■資料■特集 省エネと快適性を目的とした住宅照明

多灯分散照明方式による居住空間の照明計画

Lighting Design of Residential Space Based on the Distributed Multiple-lamp Arrangement

1966年生。1990年京都大学大学院工学研究科建築学第二専攻修士課程卒。現在、松下進建築・照明設計室代表。

専門会員 松下 進
Susumu Matsushita

◀キーワード：多灯分散照明方式，住宅照明，照明計画

◀KEYWORDS：distributed multiple-lamp arrangement, residential lighting, lighting design

ABSTRACT

In a series of our residential-illumination-related researches for achieving energy saving and comfort, we created an illumination plan for a living area and a dining area using the distributed multiple-lamp arrangement. We at first assumed seven living activities, such as watching TV, and proposed five types of luminaire lighting patterns suitable for these activities. We also introduced some current misunderstandings about the distributed multiple-lamp arrangement, and make some discussions about the distributed multiple-lamp arrangement of the future.

1. はじめに

省エネと快適性を目的とした住宅照明に関する研究調査委員会において、多灯分散照明方式を用いた照明計画を担当したので、ここに報告する。計画に先立って行われた居住空間の主観評価実験の結果および分析を参考にして、リビング・ダイニング空間を対象とした照明計画を立案した。

本文の構成として、まず2章に照明計画の概要を述べ、次に今回の研究調査委員会の研究内容からは外れるが、その発展として、3章に多灯分散照明方式の誤解、4章にこれからの多灯分散照明方式を私見として述べる。

2. 照明計画の概要

平面図と照明器具の配置を図1に示す。平面図は、国土交通省の「自立循環型住宅への設計ガイドライン¹⁾」内のケーススタディモデルで用いたものを採用している。これはこのガイドラインにおいても多灯分散照明方式による照明計画が紹介されており、今回の照明計画と比較検討しやすいためである。

最初に、この空間内で行われる生活行為を抽出した。リビングエリアでは、雑誌などを読む、TVを見る、掃除・片付けをする、家族で団欒する、パソコンを使う、くつろぐ、音楽を聴く、ダイニングエリアでは食事をするとした。

それぞれの生活行為に応じて、照明器具の点滅を切り替えて光環境を変えている(図2～図6)。光源は省エネルギーに配慮して電球形蛍光灯およびLEDを用いた。図中で、黒く着色されている器具は点灯状態を示し、着色されていない器具は消灯状態を示している。

まずパターン1であるが、リビングで雑誌などを読むことを想定している。電球形蛍光灯ダウンライトで空間全体の明るさを確保しながら、ビーム角の小さいLEDダウンライトで集中的にテーブル面を明るくするという光環境である。間接照明やアッパーライトは、暗い部分をなくすように点灯している。

次にパターン2であるが、リビングでの細かい視作業を伴わない日常的な生活行為を想定している。空間全体の明るさ感を高めることを意図しているが、LEDダウンライトは消灯している。またTV視聴の際に目が疲れにくいように、TV背面を明るくしている。

3番目のパターン3であるが、リビングでパソコンを使うことを想定している。空間全体の明るさ感を高めることはパターン2と同様であるが、TVは見ないと考えられるため、TV背面の間接照明は消灯している。

4番目のパターン4であるが、リビングでくつろぐことを想定している。落ち着いた雰囲気にするために、電球形蛍光灯ダウンライトによる天井照明は消灯して、間接照明で空間の明るさ感を得ている。天井からの照明は必要ないと考えられるが、手元に明るさが必要な場合はLEDダウンライトを点灯する。

5番目のパターン5であるが、ダイニングでの食事を想定している。機能的にはテーブル面の明るさがあればよいが、空間の明るさ感や向き合う人の顔の見え方にも考慮し、上方向および横方向にもある程度光の出る配光のペンダントライトを選択している。また空間として連続しているリビングが暗いと、陰気な雰囲気になりやすいため、リビングの間接照明も点灯している。

また多灯分散照明方式では、照明器具の合計W数も考慮する必要があるが、合計W数を算出してみると

図3 パターン2
Fig.3 Pattern 2.

図4 パターン3
Fig.4 Pattern 3.

図5 パターン4
Fig.5 Pattern 4.

図6 パターン5
Fig.6 Pattern 5.

表1 合計W数比較表
Table 1 Total wattage comparative table.

一室一灯照明方式			多灯分散照明方式		
器具	ランプ	灯数	器具	ランプ	灯数
シーリングライト	140W 環形蛍光ランプ	1	ダウンライト	9W 電球形蛍光ランプ	4
ペンダントライト	20W 電球形蛍光ランプ	1	ダウンライト	5.2WLED	1
			直付器具	15.6WLED	4
			直付器具	5.2WLED	2
			ペンダントライト	20W 電球形蛍光ランプ	1
			ダウンライト	5.2WLED	3
			埋込器具	2.7WLED	1
合計 W 数		160W	合計 W 数		152.3W
			削減 W 数		7.7W [※]

※実際は生活行為によって点灯パターンが異なるため、削減できる消費電力量は大きくなる。

152.3W となる。このリビング・ダイニング空間は一体的な使い方をしていることから1つの部屋と仮定すると、その大きさは13畳程度となる。一般的に13畳程度の部屋には140～150W 程度のシーリングライトがつけられるが、今回の照明計画に採用された照明器具の合計W数とほぼ同じとなっており、合計W数は適当と言える(表1)。

3. 多灯分散照明方式の誤解

前述の照明計画は多灯分散照明方式によるものだが、そもそも多灯分散照明方式は光環境の質の向上と省エネルギーを両立させることを目的としている。ではどのようにして光環境の質の向上と省エネルギーを両立させるのであろうか。ここで1つの重要なキーワードが浮かび上がってくる。「生活行為」である。つまりその空間で行われる生活行為に適した光環境を選択することで光環境の質を向上させ、無駄な照明を消すことで省エネルギーを図るというロジックとなっている。そのため多灯分散照明方式における光環境の質とは、その照明空間で行われる生活行為に適しているかどうか重要な要素となる。

例えば図7はパターン1のCGシミュレーションであるが、空間全体およびテーブル面が明るいため、雑誌などを読むのに適していることがわかるし、図8のパターン3はパソコンを操作する際にはTV背面の壁が明るい必要はないことが想像できる。図9のパターン4では、間接光主体の柔らかな光環境が落ち着いた雰囲気を作り出し、音楽を聴く場合などに適していることがわかる。

最近、1室に複数の照明器具を設置すれば多灯分散照

図8 パターン3のCG
Fig.8 CG of pattern 3.

図7 パターン1のCG
Fig.7 CG of pattern 1.

図9 パターン4のCG
Fig.9 CG of pattern 4.

明方式だという記述を目にすることがあるが、それは誤解である。多灯分散照明方式ではその部屋でどのような生活行為が行われるかが重要なものであって、生活行為が1種類しかない場合には、いくら複数の照明器具を設置しても厳密には多灯分散照明方式と言えない。生活行為によって照明シーンを変えることがないためである。

また上記が誤解である理由はもう1つある。多灯分散照明方式は生活行為によって照明シーンを変えることで省エネルギーを図っていると書いたが、最初に設置する照明器具の数量やW数が過剰であれば、いくら部分的に消灯しても省エネルギーにならない。そのため多灯分散照明方式と見なされるためには、設置する照明器具の合計W数が制限値以下であることの確認が必要となり、この制限値の確認を行わない場合は、やはり多灯分散照明方式とは言えない。ちなみにこの制限値は、その部屋を一室一灯照明方式で照明した場合の照明器具のW数が目安と考えられている。省エネ法においてもリビングルームのみであるが、照明器具の合計W数の制限値が解説書^{2)*}に記載されており、具体的には部屋の大きさに対する目安のW数(10W/畳)の1.2倍以下に抑えることとなっている。

少しややこしいようだが、省エネルギー効果を期待して多灯分散照明方式を採用する際には、①設計時に照明器具の合計W数を制限値以下にすることと、②運用時にその部屋で行われる複数の生活行為に応じて無駄な照明を消灯あるいは減光することが必要ということである。

4. これからの多灯分散照明方式

多灯分散照明方式の研究開発時には、白熱電球と蛍光灯ランプが主な光源であった。具体的には高いW数の蛍光灯ランプを用いたシーリングライトが天井中央に1灯設置されている光環境を、低いW数の電球形蛍光灯ランプを用いた複数の照明器具が部屋の中で分散配置されている光環境に移行するということを想定していた。

実務においてもこの方向に移行しつつあることは間違いないが、これからもその傾向は持続すると考えられるが、新光源としてLEDや有機ELが予想を上回る速さで普及しつつあるため、さらに新しい照明方式が生まれる可能性がある。LEDや有機ELは光源と照明器具がボーダーレスであり、単なる発光ユニットとしてインテリアと一体化していく性質を持っていることから、照明器具という概念から外れていく可能性があるためである。もちろんそのような状況であっても生活行為から導かれる空間の光環境が大きく変わることはなく、多灯分散照明方式の考え方は踏襲されるが、将来は“多光”分散照明方式という呼称の方が適当になるかもしれない。

また多灯分散照明方式では、空間のあらゆる場所が照明器具の設置場所の対象となるため、照明計画時には空間全体の光のバランスを検討することが重要となる。現在の水平面照度分布図や鉛直面照度分布図は、ある平面に入射する光の量を評価することは可能であるが、空間全体を評価することは難しい。輝度分布図もある照明シーンにおける空間の見え方が評価できるため照明計画時には不可欠であるが、やはり空間全体を俯瞰的にとらえることが難しい。

そのためこれからは、これらのシミュレーションに加えて、空間全体のシミュレーションが必要になると思われる。例えば、3次元照度分布図や3次元照明ベクトル分布図などである。3次元照度分布図は当事務所のオリジナルであるが、空間内を格子状に区切り、格子点における水平面照度を表している。また以前より提案されていた3次元照明ベクトル分布図は、空間内においてどの方向の光が強いのかを示すことができる。ただし計算上、反対方向の光は打ち消しあってしまうため、実際の光環境と少しイメージが異なってしまうというデメリットがある。

図10および図11は今回の照明計画において、リビングのダウンライト4灯とダイニングのペンダントライト1灯を設置した場合の3次元照度分布図および3次元照明

図10 3次元照度分布図
Fig.10 3D illuminance image.

図11 3次元照明ベクトル分布図
Fig.11 3D illumination vector image.

*) 財団法人環境・省エネルギー機構 <http://www.ibec.or.jp/jjk/kaisetsu.html>

ベクトル分布図である。青→緑→橙→赤→黄の順に光の量が大きくなるように表現している。

3次元照度分布図ではダウンライト近くの空間が明るく、下に行くほど光が広がっていく様子がわかるし、3次元照明ベクトル分布図ではペンダントライトが上部にも光を出していることがわかる。これらが生活行為と対応した適切な光環境を検討する上でどの程度有用であるかは今後の課題であるが、より精度の高い照明設計を行う上でさまざまな設計ツールがあることは望ましいと思われる。

5. おわりに

住宅は規模が小さいために、オフィスなどのようにタスクとアンビエントを分けて考えることが難しい。またそこで行われる生活行為およびその生活行為に適した光環境も多岐に渡る。そのため照明設計者は明視照明と雰囲気照明の両面を一体的に考えながら、生活行為と光環境の関係を明らかにし、住まい手の要望に合った光環境を提案できる能力が現在必要とされている。

しかし本来、住宅は住まい手のものであり、住まい手のライフスタイルに合わせた光環境を住まい手自身が創造できることが理想である。住宅の照明設計者は前述の

能力は必須であるが、基本的にはサポート役に回り、住まい手がサポートを必要とした際に、素早く的確なアドバイスができるという関わり方が、成熟した住まい手と設計者の関係であると考えている。

図7～図11 ©松下進建築・照明設計室

参考文献

- (1) (財)建築環境・省エネルギー機構、監修：国土交通省国土技術政策総合研究所、(財)建築研究所：自立循環型住宅への設計ガイドライン エネルギー消費50%削減を目指す住宅設計, pp.236-237 (2005).
- (2) (財)建築環境・省エネルギー機構：住宅事業建築主の判断の基準におけるエネルギー消費量計算方法の解説, p.306 (2009).

連絡先

〒145-0062 東京都大田区北千束3-23-5-4B
 TEL : 03-3726-2107 FAX : 03-3726-2108
 3-23-5-4B Kitasenzoku Ohta-ku Tokyo Japan 145-0062
 TEL : +81-3-3726-2107 FAX : +81-3-3726-2108
 E-mail : webmaster@matsushitas-lighting.com

本原稿に関する口絵は、682ページに掲載されております。