

多様な働き方を想定したオフィス空間に適した昼光利用評価に関する研究

東北大学 ○小林 光\*

昼光利用環境      グレア評価      被験者実験  
採光装置            行為                    光色

研究の目的

本研究は、積極的な昼光利用を行うオフィス等の建築空間における、多様な働き方「行為」と昼光利用による室内の光環境「昼光利用環境」が、その評価、特に眩しさ感「グレア」に与える影響について、明らかにすることを目的とした。近年、執務環境のPC化に伴って、アンビエント照明として昼光利用の多様な可能性が高まっている。その一方、側窓から採光して室内に配光すれば定性的にグレアが生じ易くなる。環境計画にてグレアの排除は必要だが、グレアの評価が厳しく過度に安全側になれば、積極的な計画を抑制し、採光をつまらない効果の小さいものにしかねない。そこで、通常の側窓採光条件の標準的執務環境のグレアに比べて「採光利用環境」と「行為」の変化がグレアにどのように影響するか被験者実験で明らかにすることとした(図1)。

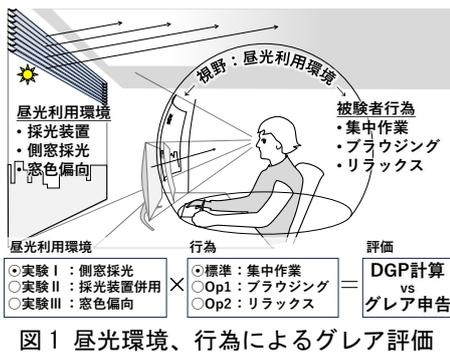


図1 昼光環境、行為によるグレア評価

研究の内容

1)被験者実験の概要

昼光のグレア評価に用いるグレア感指標 DGP<sup>1)</sup>を基準として、光環境と行為がどの様に影響するか調べた。DGPは光環境の物理量から式(1)で計算される他、輝度画像から評価ツール Evalglare<sup>1)</sup>を用いて算出できる。

$$DGP = C_1 E_V + C_2 \log \left( 1 + \sum \frac{L_{SI}^2 \cdot \omega_{SI}}{E_V^{1.87} \cdot P_I^2} \right) + C_3 \quad (1)$$

$C_1 = 5.87 \times 10^{-5}$ ,  $C_2 = 9.18 \times 10^{-2}$ ,  $C_3 = 0.16$ ,  $E_V$ : 目の位置の鉛直面照度 [lx],  $E_S$ : グレア源の輝度 [cd/m<sup>2</sup>],  $\omega$ : グレア源の立体角 [sr],  $P$ : ポジション・インデックス [-]

本研究では、被験者の直近に輝度撮影用カメラ等を設置して、基準とするグレア(DGP)を Evalglare にて計算した。これを「採光利用環境」と「行為」による申告と比較した。図2に実験室レイアウトを示す。執務空間を模擬するためグレアが生じる日射のある東向き(南向き)の講義室を用いた。実験はI~IIIの3ケースに分けた。表1に各ケースの条件を示す。**実験I: 標準ケース**として「昼光利用環境」を側窓採光(ブラインド、採光装置共に無)+「行為」を集中:執務を

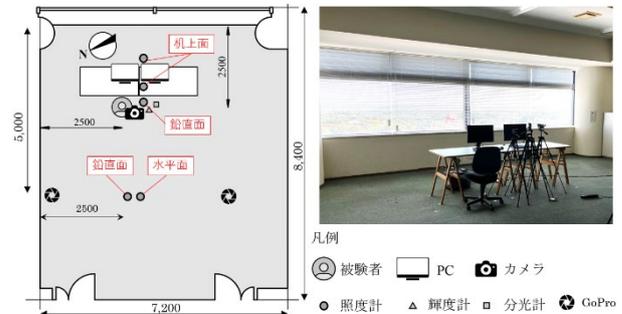


図2. 実験室レイアウト

表1. 実験条件

	昼光利用環境	行為
実験I	<b>側窓採光(標準ケース)</b>	<b>3水準</b>
	・ブラインド : 無 (窓上部のみ遮蔽) ・採光装置 : 無 ・窓色偏向 : 無	・集中 (CON) ・ブラウジング (R(A)) ・リラックス (R(B))
実施: 2022年12月5日~15日 被験者: 大学生12名(20代男性7名、女性5名)		
実験II	<b>採光装置併用採光ケース</b>	<b>3水準</b>
	・ブラインド : 有 (スラット水平) <sup>※1</sup> ・採光装置 : 有・無 (2水準) <sup>※2</sup> ・窓色偏向 : 無	・集中(CON) ・ブラウジング (R(A)) ・リラックス (R(B))
実施: 2023年10月4日~11月16日 被験者: 大学生9名(20代男性5名、女性4名) ※1 屋外風景が見える程度 ※2 窓上部に採光ルーバー		
実験III	<b>窓色偏向採光ケース</b>	<b>1水準</b>
	・ブラインド : 無 ・採光装置 : 無 ・窓色偏向 : 有 (3水準: 窓色を青、黄、ブルーライトカットフィルム適用で模擬)	・集中 (CON)

模擬したPCでの文章入力作業(以降 CON)、同じPCによる執務以外のブラウジング(以降 R(A))、景色や室内を見るリラックス(以降 R(B))の3水準、**実験II: 採光装置併用ケース**として「昼光利用環境」採光装置併用(ブラインド水平+採光装置有/無)の2水準+「行為」を実験Iと同じ3水準、**実験III: 窓色偏向ケース**として、窓色偏向を模擬するために、被験者は透過スペクトルの異なる青系、黄系、ブルーライトカット3種のフィルムを貼り付けた眼鏡を着用し、全てのセンサ・カメラに同じフィルムを用いることで、光色3水準+「行為」はCONのみ1水準で実験を行った。

2)被験者実験と設問

被験者の行為は、実験I、IIは CON・R(A)・R(B)を3回繰り返した。実験IIIはCONのみで条件を変えて繰り返し実験した。時間間隔などは実験毎に調整した。設問は実験I~III共に眩しさ感を「0. 眩しくない~4. 耐え難い」の5段階、不快感を「0. 知覚できない~3. 耐えられない」の4段階を基本とし、実験IIでは加えて、光環境に対する明るさ感7段階、好ましさ3段階について各実験終了時に尋ねた。

### 3)実験Ⅱの採光装置

T社採光ブラインド(採光部(上段)と一般部(下段)で構成)を導入。採光部と一般部のスラットは独立で、採光有の場合は採光部と一般部スラットを共に水平として採光、無の場合は採光部スラット全閉、一般部スラット水平で維持した。一般部スラットは水平で窓外の景色が見える。

### 3)実験結果

実験Ⅰの結果を図3に示す。横軸に輝度画像から算出したDGP平均値、縦軸に被験者の申告による不満足者率をプロットした。尚、プロットは被験者の目の位置の鉛直面照度で階級分けして整理した。赤でプロットした執務状態(CON)では平均DGP(計算値)と不満足者率(申告値)が一致し、本実験はDGPを再現している。これに対しR(A), R(B)は不満足者率(グレア)を大きく緩和した。執務者の行為次第で積極的な採光を許容する可能性が示唆された。

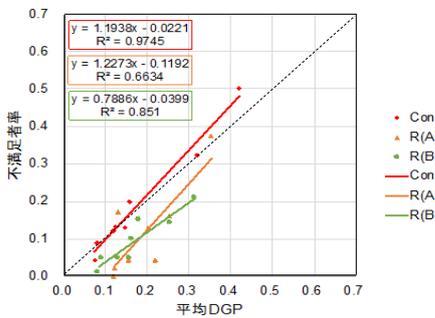


図3. 実験Ⅰ 平均DGPと不満足者率

実験Ⅱの結果を図4に示す。図4(a)採光装置無し(+ブラインド水平)ではCONとR(A)の不満足者率が同様にCONでも大きく緩和が生じた。DGP算出値と申告は一致しない。水平のブラインドで光環境が変化し、グレアの知覚が変わったと考えられる。CON, R(A)共PC画面を注視する一方、景色を見るなど視線行動が異なるR(B)は異なる傾向が確認された。図4(b)採光装置有(+ブラインド水平)では、特にCONで、採光装置無と比較しても大幅に緩和が進んだ。またR(A), R(B)はCONより不満足者率が高く推移した。図4(a)(b)は一般部のブラインドは同設定で、採光部のみの効果で昼光利用環境が変わる。こうした様々な採光装置の効果やブラインドによるグレア対策効果による緩和をDGPでは評価できないケースがある可能性が示唆された。

実験Ⅲの結果を図5に示す。色の偏向のない標準状態ではDGP計算値と申告はよく一致した。青色環境では、グレア感DGP計算値より高くシフトする一方、黄色環境ではDGP計算値より低くシフトした。また、ブルーライトカット環境では、グレア感とDGP計算値はほぼ等しくなった。図は省略するものの、明るさ感DGPと異なり、青系、黄色系共に何れも明るい側にシフトする結果となった。

本研究では、確認された緩和効果を考慮した計画法のごく簡単な例として光解析と評価等も試行した。より深い考察と検討を要するものの、行為や色などの要素を計画に適用することの必要性和可能性を示すことができた。

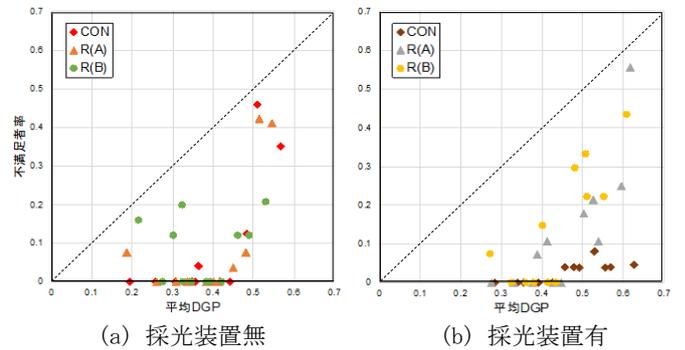


図4. 実験Ⅱ 平均DGPと不満足者率

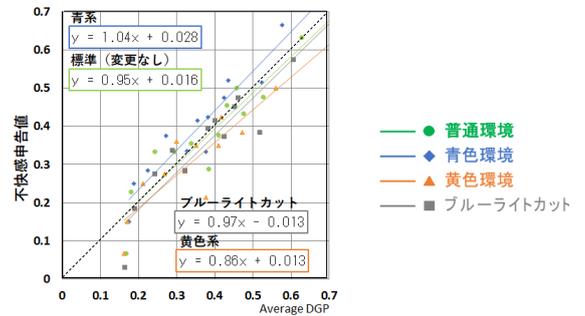


図5. 実験Ⅲ 平均DGPと色偏向による不快感

### 研究の成果、新発見

昼光利用する執務空間のグレア評価に一般的に用いられる指標DGPに対し、執務以外のリラックスなどの行為ではグレアが緩和されることを確認した。また、採光装置の併用で室内に採光することで寧ろグレアが減少する可能性を確認した。窓色の偏向等による光色変化についても同様にグレア、明るさ+/-に作用することを確認した。これらの知見は積極的でエコな光環境の創出に貢献する。また、既存の指標がグレアを過大評価することは、環境計画上重要な知見と言える。

### 今後の予定

本研究を通じ、「行為」は「目的」に応じた「視線行動」に分解され、「目的」と「視線行動」に応じた「見易さ」が「グレア」と関係づけられるとの着想を得た。「行為」の分析と本研究で得たデータの更なる検討や新たな実験で行為とグレアの関係を明らかにする発展的な研究を検討する。

### 謝辞

本研究は、一般財団法人 大成学術財団からの助成にて実現しました。記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) Jan Wienold, et al. : Evaluation methods and development of a new glare prediction model for daylight environments with the use of CCD cameras, Energy and Buildings 38, pp743-757, 2006