

# 照明空間デザインと官能評価のモデル化

米田 さつき, 吉田 稔

## 1. はじめに

私達の生活シーンには、照明を施された様々な空間(以降、照明空間とする)が存在する。理想の照明空間を作るには、照明空間の作り手が、使い手がどう感じるか、どのような効果をもたらすのかを意識してデザインしなければならない。

本研究は、店舗空間を対象に、言葉にした印象と、照明要因の関係をモデル化するというねらいでスタートした。その第一弾として、モデル化がどこまで可能であるかを見極めるために、ニューラルネットワーク[1]を適用し、実際にモデルを作った事例を紹介する。

## 2. 店舗照明計画手順

店舗照明を実現するには、その店の「店舗コンセプト」が明確でなければ最適な照明設計は出来ない。店にふさわしいコンセプトづくりからスタートし、店の性格を決定づける照明イメージの設定、設計プランへとしっかりした手順に基づいて行わなければならない。店舗照明設計の理想的なフローチャートと現状は図1のようになる。その中で、照明設計の主な段階について記述する[2]。

### 店舗コンセプトの設定

業態、業種、立地条件、顧客層、経営ポリシーなどから設定される。オーナーや設計者とディスカッションを繰り返し、お互いの照明空間に対するイメージがくい違わないように十分確認する。

### 内装と照明の様式の決定

店舗コンセプトを適切に表現出来るように、インテリアデザインの様式に合わせて内装と照明を決定して行く。例えば、アダルトな高級婦人服店ならば、エレ

よねだ さつき, よしだ みのる  
松下電工(株) システム開発センター  
〒571-8686 門真市門真 1048

ガントなイメージのクラシック志向とか淡い色で表現した知的な都会派のシンプルモダン志向といったイメージ設定を行う。

### 照明演出の決定

例えば、きらびやかさと格調のあるメリハリをつける照明、全体にふわっと明るくなるような上品な照明、レトロ感を出すように往時を偲ぶ、やや暗くウォームな照明といったように決定する。

### 光の状態(イメージ)の決定

特に従来にない店舗空間づくりを目指す場合、オーナー等に店舗の完成イメージを伝えるコミュニケーションツールとしてCGなどを使用することもある。

### 照明構想の決定

照明構想の決定にはいろいろな方法があり、その実現技術も多くある。その一例として、同じ衣料品を扱う店でも、ニュートラルな空間では、白色塗装仕上げの蛍光灯器具を使ったり、ロフトのような空間では、高演色のランプを使うことにより、緊張感を伴ういきいきとした効果をねらうといった演出がある。

### 照明要件の決定

照明要件は店舗全体の照明、商品の照明、販売員・顧客といった人の顔がどう見えるかといったことを考慮し、ベース照明の量、不快グレアの制御、周囲の壁の明るさ分布等を決定して行く。

## 3. 照明設計の現状と課題

### 3.1 照明設計とは

照明の目的として

- ①良い作業性を与える
- ②視野全体の視環境を快適にする

と言ったものがあげられる。

そのためには、図2のような照明設計パラメータを

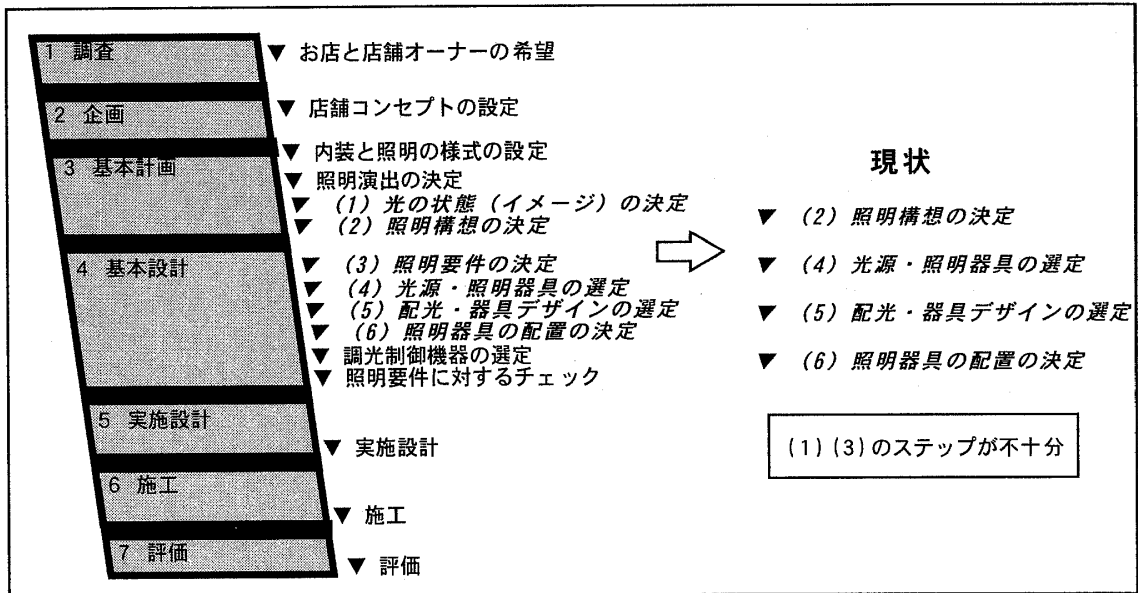


図1 店舗照明計画手順

- ① 照明効果
  - ◆ 照度レベル.....光源の光束
  - ◆ 環境の雰囲気.....色温度
  - ◆ 物の色の見え方.....演色性
  - ◆ グレア.....光源・照明器具の輝度
- ② 照明方式
 

◆ 全般照明	}	光源の大きさ
◆ 局部的全般照明		
◆ 局部照明		
		形
		輝度など
- ③ 照明設備の維持
  - ◆ 設備寿命.....光源の寿命
  - ◆ 保守.....保守のしやすさ
  - ◆ 環境条件.....耐震性、温度条件
- ④ 経済性

図2 照明設計パラメータ

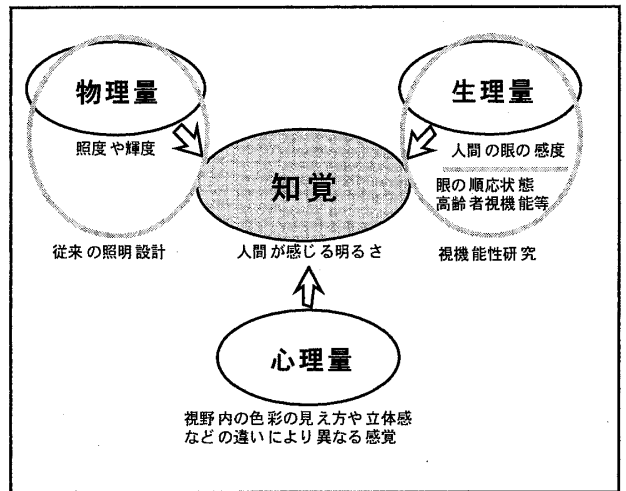


図3 知覚モデル

トータルに設計するのが照明設計である。

### 3.2 従来の照明設計・視機能性の研究

私達がある物を見た時に感じる明るさは、そのものの、物理的な明るさ（照度、輝度等）の大小と、それを見る私達の眼の光に対する生理的な感度状態、その他、視野内の色彩の見え方や立体感などの違いによる心理量によって決まる（図3参照）。

### 3.3 知覚モデルの必要性

例えば、図4の2枚の写真は、窓を背に座っている女性である。部屋の照明は昼間も夜間も同じように照明されており、顔の輝度はほぼ同一であるが、夜間の女性の顔は明るく、昼間の明るい窓を背にした女性の顔はとても暗く見える。

これは、視野全体が明るい昼間と暗い夜間とでは女性の顔を見る人の目の感度が異なっているためである。夜間の人の顔のブライトネスが高いと言える。

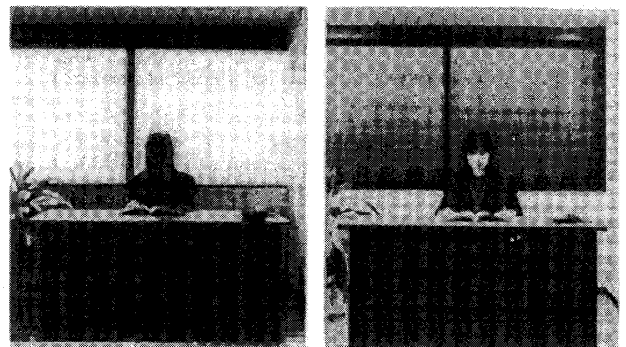


図4 ブライトネス比較

この例からもわかるように、照明の質を評価する場合、照度や輝度だけでは実際の感覚と異なった結果になってしまう。

照明設計の考え方を照度あるいは輝度といった物理

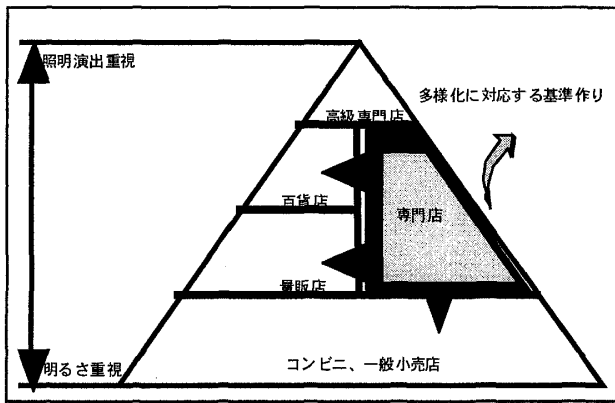


図5 物販小売店の階層分類

量をもとにしたものから、人間の眼の感度特性といった生理量と心理量を取り扱うものへと発展させていくために、物理量・生理量・心理量をトータルに扱った知覚モデルが必要である。

### 3.4 店舗構成変化への対応

図5は物販小売店全体の構成略図である。一番のボリュームゾーンは、コンビニ・一般小売店であり、次に量販店、百貨店、頂点に高級専門店となっている。従来の照明手法ではボトムに行くほど、明るさを重視し、トップに行くほど照明演出重視といった一つの軸で対応してきた。しかし、最近では専門店が百貨店内、量販店内をはじめとして進出している。

専門店は顧客をセグメント化し、多様化に対応する基準づくりを進めている。例えば、年齢層以外に、アウトドア派のお店といったような、生活提案型専門店である。このような場合、今までの一つの軸の照明設計手法では対応出来ない。裏付けとなる考え方を理解したうえで、多様化に対応する照明空間デザイン技術の確立が必要になる。

## 4. 照明要因と印象評価の関係の定量化

### 4.1 評価実験アプローチ

ここでは、現状の照明設計の問題を解決する第1ステップの目標として照明要因と印象評価の関係を獲得することにおいた。

店舗照明の印象評価を定量化するために評価実験を行った(図6参照)。

従来評価対象に実空間や模型を用いていたのに対し、レンダリングソフトで作成したCGの店舗画像を評価対象とした。CGを適用したことにより評価サンプル作成に要するコストと時間を少なくすることが出来たが、実空間や模型よりもリアリティは低くなった。し

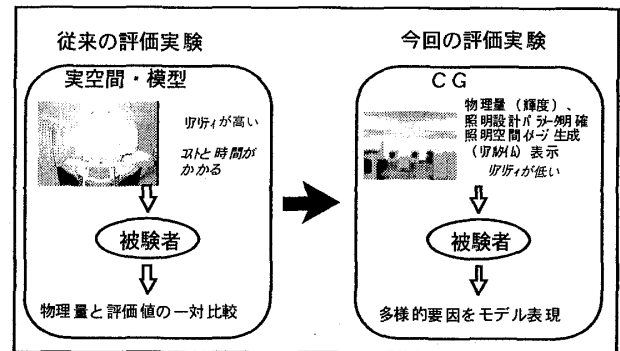


図6 評価実験アプローチ

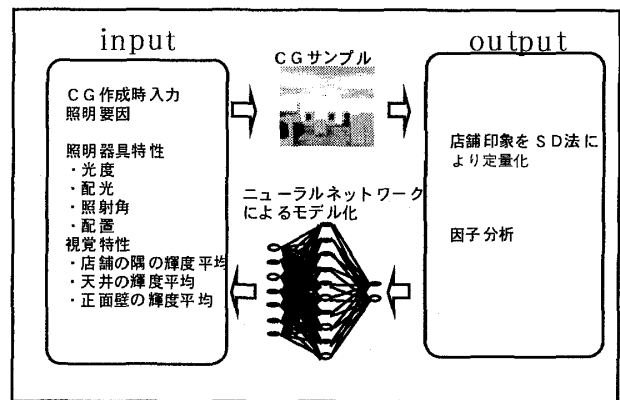


図7 モデル化アプローチ

かし、照明要因の物理量は明示的に扱うことができた。

評価実験後の解析においては、従来は物理量と評価項目間の1対1の対応関係を調べるのにとどまっていたが、多様の要因をモデル表現した(図7参照)。

### 4.2 SD法[3]による評価

評価サンプルはレンダリングソフトによるCG店舗画像15サンプルである。これは、サンプルをより迅速に作成し、かつ現実感をもあるレベルまで確保するという基準から採用した。

店舗は高級婦人服専門店の想定で、奥行き10m、間口10mといった、比較的小規模店舗で、評価がしやすいように、店舗内の什器等はシンプルなものにまとめた。

変化させた照明パラメータは以下である。

- ・ベース照明→灯数、機種、形状、配光、光度
- ・壁面照明→有無、機種、配光、光度、照射角度

被験者は12名採用した。CGから実空間をイメージできることに長けている必要があったので、店舗の照明デザイナー等、常に店舗照明設計に従事している人を選んだ。被験者にはあらかじめ店舗の想定等インストラクションを実施した。

SD法という、両極にある形容詞を尺度として様々

な対象を評価させる方法によると、様々な照明の違いによる印象の違いをより適確に表現できるであろうと考え、この方法を採用した。

使用した形容詞は、既に当社の研究で確立されているものを選び、7段階評価で行った(図8参照)[4]。

### 4.3 因子分析

SD 評価した結果を被験者毎に標準化し、平均値を出し、因子分析した結果、“誘引性”と“洗練性”という2つの因子を抽出することが出来た(表1参照)。

また、今回は“誘引性”の高いものほど“洗練性”が低いと言う負の相関関係があった(図9参照)。

### 4.4 モデル化

今回、照明要因と印象評価を、ニューラルネットワークのバックプロパゲーション法を用いて、モデル化した。その理由は以下である。

- ・店舗の印象に影響する照明要因の組合せは無数にあり、すべての組合せに対する印象評価をデータベース化することは困難である。
- ・取得した照明要因と印象評価の関係から、そこに明示されていない照明要因と印象評価とを相互に推測出来れば照明空間設計に大きく寄与する。
- ・今回の予測モデルは非線形性を帯びていると考えられ、それがニューラルネットワークを適用することにより容易に構築出来る。

1	明るい	／	暗い
2	快適な	／	快適でない
3	広々としている	／	狭苦しい
4	上品な	／	下品な
5	優しい	／	厳しい
6	ウォーム	／	クールな
7	幻想的な	／	日常的な
8	高級な	／	低級な
9	老いた	／	若い
10	入りやすい	／	入りにくい
11	ソフト	／	ハード
12	個性的な	／	非個性的
13	モダンな	／	モダンでない
14	すっきりした	／	ごてごてした
15	親しみのある	／	親しみのない
16	安らぎのある	／	安らぎのない
17	明暗がはっきり	／	明暗がぼんやり
18	好ましい	／	好ましくない

図8 SD 法評価形容詞対

- ・追加学習が可能であるというニューラルネットワークの特徴を生かして、別の機会に得られたデータを追加学習し、より高精度に推定出来る。

### 4.5 ニューラルネットワークモデル事例

ニューラルネットワークモデルを図10に示す。入力値としては部屋の隅、天井、正面壁の輝度平均といったような視覚情報の他に、照明器具の灯数、光度、壁面照明の照射角度といった照明要因も加えた。出力値は因子分析で得られた、“誘引性”と“洗練性”の因子得点を設定した。当初は出力値として18個のSD 評価値を設定したが、誤差平均が大きいため収束しやすいように出力値を2個減らした。

表1 因子負荷量

	尺度	第1因子	第2因子
誘引性	明るい/暗い	0.962482389	0.263434484
	入りやすい/にくい	0.878350264	0.235493179
	安らぎのある/ない	0.665277448	-0.202275592
	すっきりした/ごてごてした	0.806541354	0.387764645
	広々としている/狭苦しい	0.797964229	0.474479457
	快適な/ない	0.7935225	-0.016702485
	親しみのある/ない	0.70387599	-0.041723687
	若い/老いた	0.775155288	0.563608853
洗練性	モダンな/ない	0.3568117	0.8309041
	高級な/低級な	0.198549	0.634639
	ウォーム/クール	0.445215065	-0.442348506
	ソフト/ハード	0.373012411	0.188828449
	個性的な/非個性的な	-0.063254337	0.551069902
	寄与率	50.87591	14.17936

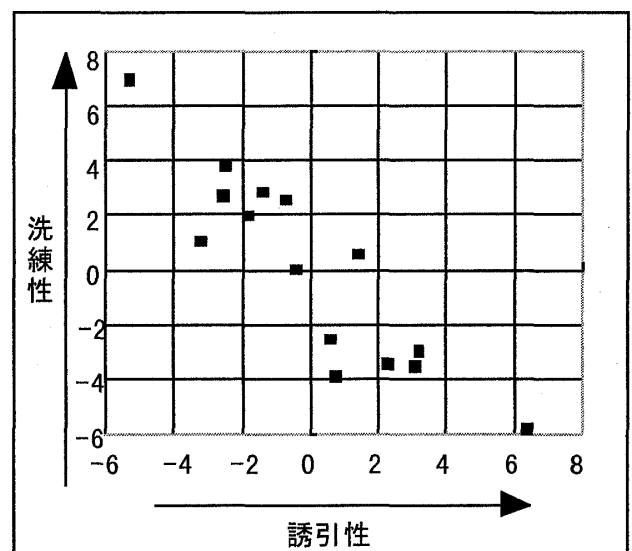


図9 因子得点

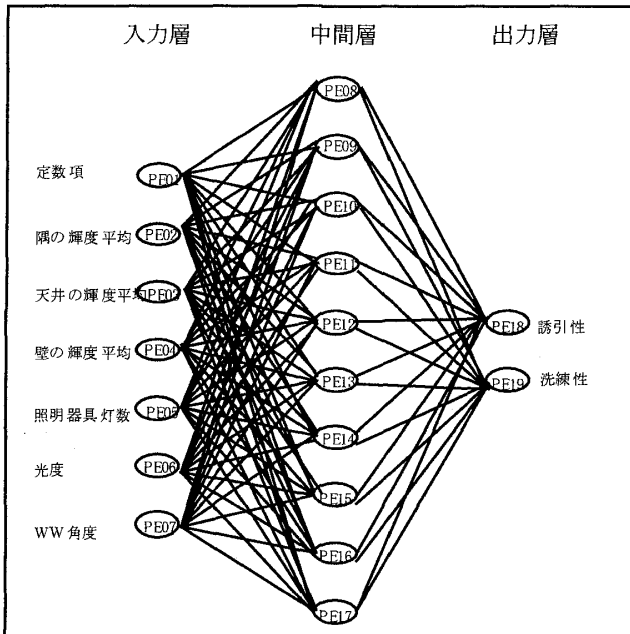


図10 ニューラルネットワークモデル

表2 モデル精度

サンプルNO.	教師信号		予測値	
	誘引性因子得点	洗練性因子得点	誘引性因子得点	洗練性因子得点
1	-3.14563	1.091638	-3.101291	1.356319
2	-0.48724	-0.0087	-0.603333	-0.429553
3	0.774113	-3.87369	0.897665	-4.052815
4	-2.55188	2.666686	-1.841079	2.642363
5	3.268607	-2.96721	3.197082	-2.81482
6	3.061932	-3.59212	2.776367	-2.941046
7	-1.78412	1.872034	-1.613485	1.480309
8	2.258171	-3.44268	2.477507	-3.151126
9	0.588402	-2.52064	0.358982	-2.459142
10	-0.67354	2.504693	-0.351541	1.49483
11	6.376528	-5.85322	5.629688	-4.957016
12	-5.25625	7.008742	-3.334925	4.603486
13	-1.3423	2.848882	-1.944472	3.646689
14	1.389879	0.554808	1.647928	-0.987161
15	-2.48667	3.710767	-3.492339	5.165393
	相関係数		誤差平均	
	0.97590789	0.96832285	0.45582133	0.64286187

#### 4.6 モデル精度

作成したモデルの推定精度の確認を行った表を表2に示す。完成されたモデルに、学習に用いた入力データを入力し、モデルからの予測値と教師信号を比較したものである。誤差平均と相関係数の値から、モデルが高精度なことが確認出来る。

#### 4.7 感度解析結果

モデルを感度解析した結果、天井の輝度平均が店舗の印象にもっとも影響を与え、正面壁の輝度平均が最

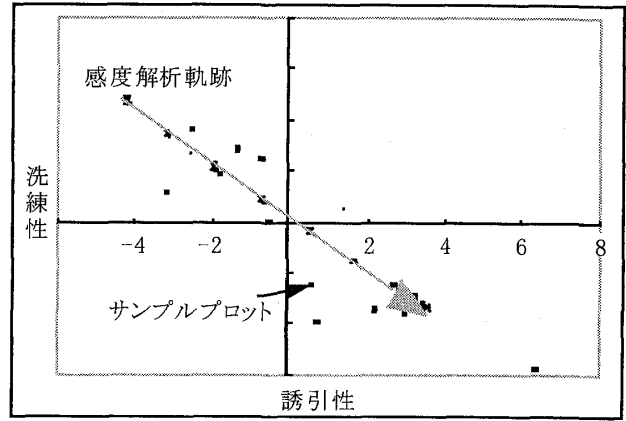


図11 天井の輝度分布感度解析

も影響を与えないことがわかった。

これは、今回サンプルに使用したCGにおける天井の面積の割合が大きかったことと、正面壁の素材の反射率が高く、壁面照明の有無に関わらず、輝度が高かったことが原因であると考えられる。

図11は他の入力変数を入力データの平均値に固定し、天井の輝度平均の入力データを最小値から最大値へ変えたときの出力値の軌跡を示したものである。他の入力変数も同じように検証したが、天井の輝度平均の変化幅が一番大きかった。

### 5. まとめ

印象評価から店舗の照明要因（物理量）を推定する方法としてニューラルネットワークを適用しその有効性を示した。

以上の結果からニューラルネットワークにより店舗照明と印象の相互推定が可能になった。作成されたモデルは、設計コンセプトをもとに店舗照明設計を実施する際の照明要因選定段階で有効であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 桐谷著：ニューロコンピュータ、技術評論社、1989
- [2] 田淵他：店舗照明の計画とその評価、照明学会誌 Vol. 75, No. 1, pp. 19-26 (1991)
- [3] Osgood, C. E. et al.,: The measurement of meaning; Univ. of Illinois Press (1975)
- [4] 田淵他：SD法を用いた店舗空間の希望雰囲気分析、照明学会誌, Vol. 70, No. 6, pp. 273-278 (1986)