

建設DXによる建設生産性向上 の可能性と現状

松江工業高等専門学校 環境・建設工学科

教授 大屋 誠

自己紹介

■ 経歴

- 松江高専土木工学科卒業
- 豊橋技術科学大学建設工学課程卒業
- 豊橋技術科学大学大学院建設工学専攻修了
- 平成7年～ 松江高専勤務
(平成13年豊橋技術科学大学助手)

■ 資格

- 博士（工学）
(平成14年9月：豊橋技術科学大学)
- 技術士（建設部門）（平成20年）
鋼構造およびコンクリート

■ 所属学会

土木学会, 日本建築学会, 腐食防食学会, 島根県技術士会

■ 学外委員

- 中国地方橋梁保全委員会橋梁保全アドバイザー
- 島根県橋梁長寿命化修繕計画策定検討会委員
- 島根県建設産業のあり方検討会座長（平成24年3月）
- 島根県入札契約制度あり方研究会委員
- 松江市入札監視委員会委員長
- 江津市庁舎改修整備検討委員会委員
- 新大橋景観検討委員会委員 など

■ ラグビー部顧問

マネジメントキーワードの変遷

- 「働き方改革」

- 「生産性向上」

- 「労働人口減少」

- 「エンゲージメント」

つながりの強さ

- 「DX」

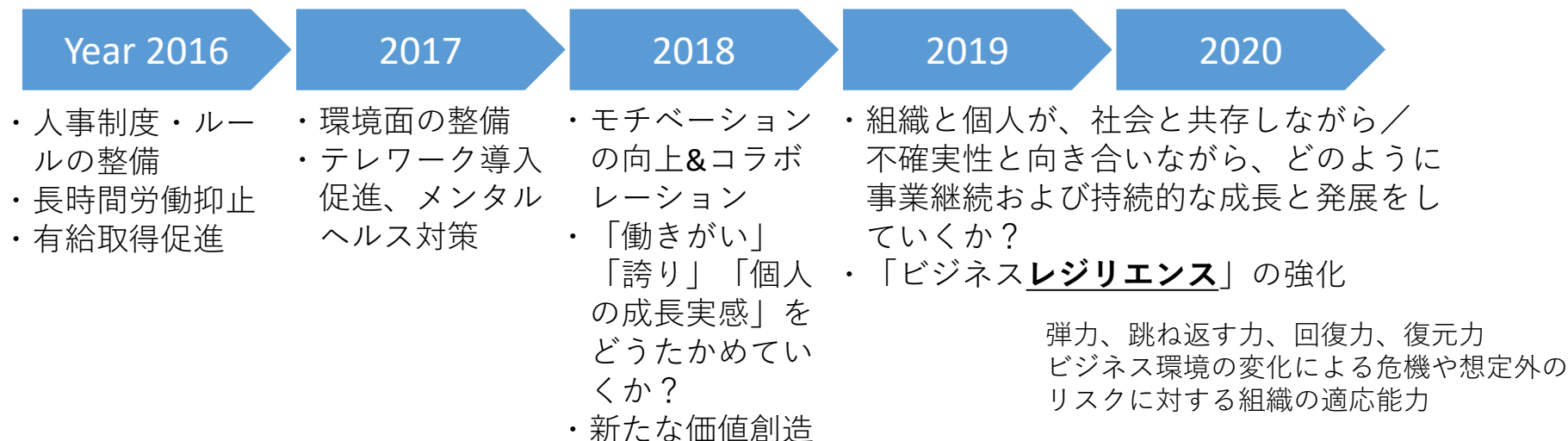
- 「SDGs」

- 「アフターコロナ」

- 「ウィズコロナ」

- 「ニューノーマル」

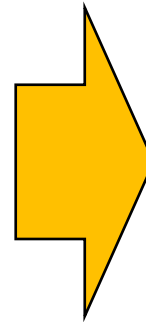
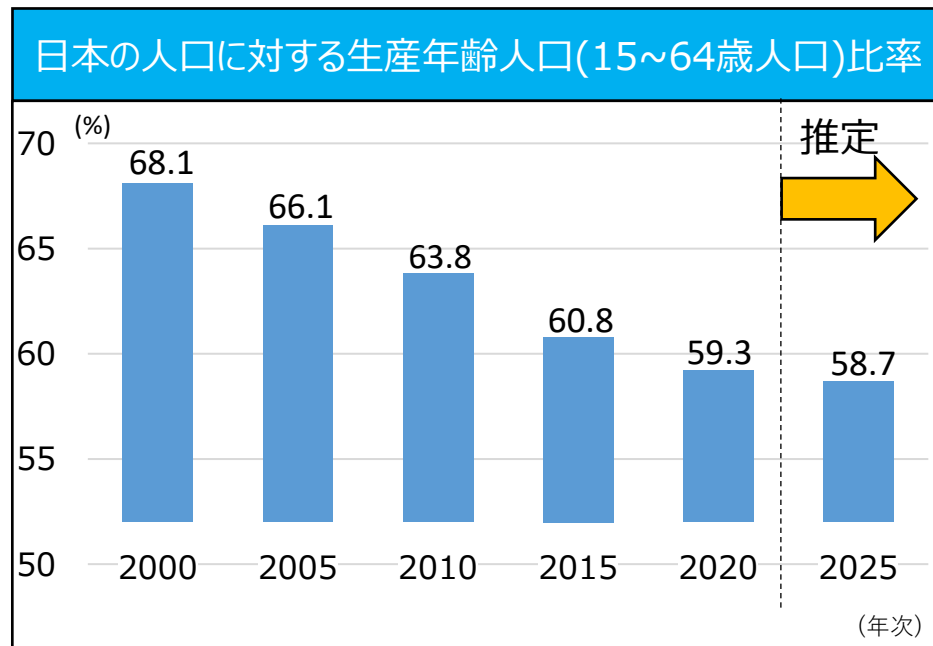
新しい生活様式の総称
生活のあらゆる局面で
「新たな常識」



出典：沢渡あまね著「バリューサイクル・マネジメント
～新しい時代へアップデートし続ける仕組みの作り方」

BIM/CIM導入の背景

- 少子高齢化社会に伴う若い技術者の不足

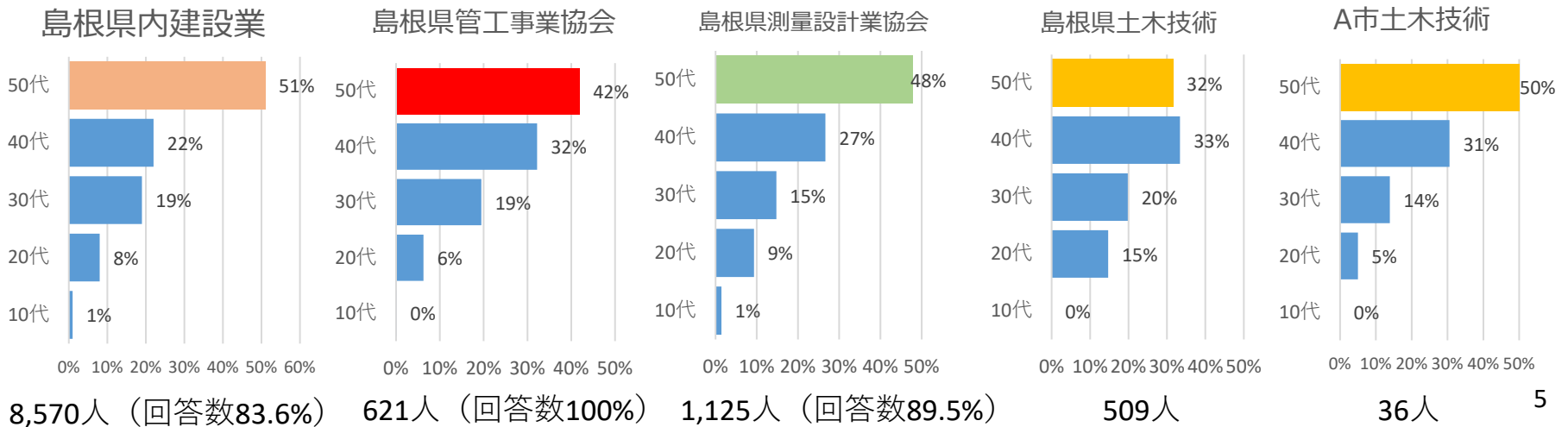
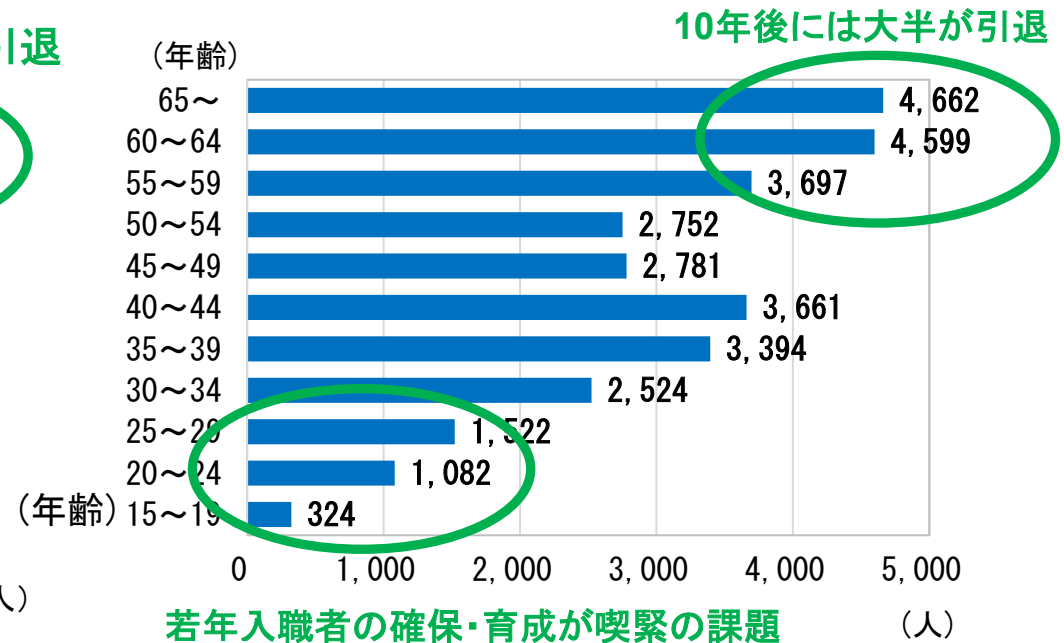
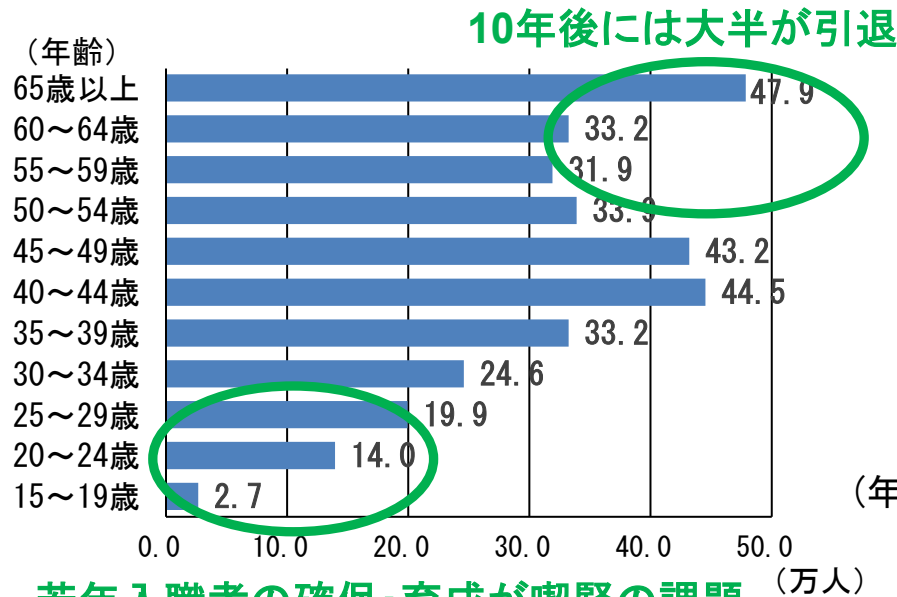


現在と同水準の
生産性, 育成スピード
では建設現場の維持が困難

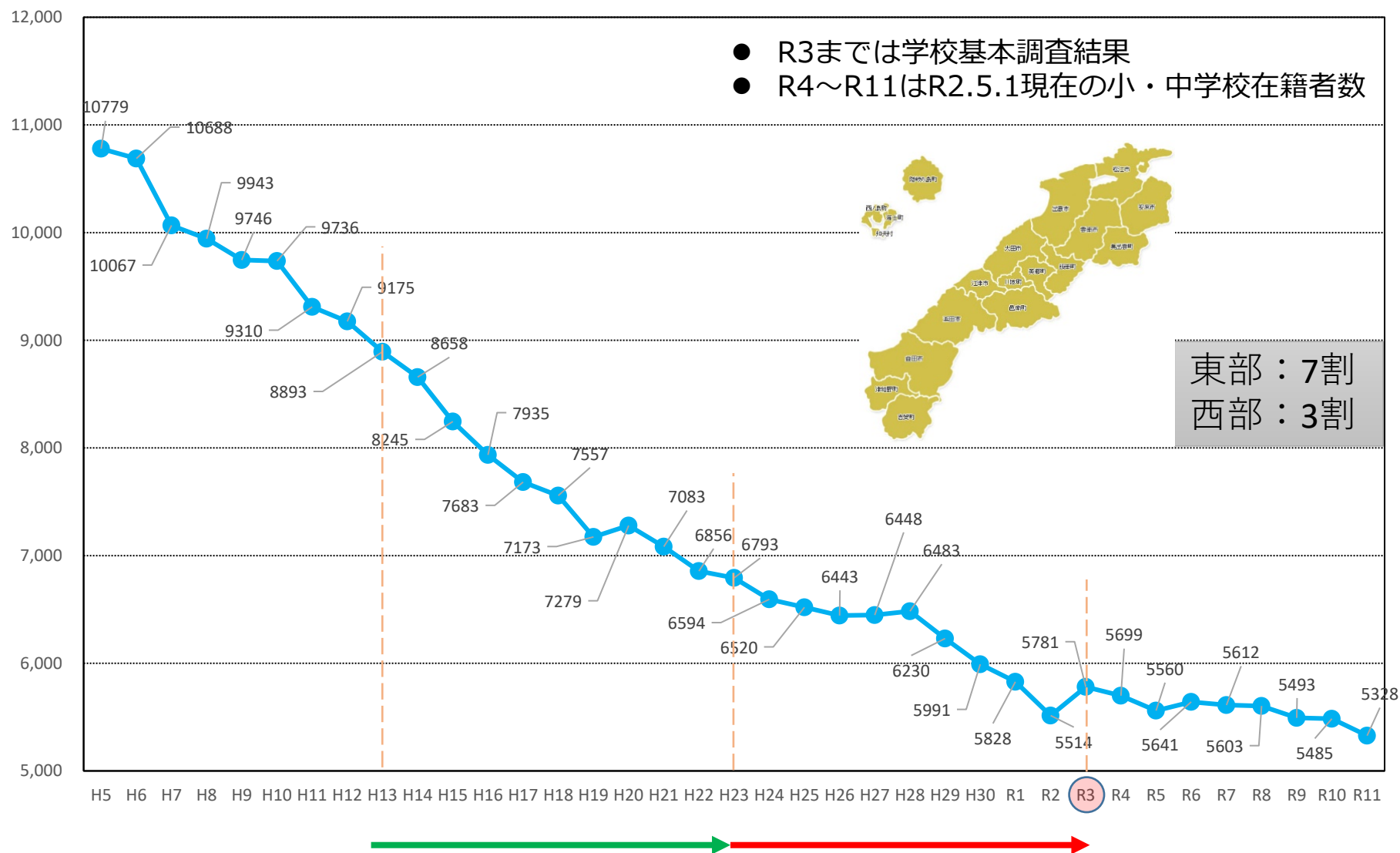
典拠：総務省 <http://www.stat.go.jp/data/jinsui/>

高齢者の大量離職の見通し (中長期的な担い手確保の必要性)

引用：総務省「労働力調査」を元に
国土交通省算出したデータ



島根県内の中学卒業生数の推移予測（令和2年5月1日現在）



地方の建設分野の課題と今後の方向性

経済成長率 = 労働生産性上昇率 + 就業者数増加率 + 労働時間増加率

労働生産性の向上

が不可欠



- 就業者の急速な高齢化
- 若年入職者の急速な減少
(日本の中で最先端)



- 働き方改革
- 長時間労働の抑制



建設業において労働生産性の向上が不可欠

建設分野の労働生産性の向上に向けて

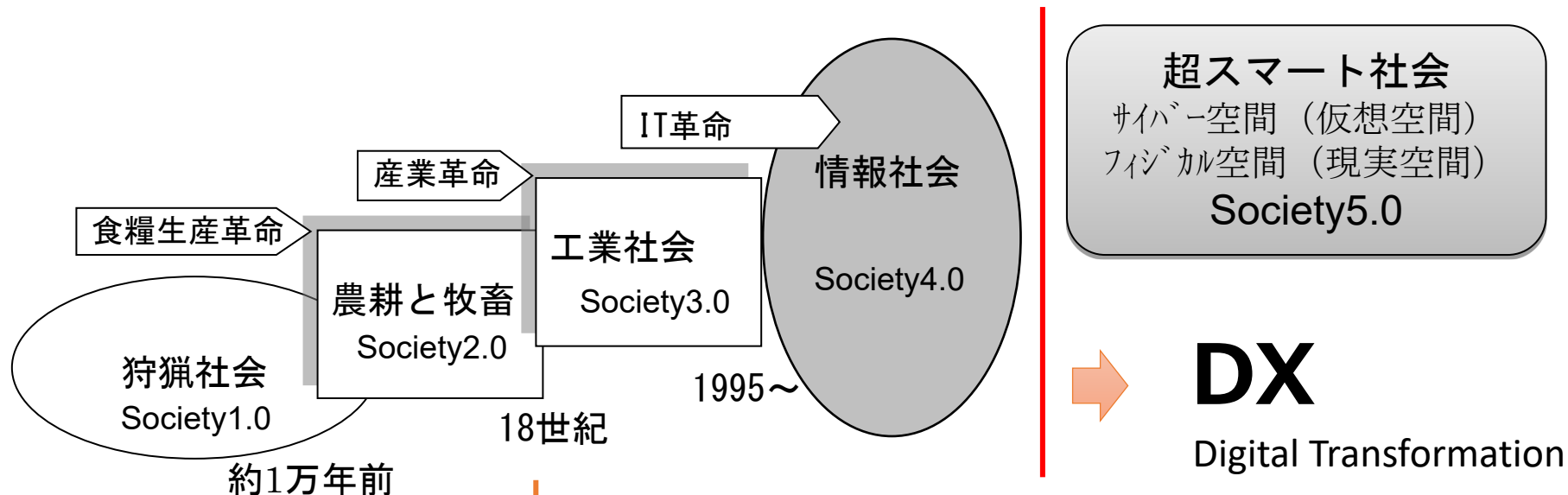
BIM/CIM・i-Construction
を活用した人材確保・人材育成

- 建設プロセスの早期理解
- 高専を活用した技術者教育
- 若手の活躍できる職場づくり
- 女性技術者の活躍しやすい職場環境（ダイバーシティー）
- 働き方改革

デジタル技術による根本的な建設生産
モデルの変革が必要

- 建設プロセスの改革
- 行政の改革
- 建設関係企業の改革
- 建設技術者教育の改革

Societyと産業革命の変遷



産業革命の変遷

第1次産業革命

機械化による作
業効率の向上
人力→機械化

第2次産業革命

電気の発明
軽工業から重工業へ
個人→組織の時代

第3次産業革命

コンピュータの登場
デジタル革命
(IT革命)
GAFA

第4次産業革命

クラウドコンピューティング
ビッグデータ, IoTとAI
→ネットワーク効果
指数関数的な成長と変化

メカニカルなパワーによる変革

人間の判断・考え方→機械がマスター

DX (Digital Transformation) とは

－ 経済産業省 －

「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、**データとデジタル技術を活用**して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」

【 Point 】

ツールの導入といった局所的なIT導入のことではなく、**デジタル技術を採用した根本的なビジネスモデルの変革**



建設分野における

コア のデジタル化

実現可能性（Feasibility）

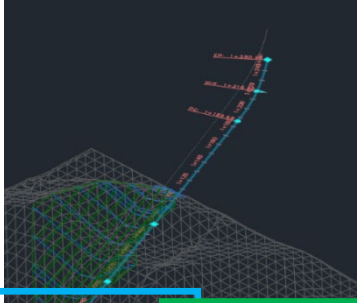
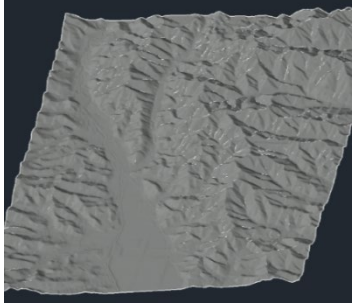
- データは存在するか
- データの質は高いか
- データの取得は継続的に可能か
- 技術的にどれくらいモデルを作るのが難しいか

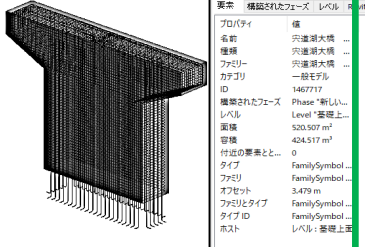
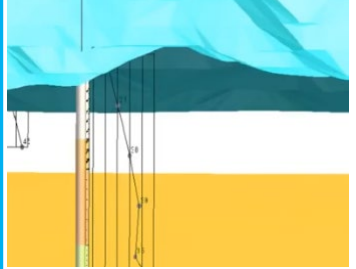
- ① デジタルを活用した業務効率化
- ② 根本的にビジネスモデルを変える、デジタルを軸に組織の競争優位性を作る

建設DXに必要なデジタルデータの種類

LandXML

BIM/CIM
モデル

線形モデル	土工形状モデル	地形モデル
道路中心線や構造物中心線を表現する	盛土、切土等を表現したもの	TIN、テクスチャ画像等で表現される。
		

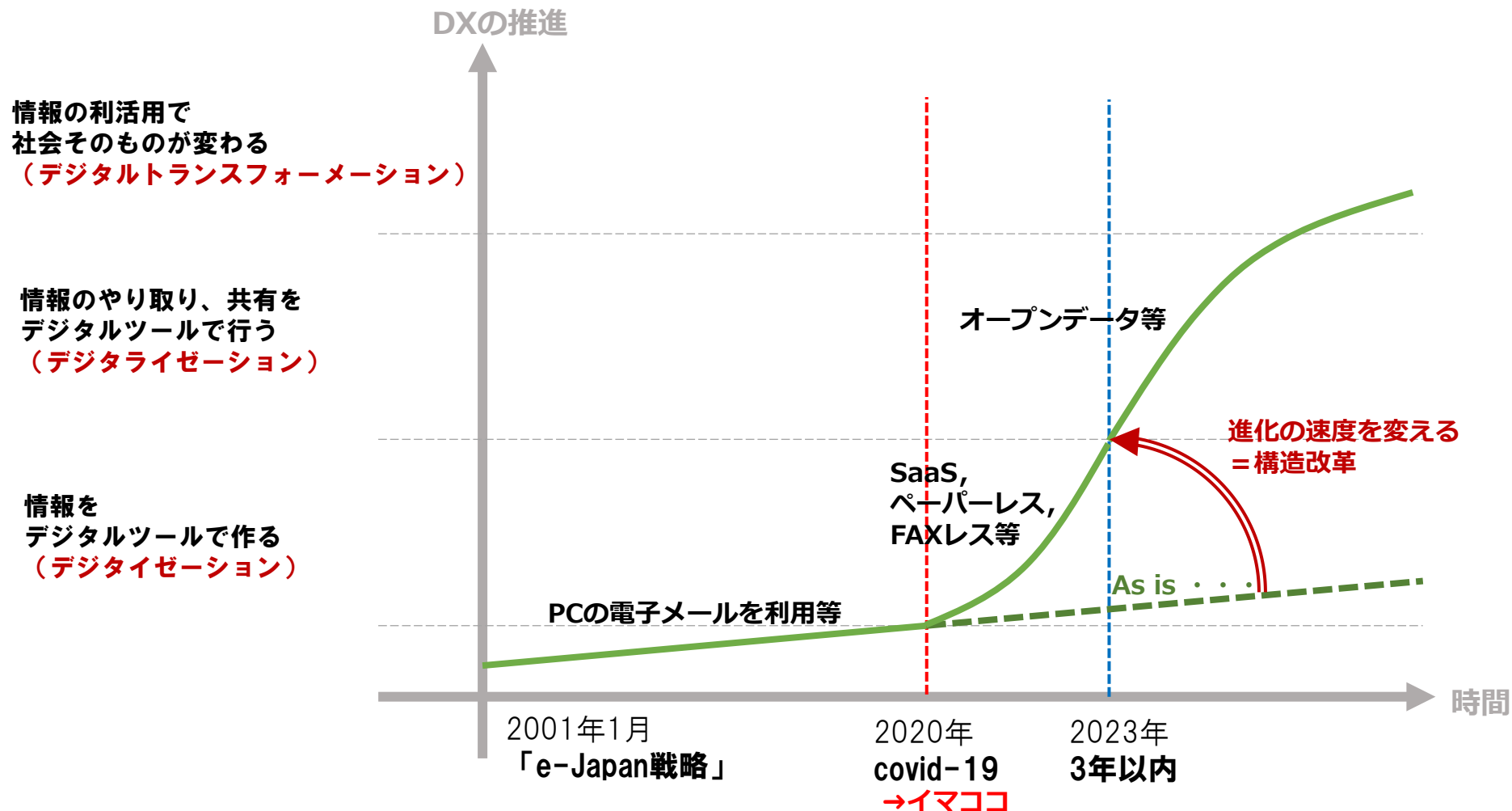
構造物モデル	地質・土質モデル	広域地形モデル	統合モデル
構造物や仮設構造物の3次元モデルに属性情報を付与したもの	ボーリング柱状図などをCADデータとして配置したもの	対象地区を含む広域な範囲の地形モデル	各CIMモデルを統合したモデル
			

IFC

柱状図データ
XML

これまでの中間ファイル形式
SFC, P21

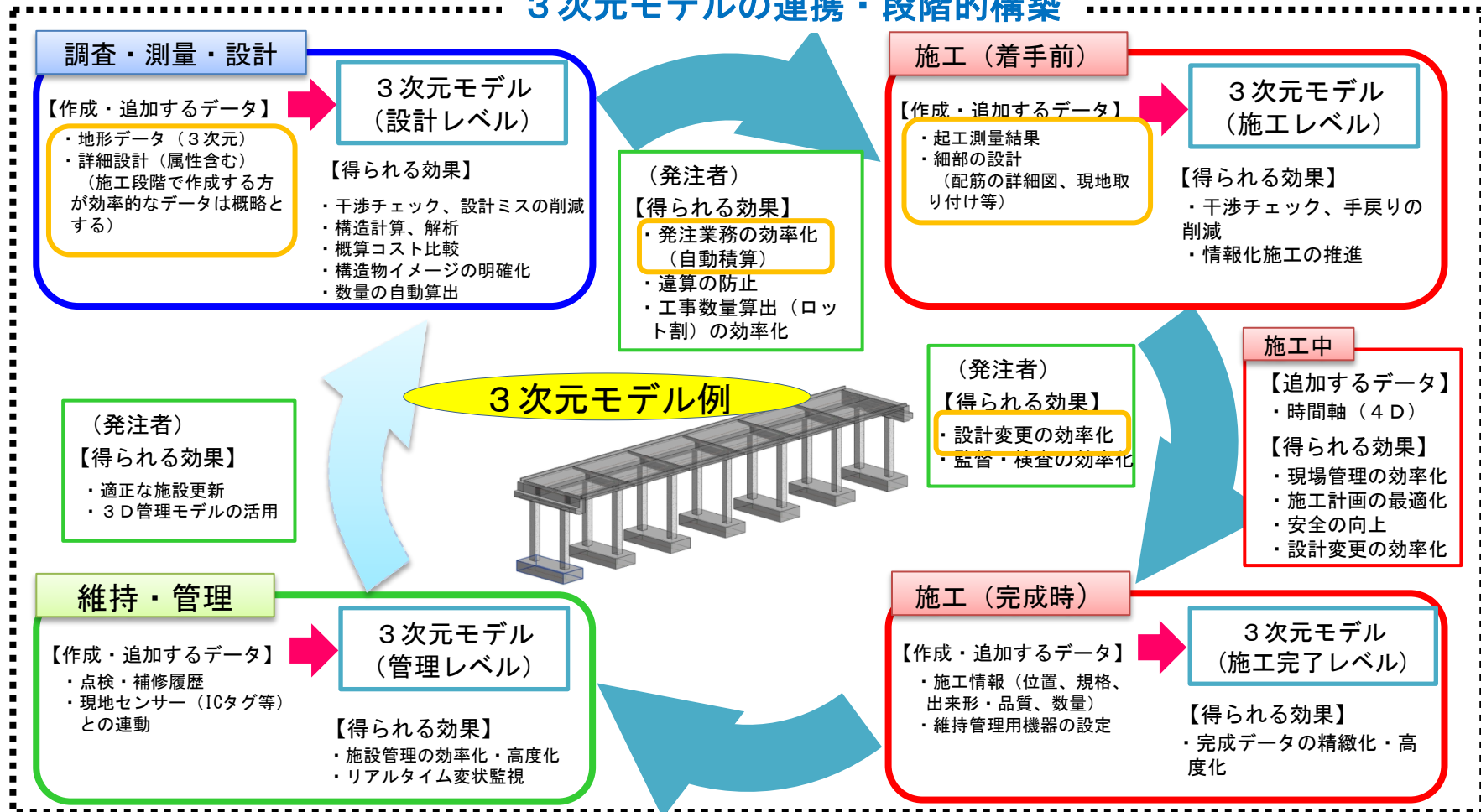
構造改革DXの段階の事例（東京都）



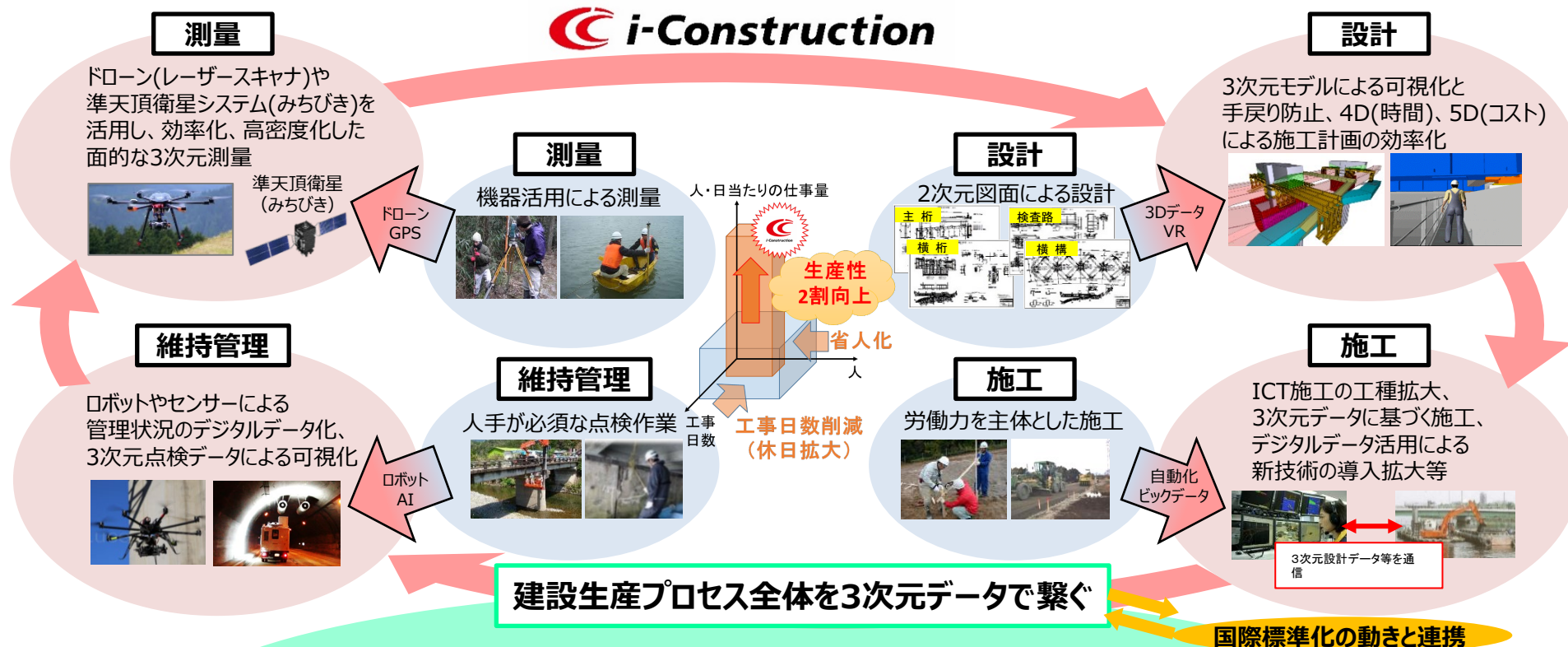
出典：都政の構造改革の第一歩は、コピー用紙1億枚削減から！？都政のDXって何
都政の構造改革の第一歩は、コピー用紙1億枚削減から！？都政のDXって何？【入都1年目の職員が副知事に聞いてみた】
<https://note.com/kouzoukaikaku/n/nf331c946d73b>

CIM (Construction Information Modeling/Management) とは、社会資本の計画・調査・設計段階から**3次元モデルを導入し**、その後の施工、維持管理の各段階においても、**情報を充実させながらこれを活用し**、あわせて事業全体にわたる**関係者間で情報を共有**することにより、一連の建設生産システムにおける**受発注者双方の業務効率化・高度化を図る**ものである。

3次元モデルの連携・段階的構築



- Society5.0においてi-Constructionを「深化」させ、建設現場の生産性を2025年度までに2割向上を目指す
- 平成30年度は、ICT施工の工種拡大、現場作業の効率化、施工時期の平準化に加えて、測量から設計、施工、維持管理に至る建設プロセス全体を3次元データで繋ぎ、新技術、新工法、新材料の導入、利活用を加速化するとともに、国際標準化の動きと連携

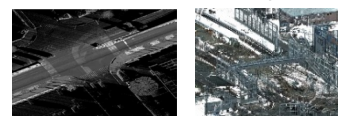


社会への実装

〔 ロボット、AI技術の開発 〕



〔 自動運転に活用できるデジタル基盤地図の作成 〕

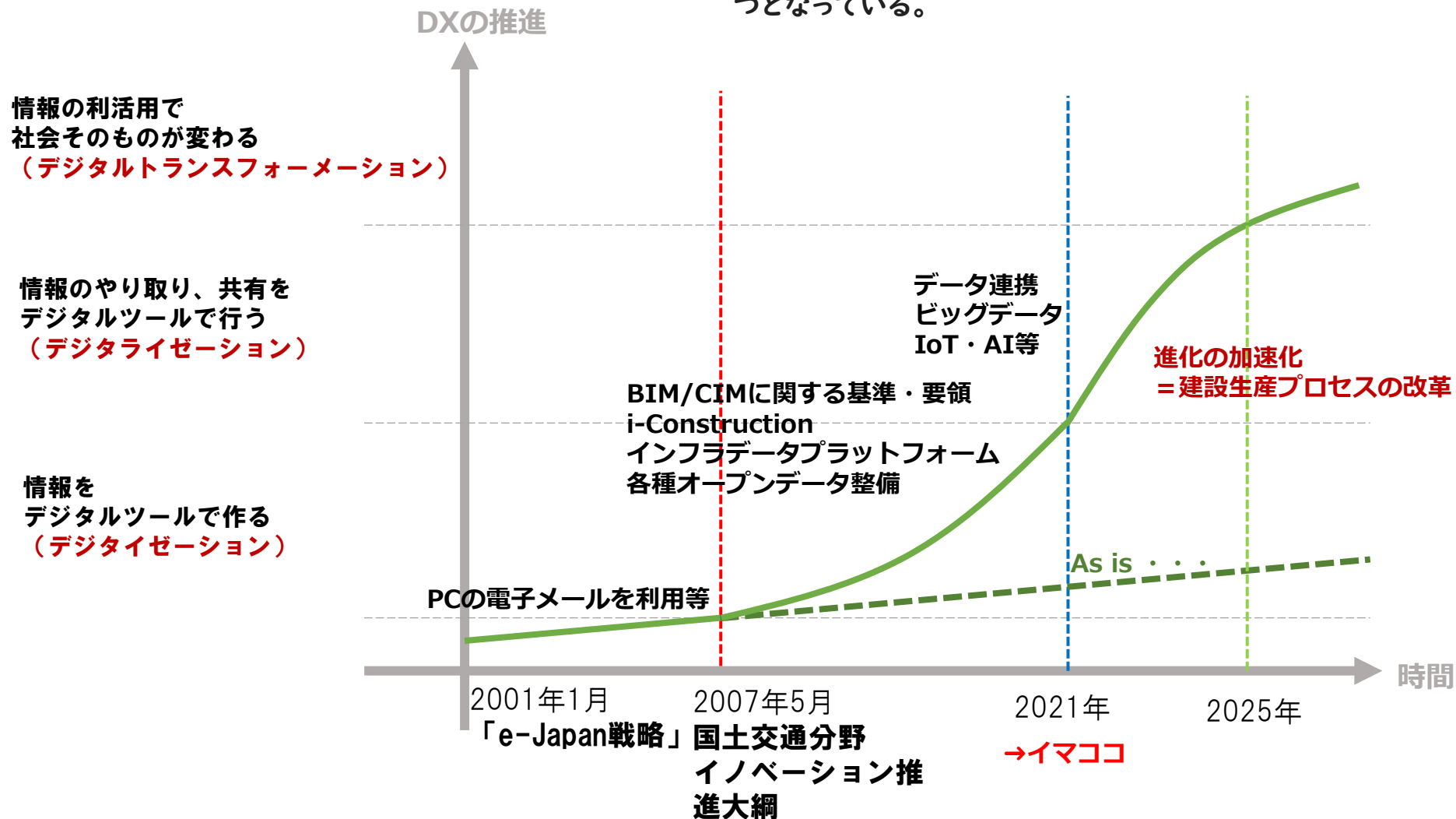


〔 バーチャルシティによる空間利活用 〕

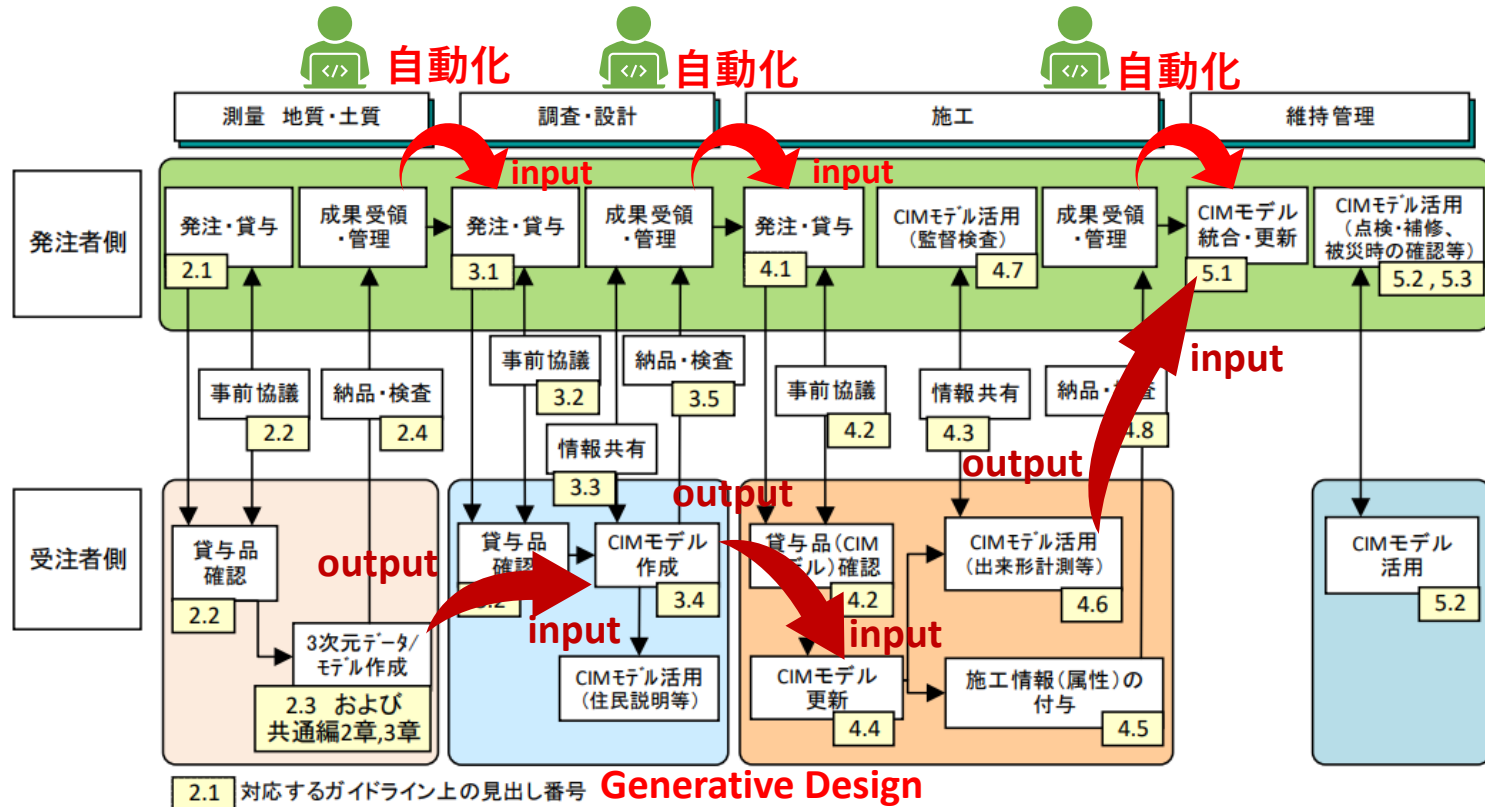


建設DXの取組状況

※ IDC「国内CIO調査2020」（2020年4月）の産業別国内企業のDX推進状況（32社）では、建設業は他業種に比べ進んでいるという報告がある。成熟段階の割合はアジア太平洋地域で最も高く、ドイツ・米国と並んで世界でも上位国の1つとなっている。



CIM導入ガイドラインの流れと建設DXに向けて



※ 図で示しているガイドラインは、『CIM導入ガイドライン(案)』の各分野編のことを指す

【建設プロセスの特徴】

- 期間が長い → 時代に依存しないデータ連携が必要
- データを扱う場所(発注者, 受注者), シフトウェアが変わる

建設DXのため
設計・施工を一括発注するか?

出典: 『CIM導入ガイドライン(案)』(令和2年3月)に追記

ボーリング柱状図のデジタルデータの状況 (国土地盤情報検索サイト KuniJiban)



国土地盤情報検索サイトKuniJibanについて

国土情報検索サイト"Kunijiban"は、国土交通省、国立研究開発法人土木研究所および国立研究開発法人港湾空港技術研究所が共同で運営し、土木研究所が管理しています。

本サイトでは、国土交通省の道路・河川・港湾事業等の地質・土質調査成果であるボーリング柱状図や土質試験結果等の地盤情報を検索し閲覧することができます。これらの地盤情報を広く一般に提供することにより、国や自治体間における社会資本整備の効率化のほか、環境保全や災害対策等に役立つことが期待されます。

本サイトは「地盤情報の集積および活用に関する検討会」において平成19年度に策定された提言「[地盤情報の高度な活用に向けに](#)」及び「[国土交通省CALS/ECアクションプログラム2005](#)」を受け、[国土交通分野イノベーション推進大綱（平成19年5月）](#)に位置づけられる国土交通地理空間情報プラットフォームの一端として無償で公開するもので、平成20年3月28日から運用を開始しました。なお、このサイトには、科学技術振興調整費【重要課題解決型研究】「統合化地下構造データベースの構築」の成果が利用されています。



ボーリングID	B4KJ201802002-0248
旧ボーリングID	CG098736600200100017
事業工事名	
調査名	大橋川竹矢地区外地質調査業務
ボーリング名	BP.NO.17
発注機関	国土交通省中国地方整備局出雲河川事務所
北緯	35度28分02.20秒
東経	133度03分33.50秒
孔口標高	1.24 m
総掘進長	20 m
孔内水位	1.1 m
ボーリングデータ	XML 柱状図
土質試験結果	
検定番号	

ボーリング柱状図

[illegible]

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

ボーリング情報 QTD_version="3.00">

- ▼基礎情報
- <適用規格>JIS A 0205-2008</適用規格>
- <適用規格>JIS A 0206-2008</適用規格>
- ▼基礎情報
- ▼記録情報
- <調査基本情報>
- <調査名>大橋川竹矢地区外地質調査業務</調査名>
- <調査日>08</調査日>
- <調査対象>09</調査対象>
- <ボーリング名>BP_N0.17</ボーリング名>
- <ボーリング総数>0018</ボーリング総数>
- <ボーリング連番>0017</ボーリング連番>
- </調査基本情報>
- <傾度・傾度情報>
- <傾度_度>133</傾度_度>
- <傾度_分>3</傾度_分>
- <傾度_秒>38.489</傾度_秒>
- <傾度_度>35</傾度_度>
- <傾度_分>28</傾度_分>
- <傾度_秒>2.2400</傾度_秒>
- <取得方法コード>01</取得方法コード>
- <読取精度コード>2</読取精度コード>
- <測地系>1</測地系>
- </傾度・傾度情報>
- ▼ローカル座標
- <座標定義>X</座標定義>
- <座標/>
- </ローカル座標>
- ▼ローカル座標
- <座標定義>Y</座標定義>
- <座標/>
- </ローカル座標>
- ▼ローカル座標
- <座標定義>Z</座標定義>
- <座標/>
- </ローカル座標>
- </調査位置>
- <調査位置住所/>
- <コード1次>6333</コード1次>
- <コード2次>10</コード2次>
- <コード3次>64</コード3次>
- </調査位置>
- ▼免注機関
- <免注機関名称>国土交通省中国地方整備局出雲河川事務所</免注機関名称>
- <免注機関コード/>
- </免注機関>
- <調査期間>
- <調査期間_開始年月日>2010-02-24</調査期間_開始年月日>
- <調査期間_終了年月日>2010-03-02</調査期間_終了年月日>

ボーリングXMLファイル (デジタルデータ)

国土地盤情報の課題と建設DXの可能性

公開中のボーリング柱状図数（2020年10月27日現在）

北海道開発局	約 11,000
東北地方整備局	約 17,000
関東地方整備局	約 22,000
北陸地方整備局	約 8,000
中部地方整備局	約 12,000
近畿地方整備局	約 17,000
中国地方整備局	約 21,000
四国地方整備局	約 8,000
九州地方整備局	約 28,000
内閣府沖縄総合事務局	約 3,000
その他	約 100

【現状】

- データの存在
- データ取得の継続性
(プラットフォーム・書式)
- 活用のための技術



**質の高いデータ
への取組が重要**



既存調査データのデジタル化

現状は、国土交通省などのボーリング柱状図（XML）が中心で、国が施工や管理する道路や河川などの線的なデータのみとなっている。



県や市町村の新規や既存のボーリング柱状図（XML）が蓄積されると

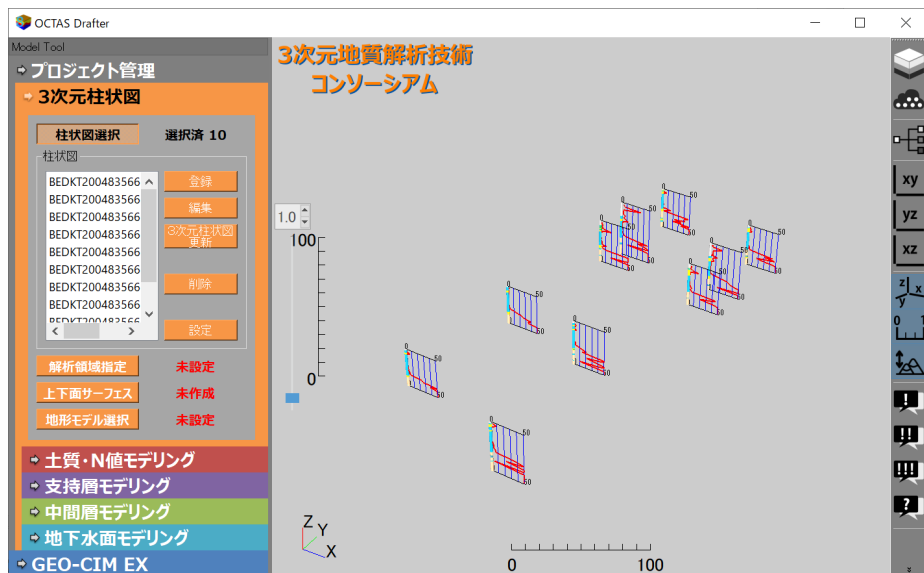
線 → 面



計画・設計の質の向上、社会資本整備の効率化、環境保全や災害対策への有効活用による安心・安全な地域づくりに貢献することが期待される

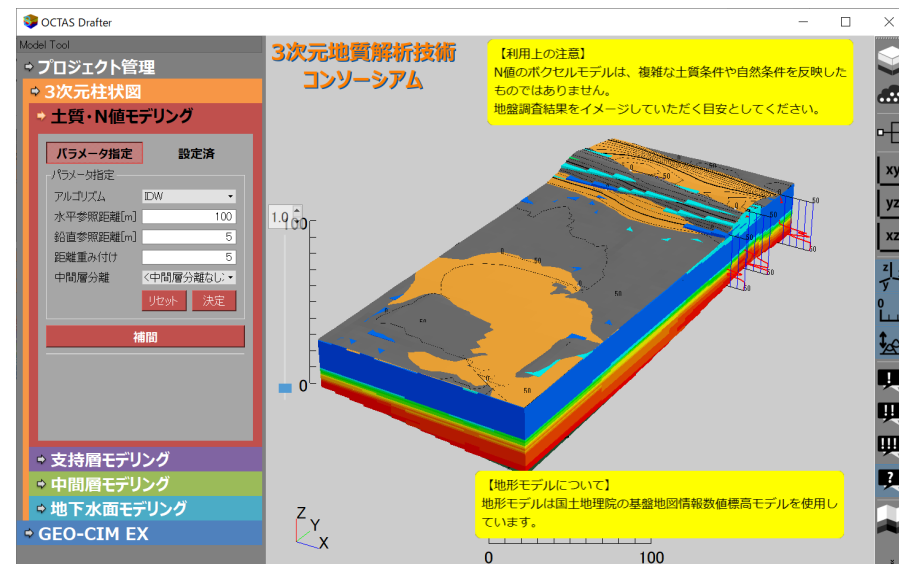
地質・土質モデル

ボーリングXML オープンソース



+

地形モデル
基盤地図情報数値標高モデル
(DEMデータ)

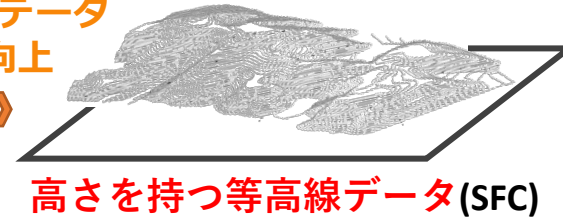
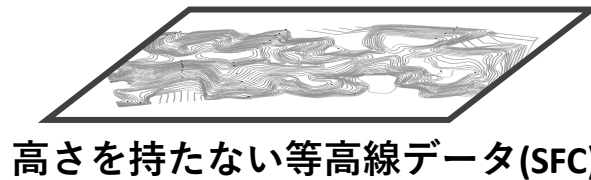


測量・調査・設計で取り扱う地形データの状況

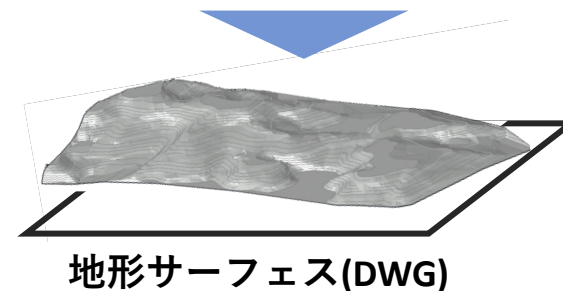
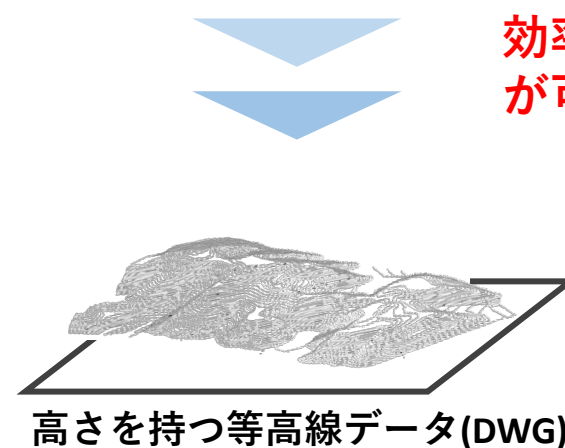
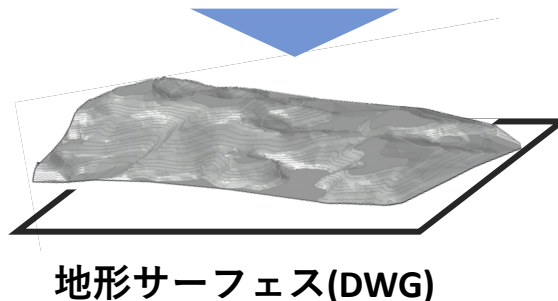
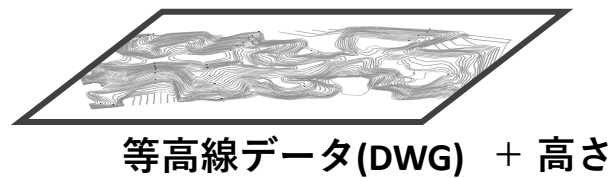
これまでの電子納品された
多くの地形データ

地形が3次元データの場合

デジタルデータ
の質向上
>>>>



3D-CADが使える技術者
による作業が必要

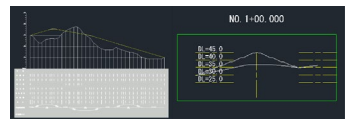
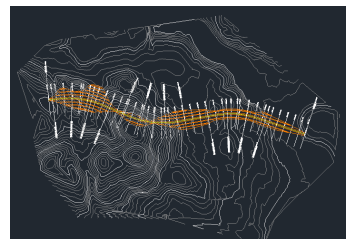


効率化
が可能

道路計画の地形と道路線形計画の現状

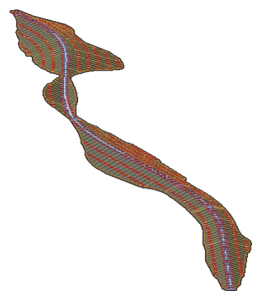
納品データ (SFC・SIMA)

測量データは3D→2D等高線 (道路線形計画のため)

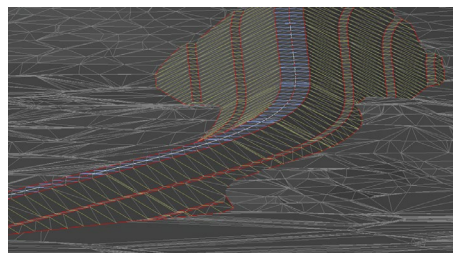


2次元図面+属性情報

デジタルデータの
質向上



属性情報入り3次元線形
(平面線形+縦断等)
LandXML

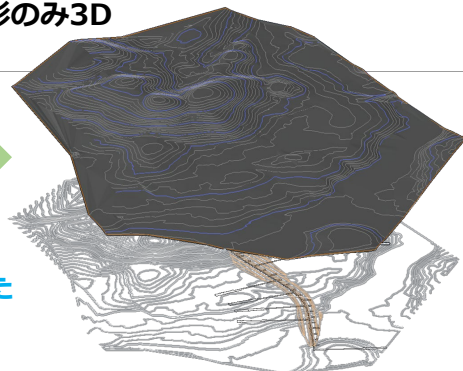


+5mメッシュDEMや測量
からの等高線地形で道路線
形を容易に再生成

地形のみ3D

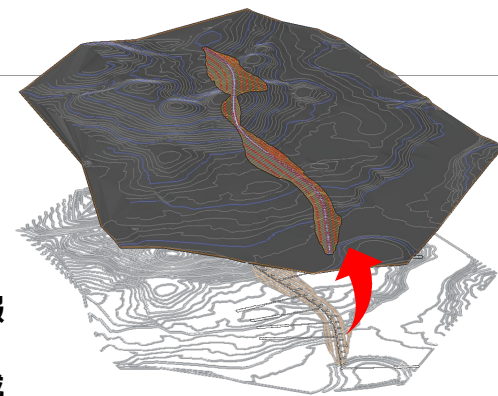
BIM/CIMモデル
作成(手作業)

2Dで計画された
道路線形計画
(高さ0)



2Dで設計された図面は3D化は困難
BIM/CIMモデルへ3D化

道路線形計画の情報
を基にBIM/CIMモ
デルを技術者が生成

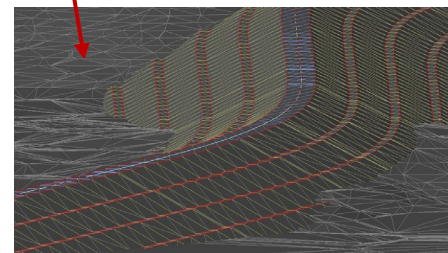


BIM/CIMモデル



UAVによる点群から生成
した現況地形に変更

BIM/CIMモデル
の変更



地形データの変化に合わ
せたコリドーの変形が容
易でBIM/CIMモデルの
再生成が自動的に可能

教育機関のDXの状況

－ 松江高専環境・建設工学科 －

コア：建設技術者の教育 ➡ デジタル化？

コンテキスト：学生募集，就職・進学，研究，地域連携

Covid-19により遠隔授業

- 教材のデジタル化
- WBT（Web Based Learningシステム）の活用
出席確認、テスト、講義、レポート、評価
- Teams, Google Meet, Zoomの活用

大学・高専において
専門技術者教育向けの
デジタル教材の作成

i-Constructionに対応した技術の教育の導入

➡ 遠隔授業になっても仮想空間でモデルの作成が可能で、デジタル化されているので、そのままグループ課題として実施可能であった。

コアとは、企業や組織の差別化を生み出す業務

コンテキストとは、競争優位性の獲得以外を目的とする業務

建設DXに向けた高専の技術者教育の現状

中国地区 高専	2D- CAD	構造物 2D →3D	BIM /CIM	基盤地 図情報	3D- CAD 地形処理	3D- CAD 道路計画	構造物 3D →2D 属性	点群 データ 処理	地質 モデル 柱状図	統合 モデル	コン ピュ ーテ ーシ ョナ ルデ ザ イン
A高専	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
B高専	○	○ AutoCAD	○	○ AutoCAD	×	×	×	×	×	×	×
松江高専	○	○ AutoCAD	○	○ Civil3D	○ Civil3D	○ InfraWorks Civil3D	○ Revit	○	○ Octas Drafter	○ InfraWorks	○ Grasshopper Dynamo

※ 高専Webシラバスより

今後、建設技術者もビッグデータ、IoTの活用のためのデータサイエンス、AI活用に関する基礎スキルの修得が必要（Pythonなど）

デジタライゼーションからDXに向けて

組織が変革するためにはリーダーが重要、リーダーとは、

「チームの使命を達成するために、必要なことをやる人」

→ “指示待ち”ではなく、問題の多くを個別の判断で処理できる。

★『学ぶ・知る・そして考える』

リーダーが磨くべき「考え方」のセンス

- 考える力を磨く
- 新しい発想につながるセオリーを知っておく
- 「次」を考えるときは過去の成功体験を忘れる
- 誰も疑わないことでも「なぜ？」を3回繰り返す
- 見切りをつけることがイノベーションを生む
- 「常識だから」を行動原理にしない

ライフネット生命保険創業者
出口治明氏
「最強の働き方」より

構造改革のためには

技術者の育成が重要！ → DXに対応できる技術者を育成するには？

経営者・管理者のリーダーとしての変容が重要

- 技術者の自発的な行動を引き出す。行動を起こさせ、個々の潜在能力を引き出す。
- 高い自発性からは、創造性・積極性・個性・多様性が発揮される。
『オペラント（自発性を高める）心理学』より
- 高い自発性は、個人差を容認し、立場を尊重する指導監督者の管理体制（環境）から生まれる。

相互リスペクト（Respect）できる
環境・評価システムの構築

① 尊 敬



② 尊 重

× 結果管理 ➡ 怒る ➡ 受動的

○ 経過管理 ➡ 褒める ➡ 能動的

（考え、工夫することをやめない）

人は、安心するとレセプター（聴く耳）が開く

ご清聴ありがとうございました。