

# オフィス空間における 室内照明の微動検知人感センサ計画

泉屋 勇斗

近畿地方整備局 営繕部 整備課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前3-1-41)

オフィス空間における執務環境の快適性を確保する事を前提に、省エネ効果の向上を目的とし、照明制御の新技术である微動検知人感センサの効果検証のための計画を行う。今回導入する微動検知人感センサは、人の在・不在に加え、人のわずかな動作を検知し、照明制御が可能なセンサであり、従来の明るさセンサ以上に省エネ効果が期待されている。研究対象は、微動検知人感センサを採用している令和6年度竣工の大阪運輸支局なにわ自動車検査登録事務所庁舎の事務室とする。本研究では、竣工後の運用段階で省エネ効果を想定し、検証手法を検討する。比較対象は、従来の明るさセンサによる調光とし、指標は照明の消費電力量とする。

キーワード オフィス空間、微動検知人感センサ、照明制御、省エネ

## 1. はじめに

なにわ自動車検査登録事務所庁舎は、職務内容の都合上、一般的な事務庁舎と比較して職員の移動が頻繁であり、事務室内の職員がまばらに点しているにも関わらず、照明が常時全点灯している状態だった。庁舎を新築するにあたり、効率的な省エネ技術の導入を検討した結果、新技术である微動検知人感センサを採用することとした。今回の研究は、そのセンサを導入することにより、想定される効果及び、その効果の検証手法について報告する。

## 2. 庁舎概要

今回の微動検知人感センサを採用した庁舎の概要は下記のとおりである。

施設名称：なにわ自動車検査登録事務所庁舎  
所在地：大阪府大阪市住之江区南港東3-1-14  
地域地区：準工業地域  
建物用途：庁舎  
構造規模：鉄筋コンクリート造 地上2階建て  
敷地面積：22,470.03㎡  
建築面積：877.67㎡（庁舎）  
延べ面積：1,143.82㎡（庁舎）  
発注者：国土交通省 近畿地方整備局  
設計者：株式会社 都市環境設計



図-1 庁舎イメージ図

## 3. 微動検知人感センサの概要

微動検知人感センサは、在・不在を人の微細な動きを画像解析により検出するとともに、設定した照度となるよう個別の照明器具ごとに調光を可能とする照明制御機器である。従来では明るさセンサによる昼光利用制御、初期照度補正制御、プログラムタイマ制御など、様々な手法を用いて照明設備の制御を行うことで、省エネに寄与する取組が図られてきた。近年ではさらなる省エネ効果を期待する手法として、在・不在制御と呼ばれる制御手法が、先進的に採用されるケースが見られている。その中でも最新の微動検知人感センサは、赤外線によるスイッチの代替である熱線式人感センサや、制御信号により一括調光する明るさセンサと異なり、画像解析機能で照明器具を個別に制御することが可能となることから、より高効率な省エネ効果が期待されている。

### (1) 微動検知人感センサ仕様

品名：スマートアイセンサーライト<sup>1)</sup>  
設置方式と設置高さ：天井面設置高さ 2.4m～3.3m  
検知範囲（画像センサ）：最大9.0m×9.0m  
検知エリア（画像センサ）：最大9エリア  
検知範囲（赤外線センサ）：直径9.0m  
検知エリア（赤外線センサ）：1エリア（人感）

### (2) 微動検知人感センサの機能

今回使用する微動検知人感センサの機能は以下のとおりである。

#### a) 明るさセンサ機能

室内の明るさが一定になるよう、外からの光に合わせて照明器具の出力を調整する機能である。

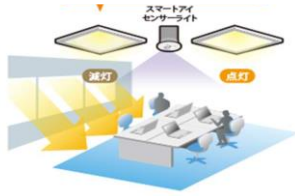


図-2 明るさセンサ機能<sup>1)</sup>

b) 在・不在検知機能

画像解析により人の在・不在を判断し、不在であれば消灯、在であれば点灯する機能である。画像解析を伴うため、十分に機能するためには一定程度の明るさ※が必要である。

※設置高2.7m～3.0m, 検知範囲2.7m×2.7m以下の場合, 最低照度50lx以上必要

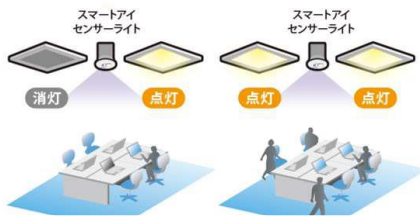


図-3 人感センサ機能<sup>1)</sup>

c) エリア分割機能

検知範囲を最大9つのエリアに分割し、それぞれのエリアごとに画像解析を行い、調光制御を可能とする機能である。エリア分割機能を活用することで、前述の明るさセンサ機能や在・不在検知機能の制御を細かく設定できる。

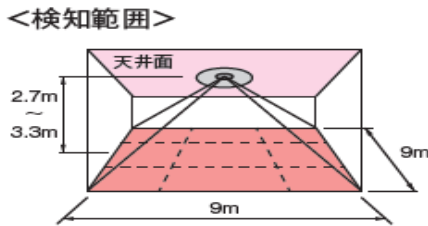


図-4 エリア分割機能 1<sup>1)</sup>

エリア分割は、より細かいグリッドの集合で構成された検知範囲を切り分けて設定するため、照明器具の配置を踏まえたきめ細やかな設定が可能である。

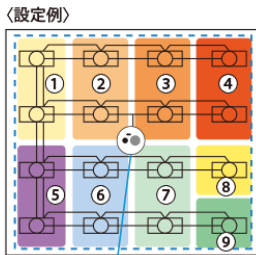


図-5 エリア分割機能 2<sup>1)</sup>

また、検知範囲全てを対象とせず、非検知エリアの設定も可能である。通路など頻繁に人が往来する範囲を非検知エリアとすることで、無駄な点灯防止が可能となる。

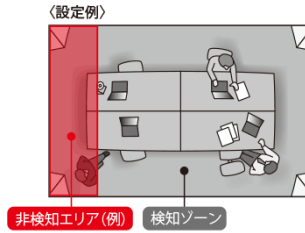


図-6 エリア分割機能 3<sup>1)</sup>

d) 暗闇検知(人感センサ)機能

熱線センサにより暗闇でも人を検知する機能である。ただし、前述の在・不在検知とは異なり、エリア分割機能と連動することはできない。

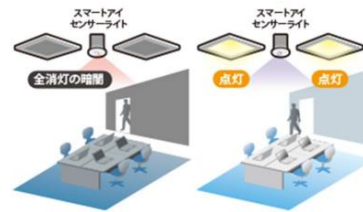


図-7 暗闇検知機能<sup>1)</sup>

e) 通過検知機能

画像解析により人が滞在しているのか通過しているのかを判断し、通過の場合は短く点灯し、省エネをはかる機能である。

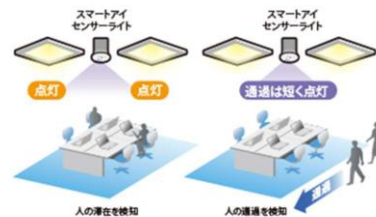


図-8 通過検知機能<sup>1)</sup>

4. 効果検証の目的

微動検知人感センサは新技術であるため、その導入にあたっての設定方法の指針や、効果の具体的な成果については、実績データが少ない。本研究では、机上計算で求められる省エネ率を参考に、標準的と思われる調光設定時における省エネ率の達成状況を確認するとともに、微動検知人感センサの設定を検証期間中に調整することで、より効果的な調光設定を検討し、今後の設計業務に役立てることを目的とする。

5. 与条件の整理

(1) 照明器具及び微動検知人感センサの配置

本庁舎においては、最小1デスクごとの細やかなエリア分割がしたいため、下図のとおり照明器具4～6灯に対して1台の微動検知人感センサを配置する設計とし、事務室20㎡程度につき1個程度のセンサ配置とする。

記号	名称
□	照明器具(LEDスクエア器具)
▽ NC	微動検知人感センサ

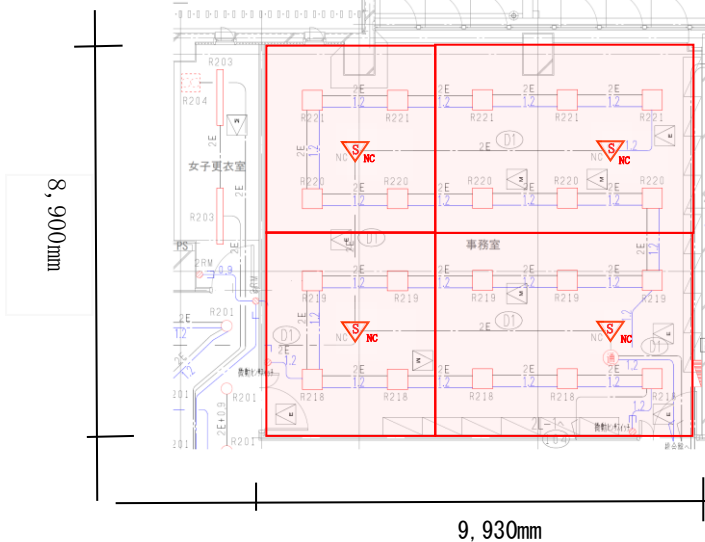


図-9 2階事務室 微動検知人感センサ配置例

(2) 効果検証の期間、範囲、計測方法

今回の効果検証において、期間、範囲及び計測方法は下記とする。

- a) 検証期間  
令和6年10月1日を起算日とする1年間で検証する。
- b) 計測場所  
当該庁舎の2階の事務室エリアとする。
- c) 計測方法  
電力量は電力計測装置による計測値の計量とし、計量データはコンパクトフラッシュカード等小型記憶媒体での取得とする。  
各階に設置された分電盤の内部に電力計測装置を設け、照明分岐回路の積算電力量(kWh)を算定する。この計量方法で、週、月ごとの照明分岐回路の積算電力量が算出可能である。

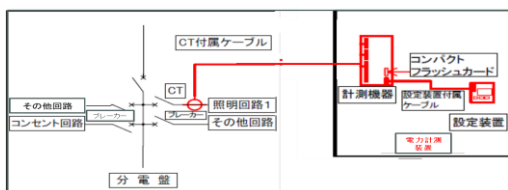


図-10 分電盤内部 電力計測装置設置参考図

6. 想定される省エネ効果

公表されている資料から、微動検知人感センサを導入する場合に想定される省エネ率を算出する。

なお、算出方法は、日本照明工業会の技術資料130「照明制御装置による消費電力削減効果の評価手法」<sup>2)</sup>(以下「技術資料130」とする。)、一般社団法人公共建築協会が出版した「建築設備設計計算書作成の手引(令和3年版)」<sup>3)</sup>に掲載されている、照明制御装置による消費電力削減効果の評価計算書(以下「計算書」とする。)及び、「建築設備設計基準(令和3年版)」<sup>4)</sup>(以下「設計基準」とする。)を参考とする。

(1) 明るさセンサの省エネ率計算(理論値)

従来の明るさセンサによる省エネ率を算出する。明るさセンサによる照明制御は、設計照度となる調光比を上限、器具毎の制御装置により定まる最低出力となる調光比を下限とし、外光を取り入れた場合の昼光照度を低減して調光する方式である。

昼光照度は、開口部(窓)の大きさと向き、センサ器具の位置により定まるセンサ部昼光率と、年間あたりの全天空照度の確率分布により算出する。

計測場所である2階事務室は、南面に開口長さ8.9(m)、高さh = 1.9(m)の窓を持つ小部屋である。

照明器具の配置状況から算出した、未調光の算出照度は $\alpha 2 = 882(1x)$ であった。事務室の設計照度 $\alpha 1 = 750(1x)$ および器具の保守率 $M = 0.81$ から、

$$\begin{aligned} \text{調光上限値}m(\%) &= \text{設計照度}/\text{算出照度} \times \text{保守率} \\ &= \alpha 1 / \alpha 2 \times M \quad (1a) \\ &= 750 / 882 \times 0.81 \\ &= 69(\%) \end{aligned}$$

となる。これは、明るさセンサを導入しない初期照度補正による調光率である。

センサは、窓から2.5(m)および4(m)の位置に配置されている。計算書(様式電-4-3)より、窓側 $n=1$ 、部屋側 $n=2$ とすると、

$$\begin{aligned} \text{センサ部の昼光率}b(\%) &= \delta n(1, 2) \quad (1b) \\ &= 2.504, 1.134(\%) \end{aligned}$$

外光は時間により変動するため、5%毎の累積確率分布を用いて算出する。参考に、50%時の全天空照度 $ani=21,677(1x)$ の場合の算出結果を示す。

上記の結果及び計算書(様式電-4-4)より、

$$\begin{aligned} \text{センサ部の昼光照度}Cni(1, 2)(1x) &= \text{全天空照度} \cdot \text{センサ部の昼光率} \\ &= ani(5 \sim 100\%) \times \delta ni(1, 2) \quad (1c) \\ &= 21,677 \times \delta n1, \delta n2 \\ &= (C1)543(1x), (C2)246(1x) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{設計照度差 } d_{ni}(1,2) &= \text{設計照度} - \text{センサ部の昼光照度} \\ &= \alpha_1 - c_{ni}(1,2) \quad (1d) \\ &= (d1)207(1x), (d2)504(1x) \\ \text{調光比 } e_{ni}(1,2) &= \text{設計照度との差} / \\ &\quad \text{設計照度} \cdot \text{調光上限値} \\ &= d_{ni}(1,2) / \alpha_1 \times m \quad (1e) \\ &= (e1)0.25, (e2)0.464 \end{aligned}$$

となる。e1は単純計算すると0.19であるが、下限値(0.25)以下をとらないため、留意が必要である。

累積確率分布i(5%~100%)を算出した結果、調光比の平均値はe1 = 0.361, e2 = 0.468となった。照明器具の定格消費電力がβ = 41.5(W), それぞれの制御台数が10台であることから、1台あたりの平均消費電力を算出すると、

$$\begin{aligned} \text{外光制御時の平均電力 } I(W) &= \sum h/i \quad (1f) \\ &= 17.5 [W] \end{aligned}$$

以上より、

$$\begin{aligned} \text{補正係数 } E &= I / \beta \quad (1j) \\ &= 0.422 \end{aligned}$$

となる。補正係数Eとは、照明制御を行っていない場合の定格消費電力(W)に対する、明るさセンサを用いた場合の低減率である。

### (2) 微動検知人感センサの省エネ率計算 (理論値)

微動検知人感センサの補正係数Hを算出する。計算書(様式電-4-2)及び、技術資料130より、平均在籍人数 a = 単位制御エリア面積 (在籍人数 / 室の面積)

$$\begin{aligned} &= 3\text{m}^2 \cdot (20\text{人} / 8.9\text{m} \times 9.93\text{m}) \\ &= 0.678 \end{aligned} \quad (2a)$$

計算書(様式電-3)より、天井面輝度15 (cd/m<sup>2</sup>), 壁面輝度20 (cd/m<sup>2</sup>) 以上を満たすために、不在時調光率f = 50%以上とすると、

$$\begin{aligned} \text{省エネ率} &= (1 - \text{不在調光率}f/100) \\ &\quad \times \text{日平均有効不在時間率} \times 100 \quad (2b) \end{aligned}$$

$$\text{補正係数 } H = 1 - (2b) / 100 \quad (2c)$$

計算書(様式電-4-2)表-1, 技術資料130 より、a<1の場合、a=1人とみなす。

人感保持時間を1分(60秒)で設定すると、

$$\begin{aligned} \text{日平均有効不在時間率} &= 0.388 \\ (2b) &= 19.4(\%) \\ (2c) &= 0.806 \end{aligned}$$

人感保持時間を5分で設定すると、

$$\begin{aligned} \text{日平均有効不在時間率} &= 0.193 \\ (2b) &= 9.7(\%) \\ (2c) &= 0.903 \end{aligned}$$

人感保持時間を10分で設定すると、

$$\begin{aligned} \text{日平均有効不在時間率} &= 0.128 \\ (2b) &= 6.4(\%) \\ (2c) &= 0.936 \end{aligned}$$

となる。補正係数Hとは、照明制御を行っていない場合の定格消費電力(W)に対する、微動検知人感センサを用いた場合の低減率である。

### (3) 月間消費電力量及び総合省エネ効果 (理論値)

月間の消費電力量及び総合省エネ効果を計算する。計算書(様式電-4-1)より、

$$\begin{aligned} \text{月間総消費電力量 } D(\text{kWh}) &= \text{定格消費電力 } \beta(W) \times \text{器具台数 } B(\text{台}) \\ &\quad \times \text{月間点灯時間 } C(\text{h}) / 1,000 \quad (3a) \\ &= (41.5 \times 20 \times 208.3) / 1,000 \\ &= 172.9(\text{kWh}) \end{aligned}$$

これは、照明制御を行わなかった場合の電力量II(無)に等しい。加えて、明るさセンサの照明制御を行った場合の月間の消費電力量は、

$$\begin{aligned} \text{月間総消費電力量 } I(\text{明})(\text{kWh}) &= \text{月間総消費電力量 } D \\ &\quad \times \text{明るさ補正係数 } E \quad (3b) \\ &= 172.9 \times 0.422 \\ &= 72.92(\text{kWh})(\text{月}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{総合省エネルギー効果} &= (\text{II}(\text{無}) - I(\text{明})) \\ &\quad / \text{II}(\text{無}) \cdot 100 \quad (3c) \\ &= 57.78(\%) \end{aligned}$$

となる。

また、微動検知人感センサと、明るさセンサ両方の照明制御を行った場合の月間の総消費電力量I(明+微)及び、総合省エネ効果は、

$$\begin{aligned} \text{月間総消費電力量 } I(\text{明+微})(\text{kWh}) &= \text{月間総消費電力量 } D \\ &\quad \times \text{微動検知人感センサ補正係数 } H \\ &\quad \times \text{明るさ補正係数 } E \quad (3d) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{総合省エネルギー効果} &= (\text{II}(\text{無}) - I(\text{明+微})) \\ &\quad / \text{II}(\text{無}) \cdot 100 \quad (3e) \end{aligned}$$

人感保持時間を1分(60秒)のとき、

$$\begin{aligned} (3d) &= 172.9 \times 0.806 \times 0.422 \\ &= 58.77(\text{kWh})(\text{月}) \\ (3e) &= 66.01(\%) \end{aligned}$$

人感保持時間を5分で設定すると、

$$\begin{aligned} (3d) &= 172.9 \times 0.903 \times 0.422 \\ &= 65.84(\text{kWh})(\text{月}) \\ (3e) &= 61.92(\%) \end{aligned}$$

人感保持時間を10分で設定すると、

$$\begin{aligned} (3d) &= 172.9 \times 0.936 \times 0.422 \\ &= 68.25(\text{kWh})(\text{月}) \\ (3e) &= 60.53(\%) \end{aligned}$$

となる。

7. 効果測定の手法

(1) 標準設定時における微動検知人感センサの効果検証 (計測値)

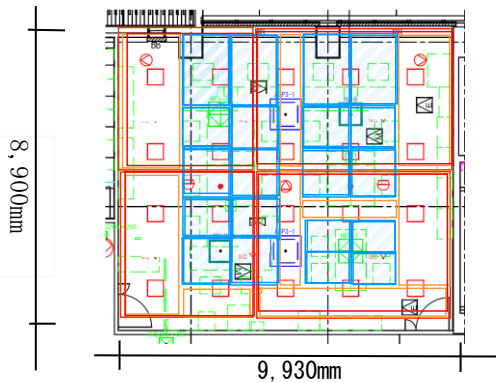
今回の庁舎で微動検知人感センサが最大限効果の発揮ができる標準設定時の条件を検証する。下記の設定時における月間消費電力 (kWh) を計測、(3c)(3e)より、計測上の省エネ率を算出する。

a) 微動検知人感センサ設定 (明るさセンサ併用)

今回、最大限の省エネ効果検証として、明るさセンサ機能を併用した設定とする。

b) 微動検知人感センサ設定 (検知エリア設定)

最大限の省エネ効果が期待できる微動検知人感センサの検知エリア設定は下記とする。入居官署の業務に支障がない範囲で設定を行った。検知エリアは20㎡程度につき、最小のデスクが点灯できる3㎡程度×9エリア以下とする。



※ 1デスクごとの検知エリア  
図-11 2階事務室 検知エリア設定例

c) 微動検知人感センサ設定 (感知時間設定)

最大限の省エネ効果が期待できる感知時間の設定としては下記とする。入居官署の業務に支障がない範囲で、業務時間に合わせて設定をおこなった。

・微動検知人感センサ感知時間設定

- ① 人感センサモード：省エネモード
- ② 人感保持時間：1分(60秒)
- ③ 不在フェード時間：30秒
- ④ 人感ディレイ時間：30秒
- ⑤ 不在調光度：50%

人感センサモードは今回の機器は通常、残置、省エネ3モードがある。今回は業務時間に合わせて省エネに最も適切な省エネモードとする。

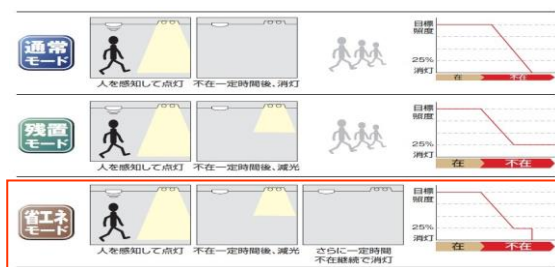


図-12 人感センサモード概要図<sup>1)</sup>

省エネモードでは人不在時に人感保持時間後、不在フェード時間で不在時調光度まで減光させる。さらに人感ディレイ時間に移行し、一定時間人不在が継続する場合に消灯させる動作がある。

人感保持時間は、点灯後に人不在が一定時間継続する時に消灯または減光する時間である。設計基準を参考にし、今回は省エネ効果が期待できる最短の1分(60秒)で行うこととする。

不在フェード時間は、人在時の点灯から不在時の調光度までの下り時間である。

人感ディレイ時間は、省エネモードに設定する場合に適用される時間である。不在フェード時間後にさらに人不在が継続する時に消灯させる時間である。

省エネ上は最短で消灯することが望ましいが、在席者に違和感、不快感を与えないよう、今回は不在フェード、人感ディレイとも30秒、不在調光度は50%とする。

(2) 離席率の考え方

省エネルギーの達成度合いには、微動検知人感センサにおいては離席率が大きく影響すると考えられるため、平均離席率の推定方法についても併せて検討する。職員へのヒアリングの結果、登録車台数と職員の離席率は、比例関係にあることがわかっている。昨年度の月別登録車台数の推移は統計データから下記となった。

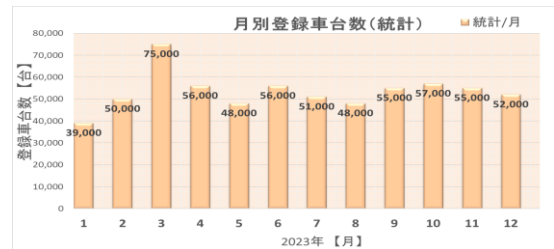


図-13 月別登録車台数推移

上記より2023年3月が約75,000台で登録車台数の最も多い時期であることが分かる。

また、上記の結果及び職員へのヒアリングから、3月～4月は繁忙期であり、車両検査登録業務のため、大多数の職員が出払っており、受付等対応業務のため20人中、最低1人のみが在席していることが多いことがわかった。このことから、

$$\text{離席率 } \alpha = \frac{\text{検査登録業務従事不在職員数}}{\text{全職員数}} \quad (4a)$$

である。特に3、4月においては、

$$(4a) = \frac{19\text{人}}{20\text{人}} = 95.0 (\%)$$

となる。また、4月の離席率が上記であることから、検査登録業務の台数と離席率が正比例するものと想定すると、

月別平均離席率 (%) (≦95%)  
 = 月別登録車台数×95% (4b)  
 /56,000 (台)  
 となる。

(3) 設定調整時における微動検知人感センサの効果検証 (計測値)

微動検知人感センサの設定を検証期間中に調整することで、より効果的な調光設定を検証する。

a) 設定調整時期

調整回数は下記 表-1 工程表に記載とおり、①～④四半期ごとの計測期間の前月末とし、9月末、12月末、3月末、6月末の計4回とする。月間消費電力a～1 (kWh) を計測、式 (3c)(3e)より、計測上の省エネ率X, Y, Z, G(%)を算出する。

b) 設定調整条件

設定調整条件としては下記とする。

- ① 第3四半期 (10月～12月) :  
 微動検知人感センサ (点灯保持時間10分)  
 + 明るさセンサ,
- ② 第4四半期 (1月～3月) : (標準設定時)  
 微動検知人感センサ (点灯保持時間1分)  
 + 明るさセンサ
- ③ 第1四半期 (4月～6月) :  
 明るさセンサのみ
- ④ 第2四半期 (7月～9月) :  
 微動検知人感センサ (点灯保持時間 5分)  
 + 明るさセンサ

上記の設定調整条件、7. (2)の離席率の推移、

5. (3)で計算した理論値、7. (3)の計測値を表-1 工程表にまとめた。

表-1 設定調整工程表

測定期間 (月)		① 第3四半期 (10月～12月)			② 第4四半期 (1月～3月)		
		2024年10月	11月	12月	1月	2月	3月
月別登録車台数 (台)		57,000	55,000	52,000	39,000	50,000	75,000
平均離席人数 (人) (想定)/20人		19	19	18	13	17	19
平均離席率 (%) (想定)		95.0	93.3	88.2	66.2	84.8	95.0
点灯保持時間 (分)		10分	10分	10分	1分	1分	1分
理論値	微動検知人感センサ+ 明るさセンサ	総消費電力量 (kWh) 68.25		68.25	68.25		58.77
		総省エネ率 (%)		60.53%		66.01%	
	明るさセンサ	総消費電力量 (kWh)					
		総省エネ率 (%)					
計測値	微動検知人感センサ+ 明るさセンサ	a	b	c	d	e	f
		総消費電力量 (kWh)		X%		Y%	
	明るさセンサ	総消費電力量 (kWh)					
		総省エネ率 (%)					
測定期間 (月)		③ 第1四半期 (4月～6月)			④ 第2四半期 (7月～9月)		
		4月	5月	6月	7月	8月	9月
月別登録車台数 (台)		56,000	48,000	56,000	51,000	48,000	55,000
平均離席人数 (人) (想定)/20人		19	16	19	17	16	19
平均離席率 (%) (想定)		95.0	81.4	95.0	86.5	81.4	93.3
点灯保持時間 (分)		5分		5分	5分		5分
理論値	微動検知人感センサ+ 明るさセンサ	総消費電力量 (kWh)		65.84		65.84	
		総省エネ率 (%)		61.92%			
	明るさセンサ	72.92	72.92	72.92			
		総省エネ率 (%)		57.78%			
計測値	微動検知人感センサ+ 明るさセンサ	総消費電力量 (kWh)		j		k	
		総省エネ率 (%)		G%			
	明るさセンサ	g	h	i			
		総省エネ率 (%)		Z%			

(4) 比較検証の方法

職員へのヒアリングより、3,4月は19人/20人 (95.0%)離席しており、表-1工程表より、同等の登録車台数の10,11,6,9月も離席率が最大の95%に近しいと想定される。よって、比較検証方法は下記とする。

a) 設定調整時の省エネ効果の比較検証

上記の条件下で、表-1工程表において①②③④の最大の離席率が想定される月の計測上の総消費電力、省エネ率の比較し、微動検知人感センサにおける省エネと点灯保持時間の関係性、明るさセンサ機能のみで省エネする場合との差異を確認、検証する。

b) 離席率と省エネ効果の比較検証

②の条件下で離席率が最も高い最大の省エネが想定される3,4月と、離席率が一番低い1月との計測上の総消費電力、省エネ率の比較し、離席率と微動検知人感センサの省エネの関係性を確認、検証する。

c) 省エネ効果の理論値と計測値の比較検証

上記の理論値と計測値の誤差を確認、検証する。

8. 結論

本論文では、微動検知人感センサの省エネ効果について、机上計算を通じて理論値及び想定される月間消費電力量を算出した。理論値によれば、照明制御を行わない場合に比べ、明るさセンサのみを用いた場合は57.78 (%)の省エネ効果が得られ、さらに、明るさセンサと微動検知人感センサを併用する場合は最大66.01 (%)もの省エネ効果が得られることが確認された。

また、比較検証として標準的と思われる調光設定時における省エネ率の達成状況を確認するとともに、微動検知人感センサの設定を検証期間中に調整することで、より効果的な調光設定を検討した。

次回の論文では、2024年7月に完成した本研究の舞台、なにわ自動車検査登録事務所庁舎において、本論文の理論値と、10月から1年間設定調整した計測値の差異を確認検証し、発表する。

謝辞 :

本研究のために調査にご協力いただいた、近畿運輸局大阪運輸支局なにわ検査登録事務所等各行政機関並びに各工事関係者及び関連企業のみなさまに心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 東芝ライテック株式会社 :  
 照明器具個別制御システム 有線T/Flecsシステム 2023年カタログ、ホームページより
- 2) 一般社団法人日本照明工業会 :  
 技術資料130  
 「照明制御装置による消費電力削減効果の評価手法」
- 3) 一般社団法人公共建築協会 :  
 建築設備設計計算書作成の手引 (令和3年版)
- 4) 一般社団法人公共建築協会 :  
 建築設備設計基準 (令和3年版)