容詞対を選定する⁷⁾
- (2) 感性評価実験で使用する色相を選定する
- (3) ビーズを塗布した樹脂表面に(2)で選定した色相を使用し、視覚と触感で感性評価実験を行う

ここでは、2番目の実験と3番目の実験について紹介する。

2. 色相選定の実験

2.1 実験方法

2.1.1 色相の候補

色相の選定は、形容詞対を用いた感性評価により行うこと

にした。色相の候補は、物体色の色名の基本色⁸⁾とカテゴリカル基本色⁹⁾から、赤、黄赤、黄緑、緑、青緑、青、青紫、紫、赤紫、白、灰、黒、茶を使用した。それぞれのRGB値を表1に示す。そして感性評価の対象として、表面に上述の14色をそれぞれ塗布した円柱状の物体の画像(以下「サンプル画像」)を作成した。サンプル画像の提示例を図1に示す。この14種類のサンプル画像から、白のサンプル画像を基準とし、他の色相のサンプル画像を評価対象とした。

2.1.2 サンプル画像の提示

明度8の無彩色の背景画像上に、上述した基準と評価対象

表1 各色のRGB値

色	R	G	B	色	R	G	B
赤	230	0	18	青紫	48	48	146
黄赤	243	121	9	紫	96	25	134
黄	255	241	0	赤紫	163	13	76
黄緑	128	197	34	白	255	255	255
緑	0	153	68	灰	160	160	160
青緑	0	111	113	黒	0	0	0
青	0	71	157	茶	115	0	9

図1 サンプル画像等の提示

図2 実験環境

図3 実験風景

1種類の計2種類のサンプル画像を、PCディスプレイに表示した。例を図1に示す。また実験環境は以下の通りで、それを図2に示し、また実験風景を図3に示す。

- ・使用したPCディスプレイ：22型ワイド液晶ディスプレイ
- ・PCディスプレイの解像度：1680 × 1050
- ・目とPCディスプレイの距離：50～60cm
- ・PCディスプレイの提示角度：30度

2. 1. 3 評価方法

評価に使用する形容詞対は、予備実験で選定した21種類⁷⁾から選択した12種類を使用した(表2)。評価方法は、7段階評定尺度(−3から+3)を使用した。実験協力者に、右側の形容詞にあてはまる場合は−の評価点、左側の形容詞にあてはまる場合は+の評価点で、どちらでもない場合は0と回答してもらった。ただし、判断できない場合は「判断できない」と回答してもらった。形容詞対は、ディスプレイ上で基準と評価対象の両サンプル画像の間に表示した(図1)。

2. 1. 4 実験手順

実験手順を以下に示す。

- (1) 実験協力者に、ディスプレイに表示した背景画像を20秒間見ってもらう。
- (2) 背景画像上に基準と評価対象を表示する。
- (3) 実験協力者に、基準と評価対象を見て、評価対象を12種類の形容詞対それぞれで評価してもらう。
- (4) (2)から(3)を全ての評価対象に対して、繰り返し行う。

なお、実験協力者に提示する評価対象の提示順序は、順序効果を打ち消すように、ランダムとした。

表2 形容詞対についての主成分負荷量

形容詞対	第1主成分	第2主成分	第3主成分
美しい — 醜い	.726	.086	.472
やさしい — こわい	.715	-.529	.112
愉快的 — 不愉快的	.833	-.185	-.205
癒される — 癒されない	.657	-.392	.468
良い — 悪い	.805	-.185	.234
おしゃれな — 地味な	.702	.498	.141
明るい — 暗い	.811	.018	-.352
積極的な — 消極的な	.760	.307	-.439
目立った — 目立たない	.732	.397	-.296
可愛い — 可愛くない	.818	-.068	-.040
高級感のある — 高級感のない	.150	.638	.606
おいしい — まずい	.775	-.068	-.089
固有値	6.369	1.426	1.352
寄与率	53.078	11.884	11.265
累積寄与率	53.078	64.962	76.227

注) 値は主成分負荷量。絶対値0.4以上のものを太字にした。

2. 2 実験結果と考察

実験は、正常色覚者である20代男性12名に対して行い、実験結果に対して以下の4種類の分析を行った。

2. 2. 1 色相に対するフリードマン検定

まず、各形容詞対に対して、色相を被験者内要因としてフリードマンの検定を行った結果、すべての形容詞対において1%水準で主効果があった。このことから、色相により評価に違いがあることがわかった。

2. 2. 2 形容詞対に対する主成分分析

次に、形容詞対について主成分分析を行った。スクリー・プロットから、採用する主成分は第1, 2, 3成分とした。形容詞対ごとの主成分負荷量を表2に示す。この結果から、各主成分を以下の指標と解釈した。

- ・第1主成分は、ほぼ全ての形容詞対の主成分負荷量の正の値が大きい。このことから、色相の「肯定感」に関する指標だと考えた。
- ・第2主成分は、「高級感のある」「おしゃれ」「目立った」の主成分負荷量の正の値が大きい。また、「やさしい」「癒される」の主成分負荷量の負の値が大きい。このことから、色相の「豪華さ」に関する指標だと考えた。
- ・第3主成分は「高級感のある」「美しい」「癒される」の主成分負荷量の正の値が大きい。また、「積極的な」の主成分負荷量の負の値が大きい。このことから、色相の「優雅さ」に関する指標だと考えた。

次に13色相それぞれに主成分得点を割り当て、第1主成分と第2主成分で作られる2次元平面上にプロットした図を図4に、第2主成分と第3主成分とで作られる2次元平面上にプロットした図を図5に示す。これらの図から以下が考えられる。

- ・「肯定感」に関する第1主成分から、赤・黄赤・黄は「肯定的な」色相とみなせ、紫・黒・茶色・灰色は「否定的な」色相とみなせる。
- ・「豪華さ」に関する第2主成分から、紫・赤紫・赤は「豪華な」色相とみなせ、黄緑・緑・灰色は「貧相な」の色

相とみなせる。

- ・第3主成分から、青・青紫は「優雅な」色相とみなせ、赤は「優雅でない」色相とみなせる。

図4や図5から、色相によって感性評価に違いがあることが、フリードマンの検定と同様にわかった。また、緑と黄緑、黒と紫などの主成分得点間の距離が短いことから、色相同士の感性評価の類似性もわかった。

2. 2. 3 階層的クラスター分析

3番目に、階層的クラスター分析を行った。分析は、結果の頑健性を確かめるために、クラスター間の距離の測定方法を ward 法、平均連結法、完全連結法の3種類で分析を行った。なお個体間の距離の測定方法は、距離が離れていることを強調するため、全て平方ユークリッド距離を使用した。3種類の分析結果に対し6グループに分割した結果、グループ内に属する色相の組み合わせはすべて同じになった。色相のグループ分けの結果を以下に示す。

- ・グループ1：黄赤、黄、赤

- ・グループ2：黄緑、緑
- ・グループ3：青、青紫
- ・グループ4：赤紫
- ・グループ5：青緑、茶、灰
- ・グループ6：紫、黒

2. 2. 4 決定木による分析

最後に、決定木(CART)による分析を行った。決定木分析での分析結果を図6に示す。この結果から色相は以下の4グループに分類された。

- ・グループ1：赤、黄赤、黄
- ・グループ2：黄緑、緑
- ・グループ3：青、青紫、赤紫
- ・グループ4：青紫、紫、灰、黒、茶

この結果は、2.2.3に記載した階層的クラスター分析で得られた色相間の関係と類似していた。さらに、主成分得点を割り当てて作成した図(図4)で得点間の距離が短い色相の組み合わせと、決定木分析や階層的クラスター分析で得られた

図4 主成分得点による色相の分布(主成分1と2)

図5 主成分得点による色相の分布(主成分2と3)

図6 決定木の分析結果

色相の関係も類似していた。これらのことから、階層的クラスター分析での色相分類の妥当性が確認できた。そこで最終的に、色相は2.2.3に記載した6グループに分類し、各グループから1色相を選定し、次の実験で用いることにした。

2. 3 まとめ

樹脂表面の質感の感性評価を行うにあたり、実験対象とする色相を選定するために、形容詞対を評価項目とした感性評価実験を行った。その結果、以下が明らかになった。

- ・すべての形容詞対で、色相で感性評価に違いがあることがわかった。
- ・階層的クラスター分析と他2種類の分析結果で得られた色相間の関係が概ね類似していたことから、階層的クラスター分析における分類の妥当性が確認できた。

分析結果に基づき、13色相を6グループに分類した。そこで次節では、各グループから選定した色相を使用して、樹脂表面の質感の感性評価を行った。

3. 樹脂表面の質感の感性評価実験

3. 1 実験方法

3. 1. 1 使用するサンプルと3Dモデルについて

今回の実験では、Head Mounted Display (HMD)を用いて、バーチャルな3次元空間上の基準の3Dモデル(基準モデル)と評価対象の3Dモデル(評価モデル)を見ながら、実空間の基準のサンプルと評価対象のサンプルを手で触ってもらい、基準に比べて評価対象をどう感じたのか形容詞対で評価してもらうことにした。

実空間のサンプルは、円柱状の物体の側面に、ビーズを塗布した樹脂表面を巻きつけたものを用意した(図7)。樹脂の材質はFPで、樹脂に含まれるビーズの粒子径の大きさがそれぞれ異なる3種類のサンプル(FP-2, FP-4, FP-7)を、評価対象のサンプルとして使用した。それぞれのサンプルに含まれるビーズの粒子径は以下のとおりである。

- ・FP-2: 10 μm
- ・FP-4: 22 μm
- ・FP-7: 93 μm

また基準のサンプルとして、樹脂にビーズを含まないサンプルも使用した。

一方バーチャル空間に提示する3Dモデルは、表面に色を塗布した円柱状の物体をモデル化した。表面に白を塗布した円柱を基準モデルとし、前節で述べた予備実験で選定した黄赤・黄緑・青紫・黒・赤紫・灰色に白を加えた計7種類の色を塗布した評価モデルを使用した。それぞれのRGB値は既に表1に示している。

3. 1. 2 サンプルと3Dモデルの提示

実空間において、サンプルは、基準のサンプルと評価対象のサンプル1種類を1組として並べ、磁石で固定して提示した(図7)。一方バーチャル空間の3Dモデルは、明度8の無彩色を背景とし、基準モデルと評価モデル1種類を1組として提示した。提示の例を図8に示す。3DモデルはHMD(Oculus rift dk2)を用いて、立体視で提示した。このとき、実験協力者にバーチャル空間上のモデルを触っていると錯覚させるために、3Dモデルの人間の手が円柱を触っている映像

を見せた(図8)。モデルの手の動きは、以下のような流れになっている。

- (1)基準モデルの側面を上下に往復3回撫でる。
- (2)評価モデルの側面を上下に往復3回撫でる。

この流れを1セットとして、1つの形容詞対を評価してもらう。実験環境を図9に示す。

3. 1. 3 評価方法

評価に使用する形容詞対は、予備実験で選定した21種類(表3)を使用した⁷⁾。評価方法は、前節と同じ7段階評定尺度(-3から+3)を使用した。実験協力者に右側の形容詞にあてはまる場合は-の評価点、左側の形容詞にあてはまる場合は+の評価点で、どちらでもない場合は0と回答してもらった。ただし判断できない場合は「判断できない」と回答してもらった。形容詞対は、バーチャル空間上で基準モデルと評価モデルの間に表示した(図8)。

3. 1. 4 実験手順

実験手順を以下に示す。

- (1)実験協力者に、HMD上に表示された明度8の無彩色の

図7 実空間におけるサンプルの提示方法

図8 提示する画面の例

図9 実験環境

画像を15秒間見てもらう。

(2)基準モデルと評価モデルの画像を並べて提示する。

(3)実験協力者に、バーチャル空間上の手のモデルの動きに合わせて、2種類のサンプルを触ってもらう。

(4)実験協力者に、基準と比べて異なる色と粒子径をどう感じたのか、形容詞対で評価してもらう。

(5)(1)～(4)を全ての組み合わせ(3つのサンプルに対して、それぞれ7色の評価をしてもらうため、計21種類)に対し、繰り返し行う。

なお、実験協力者に提示する評価対象の提示順序は、順序効果をなくすためにランダムとした。

3. 2 実験結果と考察

実験は、正常色覚者である20代男女12名ずつ、計24名に対して行った。実験結果に対して、以下の2種類の分析を行った。

3. 2. 1 形容詞対に対する主成分分析

まず、各形容詞対に対して、被験者間・被験者内要因を考慮した三元配置の分散分析を行った。この時、被験者間要因・被験者内要因は以下の通りに設定した。

- ・被験者間要因：性別(水準数2)
- ・被験者内要因：色(水準数7)、粒子径(水準数3)

すべての形容詞対における三元分散分析の結果をまとめたものを、表3に示す。この結果から、以下がわかった。

- ・すべての形容詞対で、色に主効果があった($p < 0.01$)。
- ・「暖かい－冷たい」「鋭い－鈍い」を除くすべての形容詞対で、粒子径に主効果があった($p < 0.05$)。
- ・「愉快的－不愉快的」「暖かい－冷たい」「ワイルドな－ワイルドでない」の形容詞対で、性別に主効果があった($p < 0.05$)。

以上の結果から、性別よりも、色と粒子径が感性評価に影響を与えていることがわかった。そこで、色と粒子径の関係性

に焦点を当て、反復測定による一元配置の分散分析で多重比較を行った結果は、以下の通りであった。

・「男性的な－女性的な」の形容詞対は、赤紫のとき、他の色より評価が低かった($p < 0.05$)。

・「美しい－醜い」等の形容詞対は、粒子径が大きいとき、他の粒子径より評価が低かった($p < 0.05$)。

3. 2. 2 重回帰分析

次に、色、粒子径、性別を要因とした重回帰分析を行った。重回帰式は以下のように仮定し、重回帰係数を求めた。ここでlogは常用対数である。

$$Y = a + b \log x_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4 + fx_5 + gx_6 + hx_7 + ix_8 \quad (1)$$

ただし、

- Y：形容詞対の予想評価点、
- x_1 ：ビーズの粒子径の数値(μm)、
- x_2 ：黄赤のダミー変数(黄赤の時1、それ以外の時0)、
- x_3 ：黄緑のダミー変数(黄緑の時1、それ以外の時0)、
- x_4 ：青紫のダミー変数(青紫の時1、それ以外の時0)、
- x_5 ：赤紫のダミー変数(赤紫の時1、それ以外の時0)、
- x_6 ：灰色のダミー変数(灰色の時1、それ以外の時0)、
- x_7 ：黒のダミー変数(黒の時1、それ以外の時0)、
- x_8 ：女性のダミー変数(女性の時1、男性の時0)

この式により、ビーズの粒子径、色や実験協力者の性別の評価への影響が一元的に表現できる。「男性的な－女性的な」に対する各偏回帰係数を以下に示す。

$$a = -3.31, b = 0.46, c = -0.10, d = 0.10,$$

$$e = 0.27, f = -0.26, g = 2.10, h = 0.20, i = -0.05$$

この結果から、「男性的な－女性的な」の評価が最も高くなるのは、評価者が男性、モデルの色は青紫、粒子径が大きい場合であることがわかり、それぞれの影響の程度もわかった。また、すべての形容詞対ごとの各偏回帰係数と説明力をまとめたものを表4に示す。この結果から、以下がわかった。

表3 全ての形容詞対における三元配置の分散分析結果一覧

形容詞対	粒子径	粒子径 * 色	粒子径 * 性別	粒子径 * 色 * 性別	色	色 * 性別	性別
男性的な — 女性的な	**				**		
美しい — 醜い	**		**		**		
落ち着いた — 落ち着きのない	**				**		
やさしい — こわい	**		*		**		
愉快的 — 不愉快的	**		*		**		*
癒される — 癒されない	**	*			**		
良い — 悪い	**				**		
おしゃれな — 地味な	**		**		**		
みずみずしい — 枯れた	**				**		
明るい — 暗い	**				**		
重い — 軽い	**				**		
暖かい — 冷たい					**		**
積極的な — 消極的な	*				**		
個性的な — 平凡な	**				**		
目立った — 目立たない	*				**		
鋭い — 鈍い			*		**		
かわいい — かわいくない	**	*			**		
高級感のある — 高級感のない	**				**		
おいしい — まずい	**				**		
ワイルドな — ワイルドでない	**				**		*
人工的な — ナチュラルな	*				**		

有意水準 *5% **1%

表 4 全ての形容詞対ごとの各偏回帰係数と説明力

形容詞対	定数	粒子径	黄赤	黄緑	青紫	赤紫	灰色	黒	女性	説明力
Y	a	b	c	d	e	f	g	h	i	R ²
男性的な	- 3.31**	0.46**	- 0.1**	0.1**	0.27*	- 0.26**	0.21**	0.2**	- 0.05	0.46**
美しい	3.13**	- 0.54**	0.49	0.01	0.03	0.03	- 0.18**	- 0.15**	0.09*	0.35**
落ち着いた	3.81**	- 0.52**	- 0.09	- 0.2	0.05	- 0.18**	0.02	- 0.07	0.04	0.3**
やさしい	3.4**	- 0.48**	0.15**	0.05	- 0.15**	- 0.05	- 0.11*	- 0.3**	0.06	0.37**
愉快的な	2.55**	- 0.46**	0.2**	0.1*	- 0.05	- 0.01	- 0.1*	- 0.13**	- 0.11**	0.31**
癒される	4.08**	- 0.53**	0.00	0.05	- 0.08	- 0.19**	- 0.13**	- 0.25**	0.03	0.36**
良い	3.33**	- 0.5**	0.06	0.06	- 0.06	- 0.12*	- 0.15**	- 0.22**	0.05	0.32
おしゃれな	1.5**	- 0.25**	0.11*	0.02	- 0.01	0.17**	- 0.28**	- 0.09	0.09*	0.2**
みずみずしい	1.04**	- 0.32**	0.12*	0.22**	0.19**	0.15**	- 0.15**	- 0.11*	- 0.06	0.24**
明るい	0.67**	- 0.11**	0.24**	0.12**	- 0.26**	0.03	- 0.3**	- 0.48**	- 0.07*	0.47**
重い	- 2.38**	0.31**	- 0.08	- 0.09	0.18**	0.11*	0.24**	0.34**	0.04	0.28**
暖かい	0.32	- 0.04	0.3**	0.04	- 0.32**	0.17**	- 0.13**	- 0.1*	0.15**	0.3**
積極的な	- 0.7**	0.09*	0.28**	0.1*	- 0.18**	0.3**	- 0.24**	- 0.16**	- 0.03	0.34**
個性的な	- 1.49**	0.29**	0.19**	0.05	0.03	0.19**	- 0.23**	0.02	- 0.04	0.21**
目立った	- 1.34**	0.17**	0.27**	0.16**	- 0.02	0.29**	- 0.2**	0.00	- 0.06	0.24**
鋭い	- 1.07**	0.01	0.08	- 0.00	0.06	0.17	- 0.17**	- 0.06	- 0.05	0.04**
かわいい	2.6**	- 0.41**	0.17**	0.05	- 0.16**	0.05	- 0.21**	- 0.3**	- 0.09*	0.37**
高級感のある	2.44**	- 0.37**	- 0.13*	- 0.16**	0.01	- .21	- 0.19**	- 0.01	0.11**	0.18**
おいしい	2.05**	- 0.36**	0.24**	0.07	- 0.16**	0.03	- 0.22**	- 0.26**	- 0.05	0.35**
ワイルドな	- 1.93**	0.42**	- 0.09	- 0.03	- 0.05	- 0.06	0.12*	0.17**	- 0.16**	0.26**
人工的な	- 1.21**	0.12**	0.04	- 0.11	0.1	0.26**	0.13*	0.17**	- 0.04	0.1**

有意水準 *5% **1%

- ・粒子径が大きくなるほど、「男性的な」「重い」「積極的な」「個性的な」「目立った」「ワイルドな」「人工的な」は評価が高かった。
- ・女性は男性よりも、「美しい」「落ち着いた」「やさしい」「癒される」「おしゃれな」「重い」「暖かい」「高級感のある」の評価が高かった。

3. 3 まとめ

感性評価に与える樹脂表面の質感(視覚的質感と触感)の影響を明らかにする目的で、2種類の予備実験の後、表面に色を塗布した3Dモデルとビーズを塗布した樹脂表面を巻きつけた円柱状の物体を使用し、バーチャル空間と実空間を利用して感性評価実験を行った。その結果、以下が明らかになった。

- ・3Dモデルの色の違いは、全ての形容詞対の評価に影響を与えている。
- ・分散分析と重回帰分析の結果から、粒子径の違い、性別の違いはいくつかの形容詞対の評価に関わっている。
- ・重回帰分析の結果から、形容詞対の総合評価を予想する回帰式が得られた。

4. おわりに

現在、商品価値の新しい評価軸として「感性価値」が注目されている。そこで著者らは、ビーズを塗布した樹脂表面を対象として、視覚と触覚のマルチモーダルな質感の感性評価に関する系統的研究を行ってきた。今回は、表面の色の影響を明らかにする目的で、視覚情報をバーチャル空間、触覚情報を実空間という環境で、感性評価実験を実施した。

その結果、表面の色の違いで印象が変わることや、ビーズの粒子径も大きく影響すること、また評価者の性別でも感性

評価が異なる場合のあることを明らかにした。さらに感性評価の予測式も得た。

今後は、色の数やサンプルの種類、評価者の年代を考慮してさらに検討していくことが課題である。

なお、本稿はこれまでに行った研究の成果^{10),11)}をまとめたものである。これらの研究を共同で行ったDICの皆様や芝浦工業大学の元学生に感謝する。

(Received November 1, 2018)

文 献

- 1) 経済産業省；感性価値創造イニシアティブー第四の価値軸の提案 感性☆21 報告書(経済産業調査会, 2007)。
- 2) 荒木潤一郎；感性工学, 7, (3), 417 (2008)。
- 3) 大倉典子, 井上和音, 堀江亮太, 高橋雅人, 桜井宏子, 小島 隆, 鏈水清隆, 中原 昭；電子情報通信学会技術研究報告, 113, (501), 23 (2014)。
- 4) 大倉典子, 黒田侑樹, 高橋雅人, 桜井宏子, 鏈水清隆, 中原 昭, 長澤俊一；人間工学, 51, (Supplement), S184 (2015)。
- 5) 大山 正, 齋藤美穂；色彩学入門 色と感性の心理, p.4 (東京大学出版会, 2009)。
- 6) 添田泰弘, 北本拓磨, 長谷川光司；電子情報通信学会論文誌, J98-A, (6), 436 (2015)。
- 7) W. Morishita, R. Miyazaki, M. Ohkura, M. Takahashi, H. Sakurai, K. Yarimizu, A. Nakahara；*Proc. APD2016*, 251 (Springer, 2016)。
- 8) JIS Z 8102：2001 物体色の色名(日本規格協会2001)。
- 9) B. M. Berlin, P. Kay；*Basic Color Terms: Their Universality and Evolution* (Univ. of Calif, Press, 1969)。
- 10) 森下 和, 宮崎隆次, 大倉典子, 高橋雅人, 桜井宏子, 鏈水清隆, 中原 昭；第11回日本感性工学会春季大会予稿集, G13-1, (2016)。
- 11) 森下 和, 宮崎隆次, 大倉典子, 高橋雅人, 桜井宏子, 鏈水清隆, 中原 昭；第18回日本感性工学会大会講演集, F36, (2016)。