

ワーカーの創造性の向上を目的としたオフィス照明システム —クリエイティブオフィスのシーンに適した照明条件の研究—

○富本浩一郎, 橋浦裕, 辻浩三, 木村建樹
(株式会社イトーキ)

Office lighting system to encourage creativity of workers

- Study on optimal lighting conditions for creative work in the office -

Koichiro FUMOTO, Yutaka HASHIURA, Kouzou TSUJI, Takeki KIMURA
(ITOKI Corporation)

1. はじめに

気候変動に関する京都議定書など、国際的な環境問題への社会的要請が強まる中、オフィス設計においても省エネルギー化が関心事となっている。オフィスビルエネルギー消費の約40%を照明が占めていると言われ、省エネルギー対象としてオフィス照明が注目されている。

また、近年オフィスの知的生産性の向上を目的としたクリエイティブオフィスの考え方の下、ワーカーの創造性向上が求められている。

本報告では、省エネルギーかつワーカーの創造性を向上するオフィス実現のため、オフィスでのワークシーンを想定した実験条件で、複数の照明条件の印象を評価することで、クリエイティブオフィスのシーンに適した照明条件とその効果を明らかにした。株式会社イトーキではクリエイティブオフィスのコンセプトとして、「trans.」を提唱している。このコンセプトでは、クリエイティブワークを「Studio：みんなでまとめる」「Study：ひとりでまとめる」「Café：みんなでひろげる」「Library：ひとりでひろげる」の4モードとして定義している。これに基づき、ミーティングのシーンを想定した被験者4人1組による実験と、執務ワークのシーンを想定した被験者1人による実験を行った。

2. 方法

2-1：実験環境・器具

実験は、株式会社イトーキ本社ビル3Fに設置した、W3.2m×D2.4m×H2.0mのフレーム構造の空間で行った。空間を囲む4面は外光の影響を低減させるため、部分的に壁とロールスクリーンを設け、天井は開放した。この空間の中央に、W1600×D700×H700のテーブルとミーティングチェアを

4脚配置した。

この実験環境に、800mm×800mmの照度と色温度の調光が可能なLED照明を、光源の高さ2mで、空間上部の中央にフレームに固定した。また、フレーム上部の4辺に照度調光が可能な昼白色と電球色の32W型蛍光管を各1本ずつ計8本設置した。各蛍光管を調光することで空間内を均一な照度と色温度の照明環境を再現した。

照明の調光範囲について、色温度は一般の照明器具で再現される値として3000～5500Kを、照度は照明学会の定めるオフィス照明設計技術指針¹⁾による、「やや粗な視作業」～「非常に精密な視作業」の照度範囲にあたる200～2000lxとした。

2-2：照度・色温度の違いによる効果

まず、照度と色温度の条件がワーカーに与える効果を明らかにする実験を行った(実験①)。調光範囲内で高照度をLH_1～4、低照度LL_1～4、高色温度CH_1～4、低色温度CL_1～4で構成される条件1～8を適用した。基本となる実験条件を表1に示す。

主観評価は18の形容詞対にて行った。各項目について、「どちらでもない」を0ポイントとし、ポジティブな評価方向に「ややそう思う」を+1ポイント、「そう思う」を+2ポイント、ネガティブな評価の方向に「ややそう思う」を-1ポイント、「そう思う」を-2ポイントとし、5段階で評価した。評価項目を図1に示す。

表1 実験①条件

	照度 (lx)	色温度 (K)	シーン
条件1	LH_1	CL_1	一人
条件2	LH_2	CH_1	一人
条件3	LL_1	CL_2	一人
条件4	LL_2	CH_2	一人
条件5	LH_3	CL_3	複数人
条件6	LH_4	CH_3	複数人
条件7	LL_3	CL_4	複数人
条件8	LL_4	CH_4	複数人

	心地よい	心地よい	心地よい	心地よい	心地よい
項目1	時間を長く感じる				時間を短く感じる
項目2	仕事がかどる感じ				仕事がかどらない感じ
項目3	アイデアがわいてくる				アイデアがわかない
項目4	意見を交わしやすい				意見を交わしにくい
項目5	頭がさえてる				頭がぼんやりする
項目6	元気がある				疲れている
項目7	余裕がある				焦りを感じる
項目8	仕事に集中できる				気が散る
項目9	達成感がある				達成感が無い
項目10	発言しやすい				発言しにくい
項目11	メリハリがある				だらだらしている
項目12	心地よい				心地よくない
項目13	時間にゆとりがある				時間に追われている
項目14	一人で作業するのに快適だ				一人で作業するのに不快だ
項目15	積極的だ				消極的だ
項目16	みんなで作業するのに快適だ				みんなで作業するのに不快だ
項目17	機敏な感じ				動きが鈍い感じ
項目18	リラックスした感じ				緊張した感じ

図1 実験①主観評価項目

2-2-1: 複数人作業での評価

被験者27歳～44歳の男女8名で4人1組の実験を計2回行った。実験環境内で4つの照明条件(表1条件5～条件8)を30分ずつ提示し、各被験者が照明条件ごとに主観評価を行った。

実験はミーティングシーンを想定したため、被験者には実験者が事前に用意したテーマについて自由なディスカッションを指示した。まず5分間、与えられたテーマに対して思いつくことを3つ付箋紙に書き、15分間それについてディスカッションを指示した。最後の5分間で、最も活発に議論が行われた内容を、全員で選ぶよう指示した。評価用紙に記入後5分休憩時間を設け、これを4条件繰り返した。

2-2-2: 一人作業での評価

被験者は27歳～31歳の男女計4名で、各被験者に対し同じ実験を2回行った。

実験は実際の業務シーンを想定したため、45分間各人の業務をノートパソコンで行うよう指示した。時間経過の合図で5分間別のPCにインストールしたゲームを時間内繰り返し行うよう指示した。タスク終了の合図で、評価用紙記入後5分休憩時間を設け、これを4条件繰り返した。

また、照明条件(表1:条件1～条件4)の提示順序による影響を防ぐため、同被験者に提示順序を逆にして同じ実験を行った。

2-3: 各条件の境界値

実験①で得た各照明条件の効果が現れる照度と色温度の詳細値を調べる実験を行った(実験②)。

実験は、9名の被験者を3名1組で計3回行った。照度と色温度ともに照度200～2000lx、色温度

3000～5500Kの範囲で目標値として、照度を高照度(L_a)、中照度(L_b)、低照度(L_c)の3条件(実測値は目標値に対して±35lxの範囲)、色温度を5つの条件(C_a～e)(実測値は目標値に対して±100Kの範囲)で、計15の照明条件(条件A～O)を対象とした。実験②の実験条件を表2に示す。被験者に表2の各条件をランダムに1分間提示し、その後、提示した照明の印象について主観評価を行った。評価項目は、実験①の結果から得られた評価項目間で、一人作業、複数人作業それぞれの実験で共通して、評価の平均値に有意な差が認められた11項目とした。評価項目を表3に示す。評価の方法は実験①と同様に5段階で行った。

表2 実験②条件

		色温度				
		低 C _a	C _b	C _c	C _d	高 C _e
照度	高照度 L _a	条件A	条件B	条件C	条件D	条件E
	中照度 L _b	条件F	条件G	条件H	条件I	条件J
	低照度 L _c	条件K	条件L	条件M	条件N	条件O

表3 実験②主観評価項目

項目2	仕事がかどる感じ	仕事がかどらない感じ
項目3	アイデアがわいてくる	アイデアがわかない
項目5	頭がさえてる	頭がぼんやりする
項目6	元気がある	疲れている
項目7	余裕がある	焦りを感じる
項目10	発言しやすい	発言しにくい
項目11	メリハリがある	だらだらしている
項目12	心地よい	心地よくない
項目13	時間にゆとりがある	時間に追われている
項目17	機敏な感じ	動きが鈍い感じ
項目18	リラックスした感じ	緊張した感じ

2-4: 分析方法

実験①②共にt-検定にて、得られた主観評価のポイントを評価項目ごとに実験条件間の平均値を比較した。その結果平均値に有意差のある項目をその照明条件を特徴付ける要素とした。

3. 結果と考察

3-1: 実験①の結果

実験①の比較パターンと検定結果を表4に示す。また、複数人作業と1人作業両方の実験で共通して評価に有意差のあった項目を表5に示す。

3-1-1: 色温度による違い

分析の結果、高照度下の色温度の差による特徴の違い(比較1・2)に関して、複数人作業のとき18項目中5項目、一人作業のとき18項目中8項目に照明条件間で評価に有意な差が見られた。

一人作業と複数人作業に共通して、項目6・7・

13・18に色温度条件間で評価に優位差があった。特に低色温度では「余裕がある」「時間にゆとりがある」「リラックスした感じ」の傾向が強くなり、高色温度では「焦りを感じる」「時間に追われている」「緊張した感じ」の傾向が強かった。

低照度条件の色温度の差による特徴の違い（比較3・4）に関して、複数人作業のとき18項目中4項目に、一人作業のとき18項目中9項目に照明条件間で評価に有意な差が見られた。

一人作業と複数人作業に共通して、項目12・13・18に色温度条件間で評価に有意な差が見られた。特に低色温度では、「時間にゆとりがある」「リラックスした感じ」「心地よい」の傾向が強くなり、高色温度では、「時間に追われている」「緊張した感じ」「心地よくない」の傾向が強かった。

3-1-2：照度による違い

高色温度条件での照度による特徴の違い（比較5・6）について、複数人作業のとき18項目中11項目、一人作業のとき、18項目中1項目に照明条件間で評価に有意な差が見られた。

一人作業と複数人作業に共通して、項目2に照度条件間の評価に有意な差が見られた。特に色温度に関係なく、「仕事のはかどる感じ」について、高照度ほど強い傾向があった。

低色温度条件での照度による特徴の違い（比較7・8）について、複数人作業のとき18項目中14項目、一人作業で18項目中7項目に照明条件間で評価に有意な差が見られた。特に低色温度条件下では、照度や人数に関係なく「時間にゆとりがある」「リラックスした感じ」の傾向が見られたが、これら項目に関して、照度が低い条件でより強い傾向があった。また、複数人作業では特に高照度で、「アイデアがわいてくる」や「達成感がある」「積極的だ」「意見を交わしやすい」の複数人作業に適した傾向が見られた（比較8, 3・4・15）。

以上の結果から、各照明条件に、高照度・低色温度（条件1・5）を「イキイキモード」、高照度・高色温度（条件2・6）を「パキパキモード」、低照度・低色温度（条件3・7）を「ユッタリモード」、低照度・高色温度（条件4・8）を「ニュートラルモード」と名づけた。（以下イキイキ・パキパキ・ユッタリ・ニュートラルと表記）

各モードの特徴を考察すると、イキイキ、パキパキ、ユッタリの3つのモードについて、オフィ

スのワークシーンをサポートする特徴が確認できた。実験②の結果から、特にこの3つのモードの詳細値について分析することとした。それぞれの特徴について表6に示す。

表4 実験①検定結果

	色温度による影響				照度による影響			
	比較1	比較2	比較3	比較4	比較5	比較6	比較7	比較8
	条件1 × 条件2	条件5 × 条件6	条件3 × 条件4	条件7 × 条件8	条件2 × 条件4	条件6 × 条件8	条件1 × 条件5	条件5 × 条件7
項目1				**				**
項目2			*		*	**	**	**
項目3	**		*					*
項目4						*		*
項目5			**			**	**	**
項目6	*	*				**	*	**
項目7	*	*	**				*	
項目8						*		**
項目9						**		**
項目10	*		**					
項目11	*		**			**		**
項目12	*		**	*				
項目13	**	**	**	**			*	*
項目14								
項目15						**		**
項目16								*
項目17		*	**			**	*	**
項目18	**	**	**	**		*	*	**

*P<0.05, **P<0.01

表5 各照明条件を特徴付ける要因

	主観評価項目
低照度で色温度による影響が強い項目	項目12・13・18
高照度で色温度による影響が強い項目	項目6・7・13・18
高色温度で照度による影響が強い項目	項目2・5・6・13・17・18
低色温度で照度による影響が強い項目	項目2

表6 各照明条件の特徴

イキイキモード	低色温度により、緊張を和らげるようなリラックス感を持つ。高照度によって仕事のはかどり感を高める効果がある。アイデアを展開するような発散思考に適しており、「頭がさえている感じ」「心地よさ」「時間のゆとり感」などにおいて、全体的に良好な光環境。複数人、一人作業の両方で、アイデア出しやブレインストーミングなど活気のある仕事に適した条件。
パキパキモード	高色温度より、メリハリや機敏さを強く感じさせ、高照度によって仕事のはかどり感を高める効果がある。仕事のはかどり感が高い一方、心地よさや緊張感において精神的負担も多少ある。一人作業よりも、複数人作業の方が時間感覚にタイトな傾向があり、複数人による高い集中を要する収束思考が必要な会議など、短時間で、積極的に結果を出す作業に適している。
ユッタリモード	複数人作業、一人作業の両方において、リラックスや余裕を感じさせる照明条件である反面、機敏性に欠ける。余裕のある時間感覚や心地よさの高さから、ゆったりと1人こもって熟考するのに適した照明条件。発言のしやすい環境で、複数人でのシーンではインフォーマルなコミュニケーションに向いていると考えられる。
ニュートラルモード	パキパキの特徴と同じ傾向があるが、低照度のため仕事のはかどり感是非常に低い。高色温度のため、「頭がさえている感じ」や「メリハリ感」はパキパキと差が見られないが、照度を上げると「機敏性」「緊張感」「仕事のはかどり感」が上昇する。

3-2：実験②の結果

まず、実験①より、高照度の条件であるイキイキとパキパキで強い傾向が見られた「仕事のはかどる感じ」について、照度ごとに色温度の変化に対する評価の変化を調べた。図2に評価のグラフを示す。その結果、仕事のはかどり感では中照度を境に高照度で高い結果が得られていることから、

高照度 (L_b) がイキイキ・パキパキとユッタリ・ニュートラルの境界と考えられる。

続いて、実験①の結果より、表5が示すように、高照度での色温度の影響が強い項目、つまりイキイキとパキパキを分ける要素として、項目6・7・13・18について、色温度ごとに評価を比較した。図3に示す。これによると、イキイキの特徴である、「時間にゆとりがある」「リラックスした感じ」「余裕がある」に関して、色温度C_bを境に効果の差を確認できた。特に、項目18の「リラックスした感じ」について、と色温度C_bで評価に有意な差 (p<0.01) があり、色温度C_bで「緊張した感じ」の傾向があった。このことから、照度L_a以上・色温度C_a以下でイキイキの効果が見られると考えられる。

実験①の結果より、パキパキの特徴である「機敏な感じ」「時間に追われている感じ」「緊張感」に関して、色温度C_cを境に効果が確認できた。色温度C_d以上ではほぼ差が無かった。このことから、照度L_a以上・色温度C_d以上でパキパキモードの効果が見られると考えられる。

さらに、低照度での色温度の影響が強い項目、つまりユッタリとニュートラルを分ける要素として、項目12・13・18について色温度ごとに評価を比較した。図4に示す。これによると、ユッタリの特徴である「心地よい」「時間にゆとりがある」「リラックスした感じ」に関して、色温度C_bを境に効果を確認できた。つまり、ユッタリは、照度L_c以下・色温度C_a以下で効果が得られると考えられる。

以上の分析結果から、各照明モードを特定する境界値を図5に示す。

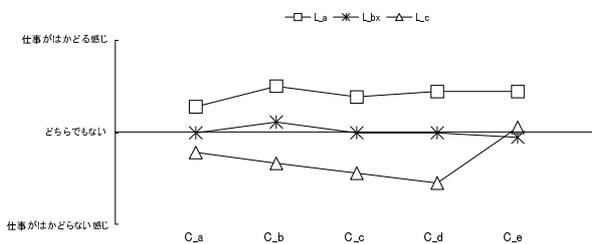


図2 照度別「仕事のはかどる感じ」評価推移

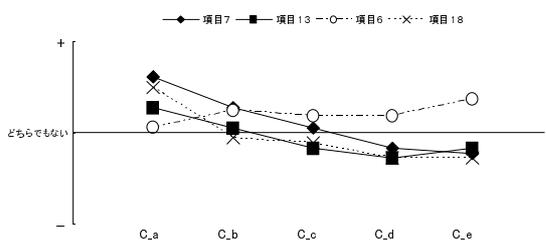


図3 高照度での色温度変化による評価推移

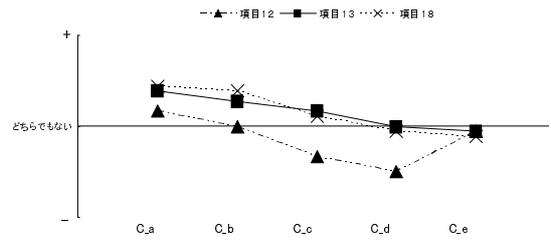


図4 低照度での色温度変化による評価推移

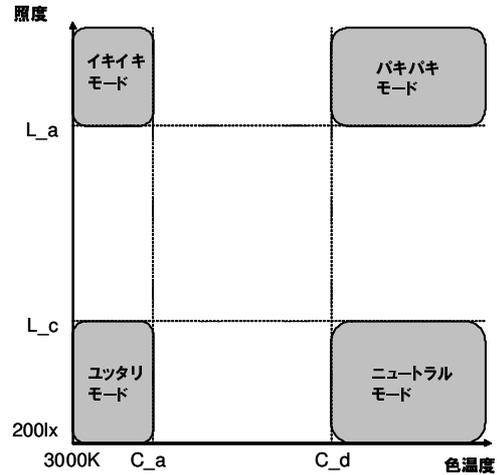


図5 照明条件の詳細図

4. 最後に

本報告では、省エネルギーかつワーカーの創造性を向上するオフィスを実現することを目標として、まずワーカーの創造性向上に主眼を置き、照度と色温度の差がワーカーに与える効果を確認するため、1人作業と複数人作業のシーンを対象に主観評価を行った。その結果、クリエイティブオフィスのシーンに最適な照明条件として、イキイキ、パキパキ、ユッタリ、ニュートラルの4つのモードを導き出した。

今後は、これらの照明条件を用い、エネルギー効率のよい配光や制御方法の研究を進める。

謝辞

本報告に関して、照明についての技術的情報や実験に対する貴重なアドバイス等多大なるご協力を頂きました。同志社大学三木光範教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 社団法人 照明学会：作業面の推奨照度と照度範囲、作業の例、オフィス照明設計技術指針, JIEG-008(2002), p6, 2002.