2020年11月12日　JACICソリューション報告会

BIM/CIMとクラウドでi-ConはDXへと進化する

建設ITジャーナリスト
家入 龍太

BIM/CIMとクラウドでi-ConはDXへと進化する

本日のトピックス

0. イエイリ・ラボのご紹介
1. 建設業の人手不足解消戦略とは？
2. i-Conの課題は技術から経営へシフト
3. 点群インフラの整備による生産性向上
4. コロナ対策と現場のテレワーク化戦略
5. ドローンによる働き方改革
6. 3Dプリンターが実用レベルに

日本でただ一人の建設ITジャーナリスト　家入龍太

公式サイト
「建設ITワールド」

ヤフー
「建設イノベーション」

イエイリ 3Dスキャナー　検　索

お困りごとは
「イエイリ＋キーワード」で

最新刊
「よくわかる最新BIMの基本と仕組み」第2版

モットー

- 建設業のIT活用を半歩先の視点で考える。
- 「ほめて伸ばす」
- 建設業関係者が明るく、元気になれる話題を提供。

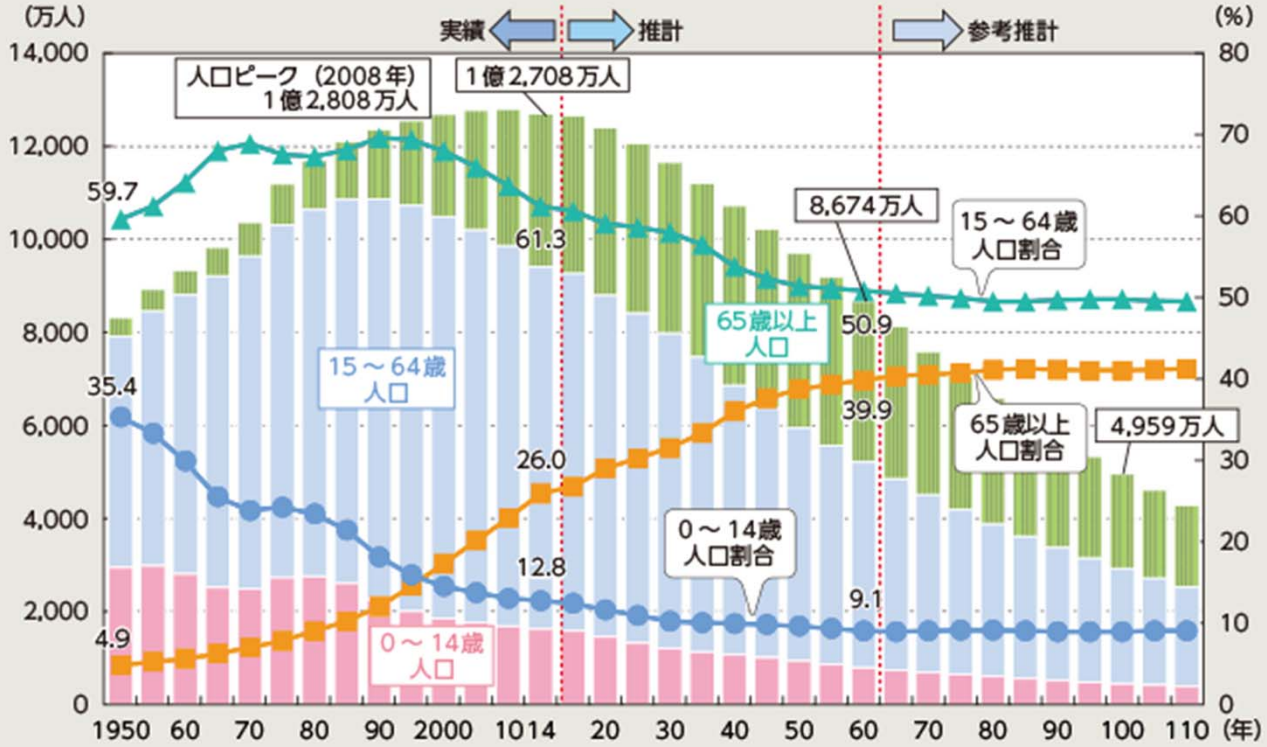
1. 建設業の人手不足解消戦略とは？

建設業の課題　人手不足

（資料：平成27年版厚生労働白書）

→1990年代をピークに「生産年齢人口」は減少の一途

図表序-1-2　我が国の人口推移



資料：2014年以前：総務省統計局「国勢調査」（年齢不詳の人口を按分して含めた）及び「人口推計」
2015年以降：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）」［出生中位・死亡中位推計］
（注）　1970年までは沖縄県を含まない。

労働生産性を上げるためにはどうしたらよいか?

上げる

$$\text{労働生産性} = \frac{\text{労働による付加価値}}{\text{労働時間}}$$

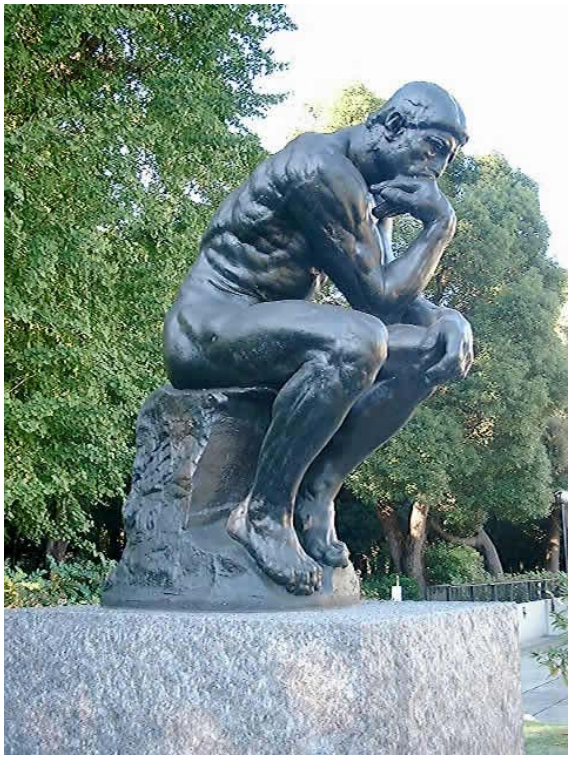
下げる

人間の労働時間を下げるためには・・・

肉体労働はロボットに任す

人間の労働時間を下げるためには・・・

頭脳労働はAI（人工知能）に任す



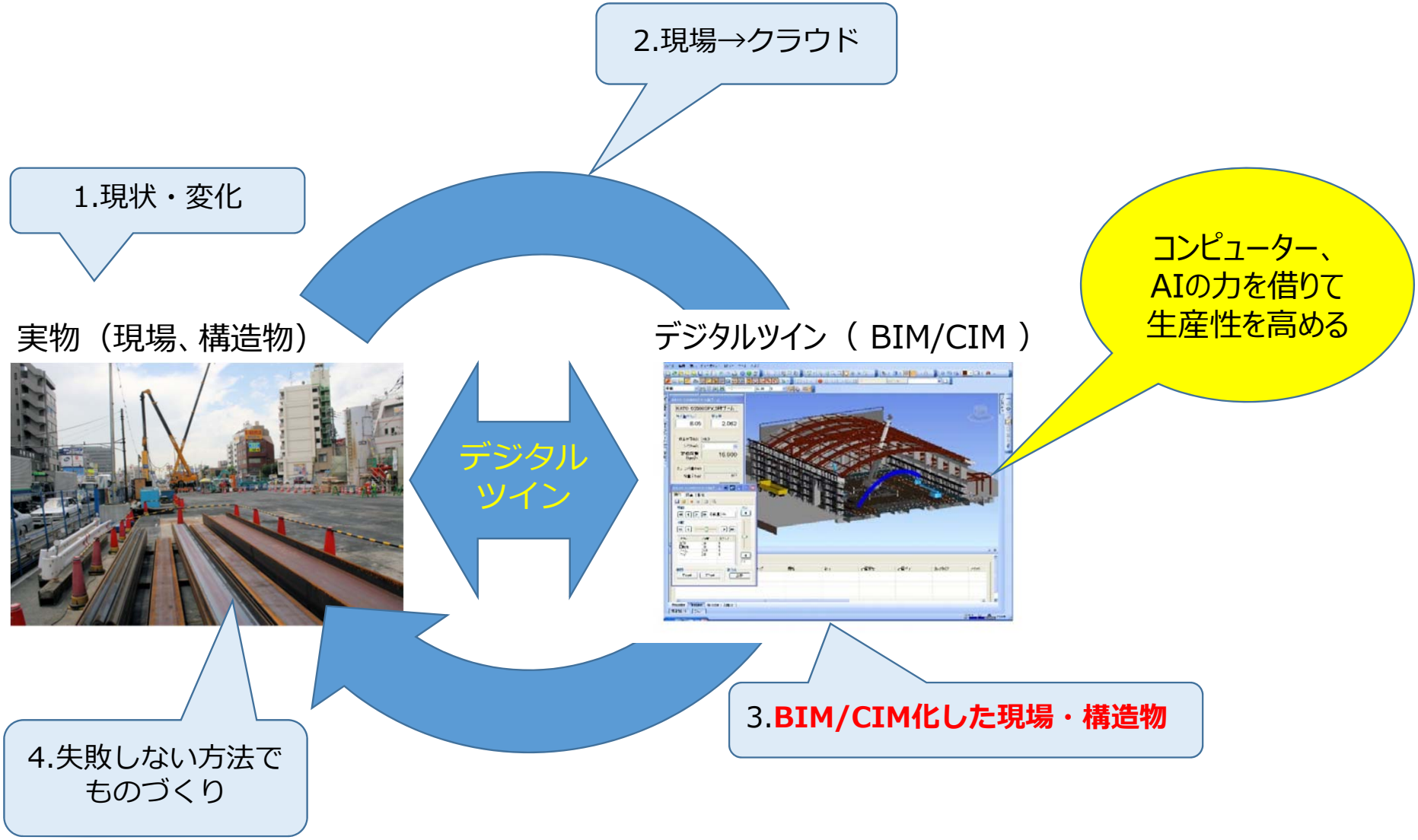
2025年までに建設現場の生産性を20%向上させる
国土交通省の「i-Construction」政策

i-Constructionなどを主要施策に据えた生産性革命の 狙いを説明する前・石井国交相（写真：けんせつプラザ）

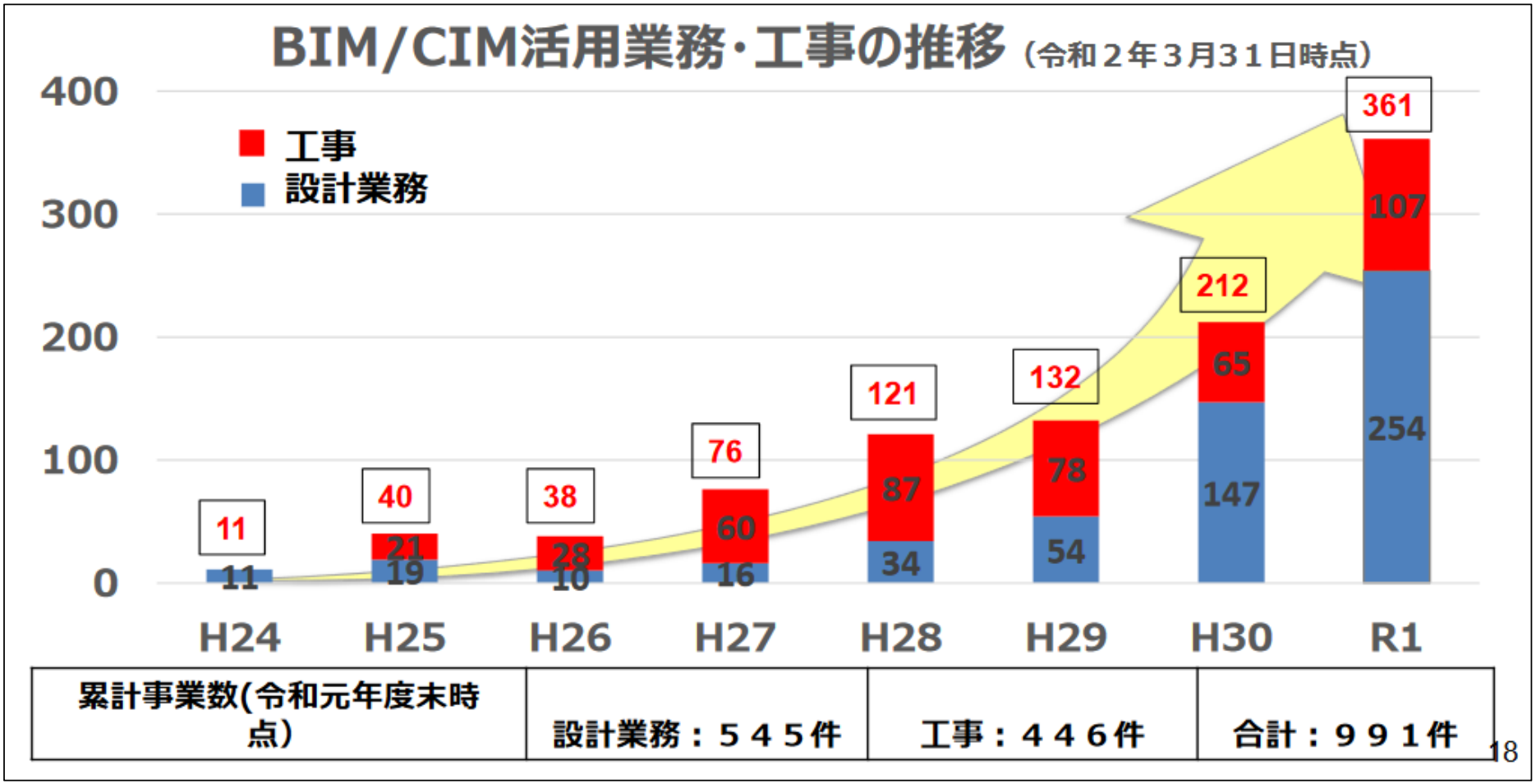
ICTを駆使した施工で建設生産現場の最前線が変わり始めた（写真：けんせつプラザ）

9

i-Constructionは「デジタルツイン」で生産性を高める



加速度的に伸びる公共事業でのBIM/CIM活用



国土交通省の直轄事業へのBIM/CIM導入件数（資料：国土交通省）

BIM/CIM原則化が「2023年」と２年前倒しに

原則適用拡大の進め方（案）（一般土木、鋼橋上部）

	R2（2020）	R3（2021）	R4（2022）	R5（2023）
大規模構造物	（全ての詳細設計・工事で活用）	全ての詳細設計で原則適用（※） （R2「全ての詳細設計」に係る工事で活用）	全ての詳細設計・工事で原則適用	全ての詳細設計・工事で原則適用
上記以外（小規模を除く）	―	一部の詳細設計で適用（※） ―	全ての詳細設計で原則適用（※） R3「一部の詳細設計」に係る工事で適用	全ての詳細設計・工事で原則適用

（※）令和2年度に3次元モデルの納品要領を制定予定。本要領に基づく詳細設計を「適用」としている。

2020年7月29日に国土交通省が開催した「インフラ分野のDX推進本部」の会合で2023年までに小規模工事をのぞき、すべての公共工事でBIM/CIMを原則適用することになった（資料：国土交通省）

2. i-Conの課題は技術から経営へシフト

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト

2020年8月28日にFacebookにアップされた平賀建設公式アカウントのつぶやき５～6日で300メートルも進むとは！（１日５０～60メートルの林道施工速度）（資料：平賀建設）

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト

山梨県韮崎市にある平賀建設の本社

左端が平賀健太代表取締役（写真：家入龍太）

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト

平賀建設が施工する林道現場

3台のICTバックホーと2人の作業員で施工

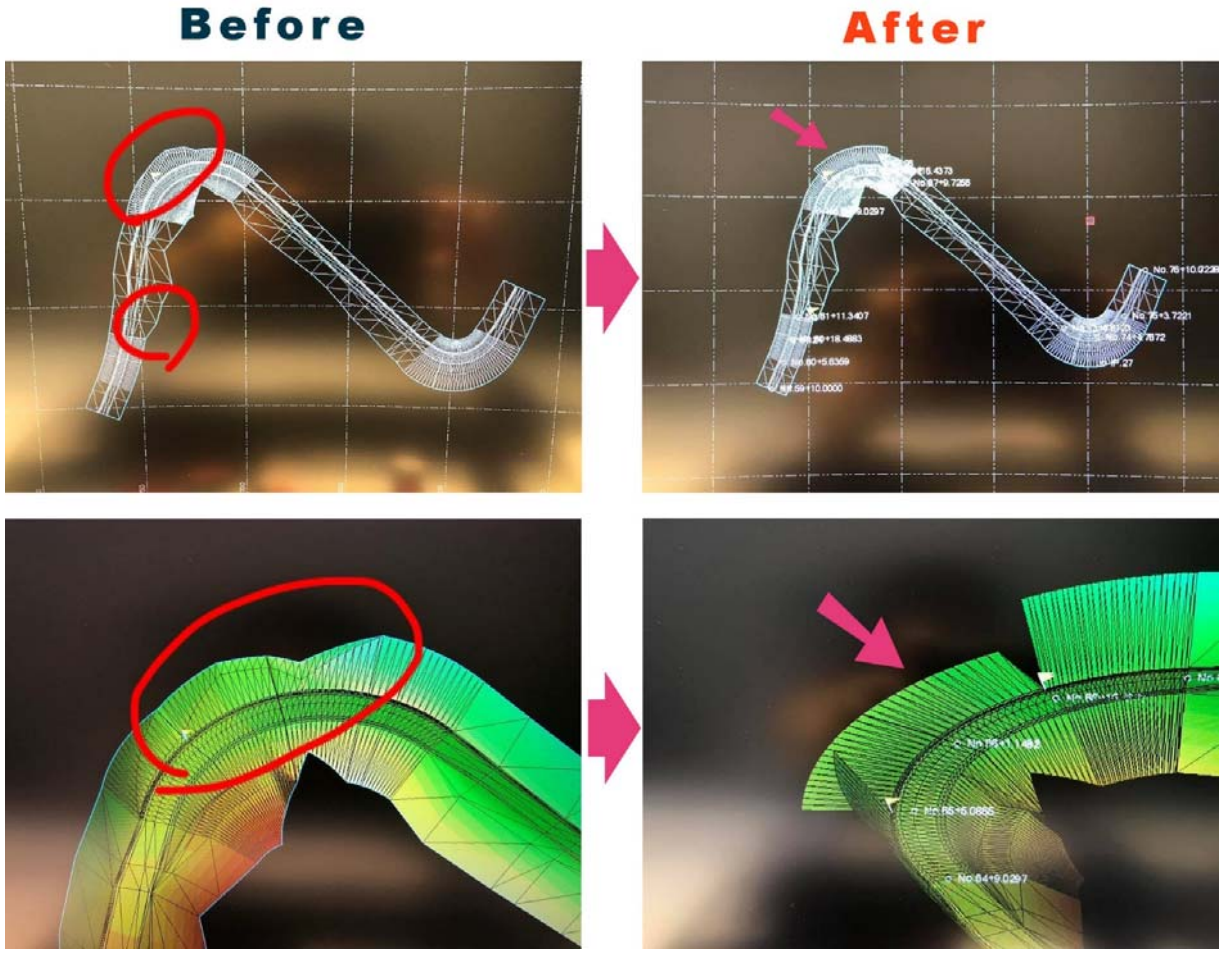
（写真：家入龍太）

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト

平賀社長自らICTバックホー用のトータルステーションを据え付け。山間部でGNSSが受信できないため、独自の工夫をしていた

平賀社長自らICTを運転。重機が大好きで、昼食もそこそこにずっと運転席に座っているという（写真：家入龍太）

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト



施工を考慮したBIM/CIMモデルに変更。土量最少→施工性最大へ（資料：平賀建設）

3つの曲面モニターに囲まれた平賀社長のデスク（写真：家入龍太）

i-Constructionの課題は、技術から経営へシフト

従来の工法	ICT土工
伐採（0.5カ月）	伐採（0.5カ月）
木の処理（0.5ヵ月）	木の処理（0.5ヵ月）
掘削（3～4人で2カ月）	掘削（2人で1カ月）
擁壁工（1カ月）	擁壁工（1カ月）
残土の盛りつけ（1カ月）	残土の盛りつけ（0.5カ月）

林道工事における平賀建設での生産性向上。この結果、敬遠されがちな林道工事は儲かる仕事に変わり、同社では2人1組の施工チームをいかに効率よく回転させるかという経営問題に取り組んでいる。

掘削の生産性が4倍に！

工事全体の期間が半分に！

3. 点群インフラの整備による生産性向上

点群インフラの整備による生産性向上

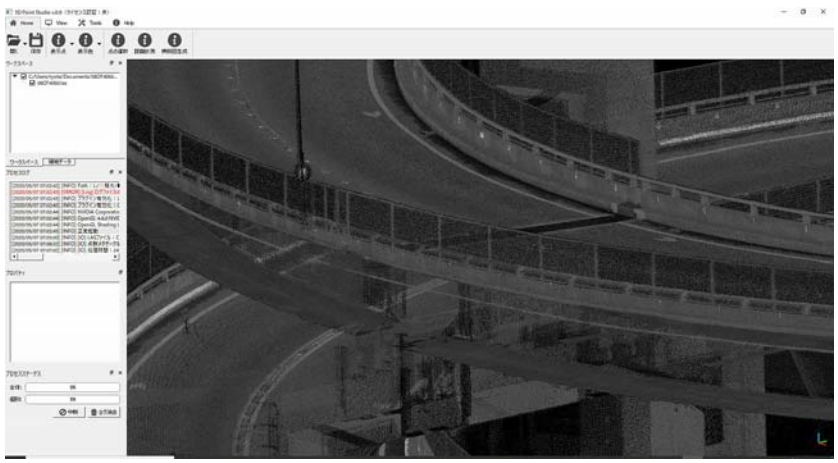
2020 年度を選択 特別賞を選択 詳細検索を表示

GOOD DESIGN AWARD | グッドデザイン賞

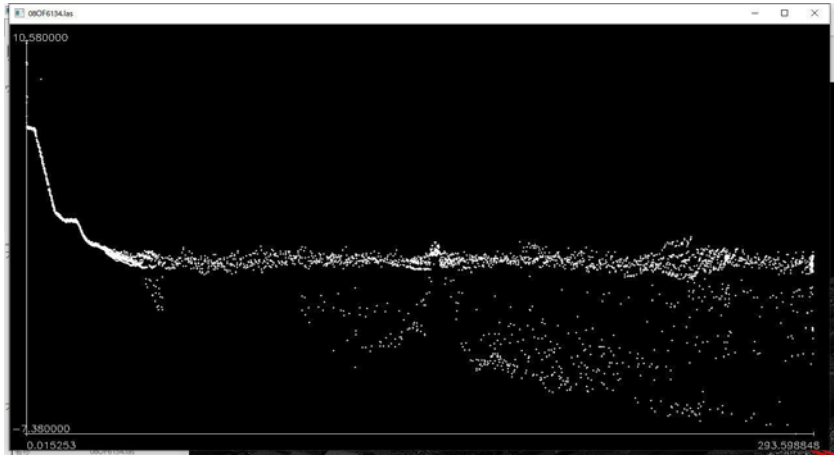
前のページへ戻る 一覧へ戻る

河津七滝ループ橋の点群データ

2020年度グッドデザイン賞を受賞した静岡県の「VIRTUAL SHIZUOKA」データセット（資料：静岡県）



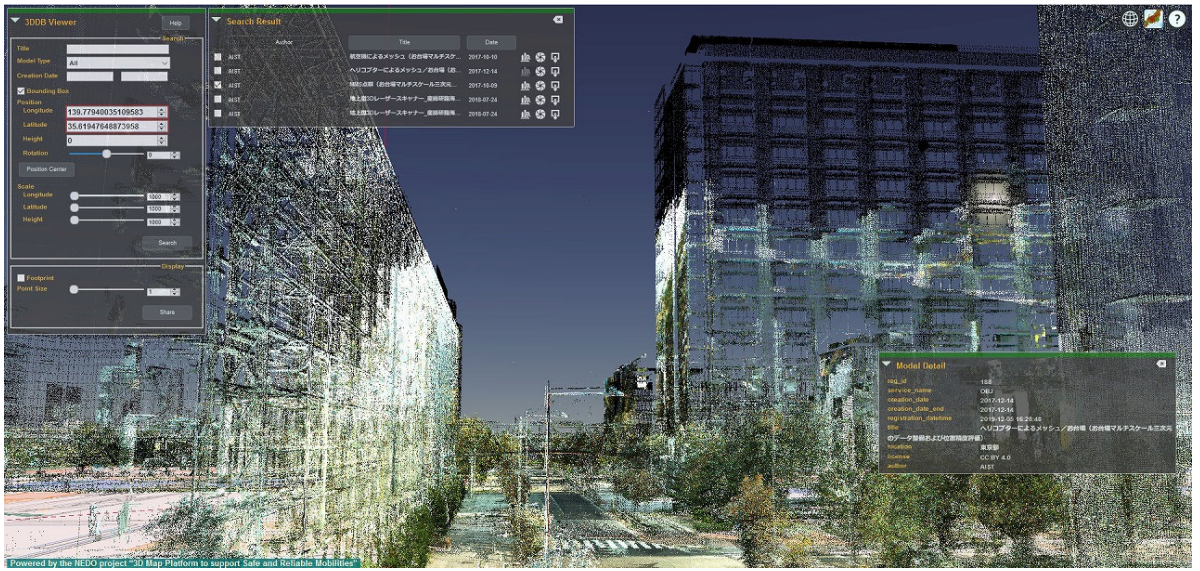
橋の詳細構造もくっきり



グリーンレーザーで海底地形のデータも

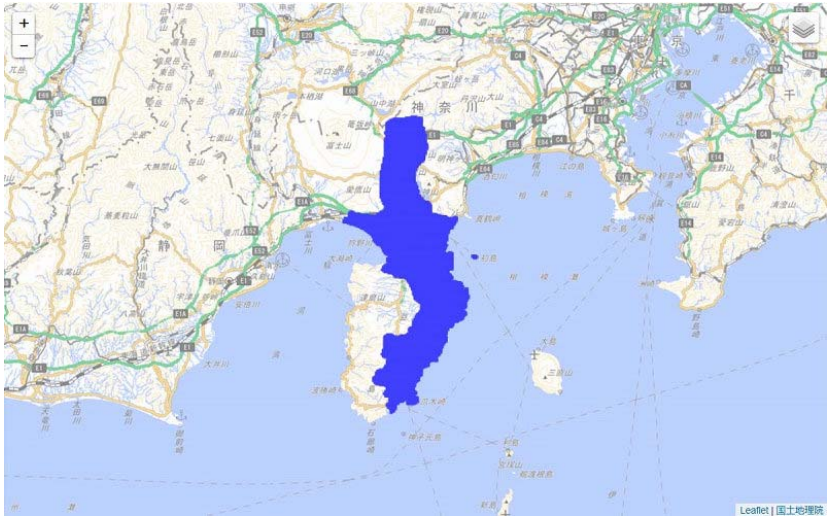
点群インフラの整備による生産性向上

G空間情報センターのウェブサイト兵庫県が公開している1mメッシュの数値地形図データ



産業技術総合研究所が公開している東京・お台場のMMSによる点群データ「3DDB Viewer」（資料：産総研）

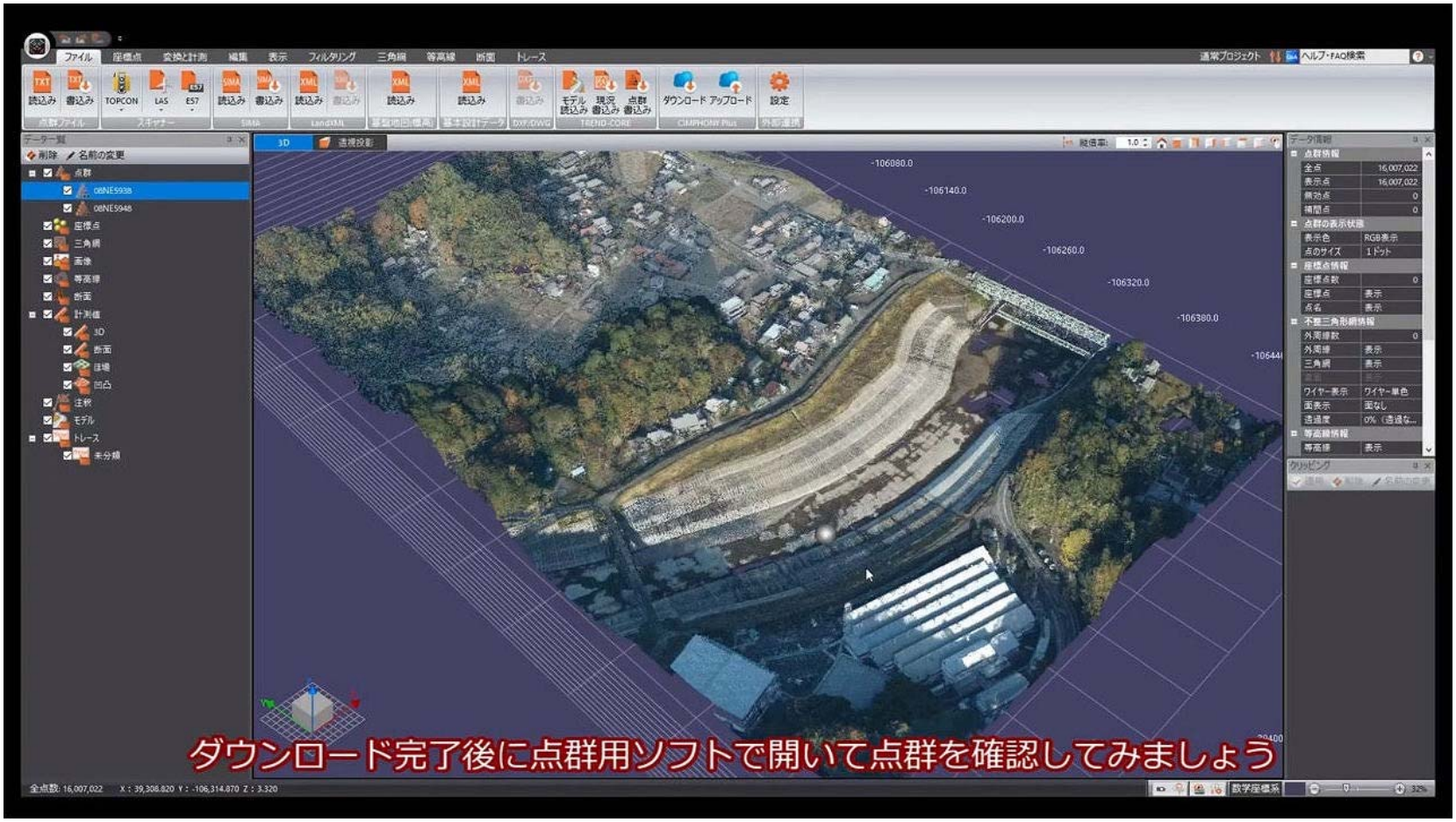
“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）



静岡県が公開している航空レーザー測量による
点群の範囲

施工地点を含む点群データのメッシュを探し、ダウンロードする

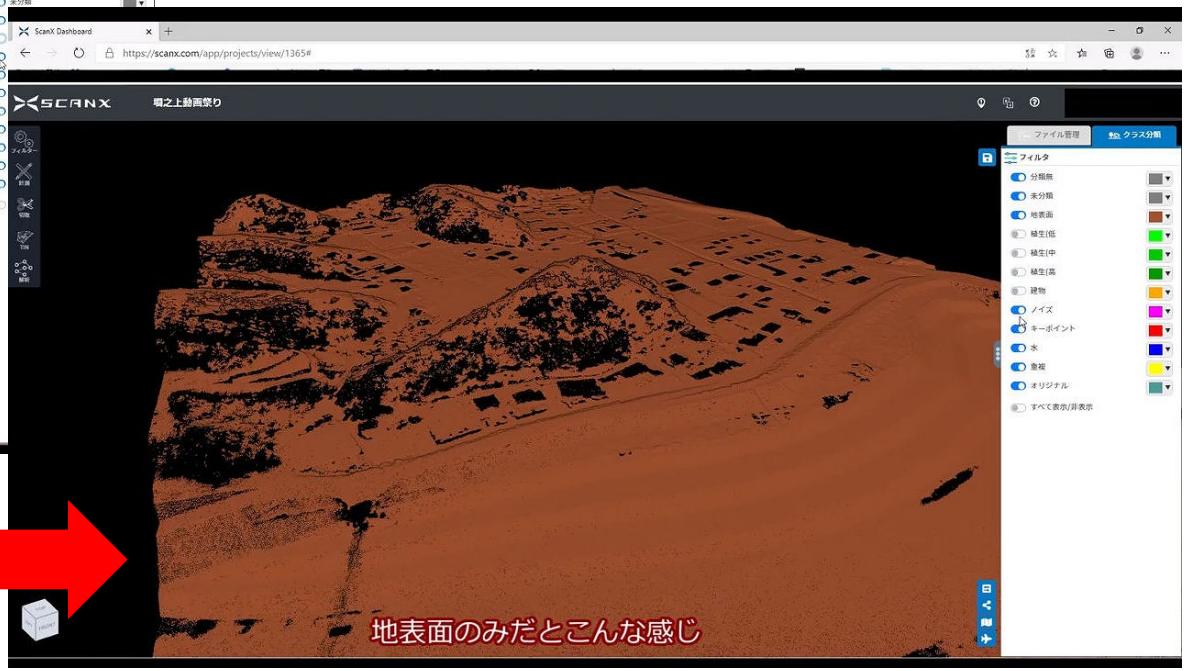
“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）



ダウンロードされた点群データ

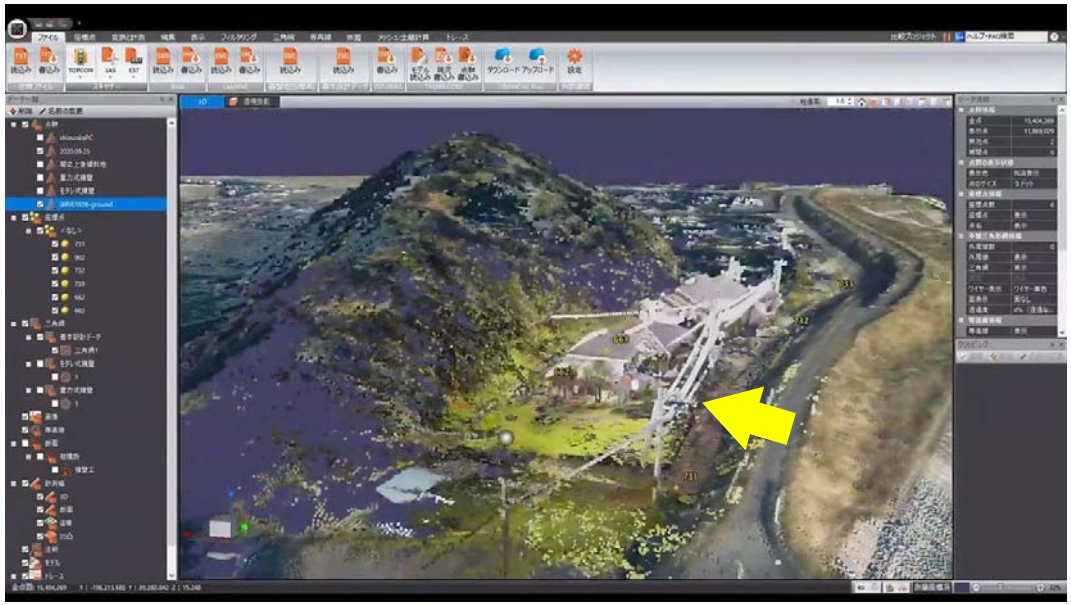
“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）

スキャン・エックスクラウドに点群をアップすると、AIが点群を属性別に分類してくれる

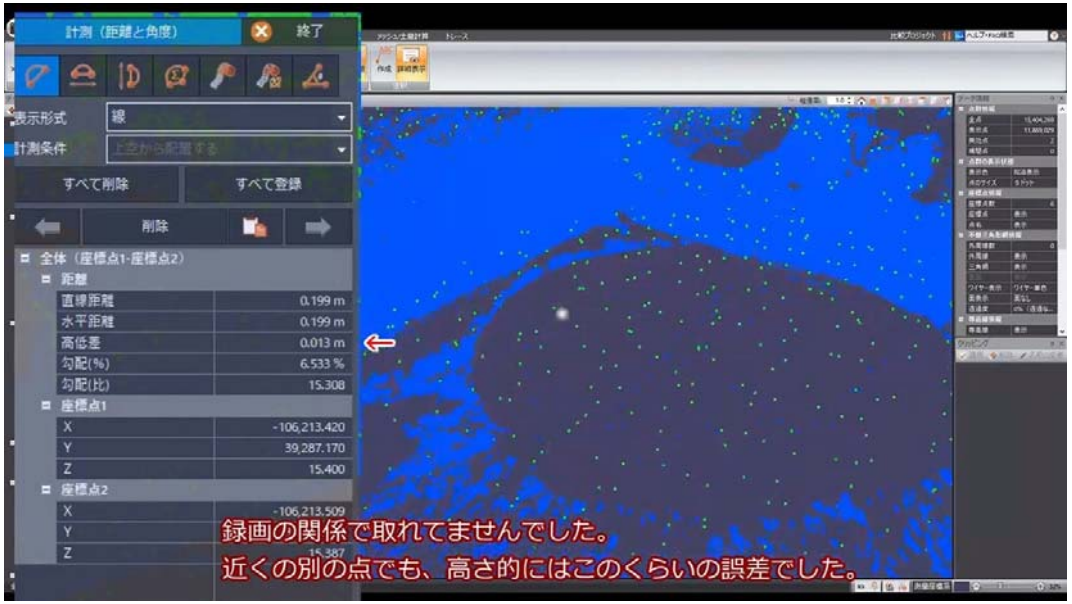


地表面のみの点群を取り出した結果。ほぼ、樹木などは取り除かれているので、後処理もあまり手間がかからない

“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）

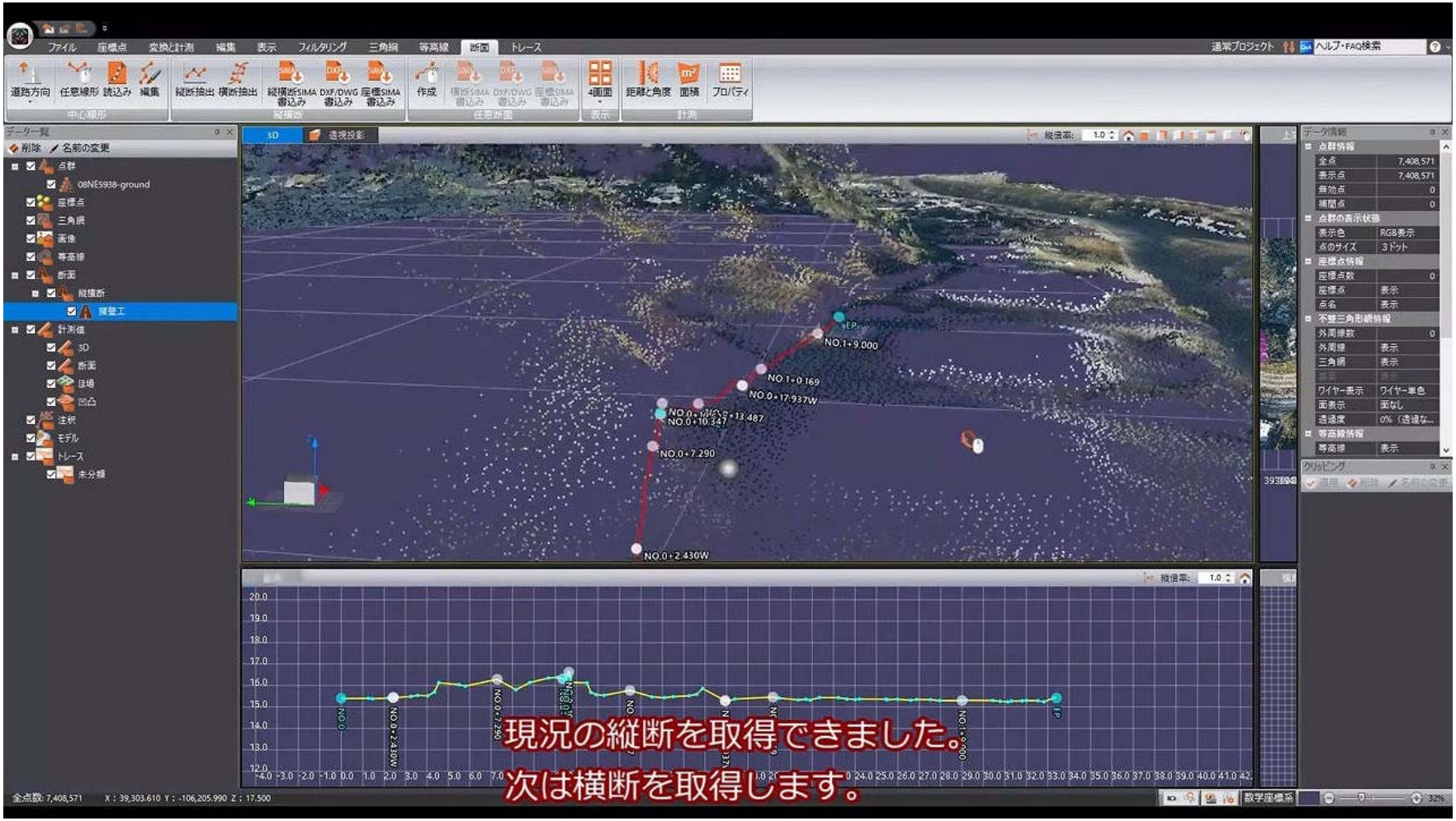


自社の3Dレーザースキャナーで計測した点群（黄色い矢印付近）と、航空レーザーの点群を重ね合わせてみる



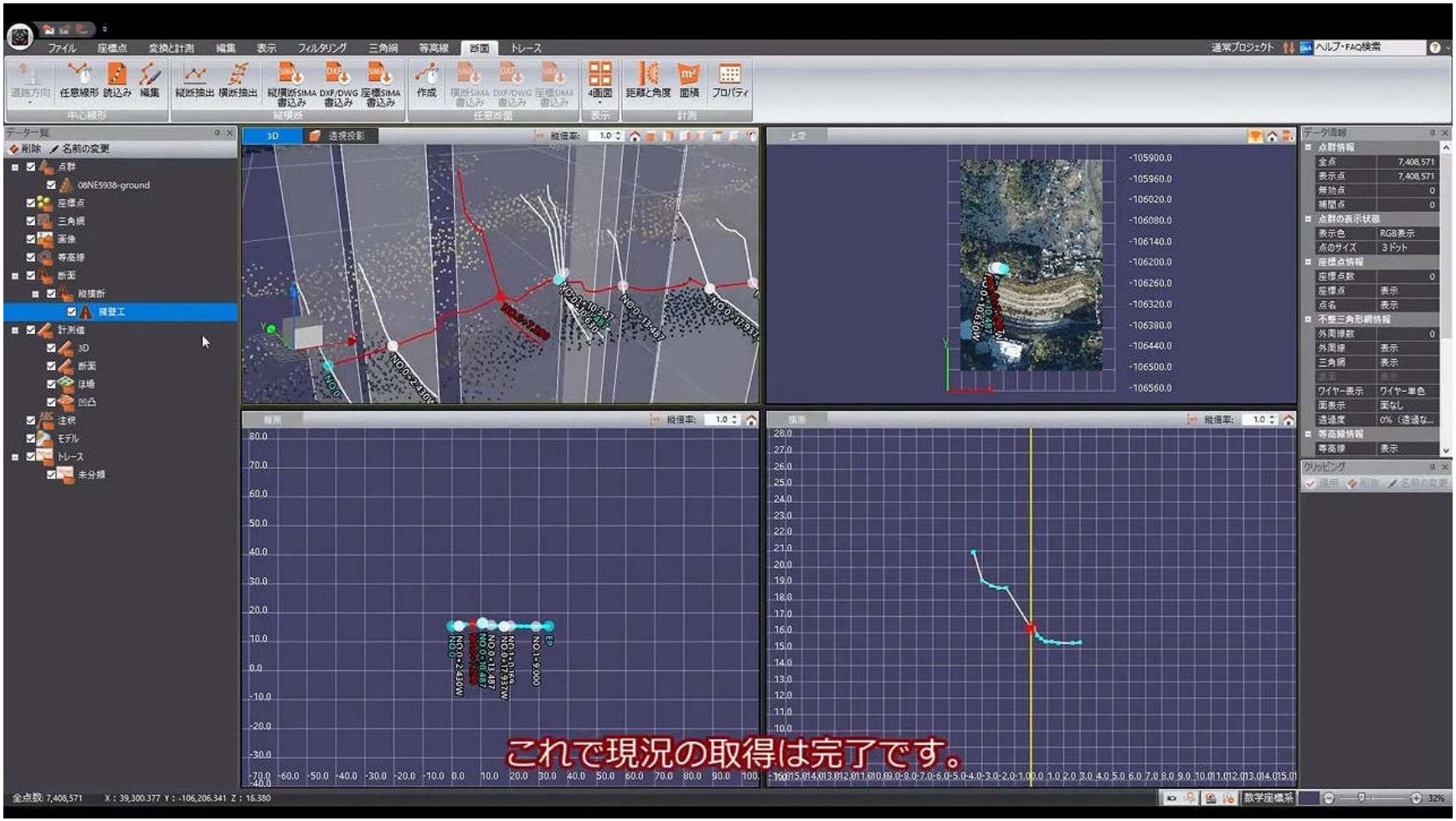
青が自社計測の点群、緑が航空レーザーの点群。誤差はわずか1.3cmだったので、信頼できるデータと言える

“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）



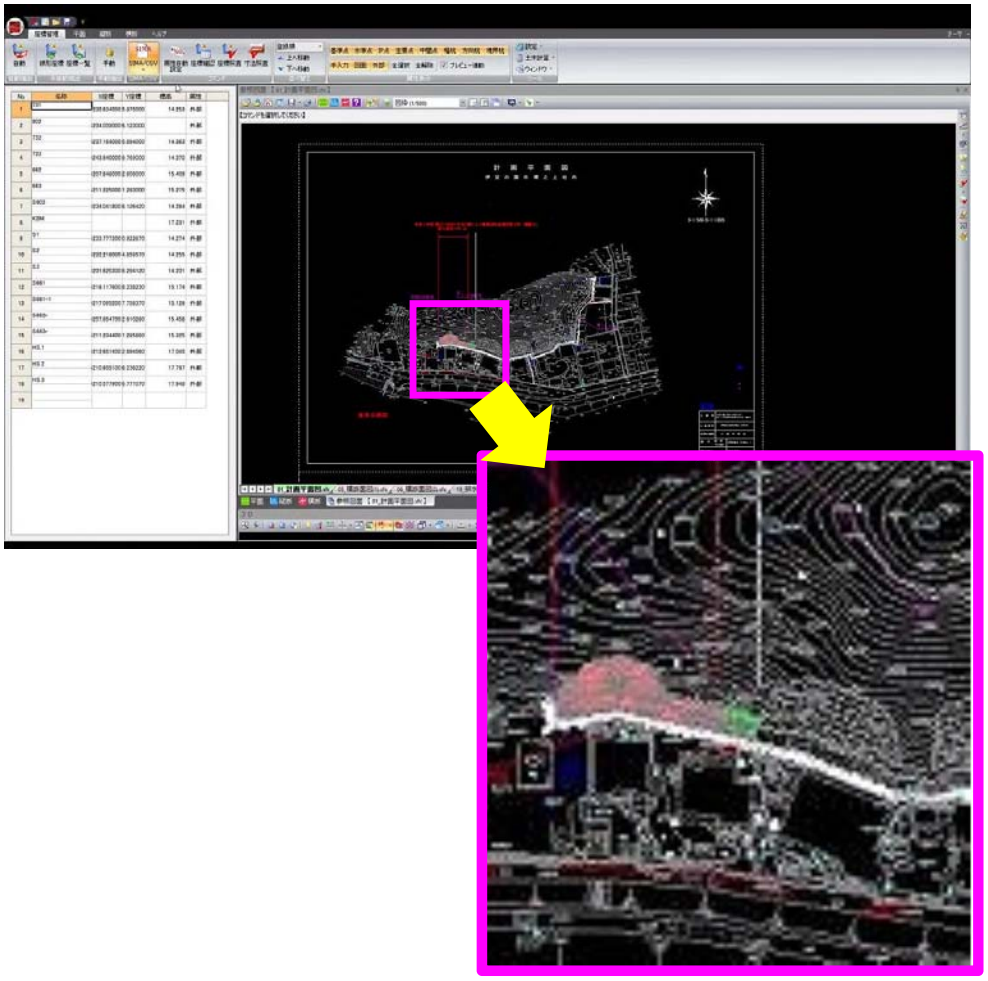
航空レーザーの点群上に道路の平面線形を配置すると現況断面が自動作成される

“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）

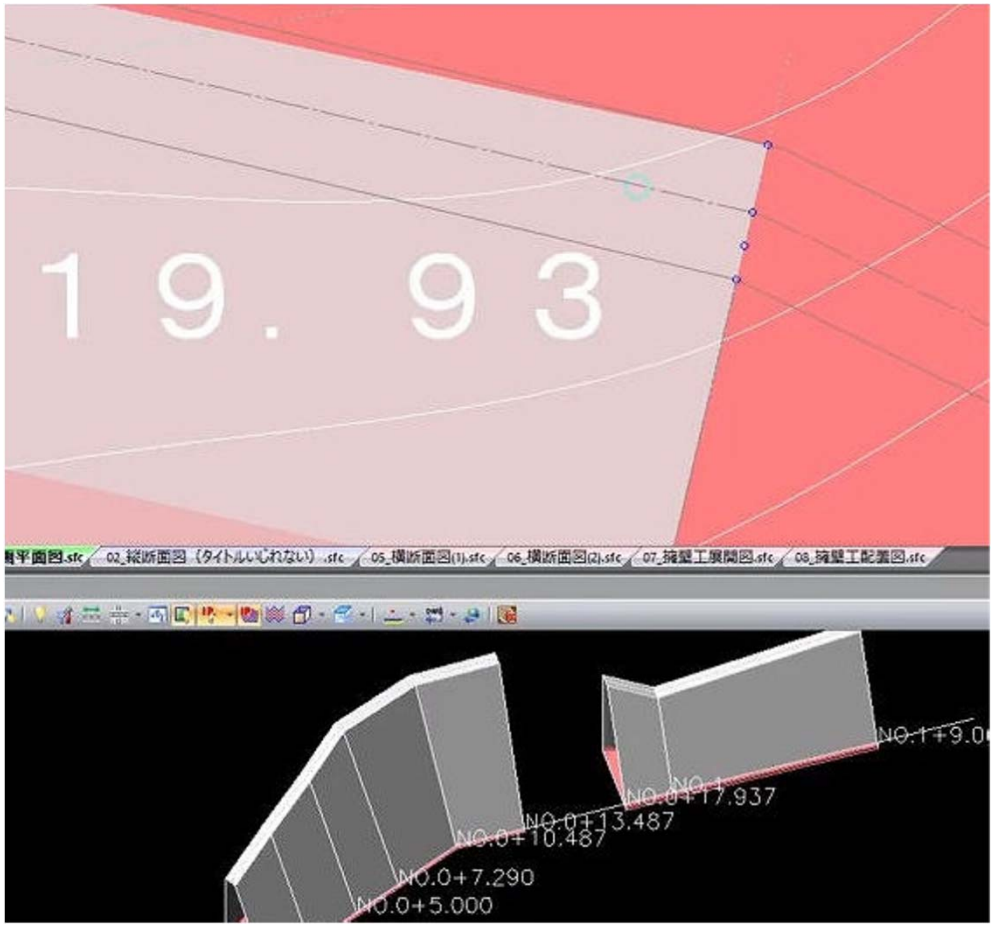


道路中心線で横断面を見たところ。これで現況横断図が自動作成された

“オープンソース”としての点群活用で生産性向上（静岡・正治組）



面を張った点群データと擁壁の図面を重ね合わせる



3Dの道路設計ソフトで擁壁を設計

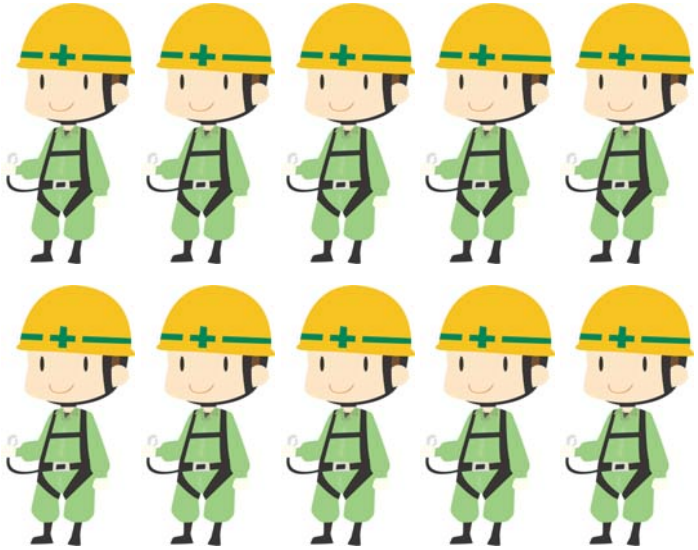
“オープンソース”としての点群活用で生産性向上

点群活用ノウハウは、YouTube上に動画で惜しげもなく公開している

4. コロナ対策と現場のテレワーク化戦略

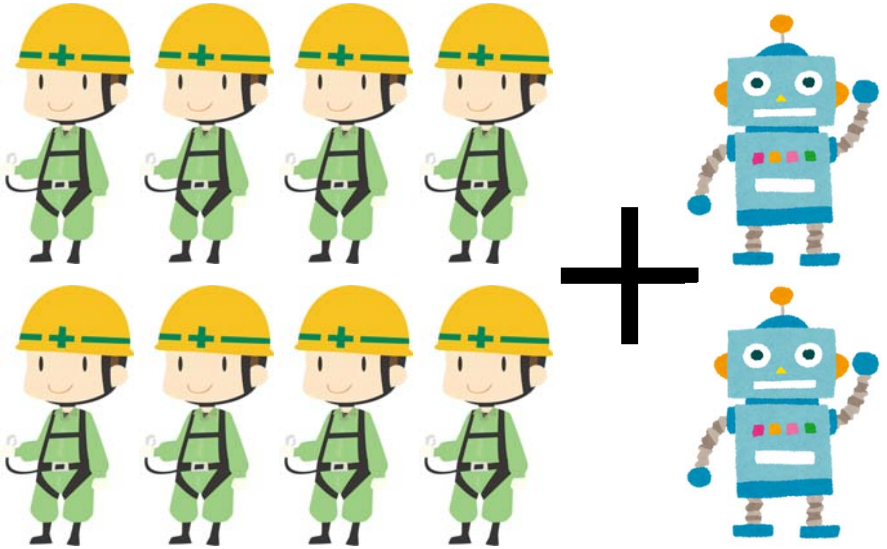
2025年までに建設現場の生産性を20%向上させる
→「人手不足解消」だけの目的

【従来の建設業】



10人の作業員で工事

【2025年の建設業】



8人の作業員と2人分のマシンで工事

32

アフターコロナの「新しい生活習慣」→　建設業のテレワーク化

3密の防止が不可欠

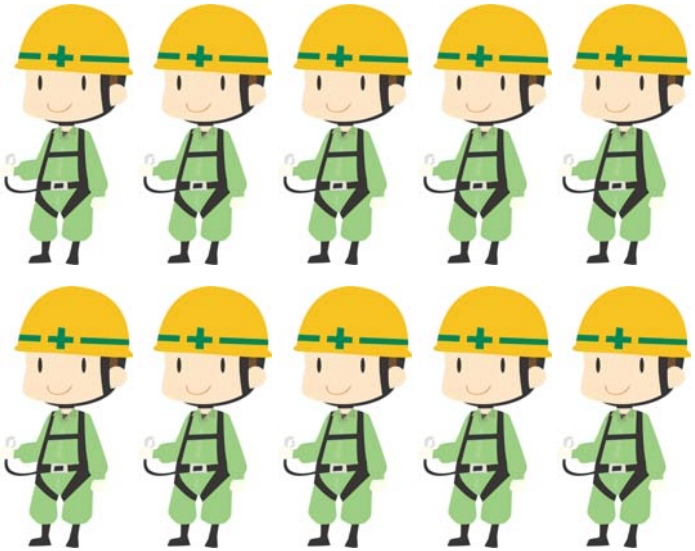
テレワーク化へ

（資料：厚生労働省）

新型コロナと共生する建設現場
→「現場での接触機会を7割削減」が目標なら・・・

【従来の建設業】

現場

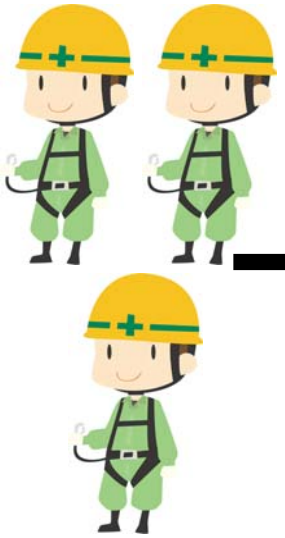


10人の作業員で工事

【新型コロナ後の建設業】

喫緊の課題に

現場



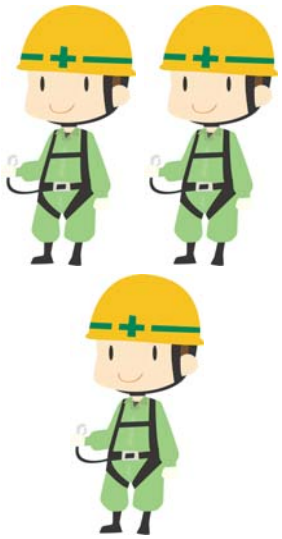
現場以外

10人のうち3人が現場、7人が自宅、工場などで作業

34

実物の現場を“実況中継”する「デジタルツイン」という考え方

現場
少人数で作業



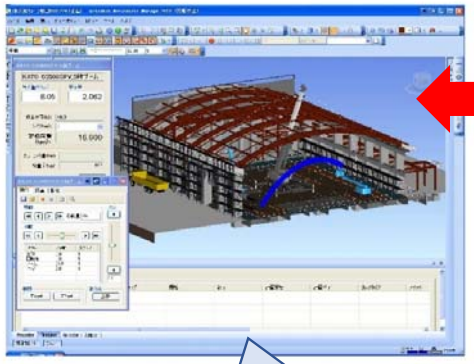
1.現状・変化

2.現場→クラウド

実物（現場、構造物）

デジタル
ツイン

情報（クラウド）



現場以外
テレワークで現場の作業を分担

4.失敗しない方法で
ものづくり

3.クラウド上で**リアルタイムにデータ化した現場（BIM/CIMモデル、点群、360°写真・動画、ドローン写真など）**

実物の現場を「デジタルツイン化」する方法

360度カメラ
（Ricoh THETAなど）

スピード：最速
精度：10cm程度
価格：数万円

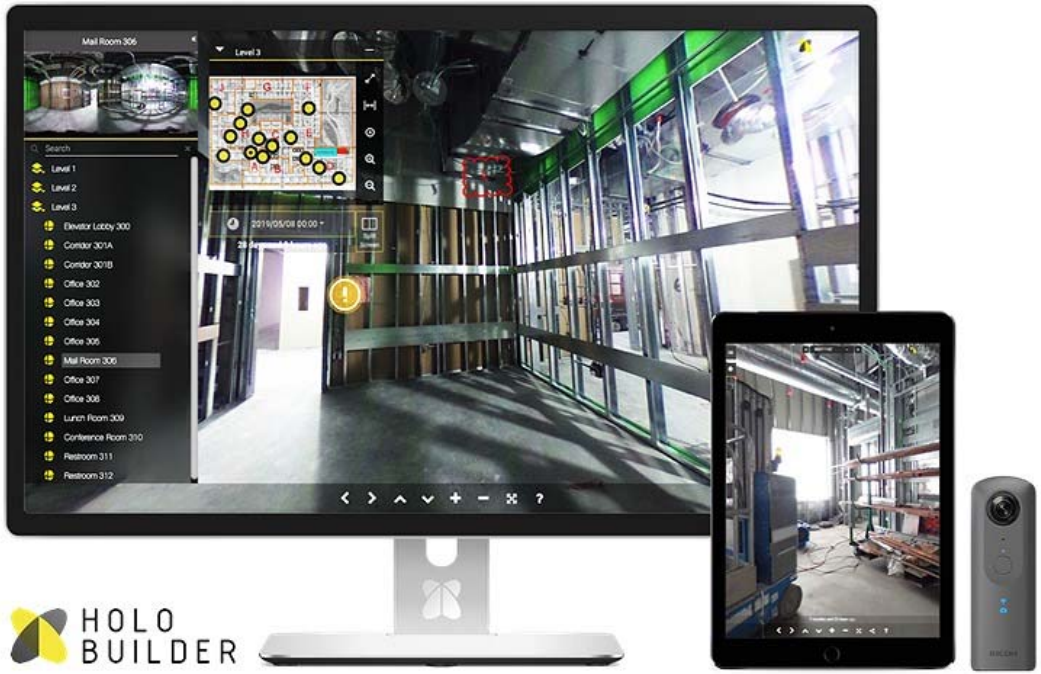
3D赤外線スキャンカメラ
（Materportなど）

スピード：早い
精度：数cm程度
価格：数十万円

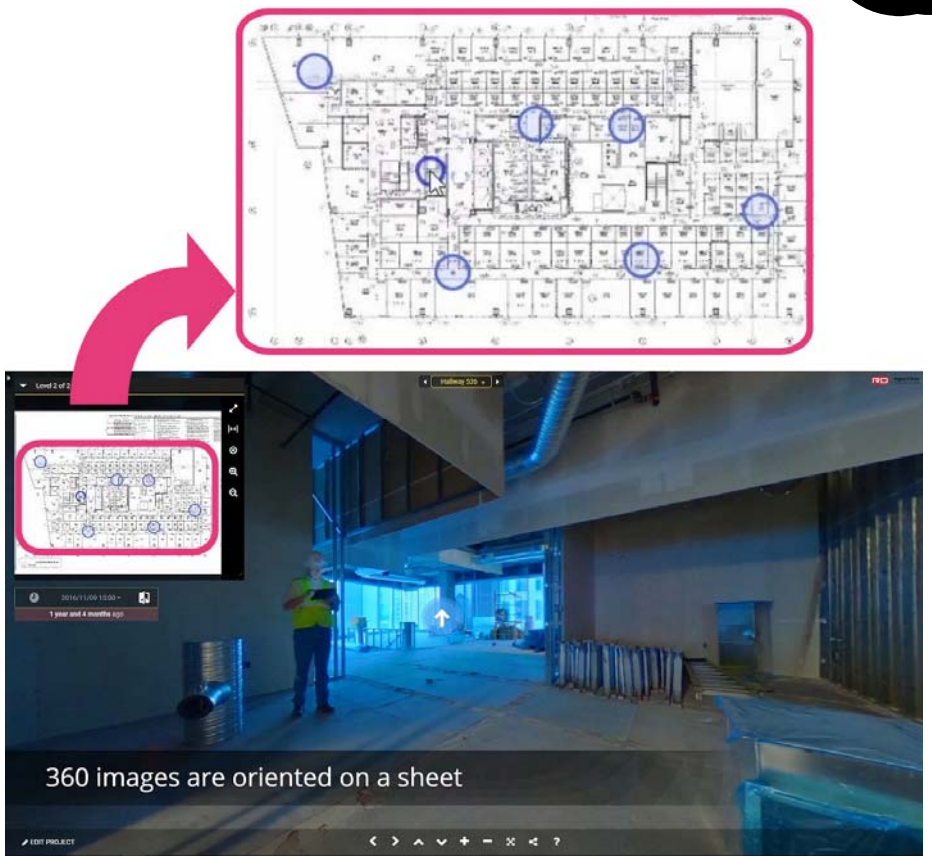
3Dレーザースキャナー
（FARO Focusなど）

スピード：遅い
精度：数mm程度
価格：数百万円

360度写真とAI、ロボ、BIMを連携！竹中工務店がHoloBuilderを改良

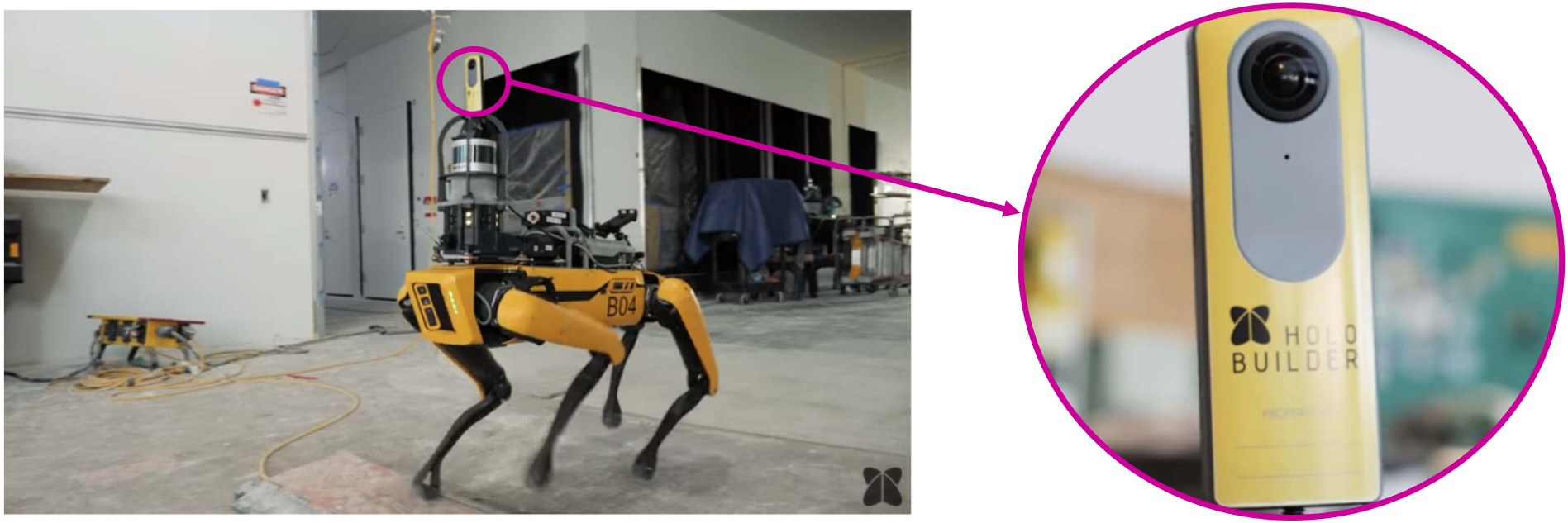


360度カメラで現場を記録する「HoloBuilder」の画面イメージ。撮影時は360°カメラをスマートフォンやタブレットにWiFi接続し、「HoloBuilder」専用アプリ「JobWalk」で操作する（写真：竹中工務店）



撮影した位置は図面上に整理される
（資料：HoloBuilder社）

四つ足歩行ロボット「Spot」で現場の360°映像を撮影



ボストンダイナミクスが開発した四つ足歩行ロボット
「Spot」に、リコーの360°カメラ「THETA」を載せて現場
の映像を撮るシステム（写真：HoloBuilder）

大成建設が既存建物や現場を3Dモデル化

既存建物の3Dモデル化に使う米国マーターポート社製の3D赤外線カメラ

耐震補強工事前の建物内を再現した3Dモデル（写真：大成建設）

FAROの3Dスキャナーにタイヤ装着！作業効率10倍に

3Dスキャナーをタイヤ付き3輪車に乗せた「FARO Focus Swift」

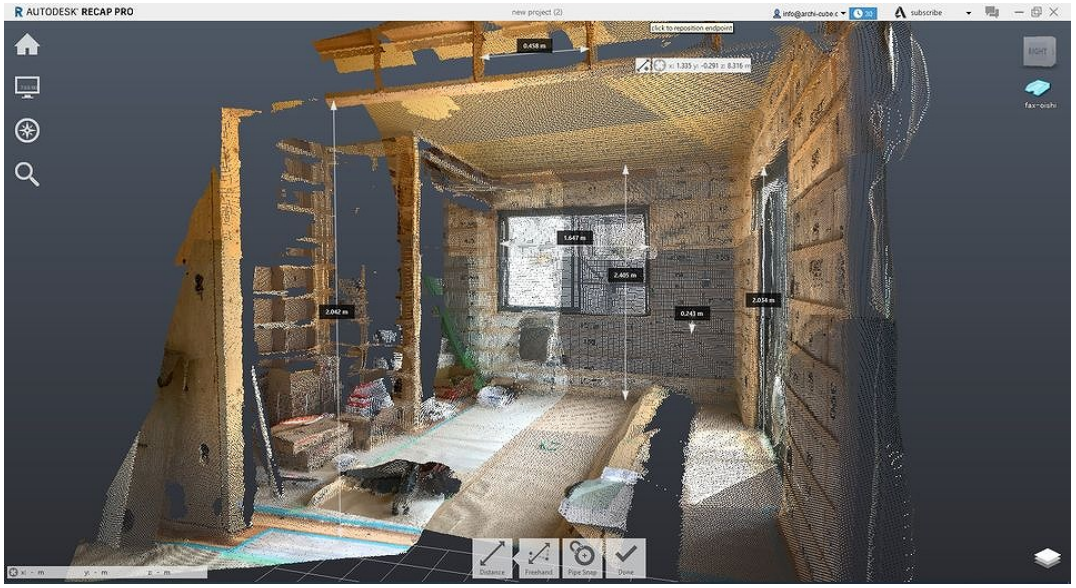
室内を移動しながらスピーディーかつ高精度の点群計測が行える（写真：FARO）

iPhone 12 Proシリーズでも点群計測が可能に

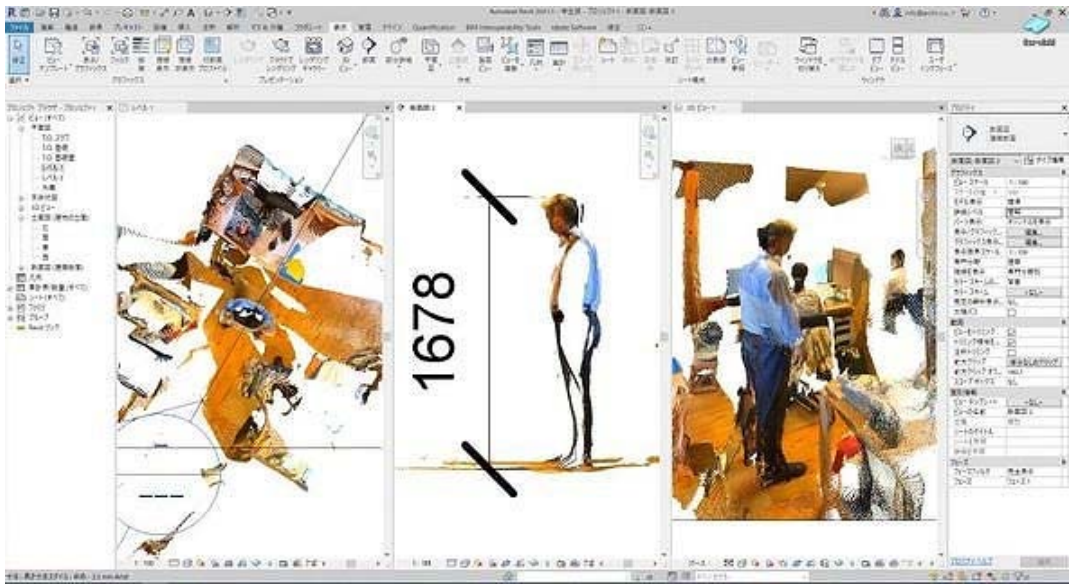
iPhone 12 Pro（右）と
iPhone 12 Pro Max（左）
（写真、資料：Apple）

3Dスキャナーとしての使用イメージ

iPhone 12 Proシリーズでも点群計測が可能に

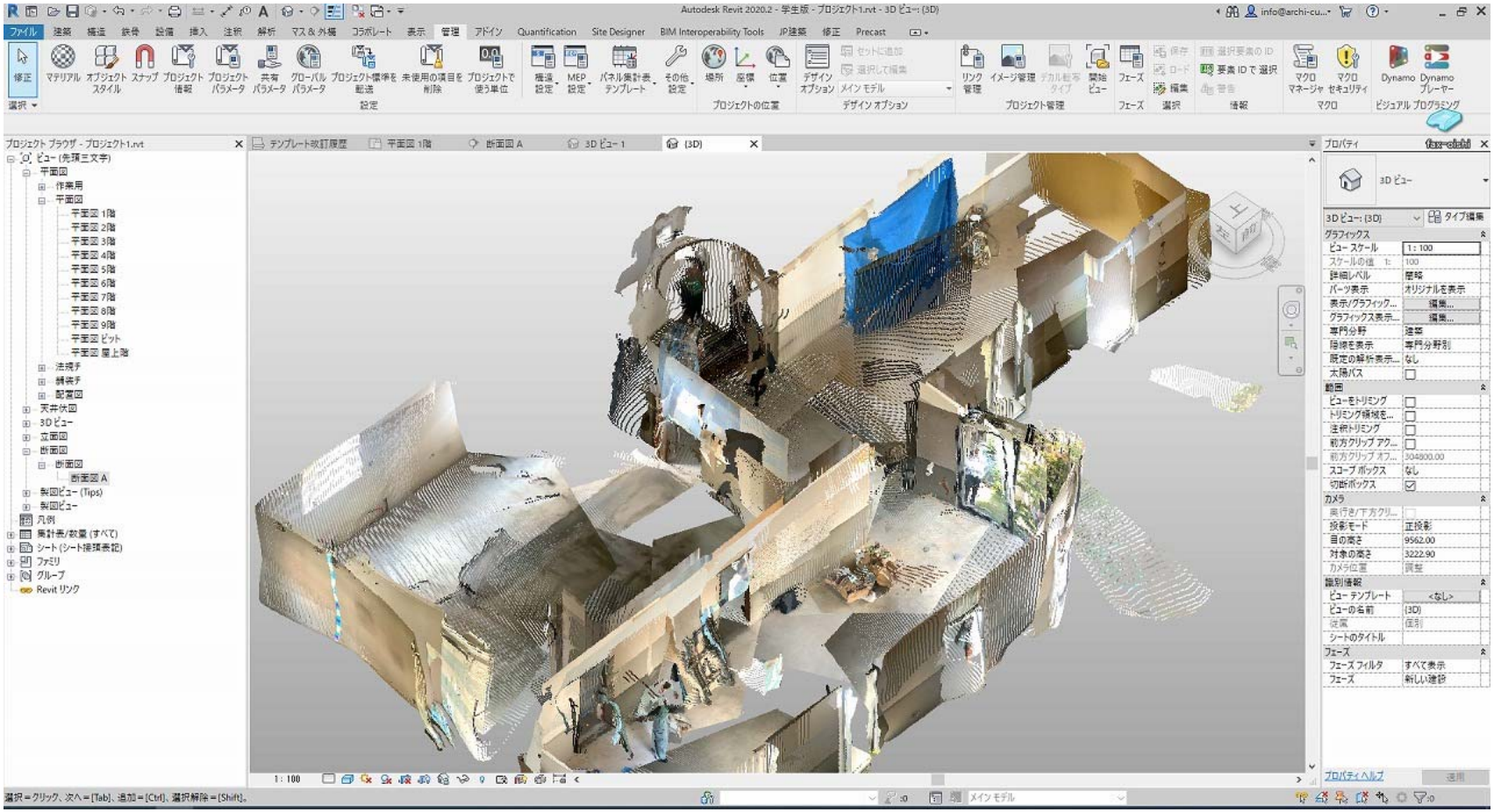


現場を「pronoPointScan」で計測した点群データをオートデスクの点群処理ソフト「RECAP PRO」に読み込み、いろいろな部分の寸法を測ってみたところ（以下の資料：アーキ・キューブ）



iPad Proで取得した大石氏の点群データをRevit上で身長計測したところ（中央）。「1678」という数値が表示された

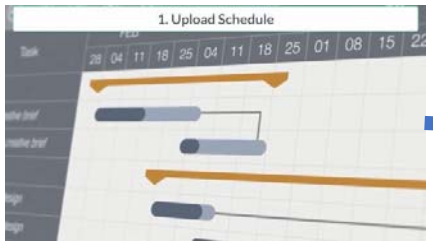
iPhone 12 Proシリーズでも点群計測が可能に



10カ所以上を連続計測した点群データを統合し、Revitに読み込んだところ。座標統合性能は申し分なかった

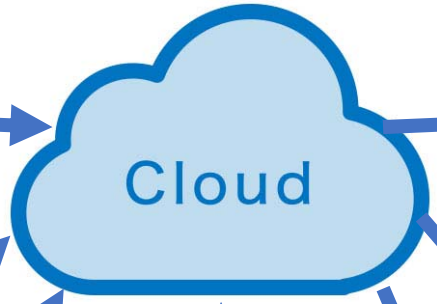
工程管理を在宅勤務で行うイメージ

工程計画



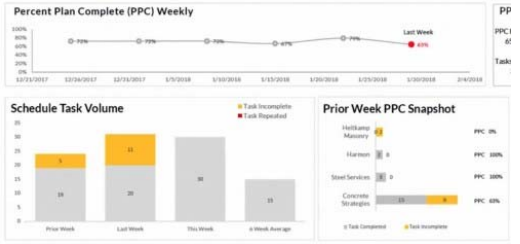
BIM/CIM

360度写真
動画・点群

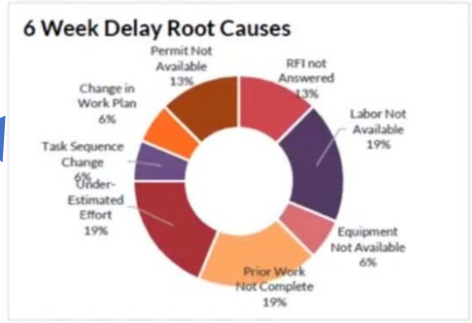


テレワークで分析・報告書作り

工程管理

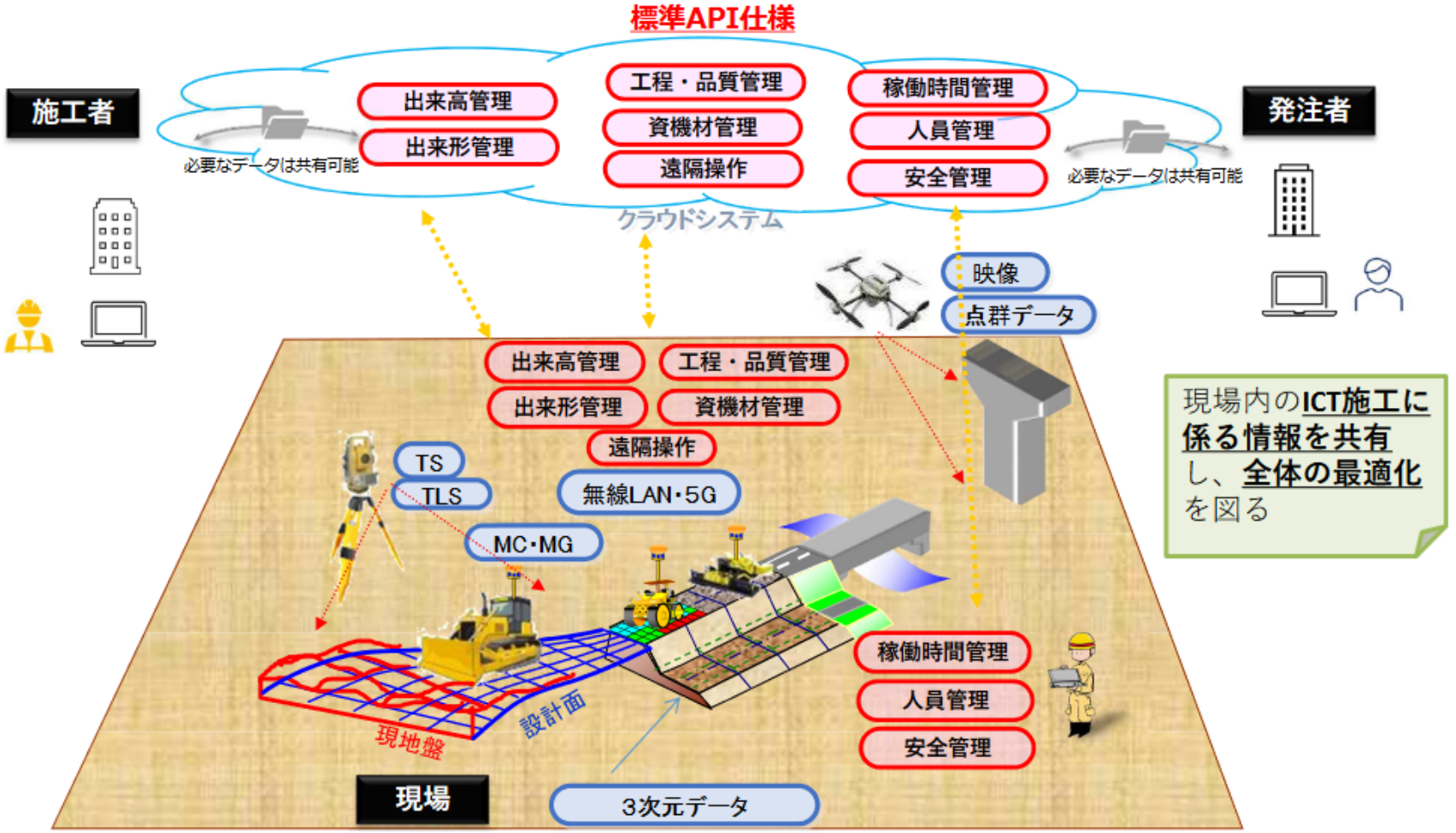


進捗報告



工事遅れの
原因分析

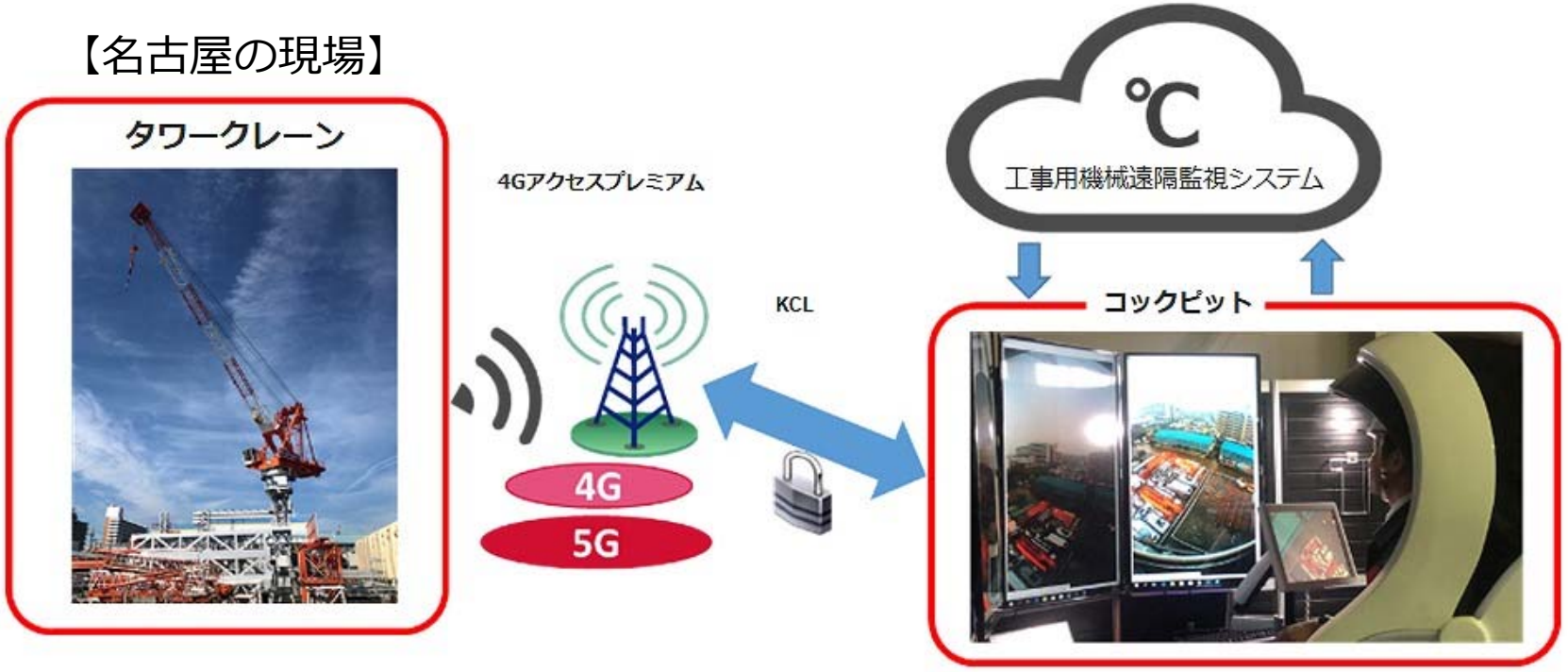
デジタルツインとクラウドによる施工管理、作業のテレワーク化



ICT施工の拡大からICT施工におけるデータ連携～（資料：国土交通省）

大阪～名古屋間、クレーン作業のテレワーク

【名古屋の現場】



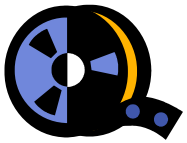
【大阪の運転席】

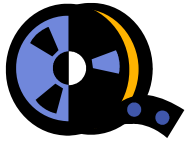
タワークレーンの操作に使う専用コックピット

タワークレーンの遠隔操作システム「TawaRemo」の全体イメージ図（資料：竹中工務店、鹿島）

5. ドローンによる働き方改革

超小型ドローンとは

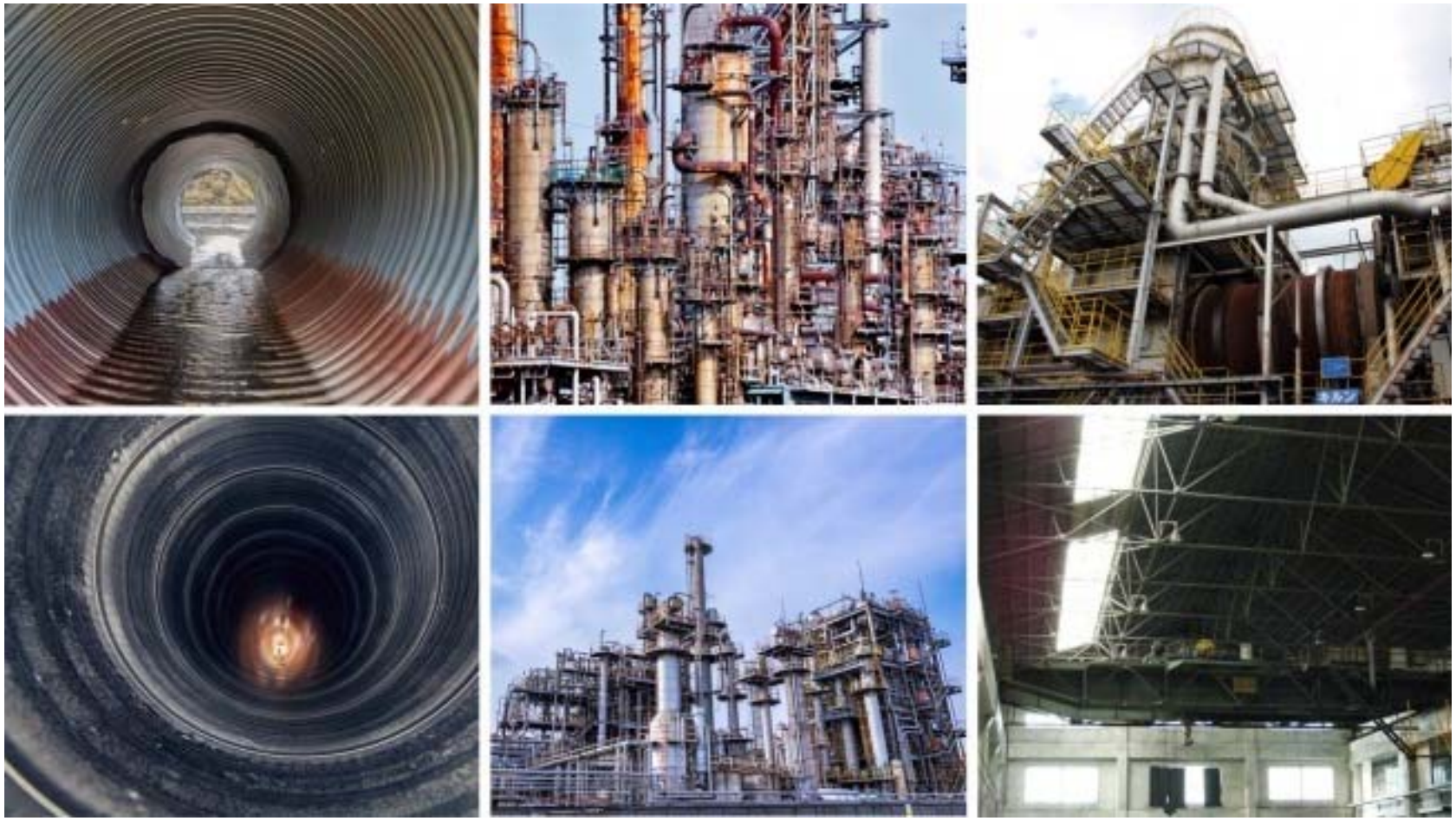
デモ飛行 

カメラ映像 

内径20cmのダクトと超小型ドローン
（写真：家入龍太）

VRゴーグルを着けて操縦するパイロット。価格はドローン、コントローラー、VRゴーグルを含めて20万円程度
（写真：家入龍太）

超小型ドローンによる狭隘部点検サービス

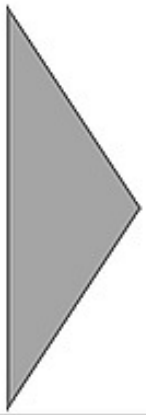
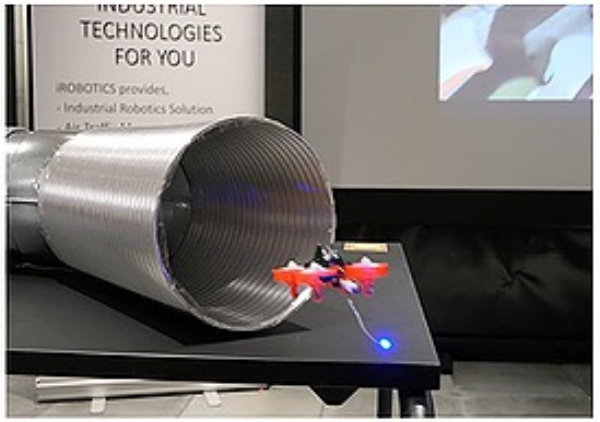


直径8～19cm、重量170g以下のドローンによる点検対象の建物や管路など（画像：アイ・ロボティクス）

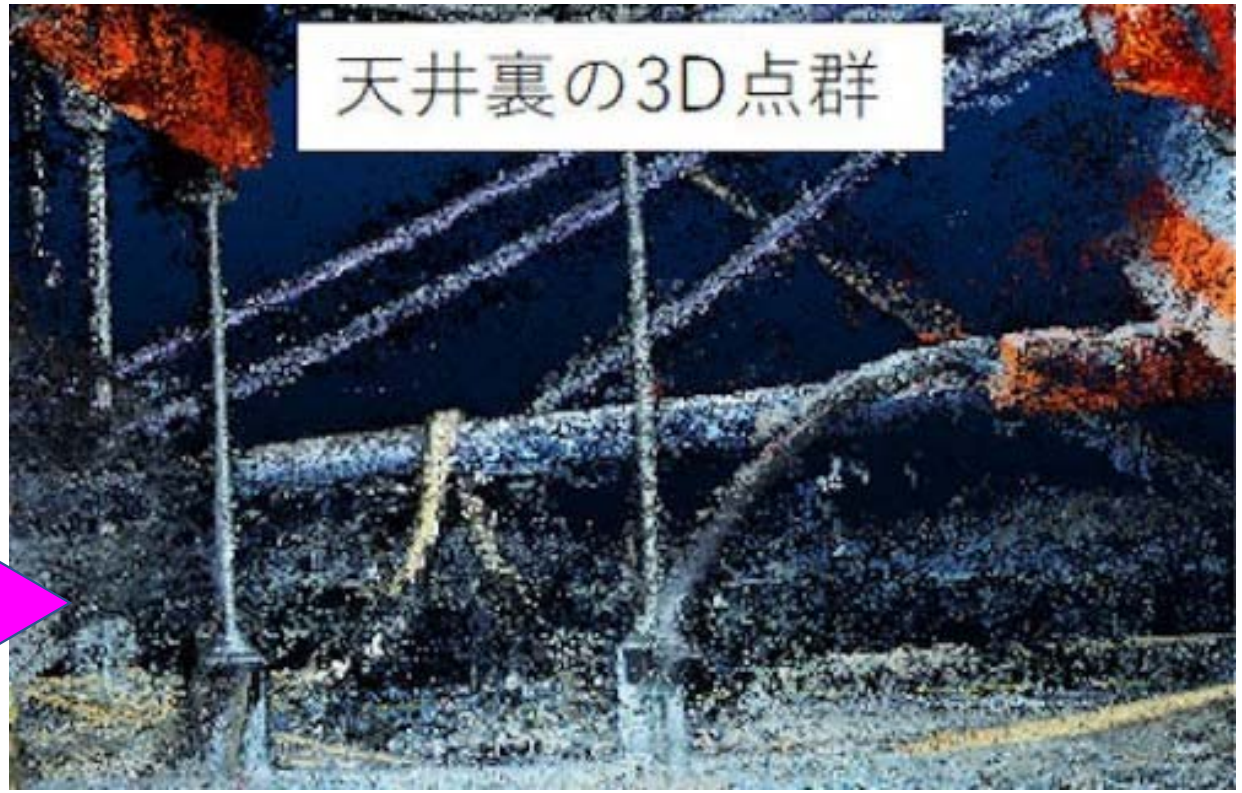
地下鉄駅ホームの天井裏をドローンで点検

360°パノラマカメラを搭載したドローンをOsaka Metroのホーム天井裏に侵入させ、内部をビデオ撮影
（画像：アイ・ロボティクス）

ドローン点検のメリット

従来の作業		狭隘部ドローン点検
		
1カ月以上～（足場設置含）	工期	1日
2人程度	作業人員	2人程度
人・ロボットが入れる場所のみ	作業範囲	20cmの広さがある場所
非常に危険・復旧が必要	安全性	緊急時の片道運用
人件費・安全確保コスト	コスト（概算）	約50-90%低減
人手不足	今後の展開	遠隔化・AIによる自動化
異常があった場合のみ記録	検査記録	すべて記録（再確認可能）

超小型ドローンによる天井裏の3Dモデル作成



手のひらサイズの設備点検用小型ドローン「IBIS」。JR新宿駅の天井裏を動画撮影し、さらに点群データ化も行った
（資料：JR東日本スタートアップ、Liberaware）

ドローン現場で活躍する女性

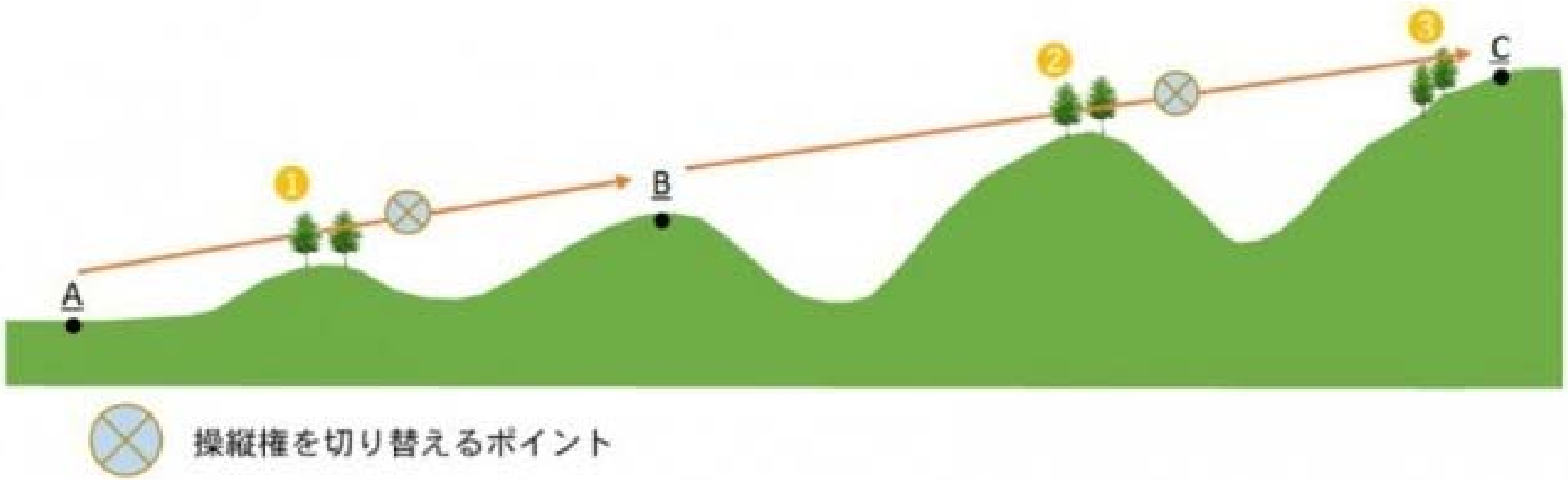
工事現場で活躍する女性ドローンパイロット（写真：ほくとう）

電線をかけるドローン

ケーブル架設用のドローン「延助III」
（以下の写真、資料：マゼックス）

150N（15kg）という強力な引っ張り力を持っている

途中でパイロットを交代できる



ロープ架設作業のイメージ。A点とB点、B点とC点の間は、樹木などで見通せないことが多いので、複数のパイロットが交代して目的地まで操縦する。450mの距離に4本のロープをわたす作業を行ったところ、人員配置や移動に合計1時間、実際の飛行に合計30分、全作業を90分で完了することができた

30kgの資材をドローンで空輸

資材を積んで自律飛行するドローン。
SkyDriveが開発している「カーゴドローン」で、
30kgまでのものを運べる（写真：大林組）

ポリタンや土のう、木杭、ブルーシート、金属製
パイプという5種類の荷物を空輸した

135kgを持ち上げられる世界最強のドローン

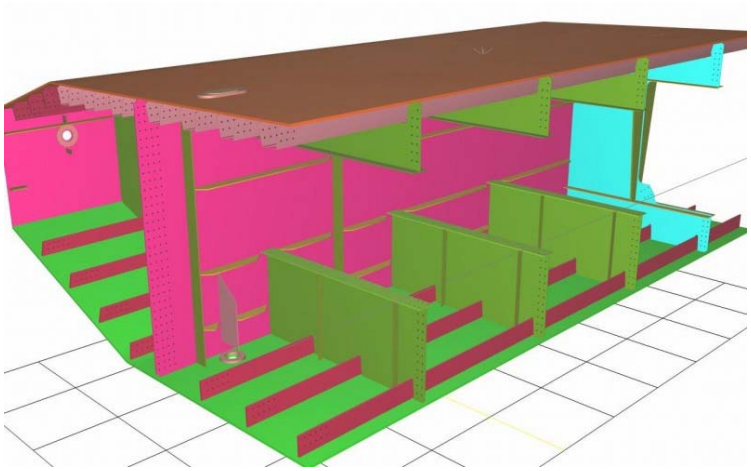
世界で最も重いものを運べる巨大ドローン「GRIFF135」
（写真：GRIFF Aviation AS）

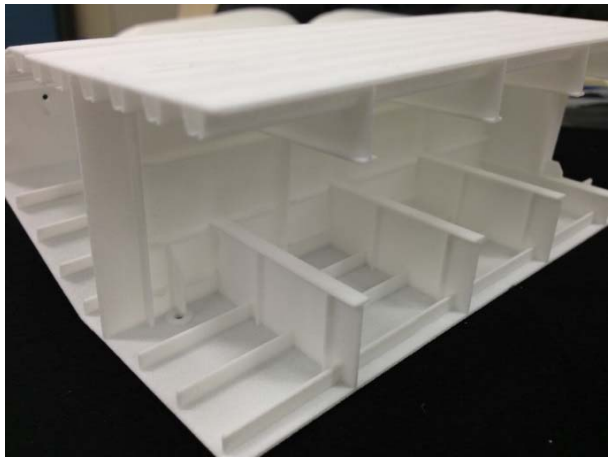
写真右はGRIFF社のCEO、レイフ（Leif）さん、左はノルウェー政府の大臣、ロドリゲス（Rodoriges）さん。東京都渋谷区に本拠を置くDrone Future Aviation（DFA）が総代理店となっている

6. 3Dプリンターが実用レベルに

3Dプリンターとは
→3Dモデルから立体の模型を自動作成する機械

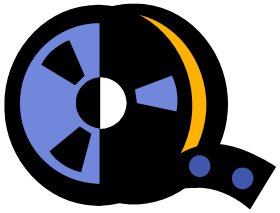
3Dモデル → 立体模型





資料：JIPテクノサイエンス

3Dプリンターのいろいろ



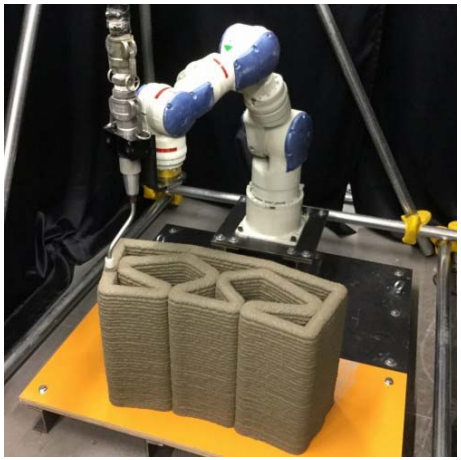
→造形材料は樹脂、粉末、液体など様々

資料：八十島プロシード

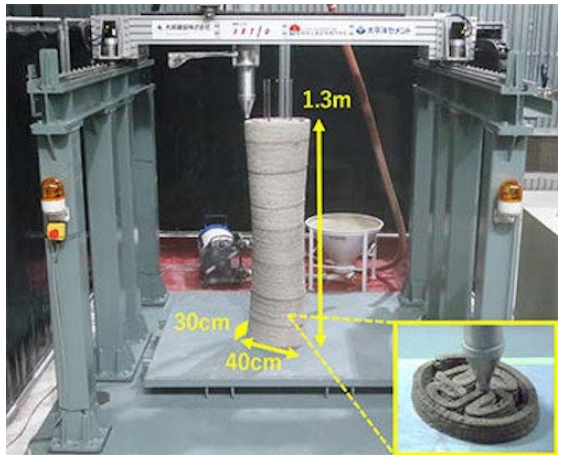
3Dプリンターで2階建て住宅を丸ごと建設！ベルギーで世界初

2階建て住宅を丸ごと建設した3Dプリンター（写真：Courtesy of KAMP C）

日本のゼネコンもコンクリート3Dプリンターを続々開発



大林組

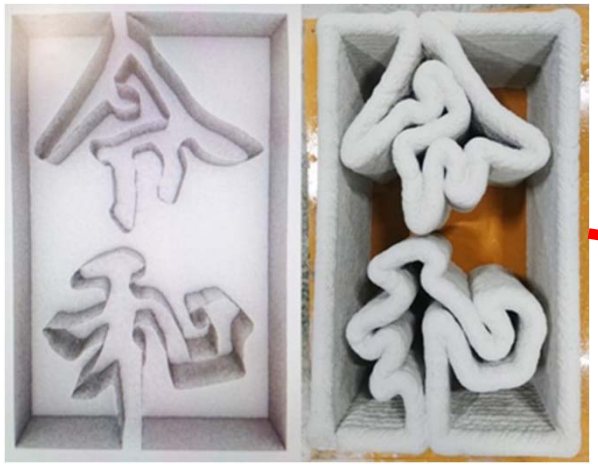


大成建設

前田建設工業

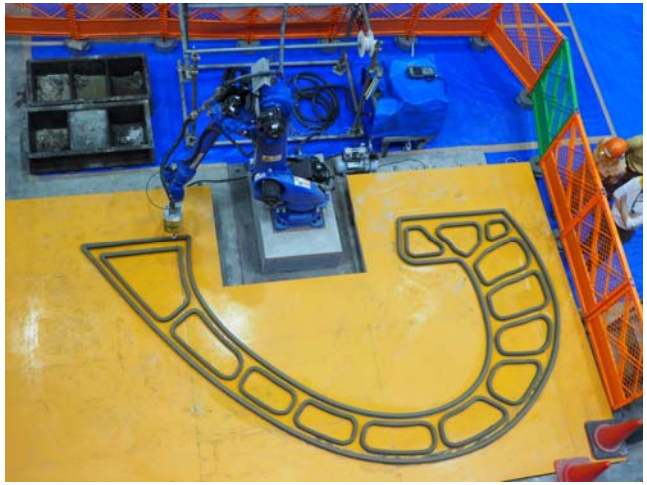
会沢高圧コンクリート

「令和」決定直後に會澤高圧コンクリートが3Dプリント



資料：SDG’s（SDGirls）

繊維補強コンクリートを使った3Dプリント新工法（大林組）

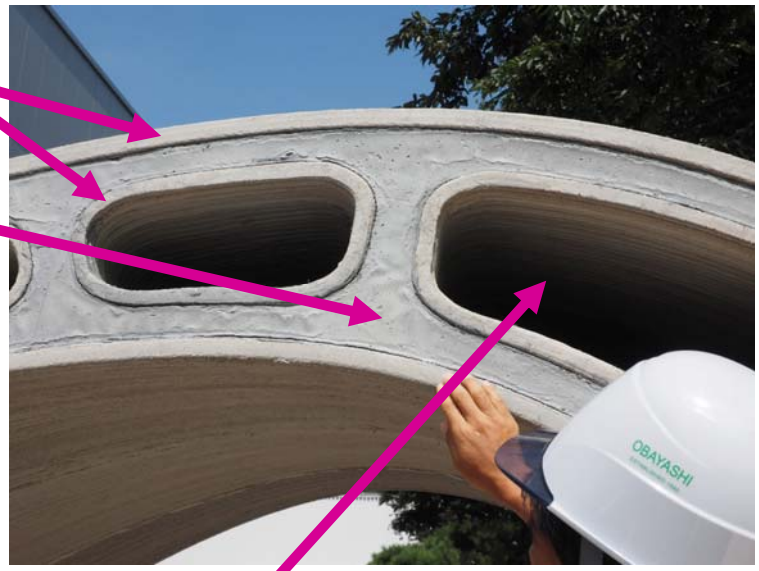


大林組の新型3Dプリンター（左）と製作中の
コンクリートベンチ（右）（資料：大林組）

繊維補強コンクリートを使った3Dプリント新工法（大林組）

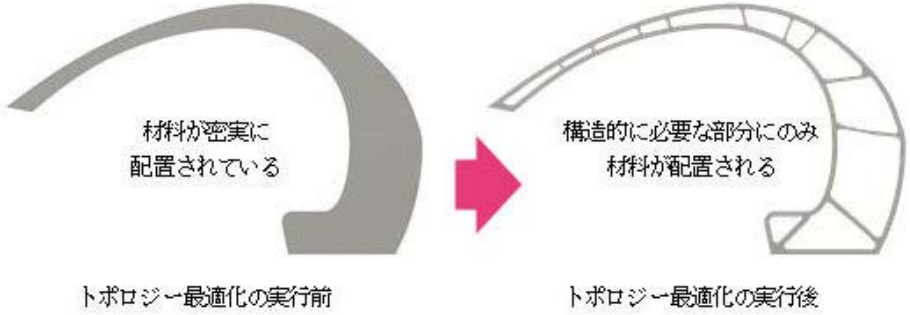
3Dプリンターで打ち込み型枠を造形

引っ張りに強い「スリムクリート」を打設



空洞部分を増やして部材を5割軽量化

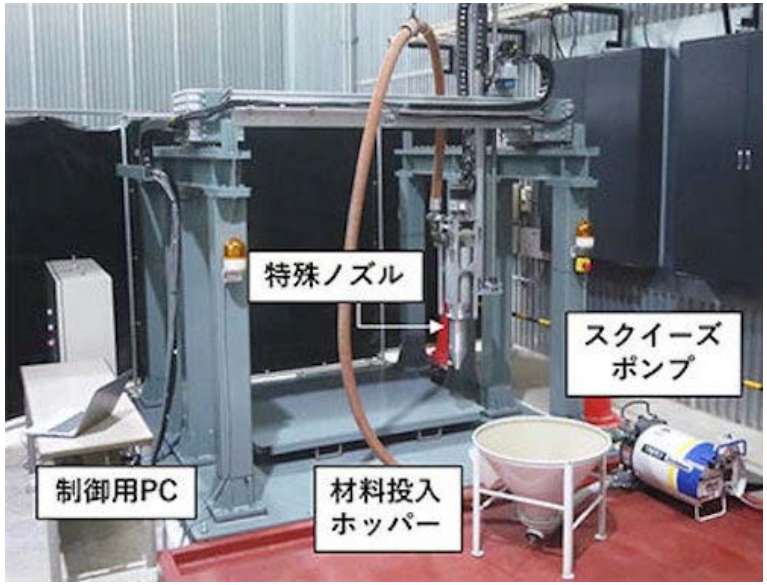
スリムクリートで造った無筋コンクリート人道橋（資料：大林組）



トポロジー最適化で断面を5割削減（資料：大林組）

3Dプリンターで国内初の人道橋を製作（大成建設）

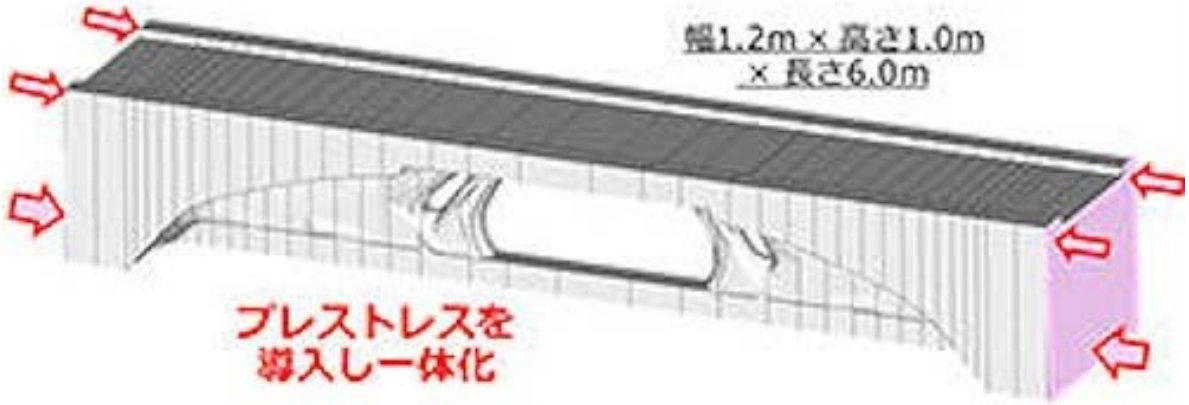
建設用3Dプリンターで製作した日本初の歩行可能な橋（以下の写真、資料：大成建設）



製作に使用した3Dプリンター「T-3DP」

3Dプリンターで国内初の人道橋を製作（大成建設）

造形中の橋桁部材。型枠なしで自由な形を作れる



橋桁を貫くようにPCケーブルを挿入・緊張することでPC構造とした

ICTショベルと吹き付けコンクリートで3Dプリンティング

ICTショベルのバケットに取り付けた「ハイブリッド吹き付けシステム」によって壁を造形しているところ
（以下の資料：岐阜大学、施工技術総合研究所）

柱用埋設型枠の施工風景。吹き付けノズルは水平に向けている

ICTショベルとは

3Dプリンター化

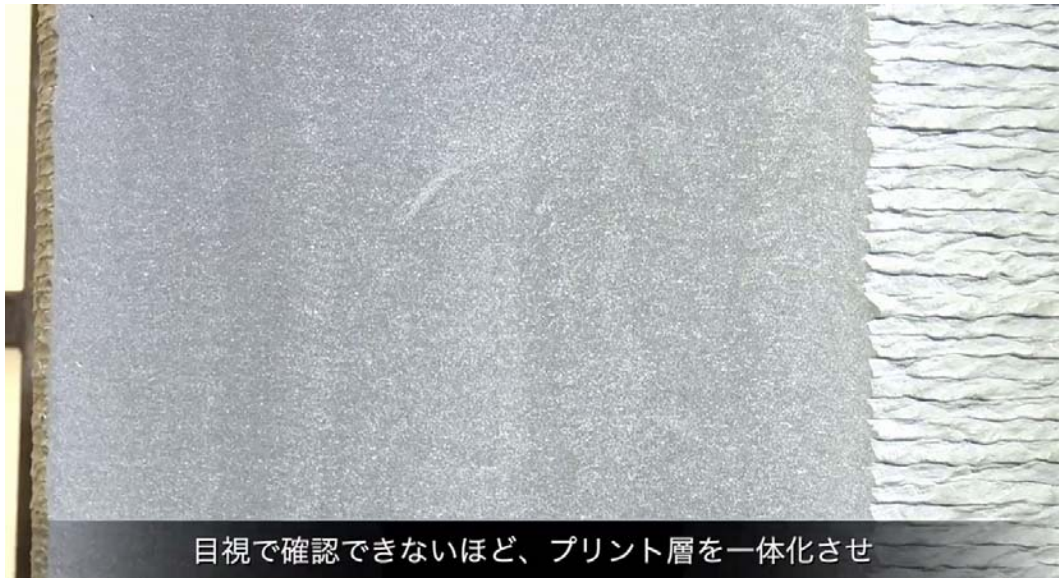
埋設型枠と鉄筋かごによる鉄筋コンクリート部材製作

「コンクリートDXラボ」で柱の埋設型枠を造形中の3Dコンクリートプリンター
（以下の写真、資料：清水建設）

2時間弱で造形された高さ約2mの埋設型枠

埋設型枠と鉄筋かごによる鉄筋コンクリート部材製作

使用された新材料「ラクツム」は曲げ強度や靱性も優れている



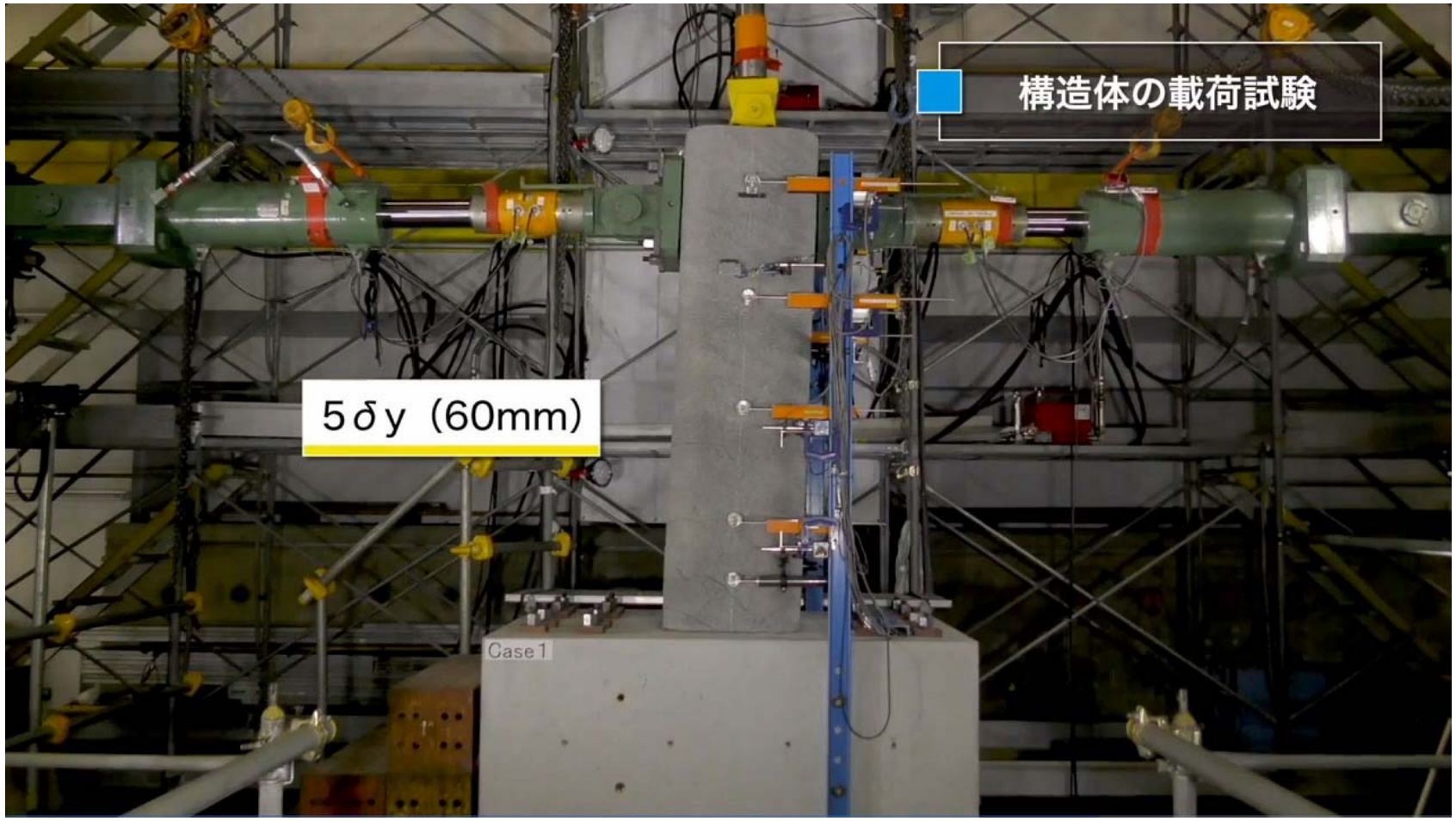
型枠の断面を切ったところ。内部は一体化しており、ほとんど気泡や空隙が見られない

埋設型枠と鉄筋かごによる鉄筋コンクリート部材製作

埋設型枠の中に鉄筋かごを設置

内部にコンクリートを充填して、一体化させる

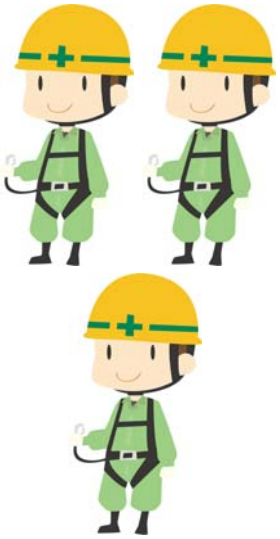
埋設型枠と鉄筋かごによる鉄筋コンクリート部材製作



載荷試験の状況。従来工法のコンクリート柱を上回る耐力があることが確認された

BIM/CIMとクラウドでi-ConはDXへと進化する

現場
少人数で作業



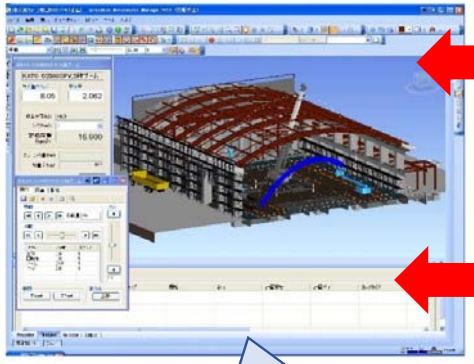
1.現状・変化

実物（現場、構造物）

2.現場の状況をクラウドにリアルタイム中継

デジタルツイン

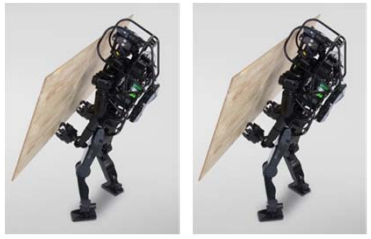
情報（BIM/CIM＋クラウド）



テレワークで現場の作業を分担

AIが作業を自動化

3.クラウド上で**テレワークやAIによって設計、施工計画、施工管理の生産性向上**



4.ロボットを活用し施工の生産性向上

BIM/CIMとクラウドでi-ConはDXへと進化する

ご清聴、ありがとうございました！

建設ITジャーナリスト
家入龍太

メール:　　info@ieiri-lab.jp
Facebook: ieirilab
Twitter:　 ieiri_lab

ieiri Lab.