

剛体可視性分析

isovist を拡張した格子による見えかくれの記述

Rigid body visibility analysis: describing invisibility by lattice extending isovist

○丸山 悠斗^{*1}, 安田 溪^{*2}, 三浦 研^{*3}
Yuto MARUYAMA^{*1}, Kei YASUDA^{*2}, and Ken MIURA^{*3}

- *1 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 修士課程
Graduate student, Department of Architecture, Kyoto University, M. Eng.
- *2 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 助教・修士 (工学)
Assistant Professor, Department of Architecture, Kyoto University, M. Eng.
- *3 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 教授・博士 (工学)
Professor, Department of Architecture, Kyoto University, Dr. Eng.

キーワード: 可視性, 格子, isovist, 見えかくれ

Keywords: Visibility; lattice; isovist; appearing and disappearing

1. 研究の背景と目的

格子は日本の伝統建築に特徴的な要素であり、さまざまな役割を担っている。¹⁾特に可視性においては空間を完全に分断せず緩やかに視線を遮ることで視対象は部分的にしか見えない(以降「部分的可視」とする)ため、それにより防犯性と開放感を与えている。

可視性を評価する方法の一つとして可視領域 isovist が用いられる。²⁾isovist はある点から見える領域を示すものであり、視対象の見えかたに直接言及はできない。また視対象の見えかたの記述において視対象を点として扱う(以降「質点可視分析」とする)場合、見える・見えないのみの記述となり部分的可視を記述できない。

本研究では視対象を質点ではなくある範囲の領域を持つ剛体として扱う(以降「剛体可視分析」とする)ことで部分的可視の記述の方法を検討し、また剛体可視分析を通して建築空間において格子がもたらす空間特性を適切に記述することを目指す。

視対象を質点として扱う場合				
	観測点から視対象が見える	観測点から視対象が見える	観測点から視対象が見えない	観測点から視対象が見えない
視対象を剛体として扱う場合				
	観測点から視対象が見える	観測点から視対象が部分的に見える	観測点から視対象が部分的に見える	観測点から視対象が見えない

図 1. 視対象を質点として扱う場合と剛体として扱う場合の可視・不可視の評価の差異

2. 格子による見えかくれの記述方法

2.1. 部分的可視量率の記述

図 1. に示すように視対象を一定の領域を持つ剛体として扱う場合、袖壁や格子などの遮蔽物越しに視対象の一部を見ることが出来る。本研究ではある観測点において視対象がどの程度見えているのかを「部分的可視量率」として数値的に表現する。

ある観測点において視対象を見る場合に、視対象が存在する範囲を「視野角範囲」とし、閉区間(もしくはそれらの集合) D として表す。

$$D = [\theta^0, \theta^1] \quad (-\pi \leq \theta^0 \leq \theta^1 \leq \pi)$$

観測点から視対象 R を見る場合の視野角範囲及び格子 L 越しに視対象 R を見る場合の視野角範囲をそれぞれ D_R , D_{R-L} とすると、視野角範囲 D の大きさ $|D|$ を用いて部分的可視量率を以下のように表すことができる。

$$|D| = \int_D d\theta$$

$$r_R = \frac{|D_{R-L}|}{|D_R|}$$

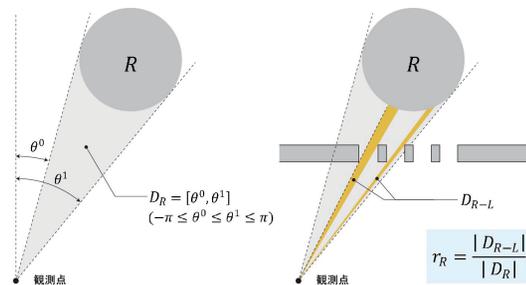


図 2. 部分的可視量率の計算例

2.2. 被可視領域の記述

ある点から見ることで見られる領域である可視領域に対して、視対象を見ることが出来る領域をその視対象における「被可視領域」と呼称する。

視対象 R の被可視領域 S_R' は前節で定義した部分的可視量率を用いて以下の式を満たすような領域として定めることができる。ただし観測点 p における視対象 R の部分的可視量率を p^rR とする。

$$\forall p \in S_R', p^rR > 0$$

2.3. 水平視線ずれ量の記述

格子越しに視対象を見る場合、もとの観測点から少しずれることで、もとの観測点からは見えなかった部分を見ることができ、結果として視対象の全体を見ることが出来る場合がある(図3)。本研究ではある観測点を起点として視点の位置をずらしていく場合に、視対象のすべてを見ることが出来るようになるまでに必要な移動量を「視点ずれ量」として表現する。特に視点をずらす方向を格子面に対して平行な方向に制限したものを「水平視点ずれ量」と表現する。

視対象 R の表面 I_R 及び視対象 R の表面のうち観測点 p_k から格子越しに見える部分 I_{p_k} を図4.のように区間として表し、観測点 p_k における水平視点ずれ量 d_{p_k} を図5.に示すフローで計算する。

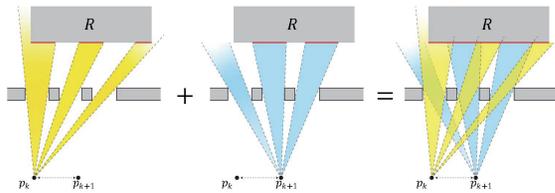


図 3. 視点ずれによって視対象全体が見える例

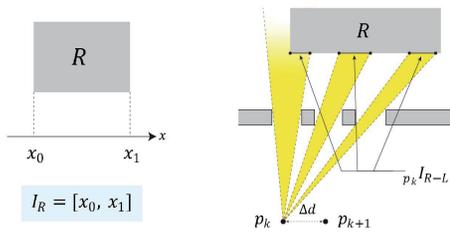


図 4. I_R , $p_k I_{R-L}$ の例

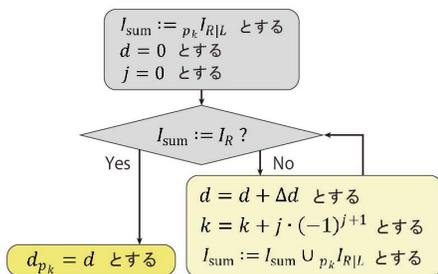


図 5. 水平視点ずれ量の計算フロー

3. 剛体可視分析に基づく空間特性の記述

3.1. 格子の条件と視対象の部分的可視量率の関係

図6.に示すモデル空間において、下部領域内の任意の観測点から中央部の格子越しに上部領域内の視対象がどれだけ見えているかを各観測点における部分的可視量率の分布として表す。

図7.各図に示すとおり格子間隔が広がるほど視対象の被可視領域が大きくなり、部分的可視量率も全体を通して大きくなる。また視対象が格子面に遠い位置にある場合、近い場合よりも部分的可視量率が全体的に大きくなり、格子に対して遠くの対象物の方が比較的好く見えることを表している。

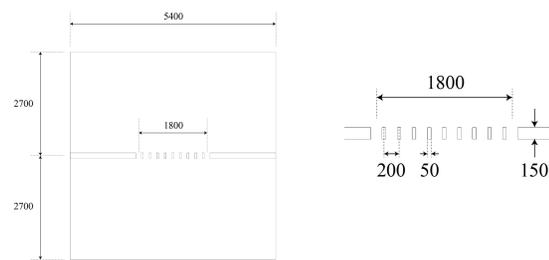


図 6. 対象モデル (格子間隔 : 200mm)

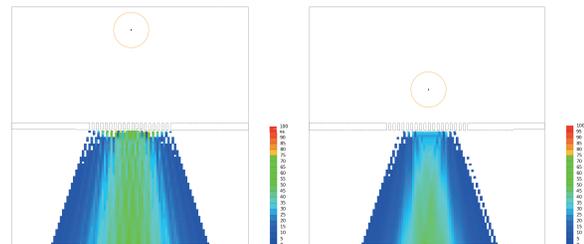


図 7. a. 格子間隔 : 100mm の対象モデル
左) 視対象が遠い場合 右) 視対象が近い場合

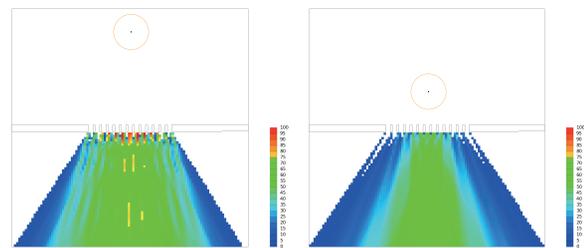


図 7. b. 格子間隔 : 150mm の対象モデル
左) 視対象が遠い場合 右) 視対象が近い場合

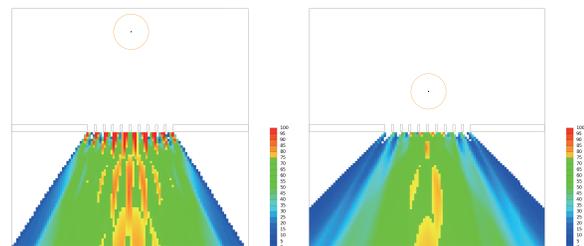


図 7. c. 格子間隔 : 200mm の対象モデル
左) 視対象が遠い場合 右) 視対象が近い場合

3.2. 2点間における可視領域と被可視領域の非対称性

視対象を質点として扱う場合、視対象の可視領域と被可視領域は同一の形状をとり、これはある2視対象間において互いの姿の可視・不可視が一致することを表す（以降「可視・不可視の対称性」と表現する）。しかし剛体として扱う場合、視対象における可視領域と被可視領域の形状及び面積が異なるため、可視・不可視が非対称となることがある。例えば、ある2つの視対象 p 、 q において p は q を見ることができるが q は p を見ることができない。（図8.b.）

またある視対象 p において自分自身だけが一方を見ることができるとなると、可視・不可視の非対称性が多くの視対象との間で成立する場合、視対象 p の位置は「眺望-隠れ家理論」³⁾に基づく空間としての性質を帯びている

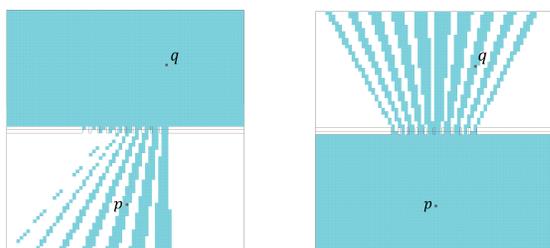


図 8. a. 可視・不可視の対称性の例
左) p が q の可視領域内にある (q から p が見える)
右) q が p の可視領域内にある (p から q が見える)

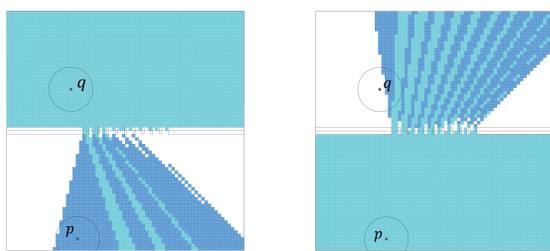


図 8. b. 可視・不可視の非対称性の例
左) p が q の被可視領域内にある (q は p に見られる)
右) q が p の被可視領域内にない (p は q に見られない)



図 8. c. 図 8. b. の可視・不可視の非対称性の例における実際の空間での見えかた
左) 図 8. b. の左図において q から p が見えない
右) 図 8. b. の右図において p からは q が見える

ということができる。

可視・不可視の非対称性について、各観測点における可視・不可視の非対称性の成立頻度（この値が大きいほど自分自身だけが一方的に見ることのできる領域が大きいことを表す）の分布について図6に示すそれぞれのモデルで検討を行った。図9.b., 図9.c., 図9.d.に示すとおり、どのモデルにおいても格子面から離れた観測点ほど非対称性の成立頻度が高いことから、格子面から離れた空間ほど眺望-隠れ家の性質を帯びているといえる。

また格子間隔が狭いほど格子正面付近における眺望-隠れ家の性質が強く、格子間隔が広いほど多くの領域において眺望-隠れ家の性質を帯びていると考えることができる。

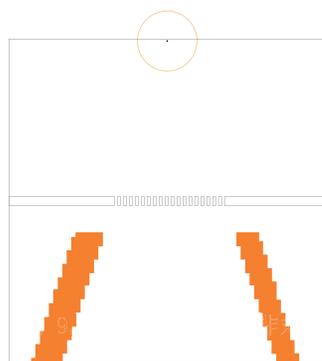


図 9. a. 格子間隔:100mm のモデルにおいて観測点と可視・不可視の非対称性が成立している観測点の分布



図 9. b. 格子間隔:100mm のモデルにおける可視・不可視の非対称性の成立頻度の分布



図 9. c. 格子間隔:150mm のモデルにおける可視・不可視の非対称性の成立頻度の分布



図 9. d. 格子間隔:200mm のモデルにおける可視・不可視の非対称性の成立頻度の分布

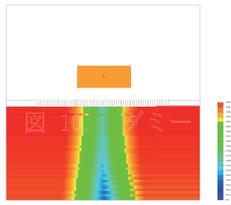


図 10. a. 格子間隔 100mm
格子面から 450mm

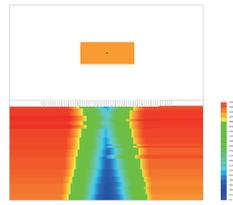


図 10. b. 格子間隔 100mm
格子面から 1100mm

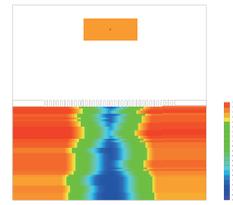


図 10. c. 格子間隔 100mm
格子面から 1750mm

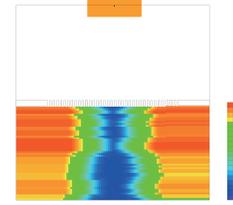


図 10. d. 格子間隔 100mm
格子面から 2400mm

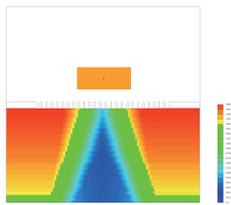


図 10. e. 格子間隔 150mm
格子面から 450mm

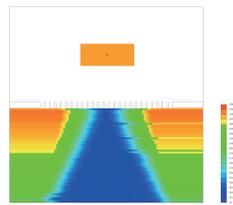


図 10. f. 格子間隔 150mm
格子面から 1100mm

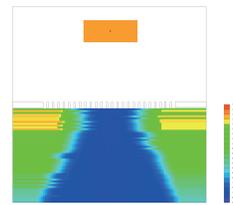


図 10. g. 格子間隔 150mm
格子面から 1750mm

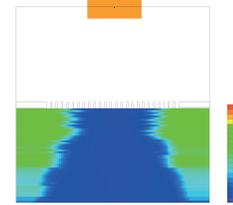


図 10. h. 格子間隔 150mm
格子面から 2400mm

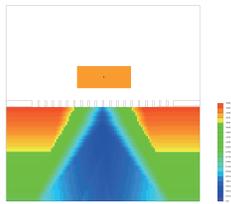


図 10. i. 格子間隔 200mm
格子面から 450mm

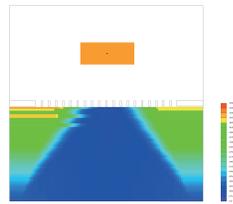


図 10. j. 格子間隔 200mm
格子面から 1100mm

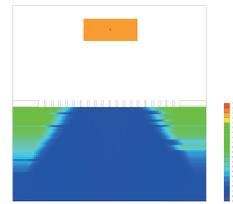


図 10. k. 格子間隔 200mm
格子面から 1750mm

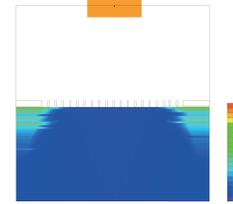


図 10. l. 格子間隔 200mm
格子面から 2400mm

3.3. モデル空間における水平視点ずれ量の分布

図 10. 各図において格子間隔と視対象の格子面に対する距離が水平視点ずれ量の分布にどのような変化を与えるかについて検討を行う。

格子間隔を固定する場合、どの格子間隔のモデルにおいても、視対象が格子から離れるほど視対象正面あたりにおいて水平視点ずれ量が小さくなる。すなわち格子越しに視対象または景色を見る場合、格子から離れた遠景ほど少し視点をずらすだけでよく見えることがわかる。

また視対象の位置を固定する場合、格子間隔が広がるほど水平視点ずれ量が小さい領域が大きくなる。すなわち格子間隔が広がるほど格子越しの景色をよく見ることができる。

被可視領域や部分的可視量率に対して特異な点として、格子面の法線方向に対する視線の角度がずれが水平視点ずれ量に大きな影響があることがわかる。また視点の距離が格子面に近い場合、視点の位置によって水平視点ずれ量の変化が大きいことに対して、視点の距離が格子面から遠い場合、水平視点ずれ量の変化が小さい。これは格子付近を動きながら格子越しの景色を見る場合に比べて格子から離れた位置を動きながら見る場合見え方の差が少ないことを示している。

4. 結論

本研究では視対象を剛体として扱う剛体可視分析を提案し、格子が建築空間に与える部分的可視やその副次的な効果の定量的な記述を部分的可視量率の分布、可視・不可視の非対称性、視点ずれ量の分布の観点から検討した。格子面からの距離や視点の位置もしくはその動きに応じて格子越しの視対象や景色の見え方が変化することの記述可能性を示すとともに、可視・不可視の非対称性をとおして従来定性的に提唱されてきた眺望・隠れ家理論に基づく空間の定量的な分析や評価の可能性を示唆した。一般的な空間に対する提案手法の有用性の検討は今後の課題としたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP23H01579 の助成を受けたものである。

【参考文献】

- 1) 梶島充智, 高砂正弘: 格子の寸法と印象の関係性についての研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 7-8, 2019-5
- 2) Benedikt, M.L.: To take hold of space: isovists and isovist fields, Environment and Planning B, Vol.6, pp.47-65, 1979
- 3) Appleton, J. (1996): The Experience of Landscape, Revised edition, John Wiley & Sons, 282pp.