

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

特集にあたって

Editor's Introduction

神農 悠聖

Masami Kono

徳永 留美

Rumi Tokunaga

大手前大学

Otemae University

千葉大学

Chiba University

美術館・博物館における照明は、展示物と空間の双方を考慮して計画することが重要である。展示物に関しては、展示物のありのままの姿を正確に見せるのか、あるいは、展示物の特徴を際立たせるのか、展示のコンセプトに応じた照明計画が求められる。また、美術館・博物館の収蔵物の損傷や劣化を最小限に抑えるために、展示の際はもちろん、保管や修復の際にも、照明光の強さや分光分布に注意が必要となる。一方で、展示室の照明設計においては、展示物だけでなく、空間を人にとって快適な光環境とすることも必要であろう。

近年、美術館・博物館では照明のLED化が進められている。LED光源が持つ特徴は、従来と比べて、調光調色を容易にしたり、小型化を可能にしたりしているが、LED固有の分光特性や配光特性は、新たな問題を生んでもいる。LED照明であるからこそ展示の可能性が広がる一方で、照明光源が技術的に変化することで、展示や保存等において新たな配慮が求められている。2004年に刊行された国際照明委員会(CIE)の技術報告書“Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation”では、博物館展示物の損傷過程を決定する科学的原理や、その損傷を抑制するための知見と研究成果、及び博物館照明に関する推奨がすでに示されていた¹⁾。その後、国内では、LED照明の普及を受けて、2021年3月に照明学会によって「美術館・博物館の照明技術指針」²⁾が作成された。

以上の状況を踏まえて、本特集では、「美術館・博物館の展示空間における照明と色彩」に着目し、美術館・博物館の照明技術指針の具体的な説明を含め、照明によって引き起こされる展示物の変退色の問題や、対象物の色の見え方を調整する照明技術、ならびに美術館における照明計画の事例について紹介する。

吉澤望氏(東京理科大学)には、「美術館・博物館の照明技術指針について」と題して、同指針の制定に至るまでの活動や指針の概要を解説した上で、現場における課題と国際的な動向を紹介していただいている。美術館・博物館の展示空間における照明に関して、現時点でどのようなことが推奨されているのか、今後どのようなことを検討すべきであるのか、具体的に知ることができる。

佐野千絵氏(東京文化財研究所名誉研究員)には、「美術館・博物館の展示物の変退色」と題して、主に染織品を対象に、照明による展示物の変退色がどのようにして起こるのかについて、照明光と物質との関係を中心に解説いただいている。ここでは染色布の変退色の測定方法や退色を防止するための具体的な管理基準、あるいは展示物の耐光性予測の方法に関する解説も含まれている。

土田勝氏(NTTコミュニケーション科学基礎研究所)には、「多色LED照明のスペクトルの制御による色彩調整」と題して、多色LEDの照明光のスペクトルを合成させて、実物の色の見えを調整する手法を解説いただいている。また、この手法を用いて、経年変化で退色した浮世絵の色の見えを強調した実験等の結果が報告されている。

藤原工氏(株式会社 灯工舎)には、「美術館の照明計画の実際」と題して、美術館照明の専門家としての経験に基づき、従来の美術館照明を顧みながら、LEDによる展示照明の新しい流れについてご報告いただいている。美術館で使用するLEDの特徴や留意点等の詳細な解説に加えて、LED照明だからこそ可能な展示手法として、ご自身が携わられた美術館の照明計画の実践事例を紹介していただいている。なかでもSOMPO美術館でゴッホの「ひまわり」の色使いや筆致の魅力を鑑賞者に伝えるために使われた照明手法が注目される。

本特集の内容が、美術館・博物館の照明に携わる方々の助けになるとともに、美術館・博物館の展示を鑑賞する方々にとっても、「展示室の空間」と「展示物の色彩」を陰で支える「照明」を楽しんでいただける起点となれば幸いである。

参考文献

- 1) 国際照明委員会技術報告書：CIE157:2004 Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation. 邦訳として、日本照明委員会訳「博物館展示物の光放射による損傷の抑制」, JCIE 翻訳出版 No. 14, (2005).
- 2) 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).

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，JIEG-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伺いながら，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

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・博物館の展示物の変退色

Fading and color change of museum objects

佐野 千絵

Chie Sano

東京文化財研究所名誉研究員

Tokyo National Research Institute of Cultural Properties

キーワード：照明, 変退色, 分光分布, 吸光, 積算照度

Keywords: museum lighting, fading, spectral distribution, absorbance, cumulative illuminance

1. はじめに

美術館・博物館における照明は、展示物を変退色させないこと、太陽光と同等な色彩感覚を再現できること、心理的に不快感を与えないこと、展示物の立体感を伝えることなどの役割がある。人の目の特性も理解して低照度で調和した照明空間を計画的に作り出し、展示物を目的に合わせて照明して、展示物への理解を深めるところに展示担当者の腕の見せどころがある。本稿は主に染織品を中心に、展示物の変退色がどのように起こるのかについて、光と物質の関係を中心に解説する。

2. 変退色とは

物体に白色光が照射された時、通り抜ける、すべて前面で反射する、一部分のエネルギーが吸収される、という3つの可能性がある。透過する場合、光が戻ってこないで私たちの脳は黒、あるいは透明な物体と認識する。また前面で反射した場合、白い物体と認識する。一部のエネルギーが物体に吸収され、吸収されなかった波長帯の光が反射する場合、有色の物体と認識する。

退色とは、主に彩度(色の鮮やかさ)が低下して、あるいは明度(色の明るさ)が大きくなり色褪せする現象であり、一方、変色とは退色を含む、色相(色味)・彩度・明度が変化する現象を指す。化学的に変退色は、色素そのものが光分解する、あるいは、発色源である色素を布に染着させていた媒染剤と分離することで起こり、水洗や機械的な摩擦により顔料が落ちることもある。

3. 変退色の測定方法

耐光堅牢度の測定は、染色布と変退色布の変退色度合いを、ブルースケール標準布(英語圏ではBlue

Wool Standard と呼ぶ)の退色と比較して視感で判定する(JIS L 0842, 0843)。ブルースケールは1～8級があり、数値が大きいほど耐光性が高いが、天然染料のうち黄色染料や緑色染料の耐光堅牢度はブルースケールの1～2級に相当するものが多く耐光性は低い。現代の合成染料の場合、3級、4級のブルースケールの使用頻度が高いとされる。

耐光堅牢度試験には露光方法が5種類ある。第1露光法は1つの試験片を1組のブルースケールと、第2露光法は複数の試験片を1組のブルースケールと同時に露光し、それぞれの試験片の染色堅牢度を試験するものである。第3露光法では1～8級の1組のブルースケールを用いずに、目的とするブルースケールとその1級低いブルースケールを露光する方法、第4露光法では目的とするブルースケールとともに露光し同等の染色堅牢度を持っているか試験する方法、第5露光法ではブルースケールは用いず、所定量の放射露光量で試験片を露光し試験する方法である。

一般的に用いられる第3露光法では、染色布とブルースケールの各試験片の面積の半分を不透明の覆いで覆い、光を照射する。時々、ブルースケールの覆いを開け、光を照射した部分と未照射部分のコントラストが、変退色用グレースケールの4号に相当する標準変色をしたか確認し、試験を終了する。

文化財保護分野では染織品に対して試験する場合、退色試験に用いる光源として太陽光に近い光を照射するキセノンアーク灯(JIS L-0842)を用いることが多い。一方、屋外塗装などの耐光堅牢度試験を行う場合には、紫外線カーボンアーク灯光(JIS L-0843)を用いる。

4. 変退色の程度と視感

人の目は、色相の違いには敏感であるが彩度の高い状況では色の違いを識別しにくい。また色によって

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

多色LED照明のスペクトルの制御による色彩調整

Operation of color appearance by controlling spectral power distribution of illumination using multicolor LEDs

土田 勝

Masaru Tsuchida

NTTコミュニケーション科学基礎研究所, 日本電信電話株式会社

NTT Communication Science Laboratory, NTT Corporation

キーワード: 色彩強調, 白色の見え, 照明光スペクトル, 色彩強調成分, 多色LED

Keywords: color enhancement, metamer white, spectral power distribution of illumination, color enhancement factor, multicolor LED

1. はじめに

被写体の色は, 観察する人間の感じ方に大きな影響を与える. 生鮮食品 (肉類・魚介類・野菜・果物) の色は, 新鮮さはもちろん, 歯ごたえや旨みを来店者に想像させる重要な要素である. 工業製品ではその見栄えが売れ筋にも大きく影響する. しかし, 試作の際に多くのカラーバリエーションを用意し, 微調整が必要な度に試作品を作り直すのは現実的でない. 美術品の補修においては, たとえ経年劣化による変色であっても安易に再着色することは許されず, 実施の前には綿密な検討が行われる. それでも実際に実物に塗ってみなければ最終的な色の見えが確認できない.

実物上での色の見えを編集する方法として, プロジェクションマッピングは有望な技術の1つである. ただ現状では, 普及に向けたいくつかの問題がある. ①導入コスト, ②被写体ごとにプロジェクタの配置の調整が必要, ③プロジェクタに入力する画像の自動生成が困難, ④影が発生する, といった問題を解決する必要がある. プロジェクションマッピングでは最初カメラで被写体を撮影し, 得られた画像上で領域を分割し, それぞれの領域で投影する画像の色を計算する. 次に, プロジェクタからの出力画像が実物にピタリと重なるよう画像の変形を行う. そのためには, カメラとプロジェクタの幾何的なキャリブレーションも行う必要がある. これらの画像処理を自動化するのは現状では困難である. 加えて通常は一方向から光を投射するため, 被写体の配置によっては影が生じてしまう.

そこで, 画像処理や機器類のキャリブレーション無しに実物上で色の見えを編集する方法として, 照明光のスペクトルを目的に合わせて最適化する技術が開発された¹⁾. 照明光スペクトルの調整は色彩強調成分と名付けられたスペクトル成分の重みの値を変化させる

だけでよく, 利用者はスペクトルの形状を意識する必要はない. この技術では, 白色の色の見え (色味と明るさ) は保持しつつ, 対象の色の見えのみを強調もしくは抑制させることが可能である. 対象色の強調の前後で白色の見えを維持することで, 対象物を含むシーン全体の色の見えのバランスが保たれる. 所望の色の見えに最適な照明光スペクトルの合成には多色LED照明装置を使用し, それぞれのLEDの明るさを調整することにより実現している.

2. 最適な照明光スペクトルの合成

赤, 緑, 青の3色の色の見えをそれぞれ強調する場合について説明する. 最初に, 色票 (もしくは被写体) から赤・緑・青に相当する領域を設定する. 標準白色板と各色の反射スペクトルを分光放射輝度計により計測し, 照明光スペクトル $W(\lambda)$ と, 各色の分光反射率 $R_r(\lambda)$, $R_g(\lambda)$, $R_b(\lambda)$ を算出する. LEDを用いて合成する照明光スペクトル $W(\lambda)$ は, N種類の単色LEDの分光スペクトルの重み付け線形和として次式のように表現される.

$$\bar{W}(\lambda) = \sum_{i=1}^N k_i s_i(\lambda), \quad 0 \leq k_i \leq 1. \quad (1)$$

$s_i(\lambda)$ は i 番目のLEDの分光スペクトル, k_i はその重みである. 分光スペクトルから CIE u^*v^* , CIE a^*b^* , 輝度 L を算出する演算オペレータをそれぞれ $M[\]$, $C[\]$, $L[\]$ とする. また, u^*v^* 平面上での色差の許容値を σ_M (白の色の見えの評価で使用), $L^*a^*b^*$ 色差の許容値を σ_c , 輝度の許容値を σ_L とする.

以下では赤色のみ強調する場合を例に説明する. 白 (標準白色板) の色の見えに関する拘束条件,

$$|M[W(\lambda)] - M[\bar{W}(\lambda)]| \leq \sigma_M, \quad (2)$$

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

美術館の照明計画の実際

The Current State of Art Museum Lighting Plans

藤原 工
Takumi Fujiwara

株式会社 灯工舎
Light Meister Co.,Ltd.

キーワード：LED照明, ウォールケース展示, ウォールウォッシャ照明, 調光調色, 光の重心, 視環境のバリアフリー
Keywords：LED lighting, wall case display, wall washer lighting, dimming and toning, center of gravity of light, barrier-free visual environment

1. はじめに

美術展示の大前提は、美術品の損傷を最小限に抑えることとその条件下で正しく魅力的に鑑賞ができることにあり、その舞台となる美術館ではそれらの実現のために、建築、建築設備、展示設備、展示ケースといった展示装置を常に進歩させてきた。それは、天窓採光からスタートした美術館の光環境が、その後、白熱電球、蛍光灯、ハロゲン電球など照明技術の進歩により変化し、展示装置に少なからず影響を与えてきたことにも見ることができる。現在のLED化においても、展示照明、展示装置が従来のものから変化を始めている。本稿では従来の美術館照明を顧みつつ、LEDによる新しい流れについて報告を行う。

2. 美術館照明について

2-1. 美術館照明の前提条件

視覚による鑑賞の大前提となる光は、同時にエネルギー体でもあり美術品を損傷する能力も併せ持っている。つまり前述の美術展示の大前提は、そのまま美術館照明の大前提という事になる。まずは美術館照明としてこれらを実現するために必須となる条件を整理すると以下になる。

○ 損傷を最小限に抑えるための条件

- ・紫外線、赤外線といった有害光線が無いこと
- ・素材によって定められた制限照度以下とすること
- ・作品内の照度ムラを適切な状態に抑えること（平面作品ならば均斉度0.7以上）

○ 正しく魅力的に鑑賞ができるための条件

- ・演色性をRa95以上とすること
- ・適切な色温度とすること
- ・素材、手法による適切な陰影、煌めきをつくりだすこと
- ・展示に合わせた空間光を整えること

- ・鑑賞の邪魔となる光のノイズを無くすこと

これらは、光源、器具そのものの課題を除けば、その多くは建築、ケースなど展示手法と共に解決されるべき課題が多い。次項では、展示手法と照明について述べる。

2-2. 展示方法による分類

展示照明は設備の一つであり、建築物や展示ケースといった展示装置と共に機能する。展示方法を大きく分けると建築空間を主としたオープン展示と、展示ケースを主としたケース展示に分けられる。

○ オープン展示

- ・オープン壁面展示
絵画など展示壁面を中心とした展示
- ・オープン床面展示
彫刻、立体物など展示床面を中心とした展示

	ベース照明		ウォールウォッシャ 照明	スポット照明
オープン展示	建築化照明 (光天井)	直接照明 (ベースライト)	ラインウォッシャ	スポットライト
				
	建築化照明 (間接照明)	直接照明 (ダウンライト)	単体ウォール ウォッシャ	ユニバーサル ダウンライト
				
ケース展示	ルーバー照明		ウォールウォッシャ (壁面ケース用)	光ファイバー スポット
				
	拡散パネル照明			ミニスポット (LED)
				

図1 照明手法の展示方法別分類