

駅における自然光を有効活用する照明制御の省エネ評価

○ [電] 藺田 洋平 [電] 仲野 淳（西日本旅客鉄道株式会社）

[電] 大西 真也 竹林 芳徳（ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社）

Energy Saving Evaluation of Lighting Control to utilize Natural Light in Stations

○Yohei Sonoda, Jun Nakano, (West Japan Railway Company)

Shinya Ohnishi, Yoshinori Takebayashi, (JR West Japan Consultants Company)

In this paper, we set up a model station and evaluated the energy saving and economic efficiency of lighting control methods applicable to platforms and concourses. As a result, it was expected that power consumption would be reduced by about 40 to 55 % in all lighting control methods, and the lighting control excluding the illuminance sensor of modulated light was expected to have economic benefit due to the extended life of the lighting. Therefore, the lighting control for stations is considered to be an energy saving measure having economic merit by proper operation.

キーワード：照明制御，省エネルギー，駅，経済性評価，自然光

Key Words：Light control, Energy saving, Station, Economic evaluation, Natural light

1. はじめに

地球温暖化対策計画が 2016 年に閣議決定される等，照明の消費電力量の削減について社会からの要請が高まっている．これまで，JR 西日本グループでは，駅の消費電力量調査をもとに省エネ手法を取りまとめて策定したエコステーションガイドラインに則って，LED 化による照明の高効率化や時間制御といった節電を進めてきた¹⁾²⁾．本稿では，更なる電力量削減の可能性を探るため，時間制御に限らず、様々な制御方式の駅での省エネと経済性について定量評価したので，その方法および結果について報告する．

2. 駅の照明制御方式の概要

現在，JR 西日本管内における一般的な駅のプラットフォームおよび自然光の射し込む時間帯がある窓付近のコンコース（以下，「コンコース」という．）に使用されている昼間の照明制御方式として「タイマー制御方式」と「照度制御方式」がある（表 1）．以下に概要を記す．

2.1 タイマー制御方式

タイマー制御方式とは，設定した時刻に照明の点灯や消灯を制御する方式をいう．本方式には，固定時刻または日出入時刻で制御する手法がある．

表 1 昼間における駅の照明制御方式の概要

Table.1. Overview of lighting control for stations in the daytime

No.	Lighting control			Power saving condition	Introduction location		
	Method	Device	Type		Platform without shed	Platform with shed	Concourse near window
(A)	Timer	Time switch	Switch	Time zone set in the daytime	Suitable	Unsuitable	Unsuitable
(B)		Solar time switch	Switch	Time zone from sunrise to sunset	Suitable	Unsuitable	Unsuitable
(C)	Illuminance	Automatic flashing device	Switch	Bright time around the device	Suitable	Suitable	Suitable
(D)		Illuminance sensor	Switch	Bright time on the floor	Unsuitable	Unsuitable	Suitable
(E)			Modulated light	Bright time on the floor	Unsuitable	Unsuitable	Suitable

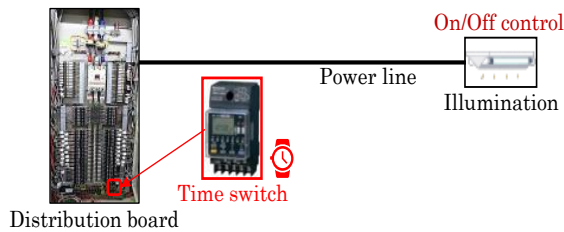


図 1 タイムスイッチ(A)

Fig. 1. Time switch (A)

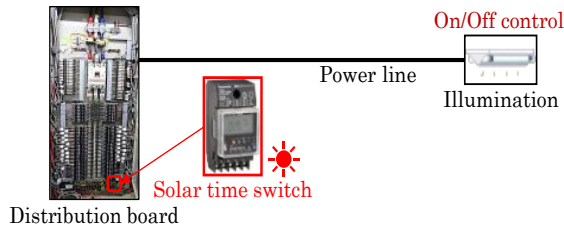


図 2 ソーラータイムスイッチ(B)

Fig. 2. Solar time switch (B)

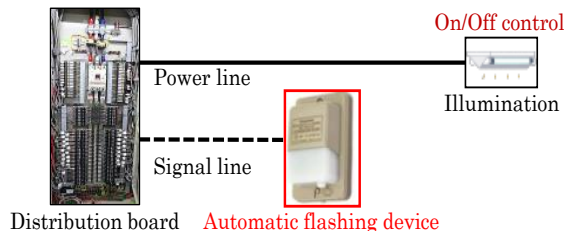
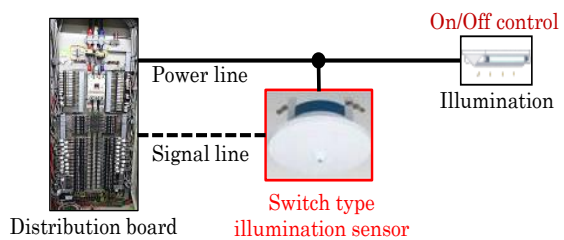
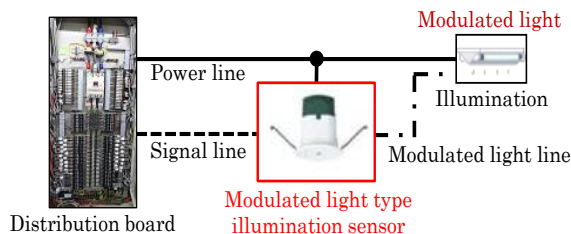


図 3 点灯照度調整型自動点滅器(C)

Fig. 3. Illumination adjustment type
automatic flashing device (C)

(a) スイッチ型(D)

(a) Switch type (D)



(b) 調光型(E)

(b) Modulated light type (E)

図 4 照度センサ

Fig. 4. Illumination sensor

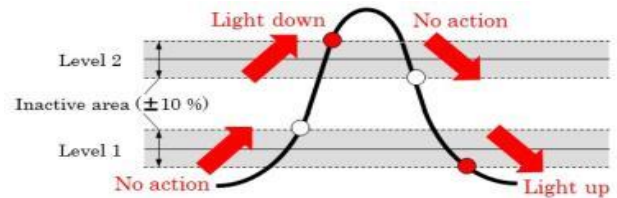


図 5 照度設定イメージ

Fig. 5. Illuminance setting image

(1) 固定時刻による制御 (A)

照明分電盤等に設置したタイムスイッチ（任意に設定した時刻に照明入切の制御信号を出力する機器：図 1）の制御信号に応じて照明回路を入切させて、任意の固定時間帯に照明の消灯が可能である。上家の無いプラットホームの照明制御に適用可能である。

(2) 日出入時刻による制御 (B)

照明分電盤等に設置したソーラータイムスイッチ（予め記憶した日入・日出時刻に照明入切の制御信号を出力する機器：図 2）で日入・日出時刻に照明の消灯が可能である。上家の無いプラットホームの照明制御に適用可能である。

2.2 照度制御方式

照度制御方式とは、照明設置環境の明るさに応じて照明の点灯や消灯を制御する方式をいう。本方式には、センサ周辺または床面の明るさで制御する手法がある。

(1) センサ周辺の明るさに応じた制御 (C)

プラットホーム上家下等に設置した点灯照度調整型自動点滅器（本体周辺の照度によって照明回路を入切するスイッチ：図 3）周辺の照度が設定値を下回ると照明回路を入に、上回ると照明回路を切にして、外光だけで設定照度を満足する時間帯に照明の消灯が可能である。この点滅器の点灯照度（5～300 lx）はプラットホームの必要照度まで調整可能であり、プラットホームや窓付近のコンコースの照明制御に適用可能である。

(2) 床面の明るさに応じた制御 (D, E)

コンコースの天井等に設置した照度センサ（床面等の検知範囲の照度によって、照明の入切制御あるいは調光制御の信号を出力する機器：図 4 (a) (b)）の制御信号に応じて、照明回路の入切によって自然光だけで設定照度を満足する時間帯に照明を消灯したり、調光仕様照明の明るさの調整によって設定照度に対して余分な点灯を低減したりすることが可能である。コンコースの照明制御に適用可能である。なお、照明回路の入切に本方式を使用する際には、設定照度付近の照度時における点滅現象（チャタリング）が発生しないよう、設定照度の不動作領域（±10 %）を考慮しながら、点灯照度と消灯照度に一定の差を設けて設定することが望ましい（図 5）。

3. 駅の照明制御方式の省エネルギー・経済性の評価

モデル駅を設定のうえ、プラットホームやコンコースに適用可能な照明制御方式を対象に、省エネ効果と経済性を評

価するとともに、両観点でメリットが期待できる照明制御方式を導出した。以下に詳細を記す。

3.1 評価方法

以下の評価方法を用いて、各照明制御方式の省エネ効果と経済性を定量評価することとした。

(1) 評価対象

表1の「適用可 (Suitable)」と分類した照明制御方式を対象に、組合せを含めた全8ケースを評価することとした(表2)。

(2) モデル駅

中規模な地上駅(橋上駅・2面4線ホーム)をモデル駅に設定した。なお、このモデル駅の照明回路の消費電力量には営業駅の実測データの数値を採用した。

(3) 省エネルギー評価方法

以下の手法で、照明制御無しおよび各照明制御有りの消費電力量を算出のうえ、両者を比較した。

- 各照明制御方式にはタイムスイッチによる照明制御により、営業時間外である深夜帯の3時間(終電時刻の30分後から始電時刻の30分前までの時間を想定)に消灯する機能を有していることとした。
- 日出および日入の時刻は大阪市の2018年(1年間)の実績データを採用することとした。
- タイムスイッチの設定時刻は、年間を通じて一定時刻とし、点灯時刻を2018年冬至の日入時刻の30分前に、消灯時刻を2018年冬至の日出時刻の30分後に設定することとした。
- ソーラースイッチの設定時刻は、年間プログラムタイマーが大阪市2018年日出時刻と同等と仮定し、点灯時刻を日入時刻の30分前に、消灯時刻を日出時刻の30分後に設定することとした。
- 自動点滅器および照度センサの動作時刻は、モデル駅における2018年の1分間隔の動作実績の時刻を活用することとした。
- 照明の数量は、モデル駅の実際の実設備数と同等とすることとした。
- 照明の消費電力は、LED照明を想定し、ベースライトを40Wに、ダウンライトを20Wまたは35Wにすることとした。
- 比較方法については、照明制御無しの消費電力量から各評価対象の照明制御を適用した際の削減電力量、および照明制御無しの消費電力量を100%とした場合の削減率を算出することとした。

(4) 経済性評価方法

以下の手法で、照明制御無しおよび各照明制御有りのライフサイクルコストを算出のうえ、両者を比較した。

- ライフサイクルコストは更新費(材料費と取替労務費)とエネルギー費(電気料金)の和とした。
- 更新費の算出は、JR西日本の電気関係工事等積算標準に則ることとした。なお、対象機器は、照明および

び制御器(各タイムスイッチおよび各センサ)のみとし、照明制御設備の新設に伴う他の支障移転設備や盤改良に伴う機器を除くものとした。

- 更新周期については、照明が点灯40,000時間を、制御器が15年を迎えた時点で更新するものとした。
- エネルギー費は、前節の省エネ評価での消費電力量の削減値と15円/kWhの積で算出することとした。
- 比較方法については、照明制御無しの更新費・エネルギー費・ライフサイクルコストと各評価対象の照明制御を適用した際の費用との差額を算出することとした。

3.2 評価結果

各評価対象の照明制御方式に対する1日毎の点灯時間の推移を図6に、省エネと経済性の評価結果を表2に示す。

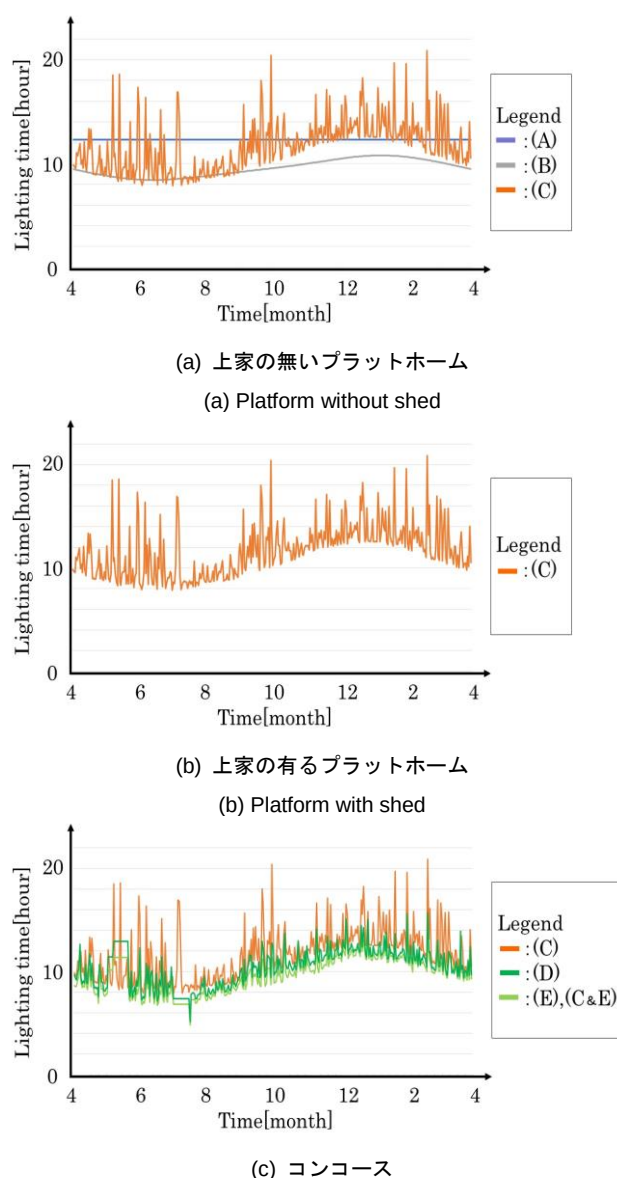


図6 1日毎の点灯時間の推移

Fig. 6. Transition of lighting time per day

表 2 駅の照明制御方式に関する省エネと経済性の評価結果

Table.2. Evaluation result of energy saving effect and economic efficiency about lighting control for stations

Introduction location	Lighting control device	Energy saving evaluation		Economic evaluation	
		Power consumption (Amount of reduction) [MWh/year]	Reduction rate [%]	Life cycle cost (Amount of reduction) [1,000 yen/year]	Reduction rate [%]
Platform without shed	(A) Time switch	5.0 (−3.6)	−41.3	86 (−52)	−37.5
	(B) Solar time switch	3.9 (−4.7)	−54.5	64 (−74)	−53.5
	(C) Automatic flashing device	4.8 (−3.8)	−44.6	79 (−59)	−42.6
	(Z) No control	8.6 (±0.0)	±0.0	138 (±0)	±0.0
Platform with shed	(C) Automatic flashing device	12.2 (−9.9)	−44.6	192 (−149)	−43.8
	(Z) No control	22.1 (±0.0)	±0.0	341 (±0)	±0.0
Concourse near window	(C) Automatic flashing device	11.8 (−9.5)	−44.6	771 (−615)	−44.4
	(D) Illuminance sensor (switch)	10.6 (−10.8)	−50.4	698 (−689)	−49.7
	(E) Illuminance sensor (modulated light)	9.9 (−11.5)	−53.7	1,631 (+244)	+17.6
	(C) Automatic flashing device & (E) Illuminance sensor (modulated light)	9.9 (−11.5)	−53.7	881 (−506)	−36.5
	(Z) No control	21.4 (±0.0)	±0.0	1,387 (±0)	±0.0

省エネ評価の結果、各照明制御の働きで余分な点灯を低減したことにより、すべての照明制御方式において照明制御を実施しない場合と比較して約 40～55 %の消費電力量の削減効果が見込まれた。タイマー制御方式では、日出入時刻（ソーラータイムスイッチ）による制御が最も省エネ効果が見込まれた。これは、日出入時刻という比較的細やかな制御条件で動作するためと考えられる。一方、照度制御方式では、床面の明るさに応じた調光制御（調光型照度センサを用いた制御）が最も省エネ効果が見込まれた。これは、電気設備設計施工標準で照度基準が定められている床面の明るさを検出しながら極め細やかに制御するためと考えられる。

経済性評価の結果、床面の明るさに応じた調光制御（調光型照度センサを用いた制御）を除く照明制御方式において経済性メリットが見込まれた。これは、スイッチ型の制御機器が照明回路を切とすることで、照明は無加圧状態となり、延命化による更新費を削減できるためと考えられる。

4. おわりに

照明の消費電力量の削減について社会からの要請が高まっている。これまで、JR 西日本グループでは、LED 化による照明の高効率化やタイマー制御といった節電を進めてきた。本稿では、更なる電力量削減の可能性を探るため、一般的な地上駅を想定したモデル駅を設定のうえ、プラットフォームおよび外光の射し込む時間帯がある窓付近のコンコースに適用可能な照明制御方式を対象に省エネと経済性

について評価した。

省エネ評価の結果、各照明制御の働きで余分な点灯を低減したことにより、すべての照明制御方式において照明制御を実施しない場合と比較して約 40～55 %の消費電力量の削減効果が見込まれた。また、経済性評価の結果、調光型照度センサを除く照明制御方式は、照明の寿命が延びるため、経済性メリットが見込まれた。故に、省エネと経済性の観点では、タイムスイッチによる深夜帯の消灯を基本とし、上家の無いプラットホームには日出入時刻（ソーラータイムスイッチ）による制御を、上家の有るプラットホームにはセンサ周辺の明るさに応じた（自動点滅器を用いた）制御を、窓付近のコンコースには上家の有るプラットホームに設置したセンサ（自動点滅器）の制御信号を活用した制御、あるいはコンコースの床面の明るさに応じた（スイッチ型照度センサを用いた）制御を導入することが望ましいと考えられる。以上より、駅の照明制御は、適切な運用によって経済性メリットのある省エネ施策と言える。今後、今回の評価結果を活用して JR 西日本管内の駅に自然光を有効活用する照明制御設備を整備する予定である。

参 考 文 献

- 1) 大西真也，長野考司，坪倉健，高田尚紀：駅私用電力の見える化，第 17 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp. 237，2010.
- 2) 中茂樹，大西真也：JR 西日本におけるエコステーション実現に向けた取り組み，JREA，Vol.55，No.9，2012.