

Positive Effects of Virtual Window into Worker's Personal Space

Tomomi NAKAYAMA^{*}, Asami KURU^{*}, Keiko ONO^{**}, Erina MAKIHARA^{***} and Ayumu TAISHO^{*}

(Received February 3, 2022)

Improving the productivity and concentration of workers, it is reported that personal space plays an important role. However, a worker feels confined in many cases, as walls and partitions usually surround these areas. In this paper, we verify the effectiveness of introducing the virtual window into personal space. From the experimental results, it was found that projecting an appropriate image on the virtual window not only obtains the utility of the window but also has positive effects on WELL authentication for office workers.

Key words : Office Environment, Virtual Window, Personal Space

キーワード : オフィス環境, 擬似窓, 個人スペース

個人スペースにおける擬似窓が執務者に与える影響と有効性

中山 知美・久留 亜沙美・小野 景子・楨原 絵里奈・大正 歩夢

1. はじめに

近年、生命や自然との融合を志向する建築デザインであるバイオフィリックデザインに注目が集まっている¹⁾。しかし、人口密度の増加や地価の高騰により、地下やビルの中心部に設けられた空間など、窓がなく人工的な環境が増加している^{2,3)}。また、建築基準法の緩和により、建物同士の距離が近くなり、窓からの景観が良好でない環境が増加している⁴⁾。そのため、窓から自然との繋がりを得ることは容易ではない。窓の効用には「気分的な心地よさ」「外界との連続感」があると報告されている^{5,6)}。そこで、我々は窓がないオフィスの環境の改善を目的として、擬似窓を提案した。擬似窓とは、ディスプレイを用いた窓の代替物である。

擬似窓と実際の窓を比較検証した結果、擬似窓には実際の窓と同様の効用があると報告されている^{9,10)}。

また、執務者の活発なコミュニケーションやスペースの効率化を目的としたオフィスのオープン化が進む一方で、執務者の生産性や集中力の向上を目的として、オフィスにパーソナル環境である個人スペースが増加した。加えて、COVID-19の影響に伴い、感染防止を目的として、1人の執務者で利用する個室やパーティションによって区切られたスペース(以後、個人スペース)が増加している。さらに、Well Building Standard(以後、WELL認証)の影響¹¹⁾やシェアオフィスの流行に伴い、個人スペースが増加している。個人スペースは、生産性や集中力が向上する一方で、壁や仕切り

^{*} Graduate School of Science and Engineering, Doshisha University, Kyoto

Telephone:+81-90-5668-9286, Fax:+81-790-45-0043, E-mail:nakayama.tomomi@mikilab.doshisha.ac.jp

^{**} Faculty of Science and Engineering, Doshisha University, Kyoto

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

^{***} Faculty of Science and

Engineering, Doshisha University, Kyoto

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

によって閉塞感がある環境であるため、自然との繋がりを得ることは容易ではない¹²⁾。

そこで、我々は自然との繋がりが乏しい環境の改善を目的として提案した擬似窓と、個人スペースを組み合わせることにより、自然との繋がりを得ることが容易でない個人スペースを改善できるのではないかと考えた。以上より、本研究では個人スペースにおいて、擬似窓が執務者に与える影響および擬似窓の有効性について検証する。

2. 窓に関する先行研究

2.1 窓から得られる効用について

先行研究では、窓から得られる効用について検証が行われている^{5,6)}。窓の効用には「気分的な心地よさ」「外界との連続感」の2つがあると報告されている。「気分的な心地よさ」には室内の変化、疲労回復効果およびリフレッシュ効果などがある。また「外界との連続感」には時間・天候・場所を認識することで得られる外界との繋がりの連続感がある。

2.2 オフィスにおける窓の現状について

先行研究では、窓のない空間、特に地下に設置されたオフィスに関する意識に関する検証が行われている^{7,8)}。検証の結果、地下の心理的な問題として外界との隔離感や地中に閉じこめられるという不安感、採光や眺望など外界の情報が入らないために天候や時間がわかりにくいこと、暗い、単調などのネガティブなイメージが連想されることが報告されている。

これらの問題には窓の欠如が大きく影響していると考えられる。そのため、地下などの無窓空間の居住性を高めるためには、窓のもつ心理的効果を補う必要がある。

2.3 窓の代替物について

先行研究では、窓の代替物に関する検証が行われている⁵⁾。窓の効用には「外界との繋がりをを感じる」「リフレッシュ効果」「疲労回復効果」「開放感」「空間に変化がある」という効用があり、これらは室内環境に重要な役割を果たしている^{9,10)}。窓の代替物として、絵画、水槽、観葉植物および擬似窓などが挙げられる。

絵画には「空間に変化がある」の項目において高評価になると報告されている。また、水槽や観葉植物には「空間に変化がある」「リフレッシュ効果」の項目において高評価になると報告されている。しかし、絵画および水槽や観葉植物は実際の窓とは異なり「外界との繋がりをを感じる」「開放感」において低評価になると報告されている。

そこで、「外界との繋がりをを感じる」「開放感」の項目において高評価を得るために我々は擬似窓を提案している。擬似窓を導入することにより「気分的な心地よさ」「外界との連続感」という効用を取得できる可能性がある。

3. 擬似窓

3.1 擬似窓の定義

擬似窓を Fig.1 に示す。擬似窓とは窓の装飾を行ったディスプレイに風景映像を映写し、擬似的に窓のように見せた窓の代替物である。擬似窓は実際の窓と異なり様々な風景を眺望することが可能である。例えば、あらかじめ海岸や森などの環境映像を撮影し、擬似窓に映写することにより、室内で海岸や森などの風景を眺望することが可能である。また、カメラを用いて近場のリアルタイム映像を擬似窓に映写することにより、窓がない室内から現在の屋外の様子を眺望することが可能である。擬似窓に様々な風景を映写することで、閉塞感があり、リフレッシュ効果やリラックス効果の乏しい環境の改善が期待できる。



Fig. 1. The virtual window.

3.2 擬似窓の効用に関する先行研究

先行研究では以下に示す4つの環境において、擬似窓の効用に関する検証が行われている^{9,10)}。

- 窓がない環境（以後、無窓環境）
- 実際に窓がある環境（以後、有窓環境）
- 近場のライブ映像を擬似窓に映写した環境
- 川や森が映る環境映像を擬似窓に映写した環境

検証の結果、近場のライブ映像や川や森が映る環境映像を擬似窓に映写した環境では無窓環境と比較して、「外界との繋がりを感じる」「リラックス効果」「疲労回復効果」「気分転換の効果」の項目が向上することが報告されている。また、「外界との繋がりを感じる」の項目は近場のライブ映像と実際の窓と同様の効用が得られることがわかった。

4. 個人スペースにおける擬似窓の効用検証

4.1 実験目的

実験は以下の目的で実施した。

- 個人スペースにおける無窓環境と擬似窓環境の効用の違いの検証
- 個人スペースにおける擬似窓の効用の検証
- 2種類の映像を擬似窓に映写し、各映像による個人スペースにおける擬似窓の効用の違いを検証

本実験では個人スペースに擬似窓を設置した環境および無窓環境の効用を比較し、個人スペースにおける擬似窓の必要性を明らかにする。また、個人スペースにおける擬似窓の効用にどのような傾向があるのかを検証する。さらに、擬似窓に映像を映写している場合、映写させる映像の対象物が異なることにより、被験者に与える印象は相違すると考える。そこで、車や人通りのある道路沿いで撮影した映像（以後、道路沿映像）および、けいはんな記念公園における水景園で撮影した映像（以後、溪流公園映像）を擬似窓に映写し、各映像における擬似窓の効用を検証する。

4.2 実験環境

本実験は同志社大学京田辺キャンパス理工学部にある実験室で行った。実験は日中に行い、天候は晴れであった。被験者は視覚に疾患を有さない大学生8名である。擬似窓は被験者の座席から正面を向いた壁の右側に設置した。天井照明は9灯とし、JIS基準に基づき机上面照度が750 lx、色温度が4200 Kとなるよう調光・調色した^{13,14)}。

4.3 実験条件

本実験で使用する擬似窓はディスプレイ1枚で構築した。ディスプレイはFull HD（解像度：1920 × 1080）に対応する23インチのディスプレイである。ディスプレイの輝度は250 cd/m²であり、視野角は左右・上下89度である。さらに、擬似窓の前にパネルを設置することで窓がない環境（以後、無窓環境）と、擬似窓を設置した環境（以後、擬似窓環境）の変更を可能にした。実験時、擬似窓には、道路沿映像および溪流公園映像を映写した。Fig.2に実験に使用した道路沿映像と溪流公園映像を示す。

なお、本実験は、以下に示す3つの環境で実施する。

- 無窓環境
- 個人スペースにおける擬似窓に道路沿映像を映写した環境
- 個人スペースにおける擬似窓に溪流公園映像を映写した環境

Fig.3(a)に無窓環境、(b)に個人スペースにおける擬似窓に道路沿映像を映写した環境、(c)に個人スペースにおける擬似窓に溪流公園映像を映写した環境を示す。

4.4 実験手順

Fig.4に実験手順を示す。本実験は、無窓環境と擬似窓環境において行った。擬似窓には、先行研究により擬似窓の効用が明らかになっている、道路沿映像と溪流公園映像の2種類の映像を映写した。順応時間は明順応が40秒から1分程度であることから1分間とした¹⁵⁾。アンケートは、先行研究により窓の効用として明らかになっている項目と個人スペース及び擬



Fig. 2. Road image and stream park image.

似窓の評価に関連する WELL 認証の項目を使用した。被験者はそれぞれの項目を7段階で評価する。なお、順序効果を考慮して、順不同で環境の変更を行った。

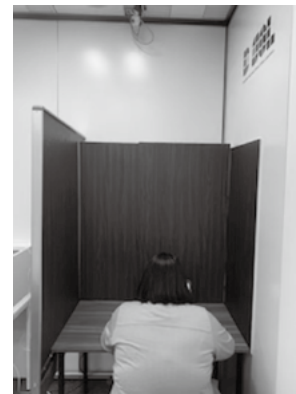
4.5 実験結果

4.5.1 個人スペースにおける擬似窓の効用

Fig.5 に無窓環境および擬似窓環境（道路沿い映像・溪流公園映像）における主観的評価の結果を示す。開放感・天候の観察・時間の経過・疲労回復・気分転換に関する項目を「窓の効用に関する項目」、集中度・快適性・リラックス度・作業のしやすさ・健康的な感じがするか・心地良い要素があるか・居心地の良さに関する項目を「WELL 認証に関する項目」とする。

擬似窓に道路沿い映像および溪流公園映像を映写した場合は、無窓環境の場合と比較して「窓の効用に関する項目」が、有意差5%で効用が向上することがわかった。また、「WELL 認証に関する項目」のうちリラックスできる・健康的な感じがする・心地良い要素があるの項目は有意差1%以上で共通して効用が向上することがわかった。また、個人スペースにおける擬似窓に溪流公園映像を映写した場合は、無窓環境と比較して「WELL 認証に関する項目」のうち居心地の良さが、有意差5%で効用が向上することがわかった。なお、ヒアリングの結果、無窓環境における居心地の良さは、個人スペースの壁紙が木目調であるため、効用が擬似窓環境と比較して低下しなかったと考える。

以上より、個人スペースにおける擬似窓に道路沿い映像や溪流公園映像を映写することにより、窓の効用が得られるだけでなく、WELL 認証に良い影響を与えることがわかった。



(a) No window space.



(b) Road image.

(c) Stream park image.

Fig. 3. Experimental environment.

4.5.2 映像による擬似窓の効用の違い

個人スペースにおける擬似窓に溪流公園映像を映写した場合は、道路沿い映像を映写した場合と比較して「窓の効用に関する項目」のうち開放感がある・疲れを癒せる・気分転換できるの項目は、有意差5%で効用が向上することがわかった。また、「WELL 認証に関する項目」では、快適である・リラックスできる・心地良い要素があるの項目は、有意差5%で効用が向上することがわかった。ヒアリングの結果、道路沿い映像は人や車など動きが大きく日常的な感じがするた

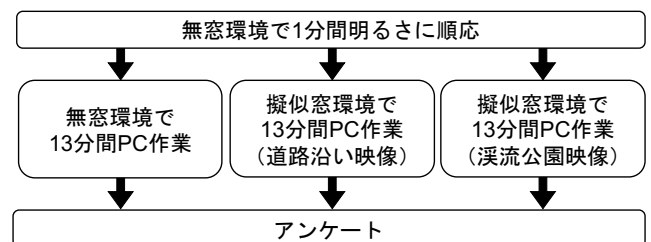


Fig. 4. Experimental Procedure.

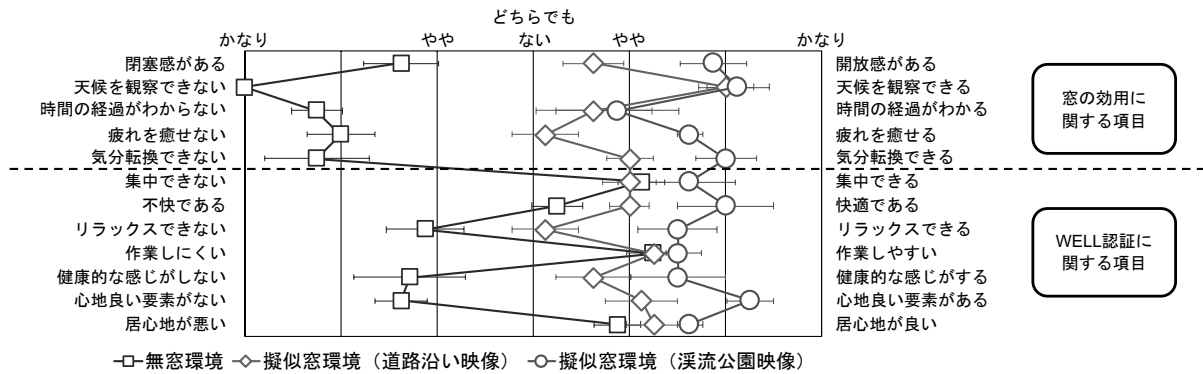


Fig. 5. Subjective evaluation results of subjects for the virtual window environment.

め、効用が低下したと考える。一方で、溪流公園映像は自然が多く非日常的な映像であるため、効用が向上したと考える。

以上より、個人スペースにおける擬似窓に映写する映像によって開放感や疲労回復効果、快適性、リラックス効果などの効用が変化することがわかった。一方で、疲労回復効果やリラックス効果、心地良い要素がある以外の効用は、映像によって変化しないと考える。

5. 個人スペースにおける擬似窓の有効性検証

5.1 実験目的

実験は以下の目的で実施した。

- 個人スペースにおける擬似窓を執務者が使用するか検証
- 執務者が選択する画像・映像の種類を検証
- 執務者が擬似窓に映写する画像・映像を変更する理由を検証

前章において擬似窓環境は無窓環境と比較して効用が向上することがわかった。しかし、個人スペースにおいて執務者が擬似窓を使用するかの検証は行っていない。そこで、本実験では個人スペースにおいて執務者が擬似窓を使用するかの検証を行う。さらに前章において、擬似窓に映写する映像によって、効用は変化することがわかった。また、集中時において動きのある映像は煩わしいと考える。そこで、映像・画像を用

意し、執務者が選択する画像・映像の種類を検証および、執務者が擬似窓に映写する画像・映像を変更する理由を検証する。

5.2 実験環境

本実験は同志社大学京田辺キャンパス理工学部にある実験室で行った。実験は日中に行い、天候は晴れであった。被験者は視覚に疾患を有さない大学生4名である。擬似窓は被験者の座席から正面を向いた壁の右側に設置した。天井照明は9灯とし、JIS基準に基づき机上面照度が750 lx、色温度が4200 Kとなるよう調光・調色した^{13,14)}。

5.3 実験条件

擬似窓はFull HDに対応する23インチのディスプレイ1台を使用した。擬似窓には、画像35種類、映像2種類が映写可能である。画像は、自然の画像11枚(畑3分の1と空3分の2の画像・森林の木々の画像・湖と空と森林が映る明るい画像・上賀茂神社内の川の画像・圓光寺の森林の画像・GOOD NATURE HOTEL 中庭の写真・銀閣寺の池の画像・森林内のコテージの画像・石畳に水が流れる画像・木と段々の川が映る画像・海と橋と空が映る画像)、寺院や石庭の画像5枚(圓光寺の石畳の画像・猿沢池の画像・清水寺の画像・二寧坂の画像)、各国の風景画像8枚(アパートとエッフェル塔が映る画像・セーヌ川とエッフェル塔が映る画像・ギリシャの画像2枚・台湾の風景画像・NYの風景画像・東京のビルと空が映る画像2枚)、オ

フィスの風景画像5枚(緑のある個人スペースの画像・アートが飾られた対抗島型の画像・緑のある対抗島型の画像・殺風景なオフィスの画像・ディスカッションの画像・形と色がアートな家具のオフィスに人が4人のみいる画像), 絵画の画像6枚(ルノワールのピアノを弾く2人の少女の画像・ルノワールの庭での画像・モネの絵画画像2枚・ピカソの画像・圓光寺の襖の画像), 擬似窓がない環境を用意した. Fig.6に被験者が選択可能な画像の一例を示す. また, 映像はFig.2に示す, 道路沿い映像と溪流公園映像を用意した. なお, Fig.7に擬似窓の有効性検証実験の実験風景を示す.



Fig. 6. Example of images that can be selected by subjects.



Fig. 7. Experimental environment.

5.4 実験手順

実験時間は, 集中力が切れた時間を確保するため120分とした. 作業内容は, PC作業である. また, 擬似窓に映写する画像・映像は被験者が好みのタイミングで, 好みの画像・映像を選択可能とした. なお, 環境を変更した際に, 被験者は画像・映像を変更した理由及び行っていた作業を記入する.

5.5 実験結果

5.5.1 選択した画像・映像について

実験を行った結果, 被験者全員が擬似窓環境を選択し, 使用する画像・映像は2時間で3~5枚程度であることがわかった. また, 被験者が選択した画像は, 35枚中7枚であり, 被験者間で選択する画像が一致する傾向が得られた. 選択した画像は, 自然の画像4枚(森林内の木々の画像・湖と空と森林が映る明るい画像・森林内のコテージの画像・海と橋と空が映る明るい画像)とオフィスの画像3枚(緑のある個人スペースの画像・アートが飾られた対抗島型の画像・ディスカッションを行う画像)である. なお, 寺院や石庭の画像, 各国の風景画像, 絵画の画像, 擬似窓がない環境を選択した被験者は0名であった. また, 1名の被験者が道路沿い映像, 2名の被験者が溪流公園映像を使用した. 1名の被験者は映像を使用しなかったため, ヒアリングを行った結果, プログラムの考案や作成を行っており集中しなかったため, 動きがあり集中力が散漫する映像は使用しないという意見が得られた.

以上より, 被験者全員が無窓環境の画像を使用しなかったため, 擬似窓環境が有効であることがわかった. また, 被験者が選択した画像は35枚中7枚であり, オフィスの画像と自然の画像であった. さらに前章において, 溪流公園映像より効用が低かった道路沿い映像を使用する被験者もいることがわかった. そのため, 多人数で使用する擬似窓にはライブ映像を映写することが重要であり, 個人で使用する擬似窓は気分によって画像等を変更可能である環境であることが重要であることがわかった.

5.5.2 画像・映像を変更した理由について

アンケートより、自然の画像へ変更する理由として、疲労回復や気分転換・落ち着きたいという意見が得られた。また、オフィスの画像へと変更する理由として、眠気覚ましや人との繋がりを得たいためという意見が得られた。さらに、画像から映像へと変更する理由として、動きのない画像に飽きたという意見や、動きがあるため眠気覚ましや気分転換になるためという意見が得られた。

以上より、作業や気分に応じて擬似窓に映写する画像・映像を変更することにより、自然との繋がりが乏しい環境の改善に役立つと考える。

6. おわりに

窓がないオフィスの環境の改善を目的として、擬似窓を提案した。擬似窓には実際の窓と同様の効用があると報告されている。しかし、COVID-19の影響に伴い、感染防止を目的として、個人スペースが増加している。また、COVID-19以前においては、WELL 認証の影響により、執務者の活発なコミュニケーションやスペースの効率化を目的としたオフィスのオープン化が進む一方で、執務者の生産性や集中力の向上を目的として、オフィスにパーソナル環境である個人スペースが増加した。そこで、我々は擬似窓と個人スペースを組み合わせることにより、自然との繋がりを得ることが容易でない個人スペースを改善できるのではないかと考えた。以上より、本研究では個人スペースにおいて、擬似窓が執務者に与える影響および擬似窓の有効性について検証した。

検証の結果、擬似窓に道路沿い映像および溪流公園映像を映写した場合は、無窓環境の場合と比較して「窓の効用に関する項目」および「WELL 認証に関する項目」のうち快適である・リラックスできる・健康的な感じがする・心地良い要素があるの項目で効用が向上することがわかった。また、個人スペースにおける擬似窓に映写する映像によって開放感や疲労回復効果、快適性、リラックス効果などの効用が変化することがわかった。

また、執務者が実際に擬似窓を使用するかの検証を

するため、個人スペースにおける擬似窓の有効性の検証を行った。検証の結果、全ての被験者が擬似窓を使用し、無窓環境を選択した被験者はいなかったため、擬似窓環境が有効であることがわかった。さらに、被験者が選択した画像等はオフィスの画像と自然の画像、映像2種類であった。そのため、多人数で使用する擬似窓にはライブ映像を映写することが重要であり、個人で使用する擬似窓は気分によって画像等を変更可能な環境であることが重要であることがわかった。

また、擬似窓の有効性検証実験において、執務者は落ち着きたい、眠気を覚ましたいなどの感性や動きのある映像、人が写っている画像などのカテゴリから画像・映像を選択することがわかった。

以上より、個人スペースにおける擬似窓を用いることにより、自然との繋がりが乏しい環境の改善が可能であることがわかった。さらに、気分や画像のジャンル、作業内容によって選択する画像・映像が変化することがわかった。そのため、感性やジャンルで分類した画像・映像の選択画面を用いることにより執務者が使用しやすい環境が提供可能となると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省, "平成 30 年度 首都圏整備に関する年次報告", <https://www.mlit.go.jp/common/001294659.pdf>.
- 2) ザイマックス総研, "大都市圏オフィス需要調査 2017 <需要動向編>", <https://soken.xymax.co.jp/2017/01/12/1701-office-demand-survey-2016/>.
- 3) ナジエディット, 安永幸子, 古瀬敏, "地下オフィスと地上オフィスで働く人々の心理的反応の比較", 人間・環境学会誌, **2**[2], 1-11 (1996).
- 4) Panasonic Homes, "<土地情報のお役立ち情報>役立つ専門家コラム>法律 (2019 年 8 月号)" 建築基準法改正で建ぺい率が 10 %緩和, <https://homes.panasonic.com/tochikatsuyou/knowhow/column/law/12.html>.
- 5) 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).
- 6) 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).
- 7) 山川昭次, 武藤浩, 土田義郎, 平手小太郎, 宇治川正人, 安岡正人, "地下オフィスの環境改善に関する実証的研究その 3 窓機能の代替可能性", 日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境工学), 345-346 (1992).
- 8) 山川昭次, 武藤浩, 平手小太郎, 宇治川正人, 安岡正人, "地下オフィスの環境改善に関する実証的研究その 7 うるおいの

ある空間 集中できる執務環境づくり”, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (環境工学), 1025-1026 (1993).

- 9) 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).
- 10) 大塚俊裕, 山口一, 今井綾子, 泉谷和昭, “大型液晶ディスプレイを用いた擬似窓に関する研究”, 日本建築学会大会学術梗概集, 101-102 (2008).
- 11) 一般社団法人グリーンビルディングジャパン, “WELL とは”, https://www.gbj.or.jp/well/about_well.
- 12) 福田祐美, 森田健, “パーソナルスペースへの他人の侵入がもたらす指示領域および生理面への影響”, 日本建築学会技術報告書, 8[15], 195-198 (2002).
- 13) JIS 照度基準, <https://lighting.gs-yuasa.com/LE/doc/pdf/doc-6jis.pdf>.
- 14) パナソニック株式会社, “オフィスの照明”, <https://www2.panasonic.biz/es/lighting/plam/knowledge/pdf/0202.pdf>.
- 15) 松下進, 図解入門よくわかる最新照明の基本と仕組み, (秀和システム出版, 東京, 2008), p.34.