

## 目次

(1) 補助事業に係るプロジェクトの概要	-----1
(2) 本事業を経て目指すもの、目的	-----4
(3) 建築プロジェクトへの BIM 導入や試行的な取り組みを通じて生じる「課題の分析」と、その「課題解決のために実施する対応策」	-----6
(4) (3)の検討を通じた「BIM の活用効果」の検証と、その効果を増大させる「今後の改善方策」の検討について	-----8
(5) 中小事業者の BIM 導入・活用ロードマップ素案	-----25
(6) 総括、今後の課題	-----26

(1) 補助事業に係るプロジェクトの概要

1-1 本プロジェクトの概要、特徴

本事業は、鳥取県が実施する PFI 事業のうち、県内事業者である美保テクノス株式会社が代表企業を務める初めてのケースであり、県内における今後の PFI 事業の試金石として注目されている事業でもある。

美保テクノスでは 2006 年から設計部で Revit を採用し、BIM の有効性を認識した上で、2011 年には BIM 推進のための部門として IPD センターを立上げ、2018 年には設計から施工、維持管理まで含めた社内の BIM 活用のために、BIM 戦略部へと昇格させた。

本事業は、地元で活躍する Non-BIM ユーザーである建築、構造、設備の設計業者を束ねてフル BIM モデルを構築し、地方ゼネコンにおける BIM 規格の有効性とその効果検証を進めている。

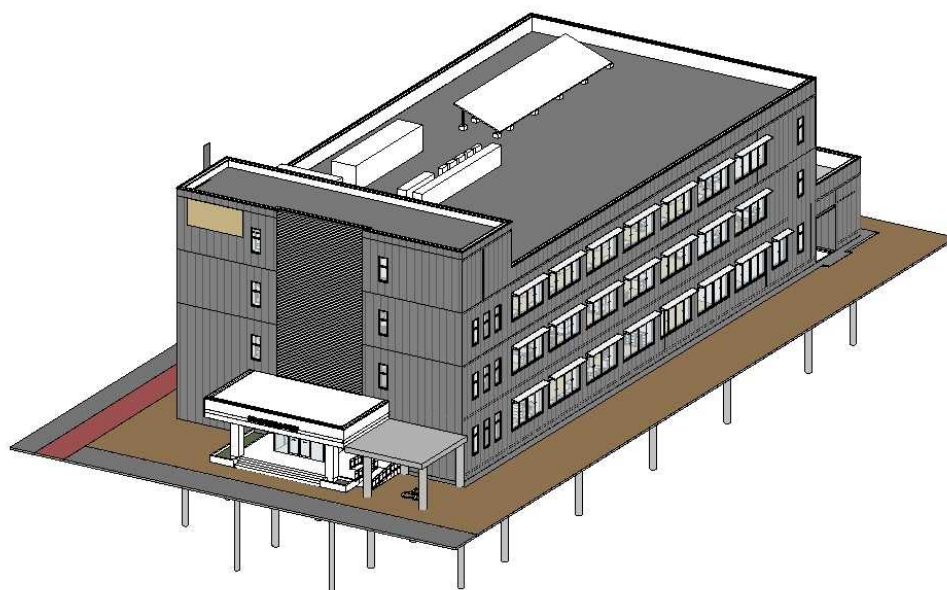


図 1-1. 建築予定の建物

## 1-2 本事業のグループ概要、構成員の関係

本事業では、美保テクノスを主体としてコンソーシアムを組成している設計 JV チームで体制を整えた。事業における協力者と課題分析等における役割は下記表 1-2 の通りである。本事業体制を図式で表すと、図 1-2 の通りである。

協力者名	課題分析等における役割
美保テクノス株式会社	課題の分析、効果検証の主務
株式会社桑本建築設計事務所	意匠設計の主務
株式会社平設計	構造設計の主務
有限会社亀山設計	設備設計の主務
ダイキン HVAC ソリューション 中四国株式会社	空調設備設計、空調設備に関するシミュレーションの実施
ダイキン工業株式会社	設計時の BIM 技術連携と維持管理フェーズでの情報提供

表 1-2. 協力者と課題分析等における役割

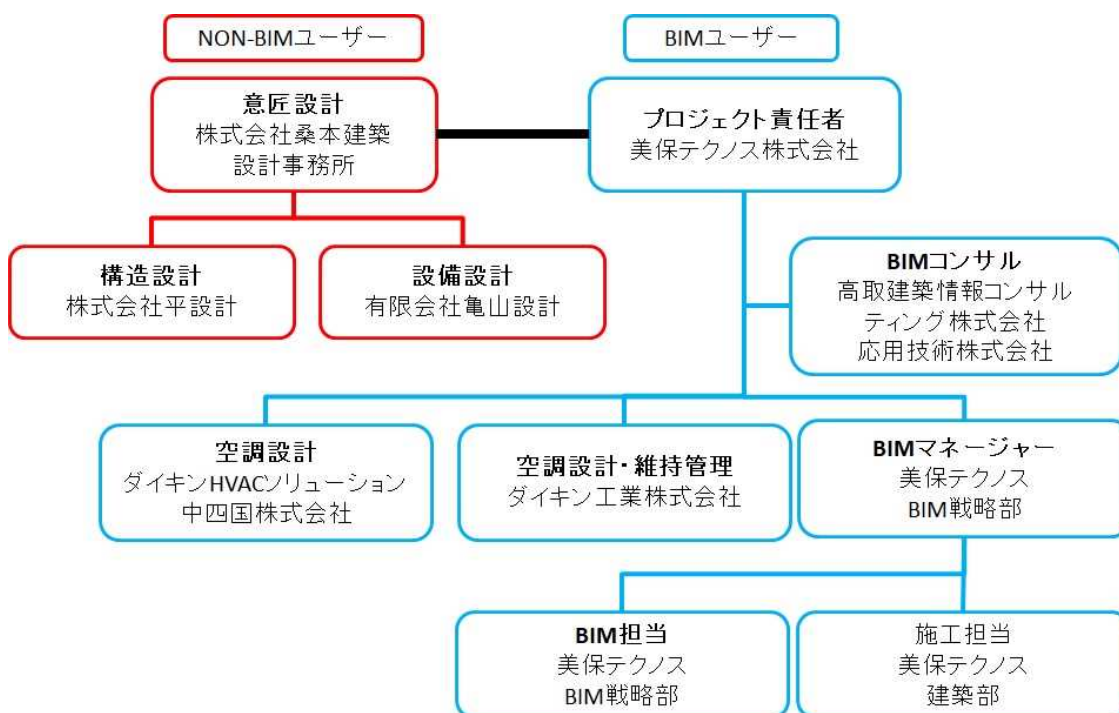


図 1-2. プロジェクト体制図

### 1-3 建築物の概要

本事業の対象となる建築物の概要は下記表 1-3 の通りである。

建物名称	鳥取県西部総合事務所新棟・米子市役所糶町庁舎
建築用途	事務所
所在地	鳥取県米子市糶町1丁目160
区分	新築工事
延床面積	3,600 m <sup>2</sup>
構造	S造
階数	地上4階
工期	2023年9月まで

表 1-3. 建築物の概要

### 1-4 本事業で検証したプロセス

本事業の BIM の標準ワークフローとしては、PFI 事業として設計、施工、維持管理までを一括で受注しているため、パターン④' となる。事業全体の業務区分としては、S2~S7 までの全ての区分において BIM を活用することになるが、今年度は S2 : 基本的な機能・性能の設定、S3 : 機能・性能に基づいた一般図の確定、S4 : 工事を的確に行なうことが可能な設計図書を作成をメインとして活用を行なう。

### 1-5 本事業のスケジュールと検証スケジュール

本プロジェクトにおけるスケジュールは下記表の通りとなっている。

具体的な内容	令和3年度(※黄網掛け部は事業実施期間(予定))												令和4年度(※黄網掛け部は事業実施期間(予定))												年報(1年度(立案))
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
全体工程	実施設計												着工												完工
課題① NON-BIMユーザーとのBIMを活用した連携	NON-BIMユーザーからのBIMデータ受取、データ受取効率の検証、BIM規格による要匠モデルの構築												BIMデータからNON-BIMユーザーへのデータ受取、データ受取効率の検証、施工業者への図面供給												
課題② BIM規格による効率的なBIMの構築	BIM規格による設備モデルの構築												BIM規格による構造モデルの構築												
課題③ メーカー(ディメン)とのBIM技術連携	DK-BIMによる熟練員計算(空間シミュレーションによる妥当性確認)												BIM規格による要匠・構造・設備モデルの構築												
課題④ 維持管理用モデルの構築化	維持管理システムの選定												維持管理モデルの構築構築												維持管理システムへのモデル連携
課題⑤ IFM/BIMによる建築生産性向上	BIM規格による要匠・構造・設備モデルの構築												BIM規格による要匠・構造・設備モデルの構築												
課題⑥ 建築生産フロー構築のためのコスト把握	BIM規格による要匠・構造・設備モデルの構築												BIM規格による要匠・構造・設備モデルの構築												
課題⑦ 維持管理モデル構築におけるコスト把握	維持管理システムの選定												維持管理モデルの構築構築												維持管理データ作成に伴うヒト、モノ、コスト

表 1-5 スケジュール表

修正事項は発生しているが、おおむねスケジュール通りに進んでいる。

(2) 本事業を経て目指すもの、目的

2-1 地方ゼネコンにおける BIM の現状

地方ゼネコンにおいて、BIM を導入し活用しようとする場合、「マンパワー」「コスト」「スキル」に限界があり、協力業者、メーカーのプロジェクト参画はさらに難しいという現状がある。(図 2-1①)

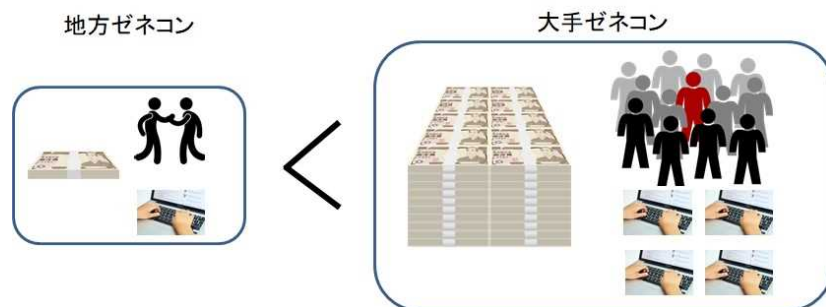


図 2-1① 地方ゼネコンと大手ゼネコンの差

この度の案件では、BIM 規格の策定で実現可能となったフル BIM の活用により、意匠、構造、設備のそれぞれの設計事務所が作成した図面の整合性の確保、各作図効率の向上、発注者、協力業者、メーカーとの BIM データ共有による合意形成のスピードアップ、設計不整合箇所の施工前検討による手戻りの削減などの BIM 本来のメリットを我々、地方の共同事業グループでも享受できる建築生産性向上のモデルケースを構築し、効果の検証を行なう。(図 2-1②)

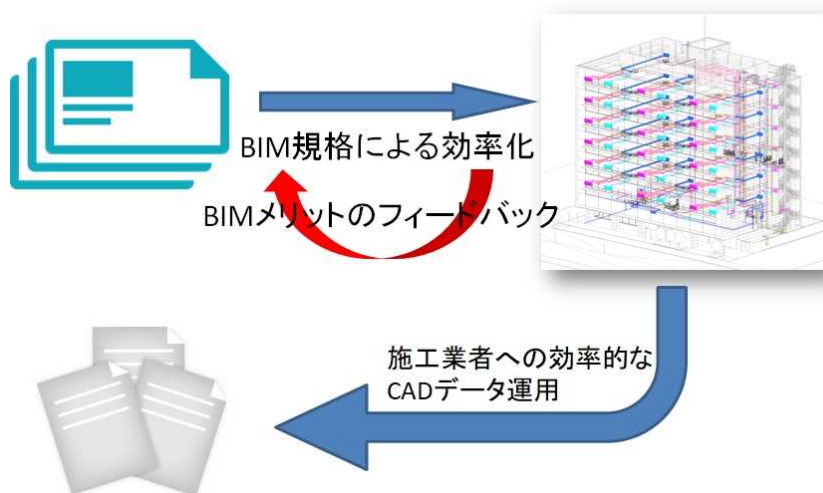


図 2-1② BIM メリットの享受

## 2-2 本事業を経て目指すもの

地方ゼネコンでも実現可能なフル BIM 活用モデルケースの構築と BIM 本来のメリットの享受。ならびに地方への BIM 活用機会の拡大・促進。地方の建設業の実態に即した BIM のありかたの検証と発信。

## 2-3 本事業を経て想定される波及効果

地方で BIM を波及させ一般化していくためには、NON-BIM ユーザーを BIM に巻き込むことにより、建築生産性が向上することを検証、評価、確認しメリットを理解する必要がある。NON-BIM ユーザーを BIM のサイクルに取り込むためには、現行業務に BIM 化作業が追加されるため、効率よくモデリングをする必要があり、そのツールとして当社で策定した BIM 規格を使用する。

NON-BIM ユーザーが使用している CAD ソフトは BIM ソフトとの互換性がないため、BIM に取り込むこと自体のハードルが高くなっている。BIM に取込みやすくなれば、従来からの作業変更が少なくなるため、地方での BIM 活用を一般化する第一歩となると考えている。

## 2-4 BIM 規格について

当社で策定した BIM 規格とは、BIM モデリングの手法や情報の格納箇所を定めたものであり、一般的にいう CDE(共通データ環境)やプロジェクト情報要求事項(PIR)、プロジェクト情報モデル(PIM)の一部を包含する内容となっている。

社内で決まっている手法を活用することによって、誰でも一定レベルの BIM モデルを構築することができる上、構築された BIM モデルからルールに従って必要な図面、パースを抽出できるようになっている。(図 2-4)



図 2-4 BIM 規格のイメージ図

- (3) 建築プロジェクトへの BIM 導入や試行的な取組みを通じて生じる「課題の分析」と、その「課題解決のために実施する対応策」

### 3-1 本事業で分析する課題の検討

本事業より以前に社内で実施した他のプロジェクトでの経験に基づいて、外部設計からの BIM データ構築、BIM データからの施工モデル作成、施工図の提出には何を行なう必要があるか？BIM メリットを享受することができるか？NON-BIM ユーザーであっても BIM メリットを享受するためには、どのような環境設定が必要となるか？NON-BIM ユーザーが BIM を活用しない理由は何があるのか？BIM が今後の重要なポイントであると理解して貰うためにはどうすればいいのか？ということに着目して課題の検討を進めた。

BIM メリットとして分かりやすい項目ということで、①NON-BIM ユーザーと BIM モデルをつなぎ、BIM モデルについての理解の推進、②フロントローディングによる施工時の手戻りの排除、③BIM 技術連携による設計時のブラックボックスのオープン化を課題としてすすめた。

もう一つの課題は、PFI 事業として設計、施工、維持管理を進めていく上で維持管理に BIM によるメリットを取り入れることが重要ということである。この部分では当社において知見がなく、模索していくことを課題とした。

### 3-2 本事業で分析する課題

#### ① 課題：NON-BIM ユーザーとの BIM を活用した連携

内容：NON-BIM ユーザーからの 2 次元 CAD データを、BIM 規格にそって効率よく BIM 化することで BIM メリットを発揮することと、NON-BIM ユーザーに情報の欠落が無い 2 次元 CAD データへ効率的に変換、供給することの二つの課題がある。

期待される効果：意匠、構造、設備の設計、施工時の整合性確保

設計業者間の合意形成のスピードアップ

#### ② 課題：BIM 規格による効率的なフル BIM の構築

内容：各設計事務所が 2 次元 CAD データで設計した意匠、構造、設備設計内容を BIM 規格にもとづいて効率的にフル BIM 化することにより、不整合箇所を各担当者へフィードバックし、着工までに整合性を確保した設計内容とする。

期待される効果：限られたヒト、モノ、カネでの BIM メリット享受

- ③ 課題：メーカー(ダイキン工業)との BIM 技術連携  
内容：空調設備メーカーであるダイキン工業と技術的連携を実施し、同社が保有している DK-BIM などの BIM 活用技術を使用することで、熱負荷計算結果からの空調設備能力の選定、空調設備の配置箇所選定、シミュレーションによる妥当性確認を実施する。  
期待される効果：着工前の空調能力検証と設計妥当性確認。
- ④ 課題：維持管理用モデルの規格化  
内容：BIM を活用した維持管理システムを活用するために必要となる情報を取捨選択して、維持管理モデルを構築する。  
維持管理モデルで必要な情報を保有している BIM モデルを構築するための手順を規格化し、フル BIM モデルから維持管理システムへのスムーズなエクスポートを再現性高く実施可能にする。  
期待される効果：フル BIM モデルから再現性を確保した維持管理モデルへのエクスポート。

### 3-3 各課題の解決策の検討の方向性、実施手順

- ① 課題：NON-BIM ユーザーとの BIM を活用した連携  
2次元 CAD データを BIM 化する手法については、BIM 規格により定めた手法で BIM データに取込み、CAD データを BIM の部材の 1 つとして取り扱う。そのことによる不具合や元の CAD データの情報が失われていないか検証を行なう。  
BIM データから 2次元 CAD データの供給は、構築した BIM モデルを元に施工図を作成する。施工図を地元協力業者に渡す際には、JW-CAD などの CAD データに変換して供給することが必要であり、2次元データに変更した際に、不備なく効率的に CAD データとして受け渡しができるか検証する。
- ② 課題：BIM 規格による効率的なフル BIM の構築  
各設計事務所が作成した意匠、構造、設備の設計図を基に、当社の BIM 規格にそってフル BIM モデルを構築する。フル BIM モデルを基にクラッシュチェックを行ない、整合性の確保を行なう。
- ③ 課題：メーカー(ダイキン工業)との BIM 技術連携  
ダイキン工業との技術連携により、熱負荷計算、空調設備の選定、空調設備の配置箇所の選定を行なう。  
空調設備能力、配置箇所が影響する不具合がないか、ダイキン工業で保有しているシミュレーション技術で妥当性を確認し、着工前に整合性を確保する。
- ④ 課題：維持管理用モデルの規格化



維持管理を担当するダイキン工業と協議を実施し、BIMを活用した維持管理システムを導入する。

維持管理システムで必要となる情報を精査し、元となるフルBIMモデルから必要な情報を追加、抽出を実施することで、維持管理モデルとしてエクスポートを実施する。

その際に実施した手順をBIM規格として残し、維持管理モデルの規格とする。

(4) (3)の検討を通じた「BIMの活用効果」の検証と、その効果を増大させる「今後の改善方策」の検討について

#### 4-1 検証項目の検討

地方の中小企業にBIMを導入しようと考えた場合、有効性とコストがネックになると考える。そのためBIMメリットによる建築工事全体のサイクルにおける生産性向上などの有効性と導入コストのバランスを比較しての判断になると思われる。

そのため、有効性を確認する検証は、フルBIMモデルによる作業時間、施工中に発生する手戻り、手直しの回数による定量的な測定を実施する。コスト面ではソフトや設備の導入としての費用面が一定以上になると拒否感が出てくると考えて検討を進めた。

#### 4-2 検証内容

##### 検証①) フルBIMによる建築生産性向上

設計フェーズ、施工フェーズで当社のBIM規格を用いたフルBIMモデルを使用し、建築生産性の向上を図る。

設計フェーズでは、事前シミュレーションによる設計仕様の妥当性確認や作図作業、図面化作業に伴うルーティンワークの効率化、意匠、構造、設備の整合性確保、VR・ARの活用による合意形成のスピードアップにより建築生産性を向上させる。

作図作業とルーティンワークの効率化により、作業時間の大幅な削減を実現する。また、事前シミュレーションを活用することで、設備仕様の変更、設計変更の回数ゼロを実現する。

施工フェーズでは、施工図作成の効率化を行ない、BIMデータを使用できない地元協力業者に、情報の欠落が無いCADデータへ効率的に変換し、供給する。

フル BIM モデルから供給する施工図により、手戻り、手直しの回数ゼロを実現する。CAD データへの変換を効率的に行ない、CAD データの作成時間を削減する。

目標値

設計フェーズ:①BIM 規格に基づいた作図作業とルーティンワークの効率化による作業時間の 30%削減

施工フェーズ:②着工後の手戻り、手直し回数 0 回

③事前シミュレーション結果による設備仕様の変更、設計変更の回数 0 回

④地元協力業者への 2 次元 CAD データの作成時間の 50%削減

検証②) 建築生産フロー構築のためのコスト把握

設計フェーズ、施工フェーズでフル BIM モデルを作成し、活用するために必要となったソフトウェア、期間、人、スキルといった情報を蓄積する。蓄積した情報から、フル BIM モデルを作成し BIM 本来のメリットを享受するために、最低限必要なコストを算出する。

目標値

⑤最低限のフル BIM モデルを構築するために必要なコスト 1000 万円以下

検証③) 維持管理モデル構築におけるコスト把握

維持管理フェーズで必要となる情報を精査し、元となるフル BIM モデルから必要な情報を追加、抽出を実施することで、維持管理モデルとして構築する。

目標値

⑥フル BIM モデルから維持管理モデルを構築し、維持管理システムと連携するために必要なコスト 1000 万円以下

#### 4-3 各検証項目で今年度実施した小項目

検証①) フル BIM による建築生産性向上

- ・ クラウド BIM モデルによる効果検証・・・①
- ・ クラッシュチェックによるフロントローディング・・・②
- ・ 施工 BIM モデルへの変更、施工図の作成・・・③
- ・ VR の活用による合意形成・・・④
- ・ 施工のためのフロントローディング・・・⑤
- ・ フル BIM モデルの構築・・・⑥
- ・ DK-BIM を活用した熱負荷計算、機器選定・・・⑦
- ・ DK-BIM による機器の自動配置・・・⑧

## 検証②) 建築生産フロー構築のためのコスト把握

- ・ フル BIM モデルの構築

## 検証③) 維持管理モデル構築におけるコスト把握

- ・ 維持管理システムの検討・・・⑨

### 4-4 各検証項目の実施方法

各小項目を実施し、小項目の結果をまとめることで各検証項目の検証とした。

### 4-5 各小項目の結果

#### ① クラウド BIM モデルによる効果検証

内容 : Revit2020.2、BIM360 によるクラウド環境の構築

- ・ 社内でクラウドモデルのシミュレーションの実施
- ・ 機能説明資料の作成
- ・ プロジェクトメンバーへの共有
- ・ 操作相談窓口の開設



図 4-4①-1 社内シミュレーション資料

結果 : クラウド環境を用いることでデータの最新版管理を行なうことができた。

3D モデルについての興味を引くことができた。

成果物 : BIM360 によるクラウド環境構築のノウハウ、

BIM360 の NON-BIM ユーザー向けマニュアル

課題点：最新版管理へと行きつくまでに理解と協力を得ることに時間が必要。  
 クラウドという新しいやり方に対して、慣れていないためメールでのやり取りが主流になってしまう。そのため、最新版の連絡ミスにより管理ができていない状態が続いた。  
 JW-CAD 基準で DXF を作成しても、クラウド上で確認することができない。

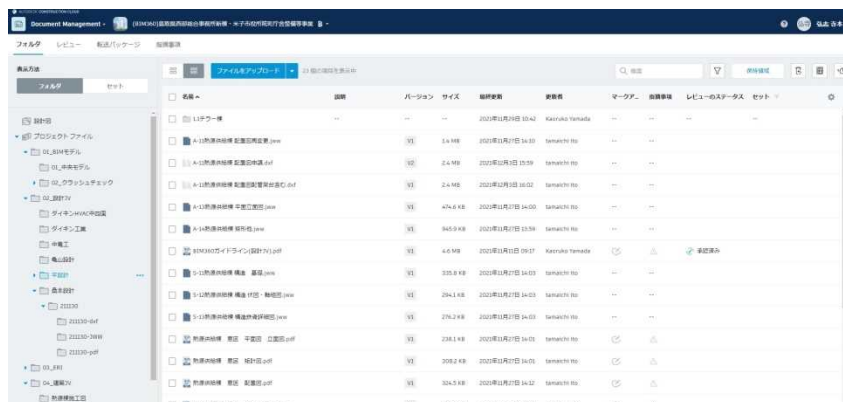


図 4-4①-2 BIM360 の画面表示  
 (紙が破れた表示のファイルが BIM360 では表示不可)

対処方法：DXF や JW-CAD と共に、PDF データを添付して確認を行なう。  
 今後の方策：クラウド管理の方が効率的であるということに対する理解の推進。

② クラッシュチェックによるフロントローディング

内容：意匠、構造、設備モデルからクラッシュチェックを実施して、クラッシュ箇所をピックアップして整合性確保へとつなげる。

- ・ 意匠、構造、設備のモデルを BIM360 にアップロード
- ・ BIM360 の ModelCordination でクラッシュチェック
- ・ クラッシュ項目を確認の上、協議が必要なものをピックアップ
- ・ 変更案とともに設計者へフィードバック

結果：設計者一同がそろった場で BIM モデル上のクラッシュポイントを確認し、短時間で対策案を決定した。

成果物：クラッシュ項目一覧

課題点：クラッシュポイントの中にも壁とコンセントなど問題の無いクラッシュもいくつもあり、一覧を作成すると 2 万箇所以上になる。

膨大なクラッシュから問題のあるクラッシュを素早くピックアップするための手法が必要となる。

今後はクラッシュ条件設定の検証、開発や AI などによる高度な選別手法の検証などより効率の良いピックアップ方式の検討を進めたい。

No	図1	図2	内容
1	現状	現状	<p>2階、3階のトイレにある汚物処理の排水管が構造梁と干渉してしまいます。</p> <p>そこで汚物処理の位置を変更してはどうかと考えております。</p>
	提案	提案	

図 4-4② クラッシュポイントの表示と提案

今後の方策：クラッシュを効率よくピックアップするための手法構築

### ③ 施工 BIM モデルへの変更、施工図の作成

内容：BIM モデルを施工図が仕上がる状態まで LOD をアップする。

- ・ 設計モデルと設計図から異なる点がないかチェック
- ・ BIM 規格に基づいて寸法、タグを挿入
- ・ 図面枠と体裁を整えて、施工担当者が確認
- ・ 施工担当者の指示に合わせて、モデルを修正

結果：施工図の納品

成果物：平面詳細図、天井伏図、基礎伏図、杭伏図、土間伏図

課題点：途中福祉団体との交渉により、設計図の大幅変更があったため BIM モデルの変更が追いつかないタイミングがあった。

最新版をクラウド管理できる前は、最新版の情報がどこにあるのかわからず、BIM モデルの正誤判断ができなくなっていた。

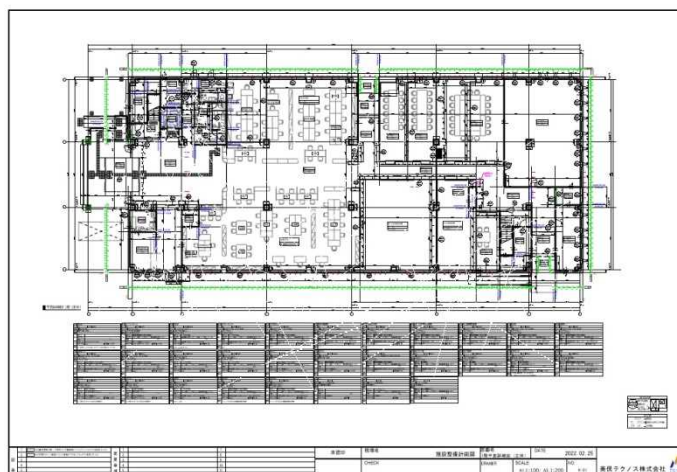


図 4-4③ 平面詳細図

今後の方策：設計図など情報の最新版管理方法の検証と実践

④ VR の活用による合意形成

内容：スイッチ、コンセントの位置を事前に VR で確認を実施する。

- ・ Revit モデルから Enscape にデータをコンバート
- ・ コンバートデータを元に iPhone と VR ゴーグルで VR 確認

結果：現在、取組み中

成果物：Enscape による VR データ、VR 化手法のマニュアルを予定

課題点：現在、取組み中のため次年度で詳細報告とする。



図 4-4④ 執務室内のパース

⑤ 施工のためのフロントローディング

内容：敷地境界近くにある JR の送電線との離隔距離が適正に保てるか BIM データを用いて検討を行なう。

- ・ 点群データから JR の送電線をピックアップ
- ・ 点群データに合わせて、送電線をモデリング
- ・ 送電線を中心として、離隔距離をモデリング
- ・ 想定されるクレーンの配置にクレーンのファミリを配置
- ・ 3D データでクラッシュがないか確認

結果：送電線との離隔距離を明確にし、BIM データ上で問題ないことを証明した。JR の協議でも紹介し、了承を得る事に成功した。

成果物：BIM モデル内の送電線モデル、点群からのモデリング手法

課題点：施工側ではこのような検討を実施できない。



図 4-4⑤ 送電線離隔距離の検討

今後の方策：BIM 推進部署以外の BIM 理解度の向上と BIM 活用のアイデアの発想力向上



⑥ フル BIM モデルの構築

内容：設計業者による 2D 図面、メーカーの 2D 図面を基に意匠、構造、設備のモデリングを行ない、フル BIM モデルを構築する。

結果：フル BIM モデルの構築

成果物：フル BIM モデル

課題点：設計図の最新版管理の不足による最新図面と BIM モデルの不整合。  
詳細項目が未決定時点でのファミリの選定手法。

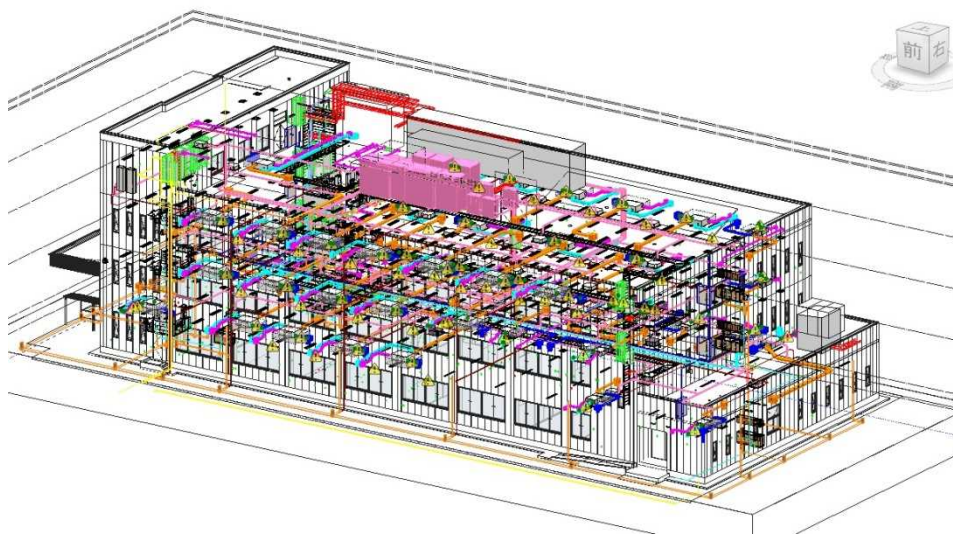


図 4-4⑥ フル BIM モデル

今後の方策：設計図など情報の最新版管理の手法ならびに、仕様未決定項目のモデリングルール策定

⑦ DK-BIM を活用した熱負荷計算、機器選定

内容：ダイキン工業が無償で提供している BIM 連携ソフト DK-BIM で Revit と連携し、熱負荷計算及び機器選定を実施する。設備設計事務所とメーカーで計算した結果と比較し、妥当性があるのかどうかの確認を行なった。

- Revit モデルのアドインから DK-BIM へエクスポート
- DK-BIM 内で諸条件を設定  
(構造体の熱貫流率、ガラス面日射面積率、内部負荷、外気量など)
- DK-BIM で熱負荷計算を実施
- DK-BIM 内で機器の系統を入力(手動で系統入力)
- DK-BIM 内で機器の選定条件を設定  
(機器のタイプ、換気設備のタイプなど)
- DK-BIM 内で機器選定を実施

結果：妥当性の証明が可能。

機器の系統分類について知見が必要。

成果物：熱負荷計算結果一式

課題点：機器選定は、系統分類や負荷の分散など様々な知見が必要となるため DK-BIM 単体では不可能であった。機器選定を簡略化できないかの検討が必要。

メーカーによる計算結果

部屋名称	階	系統	部屋用途	床面積(m <sup>2</sup> )	天井高(m)	在室人員(人)	外気量(m <sup>3</sup> /h)【夏期/冬期】
会議室1-1	1	2	1事務所	89.0	3.0	18	540.0/540.0

時刻	外気条件		内気		種別負荷				照明		内部負荷		室外負荷合計		外気	総合負荷	
	干球	湿球	温度	湿度	顕熱	潜熱	照明	人	電	顕熱	潜熱	顕熱	潜熱				
0	31.1	20.6	11.0	58.0	348	0	150	81	389	900	1152	578	0	2248	1541	2115	6504
9	32.5	25.9	13.2	74.9	444	0	164	103	388	900	1152	578	0	3180	1550	2253	6983
10	33.5	32.7	13.2	86.4	512	0	210	118	403	900	1152	578	0	3405	1555	2348	7388
11	34.3	40.3	13.2	95.6	586	0	228	131	408	900	1152	578	0	3601	1560	2427	7588
12	34.8	58.6	13.2	101.4	600	0	240	139	407	900	1152	578	0	3733	1559	2459	7751
13	35.0	59.3	13.2	103.7	614	0	245	143	412	900	1152	578	0	3779	1564	2467	7840
14	35.0	58.3	13.2	103.7	614	0	245	143	412	900	1152	578	0	3789	1564	2467	7860
15	34.7	59.3	13.2	100.2	592	0	236	138	413	900	1152	578	0	3729	1565	2477	7770
16	34.1	61.3	13.2	93.9	552	0	220	128	412	900	1152	578	0	3583	1564	2432	7588
17	33.3	64.1	21.2	84.1	498	0	219	116	412	900	1152	578	0	3454	1564	2376	7383
18	32.4	67.5	21.2	73.7	436	0	200	101	413	900	1152	578	0	3284	1565	2318	7165

平均7432

DK-BIMによる計算結果

システム負荷	夏期		冬期		LH [W]				RH [W]				LH [W]		RH [W]	
	LH [W]	SH [W]	LH [W]	SH [W]	100	120	140	160	100	120	140	160	100	120	140	160
送風機負荷(LH=1.1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.10	1.10	1.10	1.10	-	-	-	-
送風機+送風機負荷(送風機) (RH=1.0) 冬期+送風機負荷(送風機) (RH=1.1)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.05	1.05	1.05	1.05	-	-	-	-
冷却機+送風機負荷(送風機) (RH=1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	1.10	1.10	1.10	1.10	-	-	-	-
外気負荷合計 (RH=1.0)	-	-	13	0	0	0	0	0	727	818	908	782	-	-	-	-
計 内部負荷合計 (RH=1.0)	-	-	13	0	1,000	1,000	1,000	1,000	2,779	2,922	2,922	2,985	0	0	0	1,129
室内負荷合計 (RH=1.0) 機器類	-	-	(4)+(12)+(13)	-	1,000	1,000	1,000	1,000	4,568	4,811	4,811	4,657	0	0	0	2,228
室内負荷合計 (RH=1.0) 機器類	-	-	(5)+(4)+(13)	-	1,000	1,000	1,000	1,000	5,287	5,531	5,531	5,404	0	0	0	2,897
室内負荷合計 (RH=1.0) 計	-	-	(6)	-	-	-	-	-	5,187	5,441	5,441	5,261	-	-	-	2,897
必要冷房能力 (RH=1.0) 機器類	-	-	(7)	-	-	-	-	-	31	34	35	32	-	-	-	34

平均7489

図 4-4⑦ 計算結果比較

今後の方策：メーカーとの協働による機器選定ノウハウのプログラムへの落とし込みと開発、検証

#### ⑧ DK-BIMによる機器の自動配置

内容：DK-BIMからエクスポートすることで機器の自動配置ができるか検証

- ・ 4-4⑦で実施した機器の自動選定データを使用
- ・ DK-BIM内のBIM連携の帳票取得
- ・ Revit内にダイキン工業のファミリーデータをインポート
- ・ Revitアドイン内の機器配置で帳票データを選択
- ・ Revitで自動配置される

結果：自動配置については問題ない

成果物：設備モデルへの自動配置データ

課題点：自動配置に大きな問題はない。2方向天カセなどで90度回転した方がよい箇所はあった。

メーカーファミリーを事前にインポートしていないとエラーが発生する。  
機種毎のファミリーデータの管理が必要となる。

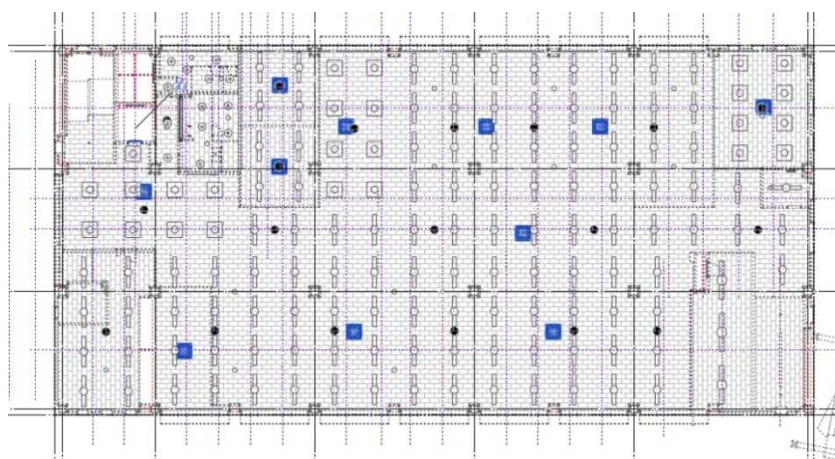


図 4-4⑧DK-BIMによるプロット

今後の方策：メーカーとの協働によるファミリー管理システムの開発と検証

#### ⑨ 維持管理システムの検討

内容：様々な維持管理システムを調査し、維持管理に必要な項目を精査

結果：ダイキン工業、熊本大学大西研究室との調整

成果物：特になし

課題点：維持管理システムを調査していく中で、ダイキン工業が近日パッケージとして販売予定の維持管理システムと熊本大学大西研究室で研究開発された点検システムを組み合わせることにより、実用的な維持管理システムとすることができるのではないかという結論に至っている。現在システムの組合せが可能かどうか調整中。実務を担当する人物を交えながら検討を進めていく。

#### 4-5 各検証項目の検証結果

##### 検証①) フル BIM による建築生産性向上

目標①BIM 規格に基づいた作図作業とルーティンワークの効率化による作業時間の 30%削減に対する検証

作業時間の計測条件：BIM 規格に基づいてモデリングした今回の場合と、BIM 規格の制定前に実施した際のデータから、今案件と同等規模のモデリングした場合の想定期間との比較検証を行なう。

フル BIM モデルの構築条件:T-fas 設計データ(高さ入力なし)のデータ、Boot. one の各機能を使用した今回の場合と、2次元設計図面のみでモデリングした場合の想定期間との比較検証を行なう。

検証結果：下記の表の通り

(単位は日)

	実際の期間			想定期間		
	作業者 A	作業者 B	作業者 C	作業者 A	作業者 B	作業者 C
杭伏	2	0	0	5	0	0
基礎伏	12	0	0	14	0	0
基礎断面	2	0	0	5	0	0
平面詳細	20	0	0	25	0	0
天井伏	15	0	0	18	0	0
割付	2	0	0	5	0	0
JW 変換	0	0	2	0	0	4
モデリング	10	35	2	12	40	5
MEP モデル	0	0	20	0	0	40
外部モデル	0	10	0	0	13	0
パース作成	0	5	1	0	10	0
合計日数	63	50	25	84	63	49
作業者 3 名合計	138			196		
短縮時間	58			-29.6 (%)		

表 4-5① 作業時間の一覧

検証した結果、30%削減の目標に対しては残念ながら未達であった。

#### 時間短縮への要因

- ① T-fas 設計データ(高さ入力なし)から Revit データへの変換により、若干の修正作業のみで大きな問題もなく 1フロア分の MEP データの作成が可能であった。
- ② Boot. one に追加された機能により、寸法入力などの繰り返し作業や MEP モデリングしにくいダクトモデルがスムーズに実施できた。
- ③ モデル内のタグ、ファミリーを整理し BIM 規格に合わせることで、連続して作業を進められるため効率がアップした。

#### 未達となった要因

- ① MEP モデルの階層ごとの繋がり、各配管の高さ設定など、設計図で設定されていない部分のモデリングで時間がかかった。
- ② 設計図の変更に合わせてモデルを修正しているため、同じ箇所や近い箇所

を何回もモデリングし直すことがあった。

- ③ 設計での詳細項目がない状態で設備のファミリを仮配置したものがそのまま残っており、ファミリのチェックや修正で時間がかかった。

今後の方策

- ① 各配管の高さ設定を今回のモデリングを標準として BIM 規格にする。
- ② 設計事務所への BIM 活用の浸透を図り、スムーズな変更を行なう。
- ③ 仮配置であることが分かりやすいように BIM 規格の改善を行なう。

これらの実現により、更なる作業効率の向上を期待することができる。

#### 検証②) 建築生産フロー構築のためのコスト把握

建築生産フローとして当社で定めているのは、営業、設計、施工、維持管理の4つが順々に繰り返していく、BIM サイクルである。

今回のコスト把握は、設計、施工部分での初期投資コストであり、前提条件としては以下の3項目を設定した。

- ① フル BIM モデルの構築である。
- ② Revit の操作方法については習熟済みである。
- ③ 意匠、構造、設計の3名モデリング担当者がいる。

今回当社でフル BIM モデルを構築するにあたって使用したソフトウェアは下記表の通りとなる。

ソフト名	使用目的
Revit	BIM モデル作成
Navis Works	データ統合、クラッシュチェック
BIM360	クラウドでのモデル管理、クラッシュチェック
Boot. one	BIM 規格のサポート、BIM モデル作成の補助
Lumion Prime Pro	パース作成、ムービー作成
CADWell T-fa s	設備モデルへの変換
EnScape	VR への書き出し

表 4-5② 使用ソフトウェア一覧

また、システムの構築についても事業所の規模によって異なると思われたため3パターンに分けて把握を行なう。

コストについては、メーカーでオープンとなっている価格であるため、販売代理店や購入時期、購入手段によって変化する可能性があること、1年契約をベー

スとしていることを了承いただきたい。

1. 設計事務所などで単独で行なう場合

必要となるソフト：Revit+Boot.one × 3 ライセンス  
NavisWorks × 1 ライセンス  
CADWell T-fas × 1 ライセンス  
Lumion × 1 ライセンス

購入する構成品：Autodesk AECCollection × 3 ライセンス  
Boot.one × 3 ライセンス  
CADWell T-fas × 1 ライセンス  
Lumion Prime Pro × 1 ライセンス

価格：Autodesk AEC Collection ¥522,500×3=¥1,567,500-  
Boot.one ¥360,000×3=¥1,080,000-  
CADWell T-fas ¥490,000×1=¥490,000-  
Lumion Prime Pro ¥610,500×1=¥610,500-  
総額：¥3,748,000-・・・㉠

2. 外部の設計事務所他と共同で行なう場合

(外部のメンバーは自社でBIM360のライセンス保持)

必要となるソフト：BIM360 × 3 ライセンス  
Revit+Boot.one × 3 ライセンス  
CADWell T-fas × 1 ライセンス  
Lumion × 1 ライセンス

購入する構成品：Autodesk AEC Collection × 3 ライセンス  
BIM Collaborate Pro × 3 ライセンス  
Boot.one × 3 ライセンス  
CADWell T-fas × 1 ライセンス  
Lumion Prime Pro × 1 ライセンス

価格：Autodesk AEC Collection ¥522,500×3=¥1,567,500-  
BIM Collaborate Pro ¥158,400×3=¥475,200-  
Boot.one ¥360,000×3=¥1,080,000-  
CADWell T-fas ¥490,000×1=¥490,000-  
Lumion Prime Pro ¥610,500×1=¥610,500-  
総額：¥4,223,200-・・・㉡

3. 外部の設計事務所他と共同で行なう場合

(外部のメンバーにも BIM360 のライセンス付与)

必要となるソフト : BIM360 ×10 ライセンス

Revit+Boot. one × 3 ライセンス

CADWell T-fas ×1 ライセンス

Lumion × 1 ライセンス

購入する構成品 : Autodesk AEC Collection × 3 ライセンス

BIM Collaborate Pro × 3 ライセンス

Autodesk Docs × 7 ライセンス

Boot. one × 3 ライセンス

CADWell T-fas ×1 ライセンス

Lumion Prime Pro ×1 ライセンス

価格 : Autodesk AEC Collection ¥522,500×3=¥1,567,500-

BIM Collaborate Pro ¥158,400×3=¥475,200-

Autodesk Docs ¥80,300×7=¥562,100-

Boot. one ¥360,000×3=¥1,080,000-

CADWell T-fas ¥490,000×1=¥490,000-

Lumion Prime Pro ¥610,500×1=¥610,500-

総額 : ¥4,785,300- . . . ©

PC のスペックとしては、VR でのプレゼンテーションを考慮し、次ページのノート PC と同等のスペックと仮定した。



製品名		ELSA VELUGA A3000 G3-15
型番		ELVG315-i7A3K3212SWR
CPU	モデルナンバー	インテル Core i7-11800H
	動作クロック	ベース 2.3/ターボ 4.6GHz
	TDPCPU	45w
	コア数	8 コア/16 スレッド
	内蔵 GPU	第 11 世代インテル® プロセッサー・ファミリー用インテル UHD グラフィックス
チップセット		インテル HM570
外部 GPU	名称	NVIDIA RTX A3000 Laptop
	メモリー容量	6GB GDDR6
	CUDA コア数	4096
	Tensor コア数	128
	RT コア数	32
システムメモリー	タイプ	DDR4-3200 SDRAM SO-DIMM
	容量	32GB (16GB × 2)

表 4-5②-2 ノート PC スペック

このノート PC のオープン価格は¥668,000-で 3 台必要となる。

PC 購入費 ¥668,000×3=¥2,004,000- ……①

以上を踏まえ、フル BIM モデルを構築するために必要なコストは下記の通りの検証結果となった。

1. 設計事務所などで単独で行なう場合  
 $① + ① = ¥3,748,000 + ¥2,004,000 = ¥5,752,000-$
2. 外部の設計事務所他と共同で行なう場合  
(外部のメンバーは自社で BIM360 のライセンス保持)  
 $② + ① = ¥4,223,200 + ¥2,004,000 = ¥6,227,200-$
3. 外部の設計事務所他と共同で行なう場合  
(外部のメンバーにも BIM360 のライセンス付与)  
 $③ + ① = ¥4,785,300 + ¥2,004,000 = ¥6,789,300-$

となり、最低限のフル BIM モデルを構築するために必要なコスト 1000 万円以下は十分に可能といえる。

### 検証③) 維持管理モデル構築におけるコスト把握

次年度に維持管理システム構築を含めて把握する。

#### (5) 中小事業者の BIM 導入・活用ロードマップ素案

中小企業で BIM の導入を進めるためには、費用対効果が十分にとれるかが極めて重要で、本プロジェクトでのコスト積み上げと効果の比較によって中小事業者にとっても検討への一考となったかと思われる。今回当社では、BIM の活用例としては、比較的オーソドックスな項目を多角的に実施しているので、目的に応じて各々の中小事業者にとって参考になれば幸いである。

今回のプロジェクトを実行しながら感じたことは、2D-CAD を「BIM 化」することで得られる BIM メリットは、設計当初から BIM 活用する場合と比較すると同等であるものの、「BIM 化」という作業が時間、コスト共に従来の作業に追加されることになり、決して最善のワークフローとは言えないということが改めて浮き彫りになった。設計事務所で設計時点から BIM を活用することにより、メリットが最大限に発揮されると考える。そのためには BIM 導入の支援(補助金や BIM メリットの啓蒙など)を国や自治体、発注者サイドから実施することが望ましい。

BIM によるメリットは自社だけでの努力では、一足飛びに実現することは極めて困難であり、他社の実践事例などの情報から自社の環境、目的にあった手法を取捨選択することができれば、飛躍的な成長が期待できる。BIM メリットを最大限に享受するためには自社の目的と環境を整えるため、トップの理解と若手の情熱を組み合わせ、その実現を支援する社会環境が必要であると考えます。

## (6) 総括、今後の課題

BIMは現在のように、設計者や一部の施工者がメリットを感じて活用するのではなく、建築物の発注者、管理者、利用者も BIM メリットを享受できるようになっていくべきであると考えている。

発注者や管理者へと一般化していくために必要になるのが、維持管理 BIM モデルを活用したライフサイクルコストの管理だと想定しており、維持管理 BIM 規格の策定を次年度の大きな課題として取り上げている。

維持管理については、方向性は定まってきたものの検討すべき課題、決定すべき項目が数多く残されている。今年度、すでに取り組みを行なっている株式会社 FM システムやヒロシマ BIM プロジェクトの報告書も見ながら維持管理 BIM モデルを定めていく。

本年度実施したフロントローディングについても施工が行なわれる次年度に検証ができるようになるため、検証を進めていく。

最後に今回のプロジェクトでご相談やアドバイスをいただいた関係者皆様への謝辞を述べさせていただきます、まとめとさせていただきます。

関係各所の皆様ありがとうございます。引き続きご指導、ご鞭撻のほどよろしくお願いいたします。