

デザインから見る LED 照明の課題と可能性 Possibility and Problem in Design of LED Lighting

瀬戸 壽司*

1. はじめに

近年，環境負荷低減から照明の見直しが始まり第4世代の照明として省電力かつ長寿命のLEDを使った照明器具の開発が急ピッチで進められるようになってきた。白熱電球においては生産終了を宣言するメーカーもあられ、照明のLED化の加速が予想される。今回はオフィスや店舗空間の実施事例をもとに、デザイナーの立場からみたLED照明についての課題と可能性をまとめた。

2. 一般的に言われているLEDの長所

一般的には、ライフサイクルコスト面から省エネ（白熱電球の1/10，蛍光管の1/2），長寿命（40000時間と電球の20倍，蛍光灯の4～6倍），使い勝手からは早い応答，環境配慮から水銀レスなどが特徴としてあげられています（図1参照）。



図 1 一般的に言われているLEDの長所

3. その他LEDの長所からの可能性

また，デザイン面からは，光源が小さく少スペースでスリムな器具や狭いスペースへの間接照明に最適。光源は赤身のある色や白い色など色温度バリエーションが可能。光源を小さくする

ことができることから，配光コントロールが容易。低温に強く冷蔵庫や寒冷地看板などへの用途に最適。照射光は赤外線レスのため生鮮食品や熱に弱い食料品等への照明，さらに舞台照明や手術用の照明にも最適。照射光は紫外線レスのため美術品や天然染料の着物などの照明として効果を発揮。

4. LEDの短所に対する対応

水分，硫黄等のガスに弱く性能低下の原因 屋外では使用場所を限定するか，防水・防滴・防湿などの対応が必要。（図2参照）



(シリコン封止材は水やガスを透すため反射材が黒色化)

図 2 LEDパッケージの断面

雷や静電気などのショックに弱く不点灯の原因 特に屋外での使用はサージ対策などの安全対策必要。高温に弱く，ハイパワー品は高熱を発生 使用場所の限定，器具には放熱設計が必要。色温度のバラツキがある。屋外などバラツキが目立たない使用場所に限定するか，器具での色温度管理，パッケージでの色温度ランク管理の精度向上。ハイパワー品は光源が小さいため眩しい。間接照明で使用するか，器具側で拡散板や遮光板などで防眩。LED単体で配光範囲が120°とせまい。床面の照度（ルクス）だけでなく壁を含めた部屋全体の明るさ検証が必要（図3参照）

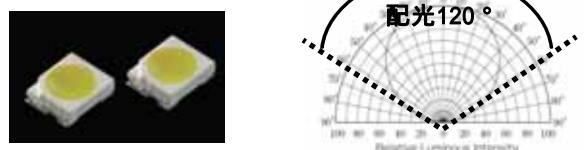


図 3 LEDパッケージの配光

* Hisashi Seto 生産技術開発センター

また、床壁の配光シミュレーションの照度分布から器具の選定および設計が必要。壁がやや暗く作業スペースとしての照度は充分だが、日本人にとっては暗さを感じてしまう（図 4 参照）。

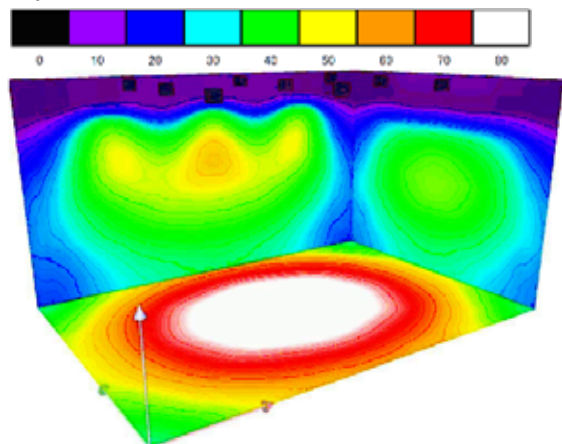


図 4 LEDダウンライト 8 灯の照度分布

床は LED よりも暗いが壁が明るく全体として日本人になじみのある明るさ空間といえる（図 5 参照）LED 器具では広配光計画も必要。

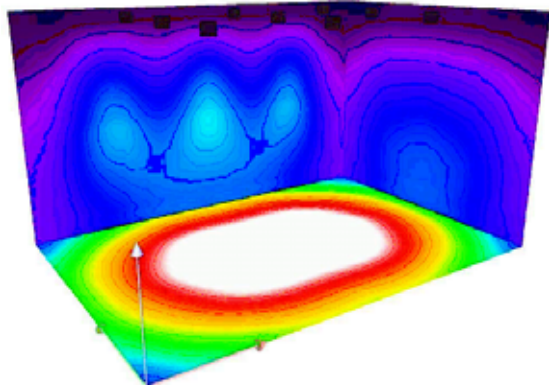


図 5 蛍光灯ダウンライト 8 灯の照度分布

多光源の場合複数影となる 意図的に使用する方法もあるが、違和感がないか事前検証が必要（図 6 参照）。



図 6 複数のLEDにより複数の笠の影が現れる

5 . LEDの特徴の薄さを活かした実例

薄さを活かした例 1（サイズ：t12xH150x L450）アルミハニカムにより 12mmの薄さ実現（図 7 参照）。



図 7 LED薄型ペンダント（栄ショールーム）

薄さを活かした例 2（サイズ：t12xW120x H1500）アルミハニカムにより 12mmの薄さ実現（図 8 参照）。



図 8 LED薄型スタンド（栄ショールーム）

薄さを活かした例 3（サイズ：t15xW300x L1800）アルミハニカムと突板により 15mmの薄さ実現（図 9 参照）。



図 9 LED薄型ペンダント（栄ショールーム）

薄さを活かした例4 (サイズ: t10xW160x H1500) 8mm厚の亚克力と10mm厚のLEDモジュールでカラー変更可能な看板照明を実施 (図10参照)。



図10 LEDバックライト型亚克力看板

6. LEDの特徴の細さを活かした実例

細さを活かした例1 (サイズ: L1800xW160x H16) 細い間接照明用モジュールをカーテンボックス内に設置し演出照明として実施 (図11参照)。



図11 LED間接照明をカーテンボックス内に設置

細さを活かした例2 (サイズ: L1800xW160x H16) 細い間接照明用モジュールを玄関框内に設置し足元照明として実施 (図12参照)。

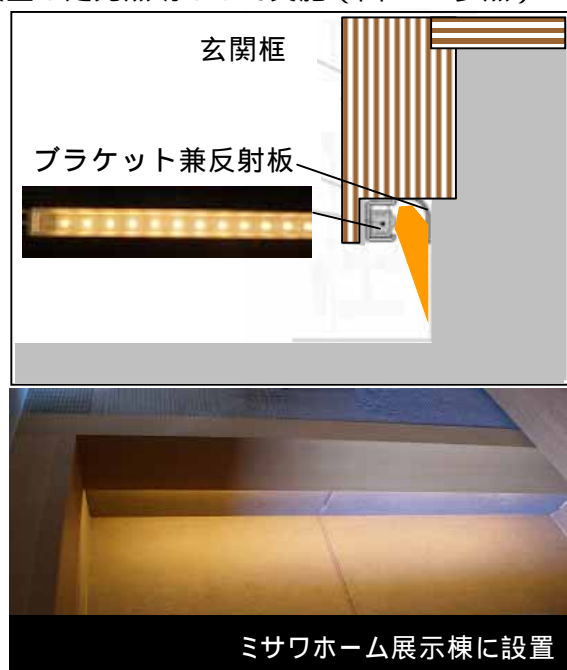


図12 LEDモジュールを玄関框内に設置

7. LEDの特徴の照明色を活かした実例

飲食店用の照明として電球色の2800K (ケルビン) より赤みのあるキャンドル色のLED間接照明モジュールを開発し設置した例について紹介 (図13参照)。



図13 キャンドル色のLED間接照明を壁際とテーブル上の天井内に設置

従来店の照明は 60W の白熱電球を 50% の調光で使用し，消費電力は 30W/個 600mm のピッチで設置（図 14 参照）。



撮影：居食屋「和民」渋谷道玄坂店

図 14 現状の白熱電球使用状態

この白熱電球の明るさと色温度を測定，この店舗での通常使用は調光50%色温度2300Kと判明（図 15参照）。

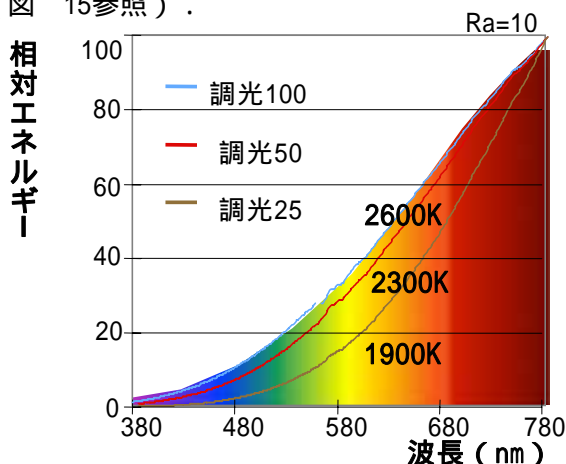


図 15 現状の白熱電球の分光分布

この色温度を再現するため蛍光体の配合を調整して色温度2300K付近のLEDパッケージを試作，間接照明モジュールとして，明るさと波長および色温度を測定，次の図はその分光分布である．LEDは青色発光のチップと黄色および赤色の蛍光体により波長のピークが白熱電球と異なるが，色温度は2300Kが再現できた（図 16参照）。

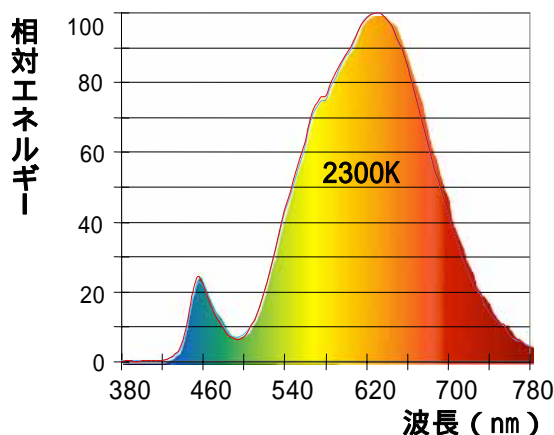


図 16 LED間接照明の分光分布

店舗での使用状況で測定した色温度2300Kおよびテーブル上の平均照度80ルクスの数値をクルーズゾフのグラフに照らし合わせ，快適範囲であることを確認（図 17参照）。

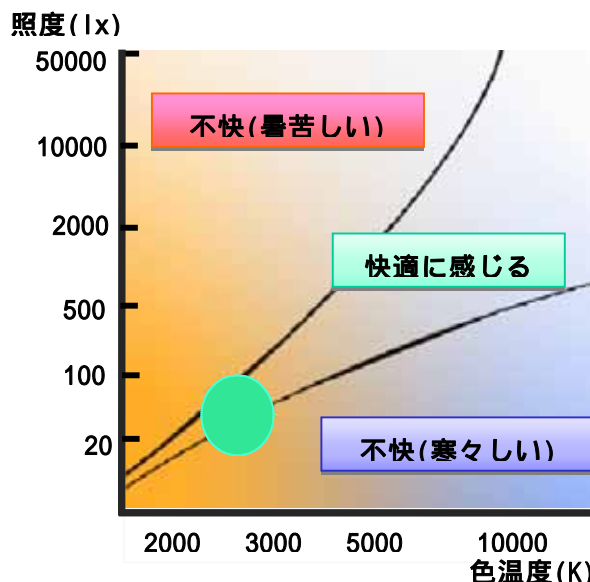


図 17 A.Kruithof(1941年)の快適領域

8．オフィス空間でのLED照明実施例

2007年よりLEDを生産している会社として社内照明のLED化が検討され，特にお客様が御覧になられる場から順次展開が開始された。

まず，最初は建築予定の第1研修センターへの検討が始まり，談話室への設置が決まった。

この談話室には，色温度7000K「昼光色」のLEDによる面発光の天井照明を設置，300mm巾のつなぎ目の無い照明をトライした．清潔感があるが照度が低くやや暗いため寒々しい空間となった（図 18参照）。



図 18 豊田合成第1研修センター談話室

つぎに本館ロビーにも色温度7000K「昼光色」のLEDによる面発光の天井照明を設置，スクエアな大型天井照明をトライした．清潔感があるが照度も従来の蛍光灯より明るくなったが，色温度が高いためやや寒々しい空間となった（図 19参照）．



図 19 豊田合成本館ロビー

次に色温度 5000K「昼白色」継ぎ目の無いLEDライン光源による天井照明を，研修室（図 20参照）および研修センターロビー（図 21参照）に設置，清潔感があり照度も充分確保された空間のため，心地よい空間となった．



図 20 豊田合成第2研修センター研修室



図 21 豊田合成第2研修センターロビー

つづいて色温度 4300K「白色」のLEDライン光源を口ノ字に配置し，談話室天井照明（図 22参照）として設置，暖かみがあり適度な明るさで心地良い空間となった．また壁際には2800K「電球色」のダウンライトを配置し，さらに暖かさをプラスできる空間を可能とした．



図 22 豊田合成第2研修センター談話室

9．演出空間として床へのLED実施例

第1研修センター玄関ホール床へフルカラーで画像表示の可能なマルチビジョンを設置した，これはRGBのLEDを約10000個使い，表面に5mmの強化ガラスを合わせにして200kgの加重にも耐えられるものとした．

床へLEDを設置した狙いは談話室から食堂への通路を光の川として，非日常空間を演出するためである．また図の画像は，小川をイメージしたもの（図 23参照）．

なお通常はタイマーでやや暗くなった夕方30分間点灯するように設定している．



図 23 豊田合成第1研修センター玄関ホール

10. 屋外空間でのLED照明実施例

屋外への実施は同じく第1研修センターの中庭に照明器具を計画した。ここへはAC配線のいらないソーラー付庭園灯とし、本体をアルミにアルマイト処理し光源部分はアクリルを導光板としてエッジに6個のLEDをレイアウトし自らあかりを放つ器具とした(図 24参照)。



図 24 豊田合成第1研修センター中庭

本館アプローチのナトリウム街路灯を撤去し、LEDソーラー街路灯を設置。ソーラーとAC電源のハイブリットにすることで発電量の少ない冬場にも対応可能とした。LEDを400個使用し3.5mの高さで100ルクスの照度を確保し、作業も可能な明るさとなった。また従来のオレンジ色のナトリウム灯では演色性Ra25と大変低く色の認識が難しいが、LEDではRa70以上と自然に近い色が判断可能であり、防犯灯としてこれからの照明器具として期待できるものである(図 25参照)。



図 25 豊田合成本館アプローチ

11. おわりに

本報告のなかで、店舗においてはワタミ株式会社様、住宅ではトヨタすまいるライフ株式会社様、ミサワホーム株式会社様に多大なご協力をいただきましたことを、この場をお借りしましてお礼申し上げます。

また、2007年末からLEDを使った照明の社内展開を人事部・総務部の協力のもと、お客様が来社されるほとんどの場面をLED化できたことに感謝いたします。

この店舗照明では、当社が有するレンズ設計技術および蛍光体配合技術やLED素子から器具本体まで一貫して生産可能な技術力を活用した製品開発の一例であり、今後もお客様に喜ばれる製品開発および商品企画を考えています。

最後に、試作品の開発、及び量産化に多大なご尽力を頂いた関係者の方々に厚く謝意を表します。