

# 視界幾何特性分析ツールを用いた 領域の開放性分析指標の提案とケーススタディ Proposal and Case Study of the Openness Analysis Index of Area Using Tool for Analyzing Geometric Appearance Feature

○廣瀬 寛騎\*<sup>1</sup>, 福元 大輔\*<sup>2</sup>, 下川 雄一\*<sup>3</sup>  
Hiroki Hirose\*<sup>1</sup>, Daisuke Fukumoto\*<sup>2</sup> and Yuichi Shimokawa\*<sup>3</sup>

- \*1 金沢工業大学大学院工学研究科建築学専攻 修士 (工学)  
Grad. Student, Graduate School of Architecture, Kanazawa Institute of Technology, M.Eng.
- \*2 金沢工業大学大学院工学研究科建築学専攻 学士 (工学)  
Grad. Student, Graduate School of Architecture, Kanazawa Institute of Technology, B.Eng.
- \*3 金沢工業大学建築学部建築学科 教授・博士 (工学)  
Prof., Dept. of Architecture, Kanazawa Institute of Technology, Dr.Eng.

キーワード：開放性；隣接空間；視線ベクトル；見えの大きさ；指標；BIM  
Keywords: Openness; Adjacent space; Gaze vector; Apparent size; Index; BIM

## 1. はじめに

建築計画を行う際、空間が利用者からどのように見えるのかを確認することは重要であり、一般的に模型を用いて確認される。近年では BIM の普及もあり、3次元モデルや VR を用いて確認するケースも増えている。しかし、これらの評価方法は感覚的かつ定性的な評価方法と考えられ、今後の建築設計への AI の導入を見据えるならば、空間を幾何学的に捉えて数値として出力し、定量的に評価する方法が必要と考えられる。このような背景から著者らは、指定した場所から何がどのくらい見えるのかを数値として出力できるツールを開発した。このツールでは見えの大きさ(立体角)やその割合、視点と対象物までの距離など(以降、これらを総称して視界幾何特性情報と呼ぶ)の属性情報を持つ3次元モデルから計算し、可視化する手法を提案したり。しかし、本ツールで算出される見えの大きさの値では実際の見えの大きさが想像しにくいという問題点が確認された。よって、本研究では視界幾何特性分析ツールを用いて複数の有名建築を対象にケーススタディを行い、見えの大きさの活用に有効な指標づくりを目的として分析を行う。

## 2. 見えの大きさの計算方法

### 2.1 視界幾何特性分析ツールの開発環境

著者らが開発した視界幾何特性分析ツールは、3次元モデリングソフトである Rhinoceros 上で稼働するビジュアルプログラミング環境 Grasshopper を用いて開発されている。本研究で提案する指標のための新たな機能も同様の環境で開発した。

### 2.2 視線ベクトルの発生方法と見えの大きさについて

視界幾何特性分析ツールでは、視線ベクトルを全方位にできる限り一様に放出させるため、フィボナッチ格子を用いて、そのガイドポイントとしての多数点を一様に配置させる方法を採用している(Fig.1)。ここで、ある視点から全方位に発生させる視線ベクトルの総数を  $N$ 、 $A$  という3次元オブジェクトに衝突した視線ベクトルの数を  $N_A$  とすると、視点からの  $A$  の見えの大きさ(立体角、単位：ステラジアン[ $sr$ ])は式(1)で求めることができる。

$$4\pi \times \frac{N_A}{N} \dots(1)$$

## 3. 見えの大きさ情報の指標化

建築における開放性の概念は主に内部から外部に対する視線の抜けや広がりに関するものであり、外部に対する見

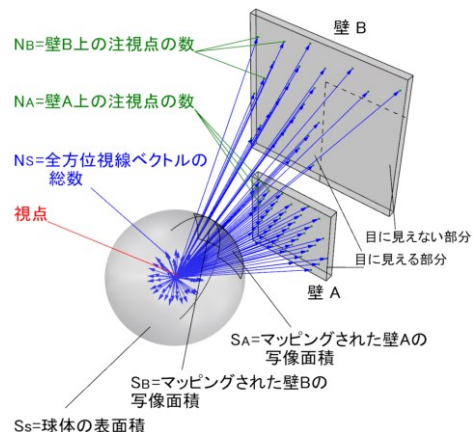


Fig.1 Approximation of apparent size using gaze vectors

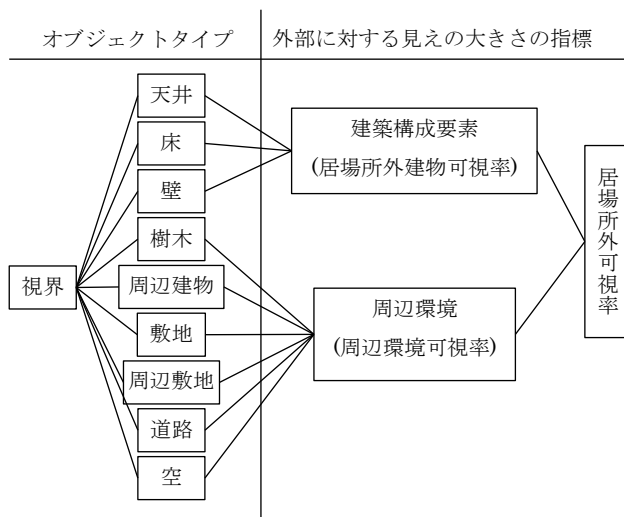


Fig.2 Overview of proposed indexes

えの大きさを求めることで、空間の相互関係やつながりを重視した建築の指標を提案できると考えた。以上のことから本研究では、「周辺環境」の見えるの大きさをういた「周辺環境可視率」、「居場所外の建物構成要素」の見えるの大きさをういた「居場所外建物可視率」、それら2つの和である「居場所外可視率」の3つの指標を提案する(Fig.2)。

### 3.1 周辺環境可視率

周辺環境可視率は、全周視野に対する建物内のある視点からの周辺環境構成要素(空や地面など)の見えるの大きさの割合とする。視点から外部への見えるの大きさを示す指標であり、式(2)で求める(Fig.3)。

$$\text{周辺環境可視率} [\%] = \frac{\alpha}{4\pi} \times 100 \quad \dots(2)$$

$\alpha$  : 周辺環境構成要素の見えるの大きさ(立体角)

$4\pi$  : 全周の立体角

### 3.2 居場所外建物可視率

居場所外建物可視率は、全周視野に対する自分(視点)が居る領域の外にある建物構成要素の見えるの大きさの割合とする。隣接領域に対する開放性の程度を示す指標であり、式(3)で求める(Fig.3)。

$$\text{居場所外建物可視率} [\%] = \frac{\beta}{4\pi} \times 100 \quad \dots(3)$$

$\beta$  : 居場所外の建物構成要素の見えるの大きさ(立体角)

### 3.3 居場所外可視率

周辺環境可視率と居場所外建物可視率の和を居場所外可視率とし、式(4)で求める(Fig.3)。

$$\text{居場所外可視率} [\%] = \text{周辺環境可視率} + \text{居場所外建物可視率} \quad \dots(4)$$

## 4. 建築作品分析を通した指標の有効性検証

### 4.1 建築作品の選定

建築作品の選定に際して、建築物の内外部に対する見えるの大きさに着目し、「開口部を通した外部への視界の抜け」や「空間内部における視界の広がり」の2点を意識した。ま

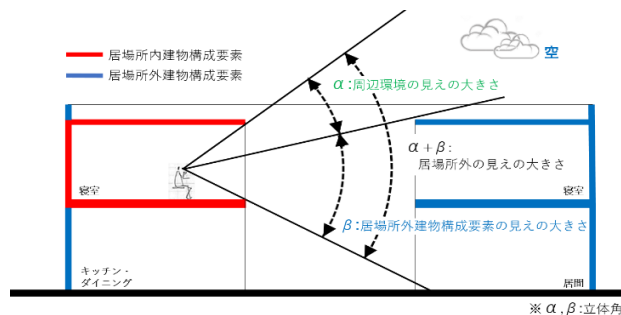


Fig.3 Conceptual diagram of visibility Out of place (Architecture model: Row house in Sumiyoshi)

Table1 Selected Architecture the work

建築作品	設計者	用途	竣工年
1	バルセロナ・バビリオン	ミース・ファンデル・ローエ	バビリオン 1929
2	サヴォワ邸	ル・コルビュジェ	住宅 1931
3	ファンズワース邸	ミース・ファンデル・ローエ	住宅 1951
4	軽井沢の山荘 (吉村山荘)	吉村順三	住宅 1962
5	白の家	藤原一男	住宅 1966
6	住吉の長屋	安藤忠雄	住宅 1976
7	家具の家	坂茂	住宅 1995
8	樹屋本店	平田晃久	物販店舗 2006
9	House N	藤本壮介	住宅 2008
10	イエノイエ	平田晃久	住宅 2008

た、以下の4つの条件を加え選定した結果、10作品を対象とすることにした(Table1)。

- ①小規模な建築物であること
- ②認知度が高い建築物であること
- ③空間想像が容易な建物(空間)であること
- ④建築の構成が単純であること

### 4.2 分析モデルの作成と属性情報の付与

分析モデルの作成は Rhinoceros の標準サーフェスツールを用いて作成した。また、計算の処理に一定の時間を要することが予想されたため、作成時には以下のルールを基にモデリングを行った。

- ①壁や屋根スラブ等の面状の部位は厚みを持たないオブジェクトとして作成する
- ②浴室・トイレなどの小空間・キッチン設備・什器等は省略する
- ③建具枠やサッシ、手すり等の細い部材は省略する
- ④ガラス窓は視線が抜けるため除外する
- ⑤空間内の分析を目的とするため、壁・床・天井などは全て内寸法とする
- ⑥ドア(開口無し)は壁と同様に、1枚の垂直面として作成する
- ⑦階段は個々の段を除き、1枚の傾斜した面として作成する

作成する対象領域は作品毎に特徴的な空間を選定し、領域内に 1000mm 間隔に配置し、視点の高さは座位状態を想定し、1200mm とした(Fig.4)。各オブジェクトに対し、Fig.1 のように対応する属性情報(居場所内建物構成要素、

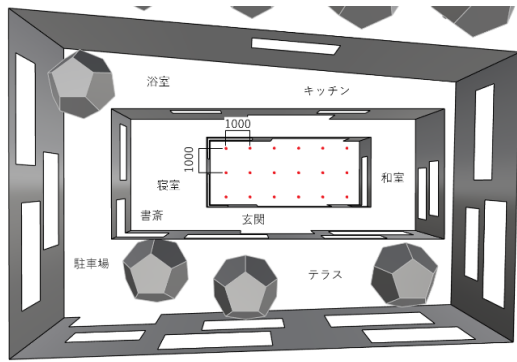


Fig.4 House N plan view and view point location

居場所外構成要素、周辺環境)を付与した。

#### 4.3 計算結果の平均値を用いた分析

10 作品における指標ごと(周辺環境可視率、居場所外建物可視率、居場所外可視率)の平均値を Table2 に示す。周辺環境可視率の平均値に着目すると、「バルセロナ・パビリオン」を例外として、竣工年が古い建築作品ほど平均値が高い傾向にある。一方で、居場所外建物可視率の平均値を見ると、竣工年が新しい建築作品ほど平均値が高い傾向にあった。以上 2 つの指標値の傾向から、「榎屋本店」と「House N」は非常に特徴的な結果となった。これらの作品は開口を多く設けているため外部への開放性が高いと推測されたが、周辺環境可視率は極めて低かった。その一方で、居場所外建物可視率は極めて高く、隣接領域との関係性が強いことが読み取れる。居場所外可視率の平均値を確認すると、「バルセロナ・パビリオン」と「ファズワース邸」よりも「榎屋本店」と「House N」のほうが高かった。これらのことから竣工年が古い建築作品は外部への開放性が高い傾向であるのに対し、竣工年が新しい建築作品は内部への開放性が高い傾向にあることが確認された。ただし、「バルセロナ・パビリオン」の周辺環境可視率と居場所外建物可視率の比率が「榎屋本店」と「House N」の比率と近いことから、竣工年が一番古い建築にも関わらず、竣工年が新しい建築作品と同様の傾向をもった建築作品だと言える。

#### 4.4 ひげ図を用いた分析

周辺環境可視率をひげ図で分析すると、軽井沢の山荘は最大値と最小値の差が最も大きく、視点場所によって外部の見え方が大きく変化することがわかる (Fig.5)。しかし、箱部分を見ると全体的に下部によっていることから、多くの場所で周辺環境があまり見えないこともわかる。このような傾向はサヴォア邸やファズワース邸でも確認された。一方、House N や榎屋本店は全ての視点で周辺環境可視率が低く、場所によって外部の見え方が大きく変化しないことがわかる。一方、居場所外建物可視率をひげ図で分析すると、バルセロナ・パビリオンの最大値と最小値の差が大きく箱が下部によっていることから、視点場所によ

Table2 Average value for each index in the target

建築作品	対象領域	視点数	周辺環境可視率の平均値[%]	居場所外建物可視率の平均値[%]	居場所外可視率の平均値[%]
バルセロナ・パビリオン	ラウンジ	56	6.5	27.3	33.9
サヴォア邸	リビングダイニング	84	14.4	6.5	20.9
ファズワース邸	リビング	28	24.1	14.3	38.4
軽井沢の山荘	居間	22	16.0	8.6	24.7
白の家	リビング (広間)	36	12.1	9.1	21.1
住吉の長屋	寝室	14	3.0	10.0	13.1
家具の家	リビングダイニング	30	5.3	21.8	27.1
榎屋本店	ショールーム	25	2.5	44.0	46.5
House N	リビングダイニング	18	2.6	39.4	41.9
イエノイエ	リビング	19	9.5	13.6	23.1

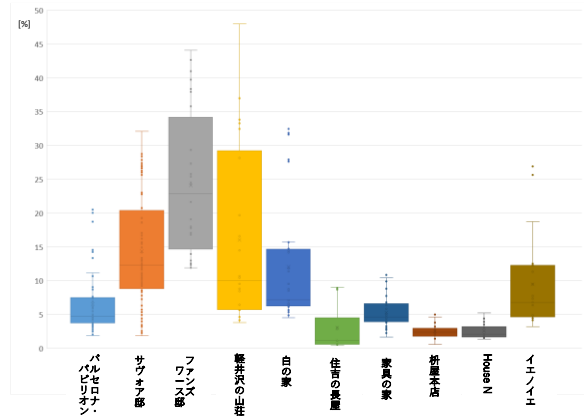


Fig.5 Box plot of surrounding environment visibility

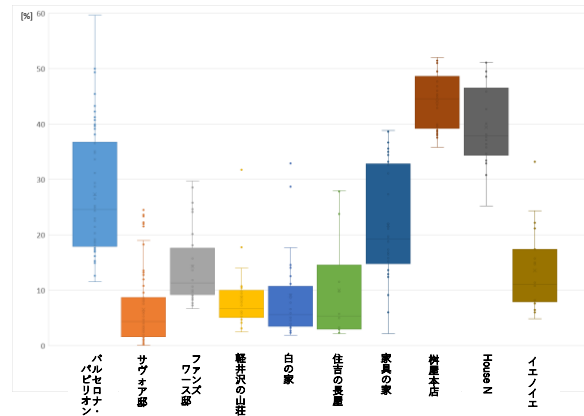


Fig.6 Box plot of buildings outside the location visibility

て大きく見えの大きさが変化するが大部分であり見えないことがわかる。一方、House N や榎屋本店の居場所外建物可視率が全体的に見えの大きさが大きいことから、建物内部の開放性が高いことが読み取れる (Fig.6)。

#### 4.5 散布図を用いた分析

建築作品ごとの「周辺環境可視率」と「居場所外建物可視率」を用いた散布図を上記に示す (Fig.7)。各散布図を比較すると、「榎屋本店」と「House N」は数値や形状が類似している。その他、「家具の家」や「住吉の長屋」も散布位置が縦軸側によっており、周辺環境可視率が小さく、居場所外建物可視率の値にばらつきがある。この形状を持った散布図は「居場所外建物可視率集中型」とする (Fig.8)。「軽井沢の山荘」、「白の家」、「イエノイエ」は散布形状が類似しており、L字型に分布している。この形状を持った散布図は「L字集中型」とする (Fig.8)。このように、散布図を

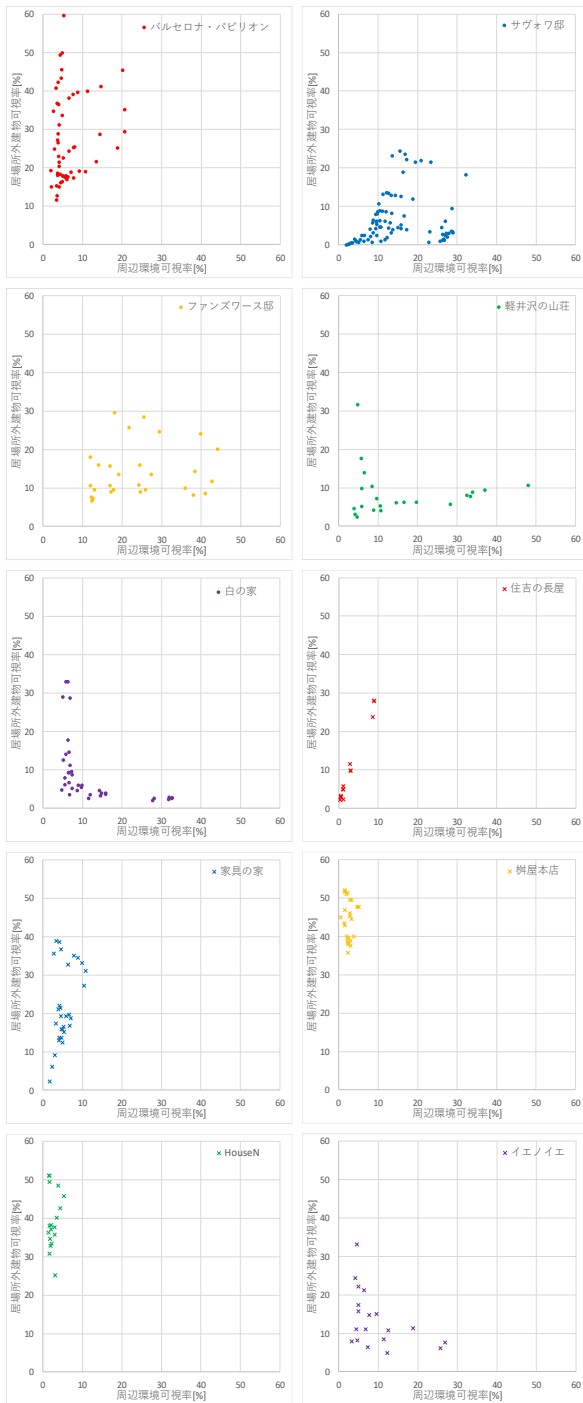


Fig.7 Scatter plot of the visible rate

用いた分析を行うことで、複数の建築作品において同様の可視率分布をもつ建物を容易に分析ができ、建物の特徴を容易に分析できる。

## 5. まとめ

既往研究では、見えの大きさの分類を細かく分けることで、細分化した分析を行えるというメリットがあった。しかし、結果を読み取る際時間がかかってしまうという課題を抱えていた。それを、居場所内空間、居場所外空間、周辺環境という 3 つに属性に分けることで分析が容易にな

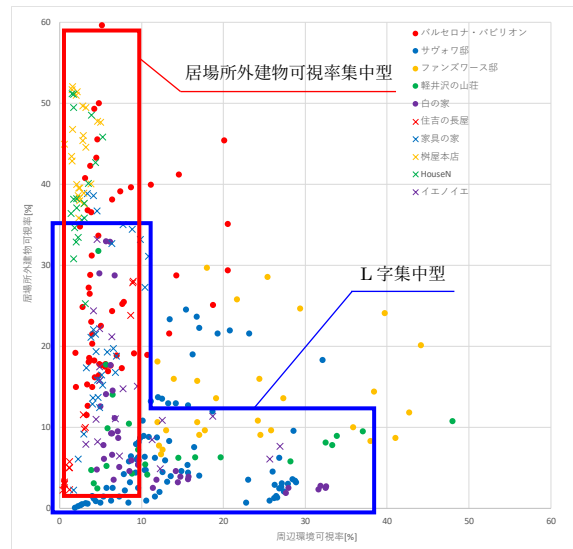


Fig.8 Summary of Scatter plot

るという確認ができた。例えば、周辺環境の要素として、地面や空を含んでいる。そうすることでまとめた値が数値として出力され、複数の建物を比較するうえで読み取りやすくなったと確認できた。また、建物構成要素を居場所内と居場所外に分けることで、内部・外部による開放性だけでなく、建物内空間同士での開放性を分析できるようになった。この研究を通して、まず指標を提案し建築作品 10 件のケーススタディを行ったことで、建築空間を様々な角度から分析を行うことができた。また、分析を行うことで、この指標が建築の傾向、特性を分析するうえで有効性があることが確認できた。各建物空間の周辺環境可視率など、指標数値を算出したことで、設計過程での比較分析だけでなく建築作品の比較分析に活用ができるのではないかと考えられる。また、設計案の検討分析時に使用することで、どういう建築作品に類似するか、と考える際のひとつの目安にもなるのではないかと考えられる。

しかし、本研究は小規模な建築を対象に行ったものの、バルセロナ・パビリオンや樹屋本店は住宅ではないため、用途に沿った見えの大きさ指標化を十分に分析できていない。用途が違えば外部とのつながりも変わると考えられるため、今後は住宅作品に統一して分析を行い、より正確な指標化の提案を行う。

尚、本研究は筆者らの指導を通じて執筆された同研究室の井澤美咲による卒業論文<sup>2)</sup>をまとめたものである。

## 【参考文献】

- 1) 廣瀬寛騎: 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、750 号、pp. 1611-1621、2018. 8
- 2) 井澤美咲: 建築作品の比較による見えの大きさ情報の指標化ー視界幾何特性分析ツールの有効活用に向けてー、平成 30 年度金沢工業大学建築学科卒業論文、2019. 2