

全周パノラマ画像を用いた 離散的視覚情報の定量分析手法

房状鑑賞空間を対象とするモデル的研究

副田和哉

第一工業大学 工学部 建築デザイン学科 (〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央 1-10-2)

E-mail: k-soeda@daiichi-koudai.ac.jp

Quantification Analysis Method of Discretely Visual Information Using 360° Panorama Image

Kazuya SOEDA

Department of Architecture Design, Daiichi Institute of Technology

Abstract: Visual information of space is a significant issue that significantly affects our spatial experience. However, spatial characteristics and spatial experiences, which are design aspects of architectural spaces, have been discussed based on photographs and have mainly been analyzed qualitatively. In this research, spatial experiences, which have been treated qualitatively, are treated quantitatively as visual information of space. We propose "Quantification Analysis Method of Changes of Discretely Visual Information Using 360° Panorama Image". In this study, as a first step, we examined the effectiveness of the QDP method by pointing out more specific spatial features with concrete numerical support and visual expressions while referring to previous qualitative findings, using a tufted gallery space as a possible model.

Key words: 360° panorama image, VR Photography, Visual information, Quantification analysis method, Gallery space

1. はじめに

1-1. 研究の背景

空間が内包する視覚情報は、我々の空間体験を大きく左右する非常に重要な問題である。建築における視覚的問題、即ち空間の見え方を如何に扱うべきかを具体的かつ定量的に検討する必要がある。建築空間の本質は実空間にあり、その空間を体験する中で経験される空間的豊かさをより具体化したいというのが本研究の動機である。ただ実際のところ、これまで建築空間における意匠的側面である空間特性や空間体験は、トリミングされた写真的事実に依拠した上で議論されることが多く、その議論も定性的な事象を背景としたものが主であった。

今回対象モデルとするのが、視覚情報が特に重視される鑑賞空間である。中でも房状鑑賞空間と定義する同様の形態の部屋が連続する鑑賞空間を先行モデルとする。その房状鑑賞空間の中でも優れた代表事例と言える村野藤吾設計の谷村美術館を対象モデルとする。谷村美術館は、体験した多くの人々によって固有な空間を持つ豊かなシークエンシャルな空間であると指摘さ

れ、建築雑誌等における特集の他、作家論や構成論としての学術研究などが行われている。ただ、いずれも定性的なアプローチが主である。特に、村野藤吾はディテールや特異な造形に注目されることが多く、特殊な空間として扱われることが多かった。このままでは単なる特殊事例として終わってしまう可能性がある。もし実空間である建築作品での空間体験を数値化・可視化することができるならば、第三者との議論をより具体的に展開することも可能になる。

視覚的空間への理論や技術的發展が進んでいる今日、視覚的变化のある豊かな実空間の先例について議論を行っておくことは必要であるし、参考になると思われる。即ち、VRカメラとも呼ばれる全天球カメラをはじめとした新しい空間撮影装置が普及し一般化してきている現在において、これまで定性的に扱われてきた空間の見え方を、定量的に扱う記述分析手法を提案し、モデル的に実際の建築作品において記述・分析を行い、空間体験における具体的な空間的特徴を指摘することは、建築空間の意匠的側面を考える上で、多くの知見を得ることができるものである。

実空間である建築空間の記述および分析を行っている先行研究^{1) 2) 3)}も存在するが、撮影する際の主観性の問題などがある。全周パノラマ画像を用いて、建築空間の視覚情報を定量的に分析し、その意匠的側面に注目した研究は管見するところまだなく、これからシークエンシャルな空間分析の一般的手法の一端として普及させることも期待できるものである。本報告は、ある特定の方向に依らず視野内の事物の比（立体角）を論じることができる全周パノラマ画像を用いた離散的視覚情報の変化の定量分析手法（Quantification Analysis Method of Discretely Visual Information Using 360° Panorama Image／以下 QDP 手法）を用いた空間記述・分析の実践である。今回はその第一歩として先行的なモデルになり得る房状鑑賞空間である谷村美術館を対象として、既往の定性的な指摘事項を参照としながら、具体的な数値的裏付けや視覚的表現を以て、より具体化された空間的特徴を指摘することで、QDP 手法の有効性を検証する。

1-2. 研究の目的

本研究では房状鑑賞空間である谷村美術館を対象モデルに、本 QDP 手法の確立とその有効性を検証することを目的とする。

1-3. 研究のモデル対象とその定性的論考

1-3-1. モデル対象としての谷村美術館

谷村美術館は、澤田政廣の木彫仏像作品を常設展示する鑑賞空間であり、この建築のクライアントでもある谷村建設が施工し、村野最晩年の 1983 年に竣工した。房状の空間を廊下空間によって間接的につなげた鑑賞空間である（写真 1）。



写真 1 谷村美術館

1-3-2. 谷村美術館に対する定性的論考

谷村美術館における学術論文としては、角田による設計プロセスの研究⁴⁾や、森本による外形の造形的特徴に注目した研究⁵⁾、後藤らによる村野の階段の変遷に注目した研究⁶⁾などがある。一方で村野・谷村美術館については、多くが雑誌に掲載され、作品集、図面集によって紹介されてきた⁷⁾。ただ村野自身は以下のような言説を残しており、“作家というものは自分の作品の説明はいうもんじゃないですよ。通説ですね。そのとおりなのかどうかわかりませんからね。⁸⁾”のように彼の言論から造形の意図について十分な根拠が得られない⁵⁾とも指摘されており、村野自身多くの著作や言

説を残した建築家ではあるが、本人による谷村美術館への言及は管見する限り見受けられない。

こうした論考の中で、まず特筆すべきは“この美術館を設計する時には、村野は所員を伴わず、谷村のスタッフとの間で直接のやりとりを繰り返し、最終的な設計図面を固める、という経緯の後に作品は完成した。⁹⁾”のように、村野は設計段階でデザインを完結するのではなく、工事着工後も現場での検討を続けながら設計を進めたことで知られている。村野が事務所のスタッフを介することなく、自身が直接施工者とやり取りをしながら設計監理を行った事例である。複雑な曲面形状であることから、設計の当初から竣工に到るまで、寸法の決定や施工図の作成において、模型が重要なツールであった。各展示室について 1/20 の模型（写真 2 左）を作成し、検討を行っている¹⁰⁾。また村野自身が現場で確認した上で決定することも多く、実際に現場に赴き、まだ内装の済んでいない躯体だけの建物の内部に白い布を張り、実物大のベニヤ切り抜きの仏像模型を置いて、光の具合を確かめた¹¹⁾ことが指摘されている（写真 2 右）。自分の目で確認して手で検討を繰り返す、村野の設計姿勢を読み取ることができる建築作品である。

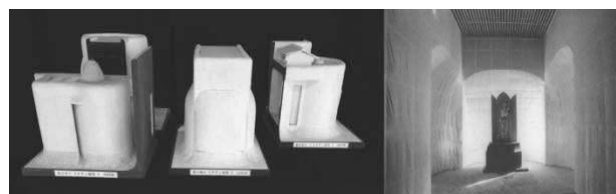


写真 2 谷村美術館の検討の様子

また他にも“来館者は回廊の向こうの展示室からちらりと見える仏像に誘われるように鑑賞を続ける。¹²⁾”や“来館者は内部空間をゆっくりと歩みながら刻々と変化するシーケンスを楽しむ。展示室を少しずつ進むと予期せぬ新たな空間と遭遇し、安置された仏像群に連続的に出会う。¹³⁾”のような移動を伴う視覚的变化に関する指摘も多い。後の分析モデルでも詳察するが、“壁でつつまれた展示空間は自然光が効果的に配され、各アルコーブがそこに置かれた仏像と一体の空間となっている。¹⁴⁾”や“内部は柔らかな自然光が天空や壁の隙間から降り注ぐ 5 つの展示室が有機的な形で連続する。¹⁵⁾”、“トップライト形状の違いによる外光の入り方や、光を効果的に室内へ分布させる為の壁面や天井形状、館内での移動時の視線を考慮した入口と出口の在り方などが検討されている。⁴⁾”のように村野が自身の目で確認を重ねた光と、（粘土模型を通して）自身の手で創り上げた有機的形態に関する指摘が多いのも特徴である。

2. 全周パノラマ画像を用いた離散的視覚情報の定量分析手法

2-1. 調査概要

まず対象空間において全天球カメラ「RICOH THETA S」を用いた撮影を行う。撮影地点は1,000mm 間隔のグリッドを作成し、その交点とした^{注1)}。その際、人が立った時の目線の高さ(1,500mm)で全周パノラマ画像の撮影を行い、観察者の向きによる恣意性をなくすためカメラ本体の向きは南向きに統一した。今回の調査では空間の明るさを抽出するため1シーンを基準にカメラの設定を固定^{注2)}し撮影を行なった。上記の撮影で得られた正積円筒図法によって描かれた位置情報が正確な全周パノラマ画像を正積円筒図法によって描かれた面積情報が正確な全周パノラマ画像に画像変換を行う^{注3)}。

2-2. 定量分析手法の概要

今回は主に正積円筒図法を用いた分析を用いる。正積円筒図法の見かけの割合が正確であるという特徴を生かし、得られた全周パノラマ画像を抽出項目(範囲や要素)ごとに塗り分けていく。本研究では視野内に射影され得る領域「見かけの割合」を立体角量^{注4)}によって定量化するものである。一方で全周パノラマ画像では通常の視野では見えることのない範囲も投影される為、その意味や位置づけを整理する必要がある。QDP手法では、まず回頭行動まで考慮し任意の視点から見え得る空間の全周を投影した「全周範囲」の視覚情報を把握し、次に回頭行動を考慮せず任意の視点から視野内に見え得る空間を投影した「視野範囲」の視覚情報を把握する。このようにある特定の範囲を抽出し相対的に比較することも可能となる。

2-3. 抽出項目と変化率について

全周パノラマ画像は空間の視覚情報を一様に投影するものである。今回はこれまでの定性的な指摘事項を参照とし、空間全周の中でも特にその視野の中での見え方や、視対象(展示物)と構成要素(床や壁など)の関係、明るさの配置の關係に注目し、視野範囲による範囲の特定や、空間構成要素と空間明暗要素による要素の抽出を行う。これは空間を体験する際の大きく全体像を把握しようとする大まかな最初の空間感覚(「広い感じ・狭い感じ」、「明るい感じ・暗い感じ」)に近いものである。

尚、正積円筒図法では位置情報を正確に保つことができない為、視覚情報の割合の数値の抽出だけを行うものとする。視覚情報の割合とは各空間の絶対的指標ではなく、これらを連続的に比較することでわかる相対的指標である。すなわちその変化率まで含めた分析が必要不可欠である。「変化率」とは、「(各要素が占める視覚情報の割合の) 現地点と前地点との差を前地点で割った値¹⁶⁾」であり^{注5)}、この値が大きいほど、移動に伴う視覚情報の変化が大きいことを表している。

$$CPX(n) = \{PX(n) - PX(n-1)\} / PX(n-1) \quad (1)$$

CPX(n) : 現地点 (No. n) での要素 X (空間構成要素・空間明暗要素の各要素) の変化率

PX(n) : 現地点 (No. n) での要素 X (空間構成要素・空間明暗要素の各要素) の割合

PX(n-1) : 前地点 (No. n-1) での要素 X (空間構成要素・空間明暗要素の各要素) の割合

2-3-1. 視野範囲について

視野範囲による抽出は、正距円筒図法で記述した位置情報と正積円筒図法で記述した割合を重ね合わせたものである。視野範囲の向きについては、方位(東西南北の90°ごと)を基準とし、移動に際した次の地点への進行方向を視野の中心とした。範囲の角度については、正常視野と呼ばれる左右に各100°の計200°、仰角60° 俯角70°の計130°を視野範囲^{注6)}として抽出する(図1)。

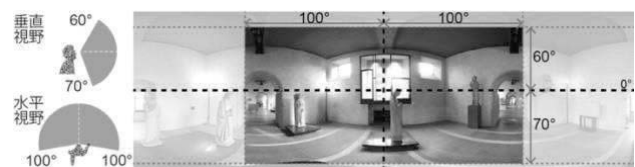


図1 視野範囲の定義

2-3-2. 空間構成要素について

開放的空間構成要素(床・開口部)、閉鎖的空間構成要素(壁・天井)にインパクト構成要素である視対象(展示物)を各要素とし、塗り分けを行う(Fig. 2)。これは材野らの研究¹⁸⁾やJ. J. ギブソンの生態学的視覚論¹⁹⁾を参照としたもの^{注7)}であり空間体験者にとっての意味、〈身体の支持・移動可能性〉を示す要素である「開放的空間構成要素(床・開口部)」と、〈身体の不支持・移動不可能性〉を示す要素である「閉鎖的空間構成要素(壁・天井)」、〈美術館における鑑賞の主目的となる視対象(展示物)〉を示す要素である「インパクト構成要素(視対象(展示物))」を用いて、その視覚情報が持つ意味ごとに分類を行い、その変化を分析する(図2)。

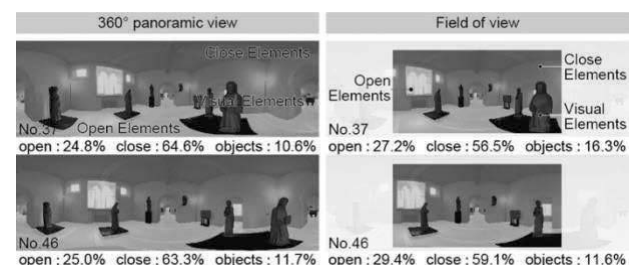


図2 空間構成要素の塗り分け

2-3-3. 空間明暗要素について

明るさを環境の数値ではなく明るさによる空間の抑揚、視覚情報上での明るさの差異を抽出するものとする。得られた全周パノラマ画像の色情報を排除し $L^*a^*b^*$ 色彩値の L^* 値（明度）のみに着目して明るさの抽出を行う。階調値を用いて抽出した L^* 値の範囲毎に塗り分けを行う。今回は1要素とする L^* 値の範囲を、最も暗い要素として L^*0-9 、中間的な要素として L^*10-90 、最も明るい要素として $L^*91-100$ に分けることで、大まかな明るさの明暗の変化を分析する^{注8)} (図3)。

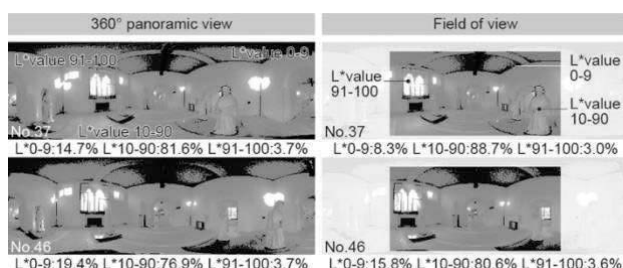


図3 空間明暗要素の塗り分け

3. 全周パノラマ画像を用いた離散的視覚情報の分析モデル

谷村美術館における任意の鑑賞ルート^{注9)} (図4) をモデルとし、定性的な指摘事項を参照としながら、これまで提示してきた抽出項目に注目し、全体としての特徴を概観した上で、各展示室において具体的にどのような視覚的变化が形成されているかを分析していく。

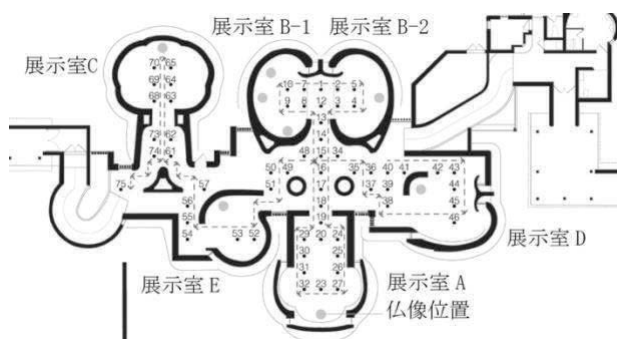


図4 谷村美術館 平面図

3-1. 全体を通した空間的特徴の分析

全体については“ひだ状の壁に沿って誘われるように進むと、一つまた一つと不思議な光に包まれた展示コーナーが現われてくる。¹¹⁾”や“展示室や通路は流動的な一室空間としつつも、床仕上げや天井高さ、形状の変化によって、部屋ごとの特性を生み出している。⁴⁾”のように有機的な空間の連続での視覚的变化に関する指摘がある。図6・図7に注目すると、その全周範囲・視野範囲に関わらず閉鎖的空間構成要素（壁・天井）が他の要素より大きな割合を占めており、図8・図9に注目すると、閉鎖的空間構成要素（壁・天井）が他の要素よりもその変化率の振幅の大きさが小さ

いことが確認できる。一方、視対象（展示物）を他の要素と比べると変化率の大きな振幅であることが確認できる。また“床は、展示室を大理石本磨きとすることで、仏像を照らす光を反射させ、同時に仏像そのものの映り込みを生じさせている。カーペットの敷かれた通路から展示室に入ると、光の反射具合が明らかに異なる。自然光だけではなく、人工照明によっても、仏像背後の壁面に落ちる影や、床面への仏像の映り込みが見られ、自然と人工の双方の光の効果を引き出す素材の選択であると言える。⁴⁾”など明るさの変化による各展示空間での差異についても指摘されており、図10・図11に注目すると、その全周範囲・視野範囲の双方で、暗い要素（ L^*0-9 ）と中間的な明るさ（ L^*10-90 ）の割合が入れ替わるように変化していることが確認できる。特に床仕上げについては通路部分が光を吸収するカーペットであるのに対し、展示室の床を光が反射する大理石本磨きとすることで、展示室内において光の反射率の違いによる明るさの操作が確認できる。これにより各展示室は、採光や反射率の高い床により中間的な明るさ（ L^*10-90 ）を持つ空間となり、通路を暗い要素（ L^*0-9 ）が大きな割合を占める空間とすることで、鑑賞者が展示室と通路部分を移動すると明るさの大きな変化が感じられるのである。また谷村美術館で展示されるのは木彫ということもあり、展示室内部では間接光により壁や床の明るさを中間的な明るさ（ L^*10-90 ）として保ち、視対象（展示物）は暗い要素（ L^*0-9 ）として存在することで、“図”として認識できることがわかる。一方、通路空間では、空間の大きな割合を暗い要素（ L^*0-9 ）が占め、各展示室の入口は面積の小さい、中間的な明るさ（ L^*10-90 ）を持った要素として現れることで、展示室の入口そのものを“図”として認識できることがわかる（図5）。

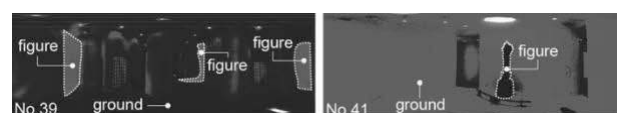


図5 通路と展示室の“図と地”

以上のように、空間構成要素では閉鎖的空間構成要素（壁・天井）が他の要素より大きな割合を占めており、その中で視対象（展示物）が変化していることが確認できた。一方で、空間明暗要素では暗い要素（ L^*0-9 ）と中間的な明るさ（ L^*10-90 ）の割合そのものも入れ替わるように大きく変化する中で、明るい要素（ $L^*91-100$ ）が変化することが確認できた。これは“図”としての視対象（展示物）や明るい要素（ $L^*91-100$ ）が変化するだけでなく、“地”としての暗い要素（ L^*0-9 ）と中間的な明るさ（ L^*10-90 ）も変化することで、視覚的变化を与えていることが伺える。“図と地”の2つの異なる変化が組み合わせることで、空間全体を通して視覚的变化を形成していることが伺える。

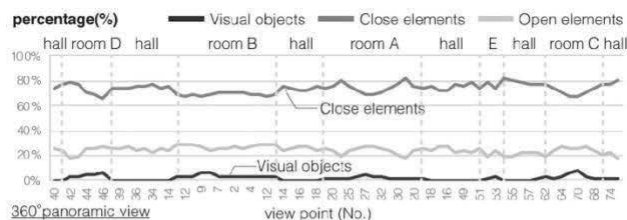


図6 全周範囲における空間構成要素の割合

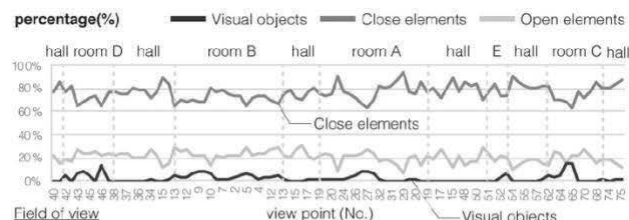


図7 視野範囲における空間構成要素の割合

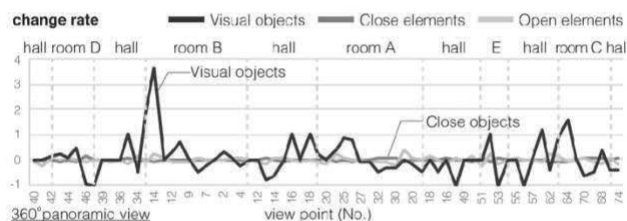


図8 全周範囲における空間構成要素の変化率

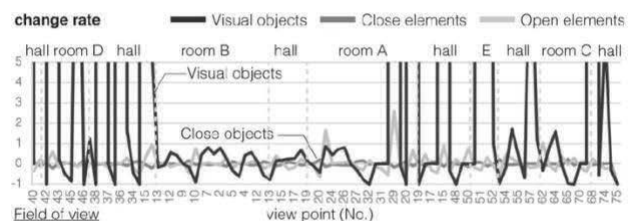


図9 視野範囲における空間構成要素の変化率

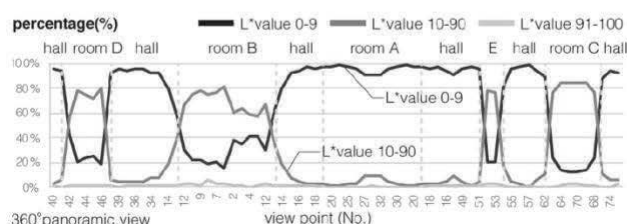


図10 全周範囲における空間明暗要素の割合

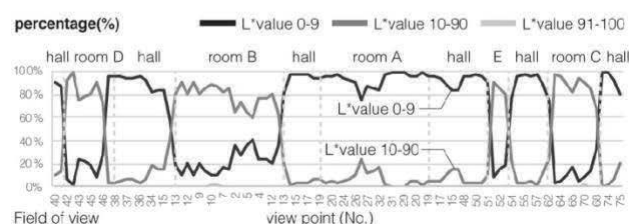


図11 視野範囲における空間明暗要素の割合

3-2. 各室における空間的特徴の分析

1) 展示室Dにおける分析

展示室Dは、美術館の推奨するルート順に沿って進むと最初に現れる展示室である(図12)。

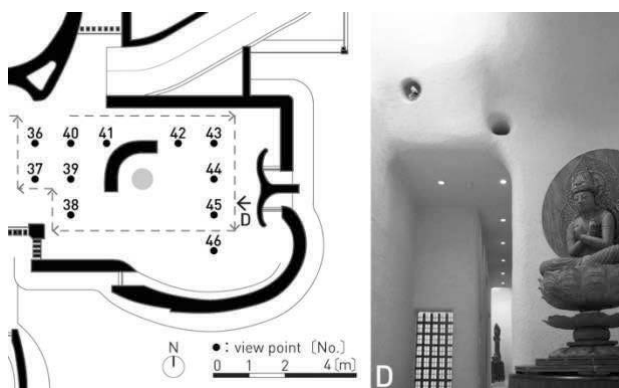


図12 展示室Dの平面図と写真

“座像の斜め上方の、これもまた洞窟内に光を求めて穴を上に向かって掘り進めたかのような様子を見せるトップライトがあり、その洞穴から、明るいがしかし柔らかな外光が、仏像の頭や肩の上に降りそそいでいる。”と指摘されるように(図13)、展示室内のNo.42~No.46においては中間的な明るさ(L*10-90)が大きな割合を占めており、展示室の内外において全体を占める要素の入れ替わりが確認できる(図14)。この変化は他の展示空間においても同様のことが指摘

でき、展示室Dにおいて谷村美術館における基本的な視覚的变化を確認できる。

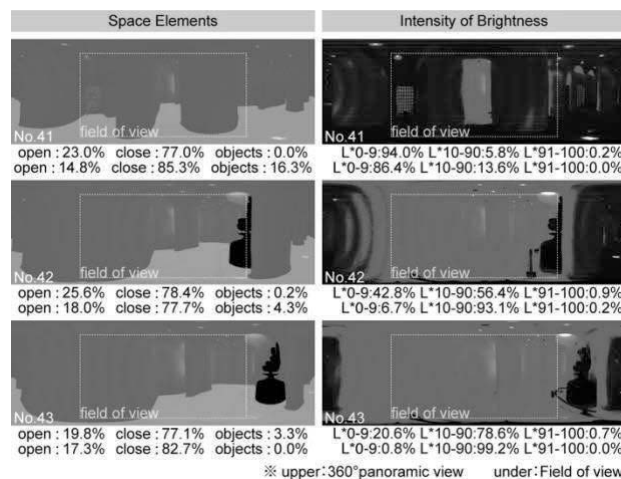


図13 展示室Dの連続写真及び空間要素の割合

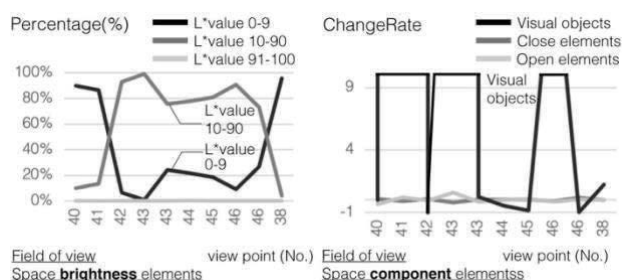


図14 展示室Dの視覚情報の変化のグラフ

2) 通廊における分析

次に他の展示室に移動する通廊空間について述べる(図15)。

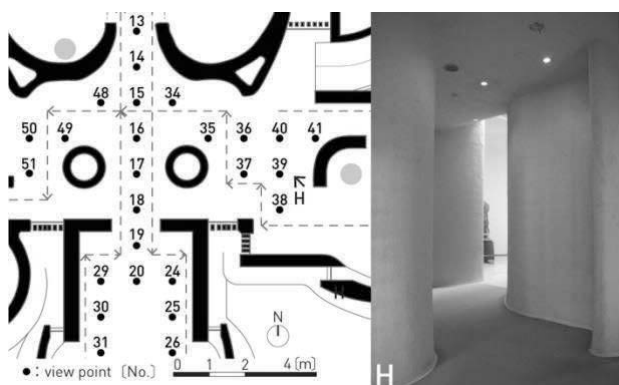


図15 通廊の平面図と写真

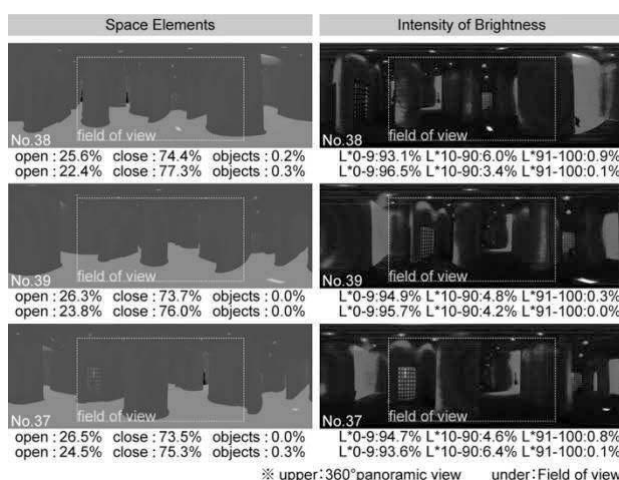


図16 通廊の連続写真及び空間要素の割合

通廊空間の中でも特に展示室Dの出口付近について

“出口に立った人の眼前には、2本の太い円柱の立つ中央ホールの空間が広がっており、さらにそのホールの薄闇の空間の向こうに、チラリと垣間見させる、といった風情で、左右別々の部屋にそれぞれおさめられている、2体の仏像が目に入ってくるのである。¹¹⁾”と見えがくれる視対象(展示物)について指摘されている(図16)。No. 38~No. 15においては、暗い要素(L*0-9)が大きな割合を占める中で、視対象(展示物)も大きく変化している(図17)。その移動の中で各要素が視野内を見えがくれることで、視覚的变化を形成していることが確認できた。

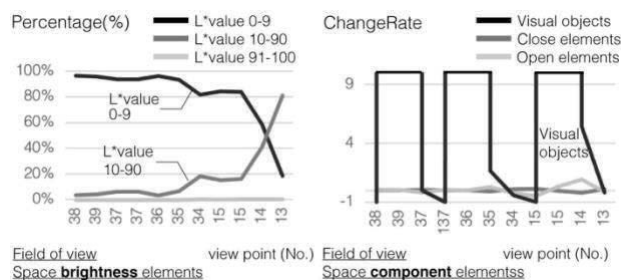


図17 通廊の視覚情報の変化のグラフ

3) 展示室Bにおける分析

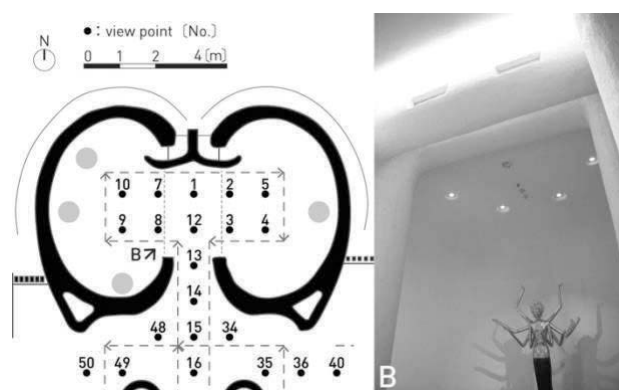


図18 展示室Bの平面図と写真

展示室Bは、2つの房(「B-1」と「B-2」)を合わせるように構成した展示室に、複数の視対象(展示物)が展示してある(図18)。“展示室のトップライト。梁によって和らげられた光が展示空間にやさしく落ち、さらに吹付仕上げの壁が光を拡散する。”⁹⁾との指摘がある(図19)。

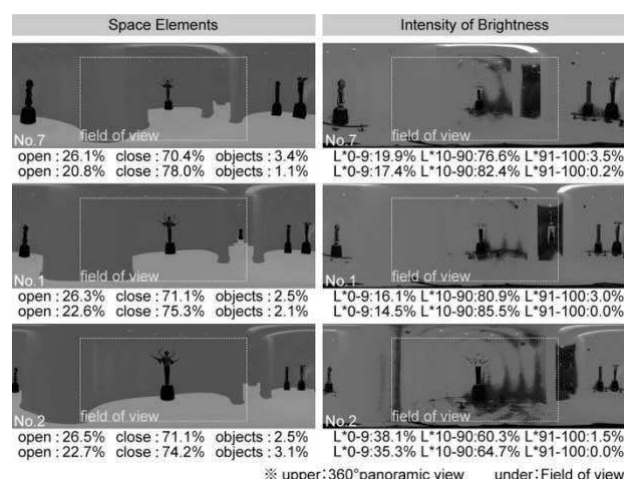


図19 展示室Bの連続写真及び空間要素の割合

空間明暗要素に注目すると、その全周範囲・視野範囲に関わらず中間的な明るさ(L*10-90)が他の要素より大きな割合を占めており、その中で明るい要素(L*91-100)が部分的に変化し、空間のアクセントになっていることが確認できた(図20)。この部屋の特徴でもあるトップライトやスリット窓からの光が視覚的变化に影響を与えていることが確認できた。

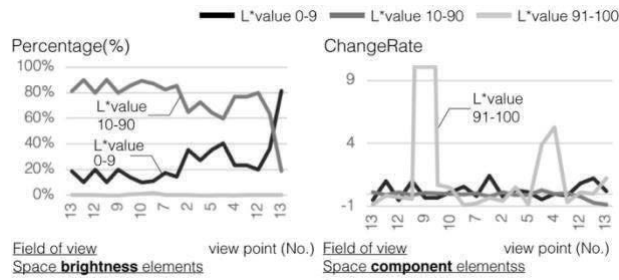


図20 展示室Bの視覚情報の変化のグラフ

4) 展示室 A における分析

展示室 A は、「光明仏身」を中心としたシンメトリーな構成の展示室である（図 21）。

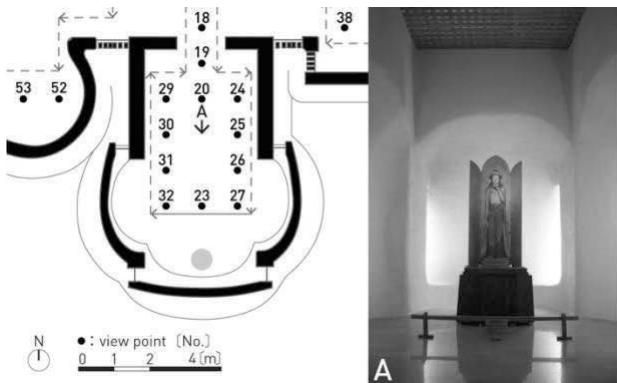


図 21 展示室 A の平面図と写真

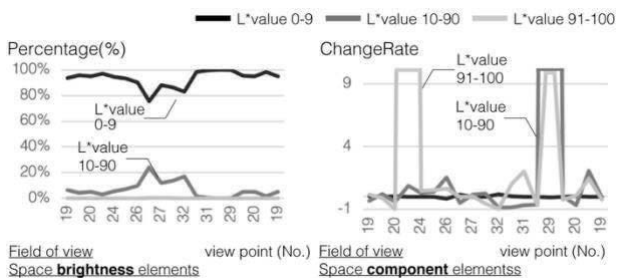


図 22 展示室 A の視覚情報の変化のグラフ

“壁、天井の造形・素材感が祠を彷彿させ、あたかも仏様に後光が差すかのような雰囲気醸成している。⁹⁾”や“立像が、格別になまめかしく、また豊満な姿を見せて静かに立っている。⁹⁾”という指摘があり、この展示室は他の展示室とは異なり暗い要素（L*0-9）が大きな割合を占めている点が大きな特徴である（図 22）。展示室 A は、他の展示室と比べても光が抑えてある展示室であると指摘できる（図 23）。細かな格子面をもつ光天井やスリット窓による間接光によって、光の量を制限している。この展示室は、他の展示室より

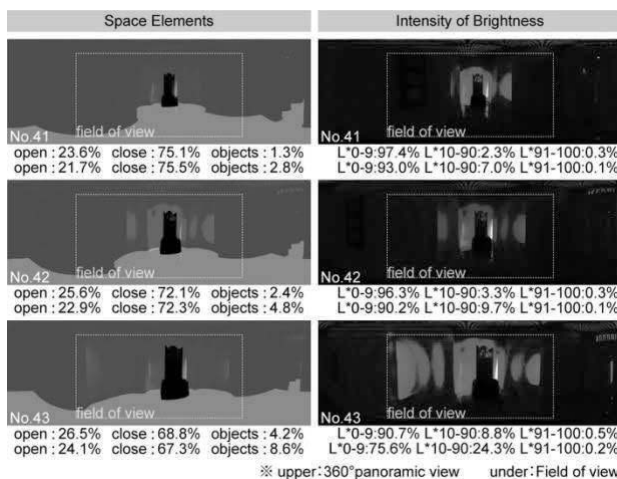


図 23 展示室 A の連続写真及び空間要素の割合

採光高さが低く、トップライトなども存在しない。

移動を伴う視点の変化の中で、木彫の背景にある中間的な明るさ（L*10-90）の存在が“格別になまめかしい”様子や“あたかも仏様に後光が差すかのような雰囲気”をつくりだし、視覚的变化に影響を与えていることが伺える。

5) 展示室 E における分析

展示室 E は、展示室 D と同じように西北隅の円弧になった壁面を背に薄く細長いプロポーションの「聖観音」像が配置され、その上にトップライトが設けられていることである（図 24）。

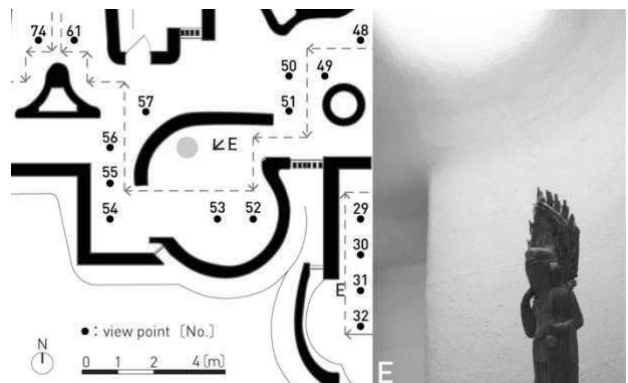


図 24 展示室 E の平面図と写真

“トップライトからのやわらかい光に包まれた仏像。⁹⁾”や“展示室のトップライト。紗を透すことで直射光を抑制して、仏像への敬意をみせながら保護もしている。⁹⁾”などの指摘がある。これは、展示室 D とも共通する指摘であり（図 25）、空間構成要素・空間明暗

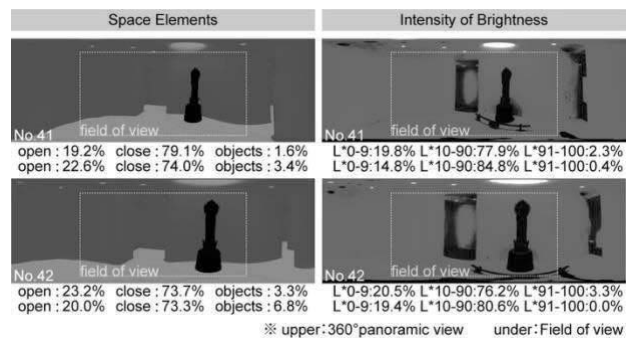


図 25 展示室 E の連続写真及び空間要素の割合

要素の双方でも展示室 D と同じように、展示室内部の No. 52～No. 53 において中間的な明るさ（L*10-90）が大きな割合を占めており、その中で視野範囲において視対象（展示物）が大きく変化しているのも確認できる（図 26）。すなわち展示室 D での基本的な視覚的变化が反復していることが伺える。

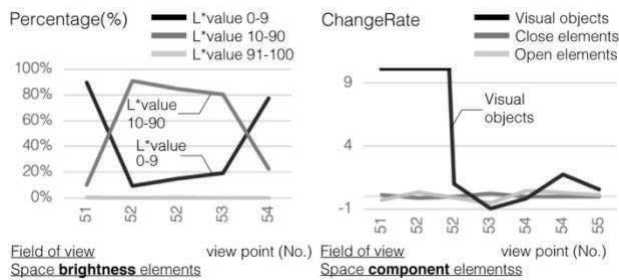


図 26 展示室 E の視覚情報の変化のグラフ

6) 展示室 C における分析

展示室 C は、美術館の推奨するルート順に沿って進むと最後に現れる展示室である (図 27)。

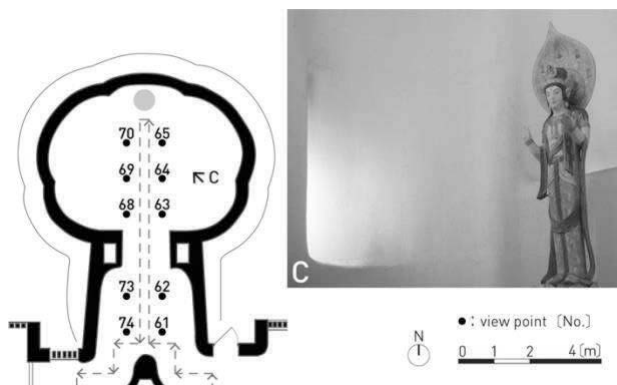


図 27 展示室 C の平面図と写真

“聖観音”像を正面にして見ると、像の腰あたりの高さで、後壁に隠された開口部があり、下から上へ向けての照明が入り、仏像の光背の周囲の壁を特別に明るく照らしている。また、観音像の真向かい、つまりこの部屋の入口の上部には、ハイサイドライトが設けられ、南側からの自然光が格子ごしに柔らかく差し込むように配慮されている。⁹⁾”などの指摘がある (図 28)。

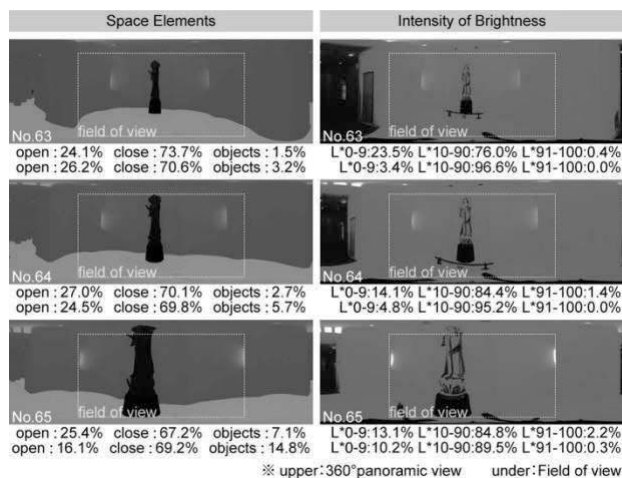


図 28 展示室 E の連続写真及び空間要素の割合

平面だけに注目すると展示室 C は展示室 A と同じような平面構成を持つ鑑賞空間であるが、この展示室 C は展示室 A より明るい空間であると指摘できる。展示室 A で暗い要素 (L*0-9) が大きな割合を占めていたのに対し、この展示室 C は中間的な明るさ (L*10-90) が大きな割合を占め、視野範囲において明るい要素 (L*91-100) と中間的な明るさ (L*10-90) が大きく変化していることも確認できる (図 29)。“仏像の光背の周囲の壁を特別に明るく照らしている”とあるように、この部屋の特徴でもあるハイサイドライトやスリットからの自然光が視覚的变化を形成していることが伺える。

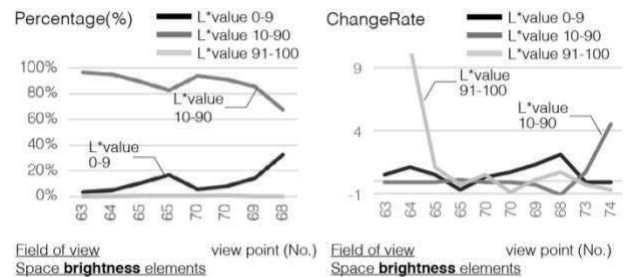


図 29 展示室 C の視覚情報の変化のグラフ

3-3. 分析モデルのまとめ

これまでに指摘した空間的特徴をまとめると、まず空間全体の特徴については視対象 (展示物) と空間明暗要素の各要素の関係が、階層性や重層性のある視覚的变化をつくりだしていることがある。特筆する点は、暗い要素 (L*0-9) と中間的な明るさ (L*10-90) が、展示室 (展示室 A を除く) と通廊において入れ替わるように変化しているのが確認できたことである。その上で各展示室に注目すると、視対象 (展示物) と空間明暗要素の各要素の関係についても異なる特徴が指摘できた。基本的構造としては、通廊において暗い要素 (L*0-9) が大きく占め中間的な明るさ (L*10-90) が展示室の入口を示し、展示室内部においては展示室 D と展示室 E のような中間的な明るさ (L*10-90) が大きく占める中に、暗い要素 (L*0-9) として視対象 (展示物) が存在するような重層性がある。さらに展示室 B と展示室 C のように明るい要素 (L*91-100) がその中で変化するような視覚的变化を確認できた。一方で、展示室 A においては、暗い要素 (L*0-9) が大きく占める中に、さらに暗い要素 (L*0-9) として視対象 (展示物) が存在する中で、明るい要素 (L*91-100) と中間的な明るさ (L*10-90) が変化を与えている視覚的变化を確認することができた。

上記の点は、“光と影の効果が空間に崇高な美しさを与え、村野の究極のインテリアとなっている。¹²⁾”や

“ここにあるのは、まさしく“洞窟”の空間、たとえば硬い岩塊を少しずつ穿っていった、やがて人を包み保護するような場所を出現させた時に生じるはずの、まさしく胎内感覚といったものの建築的な表現がここに広がっているのを知るのである。⁹⁾”と指摘されてい

るように、村野が谷村美術館において鑑賞する人を包み込む原初的な空間を創り出していることを裏付けるものでもあり、入れ子のような重層的構造で多様な空間体験をつくりだしていることが確認できた。

4. まとめ

本研究の新規性は、空間体験における視覚的变化を定量的に把握する為に、一般性を持ち得る安価で簡易な定量分析手法（QDP 手法）を構築することにある。本研究では、全周パノラマ画像撮影装置として全天球カメラを用い、円筒図法を援用し空間の視覚情報を立体角・立体角量として記述できることを提示した。今回の具体的な抽出要素として「空間構成要素」や「空間明暗要素」を定義し、その「変化率」に注目することで「視点の移動を伴う環境の変化」である「視覚的变化」を記述・分析できることをモデル的に検証した。また本研究の独自性は、上記の QDP 手法を以ってこれまでの知見（抽出する空間要素や対象モデルにおける定性的論考）を複合化することで、実空間である建築作品の空間的特徴を指摘し、その先行となる分析モデルを提示することにある。

本研究では、QDP 手法を用いた空間記述・分析を、実空間である谷村美術館をモデル対象として、既往の定性的な指摘事項を参照としながら、数値的裏付けや視覚的表現を以って、より具体化された空間的特徴を指摘することで、その有効性を検証した。対象モデルの既往文献における「定性的な指摘事項」と今回の「定量的な分析」の結果とを比べ、両者の符合を読み取り、視覚的变化の可視化や数値化によって、より具体化された空間的特徴を指摘することで、本 QDP 手法の有効性を検証するものである。

谷村美術館について言えば、設計過程における村野自身の目や手による思考に注目した定性的指摘が存在し、鑑賞する人を包み込む原初的な空間であると指摘されてきた谷村美術館であるが、その移動を伴う視覚的变化の中で、明るさ（光）や展示物など各要素の階層性や重層性を、定量的に確認することができ、より具体的に指摘を加えることができた。今回挙げた事象は鑑賞ルートによって変化するものではあるが、移動を伴う視覚的变化が空間体験に影響を与えていることの一端を、確認することができた。

今後は抽出する範囲や要素の選定も重要な検討事項の1つとなる。今回モデルとした村野藤吾設計の谷村美術館については、既に多くの定性的な指摘事項が存在しており、抽出項目の選定についてはこれらの指摘を参照とすることができたが、他の空間に展開する際は、その空間の特質や性質に即して、抽出項目を検討することが重要であると言える。即ち、対象となる空間の特質や目的に適した抽出項目を定め、効果的な抽出方法を用いれば良いのである。それでもって本研究の成果である定量分析手法としての有効性は、各々の

対象となる空間に即したものになる。このように他の空間への適用、言い換えると一般化が可能であり、それは QDP 手法が明確化されたことに他ならない。以上により、本研究で提案した QDP 手法について、その有効性が示されたと言えることができる。

謝辞

本研究を進めるにあたって、当時佐賀大学大学院生であった山田章人氏に、データの収集・分析について多くの協力をいただきました。また、現地での調査にご協力して頂いた谷村美術館の方々に記して感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 脇坂圭一, 本江正茂, 小野田泰明: 視覚体験を通した流動的空間の記述方法に関する研究 生態学的視覚論を用いた遮蔽縁および明暗縁シーンプックの提案, 日本建築学会計画系論文集, 第 76 巻, 第 670 号, pp. 2273-2280, 2011. 12.
- 2) 鄭ミン静, 古谷誠章: 韓国南沙里における視界の開放性と閉鎖性による空間特性に関する研究-視界の定量化による集落空間の評価手法の研究(その1)-, 日本建築学会計画系論文集, 第 68 巻, 第 570 号, pp. 1-8, 2003. 8
- 3) 鄭ミン静, 古谷誠章: 台湾蘭嶼島ヤミ族住居の近代化における住居空間の変容について-視界の定量化による集落空間の評価手法の研究(その2)-, 日本建築学会計画系論文集, 第 69 巻, 第 578 号, pp. 17-24, 2004. 4
- 4) 角田暁治: 谷村美術館における村野藤吾の設計プロセスと空間表現, ドコモモ・ジャパン技術専門委員会研究発表会論文集, pp184-189, 2008. 5
- 5) 森本順子: 村野藤吾の建築作品の外形にみられる複曲面の特徴, 日本建築学会計画系論文集, 第 696 号, pp. 543-92, 2014. 2.
- 6) 後藤純平, 福原和則: 村野藤吾の建築作品における階段の形態と素材に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第 55 号, pp. 797-800, 2015. 6
- 7) 福原和則, 竹内次男, 船越暉由: 日本生命日比谷ビルにおける村野藤吾の設計過程に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第 615 号, pp. 229-236, 2007. 5.
- 8) 栗田勇: 現代日本建築家全集 2 村野藤吾, 三一書房, 1972.
- 9) 和風建築社 編: 村野藤吾のデザイン・エッセンス 内の装い 素材とインテリア, 建築資料研究社, 2000.
- 10) 丸山藤吉郎: 「谷村美術館」について『村野藤吾選集補遺』, 同朋舎, pp170-178, 1995.
- 11) 村野藤吾 他: 村野藤吾 イメージと建築, 新建築社, 1991.
- 12) 大村理恵子, 宮内真理子, 下田泰也, 臺真理子: 村野藤吾 建築とインテリア ひとをつくる空間の美学, アーキメディア, 2008.
- 13) 村野藤吾研究会 : 村野藤吾建築案内, TOTOT 出版, 2009.
- 14) 日本建築学会 : 建築設計資料集成, 丸善出版, 2005.
- 15) 目黒区美術館, 京都工芸繊維大学, 松隈洋 : 村野藤吾の建築模型が語る豊饒な世界, 青幻舎, 2015.

16) 材野博司, 宮岸幸正: 基本構造シークエンス景観と行動シークエンス景観との関係, 日本建築学会計画系論文報告集, 第438号, pp. 79-85, 1992. 8

17) 中澤満・村上晶・園田康平: 標準眼科学(第14版), 医学書院, p. 319, 2018. 12

18) 宮岸幸正, 材野博司: シークエンス景観における景観行動と空間の開放度・インパクト度との関係, 日本建築学会計画系論文報告集, 第440号, pp. 119-125, 1992. 10

19) J. J. ギブソン・古崎敬・古崎愛子・辻敬一郎・村瀬旻訳: 生態学的視覚論, サイエンス社, 1986

注

注1) 鑑賞空間における歩行速度が幾分遅い速度 1,000mm/sec であることなどを考慮し 1m グリッドを採用した。

注2) 今回の撮影条件は〈日時: 2017年10月26日12:00-14:00, 場所: 新潟県糸魚川市, 天候: 曇り〉であり、カメラ設定は、RICOH THETA S を用いて以下の設定〈ピクセル数: 幅 5376・高さ 2688, 絞り: f/2, 色空間: sRGB, シャッター速度: 1/160, ISO: 100, ホワイトバランス: 昼白色蛍光灯〉に固定し撮影を行った。これは全体の撮影調査に先立ち、展示室Bの中央付近でカメラ設定をオートにして複数回の撮影を行い、その際のカメラ設定の中で最も多くなった設定である。この最頻値であるカメラ設定に固定し撮影を行なった。このような同等の条件の下では、カメラ設定による明るさの分布は、今後も同様の結果が得られるものである。

注3) 全周パノラマ画像とは前後に2つの魚眼レンズを持った全天球カメラによって生成される全天球画像に円筒図法を用いた画像変換を行なった空間の全周(360度)が投影された画像データである。円筒図法とは球面を平面に展開する際に用いられる投影図法であり、必要な情報に応じて用いる円筒図法を使い分ける必要がある。以下に本研究で用いる2つの円筒図法の特徴を示す。

正距円筒図法 (equidistant cylindrical projection)

X・Y座標が等間隔に並び、方眼図法とも呼ばれる。座標軸を基準に描く為、座標軸上の位置関係や距離を読み取るのに適している。

$$\text{一般式 } X = R \lambda \quad Y = R \phi \quad (3)$$

正積円筒図法 (cylindrical equal-area projection)

引き伸ばされたX座標の分だけY座標を縮めて、面積を正確に表したものである。Y座標が大きくなるほど間隔が極端に狭まり角度を保つことはできないが、面積を読み取るのに適している。

$$\text{一般式 } X = R \lambda \quad Y = R \sin \phi \quad (4)$$

λ : 水平位置, ϕ : 垂直位置, R : 球の半径

QDP手法ではRICOH THETA S及びそのアプリケーションを用いて、天球状の画像を、天頂角補正の上、正距円筒図法による全周パノラマ画像として、書き出すことが可能となり、見かけの位置情報(視角)を正確に把握できる特徴がある。また全天球カメラの選定について、いくつかある全天球カメラであるが各製品とも現在開発改良の途上にあるものである。その為、突出して優れた機器はなく RICOH THETA S についても、カメラそのもののスペックやカメラ本体の大きさなどを他の機器と比べても遜色はなく、本研究においてはなるべく容易に扱える操作性と身近に手に入る入手性、そして経済性を考慮し、今回の撮影に採用した。他にもハイスペックな装置などもあるが、その場合は高い費用を必要とし機器そのものも大きくなるため、現地での連続的

な撮影には不向きであると考えた。また RICOH THETA S における死角はカメラ本体を支える一脚のみであり、真下にしか存在せず、その死角の領域も正距円筒図法から正積円筒図法に変換する際の比率により、その影響はさらに小さくなるので、今回の分析には支障はないと判断した。

注4) 正積円筒図法で得た各項目の割合とは、「立体角」(視点を中心とする球を想定したときの球面上の錐面の広がり)の角度)が全体の中で占める比率(割合)を示す「立体角量」である。正積円筒図法による全周パノラマ画像へと変換することで、直感的にその見かけ上の視覚情報を数値化・可視化することができ、第三者にも伝えやすくするものである。

注5) これは既往研究¹⁶⁾においてシークエンス景観を分析する際、“次にある地点が前地点に比べてどのように景観が変化しているかを示す数値として”変化率を算出していることを援用したものである。

注6) 参考文献¹⁷⁾を参照とし、視野範囲の角度を定めた。ただ視野とは“一点を固視したときの視覚の感度分布”と定義されており¹⁷⁾、QDP手法では視野範囲内の要素を等価に扱っている為、より詳細な注視行動などを分析する際には、その重みづけや視野範囲の形状についても今後の課題となる。

注7) 既往研究¹⁸⁾において“空間が開かれている度合いを開放度、目に強い刺激を与える度合いをインパクト度、それらを除く部分を閉鎖度”として抽出し、それらに関する空間構成要素の分類による開放性・閉鎖性、インパクト度及びその変化率という定量的指標を用いることで構成要素との関係が説明できると指摘されていることを踏まえたものである。

注8) 撮影におけるダイナミックレンジは実空間の輝度分布より狭くなるものである。カメラの精度を考慮した明るさの設定範囲の検討も今後の課題である。ただ今回設定した明るさの範囲でも、大まかな空間明暗要素の配置を把握するには十分な精度を保持していると考え、分析モデルの一例として採用した。仮に画像上のある箇所においてダイナミックレンジの限界による白飛び・黒潰れが生じたとしても、その箇所が空間体験者にとって他の箇所より明るく・暗く見えることに代わりはないと考えたからである。

注9) 人物像についてはその彫像の向きを参考とし、それ以外の彫像については彫像の全体像が把握できる位置を考慮した。あくまで分析モデルにおけるルートの1例である。