

大画面 LED ディスプレイおよびプロジェクションによる画像・映像表示の心理評価

中津良平¹⁾ (正会員) 土佐尚子²⁾ (正会員) 高田浩之³⁾ (非会員) 楠見孝⁴⁾ (非会員)

- 1) 京都大学デザインスクール 2) 京都大学大学院総合生存学館 3) 株式会社テルミック
4) 京都大学大学院教育学研究科

Psychological Evaluation for Images/Videos Using Large LED Display and Projection

Ryohei Nakatsu¹⁾(Member) Naoko Tosa²⁾(Member) Hiroyuki Takada³⁾(Non-member)
Takashi Kusumi⁴⁾(Non-member)

- 1) Design School, Kyoto University
2) Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University
3) TELMIC Co., Ltd.
4) Graduate School of Education, Kyoto University

ryohei.nakatsu@design.kyoto-u.ac.jp, tosa.naoko.5c@kyoto-u.ac.jp,

h.takada@telmic.co.jp, kusumi.takashi.7u@kyoto-u.ac.jp

アブストラクト

デジタルサイネージやプロジェクションマッピングなどのように、大画面・ディスプレイでの画像・動画の表示が普及しつつあり、各種の条件下での LED ディスプレイとプロジェクターのいずれが優れているかの比較が重要である。本研究では 200 インチ LED ディスプレイと 200 インチスクリーンとプロジェクターを用いた 2 種類の表示を行う実験環境を用意し、照明有と照明無の 2 つの明るさ条件と、アートとテキストの 2 種類のコンテンツを使用し、3 要因からなる計 8 種類の環境下で、24 人の被験者を対象とした心理実験を行なった。得られた結果について 5 段階のスコアの平均値の比較と 8 条件間の多重比較を行い、アート+消灯+LED の条件が他よりはるかに良い結果であることが判明した。次に、より詳細な分析結果を知るために、3 要因分散分析を実行し、3 つの要素が互いにどのように影響するかを明らかにした。

キーワード

LED ディスプレイ、プロジェクター、大画面表示、心理評価

Abstract

Display of images/videos on a big screen/display, such as digital signage, projection mapping, etc., is becoming popular in the area of entertainment, advertisement and so on. Comparison of the usage of an LED display and a projector is important for such applications. We have prepared experimental environment where two types of projection/display using a 200 inch LED display and a 200 inch screen and a projector. Also, two

brightness conditions, light-on and light-off, and two types of contents, art content and text content, were used for the experiment. Under totally eight types of environments, we carried out a psychological experiment using 24 participants. Each subject filled a questionnaire based on five-point semantic differential scale. For the obtained results, firstly, the comparison of mean value of 5 grade scores was carried out and it was revealed that the combination of art content, light-off, and LED display gives far better results than other combinations. Next, to know more detailed analysis results, three-way ANOVA was carried out. And it was revealed how the three factors (LED display/projector, light on/off, art/text content) influence each other.

Keyword

LED display, projector, large scale projection/display, psychological experiment

1. はじめに

大画面に画像や映像を表示することは、同時に多くの人にイメージ情報を伝達する手段として適しており、イベント・学会発表・街頭広告・エンタテインメント・アート展示などにおいて、多くの人にイメージ情報をコンテンツの形でアピールする方法としてよく用いられる。大画面の画像や映像を表示する手法としては、大型のLEDディスプレイに表示する方法やプロジェクターで投影する方法がある。大型LEDディスプレイは高価ではあるが明るい場所でも視認性に優れているため、駅・街角など昼間人通りの多い場所ですでに使われることが多い。一方でプロジェクターを用いて表示する方法は、明るい場所では見えにくいという欠点はあるが、すでに存在している壁や建物を変える事なくそこに表示することができる利点を持っている。特に、建物の形などをそのまま利用して3次元の映像を投影するプロジェクションマッピング[1]は情報の新しい表示法として注目を集めており、エンタテインメントなどの場面で用いられることが多い[2]。しかしながら同時に、大型のLEDディスプレイの価格が低下したり、プロジェクターの輝度が向上したことなどにより、両者が使われる場面が重なり合うようになりつつある。

このような状況においては、プロジェクターとLEDディスプレイによる表示の比較が行われることが望ましい。表示方法の比較では、高解像度の表示、高輝度の表示が人にどのような心理的影響を及ぼすかに関する研究[3][4]や、高精細・大画面映像の観賞に適した画面サイズと鑑賞距離に関する研究[5]などが行われている。しかしながら、プロジェクターとLEDディスプレイによる表示を種々の条件のもとで直接比較するという実験はこれまで報告されていないようである。

しかし上記のように、LEDディスプレイとプロジェクターが使われる場面が重なり始めている現状では、どのような条件の場合にいずれが適しているかに関するデータを提供することは、実用面から見ても有用であると考えられる。このような考察に基づき本研究では、大画面表示における両者の比較実験を行った。その際、周囲環境の明るさを変えさらには表示するコンテンツを変えると共に、被験者に評価してもらう心理実験の枠組みを用いて実験を行った。本論文ではその実験内容や分析結果、さらにはそれに基づく考察などを述べる。本論文は、LEDディスプレイとプロジェクターというそれぞれの特徴を持った機器を大画面上で画像・映像表示に使う際に、どの条件でいずれを用いるかに関する参考データを提示している点で有用であると考えられる。

本論文では、まず第2章で実験方法を述べ、第3章で実験結果とそれに関する考察を述べ、最後に第4章でまとめを述べる。

2. 実験方法

2.1 実験条件

以下に示すように、表示方法2種類、コンテンツ2種類、環境条件2種類を設定し、これらを組み合わせた計8種類の実験条件を設定し、実験を行った。

(1) 表示方法

大型画面でのコンテンツ表示を模擬すると共にLEDディスプレイとプロジェクターによる表示の正確な比較を行うために、200インチのLEDディスプレイに表示する方法と8000ルーメンのプロジェクターを用いてLEDディスプレイと同サイズの200インチのスクリーンに投影する方法の2種を比較することとした。ディスプレイとプロジェクターのサイズはいずれも横4.43m、縦2.5m(比率16:9)である。LEDディスプレイはSMD素子をピッチ2.5mmで並べたもので、総解像度は1760ピクセル×960ピクセルでほぼフルHDの解像度を持つ。輝度は1200cd/m²である。8000ルーメンプロジェクターもフルHD規格のものである。投影される映像はいずれもHDとした。



図1. 実験に用いた200インチLEDディスプレイ



図2 実験に用いたスクリーンとプロジェクター

図1に200インチのLEDディスプレイを示す。なおそこに表示してあるのは後述するアートコンテンツである。また図2にはスクリーンとプロジェクターを示す。これらの環境実現に必要なLEDディスプレイ、プロジェクターおよびスクリーンを約300平米の広さの実験室に設置して、比較実験を行うことを可能とした。またそれぞれの条件での実験を行う時間帯は別にして、相互の実験が影響を与え合わないよう配慮した。

(2) コンテンツとその作成方法

プレゼン資料作成用ソフト(PowerPoint)を用いて作成したテキスト主体の画像と著者の一人である土佐尚子制作のビデオアート映像との2種を比較実験に用いた。テキスト主体の画像の内容は企業案内のための説明文章で、16ポイントの游明朝体ゴシックフォントを用いた文章を主体とするとともに、企業ロゴや代表的な製品などの小さな画像が含まれている。

またここで用いられたビデオアート映像は、土佐によって制作された「サウンドオブ生け花」というビデオアート作品である。土佐は、絵の具などの流体に音の振動を与えてそれを高速度カメラで撮影することによって、流体で生け花のような形状を作成することができるを見出した。スピーカーを上向きに置き、上に薄いゴム膜を張り、その上に絵の具などの流体を置いて、スピーカーをサウンドで振動させると、絵の具が飛び上がり種々の造形が作り出される（図3）。

土佐はこの実験環境を用いて、音の形状・音の周波数・流体の種類・流体の粘度などを変化させることによって、種々の流体形状が生成されることを確かめた[6]。さらにそのようにして得られたビデオ画像を日本の季節の色に合わせて編集し、「サウンドオブ生け花」と呼ばれるビデオアートを制作した[7]。

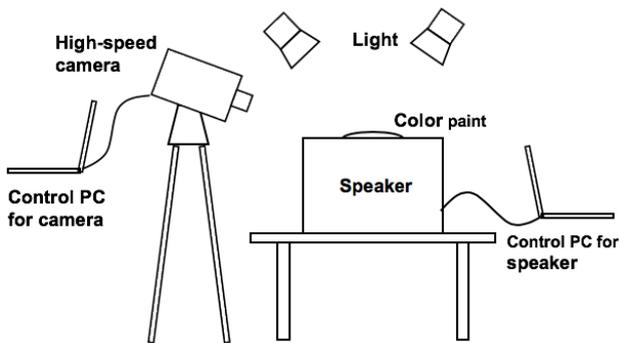


図3. 「サウンドオブ生け花」生成システム

本作品は2014年にシンガポールのArtScience Museumの高さ約20mの外壁を用いてプロジェクションマッピングを行なった。さらに2017年4月にはニューヨークのタイムズ・スクエアの60台以上の大型LEDディスプレイを用いて展示を行った。したがって、プロジェクターおよびLEDディスプレイを用いて大画面で表示し多くの人に鑑賞してもらった実績を持っている映像であり、LEDディスプレイとプロジェクターによる表示の比較実験に適していると考えられる。ただ多くの人が見慣れていることを考慮し、本研究では同じ手法を用いながら流体として生漆を用いて制作したビデオアート作品「四神」をアートコンテンツとして用いた。図4にその1シーンを示す。様々の色の生漆を用いて、アジアに共通した文化である青龍、朱雀、白虎、玄武の4つの霊獣をビデオアートとして表現した作品である。



図4. 心理実験に用いたアートコンテンツ「四神」

(3) 環境条件

明るい環境下と暗い環境下での見えの違いの比較実験を行うため、LEDディスプレイおよびプロジェクター+スクリーンを設置した実験室において、照明を点灯した場合と消灯した場合の2種類の条件の比較実験を行なった。当初は暗幕等でLEDディスプレイやスクリーンを囲んで暗い環境を実現することを検討したが、いずれも200インチと大きなサイズであり、暗幕で覆った環境を実現することが困難であった。そのため、完全な暗さを実現するため実験は日没後の夜間に行うこととし、実験室全体の照明の点灯・消灯を行って明るい環境と暗い環境を実現することとした。これによって、照明を消した場合は暗闇を実現することができた。この条件の時、照明をつけた場合は被験者の位置での照度は約30ルクスであり、照明を消した場合の照度は0ルクスであった。

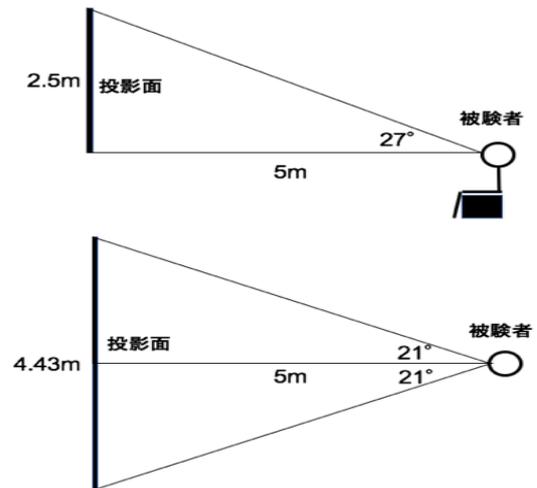


図5. ディスプレイ/スクリーンと被験者の位置関係

被験者はLEDディスプレイおよびスクリーンの正面中央で、ディスプレイ、スクリーンから5m離れた位置に椅子に座って、それらに表示されるコンテンツを鑑賞した。これは一般に言われる最適視認距離である、スクリーンサイズ（インチ）×0.3～0.25から算出される5m～6mの範囲に入っている。被験者から投影面を見た際の仰角は27°、視野角は42°である（図5）。

2.2 実験の手順

(1) 被験者

被験者は京都大学の日本人学生24名（男性13名、女性11名）である。年齢はいずれも20代で、男女比をほぼ半々にするように配慮した。実験にあたっては、実験参加者に対して十分なインフォームドコンセントを行った。

(2) 画像・映像提示手順

各被験者には先に述べた8条件をランダムな順序で設定し、

実験を行うこととした。実験は、30秒休憩->60秒コンテンツ表示(1回目)->30秒休憩->60秒コンテンツ表示(2回目)->30秒休憩、を1サイクルとして条件を変えて8回繰り返した(図6)。

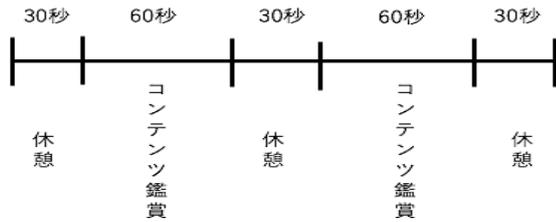


図6. 実験の1サイクル

(3) 測定方法

主観評価方法としてSD法を採用した。SD法は反対の意味を持つ形容詞を両端に配置し、その間を7段階もしくは5段階に区切った評価尺度を用いるもので、本実験では5段階の評価尺度を用いた。

(4) 評価項目

主観評価項目として先行研究[3][4][5]などを参考にしながら、表1に示す5項目の主観評価測定項目を採用し、質問紙によるアンケートを行った。大画面での表示の際は臨場感が実現されているか否かなどが評価項目として用いられることが多い[8]。しかしながら、大画面表示が通常になりつつあることと共に感性に訴えるアートコンテンツを用いた画像・映像が使われることが多くなって来ている。そのような状況を考慮し、本実験では見やすさや内容に興味を持てたかなどの評価項目に加え、「リラックスして見れたか」「気分が高揚したか」などの感性的な評価項目を用いた。

先に述べたようにランダムな順序で与えられる8種類の実験条件のもとで図6のようにコンテンツが提示され、1サイクル終了ごとに質問紙に記入してもらった。また全部で8つのサイクルが終了したのちに、被験者ごとに簡単なインタビューを行い、全体的な感想を聞いた。

表1. 主観評価項目

総合的に満足できたかー総合的に満足できなかったか
映像全体に見やすいかー映像全体に見にくい
リラックスして見れたかーリラックスして見れなかったか
内容に興味を持てたかー内容に興味を持てなかったか
気分が高揚したかー気分が高揚しなかったか
長く鑑賞したいかー長く鑑賞したくない

3. 結果と考察

3.1 主観評価項目の平均値・標準偏差と多重比較

それぞれの主観評価項目に関して8つの実験条件の比較を行った。実験条件の内容は以下の通りである。(PJ: プロジェクター、明: 照明あり、暗: 照明なし)

- 条件1: PJ×アート×明
- 条件2: PJ×テキスト×明
- 条件3: PJ×アート×暗
- 条件4: PJ×テキスト×暗
- 条件5: LED×アート×明
- 条件6: LED×テキスト×明
- 条件7: LED×アート×暗
- 条件8: LED×テキスト×暗

6つの主観評価項目ごとに平均値と標準偏差を求めた結果を図7~図12に示す。また、6つの評価項目ごとに、8つの実験条件の間の差を検討するために、Holm法による多重比較を行った結果を表2に示す。

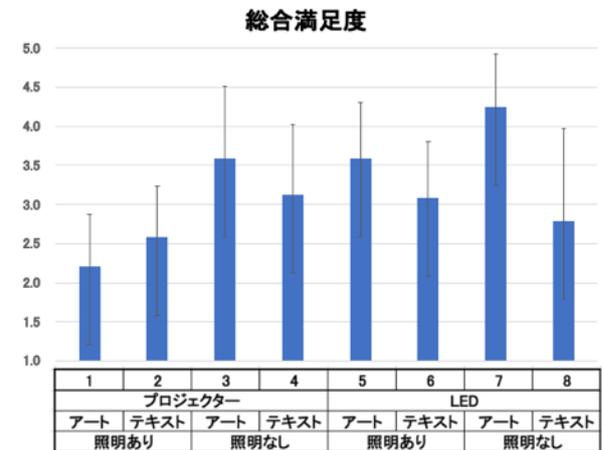


図7. 「総合満足度」のスコア比較
エラーバー: 標準偏差 (図8~12も同様)

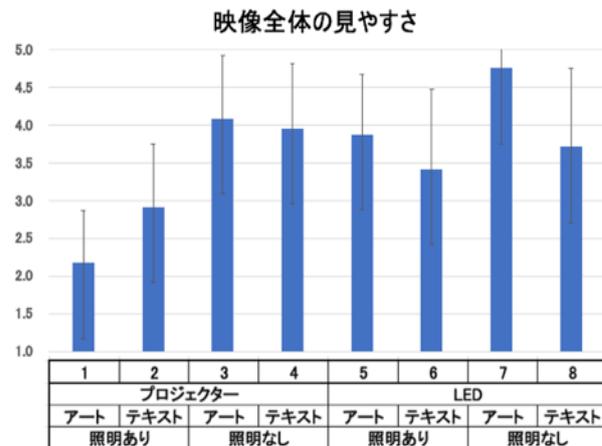


図8. 「映像全体の見やすさ」に関するスコア比較

リラックスして見れたか

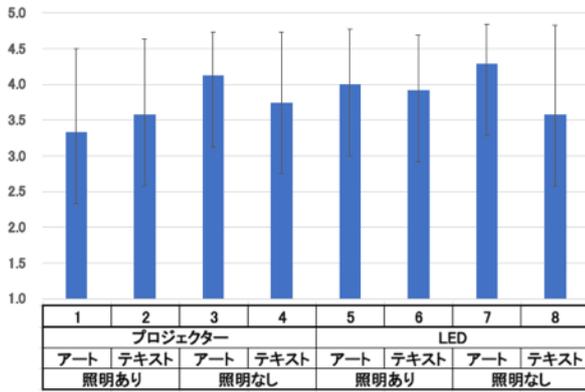


図9. 「リラックスして見れたか」に関するスコア比較

内容に興味を持てたか

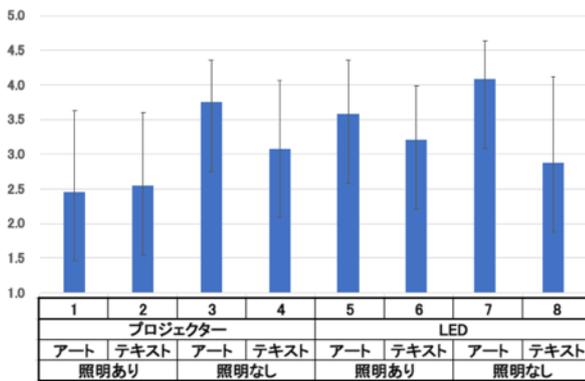


図10. 「内容に興味を持てたか」に関するスコア比較

気分の高揚感

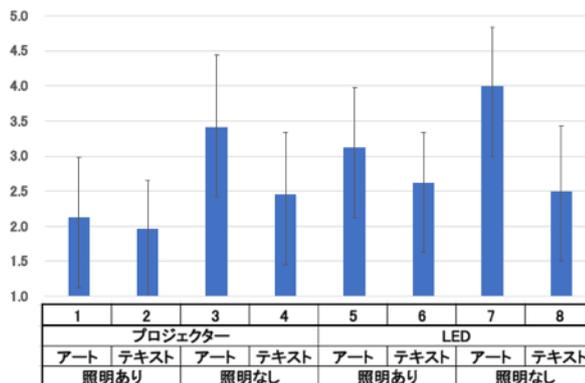


図11. 「気分が高揚したか」に関するスコア比較

長く鑑賞したいか

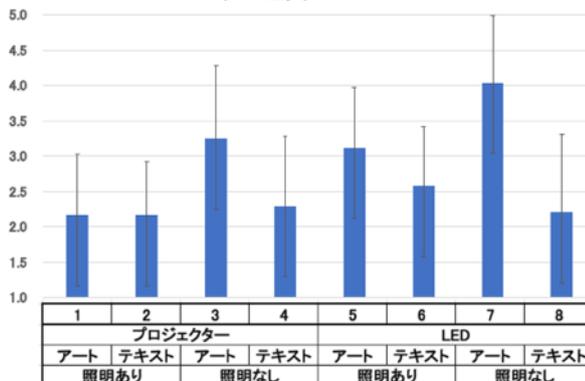


図12. 「長く鑑賞したいか」に関するスコア比較

3.2 考察

(1) 総合満足度

総合満足度に関しては条件7が唯一評価値4以上と最も高いスコアを得ている。インタビューでも細部の見え、迫力などが優れているという意見が多かった。一方、条件7はコントラストが強すぎて疲れやすいという意見もあったが、1名にとどまった。スマートフォンなどで高解像度でコントラストの強い画像・映像を見慣れている若い世代の人たちは、暗い環境下でのLEDディスプレイを使った表示にあまり違和感を覚えないうことが、この結果から見て取れる。

表2 多重比較の結果

多重比較	総合満足度	映像全体のみやすさ	リラックスして見れたか	内容に興味を持てたか	気分の高揚感	長く鑑賞したいか
条件1-条件2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件1-条件3	**	**	**	**	**	**
条件1-条件4	**	**	ns	ns	ns	ns
条件1-条件5	**	**	*	**	**	**
条件1-条件6	**	**	ns	ns	ns	ns
条件1-条件7	**	**	**	**	**	**
条件1-条件8	ns	**	ns	ns	ns	ns
条件2-条件3	**	**	ns	**	**	*
条件2-条件4	ns	**	ns	ns	*	ns
条件2-条件5	**	**	ns	**	**	**
条件2-条件6	ns	ns	ns	*	ns	ns
条件2-条件7	**	**	ns	**	**	**
条件2-条件8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件3-条件4	ns	ns	ns	ns	**	*
条件3-条件5	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件3-条件6	ns	ns	ns	ns	**	ns
条件3-条件7	**	*	ns	ns	ns	ns
条件3-条件8	ns	ns	ns	*	*	*
条件4-条件5	ns	ns	ns	ns	ns	*
条件4-条件6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件4-条件7	**	**	ns	*	**	**
条件4-条件8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件5-条件6	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件5-条件7	**	**	ns	ns	**	**
条件5-条件8	ns	ns	ns	ns	ns	*
条件6-条件7	**	**	ns	**	**	**
条件6-条件8	ns	ns	ns	ns	ns	ns
条件7-条件8	**	**	ns	**	**	**

** p<.01, *p<.05, ns なし

また多重比較の結果を見ても、条件7は他の全ての条件と1%水準で有意に優れているという結果が得られている。条件7に次いで条件3、5、4、6、8が良い結果が得られている。ただし、多重比較の結果からは条件3、5、4、6、8の間に有意差は認められない。

これらに比較すると条件1、2は評価値のスコアが低い。特に条件1は他の全ての条件と1%水準で有意に低く評価されている。また条件2は条件3、5、7と1%水準で有意に低く評価されている。

以上のことをまとめると以下のことが言える。アートコンテンツに関しては条件設定に関して敏感である。LED×照明なしの場合に非常に高い評価を得ていると同時にプロジェクター×照明ありの場合にはもっとも低い評価となっている。アート

コンテンツの表示の際はこの点について注意する必要がある。テキストコンテンツに関しては、アートコンテンツに比較して評価結果が環境条件に影響されにくい特徴を持っている。ただ、アートコンテンツに比較して評価スコアが低くなりがちである。今後ともテキストを主体としたコンテンツを大画面に表示する機会は増えると考えられるので、いかにしてテキストコンテンツをアピールできるものにするかは、重要な課題であろう。

(2) 他の評価項目

他のいずれの評価項目に関しても条件 7 が唯一評価スコア 4 以上の高い評価を得ており、それが総合評価においてもっとも高い評価を得ていることにつながっている。以下、それぞれの評価項目に関して特徴的な点を述べる。

「映像全体の見やすさ」に関しては「総合満足度」とよく似た傾向を示している。図 9 および表 2 に関しても「総合満足度」とほぼ同様の傾向を示している。このことは映像全体の見やすさが総合満足度にも貢献していることを示している。テキストコンテンツに関しても条件 4 が 4 に近い評価スコアでアートコンテンツに匹敵する評価を得ており、室を暗くしてプロジェクターでコンテンツを表示するという通常用いられる方式が有効であることを裏付けている。

「リラックスして見れたか」に関しては、いずれの条件も平均スコアが 3 以上と比較的高い評価結果を得ている。と同時に条件間の差が少ないことにも特徴がある。このことは表 2 の多重比較において、ほぼすべての条件間で有意差が現れていないことにも示されている。ただし条件 1 が条件 3、7 に対して 1%水準で有意に低く評価されており、アートコンテンツの表示に明るい場所でのプロジェクター使用が適していないことを示している。

「内容に興味を持たたか」に関しては「総合満足度」と似た傾向を示しているが、「総合満足度」の場合条件 7 が条件 3、5 と有意な差があったのに対して、ここでは有意差なしという結果が出ている。これは、アートコンテンツの表示の際には興味を持たせるだけなら、条件にあまり左右されないことを示していると考えられる。

「気分の高揚感」に関してはアートコンテンツに比較してテキストコンテンツの評価値が低い。これはこの項目がアートコンテンツのような感性を刺激するコンテンツに適した項目であるため、やむを得ないところがある。一方アートコンテンツは、条件 1 を除いて総じて平均値以上の評価スコアを得ている。興味深いのは「総合満足度」で条件 3 が条件 7 に対して有意に低く評価されたのに対し、ここでは有意差なしという結果が出ていることである。LED ディスプレイを用いるかプロジェクターを用いるかに関わらず、暗い環境が気分を高揚させる効果を持っているのではと考えられる。

「長く鑑賞したいか」に関しては「気分の高揚感」と似た結果が得られている。これは図 12、13 の比較や表 2 の多重比較の結果が似ていることからわかる。学会発表などで長い鑑賞に耐えるテキストコンテンツをいかにして作成するかは重要であることを示している。

3.3 要因分散分析

本実験では (1) プロジェクターを用いるか LED ディスプレイを用いるか、(2) 照明を点灯するか消灯するか、(3) 表示するコンテンツとしてアートコンテンツを用いるかテキストを主体とするコンテンツを用いるか、の 3 要因の組み合わせとして 2×2×2 の計 8 条件のもとで実験を行った。従って、それらの要因が結果にどのように影響しているかを調べるため、要因 A: プロジェクター (A1) /LED (A2)、要因 B: 照明あり (B1) /照明なし (B2)、要因 C: アート (C1) /テキスト (C2) の 3 要因参加者内分散分析を行った。表 3 に、それぞれの評価項目における、主効果、交互作用、および他方の要因の水準ごとの要因の主効果に関する有意性をまとめた表を示す。

図 7~図 12 の結果から、図 7 の総合満足度が全体の結果を代表していると考えられるので、以下総合満足度の結果を中心に述べる。

表 3. 要因分散分析の結果

		総合評価	映像全体のみやすさ	リラックスできたか	興味を持たたか	高揚感はあるか	長く鑑賞したいか
主効果	A	**	**	*	**	**	**
	B	**	**	+	**	**	**
	C	**	ns	*	**	**	**
交互作用	AxBxC	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	AxB	**	**	*	**	**	ns
	BxC	**	*	*	**	**	**
	CxA	**	**	*	**	+	**
他方の要因の水準ごとの要因の主効果	A at B1	**	**	**	**	**	/
	A at B2	ns	+	ns	ns	+	/
	B at A1	**	**	*	**	**	/
	B at A2	ns	**	ns	ns	**	/
	B at C1	**	**	**	**	**	**
	B at C2	ns	**	ns	ns	ns	ns
	C at B1	ns	ns	ns	ns	*	+
	C at B2	**	**	**	**	**	**
	A at C1	**	**	**	**	**	**
	A at C2	ns	ns	ns	ns	*	ns
	C at A1	ns	+	ns	ns	**	*
	C at A2	**	**	**	**	**	**

** p<0.01, * p<0.05, + p<0.1, ns なし

まず 3 要因のそれぞれの主効果の有意性に関する分析を行ったところ、いずれの要因に関しても 1%水準で有意であることがわかった。(Fs(1, 23) =36.4, 24.0, 17.1, ps<.01)。次に 3 要因の交互作用の有意性に関する分析結果を行ったところ、要因 A×要因 B、要因 B×要因 C、要因 C×要因 A の交互作用がいずれも 1%水準で有意であることがわかった。(Fs(1, 23) =7.1, 9.6, 10.5 ps<.01)

次に各要因と他の要因の相互作用の詳細な分析を行った結果、以下のような結果が得られた。

(1) 要因 A (プロジェクター/LED) と要因 B (照明あり/照明なし) の交互作用

明るい場合、LEDがプロジェクターに比較して1%水準で有意に有利であるが ($F(1, 23) = 59.5, p < .01$)、暗い場合は有意差はない ($F(1, 23) = 2.4, n.s.$)。プロジェクターの場合は、暗いが明るいに比較して1%水準で有意に有利であるが ($F(1, 23) = 63.7, p < .01$)、LEDの場合は有意差はない ($F(1, 23) = 1.6, n.s.$)。

(2) 要因B(照明あり/照明なし)と要因C(アート/テキスト)の交互作用

アートコンテンツを用いる場合、照明なしが照明ありに比較して1%水準で有意に有利であるが ($F(1, 23) = 65.8, p < .01$)、テキストコンテンツの場合は有意差はない ($F(1, 23) = 0.5, n.s.$)。また、照明ありの場合、アートコンテンツとテキストコンテンツに有意差はないが ($F(1, 23) = 0.6, n.s.$)、照明なしの場合は、アートコンテンツがテキストコンテンツに比較して1%水準で有意に有利である ($F(1, 23) = 24.2, p < .01$)。

(3) 要因C(アート/テキスト)と要因A(プロジェクター/LED)の交互作用

アートコンテンツの場合、LEDがプロジェクターに比較して1%水準で有意に有利であるが ($F(1, 23) = 59.1, p < .01$)、テキストの場合は有意差はない ($F(1, 23) = 0.4, n.s.$)。LEDの場合は、アートコンテンツがテキストコンテンツに比較して1%水準で有意に有利であるが ($F(1, 23) = 37.2, p < .01$)、プロジェクターの場合には有意差はない ($F(1, 23) = 0.08, n.s.$)。

他の評価項目に関する特徴的な点に関しては次の考察の項で述べる。

3.4 分散分析結果に関する考察

まず総合評定値に関する3要因の分散分析の結果に関して特徴的な結果は以下の通りである。

(1) 要因A(プロジェクター/LED)と要因B(照明あり/照明なし)の交互作用に関して

明るい場合はLEDディスプレイがプロジェクターに対して有利(1%水準で有意)であるが、暗い場合は有意差がないというのは、明るい環境条件の場合はLEDディスプレイを用いるべきことを示している。また、プロジェクターを用いる場合は暗い環境が明るい環境に比較して有利(1%水準で有意)であるが、LEDディスプレイの場合は明るい暗いかに有意な差はないというは、プロジェクターを用いる場合はできるだけ暗い環境に設定することが必要であることを示している。

(2) 要因B(照明あり/照明なし)と要因C(アート/テキスト)の交互作用に関して

アートコンテンツの場合、暗い環境の方が明るい環境より有利(1%水準で有意)であるというのは興味深い。同時に行ったインタビュー結果などからも暗い環境の方がアートコンテンツは細部が見えて鑑賞しやすいため評価が高いという結果にな

った。これは照明なしの場合はアートコンテンツがテキストコンテンツより評価が高い(1%水準で有意)という結果とも合致している。

(3) 要因C(アート/テキスト)と要因A(プロジェクター/LED)の交互作用に関して

アートコンテンツの場合、LEDディスプレイを用いた方がプロジェクターを用いた場合より評価が高い(1%水準で有意)。これは、アートを大画面表示する場合、費用を含め実現の容易さを度外視すればLEDディスプレイの方が有利であることを示している。

他の評価項目の分散分析結果に関して特徴的な点を挙げると以下ようになる。

(4) 「映像全体の見やすさ」に関して

概ね総合評価の結果と似ているが、要因C(アート/テキスト)に関する主効果が有意ではないという結果が得られたのが興味深い。感性的な主観に関する評価の場合は感性的コンテンツと論理的コンテンツの間で明確な差が出ているが、「見やすさ」という論理と感性の中間的な感覚に対してはアートとテキストの差が出なかったのではないかと考えられる。

(5) 「リラックスできたか」に関して

この項目で興味深いのは、要因A(プロジェクターかLEDか)と要因C(アートかテキストか)の主効果は有意だが、要因B(照明の有無)は有意でなかったことである。交互作用はいずれも有意であるものの、照明なしの場合には、プロジェクターかLEDかの有意差は無かった。また、LEDにおける照明の有無の有意差は無かった。テキストにおける照明の有無、プロジェクターかLEDかの有意差は無かった。照明の有あるいはプロジェクターにおけるアートかテキストかの差も無かった。リラックスしている状態は鑑賞するコンテンツがあまり強く人の注意を引きつけない状態であると考えられるため、環境条件の違いが結果に反映されにくかったのではないだろうか。

(6) 「興味を持てたか」に関して

この項目に対する結果はほぼ総合評価の結果と同様の傾向を示している。このことは図7と図10のグラフがほぼ相似形をしていることから見て取れる。このことは見る対象に興味を持てたか否かが総合評価に寄与していることを示していると考えられる。

(7) 「高揚感はあるか」に関して

見ていると気分が高揚するかという質問は、感性に訴えるアートコンテンツに対して有利な質問と考えられる。事実、図11では、条件7および条件3がいずれもスコア平均値3.0以上であり、アートコンテンツが有利である。しかし、同時に分散分析の結果を見ると、他方の要因の水準ごとの要因の主効果においては、総合評価以上に有意差が出ていることが興味深い。これはテキスト主体のコンテンツであっても、注意深く表示方法を選択することによって高揚感を与えることができる可能性があることを示している。

(8) 「長く鑑賞したいか」に関して

要因A(プロジェクターかLEDか)と要因B(照明ありか

照明なし)の相互作用が有意ではないという結果が得られた。この結果は長時間の鑑賞を想定した場合は要因Aと要因Bは独立と考えていいことを示している。例えば、いったん表示方式を決めてしまえば、アートコンテンツとテキストコンテンツを途中で切り替えても大きな影響がないことを示していると考えられる。

4. むすび

大画面にコンテンツを表示する際に LED ディスプレイとプロジェクターのどちらが有利かという課題は、LED ディスプレイやプロジェクターなどを導入する際に重要な問題である。関連する研究として高解像度の表示、高輝度の表示が人に及ぼす心理的影響に関する研究[3][4]や、高精細・大画面映像の観賞に適した画面サイズと鑑視距離に関する研究[5]などがあるが、プロジェクターと LED ディスプレイによる表示を種々の条件のもとで直接比較するという実験はこれまでほとんど報告されていない。

本研究では、200 インチ LED ディスプレイ/200 インチスクリーン+プロジェクター、照明点灯/消灯、テキストコンテンツ/アートコンテンツという条件を組み合わせた合計8つの環境条件の元で画像・映像表示を行い、24名の被験者にSD法を用いて評価してもらったという手法によって、それらの条件別の心理評価を行った結果について述べた。

その結果、スコアの平均値および多重比較の結果に基づくと、「アートコンテンツ×LED×照明なし」が非常に高いスコアを得た。また暗い条件下ではプロジェクターを用いた表示も有効であることが示された。またテキスト主体のコンテンツの場合はプロジェクター×暗い環境という通常用いられる方式が有効であることがわかった。

さらに3要因に基づく分散分析を行うことによって、それぞれの要因がどのように他の要因と相互に作用して評定値に影響を与えているかに関して詳細な結果を得ることができ、種々の条件下で表示や展示を行う際の指針が得られたと考える。

今回の実験ではアートコンテンツとテキストコンテンツをいずれも1種類に限定したが、コンテンツの相違が結果に及ぼす影響についてはさらに詳細な検討が必要である。したがって、複数のコンテンツを用いた実験を今後行う必要がある。また、今回の被験者は20歳代の学生であり、若い世代の感性が結果に反映されていると考えられる。大型のディスプレイやスクリーンに表示された画像・映像を鑑賞する機会は多くの人にとって今後とも増えると考えられるので、他の世代の被験者を用いた実験も今後行う必要がある。

参考文献

[1] 田中健司, プロジェクションマッピングの教科書, シーアンドアール研究所 (2017).
 [2] 村瀬孝矢, プロジェクションマッピング&超高精細LED大型映像&デジタルサイネージ&4K8K 高精細映像システム&

VR「導入資料集」2017, PJ 総合研究所 (2017).
 [3] 成田長人, 金澤勝, 2D/3D HDTV 画像の心理因子分析と総合評価法に関する考察, 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.4, pp.501-506 (2003).
 [4] 阪本清美, 山下久仁子, 岡田明, 高輝度レンジの映像視聴が生理・心裡状態に及ぼす影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.20, No.2, pp.123-133 (2018).
 [5] 成田長人, 金澤勝, 岡野文男, 超高精細・大画面映像の鑑賞に適した画像サイズと鑑視距離に関する考察, 映像情報メディア学会誌, Vo.55, No.5, pp.773-780 (2001).
 [6] Yunian Pang, Lian Zhao, Ryohei Nakatsu, Naoko Tosa, A Study on Variable Control of Sound Vibration Form (SVF) for Media Art Creation, 2015 Conference on Culture and Computing, IEEE Press (2015).
 [7] Naoko Tosa, Yunian Pang, Qin Yang, Ryohei Nakatsu, Pursuit and Expression of Japanese Beauty Using Technology, Arts journal, MDPI, Vol.8, No.1, 38, DOI 10.3390/arts8010038 (2019).
 [8] 安藤広志, 人が感じる臨場感の知覚認知メカニズムと評価技術, 映像情報メディア学会誌, Vol.63, No.12, pp.1727-1730 (2009).

中津 良平



1971年京都大学大学院修士課程修了、日本電信電話（現NTT）入社。1994年ATR知能映像通信研究所社長。2002年関西学院大学情報科学科教授。2008年シンガポール国立大学教授。現在京都大学デザインスクール特命教授。電子情報通信学会フェロー、パーチャルリアリティ学会フェロー、IEEE終身フェロー、人工知能学会名誉会員。博士（工学）

土佐 尚子



1984年九州産業大学ビジュアルデザイン学科卒。武蔵野美術大学講師、ATR知能映像通信研究所研究員、MIT Center for Advanced Visual Studiesアーティストフェロー、京都大学情報メディアセンター教授を経て京都大学大学院総合生存学館アートイノベーション産学共同講座教授。2016年度文化庁文化交流使。アートとテクノロジーを融合して日本美を表現するアート制作・研究に従事。博士（工学）

高田 裕之



2000年芝浦工業大学工学部機械工学科卒、（株）テルミック入社。2009年同社技術開発部設立。2016年同社事業開発部設立、TELMIC Neo プロジェクトチーム設立。現在、同社技術開発部長兼事業開発部長兼TELMIC Neo プロジェクトリーダーを務め、モノづくりとコトづくりで新しいエンターテインメント空間の創造を手掛ける。

楠見 孝



1987年学習院大学大学院人文科学研究科博士課程中退。同年、学習院大学助手、筑波大学講師、東京工業大学助教授、京都大学助教授を経て、現在に至る。同大学教育学研究科教授。主に、認知心理学の思考、記憶、言語、感情ヒューマンインタフェース、マルチメディアの研究に従事。日本心理学会、日本認知心理学会会員。博士（心理学）