生活演出形照明器具の技術動向[†]

多 田 紀一郎* 専門会員 明 道 成**

1. ま え が き

一般照明器具の高度化の方向として単独器具で光環境演出を可能とさせる試みがエレクトロニクス化により具体化されてきた。我国の生活レベルの向上と共に一般照明に於いても心豊かな雰囲気への欲求が高まり、エレクトロニクス技術を駆使して実現させる新しい照明技術の分野と言えよう。家電品では既にあらゆるものにマイコン制御が常識となっており、一般照明器具への搭載がないのは不思議な程であった。但し今まではそれ程の機能ニーズがなく生活レベルの向上で初めて多機能化が求められたとも言える。

演出形照明器具の製品発表時期としては1990年に始まり、90年から91年にかけて各社から続々と製品発表があった。家庭用器具では演出形機能を明確に発揮するタイプのため20～25万円と高価格・高機能のものとしていたが徐々に製品系列を広げ、現在ではペンダント、直付一般タイプ

に近いグレードの製品まで演出形の分野が広がっている。また施設分野では執務空間の連続的色温度変化をマイコン演算とインバータを組合せることにより達成したシステムが実用化されている。

2. 演出形住宅照明器具の構成方法

一室内の生活用途シーンに対し照明配光・照度・光源色等の照明環境パラメータを最適化し、多光源を使い分けるのであるが、多数の器具ではなく単独の器具で演出を完結させることがエレクトロニクス化を前提として企画された。各シーンの光環境設定のために多数のモニターを集めた評価実験を実施し、生活行為と評価尺度を結びつけた。

更にモデル光源による室内輝度バランスと雰囲気評価とを組合わせることにより設定がされた。評価実験の一例を図1に示す。

この結果から生活シーンに光の割りつけを行ったものを

(a) リビングの生活行為に対応した照明シーンの選定

(b) 照明シーン評価実験

図1 光設定のための評価実験

[†] Electronic Systems of Scene Creative Lighting Fixtures

*三菱電機照明(株) 開発部 Kiichiro Tada

*三菱電機(株)生活システム研究所 Osamu Myodo

図2に示す。

実際に製品化されたものの代表仕様を図3に示し、この器具のテレビ、パーティシーンの配光曲線、照度分布を図

生活シーン		1. テレビ CRT(ブラウン管) 大画面テレビ見る。	2. くつろぎ 二人でワインを飲む。	3. だんらん 家族で楽しくお話しする。	4. パーティー 友人を招いて大人のパーティーをする。
光のパターン
光源	間接光	蛍光ランプ又は電球	——	蛍光ランプ又は電球	電球
	直接光	——	ハロゲン電球(電球)	ハロゲン電球(電球)＋蛍光ランプ	ハロゲン電球(電球)
光の質		(1)天井面輝度を従来の照明器具カバーを半分(2,000cd/㎡)以下としてTV画面への映り込みを少なくした。 (2)TV画面への鉛直面照度を50lxとして、画面のコントラストの低下を少なくした。	(1)評価実験結果から天井面が暗く、床面が明るい落ち着きを感じる輝度分布とした。 (2)また、くつろぎの明るさは人によって好みの差が大きいことから、調光で自由に選定できるようにした。	(1)評価実験結果から楽しい雰囲気演出するため、天井面を明るくした。 (2)直接光は蛍光ランプとハロゲン電球の混光照明による、暖かいイメージを選定した。	(1)女性を最も美しく見せる電球色(演色性100)の直接、間接照明とした。 (2)直接光はハロゲン電球で配光を狭くし、グラスやフォークを輝やかせて高級な雰囲気を演出するよう設定した。

図2 生活シーンと光のパターン

器 具		対象空間	仕様光源	蛍光ランプ 点灯方式	点滅制御	質量 (kg)	取付方式	そ の 他
姿 図	寸法(mm)							
Lタイプ	長さ 724 幅 742 高さ 210 (天井面から)	リビング ルーム 8~12畳	・20W形直管蛍光ランプ×2 ・30W形円形蛍光ランプ×4 ・ダイクロイックミラー付きハロゲンランプ60W×4 ・ミニ電球40W×4	電子安定器 (インバータ)	赤外線 リモコン + マニュアル スイッチ	10	簡易取付 方式	・直管20W形蛍光ランプ用カバー回転機能(インダクタ同期モータ, 360°回転) ・防虫構造

図3 住宅演出照明器具仕様(代表例)

4に示す^{1,2)}。

3. 住宅演出照明器具基本技術

光源は蛍光ランプ、白熱ランプ、ハロゲンランプの混在および複数使用で構成される。シーン毎にこれらランプの点滅制御のために各種のエレクトロニクス技術が利用されている。基本的には次の技術が主要なものである。

- ① トライアック等のパワー半導体スイッチングによるランプ点滅、調光。
- ② 赤外線リモコン送、受信処理。
- ③ シーン設定及び器具全体制御のためのマイコン制御ハードウェア、ソフトウェア。

4. マイクロプロセッサ搭載

器具搭載マイコンとしては従来、リモコン受信に使用される程度であった。このマイコンは汎用の4ビットリモコン受信用のものを使用していた。演出照明器具では照明パターン設定と器具全体制御のためにソフトウェアがかなり大きくなり8ビットマイコンでメモリ6Kバイトと大型になっている。

ソフトウェアの構成としてはリモコンのみの器具に比

し、調光処理、モータ処理及びシーン設定処理が同一プログラム内に組込まれたことにより、プログラムステップ数が大幅に増えている。また割込み処理とモード処理の組合せになるため、遷移状態の設定が難しい。全くの新機能のため、過渡状態に於いて使用者の感性に合った配慮を行うことが重要である。マイコンインターフェースとソフトウェアの内容について図5、図6に示す³⁾。

5. パターン設定

マイコン内メモリに書込まれたシーン毎のランプ状態設定値を、リモコンコード指令により読み出し設定するのが標準的である。機種によっては使用者がリモコン送信機にあるマニュアル設定キーにより独自のパターンを記憶させ得るものもある。しかし現状では使用者が積極的にシーンを創り出す場合は少なく図2に示す様な標準パターンが必ず搭載されている。

6. メモリバックアップ

住宅用照明器具は電源に直列に壁スイッチが入りここでOFFされた場合、外部からの供給電源が断たれマイコン内の設定状態が維持されない。演出形器具では、電源OFFで

形名	ZL1(T)	器具効率	40.1%
光源	FL20SS・EX-	上半球光束比	34.3%
光源光束	3495.5Lm	下半球光束比	5.8%

外形図

(a) テレビシーン配光曲線

(b) テレビシーン照度分布

形名	ZL1(D)	器具効率	27.4%
光源	FCL30+FL20	上半球光束比	5.7%
光源光束	14266.5Lm	下半球光束比	21.7%

外形図

(c) パーティーシーン配光曲線

(d) パーティーシーン照度分布

注 照度分布測定条件

部屋の大きさ 5.4×3.6×高さ2.4(m)

反射率 天井, 壁: 80%

床: 10%

図4 住宅演出照明器具配光曲線と照度分布

図5 マイコンインターフェース

図6 マイコンソフト内容

も常に消灯直前のシーンを記憶し、再点灯は直前シーンを再現する様マイコン部のメモリバックアップ用電池あるいは、不揮発性メモリを外部に持ちここに待避するように構成されている。従って供給電源 OFF の判定をマイコンで行ってデータ保持モードを作り出す。

7. 調光制御

演出配光には調光が欠かせないものであり白熱ランプと蛍光ランプにそれぞれ調光設定が行われる。

7.1 白熱ランプ調光

単品の調光器と同じ電源同期位相制御回路が採用されている。スイッチング素子はトライアック、ソリッドステートリレー、パワートランジスタ等でありノイズ流出阻止のため大形フィルタが必要となる。マイコンによるソフト処理が可能であり調光カーブを演出形器具の使用による視覚に合せ理想的な形にすることが出来、光束をしばらく込

図7 マイコン調光カーブ

だ際のなめらかさが実現されている。図7にカーブの一例を示す。また光源切換の際、フェードイン、フェードアウトを時間的にクロスさせシーン変換を効果的にすることもマイコン制御で達成されている⁴⁾。

7.2 蛍光ランプ調光

蛍光灯は色温度が高く、かつ光源寸法が大きいため調光による演出効果が白熱灯ほど期待できないが、インバータバラストの実用性能の範囲で、調光も利用されている。

一般的には100%、60%光束の2段変化であるが、20~100%を多段変化させる場合もある⁴⁾。切換制御は初期にはペンダント照明器具等で採用されている AC100V 電圧印加による切換であったが、最新タイプは小型、コスト低減のためにインバータ側がマイコン回路出力の低レベル信号で切換可能なものになりトライアック等のパワースwitchング素子を不要としている。

8. リモコン

演出形器具では器具への指令モードが10種をこえ、従来のインターフェースである引きひも、壁スイッチでは処理不可能でかつ器具は天井近くにあるため器具本体上の操作ボタンでは使い勝手が悪く、リモコン採用が必須条件である。照明器具ではランプの発光スペクトラムに赤外線成分が含まれ、本来リモコンとは相性が悪い。特にインバータ点灯では蛍光ランプスペクトラムに於いて赤外光がノイズ変調され、マイコンの信号復調部へ入り、必要な信号がマスクされ、結果として到達距離の減少を招く。また AV 機器の如く、送信機を機器本体に向けて操作する習慣もなく、照明のリモコン化は、操作モード数がりモコンとしては少ない割に実用化の難しいものであった。送信機の出力増大、受光部フィルター挿入、ランプ陰部への受光器配置等により現在は実用上全く問題がないまでに技術が確立された。

9. 回路構成方法

演出の実現という形で、製品化がされたので、光の組合せが先に設定され、これを具体化するためにハードウェア、ソフトウェアが組まれた。従来の単純なランプ、安定器および反射板を始めとする構造物の寄せ集めではなく、機能システマ的设计展開が必要である。ハードウェアの性能およびソフトウェアの性能を演出コンセプトに常に整合・確認をとりつつ製品化することになる。従来の器具設計では見られなかった新しい方法と言えよう。実現された製品の機能ブロック図の一例を図8に示す。

10. 色温度化演出の試み

ランプ切換および調光による演出照明では色温度変化はステップ状であるが、色温度の連続的变化を中心とした演出の提案が施設用器具システムとして提案されている。

10.1 光色による演出イメージ

色温度変化に着目しイメージを設定する実験がなされており、さわやかさ/暖かさと色温度との対応、美しさ/は

図8 住宅演出照明器具ブロック図

図9 光温度のイメージ

図10 調色照明システム構成

なやかさとの対応につき相関が存在しており、雰囲気演出としての基礎データがとられている。これらの実験結果を図9に示す⁵⁾。

10.2 施設用調色照明システム

色温度を自由に実現するために RGB 各色蛍光ランプを組合せ、各々のランプを調光し3000~30000K の幅広い変化を作り出す製品が発表されている。

これには 0 ~ 100% 連続調光の可能なインバータバラ

器具仕様	埋込器具 (乳白パネル付)
ランプ種類・本数	36W コンパクト形カラー蛍光ランプ R = 2 本, G = 3 本, B = 2 本
点灯装置	光色可変対応型インバータバラスト (0~100%連続調光)
調色仕様	色変化範囲 色温度: 3000~30000K 色: RGB原色及び任意色
	調光範囲 100%~20% (各色温度において)
	シーン数 16
	変化ステップ数 調色: 256段, 調光: 256段
操作部	色温度の設定 1. 3000K~30000K自動変化 (任意の点で固定可能) 2. テンキーによる直接指定 (色温度ダイレクト再生)
	調光量の設定 フェーダにより任意色温度にて 20%~100%の連続可変

図11 調色照明システム仕様

トがあってはじめて実現され、RGB の光量比を所定の算式にあてはめて演算で求め調光させるものである^{6,7)}。

この演算、設定にはマイコンが利用されている。現状では規模がかなり大きなものであり施設用途となっている。構成と仕様を図10、図11に示す^{8,9)}。

11. あとがき

エレクトロニクス技術の駆使により初めて演出形照明器具が実現されたのであるが、自動車分野で電子化が必要不可欠となった如く、照明器具に於てもさらに広く深くエレクトロニクス化が進むと考えられる。また我国のエレクトロニクス応用技術は実用面で先進的であり、照明分野に対しても演出形器具のみならず全般にわたり電子化が他国に先がけ進展するものと期待できる。

参考文献

- 1) 沢田, 明道, 狩野, 石井: シーンライティングにおける生活シーンと照明パターン, 照学全大 (平3), 112
- 2) 願念, 大下, 沢田: 生活シーン演出照明器具《シーン》, 三菱電機技報, No.8, Vol.65 (平3), 794~800
- 3) 多田, 沢田, 古家: 照明器具の電子制御, 照学東支大 (平4), 49
- 4) 杉田, 田中, 岡本: あかり演出照明器具の開発, 照学全大 (平4), 36
- 5) 明道, 成: 演出照明と色, 光学四学会連講色彩コンフ (平4), 6-1
- 6) 蒲原, 奥出, 上岡: 電子バラストにおける低光東点灯維持パルス発生方法に関する一考察, 照学全大 (平4), 14

- 7) 上岡, 奥出, 蒲原, 三谷: 蛍光ランプの低高東時安定点灯に関する一考察, 照学全大 (平3), 27
- 8) 竹内, 五島ほか: RGB 蛍光ランプを用いた照明システムの開発, 照学全大 (平4), 9
- 9) 猪飼泰博, 田村明子: 蛍光ランプシステムの光色可変制御方法, National Tech. Rep. No.6, Vol38 (平4), 621~626
(受付1993年2月26日)

多田 紀一郎 (専門会員)

昭15年6月5日生。昭40早稲田大学電気通信学科卒。同年三菱電機入社。産業用および家庭用電子機器開発に従事。昭61より照明電子回路開発担当。

明道 成 (専門会員)

昭24年6月5日生。昭47東北大学工学部機械工学科卒。三菱電機株式会社 生活システム研究所機能部品開発部光応用第1グループ。照明機器、画像機器の視覚特性応用の研究開発に従事。テレビジョン学会, 日本色彩学会, S I D 会員。

著者紹介

浦山 隆 (専門会員)

昭33立命館大学理工学部電気工学科卒業。同年同大学助手。助教授を経て、現在電気電子工学科教授。光源システム、並びにパワエレクトロニクス分野の教育研究に従事。工学博士。昭63, 平成1年度関西支部長電気学会, 日本応用磁気学会, 電気設備学会各会員。

青池 南城 (専門会員)

昭16年3月21日生。昭39年3月秋田大学鉱山学部電気工学科卒業。同年4月東京芝浦電気(株) (現(株)東芝) 入社。東芝電材(株)を経て平成元年東芝ライテック(株)発足と同時に移籍。放電灯点灯回路の研究に従事。研究所副主幹, 電気学会会員。

矢島 賢一 (正会員)

昭19年3月22日生。昭41東京理科大学理学部物理学科卒業。昭44東京芝浦電気(株)に入社。同社、照明事業部技術部において誘導灯・非常灯の電子回路の開発を担当し、昭49年10月に東芝電材(株)研究所に転じ、電子安定器の開発に従事した。平成元年東芝ライテック(株)発足と同時に転籍し、技術本部で照明エレクトロニクスの開発に従事。

昭60照明学会日本照明賞を授賞。電気学会会員, 日本設備学会会員。

乾 健一 (正会員)

昭27年8月18日生。昭48国立奈良工業高等専門学校電気工学科卒業。同年東京芝浦電気(株)に入社。平1東芝ライテック(株)発足と同時に転籍し、技術本部で照明エレクトロニクスの開発に従事。

昭60照明学会日本照明賞授賞。電子情報通信学会会員。

仲矢 文則 (正会員)

昭31年3月2日生。昭55三重大学工学部電子工学科卒業。同年4月東芝電材(株)入社。平成元年東芝ライテック(株)発足と同時に転籍し、技術本部で照明エレクトロニクスの開発に従事。