

知的照明システムにおける照明と照度センサの位置学習に及ぼす 光度変化幅の影響

Influence of luminous intensity variation range on learning of the locations of
lighting fixtures and illuminance sensors for intelligent lighting system

三木 光範*
Mitsunori Miki

廣安 知之†
Tomoyuki Hiroyasu

吉見 真聡*
Masato Yoshimi

鷺見 祐加子‡
Yukako Sumi

1. はじめに

近年のオフィスでは、働く人々のさらなる創造性向上やストレス軽減などを目的とする個別分散・最適化環境空間を実現するオフィス環境の創造が必要であると言われている。[1]

このような背景から、我々は移動可能な照度センサを用いることで、任意の場所に任意の明るさを提供する知的照明システムを提案している。知的照明システムは、照明自身の明るさ(光度)を増減させながら、要求された明るさ(目標照度)を満たすように光度を常に変化させる。光度とは光源の明るさを示す量であり、照度とはある場所に照射された光の明るさを示す量のことである。知的照明システムは照明の光度を常に変化させることで、その変化による影響度を把握し、外界の状態を学習する。しかし、照明の光度が常に増減しているため、その増減の度合いによっては、人は照明のちらつきを感じ、不快感を与えてしまうことになる。そのため、人がちらつきを感じない最大の光度の増減の変動幅を決定することは重要である。本実験では、白、赤、緑、および青色の蛍光灯(色つき蛍光灯)を用い、色度の違いによってその光度変化幅が変動するかについて検証を行う。

2. ちらつきの知覚実験

本実験の目的は、異なる光色をもつ照明の光度変化に対して人がちらつきを感じる限界の照度値、および光度値を調べることで、その値が決定することで、知的照明で用いる自律分散システムにおける光度の適切な変化幅を決めることができる。

2.1 実験環境

今回の実験を行った実験室を図1に示す。実験室は白色、赤色、緑色、および青色の照明が各色に対し各15台設置され、全照明で60台設置されている。外光の影響を避けるため、実験は昼光の入らない夜中に行う。被験者は8番の照明の下に椅子に座り、観測者は5番の照明の下に座る。被験者は、ちらつきを感じた際に挙手をすることにより観測者に伝え、観測者はその際の照度、および光度の記録を行う。

2.2 照度によるちらつきの知覚実験

2.2.1 実験概要

本実験では、8番の照明の直下の机上で、被験者が資料を閲覧した際にどの程度の照度差でちらつきを認知するかを検証する。設定照度値は白色の場合は500lx、および750lxで検証を行う。赤色、緑色の場合は、最大点

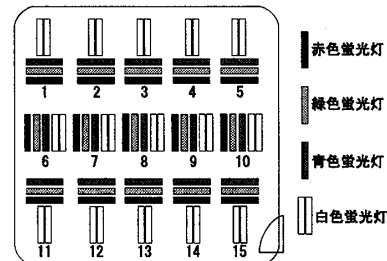


図1: 実験室

灯時の照度が低いので、それぞれ100lxで検証を行う。被験者には、図2(a)、または図2(b)の照度変化を与える。照度変化の詳細は以下になる。

- T1の際、5秒間設定照度を被験者に与える。
- T2の際、 $\Delta 1$ の照度変化をさせた後、表1にある光色毎の毎秒の復帰照度で光度を復帰させる。
- T1 → T2と一回照度変化させた後、 $\Delta 1$ に対して表1にある光色毎の $\Delta 1$ の増加量だけ増加させる。

以上を被験者がちらつきを認知するまで繰り返す。なお、以上の処理は各設定照度の増光時、減光時それぞれに対して、一人の被験者につき3回ずつ行う。実験者は、それぞれの処理毎に、被験者がちらつきを認知した照度幅を記録する。

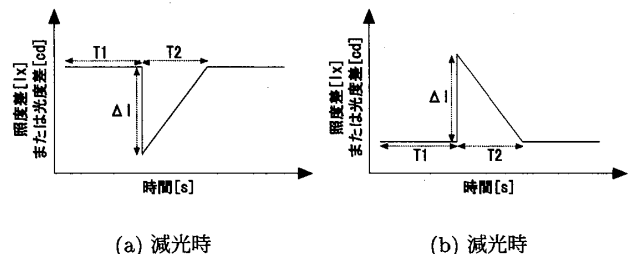


図2: 照度または光度変化

表1: 光色毎の復帰照度と $\Delta 1$ の増加量

	1秒ごとの 復帰照度 [lx]	$\Delta 1$ の増加量 [lx]
白色	10	2
赤色	0.9	0.3
緑色	0.8	0.4

照度変化を与える際、図1の1から10番までの照明は机上面が設定照度と同じになるように、それぞれの照明を同じ光度で点灯させ、8番の照明のみ光度を変化させることにより、被験者に照度変化を与える。また、11

*同志社大学理工学部

†同志社大学生命医科学部

‡同志社大学工学部学生

から15番の照明は消灯させて実験を行う。これは白色蛍光灯は照度が高く、15灯全て点灯させた場合、500lxの際にそれぞれの照明は最小光度付近で点灯するためである。調光器の性質により、最小光度付近で調光を行った場合、光度がほとんど変化しないため、実験を正確に行うことができなくなる。

2.2.2 実験結果

本研究の実験結果を表2に示す。表2はちらつきを感じた照度の全データをそれぞれ平均した結果である。この実験結果によると、設定照度が低くなるにつれて人はちらつきを感じやすくなった。色つき蛍光灯の場合、赤色と緑色を比較すると、赤色は、増光時にちらつきを感じやすくなり、緑色は減光時にちらつきを感じやすくなるという結果となった。また、白色の場合は減光時より増光時の方がちらつきを感じやすいのに対し、赤色・緑色の場合、白色に比べて逆となり、増光時より減光時の方がちらつきを感じやすいという結果となった。

表2: 光色毎のちらつきを感じる最小の照度幅

	設定照度 [lx]	増光時 [lx]	減光時 [lx]
白色	750	73.1	97
	500	38.3	61.8
赤色	100	6.9	6.3
緑色	100	7.9	5.4

2.3 光度によるちらつきの知覚実験

2.3.1 実験概要

本実験では、被験者が照明を直視した際にどの程度の光度差でちらつきを認知するかを検証する。設定光度値は白色の場合は1400cd、950cd、および500cdで検証を行う。1400cdは最大光度付近、500cdは最小光度付近であるため、1400cdの際は、減光時のみ検証を行い、500cdの際は増光時のみ検証を行う。赤色、緑色、青色の場合は100cdで検証を行い、赤色、および緑色のみ300cdについても検証を行う。被験者には、図2(a)、または図2(b)の照度変化を与える。光度変化の詳細は以下ようになる。

- T1の際、5秒間設定光度を被験者に与える。
- T2の際、 $\Delta 1$ の光度変化をさせた後、表3にある光色毎の0.5秒毎の復帰光度で光度を復帰させる。
- T1 → T2と一回光度変化させた後、 $\Delta 1$ に対して表3にある光色毎の $\Delta 1$ の増加量だけ増加させる。

以上を被験者がちらつきを認知するまで繰り返す。なお、以上の処理は各設定光度の増光時、減光時それぞれに対して、一人の被験者につき3回ずつ行う。実験者は、それぞれの処理毎に、被験者がちらつきを認知した光度幅を記録する。

光度変化を与える際、図1の1から15番までの照明は全て設定光度と同じ光度で点灯させ、3番の照明のみを光度を変化させることにより、被験者に光度変化を与える。

表3: 光色毎の復帰光度と $\Delta 1$ の増加量

	設定光度 [cd]	0.5秒ごとの復帰光度 [cd]	$\Delta 1$ の増加量 [cd]
白色	1400	71.2	5.9
	950	47.5	
	500	23.7	
赤色	300	1.8	1.8
	100		
緑色	300	2.9	2.9
	100		
青色	100	1.0	1.0

2.3.2 実験結果

本研究の実験結果を表4に示す。表4はちらつきを感じた光度の全データをそれぞれ平均した結果である。表4の実験結果によると、人は照明を直視する際、設定光度が低くなるにつれて、人はちらつきを感じやすくなった。色つき蛍光灯の場合、100cdの際は緑色が赤色・青色と比較すると、ちらつきを感じにくくなるという結果となった。また、白色、および赤色は減光時より増光時の方がちらつきを感じやすいのに対し、緑色300cd、および青色の場合は増光時より減光時の方がちらつきを感じやすいという結果となった。

表4: 光色毎のちらつきを感じる最小の光度幅

	設定光度 [cd]	増光時 [cd]	減光時 [cd]
白色	1400	151.2	259.3
	950		165.5
	500		76.7
赤色	100	3.8	8.6
	300	12.5	26.7
緑色	100	12.9	14.2
	300	49.8	33.9
青色	100	6.4	5.9

2.4 考察

表2と表4の実験結果から、比較的に緑色がちらつきを感じにくいことが分かった。これは、一般にCIE標準比視感度曲線から、人は緑色が赤色、青色よりも明るいと知覚すると言われていることが要因だと考えられる。また、表2と表4から、照度および光度が高いとちらつきを感じにくくなるということが分かった。以上のことから、白、赤、緑、および青色の照明によって人がちらつきを感じる値が異なることが分かった。また、人は明るいと知覚する照明に対し、ちらつきを感じにくくなるということが今回行った二つの実験から分かった。

参考文献

- [1] 三木光範: 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム, 人工知能学会誌, Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007
- [2] 三木光範, 戸松祐太, 廣安知之: 異なる環境における人への影響度を考慮した知的照明システムの提案, 人工知能学会全国大会論文集 (CD-ROM) Vol.23, Page1G1-4, 2009