

Verifying the Influence of the Brightness of Wall around the Virtual Window on the Psychological Effect that Workers Obtain from the Virtual Window

Shota MURANO^{**}, Mitsunori MIKI^{*}, Ryoto TOMIOKA^{**}

(Received April 18, 2018)

In recent years, the number of offices which have no windows is increasing. Also, even if there are windows at hospitals and houses, the view from the window may not be good. In this case, we can't see a good view through the window. So, we feel a sense of blockage. Therefore, we propose Virtual Window (VW) with the function of the window using a display. And we verify the psychological effect that workers obtain from the VW. Also, it is assumed that brightness is important for the VW using displays. Because it is assumed that the visibility of the VW depends on the brightness emitted from the VW and the brightness of wall. From the above, we verified the relation between the VW and the brightness of wall. As a result of the verification, the feeling of obstruction in the space by installing the VW in a space which has no window was resolved. And the impression of the space was improved. Furthermore, the impression of the space was improved by dimming the wall to a preferred brightness in the space where the VW was installed.

Key words : window, Virtual Window, brightness of the wall, office, psychological effect

キーワード : 窓, 擬似窓, 壁面輝度, オフィス, 心理的効用

擬似窓が執務者に与える心理的効用に関して 擬似窓周辺の壁面輝度が及ぼす影響の検証

村野 翔太, 三木 光範, 富岡 亮登

1. 序論

先行研究により, 窓の効用に関する研究は数多く行われている. 窓の効用には, 「室内の印象の改善」や「外との繋がり」などがあると報告されている¹⁾. 「室内の印象の改善」は, 室内における視環境の快適性が向上することにより, 疲労回復効果やリラックス効果な

どが向上することである. 「外界との連続感」は, 屋外と室内の関連性であり, 窓を通して現在の時刻や天候および自分がいる場所などの情報を得ることである. さらに, 「外界との連続感」は, 開放感を向上させ, リフレッシュ効果があると報告されている¹⁾. 以上のことから, 窓は, 執務者にとって快適な居室空間を考える上で, 大切な役割を担っていることが分かる.

* Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, Kyoto

Telephone: +81-774-65-6930, Fax: +81-774-65-6716, E-mail: mmiki@mail.doshisha.ac.jp

** Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University, Kyoto

Telephone: +81-06-6321-6952, Fax: +81-06-6321-6952, E-mail: smurano@mikilab.doshisha.ac.jp

しかし、近年オフィスビルの大規模化に伴い、ビルの中心部に設けられた空間や地下空間など窓がないオフィスが増加している²⁾。また、病院や住宅など窓があったとしても景観が良好でない場合も多い。このような状況では、窓の効用を得ることが容易ではない³⁾。そこで我々は、窓の効用を得ることが容易ではない居室空間を改善するために、ディスプレイを用いて窓の機能を持たせた擬似窓を提案する。

我々はこれまで、擬似窓の大きさや擬似窓に映写する映像の違いによる効用を検証してきた。検証の結果、擬似窓の効用は大きさや映像により異なることが明らかになった^{4,5)}。擬似窓の効用に影響を与える要因は、大きさや映像以外に擬似窓の見やすさが考えられる。視対象の見やすさは、視対象の輝度と視対象の背景輝度に依存する⁶⁾、そのため、擬似窓の見やすさは、擬似窓の輝度と擬似窓を設置した背景にある壁面の輝度（以後、壁面輝度）に依存すると考えられる。そこで、本研究では、壁面輝度の違いによって、擬似窓が執務者に与える心理的効用は異なるかを検証する。

2. 擬似窓が執務者に与える心理的効用の検証

2.1 実験概要

擬似窓が執務者に与える心理的効用と擬似窓の効用に壁面輝度が及ぼす影響を明らかにするため、19歳～78歳の眼疾患を有さない男性7名、女性20名に被験者実験を行った。実験環境をFig. 1に示す。

実験環境は、5.4 m (W) × 5.4 m (D) × 2.7 m (H)

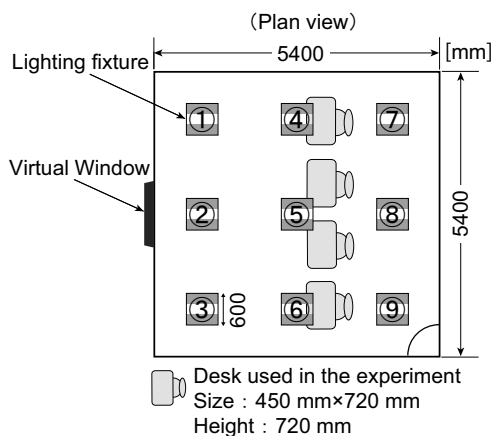


Fig. 1. Layout of the simulated office where lighting fixture and Virtual Window are installed.

の窓がないオフィス環境を模擬した空間に照明9灯および擬似窓を導入して構築した。実験室の温度や湿度は被験者の快適性に影響を与える可能性があるため、温度は24℃、湿度は40%で一定にした。実験室の座席レイアウトは、オフィスの執務エリアに広く用いられている対向島型レイアウトに基づき決定した。一般的にオフィスでは、700 mm × 1200 mmのデスクが用いられる⁷⁾。700 mm × 1200 mmのデスクで島を構築したとき、隣り合う執務者間の距離は1200 mmとなる。また、執務者が快適な空間を確保するためには、壁から1800 mm以上の距離をとる必要がある⁷⁾。以上より、隣り合う執務者間の距離は1200 mm、壁からの距離は2200 mmとなる位置に450 mm × 720 mmのデスクを配置した。また、デスクの高さはJISで推奨されている720 mm⁸⁾とした。

天井照明には、調光・調色可能なLED照明9灯を使用した。実験時、天井面から鉛直方向1980 mmにある被験者デスク中心の照度、色温度は、一般的なオフィスの光環境としてJISで定められている750 lx、4500 Kとなるように調光・調色した⁹⁾。また、本実験では、被験者に天井照明を調光してもらい、好みの壁面輝度（以後、選好輝度）を選択してもらう。壁面輝度を変更する場合、天井照明9灯を一律に調光すると被験者デスクの机上面照度が変化してしまう。そこで、天井照明をエリアごとに異なる明るさで調光することにより、机上面照度を750 lx（誤差7%以内）で壁面輝度を変更可能にした。例えば、壁面輝度を高くする場合は、擬似窓付近の照明3灯（Fig. 1の1～3）を増光し、擬似窓から遠い照明6灯（Fig. 1の4～9）を減光することで、机上面照度を750 lxにした状態で壁面輝度は高くなる。壁面輝度は90～200 cd/m²（10 cd/m²間隔）および135 cd/m²に変更可能である。

擬似窓は、着席した被験者から見て正面にあたる壁に設置した。擬似窓のレイアウト図をFig. 2に示す。擬似窓には、最大輝度が300 cd/m²の4K（解像度：3840 × 2160）に対応した50インチのディスプレイを2台使用した。さらに、擬似窓の前にはブラインドを取り付け、ブラインドを開閉することで擬似窓がない空間（以後、無窓空間）と擬似窓を設置した空間（以

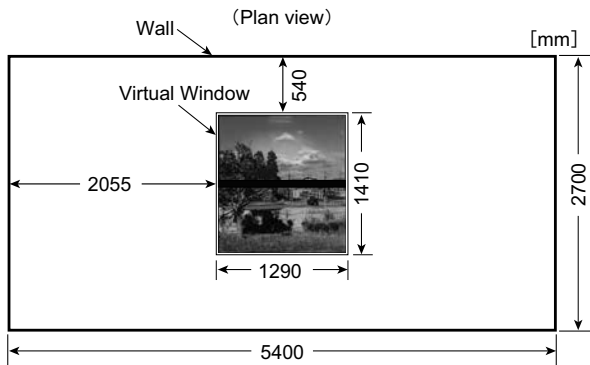


Fig. 2. Layout of the Virtual Window installed on the wall in front of the subjects.

後、擬似窓空間)の変更を容易にした、無窓空間にした状態を Fig. 3 に、擬似窓空間にした状態を Fig. 4 に示す。実験時、擬似窓には、解像度が 1920×2160 の実験室周辺で撮影した屋外の動画を映写した、

2.2 実験手順

擬似窓が執務者に与える効用と擬似窓の効用に壁面輝度が及ぼす影響を検証するため、一般的なオフィス想定した光環境と擬似窓周辺が選好する壁面輝度の環境において擬似窓が執務者に与える効用を検証する。一般的なオフィス想定した光環境における擬似窓の効用を検証することで擬似窓が執務者に与える効用を明らかにする。また、一般的なオフィス想定した光環境における擬似窓の効用と選好する壁面輝度の環境における擬似窓の効用を比較することで、擬似窓の効用に壁面輝度が影響するかを明らかにする。

オフィスを想定した光環境における実験では、被験者デスクの机上面照度が 750 lx 、色温度が 4500 K となるように天井照明を一律で点灯した場合の無窓空間

および擬似窓空間に対する印象を検証する。天井照明を一律で点灯した場合の壁面輝度は 135 cd/m^2 となる。以後、 135 cd/m^2 を標準輝度とする。オフィスの光環境において擬似窓の効用を検証する実験手順について述べる。被験者はまず、居室空間の明るさに順応するために無窓空間で2分間待機する。待機時間は明順応が40秒から1分程度¹⁰⁾であることから2分間とした。待機後、被験者は書籍を3分間黙読する。黙読する書籍は、高校教育で使用される教材である。3分間の黙読後、被験者は窓の効用に関するアンケートに記入する。アンケートの記入後、被験者は擬似窓空間においても同様に、2分間の待機、書籍の黙読およびアンケートの記入を行う。擬似窓周辺が選好する壁面輝度の環境における実験では、擬似窓周辺の壁面輝度が選好輝度になるように天井照明を調光した場合の無窓空間および擬似窓空間に対する印象を検証する。擬似窓周辺が選好する壁面輝度の環境において擬似窓の効用を検証する実験手順について述べる。被験者はまず、無窓空間で2分間待機する。待機後、被験者は壁面輝度を $90 \sim 200 \text{ cd/m}^2$ (10 cd/m^2 間隔) および 135 cd/m^2 の中から1分間で選択する。壁面輝度を選択する際、被験者は擬似窓が設置された方向を見て最も見やすいと感じる壁面輝度を選択する。選択後、被験者は3分間書籍を黙読し、窓の効用に関するアンケートに記入する。アンケートの記入後、被験者は擬似窓空間においても同様に、2分間の待機、壁面輝度の選択、書籍の黙読およびアンケートの記入を行う。以上の作業を同室にいる被験者に順番に行ってもらう。



Fig. 3. Experimental environment (blind closed).



Fig. 4. Experimental environment (blind opened).

Table 1. Factor loadings matrix and correlations between factors.

	Factor	
	1	2
Feel cozy—Feel uncomfortable	.041	.880
Able to relax—Unable to relax	.118	.783
Comfortable—Uncomfortable	.085	.737
Able to concentrate—Unable to concentrate	-.195	.718
Able to heal tired—Unable to heal tired	.330	.474
Bright atmosphere—Dark atmosphere	.427	.467
There is change of space—There is no change of space	.992	-.136
Feel a connection with the outside—No feel a connection with the outside	.965	-.097
There is sense of space—There is no sense of space	.812	.098
Able to change mood—Unable to change mood	.645	.314
Factor loadings matrix		
	1	1.000
	2	.541

3. 実験結果

3.1 アンケート項目の分類

窓の効用に関する項目を少数の因子に分類するため、全被験者の空間に対する印象評価をもとに固有値の下限を1とした因子抽出（最尤法）を行った。その後、抽出された因子の解釈を容易にするため、プロマックス回転を行った。プロマックス回転後の因子負荷量および因子間相関を Table 1 に示す。因子負荷量とは、因子と印象評価に用いた項目の間にある相関の強さであり、因子負荷量の絶対値が大きいほど、強い相関があることを示す。Table 1 より、第一因子は、「居心地が良い」、「リラックスできる」、「快適である」、「集中した」、「疲れを癒せる」および「雰囲気明るい」の項目において高い因子負荷量を示した。これらの項目は、居室空間の過ごしやすさに関する項目であると考えられるため「室内の印象」と命名した。

第二因子は、「空間に変化がある」、「外との繋がりを感じる」、「開放感がある」および「気分転換できる」の項目において高い因子負荷量を示した。これらの項目は、屋外と室内の関連性に関する項目であると考えられるため「外界との連続感」と命名した。

3.2 擬似窓が執務者に与える心理的効用

無窓空間および擬似窓空間における被験者 27 名の印象評価を平均した結果を Fig. 5 に示す。以下に、3.1 で分類した因子ごとに擬似窓が執務者に与える効用に関して結果と考察を述べる。

「室内の印象」の因子に含まれる項目について、擬似窓空間は、無窓空間と比較して、「居心地が良い」、「リラックスできる」、「快適である」および「疲れを癒せる」において高い評価となった。さらに、これら全ての項目において、擬似窓空間は無窓空間より有意に評価が高かった。一方、「集中した」においては、擬似窓空間と無窓空間において評価が同等であり、有意な差もなかった。

次に、「外界との連続感」の因子に含まれる項目について、擬似窓空間は無窓空間と比較して、「空間に変化がある」、「外との繋がりを感じる」、「開放感がある」および「気分転換できる」において高い評価となった。さらに、これら全ての項目において、擬似窓空間は無窓空間より有意に評価が高かった。

以上の結果より、無窓空間に擬似窓を設置することで、擬似窓が執務者の集中を阻害することなく、室内の印象は良好となり、リラックス効果や疲労回復効果などが向上すると考えられる。また、擬似窓の存在により、窓のない空間においても外との繋がりを感じるができ、開放感やリフレッシュ効果が向上すると考えられる。

3.3 擬似窓空間における壁面の選好輝度

Table 2 に無窓空間の選好輝度を基準とした擬似窓空間における選好輝度の変化率を示す。さらに、擬似窓空間における被験者が選好した壁面輝度の分布を Fig. 6 に示す。

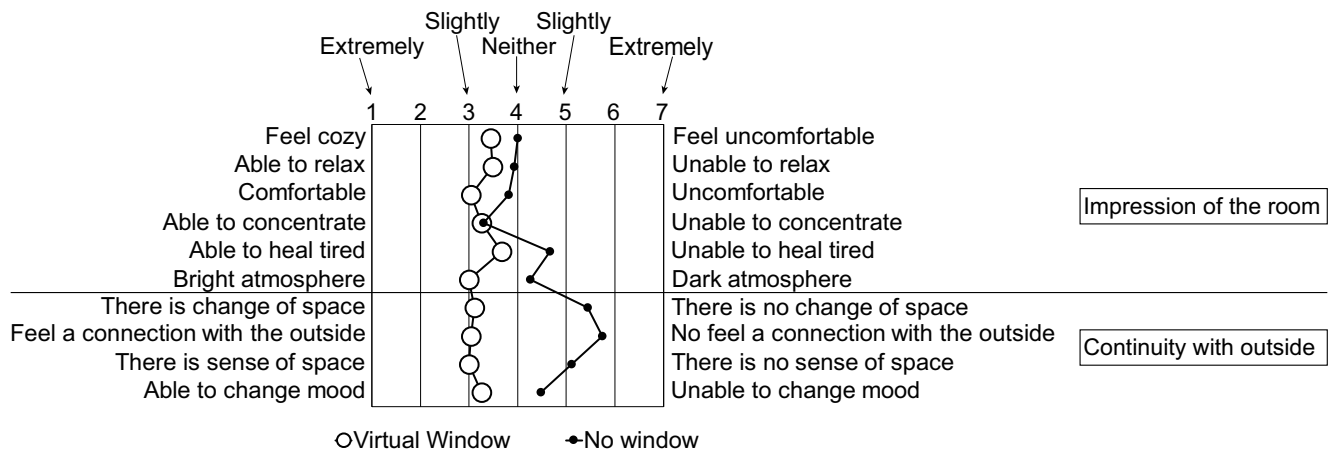


Fig. 5. Impression evaluation in the space which has the Virtual Window and the space which has no window.

Table 2. Change rate of preferred brightness.

	Change rate of preferred brightness[%]
Average	-6.75
Standard deviation	20.54

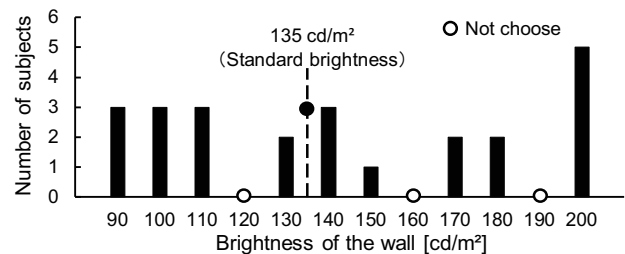


Fig. 6. Brightness of the wall preferred by the subject in the space where the Virtual Window.

Table 2 より、擬似窓空間における壁面の選好輝度は無窓空間における壁面の選好輝度と比較して低下した。しかし、無窓空間と擬似窓空間の選好輝度の間に有意な差はなかったため、擬似窓により壁面の選好輝度は低下するとは言えない。また、擬似窓空間における壁面の選好輝度は無窓空間における壁面の選好輝度と比較して 27 名中 16 名が低下し、6 名が上昇した。このことから、擬似窓により選好する壁面輝度は変化すると考えられる。次に、Fig. 6 より、被験者が選好する壁面輝度は 90 cd/m^2 を選好する者や 200 cd/m^2 を選好する者がおり、個人差が大きいことが分かる。この理由は現状不明である。今後、年齢や性別により選好輝度が異なるかを検証し原因を追及していく。

3.4 擬似窓の効用に壁面輝度が及ぼす影響

壁面が標準輝度および選好輝度の擬似窓空間における被験者 27 名の印象評価を平均した結果を Fig. 7 に示す。以下に 3.1 で分類した因子ごとに擬似窓の効用に壁面輝度が影響するかに関して結果と考察を述べる。

「室内の印象」の因子に含まれる項目について、選好輝度の擬似窓空間は標準輝度の擬似窓空間と比較し

て、「居心地が良い」、「リラックスできる」、「快適である」、「集中した」および「疲れを癒せる」において高い評価となった。さらに、これら全ての項目において、選好輝度の擬似窓空間は標準輝度の擬似窓空間より有意に評価が高かった。

次に、「外界との連続感」の因子に含まれる項目について、選好輝度の擬似窓空間は標準輝度の擬似窓空間と比較して、「空間に変化がある」、「外との繋がりを感じる」、「開放感がある」および「気分転換できる」において高い評価となった。さらに、これら全ての項目において、選好輝度の擬似窓空間は標準輝度の擬似窓空間より有意に評価が高かった。

以上より、擬似窓空間において壁面を変更することで擬似窓の見やすさが向上すると考えられる。見やすさの向上により、選好輝度の擬似窓空間は標準輝度の擬似窓空間よりも外界との連続感を感じることができ、室内の印象が良好になったと考えられる。

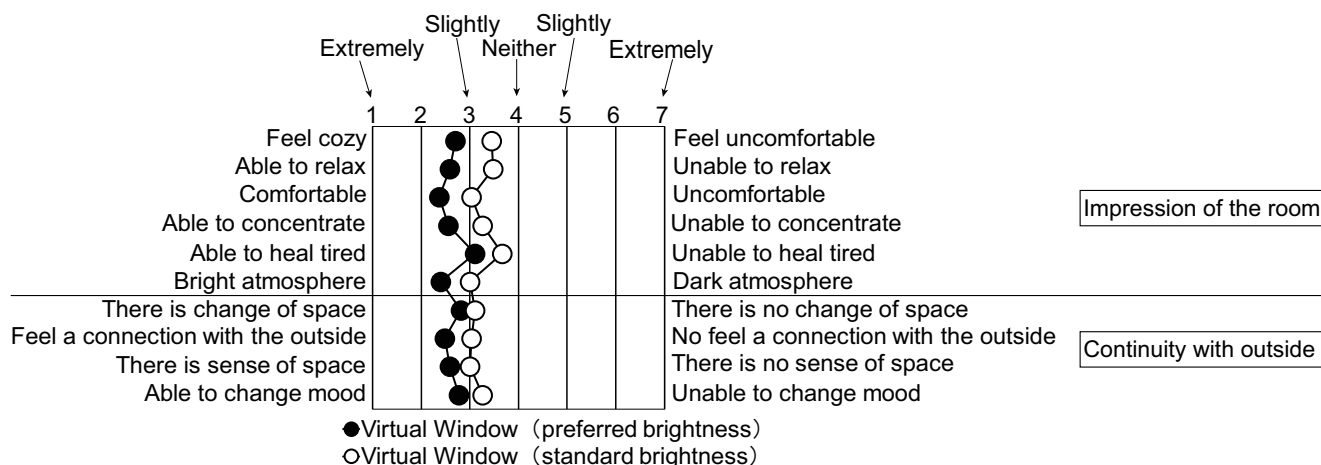


Fig. 7. Impression evaluation in the space where the Virtual Window was installed of the wall has a preferred brightness and the space where the Virtual Window was installed of the wall has a standard brightness.

4. むすび

本研究では、窓の効用を得ることが容易でない居室空間を改善するため、窓の代替物として擬似窓を提案した。さらに、擬似窓の効用と擬似窓の効用に壁面輝度が及ぼす影響の検証を行った。擬似窓の効用に関して、擬似窓は執務者の集中を阻害することなく、室内の印象が良好になることを示した、また、外界との連続感が向上することを示した。以上より、擬似窓は窓の代替物として有効に機能すると考えられる。次に擬似窓の効用に壁面輝度が及ぼす影響に関して、壁面を選好輝度にするすることで、擬似窓空間における室内の印象および外界との連続感が向上することを示した。以上より、擬似窓を設置し、擬似窓周辺の壁面を選好輝度にするすることで、無窓空間における閉塞感は軽減し、室内の印象は良好になると考えられる。今後は、壁面の選好輝度が被験者ごとに異なっていたため、複数人で擬似窓を共有する際に壁面輝度を決定する方法を検討する。

本研究は、JSTの補助金に基づくけいはんなリサーチコンプレックスの研究プロジェクトとして実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 武藤浩, 宇治川正人, 安岡正人, 平手小太郎, 山川昭次, 土田義郎, “窓の心理的効果とその代替可能性 地下オフィスの環境改善に関する実証的研究 その2”, 日本建築学会計画系論文集, **60** [474], 57-63 (1995).
- 2) 森トラスト株式会社, “東京 23 区の大規模オフィスビル供給量調査 2017”, 9-10 (2017).
- 3) 佐藤仁人, 乾正雄, “無窓執務空間の視環境が心理・行動に及ぼす影響”, 照明学会誌, **77** [6], 275-284 (1993).
- 4) 川田直毅, 三木光範, 上南遼平, 寺井大地, 間博人, “擬似窓の有効性に関する研究—有窓環境と無窓環境における執務者の印象評価ならびに擬似窓に映写する映像に関する検討—”, 情報科学技術学術フォーラム講演論文集, **14** [4], 427-428 (2015).
- 5) 三木光範, 佐藤輝希, “擬似窓の有効性に関する研究”, 情報科学技術学術フォーラム講演論文集, **10** [3], 657-658 (2012).
- 6) 小林茂雄, 中村芳樹, 木津努, 乾正雄, “空間の輝度分布が室内の明るさ感に与える影響”, 日本建築学会計画系論文集, **61** [487], 33-41 (1996).
- 7) 株式会社清和ビジネス, ミスター総務 オフィスづくりのプロフェッショナル, オフィスレイアウト基準寸法集.
- 8) JIS S 1031: オフィス家具-机・テーブル.
- 9) JIS Z 9110: 照明基準総則.
- 10) 松下進, 図解入門よくわかる最新照明の基本と仕組み (秀和システム, 東京, 2008), p.34.