照度計算のアナロジーを用いた商業施設内看板の
視覚的情報取得に関する研究(その2)：誘目性の検討RESEARCH ON VISUAL INFORMATION ACQUISITION OF SIGNBOARD
IN SHOPPING MALL USING ANALOGY WITH ILLUMINANCE CALCULATION (PART 2):
FOCUSING ON NOTICEABILITY小崎 美希^{*1}, 西川 麻里奈^{*2}, 平手 小太郎^{*3}

Miki KOZAKI, Marina NISHIKAWA and Kotaroh HIRATE

This study focused on the predictability of signboard noticeability by using analogy with illuminance calculation. Light source that modeled eyesight attribution was incorporated under 3D lighting simulation of the experimental condition. Based on previous study on visibility and legibility, area, luminance contrast, font factor and number of letters were used to derive the induced sight amount. Using logistic analysis, threshold value to notice was calculated, which equaled to condition of visual acuity of 0.7. Experiment 2 was done to verify the threshold value. As a result, relationship between numbers of noticed people and points that exceeded threshold value was seen.

Keywords : Signboard, Noticeability, Eyesight attribution, Visual information acquisition, Illuminance calculation, Analogy

看板, 誘目性, 視野特性, 視覚的情報取得, 照度計算, アナロジー

1. はじめに

既報¹⁾では、看板の視覚的情報取得と照度計算のアナロジーを用い、視認性と判読性の予測可能性について示した。本論文においては、看板に関連する評価項目(田淵ら²⁾)の残りの一つである誘目性に着目する。誘目性の定義として、「周辺視も含めて注視方向に関わらず視線を誘導するか否かという特性」を用いることとする³⁾。広告などに目が引き寄せられるかの指標であるが、本研究においては探索時の発見しやすさの特性として用いる。

看板の誘目性に関しては、視認性や判読性同様、古くから多くの研究がなされており、大きさや色、対比などの要因が明らかになっている。建築視環境分野において、また広告・マーケティング分野において企業独自のアプリケーション開発を行うなど検討が進んでいる^{4,5)}。しかし、多くはある視点からの視野画像を分析することで明らかにしており、人が回遊しながら見え方が変化することを想定された研究は少ない⁶⁾。

本研究においては、照度計算のアナロジーを用いて視覚的な情報の発見しやすさ(見つけやすさ)を明らかにし、看板の誘目性の予測メカニズムを明らかにすることを目標とする。またこれにより、照明シミュレーション(3DCG)上で回遊した状態での検討ができるよう研究を進めた。

2. 仮説：視覚的情報取得と照度計算のアナロジー

2. 1. 既報：視認性、判読性の場合

既報¹⁾同様、本研究の仮説として、視覚的情報取得のしやすさと照度計算には対応があると考えて検討を進める。既報¹⁾においては、式1と図1に示すように、看板面を情報発信源であるとし、面光源を当てはめ、視点における直接照度が情報の取得しやすさと関係があることを示した。

$$E = \int_S \frac{L(\theta) \cos \theta \cos \beta}{r^2} dS \quad \text{Eq.1}$$

Fig. 1 Hypothesis in case of visibility

既報¹⁾では、看板面を光源(情報発信源)として、次のように設定し、計算される情報取得のしやすさである照度と視認性・判読性評価との類似性を確認した。面積を S 、看板面と情報取得点(視点)

^{*1} お茶の水女子大学基幹研究院自然科学系 助教・博士(工学)

^{*2} 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 博士課程・修士(工学)

^{*3} 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授・工博

Assist. Prof., Faculty of Core Research, Natural Science Division, Ochanomizu Univ., Dr.Eng.

Student, Dept. of Arch., School of Eng., The Univ. of Tokyo, M.Eng.

Prof., Dept. of Arch., School of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.

との距離を r 、看板の方向別情報発信度を輝度 $L(\theta)$ (ただし、角度によって変わらないとして一定の均等拡散面を想定した)、看板面の法線と視点との角度を θ 、注視方向と看板面との角度を β (ただし、視認性・判読性は看板面に向かって評価するため 0° とした) と設定した。視認性・判読性評価が距離の二乗に反比例すること ($1/r^2$)、見かけの大きさが関係すること ($S \cos \theta$)、看板の情報量 Φ に文字、看板面、周辺との輝度比や文字数、余白などが関係すること、これらを変数化して計算した直接照度と関係があることが示された。

2. 2. 本研究：誘目性の場合

誘目性の場合も視覚的情報取得であるため、類似の関係性が成立することが考えられる。加藤ら⁷⁾が指摘しているように多くの情報がある中で、見つけやすさは対比と関連が深い。すなわち、看板面を光源とした際に、視野内に存在するすべての看板が情報発信をしている中で、評価対象となる看板がどのような位置づけであるかという対比が関係している。すなわち、視認性・判読性の式を誘目性に用いる場合、発見された看板に対しての視野内全部の看板の評価の比が関連していることが考えられる。しかしながら、この場合、視野内の視覚的情報を看板に限定したとしても、商業施設内には店名サインだけでなく誘導サインなど看板は多岐にわたるため、予測を行う際でもすべてを再現することは現実的ではない。

そこで本研究では、既報¹⁾の関係性を保ちつつ、光源を看板面ではなく、視点位置に設定した。視点を面積が極小な点として捉え、面光源ではなく、点光源として定義し、変数を以下のように設定する (式 2⁸⁾、図 2)。照度は受光点に入射する光の密度を表すことから、 E_β は看板面における視線量である「見られ頻度」、 β は看板面の法線と視点との角度、 $I_{(\theta, \phi)}$ は視線量を表すため、人の「方向別注視度」⁸⁾、 θ は俯角、 ϕ は方位角と定義する。すなわち $I_{(\theta, \phi)}$ は人の視覚特性⁹⁾を反映した配光とする (図 3)^{注2)}。

$$E_\beta = \frac{I_{(\theta, \phi)} \cdot \cos \beta}{r^2} \quad \text{Eq.2}$$

Fig. 2 Setting of the angles

Fig. 3 Person's visual field property

既報¹⁾で考えた看板面の情報量に該当する項目は、見られ頻度に補正する形で加味することにする。看板の誘目性と比例関係にある項目 (輝度対比の係数 C ^{注3)}、看板面の面積 S ^{注4)}) を分子に、反比例の関係にある項目 (文字形状の補正係数 F ^{注5)}、文字数 N ^{注6)}) を分母に補正係数として既報¹⁾と同様に検討できると仮説を立てた (式 3)。見られ頻度に看板面 (文字面) の特性を考慮した値を視線誘導量 E として定義する。

$$E = \frac{k \times C \times S \times E_\beta}{\sqrt{F \times N}} \quad \text{Eq.3}$$

発見のメカニズムとして、視線誘導量 E が一定の値を上回るときに発見され、上回る距離が長いほど、また上回る量が多いほど発見されやすいという仮説を立てた。なお、発見する際には発見する前の記憶の影響が排除できないが、今回は実験の制約上、検討しないこととする。

2. 3. 本研究の目的

以上を踏まえ、本研究の目的を次のように設定する。①見られ頻度 E_β と発見率との関係を検討し、②式 3 に記載した補正係数を考慮することで視線誘導量 E を算出し、閾値を検討する。さらに、③検証実験を通して視線誘導量 E の閾値による予測が可能か検証する。

3. 実験 1：見られ頻度、補正係数と発見率との関係の検討

3. 1. 実験概要

目的①誘目性の評価、すなわち看板の発見率と式 2 との関係性を明らかにするため、探索実験を行った。また目的②看板の特性を考慮した場合の検討も行った。

評価対象：実空間での適用を検討するため、神奈川県商業施設 N に設置されている看板を対象に実験した。3 層吹き抜け空間で実施したため、歩行階と別の階に設置されている看板も含め、発見可能性のある看板は計 17 文字 (内小文字 5) であった (歩行は中階にて実施した)。なお、同一看板内に複数含まれている場合は 1 文字とみなした。看板の座標の取り方 (図 4) と看板の文字特性の情報を表 1 にまとめる。

Fig. 4 Setting of the coordinates

教示・実験方法：実験被験者に指定された直進経路（長さ 50m）を通常の歩行速度で歩行してもらい（進行方向に対して左右 90 度の範囲の見まわしを許容した）、商業施設内に設置されている看板内に「R」もしくは「r」が付置されているものを見つけてもらうよう教示した。発見した地点で発話してもらい、実験者が地点と看板を記録した。

実験日：2017 年 2 月 10 日

被験者：20 代の 18 名（内女性 10 名）に協力してもらい、実施した。各被験者の視線高さを当日測定した。平均値は 1588mm であった。

3. 2. 実験結果

看板ごとの発見傾向を示す。17 文字中、2 文字は誰からも発見されず、全員から発見された文字は 2 個あり、看板ごとの発見人数の平均は 9.5 人であった（表 1）。

被験者ごとの発見傾向を示す。18 人中、発見個数が最も少なかったのは 5 文字であり、最多発見個数は 14 文字であった。被験者平均は 9 個であり、設置されている看板のおおよそ半数ということであった。

看板が発見されたか否かの 01 データを用いてクロス集計表を算出し、尤度比カイ二乗検定を実施した。文字番号と被験者の主効果、交互作用について検討したところ、交互作用は見られず（p 値 0.959）、文字番号の主効果（p 値 0.0001 以下）のみ見られた。被験者による発見成績の優劣は見られるものの、文字特性の影響の方が大きいことが示された。

以上の結果から、物理的に発見可能であっても、商業施設内の多くの視覚情報が存在する中では、発見に至らないことがあると示された。このように実空間において実験することで、既往研究で明らかになっている大きさや色彩情報以外の発見の促進・阻害要因を抽出することが可能となる。

3. 3. 分析①見られ頻度と発見率との関係

1) シミュレーションを用いた計算

見られ頻度を算出するにあたり、人の視覚特性を反映した光源を用いるため、既報¹⁾で使用した均等拡散面の光源とは異なり計算が複雑になる。そのため、照明シミュレーションを用いて直接照度（内装材の反射率は 0）を算出する手法を用いた。

計算手順は以下の通りである。シミュレーション上でモデルを立ち上げ、経路 50m 上 1m ピッチで光源^{注 2)}（被験者平均高さに設定）をずらし、計算結果を算出した。各文字中央の点を受光点とし、鉛直面照度すなわち見られ頻度 E_β を出力した（文字番号ごとに各地点でのデータ）。1m 間隔の間を線型補完し、各被験者の発見地点での E_β を算出した。

2) 結果

まず、シミュレーションを用いて算出した E_β の傾向を概説する。歩行は吹き抜け空間であったため、距離と角度の影響が設置位置によって顕著に表れた。一番見られ頻度が高く算出されたのが、歩行経路沿い上部の経路に並行に設置されている文字（R4、R13、R14）であった。進行方向に対して文字面が垂直に設置されている場合（文字面に正対して移動している場合）は長い距離にわたって見られており（R9、R10、R12、R15）、徐々に頻度が高くなっていた。吹き抜け空間の対岸もしくは他階に設置されている文字は距離の影響により、見られ頻度が低く出ている。それぞれの例として壁沿いの文字（図 5）正対している文字（図 6）と並行している文字（図 7）の E_β の変動（折れ線）と発見人数（棒）との関係を示す。図 7 には E_β が下がる部分が複数箇所見受けられるが、これは柱などで物理的に見えなくなる範囲を表現している。このように CG シミュレーション上に立ち上げることで、柱などの視認障害物の影響を計算しやすく、また吹き抜け空間の他の階に設置されている看板の検討も容易となっている。

被験者 18 名により、発見された回数は合計 187 回であった。しかし、シミュレーションを用いて検証したところ、その内 17 回は対象物のゴール後に発見、23 回は柱など障害物があり物理的に視認できない範囲に発見していることが分かった。実験が歩行しながら行われたため、いずれも発見の申告（発話）が実際の発見地点と異

Table 1 Attributes and experimental results of Letters of exp.1

Letter no.	Area S(m ²)	Colors					Font			Sign board		No. of noticed subjects	Logistic analysis result
		Color		Luminance (cd/m ²)		C	Occupancy rate (%)	Font factor	Capital	N	Face		
		Letter	Board	L	B								
R1	0.026	Lit white	None(white)	265.1	62.7	2.601	71	2.163	R	7	P	9	0.071
R2	0.037	White	Black	43.0	6.1	1.914	28	0.853	R	8	P	12	-
R3	0.016	Black	Gray	8.8	62.1	2.046	11	0.347		5	P	10	0.015
R4	0.008	Light blue	Black	177.9	72.9	2.311	60	1.825	R	11	P	12	2.075
R5	0.005	White	Black	25.2	6.2	1.698	36	1.087	R	8	P	18	0.048
R6	0.031	White	Black	25.2	6.2	1.698	35	1.060	R	8	P	11	0.993
R7	0.071	Orange	White	36.7	89.1	2.040	66	2.018	R	11	P	15	0.501
R8	0.048	Orange	White	36.7	89.1	2.040	66	2.018	R	11	P	2	-0.099
R9	0.005	White	Orange	111.1	51.5	2.088	43	1.313	R	11	V	9	0.127
R10	0.005	White	Orange	111.1	51.5	2.088	43	1.313	R	11	V	3	0.128
R11	0.018	Lit white	Lit orange	492.6	268.9	2.648	57	1.809		12	P	6	0.358
R12	0.029	Yellow	White	72.6	102.3	1.841	39	1.243		11	V	18	0.364
R13	0.031	Blue green	White	30.5	70.1	1.939	39	1.243		11	P	13	5.799
R14	0.050	Orange	White	257.1	527.6	2.740	52	1.650		10	P	0	-
R15	0.012	Lit white	Wine-red	142.6	43.7	2.286	31	0.941	R	9	V	16	0.083
R16	0.043	Blue	White	39.1	112.1	2.164	76	2.316	R	8	P	0	-
R17	0.043	Blue	White	39.1	112.1	2.164	76	2.316	R	8	P	8	0.528

Note: "Lit" indicates that it's lit from inside. L stands for letter, B stands for board, C stands for luminance contrast index and N stands for number of letters. Face indicates the signboard orientation, and P indicates that it's parallel to walking direction and V indicates it's vertical.

なった可能性はある。

見られ頻度と発見人数との関係（図 5～7）、また発見時の「見られ頻度 E_{β} 」の算出が可能であったこと（147/187）から見られ頻度と発見との関係性が示された。

Fig. 5 E_{β} and no. of noticed people of sign R13

Fig. 6 E_{β} and no. of noticed people of sign R12

Fig. 7 E_{β} and no. of noticed people of sign R9

3. 4. 分析②視線誘導量 E の閾値

1) 計算・分析内容

次に、既報¹⁾により明らかになっている要因（式 3）を用いて視線誘導量 E を算出した。見られ頻度が算出可能であった 147 件の視線誘導量 E を算出したが、0.004 から 8.12 と幅の広い値が算出された。これは各発見時の文字面の視線誘導量 E であり、すべての被験

者が閾値の境目で発見しているわけではないことを示しており、ばらつくのは想定される結果である。今回分析により算出したいのは、発見に至るための閾値であるため、ロジスティック回帰分析を用いることとした。これは文字による発見人数の違いも考慮できる手法である。

ロジスティック回帰分析に用いるデータは以下の通りである。歩行開始地点から各地点までの発見の有無を文字の x 軸座標（以後ゴールと記す、図 5～7 内点線表記）まで 01 のダミー変数化した（データ数：地点×被験者）値を目的変数とし、各地点での視線誘導量 E を説明変数として分析した。なお、一人も発見されなかった R14 と R16 は分析できないため、対象から外した。

2) 結果

分析の結果、R2 は物理的に視覚可能な範囲では距離によらず E の変動がみられなかったため、値が算出されない結果となった。分析手法の特性として、50%の値とその地点での傾きにより他を推定するため、発見率が少ない地点では負の値が算出されることがある。そのため発見率 50%（9 人相当）の値を逆推定し、平均値を算出した（0.777）。結果を表 1 に併記する。歩行経路上部に設置されている場合は高く算出された（2.075、5.799）。これは図 5 に示されている通り、角度の影響により E_{β} （比例して E も）が文字面の手前で急激に上昇するためである。正対している場合や対岸に設置されている場合は 1 以下の範囲でばらついていた。R8 のみ負の値が算出される結果となったが、これは発見人数が 2 人少なかったことと経路全体で 3m の範囲しか E が算出できなかったことが原因として考えられる。一人当たりに換算すると 0.086 という値が算出された。看板により閾値が大きく異なるため、平均化してよいのか疑問が残る^{注 7)}。

そこで、この値の意味について検討するため、視力検査で用いられるランドルト環^{注 8)}で同様の検討を実施した。視力の定義に基づき、文字面を正面に配置した場合の各視力段階で認識できるための視線誘導量 E を算出した。図 8 に結果を示す。視力 0.7 の際に視線誘導量 0.081 の値が示されており、一般的な視認条件の閾値として用いることの可能性が示された。明視の 3 条件には（見た目の）大きさ、対比、明るさの情報が含まれており、今回算出した E には明るさの代わりに人の視野の注視特性が含まれている。

Fig. 8 Relationship between visual acuity and induced sight amount E

Table 2 Attributes and experimental results of Letters of exp.2

Letter no.	Area S(m ²)	Colors					Font			Sign board		No. of noticed subjects	No. of points E over 0.086	Avg. of E
		Color		Luminance (cd/m ²)		C	Occupancy rate (%)	Font factor	Capital	N	Face			
		Letter	Board	L	B									
C1	0.021	Silver	Brown	33.6	5.1	1.828	38	1.532	C	4	P	3	0	-
C2	0.087	Lit white	Black	267.7	5.2	2.723	29	1.178	C	4	P	17	4	42.03
C3	0.029	Lit white	None	265.1	62.7	2.601	58	2.347	C	7	P	15	5	1.88
C4	0.005	Black	Gray	10.5	45.7	1.770	40	1.593	C	6	V	14	15	0.32
C5	0.024	White	Black	42.6	26.1	1.656	19	0.777	C	9	V	15	13	0.35
C6	0.024	White	Black	30.7	16.0	1.623	25	0.996	C	9	V	4	8	0.28
C7	0.030	Lit white	Black	132.8	20.7	2.339	27	1.087	C	9	P	13	14	3.14
C8	0.005	Black	Gray	8.7	40.0	1.770	29	1.152	C	6	P	14	17	0.63
C9	0.065	Navy	White	27.2	96.9	2.147	22	0.871	C	7	P	15	10	5.34
C10	0.004	Gold	White	145.6	150.4	1.326	21	0.859	C	8	P	17	1	0.01
C11	0.007	White	Gray	42.4	37.7	1.324	39	1.585	C	7	V	5	11	0.14
C12	0.048	Lit white	Black	209.0	8.8	2.596	21	0.851	C	6	V	18	50	0.27
C13	0.012	White	Black	111.9	7.5	2.270	23	0.945	C	7	V	11	7	0.01
C14	0.042	White	Light blue	111.1	44.0	2.132	32	1.097		7	P	2	5	0.73
C15	0.006	White	Black	25.2	6.2	1.698	23	0.936	C	8	P	0	0	-
C16	0.106	Red	White	35.5	89.1	2.048	42	1.713	C	11	P	2	13	0.66
C17	0.094	Lit white	Wine-red	142.6	43.7	2.286	36	1.463	C	8	V	13	15	0.41

Note: "Lit" indicates that it's lit from inside. L stands for letter, B stands for board, C stands for luminance contrast index and N stands for number of letters. Face indicates the signboard orientation, and P indicates that it's parallel to walking direction and V indicates it's vertical.

4. 実験 2 : 検証

4. 1. 実験概要

実験 1 を実施した商業施設 N にて類似の実験を検証実験として実施した。同施設内別の階において、同様に 50m の直進経路を歩行してもらい、「C」もしくは「c」が付置されているものを見つけてもらうよう教示した。発見可能性のあるものは計 17 文字（内小文字 2）であった。実験日時、被験者は実験 1 と同様である。

4. 2. 分析・考察

実験 1 と類似の実験であるが、実験結果を検証に用いる。以下の手順により検証の分析を行う。評価対象となった看板の特性を表 2 に記載する。実験 1 同様、CG シミュレーション上に文字面を計算面として配置し、見られ頻度 E_{β} を視点 1m 間隔で算出した。また文字面特性を加味した視線誘導量 E を計算した。3.4 にて算出した閾値 (0.086) を基に、発見人数を予測できるか検討した。

発見人数予測の手順を以下に示す。まず視線誘導量 E が 0.086 以上となった地点数を割り出した。実際の発見人数と地点数との関係性がみられた (図 9) ことから、視線誘導量 E の閾値を設定したことと、これによる発見人数の予測の可能性について示唆された。

実際の発見人数と閾値を超えた地点数 (図 9) に開きがあった地点について考察する。まず C1 と C10 については、始点と終点に設置されていたことが影響していると考えられる。明視の 4 条件には時間が含まれており、始点と終点付近の文字面は他の文字面に比べて時間的余裕があったことが計算上の視線誘導量 E に対して実際の発見人数が多くなったと考えられる。

次に C2、C3、C9 について考える。実際の発見人数に対して閾値を超える地点数は少なかったが、地点の E の平均 (表 2) はいずれも高く、閾値を大幅に超えた地点では、発見地点数に対しての発見人数が多くなるという傾向が考えられる。一人に対しての閾値を 0.086 と定めたが、今後は複数人数の閾値の検討も進めることで対応できると考えられる。

Fig. 9 No. of noticed subjects and points exceeding the threshold value

実際の発見人数よりも閾値を超えた地点数が多かった場合について考える。C14～C17 はいずれも一つ上の階に設置されており、今回視点として模擬した光源が適正ではなかった可能性が考えられる。IES データの特性上、上下は左右と同じ配光となっているため、実際の注視特性 (左右に広い楕円形) より視野上下の視線誘導量が大きく算出されている。今後は光源の形状を工夫することにより予測の精度が向上できると考えられる。

最後に C6 と C11 について検討する。これらはいずれも視線誘導量が大きい文字面 (C5 と C9) が手前に隣接しているという共通点がある。視線誘導量が閾値を超えているものが複数同時に視野にある場合には、より大きいものが優先されて発見されるというメカニズムが考えられる。予測精度を向上させる上では、計算された数値を今後どのように発見メカニズムに加えていくのか検討を重ねる必要がある。

今後の検討の余地はあるが、半数以上 (9) の文字面で発見人数の誤差が 3 人以内に留まっており、本手法を用いた予測の可能性が示唆されたと考えられる。

5. まとめ

既報¹⁾に基づき、看板の誘目性も照度計算のアナロジーを用いて予測できるか検討した。商業施設内において、特定の文字を探索しながら直線通路を歩行してもらう実験を実施し、発見した文字面と地点とのデータを得た。人の視野特性を考慮した光源を作成し、照明シミュレーションに実験環境を再現することで、見られ頻度 E_β を計算した。既報で考慮した色対比 (C)、フォントの違いによる係数 (F)、文字数 (N)、文字の大きさ (S) を考慮した視線誘導量 E を算出した。照明シミュレーションを用いることで吹き抜け空間などの複雑な建物形状内での状況判断だけでなく、視野特性を考慮した配光の光源による計算も容易になった。

「物理的に見える可能性があるか」の指標である「見られ頻度 E_β 」が高いほど、また視認性の高くなる特徴を兼ね備えているほど「視線誘導量 E」が高く、それらと発見人数との関連がみられた。またロジスティック回帰分析により発見するための閾値 0.086 も算出することができた。これは視力 0.7 での弁別閾に相当し、一般的に用いる閾値としての可能性が示唆された。

検証実験として、別の文字を探索する同様の実験を実施した。閾値を超えた地点数と実際の発見人数との関連がみられ、閾値を超えた地点が長いほど発見人数が増えることが示された。1. 閾値を大幅に超える場合、2. 視線上部の視線誘導量、3. 競合相手が存在する場合のメカニズムなど、発見予測の精度を高めるために今後も検討を重ねていく。

謝辞

本研究は、東急不動産株式会社、株式会社東急不動産 R&D センターとの共同研究で行いました。また、実験に関しては東京大学大学院工学系研究科を平成 29 年度に修了した有馬明日香氏、データの再分析に関してはお茶の水女子大学修士課程の沙魚川遥氏にご尽力いただきました。ここに記して謝意を表します。

注

注 1) 本研究は参考文献 10 の研究成果を再検討し、まとめたものである。
注 2) 人の視野と注意の度合いから附図 1 に示すような配光曲線を持つ光源をモデルとして IES データから作成し、視点位置に設置した。

Attached Fig. 1 Light distribution curve of perception model

注 3) 輝度対比の係数 C は既報において、看板面輝度 L_b 、文字輝度 L_L を輝度カメラ撮影により算出し、以下の式を用いて計算した。なお、既報では背景輝度 L_0 も用いて対比を検討したが、今回は評価対象が看板の中の文字であるため、看板面と文字面の輝度対比のみ検討することとした。

$$C = |L_L - L_b|^{0.18}$$

注 4) 看板面積 S は、本研究においては文字を対象とするため、文字を外接する四角形の寸法を用いた。

注 5) 文字係数の補正係数 F は、文字の太さや密集度合いの指標である。既報に倣い、Century で「CRcr」と記載した場合の占有率を基準に補正係数 F を算出した。占有率の定義は附図 2 に示す通りである。Century で算出したそれぞれの占有率は次の通りである。C: 24.8、R: 32.8、c: 29、r: 31.6。Font factor (F) は各文字の専有面積を基準である Century の専有面積で除した値である。

注 6) 文字数 N に関しては看板面の中でも同一行内に記載されている文字数を集計した。

注 7) 発見率 25% (4.5 人相当) でも同様の手順を踏み、0.078 を得た。また、設置位置の分類ごとに閾値を算出し、4 章の検証手順を同様に踏んだが、発見の精度が向上するわけではなかったため、平均値で実施した結果を本報では報告する。

注 8) 視力は視角の逆数として定義されており、測定するためにランドルト環が用いられている。C 形状の切れ目が弁別できるか測定する。明視条件をそろえるため、背景輝度を 160cd/m²、環の輝度を 24cd/m² として C (2.421) を算出した。環の太さの規定からフォント占有率 46、C と見立ててフォント係数 F (1.366) を算出した。ランドルト環が視線正面に配置されているものとして見られ頻度 E_β 、そして視線誘導量 E を算出した。

参考文献

- 1) Kozaki, M., Arima, A., Nishikawa, M. and Hirate, K.: Research on visual information acquisition of signboard in shopping mall using analogy with illuminance calculation -Focusing on visibility and legibility-, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol. 84 No. 755, pp. 11-19, 2019.1. (in Japanese)
小崎美希、有馬明日香、西川麻里奈、平手小太郎: 照度計算のアナロジーを用いた商業施設内看板の視覚的情報取得に関する研究: 視認性・判読性の検討、日本建築学会環境系論文集、Vol. 84, No. 755, pp. 11-19, 2019.1.
- 2) Yoshihiko Tabuchi and Hajimu Nakamura: Visual requirements for legibility and readability of visual signs, J. Illum. Engng. Inst. Jpn., Vol. 76 No. 1, pp. 8-12, 1992.1. (in Japanese)
田淵義彦、中村肇: サインの視覚的所用条件、照明学会誌、第 76 巻、第 1 号、pp. 8-12, 1992.1
- 3) Hirate, K.: Kenchikuhikarikankyou shikankyou (Architectural Lighting Environment/ Visual Environment), Suurikougakusya, pp. 186-187, 2011 (in Japanese).
平手小太郎: 建築光環境・視環境、数理工学社、pp. 186-187, 2011.
- 4) Nara, H. et al: Study about visual attraction of a guide sign design in railway station space Part 1, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, D-1, Environmental Engineering I, pp. 495-496, 2017.7. (in Japanese)
奈良英之、他: 鉄道駅空間における案内サインの誘目性に関する研究: その 1 視線予測による評価方法、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学 I, pp. 495-496, 2017.7
- 5) 3M Visual Attention Software: VAS, <https://multimedia.3m.com/mws/media/1575985O/3m-visual-attention-software-vas.pdf>, (accessed 2019.5.20)
3M、視線予測ソフトウェア VAS、<https://multimedia.3m.com/mws/media/1575985O/3m-visual-attention-software-vas.pdf> (参照 2019.5.20.)
- 6) Oi, N.: What kind of signboards in streetscape draw attention of pedestrians? Summaries of Technical Papers of Annual Meeting,

- Architectural Institute of Japan, D-1, Environmental Engineering I, pp.837-838, 2003.9. (in Japanese)
- 大井尚行：街路景観の中でのサインの誘目性と人に与える影響、日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学 I，pp.837-838，2003.9.
- 7) Mika Kato, et al: A Study on the Efficient Presentation Method for Information Acquisition under Many Inermingled Vision Displays, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol.73, No.631, pp.1085-1091, 2008.9. (in Japanese)
- 加藤未佳，他：多数の視覚表示が混在した状況下における効率的な情報取得の為の提示手法に関する研究，日本建築学会環境系論文集，第73巻，第631号，pp.1085-1091，2008.9.
- 8) Tanaka, S., et al: Saishinkenichikankyoukougaku (Latest Architectural Environmental Engineering), Inouesyojin, pp.118-119, 2014. (in Japanese)
- 田中俊六ら：最新建築環境工学，改訂4版，井上書院，pp.118-119，2014.
- 9) Akinori Komatsubara: Human error 2nd edition, Maruzen, p27, 2008.12. (in Japanese)
- 小松原明哲：ヒューマンエラー第二版、丸善出版、p27, 2008.13.
- 10) Arima, A. et al: Predictability of signboard perception using lighting simulation, Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, Architectural Institute of Japan, D-1, Environmental Engineering I, pp.101-102, 2017.7. (in Japanese)
- 有馬明日香、他：照明シミュレーションを用いたサインの視認性の予測可能性について、日本建築学会大会学術講演梗概集，環境工学 I，pp.101-102，2017.7

RESEARCH ON VISUAL INFORMATION ACQUISITION OF SIGNBOARD IN SHOPPING MALL USING ANALOGY WITH ILLUMINANCE CALCULATION (PART 2): FOCUSING ON NOTICEABILITY

Miki KOZAKI^{*1}, Marina NISHIKAWA^{*2} and Kotaroh HIRATE^{*3}

^{*1} Assist. Prof., Faculty of Core Research, Natural Science Division, Ochanomizu Univ., Dr.Eng.

^{*2} Student, Dept. of Arch., School of Eng., The Univ. of Tokyo, M.Eng.

^{*3} Prof., Dept. of Arch., School of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.

Many research has been done on noticeability of signboards in the field of visual environment and advertisement. Most of them results in image analysis of a vision from a particular point, and does not incorporate the influence of migratory within the building. This study focused on the predictability of signboard noticeability by using analogy with illuminance calculation. Similar to the previous research, hypothesis was set that visual information acquisition can be calculated using illuminance calculation. Unlike the previous research, analogy was set as following; view point as light source and signboard as light receiving surface. Light source that modeled eyesight attribution was incorporated under 3D lighting simulation of the experimental condition. To test the hypothesis and to derive the threshold value to notice, two experiments were conducted to verify the hypothesis.

Experiment 1 was conducted at a shopping mall. 18 subjects were asked to find “R” or “r” along the straight walking course. Noticed point and signboard was recorded. There were 17 possible “R” and “r” that could be found. As a result, 187 notice occurred. To consider the relationship between the hypothesis, 3D model was created, and setting the signboard as light receiving surface, noticeability frequency E_{β} was calculated. Noticeability frequency at each point vs. number of noticed subjects were plotted, and clear relationship was seen.

Based on previous study on visibility and legibility, area, luminance contrast, font factor and number of letters were used to derive the induced sight amount E . To derive the threshold value to notice, logistic analysis was conducted. Logistic analysis was chosen, since it can consider the difference of number of noticed subjects. 50% response rate, which corresponds to 9 persons, was calculated, and average of the signboards per person was calculated as 0.086. To understand the significance of the value, induced sight amount E of Landolt ring was calculated. As a result, the threshold value was near to condition of visual acuity of 0.7.

Experiment 2 was conducted to verify the threshold value. Similar experiment was done, and subjects were asked to find “C” or “c” at a different route. To use the data as verification, 3D simulation was done to calculate noticeability frequency and induced sight amount. Points exceeding the threshold value were derived, and relationship with the numbers of noticed people was seen. However, in case of exceeding drastically, in case of signboard at higher floor and in case of existing competitive signboard, the prediction error increased. Further analysis has to be done to increase the predictability.

(2019年6月10日原稿受理, 2019年8月19日採用決定)