

V編 各種の業務用建築物における照明設備計画と照明エネルギー削減手法に関する調査

1. 調査概要

1.1. 調査目的

建物の省エネルギー化・CO₂削減の実効性を高めるため、業務用建物における省エネルギー効果算定の精度を実消費量に即して高めることが求められている。照明設備に関しては昨今省エネのための様々な制御手法が広く用いられるようになってきているが、実際の省エネ効果率は執務者の使用状況や制御システム運用状況、さらに外界条件（天候）までにも左右されるため、一定期間の実データをもとに検証を進めることが求められる。

現在の照明設備の CEC/L における消費量算定においては、カード、センサ等による在室検知制御、明るさ感知による自動点滅制御、適正照度制御、タイムスケジュール制御、昼光利用照明制御、ゾーニング制御、局所制御、タスク・アンビエント照明方式等の、多くの照明制御手法の省エネ効果率（補正係数）の値が用意されており、これらが消費量の算定に与える影響は大きい。係数値の根拠が明確でない部分が多く、照明設備による消費量算定精度の向上のためには、消費量の測定に基づく実際の効果率を検討することが必要である。

そこで、本調査においては、業務用建築で使用される照明エネルギー削減手法（「昼光利用制御」、「タイムスケジュール制御」、「在室検知制御」、「局所制御」、「適正照度制御」）とエネルギー消費量の関係把握を、実建物を対象に行い、実効性のある省エネ効果率の値を導くことを目的とする。調査にあたっては、エネルギー消費量の確認と併せ、光環境としての妥当性（無理に暗くすることでエネルギー消費量が少なくなっているわけではないこと）を確認するため、照明計画や実現されている輝度分布等についても、可能な物件については調査することとする。なお前年度と今年度の計測データの結果を基に、現行省エネ法で規定されている各種手法によるエネルギー消費量削減率の検証を進める。

1.2. 調査項目

前述の調査目的に示したように、省エネルギーのための照明制御手法は多くあり、実建物を対象に効率的な調査を行うためには、それぞれの手法の効果、測定の困難さ等の観点から手法を位置づけて優先順位を考慮した上で実測調査を実施することが有効と考えられる。

このような視点で照明制御手法を整理すると、1) 屋外状況の変動による制御（昼光利用照明制御）、2) 人間の行動に応じた制御（在室検知制御、ゾーニング制御、局所制御〔タスク・アンビエント照明方式〕）、3) その他（適正照度制御〔初期照度補正〕、タイムスケジュール制御）に大きく分けることができ、これらのうち、1) 2) における対象建物の執務室で採用されている手法（シミュレーションによる効果がわかりにくい手法）を優先して実測定を行うこととする。

計測項目等は調査建物ごとに異なるが、以下にその概要を消費電力量および消費電力量以外ごとにまとめて示す。

1.2.1 消費電力量の計測

(1) 計測項目

- ・ 電力量（電流量）を分電盤で測定する（対象とする照明制御手法によって、系統別に計測する場合と、室全体で計測する場合がある）
- ・ BEMSデータの取得

(2) 計測機器

- ・ 電力量計

(3) 計測方法

- ・ 比較条件（制御有り－無し）を設定して制御の効果を導く。
- ・ 対象区画を分割して制御することが可能な場合、または同条件の室が並列になっている場合、一方を昼光制御有り、一方を制御無しなどのように比較できるようにする。
- ・ 場所による比較が困難で時間軸で比較する場合は、一週間制御有り、異なる時期に一週間制御無しのように、同じ室で一週間を単位に制御手法の条件を変更して比較する。
- ・ 場所による比較と時間軸での比較の両方が困難な場合は、制御無しを想定した標準的な使用状況を想定し、推定により比較条件としての標準的な消費量を導く。
- ・ 対象とする期間は、昼光連動制御のような屋外状況に依存する場合は、安定した値を抽出することを想定して1～2ヶ月程度の測定、その他、在室検知制御、ゾーニング、局所（タスク・アンビエント照明）等の人間の所在に関わる制御の場合、1週間程度の測定を想定している。季節の変動については、可能な場合、年度を跨ぐことを視野に入れて検討する。
- ・ 上記の比較にあたって、屋外状況に関連するブラインドの設定は、同条件となるように留意する。

1.2.2 消費電力量以外の調査

(1) 測光量の計測

- ・ 屋外照度（昼光連動制御の効果算定に必要：日射量で代替する場合あり）
- ・ 屋内照度（水平面照度、可能であれば鉛直面照度）
- ・ 屋内輝度分布

(2) 配線、照明機器、設計照度などに関する情報

- ・ 設計図面等

(3) タスク・アンビエント照明方式等における在席率・点灯率等（人間側要因）

以下のうち、可能な手法で計測。

- ・ センサー等が設置されている場合、その集計値
- ・ 静止画像連続撮影からの解析
- ・ ヒアリングもしくはアンケート（執務者、管理者）

2. 建物別調査方法および調査結果

2.1. 調査建物について

調査建物は、前年度分を含め事務所建物計8棟とした。このうち2010年度に測定・分析した建物は事務所建物（3F）・事務所建物（3G）・事務所建物（3H）で、事務所建物（3A）は継続測定を実施、事務所建物（3B）と事務所建物（3D）については新たに照明電力データ取得あるいは分析を行った。

2.1.1. 各調査建物の概要

各調査建物の概要を表V.2.1.1に示す。なお赤枠で囲まれた部分が2010年度に測定・データ収集・分析した建物を示す。

表V.2.1.1 各調査建物の概要

| | 事務所建物 (3A) | 事務所建物 (3B) | 事務所建物 (3C) | 事務所建物 (3D) | 事務所建物 (3E) | 事務所建物 (3F) | 事務所建物 (3G) | 事務所建物 (3H) |
|------|---|-----------------------|-----------------------|---|----------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 所在地 | 神奈川県 横浜市 | 東京都 千代田区 | 神奈川県 横浜市 | 東京都 港区 | 茨城県 つくば市 | 東京都 千代田区 | 東京都 清瀬市 | 愛知県 名古屋市 |
| 竣工年月 | 2007年2月 | 2003年3月 | 1994年 | 2007年 | 1978年3月 | 1958年 | 2010年9月 | 2010年 |
| 建物用途 | 事務所 | 事務所 | 事務所 | 事務所 | 事務所 | 事務所 | 事務所 | 事務所 |
| 建物規模 | 地上4階 地下1階 | 地上14階 地下1階 | 地上11階 地下1階 | 地上15階 地下2階 | 地上7階 地下1階 | 地上9階 地下3階 | 地上3階 | 地上12階 地下2階 |
| 延床面積 | 6,400 m ² | 20,600 m ² | 38,200 m ² | 33,500 m ² | 8,300 m ² | 111,300 m ² | 5,500 m ² | 15,700 m ² |
| 測定期間 | 夏期・中間 期 2010/08/23 ～ 2010/11/12 | 2004 ～2009 | 2000 ～2008 | 2007/8/1～ 2008/2/14 2009/1/1～ 2009/12/31 | | 冬期 2010/11/22 ～ 2010/12/24 | 冬期 2010/12～ | 2010/8/4 ～ 2010/12/9 |

*赤枠：2010年度測定・データ収集・解析

2.1.1 各建物の照明制御システム

各調査建物の照明制御システムを以下に示す。

(1) 事務所建物（3A）

- 1) タスク・アンビエント照明
- 2) 昼光利用照明制御（明るさセンサーによる照度制御）
- 3) スケジュール管理
- 4) 初期照度補正
- 5) ブラインド自動制御

(2) 事務所建物（3B）

- 1) 人感センサーによる在室検知制御
- 2) 適正照度補正（昼光導入に伴う出力制御＋時間帯による制御）

- 3) グレア評価 (PGSV)を考慮したブラインド自動制御
- (3) 事務所建物 (3C)
- 1) 昼光利用照明制御
 - 2) スケジュール管理
 - 3) 初期照度補正
- (4) 事務所建物 (3D)
- 1) 人感センサーによる在室検知制御
 - 2) 昼光利用照明制御
 - 3) 代表フロアで隣接調光照明制御
 - 4) 初期照度補正
- (5) 事務所建物 (3E)
- 1) 人感センサーによる在室検知制御
 - 2) 昼光利用照明制御
- (6) 事務所建物 (3F)
- 1) タスク・アンビエント照明
 - 2) スケジュール管理
- (7) 事務所建物 (3G)
- 1) 昼光利用照明制御
 - 2) タスク・アンビエント照明
 - 3) 初期照度補正
- (8) 事務所建物 (3H)
- 1) 昼光利用照明制御
 - 2) 初期照度補正

表 V.2.1.2 各調査建物の照明制御システム

| | 事務所建 物 (3A) | 事務所建 物 (3B) | 事務所建 物 (3C) | 事務所建 物 (3D) | 事務所建 物 (3E) | 事務所建 物 (3F) | 事務所建 物 (3G) | 事務所建 物 (3H) |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 昼光利用制御 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| タスク・アンビエ ント手法 | ○ | | | | | ○ | ○ | |
| 在室検知制御 | | ○ | | ○ | ○ | | ○※2 | |
| タイムスケジュー ル制御 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○※1 | | |
| 初期照度補正 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ |

※1 12:00～13:00 手動消灯

※2 IC タグにより, 在席時のみタスク照明点灯. 手動で消灯可.

2.1.1. 各調査建物の測定項目

各調査建物の測定項目を表V.2.1.3に示す。

表V.2.1.3 各調査建物測定項目

| | 事務所建物 (3A) | 事務所建物 (3B) | 事務所建物 (3D) | 事務所建物 (3F) | 事務所建物 (3G) | 事務所建物 (3H) |
|------------|---|---------------------|---------------|--|---------------|---------------|
| 電力 データ | クランプ計測：電力1分値，電力量1時間値 | BEMS：電力1時間値，電力量1時間値 | BEMS：調光率10分値 | BEMS：電力1時間値，電力量1時間値 ※タスク/アンビエント照明を分離計測 | BEMS：電力10分値 | クランプ計測：電力1分値 |
| 光環境 データ | 机上面照度 鉛直面照度 輝度/明るさ分布 窓面透過光照度 屋外気象データ 室内光環境に対する執務者アンケート | | | 机上面照度 鉛直面照度 輝度/明るさ分布 窓面透過光照度 室内光環境に対する執務者アンケート | | |
| その他 | 在席検知用可視画像 タスク照明点灯検知温度データ | | | | | |

2.2. 事務所建物 (3A)

2.2.1. 調査目的

事務所建物 (3A)では主としてタスク・アンビエント照明手法による照明電力の削減効果と室内光環境の質的な側面の実測評価を行う。省エネルギー性に関しては机上面照度緩和によるアンビエント照明電力の削減効果と昼光利用効果を合わせて調査する。

光環境については、タスク・アンビエント照明状況下における作業面及び空間全体の光環境評価を行う。ブラインドのスラット角を操作し(例：一週間ある角度や状態に固定)、適切な昼光導入あるいは夜間における鉛直面の反射率の変化が室内光環境の形成に及ぼす効果を捉える。

また執務者を対象としたアンケートでは、天候の変化あるいは時刻の違いが執務者の感じる明るさ/明るさ感、光環境の満足度、作業効率等に及ぼす影響を調査し、照明電力および光環境測定値と合わせて執務室光環境の妥当性を評価する。

加えて本建物では間接照明の設置実験を行い、天井面を低消費電力で照らす間接照明機器等を設置することで、明るさ感を向上させる可能性について検討する。

2.2.2. 建物概要



図 V. 2. 2. 1 事務所建物 (3A) 外観



図 V. 2. 2. 2 事務所建物 (3A) 内観

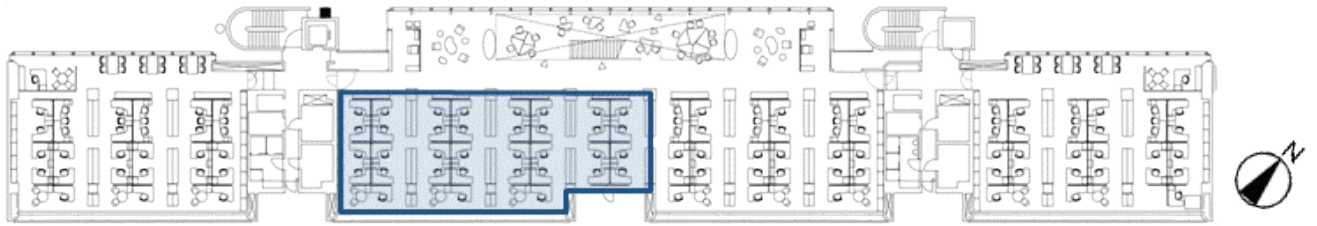


図 V. 2. 2. 3 事務所建物 (3A) 平面図

事務所建物 (3A)は地上 4 階，地下 1 階の低層オフィスビルである。執務スペースは建物内南東側に位置し，北西側には共有スペースが存在する。南東及び北西面に採光面を有し，南東窓面は，内付けブラインドおよび、500mmBOX 庇の空間をシングルガラスと Low-e ガラスで 2 重にしたもの、北西面は自動制御ブラインド内蔵ダブルスキン型窓及び調光天井(共有スペースのみ)からなる。研究オフィスの天井面には空調・照明をユニット化し，各執務者のデスク上の PC からコントロール可能なパーソナル空調照明システムを採用している。

(1) 開口部概要

1) 南東面

南東窓面は，内付けブラインドおよび 500mmBOX 庇の空間をシングルガラスと Low-e ガラスで 2 重にしたものからなり，屋外には隣接して樹木が植樹されている。図 V.2.2.4 に執務室 4 スパンの開口条件を示す。図 V.2.2.3 南西側より 3 スパンは右，残り 1 スパンは左に示す。



図 V. 2. 2. 4 南東面開口部

2) 北西面

北西窓面は，自動制御ブラインド内蔵ダブルスキン型窓及び調光天井(共有スペースのみ)からなる。



図 V. 2. 2. 5 北西面開口部

(2) 照明概要

本建物ではタスク・アンビエント照明手法の導入によりアンビエント照明の机上面設定照度を400lxとし、不足分は執務者が個々にタスク照明で調整している。また通常は自席パソコンからアンビエント照明のON/OFF操作や設定照度の変更設定が可能であるが、今回の実測期間中は停止している。昼光利用制御は1スパンあたり2系統からなり、調光センサーは南東窓面より2m、8mにそれぞれ位置する。1スパン当たりの蛍光灯器具数はペリメータ側4つ、インテリア側6つである。



図 V. 2. 2. 6 調光センサー

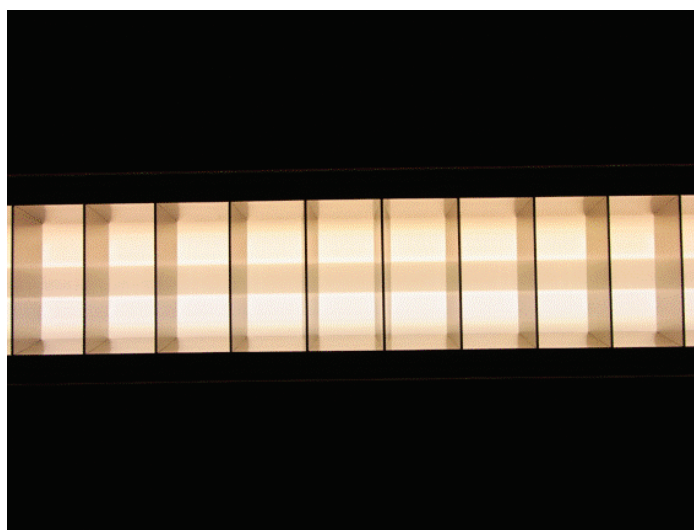


図 V. 2. 2. 7 アンビエント照明 光源色

光源色は4200Kと3800Kの蛍光灯2灯を混合し、4000Kとしている。



図 V. 2. 2. 8 タスク照明

タスク照明の定格消費電力は 13W，光源色は 3 波長形昼白色（5000K）である．操作は ON/OFF のみ可能で，段階調光は行えない． 図 V.2.2.9 にタスク照明を机上面高さ 50 cm に配置した際の机上面照度分布を示す．アンビエント照明を設定照度 400 lx とした場合，机上面照度はタスク照明直下で約 1000 lx，中心から 50cm 離れた外周部において約 500 lx となった．天井面は梁面の露呈した仕様で，表面反射率の比較的低い仕上げとなっている．

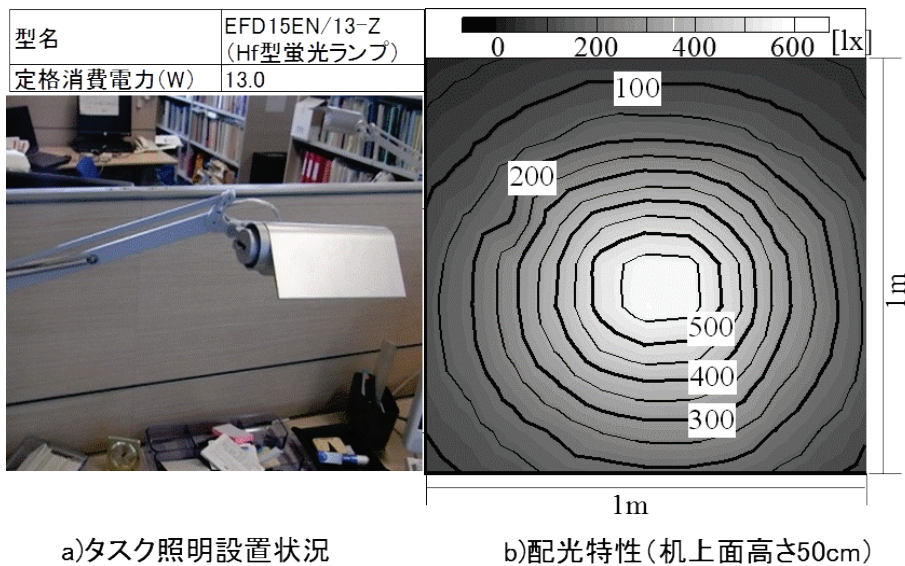


図 V. 2. 2. 9 タスク照明配光特性



図 V. 2. 2. 10 天井面反射率

・建物データ

所在地： 神奈川県横浜市
竣工年： 1979年竣工、2007年改修竣工
敷地面積： 34,800 m²
延床面積： 6,400 m²
構造： 鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）
階数： 地下1階，地上4階
計測対象： 3階執務室エリア

・照明設備

器具： アンビエント照明（調光式 Hf 型蛍光灯,約 4000 K）
タスク照明（Hf 型蛍光灯,約 5500 K）
導入制御： 昼光利用制御（ペリメータ側 2 列， インテリア側 3 列）
タイムスケジュール制御（12:00～13:00， 消灯）
タスク・アンビエント照明手法（手動点灯式タスク照明）
※間接照明（今回のみ測定のため仮設）
エリア区分： ペリメータ（照明 2 列）， インテリア（照明 3 列）
机上面設定照度： 400lx, 500lx, 750lx

・ CASBEE 評価： S ランク（BEE = 4.2） 2006 年度版自己評価

・採光面： 北西面(ダブルスキン(インナー：FL、アウター：FL)、自動ブラインド)
南東面(インナー：FL、アウター：FL+LE、BOX 底、手動ブラインド)

・測定期間： 冬期（2010/01/23～2010/02/08）
夏期：中間期（2010/08/23～2010/11/12）

・測定項目

電力データ： 冬期（BEMS：電力 10 分値，電力量 1 時間値）
夏期：中間期（クランプ計測：電力 1 分値，電力量 1 時間値）
光環境データ： 水平/鉛直面照度，輝度/明るさ画像，窓面透過光照度データ
タスク照明点灯検知用温度データ，屋外気象データ
在室検知用可視画像，室内光環境に対する執務者アンケート

2.2.3. 評価エリア及び計測概要

(1) 評価エリア

図 V.2.2.11 に計測機器設置状況を示す。測定範囲は、南東窓面から 2 列目までをペリメータ、3 列目から 5 列目をインテリアとし、計 4 スパンで測定した。電力データは分電盤にクランプロガーを設置し、全般照明電力及び OA コンセント系統の分離計測を行った。また、タスク照明に関しては光源温度及び室温（代表位置）の温度差による ON/OFF 判定から消費電力を算出した。

一方、光環境データに関しては屋外照度計測器及び積分球による屋外気象条件及び窓面透過光の定量的把握と、執務室パーティション上部に設置した照度計及び面輝度計による、室内光環境の詳細計測を実施した。更に、在室率判定を目的とした可視画像計測及び室内の光環境に関する執務者へのアンケートを実施した。

以下に各計測項目の詳細を示す。

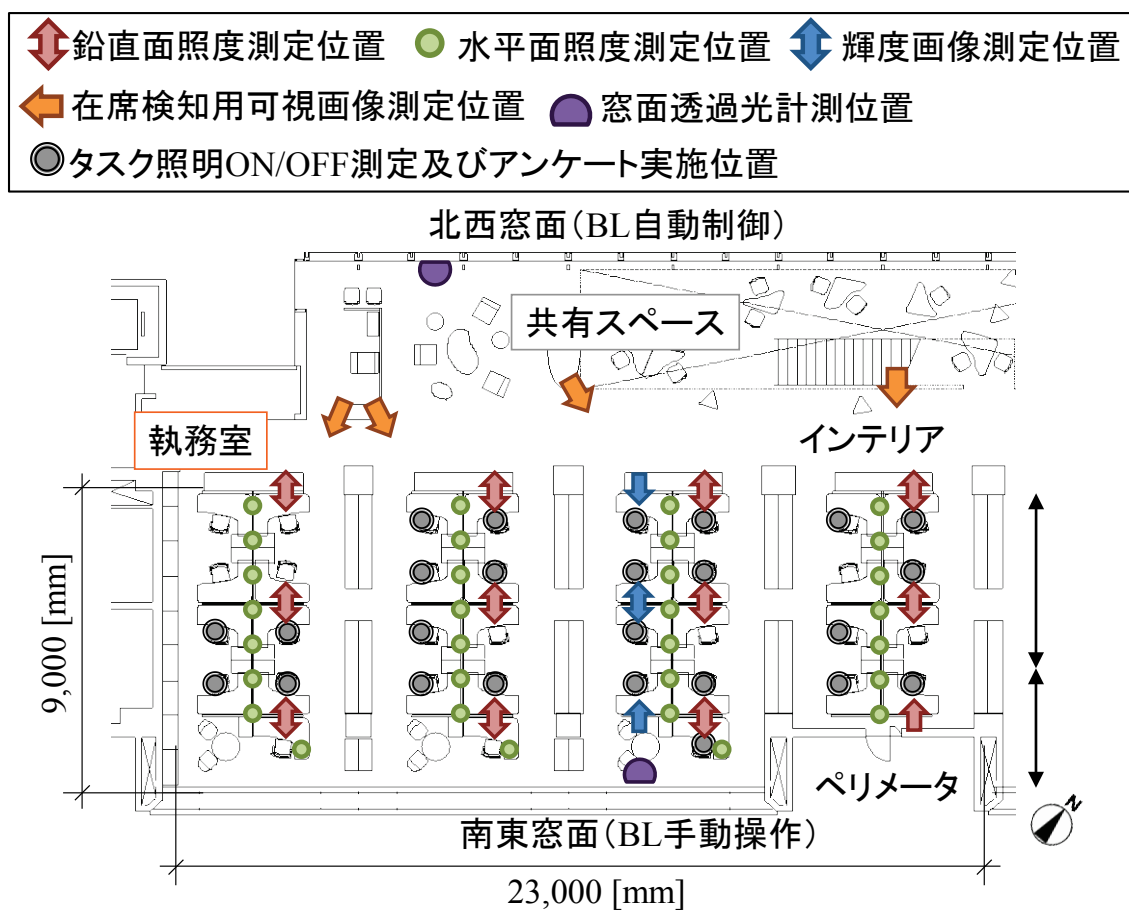


図 V.2.2.11 評価エリア及び計測器設置位置

(2) 計測概要

・ クランプ計測

- データの種類： 全般照明及びOA コンセント系統電力データ
- 測定点数： 10 点
- 測定単位： kW (小数点以下4桁)
- 測定間隔： 電力1分, 電力量1時間

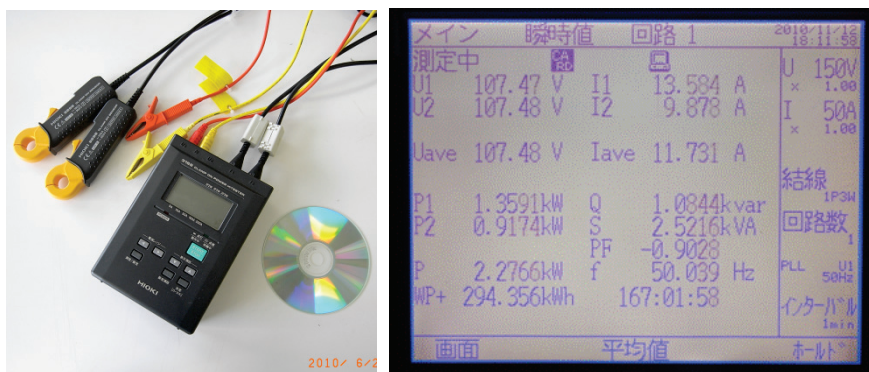


図 V. 2. 2. 12 クランプ電力計及び計測画面

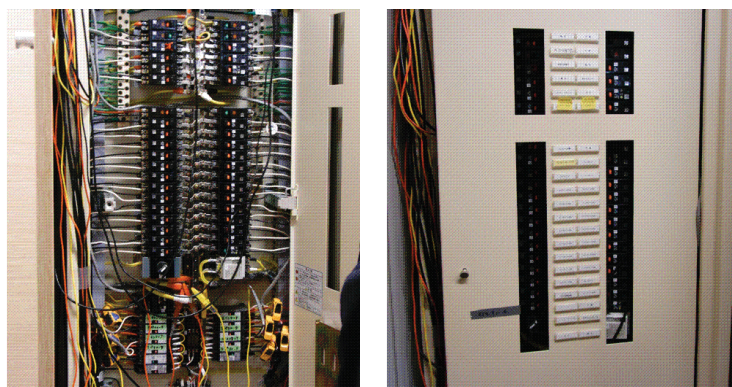


図 V. 2. 2. 13 分電盤内設置状況

・ 輝度/明るさ感画像計測

グレアおよび明るさ評価等に用いる。

- データの種類： 輝度/明るさ感画像
- 計測機器： 面輝度計 (構造計画研究所製 Luminocam)
- 測定単位： cd/m^2 (輝度) 及び NB (明るさ)
- 測定間隔： 10 分



図 V. 2. 2. 14 面輝度計

・照度計測

水平鉛直面照度及び積分球を用いた窓面透過光の照度、さらに屋外計測機により屋外昼光の照度を計測する。

・水平鉛直面照度

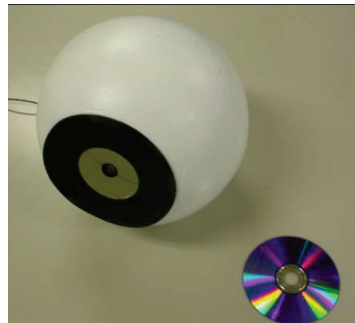
- データの種類：水平鉛直面照度
- 計測機器：室内照度計 (HIOKI 製3640 照度ロガー)
- 測定単位：ペリメータ 20000lx, インテリア 2000lx
- 測定間隔：1分



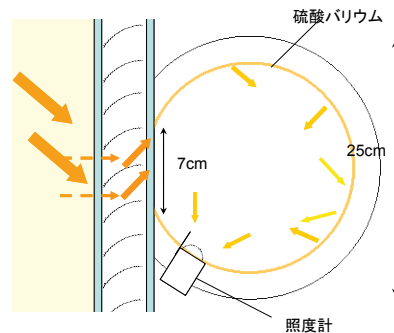
図 V. 2. 2. 15 室内照度計

・窓面透過光

- データの種類：窓面透過光
- 計測機器：室内用照度計 (英弘精機製), サーミックロガー
- 測定間隔：1分



a.積分球



b.積分球概要図

図 V. 2. 2. 16 積分球



図 V. 2. 2. 17 積分球設置状況

・屋外照度

- データの種類：全天, 直射, 天空照度
- 計測機器：屋外照度計
- 測定単位：lx
- 測定間隔：1分



図 V. 2. 2. 18 屋外照度計

・タスク照明 ON/OFF

- データの種類：温度データ
- 計測機器：小型温度ロガー
- 測定単位：℃
- 測定間隔：5分



a.タスク照明近傍



b.室温

図 V. 2. 2. 19 小型温度ロガー

- ・ 在室検知画像

- データの種類：可視画像
- 計測機器：デジタルカメラ (RICOH 製)
- 測定間隔：5 分



図 V. 2. 2. 20 在室検知用可視画像カメラ

- ・ 明るさ感及び作業性に関するアンケート

- データの種類：アンケート
- 対象者：調査建物及びエリアの執務者

(3) 計測スケジュール及び照明条件

表 V. 2. 2. 1 計測スケジュール

| | 期間 | 照明パターン | | アンケート回答日 |
|------|-------------|---------------|-------|----------|
| | | 全般照明設定照度 [lx] | タスク照明 | |
| 1週目 | 8/23～8/27 | 400 | ○ | 8/27(金) |
| 2週目 | 8/30～9/3 | 500 | - | 9/3(金) |
| 3週目 | 9/6～9/10 | 400(※間接照明あり) | ○ | 9/10(金) |
| 4週目 | 9/13～9/17 | 750 | - | 9/17(金) |
| 5週目 | 9/20～9/24 | 400(※間接照明あり) | ○ | 9/24(金) |
| 6週目 | 9/27～10/1 | 500 | - | 10/1(金) |
| 7週目 | 10/4～10/8 | 750 | - | 10/8(金) |
| 8週目 | 10/11～10/15 | 750 | - | 10/15(金) |
| 9週目 | 10/18～10/22 | 400, 500 | ○ | - |
| 10週目 | 10/25～10/29 | 400(※間接照明あり) | ○ | 10/29(金) |
| 11週目 | 11/1～11/5 | 750 | - | 11/5(金) |
| 12週目 | 11/8～11/12 | 400, 750 | ○ | 11/12(金) |

2010 年夏期から中間期にかけて計 12 週の実測を行った。

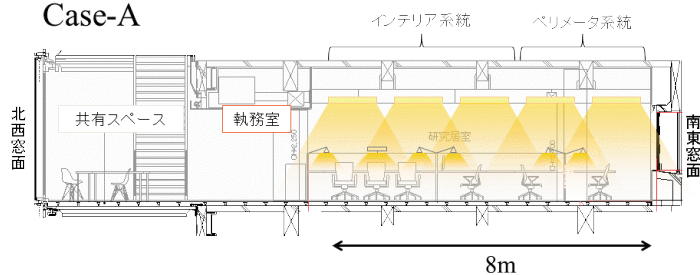
夏期：2010/8/21～10/15， 中間期：2010/10/18～11/12。

以下に照明条件を示す。「全般照明 400lx + タスク照明」, 「全般照明 750lx」に加え, 国際規格 (ISO) 推奨照度を参照した「全般照明 500lx」, 「全般照明 400lx + タスク照明 + 間接照明」の計 4 つのパターンを実施した。

タスク・アンビエント照明...Case-A

- ・全般/アンビエント照明設定照度400lx
- ・タスク照明点灯可

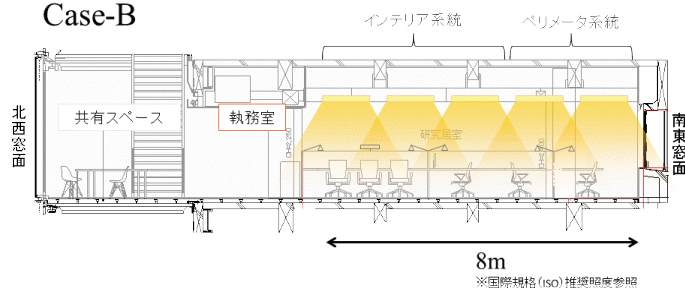
Case-A



アンビエント(全般)照明のみ...Case-B

- ・全般/アンビエント照明設定照度500lx
- ・タスク照明点灯不可

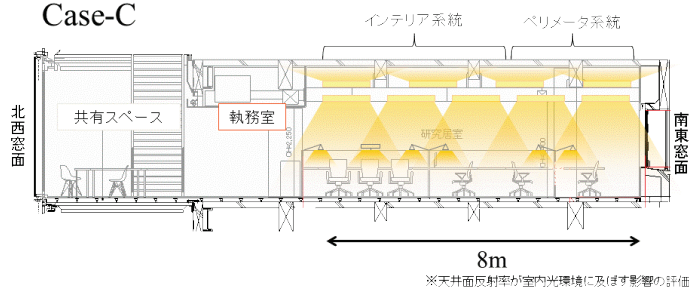
Case-B



タスク・アンビエント+間接照明...Case-C

- ・全般/アンビエント照明設定照度400lx
- ・タスク照明点灯可

Case-C



アンビエント(全般)照明のみ...Case-D

- ・全般/アンビエント照明設定照度750lx
- ・タスク照明点灯不可

Case-D

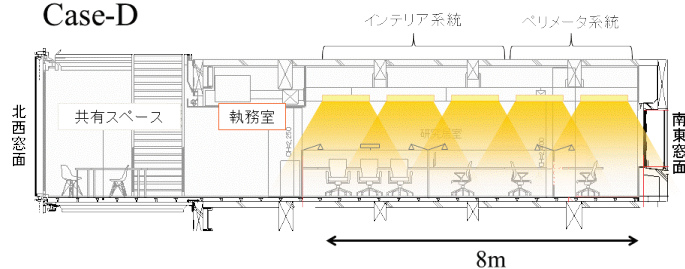


図 V. 2. 2. 21 照明条件

2.2.4. 既存照明条件における消費電力評価

(1) 小型温度ロガーを用いたタスク照明点灯判断

表 V.2.2.2 に小型温度計測ロガー(以下温度ロガー)を用いたタスク照明の ON/OFF 判定法を示す。図 V.2.2.22 のように温度ロガーをタスク照明ランプ付近に設置し、室温とタスク照明付近の温度差から ON/OFF の判定を行う。

表 V. 2. 2. 2 タスク照明 ON/OFF 判定法

| | |
|----------------|---|
| 使用データ | 小型温度計測ロガー検出5分値 |
| 評価対象 | Hf型タスク照明(12.1W) |
| 測定期間 | 2010年1月25日(月)~2010年2月7日(日)※第二週目 (2月1日~2月5日)はタスク照明を使用しないように依頼。 |
| 測定方法 | タスク照明に小型温度計測ロガーを設置し、タスク照明点灯時の周囲の温度変化を計測し、照明のON/OFFを判定する。 |
| ON/OFF 判断条件 | 測定結果から以下の判定条件を設定し、機器のON/OFFを判定した。 ・計測温度と室温との差が5℃以内→OFF ON判定 ・前時刻がOFFで計測温度が前時刻より5℃以上上昇→ON ・計測温度が室温より15℃以上高く、前時刻と3℃以内の差→ON OFF判定 ・前時刻がONで温度が前時刻より3℃以上下がっている→OFF 上記判定条件に合わないときは前時刻の状態を継続しているものと判定 |



a. 金具脇



b. 笠脇

図 V. 2. 2. 22 小型温度ロガー設置位置

判断法の精度検証結果を以下に示す。ここでは温度ロガーをタスク照明の金属部分に設置したものと、かさのプラスチック部分に設置したものの2パターンを比較検証する。温度ロガーの計測間隔は5分とした。検証ポイントを以下に示す。

- i タスク照明の細かな点灯操作の検知可否
- ii 長時間点灯後の消灯操作の検知可否
- iii 温度センサー設置位置による制度誤差

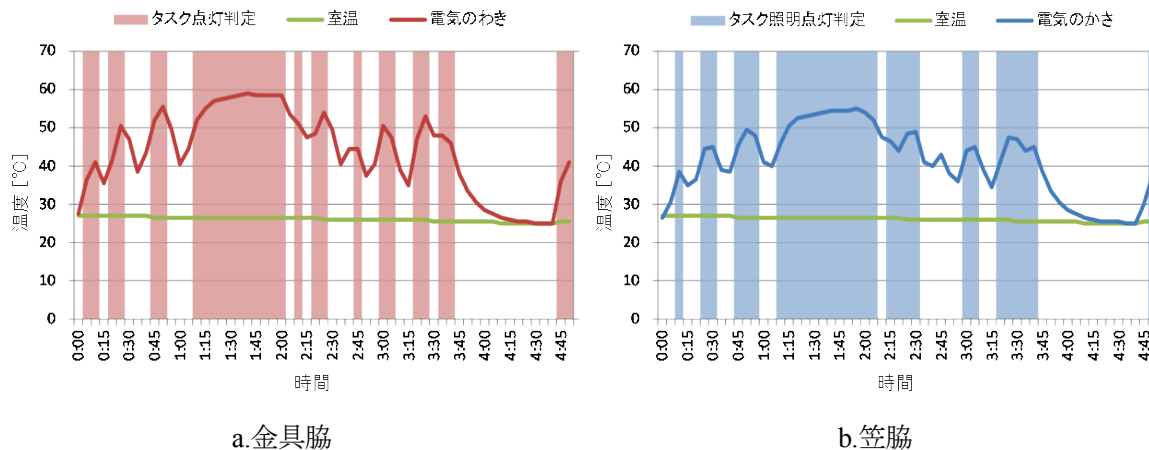


図 V. 2. 2. 23 ON/OFF 判定結果

図 V.2.2.23 に金具脇及び笠脇の ON/OFF 判定結果を示す。金具脇に設置した場合、細かく点灯、消灯を繰り返した際に多少の誤差が生じたが、概ね実際に点灯している時間帯に点灯の判定が可能であることがわかった。一方、笠脇では実際の ON/OFF からやや遅れた判定となった。また細かな ON/OFF を繰り返した場合に判定出来ない場合もある。但し、5 分間点灯して消灯した場合、或いは点灯状態から 5 分間消灯して再度点灯というような、非常に細かな操作をした場合に限られるため、実際の運用下においては許容可能な誤差であると考えられる。

以上より、事務所建物 (3A)におけるタスク照明の ON/OFF 判定は、小型の温度ロガーを用いることとする。また設置位置は可能な限り金具脇とし、場合によっては笠脇とする。

(2) タスク及びアンビエント照明消費電力比較

図 V.2.2.24 に設定照度 400lx 時の全般照明とタスク照明の消費電力内訳を示す。タスク照明の平均消費電力は約 0.2 W/m²であり、アンビエント照明に比べ、僅かな消費電力である。

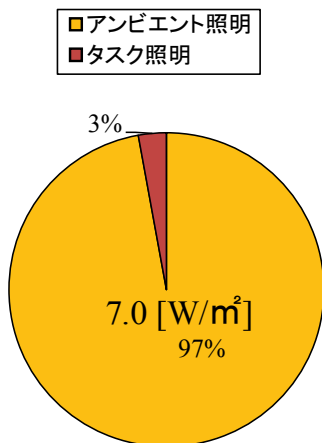


図 V. 2. 2. 24 タスク及びアンビエント照明消費電力内訳

(3) 昼光利用制御による省エネルギー効果

1) 季節別測定値との比較

執務時間 (9:00~17:00) におけるアンビエント照明の消費電力 (ペリメータ) は夏期: 約 6.8 W/m², 冬期: 約 7.3 W/m²であった。昼光利用に伴う省エネ効果は季節によって約 0.5 W/m²変化した。

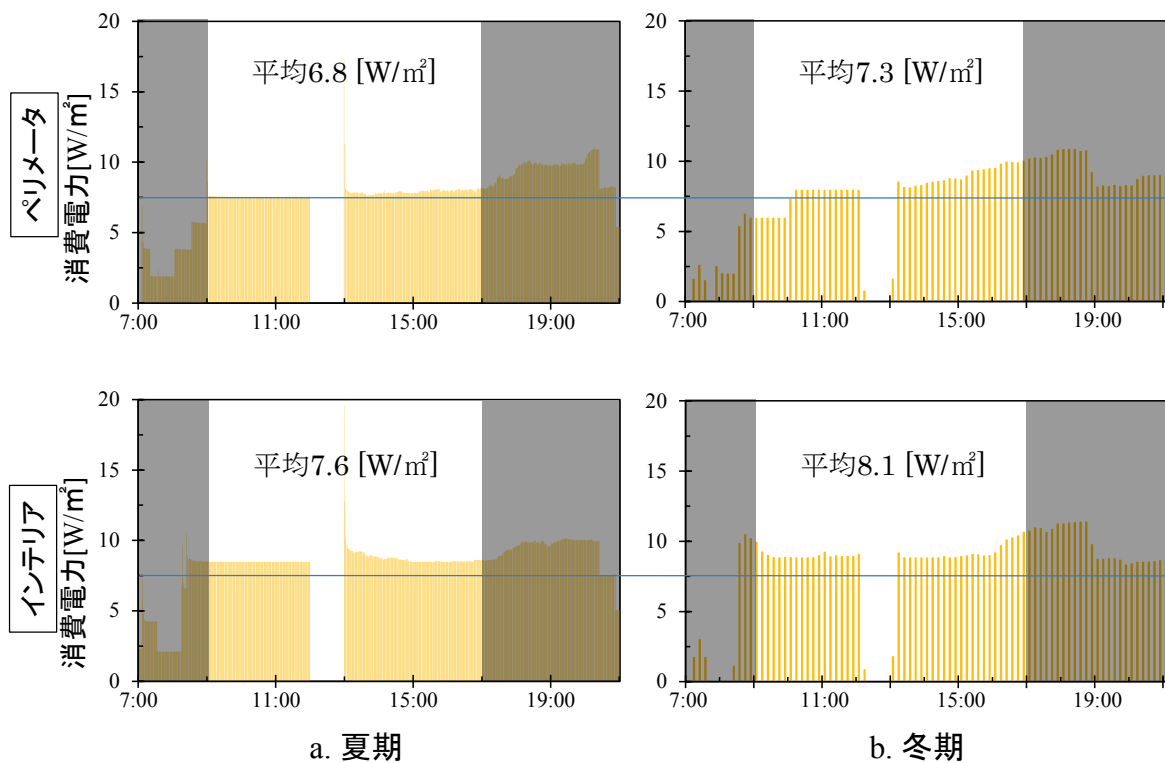


図 V. 2. 2. 25 全般照明消費電力 (季節別昼光利用効果、アンビエント照明 400lx)

2)天候による比較

机上面設定照度 500lx において全般照明の消費電力（ペリメータ）は晴天：約 7.9 W/m²，雨天日：約 10.0 W/m²であった。

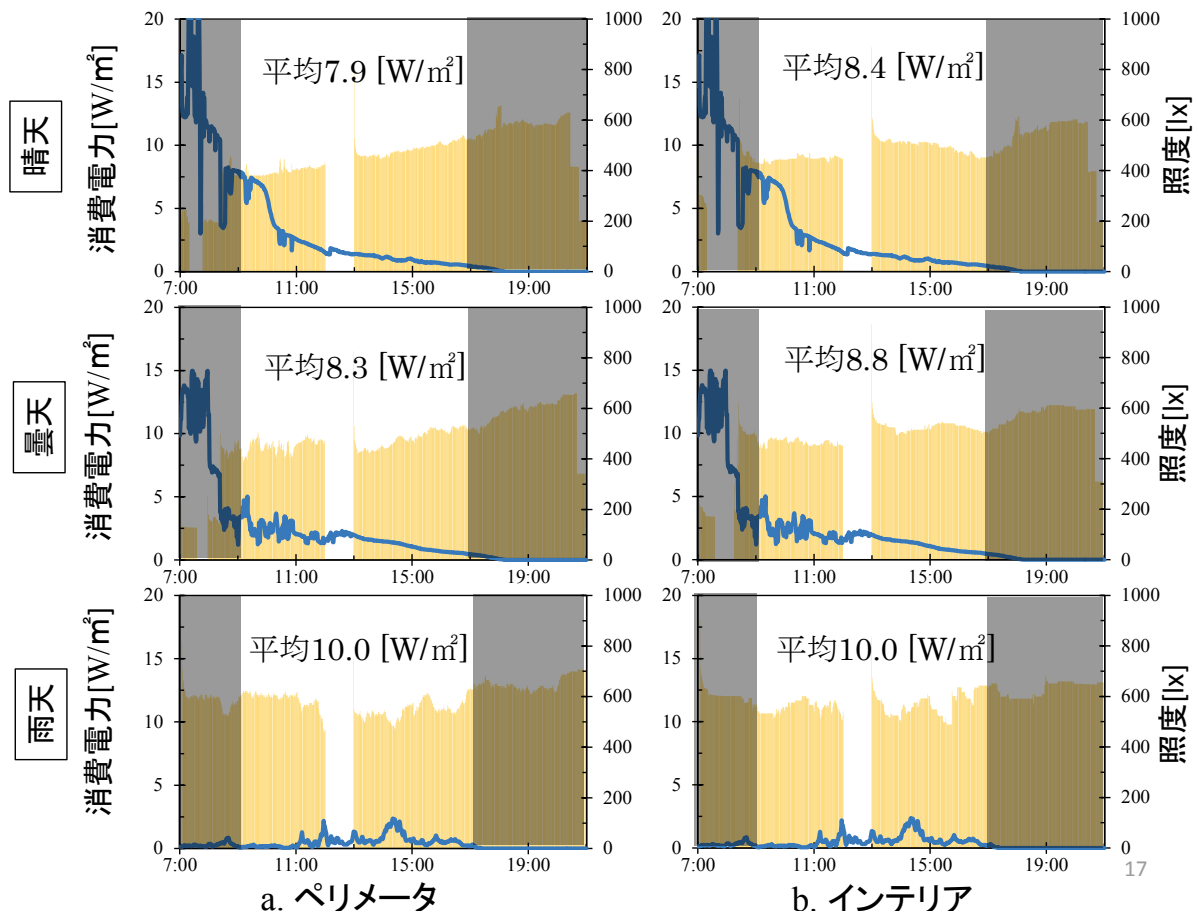


図 V. 2. 2. 26 全般照明消費電力（天候別昼光利用効果，全般照明 500lx）

3) 窓面距離及び設定照度による比較

晴天日、ペリメータにおけるアンビエント照明の消費電力は設定照度 400lx : 約 6.8 W/m² (タスクを含む場合は約 7 W/m²), 設定照度 750lx : 約 10.7 W/m² であり, 設定照度の緩和に伴う照明電力削減効果は大きい. また, 机上面設定照度 400lx, 晴天日において全般照明の消費電力はペリメータ : 約 6.8 W/m², インテリア : 約 7.6 W/m² であった. 事務所建物(3A)においてはインテリアにおいても比較的高い昼光利用効果が確認された.

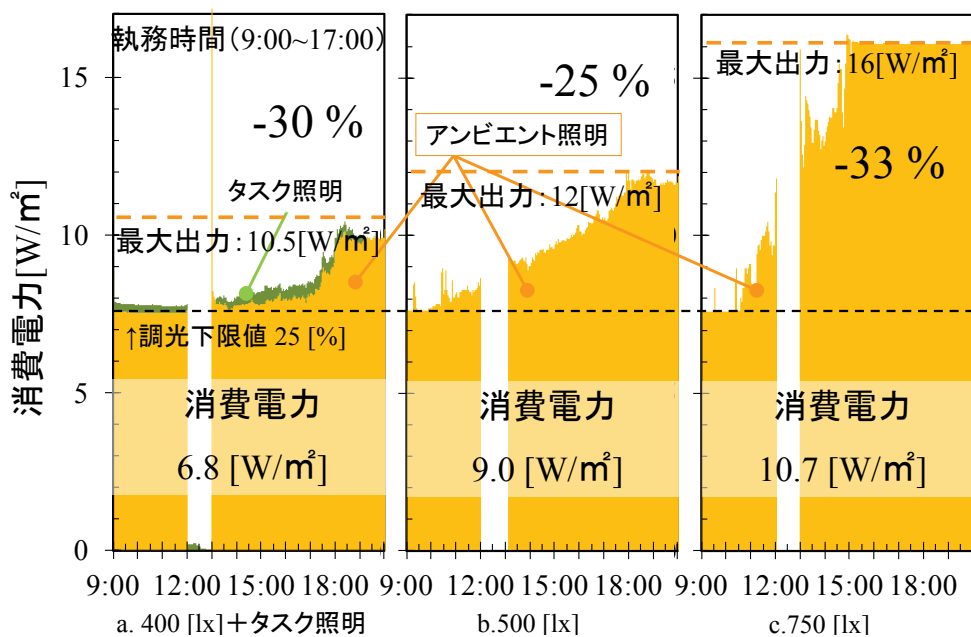
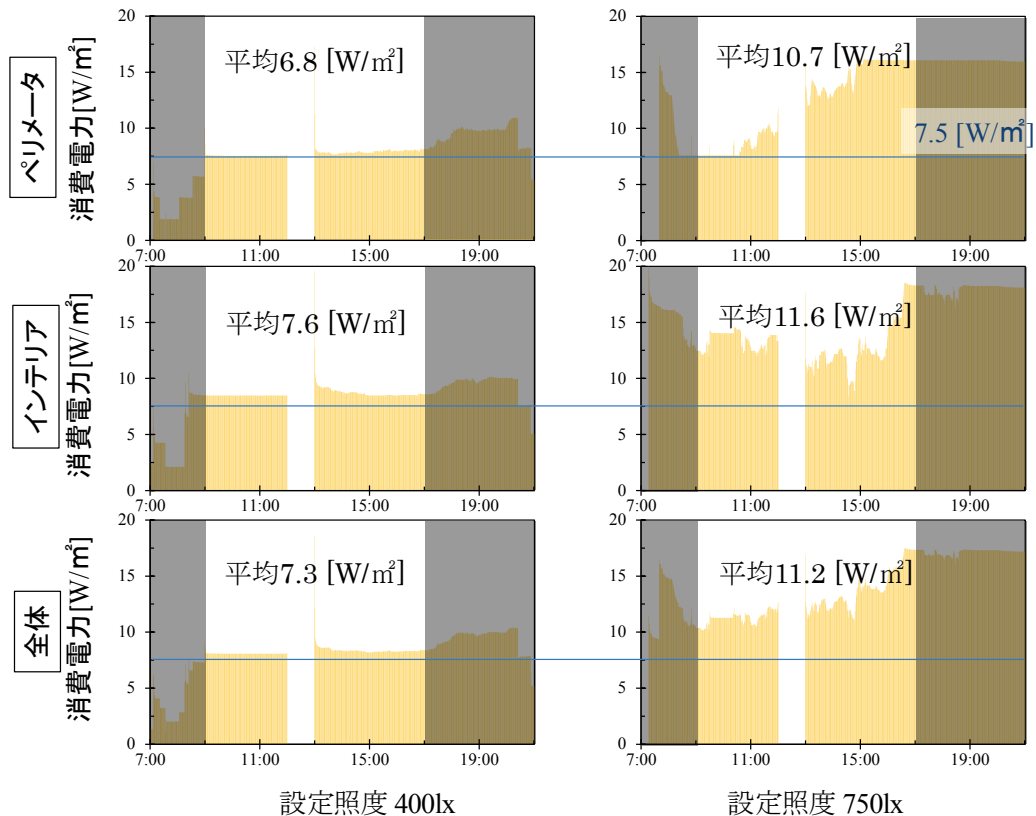


図 V. 2. 2. 27 全般照明消費電力 (窓面距離及び設定照度別昼光利用効果)

4) 窓面距離及び設定照度による比較

窓面開口面積の異なるエリアのペリメータにおける消費電力を示す。空間として区分されていないためあくまで参考値ではあるが、スパン3（窓面積大）約 6.8 W/m^2 に対してスパン4（窓面積小）約 7.6 W/m^2 と執務時間において約 0.8 W/m^2 の差が生じた。スパン4（窓面積小）におけるペリメータの消費電力はスパン3（窓面積大）におけるインテリアの消費電力と同値であることから開口面積が省エネルギー効果に与える影響は大きいと言える。

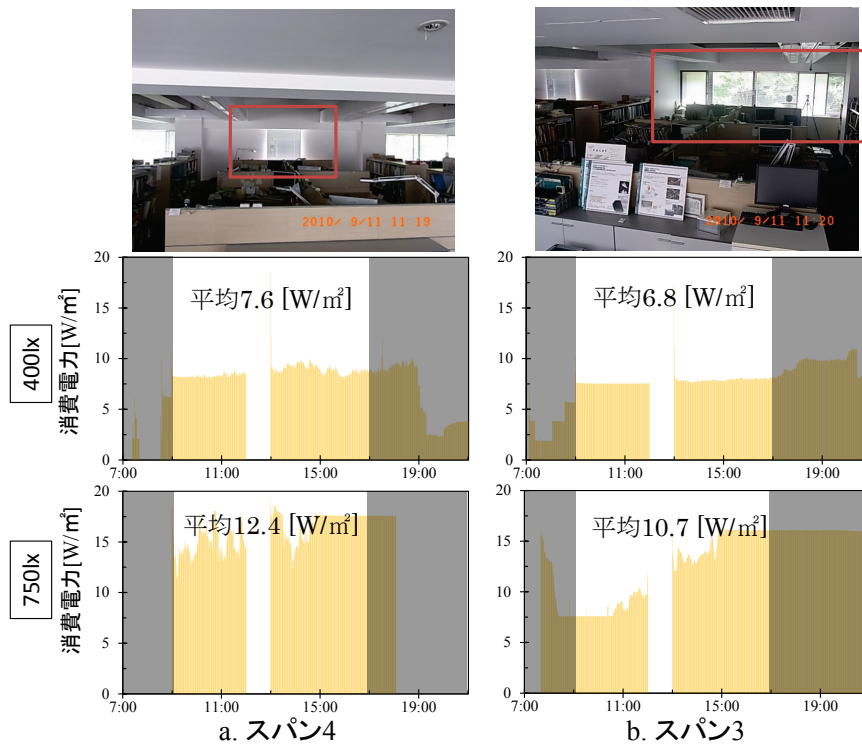


図 V. 2. 28 全般照明消費電力（窓面開口面積別昼光利用効果）

5) 照明制御の併用効果

図 V.2.2.29 に夏期取得データに基づく各種照明制御手法単体及び併用時の省エネルギー効果を、インテリア、ペリメータ（南東面側）及び執務空間全体毎に示す。執務時間(9:00-18:00)において、アンビエント設定照度 400 lx・制御なしを基準とした場合、スケジュール制御は約 12 %、昼光利用制御は全体で約 25 %の省エネルギー効果が得られた。全般照明 400lx（スケジュール+昼光利用）+タスク照明の省エネルギー効果はペリメータ約 37 %、インテリア約 28 %、全体約 32 %であった。また、インテリア（北西面側）はペリメータ程の昼光利用効果は得られなかったものの、北西共有スペース側の窓面からの採光により、インテリアとしては高い省エネルギー効果が得られた。

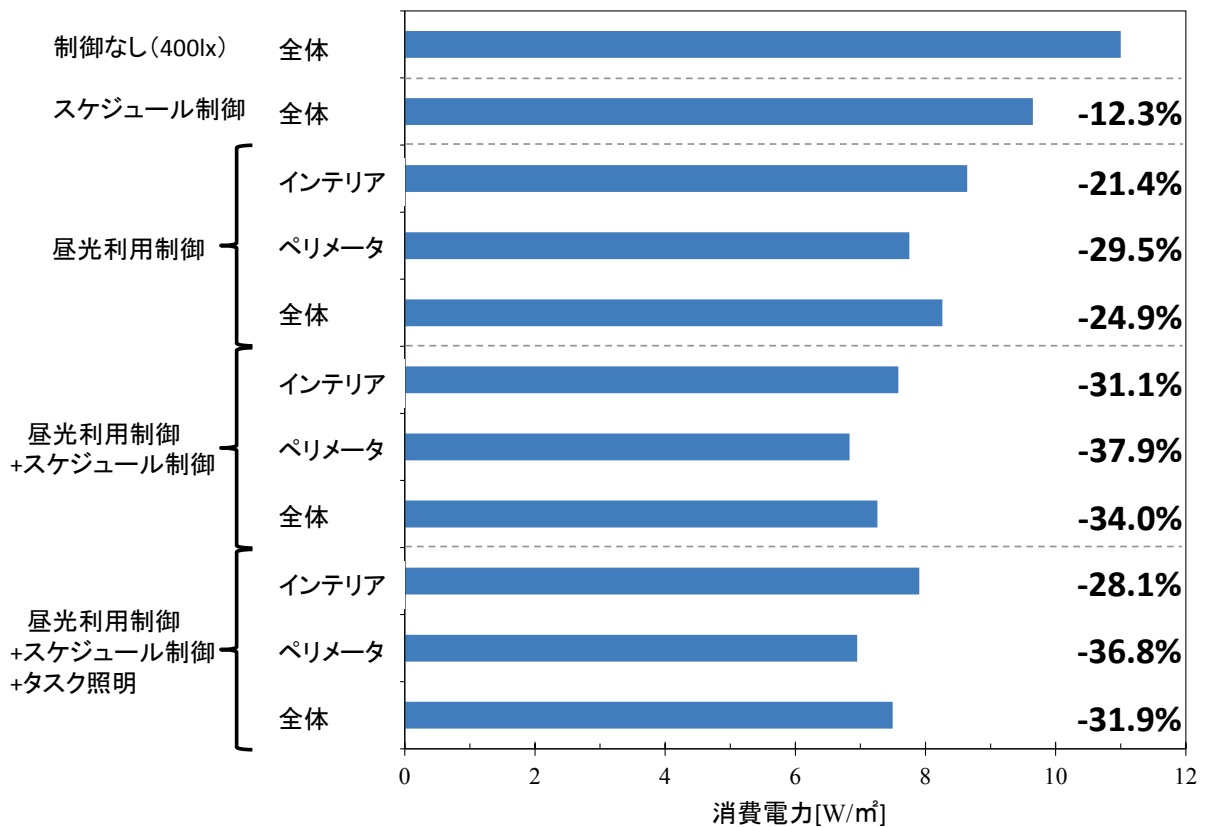


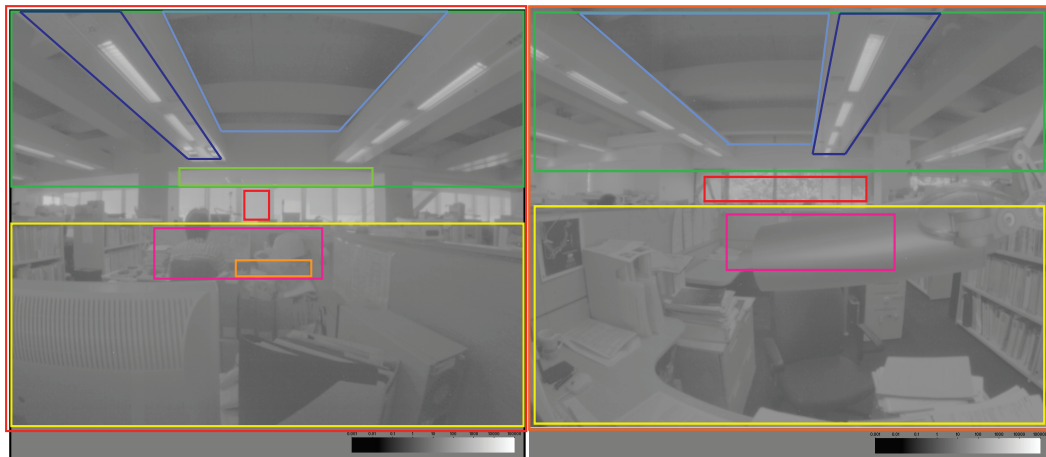
図 V. 2. 2. 29 執務時間における照明制御別省エネルギー効果（夏期）

2.2.5. 既存照明条件における光環境評価

(1) 空間の輝度分布



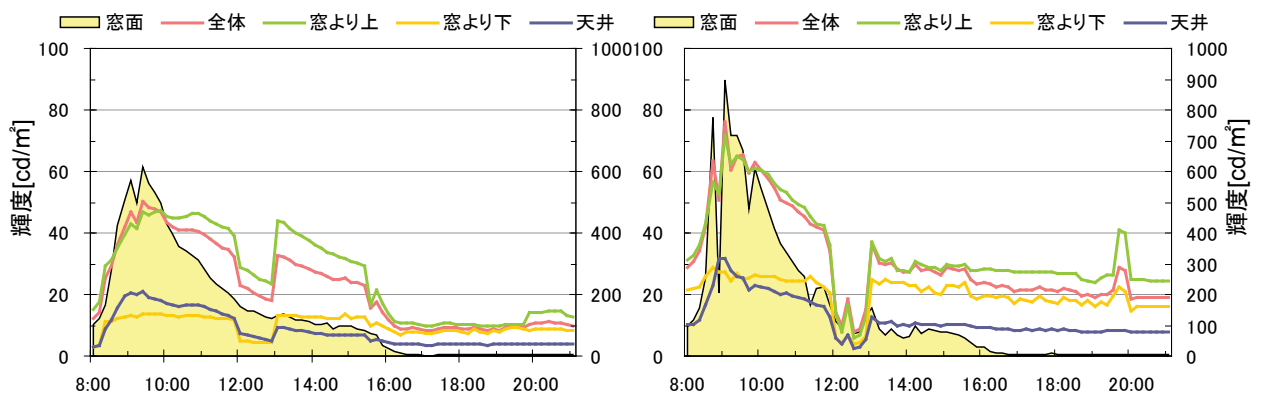
図 V. 2. 2. 30 面輝度計概要



a. 北西面

b. 南東面

図 V. 2. 2. 31 輝度画像抽出範囲



a. 400lx + タスク照明

b. 750lx

図 V. 2. 2. 32 輝度分布時刻推移 (南東面, 晴天日)

図 V.2.2.32 に中間期における 400lx+タスク照明及び 750lx 時の輝度分布時刻推移を示す。16:30 以降においては設定照度の差が明らかとなり，特に空間全体の輝度値は 400lx+タスク照明：約 100cd/m²，750 lx：200 cd/m²と 2 倍の差であった。また，いずれの照明条件下においても天井面（※照明器具部分を除く）の輝度は低い値を示しているが，これは天井面の懐が深く，十分な間接成分が得られていないこと，また仕上げ材の反射率が比較的低いことが要因であると考えられる。

(2) 机上面照度分布

図 V.2.2.33 に設定照度別机上面照度分布を示す。400lx 及び 750lx いずれの照明条件においても机上面照度は右手（図中，書類等と記載）より左方向へ低くなっている。これは右手側机面上部に全般照明の光源が位置している為である。一方，設定照度 400lx 下においてタスク照明を点灯することで机上面照度は大凡 600lx を満たすことがわかった。本建物においてはタスク照明を点灯することで，机上面における照度のばらつきをある程度緩和出来ることがわかった。

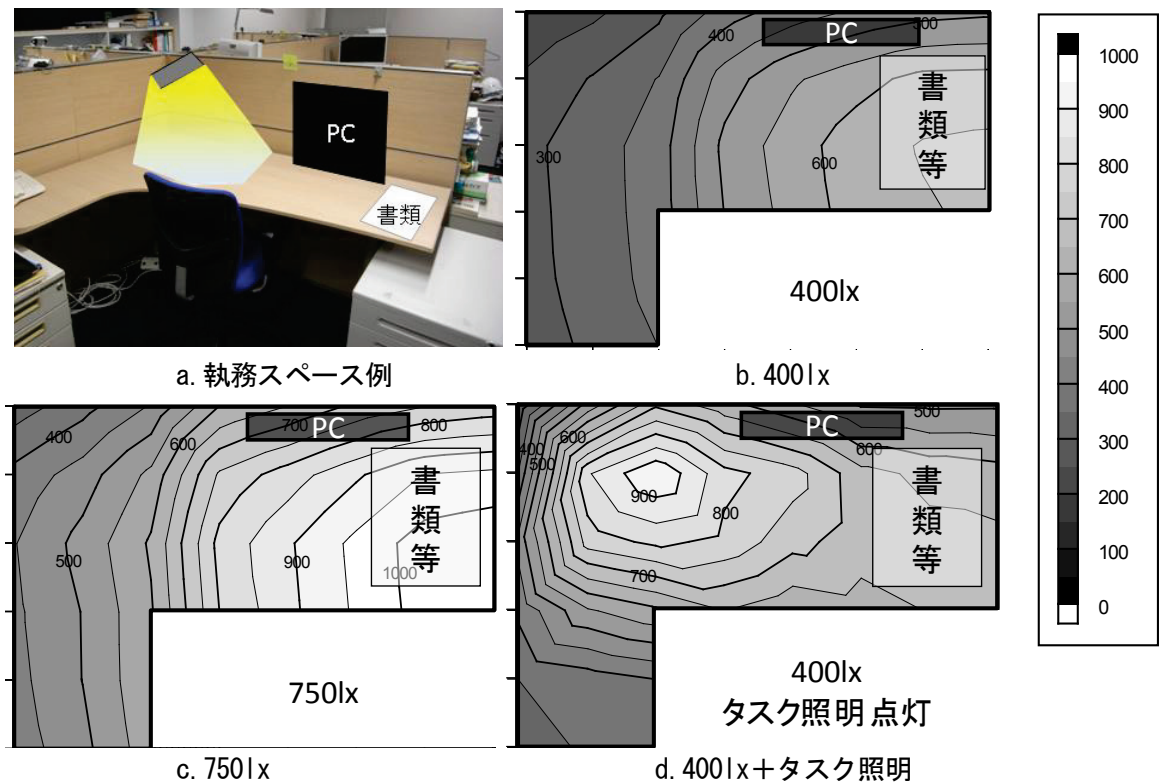


図 V. 2. 2. 33 設定照度別机上面照度分布

(3) 窓面の眩しさ

1) 机上面照度に対する鉛直面照度適正域

図 V.2.2.34 及び図 V.2.2.35 に机上面照度に対する鉛直面照度適正域を示す。400lx 時においては北西向き 5 列目を除く座席位置において概ね推奨値 (200-440 lx) を満たす結果となった。一方、750lx 時においては、南東向き執務者の座席位置では鉛直面照度は大半が机上面設定照度 750 lx 時の推奨値 (260-570 lx) 内に収まっているものの、北西向き執務者の鉛直面照度は推奨値内に収まっていない。従って本建物においては北西向き座席位置においてグレアの発生が懸念される。

設定照度400lx, タスク照明点灯可 9:00-17:00

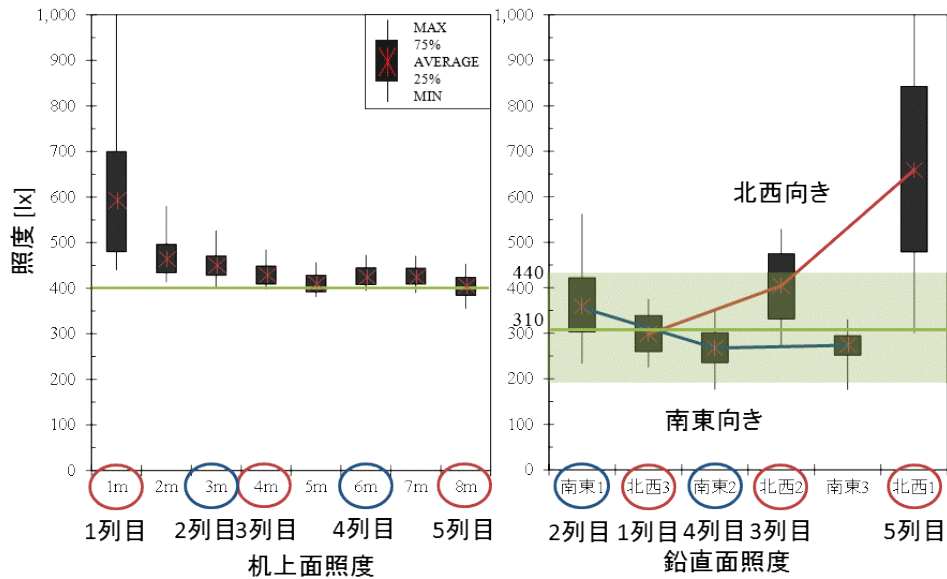
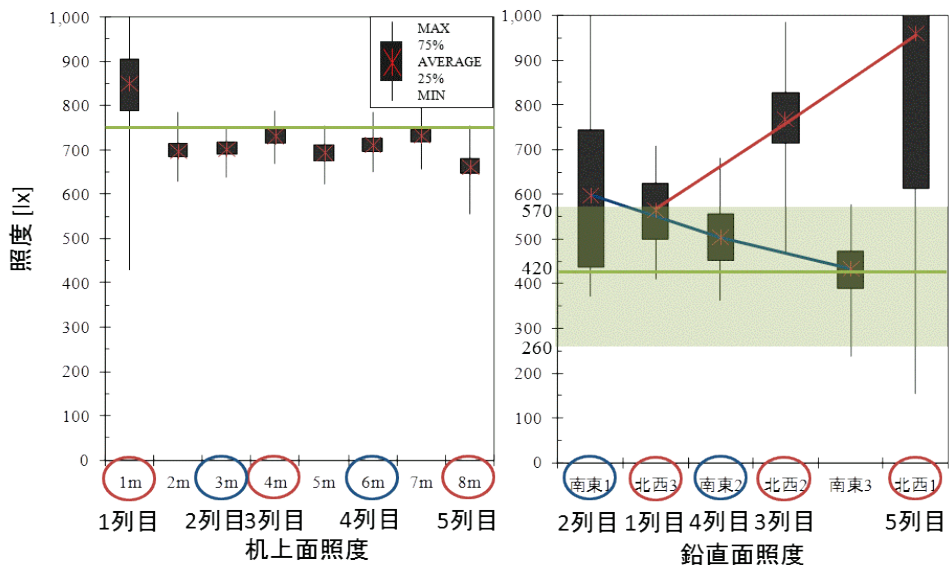


図 V. 2. 2. 34 机上面照度に対する鉛直面照度適正域 (400lx)

設定照度750lx 9:00-17:00



※参考:机上面照度に対する壁面照度の推奨値(田淵義彦)

図 V. 2. 2. 35 机上面照度に対する鉛直面照度適正域 (750lx)

4)PGSV によるグレア評価

図 V.2.2.36 に窓面方位別 PGSV によるグレア評価結果を示す。いずれの窓面においても PGSV は概ね 1 以下となっており、不快グレアはほぼ発生していないと言える。

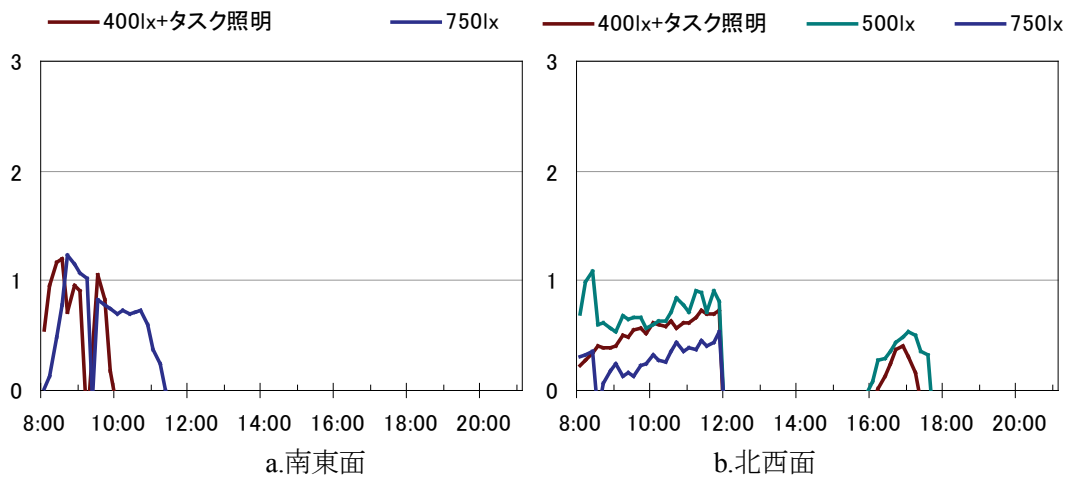
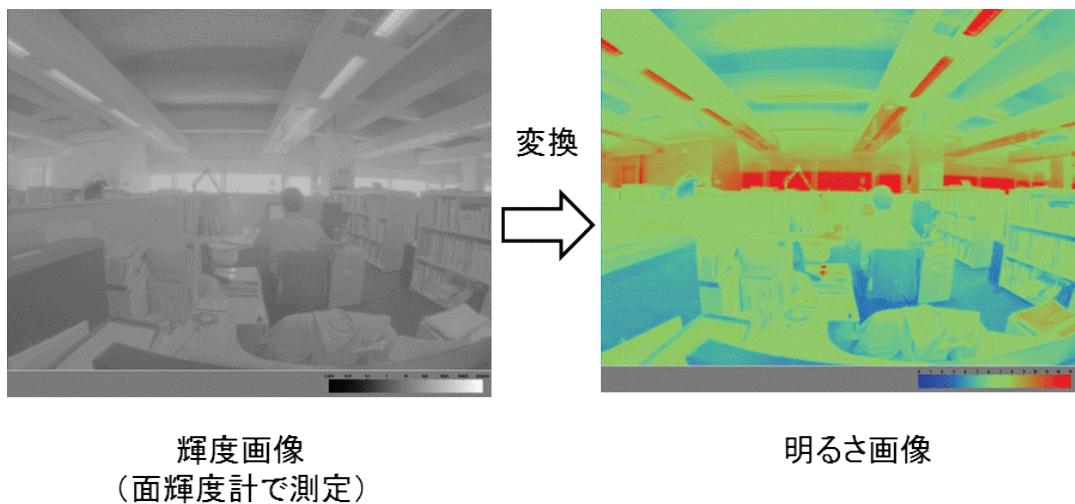


図 V. 2. 2. 36 PGSV によるグレア評価 (夏期)

(4) 空間の明るさ感

明るさ感評価とは空間における輝度対比といった人間の知覚を考慮した、光環境の心理的な評価尺度である。(※参考：中村芳樹：照明設計ツールとしての輝度-明るさ変換システムの構築，日本建築学会環境系論文集，No.597 pp12.27，2005.11)



輝度画像と明るさ画像を基にグレア，明るさ知覚を評価

図 V. 2. 2. 37 明るさ感画像概要

図 V.2.2.39 に明るさ分布の時刻推移，図 V.2.2.40 に同日の輝度の時刻推移を示す．輝度変化においては約 $20\text{cd}/\text{m}^2$ の差が見られるが，明るさ感では 0.5NB 以下の変化となった．

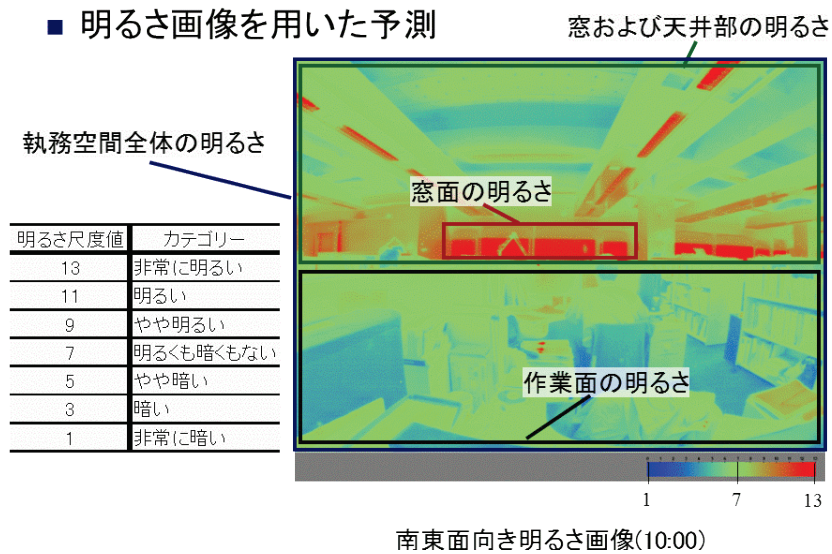


図 V. 2. 2. 38 明るさ感 概要

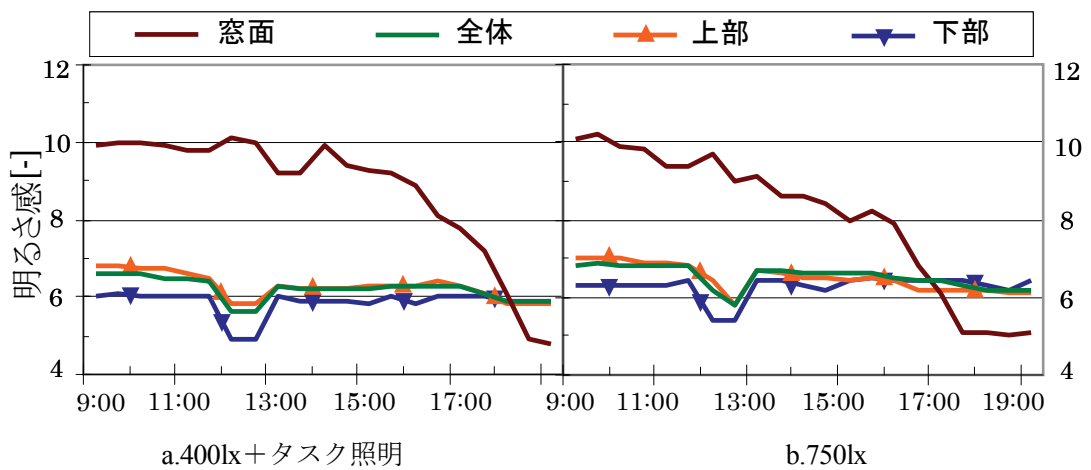


図 V. 2. 2. 39 設定照度別明るさ感時刻推移

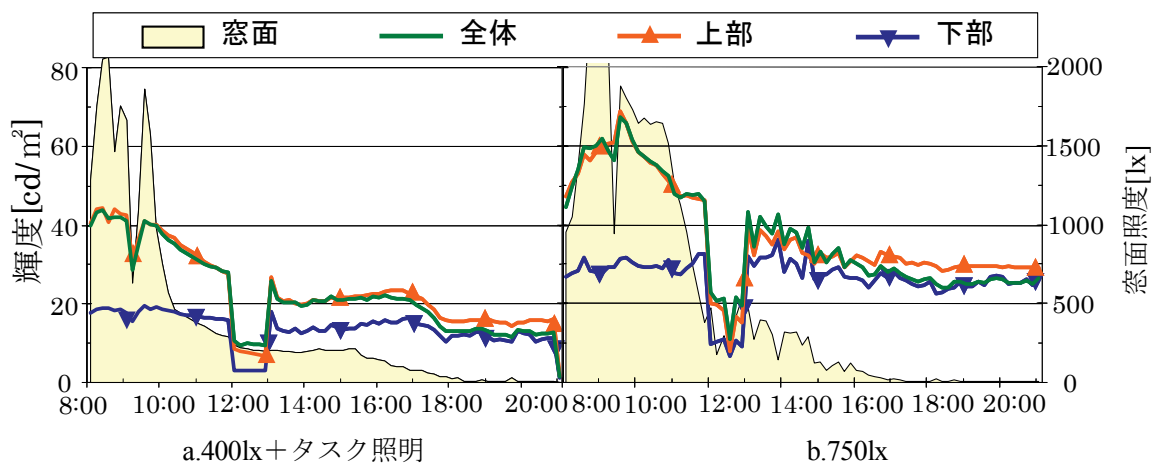


図 V. 2. 2. 40 設定照度別輝度時刻推移 (図 V. 2. 2. 39 同時刻)

2. 2. 6. 間接照明設置による光環境及び消費電力評価

(1)間接照明設置概要

空間の明るさ感を向上させることを目的とし、間接照明の設置工事を実施した。図 V.2.2.41 に間接照明設置前後の内観写真を示す。間接照明は天井及び梁面を照射する位置に配置することで机上面設定照度 400lx を維持しつつ、空間の明るさ感の変化が執務者の満足度に及ぼす影響を検討した。尚、本建物においては光源として直管型 Hf 照明を使用した。

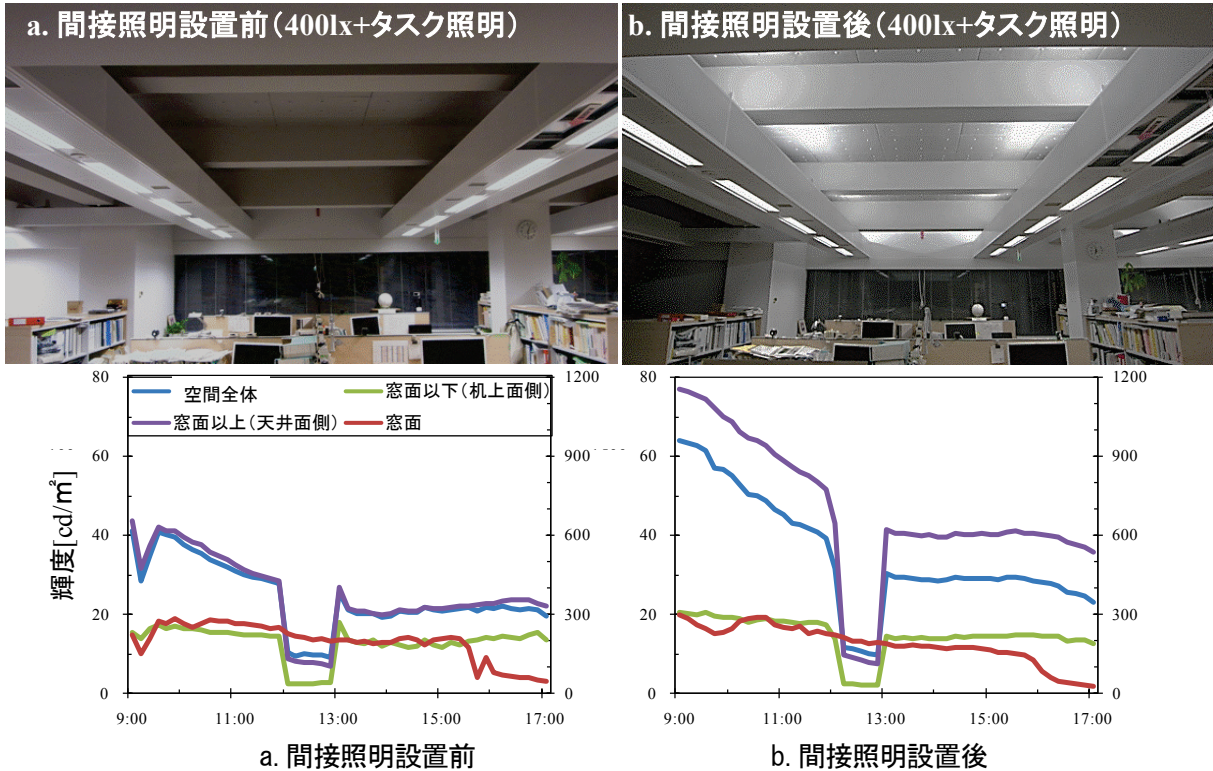


図 V. 2. 2. 41 間接照明設置概要



図 V. 2. 2. 42 ダクト裏 間接照明設置状況

図 V.2.2.42 に間接照明の設置状況を示す。光源の露出による不快グレアの発生を防ぐ為、ダクト裏スペースに設置し、執務者の座席位置から直接光源が視かないようにした。

(2) 光環境

1) 天井面輝度の比較

図 V.2.2.43 に輝度分布（天井）選択範囲を示す。設定照度の違い及び間接照明の設置に伴う天井面輝度の変化を示す。

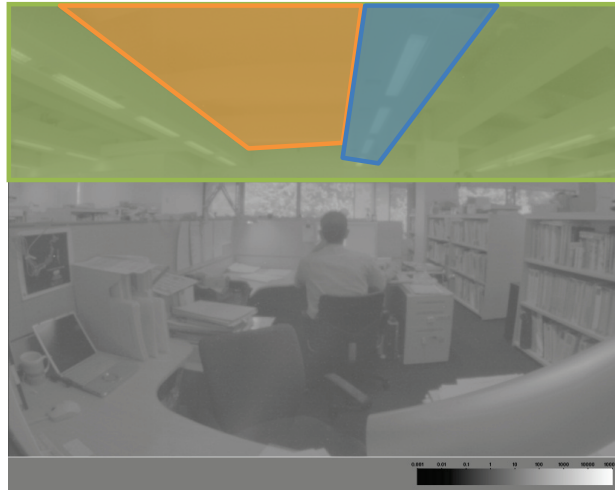


図 V. 2. 2. 43 輝度分布（天井）選択範囲

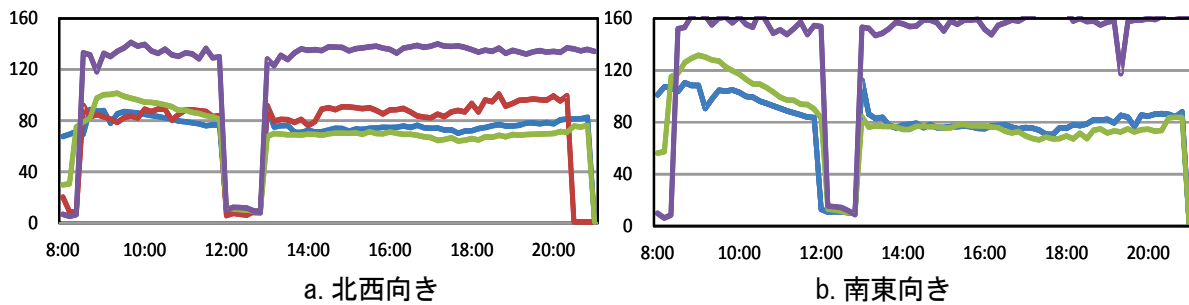


図 V. 2. 2. 44 ダクト面輝度分布時刻推移

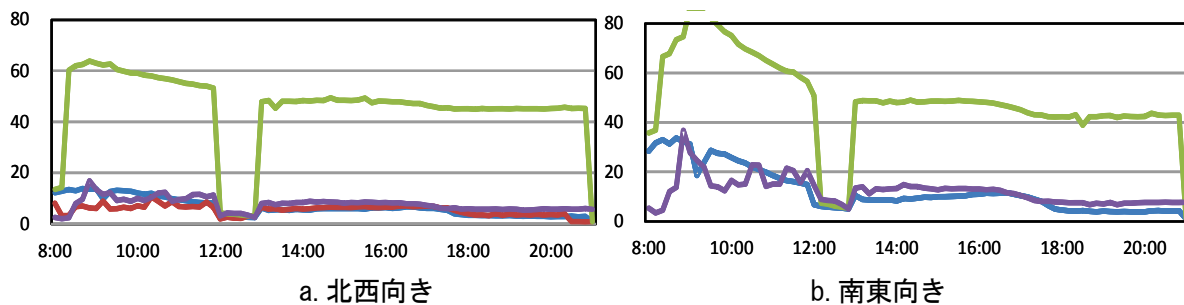


図 V. 2. 2. 45 天井面（ダクト部除く）輝度分布時刻推移

図 V.2.2.44 及び図 V.2.2.45 に天井面の輝度分布時刻推移を示す。ダクト面においては全般照明光源の影響が強く、概ね設定照度の違いが表れる結果となった。一方、ダクト面を除く天井面においては間接照明の設置により輝度値の大幅な上昇を確認した。また、設定照度の違いが見られない要因としては、天井面の懐が深く、十分な間接成分が得られていないことが考えられる。また、天井面反射率が比較的低いことから、間接照明により直接的な光束を得たことで大幅な輝度値の上昇が生じたものと考えられる。

2) 机上面の明るさ及び空間の明るさ感評価

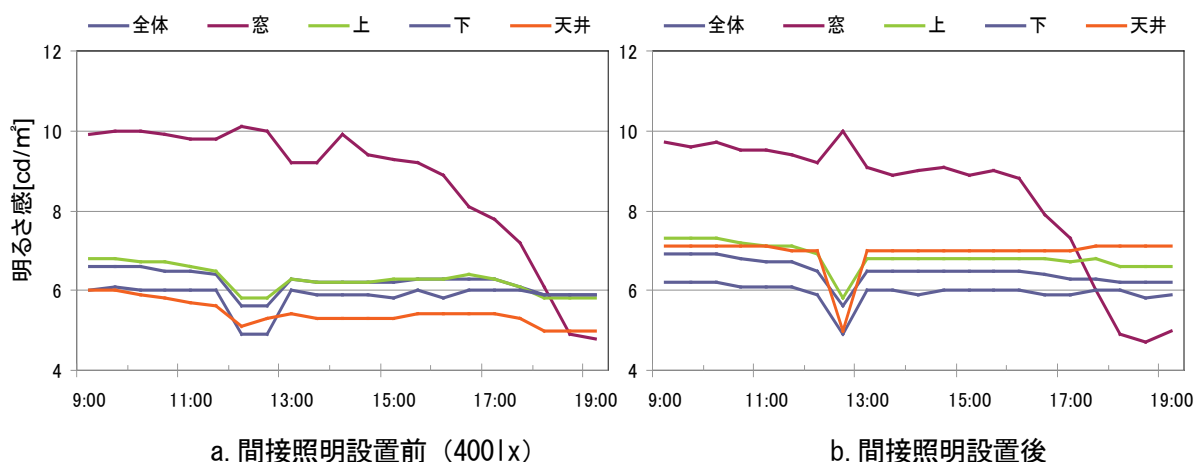


図 V. 2. 2. 46 明るさ感比較

図 V.2.2.46 に同一設定照度 (400lx) の間接照明設置前後における明るさ感の時刻変化を示す。作業面側 (図中, 下) の明るさは間接照明設置前後共に約 6 NB を示し, 変化は見られない。これは調光センサーにより机上面照度が一定に保たれている為である。一方, 空間全体の明るさ感は約 0.5~1NB の上昇を示した。このことから間接照明により天井面を照らすことは, 明るさ感の向上に有効であると考えられる。

(3) 省エネルギー性

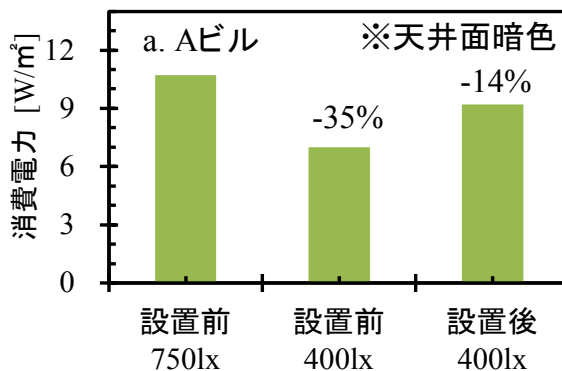


図 V. 2. 2. 47 間接照明設置前後における照明消費電力比較

図 V.2.2.47 に本建物における間接照明設置前後の平均照明消費電力を示す。間接照明設置に伴う消費電力の増加が目立つが, これは天井面の反射率を向上させる等の処置で十分抑えることが可能である。

2.2.7. 執務者による室内空間評価

執務室の光環境に関してアンケートを実施した。対象者は評価エリア内の執務者 30 名とし、照明条件変更後の最終日（毎週金曜日）に回答頂いた。本建物においては机上面設定照度の違いによる評価を行う。

(1) 机上面の明るさについて

500, 750lx 時を比較すると 500lx 時の明るい側の回答者は少なく、設定照度の差が表れる結果となった。一方、400lx+タスク照明の場合、750lx と比較して暗い側の評価が減少している。これはタスク照明を点灯することにより、必要ヶ所に十分な照度が得られた為であると考えられる。また、間接照明設置により明るい側の回答が大きく増加している。本建物においては調光センサーにより間接照明設置後も机上面照度は概ね 450lx を維持しており、ほぼ同一照度である。従って、空間全体の明るさ感の上昇に伴い、執務者は作業面を明るく感じる傾向にあることがわかった。

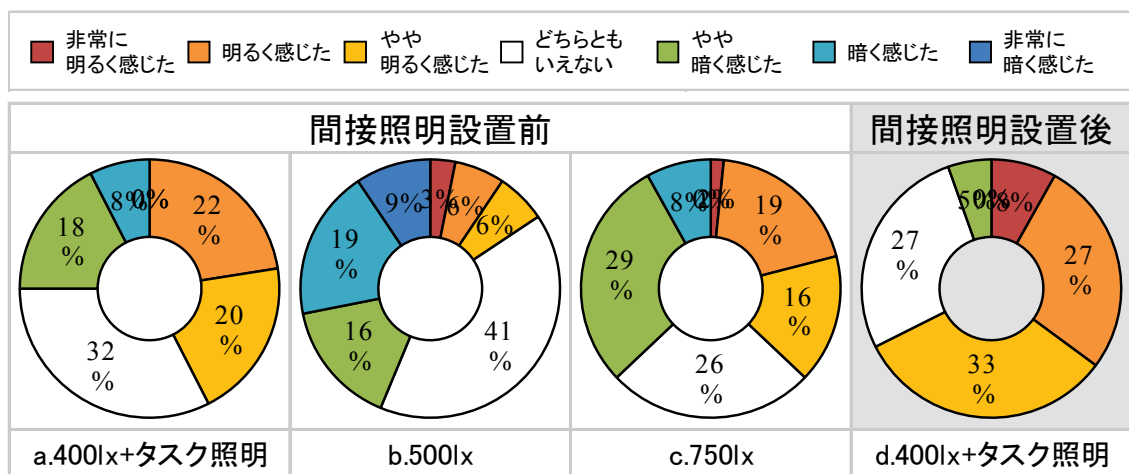


図 V. 2. 2. 48 机上面の明るさについて

(2) 机上面（キーボード、紙面など）の見やすさについて

500lx 及び 400lx+タスク照明の比較から、タスク照明を使用することで机上面の見やすさは飛躍的に改善されることがわかる。また、間接照明設置後に関しては 400lx+タスク照明の状態ですでに高い評価であったことから机上面の明るさ程の改善は見られなかったものの、やはり見やすい側の評価が上昇する結果となった。

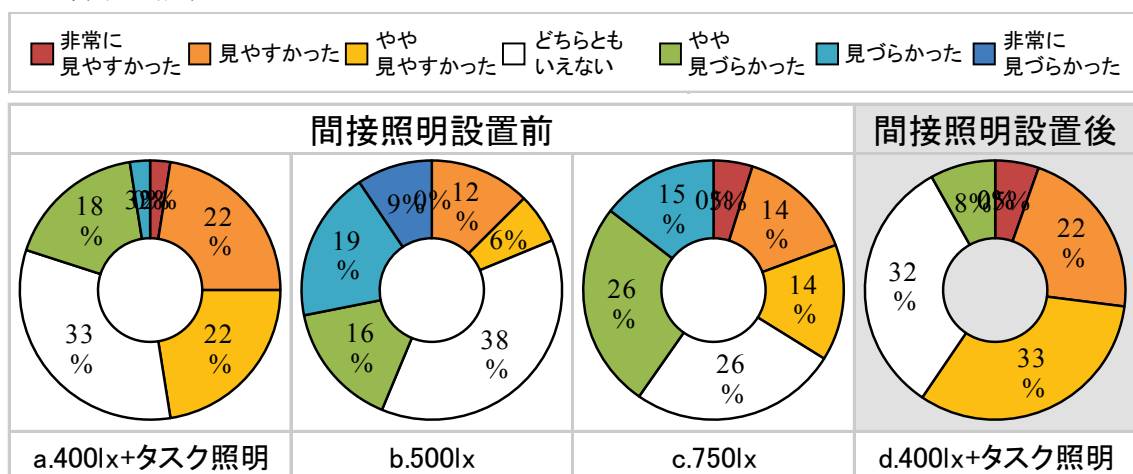


図 V. 2. 2. 49 机上面の明るさについて

(3) パソコンモニターの見やすさについて

400lx+タスク照明の状態で見やすい側の評価が高くなった。高輝度面であるパソコンモニターの見えに関しては机上面設定照度が低い程、より見やすい評価となった。

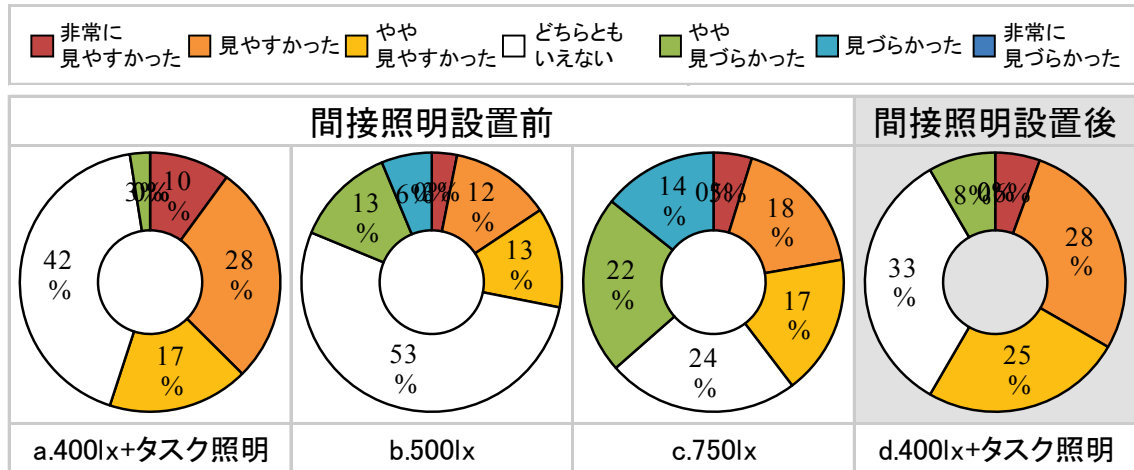


図 V. 2. 2. 50 パソコンモニターの見やすさについて

(4) 執務室全体の明るさ感として

400lx+タスク照明, 750lx を比較すると暗い側の回答数は同程度であった。従って, 設定照度 400lx+タスク照明は執務空間として十分に機能しうると考えられる。また間接照明設置後大幅な明るさ感の上昇が見られるが, これは天井面の反射率が低い為, 間接照明の設置による輝度値の変化率が大きかった為であると考えられる。

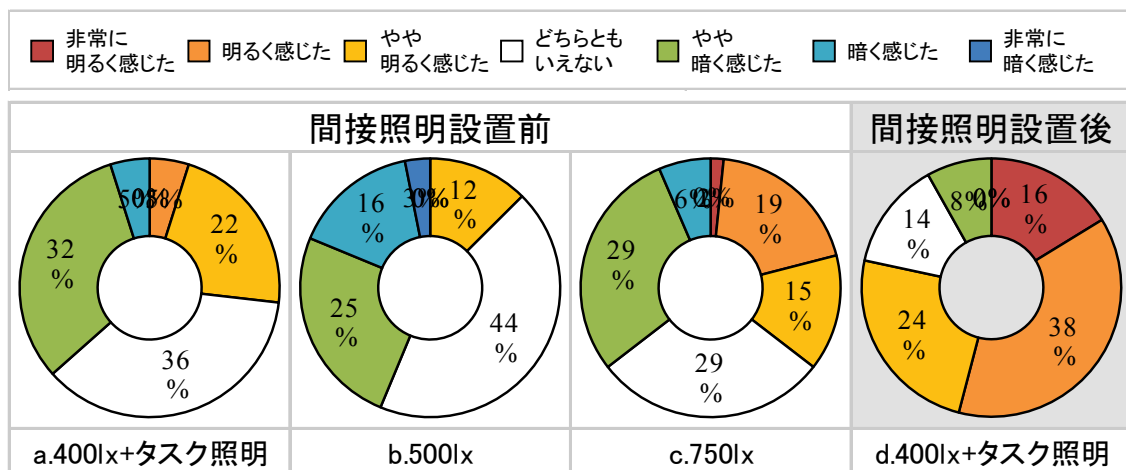


図 V. 2. 2. 51 執務室全体の明るさ感として

(5) 窓面の眩しさについて

何れの設定照度においても窓面の眩しさはそれほど感じられない結果となった。従って、今回の結果からは机上面の明視性及び空間の明るさ感と窓面の眩しさには大凡関係は見られない。

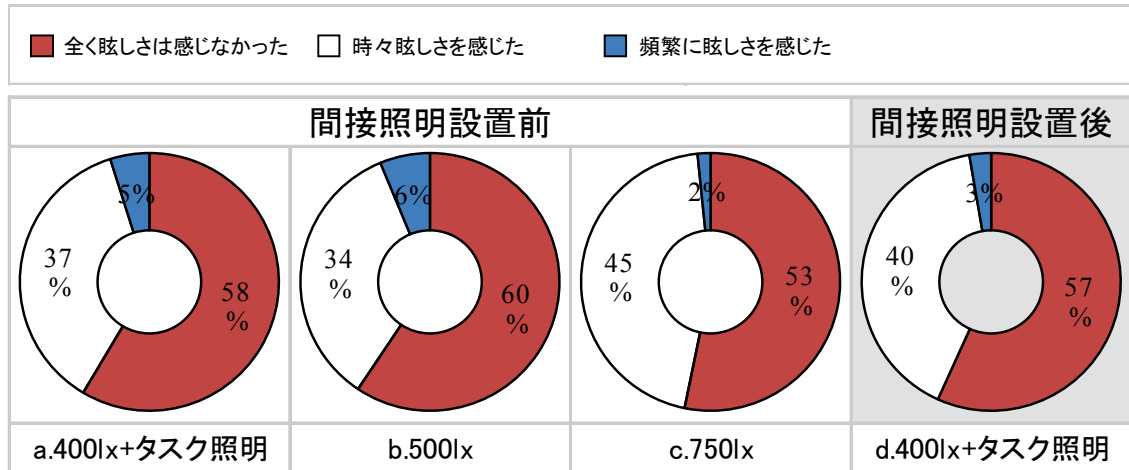


図 V. 2. 2. 52 窓面の眩しさについて

(6) 執務空間の照明計画として

400lx+タスク照明、750lx を比較すると、400lx+タスク照明では750lx よりも不満側の回答が減少した。また、間接照明の設置により更に不満側の回答者が減少する結果となり、タスク・アンビエント照明手法及び間接照明により執務室の満足度は上昇したものと考えられる。

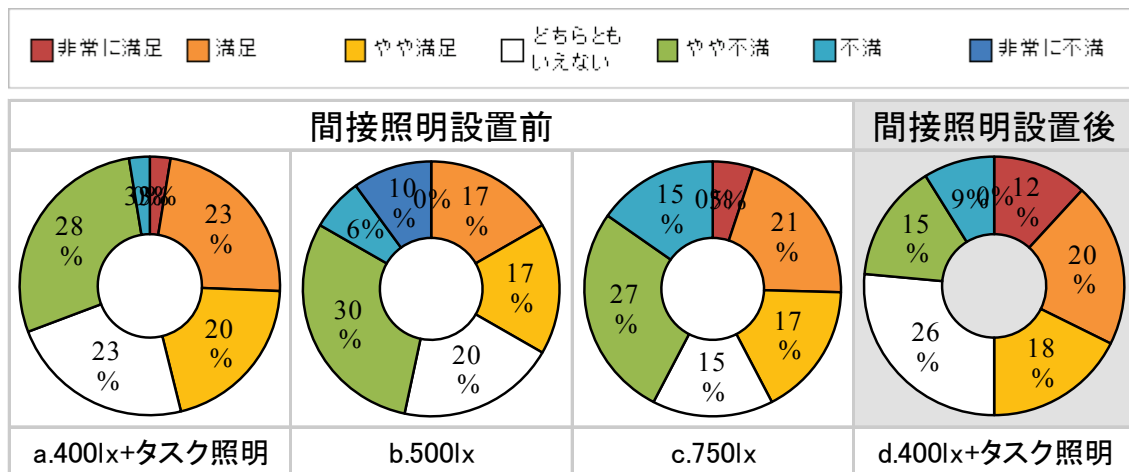


図 V. 2. 2. 53 執務空間の照明計画として

(7) 作業のしやすさについて

400lx+タスク照明, 750lx を比較すると, 400lx+タスク照明では 750lx よりも不満側の回答が減少した。このことから執務者は必ずしも設定照度 750lx に満足している訳ではないことがわかる。

以上より, タスクアンビエント照明手法, 昼光利用制御及び間接照明による空間の明るさ感を考慮した照明計画等により, 省エネルギーと光環境快適性の両立が可能であることを示した。

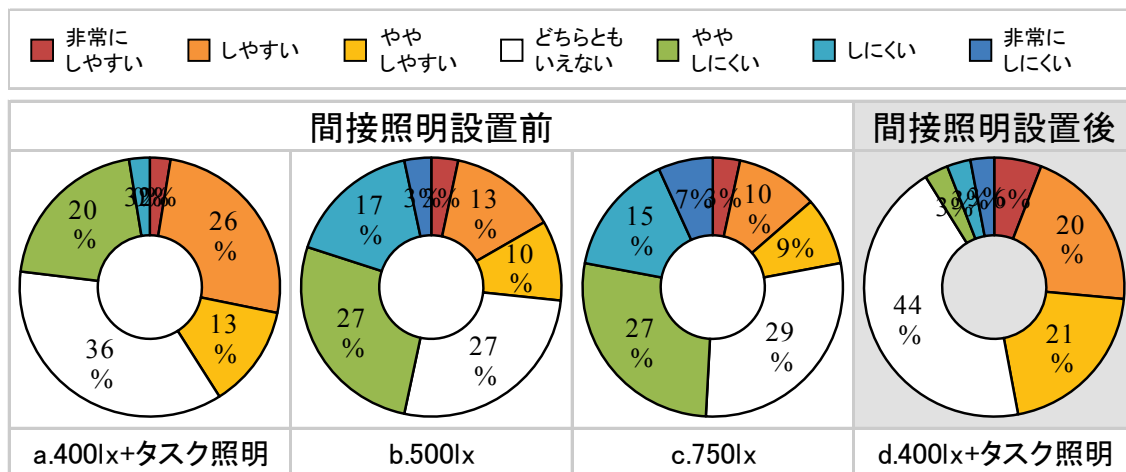


図 V. 2. 2. 54 作業のしやすさについて

2.3. 事務所建物 (3B)

2.3.1. 調査目的

事務所建物 (3B)では昼光利用制御, タイムスケジュール制御および在室検知制御による照明電力削減効果を求める.

対象データは2004~2009年度BEMS照明電力データ (電力量1h値) とした. 調光レンジは25-100%の連続調光, 執務時間(9:00~18:00), 机上面設定照度は800lxである.

2.3.2. 建物概要



図 V. 2. 3. 1 事務所建物 (3B) 外観



図 V. 2. 3. 2 事務所建物 (3B) 内観

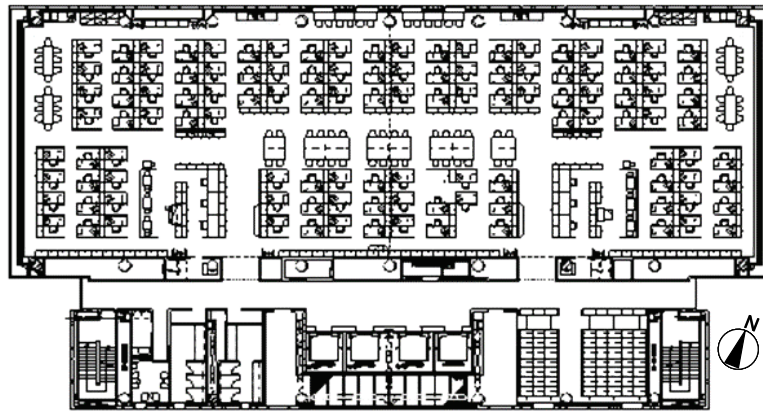


図 V. 2. 3. 3 事務所建物 (3B) 平面図

事務所建物 (3B)は地上 14 階地下 1 階塔屋 1 階の事務所建築である。窓面近傍においてはブラインド自動制御と連動した照明の昼光利用制御を採用し、積極的に自然光を取り入れることで消費電力の削減を図っている。さらに執務空間全体には人感センサーを設置し、在室検知による電力削減を行っている。また昼休み (12:00~13:00) にはアンビエント照明を一斉減灯するスケジュール制御も導入している。机上面設定照度は 800lx である。

(1) 窓システム概要

図 V.2.3.4 にペリメータ断面図を示す。外装には東西面のガラスカーテンウォールのファサードに外付け電動ブラインドと複層発熱ガラスを採用している。外付け電動ブラインドのスラットは、保護角制御で、日差しが建物の裏側に差し込むなどの窓面に直達日射が入射しない時間帯は水平に制御される。ただし、執務者へのグレアの影響を考慮し、ブラインドの巻き下げは行われていない。複層発熱ガラスは室内側ガラス面全体の温度を一定に保ち、冬期のコールドドラフト・結露防止のために使用されている。

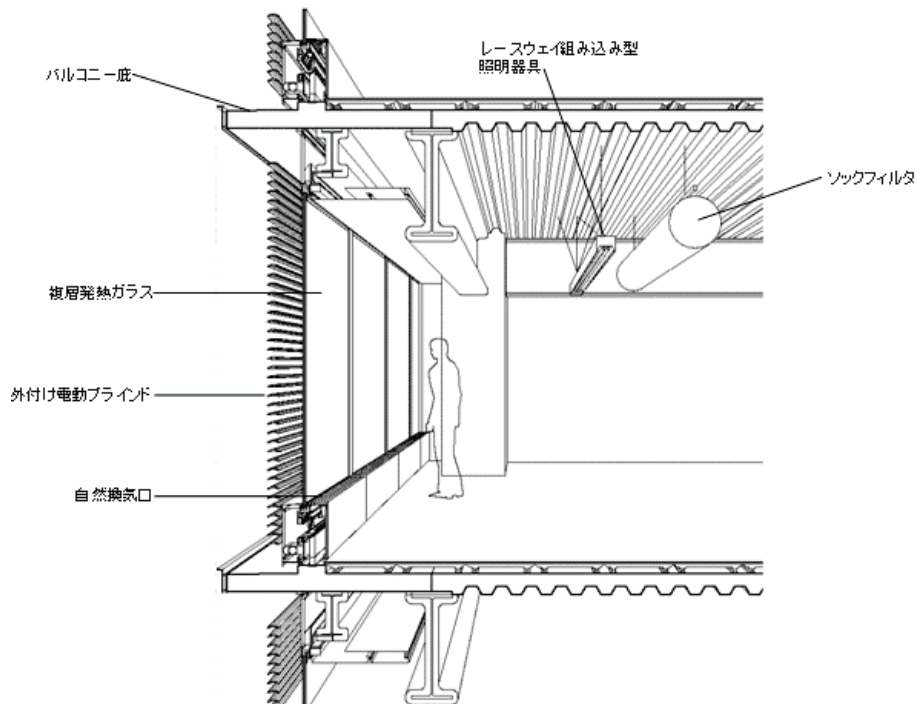


図 V. 2. 3. 4 ペリメータ断面

1) 外付けブラインド

東西の窓面には、室内の熱負荷を低減するために有効な外付け電動ブラインドを設置している。スラット角は室内への採光量，熱負荷，グレアの低減を最適な状態に保つ角度に自動制御され，またスラット表面はアルミファインマット仕上げとすることで，ライトシェルフ効果により室内に柔らかい光を導いている。



図 V. 2. 3. 5 外付けブラインド

(2) 照明概要

本建物では室奥まで設置された調光センサーにより昼光利用及び適正照度補正が行われている。また，人感センサーにより在室検知制御を行い，不在エリアに関しては減光制御を行う。昼休み（12：00～13：00）の一斉減灯が行われている。

照明器具は 32W2 灯形 Hf 蛍光灯（5000K）であり，25～100%の連続調光が可能である。



図 V. 2. 3. 6 調光センサー



図 V. 2. 3. 7 内装反射率

天井面の仕上げは黒色であり、反射率の非常に低い仕様である。

・建物データ

所在地： 東京都千代田区飯田橋
竣工年： 2003 年
敷地面積： 2,853 m²
延床面積： 20,581 m²
構造： 鉄骨造，鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄筋コンクリート造
階数： 地下1階，地上14階
計測対象： 5階執務室エリア

・照明設備

器具： アンビエント照明（調光式 Hf 型蛍光灯，約 5000K）
導入制御： 昼光利用制御
タイムスケジュール制御（12:00～13:00，減灯）
在室検知制御（インターバル 20 分）

採光面： 東面及び西面

・CASBEE 評価： S ランク

・採光面： 東面（外付けブラインド，自動制御ブラインド）
西面（外付けブラインド，自動制御ブラインド）

・データ取得期間： 2004/1/1～209/12/31

・測定項目

電力データ： BEMS：電力1時間値，電力量1時間値，調光率10分値
窓面日射量10分値

2.3.3. 評価エリア及び計測概要

(1) 評価エリア

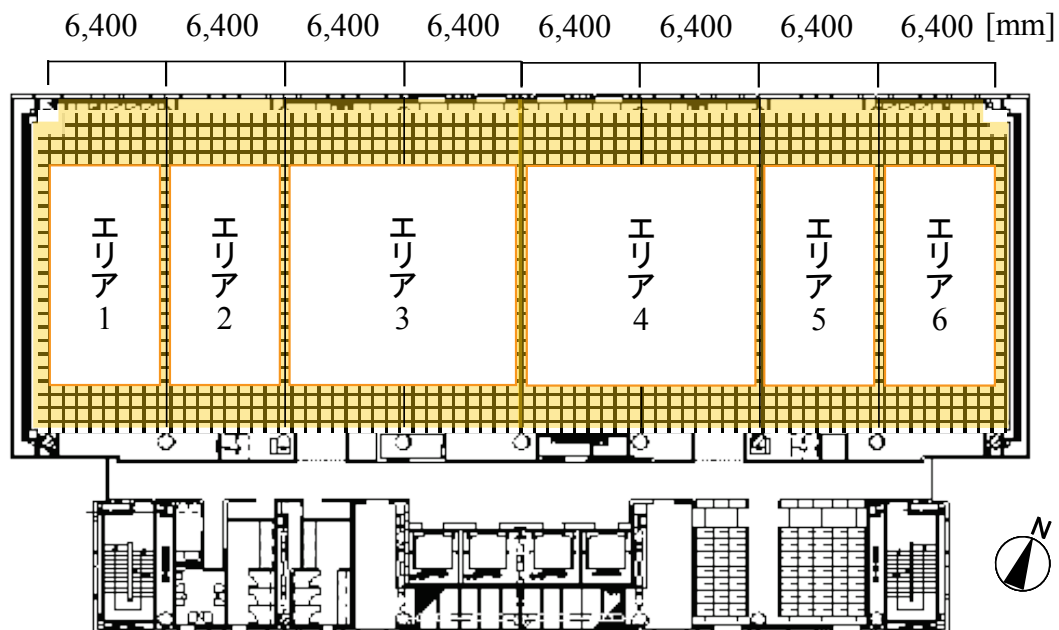


図 V. 2. 3. 8 評価エリア (5F)

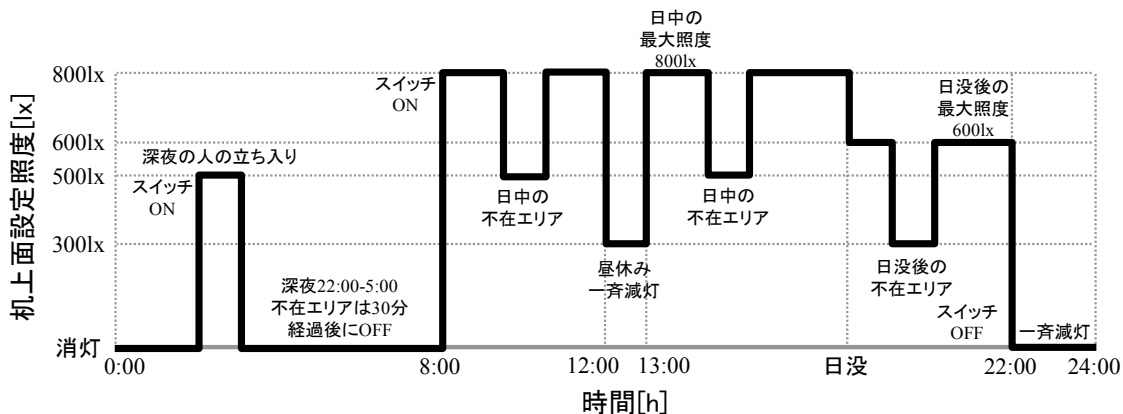


図 V. 2. 3. 9 制御ロジック

図 V.2.3.9 に照明制御ロジックを示す。対象フロアにおいては、執務時間(9:00~18:00)において机上面設定照度：800lx，昼休み(12:00~13:00)一斉減光：300lx を行っている。執務者の不在エリアにおいては人感センサーによる減光：500lx が行われている。

(2) BEMS データ概要

表 V.2.3.1 に中央監視システムにより収集される主な計測ポイントの一覧を示す。また、この他に対象フロアでは調光率（10 分値）の計測を行っている。

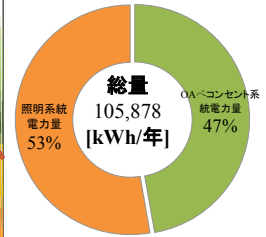
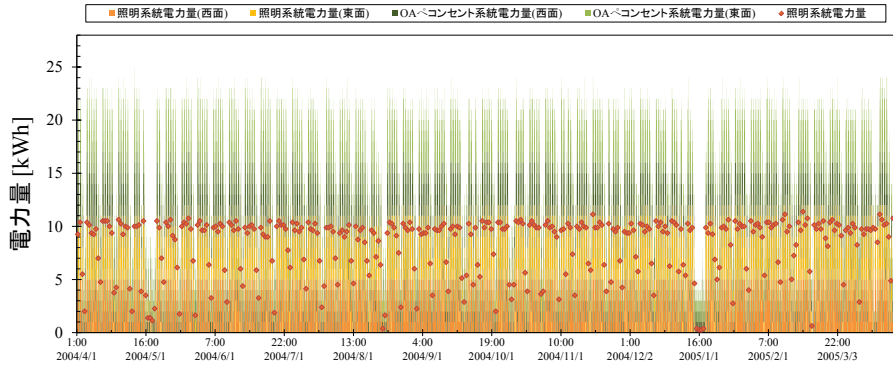
表 V. 2. 3. 1 主要な BEMS 記録値

| | | | |
|---------|-----|-----------------|--|
| 消費エネルギー | 室内 | 1F~14F系統別電力量 | 瞬時(1F..8個 2F..1個 3F..6個 4F..4個 5F..9個 7F..3個 14F..4個 屋上..8個) |
| | | 5Fコンセント系、照明系電力量 | 積算(1F..8個 2F..1個 3F..6個 4F..4個 5F..9個 7F..3個 14F..4個 屋上..8個) |
| | | その他 | 瞬時(コンセント系..2個 照明系..1個) 積算(コンセント系..2個 照明系..1個) |
| | 熱源基 | 各ポンプ電力量 | 瞬時(各ポンプ1個ずつ計4個) 積算瞬時(各ポンプ1個ずつ計4個) |
| | | HR動力電力 | 瞬時(各HR1個ずつ計3個) 積算(各HR1個ずつ計3個) |
| | | 受電電力 | 瞬時(1個) 積算(1個) |
| | | 熱源基系統電力 | 瞬時(1個) 積算(1個) |
| | | 空調系統電力 | 瞬時(2個) 積算(2個) |
| | 全体 | 動力盤 | 瞬時(2個) 積算(2個) |
| | | その他 | |
| | | 電灯盤 | 瞬時(1個) 積算(1個) |
| | ガス | 冷温水発生機ガスメーター | 瞬時(1個) 積算(1個) |

2. 3. 4. 消費電力評価

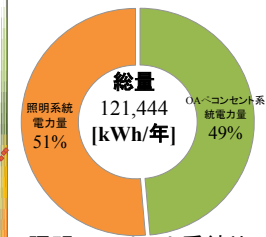
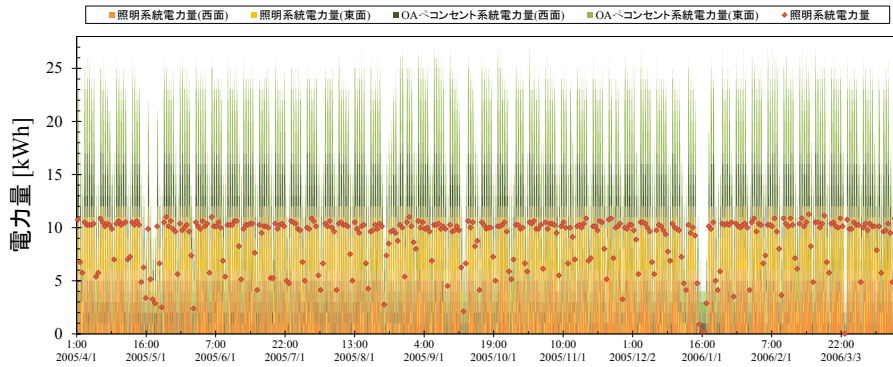
(1) 照明及び OA コンセント系統消費電力比較

図 V.2.3.10 に 2004-2009 年度の照明及び OA コンセント系統の電力消費量（1h 値）を示す。期間を通して照明の電力消費量は平日/執務時間(9:00~18:00)において約 10~11 kWh であり、年次変化と共に照明系統の消費電力はやや増加している。また、照明及び OA コンセント系統の電力消費量はおよそ照明：コンセント=1：1 であり、電力消費量の内訳は一般的な事務所建物と同程度である。



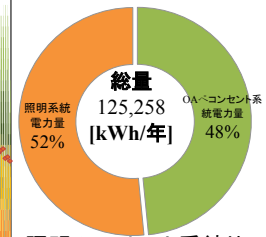
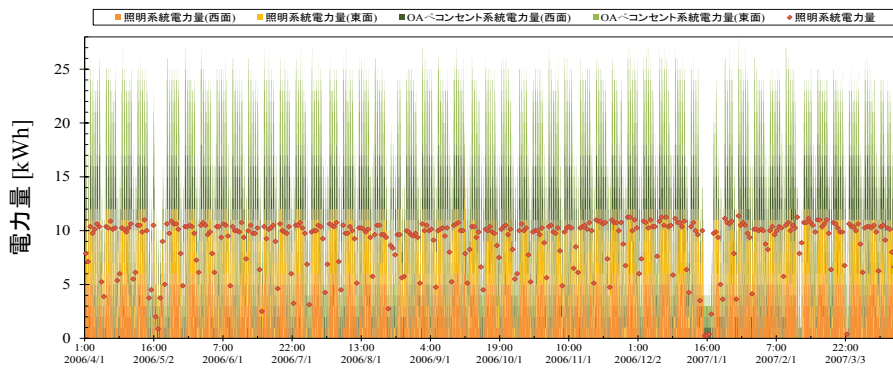
照明/コンセント系統比

a. 2004 年度



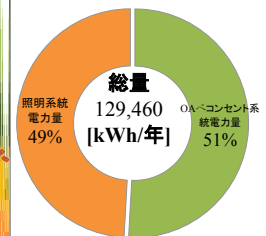
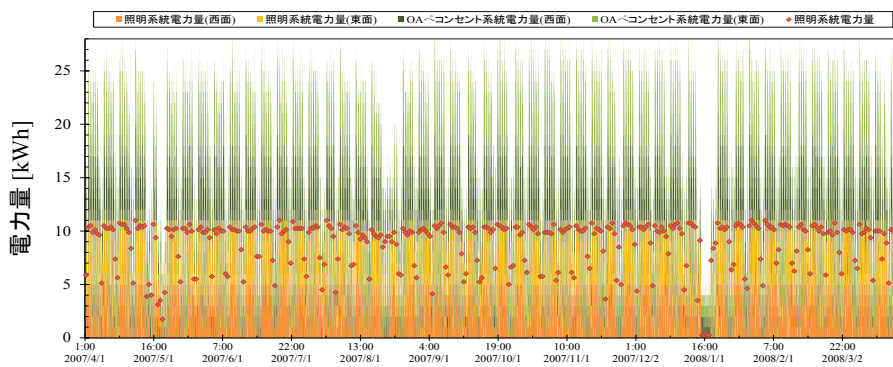
照明/コンセント系統比

b. 2005 年度



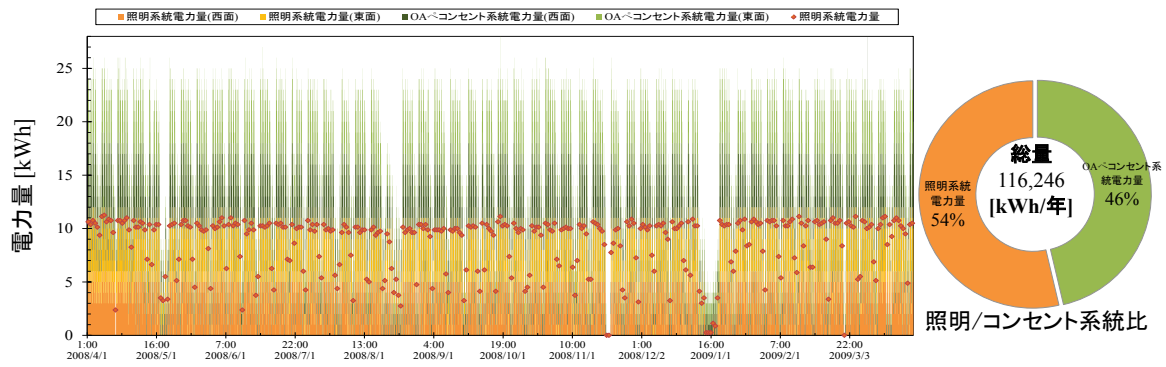
照明/コンセント系統比

c. 2006 年度

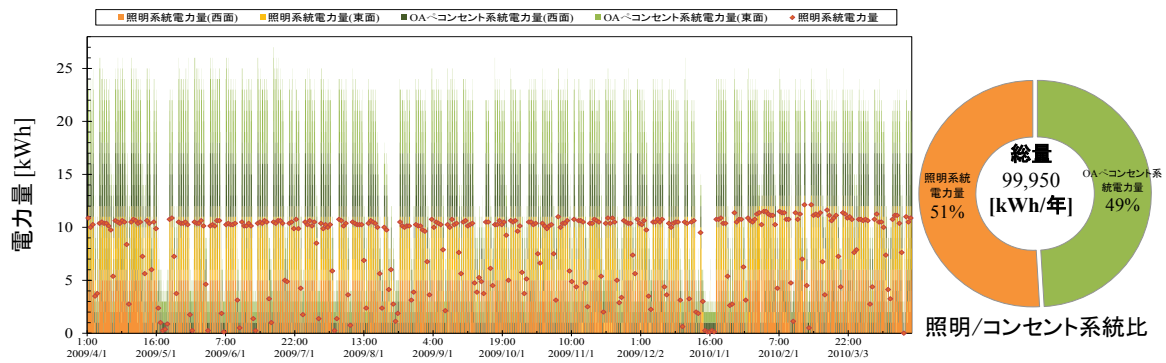


照明/コンセント系統比

d. 2007 年度



e. 2008 年度



f. 2009 年度

図 V. 2. 3. 10 年度別照明及び OA コンセント系統消費電力比較

一方、季節による照明消費電力の差は見られない。これは BEMS 記録値の有効数が少ないこと、或いは内装反射率が低い為にインテリア側で十分な昼光利用効果が得られていないことが要因であると考えられる。

(2) 調光率に対する消費電力

図 V.2.3.11 に西エリア（図 V.2.3.8, エリア 1~3）における年度別調光率に対する平均照明消費電力を示す。BEMS 記録値の記録単位は kWh であり、有効数は整数 1 桁である為、照明制御手法による省エネルギー効果を正確に把握出来ない可能性がある。そこで本報では、図 V.2.3.11 に示す、各年度の調光率と消費電力の相関関係を基に消費電力を補完し、より詳細な省エネルギー評価を行う。

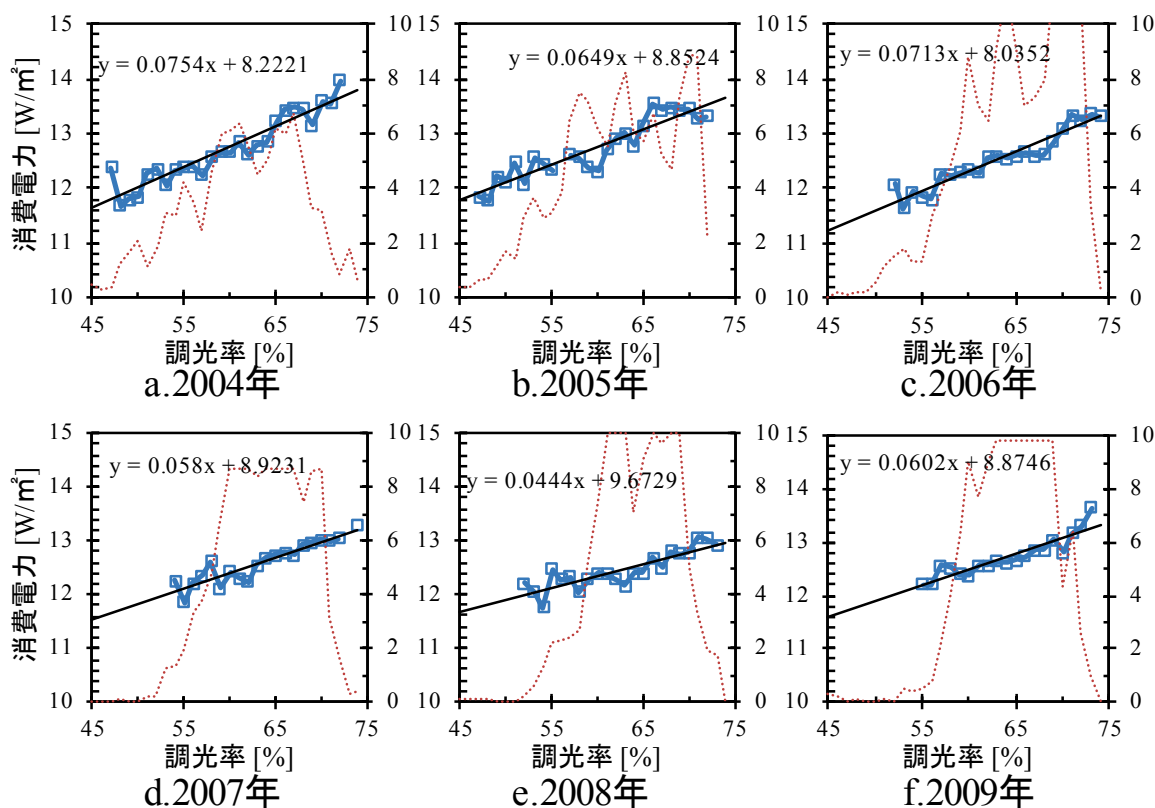
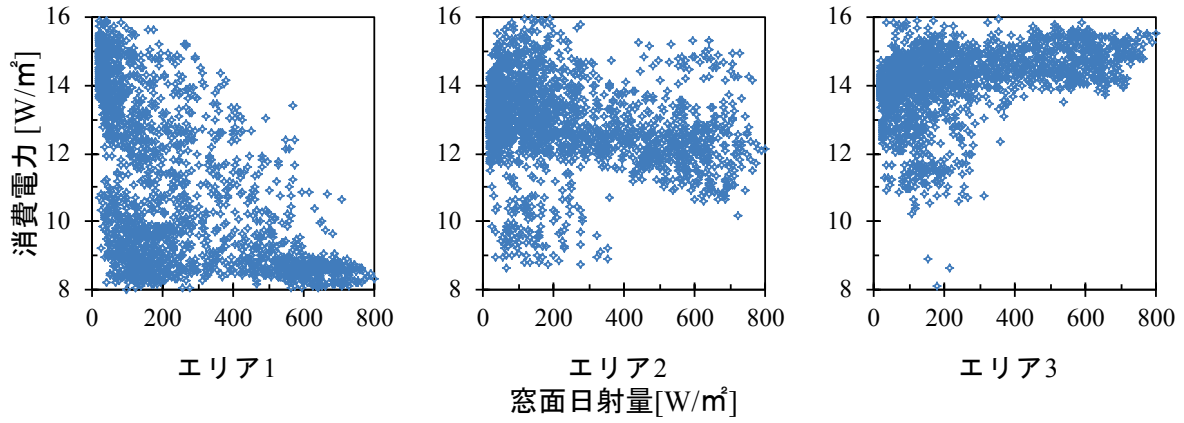


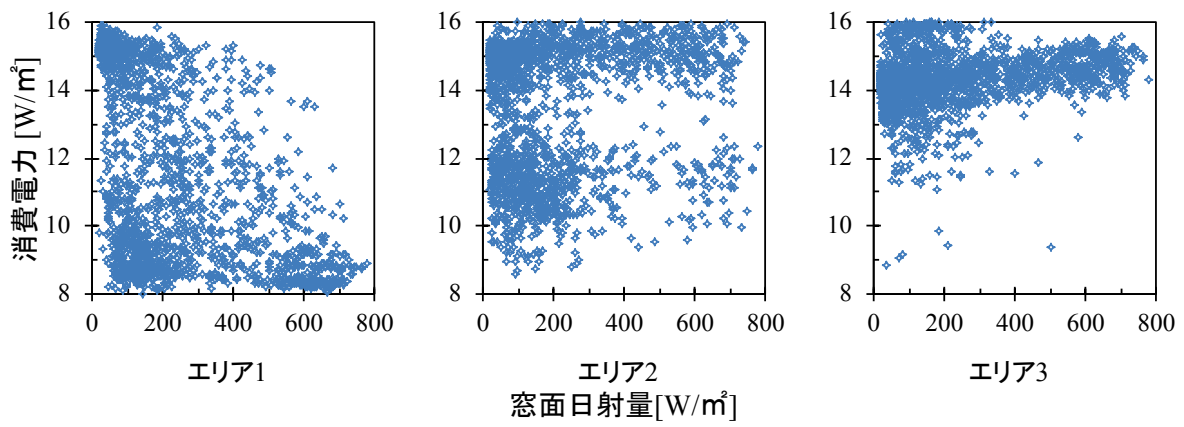
図 V. 2. 3. 11 年度別調光率に対する平均照明消費電力

(3) 屋外鉛直面日射と照明電力

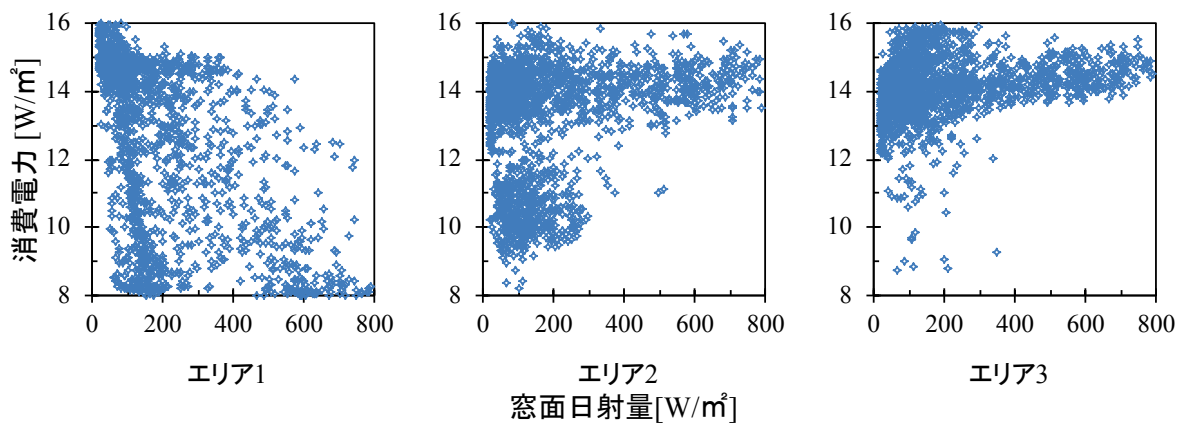
図 V.2.3.12 に 2004/1/1-2010/5/31 の平日/執務時間(10:00~18:00)における屋外鉛直面日射と照明電力の相関を窓面距離別に示す。評価エリアは奥行き方向 6.4 m とした。また、各エリアに対応する屋外鉛直面日射量として、西鉛直面日射量を用いた。



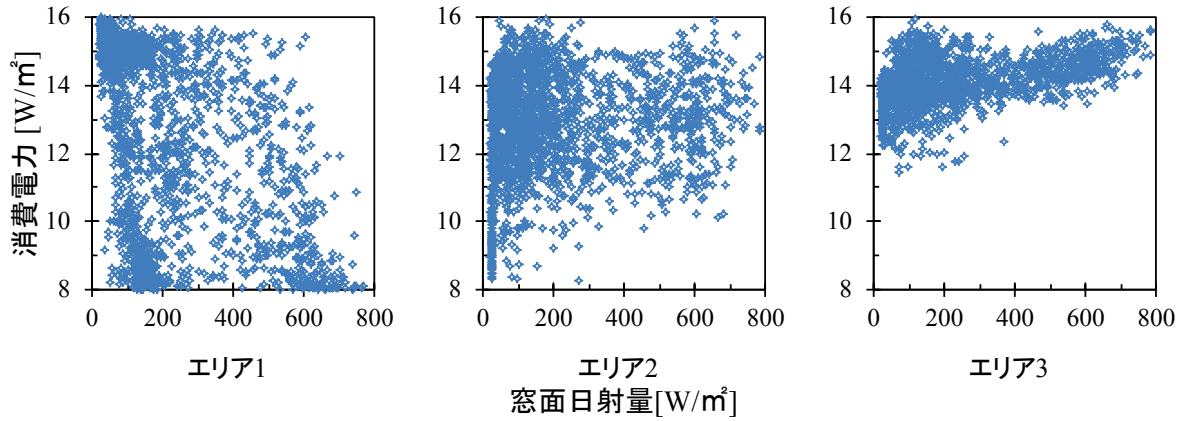
a. 2004年（執務時間10:00-18:00）



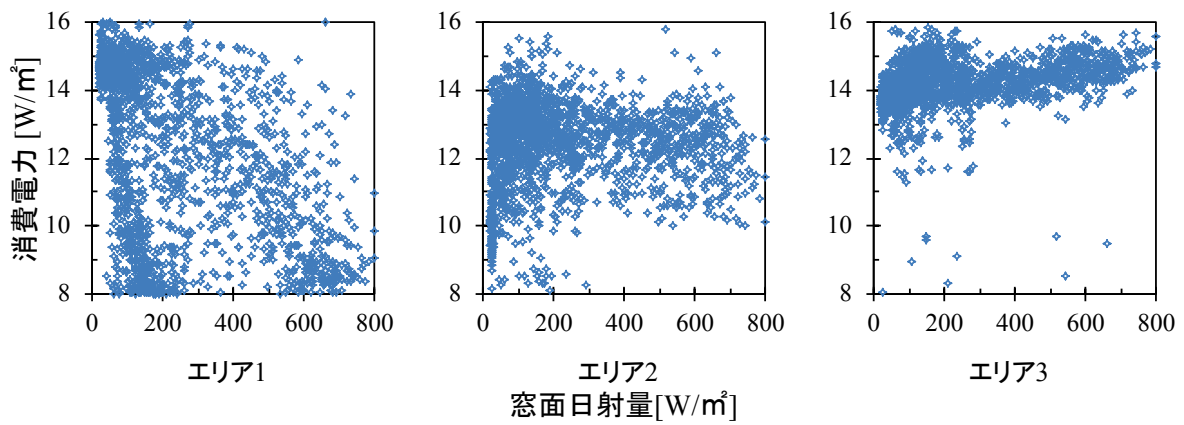
b. 2005年（執務時間10:00-18:00）



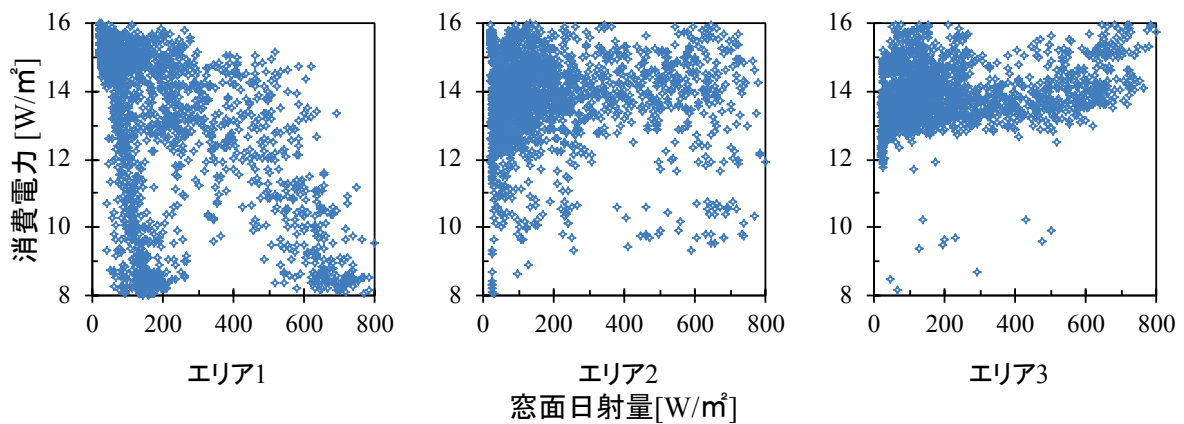
c. 2006年（執務時間10:00-18:00）



d. 2007年（執務時間 10:00-18:00）



e. 2008年（執務時間 10:00-18:00）



f. 2009年（執務時間 10:00-18:00）

図 V. 2. 3. 12 屋外鉛直面日射量とエリア別照明消費電力の相関

2004年~2009年の各年において、いずれも窓面に最も近いエリア1では日射量の増加に伴い照明消費電力が大きく低下した。また、エリア2においても若干ではあるが同様の傾向がみられ、窓面距離約10~15mまで昼光利用効果が確認できる。これはブラインド自動制御により、昼光が室奥まで適切に導入出来ている為と考えられるが、一方で内装反射率が低いために省エネルギー効果を十

分に得られていない可能性もある。エリア3では昼光利用効果は期待出来ないものの、適正照度補正あるいは在室検知による照明制御が効果的に作用している。執務時間（10:00~18:00）における最大消費電力は約16W/m²であることが確認できた。

(4) 在室検知制御による省エネルギー効果の類推

在室検知制御の省エネルギー効果を類推するため、昼光の影響の少ないエリア3のデータを基に評価する。在室検知制御による執務者不在エリア（500 lx）の消費電力（約10.2 W/m²）の出現頻度から、年間の平均省エネルギー効果を算出した。記録誤差として±1.0 W/m²の値の出現頻度を積算すると、2004年から2009年を通して約7.2%の出現頻度であることがわかった。

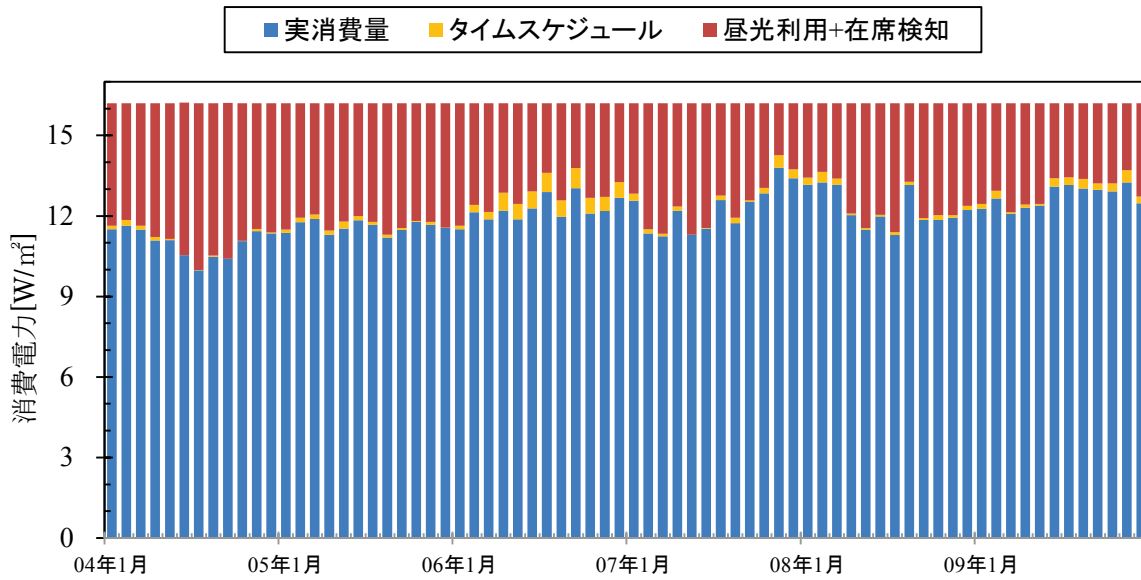
表 V. 2. 3. 2 在室検知制御による年間消費電力削減有効時刻発生頻度と省エネルギー効果

| 年 | 出現頻度 [%] | 省エネルギー効果 [%] |
|------|----------|--------------|
| 2004 | 11.3 | 5.3 |
| 2005 | 5.4 | 2.6 |
| 2006 | 3.3 | 1.6 |
| 2007 | 7.6 | 3.6 |
| 2008 | 7.6 | 3.6 |
| 2009 | 7.9 | 3.7 |
| 平均 | 7.2 | 3.4 |

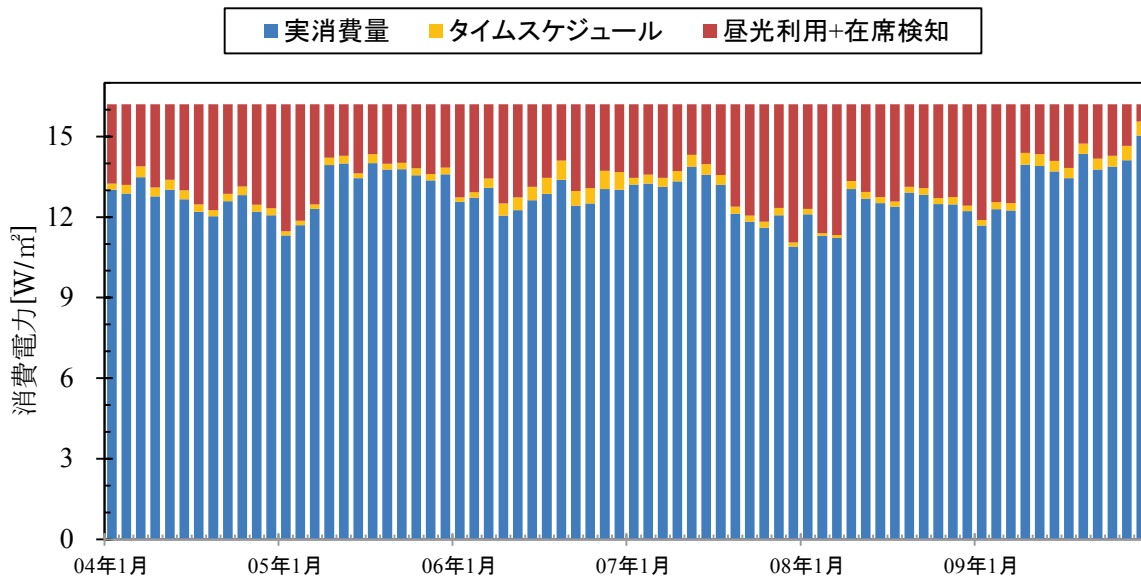
表 V.2.3.2 に在室検知制御による年間消費電力削減有効時刻発生頻度と省エネルギー効果を示す。最大消費電力は16 W/m²とした。他年度と比較し、2004年及び2006年に±2.0%程度省エネルギー効果の変化が見られるが、本建物においては在室検知制御により平均約3.4%の省エネルギー効果が得られている。但し、評価に当たっては照明消費電力の記録誤差として10.2 W/m²（500 lx 時の消費電力）から±1.0 W/m²の値を在室検知制御による省エネルギー効果として扱っているが、本来エリア3では適正照度補正を行っているため、上記省エネルギー効果には適正照度補正による効果も含有されている可能性がある。従って、ここではあくまで参考値として扱う。

(5) 月別照明電力削減効果

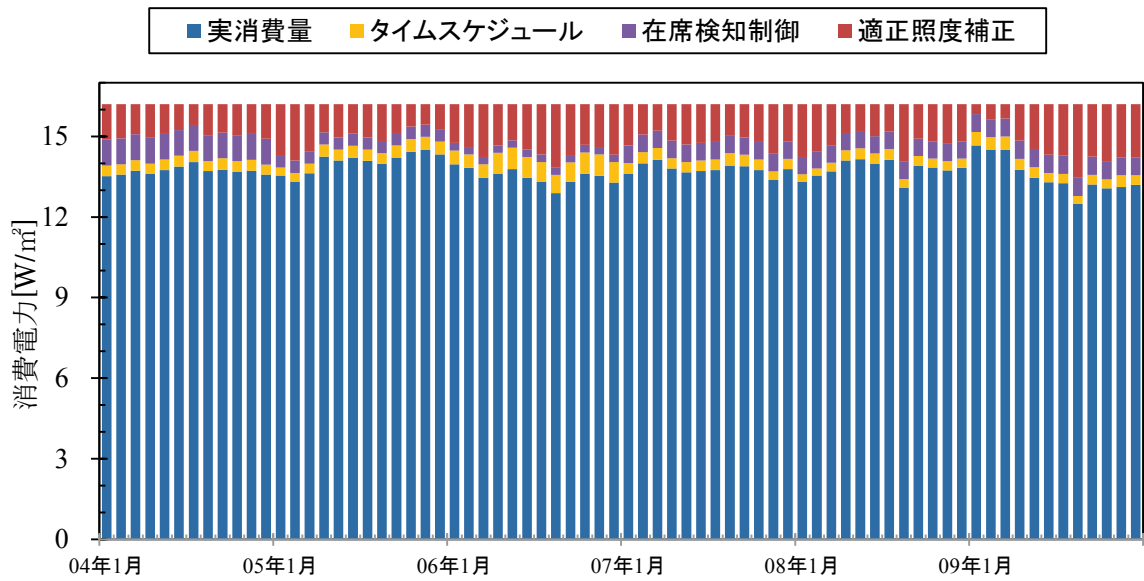
図 V.2.3.13 に 2004/1/1-2009/12 の平日/執務時間(10:00~18:00)における月別各種照明制御の照明電力削減効果を示す。



a. スパン 1 (2004/1~2009/12, 執務時間 10:00-18:00)



b. スパン 2 (2004/1~2009/12, 執務時間 10:00-18:00)



c. スパン3 (2004/1~2009/12, 執務時間 10:00-18:00)

図 V. 2. 3. 13 月別照明電力削減効果

(6) 各種照明制御の省エネルギー効果

図 V.2.3.14 に 2004/1/1-2009/12 の平日/執務時間(10:00~18:00)における各種照明制御の省エネルギー効果率を示す。西エリア (エリア 1~3 全体) においては昼光利用制御が約 12%の削減効果を示しているが、日照時間の短い冬期期間はやや効果が小さく、季節によって効果にばらつきがある。一方、スケジュール制御の削減効果は年間を通じて約 2%とほぼ一定である。

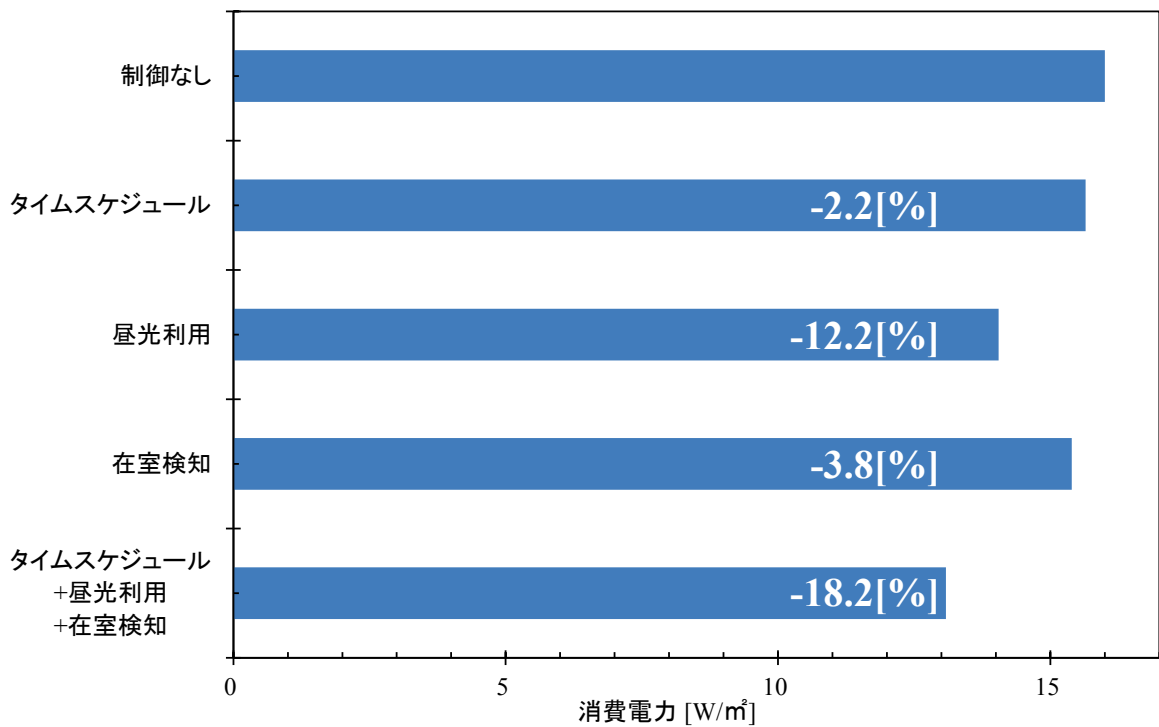


図 V. 2. 3. 14 ペリメータにおける各種照明制御の省エネルギー効果

2.4. 事務所建物 (3D)

2.4.1. 調査目的

事務所建物 (3D)では在室検知制御および昼光利用制御, タイムスケジュール制御による照明電力の削減効果を評価する. 対象となる調光率データは2007/8/1~2008/2/14 (欠損: 2007/10/17~2007/10/28) および2009/1/1~2009/12/31の BEMSデータ (10分値) である. また, 全般照明が完全に消灯 (調光率 0%) となるのは, 昼休み (12:00~12:50) のみであり, 退室時には手動の消灯操作が必要となる. (調光下限値: 30%) 全般照明は45Wコンパクト形HF蛍光灯×2灯用である. 机上面設定照度は750lx, 執務時間は8:00~18:00とした. その他建物概要等の詳細を以下に示す.

2.4.2. 建物概要



図 V. 2. 4. 1 事務所建物 (3D) 外観

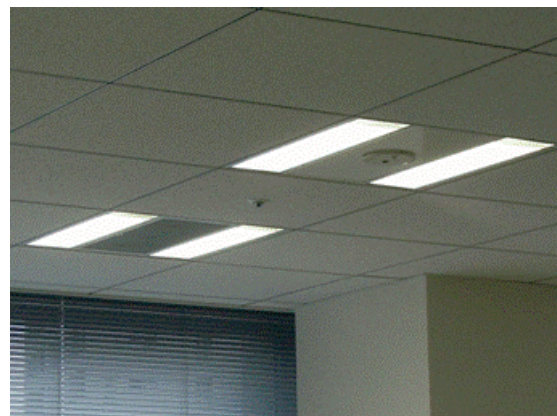


図 V. 2. 4. 2 事務所建物 (3D) 内観

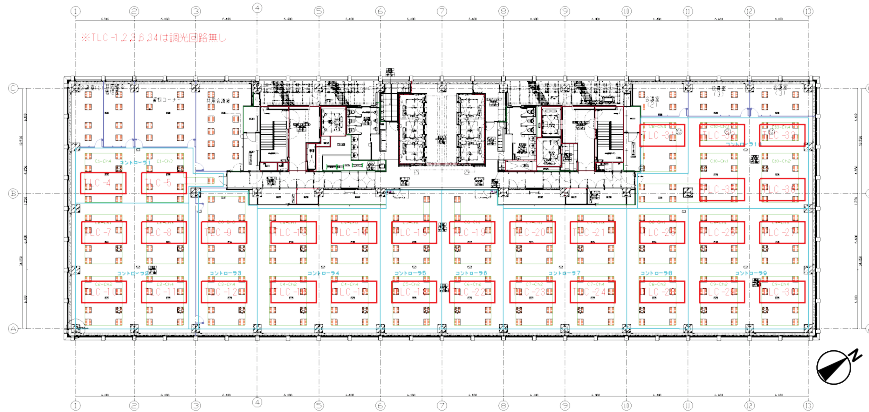


図 V. 2. 4. 3 事務所建物 (3D) 平面図

事務所建物 (3D)は地上 15 階 (内, 事務用途は 9 階まで) 地下 2 階の事務所建築である. 天井面には人感センサーを設置し, 人の在・不在を検知することで照明の出力を制御している. また昼光利用制御, 昼休み (12:00~13:00) の一斉消灯 (スケジュール制御) を導入している. 机上面設定照度は 750lx である. ブラインド制御 (照明負荷/空調負荷の演算協調制御) は直達日射の保護角制御及び鉛直面照度閾値による水平制御である.

(1) アンビエント照明配置

図 V.2.4.4 にアンビエント照明の配置を示す.

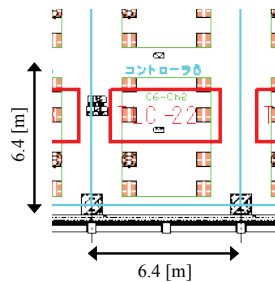


図 V. 2. 4. 4 アンビエント照明位置

(2) 在室検知制御ロジック

本建物においては, 執務者不在から 30 分経過時に 50%調光 (不在 1), さらに 10 分後に 30%調光 (不在 2) と制御されている. 但し「不在 1, 2」の判定時に周囲 5 エリアの何れか 1 箇所が「在」判定の場合, 在室検知制御は行われない.

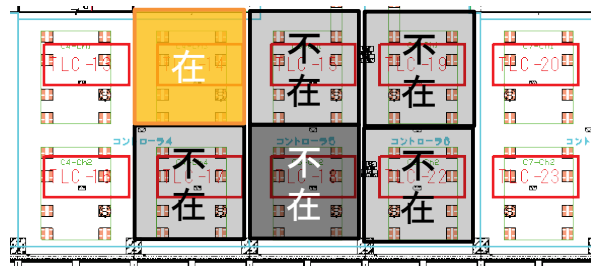


図 V. 2. 4. 5 在室検知制御判定例

・建物データ

所在地： 東京都港区赤坂
竣工年： 2007年
敷地面積： 14,587 m²
延床面積： 33,512 m²
構造： 鉄骨鉄筋コンクリート造，鉄筋コンクリート造及び鉄骨造
階数： 地下2階，地上15階
計測対象： 8階執務室エリア

・照明設備

器具： アンビエント照明（45W コンパクト形 Hf 蛍光灯 2 灯用）
導入制御： 昼光利用制御
タイムスケジュール制御（12:00～12:50，消灯）
在室検知制御（不在：30分不在→調光率 50%→10分不在→調光率 30%）

採光面： 南東面

・CASBEE 評価： S ランク（BEE = 3.3）（事務所/住宅の複合用途）

・採光面： 南東面（透過率 13.2%，自動制御ブラインド）

・データ取得期間： 2007/8/1～2008/2/14（欠損：2007/10/17～2007/10/28）
2009/1/1～2009/12/31

・測定項目

調光率データ： BEMS：調光率 10 分値

2.4.3. 評価エリア及び計測概要

(1) 評価エリア

本建物においては南東窓面より 6.4 m 以内のペリメータゾーンを評価対象とした。

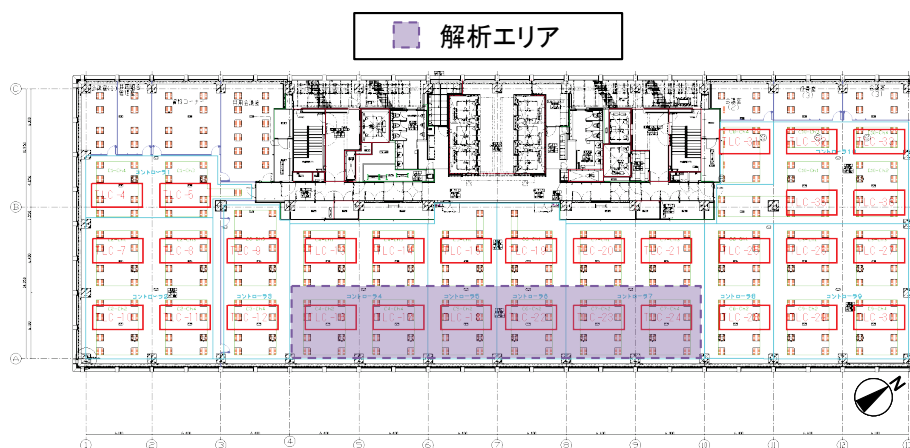


図 V. 2. 4. 6 評価エリア（8F）

2.4.4. 消費電力評価

(1) 調光率出現頻度

表 V.2.4.1 及び図 V.2.4.7 に執務時間（8:00～18:00）における全般照明調光率の年間平均出現頻度を示す。

表 V. 2. 4. 1 全般照明調光率出現頻度

| | 消灯 0 [%] | 在席検知制御 50 [%] | 在席検知制御 30 [%] | 昼光利用制御 51-99 [%] | 全点灯 100 [%] |
|----------|-------------|------------------|------------------|---------------------|----------------|
| 出現頻度 [%] | 10.7 | 0.4 | 4.4 | 31.3 | 53.2 |

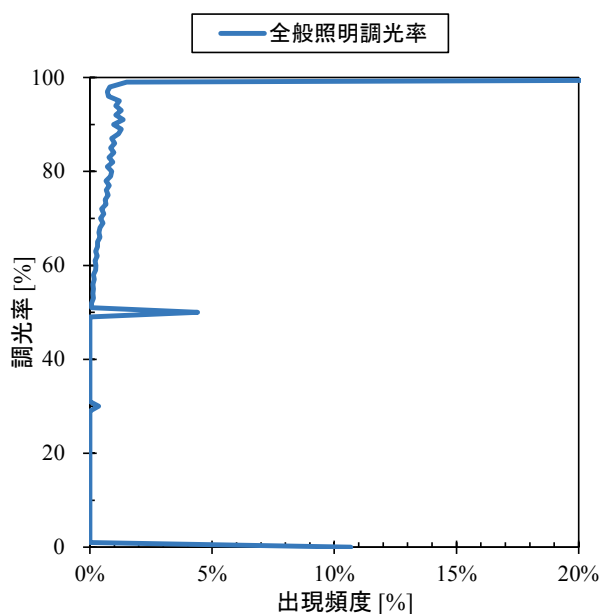


図 V. 2. 4. 7 全般照明調光率出現頻度

全般照明調光率の出現頻度は全点灯（100%）：約 53.2%，昼光利用制御による減光（51～99%）：約 31.3%，在室検知制御による減光 1 段目（50%）：約 4.4%，在室検知制御による減光 2 段目（30%）：約 0.4%，昼休みの一斉消灯（タイムスケジュール制御）（0%）：約 10.7%であった。照明器具の調光率下限値は 30%であるが、対象フロアにおいては下限値を 50%と設定している為、省エネルギー効果が十分に発揮されない可能性がある。

(2) 既存照明条件における照明電力削減効果

図 V.2.4.8 に執務時間（8:00～18:00）における全般照明の消費電力 W/m^2 （10 分値）の時刻変化を示す。

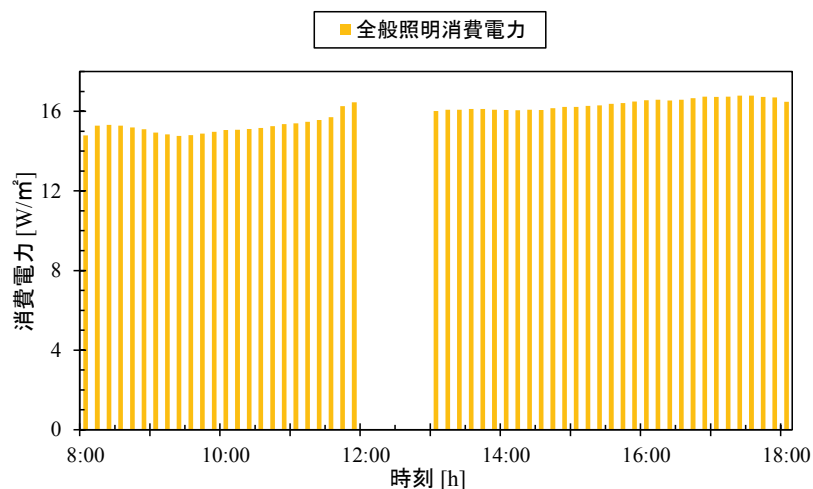


図 V.2.4.8 全般照明消費電力 (年間平均, 10 分値)

対象フロアが南東面に面していることから、昼光利用効果は午前中に現れ、時刻の変化とともに弱くなっている。但し、評価対象エリアはペリメータであるが、昼光利用効果は十分に得られていない。これは本建物の南東窓面の透過率が 13.2 % であること、更に調光下限値を 50 % に設定していることが大きな要因であると考えられる。調光下限値を 50% から 30% へ変更することで更なる省エネルギー効果が得られるものと考えられる。

表 V.2.4.2 及び図 V.2.4.9 に既存照明制御の省エネルギー効果を示す。タイムスケジュールに関しては約 10.7 % と他の物件同様、約 1 割の省エネルギー効果が確認出来た。一方で昼光利用制御は約 7.9 % であり、省エネルギー効果は小さいと言える。これは窓面の透過率が 13.2 % であること、更に調光率下限設定値が 50 % である為と考えられる。また、在室検知制御の省エネルギー効果は約 2.5 % であり、省エネルギー効果は十分でない。事務所建物においては室の使われ方として長時間ある区画の執務者が離席することは珍しく、十分に機能しなかったものと考えられる。

表 V.2.4.2 照明消費電力および各種照明制御省エネルギー効果

| | 昼光利用制御 +スケジュール制御 +在席検知制御 | 在席検知 制御 | 昼光利用 制御 | スケジュール 制御 | 制御なし 750[lx] |
|--------------------|--------------------------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| 照明消費電力 [W/m^2] | 14.3 | 17.1 | 16.2 | 15.7 | 17.6 |
| 省エネルギー効果率 [%] | 18.5 | 2.5 | 7.6 | 10.7 | - |

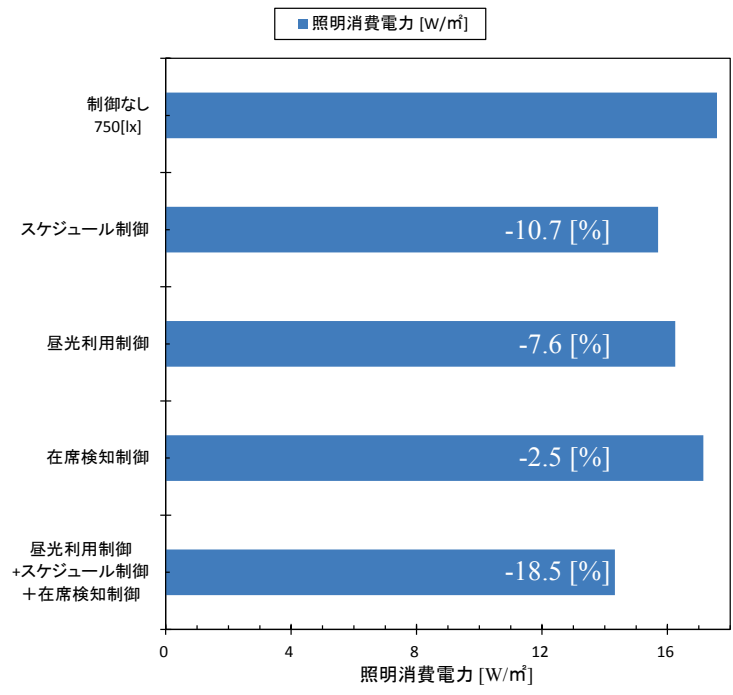


図 V. 2. 4. 9 既存照明制御による省エネルギー効果

(3) 在室検知制御ロジックの検討

既往在室検知制御ロジックを見直すことで、どの程度省エネルギー効果が変わるか検討した。図 V.2.4.10 に BEMS の在不在ログデータ (10 分値) から推定した調光率と実際の調光率 (BEMS 記録値) の比較結果を示す。在室判定としてはログデータに 30 分続けて「不在」と記録してあれば 50%調光、その後 10 分不在であれば「在」とし、上記条件に該当しない場合は在室検知制御を行わないとした。

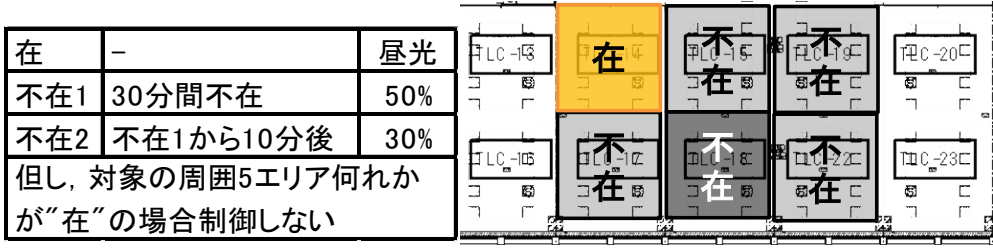


図 V. 2. 4. 10 在室検知制御ロジックおよび判定エリア概要

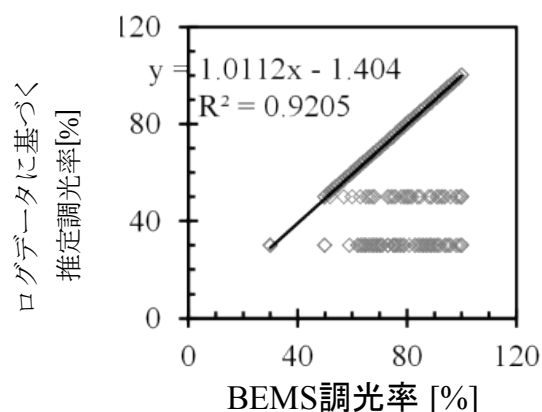


図 V. 2. 4. 11 在不在ログデータを用いた推定調光率と運用値（BEMS）の比較結果

推定値は50%調光（不在1）及び30%調光（不在2）時に若干の判定誤差がみられるが、概ね運用値と一致した。

図 V.2.4.12 に本建物運用値とロジック変更後の在室検知制御による電力削減効果を示す。

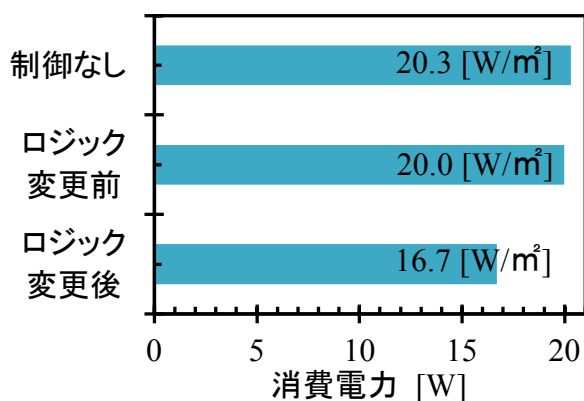


図 V. 2. 4. 12 制御ロジック別在室検知制御の省エネルギー効果

既往制御ロジックを「不在判定時に周囲5エリアが在判定であっても在室検知制御を行う」と変更した場合、省エネルギー効果は約18%となった。但し、現状の制御ロジックは周囲に執務者がいない際の孤立感を緩和する等の光環境の快適性を考慮したものであり、今後光環境データ及び執務者アンケートにより、光環境の快適性を十分に考慮した省エネルギー制御の検討を進める必要がある。

2.5. 事務所建物 (3F)

2.5.1. 調査目的

事務所建物 (3F)では主としてタスク・アンビエント照明手法による照明電力の削減効果と室内光環境の質的な側面の実測評価を行う。省エネルギー性に関しては机上面照度緩和によるアンビエント照明電力の削減効果を評価する。また、タイムスケジュール制御として手動で行われている12:00～13:00のアンビエント照明一斉消灯や、北東面ブラインドスラット角の状態がタスク照明の使用頻度に齎す影響等、室の使われ方が照明電力の削減にどの程度反映されるのか合わせて調査する。

光環境については、タスク・アンビエント照明状況下における作業面及び空間全体の光環境評価を行う。ブラインドのスラット角を操作し(例：一週間ある角度や状態に固定)、適切な昼光導入あるいは夜間における鉛直面の反射率の変化が室内光環境の形成に及ぼす効果を捉える。またさらに照明設備改修を実施し、梁及び柱を低消費電力で照らす床置き照明機器等を設置し、明るさ感を向上させる可能性について検討する。

また執務者を対象としたアンケートでは、天候の変化あるいは時刻の違いが執務者の感じる明るさ/明るさ感、光環境の満足度、作業効率等に及ぼす影響を調査し、照明電力および光環境測定値と合わせて執務室光環境の妥当性を評価する。

対象となる照明電力データは2010/6～2012/12の BEMSデータ(電力量1h値)とし、タスクおよびアンビエント照明は分離計測している。またタスクおよびアンビエント照明はそれぞれLED照明器具を採用しており、タスク照明は4段の段調光タイプ、アンビエント照明は非調光である。執務時間は9:00～18:00、机上面設定照度は300lxである。

2.5.2. 建物概要



図 V. 2. 5. 1 事務所建物 (3F) 外観



図 V. 2. 5. 2 事務所建物(3F)内観



図 V. 2. 5. 3 事務所建物(3F) タスク照明設置状況

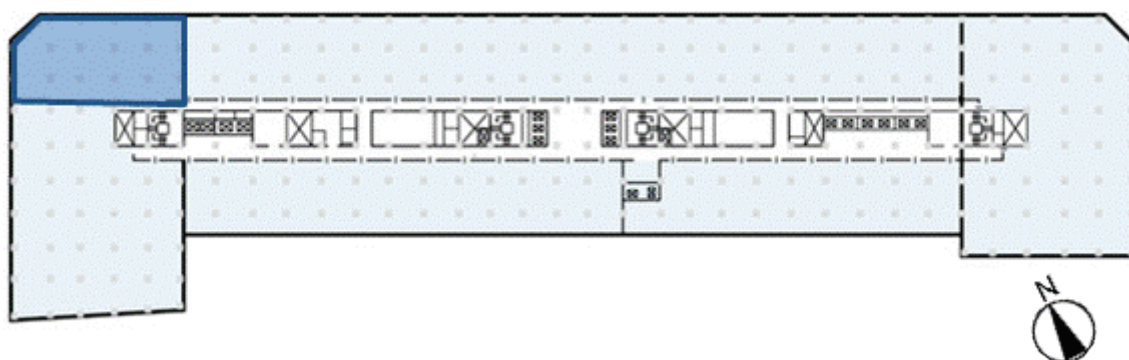


図 V. 2. 5. 4 事務所建物(3F)平面図

(1) 開口部概要



a. 北面

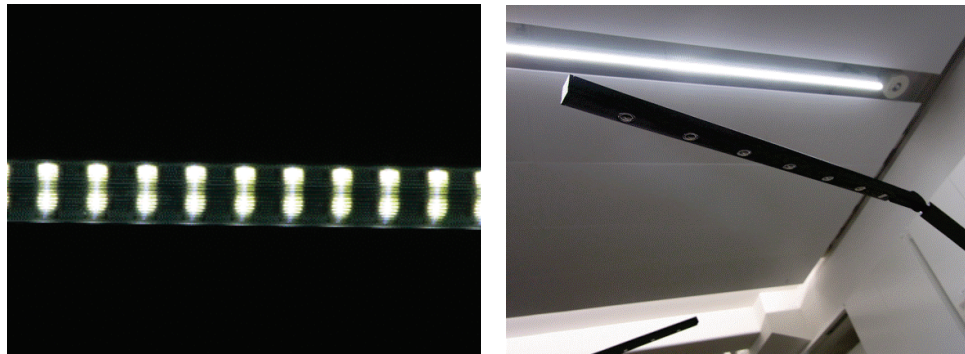
b. 北東面

図 V. 2. 5. 5 方位別開口部

図 V.2.5.5 に方位別開口部の概要を示す。調査にあたっては採光面を北東窓面に限定しブラインド巻き上げ、45°固定等の操作を行った。一方北面及び北西面に関しては期間中ブラインド全閉とした。

(2) 照明概要

本建物はタスク・アンビエント照明手法を導入し、タスク照明及びアンビエント照明ともに LED 照明を採用している。机上面設定照明は 300lx と低めであり、不足分はタスク照明で補われている。また、アンビエント照明は非調光タイプ、タスク照明は 4 段階の段調光タイプである。



a. アンビエント照明

b. タスク照明

図 V. 2. 5. 6 照明器具

・建物データ

| | |
|-------|------------------------|
| 所在地： | 東京都千代田区大手町 |
| 竣工年： | 1958 年 |
| 敷地面積： | 10,500 m ² |
| 延床面積： | 111,300 m ² |
| 構造： | 鉄骨鉄筋コンクリート造 |
| 階数： | 地下 3 階，地上 9 階 |
| 計測対象： | 6 階執務室エリア |

・照明設備

- 器具： アンビエント照明 (LDE 照明, 約 4000 K)
 タスク照明 (LDE 照明, 約 4500 K)
- 導入制御： タイムスケジュール制御 (12:00~13:00, 消灯)
 (※手動のため, 日によって操作時刻が多少異なる)
 タスク・アンビエント照明手法 (手動点灯式タスク照明)
- 採光面： 北東面及び北西面
- 机上面設定照度： 300lx

- ・採光面： 北東面 (—, 手動ブラインド)
 北西面 (DS, 電動ブラインド)

- ・測定期間： 2010/11/22~2010/12/24 (※取得電力データは 2010/6~)

・測定項目

- 電力データ： BEMS：電力 1 時間値, 電力量 1 時間値
 (※タスクおよびアンビエント照明を分離計測)
- 光環境データ： 水平/鉛直面照度, 輝度/明るさ画像, 窓面透過光照度データ
 室内光環境に対する執務者アンケート

2.5.3. 評価エリア及び計測概要

(1) 評価エリア

図 V.2.5.7 に計測機器設置状況を示す。電力データは全般照明/タスク照明/OA コンセント系統の分離計測値 (BEMS データ, 有効数 4 桁) を取得した。光環境データに関しては積分球による屋外気象条件及び窓面透過光の定量的把握と, 執務室パーティション上部に設置した照度計及び面輝度計による, 室内光環境の詳細計測を実施した。更に, 室内の光環境に関する執務者へのアンケートを実施した。以下に各計測項目の詳細を示す。

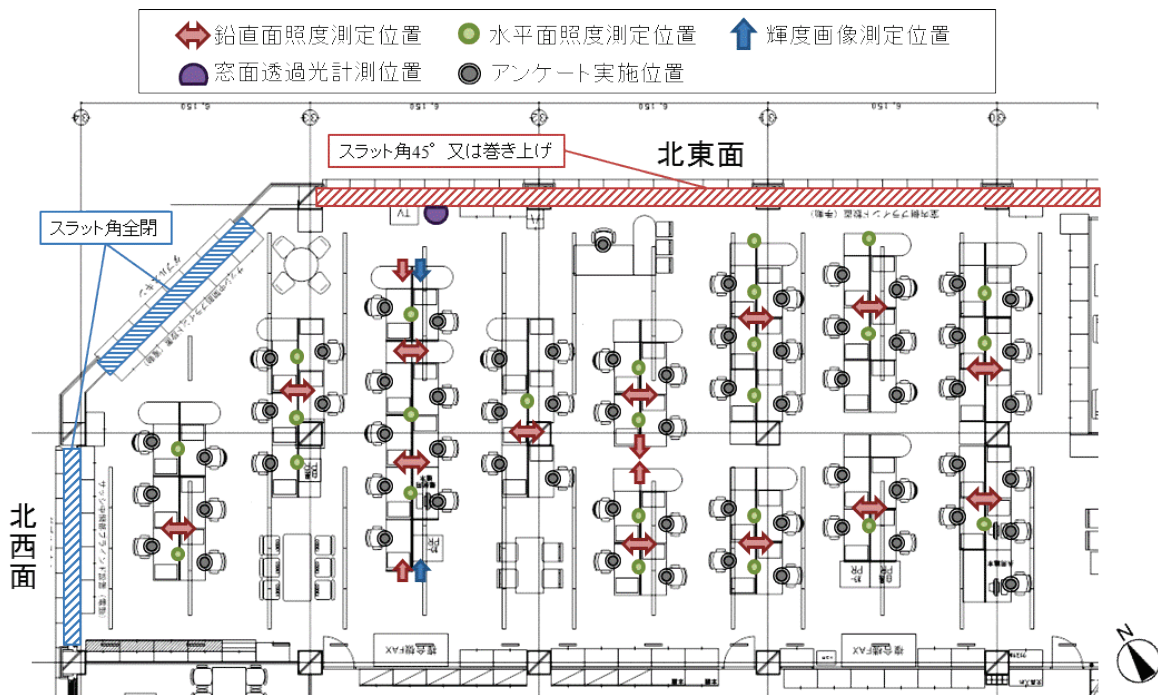


図 V.2.5.7 評価エリア及び計測器設置位置

(2) 計測概要

・ BEMS データ

- データの種類：タスク，全般照明及びOA コンセント系統電力データ
- 測定点数：3 点
- 測定単位：kW（小数点以下2桁）
- 測定間隔：電力量1時間

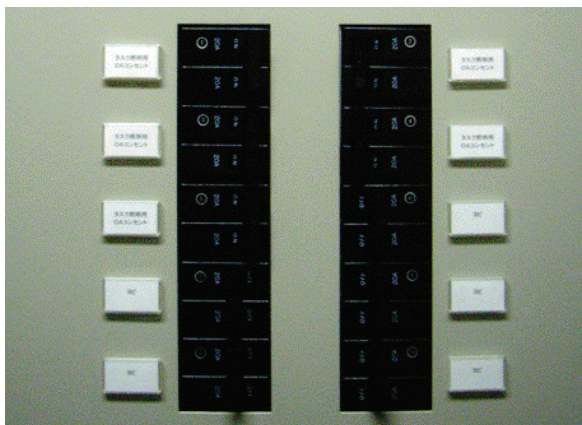


図 V. 2. 5. 8 タスク照明用分電盤

・ 輝度/明るさ画像計測

- データの種類：輝度・明るさ画像
- 計測機器：面輝度計（構造計画研究所）計 2 台
- 測定点数：北東面より鉛直方向に約2m地点（南西向き）に1点
北東面より鉛直方向に約10m地点（北東向き）に1点
- 測定位置：パーティション上，北東及び北西向き鉛直面方向
- 測定間隔：10分

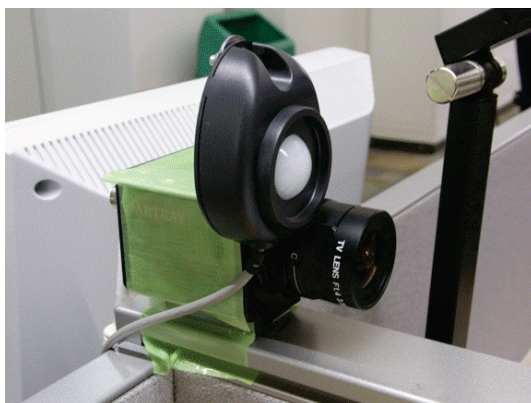


図 V. 2. 5. 9 面輝度計設置イメージ

・ 水平/鉛直面照度計測

- データの種類：水平・鉛直面照度
- 計測機器：3640 照度ロガー（HIOKI）
- 測定点数：水平面 25 点，鉛直面 29 点 計 54 点
- 測定位置：水平面 パーティション上
鉛直面 パーティション上，（2 点は面輝度計と同位置）
- 測定レンジ：窓面距離 2m 以内の鉛直/水平面のみ 200000lx，その他 20000lx

(3640 照度ロガー参照)

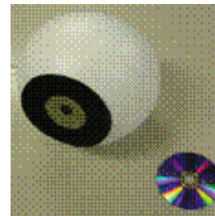
- 測定間隔：1分



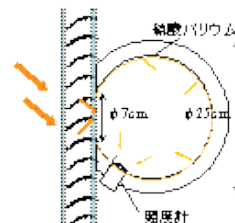
図 V. 2. 5. 10 照度計設置状況

・窓面透過光計測

- データの種類：鉛直面照度
- 計測機器：室内用照度計（英弘精機），サーミクロガー
- 測定点数：北東面1点 計1点
- 測定位置：北東面 庇及びサッシの影響が及ばない位置
- 測定レンジ：200000lx
- 測定間隔：1分



積分球写真



積分球概要図

図 V. 2. 5. 11 積分球設置状況

・明るさ感，満足度および作業効率に関するアンケート

- データの種類：アンケート（※別紙参照）
- 対象者：図2-2-6-7 エリア執務者全員（66名）
- 実施日：各週金曜日 計5回

(3) 計測スケジュール及び照明条件

| | 月 | 火 | 水 | 木 | 金 | 土 | 日 |
|-----------------------|-------------------------|----|-------|----|------|-----------------------|----|
| | 11月8日 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | | | | | | 機材設置 | |
| 計測期間 | ← 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| | ①日中(スラット巻き上げ), 夜間(巻き上げ) | | | | | ※毎週金曜日 データ/アンケート回収 | |
| | ← 29 | 30 | 12月1日 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | ②日中(スラット巻き上げ), 夜間(全閉) | | | | | | |
| | ← 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | ③日中(スラット角45°), 夜間(45°) | | | | | | |
| | ← 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| | ④日中(スラット巻き上げ), 夜間(巻き上げ) | | | | | | |
| | ※照明設備改修後 | | | | | | |
| | ← 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| ⑤日中(スラット巻き上げ), 夜間(全閉) | | | | | 機材撤去 | | |
| ※照明設備改修後 | | | | | | | |

図 V. 2. 5. 12 計測スケジュール

2010年11月22日から5週間(準備日:11月20日)実施した。以下に各設定条件のスケジュールを示す。尚,以下に示す計測期間は照明電力と合わせて執務室光環境の計測を行った期間であり(※スラット角の操作あるいは照明設備の改修等の実験的操作も含む),電力データ単体では,対象エリアが竣工した2010/6からのデータを取得している。適切な昼光導入あるいは夜間における鉛直面の反射率の変化が室内光環境の形成に及ぼす効果を捉えるため,日中/夜間に分けてブラインドスラット角の操作を行った。またここでのスラット角45°は一般的な日射を遮蔽する外向きの傾きではなく,対象窓面が北東に面しており導入対象となる昼光が拡散光であるため,室内により積極的に昼光を導入する内側向きの角度である。

2. 5. 4. 既存照明条件における消費電力評価

(1) 局所制御による省エネルギー効果

図 V.2.5.13 に平日/執務時間(9:00~18:00)における全般照明およびタスク照明の消費電力 W/m^2 (1h 値)を示す。設定照度が300lxである為,消費電力は小さい。また昼休み(12:00~13:00)の一斉消灯は手動操作である為,日によって削減率にばらつきがある。図 V.2.5.14 に本建物における照明電力消費内訳を示す。タスク照明の平均消費電力は約 $0.7W/m^2$ であり,アンビエント照明に比べ,僅かな消費電力である。

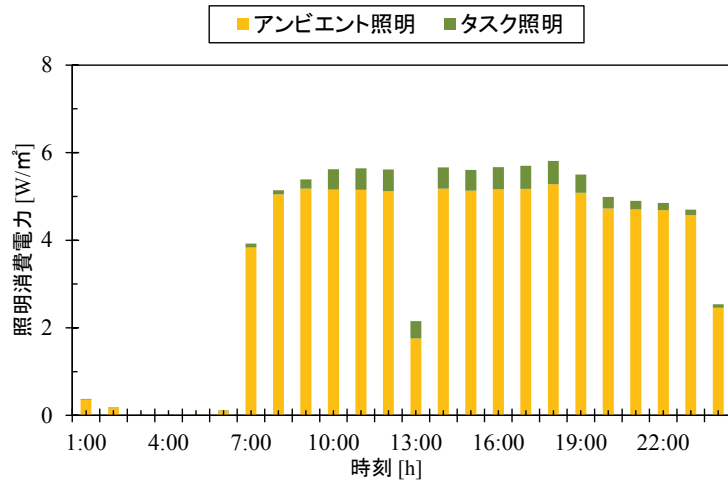


図 V. 2. 5. 13 時刻別照明電力

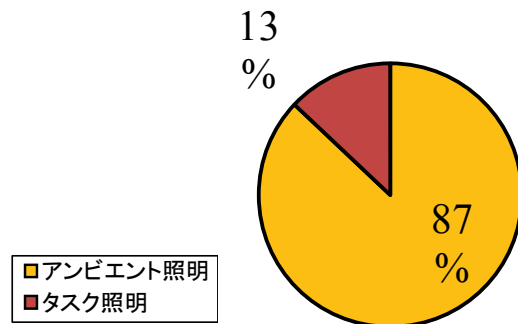


図 V. 2. 5. 14 タスク及びアンビエント照明消費電力内訳

2. 5. 5. 既存照明条件における光環境評価

(1) タスク照明配光特性

図 V.2.5.16 に事務所建物 3F 既存タスク照明の光源直下より 1 m×1 m の配光特性を示す。尚、既存タスク照明は段調光（4 段階）タイプであるため、ここでは各段階の机上面照度分布を示す。机上面からタスク照明光源までの高さは 50 cm とした。

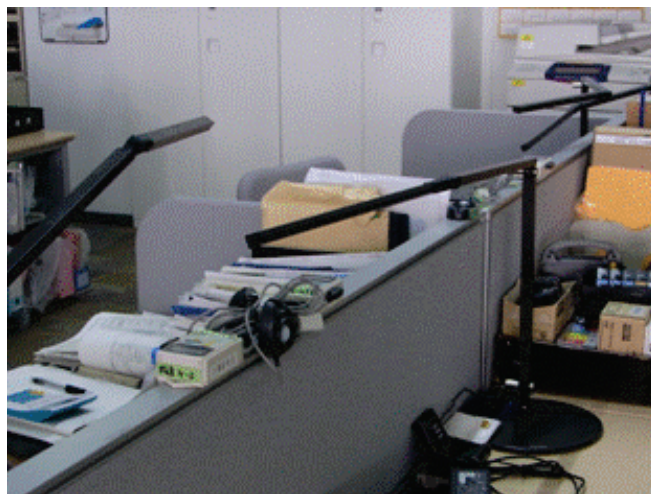


図 V. 2. 5. 15 タスク照明設置状況

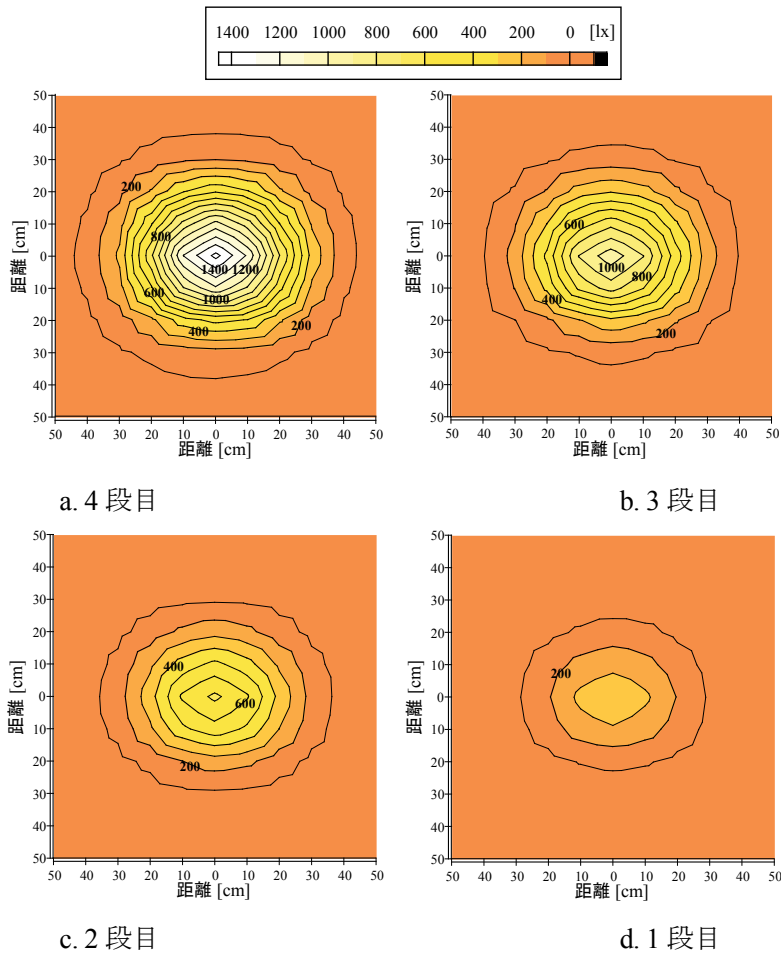
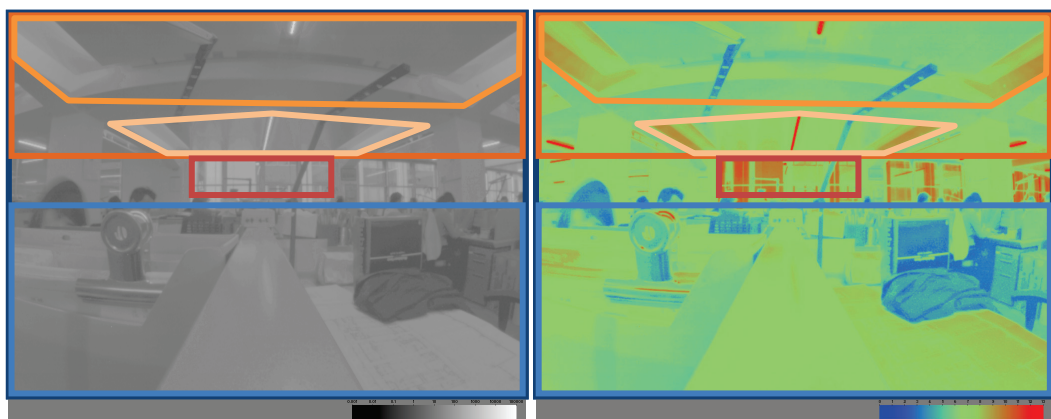


図 V. 2. 5. 16 タスク照明配光特性

タスク照明は中心付近において1段階あたり約400 lxの段階調光が行われている。また、既存タスク照明の光源は6点あり、机上面においてはマルチシャドーが発生するため、実際の机上面分布には図V.2.5.16と異なりムラがある。

(1) 空間の輝度分布



a. 輝度画像

b. 明るさ画像

図 V. 2. 5. 17 輝度/明るさ値抽出範囲概要

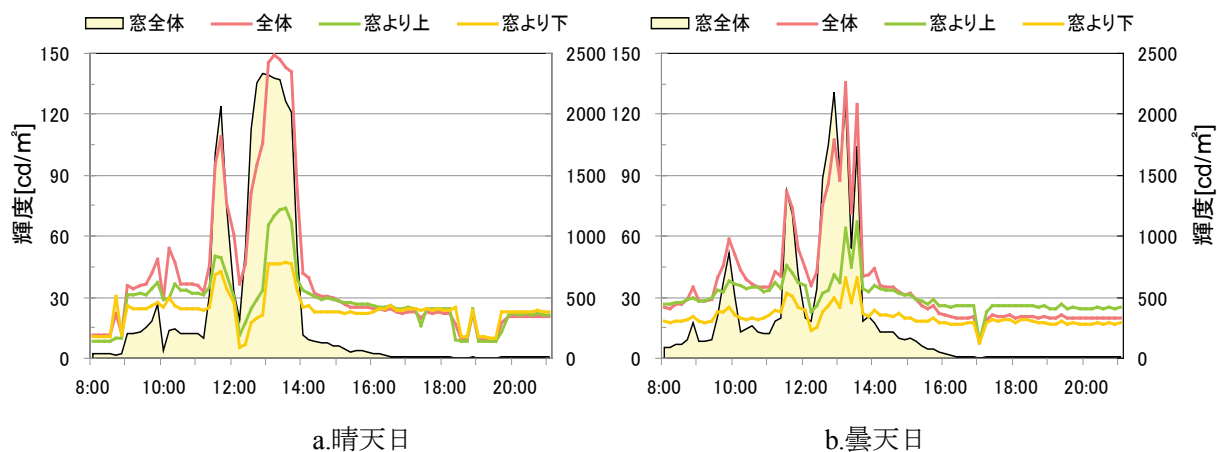


図 V. 2. 5. 18 輝度分布時刻推移（南東面，晴天日）

図 V.2.5.18 に中間期における晴天日及び曇天日の輝度分布時刻推移を示す。日中においては拡散光の影響により室内の輝度は上昇する。また、輝度値においては天候による変化はあまり見られないが、これは本建物の採光面が北東面に面している為と考えられる。

2. 5. 6. 照明改修による光環境及び消費電力評価

(1) 改修概要

①現状：

図 V.2.5.19 に執務室代表スパンにおける窓面平行方向における机上面照度分布を示す。スマートライン（図 V.2.5.19 写真中央）直下と放射パネル下部では机上面照度に約 200 lx 程度の差があり、この点が執務空間の明るさ感あるいは作業面の明視性等執務者の不満要素の一因と考えられる。

LED 直管ランプのグレアや空間の暗さ/タスク照明のマルチシャドーやムラが問題

- 1) スマートライン（SMLA400A01-A）： $21\text{W} \times 3 = 63\text{W}$
- 2) LED間接照明（ERX9003, ERX9004）： $14\text{W} \times 2 + 18\text{W} \times 6 = 136\text{W}$
- 3) LED埋込照明（SL-T-100-465-WN-SL）： $8\text{W} \times 3 = 24\text{W}$

合計電力： $63\text{W} + 136\text{W} + 24\text{W} = 223\text{W}$ / スパン（タスク照明を除く）

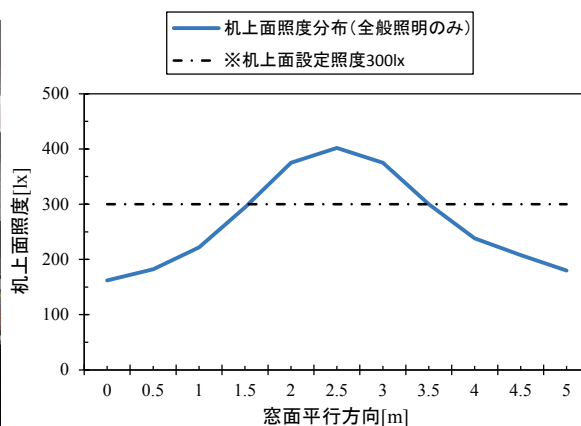
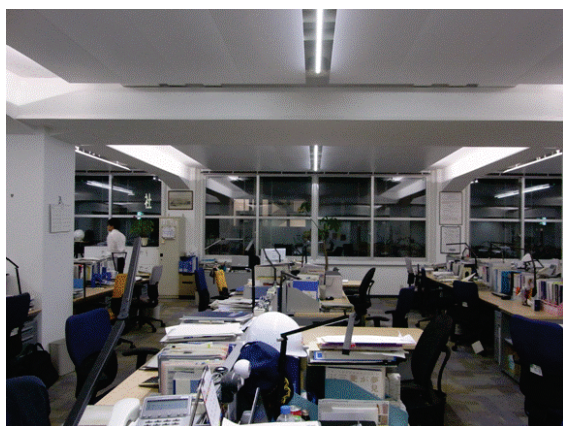


図 V. 2. 5. 19 窓面平行方向における机上面照度分布例（代表 1 スパン）

②改修方針：

- 1) 天井面（輻射パネル）・梁を明るくすることにより，LED 直管ランプ等の対比による眩しさを抑え．同時に空間の明るさ感を確保する．
- 2) タスク照明の交換 消費電力 250W/スパン（タスク照明を除く）
- 3)

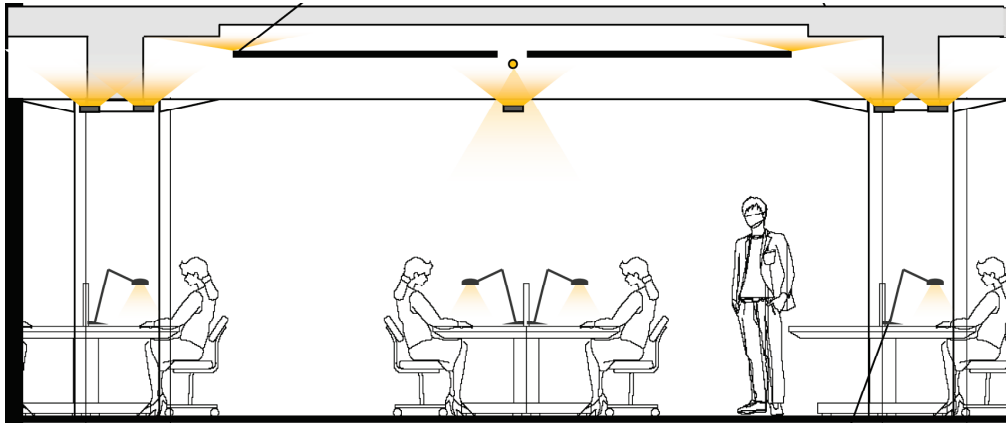


図 V. 2. 5. 20 間接照明改修イメージ



a.改修前

b.改修後

図 V. 2. 5. 21 改修前後の明るさ

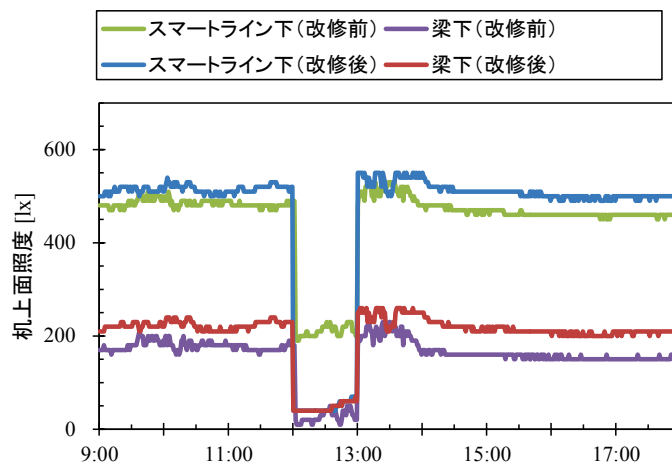


図 V. 2. 5. 22 改修前後の水平面照度比較（インテリア）

図 V.2.5.22 に照明設備改修前後の水平面照度を示す．それぞれ同位置での水平面照度は夜間において改修前/スマートライン下：約 460 lx，梁下：約 150 lx，改修後/スマートライン下：約 500 lx，梁下：約 210 lx であり，改修に伴う机上面照度の上昇は約 40～60 lx 程度であった．

(2) 光環境

1) タスク照明点灯の比較

改修前後の冬期晴天日における対象フロアのタスク点灯率を示す。改修により午後の点灯率は約5~10%低下しており、間接照明は夜間の明るさ感向上に有効であることがわかる。

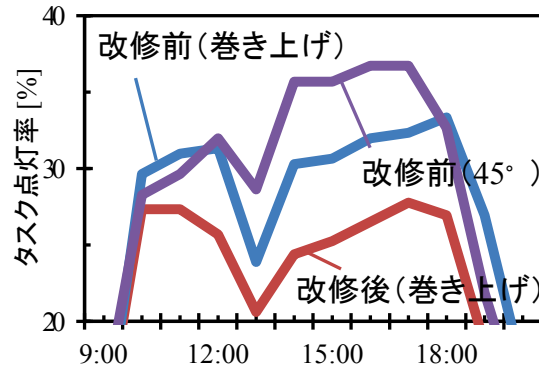


図 V. 2. 5. 23 改修前後のタスク照明点灯率比較 (インテリア)

2) 天井面輝度の比較

第1週~第3週においては、日射の影響あるいは昼休みの一斉消灯により一時輝度値の増減が見られるものの、天井面輝度は大凡 27cd/m²となった。一方、照明設備改修を行った第4週以降では約 50 cd/m²を示し、改修により天井面輝度は約 2 倍に増加した。

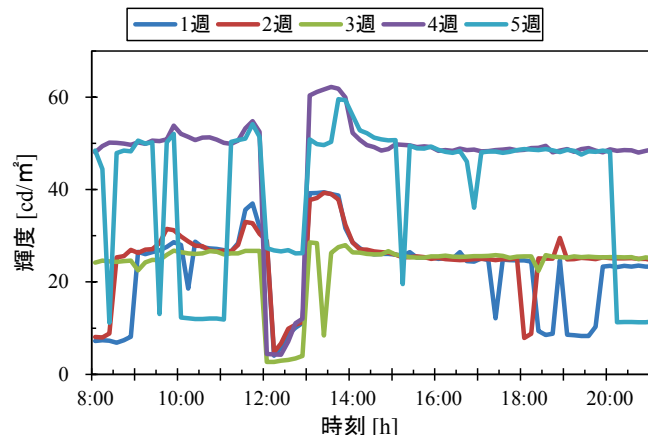


図 V. 2. 5. 24 天井面輝度 時刻変化 (屋外向き輝度画像)

3) 机上面の明るさ及び空間の明るさ感評価

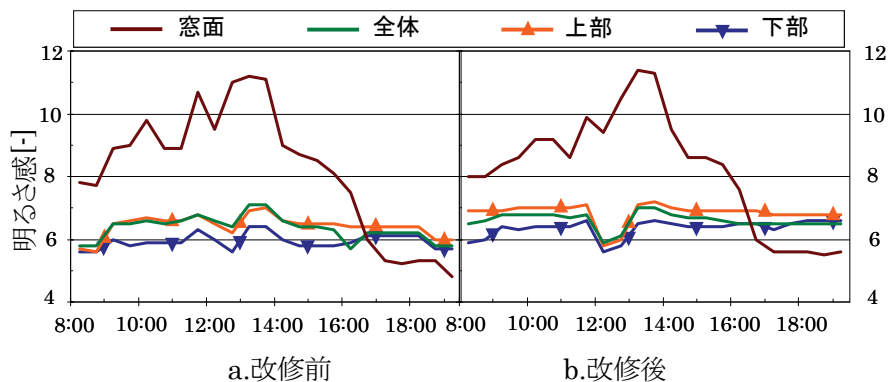


図 V. 2. 5. 25 明るさ感比較

図 V.2.5.25 に同一設定照度（400lx）の改修前後における明るさ感の時刻変化を示す。照明改修により空間全体の明るさ感は約 0.5~1NB の上昇を示した。このことから間接照明により天井面を照らすことは、明るさ感の向上に有効であると考えられる。

(3) 省エネルギー性

図 V.2.5.26 に平日/執務時間（9:00~18:00）における全般照明およびタスク照明の消費電力 W/m^2 （1h 値）を示す。本建物では昼休み（12:00~13:00）に一斉消灯を行っているが手動操作であるため、ここでは 2010/11/22~2010/12/10 平日執務時間よりスケジュール制御の効果率を求める。

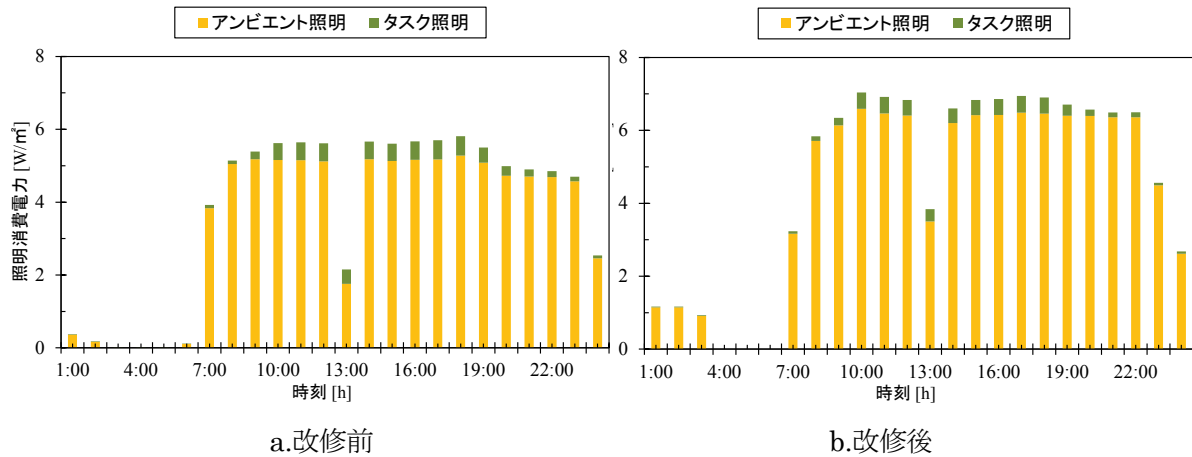


図 V. 2. 5. 26 改修前後における消費電力比較

図 V.2.5.27 に執務時間（9:00~18:00）における 1 時間当たりの照明消費エネルギーを照明改修前後に分けて示す。改修に伴い若干の消費電力増加が確認出来るが、設定照度 750lx 時と比較すると十分な省エネルギー効果が得られている。

| | 改修後 300lx | 改修前 300lx | 改修前 750lx |
|------------------|--------------|--------------|--------------|
| 消費電力 [W/m^2] | 7 | 5 | 13 |
| 省エネルギー効果率[%] | 50 | 59 | - |

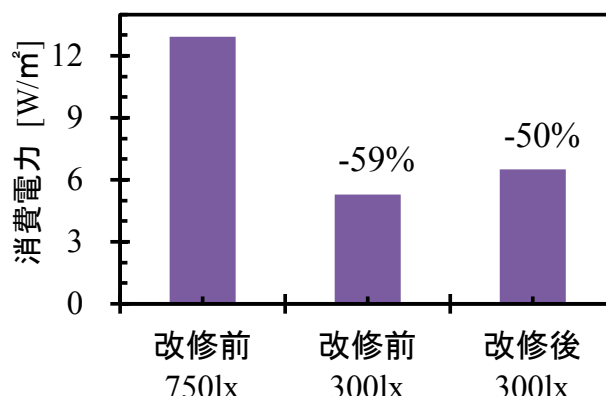


図 V. 2. 5. 27 改修前後における省エネルギー効果比較

2.5.7. 執務者による室内空間評価

執務室の光環境に関してアンケートを実施した。対象者は評価エリア内の執務者 30 名とし、照明条件変更後の最終日（毎週金曜日）に回答頂いた。本建物においては机上面設定照度の違いによる評価を行う。

(1) 机上面の明るさについて

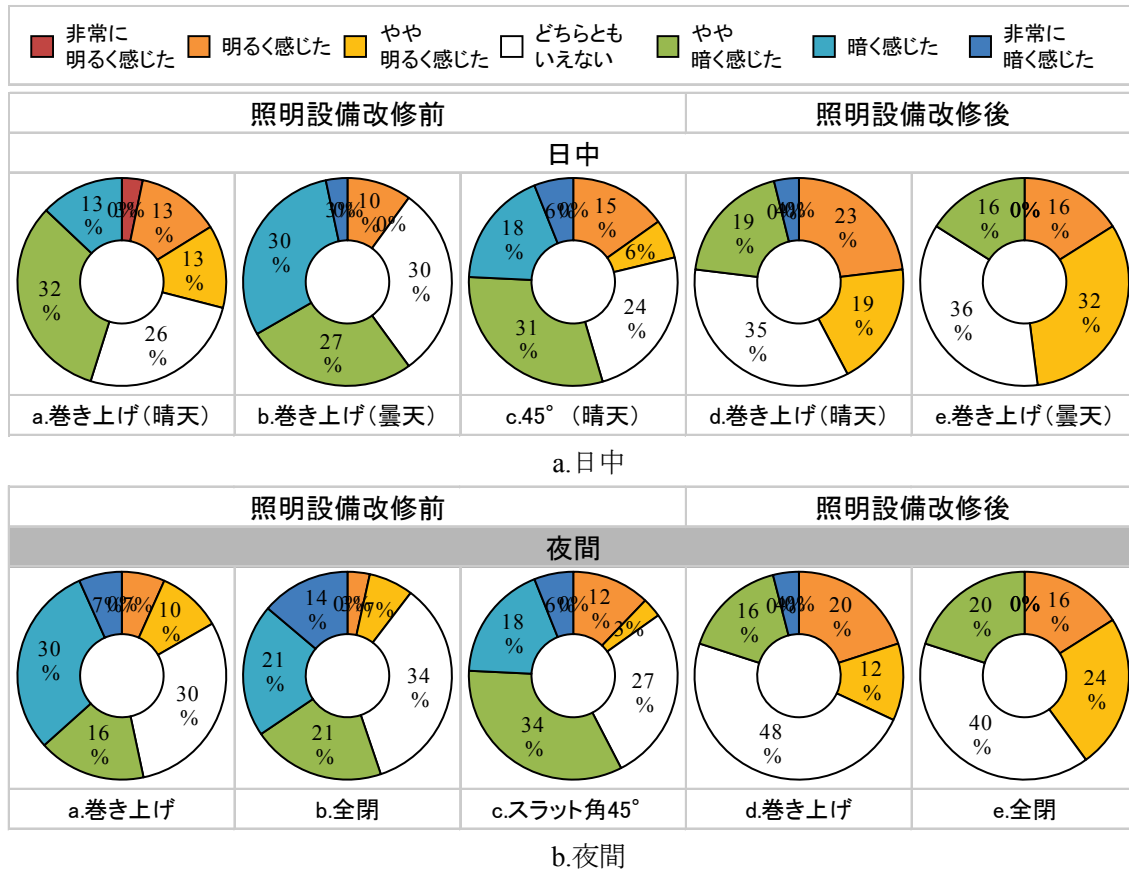


図 V. 2. 5. 28 机上面の明るさについて

同一照明条件下で日中晴天は曇天と比べ明るい側の評価が高い傾向にある。また晴天であっても BL スラット角 45° は巻き上げ程明るく感じない。改修後では晴・曇天共に暗い側の評価が減少した。一方、夜間では明るい側評価は改修後約 2 倍に上昇した。昼夜共に照明改修により明るい側の回答が大きく増加している。本建物においては改修後の机上面照度は約 50lx 増加した程度であり、改修前とはほぼ同一照度であるが、空間全体の明るさ感の上昇に伴い、執務者は作業面を明るく感じる傾向にある。

(2) 机上面（キーボード、紙面など）の見やすさについて

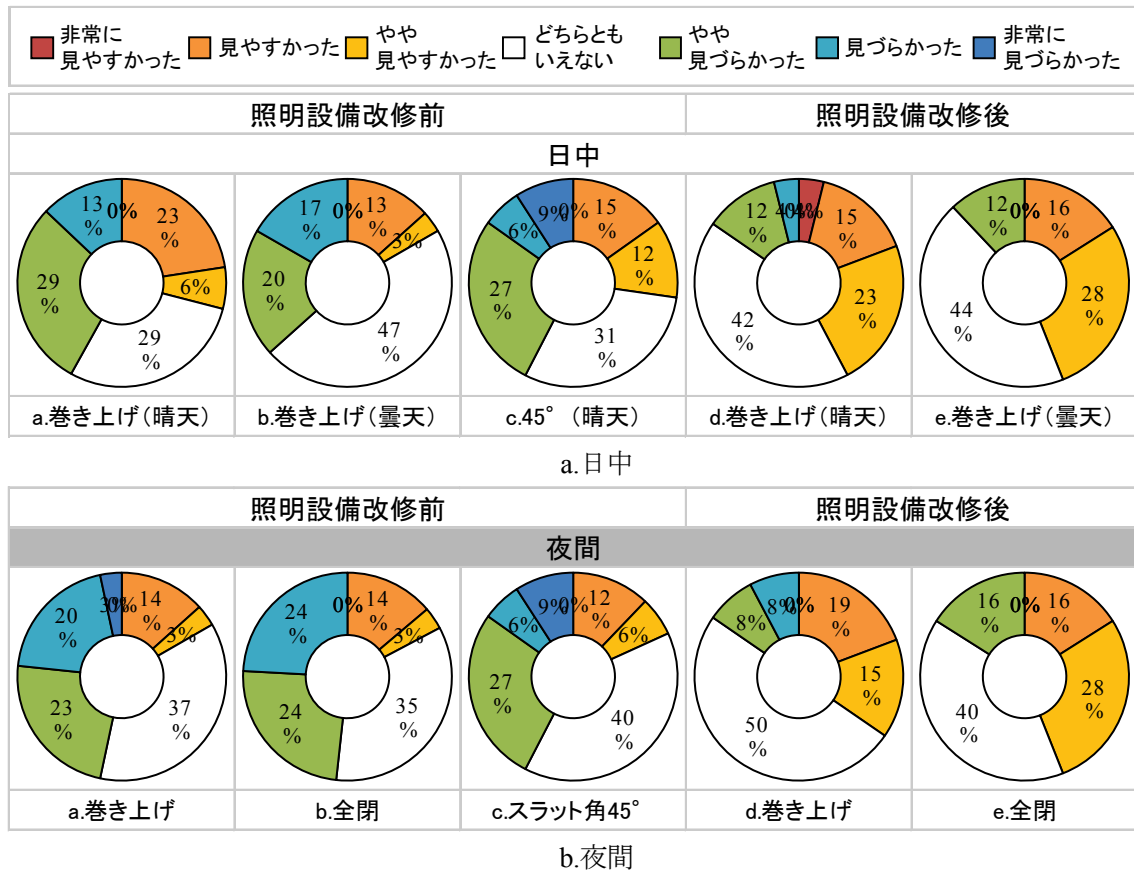
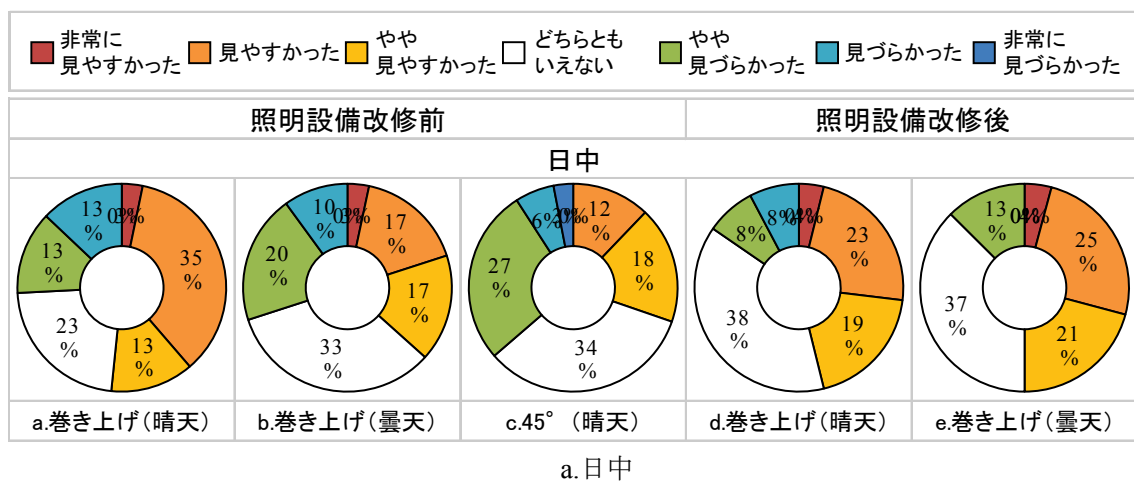
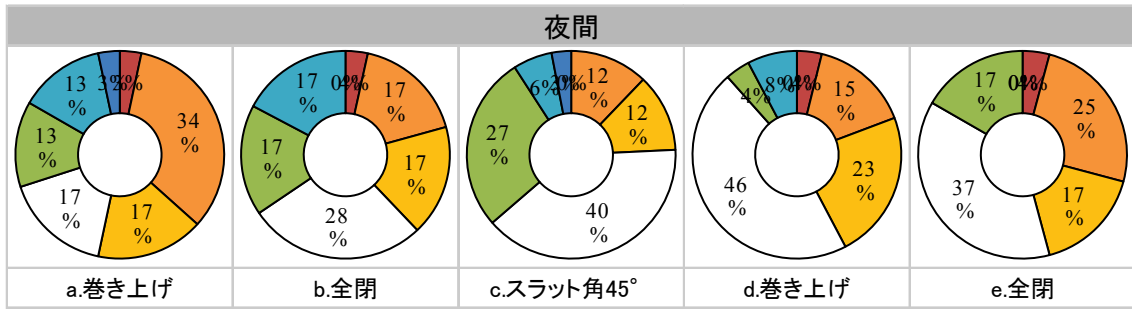


図 V. 2. 5. 29 机上面の明るさについて

照明改修によって机上面の見やすさは大きくに改善されることがわかる。

(3) パソコンモニターの見やすさについて



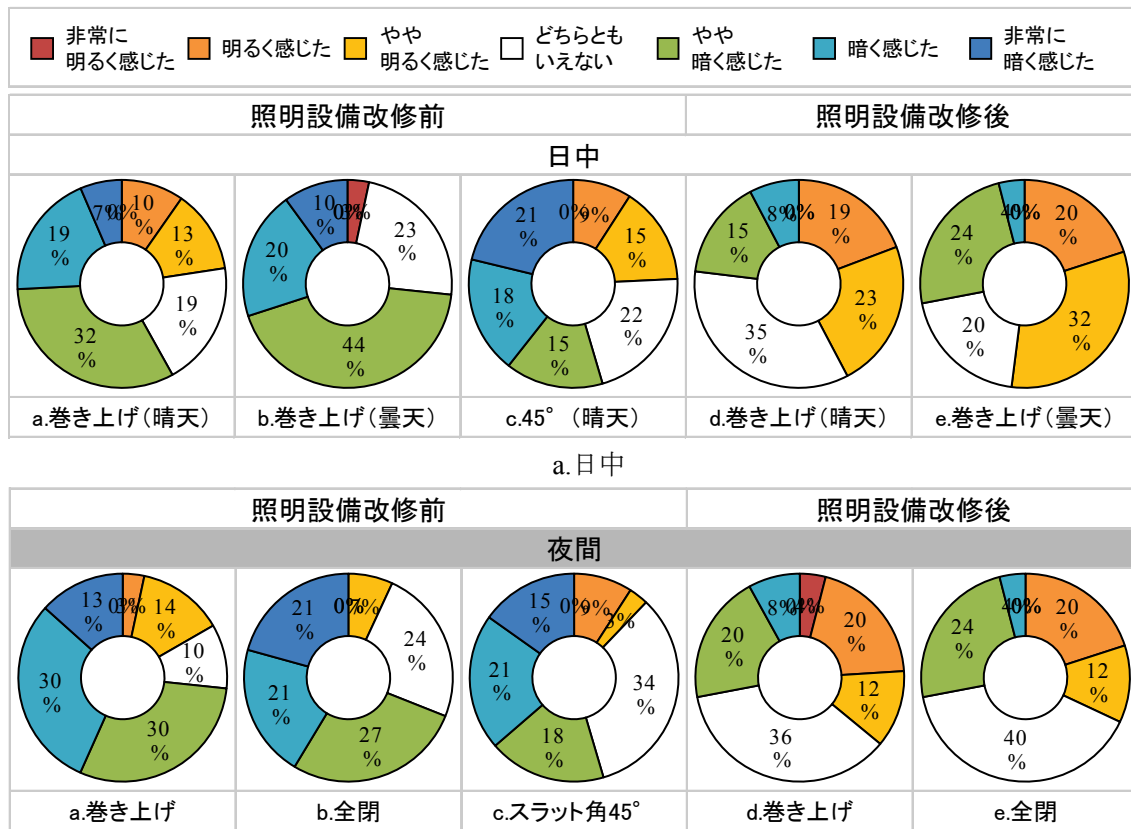


b.夜間

図 V. 2. 5. 30 パソコンモニターの見やすさについて

照明改修により見にくい側の評価が減少した.

(4) 執務室全体の明るさ感として



b.夜間

図 V. 2. 5. 31 執務室全体の明るさ感として

昼夜共に暗い側の回答者が減少した. 従って, 改修後の執務空間は十分に機能しうると考えられる.

(5) 窓面の眩しさについて

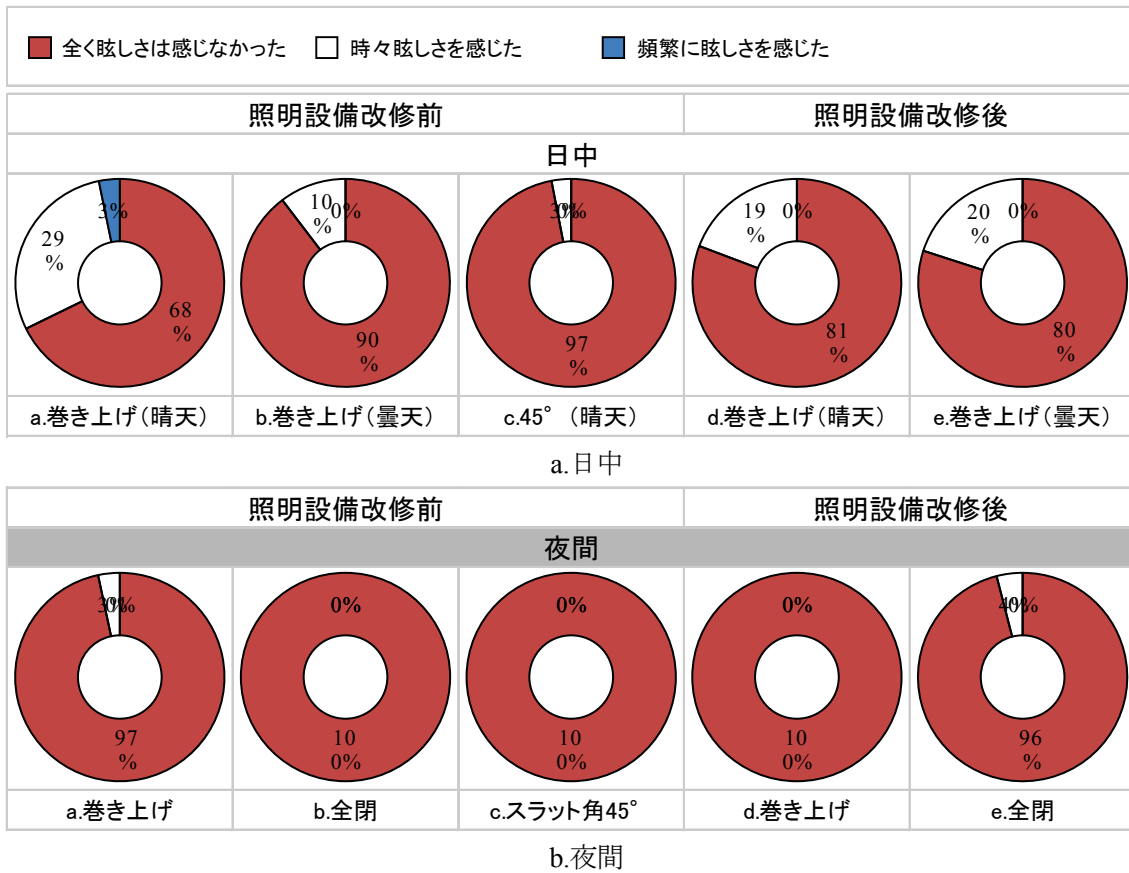
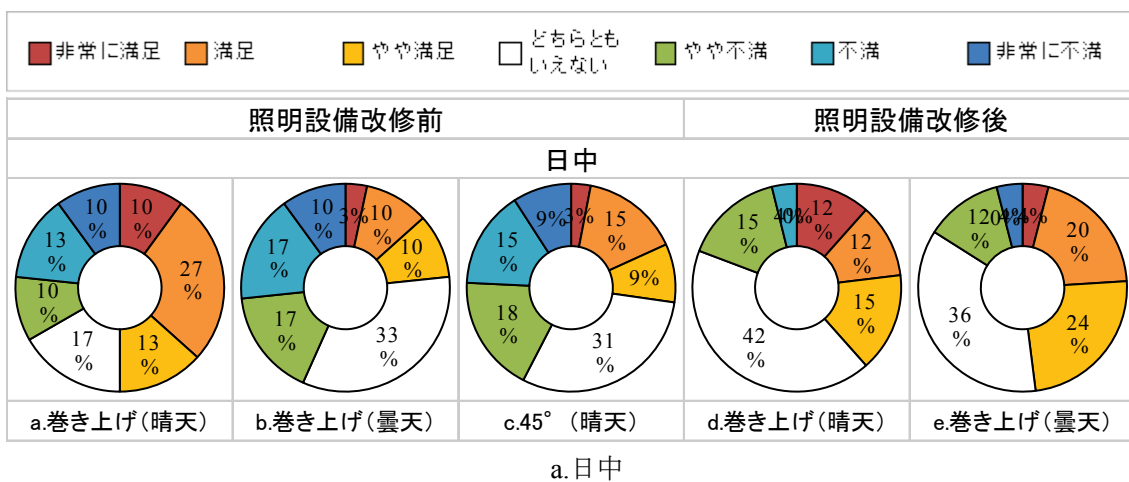
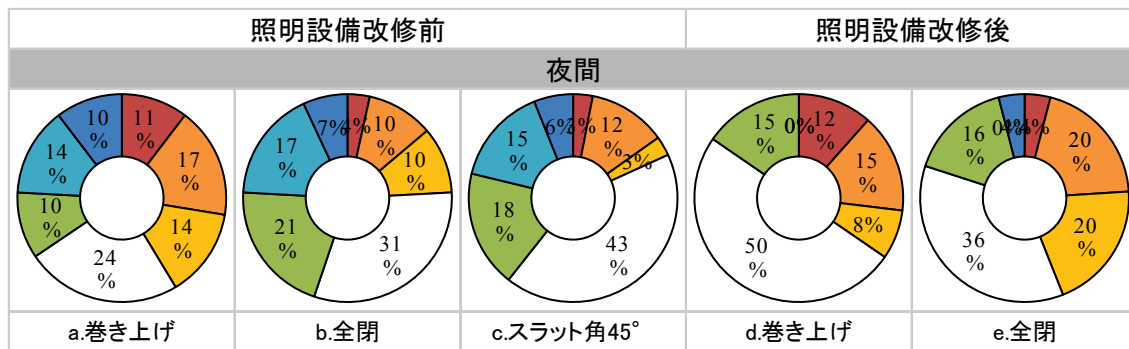


図 V. 2. 5. 32 窓面の眩しさについて

何れの設定照度においても窓面の眩しさはそれほど感じられない結果となった。

(6) 執務空間の照明計画として



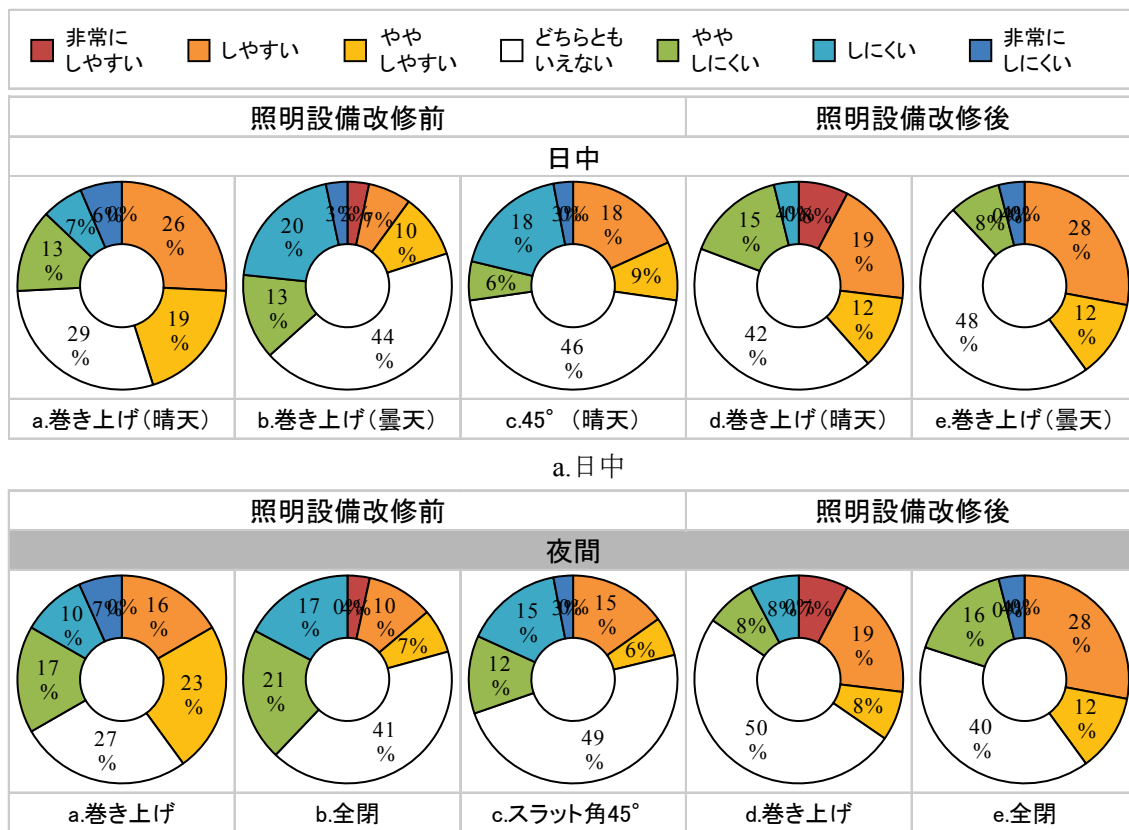


b.夜間

図 V. 2. 5. 32 執務空間の照明計画として

間接照明の設置により更に不満側の回答者が減少する結果となり，照明改修により執務室の満足度は上昇したものと考えられる。

(7) 作業のしやすさについて



b.夜間

図 V. 2. 5. 33 作業のしやすさについて

昼夜共に改修により不満側の回答が減少した。

以上より，間接照明による空間の明るさ感を考慮した照明計画等により，省エネルギーと光環境快適性の両立が可能であることを示した。

2.6. 事務所建物 (3G)

2.6.1. 調査目的

事務所建物 3G では主としてタスク・アンビエント照明手法および昼光利用制御による照明電力の削減効果を評価する。昼光導入に関しては一部特殊な事例であり、吹き抜け大空間とした対象執務フロアにおいて南東面に面した大庇+ブラインド自動制御導入型フルハイト窓面と、傾斜屋根によるトップライトの全面設置によりインテリアにおいても北面拡散光の導入を可能としている。また、ICタグによる在室検知により照明/空調の同時個別制御を導入し、タスク照明のON/OFF操作あるいは全般照明の調光制御を行っている。

対象となる照明電力データは2010/12の BEMSデータ（電力量1h値）とし、タスクおよびアンビエント照明は分離計測している。タスク照明（LED型）はON/OFF操作のみ可能であり、点灯には座席毎に執務者のICタグが必要である。アンビエント照明は天空照度による2段点灯型Hf蛍光灯である。机上面設定照度は700lx、執務時間は9:00～18:00とした。その他建物概要等の詳細を以下に示す。

2.6.2. 建物概要



図 V. 2. 6. 1 事務所建物 (3G) 外観

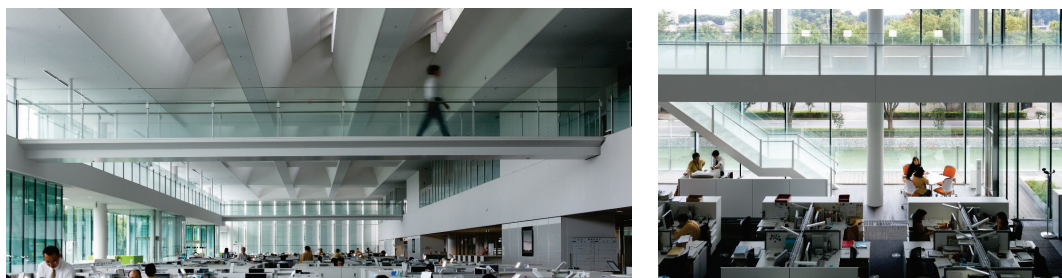


図 V. 2. 6. 2 事務所建物 (3G) 内観

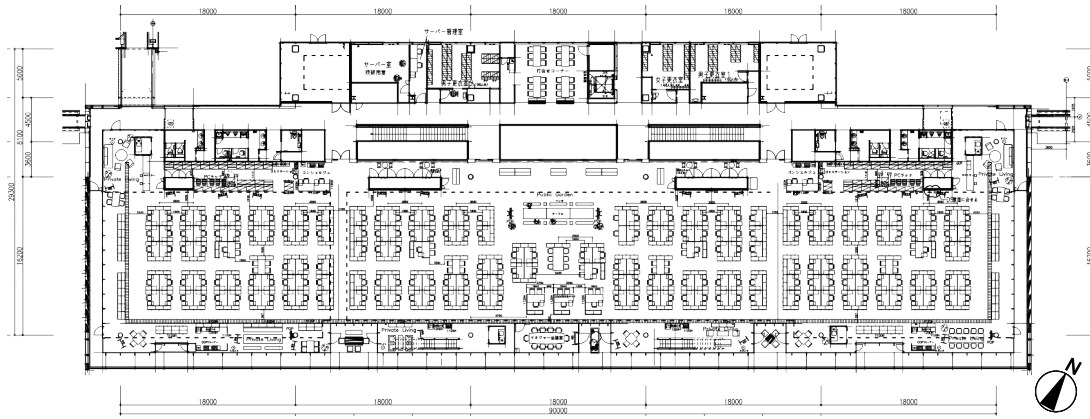


図 V. 2. 6. 3 事務所建物 (3G) 平面図

(1) 開口部概要

1) トップライト

北西向き天井面の開口により、拡散光の導入を行っている。これによりインテリアゾーンにおいても昼光利用が可能となっている。また開口面は座席位置から直接見えない位置にあり、トップライトによる不快グレアは比較的発生しにくい状況である。



図 V. 2. 6. 4 トップライト

・建物データ

| | |
|-------|-----------------------|
| 所在地： | 東京都清瀬市 |
| 竣工年： | 2010年 |
| 敷地面積： | 69,400 m ² |
| 延床面積： | 5,500 m ² |
| 構造： | 鉄骨造 |
| 階数： | 地上3階 |
| 計測対象： | 2階執務室エリア (図 2-2-7-3) |

・照明設備

| | |
|-------|---|
| 器具： | アンビエント照明 (調光式 Hf 型蛍光灯 63W1 灯用) タスク照明 (Hf 型蛍光灯) |
| 導入制御： | 昼光利用制御 タスク・アンビエント照明手法 (タスク照明は IC タグを用いた ON/OFF 制御) トップライト (北西面拡散光の導入) |

採光面： 南面
机上面設定照度： 750lx

- CASBEE 評価： S ランク (BEE = 7.6)
- 採光面： 南面 (底, 自動制御ブラインド)
- 測定期間： 2010/12/01~2010/12/31
- 測定項目
電力データ： BEMS：電力量 1 時間値 (タスク/アンビエント照明分離計測)

2.6.3. 評価エリア

(1) 評価エリア

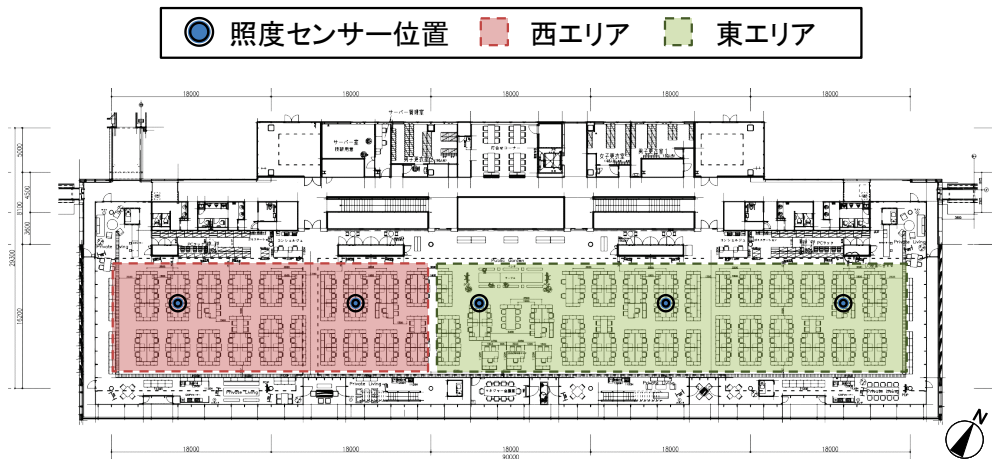


図 V. 2. 6. 5 評価エリア及び調光センサー設置位置

図 V.2.6.5 にタスクおよびアンビエント照明電力計測エリアと机上面照度計測用照度センサー設置位置を示す. 計測エリアはタスクおよびアンビエント照明ともに東/西 2 系統, 照度センサーは南東窓面より 8 m と一般の設置位置に比べ室内側に位置している. 尚, 上記照度センサーは光環境の計測を目的としたものである.

(2) 照明配置

図 V.2.6.6 にアンビエント照明の配置を示す.

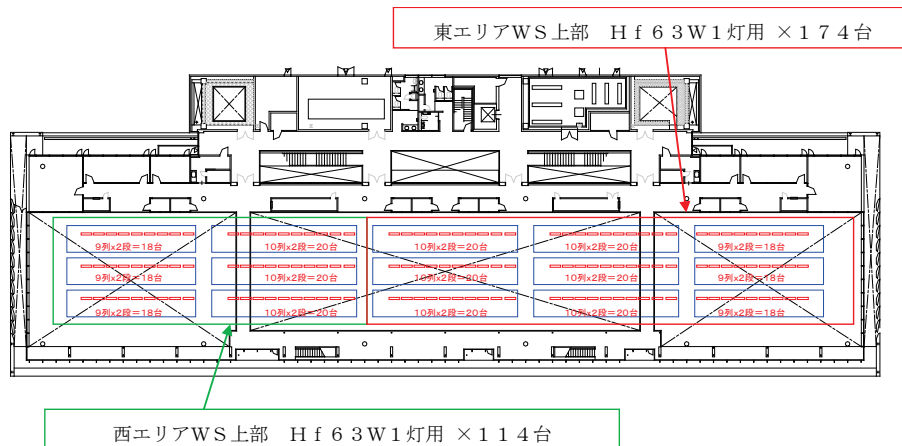


図 V. 2. 6. 6 アンビエント照明位置

(3) 天候別照明電力削減効果比較

図 V.2.6.7 に 7:00~19:00 におけるタスク及びアンビエント照明の消費電力 W/m^2 と水平面直射照度 lx を晴天・曇天・雨天の天候別に東/西両エリアに分けて示す。

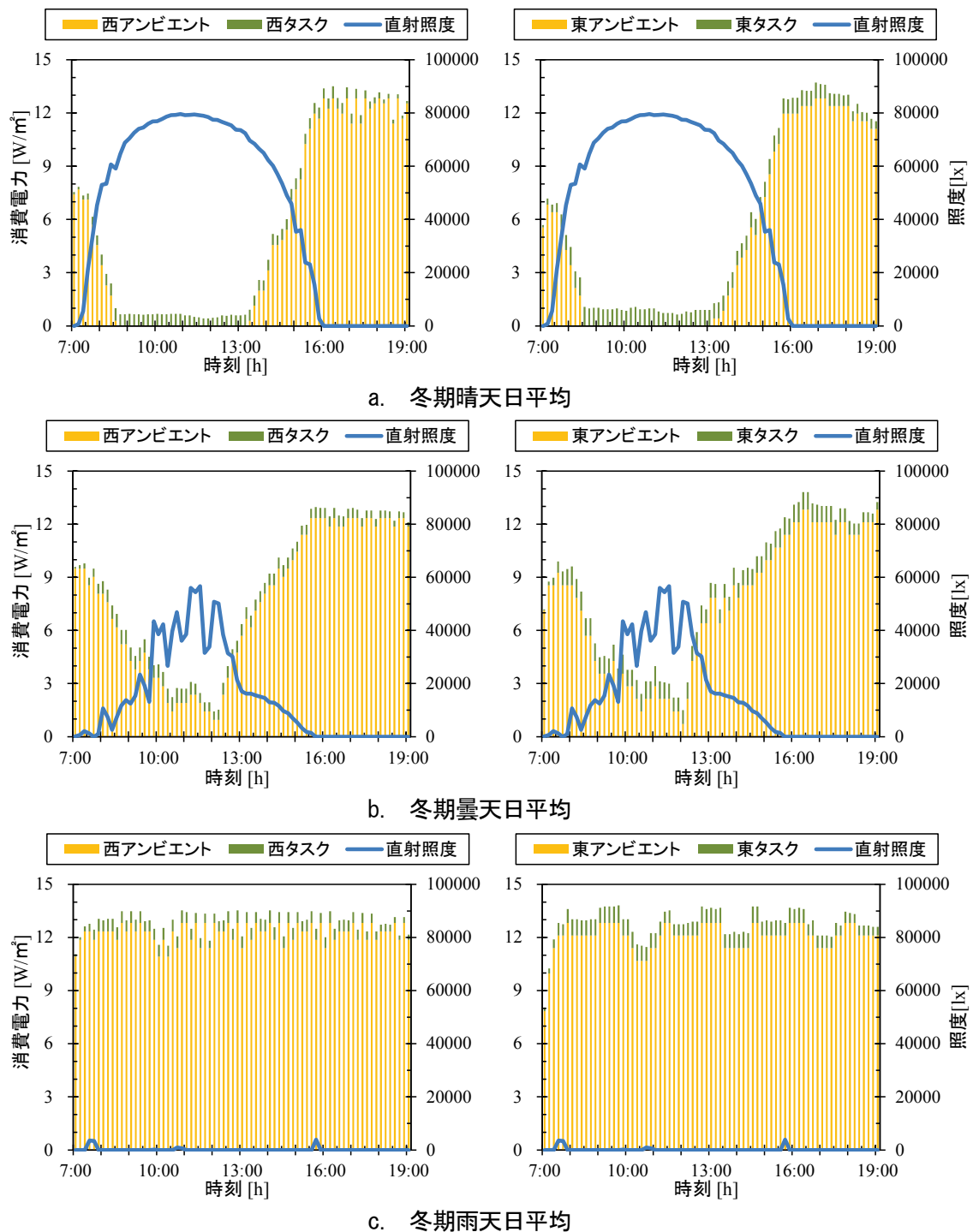


図 V. 2. 6. 7 天候別照明消費電力比較 (10 分値)

本建物ではインテリアおよびペリメータによる分離計測を行っていない為、上記照明消費電力は執務室全体の評価であるが、日中/水平面直射照度が約 70000 lx を超える時間帯において全般照明が消灯したことから、晴天日であれば事務所建物 3G は室内全体が昼光のみで机上面設定照度を満た

すことが可能であると考えられる。これはトップライトにより昼光を適切に導入したことでインテリア部においても十分な昼光利用効果を得た為であると考えられる。

表 V. 2. 6. 1 天候別照明消費電力と省エネルギー効果

| | 昼光利用制御 (晴天) +タスク照明 | 昼光利用制御 (雨天) | 昼光利用制御 (曇天) | 昼光利用制御 (晴天) | 制御なし |
|--------------------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|------|
| 西エリア | | | | | |
| 消費電力 [W/m ²] | 5.3 | 12.3 | 7.1 | 4.7 | 15.3 |
| 省エネルギー効果率 [%] | 65.8 | 20.1 | 53.8 | 69.6 | - |
| 東エリア | | | | | |
| 消費電力 [W/m ²] | 5.5 | 12.1 | 7.1 | 4.6 | 15.6 |
| 省エネルギー効果率 [%] | 64.8 | 22.4 | 54.5 | 70.2 | - |
| 全体(東西平均) | | | | | |
| 消費電力 [W/m ²] | 5.4 | 12.2 | 7.1 | 4.7 | 15.5 |
| 省エネルギー効果率 [%] | 65.4 | 22.0 | 54.5 | 70.2 | - |

執務時間 (9:00~18:00) における 1 時間当たりの平均全般照明消費電力は晴天日/西面 : 約 4.7W/m², 東面 : 約 4.6 W/m², 曇天日/西面 : 約 7.1 W/m², 東面 : 約 7.1 W/m², 雨天日/西面 : 約 12.3 W/m², 東面 : 約 12.1 W/m², であった。タスク照明の消費電力は全体平均で約 0.7 W/m²である。

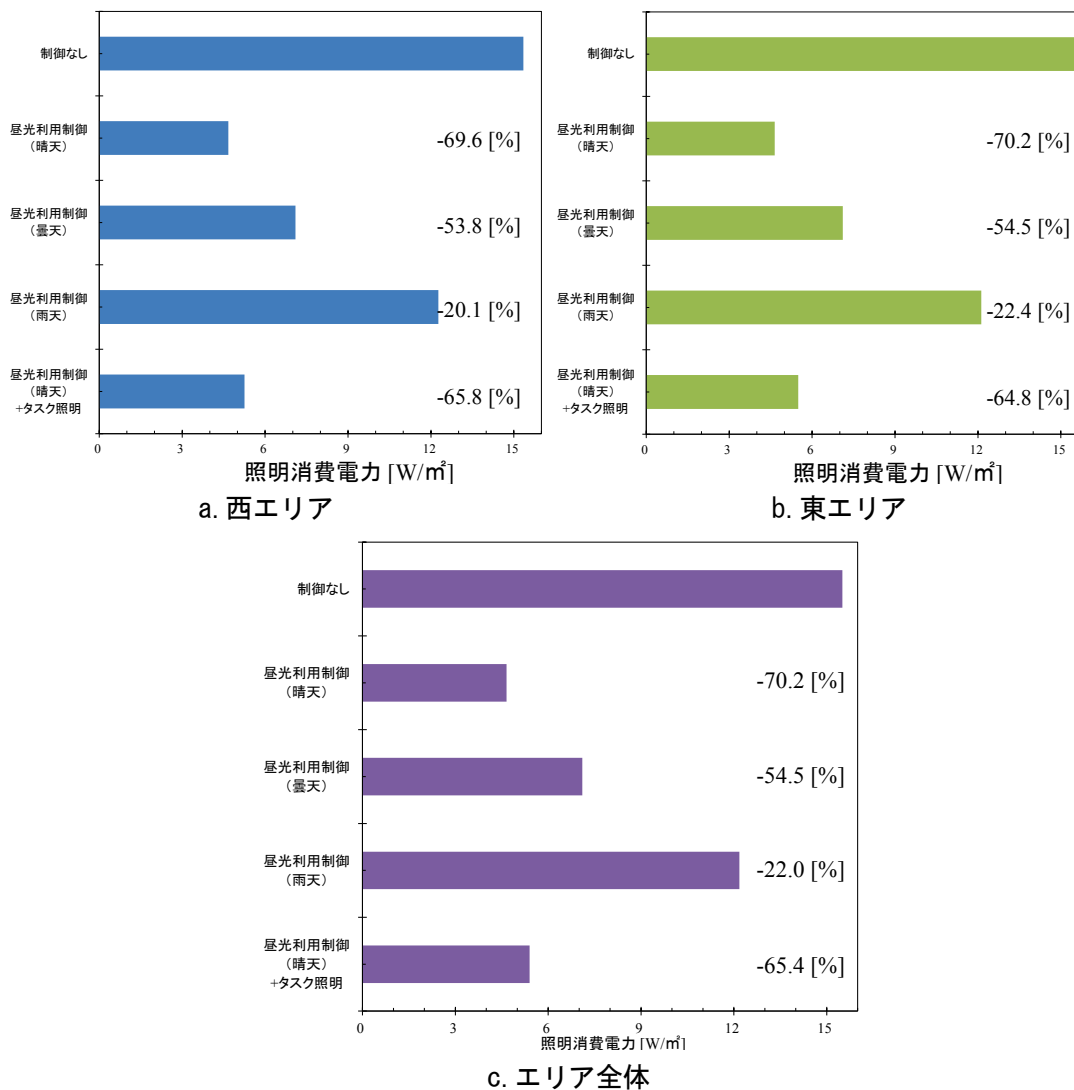


図 V. 2. 6. 8 照明制御別省エネルギー効果

図 V.2.6.8 に東,西および対象エリア全体の照明制御別省エネルギー効果を示す。対象エリア全体の省エネルギー効果算定にあたっては、東,西エリア各消費電力の面積平均を行った。天候別昼光利用制御による省エネルギー効果は、定格最大消費電力を制御なし時の消費電力とした場合、晴天日/全体：約 70.2 %，曇天日/全体：約 54.5 %，雨天日/全体：約 22.0 %であり、タスク照明の消費電力を含めた場合にも晴天日であれば全体：約 65.4 %の省エネルギー効果が得られることがわかった。但し、これらはいくまで冬期データに基づく結果であり、今後は夏期，中間期も含めた評価が必要である。

(2) タスク照明点灯率と在室率

図 V.2.6.9 に執務時間（9:00～18:00）におけるタスク照明点灯率と執務者在室率の相関図を示す。尚，対象フロアには 199 名の執務者が在室している。

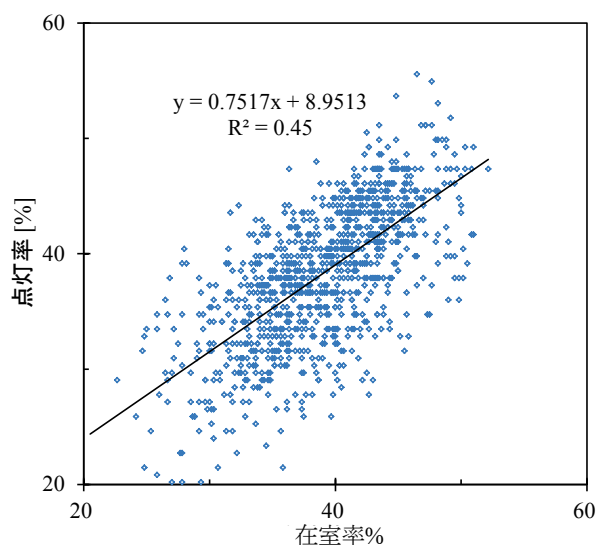


図 V. 2. 6. 9 タスク照明点灯率と在室率

2010 年 12 月における執務者在室率は最大時でも 60 %を超えることはなかった。またタスク照明の点灯率に関しては、IC タグによる個別制御の特性上（IC タグを検知すると点灯），在室時常に点灯した状態を保持するため，大凡在室率に比例している。執務者によっては常に点灯する必要が無いことが想定できるため，個別に手動消灯するなど運用面で更なる電力削減が可能であると考えられる。

2.7. 事務所建物 (3H)

2.7.1. 調査目的

事務所建物 3H では初期照度補正および昼光利用制御による照明電力の削減効果を評価する。

窓システムとしては外ブラインド窓が採用されており、ブラインド自動制御によって昼光が導入される。またガラスには遮熱型Low-E複層ガラスが用いられている。

対象となる照明電力データは2010/8～2010/12の実測値である。照明は調光式HF型蛍光灯である。机上面設定照度は700lx、執務時間は8:00～18:00とした。その他建物概要等の詳細を以下に示す。

2.7.2. 建物概要



図 V. 2. 7. 1 事務所建物 (3H) 外観



図 V. 2. 7. 2 事務所建物 (3H) 内観

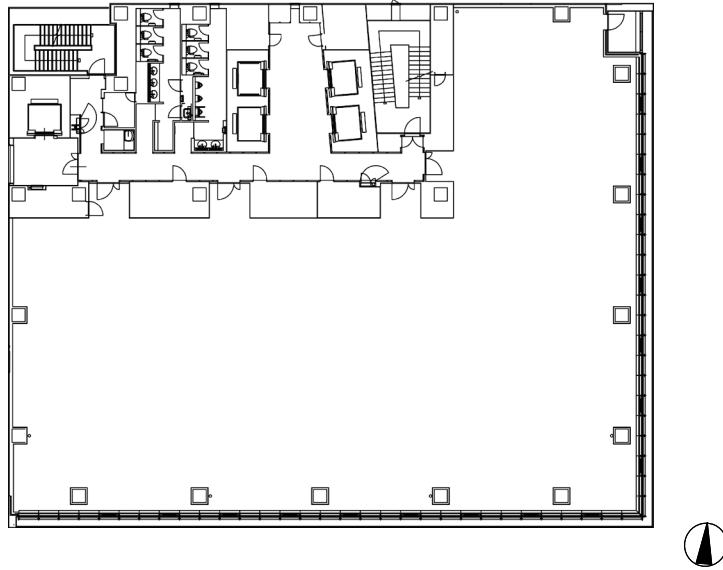


図 V. 2. 7. 3 事務所建物 (3H) 平面図

・建物データ

所在地： 愛知県名古屋市
 竣工年： 2010 年
 敷地面積： 1,920 m²
 延床面積： 15,700 m²
 構造： 鉄骨造, SRC 造 (地下)
 階数： 地上 12 階, 地下 2 階
 計測対象： 6 階の執務室エリア

・照明設備

器具： 調光式 Hf 型蛍光灯 45W2 灯用
 導入制御： 昼光利用制御
 初期照度補正
 採光面： 南面, 東面
 机上面設定照度： 700lx

・CASBEE 評価：

・採光面： 南面, 東面 (自動制御ブラインド)

・測定期間： 2010/8/4~2010/12/9

・測定項目

電力データ： 電力 1 分値 (ペリメータ・インテリア分離計測)

2.7.3. 評価エリア及び計測概要

(1) 評価エリア

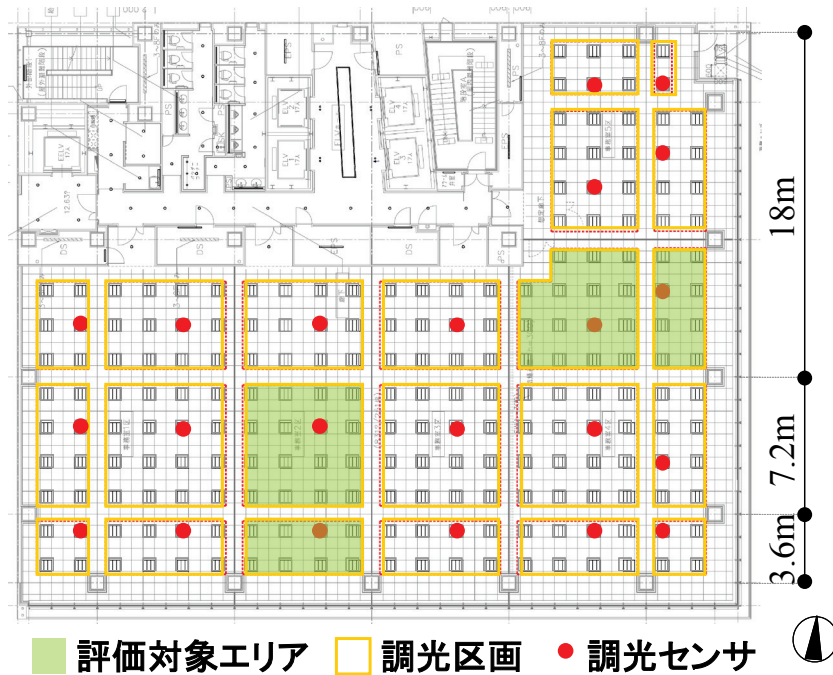


図 V. 2. 7. 4 評価エリア及び計測器設置位置

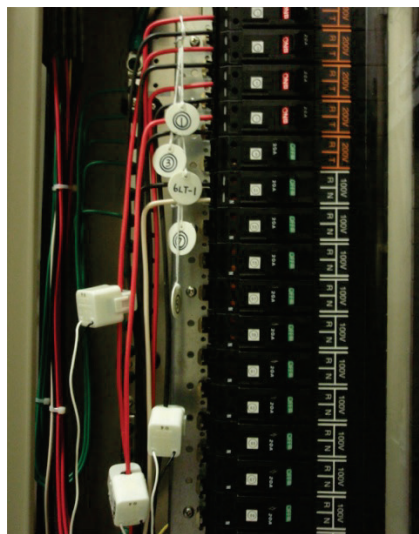


図 V. 2. 7. 5 電力計設置状況（実測データ）

尚、本建物には初期照度補正が導入されているため、定格 100%出力時 (=27.8W/m²) に対して、夜間においても消費電力は小さくなる。今回は 15W/m²に対する削減率について検証する。

2.7.4. 消費電力評価

(1) 晴天日における季節別の照明電力削減効果

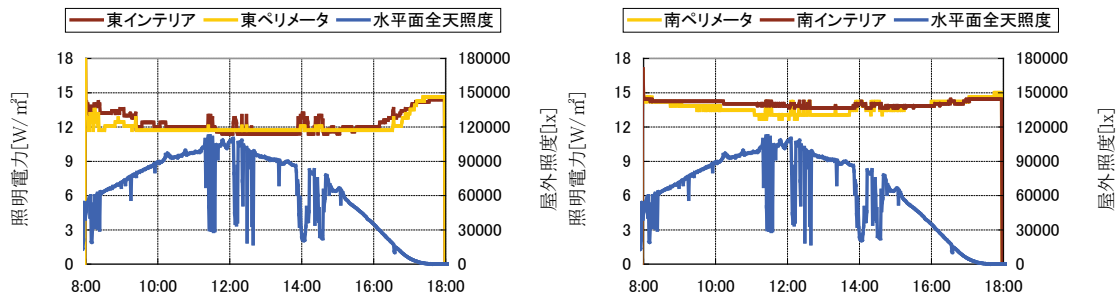


図 V. 2. 7. 6 中間期晴天日の方位別照明消費電力 (2010/10/10)

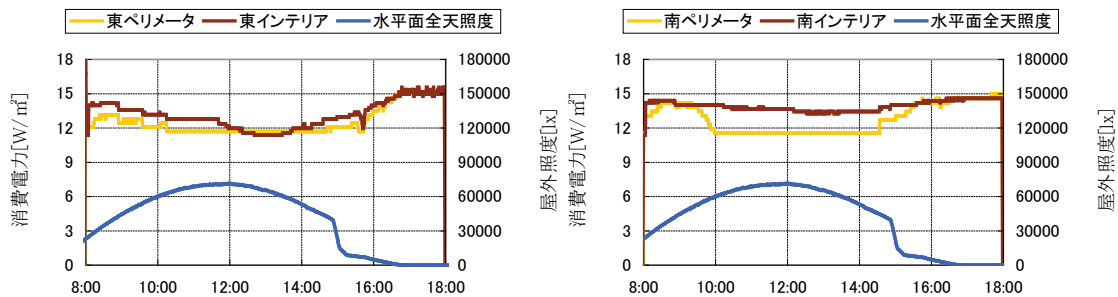


図 V. 2. 7. 7 冬期晴天日の方位別照明消費電力 (2010/12/8)

2) 曇天日における照明電力削減効果

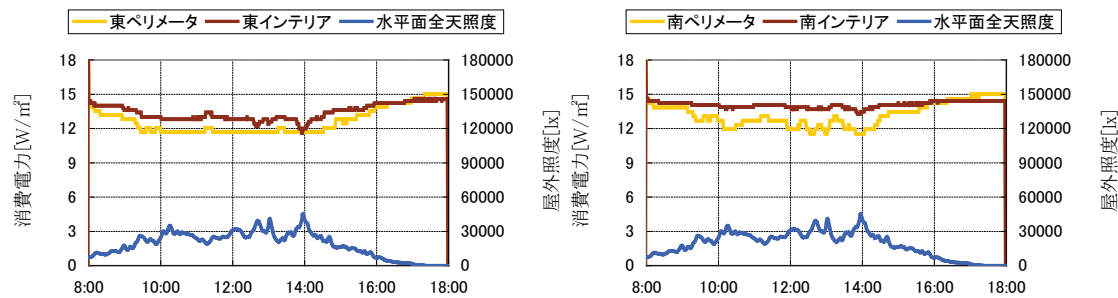


図 V. 2. 7. 8 中間期曇天日の方位別照明消費電力 (2010/10/21)

中間期晴天日のデータは若干雲のあった日のデータである。季節別に見ると、東面は冬期よりも中間期の電力が低く、南面は中間期よりも冬期の電力が低い。これは太陽高度の違いによる影響で、窓面への日射強度が変わったことによると考えられる。

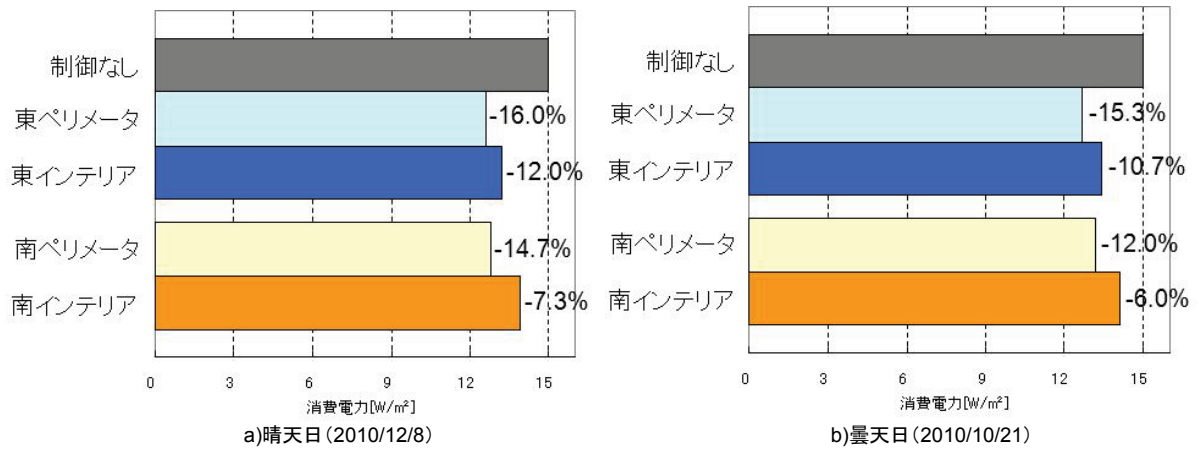


図 V. 2. 7. 9 照明制御別省エネルギー効果

執務時間 (8:00~18:00) における 1 時間当たりの平均照明消費電力および省エネルギー効果率は図 V. 2. 7. 9 に示す値であった。インテリアにおいてもある程度の省エネルギー効果が得られることがわかった。

3. 各種照明制御手法の省エネルギー効果

3.1. 昼光利用制御

3.1.1. 実測調査のまとめ

(1) 省エネルギー効果比較

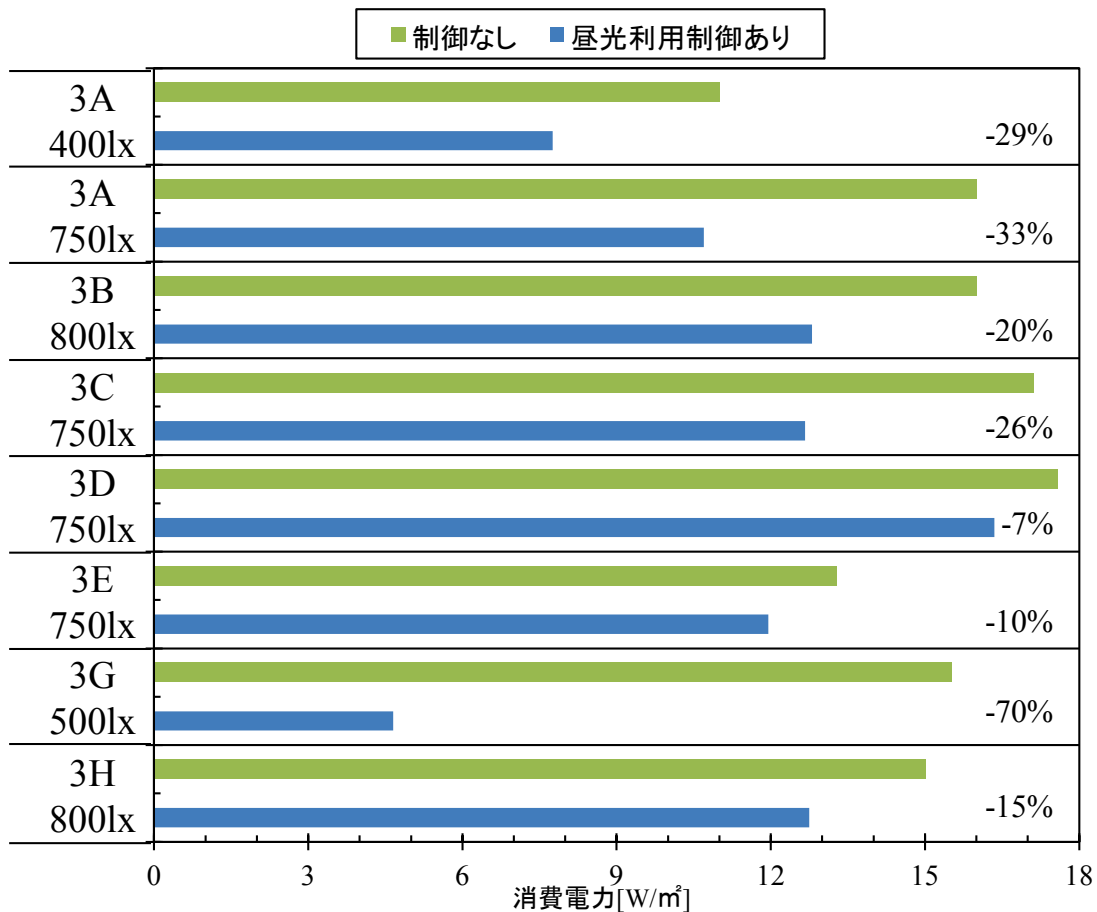


図 V.3.1.1 昼光利用制御による省エネルギー効果

図 V.3.1.1 に各建物のペリメータにおける昼光利用制御の省エネルギー効果を示す。大半の建物において大凡 20~30%の省エネルギー効果が得られていることがわかった。但し、一部例外も見られた。

事務所建物(3E)においては窓面の透過率が 13.2 %であること、更に 50 %以下の調光を行うことが出来ないことから省エネルギー効果は約 7%に留まった。また、事務所建物(3G)においてはトップライトの導入により、省エネルギー効果約 70%と執務室全体で非常に効果的な昼光利用を行っている。但し、トップライトは一般の事務所建物においては最上階等の限られたエリアにのみ適用可能であり、他の執務室とは分けて検討する必要がある。

いずれにしても昼光利用制御は近年の事務所建物において有効な省エネルギー制御であると言える。

(2) 参考値

昼光利用制御実験室では主としてブラインド自動制御実験下における昼光利用制御による照明電力の削減効果の実測評価を行う。調光照明列数の違いが、昼光利用制御の省エネルギー効果に及ぼす影響を把握し、一般事務所建物における有効照明制御列数を検討した。



図 V. 3. 1. 2 昼光利用制御実験室内観

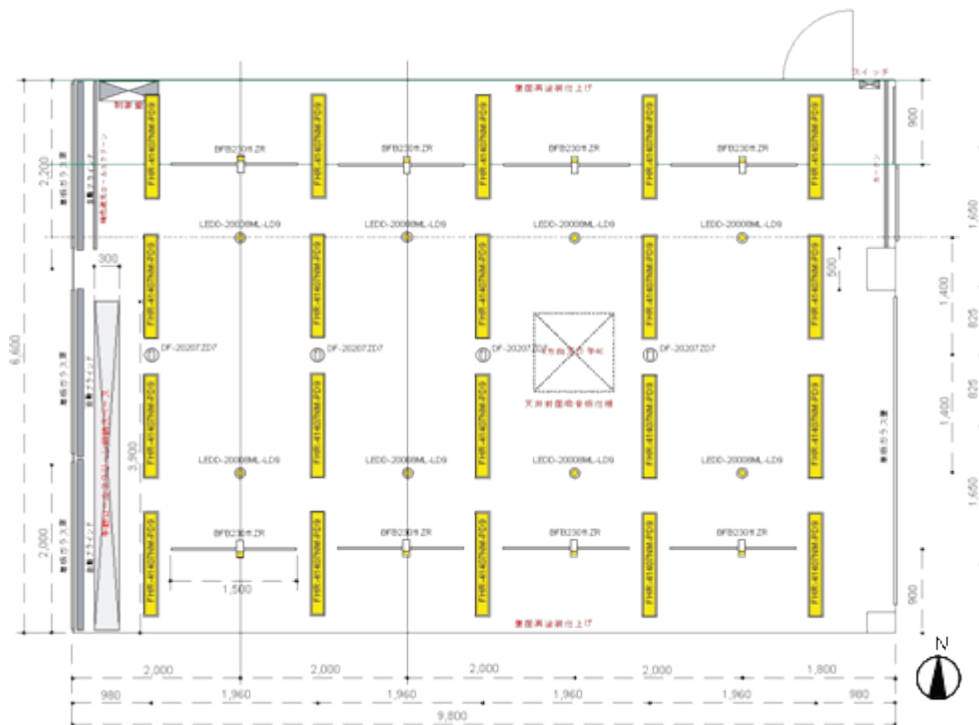


図 V. 3. 1. 3 昼光利用制御実験室平面図

照明列数は5列で、窓面より0.9mを1列目とし、2列目以降を2m間隔で配置している。調光センサを窓面より照明列1~4列（1列目:窓面距離0.9m、以降2m間隔）設置し、照明列1~3列目は列毎の個別制御、照明列4,5列目は2列同時制御とした。調光レンジは25~100%、下限値25%出力時に、机上面設定照度を満たす場合は消灯制御することとした。その他設備概要等の詳細を以下に示す。

・建物データ

所在地： 千葉県野田市
設備改修年： 2011 年
延床面積： 64.7 m²
階数： 地上 4 階
計測対象： 4 階西向き執務室

・照明設備

器具： アンビエント照明（Hf型照明，約 5000 K）
25~100%連続調光（25%出力時必要照度を満たす場合は消灯）
導入制御： 昼光利用制御
採光面： 西面
机上面設定照度： 750 lx

・採光面窓仕様： 普通透明単板ガラス，白色自動制御ブラインド

・測定期間： 2011/1/18~2011/1/31

・測定項目

電力データ： クランプ：電力 1 分値
光環境データ： 水平/鉛直面照度，輝度/明るさ画像，窓面透過光照度データ，色温度，執務者に対する室内光環境アンケート

1)消費電力評価

・制御列数と昼光利用効果

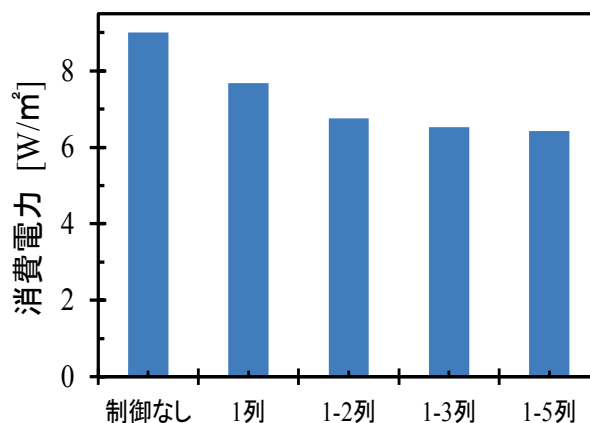


図 V. 3. 1. 4 調光列数と消費電力（冬期）

図 V.3.1.4 に昼光利用制御実験室における実測値に基づく調光列数と消費電力の相関を示す。照明列数は 5 列で，窓面より 0.9m を 1 列目とし，2 列目以降を 2m 間隔で配置している。また，窓面より 1~3 列を個別調光，4~5 列を同時調光とし，調光レンジ 25~100%，昼光のみで必要照度を満たした場合は消灯制御ありの状態を計測した。1~2 列の昼光利用効果は共に大きく日中約 25%の省エネルギー効果が得られた。一方 4~5 列目の消費電力の変化量は微少である。従って，冬期においては 1~2 列或いは 3 列目を加えた窓際 3 列を個別若しくは同時調光することが昼光利用上有効であると考えられる。

3.1.2. 照明シミュレーションによる省エネルギー効果の推定

昼光利用制御は、様々な条件によってその省エネルギー効果変動することが見込まれる。そこで以下では実測調査の結果を補うことを目的に、照明シミュレーションプログラムを用いて、窓面方位・内装材反射率などを変化させた空間における年間を通じた省エネルギー効果を検討した。

(1) 検討方法

①照明シミュレーションプログラム

Radiance (developed by Lawrence Berkeley National Laboratory)

間接成分計算精度のパラメータはブラインド付き空間におけるパラメトリックスタディに基づき以下の値に設定：-ab 6 -aa .3 -ar 126 -ad 512 -as 256

②昼光データ

東京圏における昼光照度基準標準年気象データ (TWD9302/L)

(武田他「標準気象データと熱負荷計算プログラム LESCOM」井上書院,2005.3)

(2) 検討モデル

「標準問題の提案(オフィス用標準問題) (環境工学委員会 熱分科会第 15 回 熱シンポジウム、1985) の建物モデルの事務所部分 2 階 (床面高さ 4000mm)。ただし基本スパンは 6400mm とした。周辺状況は、遮蔽物なし、地物反射率 10%とした。

(3) 設定条件

①窓面数：図 V.3.1.5 に示す一方向窓とした。

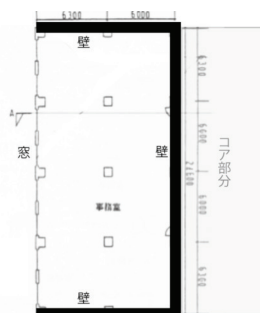


図 V.3.1.5 一方向窓

②ペリメータ／インテリアの面積比

図 V.3.1.6 に示すペリメータ:インテリア=1:1 を基本とした。

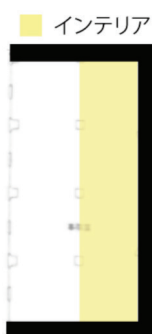


図 V.3.1.6 ペリメータ:インテリア=1:1

③窓方位：長辺窓の向きを基準に、北向き・東向き・南向き・西向きの検討を行った。

④内装反射率：一般的な反射率として表 V.3.1.1 に示す値とした。

表V.3.1.1

| | | |
|----------|----|----|
| 反射 率% | 天井 | 70 |
| | 壁 | 50 |
| | 床 | 10 |

⑤窓ガラス透過率：型板ガラス：85%

⑥ブラインド設定：2水準

1)直射日光あり→閉、直射日光なし→水平

*直射日光の判断基準：直射法線照度 ≥ 1500 lx の場合、直射日光あり→全閉

2)保護角制御（直射日光遮蔽のための自動制御）

*プロファイル角に基づく保護角+オフセット角（10°）

(4)省エネルギー効果率の検討プロセス

①基準面（床上800mm）の昼光による水平面照度（年間）を算出する。なお執務時間は9時～18時とするが、スケジュール制御（休日・昼休み等）は見込んでいない。

②Hf 蛍光灯 32W×2灯タイプを各スパンの1区画ごとに9台設置する（全般照明による基準面照度平均値が約1000lxになる。）

③各水平面照度算出位置において必要照度（750lxとする）を得るための、直上の人工照明（Hf 蛍光灯）の調光率を、列（窓から同一距離）ごとに予め算出する。なお直上以外の蛍光灯の影響はこの際には考慮しないものとする（従って人工照明の調光率は過大寄りに算出され、省エネルギー効果率としては安全側の評価となる）。蛍光灯による調光率と水平面照度との関係は各列の蛍光灯ごとにRadianceにより求めた。照度は1lx刻みとした。

④昼光による水平面照度が750lxを下回る場合、その差を算出する。

⑤不足分を人工照明で補うものとし、その場合の蛍光灯の調光率から消費電力量を予測する。

⑥Hf 蛍光灯の調光範囲は1～100%とし、調光率X%と消費電力量YWの関係は以下の式V.3.1によった。

$$Y=15.571+57X / 70 \quad \dots (式V.3.1)$$

(5)シミュレーション結果

①基本的な側面窓の場合：窓方位の影響の検討

パターン①-1

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|--------------------------------|
| 一方向窓 | 1:1 | 東 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 直射日光あり→全 閉 直射日光なし→水 平 |

パターン①-2

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|--------------------------------|
| 一方向窓 | 1:1 | 南 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 直射日光あり→全 閉 直射日光なし→水 平 |

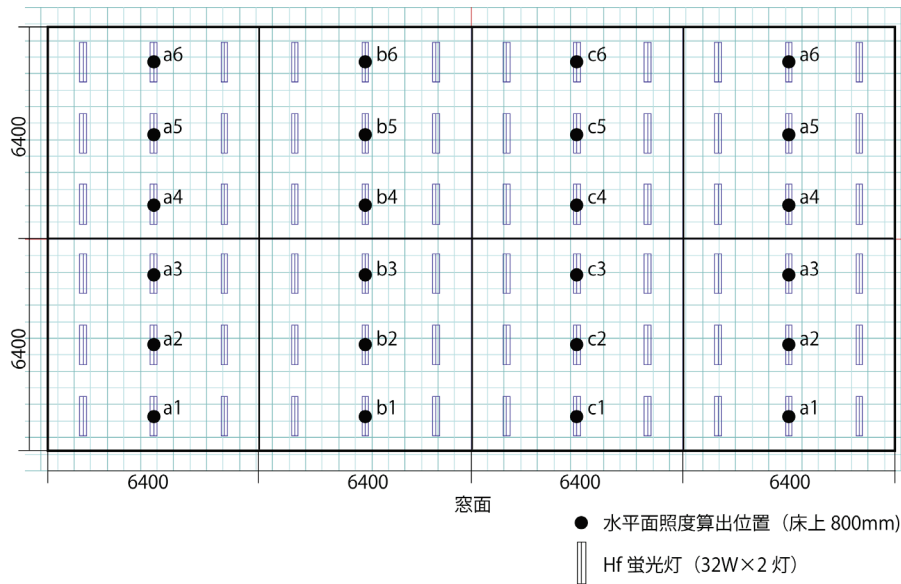
パターン①-3

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|--------------------------------|
| 一方向窓 | 1:1 | 西 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 直射日光あり→全 閉 直射日光なし→水 平 |

パターン①-4

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|--------------------------------|
| 一方向窓 | 1:1 | 北 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 直射日光あり→全 閉 直射日光なし→水 平 |

図V.3.1.7にHf蛍光灯の設置位置と水平面照度算出位置(a1～d6)を示す。

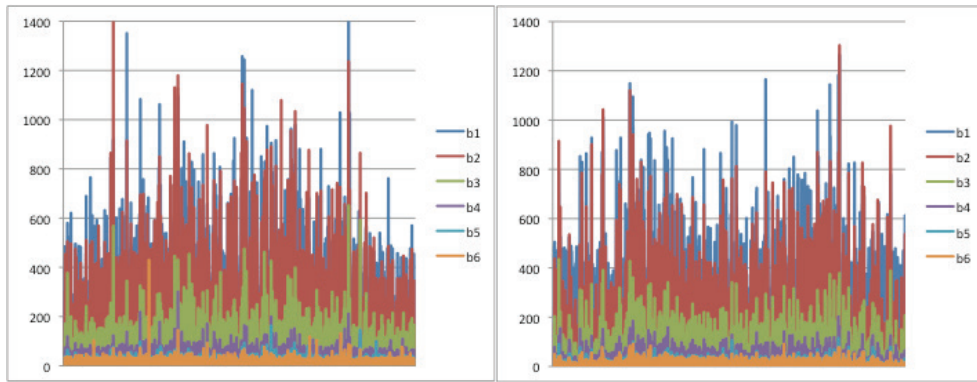


図V.3.1.7 Hf 蛍光灯設置位置と水平面照度算出位置(a1～d6)

【結果】

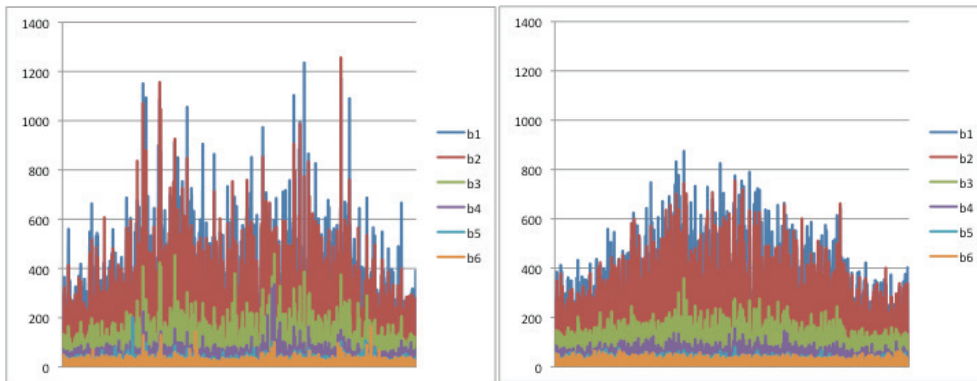
a～dの各列間における照度値の差は小さい。以下には代表値として、列bにおける年間照度推移を窓面方位別に示す。横軸は1月1日～12月31日で執務時間9時～18時の1時間間隔のデータとなっている。

パターン①-1～①-4ごとの省エネルギー効果率の年平均値のグラフを示す。いずれも列ごとの省エネルギー効果率を示している。窓面に最も近い領域では約20%程度であり、省エネ効果が大きく期待できるのは窓面から5000mm程度のペリメータゾーンであることが分かる。直射日光を遮蔽しているため方位別の差は大きくはないが、2列目において差が現れていることがグラフから読み取ることができる。



東面窓 (パターン1)

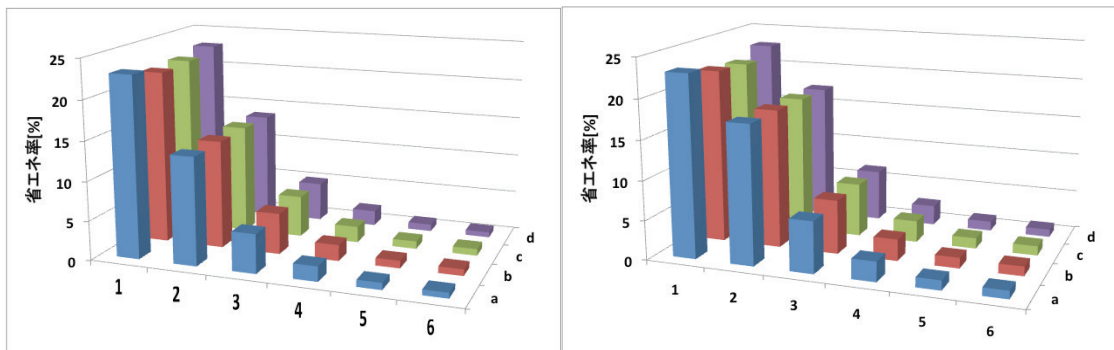
南面窓 (パターン2)



西面窓 (パターン3)

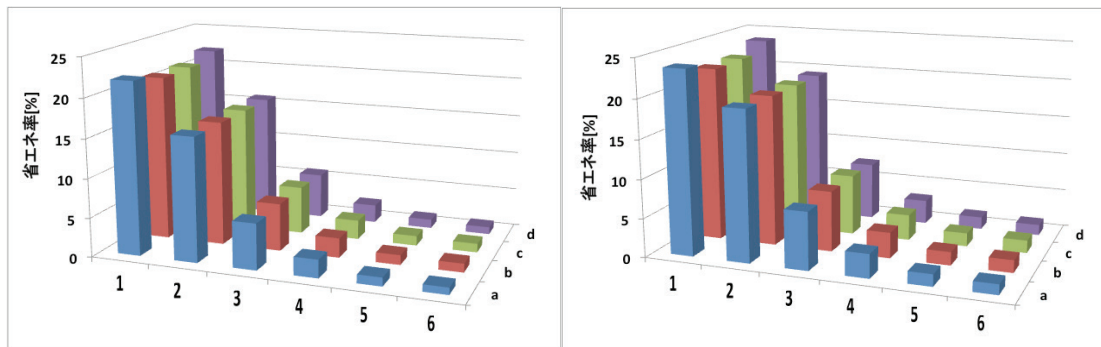
北面窓 (パターン4)

図V.3.1.8 パターン1～4における年間照度推移 (b列)



南面窓 (パターン1)

東面窓 (パターン2)



西面窓 (パターン3)

北面窓 (パターン4)

図V.3.1.9 パターン1～4における省エネ効果率

なお a～b 列ごとの省エネ率には大きな差は見られないため、窓からの距離毎に平均した値および部屋全体としての省エネ率を窓方位別に示したグラフを図 V.3.1.10 に示す。南面窓の場合のみ、2 列目における省エネ効果率は低い。窓直近では 20%強、ペリメータゾーン（窓から 6400mm 以内）では 15.5%、室空間全体としては 7.5～9.5%程度の削減率となった。

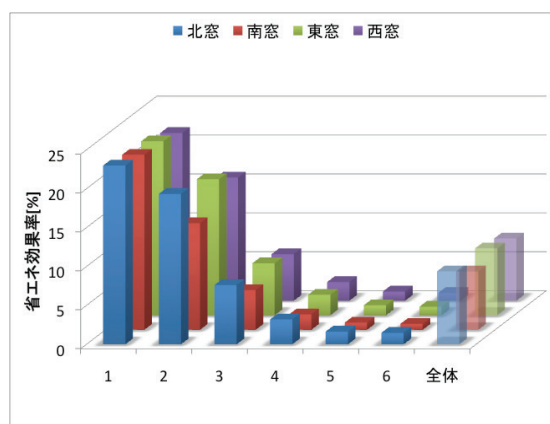


図 V.3.1.10 条件①：窓面方位ごとの省エネ効果率

②基本的な側面窓の場合：ブラインド制御手法の影響

パターン②-1

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|---------|
| 一方向窓 | 1:1 | 東 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 保護角制御 |

パターン②-2

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|---------|
| 一方向窓 | 1:1 | 南 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 保護角制御 |

パターン②-3

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|---------|
| 一方向窓 | 1:1 | 西 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 保護角制御 |

パターン②-4

| 窓面 | ペリメータ インテリア比 | 窓方位 | 内装反射率 | ガラス透過 率 | ブラインド設定 |
|------|-----------------|-----|--------------------|------------|---------|
| 一方向窓 | 1:1 | 北 | 天井 70,壁 50,床 10 | 85% | 保護角制御 |

【結果】

保護角制御の場合は、窓方位による差がより明瞭に出てきており、南窓のみ窓直近での省エネ効果率は 30%弱と非常に大きい値となっている。全体としては、窓直近では 25%（南窓以外）～30%（南窓）、ペリメータゾーン（窓から 6400mm 以内）では 16～18%、室空間全体としては 9～10%程度の削減率となった。

ペリメータゾーンおよび室全体としてはブラインドが常に開き気味の北窓の省エネ効果率が若干大きくなっている。また直射日光があるときに全閉としてしまうパターン①と較べると省エネ効果率は上がっている。

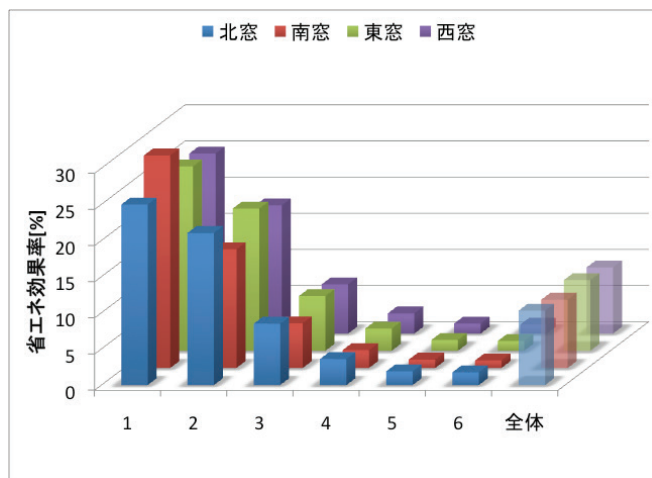


図 V.3.1.11 条件②保護角制御：窓面方位ごとの省エネ効果率

3.1.3. 昼光利用制御のまとめ

一般的なオフィスにおいてはペリメータゾーンにおいて、20%弱～30%程度の省エネ効果率が得られている。ただし内装反射率・ガラス透過率が低い場合は、効果率は大幅に落ちる。またペリメータの範囲の捉え方やペリメータ・インテリア面積比によっても値は変わることが予測されるが、年間シミュレーションの結果においてはペリメータ：インテリア比が1:1の場合は空間全体を通して省エネ効果率は10%程度となった。なお保護角制御のブラインドの場合は、窓面方位の違いは、ペリメータゾーンあるいは空間全体としての省エネ効果率には大きな影響を及ぼしていないとは言え、若干であるが北窓の省エネ効果率が高くなる。今後はより多くの条件におけるシミュレーションによる検討が必要であろう。

3.2. 局所制御（タスク・アンビエント照明方式）

3.2.1. 実測調査のまとめ

図 V.3.2.1 に事務所建物(3A)及び(3F)における局所制御の省エネルギー効果を示す。設定照度を緩和するため、3Aでは約31% (750lx→400lx)、3Fでは約59% (750lx→300lx)と非常に効果的な省エネルギー効果を示した。また、タスク照明の消費電力はアンビエント照明に比べ微少であり、机上面照度を満たしつつ消費電力を削減することが可能である。但し、空間の明るさ感に関してはやや低下する傾向にあり、省エネルギーと光環境の快適性を両立させる為には、ある程度の消費電力の増加を見込みつつも間接照明の設置或いは内装反射率を高める等の処置により執務空間上部の明るさ感を確保する必要がある。

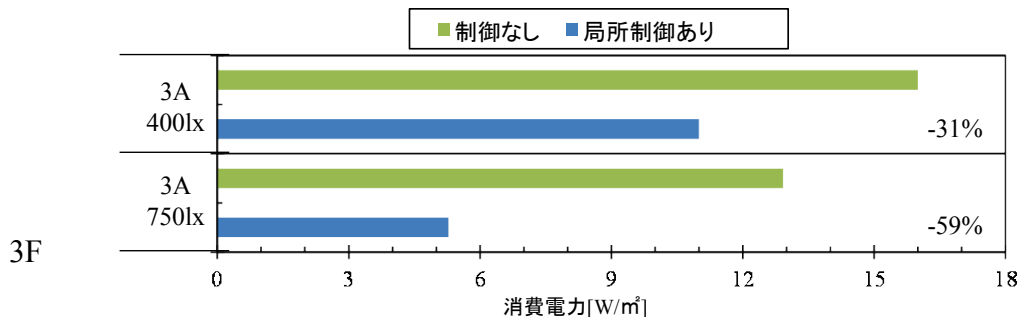


図 V.3.2.1 局所制御による省エネルギー効果

3.3. タイムスケジュール制御

3.3.1. 実測調査のまとめ

図 V.3.3.1 にタイムスケジュール制御の省エネルギー効果を示す。執務時間におけるタイムスケジュール制御は一般に昼休み（1時間）の一斉消灯である為、約 10%の省エネルギー効果が得られた。また、一部効果の低い建物があるが、これらは減光(3B)若しくは手動による消灯操作(3F)を行っているため十分に機能しなかったと考えられる。

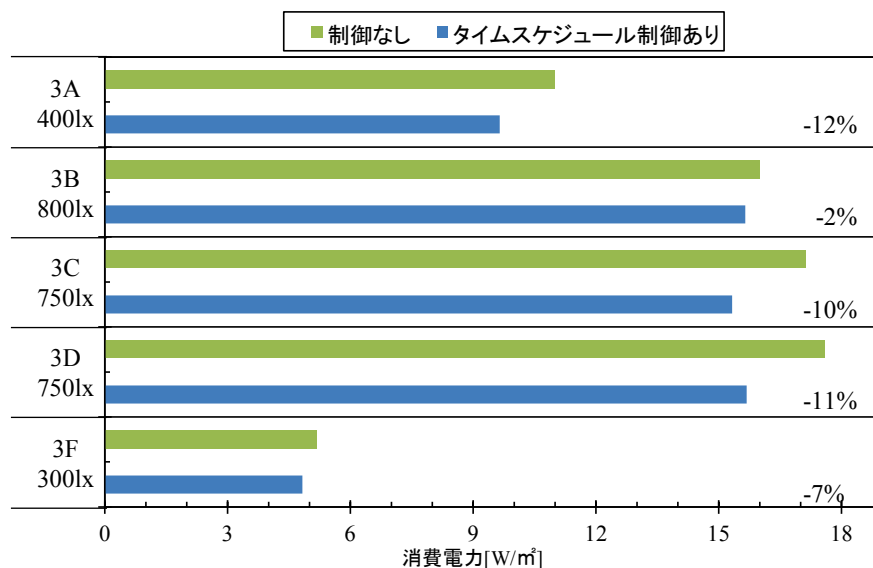


図 V. 3. 3. 1 タイムスケジュール制御による省エネルギー効果

3.4. カード、センサ等による在室検知制御

3.4.1. 実測調査のまとめ

図 V.3.4.1 に事務所建物(3B)及び(3D)における局所制御の省エネルギー効果を示す。何れも効果が小さい事例であった。また 3D に関してはシミュレーション上、制御ロジックの変更により省エネルギー効果が上昇する傾向にあり、今後光環境快適性の検討と合わせて評価する必要がある。

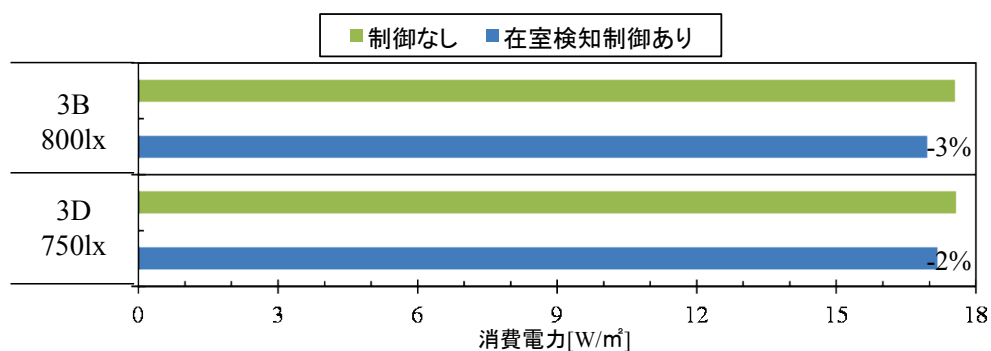


図 V. 3. 4. 1 在室検知制御による省エネルギー効果

3.4.2. 参考

(1)非居室空間における人感センサの省エネルギー効果

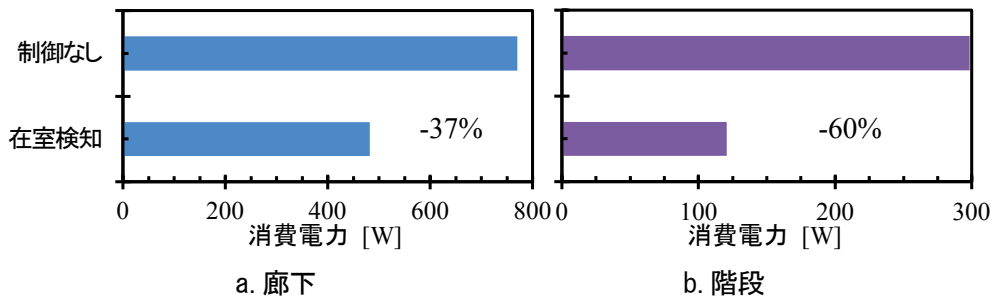


図 V. 3. 4. 2 非居室空間における人感センサの省エネルギー効果

図 V.3.4.2 に事務所建物(3E)非居室空間における人感センサの省エネルギー効果を示す。廊下：60%，階段：37%と利用率の低い空間程省エネルギー効果が得られた。

3.5. まとめ

図 V.3.5.1 及び図 V.3.5.2 に調査対象建物 3A~H 及び実験室実測に基づく各照明制御の省エネルギー効果と CEC/L 補正係数の比較結果を示す。尚，初期初度補正，ゾーニング制御に関しては参考値とする。

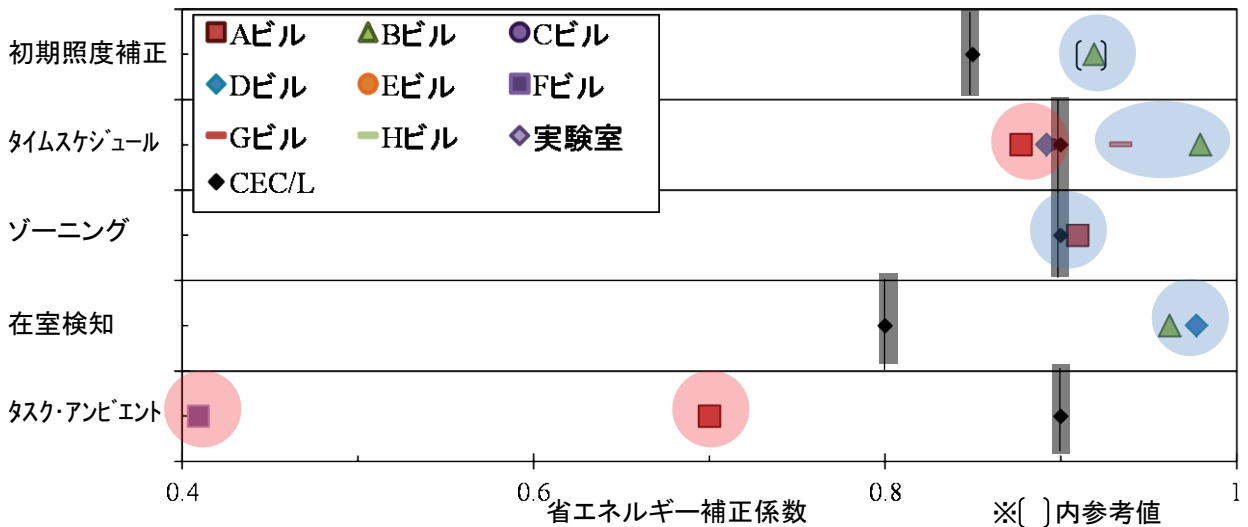


図 V. 3. 5. 1 照明制御別省エネルギー効果

タイムスケジュール制御は大半の建物において CEC/L 補正係数と同値であった。一部効果率の低い建物があるが、これらは減光若しくは手動による消灯操作により十分に機能しなかった為である。また、在室検知制御は何れの物件も補正係数より効果が小さい事例であった。局所制御（タスク・アンビエント照明）による省エネルギー効果率は 0.4, 0.7 と補正係数以上の高い省エネルギー効果を示した。

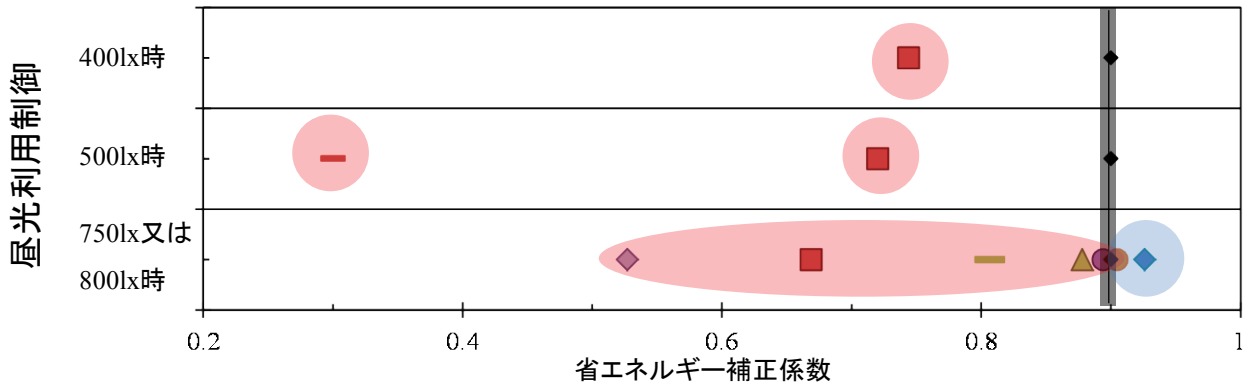


図 V. 3. 5. 2 昼光利用制御による省エネルギー効果

図V.3.5.2に示す省エネルギー効果の値は各空間全体（ペリメータ+インテリア）としての値である。昼光利用制御省エネルギー効果は設定照度毎に検討する必要があるものの、一般的な事務所建物では空間全体としては補正係数（0.9）に近い値を示した。またペリメータ部分だけで見れば、20～30%程度の省エネルギー効果率となる。ただし内装反射率やガラス面透過率が低いと十分な効果が得られないことには注意を要する。一方で天窓や両面窓等の場合は非常に高い効果が得られており、昼光利用制御は今後とも省エネルギー推進における重要な手段となろう。

4. まとめ

本委員会では、業務用建築で使用される照明エネルギー削減手法(照明制御手法)とエネルギー消費量の関係を把握することを目的に、実建物を対象に各種データの計測を実施した。今年度対象とした6建物(及び昨年度の2建物)はいずれも照明電力消費量とコンセント電力消費量を分離して計測可能な事務所建物であり、採用されている照明制御手法としては、昼光利用制御、スケジュール管理、初期照度補正、タスク・アンビエント照明、人感センサーによる在室検知制御、ブラインド自動制御、隣接調光照明制御が挙げられる。

昼光利用制御については、複数の建物において、インテリア部分とペリメータ部分に対する昼光照明の影響の差から、その省エネルギー効果を導き出した。今年度は新たに複数の建物における測定を追加したが、天窗/側窓といった窓位置や窓素材(ガラス透過率)によりその省エネルギー効果は大きく異なってくることを示されている。しかしながら最も一般的な側面窓(事務所)における省エネルギー効果に関しては、実測の結果とシミュレーションの結果もほぼ一致しており、省エネルギー効果率の策定は可能と考えられよう。

局所制御(タスク・アンビエント照明)による省エネルギー効果については、事務所建物3Aおよび事務所建物3Fで実施した実測調査により、実際のタスク照明稼働率に基づくタスク照明の電力消費量を勘案した上で、照明の省エネルギー効果を概算するに至っている。その結果、タスク照明の電力消費量は相対的に非常に小さく、タスク・アンビエント照明の省エネルギー効果は、ほぼアンビエント照明の抑制分に相当することが示されている。従ってその省エネルギーへの寄与に関しては今後大きな期待を寄せることができる。また両事務所建物については、同時に輝度分布測定やアンケート調査を実施しており、いずれの結果からも、間接照明により天井・壁面の輝度を上昇させることにより、机上面水平面照度は大幅に抑制しつつ、ほぼ十分な明るさ感が確保できることが示されている。これにより、アンビエント照明の抑制による省エネルギー性の達成と照明環境の質的側面の両立の可能性が十分に示唆されるデータが得られたと言えよう。

在室検知制御についても複数建物のデータが得られているが、日中はほとんど照明エネルギー削減に寄与しない例も見受けられ、執務実態と制御システムの関係によって省エネルギー削減への効果が大きく異なる結果となっている。在室検知制御手法に関しては、その照明設計手法が確立されているとは言い難い面もあり、実際に得られる省エネルギー効果に関しては、今後手法面も含めてより詳細な検討が必要となろう。

スケジュール制御に関しては、昼休み時の減灯・消灯により、実測結果からも予測通りの効果が得られていた。

なお今回概算で示した各照明制御手法によるエネルギー削減効果率は100%が意味するところが各建物間では完全には統一されていない。一応の目安として作業面照度750ルクスあたりを中心として検討を加えているが、仮に過剰設計になっている場合は、省エネルギー効果率が非常に大きく見積もられてしまう恐れがあり、何らかの指針は必要となろう。

本調査における測定事例は、先進的な建物を中心としたものであったが、今後照明における省エネ推進の目標値を検討していく上で、これらのデータが役に立っていけば幸いである。