照明の変動知覚における変化前予告と照明位置の影響に関する研究

EFFECTS OF WARNING BEFORE CHANGE AND ILLUMINATION POSITIONING ON PERCEPTION OF ILLUMINATION CHANGE

鄭 新源^{*1}, 関根 諒^{*2}, 宗方 淳^{*3}
Sinwon JEONG, Ryo SEKINE and Jun MUNAKATA

We conducted an experiment that incorporated as factors a warning signal before a change of lighting and various lighting positions.

Regarding warning before a change of lighting, it was found that the perception rate and degree of concern about the brightness change were low for the lighting of the seat on the separate work island, and magnitude of the change in the subject's visual field affects the perception.

It has been found that the degree of concern of a worker about a change in brightness of fluctuating lighting is correlated with the amount of change of illuminance.

Keywords: *Illuminance, The perception of fluctuant lighting, Illumination positioning, Warning before change, Illuminance change rate*

照度, 変動照明の知覚, 照明器具の位置, 変化前予告, 照度変化率

1. はじめに

オフィスにおける照明電力削減手法の一つとして、明るさや人の動きを感知するセンサを用いた自動照明制御システムの導入が増えており、その中でも人感センサを用いた調光システムは一定範囲内の人の在席有無により不必要な点灯を防ぐことで効率的な電力の削減に貢献している。しかし、執務空間の唐突な明るさ変化は執務者の集中を妨げる恐れがあることから、筆者らは、省エネルギー性と執務者の快適性を両立させるための自動照明制御方法を検討するため、調光方法と執務者の知覚特性に関する研究を行ってきた。

國分ら¹⁾の研究では、被験者が筆記作業と VDT 作業を組み合わせた作業を行う中、開始照度・終了照度・変動にかかる時間(以下、変動時間とする)をそれぞれ変えて照明の調光を行い、照明変動に対する知覚率(明るさの変化に気づき、「暗くなった」と回答した人の割合を指す。以下、変動知覚率とする。)と気になり度を比較した。その結果、開始照度に対する終了照度の比(以下、照度比とする)が大きいほど、また変動時間が長くなるほど変動知覚率と気になり度は低くなる傾向がみられた。鄭ら²⁾の研究では、変動開始照度の違いによる知覚特性を検討した実験により、開始照度が高いほど、また照度の変化量が少ないほど変動知覚率が低くなることが確認できた。しかし、これらの研究は均一に照明された空間の明るさを一様に変化させて実験を行っているが、実際のオフィスでは離着席する執

者近傍の照明のみを変化させるため、空間全体の明るさが一様に変化することは考えられない。そこで、関根ら³⁾の研究では明るさが変化する照明器具と執務者の位置関係による知覚への影響を検討するため、自席・向かい席・その奥の別島席の直上の照明をそれぞれ変化させる実験を行った。その結果、別島席より向かい席の変化の方が変動知覚率は高く、また不均一な明るさ変化により変動知覚率や気になり度が高くなる結果を得た。

一方、これまでの研究における明るさの変化はランダムに提示されているが、実際のオフィスでは明るさの変化の前に当該照明の近傍の執務者の離着席が必ず連動している。当該執務者の離着席は在席する他の執務者に明るさの変化の予告と位置づけられる。知覚や行動の対象となる環境情報の発生前に得る予告については様々な観点で研究されている。経路探索の場ではサインが予告と位置づけられ、情報取得のためのサイン計画のあり方⁴⁾⁵⁾や探索行動の継続意思に及ぼす影響⁶⁾等の研究例がある。また、自動車のナビゲーションシステムの情報の提示設定の検討⁷⁾⁸⁾や、緊急地震速報の発するタイミングが受け手の心理に及ぼす検討⁹⁾などもある。これらの研究での予告情報は意図して設定されているが、予告として意図されていない情報が環境認知に利用されることもある。稲生ら¹⁰⁾は方向判断のサインとなる視聴覚刺激を同時提示した際に、意味として不一致な視覚情報が聴覚情報のトリガーとして扱われて反応時間を短

^{*1} 滋賀県立大学環境科学部環境建築デザイン学科 講師・博士(工学)

^{*2} 元千葉大学大学院生 修士(工学)

^{*3} 千葉大学大学院工学研究院建築学コース 教授・博士(工学)

Lect., Dept. of Design and Architecture, School of Environmental Science, The Univ. of Shiga Prefecture, Dr.Eng.
Former Chiba University Graduate School Student, M.Eng.
Prof., Grad. Sch. of Eng., Chiba Univ., Dr.Eng.

くする効果を報告している。以上より、照明の変化の前に必ず起こる人の離着席が照明変化に対する予告となることで、変化の気付きや気になり方のような知覚や認知に影響を及ぼすことが考えられる。そこで本研究は、照明の変動前予告信号と照明位置を要因として取り入れた実験を行い、より実際の執務空間に近づけた状況下で知覚特性を明らかにするとともに、既往研究で得られた知見と合わせた考察を行うことで執務者の作業環境に快適な変動照明の調光方法について検討する。

2. 実験 1：変動前予告信号の影響に関する検討

2.1 実験概要

実験は外光を遮断した実験ブース(W:4m×D:5m×H:2.7m)で行った。実験ブースの内装は白色系の天井・壁とグレイ系の床(反射率は天井:約70%,白布:約80%,壁面:約90%,床:約20%)で、ブース内には2人用の机を被験者席とその向かい席、そして別島の席に配置し、机上に高さ30cmの仕切りを設置した。照明は全般照明として昼光色(6500K)Hf 蛍光灯を各席の真上3か所に設置し、調光器(Panasonic Light Manager S)で連続調光を行った。実験ブースのレイアウトと断面図を図1に示す。また、変化前の予告信号としてLEDランプ(Philips Hue ランプ)を各被験者の正面かつ各照明の直下に、向かい席には床面から高さ80cmに2灯、別島の席には高さ110cmに2灯を設置した。予告信号の輝度は、PC画面と同程度の約120cd/m²で、光色は執務者が信号の変化に気付きやすいように赤色とした。

実験1の明るさ変化の調光パターンを表1に示す。照度比としては、既往研究²⁾で変動知覚率の差が明確に出ている照度比0.7(開始照度750lx,終了照度530lx)の照度設定を採用し、各照明を同じ照度比に調光した。被験者席では変化する照明との位置関係により終了照度が異なり、向かい席照明の調光時は695lx,別島席照明の調光時は565lxになる。変動時間は、3秒,8秒,16秒をかけて減光し、減光後は3秒をかけて開始照度の750lxまで回復した。調光は、向かい席または別島席のどちらか1灯のみを行い、他の2灯は出力一定とした。調光はセッション中にランダムで行い、各調光は変化前の照明器具の安定と被験者の明るさへの順応を同じ条件にするためにすべて2分間隔で行った。

変化前予告は照明が変化する約10秒前に予告信号で行い、予告信号が消灯したら直上の照明が減光し、点灯したら照度回復(増光)するものとし、これを実験開始時に被験者に教示した。セッション中の調光例と実験風景を図2と図3に示す。

被験者には筆記作業とVDT作業(画面の輝度は120cd/m²)を組み合わせたオフィスを想定した作業^{注1)}を課し、作業中に明るさ変化に気付いたらその都度アンケートに回答することにした。アンケートには明るさの変化に気付いた時刻と室内空間と机上面の明るさがそれぞれどう変化したと感じたかを3択(明るくなった・暗くなった・変化なし)で回答し、同時にその変化が気になるかどうか(明るさ変化の気になり度)を7段階のSD法で回答させた。また、作業中は隣の被験者の記入音がきっかけで明るさ変化に気付くことを避けるため、被験者はヘッドホンを装着しノイズ音を聴きながら作業することにした。

被験者は20歳代の男性14名,女性6名の計20名で,1回の実験は2人1組で行った。

Fig. 1 Plan of experiment room (expt.1)

Table 1 Setting of experiment 1

Fluctuant lighting	Time to change	Desktop at subject's seat	
		Starting illuminance	Ending illuminance
Opposite seat	3sec, 8sec	750lx	565lx
Separate seat	16sec		695lx
Opposite seat	3sec	565lx	750lx
Separate seat		695lx	

・ Session1 : Warning signal, Session2 : No Warning signal

Fig. 2 Lighting control image

Fig. 3 Experimental scenery (expt.1)

2.2 実験結果

(1) 明るさ変化の知覚

実験1の室内空間と机上面の明るさ変化に対する変動知覚率を図4,図5に示す。グラフでは明るさ変化を1分以内に正しく知覚した結果を,予告ありと予告無しで比較する。また,「知覚なし」は,室内空間の明るさ変化は知覚しなかったが,机上面の明るさ変化は知覚した,又はその逆の知覚をした人の割合を表す。室内空間における変動知覚率は,被験者からの距離が近い向かい席の方が別島席より照度変化が大きいため,知覚率も高くなる結果となった。予告の有無で比較すると,予告無しの時は変動時間が長くなるほど変動知覚率が下がる傾向があり既往研究と同じ結果になったが,予告有りの時は3秒と8秒の差が少なるなる一方で16秒では相応に知覚率が下がる結果となった。予告により8秒程度では変化していることが分かりやすくなるため3秒と同程度に知覚率が上がったが,16秒で

Fig. 4 Perception on Room Brightness (expt.1)

は予告による構えができていても、変化の速度が遅いので知覚される程度は下がっていると推定される。

机上面における変動知覚率は向かい席が別島席より高い値になり室内空間の結果と同じ傾向であるが、予告有無による影響が大きく表れ、向かい席は予告有りの方が高く、別島は予告無しの方が高い結果となった。向かい席の変化は被験者の机上面照度を約 200lx 変化させるため、変動時間毎に 90%, 100%, 65%と高い知覚率になった。一方で、別島席の場合は、点灯する予告信号の位置により変化する照明位置が予測でき、それにより、実際は被験者席の机上面照度は約 55lx 減少しているが、別島の照明は被験者の席からは比較的遠いため、自身には影響がないだろうという判断に繋がったと考えられる。

(2) 気になり度

調光開始から 1 分以内に変化を知覚した被験者の気になり度の平均値を図 6 に示す。この項目は明るさ変化に気付いた被験者のみが回答するものであるため、データ数にばらつきがある。

調光パターンによる気になり度は、向かい席の変化が別島席の変化より気になる結果となり、別島席の変化ではすべてのパターンで気になり度が 4 以下の気にならない側の結果となった。また、変化時間が短いほど気になる傾向がみられ、向かい席の変化では 3 秒、8 秒、16 秒の順で気になり度が低くなった。予告有無で比較すると、全てのパターンで微小ではあるが予告有りの方が予告無しより気になり度が低い結果があったが、特に別島席の 16 秒ではその差が大きくなった。したがって、調光方法だけでなく変化の予告も執務者の明るさ変化の許容度を増加させる可能性があることが示された。

以上より、明るさ変化の予告は執務者と照明との距離によって明るさ変化の知覚率と気になり度を下げる可能性が示唆された。この結果を踏まえ、実験 2 では実際のオフィスでは執務者と照明の位置関係が複雑で全方位に広がることを考え、多様な位置の照明による明るさ変化に対する知覚特性を検討する実験を行った。

3. 実験 2：多様な照明位置の影響に関する検討

3.1 実験概要

実験 2 では執務者と照明の位置関係をより実際の執務空間に近づけた状況下での効果を検討するため、変動する照明を斜めや横方向から位置を追加して実験を行った。実験は実験 1 と同じ実験ブースで行った。机は 2 席 3 列で計 6 台を配置し、並んでいる被験者席の間には高さ 30 cm の仕切りを設置した。照明は全般照明とし連続調光

Fig. 5 Perception on Desktop Brightness (expt.1)

Fig. 6 Acceptance evaluation (expt.1)

Fig. 7 Plan of experiment room (expt.2)

Fig. 8 Experimental scenery (expt.2)

Table 2 Setting of experiment 2

No.	Fluctuant lighting	Time to change	Desktop at subject's seat	
			Starting illuminance	Ending illuminance
1	Subject's seat	8sec	750lx	470lx
2	Neighboring seat			670lx
3	Front facing seat			630lx
4	Diagonally opposite seat			715lx
5	Front facing separate seat			740lx
6	Diagonally separate seat			740lx
7	Front facing seat + Diagonally separate seat			610lx
8	Diagonally opposite seat + Front facing seat			680lx
Restoration		3sec	Each ending illuminance	750lx

• Session 1 : Warning signal, Session 2 : No Warning signal

が可能な LED ベースライトを 6 灯、無線調光機とともに設置した。実験ブースのレイアウトと断面図を図 7 に示す。

予告信号は各照明の座席位置にスタンドに取り付け設置し、実験 2 では隣席位置の変化を検討するため、被験者の肩付近にも設置した。予告信号の光源は無線制御可能な LED ランプ (Philips Hue) を使用し、輝度はパソコンと同程度の 120cd/m² に、光色は実験 1 と同じように赤色にした。実験 2 の明るさ変化の調光パターンを表 2 に示す。調光パターンは各席の真上の照明を調光する 6 パターンと、2 灯同時調光 2 パターンをそれぞれ減増光行い、変動時間は実験 1 の調光パターンのうち、最も知覚率が高かった減光 8 秒、増光 3 秒の 1 水準のみとし、これらの調光に対して予告有りと予告無しの 2 セッションを実施した。調光はセッション中にランダム設定し、調光開始の間隔も 80 秒から 160 秒の間でランダムに設定した。

開始照度は被験者席の机上面照度が 750lx になるようにすべての照明を同じ調光率にした。終了照度は各調光パターンの変化する照明の最小調光率に設定した。予告信号は実験 1 と同様に、直上の照明が減光する 10 秒前に消灯、増光する 10 秒前に点灯させた。

被験者は 20 歳代の大学生で、男性 12 人、女性 8 人の計 20 人である。実験は 2 人 1 組で実施し、計 10 回行った。実験では被験者の利き手と椅子の位置による手暗がりの有無が知覚に影響する可能性が考えられるため、被験者は右利きに限定した。

実験中、被験者は椅子に座り、実験 1 と同じく方法で執務作業を想定した簡単な作業を行いながら、明るさの変化に気付いたらその都度評価用紙に回答するようにした。また、作業中は隣の被験者の記入音が明るさ変化の気づきに影響を及ぼさないように、被験者はヘッドホンを装着しノイズ音を聴きながら作業することにした。

3.2 実験結果

1) 明るさ変化の知覚

室内空間と机上面の明るさ変化に対する変動知覚率を図 9～図 12 に示す。ここでは、被験者と照明の位置関係による知覚率を検討するため、被験者席の机上面照度の照度比 (終了照度/開始照度) が小さい順 (=照度変化が大きい順) に結果を並べた。

室内空間における変動知覚率は、予告有りのセッションで減光と増光ともに調光パターンが「1. 自席」、「7. 正面向い席+斜め別島席」、「3. 正面向い席」、「8. 斜め向かい席+正面別島席」の時に約 70% 以上の高い割合で知覚された。次いで「5. 正面別島席」、「2. 隣席」、「6. 斜め別島席」、「4. 斜め向かい席」の順で知覚率が低くなった。減光時と増光時を比較すると増光の方が約 5～20 ポイントほど高く知覚されたが、増光の変動時間が 3 秒と減光より短いために変化に気づきやすかったことが影響していると考えられる。照度比と変動知覚率の関係をみると、照度比 0.84 以下と 0.89 以上で知覚率が大幅に変化する傾向であるが、「8. 斜め向かい席+正面別島席」と「5. 正面別島席」では照度比が 0.91 と 0.99 と高いにも関わらず、同レベルの他の調光パターンより高い知覚率になった。また「2. 隣席」と「4. 斜め向かい席」が低い知覚率になったことにより、室内空間に対する明るさ知覚は、机上面照度の変化量だけではなく、被験者の視野に入る変化部分の大小により影響されることが示された。

予告信号の有無についてみると、全体としては照度比が高くなって照度変化が少なくなるほど変動知覚率が低い傾向があるが、減光時の「8. 斜め向かい席+正面別島席」と、増光時の「5. 正面別島席」では予告有りの方が 2 倍ほど高く知覚され予告の効果が見られた。そのほかのパターンではあまり差がみられなかった。

Fig. 9 Perception on Room Brightness (expt.2, Reduction)

Fig. 11 Perception on Desktop Brightness (expt.2, Reduction)

Fig. 10 Perception on Room Brightness (expt.2, Restoration)

Fig. 12 Perception on Desktop Brightness (expt.2, Restoration)

机上面における変動知覚率は、室内空間の結果と比べ、照度比 0.9 以下のパターン No. 1, No. 7, No. 3, No. 2 では室内空間より高い知覚率に、照度比 0.9 以上のパターン No. 8, No. 4, No. 5, No. 6 では室内空間より低い知覚率になった。特に、被験者の机上面照度が 100lx 以上変化していた「1. 自席」、「7. 正面向い席+斜め別島席」、「3. 正面向い席」の変化に対して 80%の高い知覚率をみせた。一方、「2. 隣席」は照度が約 80lx 変化したにも関わらず、室内空間の場合と同様に 40%以下の低い知覚率を示し、ここでも机上面の照度だけではなく、視野内の変化部分の大小が知覚に影響していることが示された。減光時と増光時を比較すると、室内空間と同様に、変動知覚率の傾向は同じであるが、増光時が 5~15 ポイントほど高い知覚率になった。

予告信号の有無についてみると、変動知覚率が高かった「1. 自席」、「7. 正面向い席+斜め別島席」、「3. 正面向い席」で、予告無しの際に照度比による差が明らかにみられ、これらの調光パターンでは予告することによって変動知覚率が高くなる効果が表れた。その他の調光パターンでは予告の効果はあまり表れなかった。これは、実験 1 と同様に予告信号からこの位置の照明が変化するかは確信しやすくなり、変化の知覚につながったと思われる。また、別島席は被験者から距離が遠いことから、予告により自身には明るさ変化の影響は少ないと予め認知したため知覚率は下がったと推測できる。

2) 気になり度

実験 2 の減光時と増光時の気になり度の結果を図 13、図 14 に示す。減光時には「1. 自席」、「7. 正面向い席+斜め別島席」のみが気になり度 4 以上で明るさ変化が気になる側の結果となり、変化した照度の絶対値が影響していると考えられる。その以外の調光パターンはすべて気になり度 4 以下の気にならない側の結果になったが、そのうち 2 灯変化の「8. 斜め向かい席+正面別島席」の方が気になり度がやや高く、「2. 隣席」は予告有りの時のみ気になり度がやや高い結果になった。「4. 斜め向かい席」、「5. 正面別島席」、「6. 斜め別島席」においては、知覚率が低かった上、気になり度もすべて 4 以下であるため、このパターンの照明の変動が執務者の作業に妨げる可能性が低いといえる。予告信号の有無についてみると、「2. 隣席」では予告有りの方が気になり度が高く、「4. 斜め向かい席」では予告無しの方が気になり度の高い結果となり、予告による差が表れた。いずれも変動知覚率が低い調光パターンであったため被験者全体の割合から見ると気になり度は高くはないと判断できるが、知覚できた人の評価のみで解析すると、変動する照明と被験者との距離によって予告の影響が異なるとみられる。距離が近い時は自席の明るさに影響があると考えることが気になりにつながるが、距離が遠い場合は自席への影響が少なくと予測することにより気になり度を下げている可能性が考えられる。

増光時においても調光パターンによる気になり度の傾向は減光時と同じであるが、全体的に減光より気になり度が高くなり、「1. 自席」、「7. 正面向い席+斜め別島席」、「3. 正面向い席」、「8. 斜め向かい席+正面別島席」で気になり度がすべて 4 以上の結果となった。これは知覚率と同様、変動時間が 3 秒と短いことが原因であると推測できる。予告信号の有無についてみると、予告有りの方が気になり度がやや高い傾向であったが、別島席の No. 5, No. 6 では予告無しの方が気になり度が高くなり、被験者からの距離が遠いため、予告によって自身には影響は少ないと認知することで気づいても気にならなく

Fig. 13 Acceptance evaluation (expt.2, Reduction)

Fig. 14 Acceptance evaluation (expt.2, Restoration)

なった可能性がある。

4. 気になり度評価による明るさ変化の許容範囲検討

本研究では、照明の変動が執務者の作業に対する妨げの程度を検討するため「気になり度」の評価を行った。ここでは 7 段階のうち、「1. 全く気にならない」から「4. どちらでもない」までを明るさ変化の許容範囲と判断し、机上面照度の変化率（秒あたりの照度変化）と気になり度評価の関係を図 15、図 16 に示す。また、筆者らの既往研究のうち、被験者の作業と照明の変動に対する評価を同じ方法で行った國分ら¹⁾の実験（開始照度 750lx）と、鄭ら²⁾の実験（開始照度 500lx と 1000lx）結果を併用して比較する^{注 2)}。

減光時、増光時ともに机上面照度の変化率と気になり度の相関は強くみられ、変化率の絶対値が大きくなるほど気になり度が高くなることが示された。減光時と増光時を比較すると、いずれも変化率 $\pm 20\text{lx/s}$ より高い値で気になる側の評価が増加するが、増光時に $+80\text{lx/s}$ 以上まで気になり度が線形で高くなることにに対し、減光時は変化率 40lx/s までは気になり度が高くなるがそれ以上になると気になり度があまり高くない結果となり、減光時の気になり度は変化率が大きくなる場合は線形の関係とは異なる特性になる可能性がみられ、今後の課題として検討する必要があると思われる。

変動する照明の位置による差を検討すると、減光時に変動する照明が視野の斜めにあるパターンの時に予告の有無による差が表れ、予告有りより予告無しの方が気になり度が低い結果となった。また、変動する照明が自席上のものであるパターンと正面 2 灯変化のパタ

ーンで、気になり度が高くなる傾向がみられた。

本実験の結果と既往研究の結果を比較すると、開始照度 1000lx の実験では変動率 -30lx/s の気になり度が「3.あまり気にならない」で、変動率 -75lx/s で「4.どちらでもない」以下となるが、開始照度 500lx の実験では変動率 -30lx/s で「5.やや気になる」、変動率 -10lx/s で「4.どちらでもない」以上になり、変動率が同じであっても終了照度が高い方が気になり度が低くなる結果となった。

以上より、照明の変動に対する執務者の気になり度は、机上面照度の変動率が 20lx/s 以上になる時に明るさ変化の気になる範囲が高くなるが、変動率以外に視野内の明るさ変化量が大きくなるほど、変化後照度が低くなるほど気になり度が高くなることが示された。

これらの結果は実際のオフィス照明の調光設計にも適用できるような作業面照度を基準に結果値を提示しているが、限られた条件下で実施した実験結果であるため、実際の適用に当たってはオフィス照明と壁や什器など内装への反射特性、同時に変化させる照明の範囲などを考慮した上でそのオフィスに適切な変化方法を検討することが必要と考えられる。また、今後の課題としては、変化予告となる信号の問題がある。実際のオフィスの場合は、変化予告となる他の執務者自身の発生する視聴覚的刺激に加えて、当該執務者との人間関係などの様々な要因が、その気付きに影響を及ぼす可能性が考えられる。オフィス環境に関する既往研究では他者の存在は対人距離¹¹⁾、視線¹²⁾、会話の相手¹³⁾、モチベーション¹⁴⁾等の環境満足度に関する要因等として扱われてきたが、本研究で扱ったような環境変化の信号としての扱いはない。信号の強弱として考える際には属人的な関係は把握が混乱であるが、オフィス内の在席者の密度による影響は定量的な扱いが可能である。本研究では、他に一切に発光物のない状況で赤色ライトを用いたが、他にも同様な発光物があれば知覚の程度が異なった可能性が考えられる。今後、実際のオフィスで照明の変化の知覚を検討する際には、在席する執務者の密度も考慮して検討する必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、変動前予告信号と多様な照明位置を要因として明るさ変化の知覚と気になり度を検討する実験を行い、より実際の執務空間に近づけた状況下で各要因による知覚特性を検討し、以下のような知見が得られた。

1) 照明の変化前予告は、別島席の照明の変動に対する変動知覚率と気になり度が低くなる結果が得られ、この結果から、照明の変動に人の離着席が伴われる実際のオフィスでは、執務者から離れた場所の明るさ変化は、既往研究で得られた照度変化量による変動知覚率と気になり度より影響が少なくなる可能性がある。

2) 照明位置による検討では、照度の変化量だけではなく、被験者の視野内の変化部分の大小が知覚に影響されることが示された。また、減光時より増光時の方が変化に気づきやすく、変化が気になりやすい結果となった。

3) 本研究を含む筆者らの関連研究結果により、変動照明の明るさ変化に対する執務者の気になり度は照度の変化量（単位時間当たりの変化照度量、 lx/s ）と相関を持ち、開始照度が 750lx の場合、変化量 20lx/s 以上で変化が気になる可能性が高くなる結果が得られた。

Fig. 15 Correlation between Acceptance evaluation and Change rate (Reduction)

Fig. 16 Correlation between Acceptance evaluation and Change rate (Restoration)

謝辞

本研究は、科学研究費（基盤研究(C)，課題番号 15K06321 代表：宗方淳）の助成により遂行しました。また、実験には当時千葉大学の小林史弥さんに多くのご協力を頂きました。ここに記して、謝意を表します。

注

注 1) 実験中被験者に与えた作業は、國分ら¹⁾、鄭ら²⁾の実験と同様の作業で、A5の問題用紙に書かれた簡単な問題に対する答えをインターネットで検索し回答するというもので、筆記作業と VDT 作業を組み合わせたものになっている。

注 2) 國分ら¹⁾と鄭ら²⁾の実験では、変動する照明は被験者の直上にあり、部屋全体が同一分布で変化する条件となっている。また、鄭ら²⁾の実験では減光時のみの知覚特性について報告しているため、本研究での検討でも減光時の結果のみを用いている。

参考文献

- 1) Kokubun, E., Suzuki, H., Jeong, S. and Munakata, J.: The effect of illuminance ratio and change rate on the perception of lighting fluctuation, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.80, No.711, pp.407-414, 2015.5 (in Japanese)
國分詠美子, 鈴木晴翔, 鄭新源, 宗方淳: 照明の変動知覚における照度比と変化率の影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 80 巻, 第 711 号, pp.407-414, 2015.5
- 2) Jeong, S., Kokubun, E., and Munakata, J.: The effect of starting illuminance and

- dimming curve on the perception of lighting fluctuation, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.82, No.742, pp.977-984, 2017.12 (in Japanese)
- 鄭新源, 國分詠美子, 宗方淳: 照明の変動知覚における開始照度と調光曲線の影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 82 巻, 第 742 号, pp.977-984, 2017.12
- 3) Sekine, R., Yamakawa, R. and Munakata, J. : Study on the effect of dimmerable lighting fixtures position on subjective perception, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.82, No.737, pp.635-642, 2015.7 (in Japanese)
- 関根諒, 山川莉加, 宗方淳: 変動照明の位置が執務者の明るさ変化の知覚に及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 82 巻, 第 737 号, pp.635-642, 2015.7
- 4) Hikosaka, W., Tanaka, N. and Niyai, Y. : Evaluation of old guide signs by passengers and tendency of their looking-around actions during way finding, Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ), Vol.64, No.640, pp.1323-1330, 2009.6 (in Japanese)
- 彦坂渉, 田中直人, 宮井雄太: 空港施設利用者による現状サイン評価と経路探索時の見回し行動の発生傾向 地方空港におけるわかり易さ改善のためのサイン計画に関する基礎的研究, 日本建築学会計画系論文集, Vol.74, No.640, pp.1323-1330, 2009.6
- 5) Kita, M., Ki, H., Lo, B., Funahashi, K. and Suzuki, T. : Action research on evaluation and improvement of intelligibility in university campus, Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ), No.579, pp.59-66, 2004.5 (in Japanese)
- 木多道宏, 李華, 李斌, 舟橋國男, 鈴木毅: 大学キャンパスにおけるわかりやすさ評価と改善に関する実践的研究: 大阪大学吹田キャンパスの経路探索とサインシステム整備の事例を通して, 日本建築学会計画系論文集, No.579, pp.59-66, 2004.5
- 6) Mitsuki, M., Uni, H., Munakata, J., Hirate, K. and Yasuoka, M. : Astudyon the way-finding process considering the change in the state of mind – Sequence of the change in the mental state measured by “degree of anxiety”-, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), No.583, pp.49-56, 2004.9 (in Japanese)
- 三ツ木美恵子, 宇野宏司, 宗方淳, 平手小太郎, 安岡正人: 心理変化に注目した経路探索プロセスに関する研究: 「不安度」を指標とした心理変化シークエンス, 日本建築学会環境系論文集, No.583, pp.49-56, 2004.9
- 7) Ito, K., Nishimura, H. and Ogi, T. : Evaluation of the information presentation timing for motorcycle head-up display (Transactions of JSME), Vol.83, No.853, 17-00113, 2017 (in Japanese)
- 伊藤研一郎, 西村秀和, 小木哲朗: 自動二輪車用ヘッドアップディスプレイにおける情報提示タイミングの評価, 日本機械学会論文集, Vol.83, No.853, 17-00113, 2017
- 8) Morita, K., Mashiko, J. and Okada, T. : Legibility of navigation information displayed by in-vehicle navigation devices – Factor analysis of the time required to read the name of the destination among multiple place names- (Transactions of JIEIJ), Vol.81, No.8A, pp.61-67, 1997 (in Japanese)
- 森田和元, 益子仁一, 岡田竹雄: 自動車用ナビゲーションシステムの表示情報の判読性 ―目的地の読み取り時間に関する要因分析, 照明学会誌, Vol.81, No.8A, pp.61-67, 1997
- 9) Tatebe, K., Ide, M., Kato, K., Miyashita, K. and Nozawa, H. : Analysis of the influence of time-lagged preliminary notice of seismic ground waves by earthquake early warning – Experimental study on psychological and physiological effects of earthquake motion on the elderly human body Part4-, Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ), Vol.84, No.758, pp.801-808, 2019.4 (in Japanese)
- 建部謙治, 井出政芳, 加藤憲, 宮下邦義, 野澤英希: 緊急地震速報を利用した地震動予告の時間差による影響分析 地震動による高齢者への心理・生理学的影響に関する実験的研究 その4, 日本建築学会計画系論文集, Vol.84, No.758, pp.801-808, 2019.4
- 10) Iano, K., Akita, T. and Koga, T. : Effects of visual and auditory information on reaction time of the direction judgment – A study on congruence of environmental information from the viewpoint of cross modal effect-, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.73, No.627, pp.679-685, 2008.5 (in Japanese)
- 稲生克義, 秋田剛, 古賀誉章: 視覚・聴覚情報が方向判断の反応時間に及ぼす影響: 視覚・聴覚の相互作用に着目した環境情報認知に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, Vol.73, No.627, pp.679-685, 2008.5
- 11) Hashimoto, K., Nishide, K., Takahashi, K. and Takahashi, T. : A study on the psychological territory based on experiments of interpersonal horizontal distance, Journal of Architecture, Planning and Environmental Engineering (Transactions of AIJ), No.485, pp.135-142, 1996.7 (in Japanese)
- 橋本国子, 西出和彦, 高橋公子, 高橋鷹志: 実験による対人距離からみた心理的領域の平面方向の拡がりに関する考察, 日本建築学会計画系論文集, No.485, pp.135-142, 1996.7
- 12) Maeda, M., Jaing, J. and Asada, H. : A study on the relationship between office layout and psychological effects of someone's existence and visual contact – Experimental study in a large-scale space-, Journal of Architecture and Planning, (Transactions of AIJ), No.607, pp.49-55, 2006.9 (in Japanese)
- 前田薫子, 姜景霞, 浅田晴之, 西出和彦: オフィスレイアウトと他者の存在・視線の影響に関する考察-大規模無柱空間における実験的研究-, 日本建築学会計画系論文集, No.607, pp.49-55, 2006.9
- 13) Tsujimura, S., Akita, T., Kojima, T. and Sano, N. : Influence of sound environment in meeting rooms on knowledge creative activity in a group, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.80, No.711, pp.397-405, 2015.5 (in Japanese)
- 辻村壮平, 秋田剛, 小島隆矢, 佐野奈緒子: 複数人による知識創造活動を行う会議に及ぼす室内音環境の影響, 日本建築学会環境系論文集, Vol.80, No.711, pp.397-405, 2015.5
- 14) Munakata, J. and Tanaka, T. : Effects of office environment on workers' motivation – Comparison with evaluations such as comprehensive satisfaction and refreshment-, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.79, No.695, pp.19-25, 2014.1 (in Japanese)
- 宗方淳, 田中知世: オフィス環境が執務者のモチベーションに及ぼす影響に関する研究-環境の総合満足度やリフレッシュ等の評価項目との比較による検討-, 日本建築学会環境系論文集, Vol.79, No.695, pp.19-25, 2014.1

EFFECTS OF WARNING BEFORE CHANGE AND ILLUMINATION POSITIONING ON PERCEPTION OF ILLUMINATION CHANGE

Sinwon JEONG ^{*1}, *Ryo SEKINE* ^{*2} and *Jun MUNAKATA* ^{*3}

^{*1} Lect., Dept. of Design and Architecture, School of Environmental Science, The Univ. of Shiga Prefecture, Dr.Eng.

^{*2} Former Chiba University Graduate School Student, M.Eng.

^{*3} Prof., Grad. Sch. of Eng., Chiba Univ., Dr.Eng.

In our research on the perception of illumination change, we conducted an experiment that incorporated as factors a warning signal before a change of lighting and various lighting positions. We analyzed the perceptual characteristics of each factor under situations that are similar to actual work spaces, and also examined the dimming method of variable lighting that is comfortable for the employees' working environment by analyzing the results together with the findings of previous research.

In Experiment 1, general lights were installed at three locations directly above each seat, and the lighting was continuously dimmed with a dimmer. In Experiment 2, lighting positions were added that could be moved obliquely or laterally in order to examine the effect in situations where the positional relationships between the worker and the lighting were similar to those of actual working spaces. In addition, LED lamps were installed under each general light that gave a warning signal about 10 seconds before a lighting change. This process was explained to the subjects at the start of the experiment. The subjects were asked to do office work combining writing and visual-display terminal work, and to answer a questionnaire each time they noticed a change in lighting brightness while working. They answered the questionnaire about how the brightness of the interior space and desk surface changed by selecting one of three choices (brighter / darker / no change). They were also asked if they were concerned about the change (their degree of concern about the brightness change) using the seven-step semantic differential method.

From the experiment results, the following findings were obtained.

1) Regarding warning before a change of lighting, it was found that the perception rate and degree of concern about the brightness change were low for the lighting of the seat on the separate work island. The result suggests the possibility that in actual offices where worker's sitting down and standing up is accompanied by changes in lighting, the effects of a change in brightness at a location away from the worker may be less than the perceived rate and degree of concern obtained in previous studies.

2) It has been shown that not only a change in illuminance but also the magnitude of the change in the subject's visual field affects the perception. In addition, it has been found that the change is more noticeable at the time of increasing the lighting than at the time of dimming the lighting.

3) Based on the related research results, including this research, it has been found that the degree of concern of a worker about a change in brightness of fluctuating lighting is correlated with the amount of change of illuminance (the amount of change in illuminance per unit time, lx/s), and when the starting illuminance is 750 lx, a change is more likely to be noticed at a change amount of 20 lx/s or more.

(2020年3月10日原稿受理, 2020年9月28日採用決定)