特集「美術館・博物館の展示空間における照明と色彩」 Light and Color for Exhibition Space in Museum

美術館・博物館の照明技術指針について

JIEG-012 Technical Guide for Museum Lighting

吉澤 望 東京理科大学

Nozomu Yoshizawa Tokyo University of Science

キーワード:美術館・博物館,照明技術指針

Keywords: Museum, Technical Guide on Lighting

1. はじめに

LED 照明が急速に普及していく中で、美術館・博物 館においても新しい光源をどのように使用していく のか. 現場から様々な疑問の声が寄せられるようにな り, 何らかの技術指針・ガイドラインを学会として急 ぎ整備する必要に迫られていた. そうした中. 一般社 団法人照明学会では、2015年に美術館・博物館の次世 代照明基準に関する研究調査委員会を立ち上げた. 当 時東京文化財研究所に居られた佐野千絵先生を委員 長, 筆者(吉澤)を幹事として, 学術経験者, 照明メー カーの技術者、美術館・博物館の学芸員、照明デザイ ナーなどが集まり、基準に関する議論が始められた. その成果を受けて、2017年度からは美術館・博物館照 明技術指針作成委員会において,技術指針の作成が進 められ、2021年3月に、IIEG-012 (2021) 美術館・博物 館の照明技術指針が無事刊行となった. カラーの写真 や図を多用する指針ということもあり CD-ROM 版の みの刊行となっているが、詳細な内容はぜひそちらを 参照いただきたい. 本稿では制定に至るまでの活動.

技術指針の概要,また現場での課題と国際的な動向などについて,より自由に記述していきたいと思う.

2.美術館・博物館の照明技術指針作成に向けた活動

美術館・博物館の次世代照明基準に関する議論を進める中で、実際の美術館・博物館あるいは研究機関に同いながら、照明に何が求められるのか、何が現場で課題になっているのか等に関する情報を得る機会を設けた。非常に有益ながら参加していて楽しい活動が数多くあったので、ここではそのうちの幾つかを簡単に振り返っておきたい。

刀剣博物館においては、実際の刀剣を手にしながらその見え方の面白さの解説を受け、またそれが照明によってどう変化するのかを実際に体験しながら、求められる照明器具・手法等について議論が行われた.刀剣の照明のためには今回のような汎用的な照明技術指針に加えて、さらに高度かつ専門的な知見が必要になってくると思われるが、美術館・博物館の照明に求められる要件を抽出していく上で非常に参考になる見



図1 美術館・博物館の照明技術指針(照明学会)



図2 美術館における照明実験風景

学会であった. 国立西洋美術館においては各メーカーから最新の美術館・博物館用の LED 照明 (スポットライト)をご提供いただき,同じ絵画を照射しながら,見えの違いを学芸員・研究者が評価する被験者実験を実施した. 最新の LED 照明であればほぼ美術館・博物館照明として問題ないレベルに達していると考えられるが,近い相関色温度・演色性を備えた照明であっても,異なる見えを生じることは明らかで,現場では展示物の特徴などを捉えながら器具を選定していくことが求められよう. 東京国立博物館においては有機EL 照明を用いた実際の照明事例の見学を通して,その可能性を確認し,また山形大学山内泰樹研究室の見学会においては,有機EL 照明さらには最新の色彩研究の動向を学ぶ機会を得た.

3. JIEG-012 (2021) 美術館・博物館の照明技術 指針の概要

この技術指針は、実際に照明を検討する立場にある 美術館・博物館の学芸員や担当者の方々などを主た る読者として想定しているため、展示室の照明に求め られる要件(保護・損傷防止、光色と演色性)につい て詳しい解説を載せた上で、実際の事例を交えながら より具体的な照明手法の解説を掲載した。さらにLED 照明や測定方法などに関する解説を Appendix として 加えている.

まず定量的な基準としては、第2章で展示物面における照度・色温度・演色性を取り上げている.

本来であれば、展示物の見えを評価するためには、 展示物に入ってくる光の強さである照度よりも、展示 物から鑑賞者に届く光の強さである輝度で規定した 方が良いし、また展示物の保全の観点からは、人間の 視感度で放射束を重み付け積分した光束から得られ る照度よりも、分光特性を考慮した指標の方が、美術 館・博物館の照明基準としては望ましい。ただ輝度や 分光特性の測定は、実際の現場においてはまだ難し く、分かりやすさの点からも現時点での技術指針に

表1 照度基準

材料分類	制限照度[lx]	限界露光量[lx·h]
1. 応答度なし	無制限	無制限
2. 低応答度	200	600,000
3. 中応答度	50	150,000
4. 高応答度	50	15,000

おいては、従来通りの照度基準を示すことにした. 具体的には、表 1 に示す通り、CIE 157: 2004 Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation に則って、展示物の材料を光への応答度 $^{\pm 1}$ に応じて 4 分類し、それぞれに応じた制限照度 [lx] と限界露光量 $[lx \cdot h]$ を規定している.

色温度については、慣例的に相関色温度2700K ~5000Kが用いられてきたが、同じ照度であっても色 温度・相関色温度が高いと損傷度が高くなるので、こ の基準では2700K~4000K (d_w ± 0.02以内) を推奨し ている. 演色性については、赤の再現性が展示物の見 え方に特に影響を及ぼすため特殊演色評価数R9^{注2)}に ついても規定した点が本基準の特徴の一つであると言 えよう. 表2に示すように、一般的には、平均演色評 価数Ra90以上,かつ特殊演色評価数R9が0以上の照 明を使用することを推奨し、 さらに色の忠実性をより 求める場合はRa95以上かつR9 75以上が望ましいと した. LED 照明が普及し始めた当初は上記の条件を満 たす適切な光源を見つけることが必ずしも容易ではな かったが、現在は青色励起LED・紫色励起LEDに関 わらず演色性のよい美術館・博物館用スポットライト 等が各社から提供されるようになり、上記の水準を満 たすことは困難ではなくなっていると言えよう.

表2 色温度・相関色温度の推奨範囲

色温度・相関色温度	2700 K ~ 4000 K ($d_{uv} \pm 0.02$ 以内)
平均演色評価数 Ra	90以上を推奨 色の忠実性をさらに求める場合は95 以上が望ましい
特殊演色評価数R9	0以上を推奨 色の忠実性をさらに求める場合は75 以上が望ましい

第3章では美術館・博物館照明に求められる要件として、特に展示物の保護・損傷防止の観点から、光化学作用・光熱作用の影響をどのように考えれば良いのかという解説、さらに展示物の見えの観点から、照度・輝度分布、光色と演色性、グレアと映り込み、光の方向性などに関する解説・注意点などが記載されている。数式が多用される箇所などは難しく感じられるかもしれないが、光化学作用や光色・演色性の考え方については詳しく説明されているので、ぜひ一度確認いただければと思う。

第4章では、収蔵庫やアプローチ空間など展示室以外の照明に求められる要件がまとめられている。 続いて第5章は美術館・博物館照明の具体的設計手法とし

て、LED 照明の活用、展示方法の分類、各展示方法ごとに留意すべき点などがまとめられているので、実際の展示に関わる方々には直接的に役立つ情報となっていよう。また第6章では、美術館・博物館における照明リニューアルの一般的なフロー図を掲載したので、LED 照明への改修の必要性などが出てきた際にはぜひ参考にしていただければと思う。最後に Appendix において、LED や有機 EL に関する基本的な用語等の説明を載せ、さらに照度・輝度・色温度・演色性の測定方法を掲載しているので、現場での測定が必要になった場合等に参照いただきたい。

4. 美術館・博物館の照明技術指針の課題

現時点では照度による推奨基準の提示は、現場での 運用を考えても最も理にかなっているが、 先に述べた ように、保全と見えの両立を考えると本来であれば輝 度基準の方がプラスになる場合も多いと考えられる. 現状の照度の推奨範囲は、50lx はないと見えないし、 200lx を超えると今度は劇的に見えが良くなるわけで はないという実験結果や経験値をもとに定められてい ると言って良いだろうが、展示物の見えをより精緻に 予測するためには本来であれば輝度分布を考えていく ことが望ましい.端的に言えば、展示物と背景の輝度 対比を高めると、一般的には展示物の明るさは増し、 その結果として通常は細部の見えや総合的な見えの満 足度は上がることになる. 図3の左右二つの灰色の四 角形は, 物理的には同じ反射率を持つ面で, (当たって いる光の量が同じであれば) 輝度も等しいが、背景が 黒い右側の灰色の四角形の方がより明るく(あるいは 明度が高く) 見える. つまり輝度比を制御することに よって、当たっている光の量が同じであってもより明 るく見せることができる.

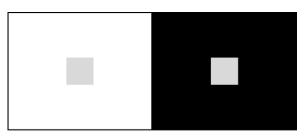


図3 輝度対比と対象の見え方

明るさだけが見えの満足度を決めるわけではないが、被験者実験の結果からは、少なくとも絵画面の明るさを得ることで、総合的な見えの満足度のある部分

は説明できることが示されている。輝度分布を適切に設定することにより展示物の明るさ、さらには総合的な見えの満足度を確保することができれば、展示物に対する光の暴露量(つまりは照度・放射照度)を減らすことも可能となる。現状では、美術館・博物館の展示現場において輝度計測を必要とする照明基準を制定することは時期尚早と思われるが、高い精度を求めなければ、図4に示すようにスマートフォンなどでも簡易に輝度分布が計測できるようになりつつあることを考えると、将来的には、美術館・博物館の照明基準においてもLuminance-based design (輝度に基づく照明設計)の考え方を取り入れられるようになるのではないかと考えている。

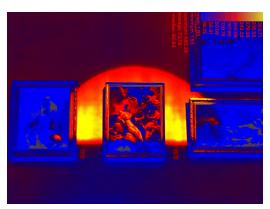


図4 スマートフォンを用いた輝度測定例 ヨーロッパの美術館の事例だが、直射日光 が直接絵画に照射している.

調光・調色が行いやすく. また必要な箇所だけ細か く光を照射することも可能な LED 照明が普及したこ とによって、色を含む展示物の見た目の再現と保全と のバランスの取り方についても、将来的にはより新し い考え方・手法が広まる可能性があろう。 主として欧 米の美術館・博物館あるいは研究機関による発表事 例が多いが、マルチチャンネル LED 光源^{注3)} を用いて 個々の作品に合わせて分光特性を調整し、展示物の損 傷を最小限に抑えながら、演色性や識別性を最大にす る手法なども報告されている. マルチチャンネル LED 光源を用いた照明は、メンテナンスや汎用性の問題も 残っており、今回の技術指針においては取り上げてい ない. 照明を用いて積極的に展示物の色の見えを調整 していく手法にも繋がり、従来の忠実性を主たる要件 とした照明手法から一歩踏み込んでいくことにもなる ため、展示のあり方を巡る本質的な議論が求められる だろう.

昼光照明については、この技術指針においては、ア ンビエント照明では導入する場合があること、展示物 そのものを照らすターゲット照明^{注4)}としての使用は 原則として避けた方が良いことに触れた上で、留意点 を列記した. 欧米の美術館・博物館の設計においては アンビエント照明として昼光を利用することに関して は、そもそも前提とされることも多いが、国内の美術 館・博物館においては展示空間への昼光の導入が避 けられる場合が多い. これは純粋に照明の問題という よりも、 開口部が保全等の観点からは弱点になること が多く、メンテナンスに要するコストや負荷が掛かる ことも大きいことが原因と言えよう. ただし国際的に は、ルーブル美術館の自然光導入やメトロポリタン美 術館のスカイライト・プロジェクト4)など,通常の絵 画の展示空間においても昼光を積極的に利用する(実 際には人工照明を併用することにより、昼光が導入さ れているように「見せる」といっても良いかもしれな い) 流れがあらためて主流になってきていると思われ る. 国内においても, 美術館・博物館の社会的役割の 観点から展示空間のあり方をどう考えるかという議論 がますます求められるであろうし、その際には地震・ 台風などの災害が多い日本において様々な技術的困難 をどのように乗り越えていくのか、またそのための予 算的なバックアップをどうするのかなどについても検 討をしていくことが必要となろう.

5. おわりに

今回照明学会から発刊された美術館・博物館の照明技術指針は、汎用性・波及性に留意しながら、新しいLED 照明の普及を視野に入れて制定されたものである。個々の展示物に適したより専門的な照明手法については、別途、照明デザイナー、照明メーカーの技術者などの専門家が加わって検討していく必要があろうが、美術館・博物館照明に対して基本的に求められるものについて、管理者や学芸員の方々にとって役に立つであろう情報をまとめているのでぜひ参考にしていただければと考えている。技術指針はその時代の技術や社会情勢等に合わせて修正していくものである。将来的により高度な技法が現場に導入可能になっていけば、それに合わせたさらなる改訂が行われていくことを期待したい。

注記

1) 光への反応性に基づき 4 カテゴリーに分類されている.

可視光への反応性に基づく4分類

7000 7000 盆气室。(17000		
カテゴリー	説明	
耐光性:高	光に反応しない、変化しないマテリアルのみか	
	ら作られているもの:ほとんどの金属・石・ほ	
	とんどのガラス・混じりけのない陶器・ 琺瑯・	
	ほとんどの鉱物	
耐光性:中	わずかに光に反応する耐久性の高いマテリアル	
	を含むもの:油彩画・テンペラ画・フレスコ画・	
	染料を使用していない革や木・角・骨・象牙・ラッ	
	カー・幾つかのプラスチック	
耐光性:低	かなり光に反応する変化に弱いマテリアルを含	
	むもの:衣装・水彩画・パステル画・タペスト	
	リー・版画や素描・写本・細密画・ジステンパー	
	による画・壁紙・グワッシュ画・染められた革	
	とほとんどの天然物(植物標本・毛皮・羽)	
耐光性:なし	光に強く反応するマテリアルを含むもの:絹・	
	非常に変化しやすい着色料・新聞	

- 2) 特殊演色評価数Riは、15種類の試験色(色票)毎の、基準光源に対する色再現の忠実性を示した数値であり、 R_9 はこのうち鮮やかな赤の試験色に関する演色評価数となる。一方、平均演色評価数Raは中間色系統の $R_1 \sim R_8$ の8種類の特殊演色評価数の平均値となっている。
- 3) 異なるピーク波長を持つ複数のLEDを組み合わ せて光色を作り出す光源
- 4) アンビエント照明は空間の明るさを確保するため の照明で、ターゲット照明は視認性・視作業性および視対象の適切な見えの確保を目的とした局所的な明るさを確保するための照明.

参考文献

- 1) 一般社団法人照明学会編, JIEG-012 (2021) 美術館・博物館の照明技術指針, 2021
- 2) CIE 157: 2004 Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation
- 3) A Hurlbert, C Cuttle: New Museum Lighting for People and Paintings, LEUKOS, 16:1, 1-5, 2020
- 4) https://www.metmuseum.org/about-the-met/collection-areas/european-paintings/skylights-project