

**レンズ拡散板LSDと一般的な照明用レンズオプションの性能比較と
レンズ拡散板LSDの可能性についてのレポート**

レンズ拡散板LSDと一般的な照明用レンズオプションの性能比較と レンズ拡散板LSDの可能性についてのレポート

レポートの目的

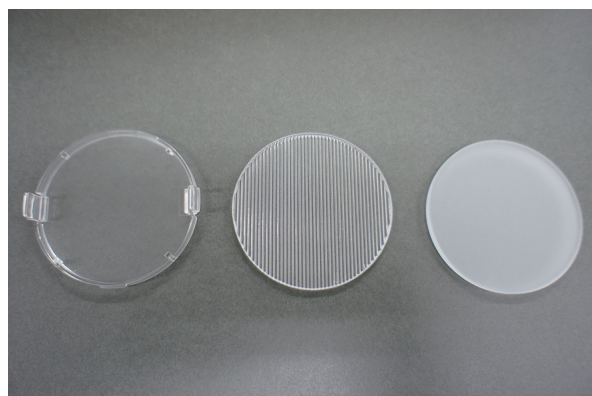
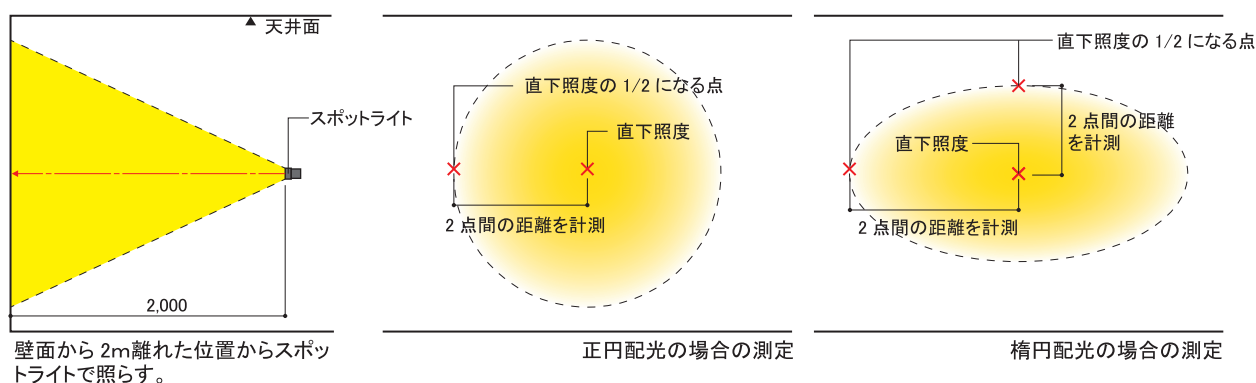
オプティカルソリューションズ製レンズ拡散板LSDの一般照明用オプションへの転用の可能性を探るために、市販されている照明器具に既製品のレンズオプションを取り付け照度実測を行い、レンズ拡散板LSDと一般照明用のレンズオプションの性能比較を行った。また、本レポートでは照度実測の他に、現在の照明器具展開の傾向等を調査し、レンズ拡散板LSDの特徴を活かした一般照明用オプションへの展開について具体的な検討を行う。

1.照度の実測

■実測方法

今回の照度実測ではレンズの効果をより高めるために、一般の光源に比べて指向性の強いLEDスポットライトを用意し、配光も照明効果を考慮して狭角の9° 配光の機種を選択した。LEDスポットライトの中でも比較的レンズオプションが豊富なA社の器具を用い、施設・オフィス・住宅等幅広い空間で採用される事が多いローボルトダイクロハロゲンランプ12v50w相当のLEDスポットライト17wを使用する。まず、A社製スポットライトのオプションを取り付けていない状態、オプションを取り付けた状態の直下照度を計測し、直下照度の1/2になる点を求める。(1/2ビーム角の光の広がりを知るため)

また、楕円配光のオプションの場合は縦(短手)方向、横(長手)方向の照度が1/2になる点を計測する。既製品のオプションの計測が終了後、オプティカルソリューションズ製レンズ拡散板LSDをスポットライトの前にかざし、上記と同様の手順で照度実測を行う。



A 社製 LED スポットライトのオプション
拡散レンズ (左)、スプレッドレンズ (中央) ディフュージョンレンズ (右)



オプティカルソリューションズ社製レンズ拡散板 LSD 試作キット

■測定結果

1.A社製LEDスポットライト オプションなし

2m先の直下照度:3,780lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:16.5cm

評価

LED照明でありながらソフトで美しい光である。ハロゲンランプの代替照明として同等、もしくはそれ以上の照明効果が期待できる。



2.A社製LEDスポットライト+拡散パネル

2m先の直下照度:2,870lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:16.5cm

評価

配光は殆ど変わらないが光のエッジ部分が柔らかくぼけて、オプションを取り付けていない状態の光よりもさらに美しい光になる。直下照度は約25%ほど減少する。



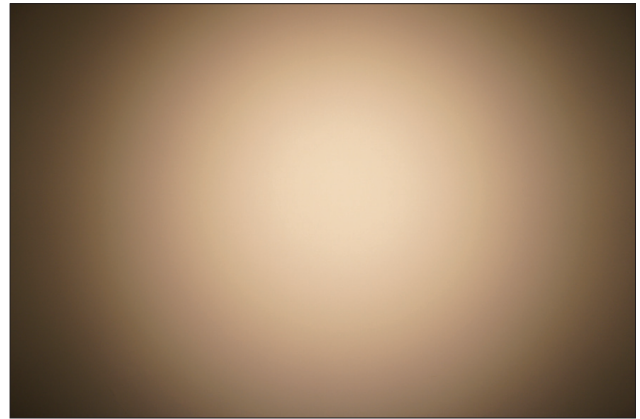
3.A社製LEDスポットライト+ディフュージョンレンズ

2m先の直下照度:305lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:55cm

評価

直下照度は約1/10程度に減少するものの全体的に光を均質に広げ、オプションを取り付けない状態の光の性質をレンズの効果によって大きく変化させている。特に壁面を均質に照射する際など使い勝手が良い。



4.A社製LEDスポットライト+スプレッドレンズ

2m先の直下照度:730lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:(縦):20cm

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:(横):60cm

評価

光が楕円方向に広がる。特殊な効果ではあるが照明のピッチを大きくとる際や、横長な対象物を照射する際には有効なオプションである。



5.A社製LEDスポットライト+ LSD-5PC10-L5

2m先の直下照度:2,930lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:16.5cm

評価

A社製の拡散パネルとほぼ同様の照明効果が得られた。もとの光の配光を活かしながら光のエッジ部分をソフトにぼかす。



6.A社製LEDスポットライト+ LSD-10PC10-L5

2m先の直下照度:1,312lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:31cm

評価

直下照度は約1/3程度に減少するが、LSD-5PC10-L5と比較すると光の拡散性は増し、1/2ビーム角もほぼ2倍程度に広がる。



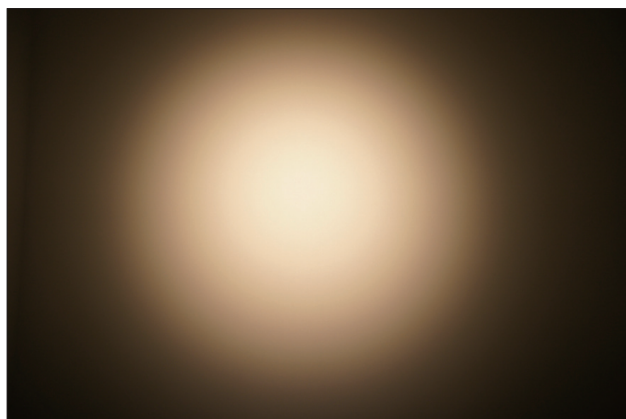
7.A社製LEDスポットライト+ LSD-20PC10-L5

2m先の直下照度:736lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:35.5cm

評価

直下照度は約1/5程度に減少する。LSD-5PC10-L5やLSD-10PC10-L5と比較すると明暗のコントラストが緩やかになり、光がより均質に拡散している。



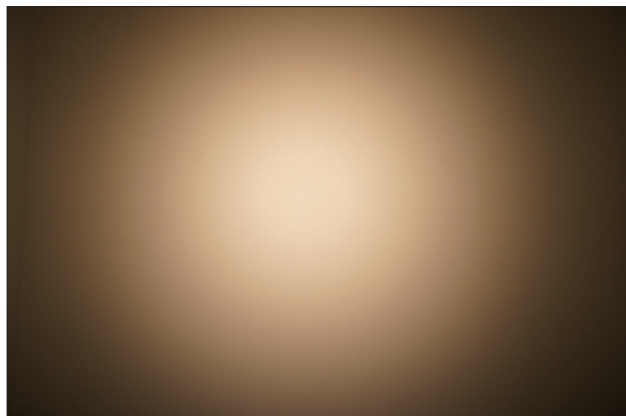
8.A社製LEDスポットライト+ LSD-30PE10-L5

2m先の直下照度:324lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:45cm

評価

A社製のディフュージョンレンズと非常によく似た配光特性を持つ。LSD-20PC10-L5よりもさらに光は均質に拡散し、壁面全体を照らすような場合に適したフラットな配光が得られる。



9.A社製LEDスポットライト+ LSD-60PC10-L5

2m先の直下照度:180.3lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:88.5cm

評価

直下照度はかなり落ちるものの広範囲に均質に光が拡散する。
LSD-30PC10-L5と同様に壁面を均質に照らしたい時などに
適している。

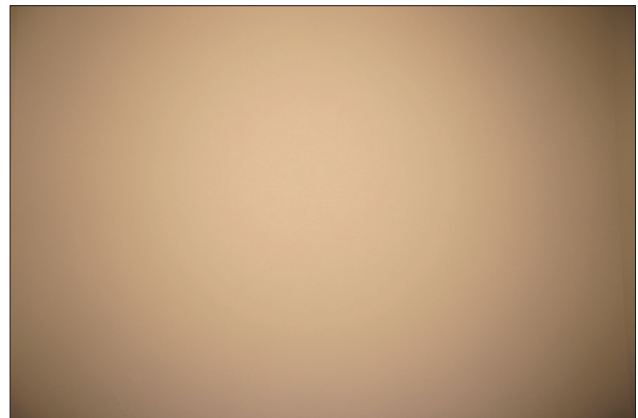
**10.A社製LEDスポットライト+ LSD-80PE5-L5**

2m先の直下照度:118.6lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離:105cm

評価

直下照度は100lx程度まで下がるため使用時は注意が必要
だが、LSD-60PC10-L5と同様に広範囲に均質に光が拡散し
ているため、対象物を均質に照らしたい場合は高い効果を発
揮する。

**11.A社製LEDスポットライト+ LSD-60x1PC10-L5**

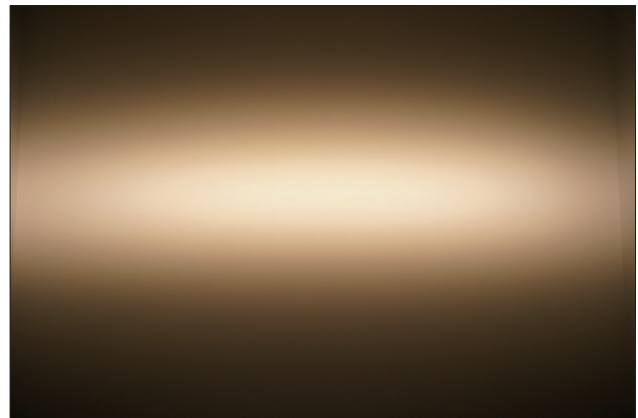
2m先の直下照度:545lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離(縦):19cm

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離(横):98.5cm

評価

スプレッドレンズのような楕円配光が特徴。一般的に販売され
ているスプレッドレンズよりも横方向への光の伸びが非常に良
い。横長の物を照射したり、光の帯を見せるような演出の際に
は効果的だと思われる。

**12.A社製LEDスポットライト+ LSD-60x10PC10-L5**

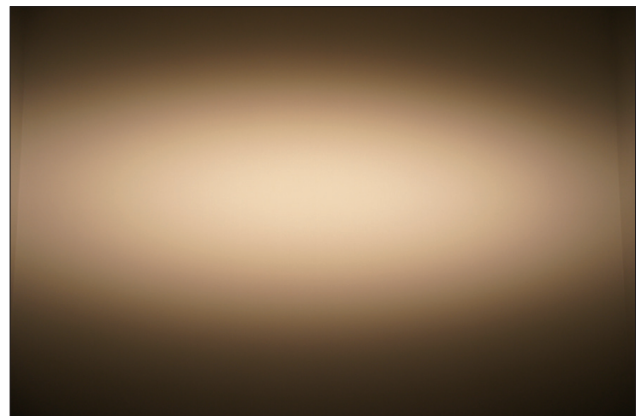
2m先の直下照度:410lx

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離(縦):32cm

直下照度計測点から直下照度の1/2の照度になる点までの距離(横):84cm

評価

スプレッドレンズのような楕円配光が特徴。縦の配光が狭く細
長い光のが特徴のLSD-60x1PC10-L5に対して、縦方向の光
の伸びが良いため、ウォールウォッシャーの代用など、様々な
場面で重宝しそうな配光である。



2.レンズ拡散板LSDによる照明効果の応用例

照度実測によって確認できたレンズ拡散板LSDの照明効果を、一般照明用のオプションとして使用すると仮定した場合の応用例（使用例）を幾つか検討する。

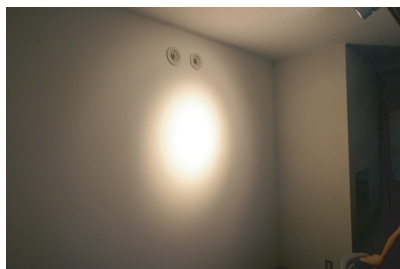
■応用例1 ウォールウォッシャーとして使う

ウォールウォッシャーとは主に壁面を照らす事を目的としたダウンライトやスポットライトの事を指す。一般的なユニバーサルダウンライトやスポットライトでは壁面を狙っても均質に全体を照らすことが難しい。

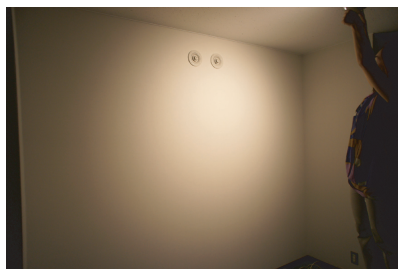


ウォールウォッシャーダウンライトの使用例

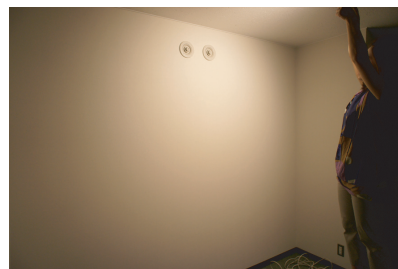
拡散性が高く、均質に光が広がるレンズ拡散板LSDの照明効果は、簡易的なウォールウォッシャーを作り出すことができる。特にLSD60PC10-L5は壁面を均質に照らす事に適している。さらに拡散性の高いLD80PE5-L5は照度が落ちることに注意すれば十分な照明効果が得られると思われる。また、楕円配光に変化するLSD60x1PC10-L5、LSD60x10PC10-L5に関しては、縦（短手）方向への光の伸びが良い。LSD60x10PC10-L5は比較的天井の低い空間（2.5～3m程度）であればウォールウォッシャーの代用として十分な照明効果が期待できる。一方で、縦（短手）方向への光の伸びが少なく細長い配光が特徴的なLSD60x1PC10-L5はウォールウォッシャーの代用としては不向きである。



オプションなしの状態



LSD60PC10-L5の光



LD80PE5-L5の光



LSD60x10PC10-L5の光



LSD60x1PC10-L5の光

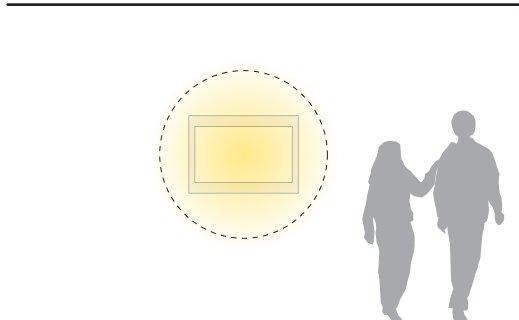
■応用例2 美術館・博物館などの展示照明として使う

美術館・博物館では展示内容が変化することが多い為、照明の調整が比較的容易なスポットライトが使用されていることが多い。企画の内容によって展示物の大きさも変わる事が予想される為、配光やパワーの異なるたくさんの照明器具を準備しておくよりも、数種類の限定されたスポットライトで、オプションを使い分けながら照明のフォーカシング(対象物が美しく照らされるように照明の角度調整を行うこと)を行うというスタイルが理想的である。

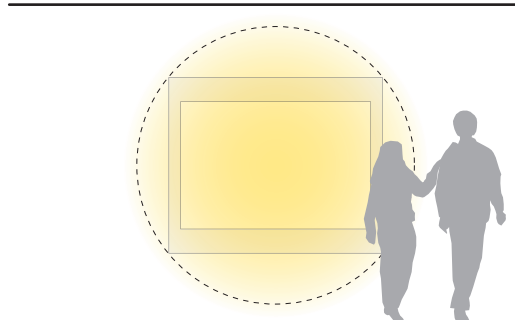
レンズ拡散板LSDのように拡散性の異なる複数のオプションがあれば、美術館・博物館のような空間では非常に重宝されると思われる。

レンズ拡散板LSDを用いた展示照明の応用例

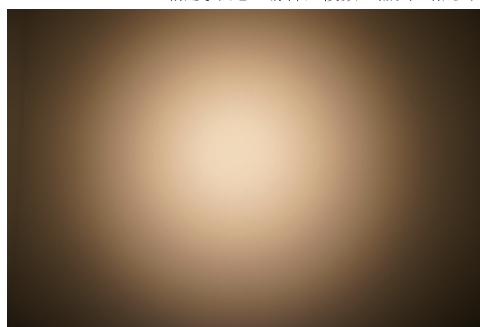
オプションなしの状態の展示照明



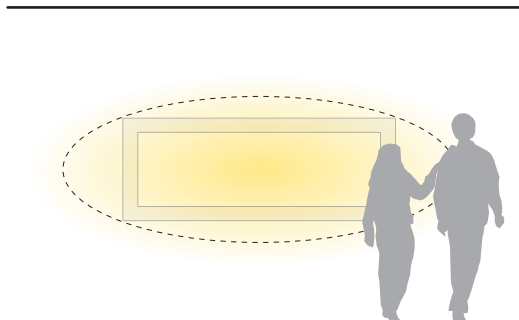
展示物の大きさに併せて光を広げる



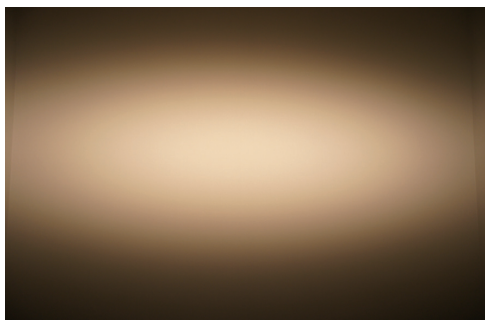
LSD30PE10-L5、LSD60PC10-L5、LD80PE5-L5等
(照度不足の場合は複数の器具で照らす)



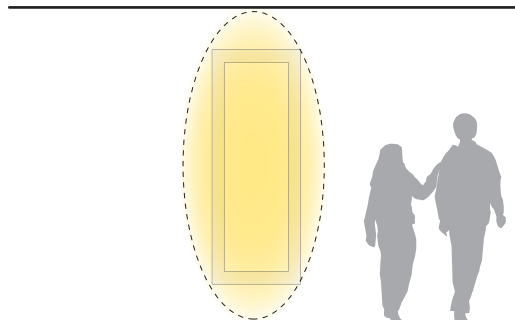
展示物の大きさに併せて光を横方向に広げる



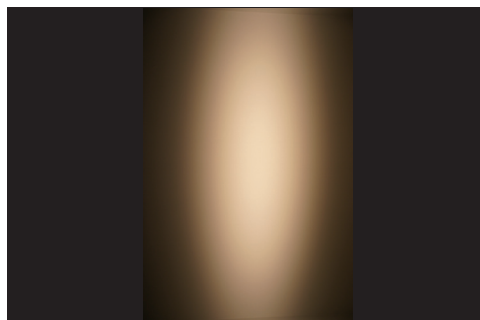
LSD60x10PC10-L5、LSD60x1PC10-L5等
(照度不足の場合は複数の器具で照らす)



展示物の大きさに併せて光を縦方向に広げる



LSD60x10PC10-L5、LSD60x1PC10-L5等
(照度不足の場合は複数の器具で照らす)



■応用例3 光の帯のような効果を作り出す

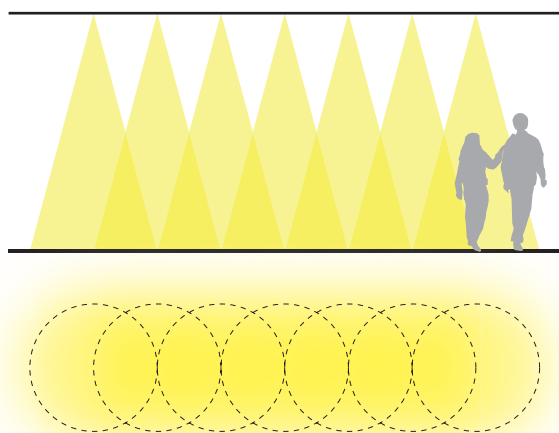
主に施設のエントランスや、印象を強く持たせたい動線などに用いられる照明手法の一つで、床面に光の帯を見せる手法がある。配光の狭い少し強めの光を短いピッチで重ねることで強い光の帯を作り出し、空間の中でアクセントになるポイントを光の演出によって生み出す。この手法は非常に効果が高いが、ムラのない光の帯を作る為には非常に細かいピッチでダウンライトを配置する必要がある為、必然的に器具の台数が増えてしまい、器具のコストが高くなってしまうというデメリットがある。そのデメリットを解消するために、ダウンライトに光を楕円状に広げるスプレッドレンズのオプションを取り付け、ダウンライトのピッチを通常の光の帯の演出に比べて広く取るという手法がある。



強い光を帯状に見せる演出の例

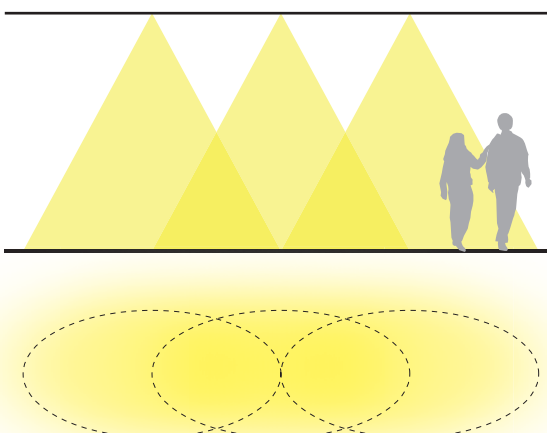
正円配光のダウンライトを使った光の帯の演出

照明器具のピッチが狭い

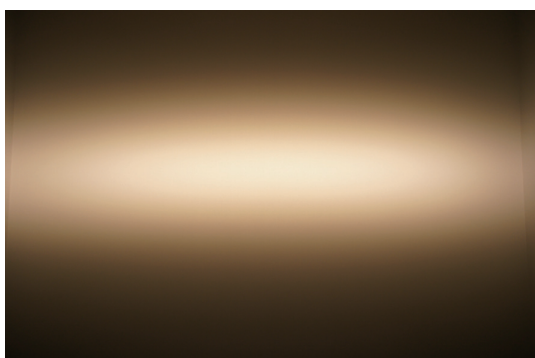


楕円配光のダウンライトを使った光の帯の演出

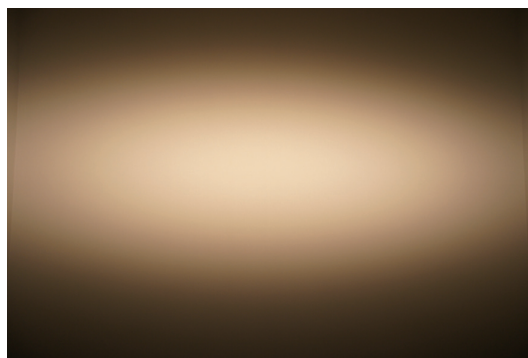
照明器具のピッチを大きくとる事ができる



レンズ拡散板LSDの中でも楕円状に光を変化させるLSD60x10PC10-L5、LSD60x1PC10-L5等は、ダウンライトやスポットライトに取り付けができればスプレッドレンズと同様の照明効果を発揮し、コストを抑えながら光の帯を作ることが可能である。(但し照度が落ちるので周辺の照度のバランスを調整するなど注意が必要) また、LSD60x1PC10-L5は一般的に展開されているスプレッドレンズよりも横(長手)方向の光伸びがよく、高い照明効果が期待できる。



A社製LEDスポットライトにLSD60x1PC10-L5を組み合わせた光



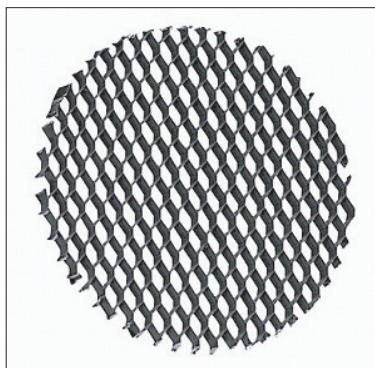
A社製LEDスポットライトにLSD60x10PC10-L5を組み合わせた光

3.グレアの軽減について

照明のオプションの大きな役割は光の性質を変化させることであるが、もう一つの大きな役割がグレアの軽減である。特に省エネ効果が期待され急速に普及しているLED照明は、従来の光源を使用した照明器具に比べ、強力な輝度を放つ光源を使った照明器具である為グレアが懸念される。その為、照明に関する知識を有するものにとっては、グレアを軽減するオプションの有無は照明器具を選択する際の大きなポイントであり、非常に重要な要素である。一般的にはグレアの軽減はフードやハニカムルーバーといったオプションを使って行う。しかしこれらのオプションは、取り付けることによって配光や照度が変わってしまうので注意が必要である。



LEDのグレア



ハニカムルーバー



フード

今回、照度実測で使用したA社製LEDスポットライトのオプションの中に拡散パネルというオプションがある。名称は「拡散」となっているが実際はもとの配光はほとんど変化せず、少しきつく出た光のエッジを柔らかくぼかすという効果が特徴である。また、若干照度は落ちるものの見た目の明るさはほとんど変わらない。



A社のオプション「拡散パネル」



オプションなしの状態の光



拡散パネルを取り付けた状態の光

この拡散パネルを取り付けると光の性質変化のほかにグレアを軽減するという効果が得られる。配光や明るさを犠牲する事無く光をソフトに変化させ、LEDのグレアを軽減することができる非常に優れたオプションである。より光を拡散させることができる、すりガラス状のディフュージョンレンズの場合はガラス全体が発光したような状態になり、逆に照明器具の存在が目立ってしまう。

A社LEDスポットライト オプションなし
LEDの輝度とつぶ感が目立つ。A社LEDスポットライト 拡散パネル
LEDの輝度が軽減される。A社LEDスポットライト ディフュージョンレンズ
面発光したような状態になる。

LSD5PC10-L5によるグレアの軽減

レンズ拡散板LSDの中でのLSD5PC10-L5は、A社製の拡散パネルとほぼ同等の性能を持っている。これをオプションとして使用すればもとの光の性質を残したままグレアを軽減することが可能である。拡散性の高いものになると、A社製のディフュージョンレンズと同様に面発光したような状態になり、楕円配光のものは横に伸びた筋状の光が見えてしまい、グレアを軽減するという意味では適切ではない印象を受けた。

4.既存照明器具の調査

光の性質や配光を変化させるオプションは主にスポットライトやダウンライトに多い。とくにスポットライトはオプションが取り付けられる器具は豊富にある。しかし、当然の事ながらオプションが取り付けできない器具も多く存在し、特に照明計画の仕事をしていると、器具を設置した後で「オプションが取り付けられれば。」と思うことがしばしばある。例えばレンズ拡散板LSDのような効果を持つオプションが、メーカーを問わず多くの器具に取り付けられると、照明計画の幅が大きく広がると思われる。

将来的にレンズ拡散板LSDを一般照明用のオプションとして展開する事を想定し、その為の開発に向けた基礎資料として、既存照明のサイズ、オプションの取り付けの可否、オプションの価格帯等の調査を行った。調査対象選定条件は下記の通りである。

- ・オプション取り付け機種の多いスポットライト(インテリア用)を調査対象とする。
- ・比較的使用頻度の高い、HID150w/70w/35w/20w、ローボルトダイクロハロゲン12v50w/35w/20w、LEDを光源として使用したスポットライトを調査対象とする。
- ・色違い、配光違いでも器具の形状が同じものは1機種としてカウントする。
- ・大手照明メーカーの中でもスポットライトの展開が多いA社、B社、C社の3社のカタログの中から器具を選定する。

■スポットライトのサイズ(器具の直径)

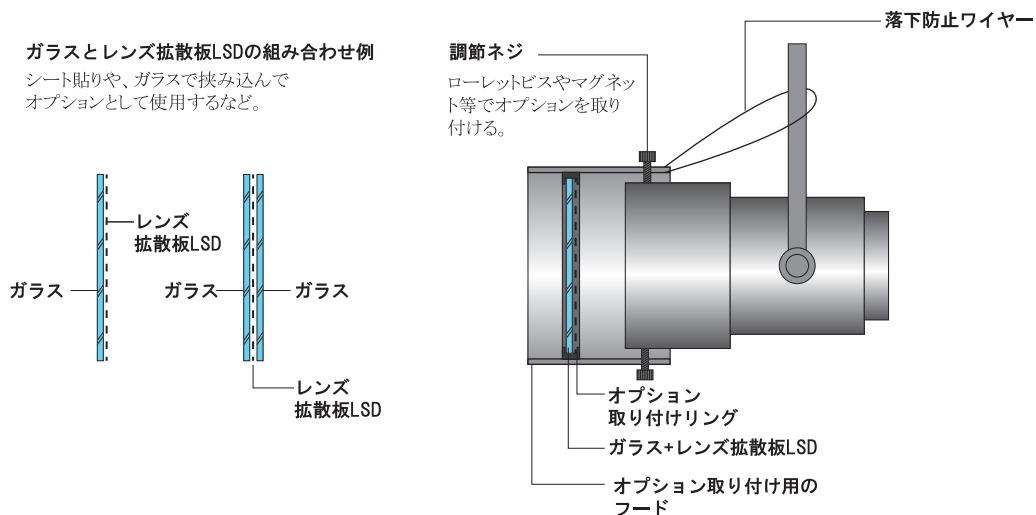
レンズやフードなどのオプションはスポットライトの先端部に取り付けられることが多い。様々なメーカーや機種にレンズオプションを取り付けるためには、現在展開されているスポットライトの器具先端部の直径(スポットライトの多くは円筒形)の傾向を知っておくことが重要であると考え、およその傾向を把握する為にA社、B社、C社のインテリア用スポットライト181機種を対象に調査を行った。

光源別のスポットライト先端部の直径（A社、B社、C社のインテリア用スポットライト）

HID150w クラス	HID70w クラス	HID35w クラス	HID20w クラス	ローボルト ダイクロ ハロゲン 12v50wクラス	ローボルト ダイクロ ハロゲン 12v35～20wクラス
φ 150～φ 108	φ 141～φ 89	φ 128～φ 79	φ 108～φ 61	φ 89～φ 60	φ 96～φ 33

LED/HID150w クラス	LED/HID70w クラス	LED/HID35w クラス	LED/ローボルト ダイクロハロゲン 12v50wクラス
φ 130～φ 103	φ 137～φ 96	φ 125～φ 87	φ 103～φ 61

当然のことながら器具ごとに直径のサイズが異なる。光源のクラス別にみると、直径におおよそ50mm程度の差があることが分かる。大きさの異なる器具に対してレンズオプションを取り付ける場合、取り付けオプションに30mm程度の調整機構を設けておけば、数種類のオプションを設けてあるだけでかなりの機種に取り付けが可能になるとと思われる。下記の図はあくまで一例ではあるが、レンズ拡散板LSDを一般照明用のオプションとして展開する場合のイメージである。



■オプション取り付けの可否について

オプションが取り付けられない照明器具がどの程度あるかについて、およその傾向を把握する為にA社、B社、C社のインテリア用スポットライト181機種を対象に、レンズオプション取り付けの可否の調査を行った。なお今回の調査では、レンズ拡散板LSDの効果によく似た光の配光や明るさを変化させる、ディフュージョンレンズ、スプレッドレンズなどのレンズオプションについてのみオプションとしてカウントした。グレアなどを防止するフードやハニカムルーバー、光の色や色温度を変化させるカラーフィルター、色温度変換フィルター、その他IR・UVカットフィルターなどのオプションはカウントしていない。

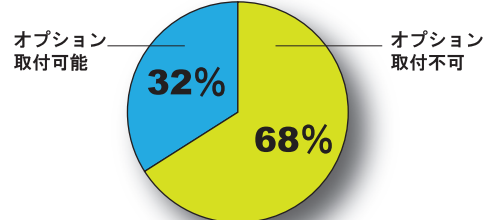
インテリア用スポットライト レンズオプション取り付け可否の機種の内訳

※A社、B社、C社のインテリア用スポットライト181機種が調査対象

オプションが取付可能な スポットライト	オプションが取付不可の スポットライト
58機種	123機種

インテリア用スポットライト レンズオプション取り付け可否の割合

※A社、B社、C社のインテリア用スポットライト181機種が調査対象



調査対象全体の68%がディフュージョンレンズやスプレッドレンズのオプションを取付できない機種であることが分かる。現状では多くの器具にレンズオプションを取り付けることができず、メーカーや機種を問わず後付けで光の効果を変えられるレンズオプションが展開されれば、照明設計者に対するメリットは大きく照明計画・照明デザインの幅が大きく広がると予想される。

■レンズオプションの価格について

照明のオプションを検討する際、価格も重要な判断基準になる。今回調査したA社、B社、C社のインテリア用スポットライトに取り付け可能なレンズオプションの平均的な価格帯についても調査を行った。調査結果は下記の通りである。

A社 ディフュージョンレンズの平均価格:3,113円 スプレッドレンズの平均価格:2,729円
 B社 ディフュージョンレンズの平均価格:4,400円 スプレッドレンズの平均価格:4,700円
 C社 ディフュージョンレンズの平均価格:3,000円 スプレッドレンズの平均価格:3,000円

これらの結果からも分かるようにレンズオプションの価格帯は3,000円前後が妥当だと思われる。

5.まとめ

今回の照度実測でオプティカルソリューション製レンズ拡散板LSDが一般照明用のレンズオプションとして十分な性能を有している事が分かった。光の拡散性、エッジのぼけ具合等、既存のレンズオプションと比較しても何ら遜色ないものであった。何より従来のレンズオプションと大きく異なる部分は配光の選択肢が非常に豊富であるという事が挙げられる。これは他のメーカーにはない大きなアドバンテージである。オプションで配光の選択肢が数種類あるという事は照明設計者にとって非常に大きなメリットである。これが将来的に様々な照明器具のオプションとして取り付け可能になる事を望む。現時点では、取付の方法や価格の調整などが大きな課題であると思われる。既存照明への取付方法さえ確立できればレンズ拡散板LSDは照明設計者にとって非常に魅力的な商品になり得ると思う。

レンズ拡散板LSDがレンズオプションとして照明器具に取り付けが可能になれば、特に美術館・博物館・展示会等、短期間で展示が変わるような空間で大きな効果が期待できるとと思われる。展示に合わせてたくさんの配光の異なる器具を用意する事なく、レンズオプションを交換するだけで、様々な光の効果を生み出すレンズ拡散板LSDは美術館・博物館・展示会等の展示空間と非常に相性が良い。

また、光の性質をほとんど変化させないでグレアを軽減させる効果のあるLSD5PC10-L5は、今後益々普及が予想されるLED照明に非常に効果があると思われる。LED照明の問題点の一つとして独特の輝度感が生み出すグレアが挙げられる。既にこれらの問題を解決した器具も展開され始めているが、グレアが気になる器具が多いのが現状である。これらのLED照明に対して、元の光の効果は残しつつ、グレアを軽減させるLSD5PC10-L5の照明効果は非常に有効だと思われる。

その他、レンズ拡散板LSDの特徴を考慮すると、拡散性の高いシートはガラスやアクリルと組み合わせて光天井や光壁として使用する事も可能だと思われる。ガラスやアクリルへの接着方法の確立、既存のライバル製品と同等の価格設定などが今後の大きな課題だと思われる。