

JT-H430.5

超高臨場ライブ体験 (ILE: Immersive Live Experience) : ILE 表示環境の参照モデル

Immersive Live Experience:
Reference models for immersive live
experience (ILE) presentation environment

第 1.0 版

2022 年 5 月 19 日制定

一般社団法人
情報通信技術委員会

THE TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY COMMITTEE



本書は、一般社団法人情報通信技術委員会が著作権を保有しています。
内容の一部又は全部を一般社団法人情報通信技術委員会の許諾を得ることなく複製、転載、改変、転用及びネットワーク上での送信、配布を行うことを禁止します。

目次

<参考>.....	5
1. 規定範囲.....	6
2. 参考文献.....	6
3. 定義.....	6
3.1 他の標準にて定義された用語.....	6
3.2 本標準にて定義する用語.....	6
4. 略称.....	6
5. 慣例.....	6
6. ILE 視聴会場の概要.....	7
6.1 表示環境の種類.....	7
6.2 劇場スタイルの表示環境.....	8
6.3 オープンスタイルの表示環境.....	9
6.4 アリーナスタイルの表示環境.....	9
7. ILE 表示環境の参照モデル.....	10
7.1 劇場スタイルの表示環境の参照モデル.....	10
7.1.1 劇場スタイルの参照モデルの構成.....	10
7.1.2 参照モデルのオプション.....	11
7.2 オープンスタイル表示環境の参照モデル.....	12
7.2.1 オープンスタイルの参照モデルの構成.....	12
7.2.2 参照モデルのオプション.....	13
7.3 アリーナスタイルの表示環境の参照モデル.....	14
7.3.1 アリーナスタイルの参照モデルの構成.....	14
7.3.2 参照モデルのオプション.....	15
Appendix I Example of functional blocks for presentation environment.....	16
Appendix II Implementation guidelines for ILE presentation environment using the reference models.....	18
II.1 Implementation guidelines for proscenium style presentation environment.....	18
II.1.1 Variety of options.....	18
II.1.2 Considerations for projection.....	20
II.1.3 Screen layout example.....	20
II.1.4 Consideration for Sound/Audio.....	21
II.1.5 Consideration points for proscenium style presentation environment.....	22
II.2 Implementation guidelines for open style presentation environment.....	22
II.2.1 Variety of options.....	22
II.2.2 Considerations for projection.....	23
II.2.3 Screen layout example.....	23
II.2.4 Consideration for Sound/Audio.....	25
II.2.5 Consideration points for open style presentation environment.....	25
II.3 Implementation guidelines for arena style presentation environment.....	25
II.3.1 Variety of options.....	25
II.3.2 Considerations for projection.....	26
II.3.3 Screen layout example.....	26

II.3.4	Considerations for Sound/Audio	27
II.3.5	Consideration points for arena style presentation environment.....	27
文献一覽	28

<参考>

1. 国際勧告などとの関連

本標準は、超高臨場ライブ体験（ILE: Immersive Live Experience）のための表示環境の参照モデルについて規定しており、2020年9月にITU-T SG16において発行されたITU-T勧告H.430.5に準拠している。

2. 上記勧告などに対する追加項目など

2.1 オプション選択項目

なし

2.2 ナショナルマター決定項目

なし

2.3 その他

なし

2.4 原勧告との章立て構成比較表

章立てに変更なし

3. 改版の履歴

版数	発行日	改版内容
第1版	2022年5月19日	制定

4. 工業所有権

本標準に関わる「工業所有権の実施の権利に係る確認書」の提出状況は、TTC ホームページでご覧になれます。

5. その他

(1) 参照している勧告、標準など

TTC 標準 JT-H430.2, JT-H430.4

ITU-T 標準 H.430.1, H.430.2, H.430.3, H.430.4, H.265

ITU-R 標準 BT.2074-1

ISO/IEC 標準 14496-3, 14496-12, 23008-1

6. 標準作成部門

マルチメディア応用専門委員会 ILE-SWG

1. 規定範囲

超高臨場ライブ体験（ILE: Immersive Live Experience）において、イベント会場での観客の体験と同等の非常にリアルな感覚や没入感を再現する ILE 視聴会場の設計とセットアップ時間を短縮するために、この標準は ILE 表示環境の 3 つの参照モデルを提供する。この標準は、ITU-T H.430 シリーズ勧告で説明されている ILE サービスをサポートする。また、表示環境の機能ブロックの例と、参照モデルに基づく実装ガイドラインも紹介する。

2. 参考文献

以下の ITU-T 勧告およびその他の参考文献には、規定条項が含まれており、本標準の本文で参照することによって、本標準の規定条項を構成することになる。出版の時点では、表示されている版が有効である。これら全ての標準や勧告とその他の参考文献は、改定される可能性があるため、本標準の利用者は、以下に示された標準、勧告および参考文献の最新版の適用可能性を確認することを推奨する。現在有効である ITU-T 勧告リストは定期的に発行されている。

- [ITU-T H.430.1] Recommendation ITU-T H.430.1 (08/18), Requirements for immersive live experience (ILE) services.
- [ITU-T H.430.2] Recommendation ITU-T H.430.2 (08/18), Architectural framework for immersive live experience (ILE) services.
- [ITU-T H.430.3] Recommendation ITU-T H.430.3 (08/18), Service scenario of immersive live experience (ILE).
- [ITU-T H.430.4] Recommendation ITU-T H.430.4 (11/19), Service configuration, media transport protocols, signalling information of MPEG media transport for immersive live experience (ILE) systems.

3. 定義

3.1 他の標準にて定義された用語

この標準では、他の標準にて定義された以下の用語を用いる。

3.1.1 超高臨場ライブ体験（ILE: Immersive Live Experience） [ITU-T H.430.1]

センサ情報収集、メディア処理、メディア転送、メディア同期、メディア表示などのマルチメディア技術の組み合わせで実現された高臨場感により、あたかも遠隔会場の観客が実際のイベント会場に入り、観客の目の前で実際のイベントを見ているかのように、イベント会場と遠隔会場の両方の観客の感動を刺激する共感視聴体験。

3.2 本標準にて定義する用語

なし。

4. 略称

本標準では、下記の略称を使用している。

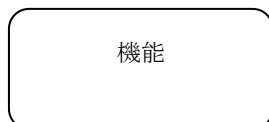
- ILE Immersive Live Experience
- MMT MPEG Media Transport
- WFS Wave Field Synthesis

5. 慣例

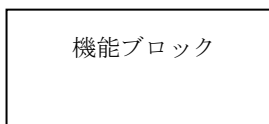
本標準では、

- 「求められる」は、厳密に従うべき要求条件を示し、その要求条件からの逸脱は許されない。本標準へのコンフォーマンスが訴求される場合、本要求条件が要求される

- 「推奨される」は、推奨されるが無条件に「求められる」のではない要求条件を示す。従って、この要求条件はコンフォーマンスの訴求のために必ずしも示す必要はない。
- 「オプションで対応する」は、「推奨される」のではなく容認可能な任意の要求条件を示す。ベンダがそのオプションを（選択できるように）実装したり、その特徴がネットワークオペレータやサービスプロバイダから任意の方法で提供されたりすることを意図するものではない。むしろ、ベンダが任意にこの特徴を提供するかもしれないし、本標準に従ってコンフォーマンスを訴求するために用いるかもしれないことを意味する。
- 「機能」は、機能要素の集まりで定義される。本標準では、以下のシンボルで表現される。



- 「機能ブロック」は、この標準の中での記述における詳細レベルでは、これより細かく分割しない機能要素の集合として定義される。以下のシンボルで表現される。



素の集合として定義される。以下のシンボルで表現される。

注 - 将来、他の標準でこれらの機能ブロックをさらに分割することがある。

「機能」と「機能ブロック」の境界線と「機能」と「機能ブロック」の関係線は実線もしくは破線で描かれる。実線は機能要素や関係が要求されることを意味し、破線は任意の機能要素や関係であることを意味する。

6. ILE 視聴会場の概要

6.1 表示環境の種類

ILE には、[ITU-T H.430.2]で定義されているように、劇場スタイル、オープンスタイル、アリーナスタイルなど、視聴環境にいくつか種類がある。これらの概念を図 6.1 に示す。

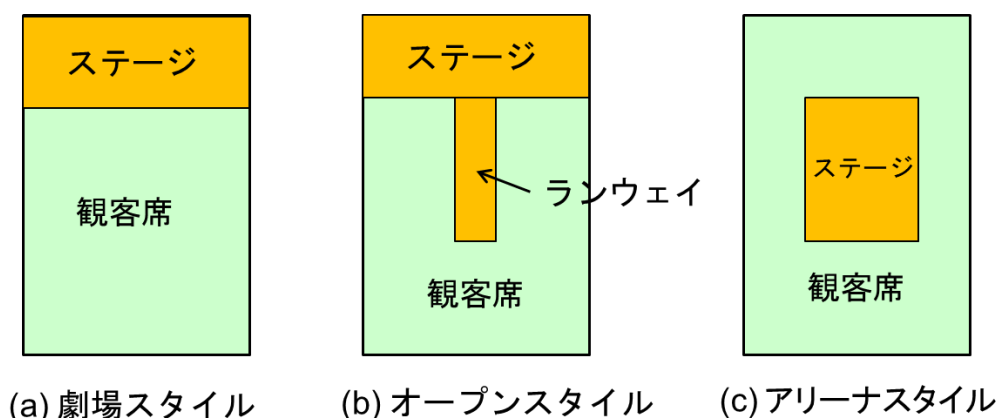


図 6.1 – 表示環境の種類 [ITU-T H.430.2]

a) 劇場スタイル

多くの劇場では、観客は彼らの前にあるステージやスクリーンを見るため、図 6.1(a)に示すように、舞台は劇場の一方の端にあり、観客席はもう一方の端に位置している。この種類の表示環境は劇場スタイルと呼ばれており、詳細は[ITU-T H.430.2]で説明している。

b) オープンスタイル

多くのコンサートホールには、図 6.1(b)に示すように 1 つ以上のステージやランウェイ（花道）があり、観客はさまざまな角度からパフォーマンスを見ることができる。この種類の劇場はオープンスタイルと呼ばれている。オープンスタイルには、1 つ以上のランウェイがあるステージを持つ劇場や、1 つ以上のアイランドタイプのステージを持つ劇場など、多くの種類がある。詳細は[ITU-T H.430.2]で説明している。

c) アリーナスタイル

アリーナスタイルは、劇場の中心に 1 つの競技場または 1 つのステージを持っており、観客はステージの周りから 360 度のパフォーマンスを見ることができる(図 6.1(c))。詳細は[ITU-T H.430.2]で説明している。

6.2 劇場スタイルの表示環境

劇場スタイルでは、観客全員がステージの方向を見ている。視聴会場でこの環境を再構築するために、1 つまたは複数のディスプレイを会場の片方に配置する。イベント会場から視聴会場にライブストリーミングで送信されるライブトークショーや講義がこの事例に該当する。視聴会場側では、制御、受信、表示という 3 つの機能が必要となる。劇場スタイルの表示環境で ILE サービスを提供するには、以下の機能が必要である。

– 制御機能

- 制御
制御機能として、ハードウェアとオペレーティングシステム (OS)がある。
- 常駐機能
常駐機能は、コンテンツ選択を可能にするメニュー画面などのユーザインタフェースを提供する。ディスプレイデバイスの設定機能を持つ場合がある。常駐機能は、コンテンツを再生するためにレンダラを呼び出す。
- 入力インターフェイス
入力インターフェイスは、ユーザが受信機能を制御または操作できるように入力デバイスを接続する。このインターフェイスには USB が使用される場合がある。
- 入力デバイス
入力デバイスは、通常、キーボードとポインティングデバイスである。

– 受信機能

- 通信インターフェイス
通信インターフェイスは、ユーザインタフェース、符号化コンテンツデータ、およびその他の制

御情報のデータを処理するために使用する。たとえば、通信インタフェースとして HTTP、HTTPS、および MMT が使用できる。

- ストリーミングコンテンツの受信機能
ストリーミングコンテンツの受信機能は、通信インタフェースを介してイベント会場から送信されたコンテンツを受信し、それを表示機能に直ちに転送する。
- 受信コンテンツの保存機能
ダウンロードした受信コンテンツの保存機能は、通信インタフェースを介してイベント会場から送信されたコンテンツを受信し、表示機能に転送する前にコンテンツを保存する。
- 通信機器
通信デバイスは、通信インタフェースを介してネットワークに接続するために使用される。ネットワークインタフェースカードは通信機器として使用できる。

－ 表示機能

- 表示機能
表示機能は、ユーザインタフェースとコンテンツを表示するためのレンダラから成る主要技術である。映像や音声だけでなく、照明情報などの舞台演出に対する様々な信号も扱う。
- レンダラ
この機能は、ビデオおよびオーディオの様々な形式の符号化コンテンツをビデオおよびオーディオ信号に復号する。また、照明情報などの他の情報を復号することもある。
- 表示インタフェース
表示インタフェースは、受信機能とディスプレイデバイス間のビデオコンテンツ用のインタフェースである。HDMI は、このインタフェースに使用される場合がある。
- ディスプレイデバイス
ディスプレイデバイスはビデオコンテンツを出力する。液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイ、プロジェクタなどが一般的に使用される。

6.3 オープンスタイルの表示環境

オープンスタイルの表示環境は劇場スタイルに似ているが、視聴会場の中央もしくは(両方の)側面にステージがある。歌舞伎¹や音楽コンサートに使用されるような一部の ILE サービスでは、実際の人物(俳優または演奏者)とスクリーンに表示される擬似 3D 画像(オブジェクト)を組み合わせることで、オープンスタイルの表示環境を使用すると考えることができる。1 つの正面ステージと 2 つのサイドステージ、正面ステージと背面ステージなど、いくつかの形式がある。ステージでは、実際の俳優や演奏者が画面に表示された画像と共演することができる。

オープンスタイルの表示環境の機能として、劇場スタイルの全ての表示機能に加えて、実際の人と画像を組み合わせるための機能が必要となる。

6.4 アリーナスタイルの表示環境

アリーナスタイルの表示環境では、観客はステージの周り、つまりステージの前後左右から視聴する。この環境を視聴会場で再構築するには、少なくとも 4 つのディスプレイが必要となる。4 面表示装置の例を図 6.2 に示す。この例では、イベント会場の実際の大きさを縮小した視聴会場イベントが再現されており、4 つのハーフミラー(図中 1 ~ 4)は 4 面ピラミッド形状で結合され、各ハーフミラーはハーフミラーの上にある平面ディスプレイ装置の画像を反射して仮想イメージを表示する。各ハーフミラーは、垂直的に仮想イメージを表示するため 45 度の角度で配置され、フロア(またはステージ)は、仮想イメージの床として機能するためにハーフミラーの内部に設置されている。

¹ 歌舞伎は、17 世紀にさかのぼるルーツを持つ日本の伝統的な人気舞台演劇である。ユネスコ無形文化遺産です。

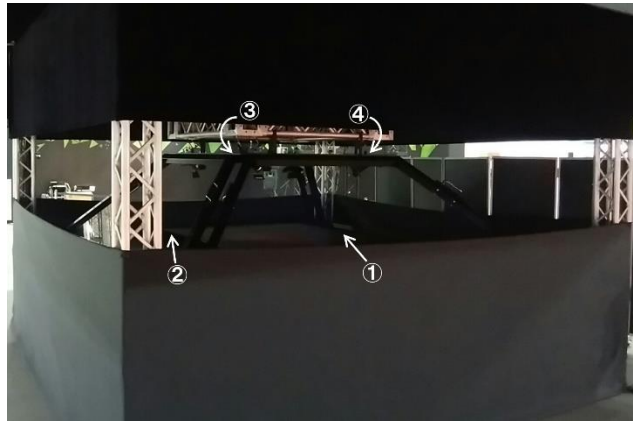


図 6.2 - アリーナスタイルの表示環境の例

ハーフミラーに表示される各画像は、ピラミッド型の表示装置の内側のステージ上の空間に浮かんでいるかのように見える。4つのハーフミラーの仮想イメージの画像を交差させ、ハーフミラーと関連するディスプレイの距離を調整することで、ハーフミラーによって反射された仮想イメージをステージの中心に配置することができる。4つのディスプレイに同期した画像を表示することにより、アリーナスタイルの表示環境の4方向から仮想イメージがステージの中央に表示されているように見せる。

4面表示装置に表示される仮想画像によって奥行き感を表現するためには、画像に奥行き表現を追加する画像処理を実行する深度表示機能が必要である。またイベント会場では、物体の3次元位置情報を収集するために位置測定機能が必要となり、オブジェクトの3次元位置を計測し、追跡する必要がある。また、撮像、オブジェクト抽出、位置測定、オブジェクト追跡によって収集されたさまざまな種類の情報を統合することも必要となる。映像、音声、その他のイベント会場から視聴会場への情報の同期伝送も必要となる。

アリーナスタイルの表示環境の制御、受信、表示機能は、劇場スタイルの表示環境と同一である。

7 ILE 表示環境の参照モデル

7.1 劇場スタイルの表示環境の参照モデル

劇場スタイルの表示環境は、基本的には多くの観客が同時に一方向の視聴環境を提供する基本的なスタイルである。劇場スタイルの表示環境の参照モデルは、ディスプレイの位置、表示環境上のオブジェクト追跡、表示されたオブジェクトへの音像定位、およびその他の考慮点でからなる。

7.1.1 劇場スタイルの参照モデルの構成

図 7.1 にディスプレイの位置を示す。前景用と背景用にそれぞれ1つずつの2つのスクリーン、ステレオ音声を提供する2つのスピーカーがある。3D画像を再現するために、画面が複数のディスプレイから構成されている場合、ディスプレイ位置のx-y-z座標を測定する必要がある。前面スクリーンは、通常、背面スクリーンに表示される画像を透過するように透明ディスプレイとする。

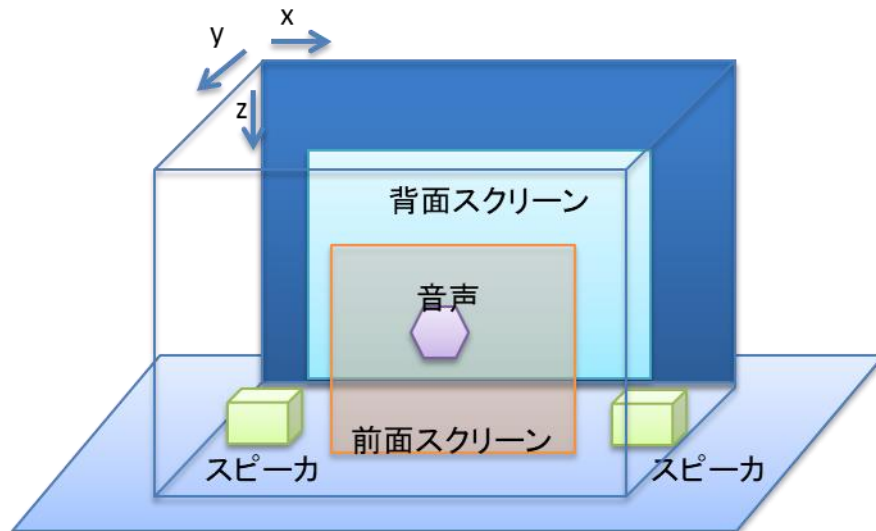


図 7.1 - 劇場スタイル参照モデルにおけるディスプレイの位置

前面の透明ディスプレイに擬似3D画像を表示する最も簡単な方法の1つは、ハーフミラーを使用したPepper Ghostである。45度に傾いたハーフミラーは、平面ディスプレイ上の画像を反射して、観客に仮想イメージを見せる。図 7.2 は、1つのディスプレイと1つのハーフミラーを有する表示メカニズムを示す。

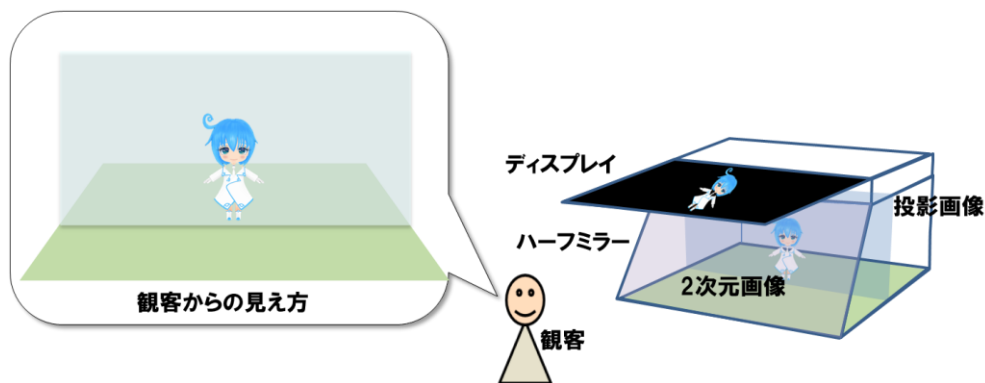


図 7.2 - Pepper Ghostによる仮想イメージの表示機構

図 7.2 に示すように、実際はハーフミラーに投影された仮想イメージであるが、観客は実際の三次元イメージを見ているかのように感じる。このメカニズムの基本原理は、1860年代にさかのぼる古い錯覚技術であるPepper Ghostと呼ばれるものである。ハーフミラー上に表示される画像は、ハーフミラーとディスプレイ間の距離を調整することで、床の中央に擬似3Dで投影することができる。

7.1.2 参照モデルのオプション

上記の参照モデルは基本構築モデルである。以下の拡張オプションがある。

基本モデル - 前景画面と背景画面

- 1) イベント会場で抽出した画像が前面スクリーンに表示され、背景画像が同時に背面スクリーンに表示される。前面スクリーンは、Pepper Ghost原理を使用して擬似3D画像を投影することができる。

表示オプション:

- 2) 前面スクリーンのみ
このオプションでは、背景画像のない1つ以上の前面スクリーンが使用される。このオプションは主に、発表者の画像のみが提供される講義スタイルのイベントに使用される。このオプションでは、プレゼンテーション画面やスライドなどの追加のイメージの使用も考えられる。

- 3) 背面スクリーンのみ
このオプションでは、前景画像のない 1 つまたは複数の背面スクリーンを使用する。背面スクリーンは、非常に高い解像度(8K以上など)で、非常に広い視野角を持ち、観客が高臨場覚を得ることができるようにする必要がある。

物理オブジェクトオプション:

- 4) 静的物理オブジェクト
基本モデルに加えて、1 つ以上の静的物理オブジェクトを前面と背面スクリーンの間、または前面スクリーンの前に配置して、観客がよりリアルな感覚を感じるようにすることができる。静的な物理オブジェクトの例としては、卓球台、バドミントンネット、講義表彰台などがある。
- 5) 動的物理オブジェクト (実際の演技者)
基本モデルまたは静的物理オブジェクトオプションに加えて、移動する物理オブジェクトを追加することもできる。特に、1人以上の実際の人が視聴会場に表示された画像を使って演技し、観客が新しいタイプのエンターテインメントを楽しむことができる。

オーディオオプション:

- 6) 音像定位
上記のオプションに加えて、音像定位は、非常に広い画面を使用する場合に観客により現実的な感覚を与えることができる。左右の方向からの音を提供するステレオ音声とは対照的に、音像定位は表示された擬似3D画像に合わせた音の三次元位置を提供する。

上記のオプションは、表示オプション、物理オブジェクト、オーディオの 3 つのグループに分類され、大画面を持つ比較的大きなホールの「音像定位」と「静的物理オブジェクト」の組み合わせなど、相互に組み合わせることができる。

7.2 オープンスタイル表示環境の参照モデル

オープンスタイルの表示環境は、通常、1つ以上のランウェイ（花道）とステージを持つコンサートホールで広く使用されている。正面のステージは、劇場スタイルの表示環境、または3次元画像ではない通常のステージである。参照モデルは、いくつかの追加のランウェイやサイドステージを使用する劇場スタイルに基づいている。

オープンスタイルの表示環境の参照モデルは、ディスプレイの位置と他のオプションで構成される。

7.2.1 オープンスタイルの参照モデルの構成

1つの中央に配置したランウェイと正面ステージから成るオープンスタイルの参照モデルを図 7.3 に示す。正面ステージは劇場スタイルの表示環境である場合があり、物理オブジェクト(俳優や演奏者)や映像を表示するフラットディスプレイを配置するための物理的なステージである場合もある。

ランウェイステージには、画像投影用の透明ディスプレイ、ハーフミラー、紗幕などがある場合がある。透明ディスプレイは、劇場スタイルの表示環境と同じように設定される場合があり。観客がランウェイステージの両側に座っている場合は、両側に2つの透明な画面を持つ両面ディスプレイを使用する必要がある。音声環境は劇場スタイルと同様である。

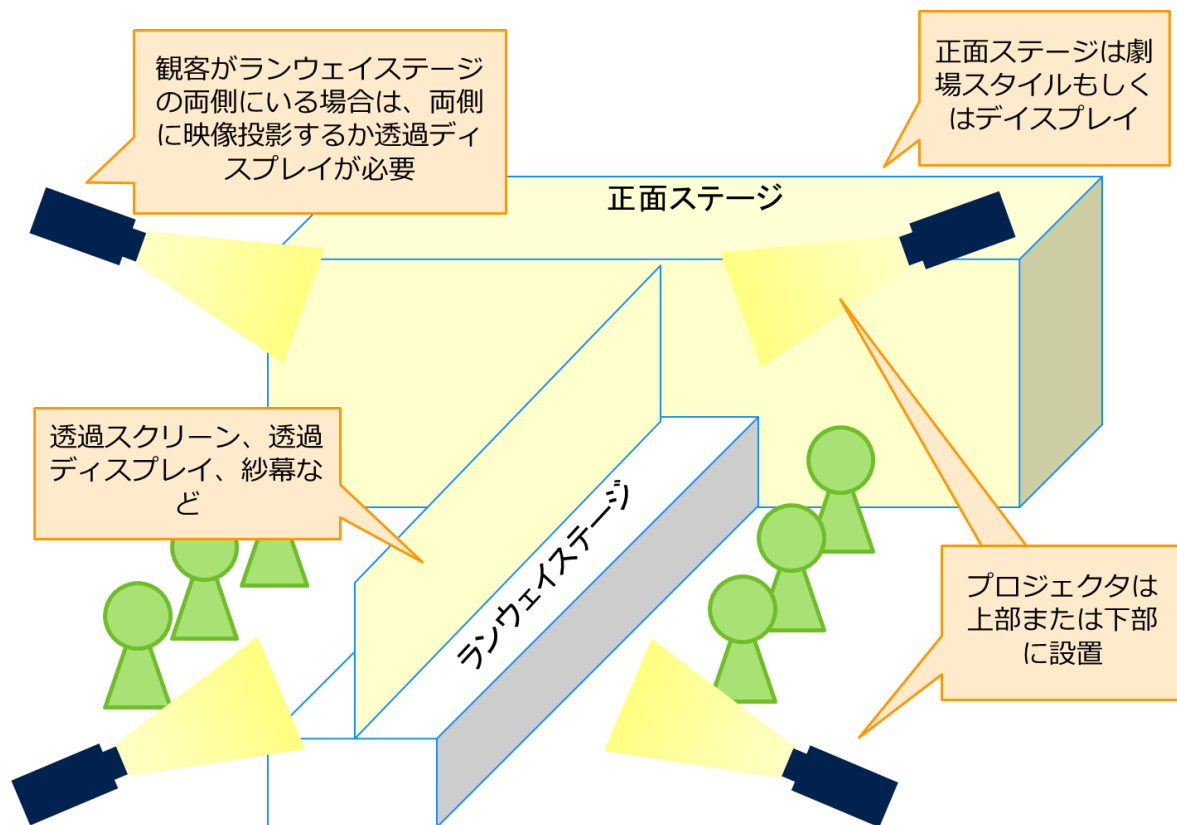


図7.3 - オープンスタイル参照モデルでの表示の位置

7.2.2 参照モデルのオプション

上記の参照モデルは、オープンスタイルの表示環境の基本的な構成である。以下の拡張オプションがある。

ランウェイオプション:

- 1) 会場の中央に1つのランウェイステージ
1つのランウェイが会場の中央に位置している。このオプションは、通常ファッションショーや多くの音楽コンサートで使用される。
- 2) 会場の右側または左側の1つのサイドステージ
1つのサイドステージが、正面ステージの片側(一番左または右端)に位置している。このオプションは、通常、歌舞伎などの演劇に使用される。
- 3) 会場の両側に2つのサイドステージ
2本のサイドステージは、正面ステージの両端にある。
- 4) 上記のオプションの組み合わせ
1つ以上のランウェイステージが任意の位置に配置される。このオプションは比較的大規模な会場で使用される。

ランウェイステージでの表示オプション:

- 5) 固定ディスプレイ
このオプションでは、ランウェイステージ上に1つまたは複数の固定されたディスプレイを使用する。ディスプレイには、劇場スタイルの ILE 表示環境が含まれる。
- 6) 移動ディスプレイ
このオプションでは、ランウェイステージ上で1つ以上の移動ディスプレイが使用される。演技者の画像を投影できる可動透明ディスプレイなどを用いる。この場合、透明ディスプレイの前面に演技者の正面画像を投影し、背面に背面画像を投影できるように、両面表示を使用することが望ましい。

正面ステージでの表示オプション。

- 7) シンプルなディスプレイ
このオプションは、正面ステージ上に1つ以上の固定ディスプレイを使用する。これは、正面ステージの最も単純なオプションである。演技の背景画像を投影する。

- 8) 物理ステージ
このオプションは、正面ステージに実際の人を含む 1 つ以上の物理オブジェクトが使用される。このオプションにより、より深い没入感が提供できる。物理オブジェクトの例は、音楽コンサートにおけるDJとDJブースである。
- 9) 劇場スタイルの ILE 表示環境
このオプションは、正面ステージ上に劇場スタイルの ILE 表示環境を使用する。比較的大きな会場が必要となる。

オーディオオプション:

- 10) 音像定位
上記のオプションに加えて、音像定位は、非常に広い画面を使用する場合に観客により現実的な感覚を与えることができる。左右の方向からの音を提供するステレオ音声とは対照的に、音像定位は表示された擬似3D画像に合わせた音の三次元位置を提供する。

ランウェイオプションは、物理的な ILE 表示会場のオプションである。実装の観点から、ランウェイステージに使用されるディスプレイは、両面ディスプレイ（前面と背面の2つのディスプレイを組み合わせたもの）と片面ディスプレイの2つのタイプがある。上記のオプションは、ランウェイステージの形式、ランウェイステージの表示オプション、正面ステージの表示オプション、オーディオオプションの4つのグループに分類される。比較的大きな会場に大きなスクリーンを持つ「移動ディスプレイ」と「音像定位」を組み合わせるなど、オプションを組み合わせることができる。

7.3 アリーナスタイルの表示環境の参照モデル

アリーナスタイルの表示環境では、複数のユーザに同時に複数の角度からの視聴環境を提供できる。アリーナスタイルの表示環境の参照モデルは、ディスプレイの位置と数、オブジェクト追跡、その他の考慮点で構成される。

7.3.1 アリーナスタイルの参照モデルの構成

アリーナスタイルの表示環境には、1つのフロアと4つの画面がある。各画面は、7.1節で示す劇場スタイルの表示環境の前景画面と同じものを利用する。

図 7.4 は、Pepper Ghost を使用したアリーナスタイルの表示環境の参照モデルを示している。各面に2つ以上のスピーカーを配置ができる。

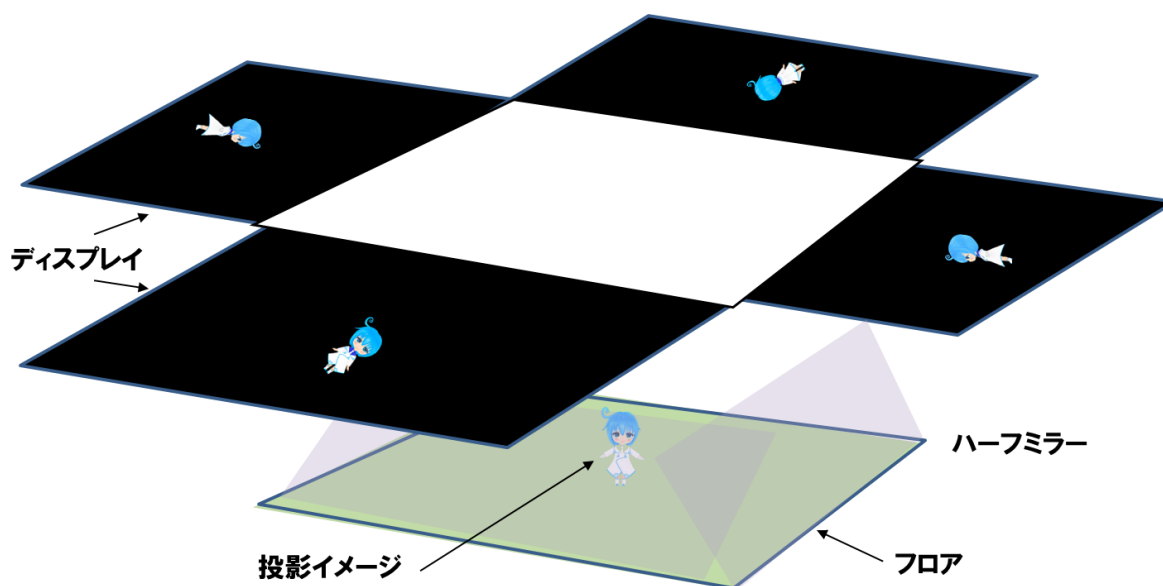


図 7.4 アリーナスタイルの表示環境の参照モデル

この参照モデルでは、4つのディスプレイが上部に配置され、4つのハーフミラーが四角錐形（ピラミッド形状）に配置されている。4つのハーフミラーの間には床である物理ステージがある。ハーフミラーは、平面ディスプレイの画像を反射して観客に仮想イメージを提供するために、45度の角度で傾いている。各面での仮想イメージを表示する機構は、第7.1項の劇場スタイルの表示環境と同一である。

ハーフミラーに表示される画像は、ハーフミラーとディスプレイの間、およびハーフミラー間の距離を調整することで、床の中央に擬似3Dで投影することができる。同期した4方向の表示画像により、アリーナスタイルの視聴環境の周りの観客は、任意の角度から床に投影された擬似3Dオブジェクトを見ることができる。

アリーナスタイルの表示環境では、4つのディスプレイデバイスがそれぞれの角度の画像を投影するため、イベント会場の対象オブジェクト（被写体）の周りにカメラを4つの方向（正面、背面、右側、左側）に配置する必要がある。オブジェクト画像は、各カメラで撮影した画像からリアルタイムで抽出する必要がある。視聴会場の観客に奥行き感を与えるためには、オブジェクトの三次元の奥行情報をイベント会場で測定し、奥行情報に基づいて画像処理することで観客に奥行きを認識させるよう表示する。したがって、アリーナスタイルの表示環境の主な機能は、奥行検知と奥行表示である。持つ抽出されたオブジェクトイメージは、統合された位置情報に基づいて4面ディスプレイで表示される。

7.3.2 参照モデルのオプション

アリーナスタイルの表示環境には、次のようないくつかのオプションがあります。

物理オブジェクトオプション:

- 1) 静的物理オブジェクト
劇場スタイルの表示環境と同様に、1つ以上の静的物理オブジェクトをステージに配置して、観客がよりリアルな感覚を感じるようにすることができる。静的な物理オブジェクトの例としては、卓球台、バドミントンネットなどがある
- 2) 動的物理オブジェクト (実際の演技者)
静的物理オブジェクトオプションに加えて、移動する物理オブジェクトを追加することもできる。特に、1人以上の実際の人が視聴会場に表示された画像を使って演技し、観客が新しいタイプのエンターテインメントを楽しむことができる。

オーディオオプション:

- 3) 音像定位
上記のオプションに加えて、音像定位は、非常に広い画面を使用する場合に観客により現実的な感覚を与えることができる。左右の方向からの音を提供するステレオ音声とは対照的に、音像定位は表示された擬似3D画像に合わせた音の三次元位置を提供する。

上記のオプションは、表示オプション、物理オブジェクト、オーディオの3つのグループに分類され、大画面を持つ比較的大きなホールにおける「静的物理オブジェクト」と「音像定位」を組み合わせるなど、互いに組み合わせることができる。

Appendix I

Example of functional blocks for presentation environment

(This appendix does not form an integral part of this Recommendation.)

One example of functional blocks described in this Appendix may be used for all three types of presentation environment. For the open style and arena style presentation environments, one or more image configurators might be used depending on the number of screens. In addition, the number of other functional blocks might depend on the types and the number of facilities of the actual viewing sites.

Information from the event site is transmitted on MMT signals to viewing sites via an Immersive Live Experience application. The MMT signals received at the viewing sites are processed by the following functions, as shown in Figure I.1.

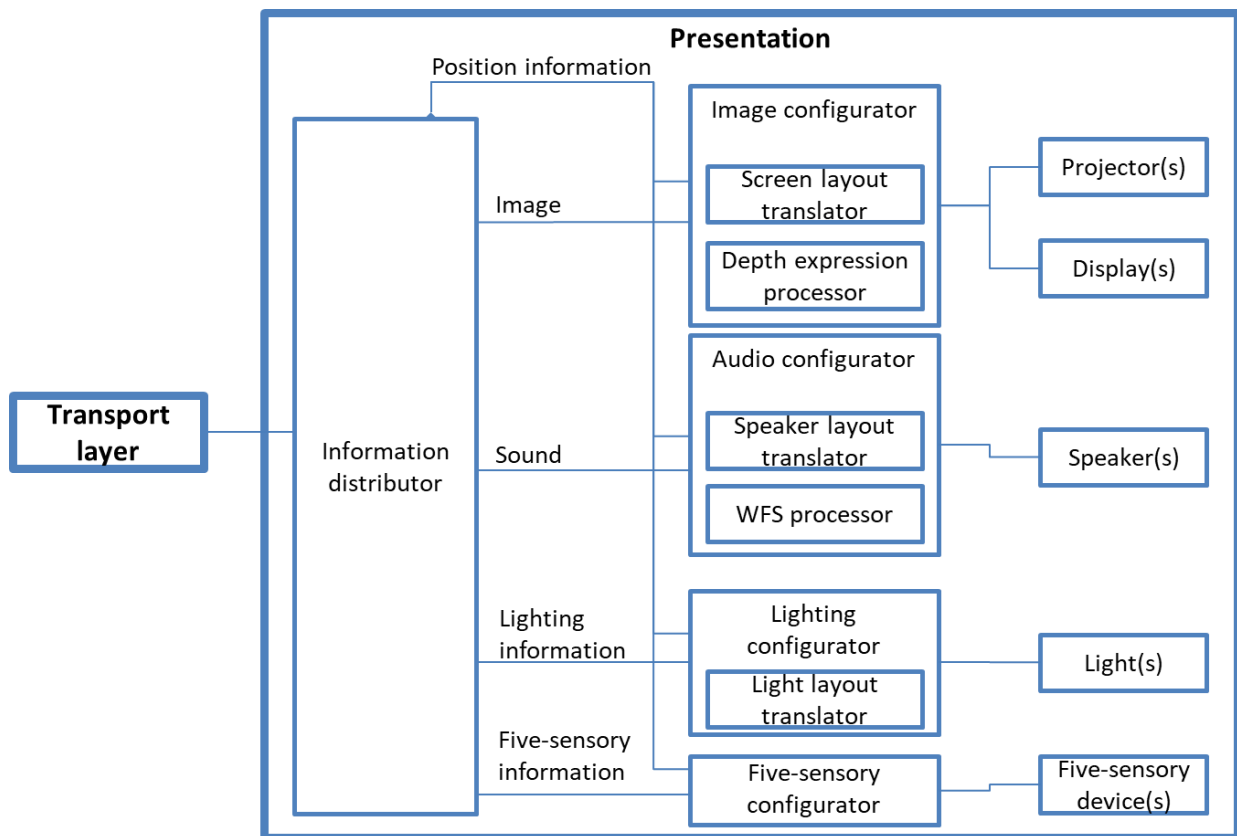


Figure I.1 – Functional blocks on media processing at viewing sites

1) Information distributor

The information distributor receives the data from the transport layer and divides it into image, audio, lighting, five-sensory information, and position information and then distributes the data to the relevant postprocessors.

2) Image configurator

The **image configurator** is a function that processes the images received by the presentation functionality in accordance with the conditions unique to the particular presentation environment, such as display types and the number of screens at the viewing site. The image configurator consists of a screen layout translator and a depth expression processor in order to project many types of images, including 3D images.

A) Screen layout translator

The screen layout translator adjusts the images to the particular displaying equipment of the presentation environment. This adjustment may include selecting displays or projectors to show the images and changing and cropping the images to fit the displays or projectors in a way that best reproduces the event using the equipment

available at the viewing site. The screen layout translator assigns the screens (displays or projectors) to images that best reconstruct the scene. This assignment may be determined according to the screen layout at the viewing site and the position information of the screens, cameras, objects, etc. at the source site.

B) Depth expression processor

The depth expression processor transforms the images and adjusts the display devices to give a realistic sense of depth to the images in accordance with the 3D position of the object in the images. The transformation and adjustment may include changing the shape (e.g. perspective distortion), adjusting the image position, and adjusting the brightness.

3) Audio configurator

The **audio configurator** is a function that provides audio lateralization to the audience. It processes the audio signals received by the presentation functionality in accordance with the conditions unique to the particular presentation environment at the viewing site. The audio configurator function consists of two functions: a speaker layout translator and a WFS processor.

A) Speaker layout translator

The speaker layout translator assigns the speakers to audio signals that best reconstruct the sound at the source site. This assignment may be determined according to the speaker layout at the viewing site and the position information of the speakers, mics, objects, etc. at the source site. The speaker layout translator may also perform upward and downward conversion of the channels.

B) WFS processor

The **WFS processor** performs wave field synthesis (WFS) to reconstruct the sound field of the source site at the viewing site for highly realistic audio lateralization. It uses the audio signals, the 3D position information of the objects (sound source), and the particular speaker layout information at the viewing site.

4) Lighting configurator

The **lighting configurator** reconstructs the lighting effect of the source site at the viewing site. It processes the lighting control signals received by the presentation functionality in accordance with the conditions unique to the particular presentation environment at the viewing site. The lighting configurator function consists of a light layout translator.

A) Light layout translator

The light layout translator assigns the lighting devices to lighting control signals so that the lighting effect of the source site is best reconstructed at the viewing site. It may convert and mix the signals to reproduce the lighting effect with the equipment at the viewing site. The assignment may be determined according to the layout of the lighting equipment at the viewing and source sites.

5) Five-sensory configurator

The **five-sensory configurator** is a function to process all the other information for presentation. It deals with possible future presentation devices for the five senses (sight, hearing, touch, smell, and taste) of the human being. For example, it may control devices to provide a vibro-tactile feeling to the audience. The five-sensory configurator assigns the five-sensory devices to the corresponding information that best stimulates the sensation.

Appendix II

Implementation guidelines for ILE presentation environment using the reference models

(This appendix does not form an integral part of this Recommendation.)

II.1 Implementation guidelines for proscenium style presentation environment

This section provides implementation guidelines that describe consideration points for implementing an actual proscenium style presentation environment based on the reference model shown in clause 7.1.

II.1.1 Variety of options

There are a number of options for the reference model of the proscenium style presentation environment, as discussed in clause 7.1. This section summarizes these options. Figure II.1 shows the various combinations that can be used. The basic model has foreground and background screens. A combination of three screen options, four physical object options, and two sound options creates 24 options, as shown in Table II.1.

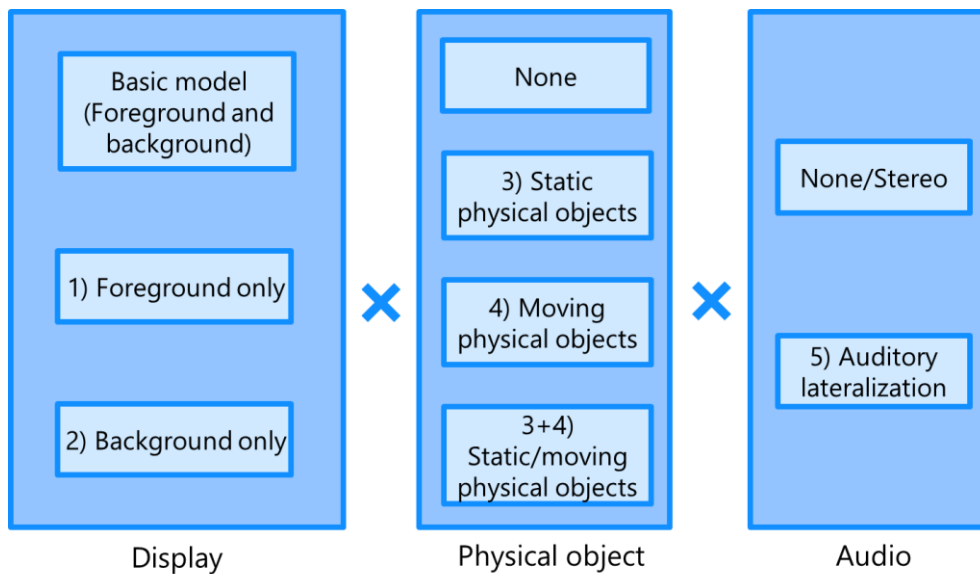


Figure II.1 – Combination of options

Table II.1 – Variety of options on proscenium style reference model

No.	Description	Displays	Static/moving physical objects	Audio
1	Basic model	Both (foreground and background)	None	Stereo
2	Basic model + static	Both	Static	Stereo
3	Basic model + moving	Both	Moving	Stereo
4	Basic model + SM	Both	Static + moving	Stereo
5	Basic model + AL	Both	None	Auditory lateralization
6	Basic model + static + AL	Both	Static	Auditory lateralization
7	Basic model + moving + AL	Both	Moving	Auditory lateralization
8	Basic model + SM + AL	Both	Static + moving	Auditory lateralization
9	P3D	Foreground	None	Stereo
10	P3D + static	Foreground	Static	Stereo

No.	Description	Displays	Static/moving physical objects	Audio
11	P3D + moving	Foreground	Moving	Stereo
12	P3D + SM	Foreground	Static + moving	Stereo
13	P3D + AL	Foreground	None	Auditory lateralization
14	P3D + static + AL	Foreground	Static	Auditory lateralization
15	P3D + moving + AL	Foreground	Moving	Auditory lateralization
16	P3D + SM + AL	Foreground	Static + moving	Auditory lateralization
17	UHD	Background	None	Stereo
18	UHD + static	Background	Static	Stereo
19	UHD + moving	Background	Moving	Stereo
20	UHD + SM	Background	Static + moving	Stereo
21	UHD + AL	Background	None	Auditory lateralization
22	UHD + static + AL	Background	Static	Auditory lateralization
23	UHD + moving + AL	Background	Moving	Auditory lateralization
24	UHD + SM + AL	Background	Static + moving	Auditory lateralization

Legend: SM: Static and moving physical objects; AL: Auditory lateralization; P3D: Pseudo-3D images; UHD: Ultra High Definition

Some of the above options may not be applicable, depending on the size and shape of the viewing site. For example, options 17–24 (UHD cases) are not applicable for small venues or small screens.

Figure II.2 illustrates the basic model, screen options 1) and 2), and physical object option 3+4) of Figure II.1 from the side view. The basic model in Figure II.2 consists of a foreground transparent screen and a background screen, and the audience watches both screens. Screen option 1) in the figure features one foreground transparent screen located in front of the audience. This option can be used for lectures or speeches, where just one presenter is projected. Screen option 2) in the figure shows a case where only the background screen is used. This option can be used for public or live screening events by using extra-large and ultra-high-definition displays. However, screen option 2) may not be feasible if relatively small displays are used and audiences cannot feel immersed. Physical object option 3+4) in the figure show two physical objects: one in front of the foreground screen and the other located between the foreground and background screens. The objects can be either static or moving physical objects.

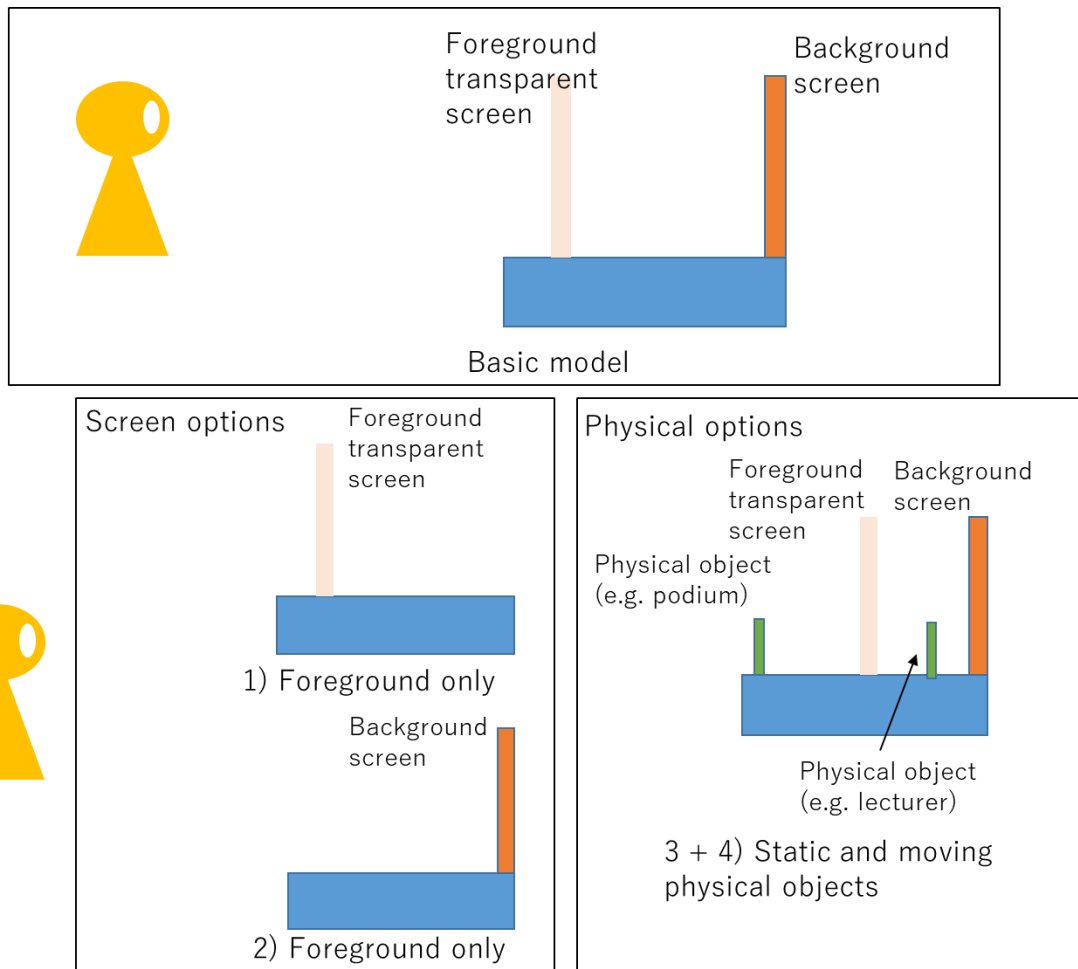


Figure II.2 – Illustrations of screen and physical options

II.1.2 Considerations for projection

The foreground screen can be implemented with any type of transparent display device:

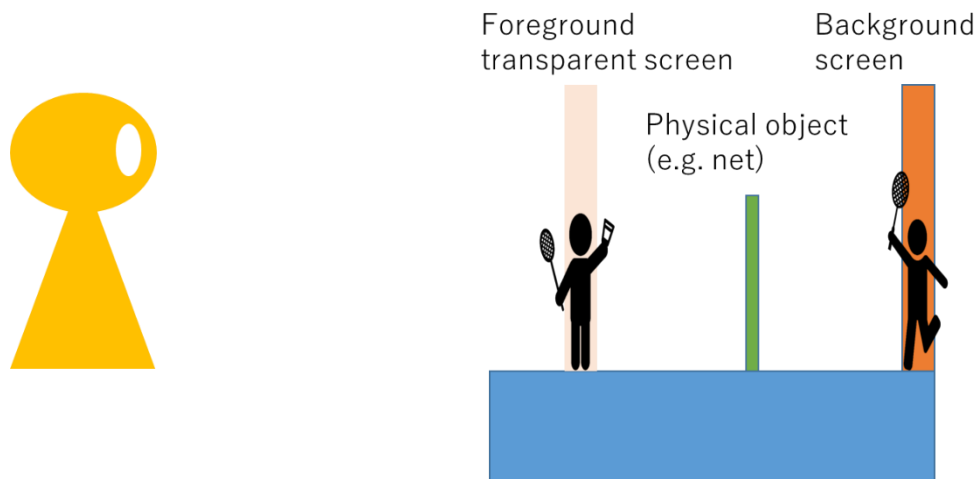
- Virtual image shown using the principle of Pepper’s ghost
- Transparent displays (e.g. organic electroluminescent display)
- Transparent diffuser board
- Scrim

The background screen can be implemented with any type of display device:

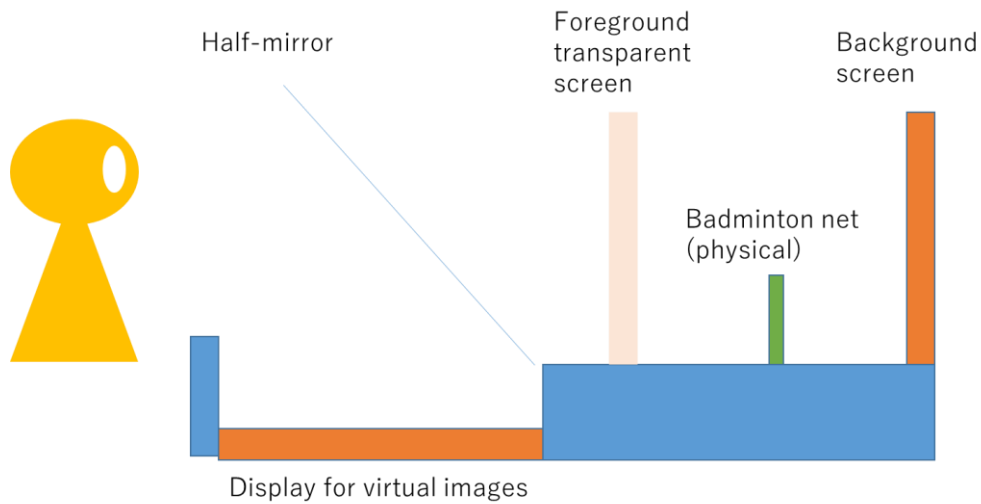
- Flat wall at one side of the viewing site where images can be projected
- Screen
- One or more flat displays (e.g. multiple 8K displays)

II.1.3 Screen layout example

This section introduces a screen layout example for a badminton match at the viewing site. Figure II.3 shows an example of the screen layout.



(a) Screen layout for badminton match



(b) Viewing image from the audience

Figure II.3 – Example screen layout for badminton match

An example of the screen layout for a badminton match is shown in Fig II.1-3, where (a) consists of a foreground and background screens and a badminton net as a static physical object, which is based on the basic model with the static physical object option. The audience can watch the badminton match from one end of the badminton court, as shown in (b).

For the foreground screen, this example uses the Pepper's ghost principle to project pseudo-3D images of one player. Another player is projected on the background screen behind the badminton net, which is located between the foreground and background screens. Information from the event site includes extracted players' images, background images, audio, and their location information to reconstruct the images and sound at the viewing sites. At the viewing sites, one player's image and the background image are displayed on the background screen, and another player's image is displayed on the foreground transparent screen in a pseudo-3D manner using the Pepper's ghost principle.

II.1.4 Consideration for Sound/Audio

Audio is also very important information for making the audience feel immersed in the presentation environment. The audio

information from the event site is transmitted to a multi-input multi-output mixer, and the output signals are distributed to the speakers considering the location of the speakers and the location of the sound source. Such coordination can be performed using existing standards such as [b-ITU-R BS.775-3].

II.1.5 Consideration points for proscenium style presentation environment

There are several consideration points for implementing the proscenium style presentation environment.

II.1.5.1 Consideration points for pseudo-3D images using the Pepper's ghost principle

- 1) Display layout
 - Tilt angle of the screen should be considered by setting the display at the top or bottom.
 - When applying the moving physical object option, especially with real performers, it is better to place the display at the bottom because this secures a wider space for the performance.
 - It should be confirmed that enough floor space is available when the display is placed at the bottom.
 - It should be considered that the display should not be visible to the audience.
- 2) Adjusting display position
 - The display position should be adjusted so that the audience can see the pseudo-3D image on the stage by adjusting the display location, image position, stage height, and angle of the half-mirror.
- 3) Adjusting eye line
 - The height of the virtual images should be adjusted to the eye line of the audience.

II.1.5.2 Consideration points for using transparent displays

- 1) Reflection from other lighting equipment
- 2) Reflection of audience seats
 - Light and mirror balls
 - Pen lights
 - Camera flashes

II.2 Implementation guidelines for open style presentation environment

This section provides implementation guidelines that describe consideration points for implementing an actual open style presentation environment based on the reference model shown in clause 7.2.

II.2.1 Variety of options

There are a number of options for the reference model of the open style presentation environment, as discussed in clause 7.2. This section explains the options, and Figure II.4 shows their various combinations.

The runway options 1) to 4) in clause 7.2 are classified into two categories by display type: A) a double-sided display, which enables audiences on both sides of a runway to watch images on one screen (Figure 7.3), and B) a single-sided display, which enables audiences to watch images from one side. Runway option 1) can be implemented by A) a double-sided display or several B) single-sided displays, and runway options 2) and 3) can be implemented by B) a single-sided display. By combining A) and B), runway option 4) can be implemented.

Considering other options, display options on the runway stage and front stage, and audio options, 36 combinations of options are possible. In addition, option 9), proscenium style ILE for front stage, has 24 options (as described in II.1.1).

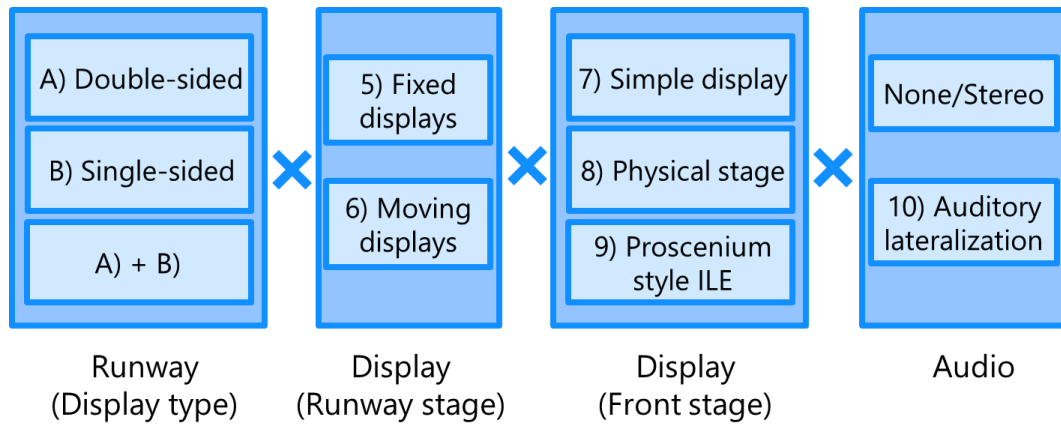


Figure II.4 – Combinations of major options

Since the open style can feature one or more runways in the middle of the hall, audiences can see the back view of objects from the back side screen by using A) the double-sided option. Physical options for the runway stage are the same as those in the proscenium style presentation environment.

II.2.2 Considerations for projection

When the proscenium style presentation is used for the front stage, the consideration points are the same as those of the proscenium style presentation environment described in II.1.2.

For runway stages, the transparent screen can be implemented by any of the devices for the foreground screen of the proscenium style presentation environment:

- Virtual image shown using the principle of Pepper’s ghost
- Transparent displays (e.g. organic electroluminescent display)
- Transparent diffuser board
- Scrim

The background screen of the proscenium style presentation environment is not typically used for runway stages.

II.2.3 Screen layout example

This section introduces a screen layout example for runway stages at the viewing site. Figure II.5 shows two examples of the screen layout.

Figure II.5(a) shows an example of a screen layout for a double-sided display, which consists of a transparent screen. Audiences on both sides can watch different images: for example, audiences on the left side see the front view of the displayed performer and audiences on the right side see his/her back view simultaneously. As an implementation, the double-sided display can be achieved by combining two transparent displays back to back.

Figure II.5(b) shows an example of a screen layout for a single-sided display, which consists of a transparent screen. Audiences can watch images displayed on the screen from a single side. A traditional opaque screen can also be used for the single-sided display, but the transparent screen is usually preferred because it enhances immersiveness by merging the displayed images into the viewing site.

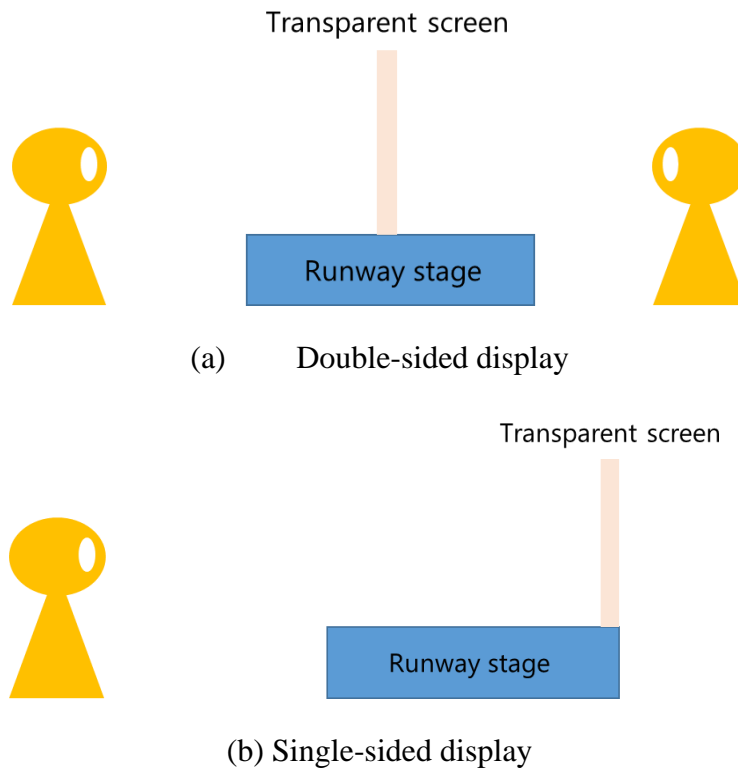


Figure II.5 – Two screen layout examples for runway stage

In the open style presentation environment, there are moving display options on runway stages. Figure II.6 shows two examples of the fixed display option: (a) an example on runway stages and (b) an example hung from the ceiling over the runway stage. These types can be selected on the basis of conditions at the viewing sites such as height of the ceiling, capacity of the hall, and size of the displays.

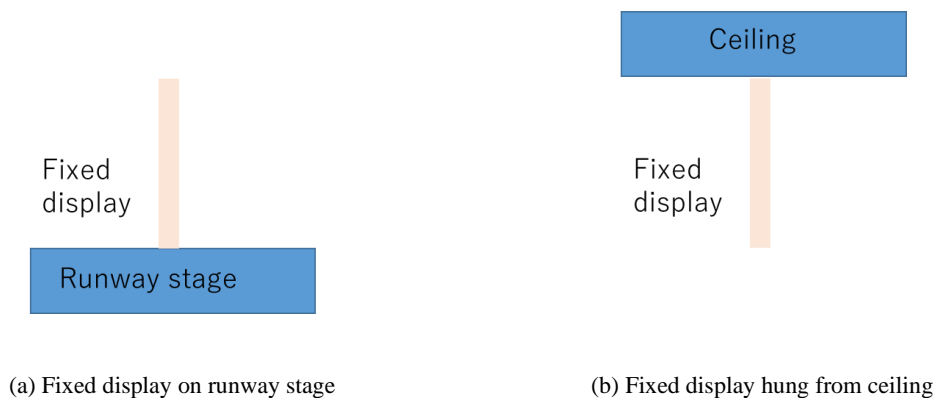


Figure II.6 – Screen layout examples for fixed display option

The moving display option is a characteristic option of the open style presentation environment. An example is shown in Figure II.7.

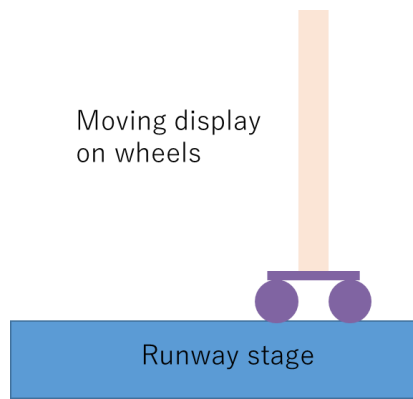


Figure II.7 – Screen layout example for moving display option

Displays that are mounted on a dolly with wheels can be moved along the runway stages. Either a double-sided or single-sided display can be selected. With the double-sided option, the audience can feel a stronger sense of immersiveness when performers such as musicians are displayed.

II.2.4 Consideration for Sound/Audio

The consideration points for sound/audio are the same as those for the proscenium style presentation environment.

II.2.5 Consideration points for open style presentation environment

There are several consideration points for implementing the open style presentation environment. Most of the consideration points for the proscenium style presentation environment are applicable to the open style.

1) Display layout

- Projection images might require keystone correction when a transparent screen is used, as projectors are typically located on the floor or the ceiling. It should be noted that the resolution of the projected images might be lower than the specs of the projector.
- When projectors are located on the floor, they should be carefully positioned so as not to be occluded by the audience.

2) Adjusting display images

- When using the double-sided display option, it might be required to adjust the position and size of the displayed images, and to synchronize the front and back views.
- When using screen stitching of several displays, synchronization, position adjustment, and size adjustment of the displayed images are required.

3) Transparent screens on runway stages

- Consideration should be given to the transmission image. Audiences on the back side might see the front images through the transparent screen.
- Care should be exercised not to let the direct light from the projector get into the audiences' eyes on the other side of the transparent screen.
- Since the image is projected not only on the screen but also through the screen, care should be taken that this undesirable projection not be visible to the audience.
- Since the scrim and/or screens may sway due to factors such as air conditioning, the audience's footsteps, and the vibrations of the performers on the stage, means to suppress vibration and shaking may be needed.

II.3 Implementation guidelines for arena style presentation environment

This section provides implementation guidelines that describe consideration points for implementing an actual arena style presentation environment based on the reference model shown in clause 7.3.

II.3.1 Variety of options

There are several options for the reference model of an arena style presentation environment, similar to the proscenium style. Since the arena style has four screens, there are no background screens to enable audiences to see the back side view of objects from the back. Therefore, the display option is limited to "foreground only" in Figure II.1. Other options, both physical and sound, are the same as those for the proscenium style presentation environment.

As an example of a physical option, Figure II.8 shows a collaboration with a real performer as a moving physical objects option for the arena style presentation environment. In this case, the viewing site must be large enough and with a high enough ceiling to accommodate a large four-sided display structure in which real performers can interact with the reflected images.

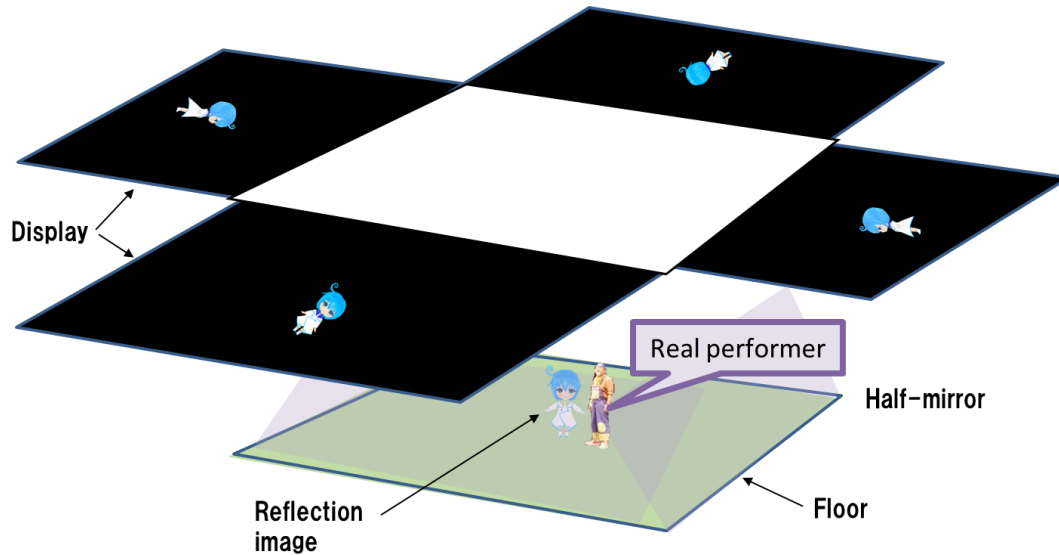


Figure II.8 – Physical object option of arena style

II.3.2 Considerations for projection

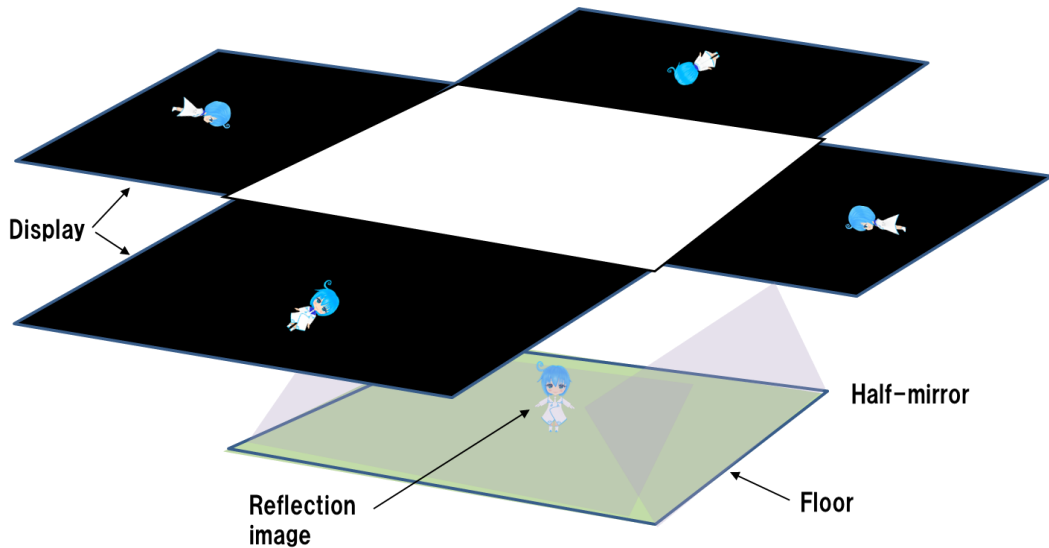
The foreground screen can be implemented with any type of transparent display device:

- Virtual image shown using the principle of Pepper's ghost
- Transparent displays (e.g. organic electroluminescent display)
- Transparent diffuser board
- Scrim

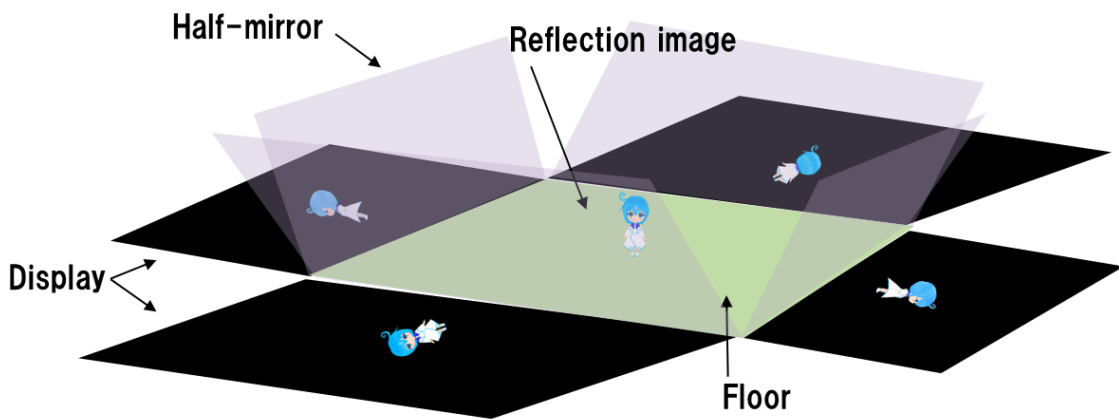
The background screen is typically not used.

II.3.3 Screen layout example

This clause introduces screen layout examples for the arena style presentation environment. Figure II.9 shows examples of the screen layout.



(a) Pepper's ghost type with displays at the top



(b) Pepper's ghost type with displays at the bottom

Figure II.9 – Examples of arena style screen layout

Each example of the screen layout for the Pepper's ghost type shown in Fig II.9 consists of four displays and four half-mirrors. The displays can be placed either at the top or bottom, with the half-mirrors tilted inwards and outwards as shown in Figure II.9(a) and II.9(b), respectively. Audiences can watch the scene from all directions. Information from the event site includes extracted performer's images from four directions, audio, and the location information to reconstruct the images and sound at the viewing sites. At the viewing sites, the images are shown on the four displays and reflected on the half-mirrors in a pseudo-3D manner using the Pepper's ghost principle.

II.3.4 Considerations for Sound/Audio

Consideration points for sound/audio are the same as those for the proscenium style presentation environment.

II.3.5 Consideration points for arena style presentation environment

There are several consideration points for pseudo-3D images using the Pepper's ghost principle, as one way of implementing the arena style presentation environment.

- 1) Display layout
 - Tilt angle of half-mirrors should be considered in light of whether the displays are placed at the top or bottom.
 - Care should be taken that the display not be visible to the audience.
- 2) Adjusting display position

- Display position should be adjusted so that the audience can see the pseudo-3D image on the stage by adjusting display location, image position, stage height, and angle of the half-mirror.
 - Positions of all displays should be adjusted so that the reflected images are crossed orthogonally at the centre of the stage. This means that the reflected images of the front and back views and the left and right views are projected back to back at the same position.
- 3) Adjusting eye line
- The height of the aerial images should be adjusted to the eye line of the audience.
- 4) Brightness of viewing site
- As there is an audience all around the stage in the arena style presentation environment, the audience watches the projected images not only from the front side but also the back, left, and right sides. Usually the circumference of the audience is brightened up, but the background of projected images should be dark to take into account the principle of Pepper's ghost. In order to achieve a good balance between these, the brightness at the viewing site should be adjusted so that the audience is not bothered by the brightness of the background of reflected images and the other audience on the opposite side.

文献一覧

[b-ITU-R BS.775-3] Recommendation ITU-R BS.775-3 (08/2012), Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture.