

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中小事業者BIM試行型

ヒロシマBIMプロジェクト

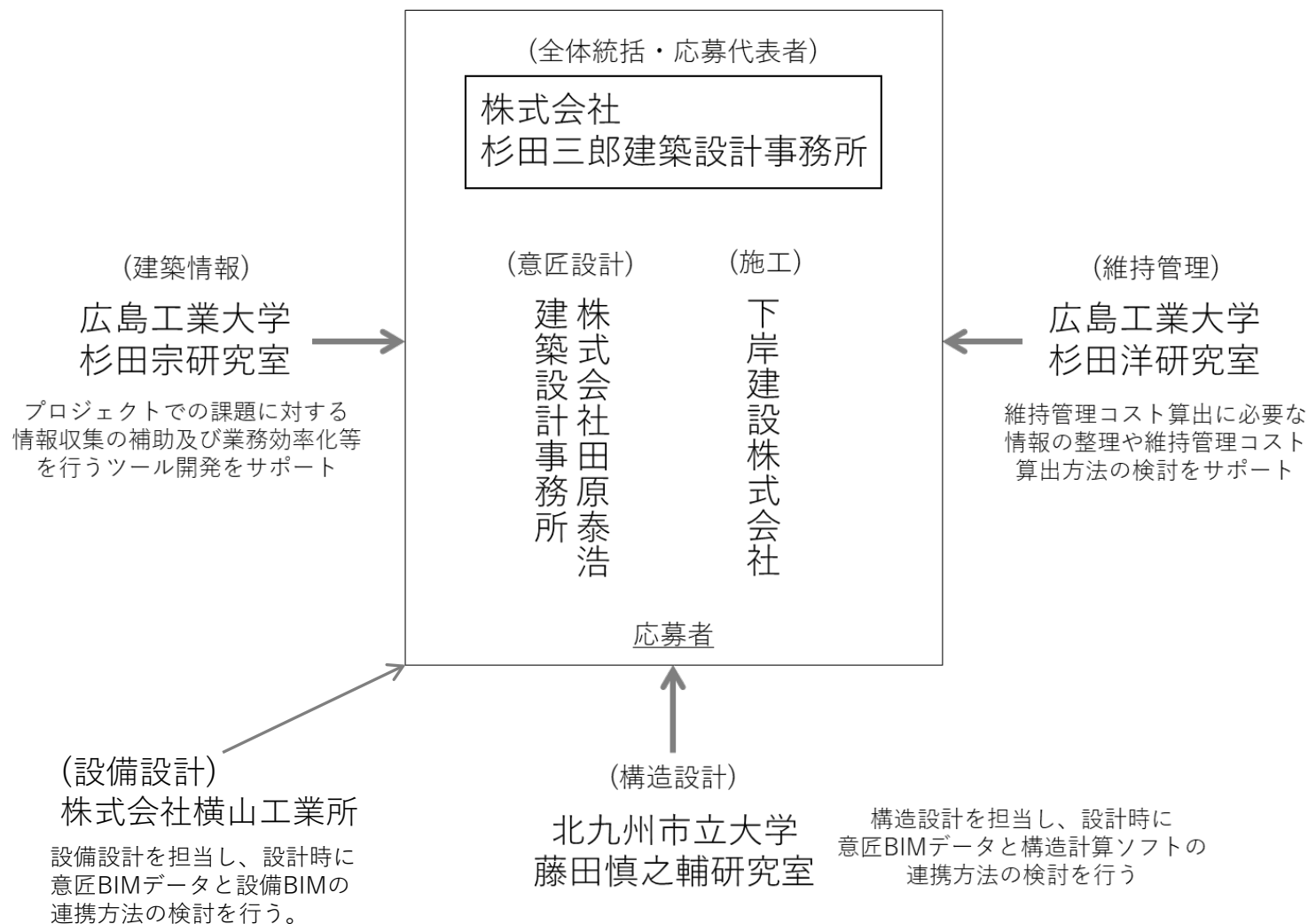
2022年 7月26日

株式会社杉田三郎建築設計事務所
株式会社田原泰浩建築設計事務所
下岸建設株式会社

本モデル事業は、2017年より広島を拠点に開催している「**ヒロシマBIMゼミ**」の主催者を中心としたグループによるものであり、**地域全体のBIM推進**を目指してきた。

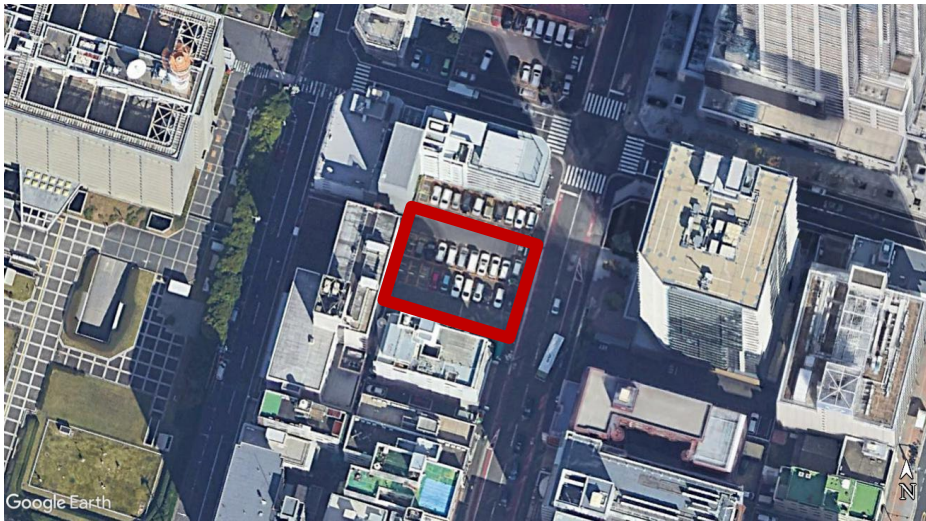
2020年からは本モデル事業のきっかけとなる「ヒロシマBIMプロジェクトフェーズ1」の実施を通して、**BIMを活用した協働**について検証してきた。

実施体制

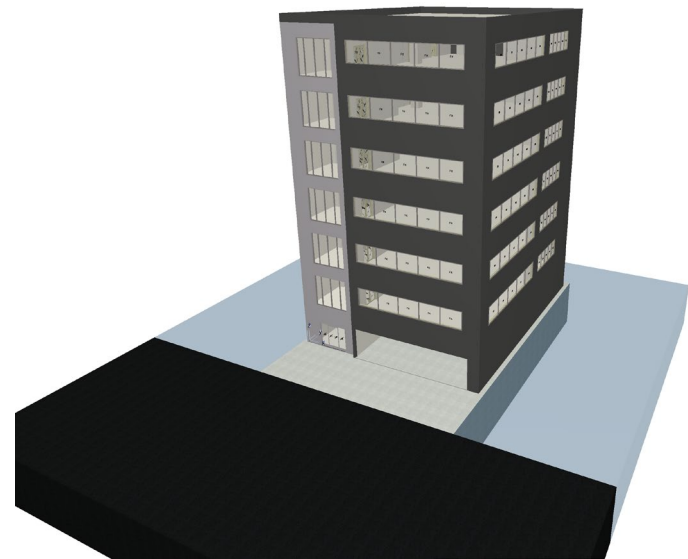


建物概要

計画地 : 広島県広島市中区上八丁堀
敷地面積 : 約460m²
延床面積 : 約2000m²
階数 : 7階建て
構造 : 鉄骨造
用途 : オフィスビル



計画地

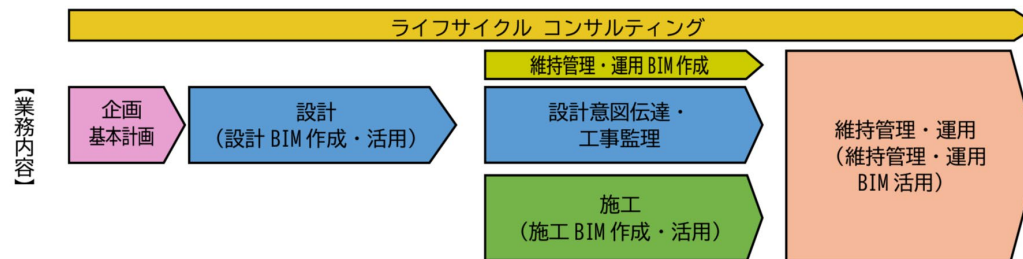


計画建物イメージ

検証のプロセス

本モデル事業のワークフローは、設計・施工・維持管理段階で連携しBIMを活用する**パターン②**を目指した。また、企画(S0)から実施設計前半(S3)までの**設計ステージ**を進め、その段階の**統合モデル**を用いて施工者が**概算見積**を行うとともに、維持管理(S7)における**清掃コストの算出**が可能かどうかを検証した。

●パターン② 設計～施工～維持管理・運用段階で連携し、BIMを活用する場合

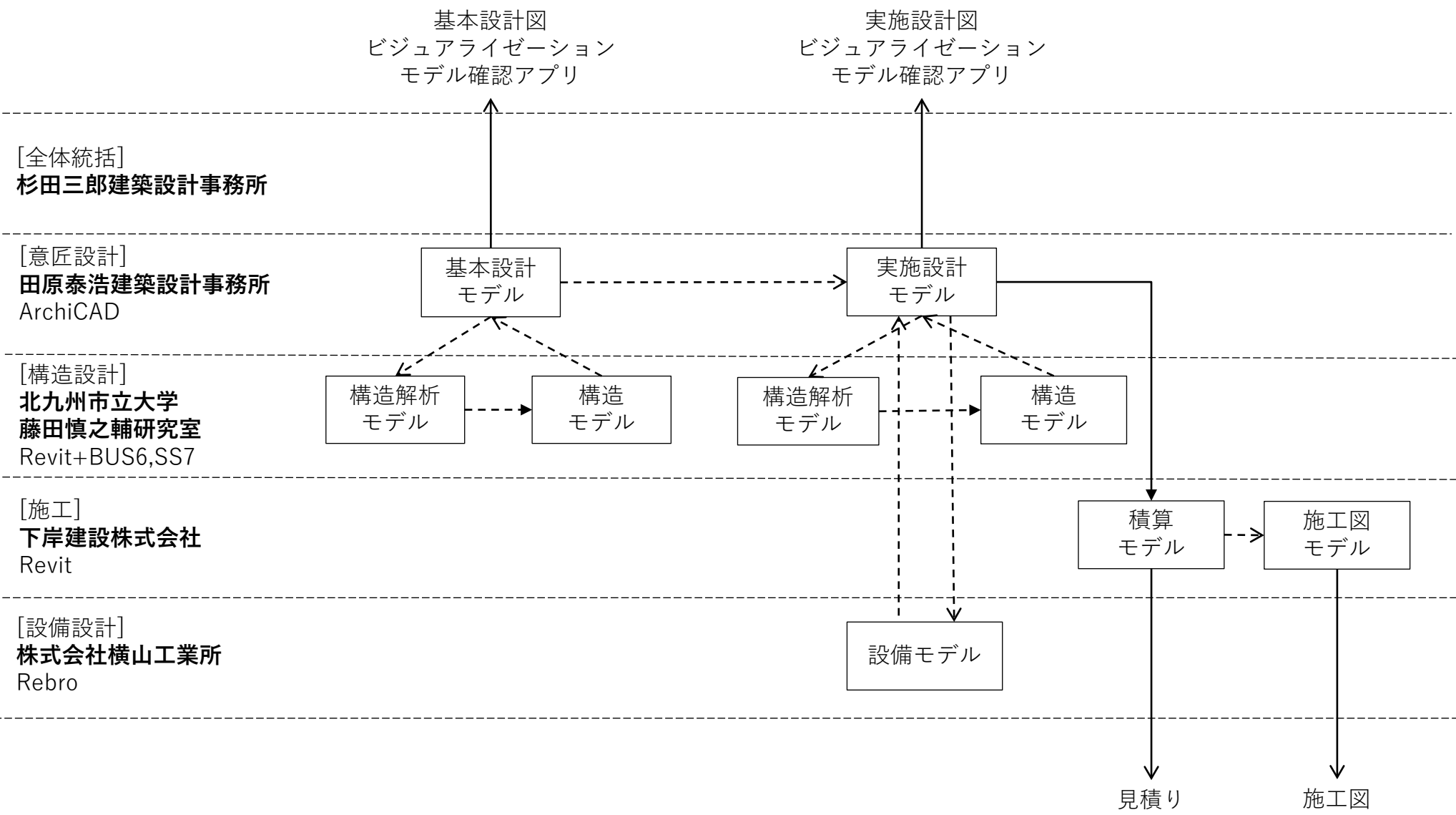


検証のスケジュール

検証は2021年7月から2022年2月まで実施した。7月～8月を**基本設計期間**とし、設計段階において重要となるデータ連携の検証を中心に行った。9月～10月は**実施設計期間**とし、各設計者によって作成されたモデルの統合や「協働モデル」に関する検討を進めた。11月～1月には、設計者によって作成された統合モデルを調整しながら、**工事見積**や**維持管理コスト**の算出の検証を行った。また、8月、10月、12月には「**ヒロシマBIMゼミ**」を開催し、コミュニティづくりの方法について検討を行った。

具体的な内容	令和2年度						令和3年度（※黄網掛け部は事業実施期間（予定））											
	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
プロジェクト実施工程										基本設計		実施設計		工事見積・維持管理コスト算出				
異なるプラットフォームを繋げた協働に関する検証										データ連携の検証		協働モデルの検討		分析				
BIMを活用した維持管理コスト算出に関する検証										算出方法の検討				BIMを使った算出と検証			分析	
地域に根差したBIMコミュニティづくりに関する検証								実施方法の検討		イベント開催		イベント開催		イベント開催		分析		
参考）令和3年度建築BIM推進会議・建築BIM環境整備部会（予定）														・推進会議				・推進会議
									・環境整備部会					・環境整備部会				・環境整備部会

実施フロー図



「分析した課題」

- 課題A) **異なるプラットフォーム**を繋げた協働
- 課題B) BIMを活用した**維持管理コスト**の算出
- 課題C) 地域に根差した**BIMコミュニティづくり**

「検証する効果と目標」

「課題の分析」と「課題解決のために実施する対応策」の検討をうけて、以下の3つの検証を行った。

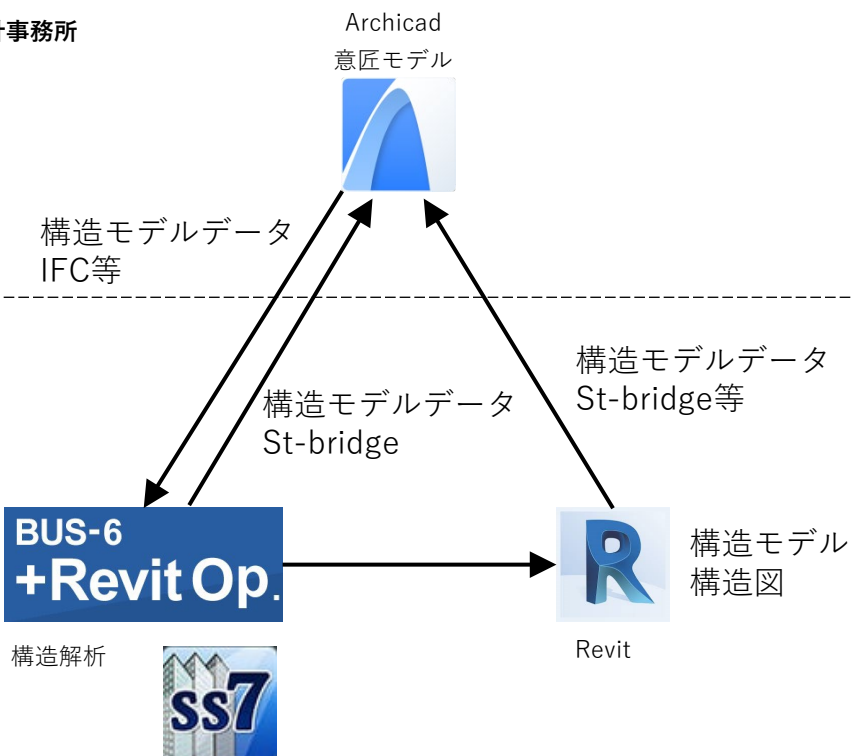
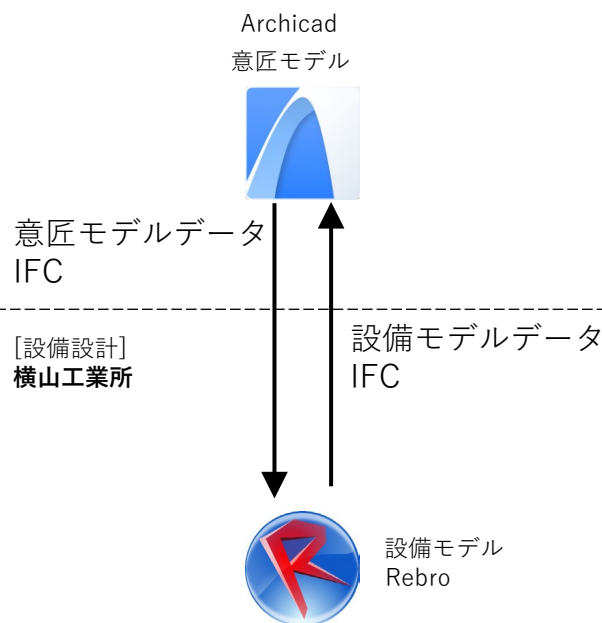
- 検証A) 見積段階における**統合モデル**の活用
- 検証B) **維持管理コスト算出プログラム**を使った検証
- 検証C) **ヒロシマBIMゼミ**の実施

設計段階における意匠・構造・設備の連携

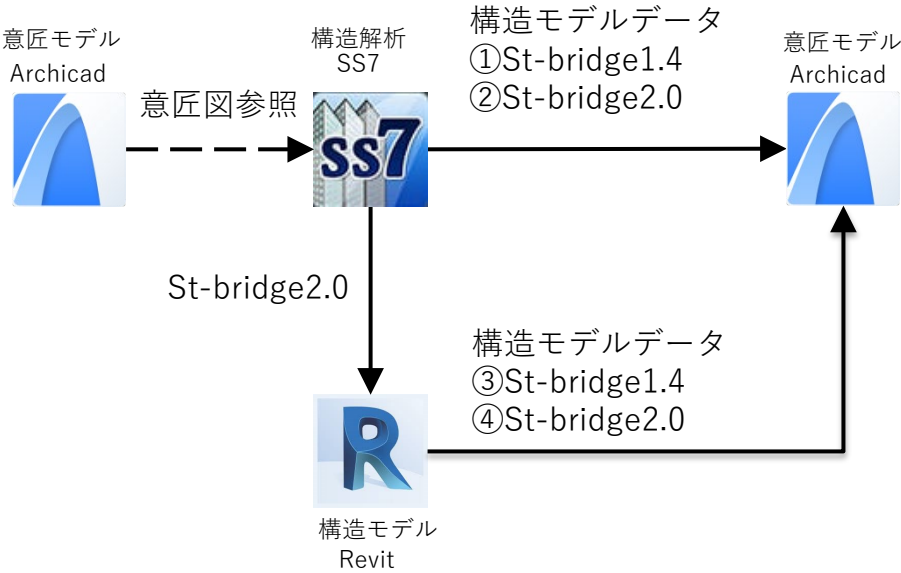
意匠設計者が使用するArchicadと、構造設計者が使用するSuper Build/SS7やBUS-6を用いて**データ連携の検証**を進めた。設備設計ならびに設備モデルの作成を行い、建築設備専用のRebro2021とArchicadの**データ連携を検証**した。

[意匠設計]
田原泰浩建築設計事務所
ArchiCAD

[構造設計]
北九州市立大学
藤田慎之輔研究室
Revit+BUS6,SS7



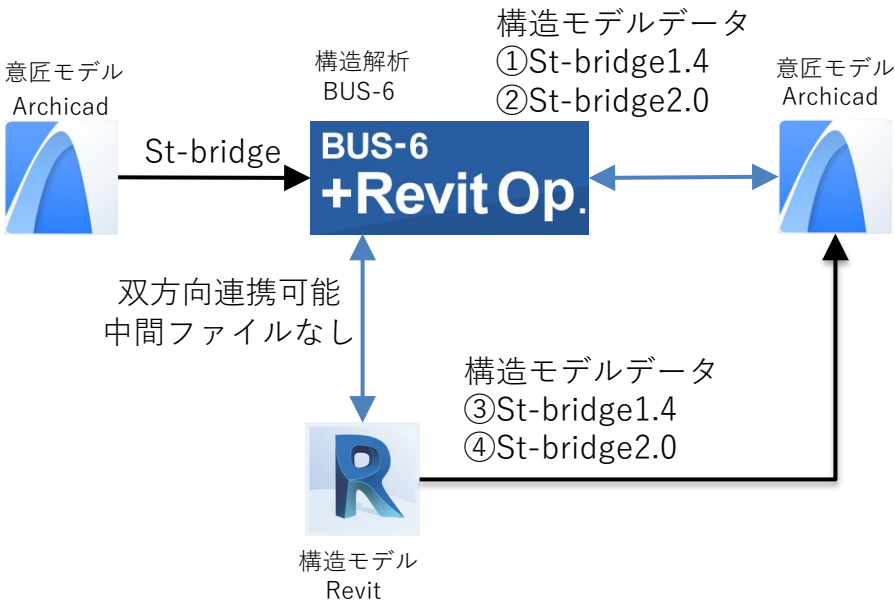
SS7を用いた意匠と構造の連携



ルート	親和性	可変性
①SS7→ST-bridge.Ver.1.4	○	○
②SS7→ST-bridge.Ver.2.0	○	×
③SS7→ST-bridge.Ver.2.0→Revit→ST-Bridge.Ver.1.4	×	×
④SS7→ST-bridge.Ver.2.0→Revit→ST-Bridge.Ver.2.0	—	—

親和性：取り込んだデータが正確に反映されているか
可変性：取り込んだデータの編集ができるか

BUSを用いた意匠と構造の連携

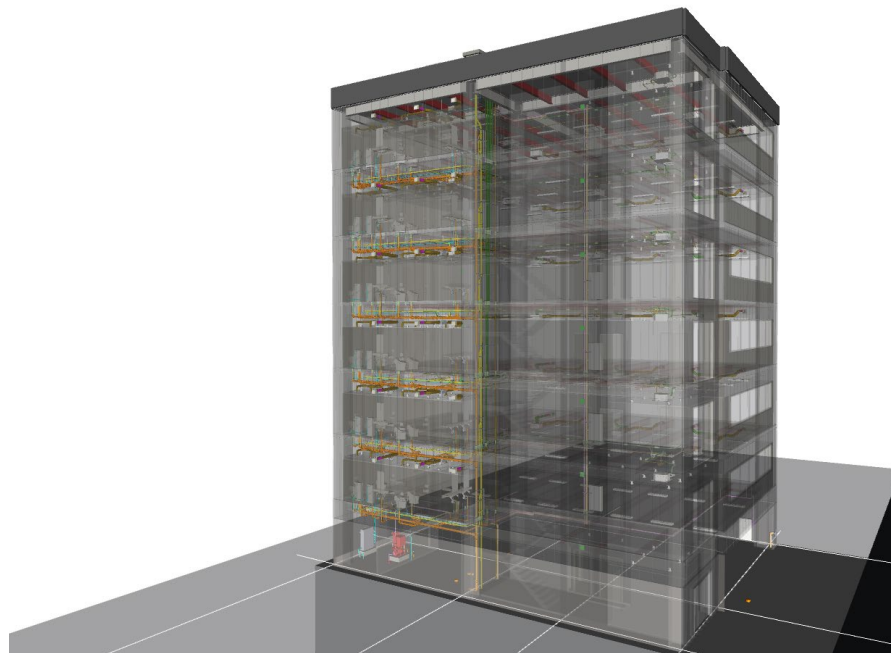


ルート	親和性	可変性
①SS7→ST-bridge.Ver.1.4	○	○
②SS7→ST-bridge.Ver.2.0	○	○
③SS7→ST-bridge.Ver.2.0→Revit→ST-Bridge.Ver.1.4	×	○
④SS7→ST-bridge.Ver.2.0→Revit→ST-Bridge.Ver.2.0	×	○

親和性：取り込んだデータが正確に反映されているか
可変性：取り込んだデータの編集ができるか

Rebroを用いた意匠と設備の連携

RebroとBIMソフトの連携は**IFC**に変換することで、スムーズな連携を行うことができた。
また、Rebro側で入力した設備機器の**属性情報**は、Archicad では**IFCのプロパティ**として**追加**されており、詳細な情報を共有することができる統合モデルになった。



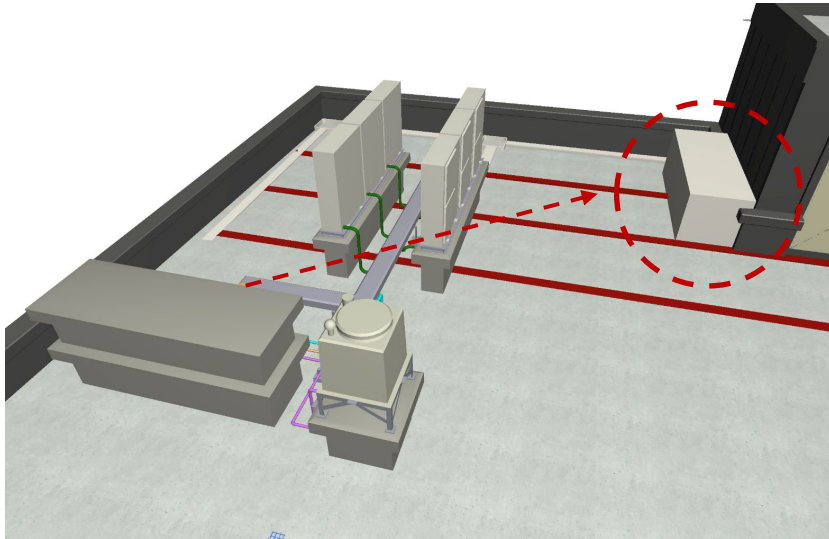
設備統合モデル

分類	実装値
製品質量[kg] (Pset_Rebro_PartsData)	16
製品情報 (Pset_Rebro_PartsData)	https://www.mitsubishielectric.co.jp/ldg/wink/ssl/displayProduct.do?pid=305409
相[φ] (Pset_Rebro_PartsData)	1
送風量(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_10)	10
送風量(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_8.5)	8.5
送風量(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_9.5)	9.5
騒音 標準PWL(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_50)	50
騒音 標準PWL(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_47)	47
騒音 標準PWL(60ヘルツ電源, 毎分) (Pset_Rebro_49)	49
消費電力(60ヘルツ電源) [kW] (Pset_Rebro_PartsData)	3.2
電圧[V] (Pset_Rebro_PartsData)	200
電動機出力(送風機) [kW] (Pset_Rebro_PartsData)	0.05
部材ID (Pset_Rebro_PartsData)	GUIDWMITSUBISHI_60_PLFY-P28GMG7#FolderItem
名称 (Pset_Rebro_PartsData)	ビル用マルチ 4 方向カセット型室内機 PLFY-P28GMG7
名称(2) (Pset_Rebro_PartsData)	ビル用マルチ 4 方向カセット型室内機
用途の種別 (Pset_Rebro_PartsData)	
画像 (Pset_Rebro_PartsData)	パッケージエアコン (ユーザー部材)

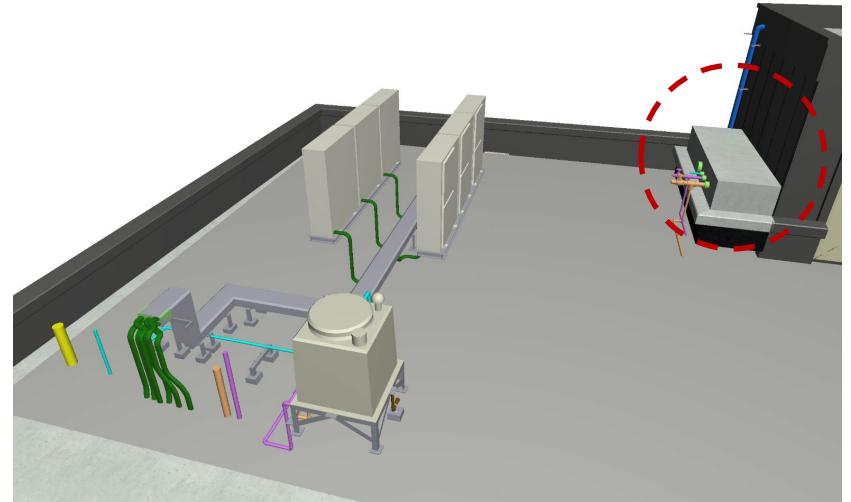
設備プロパティ

設備モデルの変更調整

設備モデルをArchicadに統合したのちに**ハト小屋の位置の変更、配管不可範囲を示す方法**について設計変更調整にともなう作業フローの検証を行った。



変更前

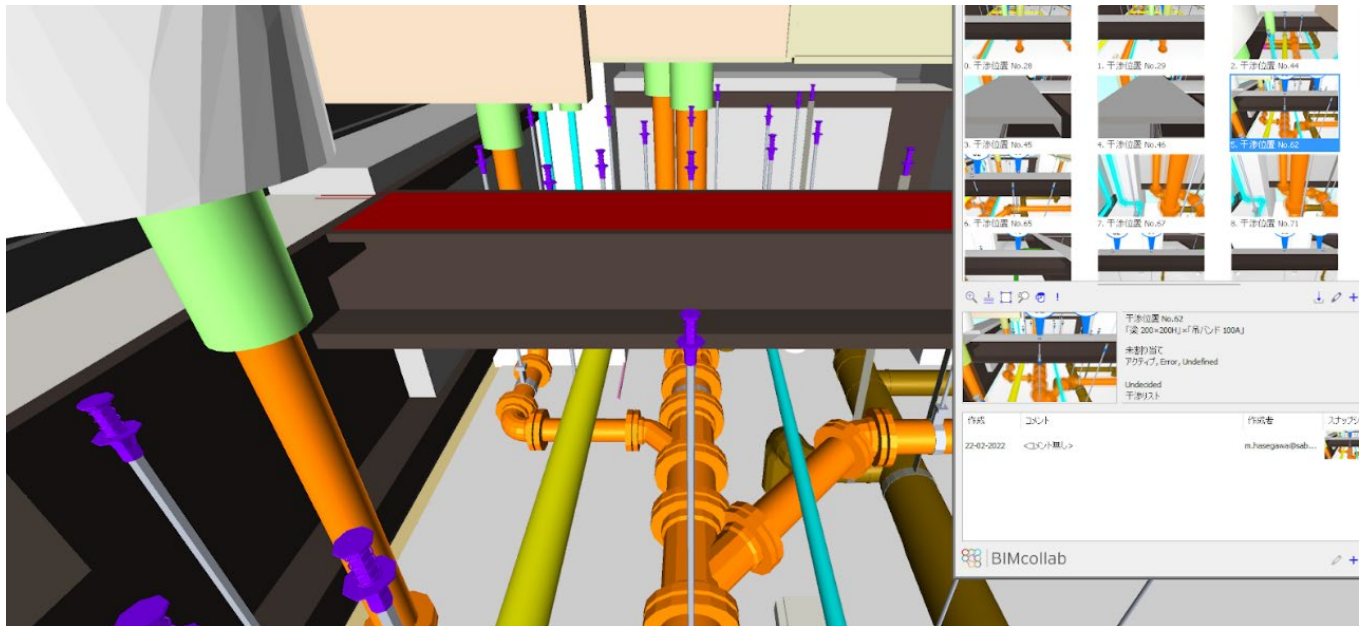


変更後

ハト小屋の位置の変更

設備モデルの干渉チェック

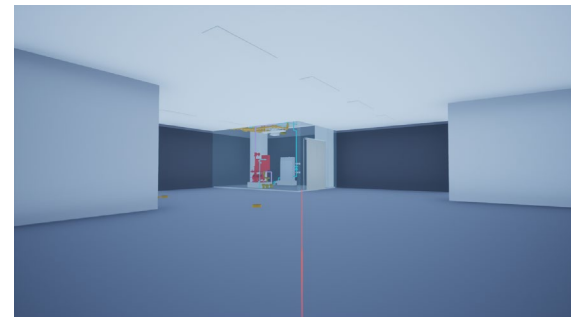
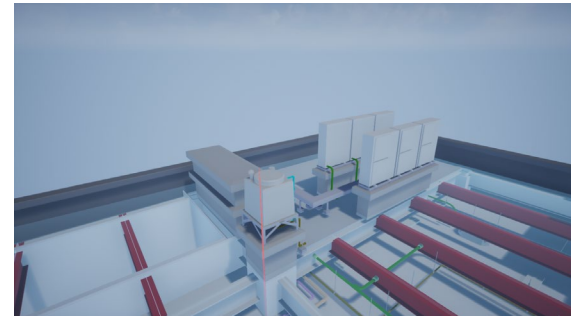
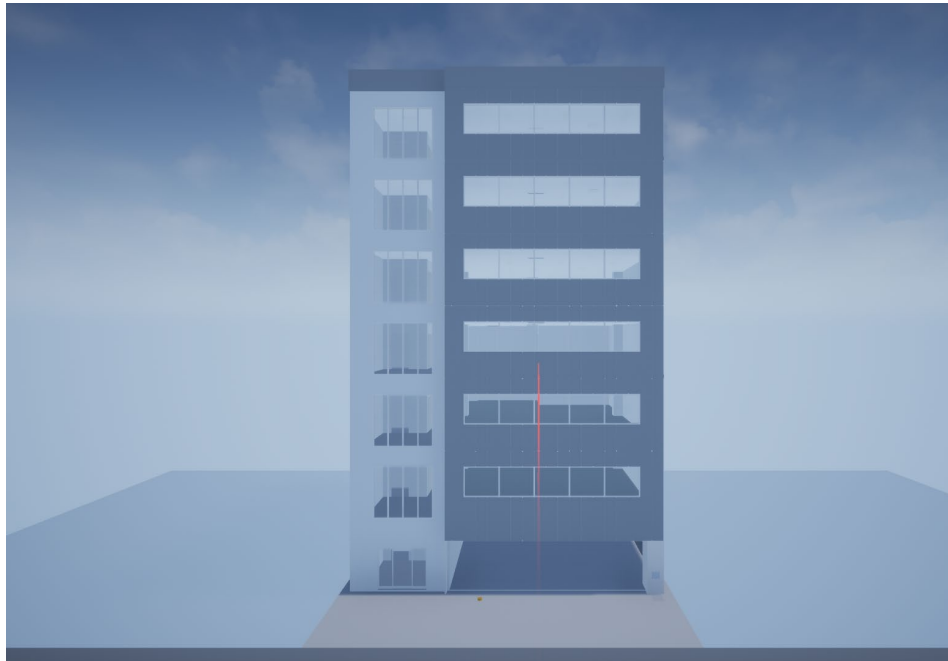
意匠・構造・設備のモデルが整った段階で、干渉チェックツールを行いモデルの**干渉チェック**を行った。レポートを参照することで、**モデルの該当箇所に移動**し、修正のコメント等が閲覧でき、修正の効率化を図ることができた。



Navisworksでの干渉チェックの様子

協働のためのプラットフォーム開発

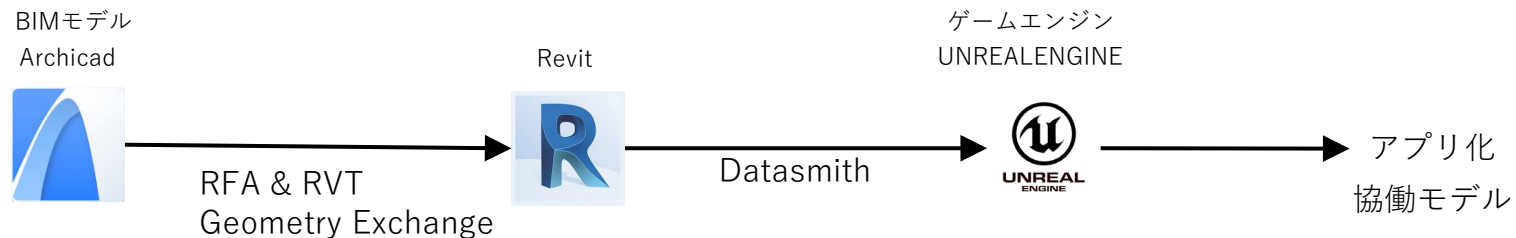
プロジェクトチーム全員がモデルを確認できる手段として、**ゲームエンジンである Unreal Engine4**(以下、UE4)を活用した「**協働モデル**」を試作し、協働のための**新たなプラットフォーム**について検証した。UE4から他のデバイスへと連携することができ、さらなる**BIMデータの活用**を期待できる。



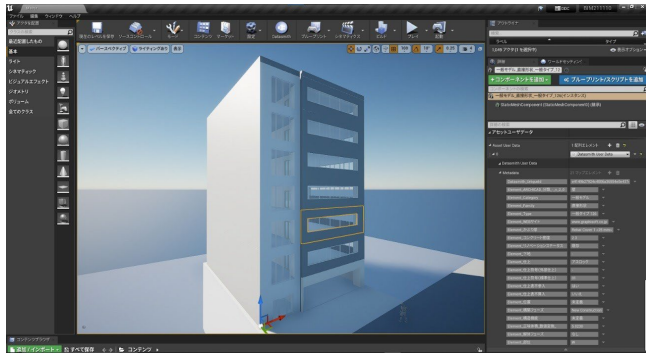
課題A) 異なるプラットフォームを繋げた協働

協働のためのプラットフォーム開発

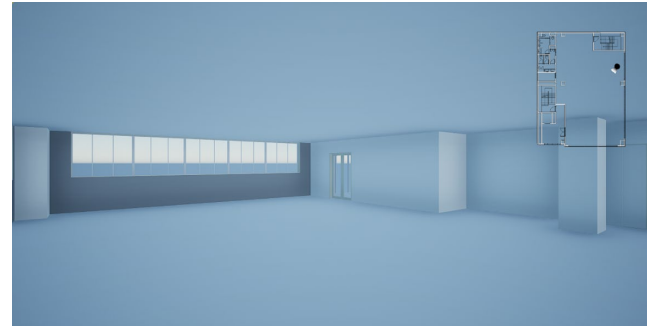
属性情報を含めた全ての情報をUE4へ送るために、Archicadで作成した統合モデルをRevitへ送り、DatasmithでUE4へと書き出す方法を採用した。UE4側で様々な関係者が統合モデルの確認を行うために**UI/UXの整備**を行った。



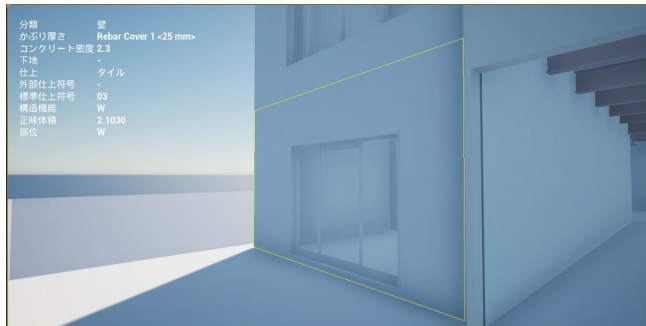
協働のためのプラットフォーム開発



協働モデル(UE4)



平面図の表示

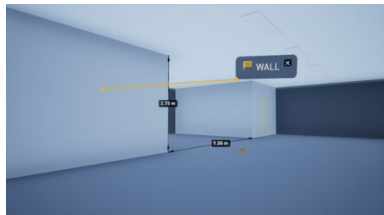


属性情報の表示

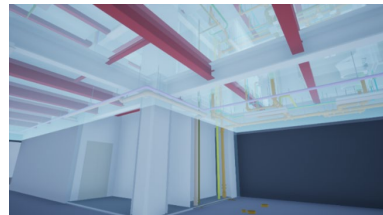


視点の切換

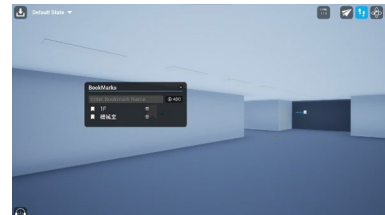
VRの活用



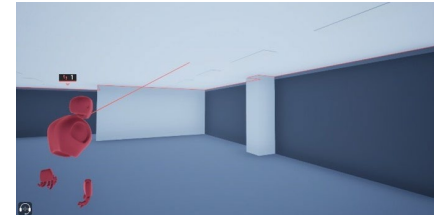
Oculusによる計測と注釈



Oculusによる建物の透過



Oculusによる位置のブックマーク



Oculusによる協働の様子

課題A) 異なるプラットフォームを繋げた協働

データ連携の確認

統合モデルから、**データの受け渡しの確認**を行った。数量の確認については代表的な躯体数量を、**IFC**や「**RFA & RVT Geometry Exchange**」を用いてそれぞれ検証し、内容の比較や正確性を確認した。

[意匠設計]
田原泰浩建築設計事務所
ArchicAD

Archicad
意匠構造モデル



[施工]
下岸建設株式会社
Revit

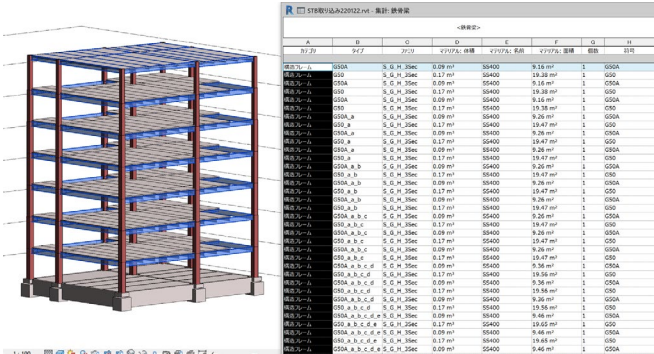
IFC
RFA & RVT Geometry Exchange

Revit
積算利用



内訳数量の算出手法

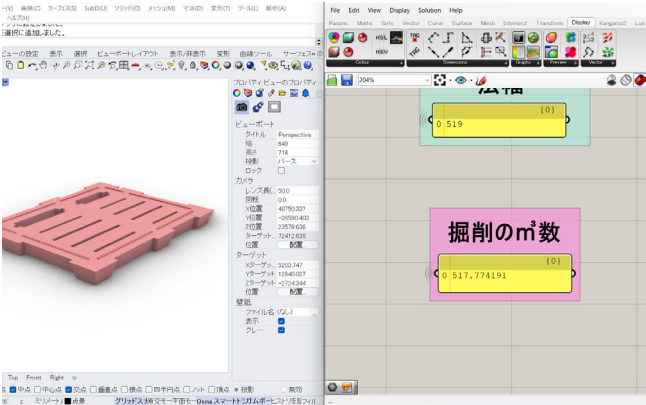
A) Revitの集計表で算出できるもの



B) モデルに情報を付加し、集計表から取得できた数値を EXCELなどで算出できるもの

壁	レベル	階数	名前	周長	天井高	S_壁表面積	建具記号	建具面積	仕上面積	建具記号 2	建具面積 2	建具記号 3	建具面積 3	建具記号 4	建具面積 4	仕上17面積	
ビニルクロス	1FL	1	EVホール	23083	2700	62,324 AD1		5.25	57,074 SD1-a		2.4	54,674 SD2-a		1.8	52,874 SD4	2.1	50,774 m²
ビニルクロス	1FL	1	階段 1	15150	2700	40,995 SD2-a		1.8	39,105								39,105 m²
ビニルクロス	1FL	1	電気室	11850	2700	31,995 SD4		2.1	29,895								29,895 m²
ビニルクロス	1FL	1	駐車スベ	73600	2700	198,72 SD3-a		1.89	196,83 SD5		3.15	193.68					193.68 m²
ビニルクロス	1FL	1	設備室	16550	2700	44,685 SD5		3.15	41,535								41,535 m²
ビニルクロス	1FL	1	階段 2	15410	2700	41,607 SD3-a		1.89	39,717								39,717 m²
ビニルクロス	2FL	1	トイレ	20923	2700	56,491 LS03		2.1	54,391								54,391 m²
ビニルクロス	2FL	1	給湯室	9800	2700	26,46 WD1		1.8	24,56								24,56 m²
ビニルクロス	2FL	1	EVホール	22985	2700	62,06 SD3-b		1.8	60,26 SD1-b		2.4	57.86 AD2		3.15			3.15 m²
ビニルクロス	2FL	1	事務所	66903	2700	180,637 SD3-b		1.8	178,837								178,837 m²
ビニルクロス	2FL	1	階段 2	15410	2700	41,607 SD3-b		1.8	39,807								39,807 m²
ビニルクロス	2FL	1	階段 1	15240	2700	41,148 SD3-b		1.8	39,348								39,348 m²

C) DynamoやGrasshopperで形状情報を参照して算出できるもの（集計表で出ない数値を活用）

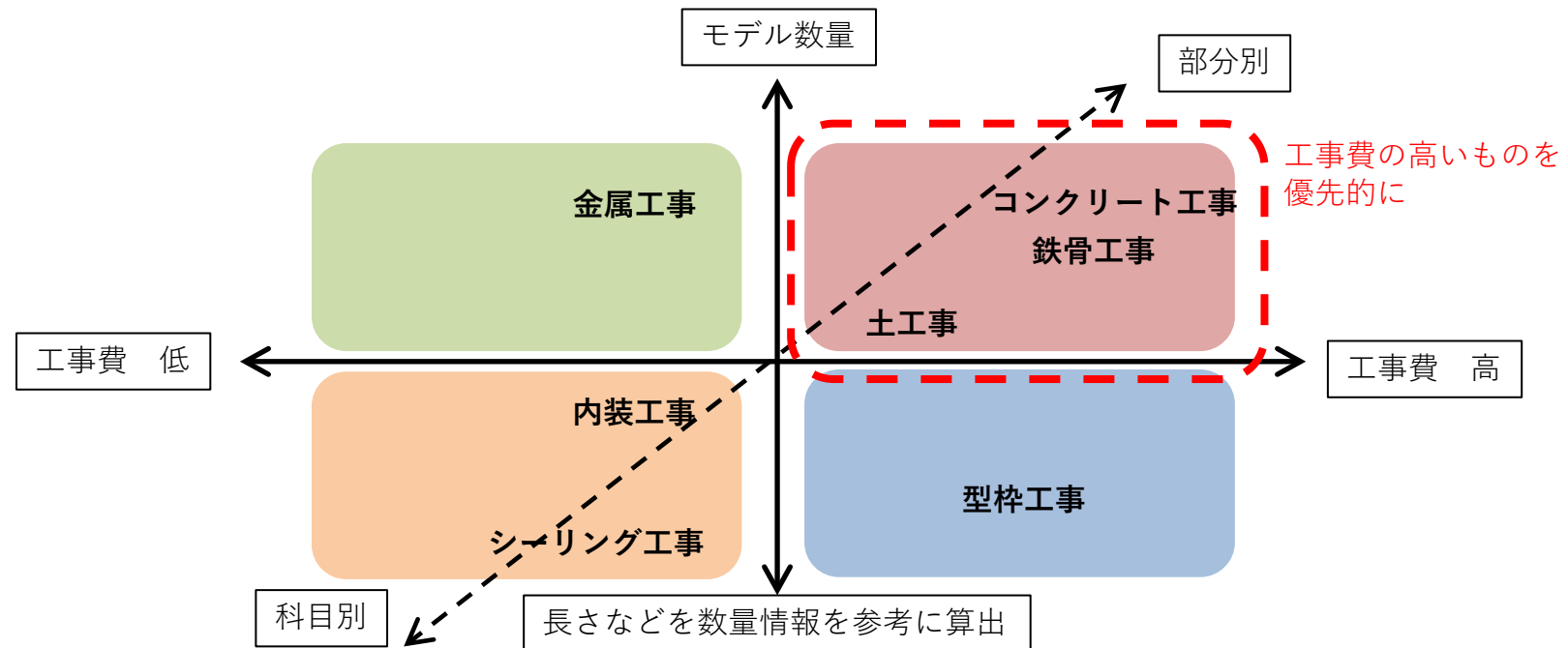


D) 全く算出できないもの

検証A) 見積段階における統合モデルの活用

内訳数量の算出手法

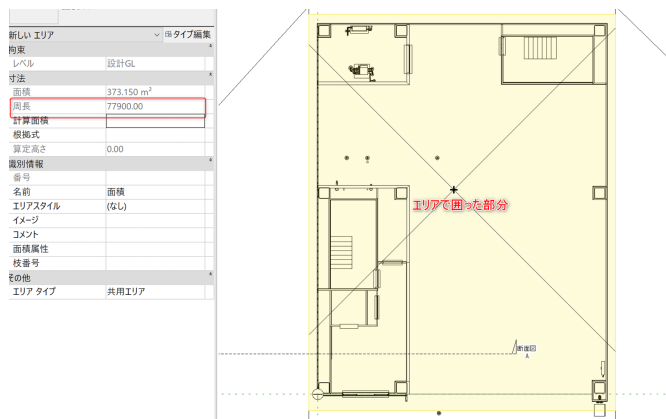
建築工事費にはたくさんの内訳項目があるが、一般的に工事費に占める**割合の大きいもの**から優先的に算出できるか検証した。



工事別の検証結果

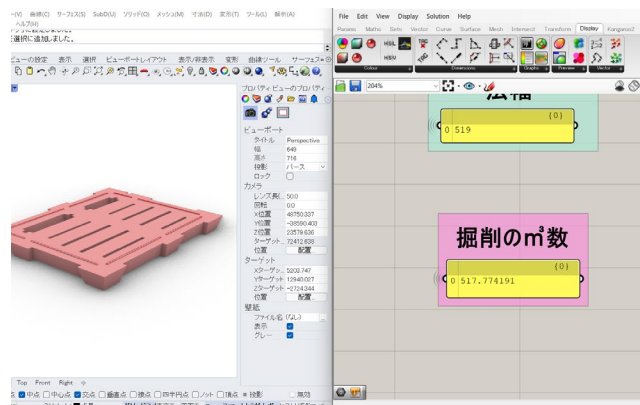
山留工事 [B]

仮設モデルを設置しない場合、掘削範囲の外周をエリアツールで入力し、周長を算出する。その数値に山留めに必要な高さ寸法を入力し、必要面積を算定した。



土工事 [C]

根切り数量はオブジェクトとしてBIMモデルに含まれてないので、土量のモデルを新たに作成した。Revitでのモデル作成は複雑な形状には難しいので、Rhinoceros+Grasshopperを利用し、フーチング、基礎梁の形状を参照することにより効率的にモデルを作成して、掘削土を算出した。



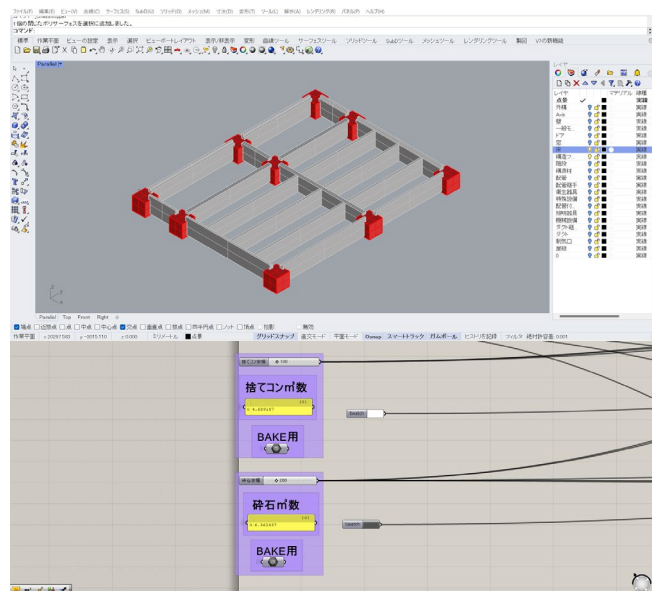
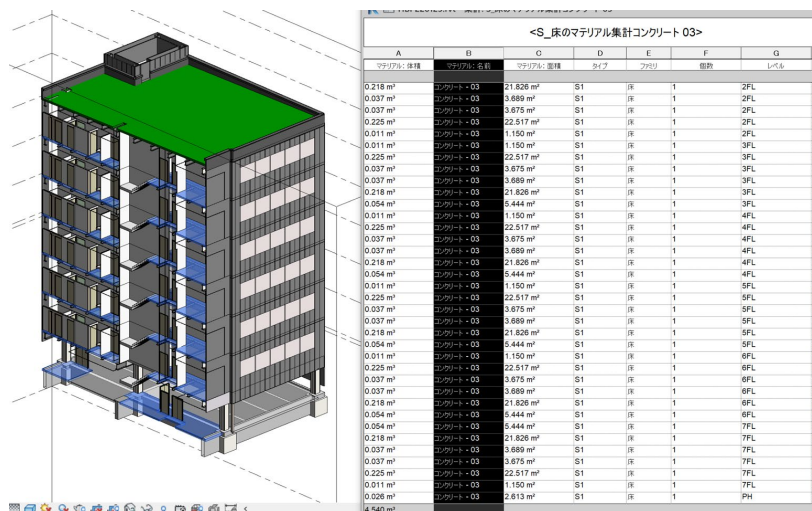
鉄筋工事 [A]

鉄筋モデルがない場合コンクリート数量を利用し、歩掛かりより数量を算出した。

工事別の検証結果

コンクリート工事 [A] [C]

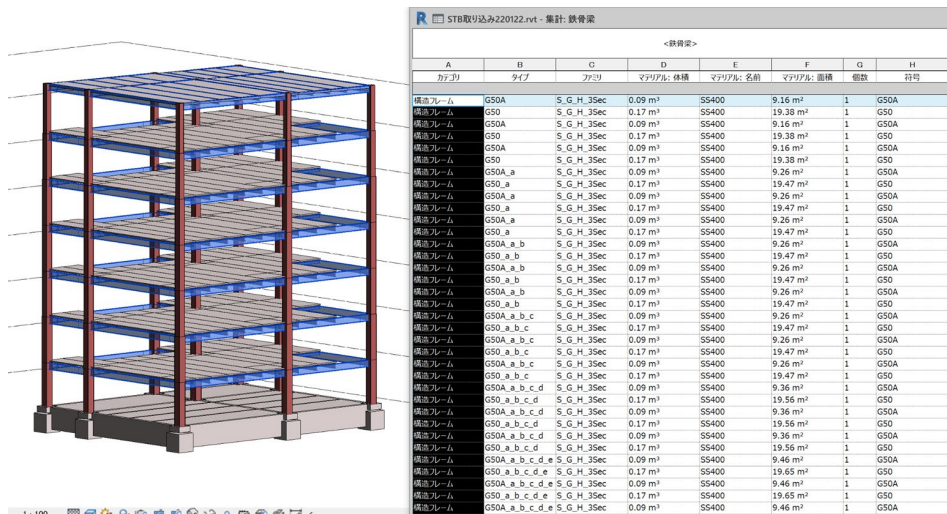
集計表を利用しモデルからコンクリート数量を算出した。取り込んだモデルではフーチングが床のカテゴリとなっており、パラメータにフーチングと追記し、フィルタをかけて集計表で算出した。階別に床スラブ数量を算出する場合、レベルでフィルタをかけて分類した。捨てコン、砕石数量はBIMモデルに含まれてないので、新たにモデルを作成し体積を計算した。基礎形状を利用し効果的にモデル作成を行うため、RhinoCeros+Grasshopper を利用し数量を算出した。



工事別の検証結果

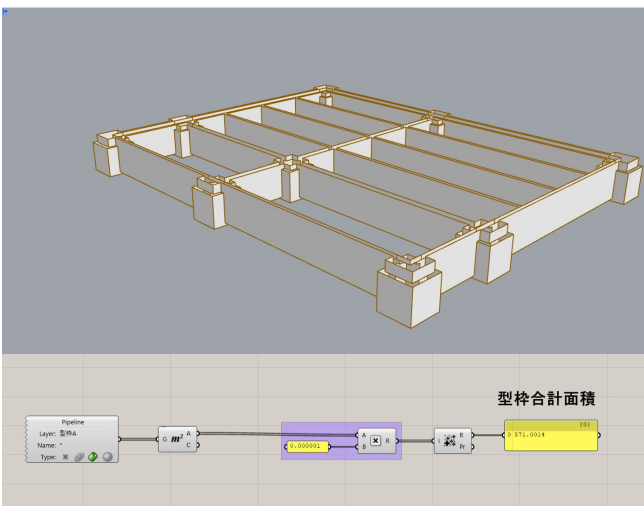
鉄骨工事 [A] [B]

鉄骨数量は集計表を利用し体積を算出した。合わせて単位重量を乗算して数量を算出した。錆止め塗装は鉄骨長さ×断面周長で計上した。鉄骨断面の情報を利用し、Excelに書き出し、断面周長を計算した。



型枠工事 [C]

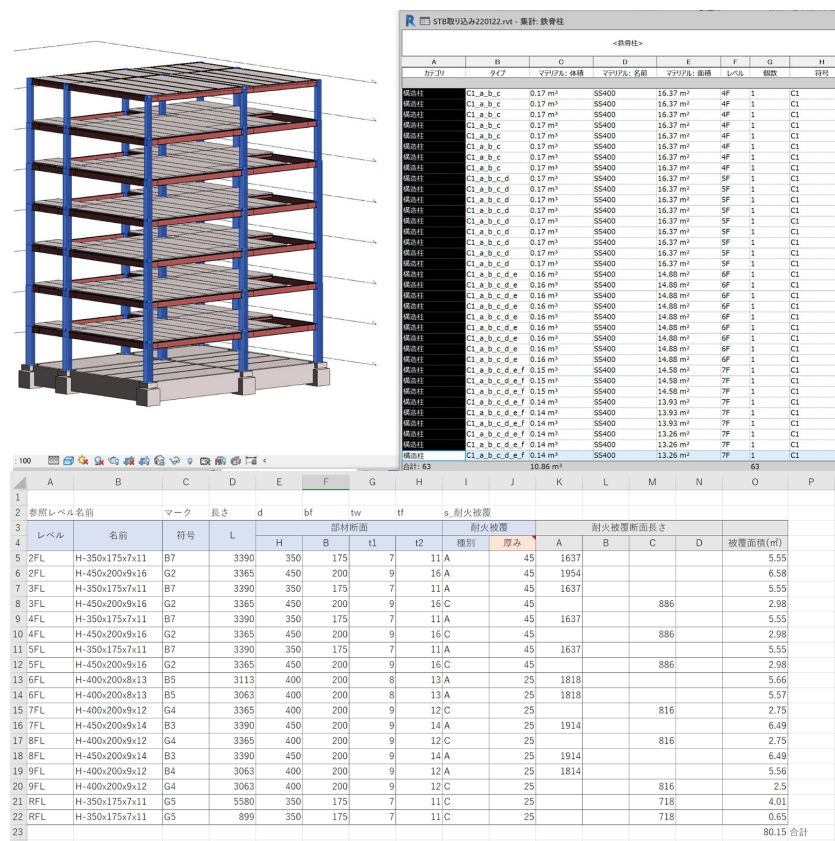
型枠は基礎表面積を利用し算出した。ただし上下面は不要なので、Rhinceros+Grasshopperを利用し、基礎モデルを取り込み、側面のみオブジェクト面積を集計し型枠数量を算出した。



工事別の検証結果

耐火被覆面積 [B]

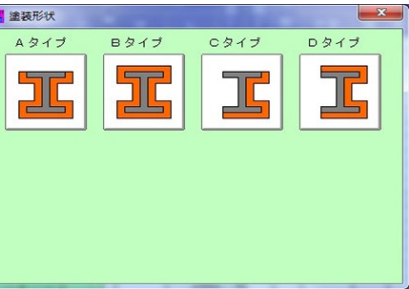
耐火被覆は鉄骨長さ×断面寸法を利用し、耐火パターンをプロパティに追記し、Excelにてパターン別に数量算出した。



内装仕上面積 [B]

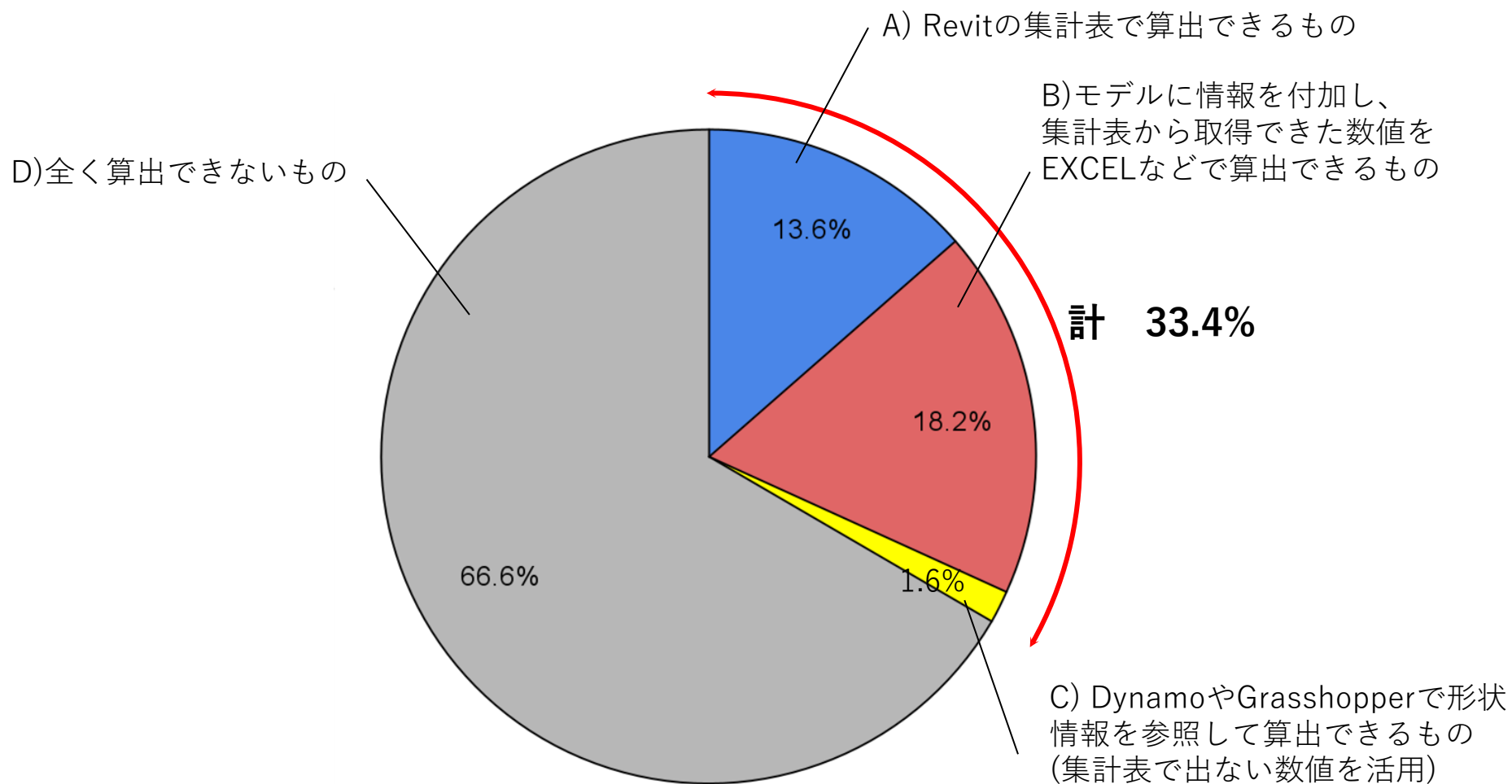
内装仕上げは、部屋ツールから部屋の周長及び天井高さ、仕上げ情報を利用し、部屋の周長×天井高さ-開口面積で仕上げ別に数量を算出した。ただし、変換モデルでは部屋情報が参照できなかったため、再度入力して算出した。

壁	レベル L-レベル	層数 L-層数	名前 L-名前	長さ L-長さ	天井高 L-天井高	S-壁表面積 F-S-壁表面積	建具記号	建具面積	仕上面積	建具記号2	建具面積2	建具記号3	建具面積3	建具記号4	建具面積4	仕上げ面積	
ビニルクロス	1FL	1	EVホール	23083	2700	62,324 AD1		5.25	57,074 SD1-a		2.4	54,674 SD2-a		1.8	52,874 SD4	2.1	50,774
ビニルクロス	1FL	1	階段1	15150	2700	40,905 SD2-a		1.8	39,105								39,105
ビニルクロス	1FL	1	1階電室	11850	2700	31,995 SD4		2.1	29,895								29,895
ビニルクロス	1FL	1	1階スベ	73600	2700	198,72 SD3-a		1.89	196,83 SD5		3.15	193.68					193.68
ビニルクロス	1FL	1	1階廊下	16550	2700	44,685 SD5		3.15	41,535								41,535
ビニルクロス	1FL	1	階段2	15410	2700	41,607 SD3-a		1.89	39,717								39,717
ビニルクロス	2FL	1	1トイレ	20023	2700	54,491 LS03		2.1	54,391								54,391
ビニルクロス	2FL	1	1階電室	9800	2700	26,46 WD1		1.8	24.66								24.66
ビニルクロス	2FL	1	1階EVホール	22885	2700	62,06 SD3-b		1.8	60,26 SD1-b		2.4	57.86 AD2		3.15			3.15
ビニルクロス	2FL	1	1事務所	66903	2700	180,637 SD3-b		1.8	178,837								178,837
ビニルクロス	2FL	1	階段2	15410	2700	41,607 SD3-b		1.8	39,807								39,807
ビニルクロス	2FL	1	階段1	15240	2700	41,146 SD3-b		1.8	39,348								39,348



検証A) 見積段階における統合モデルの活用

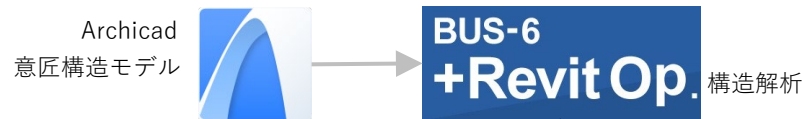
検証結果



統合モデルを活用した施工図の作成

統合モデルからコンクリート躯体部分の**基礎伏図**及び**断面図**を作成した。施工図作成に必要な躯体レベルや、躯体符号などの**情報を取得**しなるべく2Dでの加筆はせず、タグにて表示させることにより、**効率的に図面化**を行えるか検証した。

[意匠設計]
田原泰浩建築設計事務所
ArchiCAD

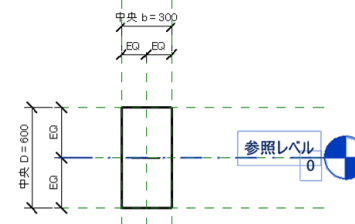


[施工]
下岸建設株式会社
Revit

Revit
施工図利用

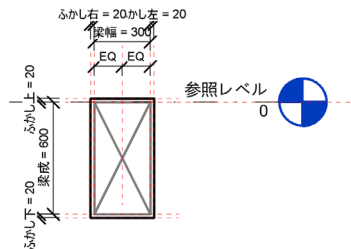
IFCでの読み込みはオブジェクトの可変が不可

St-bridge変換梁モデル



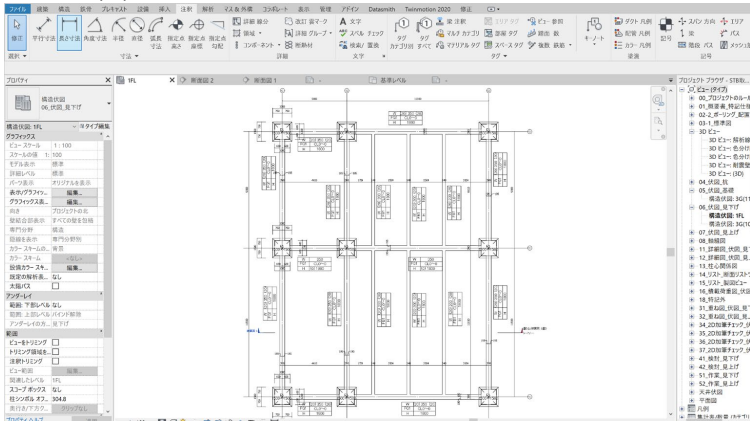
梁モデル

梁ふかしモデル

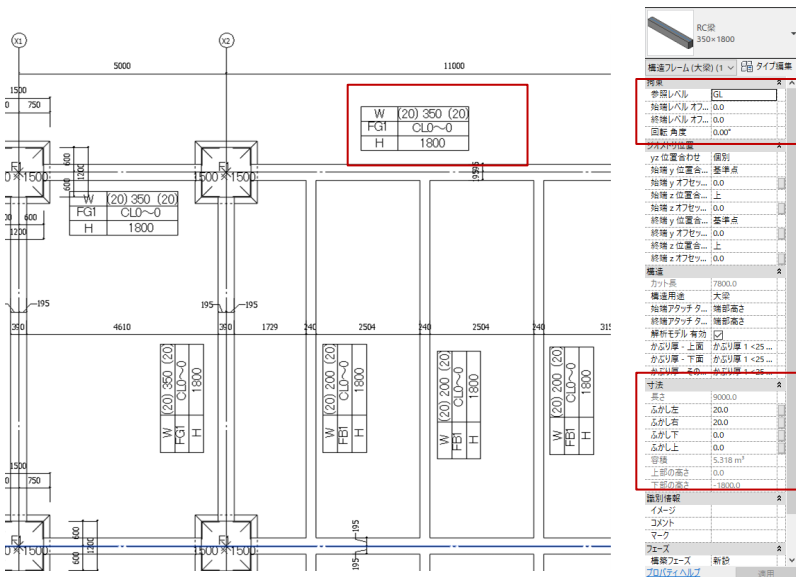
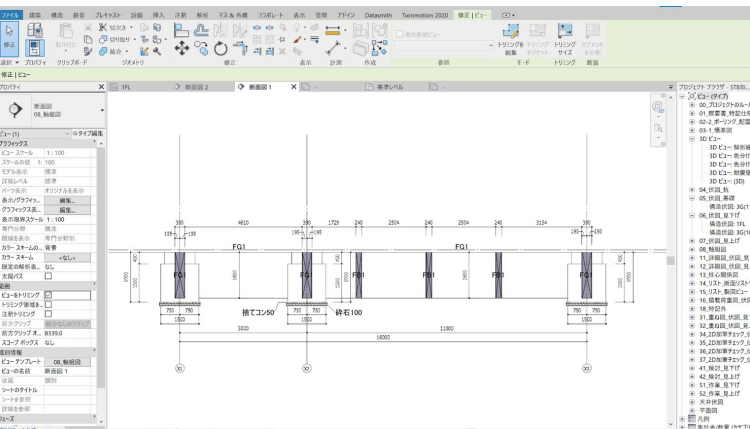


統合モデルを活用した施工図の作成

基礎伏図



断面図

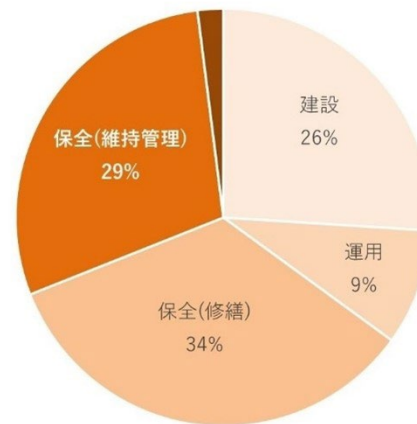


モデル情報を利用する。

検証A) 見積段階における統合モデルの活用

維持管理コストの概要

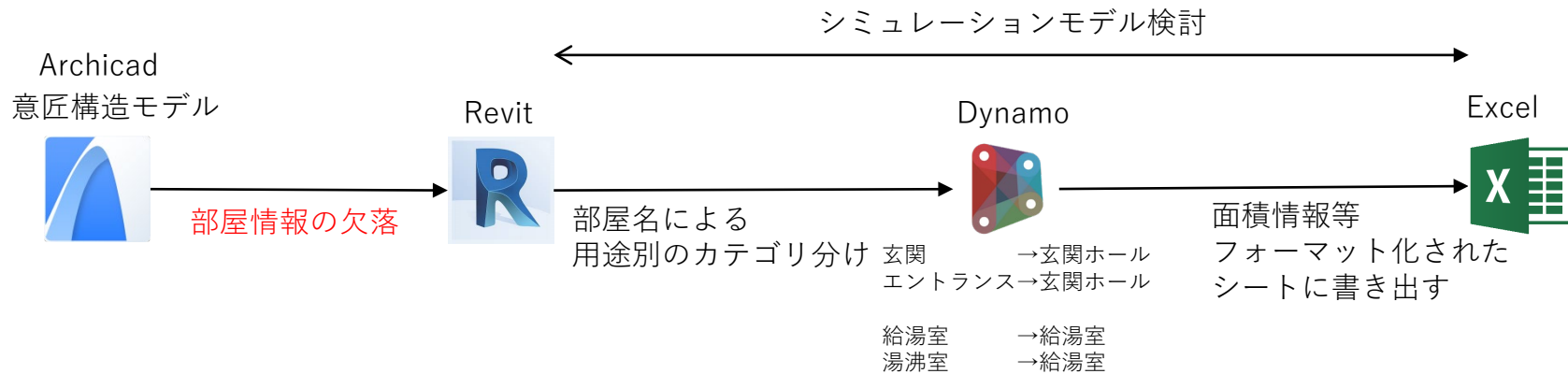
BIMを活用した維持管理コストの中でも**清掃コストの算出システムに関する検討**を行い、面積の変動や、用途の変更などが繰り返し行われる、設計段階における維持管理コスト算出システムの有用性を検証する。



ライフサイクルコストの割合

BIMを使った清掃コストの算出

部屋名から**用途別にカテゴリ分け**を行い、面積情報が自動的にエクセルに入力されるプログラムを作成した。それぞれの区分ごとに**清掃コストが自動的に算出**されるが、統合モデルから変換したモデルでは部屋によっては情報が**欠落**しているものがあった。



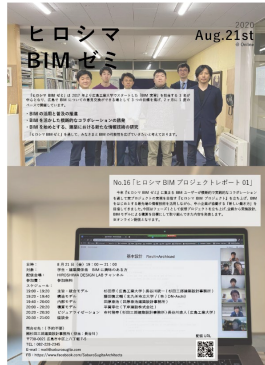
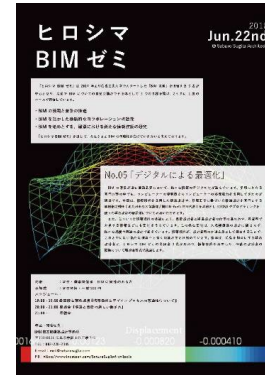
ヒロシマBIMゼミの概要

ヒロシマBIMゼミは、広島でBIMについての意見交換ができる場として以下の3つの目標を掲げ、2017年より2ヶ月に1度のペースで開催中。

- **BIMの活用と普及の推進**
- **BIMを活かした横断的なコラボレーションの誘発**
- **BIMを始めとする、建築における新たな情報技術の研究**

2017年10月からスタートし、これまで23回開催

ヒロシマBIMゼミの概要



10月に開催した「**ポートフォリオレビュー2021**」では、**学生**がプレゼンテーションし、それに対してゲストクリティックと主催者がコメントするという内容で、学生のポートフォリオのブラッシュアップや、発表することの経験を積む目的がある。



課題C) 地域に根差したBIMコミュニティづくり

ヒロシマBIMゼミ No.22 「広島県のBIM最前線」

12月に開催した「**広島県のBIM最前線**」では、広島を拠点とする**大旗連合建築設計**と**あい設計**に発表をお願いした。両社のBIM担当者はヒロシマBIMゼミを始めた頃から度々参加して頂いており、近年のBIMの取り組みについて紹介していただいた。



「広島県のBIM最前線」の様子

ヒロシマBIMゼミ No.23 「ヒロシマBIMプロジェクトレポート02」

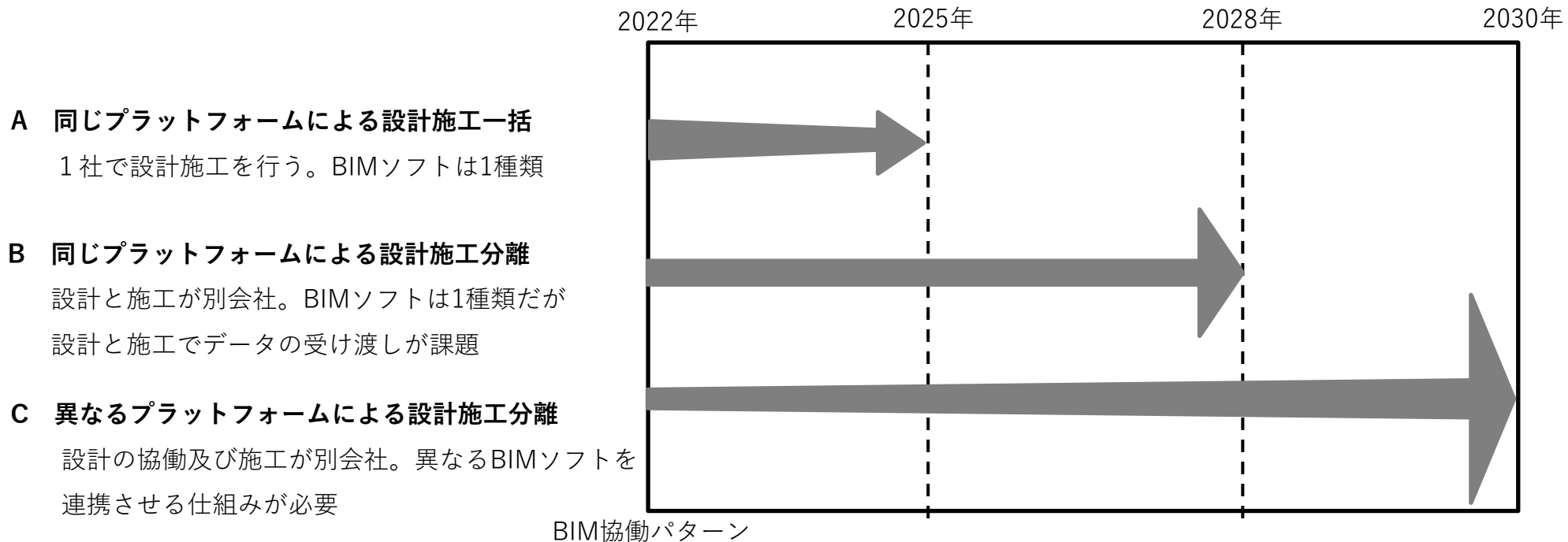
2月に開催した「ヒロシマBIMプロジェクトレポート02」では、今回のモデル事業について発表を配信しています。



「ヒロシマBIMプロジェクトレポート02」の様子

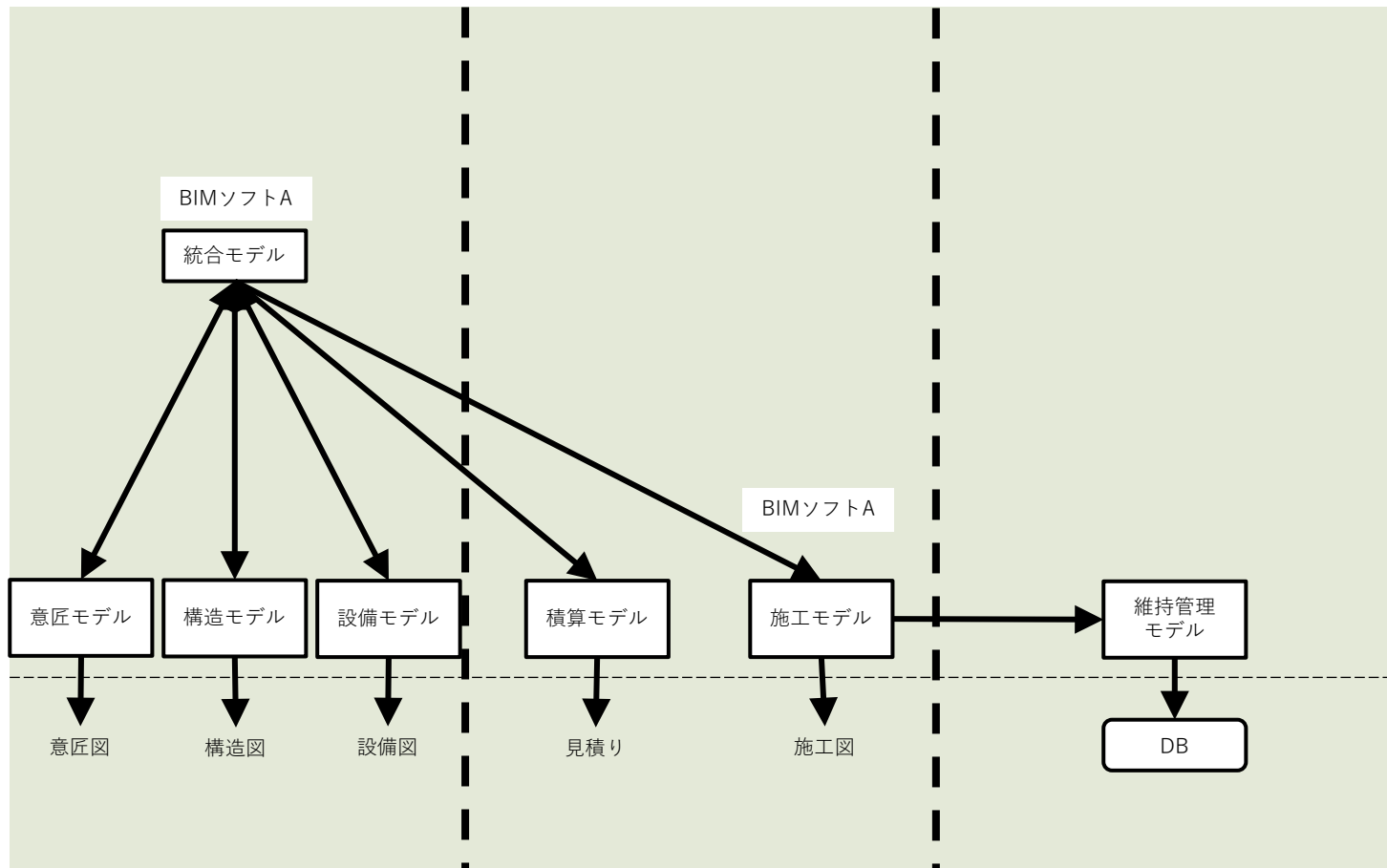


配信URL：
<https://youtu.be/qn2CZQlgxgA>



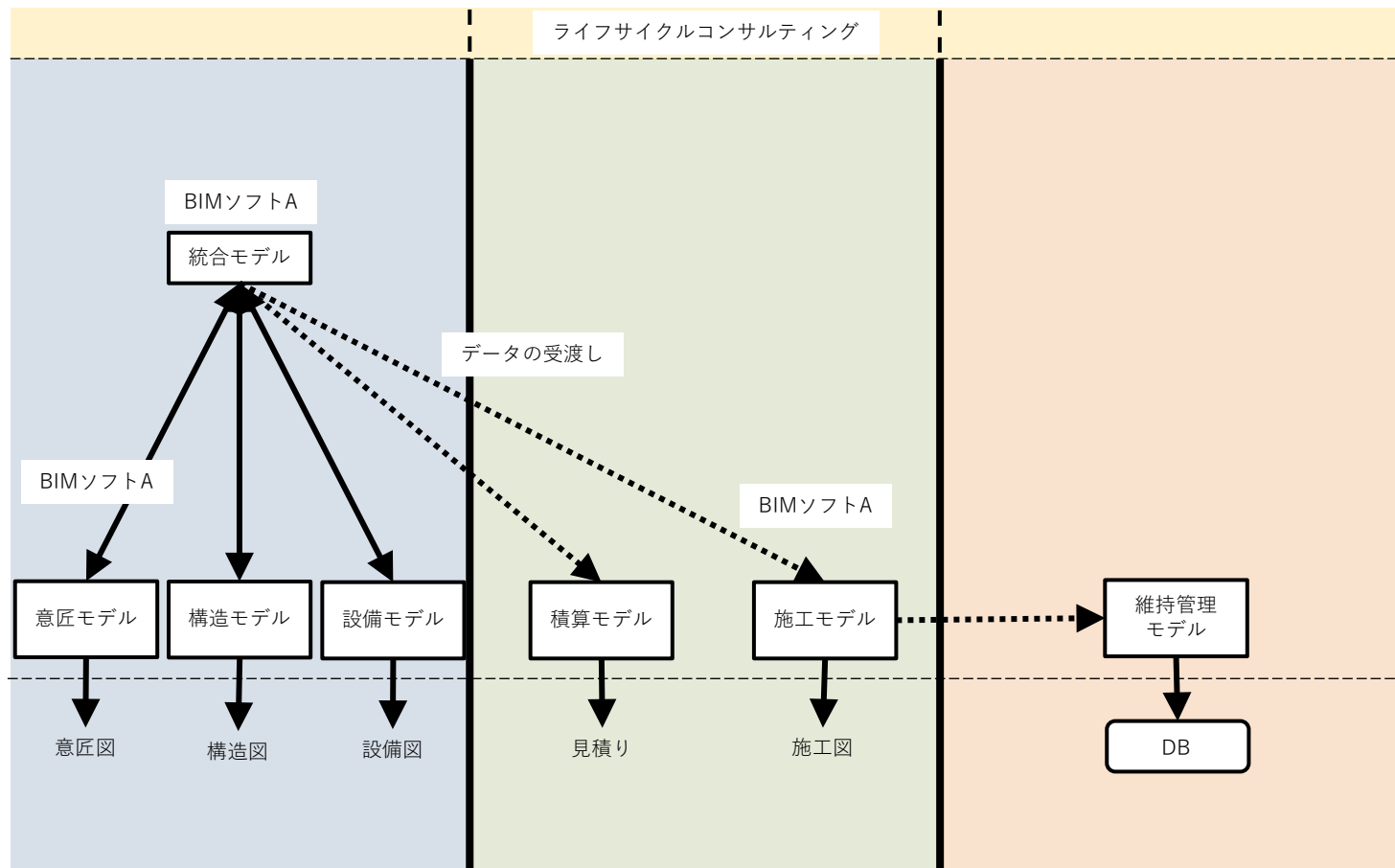
A 同じプラットフォームによる設計施工一括

現状では、大手ゼネコンに代表されるような「**同じプラットフォームによる設計施工一括**」(A)が効果的であり、設計施工を行う中小規模のゼネコンでも取り組むことが可能と考える。



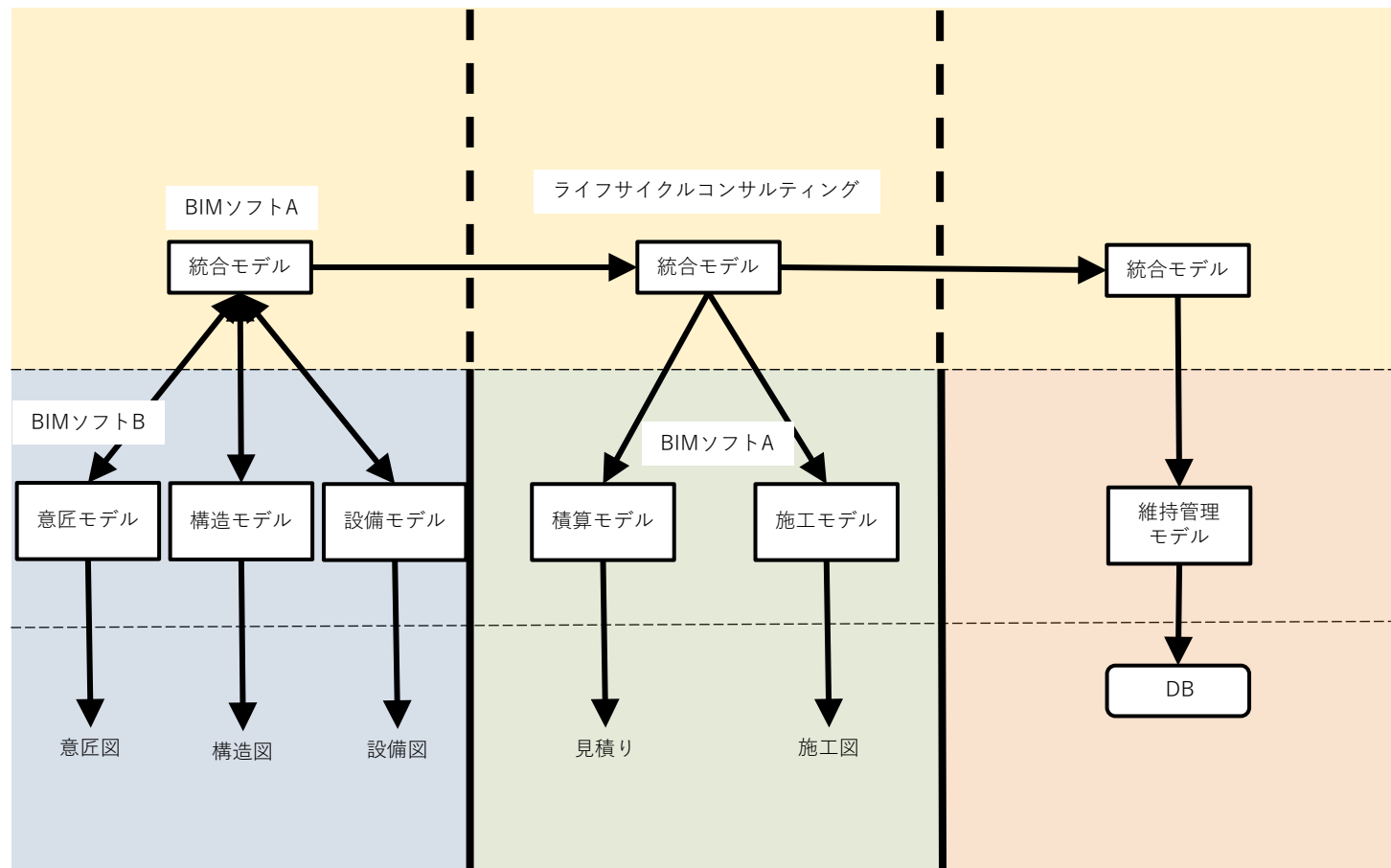
B 同じプラットフォームによる設計施工分離

今後は「**同じプラットフォームによる設計施工分離**」(B)が増えていくと予想される。同じプラットフォームを使用することで、モデルや情報の共有は円滑に行われるが、設計施工分離によって、設計と施工でデータの受け渡しが課題となる。



C 異なるプラットフォームによる設計施工分離

(C)は非常にハードルが高く、技術的な課題だけでなく、仕事の受注方法や役割分担においても様々な課題がある。**ライフサイクルコンサルタント**が横断的にプロジェクトに関わり、個々のフェーズで必要となる情報を整理していく役割になると考える。



事業者として今後さらに検討・解決すべき課題等

情報

- **異なるプラットフォーム**をつなげる更なる検証
- **デジタルメンテナンス**（BIMと維持管理ロボットの連携）
- BIMと外部データベースの連携

職

- 他業種とのBIMでの連携
- **各業種におけるBIMのメリットの明確化**
- ライフサイクルコンサルティング業務内容の具体化

人

- BIM関係者をつなげるコミュニティ作り
- **BIMを使った協働**のノウハウの蓄積
- 建築教育のアップデート