

令和3年度  
BIMを活用した建築生産・維持管理  
プロセス円滑化モデル事業  
先導事業者型

検証結果報告書

応募提案名  
VR モックアップの効果検証と維持管理 BIM の課題分析

応募者  
株式会社梓設計・戸田建設株式会社・株式会社ハリマビシステム

令和4年3月4日

# 目次

## 1章 概要

### (1) プロジェクトの情報

- (1) -①.プロジェクト（建築物）の概要
- (1) -②. 試行・検証対象の概要

## 2章 VR モックアップについて

### (1) プロジェクトの概要（1章参照）

### (2) 本事業を経て目指すもの、目的

- (2) -①. 用語の定義
- (2) -②. 本事業を経て目指すもの
- (2) -③. 多様な展開への可能性

### (3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

- 課題 0) VR空間と現実空間の視覚認識の差異に関する課題
- 課題 A) 発注者・エンドユーザーの視点からのVRモックアップの課題
- 課題 B) 維持管理者の視点からのVRモックアップの課題
- 課題 C) VRモックアップの作成過程における課題

### (4) BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について

- 検証 A) VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成
- 検証 B) VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上
- 検証 C) 現場VRモックアップの費用効果⇒モックアップ費用削減目標40%

### (5) 結果から導き出される、より発展的にBIMを活用するための今後の課題

### (6) BIM発注者情報要件(EIR)、BIM実行計画(BEP)の検証結果

### (7) 参考資料(EIR・BEPのサンプルを含む)

### 3章 維持管理 BIM、その他について

(1) プロジェクトの概要 (1章参照)

(2) 本事業を経て目指すもの、目的

1. 維持管理 BIM
2. その他

(3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

課題 D) QR コードや画像認識技術と AR を組合わせた施設内利用の課題

課題 E) エンドユーザーを対象にした VR 体験コンテンツ提供

課題 F) 意匠 BIM 設計モデルの施工活用について

課題 G) 工事区分データ管理上の課題

課題 H) 維持管理 BIM の整備

課題 I) 維持管理 BIM の履歴管理

課題 J) 維持管理 BIM の活用方法

課題 K) PFI 事業における BIM の発注者メリットの可能性

(4) BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出 等を通じたメリットの検証等について

(5) 結果から導き出される、より発展的に BIM を活用するための今後の課題

- 1) . BIM ガイドラインの改定に向けた提言

(6) BIM 発注者情報要件(EIR)、BIM 実行計画(BEP)の検証結果

(7) 参考資料(EIR・BEP のサンプルを含む)

# 1章 概要

## (1) プロジェクトの情報

### (1) -①.プロジェクト（建築物）の概要

案件：横浜地方合同庁舎（PFI 事業）

用途：事務所

規模：約 48,000 m<sup>2</sup>地上 7 階地下なし

構造種別：RC 造（基礎免振）一部：S 造

設計：株式会社梓設計

施工：戸田建設株式会社 維持管理：株式会社ハリマビシステム

発注者：国土交通省関東地方整備局 入居予定者：国及び地方公共団体の 15 官署が入居を予定 事業スキーム：「PFI 事業(BTO 方式)」であり、特別目的会社(SPC)は「ヨコハマしんこうパートナーズ株式会社(構成：戸田建設、ハリマビシステム、NEC キャピタルソリューション、総合警備保障、IHI 運搬機械、梓設計)である。



画像 1-1 鳥瞰パース



画像 1-2 外観パース 1



画像 1-2 外観パース 2

## (1) -②. 試行・検証対象の概要

プロジェクト全体スケジュールと検証のスケジュール

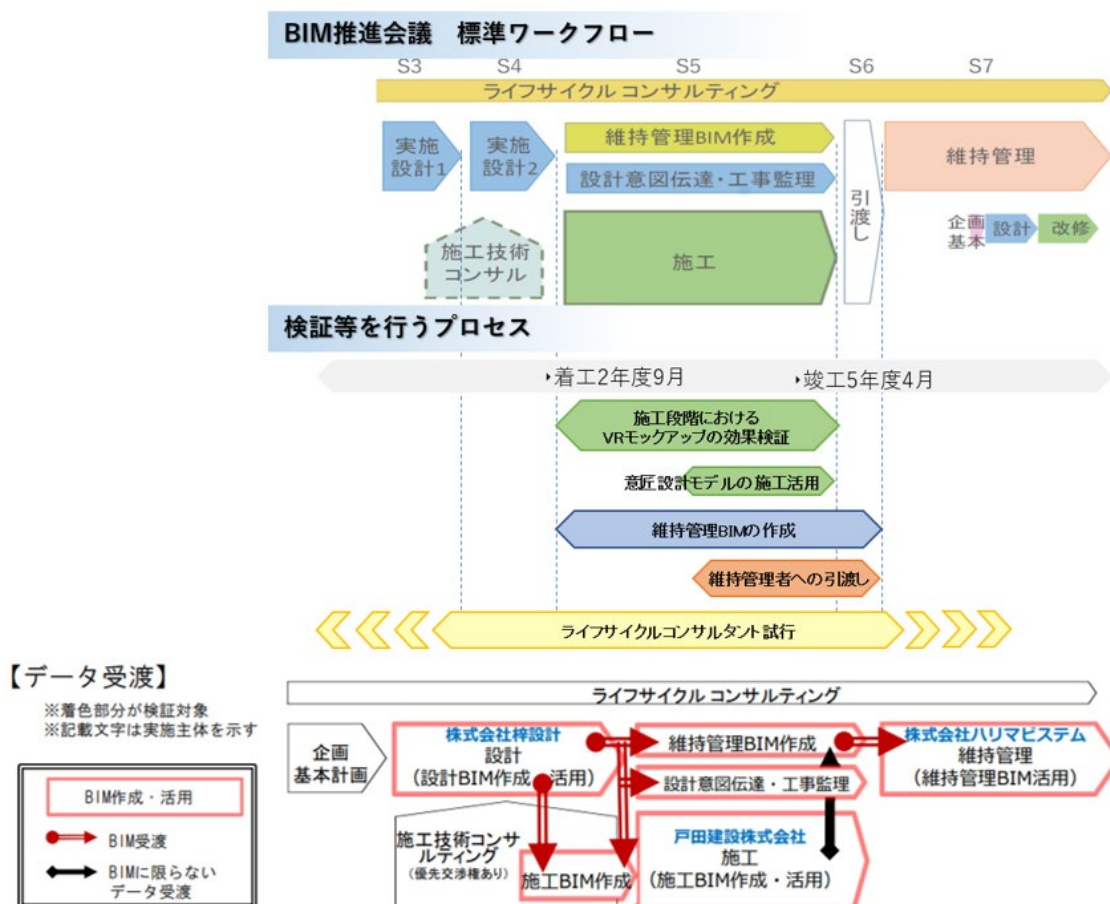


図 1-1 標準ワークフローと検証プロセス

### 1) S5 施工段階における VR モックアップの効果検証と課題分析

中間報告会の指摘内容を鑑みて本検証の前段として課題0)を追加すると共に、項目を整理した。

#### ・そのほか中間報告会で指摘があった内容；

「VR空間は実空間との広さや高さに違いを感じるのではないかと？作業台の高さとか、幅とか、人間が持っているスケールとVRが伝えるスケール感が本当に正しいのか？例えば人の高さもいろいろ目線の位置の高さも変わりますし、その辺が、本当に確認できるのか？」

「またVRモックアップの場合との比較検証もしていただきたい」

「当初の課題設定で、検証するテーマが多いという印象でしたので、VRを使用する場合の課題については既知の課題があったりするので、メリハリをつけてはどうか？」

## 課題 0) VR 空間と現実空間の空間認識の違いについて

- ・ **事前調査と検証環境**；すでに多方面で VR は活用されており、既知の課題も散見されるなか、事前の調査を行ったうえで機材等の選定を行っており、その点を取りまとめて整理した。
- ・ **検証する空間と検証内容**；実在するイベントホール(230m<sup>2</sup>)及び会議室(20m<sup>2</sup>)と同じ VR 空間を作成する。実空間と VR 空間のそれぞれを個別に確認し、広さ、高さ等の空間の感じ方について比較検証を行なった。
- ・ **課題**；空間の幅、奥行き、天井高さ、テーブルの大きさについて実空間との差異をどのように感じたか。・ **検証の流れ**；実空間を視認後、その場で VR 空間を体験し、速やかにアンケート調査とヒアリングを実施した。
- ・ **被験者**；維持管理業者、施工者、設計者、その他を対象とした。

## 検証 A) VR モックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成

### 課題 A) 発注者・エンドユーザーの視点からの VR モックアップの課題

- ・ **検証する空間と検証内容**；前室 (8.2 m<sup>2</sup>) エアシャワー (1.5 m<sup>2</sup>) 廊下 (43 m<sup>2</sup>) 実験室 (34 m<sup>2</sup>) を対象に VR モックアップを作成する。作業動線に沿って一連の動きを VR で体験し、これまで図面で打合せを行ってきた思い描いていた空間との違いを検証する。同時に、様々な操作や動作を行っていただき、新たな気づきがあったかについて検証する。
- ・ **定量的評価**；図面のみでチェックと打合せを行う場合と、図面プラス VR 体験後に同行為を行う場合の所要時間について比較する。具体的にはどの程度削減されたと思うかについてアンケートによって明らかにした。  
⇒発注者の図面チェックと打合せ時間の削減目標は 60%と設定した。
- ・ **課題**；発注者・エンドユーザーの視点から VR モックアップを採用する場合の課題を分析する。
- ・ **検証の流れ**；一人ずつ VR モックアップを体験し、速やかにアンケート調査とヒアリングを実施した。
- ・ **被験者**；発注者、エンドユーザー、(設計者、施工者、その他関係者) を対象とした。

## 検証 B) VR モックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上

⇒ メンテナンス性向上目標 20%

### 課題 B) 維持管理者の視点からの VR モックアップの課題

維持管理者の視点からは、これまでモックアップの作成対象外であることが多かった場所に VR モックアップを採用することでのメリットデメリットを抽出し、課題を分析する。

- ・ **検証する空間と検証内容**；空調機械室 (86 m<sup>2</sup>) 排水処理機械室 (99 m<sup>2</sup>) を対象に VR モックアップを作成する。維持管理者の点検・保守業務に沿って一連の動きを VR で体験し、点検や保守の業

務での実用性を検証する。同時に維持管理業務に VR を導入した際の新たな気づきについても検証する。

- ・ **定量的評価**；ハリマビシステムから維持管理業務に従事する被験者に一人ずつ VR 体験を実施。機械室の点検・整備項目の視認性や気づきについて確認アンケートによって明らかにした。  
⇒維持管理者のメンテナンス性の向上の目標は 20%と設定した。
- ・ **課題**；維持管理者の視点から VR モックアップによる計画の可視化や運営計画を再認識し改善の提案に関する課題を分析する。
- ・ **検証の流れ**；一人ずつ VR モックアップを体験し、速やかにアンケート調査とヒアリングを実施した。
- ・ **被験者**；維持管理者を対象とした。

### 検証 C) 現場 VR モックアップの費用効果 ⇒ モックアップ費用削減目標 40%

#### 課題 C) VR モックアップの作成過程における課題

VR モックアップ製作を前提として、モックアップ作成費の削減による工事費の削減に効果を、現場モックアップを作成した場合と VR 製作を比較し費用効果を検証する。また設計者・施工者が行う調整作業項目を抽出し課題を分析する。

- ・ **検証する空間と検証内容**；検証 A と同じ前室 (8.2 m<sup>2</sup>) エアシャワー (1.5 m<sup>2</sup>) 廊下 (43 m<sup>2</sup>) 実験室 (34 m<sup>2</sup>) を対象とする。検証 A で作成した VR の製作費用と現場モックアップを製作すると仮定した実際の製作金額の比較によって費用効果を検証する。
- ・ **定量的評価**；VR の製作費用に対して、現場モックアップを製作した場合の費用を比較する。
- ・ **課題**；設計者・施工者が行う調整業務の項目を挙げ検討する。気になった部分や改善が必要であった部分、前提条件改めて整理し、今後運用に反映する。
- ・ **検証の流れ**；検証 A で作成した VR の製作工数を費用を算出し、現場モックアップを製作すると仮定して、実際に積算業務あたる担当者が必要条件をもとに積算を行い金額を算出。金額の比較によって費用効果を検証する。
- ・ **対象者**；主に発注者を対象とした。(ただし間接的なメリットの部分で設計者、施工者を対象にしている。

## 2) 維持管理 BIM、その他の課題分析 (令和 2 年度連携事業の継続を含む)

### ■令和 3 年度から令和 4 年度に続く課題 (2 か年の 1 年目)

課題 D、課題 E、課題 F、課題 G は令和 3 年度から令和 4 年度にかけて 2 年間で課題分析を行う。今年度にあたる令和 3 年度では途中経過の報告として計画の一部を報告する。

#### 課題 D) QR コードや画像認識技術と AR を組合わせた施設内利用の課題

施設の避難ルートや、施設備品情報、サインの詳細情報などにアクセスすることが出来る QR コードを施設に設置し、施設の利便性や情報提供の利用に資する際の課題と効果を分析し今後への展開を提案する。

またその際に AR 技術を活用した眼鏡（AR グラス）の普及を 5 年以内に想定し、施設内に掲載された QR コードから情報へのアクセスし、AR グラスからユーザーが求める施設情報を提供する仕組みについて模索する。今年度は取組みの方向性や計画について報告する。

#### **課題 E) エンドユーザーを対象にした VR 体験コンテンツ提供**

維持管理モデルを活用し、施設利用者向けの VR 体験を活用した新しいサービスを模索する。例えば、これまで現実の空間で行ってきた車いすトイレの利用の VR 体験や、避難訓練の VR 体験など、その際の運用上の効果や課題を分析する。

今年度はこれらの計画を検討して、来年度以降に竣工後を踏まえて具体的な課題分析に取り組む。

#### **課題 F) 意匠 BIM 設計モデルの施工活用について**

「検証 F) 意匠 BIM 設計モデルの施工活用については、発注者から PFI 事業で実施している内容なので削除の指示がありました故、この検討項目は削除させていただきます。

#### **課題 G) 工事区分データ管理上の課題**

「課題 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和 4 年度に報告する。

#### **■令和 2 年度から令和 4 年度に続く（3 か年の 2 年目）**

課題 H、課題 I、課題 J、課題 K は令和 2 年度から令和 4 年度にかけて 3 年間で課題分析を行う。今年度にあたる令和 3 年度では中間に位置し、途中経過の報告として方向性や計画の一部を報告する。

#### **課題 H) 維持管理 BIM の整備**

維持管理の業務内容から BIM の活用が期待できる属性情報を抽出した維持管理 BIM を整備し、維持管理者とともに情報入力ルールを含め、課題を分析する。令和 2 年度の連携事業では検討結果として維持管理者にヒアリングを行い、維持管理者がどのように BIM を活用できるのかについて整理した。令和 3 年度ではこれらの整理に加え、特に点検項目に関する有効性を確認し BIM を活用した新しい取組みにつながる方策を検討した。

#### **課題 I) 維持管理 BIM の履歴管理**

「課題 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和 4 年度に報告する。



## 課題 J) 維持管理 BIM の活用方法

「課題 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和 4 年度に報告する。

## 課題 K) PFI 事業における BIM の発注者メリットの可能性

PFI 事業では設計段階から施工段階まで設計、施工、維持管理がそれぞれの立場から計画に参画し事業を進めている。令和 2 年度の連携事業では PFI 事業において設計段階の BIM を活用するメリットの可能性について報告した。

令和 3 年度、令和 4 年度は以下の各段階での考察を行い課題を分析する。

① 施工段階 ② 維持管理 BIM 作成業務 ③ 維持管理段階を見据えたライフサイクルコンサルティング業務

今年度にあたる令和 3 年度では①施工段階において、維持管理者が BIM を活用することで生まれるメリットの可能性について報告する。また令和 4 年度に②維持管理 BIM 作成業務、③ライフサイクルコンサルティング業務について課題分析を報告する。

## 2章 VR モックアップについて

### (1) プロジェクトの概要 (1章参照)

### (2) 本事業を経て目指すもの、目的

#### (2) - ①. 用語の定義

検証に先立ち、VRという用語がいろいろな意味で使われていることがわかり、報告書としてまとめるにあたって、以下の用語の定義を行なった。

VRとは「Virtual Reality」の略で、「人工現実感」や「仮想現実」と訳されている。ここには「表面的には現実ではないが、本質的には現実」という意味が含まれ、VRによって「限りなく実体験に近い体験が得られる」ということを示す。ヘッドマウントディスプレイを通じ得られるリアルな体験が、あたかも現実であるかのように感じられる。(単に3Dモデルをリアリスティックな表現に近づけたパソコンの画面を映し出し、ウォークスルーで共有することもVRと言うケースもあるが、今回は明確に区分けした)

モックアップとは、様々な業界で使われる言葉であるが、今回の検討業務においては建築業界において一般的に使われているように以下の定義とする。

建物の外観や機能の確認のために、試作される原寸大の模型、室内。特に現場段階で発注者や施主、利用者など、図面だけでは判断しがたい人たちを対象に最終確認としてつくられるものを指す。客室や病室など同じものをたくさん作る場合や、複雑で特別に確認が必要なものや部屋直が主な対象。

VRモックアップとは、現場段階で作るモックアップをVRで行うものであり、今回の業務を実施する上で造られた造語。

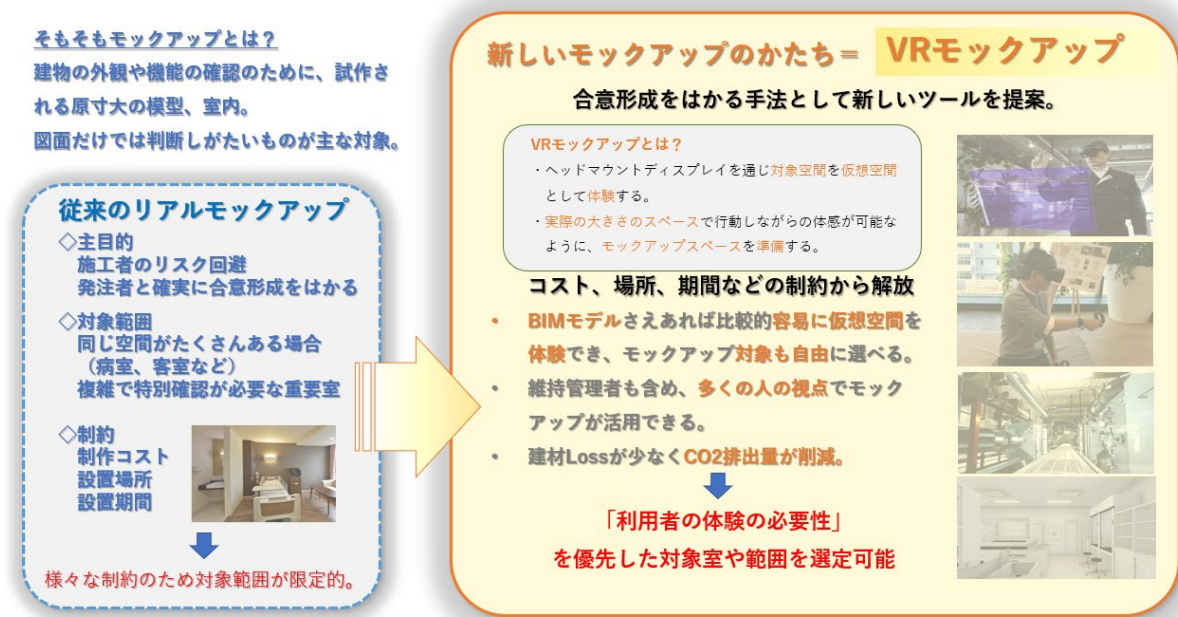


図 2-1 VR モックアップとは

## (2) -②. 本事業を経て目指すもの

### —VR モックアップによる効果検証と課題分析について—

#### 1) 基本的考え方

建築は一部を除いて一品生産であり、実際の空間を把握するために、図面を読み解き、3次元パースがつくられてきた。最近では BIM や 3DCAD などからパースやムービーも比較的簡単に作成できるようになってきたことから、よりリアルなものを容易に手にすることができ、素人にもわかりやすい環境が整ってきている。しかし、あくまで2次元の紙の上や平らな画面上で確認をすることから、最終的には現実空間との差は想像力に頼らざるを得ないものとして考えられている。現場では、それを埋めるためにモックアップがつくられ、最終的な確認をするという方法がとられてきたが、モックアップには、制作コストや設置場所、期間など、多くの課題があり、実現するにはハードルが高かった。今回、VR モックアップという手法を採用することで、モックアップが抱えている課題を解決し、新たな合意形成手法として普及することで、満足感の高い建築の創造に寄与することが目的である。

#### 2) 発注者との合意形成手法の一つとしての地位の獲得

施工段階での発注者との調整業務をより円滑に効率的に行うことを目的にして BIM モデルを活用する。BIM モデルと連携する VR モックアップを発注者と設計者、施工者、維持管理者が体験する事と、従来の図面による打合せにより得られる共通認識を、空間や使い勝手などの項目で比較検討する。

VR モックアップを活用する際の課題及び解決策の提案を目的とする。

## (2) -③. 多様な展開への可能性

今後 VR モックアップが現物のモックアップをカバーし、利活用の可能性の幅を広げ、発注者を含むより多くの利用者が事前に空間を体験する機会をつくる事により、関係者との相互理解を促し意思決定を効率的に行うという将来的な方向性を見出すことを目指す。またこれらの課題を解決した先の展開として「展開 A~C」に具体的な内容をしめす。

(展開 A) 体験型 VR を設計段階(S3・S4)に活用する可能性

設計段階での各発注者とのヒアリング、レイアウト提案及びその調整作業に展開する。

(展開 B) 他の室用途への VR モックアップ活用の可能性

これからの多様な用途への展開と活用方法の拡がりを探る。例)車いすトイレ、検察関連諸室、住民利用範囲、サイン計画など

(展開 C)VR モックアップ活用における標準的ワークフローの提案

総合図運用方法や決定に至るプロセスが重要なため、VR モックアップを実施する際の課題から、標準的なワークフローと留意事項を整理する。

用途、規模、対象者、利用フェーズ、実物との差異、既知の課題、

### (3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

#### 課題0) VR空間と現実空間の視覚認識の差異に関する課題

##### ① 設定した「分析する課題」

実空間とVR空間のそれぞれを個別に確認し、広さ、高さ等の空間の感じ方の違いがどのようなものであるかを分析する。人体がVRゴーグルを介して現実空間を模した仮想空間を視認する際に、もし空間認識に明確な差異がなければ、VR空間を現実空間に置換して空間構成や状況の確認作業に活用し、製作活動の利便性を拡張できることを検証する。

##### ② 検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

###### 1. 検討の方向性（検討の前提条件を含む）

- ・ 被験者には現実空間と全く同じVR空間を視認してもらう。この際、比較的広い空間と狭い空間での感じ方の違いを考慮して大小2つの空間で体験してもらった。その上でそれぞれの空間に感じた違いをアンケートに記載してもらう。集計結果と寄せられた意見を踏まえて効果を検討していく。
- ・ 検討の前提条件；すでに多方面でVRは活用されており、既知の課題も散見されるなか、事前調査を行い、以下を検討の前提条件とした。なお、この前提は、VR検証において共通の前提である。

##### ■VRゴーグルのトラッキング方式について（「DoF」について）

DoFとはDegree of Freedomの略称で、「自由度」を表す。VRの場合では、DoF(自由度)は、VR体験で感知できる動きの方向数を意味し、DoFが向上することによってVRの没入感や操作性が変わるため、非常に重要な機能と指標である。

以下の2種類の方式が存在し、それぞれの特徴は以下の通り。

**3DoF (3 Degree of Freedom)**；頭の回転や傾きに連動した仮想空間の映像を映し出すVRゴーグル3DoFは、X軸・Y軸・Z軸周りの3つの動きに対応することができ、3DoF対応のVRゴーグルでは、頭の回転や傾きを感知するため、頭を動かして周囲の映像を眺めることに限られる。

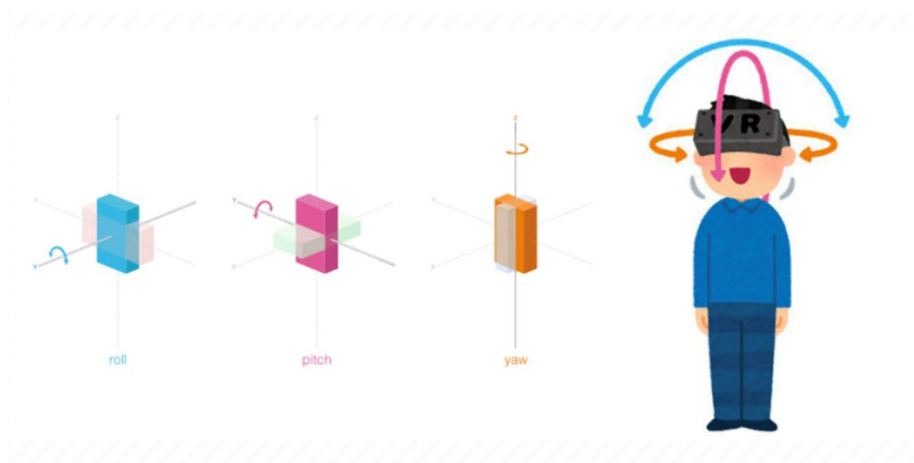


図2-2 VRのトラッキング形式 3Dof

- ・ **6DoF (6 Degree of Freedom)**；3DoFに加えて前後左右と上下の動きに対応するVRゴーグル

6DoFでは、3DoFで対応していたX軸・Y軸・Z軸周りの3つの動きに加えて、X軸・Y軸・Z軸方向の「移動」という3つの動きを加えた、6つの動きに対応することができる。

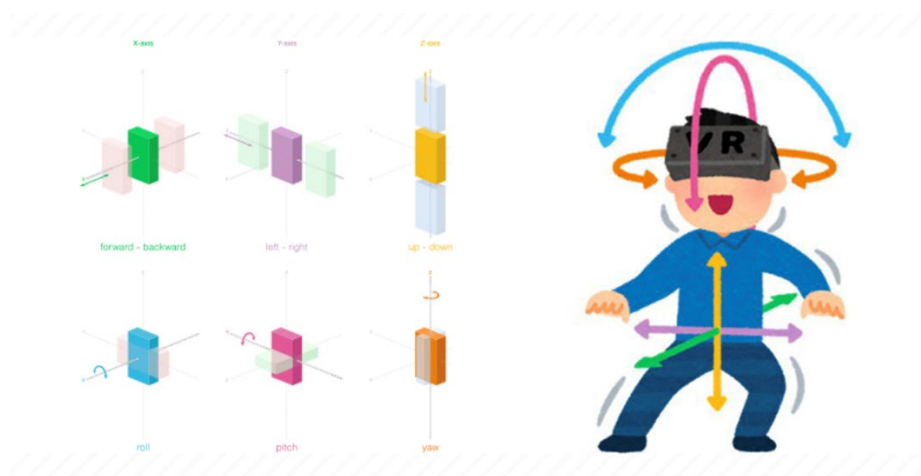


図2-3 VRのトラッキング形式 6DoF

6DoF対応のヘッドマウントディスプレイでは、3DoFの場合に感知していた頭の回転や傾きに加えて、ポジショントラッキング(位置トラッキング)、つまりVR空間内に自分の体がどこにあるのかを把握・追跡することができる。つまり、6DoFでは、実際に自分の体を動かしてVR空間内を歩き物体に近づくこともできるため、より現実に近い没入感を体験できることになる。また、6DoFではVR酔いも起きにくくなることが報告されている。

◆以上の事前調査の結果から、今回の検証用には6DoFを使用し、より現実に近い体験を可能とする方式を採用する。

## ■検証環境について

検証環境について以下に示す。

PCVR時のPC仕様		VRゴーグル仕様(Oculus RiftS)		ソフトウェア仕様	
検証A、検証B、リアルVR比較		検証A、検証B、検証O		検証A、検証B	
OS	Windows 10	解像度	1,280×1,440×2、LCDパネル	モデリング	ArchiCAD24 Rhinoceros
CPU	AMD RYZEN 3900	リフレッシュレート	80Hz	VRレンダリング	UnrealEngine4
メモリ	16GB	視野角	110°	検証O	
GPU	RTX 2080Ti	トラッキング	5つの内蔵式光学カメラ (インサイドアウト方式)	モデリング	Revit2021
		IPD調整	ソフトウェア側で調整	VRレンダリング	TwinMotion(UnrealEngine4)
		重量	約470g		

表2-1 VRの技術仕様

## 2. 実施方法・体制

### ・検討する空間；

実在するイベントホール（約 160 m<sup>2</sup>）と会議室（約 24 m<sup>2</sup>）の同じ VR 空間を作成。

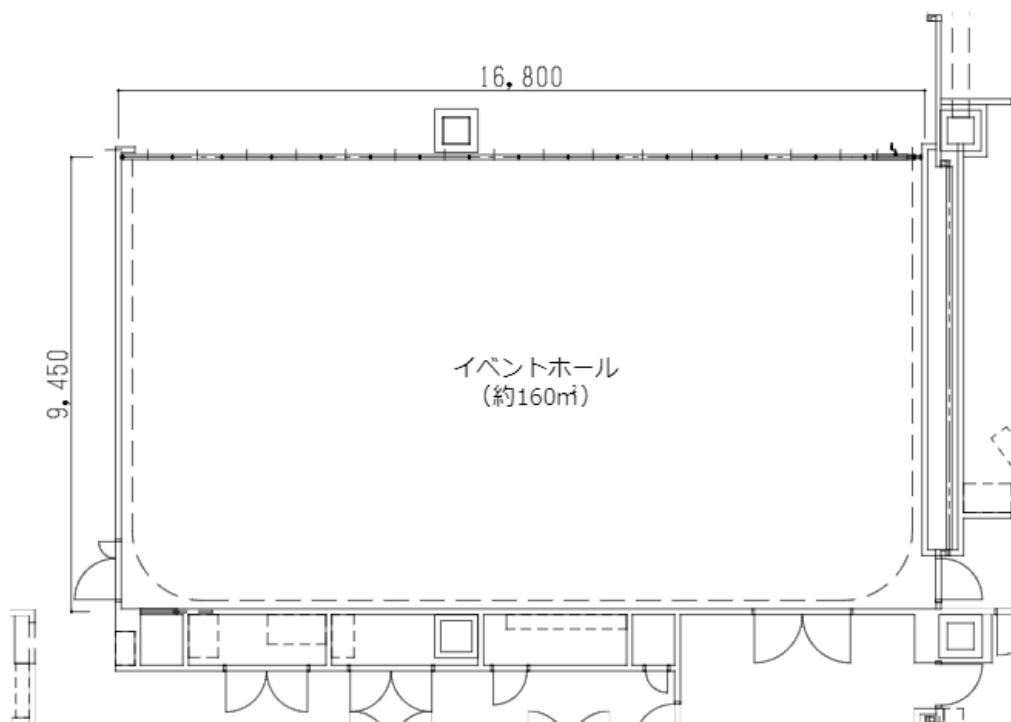


図 2-4 VR 会場平面図（イベントホール）

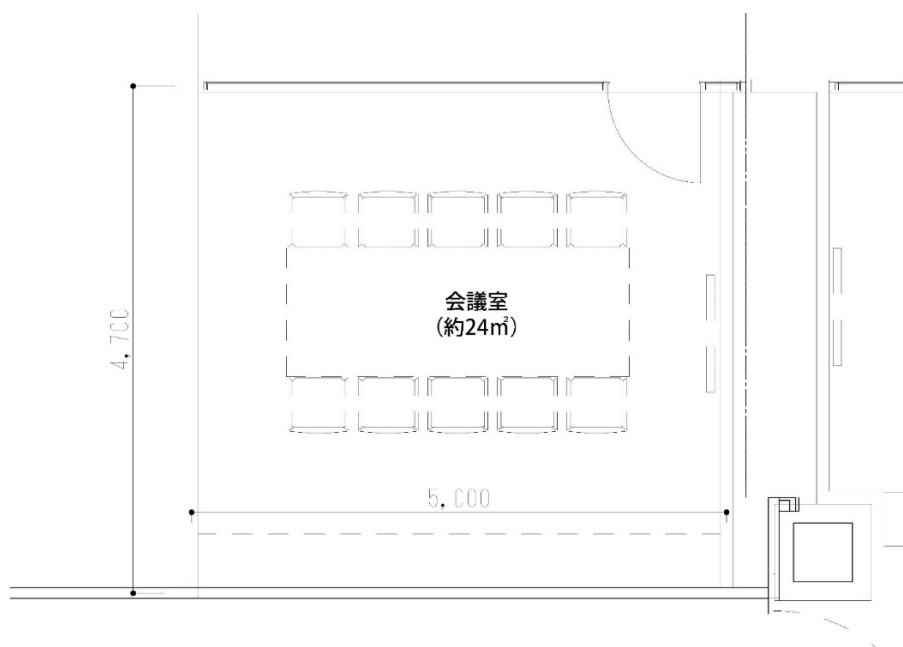


図 2-5 VR 会場平面図（会議室）

### ・被験者；

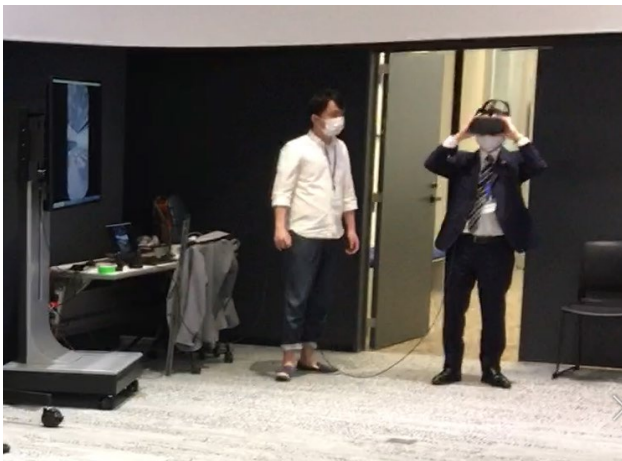
合計25人（維持管理業者19人、施工者3人、設計者2人、その他1人）

・検討体制；

被験者一人に対し、操作のアドバイスをする役割として一人付き添いを配置。



画像 2-1 VR と現実の比較



画像 2-2 VR 体験の様子 1



画像 2-3 VR 体験の様子 2

・検討の流れ；

- a. 被験者は現実空間と VR 空間のそれぞれを個別に確認し、広さ、高さ等の空間の感じ方を比較。
- b. VR 体験を行った場所で、速やかにアンケート調査及びヒアリングを実施。

- c. アンケート調査；ペーパー記入による 12 項目の調査。内容はリッカート尺度 7 段階評価で広さに関わる感じ方の違いを集計、その際に感じた意見を募った。実際に行ったアンケートシートの内容は参考資料 2-4 「検証 0：アンケート結果」を参照。
- d. アンケート調査終了後に全員に対面によるヒアリング意見交換を行った。

### ③課題分析等の結果

#### アンケート内容と結果（詳細は添付資料による）

##### 1；大きな空間（イベントホール）における現実空間と VR 空間の体感の違い

- 1-（1）；室内の幅 ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 95.7%と概ね同じように感じている。
- 1-（2）；室内の奥行 ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 78.2%と概ね同じように感じている。（狭く感じたやや狭く感じた合計が 47.8%あった。）
- 1-（3）；天井高さ ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 82.9%と概ね同じように感じている。 ・ テーブルの幅、奥行・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 94.1%と概ね同じように感じている。
- 1-（3）；テーブルの高さ ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 94.1%と概ね同じように感じている。

##### 2；狭い空間（会議室）における現実空間と VR 空間の体感の違い

- 2-（1）；室内の幅 ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 96.0%と概ね同じように感じている。
- 2-（2）；室内の奥行 ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 92.0%と概ね同じように感じている。
- 2-（3）；天井高さ ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 96.0%と概ね同じように感じている。
- 2-（4）；テーブルの幅、奥行 ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 80.0%と概ね同じように感じている。
- 2-（5）； テーブルの高さ ・7 段階の内中央の 3 段階の合計値が 92.0%と概ね同じように感じている。

##### 3；結果

- ・ アンケート調査結果より若干の個人差は見られたものの、VR 空間と実空間を比較した際の認識 については大きな空間、狭い空間共に大きな違いは見られなかった。
- ・ VR 空間は「実空間に置き換えた確認行為」として十分利用できる技術と考えられる。

##### 4；ヒアリングによる主な意見及び課題分析

- ・ VR 空間では遠くの物も解像度が高くクリアに見える為、奥行きが感じられないのではないかという意見があった。これはカメラで用いられる被写界深度の技術を採用することによって、より人間の



目で見た感じに近づけることが解決策になるかもしれない。また、ゲームエンジンにおいてデータを軽くする原理に近く、VRの操作性の向上にも寄与する可能性があると考えられる。

- ・ 大きな空間（イベントホール）は天井が表しであり照明が天井面から下がった位置に設置されている。実空間の天井面の方が明るく見え、VR空間の天井面の方が低く感じられた。このように微妙な明るさの違いや距離感が左右する要因の一つと想定される。

## 課題 A) 発注者・エンドユーザーの視点からの VR モックアップの課題

### ①設定した「分析する課題」

VR モックアップとしてある実験室周辺を対象とし、発注者・エンドユーザーの視点から意見や気づきを募り課題を分析する。

- a. これまで図面で打合せを行ってきた思い描いていた空間と VR モックアップとの違いを明らかにする。
- b. 様々な操作や動作を行っていただき、当初の理解との違いについて検討する。
- c. VR 体験後に新たな気づきがあったかについて確認する。
- d. VR 体験を通じて新たに見つかった課題について検討する。

### ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

#### 1) 検討の方向性（検討の前提条件を含む）

- ・ 該当するワークフロー；今回は工事の進捗状況から、S5の施工段階の中で、対象室の総合図調整が終わった時期に VR モックアップを作成し体験してもらう事とした。結果的に、確定度の高いモデルで、VR 体験を行った。
- ・ 被験者の特徴；今回の被験者である発注者とエンドユーザー（入居官署）の方々は全員が VR 初体験である。またエンドユーザーは建物の新築プロセスにも精通していない。
- ・ BIM モデルの詳細度；どの程度のリアルさを追求するべきかに関しては、建築に精通していない被験者であることから、できるだけリアルに忠実にモデリングを行った。BIM モデルに関しては、設計から現場に引き継いだモデルに、不足情報を加え、VR データに変換した。不足情報は主に実験用の機材（別途工事）であり、幸いなことに実験機器メーカーの協力を仰ぐことができた。
- ・ VR モックアップの体験会場として現場仮設事務所を使用することとした。VR モックアップ体験会場と、VR 対象空間とのスペースに大きな違いがないようにする事で、極力ワープを最小限とし、できるだけ自由に歩き回って体験してもらえる事を重視して場所の選定を行った。（注釈：ワープとは VR 空間内で別の場所に移動する事であり、これによって体験会場の大きさがリアルに比べて小さくとも、VR 空間を体験することが可能である。）

## 2) 実施方法・体制

### ・検討する空間；

前室 (8.2 m<sup>2</sup>) エアシャワー (1.5 m<sup>2</sup>) 廊下 (43 m<sup>2</sup>) 実験室 (34 m<sup>2</sup>) を対象とした。

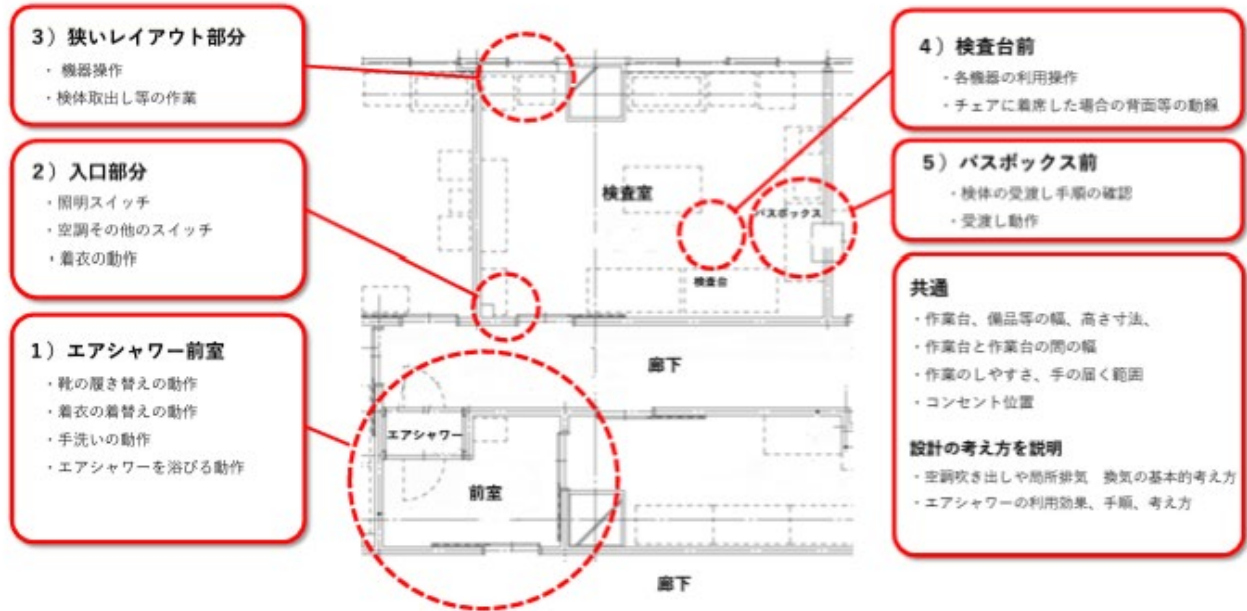


図 2-6 検証する空間平面図



画像 2-4 VR 空間の様子 1

画像 2-5 VR 空間の様子 2

### ・被験者；

発注者 (4 人)、エンドユーザー (5 人) 設計者 (2 人)、施工者 (2 人) 維持管理者 (5 人) 合計 18 人を対象とした。

### ・検討体制；

被験者一人に対し、誘導と操作のアドバイスをする役割として一人付き添いを配置。モニターに映し出される画像を見ながら、関係する設計者や施工者が説明をする。

・検討の流れ；

仮設現場事務所にて、モックアップスペース（約5m×5m）を準備し、一人ずつVRモックアップを体験し、速やかにアンケート調査とヒアリングを実施し、課題抽出を行った。

- a. VR作成；設計時のBIMモデルデータを基に現場調整事項を加味し、実験機器（別途工事）のデータを加えた。
- b. 会場の準備；現場仮設事務所の会議スペースの内約5m×5mをモックアップスペースとして利用。目的に応じて、実際に触れることが出来る備品（椅子等）を準備する。

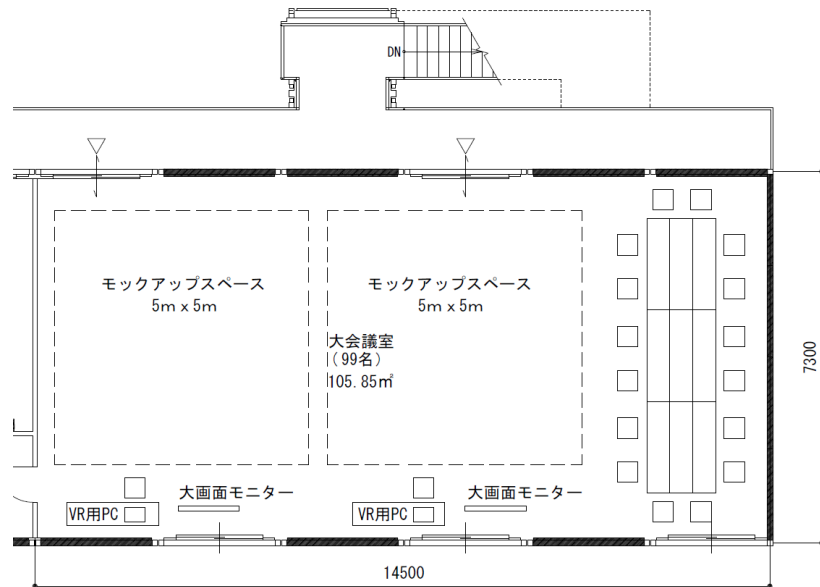


図 2-7 VR 会場平面図

- c. VR体験；主に以下の内容に沿って体験した。
  - a) .利用者の動作確認（バスボックスでの受渡し、エアシャワー前室の着衣、手洗い、履き替え）
  - b) .作業時の周辺の寸法確認（作業台高さ、作業台間の幅、狭いスペースでの可動性の確認）
  - c) .コンセント、設備、スイッチ等の位置確認
  - d) .アンケート調査；被験者18名を対象にリッカート尺度5段階評価でアンケート実施。  
アンケート調査の詳細は参考資料2-8 検証A：アンケート結果を参照)
  - e) .ヒアリング；アンケート調査後対面で行う。
  - f) .体験会の所要時間：トータルで約3時間



画像 2-8 VR 体験の様子 1



画像 2-9 VR 体験の様子 2



画像 2-10 VR 体験の様子 3



画像 2-11 VR 体験の様子 4

### ③課題分析等の結果

#### a. これまで図面で打合せを行ってきた思い描いていた空間と VR モックアップとの違いについて

1-1- (1) ; 室内の広さに違いを感じましたか。

・あまり違いを感じなかった 22.2%が最大。

まったく違いを感じなかった 16.7%。

どちらともいえない 11.1%。

1-1- (2) ; 室内の天井高さに違いを感じましたか。

・やや違いを感じた 44.4%が最大。

あまり違いを感じなかった 22.2%。

どちらともいえない 11.1%。

1-1- (3) ; 作業台や機器及び棚の幅、奥行、高さに違いを感じましたか。

・あまり違いを感じなかった 44.4%が最大。

まったく違いを感じなかった 16.7%と合わせると 61.1%が違いを感じないと回答。

1-1- (4) ; 立位から実際に椅子に座ることで視界が変わり改めて空間の違いを感じましたか。

・まったく違いを感じなかった 27.8%。

あまり違いを感じなかった 16.7%。

やや違いを感じた 27.8%。

大幅に違いを感じた 22.2%。

- ・ 以上から、室内の広さについては半々に分かれ、天井高さや作業台、機器については約 60~70% が違いを感じていない結果となった。
- ・ これまで図面で打合せを行ってきて思い描いていた空間と VR モックアップとの違いについては各個人の持つ空間への印象の問題があると考えられる為回答にバラつきが見られたが、過半数以上が違いを感じないとの回答であった。

## **b. 操作や動作関する、当初の理解との違いについて**

1-2- (1) ; 壁の空調及び照明スイッチ、コンセントの位置について当初の理解と違いを感じましたか。

・あまり違いを感じなかった 61.1%。

まったく違いを感じなかった 22.2%。

大幅に違いを感じた 11.1%

1-2- (2) ; 天井の空調や照明の位置について当初の理解との違いを感じましたか。

・あまり違いを感じなかった 72.2%。

まったく違いを感じなかった 16.7%。

以上から、当初思い描いていたイメージとの差異が少なかった。

### c. VR 体験後に新たな気づきがあったかについて

1-3- (1) ; 当初想定していた行動と、VR 体験をした後に改めて気がついた部分があれば教えてください。

- ・新たな気づきがあった 56.3%。予想通りだった 43.8%。

以上から、半数以上の人から新たな気づきがあったとの回答が得られた。

### ④まとめ

1. 「全体を通して作業台や検査台の高さを体験できたことは非常に良かった。検査室の広さや動線も体験できて実際の動きが想像しやすかったです。」という意見に代表されるように、VR モックアップを発注者の合意形成に活用することに一定の効果が期待できる。
2. 詳細の機器や設備の位置関係の確認に加え、新たな気づきもあり、図面での確認作業以上の理解が得られ、手戻りの回避や調整作業の負担軽減につながると考えられる。

### 3. VR 体験後に新たに気付いた技術的課題

- ・VR 空間では家具などの障害物にあたっているかがわからず、すり抜けてしまうため、テーブルや机越しに奥のものに手を伸ばす際など本当に触れられるのかどうか分かりにくく、正確に届く範囲が見極め難い。

- 細かい距離を把握するためには、物理的に行けなくするなどの工夫があるとよい。

- ・UE4 による VR 作成を行ったが、労力が想定以上に必要であった。

- 今後汎用化する上では、より簡便なソフトも視野に入れ、目的に応じたソフトの選択が必要である。例えば Twin motion では製作時間を約 1/10 程度に効率化が可能。

### 4. VR 体験後のアンケートやヒアリングで寄せられた代表的な課題

- ・VR で一度に見れる範囲が限られているので、見ている側の見落としや見解の違いの恐れがあるが、それらに対する議論の手法を検討する必要がある。

- VR だけで完結はできないことに繋がると考えられる。

- ・比較対象とする実物の大きさを理解するため、VR 内に人物（165 - 170 前後）を配置できると良い。

- 運用上の配慮事項。

- ・手洗器が設置予定の器具と違っていた、と言う指摘があった。

- これは単純に入力ミスであり、細かい部分までの正確性が求められている。

## 課題 B) 維持管理者の視点からの VR モックアップの課題

### ①設定した「分析する課題」

一般的にモックアップを製作することがない機械室等を維持管理者に向けた VR モックアップとして製作し、維持管理者の視点から意見や気づきを募り課題を分析する。

- a. VR 空間で維持管理業務を体験する上で VR に必要な内容を検討する。
- b. VR 空間で点検、部品交換等の業務を体験し改善や気づきを得られるか検討する。
- c. VR 体験を通じて新たに見つかった課題について検討する。

### ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

#### 1) 検討の方向性

維持管理者が VR 体験を実施する上で実用に向けた課題等を整理し、VR の効果についてアンケート調査とヒアリングの意見をもとに課題を分析する。今後の維持管理の在り方を踏まえて、VR モックアップによる計画の可視化や運営計画を再認識し改善の提案をまとめる。

- ・ 提案当初は検証場所として 6 階天井裏 ISS を想定していたが、工事工程の都合のために検証場所を空調機械室及び排水処理機械室に変更した。
- ・ 施工段階の施工総合図チェックで維持管理者の「図面によるチェック」完了後の段階で VR 体験を行い、アンケート調査とヒアリングを実施した。

#### 2) 実施方法・体制

以下の手順で課題分析を実施する。

- ・ **検討する空間**；空調機械室 86 m<sup>2</sup>、排水処理機械室 99 m<sup>2</sup>

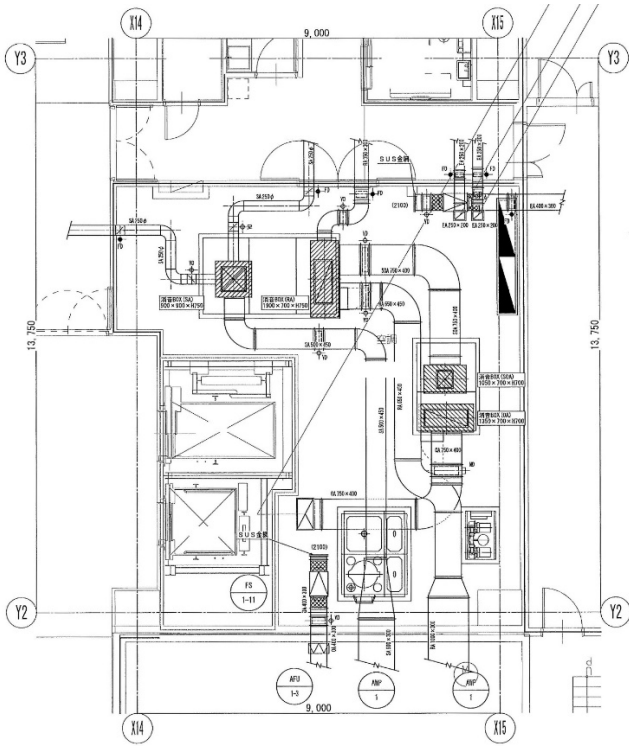


図 2-8 空調機械室 ダクト詳細図

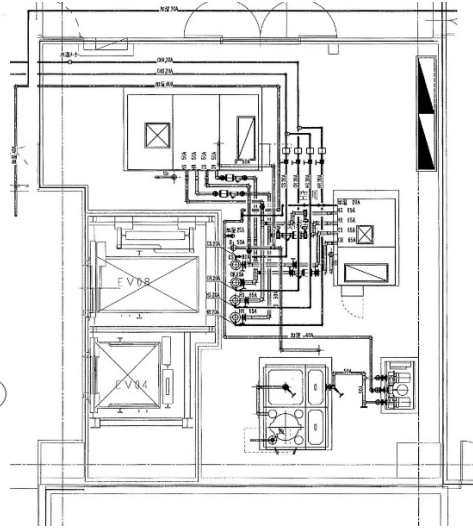


図 2-9 空調機械室 配管詳細図

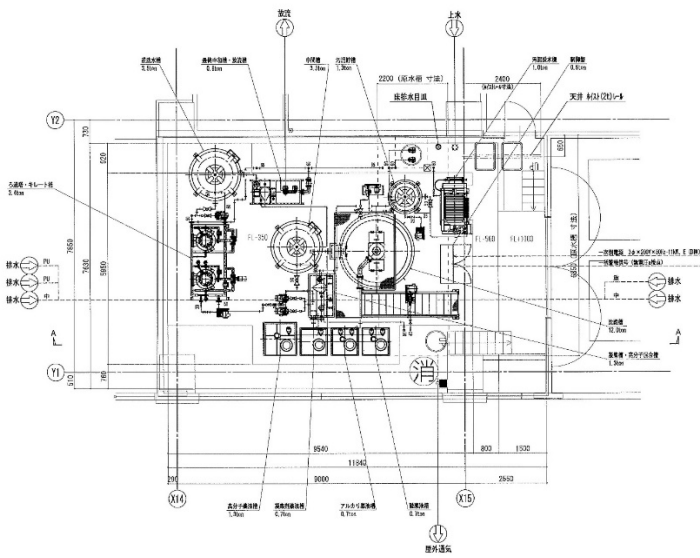


図 2-10 排水処理機械室



・被験者；

維持管理業務に従事する 11 名（ハリマビシステム職員）を対象とした。

・検討体制；

被験者一人に対し、誘導と操作のアドバイスをする役割として一人付き添いを配置。モニターに映し出される画像を見ながら、関係する設計者や施工者が補足説明をする。

・検討の流れ；

- a. 維持管理者によって機械室で実施される点検及び保守更新業務を施工図（総合図）の機器表からリストアップ。
- b. その中から維持管理者の目線から、VR モックアップで検証できると思われる項目をピックアップ。（「参考資料 2-10 VR 対象部屋における設備機器と点検内容などの一覧」参照）
- c. VR 作成；設計時の BIM モデルデータを基に設備関連の施工モデルを加え作成した。
- d. 会場の準備；（イベントホール）（約 160 m<sup>2</sup>）を利用。

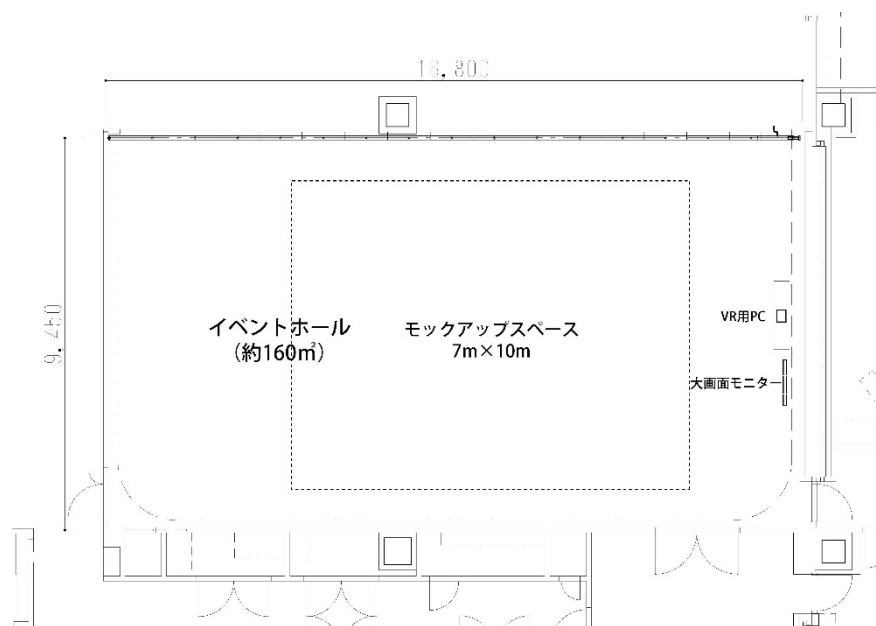


図 2-11 会場平面図

- e. VR 体験；主に以下の内容に沿って体験した。

(1)空調機械室；

バルブ点検、ダクト FD/VD、フィルター清掃（点検扉） 温度計、給水電磁弁、モーターダンパー、給水、排水バルブ、ドレインホッパー、

(2)排水処理機械室；

タンク（液量）、PH 計他計器類、

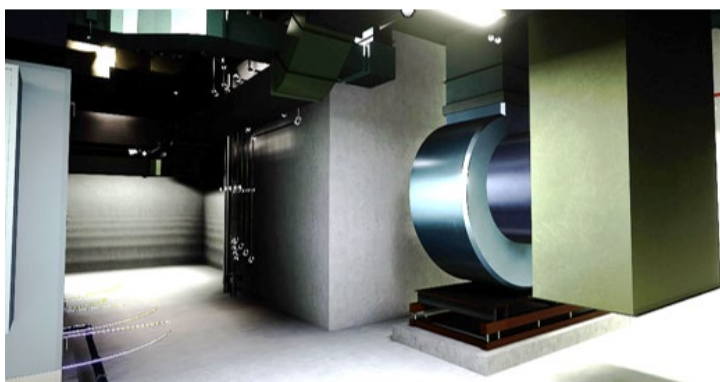
- f. アンケート調査；被験者 11 名を対象にリッカート尺度 5 段階評価でアンケート実施。  
(アンケート調査の詳細は「参考資料 2-9 検証 B：維持管理アンケート結果」を参照)
- g. ヒアリング；アンケート調査後対面で行う。
- f. 体験会の所要時間：トータルで約 3 時間



画像 2-12 VR 空間の様子 1



画像 2-13 VR 空間の様子 2



画像 2-14 VR 空間の様子 3



画像 2-15 VR 空間の様子 4



画像 2-16 VR 体験の様子 1



画像 2-17 VR 体験の様子 2



画像 2-18 VR 体験の様子 3



画像 2-19 VR 体験の様子 4



画像 2-20 VR 体験の様子 5



画像 2-21 VR 体験の様子 6

### ③課題分析等の結果

#### a. VR 空間で維持管理業務を体験する上で VR に必要な内容について

1-①. 今回 VR 空間で維持管理業務を体験する上で内容に不足する部分がありましたか？ ・いいえ 60%、はい 40% ・不足があるとの回答の具体的内容 配管ルートが実際と異なる、ゲージやバルブの開閉状況 冷温水管の取り回し、天井の高いところまでの距離を測る  
 まとめ：VR 上に作成しているモデルに不足があったと言う割合が 40%と、当初想定していた以上に不足が多かった。

#### b. VR 空間で点検、部品交換等の業務を体験し改善や気づきを得られるかについて

1-②. VR 空間で維持管理業務を体験する上で業務の作業を認識することができましたか。  
 ・はい 100%

## 2. 以下の点検、部品整備を行う箇所の計画に対して、改善や気づきなどがありましたか？

### 空調機械室

2- (1) -①バルブ点検は「はい」と回答 80% ・バルブの設置位置が高く、配管同士の距離も狭いため操作、交換作業がしづらいうように感じた。（同様回答他 1 件） ・電磁弁の開閉確認がしにくい。

2- (1) -②ダクト FD/VD は「はい」と回答 50% ・ダンパーの操作ハンドル向きを下向きにした方がよい。（同様回答他 3 件） ・系統などが分かると点検員の目線で判断しやすい

2- (1) -③フィルター清掃（点検扉）は「いいえ」と回答 70% ・扉を開けたときのスペースは問題なさそうでしたが、フィルターの出し入れができるか確認できるとよい。 ・フィルターを取り出すスペース等十分確保されていることが確認できた。 ・今後は点検口の開閉が出来フィルタの状況が見えると良い。

2- (1) -④温度計は「いいえ」と回答 90% ・今回温度計は確認できなかったが、この辺りに設置されるのではないかと想像できた。 ・ゲージが読めると良い。

2- (1) -⑤給水電磁弁は「いいえ」と回答 70% ・バルブと同様に位置が高いと思われます。（同様回答他 2 件）

2- (1) -⑥モーターダンパーは「いいえ」と回答 80% ・天吊りのファンが支えている架台までモデリングされていると高所での作業イメージがしやすい。

2- (1) -⑦給水、排水バルブは「いいえ」と回答 60% ・実際の配置場所は違う気がしたが、作業するにあたり手順はイメージ出来た。 ・バルブは本体近くに配置されると操作性も安全上もよい。

2- (1) -⑧ドレインホッパーは「いいえ」と回答 90% ・冷温水配管のエア抜き配管用のドレインホッパーは確認できたがエア抜き作業時にホッパー廻りが水びたしになる気がした。

### 排水処理機械室

2- (2) -①タンク（液量）は「いいえ」と回答 70% ・液量がわかるとよい。

2- (2) -②PH 計他計器類は「いいえ」と回答 80% ・モデルの作り込みの労力を考えると位置を示すレベルでも OK ・計器類は読めるようにしたほうがよい。

まとめ：VR によって実際の作業や操作をイメージする事ができると回答したのは 100%であり、VR モックアップの有効性が確認できた。但し今回は、箇所ごとでのアンケートを行ったが、改善につながる率は比較的少なかった。

### c. VR 体験を通じて新たに見つけた課題について検討する。

3- (1) 機器レイアウトに関して機器の配置や向きの改善に気づきがありましたか？の質問に 81.8%と多くの人に気づきを与えることとなっている。 ・取り外しなどスペースが必要と感じた。 ・空調機上部にファンがありましたが、V ベルト交換やモーター交換の際にダクト等が邪魔に

なりそうでしたので、配置を検討して頂けるとありがたいです。・空調機械室入り口を入れて右側の空調機を入り口側にさせないとプーリーの軸が抜けないと思います。・他でも書いたが、配管の場所やバルブの向きなど実際とは異なるのではないか。・空調機械室上部の送風機は点検整備がしにくいいため屋内にスペースがあれば床上がよいのではないか。処理室の会談上にあるタンクへの落下防止策が必要ではないか。・スペースに余裕がある場合にはファンなど床に配置可能な設備を移動してもらえると安全の観点からもよいと感じました。・メンテナンスの動線への配慮が検討されているか気になりました。

3-(2) 設備機器の大規模な入替の計画を再確認する上で改善したほうが良い部分がありましたか?の質問に45.5%の人が改善や気づきがあったと回答している。内容は・FL+1500程度に設置していたカマの交換がもし必要になった場合には困難だと思われた。・機械室に十分なスペースがあるので空調機上に配置されているファンは床置きにならないだろうか?メンテ更新ともに向上するため。・扉や通路のサイズがわかると良い。・屋外から機器の搬入ルートが確認できるとよいと思った。

まとめ：図面だけからは読み取れない新たな気づきとして、特に操作性に関すること、スペース、床のレベル差に関することが多かった。入替計画に対しての気づきは比較的少ないことが分かった。

#### ④まとめ

- ・ VR モックアップによって実際の作業や操作をイメージする事ができ、維持管理者の視点でも操作性の確認やレイアウトの改善など、その有効性を確認する事ができた。
- ・ 入力内容の不足に関しては、当初点検項目をピックアップした内容から決定したが、半数近くの人が不足を感じていた。これは、アンケート調査の自由記入記載の内容以外では、火災報知器、点検口、スピーカー、スプリンクラーなどである事がヒアリングからわかった。維持管理者の視点では、点検項目として目視によって確認することが必要なものもある事から、微妙な形状は違って、適正な位置に配置されており目視できるかという視点での検証も重要である。

### 課題 C) VR モックアップの作成過程における課題

#### ① 設定した「分析する課題」

VR モックアップを作成する過程における設計者・施工者が行う作業について、課題を分析する。

- a. スケジュールに関し、ワークフロー及び制作期間と、データの詳細度・確定度との関係から検討を行う
- b. VR モックアップの体験会開催に伴う課題分析を行う
- c. 現場モックアップを実施した場合との比較を行い、課題を抽出し分析する
- d. その他

## ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

### VR モックアップの作成過程における課題

#### 1) 検討の方向性（検討の前提条件を含む）

・ **該当するワークフロー**；課題 A) の VR モックアップの作成過程：工事の進捗状況から、S5 の施工段階の中で、対象室の総合図調整が終わった時期に VR モックアップを作成した。備品類の BIM モデルは新規に取り寄せた。課題 B) の VR モックアップの作成過程：課題 A) と同様に総合図調整は終了しているが、当初は VR モックアップを作成する予定は無く、機械類の BIM モデルを新規に作成した。課題 0) の VR モックアップの作成過程：工事進捗との関係はない。

- ・ **BIM モデルの詳細度・確定度**；課題 A) の VR モックアップ：建築に精通していない被験者を対象とすることから、詳細度・確定度共に高いモデルで、VR 作成を行った。課題 B) の VR モックアップ：BIM で全てのデータを作成していなかったため、VR モックアップでも情報が一部不足していた。また、維持管理者は概ね機器を理解していることから、詳細度は低めに設定した。課題 0) の VR モックアップ：空間の認識の違いを把握する目的であることから、詳細度は低いモデルとした。
- ・ **VR モックアップ作成者の特徴**；今回作成の中心となった施工者・VR モックアップ製作者は、過去に数回 VR を作成した経験を持ち、その知見を有効に生かす。

#### 2) 実施方法・体制

- ・ **検討対象**；課題 0) 、課題 A) 、課題 B) において作成した VR モックアップを対象とする。
- ・ **実施体制**；設計者が全体のマネジメントを行い、施工者がサブコンや協力事務所と共に VR モックアップ製作を担当した。
- ・ **検討の流れ**；
  - a. 上記 VR モックアップ作成後、制作関係者により、以下の視点で課題をピックアップする。
    - ・ 制作期間について
    - ・ データの確定度について
    - ・ 事前に設定したデータの詳細度と体験会実施後に寄せられた意見からの課題について
    - ・ 当初想定していなかった新たな気づきや検討を進める中で気になった部分について
    - ・ 前提条件等が不足していた部分について
  - b. 上記課題に関する意見交換を行い、その解決策について議論をし整理する。
- ・ **検討体制**；

それぞれの検証に立ち会った設計者、施工者、モックアップ製作者

## ② 課題分析等の結果

### a. スケジュールに関し、ワークフロー及び制作期間と、データの詳細度・確定度との関係から検討について

課題 0) A) B) それぞれのケースについて一覧表にまとめると以下の通り。

	制作期間	情報の確定度	情報の詳細度	目的	対象者
課題 0)	6 人日	既存空間のため 全て確定済み	詳細度 C	空間のとらえ方、大まかな空間認識	特定しない
課題 A)	32 人日	別途工事分が未 確定	詳細度 A	動線確認、デザイン、機器配置、スイッチ等の位置と操作性の確認	建築に精通していない人
課題 B)	23 人日	検証対象は確定 済み	詳細度 B	メンテナンス動作確認	ある程度建築に 精通している人

図 2-12 各検証一覧表

#### ■データの詳細度について：

- ・ それぞれの課題別の詳細度は表の通りである。
- ・ 課題 A) では建築に精通していない人を対象としたため、よりリアルな VR を目指し、詳細度は高く、例えば回り縁や巾木、ドアの取手なども入力したが、体験者が気にする部分は、スイッチ、机や研究機材、ドアの開き勝手や対象物までの距離などが中心であった。（詳細度 A）
- ・ 課題 B) では、維持管理者が対象で、まあまあ精通している人であると考え、実際の維持管理を体験する事を目的にしたため、本来は詳細の機器モデルを入力している事がベストではあるが、詳細のモデルデータを作成するとなると労力が多くなると考え、ボリュームがわかり操作に関わる部分がわかるデータとし、結果的にはそれで十分だったと言える。（詳細度 B）
- ・ 課題 0) では、対象者は広く設定したが、目的を大まかなスケール感の把握としたため、その点を把握できる詳細度に留めた。（詳細度 C）

#### ■データの確定度について

上表の通りの確定度で実行したが、体験してもらう際に受けた質問の中に、確定度に関する質問があったが、都度補足説明を行い理解してもらう必要があった。

#### ■適正なスケジュールの運用に向けて：

課題 A) の VR モックアップの作成過程：対象室の総合図調整が終わった時期に VR モックアップを作成した。モデルは設計 BIM 由来の施工段階での調整内容を反映したモデルを基本とし、さらに必要な情報を 2 次元図面（機械から空調、給排水図面、電気より照明他のプロット図、製作図等）受

領しモデル化した。この際、仕様変更が反映された正しいデータの取得が確実にできず多くの時間を有する結果となった。備品類の BIM モデルは別途関連業者が作成していた BIM を取り寄せた。（このデータがなかった場合は、追加で 8 日が必要と想定できる） 課題 B）の VR モックアップの作成過程：総合図調整が終わった時期の作成。当初は VR モックアップを作成する予定は無く、機械類の BIM モデルは新規に作成した。 課題 0）の VR モックアップの作成過程：工事進捗との関係はない。3D スキャンデータから BIM モデル化したデータを VR 化した。（当初 BIM モデルから作成する予定であったが、3D スキャンデータからの BIM 化ができることがわかり、試行した。BIM モデルから作成するのに比べて、一工程増えたため 2 日余計にかかったが、改修時には有効であると考え、試行した。

## **b. VR モックアップの体験会開催に伴う課題について**

VR モックアップを作成する段階から、VR 特有の問題や安全面も踏まえた確認が必要となることが分かった。以下、会場のスペース、設備環境、VR 実施時体制等の視点で整理した。

### **会場のスペース選定と合わせた VR 作成：**

VR モックアップの範囲の確定と会場スペースとの整合（会議室の場合椅子・机の移動場所とスペースも考慮必要等）

VR モックアップ実施を想定した VR 作成（会場の大きさに合わせ VR 上での可動範囲・ワープによる移動の有無と切替場所等）

### **VR 実施期間：**

確認人数による会場スペースの確保（会場に VR 設置する時間の確保、VR 後の打合せ場所と VR 実施中の待機場所等）

### **設備環境：**

会場の電源・モニター & プロジェクターの有無と台数・PC 手配の有無とレンタル期間・VR 機材の有無とレンタル期間・VR 操作員手配の有無と人数・期間

### **VR 実施時体制等の確認事項：**

VR 実施中転倒も想定した人員配置（VR 説明と補佐、ケーブル整理補助・VR 使用什器・障害物の有無補助）

その他：

- ・VR トラブル用の補助機材の準備
- ・リハーサルの有無



### c. 現場モックアップとの比較検討について

■現場モックアップでは、建築物の最終形と同じものを作ることで、できるだけ多くの属性の人たちに体験してもらい、多くの意見を求めるように運用されている。これは、時間と労力すなわち経費がかかっていることもそのような運用を行なっている理由の一つとも考えられる。今回 VR モックアップは、出来るだけ現場モックアップと同様の位置付けとして考えていた事から詳細度も高くなってきたが、簡易に VR が作成されるのであれば、それぞれの目的に応じて活用することが考えられる。例えば、維持管理者を対象とした課題 B) のような場合、検討範囲を絞って VR を作成することも考えられるし、より初期段階から維持管理業者の参入が可能なケースでは、十分可能性があると考えられる。

### d. その他

特になし

## (4) BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について

### 検証 A) VR モックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成

#### ①設定した「定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準」

**定量的評価**；図面のみでチェックと打合せを行う場合と、図面プラス VR 体験後に同行為を行う場合の所要時間について比較する。具体的にはどの程度削減されたと思うかについてアンケートによって明らかにした。

⇒発注者の図面チェックと打合せ時間の削減目標は 60%と設定した。

「従来の図面による図面チェックと打合せ」を基準にして、「VR モックアップを含む図面チェックと打合せ」とを比較した。

該当図面は、従来通りの総合図、レイアウト図、機器リスト、諸元表を対象とした。

#### ②検証等の方向性・前提条件、実施方法・体制

##### 1).検証等の方向性・前提条件

- ・ 施工段階の施工総合図のチェック完了後に作成したモデルで VR 体験を実施した。

- ・ 実際の打合せ時間ではなく、検証のために仮に設定した「打合せ時間」として、従来の図面による打合せ準備や打合せ時間を仮定して設定した。これは検証とは全く関係のない現場ごとに都合による不特定要素となる準備や打合せの工数増減を検証から取り除くためである。
- ・ 図面の読み込み時間については「図面で理解したと思っていた部分」と、「VRによって理解した部分」を比較した。
- ・ 手戻り回避の削減効果については「図面から読み取る場合の時間」や、「手戻りがあった場合の再打合せ」を仮定した。

## 2).検証等の実施方法・体制

- ・ **検討する空間**； (3) 課題 A)に同じ
- ・ **被験者**； (3) 課題 A)に同じ
- ・ **検証の流れ**； (3) 課題 A)に同じ
- ・ **検証体制**； (3) 課題 A)に同じ
- ・ **アンケート調査**；被験者 18 名を対象にリッカート尺度 5 段階評価でアンケート実施。（アンケート調査の詳細は参考資料 2-5)
- ・ **アンケートをもとに時間削減の効果の割合を算出**；

### 効率時間の計算方式

- ① 図面読み取りの削減効率の割合の測定は、短縮効果と削減時間の割合と回答比率を乗じて効果比率を算出した。
- ② 手戻り回避を見込んだ削減効率の割合の測定は、手戻り回避と回避の割合と回答比率を乗じて効果比率を算出した
- ③ 上記の 2 つを発注者の時間削減の効果とする。

- ・ **ヒアリング実施**；ヒアリングを元に、メリットや課題とその解決策を整理。

### ③検証等の結果

2-1- (2) ；「B.床壁総合図」（コンセント、スイッチ）に要する時間について、「従来の図面による図面チェック」を基準にして、「VR モックアップを含む図面チェック」とを比較した場合

- ・ 短縮されていると思う 93.3%

2-1- (2-1) ；短縮されると思うと回答された方は、おおよそどの程度改善されると感じましたか。

- ・ 25%程度との回答は 46.7%、50%程度は 40%、75%程度は 13.3%。

2-1- (3) ; 「C.天井総合図」 (照明、空調吹き出し) に要する時間について「従来の図面による図面チェック」を基準にして、「VR モックアップを含む図面チェック」とを比較した場合

・短縮されていると思う 81.3%

2-1- (3-1) ; 短縮されると思うと回答された方は、おおよその程度改善されると感じましたか。

・50%程度との回答は 46.2%、25%程度 46.2%と同数、75%は 7.7%。

2-2- (3) ; 「床壁総合図」の計画の見落としと手戻りの回避について。

・回避されていると思う 100%。

2-2- (3-1) ; 回避されると思うと回答された方は、どの程度回避されると感じたか。

・ある程度回避できると思う 46.7%、おおよそ回避できると思う 46.7%

2-2- (4) ; 「天井総合図」の計画の見落としと手戻りの回避について。

・回避されていると思う 100%。

2-2- (4-1) ; 回避されると思うと回答された方は、どの程度回避されると感じたか。

・ある程度回避できると思う 46.7%、おおよそ回避できると思う 46.7%。

2-2- (6) ; 「総合図最終調整の打合せ」の計画の見落としと手戻りの回避について。

・回避されていると思う 86.7%。

2-2- (6-1) ; 回避されると思うと回答された方は、どの程度回避されると感じたか。

・ある程度回避できると思う 38.5%、おおよそ回避できると思う 46.7%。

上記アンケート調査をとりまとめると以下の結果となり、図面チェックや手戻り回避の効果があることが検証できた。

## 定量的な効果

結果：図面読み取りの削減効率 36%削減

結果：手戻り回避を見込んだ削減効果 60%削減

図面読み取りの削減効率

	①短縮効果あり回答	②削減時間の割合	③回答比率	削減比率
床壁総合図	93%	25%	47%	11%
		50%	40%	19%
		75%	13%	9%
		合計		
天井総合図	81%	25%	46%	9%
		50%	46%	19%
		75%	8%	5%
		合計		
削減比率=① x ② x ③				平均 36%

手戻り回避を見込んだ削減効果

	①手戻り回避回答	②回避の割合	③回答比率	削減比率
床壁総合図	100%	多少	25%	7%
		ある程度	50%	47%
		おおよそ	75%	47%
		合計		
天井総合図	100%	多少	25%	7%
		ある程度	50%	47%
		おおよそ	75%	47%
		合計		
削減比率=① x ② x ③				平均 60%

図 2-13 検証 A 効果比率計算表

④まとめ

1. 発注者・エンドユーザーにとってのメリット（定量的効果）について

- a. 図面のチェック時間の短縮度合いについては、上記表の計算から、36%削減という数値が出されたが、アンケート調査からは「短縮されたと思う」に93.3%という高い数値が示され、ほとんどの人がその効果を実感していることがわかる。
- b. 打合せ時のVR確認による見落としの回避の割合については、上記表の計算から、60%削減という数値が出されたが、アンケート調査からは、VR体験によって「見落としが回避されたと思う」に94.5%という高い数値が示され、a.と同様にほとんどの人が効果を実感していることがわかる。  
但し、「確認できる項目が大幅に増えることによりチェックや打合せの時間が増加する。」と感じた人もいた。

2. その他定性的なメリットについて

- ・ 室内・機器の幅、奥行き、高さともに人によって違いの感じ方にはばらつきがあったが、特に高さ方向に関するスケール感の把握についてメリットがあることがわかった。
- ・ VR体験をおこなうことで「新たな気づきがあった」に56.3%が回答された。課題で記載した障害物を体感できないことに対する工夫が必要であるが、例えばブラインド操作が出来るのか？掃除ができるのか？などに疑問に感じるといった新たな気づきにつながり、建物の質が向上するメリットがある。

### 3. 今後の可能性についての意見

- ・ より早い設計段階で VR 活用に可能性があると思うかについては、「多少」もしくは「大い」にあるが 94.4%（合算）と可能性への期待がうかがえる結果となった。内容的には、設計段階での様々な業務の中でも、特に色彩、特殊な用途、デザイン性、高さ関係などの確認に活用されることが有効だと考えられている。
- ・ より早い段階での VR 実施に期待を寄せている一方で、VR だけで完結するとは考えておらず、あくまで空間理解を助けるツールとの認識を持っていることがわかった。

## 検証 B) VR モックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上

維持管理者が VR モックアップを体験することにより点検や備品交換を事前に確認、メンテナンス性の向上を検証する。⇒メンテナンス性の向上目標 20%

### ① 設定した「定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準」

- ・ 「メンテナンス性の向上」の評価基準は、「機械室におけるすべての点検・整備項目」のうち、「VR で気づきを得られた項目」の割合を判断材料とした。また「機器レイアウトの改善点」への気づきを得た割合も評価に加えた。

### ②検証等の方向性・前提条件、実施方法・体制

#### 1. 検証等の方向性、前提条件

- ・ 機械室で実施される点検や保守交換業務（23 項目）のうち、VR 検証が可能な項目改善できる項目の割合を示すことで活用の可能性を探る。（「参考資料 2-10 検証 B：VR 対象部屋における設備機器と点検内容などの一覧」を参照）
- ・ 施工段階の VR モックアップモデルを維持管理者が体験することで、点検や保守の業務での実用性を検証する。
- ・ 提案当初は検証場所として 6 階天井裏 ISS を想定していたが、工事工程の都合のために検証場所を空調機械室及び排水処理機械室に変更した。また検証場所の変更に伴って以下の検証方法についても一部変更を行っている。
- ・ 施工段階の施工総合図チェックで維持管理者の「図面によるチェック」が完了後の段階で VR 体験及びアンケート調査とヒアリングを実施した。

#### 2. 検証等の実施方法・体制

- ・ **検討する空間**；（3）課題 B)に同じ
- ・ **被験者**；（3）課題 B)に同じ
- ・ **検証の流れ**；（3）課題 B)に同じ
- ・ **検証体制**；（3）課題 B)に同じ
- ・ **アンケート調査**；被験者 11 名を対象にリッカート尺度 5 段階評価でアンケート実施。（アンケート調査の詳細は「参考資料 2-9 検証 B：維持管理アンケート結果」を参照）
- ・ **アンケートをもとに削減効果の割合を算出**；

#### 削減効果の計算方式

##### ◆点検・整備項目について

- a. 機械室で実施される点検や保守交換業務（23 項目）のうち、VR 検証が可能な項目のうち改善できると回答した割合を算出。

- b. 点検・整備項目で改善や気づきがあった項目の回答数の割合を算出。
- c.  $a \times b$  により点検・整備項目の削減効果とする。

#### ◆機器レイアウトの改善について

- a. 機器レイアウトに関して機器の配置や向きの改善に気づきがあったとの回答の割合を削減効果とする。

・ **ヒアリング実施**；ヒアリングを元に、メリットや課題とその解決策を整理。

#### ③検証等の結果

1. VR空間で維持管理業務を体験する上で業務の作業を認識することができるかを問う質問に対して、「できる」に100%が回答した。
2. 削減効果

#### ◆点検・整備項目についての削減効果

- a. 機械室で実施される点検や保守交換業務（23項目）の中で、VR検証が可能な項目の割合を算出。

全23項目のうち10項目が該当→ $10 \text{ 項目} / 23 \text{ 項目} = 43\%$

- b. 上記10項目のうち点検・整備項目で改善や気づきがあったとの回答した割合

→32%

- c.  $43\% \times 32\% = 13\%$ ・・・ **削減効果は13%**

- ・ 点検、整備に関わる改善や気づきの具体的内容
- ・ バルブの位置が高すぎて捜査や電動弁の開閉確認が実施しにくい。また高所作業は危険。
- ・ ダンパーのバルブが上を向いているものがあったので、下向きにして頂けると操作しやすいと感じました。
- ・ フィルターを取り出すスペース等十分確保されていることが確認できた。
- ・ バルブは本体近くに配置されると操作性も安全上もよいと思います。
- ・ 冷温水配管のエア抜き配管用のドレインホッパーは確認できたがエア抜き作業時にホッパー廻りが水びたしになる気がした。

#### ◆機器レイアウトの改善についての削減効果

- ・ 機器レイアウトに関して機器の配置や向きの改善に気づきがあったとの回答の割合  
→81.8%・・・ **削減効果は81.8%**
- ・ 機器レイアウトの配置や向きの改善に関わる気づきの具体的内容
- ・ 空調機上部にファンがありましたが、Vベルト交換やモーター交換の際にダクト等が邪魔になりそうでしたので、配置を検討して頂けるとありがたいです。
- ・ FL+1500程度に設置していたカマの交換がもし必要になった場合には困難だと思われました。
- ・ 空調機械室入り口を入れて右側の空調機を入り口側にさせないとプーリーの軸が抜けないと思います。

- ・ 空調機械室上部の送風機は点検整備がしにくいいため屋内にスペースがあれば床上がよいのではないか。処理室の会談上にあるタンクへの落下防止策が必要ではないか。
- ・ 大型のタンクを H 鋼で囲っているので入替時に大変かもしれません。

#### ④まとめ

##### 1. 維持管理者にとってのメリット（定量的な効果）について

上記の検証結果から、VR モックアップを維持管理として有効に活用可能であると考えられる。

##### 2. その他のメリットについて

###### 1) 維持管理業務の活用に関する VR の全般の内容

- ・ 普段立ち入ることができない天井内や立ち入り制限の部屋等の設備点検の教育研修。
- ・ 竣工前に点検表、点検ルート等を作成し、検証が可能。
- ・ 事前に維持管理の整備計画のイメージし不具合の調整業務や改修計画の効率化をおこなえる。

###### 2) 機械室の点検、整備に関わる内容

- ・ 事前に維持管理の整備計画を明確にイメージし不具合の調整業務ややり直しを防ぐ。

###### 3) その他の内容

- ・ 改修計画の再確認によって、盛替え、一時撤去など本来は不要なコストを抑える可能性あり。
- ・ 上記2つから発注者が受ける追加工事のリスクを低減出来る可能性あり。

##### 3. 今後の可能性についての意見

- ・ 普段立ち入ることができない天井内や立ち入り制限の部屋等の設備点検の教育研修。
- ・ 竣工前に点検表、点検ルート等を作成し、検証が可能。
- ・ 事前に維持管理の整備計画のイメージし不具合の調整業務や改修計画の効率化をおこなえる。
- ・ 今回 VR 空間で維持管理業務を体験する上でモデルの内容に不足はあったかを問う質問に対して、「不足あった」と40%が回答した。この不足した内容のなかで、効果の可能性が見込まれるものとして、非常灯、感知器などの点検や交換。マンホールや排水桝、照明スイッチ等などの位置確認などが挙げられた。→ このことから、維持管理用の VR モックアップ作成にあたっては、情報量と作業手間との関係から費用対効果にも着目し、モデル入力項目の設定が必要と考えられる。



## 検証 C) 現場 VR モックアップの費用効果⇒モックアップ費用削減目標 40%

### ①設定した「定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準」

定量的に検証する効果：検証 A) で作成した VR モックアップを現場モックアップの代わりに活用することで生まれる費用効果。

### 目標：モックアップ費用の 40%削減

効果を想定するための比較基準：仮に現場モックアップを作成したとした場合と比較して、どれだけ費用が削減できたかについて検証する。

### ②検証等の方向性・前提条件、実施方法・体制

#### 1. 検証等の方向性・前提条件

従来、現場モックアップの目的は、同じものを繰り返す病室や客室など「大量に制作するものへのリスク回避」を主目的とするものや、複雑で詳細な確認をすることを目的とする、あるいはデザイン性にこだわる事から実物で確認することを目的とすることなどが多い。今回の検証では、「発注者・エンドユーザーが VR 体験を通じて、そこで行われる行動の確認と新たな気づきがあるのかという視点での検証が目的である」事から、現場モックアップ費用の算定にあたっては、基本的に表面に現れる物だけを設置し、天井内、床下内、空調設備・給排水の接続等を行わないことを前提としている。

また、概算にあたっては、条件設定によって工事費が大きく変わってしまう。例えば、施設を賃貸でまかない、内容をモックアップに活用する場合や、現場事務所の一角に仮設プレハブを設置する場合などである。そのため、以下のような条件として見積もりを行うこととした。

- ・その他の詳細な前提条件
- ・ AW,SD,LD 等建具は本設利用なし。
- ・ エアシャワー、パスボックス、ドラフトチャンバーは本設利用。
- ・ 外周の軽鉄ははりぼて、光庭の作り込みはしてない。
- ・ 場所は、横浜地方合同庁舎内を想定←現場内の場所や時期は未検討。
- ・ フロアレベルを 6180 で設定。(700+4200+400+880)
- ・ 基礎床レベルを下げ、基礎上にプレファブをのせ、仮設プレファブ対応を想定。  
※現場内ではなく、外部に出すと場所代+管理費がかかる。
- ・ 現場の躯体内に設置するには、工程との調整が必要。上記の理由より仮設プレファブ。
- ・ 天井高さを調整 (CH=2700→CH=2500 等) してプレファブで作れる範囲で行うのが現実的。
- ・ 大きさも、VR 同様 AS 前室と検査室を繋げなければプレファブで可能。

- ・繋なげる場合は、躯体内に設置するのが現実的。

## 2. 検証等の実施方法・体制

実施方法としては以下の通り

1. 検証 A で作成した VR の製作工数をもとに費用を算出
2. さらにモデル作成時の施工図・製作図との整合修正工数を費用に追加して VR 製作費用に合算。
3. 現場モックアップを製作するにあたって、検証 A の検証結果をもとにモックアップに求められる必要条件を整理。
4. 現場モックアップを実際製作する上での前提条件を整理。
5. VR モックアップを作成すると仮定して積算を行い、金額を算出。

検証体制としては、施工者の戸田建設から仮にモックアップを製作する場合を想定して、実際に積算業務にあたる担当者が必要条件をもとに積算を行った。また VR を製作する過程では、委託した VR 製作者の業務工数及び設計者、施工者との調整作業 工数を集計した。

### ③ 検証等の結果

現場モックアップと VR モックアップのそれぞれの金額を下記の 2 例について比較する。

比較 A は現場モックアップ費として建築、設備、設置、解体費用プラス仮設プレハブ設置費の見積を計上する。

比較 B は比較 A から仮設プレハブを削減。現場建屋内に設置場所がある場合を想定した。

VR モックアップ費用は今回作成した実費金額を計上した。

比較 A は現場モックアップ費用 1000 万円、VR モックアップ費用 230 万円となり、費用は 77% 削減された。

比較 B は現場モックアップ費用 600 万円、VR モックアップ費用 230 万円となり、60% 削減された。

以上から、現場施設内に現場モックアップの設置場所がある場合でも 60% の費用削減効果がある事が分かった。

### ◆各費用の採算内訳

- ・ 建築・設備+設置・解体 600 万円（千円単位四捨五入）

内訳（「参考資料 2-11 現場モックアップ内訳書」を参照）

- ・ VR 作成費用 230 万円（千円単位四捨五入）

内訳（打合せ調整、備品モデリング、建物モデル一部修正、追加機能作成、現地での VR 体験準備、及び補佐）

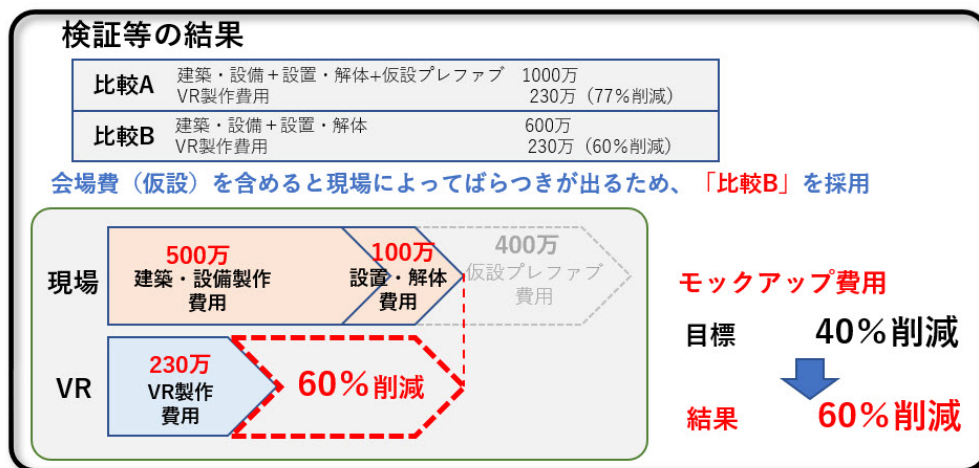


図 2-14 検証 C 検証結果

## (5) 結果から導き出される、より発展的に BIM を活用するための今後の課題

### ① アンケート調査から導かれる今後の可能性と課題

VR は既に建築の世界でも様々な場面で採用されているが、さらに、多くの展開が期待できると考えており、上記検証の際に行ったアンケート調査時に追加で意見を求めたので、そのとりまとめを以下に示す。

■ アンケート結果概要（詳細は「参考資料 2-8 検証 A：アンケート結果」を参照）

■ 3-1（1）；今回は現場に入ってから VR を実施したが、より早い設計段階での VR 活用について可能性があると感じたか？→・大いにある 61.1%、多少ある 33.3%。

3-1-（1-1）；可能性についての具体的なコメント

・時間短縮、正確な設計、手戻り防止、相互理解、合意形成、高さ方向の把握の容易さ、などの点で効果を期待している事がわかる。

■ 3-1（2）；室内の床や壁、天井の仕上や内装デザインでの活用について可能性があると感じましたか。→・大いにある 66.7%。多少ある 22.2%。

3-1（2-1）；可能性についての具体的なコメント

・色の違いやデザインなど、平面図では想定しにくいので、大変有意義との意見がほとんどである。

■ 3-1（3）；部屋の中の空気の流れを矢印などで可視化するなどの活用には可能性があると思われますか。→・多少ある 52.9%、大いにある 11.8%。

3-1（3-1）；可能性についての具体的なコメント

・空気の流れのように実際見えないものも、可視化されることで動線上の注意など業務の改善につながると思う。

■ 3-1 (4) ; 以下の3つの図面を利用せずVRだけでチェック・確認ができると思われますか。

3-1 (4-1) ; 「機器レイアウト」について

→・全くできると思わない 11.8%、あまりできると思わない 41.2%、多少できると思う 17.6%

3-1 (4-2) ; 「床壁総合図」について

→・全くできると思わない 11.8%、あまりできると思わない 41.2%、多少できると思う 29.4%

3-1 (4-3) ; 「天井総合図」について

→・全くできると思わない 11.1%、あまりできると思わない 22.2%、多少できると思う 44.4%

3-1 (4-4) 具体的なコメント

・ 図面の必要性としては、VRをずっとつけることはできないため、施工図の作成につながるため、細やかな設計に図面は必須なため、記録を残す必要があるため、などの理由が挙げられた。

3-1 (4-5) その他気付いた点 ;

・ もう少し付属するもの（窓のクレセント高さやブラインド操作）の情報を入れ、確認すべきかと思えます。

■ 3-2 (1) ; 今回の取組みについて確認させて頂いた効果や改善策のほかに、取組みの可能性として感じた部分がありましたら教えてください。

- ・ 住宅やリフォーム等、小さい事業は、使い手の好みが決まっていると思うので、VRは選択を検討できるので有用だと思う。今回のような大きな事業は多くの人数で効果的に確認できることが有用。
- ・ 比較対象とする実物の大きさが分からない為、VR内には人物（165 - 170 前後）の人を置き実物にもVR開始前に高さ、幅イメージが分かるものがあるとより良いと感じる。VR体験中に座る椅子など、実際の高さと同じものを用意したほうが、より正確な確認ができるかと思いました。
- ・ 高さや位置がわかるのは有効。遠近感がつかみづらい気がしました
- ・ 今までは検査部門のみで確認するが、VRを使用すると関係のない部門が確認できるので優良である。
- ・ 総合して気づきが得られ、VRの利点を感じる事が出来た。メンテナンス性の確認にも大いに利用できると感じた。

■ 3-2 (2) ; 今回の体験によって「VR酔い」と呼ばれる、乗り物酔いのようなものを感じましたか。→・ない 55.6%、あまりない 16.7%

■ 3-2 (3) ; 今回のVR体験について改善点があれば教えてください。

- ・ VRの中に実物大の人を置いてもらえれば、VRのなかにおいてサイズ感が分かるのではないかと思う。
- ・ 基本レイアウトをこのVRを通じて組み換えが可能ならより使いやすいものになると思います。

- ・ 可能であればアバターを取り込んで実際に動かすことが出来たら、より具体的に動線を想定・体験できるかなと思いました。

## ②今後の展開を見据えた課題について

- 1) . **VR 技術に関する課題** VR 技術は未だ発展の途上であり、建築分野での活用シーンでも多くの課題や要望があるが、主として技術的な課題についてまとめた。
  1. **ゴーグルの軽量化**：今回活用した VR ゴーグルはプロセッサを搭載したモデルで 500~600g 程度あり、女性が装着するには少々重いという感想も受けた。最近ではプロセッサを搭載しないモデルでは 250g の製品も市場に投入され軽量化が進んでいるため、今後新しい製品によって技術的に解決されることに期待したい。
  2. **通信と無線化**：今回活用した VR ゴーグルは 10m 以上の USB-C の有線ケーブルでデスクトップ PC と接続した。もしこれを無線化すれば行動範囲が広がり、有線による VR 体験時の違和感、介添えが行う配線裁きの手間が大幅になくなり、快適に VR 体験をおこなうことが出来る。しかしながら現在は VR ゴーグルの Wi-Fi 経由での無線接続形式が主流であり、社内において VR 体験環境に合わせて Wi-Fi を用意するにはセキュリティ上の課題があり、そのまま既存の Wi-Fi 環境を借用することが難しい。この解決策として社内 Wi-Fi 環境とは別のローカルな Wi-Fi 環境を構築し、その中 PC と VR ゴーグルのローカルな無線接続環境を構築することが考えられるが実施には課題が多い。
  3. **解像度**：今回活用した VR ゴーグルの解像度は 1920x1832 とフル HD に相当する解像度で実施した。UE4 でレンダリングした空間を再現するには十分な解像度であるが、没入感や被写界深度を表現する上では更に高解像度が必要になる。ハイエンドの VR ゴーグルではすでに 8K (7680x4320) の性能を持つ製品も市場に投入されており、今後はこの性能が低価格化して一般化すると思われる。
  4. **PC 性能と価格**：今回活用した PC はワークステーションクラスの PC を用意し、ハイエンド GPU (グラフィックボード) を搭載したグラフィック性能に優れた PC を用意した。デスクトップでおよそ 30 万程度の価格帯の性能であれば十分に性能を発揮することが出来る。今後はクラウドストリーミング技術の発達により、クラウド上に高性能サーバーで処理した画像をスペックの低い一般的な PC や携帯端末を介して VR ゴーグルに映像を送り、高性能 PC と同じ性能を発揮する技術が一般化する。この技術はすでにゲーム業界で実践され始めており、今後建築業界への応用が待たれる。
  5. **建築専用 VR ソフトウェアによる簡便な VR 体験**：今回は検証 A、検証 B の VR 空間を UE4 によって再現して検証をおこなった。UE4 は専門的なエンジニアによって作業を行い、よりリアルな VR 空間を作成し、あらゆるツールを実装した。しかしながらコスト的には今後の運用において容易に利用できるものではなかった。今回は UE4 によって検証を行ったが、今後汎用的に VR を利用するシーンでは建築専用 VR ソフトウェアによる VR 空間の作成によって、短期間で

より安価に活用が可能である。今回は VR 上で作動する切替スイッチ、メジャー、道具をつかむ機能など、あらゆるツールの実装にこだわり UE4 を採用したが、これらの機能のある程度制限されることを許せば、建築専用ソフトウェアでも VR 空間を体験することはできる。たとえば、Twin Motion や Enscape など、パースや動画を作成するソフトウェアにも VR 機能を実装するものがある。今回は検証 0) で Twin Motion を利用したが、工数は 1/5 に収まった。これは Twin Motion が建築用に最適化されており、BIM データを高い再現性で取込み、その後より直観的に VR が作成できるためである。

6. **同一空間に複数人が参加：**VR 内で複数の人が、同時に体験ができ、そこで議論できる事などが検証の際に被験者から要望として寄せられた。近年メタバース上での同時体験することが一般化しつつあり、技術的には可能な状況にある。今後建築向けの VR ソフトウェアにもその機能が実装されることが待たれる。また、VR 内で自分の居場所が示せる地図があると迷子にならなくて良い。
7. **まとめ：**以上のような技術的な課題については、日進月歩で新たな機能や性能の更新があり、今年度においても取組みを行っているさなかに多く機能を更新するリリースがあった。今後さらに技術革新が進むによって数年後には上記の課題のうち解決される部分が少なくないと思われる。

## 2) . 運用方法、発注者や関係者との合意形成に関する課題と提言

VR を活用する事により、関係者間での合意形成はとりやすくなる。特に建築に精通していない人にとっては、図面で見ると、BIM の 3D を画面で見ると、リアリティのあるものとして実感できる事が明確になった。しかし、BIM のデータがあればすぐに簡単に出来るのかというと、決してそうではなく、多くの課題がある。ここではその課題とその解決案として特に運用面での配慮事項といった視点でまとめた。発注者をはじめとする関係者間で、共通の認識に立ち、スムーズな VR 活用が望まれる。

### 1. VR 及び VR モックアップの定義の共有：

単に 3D モデルをリアリスティックな表現に近づけたパソコンの画面を大きく映し出し、ウォークスルーで共有することも VR と呼ぶケースが見受けられるため、前段に関係者間で語句の定義をすることを推奨する。

VR とは「Virtual Reality」の略で、「人工現実感」や「仮想現実」と訳されている。ここには「表面的には現実ではないが、本質的には現実」という意味が含まれ、VR によって「限りなく実体験に近い体験が得られる」ということを示す。ヘッドマウントディスプレイを通じ得られるリアルな体験が、あたかも現実であるかのように感じられる。

モックアップとは、様々な業界で使われる言葉であるが、今回の検討業務においては建築業界において一般的に使われているように以下の定義とする。建物の外観や機能の確認のために、試作される原寸大の模型、室内。特に現場段階で発注者や施主、利用者など、図面だけでは判

断しがたい人たちを対象に最終確認としてつくられるものを指す。客室や病室など同じものをたくさん作る場合や、複雑で特別に確認が必要なものや部屋直が主な対象。

VR モックアップとは、現場段階で作るモックアップを VR で行うものであり、今回の業務を実施する上で造られた造語。

## 2. VR モックアップ実施時期に関する課題とワークフローの提案：

VR モックアップ体験によって新たな気づきが起こり現場へフィードバックすることで手戻りを少なくすることが大きな目的であるが、総合図で詳細な検討を行ったあとに、VR 体験を行う事で、さらに新しい気づき生まれ、手戻りが発生する可能性がある。一方で、中途半端なモデルで VR 体験を行った場合、逆効果の危険性もあり、適切なタイミングやそのワークフローについて以下のように提案する。

「今回の検証におけるワークフロー」では総合図のチェックを実施した後に、詳細度 A のレベルで作成したモデルで VR 体験を行った。これに対して、「提案のワークフロー」では総合図チェックに先立って、詳細度 C のレベルで作成した VR01 を体験し、総合図チェックを経て、VR02 を体験する。

\*詳細度は「図 2-15 検証ごとの比較」による。

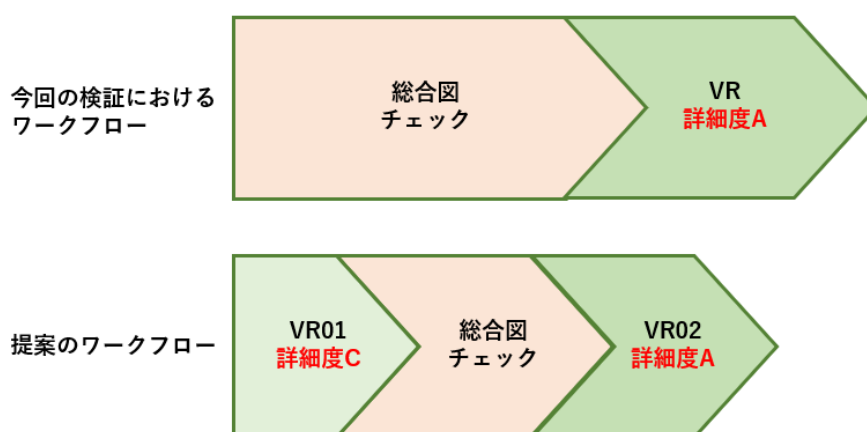


図 2-15 検証ワークフロー

## 3. 利用目的の明確化と確定度・詳細度設定の考え方について：

VR を作成するにあたっては、どの程度のリアルさを追求するべきか、どの程度の確定度の情報でモデル化するかという視点が、モデルを作成する労力に大きく影響を及ぼす。そのベストバランスを見極めるための視点として、対象者の属性として建築プロセスに精通しているかという視点と、検証の目的に応じて詳細度を分けて作成するという視点が重要であると考えられる。それに加え、確定している内容を明確にし伝達することも重要である。

なお、今回の検証では大まかに対象者の属性と詳細度と目的を以下のように設定したが、この程度の分類分けを参考に、PJ の特性や、与えられた環境に応じて設定されることが望まれる。

	制作期間	情報の確定度	情報の詳細度	目的	対象者
課題 0)	6 人日	既存空間のため全て確定済み	詳細度 C	空間のとらえ方、大まかな空間認識	特定しない
課題 A)	32 人日	別途工事分が未確定	詳細度 A	動線確認、デザイン、機器配置、スイッチ等の位置と操作性の確認	建築に精通していない人
課題 B)	23 人日	検証対象は確定済み	詳細度 B	メンテナンス動作確認	ある程度建築に精通している人

図 2-16 検証ごとの比較

#### a.確定度について：

例えば、別途工事などのような発注時期の違いや、設計から施工へデータを引き渡す場合のメーカーが決まっていない場合などで、確定度の違いがあるケースが考えられる。しかしこれは BIM に限った話ではなく、一般的に現場で設定している「物決めスケジュール」の中で、BIM モデルの位置付けを明確にし、他のもの決めと整合の取れたスケジュールが作られ、関係者で共有することが重要だと考える。

#### b.制作期間と詳細度について：

- ・ 制作期間に大きく影響するのが、BIM データの有無とその詳細度である。特に、備品関連など別途工事のものは、データの入手が困難であったり、そもそもデータがなく新たに作成することになるのかによって左右される。
- ・ 設備機器などのように、本工事ではあるものの、設備機器の詳細な BIM データの有無も確認が必要である。メーカーオブジェクトとして存在する場合はそれで良いが、ない場合は、BIM モデルをどの程度の詳細度で作るのか、検討が必要である。この場合の対策としては例えば、大まかな 3D の形状情報だけを入力し、機器の製作図と照らし合わせて確認するとか、操作部分だけは作りこむのかなど、が考えられる。
- ・ また、総合図段階でも記号としてしか入力しない、火災報知器、点検口、スピーカー、スプリンクラーなどは、改めて 3D 入力をするのかについても、作業量との関係で判断するべきと考える。この場合は、例えば、維持管理者の視点ではこれらの中には、点検項目として目視によって確認することが求められているものもある事から、微妙な形状は違って、適正な位置に配置されており目視できるかという事を目標にしたデータの入力方法でも、十分有効と考えられる。





画像 2-22 モデル詳細度の比較

#### 4. 更なる様々な活用に向けた課題と提言

**a. VR のすり抜け問題への対応の件（VR 上の物体を体がすり抜けてしまう）：**

VR の特徴として、障害物に対して通り抜けられてしまうことが指摘されており、細かい動作までの確認ができない点が課題である。この場合、実物と VR とを位置合わせをし、簡単なものでもよいので実物で障害物を作ること、回避する事が考えられる。しかしその位置合わせについては、どこまで精度を高く出来るかというもう一つの課題がある。

**b. 規模、用途、部位ごとの活用の対象となる範囲：**

VR モックアップを作成し、実際に自由に歩き回ることを想定する場合は、現実と同じ大きさの空間が必要になる。自分で歩かずにボタン操作で動き回ることを想定した場合は、対象とする空間の規模は自由になるため、規模や用途、部位などへの制約からは解放され、自由に体験できる。従って、これらの条件さえ理解していれば、どんな場面でも活用することが可能と考えられる。また、時期的な問題がクリアできれば、現場内の対象とする場所で VR を実施することも大いに可能性はある。そしてこの延長上に AR に発展していくと考えられ、その場合は a. の課題も解決できるかもしれない。

**c. より早い設計段階(S3・S4)での利活用とその運用方法など：**

そうすると、設計段階での活用が広まってくると考えられる。より早い段階での VR 活用は、決まっていないことが多いが、全体のスケール感や空間のバランス、実際に体験することから得られる

課題への気づきなど、大きな視点で検討するためには非常に有効な手法であるといえる。例えば、スポーツ施設のような大空間の VR では、イベントの疑似体験から、観客の避難を想定した動線上の課題、維持管理者の視点から見たメンテナンス上の課題、運営者から見た誘導上の課題、など多様な疑似体験を行う事が想定され、そこからは非常に多くの課題抽出が期待される。

**d. 外観に活用する可能性と想定される課題:**

外観の場合、現実空間を歩くことはあきらめて、コントローラーでの移動、ワープ、乗り物(VR 内)に乗った状態で体験する事などが考えられる。VR では、天気を変えることができるのも、VR 使用への魅力となるかもしれない。外観は、BIM から書き出したデータをそのまま使用可能だが、データが重くなりがちである。特に BIM データに外観検討には必要でない内装や構造体モデル、下地のモデル、設備モデルなどを内包したような場合は、軽量化のためにこれらを整理する必要がある。外観の検討にあたっては、周辺的环境や背景が必要であるが、その範囲や詳細度の設定が重要となる。その際、UE4 などのゲームエンジンを使う事で、データは軽く扱う事ができる。また、周辺のモデルは国交省が 3D 都市モデル (PLATEAU) で提供している場合は、これを活用して周辺との関係性の確認を行うことが可能である。

- e. まとめ:** VR のスムーズな運用に向けては、適切なスケジュール作成が要であるが、それに伴い、事前に目的や方針を明確にし、詳細度・確定度の関係者間での共通認識が重要である。また必要データをそろえる期間にも配慮が必要であるが、BIM での設計図、施工図作成が一般化し、全てが BIM または相応のデータで検討をしている状態になれば、改めてデータの取得は不要であり、その時点で作成されている BIM モデルをタイムリーに VR として活用することが可能となる。

### 3) . BIM ガイドラインの改定に向けた提言

#### 1.“メンテナンスレビュー”実施の提案【維持管理者によるフロントローディング】

維持管理者の目線で「メンテナンスレビュー」を実施し、維持管理面での機能性向上や改修のしやすさを計画に反映することで、施設の価値を高め、発注者メリットにつながる。その際、VR を活用することで効率的に短時間でのレビューが可能となる。S3~S5 段階では一般的には維持管理業者が決まっていないケースが多く、ライフサイクルコンサルティング業務や技術コンサルタントとして位置付ける事が考えられる。

#### 2.VR 活用に伴う運用上の配慮事項の整理と共有化の提案【VR 活用ガイドの整備】

標準ワークフローをもとに、各フェーズで BIM モデルによる VR を活用の運用方法、注意点、利活用が可能な業務範囲を示す。

VR 活用ガイド案の方向性：BIM ガイドラインの標準ワークフローを基本とし、各フェーズで BIM モデルによる VR 活用の運用方法、注意点、利活用が可能な業務範囲を示す。さらに目的別、詳細度別に事例を掲載し、VR の具体的な利用メリットを紹介する。

### 3.発注者要件として加えるケース

VRを発注者から求める場合は明確にEIRで規定することが望まれる。基本的には、BIMはステージごとに決めた詳細度で運用されるため、それに応じたVRを作成することになるが、そのステージ以上の詳細度を求める場合は、EIRで条件を提示しBEPで計画することが考えられる。そのサンプルは(7)で提案する。

#### 4) . 今後への期待

今回の検証からVRに関する課題抽出と提言を行ってきた。しかしながら、検証した空間の数も被験者数も少ないかったため、今後より多くの検証実績を積むことで、新たな視点やその有効性の裏付けとなるのではないかと考えられる。特に、VRモックアップを当初から想定したプロジェクトにおいて、提案したワークフローに沿う形での検証に期待したい。また、より早い段階でのVR活用についても、多くの実績を重ね知見が集約され、さらにはAR技術への展開も期待したい。

## (6) BIM 発注者情報要件(EIR)、BIM 実行計画(BEP)の検証結果

令和2年度で取りまとめたBIM発注者情報要件案(EIR)及びBIM実行計画書案(BEP)を基に、令和3年度はこれに追加する形で以下の2種類を作成した。

- a. 発注者が設計者に対して、設計段階でのVRの製作を求めた場合のBIM発注者情報要件(EIR)、BIM実行計画書(BEP)
- b. 発注者が施工者に対して、施工段階でのVRモックアップの製作を求めた場合のBIM実行計画書(BEP)

### 1) BIM 発注者情報要件 (EIR)

1. **BIM 関連スケジュール**；(マイルストーン：VR確認会)、(予定日：実施設計(S4)序盤)、(関係者：発注者、意匠、設備)
2. **BIM の目的**；施主との合意形成
3. **BIM の活用事項**；VRによる検査室、AS前室の機器レイアウト、設備仕様等に関する確認と合意
4. **基幹ソフト以外に使用するソフトの使用範囲・仕様内容**；(種類：指定なし)、(使用範囲・使用内容：VR)
5. **BIM 会議実施計画**；(VR事前確認会：管理技術者、建築、電気、機械、BIMマネージャー)  
(VR確認会：発注者、管理技術者、建築、電気、機械、BIMマネージャー)

## 2) 設計 BIM 実行計画書 (BEP)

1. **BIM 関連スケジュール**; (マイルストーン: VR 確認会)、(予定日: 実施設計 (S4) 序盤)、(関係者: 発注者、意匠、設備)
2. **BIM の目的**; 施主との合意形成
3. **BIM の活用事項**; VR による検査室、AS 前室の機器レイアウト、設備仕様等に関する確認と合意
4. **基幹ソフト以外に使用するソフトの使用範囲・仕様内容**; (種類: Twin Motion)、(使用範囲・使用内容: VR)
5. **BIM 会議実施計画**; (VR 事前確認会: 管理技術者、建築、電気、機械、BIM マネージャー)  
(VR 確認会: 発注者、管理技術者、建築、電気、機械、BIM マネージャー)

## 3) 施工 BIM 実行計画書 (BEP)

1. **実行内容**: VR モックアップの確認
2. **目的**: VR モックアップの確認
3. **工程**: 右記の工程を記載。(VR モデル作成、VR 反映用総合図受領、VR モックアップ事前確認会、VR モックアップ確認会、総合図への反映)
4. **成果品データ形式**: VR モックアップ Viewer
5. **専門工事会社**: 利用ツール: Rhinoceros、Unreal Engine。

## (7) 参考資料(EIR・BEP のサンプルを含む)

- ・参考資料 2-1 設計用 EIR 発注者情報要件・BEP 実行計画書 (更新版)
- ・参考資料 2-2 施工用 BEP 実行計画書 (更新版)
- ・参考資料 2-3 検証 0・検証 B: ヒアリング打合せ議事録
- ・参考資料 2-4 検証 0: アンケート結果
- ・参考資料 2-5 検証 A: ヒアリング打合せ議事録
- ・参考資料 2-6 検証 A ヒアリング会議説明資料
- ・参考資料 2-7 検証 A ヒアリング別添資料
- ・参考資料 2-8 検証 A: アンケート結果
- ・参考資料 2-9 検証 B: アンケート結果
- ・参考資料 2-10 検証 B: VR 対象部屋における設備機器と点検内容などの一覧
- ・参考資料 2-11 検証 C 現場モックアップ内訳書
- ・参考資料 2-12 中間報告提出資料
- ・参考資料 2-13 成果報告に向けた議論提出資料

## 3章 維持管理 BIM、その他について

### (1) プロジェクトの概要 (1章参照)

### (2) 本事業を経て目指すもの、目的

#### 1. 維持管理 BIM

施工中に、維持管理 BIM の整備を試行する。維持管理者が求める維持管理 BIM として具体的活用方法を模索する。課題の抽出とともに BIM で活用することの意義を明らかにする。活用方法に関しては、引渡し後の取り組みも視野に入れた可能性を探る。(令和4年度までの継続)

#### 2. その他

昨年度は施工へのデータ連携を構造モデルで実施した。引き続き、今年度は意匠モデルで実行したので、データ連携に伴う課題を明らかにし、より円滑な連携を目指す。

### (3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

#### 課題 D) QR コードや画像認識技術と AR を組合わせた施設内利用の課題

##### ①設定した「分析する課題」

施設の避難ルートや、施設備品情報、サインの詳細情報などにアクセスすることが出来る QR コードを施設に設置し、施設の利便性や情報提供の利用に資する際の課題と効果を分析し今後への展開を提案する。

またその際に AR 技術を活用した眼鏡 (AR グラス) の普及を 5 年以内に想定し、施設内に掲載された QR コードから情報へのアクセスし、AR グラスからユーザーが求める施設情報を提供する仕組みについて模索する。今年度は取組みの方向性や計画について報告する。

##### ②検討の方向性 (検討の前提条件を含む)、実施方法・体制

#### 1) 検討の方向性

施設の側面から Web と現実を接続する可能性や手法について検討する。従来の施設表示の置き換えと、新しい施設表示の手法を考察して、現状で実現可能な技術と照らし合わせ可能性を探る。まずは従来の施設内表示の在り方を確認した上で、Web 接続によって可能性が広がった新しい施設表示について現状の可能性を整理し、現在様々な分野で取組みが進む事例から技術的な実現可能性を検討する。

## 2) 実施手順

- (1) . 従来施設内建物、設備、備品に求められてきた表示情報（サイン、案内、掲示物、注意警告、張り紙）について整理して従来の施設内表示の在り方を確認する。特にマニュアルなどの内容に更新が求められるものや、管理者や利用者によって表示を切り替えたい情報などについても事例をもとに本来の在り方を整理する。またその上で QR コードを活用することによる効果を分析する。
- (2) . その上で近年の Web 接続によって可能になった新しい施設表示) を整理し検討する。  
例えば以下のような事例について
  1. 避難ルートの表示
  2. 施設備品の管理情報
  3. サイン関わるより詳細な情報
- (3) . 各施設内表示情報に QR コードを施設内に掲載する効果がある場合について、その掲載方法から Web 接続に関わる運用と技術的な手法を整理。
- (4) . AR 技術を活用して、AR グラスから QR コードを読み込み、Web 接続することによって施設内の情報にアクセスする際の技術的な課題について既存の様々な分野での取組みの事例をもとに考察する。AR グラスについて現状での実現可能性を踏まえた範囲で検討する。

### ③課題分析等の結果

※令和 4 年度に課題分析の結果を報告する。

## 課題 E) エンドユーザーを対象にした VR 体験コンテンツ提供

### ①設定した「分析する課題」

維持管理モデルを活用し、施設利用者向けの VR 体験を活用した新しいサービスを模索する。例えば、これまで現実の空間で行ってきた車いすトイレの利用の VR 体験や、避難訓練の VR 体験など、その際の運用上の効果や課題を分析する。また来年度以降に竣工後を踏まえて具体的な課題分析に取り組

### ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

#### 1) 検討の方向性

この課題分析のテーマは竣工後のフェーズにあるため、ライフサイクルコンサルティング業務の範囲で事業サービスの 1 つとして用意し、今後顧客の要望によって VR コンテンツの利用を提案し依頼された場合を想定し、その製作や運用を請負った場合の事業計画を想定して課題分析を行う。

VRコンテンツについて以下の項目ごとに課題を検討する。

1. 避難計画；避難訓練の際の避難ルートの体験説明への活用
2. 保守管理計画；維持管理者、施設管理者の管理運営マニュアル活用
3. 車いす体験；ユニバーサルデザインを体験するイベントに活用

また課題分析の結果は令和4年度に報告する。

## 2) 実施手順

1. 既に実用が検討されている事例を調査してその効果や課題について調査する。
2. コンテンツに利用するために竣工 BIM モデルを最適なモデルに変更し、コンテンツデータを作成する上での具体的な手順を整理し、その課題について整理する。
3. VRによって実施された場合のメリットや効果を考察する。
4. 実際に取組む際の準備や実施段階における課題やその解決策を検討する。

## ③課題分析等の結果

※令和4年度に課題分析の結果を報告する。

### 課題 F) 意匠 BIM 設計モデルの施工活用について

「検証 F) 意匠 BIM 設計モデルの施工活用については発注者から PFI 事業で実施している内容なので削除の指示がありました故、この検討項目は削除させていただきます。

### 課題 G) 工事区分データ管理上の課題

「検証 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和4年度に報告する。

### 課題 H) 維持管理 BIM の整備

#### ① 設定した「分析する課題」

維持管理の業務内容から BIM の活用が期待できる属性情報を抽出した維持管理 BIM を整備し、維持管理者とともに情報入力ルールを含め、課題を分析する。令和2年度の連携事業では検討結果として維持管理者にヒアリングを行い、維持管理者がどのように BIM を活用できるのかについて整理した。令和3年度ではこれらの整理に加え、特に点検項目に関する有効性を確認し BIM を活用した新しい取組みにつながる方策を検討した。

## ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

### 1) 検討の方向性

「JFMA ファシリティのための BIM ガイドライン」の 5 章 1 項「FM の業務と BIM」に記載された内容によると、ファシリティマネジメントの業務には大きく 3 つの経営活動がある。「経営」は全ファシリティの統括的で最適な在り方を求める FM 戦略・計画レベル。「管理」はファシリティの最適な状態への改善（効率化、低コスト化）を図る FM 業務管理レベル。「日常業務」は日常の運営維持（清掃、保全、修繕、サービス等）への合理化、計画化、定量化を目指す実務レベルである。この取組みではこの 3 つのうち、「日常業務」について維持管理委託業務の視点から BIM の活用を検討する。

「日常業務」の内容も多岐にわたるが、ここでは平成 25 年版建築保全業務共通仕様書にある、一般的な保全業務項目と標準的に実施される作業内容を参考にして項目の中から BIM の活用が想定される業務内容を抽出し、維持管理者にヒアリングを実施した。この取組みでは維持管理 BIM 作成業務の実施を想定しながら、特に維持管理者が利用する上で優先される業務内容について課題を分析していく。多岐にわたる維持管理業務の中から BIM の活用の効果が望める部分を選別した上で、特に利用頻度が高い取組みについて検討する。

今年度は特に点検業務において BIM を活用する際の可能性について説明し、今後の計画や課題分析の結果の途中経過を報告し、令和 4 年度に最終的な課題分析の結果をまとめて報告する。

### 2) 実施手順

以下の手順で課題を検討する。

1. 維持管理業者へのヒアリング。
2. 効果が見込まれる維持管理 BIM 属性項目を選定。
3. 必要な BIM の属性情報の洗い出し。
4. BIM 活用の取組みに関わる維持管理業務の範囲を取り決める。
5. その範囲に沿って維持管理 BIM 作成業務において属性項目やモデルを整備する際の課題を検証する。

## ③課題分析等の結果

以下に現時点での課題分析の途中結果を報告する。最終年度にあたる令和 4 年度には下記を含む最終結果を報告する。

### 1) 維持管理者へのヒアリング

- ・ 維持管理 BIM モデルを活用して効果が期待できる項目を維持管理者のヒアリングにより以下に示す。
- ・ 設備員がタブレットで点検結果を入力する仕組みを導入した場合の BIM の効果を検討したい。
- ・ 不具合の対象・原因が不明確な場合、その系統が 3D で表示されて、確認箇所がリストアップされる（取扱い説明が表示される）ことにより、不具合の原因究明スピード UP することが出来ない



か。・遠隔で本社担当部署やベテランエンジニアが、不具合の状態を確認できて、不具合の情報も共有できる状態（タブレットやWEBカメラ？の活用）にして、適切・迅速に不具合対策が可能としたい。

- ・データ蓄積は、保全データとして、維持管理BIMの機器台帳（機器・部位）をキーデータとしたリレーションデータベース形式で蓄積して活用したい。・点検記録のデータ化や報告書の作成効率化について、点検対象へのQRコード等で対象と紐づけを行い、点検時間や点検者、点検結果を自動的に記録できるようにしたい。・点検モレのチェック、点検計画の策定（効率的な点検経路？）などに活用したい。
- ・従来の点検業務フローとBIMを活用した場合の業務フローを比較検討し、点検情報を一元管理する仕組みを作成したい。具体的には、例えばタブレット端末に表示された点検対象を選択すると、その位置情報から点検記録のデータベースに容易にアクセスできるとよい。
- ・整備すべき内容としては、よく不具合や対応、作業が発生する部分などを中心に検討するべきである。例えば、取り扱い説明書など。（エラー表示の理由を確認）、不具合リスト、作業が発生する部分（他の案件も含めて現場での動きの状況を把握）これらの優先順位の高い項目を出して維持管理BIMに属性やモデルを移管してはどうか。
- ・設計計画の経緯の確認、設計変更のプロセスを蓄積し維持管理に共有してほしい。（維持管理段階で不具合や不備などの問題への対応などが生じた場合に議事録などを確認するケースがあるため。）

## 2) 効果が見込まれる維持管理 BIM 属性項目を選定

維持管理者へのヒアリングの結果を参考に、以下の項目が維持管理業務にとって優先的かつ効果的に利活用できるに思われる。今回の取り組みではこれらを維持管理BIM作成業務として設計BIMモデルに反映する。

### 1. 保守管理→「部屋モデル」に反映。

・警備エリア・清掃エリア

### 2. 設備機器の性能管理→「部屋モデル」、「設備機器モデル」に反映。

・ダクト系統→負担する部屋と空調機の影響範囲・配管系統→バルブ止めと水栓の影響範囲  
・電源系統（コンセント、照明、動力盤）→ブレーカーの影響範囲

### 3. 各室諸元管理→「部屋モデル」に反映。

・各室諸元表（空調、電気、衛生）・仕上表、法規制・構造（荷重条件）・設計時要求仕様書・要求水準書。

### 4. 図面管理→「設備機器モデル」「部屋モデル」

竣工図書等から維持管理に利用する資料を選定。  
機器の仕様書、マニュアル

### 5. 点検・保守管理→「設備機器モデル」「部屋モデル」

・保守管理記録（不具合リスト及び修繕、整備記録）  
・点検記録

以上を今年度の報告として、次年度は1、2、の追加内容と3、4、5の報告を行う。

## 課題 I) 維持管理 BIM の履歴管理

「検証 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和 4 年度に報告する。

## 課題 J) 維持管理 BIM の活用方法

「検証 H) 維持管理 BIM の整備」の内容を元に令和 4 年度に報告する。

## 課題 K) PFI 事業における BIM の発注者メリットの可能性

### ① 設定した「分析する課題」

令和 2 年度の連携事業では PFI 事業における設計段階のメリットの可能性について報告した。令和 3 年度、令和 4 年度は以下の各段階での考察を行い、課題を分析する。

- ① 施工段階
- ② 維持管理 BIM 作成業務
- ③ 維持管理段階を見据えたライフサイクルコンサルティング業務

令和 3 年度ではこのうちの中から「①施工段階」のメリットを維持管理者の視点から検証していく。維持管理段階を事前に確認し、計画に反映する取組みは維持管理の側面から建物の品質の向上に寄与する。しかし施工者の調整業務も増える側面もある。ただし、BIM によってさらに合意形成がとれて今後時間や手間の解決が期待できる。

「②維持管理 BIM 作成業務」、「③ライフサイクルコンサルティング業務」については令和 4 年度に課題分析を報告する。

### ②検討の方向性（検討の前提条件を含む）、実施方法・体制

#### 1) 検討の方向性

発注者のメリットの可能性を考察する上で、各段階が BIM を活用して発注者にメリットとなる項目を洗い出す。特に設計段階での可能性があった発注者のメリットから施工段階に置き換えることで以下の点を中心に検討する。

また PFI 事業における BIM によるメリットの可能性について、今後の BIM ガイドライン改訂に向け具体的な BIM ガイドラインの見直しに向けた提言を想定して整理する。

#### 2) 実施手順

1. BIM モデルによる形状情報の共有
2. BIM データのやり取りによる効率化
3. ライフサイクルコストを中心に比較検討を行う上での効率化

### ③課題分析等の結果

以下に現時点での課題分析の途中結果を報告する。最終年度にあたる令和4年度には下記を含む最終結果を報告する。

PFI事業では施工段階に維持管理者が参画して、維持管理者の観点から施工段階の施設計画に対して確認を行う。この際に施工段階で製作に活用しているBIMモデルを介して、維持管理段階を想定した検証を行い、維持管理する上で問題、課題となる箇所を未然に見つけ出して施工者への指摘を行うなど、施工段階でPFI事業によって維持管理者が確定していることによるメリットについて記載する。今年度は免震ピットや機械室での点検・保守をVRによって可視化した効果を中心にまとめる。

#### 施工段階で維持管理者がBIM活用する際の効果

- ・ 点検・保守管理を行う観点からの点検、備品交換のしやすさ、手順、実施可能性のチェック。
- ・ 維持管理業務に先立って入りにくい場所での点検経路などの計画。
- ・ BIMから作成したVRで機器レイアウトや搬入経路を確認することで改修、機器更新の際の手順を確認し不具合を指摘できる。

#### BIMを活用する上での課題

PFIにおける施工段階での施工調整業務量は一般的なものと比較して、維持管理者からの指摘調整業務がある分だけ増加傾向にある。その分ランニングコストメリットや事前に竣工後に隠れた課題への解決に効果があり、施設全体の機能性やメンテナンスの性向上にも効果がある。今後はBIMによる業務の減効率化によって、更なる効果が期待できる。

### (4) BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について

本提案では維持管理、その他に関わる効果検証に該当する事案提出はありません。

### (5) 結果から導き出される、より発展的にBIMを活用するための今後の課題

#### 1) . BIMガイドラインの改定に向けた提言

##### 「メンテナンスレビュー」実施の提案【維持管理者によるフロントローディング】

維持管理者の目線で「メンテナンスレビュー」を実施し、維持管理面での機能性向上や改修のしやすさを計画に反映することで、施設の価値を高め、発注者メリットにつながる。その際、VRを活用することで効率的に短時間でのレビューが可能となる。S3～S5段階では一般的には維持管理業

者が決まっていないケースが多く、ライフサイクルコンサルティング業務や技術コンサルタントとして位置付ける事が考えられる。

## **(6) BIM 発注者情報要件(EIR)、BIM 実行計画(BEP)の検証結果**

本提案では維持管理、その他に関わる効果検証に該当する事案提出はありません。

## **(7) 参考資料(EIR・BEPのサンプルを含む)**

本提案では維持管理、その他に関わる効果検証に該当する事案提出はありません。

## EIR(B I M業務仕様書)

本 EIR(B I M業務仕様書)は、当該プロジェクトのB I Mに関する業務の仕様を規定したものであり、B I Mに関する業務以外の仕様については、別添の当該プロジェクト業務委託仕様書による。

### 1. プロジェクト情報

案件名	ヨコハマしんこうパートナーズ横浜地方合同庁舎基本・実施設計業務
-----	---------------------------------

### 2. BIM に関する業務

#### 2.1 BIM 実行計画書の作成

契約に先立って、次項及び別表1「B I M関連成果納品物」の内容を含んだB I M実行計画書を作成し、発注者と協議を行うこと。B I M実行計画書は、契約後、業務内容に変更があった場合には、都度、発注者と協議の上変更する。

#### 2.2 BIM データの作成

本業務の受注者は、BIM 実行計画書で定められた BIM データの作成を行う。

#### 2.3 BIM 関連スケジュール

BIM データの確認スケジュールは以下を求める。

マイルストーン	予定日	関係者
BEP 説明	キックオフ時点	発注者、意匠、構造、設備、
整合確認（部門間調整）	基本設計（S2）	意匠、構造、設備の設計間
BEP 進捗報告	基本設計終盤	発注者、意匠、構造、設備、
VR 事前確認会	実施設計（S4）	意匠、設備、
VR 確認会	実施設計（S4）	発注者、意匠、設備、
整合確認（部門間調整）	実施設計（S4）	意匠、構造、設備の設計間
受渡し説明	実施設計（S4）終盤	発注者、意匠、構造、設備、 施工者

## 2.4 BIM の目的

本業務における BIM 活用の目的は以下を求める。

BIM の目的	BIM 活用事項
施主との合意形成※	内観、外観デザインや仕様に関する確認と合意。VR による検査室、AS 前室の機器レイアウト、設備仕様等に関する確認と合意。
不整合の防止	意匠、構造、設備間の整合性確保
施工活用の円滑化	施工活用やデータ連携

※プロジェクトの打合せでは、積極的に BIM モデルの画面を共有したわかりやすい合意形成を図るよう努めること。

## 3. BIM 実行計画書

BIM 実行計画書の作成にあたっては、以下の項ならびに別表 1 の内容を含むものとする

### 3.1 基幹ソフトの種類とバージョン

基幹 BIM ソフトの種類 (名称)	基幹 BIM ソフトのバージョン
意匠：指定なし	
構造：指定なし	
設備：指定なし	

### 3.2 基幹ソフト以外に使用するソフトの種類、バージョン、使用範囲・使用内容

ソフトの種類	ソフトのバージョン	使用範囲・使用内容
指定なし		干渉チェック、VR

### 3.3 作業内容と参照図書

BIM データに関する納品物と成果内容については、EIR (BIM に関する業務委託仕様書) に記載に基づき作成された、別紙 1 「BIM 関連納品物」による。その他、下記の図書を参考図書とする。

一般名	参考文献	バージョン
BIM ガイド/基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計 BIM の標準ワークフローガイドライン</li> <li>官庁営繕における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン</li> </ul>	すべて最新版

	・設計 BIM の標準ワークフローガイドライン（建築設計三会 提言）	
発注者仕様書	委託特記仕様書	

### 3.4 データ共有環境

共有環境	目的
指定なし	

### 3.5 BIM 会議実施計画

以下に求めた会議体を含む実施計画を具体的に作成すること。

会議名	出席者							頻度等
	発注者	管理技術者	建築	構造	電気設備	機械設備	BIM マネージャー	
BIM キックオフ(BEP 説明会)	○	○	○				○	1 回
整合確認		○	○	○	○	○	○	複数回
BEP 報告会	○	○	○	○	○	○	○	1 回
VR 事前確認会		○	○		○		○	1 回
VR 確認会	○	○	○		○		○	1 回
受渡し説明会	○	○	○	○	○	○	○	1 回

### 3.6 BIM モデルデータ構成他

※ その他、上記（別表 1 を含む）又は参考書では、規定されていない BIM データの構成について、以下に記載する。

#### 4. 成果品

##### 4.1 BIM モデル等の電子納品

- ・ BIM データならびに関連データは電子納品の対象とする。
- ・ 電子データは、DVD に格納する。
- ・ 格納する際の、フォルダ構成、命名規則は別途定める。

##### 4.2 データ形式

ファイル形式は以下とする。

BIM データ	各ネイティブデータ及び IFC
関連データ (成果物の作成で利用した EIR で指定する関連データ)	BIM データ内に格納された PDF 及び DWG、JPEG



別表 1

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

			S1		
			担当	形状	情報
<b>建築</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））	A	要求諸室、建物機能諸室	用途の設定、面積情報
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定	A	通り芯・レベル	階高
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁※	A	意匠柱、床スラブ等意匠上の仮配置	大きさ、性能、床スラブ高さ
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）	-	-	-
		屋根、ひさし、バルコニー	A	形状、大きさ、厚さ	
		階段	A	構造種類（鉄骨/RC）	幅員、蹴上、踏面
		EVシャフト	A	大きさ、着床階	
		外装（種類、材料等）	A	形状、設計仕様（CW/PC/RC/ALC）	設計仕様
		外部建具（仕様も含む）	-	-	-
		内部建具（仕様も含む）	-	-	-
	天井（天井高を含む）	-	-	-	
	成果品			配置計画図、概略平面計画図、断面計画図	面積表
<b>2D図書</b>			基本計画概要書、設計・工事スケジュール表、工事費概算書		
<b>構造</b>					
<b>BIM</b>	建築要素	構造耐力上主要な部分に該当するもの（柱、はり、スラブ等）	-	-	-
		雑構造物（工作物、各種下地材など）	-	-	-
<b>2D図書</b>	成果品				

			S1		
			担当	形状	情報
<b>電気設備</b>					
BIM	空間要素	空間要素	-	-	-
	設備要素	機器・盤類	E	主要な電気室の概略外形寸法	用途
		器具	-	-	-
		幹線（ケーブルラックを含む）	E	主要な幹線スペースの概略外形寸法	用途
成果品					
2D図書					
<b>機械設備</b>					
BIM	空間要素	空間要素	-	-	-
	設備要素	機器	M	主要な機械室の概略外形寸法	用途
		器具	-	-	-
		ダクト	M	主要なダクトスペースの概略外形寸法	用途
		ダンパー等	-	-	-
		配管	M	主要な配管スペースの概略外形寸法	用途
成果品					
2D図書					
<b>昇降機設備</b>					
		EV	A	EV本体（かご）の大きさ	性能（着床階、定員（積載量）、常用/非常用、速度）
<b>敷地・外構</b>					
BIM	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等（表面形状）	A	地盤面、工作物、樹木	
		整備後の敷地工作物等（主要な歩道、車道、駐車場等）	A	歩道、車道、駐車場、駐輪場	幅員、台数
	成果品			配置図	

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

			S2			
			担当	形状	情報	
<b>建築</b>						
<b>BIM</b>	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））	A	要求諸室、建物機能諸室	用途・性能の設定 仮仕上げ、面積情報	
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定	階高、地下深さ、最高高さ設定	A	通り芯・レベル	階高
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁※	構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁※	A	意匠柱、床スラブ等意匠上の仮配置、構造モデルとの調整	大きさ、性能、床スラブ高さ
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）	構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）	A	性能、厚さ、面積芯仮設定	内/外部、耐火/遮音性能/非性能 情報、仮厚さ
		屋根、ひさし、バルコニー	屋根、ひさし、バルコニー	A	形状、大きさ、厚さ	
		階段	階段	A	構造種類（鉄骨/RC）	幅員、蹴上、踏面
		EVシャフト	EVシャフト	A	大きさ、着床階	
		外装（種類、材料等）	外装（種類、材料等）	A	形状、設計仕様（CW/PC/RC/ALC）	設計仕様
		外部建具（仕様も含む）	外部建具（仕様も含む）	A	形状、大きさ、開き勝手	性能（防火性能、遮音性能、気密性能）
		内部建具（仕様も含む）	内部建具（仕様も含む）	A	形状、大きさ、開き勝手	性能（防火性能、遮音性能、気密性能）
	天井（天井高を含む）	天井（天井高を含む）	A	形状、構造（一般、グリット天井）、高さ	高さ	
成果品			面積表及び求積図、配置図、平面図（各階）、断面図、立面図	仕上概要表		
<b>2D図書</b>			計画説明書、仕様概要書、敷地案内図、工事費概算書、設計・工事スケジュール			
<b>構造</b>						
<b>BIM</b>	建築要素	構造耐力上主要な部分に該当するもの（柱、はり、スラブ等）	S	解析モデル範囲の柱、大梁、耐震壁、ブレース、基礎梁	解析モデル範囲の 仮定断面情報、配置情報	
		雑構造物（工作物、各種下地材など）	S	-	-	
成果品						
<b>2D図書</b>			構造計画説明書、構造設計概要書、工事費概算書			

			S2		
			担当	形状	情報
<b>電気設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	E	主要室	用途・性能の設定
	設備要素	機器・盤類	E	主要な床置電気機器	主要能力
		器具	-	-	-
		幹線（ケーブルラックを含む）	E	インフラ供給ルート	用途・サイズ
	成果品				
2D図書			電気設備計画説明書、電気設備設計概要書、工事費概算書、各種技術資料		
<b>機械設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	M	主要室	用途・性能の設定
	設備要素	機器	M	主要な床置機器	主要能力
		器具	-	-	-
		ダクト	-	-	-
		ダンパー等	-	-	-
	配管	M	インフラ供給ルート	用途・サイズ	
成果品					
2D図書			<b>【給排水衛生設備】</b> 給排水衛生設備計画説明書、給排水衛生設備設計概要書、工事費概算書、各種技術資料 <b>【空調換気設備】</b> 空調換気設備計画説明書、空調換気設備設計概要書、工事費概算書、各種技術資料		
<b>昇降機設備</b>					
		EV	A	EV本体（かご）の大きさ	性能（着床階、定員（積載量）、常用/非常用、速度）
<b>敷地・外構</b>					
<b>BIM</b>	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等（表面形状）	A	地盤面、工作物、樹木	
		整備後の敷地工作物等（主要な歩道、車道、駐車場等）	A	歩道、車道、駐車場、駐輪場	幅員、台数
	成果品			配置図	

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

			S3		
			担当	形状	情報
<b>建築</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））	A	全諸室	面積、設計仕様情報の追記
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定	A	通り芯・レベル	階高
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁※	A	床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）	A	壁の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様
		屋根、ひさし、バルコニー	A	形状、大きさ、厚さ	設計仕様
		階段	A	構造種類（鉄骨/RC）	設計仕様
		EVシャフト	A	大きさ、着床階	
		外装（種類、材料等）	A	形状、設計仕様（CW/PC/RC/ALC）	設計仕様
		外部建具（仕様も含む）	A	形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様
		内部建具（仕様も含む）	A	形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様
	天井（天井高を含む）	A	形状、構造（一般、グリット天井）、高さ	性能、設計仕様	
	成果品			平面図（各階）、断面図、立面図（2面）、展開図（主要な箇所）、天井伏図（主要階）	仕上表、建具表
<b>2D図書</b>			建築物概要書、敷地案内図、工事費概算書		
<b>構造</b>					
<b>BIM</b>	建築要素	構造耐力上主要な部分に該当するもの（柱、はり、スラブ等）	S	柱、大梁、耐震壁、ブレース、基礎梁	断面情報、配置情報
		雑構造物（工作物、各種下地材など）	S	-	-
<b>2D図書</b>	成果品			伏図（各階）、軸組図	部材断面表
				仕様書、構造基準図（一般図）、部分詳細図（主要部）、工事費概算書	

			S3		
			担当	形状	情報
<b>電気設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	E	主要室	設計仕様情報の追記
	設備要素	機器・盤類	E	電気機器	設計仕様
		器具	E	照明器具	設計仕様
		幹線（ケーブルラックを含む）	E	主要な幹線	用途・サイズ
	成果品			配置図、幹線平面図（メインルート、盤プロット）	
<b>2D図書</b>			仕様書、幹線設備系統図（主要部）、部分詳細図（各主要部）、主要なインフラ図、工事費概算書		
<b>機械設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	M	主要室	設計仕様情報の追記
	設備要素	機器	M	床置・天吊機器	設計仕様
		器具	M	主要な制気口	設計仕様
		ダクト	M	主要なダクト （フランジ・保温は不要）	用途・サイズ
		ダンパー等	M	区画貫通部等の 主要なダンパー	設計仕様
		配管	M	主要な配管 （フランジ・保温等は不要）	用途・サイズ
	成果品			<b>【給排水衛生設備】</b> 配置図、機器表（主な仕様）、給排水衛生設備配管平面図（メインルート、機器プロット）、消火設備平面図（メインルート、機器プロット）、その他設置設備設計図（メインルート、機器プロット）、主要なインフラ図 <b>【空調換気設備】</b> 配置図、機器表（主な仕様）、空調設備平面図（メインルート、機器プロット）、換気設備平面図（メインルート、機器プロット）、その他設置設備設計図（メインルート、機器プロット）、主要なインフラ図	
<b>2D図書</b>			<b>【給排水衛生設備】</b> 仕様書、敷地案内図、給排水衛生設備配管系統図（主要部）、消火設備系統図（主要部）、 排水処理設備図（各主要部）、部分詳細図（各主要部）、工事費概算書 <b>【空調換気設備】</b> 仕様書、敷地案内図、空調設備系統図（主要部）、換気設備系統図（主要部）、部分詳細図（各主要部）、 工事費概算書、各種計算書		
<b>昇降機設備</b>					
		EV	A	EV本体（かご）の大きさ	性能、設計仕様
<b>敷地・外構</b>					
<b>BIM</b>	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等（表面形状）	A	地盤面、工作物、樹木	設計仕様
		整備後の敷地工作物等（主要な歩道、車道、駐車場等）	A	歩道、車道、駐車場、駐輪場、フェンス、門又は塀、側溝、柵	
	成果品			配置図	

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

			S4			
			担当	形状	情報	
<b>建築</b>						
<b>BIM</b>	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））	A	全諸室	面積、設計仕様情報の追記	
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定		A	通り芯・レベル	階高
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁※		A	床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）		A	壁の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様
		屋根、ひさし、バルコニー		A	形状、大きさ、厚さ	設計仕様
		階段		A	構造種類（鉄骨/RC）	設計仕様
		EVシャフト		A	大きさ、着床階	
		外装（種類、材料等）		A	形状、設計仕様（CW/PC/RC/ALC）	設計仕様
		外部建具（仕様も含む）		A	形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様
		内部建具（仕様も含む）		A	形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様
	天井（天井高を含む）		A	形状、構造（一般、グリット天井）、高さ	性能、設計仕様	
2D図書	成果品			平面図（各階）、断面図、立面図（各面）、展開図、天井伏図（各階）、矩計図、平面詳細図、部分詳細図	仕上表、建具表	
				建築物概要書、仕様書、敷地案内図、工事費概算書、各種計算書、部分詳細図、その他確認申請に必要な図書		
<b>構造</b>						
<b>BIM</b>	建築要素	構造耐力上主要な部分に該当するもの（柱、はり、スラブ等）	S	柱、大梁、耐震壁、ブレース、基礎梁、床スラブ、小梁、雑	断面情報、配置情報	
		雑構造物（工作物、各種下地材など）	S	BIM上にモデル化する部材	断面情報、配置情報	
2D図書	成果品			伏図（各階）、軸組図	部材断面表	
				仕様書、構造基準図、部分詳細図、構造計算書、工事費概算書、その他確建築認申請に必要な図書		

			S4		
			担当	形状	情報
<b>電気設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	E	主要室	設計仕様情報の追記
	設備要素	機器・盤類	E	電気機器	設計仕様
		器具	E	照明器具、非常照明器具、 その他全器具類	設計仕様
		幹線（ケーブルラックを含む）	E	主要な幹線	用途・サイズ
	成果品			配置図、負荷表、電灯・コンセント設備平面図（各階）、動力設備平面図（各階）、通信・情報設備平面図（各階）、火災報知等設備平面図（各階）、その他設置設備設計図、屋外設備図	
<b>2D図書</b>			仕様書、敷地案内図、受変電設備図、非常電源設備図、幹線系統図、通信・情報設備系統図、火災報知等設備系統図、		
<b>機械設備</b>					
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	M	主要室	設計仕様情報の追記
	設備要素	機器	M	床置・天吊機器	設計仕様
		器具	M	主要な制気口	設計仕様
		ダクト	M	主要なダクト （フランジ・保温は不要）	用途・サイズ
		ダンパー等	M	区画貫通部等の 主要なダンパー	設計仕様
		配管	M	主要な配管 （フランジ・保温等は不要）	用途・サイズ
成果品			【給排水衛生設備】 配置図、機器表、器具表 給排水衛生設備配管平面図（各階） 消火設備平面図（各階）、その他設置設備設計図、屋外設備図 【空調換気設備】 配置図、機器表、器具表 空調設備平面図（各階）、換気設備平面図（各階）、 その他設置設備設計図、屋外設備図		
<b>2D図書</b>			【給排水衛生設備】 仕様書、敷地案内図、給排水衛生設備配管系統図、消火設備系統図、 排水処理設備図、部分詳細図、工事費概算書、 各種計算書、その他確認申請に必要な図書 【空調換気設備】 仕様書、敷地案内図、空調設備系統図、換気設備系統図、 部分詳細図、工事費概算書、各種計算書、 その他確認申請に必要な図書		
<b>昇降機設備</b>					
		EV	A	EV本体（かご）の大きさ	性能、設計仕様
<b>敷地・外構</b>					
<b>BIM</b>	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等（表面形状）	A	地盤面、工作物、樹木	
		整備後の敷地工作物等（主要な歩道、車道、駐車場等）	A	歩道、車道、駐車場、駐輪場、フェンス、門又は塀、側溝、柵	設計仕様
	成果品			配置図	



## BEP(B I M実行計画書)

本 BEP(B I M実行計画書)は、当該プロジェクトのB I Mに関する業務の仕様を規定したものであり、B I Mに関する業務以外の仕様については、別添の当該プロジェクト業務委託契約書による。

### 1. プロジェクト情報

案件名	ヨコハマしんこうパートナーズ横浜地方合同庁舎基本・実施設計業務
-----	---------------------------------

#### 1.1 BIM 関連体制表

※業務計画書等に、B I M関連担当者の記載がない場合には、別途、体制表を記載する。

※B I Mデータにアクセスする可能性のある関係者（再委託に係る外部業務委託者も含む）も記載する。

※B I Mデータに異常が起こった場合、緊急の連絡が必要になるため、各人の連絡先は必ず記載する。

#### 1.2 BIM 関連スケジュール

※業務計画書等の業務期間に加えて、BIM モデルを確認するマイルストーンがある場合には、その内容と予定日を記載する。

マイルストーン	予定日	関係者
整合確認①（情報共有）	基本設計（S2）キックオフ	意匠、構造、設備の設計間
発注者 BEP 説明	上記に同じ	意匠、構造、設備、発注者
整合確認②（部門間調整）	基本設計（S2）中盤	意匠、構造、設備の設計間
整合確認③（調整確認）	基本設計（S3）終盤	意匠、構造、設備の設計間
発注者 BEP 進捗方向	上記に同じ	意匠、構造、設備、発注者
VR 事前確認会	実施設計（S4）序盤	意匠、設備
VR 確認会	実施設計（S4）序盤	意匠、設備、発注者
整合確認④（受渡前確認）	実施設計（S4）終盤	意匠、構造、設備の設計間
受渡し資料説明	実施設計終盤（S4）終盤	意匠、構造、設備、施工、発注者

### 1.3 BIM の目的

※ 業務計画書等に加えて、BIM 特有の目的がある場合には、記載する。

BIM の目的	BIM 活用事項
発注者との合意形成	内観、外観デザインや仕様に関する確認と合意。VR による検査室、AS 前室の機器レイアウト、設備仕様等に関する確認と合意
不整合の防止	意匠、構造、設備間の整合性確保
施工活用の円滑化	施工活用やデータ連携

※プロジェクトの打合せでは、積極的に BIM モデルの画面を共有したわかりやすい合意形成を行う。

## 2. BIM の活用

### 2.1 基幹ソフトの種類とバージョン

基幹 BIM ソフトの種類 (名称)	基幹 BIM ソフトのバージョン
意匠：ArchiCAD	22 バージョン
構造：Revit	2019 バージョン
設備：CADwell T-fas	11 バージョン

### 2.2 基幹ソフト以外に使用するソフトの種類、バージョン、使用範囲・使用内容

ソフトの種類	ソフトのバージョン	使用範囲・使用内容
Solibri Office	9.10.2.162	干渉チェック
求積ツール 22	24 バージョン	求積図求積表
ArchiCADConnection for Revit Add-in	24 バージョン	ArchiCAD から Revit への変換
TwinMotion	2022	VR

### 2.3 作業内容と参照図書

BIM データに関する納品物と成果内容については、EIR (BIM に関する業務委託仕様書) に記載に基づき作成された、別紙 1 「BIM 関連納品物」による。

下記の図書を参考図書とする。

一般名	参考文献	バージョン
BIM ガイド/基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計 BIM の標準ワークフローガイドライン</li> <li>・官庁営繕における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン</li> <li>・設計 BIM の標準ワークフローガイドライン (建築設計三会 提言)</li> </ul>	発注時の最新版

発注者仕様書	委託特記仕様書	
--------	---------	--

## 2.4 データ共有環境

共有環境	目的
意匠：BIMcloud	意匠の BIM 連携
構造：BIM360Design	構造の BIM 連携

## 2.5 BIM 会議実施計画

会議名	出席者							頻度等
	発注者	管理技術者	建築	構造	電気設備	機械設備	BIMマネージャー	
BIM キックオフ (BEP 説明会)	○	○	○				○	1 回
整合確認		○	○	○	○	○	○	4 回
BEP 報告会	○	○	○	○	○	○	○	1 回
VR 事前確認会		○	○		○	○	○	1 回
VR 確認会	○	○	○		○	○	○	1 回
受渡し説明会	○		○	○	○	○	○	1 回

## 2.6 BIM モデルデータ構成他

※ その他、上記ならびに参考書では、記載されていない BIM データの構成について、下記に記載する

項目	内容	記載場所
意匠確定範囲リスト	BEP「2.7BIM モデルデータの作成内容」を補足する。	BEP 添付
構造符号符丁リスト	構造計算プログラムと BIM ソフトウェア作図の間の構造符号の違い	BEP 添付
構造モデル範囲リスト	BEP「2.7BIM モデルデータの作成内容」を補足する。	BEP 添付
設備検討項目チェックリスト	基本設計時に統合モデルで整合確認を行う項目(主要な納まりの検討の範囲)	BEP 添付

設備モデル範囲リスト	BEP「2.7BIM モデルデータの作成内容」を補足する。	BEP 添付
------------	-------------------------------	--------

※記入例

リンクファイル：建築・構造・設備などのファイル構成

ワークセット：作業領域の区分

グループ：モデルグループの使用箇所、命名規則

フェーズ：フェーズの使用箇所（A 工事、B 工事、C 工事など）、命名規則

ビュー構成・命名規則：ビューとシートの構成、命名規則（管理番号）

オブジェクトタイプ・命名規則：オブジェクトタイプの構成、命名規則

線種：線種・線の太さの設定、命名規則

ハッチング種類：ハッチングの種類、命名規則

2D 加筆箇所：主な 2D 加筆箇所

切断プロファイル：切断プロファイル使用箇所

その他ルール：設計意図伝達のためのビュー設定など

## 2.7 BIM モデルデータの作成内容

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S1					
		担当	BIMデータ				2D 加筆情報
			BIMモデル				
			形状	情報			
<b>建築</b>							
<b>BIM</b>	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））		要求諸室、建物機能諸室	用途、面積		
		部屋	部屋名、用途	A	要求諸室、建物機能諸室の仮配置	部屋名、用途の仮設定	—
			性能（排煙種別、内部仕上げ、内装制限）、スラブ高、床仕上高、天井高	—	—	—	—
		面積	A	部屋の形状より取得	部屋の形状より取得	—	
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
		通り芯、レベル		A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定	—
		通り芯間寸法、階高		A	—	レベル位置により階高取得	寸法
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁		意匠柱、床スラブ等意匠上の仮配置、構造モデルとの調整		大きさ、性能、床スラブ高さ	
		柱	形状寸法、位置、レベル、材質	A	意匠柱の仮配置	形状寸法、レベル仮設定	—
			※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	—	—	—	—
		梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	—	—	—	天井懐
			※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	—	—	—	—
		床(スラブ)	スラブレベル、厚み	A	意匠床スラブの仮配置	レベル、厚み仮設定	—
			※構造モデルと要調整 勾配、段差部分の形状	—	—	—	—
			仕上レベル、厚み	—	—	—	—
		基礎※：構造モデルに準ずる		—	—	—	—
	耐力壁※：構造モデルを基に壁に同じ		—	—	—	—	
	構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）		—	—	—	—	
	壁	高さ、厚み、長さ、壁芯	—	—	—	—	
		性能（耐火、遮音）	—	—	—	—	
屋根、ひさし※、バルコニー※		形状、大きさ、厚さ					
屋根	屋根の厚み※陸屋根除く、屋根勾配(水勾配)	A	屋根形状の仮配置	レベル、厚み仮設定	—		
	ひさし※：床に同じ	—	—	—	—		
	バルコニー※：床に同じ	—	—	—	—		

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S1				
		担当	BIMデータ			2D 加筆情報
			BIMモデル			
		形状	情報			
	階段	構造種類（鉄骨/RC）	幅員、蹴上、踏面			
	階段	蹴上、踏面、踊場の寸法	A	階段形状の仮設定	幅員、蹴上、踏面、踊場仮設定	—
	EVシャフト	大きさ、着床階				
	シャフト開口部	A	シャフト開口部の仮配置	—	—	
	外装（種類、材料等）	形状、設計仕様（CW/PC/RC/ALC）	設計仕様			
	CW（壁）外形寸法	A	外壁形状の仮設定	レベル、厚み、高さ仮設定	—	
	PC/RC/ALC※：壁に同じ	—	—	—	—	
	外部建具（仕様も含む）	形状、大きさ、開き勝手	性能（防火性能、遮音性能、気密性能）			
	カーテンパネ	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数	A	形状、大きさ別のカーテンパネル、ドア、窓の仮配置	大きさ寸法仮設定	—
		性能（防火、遮音、気密、その他）	—	—	—	—
		仕様（枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)	—	—	—	—
	ドア、窓※に同じ	—	—	—	—	—
	内部建具（仕様も含む）	—	—	—	—	—
	ドア、窓	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数、姿図	—	—	—	—
		性能（防火、遮音、気密、その他）	—	—	—	—
		仕様（枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)	—	—	—	—
	天井（天井高を含む）	—	—	—	—	—
	天井	天井高さ、厚み、仕上	—	—	—	—
	成果品			【建築】 配置計画図、概略平面計画図、断面計画図、面積表		
2D図書				【建築】 基本計画概要書、設計・工事スケジュール表、工事費概算書		

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	S1			
	担当	BIMデータ		
		BIMモデル		2D 加筆情報
		形状	情報	

**構造**

		階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
		通り芯、レベル	-	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定		
		通り芯間寸法、階高	-	-	レベル位置により階高取得	寸法	
		構造体：柱、梁、壁、ブレース、床（スラブ）、基礎	-	-	-	-	
		柱	形状寸法、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		間柱	形状寸法、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		大梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	-	-	-	-
		小梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	-	-	-	-
		耐震壁	厚み、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		土圧壁	厚み、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		雑壁	厚み、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		ブレース	形状寸法、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		スラブ	厚み、位置、レベル、材質、勾配	-	-	-	-
		基礎	形状寸法、位置、レベル、材質	-	-	-	-
		杭	形状寸法、位置、レベル、材質	-	-	-	-
雑構造物（工作物、各種下地材など）	-	-	-	-	-		
		-	-	-	-		
	成果品	-	-	-	-		
2D図書		-	-	-	-		

		S1					
		担当	BIMデータ				
			BIMモデル			2D 加筆情報	
			形状	情報			
<p>各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）</p>							
<b>電気設備</b>							
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素	-	-	-	-	
		スペース	設備諸元	-	-	-	-
			計算書	-	-	-	-
	設備要素	電気機器（機器、盤類）		主な電気諸室	用途の設定		
		受変電、電力貯蔵、発電機、盤、等	E	概略の外形寸法(電気室等)	用途	-	
		器具					
		照明器具	-	-	-	-	
		非常照明器具、その他全器具類	-	-	-	-	
		幹線		主要な幹線スペース	用途の設定		
		ケーブルラック、バスダクト	E	概略の外形寸法(EPS)	用途	-	
	配線	-	-	-	-		
	<b>2D図書</b>						



各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S1					
		担当	BIMデータ			2D 加筆情報	
			BIMモデル		形状		
			情報	形状			
<b>機械設備</b>							
BIM	空間要素	空間要素	-	-	-	-	
		スペース	設備諸元	-	-	-	-
			計算書	-	-	-	-
	設備要素	機器		主な機械諸室	用途の設定		
		床置機器	M	概略の外形寸法(機械室)	用途	-	
		天吊、壁掛機器	-	-	-	-	
		器具					
		制気口	-	-	-	-	
		衛生器具					
		ダクト		主要なダクトスペース	用途の設定		
		ダクト	M	概略の外形寸法(DS)	用途	-	
		ダクト付属品					
		ダクト付属品(ダンパーなど)	-	-	-	-	
		配管		主要な配管スペース	用途の設定		
		配管	M	概略の外形寸法(PS)	用途	-	
配管付属品							
配管付属品(バルブ、排水金物、計器類など)	-	-	-	-			
2D図書	成果品						

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)	S1			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
	形状	情報		

昇降機設備

BIM	EV	EV		EV本体(かご)の大きさ	性能(着床階、定員(積載量)、常用/非常用、速度)		
		機械設備	EV本体(かご)の大きさ、性能	A	EV本体(かご)の仮配置	号機名、台数、機種、用途、性能(着床階、定員(積載量)、常用/非常用、速度、制御、運転方式)の仮設定	—
			仕様	A	—	仕様(電源(動力、照明)、電動機容量、身障者対応、特記仕様(耐震、点字、音声案内)、管制運転、乗場仕様、かご仕様)の仮設定	—

敷地、外構

BIM	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等(表面形状)		地盤面、工作物、樹木			
		地盤面	範囲、厚み、仕上、勾配	A	地盤面の仮配置	—	—
		工作物	形状、仕様	—	—	—	—
		樹木	形状、仕様	—	—	—	—
		整備後の敷地工作物等(主要な歩道、車道、駐車場等)			歩道、車道、駐車場、駐輪場	幅員、台数	
		舗装(床)	形状、厚み、下地構成、仕上、勾配	A	舗装面仮配置	下地構成による厚み・仕上げの仮設定	—
		外構	縁石形状、仕様	—	—	—	—
			集水樹形状、仕様	—	—	—	—
			側溝形状、仕様	—	—	—	—
			フェンス、門又は塀形状、仕様	—	—	—	—
		駐車場・駐	形状、仕様	A	駐車場仮配置	台数仮設定	—
		成果品				【建築】 配置計画図	

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	S2			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
		形状	情報	

建築

BIM	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））		要求諸室、建物機能諸室	用途、性能の設定 仮仕上げ情報、面積		
		部屋	部屋名、用途	A	要求諸室、建物機能諸室の仮配置	部屋名、用途の仮設定	—
			性能（排煙種別、内部仕上げ、内装制限）、スラブ高、床仕上高、天井高	A	—	性能（排煙種別）、仮仕上げ情報、内装制限、スラブ高、床仕上高、天井高の仮設定	—
			面積	A	部屋の形状より取得	部屋の形状より取得	—
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
		通り芯、レベル		A	通り芯、レベルの仮設定	レベルによる階高の仮設定	—
		通り芯間寸法、階高		A	—	レベル位置により階高取得	寸法
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁		意匠柱、床スラブ等意匠上の仮配置、構造モデルとの調整		大きさ、性能、床スラブ高さ	
		柱	形状寸法、位置、レベル、材質	A	意匠柱の仮配置	形状寸法、レベル仮設定	—
			※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	—	—	—	—
		梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	A	—	—	一部梁形状
			※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	—	—	—	—
		床(スラブ)	スラブレベル、厚み	A	意匠床スラブの仮配置	レベル、厚み仮設定	—
			※構造モデルと要調整 勾配、段差部分の形状	A	—	—	勾配、段差
			仕上レベル、厚み	—	—	—	—
		基礎※：構造モデルに準ずる		—	—	—	—
		耐力壁※：構造モデルを基に壁に同じ		—	—	—	—
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）		性能、厚さ、面積芯仮設定		内/外部、耐火/遮音性能/非性能情報、仮厚さ	
		壁	高さ、厚み、長さ、壁芯	A	間仕切り壁の仮配置	高さ、厚み仮設定	—
			性能（耐火、遮音）	A	—	内/外部、耐火/遮音性能/非性能情報、厚さ仮設定	—
		屋根、ひさし※、バルコニー※		形状、大きさ、厚さ			
		屋根	屋根の厚み※陸屋根除く、屋根勾配(水勾配)	A	屋根形状の仮配置	レベル、厚み仮設定	勾配、段差
	ひさし※：床に同じ		—	—	—	—	
	バルコニー※：床に同じ		—	—	—	—	

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)		S2				
		担当	BIMデータ			2D 加筆情報
			BIMモデル			
		形状	情報			
階段		構造種類(鉄骨/RC)		幅員、蹴上、踏面		
階段	蹴上、踏面、踊場の寸法	A	階段形状の仮設定	幅員、蹴上、踏面、踊場仮設定	—	
EVシャフト		大きさ、着床階				
シャフト開口部		A	シャフト開口部の仮配置	—	—	
外装(種類、材料等)		形状、設計仕様(CW/PC/RC/ALC)		設計仕様		
CW(壁)	外形寸法	A	外壁形状の仮設定	レベル、厚み、高さ仮設定	スパンドレル	
PC/RC/ALC※: 壁に同じ		—	—	—	—	
外部建具(仕様も含む)		形状、大きさ、開き勝手		性能(防火性能、遮音性能、気密性能)		
カーテンパネ	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数	A	形状、大きさ、開き勝手別のカーテンパネル、ドア、窓の仮配置	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数仮設定	—	
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	—	性能(防火、遮音、気密、その他)の仮設定	—	
仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)		—	—	—	—	
ドア、窓※に同じ		—	—	—	—	
内部建具(仕様も含む)		形状、大きさ、開き勝手		性能(防火性能、遮音性能、気密性能)		
ドア、窓	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数、姿図	A	形状、大きさ、開き勝手別のドア、窓の仮配置	大きさ寸法、開き勝手、個数仮設定	—	
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	—	性能(防火、遮音、気密、その他)の仮設定	—	
仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)		—	—	—	—	
天井(天井高を含む)		形状、構造(一般、グリット天井)、高さ		高さ		
天井	天井高さ、厚み、仕上	A	天井の仮配置	天井高さ、厚み仮設定	—	
成果品		【建築】 仕上概要表、面積表及び求積図、配置図、平面図(各階)、断面図、立面図				
		【建築】 計画説明書、仕様概要書、敷地案内図、工事費概算書、設計・工事スケジュール表				

2D図書

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	S2			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
		形状	情報	

**構造**

	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
	通り芯、レベル	A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定		
	通り芯間寸法、階高	A	—	レベル位置により階高取得	寸法	
	構造体：柱、梁、壁、ブレース、床（スラブ）、基礎		解析モデル範囲の柱、大梁、耐震壁、ブレース、基礎梁	解析モデル範囲の仮定断面情報、配置情報		
	柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	間柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	大梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	小梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	耐震壁 土圧壁	厚み、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、厚みの仮設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	雑壁	厚み、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、厚みの仮設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	ブレース	形状寸法、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	スラブ	厚み、位置、レベル、材質、勾配	S	解析モデル範囲の部材配置、厚みの仮設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	基礎	形状寸法、位置、レベル、材質	S	解析モデル範囲の部材配置、仮定断面の設定	解析モデル範囲の材質情報の設定	—
	杭	形状寸法、位置、レベル、材質	S	形状寸法、概算用長さの仮設定	材質情報の設定	—
	雑構造物（工作物、各種下地材など）		S	—	—	
			—	—		
2D図書	成果品		構造計画説明書、構造設計概要書、工事費概算書			

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S2					
		担当	BIMデータ			2D 加筆情報	
			BIMモデル				
			形状	情報			
<b>電気設備</b>							
BIM	空間要素	空間要素		主要室	用途、性能の設定	-	
		スペース	設備諸元	E	主要室	電気諸元	-
			計算書	-	-	-	-
	設備要素	電気機器（機器、盤類）		主要な床置電気機器	用途別面積と原単位に基づく主要能力の仮設定		
		受変電、電力貯蔵、発電機、盤、等	E	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、主要能力、電源情報、荷重、等	-	
		器具					
		照明器具	-	-	-	-	
		非常照明器具、その他全器具類	-	-	-	-	
		幹線		インフラ供給ルート	用途、サイズの仮設定		
		ケーブルラック、バスダクト	E	想定サイズ	用途	-	
	配線	-	-	-	-		
	2D図書					【電気】 電気設備計画説明書、電気設備設計概要書、工事費概算書、各種技術資料	

		S2					
		担当	BIMデータ				
			BIMモデル			2D 加筆情報	
		形状	情報				
各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）							
<b>機械設備</b>							
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素		主要室	用途、性能の設定	-	
		スペース	設備諸元	M	主要室	設備諸元、負荷条件	-
			計算書	-	-	-	-
	設備要素	機器		主要な床置機器	用途別面積と原単位に基づく概略能力の仮設定		
		床置機器	M	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、設計必要能力、主要能力、電源情報、許容騒音値、荷重、等	-	
		天吊、壁掛機器	-	-	-	-	
		器具					
		制気口	-	-	-	-	
		衛生器具	-	-	-	-	
		ダクト					
		ダクト	-	-	-	-	
		ダクト付属品					
		ダクト付属品(ダンパーなど)	-	-	-	-	
	配管		インフラ供給ルート	用途、サイズの仮設定			
	配管	M	想定サイズ (フランジ、保温等は不要)	資産区分、系統、流量、用途、材質、接合方法、耐圧、等	-		
	配管付属品						
	配管付属品(バルブ、排水金物、計器類など)	-	-	-	-		
<b>2D図書</b>	成果品						
			【給排水衛生設備】 給排水衛生設備計画説明書、給排水衛生設備設計概要書、 工事費概算書、各種技術資料 【空調換気設備】 空調換気設備計画説明書、空調換気設備設計概要書、 工事費概算書、各種技術資料				

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)	S2			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
	形状	情報		

**昇降機設備**

BIM	EV			EV本体(かご)の大きさ	性能(着床階、定員(積載量)、常用/非常用、速度)		
		機械設備	EV本体(かご)の大きさ、性能	A	EV本体(かご)の仮配置	号機名、台数、機種、用途、性能(着床階、定員(積載量)、常用/非常用、速度、制御、運転方式)の仮設定	-
			仕様	A	-	仕様(電源(動力、照明)、電動機容量、身障者対応、特記仕様(耐震、点字、音声案内)、管制運転、乗場仕様、かご仕様)の仮設定	-

**敷地、外構**

BIM	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等(表面形状)		地盤面、工作物、樹木				
		地盤面	範囲、厚み、仕上、勾配	A	地盤面の仮配置	-	勾配、段差	
		工作物	形状、仕様	A	工作物形状の仮配置	-	-	
		樹木	形状、仕様	A	樹木仮配置	-	-	
		整備後の敷地工作物等(主要な歩道、車道、駐車場等)			歩道、車道、駐車場、駐輪場	幅員、台数		
		舗装(床)	形状、厚み、下地構成、仕上、勾配	A	舗装面仮配置	下地構成による厚み・仕上げの仮設定	勾配	
		外構	緑石形状、仕様		-	-	-	
			集水樹形状、仕様		-	-	-	
			側溝形状、仕様		-	-	-	
			フェンス、門又は塀形状、仕様		-	-	-	
		駐車場・駐	形状、仕様	A	駐車場仮配置	台数仮設定	-	
		成果品			【建築】 配置図			



【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	S3			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
		形状	情報	

建築

BIM	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））		全諸室	面積、設計仕様情報の追記	
		部屋	部屋名、用途	A	全諸室の配置確定	部屋名、用途の確定
		性能（排煙種別、内部仕上げ、内装制限）、スラブ高、床仕上高、天井高	A	—	性能（排煙種別）、仮仕上げ情報、内装制限、スラブ高、床仕上高、天井高の確定	—
		面積	A	部屋の形状より取得	部屋の形状より取得	—
建築要素		階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高	
		通り芯、レベル	A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定	—
		通り芯間寸法、階高	A	—	レベル位置により階高取得	寸法
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁		床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様	
	柱	形状寸法、位置、レベル、材質	A	柱形状確定（意匠柱と構造柱の調整）	形状寸法、レベル、材質確定	—
		※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	A	—	—	耐火被覆
	梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	A	—	—	一部梁形状
		※構造モデルと要調整 耐火被覆(S)	A	—	—	耐火被覆
	床(スラブ)	スラブレベル、厚み	A	意匠床スラブ位置確定	レベル、厚み確定	—
		※構造モデルと要調整 勾配、段差部分の形状	A	段差が大きき場合、段差部分の形状入力、確定	—	勾配、段差
		仕上レベル、厚み	A	仕上の厚みと下地構成	レベル、厚み確定	—
		基礎※：構造モデルに準ずる		—	—	
		耐力壁※：構造モデルを基に壁に同じ		—	—	
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）		壁の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様	
	壁	高さ、厚み、長さ、壁芯	A	間仕切り壁の確定	高さ、断面構成による厚み確定	—
		性能（耐火、遮音）	A	—	性能（内/外部、耐火/遮音性能/非性能）確定	—
		屋根、ひさし※、バルコニー※	A	形状、大きさ、厚さ	設計仕様	
	屋根	屋根の厚み※陸屋根除く、屋根勾配(水勾配)		屋根形状の確定	レベル、断面構成による厚み、材質確定	勾配、段差
		ひさし※：床に同じ		—	—	
		バルコニー※：床に同じ		—	—	

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)		S3				
		担当	BIMデータ			2D 加筆情報
			BIMモデル			
		形状	情報			
階段		構造種類(鉄骨/RC)		設計仕様		
階段	蹴上、踏面、踊場の寸法	A	階段形状の確定	幅員、蹴上、踏面、踊場、材質確定	—	
EVシャフト		A	大きさ、着床階			
シャフト開口部			シャフト開口部の確定	—		
外装(種類、材料等)		形状、設計仕様(CW/PC/RC/ALC)		設計仕様材料		
CW(壁)	外形寸法	A	外壁形状の確定	レベル、厚み、高さ確定	スパンドレル	
PC/RC/ALC※:壁に同じ			—	—		
外部建具(仕様も含む)		形状、大きさ、開き勝手		性能、設計仕様		
カーテンパネ	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数	A	形状、大きさ、開き勝手別のカーテンパネル、ドア、窓の確定	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数の確定	姿図	
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	—	性能(防火、遮音、気密、その他)の確定	—	
	仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)	A	—	設計仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)の方針確定	—	
ドア、窓※に同じ			—	—		
内部建具(仕様も含む)		形状、大きさ、開き勝手		性能、設計仕様		
ドア、窓	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数、姿図	A	形状、大きさ、開き勝手別のドア、窓の仮配置	大きさ寸法、開き勝手、個数の確定	姿図	
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	—	性能(防火、遮音、気密、その他)の確定	—	
	仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)	A	—	設計仕様(枠、脊、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)の方針確定	—	
天井(天井高を含む)		形状、構造(一般、グリット天井)、高さ		性能、設計仕様		
天井	天井高さ、厚み、仕上	A	天井の確定	天井高さ、下地構成による厚み確定	天井開口、天井割	
成果品		<b>【建築】</b> 仕上表、面積表及び求積図、配置図、平面図(各階)、断面図、立面図(各面)、展開図(主要部)、天井伏図(主要部)、建具表(概要)、矩計図(主要部)、平面詳細図(主要部)、部分詳細図(主要部)				
2D図書		<b>【建築】</b> 建築物概要書、仕様書、敷地案内図、工事費概算書、各種計算書、部分詳細図(各主要部)、設計・工事スケジュール表				

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	<b>S3</b>			
	担当	BIMデータ		
		BIMモデル		2D 加筆情報
		形状	情報	

**構造**

<b>2D図書</b>	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
	通り芯、レベル	A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定	-	
	通り芯間寸法、階高	A	-	レベル位置により階高取得	寸法	
	構造体：柱、梁、壁、ブレース、床（スラブ）、基礎		床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様		
	柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法の確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の確定(S4で詳細検討)	レベル 継手位置
	間柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	仮定断面の設定 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル 継手位置
	大梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	断面寸法の確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の確定(S4で詳細検討)	レベル 継手位置
	小梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	仮定断面の設定 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル 継手位置
	耐震壁 土圧壁	厚み、位置、レベル、材質	S	厚みの確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の確定(S4で詳細検討)	レベル
	雑壁	厚み、位置、レベル、材質	S	厚みの仮設定 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル
	ブレース	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法の確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の確定(S4で詳細検討)	レベル
	スラブ	厚み、位置、レベル、材質、勾配	S	厚みの確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル
	基礎	形状寸法、位置、レベル、材質	S	仮定断面の設定 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル
	杭	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法の確定(S4で詳細検討) 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の確定(S4で詳細検討)	レベル
	雑構造物（工作物、各種下地材など）		S	外形寸法（仮定断面）の仮設定 位置・レベルの仮設定	材質・配筋の仮設定	レベル BIMモデル 外の部材情報
			伏図（各階）、軸組図	部材断面表		
成果品			仕様書、構造基準図、部分詳細図（主要部）、工事費概算書 【その他】 概算用数量算出基準など			

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）	<b>S3</b>			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
		形状	情報	

**電気設備**

<b>BIM</b>	空間要素	空間要素		主要室	設計仕様情報の追記	-	
		スペース	設備諸元	E	主要室	電気諸元	-
			計算書	E	主要室	照度計算、等	-
	設備要素	電気機器（機器、盤類）		すべての機器		用途別面積と原単位及び、他設備の確定条件に基づく設計仕様	-
		受変電、電力貯蔵、発電機、盤、等		E	外形寸法（参考値）	資産区分、機番、形式、系統、主要能力、電源情報、荷重、等	-
		器具		主要な器具（基準階）		設計仕様の確定	-
		照明器具		E	外形寸法（参考値）	資産区分、機番、形式、系統、電源情報、等	-
		非常照明器具、その他全器具類		-	-	-	-
		幹線		主要な幹線		設計仕様の仮設定	-
		ケーブルラック、バスダクト		E	設計仕様に基づくサイズ	用途	-
		配線		-	-	-	-
	2D図書			【電気】 配置図、幹線平面図（メインルート、盤プロット）			
				【電気】 仕様書、幹線系統図（主要部）、部分詳細図（各主要部）、主要なインフラ図、工事費概算書 【その他】 概算用数量算出基準など			

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)	S3			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
		形状	情報	

機械設備

BIM	空間要素	空間要素			主要室	設計仕様情報の追記	—
		スペース	設備諸元	M	主要室	設備諸元、負荷条件	—
			計算書	M	主要室	冷暖房負荷、換気量、等	—
	設備要素	機器			すべての機器	設計仕様の確定	
		床置機器		M	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、設計必要能力、主要能力、電源情報、許容騒音値、荷重、等	—
			天吊、壁掛機器		M	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、設計必要能力、主要能力、電源情報、許容騒音値、荷重等
		器具			すべての排煙口と、主要な衛生器具	設計仕様の確定	
		制気口		M	外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、設計必要能力等	—
			衛生器具		A,M	外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、負荷単位、洗浄水量、電源情報、付属品等
		ダクト			メインルートまでの主要空調・換気ダクトとすべての排煙ダクト	設計仕様の確定	
		ダクト		M	設計風量に基づくダクトサイズ(フランジ、保温等は不要)	資産区分、形式、系統、風量、用途、材質、工法、圧力、等	—
			ダクト付属品			区画貫通部等の主要なダンパー	設計仕様の確定
		ダクト付属品(ダンパーなど)		M	設計風量に基づく外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、材質、耐圧、等	—
			配管			メインルートまでの主要配管と、インフラ供給ルート	設計仕様の確定
		配管		M	設計流量に基づく配管口径(フランジ、保温等は不要)	資産区分、系統、流量、用途、材質、接合方法、耐圧、等	—
			配管付属品			メインルートまでの主要なバルブ	設計仕様の確定
	配管付属品(バルブ、排水金物、計器類など)		M	設計流量に基づく外形寸法(フランジ、保温等は不要)	資産区分、型式、系統、材質、接合方法、耐圧、等	—	
		成果品			<p>【給排水衛生設備】</p> 配置図、機器表(主な仕様)、給排水衛生設備配管平面図(機器プロット、メインルート)、消火設備平面図(機器プロット、メインルート)、その他設置設備設計図(機器プロット、メインルート)、主要なインフラ図		
	2D図書	成果品			<p>【空調換気設備】</p> 配置図、機器表(主な仕様)、空調設備平面図(機器プロット、メインルート)、換気設備平面図(機器プロット、メインルート)、排煙設備平面図(各階)、その他設置設備設計図(機器プロット、メインルート)、主要なインフラ図		
		成果品			<p>【給排水衛生設備】</p> 仕様書、敷地案内図、給排水衛生設備配管系統図(主要部)、消火設備系統図(主要部)、排水処理設備図(各主要部)、部分詳細図(各主要部)、工事費概算書		
成果品			<p>【空調換気設備】</p> 仕様書、敷地案内図、空調設備系統図(主要部)、換気設備系統図(主要部)、部分詳細図(各主要部)、工事費概算書、各種計算書				
成果品			<p>【その他】</p> 概算用数量算出基準など				

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)	<b>S3</b>			
	担当	BIMデータ		2D 加筆情報
		BIMモデル		
形状	情報			

**昇降機設備**

	EV		A	EV本体(かご)の大きさ	性能、設計仕様	
	機械設備	EV本体(かご)の大きさ、性能		EV本体(かご)の確定	号機名、台数、機種、用途、性能(着床階、定員(積載量)、常用/非常用、速度、制御、運転方式)の確定	—
		仕様		—	仕様(電源(動力、照明)、電動機容量、身障者対応、特記仕様(耐震、点字、音声案内)、管制運転、乗場仕様、かご仕様)の確定	—

**敷地、外構**

<b>BIM</b>	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等(表面形状)			地盤面、工作物、樹木		
		地盤面	範囲、厚み、仕上、勾配	A	地盤面の確定	下地構成による厚み、仕上の確定	勾配、段差
		工作物	形状、仕様	A	工作物形状の確定	仕様の確定	—
		樹木	形状、仕様	A	樹木形状の確定	仕様の確定	—
		整備後の敷地工作物等(主要な歩道、車道、駐車場等)			歩道、車道、駐車場、駐輪場、フェンス、門又は塀、側溝、柵	設計仕様	
		舗装(床)	形状、厚み、下地構成、仕上、勾配	A	舗装(床)の確定	下地構成による厚み・仕上げの確定	—
		外構	緑石形状、仕様	A	—	—	緑石
			集水樹形状、仕様	A	—	—	集水樹
			側溝形状、仕様	A	—	—	側溝
			フェンス、門又は塀形状、仕様	A	—	—	フェンス
		駐車場・駐	形状、仕様	A	駐車場配置確定	台数確定	—
		成果品			【建築】 配置図		

【担当】 A：建築設計 S：構造設計 E：電気設備設計 M：機械設備設計

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S4					
		担当	BIMモデル		2D 加筆情報		
			形状	情報			
<b>建築</b>							
BIM	空間要素	空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共））		全諸室	面積、設計仕様情報の追記		
		部屋	部屋名、用途	A	全諸室の配置確定	設計仕様の確定*	—
		性能（排煙種別、内部仕上げ、内装制限）、スラブ高、床仕上高、天井高	A	—	設計仕様の確定*	—	
		面積	A	—	—	エリア求積	
	建築要素	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
		通り芯、レベル	A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定	—	
		通り芯間寸法、階高	A	—	レベル位置により階高取得	寸法	
		構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁		床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様		
		柱	形状寸法、位置、レベル、材質	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		※構造モデルと要調整	耐火被覆(S)	A	—	—	耐火被覆
		梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	A	—	—	一部梁形状
		※構造モデルと要調整	耐火被覆(S)	A	—	—	耐火被覆
		床(スラブ)	スラブレベル、厚み	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		※構造モデルと要調整	勾配、段差部分の形状	A	作図深度化に伴い生じる微修正	—	勾配、段差
			仕上レベル、厚み	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		基礎※：構造モデルに準ずる	—	—	—	—	—
		耐力壁※：構造モデルを基に壁に同じ	—	—	—	—	—
		構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む）		壁の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様		
		壁	高さ、厚み、長さ、壁芯	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	壁芯
			性能（耐火、遮音）	A	—	設計仕様の確定*	—
		屋根、ひさし※、バルコニー※	A	形状、大きさ、厚さ	設計仕様材料	—	
		屋根	屋根の厚み※陸屋根除く、屋根勾配(水勾配)	—	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	勾配、段差、軒先形
		ひさし※：床に同じ	—	—	—	—	
		バルコニー※：床に同じ	—	—	—	—	

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄(白地)に発注者と設計者が合意した内容を記載します。(EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。)		S4			
		担当	BIMモデル		2D加筆情報
			形状	情報	
階段			構造種類(鉄骨/RC)	設計仕様材料	
階段	蹴上、踏面、踊場の寸法	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	※
EVシャフト		A	大きさ、着床階		
	シャフト開口部		作図深度化に伴い生じる微修正	-	
外装(種類、材料等)			形状、設計仕様(CW/PC/RC/ALC)	設計仕様材料	
CW(壁)	外形寸法	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	スパンドレル
	PC/RC/ALC※:壁に同じ	-	-	-	-
外部建具(仕様も含む)			形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様	
カーテンパネ	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数	A	作図深度化に伴い生じる微修正	-	-
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	-	設計仕様の確定*	-
	仕様(枠、沓、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)	A	-	設計仕様(枠、沓、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドル、錠形式)確定	-
	ドア、窓※に同じ	-	-	-	-
内部建具(仕様も含む)			形状、大きさ、開き勝手	性能、設計仕様	
ドア、窓	建具種別、大きさ寸法、開き勝手、個数、姿図	A	作図深度化に伴い生じる微修正	-	-
	性能(防火、遮音、気密、その他)	A	-	設計仕様の確定*	-
	仕様(枠、沓、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)	A	-	設計仕様(枠、沓、扉(形状、材質、見込、仕上、厚み)、ガラス(種別、厚さ、大きさ寸法)、ハンドルの開口率、形式、羽間隔、形状)の確定	-
天井(天井高を含む)			形状、構造(一般、グリット天井)、高さ	性能、設計仕様	
天井	天井高さ、厚み、仕上	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	天井開口、天井割
2D図書	成果品		【建築】 仕上表、面積表及び求積図、配置図、平面図(各階)、断面図、立面図(各面)、展開図、天井伏図(各階)、建具表、矩計図、平面詳細図、部分詳細図		
			【建築】 建築物概要書、仕様書、敷地案内図、工事費概算書、各種計算書、部分詳細図、その他確認申請に必要な図書、設計・工事スケジュール表		



各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S4				
		担当	BIMモデル		2D 加筆情報	
			形状	情報		
<b>構造</b>						
	階高、地下深さ、最高高さ設定		通り芯、レベル	階高		
	通り芯、レベル		A	通り芯、レベルの設定	レベルによる階高の設定	-
	通り芯間寸法、階高		A	-	レベル位置により階高取得	寸法
	構造体：柱、梁、壁、ブレース、床（スラブ）、基礎			床の構造（設計仕様）、厚さ	性能、設計仕様	
	柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル 継手位置
	間柱	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル 継手位置
	大梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル 継手位置
	小梁	形状寸法、位置、レベル、材質、勾配	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル 継手位置
	耐震壁 土圧壁	厚み、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	雑壁	厚み、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	ブレース	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	スラブ	厚み、位置、レベル、材質、勾配	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	基礎	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	杭	形状寸法、位置、レベル、材質	S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル
	雑構造物（工作物、各種下地材など）		S	断面寸法・位置・レベルの確定	材質・配筋の確定	レベル BIMモデル 外の部材情報
2D図書	成果品		伏図（各階）、軸組図	部材断面表		
			仕様書、構造基準図、部分詳細図、構造計算書、工事費概算書、その他 確建築認申請に必要な図書			

		S4					
		担当	BIMモデル			2D 加筆情報	
			形状	情報			
<p>各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）</p>							
<b>電気設備</b>							
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素		主要室	設計仕様情報の追記	-	
		スペース	設備諸元	E	主要室	電気諸元	-
			計算書	E	主要室	照度計算、等	-
	設備要素	電気機器（機器、盤類）		すべての機器	設計仕様の確定		
		受変電、電力貯蔵、発電機、盤、等		E	外形寸法（参考値）	資産区分、機番、形式、系統、主要能力、電源情報、荷重、等	-
		器具		すべての器具	設計仕様の確定*		
		照明器具		E	外形寸法（参考値）	資産区分、機番、形式、系統、電源情報、等	一部の器具
		非常照明器具、その他全器具類		E	外形寸法（参考値）	資産区分、機番、形式、系統、電源情報、等	一部の器具
		幹線		主要な幹線	設計仕様の確定		
		ケーブルラック、バスダクト		E	設計仕様に基づくサイズ	用途	-
		配線		E	-	-	配線
	<b>2D図書</b>				<p>【電気】 配置図、負荷表 電灯・コンセント設備平面図（各階）、動力設備平面図（各階）、通信・情報設備平面図（各階）、火災報知等設備平面図（各階）、その他設置設備設計図、屋外設備図</p>		
					<p>【電気】 仕様書、敷地案内図、受変電設備図、非常電源設備図、幹線系統図、通信、情報設備系統図、火災報知等設備系統図、工事費概算書、各種計算書、その他確認申請に必要な図書</p>		

		S4					
		担当	BIMモデル			2D 加筆情報	
			形状	情報			
各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）							
<b>機械設備</b>							
<b>BIM</b>	空間要素	空間要素		主要室	設計仕様情報の追記	-	
		スペース	設備諸元	M	主要室	設備諸元、負荷条件	-
			計算書	M	主要室	冷暖房負荷、換気量、等	-
	設備要素	機器			すべての機器	設計仕様の確定*	
		床置機器		M	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、設計必要能力、主要能力、電源情報、許容騒音値、荷重、詳細	-
		天吊、壁掛機器		M	外形寸法(参考値)	資産区分、機番、形式、系統、設計必要能力、主要能力、電源情報、許容騒音値、荷重、詳細仕様、等	-
		器具			すべての器具	設計仕様の確定*	
		制気口		M	外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、設計必要能力、詳細仕様、等	-
		衛生器具		A,M	外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、負荷単位、洗浄水量、電源情報、付属品、詳細仕様、等	-
		ダクト			メインルートまでの主要空調・換気ダクトとすべての排煙ダクト	設計仕様の確定*	
		ダクト		M	設計風量に基づくダクトサイズ(フランジ、保温等は不要)	資産区分、系統、風量、用途、材質、工法、圧力、等	メインルート以降のダクト付属品
		ダクト付属品			区画貫通部等の主要なダンパー	設計仕様の確定*	
		ダクト付属品(ダンパーなど)		M	設計風量に基づく外形寸法(参考値)	資産区分、形式、系統、材質、耐圧、等	メインルート以降のダクト付属品
		配管			メインルートまでの主要配管と、インフラ供給ルート	設計仕様の確定*	
		配管		M	設計流量に基づく配管口径(フランジ、保温等は不要)	資産区分、系統、流量、用途、材質、接合方法、耐圧、等	メインルート以降の配管付属品
		配管付属品			メインルートまでの主要なバルブ	設計仕様の確定*	
	配管付属品(バルブ、排水金物、計器類など)		M	設計流量に基づく外形寸法(フランジ、保温等は不要)	資産区分、型式、系統、材質、接合方法、耐圧、等	メインルート以降の配管付属品	
	<b>2D図書</b>	成果品			<b>【給排水衛生設備】</b> 配置図、機器表、器具表、給排水衛生設備配管平面図(各階)、消火設備平面図(各階)、その他設置設備設計図、屋外設備図 <b>【空調換気設備】</b> 配置図、機器表、器具表、空調設備平面図(各階)、換気設備平面図(各階)、排煙設備平面図(各階)、その他設置設備設計図、屋外設備図		
		成果品			<b>【給排水衛生設備】</b> 仕様書、敷地案内図、給排水衛生設備配管系統図、消火設備系統図、排水処理設備図、部分詳細図、工事費概算書、各種計算書、その他確認申請に必要な図書 <b>【空調換気設備】</b> 仕様書、敷地案内図、空調設備系統図、換気設備系統図、部分詳細図、工事費概算書、各種計算書、その他確認申請に必要な図書		

各項目について、EIRに記載された内容をグレー地に記載し、その下欄（白地）に発注者と設計者が合意した内容を記載します。（EIRの要望とBEPの合意内容に齟齬がない場合には、グレー欄の記載は必ずしも必要ありません。適宜利用ください。）		S4					
		担当	BIMモデル			2D 加筆情報	
			形状	情報			
<b>昇降機設備</b>							
	EV	A		EV本体（かご）の大きさ	性能、設計仕様		
		機械設備	EV本体（かご）の大きさ、性能	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—	
			仕様	—	設計仕様の確定*	—	
<b>敷地、外構</b>							
BIM	建築要素	現況敷地情報：既存工作物、敷地内既存建築物、既存立木等（表面形状）		A	地盤面、工作物、樹木		
		地盤面	範囲、厚み、仕上、勾配		作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	勾配、段差
		工作物	形状、仕様		作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		樹木	形状、仕様		作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		整備後の敷地工作物等（主要な歩道、車道、駐車場等）			歩道、車道、駐車場、駐輪場、フェンス、門又は堀、側溝、柵	設計仕様	
		舗装(床)	形状、厚み、下地構成、仕上、勾配	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
		外構	縁石形状、仕様	A	—	—	縁石
			集水樹形状、仕様	A	—	—	集水樹
			側溝形状、仕様	A	—	—	側溝
			フェンス、門又は堀形状、仕様	A	—	—	フェンス
		駐車場・駐	形状、仕様	A	作図深度化に伴い生じる微修正	設計仕様の確定*	—
成果品			【建築】 配置図				

BIM 実行計画書			作成日	2022年 3月 4日		
工事概要	工事名称	横浜地方合同庁舎（仮称）整備等事業		設計者	株式会社 梓設計	
	作業所名	横浜合同庁舎 PFI				
	着工日	2021年 2月 1日	竣工予定日	2023年 3月 31日		
	階数	地下	地上 7階	塔屋		
	建物用途	事務所・庁舎	集合住宅	生産施設	その他（ ）	
	構造	RC				
	延べ床面積	48,390	m <sup>2</sup>	場所	神奈川県横浜市中心区新港 1-15	
BIM連携実行の概要	実行内容 （目標成果・効果）	BIMモデルを活用した統合モデルの干渉チェック・課題抽出と解決、VRモックアップ確認				
	目的（複数選択）	① 工事関係者の合意形成 ② 干渉チェック・納まり確認 3. 施工性検討・施工シミュレーション ④ 図面作成の省力化 5. 図面承認の効率化 6. コストの透明化 ⑦. VRモックアップ確認				
	工程 BIM会議実施計画 ※マイルストーンは赤字で示し、目標設定を記入	10月 1日	キックオフ会議	9月 15日	VRモデル作成	
		11月 15日	第4回BIM会議（課題解決率30%）	9月 15日	VR反映用総合図受領	
		2月 1日	第8回BIM会議（課題解決率50%）	10月 27日	VRモックアップ事前確認会	
		2月 1日	第8回BIM会議（課題解決率50%）	11月 9日	VRモックアップ確認会	
3月 15日		第11回BIM会議（課題解決率80%）	11月 16日	総合図に反映		
9月 1日	VR用BIMモデル作成		月 日			
成果品データ形式	BIM会議課題解決シート（PPT）、BIM会議最終モデル（BIMx）、BIMから出力した施工図（PDF） VRモックアップモデル viewer					
元請	会社名	戸田建設株式会社 横浜支店				
	BIM担当者	フロントデスク推進課 課長 溝手伸彰	工務・工事管理	情報	設計	
	元請が提供する情報とデータ	設計意匠・構造モデルより建築モデルを作成。検討内容を建築モデルに反映 建築課題抽出シート、ArchiCADデータ、IFCデータ、viewer				
	利用ツール	ArchiCAD、BI for ArchiCAD バージョン				
	ファイル形式	① ネイティブフォーマット ② 中間フォーマット（IFC） 3. その他（ ）				
専門工事会社1	工種	設備工	会社名	○○○○		
	BIM窓口	○○○○	（営業・設計・工事・その他）			
	作業内容	設計設備モデル・設計図を基に設備モデルの構築と建築モデルとの統合、検討内容の反映、VRの作成				
	専門工事会社に依頼する情報とデータ	建築モデル（元請からの配布）と設備モデルの統合モデルの作成、統合モデルから設備課題抽出 設備課題抽出シート、Rebroデータ、設備検討資料等				
	詳細度等					
	利用ツール	Rebro、Rhinoseros、Unreal Engine バージョン				
ファイル形式	① ネイティブフォーマット ② 中間フォーマット（IFC） 3. その他（ ）					
専門工事会社2	工種	設備工	会社名	○○○○		
	BIM窓口	○○○○	（営業・設計・工事・その他）			
	作業内容	空調・衛生配管の検討・課題解決				
	専門工事会社に依頼する情報とデータ	空調・衛生配管の検討情報 空調・衛生配管の検討データ、空調・衛生配管の施工図データ				
	詳細度等					
	利用ツール	T-fas バージョン				
ファイル形式	① ネイティブフォーマット ② 中間フォーマット（IFC） 3. その他（ ）					
専門工事会社3	工種	設備工	会社名	○○○○		
	BIM窓口	○○○○	（営業・設計・工事・その他）			
	作業内容	電気配管の検討・課題解決				
	専門工事会社に依頼する情報とデータ	電気配管の検討情報 電気配管の検討データ、電気配管の施工図データ				
	詳細度等					
	利用ツール	T-fas バージョン				
ファイル形式	① ネイティブフォーマット ② 中間フォーマット（IFC） 3. その他（ ）					
キックオフ時の確認事項	原点	① IFL 2. GL 3. その他	軸	PX4,Y1	単位	
	レイヤ					
	情報共有の方法	① 元請が提供する外部ストレージ 2. その他（ ）				
	承認方法	① 2次元図面 2. BIMモデル 3. 両方				
	著作権と守秘義務	1. 覚書作成 ② 契約内容に含まれる 3. その他				
定例打合せ	毎週木曜日					

## 検証 0 ・ 検証 B ヒアリング議事内容

日時：12/22（水）

場所：梓設計本社

参加者： 合計 22 名

### タイムテーブル

#### 1. VR 体験 14:00-16:00 【全体 2 時間程度】

##### ①概要、段取り説明

##### ②VR 体験とアンケートシート記入

- ・はじめに松原さんが体験し、点検場所を確認
- ・2 人目以降、体験する際に隣で点検場所を指示します。
- ・また段取りが決まり次第三橋機で同じように体験を実施。
- ・体験次第アンケートシートに記載を依頼します。

##### ③体験を経て意見、提案まとめ及び今後の流れを説明

#### 2. 現実空間と VR 比較検証 16:00-17:00 【全体 1 時間程度】

(可能限りご参加ください。前倒しが可能であれば時間を早めて実施します。)

- ・この VR 検証は梓設計の準備した TwinMotion で実施します。
- ・三橋機を C2 会議室（15:30 以降）と WSPC を AZSAHALL に設置。

### 6. 意見、質問

#### 検証 0

・VR 空間と比較しておおむね同じように見えたが、少々VR のほうが小さいイメージだった。

・アンケートにも書いたが、VR のほうが比較的遠くのものが明瞭に見える。壁紙のもようなど。それもあって VR のほうが奥行きを近く感じるのではないか。

#### 検証 B

・バルブの位置が高く、点検効率が悪いように感じた。VR 自体はとても分かりやすく、点検をイメージすることが出来た。

・機器レイアウトの位置がよくないように感じた。改修の際などイメージしやすかった。

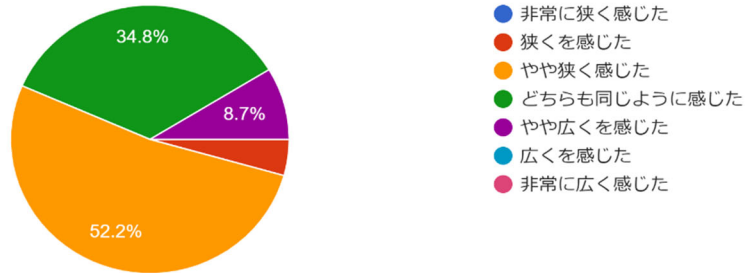
## アンケート結果\_検証0

### 1. AZUSA HALL の現実と VR 空間の比較

#### ①大きな空間における現実空間と VR 空間の体感に違いがあれば教えてください。

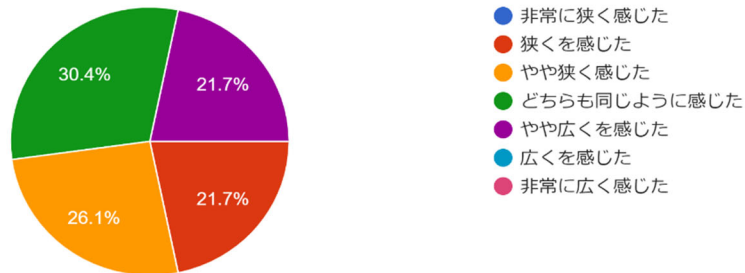
2 - (1) 実際の空間と比較してVR空間の室内の幅に違いを感じましたか。

23 件の回答



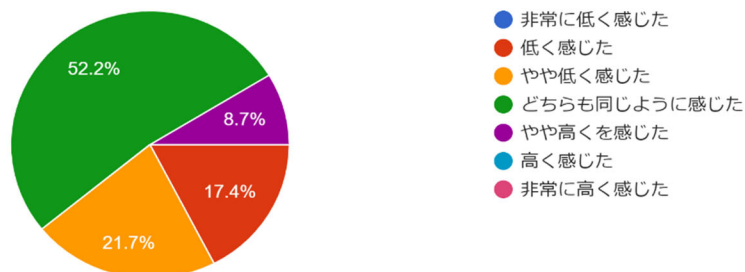
2 - (2) 実際の空間と比較してVR空間の室内の奥行きに違いを感じましたか。

23 件の回答



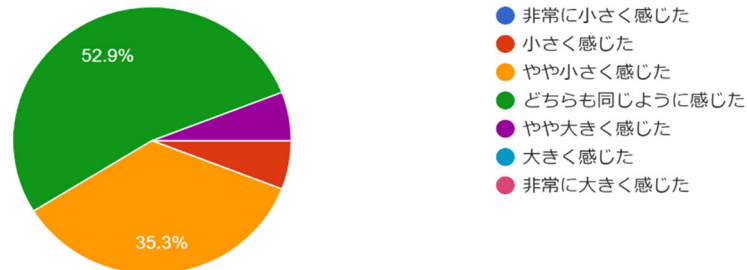
2 - (3) 実際の空間と比較してVR空間の天井高さに違いを感じましたか。

23 件の回答



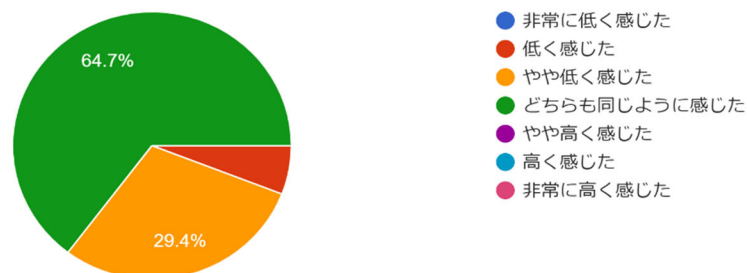
2 - (4) 実際のテーブルと比較してVRのテーブルの幅や奥行に違いを感じましたか。

17件の回答



2 - (5) 実際のテーブルと比較してVRのテーブルの高さに違いを感じましたか。

17件の回答



2-(6) 空間や家具の寸法に関わる実際の空間とVR空間の体験の違いについて、もし具体的な場所、部分など、気付いた点があればに記載してください。(17件の回答)

- ・対角線上の距離感が最も狭く感じました。
- ・隣の部屋への入口扉が少し小さく感じた。
- ・全体的に広く感じた。
- ・色の違い(天井屋がリアルは明るいがVRは暗い)により空間、特に天井が近く感じた。VRでは遠い部分の入隅もはっきり見えるが現実はそれほどはっきり見えないため、空間的に距離が違って見える感じがする。
- ・コントローラーを持つなどして、自分の手の位置がVR空間上に表示されれば距離感などがつかみやすいかと思いました。(テーブルの高さなど)
- ・大きな空間では一定距離ごとにマーカーになるようなもの置くとわかりやすいかもしれません。(ON/OFFができるもの) 照明の明るさによっても天井内のふところの深さの見え方に変化があるように思いました。
- ・奥行に少し違和感があったが ほぼ同じように感じた。

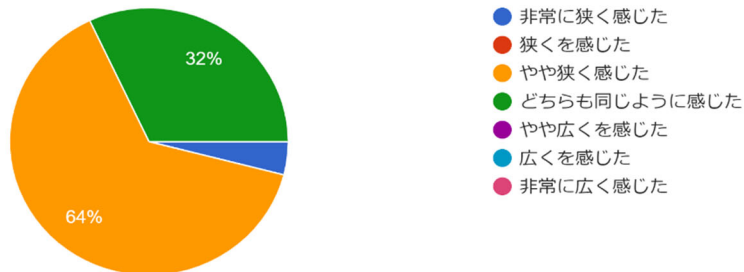


- ・大きな違いはないように感じました。
- ・照明の明るさによっても天井内のふところの深さの見え方に変化があるように思いました。
- ・奥行きに少し違和感があったが、ほぼ同じように感じた。
- ・物の大きさ、角度とも同じように感じる。
- ・形のディテール・色のちがいはあるが、そこはモンダイではない。
- ・大きさ角度ともモンダイないが、なぜか狭く感じる。遠くの物が近くにある感じ
- ・光の反射、隣室との関係などにより影響されて違う印象はぬぐえない。
- ・検証用には充分である。
- ・遠い部分もよく見えるので、近く感じるのか？
- ・VRの方が奥行方向が短く感じる
- ・立体感や開放感がVRだと収縮した感じがしました。
- ・広い空間だと思じように感じ、近いと狭いと感じます。

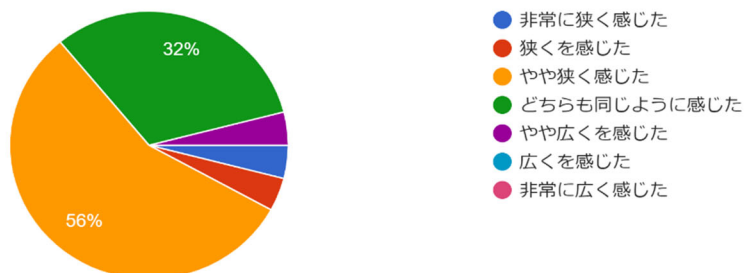
## 2. C2 会議室の現実と VR 空間の比較

### ①狭い空間における現実空間と VR 空間の体感に違いがあれば教えてください。

3 - (1) 実際の空間と比較してVR空間の室内の幅に違いを感じましたか。  
25 件の回答

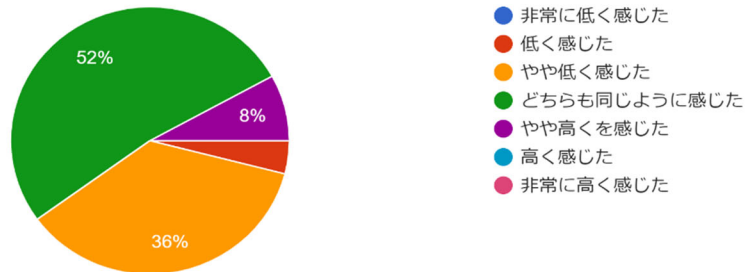


3 - (2) 実際の空間と比較してVR空間の室内の奥行きに違いを感じましたか。  
25 件の回答



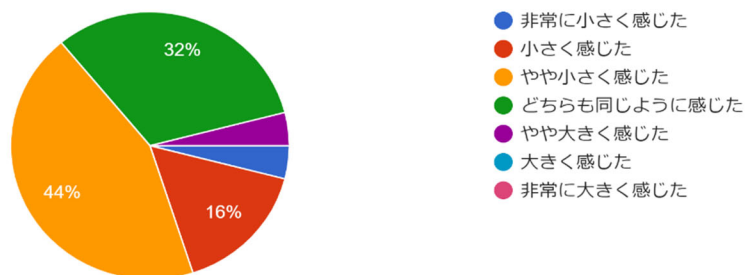
3 - (3) 実際の空間と比較してVR空間の天井高さに違いを感じましたか。

25 件の回答



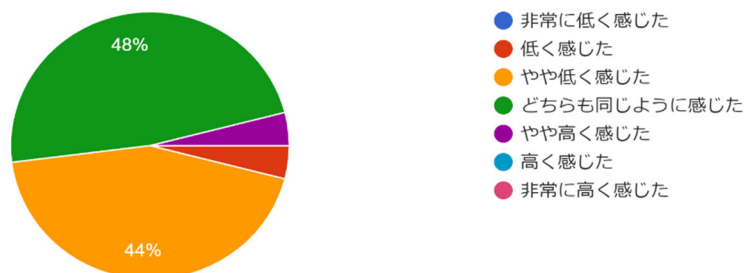
3 - (4) 実際のテーブルと比較してVRのテーブルの幅や奥行に違いを感じましたか。

25 件の回答



3 - (5) 実際のテーブルと比較してVRのテーブルの高さに違いを感じましたか。

25 件の回答



3-(6)空間や家具の寸法に関わる実際の空間とVR空間の体験の違いについて、もし具体的な場所、部分など、気付いた点があればに記載してください。(17件の回答)

・照明についてVRの方が明るく感じた。壁面の反射があるせいか。天井の様子が全体的にはつきり見えるためか、天井が低いというより近く感じてしまう気がした。AZUSAHALL同様VR上では入隅部(エッジ)の見え方の違いから空間的な距離に違いを感じるように思う。

・ある程度限られた空間の場合は実際に歩いて広さを体感できると良いかと思います。VRでは天井や一部の壁の色が濃かったので、近くに感じたのかもしれませんが。

・全体的に圧縮されている印象を受けた。

・コンセントか感知器等も再現していただけると、位置関係がより分かりやすくなると思いました。

(比較対象が増えると分かりやすい)

・部屋の大きさは大体あっていたように思います。・テレビや机など多少違和感がありました。

・部屋入口の幅がVRの方がせまく感じたが、他はあまり違いがないように感じた。

・天井高が少し低く感じた。(VRの方)

・全体的に圧縮されている印象を受けた。

・コンセントや感知器等も再現していただけると、位置関係がより分かりやすくなると思いました。

(比較対象が増えると分かりやすい)・部屋の大きさは大体あっているように思います。

・テレビや机など多少違和感がありました。

・部屋入口の幅がVRの方がせまく感じましたが、他はあまり違いがないように感じた。

・左壁の目地を目測しテーブル位置を歩数カウントしたが自分の最初の位置にズレを感じて、実際よりも近く感じた。

・小さい空間の場合、視野角が狭いので、違和感を感じる。

・VR検証としては充分だと思う。

・狭く感じた。・天井がやや低く感じた。

・照明の位置が天井に近く感じた。

・何度も試行していると、リアルとVRが近くなるように感じた。

・VRの方が鮮明であるため奥行き感が出にくいのでは？実際の空間の見方とVRでの見方の違いによると思われるが、〇〇して空間のプロポーションが違うように感じた。空間体験、シミュレーションとしては問題ないと思う。

・とくにございません

## 検証 A ヒアリング議事内容

日時：11/9（火）13:30-17:00

場所：横浜地方合同庁舎建設工事現場事務所大会議室

参加者： 合計 22 名

タイムテーブル【全体 3 時間程度】

概要説明（30 分）

1. ご挨拶
2. 概要
3. ヒアリングシートについて説明（15 分）
4. VR 体験の流れについて説明（15 分）。
5. VR 体験実施、及び質疑応答（1.5 時間～2 時間程度）  
対象者 4 名を優先して 15 分ずつ割り当てる。（ $15 \times 4 = 60$  分）  
並行して、もう一台の VR 機で VR 体験を行う。

AS 前室

- ・天井の高さ、部屋の広さ（平面的な）
- ・壁の空調、照明スイッチコンセントの位置について当初の理解との違い
- ・照明や吹き出しの位置について当初の理解との違い
- ・エアシャワー前室での手洗いや履き替えの行動について改めて気付いた点

検査室

- ・天井の高さ、部屋の広さ（平面的な）
- ・作業台や棚、幅、奥行き、高さの確認。
- ・椅子に座ってみて視点が変わり、立位からの空間の違いを確認。
- ・照明や吹き出しの位置について当初の理解との違い
- ・壁の空調、照明スイッチコンセントの位置について当初の理解との違い
- ・パスボックスでの所作について改めて気付いた点
- ・実験台や作業台での所作について改めて気付いた点

6. 意見、質問

- ・VR 上でパスボックスに手を伸ばす際に、手前の机をすり抜けてしまい手が届くかわからなかった。なにか物理的に物があつたほうがよかった。
- ・今回図面による比較だったが、PC 画面上での VR を体験と比較してもよかった。

## 令和3年度

BIMを活用した建築生産・維持管理

プロセス円滑化モデル事業

(仮称) 先導型BIMモデル事業WG

## BIMモデル事業の概要とVR検証内容の説明

株式会社梓設計

戸田建設株式会社

株式会社ハリマビステム

# 本日のタイムテーブル 【全体3時間程度】

日時：11/9（火）13:30-16:30

場所：横浜地方合同庁舎建設工事現場事務所大会議室

**概要説明** (Web会議併設) 13：30－14：00

1. **ご挨拶** 梓設計 副社長 安野 (BIMモデル事業の概要とVR検証内容の説明)
2. **概要** 梓設計 BIM推進担当 石川 (BIMモデル事業の概要とVR検証内容の説明)
3. **該当検査室の設計の考え方** (「ヒアリングについて」添付資料1～3)

意匠設計担当：望月、空調・衛生設計担当：秋田、電気設計担当：増田

**VR体験の説明及びヒアリング** 14：00－16：30

4. **ヒアリングについて** (「ヒアリングについて」 「検証A:ヒアリングシート」)
5. **VR体験の流れ**
6. **VR体験を実施** ※随時、質疑応答を行います。
7. **課題及び対応の整理、今後について**

## BIMモデル事業とは？

**DX(Digital Transformation)：** デジタルデータを連携することでイノベーションを起こす。建築分野ではBIMが重要なカギ。

**BIM(Building Information Modeling)：** コンピュータ上に作成した主に三次元の形状情報に加え、室等の名称・面積・材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建築物の属性情報を併せ持つ建築物情報モデルを構築するもの

### 建築BIM推進会議

国交省主導で建築関係者が一堂に集まる会議。令和元年6月設置。建物の生涯にわたってBIMを活用することで生産性向上を図ることが目的。 [建築分野におけるBIMの標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン \(第1版\)](#)

### 令和3年度BIMを活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業

BIMを通じたデジタルデータの活用により、生産性向上、価値向上、サービスの創出等に向けて、BIM導入の効果等を検証する取組に対し、優れた提案に費用の一部を補助する。

### 令和3年度BIMモデル事業の種類

「令和2年度からの継続事業」 4件 「**先導事業者型**」 7件 「パートナー事業者型」 5件 「**中小企業者BIM試行型**」 8件

### 「先導事業者型」

事業概要

- (1) 趣旨：先導性をもった事業者の中から、**特に発注者メリットを含む検証**等を行うもの
- (2) **検証等の公募テーマ**

[1] BIM活用による生産性向上や価値創出等のメリット (特に発注者メリット) の検証等

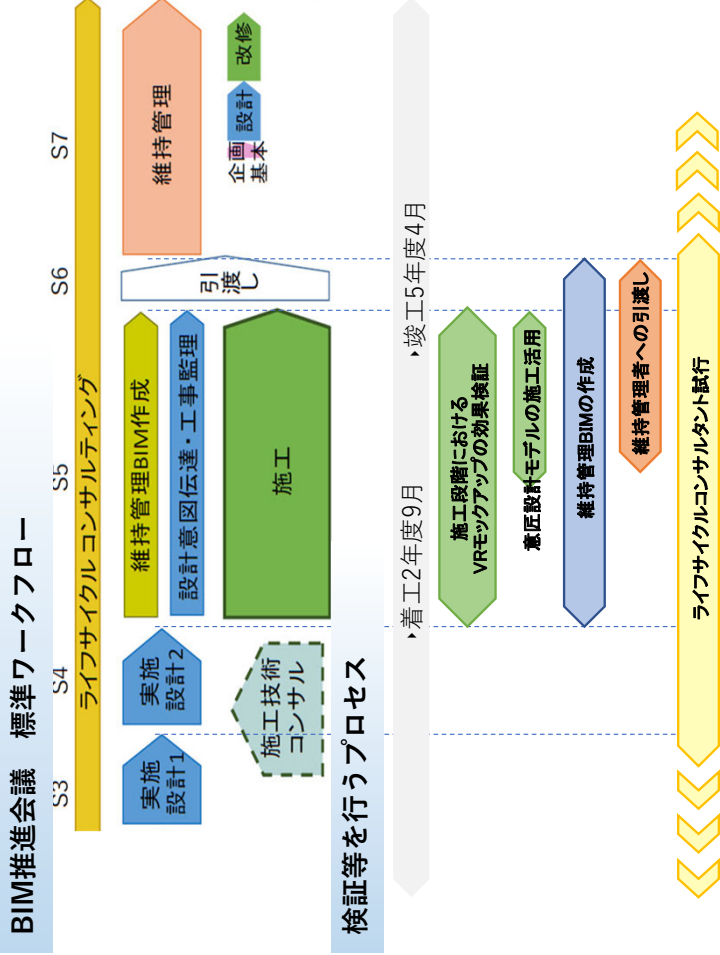
[2] BIMデータの活用・連携に伴う課題 (特に発注者と受注者の役割分担等) の分析等

# 1. 提案の概要・コンセプト

## 提案の概要

(1) S5施工段階におけるVRモックアップの効果検証と課題分析

(2) 維持管理BIM、その他の課題分析（令和2年度連携事業の継続を含む）

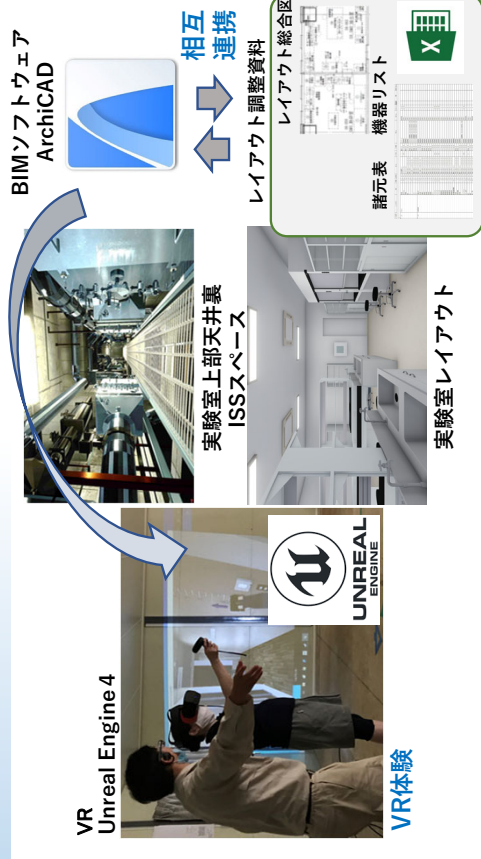


### プロジェクト概要

案件： 横浜地方合同庁舎（PF事業）  
 用途： 事務所  
 規模： 約48,000㎡ 地上7階 地下なし  
 構造種別： RC造（基礎免振）一部：S造  
 設計： 株式会社梓設計  
 施工： 戸田建設株式会社  
 維持管理： 株式会社ハリマビシステム



### VRモックアップの効果検証





## 1. 提案の概要・コンセプト

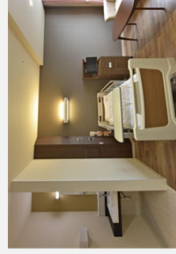
### Concept

そもそもモックアップとは？  
建物の外観や機能の確認のために、試作される原寸大の模型、室内。  
図面だけでは判断しがたいものが主な対象。

#### 従来のリアルモックアップ

- ◇ 主目的  
施工者のリスク回避  
発注者と確実に合意形成をはかる
- ◇ 対象範囲  
同じ空間がたくさんある場合  
(病室、客室など)  
複雑で特別確認が必要な重要室

- ◇ 制約  
制作コスト  
設置場所  
設置期間



様々な制約のため対象範囲が限定的。

#### 新しいモックアップのかたち = VRモックアップ

合意形成をはかる手法として新しいツールを提案。

##### VRモックアップとは？

- ・ヘッドマウントディスプレイを通じて対象空間を仮想空間として体験する。
- ・実際の大きさのスペースで行動しながらの体感が可能なように、モックアップスペースを準備する。
- ・ここでは現場内での実際の空間を重ね合わせて行うARも含めVRモックアップと呼ぶ。

コスト、場所、期間などの制約から解放

- ・ BIMモデルさえあれば比較的容易に仮想空間を体験でき、モックアップ対象も自由に選べる。
- ・ 維持管理者も含め、多くの人の視点でモックアップが活用できる。
- ・ 建材Lossが少なくCO2排出量が削減。



「利用者の体験の必要性」

を優先した対象室や範囲を選定可能



## VR検証ヒアリングの手順

図面による発注者の  
総合図チエックの実施

総合図チエック

8/未ごろ完了



図面によって、  
空間や機能、構成を認識

発注者、利用者VR体験の実施

VR体験会

11/9



さらに  
VRで空間を体験し、  
新しい発見や認識を確認

発注者、利用者ヒアリングの実施

ヒアリングシート記載依頼

1週間程度

ヒアリング内容確認打合せ

11/下旬

VRを併用した場合の理解度をヒアリング。  
削減されると思われる時間を測定。

ヒアリング結果をもとに検証のまとめ

ヒアリング集計及び検証結果報告

1/中旬

図面のみとVR併用の理解度を比較。  
図面から読み取る時間や、手戻りの再調整を想定。

### 3. 検証の前提条件

#### ■比較を基にした検証

**従来の図面による打合せ**により得られる情報とその情報を基にした認識の再確認。  
(従来通りの総合図、レイアウト図、機器リスト、諸元表で打合せをした場合)

**VRモックアップを含む打合せ**による空間や使い勝手などの共通認識と効果の確認。  
(上記の図面等資料に加えて、VRモックアップを打合せの効果を追加)

#### ■検証の前提条件

- ・実際の現場調整打合せによらず、「**検証のために限った調整打合せ**」を想定。
- ・「**検証のために限った打合せ**」で従来の図面による**打合せ準備**や**打合せ工数算出**する。  
(不特定要素による準備や打合せの工数増減を取り除く)
- ・「**図面で理解したと思っていた部分**」と、「**VRによって理解した部分**」を比較。  
「**図面から読み取る場合の時間**」や、「**手戻りがあった場合再度打合せ**」を想定する。

#### ■事前に設計の考え方を説明

- ・VR検証の場でも、まずは設計の考え方を体験する発注者に伝えその上でVRでの確認を行う。

#### ■場所の条件

- ・会場設営の際にVR上の空間に合わせて会場を確保する。  
おおよそ5 m x 5 m程度必要。  
(現地の事前の確認が必要。)

#### ■対象者

- ・発注者側の施設利用者（エンドユーザー）
- ・発注者側の設計調整担当者

※複数の利用者に意見を聞く場合は、その結論について、利用者を統括する設計調整担当者と意見の方針を確認して検証を進める。

#### ■製作の範囲

##### 1. 特に検証する部分の再現性を確保する。

実際の機器とモデルの詳細な違いに目が行ってしまいう可能性がある。例えばドラフトチャンバーのコンセントなどは製品によって位置が違うため、もし違いがあれば予め違いを説明し混乱を避ける。

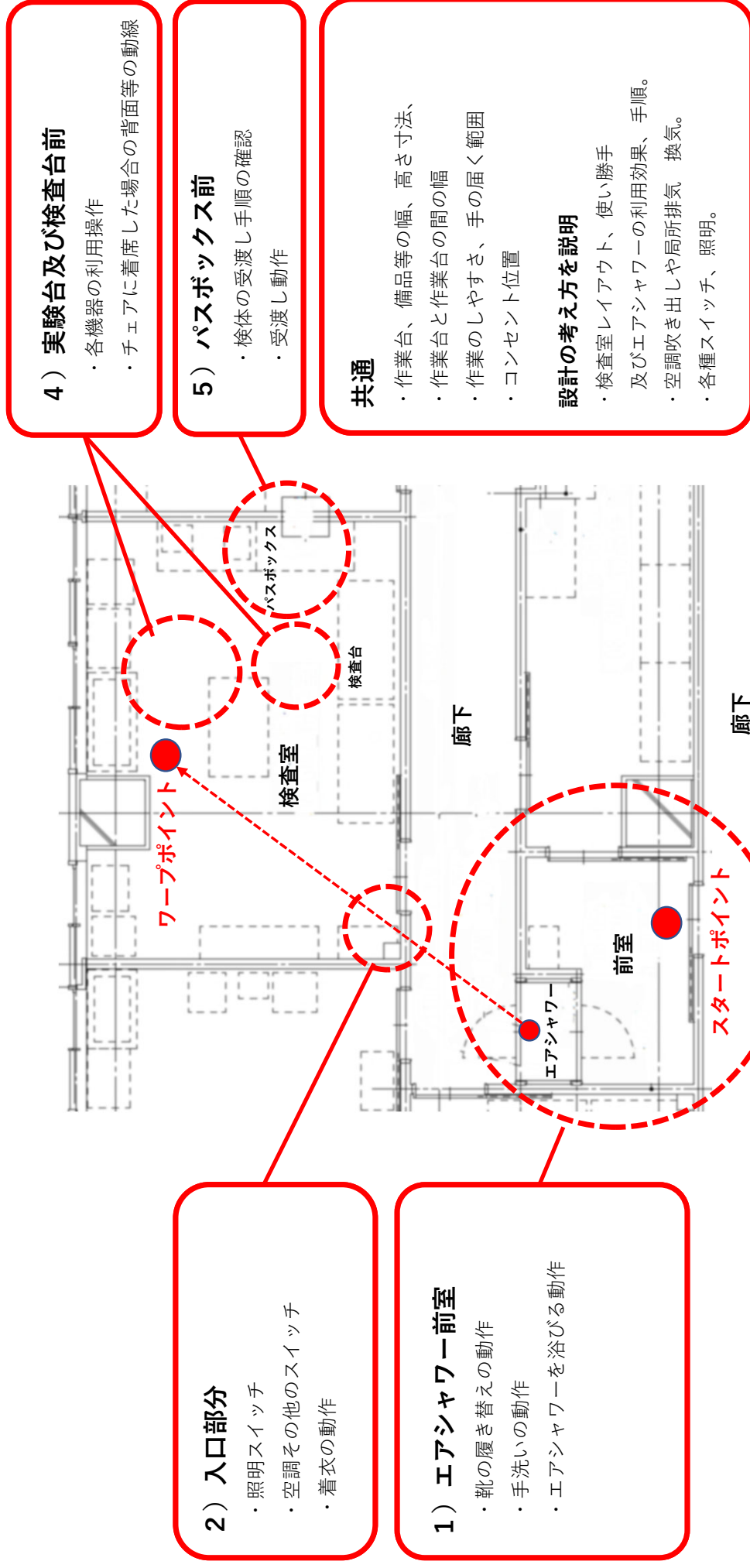
##### 2. 機器等モデリングの程度、範囲について

- ・実験台等は機器メーカーよりBIMデータを受領。
- ・メーカーオブジェクトがない場合は製品仕様書や三面図から寸法等をもとに再現する。
- ・特に利用者の作動についてヒアリングを行う箇所を集中的に詳細度を上げる。

##### 3. コンセント、照明スイッチ、空調吹き出し、照明等の設備も再現する。

##### 4. 内装は検討の範囲としない。

## 4. 具体的な検証方法について



## 令和3年度

BIMを活用した建築生産・維持管理

プロセス円滑化モデル事業

(仮称) 先導型BIMモデル事業WG

## ヒアリングについて

### 別添資料1～4

株式会社梓設計

戸田建設株式会社

株式会社ハリマビステム

## VR検証ヒアリングの手順

図面による発注者の  
総合図チエックの実施

総合図チエック

8/未ごろ完了

図面によって、  
空間や機能、構成を認識

発注者、利用者VR体験の実施

VR体験会

11/9



さらに  
VRで空間を体験し、  
新しい発見や認識を確認

発注者、利用者ヒアリングの実施

ヒアリングシート記載依頼

1週間程度

ヒアリング内容確認打合せ

11/下旬

VRを併用した場合の理解度をヒアリング。  
削減されると思われる時間を測定。

ヒアリング結果をもとに検証のまとめ

ヒアリング集計及び検証結果報告

1/中旬

図面のみとVR併用の理解度を比較。  
図面から読み取る時間や、手戻りの再調整を想定。

# VR検証ヒアリングの目的と内容

## 1. VR体験の全般に関わる内容

意思決定プロセスの基礎となる認識

- ① 図面から読み取ったイメージと体感の違い。(寸法【幅、間隔、高さ】、機器、コンセント、スイッチの位置)
- ② 図面では理解しにくい内容。(スイッチ、パスボックスの高さなど凡例記載内容)
- ③ 作業動作の再認識(体験することで改めて認識した本来の利用動作)

結果の要因

発注者側調整担当者

発注者側利用者

発注者側調整担当者

発注者側利用者

発注者側調整担当者

発注者側利用者

## 2. 時間削減に関わる内容

理解度起因する時間による効果

- ① 図面の読み込み時間 (図面の読み込み、変更修正への内容の把握に要する時間)
- ② 打合せ時のVRによる見落としの回避 (VRによる計画の理解度の向上による打合せの効率化)

検証結果の指標

発注者側調整担当者

発注者側利用者

発注者側調整担当者

発注者側利用者

## 3. 今後の可能性に関する内容

課題分析

- ① 現状の調整業務の今後の可能性 (例えば、設計段階での活用、床壁仕上の確認、気流等)
- ② VR体験者が感じたVRによる取組みの可能性 (今後さらにVR技術の活用を発展させるために)

発注者側調整担当者

発注者側利用者

発注者側調整担当者

発注者側利用者

守秘義務上非公開とさせていただきます。



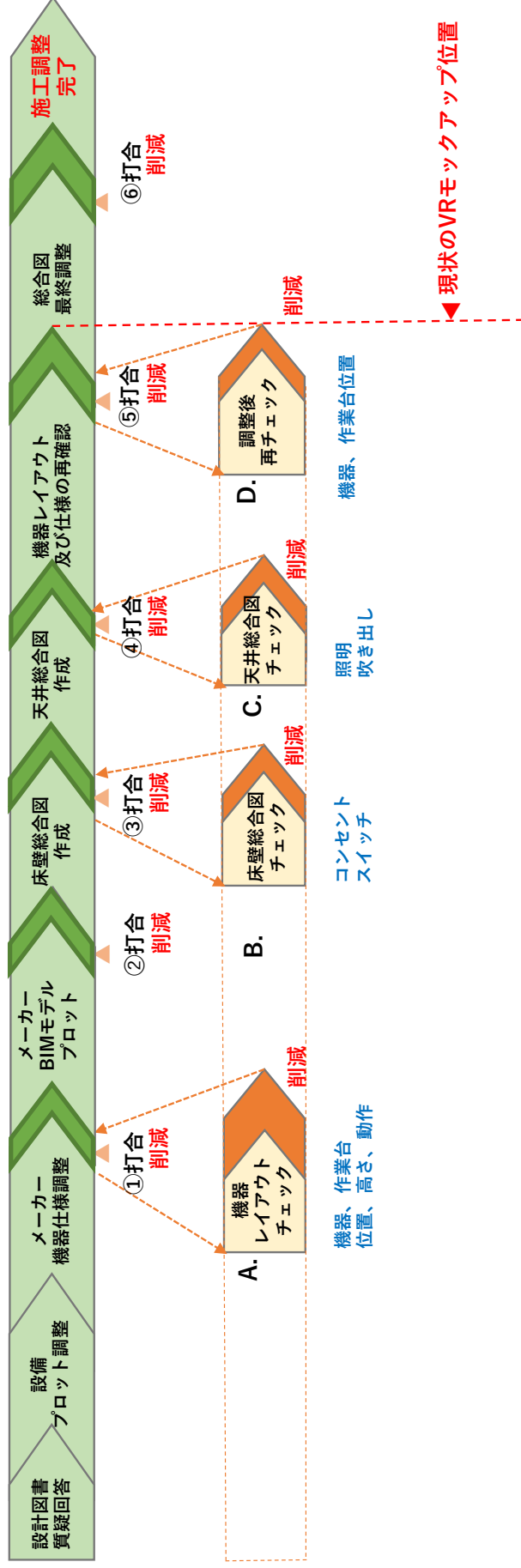
守秘義務上非公開とさせていただきます。

守秘義務上非公開とさせていただきます。

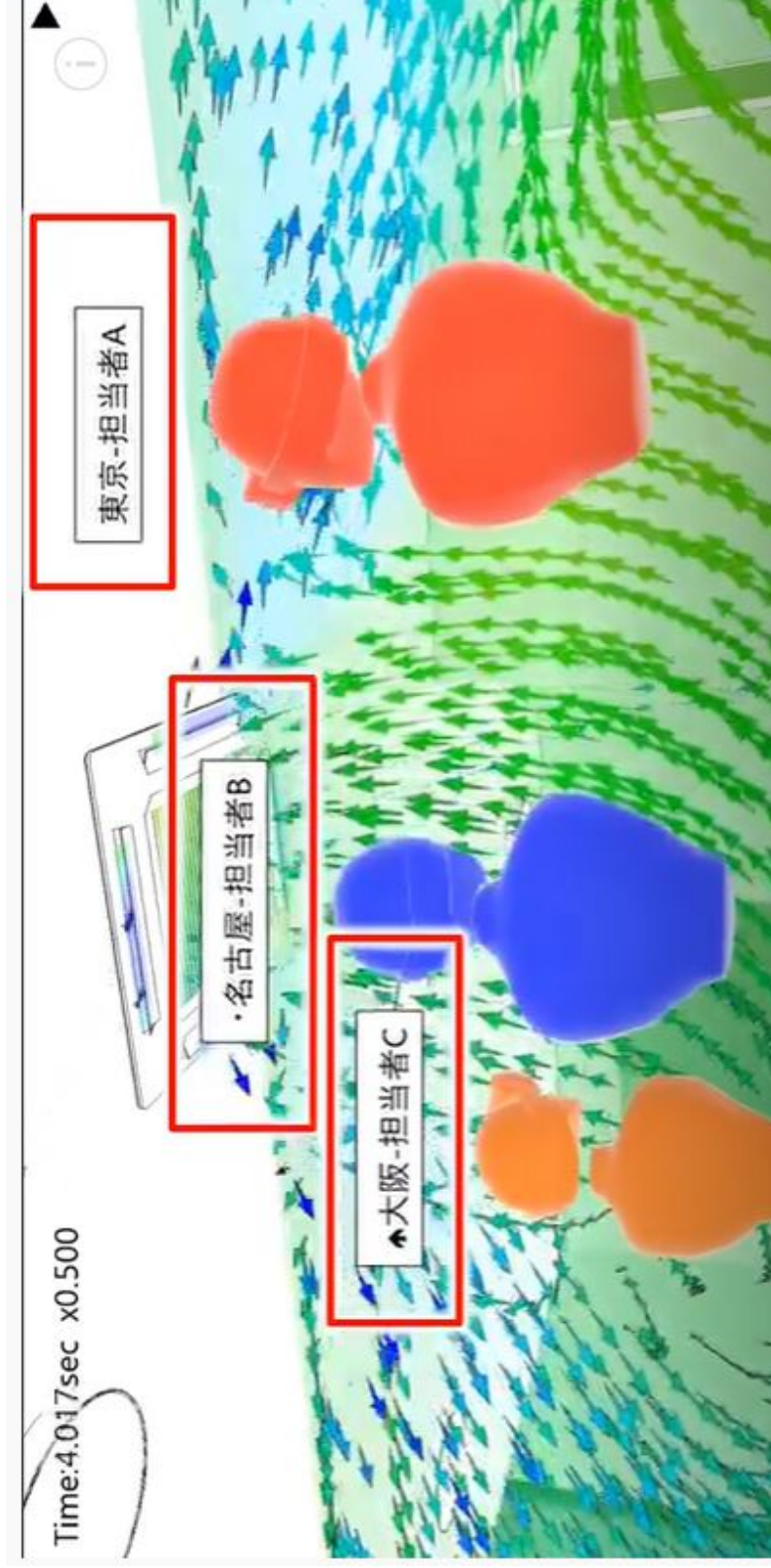
施工の調整工程と時間削減に関わる内容

施工段階 (S5)

施工者・設計者  
(建築・空調・衛生・電気)



発注側調整担当者  
発注側利用者

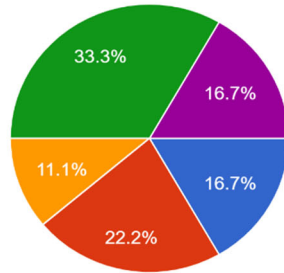


## アンケート結果\_検証 A

### 1-1. VR 体験の全般に関わる内容

(1) 室内の広さに違いを感じましたか。(平面的な)

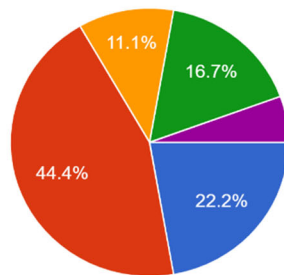
18 件の回答



- まったく違いを感じなかった
- あまり違いを感じなかった
- どちらともいえない
- やや違いを感じた
- 大幅に違いを感じた

(2) 室内の天井高さに違いを感じましたか。

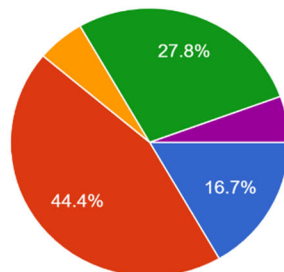
18 件の回答



- まったく違いを感じなかった
- あまり違いを感じなかった
- どちらともいえない
- やや違いを感じた
- 大幅に違いを感じた

(3) 作業台や機器及び棚の幅、奥行、高さの違いを感じましたか。

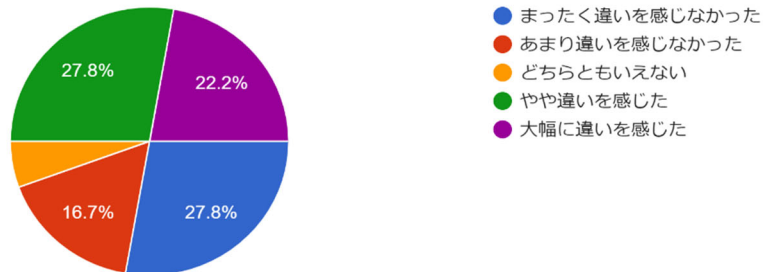
18 件の回答



- まったく違いを感じなかった
- あまり違いを感じなかった
- どちらともいえない
- やや違いを感じた
- 大幅に違いを感じた

(4) 立位から実際に椅子に座ることで視界が変わり、改めて空間の違いを感じましたか。

18件の回答



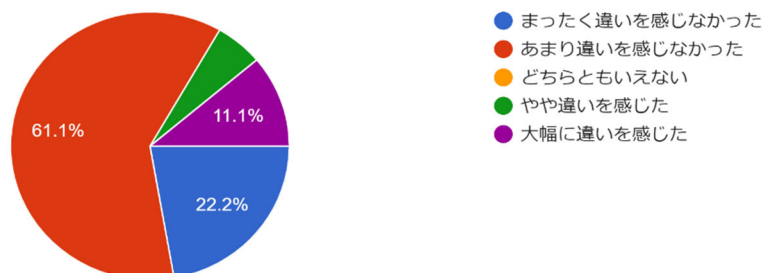
(5) もし寸法に関わる体験の違いについて、具体的な場所、部分など、気付いた点があればに記載してください。(9件の回答)

- ・手洗いは低く感じた。エアシャワーが想定より狭かった。実際の広さ感を認識できのよかった。他の部屋の広さ感を把握できるので。
- ・流し台、作業台部分の窓まで手が届かないくらいの奥行きを感じた。
- ・VR内で寸法や距離が表示されるとよいと感じました。
- ・作業台の幅窓までの幅に違いを感じた。使用面ではブラインドの上げ下げに問題があるように感じる。維持管理面ではガラス清掃が可能かどうか疑問。
- ・高さ、距離感などリアルに体験できた。
- ・障害物にあたっているのが分からないので正確に届く範囲が見極め難い。
- ・パスボックスについて、平面図に比べて奥行きを感じました。AS前室の広さについて平面図よりも広く感じた。
- ・椅子については実際の高さに合わせて使ったほうがよかった。

## 1-2. VR体験の全般に関わる内容

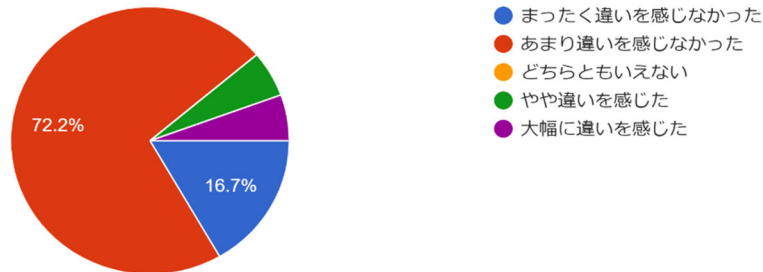
(1) 壁の空調及び照明スイッチ、コンセントの位置について当初の理解と違いを感じましたか。

18件の回答



(2) 天井の空調や照明の位置について当初の理解との違いを感じましたか。

18件の回答



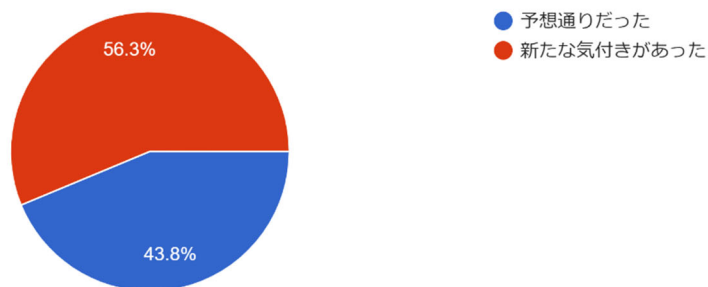
(3) もし体験によって改めて理解した具体的な場所、部分など、気付いた点があればに記載してください。(6件の回答)

- ・木製作業台が狭く感じた。
- ・手洗いが低く感じた。(図面では気にしたり、考えたことがなかった。)
- ・手洗いの高さが低いと感じた。
- ・壁床と天井プロットの関係
- ・引戸袋部分が点検パネルと機械の干渉 ・実験台の後部立上りとコンセントの干渉

### 1-3. VR体験の全般に関わる内容

(1) 当初想定していた行動と、VR体験をした後に改めて気がついた部分があれば教えてください。

16件の回答



(1-1) 新たな気づきがあったと回答した方は、具体的な内容について記載してください。

(8件の回答)

- ・手洗いが低く感じた。
- ・手洗いの高さが低いように感じた。
- ・手洗いの高さが低いと感じた
- ・高さを想定より低く感じる事ができた。
- ・手洗い台が想定より低かったので新たな気づきがあったところだと思いました。

- ・手洗いの設置高さが少し低い気がしました。
- ・扉の開き勝手

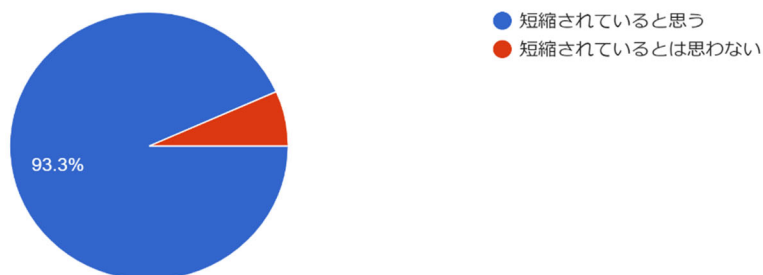
(4)全体を通して当初想定していた行動や所作について、VR体験をした後に改めて気がついた部分があれば記載してください。(5件の回答)

- ・対象の距離がバーチャルだとわかりにくい。直接触れる物を用意してもよいと感じた。
- ・1. 同様作業台など什器を含めた幅高さが気になった。
- ・全体を通して佐合大や検査台の高さを体験できたことは非常に良かったと思います。検査室の広さや動線も体験できて実際の動きを創造しやすかったです。
- ・パスボックスに物を置く際、(押し込む際)少し幅があると感じた。

## 2-1. 時間削減に関わる内容

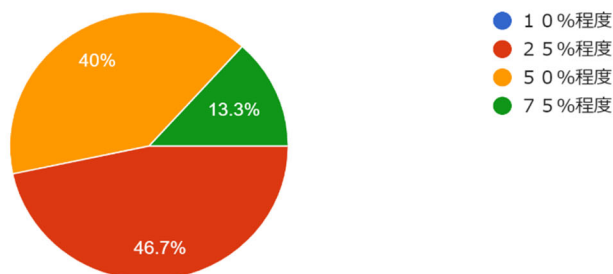
(2) 図中「B.床壁総合図」(コンセント、スイッチ)のチェックに要する時間。

15件の回答



(2-1) 短縮されると思うと回答された方は、読...がおおよそどの程度改善されると感じましたか。

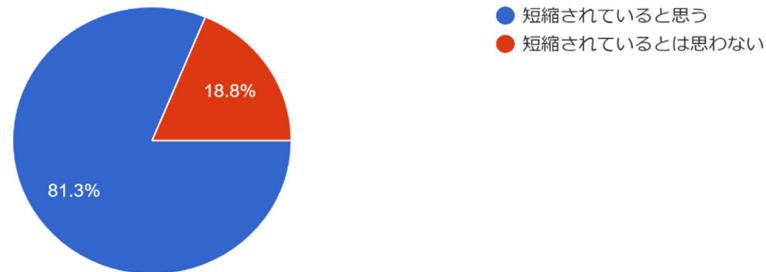
15件の回答





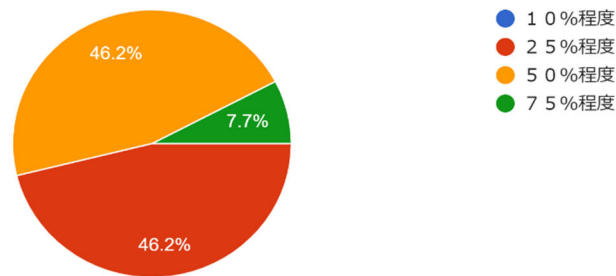
(3) 図中「C.天井総合図」(照明、空調吹き出し)のチェックに要する時間。

16件の回答



(3-1) 短縮されると思うと回答された方は、読...がおおよそどの程度改善されると感じましたか。

13件の回答



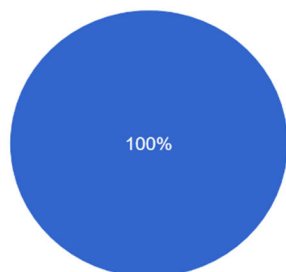
(4) その他気付いた点があればに記載してください。(3件の回答)

- ・照度、風向きの影響は確認が難しいと感じた。VRとすることで「見える」範囲が増すため情報量が増え、結果チェックに要する時間が増える可能性あり。
- ・確認できる項目が大幅に増えることによりチェックや打合せの時間が増加する。
- ・図面の読み込みに関しては実際の寸法に合わせて見ることで、かなりの時間短縮が見込めると感じました。実際のオーダーと仕様が異なる場合は注意が必要かなと感じました。

## 2-2. 時間削減に関わる内容

### (3) 図中③「床壁総合図」の打合せ

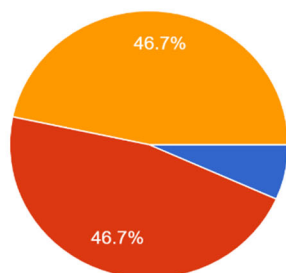
15件の回答



- 回避されていると思う
- 回避されているとは思わない

### (3-1) 回避されると思うと回答された方は、どの程度の範囲で回避されると感じましたか。

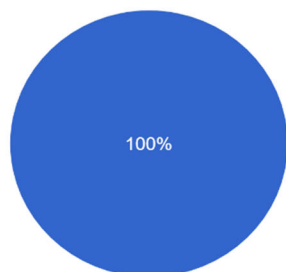
15件の回答



- 多少は回避できると思う
- ある程度回避できると思う
- おおよそ回避できると思う
- すべて回避できると思う

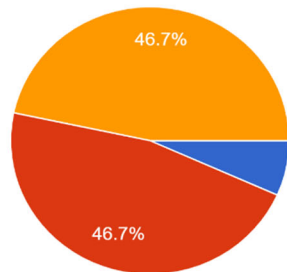
### (4) 図中④「天井総合図」の打合せ

15件の回答



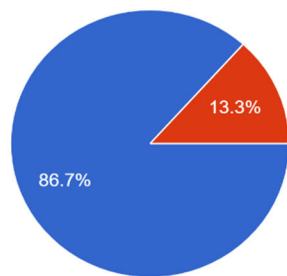
- 回避されていると思う
- 回避されているとは思わない

(4-1) 回避されると思うと回答された方は、どの程度の範囲で回避されると感じましたか。  
15件の回答



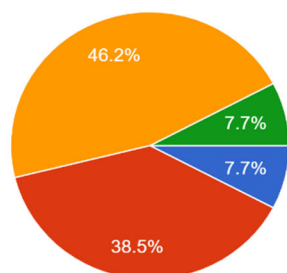
- 多少は回避できると思う
- ある程度回避できると思う
- おおよそ回避できると思う
- すべて回避できると思う

(6) 図中⑥「総合図最終調整の打合せ」  
15件の回答



- 回避されていると思う
- 回避されているとは思わない

(6-1) 回避されると思うと回答された方は、どの程度の範囲で回避されると感じましたか。  
13件の回答



- 多少は回避できると思う
- ある程度回避できると思う
- おおよそ回避できると思う
- すべて回避できると思う

(7) 図中もし VR 体験による手戻り削減の観点から、気付いた点があればに記載してください。

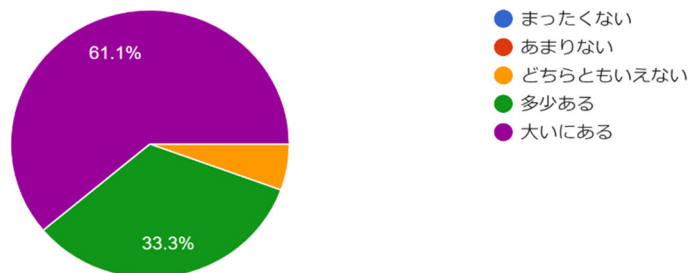
(3 件の回答)

- ・対象物との距離、スペースの VR 体感と図面の長さの比較が難しいので他の広い部屋を何個か体験できるとよいと感じた。
- ・VR で一度に見れる範囲が限られているので、見ている側の見落としや見解の違いなど目に見えないところや医師の疎通、意見のすり合わせかたについて検討を要するかと。
- ・手洗器など実際に設置する器具と違うものが VR 内で表示されていた。後々、「VR で確認したものと違う・・・」とならないよう表示される器具等は実際と同等のものを表示したほうが良いと思います。(前室の手洗器が自動消毒手洗器(SUS)でしたが、実際は陶器製の手洗器です) →VR の場で、実際は陶器製であることを GMO さんも認識はされていました。

### 3-1. 今後の可能性についての意見

(1) 今回は現場に入ってからVRを実施しました...のVR活用について可能性があると感じましたか。

18 件の回答



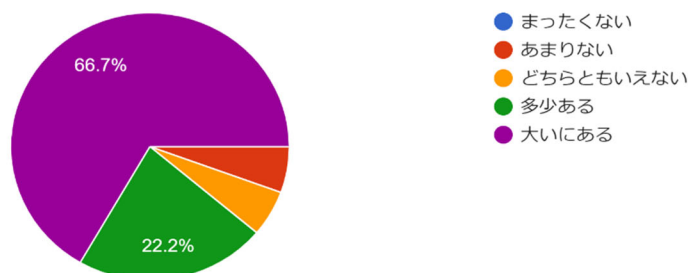
(1-1) 多少あるもしくは、大いにあると回答された方に質問です。可能性について記載してください。(14 件の回答)

- ・イメージするのは結構時間を要するので、その時間がかなり短縮できる。
- ・想定との誤りがなくなり時間短縮とともにより正確な設計が可能になる。
- ・VR を活用することで利用者側の意図をつかむことが容易になるため相互理解を深めることが出来る。
- ・図面を読み解く時間の短縮
- ・スケール感が分かりやすい。
- ・工事着工前に早期イメージがわく。
- ・実施設計段階一部の部屋だけでも実施できれば手戻りが少なくなるように感じる。
- ・高さや位置は図面では確認できないので早い段階のほうが良いと考えます。
- ・より早い段階で実施して頂くことで回数を重ねるうえで意見交換の機会が増えると思います。

- ・図面だけではつかめない（想像力がないので）
- ・プランや使い勝手の客先合意
- ・元となる設計図が施工図に近いレベルであれば
- ・設計段階で、ある程度使い勝手、仕様を確認し設計図が作成されていたほうが、施工時に大きな変更もなく手戻りや検討期間が少なくて済む

（２）室内の床や壁、天井の仕上や内装デザインでの活用について可能性があると感じましたか。

18件の回答

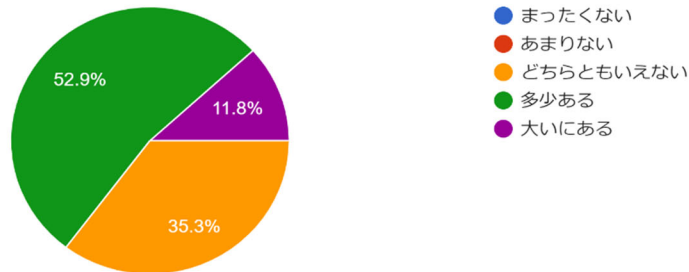


（２－１）多少あるもしくは、大いにあると回答された場合に質問です。もし具体的な可能性を感じる部分がありましたらご意見を記載してください。（9件の回答）

- ・1つではなく実際にイメージして選択できる。
- ・色の違いによる環境の違いが分かりやすくなる。
- ・特殊な室は特に相互理解が深まる。
- ・色彩計画
- ・デザインなどは現物に近い状態でみるほうがより理解できる。
- ・平面図では想定することが難しいレイアウト全体を見ることが出来る機会は大変有意義だと思います。
- ・イメージがわく。
- ・特にてんじょうの高さ、仕上げなどがよくわかる。

(3) 部屋の中の空気の流れを矢印などで可視化す...に可能性があると思われますか。(別紙参照5)

17件の回答



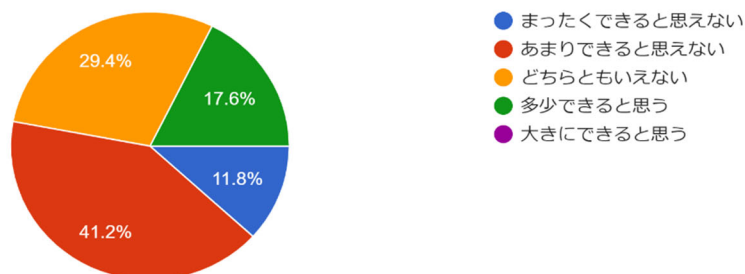
(3-1) 多少あるもしくは、大いにあると回答された場合に質問です。もし具体的な可能性を感じる部分がありましたらご意見を記載してください。(7件の回答)

- ・作業をじゃましないか確認できる。
- ・給排気の流れがわかる。
- ・病院などの場合は見えたほうがよいかもしれません。
- ・空気の流れを可視化されることで動線上の注意など業務の改善につながると思いました。
- ・空気の流れは図面では全く見えないので可視化されるとわかりやすい。
- ・実際見えないものも、確認時は見える化することで、より間違いのないヒアリングができると感じます。

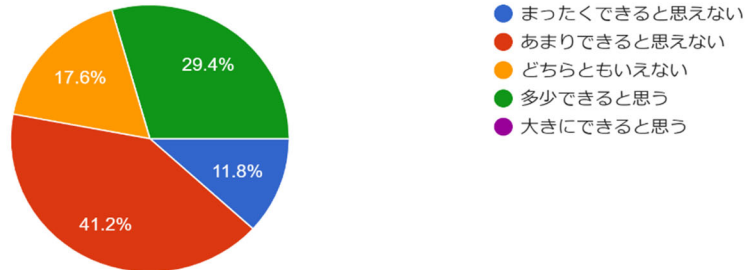
(4) 今回は図面による打合せを VR によって確認する取組みです。利用者の確認履歴をどうやって残すかといった課題はありますが、もしそこをクリア出来れば、以下の3つの図面を図面を利用せずVRだけでチェック・確認ができると思われますか。

・別添資料1「機器レイアウト」については利用せ...Rのみでチェック確認ができると思われますか。

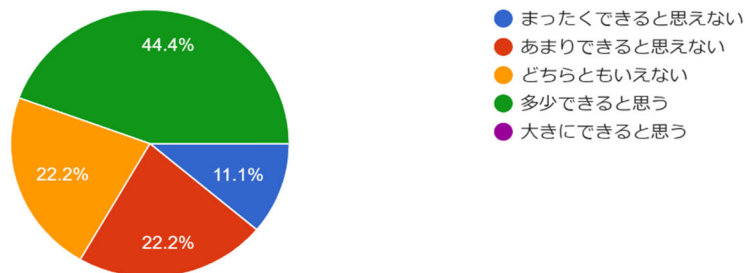
17件の回答



・別添資料2「床壁総合図」については利用せずVRのみでチェック確認ができると思われますか。  
17件の回答



・別添資料3「天井総合図」については利用せずVRのみでチェック確認ができると思われますか。  
18件の回答



- ・上記の回答に関してご意見があれば記載してください。(7件の回答)
- ・VRをずっとつけることはできないため図面上の確認は必要。
- ・紙面で確認することも現段階では必要であると感じる。
- ・記録を残すという意味でまだ平面図面は必要があると思います。
- ・平面図における細やかな設計は、VRの基盤ともなると思うので、図面を利用せずというまで断言するのは難しいのではないかと感じました。
- ・VRはずっとできないので図面があるほうがゆっくり見られる。
- ・照明、エアコンなどが一目で理解できる。
- ・チェック・確認はVRのみでできると思いますが、その後施工図を作成することを考えると図面も必要かと思います。

(5) その他気付いた点があればに記載してください。1件の回答

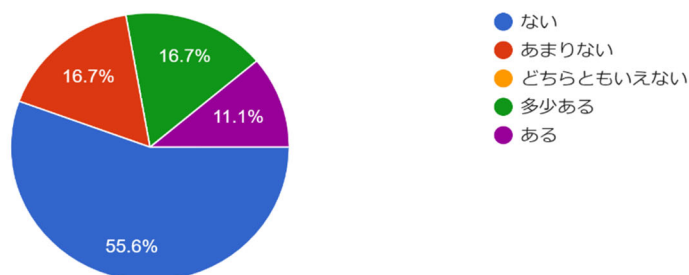
もう少し付属するもの(窓のクレセント高さや部ラインと操作)の情報を入れ、確認すべきかと思っています。

### 3-2. 今後の可能性についての意見

(1) 今回の取組みについて確認させて頂いた効果や改善策のほかに、取組みの可能性として感じた部分がありましたら教えてください。(8件の回答)

- ・住宅やリフォーム等、小さい事業は、使い手の好みが決まっていると思うので、VRは選択を検討できるので有用だと思う。今回のような大きな事業は多くの人数で効果的に確認できることが有用。
- ・比較対象とする実物の大きさが分からない為、VR内には人物(165-170前後)の人を置き実物にもVR開始前に高さ、幅イメージが分かるものがあるとより良いと感じる。  
総合して気づきが得られ、VRの利点を感じる事が出来た。メンテナンス性の確認にも大いに利用できると感じた。
- ・高さや位置がわかるのは有効。遠近感がつかみづらい気がしました。
- ・図面で見るより空間のイメージができたのでやってよかったです。
- ・今までは検査部門のみで確認するが、VRを使用すると関係のない部門が確認できるので優良である。
- ・VR体験中に座る椅子など、実際の高さと同じものを用意したほうが、より正確な確認ができるかと思いました。

(2) 今回の体験によって「VR酔い」と呼ばれる、乗り物酔いのようなものを感じましたか。  
18件の回答



(3) 今回のVR体験について改善点があれば教えてください。(7件の回答)

- ・ワープするときのワープ後の位置は、近い位置が望ましい。続いてウォークスルーできるので。その他アンケートは5段階とか!\_!\_!\_!\_!方式の記入でもよいのではないかと。近年データ集計は色々できる。バーチャルは酔いやすいので懸念したが平気だった。
- ・VRの中に実物大の人を置いてもらえれば、VRのなかにおいてサイズ感が分かるのではないと思う。
- ・基本レイアウトをこのVRを通じて組み換えが可能ならより使いやすいものになると思います。



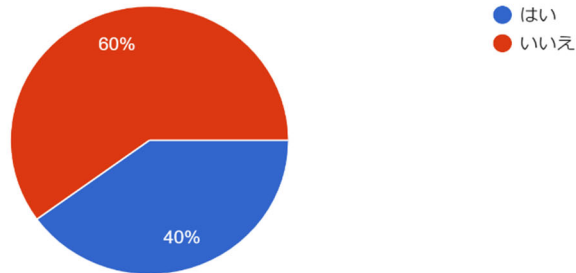
- ・可能であればアバターを取り込んで実際に動かすことが出来たら、より具体的に動線を想定・体験できるかなと思いました。
- ・もう少し広い場所でやったほうがよかった。
- ・はじめ装着時にピンボケになっているのが気になった点である。

## アンケート結果\_検証 B

### 1. 維持管理業務の活用に関する VR の全般の内容

①今回VR空間で維持管理業務を体験する上で内容に不足する部分がありましたか？

10 件の回答

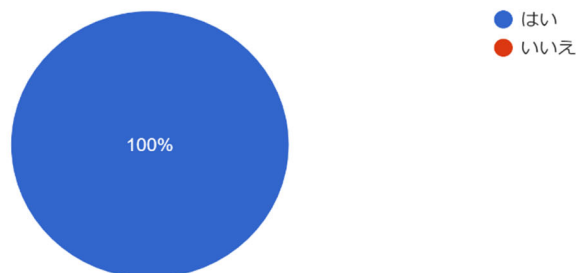


上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(5 件の回答)

- ・天井など高いところまでの距離が図れるとより維持管理の立場で検証できると感じました。冷温水管の全体に入る取り回しが表現されているとより現実的な確認ができたのかと思います。
- ・ゲージやバルブの開閉状況が分かると良い。
- ・配管のルートが実際とは異なるのではないかと思う。
- ・モデルの作り込み次第で確認できるレベルが変わるため、設計のどのくらいのタイミングで試用するか検討が必要か。

② VR空間で維持管理業務を体験する上で業務の作業を認識することができましたか。

10 件の回答



上記で「いいえ」と回答した方はその内容を教えてください。0 件の回答  
この質問にはまだ回答がありません。

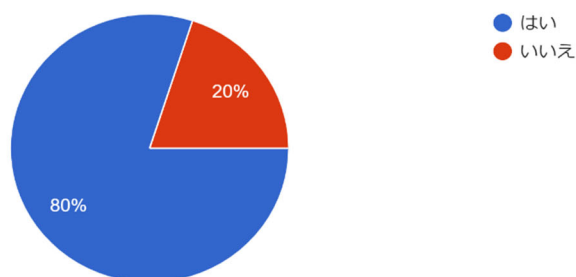
## 2. キイ改質の点検、整備に関わる内容

### (空調機械室)

以下の点検、部品整備を行う箇所の計画に対して、改善や気づきなどありましたか？

#### ①バルブ点検

10件の回答

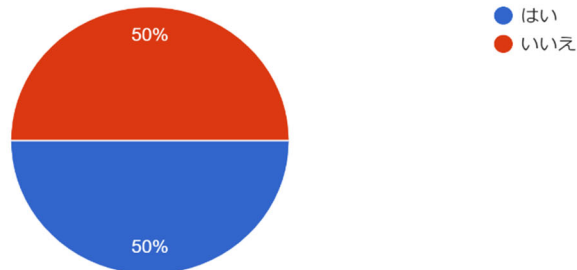


上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(8件の回答)

- ・バルブの位置が高すぎて捜査や電動弁の開閉確認が実施しにくい。また高所作業は危険。電動弁等の位置が高いように感じました。特に電動弁の開閉状況の確認がしにくいと思います。
- ・バルブの開閉状況が分かると良い。
- ・バルブまでの距離感を体験しようとして手ははずすも、体が壁にめり込んでしまっているのに気が付かずバルブに触れることが出来たのかわからない。
- ・設置位置が高く、配管同士の距離も狭いため操作、交換作業がしづらいように感じました。(天井にあるバルブについてです)
- ・全般的な内容になりますが、自分の位置が認識しにくいので、アバターで俯瞰で見られるか、ワイプ画面に平面図の位置が見えるとよいかと思います。室内の空間認識は非常にリアルで確認しやすかったです。また照度も参考になると思います。
- ・バルブのモデルがすべて上向きだからか、すべてのバルブが上向きであった。実際は作業性を考慮して設置されると思う。
- ・高い場所のバルブの向きは下向きや横向きにしてくれると助かります。

## ②ダクトFD/VD

10件の回答

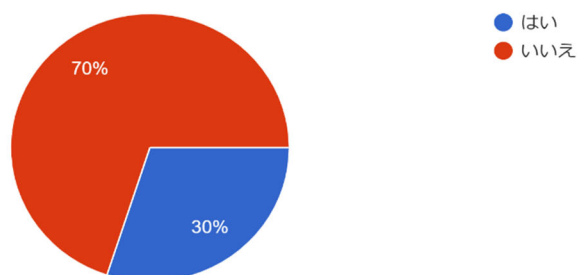


上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(5件の回答)

- ・系統などが分かると点検員の目線で判断しやすいです。
- ・ダンパーの操作ハンドルが上向きのものがあったが下向きにするべきではないか。
- ・高い位置のダンパー操作器は下向きまたは横向きにしてもらえると作業者が高い場所に行かずに対応できます。
- ・バルブが上向きのものがありましたが、下向きのほうが作業がしやすいと感じました。
- ・ダンパーのバルブが上を向いているものがあったので、下向きにして頂けると操作しやすいと感じました。

## ③フィルター清掃（点検扉）

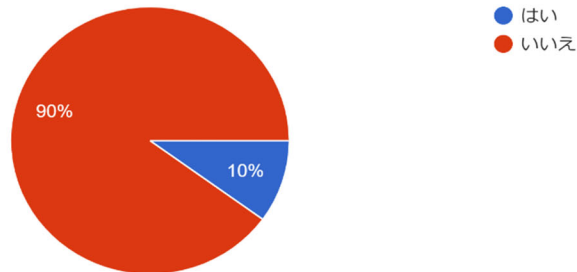
10件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(3件の回答)

- ・今後は点検口の開閉が出来フィルタの状況が見えると良い。
- ・扉を開けたときのスペースは問題なさそうでしたが、フィルターの出し入れができるか確認できるとよい。
- ・フィルターを取り出すスペース等十分確保されていることが確認できた。

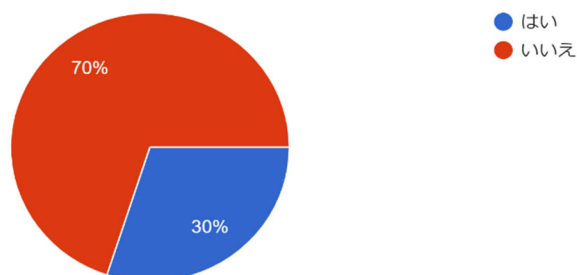
④ 温度計  
10 件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(2 件の回答)

- ・ゲージが読めると良い。
- ・今回温度計は確認できなかったが、この辺りに設置されるのではないかと想像できた。

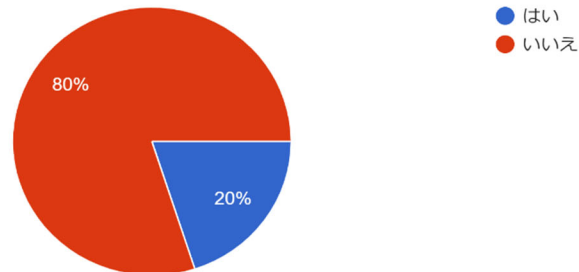
⑤ 給水電磁弁  
10 件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(3 件の回答)

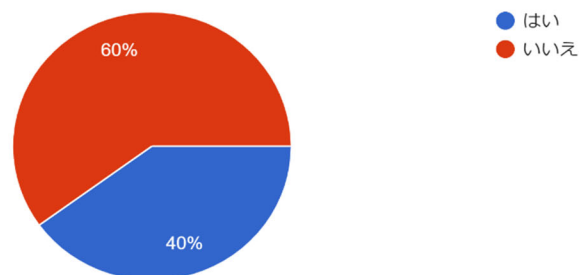
- バルブと同様に位置が高いと思われます。
- 位置が低い位置にあると安全上も向上すると思います。
- バルブの記載事項と同じです。

⑥モーターダンパー  
10件の回答



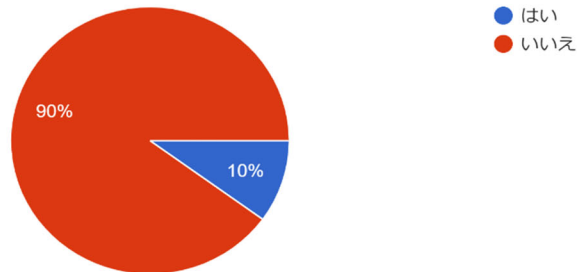
上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(2件の回答)  
天吊りのファンが支えている架台までモデリングされていると高所での作業イメージがしやすい。  
モーターダンパーと認識できるものを認知できなかった。

⑦給水、排水バルブ  
10件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(4件の回答)  
バルブは本体近くに配置されると操作性も安全上もよいと思います。  
バルブのサイズも分かればよい。  
バルブの記載事項と同じです。  
実際の配置場所は違う気がしたが、作業するにあたり手順はイメージ出来た。

⑧ドレインホッパー  
10件の回答



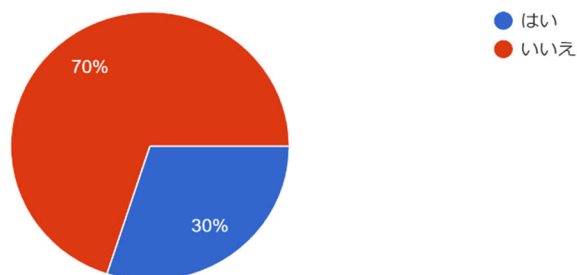
上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(2件の回答)

防虫網も見えたほうが良い。

冷温水配管のエア抜き配管用のドレインホッパーは確認できたがエア抜き作業時にホッパー廻りが水びたしになる気がした。

(2) 排水処理機械室

①タンク（液量）  
10件の回答



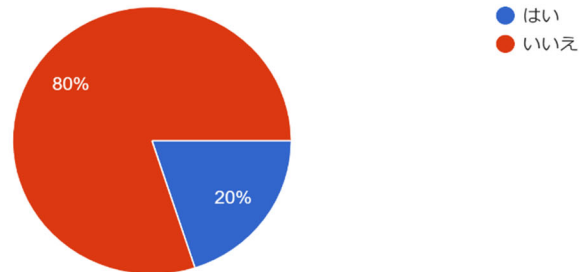
上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(2件の回答)

液量がわかるとよい。

照明の位置を含めて問題なし。

## ②PH計他計器類

10件の回答

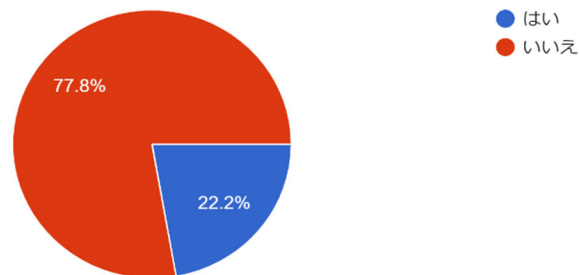


上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。2件の回答  
計器類は読めるようにしたほうがよい。

モデルの作り込みの労力を考えると位置を示すレベルでもOK

## (3) 点検、更新作業時間の改善につながる気づきがありましたか？

9件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(2件の回答)

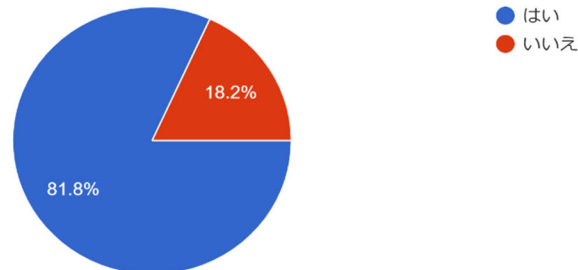
大型のタンクをH鋼で囲っているので入替時に大変かもしれません。

マシンハッチの扉外からの搬出入ルート等も確認できると作業性や人員配置の検討に資すると感じました。手すりの取り外し、台車での薬液搬入などは改善。



(1) 機器レイアウトに関して機器の配置や向きの変更気づきがありましたか？

11件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(8件の回答)

スペースに余裕がある場合にはファンなど床に配置可能な設備を移動してもらえると安全の観点からもよかったです。

空調機械室上部の送風機は点検整備がしにくいいため屋内にスペースがあれば床上がよいのではないかと。処理室の会談上にあるタンクへの落下防止策が必要ではないかと。

メンテナンスの動線への配慮が検討されているか気になりました。

自分が今どこにいるかわかると良い。

空調機械室入り口に入って右側の空調機を入り口側にさせないとプーリーの軸が抜けないと思います。

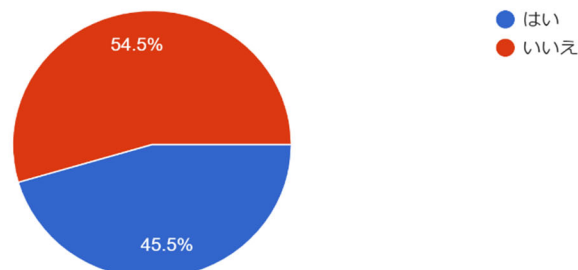
空調機上部にファンがありましたが、Vベルト交換やモーター交換の際にダクト等が邪魔になりそうでしたので、配置を検討して頂けるとありがたいです。

他にも書いたが、配管の場所やバルブの向きなど実際とは異なるのではないかと。

作業が可能であることと作業しやすいことは可能と感じた。空調機械室のファンはファンベルト、プーリーの取り外しなどスペースが必要と感じた。

(2) 設備機器の大規模な入替の計画を再確認する上で改善したほうが良い部分がありましたか？

11件の回答



上記で「はい」と回答した方はその内容を教えてください。(5件の回答)

FL+1500程度に設置していたカマの交換がもし必要になった場合には困難だと思われました。機械室に十分なスペースがあるので空調機上に配置されているファンは床置きにならないだろうか？メンテ更新ともに向上するため。

扉や通路のサイズがわかると良い。

屋外から機器の搬入ルートが確認できるとよいと思った。

2(2)③に記載

#### 4. 維持管理分野におけるVRの今後の可能性

(1)今回体験した機械室において、今回検証した項目以外に効果が期待できる可能性があれば教えてください。(7件の回答)

マンホールや排水柵などの位置が分かればよいです。

スイッチの位置や照明の位置の検討もできると考えます。機械室以外でも病院等で利用できると思います。

非常灯、感知器などがあると点検や交換することが出来るかを確認できそうです。

分電盤の中がみれて、ブレーカーの状況が見れると良い。

ルーラー機能で指定したポイント2点間の距離の数値が表示される等の機能があればよいと思った。壁や機器のすり抜けが可能なモードと不可能なモードの切り替えができると良い。点検作業の可否はしり抜けが出来ないほうが判断しやすいと感じた。

配置機器に付いている銘板等も表現できると大変参考になると感じました。

空調機械室あ床にスペースがあるので高所から低所にバルブ等の操作するものは移設が可能と感じた。

(2)これ以外の室や箇所について、VRの活用の効果が期待できる維持管理業務や作業があれば教えてください。(9件の回答)

電気室や受水槽室、熱源室などあればよいです。

図面上に入力した危険個所(頭をぶつけやすい、転びやすいなど)のいいtが表示されれば労働災害の防止につながると思います。天井内の確認が事前にできれば点検口の設置位置が適切なのか判断できる。※点検口があっても機器に把手が届かない作業できないことがよくあるため。

天井点検口内のBIMモデル対応か？

巡回点検(外観目視)

通常の建物では設備が屋上や地下にある場合が多く、目的の場所までどのように行くのか。その場所で作業できるのか確認できるとより現実に近くなるように感じる。モニターで3Dを見るより圧倒的に空間把握しやすいが、壁や天井など接触した際には画像内で知らせるなどの機能があるとより空間把握しやすくなると思われま。

設備維持管理以外に清掃業務(ガラス清掃や灯具清掃等)の作業性確認に活用できると感じた。特に清掃業務は対象と人体の距離が作業性に大きく関わるため。\$

横浜合庁については建物の性質上設備員が気軽に入室できない部屋が多くあるのでそういった部屋を再現して頂けると大変役に立つのではないかと思います。\$

ガラスの清掃でも利用可能か。庇がありロープ作業が困難な場所等の検証。\$屋根の機械室、主要機器は屋上に設置されるため、メンテナンス性や更新世の確認を行いたい。\$

普段立ち入ることができない天井内や立ち入り制限の部屋等の設備点検の教育研修や、点検表、点検ルート等、竣工前に作成し検証が可能となり活用することが出来ると感じた。\$

…黄色網掛けがVRで確認可能か確認をお願いします。  
 ※修繕対象はVRで空間確認が必須、排水処理機械室の設備機器のメーカー保守メンテナンスは除く。

参考資料 2-10

場所	機器番号	機器	数量	日常点検内容	確認・操作対象	日常点検頻度	定期点検内容	確認・操作対象	定期点検頻度	修繕対象	確認事項
空調機械室 2	FS-1-11	片吸込シロッコファン	1	異音	筐体	1回/月	注油 摩擦	ファンベルト ブーリー	1回/年 1回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
	FS-1-13	ストレートシロッコファン ダクトFD/VD	1	異音	筐体	1回/月	-	-	-	○	設置状況・位置、作業範囲
		加湿用給水バルブ	1	-	-	-	加湿開始操作 加湿停止操作	給水バルブ 給水バルブ	都度 1回/年 1回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
	ACU-I-11	空調機	1	温水温度 (往)	温度計	1回/月	フィルター清掃	点検扉	4回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
	ACU-O-12	空調機	1	温水温度 (戻)	温度計	1回/月	注油	ファンベルト	4回/年		
				冷水温度 (往)	温度計	1回/月	摩擦	ブーリー	4回/年		
				冷水温度 (戻)	温度計	1回/月	異音	電動機ファン	4回/年		
				異音	電動機ファン	1回/月	振動	電動機ファン	4回/年		
				振動	電動機ファン	1回/月	汚れ	電動機ファン	4回/年		
				異臭	機械室	1回/月	異音	モーター	4回/年		
				汚れ	ドレンパン	1回/月	振動	モーター	4回/年		
				汚れ	加湿器	1回/月	汚れ	加湿エレメント ドレンパン	4回/年 4回/年		
	排水処理機械室	AWP-1	加湿給水装置	1	異音	ポンプ	1回/月	動作	給水電磁弁 電動弁	4回/年 4回/年	
		感知器		つまり	ドレンホッパー	1回/月	加湿開始操作 加湿停止操作	排水バルブ 給水バルブ	1回/年 1回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
AFU-1-3		除菌フィルター	1	-	-	-	検査	煙感知器	2回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
FE-1-6		ストレートシロッコファン	1	異音	筐体	1回/月	汚れ	フィルター	4回/年	○	設置状況・位置、作業範囲
FS-1-2		ストレートシロッコファン	1	異音	タンク	1回/月	-	-	-	○	設置状況・位置、作業範囲
		棄注装置		漏れ	タンク	1回/月	-	-	-	○	設置状況・位置、作業範囲
				液量	タンク	1回/月	-	-	-		
				動作	ポンプ	1回/月	-	-	-		
				つまり	チューブ	1回/月	-	-	-		
				数値	PH計他計器	1回/月	-	-	-		
				漏れ	タンク	1回/月	-	-	-		
							検査	熱感知器	2回/年	○	設置状況・位置、作業範囲

# 内訳書

参考資料2-11

名称	詳細	数量	単位	金額	備考
現場モックアップ					
1. 直接仮設工事		1	式	¥600,000	
2. 建築工事		1	式	¥2,600,000	
3. 電気工事		1	式	¥900,000	
4. 給排水衛生設備工事		1	式	¥200,000	
5. 空調工事		1	式	¥1,200,000	
6. 撤去工事		1	式	¥500,000	
計				¥6,000,000	
				(千円単位四捨五入)	

## 令和3年度

BIMを活用した建築生産・維持管理

プロセス円滑化モデル事業

(仮称) 先導型BIMモデル事業WG

## 提案の概要と検証

## 現時点での中間報告

株式会社梓設計

戸田建設株式会社

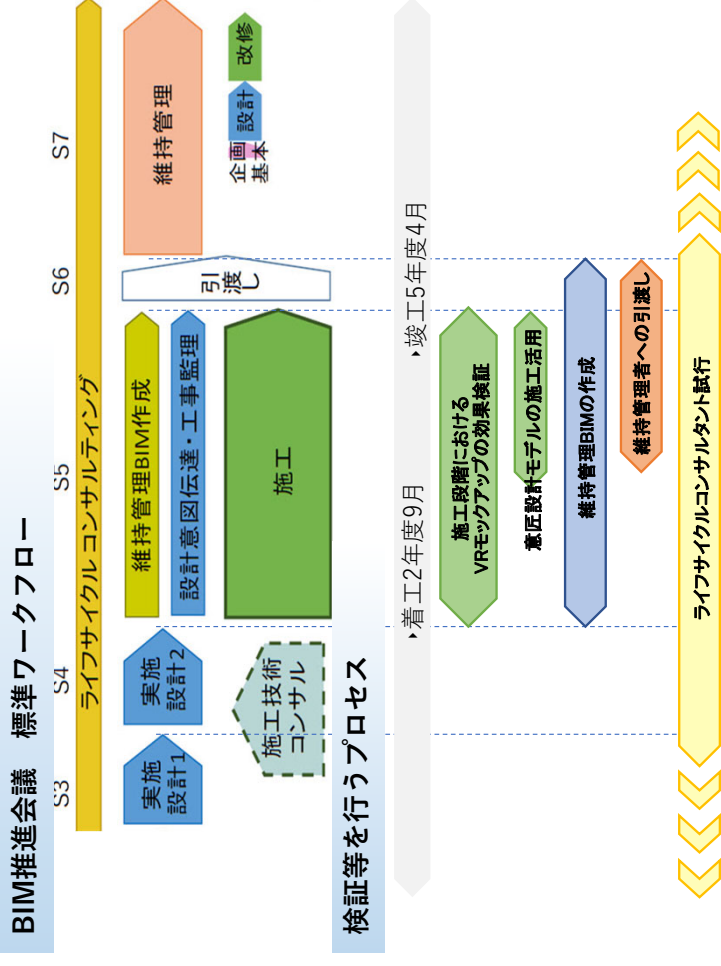
株式会社ハリマシステム

# 1. 提案の概要・コンセプトのおさらい

## 提案の概要

(1) S5施工段階におけるVRモックアップの効果検証と課題分析

(2) 維持管理BIM、その他の課題分析（令和2年度連携事業の継続を含む）

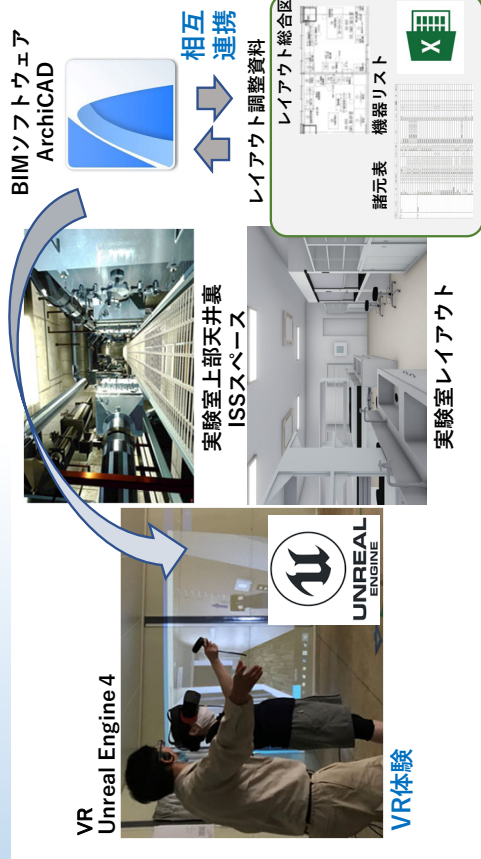


### プロジェクト概要

案件： 横浜地方合同庁舎（PF事業）  
 用途： 事務所  
 規模： 約48,000㎡ 地上7階 地下なし  
 構造種別： RC造（基礎免振）一部：S造  
 設計： 株式会社梓設計  
 施工： 戸田建設株式会社  
 維持管理： 株式会社ハリマビシステム



### VRモックアップの効果検証



# 1. 提案の概要・コンセプトのおさらい

## 検証と課題分析

### (1) S5施工段階におけるVRモックアップの効果検証と課題分析

検証A) VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成

⇒発注者の打合せ及び調整時間 **60%削減**

検証B) VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上

⇒メンテナンス性 **20%向上**

検証C) 現場VRモックアップの用効果

⇒モックアップ費用 **40%削減**

課題A) 発注者・エンドユーザーの視点からのVRモックアップの課題

課題D) QRコードや画像認識技術とVRを合わせた施設内利用の課題

課題B) 維持監視者の視点からのVRモックアップの課題

課題E) エンドユーザーを対象にしたVR体験コンテンツ提供

課題C) VRモックアップの作成過程における課題

### (2) 維持管理BIM、その他の課題分析（令和2年度連携事業の継続を含む）

課題F) 意匠BIM設計モデルの施工活用について

課題I) 維持管理BIMの履歴管理

課題G) 工事区分データ管理上の課題

課題J) 維持管理BIMの活用方法

課題H) 維持管理BIMの整備

課題K) 事業におけるBIMの発注者メリットの可能性



## 1. 提案の概要・コンセプトのおさらい

### Concept

そもそもモックアップとは？

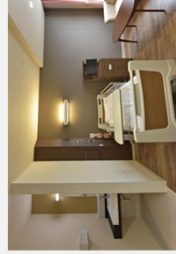
建物の外観や機能の確認のために、試作される原寸大の模型、室内。

図面だけでは判断しがたいものが主な対象。

#### 従来のリアルモックアップ

- ◇ 主目的  
施工者のリスク回避  
発注者と確実に合意形成をはかる
- ◇ 対象範囲  
同じ空間がたくさんある場合  
(病室、客室など)  
複雑で特別確認が必要な重要室

- ◇ 制約  
制作コスト  
設置場所  
設置期間



様々な制約のため対象範囲が限定的。

#### 新しいモックアップのかたち = VRモックアップ

合意形成をはかる手法として新しいツールを提案。

##### VRモックアップとは？

- ・ヘッドマウントディスプレイを通じて対象空間を仮想空間として体験する。
- ・実際の大きさのスペースで行動しながらの体感が可能なように、モックアップスペースを準備する。
- ・ここでは現場内での実際の空間に重ね合わせて行うARも含めVRモックアップと呼ぶ。

コスト、場所、期間などの制約から解放

BIMモデルさえあれば比較的容易に仮想空間を体験でき、モックアップ対象も自由に選べる。

維持管理者も含め、多くの人の視点でモックアップが活用できる。

建材Lossが少なくCO2排出量が削減。



「利用者の体験の必要性」

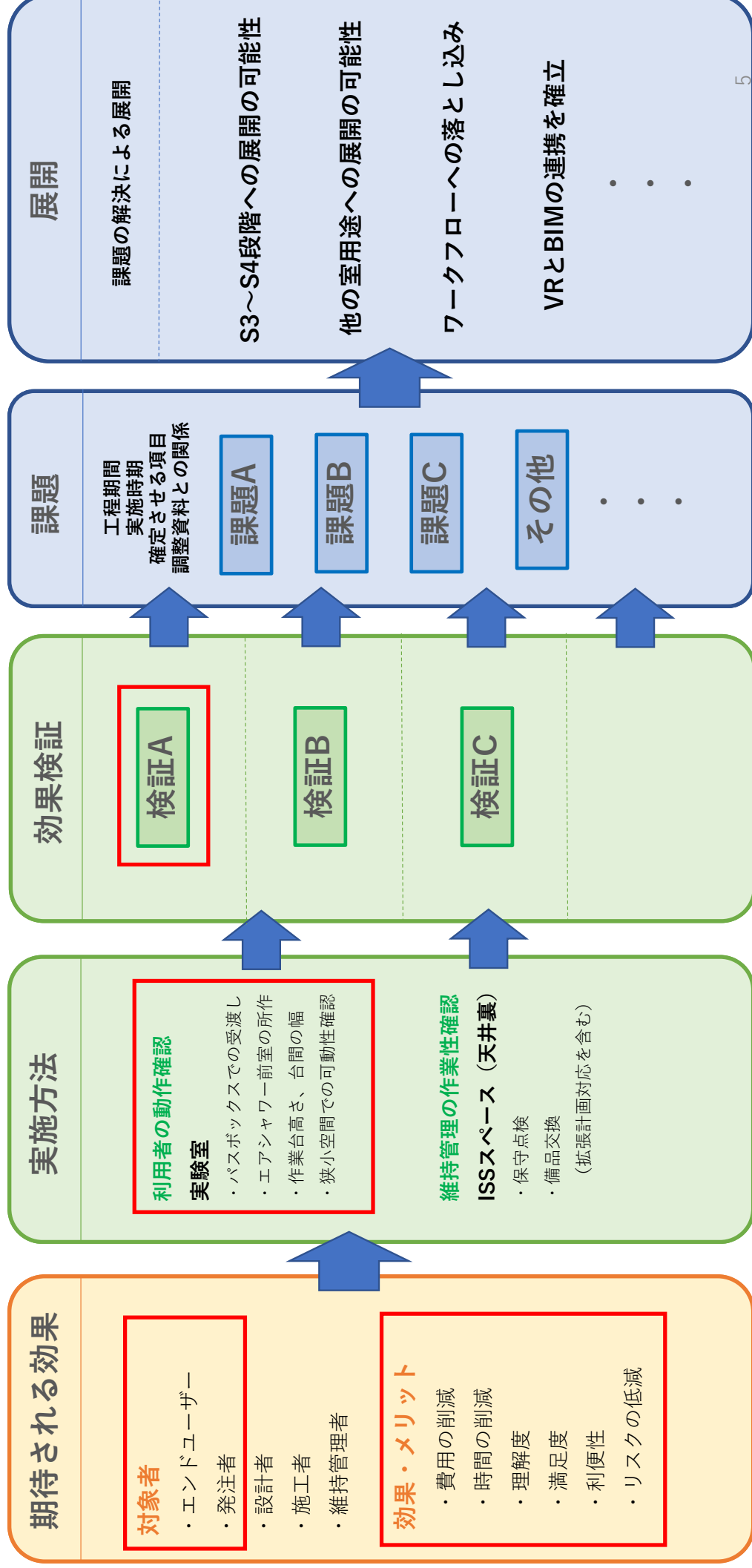
を優先した対象室や範囲を選定可能



# 1. 提案の概要・コンセプトのおさらい

## VRモックアップによる検証のフロー

中間報告の対象範囲



# 1. 提案の概要・コンセプトのおさらい

## メリットの検証

### 令和3年度

#### 検証A VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成（実験室レイアウト）

発注者の打合せ及び調整時間 60%削減

VR体験によって**実験室のレイアウト調整**や**作業動線の確認**などを行う。  
**発注者が空間構成や計画をVRによって把握**するスキームを確立しその**効果を検証**する。

◇仮設事務所等又は施工現場にて、モックアップスペースを準備しVR体験。  
目的に応じて、実際に触れることが出来る備品を準備する。

- ・**利用者の動作確認**  
(パスボックスでの受渡し、エアシャワー前室の着衣、手洗い、履き替え)
- ・**作業時の周辺の寸法確認**  
(作業台高さ、作業台間の幅、狭いスペースでの可動性の確認)
- ・**コンセプト、設備、スイッチ等の位置確認**



#### 想定メリット

- ・発注者の打合せ調整時間の低減、説明不足による手戻りリスクの低減
- ・設計者のレイアウト及び諸元の調整人工の削減
- ・施工者は諸元や設備との調整人工の削減

#### 課題A 発注者・エンドユーザーの視点からのVRモックアップの課題

- ・発注者・エンドユーザーの視点から、リアルなモックアップとVRモックアップとの違いを分析し、VRモックアップの採用にあたっての課題を明確にする。
- ・取組み本来の在り方に着目し、「視覚」「触覚」「空間把握」「動線の認識」「空間デザイン」「時間」「費用」「気流」「モックアップ可能な部位」などの複数の視点から評価を行い課題を抽出する。



#### 展開A 体験型VRを設計段階（S3・S4）に活用する可能性

- ・施工段階のVRによる合意形成の検証課題の抽出・分析から、**設計段階**での各発注者との**ヒアリング、レイアウト提案**及びその**調整作業**に展開することで、さらなる**フロントローディングが可能**ではないかという視点で、その将来性について探る。



## 2. 検証の手順（従来の図面による現場調整→VR検証）

図面による発注者の  
総合図子エックの実施

図面によって、  
空間や機能、構成を認識



発注者、利用者VR体験の実施

さらに  
VRで空間を体験し、  
新しい発見や認識を確認



発注者、利用者ヒアリングの実施

VRを併用した場合の理解度をヒアリング。  
削減されると思われる時間を測定。

ヒアリング結果をもとに検証をまとめる

図面のみとVR併用の理解度を比較。  
図面から読み取る時間や、手戻りの再調整を想定。

### 3. 検証の前提条件

#### ■比較を基にした検証

**従来の図面による打合せ**により得られる情報とその情報を基にした認識の再確認。  
(従来通りの総合図、レイアウト図、機器リスト、諸元表で打合せをした場合)



**VRモックアップを含む打合せ**による空間や使い勝手などの共通認識と効果の確認。  
(上記の図面等資料に加えて、VRモックアップを打合せの効果を追加)

#### ■検証の前提条件

- ・実際の現場調整打合せによらず、「**検証のために限った調整打合せ**」を想定。
- ・「**検証のために限った打合せ**」で従来の図面による**打合せ準備**や**打合せ工数算出**する。  
(不特定要素による準備や打合せの工数増減を取り除く)
- ・「**図面で理解したかと思っていた部分**」と、「**VRによって理解した部分**」を比較。  
「**図面から読み取る場合の時間**」や、「**手戻りがあった場合再度打合せ**」を想定する。

#### ■事前に設計の考え方を説明

- ・VR検証の場合でも、まずは設計の考え方を体験する発注者に伝えその上でVRでの確認を行う。

#### ■場所の条件

- ・会場設営の際にVR上の空間に合わせて会場を確保する。  
おおよそ5 m x 5 m程度必要。  
(現地の事前の確認が必要。)

#### ■対象者

- ・発注者側の施設利用者（エンドユーザー）
  - ・発注者側の設計調整担当者
- ※複数の利用者に意見を聞く場合は、その結論について、利用者を統括する設計調整担当者との意見の方針を確認して検証を進める。

#### ■製作の範囲

1. **特に検証する部分の再現性を確保する。**  
実際の機器とモデルの詳細な違いに目が行ってしまいう可能性がある。例えばドラフトチャンバーのコンセントなどは製品によって位置が異なるため、もし違いがあれば予め違いを説明し混乱を避ける。
2. **機器等モデリングの程度、範囲について**
  - ・実験台等は機器メーカーよりBIMデータを受領。
  - ・メーカーオブジェクトがない場合は製品仕様書や三面図から寸法等をもとに再現する。
  - ・特に利用者の作動についてヒアリングを行う箇所を集中的に詳細度を上げる。
3. **コンセント、照明スイッチ、空調吹き出し、照明等の設備も再現する。**
4. **内装は検討の範囲としない。**

## 4. 具体的な検証方法について

### 3) 狭いレイアウト部分

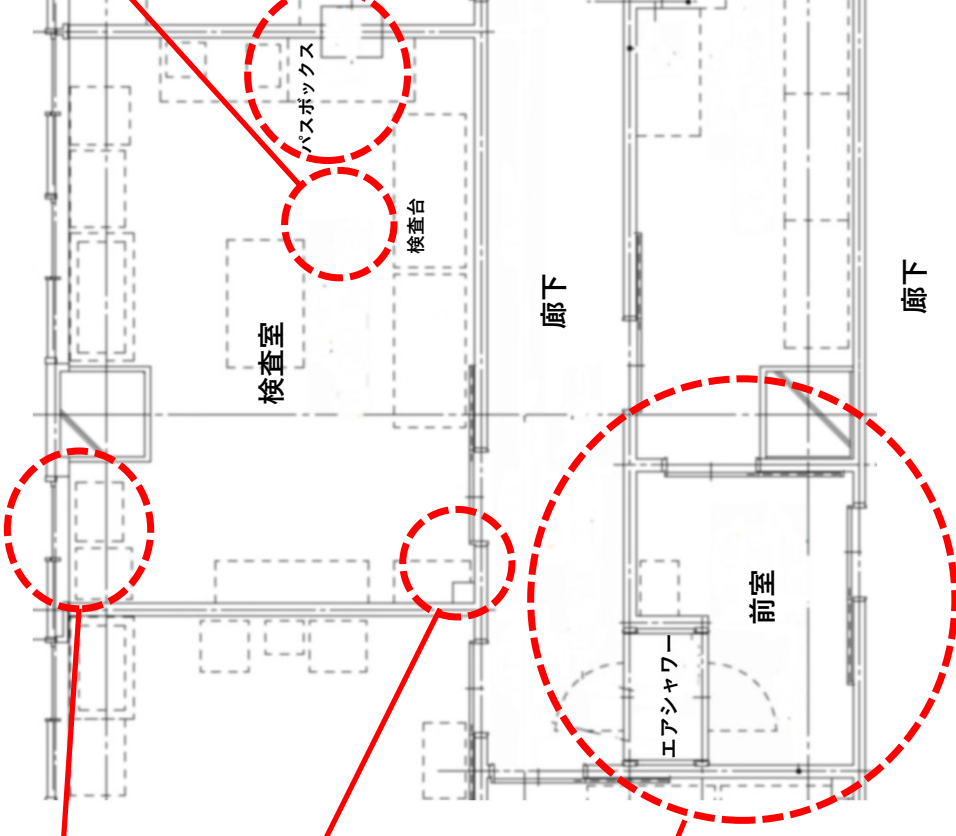
- ・ 機器操作
- ・ 検体取出し等の作業

### 2) 入口部分

- ・ 照明スイッチ
- ・ 空調その他のスイッチ
- ・ 着衣の動作

### 1) エアシャワー前室

- ・ 靴の履き替えの動作
- ・ 着衣の着替えの動作
- ・ 手洗いの動作
- ・ エアシャワーを浴びる動作



### 4) 検査台前

- ・ 各機器の利用操作
- ・ チェアに着席した場合の背面等の動線

### 5) パスボックス前

- ・ 検体の受渡し手順の確認
- ・ 受渡し動作

### 共通

- ・ 作業台、備品等の幅、高さ寸法、
- ・ 作業台と作業台間の幅
- ・ 作業のしやすさ、手の届く範囲
- ・ コンセント位置

### 設計の考え方を説明

- ・ 空調吹き出しや局所排気 換気の基本的考え方
- ・ エアシャワーの利用効果、手順、考え方

## 5. ヒアリングについて

### 発注者側の設計調整担当者及び施設利用者（エンドユーザー）へのヒアリング

従来の打ち合わせの時間数との比較、及びヒアリングによる意識調査（5段階評価による数値化）

当日は数時間程度のVR体験とその後のヒアリング及びアンケートへの協力。

アンケートの内容をもとに後日、内容の確認ヒアリングのためにWeb会議を実施。

#### ①発注者側の設計調整担当者とは？

実際に発注者側として、施設利用者と設計及び施工との間で調整業務を担当している実務の方を想定。

#### ②施設利用者（エンドユーザー）とは？

実際に実験室で業務を行う予定の方を数名程度を想定。

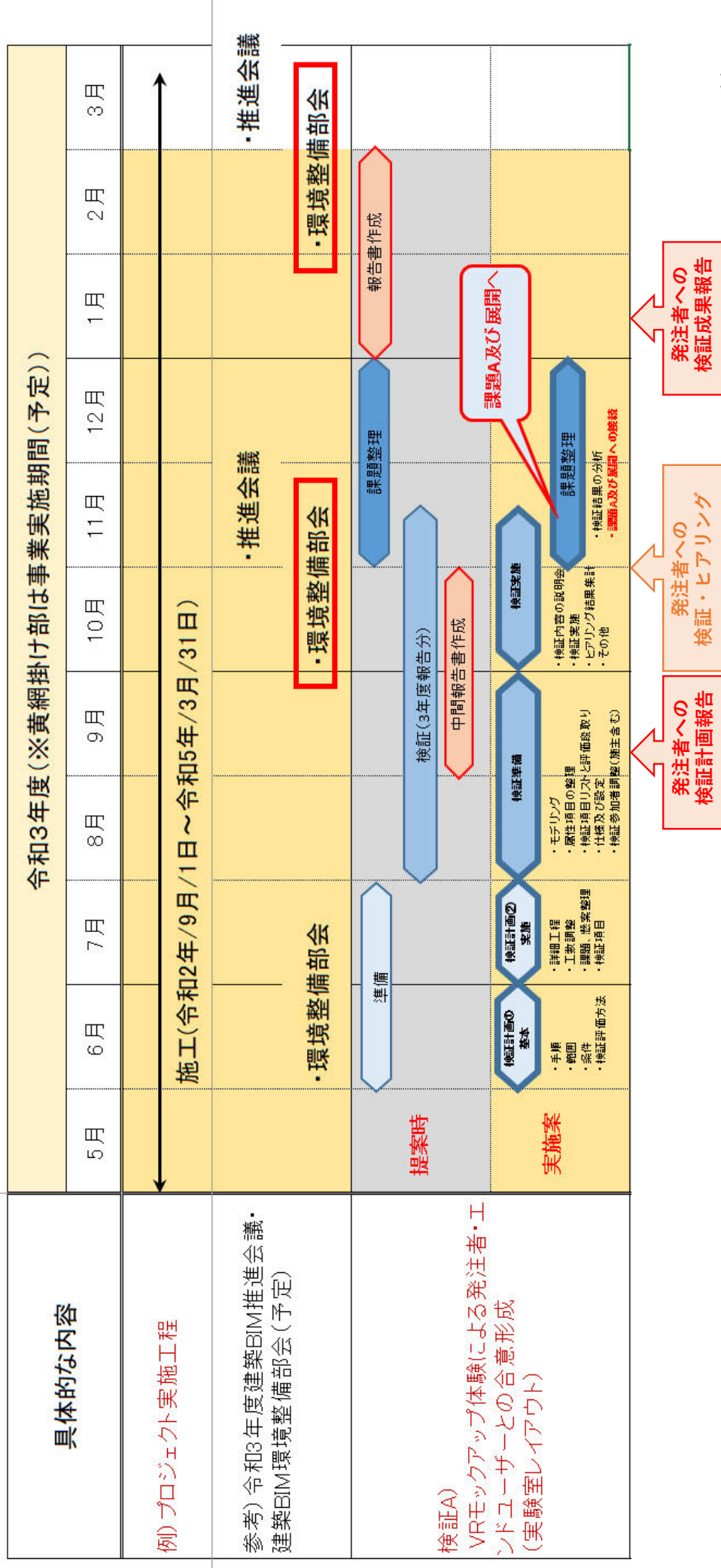
#### ③ヒアリングシートの内容

- ・ 図面で承認した部分をVRで再確認したときの理解度。
- ・ 実物高さや幅など寸法の認識に関する理解度。（想像通りだったか？）
- ・ すでに平面図で検討した内容をVRで確認した際の違い。
- ・ VR検証の際に改めて自らの作業動作を再確認。
- ・ 図面調整中の場合に理解する時間が削減。
- ・ その他

## 6. 今後の報告予定

### 【プロジェクト実施工程十効果検証・課題分析フロー】

(様式3-2)





## 令和3年度

BIMを活用した建築生産・維持管理

プロセス円滑化モデル事業

第3回先導型BIMモデル事業WG

## 成果報告に向けた議論

株式会社梓設計

戸田建設株式会社

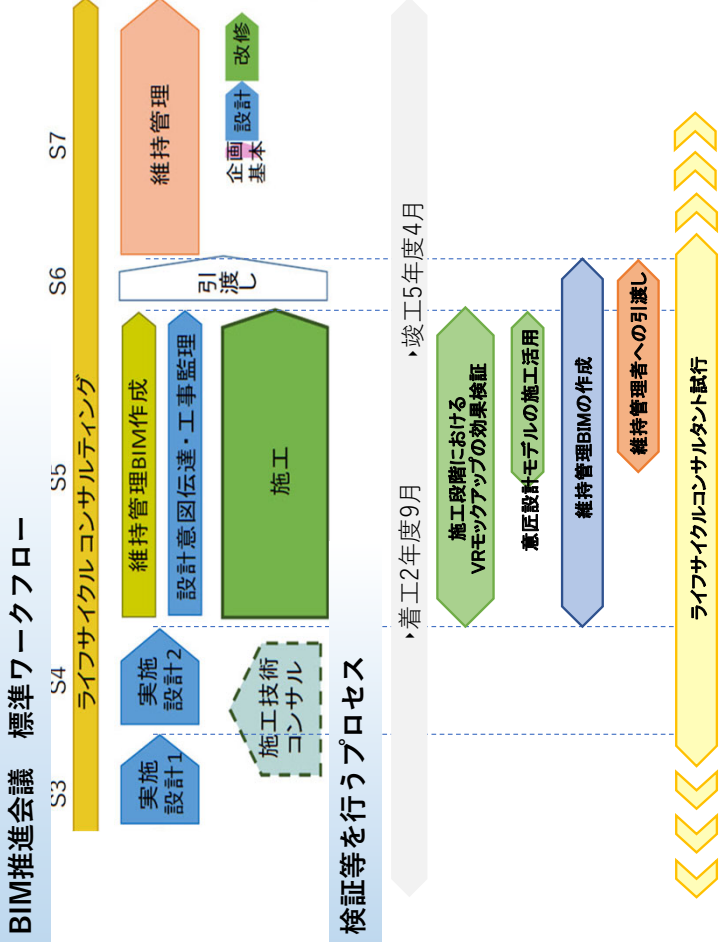
株式会社ハリマシステム

検証結果報告書  
(1) プロジェクトの情報

(1) -①.プロジェクトの概要

1) S5施工段階におけるVRモックアップの効果検証と課題分析

2) 維持管理BIM、その他の課題分析 (令和2年度連携事業の継続を含む)

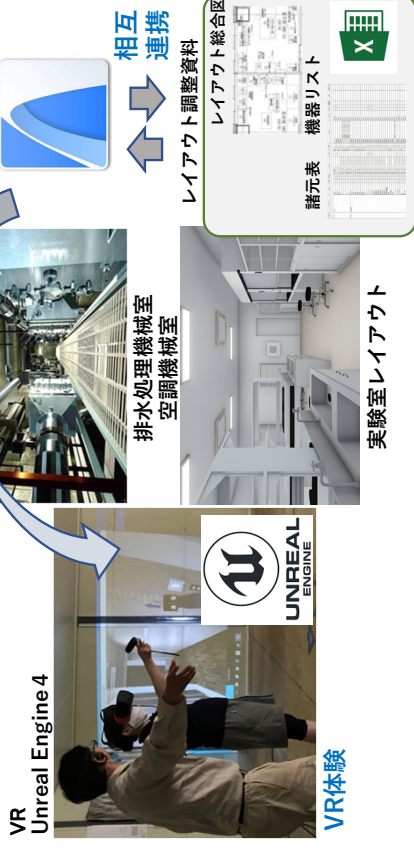


プロジェクト概要

案件： 横浜地方合同庁舎 (PF事業)  
 用途： 事務所  
 規模： 約48,000㎡ 地上7階 地下なし  
 構造種別： RC造 (基礎免振) 一部：S造  
 設計： 株式会社梓設計  
 施工： 戸田建設株式会社  
 維持管理： 株式会社ハリマビシステム



VRモックアップの効果検証



## (1) -②. 検証と課題分析の概要

### 1) S5施工段階におけるVRモックアップの効果検証と課題分析

検証A) VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成 ⇒発注者の打合せ及び調整時間	目標 60%	結果：図面チェック 結果：打合時間	36%削減 60%削減
検証B) VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上 ⇒メンテナンス性	目標 20%	結果：点検・整備項目 結果：機器レイアウトの改善	13%削減 81.8%削減
検証C) 現場VRモックアップの用効果 ⇒モックアップ費用	目標 40%		結果：60%削減

- 課題A) 発注者・エンドユーザーの視点からのVRモックアップの課題
- 課題B) 維持監理者の視点からのVRモックアップの課題
- 課題C) VRモックアップの作成過程における課題

- 課題D) QRコードや画像認識技術とVRを合わせた施設内利用の課題
- 課題E) エンドユーザーを対象にしたVR体験コンテンツ提供

### 2) 維持管理BIM、その他の課題分析（令和2年度連携事業の継続を含む）

- 課題F) 意匠BIM設計モデルの施工活用について
- 課題G) 工事区分データ管理上の課題
- 課題H) 維持管理BIMの整備
- 課題I) 維持管理BIMの履歴管理
- 課題U) 維持管理BIMの活用方法
- 課題K) 事業におけるBIMの発注者メリットの可能性

## 検証結果報告書

### (1) プロジェクトの情報

## (1) ①-③. 検証と課題分析の概要 中間報告で受けた指摘に対しての追加検証

### 1) VR技術の仕様や性能

#### 1. VRゴーグルのトラッキング方式

##### 3DoF (3 Degree of Freedom)

頭の回転や傾きに連動した仮想空間の映像を映し出すVRゴーグル

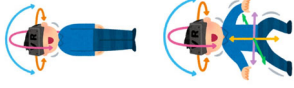
##### 6DoF (6 Degree of Freedom)

3DoFに加えて前後左右と上下の動きに対応するVRゴーグル



今回は**6DoFを使用**

体の位置に連動する仕組みは、身長に対応し、かがみ、着席を視野に反映



#### PCVR時のPC仕様

検証A、検証B、リアルVR比較

OS	Windows 10
CPU	AMD RYZEN 3900
メモリ	16GB
GPU	RTX 2080Ti

#### VRゴーグル仕様 (Oculus RiftS)

検証A、検証B、リアルVR比較

解像度	1,280 × 1,440 × 2、LCDパネル
リフレッシュレート	80Hz
視野角	110°
トラッキング	5つの内蔵式光学カメラ (インサイドアウト方式)
IPD調整	ソフトウェア側で調整
重量	約470g

#### ソフトウェア仕様

検証A、検証B

モデリング	ArchiCAD24 Rhinoceros
VRレンダリング	UnrealEngine4
リアルVR比較	
モデリング	Revit2021
VRレンダリング	TwinMotion (UnrealEngine4)

### 2) VRと現実の視覚認識を比較検証

#### 2. 検証方法

- ・ 実在するイベントホール (230㎡) と会議室 (20㎡) の同じVR空間を作成。実空間とVR空間のそれぞれを個別に確認し、広さ、高さ等の空間の感じ方を比較検証。(空間の大小による差異も比較)
- ・ 検証の流れ：現実空間を視認→VR空間を視認→(速やかにその場で)ヒアリング実施。
- ・ ヒアリングの回答数25。リッカート尺度7段階評価でアンケートを集計。

#### 3. 検証結果

- ・ ヒアリング結果より実空間、VR空間共に若干の個人差は見られたものの、**VR空間と実空間を比較した際の認識に、大きな違いは見られなかった。**
- ・ VR空間は「実空間に置き換えた確認行為」として十分利用できる**技術**と考えられる。



## (2) -①. 本事業を経て目指すもの、目的、解決する課題、成果等

### 1) 体験型VRによる関係者との相互理解の促進

今後VRモックアップが、現実のモックアップをカバーし、利活用の可能性の幅を広げ、発注者を含むより多くの利用者が事前に空間を体験する機会をつくり、**関係者との相互理解を促し意思決定を効率的に行うという将来的な方向性を見出す事を目指す。**

#### (展開 A) 体験型 VR を設計段階 (S3・S4) に活用する可能性

- ・ **VRモックアップの実効性を確認し、発注者や関係者とのより効率的な合意形成を構成する新しい手法として整備。**

#### (展開 B) 他の室用途への VR モックアップ活用の可能性

- ・ 維持管理者がVRモックアップで事前検証を行うことによる**メンテナンス性の向上。**
- ・ **維持管理業務におけるVRの利活用の効果を確認し、多様な活用を提案。**
- ・ VRを活用した事前検証による改善から、**改修費用削減の可能性を上げ、さらに維持管理機能を向上させる。**

#### (展開 C) VRモックアップ活用における標準的ワークフローの提案

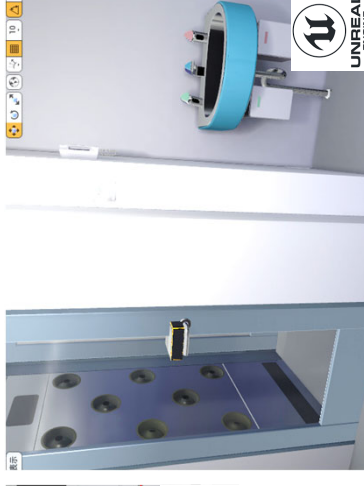
- ・ VRモックアップの**費用対効果や課題を確認し、今後、社内及び他の事業者の活用も視野に効果と課題を整理。**
- ・ 今後は**他の用途や規模の課題を分析し、広い範囲でVRモックアップの活用を提案。**

## 検証結果報告書

### (3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

#### (3) -①. 検証A：課題分析

##### 検証A：VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成（実験室レイアウト）



#### 1) 検証する確認項目

1. 利用者の動線及び動作確認  
(パスボックスでの受渡し、エアシャワー前室の着衣、手洗い、履き替え)
2. 作業時の周辺の寸法確認  
(作業台高さ、作業台間の幅、狭いスペースでの可動性の確認)
3. コンセント、設備、スイッチ等の位置確認

#### 2) 課題分析等の結果

##### 1. VRモックアップを発注者の合意形成に活用する際の実効性

- ・空間の広がり（幅、奥行き、高さ）の感じ方に対するヒアリング回答はばらつきが見られる。これは各個人の持つ空間への印象の問題があると考えられる。

##### 2. 発注者の調整作業負担を軽減する効果

- ・機器や設備の位置関係をVR体験で認識できた。VRにより所作に新たな気づきもあり、手戻りの回避や調整作業の負担軽減につながると考えられる。

##### 3. VRにおける主な課題

- ・VR空間の家具は干渉せずにすり抜けてしまうため、テーブルや机越しに奥のものに手を伸ばす際など本当に触れられのかどうかは不明。→細かい距離を把握するためには、物理的に行けなくするなどの工夫があるとうい。
- ・UE4によるVR作成を行なったが、労力が想定以上に必要であった。→今後汎用化する上では、より簡便なソフトも視野に入れ、目的に応じたソフトの選択が必要である。例えばTwinmotionでは製作時間を約1/10程度に効率化が可能。

##### 4. 設計段階の有効性を確認

- ・ヒアリング回答では実験室のみならず、設計段階の様々な業務、室用途への活用の期待が多い。



## (4) -①. 検証A：メリットの検証等-1

### 検証A：VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成（実験室レイアウト）

#### 1) 効果時間を測定する際の比較基準

1. 「従来の図面による打合せ」を基準にして、「VRを含む打合せ」と比較。

従来通りの総合図、レイアウト図、機器リスト、諸元表で打合せをした場合を比較基準とし、VRを含む打合せとの比較を行う。

#### 2) 前提条件

1. 施工段階の**施工総合図のチェック完了**後に作成したモデルでVR体験を実施。
2. 実際の打合せ時間ではなく、検証のために**仮に設定した「打合せ時間」として、従来の図面による打合せ準備や打合せ時間を仮定して設定した。**
3. 「**図面で理解したと思っていた部分**」と、「**VRによって理解した部分**」を比較した。
4. 「**図面から読み取る場合の時間**」や、「**手戻りがあった場合の再打合せ**」を仮定した。

#### 3) 検証の方法

1. ヒアリングは関係者**18名**を対象に**リッカート尺度5段階評価**でアンケート実施。
2. ヒアリングをもとに**時間削減の効果**の割合を算出。
3. 検査室を利用する方のヒアリングを元に、**メリットや課題とその解決策**を整理。
4. **効率時間の計算方式**

①**図面読み取りの削減効率の割合の測定は、削減時間の割合**についてヒアリングを行い、**回答比率から効果比率**を算出した。

②**手戻り回避**を見込んだ**削減効果の測定は、手戻り回避の効果間い、回避できた割合のうち改善の効果の割合から効果比率**を算出した。

③**上記を2つを**を発注者の**時間削減の効果**とする。

## 検証結果報告書

(4) BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じた**メリットの検証等**について

### (4) -②. 検証A：メリットの検証等-2

**検証A**：VRモックアップ体験による発注者・エンドユーザーとの合意形成（実験室レイアウト）

#### 1) 検証等の結果

##### 1. VR体験の全般に関わる内容

- ① 図面から読み取ったイメージと体感の違い
  - ・ 室内・機器の幅、奥行き、高さともに違いの感じ方にはばらつきがあった。
- ② 図面では理解しにくい内容
  - ・ 天井や壁のコンセント等の設備について当初の理解に違いを感じない回答が多かった。
- ③ VR体験をおこなうことで作業動作に新たな気づきがあったか。  
「新たな気づきがあった」 **56.3%**

##### 2. 時間削減に関わる内容

- ① 図面の読み込み時間が短縮されたと感じるか。  
「短縮されたと思う」 **93.3%**
- ② 打合せ時のVR確認による見落としの回避されたと感じるか。  
「見落としが回避されたとと思う」 **94.5%**

##### 3. 今後の可能性についての意見

- ① 設計段階でVR活用に可能性があると思うか。  
「多少」もしくは「大い」にある **合わせて94.4%**
- ② VR体験者が感じたVRによる取組みの可能性や改善点
  - ・ 改善点として、VRでは所作を確認する際、**机越しに手を伸ばした場合には机にめり込むため限界位置の認識しにくい。**

#### 4. 削減効果の計算

図面チェック

	①理解効果あり回答	②改善の割合	③回答比率	削減比率
床壁総合図	93.30000%	25%	47%	11%
		50%		19%
		75%	13%	9%
			合計	39%
天井総合図	81%	25%	46%	9%
		50%		19%
		75%	8%	5%
			合計	33%
削減比率=① + ② + ③			平均	<b>36%</b>

打合せ時間

	①手戻り回避回答	②改善の割合	③回答比率	削減比率
床壁総合図	100%	多少	7%	2%
		ある程度	47%	23%
		おおよそ	47%	35%
			合計	60%
天井総合図	100%	多少	7%	2%
		ある程度	50%	23%
		おおよそ	47%	35%
			合計	60%

※回避されることで追加打合せが削減すること：

削減比率=① + ② + ③ **平均 60%**

#### 削減効果

目標 **60%削減**  
図面チェック **36%削減**  
打合せ時間 **60%削減**



## 検証結果報告書

(3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

### (3) -②. 検証B：課題分析

**検証B：VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上（排水処理及び空調機械室）**

維持管理者が施工段階でVR体験し、点検や保守の業務での実用性を検証。

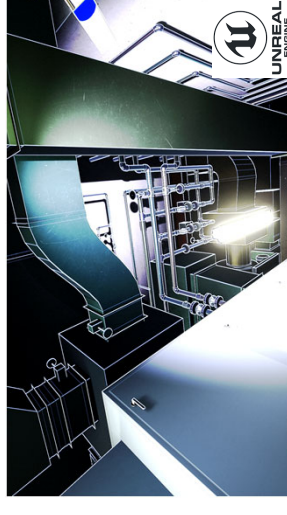
検証場所の変更：当初は6階天井裏ISSを想定していたが、工事工程の都合のために機械室に変更。

#### 1) 検証する確認項目

1. VR体験によって維持管理者が想定ルートに沿って点検、備品交換等の保守メンテナンス動作等の作業性を確認する。
2. 維持管理者へのヒアリングから提案や意見を確認し課題を分析する。

#### 2) 課題分析等の結果

1. 維持管理業務のVRモックアップを製作過程  
→ 設計、施工モデルを活用。改めて大幅なモデリング作業はなし。  
→ 更に今後は建築用レンダリングソフトウェア（Twinmotion等）で対応可能のため大幅な省力化が望める。
2. 施工段階でVRモックアップを実施するメリット  
→ 事前に維持管理の整備計画を明確にイメージし不具合の調整業務ややり直しを防ぐ。  
→ 改修計画の再確認によって、盛替え、一時撤去など本来は不要なコストを抑える可能性あり。  
→ 上記2つから発注者が受ける追加工事のリスクを低減出来る可能性あり。



#### 検証結果報告書

(4) BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じた**メリットの検証等**について

### (4) -③. 検証B：メリットの検証等

**検証B：VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上（排水処理及び空調機械室）**

#### 1) 検証等の実施方法・体制

1. はじめに**機械室**で実施される**点検及び保守更新業務をリストアップし**、更にもの中から**VRモックアップで検証できる項目**をピックアップする。
2. ハリマビステムから**維持管理業務に従事する18名**を対象に一人ずつ**VR体験を実施**。  
(機械室の点検・整備項目の**視認性**や**気づき**を中心に確認)
3. その後（速やかにその場で）**ヒアリングを実施**。ヒアリングの**アンケート回答をもとにメンテナンス性の向上**を測る。

#### 2) 検証等の前提条件

1. **施工段階の施工総合図チェック**で維持管理者の「**図面によるチェック**」が完了後の段階でVR体験とヒアリングを実施。
2. 「**メンテナンス性の向上**」としての**評価**は「**機械室におけるすべての点検・整備項目**」のうち、「**VRで気づきを得られた項目**」の割合を判断材料にした。また「**機器レイアウトの改善点**」への**気づき**を得た割合も**評価に加えた**。

## 検証結果報告書

(4) BIM の活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じた**メリットの検証等**について

### (4) -④. 検証B：メリットの検証等

#### 検証B：VRモックアップ体験での維持管理者の事前検証によるメンテナンス性の向上（排水処理及び空調機械室）

##### 1) 検証等の結果

1. VR空間で維持管理業務を体験する上で業務の作業を認識することができるか。  
「できる」 **100%**
2. 機械室のすべての点検・整備項目に対してVR検証が可能な項目。 **43%**
3. 機械室の点検、整備に関わる内容の改善や気づきがあったか。  
**バルブ、フィルターなど10項目「気づきがあった」 32%**
4. 機器レイアウトの配置や向き改善に気づきがあったか。  
「気づきがあった」 **81.8%**
5. 今回VR空間で維持管理業務を体験する上でモデルの内容に不足はあったか。  
「不足あった」 **40%**

上記の不足した内容のなかで、効果の可能性が見込まれるもの

- ・ 非常灯、感知器、などの点検や交換。マンホールや排水桝、照明等スイッチ等などの位置確認。

##### 6. その他効果が期待できる維持管理業務や作業等

- ・ 普段立ち入ることができない天井内や立ち入り制限の部屋等の設備点検の教育研修。
- ・ 竣工前に点検表、点検ルート等を作成し、検証が可能。
- ・ 事前に維持管理の整備計画のイメージし不具合の調整業務や改修計画の効率化をおこなえる。

##### 削減効果の計算

###### 点検、整備項目

左記2：全ての項目に対してVR検証が可能  
な項目の割合（10/23） **43%**

左記3：気づきがあった項目の回答数の割合 **32%**

2.の内の3.の割合を算出 **13%**

##### 削減効果

目標 20%向上



点検・整備項目 **13%向上**

機器レイアウトの改善 **81.8%向上**

## 検証結果報告書

(3) BIM データの活用・連携に伴う課題の分析等について

### 検証C：現場VRモックアップの費用効果

#### (3) -③. 検証C：課題分析

##### 実施内容

##### VRモックアップ実施におけるワークフロー上の課題検討

##### VRモックアップ検証を通じて、浮き上がった課題を抽出する。

- ・ スケジュールコントロール：総合承認時期とVR作成時期  
(打合せ時期、制作上のマイルストーン、承認時期)
- ・ 設置機器を含めた建築空間の総合的な妥当性の確認行為として、従来の図面によるものと比較し、合意形成に係る時間や作業手間に関わる項目
- ・ 現場VRモックアップの制作・運用上の課題

##### 課題分析等の結果

##### 制作上のマイルストーンについて

BIMデータからVRデータに移行すると修正・変更が難しくなる要素があり作成期間・コストに影響が出ることが分かった。

→BIMモデル段階での確定すべき項目の明示が必要。

##### VRモックアップが有効な項目

設計・施工関係者によるVR確認会にてコンセンソの位置・扉開き勝手建具と時計納まり・設備点検方法の指摘有あり。発注者アンケートでは、部屋の広さ・動線が体験でき実際の動きを想像しやすいとの意有り。  
→図面より詳細な合意形成や調整時間の短縮に有効

##### VRモックアップを実施する際の課題

- ・VRモックアップを作成する段階から、VR特有の問題や安全面も踏まえた確認が必要となることが分かった。
- 会場のスペース、設備環境、VR実施時体制等の確認事項

## 検証結果報告書

(4) BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証等について

#### (4) -⑤. 検証C：メリットの検証等

定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準

##### 検証Aの結果からVRモックアップの費用検証

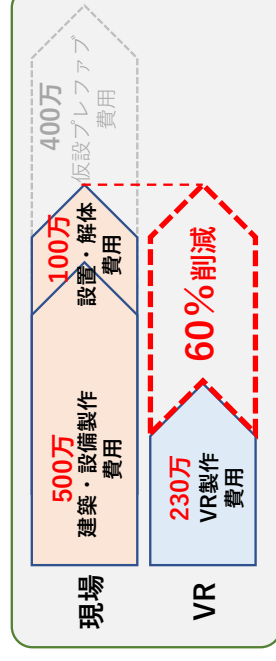
**検証A VR確認目的**  
・実施会場は現場事務所  
・空間の広さや高さ  
・機器やコンセント、什器の位置やレイアウト確認  
・動作確認、所作への気づき  
・発注者合意形成  
(発注者は施設利用者を指す)

**検証A VR確認目的を満たす現場モックアップ**  
・実施会場は別途現場内にプレファブを設置と仮定  
・空間の広さや高さ  
→仕上げや天井内、床下内の表現は必要無し  
・機器やコンセント、什器の位置やレイアウト確認  
→空調設備・給排水の機器実装はなし  
・動作確認、所作への気づき  
→什器の実装  
・発注者合意形成 (発注者は施設利用者を指す)

##### 検証等の結果

<b>比較A</b>	建築・設備+設置・解体+仮設プレファブ VR製作費用	1000万 230万 (77%削減)
<b>比較B</b>	建築・設備+設置・解体 VR製作費用	600万 230万 (60%削減)

会場費 (仮設) を含めると現場によってばらつきが出るため、「**比較B**」を採用



## (5) -①. 検証結果を踏まえた今後の課題

### 1) . VR技術に関する課題

1. VRを利用する上でのコストや技術的な課題について ⇒ **技術革新によって数年で解決されると予想**  
(例：ゴーグル軽量化、通信と無線化、解像度、PC性能、価格、VR作成ソフトの簡便性等)

### 2) . 運用方法、発注者や関係者との合意形成等に関する課題

1. VR利用目的を明確に定める事により、関係者間でのVRに対する思い違いを無くし、効果的な運用を目指す。

VR及びVRモックアップの定義/利用目的の明確化/メリットやデメリット/VRのすり抜け問題への対応 (VR上の物体を体がすり抜けてしまう) /規模、用途ごとの活用の対象となる範囲/設計、施工のそれぞれフェーズでの利活用とその運用方法など

### 3) . BIMガイドラインの改定に向けた提言

1. “メンテナンスレビュー”実施の提案【維持管理者によるフロントローディング】

維持管理者の目線で「メンテナンスレビュー」を実施し、維持管理面での機能性向上や改修のしやすさを計画に反映することで、施設の価値を高め、発注者メリットにつながる。その際、VRを活用することで効率的に短時間でレビューが可能となる。S3～S5段階では一般的には維持管理者が決まっていないケースが多く、ライフサイクルコンサルティング業務や技術コンサルタントとして位置付ける事が考えられる。

2. VR活用に伴う運用上の配慮事項の整理と共有化の提案【VR活用ガイドの整備】

標準ワークフローをもとに、各フェーズでBIMモデルによるVRを活用の運用方法、注意点、利活用が可能な業務範囲を示す。  
事例等をもとにVRの具体的な利用メリットを紹介。