

# VR 技術を用いた LOD の変化にともなう印象評価に関する研究 Study on the impact of LOD in the VR space

○岡本 衛<sup>\*1</sup>, 小笠原 正豊<sup>\*2</sup>  
Mamoru Okamoto<sup>\*1</sup> and Masatoyo Ogasawara<sup>\*2</sup>

\*1 東京電機大学未来科学部建築学科 学部学生

Undergraduate Student, Department of Architecture, Tokyo Denki University

\*2 東京電機大学未来科学部建築学科 准教授

Associate professor, Department of Architecture, Tokyo Denki University

キーワード : VR; LOD; 詳細度レベル; 印象評価; 教会

Keywords: VR; LOD; Level of Detail; Image evaluation; Church.

## 1. 研究背景・目的

近年、IT 技術の発展によりバーチャルリアリティ（以下 VR と呼ぶ）技術を用いた空間体験は一般的になり、設計業務にて活用されるようになってきている。一方、設計が進み詳細度レベル（Level of Detail）（Figure 1.）<sup>1)2)</sup>が高くなるに従って、VR によって表現される空間の印象がどのように変化するかについては、十分に研究されていない。そこで本研究は LOD が進むに従って VR 技術を用いた建築空間の印象がどのように変化するか検証することを目的とする。

## 2. 既往研究

VR による印象評価の研究と、LOD を用いた建築設計プロセスの研究を参考とした。VR については横井ら<sup>2)</sup>による VR 空間と実空間の比較による印象評価の研究がある。また、本研究で用いる印象評価の評価軸は、同様に横井らによる研究を参考とした SD 法を用いた。LOD

を用いた設計プロセスでは児島ら<sup>3)</sup>による設備設計プロセスでの BIM 活用などがある。

## 3. 研究方法

### 3.1. 研究対象

教会建築の内部空間の研究<sup>4)5)</sup>はこれまで数多く行われてきたが、どれも平面や断面といった二次元的なものであり三次元的な検討が不十分であった。また、教会建築の特徴として装飾が多く施してあるため、本研究において見た目の複雑さの変化が顕著に確認できると考察した。そこで本研究では研究対象としてゴシック教会建築を選定した。

ゴシック教会建築からはシャルトル大聖堂を選定した。シャルトル大聖堂はフランスの首都パリからおおよそ南西 87 km ほど離れた都市シャルトルに位置し、ゴシック建築様式の教会の中でも著名な建築の 1 つである。シャルトル大聖堂以外にも著名なゴシック様式教会は数多く存

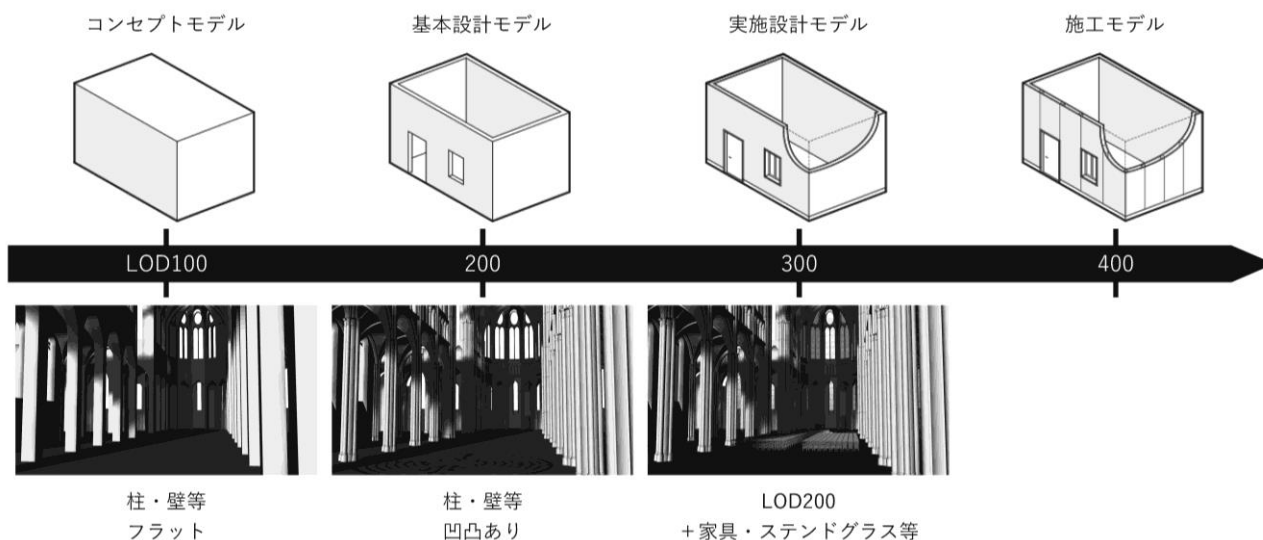


Figure 1. VR 上で表示する建築空間と LOD の関係

在するが、その大半は戦争の被害にあい、当初の建築は残っていない。シャルトル大聖堂は都市部から離れており、戦争の被害にあっておらず、当時の建築様式が現存するため選定した。

### 3.2. 実験方法

LOD100、LOD200、LOD300 のシャルトル大聖堂内の 3D モデル (Figure 1.) を用意し、22 名の被験者を対象に実験を行う (Figure 2.)。VR 機器は Oculus Rift を使用する (Figure 3.)。VR 空間内における時期や太陽の位置など環境設定は 3 つとも同一の設定とし、LOD100 の VR 空間内を被験者に明順応時間の 40 秒以上体験してもらう。被験者の行動によって生じる体験の差異を少なくするため、VR 空間内の定点からの観察とする。VR 空間の体験を終えたあとアンケートを行い、体験した空間内の印象評価を行なう。印象評価の評価軸は、既往研究を参考とした 8 形容詞対 7 段階とする (Table 1.)。以上の工程を LOD300 まで同様に繰り返し、VR 空間内の体験、アンケートを取り終えた段階で実験を終了とする。



Figure 2. 実験風景



Figure 3. Oculus Rift

Table 1. 印象評価 8 形容詞対

暗い-明るい、冷たい-暖かい、重々しい-軽やかな、 親しみにくい-親しみやすい、 落ち着きのない-落ち着きのある、 閉塞的な-開放的な、緊張した-ゆるんだ、 陰気な-陽気な
--

### 3.3. 分析

被験者の平均的な評価を分析するために、平均値分析を用いる。また、被験者の回答から印象の傾向や相関を分析するために標準偏差分析、相関係数分析とする。

#### 3.3.1. 平均値分析

各空間における印象評価の平均値を算出し、Figure 4. にまとめた。

LOD100 は LOD200、LOD300 と比べて、「重々しい-軽やかな」の項目で最も高い評価であったことから、「軽やかな」印象を得た。一方、「暗い-明るい」、「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」、「落ち着きのない-落ち着きのある」の項目では他の 2 つのモデルと比較して、最も低い評価を得た。特に「冷たい-暖かい」の項目では他の 2 つと比較しても顕著に低い評価であったことから、LOD が低いと被験者は、「冷たい」印象を受けると窺える。

LOD200 では「落ち着きのない-落ち着きのある」の項目では、他の 2 つと比較して高い評価を得た。このことから、被験者は LOD200 において「落ち着きのある」印象を強く受けたと窺える。一方、「重々しい-軽やかな」、「閉鎖的-開放的な」、「緊張した-ゆるんだ」の項目では低い評価を得た。このことから 3 つのモデルの中で、被験者は、最も「重々しい」、「閉鎖的な」、「緊張した」印象を得たと窺える。

LOD300 では「暗い-明るい」、「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」、「閉鎖的な-開放的な」、「緊張した-ゆるんだ」、「陰気な-陽気な」の項目で他の 2 つのモデルと比較して高い評価を得た。特に「暗い-明るい」、「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」、「陰気な-陽気な」の項目では、顕著に数値が高かったことから、LOD の数値が高いと「明るい」、「暖かい」、「親しみやすい」、「陽気な」印象を被験者は強く受けたことが窺える。

LOD100 から LOD200、LOD300 と数値が上がるにつれて「暗い-明るい」、「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」の項目の印象が上昇した。特に「冷たい-暖かい」の項目では LOD100 から LOD300 にかけて数値の上昇が顕著に見られた。また、「重々しい-軽やかな」、「閉鎖的な-開放的な」、「緊張した-ゆるんだ」の項目では LOD100 から LOD200 にかけては数値が減少しているが、LOD200 から LOD300 にかけては数値が上昇した。

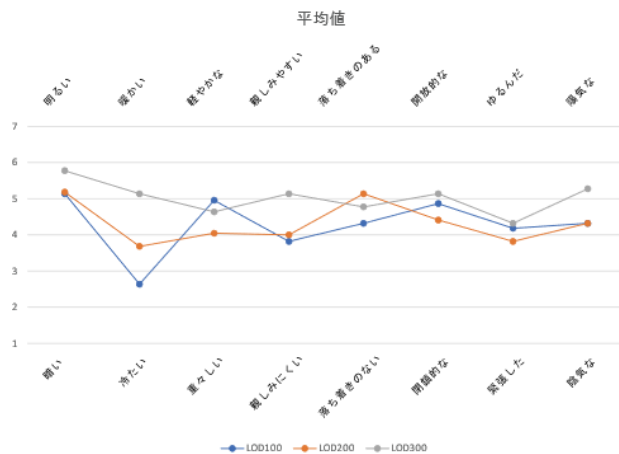


Figure 4. 平均値分析

### 3.3.2. 標準偏差分析

各空間における印象評価の標準偏差を算出、Figure 5.6.7の箱ひげ図にまとめた。

LOD100の「冷たい-暖かい」の項目では、標準偏差が1以下で、他の項目と比べてばらつきが少ない傾向があった。また、最大値が4、外れ値がないことから、LOD100ではVR空間で「冷たい-暖かい」の要素において被験者は共通して「冷たい」印象を持ったと窺える。一方、「閉鎖的な-開放的な」の項目では、最大値が7、最小値が1、標準偏差の数値が他の項目と比べて大きいことから、被験者が受けた印象にばらつきがあったことが窺える。

LOD200では「落ち着きのない-落ち着きのある」の項目において標準偏差の数値が1以下であったことから、評価のばらつきが少なく被験者は共通の印象を持ったことが窺える。LOD200ではLOD100に比べて、「暗い-明るい」、「冷たい-暖かい」の項目における評価のばらつきが少ない。一方、「重々しい-軽やかな」、「親しみにくい-親しみやすい」、「閉鎖的な-開放的な」、「緊張した-ゆるんだ」、「陰気な-陽気な」は他の項目と比較して数値が大きく、回答にばらつきが見られた。このことから、被験者はそれぞれ異なる印象を受けたことが窺える。

LOD300では「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」の項目で標準偏差の数値が低いことから、被験者は「冷たい-暖かい」、「親しみにくい-親しみやすい」の項目で共通の印象を持ったことが窺える。一方、「緊張した-ゆるんだ」の項目では、他の項目比べて標準偏差の数値が大きく、回答にばらつきがあったことから、被験者それぞれが受けた印象に差異があったことが窺える。また、「冷たい-暖かい」、「閉鎖的な-開放的な」、「陰気な-陽気な」の項目では被験者は共通して高い評価をしていることが窺える。

「落ち着きのない-落ち着きのある」の項目においてLOD200はLOD100、LOD300に比べて標準偏差の数値が低かった。また、「冷たい-暖かい」の項目はLOD100、

LOD200、LOD300の他の項目と比べて数値が小さく、回答にばらつきが少ないことから、被験者が共通の印象を得ていたことが窺える。

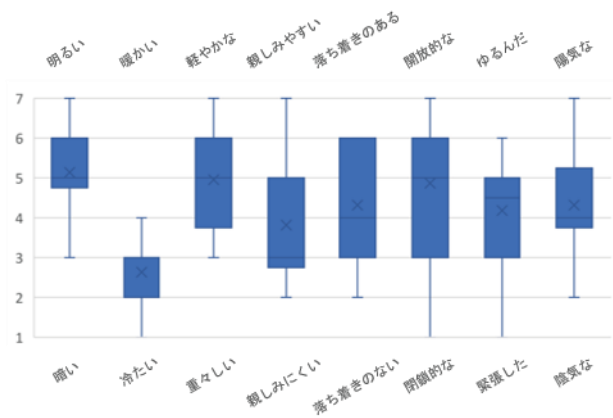


Figure 5. LOD100 標準偏差

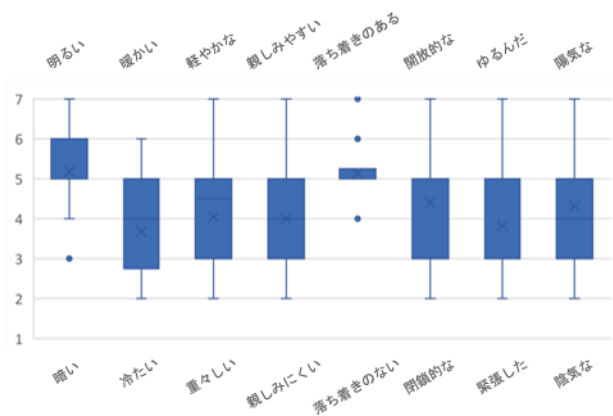


Figure 6. LOD200 標準偏差

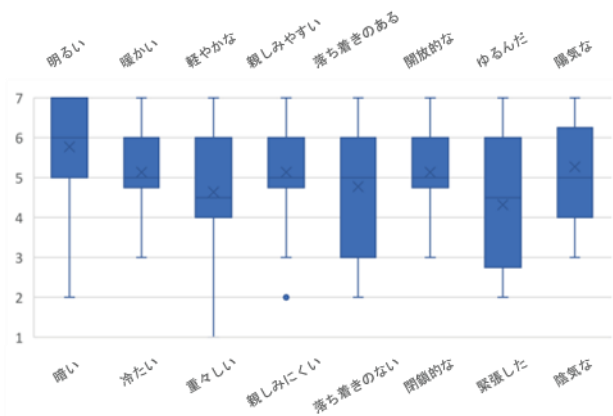


Figure 7. LOD300 標準偏差

### 3.3.3. 相関係数分析

各空間における印象評価の相関係数を算出、特徴的な形容詞対をFigure 8.9.10の散布図にまとめた。

LOD100では、「暗い-明るい」と「閉鎖的な-開放的な」において相関係数が0.553と高い正の相関がみられた。

このことから、「暗い-明るい」の評価が高い被験者は「閉鎖的な-開放的な」の評価も高い傾向にあることが窺える。また、「親しみにくい-親しみやすい」と「緊張した-ゆるんだ」、「親しみにくい-親しみやすい」と「陰気な-陽気な」でも高い正の相関がみられた。一方、「暗い-明るい」と「陰気な-陽気な」では相関係数が 0.00119 と、とても低い結果となった。

LOD200 では、「緊張した-ゆるんだ」と「陰気な-陽気な」において相関係数が 0.791 と高い正の相関がみられた。このことから、「緊張した-ゆるんだ」の評価が高い被験者は「陰気な-陽気な」の評価も高い傾向にあることが窺える。一方、「冷たい-暖かい」と「落ち着きのない-落ち着きのある」では相関係数が 0.117 と、低い結果となった。また、LOD200 では「暗い-明るい」と「閉鎖的な-開放的な」、「冷たい-暖かい」と「陰気な-陽気な」、「重々しい-軽やかな」と「緊張した-ゆるんだ」、「親しみにくい-親しみやすい」と「陰気な-陽気な」などにおいても高い正の相関がみられた。

LOD300 では、「閉鎖的な-開放的な」と「陰気な-陽気な」において相関係数が 0.633 と高い正の相関がみられた。このことから、「閉鎖的な-開放的な」の評価が高い被験者は「陰気な-陽気な」の評価も高い傾向にあることが窺える。また、「暗い-明るい」と「閉鎖的な-開放的な」、「重々しい-軽やかな」と「閉鎖的な-陰気な」などにおいても高い正の相関性がみられた。一方、「落ち着きのない-落ち着きのある」と「閉鎖的な-開放的な」では相関係数が 0.0712 と、とても低い結果となった。

#### 4. 考察

本研究では、LOD の数値が上がるに従って VR 技術を用いた建築空間の印象がどのように変化するか検証し、以下の考察を得た。

- 1) 平均値分析において、LOD が上がるにしたがって「暖かい」の評価は上昇する傾向にあった。
- 2) 標準偏差分析では、「閉鎖的な-開放的な」の項目はどの LOD においても、回答にばらつきがあり、LOD の変化とは相関性が低い傾向にあった。
- 3) 相関係数分析では、LOD が上昇するにつれて、「閉鎖的な-開放的な」と「緊張した-ゆるんだ」の相関が高くなる傾向にあった。

#### 4. まとめ

本研究では設計段階における VR 空間の有用性を図る上で一つの知見となる LOD の変化による印象の差異を明らかにしたが、各差異を引き起こす詳細な要因についての決定的な事項に関してはさらなる研究が必要である。また、本研究では、ウォークスルーによる観測ではなく定点における観測であったため、物理的条件下において

限定的な解釈であるという結論となった。

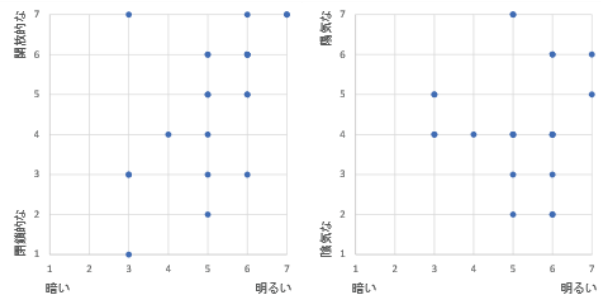


Figure 8. LOD100 散布図

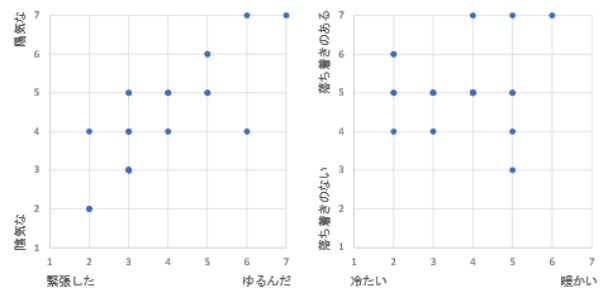


Figure 9. LOD200 散布図

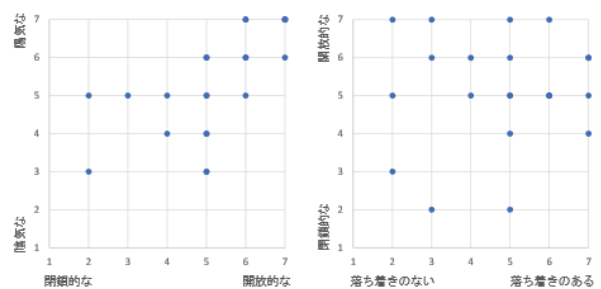


Figure 10. LOD300 散布図

#### 【参考文献】

- 1) 東芝エレベータ株式会社「BIMの活用の壁をどう乗り越えるか」<https://www.toshiba-elevator.co.jp/elv/new/support/bim/talk02.html>
- 2) 横井梓・斎藤美穂 (2013)「VR 空間における心理的影響の評価に関する検討-大型スクリーンを用いた居住空間シミュレーションにおける VR 空間の完成評価-」日本建築学会環境系論文集 第 78 巻 第 683 号, 1-7
- 3) 児島達朗・網川隆司・大隅裕・塩野絵里佳・田中慎太郎・飯田憲司 (2015)「福島給食センター建設プロジェクトにおける設備設計プロセスでの BIM 活用」空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集
- 4) 加藤旭光 (2014)「幾何図形に基づくソールズベリイ大聖堂の平面構成の分析」日本建築学会計画系論文集 第 79 巻 第 700 号, 1425-1421
- 5) 樋口諒・那須聖 (2018)「内接十字型教会堂における内部建築構成の展開」日本建築学会計画系論文集 第 83 巻 第 752 号, 2025-2034