



3DEXPERIENCE®

土木・建築分野のデジタル革新を促進する ダッソー・システムズの技術と取り組み

2021/05/20



ダッソー・システムズ株式会社
建設・都市・地域開発担当
コンサルタント
清水 卓宏

グループ・ダッソー | ダッソー・システムズ



創始者
マルセル・ダッソー



ワイナリー

Château Dassault

Groupe Figaro

大手日刊紙



S.A.B.C.A.

航空機機器



DASSAULT SYSTEMES
ソフトウェア

Dassault Systèmes



Dassault Aviation
航空機メーカー

- 軍用機
- ・ミラージュ
- ・エタンダール
- ・ラファール など
- 民間機
- ・ファルコン シリーズ
- ・ダッソー メルキュール
- ・MD80、MD320 など



オークション

Artcurial



Dassault Falcon Jet

Dassault Falcon Service



不動産

Immobilière Dassault

Sogitec

シミュレーション
統合ロジスティクス・サポート・システム



アジェンダ

土木・建築分野のBIM/CIMの現状の課題について、
他産業で培った技術を取り込み、この分野に向けた当社の取り組みについて、
事例を示しながら題材としてご紹介いたします。

1. 『BIM レベル3』を実装するプラットフォームの効果と特徴
2. デジタルツインから『バーチャルツイン』へ
3. Generative Design と 『データの連続性』

用語の説明

1. BIMレベル3
2. ナレッジテンプレート
3. バーチャルツイン = デジタルツイン + シミュレーション
4. 施工シミュレーション
5. プラットフォームのメリット

トピックス

1. パシフィックコンサルタンツ様
生産性改革（砂防堰堤）
2. 香港メトロ 地下拡張工事

土木事業における働き方改革に向けて、ダッソー・システムズとパシフィックコンサルタンツが業務提携を実施

ダッソー・システムズ株式会社

🕒 2019年10月7日 14時45分



- 両社は共同で国内の土木事業におけるBIM/CIMの設計品質を向上
- 土木構造物の計画・設計を、デザインプレートとパラメトリック技術で自動化
- 業界に先駆けた取り組みにより、働き方を改革し、土木事業のスピード、品質改善、原価の低減を推進



写真左：ギド・ポロ ダッソー・システムズ グローバル・バリュー・ソリューションズ担当バイス・プレジデント (Guido PORRO Vice President, Global Value Solutions Dassault Systèmes)

写真右：パシフィックコンサルタンツ株式会社 常務取締役 松井 弘 様

ダッソー・システムズ株式会社 (東京都品川区) とパシフィックコンサルタンツ株式会社 (東京都千代田区) は、国内の土木事業における働き方改革に向けて、共同でビジネス開発に取り組むこととなりました。ダッソー・システムズは海外土木事業で実績をあげている3D設計の自動化や品質管理手法を3DEXPERIENCEプラットフォーム上で提供し、パシフィックコンサルタンツは日本の土木事情に最適化するための開発フィードバックや日本市場に最適化したデザインプレート^①の開発を行います。今後両社は共同で国内の土木事業におけるBIM/CIM (Building / Construction Information Modeling, Management) の設計品質の向上やプロジェクトの効率化および働き方改革を推進します。

道路、橋、トンネル、堤防、ダムなどの土木構造物の計画・設計にあたっては、計画地点の地形や地質などの条件が異なるため、現場ごとの単品生産となります。現在の土木事業においては周辺地形や構造物の設計、工事では2D図面を使うことが主流です。設計図では、同じ構造物に対し一般図、構造図、配筋図など別々に2Dで作成することから、一般図と構造図などの図面間の不整合が発生することがあります。そうした不整合を原因とする手戻りが品質や生産性の低下の一因となっています。

ダッソー・システムズの3DEXPERIENCEプラットフォームは、高度な3Dモデリングや解析、品質管理やプロジェクト管理機能を備えたビジネス・エクスペリエンス・プラットフォームです。すでに中国、韓国、カナダなどの大規模な土木プロジェクトで運用されています。

働き方改革に向けて、2社共同で、ビジネス開発に取り組む

PR TIMES プレスリリース・ニュースリリース配信サービスのPR TIMES
Top | テクノロジー | モバイル | アプリ | エンタメ | ビューティー | ファッション | ライフスタイル | ビジネス | グルメ | スポーツ

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000324.000006067.html>

2019/10/07



事例記事 | パシフィックコンサルタンツの働き方改革

パシフィックコンサルタンツ事例記事

<https://active.nikkeibp.co.jp/atcl/sp/b/20/01/17/00112/>

ホーム > 土木 > パシフィックコンサルが土木設計の生産性改革

3 DEXPERIENCE CATIAのBIM/CIMモデルで「3日の仕事を3秒に」

パシフィックコンサルが土木設計の生産性改革

ダッソー・システムズ

2020/01/28

パシフィックコンサルタンツは、多くの比較検討や修正が求められる土木設計業務の生産性を高めるため、ダッソー・システムズの3DEXPERIENCE CATIAを導入した。構造物の主要な数値を入力するだけでBIM/CIMモデルが作成できる「パラメトリックモデル」を橋梁や砂防堰堤の設計業務に使ったところ、多くの比較検討案を短時間で作れるようになった。今後、対応する構造物を増やし、さらなる土木設計の生産性改革を図っていく方針だ。



【画像のクリックで拡大表示】
CATIAで作成したパラメトリックモデルによって砂防堰堤の比較検討を行った例。本堤の高さを変更すると副堤や水叩きの長さ、副堤幅の大きさも自動的に変わる

「3日かかった作業が3秒に短縮」

「土木設計業務にCATIAのナレッジテンプレートを活用したパラメトリックモデルを導入したところ、構造物の仕様や位置などを変えながら行う比較検討が、とてもスピーディーに行えるようになりました」と語るのは、パシフィックコンサルタンツ 事業強化推進部 i-Construction推進センター 技術部長の伊東靖氏だ。



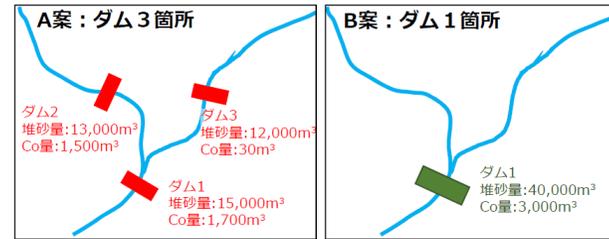
パシフィックコンサルタンツ
事業強化推進部 i-Construction推進センター 技術部長
伊東靖氏

土木構造物は建設される場所ごとに、地形や地質の違いによって設計に微妙な違いがあり、それぞれが現場で単品生産される。そのため、2つとして同じものはないと言っても過言ではない。

橋梁の設計段階では最初に10案、20案といった多くの案を出し、構造特性、施工性、経済性、維持管理、環境との整合など総合的な検討をしながら3案、そして最終案へと絞り込んで行く。

「その過程では、荷重などの設計条件や建設場所の変更なども頻繁にあります。微修正を行うときでも、場合によっては一から図面を書き直さなければいけないこともあります」（伊東氏）。

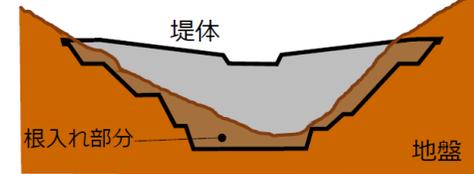
比較設計や設計変更に伴う設計作業を軽減するため、



・砂防ダム配置計画を2D図面とマニュアル操作で行う

・土砂体積量の計算
コンクリートボリュームの最適化

地層・地質に合わせて構造・根入れを設計



ダム本体を設計する際のルール

■ダム本体の天端幅は、深流の河床構成材料、流出形態により設定

天端幅	深流	浅流
天端幅	1.5倍	1.5倍

■基礎・副部の地盤への根入れは地盤が岩盤の場合は、1m以上、砂礫の場合は2m以上



■水叩きの長さ（副ダム位置）は、本ダムと越流水深による経験式より設定

水叩き長さ	水深
水叩き長さ	水深

出典：国土院「砂防堰堤設計指針」

・砂防ダムの設計基準から
砂防ダムのテンプレートを作成



テンプレート

・地盤モデルに砂防ダムのテンプレートを配置

・砂防ダムの最適化
設計目標の堆積土砂からダムの高さを逆算する

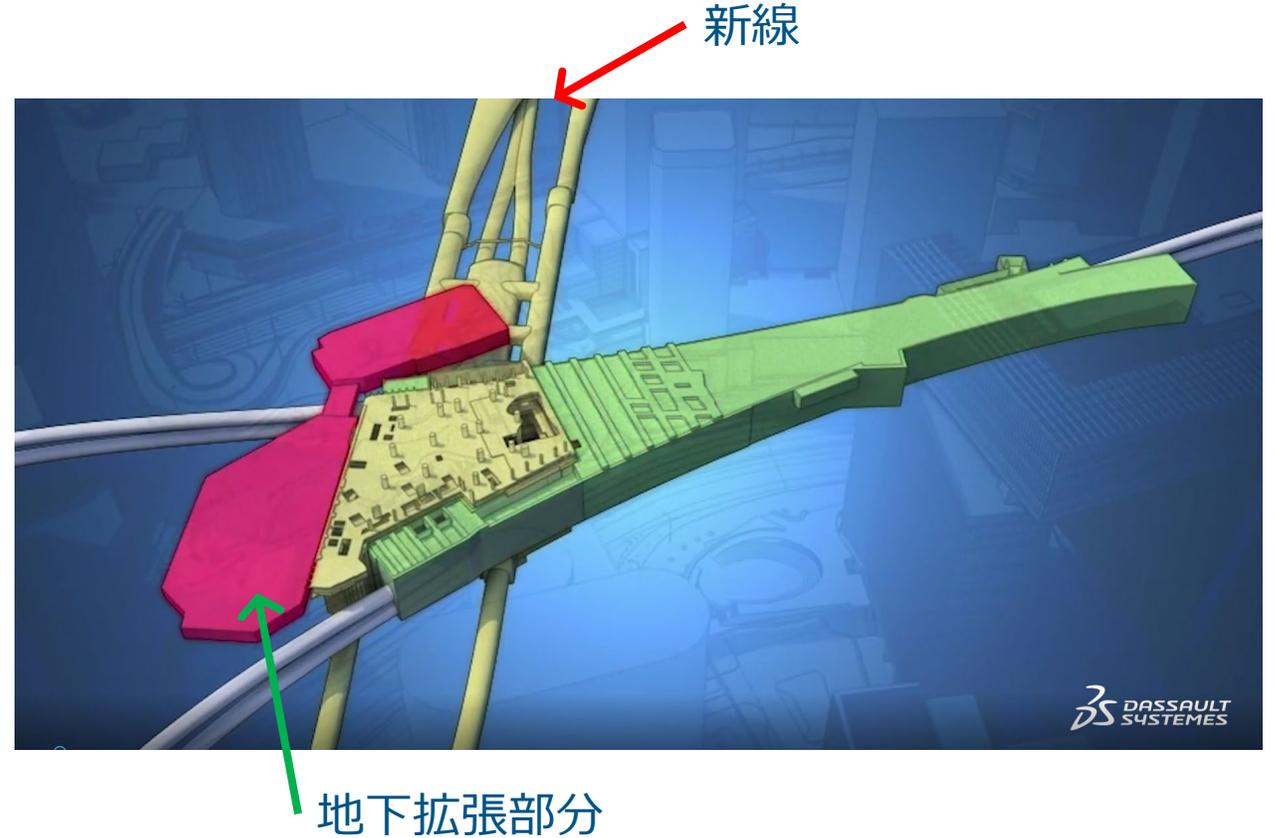
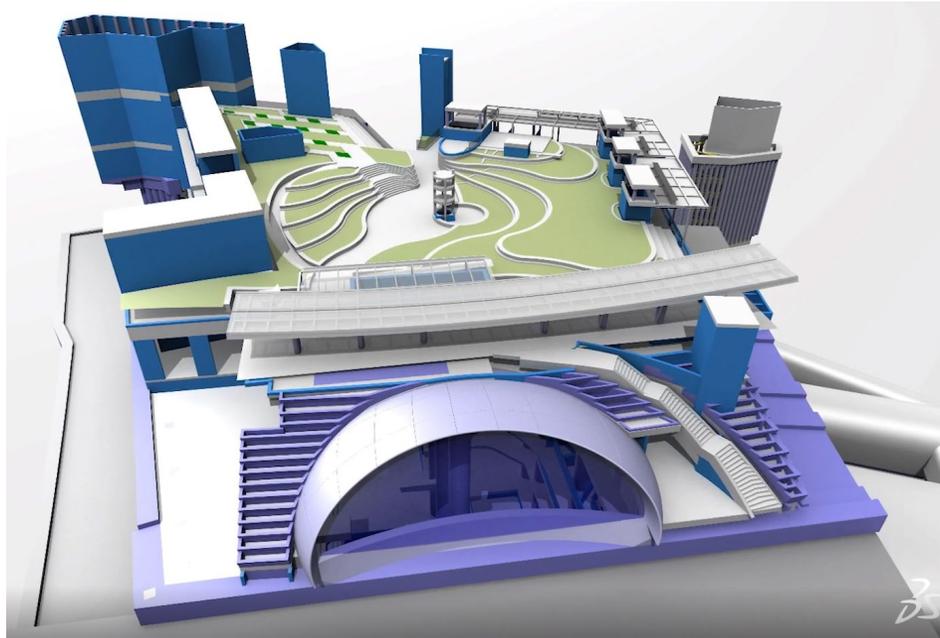
・別のプロジェクトに転用し、
テンプレートの精度を高める

3日 ⇒ 3秒

作業効率 290倍
29,000% up

3日 × 8時間 × 60分 × 60秒 ÷ 3秒 = 288倍

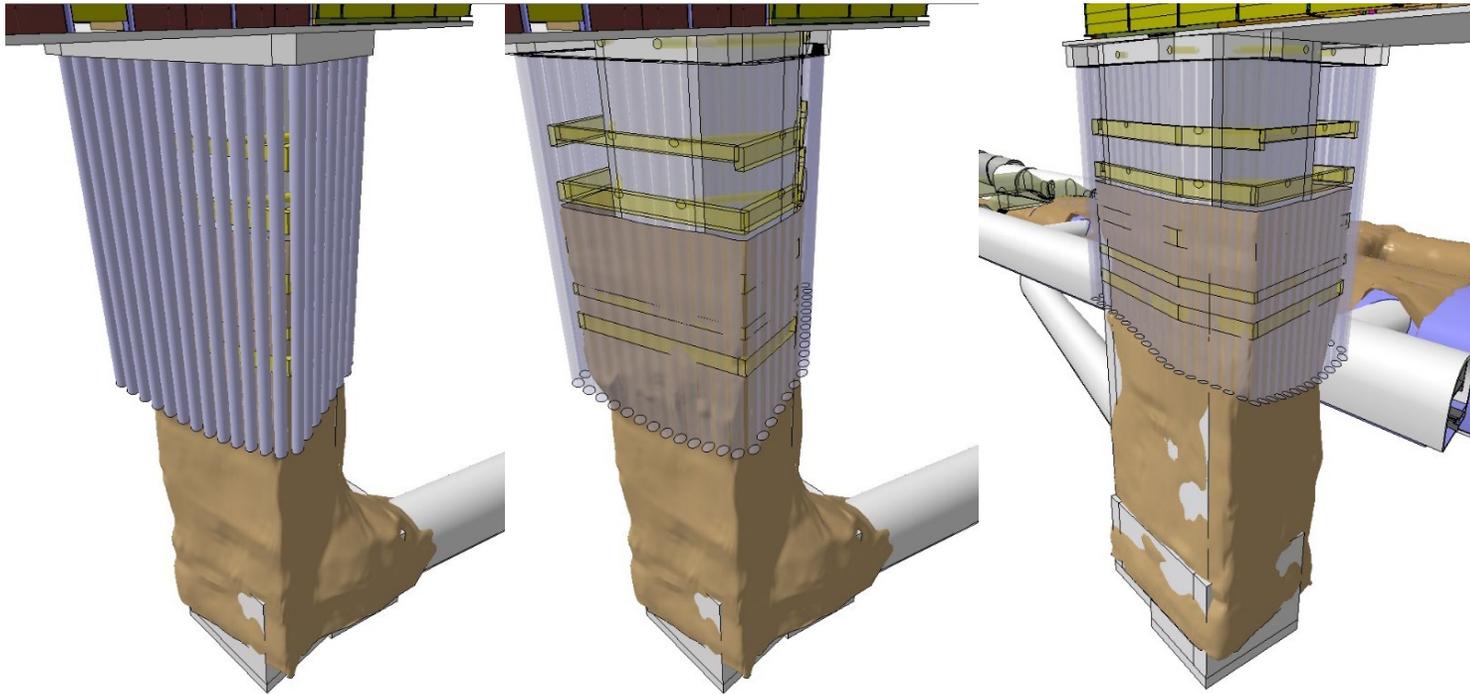
事例 | 香港メトロ 金鐘駅 地下工事



パートナー：シンテグレート社

既存の2路線に新線2路線を追加する地下の拡張工事
3万平米を超えるエリア拡張工事
地下部分の34万立米を超える掘削工事
(2016年末完成)

非常時ルートでの立坑掘削位置の最適化

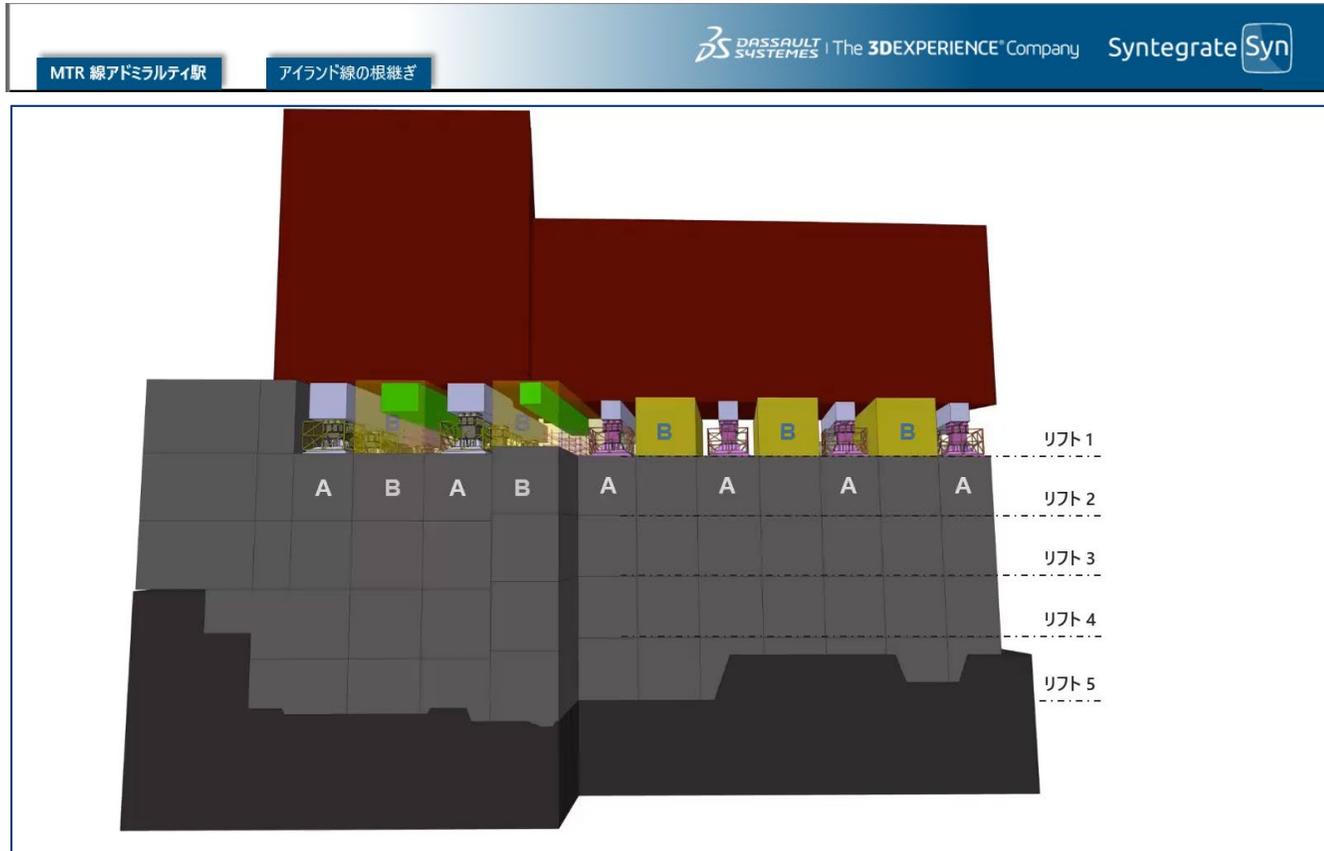


岩盤のモデル化と
掘削位置の最適化
(破碎時の岩屑の最小化)

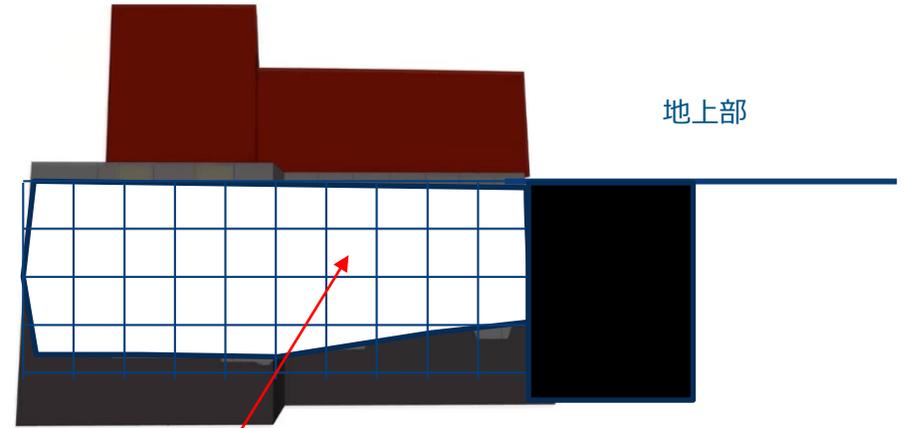
残土処分の費用削減

コスト削減
2,000～4,000万香港ドル
(2.8億円～5.6億円)

掘削の施工計画



土を処理する計画手法



掘削する空間

土塊をブロックとして掘削する順番、サポートを計画する

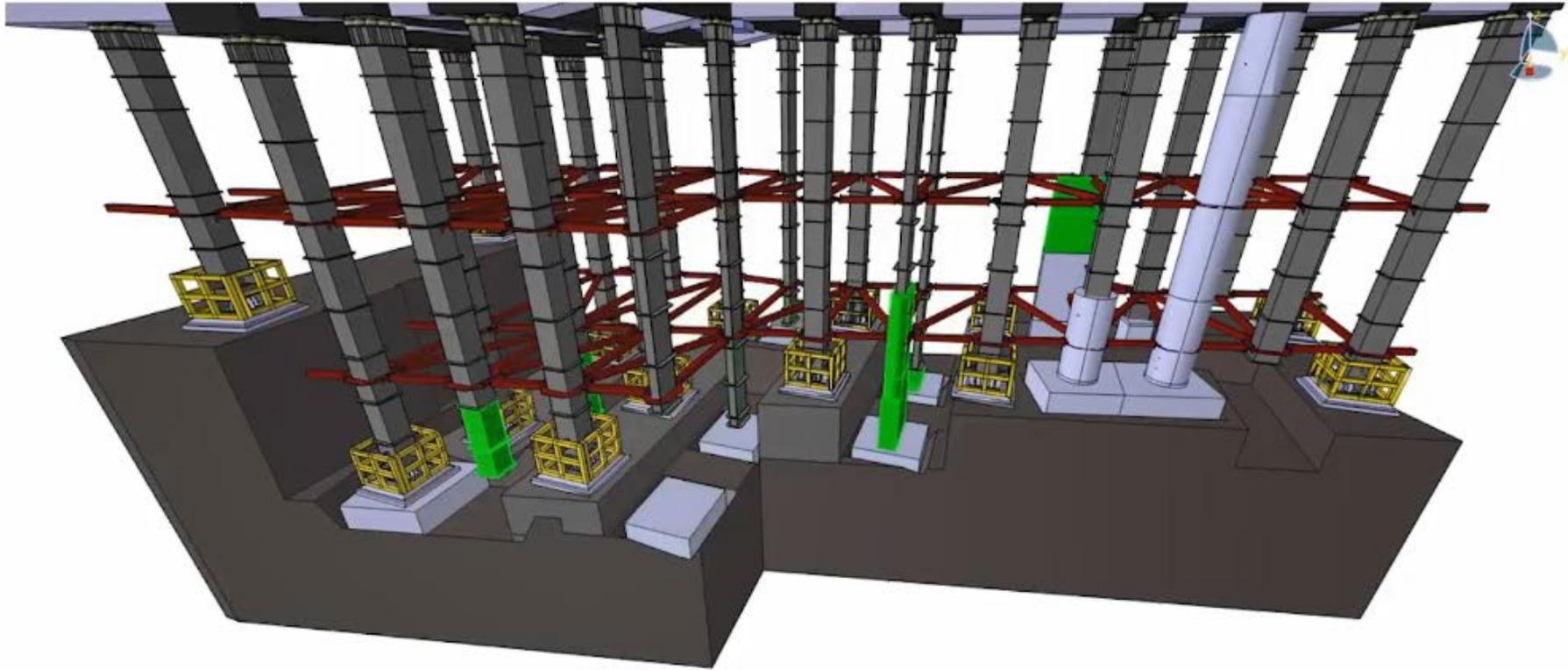


ボーイング747



3DEXPERIENCE FORUM Japan 2018 シンテグレート社 講演より /Syntegrate
土木技術におけるケース スタディ: MTR 線アドミラルティ駅、香港
<http://www.syntegrate.build/ja/contact-jp>





1. BIMレベル3

当社の歩み



1981
3D設計

1989
3D DMU
デジタル
モックアップ

1999
3D PLM
プロダクト
ライフサイクル
マネジメント



3DEXPERIENCE®

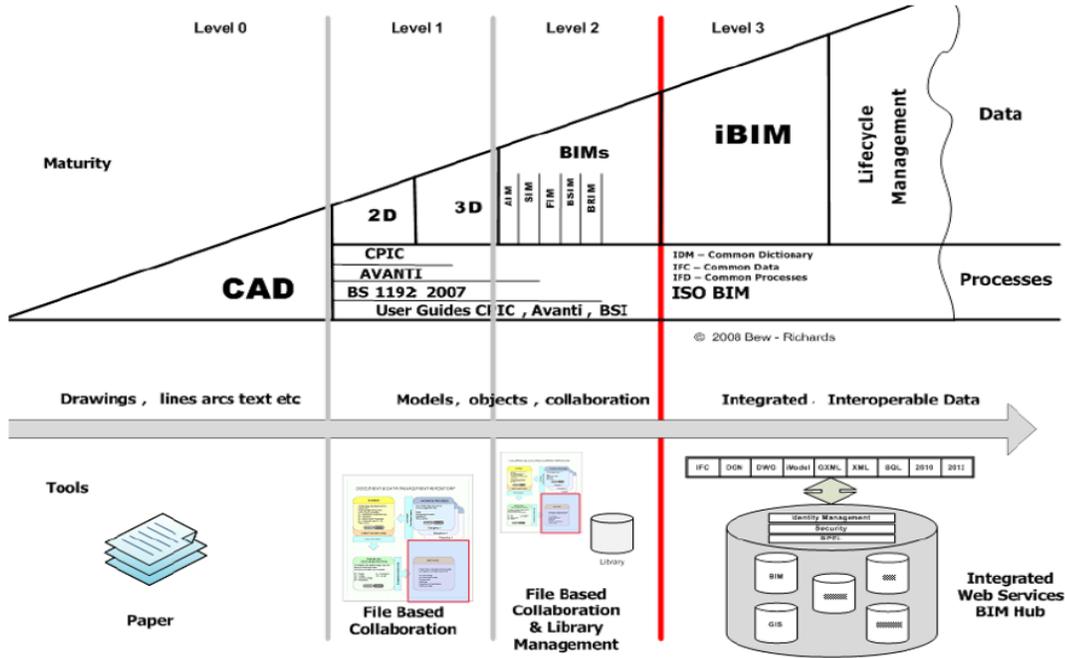
2012
3DEXPERIENCE®
プラットフォーム



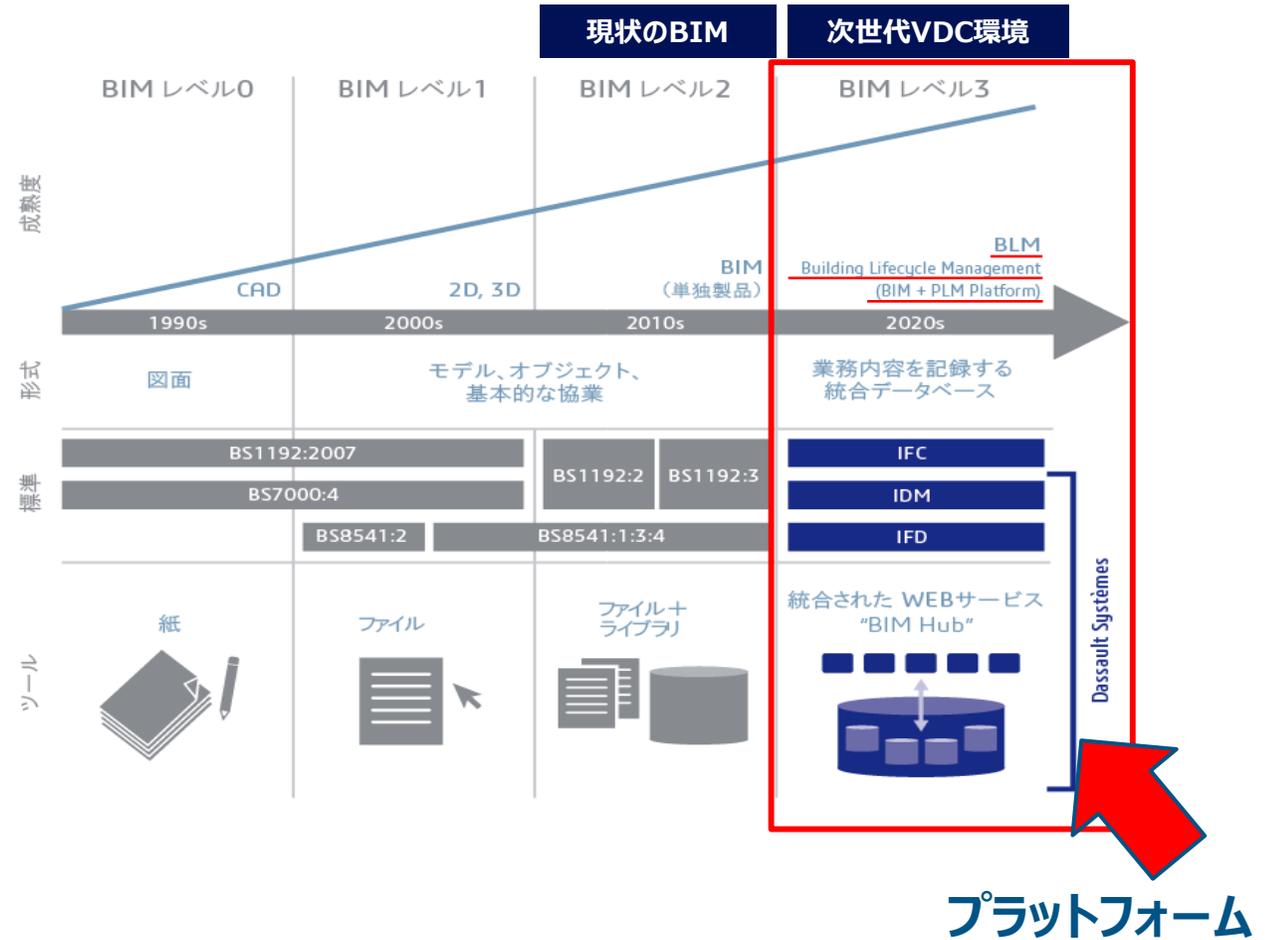
3DEXPERIENCE®

2020
バーチャルツイン
ヒューマン・
エクスペリエンス

BIMレベル3 = 3DEXPERIENCE プラットフォーム

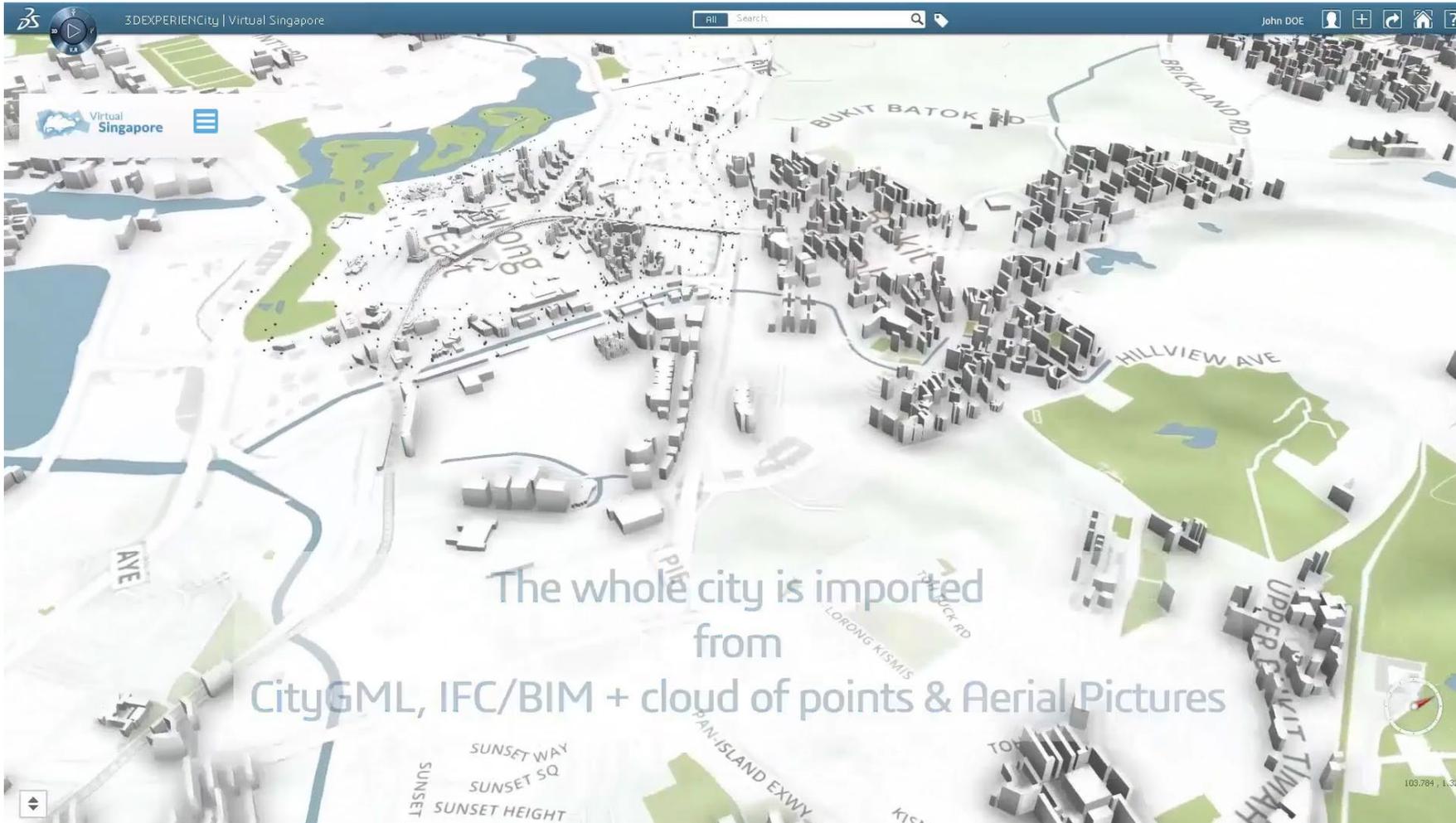


Bew RichardsによるBIM成熟の定義



プラットフォーム

スマートシティ構想のキーワード | 「バーチャル シンガポール」



シンガポール政府が進める
のシンガポールの
デジタルツイン、シティモデル

1. ラージモデル
2. 詳細なプロパティ情報
3. 複数省庁DBのオーバーレイできる仕組み

大成建設：バーチャル銀座 | 都市のバーチャルツイン ダッソー・システムズの3DEXPERIENCEプラットフォームを採用

- ・大成建設が国内で初めてダッソー・システムズの都市計画向けソリューション、3DEXPERIENCE Cityを導入、銀座エリアの将来構想・最適化による資産の有効活用、エリアの活性化を目指す
- ・第一段階として銀座エリアの3Dモデル化を実施、エリアの統合モデルの作成、様々な環境シミュレーションなどが可能、その後はIoT連携による新しい価値創造に活用していく予定

<https://www.youtube.com/watch?v=eyylHczK2uk&feature=youtu.be>



建設通信新聞など

<https://www.kensetsunews.com/archives/372517>

<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000323.000006067.html>

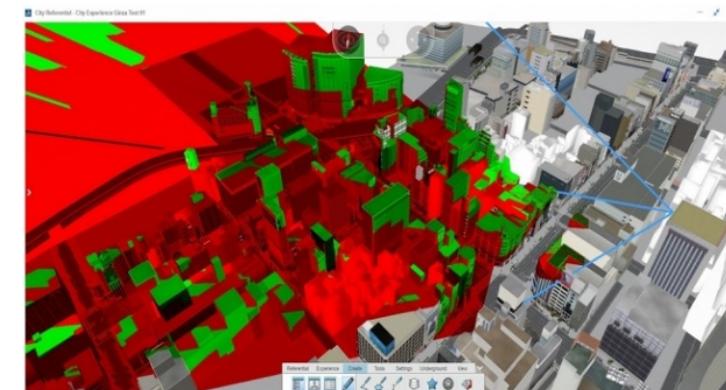
<https://www.jiji.com/jc/article?k=000000323.000006067&q=prt>

<https://iotnews.jp/archives/134476>



日本で最も地価の高い銀座エリアのモデルが、大成建設顧客、ビルオーナーへのリフォーム、再開発提案のツールとして利用。

Phase 2 では、IoT連携も含む。



景観の確認。居室からの視野を確認。
見える範囲（赤）と見えない範囲（緑）を色分け表示

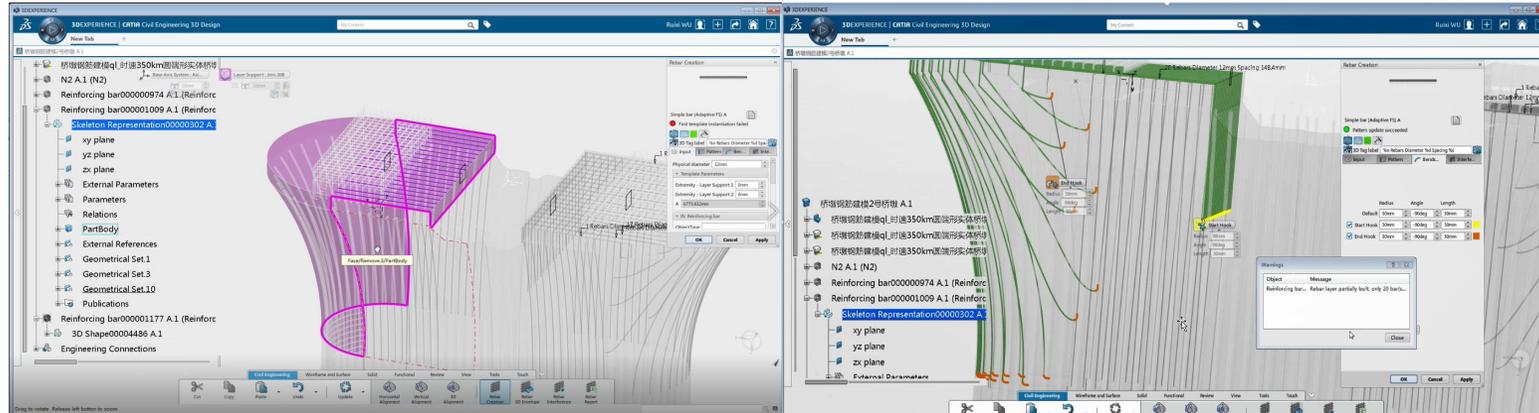
2. ナレッジテンプレート

配筋の自動モデリング

動画のサマリ

1. 対象作業面の選択

配筋テンプレートを選択し、作業曲面を選択。
配筋径、ピッチ、かぶり厚などを指定する。
作業面に対し、鉄筋一本一本のモデルが自動作成される。
作成した配筋の位置を個別に変更が可能。

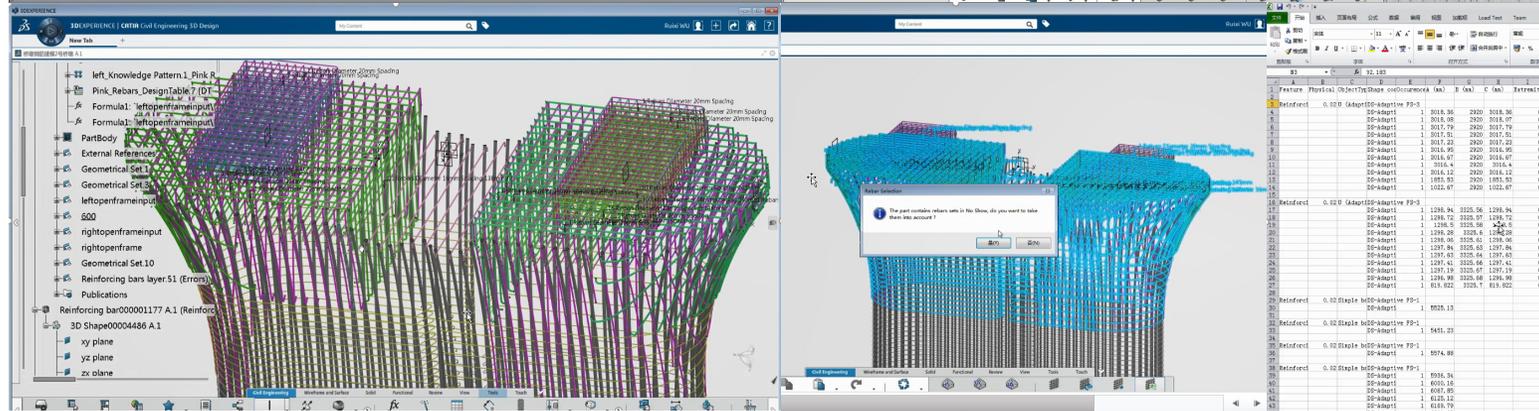


2. パラメータで形状変更

各配筋の形状はパラメータ設定で変更可能。
配筋の定着長さ、定着の方向をパラメータで変更可能。

3. 配筋モデルの完成

各配筋要素に対し、テンプレートを適用し、配筋モデルを作成。
例えば、橋脚高さを変更の場合、配筋モデルが追従して変更することも可能。
配筋の干渉チェックが可能。
(接触、トレランスの設定も可能)



4. EXCEL出力

配筋モデルを選択し、Excelへの帳票出力が可能。
Excelとは双方向リンクとなっている。
鉄筋の姿図も出力できるので、鉄筋の加工帳の代用としても使用可能。

建設業の生産性

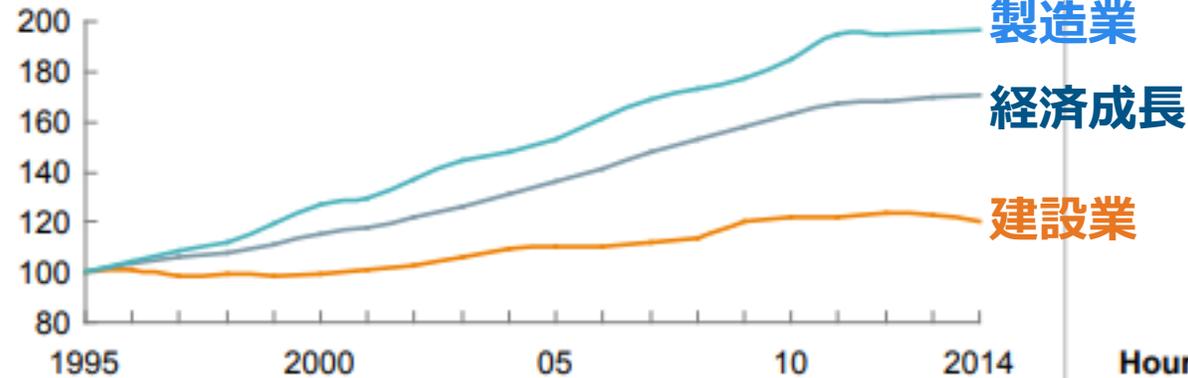
建設業の生産性 (41カ国)

Globally, labor-productivity growth lags behind that of manufacturing and the total economy

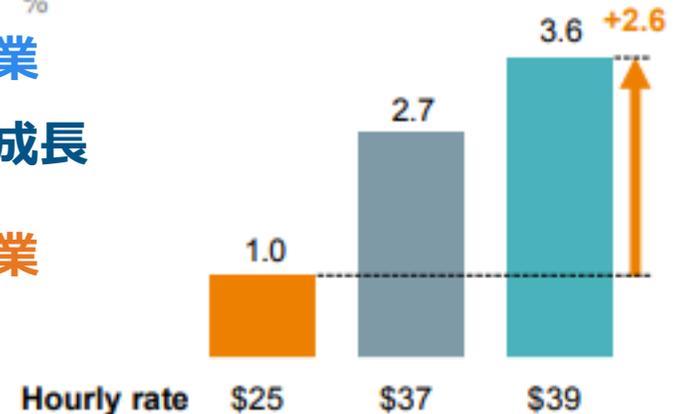
Global productivity growth trends¹

—■— Construction —■— Total economy —■— Manufacturing

Real gross value added per hour worked
by persons engaged, 2005 \$
Index: 100 = 1995



Compound annual growth rate,
1995–2014
%



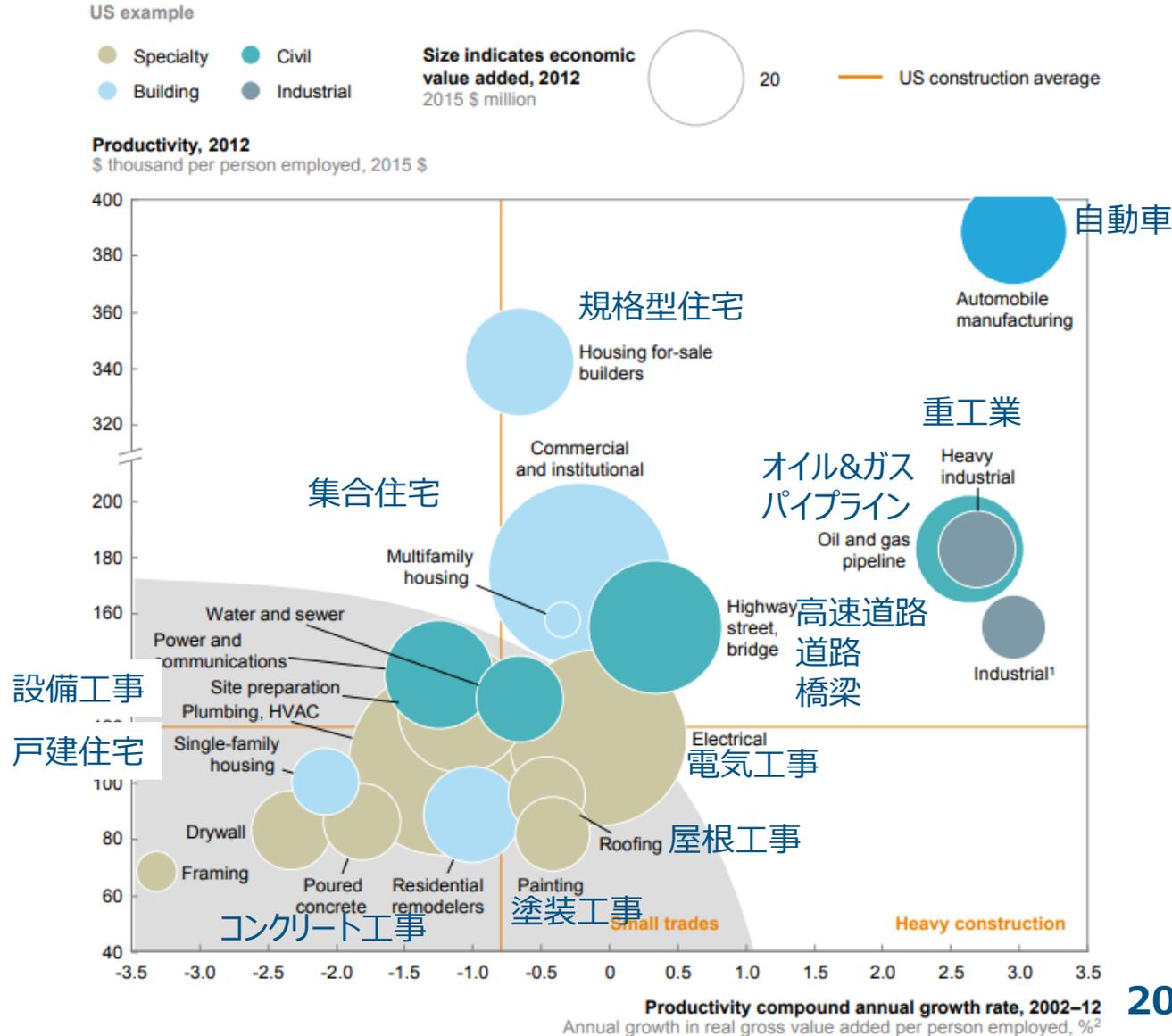
¹ Based on a sample of 41 countries that generate 96% of global GDP.

SOURCE: OECD; WIOD; GGCD-10, World Bank; BEA; BLS; national statistical agencies of Turkey, Malaysia, and Singapore; Rosstat; McKinsey Global Institute analysis

<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.pdf>

業種別生産性向上率（米国）

生産性、2012



McKinsey&Company
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.pdf>

2002-12 の成長率

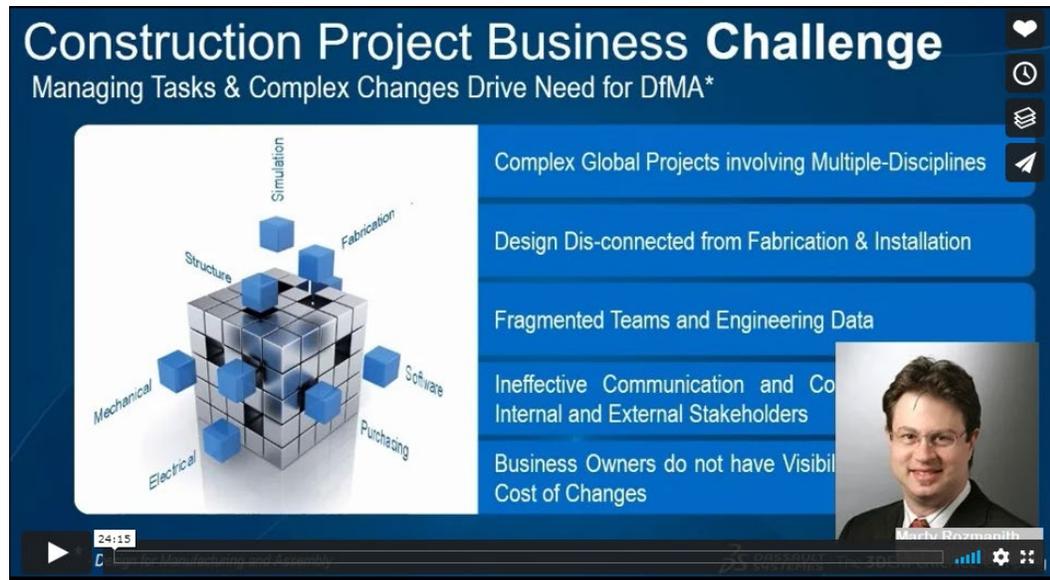
1 Manufacturing plants and warehouses.
 2 All subsectors deflated with overall construction sector deflators, not subsector-specific prices.

SOURCE: US Economic Census; McKinsey Global Institute analysis

BeyondBIM2020

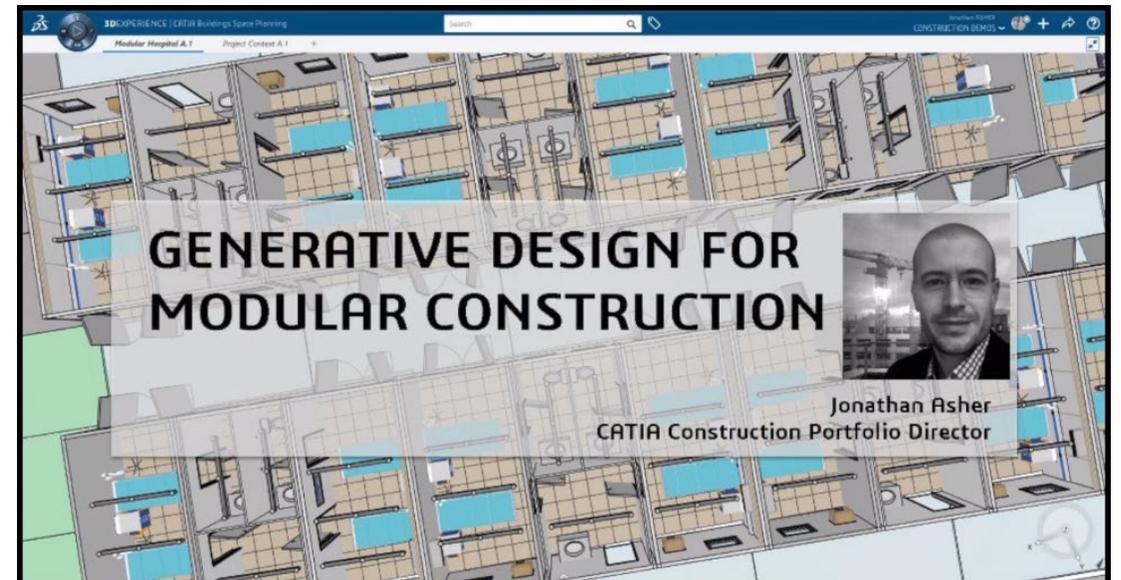
DfMA : 「自動オーダーメイドデザイン」

- ▶ Beyond BIM 2020、モジュールの建築生産のソリューションに関するトピックス
- ▶ オーダーメイドのためのエンジニアリング手法



<https://vimeo.com/422749747>

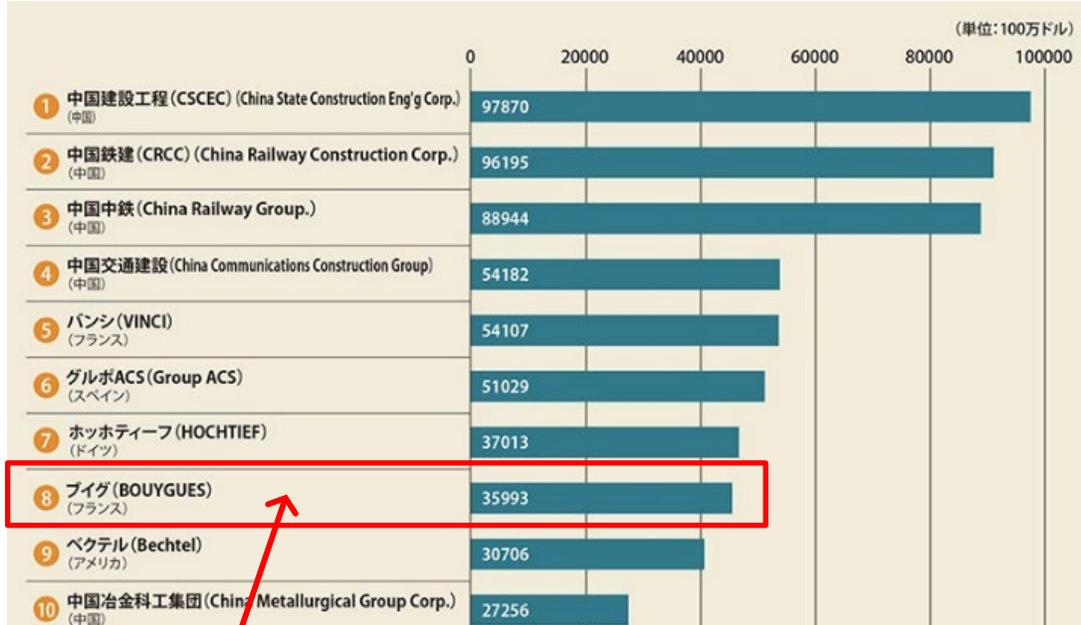
Beyond BIM in Construction, Cities, Territories
- Marty Rozmanith, Dassault Systemes
Marty Rozmanith



<https://vimeo.com/428489675>

Generative Design for Modular Construction -
Jonathan Asher, Dassault Systemes
#BeyondBIM2020

ブイグ (仏) : BOUYGUES



ビジネス+IT

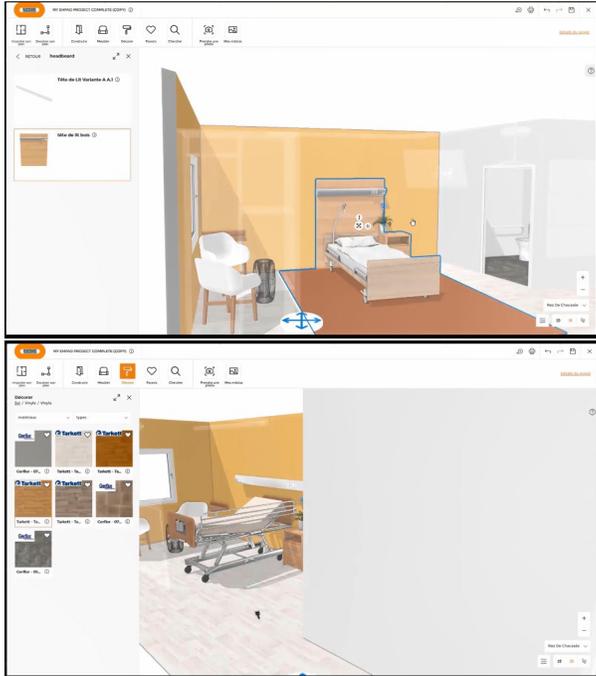
※出所：建設業ハンドブック2015

<https://www.sbbt.jp/article/cont1/30469>

ゼネコンでのDfMAの取り組み

DfMA :Design for Manufacture and Assembly

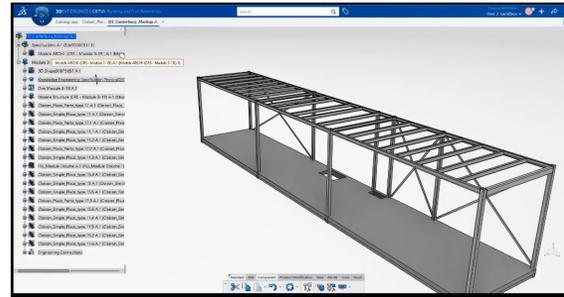
BOUYGUES
CONSTRUCTION



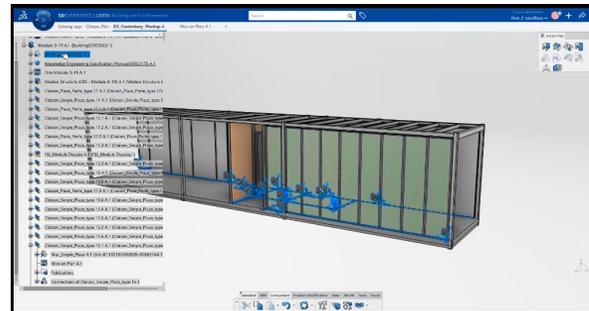
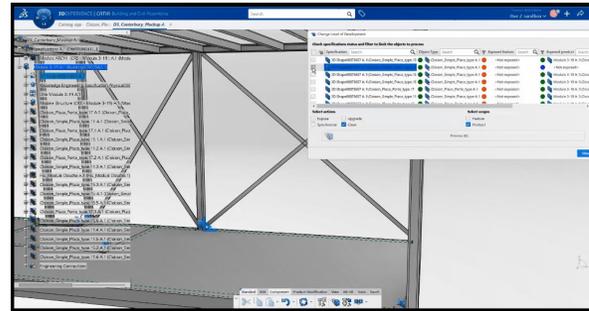
カタログベースのプランニングツール

- デザインルール
- 部材カタログ

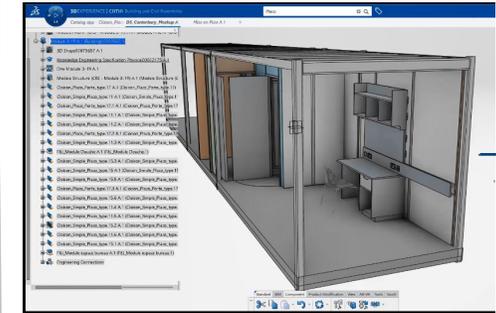
プランニングツール



モジュール分割

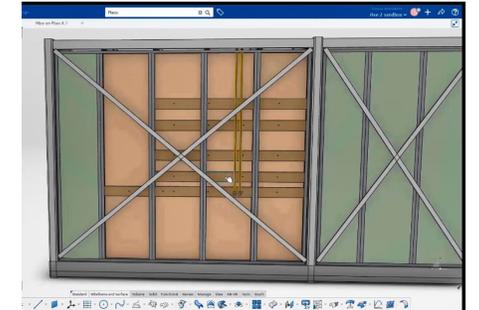


詳細化

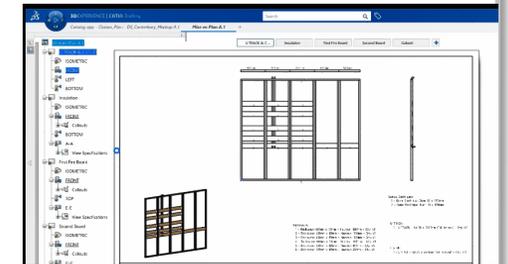


背面取付部の
詳細化

- ディテールの追加



- LOD200⇒LOD350への変換
標準部材の詳細化
接合部位の詳細化



- 製作図の生成
2D図面作成のテンプレートによる
(図面表記の一部修正は必要)

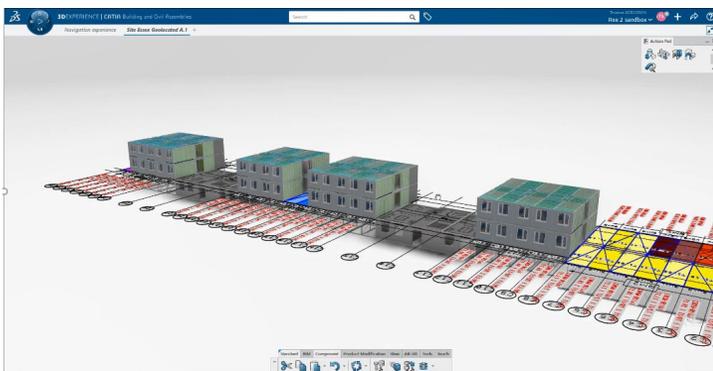
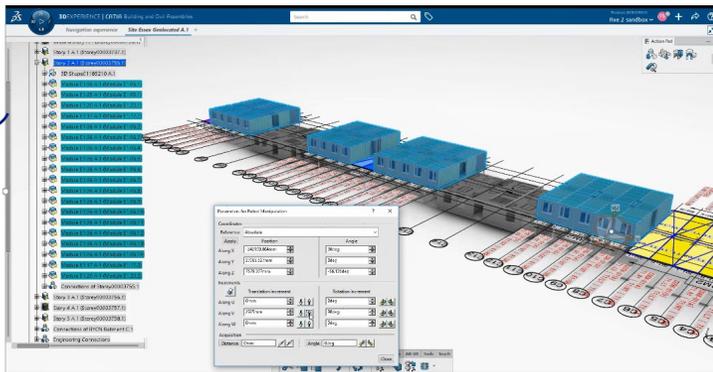
DASSAULT
SYSTEMES

ゼネコンでのDfMAの取り組み



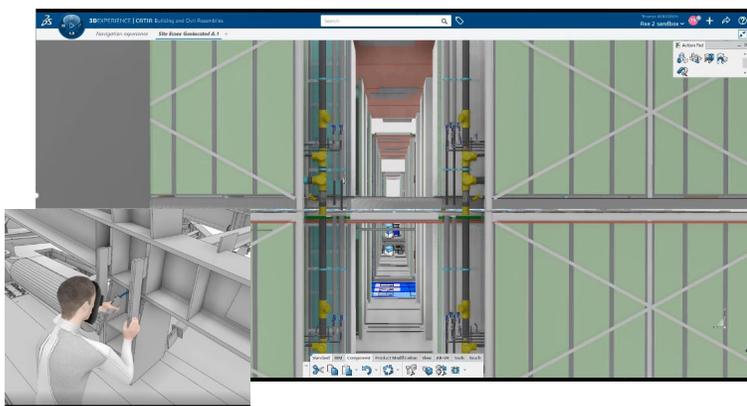
施工シミュレーション

- 工場製作のユニットの据え付けのシミュレーション
- サイトマネジメント
荷捌き、地組みエリアのスペースの検討
- 搬送経路の制約事項の検証
- 荷姿の最適化
- 重機稼働スペースの検討
カバー範囲、稼働空間の干渉



施工性の検討

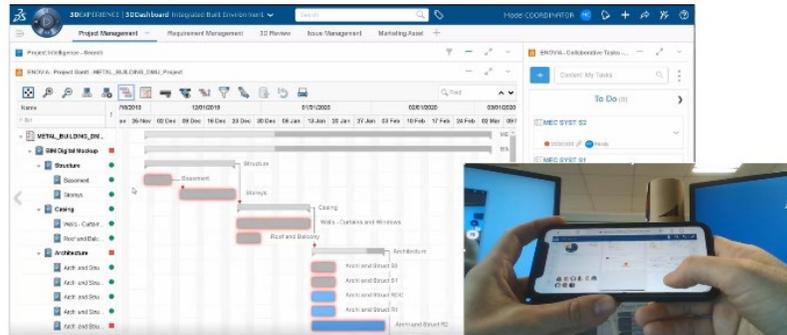
- 設備機器の接続、干渉確認
- 作業性の検討
(DELMIA/HUMAN
マネキンを使い作業姿勢、作業スペース、作業視野を確認)



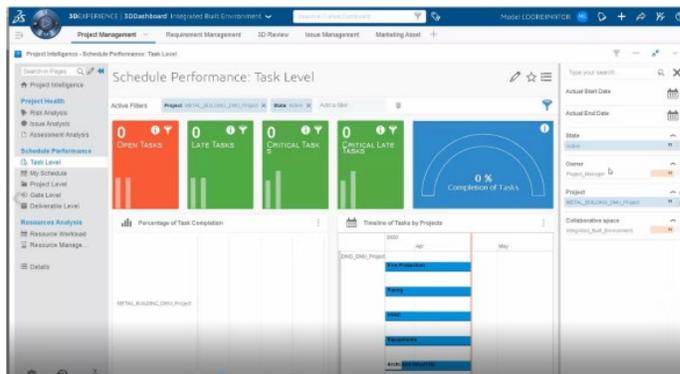
溶接姿勢、視野の検証

情報のシェア

- ブラウザからのアクセス
情報の参照
ステータスの入力
現場写真の登録

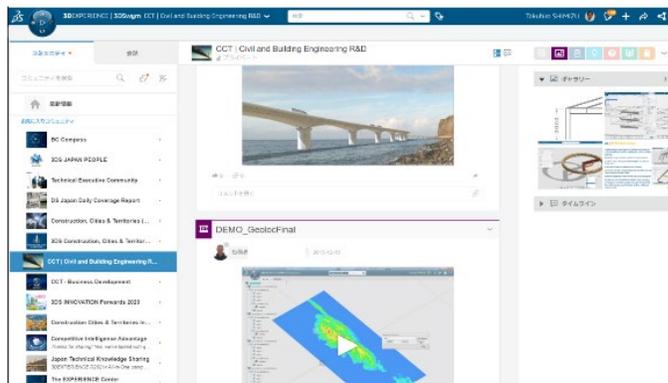


- プロジェクト管理
プロジェクトのステータス管理
- 工程管理



- 社内用SNS(Swym)での情報共有

プラットフォームの情報は社内で共有
コミュニティに投稿することで
関係者間で情報共有が可能
(コミュニティごとのアクセス権設定
が可能)



土工とコンクリート工事の生産性が低い

1-4 工種別の生産性の現状



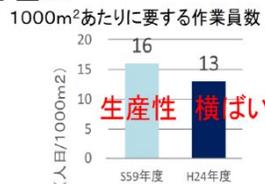
○ トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)

■ トンネル工事

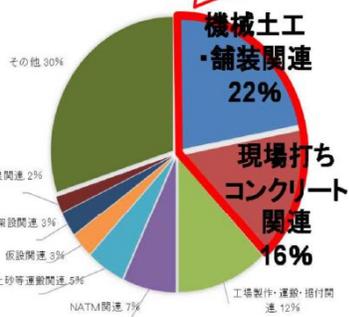
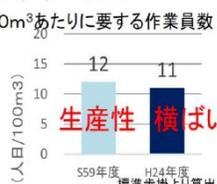


「機械土工・舗装関連」及び「現場打ちコンクリート関連」で全体の約40%

■ 土工



■ コンクリート工



各工種別の工事量の割合 (H24国土交通省発注工事実績の工種別人工より算出)

1-7 i-Construction ~建設業の生産性向上~



- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。

測量 3次元測量(UAVを用いた測量マニュアルの導入)

従来測量 → UAV (ドローン等) による3次元測量

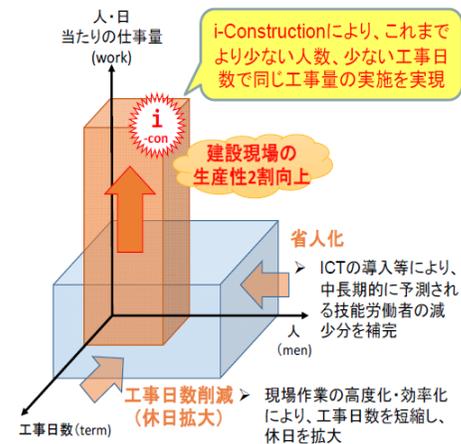
施工 ICT建機による施工 (ICT土工用積算基準の導入)

従来施工 → ICT建機による施工

検査 検査日数・書類の削減

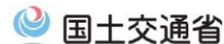
人力で200m毎に計測 → 計測結果を書類で確認 → 3次元データをパソコンで確認

【生産性向上イメージ】



i-Construction の3つのテーマ

1-8 i-Constructionの取り組み



ICTの全面的な活用 (ICT土工)

- 調査・測量、設計、施工、検査等あらゆる建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用。
- 3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備。
- 国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。
- 全てのICT土工で、必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価。

【建設現場におけるICT活用事例】

《3次元測量》



ドローン等を活用し、調査日数を削減

《3次元データ設計図》



3次元測量点群データと設計図面との差分から、施工量を自動算出

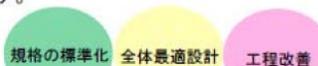
《ICT建機による施工》



3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のICT化を実現。

全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化等)

- 現場毎の一品生産、部分別最適設計であり、工期や品質の面で優位な技術を採用することが困難。
- 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。
- 部材の規格(サイズ等)の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。



コンクリート工の生産性向上のための3要素

現場打ちの効率化 (例) 鉄筋のプレハブ化、埋設型枠の活用

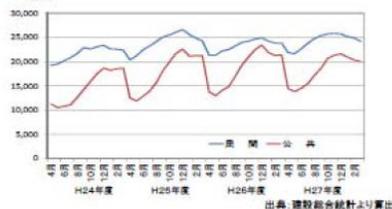


プレキャストの進 (例) 定型部材を組み合わせた施工



施工時期の平準化

- 公共工事は第1四半期(4~6月)に工事量が少なく、偏りが激しい。
- 限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化し、年間を通して工事量を安定化する。



(工事件数) 閑散期 繁忙期 (現状)



平準化 (i-Construction)



1

測量、土工工事
ICT技術の活用
ドローン UAV、ICT施工 (ICT建機)

UAV : 無人航空機: Unmanned aerial vehicle

2

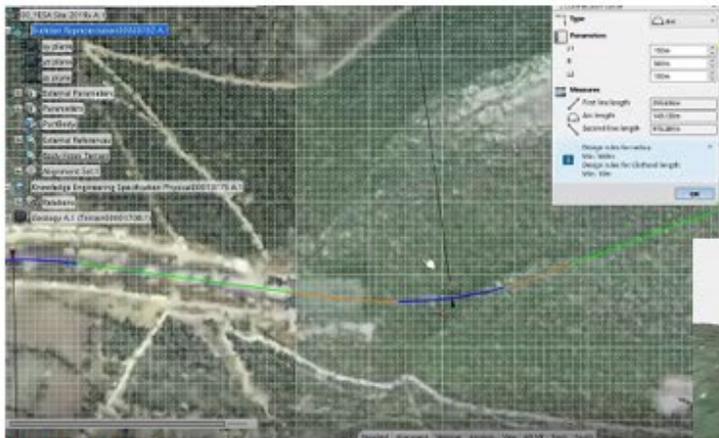
コンクリート構造物
標準化、プレキャスト

3

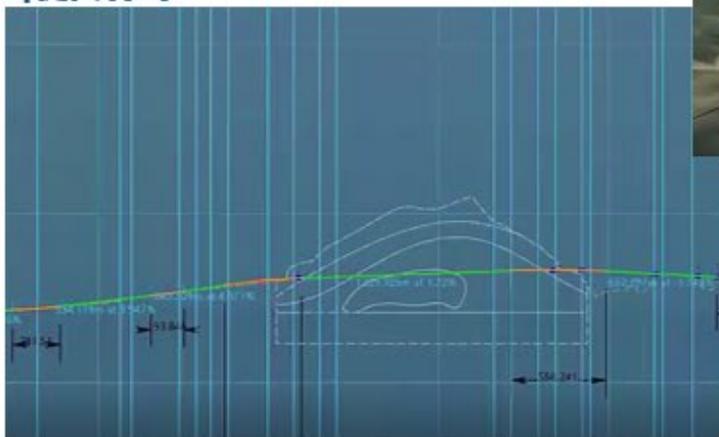
施工時期の平準化

道路線形

平面線形

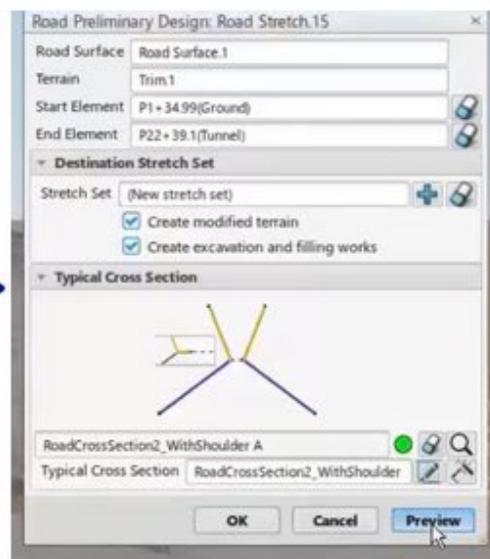


縦断面



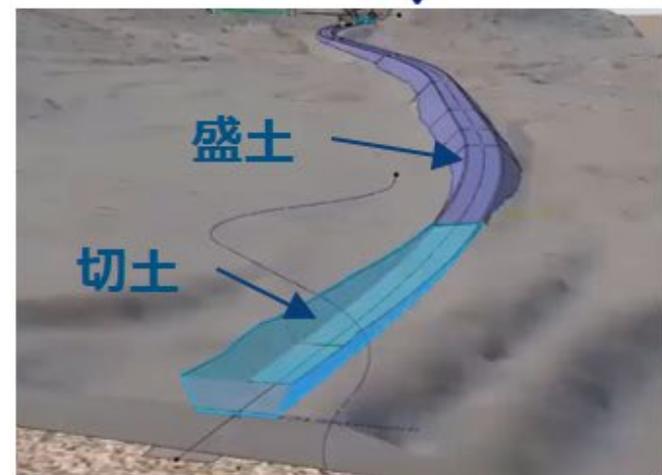
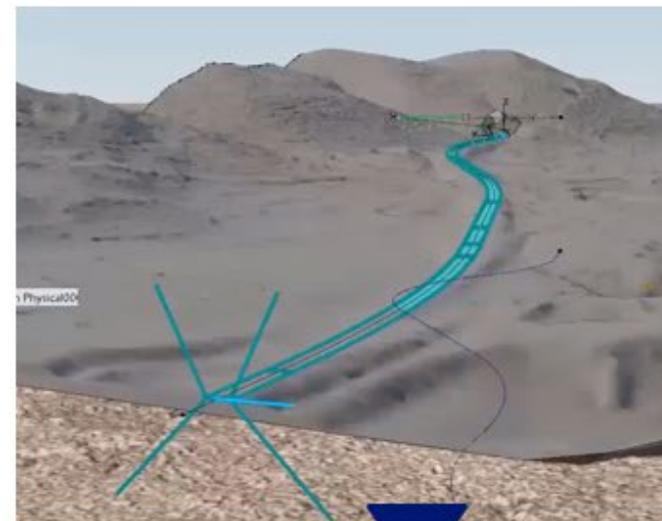
道路断面のテンプレート

道路線形に
法面定義のテンプレートを適用する



地形とのブール演算で
切土、盛土の土量が算出できる

道路線形の検討



3. バーチャルツイン = デジタルツイン + シミュレーション

当社の歩み



1981
3D設計

1989
3D DMU
デジタル
モックアップ

1999
3D PLM
プロダクト
ライフサイクル
マネジメント

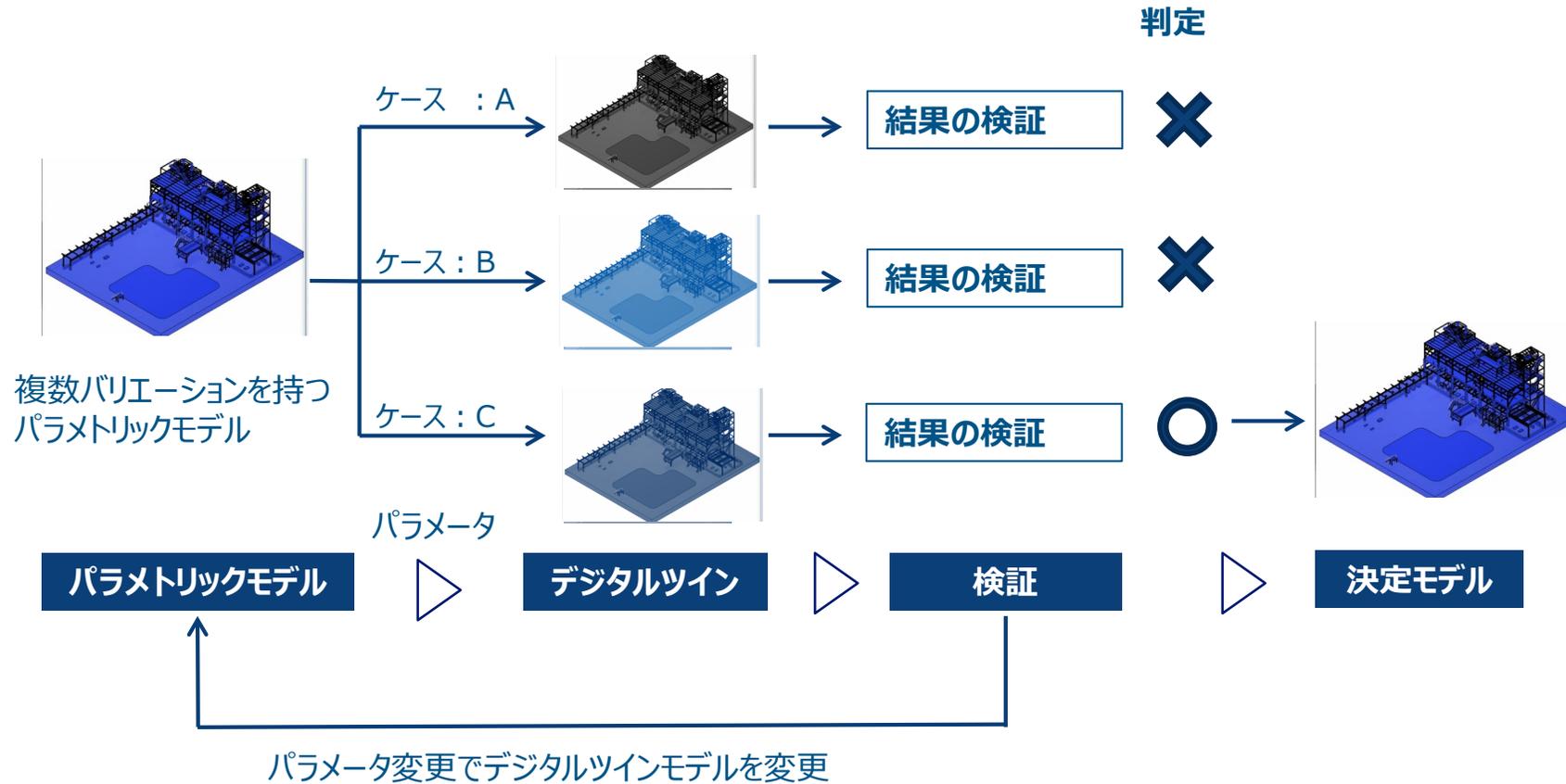


2012
3DEXPERIENCE®
プラットフォーム

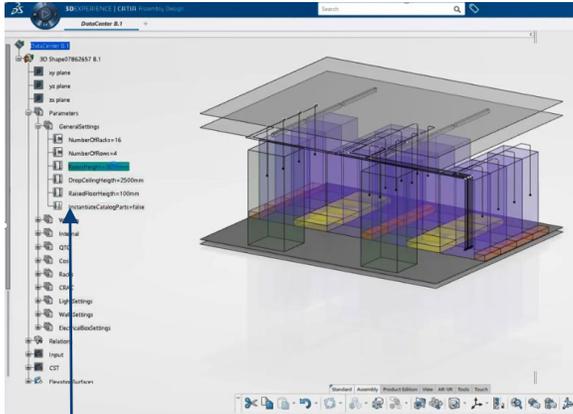


2020
バーチャルツイン
ヒューマン・
エクスペリエンス

バーチャルツイン = デジタルツイン + シミュレーション

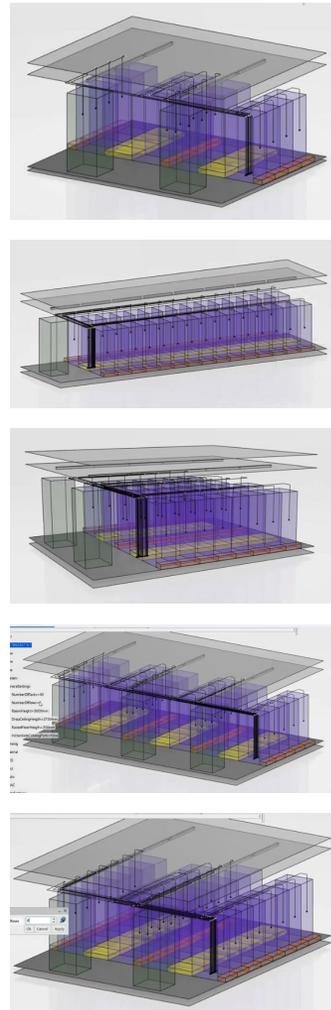


全てのオプションを含む
パラメトリックモデル



パラメータの選択で
設計オプションを選択が可能

パラメトリックモデル



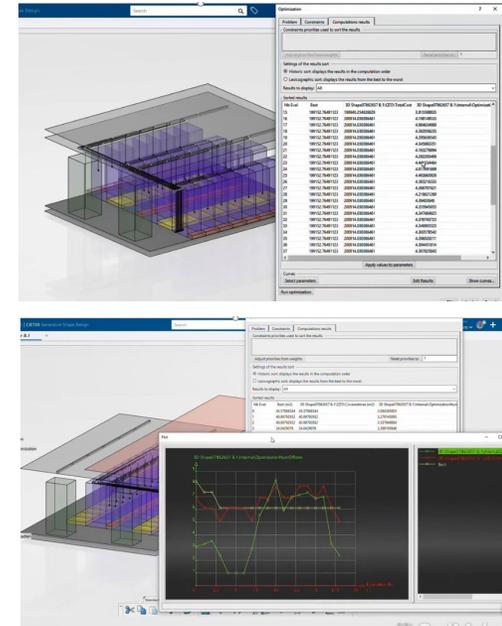
デジタルツイン



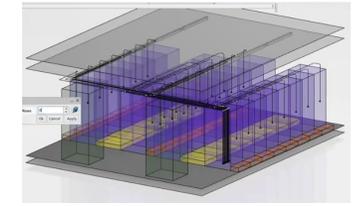
建物の性能評価

例)

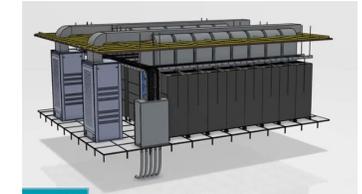
- 空調
- 電力量
- 部材数量 etc



性能評価



LOD200から ↓ LOD350に変換



- 詳細モデル
- 数量調書
- 図面

決定モデル

4. 施工シミュレーション

バーチャルツインによるプロセスシミュレーションと最適化

- ▶ 建設リスクを軽減し、効率を高め、コストを削減する

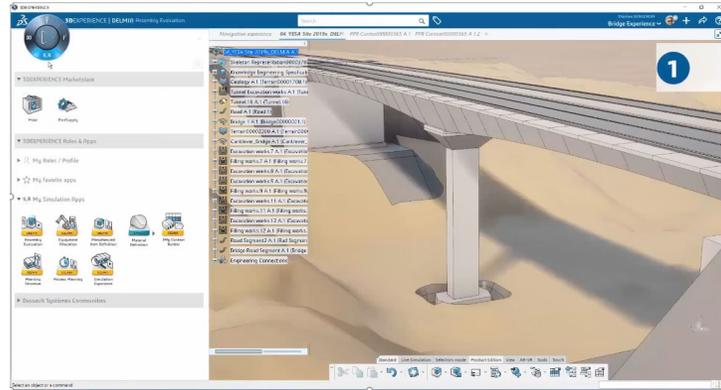
<https://www.youtube.com/watch?v=oYPu183d7f4>



施工プロセスの検討手順

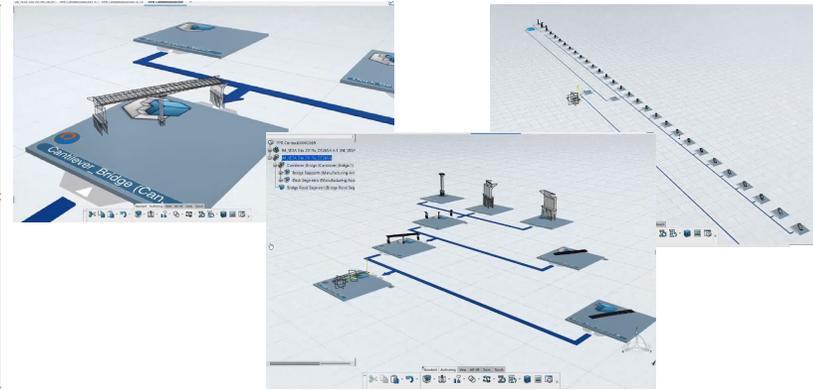
1. 対象のBIM/CIMモデル

CATIA、または、他社BIMモデルからIFCインポート



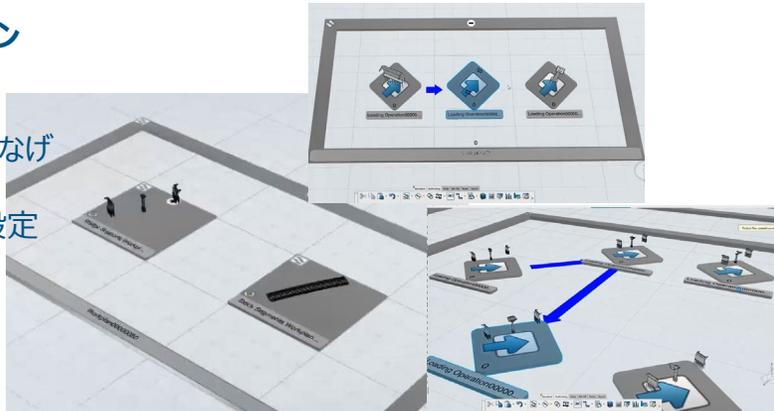
2. 対象モデルの構成整理

対象のBIM/CIMモデルを施工手順の観点で構成を整理する。



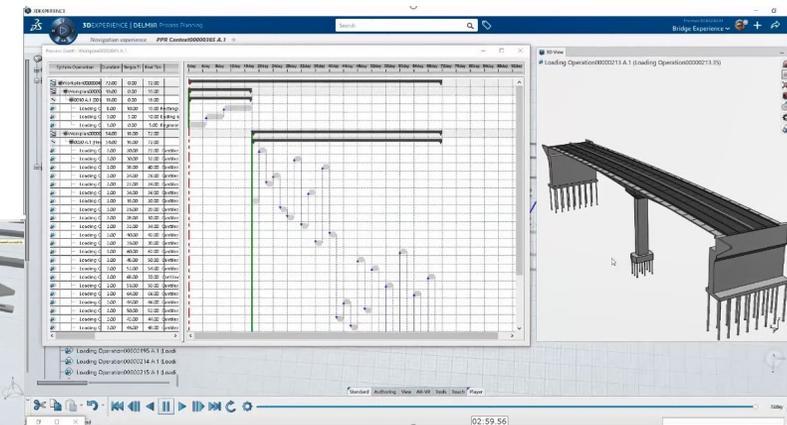
3. 施工手順のシミュレーション

DELMIAパートチャートでは、3Dモデルと連携したアイコンをつなげ合わせ工程を計画する。アイコンには、日程、リソースが設定できる。複数工程の検証が可能。



4. プロセス検討

定義したプロセスを再生し、検討する。手順の変更は、3. の矢印を変更、またはガントチャートの変更で行う。



最適ユニット化率、最適な搬送パッケージサイズの検証

DELMIA シミュレーションによる工業化比率の最適化

動画

課題:

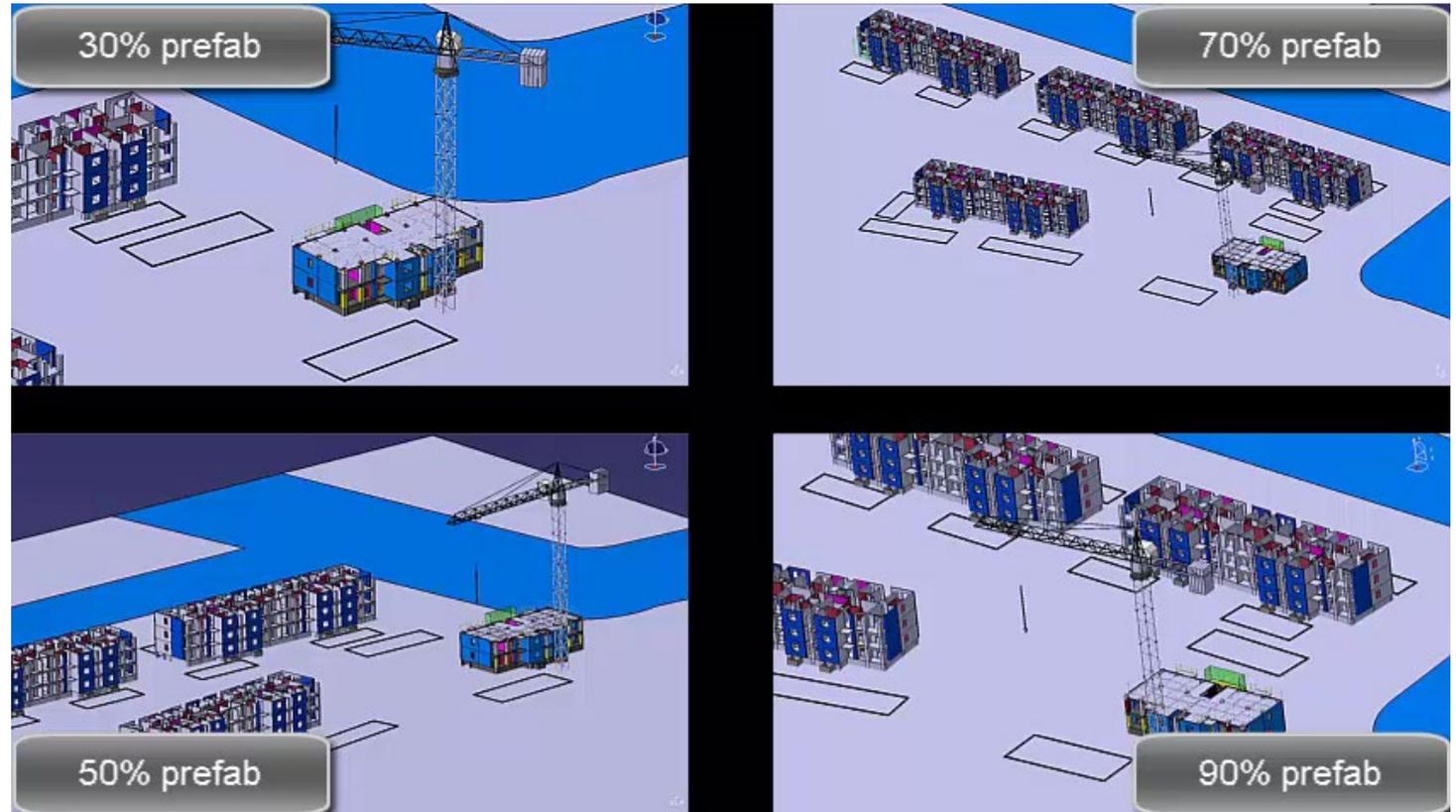
- ▶ 最適な工業化比率の検証

解決策:

- ▶ 異なる工業化比率の複数シナリオのシミュレーション

結果:

- ▶ 90% = 最速
- ▶ 70% = コスト最適
- ▶ 50% = 搬送の制約条件による選択



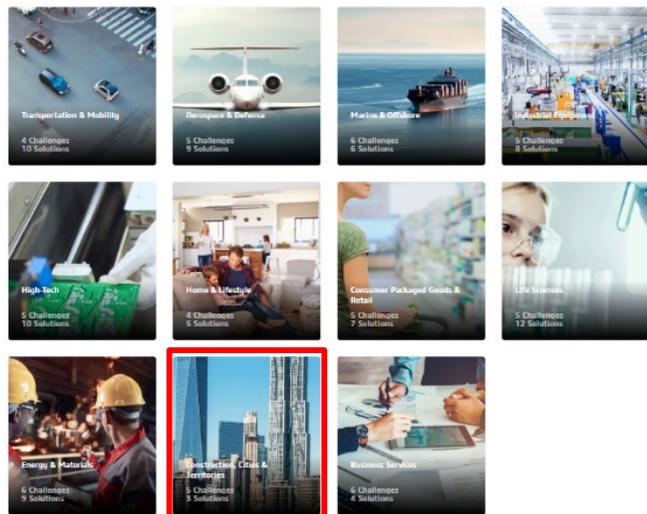
5. プラットフォームのメリット

ソリューション構成 | 3DEXPERIENCE プラットフォーム



ブランド

CATIA : 3D CAD
DELMIA : 施工シミュレーション



インダストリー



3DEXPERIENCE プラットフォーム

ソリューションの基本構成



業務フロー

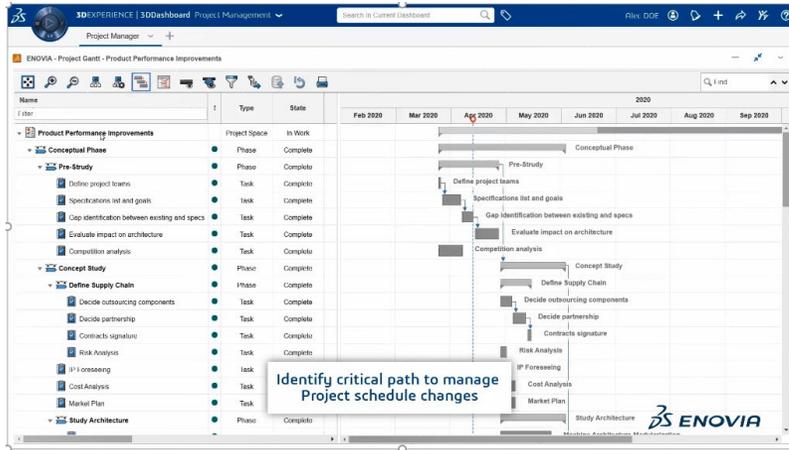


プラットフォーム

- プロジェクト管理
- 作業仕訳
- デザインレビュー
- ステータス管理
- コスト管理

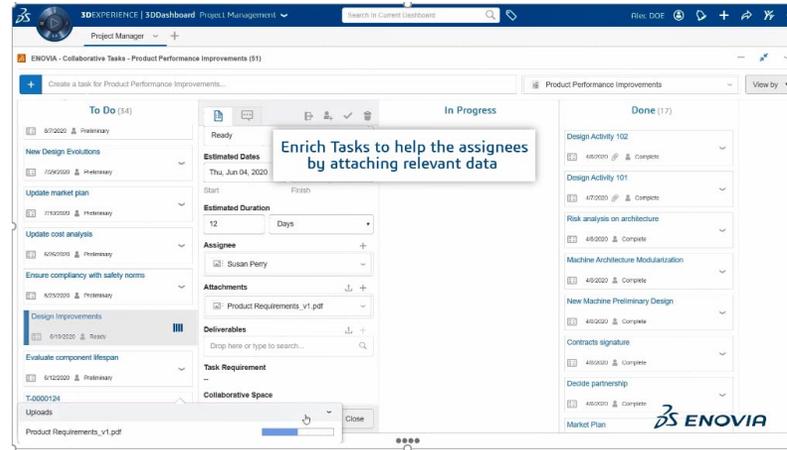
プラットフォームでプロジェクトマネジメント

ENOVIAプロジェクト管理



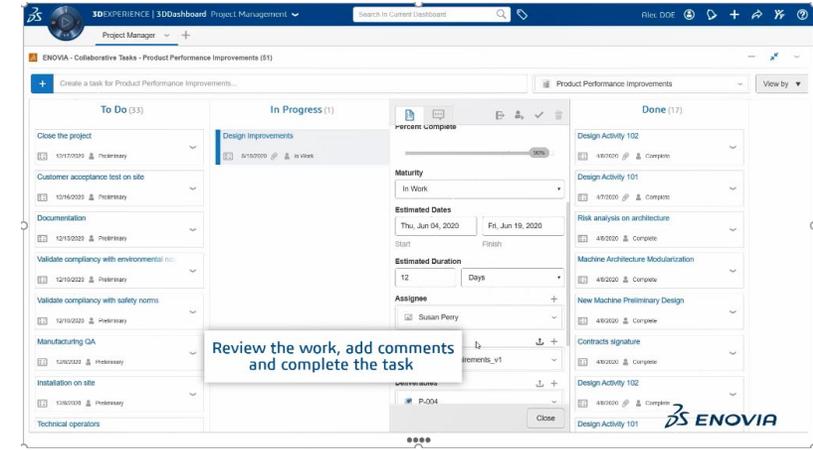
- プロジェクトのプロジェクト管理が可能

タスクの割り当て



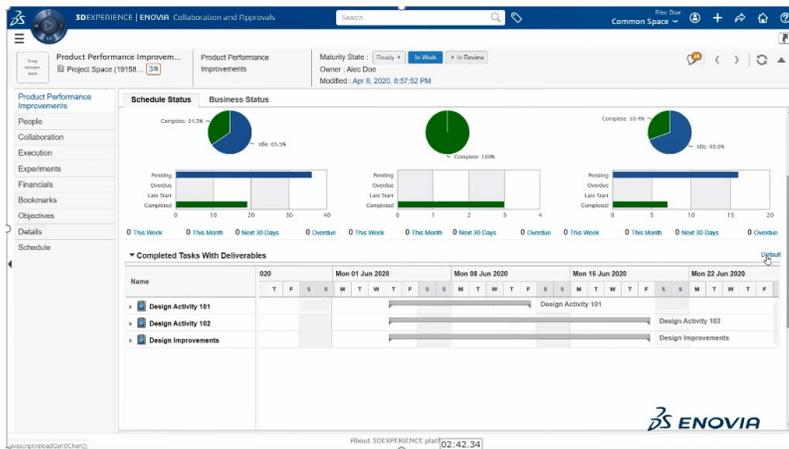
- タスク割り当て、関連資料の連携が、プラットフォームで行われる

成果物をタスクと連携して管理



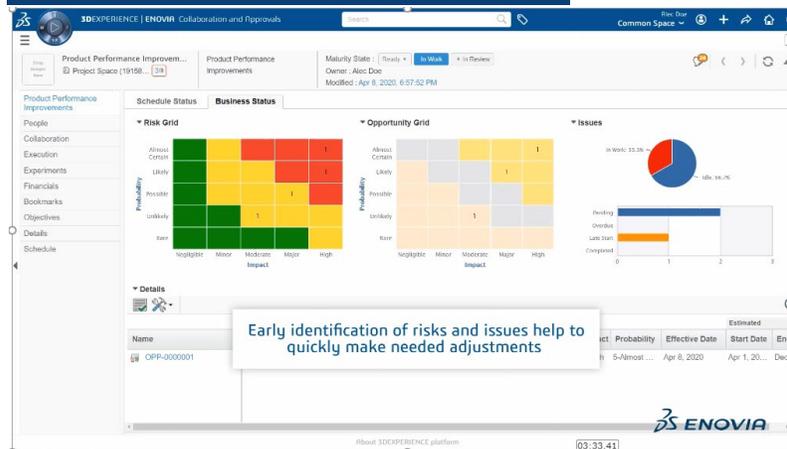
- タスクの実行実績データをプラットフォームで管理
- タスクの成果を、タスクと連携してプラットフォームで管理する

各タスクのステータス管理



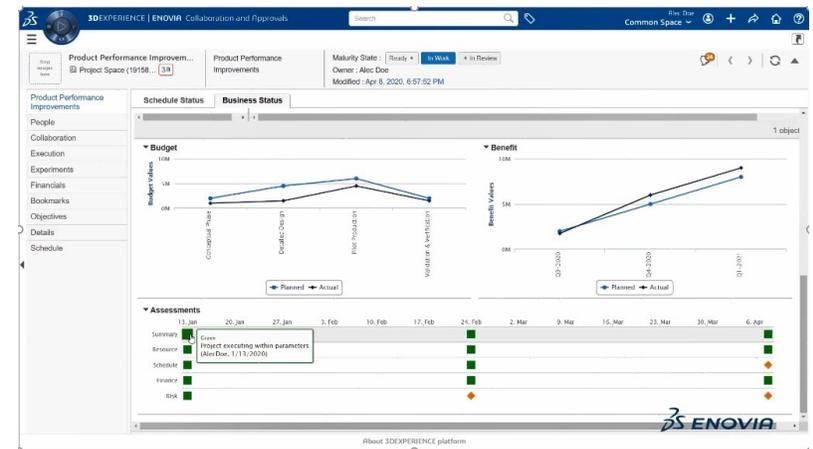
- ダッシュボードで各タスクの達成度を表示する

プロジェクトのISSUEなどの管理



- タスクの課題などを集積し、ダッシュボードで管理

プロジェクトの進捗管理



- ダッシュボードでプロジェクトの進捗を表示する

アジェンダ

土木・建築分野のBIM/CIMの現状の課題について、
他産業で培った技術を取り込み、この分野に向けた当社の取り組みについて、
事例を示しながら題材としてご紹介いたします。

1. 『BIM レベル3』を実装するプラットフォームの効果と特徴
2. デジタルツインから『バーチャルツイン』へ
3. Generative Design と 『データの連続性』

用語の説明

1. BIMレベル3
2. ナレッジテンプレート
3. バーチャルツイン = デジタルツイン + シミュレーション
4. 施工シミュレーション
5. プラットフォームのメリット

