

大画面 LED ディスプレイおよびプロジェクションを用いた

コンテンツ視認の心理実験による比較評価

Psychological Evaluation for Viewing of Images/Videos Using Large Display and Projection

中津良平[†] 土佐尚子[†] 高田裕之[‡] 楠見孝[†]
 Ryohei Nakatsu Naoko Tosa Hiroyuki Takada Takashi Kusumi

1. はじめに

大画面に画像や映像を表示することは、イベント・学会発表・アート展示などにおいて、多くの人にイメージ情報を伝達する方法としてよく用いられる。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。一方でプロジェクターを用いる方法は、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。

最近、大型 LED ディスプレイの価格低下や、プロジェクターの輝度向上により、両者が使われる場面が重なり合うようになりつつあるため、プロジェクターと LED ディスプレイの比較が行われることが望ましい。

これまで、高解像度の表示や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[1][2]や、高精度・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[3]などが行われているが、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報告されていないようである。

筆者らはそのような比較実験を行うことが必要であると判断し、LED ディスプレイとプロジェクターによる表示の比較評価を被験者を用いた心理実験により行っている[6]。今回は、アートコンテンツとテキストを主体としたコンテンツの 2 種のコンテンツを用いて、照明ありと照明なしの条件下での比較実験を行なった。その結果、LED ディスプレイを用いて照明なしの条件下でアートコンテンツを視聴した場合に極めて高い評価が得られた[7]。この結果はビデオアートを美術館やギャラリーで展示する場合における一定の知見を与えるものである。

しかし他方で、用いたアートコンテンツが一種であること、コンテンツの提示時間が 1 分と短いこと、大画面のディスプレイやスクリーンを用いてコンテンツを視聴するのは講演や学会発表などの場面が多いことなどから、現実的な条件下で比較実験結果が欲しいという要望を受けた。

このような要望に応えるため、今回は講演や学会発表などの場面を想定し、ある程度長時間コンテンツを視聴した場合に LED ディスプレイとプロジェクターを用いた比較実験を行なったので、その結果を報告する。

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・照明条件 3 種類を

[†] 京都大学 Kyoto University

[‡] テルミック (株) TELMIC Corp.

設定し、これらを組み合わせた 6 種類の実験条件を設定し、実験を行なった。また、それぞれの実験条件においては、(3)で述べるコンテンツをランダムに選択し表示した。

(1) 表示方法

大型画面での LED ディスプレイとプロジェクターによる表示の比較を行うために、200 インチ LED ディスプレイに表示する方法と 10,000 ルーメンのプロジェクターを用いて 200 インチのスクリーンに投影する方法の 2 種を比較した。LED ディスプレイの総解像度は 1760 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。10,000 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 に 200 インチの LED ディスプレイを、図 2 にスクリーンとプロジェクターを示す。



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

(2) 照明条件

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、照明を全部点灯した場合、半分点灯した場合、消灯した場合の 3 種類の条件の比較実験を行なった。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た。この条件の時、全部の照明を点灯した場合は被験者の位置での照度は約 400 ルクス、半

分の照明を点灯した場合の照度は 200 ルクス、消灯した場合の照度は 0 ルクスであった。

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視聴した。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) $\times 0.3 \sim 0.25$ 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 3)。

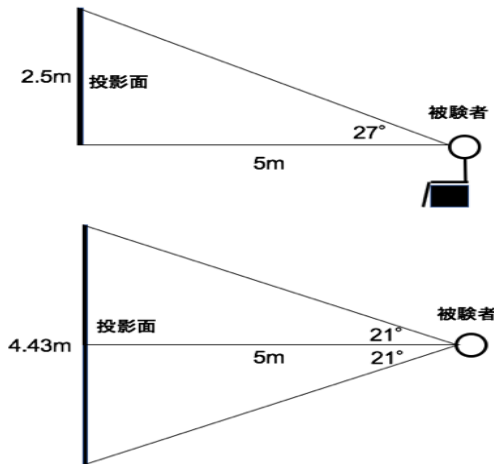


図 3. ディスプレイ/スクリーンと被験者の位置関係

(3) コンテンツ

前回の実験ではアートコンテンツとテキスト主体のコンテンツの比較を行った。それに対して実際に 100 インチ~200 インチ程度のディスプレイやスクリーンが使われるのは講演・会議の場面であることが多いことから、このような状況を想定してコンテンツを選定した。具体的には、京都大学の教員による公開されている講演映像である京都大学 OCW (<https://ocw.kyoto-u.ac.jp>) から、理学・工学・医学・哲学・心理学・アートの 6 種類の講演を各 1 種類選定し、実験毎に各条件にランダムに振り分けた。

2.2 実験の手順

(1) 被験者

被験者は京都大学の学生 34 名 (男性 23 名、女性 11 名) で、年齢はいずれも 20 代である。

(2) 画像・映像提示手順

各被験者には実験条件(1)(2)を組み合わせた 6 条件をランダムに設定した。また実験ごとに前記のコンテンツをランダムに割り当てた。実験は、休憩 (30 秒) -> コンテンツ視聴 (10 分間) -> 中間評価 (5 分間) -> コンテンツ視聴 (10 分間) -> 評価 (5 分間) を 1 サイクルとして、条件を変えて 6 回繰り返した。

(3) 測定方法

主観評価方法として SD 法を採用し、7 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[1][2][3]などを参考にしながら、表 1 に示す 6 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。

講演・講義内容の理解度が評価結果に影響を及ぼすと考えられるので、被験者に対しては、理解度を評価してもらうのではなく、「見やすかったか」「集中できるか」などの一般的な感性評価項目を用いて評価してもらった。

20 分間の視聴において 10 分終了後の中間時に中間評価を、20 分の視聴が終わった後に最終評価に記入してもらったが、両者の違いがほとんどなかったため、以下、最終結果について述べる。

表 1. 主観評価項目

総合的に満足できた	総合的に満足できなかった
映像全体に見やすい	映像全体に見にくい
目覚めていた	眠気を感じた
集中できた	集中できなかった
やる気が出た	やる気が出なかった
長く鑑賞したい	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

それぞれの主観評価項目に関して 6 種類の実験条件の比較を行った。図 4A~図 4F に 6 種類の評価項目に関して表示方法 2 種類、照明条件 3 種類を比較した図を示す。

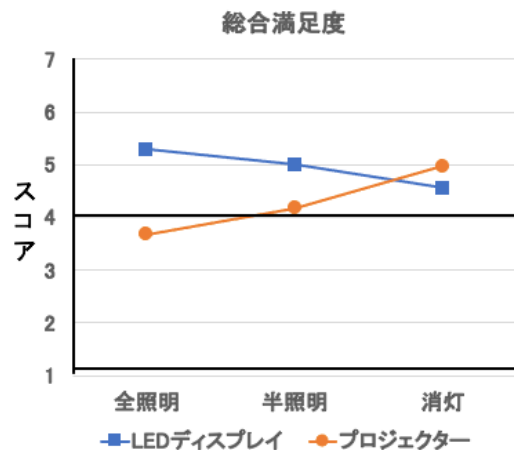


図 4A. 総合満足度に関する結果

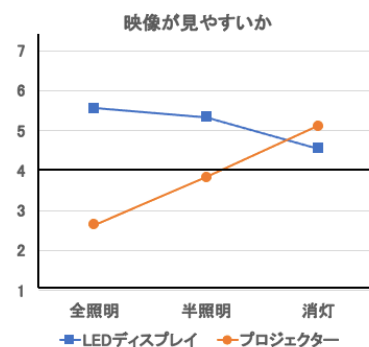


図 4B. 「映像が見やすいか」に関する結果

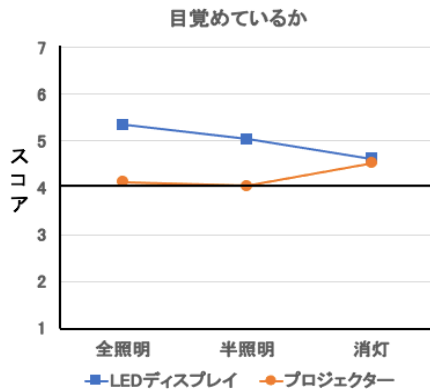


図 4C. 「目覚めているか」に関する結果

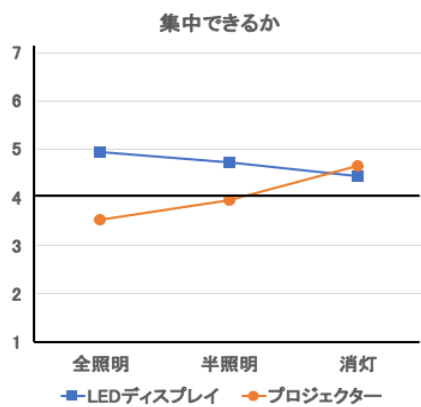


図 4D. 「集中できるか」に関する結果

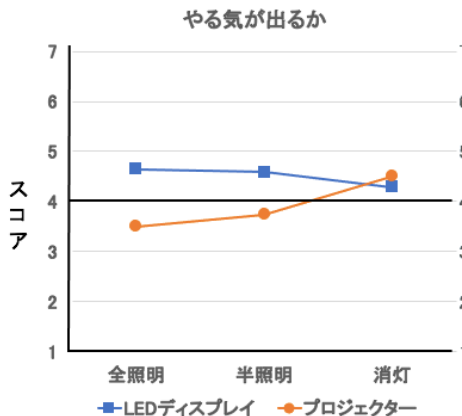


図 4E. 「やる気が出るか」に関する結果

3.2 主観評価項目の平均値に関する考察

(1) 総合満足度に関して

LED ディスプレイは暗くなるに従い評価値が減少し、これに対してプロジェクターは逆に上昇するという結果が得られた。アートコンテンツとテキスト主体のコンテンツの比較実験では、アートコンテンツは LED ディスプレイの場合暗いほど評価が高かったのに比較すると、照度が下がると評価値が下がるというのは興味深い結果である。アートコンテンツの場合は照度を下げることによって細部がよ

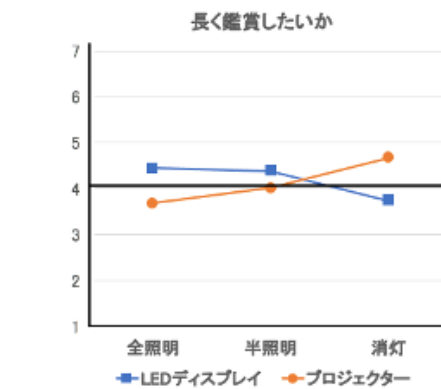


図 4F. 「長く鑑賞したいか」に関する結果

り鮮明に見えるなどの効果があったが、講演・講義のようなコンテンツでは、照度が下がるとテキストと地の部分のコントラストが強く感じられることなどが影響していると考えられる。一方プロジェクターの場合は、全照明の場合は平均スコアが中心値 4 以下の評価値であるが、半照明の場合は中心値を越えた値となり、消灯時には LED ディスプレイの評価値を上回る評価値となる。

これらから講演・講義などで大画面にコンテンツを表示する際には以下のような注意を払う必要がある。

- ・200 ルクス以上の明るさの条件下では LED ディスプレイが優れている。ただし暗い条件下では LED ディスプレイの輝度調整を行うことが望ましい。

- ・プロジェクターはできるだけ消灯した条件下で使うことが望ましい。200 ルクスもしくはそれ以上の明るさの条件下では輝度の高いものを用いることが必要である。

(2) それ以外の評価項目に関して

それ以外の評価項目に関しても、全ての評価項目において総合満足度と似た結果が得られている。具体的には、

- ・照度が下がるにつれて LED ディスプレイの評価値は下がり、逆にプロジェクターの評価値は上がるという結果が全ての評価項目で得られている。

- ・全照明、半照明の場合は常に LED ディスプレイがプロジェクターより高い評価値を得ている。

- ・消灯の場合は、LED ディスプレイとプロジェクターの評価値が接近するもしくは評価項目によっては逆転する結果が得られている。

「映像が見やすいか」に関しては、プロジェクターの値の変化が大きいという結果が得られている。全照明では低い値であるが、消灯の場合は LED プロジェクターを越える評価値を得ている。これは「映像が見やすいか」という評価項目が感性的な評価項目ではなく定量的な評価項目であるため、プロジェクションという方式に対する照度の影響がダイレクトに出たためと考えられる。

3.3 2 要因分散分析

本実験の結果に影響を及ぼしている要因として、表示方法に関する 2 条件 (LED ディスプレイ/プロジェクター)、と照明条件に関する 3 条件 (全照明/半照明/消灯) がある。そこでさらに詳細な分析を行うため、2 要因の分散分析を行なった。表 2 に分散分析結果をまとめたものを示す。

表2. 2要因分散分析結果

		総合的な満足度	映像の見やすさ	目覚めているか	集中できるか	やる気が出るか	長く鑑賞したいか
主効果	表示方法	**	**	**	**	**	ns
	照明条件	ns	**	ns	ns	ns	ns
交互作用	表示方法×照明条件	**	**	*	**	**	**
他方の要因の水準ごとの要因の主効果	表示方法at照明=明	**	**	**	**	**	*
	表示方法at照明=中	**	**	**	**	**	ns
	表示方法at照明=暗	+	*	ns	ns	ns	**
	照明条件at表示=LED	**	**	*	ns	ns	*
多重比較	照明条件at表示=Proj	**	**	ns	**	**	**
	明: LED-Proj	**	**	**	**	**	*
	中: LED-Proj	**	**	*	*	**	ns
	暗: LED-Proj	ns	*	ns	ns	ns	*
	LED: 明-中	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LED: 明-暗	*	**	*	ns	ns	*
	LED: 中-暗	ns	**	ns	ns	ns	ns
	Proj: 明-中	**	**	ns	ns	ns	ns
Proj: 明-暗	**	**	ns	**	**	**	
Proj: 中-暗	*	**	ns	*	**	ns	

** : p<.001, * : p<.005, ns: なし

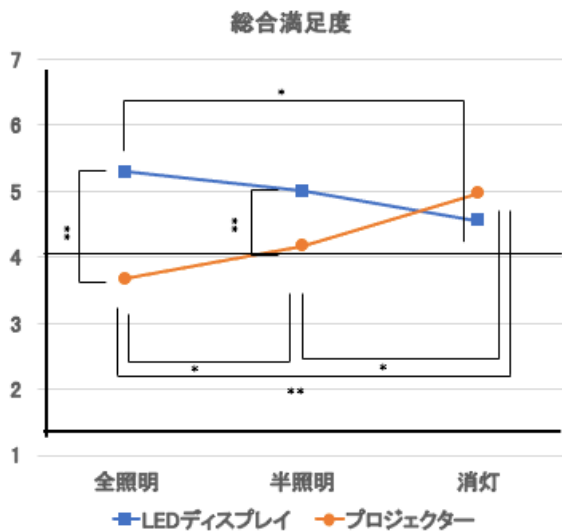


図5. 分散分析結果を加えた総合満足度に関する結果

図4から総合満足度に関する結果が全体を代表している結果と考えられるので、総合満足度に関する2要因分散分析結果について説明する。

照明条件に関する主効果は有意ではないという結果が得られた。これに対して、表示方法に関する主効果、表示方法と照明条件の交互作用は有意であるという結果が得られた。

単純主効果の検定結果は、表示方法に関してはLEDディスプレイを用いる場合の照明条件の単純効果もプロジェクターを用いる場合の照明条件の単純効果のいずれも有意という結果が得られた。照明条件に関しては全照明の場合の単純効果と半照明の場合の単純効果は有意であるが、消灯の場合の単純効果は有意ではないという結果が得られた。

Holm法を用いた多重比較では、LEDディスプレイを用いた場合は全照明と消灯の比較は5%条件で有意であるが、全照明と半照明の比較と半照明と消灯の比較は有意ではな

いという結果が得られた。またプロジェクターを用いた場合は、全照明と消灯の比較は1%条件で有意であり、全照明と半照明、半照明と消灯の比較は5%条件で有意であるという結果が得られた。図4の総合満足度の結果にこの結果を加えたものを図5に示す。

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。

前回の研究では、アートコンテンツをテキストコンテンツと比較して、どのような環境条件が適しているかに関する評価実験を行った。今回は、大型のLEDディスプレイやプロジェクターが活用されるのは学会での発表、講演・会議でのプレゼンなどが多いことを考慮し、このような場面を想定してLEDディスプレイとプロジェクターの比較実験を行なった。

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、照明全点灯/半点灯/消灯、という条件を組み合わせた合計6つの環境条件の下でコンテンツ表示を行い、34名の被験者にSD法を用いて評価してもらった。コンテンツとしては、講演・講義の場面を想定し、京都大学の教員による講演映像で京都大学OCWとして公開されている映像から理学、工学、医学、心理学、哲学、アートという広い分野を網羅した映像を選定した。

その結果、LEDディスプレイを用いた場合は照明条件が暗くなるに従い評価スコアが下がり、それに対してプロジェクターの場合は照明条件が暗くなるに従い評価スコアが上がるという逆の傾向が見られるという興味深い結果が得られた。

さらに2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価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た。これによって、種々の条件下で講演や講義を行う際にLEDディスプレイとプロジェクターを用いる場合の指針が得られたと考える。

今回の実験では被験者は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] 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).
- [2] 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).
- [3] 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, Vol. 55, No. 5, pp. 773-780 (2001).
- [4] 中津良平, 土佐尚子, 高田裕之, 楠見孝, 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, 2020 電子情報通信学会総合大会基礎・境界領域, H-1-1 (2020).
- [5] 中津良平, 土佐尚子, 高田浩之, 楠見孝, 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, 芸術科学会論文誌, Vol. 20, No. 1, pp. 45-54 (2021).