

博物館，美術館における照明とLED照明の導入について

佐野 千絵

省エネルギーの点で有利なLED照明器具への更新が、博物館美術館で進みつつある。一方、LED光源からの光は既存光源とは特性が異なり、文化財保存や見え方に与える影響に関して慎重に検討する必要がある。本稿では、照明の基礎、歴史、発光原理とLED照明器具への転換を加速する水俣条約について、また現時点でのLED照明の評価について資料保護と見え方を中心に述べる。

1. 照明の基礎

光にはさまざまな波長の成分が含まれている。人間の目に見える可視光はおよそ400nmから700nmであるが、日本照明学会では色に関する評価に際しては380～780nmを可視光と定義している¹⁾。太陽からの白色光をプリズムで分けると、波長の短い方から、紫、藍、青、緑、黄、橙、紅と色名がつけられており、可視光より波長の短い光を紫外線と呼ぶ。紫外線はエネルギーが大きいため、資料を構成する材料の分解や変退色を引き起こし、皮膚の日焼けや炎症火傷の原因にもなる。可視光より波長の長い光を赤外線と呼び、その中には水の吸収帯 1.2 μ m, 1.45 μ m, 1.94 μ mが含まれている。人体はその70%が水であり、赤外線を吸収し人体中の水が温められることで、人体が暖かくなる。

物体に当たった光は①透過、②吸収（その後、蛍光やりん光を出すこともある）、③物体表面で反射する、とおおよそ3通りに分かれる。光が透過する場合には透けて色が見える（透過色）か形が見える、全部吸収される場合には光が戻ってこないため黒色に、全部反射する場合には白色に、一部が吸収され一部反射される場合には吸収された光の補色にあたる色として認識される。モノの色や形を認識する場合、光源の性質（分光スペクト

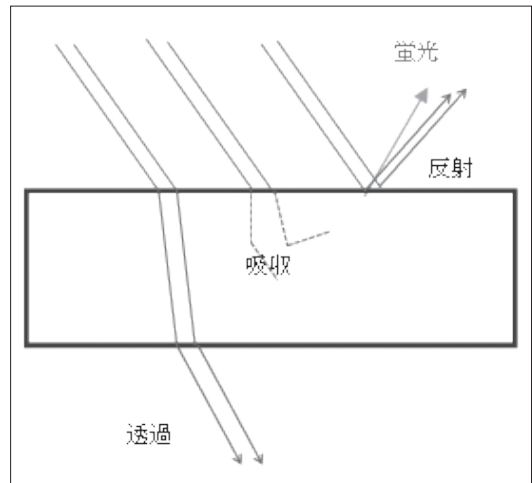


図1 物体と光

ル：放射光の波長と強度）、被対象物の表面色と状態（マットか艶ありか）、受光部の性質（感度特性）が係わり、その3種類の掛け合わせで脳が色として認識する。また背景とのコントラスト（輝度比）によって、色や形の認識は影響を受ける。また立体物の場合、影や艶などのモデリングによって認識が変わることがある。

一般的に580nm以下の可視光および紫外線が変退色を起こすこと、短波長の光ほどエネルギーが大きいため作用が大きく、特に紫外線の作用が大きいたことが知られている。美術館・博物館の照明では、資料保護の観点から以下の2つが重要である。

- 目に見えない光は除く ⇒ 紫外線除去（退色防止）・赤外線除去（表面温度上昇防止）
- 目に見える光は減らす ⇒ 光の総量規制（積算照度、照度 x 時間）

屋内照明は日光の取入れに始まり、夜間はものを燃やして灯りを取っていた。室内で明るい光が利用できるようになったのは18世紀末から

で、原則として人工光は、自然光下でのモノの見え方を模して改良されてきた。一方、LED照明、有機ELなどの次世代照明は開発途上で、発光原理も含めて既存照明とは大きく異なり、器具の選定にはカタログのみで選定することなく、実機を使ってデモンストレーションしてもらおうなどの注意が必要である。また次世代照明はさまざまなシーンを演出できる照明であり、演出照明に引きずられることなく、本来その資料をくどのように見せるべきか>を検討し、<資料の見せ方><資料への損傷を防ぐ>という視点で、鑑賞空間を設計することが重要である。

光色は空間の印象に影響を与え、演色性はものの色見え方に影響を与えるので、照度、均斉度（明るさの分布）とともに、照明環境で配慮すべき事項である。光色は、高温の黒体から放射される光の色と対応させて、その時の黒体の温度で光色を数値で表す（色温度）のが一般的である。温度が低いと赤味がかった橙色で、温度が高くなるにつれて青みがかった白色になる。色温度が高いほど短波長の光を多く含み、資料保護には不利になる。曇天の太陽光6500K、満月はおよそ4000Kといわれ、主な人工光源では電球色（3000K）、白色（4500K）、昼白色（5000K）、昼光色（6500K）などの光色が製造されている（K（ケルビン）は絶対温度の単位で、 $0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{K}$ ）。

図2はxy色度図で、図の三角形のような領域の中の線は、低温（赤色が強くx値が大きい）から高温になるにつれて（赤緑青が混合して白色になる）光色がどのように変化するかをあらわした黒体軌跡である。人工照明の場合、黒体軌跡から外れることも多い（Duv）ため、人工照明では一般に、相関色温度（もっとも近い黒体の温度）で光色を表現する。黒体軌跡から上側にある光源光色は緑味を（Duvがプラスの値になる）、下にある場合は赤味を（Duvがマイナスの値になる）帯びるように感じる。黒体軌跡から離れるほど、色味は濃くなるように感じる。ややマイナスのDuv値の照明は温かみがあり好ましく感じる人が多いが、展示物照明として適しているのか議論が必要である。

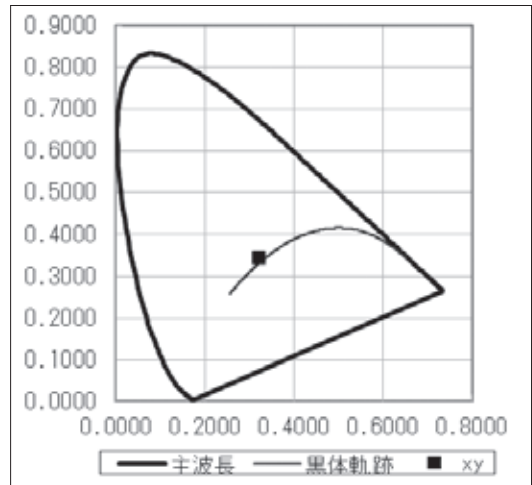


図2 光の色評価例(xy色度図^{註1)}、横軸はx、縦軸はy)室内から板ガラス越しに分光放射照度計で測定して得た色度(東向き太陽光5900K)。板ガラスは緑がかっているのやや上側にずれる。

演色性とは、光源によるその物体の色見え方を決める光源の性質で、外光に近い分光分布を持つ照明を基準光源としているので、外でモノを見るとときと同様に見えるかどうかを判断する指標となる。JIS演色性評価色票の試験色は15種類あり、 $R_1 \sim R_8$ の中間色について、試験光源とJISキセノン標準白色光源それぞれの分光反射率を求め、平均演色評価数を算出し R_a を決定する。 $R_9 \sim R_{15}$ は特殊演色性評価色票と呼ばれ、 $R_9 \sim R_{12}$ は鮮やかな色について、 $R_{13} \sim R_{15}$ は肌色や木の葉など外光との見え方の差が大きいと不快感が生じるものが選定されている。色合わせや臨床治療、画廊などでは $R_a > 90$ が推奨されており、美術館など作家の正確な表現を見せたい場では R_a が95以上の照明設置が望ましい。

光の強度測定は、紫外線や赤外線では1平方センチメートルあたりの熱量（物理量）で表すが、可視光では人間がどの程度明るく感じるかが重要なため、555nmの光に対して人間の比視感度は最大になることを検討に加え、光に照らされた面の明るさを人間（標準観測者）の感覚で表現した単位 ルクス（Lx, lux）が用いられる。これは放射エネルギーに標準比視感度分布を掛け合わせたもので、1ルクスとは 1m^2 の面を1ルーメン（lm）の光束で一様に照らした時の照度で

ある。また光源の明るさを表す単位、カンデラ(cd)も比視感度で重みづけされており、一般的なろうそくは約1カンデラである。照度測定方法はJIS7612:1985で測定方法が定められており、また測定器は一定期間ごとの校正が必要である。

照明器具に表示されている単位にはほかに、光束(lm, ルーメン = cd・sr)、輝度(cd/m²)があるが、いずれも比視感度で重みづけされた心理物理量で、物理量ではないことに注意が必要である。照明における「輝度」は光源の明るさの指標の一つで、ディスプレイにおける「輝度」は画面の明るさの指標で、異なる状態を指すが、対象物を光源で照らすとき、反射して視野に入る明るさはディスプレイの「輝度」と同様の効果を引き起こす。対象物と背景の輝度比が小さいと見えにくく、見えやすくするには対象物への高い照度が必要になる。また、対象物と背景の輝度比が大きいほど、暗部・細部が見えなくなる。中心の輝度に対して周囲の輝度の比が1より大きい場合(周辺の方が明るい場合)、視力は急激に下がる。一方、中心の輝度に対して周囲の輝度の比が1/5より小さい場合(周辺が暗すぎる場合)、同様に視力はやや下がる²⁾。資料への照明は、周囲に比べてやや明るい、という程度が理想である。

2. 照明の歴史

昼光は古来より使われてきた照明で、災害時の避難路照明として必要な場所もあるが、照度が刻々と変わることで、紫外線を含み資料を損傷すること、一定した照明効果を演出できないことなどの点で、損傷しやすい文化財の照明には適さない。天井からのトップライト、高い位置の壁につけるハイサイトライトなどに自動で照度調整をつけるなどの方法での昼光取入れも可能であるが、故障した場合、足場を組んで工事しないといけないなど修理が遅れやすいこと、日本のように台風が来訪する地域では雨漏りの原因になりやすいなど不利であり、採用は推奨できない。太陽光はただらかに連続した分光分布を持ち、紫外線、赤外線を含んでいるため、昼光から採光するには、紫外線カットフィルム、赤外線防止フィルムが必要で、各フィルムは劣化するので5年程度での更新

が必要となる。

ろうそくの歴史は長いですが、オイルランプ、ガス灯など可燃性の気体を燃やしてつくる灯りはフランス革命以降の発明である。ガス灯は1792年イギリス マードックの発明で、パリには1830年代、日本には1871年に輸入され大阪の造幣局周辺を灯した(製造は1872年横浜で開始)。白熱ガス灯は、現在もアウトドア用ガスランタンに残っているが、1891年オーストリア ウェルスバハの発明で、持ち歩ける照明として利用された。日本には1889年にガスマントルが輸入された。

これらの灯りは、白熱電球の登場でほぼ一掃された。白熱電球は、ガラスバルブ内のフィラメントに電気を通し、高温になった際の熱放射を利用したもので、スワンが発明・実用化、エジソンが商用化した。電力の多くが熱になるので発光効率は低く、可視放射は10%程度である。しかし発光原理が黒体放射に近く、なだらかな連続した分光分布を持ち(図3)、演色性に優れている。しかし、省エネを促進するため大手メーカーは2012年10月末にほぼ生産を終了した。ハロゲンランプは白熱灯の一種、管球に石英ガラスを用い、内部にヨウ素を封入したものである。白熱灯よりフィラメントを高温にできるので明るく、色温度の高い光を出せるのが特徴である。

蛍光灯は、水銀灯の管壁に蛍光体が塗られたもので、水銀の輝線で蛍光体が可視光線(蛍光)を出すことを利用して発光させている。発光効率は白熱電球に比べて高いが、水銀の輝線に含まれる紫外線も同時に出ているので、注意が必要であ

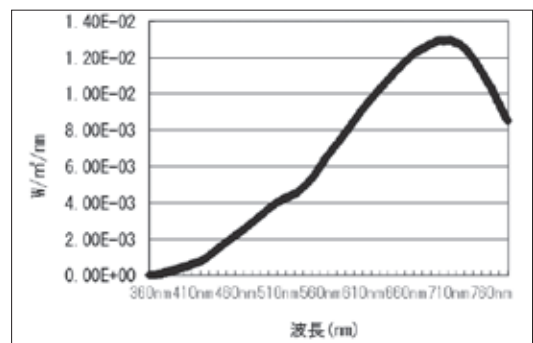


図3 白熱電球の一種である写真撮影用レフ電球の分光分布 Ra97(分光放射照度計CL-500A コニカミノルタ製で測定)

る。日本では紫外線防止型的美術・博物館用蛍光灯が製造され、多くの美術館、博物館で利用されている(図4)。

一般住宅で利用の多い三波長型蛍光灯(図5)は赤・緑・青の三色を混合して白色にみせているもので、連続した分布ではない。しかし、人間の目の感度特性に合わせて設計されているため、効率的に白色光を作り出し、演色性の良いものも製造されている。紫外線防止対策が施されていないため、日本では美術館等では使用しない。

LED(発光ダイオード)は、電圧をかけると発光する半導体で、形状は点(チップ)である。ダイオードの種類によって赤、橙、黄、緑、青の可視光から赤外線、紫外線までの単色光を出す。青色ダイオードの光で黄色の蛍光体を光らせ、擬似的に白色の光をつくる白色発光ダイオードが白色光源として広く用いられているが、紫外線や赤外線を含まない点が資料保護には有利である。演色性向上の観点から、紫色ダイオードの光で励起し、放射光から短波長側をカットして可視光のみを放射する照明器具もすでに市販されている。白

色LEDの色温度バリエーションや演色性は十分に向上し、展示照明に耐えるレベルのものが増えた。演色性が既存光源と同等にも関わらず、配光が異なるため既存光源での見え方とは異なる場合もあり、導入には実機での検討が欠かせない。

有機ELは電圧をかけると赤、緑、青などに発光する化学物質を層状に重ね、保護層やベース、静電防止などの処理を施した平板形状の発光体である。究極の拡散光で影ができず、これまでの照明とは全く異なる空間をつくることのできる。

3. 水銀に関する水俣条約

「水銀に関する水俣条約」とは水銀の一次採掘から貿易、水銀添加製品や製造工程での水銀利用、大気への排出や水・土壌への放出、水銀廃棄物に至るまで、水銀が人の健康や環境に与えるリスクを低減するための包括的な規制を定める条約で、平成25(2013)年10月、熊本県で開催された外交会議で、採択・署名された。50番目の国が締結した日から90日後に発効予定である。この中には水銀添加製品の規制が含まれており、電池、蛍光灯(水銀を一定量以上含有)、高压水銀

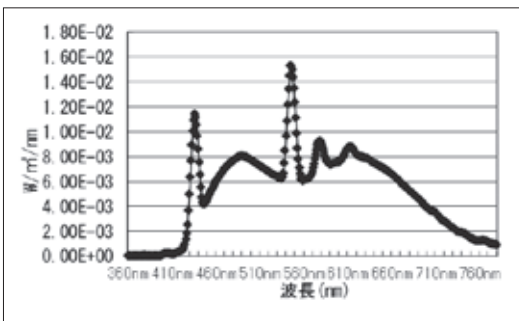


図4 美術・博物館用蛍光灯(5000K)の分光分布 Ra97

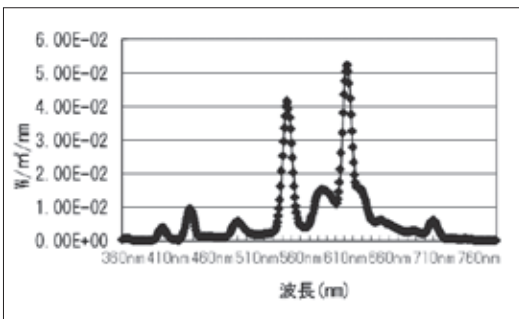


図5 三波長型蛍光灯(電球色)の分光分布例 Ra90

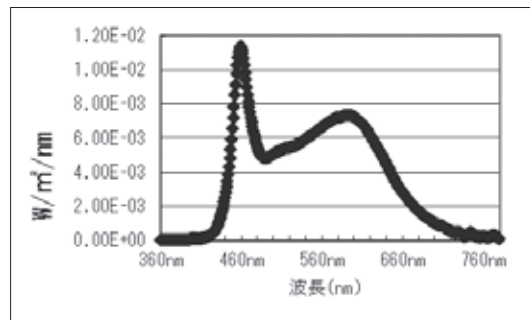
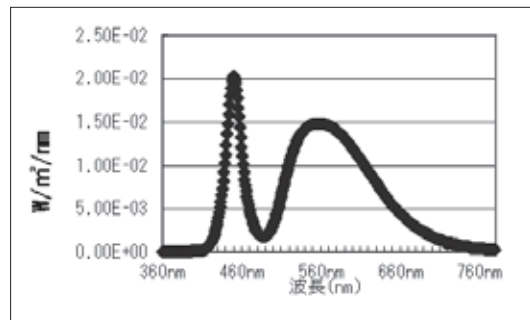


図6 LED照明器具の分光分布例(オフィス照明)上: 2014年導入 Ra68 下: 2015年導入 Ra86

灯、スイッチ・リレー、温度計等計測機器については、2020年までに製造、輸出、輸入が禁止される。また禁止された水銀添加製品が組立製品に組み込まれることを防止する措置を講じる義務がある。日本では前倒しでスケジュールが進められており、2017年には蛍光灯用ランプハウスの製造ラインが廃止される。

現時点で日本では水銀を含むランプの製造等に対する規制はない(表1)。しかしさまざまなランプに水銀が使われている(表2)。水俣条約ではランプについて、個別製品品目ごとの適用除外として以下の記述がある。『一般的な照明用でないものは適用除外とすることが適当である。『一般的な照明用』の定義については、EU法令(RoHS指令、エコデザイン指令)等における定義や解釈を参考にして明確化することが適当である。』現時点のRoHS指令では、一般照明用途の蛍光灯に対して、発光機構、消費電力量や形態ごとに1灯あたりの水銀含有量の上限を定めて、除外用途項目や失効時期などが詳細に定められている。一般社団法人日本照明工業会は、蛍光灯製造に関する説明をホームページに公開し、消

費者の不安を払うよう努力しているが、美術・博物館用蛍光灯については未確定な要素も多い。(http://www.jlma.or.jp/information/20151202keikouhoudou.pdf(参照:2016-4-19))

蛍光灯の廃棄についても順次技術的な手法が定まっていくが、家庭から排出される使用済み蛍光灯は一般廃棄物として各自治体が処理、事業所等から排出されるものは産業廃棄物として排出事業者自らが処理ということで、水銀添加ランプの回収処理を行っている廃棄物委託業者に回収を依頼することになるであろう。

政府の意向としてトップランナー制度^{注2)}を導入して省エネ基準を統一し、効率の高い照明に切り替えていく方針が示されていること、LED照明は水銀を含まないことなども追い風になり、LED照明、有機ELなど次世代照明への更新が漸次、進んでいくと予想される。

LED照明への切り替えにあたり、原則として既存のランプハウスにLEDランプを入れ替えれば済むわけではない。既設の蛍光灯照明器具と直管蛍光灯形LEDランプとの組み合わせによる、発火・発煙事故などトラブルが生じている。

表1 ランプの規制

日本	米国	EU
水銀ランプの製造等に対する規制なし	連邦取引委員会表示規則に基づき、水銀ランプにはラベル表示が求められる	自動車用ランプはELV指令に基づき、上市される自動車及びその構成要素の均質材料中の水銀含有量が0.1重量%を超えてはならない。 その他のランプは水銀含有量が0.0005重量%を超えるものは上市が禁止されている

表2 ランプの水銀含有量(一部)

製品	含有量	今後の見通し
・灯口当たりの水銀含有量が5mgを超える30W以下一般照明用コンパクト形蛍光灯(CFLs)	6.9(mg/本)	LED, 有機ELへ
・一般照明用直管蛍光灯(LFLs) ・電球当たりの水銀含有量が5mgを超える60W未満の三波長形蛍光体を使用したもの ・電球当たりの水銀含有量が10mgを超える40W以下のハロリン酸系蛍光体を使用したもの	6.9(mg/本)	LED, 有機ELへ
・一般照明用高圧水銀蒸気ランプ(HPMV)	66.3(mg/個)	代替品へ
・電子ディスプレイ用の冷陰極蛍光灯(CCFL)及び外部電極蛍光灯(EEFL) ・電球当たりの水銀含有量が3.5mgを超え、及び長さが500mm以下のもの ・電球当たりの水銀含有量が5mgを超え、及び長さが500mm超1500mm以下のもの ・電球当たりの水銀含有量が13mgを超え、及び長さが1500mm超のもの	3.0(mg/個)	LED, 有機ELへ

また改造された製品については、製造者としての責任を負わないので、事故が生じても誰も補償しない。直管蛍光灯器具については必ず、専用口金を備えたLEDランプとランプハウスの一体で更新する。誘導灯、非常灯、防爆照明器具については検定が必要とされている。(平成25年4月22日 JIS C 8159-1, 平成25年12月20日 JIS C 8159-2 公示)

4. 博物館の展示照明としてのLEDランプの長所と短所

博物館の展示照明としての要件は、損傷からの保護、見やすさ、色の再現性が重要である。

美術館・博物館では展示作品の保護のため、紫外線など損傷を引き起こす光放射の少ない光源で、展示作品の温度上昇を引き起こさないよう赤外線放射量の少ない器具を選び、作品の変退色を起こさないよう積算照度を制御して展示している。展示照明の要件を以下に示す。

イ 損傷からの保護

紫外線・赤外線の除去

照度と時間の積(積算照度)を小さくする

ロ みやすさ

照度 明視できる範囲の明るさを確保

光色 照明目的に適合して不快でないこと

グレア 反射, 映り込みが不快でないこと

輝度 均斉度が高いこと

影 対象周辺で不要な影が少ないこと

ちらつき ないこと

ハ 色の再現性(演色性)

基準光源との色ずれが少ないこと

既存光源のハロゲンランプ、美術・博物館用蛍光灯ランプに比較して、LED照明器具について、単位照度あたりの損傷係数、放射照度を計測しほぼ同じ照度・色温度の照明同士と比較すると、LED照明器具の方が損傷係数、放射照度ともに小さく、作品保護に有利であることがわかった³⁾。既存光源のハロゲンランプは紫外線を含むこと、美術・博物館用蛍光灯ランプでは水銀からの輝線のエネルギーが大きく損傷係数がやや大きくなるのに対して、LED照明器具は、紫、青よりエネルギーの大きな光は含まれず、蛍光体からの発光がなだ

らかであるためと考えられる。

LEDランプはハロゲンランプに比べると、LED照明器具では1/8～1/4の消費電力で省エネ性を見込める。電球型蛍光灯器具より消費電力が少なく、放熱に配慮した適切な設置条件では長寿命で、省エネ効果が見込める。直管型Hf蛍光灯についても、今後、LED照明器具の省エネ性はさらに向上すると期待される。しかし省エネ性能と演色性は両立しない。単純に「見る」ために必要な明るさのみを提供するには赤・青・緑の光しかいらないのに対して、演色性を保証しつつ「見せる」ためには、連続光が必要で、そのためにエネルギーを掛けることになる。美術館・博物館照明として求める演色性の高い照明では、オフィス照明のような高発光率で省エネな器具はないことに注意が必要である。

LED照明は、調光時の色温度の変化が少ないことも良い点である。ハロゲンランプでは電流を少なくすると光色が橙色になるが、調光可能なLED照明器具では相関色温度の変化は大きくない。また、相関色温度を変えることのできるLED照明器具が市販されており、光色を変えて空間の雰囲気を変える演出も一部の美術館では行われている。調光について未対応のものもあるので、選定時には注意が必要である。

実際に使用するにあたり、ランプ交換作業が安全に行える点は大きな魅力である。LED照明器具は、ハロゲンランプ等に比べて発生する熱が少ないため器具の温度上昇が小さく、ランプ交換が消灯してすぐに行え、火傷することもない。また、LED照明器具では、虫の好む紫外線放射がほとんどないので、相対的に蛍光灯より虫の誘引は少なくなり、外構照明に向けた器具と言える。

LED照明器具の注意点は、第一に重さにある。ハロゲンランプに比べると一般的に重くなる。内装天井やライティングダクトにかけられる荷重を検討して、取り付け可能な器具個数を考える必要がある。

寿命が長いことがLED照明器具の利点であるが、放熱を妨げるような形状、配線、埋め込み型になっていて器具周辺の温度が上昇する構造では寿命が短くなる。また、器具の使用材料の劣化で

光量が減少したり、色が変わることがある。

LEDランプの配光は直進性が強く、ハロゲンスポットライトに比べて光の広がり方が狭くなる傾向があり、天井や壁で反射する光が少なくなり空間を暗く感じることがある。また直進性が強いので、設置位置から被対象物が近い場合には不快な影が生じやすい。全光束量に加えて配光角度や器具形状に注意し、カタログに掲載された値にのみ頼らず、モックアップ等を製作して実機で試すことを推奨する。また作品の微細な隆起が見えて、筆跡などもくっきり見えるようになる傾向があり、新しい作品の解釈には有用であるが、鑑賞上の妨げになる例もあるので注意されたい。

まぶしさや映り込み(グレア)もLED照明器具の問題の一つである。LED照明器具の発光面積が小さいため、従来光源に比べて目に見える光の強さ(輝度)が強くなり、目に直接入るような照明のしかたをすると、まぶしく感じることがある。目に入らないように配置し、拡散板・ルーバーを工夫することで、まぶしさを低減することができる。直管型LED照明器具では、チップの並びが透けて見える場合もあるので、より拡散させて粒々を感じないようにする、あるいは明るい点が視野に入らないように配置するなど工夫が必要になる。

消費電力が少ないLED照明器具は省エネに有益で、空間に排出する熱量が下がるため、冷房にかかる経費が少なくなり経費節減には有効である。一方、夏場の冷房経費は下がるが、冬季の暖房は熱源が減るために天井周辺の熱だまりが減る。建物の構造的な要因で外気温の影響を受けやすい場合、例えば天井が断熱不足で、夜間の空調稼働していない時間帯に天井結露が起こった事例もある。また昼間の暖房能力、特に人体が暖かさを感じる赤外線もLEDランプは放射しないので、冬季に寒いとの訴えも聞く。LED照明器具に切り替えた場合には室内の温湿度分布を注意して計測し、資料保護と観覧者への快適な環境の提供のために、環境全体を監視していく必要がある。

現在、国際照明委員会(CIE)技術委員会では、既存光源にはないLED照明や有機EL照明のさ

まざまな特質について評価する方法を検討中である。例えば、現行の平均演色評価数Raを求めするのに使用している8色では評価が十分ではないのではないかと考えから、照明の色の忠実性評価について99色を用いる忠実性評価数Rfなど、好ましさを、色の調和、記憶色など、さまざまな光源評価の新しい方法が検討されている。議論はまだ決着を見ていない。

5.まとめ

LED照明・有機ELなどの次世代照明は、既存光源より作品保護に適した照明で、省エネ効果も高く、将来、置き換えは必須となると思われる。展示物照明としてのLED照明器具には、展示物の色再現性の高い照明を選定するべきであろう。直進性が強く、輝度が高く、影がでしやすいLED照明器具と、究極の拡散光を出す有機ELの特性を利用して、より良い展示ができるよう、検討していく必要がある。

展示場には露出の展示物もあるので、展示用照明として作品鑑賞時にまぶしく感じないように照明を配置し、直進性にも注意して、展示物中心と展示物周囲の輝度比が大きくなるように、また影が鑑賞の妨げにならないように調整する。また安全な展示替えや清掃、害虫モニタリング作業などで明るさが必要なので、空間としての明るさ感を得られるよう、配光に注意した器具を選定する。加えて、借用展示物の照明には光量を調整できる展示用照明を準備すると良い。演出として相関色温度を変える展示も可能であるが、演出を加える意味や必要性を検討すべきであるとともに、省エネ性はより低下する。

LED照明器具はその特殊性ゆえ、実機によるデモで性能を確認しないと、予想よりも空間と展示物の輝度差があり鑑賞に適さない環境になったり、ガラスに映り込んで鑑賞に適さない状況になることもしばしばある。既存光源とは特性が異なるので、既存照明器具のランプをLEDランプに置き換えて、既存照明と同様に空間全体を明るく、展示物をライトアップできるわけではない。光源の特性を理解して、空間に対して照明設計をして、配光に注意して設置するなど、照明技術・

空間デザインを向上させて利用していくことが必要である。

LED照明器具や有機ELは、従来の光源とは全く異なる特性を持ち、既存の照明器具の代替物ではない。より良い鑑賞ができるよう、照明空間を一から設計し直して、より良い展示を目指してほしい。

(さの・ちえ 独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所 文化財情報資料部長)

注1) xy色度図

光の色を数値的に表現し評価に使えるようにするために、人の持つL錐体(長波長域, 赤を感じる), M錐体(中波長域, 緑を感じる), S錐体(短波長域, 青を感じる)に対する刺激値をそれぞれ x , y , z と定め、それらの値で光や色を表記するxyz表色系が生み出された。三次元だと図化しにくいいため、刺激値の小さい z 軸方向から色を図上にプロットしたものがxy色度図である。人の感知できる範囲の限界をxy色度図に示すと三角形のような形になり、 x の値が大きく y の値が小さいと赤色、 x の値が小さく y の値が大きいと緑色、 $x \cdot y$ の値がある程度あり混合した状態が

黄色～橙色、 $x \cdot y$ ともに値が小さいと青色と人は認知する。

注2) トップランナー制度

エネルギー消費機器等のエネルギー消費効率を可能な限り高めることを目指して導入する制度で、基準値策定時点において市場に存在するもっともエネルギー効率が優れた製品の値をベースとして、その後想定される技術進歩の度合いを効率改善分として加えて基準値とする方式。達成の評価方法は、出荷台数による荷重平均として基準値を超えれば良いとされている。「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」(経済産業省)に規定されており、製造事業者等の努力義務として判断基準が示されている。美術館博物館用照明は特殊照明であり、市場での使用割合も小さいため、対象範囲から除外される可能性もある。

- 1) <https://www.ieij.or.jp/what/yougo.html> (参照: 2016-09-29)
- 2) 蒲山久夫, 本橋昭男, 佐藤麗子(1962): 明視照明のための基礎的研究, 照明学会誌, 46(3), 92-106
- 3) 黄川田翔, 吉田直人, 佐野千絵(2016): 美術館・博物館の資料保護に向けた光曝露量の評価方法-染色布を事例に, 照明学会誌, 100(2), 74-81