オフィス照明 調和のとれた知覚とVDT作業のために[†]

H. J. Hentschel* 著 明石行生**訳

1. はじめに

「調和のとれた知覚とVDT作業のためのオフィス照明」は、照明技術者が研究結果を実用化し、さらにそれを照明の実践面に適応する一つの試みを述べている。本稿では、オフィスの照明に関する三つの側面からの研究とその研究成果の実用化について述べる。

第1に、視野内の輝度比の限界に関する過去の実験結果を確認するために、数多くの実験研究を行った。最新の実験により、視対象物とそのまわりの視環境との輝度比の範囲を決定することができた。その範囲は、天井、壁、パーティションウォール、机などの視環境を構成する要因ごとに異なる。今回適切な輝度比の範囲を明らかにすることにより、調和のとれた知覚のための照明要件が明確になった。

第2に、オフィスではVDT機器が多く使用されるようになったため、VDT画面で反射像が生じないように遮光した照明器具が要求されている。また、照明器具だけでなく天井面がVDT画面に映り込む可能性があるため、その反射像が作業の妨げにならないように天井面の輝度を制限する必要がある。実験により、VDT画面上で反射した光源の輝度の制限は、200 cd/m²であることを明らかにした。VDT機器を使う作業者の姿勢を考慮すると、照明器具の鉛直角が50°より大きい範囲でこの輝度値を満足させる必要がある。

両者の実験結果を合わせ考えると、調和のとれた知覚のための優れた照明は、適切に遮光された直接照明によって実現できるといえる。

第3に、最新のランプ技術の発展、配光が適切に制御された鏡面ルーバ付照明器具の開発により、上述の実験結果がオフィス照明に適用できるようになった。

この照明器具によって屋内照明の消費電力は従来の約半分ですむようになった。また、タスクアンビエント照明と

いう新しい考え方は、オフィスの照明に自在性を持たせるために重要である。最近の照明施設には、この研究成果がオフィス照明設計に活用できる可能性を示しているものもある。

2. 調和のとれた知覚のための輝度パターン

2.1 視野内の輝度分布

新しいオフィス照明において、いかにして視環境の質を高めるかが課題である。これに関して、吊り下げ型の照明器具とアップライト（訳注：天井面を照明する照明器具）とを用いてより効果的な照明システムが実現できることが明らかにされた。Balder¹⁾, Tregenza et al²⁾, Barthes and Richard³⁾とVanOoyen⁴⁾は、これまでの研究により、視環境で快適な輝度比の範囲が存在することを明らかにした。しかし、これらの研究では、天井面の輝度パターンの不均一さの影響については述べられていない。このため、筆者らはこれまでにこれらの研究成果が照明システムの視覚的な快適性を満足するか、VDTを用いる作業にも適応できるか、を確認するために実験検討した。直接照明と間接照明（間接照明はHIDランプ150Wを天井に向けて設置）を用いた種々の照明システムに関する実験により、天井面の輝度の不均一さの限界と、輝度レベルの限界を明らかにした⁵⁾。さらに、今回系統的に実験を行ない、これらの結果を確認した。今回の実験研究は、Bartenbachと共同で行なった。彼はこれまでに調和のとれた知覚の理論に関して研究成果を挙げている⁶⁾。本稿では、Bartenbachと行なった最新の実験結果を報告する。

図1 実験に使用した実験室の透視図(数値は反射率を示す)

[†] Office-lighting for balanced perception and VDT-work: Research and application

* 西ドイツ・シーメンス社 照明器具開発研究所所長、ミュンヘン工科大学教授

** 松下電器産業㈱照明研究所

Yukio Akashi

本稿は'88国際シンポジウムで講演されたものである。

照明器具、直接照明
VDT用鏡面反射板
ランプ：36W蛍光ランプ調光可能
アップライト(床上に直に設置)、間接照明
ランプ：150W HIDランプ
アップライト(台上に設置)、間接照明
ランプ：150W HIDランプ

図2 実験に使用した実験室の平面図

2.2 実験装置

図1に実験に使った部屋を示す。この部屋は、快適で使いやすく設計された一般的なオフィスである。この透視図は被験者が実際に評価するときの視野を表わしている。

部屋内の輝度パターンは次の2通りの方法で変化させた。

- 1) 天井に埋込まれた直接照明とパーティションウォールの後方のアップライトを調光する方法。
- 2) 図1に数字で示したように、内装材の表面反射率を変化させる方法。

図2は実験室(奥行きが約10mで、間口が約5m)の平面図である。図中に、被験者を座らせた椅子と机の位置と間接照明用に埋込んだ照明器具とアップライトの位置を示す。自然白色蛍光ランプ(L36W/21)1灯用の天井埋込型照明器具には、VDTの規格を満足する鏡面性の高いルーバーを装着した。この照明器具の輝度は、鉛直角が 50° 以上の範囲では 200 cd/m^2 以下である。

間接照明のアップライトの光源には、高圧水銀ランプを用いた。パーティションウォールの後のアップライトは床に直接設置し、ワーキングエリアのアップライトは台の上に設置した。

2.3 実験

実験は二つのシリーズに分けて行った。第1のシリーズでは机上面の照度をオフィス照明のガイドラインに従って 500 lx に設定した。また、第2のシリーズでは机上面の照度を 750 lx とし、視対象物の照度もこれと同じ照度とした。27名の被験者にアンケート形式で評価させ、さらにQDOテストを用いて視作業性のテストを行なった(QDOテストとは、被験者にQ、D、Oの三つのアルファベットが多数並べられた2枚のシートを比較させ、両者の違いを

表1 実験条件

照明システム	
●直接照明	L ceiling = $20\sim 40\text{ cd/m}^2$
●直接/間接照明	L ceiling = $120\sim 140\text{ cd/m}^2$
●間接照明	L ceiling = $230/500/1200\text{ cd/m}^2$
反射率	
●机	$\rho = 0.3/0.7$
●パーティションウォール	$\rho = 0.3/0.6$
●壁	$\rho = 0.1/0.3/0.8$
人工窓	
	L window = 1000 cd/m^2

チェックさせ、その正答率や速度を解析することにより、作業能率を調査するテストである)。

被験者の平均年齢は約29歳であり、被験者の59%が女性、41%が男性であった。また、被験者の52%は眼鏡をかけていた。被験者の74%はオフィスワーカーであるが、照明の仕事に携わっていない。種々の統計解析の結果、これらの被験者に関する要因は実験の結果に著しい影響を及ぼさないことが明らかになった。

被験者は、第1のシリーズの実験条件1.1から1.11までの11条件、第2のシリーズの実験条件2.1から2.6までの6条件に対応する部屋の照明に関して評価した。表1にそれらの実験条件を示す。

図3、図4、図5は、実験に用いた典型的な部屋の状況である。図3(a)は第1のシリーズの実験条件1.1、つまり、机とパーティションウォールと壁の反射率が同じ0.3で直接照明システムを用いた条件である。また、図3(b)は同じ部屋の中で輝度が等しい領域の輪郭を示す疑似カラー写真(本稿ではモノクロ)である。この方法は写真測光法として知られているように、ある位置から見たときの輝度パターンを表わすものである。この実験条件では、視対象物の輝度が最も高く、 115 cd/m^2 であり、天井の輝度はそれに対して低く、 20 cd/m^2 である。

図4(a)は、実験条件1.10、つまり間接成分(アップライト)のある直接照明を用いた条件である。内装などの表面の反射率は全て0.3である。図4(b)は、天井の輝度と視対象物の輝度がほぼ同じ場合を示す(作業対象と天井の輝度比は1:1.2)。他の全ての内装などの表面の輝度は天井と視対象物の輝度よりも低い。

図5は天井の輝度が最も高い実験条件を示す。内装などの表面の反射率は、図4と同じ0.3である。天井の輝度は、 1200 cd/m^2 であり、これは視対象物の輝度の7倍である。

2.4 主観評価実験

実験の前に、実験者は実験手順を被験者に説明した。主観評価実験では、被験者に質問用紙を配り、5段階の尺度のうちのひとつを選ばせることにより評価させた。いくつかの質問に関しては、個人的な評価を得るために口頭で説明させた。

第1の質問は、部屋に入った時に受ける全体的な印象に

図 3 (a) 実験条件 1.1
(b) 実験条件 1.1 の等輝度輪郭図
(右の図は輝度のステップを示す (単位は cd/m^2))

図 4 (a) 実験条件 1.10
(b) 実験条件 1.10 の等輝度輪郭図
(右の図は輝度ステップを示す (単位は cd/m^2))

図 5 (a) 実験条件 2.1
(b) 実験条件 2.1 の等輝度輪郭図
(右の図は輝度のステップを示す (単位は cd/m^2))

関するものである(「初期の(無意識な)印象」). この質問は「最終的な印象」を判断させるために、それぞれの被験者に対し約2時間の作業の後に再度行なった. 被験者は質問の前半を答えた後、ランダムに抽出したQDOテストを約40分間行なわせ(訳注: この時間と上記の2時間との関係は不明), その後、質問用紙の質問に回答させた.

2.5 視作業テストの結果

各実験条件における作業能率を比較した結果、各実験条件の間に顕著な差異は見い出せなかった. このように(訳注: 照明)環境が異なっても視作業性には差異がないことはこれまでの研究からもよく知られている. 特に今回の実

験では、実験の手順が不適切であったことや隣の部屋の騒音が影響した可能性がある(訳注: このため、視作業テストに関する限り、有効な結果は得られなかった).

2.6 輝度分布の評価

今回の評価項目のうち、輝度分布に係わるいくつかの項目について説明する.

●天井

天井輝度の評価尺度は「暗すぎる」から「明るすぎる」までとされた. 一般にこの種の評価項目では、被験者の評価値は平均値あるいは中間値に集まる傾向があり、今回の評価でもばらつきは非常に小さかった. そのばらつきは5

段階尺度の1段階より小さかった。図6に第2のシリーズの実験条件2.1と実験条件2.2に関する評価結果が示されている。両実験条件とも、「天井が明るすぎる」と評価されたことがわかる。実験条件2.3, 2.5, 2.6はよく調和がとれていると評価された。図7の表にその反射率の条件を示した。実験条件2.5以外の実験条件では、壁とパーティションウォールの反射率は全て同じ0.3であり、天井の輝度だけが異なる。

図6の最も下のグラフに、天井輝度（対数で表示）と主観評価の平均値との関係を示す。これによれば、調和のとれた印象を与える天井輝度の下限値は机の輝度の0.6倍であり、上限値は約3倍である。水平面照度を750 lx, 作業面の輝度を140 cd/m²とすれば、天井の輝度で調和がとれていると評価された範囲は、ほぼ100 cd/m²から450 cd/m²までであることがわかる。実験条件2.5の場合を除いて、評価と天井の輝度との間に一定の関係があることが明らかである。実験条件2.5は「暗すぎる」と評価されることが予測されたが、実際には調和がとれていると評価された。このことから、天井輝度が幾分低く、パーティションウォールと壁の反射率が高い場合、調和がとれていると評価されることが結論づけられる。これはパーティションウォール（または壁）の輝度と天井の輝度との間で相互に影響を及ぼしあっているためであることが推定できる。

さらに、これに関して図7を用いて検討する。第1のシリーズの実験では、六つの異なる実験条件を比較した。実験条件1.1, 1.2, 1.3の天井の輝度は約20 cd/m²とし、実験条件1.7, 1.8, 1.9の天井の輝度は約190 cd/m²とした。パーティションウォールと壁の反射率は実験条件ごとに値が異なる。実験条件1.1, 1.2, 1.3に対する評価実験により、前述の結果を確認した。つまり明るい色の壁の実験条件1.2は良く調和がとれていると評価されたのに対し、壁が暗い実験条件1.3は、同じ輝度であっても暗すぎると評価された（実験条件1.3）。

しかし、天井輝度が高い時には、幾分異なる結果が得られた。暗い壁面の実験条件1.7はちょうど許容できる限界にあると評価されたのに対し、実験条件1.8と1.9は明るすぎると評価された。図7の最も下のグラフは、図6と同様に天井輝度と評価値との関係を示す。

以上によって、調和がとれていると評価された天井輝度の下限値は視対象物の輝度の約0.2倍で、上限値は1.4倍である。水平面照度が500 lxで視対象物の輝度が100 cd/m²の場合、好ましい天井輝度の範囲は20 cd/m²から150 cd/m²までである。

●パーティションウォール

パーティションウォールの明るさの評価に関しては、第2のシリーズの実験の全てについて有意な差が認められた。実験条件2.1と2.2（図8の最も上のグラフ）では、パーティションウォールは暗すぎると評価されたのに対し、実験条件2.3, 2.5, 2.6のパーティションウォールの明るさはよく調和がとれていると評価された。実験条件

図6 明るさの評価
(天井輝度：第2シリーズ，
作業面の輝度 L_T ：140 cd/m²)

図7 明るさの評価
(天井輝度：第2シリーズ，
作業面の輝度 L_T ：100 cd/m²)

図 8 明るさの評価
(パーティションウォール)

2.5 以外の実験条件のパーティションウォールの輝度はほぼ同じであるにもかかわらず、このような結果が得られたことは注目に値する(図 8 の表)。これに関して図 8 の最も下のグラフから次のことが推測できる。パーティションウォールの明るさの評価は、天井の明るさに逆比例し、天井が明るくなるほど、(ほぼ同一の輝度であるはずの)パーティションウォールが暗いと評価される。これは、暗いパーティションウォール、明るい天井、視対象物の 3 者の輝度の対比の効果によるものと考えられる。

●総合評価

前述のように、被験者に実験の最初と最後にオフィスの印象を総合的に評価させた。その質問は、「このオフィスはあなたにどんな印象を与えますか。」というものであった。図 9 は、最初的评价と最後的评价との間に有意な差があることを示す。

実験条件 2.1 は、全体的に天井の輝度が高いので、最も悪く評価された。実験条件 2.2 と 2.3 は最初が好ましいと

実験条件	2.1	2.2	2.3	2.5	2.6
天井輝度 L_c (cd/m ²)	1200	500	230	40	140
壁の反射率	0.3	0.3	0.3	0.8	0.3
パーティションウォールの反射率	0.3	0.3	0.3	0.6	0.3

図 9 総合評価

(a)最初印象, (b)最終的な印象)

L_T : 視作業対象物の輝度, L_c : 天井の輝度

評価されたが、実験の終わりには好ましくないと評価された。これは天井の輝度が高いことが原因になっていると考えられる。

さらに実験の終わりには、実験条件 2.5 の評価が著しく悪くなった。これは実験条件 2.2 や 2.3 と異なり天井輝度が低いためか、あるいは、内装が明るいためであると考えられる。図 9 から明らかなように、最初的评价、最後的评价ともに、実験条件 2.6 が好ましいと評価された。実験条件 2.6 は、平均輝度は約 140 cd/m² で、内装の平均反射率が 0.3 の条件であり、その輝度分布は、直接成分と間接成分を組み合わせた照明によって実現したものである。

2.7 結論

以上に述べた実験により、天井は部屋の明るさの評価に有効であるが、明るさの評価に影響するいくつかの要因のうちのひとつにすぎないことがわかった。そのため図 10、図 11、図 12 に示すように他の要因と(訳注: 実験の最初と最後に行なった)総合評価との関係を検討した。横軸は視対象物の輝度を表わし、縦軸は天井、パーティションウォール、壁の輝度を示している。斜めの直線は、DIN や CIE などで推奨されている視対象物の輝度とその背景や周辺との輝度比の値をもとに、天井、パーティションウォール、壁の輝度がそれぞれ視対象物の輝度の 1/10、1/3、3、10 倍となるときの条件を表わしている。また、図中に今回の実験条件を示した。各実験条件に対する総合的な評価により、好ましい(訳注: 天井、パーティションウォール、壁などの)輝度比の限界が決定できる。

天井の輝度は視対象物の輝度 L_T の 1/10 から 3 倍の範囲にあれば、好ましいと評価される(図 10)。しかし、作業者の近辺のパーティションウォール、机、壁などの輝度は視対象物の輝度よりも低く、視対象物の輝度 L_T の 1/10 から 2/3 の間であれば調和がとれていると評価されることがわかる(図 11、図 12)。パーティションウォール、机、壁の輝度に関しては、既に Bartenbach の安定した知覚のための「理論的な輝度モデル (theoretical luminance model)」で述べられている。以上の実験結果に基づきオフィスの輝度分布に関する次の要件を提案することができる(これはさらに実験を重ね確認する必要がある)。

- 机、パーティションウォール、近くの壁などの視対象物のすぐ近くにあるものの輝度は、視対象物の輝度の 1/10 から 2/3 倍の間にあること。
- 天井の輝度は、視対象物の輝度の 1/10 から 2/3 倍の間にあること。

このような好ましい輝度分布を実現するために、以下の項目を満たす必要がある。

- 直接照明用照明器具を用い、内装の反射率は中程度のものとする。
- 間接成分と直接成分とがうまく調和した照明器具を用い、内装の反射率を中程度とする。

3. VDT ワークスーシヨンの照明

図 10 許容輝度比（視作業対象物と天井との輝度比）
 L_T ：視作業対象物の輝度， L_W ：パーティションウォールの輝度

図 11 許容輝度比（視作業対象物とパーティションウォールとの輝度比）
 L_T ：視作業対象物の輝度， L_W ：壁の輝度

図 12 許容輝度比（視作業対象物と壁との輝度比）

3.1 VDT 画面で反射する光源の輝度

実験により，VDT 画面上で反射する光源の輝度の許容限界を求めた．VDT 画面で反射した光源により，反射グレアが生じ，さらに VDT 画面上の文字と背景との輝度比が低減する．

VDT 画面上の文字とその背景との輝度比は 3 : 1 以上であることが推奨されているが，6 : 1 から 10 : 1 までが望ましい．

図 13 は，VDT 作業のための照明の評価実験を行なった実験装置である⁸⁾．

被験者には次の三つのタイプの画面上の文字を連続して読ませた．

- VDT 1：文字の輝度は高く画面の輝度は低い．文字の色はグリーン．画面に無反射処理を施していない．
- VDT 2：文字の輝度は低く画面の輝度は高い．文字の色は白．画面に無反射処理を施していない．
- VDT 3：文字の輝度は低く画面の輝度は高い．文字の色は白．画面に無反射処理（エッチング処理）を施してある．

VDT 画面の傾きは，視線が下向きで自然な姿勢になるように， 20° に設定した（図13）．文字と背景との輝度比が異なる 2 種類のタイプ（VDT 1 と VDT 2）に加え，無反射処理を施した画面（VDT 3）について調査した．画面に無反射処理をした場合，光源などの反射は幾分減少するが，処理を施すことによって文字がぼやけてしまったり，よごれがたまる危険性がある．視対象物は，視対象物の照度を 500 lx まで設定できる視対象物専用の照明装置と，被験者の後方に設置した下方向の照明実験装置と上下両方向に光を放つ照明装置を用いて照明した．これらを調光することにより，天井の輝度は 0 から 500 cd/m^2 まで変化させることができた．このようにして，アップライトの照明効果を実現した．

被験者は 50 名であった．被験者に VDT 画面上の反射

図13 VDTを設置した実験装置

像がわずらわしく感じるか、感じないかの境界値に反射像の輝度を設定させた (図 13). この設定を 4 回行わせ、その平均値を求めた。

実験結果を図 14 に示す。この結果を実際に用いるには、50%の人が満足するだけでなく、95%の人が満足する条件にすべきである。

図14から次のことがわかる。

- a) 上向きの照明を用いたときの天井面などが映り込んだ大きな反射像は、悪く評価される。
- b) 明るい画面（文字が暗く、背景が明るい VDT 2）の場合、暗い画面の場合よりも、反射像の輝度が高くても許容できる。
- c) 明るい画面で無反射処理を施した場合、反射がある程度防止できる。

以上の結果は次のようにまとめられる。

- 最低の要求（50％）のときは、
 $200\text{ cd/m}^2 < L(50\%) \leq 1000\text{ cd/m}^2$
- 最高の要求（95％）のときは、
 $80\text{ cd/m}^2 < L(95\%) \leq 200\text{ cd/m}^2$

これらの結果から、VDT 画面に反射する照明器具の像の輝度、上向き照明を用いたときの天井面などの輝度、窓などの輝度の上限値は、200 cd/m²であると言える。しかし、この限界値は、どのタイプの VDT に関しても 95% のユーザーが満足するとは限らないので、あくまでも目安である。

3.2 VDT 照明の推奨基準

これらの結果から次の基礎的な推奨をまとめることができる。

- a) 文字の見え方を妨げるような反射を生じるおそれのある VDT の周辺の輝度を 200 cd/m² 以下に制限する。
- b) 水平角 0°, 90°, 180°, 270° 以上の平均輝度を 200 cd/m² 以下に制限する。
- c) 例えば窓のような高輝度面の反射をさけるように VDT を配置する。

照明設計の段階ではどのタイプの VDT が使用されるかは明らかでなく、また今後新しい VDT が開発されたり、CAD 用の VDT が多く使用されたりするために状況がどのように変化するか把握できないため、ここでは現在一般に使用されている VDT を対象とした。

4. 蛍光ランプと電子安定器（ECG）の最新の開発と、効率のよい照明器具

既に報告されているように⁹⁾ 蛍光ランプの新しい技術、電子安定器（ECG）と、照明システムにより、従来の半分のエネルギーで以前と同じ照度レベルを確保できる優れたオフィス照明環境が実現できるようになった。この照明器具を用いることによって、VDTワークステーションに対する種々の照明の要求を満足するだけでなく、安定した知覚が得られる輝度比の条件を満たし、視覚的にも快適な

図14 VDT画面と照明に対する使用者の満足度

環境が得られる。

4.1 ランプ開発

ここ何年かのうちに、T 8 型の三波長域発光形蛍光ランプが市場に進出し、大きな成功を納めた。この新しいランプは、ランプ効率が約 95 lm/W であることを特長としている (36 W で管長が 1.2 m のランプと 58 W で管長が 1.5 m のランプの場合)。この新しいランプが開発されたため、既述 (訳注：3 章) の新しい要求を充たす V 型の鏡面ルーバ付きの小形の新しい照明器具を設計できるようになった。さらに、電子安定器 (ECG) を用いれば、以前の約半分の電力で照明できる。

4.2 ランプと電子安定器（ECG）のシステム

ランプそのものの効率よりもランプと安定器のシステム全体の効率が重要である。そのため、従来の安定器の消費電力を最小限におさえた新しいタイプの安定器が開発された。図 15 に次のような種々の機能をもった回路に用いる ECG の原理を示す。その機能とは、電波干渉をおさえたり、AC 電流を整流したり、供給電圧の正弦波形に従い電流入力をコントロールすることにより高調波を除去したり、30 kHz/s 程度の高い周波数を発生させて供給電圧が 200 V から 250 V (定格が 200 V の場合)、または 100 V から 140 V (定格が 100 V の場合) の範囲で定電力となるように制御したり、もしランプに欠陥がある場合に回路を遮断

図15 蛍光ランプ用電子安定器

表2 従来の安定器または電子安定器を用いたときの
白色（クールホワイト）蛍光ランプの特性

ランプの種類	T12 40W	T8 36W	T12 65W	T8 58W
蛍光体の種類	標準形	3波長域 発光形	標準形	3波長域 発光形
従来の安定器				
電力 (W)	50	46	78	71
光束 (lm)	2,500	3,450	4,000	5,400
発光効率 (lm/W)	50	75	51	76
視感効率 (%)	100	150	100	149
電子安定器				
電力 (W)	35	35	54	54
光束 (lm)	2,410	3,200	3,460	5,200
発光効率 (lm/W)	69	91	64	96
視感効率 (%)	138	182	125	188

したりすることである。

表2に、ランプと安定器の諸特性を示す。

4.3 新しい照明システム

T8型の三波長域発光形蛍光ランプとECGを用いたシステムにより、従来の標準的な安定器とランプを用いたシステムの約2倍に効率が改善された。これにより、厚さがわずか72mmで、パラボリックミラーの精巧な光学システム（照明器具の長軸方向）とV型のパラボリックルーバ（照明器具の短軸方向）を用いた新しい照明器具が実現した。

ECGはこの照明器具の中に組み込まれている。図16に例として、上下両方向に光を放射する照明器具の断面図とその照明器具にT8型36Wのランプを1灯つけた時の配光を示す。この照明器具は、照明率が78%であること、下半球の光束が57%と低いこと、照明器具の長軸・短軸方向とも鉛直角50°以上では輝度が200cd/m²以下になるように抑えてあることを特長とする。

例えば、この照明器具を用いて100m²の部屋を500lxのサービス照度で照明する場合（つまり一般的なオフィスの場合）、電力負荷は、11.5W/m²になる。これに対し、T12型の40Wの標準的なランプ（表2）を用い、白色ルーバ付き照明器具で鉛直角50°で遮光していないVDTには不適切な照明器具を用いて天井から下向きに照明した場合、その電力負荷は20.2W/m²になる。

この照明器具により、電力消費が低く、さらに快適にVDT作業ができるといった高度な要求を満たす照明を実現することができる。

5. オフィス照明の傾向

今回紹介した照明器具は、オフィス照明の新しい傾向を示唆している。つまり、この照明器具は間接照明による全般照明と注意深く配光を制御した直接照明とを組み合わせたものである。一方、照明器具と家具とを組み合わせようとする動きもあり、これが新しいオフィスに取り入れられる場合、その照明器具は上述の要求や推奨、あるいは次の要求や推奨を満足しなければならない。

a) 作業面照度は、推奨値を満たすこと。

図16 上向きと下向きの光成分がある吊り下げ型照明器具
BS900の断面図と配光曲線

- 全般照度は、部屋全体が洞窟のような雰囲気にならないように十分高いレベルにすること。
- 室内の内装などの表面は、調和がとれた輝度比にすること。
- 照明器具の配光は、上方光束と下方光束との比を調和がとれたものにすること。
- 視対象物とその背景の輝度比が高くなるように作業面への直接照明を調整すること。
- VDT画面上のわずらわしい反射がないようにすること。
- 特にCADに対しては、個別に調光できる機能をつけること。

最近の照明施設には、以上の要求や推奨を満足するものや、より優れた照明の要求を満たすものもある。

これらの照明要件を満たせば、現在あるいは将来において、視覚的な快適性を満足しながら、少ないエネルギーで良い照明が実現できる。

参考文献

- Balder, J.J.: Erwuenschte Leuchtdichten in Bu-
eroraumen. Lichttechnik 9 (1957), p. 455.
- Tregenza, P.R. et al.: Consistency and Variation in pre-
ferences for office lighting. Ltd. Res. and Technol. 6
(1974), p. 205.
- Barthes, E. and Richard, J.: Etude experimental du
confort visual a travers l'équilibre des luminances. LUX
No. 54 (1969), p. 298.
- Van Ooyen, M. H. F. et al.: Luminance distribution as
a basis for office lighting design. National Lighting Con-
ference 24-27 March 1986, Nottingham (UK), papers,
p. 103-106.
- Henschel, H-J.: The indirect lighting component and
comfortable luminance patterns in interiors. Proc. 20th
session CIE-Amsterdam, paper D 308/p. 1-6, CIE publ.
No. 56.
Henschel, H-J. and Roll, K-F.:
Die Indirektkomponente der Beleuchtung und optimale
Leuchtdichteverhaeltnisse im Innenraum.
Licht 36 (1984) No. 6, p. 462-467.

- (6) Bartenbach, Ch.: Investigations on balanced perception. Consult Ltd. Innsbruck, Austria, publication pending.
- (7) Roll, K-F. and Hentschel, H-J.: Luminance patterns in office interiors and balanced perception. Siemens Forsch. -und Entwickl.-Ber. Bd. 16 (1987) No. 6, p. 229-235.
- (8) Leibig, J. and Roll, K-F.: Acceptable luminances reflected on VDU-screens in relation to the type of contrast and illumination. Proc. 20th session CIE-Amsterdam. Paper D313, p. 1-4, CIE publ. No. 56.
- Leibig, J. and Roll, K-F.: Zulaessige Reflexleuchtdichten auf Bildschirmen in Relation zur Kontrastrichtung und zur Beleuchtungsart. Licht 36 (1984) No. 7, p/494-497.
- (9) Hentschel, H-J., Klein, E.; Leibig, J. and Roll, K-F.: Energy-effective direct/indirect office and VDU-Lighting systems: test and application. Conf. paper, Illum. Engng. Soc. of IES Vol. 16 No. 2, Summer 1987, p. 89-105.

(受付 1989 年 3 月 14 日)

著 者 紹 介

Hans Jurgen Hentschel 博士

カールスルーエ工科大学と、ブラウンシュワイヒ工科大学で物理学を専攻、1959年に、「キセノン—高圧放電の動的特性」についての研究に対して、カールスルーエ工科大学照明研究所から博士号を授与される。

1959～1963年まで、カールスルーエ工科大学照明研究所の主任技術者として勤務、1963年に「高圧プラズマの動的等温特性理論」に対して、カールスルーエ工科大学の教授資格を取得する。

1963年5月にシーメンス株式会社に入社、現在、シーメンス(株)照明器具開発研究所所長、ミュンヘン工科大学の照明工学の教授。

CIE第3部会(屋内環境と照明設計)の特別委員, CIE・TC3.05(工場照明と作業安全)の委員長, 国立標準協会DIN・照明委員会の副会長, 西ドイツ照明学会副会長, 著作として「光と照明」第3版(1986)