

側窓採光による室内の明るさ感推定システムの構築

石川誠弥^{†1} 茂木奈菜^{†1} 小田原 健雄^{†1} 岡本健司^{†2}
三栖貴行^{†1} 一色正男^{†1} 今吉秀幸^{†3}

概要: 本研究は明るさ感を簡単に評価できるシステムを構築した。このシステムを利用することで、住宅における自然採光と人工照明のバランスがとれた作業性の良い明るい空間を提供できるようになる。太陽の位置は時々刻々と変化するため、住宅への光の取り込みを適宜調節する必要がある。適切な明るさ感を実現させるのに、自然採光をバランス良く利用することを検討した。照度測定実験室を作成し、官能評価実験を行い机上照度と明るさ感の官能評価結果より、明るさ感や居心地の良い照度を算出し、システムの基本数値である照度目標値として取り入れたので報告する。

キーワード: 官能評価実験, 照度目標値, 明るさ感推定システム

Construction of the subjectivity of brightness in the room at presumption system using window lighting

MASAYA ISHIKAWA^{†1} NANA MOGI^{†1} TAKEO ODAHARA^{†1}
KENJI OKAMOTO^{†2} TAKAYUKI MISU^{†1} MASAO ISSHIKI^{†1}
HIDEYUKI IMAYOSHI^{†3}

Abstract: Many studies have been made on side-window lighting systems using the motorized-blind. Methods for quantitative evaluation of the subjectivity of optimum brightness in residences have also been considered. However, conventional side-window lighting control. Systems using evaluation indices are often unsuitable for household use. We propose the presumption system of the subjectivity of optimum brightness for residences in household.

Keywords: sensuality evaluation experiment, Illuminance target value, Subjectivity of brightness presumption system

1. はじめに

太陽光は体内時計を調整したり、快眠効果や心のバランスを整えたりと良い影響を与えるものである。しかし現代の住宅事情では時間帯で、近隣の建物により太陽光が遮られたり、直射日光が入りすぎる等の問題がある。そこで電動ブラインドを用いた側窓採光システムを利用し、現在ビルを中心に普及しているものを家庭用に構築できれば問題が解決できると考える。

自然光を利用する場合は、読書時などの適切な明るさは定義されていない。システムを応用する場合は適切な明るさを定義づける必要がある。

本研究では官能評価実験を含め照度目標値を出すシステムの作成を目的とする。

2. 照度最適化システム

2.1 照度最適化システム

岡本ら¹⁾の研究では2つの側窓採光制御システムを構築した。図1に Android 端末からサーバ PC を経由した電動ブラインド制御システムの概略を示す。



図 1 Android 端末からサーバ PC を経由した電動ブラインド制御システムの概略

Figure 1 Schematic of the motorized blind control system which went by way of a server PC from Android terminal.

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology.

^{†2} 神奈川工科大学大学院
Graduate School of Kanagawa Institute of Technology.

^{†3} 株式会社ニチベイ
Nichibei Co., Ltd.

電動ブラインドはサーバ PC と ECHONET Lite 規格で接続し、制御可能とした。電動ブラインドの制御は、Android 端末から得られた照度センサの情報からサーバ PC を経由して行った。Android 端末は机の上に照度センサ側（液晶側）を天井方向に向け、机上面照度を参照できるようにした。

図2に Android 端末による電動ブラインドと一般照明制御システムの概略を示す。このシステムは電動ブラインドにより制御された側窓採光の照度を Android 端末が得た後、サーバ PC を経由することなく電動ブラインドと一般照明を制御するシステムとした。

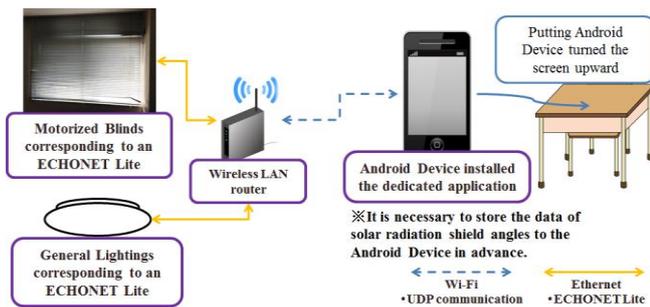


図 2 Android 端末による電動ブラインドと一般照明制御システムの概略

Figure 2 Schematic of the electric window shade with the Android terminal and the general illumination control system.

2.2 Android 端末からサーバ PC を経由した電動ブラインド制御システム

図3に電動ブラインドの側窓採光と一般照明による学習機の机上面照度の制御を示す。明るさ（照度）を制御する対象は測定面積が小さく、測定が容易な学習機とした。Android 端末の用途は明るさを認識するセンサ（照度）としての役割と、電動ブラインドと一般照明を制御する役割がある。学習機の上面照度は一般照明を利用することで、側窓採光のみの場合よりも最適化が可能となる。Android 端末に使用する電動ブラインド制御および一般照明の制御アプリケーションは Processing を用いて作成した。

図4に Android 端末による一般照明のフローチャートを示す。電動ブラインドから得られる側窓採光の明るさは Android 端末により検出される。検出された学習機の上面照度は一般照明の明るさを制御することで最適化した。図5に Android 端末による電動ブラインドのフローチャートを示す。電動ブラインドのブラット角は Android 端末内の日射遮蔽角のデータベースに基づき1分間隔で制御される。

以上のシステムを制御に用いて、明るさ感推定システムの照度目標値を出す。

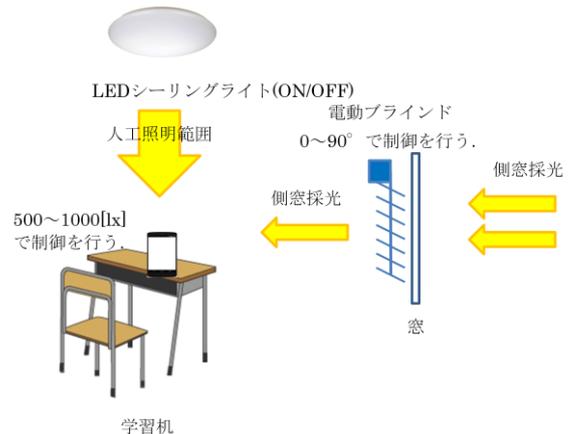


図 3 電動ブラインドの側窓採光と一般照明による学習機の上面照度の制御
 Figure 3 Control of the top surface illumination of the desk by the window lighting of the motorized blind and the general illumination.

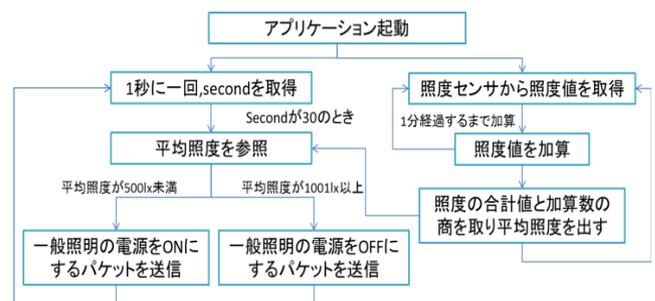


図 4 Android 端末による一般照明制御フローチャート
 Figure 4 General illumination control flow chart with the Android terminal.

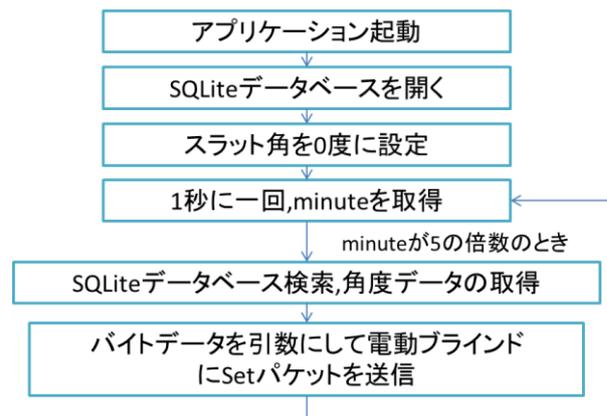


図 5 Android 端末による電動ブラインド制御フローチャート
 Figure 5 motorized blind control flow chart with the Android terminal.

3. 実験方法

本研究で構築する明るさ感推定システムについて図6に示す。照度目標値を出すために官能評価実験を行う。

3.1 実験環境の構築

官能評価実験のために用いる、照度測定実験室を本学内に作成した。照度実験室の全体図を図7に示す。照度測定実験室は、部屋の中に木材で骨格を作り、壁にはベニヤ板を用いた。ベニヤ板の上から白い壁紙を貼ることで、住宅における部屋の再現を行った。

官能評価実験では、ブラインドの色はアイボリーを使用した。白室の照度実験室の様子を図8に示す。

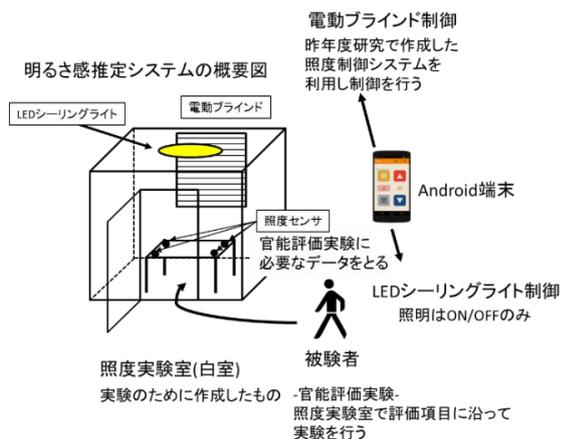


図6 明るさ感推定システムの概略図
 Figure 6 Schematic diagram of presumption system.



図8 照度測定実験室(白室)の様子
 Figure 8 State of the illumination measurement laboratory.

3.2 官能評価実験

官能評価実験をするため、必要とする項目をまとめたものを表1に示す。

官能評価に関する項目では、部屋にいる状態で作業を続けられる環境かを調べ、作業性の良い環境に関する項目では、作業性の良い環境になる照度帯を調べるためにアンケートを行う。

実験の流れは図9の通りに行う、正面で実験を行ったあと側面で実験を行う前に、実験をする時の被験者の視覚状態を統一するためにリセット部屋を設け、そこで10分程度休憩してもらう。

官能評価実験では、窓(ブラインド)に対して正面を向いた状態で照明をON/OFFの2パターン、窓に対して側面を向いた状態で照明をON/OFFの2パターン、計4パターンで実験及びアンケートを行う。実験時に使用するアンケートを図10に示す。

表1 官能評価実験項目

Table 1 Sensory evaluation experiment item.

考察内容	評価項目
官能評価に関する項目	落ち着かない気分だ
アンケート①	頭がぼんやりする
	不安な感じがする
	開放感を感じる
	部屋が心地よいと感じる
作業性の良い環境に関する項目	部屋の明るさ
アンケート②, ③	紙面の明るさ
	文字の読みやすさ
	窓の明るさ

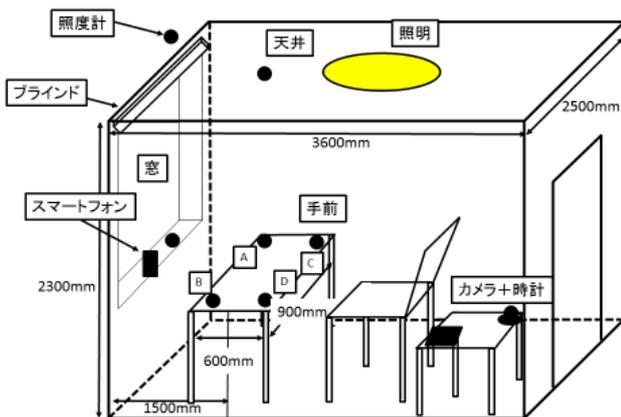


図7 照度測定実験室(白室)の全体図
 Figure 7 General view of the illumination measurement laboratory.

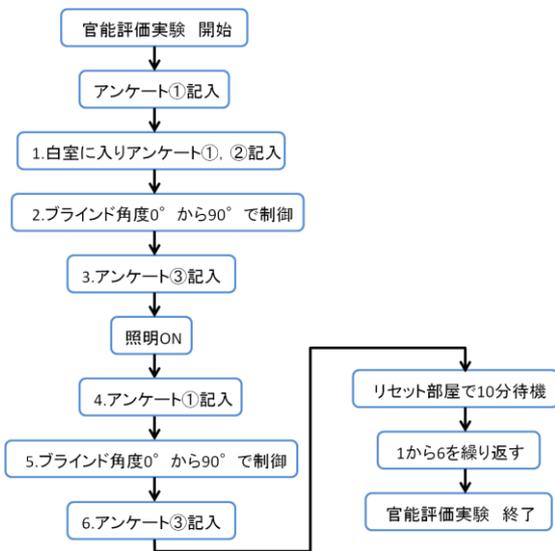


図 9 官能評価実験の流れ

Figure 9 Flow of the sensory evaluation experiment.

No.4 ②-①-③

つぎのようなことについての程度あてはまるか、すべての項目について、「1まったくあてはまらない、2わずかにあてはまる」、3「少しあてはまる」、4「かなりあてはまる」、5「非常にあてはまる」までの5段階のうち、あてはまる番号を1つに○をつけてください。

アンケート①

質問事項	1	2	3	4	5
1 目がかわく					
2 おちつかない気分だ					
3 目がいたい					
4 目がたい					
5 目がぼんやりする					
6 あくびがでる					
7 ねま					
8 不安な感じがする					
9 ものがぼやける					
10 目がつかれる					
11 目がしょぼつく					
12 開放感を感ずる					
13 部屋が心地よいと感じる					

アンケート②

質問事項	1	2	3	4	5
1 部屋の明るさ					
2 紙面の明るさ					
3 文字の読みやすさ					
4 窓の明るさ					
5 開放感を感ずる					
6 部屋が心地よいと感じる					

アンケート③

以下のすべての項目について1~5の数字をそれぞれ記入してください。数字の意味は以下の通りです。
 1「強い読みにくい/まったくあてはまらない」、2「やや強い/やや読みにくい/わずかにあてはまる」、
 3「まあよい/読みにくい/少しあてはまる」、4「ややよい/読みにくい/やや読みにくい/かなりあてはまる」、
 5「まあよい/読みにくい/読みにくい/非常にあてはまる」。

0° ~ 90°

質問事項	ブラインド(スラッド角)									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1. 部屋の明るさ										
2. 紙面の明るさ										
3. 文字の読みやすさ										
4. 窓の明るさ										
5. 開放感を感ずる										
6. 部屋が心地よいと感じる										

90° ~ 0°

質問事項	ブラインド(スラッド角)									
	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
1. 部屋の明るさ										
2. 紙面の明るさ										
3. 文字の読みやすさ										
4. 窓の明るさ										
5. 開放感を感ずる										
6. 部屋が心地よいと感じる										

図 10 官能評価実験のアンケート用紙

Figure 10 Questionnaire of the sensory evaluation experiment.

4. 実験結果・考察

官能評価実験では、晴天・曇天時それぞれの条件で様々なデータを取った。12名の被験者に官能評価を実施し、データ数では15人分のデータを収集した。実験時間はおおよそ11時~14時である。

4.1 照度測定実験室の天井面と机上面の関係

図11にある赤い実線は、天井面照度と机上面照度が最も集まっているところに引いてある。これにより机上面照度が500[lx]のとき、天井面照度も500[lx]になる部分があり、白室において均等に光が行き渡っていることが分かる。

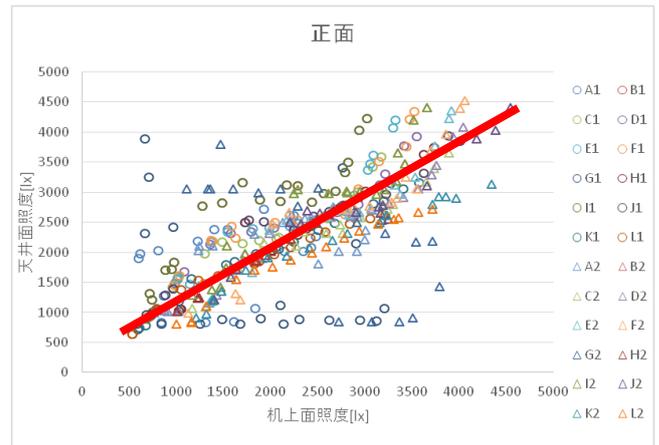


図 11 天井面照度と机上面照度の相関性

Figure 11 Correlation of ceiling side illumination and the on desk surface illumination.

4.2 作業のしやすい照度の関係 (照度目標値)

照度を1000~3000[lx]の範囲で見たととき、図12の丸で囲まれた部分は文字の読みやすさがちょうど良いと感じる照度と、明るく感じる照度が集まっている。これにより天井面照度は1000~2500[lx]に対して、机上面照度は1000~2000[lx]と天井面より机上面の照度が低い時に読みやすいと感じると思われる。

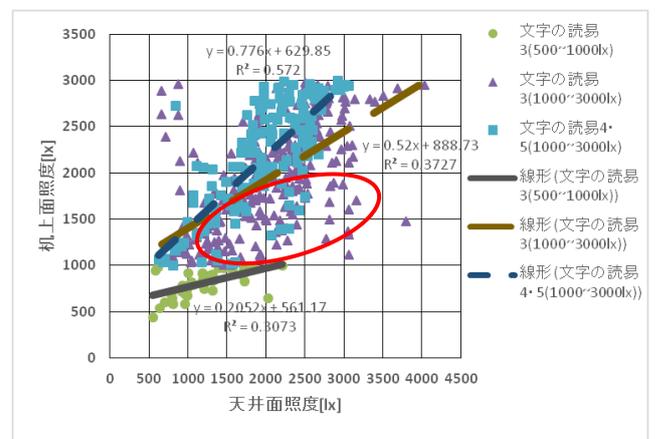


図 12 文字の読みやすさについての分布図

Figure 12 Distribution map about the readability of the letter.

4.3 机上面、天井面の照度が部屋に与える影響

図13より天井面と机上面の照度が、部屋に与える影響は500~1000[lx]では机上面のほうが強く、1000~3000[lx]では徐々に天井面のほうが与える影響が強くなると思われる。

更に机上面と天井面の関係性が机上面の照度が高くなると、部屋の明るさは明るく感じる事が考えられる。

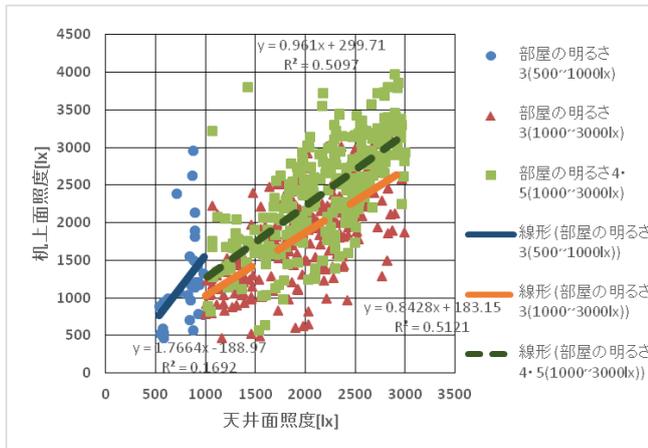


図 13 部屋の明るさについての分布図

Figure 13 Distribution map about the brightness of the room.

5. まとめ

本研究はブラインド制御を用いて官能評価実験を行った。実験により以下3点の結果が得られた。

- 1)机上面照度と天井面照度により、白室において均等に光が行き渡っている。
- 2)作業がしやすい照度帯は500~3000[lx]である。
- 3)机上面と天井面では机上面の照度が低い時に作業のしやすい環境になる。

今回の官能評価で得られたデータはまだ一部の組み合わせの評価しか実施していない、他の組み合わせで新たな発見をできることが期待できる貴重なデータである。

今後実験の時間帯も午前から夕方と幅広く集め、実験環境も白室だけでなく暗室、ブラインドの色もいくつか用意して実験していくことで、様々な状況でより作業のしやすい照度制御ができるシステムにしていくつもりである。

参考文献

- 1) 岡本健司, 杉村博, 三栖貴行, 一色正男(神奈川工科大学), 今吉秀幸(株式会社ニチベイ), “電動ブラインドと一般照明を用いた照度最適化システムの検討”, Forum Information Technology 2015, K-006, 4pages-CD(2015).
- 2) JIS 規格基準表
<http://www.akaricenter.com/mame/pdf/jis-shoudo.pdf>