

空間の見えの大きさ×色の好ましさと 視覚的選考度の関係に関する研究

Research on the relationship between (apparent size of space × color preference) and visual desirability

○碓氷 崇人^{*1}, 下川 雄一^{*2}
Takato USUI^{*1}, Yuichi SHIMOKAWA^{*2}

*1 金沢工業大学大学院 工学研究科 建築学専攻
Graduate Student, Kanazawa Institute of Technology

*2 金沢工業大学建築学部建築学科 教授 博士(工学)
Professor, Kanazawa Institute of Technology, Dr. Eng.

キーワード：インテリア；空間デザイン；VR；好ましさと；視界幾何

Keywords: interior; space design; VR; preference; geometric appearance future.

1. はじめに

1.1. 研究背景

生物学者である E.O.Wilson¹⁾の提唱した「バイオフィリア」という、人間が潜在的に自然を求め、好む傾向がある性質を取り入れた「バイオフィリックデザイン」や、建物利用者の快適性や健康性の向上を視野に入れた「ウェルネスデザイン」などの快適で居心地の良い空間をデザインする志向が近年、注目を集めている。しかし、空間の好ましさは人によって異なるが、それを評価するためには、評価者が実際に空間に入る必要があるため、空間が形作られるまで評価することができない。また、その人の主観によって評価されるため定性的な評価となる。一方、評価するにあたって、人間は視覚からの情報が大きいとされている。視覚からの情報を定量化するために、廣瀬ら²⁾は、壁や床・天井などの空間を構成している要素（以降、空間構成要素）の見えの大きさ（立体角）やその割合、視点と各種視対象物の視距離など（以降、視界幾何特性）を可視化する視界幾何特性分析ツールの開発とその有効性の検証を行った。視界幾何特性分析ツールの有効性は検証できたが、現状、見えの大きさや視距離などの数値の活用まで至っていない。

一方、福本ら³⁾は、視界幾何特性と実空間の選好性の関係性を探った。視界幾何特性分析の理論は、その性質から視覚的要因のみについて評価することができる。しかし、空間の選好性には、家具の有無や利便的要因などの視覚的要因以外の要因が含まれるため、空間の選好性と見えの大きさと選好性との関係を明らかにすることができなかつた。視覚的要因以外のその他の要因を排除する必要があると論じている。そこで筆者らは、空間構成要素の見えの大きさを用いて、空間の好ましさと関係性を探る。

1.2. 研究目的

空間の好ましさは、空間構成要素の見えの大きさや空間構成要素の色の好ましさが大きく関係していると考えた。視界に好ましいと感じるものが多く占めると空間の好ましさが高くなるという仮説を立て、定量化を試みる。定量化を行うことで、対象者の空間内の好ましさと計画段階における設計検討などに応用できるようになると考える。この仮説の検証を行うために、空間構成要素の見えの大きさや空間構成要素の色の好ましさと、空間の視覚的な好ましさと関係性を明らかにすることを目的とする。

1.3. 研究方法

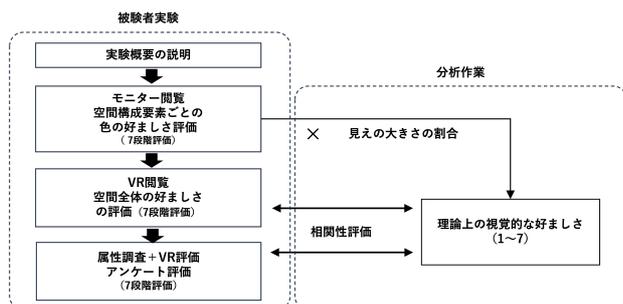
本研究では、空間構成要素の色の好ましさと空間構成要素で構成された空間の好ましさと空間構成要素の有無や程度を、被験者実験を通して明らかにしていく。被験者実験では、被験者の空間構成要素の色の好ましさと空間構成要素の見えの大きさを掛け合わせた数値（理論上の視覚的好ましさと）と、被験者のその空間の視覚的好ましさととの相関を分析する。また、被験者ごとの相関性に着目し、相関が高くなる被験者の傾向を分析し、仮説の有効性の考察を行う。

2. 評価実験

2.1. 評価実験の概要

金沢工業大学の学生 29 名（建築学生 26 名、他学科学生 3 名）に協力してもらい評価実験を行う。被験者には、実験概要を説明した後、①モニターを用いて空間構成要素の色の好ましさと評価と②VR ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD）を用いた VR 空間の視覚的好ましさと評価を行ってもらい、③最後に被験者属性調査と VR に関する評価アンケートを行う（図 1）。

図1 実験のフローチャート



2.2. 空間構成要素の色の好ましき評価の方法

壁・床・天井それぞれ2色ずつモニターに表示し空間構成要素の色の好ましき評価を行う。使用した空間構成要素の色を表1に示す。評価を行う環境は統一するため、実験室環境は、モニターと被験者の距離は1mとし66インチのモニター(144cm×81cm)に空間構成要素の画像を表示しながら、リッカート尺度7段階(非常に好ましくない、好ましくない、やや好ましくない、どちらとも言えない、やや好ましい、好ましい、非常に好ましい)で回答してもらった。色の好ましきに、視覚以外の要因を含めないように、実際に使用することや用途などを想像せずに単純な色の好ましきを回答するように伝えた。

表1 空間構成要素の色

	壁	床	天井
A			
B			

2.3. 空間の視覚的好ましきの評価方法

評価する空間は、全て異なる色の組み合わせをした8パターンの空間とし、大きさごとに空間Sを8パターン、空間Mを8パターン、空間Lを8パターンとした合計24パターンの空間を評価してもらう(表2、表3)。

一般的に、空間の好ましきは、臭いや人の量などの環境や、トイレとの距離や清潔さなどの生理的な要因などの様々な要因が影響すると考えられる。これに対し、本研究では見えの大きさという計画段階で計量可能な視覚情報を用いて空間の好ましきを定量化するため、被験者に視覚要因のみの空間の好ましきを評価してもらう必要がある。本研究では、被験者の視覚要因のみの空間の好ましきを評価するために、HMD (Meta Quest2) を用いて空間の視覚的好ましきを評価する。実空間で空間構成要素の組み合わせのパターンを変更することは、現実的ではないが、HMDを用いることで容易に変更することができる。また、被験者ごとに空間の相違が生まれずに、実験環境を統一す

ることができる。同時に、視覚要因のみを取り出すことができると考えた。

評価を行う空間の3DビジュアライゼーションはTwinmotionを用いた。被験者にはHMDを装着し、空間全体を上下左右360°見渡してもらい、空間の好ましきをリッカート尺度7段階(-3,非常に好ましくない,-2,好ましくない,-1,やや好ましくない,0,どちらとも言えない,1,やや好ましい,2,好ましい,3,非常に好ましい)で評価してもらう。視界幾何特性ツールの性質上、一箇所の視点場での計算を行うため、対象空間の中央を視点場とし見えの大きさの計算を行うとともに、被験者にはHMDを装着したまま、空間内を動き回らないよう指示した。

表2 評価する空間の概要

	空間の大きさ			見えの大きさ		
	幅(mm)	奥行き(mm)	高さ(mm)	壁	床	天井
空間S	3000	4000	3000	61.50%	19.40%	19.10%
空間M	5000	6000	3000	44.40%	27.90%	27.70%
空間L	5000	6000	5000	59.60%	27.90%	12.50%

表3 色の組み合わせによる提示パターン(空間M)

AAA	AAB	ABA	ABB
BAA	BAB	BBA	BBB

2.4. 被験属性調査+VR評価アンケート

分析を行うにあたって、被験者の属性やVR体験の感想の調査を行い、その相関性を探り、どのような人に有効性があるのか分析を行う。被験者の属性を調査するために、VR空間の好ましき評価実験の終了後にアンケートを実施した(表4)。回答形式は7段階評価とし空間デザインに関する質問、VRに関する質問、今回のVR空間のリアリティに関する質問の大きく3項目に分け作成した。表の右側は、アンケート内容からの被験者の属性の名称である。

表4 被験属性調査+VR評価アンケート

カテゴリー	設問内容	名称
空間デザインに関する質問	自分の部屋のインテリアにはこだわりたい。	インテリアへの興味
	家具を選ぶときは色や材質などを重視したい。	見た目の重視
	空間全体のカラーコーディネートにこだわりたい。	コーディネートの重視
	閉鎖的な空間よりも開放的な空間のほうが好きだ。	開放的な空間の好きさ
	日常的に設計活動を行なう習慣がある。	設計活動の頻度
HMDの経験に関する質問	建築の外観よりも内部空間のほうを気にする。	内部空間への興味
	VR空間の体験回数を教えてください。	VRの頻度
	VR装着に不快感はありましたか。	不快感
今回のVR空間のリアリティに関する質問	VR酔いはありましたか。	VR酔い
	明るさ感に再現性はありましたか。	明るさの再現性
	素材感に再現性はありましたか。	素材感の再現性
	色合いに再現性はありましたか。	色合いの再現性
	スケール感に再現性はありましたか。	スケールの再現性

2.5. 見えの大きさと計算数値の算出方法

本研究では、廣瀬らの作成した視界幾何特性分析の理論を用いた、見えの大きさの割合 (Ri) を活用する。見えの大きさの割合と被験者の空間構成要素の色の好ましさを (C Li) を掛け合わせ、本研究で提案する空間の理論上の視覚的好ましさを (Ti) の数値化を行う。ここで、2.3 節で述べた被験者実験による空間全体の好ましさを (7段階) を VR 閲覧時の空間の視覚的好ましさを (Vi) とし、Ti と Vi の相関性を分析する。

$$Ti = \sum (Ri \times Ci)$$

Ti = 理論上の好ましき
 Ri = 見えの大きさの割合
 Ci = 空間構成要素の色の好ましき

3. 分析と考察

3.1. 分析結果 1 (全員の理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の空間の視覚的好ましきの相関性)

被験者全員の空間 S・M・L の全ての空間 (24 空間) における理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の空間の視覚的好ましきの相関性の結果を示す (表 5)。全体の結果から、0.18 とほとんど相関性がないことがわかる。空間の大きさごとの結果から、最大でも 0.22 と小さい値であり、この結果からも相関性はほぼ無いと言える。また、空間 S から空間 L に向かうほど相関係数が小さくなっており、このことから、空間の大きさが小さいほど相関性が高くなっていることがわかる。これは、空間 S→空間 M→空間 L の順に評価を行っており、被験者の疲労や思考力の低下が関係している可能性がある。

3.2. 分析結果 2 (被験者ごとの理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の空間の視覚的好ましきの相関性)

次に、被験者ごとの理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の空間の視覚的好ましきの相関性を示す (表 6)。表 4 のデータからは、相関がほとんど見られなかったが、被験者ごとの相関性を調査し、被験者による相関性の違いを分析する。空間 S・M・L の全ての空間 (24 空間) と被験者ごとの空間 S・M・L それぞれの相関係数を表示している。相関係数が 0.3 以上の数値にピンクで、-0.3 以下の数値にブルーで色付けを行なった。被験者ごとの相関では、相関性がある人とない人にばらつきがあることがわかる。被験者 2・8・11・15・26 では、どの空間においても正の相関性が高い結果となった。また、被験者 13 は、負の相関性が非常に高い結果となった。被験者ごとで見ると、被験者 2・26 では相関係数が非常に高い結果となった。このことから、被験者によっては相関性が高く数値の有効性が伺える。全体的な傾向として、負の相関性が高い被験者はどの空間においても負の相関が高く、正の相関性の高い被験者

は、どの空間においても正の相関関係にある傾向があった。

3.3. 分析結果 3 (空間構成要素を限定した場合の理論上の好ましきと VR 閲覧時の好ましきの相関性)

空間構成要素を限定した場合の理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の空間の好ましきの相関性を示す (表 7)。どの空間構成要素の組み合わせが、VR 閲覧時の空間の好ましきとの相関性があるのかを調査する。0.15 以下の数値にブルーで色付けを行なった。一番高い相関係数で 0.22 と非常に低い数値であることが伺える。このことから、これらの相関性はほとんど無いことがわかる。しかし、全ての空間構成要素で空間 L の相関係数が一番小さい数値となっており、ほとんどのデータで空間が大きくなるにつれて相関性がなくなる傾向にあることがわかる。また、床における相関係数が他の空間構成要素の組み合わせと比べ小さい。床が空間の好ましきに、あまり影響を与えていない可能性があることがわかる。

表 5 理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の好ましきの相関性 (全員)

	全体 (24パターン)	空間S (8パターン)	空間M (8パターン)	空間L (8パターン)
全員	0.183	0.223	0.218	0.113

表 6 理論上の空間の好ましきと VR 閲覧時の好ましきの相関性 (被験者ごと)

被験者No.	全体 (24パターン)	空間S (8パターン)	空間M (8パターン)	空間L (8パターン)
1	0.092	-0.226	0.294	0.238
2	0.706	0.408	0.875	0.905
3	0.433	-0.113	0.642	0.831
4	-0.174	-0.091	-0.393	-0.284
5	0.170	-0.136	-0.191	0.811
6	0.100	0.292	-0.036	-0.252
7	-0.111	0.450	-0.082	-0.817
8	0.641	0.874	0.602	0.822
9	0.152	0.372	-0.217	0.374
10	-0.061	0.000	0.070	0.000
11	0.666	0.416	0.722	0.857
12	-0.162	-0.448	-0.195	-0.029
13	-0.679	-0.762	-0.786	-0.752
14	0.356	0.058	0.807	0.443
15	0.565	0.575	0.640	0.546
16	-0.274	-0.035	0.102	-0.746
17	0.306	0.000	0.557	0.611
18	0.299	0.605	0.206	0.199
19	-0.059	0.229	-0.359	-0.339
20	-0.004	0.131	-0.252	0.180
21	-0.164	-0.446	0.147	-0.357
22	-0.278	-0.431	-0.477	0.175
23	-0.468	-0.460	-0.063	-0.840
24	-0.206	-0.626	-0.273	0.174
25	0.412	0.871	0.537	-0.205
26	0.850	0.857	0.810	0.964
27	0.177	0.237	0.305	-0.039
28	0.231	0.813	-0.060	-0.160
29	0.415	0.058	0.583	0.573

表 7 理論上の好ましき (要素を限定した場合) と VR 閲覧時の好ましきの相関性

	空間構成要素の組み合わせ						
	壁・床・天井	壁・床	壁・天井	床・天井	壁	床	天井
空間S	0.223	0.164	0.223	0.194	0.162	0.029	0.224
空間M	0.218	0.145	0.200	0.203	0.120	0.080	0.190
空間L	0.113	0.082	0.111	0.100	0.078	0.027	0.157

表 8 表 5 で示した相関係数と表 3 で示した被験者属性調査+VR 評価アンケートとの相関性

		被験者ごとの理論上の空間の好ましさと VR閲覧時の空間の視覚的好ましさの相関係数				被験者ごとの理論上の空間の好ましさと VR閲覧時の空間の視覚的好ましさの相関係数 (絶対値)			
		全体 (24パターン)	空間S (8パターン)	空間M (8パターン)	空間L (8パターン)	全体 (24パターン)	空間S (8パターン)	空間M (8パターン)	空間L (8パターン)
		性別	0.014	0.235	0.002	-0.148	0.238	0.282	0.240
空間デザインに 関する質問	インテリアへの興味	0.129	0.148	0.097	0.094	0.218	0.032	0.039	0.084
	見た目の重視	0.128	0.239	-0.045	0.082	0.174	0.014	0.183	0.119
	コーディネート重視	-0.042	0.177	-0.011	-0.221	0.094	0.286	0.052	0.044
	開放的な空間の好きさ	0.102	-0.114	0.132	0.248	0.177	0.403	0.041	0.011
	設計活動の頻度	-0.057	-0.176	-0.052	0.016	0.251	0.173	0.036	0.093
	内部空間への興味	0.252	0.079	0.210	0.324	0.113	0.079	0.210	0.324
VRに関する質問	VRの頻度	0.012	0.112	-0.048	0.005	0.319	0.243	0.321	0.184
	不快感	0.180	0.078	0.100	0.280	0.120	0.369	0.009	0.107
	VR酔い	0.219	0.145	0.252	0.204	0.212	0.368	0.201	0.182
VR空間の再現性に 関する質問	明るさの再現性	-0.091	0.248	-0.190	-0.244	0.406	0.026	0.470	0.442
	素材感の再現性	0.045	0.051	-0.018	0.054	0.277	0.341	0.102	0.272
	色合いの再現性	0.028	0.187	-0.022	-0.129	0.354	0.006	0.307	0.386
	スケールの再現性	0.005	0.132	0.065	-0.216	0.147	0.376	0.048	0.019

3.4. 分析結果 4 (表 5 で示した相関関係と被験者属性調査と VR 評価アンケートの結果の相関性)

最後に、表 5 で示した相関関係と表 3 で示した被験者属性調査と VR 評価アンケートの結果の相関を分析する (表 8)。これにより、相関性が高いと結果が出た被験者にどのような属性との相関性があるのかを分析する。また、表 5 で示した被験者ごとの相関係数の絶対値と表 3 で示した被験者属性調査と VR 評価アンケートの結果の相関も同時に分析した。正と負どちらにおいても相関性が高い被験者との相関を探るために、絶対値との相関を分析する。0.3 以上の数値をピンクで-0.3 以下の数値をブルーで色付けした。

結果から、相関係数と被験者の属性の相関はあまり相関性がない結果となっている。最大の 0.32 の数値である空間 L における内部空間への興味では、少しの相関性ではあるが、建築の外部空間よりも内部空間の方を気にすると答えた被験者の方が、負の相関関係となりやすいことがわかった。

絶対値における被験者との属性との相関では、VR のリアリティに関する質問において、多少の相関関係にあることがわかる。負の相関性が出ていることから、これらの再現性がない方が、相関性があるという結果になっている。しかしこれは、ほとんどの被験者の回答結果が同じとなっており、被験者に質問内容が伝わりにくかったと考えられる。また、VR の頻度でも多少ではあるが負の相関性が出ていることから、VR の体験回数が少ない方が、相関性があるということがわかった。

4. 終わりに

以上の結果から、理論上の空間の好ましさと VR 閲覧時の空間の視覚的好ましさの相関性は、全体の結果からは、相関性はほとんど無いということが明らかになった。一方、試験者ごとで見ると、被験者によっては相関性が高いことも確認できた。しかし、被験者ごとの相関性の高さや被験者属性調査と VR 評価アンケートの相関を分析したが、相

関性はほとんど無い結果となり、何らかの傾向を把握には至らなかった。また、空間構成要素を限定した場合の理論上の空間の好ましさと VR 閲覧時の空間の好ましさの相関では、床における相関係数が小さいことから、床が空間の好ましさにあまり影響を与えていないことがわかった。空間の大きさが、理論上の空間の好ましさに与える影響では、空間が大きくなるにつれて、相関性はなくなる傾向にあることがわかった。

今後の課題として、色の組み合わせや VR 空間体験する順番などの要因が影響を与えている可能性もあり、カラーコーディネートとの相関性も勘案する必要があると感じている。また、被験者の属性との分析を進め、どのような人と相関性があるのかさらに検討を進め分析を行う必要がある。また、相関分析による分析では、影響を与える要因の特定を行うことが難しく、他の分析方法でも試す必要があると感じている。今後、更なる分析を進めていき、空間の好ましさと見えの大きさ、空間構成要素の色の好ましさととの相関性を探っていく。

謝辞

本研究を行うにあたって、実験に快くご参加いただいた金沢工業大学の学生の皆様に、感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) E. O. Wilson、Biophilia : The human bond with other species、Harvard University Press、Cambridge、984
- 2) 廣瀬寛騎、下川雄一：フィボナッチ格子による視線ベクトル配列を用いた建築空間の視界幾何特性分析ツールの開発、日本建築学会計画系論文集、第 83 巻、第 750 号、pp.1611-1621、2018-8
- 3) 福元大輔、廣瀬寛騎、下川雄一：場所毎の視界幾何特性の類型化とその検証 —自己組織化マップによる視界幾何学特性クラスタマップと被験者実験による選好度マップの比較—、日本建築学会・情報システム技術委員会、第 41 巻、pp.142-145、2018-12