

# 昼光利用による照明エネルギー消費量削減 効果評価の高度化に関する調査

テーマ:

E4. 昼光利用による照明エネルギー消費量削減効果  
評価の高度化に関する検討

---

大成建設株式会社

## 内容

- 調査の目的と概要
- (イ)多様な開口部・室仕様に対応する昼光利用効果に関する検討
- (ロ)昼光連動調光制御の評価の与条件に関する検討
- (ハ)主要な開口部・室仕様と昼光連動調光制御の評価与条件の関係に関する検討
- まとめ

## 調査の背景と目的

省エネ基準の照明設備における  
昼光利用効果(昼光連動調光制御)の評価

### 現状の評価

ブラインドを有する側窓による基本的な大きさ・形状の開口部の  
標準的な場合を対象とした安全側の設定



### 評価の高度化に向けたデータ取得と調査

多様な開口部の形状・大きさ、室仕様による照明エネルギー削減効果

昼光に連動した調光制御の仕様・設定による照明エネルギー削減効果

昼光の導入に伴う光環境の質(グレアなどの許容できる範囲)

# 調査項目とフロー

(イ)

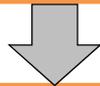
建物の実態調査

多様な開口部・室仕様に対応する  
昼光利用効果に関する検討

実測 (中間期・冬期)

多様な昼光利用形態の複数建物

- ・開口部仕様(面積、方位、日射遮蔽など)
- ・室仕様(間口、奥行き、天井高など)
- ・昼光導入量・照明エネルギー消費量
- ・グレア・輝度分布



(ロ)

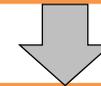
設備の実態調査

昼光連動調光制御の評価の  
与条件に関する検討

実測・実験

複数の昼光連動調光制御の設定条件

- ・設定照度
- ・下限調光率の違いなど
- ・照明エネルギー消費量
- ・制御状況の把握



(ハ)

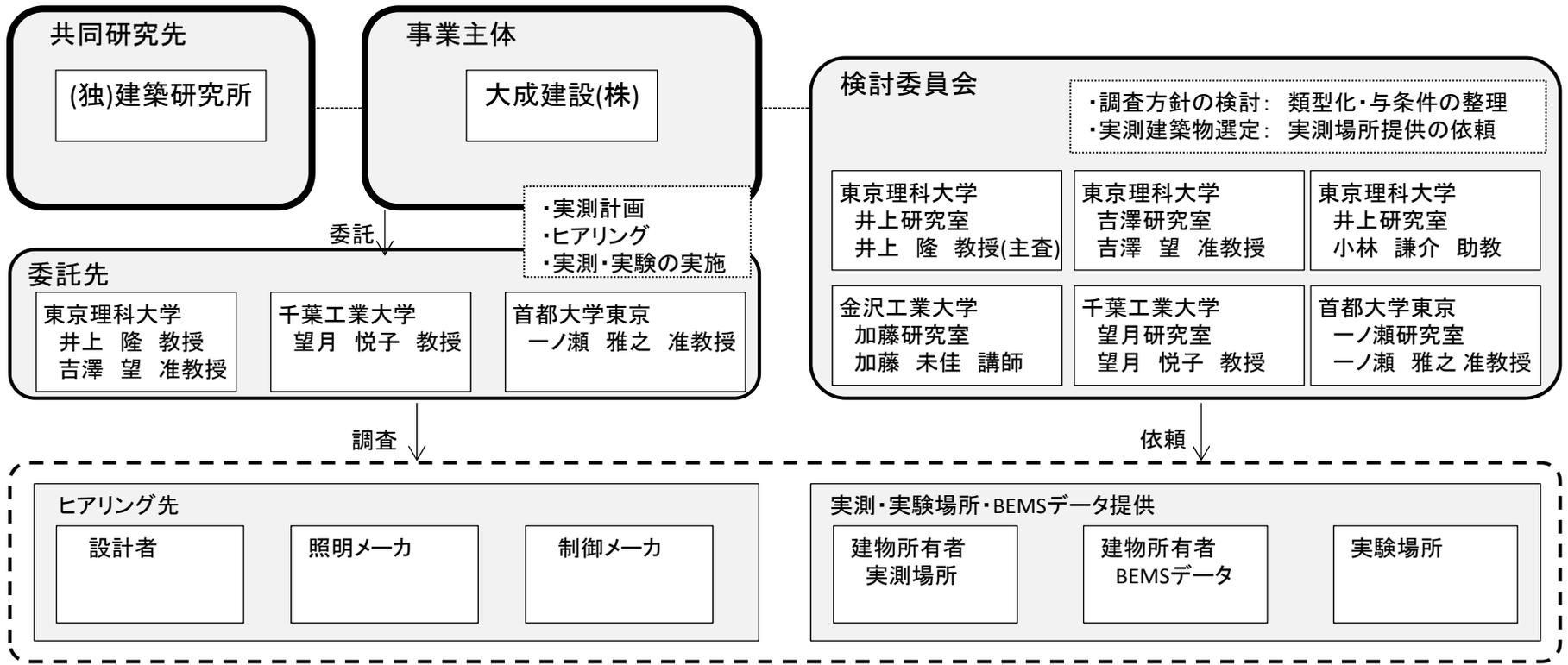
シミュレーション

主要な開口部・室仕様と昼光連動調光制御の評価与条件の関係に関する検討

シミュレーションによる総合的な検討に必要な要因の整理

(イ)開口部・室仕様に関する要件、(ロ)照明制御に関する要件

# 調査実施体制



- ・検討委員会を設置し、調査方針の検討と実測・実験場所・BEMSデータの提供の依頼を行う。
- ・事業主体および委託先によりヒアリング、実測調査・実験を行う。

(イ) 多様な開口部・室仕様に対応する  
昼光利用効果に関する検討

## 概要

### ■ 目的

- ・開口部・室形状の多様な仕様を含み、昼光に連動する調光制御を行っている複数の実建築物における照明エネルギー消費量と開口部・室仕様の関係の把握

屋外環境 : 立地(周辺建物)

開口部 : 面積、方位、窓面の数、日射遮蔽装置

室仕様 : 間口、奥行き、天井高、反射率

### ■ 調査項目の概要

- ・屋外環境・昼光導入量
- ・照明エネルギー消費量
- ・室内光環境 グレア等(輝度分布)

### ■ 調査時期

2013年度中間期および冬期



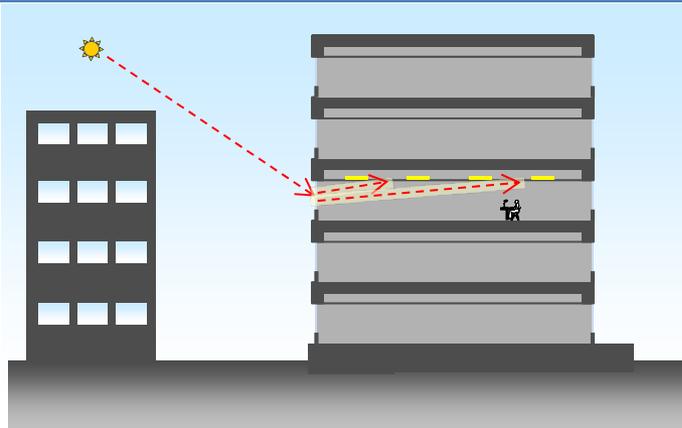
(イ) 多様な開口部・室仕様に対応する昼光利用効果に関する検討

# 建物仕様 (居室・開口部・照明)

		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 採光面側に隣接建物	0.46 開けた立地	0.452 開けた立地	0.471 開けた立地	0.246 採光面側に法面
開口部仕様	窓仕様	ダブルスキン	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
	窓開口率	0.35	0.16	0.26	0.29	0.157
居室仕様	階	6階	2階	4階	3階	2階
	面積	256 m <sup>2</sup>	219 m <sup>2</sup>	335m <sup>2</sup>	159m <sup>2</sup>	155m <sup>2</sup>
	天井高さ	2.600m	2.560m	3.020m	2.700m	2.400m
	室奥行	11.85m	9.00m	8.22m	8.00m	9.02m
	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 (窓面)	1面 (窓面)	1面 (窓面)	2面 (南側窓+北側吹抜け トップライト)	1面 (窓面)
照明器具	器具光束[lm]	2940	3520	-	3520	3100
	対象室の 器具数	20台×5列 =100台	15台×4列 =60台	4台×26列 =104台	12台×2列 =24台	6台×6列 =36台
照明設定 ・制御	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[%]	25%	25%	0%	インテリア固定 ペリメータ25%	25%
外観						

## 主要な調査項目

1) 屋外環境	屋外照度(グローバル・全天空)	[lx]
	窓面天空率	[-]
2) 開口部仕様・光量	開口率	[-]
	透過光束	[lm/m <sup>2</sup> ]
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]
4) 消費電力量	電力量	[Wh]
5) 昼光利用に関する室内視環境	不快グレア予測値(PGSV)	[-]
	鉛直面照度	[lx]
	アンケート(グレア・満足度)	

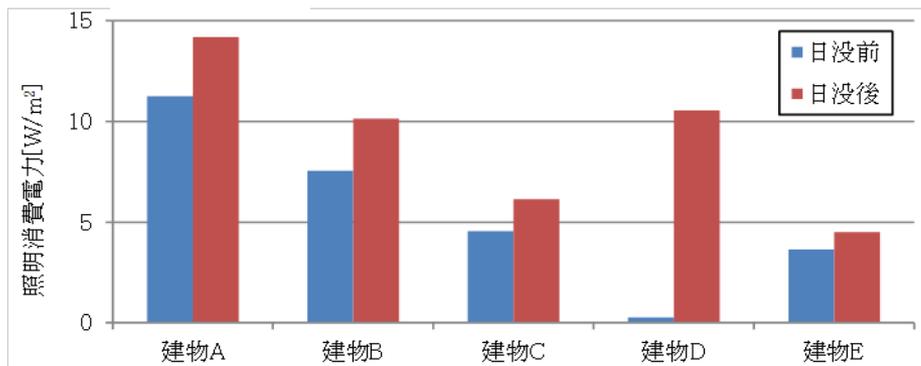


※一部は図面調査による

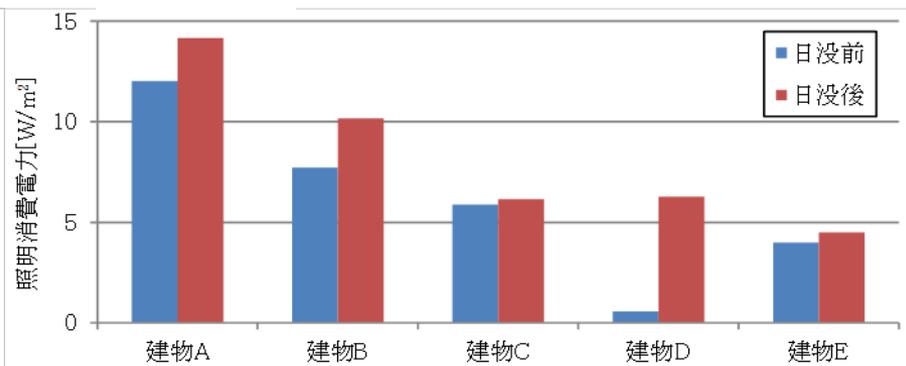
# 照明消費電力と照明消費電力削減効果

## 照明消費電力[W/m<sup>2</sup>]

晴天日

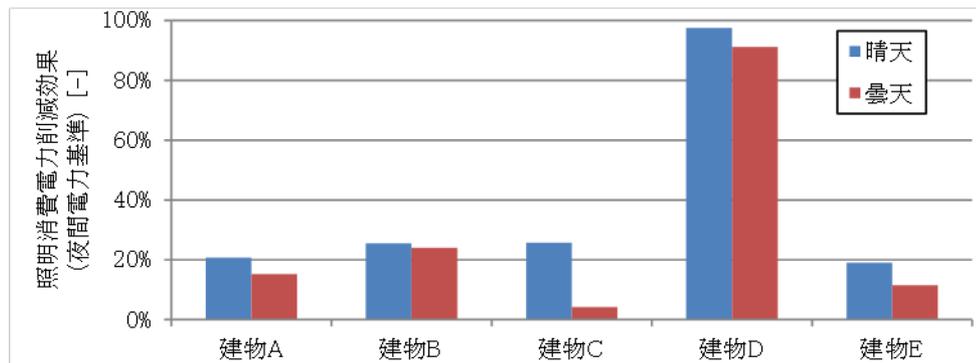


曇天日



## エネルギー削減効果[-]

- ・日没後(夜間)の電力を基準
- ・建物A、B、C、E  
晴天日: 19%~26%の削減効果  
曇天日: 4%~24%の削減効果
- ・建物D  
運用で日中ほぼ消灯(90%以上削減)

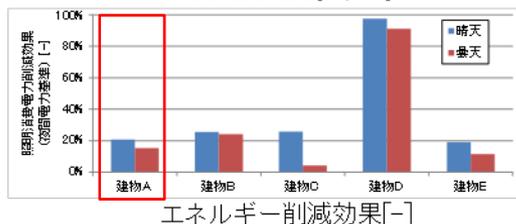
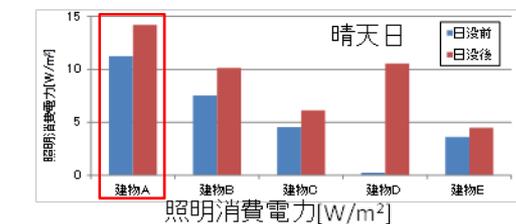


## 実測調査 - 建物A

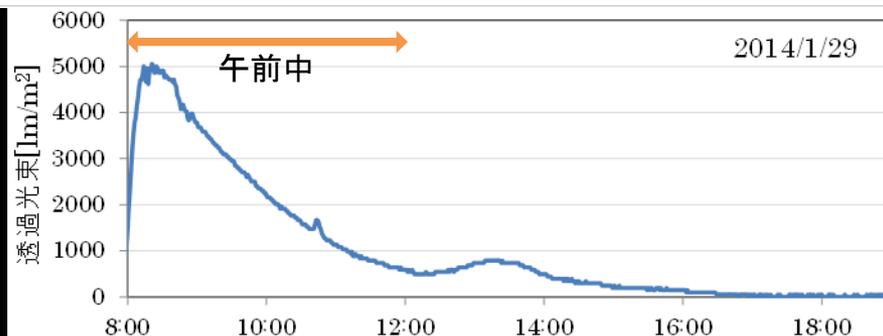
		建物A
屋外環境	窓面天空率	0.301 採光面側に隣接建物
開口部仕様	窓仕様	ダブルスキン
	日射遮蔽装置 制御	ブラインド 手動制御
	窓開口率	0.35
居室仕様	階	6階
	面積	256 m <sup>2</sup>
	天井高さ	2.600m
	室奥行	11.85m
	天井高さ/室奥行	0.22
	窓面方位	南東
	採光面数	1面 (窓面)
照明器具	器具光束 [lm]	2940
	対象室の 器具数	20台 × 5列 =100台
照明設定 ・制御	設定照度 [lx]	500~550
	下限調光率 [%]	25%



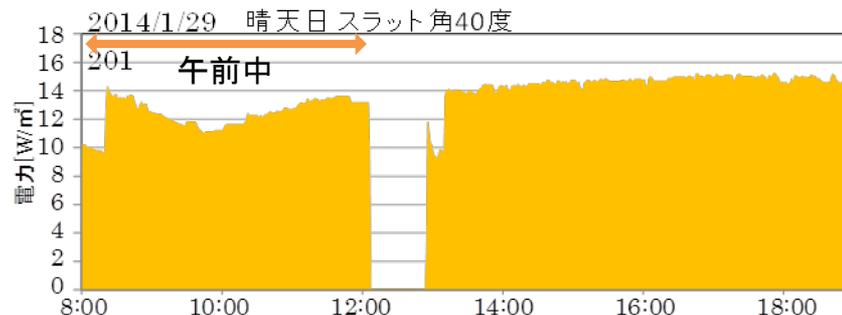
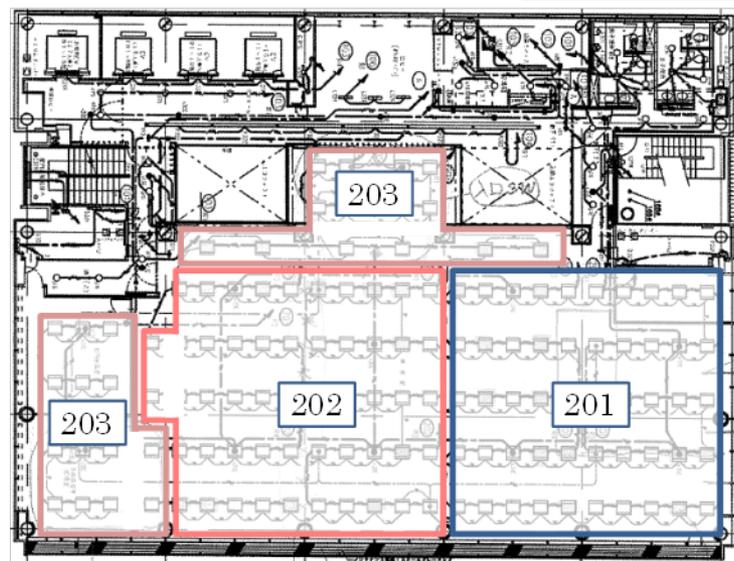
# 実測調査 - 建物A



窓面天空率  
0.301



窓面透過光束



消費電力

- ・窓面(東面)からの採光は午前が中心で、窓面天空率が小さいため、
- ・削減効果は方位・立地の影響を受ける傾向



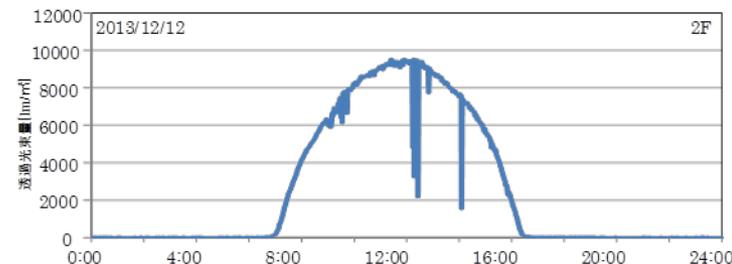
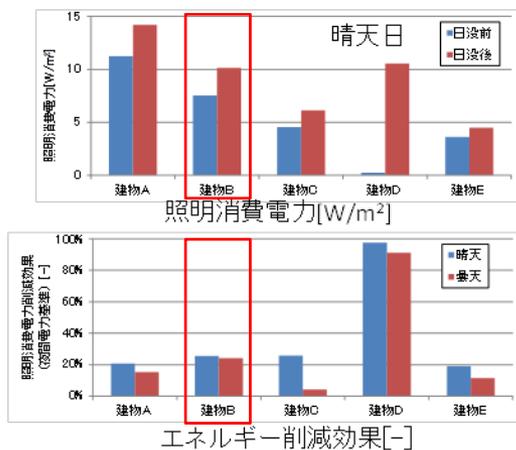
# 実測調査 - 建物B

		建物B
屋外環境	窓面天空率	0.46* 開けた立地
開口部仕様	窓仕様	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
	窓開口率	0.16
居室仕様	階	2階
	面積	219 m <sup>2</sup>
	天井高さ	2.560m
	室奥行	9.00m
	天井高さ/室奥行	0.28
	窓面方位	南
	採光面数	1面 (窓面)
照明器具	器具光束 [lm]	3520
	対象室の 器具数	15台 × 4列 =60台
照明設定 ・制御	設定照度 [lx]	700
	下限調光率 [%]	25%

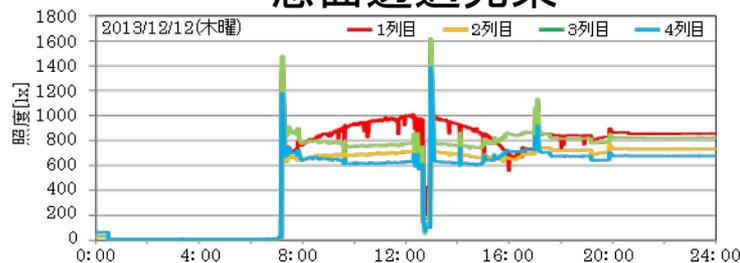
\*想定値



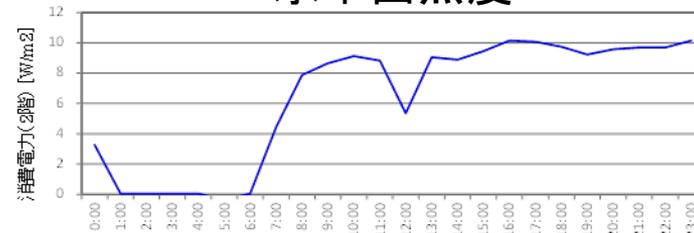
# 実測調査 - 建物B



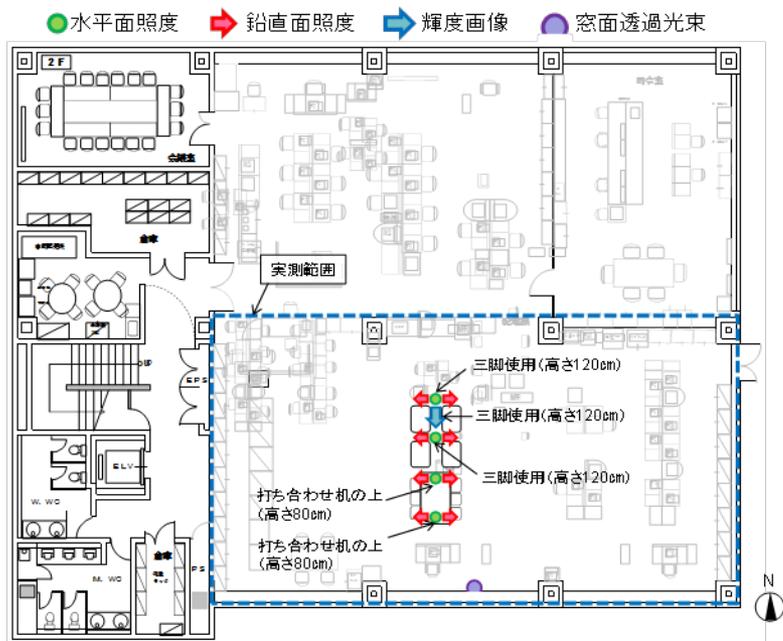
窓面透過光束



水平面照度



消費電力



- ・開けた立地であり、終日窓面(南面)からの採光が得られる。
- ・曇天日の削減効果も高い傾向。

## 実測調査 - 建物C

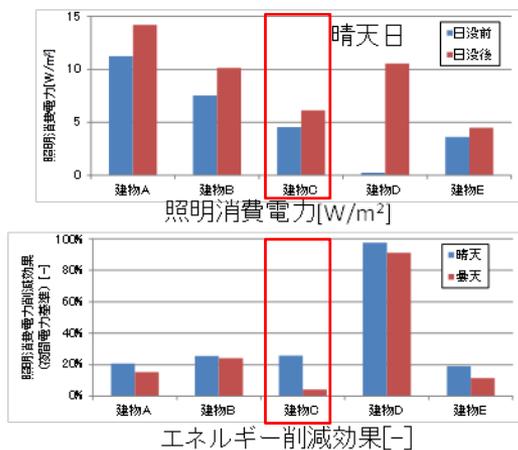
		建物C
屋外環境	窓面天空率	0.452 開けた立地
開口部仕様	窓仕様	横連窓 +ブラインド
	日射遮蔽装置 制御	ブラインド 自動制御
	窓開口率	0.26
居室仕様	階	4階
	面積	335m <sup>2</sup>
	天井高さ	3.020m
	室奥行	8.22m
	天井高さ/室奥行	0.37
	窓面方位	南
	採光面数	1面 (窓面)
照明器具	器具光束 [lm]	-
	対象室の 器具数	4台 × 26列 =104台
照明設定 ・制御	設定照度 [lx]	400 (フィードフォワード制御)
	下限調光率 [%]	0%



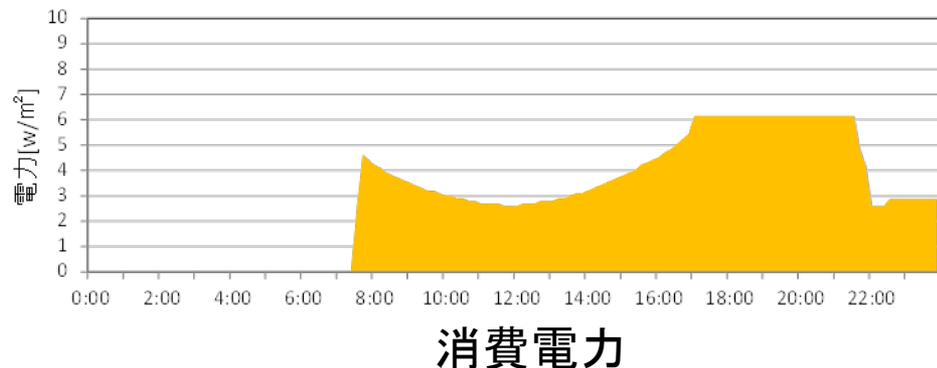
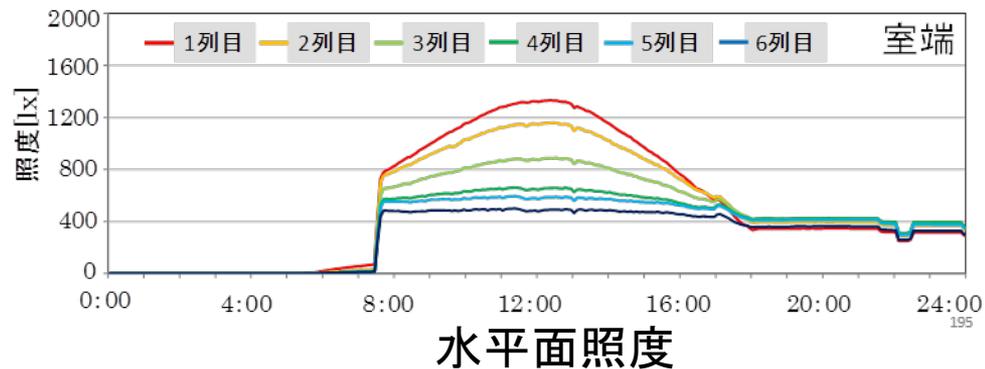
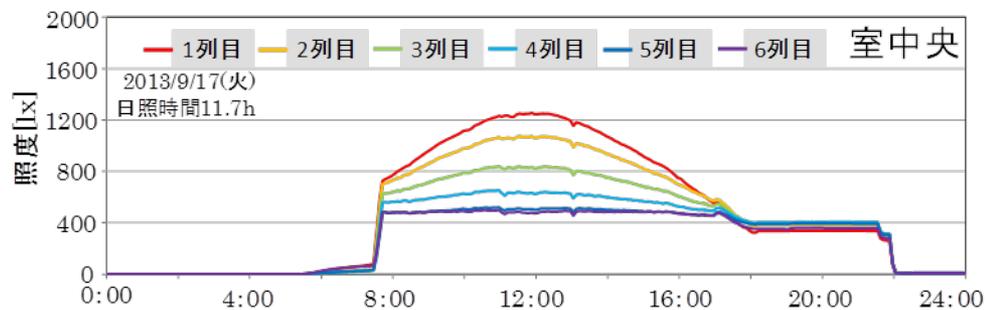
・フィードフォワード制御

屋外照度とブラインド状態から窓面輝度に応じたアンビエント照明(導光板LED照明)を設定

# 実測調査 - 建物C



窓面天空率  
0.452



- ・フィードフォワード制御により  
安定した照明消費電力の削減効果が得られる
- ・晴天日は1日を通して設定照度以上の水平面照度となり、消費電力削減効果が高い。
- ・曇天日の削減効果は低いが、元々の設定照度が低いため、消費電力は多くない。

# 実測調査 - 建物D

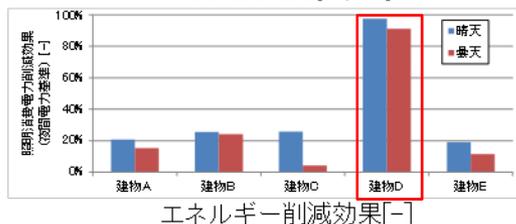
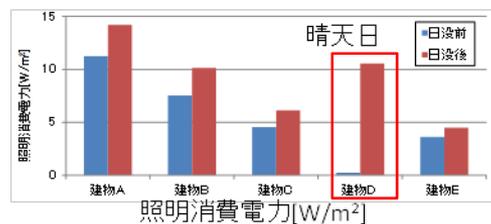
		建物D
屋外環境	窓面天空率	0.471 開けた立地
開口部仕様	窓仕様	横連窓 +ライトシェルフ
	日射遮蔽装置 制御	ロールスクリーン 手動制御
	窓開口率	0.29
居室仕様	階	3階
	面積	159m <sup>2</sup>
	天井高さ	2.700m
	室奥行	8.00m
	天井高さ/室奥行	0.34
	窓面方位	南
	採光面数	2面 (南側窓+北側吹抜け トップライト)
照明器具	器具光束 [lm]	3520
	対象室の 器具数	12台×2列 =24台
照明設定 ・制御	設定照度 [lx]	700
	下限調光率 [%]	インテリア固定 ペリメータ25%



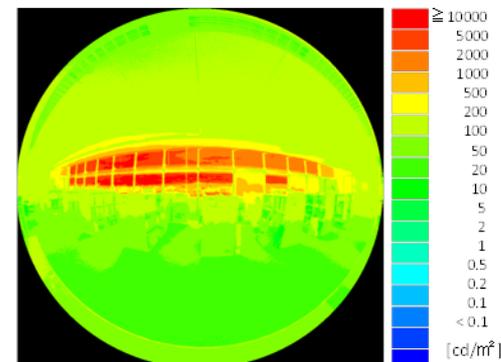
ライト  
シェルフ

天井面反射率が高い

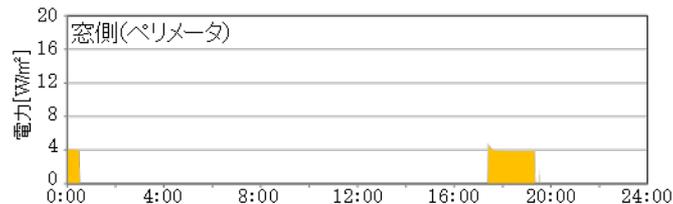
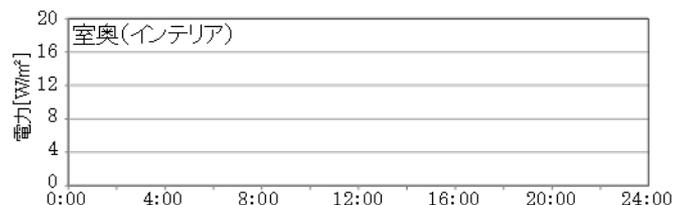
# 実測調査 - 建物D



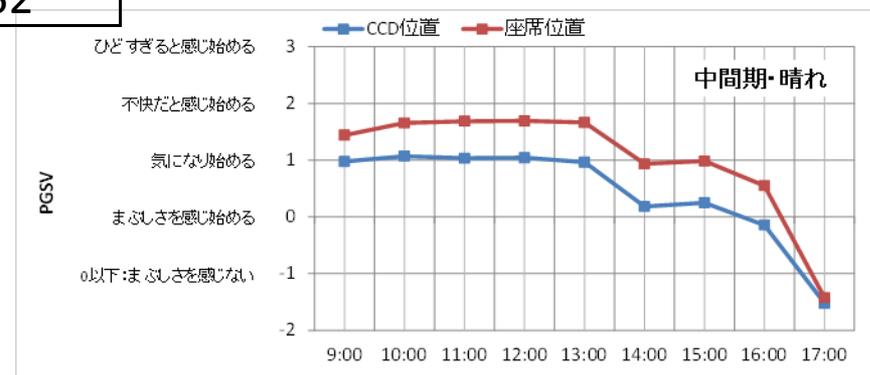
窓面天空率  
0.452



輝度分布



消費電力

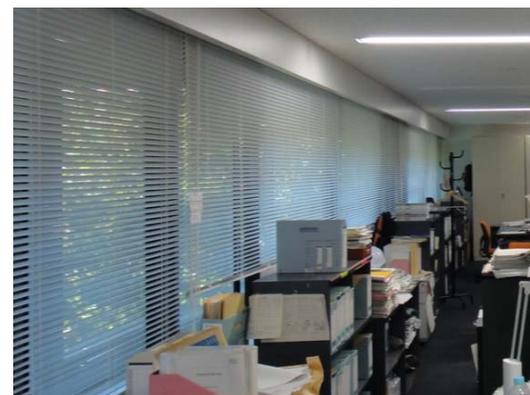


まぶしさ感(不快グレア予測値)

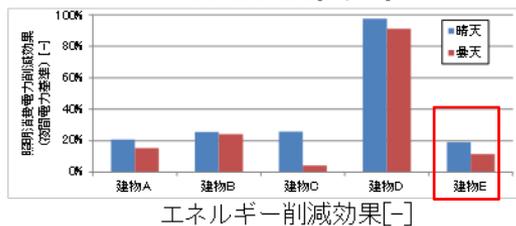
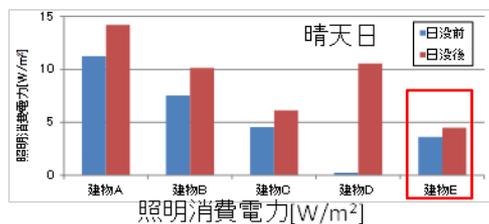
- ・開けた立地であり、ライトシェルフの採用、トップライトを有する吹き抜けに面すること、天井反射率が高いことなどにより、晴天日の日中は90%の削減率。
- ・手動のロールスクリーンのため、グレアが高くなる傾向がある。

# 実測調査 - 建物E

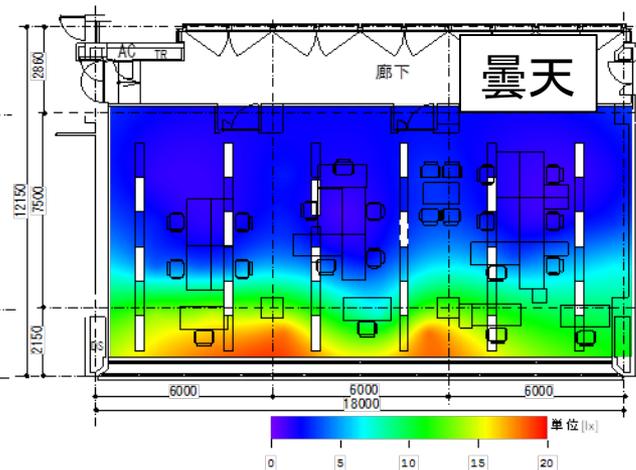
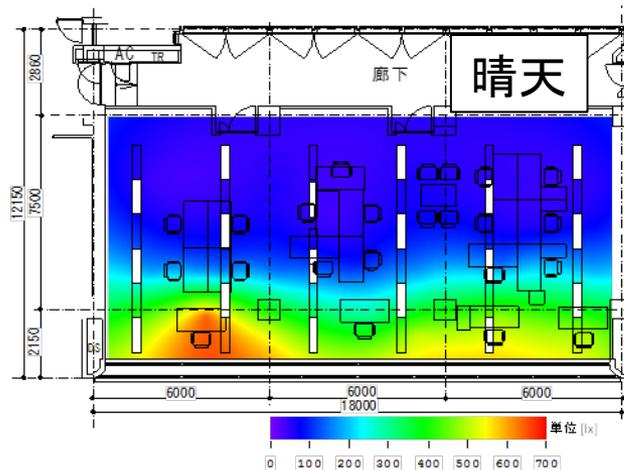
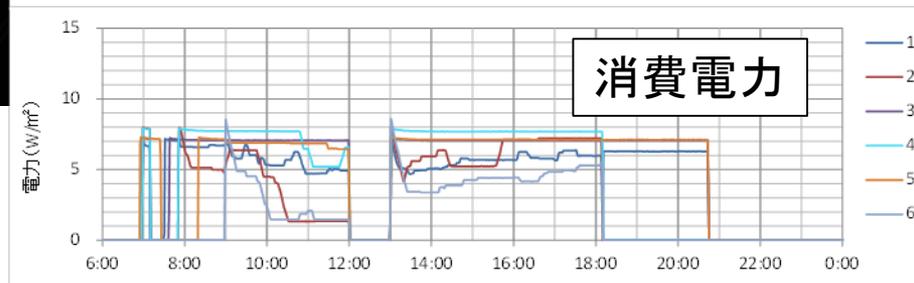
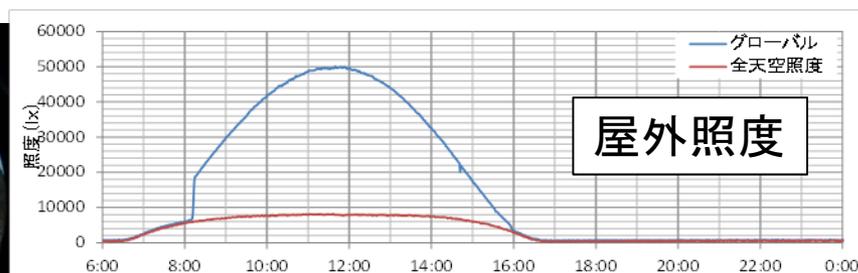
		建物E
屋外環境	窓面天空率	0.246 採光面側に法面
開口部仕様	窓仕様	横連窓 +ブラインド
	日射遮蔽装置 制御	ブラインド 手動制御
	窓開口率	0.157
居室仕様	階	2階
	面積	155m <sup>2</sup>
	天井高さ	2.400m
	室奥行	9.02m
	天井高さ/室奥行	0.27
	窓面方位	南東
	採光面数	1面 (窓面)
照明器具	器具光束 [lm]	3100
	対象室の 器具数	6台 × 6列 =36台
照明設定 ・制御	設定照度 [lx]	400
	下限調光率 [%]	25%



# 実測調査 - 建物E



窓面天空率  
0.246



昼光による照度分布(消灯時)

- ・天空率が小さく、直射日光による採光が主となる
- ・天井高が低く、室奥までの採光は少ないが、ブラインド角度(45°)によって昼光導入がしやすくなっており、削減効果は一定量見込める。

## 建物間の実測結果の比較検討

実測を行った5つの建物を両面から比較

昼光利用による  
照明消費電力削減効果

室内照明環境の質  
への影響



昼光利用による  
照明消費電力削減効果  
に対する  
要因と影響の抽出



昼光利用における  
照明環境の質の  
留意事項

# (イ) 多様な開口部・室仕様に対応する昼光利用効果に関する検討

## 与条件と実測結果

建物名		建物A	建物B	建物C	建物D	建物E		
与条件	屋外状況	天空率	0.301 採光面側に隣棟建物	0.46*1 開けた立地	0.452 開けた立地	0.471 開けた立地	0.246 採光面側に法面	
	居室仕様 (実測対象)	階	6階	2階	4階	3階	2階	
		面積	256 m <sup>2</sup>	南側: 219 m <sup>2</sup> 北側: 146 m <sup>2</sup>	335m <sup>2</sup> (対象場所)	159m <sup>2</sup>	155m <sup>2</sup>	
		天井高さ	2.600m	2.560m	3.020m	2.700m	2.400m	
		室奥行	11.85m	9.00m(南側)	8.22m	8.00m	9.02m	
		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 (窓面)	1面 (窓面)	1面 (南側窓)*2	2面(南側窓 +北側吹抜け トップライト)	1面 (窓面)		
	開口部仕様	窓仕様	ダブルスキン	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	
窓開口率		0.35	0.16	0.26	0.29	0.157		
実測結果	晴天	透過光束 [lm/m <sup>2</sup> ]	窓面積基準	902	7,477	3,490	21,940	4,558
			床面積基準	316	1,184	894	6,257	716
		電力[W/m <sup>2</sup> ]	日没前	11.26	7.55	4.56	0.27	3.64
			日没後	14.20	10.14	6.14	10.55	4.50
		エネルギー削減効果	夜間電力基準 [-]	21%	26%	26%	97%	19%
			照度換算 [lx]	96	198	72	475	82
	曇天	透過光束 [lm/m <sup>2</sup> ]	窓面積基準	282	1,923	426	1,007	457
			床面積基準	99	304	109	287	72
		電力[W/m <sup>2</sup> ]	日没前	12.02	7.73	5.88	0.56	3.98
			日没後	14.17	10.18	6.14	6.28	4.50
		エネルギー削減効果	夜間電力基準 [-]	15%	24%	4%	91%	12%
			照度換算 [lx]	70	186	12	444	50
不快グレア予測値PGSV(晴天時ピーク値)		0.3	-0.2	1.3	2.0	-1.2		

※1:建物Bでの天空率の測定を行っておらず、開けた立地であることから建物B,Dの値を参照して想定した。

※2:建物Cの測定対象場所の北側は、廊下を介してトップライトを有する吹抜けに面している。

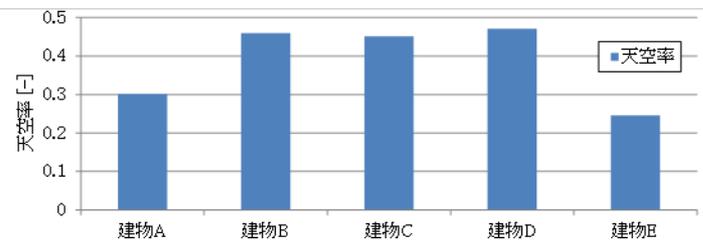
# 窓面天空率

・窓面からみた天空の割合 (最大0.5)

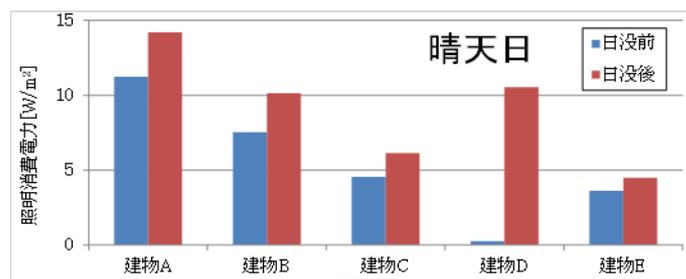
建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
採光面側に隣棟建物	開けた立地	開けた立地	開けた立地	採光面側に法面
0.301	0.46 <sup>*</sup>	0.452	0.471	0.246
	—			

※想定値

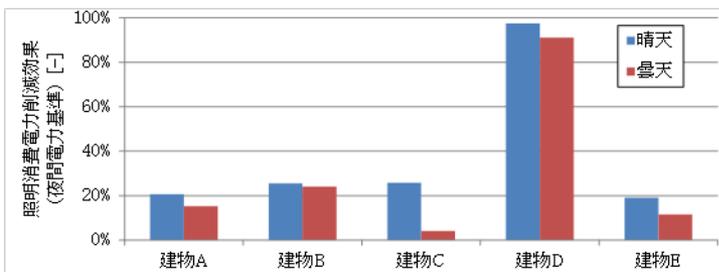
- ・窓面天空率は、隣接する建物や地形の影響を受ける
- ・窓面天空率の低い建物A、建物Eはエネルギー削減効果が低い値となっている。
- ・窓面天空率が高いと照明電力削減効果が大きい傾向がある。



窓面天空率[-]

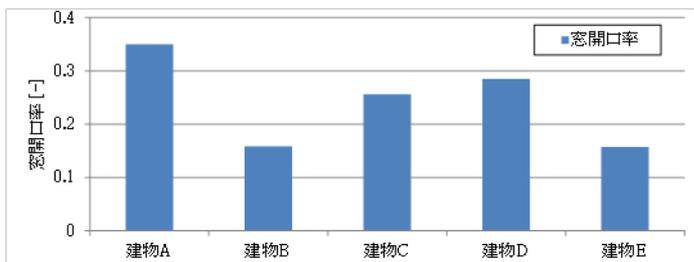


照明消費電力[W/m<sup>2</sup>]



エネルギー削減効果[-]

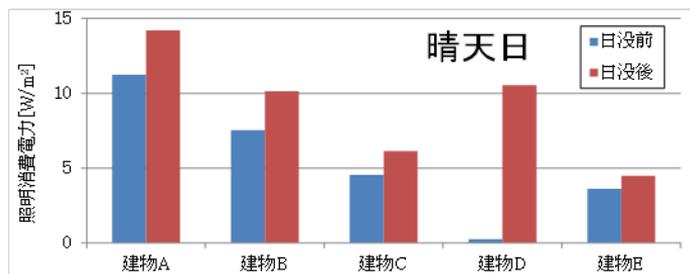
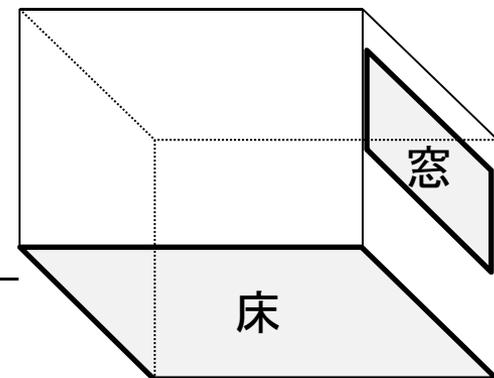
# 窓開口率



窓開口率

・床面積に対する窓面積の割合

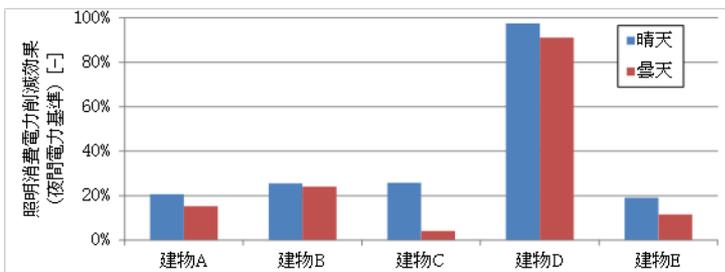
$$\text{窓開口率} = \frac{\text{窓面積}}{\text{床面積}}$$



照明消費電力 [W/m²]

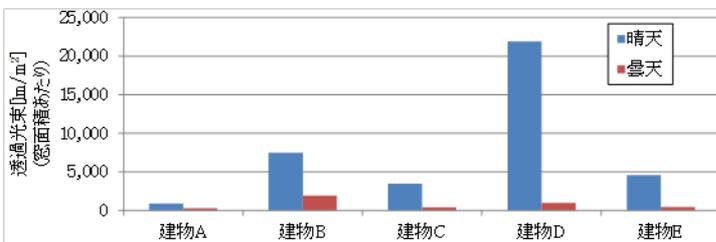
	建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
窓仕様	ダブルスキン	横連窓 +ブラインド	横連窓 +ブラインド	2面(南側窓 +北側吹抜け トップライト)	横連窓 +ブラインド
日射遮蔽 装置制御	ブラインド 手動制御	ブラインド 手動制御	ブラインド 自動制御	ロール スクリーン 手動制御	ブラインド 手動制御
窓開口率	0.35	0.16	0.26	0.29	0.157

- ・建物Aは窓開口率が高いが、照明消費エネルギーは比較的大きい。
- ・昼光導入量は窓開口率だけでなく、屋外環境(窓面天空率)、ブラインド角度の影響も大きい。

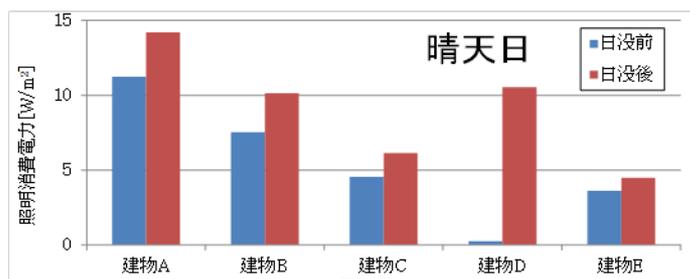


エネルギー削減効果 [-]

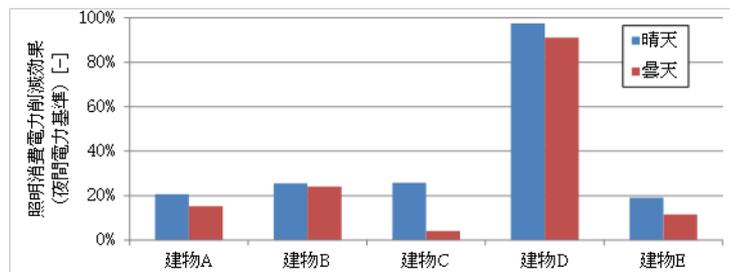
# 窓面透過光束



窓面透過光束 [lm/m<sup>2</sup>]



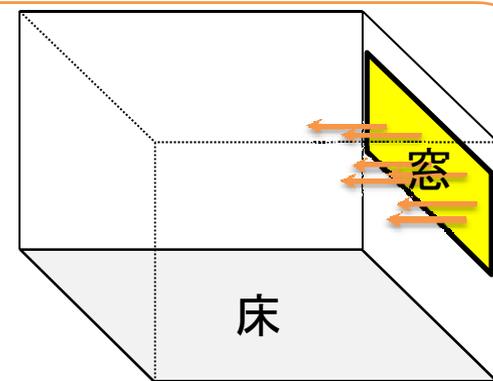
照明消費電力 [W/m<sup>2</sup>]



エネルギー削減効果 [-]

・窓面を通じた室内への  
昼光の導入量

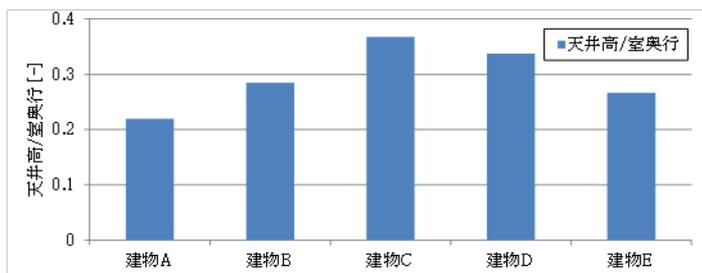
始業時(9:00)～日没時  
までの平均を示した



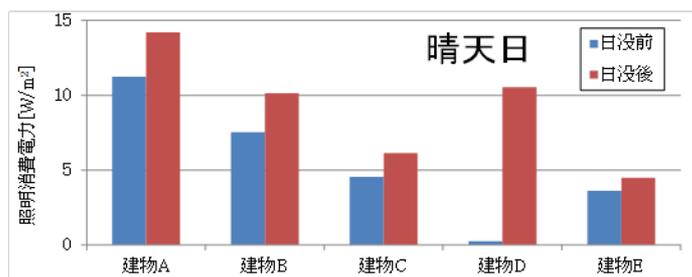
		建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
屋外状況	窓面 天空率	0.301	0.46	0.452	0.471	0.246
	採光面側に 隣棟建物		開けた 立地	開けた 立地	開けた 立地	採光面側 に法面
開口部仕様	窓仕様	ダブル スキン	横連窓 +ブラインド	横連窓 +ブラインド	横連窓 +ライトシェ ルフ	横連窓 +ブラインド
日射遮蔽装置・制御		ブラインド 手動制御	ブラインド 手動制御	ブラインド 自動制御	ロールスク リーン 手動制御	ブラインド 手動制御
透過光束 [lm/m <sup>2</sup> ]	晴天	902	7,477	3,490	21,940	4,558
	曇天	282	1,923	426	1,007	457

- ・照明エネルギー消費量との強い関連性が見られる。
- ・窓面天空率、開口部の方位、窓仕様に依存。
- ・ブラインドなどの日射遮蔽物の運用上の角度の設定や制御方法にも大きく依存する。

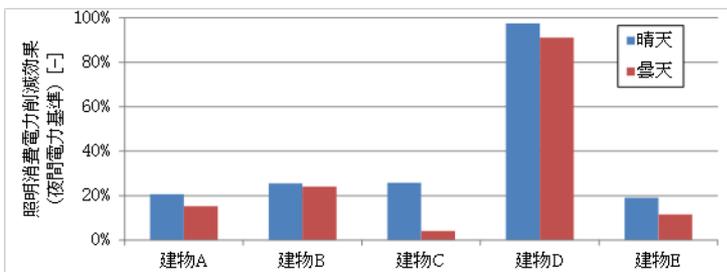
# 室形状 – 天井高さと室奥行



天井高/室奥行



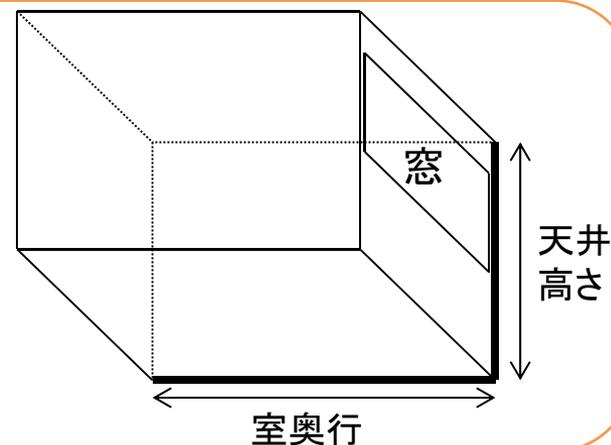
照明消費電力 [W/m²]



エネルギー削減効果 [-]

・室奥までの昼光導入のしやすさ

$$\frac{\text{天井高さ}}{\text{室奥行}}$$



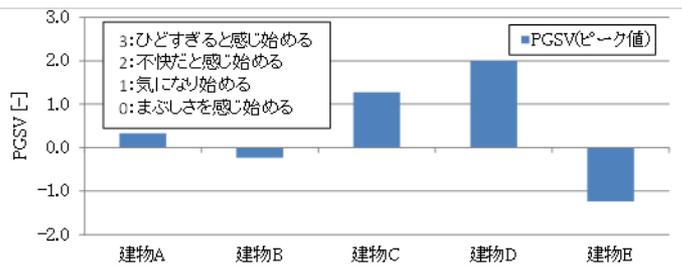
	建物A	建物B	建物C	建物D	建物E
天井高さ	2.600m	2.560m	3.020m	2.700m	2.400m
室奥行	11.85m	9.00m	8.22m	8.00m	9.02m
天井高さ/室奥行	0.22	0.28	0.37	0.34	0.27

・建物C、Dが比較的大きく(0.34~0.37)、削減効果が高くなりやすい  
(建物Dはトップライトを有する吹抜けにも面する)

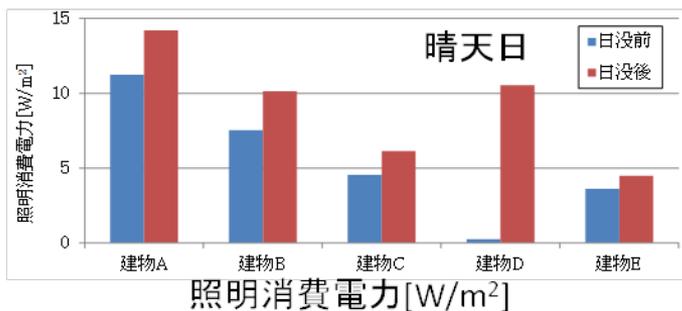
・建物Aが比較的小さい(0.22)

・昼光導入のしやすさについては、反射率などの要因も含めて整理する必要がある。

# 不快グレア予測値(PGSV)

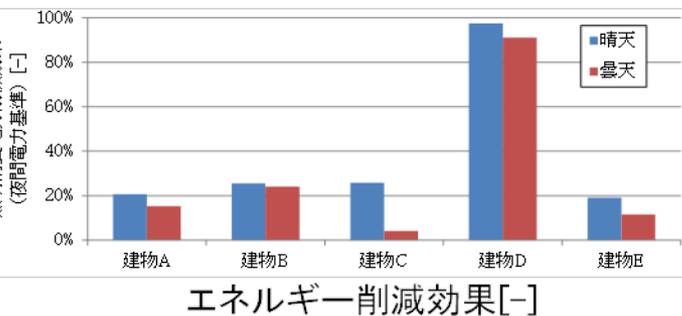


- ・グレアの過剰な抑制は昼光利用効果を下げるため、エネルギーと光環境の質のバランスの考慮が必要。  
→PGSV(不快グレア予測申告値)で昼光利用の室内光環境を評価。



- ・建物D(2.0)、建物C(1.0)を除き、ほぼ眩しさを感じない程度(不快グレア予測申告値PGSV0以下)に抑制されていることを確認。

- ・建物C:  
居住者からの不満に応じて、ブラインド制御の設定値を変更することも可能な仕組みであり、「気になり始める(1.0)」でも不満は生じにくい



- ・建物D:  
PGSVが2(不快だと感じ始める)手動のロールスクリーンのため、グレアが高くなる傾向がある。

## まとめ

- ・多様な開口部仕様と室形状について、照明消費エネルギー量との関係性について把握した。
- ・方位や立地(採光面側の隣接建物・地形)の影響も大きい。
- ・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、これらの要因を含めた昼光利用効果の評価が必要。
- ・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、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を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。

# (口) 昼光連動調光制御の評価の 与条件に関する検討

## 概要

### ■ 目的

昼光連動調光制御の設定値が照明エネルギー消費量削減効果に与える影響を把握する

### ■ 調査項目の概要

- ・メーカーヒアリングによる昼光制御の設定条件の抽出

照明制御(照度設定、調光率設定、調光制御速度)

日射遮蔽制御(ブラインド制御)

- ・調光制御の設定条件と照明エネルギー消費量のデータ取得

設定条件を因子とした比較実験

照度設定、調光率設定、調光制御速度



明るさセンサー

## 昼光連動調光制御に対する現状調査 照明設備

Q-1	昼光利用連動制御の商品ラインアップ
Q-2	明るさセンサーの検知範囲(検知角度、検知エリア)
Q-3	明るさセンサーの検出照度範囲、感度・精度
Q-4	明るさセンサーの検知速度
Q-5	調光信号の上限、下限、分解能(LED、蛍光灯)
Q-6	調光信号の制御速度
Q-7	調光と電力の関係(LED、蛍光灯)
Q-8	明るさセンサーと照明器具の一般的なシステム構成
Q-9	明るさセンサーと照明器具の一般的なレイアウト
Q-10	昼光利用連動制御の制御パターン・制御バリエーション
Q-11	昼光利用連動制御を行う場合の明るさセンサーの設置上の注意点・誤検知防止対応
Q-12	昼光利用連動制御における調整作業要領と調整項目
Q-13	初期照度補正の手法
Q-14	①初期照度補正、②明るさ一定制御、③昼光利用制御、④その他制御による 1)各省エネルギー効果と、2)組み合わせの省エネルギー効果についての知見

- ・照度設定
- ・調光信号の下限値
- ・調光信号の制御速度

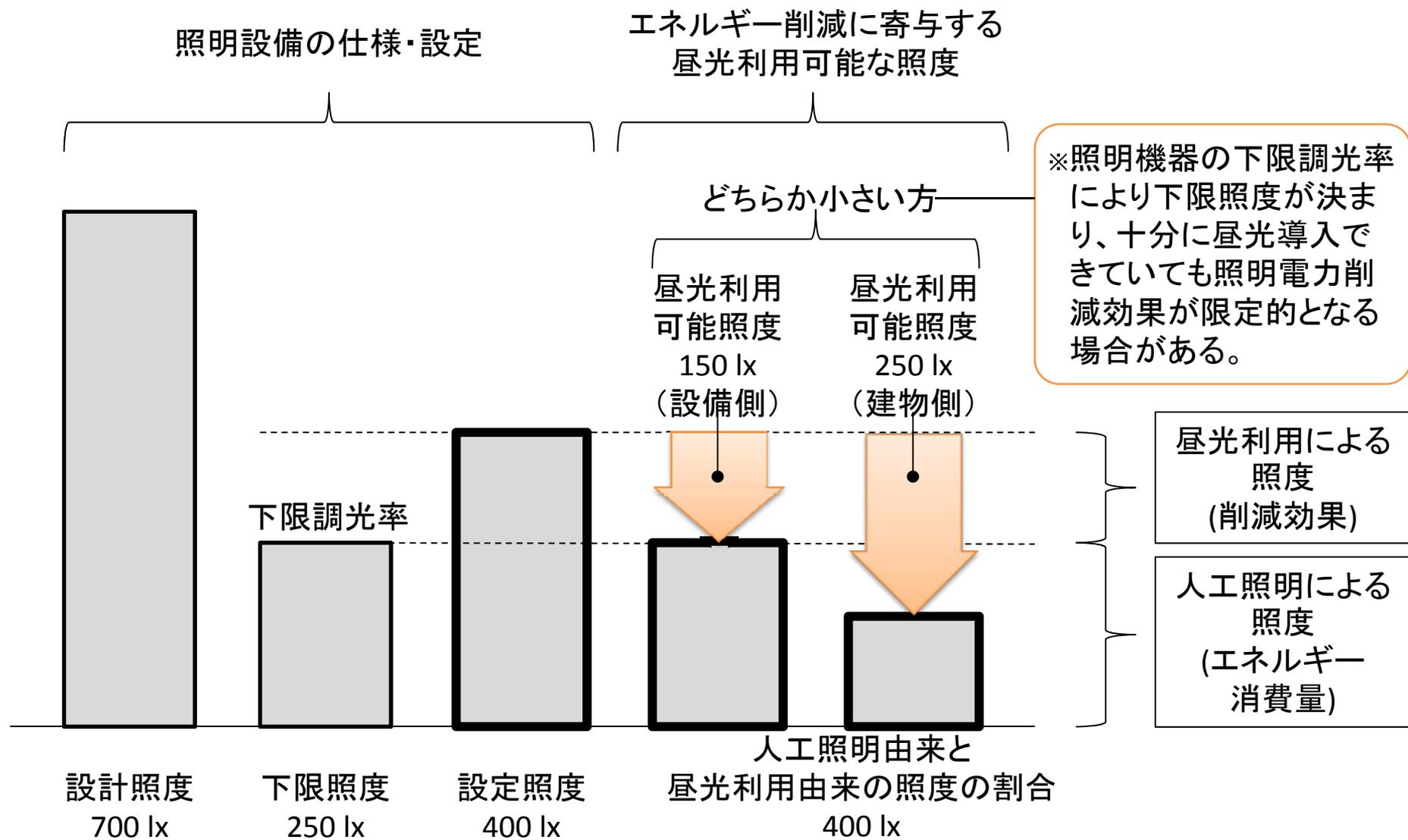
これらの設定値を中心に実験で検討

## 昼光連動調光制御に対する現状調査 自動制御ブラインド

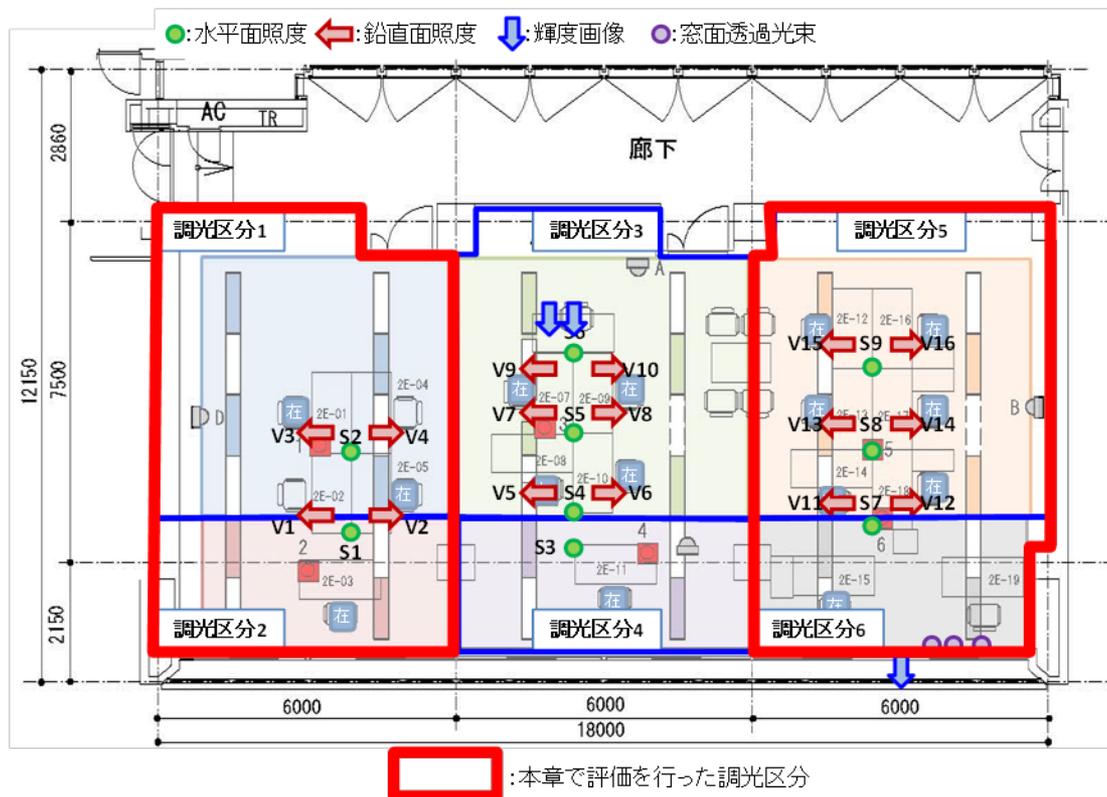
Q-1	自動制御モードのラインアップ
Q-2	照度計測システムの種類
Q-3	スラット制御の晴曇判定の閾値
Q-4	スラット制御の保護角度・かぶせ角度
Q-5	スラットの制御周期
Q-6	ブラインド昇降の自動制御
Q-7	急激な日射への対応方法
Q-8	昼光利用(採光)の観点から観て推奨されるスラットの表面色
Q-9	日射負荷低減(遮蔽性能)の観点から観て推奨されるスラットの表面色
Q-10	スラットの自動制御方法と居住者の要求との不一致などの事例
Q-11	①優先制御モード、②スラットの材質、③その他制御による 1)各省エネルギー効果と、2)組み合わせの省エネルギー効果についての知見

ブラインド自動制御:主に眩しさと日射負荷の低減を目的として制御

# 照明消費エネルギー削減効果と照明設備の仕様について



# 昼光連動調光制御の調査概要



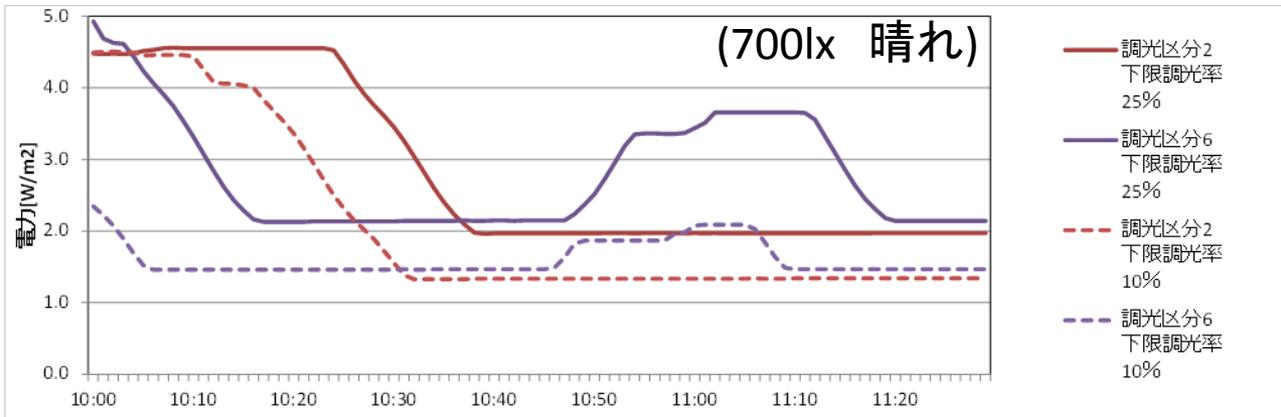
明るさセンサー



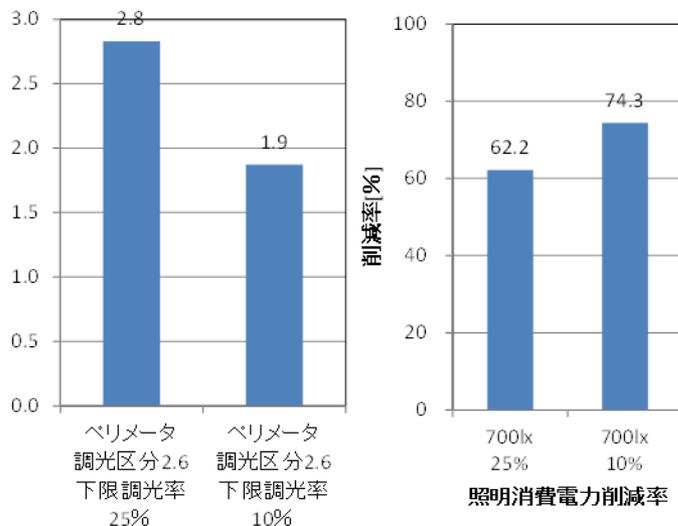
LED

- ・調光区分毎の電力量を計測
- ・照度設定(700lx、400lx)  
下限調光率(25%、10%) の調光制御への影響を把握

# (1) 下限調光率の影響



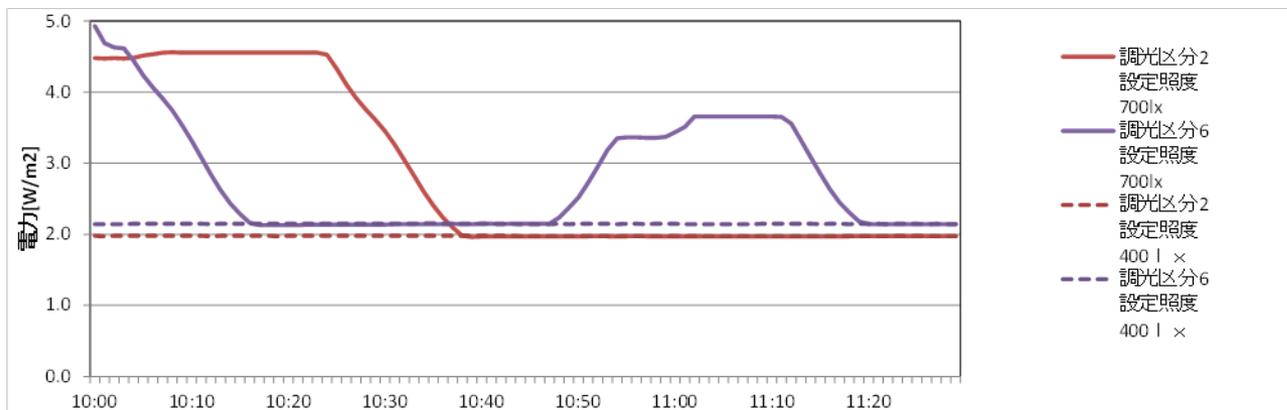
下限調光率25%と10%の消費電力経時変化



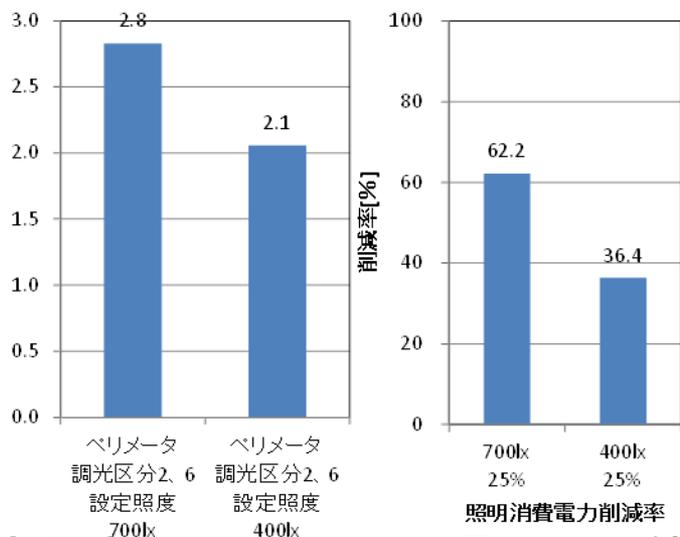
下限調光率25%と10%の消費電力平均値と  
照明消費電力削減率

- ・ 下限調光率25%→10%の日平均電力の差  $0.9 \text{ W/m}^2$  (700 lx設定)、 $0.4 \text{ W/m}^2$  (400 lx設定)
- ・ 昼光利用が可能なエリアでは、  
下限調光率が低い方が削減効果が高い

## (2) 照度設定における影響



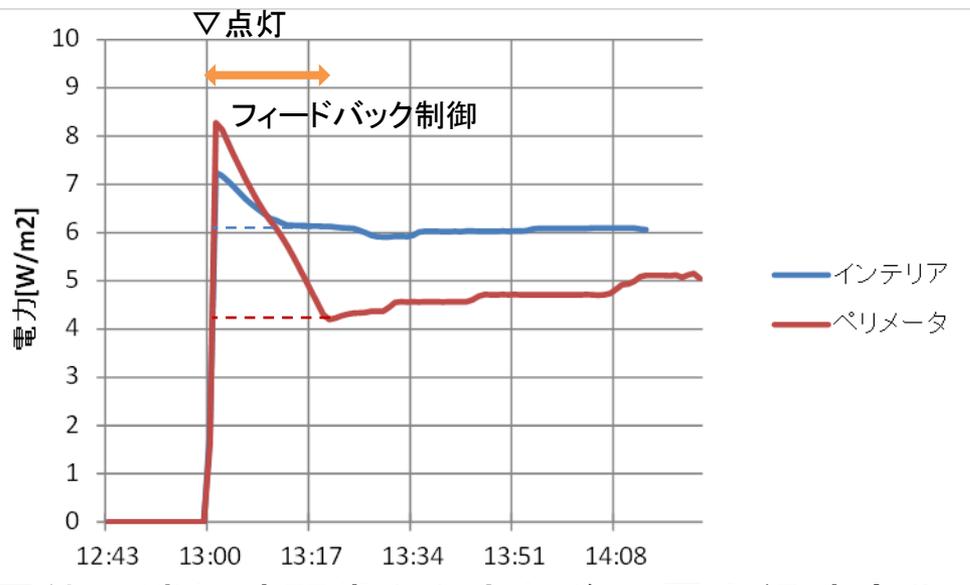
設定照度700 lxと400 lxの消費電力経時変化



設定照度700 lxと400 lxの電力平均値と  
照明消費電力削減率

- ・昼光利用が可能なエリア  
照明電力は700 lxと400lxで同じ下限値となり、700 lxの方が400lxよりも削減率(%)が大きい。
- ・昼光利用が限定的であるエリア  
採光量により電力削減量(W/m<sup>2</sup>)が決定され、分母の大きい設定照度700 lxの方が400lxよりも小さい削減率(%)となると考えられる。
- ・照度設定により削減率が異なる。

### (3) 調光率変更速度の照明消費電力削減に対する影響



フィードバック制御の電力への影響

	制御時間の影響を含めた日平均電力 (W/m <sup>2</sup> )	制御時間の影響を除いた日平均電力 (W/m <sup>2</sup> )
インテリア	6.2	6.2
ペリメータ	4.1	4.0

昼休み消灯時間帯から点灯後の電力経時変化

- ・点灯時に設定照度に対応する調光率を一旦出力し、明るさセンサーのフィードバックで一定の時間をかけて調光率を制御
- ・フィードバック制御時間帯の電力: 0.1 W/m<sup>2</sup>(終日の電力平均で換算)  
※約20分間の制御時間帯の場合(システムによっては制御速度が調整可能。)
- ・制御速度が速い方が省エネではあるが、居住者への視環境を考慮する必要がある。

# (ハ) 主要な開口部・室仕様と 昼光連動調光制御の評価と条件の 関係に関する検討

## 概要

### ■ 目的

(イ) 及び (ロ) で得られた知見をもとに、  
昼光利用シミュレーションによる昼光利用効果の系統的検討を行うための因子の整理と課題の抽出を行う。

### ■ 項目

- ・ 昼光利用シミュレーションの系統的検討における因子の整理
- ・ 昼光シミュレーションによる昼光利用効果の検討課題  
照度分布を考慮した年間エネルギー解析  
室内照度分布(光環境シミュレーション)と  
年間エネルギー(エネルギーシミュレーション)の組み合わせ

# 昼光利用シミュレーションの系統的検討における因子

要因	項目	水準
1) 屋外条件	・周囲建物	窓面天空率
	・周囲地盤	地物反射
2) 窓の形態	・大きさ	開口率、縦寸法、横寸法、面数
	・形状	横連窓、縦連窓、フルハイト、ポツ窓
	・位置	側窓(片側窓・両側窓)、頂側窓
	・ガラス種類	一般的な透過率、低い透過率
	・方位	東 西 南 北
3) 日射遮蔽・採光装置	・ブラインド	自動ブラインド、手動ブラインド(角度)
	・ライトシェルフ	天井面と窓面に対する相対高さ、出幅
	・ルーバー	幅、間隔、角度
4) 室形状・表面	・天井高	2.4m、3mなど
	・居室奥行	10m、15mなど
	・反射率	床・壁・天井
5) 照明器具	・光源	蛍光灯、LED
	・器具側調光信号	下限値、上限値
6) 調光制御	・調光区分	面積、灯数、ペリメータ、インテリア
	・制御側調光信号	調光率可変(下限値、上限値)、調光率固定
	・照度	照度設定、初期設計照度
7) 明るさセンサー	・設置間隔	3.2m、6.4mなど
	・検出範囲	2.5mなど

## 光環境シミュレーションによる室内照度分布の検討

### Radianceの特徴

- ・照明シミュレーションプログラム(Lawrence Berkeley National Laboratory開発)
- ・3次元形状を元に、各部位の反射率や照明の配光特性を設定
- ・Backwards Raytracing(光線追跡法)のアルゴリズム
  
- ・天空輝度分布を考慮した室内の照度分布・輝度分布を得ることが可能。  
現時点では最も信頼に足る照明計算ソフトの一つ。
  
- ・開口部仕様や室仕様を考慮した室内空間の輝度・照度分布を詳細に算出  
明るさセンサーによる昼光利用制御の再現など実際に近い検討が可能
  
- ・解析に関わる前処理と計算に時間がかかり、  
特に精度の高い年間エネルギー計算には膨大な計算時間がかかる。

## エネルギーシミュレーションによる年間エネルギーの検討

### BESTの特徴

- ・空調・電気・給排水を連成可能なエネルギーシミュレーションプログラム  
熱負荷計算部の照度・熱負荷計算機能により昼光シミュレーションが可能  
(昼光利用による照明電力削減と内部発熱負荷の抑制の相乗効果の検討)
- ・昼光照度  
直接照度と間接光照度の合計として算出  
間接光については計算負荷を低減するため簡易的な切断面公式を用いる
- ・窓仕様のモデル  
ガラス種類・ブラインド種類・庇の有無・隣棟の影響を考慮することができる。
- ・年間エネルギー計算にかかる計算時間は比較的小さい。

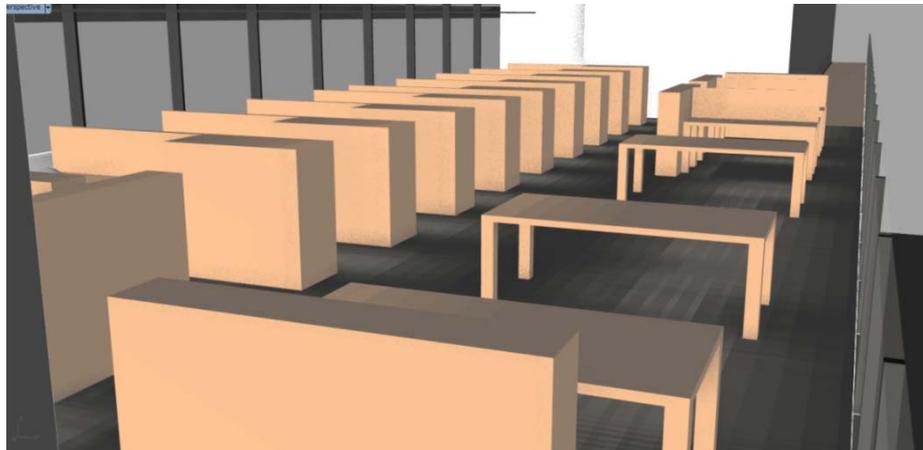
# 光環境シミュレーションとエネルギーシミュレーション

## RadianceとBESTの比較

名称		Radiance	BEST
主用途		光環境シミュレーション	エネルギーシミュレーション
形状モデル	形状の再現性	CADによる3次元形状	2次元形状
	開口部形状	3次元形状により再現	庇、ブラインドモデルにより再現
	室形状	3次元形状により再現	天井高さ、室奥行により再現
気象データ		天空輝度分布データ (昼光照度基準 標準気象データなど) 天空輝度の分布を考慮	アメダス標準気象データ (鉛直面への 直達光+天空光) 天空輝度の分布は 考慮しない
解析による 出力	照度分布	空間分布	1次元分布(窓面距離)
	輝度分布	空間分布	不可
	エネルギー	×	○
解析の向き /不向き	計算負荷	高い	低い
	空間分布解析	○	△
	年間解析	△	○

# 光環境シミュレーションの解析例

建物D

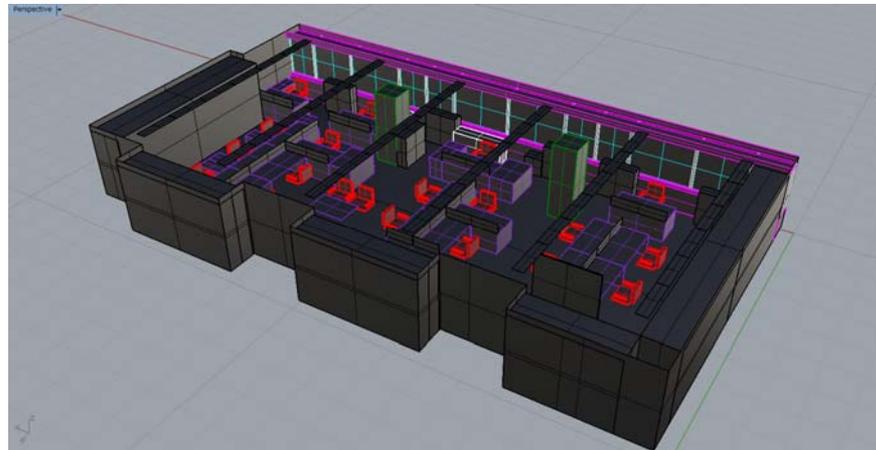


室形状モデル

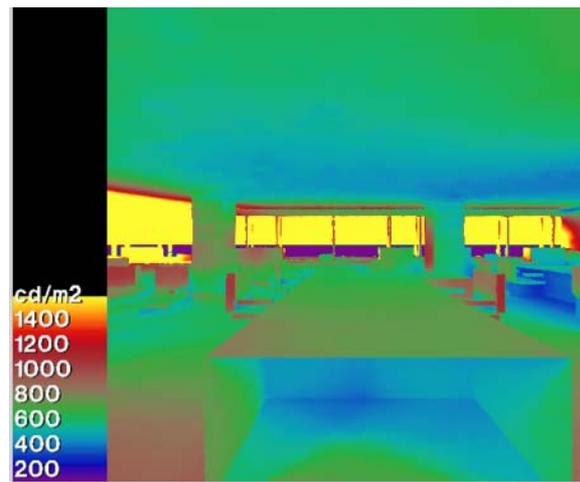


直射日光の導入状況(Radiance)

建物E

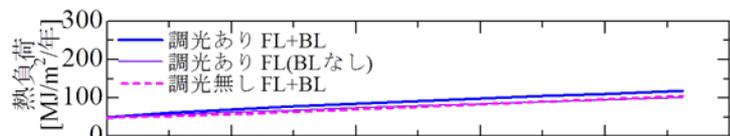


室形状モデル

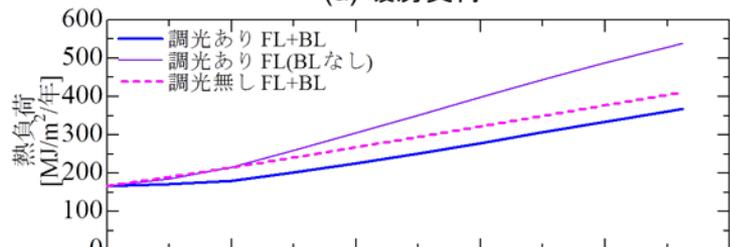


輝度分布(Radiance)

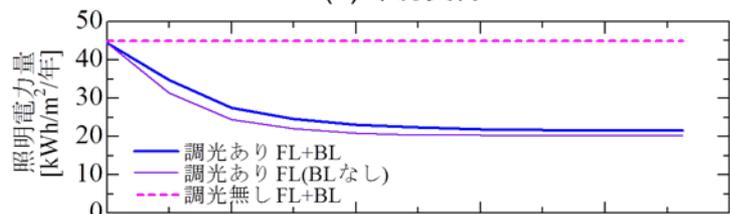
# エネルギーシミュレーションによる昼光利用効果の試算



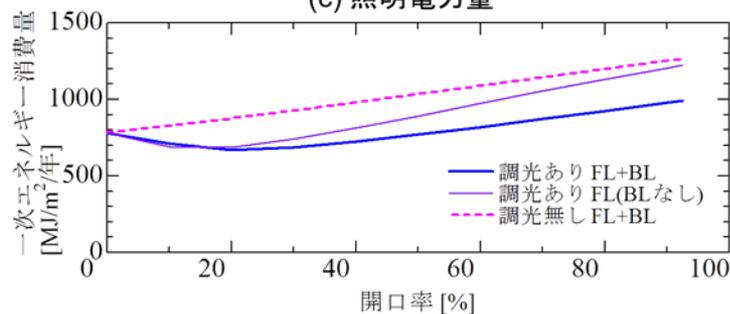
(a) 暖房負荷



(b) 冷房負荷



(c) 照明電力量



(d) 一次エネルギー換算値

## BESTによる検討

- ・照明電力量  
調光制御を行った場合  
窓面積の拡大とともに電力量が低減
- ・ブラインドの有無  
電力量の変化に大きな影響はない  
ブラインド制御の導入により、昼光利用効果を損なわずに直射光の遮蔽が可能

## 昼光シミュレーションによる昼光利用効果の検討課題

### 光環境シミュレーションによる検討 (Radiance)

- 1) 建物側の採光性能  
窓の形態、採光方法、室仕様の因子  
3次元で再現
- 2) 照明設備の仕様・設定  
設備配置、調光区分の因子  
調光区分、明るさセンサー配置  
3次元で再現

### エネルギーシミュレーションによる検討 (BEST)

- 基本的な開口仕様と室仕様を因子  
年間気象データを使用  
年間解析を実施

### 照度分布を考慮したエネルギー年間解析

- 3次元的な室仕様、開口仕様 調光区分を想定した明るさセンサー位置を考慮  
→調光区分毎の調光率の算出による照明電力量の年間解析

# まとめ

## (イ) 多様な開口部・室仕様に対応する昼光利用効果に関する検討

- ・複数の実建築物(5件)を対象に、実測を実施
- ・開口部・室仕様により、大きな昼光利用効果が得られ、照明消費電力の削減に寄与する。
- ・屋外環境(方位・立地)の影響の考慮が必要。
- ・日射遮蔽物の制御・操作方法(ブラインド角度)などの運用面の影響も大きい。
- ・日射遮蔽物の制御方法によっては、光・視環境への影響が大きく、配慮が必要。

## (ロ) 昼光連動調光制御の評価の与条件に関する検討

- ・調光制御手法のメーカーヒアリングにより制御に関わる要因を抽出した。
- ・設定照度、下限調光率により照明消費電力の削減率が異なる。
- ・制御設定値を含めた昼光利用効果の評価が必要。

## (ハ) 主要な開口部・室仕様と昼光連動調光制御の評価与条件の関係に関する検討

- ・(イ)(ロ)の実測・実験により、開口部・室仕様、調光制御のシミュレーション要件を整理



## 今後の課題

- ・実測データの整備
- ・空間分布を考慮した年間エネルギー計算による各因子の感度解析
- ・照明消費エネルギーの算定の根拠となるデータベースを構築