

窓に対して異なる角度から見たモデリング評価実験

窓際での人の顔のモデリングに関する研究 その2

EXPERIMENT ON THE EVALUATION OF MODELLING
FROM VARIOUS ANGLES TO THE WINDOW

Modelling of human face at a window Part 2

村上泰浩*, 小林朝人**, 矢野 隆***

Yasuhiro MURAKAMI, Asato KOBAYASHI and Takashi YANO

An experiment on the evaluation of modelling of human face at a window was carried out. Such a modelling have been usually investigated only in the direction parallel to the window. However, in the present study the position of subject to the model and the direction of the model's face were considered. As a result, it is found that the modelling scale values are not efficiently estimated by the commonly used simple indices such as vertical illuminance ratio and that they are precisely estimated by a multiple linear regression equation, in which the parameters are quantities of light from and to the window and from the visual direction of the subject to the model.

Keywords: modelling, at a window, spatial illuminance, luminance, multi-regression analysis

モデリング, 窓際, 空間照度, 輝度, 重回帰分析

1. 序

教室や事務室に適切な昼光照明環境を作り出す上で書類等の可視性だけでなく、人の顔の見え方も重要な要因である。本論文は窓際での人の顔のモデリング評価に関する研究の第2報である。

前報¹⁾では、窓際での人の顔のモデリングを検討するための資料を得る目的で、まず、教室や事務室における窓際の光環境を、測定点の立体的照度分布に着目して実測調査し、次に、その測定結果に似た窓際の光環境を実験室内に作り、窓と平行な方向を向いて立つ人の顔をその正面から眺めてモデリングの評価実験を行った。実際の視環境では、視対象である相手の顔とそれを見る人との位置関係は様々であり、常に窓に平行であるとは限らない。また、相手の顔の向きも正面ばかりとは限らない。現実の環境での人の顔のモデリングの印象は、対象となる人の顔の向きや見る人の窓に対する視線の方向によって、様々に変化すると考えられる。側窓採光室の窓際では窓と平行方向を向く人の顔のモデリングが悪くなるといわれている²⁾が、それ以外の方向から見た窓際の人の顔のモデリングについての報告はない。

以上のような複雑な窓際の視環境を適切に評価するためには、視対象となる相手とそれを見る人の位置関係を考慮することが必要であろう。このため本研究は、観察者の視線の方向が窓と平行な方

向以外を含めて、また、相手の顔の向きも変化させて評価実験を行い、窓際での人の顔のモデリング評価指標の検討を行った。

2. 窓際での人の顔のモデリングの評価実験

前報では、側窓採光室を想定して、種々の輝度に調光できる人工窓と実際の窓際での入射光分布に似た種々の分布を作り出す装置によって、窓際の光環境を模擬的に作成した。そのような条件下で、窓を横にして窓と平行方向を向く人をその正面から見てモデリングの評価実験を行った。序で述べたとおり、実際の視環境では視対象である相手の顔とそれを見る人との位置関係は窓に平行であるとは限らず様々である。また、相手の顔の向きも正面ばかりとは限らない。したがって、本論文では観察者の視線方向（窓と平行方向、窓と垂直方向、その中間の方向）と相手の顔の向き（窓と平行な向き、窓を背にした向き、その中間の向き）の組合せで得られる条件のもとでのモデリングの評価実験を行った。

2.1 実験方法

人工窓は前報の実験と同一のもので、乳白色アクリル板の背後に極近接させて40W 蛍光灯28本を並べて立て、図-1に示すような1.2m×1.6mのほぼ均一な輝度の面を作り、種々の輝度に調光できるようにしたものである。これを全面黒塗りの実験暗室内に置

* 熊本工業大学工学部建築学科 講師・工修

** 熊本工業大学工学部建築学科 教授・工博

*** 熊本大学工学部環境システム工学科 教授・工博

Lecturer, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kumamoto Institute of Technology, M. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kumamoto Institute of Technology, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Faculty of Engineering Kumamoto Univ., Dr. Eng.

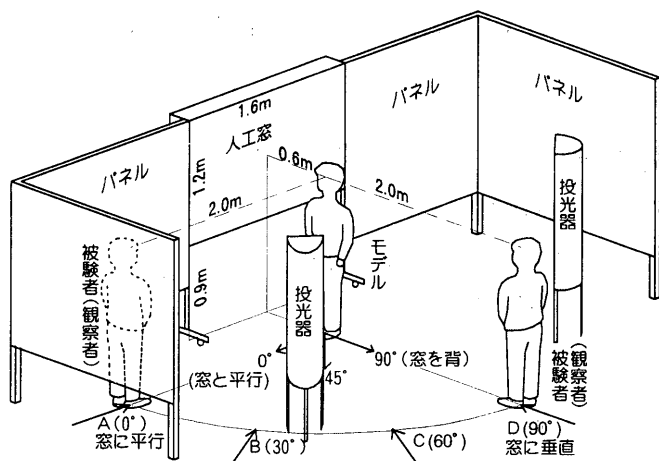


図-1 実験見取図

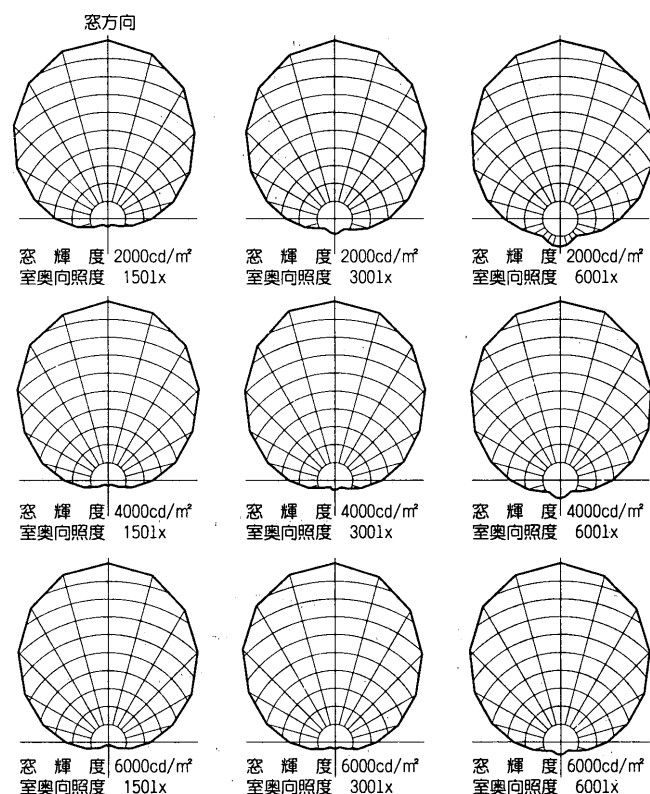


図-2 モデルの目の高さにおける方位別鉛直照度分布

き、これを窓に見立てる。人工窓の中央にD=0.6m離れて立つ人(以下モデルと呼ぶ)の顔を窓の反対側(室内側)2方向から照明する。これらを人工窓とは独立に調光して、モデルの顔の位置に前報で得られた実際の窓際の鉛直照度分布を参考にしてそれに似た照度分布を作る。前報の実験ではモデルを見る位置は常に同じであったため、モデルの背後の壁面輝度については考慮しなかった。しかし、本報の実験では被験者(観察者)のモデルを見る位置が種々に異なるため、背景輝度に対する被験者の目の順応レベルの変化を考慮しなければならない。そのため、人工窓の周囲に反射率55%のパネルを設置した。この反射率は、前報で測定した教室の壁面の平均反射率53.1%とほぼ等しく、現実の環境を模擬したものと考えている。

実験条件を表-1に示す。人工窓の輝度3条件、室内向き鉛直照度3条件の組合せの9通りの場合についてそれぞれ、モデルの向

表-1 実験条件

光環境条件	人工窓面の輝度	2000, 4000, 6000 cd/m ²
	室内向き鉛直照度	150, 300, 600 lx
観察条件	被験者の位置(窓面との角度)	A(0°)[窓と平行な向き], B(30°), C(60°), D(90°)[窓と垂直な向き]
	モデルの向き(窓面との角度)	0°[窓と平行な向き], 45°, 90°[窓を背]
	被験者	男12名, 女18名
	モデル	女22才(ショートヘアー)

表-2 室内向き鉛直照度, 窓と平行な向きの鉛直照度の窓向き鉛直照度に対する割合 [%]

	室内向き	窓と平行な向き
最小値	1.66	23.64
最大値	15.63	34.11
平均値	6.31	27.18
標準偏差	4.38	3.51

表-3 カテゴリ番号とその意味内容

1. 顔に立体感がなく平面的に見える。(顔面の影が薄過ぎて、陰影は非常に乏しい)
2. 顔の立体感はかなり物足りない。(顔面の影がかなり薄く、陰影もかなり乏しい)
3. 顔の立体感はやや物足りない。(顔面の影がやや薄く、顔面に陰影がやや乏しい)
4. 顔の立体感は適当で好ましい。(顔面の影の濃さは適当で、目鼻立ちもはっきりわかる)
5. 全体としてややどぎつい感じである。(顔面の影がやや濃い、顔の暗い部分の目鼻立ちはわかる)
6. 全体としてかなりどぎつい感じである。(顔面の影がかなり濃い、顔の暗い部分の目鼻立ちは微かにわかる)
7. 全体として非常にどぎつい感じである。(顔面の影が濃過ぎて、顔の暗い部分の目鼻立ちがわからない)

き各々3条件、被験者の位置4条件の組合せの合計108通りの実験を行う。この9通りの実験条件の各場合について、実験室内に実際の教室や事務室の窓際の1mの点の方位別鉛直照度分布に似た照度分布を作る。得られた方位別鉛直照度分布の実測例(9通り)を図-2に示す。その分布状況は窓向き・室内向き方向を軸としてほぼ左右対称に分布している。室内向き鉛直照度と窓と平行な向きの鉛直照度の窓向き鉛直照度に対する割合は、前報同様に実測結果の範囲になるよう留意した。その割合を表-2に示す。

被験者は、各実験条件毎に被験者の位置から2.0m離れたモデルの顔を見て、表-3のカテゴリ(前報と同一)に従って、モデルの顔のモデリングの状態を評価する。ただし、被験者は自分の位置とモデルの向きの組み合わせで必ずしも顔の正面を見るときは限らない。被験者が報告した数字をカテゴリ・スコアとして評価値とする。被験者から見たモデルの背後の輝度分布はその立つ位置により異なるので、安定した順応状態になるように、モデルの顔を1分間程度見た後にカテゴリ判断の報告をさせた。実験条件が108通りと前報に比べて多く、1人の被験者が実験を終了するまで2時間以上要した

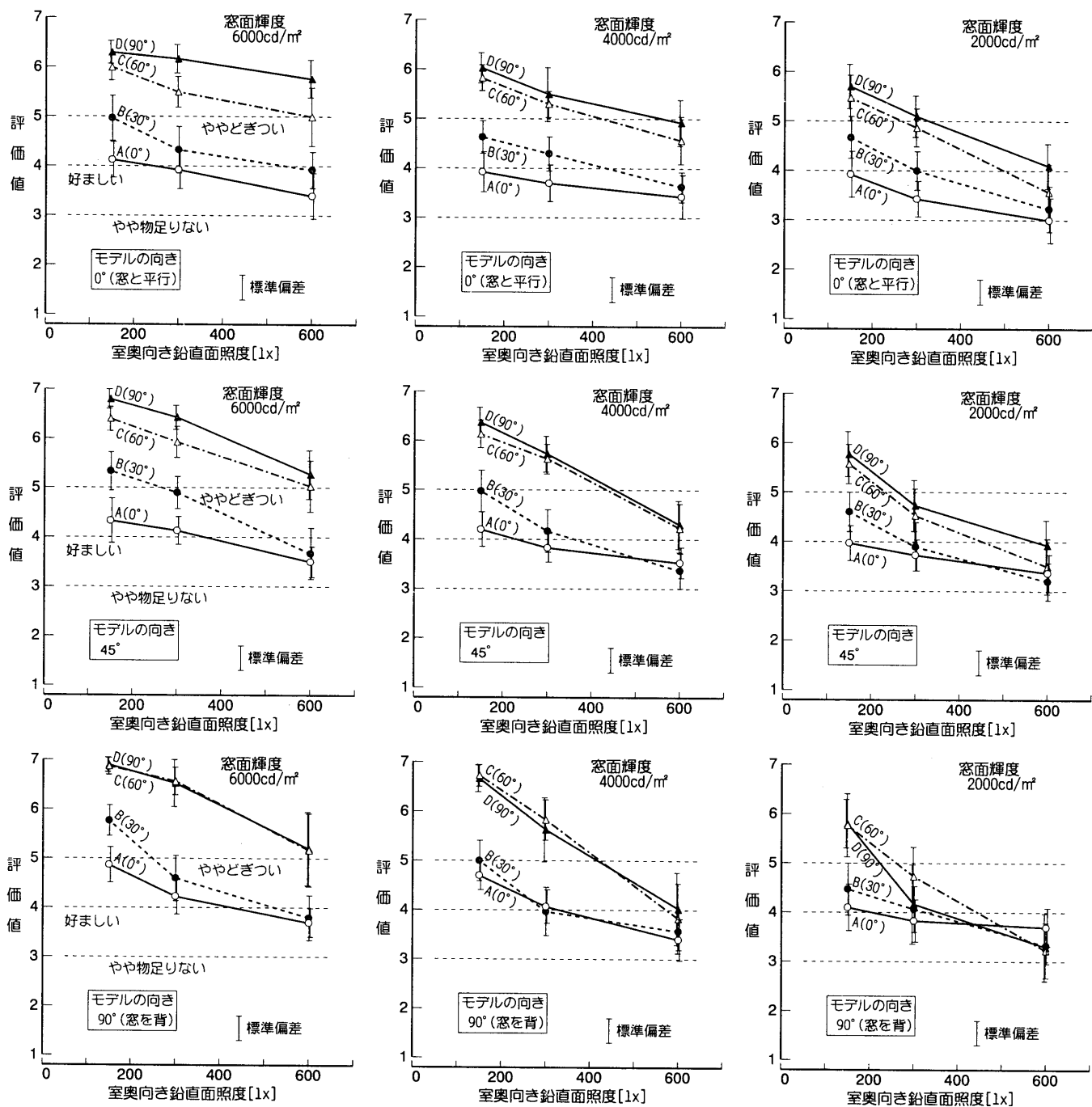


図-3 室奥向き鉛直面照度とモデリング評価値

ので、被験者の申し出により適宜実験室内で休憩を取った。しかし、1回（1条件）の評価に要した時間は、被験者によって1～2分程度で比較的短く、評価中の視線がモデルの顔から離れることは少なかったと思われる。

2.2 結果

被験者のカテゴリ判断の結果から、各実験条件毎に被験者のカテゴリ・スコアを平均して実験条件毎のモデリング評価値（以下、評価値と呼ぶ）を求めた。

図-3は全被験者平均の評価値と、実験時のモデルの顔の位置での室奥向き鉛直面照度（室内側からモデルを照らす照度）との関係である。図は人工窓の窓面輝度、モデルの向き毎に分けて示し、図中の各線は被験者のモデルを見る位置毎に結んである。上下にとった

幅は標準偏差を表し、線が重なるため左右にずらして示してある。前報と同様に室内側からモデルを照らす照度が高くなるにつれて、評価値は低くなっている。この変化傾向はいずれの図においても見られるが、その傾向は被験者のモデルを見る位置が窓と平行向きの位置（被験者位置 A(0°)）から窓と垂直向きの位置（被験者位置 D(90°)）へと角度が大きくなると、概ね評価値は高くなる。室内側からモデルを照らす照度が低い(150lx)状態で、窓に垂直な向きかそれに近い位置（被験者位置 C, D）からモデルを見た場合のモデリング評価値は「ややどぎつい」以下にはなっていない。逆に、窓に平行向きの位置（被験者位置 A）から見たモデリング評価値は「ややどぎつい」を越える状況にないことが読みとれる。このように、室奥向き鉛直面照度が高くなればモデリング評価値は低くなる状況は

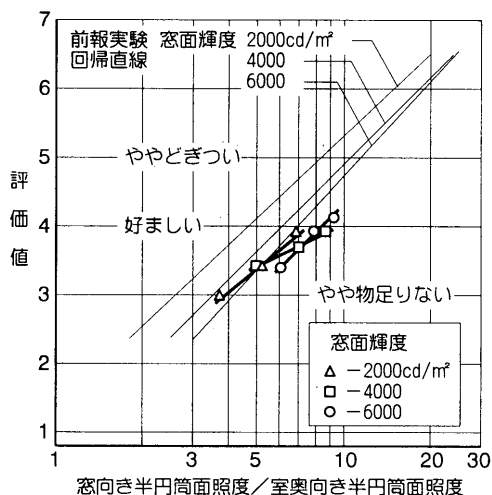


図-4 半円筒面照度比とモデリング評価値(窓と平行向き)

前報と同様である。しかし、窓面の輝度、室内側からモデルを照らす照度が同じであっても、モデルを見る位置(角度)が窓と向かい合う角度の違いにより窓際のモデリング評価が大きく異なることがわかる。

3. 考察

これまで、モデリングの評価手法として様々な指標が提案されてきた。ここでは先ず、従来からモデリングの評価に使われてきた簡単な物理変数の予測精度について検討する。次に、窓からの入射光量あるいは全入射光量に関する変数、室内向き方向からの入射光量に関する変数、被験者視線方向からの入射光量に関する変数の3変数を用いた重回帰モデルの妥当性についても検討する。

3.1 従来の視環境指標による検討

(1) 窓際のモデリングの半円筒面照度比による検討

前報では半円筒面照度比と窓際のモデリング評価値との間に良い対応が見られたことを示した。前報では窓を横にして窓と平行方向を向く人の顔をその正面から見たモデリング評価実験であった。そこで、今回の全実験条件の中から前報と同様な被験者とモデルの位置関係、つまり被験者位置A(0°)、モデルの向き(0°)の何れも窓と平行で互に向かい合う条件だけを選び出した。それらの半円筒面照度比と評価値との関係を前報の結果と重ねて示したものが図-4である。半円筒面照度比はモデルの顔の位置での窓側と室内側の半円筒面照度(但し、この図では、前報との比較のために、被験者側の4半円筒面照度で15°鉛直面照度による平均値)の比としている。今回の実験結果は前報の回帰直線群の右側に近接あるいは重なる位置にプロットされている。窓面輝度毎に回帰直線を挿入すると、いずれも相関係数は0.98以上と高く、窓面輝度が4000[cd/m²]以外の直線の傾きは前報とほぼ同じに近い値である。輝度毎の回帰直線が前報に比べ右方に移行しているのは、前報ではモデルの後ろ側からの入射がなく、前報と本報の実験装置のモデルの顔の位置での鉛直面照度分布状況が若干異なることにより半円筒面照度比に違いが出たのではないかと考えられる。

これらのことより、窓を横にして窓と平行方向を向く人の顔をその正面から見たモデリング評価は、半円筒面照度比が有効であることが示され、前報の知見を支持している。

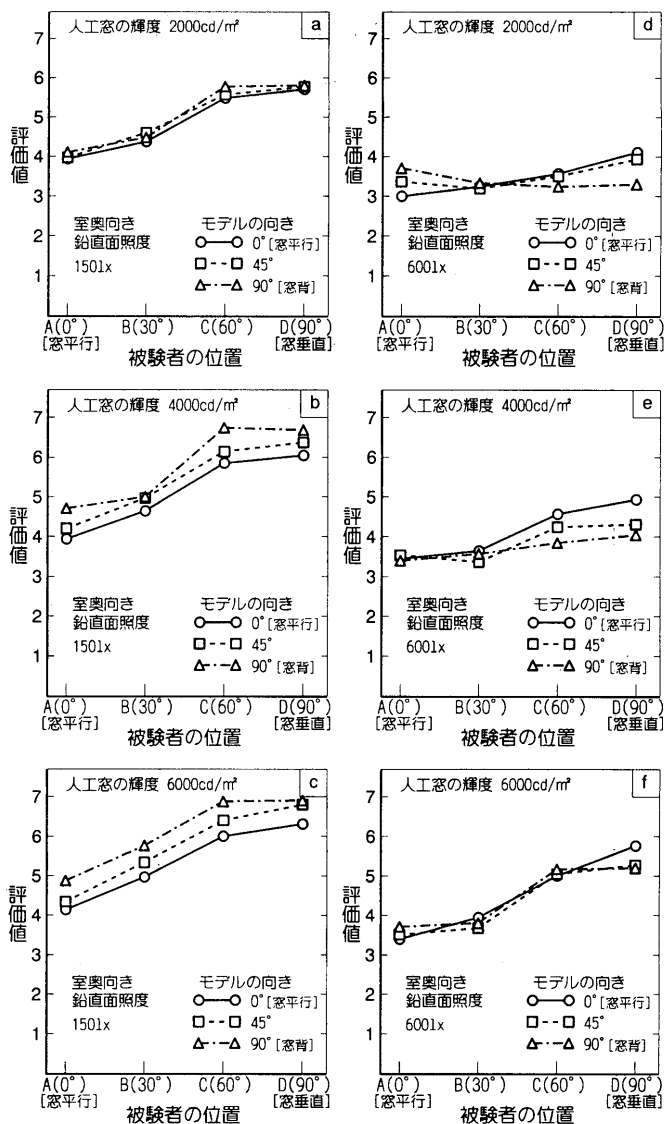


図-5 被験者のモデルを見る位置とモデリング評価値

(2) 窓際のモデリングの被験者の位置(窓との角度)およびモデルの向きによる検討

窓際に立つモデルを見る位置が窓と平行ではない場合に、モデルへの照明状況が変わらなくても、その見る位置で評価値が異なることは2.2の結果(図-3)で簡単に示した。図-5は評価値と被験者のモデルを見る位置(窓に対する角度)およびモデルの向きの関係を示したものである。室内向き鉛直面照度が150[lx]の場合(図-5 a, b, c), 評価値は4以上の「好ましい」から「非常にどぎつい」の範囲にプロットされていて、被験者の位置が窓平行向きから窓垂直向きになるに従い評価値は高くなっている。また被験者位置が窓垂直(D(90°))とそれに近い窓との角度が60°の位置では評価値があまり変わらない。室内向き鉛直面照度が600[lx]の場合(図-5 d, e, f)は、室内向き鉛直面照度が150[lx]の場合(図-5 a, b, c)に比べて評価値が低く、被験者の位置による評価値の違いも小さくなっている。図全体を通して、人工窓輝度が高いほど、また室内向き鉛直面照度が低いほど被験者の位置による評価値の違いは大きくなる傾向が読みとれる。窓際のモデリング評価はその見る位置により異なるが、その違いは窓からの光と室内からの光の強さの状況に

左右される。各図において、モデルの向きの評価値への影響は被験者の位置による影響より小さいことが分かる。しかし、その影響の程度は人工窓の輝度、室内向き鉛直面照度により異なり、室内向き鉛直面照度が 150[lx]の場合(図-5 a, b, c)は、人工窓の輝度が高くなるとモデルの向きによる評価値の違いが大きくなっている。室内向き鉛直面照度が 600[lx]の場合(図-5 d, e, f)は、モデルの向きによる評価値が被験者の位置 A ではモデルの向き 0°-45°-90°の順に大きくなり、それ以外はモデルの向き 90°-45°-0°の順に大きくなっていて、被験者の位置によりその増加傾向が異なっている。したがって、モデルを見る位置およびモデルの向きによる窓際のモデリング評価への影響を窓に対する角度だけの単純な指標で表すことは困難であると考えられる。

(3) 窓際のモデリングの顔面輝度による検討

MoonとSpencer³⁾はモデリング評価指標に立体視対象物の最大対最小の輝度比(Modelling Ratio)を提案し、その値が 2:1~6:1の時「受け入れられる」、3:1が「最良」であるとしている。本研究では、各実験条件毎にモデルの顔の輝度を測定した。測定にはトプコンBM-5型輝度計を使用し、各被験者の位置から視角 0.2°(周辺部は 0.1°)でモデルの顔面部分をほぼくまなく測定し、顔面輝度の最高輝度、最低輝度、平均輝度、最高対最低輝度比を求めた。表-4は各実験条件毎の測定値の中から最大値と最小値とその比を示したものである。最高輝度の最大と最小の比は最低輝度のそれに比べ大きいことがわかる。また、最高対最低輝度比は約2:1~40:1の範囲となっている。モデリング評価値と顔面輝度の最高輝度、最低輝度、平均輝度、最高対最低輝度比との相関を求めた。それぞれの相関係数の絶対値は0.1~0.3程度と低いことから、顔面輝度あるいは顔面輝度の最高・最低輝度比は窓際の人の顔のモデリング評価に有効な評価指標とは言い難い。

モデリングは顔面輝度あるいはその輝度分布状況以外に、顔と背景の輝度差あるいは輝度比による影響が考えられる。そこでモデルの顔の周辺約 60°の範囲の背景輝度を輝度計の測定視角 1°で 25点測定して、その平均値を背景輝度とした。次に、実験条件毎の顔の輝度と背景輝度との比を求めた。図-6はモデリングの評価値とその輝度比(顔面輝度/背景輝度)との関係を示したものである。相関係数の絶対値は 0.719 となり、前述の顔面輝度の最高輝度、最低輝度、平均輝度、最高対最低輝度比の相関係数と比べると高い値

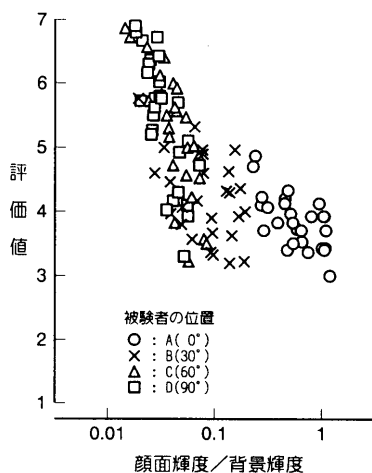


図-6 顔面輝度/背景輝度と評価値

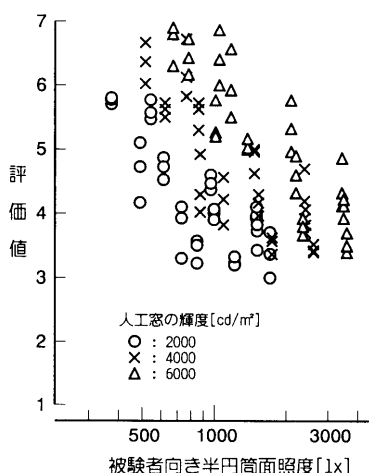


図-7 被験者向き半円筒面照度と評価値

表-4 顔面輝度値

	最高輝度 [cd/m ²]	最低輝度 [cd/m ²]	平均輝度 [cd/m ²]	最高対最低輝度比
最大値	1661	185.7	394.2	40.0
最小値	80.6	15.7	30.3	2.11
最大/最小	20.6	6.7	13.0	

を示した。図中の各点は被験者の位置 A(0°), B(30°)と C(60°), D(90°)に分かれて分布しており、輝度比が被験者の位置を説明し切れていないことが分かる。図中より評価値 4 に対する顔面輝度・背景輝度比を読みとると 0.03~1 までの広範囲な値になることから、窓際のモデリングが好ましい状態を顔面輝度・背景輝度比で特定することは難しいと考えられる。

(4) 窓際のモデリングの空間照度による検討

前報において、窓際での人の顔のモデリング評価を Cuttle⁴⁾のベクトル・スカラー比を用いた評価図で評価するのは問題があることを示した。この評価図は照度ベクトルと視線との角度が 30°~120°その適用範囲とされており、本実験での照度ベクトルと視線との角度は 90°~180°であるのでその適用範囲を超えている。

半円筒面照度比は窓と平行に見るモデリング評価に有効な指標であることは前述した。この半円筒面照度比は窓向き半円筒面照度と室内向き半円筒面照度の比であるので、被験者の位置、モデルの向きに関わらず同じ値をとる。また、その比をモデルの顔の位置での左右の半円筒面照度比と考えると、今回の実験のように窓中央に立つモデルを窓に垂直な位置から見た場合には、モデルへの左右からの入射光バランスが窓の輝度変化あるいは室内からのモデルへの入射光の変化には関わらず一定となり、モデルの顔の位置での左右の半円筒面照度比はほぼ 1 となる。これらのことから、モデルを見る位置が窓と平行に見る状態以外のモデリング評価指標に半円筒面照度比をそのまま適用できないことがわかる。

川上ら⁵⁾、鹿倉ら⁶⁾、松浦⁷⁾は、いずれも単一光源による実験において、人の顔の表情の識別あるいは顔のモデリング評価に顔の正面を中心とした半円筒面照度が有効であることを示している。しかし、いずれの著者も顔への光源入射水平角が 120°を超えるとその有効性が失われると指摘している。図-7は評価値と被験者方向に対するモデルの顔の位置での半円筒面照度(以下、被験者向き半円

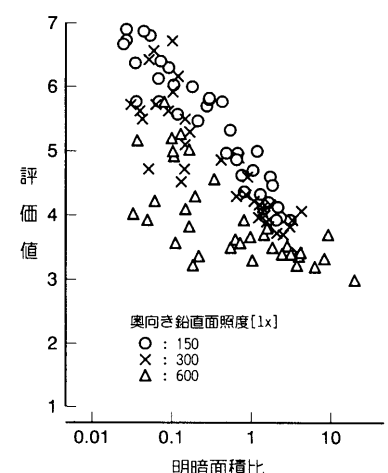


図-8 明暗面積比と評価値

筒面照度と呼ぶ)の関係を示したものである。相関係数は0.532と低いものの、被験者位置ごとに特徴的な分布は見られず、図のように窓面輝度毎の相関が見られる。

(5) 窓際のモデリングの顔に生じる明暗による検討

川上ら⁹⁾は、顔に生じる陰影の影響を含めて正確に論じれば、表情の識別に要する顔の明るさを一義的に半円筒面照度では表せないとしている。鹿倉ら⁶⁾は顔の中の照らされている部分の面積が顔の見え方の評価に影響を及ぼすと考えられるとしている。人の顔は曲面であるため、顔に生じる明暗部分および陰影は照明状況が同じでも見る方向によって異なった様子に見える。

そこで、モデルの顔に生じている明暗部分の状況を調べた。実験条件毎のモデルの顔をモノクロフィルムで撮影し、その写真をスキャナで読み取り、パソコン画面に16段階の濃淡で表示する。その画面内の顔の部分のみについて、元の写真と明暗状態を見比べながら、ある濃度段階を境に2段階の濃淡(明暗)に変更する。その画面の2つの領域のドット数をカウントし、実験条件毎のモデルの顔の明暗面積比を求めた。この明暗面積比は被験者の視線方向から見たモデルの顔の明暗状況あるいは顔への入射光状況を表していると考えられる。このようにして求めた明暗面積比と評価値との関係を図-8に示す。評価値との相関係数は0.761で、これまで求めた評価値との相関係数の中では最も高い数値を示した。室内向き鉛直照度が150lxの分布は非常に高い相関が見られるものの、他の室内向き鉛直照度を含めて、評価値4(好ましい)に対する明暗面積比を図から読み取ると広範囲に渡っている。

(6) 明るさの知覚量による検討

被験者の眼の順応がモデリング評価に影響することは十分予想されることであり、アパレント・ブライトネス⁹⁾、アパレント・コントラストがモデリング評価に有効であれば、モデリング評価への明るさ知覚量を適用できることを示すことになる。順応の影響を探るためにはまず順応輝度を特定しなければならない。しかし、不均一な視野における順応輝度を求める適確な方法が未だ得られていない。網膜中心窩順応輝度が順応輝度に大きく寄与することは知られている。モデルの顔を見る視野角は顔の大きさとその距離から、水平角約4.3°、垂直角約5.2°程度で中心窩視野角(約1.5°)を包含しているが、顔の輝度分布は不均一であり、更に被験者位置C(60°)、D(90°)では、モデルの顔の周囲近傍は顔より高輝度の窓となり、この高輝度な窓輝度が中心窩順応輝度へ及ぼす影響は無視できないと考えられる⁹⁾。これらのことから被験者の眼の順応輝度レベルが特定できないため、アパレント・ブライトネスやアパレント・コントラストを窓際のモデリング評価指標に導入することは現時点では困難であると考えられる。

3.2 窓際のモデリングの重回帰分析による検討

上述のように、窓際のモデリング評価を、評価値と種々の測光量などの説明変数との対応について考察を行ったが、いずれも単独の或いは複数の測光量の商や積を使って窓際のモデリングをよく説明できるとは言い難い。そこで、評価値を目的変数とし、モデルの位置での種々の測光量、明暗面積比などを説明変数として重回帰分析を行い、各説明変数の評価値への寄与の程度と重回帰式による評価値の説明力の検討を行った。表-5は説明変数に用いた変数のリストである。重回帰式が指数関数の積の形で表すことができるように、

表-5 重回帰式に用いた説明変数一覧 ([]内は略号)

- 1) 室内向き鉛直照度[Evi]
- 2) 室内向き半円筒面照度[Ehi]
- 3) 窓向き鉛直照度[Evo]
- 4) 窓向き半円筒面照度[Eho]
- 5) 円筒面照度[Es]
- 6) 被験者向き鉛直照度[Evs]
- 7) 被験者向き半円筒面照度[Ehs]
- 8) モデル向き鉛直照度[Evm]
- 9) 半円筒面照度比[Rh]
- 10) 窓面輝度[Lw]
- 11) 顔面輝度[Lf]
- 12) 背景輝度[Lb]
- 13) 明暗面積比[Rp]
- 14) ベクトル・スカラー比[Rv]

計算には変数の値の対数値を用いた。寄与率や分散分析の検討の結果、以下の3つに分類した変数を用いた重回帰式が最適であると判明した。

$$\hat{y} = k \cdot A^a \cdot B^b \cdot C^c$$

\hat{y} : 評価値の推定値

A: 窓からの入射光量あるいは全入射光量に関する変数

B: 室内向き方向からの入射光量に関する変数

C: 被験者視線方向からの入射光量に関する変数

k, a, b, c: 係数

この3種類の変数には、標準偏重回帰係数の検討から変数A(窓からの入射光量あるいは全入射光量に関する変数)として、窓向き鉛直照度、窓向き半円筒面照度、窓面輝度、円筒面照度が選ばれた。同様に変数B(室内向き方向からの入射光量に関する変数)として、室内向き鉛直照度、室内向き半円筒面照度が、変数C(被験者視線方向からの入射光量に関する変数)として、被験者向き半円筒面照度、明暗面積比が選ばれた。

この重回帰式に変数C(被験者視線方向からの入射光量に関する変数)として、被験者向き半円筒面照度[Ehs]を用いた場合に、最も重相関係数が高かったのは変数Aとして円筒面照度[Es]、変数Bとして室内向き半円筒面照度[Ehi]を用いた場合であった。この場合の3変数の標準偏重回帰係数も0.9以上と高い値を示した。これらの変数に対する係数を求め、評価値推定式を求めた。評価値とこの重回帰式によって求めた評価値の推定値との関係を図-9に示す。相関係数は0.954と高く、図中の45°の直線(評価値=推定値)上にほぼ均等に分布している。ただ、被験者向き半円筒面照度はモデルの向きに関わらず同一値をとるので、図中の被験者位置を示すマークはモデルの向き(3種類)に対して縦に分布している様子が判る。Aの変数である円筒面照度[Es]を窓向き半円筒面照度[Eho]に変えて計算しても、その相関係数は0.953と僅かながら小さくなる程度でグラフ化して比べてもその違いは分からない。

重回帰式に、変数Cとして明暗面積比[Rp]を用いた場合にも、A, Bの変数にそれぞれ円筒面照度[Es]、室内向き半円筒面照度[Ehi]を用いた場合が最も高い相関を示した。図-10は、評価値とこの重回帰式によって求めた評価値の推定値との関係を示したものである。相関係数は0.932と変量に被験者向き半円筒面照度[Ehs]を用いた場合より相関が低くなったが、図中にモデルの向きの違いによる規

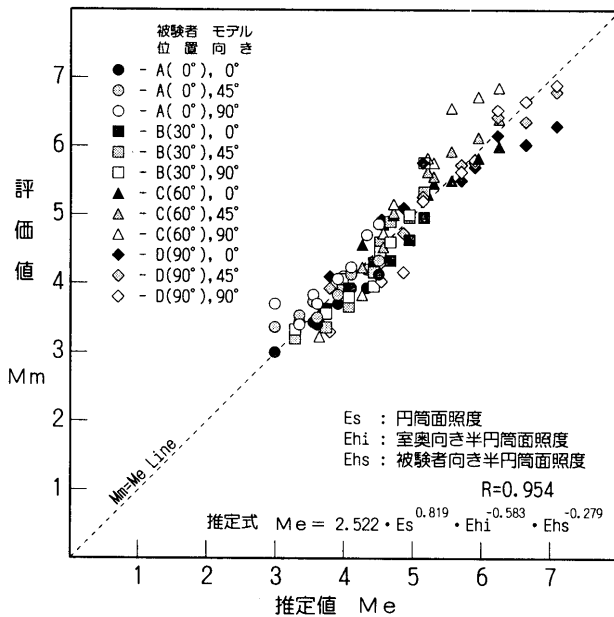


図-9 重回帰式による推定値と評価値との関係-I

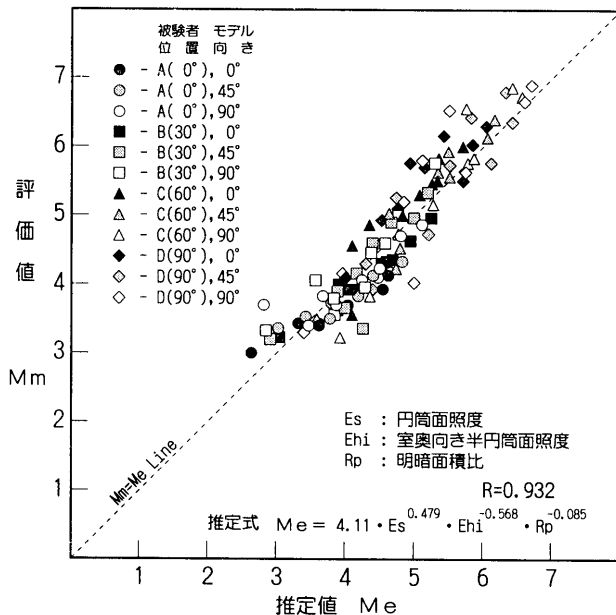


図-10 重回帰式による推定値と評価値との関係-II

則正しい分布は見られない。これは被験者向き半円筒面照度がモデルの向きに関わらず一つの値をとるのに対し、明暗面積比はモデルの向き毎に異なる値をとるためである。

これらの結果から、窓際のモデリングを的確に評価するための指標を特定することは本報ではまだできないが、窓からの入射光量あるいは全入射光量に関する変数、室内向き方向からの入射光量に関する変数、被験者視線方向からの入射光量に関する変数の3つの変数による重回帰モデルが有効であることが示された。

4. 結び

窓際に立つ人の顔を窓と平行な方向以外から、あるいは相手の顔を正面以外から見てモデリング評価実験を行い、窓際での人の顔のモデリング評価指標の検討を行った。結果を要約すると、

- (1) モデルを見る位置（窓との角度）およびモデルの向きによってモデリング評価に違いが見られた。しかし、その程度は窓からの光と室内からの光の強さに左右されることがわかった。
- (2) 実験条件の内、前報と同じ窓と平行に見る状態でのモデリング評価ではその評価指標に窓向きと室内向きでの半円筒面照度比が有効であることを示した。
- (3) 顔面の最高対最低輝度比、ベクトルスカラー比は窓際のモデリング評価に有効な指標とは言い難いことを示した。
- (4) 顔面輝度/背景輝度、および顔の明暗面積比と評価値とにある程度高い相関が見られたが、いずれもモデリングが好ましい範囲を特定する事はできなかった。
- (5) 窓際でのモデリングの評価を種々の測光量を変数とした単独あるいは複数の変数の積や商の形で旨く説明できないため、重回帰分析による検討を行った。窓際のモデリング評価指標は窓からの入射光量あるいは全入射光量に関する変数、室内向き方向からの入射光量に関する変数、被験者視線方向からの入射光量に関する変数の3つの変数による重回帰モデルが有効であることを示した。

自然採光照明下の窓際では強い外からの光と、比較的弱い室内からの光が混在する複雑な照明環境を呈している。このような現実の環境でのモデリング評価実験を行い、本研究で提案した重回帰モデルの妥当性を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 村上泰浩, 小林朝人, 矢野隆: 窓際への入射光分布の実測調査と窓に平行に見るモデリング評価実験 窓際での人の顔のモデリング評価実験その1, 日本建築学会計画系論文集, 第460号, pp.11~19, 1994
- 2) 照明学会編: ライティングハンドブック, オーム社, p.219, 1987
- 3) Moon, P. and Spencer, D.: Modelling with light, Jour. Franklin Institute, Vol.251, pp.453~466, 1951
- 4) Cuttle, C.: Lighting Patterns and the Flow of Light, lighting Research and Technology, Vol.3, pp.171~189, 1971
- 5) 川上幸二: 表情の識別と半円筒面照度の関係, 照明学会第70巻 第6号, pp.36~41, 1986
- 6) 鹿倉智明, 田中俊彦, 金子直礼: 半円筒面照度と顔の見え方の研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.31~32, 1988
- 7) 松浦邦男: 顔のモデリングと半円筒面照度に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1149~1150, 1993
- 8) 小林朝人: 明るさの知覚尺度-APPARENT BRIGHTNESS SCALES-, 日本建築学会論文報告集, 第178号, pp.83~92, 1978
- 9) 小林朝人, 山下俊雄, 村上泰浩: 中心窩順応輝度評価に関する実験的研究 第2報順応性状の概略, 日本建築学会論文報告集, 第324号, pp.117~126, 1983

(1998年4月10日原稿受理, 1998年7月31日採用決定)