

昼光利用による照明エネルギー削減効果に関する実態比較調査

環境研究グループ 主任研究員 三木 保弘

I はじめに

昼光利用は照明エネルギー削減に及ぼす影響が大きい、一方で、天候や立地、開口部・室性状、照明制御設定など様々な要因が関連し、昼光利用による視環境の質的側面との関係も含めると、その効果を適切に評価することは容易ではない。

そこで本調査は、昼光利用による照明エネルギー削減に関し、昼光連動調光制御を導入した複数の非住宅建築物を対象に、主に開口・室仕様を主体とする要因に着目し、同一手法の調査による昼光利用の実態比較を行うことで、昼光利用効果の適切な評価のために必要な知見を得ることを目的とする。

II 研究方法

(1) 実測調査の概要

調査は、大きくは①昼光導入量（屋外環境、開口部を通じた光量、室内仕様とそれにより最終的に確保される照明制御時の室内光環境）、②消費電力量（照明消費電力量）、③昼光利用時の視環境の質（窓周りのグレア等）の3つに内容を分け、複数の仕様の異なる建築物相互において、①が②に及ぼす影響を、③の確保がなされるか確認しながら比較検討できるよう共通項目を表1のように設定した。調査対象は昼光連動調光制御を導入した非住宅建築物5物件（表2）で、立地や開口部等仕様が異なる建物を選択し、中間期及び冬期の晴天・曇天を含む2週間程度の9時から日没で計測した。

(2) 昼光利用効果に及ぼす主要な測定項目の横並び評価

5物件について同一計測した結果のうち、効果に影響するがと考えられた主要項目を横並び評価することで、調査項目と照明削減効果・光環境の質との関連性を把握していく。

III 研究成果の概要

(1) 建物仕様と測定結果の一覧

建物の主要な与条件と実測項目の結果一覧が表3である。

(2) 消費電力との関係での主要項目横並び評価結果と分析

a. 照明消費電力と照明消費電力削減効果

各建物の昼光利用時間帯の平均照明消費電力を図1に示す。

表1 主な調査項目

①昼光導入量	1) 屋外環境	屋外照度(グローバル・全天空)	[lx]
	2) 開口部仕様・光量	窓面天空率	[-]
		透過光束	[lm/m ²]
③室内仕様・光環境	3) 室内仕様・光環境	天井高/室奥行	[-]
		室内表面反射率	[-]
		水平面照度	[lx]
②消費電力量	4) 照明消費電力量	電力量	[Wh]
③昼光利用時の視環境の質	5) 昼光利用に関する室内視環境	不快グレア予測値	[-]
		鉛直面照度	[lx]
		アンケート	

表2 対象建物（5物件）

建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
				
採光面側に隣接建物	開けた立地	フィードフォワード制御	開けた立地	採光面側に法面

表3 建物仕様と測定結果の一覧

建物名		建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
屋外環境	窓面天空率	0.301 <small>(採光制御に建物)</small>	0.46 <small>(開けた立地)</small>	0.452 <small>(開けた立地)</small>	0.471 <small>(開けた立地)</small>	0.246 <small>(採光制御に法面)</small>
	面積	256m ²	219m ²	335m ²	159m ²	155m ²
室仕様	天井高さ/室奥行	0.22	0.28	0.37	0.34	0.27
	窓面方位	南東	南	南	南	南東
	採光面数	1面	1面	1面	2面	1面
開口部仕様	窓仕様	ダブルスキーン	横連窓+ブラインド	横連窓+ブラインド	横連窓+ライトシェルフ	横連窓+ブラインド
	日射遮蔽装置制御	ブラインド手動制御	ブラインド手動制御	ブラインド自動制御	ロールスクリーン手動制御	ブラインド手動制御
照明設定・制御	窓開口率	0.35	0.16	0.26	0.29	0.157
	設定照度[lx]	500~550	700	400(フィードフォワード制御)	700	400
	下限調光率[%]	0.25	0.25	0.00	インテリア固定ペリメータ25%	0.25
実測結果(晴天)	グレア(PGSV)	0.3	-0.2	1.3	2.0	-1.2
	透過光束 [lm/m ²]	902	7,477	3,490	21,940	4,558
	電力 日没前 [W/m ²]	11.26	7.55	4.56	0.27	3.64
	電力 日没後 [W/m ²]	14.20	10.14	6.14	10.55	4.50
実測結果(曇天)	エネルギー削減効果	21%	26%	26%	97%	19%

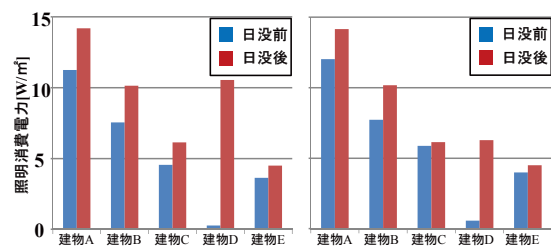


図1 照明消費電力[W/m²] 左：晴天 右：曇天

また図2に天候別電力消費削減効果を示す。晴削減効果は日没後の電力を基準とした。天日に建物Dでは95%以上、建物D以外では19%~26%の削減効果があった。曇天日に建物Dは90%以上、建物D以外では4%~24%の削減効果があった。

以下、開口部・室仕様(b. ~)と消費電力の関係性、室内視環境 (f.) と消費電力のバランスについてそれぞれ示す。

b. 窓面天空率

窓面天空率が高いと立地による昼光利用効果が高くなるが、窓面天空率が低いAとEはエネルギー削減効果が低い(表4)。

c. 窓開口部率

窓開口率(窓面積/床面積)では、Aのように窓開口率が高く昼光は得られやすい消費量が多い場合がある(図3)。昼光利用の照明削減効果は窓開口率だけでは評価が難しい。

d. 透過光束

窓面透過光束は、窓面を通じた室内への昼光導入量である(図4)。照明エネルギー削減効果との関連性が高く、窓面天空率、開口部の方角、窓仕様に依存する。ブラインドなどの日射遮蔽物の運用上角度の設定や制御方法との関連も大きい。

e. 天井高さ/室奥行

天井高さ/室奥行きの結果(図5)を示す。C, Dは比較的大きい値で、電力の削減効果も高くなりやすい。建物Dは加えてライトシェルフと天井の高い反射率で効率的に昼光を導入し、北面トップライト効果もあり高い削減効果となっている。

f. 不快グレア予測値 (PGSV)

昼光利用を行うに当たり、グレアの過剰な抑制は昼光利用効果を下げたため、エネルギーと光環境の質のバランスの考慮が必要となる。PGSV(不快グレア予測申告値)(図6)の結果より、C, D以外は、ほぼ眩しさを感じない程度に抑制されている。Cは執務者からの不満に応じブラインド制御の設定値を変更可能な仕組みで執務者不満は生じにくい。Dは手動スクリーンのため削減効果は高いが同時にグレアも高くなる。

(3) 考察

開口部仕様と室仕様によっては、大きな照明消費電力量の削減が可能であり、窓面の数に加えて建物の立地の影響も大きい。また、昼光量を調節する日射遮蔽装置(ブラインドなど)の制御方法や運用方法による、照明エネルギー消費量削減効果への影響が大きい。昼光利用による室内光・視環境への影響については、日射遮蔽装置で窓全体の自動制御をする場合や、適切な運用による手動操作では問題が生じにくい。一方で、眩しさにより常閉となり照明エネルギー削減効果を逸す

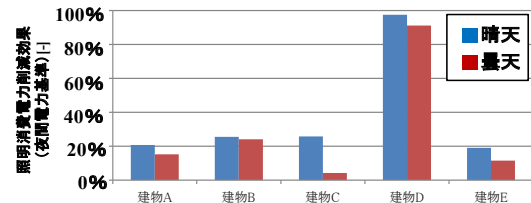


図2 照明消費電力削減効果 (夜間電力基準)

表4 窓面天空率による立地の比較

	建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
天空率[-]	0.301	0.46	0.452	0.471	0.246
窓面比較 (※画像カメラ使用)		※想定値			

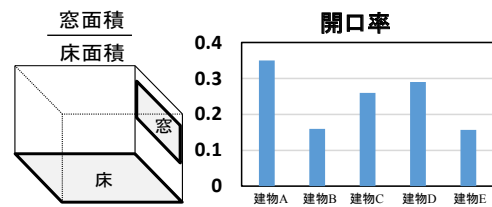


図3 窓開口率の比較

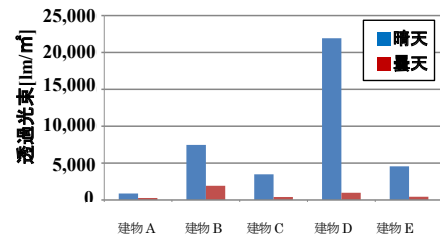


図4 窓面透過光束の比較

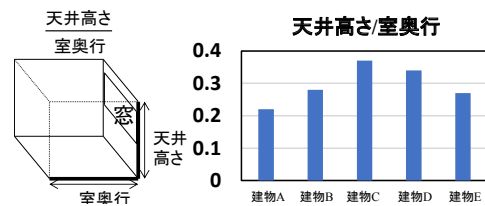


図5 天井高さ/室奥行の比較

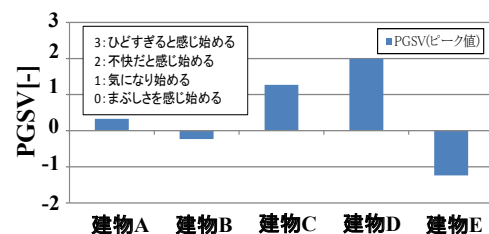


図6 グレア (PGSV) の比較

る場合や、ロールスクリーンの仕様によっては窓面の輝度が高くなり眩しさが発生させる場合があるので、照明エネルギー削減と空間の質のバランスに留意が必要である。