資 料

オフィス光環境の設計と評価技術の展望[†]

専門会員 高橋 貞雄* 正会員 鹿倉 智明* 正会員 中村 芳樹**

1. はじめに

オフィス光環境の設計・評価研究調査委員会（1991年5月～1993年3月）は、(社)照明学会内の光環境研究専門部会の企画により設置され、次のような委員会の流れを汲むものである。

- ・1987/5～1988/3 光環境設計研究調査委員会
- ・1987/7～1988/3 インテリジェントオフィスの視環境特別研究委員会
- ・1988/9～1989/3 インテリジェントオフィスの視環境（そのII）特別研究委員会
- ・1989/5～1991/3 オフィス照明新基準作成委員会

1983年頃よりインテリジェントビルの出現を契機に、オフィスの情報化と共にオフィス環境の快適化指向が急速に高まった。それに伴って、オフィス照明もただ明るいだけの機能ではなく、ものの見え方や快適な光環境を造り出す重要な要素として改めて見直され、種々の機関で検討されるに至った。

(社)照明学会では上記の活動を経て、1992年2月に「オフィス照明基準」を照明学会技術基準 JIEC-001(1992)として測定した。一方、(社)日本照明器具工業会は良質な照明環境の実現のために、1990年1月に「ガイド106-1990オフィス照明器具の選択及び適用」を制定し、1991年9月に照明学会の審議結果を呼応して改正し、ガイド106-1991としている。これらの基準とガイドによれば、良質なオフィス照明が実施できそうに見えるが、照明設計の実務面では、ものの見え方や快適な光環境を保証する設計・評価技術の向上がさらに望まれている。

そのため本委員会では、設計実務者にとって役立つデータの提供を目的に、オフィス照明の仮想設計を通じて、その設計品質を評価することにした。あわせて照明設計に反映させるためのオフィス照明の居住後評価の方法の立案を行った。

尚本報告では、「オフィス光環境の設計と評価技術の展望」として、本委員会で作成した報告書のエッセンスを抽出、紹介するものであり、詳しくは報告書を参照願いたい。

2. 委員の構成

委員長	高橋 貞雄	東芝ライテック(株)
幹事	鹿倉 智明	東芝ライテック(株)
"	中村 芳樹	東京工業大学
委員	明石 行生	松下電器産業(株)
"	上原 勉	日本電気専門学校
"	大谷 義彦	日本大学
"	川上 幸二	岩崎電気(株)
"	河角 真人	清水建設(株)
"	木村 修	日立照明(株)
"	小早川 浩之	三菱電機照明(株)
"	斎藤 満	(株)大林組
"	酒井 英典	(株)リコー
"	竹本 芳夫	遠藤照明(株)
"	松島 公嗣	松下電工(株)

3. オフィス光環境設計の現状

3.1 概要

オフィスの光環境設計における現状をとらえる目的から、歴史的背景も含めて文献調査を中心とした調査を実施した。それらは、

- 1) オフィス照明の方式に関する変遷の調査
- 2) オフィス照明基準の変遷の調査
- 3) オフィス照明設備の現状調査

である。

1)及び2)では、文献により、変遷過程に関する大きな流れをつかんだ(図1参照)。特に2)では設計照度基準値に関して、社会的背景あるいは視覚的特性などの諸事情との関連を示し、設計照度の意味を分かりやすく解説することができた。

また現状の照明設備の実際をとらえる目的から、3)に示した調査内容は重要な意味をもつ。時を同じくして、(社)照明学会東京支部内に「インテリジェントオフィスの照明実態調査（委員長、高橋貞雄）」(1991年6月～1993年3月)が設置され、本件について詳細な調査が実施される運びとなった。本委員の多くがこの委員会を兼任しており、本委員会では連携をとりながら委員会活動を推進し、前述の委員会調査結果の要点を引用する方法で、平均的なインテリジェントオフィスの平均像をつかむこととした。その詳細については、本特集内で別途紹介されることであろう。

3.2 インテリジェント化と照明要件

照明方式の変遷などを調査することで、1983年頃からのインテリジェントビルの出現は、今日の光環境設計に多大

[†] A Technical View on the Office Lighting Design and its Evaluation
Sadao Takahashi, Tomoaki Shikakura and Yoshiki Nakamura

* 東芝ライテック(株)研究所

**東京工業大学

1960年		65	70	75	80	85	90
オフィス の形 態		・オープン・プランオフィス (霞が関ビル)			・省エネビル	・OAオフィス	・インテリジェントビル ・ニューオフィス推進協議会
		・システム天井 ・ライン照明			・照明制御システム ・タスク・アンビエント照明	・OA用照明器具 ・グレアレス照明器具 ・埋込下面開放主流	・照明器具・方式の多様化
オフィス 照明 の 変 遷		・JIS照度改訂			・JIS照度改訂	・JIS照度改訂	・事務所照明基準 ¹⁾
		・JIS照度改訂			・JIS照度改訂	・JIS照度改訂	・オフィス照 明基準 ²⁾
国内 照明 基準	国際				・CIE Pub. #29 ³⁾		・CIE Pub. #29-2 ⁵⁾ ・CIE Pub. #60 ⁶⁾ ・ISO8995 ⁷⁾

(注) J I S照度基準は、1 9 5 8年に制定された。

(参考文献)

- 1) (社)照明学会 技術指針JIEG-004(1983) 事務所照明基準および解説
- 2) (社)照明学会 技術指針JIEC-001(1992) オフィス照明基準
- 3) CIE PUBLICATION No.29 Guide on Interior Lighting(1975)
- 5) CIE PUBLICATION No.60 Vision and the VDU Work Station(1984)
- 6) CIE PUBLICATION No.29-2 Guide on Interior Lighting(1986)
- 7) ISO 8995 Principles of visual ergonomics - The lighting of indoor work systems(1989)

図1 オフィス照明の方式および照明基準の変遷

アイテムの分類		後	前
社会 ↓ オフィス	社会状況	情報化社会・第3次産業の比重増大 C Iの普及 システム天井(照明器具と防災設備) 天井高(H=2500~2800mm):融資基準2700mm 通信用配線利用 モジュール化 フレキシブルパーティション ローバーティション 装飾壁(空調等を含む) 2重床(フリーアクセスフロアー) (タイル)カーベット ハイテク窓(エアフローウインド、 ローエネルギーガラス) (机)同向式、左右対向式 セミオープン、ランドスケープ リフレッシュルーム(レストスペース、リラク) プレゼンテーションルーム、TV会議室 デジションルーム 色調(G系、中性系) カラーコーディネーション 権威・絵画 ルーバー器具 下面カバーとりつけ可能埋込下面開放器具 3灯用増灯可能埋込下面開放器具 口の字配置、クロス配置 1500~1600mmピッチ ビルコン、 リモコンスイッチによる個別制御 電子安定器による点灯 昼光センサによる調光コントロール 3波長形蛍光灯ランプ コンパクト形蛍光灯ランプ T A L方式 間接照明 連続化照明(コニス、コープ) ウォールウォッシャー 質の重視(グレア) 設計照度700~800lx 30~50W/m ² フラットケーブル配線 床吹き出し方式 机上面高さ700mm 多機能デスク OAチャーター 移動可能な収納システム 樹脂系合板 ネットワーク中心	工業化社会 一般天井 天井高(H=2500mm前後) 照明スイッチ専用の配線利用 一般床 ビークイル 一般窓 (机)対向式 オープンタイプ 色調(Y R系) 埋込下面開放器具 ライン配置 3000~3200mmピッチ 蛍スイッチ C & C安定器 常時100%点灯 一般直管形蛍光灯ランプ 全直接照明方式 設計照度500~600lx 5~10W/m ² 天井吹き出し方式 机上面高さ720mm 事務机 事務椅子 スチール製 スタンドアローン中心
	建築		
	一般構造		
	天井		
	壁体		
	床		
	窓		
	設計		
	レイアウト		
	プラン		
	色		
	アイレスト		
	照明		
	照明器具		
	照明配置		
	照明コントロール		
	光源		
	照明方式		
	照明要件		
	照明設計		
	コンセント負荷		
	配線		
	空調方式		
	空調		
	什器		
	椅子		
	収納		
	材質		
	システム		
	OA機器		

図2 オフィスのインテリジェント化前後における変化

な影響を及ぼしていることがわかり、インテリジェント化前後の環境の変化について調査することとした。調査結果をまとめて図2に示す。ここでいう変化とは、「大部分のものがこのように変化した」というものでなく、事例としては少ないかもしれないが、新技術として実設計に活用されている象徴的な変化としてとらえられている。

これら変化の背景となるのは、オフィスで行われる仕事の質そのものが変化してきている、ということのを忘れてはならない。そしてオフィス空間は作業空間からむしろ居住空間と認識されるようになり、光環境の設計は、作業性の向上のみならず、快適性の提供に重きがおかれるべきであることを確認した。

4. オフィス光環境設計・評価の手法

4.1 概要

冒頭で述べたとおり、照明基準やガイドだけでは良質な照明設計を実現することは難しい。現状では、実務に応じて照明設計・評価を繰り返し、最善と思われる設計解を見いだす試行錯誤の過程が存在する。設計のための資料としては、照明ハンドブック（㈱照明学会編）や照明メーカーカタログ等が考えられるが、実務に対して参考となる共通資料は少ない。そこで、この照明設計過程を少しでも効率的にブレークスルーするための設計資料を提供することが本章の目的となっており、また本委員会の主たる活動項目である。

表1 照明計画におけるチェック項目

	チェック項目	内 容
a)照明の要素	1 照 度	・作業面における適正照度の確保（執務者の年齢を考慮） ・鉛直面照度の確保
	2 均斉度	・照度の均一性の検討（執務室では、原則として高い均斉度を確保）
	3 不快グレア	・作業内容によってグレアの生じにくい器具の選定をする
	4 光害反射	・照明器具／机上面／作業者の相対的位置関係の調整 ・拡散光源の使用や局部照明の検討
	5 演色性	・対象物の色の見え方を重視する場合に配慮
	6 光源の光色	・部屋の仕上げ、雰囲気に応じた光色の使い分け
	7 モデリング	・コミュニケーションを重視する場合は配慮が必要
	8 ちらつき	・高周波点灯用照明器具の採用
	9 明るさのコントロール	・点滅方式または調光などの検討
b)照明器具としての機能	10 用途変更への対応	・ランプの増灯やルーバ等の光学アクセサリの変更等に対応
	11 光 束	・高い光束の得られる器具
	12 配 光	・配光分布のチェック
	13 モジュール	・間仕切りの小割対応
	14 他用途との融合	・空調設備との連携（リターン用開口の有無）
c)意匠上の配慮	15 天井伏せ	・天井面の見え栄え、美しさの検討
	16 外観からの見え栄え	・窓割りや外から見た場合の照明の並び方、見え方の検査
	17 形状、デザイン	・器具自体の美しさ、器具形状、デザイン性
d)施工上の配慮	18 システム化の検討	・施工上の配慮、工業化の採用（システム天井）
	19 建築上の納まり	・梁下納まり、ダクトとの取り合い
e)コスト	20 イニシャル	・採算性のチェック
	21 ランニング	・効率の良い照明器具の選定

4.2 設計における要点

まずはじめに照明設計における要点をまとめた。特に設計実務において念頭におくべき項目を抜きだした。これを表1に示す。これらは設計者が見落としがちな重要項目であり、参考となろう。

さらにつけ加えるなせば、以下の項目に対する配慮も重要となってくる。

- (1) 建物の一部の機能として照明があり、建物の外観、外部からの照明の見え方を考慮する。
- (2) 建物全体の明るさのバランスに配慮し、廊下・エレベーターホールや他の部屋と比べて極端に明るさの差がないように配慮する。
- (3) 機能の一点張りでは見え栄えのしないオフィスとなる可能性もある。部屋の内装を考慮し必要機能に支障のない範囲で意匠性を重視した器具選定も必要である。
- (4) 最終的には建物全体のバランスから考えたコストの配分が必要である。機能性や意匠性の検討と共に現実的なコスト配分が重要である。
- (5) 最近の現状から考えて施工上のチェックとともに工業化、システム化の採用を検討する。

4.3 設計の手順

前節で述べた設計の要点、留意点を念頭に置き、具体的な照明設計に移る。その作業の一般的なフローを図3に示す。

4.4 モデルケースにおける設計とその評価

4.4.1 概 要

ここでは、縦約12m、横約16m（建築モジュール数4×5）の中規模オープンオフィスを想定して、仮想照明設計を実施した。照明設計の手順でも述べたとおり、照明設計に関わる様々な要素、たとえば照明方法、光源、配光、設置レイアウトなどが複雑に関連している。モデルケースにおける設計では、それらの要素のうち1つあるいは2つに絞って、その要素が最終的に得られる設計品質に対し、どのように影響を及ぼしているのかを系統だてて提示することを目的としている。本報告では、限られた紙面の関係で、ライン配置全般照明方式における照明器具の種類と鉛直面照度の関係に関する検討結果を一例として以下に示す。

4.4.2 設計条件

（共通条件）

室形状：縦12.8m×横16m（建築モジュール：3.2m）
鉛直面照度計算高さ：床上1.2m（オフィス照明基準準拠）

反射率：天井70％、壁50％、床10％

保守率：埋込下面開放0.7、その他0.66

器具配置：ライン配置（ライン間隔は可変）

（可変条件）

天井高さ：2.5m、2.6m、2.7m、2.8m

器具配置間隔：3.2m、2.16m、1.6m

照明器具：埋込下面開放、白色ルーバ付（G1相当）、OA用ルーバ付（V1）（表2参照）

図3 照明計画・設計の手順

表2 ケーススタディに使用した器具の種類

器具タイプ	器具 姿 図	光 源	光学特性		器具 効率	グレア 分類
			遮光角	ルーバ		
埋め込み 下面開放形		3波長域発 光形 40W2灯	A)約0° B)約0°	なし	84%	G2
全方向形 ルーバ付き		3波長域発 光形 40W2灯	A)約15° B)約15°	板金 白色塗装	78%	G1
全方向形 OA用ルー バ付き		3波長域発 光形 40W2灯	A)約30° B)約30°	樹脂基板 7W蒸着 鏡面仕上	55%	V1
		3波長域発 光形 40W3灯	A)約30° B)約30°	樹脂基板 7W蒸着 鏡面仕上	54%	V1

4.4.3 検討結果

上記の仮想条件において、水平面照度や鉛直面照度を計算し、個々の可変条件の影響についての検討を行ったが、中でも鉛直面照度は、作業性よりむしろ光環境の快適性の観点で重要な要素と考えられ、ここでは鉛直面照度の検討結果を示すこととする。

図4に示す中央の建築モジュール内の床上1.2mの64点(40cmピッチ)×水平4方向における照明器具からの直射鉛直面照度を計算した。特にライン配置された照明器具の器具間隔に着目している。そこで均一な水平面照度の確保を目的とした器具取付間隔 S/H_f にならい、鉛直面照度計算高さ(床上1.2m)から天井面までの距離を H_f (f はfaceの頭文字を採用)とし、新しい器具取付間隔 S/H_f を定義した(図5参照)。

この S/H_f と64点×4方向すべての鉛直面照度の計算値を元に、縦軸を鉛直面照度の最小値としたグラフを図6に示す。OA用照明器具の場合、最小鉛直面照度は、 S/H_f が大きくなるにしたがい低下し、3.2mの取付間隔(S/H_f が2.0以上)では0となる。つまり照明器具からの鉛直面照度が全く得られない位置および向きが存在することを示している。これはOA用照明器具の鉛直角60°以上の配光が極端に制限されているからである。V1相当のOA用照明器具を用いる場合は、少なくとも S/H_f が1.3ないし1.4以下となるよう配置すべきであることがわかる。同様に白色ルーバ付き照明器具の場合は、 S/H_f が2.0以上で鉛直面照度の最小値は150lxを下回っているものの、室内相互反射分を勘案すれば実施設計上問題はないと考えられる。

以上ケーススタディの一部を紹介したが、この他、ロの字配置におけるケーススタディ、コンパクト蛍光灯照明器具のケーススタディ、 H_f 照明器具を用いた照明設計などについても検討している。

4.5 設計チェックシステム

設計が終了した段階で、その設計が一般的な照明設計と比較して、どのレベルにあるものなのかを把握することは、重要である。時にはコスト的な制限により、十分な照明環

図4 仮想設計の室内条件と鉛直面照度計算点

図5 S/H_f の定義

図6 鉛直面照度の最小値（室内相互反射分は除く）

境を提供できない設計をせざるを得ない場合も、設計のどの部分で譲歩したのか、あるいは今後のリニューアル計画に備えて、どこを集中して改善すべきであるか、といった知見を得ることは極めて重要である。

表1に示した設計におけるチェックリストは、設計を実施するにあたり留意すべきアイテムをまとめたものであ

る。設計のステップを進める過程で、譲歩せざるをえなかった項目や見過ごしてしまったアイテムが無いかどうか、設計終了段階で把握することの重要性は前述の通りである。

設計の質をチェックするには、極力数値により判断することが望ましい。前述のチェックリストのアイテムを数値で表現し、さらにインテリジェントオフィス照明実態調査の結果から明らかにされてきた平均的なオフィス照明のレベルと照らし合わせることでできるチェックシートとして図7を作成した。

(チェックシートの使い方)

- 設計終了段階で、1つの執務室単位でチェックシートを作成し使用する。

(チェックシートの見方)

- 照明設備編では、チェック項目が「望ましくない選択」と「望ましい選択(一般的, その他, より望ましい選択)」の各カテゴリに分類されている。「一般的」は、平均的なオフィス照明設備として見なされるものである。「望ましくない選択」にチェックがついた場合は、これを改善する計画を検討すべきである。また「より望ましい選択」へ変更したさいのメリット等については、備考欄で示されている。「より望ましい選択」は、チェックアイテムは太字かつ2重下線付きで示されており、それ以外は、選択の可能性としては残すべきアイテムとしているが、これらを採用する際は、事前の詳細検討を前提とする。
- 各項目ごとに、作業性、快適性、省エネ、コスト、施工性という5つの側面との関連性を「◎：関連大、○：関連あり」で示した。これにより、ある側面に関連した項目を抜き出し、設計レベルをチェックする機能を備えて

いる。

- また、どの項目に対して初期設備費を充当し、設計のコンセプトをどこにおくか等の設計趣旨のチェックとしても活用できる。

5. おわりに

以上、「オフィス光環境設計の現状」を調査し、さらに「オフィス光環境設計・評価の手法」として実施設計に役立つ資料を得ることができた。オフィスの光環境の設計では、最終的に設計者の判断によるところが大きい。様々な設計要因を整理し、総合的な検討・判断を加える設計プロセスにおいて、本報告書が少しでも役立てば幸いである。

委員会報告書では、加えて「オフィス光環境のPOE手法」として、実際の光環境をどの様に実測・評価し、どのような改善が必要であるかを診断できる標準的なマニュアルを作成した。得られたデータをいつでも比較検討できるためには、POEのデータ収集において共通の手順に従う必要があり、その手引き書としてまとめたものである。

オフィス照明は居住環境の快適化ニーズによって今後益々発展していくものと思われる。唯一発展を抑制するものがあるとすれば、それはエネルギー問題であろう。快適性を損なうことなく、省エネルギーを果たさねばならない。本研究は現状のオフィス照明を基点として、一つの技術基盤を与えている。しかしながら快適性追及と省エネルギーとの調和を念頭に、設計・評価技術もまた絶えず見直されなければならない。

最後に、委員会活動の間、示された委員各位の尽力に深く感謝すると共に、各位の所属機関のご理解・ご支援に深甚なる謝意を表すものである。(受付1993年11月10日)