

VR システムを用いた眺望性評価

窓壁比と窓外主要対向物の距離について

平松 雅章

1. はじめに

窓は快適な室内環境を作る上で重要な機能を持っており、重要な機能の2つは昼光の確保と外部への眺望である¹⁾。照明環境やエネルギー制御の観点から、昼光の研究は盛んに行われているが、窓の外の眺望性に関する研究は少ない。また現在、オフィス設計の際には、熱環境や昼光を設計に取り入れることが主流となっており、昼光設計に特別な関心を持つ建築家は多く存在する²⁾。欧州規格や米国の建築環境性能評価システム LEED では眺望性に関する基準があるが、まだ眺望性の評価指標は確立していない^{3,4)}。

オフィスにおける窓からの眺望の良さは、利用者の作業効率などに影響することが報告されている⁵⁾。Hellenga らは、昼光と眺望性の分析のために、フローチャートによるポイント加減の手法を提案した²⁾。しかし、評価の価値観が日本のものと異なるため、日本で応用するにはフローチャートの内容を変更する必要があると考える。欧州規格では、眺望に含まれる空や地面などの層、水平視野角、窓外の主要対向物までの距離をパラメータとして評価している。米国の LEED では、空や動植物などが眺望に存在すること、視点から水平 90 度以上の視野内で、複数の眺望を確保することなど、項目ごとのポイント加点制を定めている。

先行研究でオフィス1階の執務室を対象に、眺望が室内空間の開放感や快さに与える影響を調べた⁵⁾。その結果、窓外の主要な物体までの距離が、室内空間の開放感に影響し、評価を下げる人工物でも、およそ 15m~20m 離れると許容できることが示唆された。また、窓外の空地が開放感に影響し、植栽などの緑が評価を高めることが分かった。

本研究では、窓から見える屋外の眺望の質を眺望性と定義する。眺望の質には、眺望の内容と量が関係すると考える。

本研究では眺望性の評価指標を確立するために、バーチャルリアリティ (VR) システムを用いて種々の眺望に関する評価実験を行っている。まず、窓外の主要対向物までの距離と窓壁比が眺望性評価に与える影響を調べたので、報告する。

2 眺望刺激の作成

本研究では、横浜市中区に建つオフィス (図 1) を事例として、評価実験に用いることとした。VR システムに必要な視覚刺激の3次元モデル要素は、評価対象のオフィス及びその内装と、そのオフィスから見える街並みの風景である。オフィス及びその内装のモデル化には ARCHICAD (GRAPHISOFT 開発) を利用し、オフィスから見える街並みのモデル化には、ArcGIS CityEngine (esri 開発) を利用した。ARCHICAD、ArcGIS CityEngine で作成したモデルの統合及びレンダリングには Blender (Blender Foundation 開発) を利用した。室の大きさは、幅 39.8m×奥行 15.0m×天井高 3.0m に設定した (図 2)。窓はカーテンウォールとし、上下の窓枠は幅 0.1m、方立は 2.8m ごとに幅 0.05m で設定した。室の床面高さは 6F 相当の 20m に設定した。室内の視点位置は窓面から 2.72m、壁から 19.9m の位置に設定した。視点高さは着座した状態を想定し 1.2m で設定した。この位置に Blender 内で窓面に対して垂直なカメラを設置した。各種設定後、レンダリングを実行する。

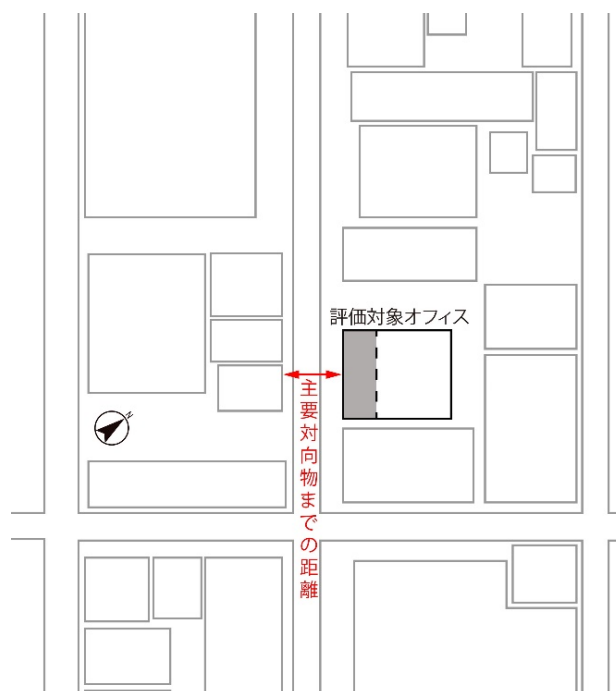


図 1 敷地図面

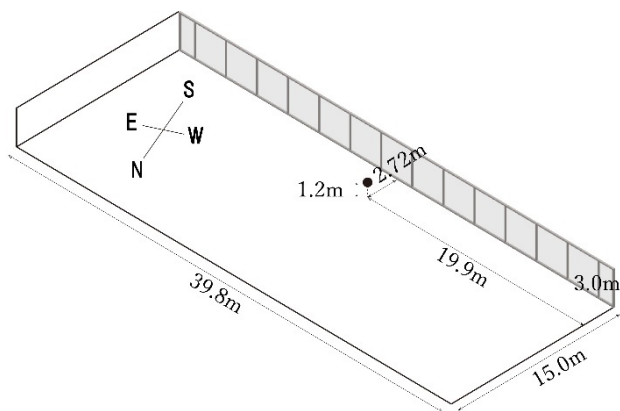


図2 評価対象オフィス（●印：眺望評価の視点）

3 眺望性評価実験

望性評価実験のために、道路を挟んで向かいに建物が並んでいる視覚刺激を作成し、オフィスの6階（地面からの床面高さ20m）で窓に向かって着座して評価するものとした。これは、評価点から前面道路が見えないようにしたためである。

評価者にVRゴーグルを装着し、5秒ごとに窓外の眺望条件が変化する動画を提示した。評価者に1つの動画を見せた後、「このオフィスで働いていると想定し、動画のどの画像で許容できる、または許容できない眺望になったか」という質問に答えさせ、併せて動画の感想を口頭で自由に述べさせた。次に、動画に用いた各眺望条件の画像をランダムに提示し、画像ごとに眺望性を点数評価させた。評価ごとに数分の休憩時間を設けた。評価者は大学生7名（男性5名、女性2名）であった。

3.1 窓外の主要対向物までの距離

床から天井まで窓で、窓面から対向建物までの距離が10mから28mまでは2mごとに10通り、30mから50mまでは10mごとに3通り、および100mの計14通りの画像を作成し、これらが5秒ごとに変わる70秒の動画を作成した。対向建物が近いものから遠いものへ変わる場合と、遠いものから近いものへ変わる場合の2通りを用意した。

予備実験により、空の見え方が眺望の距離感に影響する可能性がわかったため、眺望要素に空がない場合とある場合の2通りを用意した。空がある場合は、対向建物までの距離によって、眺望に占める空の割合（空視率）が大きく変わらない画像（20mで20%、30mで30%、100mで40%）を作成した。図3と図4に視覚刺激の例を示す。

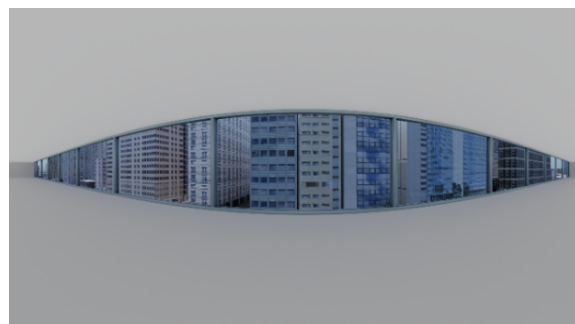


図3 眺望刺激の例（対向物距離30m、空無し）

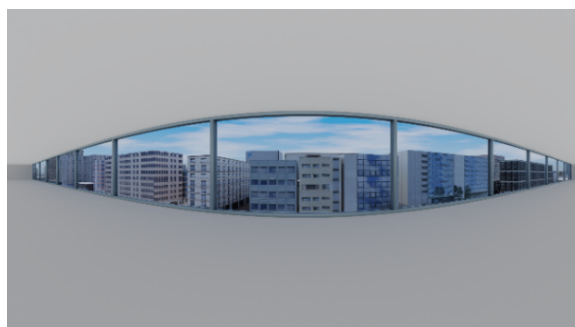


図4 眺望刺激の例（対向物距離30m、空有り）

評価者にVRゴーグルで動画を示し、眺望が許容できる、または許容できない画像を答えさせた。1つの動画について1人1回評価させた。

次に、各距離条件について対向建物が気になる度合（以下「気になり度」と称する）を答えさせた。距離100mの条件の気になり度を0点、10mの条件の気になり度を100点と見なすように指示し、12m、14m、16m、18m、20m、22m、24m、26m、28m、30m、40m、50mの12条件の気になり度を、それぞれ点数評価させた。距離100m、10mの画像を示した後、評価画像を示して点数を尋ね、これを繰り返した。評価画像の提示順序はランダムにした。1つの距離条件について1人あたり3回評価させた。

3.2 窓壁比

本研究では、窓のある壁面について、その室内側の面積に対する光透過部分の面積の比を、窓壁比と定義する。窓のある壁の水平方向は、方立を除いて全て光透過部分で、鉛直方向は視点高さを中心に光透過部分の大きさが変わる視覚刺激を作成した。これは、既往研究で、水平方向に長い窓の方が視環境の満足度は高いと報告されていることによる⁹⁾。

窓壁比が20%、25%、30%、35%、40%、45%、50%、60%、70%の計9通りの画像を作成し、これらが5秒

ごとに変化する 45 秒の動画を作成した。窓壁比が小さいものから大きいものへ変わる場合と、大きいものから小さいものへ変わる場合の 2 通りを用意した。眺望内容は、窓面から 12 m 離れた対向建物が、窓面を占めるものとした。図 5 に視覚刺激の例を示す。

評価者に VR ゴーグルで動画を示し、眺望が許容できる、または許容できない画像を答えさせた。1 つの動画について 1 人 1 回評価させた。

次に、各窓壁比条件について、眺望の善し悪しと好き嫌いを点数評価させた。窓壁比 20% の条件を 0 点、70% の条件を 100 点と見なすように指示し、25%、30%、35%、40%、45%、50%、60% の 7 条件について、それぞれ正負の点数を答えさせた。窓壁比 20%、70% の画像を示した後、評価画像を示して点数を尋ね、これを繰り返した。1 つの窓壁比条件について 1 人あたり 3 回評価させた。

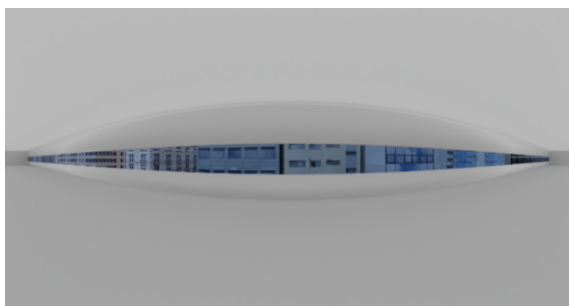


図 5 視覚刺激の例 (窓壁比 30%)

1.1 実験結果

対向建物が遠ざかっていく動画と近づいてくる動画に対して、眺望要素に空がない場合も、ある場合も、対向建物が許容できる距離の回答がおよそ一貫していた評価者は 7 名中 3 名であった。概して、眺望要素に空がない場合は 28 m 程度、空がある場合は 20 m 程度で許容されると考える。表 1、2 に対向建物までの距離に対する主な回答を示す。

対向建物の気になり度の評価では、個人差はあるが、対向建物までの距離が増すほど気にならない結果が得られた。ただし、評価者は、評価画像の点数を 100 m の条件の 0 点とは対照しにくい傾向にあった。図 6 に対向建物の気になり度を、図 7 に評価の回帰曲線を評価者ごとに示す。回帰曲線は対数関数で表された。眺望要素に空がある場合、ない場合より対向建物が許容できる距離は短い傾向にあったが、対向建物の気になり度の評価では大差なかった。

表 1 回答表 (空無し)

人	対向建物：近 → 遠	対向建物：遠 → 近
A	18 m が一番よい	40 m がちょうどよい
B	26 m がちょうどよい	26 m から近い
C	26~30 m がちょうどよい	28 m が一番よい
D	印象の変化は答えにくい	迫ってくるのは嫌な感じ
E	28 m から許容できる	26 m から嫌と感じる
F	24 m ぐらいでよい	18 m から嫌と感じる
G	22 m からよい	

表 2 回答表 (空有り)

人	対向建物：近 → 遠	対向建物：遠 → 近
A	50 m が一番よい	50 m が一番よい
B	26 m から大丈夫	30 m で近いと感じる
C	16 m からまあよい	14 m から嫌
D	26 m で距離感がわかった	20 m で近いと感じる
E	30 m で許容できる	24 m から近く不愉快
F	22 m からよい	20 m から嫌
G	18 m からまあよい	18 m から不快感

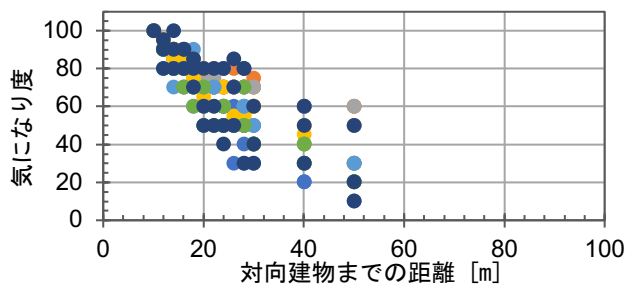


図 7 点数評価 空無し

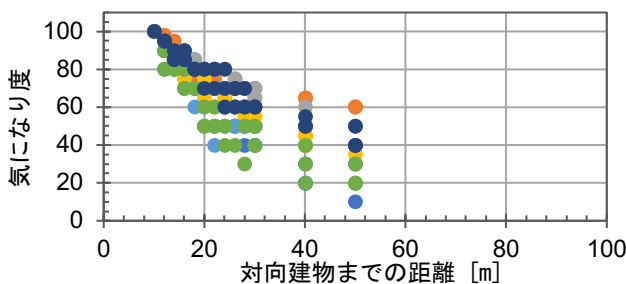
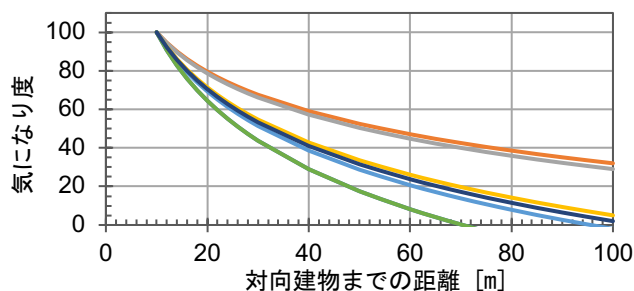
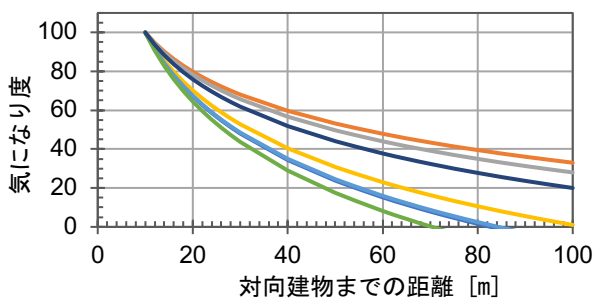


図 8 点数評価 空有り



(a) 眺望刺激に空を含まない場合

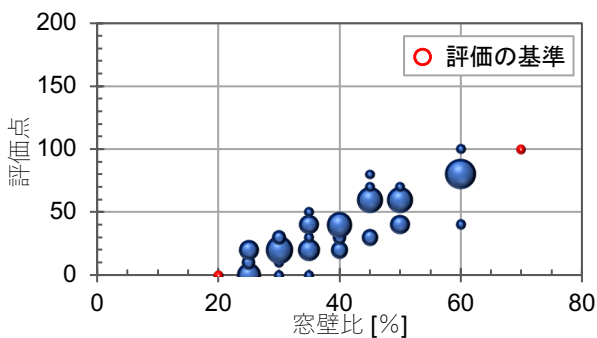


(b)眺望刺激に空を含む場合

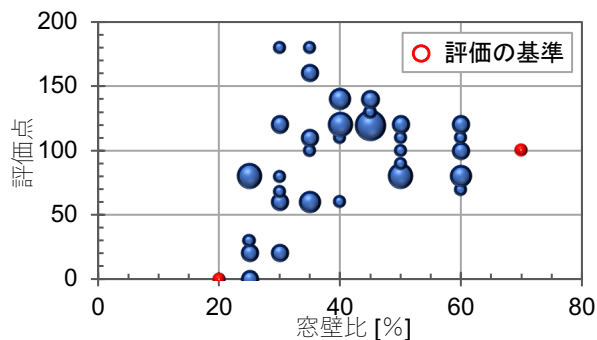
図7 対向物の気になり度に関する回帰曲線

1.2 実験結果

窓壁比について、ほとんどの評価者が30%~40%の大きさを許容できると回答した。眺望の善し悪しに関する評価では、「窓は大きいほどよい」とするグループ(4名)と「窓は小さすぎても大きすぎてもよくない」とするグループ(3名)に分かれた。机や椅子などの什器が全くない空間で評価させたため、窓が大きいと、窓外がよく見えて足元を不安に感じる者や窓が迫ってくる印象を持つ者がいた。実際のオフィスでは什器があり、視野が遮られるため、不安感は軽減されることがある。「窓は小さすぎても大きすぎてもよくない」グループでは、40%~45%の窓壁比に対する評価が高い傾向にあった。図8に眺望の善し悪しの評価結果を示す。



(a) 窓が大きいほど良いグループ



(b) 窓が小さすぎても大きすぎても良くないグループ

図10 窓壁比の点数評価

2. 考察

主要対向物距離が眺望にとって重要な要素であることがさらに明白になったと考える。実際に主要対向物距離が24m~28m確保できれば、空が視認できなくとも眺望として許容できるのではないかと考える。

BREEAMでは窓壁比20%以上の確保を推奨しているが、人工物しか見えない眺望でも最低30%は確保したほうが良いのではと考える。窓壁比の点数評価実験では、ほぼ均等に2つのグループに分かれたが、データの量を増やすことで傾向がより明らかになると考える。

3. 結論

窓からの眺望と主要対向物距離の関係について、眺望内容に空が無い場合は、24m~28mで許容できるようになり、有る場合は16mから許容できるようになった。窓からの眺望と窓壁比の関係について、窓壁比が30%~40%あれば眺望として許容できるようになった。点数評価は現段階で2つの傾向が見られ、さらにデータを集める予定である。

4. 謝辞

本研究は、株式会社大林組との共同研究の一部である。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) CASBEE-ウェルネスオフィス(2019)、日本サステナブル建築協会、http://www.jsbc.or.jp/research-study/files/tool1-WO_190329.pdf (2020年11月30日確認)
- 2) T.Hellinga and T.Hordijk: The D&V analysis method: A method for the analysis of daylight access and view quality, Building and Environment, 79, pp.101-114, 2014
- 3) CEN-CENELEC Management Centre: European standard: Daylight in buildings, AnnexC(view out), 2018
- 4) USGBC: LEED v4 建築設計と建設: pp.134, 2015
- 5) 松本侑樹、古賀靖子: オフィス執務空間の眺望が「開放感」「快さ」に与える影響、日本建築学会2020年度大会学術講演梗概集、pp.573-574、2020
- 6) E.C. Keighley: Visual Requirements and Reduced Fenestration in Offices - A study of multiple apertures and window area, Building Science, 8(4), pp.321-331, 1973