

2) 環境研究グループ

2) - 7 昼光を考慮した HMD 型仮想現実によるオフィス作業の光・視環境評価法の開発と国際的展開【安心・安全/持続可能】

Framework Development for Assessing Daylight Aware Office Light and Visual Environments Using HMD-Based Virtual Reality Systems and its Global Implementation

(研究開発期間 令和 5～6 年度)

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering

佐野 智美
SANO Tomomi

Seven staff and eight visiting participants at the Canadian Centre for Architecture, Montreal, evaluated 14 to 20 light patterns of their offices from September 5th to September 8th, 2023, on read-write, computer work efficiency and ambient comfort on HMD - VR. We found that participants' adaptation to space effect workability and comfort of offices; staff's work efficiency remained high when luminance distribution varied by natural light change, while visitors' efficiency and comfort increased as total light increased.

【研究開発の目的及び経過】

多様な執務者が、快適かつ生産的な業務継続しやすい室内環境であることは、事務所建物の継続使用性を確保するために不可欠である。運用時の消費エネルギー量最適化に向け昼光を考慮したオフィスを対象とし、作業性、空間の印象の快適性につながる光・視環境評価方法の確立とその技術の国際的展開に取り組んだ。

【研究開発の内容】

基礎となる理論構築し、国際的展開を検討するために、①諸外国の昼光を考慮したアトリエを含む作業室等の実測調査、②多国籍執務者を対象とした被験者実験を行った。②では、対象者の状態等が作業性と快適性に与える影響を検討するために、オフィスの光への慣れ具合が異なる被験者群を対象とし、オフィス光環境を高精度で提示可能な HMD 仮想現実システム¹⁾を用いた。

【研究開発の結果】

・令和 5 年度の調査結果

2023 年 6 月から同年 9 月カナダ建築センター（モントリオール、以下 CCA）のオフィス 22 室を対象に全方位輝度・色度実測調査を行った（図 1）。各オフィスについて 14- 20 照明条件を作成し HMD 仮想現実システムその光環境を再現した。同年 9 月 5 日から 9 月 8 日、CCA スタッフ 7 名、CCA 滞在中の研究員 8 名に、1) 資料の読み書きおよび 2) パソコン作業性、3) 空間を見渡した時の快適性について、1- Very inefficient/ Very Uncomfortable から 6- Very Efficient/ Very Comfortable の 6 段階で評価させた。

図 2 の横軸に仮想空間で被験者に評価させたオフィ

スと実オフィスの机上面照度比（机上面照度比 1 は実オフィスに近い光環境）、縦軸に被験者の平均評価値（左から、読み書き作業性、パソコン作業性、空間を見渡し



図 1 カナダ建築センター作業視点のオフィス全方位画像（左「短期滞在者」、右「スタッフ」実オフィス例）

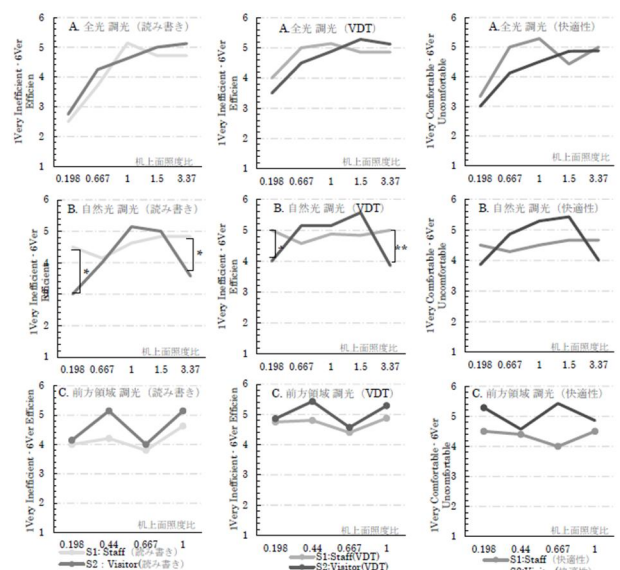


図 2 実オフィスとの机上面照度比と評価

た時の快適性)を示し、薄灰色でスタッフ、濃灰色で短期滞在者の結果を示す。**A**は昼光を含む全光についてその割合を変えずに増減した光条件、**B**は窓等から射す昼光のみを増減し自然光の変化による光条件を示す。

Aでは、短期滞在者では光が増えると作業性、快適性が高くなるが、スタッフでは実オフィスが高い評価となり、光の増減は作業性、快適性を下げる結果となった。一方、**B**ではスタッフは昼光の増減で作業性、快適性が変わらなかったが、短期滞在者では昼光が実オフィスの20%に減少、実オフィスの150%に増加(それぞれ机上上面照度比、0.198と3.37と)すると、読み書きおよびパソコン作業性が明らかに低くなった。

以上をまとめると、スタッフは昼光・電光が同時に増減するような経験がない条件(**A**)では評価を下がるが、天候や季節による自然光が変化するような見慣れた条件(**B**)では評価が維持されると言える。つまり、オフィスの光への慣れが異なる人では、作業しやすい、快適と感じる光・視環境に差があると言える。なお、**C**は作業時の前方領域の関わる光源出力のみが低下する光条件で、スタッフは短期滞在者と比べ評価が一定であるが、原因は分かっていない。短期滞在者のオフィスの前方領域には、昼光と本棚照明の2光源があり(図1-左)、これら光源には適切なバランスがあることが推測できるが、詳細分析は今後の課題とする。

・令和6年度の調査結果

2023年6月15日から同年6月26日に、3つのベルリン個人芸術家のアトリエを対象に全方位輝度・色度の実測調査(図3)、4人の現地芸術家に対し1)創作活動の生産性や室内の快適性とアトリエの電光、昼光の関係性、2)アトリエの光へ慣れるために講じた対策等についてインタビューを行った。図3では見ると電光の有無で輝度分布が異なる様子が分かる。インタビューの結果、作品内容と用いる素材や色により昼光の重要具合が異なること、アトリエの光に慣れる過程で生産性が高くなる場合がある等、アトリエの光と作業性、快適性との関係はオフィスよりも多様であることが示唆された。

・まとめ

建物の継続利用のためには、多様な利用者が快適に作業を継続できることが重要であり、そのような室内光・視環境について、以下のことが示された。

1) オフィスの光への慣れが異なる利用者では、作業しやすい、快適と感じるオフィス光・視環境の輝度分布変化に差がある。2) 慣れているオフィス光・視環境、

輝度分布変化は実オフィスと同程度の作業性が得られるが、不慣れな輝度変化が作業性低下を招くことがある。

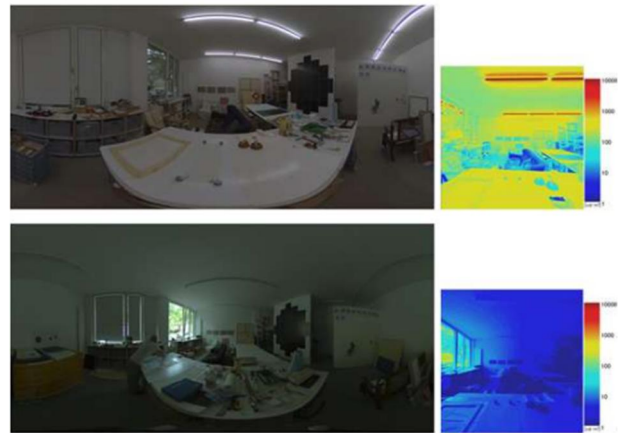


図3 アトリエの全方位画像と作業視点の輝度画像例
(上電光あり、下電光なし)

①②の研究の成果は、将来的に BRI Research Paper 高作業効率オフィス光・視環境の設計指針(案)に反映させる予定である。①の成果については、YouTube²⁾、窓研究所ホームページ⁴⁾で等で公開されており、交付用のパンフレット及び書籍化、また、論文等の学会発表によって、社会的・学術的に広く公表する予定である。

【参考文献】

- 1) 宮田智美(現・佐野智美)、中村芳樹、青木万理、千歳優希、非常時の業務継続性を確保するオフィス視環境(その1):ヘッドマウントディスプレイ型ヴァーチャルリアリティシステムを用いた検討、日本建築学会環境系論文集、86、784、590-599、2021。
- 2) Tomomi Miyata、Andrea Alberto Dutto、and Oxana Gourinovitch: Underground Anxieties: 2023 CCA-WRI Research Symposium、Montreal、Canadian Centre for Architecture、10 August 2023. (<https://youtu.be/Y-gytc91DrM?feature=shared>)
- 3) 宮田智美(現・佐野智美)、中村芳樹: 体調変化による評価変化を考慮した業務継続性を確保する非常時のオフィス視環境、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-I、443-444、2023。
- 4) 宮田智美(現・佐野智美): 執務者の空間への慣れを考慮した作業スペースの評価、日本建築学会大会学術講演梗概集環境 D-I、495-496、2024。
- 5) Tomomi Sano: Visual Function in Earth shelters from the viewpoint of emergency sustainability、視環境と持続性—地下シェルターにおける光の評価、2025. (<https://madoken.jp/grant-results/34845/>)