

やさしい!

[設計-施工連携BIMの特徴と拡張性]

2020.12.04

大和ハウス工業株式会社

技術統括本部 建築デジタル推進部

宮内 尊彰

Summary



施工BIMの活用事例、設計-施工連携BIMの実例を述べ課題やあるべき姿を示します。また、連携や一気通貫型BIMに必要な環境構築を説明、BIMを活用した今後のデジタルコンストラクションへの拡張性について示します。



一級建築士
構造設計一級建築士
JSCA建築構造士



大和ハウス工業(株)
技術統括本部建築デジタル推進部
宮内 尊彰

1998年入社
2000年～2016年 建築系構造設計
2017年 BIM推進室
2018年 BIM推進部
2020年 建設デジタル推進部 次長

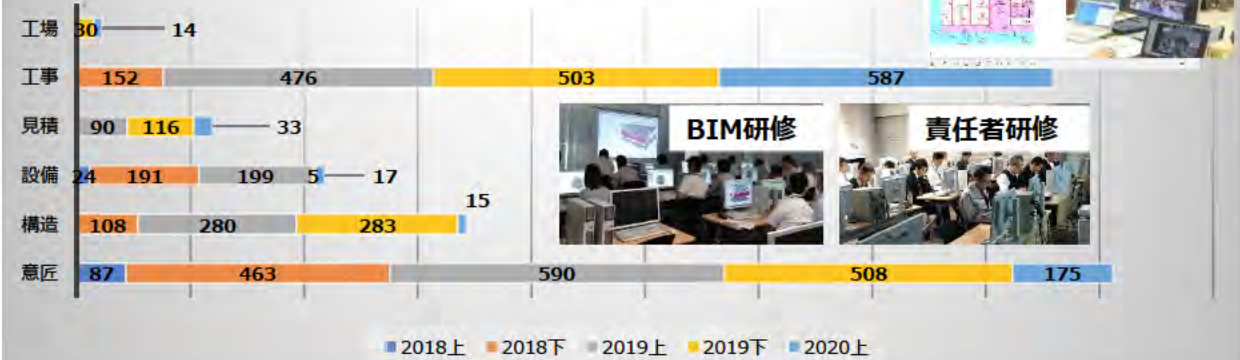
全社BIM展開実績



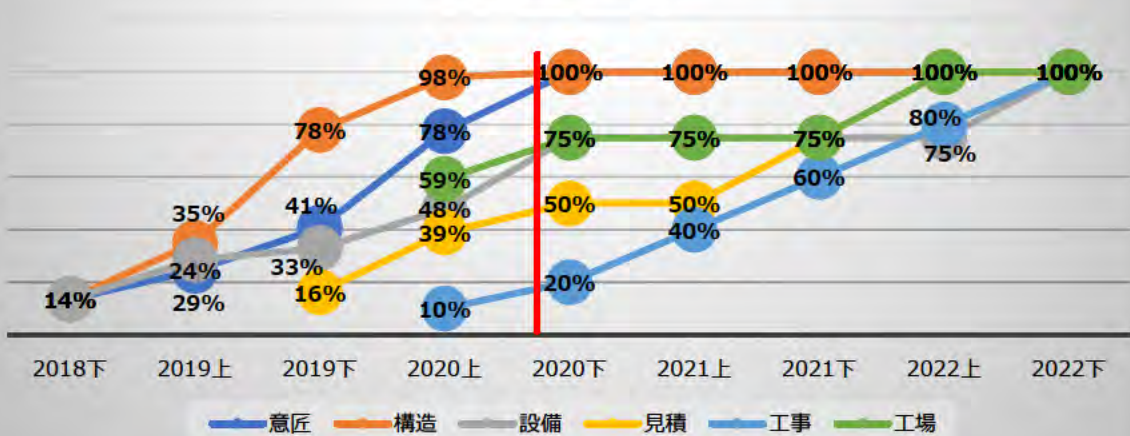
BIM実施率



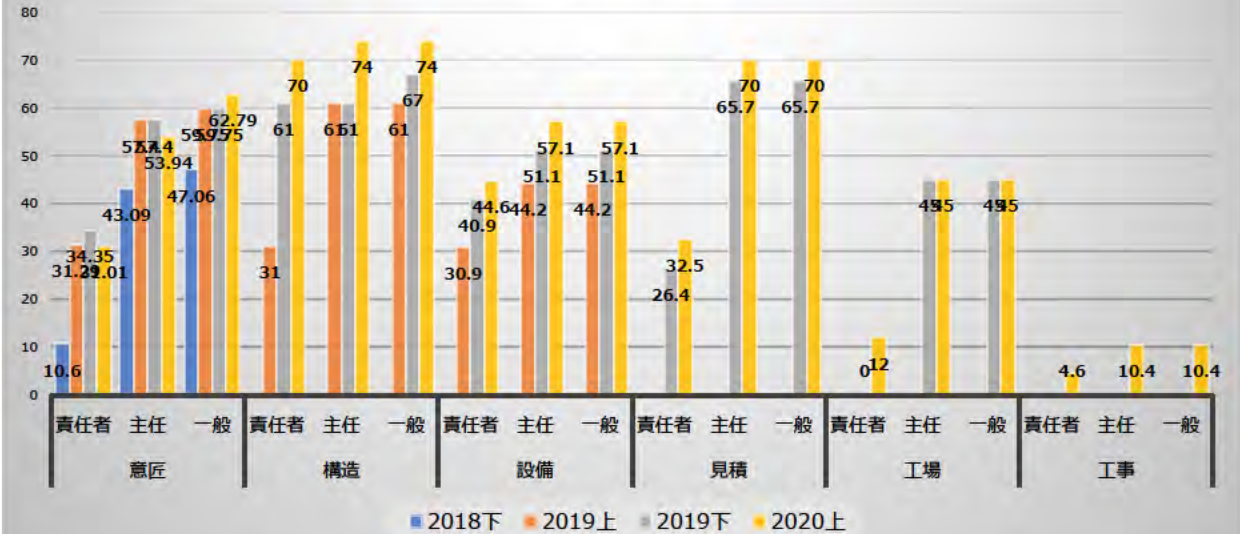
BIM研修人数 (建築系)



BIM実施率 (建築系)



BIM習熟度 (建築系)



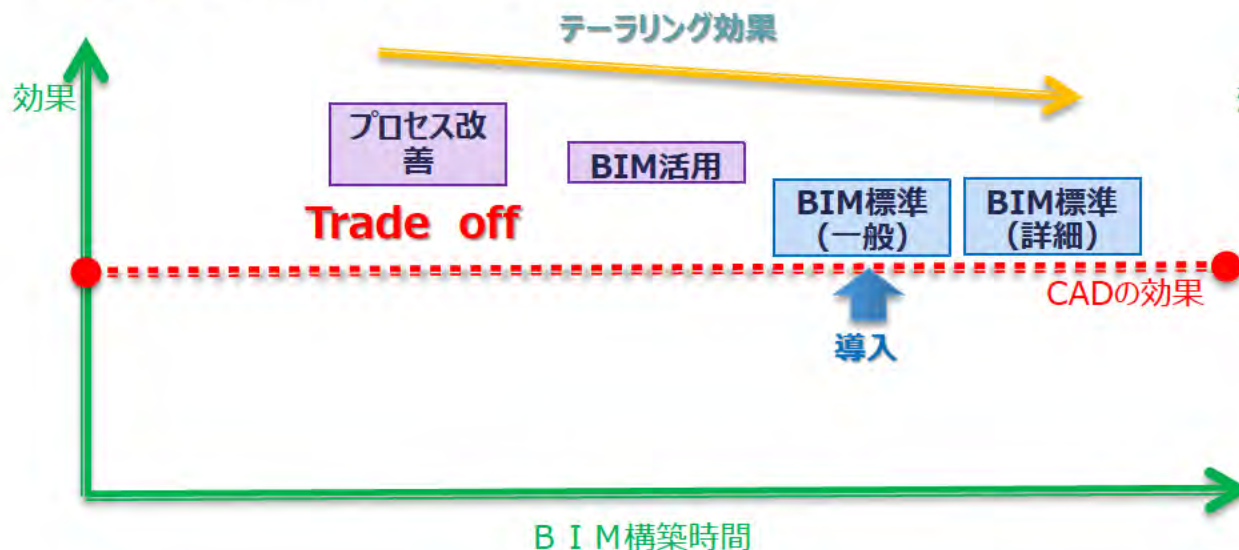
BIM標準のつくり型（テーラリング方式）



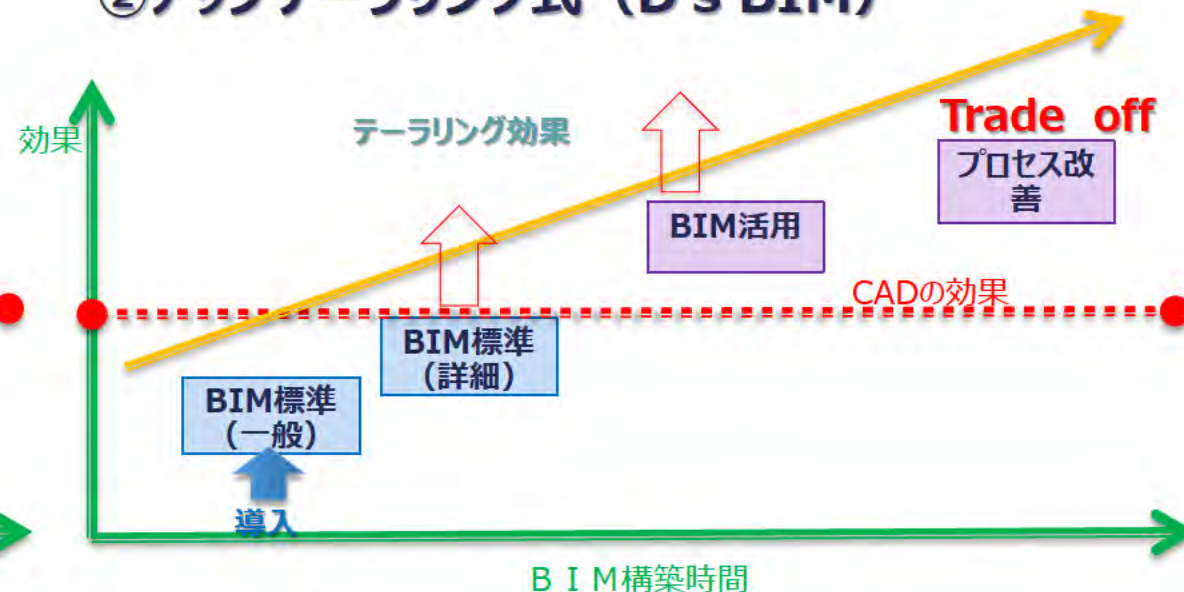
BIM標準の構築は新しいプロセスにトレードオフすることが必要。アップテーリング式は一時的な負荷があるが、導入時期及び構築までの時間が短縮でき、効果が上がりやすい。



① ダウンテーリング式

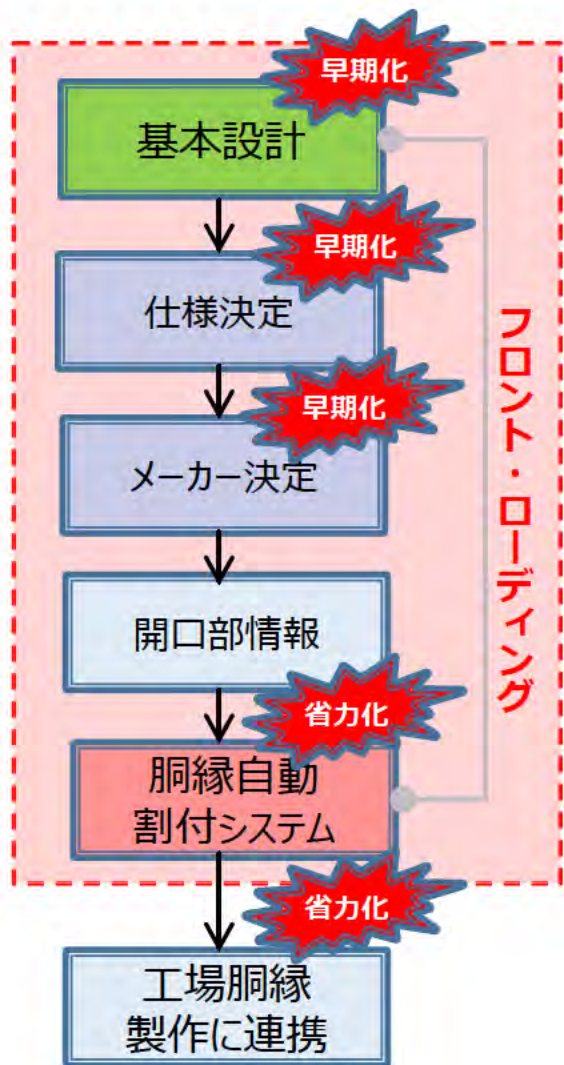


② アップテーリング式 (D's BIM)

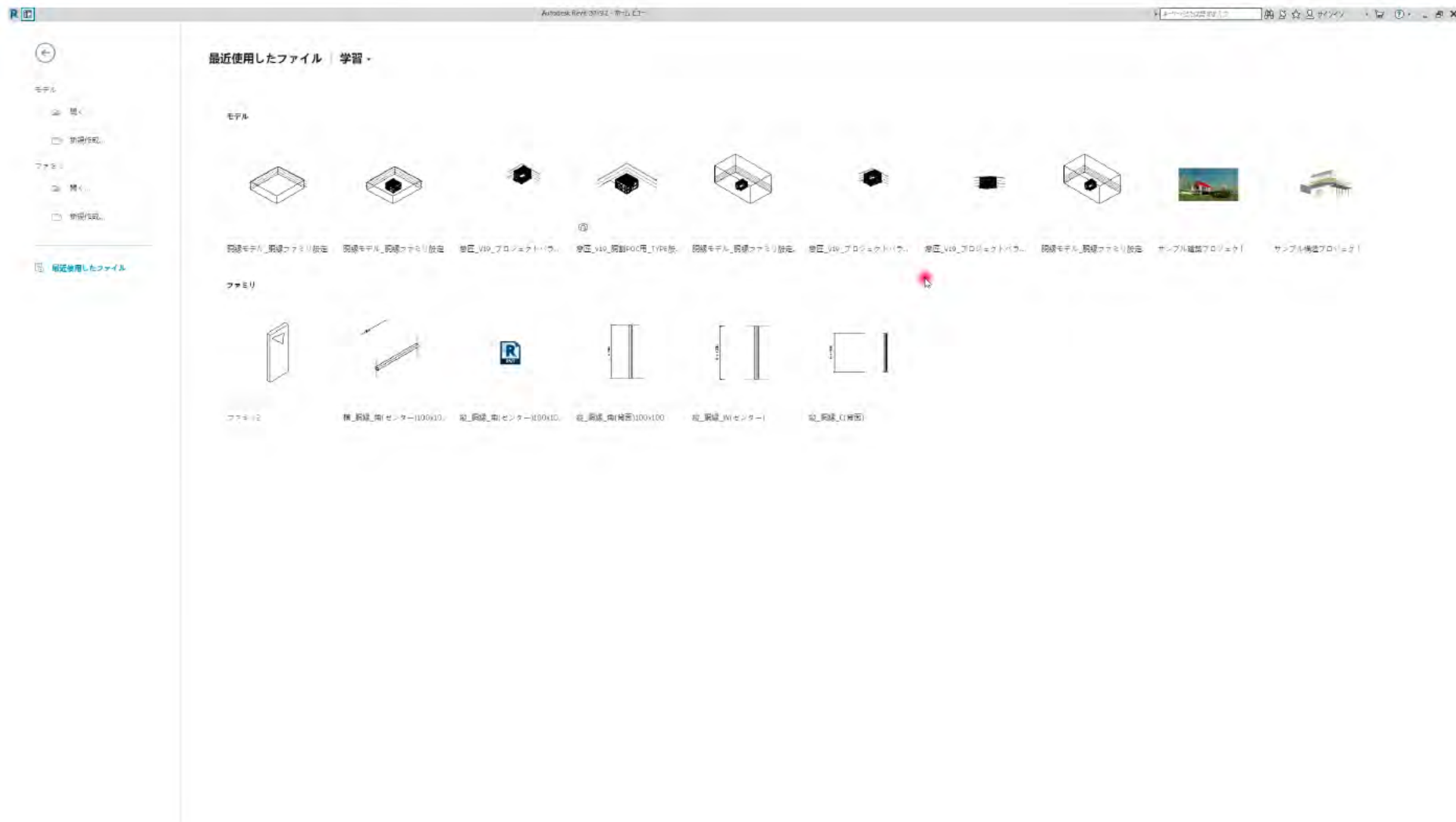


テーラリング：全社的な標準を元に、個別の部署やフェーズに合わせ改善策定すること

BIM活用項目（胴縁自動作図）



次期開発予定



BIM活用項目（鉄骨スリーブ）



Autodesk Revit 2019.2 - HALE松本ホテル_構造_アタッチ解除_2019_demo.rvt - 3Dビュー(3D)

修正 | 一般モデル

プロパティ

奥透孔_円型
スリーブ

一般モデル (1) タイプ編集

属性

基準レベル	1FL
ホスト	レベル: 1FL
オフセット	3695.00
付近の要素とともに移動	<input type="checkbox"/>

更新内容

csv_name	HALE松本ホテル_1F.csv
error	L2≧0.2HNG(TU-99.4).L2≧H...

寸法

length	199.00
radius	75.00
容積	0.004 m³

識別情報

イメージ	
コメント	
マーク	
hole_id	46354
host_id	4177525

IDH] 梁スリーブ適合判定

2FL

対象	4エラー	4対象外	0判定前
----	------	------	------

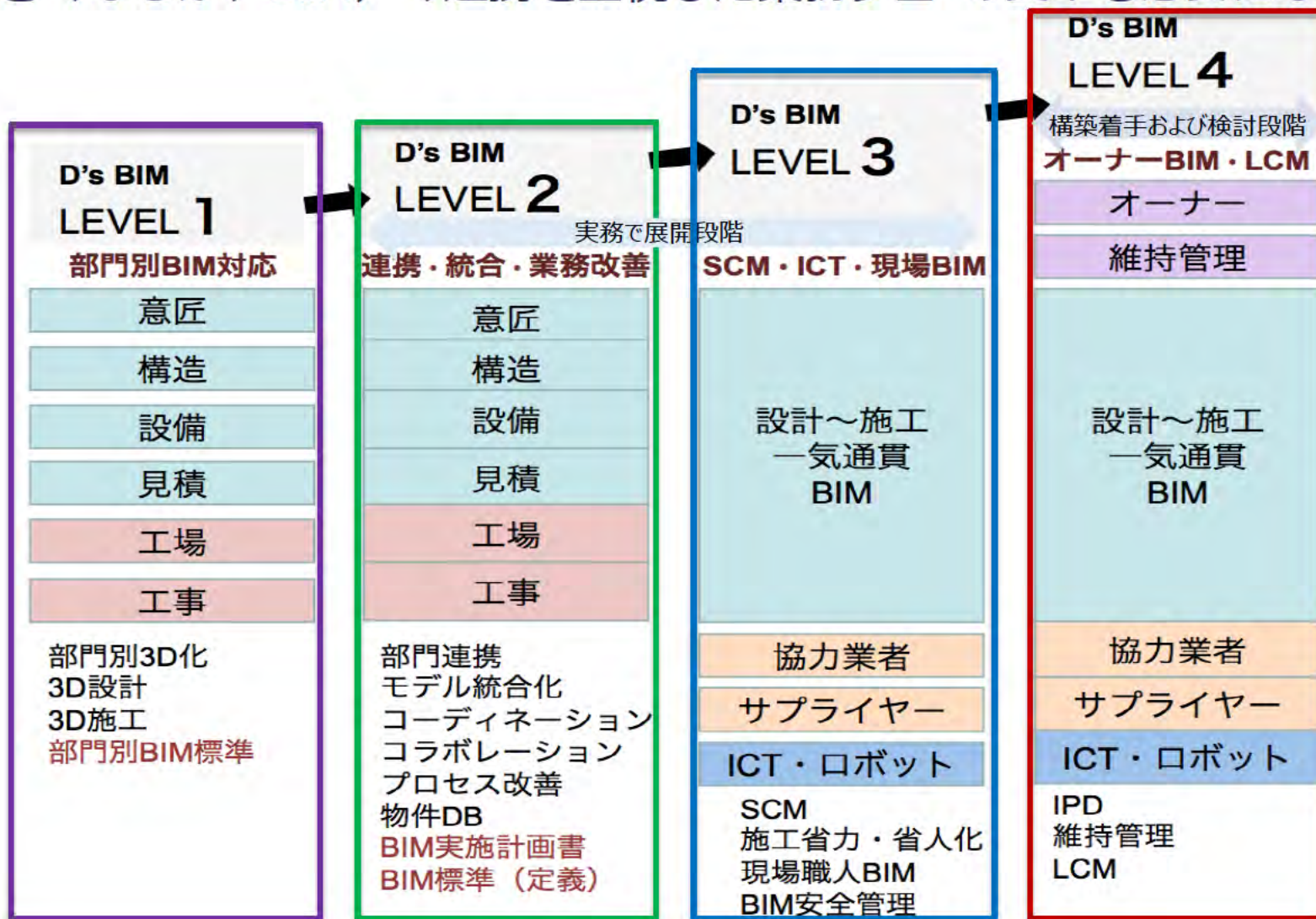
梁位置	梁タイプ	奥透孔ID	タイプ	NG
3-D-E	2GS88M	46371	エラー	直交梁干渉判定結果:NG
2-C-D	2GS88M	46376	エラー	L5≧規定値(NG:SZ-71.0)
1-2-C	2GS88M	46382	エラー	L5≧規定値(NG:SZ-71.0)
1-2-B	2GS88M	46386	エラー	L5≧規定値(NG:SZ-71.0)
1-2-B	2GS88M	46394	エラー	L5≧規定値(NG:SZ-17.0)
2-C-D	2GS88M	46400	正常	
1-2-C	2GS88M	46406	正常	
1-2-B	2GS88M	46412	正常	
3-4-D+1.3m	B482	46418	エラー	L2≧0.2HNG(TU-99.4).L2
2SH60	46423	対象外	属する梁ファミリアタイプの断法	
3+1.8m-4C+3m	B48w	46428	エラー	L2≧0.2HNG(TU-58.2).L2
2SH80	46434	対象外	属する梁ファミリアタイプの断法	
3-4-B	2GS88M	46440	エラー	L5≧規定値(NG:SZ-17.0)
2SH80	46446	対象外	属する梁ファミリアタイプの断法	
2SH60	46452	対象外	属する梁ファミリアタイプの断法	
1+7.1m-C-D	B49w	47716	エラー	L2≧0.2HNG(TU-72.2).L2
3-4-D+1.3m	B482	47976	エラー	L2≧0.2HNG(TU-99.4).L2
3-4-D+1.3m	B482	47981	エラー	L2≧0.2HNG(TU-99.4).L2

プロジェクトブラウザ: H... [DH] 適合確認 [DH] 梁スリーブ合...
構造フレーム: Steel_Girder_H: 2GS88M

D's BIM LEVEL

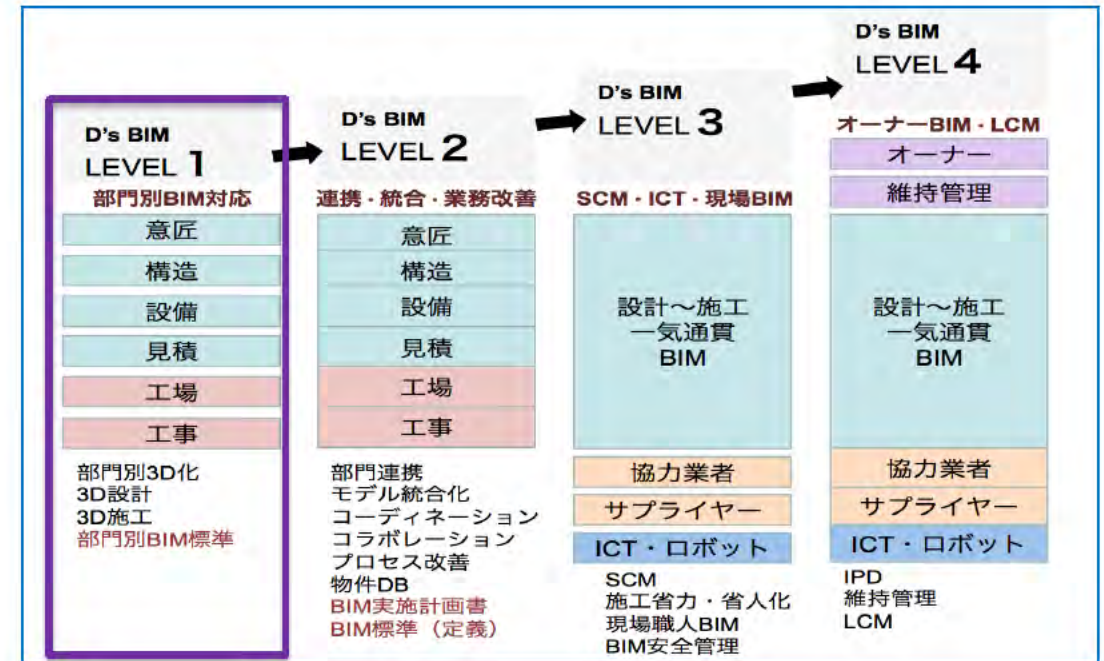


一気通貫BIMを達成するためにLevelを設定しステップアップしていく。Levelが上がるほど効果は大きくなるが、BIMデータ連携を重視した業務フローの変革も必要になる。





レベル1：部門別BIMの取組

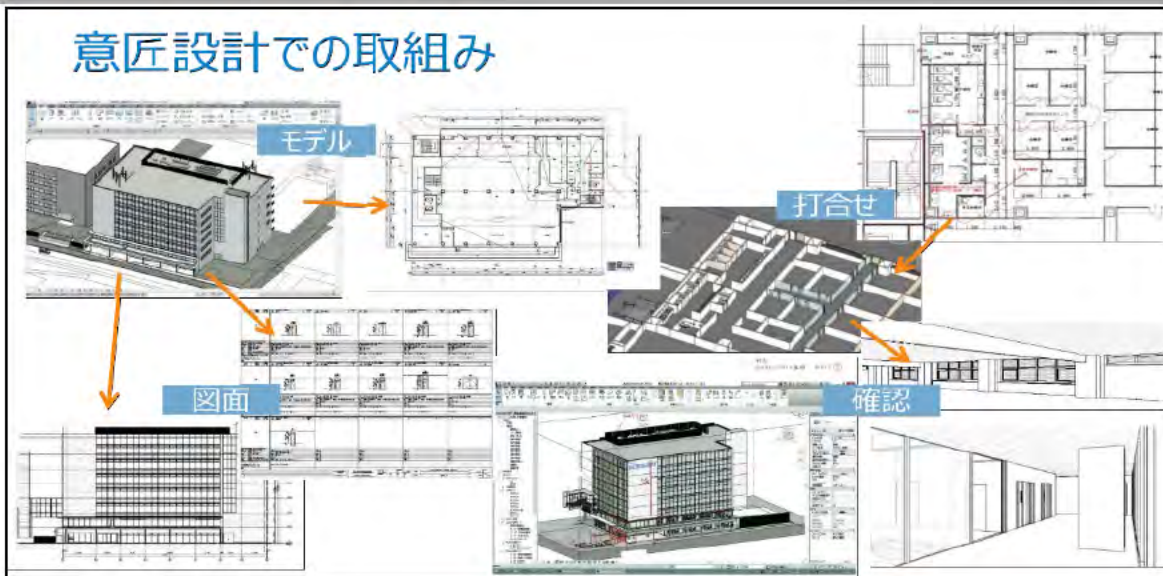


BIMプロジェクト取組み事項

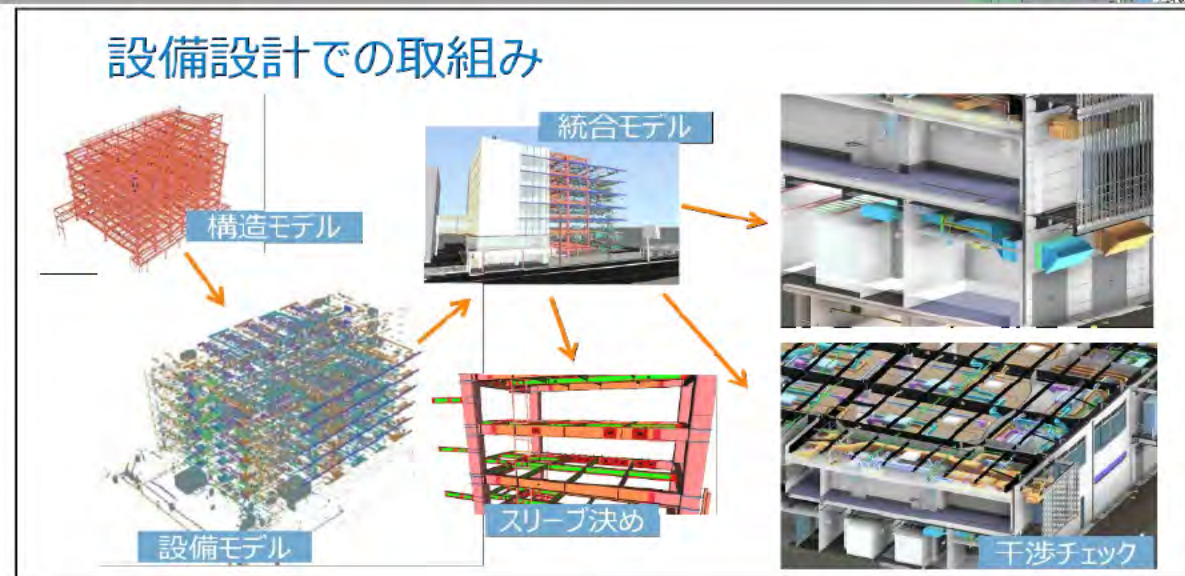
LEVEL 1



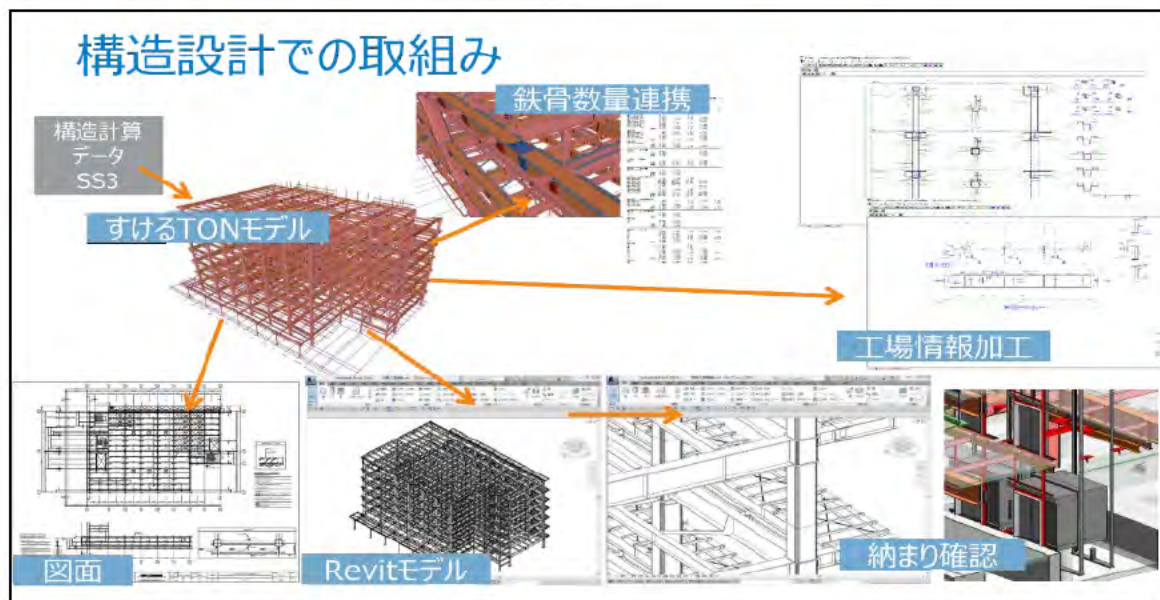
意匠設計での取組み



設備設計での取組み



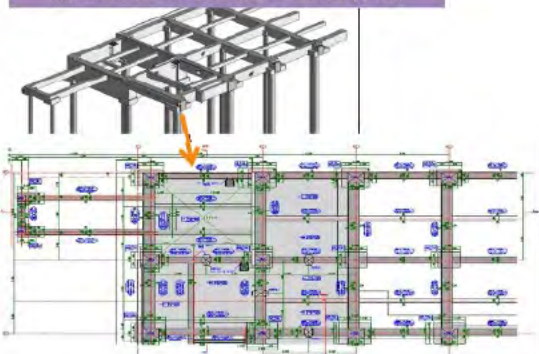
構造設計での取組み





BIMモデルからの施工図の作成

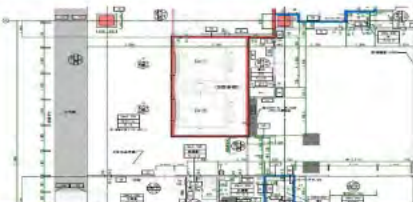
施工モデルから施工図を作成



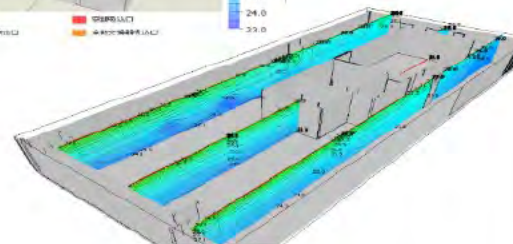
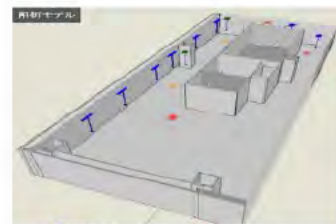
設備モデルを入れ総合図へ



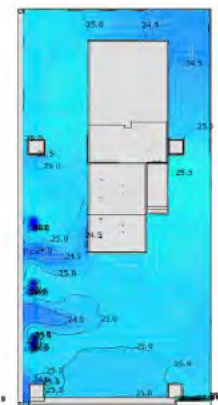
仕上の施工図もRevitで作成



環境解析 (CFD)の活用

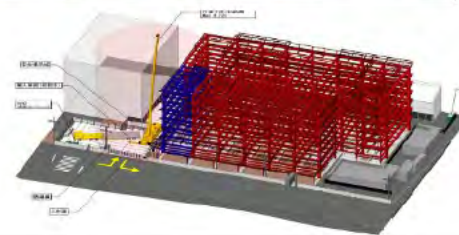
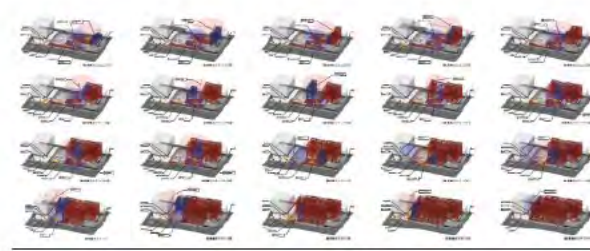


FL±0 温度分布



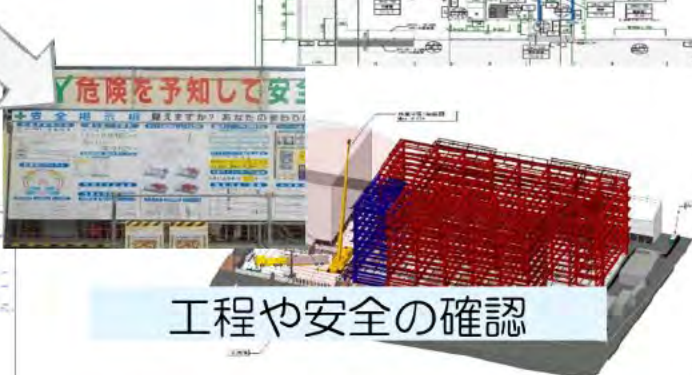
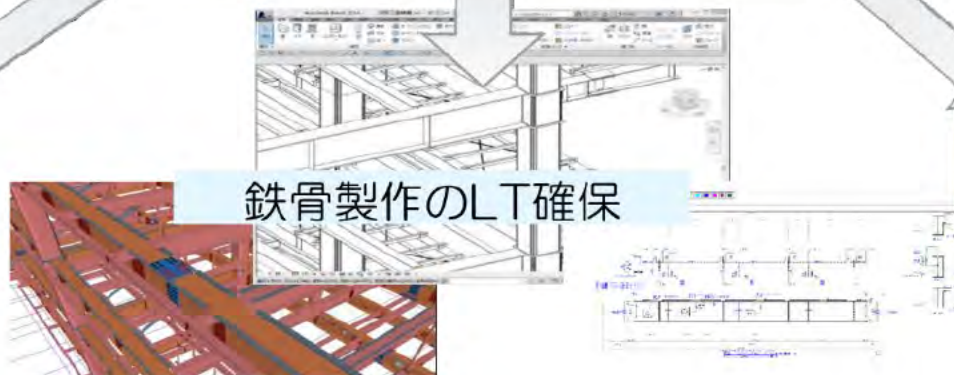
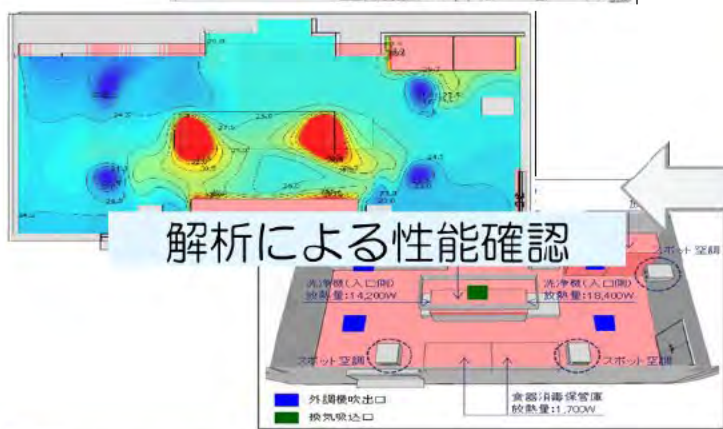
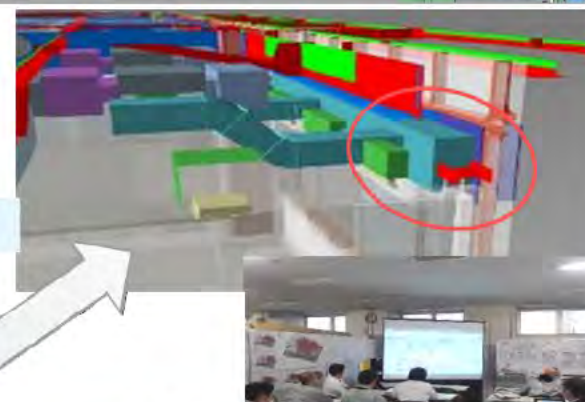
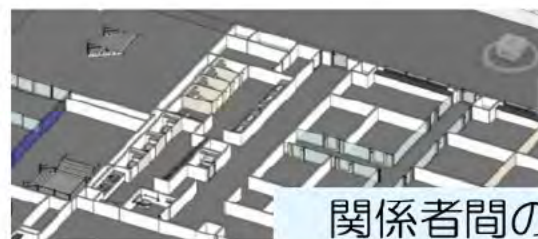
FL+1000 温度分布

施工ステップ図の活用



BIMプロジェクト効果

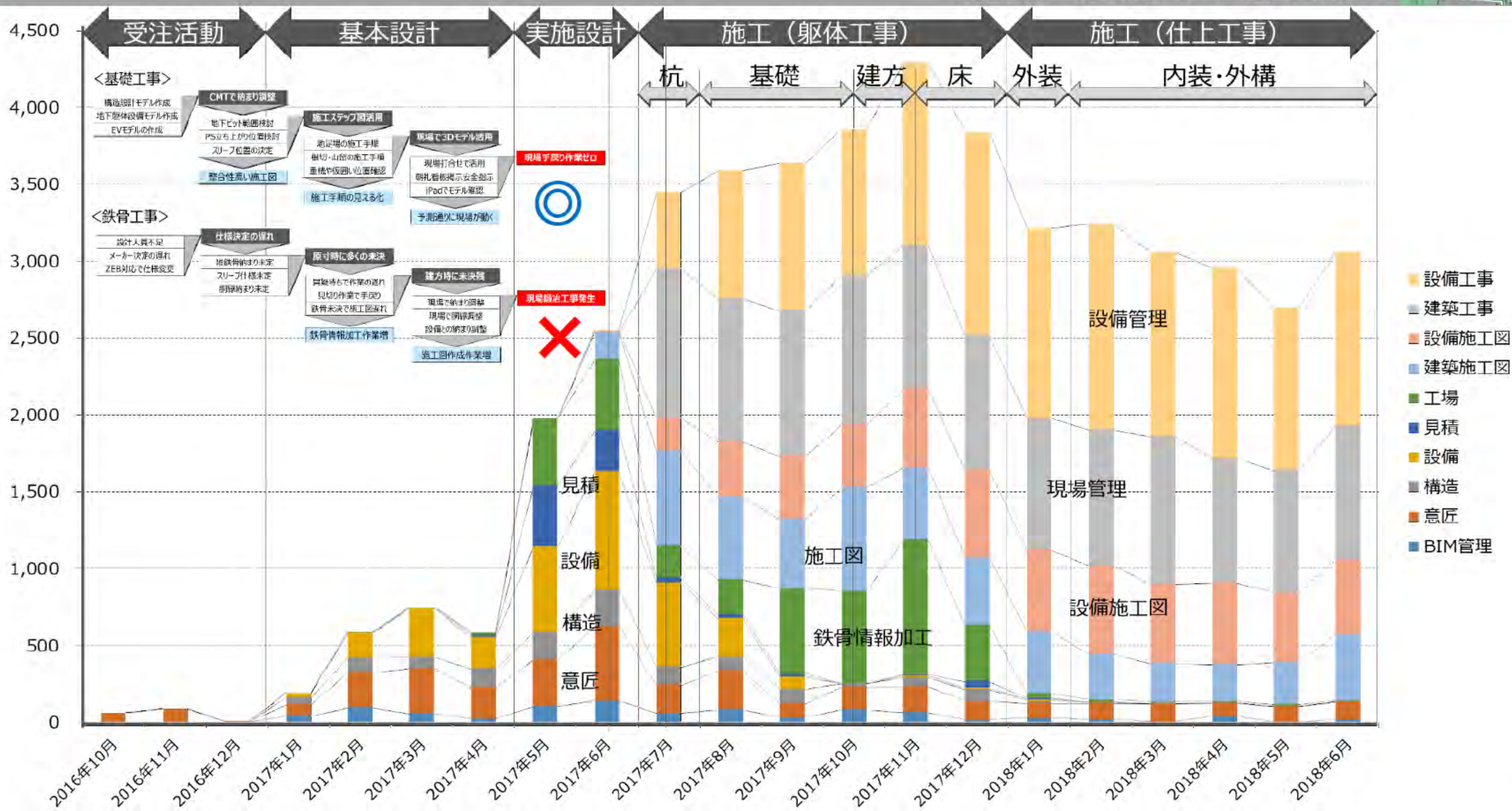
LEVEL 1



BIMプロジェクト作業時間分析

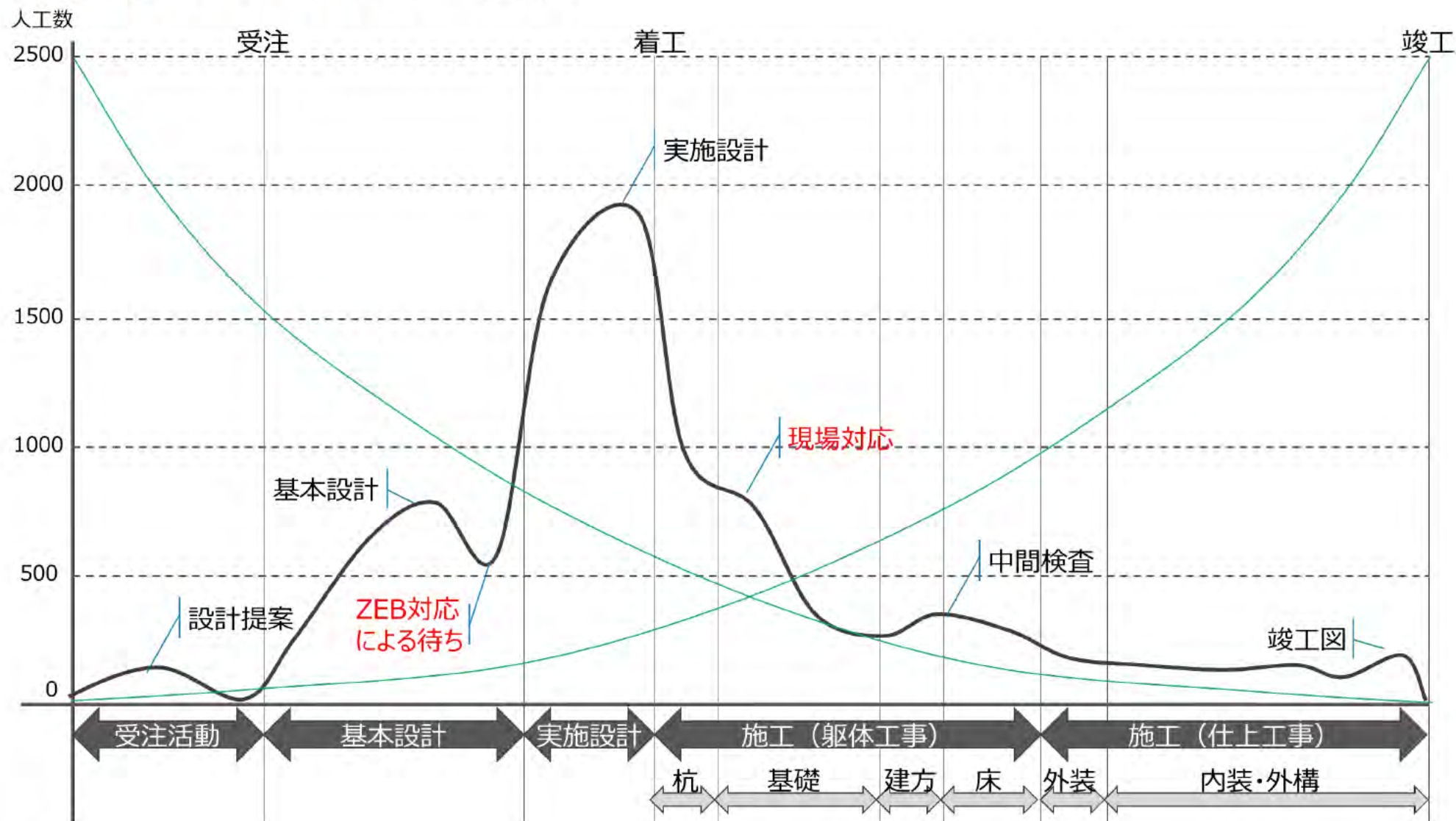
LEVEL 1

成果・生産性向上への貢献度



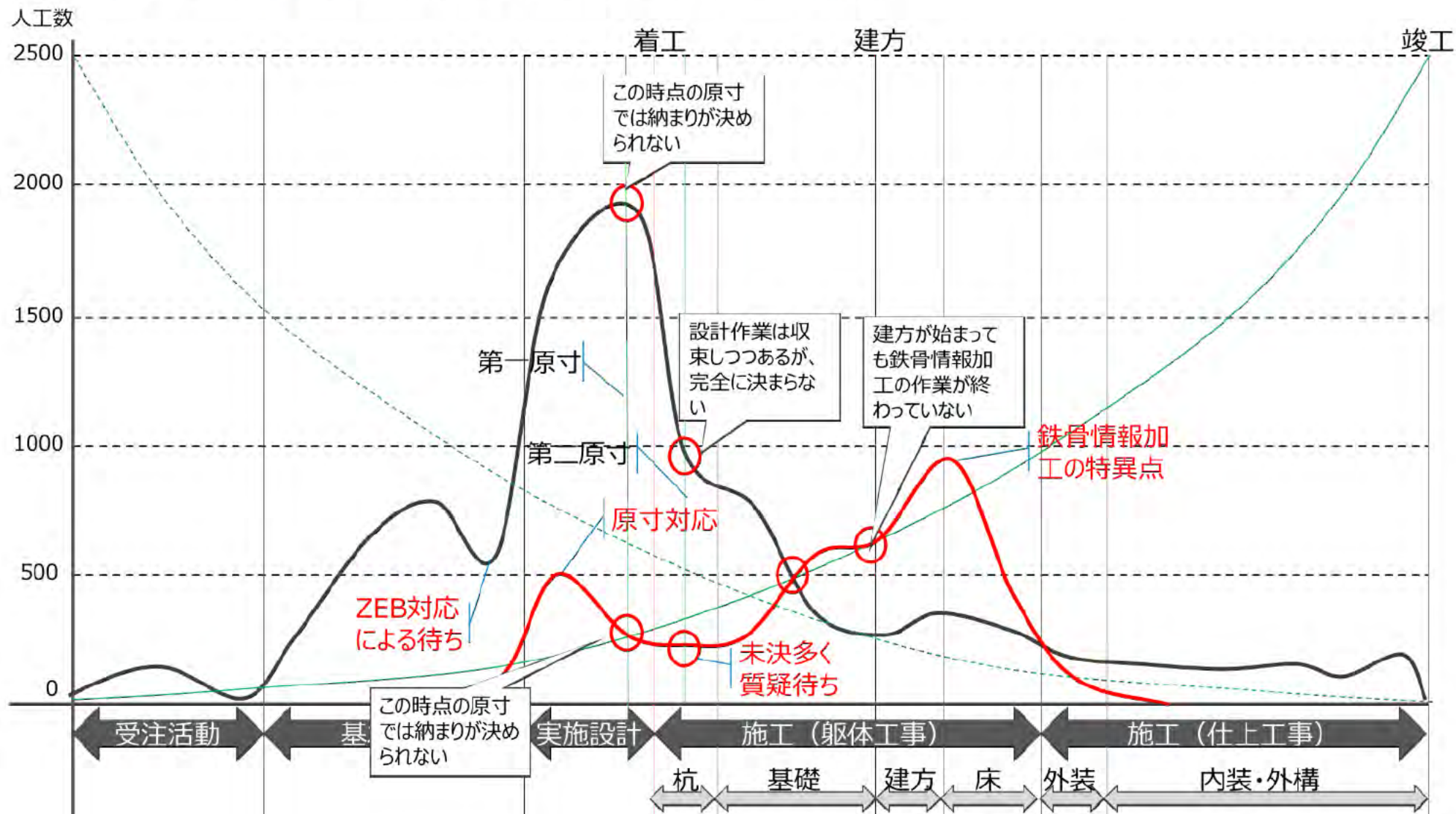


設計作業のマクレミー曲線





設計作業+鉄骨情報加工のマクレミー曲線



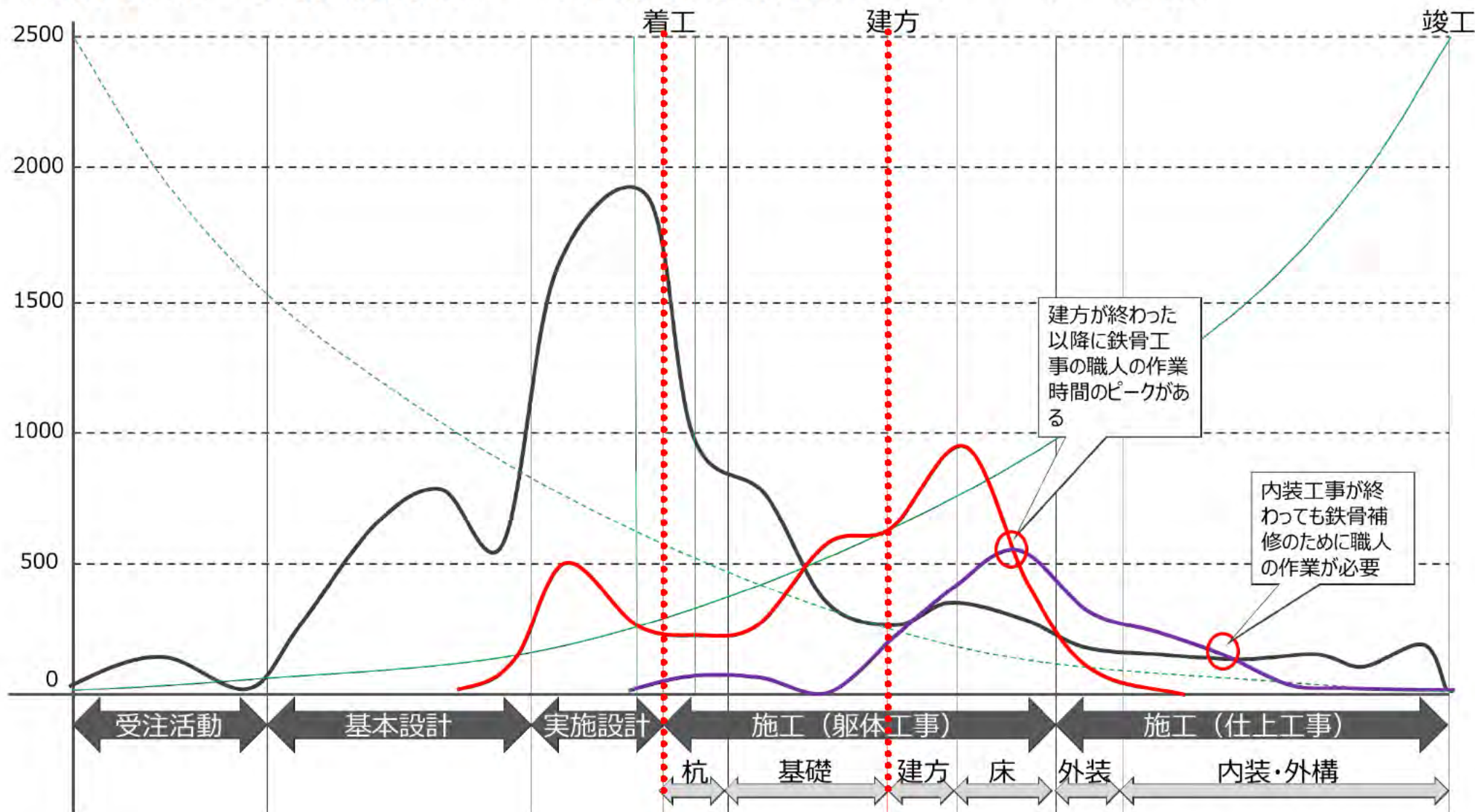
BIMプロジェクトマクレミー曲線

LEVEL 1

成果・生産性向上への貢献度

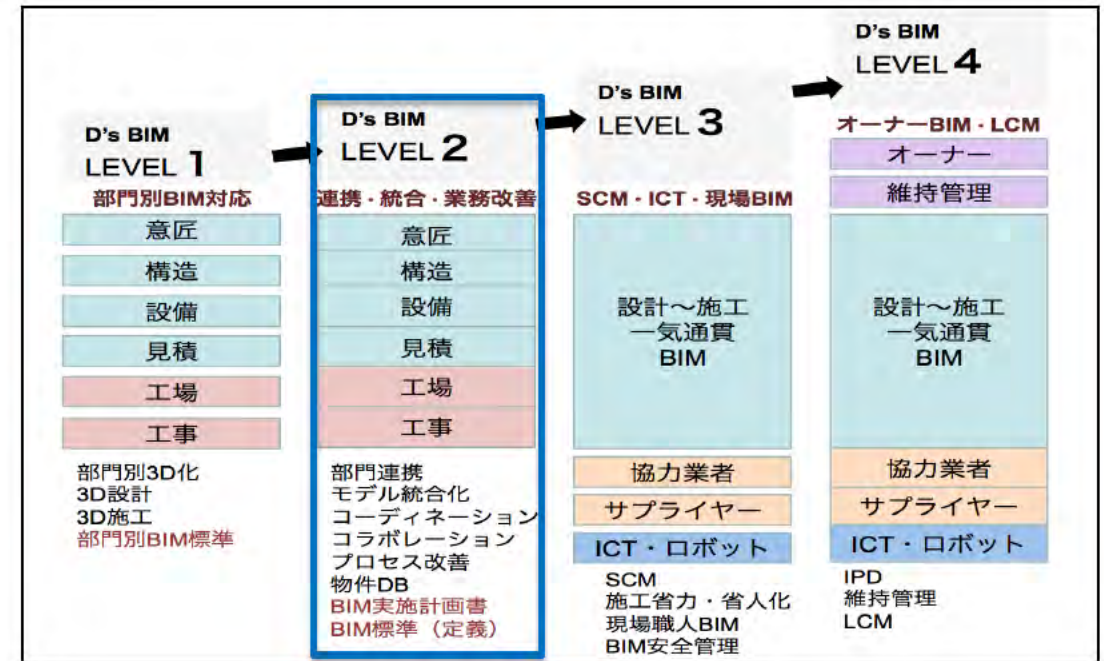


設計作業+鉄骨情報加工+鉄骨現場鍛冶のマクレミー曲線





レベル2：部門を連携させたBIMの取組



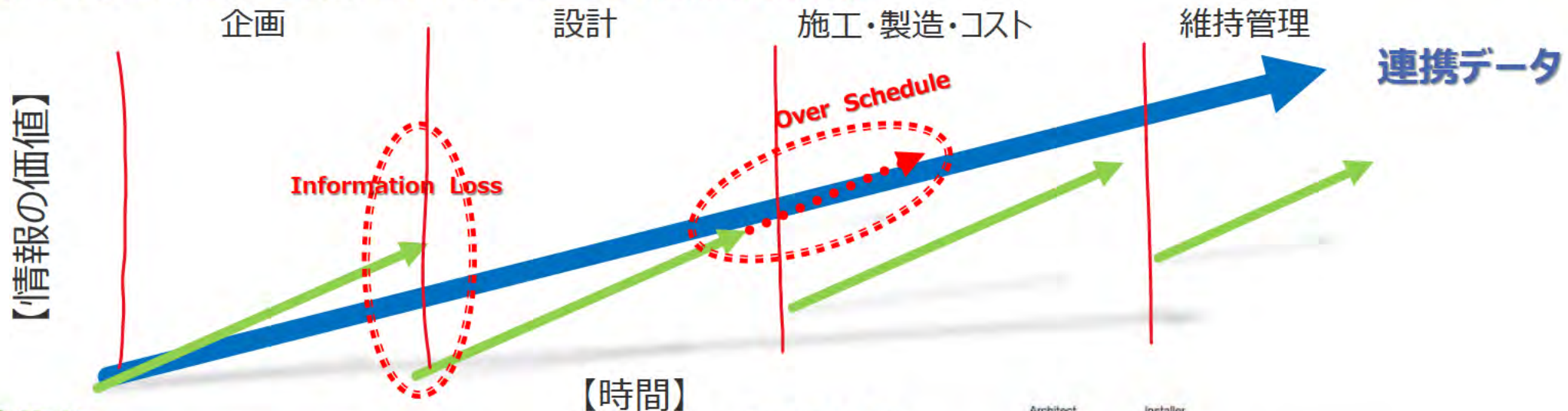
BIMを『作ること』から『活用（連携）すること』へ変化

LEVEL2

課題



BIMで情報を作り、情報ロスの少ない業務プロセスを構築することが一貫通貫BIMで必要なこと。
また、情報ロスを監視し、制御するシステムも必要 (情報ミスは致命的)



断続的な
連携データ



理想的な
連携データ





現状の課題

- 承認フローがルール化されていないため、施工にモデルが行き渡らない
- 設計図書には不要な情報を設計側で入れることが必要なのか？
- フロントローディングにより工期が延びる
- 設計側は施工での活用シーンを理解できていない
- 施工できる設計になっていない
- 生産設計部門のような役割が必要

設計部門の考える 設計 - 施工BIMとは

- 施工図・躯体図を簡単にチェックしたい。(作成は施工側が担当)
- 管理・検査が効率的に実施できることに期待

施工部門が施工BIM実現で期待するところ

- BIMモデルから効率化
 - 施工図、仮設計画図
 - 工程管理、原価、出来高・品質・安全管理
- 施工現場をデジタル化
 - 検査簡略化
 - 施工現場進捗管理
 - BIMモデルとマシンコントロール接続による効率化



設計など前工程担当者



施工など次工程担当者



設計BIM (意・構・設連携、標準化、データの一元管理、自動設計)

歩み寄り

歩み寄り

施工 (設計モデル継承、工業化建設、デジタルコンストラクション)

施工BIM実現への対策

- 設計BIMモデルを施工側で分解、再構成して施工に活用
- 設計部門と施工部門の双方が「歩み寄り」、全体最適化に向けて役割分担を協議し、連携支援チームを構成する

BIMで成功するための「6つの原則」

LEVEL2

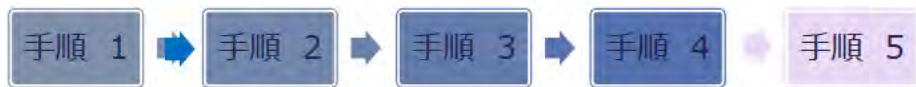
対策



①「生産性向上を常に目標」にしなければならない

シンガポールでの生産性向上の結果					
	意匠	構造	設備	工事	
				ゼネコン	サブコン
部門別生産性向上	20.7%	21.3%	19%	32.9%	35.7%
総合的な効果	21.5%				

②「BIMワークフローに従って」実務を行わなければならない



③常に「モデル＝図面」でなければならない

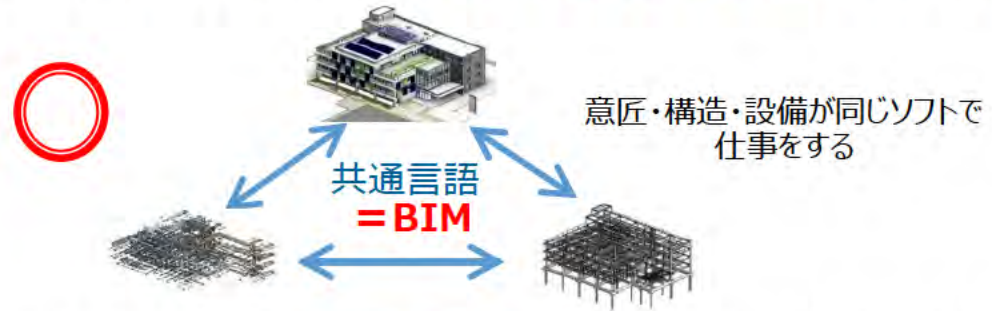


2Dで図面を書いて、Revitでモデルを立ち上げる

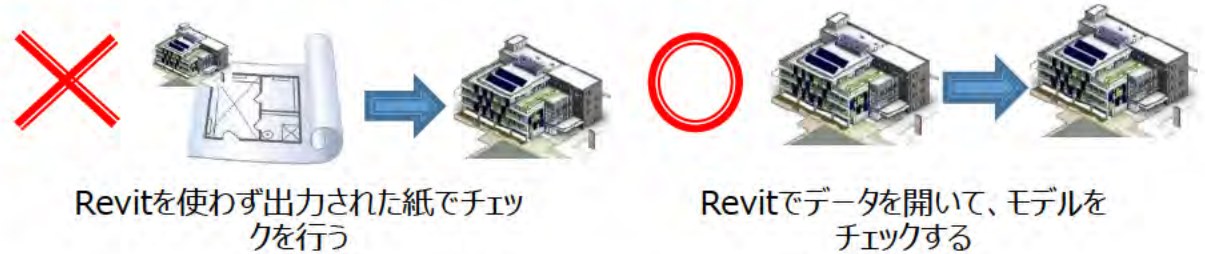


Revitで設計を行って、図面を自動作成する

④設計～施工関係者には「BIMという共通言語」が必要である



⑤関係者全員が「モデルを中心」に、業務を行わなければならない



⑥「次工程にデータを連携」しなければならない



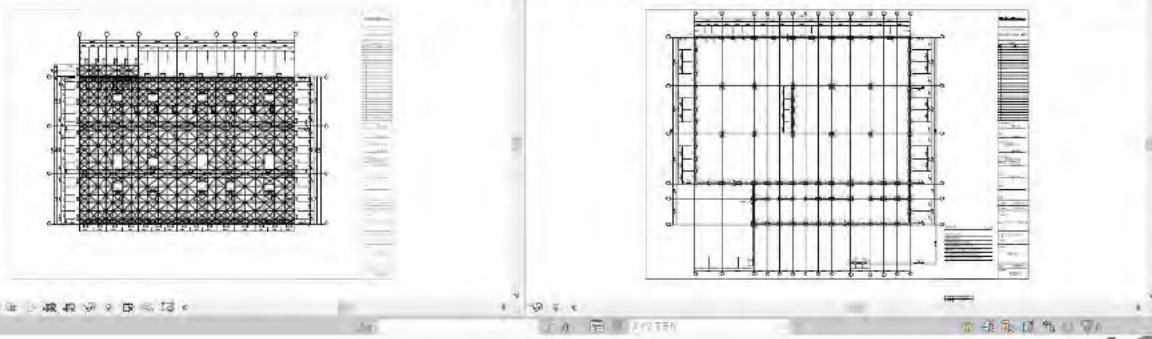
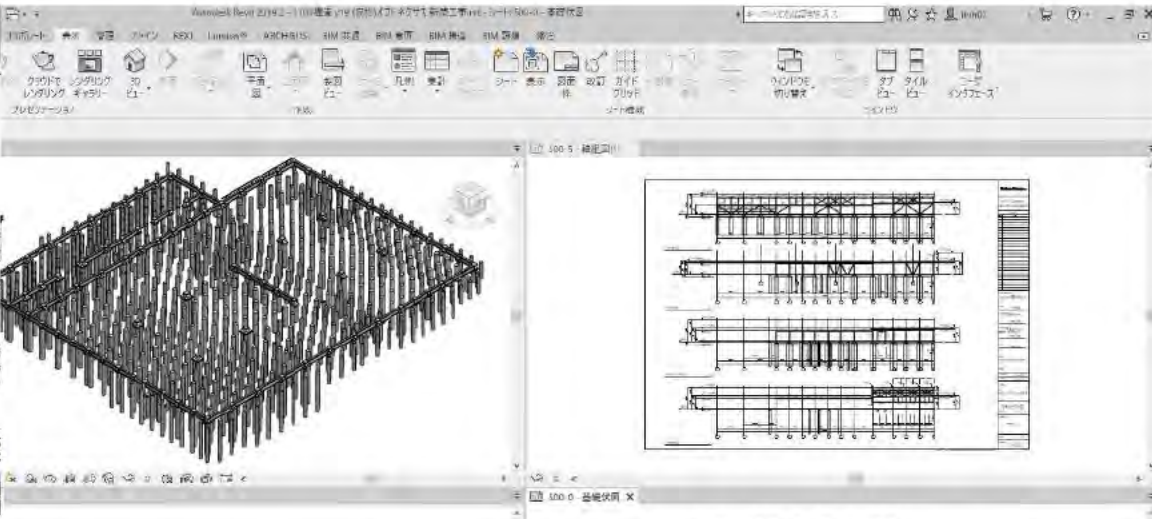
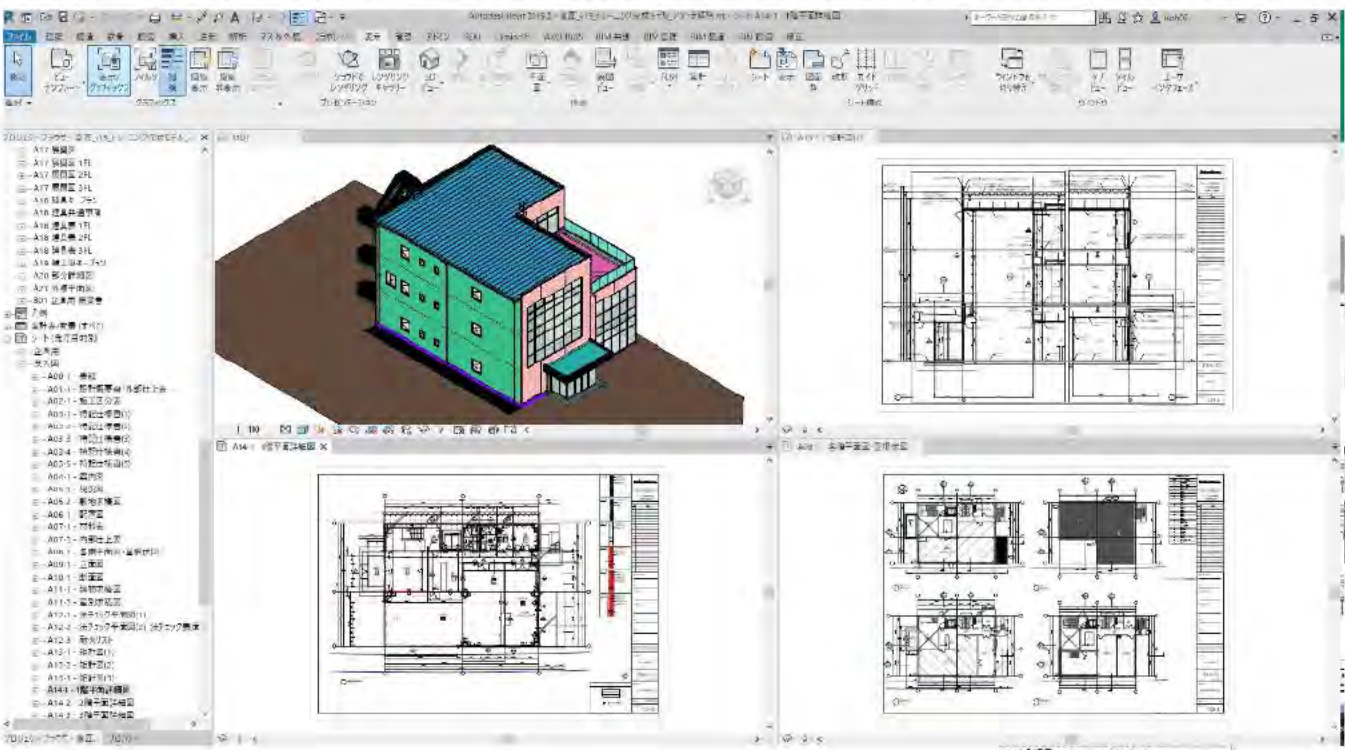
BIMモデルと図面の関係性

LEVEL2

対策



基本的にモデルとして作成された情報から、図面を作成しています。

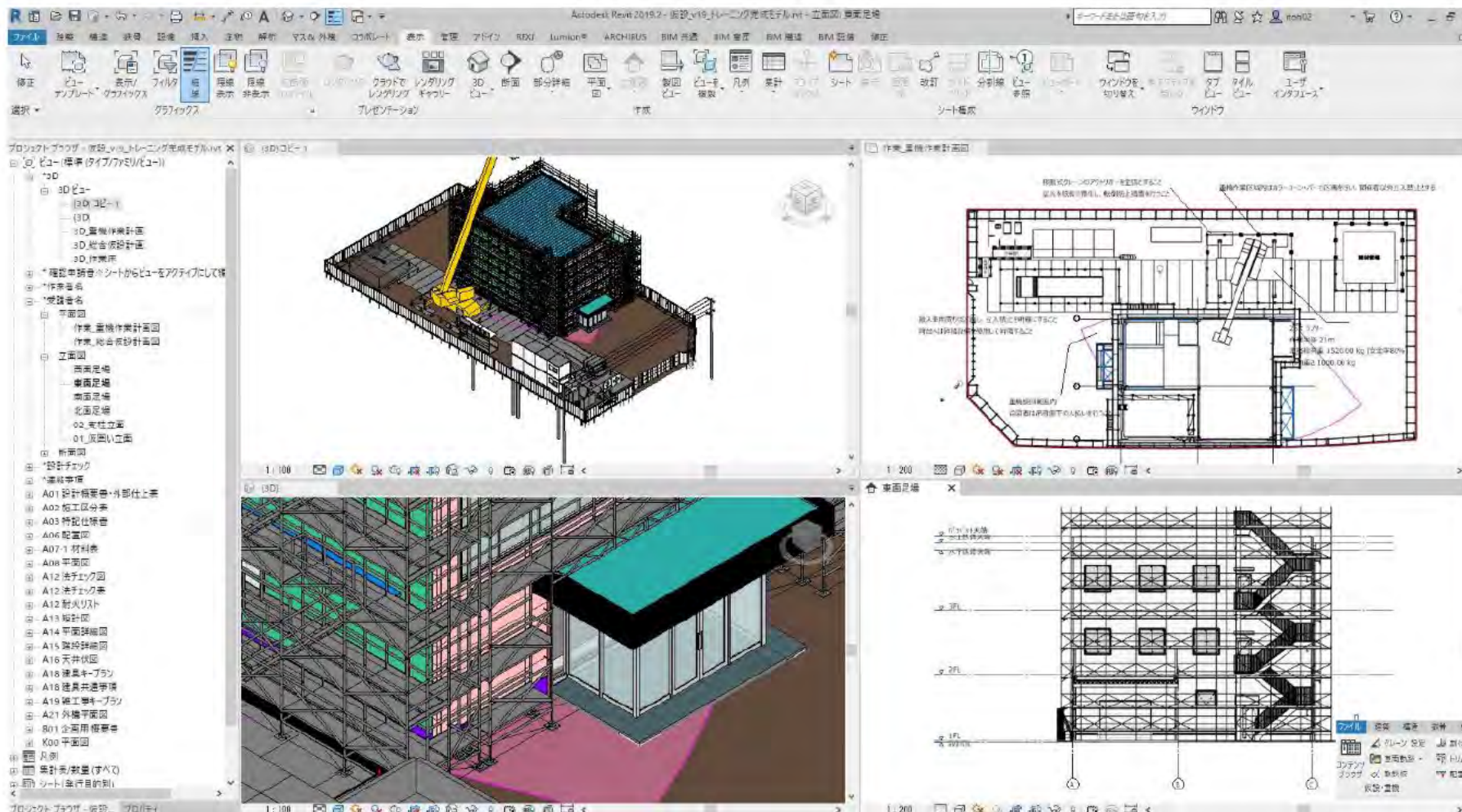


施工モデルと総合仮設計画図（足場図）

LEVEL2



意匠・構造モデルに、足場や総合仮設の部品を配置することで、総合仮設計画図や足場の図面が作成できます。



- ・テンプレート
- ・ファミリ
- ・アドインツール
- ・クラウド運用

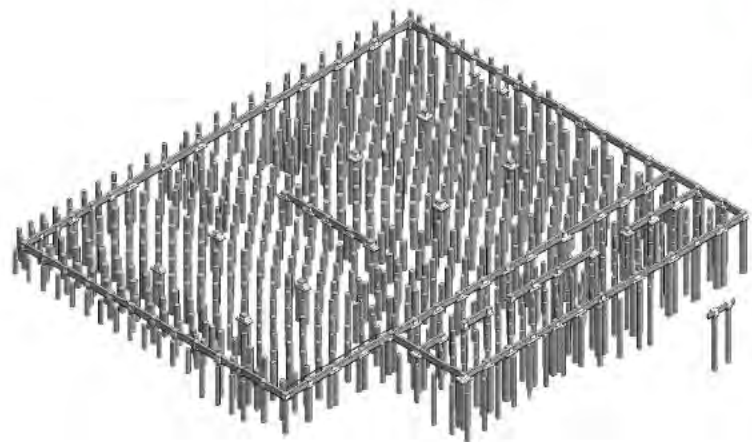
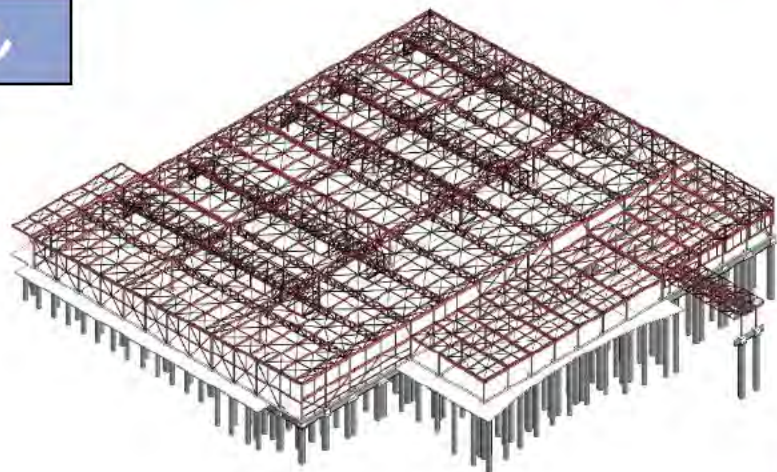
構造モデルと施工モデルの比較①

LEVEL2

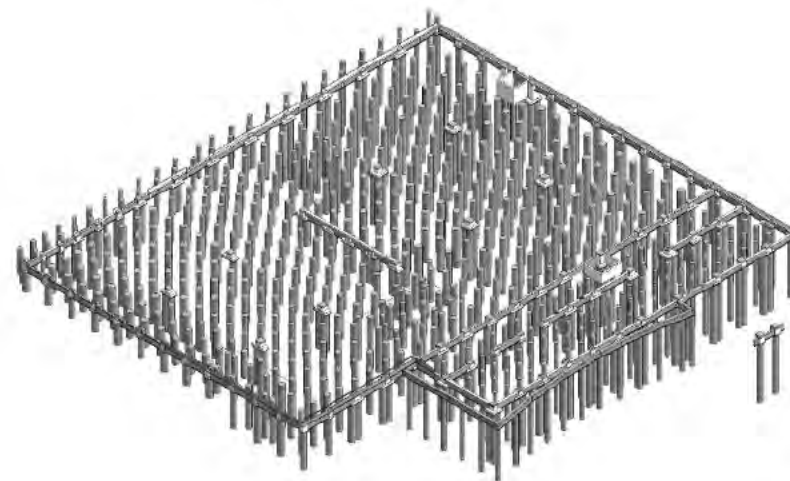
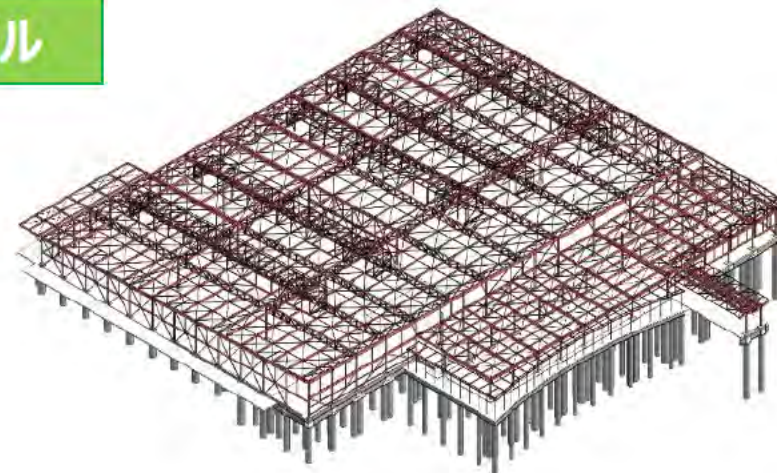


工事投入された構造モデルは、施工に渡され、施工モデルのベースとなります。
鉄筋検討によるふかしの追加などの追加作業があります。

構造モデル



施工モデル



構造モデルと施工モデルの比較②

LEVEL2



施工モデルから、施工図が作成されます。施工のために必要な情報を付加することで、**施工図が作成されます。**

The screenshot displays the Autodesk Revit 2019.2 interface. The ribbon at the top shows various toolsets including 'グラフィックス' (Graphics), 'プレゼンテーション' (Presentation), and 'シット構成' (Sheet Structure). The project browser on the left lists various views such as '断面図: 躯体断面 E-1', '構造伏図: 1階床伏図(3) 系アウトライ', and 'C-12 - 土間伏図(1)'. The main view area is divided into three panels:

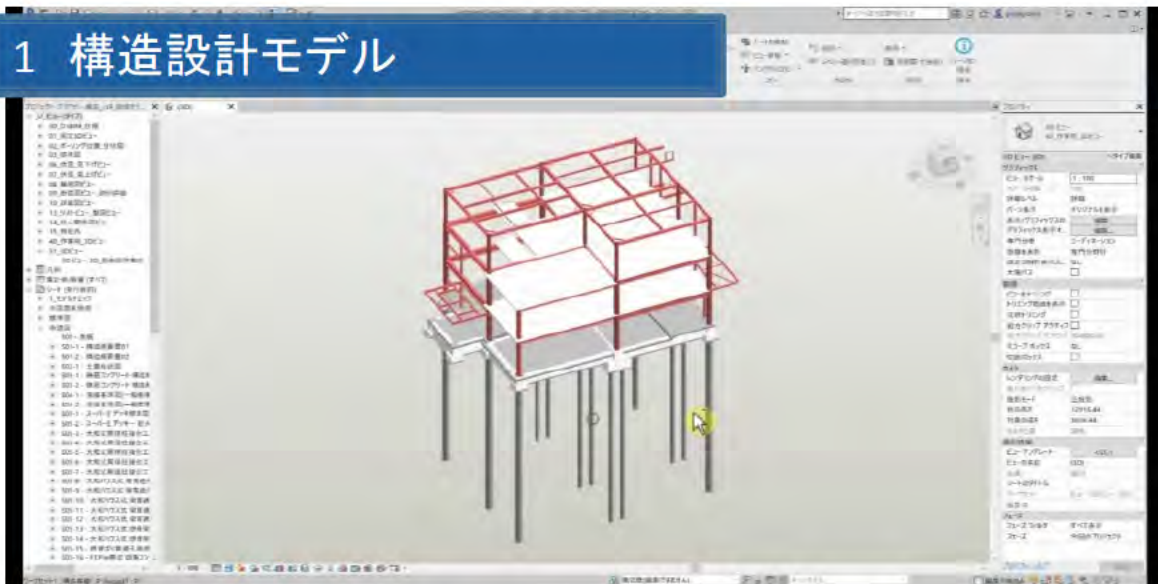
- 構造図 (Structural Drawing):** A 3D perspective view of the structural model showing columns and beams.
- 施工図 (Construction Drawing):** A 2D plan view showing the construction base plan with various annotations and dimensions.
- 構造基礎伏図 (Structural Base Plan):** A 2D plan view showing the structural base plan with various annotations and dimensions.
- 施工基礎伏図 (Construction Base Plan):** A 2D plan view showing the construction base plan with various annotations and dimensions.

施工モデル・図面の作り方①

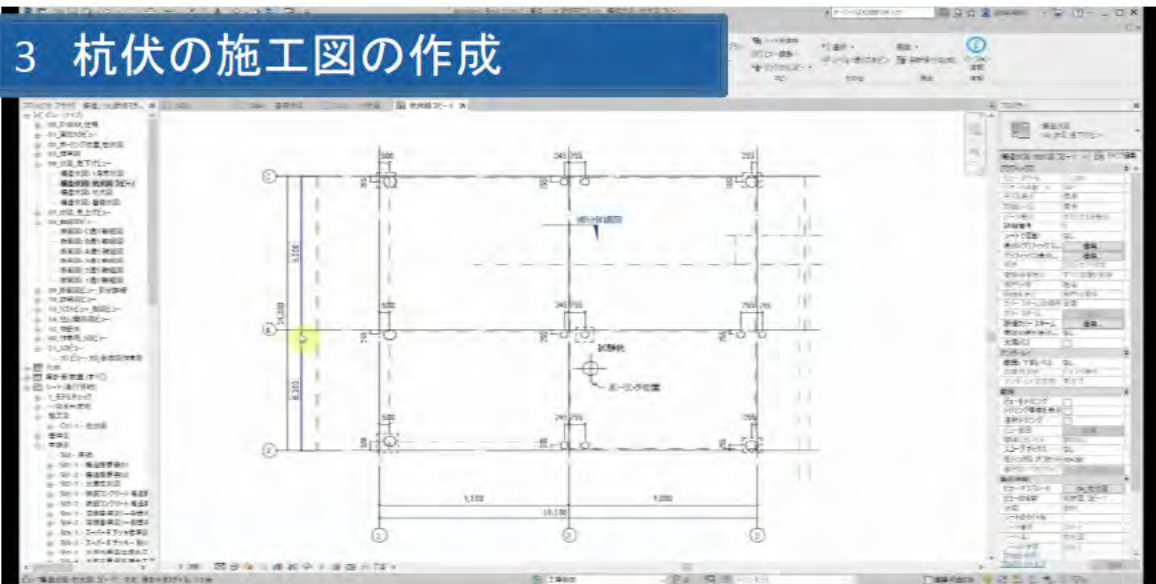
LEVEL2



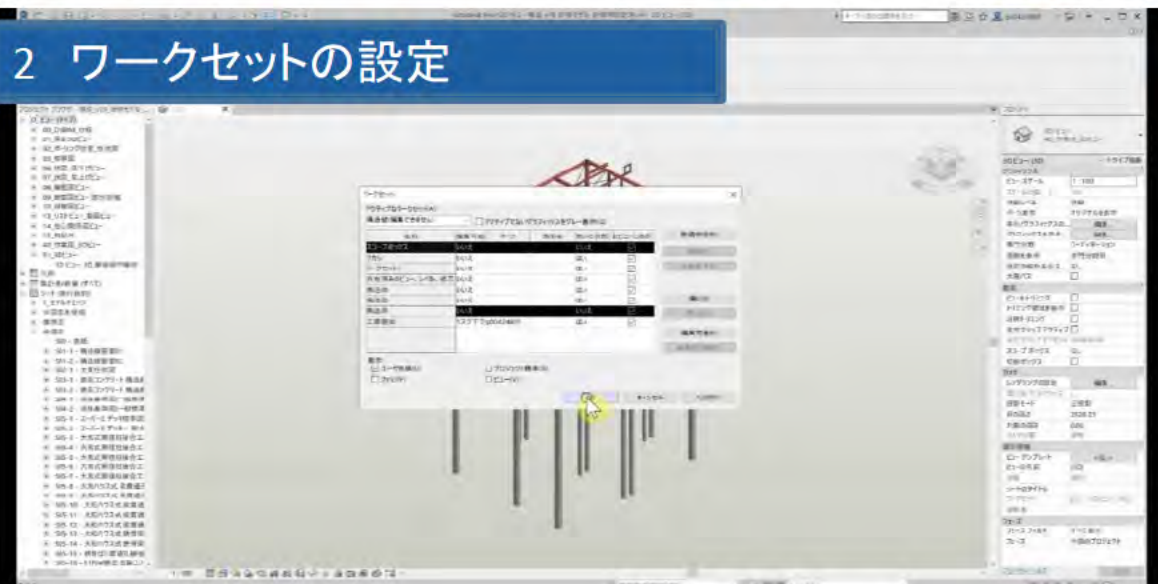
1 構造設計モデル



3 杭伏の施工図の作成



2 ワークセットの設定



4 タグを使って情報を表示・追加

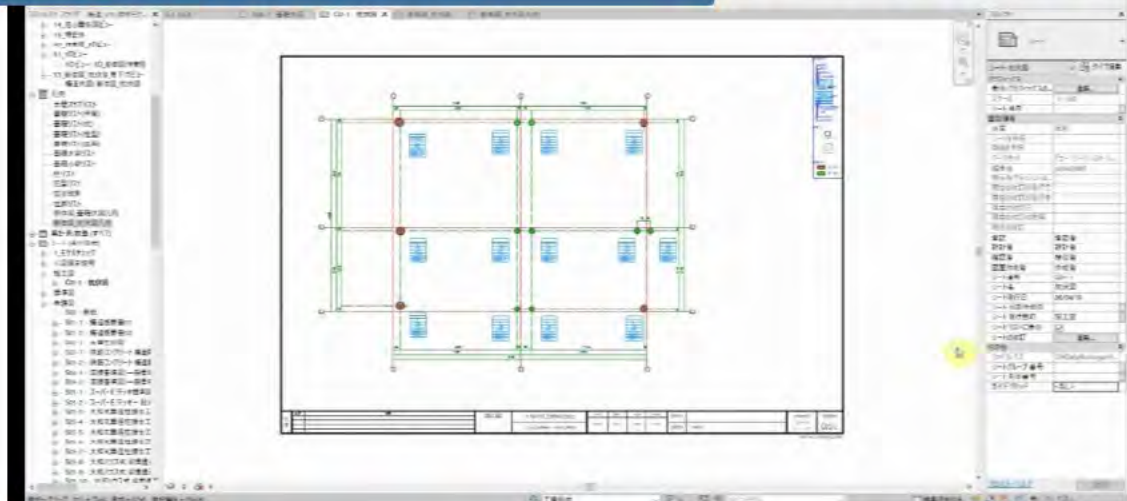


施工モデル・図面の作り方②

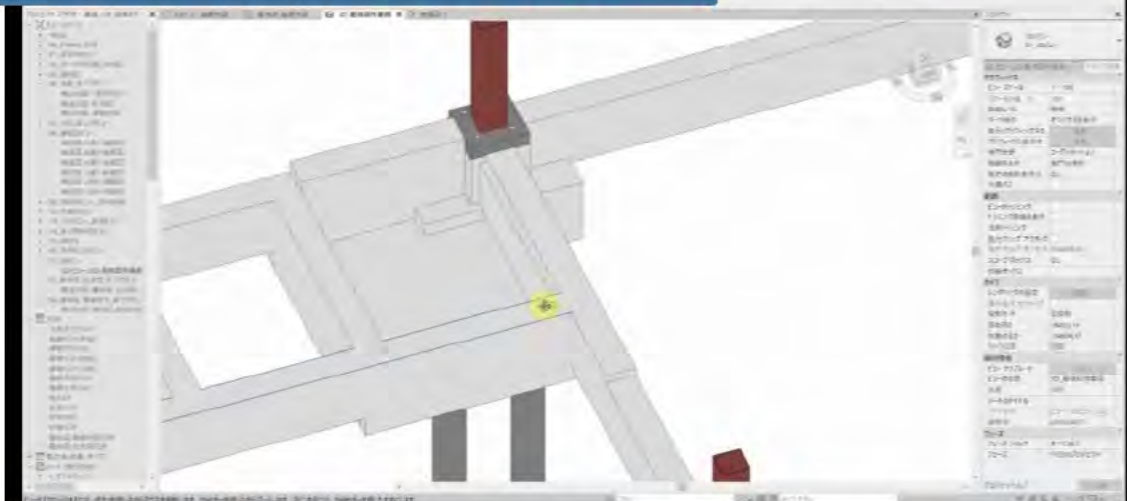
LEVEL2



5 完成した杭の施工図



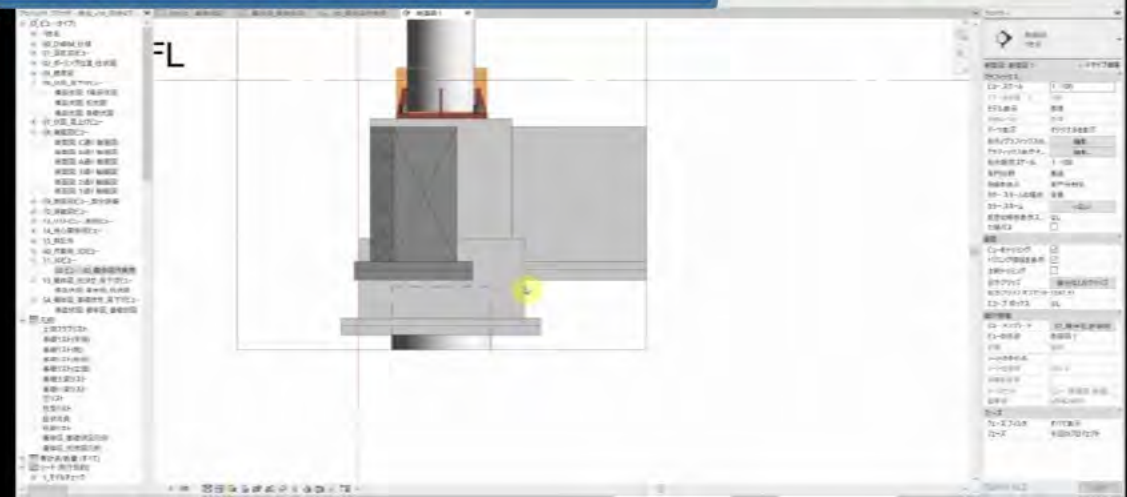
7 様々な場所にふかしを入れる



6 構造躯体にふかしを追加



8 断面でモデルを確認

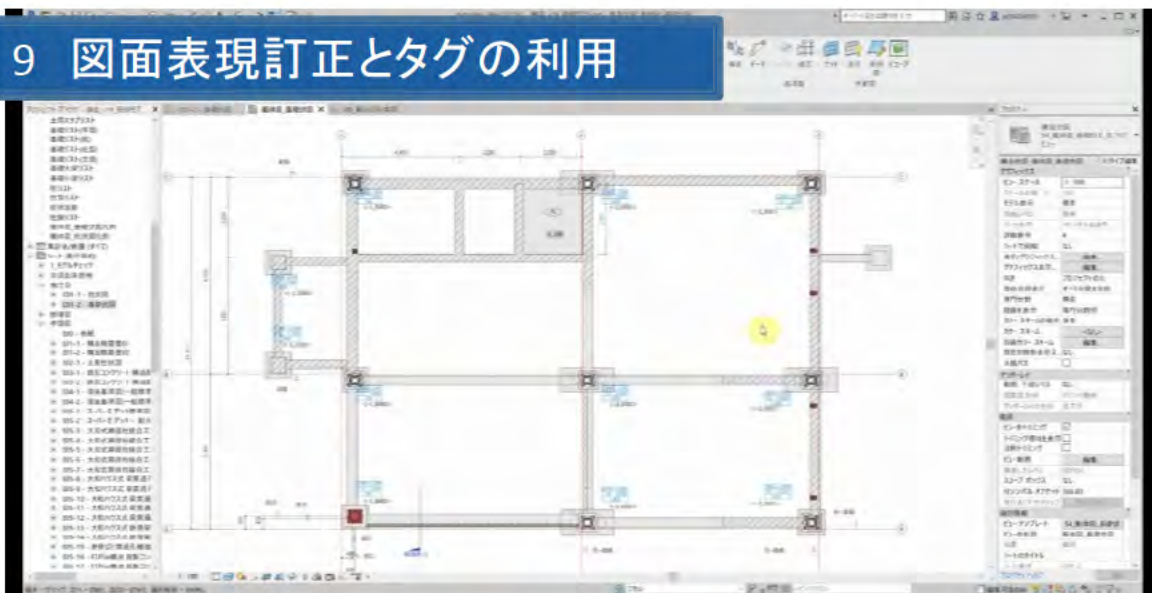


施工モデル・図面の作り方③

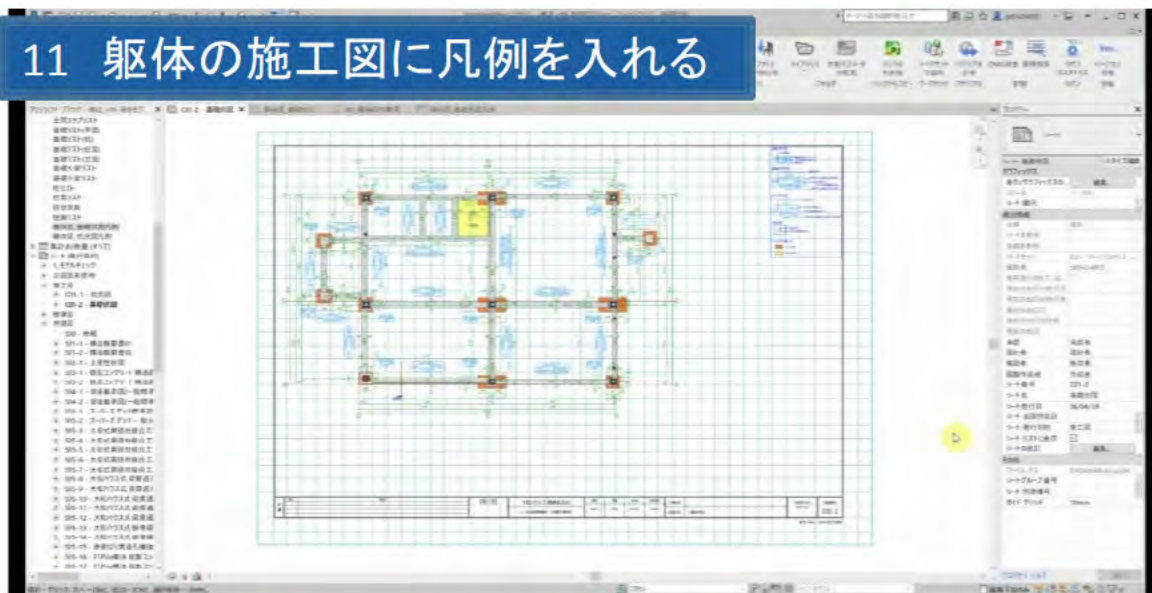
LEVEL2



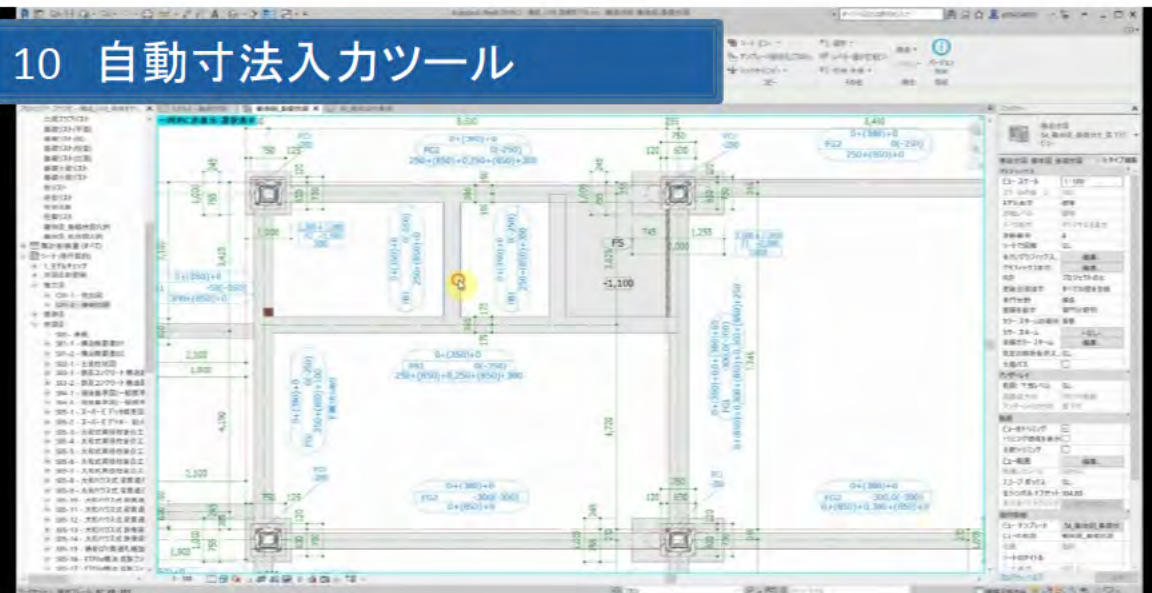
9 図面表現訂正とタグの利用



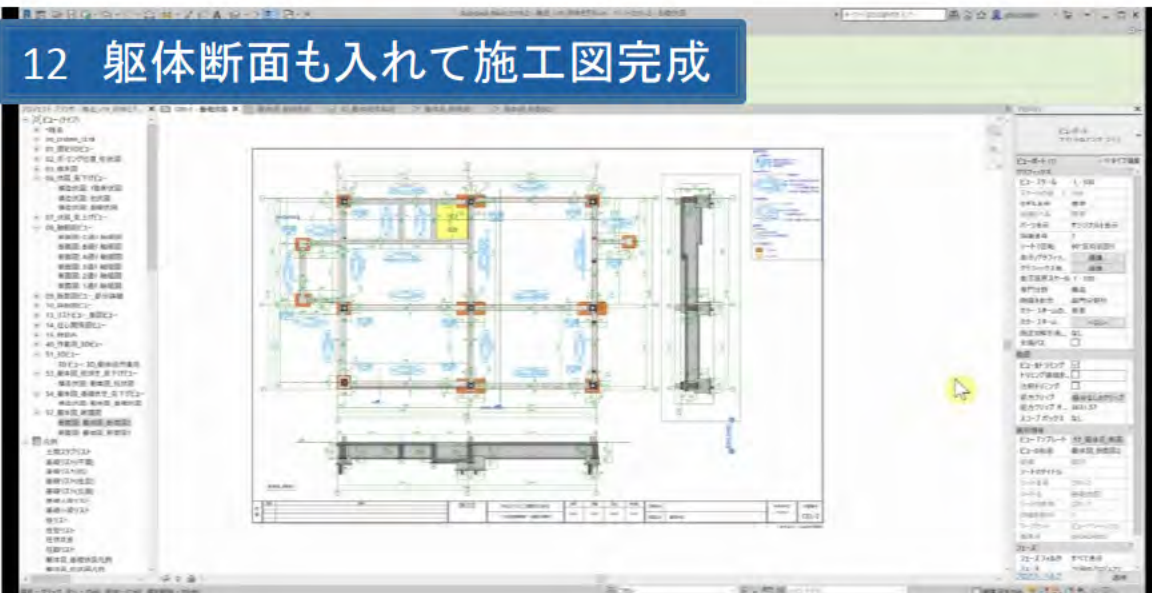
11 躯体の施工図に凡例を入れる



10 自動寸法入カツール

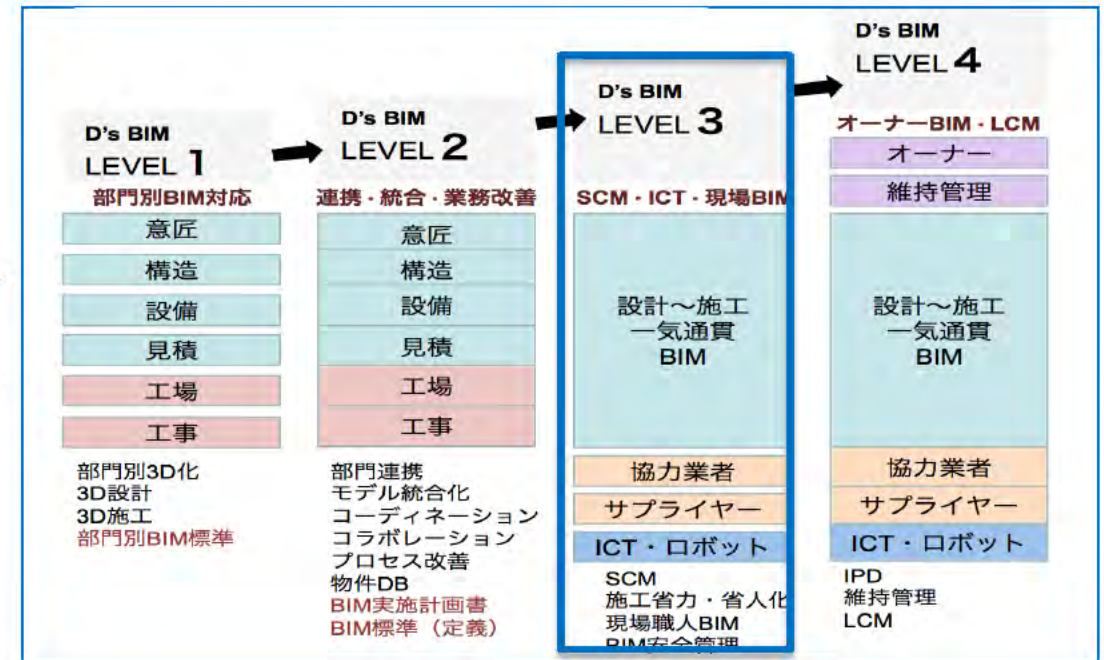


12 躯体断面も入れて施工図完成



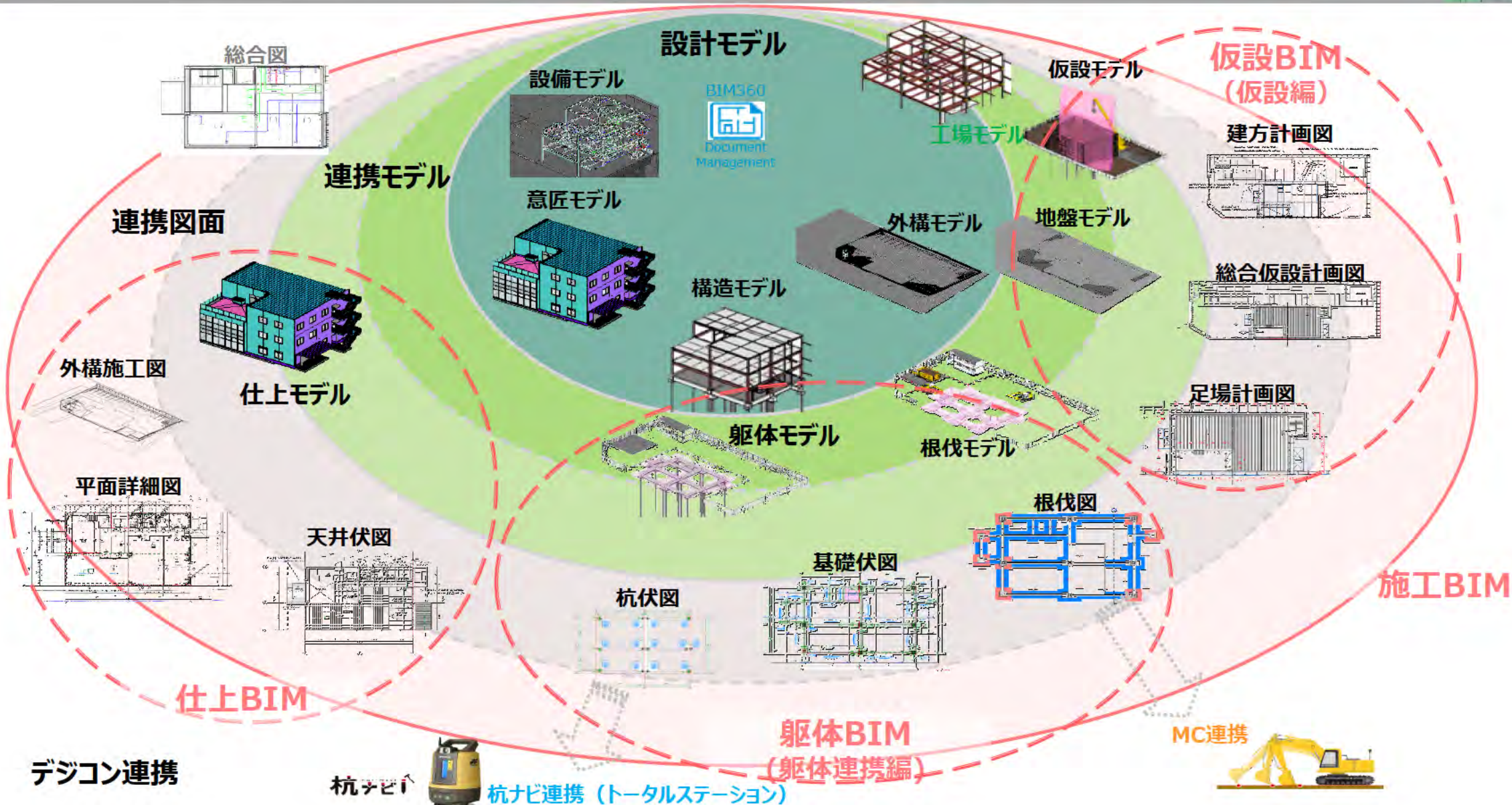


レベル3： 協力企業やサプライヤー、ICTの取組が追加されたBIMの取組



BIMモデルと図面の関係性

LEVEL3



マシンコントロール連携事例

LEVEL3



根伐／型枠墨出し マシンコントロールシステムを使った根伐工事

- ・目的：3Dデータを活用した丁張りの要らないガイダンス/自動制御システムによる工期縮減
- ・効果：施工性向上約**1.5倍/日**
工数は約**30%以上削減**

画面を見ながら高さを通りを確認し施工ができる

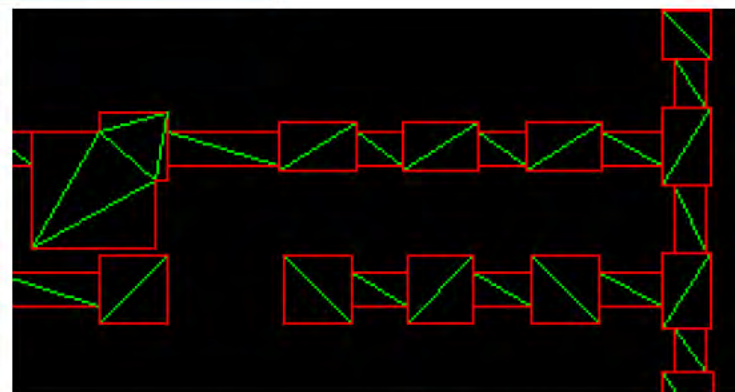
均しコンの型枠墨出し作業もシステムの画面誘導により対応可能



〈根伐作業〉



〈操作状況〉



〈制御用3Dデータ〉



〈通りセット〉

杭ナビ (トータルステーション) 連携事例

LEVEL3



杭芯出し

ワンマン墨出し機を使った杭芯出し

- ・目的：杭芯出し作業の効率化
- ・効果：ワンマンでの杭芯出しが可能で労務削減、従来と比較して**3~4倍**の作業スピード向上

機器が位置出し点へ誘導するためワンマンで位置出し可能

操作方法はシンプルで分かり易い

杭芯を出す目印となる丁張り設置作業が不要



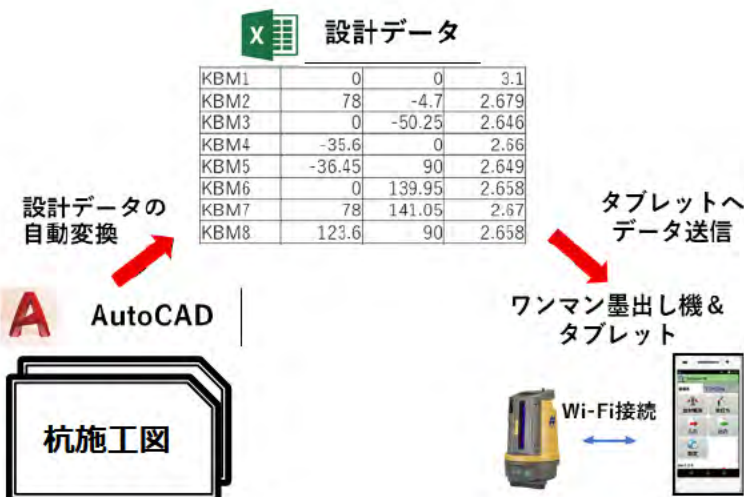
〈作業状況〉



〈タブレット画面〉



〈設計データの設定および出力〉





■ 概要

建設中のホテル物件において
自主検査にPlanGridを適用し、
検査工数の効率化を検証。

■ 検証項目

- ペーパーレス効果
- 検査内容の情報共有化
- 検査写真の共有化
- 検査時間の短縮効果

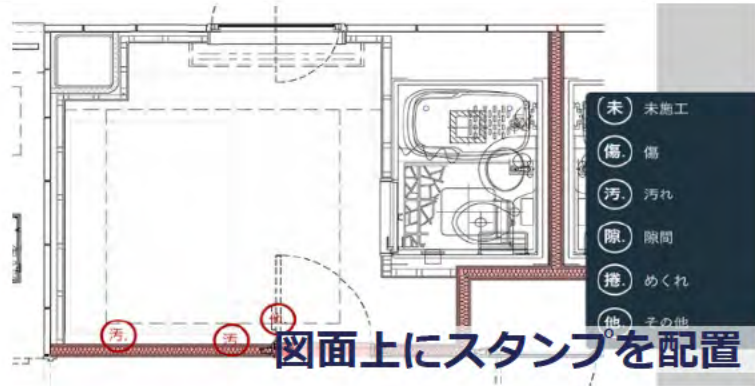


建設現場のデジタル化検証

LEVEL3



音声認識でコメント入力



図面上にスタンプを配置



作業風景



指摘箇所のマーキング~写真撮影

Overview Tasks Stamps Root Causes Reports

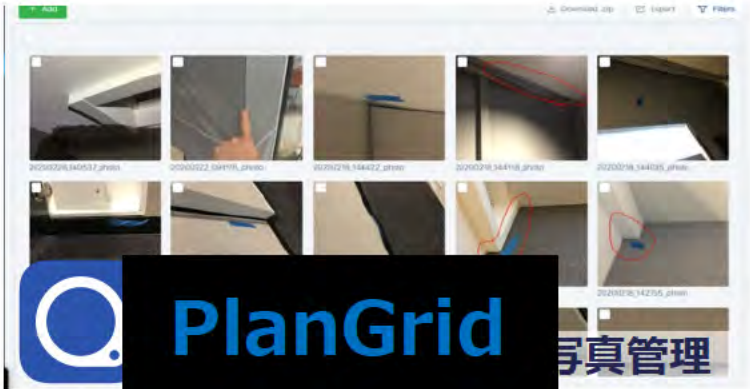
+ Create Task Import Edit Move Delete Export (All) Filters (0)

Stamp	Title	ID	Status	Due date	Assignment to	Location	Sheet	List
他	その他 (壁のコーキング)	000001	Open			207 52	前棟建替	
傷	傷	000002	Open			2F 共用	イシモト	
他	その他 (壁のコーキング)	000003	Open			2F 共用	永来工業	
他	その他 (壁)	000004	Open			2F 共用	正栄物産	
汚	汚れ	000005	Open			2F 共用	川西美装	
他	その他 (壁)	000006	Open			2F 共用	正栄物産	
隙	隙間	000007	Open			2F 共用	正栄物産	

タスクの一覧から業者割り当て

午前 の部	4階	14室+共用	日野S	山下	向藤S	松風
	6階	14室+共用	永井K	上野S	内田	澤田
	8階	13室+共用	大山K	伊藤	木下	尾上
	10階	12室+共用	斉藤K	-	松山	前田
	3階	12室+共用	小林S	西田S	小林S	田中(陸)
	5階	14室+共用	大林K	早瀬K	滝尻	岡田
午後 の部	7階	14室+共用	折戸J	松尾J	木下	竹原
	9階	13室+共用	石田K	-	部屋浦	木村
	11階	3Fエレベーターホール 1F-5F 共用	森角B	-	-	-

作業グループ分け



写真管理



報告会風景



図面一覧とフィルター



PlanGrid効果検証結果

LEVEL3



既存

R A 人



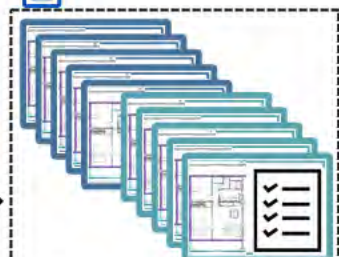
チェックリスト用図面作成

X



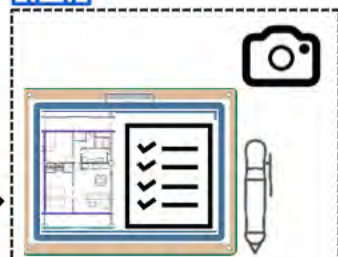
図面+チェックリストをエクセル上でレイアウトして部屋数分作成

Printer icon



チェックリストを印刷
自主検査、施主検査といった必要部数分印刷

Worker icon



部屋数分のチェックリスト
ボールペン、カメラ（スマホ）を持って検査

Group icon



指摘内容と写真は紐付いていないので、伝達ミス
の可能性がある

Report icon



工事監理ソフトに手入力して保管
チェックリストはPDF化して社内DBに登録

R A 人



PlanGrid icon



PlanGridの管理画面で図面を一括登録。
チェックリストに必要なスタンプ、原因、場所、業者など登録

Worker icon



現場にはiPadだけ持参。
一連の作業でスタンプ、コメント、写真が関連づけて管理される
音声認識も有効活用

Group icon



検査後の報告会で、指摘事項、コメント、写真が紐付いた状態で内容確認できることで、状況を明確にできる

Report icon



1ボタンでレポート作成。
API自動登録（予定）

実績

-40%

CO

CONSTRUCTION CLOUD の拡張性

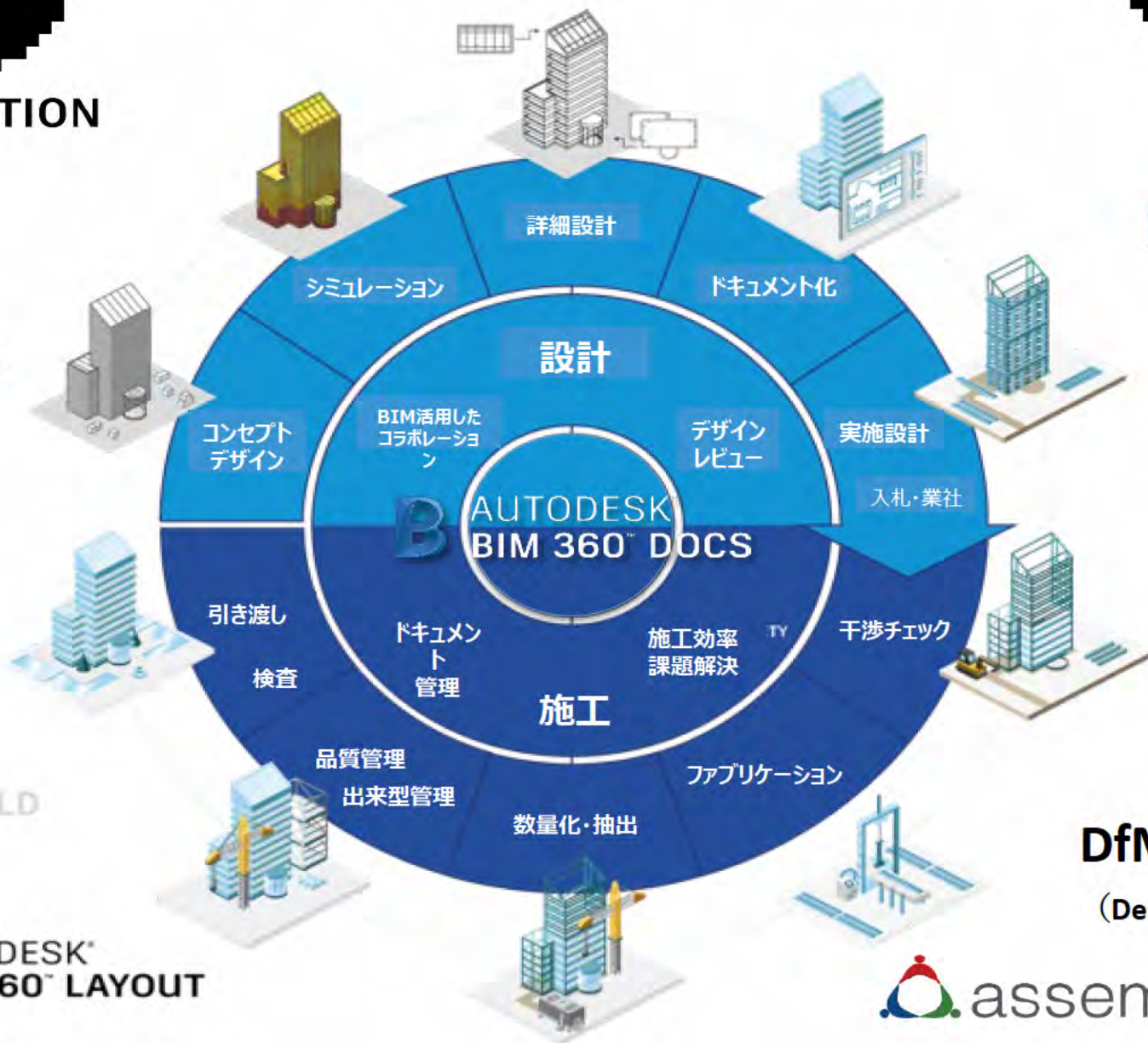
LEVEL3



CONSTRUCTION



Daiwa House
検証中エリア



AUTODESK
COLLABORATION

BUILDING

AUTODESK
BIM 360

DfMA

(Design for Assembly)

assemble

VIT

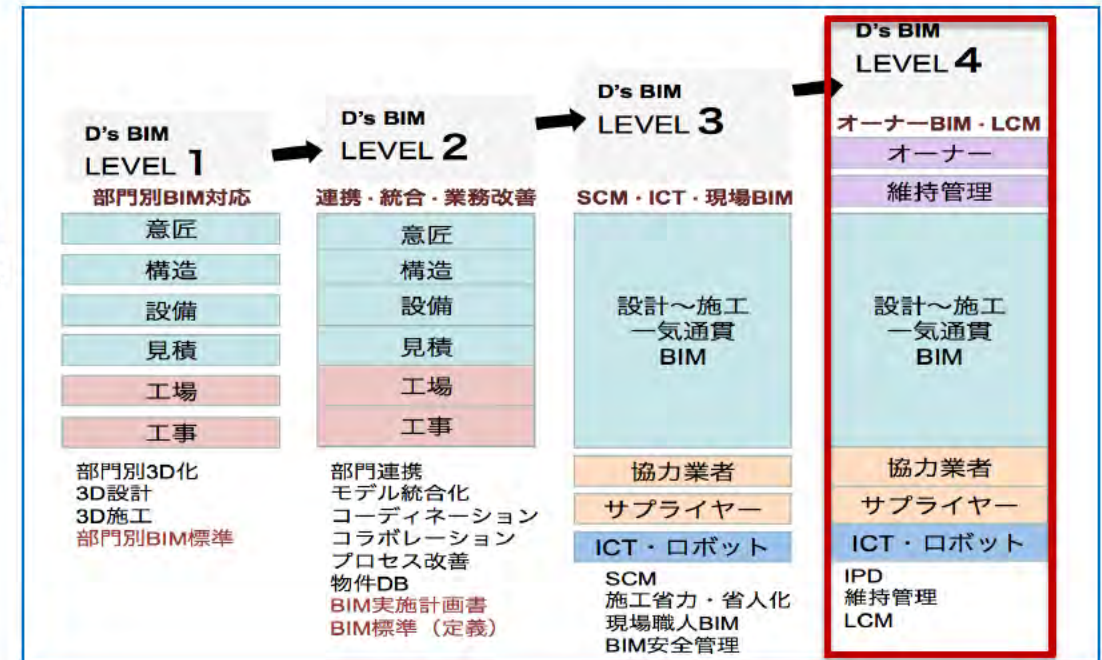
TED

ATE

bly)



レベル4：オーナーBIM、維持管理も含むBIMの取組



BIM連携事業の取組

令和2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
 <国土交通省>

LEVEL4



このガイドラインは、BIMを連携しながら「設計～維持管理のプロセス」を作るフローを示している。

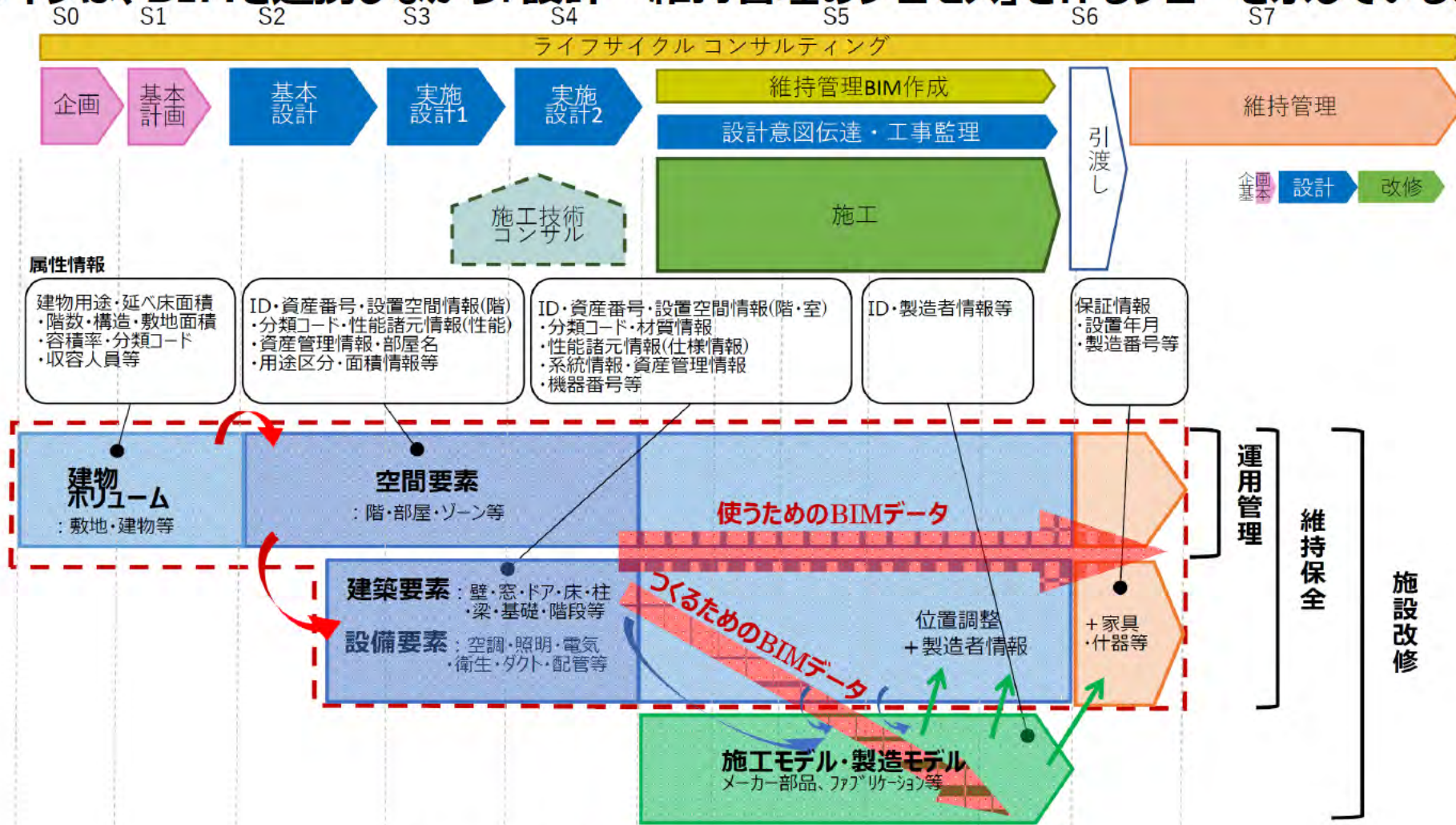


図 各プロセスとBIMデータとの関係

<国土交通省>

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)

BIM連携事業の取組

令和2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
 <国土交通省>

LEVEL4



大和ハウス工業の連携事業における取組み

【連携事業】プロセス横断型試行プロジェクトにおける共通データ環境の構築と検証

大和ハウス工業株式会社

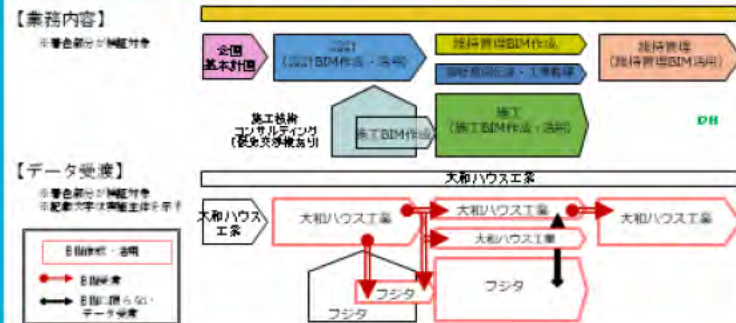
検証・課題分析等の全体概要

【目的】
 ・BIMガイドラインに従った、共通データ環境（CDE）を適応した横断型のBIMワークフローを実践し、生産性向上・維持管理連携などの効果を確認・検証する

【実施概要】
 ・共通データ環境（CDE）によるBIM業務プラットフォーム構築検証
 ・部門間連携におけるBIMデータの連携方法とその効果の分析
 ・設計施工モデル（PIM）と維持管理モデル（AIM）の連携検証

検証の対象

標準ワークフローのパターン：⑤



検証する定量的な効果とその目標

- ワークシェアリング・自動干渉チェックによるBIM作業の効率化 20%
- データの共有化・承認プロセス・データ受け渡しなどによる効率化 10%
- 構造モデルと工場の鉄骨製作モデル連携による工場情報加工の効率化 20%
- 構造モデルを基礎躯体モデル連携による基礎施工図作成の効率化 30%
- 意匠外構モデルの活用による外構数量算出作業の効率化 40%
- 構造モデルと見積モデルの連携による基礎・鉄骨数量算出効率化 20%
- 建物データベースによる設計段階の帳票類作成作業の効率化 10%
- BIMモデル活用による維持管理システム構築作業の効率化 30% 他

プロジェクト概要

プロジェクト区分：新築
 検証区分：仮想のプロジェクト

用途：ホテル
 階数：地上9階
 延床面積：約4,900㎡
 構造種別：鉄骨造

分析する課題

- ISO19650による共通データ環境(CDE)のプロセス分析と実務適用
- ワークシェアリング・モデルコーディネーションの仕組み
- BIM業務ソフトウェアの連携図による連携の問題点の把握
- 鉄骨や基礎などの躯体数量算出のための構造モデルの仕組み
- 鉄骨製作モデル連携のための構造モデルの仕組み
- 構造モデルを使った基礎躯体図作成の仕組み
- 顧客の要求情報要件(EIR)とBIM実施施策(BEP)の整理
- BIMモデル(PIM)と維持管理モデル(AIM)の連携構築 他

応募者の概要

代表応募者：大和ハウス工業株式会社
 共同応募者：株式会社フジタ
 提案者の役割：設計者・施工者・（維持管理者）

令和2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連携事業の取組

令和2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
 <国土交通省>

LEVEL4



大和ハウス工業の連携事業における取組み

【連携事業】プロセス横断型試行プロジェクトにおける共通データ環境の構築と検証

大和ハウス工業株式会社

共通データ環境(CDE)によるBIM業務プラットフォーム構築検証



ISO19650共通データ環境の概念とBIM360Docs



設計プロセスにおけるBIM360の活用

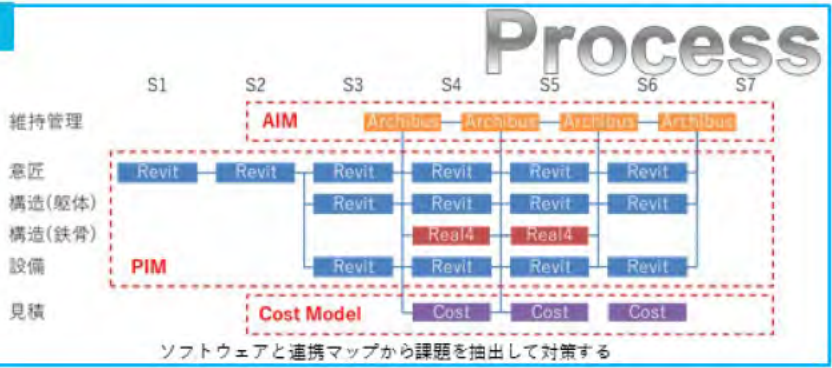


BIM360の基本的な機能活用のイメージ

部門間連携におけるBIMデータの連携方法とその効果の分析



設計～施工のプロセス全体に対する全方位連携を検証する

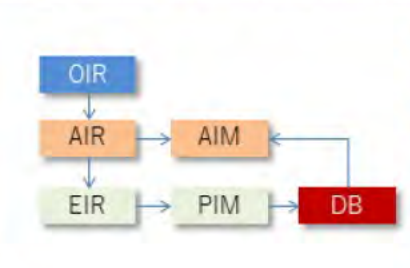


ソフトウェアと連携マップから課題を抽出して対策する

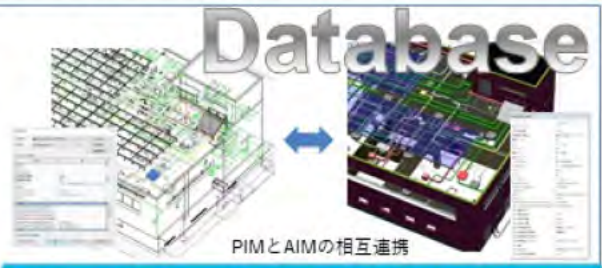
設計施工モデル (PIM) と維持管理モデル (AIM) の連携検証



ISO19650ライフサイクルマネジメント



Archibusのデータ構成



PIMとAIMの相互連携

令和2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

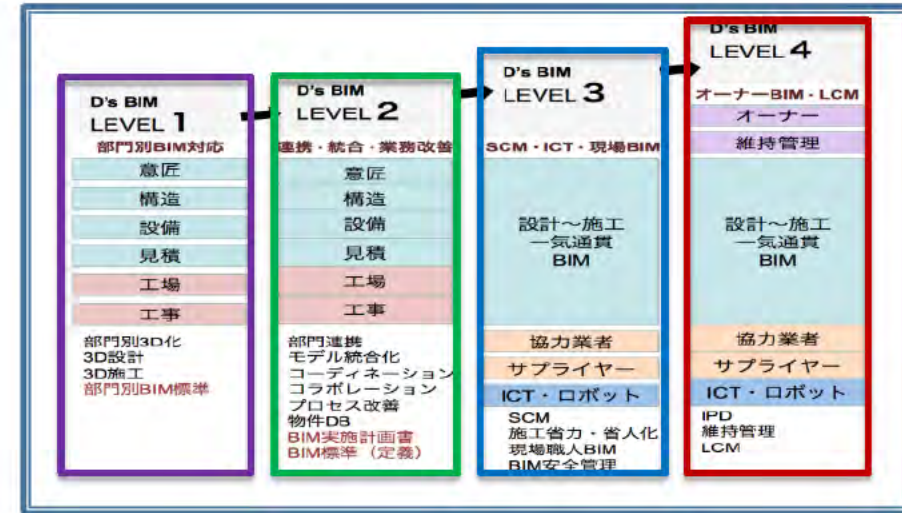
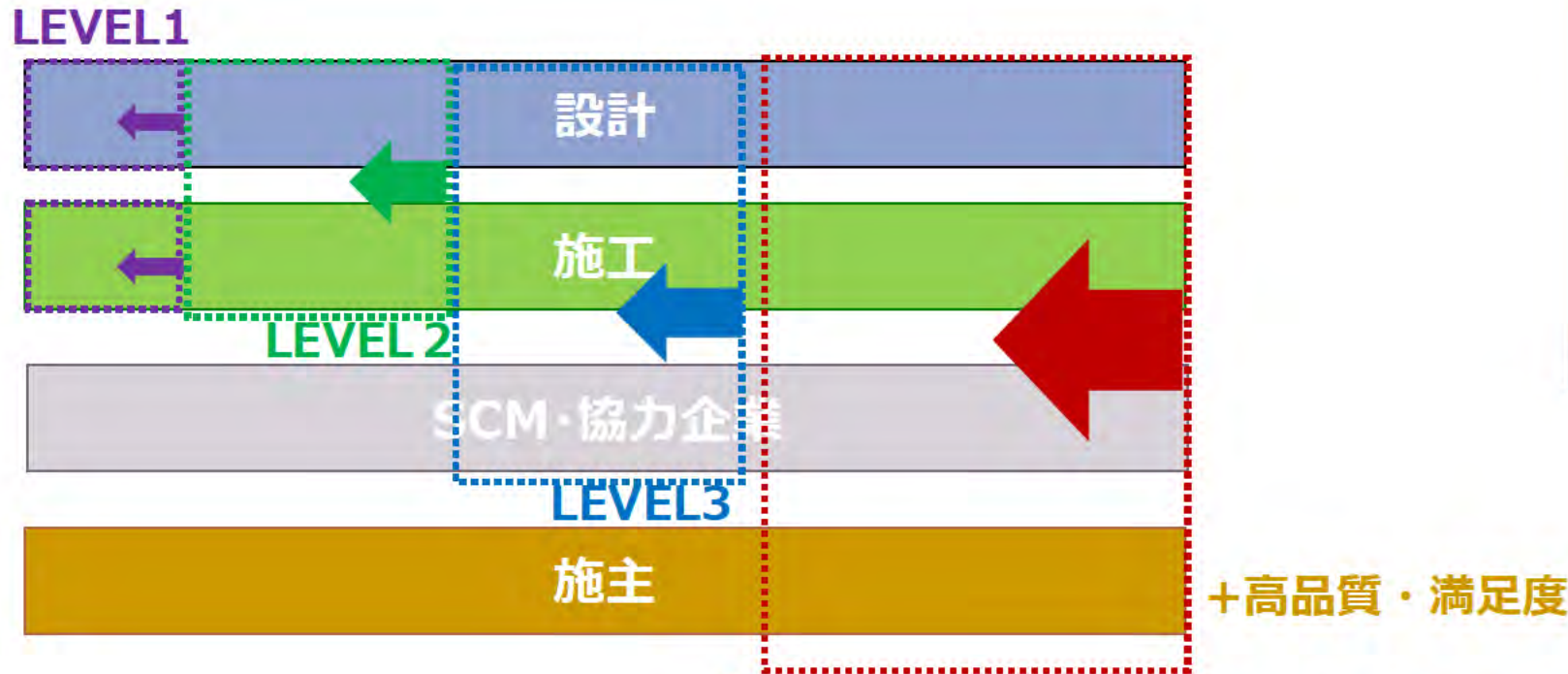


成果・生産性向上について
BIM→デジタル・コンストラクション
今後への期待

成果・生産性向上への貢献度



各BIMレベルによる成果・生産性向上



デジタル・コンストラクション

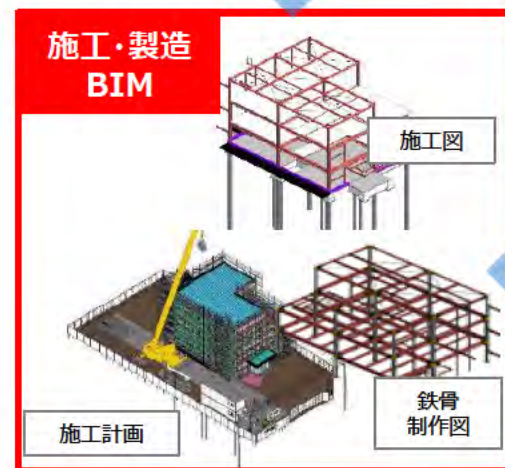
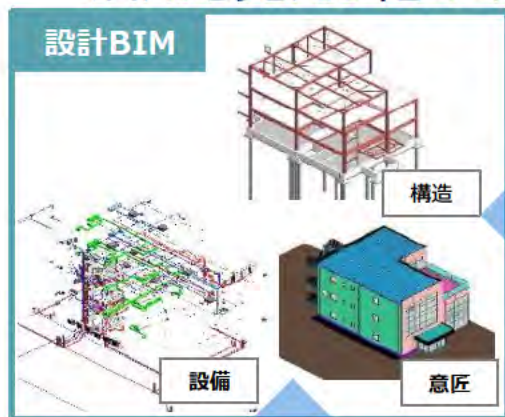
業界全体の働き方変革 (Society5.0)
新規業務価値創造 (建設DX)

BIMの目的

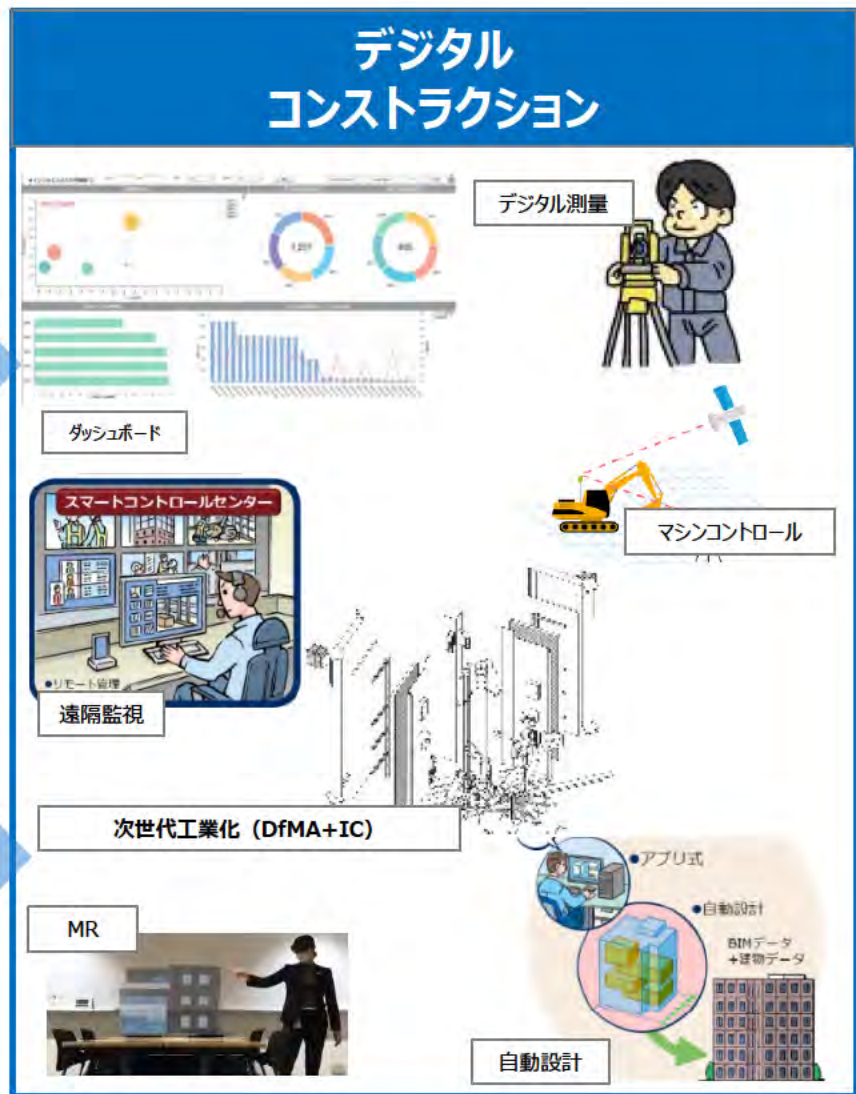
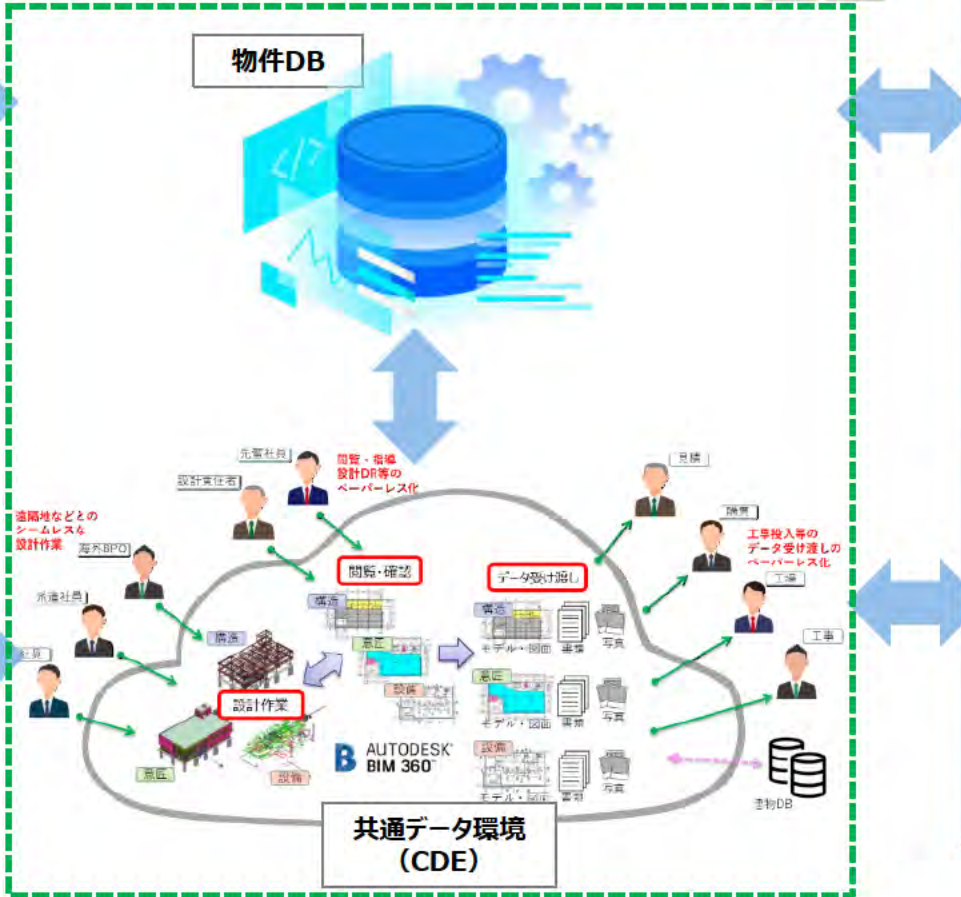
今後への期待



BIMの目的はデータを連携させ【活用】することにあります。
活用も見える化のみならず予測化など高度化へと発展していく。



Daiwa Smart Control基盤



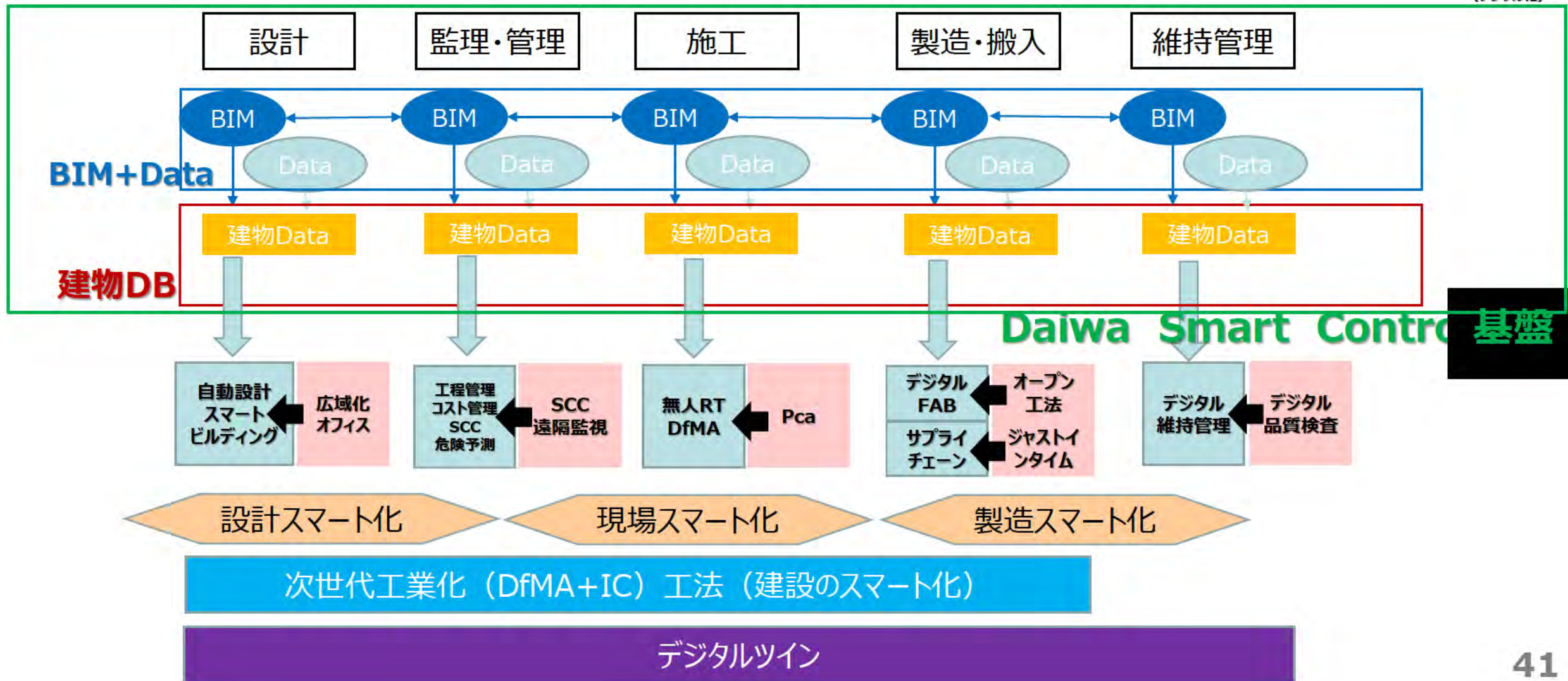
デジタル構想の関連図（概念図）

今後への期待



短期施策
デジタイゼーション
(デジタル化)

中・長期施策
デジタルイゼーション



DfMA、そしてICとは何か。

今後への期待



DfMAはICそのものではない。

⇒DfMA（製造や組立のためのデザイン）は製造とオフサイトでの組立作業をより良くサポートするための設計と設計手法の改善プロセス。

DfM (Design for Manufacturing)

組み立てられた建築物を構成する
個々の部品製造の最適化。

- 適切でより良い材料・少ない材料を選択
- 製造コストと時間を削減
- 製造能力向上を重視

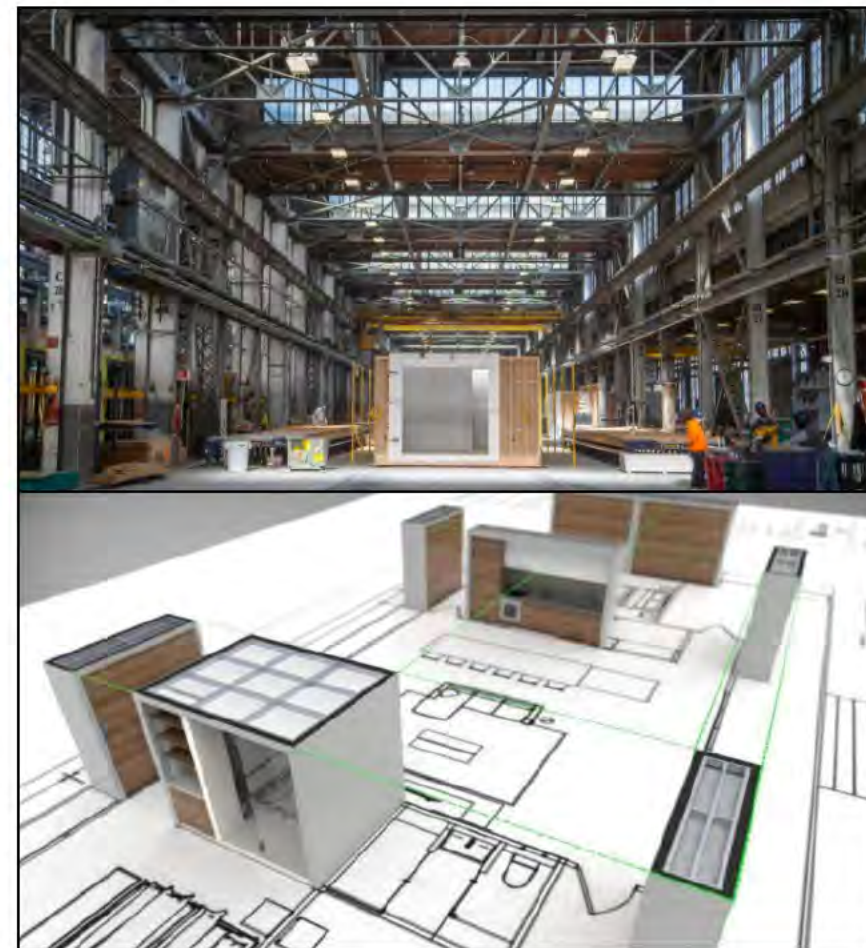
DfA (Design for Assembly)

部品同士の組立方法を最適化する。
工場での組立て、プレセット、
及び現場での施工を最適化する。

- より少ない部品を選択
- 組立て時間やミス削減
- 二次的な作業の排除を重視

⇒IC（工業化建築）は製造業の手法やツールの適用により、現場での作業を減らすため、プレハブ化されたコンポーネントやそのサブコンポーネントを制作し組み立てること。

※プレファブリケーションとは屋内環境でパーツやアセンブリを生産し、その後現場において最終的に組み立てられるもの。

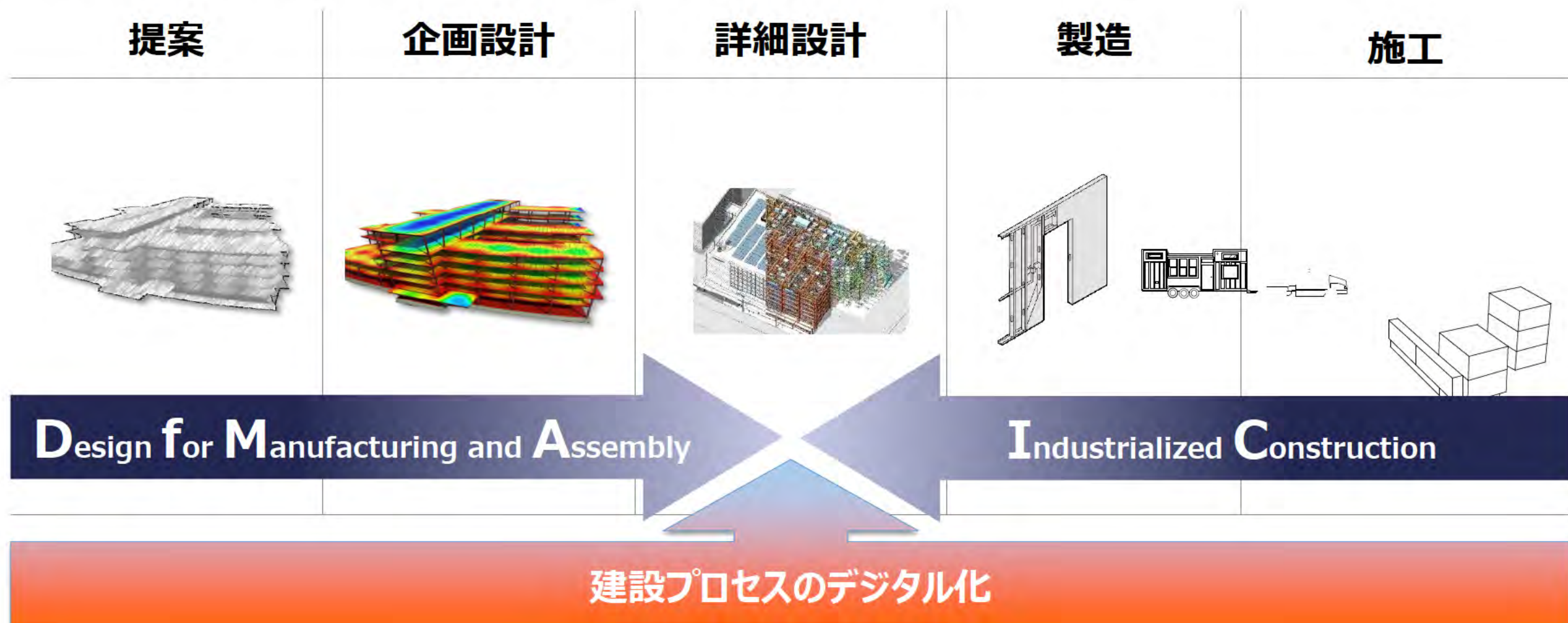


DfMA + ICの考え方

今後への期待



DfMAによって設計ものづくりプロセスを最適化し、ICによって工場化率を高め、建設プロセスのデジタル化を融合させることで全体最適化を図る。



DfMA+ICの効果

今後への期待



一般的な在来工法と比較した効果



前 From This...



後 ...To This



参照 * McKinseyレポート From McKinsey Report: “モジュラー建設 Modular construction: From projects to products”

お客様への提案が変わる 次世代工業化建築システム

今後への期待



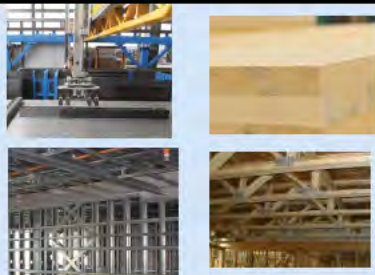
グローバルに展開できる次世代工業化システム



お客様参画型のシステム

- 全体LTの最適化
- プランの自由度アップ
- コスト・納期の最適化
- 設計変更による手戻り軽減

多種部材への適応



DfMA



工場化率アップ

コスト・納期予測



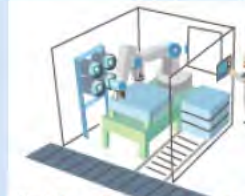
コスト・工期の即時予測

自動設計



生産設計の自動化

柔軟な製造システム

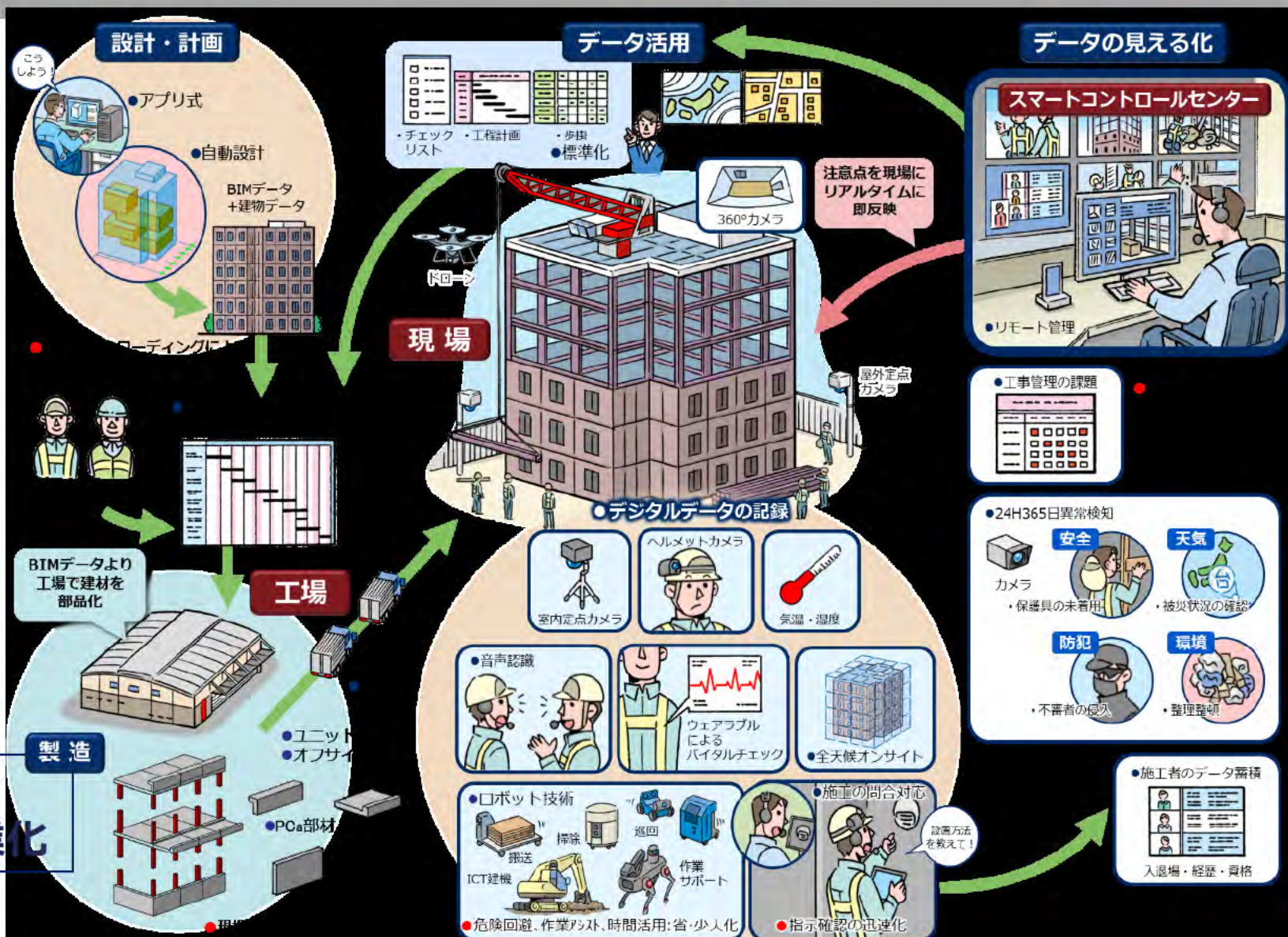


物流・製造・施工
コストの最適化

次世代工業化基盤

デジタルコンストラクションで実現したい事

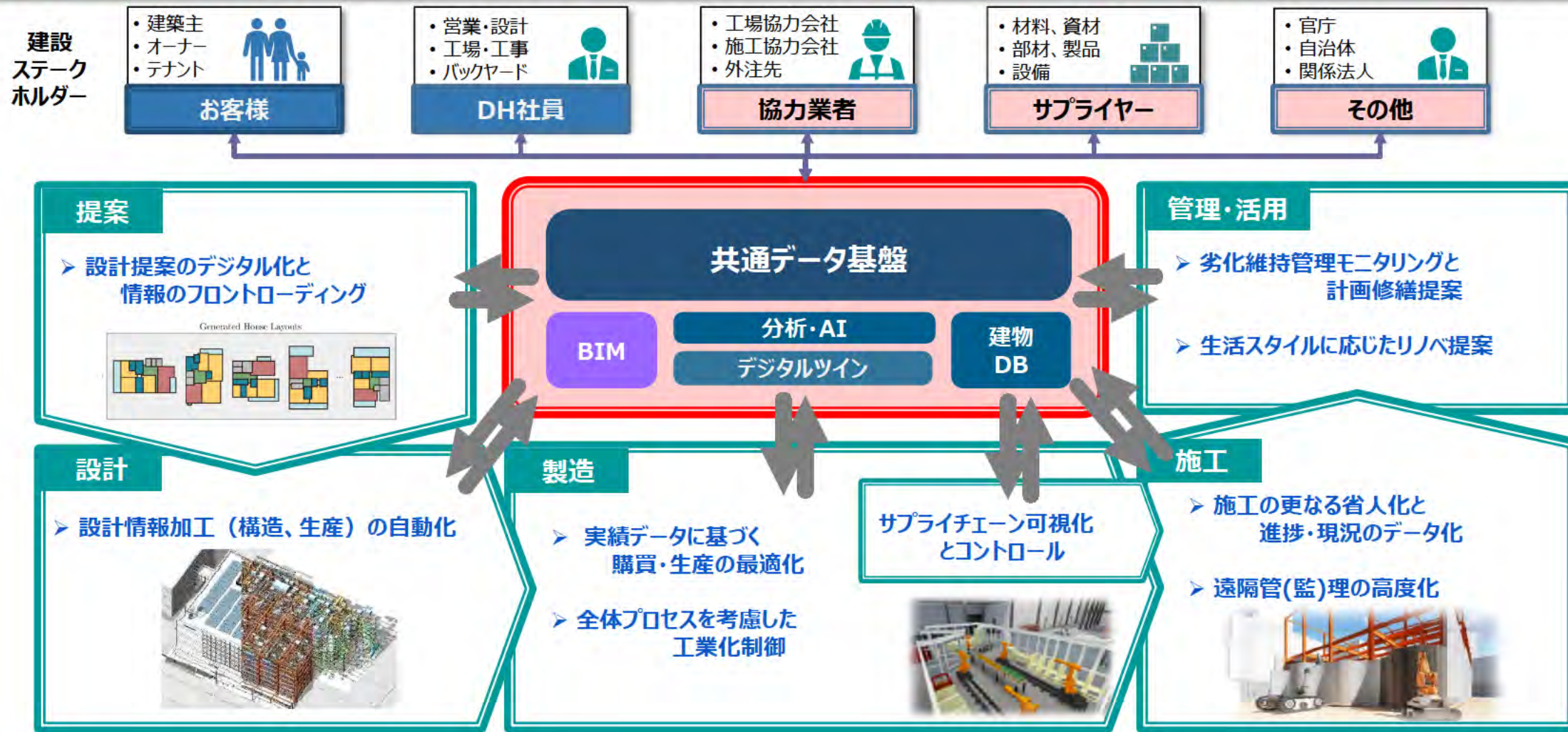
今後への期待

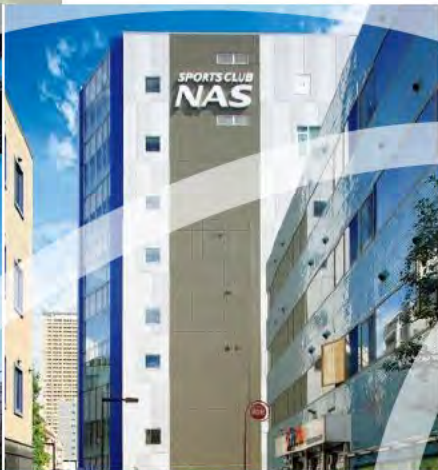


DfMA+IC
= 次世代工業化



建設に関わるデータをステークホルダーと共有・活用していくことで、
プロセスの全体最適化を図り、次世代デジタル・情報建設として、**建設DX** (デジタルトランスフォーメーション) を実現する。





共通データ基盤



Daiwa House
大和ハウスグループ





Daiwa House®

大和ハウスグループ

発表資料作成にあたり、社内で日頃推進して頂いている我がチーム及びリーダー、また多くの関係者の方に資料を提供頂いた事に感謝致します。