

美術館・博物館の照明

1 美術館・博物館の照明の考え方

美術館・博物館などの展示スペースの照明は、展示内容によって照明手法が変わります。美術館であれば観賞が、博物館であれば観察・調査研究が主体となります。

観賞を目的とする場合は、展示物を好ましく表現することが望まれるのに対して、観察・調査研究を目的とする場合には、展示物の形、色、テクスチャを正しく表現することに注意が必要となります。目的に合わせた快適な視環境を作るため、照度、視野内の輝度分布、不快グレア、反射グレア、影やモデリング、光源の光色と演色性などの検討が必要です。

また、美術館・博物館の照明は一般の照明と異なり、展示物の保護、損傷防止が重要となります。損傷は放射、光、温度、空気汚染などが原因で起こりますが、貴重な展示物の損傷を防止するため熱・放射の影響を十分に考慮した照度の決定が必要です。

1 照度

展示面の照度は、来館者が快適に疲れが少なく観賞、観察できる照明環境を作るように設定しますが、必要以上に照度を高くすることはグレアの原因となるばかりでなく、放射・熱により展示物に損傷を与えることになるため、控え目の値とします。JIS照明基準総則(表1)、照明学会の屋内照明基準(表2)、世界各国の美術館・博物館の照度(表3)、各国の推奨照度基準(表4)、国際照明委員会(CIE)の基準(表5)がありますので、展示対象物により光・放射の影響を考えて照度を決定します。

表1 JIS照明基準総則(美術館、博物館)¹⁾

| | |
|----------|---------------------------|
| 1,000 lx | 彫刻(石、金属)・造形物・模型 |
| 500 lx | 彫刻(プラスタ、木、紙)・洋画 |
| 200 lx | 絵画(ガラスカバー付)・日本画・工芸品・一般陳列品 |
| 100 lx | はくせい品・標本・ギャラリー全般 |
| 100 lx | 収納庫 |
| 20 lx | 映像・光利用の展示部 |

表3 世界各国の美術館・博物館の照度³⁾

| 名称 | 照度 | | 光源 | 備考 |
|--|------------|----------------------------|--|------------------------------|
| | 水平面 | 鉛直面 | | |
| Grund Galeries, de Louver | 200 lx | 250 lx | FL65×2,000本(6,500K) FL65×4,000本(3,800K) | アーチ形ガラス天井、南側不透明北側ガラス屋根、FLと併用 |
| State museum of Art in Copenhagen Matisse Exhibition | | 500~1,000 lx 125~150 lx | JD150、RF500 RF500 | (特設会場) (常設会場) |
| Museum of Fine Arts Vienna | 140~200 lx | 90 lx | FL65R×56本 | 昼光と併用 |
| National Gallery of London | | 150~200 lx | FL40、FL80、Ld150 | 昼光と併用 |
| Tate Gallery, London (Redesigned Room) | | 215 lx | FL80R(4,100K)、RF150 | ポリビニル光天井 |
| National Gallery, Berlin | 100 lx | 140~220 lx | Ld150 | 透明ガラス天井、Wall washer |
| Fernand Leger Museum at Biot | 400 lx | 350 lx | FL80、RF100 | 乳白ガラス光天井 |
| Boymans Van Beuninger Museum, Rotterdam | 300 lx | 300 lx | FL100、Ld100 | |
| Gallery in the Rijks Museum, Amsterdam | | 50 lx | FL65 | 昼間光天井 100 lx |
| Adelaide Art Gallery, Austria | | 400 lx | FL40 | |
| Art Center, Oslo | 600~900 lx | 300 lx | FL65 | ルーバ光天井 |
| Folk wang Museum Essen, Berlin | 60 lx | 60 lx | | サーモルクスガラス光天井 |
| Calauste Gulbenkian Museum | | 50~400 lx | FL40、Ld100 | |

注)FL:蛍光灯、Ld:白熱電球、RF:投光用電球

表4 各国の美術館・博物館における展示照明の推奨基準例⁴⁾

| 展示物の区分 | | 日本(文化庁)文化財保護要覧(1970) | イギリス CIBSE(1970) | 国際博物館協会(ICOM)(1977) | 日本 JIS Z 9110(1979) | アメリカ IESNA(1993) |
|-----------|--|---|------------------|---|---------------------------------------|--|
| 光放射に対する感度 | 展示物の例 | | | | | |
| 非常に敏感 | 染色物、衣装、タピストリー、手写本、水彩画、日本画、切手、壁画、印刷物、染色した皮革製品、自然史関係標本 | 150 lx以下 [特に脆弱なものは、年間照射日数:30日以内とする。] | 50 lx | 50 lx [できれば低い方がよい。] (相関色温度:約2900 K) | 150-300 lx [剥製品、標本については、75-150 lx] | 54 lx (年間露光量:54,000 lx・h-1日8時間で、最大日数:年125日) |
| 比較的敏感 | 油絵、テンペラ画、フレスコ画、皮革、骨、象牙、木製品、漆器 | 150 lx以下 | 150 lx | 150-180 lx (相関色温度:約4000 K) | 300-750 lx | 220 lx (年間露光量:500,000 lx・h最大:300日) |
| それほど敏感でない | 金属、石、ガラス、陶磁器、宝石、琺瑯、エナメル、ステンドグラス | | | 特に制限無し但し800 lxを超える必要はほとんど無し | 700-1500 lx | 展示の方法、状況による。 |

表2 屋内照明基準(博物館・美術館)²⁾

| 場所、作業の種類 | | 推奨照度(lx) | 光色 | 演色性 |
|------------|------------|----------|-------|-----|
| 展示エリア | 光に非常に敏感なもの | ○ 50 | 暖、中 | 1A |
| | 光に比較的敏感なもの | ○ 150 | 暖、中 | 1A |
| | 光に敏感でないもの | ○ 500 | 暖、中、涼 | 1A |
| | ギャラリー全般 | 50 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 映像、光利用の展示物 | 10 | 暖、中、涼 | 1B |
| 執務エリア | 研究室、調査室 | 500 | 中、涼 | 1B |
| | 教室、小集会室 | 300 | 中、涼 | 1B |
| | ホール | 500 | 暖、中、涼 | 2 |
| サービスエリア | 売店 | 500 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 食堂 | 100 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 喫茶室 | 100 | 暖、中、涼 | 1B |
| ユーティリティエリア | 入口 | 500 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 便所、洗面所 | 200 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 廊下、階段 | 150 | 暖、中、涼 | 1B |
| | 収納庫 | 50 | 暖、中、涼 | 2 |

備考 1. 「光に非常に敏感なもの」については、年間積算照度を120,000(lx・h)以下、「光に比較的敏感なもの」については、360,000(lx・h)以下にすることが望ましい。
2. 表中の○印は、局部照明で得てもよい。
3. 光色の暖、中、涼の色温度は、暖が3300K以下、中が3300K~5300K、涼が5300K以上である。
4. 演色性の1A、1B、2の平均演色評価数Raは、1AがRa>90、1Bが90>Ra>80、2が80>Ra>60である。
5. 同屋内照明基準には、不快グレアについても規定されているが本資料からは割愛した。

表5 博物館収蔵品の光に対する応答度の分類と制限照度・限界露光量⁵⁾⁶⁾

| カテゴリー (材料分類) | 説明 | 制限 照度 [lx] | 限界 露光量 [lx·h/y] |
|-----------------|---|------------------|-----------------------|
| 1. 応答度なし | 全て不変の材料で構成され、光に対する応答度がないもの。例:ほとんどの金属、石、ほとんどのガラス、純粋な陶磁器、琺瑯、ほとんどの鉱物。 | 無制限 | 無制限 |
| 2. 低応答度 | 光に対する応答度が低く、耐久性のある材料を含むもの。例:油彩画やテンペラ画、フレスコ画、染めていない皮革や木、角、骨、象牙、ラッカー、幾つかのプラスチック。 | 200 | 600,000 |
| 3. 中応答度 | 光に対する応答度が中程度である変質しやすい材料を含むもの。例:衣装、水彩画、パステル画、タペストリー、印刷物や素描、原稿、模型、ディステンパー画(にかわによる絵)、壁紙、グワッシュ画(不透明水彩画)、染めた皮革、植物標本や毛皮や羽毛を含むほとんどの歴史的天然物。 | 50 | 150,000 |
| 4. 高応答度 | 光に対する応答度が高い材料を含むもの。例:絹、非常に変質しやすいとされている色素、新聞。 | 50 | 15,000 |

2 照度均斉度

照度むらのない展示をするためには、展示面の照度均斉度(最低照度と最高照度の比)が0.75以上(床面などの反射光も含めて)となるように照度器具の配光、取り付け位置を検討します。

3 反射グレア⁷⁾

光沢のある画面、ガラス付の額縁やガラスケースに入った展示物では、光源が画面に正反射して映ったり、ガラス面に背景が映ったりして、観賞、観察の妨げとならないように、光源や展示物の位置を検討しなければなりません。

展示画面を観賞するときの画面からの視距離は、絵画の長辺の長さの1.5倍とされています。日本人の目の高さの平均は約1.5mですから、光源の位置と視線との関係は図1となり、画面の上端で、正反射(10°の余裕を見込む)が起らない位置に光源を設置します。

この場合、光源の位置があまり画面に近づきすぎると、額縁の影を画面に落したり、図面の凹凸が目立ちすぎたりすることから、画面の下端から約20°以内に光源を設置することは避けなければなりません。

絵に対して低い角度で入射する光線は、絵の表面に影をつくり、正反射光が入る位置に光源があると、鑑賞者の目にまぶしさを与えます。したがって、光源は図1に示す範囲に設置します。なお、絵画の傾斜(t/r)は小型の絵画で0.15~0.03程度、大型の絵画で0.03以下とします。

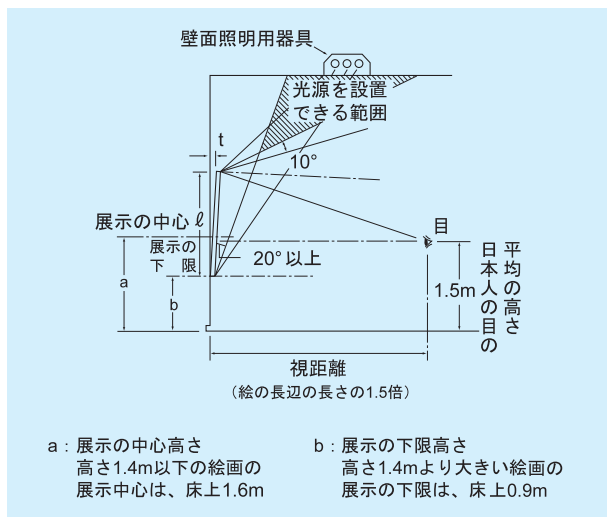


図1 光源の位置と視線の関係

表6 洋画の寸法(mm)⁶⁾

| 油絵 | 人物F (FIGURE) | 風景P (PAYSAGE) | 海景M (MARINE) |
|-------|--------------|---------------|--------------|
| サムホール | 227× 158 | | |
| 2 | 258× 179 | | |
| 3 | 273× 221 | 273× 191 | 273× 161 |
| 4 | 333× 242 | 333× 211 | 333× 191 |
| 5 | 348× 273 | 348× 242 | 348× 212 |
| 6 | 409× 318 | 409× 273 | 409× 242 |
| 8 | 455× 379 | 455× 333 | 455× 273 |
| 10 | 530× 455 | 530× 409 | 530× 333 |
| 12 | 606× 500 | 606× 455 | 606× 409 |
| 15 | 652× 530 | 652× 500 | 652× 455 |
| 20 | 727× 606 | 727× 530 | 727× 500 |
| 25 | 803× 652 | 803× 606 | 803× 530 |
| 30 | 909× 727 | 909× 652 | 909× 606 |
| 40 | 1,000× 803 | 1,000× 727 | 1,000× 652 |
| 50 | 1,167× 909 | 1,167× 803 | 1,167× 727 |
| 60 | 1,303× 970 | 1,303× 894 | 1,303× 803 |
| 80 | 1,455×1,121 | 1,455× 970 | 1,455× 894 |
| 100 | 1,621×1,303 | 1,621×1,121 | 1,621× 970 |
| 120 | 1,936×1,303 | 1,936×1,121 | 1,936× 970 |
| 150 | 2,273×1,818 | 2,273×1,621 | 2,273×1,455 |
| 200 | 2,590×1,939 | 2,590×1,818 | 2,590×1,621 |
| 300 | 2,909×2,182 | 2,909×1,970 | 2,909×1,818 |
| 500 | 3,333×2,485 | 3,333×2,182 | 3,333×1,970 |

4 展示物の保護と損傷防止⁷⁾

放射・光による損傷や変色は、照射された光の量(照度×照射時間)に比例します。光源により損傷の度合いは異なりますが、図2に示す損傷の波長特性の通り300~380nmの紫外線が95%、400~780nmの可視光線が5%の損傷作用があるとされており、400nm以下の波長が特に有害です。表8に各種光源の損傷度を表わしますが、昼光に較べてLEDや蛍光灯の損傷度が低いことが解ります。中でも、高演色形直管LEDランプや紫外線吸収膜付蛍光灯(NUタイプ)は損傷度合が低く、美術館・博物館用として使用されます。しかし、紫外線吸収膜付蛍光灯を使用しても、高照度で長時間照明すれば損傷が起りますので、過度の照度を避け、照明する時間も短くすることに留意しなければなりません。

展示物の温度上昇は放射照度に比例します。表7に各種光源の単位照度当たりの放射照度を示しますが、この値が低いほど温度上昇を少なくすることができます。放射照度を低減させるには、赤外線吸収フィルターを使用したり、光ファイバー照明を使用すると効果的です。LEDはこれらと同等レベルの効果が期待できます。

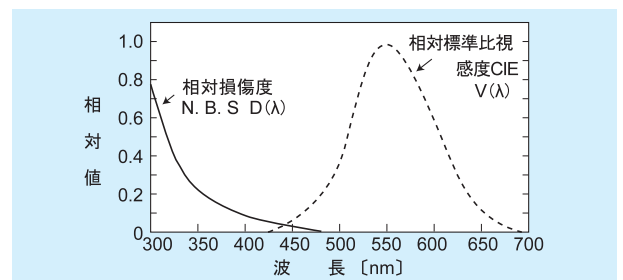


図2 損傷の分光特性の一例

表7 各種光源の単位照度当たりの放射照度

| 光源 | 単位照度当たりの放射照度 [mW/m ² ·lx] |
|----------------------------------|---|
| LED(白色) | 3 |
| シリカ電球(LW100) | 57 |
| ハイビーム電球(BS 100V 80W) | 39 |
| ミニハロゲン電球(JD 100V 150W/E) | 56 |
| ミニハロゲン電球・マルチレイア(JD 110V 85W·N/E) | 45 |
| ミニハロゲン電球・ダイケール(JD 100V 75W/E) | 13 |
| KTクリプトン電球(Lds 100V 75W·K·T) | 55 |
| 蛍光灯(FL 40W) | 10 |
| 蛍光水銀灯(HF 400X) | 12 |
| マルチハロゲン灯(MF 400) | 10 |
| 太陽光(直射) | 10 |

美術館・博物館の照明

表8 単位照度当たりの損傷係数

| 種別 | 種類 | 色温度 (K) | 平均演色評価数 (Ra) | 損傷係数 (D/E) | ※相対値 (%) | | | |
|----------------------------|-----------------|----------------------------|----------------|------------|----------|-------|-------|------|
| 自然光 | 天空光(天頂光青空) | 11000 | - | 0.480 | 100.0 | | | |
| | 天空光(曇天光) | 6400 | - | 0.152 | 31.7 | | | |
| | 太陽光(直射光) | 5300 | - | 0.079 | 16.5 | | | |
| 直管LEDランプ | 一般形 | 5000 | 84 | 0.009 | 1.9 | | | |
| | 高演色形 | 5000 | 95 | 0.009 | 1.9 | | | |
| | | 4000 | 95 | 0.007 | 1.5 | | | |
| | | 3000 | 95 | 0.005 | 1.0 | | | |
| 電球 | シリカ電球(100形) | 2800 | 100 | 0.015 | 3.1 | | | |
| | ハイビーム電球(100形) | 2750 | 100 | 0.010 | 2.1 | | | |
| | レフ電球(屋内用100形) | 2750 | 100 | 0.008 | 1.7 | | | |
| ハロゲン電球 | 一般形・両口金(500形) | 3000 | 100 | 0.017 | 3.5 | | | |
| | ミニハロゲン | 一般形(100形) | 2850 | 100 | 0.013 | 2.7 | | |
| | | マルチレイア(100形) | 2850 | 100 | 0.008 | 1.7 | | |
| | | マルチレイアPRO(150形) | 2900 | 100 | 0.010 | 2.1 | | |
| | ダイクロビーム | φ50(12V50W) | 3000 | 100 | 0.011 | 2.3 | | |
| | | φ50(110V75W) | 3000 | 100 | 0.011 | 2.3 | | |
| | | φ50(110V65W) | 3000 | 100 | 0.008 | 1.7 | | |
| | 蛍光灯 | パルック | パルック電球色(EX-L) | 3000 | 84 | 0.022 | 4.6 | |
| | | | パルックウォーム色(ELW) | 3200 | 84 | 0.032 | 6.7 | |
| | | | パルック色(EX-N) | 5000 | 88 | 0.027 | 5.6 | |
| パルックday色(EX-D) | | | 6700 | 88 | 0.029 | 6.0 | | |
| 一般色 | | 白色(W) | 4200 | 61 | 0.025 | 5.2 | | |
| | | 白色・紫外線吸収膜付(W-NU) | 4200 | 61 | 0.010 | 2.1 | | |
| | | 昼白色(N) | 5000 | 72 | 0.032 | 6.7 | | |
| | | 昼光色(D) | 6500 | 74 | 0.033 | 6.9 | | |
| 自然色 | | 演色AA白色(W-SDL) | 4500 | 91 | 0.026 | 5.4 | | |
| | | 演色AA昼白色(N-SDL) | 5000 | 92 | 0.029 | 6.0 | | |
| | | 演色AA昼光色(D-SDL) | 6500 | 94 | 0.025 | 5.2 | | |
| | | 演色AAA電球色(L-EDL) | 2700 | 95 | 0.007 | 1.5 | | |
| 高演色・リアルクス | 演色AAA昼白色(N-EDL) | 5000 | 99 | 0.020 | 4.2 | | | |
| | 一般形 | 演色AAA電球色・紫外線吸収膜付(L-EDL・NU) | 3000 | 95 | 0.006 | 1.3 | | |
| | | 演色AA白色・紫外線吸収膜付(W-SDL・NU) | 4500 | 91 | 0.013 | 2.7 | | |
| | | 演色AAA昼白色・紫外線吸収膜付(N-EDL・NU) | 5000 | 99 | 0.012 | 2.5 | | |
| | Hf形 | 演色AAA電球色・紫外線吸収膜付(L-EDL・NU) | 3000 | 95 | 0.008 | 1.7 | | |
| | | 演色AA白色・紫外線吸収膜付(W-SDL・NU) | 4000 | 98 | 0.010 | 2.1 | | |
| 演色AAA昼白色・紫外線吸収膜付(N-EDL・NU) | | 5000 | 99 | 0.012 | 2.5 | | | |
| HIDランプ | セラメタ(150形) | 電球色 | 3000 | 92 | 0.019 | 4.0 | | |
| | | 温白色 | 3500 | 94 | 0.025 | 5.2 | | |
| | | 白色 | 4300 | 97 | 0.026 | 5.4 | | |
| | セラメタH | 白色 | 4100 | 70 | 0.031 | 6.5 | | |
| | ハイカライト | 高演色形(G) | 2500 | 85 | 0.009 | 1.9 | | |
| | | 高彩度形(H) | 2800 | 78 | 0.010 | 2.1 | | |
| | 高圧ナトリウム灯 | 効率本位形 | バナゴールドD | 2050 | 25 | 0.007 | 1.5 | |
| | | | バナゴールドS | 2100 | 25 | 0.012 | 2.5 | |
| | マルチハロゲン灯 | 標準形 | Lタイプ | 透明形 | 4700 | 65 | 0.079 | 16.5 |
| | | | | 蛍光形 | 4300 | 70 | 0.056 | 11.7 |
| | | | Sタイプ | 透明形 | 5500 | 65 | 0.120 | 25.0 |
| | | | | 蛍光形 | 5000 | 70 | 0.094 | 19.6 |
| | | SC形 | Lタイプ | 透明形 | 4000 | 65 | 0.100 | 20.8 |
| | | | | 蛍光形 | 3800 | 70 | 0.080 | 16.7 |
| Sタイプ | | | 透明形 | 4200 | 65 | 0.060 | 12.5 | |
| | | | 蛍光形 | 4000 | 70 | 0.038 | 7.9 | |
| 水銀灯 | 透明形 | 5800 | 14 | 0.182 | 37.9 | | | |
| | 蛍光形 | 3900 | 40 | 0.103 | 21.5 | | | |

※LEDは当社測定結果に基づく計算値であり、公称値ではありません。※LED照明器具の種類、構造などにより、厳密には値が異なります。

※相対値(%)は、自然光(天頂光青空)との比較です。

5 光色と演色性

展示室に利用される昼光は、天窓または高い側窓(仰角45°以上)の天空光で色温度の範囲は6,000~10,000Kです。これに対し使用される人工光は昼光の光色に近いものよりも、むしろ色温度の低い暖かみのある光色が好まれます。これはフランスのICOM(International Council of Museum)においても、表4のように、展示物に対する推奨照度と併せて使用光源の色温度の推奨値も定めており、許容照度が低い展示物の照明には色温度約2,900Kのランプの使用を推奨しています。

昼光または人工照明によって照明される展示物の色は正しく再現されなければなりません。昼光の場合は、特別に紫外線や赤外線をカットするフィルターを使用したりしないかぎり、色は忠実に再現されます。人工照明の光源の演色性は、可視波長領域の分光分布により決まります。平均演色評価数の高い光源(Ra=90以上の光源を使用することが望ましい)を使用するだけでなく、特殊演色評価数もできるだけ高い値の光源を使用することをお奨めします。

2 照明の設計例

現在では、高演色(Ra95)の直管LEDランプが開発されており、従来は蛍光灯を用いていた展示照明もLED化対応が可能となります。以下に設計例を示します。

1 展示ケースの照明

高演色形直管LEDランプと反射板を組み合わせることで配光制御を行い、均斉度の高い照明を実現します。

展示面寸法:12.8m×3.9m

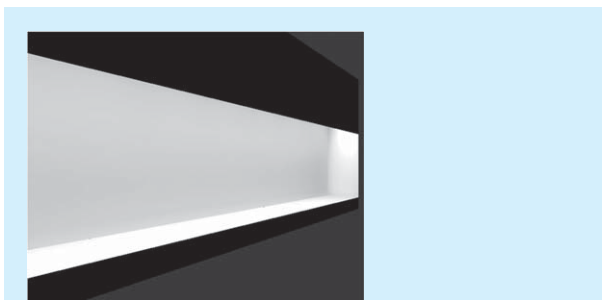
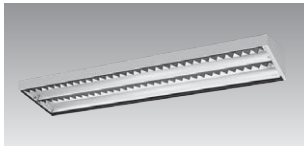
設計照度(鉛直照度):(展示ケース全体)200 lx(展示面)300 lx

使用光源:高演色形直管LEDランプ(4000K)

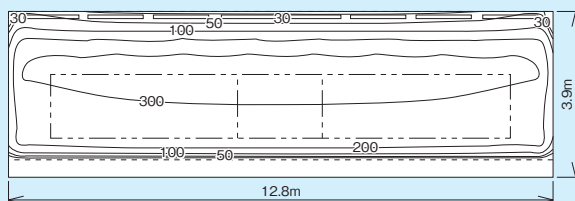
使用器具:上部用展示ケース器具(2灯用)8台

設置高さ:3.76m

保守率:0.8



照明イメージ



展示ケースの鉛直照度分布図

図3 展示ケースの照明設計例



図4 展示ケースの壁面照明(パナソニック汐留ミュージアム)

2 オープン展示の照明

展示面寸法:6.5m×3.0m

設計照度(鉛直照度):(展示面)200 lx

使用光源:高演色形直管LEDランプ(4000K)

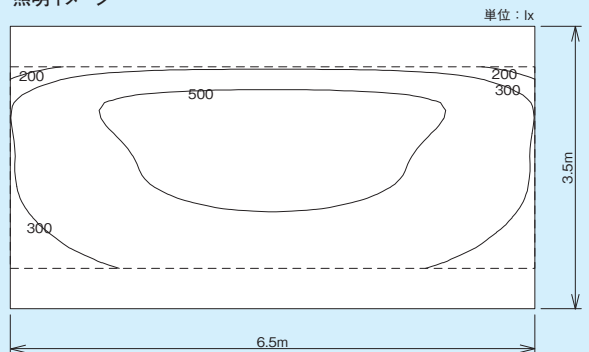
使用器具:オープン展示用照明器具(2灯用)5台

設置高さ:3.5m

保守率:0.8



照明イメージ



展示壁面の鉛直照度分布図

図5 オープン展示の照明設計例



図6 オープン展示の壁面照明 ©パナソニック

〔参考文献〕

- 1) JIS照明基準総則 Z9110-2010
- 2) 屋内照度基準 照明学会・技術規格JIES-008(1999)
- 3) I. E.S. Technical Report No.14
- 4) 河本康太郎:第13回JCIEセミナー資料(2007)
- 5) 国際照明委員会技術報告書(CIE-157-2004) Control of Damage to Museum Objects by Optical Radiation.
- 6) 日本照明委員会:博物館展示物の光放射による損傷の抑制(CIE-157-2004:日本語訳)
- 7) 照明学会 照明ハンドブック(第2版)、オーム社(2002)
- 8) 日本建築学会 建築設計資料集成 丸善