

最近のDXの動向を踏まえたデジタルアセットマネジメントの将来展望
～BIM/CIMの現状と課題、生産性向上のために～

2024年7月29日

阪神高速道路株式会社 建設企画部 新技術担当部長

京都大学経営管理大学院 特命教授

坂井 康人

坂井 康人

1993.4 阪神高速道路公団 入社

<これまでの主なキャリア>

- ・ 建設関係；建設事業管理、技術基準、京都線、大和川線、淀川左岸線(2期)
- ・ 保全関係；保全事業管理、アセットマネジメント、通行止め工事他
- ・ その他；日本高速道路インターナショナル（JEXWAY）等への出向 他
土木学会；地下空間小委員会、トンネル示方書改定委員会、
舗装マネジメント小委員会 他

<現職>

建設事業本部建設企画部 新技術担当部長

京都大学経営管理大学院道路アセットマネジメント政策講座 特命教授(2022.4～)



デジタルアセットマネジメントの方法論
インフラ物性に係る研究 他

<https://www.gsm.kyoto-u.ac.jp/faculty/48647/>

話題提供

1. DX技術の進展と社会の変化、官民の動向
2. BIM/CIMの現状と課題
3. 阪神高速の取組み
3. 他機関の取組み（九州地整、関東地整等）
4. その他（インフラ物性）

1. DX技術の進展と社会の変化、官民の動向

デジタル技術の進展と社会の変化

- ・ AIやIoT等のデジタル技術が進展しており、「超高速」「超低遅延」「多数同時接続」の環境を実現できる5Gのサービスが開始され、IoT デバイスの普及拡大とデータ送受信の拡大。さらに、ディープラーニングの進化による画像認識市場が拡大しており、AI による画像解析分野はカメラ等周辺機器の充実により様々な産業に拡大。
- ・ 新型コロナウイルスをきっかけとして社会のデジタル化が進展し、オンライン会議や地方居住が進む等仕事も働き方も大きく変化。さらに、政府が策定した「科学技術基本計画」においては政策の柱の一つとして「超スマート社会（Society5.0）」が未来の姿として提起。

DXに関する官民の動向

- ・ あらゆる産業において新たなデジタル技術を利用して、これまでにないビジネスモデルを展開する新規参入者が登場。こうした中で各企業は、競争力維持・強化のためにDXを推進し進めるべく様々な取り組みを実施。
- ・ 社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進するとともに、安全・安心で豊かな生活を実現すべく、組織横断的な取り組みを推進。

建設業界の現状

何に時間がかかっているか？ 生産性向上を阻害する要因は？

- ・ アナログ作業による手間
⇒ 紙の図面、紙の帳票提出、押印 等
- ・ ダブルワーク・二重入力（現場レベル）
⇒ 野帳に記入し事務所で入力、各種帳票に個別に入力 等
- ・ 打合せ時間
⇒ 合意形成のための認識合わせ、2次元図面から完成形状をイメージしながら調整
- ・ 行う必要がある事項
⇒ 安全管理、品質管理等は必ず必要
- ・ 変えられる事項
⇒ エビデンスデータの提出、インプット・アウトプット作業、データの一元化・二次利用

DX（Digital Transformation）とは？

- DXとはデジタル技術による働き方の改革
 - ・ DTではなくDXと表記されるのは、英語圏では交差するという意味を持つtransをXと略すため
- DXとICT,BIM/CIM等のデジタル技術との違い
 - ・ ICT,BIM/CIM等のデジタル技術の推進は、技術の推進自体が目的となりがち
 - ・ DXはICT,BIM/CIM等のデジタル技術を手段として、働き方をよりよく変革することを目的とする
 - ・ 目的と手段が逆の事象は、似てはいるが本質が大きく異なる
- デジタル化が大きく推進されても、メリットが感じなければ無意味
 - ・ 技術が高度である必要は無く、むしろ身近なデジタル技術を用いて負担軽減、安全の確保が必要
 - ・ 省力化、使い方を簡単に習得、必要な機材が入手、低コスト、工期短縮等のメリットを生じさせること、導入しやすく効果が高いことをが重要

インフラ分野のDX(国土交通省)

○建設現場の課題

- ・ 将来の人手不足
- ・ 災害対策
- ・ インフラ老朽化の進展 等

⇒ 生産性向上を目指し、i-Construction
を推進



○社会経済情勢の変化

- ・ 技術革新の進展 (Society5.0)
 - ・ 行政のデジタル化を強力に推進
 - ・ 新型コロナウイルス感染症に対応する
「非接触・リモート化」の働き方 等
- ⇒ インフラ分野においてもデジタル化・
スマート化を強力に推進する必要

【インフラ分野のDX】

社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進すると共に、安全・安心で豊かな生活を実現

行
動

どこでも可能な現場確認



知
識
・
経
験

誰でもすぐに現場で活躍



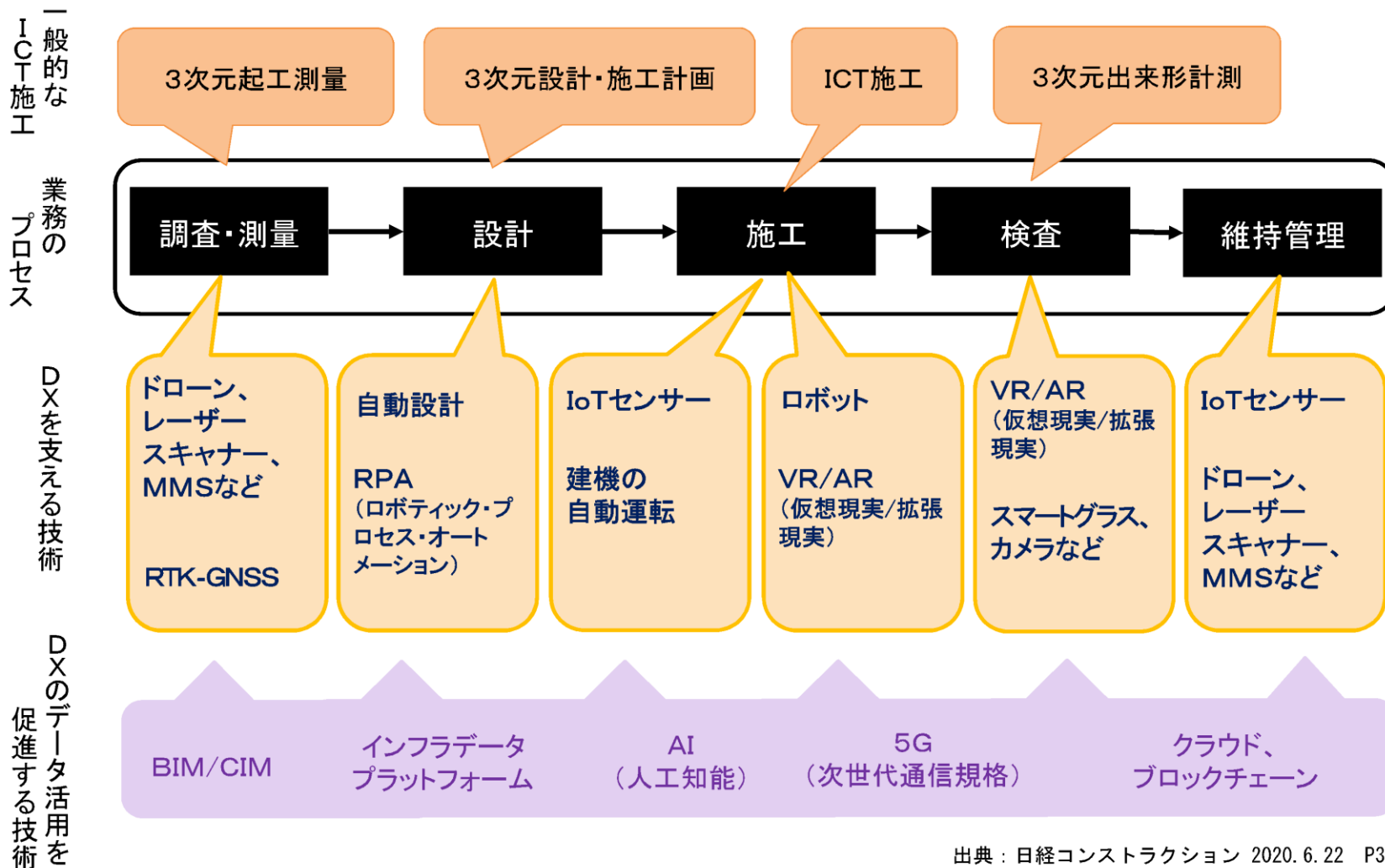
モ
ノ

誰もが簡単に図面を理解



i-constructionとDX ～働き方改革と生産性向上～

- 計画、設計、建設、維持管理に至るプロセスにおいて、技術を実装しDXを推進



高速道路各社の取組み

- ・ NEXCO東日本：スマートメンテナンスハイウェイ



- ・ NEXCO中日本：i-MOVEMENT



- ・ NEXCO西日本：ニューエースディーエックス



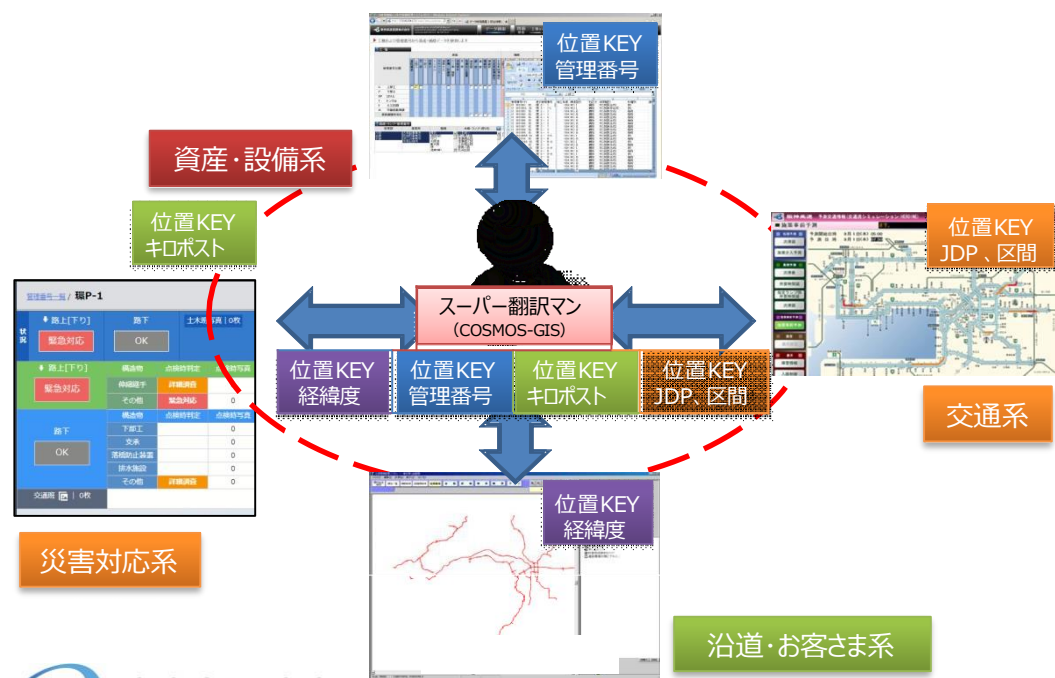
- ・ 首都高：スマートインフラマネジメントシステム *i*-DREAMs®

- ・ 阪神高速：COSMOS-GIS

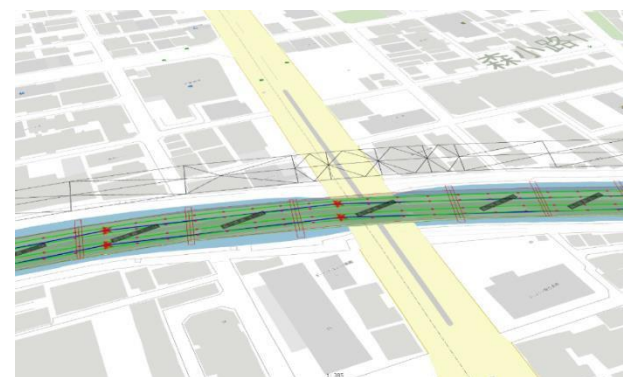


【参考】阪神高速COSMOS

- 阪神高速COSMOS(Communication Systems for Maintenance, Operation and Service)は、各業務支援システムの保有情報を、GISを用いた1つのプラットフォーム(COSMOS-GIS、2D表示)で可視化、重ね合わせ表示等ができる仕組み。
- 「業務効率化に資するICT技術の導入や既存システムの連携・活用発展」の社内方針を基に、2016年度に検討を開始し、2019年度に概成した業務支援システム。



— : 鋼床版き裂発生箇所 ⊗ : 舗装損傷発生箇所
鋼床版き裂と舗装損傷のCOSMOS-GISでの重ねせ



GIS上での高さ情報の表示イメージ

阪神高速COSMOSの
位置情報をもとに各システムの管理指標(インデックス)を翻訳、地図表示

【参考】COSMOS-GIS表示画面

The screenshot displays the COSMOS-GIS web application interface. At the top, a black header bar contains the COSMOS logo, a copyright notice for ZENRIN CO., LTD. (Z18KD第1020号), and several search and display controls: 'No. 管理番号検索' (Management Number Search), 'KP キロポスト検索' (Kilometer Post Search), '住所検索' (Address Search), and a toggle for '(工事中)走行映像' (Running Video During Construction). The user's name '玉田 和也' is shown in the top right.

On the left side, a vertical toolbar lists various data layers: '土木' (Civil Engineering), '設備' (Facilities), '交通' (Traffic), '道路' (Roads), '用地' (Land Use), '沿道' (Along Road), '営業' (Business), 'VOC' (Vehicular Origin Carbon), '防災' (Disaster Prevention), and 'SNS'. A red box highlights this toolbar and the text '各種システムデータベースとの連携' (Linkage with various system databases).

The main map area shows a street network with several infrastructure features highlighted in orange and yellow. Labels on the map include '出入橋出口' (Entrance/Exit Bridge), '空P-20' (Empty Parking P-20), '中之島料金所' (Nakanoshima Toll Plaza), '中之島入口' (Nakanoshima Entrance), '堂島入口' (Dojima Entrance), '堂島料金所' (Dojima Toll Plaza), '空P-10' (Empty Parking P-10), '環P-90' (Ringway P-90), '環P-100' (Ringway P-100), '池0.0' (Lake 0.0), '土佐堀出口' (Tosakori Exit), and '環P-80' (Ringway P-80).

On the right side, there is a '地図操作' (Map Operation) panel with controls for 'Shift+Drag' (pan), '左右' (left/right pan), '上下' (up/down pan), 'ダブルクリック' (double-click to zoom), and a compass. Below this is a zoom control with '拡大' (Zoom In) and '縮小' (Zoom Out) buttons.

At the bottom, a red box highlights the '各種図面及びポリゴン表示機能' (Various map and polygon display functions). This section includes a row of map style thumbnails: '住宅地図' (Residential Map), '電子地図' (Electronic Map), '航空写真' (Aerial Photo), and 'GoogleMap'. Below these are eight map view options: '道路台帳平面图' (Road Inventory Plan View), '土木建築施設図' (Civil Engineering and Building Facilities Map), '鋼床板き裂位置図' (Steel Deck Plate Crack Position Map), '床版ポリゴン' (Deck Polygon), '桁ライン' (Truss Line), '舗装ポリゴン' (Paving Polygon), '路面標示図' (Road Surface Marking Map), and '高架下占用図' (Overpass Underpass Occupancy Map).

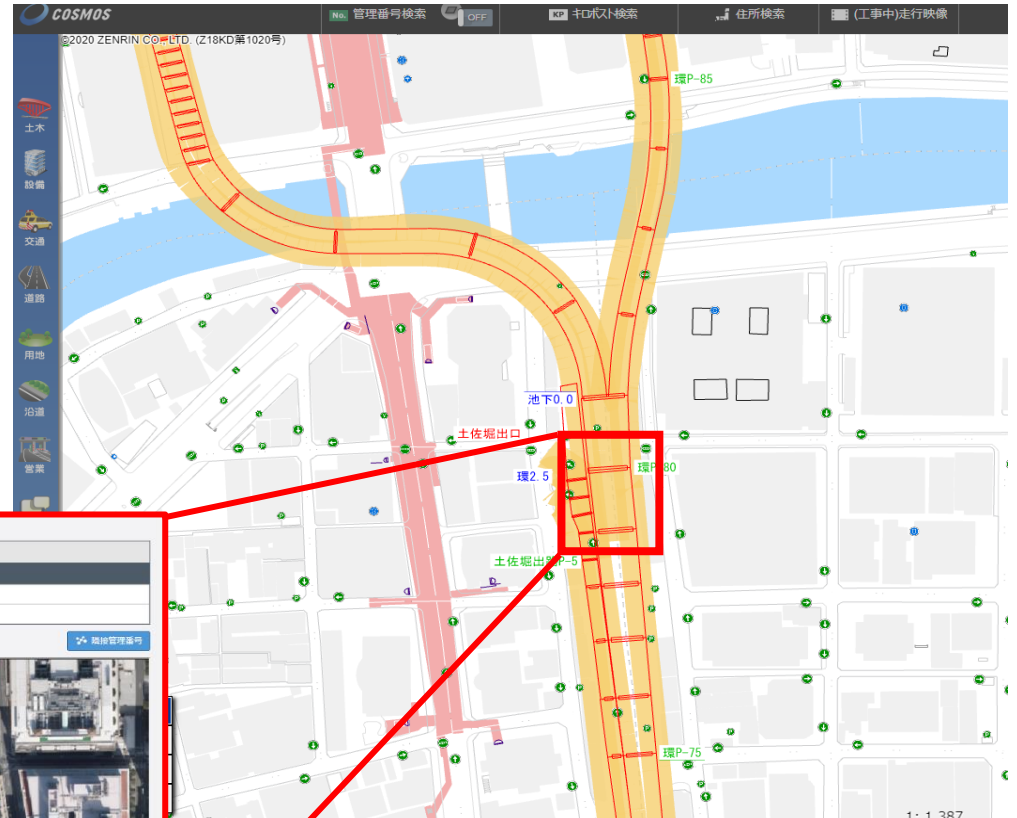
The bottom left corner shows 'Powered by GeoCloud' and the scale '1: 2,774'.

【参考】土木構造物カルテの閲覧

- 従来
点検・保守管理システムから
損傷一覧を検索する

The screenshot shows a web-based interface for point inspection and maintenance management. It features a sidebar with navigation links such as '点検・保守管理システム' (Point Inspection and Maintenance Management System), '小規模点検' (Small-scale Inspection), '大規模点検' (Large-scale Inspection), '日常点検' (Daily Inspection), '点検履歴' (Inspection History), '点検レポート' (Inspection Report), '点検マップ' (Inspection Map), '点検履歴マップ' (Inspection History Map), '点検履歴マップ' (Inspection History Map), and '点検履歴マップ' (Inspection History Map). The main area contains a search form with fields for '検索ID' (Search ID), '点検種別' (Inspection Type), '点検箇所' (Inspection Location), '点検時期' (Inspection Period), and '点検内容' (Inspection Content). There are also buttons for '検索' (Search), '印刷' (Print), and 'CSV出力' (CSV Output).

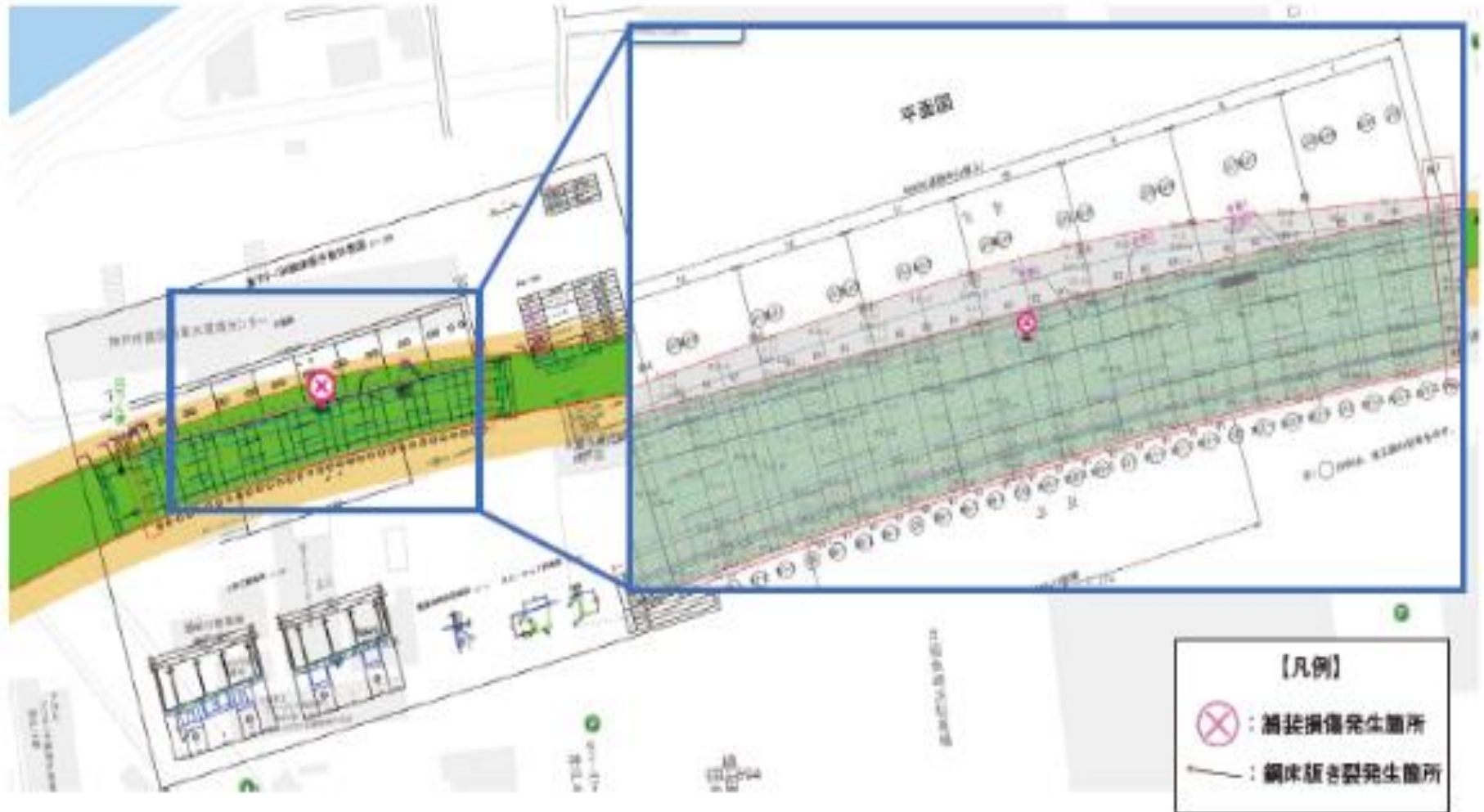
- 連携後
COSMOS-GIS画面上のモデルを選択することで
橋梁カルテ画面へ直接アクセスが可能



The screenshot shows the bridge card screen for bridge S-79. It displays a table of inspection results for different bridge components. The table has columns for '橋梁番号' (Bridge Number), '橋梁名' (Bridge Name), '橋梁区間' (Bridge Section), '点検種別' (Inspection Type), '点検箇所' (Inspection Location), '点検時期' (Inspection Period), and '点検内容' (Inspection Content). The table shows inspection results for 'T1未補修損傷' (T1 Unrepaired Damage) and 'T2未補修損傷' (T2 Unrepaired Damage) for both '路下' (Under the Road) and '路上' (On the Road) sections. The table also includes a '点検履歴' (Inspection History) section with a list of inspection dates and times. The interface includes a sidebar with navigation links such as '橋梁カルテ' (Bridge Card), '点検履歴' (Inspection History), '点検マップ' (Inspection Map), '点検履歴マップ' (Inspection History Map), and '点検履歴マップ' (Inspection History Map). The main area shows a map of the bridge structure with various labels and markers. A red box highlights a specific section of the bridge, which is linked to the bridge card screen.

【参考】 位置情報の重ね合わせ表示

- 点検・保守管理システム内の舗装損傷情報鋼床版き裂位置図の重ね合わせ表示
 - ⇒ 舗装損傷と鋼床版き裂位置の関係性が一目で確認
 - ⇒ 補修方法の検討や損傷予測分析の容易化・高度化



2. BIM/CIMの現状と課題

BIM/CIM原則適用（2023年度～）

- 2023年度から国交省工事ではBIM/CIM原則適用を開始
- データ連携が重要とあるが、実際には3次元モデルを作成、活用することが求められるのが現状

BIM/CIM原則適用に向けた進化

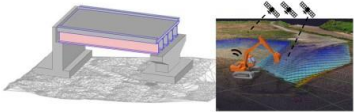
国土交通省
第9回 BIM/CIM推進委員会
資料1-R5.1.19

BIM/CIMの意義 データ活用・共有による受発注者の生産性向上

↓ 将来像を見据えたR5原則適用の具体化

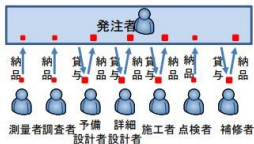
R5原則適用の実施内容

○ 活用目的に応じた3次元モデルの作成・活用



詳細設計、工事において、
一部の内容を義務化し、
取り組む

○ DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)



将来的なデータマネジメント
に向けた取組の第一歩とし
て、新たに取り組む

BIM/CIMとは

BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management)
とは、建設事業をデジタル化することにより、関係者のデータ活用・共有を容易にし、事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ることを言う。
情報共有の手段として、3次元モデルや参照資料を使用する。

3次元モデル



参照資料



2

令和5年度BIM/CIM原則適用の概要

国土交通省
第9回 BIM/CIM推進委員会
資料1-R5.1.19

活用目的(事業上の必要性)に応じた3次元モデルの作成・活用

※ 複雑な箇所、既設との干渉箇所、
工種間の連携が必要な箇所等
出来あがり全体
イメージの確認
特定部®の確認

- 業務・工事ごとに**発注者が活用目的を明確**にし、受注者が3次元モデルを作成・活用
- 活用目的の設定にあたっては、業務・工事の特性に応じて、**義務項目**、**推奨項目**から発注者が選択
- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に**未経験者も取組可能な内容**とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用する
- 推奨項目は、「視覚化による効果」の他「3次元モデルによる解析」など**高度な内容**を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組むことを目指す（該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨）

対象とする範囲

○：義務 ○：推奨

		測量 地質・土質調査	概略設計	予備設計	詳細設計	工事
3次元モデル の活用	義務項目	—	—	—	○	○
	推奨項目	○	○	○	○	○

対象としない業務・工事

- 単独の機械設備工事・電気通信設備工事、維持工事
- 災害復旧工事

対象とする業務・工事

- 土木設計業務共通仕様書に基づき実施する設計及び計画業務
- 土木工事共通仕様書に基づき土木工事（河川工事、海岸工事、砂防工事、ダム工事、道路工事）
- 上記に関連する測量業務及び地質・土質調査業務

積算とインセンティブ

- 3次元モデル作成費用については見積により計上（これまでと同様）
- 推奨項目における3次元モデルの作成・活用を促すため、インセンティブの付与を別途検討

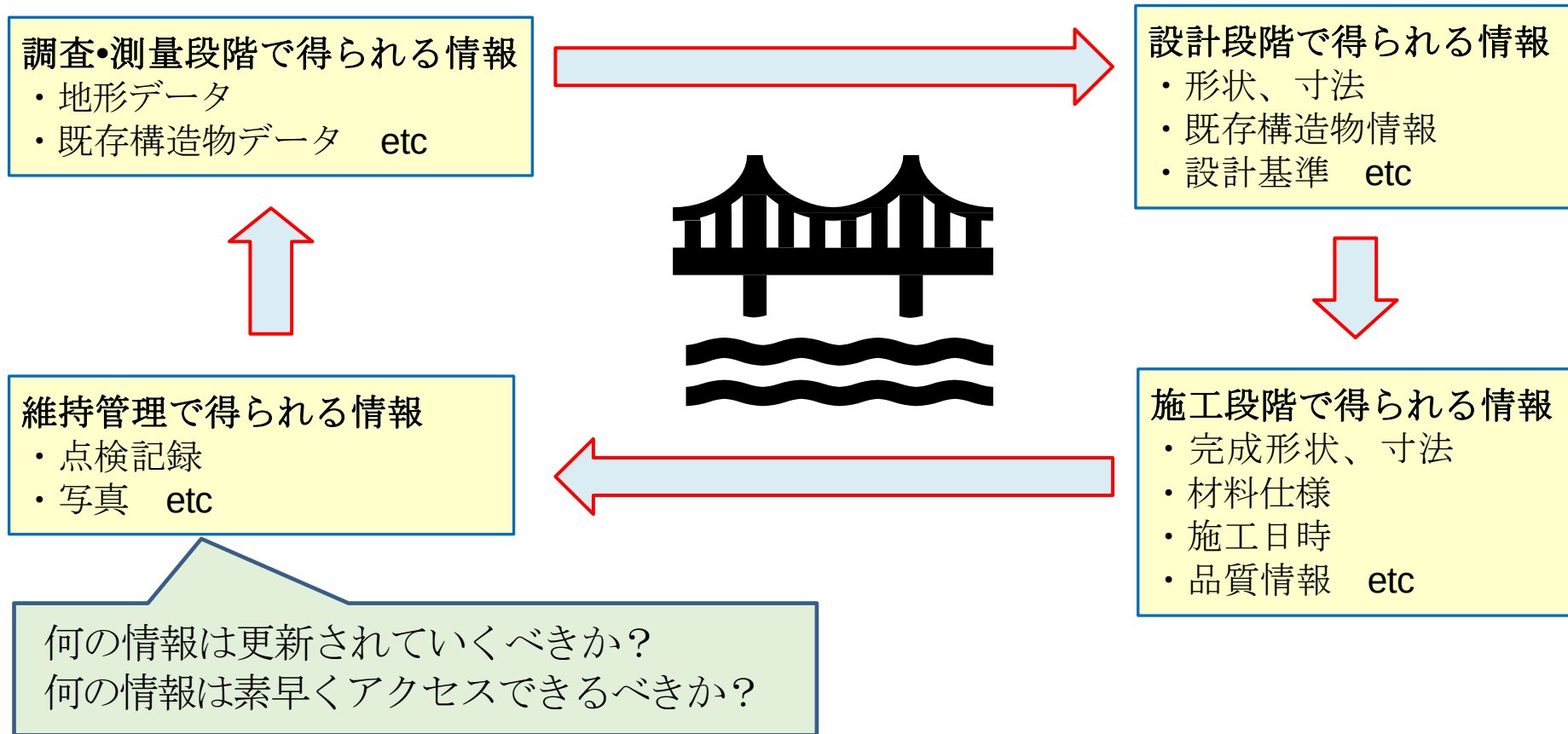
DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)

- 確実なデータ共有のため、業務・工事の契約後速やかに**発注者**が受注者に設計図書の内容の基となった情報の**説明**を実施
- 測量、地質・土質調査、概略設計、予備設計、詳細設計、工事を対象

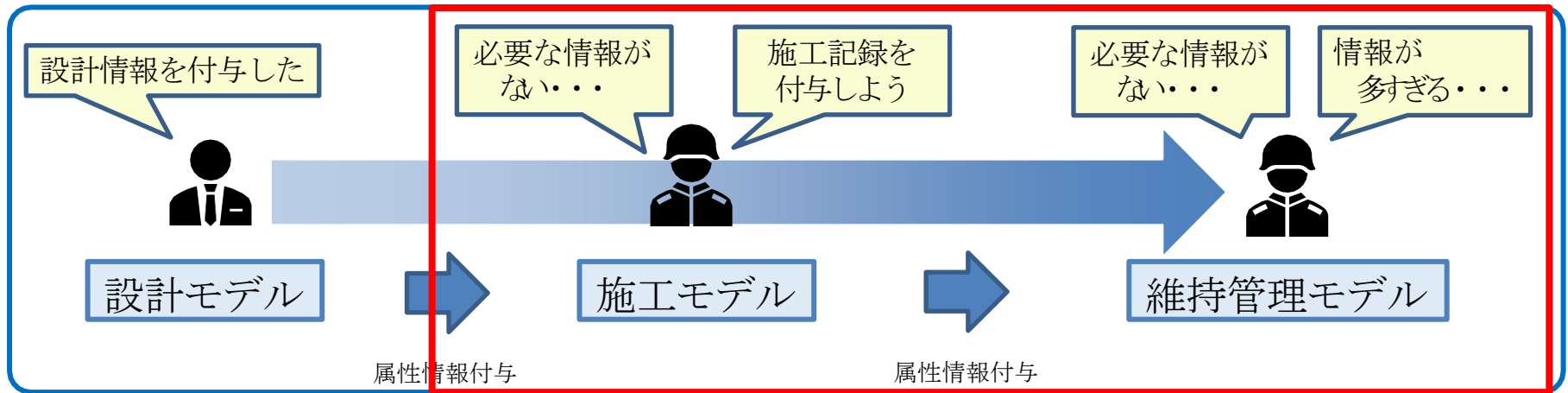
日本のBIM/CIMの現状

- BIM/CIM = 3D CADとなっている
 - ⇒ 生産性向上は限定的
 - ⇒ データマネジメントを打ち出しているが、受注者の意識改革にもバラツキ
- 地方部における中小企業までを対象に考えざるを得ない
 - ⇒ 本来不要な3次元化を考慮せざるをえない（小さな配管工事まで3次元化は不要）
工事の重みづけによる実施、未実施の判断は難しく、ある程度全工事を同レベルで考えざるをえない
- BIM/CIMと3D CADを混在し、生産性が上がらないことを実施。成果は限定的
 - ⇒ BIM/CIMが効果がないのではない。3D CADの取組みの限界（効果はゼロではないが限定的）
- 効果が上がる施策の実施が重要
 - ・ データマネジメントが重要で効果が出る
 - ・ 建設プロジェクトでは調査～測量～設計～施工～維持管理のデータ連携と効率化
 - ・ 特に期間の長い維持管理フェーズでの効率化が重要
 - ⇒ 建設、維持管理部門との連携

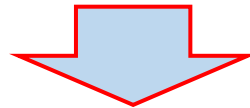
BIM/CIMの概念



施工段階で得られた情報の中で維持管理に引継ぐべき情報

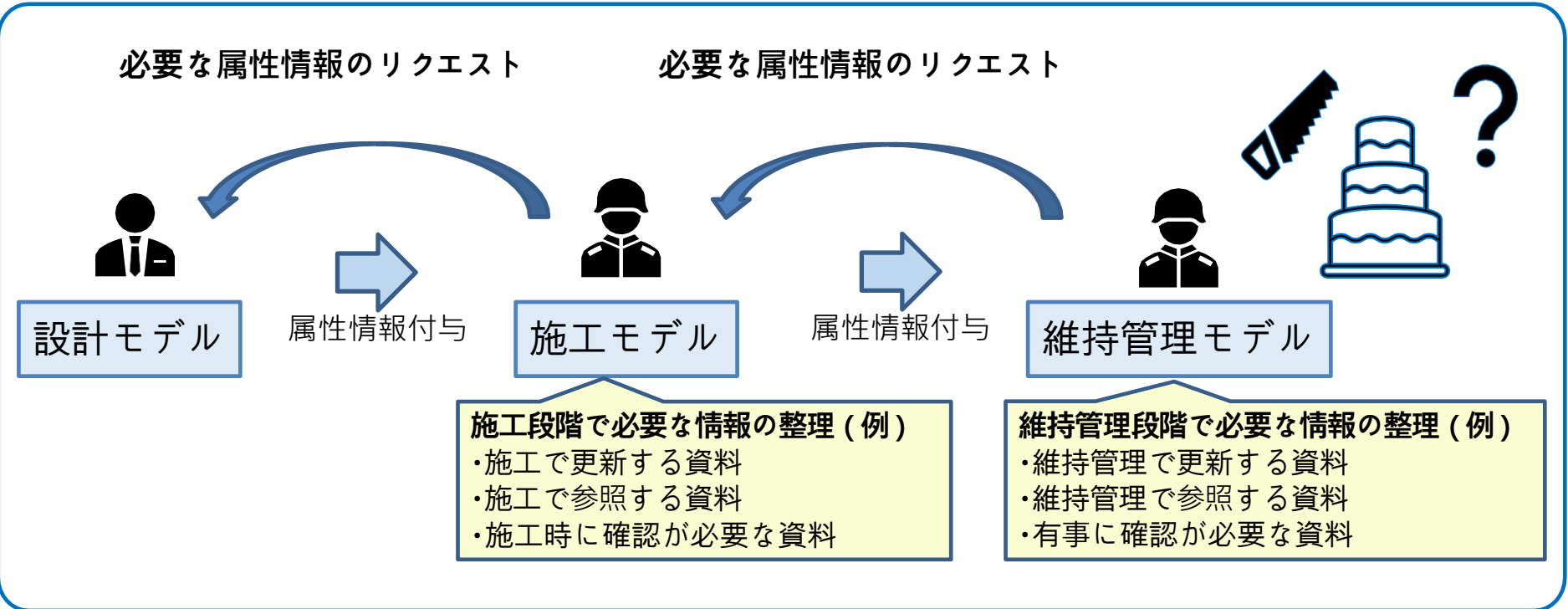


維持管理で必要な情報は維持管理部門が決める (しか決められない)



維持管理部門からのリクエストによって、
維持管理部門に引継ぐ施工時情報を決定

施工段階で得られた情報の中で維持管理に引継ぐべき情報



BIM/CIMのコントロールや実施
メリットは事業者が得るもの

例) 鉄筋の施工モデル

施工時の完成形状を高速・簡易に再現可能な技術で維持管理フェーズに受け渡すことで、あと施工アンカーの配置検討、維持管理時の基本情報の活用が可能

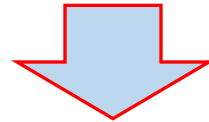
BIM/CIM ≠ 3D CAD

3次元化することで・・・

- ・可視化され関係者で共通認識を持つことが可能（関係者で同じ認識）
- ・図面では見えない課題を抽出（例：複雑な線形の建築限界）
- ・数量算出などが容易（簡素化した計算ではなく真の値を算出）

日本ではBIM/CIMと3D CADが混同されているのでは？

⇒ 幾何的モデル構築が主たる目的ではなく、データの利活用が重要



調査～測量～設計～施工～維持管理のプロジェクト内で必要なデータが乗る船が BIM/CIMモデル

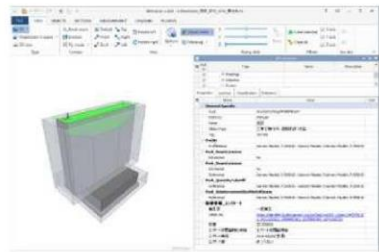
BIM/CIM（Building/Construction Information Modeling, Management）

建設事業で取扱う情報をデジタル化することにより、調査・測量・設計・施工・維持管理等の建設事業の各段階に携わる受発注者のデータ活用・共有を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ること。

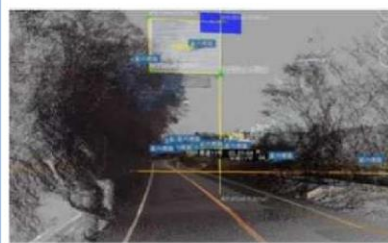
情報共有の手段として、3次元モデルや参照資料を使用する。

BIM/CIMで使用する主なデータ

3次元モデル



点群データ



2次元図面

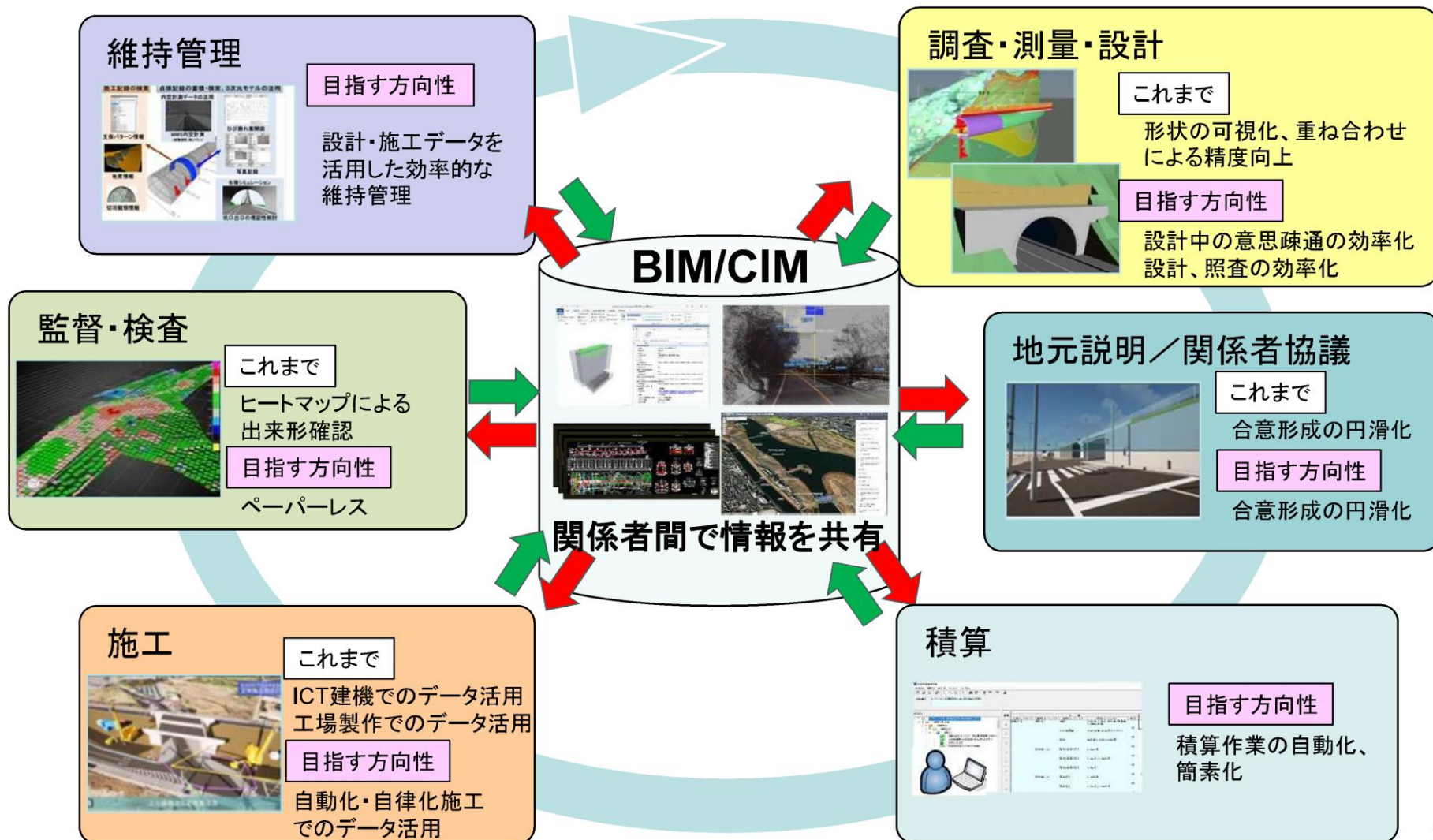


GISデータ



など

・BIM/CIMにより各段階間でのデータの連携・活用を図ることにより、各種作業の自動化、効率化を目指す



使えるBIM/CIMに発展させるために

BIM/CIM や ICTは目的ではない

生産性を高める、無駄を削減する手段としての考え方、活用が必要

BIM/CIM = 3D CADではない

データマネジメント、活用が重要

製造業は数十年にわたって生産性を高める努力をしてきた

⇒ 建設業の取組みは、まだこれから ⇒ 他業種の良い点を導入

個人的には・・・

- ・日本の建設産業の技術力は高い
- ・しかし、生産性の観点では低いと言わざるを得ない



劇的に生産性が高まる
伸び代がある

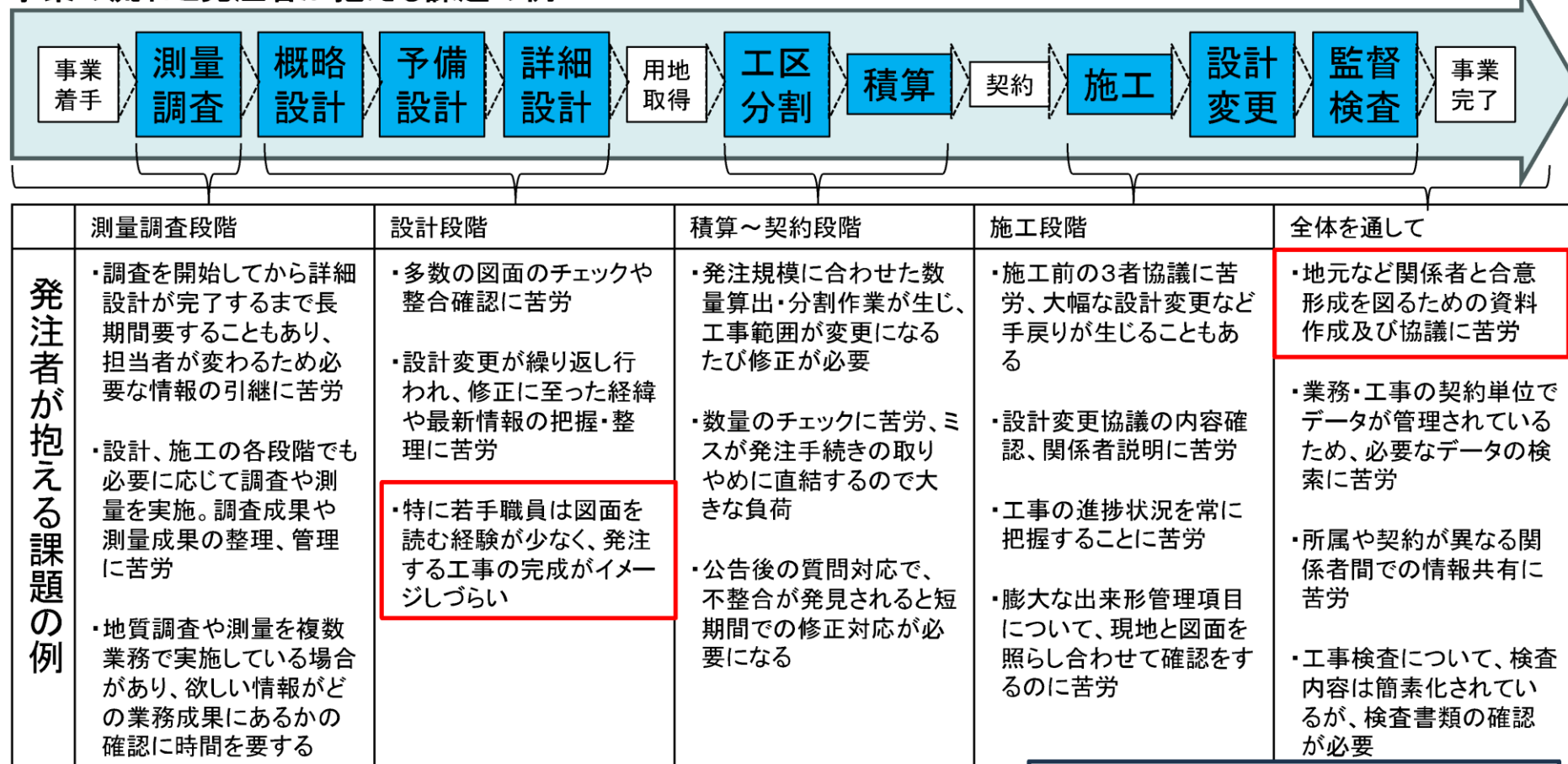
調査～測量～設計～施工～維持管理に携わる関係者が一丸となることで、
生産性は劇的に向上

【参考】第12回BIM/CIM推進委員会（7/26）

発注者の主な課題とBIM/CIMによる効率化

- ・3次元モデルの活用により、合意形成や完成形の理解促進については一定の効果が得られている
- ・一方で、発注者が抱える課題は多岐にわたっており、BIM/CIMの特徴である属性情報の活用等により、更なる生産性向上に取り組むことが必要

事業の流れと発注者が抱える課題の例



□ BIM/CIMにより効率化した内容

生産性向上に向けて先行的に進める内容

●3次元モデルと2次元図面の連動

- ・3次元モデルと2次元図面の整合性を担保していないため、3次元モデルが十分に活用できていない、非効率になっている場合がある

→3次元モデルと2次元図面の連動に取り組む

●積算・設計変更に関する仕事の効率化

- ・積算、設計変更で活用する数量データを効果的に活用できれば、仕事の簡素化につながる

→属性情報を活用し、積算・設計変更作業の簡素化

●データを活用するための基準類の整備

- ・属性情報を活用するための基準類が整備されていない

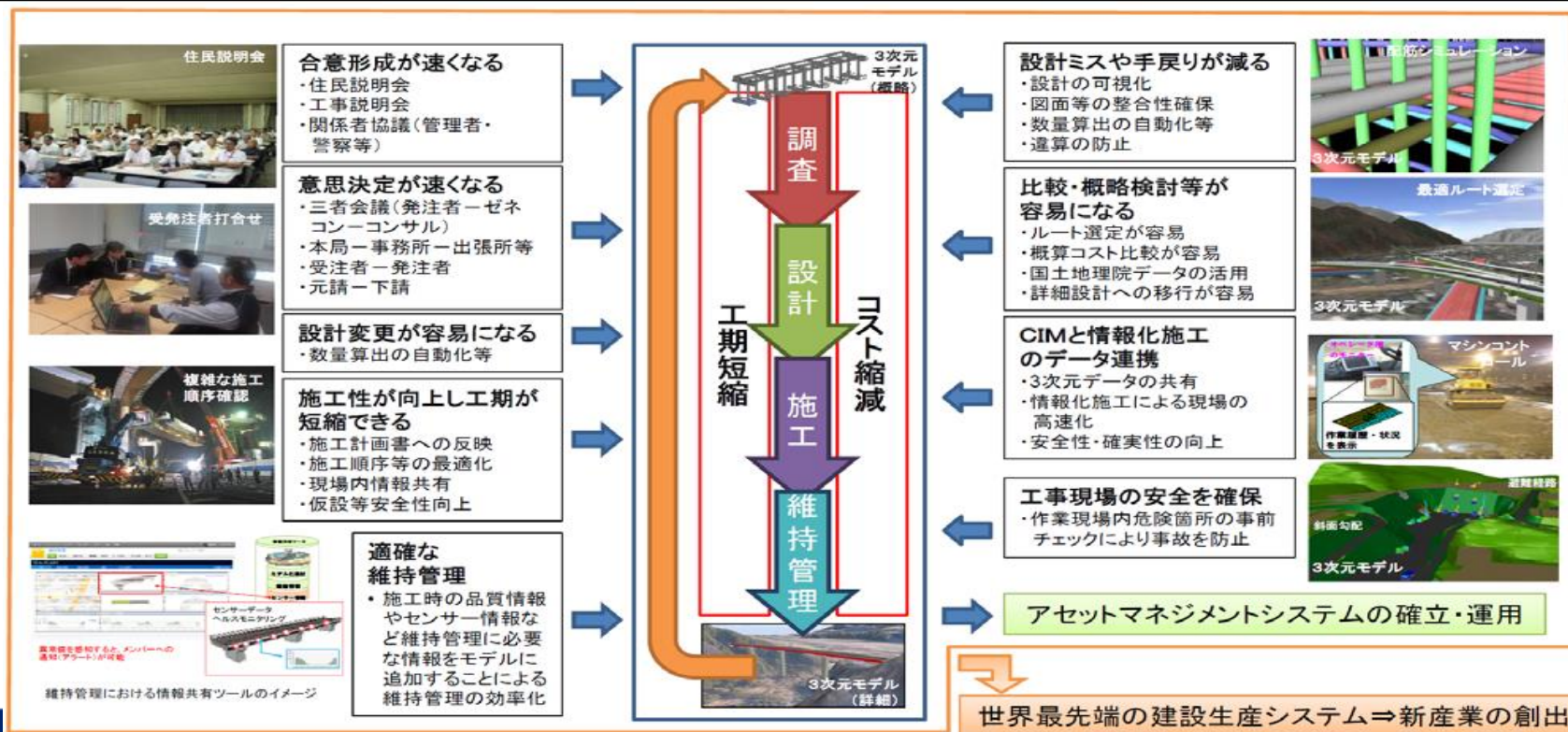
→BIM/CIM取扱要領を作成

3. 阪神高速の取組み

BIM/CIMの実装化に向けた課題(阪神高速の建設工事を事例として)

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| ① 情報の利活用(設計の可視化) | ④ 維持管理の効率化・高度化 |
| ② 設計の最適化(整合性の確保) | ⑤ 構造物情報の一元化・統合化 |
| ③ 施工の高度化(情報化施工)判断の迅速化 | ⑥ 環境性能評価・構造解析等 |

- ・調査・測量～設計～建設(着手前、完成時)～維持管理まで一元的な運用(プラットフォーム)
- ・建設段階では土木工事共通仕様書等で定めるガイドラインに基づき、受注者と調整(各工事毎に詳細度含め、差異が見受けられる状況)
- ・維持管理段階でのニーズを踏まえ、建設段階に反映する必要(データ共有のあり方)
- ・その他;他機関の動き(国、自治体の動向、BIM/CIM推進委員会等)
橋梁メーカー、建設会社 ⇒ 課題、発注者への要望



BIM/CIM検討の状況

■国交省の動向

- ・BIM/CIM推進委員会（学識者、国、関係団体等）。BIM/CIMの普及推進を目的として2019年9月に第1回委員会が開催。これまでに12回開催。
- ・2023年度から直轄業務・工事でBIM/CIMの原則適用が始まったものの、誰でも対応できることを念頭にルール化（3Dモデル作成の際の視覚効果。部材の干渉チェックや景観検討等、義務項目、推奨項目）を定め、BIM/CIM適用の裾野を広げる方向で議論を進めている状況
- ・目指すべき方向性；データシェアリングのツールとしてBIM/CIM、3Dモデルからの数量算出⇒工事費の算出⇒積算業務の効率化
- ・2026年度積算要領改訂にあわせて、3D、2Dモデルから自動で数量が算出できるようにシステム開発も進める予定。BIM/CIM推進委員会と次期積算システム検討WGとの連携

■日建連、橋建協、建コン協、OCF、自治体等

- ・今後、BIM/CIM推進委員会にて積算業務の生産性向上が話題となっているが、3Dモデルから数量、工事費算出するシステムは、今後新たに開発が必要
- ・国からは全工種での対応ができないかといった打診はあったが、工種を絞るべきといった意見⇒橋梁下部工
- ・BIM/CIMが視覚化だけだと寂しい。本来のメリットは何か。活用することで省力化、省人化につながらないと意味がない。そのためには何をすればいいのか、どのようなデータが必要なのか明確にする必要。
- ・未だにBIM/CIM=3Dモデルの作成と思っている担当者が多い（本省、阪高、自治体意見交換会）

BIM/CIM検討の状況(阪神高速の事例)

■阪神高速発注工事

・建設会社、橋梁メーカーの取組みや発注者への要望等について定期的に意見交換会を開催するとともに、本省技術調査課等と月1回のWGを立ちあげ、BIM/CIM推進委員会の動向、自治体の取組み状況等の共有。併せて、建コン協近畿支部、大建協との意見交換会も開催。また、社内的には維持管理部門へのヒアリングを実施。意見交換会等を通して見えてきた主な課題は以下のとおり

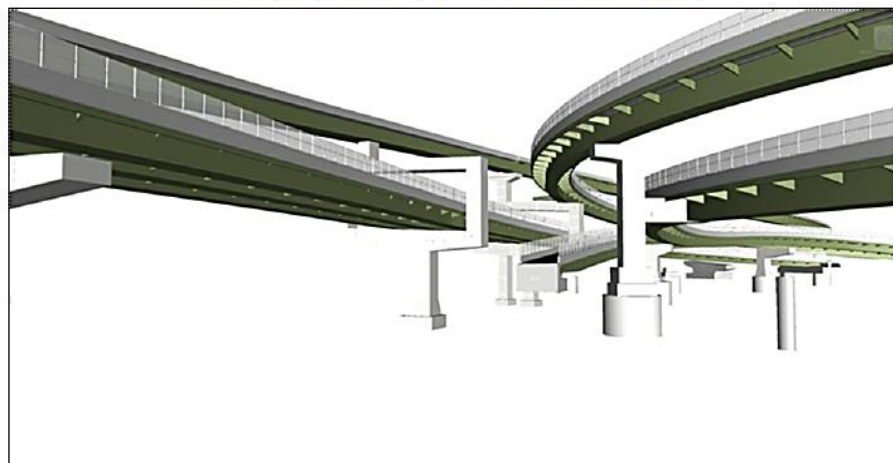
【現状と課題】

- ・各社によって、詳細度、点群データ、着目すべき部位等も含め、取組み内容にかなりのばらつきが見受けられる。但し、詳細度200～300程度(外形の把握)は設計段階で通常ルーティンとして活用。支点部の高詳細度や点群データの取得については差異が大きい
- ・橋梁メーカー;維持管理まで含めた課題の見える化。部位毎で高詳細度(400)を定めた提案。点群データについても点密度3mmで既設橋等との近接度合いを確認している事例あり。全体的には詳細度300を基本(近接箇所のみ400を採用)
- ・建設会社;詳細度300程度が一般的。鉄道交差部について、点群データを取得し、3元モデルと重ね合わせることで視覚化。また、4Dによる施工計画を作成し視覚化を図っている事例あり
- ・従来の2次元のみならず、3次元データも納品となるとかなりの労力を要していることから、BIM/CIMを「やらされている」といった意見も出ている状況。発注者として必要性、目的を明確にする必要

橋梁区間における活用事例

詳細度：200～300 300：外径を正確に表現、200：桁や橋脚の内部等一部は省略
作成方法：3D点群データを計測し、CIMデータと統合

3次元モデル：Autocad



+



3D点群データ：Recap



橋梁区間における活用事例

既設構造物との離隔確認

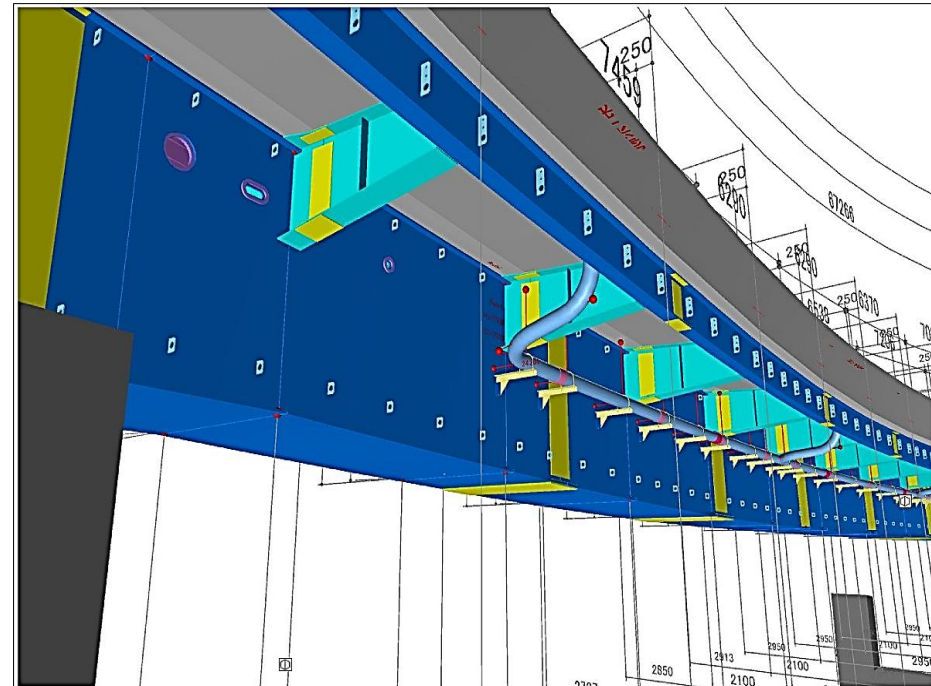
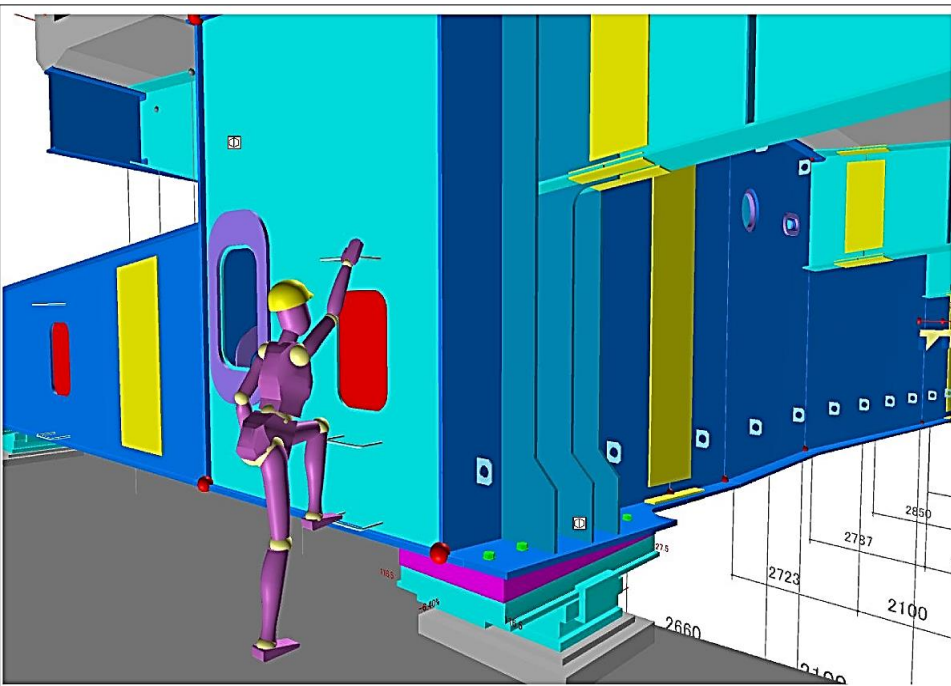
下水処理場内の建屋と側縦桁、ブラケットが干渉
⇒ 側縦桁形状の変更、側縦桁が不要となる床版を採用



橋梁区間における活用事例

設計品質向上のため独自のCIMデータを作成

- ・ 詳細度400 主構造の形状確認、付属物の金具干渉
- ・ 点検員のモデルを配置 ⇒ 点検、補修作業を想定した検査路の動線検討



BIM/CIMの活用事例(フロントローディング)

1. 桁下施設と鋼桁との干渉・隔離照査
2. 街路構造物との干渉照査
3. 建設限界の照査
4. 景観協議への活用
5. 無線ルートと鋼桁の干渉照査
6. 3D点群モデルを用いた現況路面高の計測

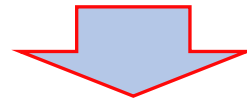
BIM/CIM検討の状況(阪神高速の事例)

■クラウド導入

- ・BIM/CIM活用目的の明確化。ex)視覚化による協議の円滑化、地元説明、部位毎の高詳細度
- ・ファイル形式の互換性、クラウドサービス;KOLC+ (コルク社)、Basepage (川田テクノ)、CIMPIONY (福井コンピューター) 等

【参考】クラウドを活用し関係者間で3次元モデルを含むデータ・情報を共有

- ・ユーザー側のパソコンに3次元モデルを閲覧するための専用ソフトを導入することなく、クラウド上で3次元モデルが閲覧可能であり、関係者間(受発注者間、他業者、現場作業 等)での情報共有が容易
- ・ソフトにより、履歴(バージョン、変更日、変更箇所、改訂者等)の記録、点群データの統合、4Dモデル(時間情報の付与)の活用が可能。なお、工事竣工後の引継ぎが課題

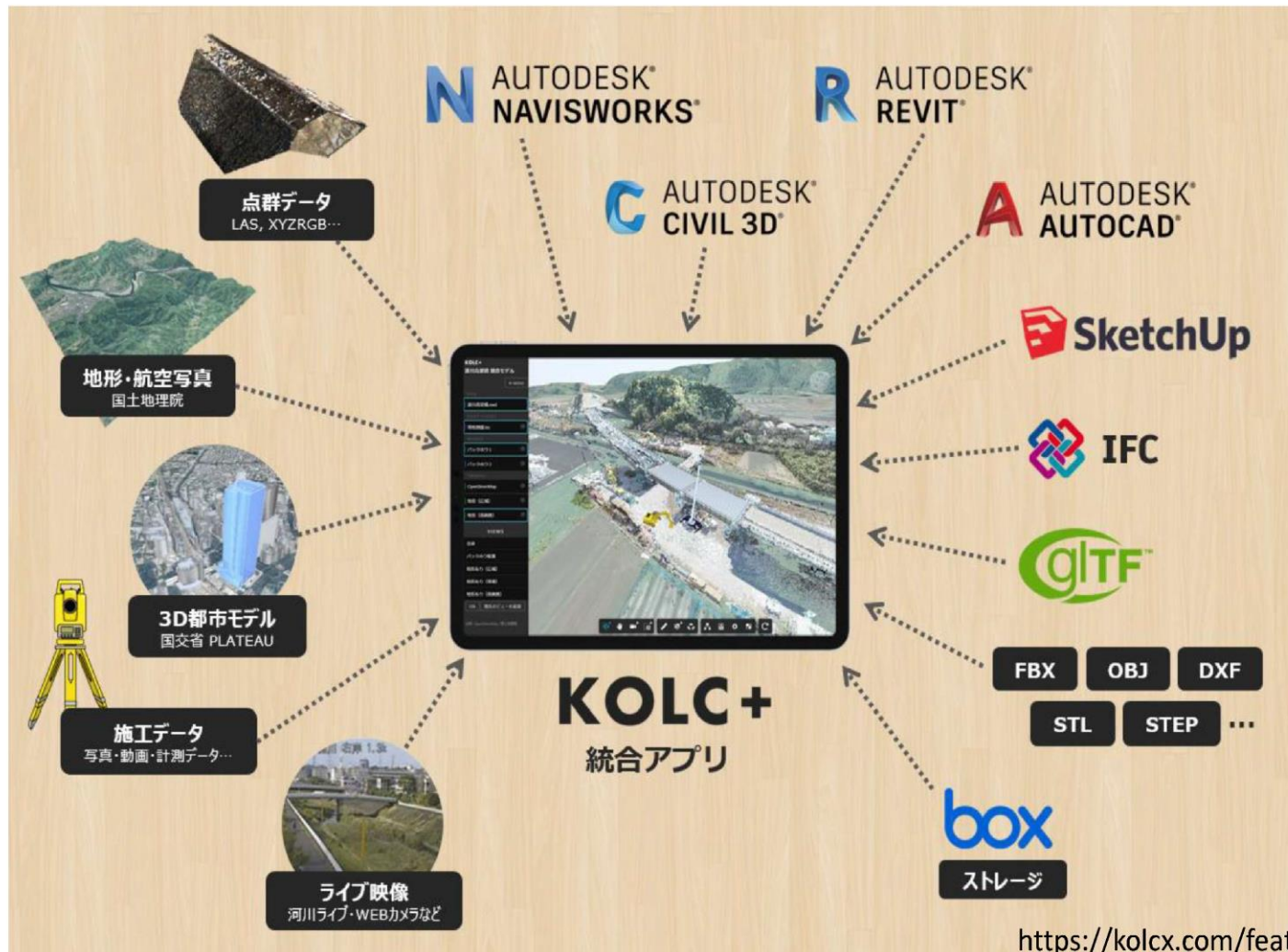


発注者、受注者間でクラウドを活用した情報共有

⇒ 使用状況、課題等について適宜確認しながら、生産性向上のあるべき姿を検討

【参考】BIM/CIM共有クラウドの活用（KOLC+）

- ✓ KOLC+（コルクプラス）は、BIM/CIMモデル、点群データ、3D地図、航空写真、3D都市モデルなどをクラウドで統合できるウェブサービス



建設工事竣工時における引継ぎデータの当面の整備方針(案)【ルール化】

■橋梁区間

- 詳細度は原則として全区間**300程度**とし、特に遊間部を含む支点付近の接続構造については、**詳細度400程度**とする。なお、付属物(検査路、落橋防止装置、裏面版、集水桝等)については、**詳細度200程度**(点群データは取得しない)

- 属性情報の紐づけ(3次元モデル成果物作成要領(国交省案,令和4年3月より))

3次元モデルに付与する属性情報は、構造全体(階層1)、構造体(階層2)及び構成要素(階層3)に対して行うものとし、部材(階層4)に対しては、対象となる部材によって任意
但し、発注者によるリクワイアメントに応じて、必要な部材に対しても属性情報を付与

■擁壁、開削トンネル区間

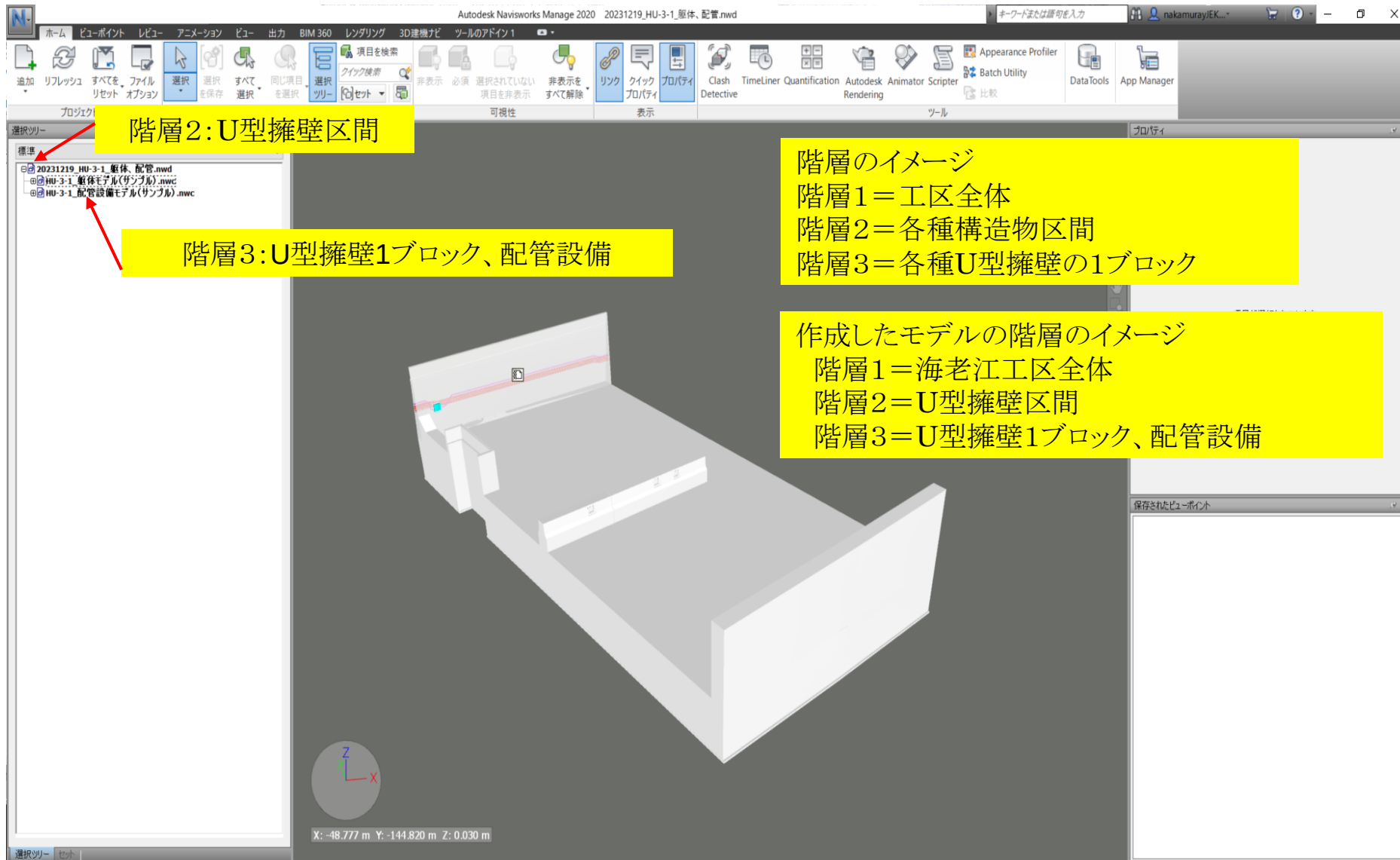
- 詳細度は原則として全区間**300程度**とし、躯体内の配管の状態並びに周辺の埋設インフラについても、**離隔、形状を把握** ⇒ 配管の径までの再現は不要(ラインのみ)

- 点群取得の目的の明確化。山岳トンネルは変状確認を目的として点群データは必須(点検要領に記載)
一方、開削トンネルは変状でなく、コンクリート表面のひび割れ性状の確認が必須 ⇒ 画像データの取得
⇒ 初期点検実施時に取得(建設工事竣工時には実施しない)

- 属性情報の紐づけ(3次元モデル成果物作成要領(国交省案,令和3年3月より))

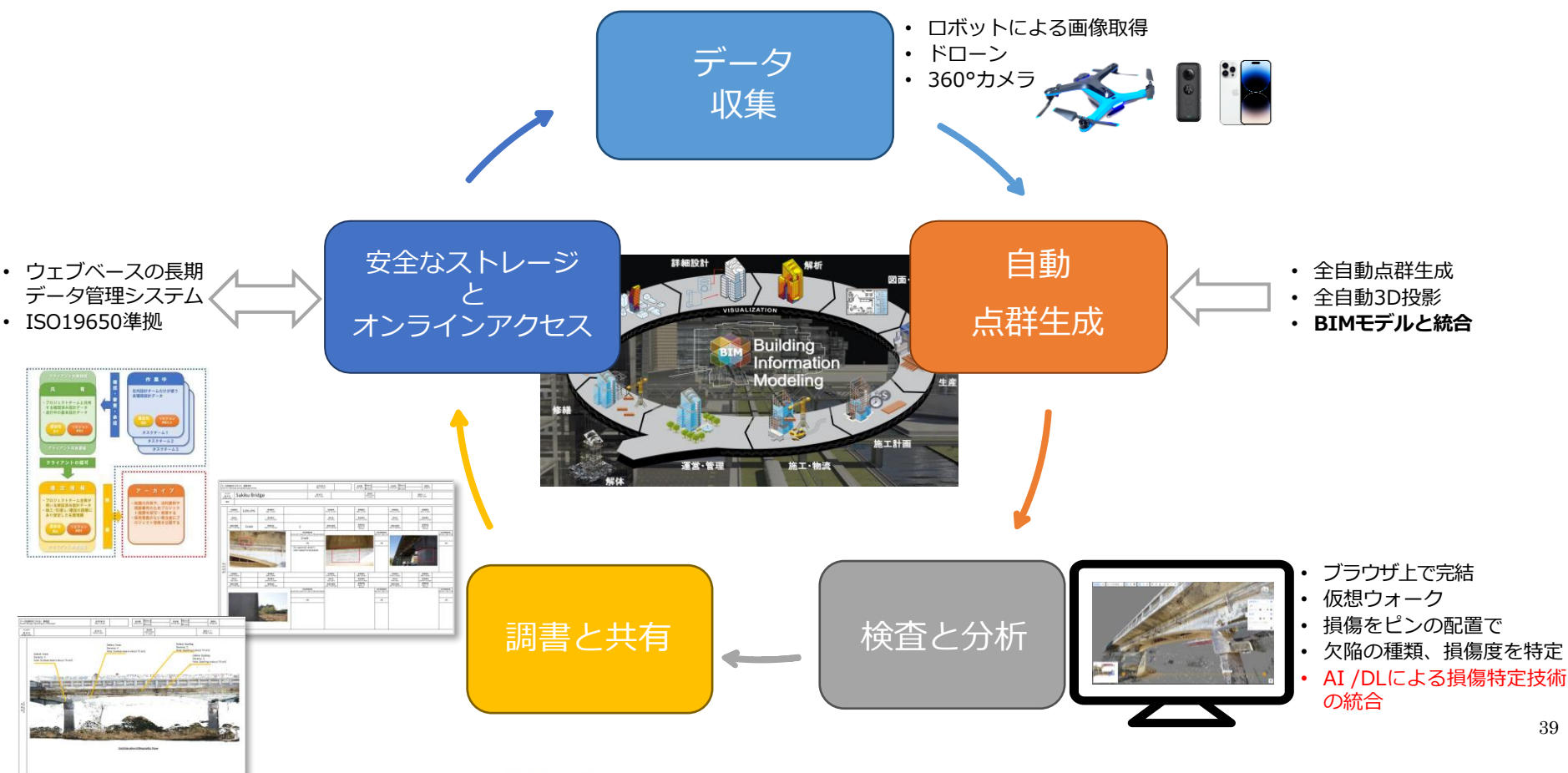
3次元モデルに付与する属性情報は、構造全体(階層1)、構造体(階層2)及び構成要素(階層3)に対して行うものとし、部材(階層4)に対しては、対象となる部材によって任意
但し、発注者によるリクワイアメントに応じて、必要な部材に対しても属性情報を付与

【参考】開削トンネル工事属性情報データ付与イメージ

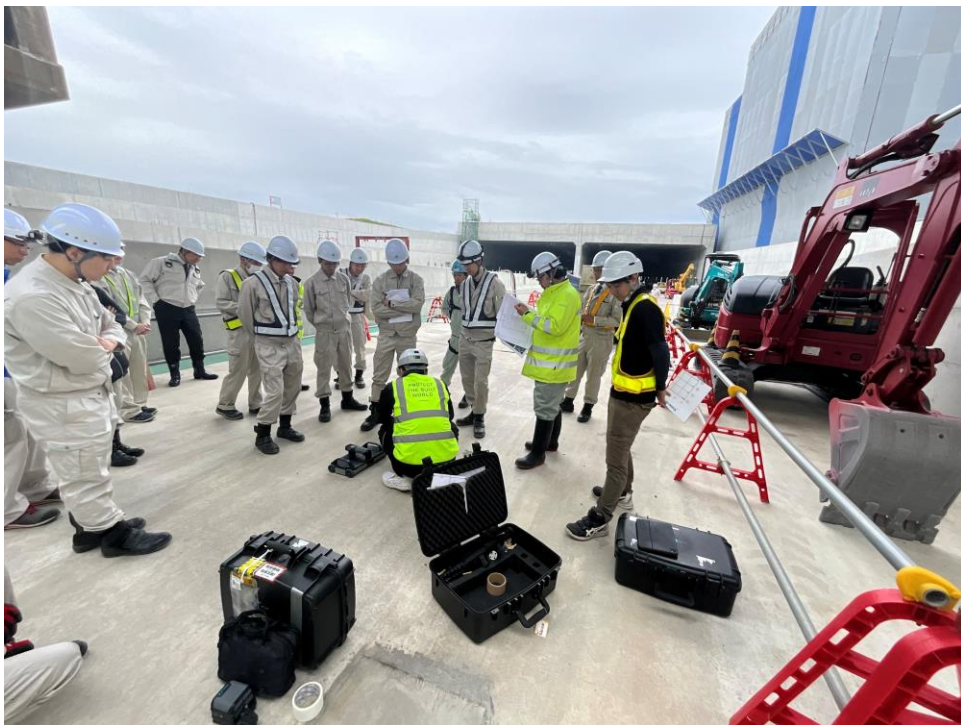


360度カメラ（ドローン等）画像による点群自動生成技術

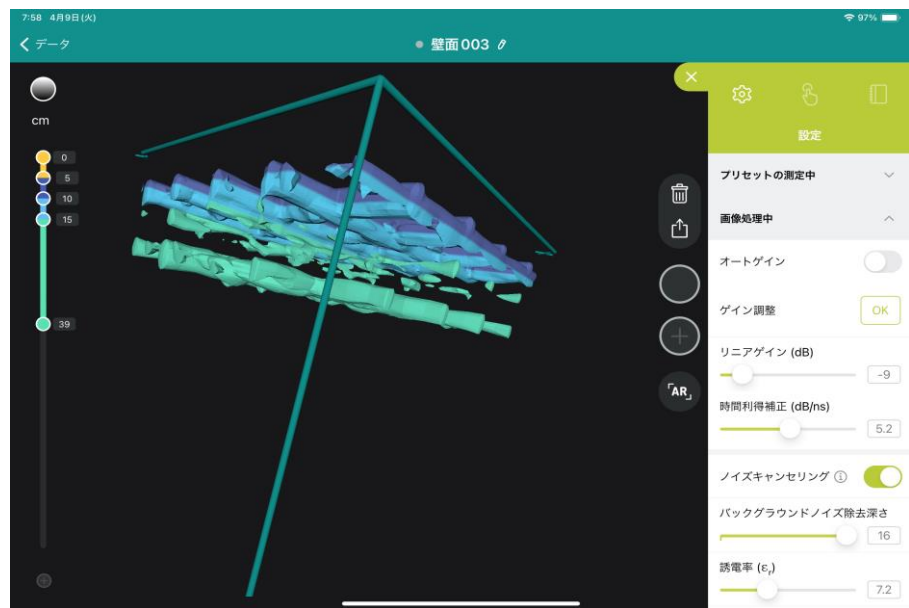
- 連続撮影画像より点群自動生成（淀川左岸線（2期）海老江工区デモ(4/8)）
- 熊谷市等において2023年度より試行導入。2025年度の本格導入を目指す
- 能登半島地震災害査定において九州地整が全国の地整で初導入
- 将来的にはデジタルツインにおけるオープンデータ化。維持管理業務の効率化を目指す



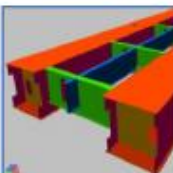
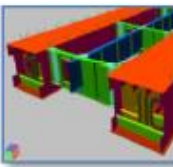
コンクリート内部の可視化技術



淀川左岸線（2期）海老江工区デモ（4/8）



【参考】BIM/CIM推進委員会の状況(モデルの詳細度)

詳細度	共通定義	工種別の定義	
		鋼橋上部工構造物のモデル化	サンプル
100	対象を記号や線、単純な形状でその位置を示したモデル。	対象構造物の位置を示すモデル (橋梁) 橋梁の配置が分かる程度の矩形形状、若しくは線状のモデル	
200	対象の構造形式が分かる程度のモデル。 標準横断で切土・盛土を表現、又は各構造一般図に示される標準横断面を対象範囲でスワイプさせて作成する程度の表現。	構造形式が確認できる程度の形状を有したモデル (橋梁) 対象橋梁の構造形式が分かる程度のモデル。 上部工では一般的なスパン比等で主桁形状を定める。モデル化対象は主構造程度で部材厚の情報は持たない。	
300	付属物等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデル。	主構造の形状が正確なモデル (橋梁) 計算結果を基に主構造をモデル化する。主構造は鋼桁であれば床版、主桁、横桁、横構、対傾構を指す。	
400	詳細度 300 に加えて、付属物、接続構造等の細部構造及び配筋も含めて、正確にモデル化する。	詳細度 300 に加えて接続部構造や配筋を含めてモデル化 (橋梁) 桁に対してリブや吊り金具といった部材や接続部の添接板の形状と配置をモデル化する。また、主な付属物(ジョイントや支承)の配置と外形を含めてモデル化する。 床版内部の配筋は、主に「干渉チェック」を目的としてモデル化を行うものとし、床版桁端部、支承部、排水桝設置箇所等との干渉部等を中心に必要に応じて作成する。更に、各付属物の形状と配置を正確にモデル化する。 ボルト、ナット、ボルト孔など接続部はキャラクター等で表現することも可能である。	
500	対象の現実の形状を表現したモデル	設計・施工段階で活用したモデルに完成形状を反映したモデル。	—

デジタルツイン(サイバー空間マネジメント)

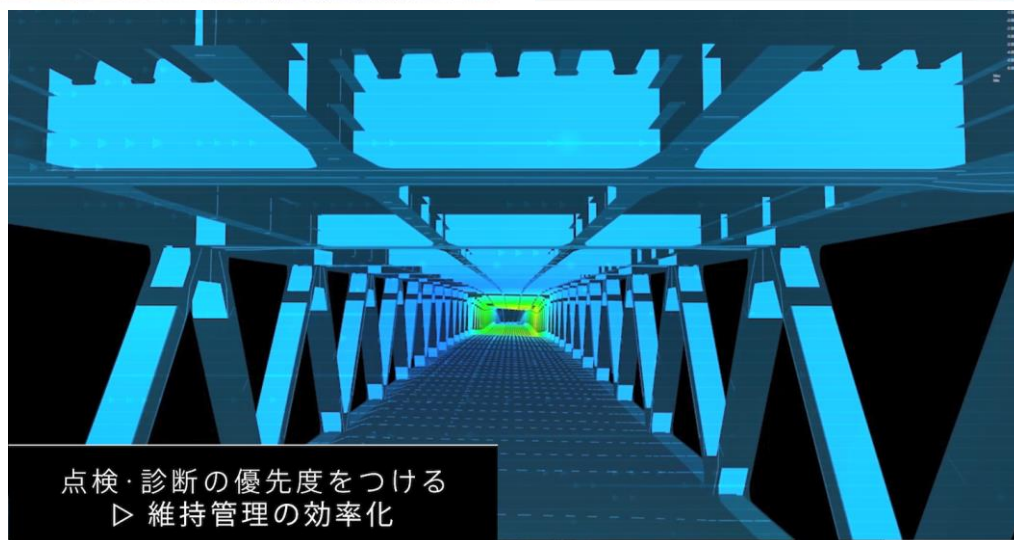
現実空間とサイバー空間の高度な融合

- 現実空間にある橋梁、トンネル等の道路構造物と同じ性質、挙動を示すモデルをサイバー空間に構築、再現
- サイバー空間において、南海トラフ等の地震を発生させ、構造物の被災状況をシミュレーションし、得られた結果を現実世界で事前対策や復旧計画を策定。また、サイバー空間内の構造物に対して将来の劣化シミュレーションを行い、構造物ごとのメンテナンスサイクルを策定
- さらに、発生した被害状況を考慮した通行止めや交通渋滞等、道路ネットワーク上の交通流への影響評価



デジタルツインにより現実空間をサイバー空間に再現

都市高速道路全線を仮想空間上にモデル化



デジタルツインはインフラに何をもたらすか？

- データとシミュレーションを用いて将来予測し、想像力豊かに事象を検討。併せて、事前対応
- 道路ネットワーク全体のリスクの可視化、評価（地震防災、維持管理、交通マネジメント等）
- ナレッジマネジメントの情報基盤、サプライチェーンの寸断を防ぎ、持続可能な社会を実現
- 運用に向けたルール作り

地震は大丈夫？

豪雨・台風による影響は？

このまま劣化が進むと危険？

平常時、地震発生時
交通状況は？

複合災害に
耐え得る？

津波が起こると
浸水する？

データ

交通データ

気温データ

路面データ

資産情報

損傷情報

地盤情報

解析モデル

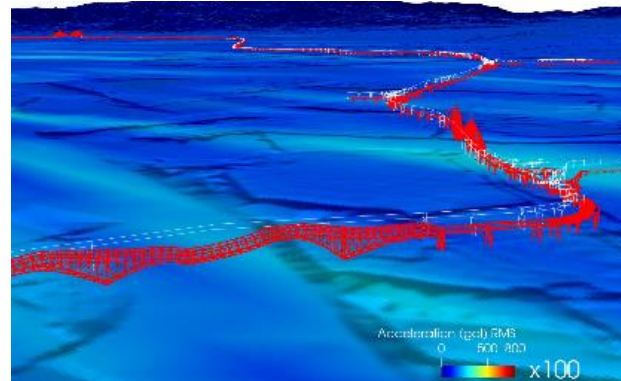
点群モデル

平面地図

×

×

シミュレーション



4. 他機関の取組み（九州地整、関東地整 他）

九州地整におけるインフラDXの取組み

- 災害常襲地域の九州において、災害発生時の情報収集を含め、各種ICT機器を用いた遠隔臨場・情報収集等の技術を実装し、「非接触・リモート型の働き方」を推進。
- 3次元データの活用やBIM/CIM技術の本格導入、i-constructionの更なる推進など、新しい働き方に対応する受発注者双方の人材育成を行う「官民のインフラDX人材育成」を推進。

非接触・リモート型の働き方の推進

【九州地方整備局企画部】九州インフラDXルーム

■ICT機器を駆使した非接触・リモート型の推進

- 現場からの情報発信・本局・事務所等からの遠隔臨場を実施。
- VR体験。

【主な機能】

- ◆スマートグラスによる現場からの情報発信
- ◆没入型ドームスクリーンを用いたVR・遠隔臨場、災害時の速やかな災害現場状況の共有
- ◆リモートによる工事検査の試行 等



インフラDXルーム イメージ
(九州地方整備局本局6階)



没入型ドームスクリーン
によるVR・遠隔臨場



インフラDX人材育成センター イメージ
(九州技術事務所研修所)



3次元点群データの
取得・活用研修



野外フィールドにおけるICT建機・
遠隔操作訓練

官民のインフラDX人材育成の推進

【九州技術事務所】九州インフラDX人材育成センター

■受発注者双方のインフラDX人材育成の推進

- 3次元計測機器による測量やBM/CMの3次元モデルの操作に関する研修を実施。
- 無人化操作シミュレータによる遠隔操作技術やVRによる点検・維持管理に関する研修等を実施。

【主な機能】

- ◆3次元点群データの取得・活用研修
- ◆ハイスペックPCを用いたBM/CM研修
- ◆シュミレーターを用いたICT建機・遠隔操作訓練 等

九州地整におけるインフラDXの取組み(メタバースの活用)

○第一世代(山国川メタバース、遠賀川メタバース、大分川メタバース) 令和3年度～
デジタル測量結果を基に、仮想空間上に**3Dの世界(事業整備後の世界)**を構築。

パースや模型に置き換わる使い方で、住民等との合意形成に用いた。

アナログ(パースや模型)を用いないため、効率的。

写真のようなリアルな表現が可能で圧倒的に情報量が多い。

○第二世代(博多バイパスメタバース、川辺川ダムメタバース) 令和4年度～
車の流れ、洪水の発生から終わるまで、地震前後など、**仮想世界に3D+時間の「四次元」の世界**を構築。

パースや模型では表現が困難な高度な内容を可視化し、住民等との合意形成に用いた。

○その他

- ・能登半島の被災地を立体映像化
- ・メタバースを用いた広報、リクルート

<https://www.qsr.mlit.go.jp/infradx/>



九州地整におけるインフラDXの取組み(能登半島地震による災害調査)

・立体映像による防災情報の共有（世界初）

空間再現ディスプレイを用いて、鮮明な立体映像による情報共有を整備局・国土交通本省間で行った。従来は3次元モデルを平面（2次元）のモニターで表現していたが、空間再現ディスプレイ（3次元）を用いることで、遙かに多くの情報を直感的に理解することが可能。

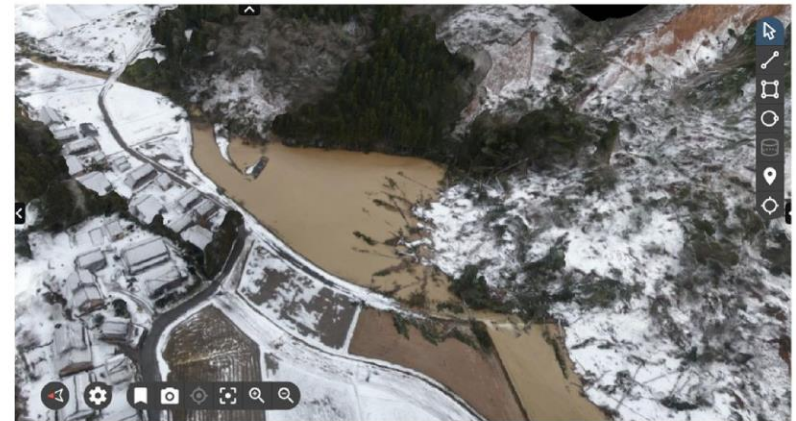
・AIの活用（全整備局で初）

ドローンで撮影した写真から自動的に点群データ、3Dモデル、オルソモザイク写真、DSM（数値表層モデル）等を生成するシステムを使用。職員の負担軽減と迅速な対応を両立。

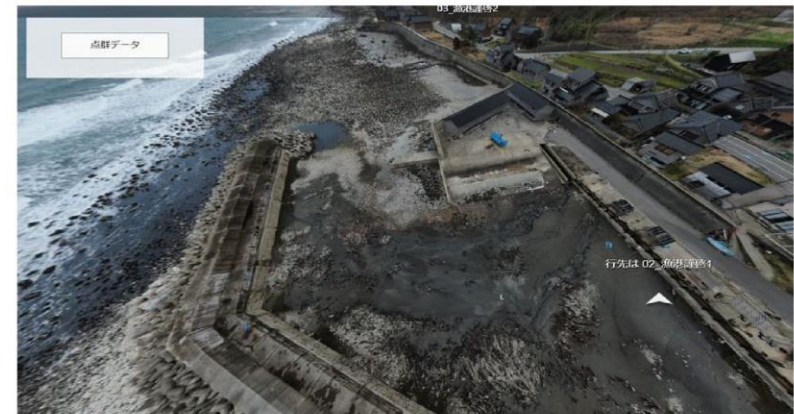
・VRを用いた情報の公開、共有（全整備局で初）

3Dデータを現地で人命救助等の活動を行う消防等に提供。クラウドを用いることで現地作業時にスマートフォン等で活用できるため、迅速な災害対応及び従事者の安全向上に用いられた。

また本省HPで公開することで、様々な組織や個人が活用可能。



AIが自動生成した3Dモデル（河道閉塞）



ドローンで作成したVR（360°写真）

<https://www.qsr.mlit.go.jp/infradx/>

先端技術等を活用した新たな働き方の実践 ～DX関係設備の整備～

【現状の課題等】

- 資料が多く執務環境が悪化、執務室スペースも圧迫。
- 窓口相談時、道路台帳等は紙資料で都度、用意が必要



執務室内状況



紙資料の保管状況



各種台帳の確認状況

【DXによる改善策】

約4割削減

- 執務室のフリーアドレス、ペーパーレス化による執務環境の改善、快適なオフィス空間の創出。
- 働き方改革の推進、生産性の向上を目指し、先端技術等を活用した新たな働き方を実践



執務室

会議室

受付窓口



快適なオフィス空間の創出



多様な執務環境の選択

多様な会議形態への対応



- ・多様な会議形態へ対応可能な執務空間を整備。
- ・様々なツールを使い意思決定のスピード向上。

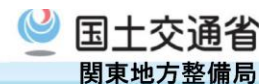
窓口対応業務の迅速化



- ・DXアプリの導入により、迅速なデータ収集が可能。
- ・行政相談、窓口対応業務の効率化を実現。

関東地整におけるインフラDXの取組み

【道路WG】GISプラットフォームと連携する機能の検討



全国道路施設点検データベースの公開用APIの活用事例（アプリ開発）

- 関東地方整備局では、点検DBの公開用APIを活用し、地図画面上で道路構造物の情報を閲覧するアプリを開発中。各道路構造物の位置・諸元（台帳・カルテ）・点検データの参照・検索や、集計・グラフ化、損傷写真の検索、DRMとの連携等が可能。
- これまでに、基礎情報は道路橋・トンネル等の全ての基礎データベース、詳細情報は道路橋データベースとのデータ連携を実現し、試行環境で稼働中。今後、関係する全ての職員が利用できる方法を検討。

関東地整の開発アプリのイメージ

The screenshot shows the 'Road Structure DB' (道路構造物DB) application interface. It features a map view with various road structures highlighted. Callouts point to specific features:

- 基礎情報 DB** (Basic Information DB) and **公開用 API** (Public API) are linked to the left sidebar.
- 道路橋 DB** (Road Bridge DB) and **公開用 API** (Public API) are linked to the bottom sidebar.
- 施設概要 クイックカード** (Facility Overview Quick Card) is shown as a pop-up window.
- 健全度・措置状況・点検年度で色分け** (Color-coded by health status, measures, and inspection year) is indicated for the map data.
- 各種調書** (Various Reports) is shown as a pop-up window.
- 点検調書** (Inspection Report) is shown as a pop-up window.
- 橋梁台帳** (Bridge Inventory) is shown as a pop-up window.
- カルテ台帳** (Medical Record Inventory) is shown as a pop-up window.
- 77条調査** (Article 77 Survey) is shown as a pop-up window.
- 道路ネットワーク表示 (DRM連携)** (Road Network Display (DRM Linkage)) is shown as a pop-up window.
- 施設の位置情報** (Facility Location Information) is shown as a pop-up window.
- 各種自動集計** (Various Automatic Aggregation) is shown as a pop-up window.
- 損傷写真検索** (Damage Photo Search) is shown as a pop-up window.
- 点検調書のその3・6・10の損傷写真等を検索。例えば、「所見欄」に「鉄筋露出」という文字列の記録を含む全ての施設の損傷写真を検索が可能** (Search for damage photos in the 3, 6, and 10th inspections. For example, it is possible to search for damage photos of all facilities containing the text '鉄筋露出' (Reinforcement exposure) in the '所見欄' (Observation column)).

VIRTURL SHIZUOKA構想 -明日起こるかもしれない災害に備えて3次元点群データを蓄積-

VIRTUAL SHIZUOKA構想

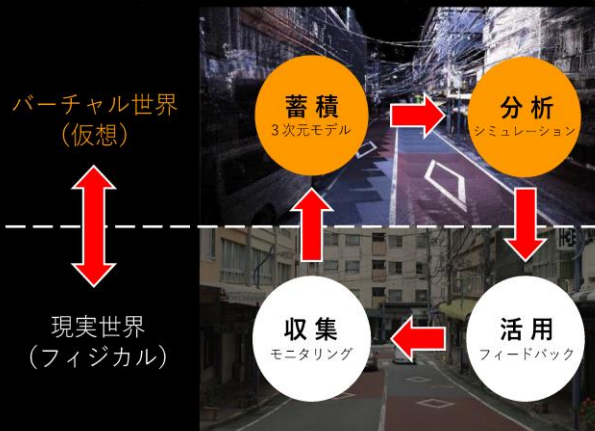


VIRTUAL SHIZUOKA 実現のため広範囲・高密度にデータ取得

計測方法	航空レーザ計測 (LP)	航空レーザ測深 (ALB)	移動計測車両 (MMS)
計測内容	地表面及び樹木・建物など	海岸及び水中部の地形	道路及び周辺部の地物
計測密度	16点/m ² 以上	1点/m ² 以上	400点/m ² 以上

VIRTUAL SHIZUOKAをデジタルツインの基盤に

バーチャル世界でシミュレーションを行い、現実世界における将来の変化を予測する



VIRTUAL SHIZUOKA 実現のため広範囲・高密度にデータ取得

計測方法	航空レーザ計測 (LP)	航空レーザ測深 (ALB)	移動計測車両 (MMS)
計測内容	地表面及び樹木・建物など	海岸及び水中部の地形	道路及び周辺部の地物
計測密度	16点/m ² 以上	1点/m ² 以上	400点/m ² 以上

4. その他（インフラ物性）

微視的データの活用可能性

- ◆ X線CTは、対象物に照射するX線の透過率から画像を再構成して対象物を再現するしくみ
➡「超ミクロ(=微視的)デジタルツイン」
- ◆ X線CTを活用してインフラの構造物を微視的に捉えることにより、分子レベルでどのようなことが起こっているかを把握することができる。
- ◆ 目に見えない部分を微視的に、デジタルツインを活用して見る如果能够できれば、劣化の要因やメカニズムの分析に活用することができる。
- ◆ デジタルの力で、現在の状態から遡って劣化の原因や要因、対象箇所等を突き止められれば、劣化を抑制する対策を講じることができる。



京都大学 経営管理大学院 シンポジウム

インフラ物性工学の 新学問領域の創出

～データサイエンスとインフラ物性工学の融合による新時代のインフラマネジメント～

2023年10月26日(木) 10時～16時40分 聴取無料

開催形式：ハイブリッド形式(対面+オンライン)
会場：ステーションコンファレンス東京 (東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー6階 605)
募集人数：最大150名(オンライン)

主催：京都大学 経営管理大学院 道路アセットマネジメント政策(MEXCO)局日本-阪神高速(国庫)
共催：理化学研究所
後援：株式会社東洋建設株式会社、阪神高速道路株式会社、兵庫県(公社)土木学会、(一財)先端建設技術センター
(一社)日本建設業連合会 (一社)建設コンサルタンツ協会 (一社)日本アセットマネジメント協会

お問い合わせ 京都大学経営管理大学院 道路アセットマネジメント政策講座シンポジウム事務局
roadasset@mail.econ.kyoto-u.ac.jp

QRコード：京都大学HP、参加お申込み

インフラ物性 検索

ポータルプログラム
MEXCO
アセットマネジメントの推進 経営管理大学院

【参考】Spring-8 日本のフラグシップ放射光施設



【場 所】 兵庫県佐用郡佐用町

【建設期間】 1991～1997年、1997年10月供用開始

【蓄積リング】 電子エネルギー8GeV, 周長1436m

放射光はこれまで何に使われてきたのか？

材料科学

物質構造解析表面分析

生物学・生命科学

構造生物学イメージング
分光学的手法

物理・基礎研究

高エネルギー物理学天体物理学
基礎光学

環境科学

環境分析気候研究

地質学・地球科学

鉱物学 超高压物性

ナノテク・ナノ材料

ナノスケール評価薄膜物性

化学

化学分析
化学反応分子構造

考古学・文化財

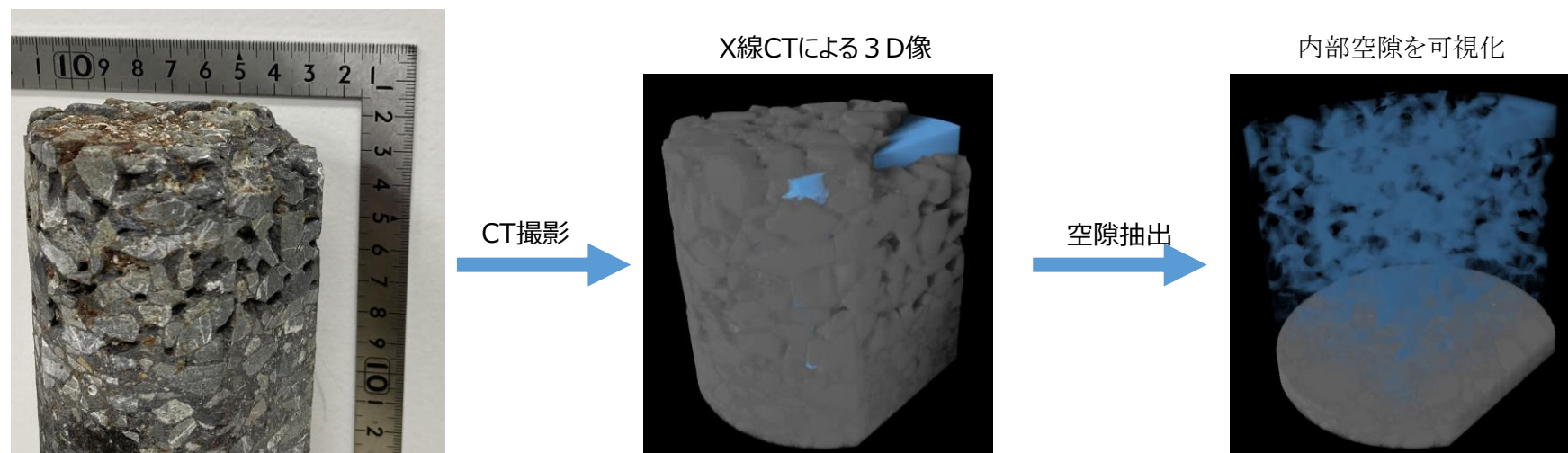
非破壊分析

産業応用

半導体産業
自動車産業製薬業

SPring-8での社会インフラ老朽化評価

- SPring-8 (X線CT) と富岳 (大規模画像解析・シミュレーション) の連携で、リアルな構造物を理解し、科学的にその寿命を予測
- 構造物の寿命 (更新時期) の科学的予測によって、社会インフラの安全性や信頼性を確保しつつ、効果的・効率的な予算投入が可能
- コンクリート、アスファルトにおいて実施中



外観検査では分からない内部空隙をマイクロオーダーで可視化。その情報をもとに、ストレス・破壊進展などの劣化予測につなげていくことが可能

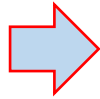
5. 建設業の生産性向上のために

日本の建設業の生産性向上のために

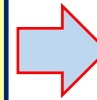
- BIM/CIM原則適用化でモデル構築が普及
- 単なる幾何的形状の再現ではなく属性を正しく持ったBIM/CIMモデルが重要
- データの互換性が重要
- 得られたデータを連携させ、活用することで生産性は劇的に向上
- 発注者、受注者双方のデジタルスキルの向上

ゼロベースでの見直し

帳票が必要か？



紙の時代はデータを
帳票でしか提出できなかった



本当に必要なのは
データなのでは？

● 構造物完成イメージの共有

3次元計測やモデルを用いた検討を多用していくことで、施工イメージの具現化、完成イメージの意識の統一化が可能。また、3次元モデルや施工履歴を考慮した4Dモデルを組み込むことで、施工手順の誤りや不具合を早期に発見、未然に防ぐことに貢献。その結果として、手直し、手戻り作業を減らすこととなり、 unnecessaryな検討、作業を削減

● 竣工データの仕様を真剣に考える

どのようなデータを竣工図書（属性情報、詳細度）にすれば、維持管理、補修まで活用できるか？ 品質管理データ、点群データ、インフラ物性データ ⇒ **ルール作り**
サイバー空間マネジメントとの連携

大阪・関西万博まであと258日

◆ テーマ **いのち輝く未来社会のデザイン**

◆ コンセプト **未来社会の実験場**

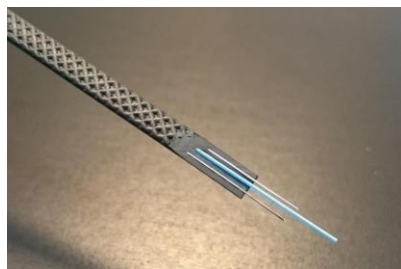
- 展示をみるだけでなく、世界80億人がアイデアを交換し、**未来社会を「共創」(co-create)**
- 万博開催前から、**世界中の課題やソリューションを共有できるオンラインプラットフォーム**を立ち上げ
- 人類共通の課題解決に向け、先端技術など世界の英知を集め、**新たなアイデアを創造・発信する場**に



<https://www.expo2025.or.jp/overview/>



光ファイバ、太陽光発電(路面太陽光等)、DXの推進(BIM/CIM, AI, IoT, VR/AR等)



ご清聴ありがとうございました