

## 「LASAレーザーライトショー安全基準」改訂の経緯

レーザー安全に関する規格 JIS C 6802は1988年に制定されて以来、2005年までの間に3回改訂されてきました。この間、人体に対するレーザーの安全に関する基準がMPEであることに違いはありませんが、レーザーライトショーなどに対してMPEの適用基準を具体的に示したものではありませんでした。2005年に初めて、IEC TC76の扱うIEC60825-1に、レーザーライトショー／ディスプレイについての項目がガイダンスとして追加されました。このガイダンスは、数回の改訂を重ねた後、2007年にIECの規格として受託されました。これらの動向を反映し、「LASAレーザーライトショー安全基準」は、「LASA安全基準」として、改訂されました。

## LASA安全管理責任者試験

LASAでは、レーザー機器を安全に利用する技術、知識を有する人材を育成するために、1985年からレーザー安全講習を定期的実施してきました。2008年より、その高い技術力を認定する目的で「LASA安全管理責任者試験」を実施します。

また、この試験に合格し、登録した者に対し、

「LASA安全管理責任者証（LSAライセンス）」

の発行を行うことになりました。

## LASA安全基準

### 1 適用範囲と対象

#### 1.1 適用範囲

劇場、アリーナなどの広い空間で、効果的なレーザーディスプレイを行うためには高出力のレーザー機器が必要になります。これらのレーザー機器は、使い方次第で、重大な事故を引き起こす可能性があります。このため、IECでは、十分なトレーニングを受けていない一般の人が行う展示、表示、エンターテイメントへの用途には、クラス1、2または、可視域クラス3Rのレーザーを使用すべきであり、それ以外のレーザー機器を使用する場合には、

「確かな技術と経験を積んだ者（レーザー安全管理責任者）」の管理下で行われるべきであると明記されています。この「LASAレーザーライトショー安全基準」は、こうした、高出力のレーザー機器を安全に使用するための基準です。

したがって、レーザーの安全に関する多くの原理や規格には相互に関係がありますが、この基準では、医療分野、科学研究分野などで使用されるレーザー機器については言及しません。この基準は、博物館やホールなどの文化施設、あるいは、公共の場などにおいて、芸術、展示、エンターテイメントなどを目的としたレーザーディスプレイを安全に行うための基準を定めています。

#### 1.2 対象

LASAレーザーライトショー安全基準は、LASA会員、および博物館やホールなどの文化施設、あるいは、公共の場などにおいて、芸術、展示、エンターテイメントなどを目的としたレーザーディスプレイを行うすべての者を対象に適用されます。

#### 1.3 参照資料

IEC 60825-1

IEC TR 60825-14

JIS C 6802 (1997)

財団法人光産業技術振興協会「レーザー安全ガイドブック」第4版

## 2 用語の定義

LASA安全基準で使用される用語は、次の意味で使用されます。

### 2.1 LSA (LASA Safety Administrator)

LASA安全管理責任者。レーザに関する安全性の評価とレーザディスプレイに関する十分な知識を持ち、レーザライトショーを安全に運営するための管理責任者。

### 2.2 補助関係者

補助関係者とは、レーザの使用に直接関わることはないが、レーザ機器の調整時間、上演時間などにおいて、会場内で作業する人々です。一般に、警備員、売店従業員、施設関係者などを想定しています。補助関係者と観客との違いは、事前に、レーザの使用やその危険性について周知させられているかどうかという点です。補助関係者が観客ゾーンへ立ち入る場合には、特に考慮すべきことはありません。補助関係者が出演者ゾーンへ立ち入る場合には、補助関係者に対して、事前に、出演者と同じレベルの説明が必要となります。

### 2.3 バリア

危険なレベルのレーザ放射があり得るゾーンと観客ゾーンとを仕切るために使用される柵など。

### 2.4 デザイナ

レーザの視覚効果を決定し、実施計画やレーザ機器の設置場所を決定する者。設置業者あるいはオペレータを含む場合もある。

### 2.5 ディスプレイ安全記録 (DSR) / 実施計画書

本文「5.4 運用」の項を参照。

### 2.6 設置業者

レーザ機器を設置、調整する者。メーカーや販売業者の作業がディスプレイに影響を与える場合は、その担当者も含まれる。

### 2.7 レーザプロジェクタ

レーザエフェクトを作り出すのに使用される機器。通常、レーザ光源を1台以上内蔵し、ビームの放射方向を制御する機能を有する。レーザ光源とレーザプロジェクタを光ファイバを用いて接続し、機器内部にレーザ光源を内蔵しないものも含まれる。

### 2.8 メーカー

レーザ製品の製造業者。レーザ製品の製造に関わる者、または、会社。

## 2.9 マスク

レーザービームが意図しない方向へ向かうことを防ぐために使用されるシート状の材料。通常、小さな穴を開け、ビーム経路を制限する目的で使用される。

## 2.10 モディファイヤ

上演内容、機材配置、ショーに使用するレーザーエフェクトなどを変更する権限を持つ人、あるいは、レーザー機器の部品などを交換できる権限を持つ人。レーザーエフェクトの安全性に大きく関わる場合は、メーカー、販売業者、デザイナーと同じ責任を負う。

## 2.11 オペレータ

レーザーまたは、プロジェクションシステムを直接操作する者。

## 2.12 出演者

ショーの出演者。ここで言う出演者とは、レーザーの使用に伴う危険性を事前に周知させることが可能で、レーザーについての安全指導が行われていることを前提とした出演者およびその関係者をいう。

## 2.13 出演者ゾーン

出演者が立ち入るエリア。この区域へのレーザー放射は、観客ゾーン限界（SZL: スペクテータ・ゾーン・リミット）を超える可能性がある。

## 2.14 スキャンパターン

レーザービームをスキャンすることで得られる演出効果。通常、ミラーの付いたガルバノメータを組み合わせることで実現される。

## 2.15 観客（スペクテータ）

ショーや展示などを鑑賞するために来場した観客。

ここでいう観客とは、レーザーの使用やレーザーに関する危険性などを事前に周知させることができないことを意味する。

## 2.16 観客ゾーン（スペクテータ・ゾーン）

観客が自由に出入りできる会場内のエリアに対して、一定の保安距離を確保した空間。この空間に対するレーザー放射は、観客ゾーン限界（SZL）をいかなる場合にも超えてはならない。図2、図3、図4を参照。

## 2.17 観客ゾーン限界（SZL: スペクテータ・ゾーン・リミット）

観客ゾーンに対するレーザー放射の最大レベル。

### 2.18 ターゲット

反射ミラーやグレーティングミラーなどの補助機器。レーザービームの終端としての意味にも用いられる。スクリーンなども含まれる。レーザープロジェクタからのレーザービームを反射、拡散、吸収、透過することを目的に使用される機器で、ターゲット自身からのレーザー放射はない。この意味で、レーザープロジェクタと区別される。

### 2.19 レーザ機器

レーザープロジェクタやターゲットを含め、レーザーディスプレイを構成する為に必要不可欠な機器の総称。ビーム経路に影響を及ぼす機器。

### 2.20 ディスプレイ/ショー

ここでいう、ディスプレイおよびショーは、レーザーを使用する、「レーザーディスプレイ」および「レーザーライトショー」をさす。

### 2.21 アライメント作業

アライメント作業とは、レーザープロジェクタやターゲットなどを設置し、ビーム経路を決定するための調整作業。

### 2.22 MPE (Maximum Permissible Exposure)

レーザー光の安全性を評価するために決められた最大許容露光量。値は、露光時間とレーザー光の波長によって異なる。

### 3 観客ゾーン限界 (SZL) とレーザ放射に対するMPE

#### 3.1 MPEの遵守

いかなる場合においても、人の目や皮膚に対してのMPEを超えるレーザ放射が行われることがあってはならない。特定のグループに対するレーザの最大放射レベルは、それぞれのグループに対して定められる最大露光時間に依存する。

#### 3.2 観客ゾーン限界 (SZL)

観客ゾーン内のレーザ放射レベルは、IEC 60825-1の13節 \*1にあるビーム内観察MPEを超えてはならない。このMPEは、ショーまたは、ディスプレイ中に考えうる最大の露光時間を考慮し、IEC 60825-1の表6からtを適用しなければならない。観客ゾーン内において、双眼鏡などの使用が考えられる場合は、算出されたMPEに0.02を乗じた値を採用する。レーザ放射レベルがスキャンニングによって保たれている場合は、スキャンニング・セーフガードの最大反応時間 (図1) に対するビーム内観察MPEも超えてはならない。また、スキャンニング・セーフガードの無い装置によるスキャンニングの場合は、レーザ放射のCWレベルに対するビーム内観察MPEも超えてはならない。

ビームがフォーカスしたり、スキャンパターンの最後のポイント上で停止する場合などを考慮し、観客ゾーン内のすべてのエリアに対し、レーザ放射の危険性がより大きくなる可能性があることに注意する。

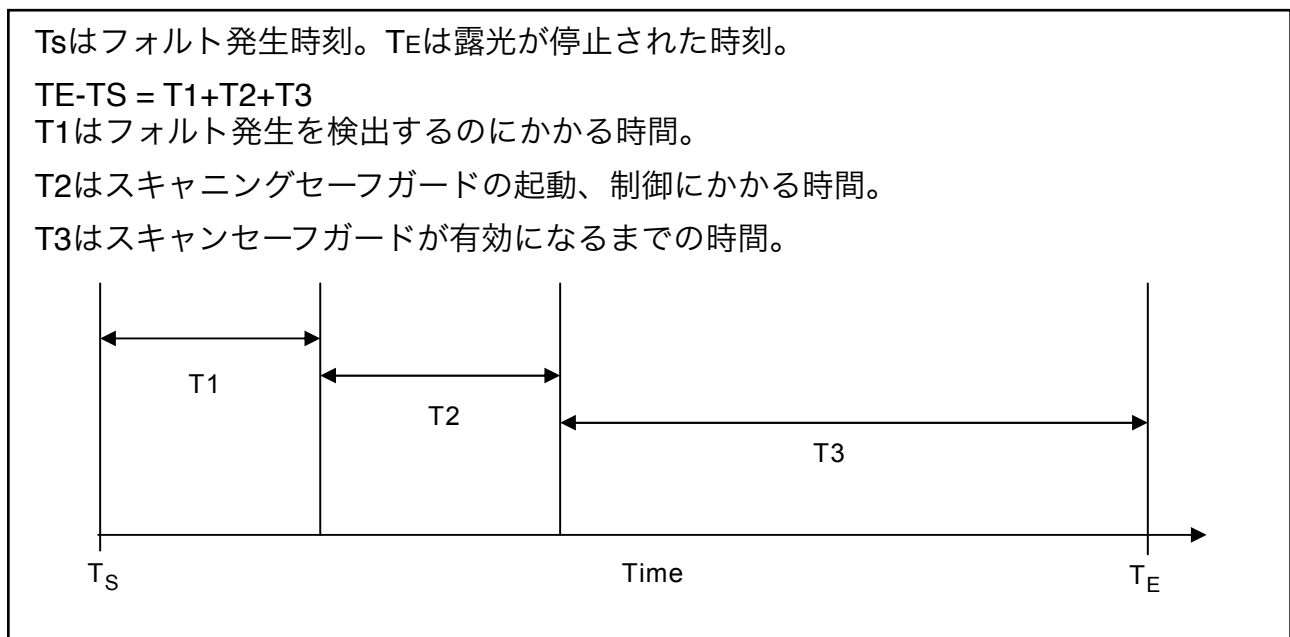


図1 スキャンニングセーフガード反応時間

<sup>1</sup> JIS C6802の場合も節番号は同じ

### 3.3 補助関係者MPE

補助関係者に対するMPEは、ビーム内観察に対する角膜上でのMPEを適用する。(IEC 60825-1の表6を参照<sup>2)</sup>)。このMPEは、観客ゾーン以外に出入りする可能性があり、行動を制約できない、また、ゴーグルなどの保護器具を提供することの困難な関係者に適用される。しかし、補助関係者に対して、レーザを直視しないよう事前に指導することが可能である場合に限り、露光時間  $t$  は、 $10^{-9}$  乗～0.25秒を採用できる。

### 3.4 出演者MPE

出演者に対するMPEは、ビーム内観察に対する角膜上でのMPE (IEC 60825-1の表6を参照) を適用する。以下の対策を行った上で、皮膚に対するMPE (IEC 60825-1の表8を参照) を適用することができる。

- 出演者に対して、適切なレーザに関する安全の指導を行う。
- 出演者に対して、演技や振り付けなどに伴うレーザの使用を事前に周知できる。
- 出演者に対して、必要に応じて、ゴーグルなどの保護具やそれに代わる衣装などが提供され、その使用方法を指導できる。
- 適切な最大露光持続時間を考慮する。

表1 MPE選択基準の要約

ゾーン	通常時の放射限界	予測可能な障害発生時の放射限界
観客ゾーン	ビーム内観察に対するMPE。	スキャニングセーフガードあるいは、その他の放射停止装置の反応時間に対するMPE。
補助ゾーン	ビーム内観察に対するMPE。 0.25秒を適用する場合は、直視を防ぐための指導が必要。	ビーム内観察に対するMPE。 0.25秒を適用する場合は、直視を防ぐための指導が必要。
出演者ゾーン	ビーム内観察に対するMPE 0.25秒を適用する場合は、直視を防ぐための指導が必要。 皮膚に対するMPEを選択する場合は、適切な対策を施す。	ビーム内観察に対するMPE。 0.25秒を適用する場合は、直視を防ぐための指導が必要。

<sup>2</sup> JIS C6802 節13表6

#### 4 機器およびディスプレイ仕様（製造の要件）

- 4.1 レーザプロジェクション機材には、IEC 60825-1の節2にある要件が適用される。
- 4.2 予期しないレーザ放射を防ぐため、レーザ出射口は、十分に耐久性のある材料を用いてマスクする。ソフトウェアによるマスクも使用できるが、特に、観客ゾーン内の限定されたエリアへビームを放射する場合は、機器の障害に備えて、物理的なマスクを考慮する。
- 4.3 レーザプロジェクタおよびターゲットは、振動、揺れ、風などで容易に動かないように固定する。
- 4.4 スキャニングデバイスとその制御システムは、通常動作時と予測可能な障害発生時において、以下の項目が防止できるよう設計されていなければならない。
- a) 観客への露光レベルは、ビーム内観察MPEを超えない。
  - b) 補助的関係者への露光レベルは、ビーム内観察MPEを超えない。トレーニングにより直視を防げる場合は、0.25秒のビーム内観察MPEを超えない。
  - c) 出演者への露光レベルは、0.25秒のビーム内観察のMPEを超えない。トレーニングにより、目への直接露光を防げる場合は、皮膚へのMPEを超えない。
- 4.5 常設されるレーザシステムは、非常停止スイッチを1カ所以上、容易に操作できる場所へ設置する。
- 4.6 ショーまたは、展示が、直ちにレーザ放射を停止できるオペレータの継続的な監視下にある場合は、高さ方向2.5m、水平方向2.5m (\*3) の保安距離をとる。図2、図3を参照。
- 4.7 ショーまたは、展示が、直ちにレーザ放射を停止できるオペレータの継続的な監視下でない場合は、高さ方向3.6m、バリアから水平距離1.5m (\*4) の保安距離をとる。図4を参照。

---

3 バリアを用いる場合: 水平距離 > 1.5m

4 オペレータの監視下でない場合は、バリアの設置は必須。

## 5 デザイナ、設置業者、オペレータ、出演者の義務

### 5.1 教育・指導

5.1.1 デザイナ、設置業者、モディファイヤとオペレータは、レーザの安全に関する十分な教育を受け、MPEを超えるレーザ放射が、観客ゾーンに対し行われることのないようにする義務がある。デザイナは、MPEを超えるレーザ放射のあるエリアの警備に関する要件についても習熟している必要がある。また、設置業者に対して、必要な警告表示の掲示や配置についても指導を行う。

5.1.2 設置業者、出演者、補助的關係者は、レーザ放射がMPEレベルを超えるエリア内において、危険な露光を防止するための適切な対策と機材の安全な使用方法についての教育を受けている必要がある。

### 5.2 デザイナ、設置業者、オペレータによる計画

5.2.1 レーザプロジェクタ、ターゲットなどの設置場所と観客、出演者に関係のある建築の特徴を示す計画書や立面図、スケッチなどを準備する必要がある。図面上で、保安距離、観客に対する露光量が適切に確保されることを確認する必要がある。予測可能な火災、地震などの非常時に備えた対策を用意しなければならない。設置される機材やレーザが投影されるエリアによって、非常口や避難経路を妨げないように計画する。また、雨や風などによるターゲットなどへの影響も配慮する。

5.2.2 ディスプレイ安全記録の作成は、1名以上のLSAの指導のもとで行われる。

5.2.3 国または地方自治体の関係省庁の指導を受ける必要がある場合は、計画段階の早期に届出を行う。また、監督団体が、許可証や届出要件について定めている場合は、その提出期限に従う。届出には、場所、日付、調整時間、ショーと現場の責任者の連絡先、使用されるレーザー機器の仕様や数量、レーザーによる演出内容などが含まれる。

届出は、以下の範囲にわたる場合がある。

- 空港事務所の管制保安部（航空路および空港周辺へのプロジェクション）
- 海上保安本部交通安全課（管制海域へのプロジェクション）
- その他関係当局（河川、湖、埠頭などでのプロジェクション）
- 警察署（催し物の届け）
- 消防署（催し物の届け）

地方の航空当局への届出には、地理的な座標、方位角、高度などに関する投影計画を要求される場合がある。これらの仕様に関する国際的な手引き書としては、International Civil Aviation Organization (Manual on Laser Emitters and Flight Safety, Doc 9815 AN/447, 2003)を参照してください。

### 5.3 設置・調整・アライメント

- 5.3.1 設置・調整には十分な時間をとる必要がある。特にアライメント作業中は、関係者以外の出入りを制限する必要がある。アライメント作業中にMPEを超えるレーザー放射のある場所への入り口には、警告表示やバリアを設けなければならない。
- 5.3.2 調整を目視で行う場合は、必要最小限の放射レベルで行う必要がある。調整結果の確認は、最大出力においても行い、意図されていないビームが放射されていないことを確認し、問題があれば修正する。
- 5.3.3 スキャニングセーフガードの動作確認や非常停止スイッチなどの確認作業も行う。更に、警告表示やバリアなどが適切に施されていること、設置したレーザー機器がしっかりと固定されていることも確認する。
- 5.3.4 レーザー機器およびターゲットは、調整終了後から上演までの間、何らかの原因で調整不良または、調整不十分になることを防ぐために、プロジェクションブースなどの安全が確保されている場所に設置するか、警備員を配置するなどの対策が必要である。
- 5.3.5 非常時の対応について、安全または、警備に関わる人員とオペレータとの間の連絡方法などについて十分な協議、調整が行われなければならない。非常時において、観客からレーザー露光を防ぐ、または、他の危険を回避するための協力が得られることを期待してはならない。また、レーザービームが観客の頭上を通過することが予定されている場合は、観客が反射性のバルーンなどを持ち込むことを禁止しなければならない。
- 5.3.6 オペレータは、許可申請書類の写しを所持しなければならない。

## 5.4 運営

### 5.4.1 ディスプレイ安全記録 (DSR)

LSAは、実施計画を作成し、その計画がどのように実施・変更されたかについて記録する。変更が生じた場合は、速やかに施設管理者へ報告する。

#### DSR書式

- (1) レーザ機器使用届出 (LASA書式)
  - a) 申請書
  - b) 使用機材一覧
  - c) レーザ効果使用時間帯
- (2) レーザ機器設置場所、ビーム経路と各ゾーンを示した図面 (書式なし)
- (3) 変更・実施の記録 (LASA書式)

5.4.3 高出力での運転に先立って、オペレータは、計画にあるすべての演出内容について、機器の調整に不良がないことを、必要最小限の出力にて確認する必要がある。

5.4.4 オペレータは、すべての演出内容について、目視による確認を行う。すべての範囲がオペレータから目視できない場合は、通信連絡の可能な監視員を配置して行う。

5.4.5 オペレータは、観客の行動により、危険な状況が発生した場合には、プロジェクトを直ちに停止する。危険な状態とは、結果として、観客、出演者、オペレータおよび関係者に対し、この基準 (3.2、3.3および3.4) の定める放射限界を超える露光が予測される場合をいう。

## 6 特別な検討事項

### 6.1 ホログラフィックディスプレイ

ホログラフィック画像の再生にレーザーが使用される場合。観客に対するレーザー放射のレベルが、この規約3.2、3.3、3.4に定める限界を超えないこと。

### 6.2 紫外レーザーによるプロジェクション

ホログラフィック画像の再生や蛍光性の材料を光らせる目的で紫外レーザーが利用される場合、目に見えない光である（レーザー放射の存在に気がつかない）ことに留意する。観客の衣服、化粧などを蛍光発光させるような目的で紫外レーザーを観客に向けてはならない。

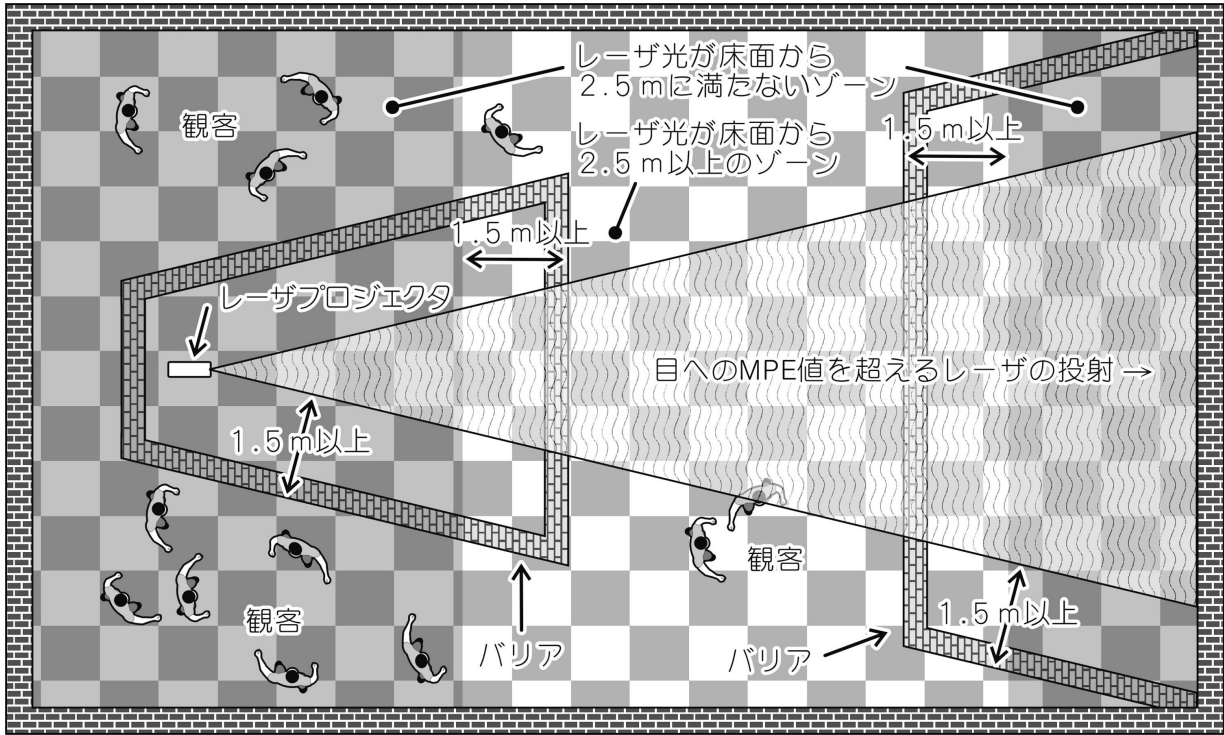


図2 オペレータ監視下における観客ゾーン

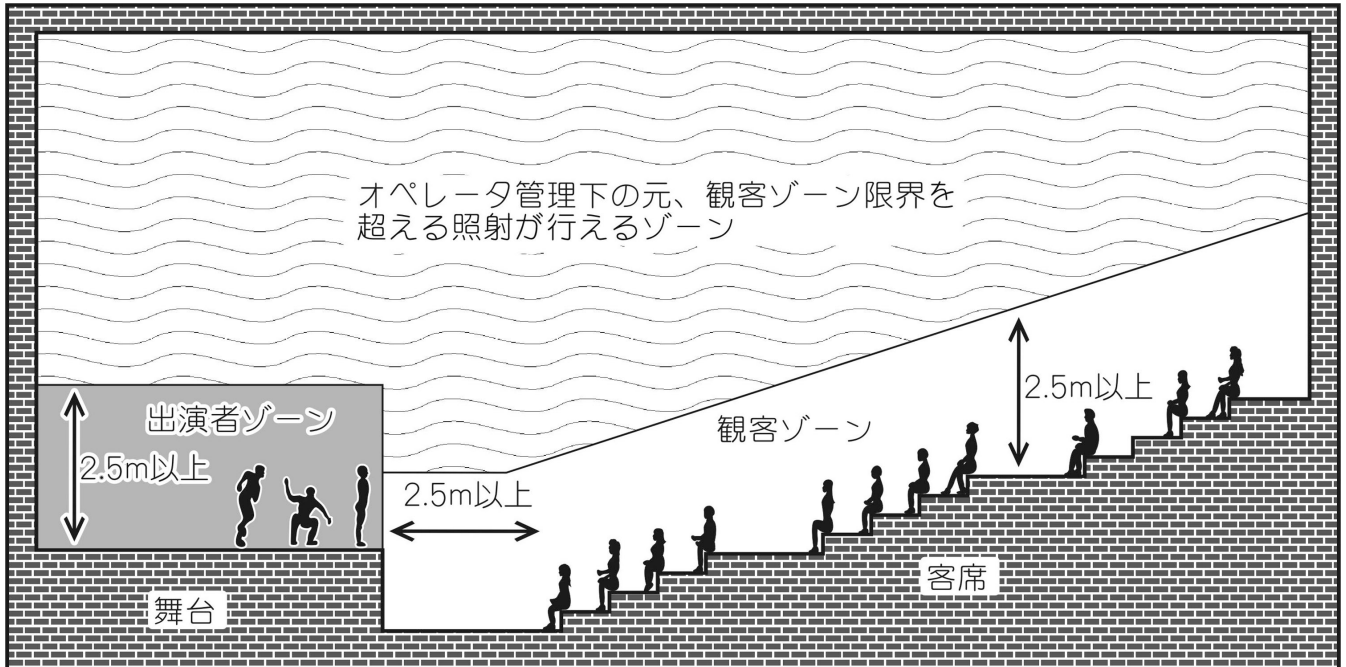


図3 オペレータ監視下における観客ゾーン

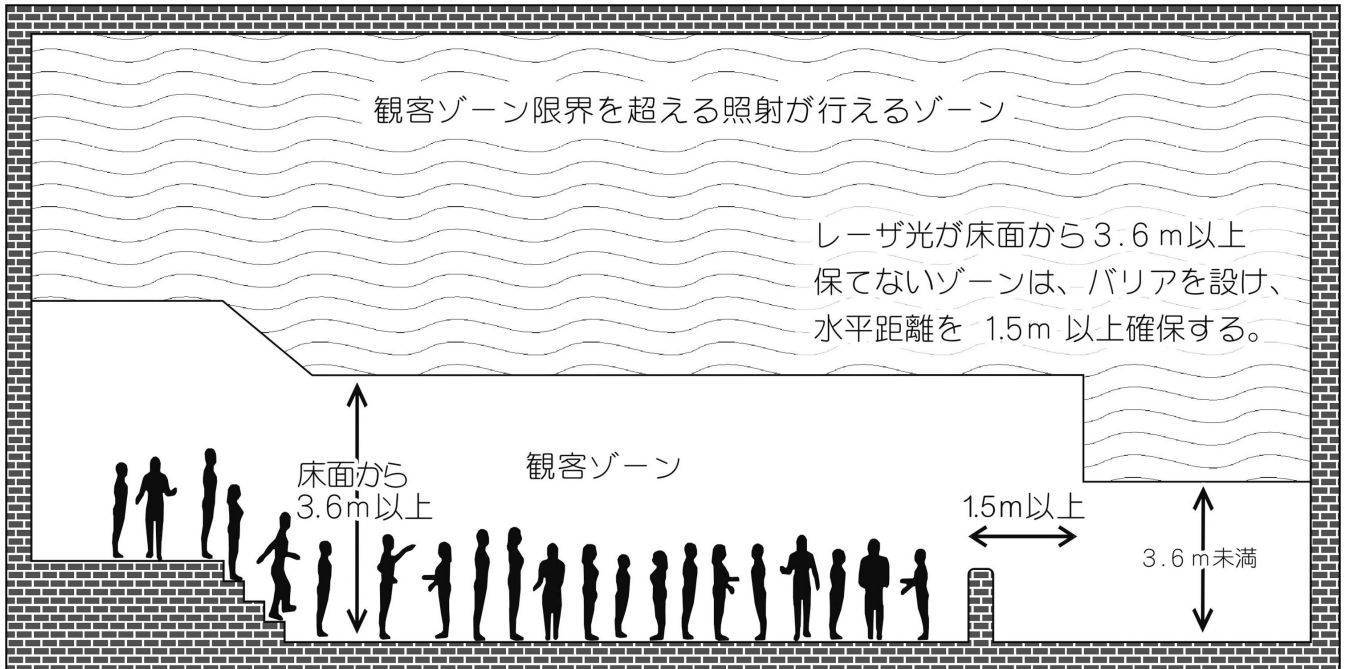


図4 オペレータ監視下でない観客ゾーン