



北海道経済連合会 主催
デジタルトランスフォーメーション カンファレンス2024

「建設分野のDXに向けた 取り組みについて」

～MR(複合現実)、画像認識AIの現場試行～

つくるのは、
未来の歴史

伊藤組土建株式会社 土木本部
参事技術部長 北見 実敏

会社紹介

伊藤組土建株式会社

<https://www.itogumi.co.jp>



The screenshot shows the homepage of the ITOGUMI 130 website. The main header features the company logo and name on the left, and navigation links for '伊藤組土建の強み', '企業情報', '技術・サービス', '施工実績', 'CSR・サステナビリティ', and '採用情報' in the center. On the right, there are links for 'LANGUAGE', 'サイト内検索', '協力会社の皆さまへ', and 'お問い合わせ'. The main content area has a large blue background with a close-up image of a woman wearing a white safety helmet with the ITOGUMI logo. The text 'つくるのは、未来の歴史' is overlaid on the left. Below this, there is a 'PICK UP' section with three featured articles: '健康経営 Health Management' (with a photo of people), '再エネ100宣言 RE Action' (with a photo of wind turbines and solar panels), and 'WINTER SPORTS CITY SAPPORO' (with a photo of a snowy mountain landscape). The bottom of the page shows a Windows taskbar with the search bar and system tray.

■ 会社紹介

伊藤組土建株式会社

<https://www.itogumi.co.jp>



The screenshot shows the homepage of the ITOGUMI 130 website. The header includes the company logo and name "伊藤組土建株式会社" on the left, and navigation links for "伊藤組土建の強み", "企業情報", "技術・サービス", "施工実績", "CSR・サステナビリティ", and "採用情報" in the center. On the right, there are links for "協力会社の皆さまへ" and "お問い合わせ". The main content area features a large blue-tinted image of a building with the text "ITOGUMI CHRONICLE" and "伊藤組土建の強み 130年目のプロローグ". Below this, a light blue section contains the text "北海道とともに。 これまでも、これからも。" and a "BACK TO TOP" button. The Windows taskbar is visible at the bottom, showing the search bar and various application icons.

■ 本日の説明事項

1. はじめに
2. i-Construction と その取り組みについて
3. BIM/CIM と その取り組みについて
4. MR(複合現実)の活用について
5. 画像認識AIの試行について
6. DXを進める上での今後の課題について

1.はじめに

建設業界では

**「少子高齢化・人口減少による担い手
不足への対応が喫緊の課題」**

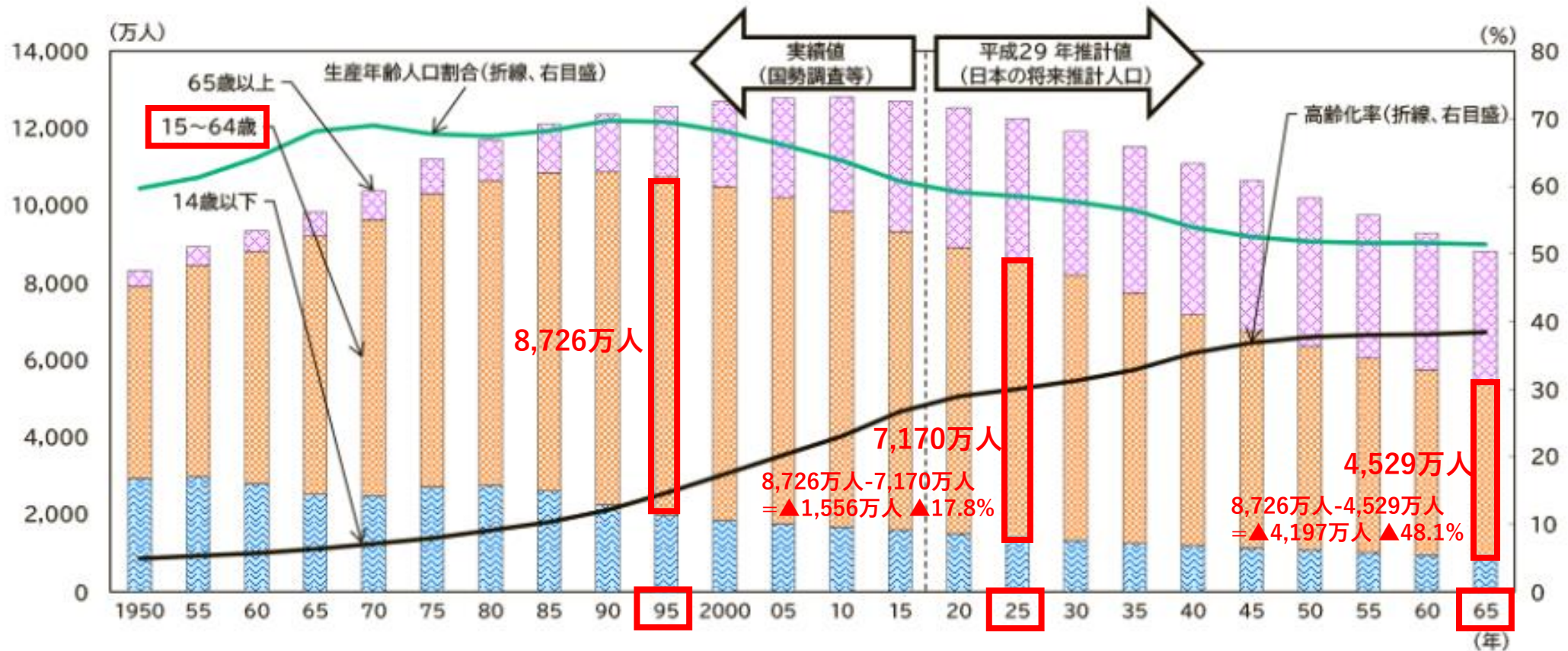
と早い段階から言われ続けている。

… 20年前に建設部門の試験で回答した。

第2-(1)-1 図

我が国の生産年齢人口の推移と将来推計

- 日本の人口は近年減少局面を迎えている。2065年には総人口が9,000万人を割り込み、高齢化率は38%台の水準になると推計されている。
- 15～64歳の生産年齢人口も減少傾向となり、その割合の低下も見込まれている。



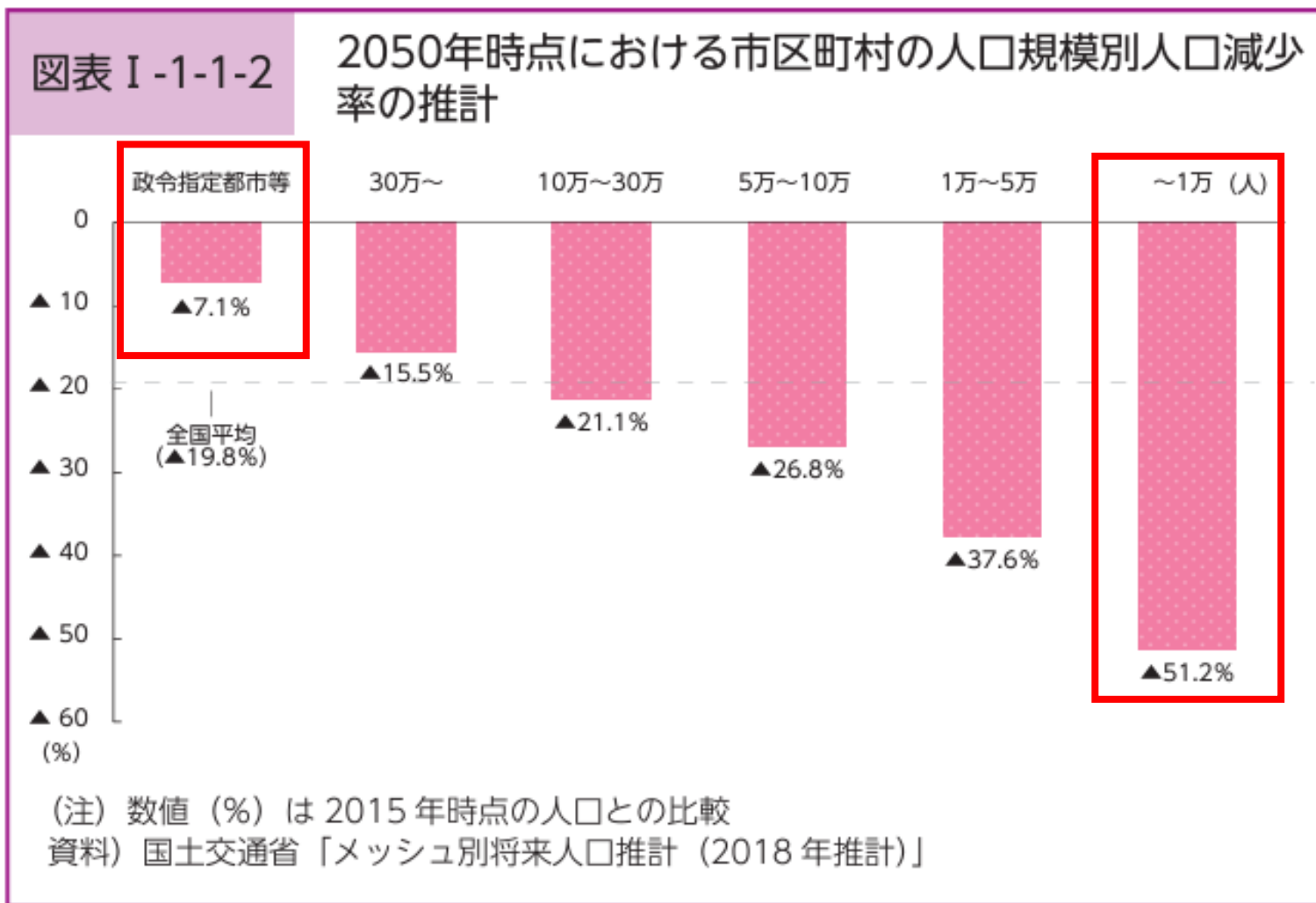
【出典】厚生労働省 ホームページ

*数値データを加筆

<https://www.mhlw.go.jp/stf/wp/hakusyo/roudou/21/backdata/02-01-01.html>

社会経済の課題

「人口減少の加速化と生活サービス提供機能の低下・喪失のおそれ」



地方の市町村ほど
担い手不足への
対応が必要

【出典】国土交通省 国土交通白書 2023

<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r04/hakusho/r05/html/n1111000.html>

課題解決のキーワード:

「デジタル技術」と「変革」を組み合わせ せた「DX*」

* DX: Digital Transformation

「**変革**」を表す文字「X」

*単なるデジタル化ではない。

cf. Digitization(デジタル化), Digitalization(生産性向上)

2. i-Construction とその取り組みについて

2016年度から国土交通省が進めている
i-Construction (アイ・コンストラクション)

が建設業界におけるDXの仕掛け、基盤になっている。

第1回 未来投資会議 総理発言(9月12日)

【安倍総理 発言（抜粋）】

- 本日、早速、第一弾として、第4次産業革命による『建設現場の生産性革命』に向け、具体的な方針を決めました。
- 建設現場の生産性を、2025年までに20%向上させるよう目指します。
- そのため、3年以内に、橋やトンネル、ダムなどの公共工事の現場で、測量にドローン等を投入し、施工、検査に至る建設プロセス全体を3次元データでつなぐ、新たな建設手法を導入します。
- 人手による現場作業が置き換わり、これまで習得するのに何年もかかったノウハウも数か月で身に付けられるようになる。
- 3Kのイメージを払しょくし、多様な人材を呼び込むことで、人手不足も解消します。全国津々浦々で中小の建設現場も劇的に変わります。

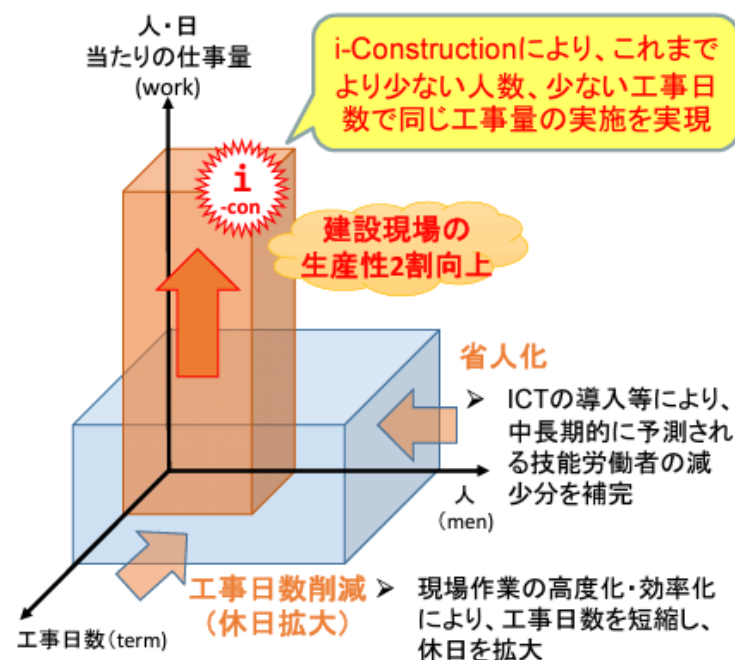


i-Construction ~建設業の生産性向上~

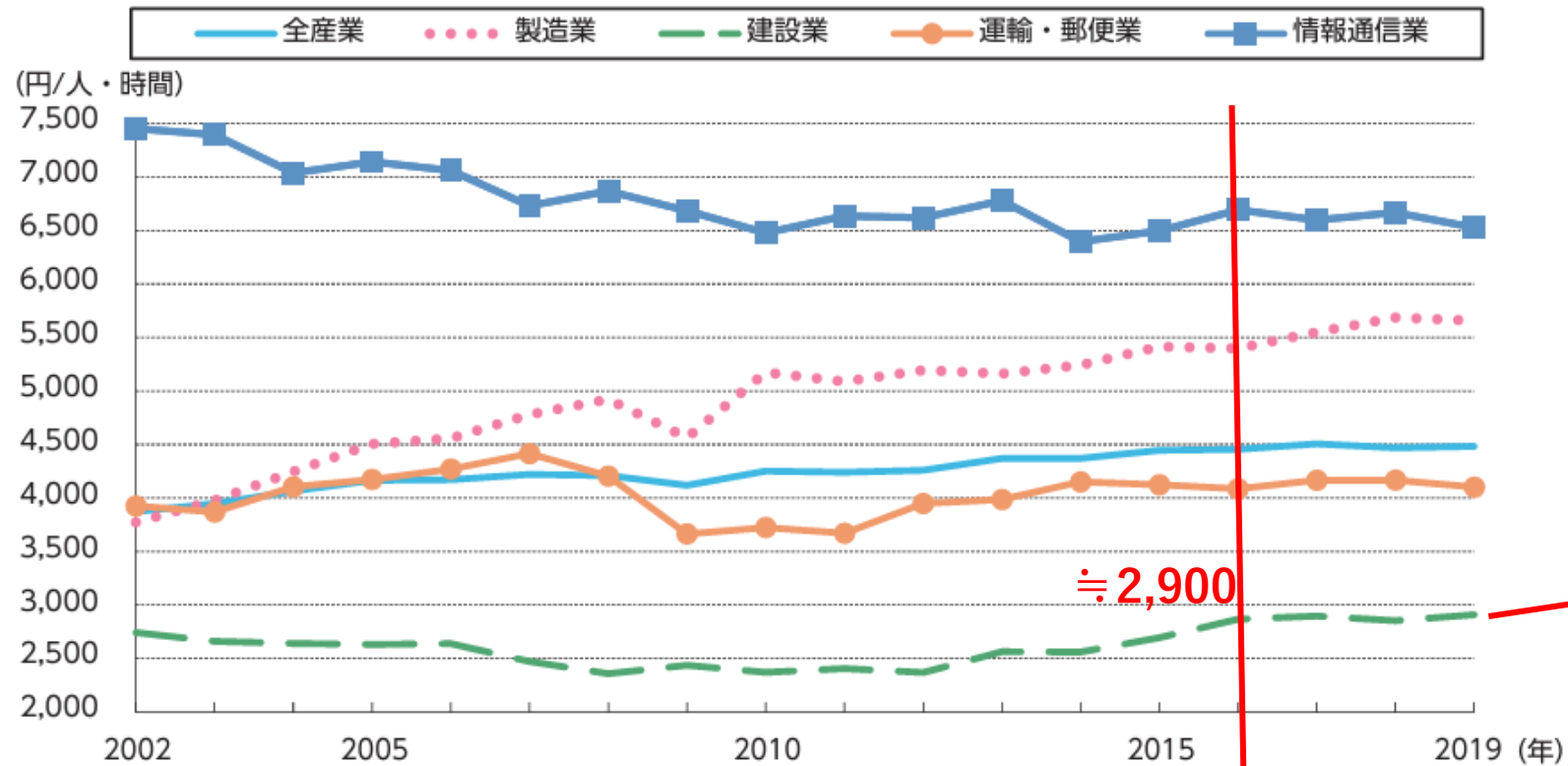
- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。



【生産性向上イメージ】



図表 I-1-1-14 我が国の労働生産性の推移



2025年度
≒ 3,500

2016年

≒ 2,900

(注) 下式により労働生産性を算出


$$\text{労働生産性} = \frac{\text{産出量 (output)}}{\text{投入量 (input)}} = \frac{\text{付加価値額}}{\text{労働者数} \times \text{労働時間}}$$

資料) 内閣府「2021年度(令和3年度)国民経済計算年次推計」、総務省「労働力調査」、厚生労働省「毎月勤労統計調査」より国土交通省作成

【出典】国土交通省 国土交通白書 2023

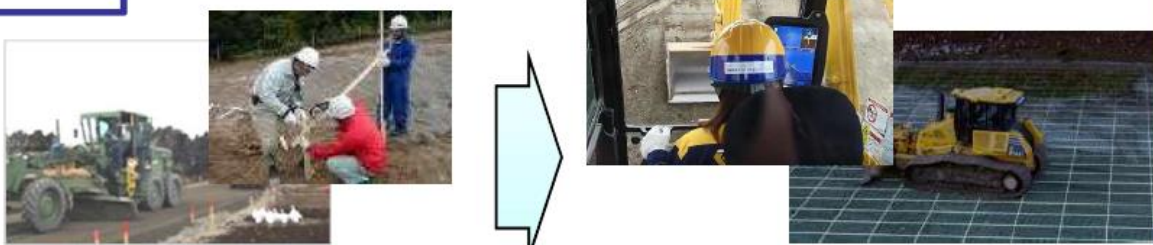
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r04/hakusho/r05/html/n1113000.html>

測量 3次元測量(UAVを用いた測量マニュアルの導入)



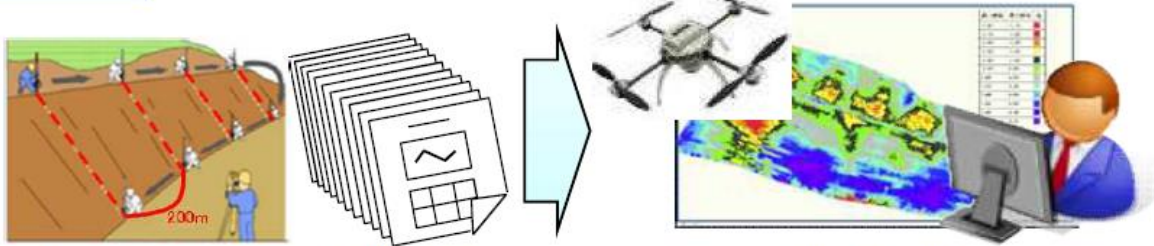
従来測量 → UAV(ドローン等)による3次元測量

施工 ICT建機による施工(ICT土工用積算基準の導入)



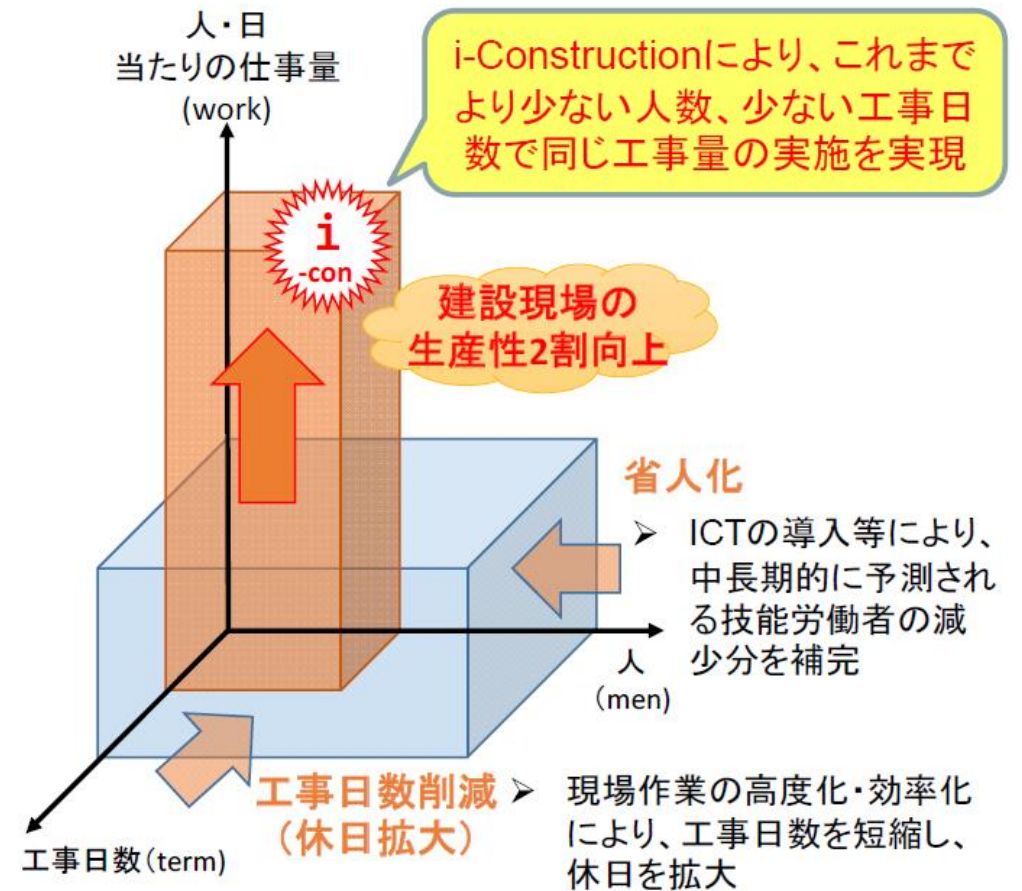
従来施工 → ICT建機による施工

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 への取り組み >>>

■ 3次元測量

例) TLS* (地上型レーザースキャナ)による起工測量の実施

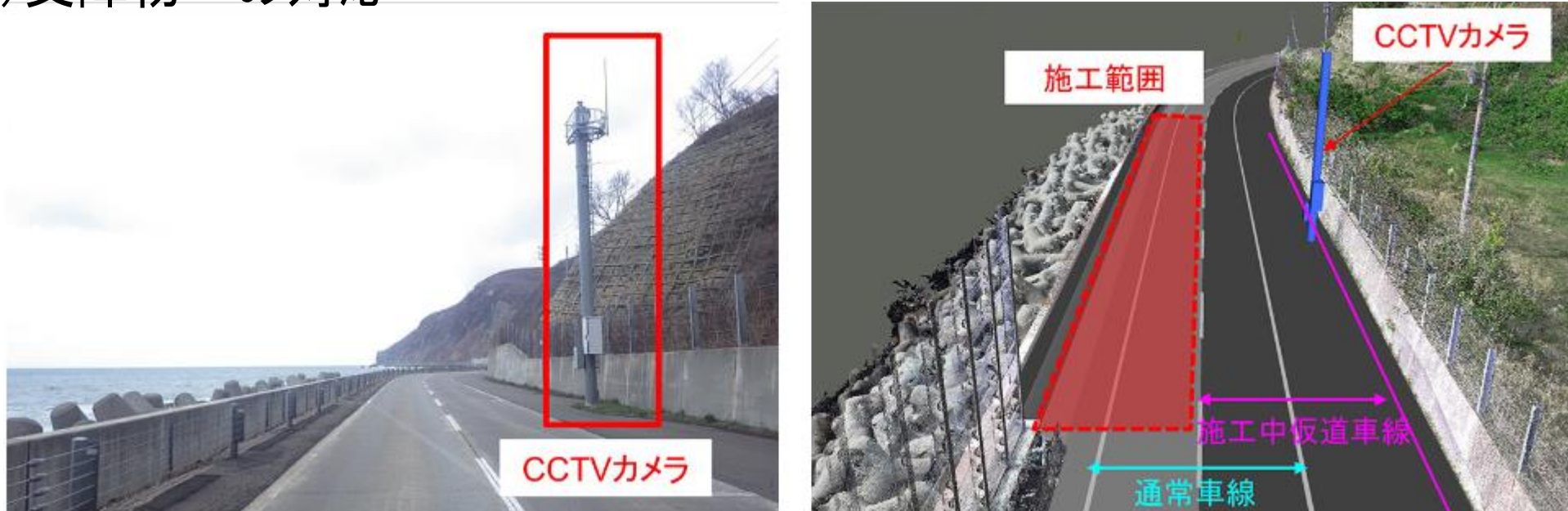


* TLS: Terrestrial Laser Scanner

施工場所は多くの人を利用する一般国道であり、安全面を配慮して車道上での作業を必要としないTLSによる起工測量を行いました。点群データを取得することで、追加の測量なしで任意測点での2次元横断図を抽出することが可能となり、業務が軽減されました。設計の変更により施工延長が増加しましたが、追加の測量なしで対応することができました。

■ 3次元モデルの作成と活用

例) 支障物への対応



仮道計画においては、安全な走行車線の確保のために3次元モデルを活用しました。施工時は、防波柵の基礎や舗装工に必要なスペースを確保しつつ、山側に仮道車線を設置して走行の安全性を保証する必要があります。3次元モデルから疑似的な走行動画を作り、離隔や擦付距離、運転視野などの安全性を確認し、施工の可否を判断、影響範囲の判定を行います。検討の結果、起点側60メートルが施工不可と判断されました。影響を受けたCCTVカメラについては早期に協議を行い、一時撤去を実施しました。

■ ICT*1建設機械

例) 盛土の敷き均し厚さ管理にマシンコントロール・ブルドーザを使用



盛土敷均し状況



車載モニターで排土板高さ確認(セミオート)

機体制御技術とICT技術を活用した全自動ブレード制御機能搭載ブルドーザで、3次元設計データを活用することで丁張・補助員の削減による省力化、機体制御技術とGNSS*2測位等の活用により仕上げ作業時間の短縮化、施工精度の向上といったメリットがあります。

*1 ICT: Information and Communication Technology (情報通信技術)

*2 GNSS: Global Navigation Satellite System (全地球航法衛星システム)

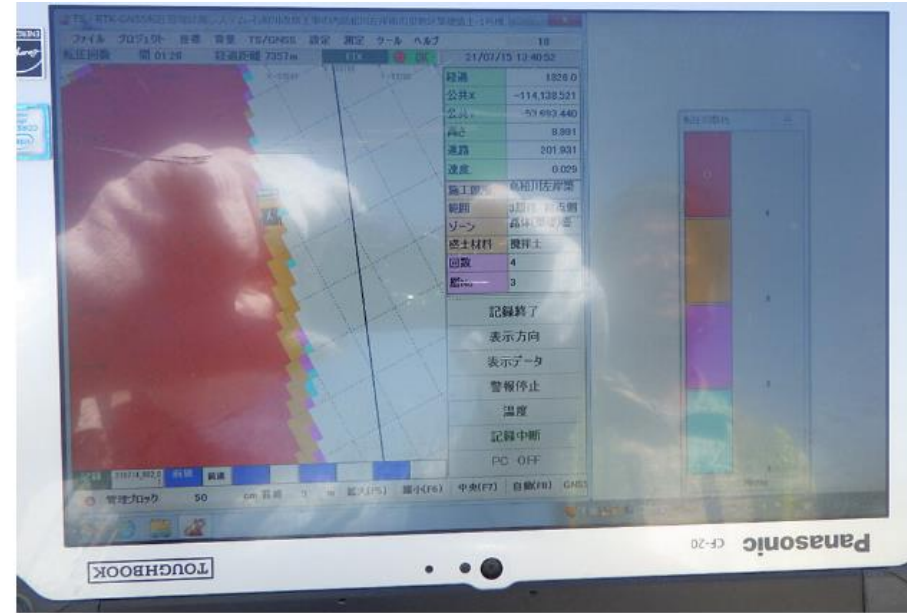
アメリカのGPS、ロシアのGLONASS、欧州委員会のGalileo、中国のBeiDou

■ ICT建設機械

例) 盛土の締固め管理に「TS・RTK-GPSによる転圧管理システム」を採用



盛土転圧状況



車載モニターに転圧回数を色分け表示

締固め機械の転圧管理について、クラウドサーバを活用して面的データの一元管理を行うシステムで、走行軌跡をGNSSでリアルタイムに管理できるため転圧作業効率が向上、また従来の点での管理から面的な転圧回数管理に変えることで転圧ムラを解消し、品質向上を図れるといったメリットがあります。

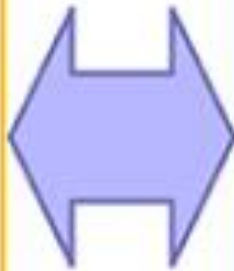
■ 遠隔臨場

例) 遠隔臨場による品質証明検査の実施

発注者



タブレット又はパソコン



現場



タブレット＋スマートフォン



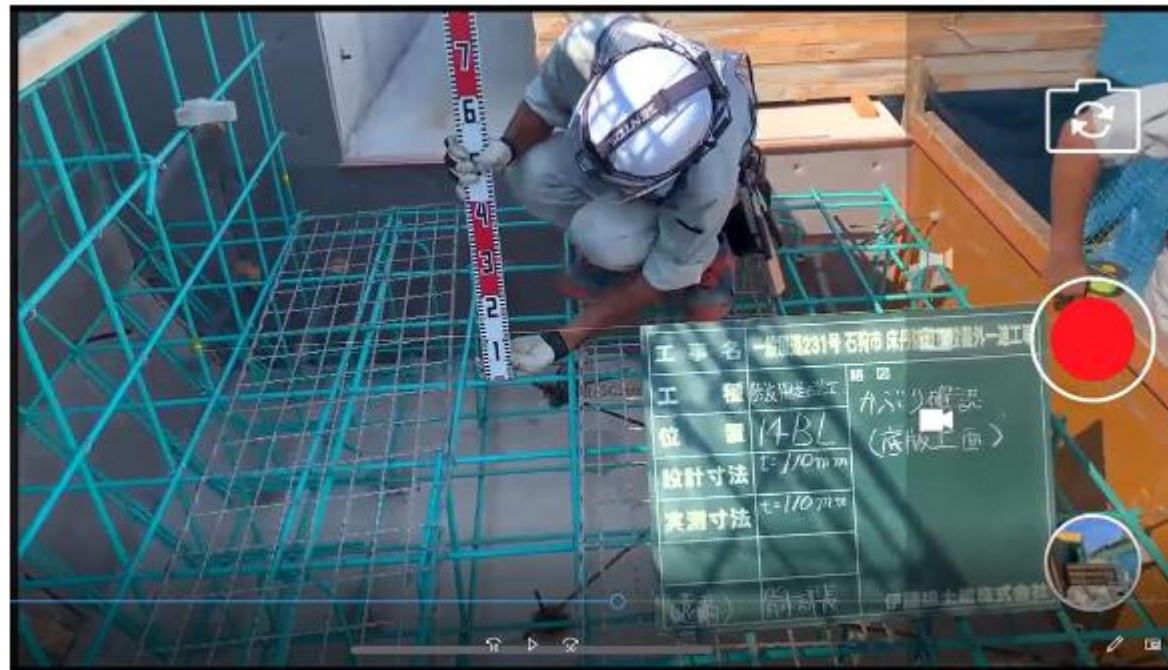
■ 遠隔臨場

例) 遠隔臨場による品質証明検査の実施



検査状況

遠隔臨場による検査を5回実施することで、品質証明員の移動時間を延べ20時間短縮できました。これにより品質証明員の負担が軽減されました。また、始業時や夕方にも検査が可能になり、効率的に検査を実施することで、工程を短縮することができました。



検査状況(現場モニター)

■ i-Construction, ICT土工への取り組み効果



ICT建設機械



レーザースキャナによる測量

- ▶ 効果1: ICT建設機械を用いた施工とレーザースキャナによる起工測量、出来形管理により、従来の測量が不要になり、2~3割程度の省人化、作業日数の短縮化が図られている。
- ▶ 効果2: i-Construction導入から7年が経過し、ICT土工は公共工事だけでなく、民間工事にも普及している。

3. BIM/CIM とその取り組みについて

国土交通省

BIM/CIM*を生産性革命のエンジン

と位置付けている。

* BIM/CIM: Building/Construction Information Modeling, Management

* Keywords: 3次元モデル(3Dモデル)、属性情報

生産性革命のエンジン、BIM/CIM



<<< BIM/CIM への取り組み >>>

■ Movie BIM/CIM: 伊藤組土建株式会社 HP <https://www.itogumi.co.jp>



■ BIM/CIMの3Dモデル作成 弊社のこだわり

①3Dモデルの内製化(本社技術部)

～ 工事現場にタイムリーに3Dモデルデータの提供・
支援を行うため

②受注した公共工事は全て3Dモデルを作成し工事現場に 提供する。

～ 技術者が3Dモデルに慣れてもらうことと自身で活用
を考えてもらうため

■ 3Dモデルの活用により得られた効果

- ▶ 効果1: 構造物工事で附属物・コンクリート用鉄筋の干渉チェックが可能
- ▶ 効果2: 都市土木工事で地下埋設物・隣接構造物との離隔確認が可能
- ▶ 効果3: 工事全般で重機・クレーン作業範囲と隣接構造物・架空線等の支障物との離隔確認が可能

■ 3Dモデル事例

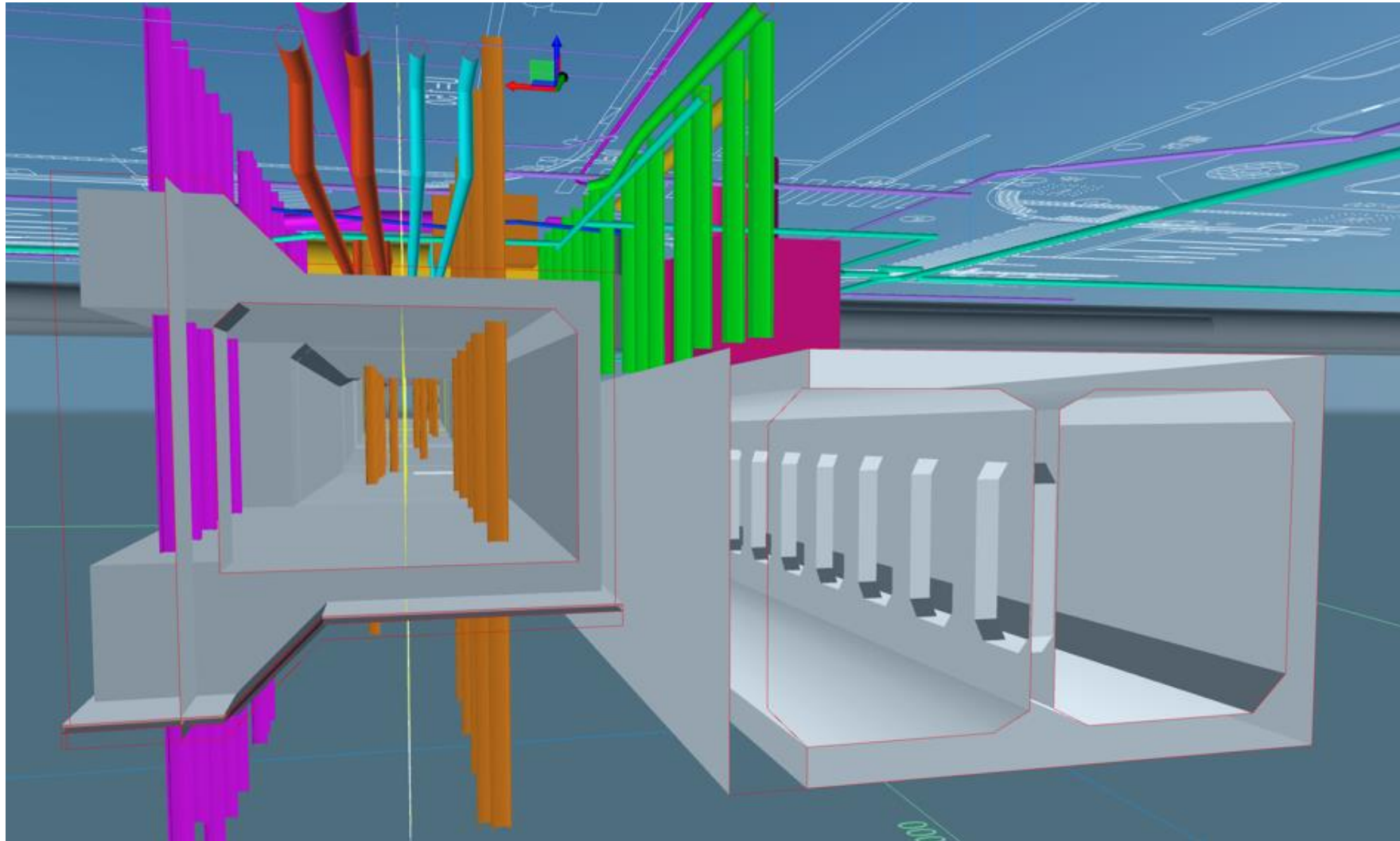


図. 地下通路工事の3Dモデル ~ 地下埋設物・隣接構造物との離隔確認が可能

■ 3Dモデル事例

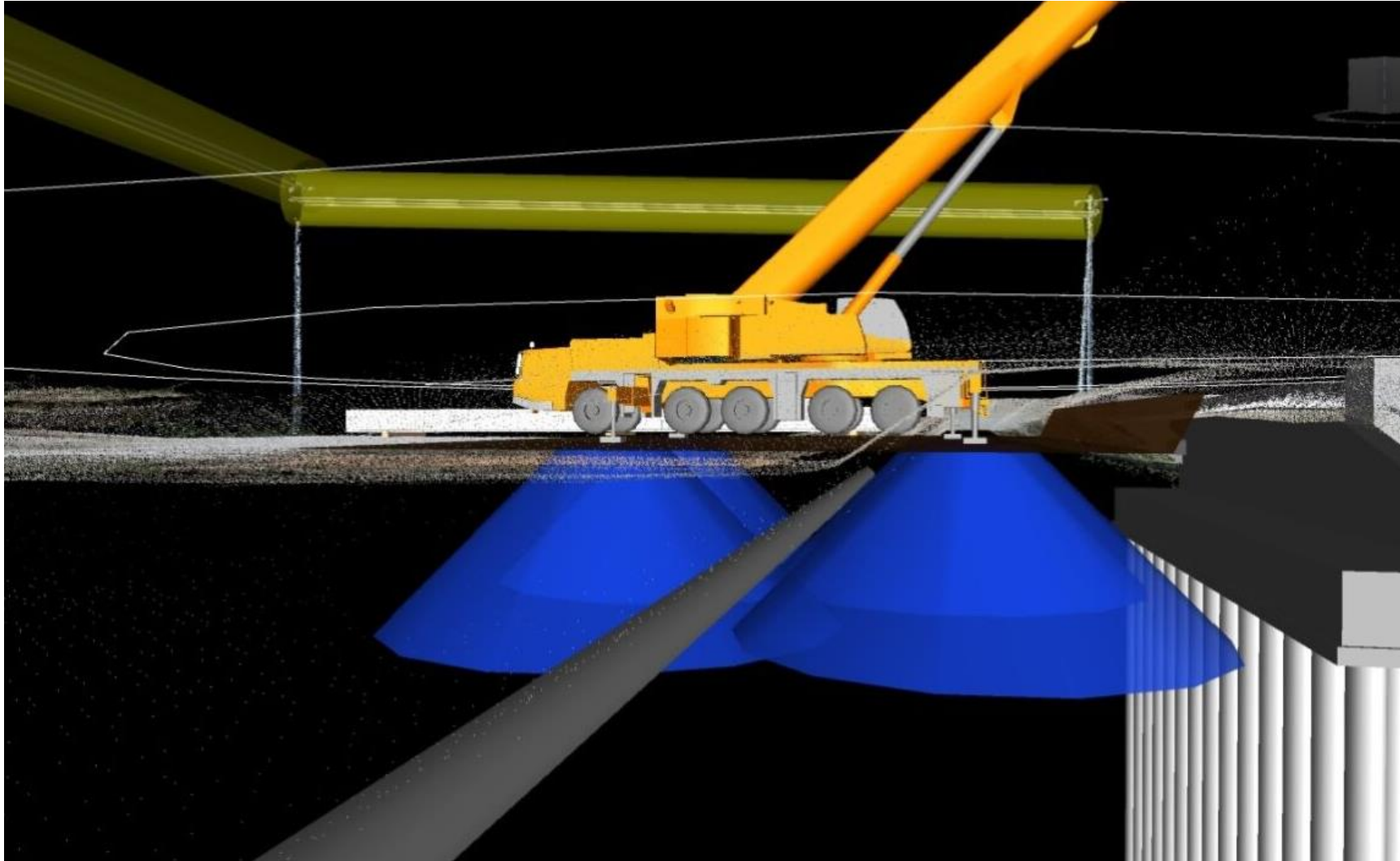


図. クレーン作業計画の3Dモデル ~ 高圧電気 架空線、地下埋設管との離隔確認が可能

■ 働き方改革への取り組み

- ☞ 『業務改革プロジェクト』に、BIM/CIM活用の方向性と
その先の3Dホログラム(MR:複合現実)の活用を盛り込む

**組織と業務の見直しと再構築
を行い生産性を向上する
業務改革マスタープラン**

2020年9月28日～30日
キックオフ大会

4. MR(複合現実)の活用について (MR: Mixed Reality)

▶ 使用デバイス

Microsoft社 HoloLens 2

Mixed Reality (複合現実) とは何か？

Microsoft HoloLens が切り拓くビジネスの新ステージ

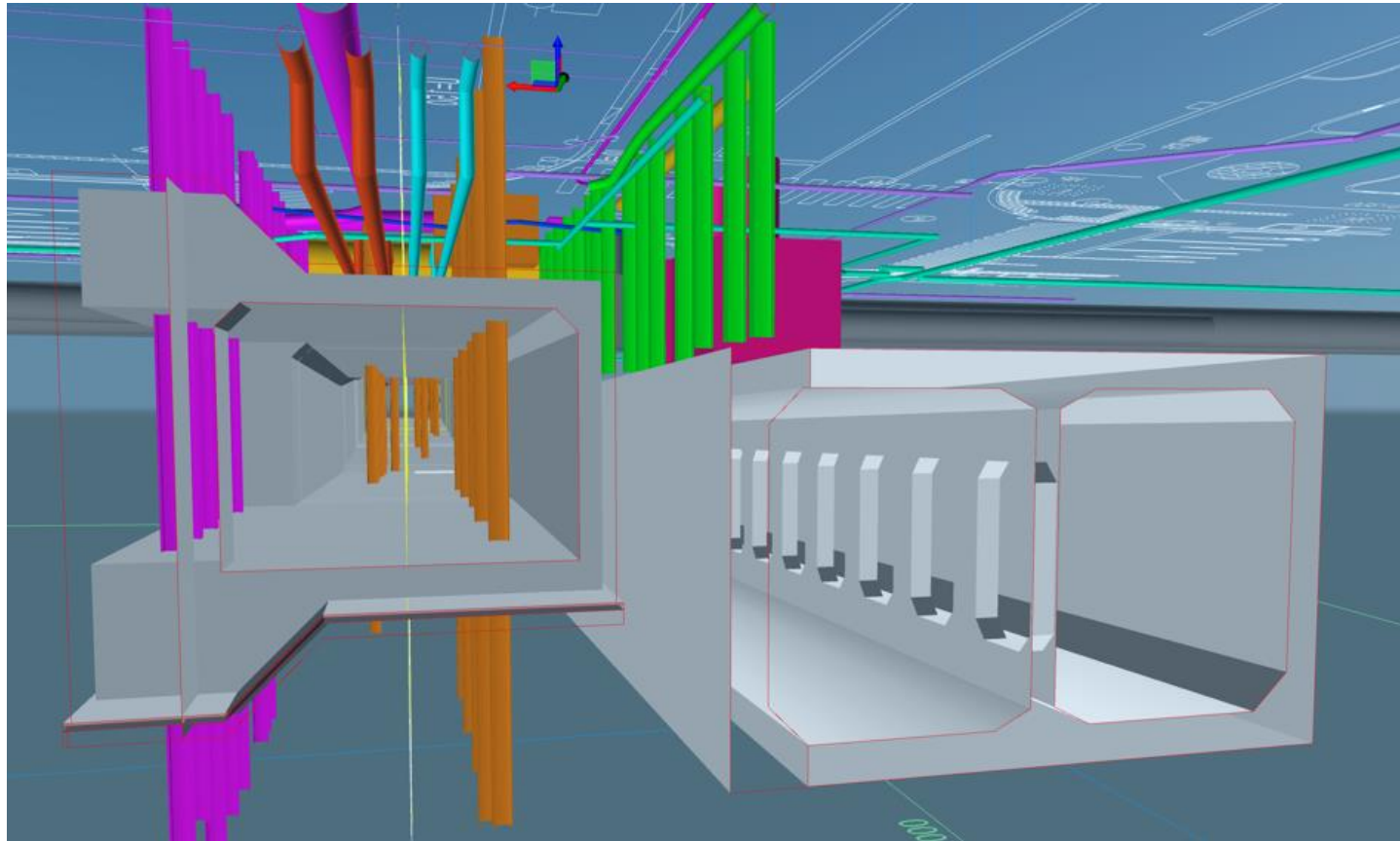


出典: Microsoft HoloLens HPより

▶ MRは複合現実と呼ばれる現実空間と仮想空間(3Dモデル)を重ね合わせて見ることができる技術

▶ MRゴーグルを装着して工事現場を覗くと任意の視点から3Dモデル映像を重ねて見ることができる。

■ 3D統合モデル 自社作成： 民間都市土木工事 地下通路工事



- ▶ 3D統合モデル 自社作成
- ▶ 3DデータMR変換
協力会社 (株)一寸房

- ▶ Autodesk Navisworks Manage: 3Dモデル
～ 伊藤組土建(株) 8.1.地下通路新設工事

■ 試行現場の状況： 民間都市土木工事 地下通路工事 (1/2)



▶ 底版コンクリートを打ち終わり躯体工事に着手

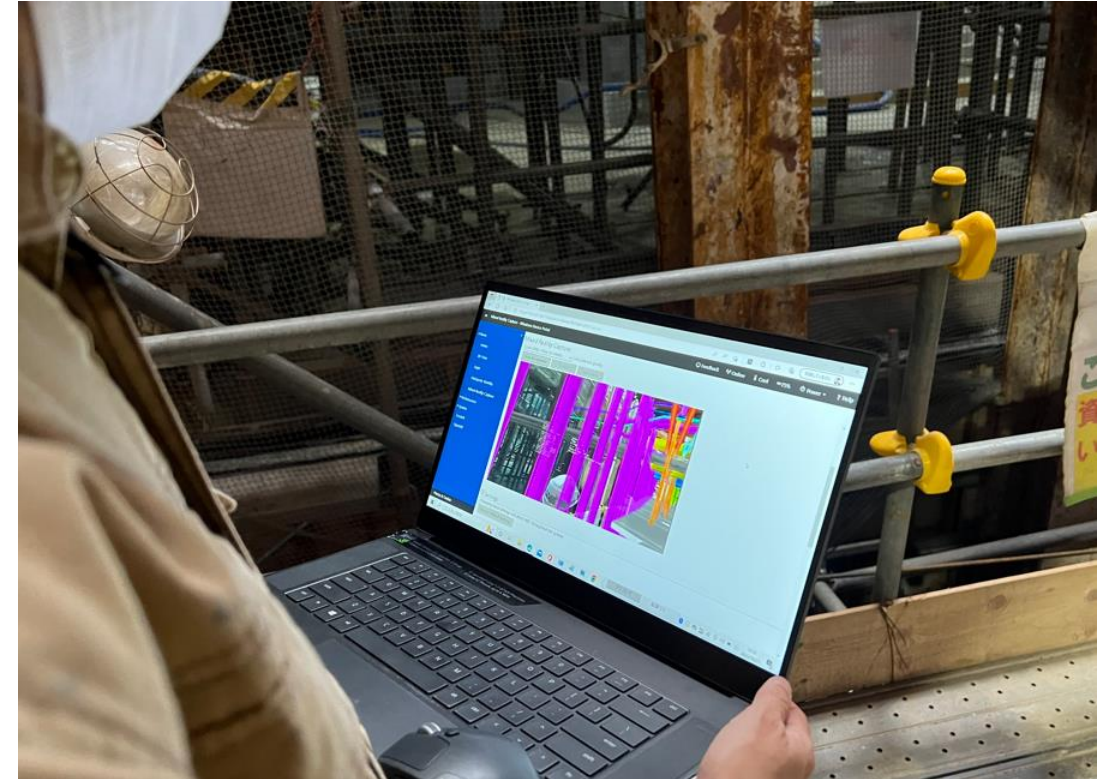


▶ 基準座標値(X,Y,Z)をQRコードで認識

■ 試行現場の状況： 民間都市土木工事 地下通路工事（2/2）



▶ MRゴーグルを装着



▶ MRゴーグルから見える映像をPCで確認

■ 取り組み効果や良かった点について

👉 『MR活用によるリードタイム短縮』



MRゴーグルから見える現場での現実空間とデジタル映像

- ▶ 効果1: 構造物と現地との取り合いを確認する際の測量・マーキングが不要
 - ・短縮効果(試算): 2時間/回
- ▶ 効果2: 一目瞭然のため構造物形状や現地取り合いを理解する時間が大幅に短縮
 - ・短縮効果(試算): 30分/回
- ▶ 効果3: 工事着手から完成まで段階毎の3Dモデル比較が現地で瞬時に可能
 - ・短縮効果(試算): 30分/回
- ▶ MRの活用により工事全体のリードタイムの短縮につながる。
- ▶ 技術者のバイアスによるミス防止にも効果が期待される。

■ 取り組みの効果をjるために留意した点・工夫した点

👉 『外注コストの抑制』



MRゴーグルから見える現場での現実空間とデジタル映像

- ▶ MR(複合現実)の実施については、外注コストを抑えるため3Dモデル作成を内製化している。
- ▶ 3DモデルからMR使用までの変換は外注しているが、MR技術のストックがある企業との信頼関係構築が必要である。
- ▶ 現場内でゴーグルを装着することにより視界が制限されるため、安全管理上、静止して使用が原則である。

【既知情報】

- ▶ 現場での位置精度を高めるには現場にQRコード座標点を適切数設置し、認識させる必要がある。
- ▶ 太陽光の日射で明るすぎるとデジタル映像が見えづらい。

5. 画像認識 AI の試行について

- 【試行対象】 ▶ ダンプトラックの入退場
▶ ダンプ荷台上の安全確認



Arkit サービス/商品一覧 新着情報 オンライン注文について 会社概要 お問い合わせ 会員ページ

Production
複合ナンバー解析AI ダンプトラック入退場管理システム

車両番号
X
ナンバープレート
X
土砂運搬車両表示板
X
ダンプマスク
X

映像全てを解析するダンプAIの決定版システム

複合ナンバー解析AI ダンプ入退場管理システムとは？

独自開発した画像解析AIでダンプの車両情報を解析し、
入退場記録の自動化、車両状態の解析、アラームなどを行うシステムです。
従来はナンバープレートOCRを使った車両管理が一般的でしたが、ナンバープレートの汚れや曇りに対応できず実用化困難でした。

出典: Arkit HPより

【使用システム】

- ▶ Arkit
「複合ナンバー解析AIダンプ入退場管理システム」
(萩原建設工業(株)と共同開発)

【こだわり】

- ▶ 1台の監視カメラ
▶ 地元北海道で足元を固めたい

【導入の決め手】

- ▶ システムの完成度の高さと現場対応力

■ 試行現場の状況： ダンプトラック入退場（1/2）

【強化学習】 2週間程度



Arkit 三浦氏による強化学習結果の説明

【課題と対応策】

- ▶ 地方現場 通信環境不安定
→ 携帯電話回線(4G)の他に、衛星回線
スターリンクを併用
- ▶ カメラ画像 読取不可の場合
→ 画像の部分情報から車両推定する
システムを確立

■ 試行現場の状況： ダンプトラック入退場（2/2）

土取場の映像
AIの認識状況を確認する



土取場の入出場記録							プラントの入出場記録								
時刻	入出		車両ID	ナンバープレート	ダンプ	土砂搬出回数	車台	時刻	入出		ナンバープレート	ダンプ	土砂搬出回数	会社名	ドライバー
	入	出							入	出					
08:48	入	出	04:45	4673	5800	4:23	4	08:48	入	出	02:13	7061	24700	4:22	3
08:46	入	出		2471	26572	4:18		08:47	入	出		7061	24700	4:22	
08:44	入	出		4673	5800	4:23		08:46	出	入	04:17	87	25958	4:17	株式会社
08:43	入	出	02:14	6065	26804	4:21	3	08:43	入	出		87	25958	4:17	株式会社
08:41	入	出	05:00	6063	26672	4:1	3	08:42	出	入	04:00	13	27108	4:4	2
08:40	入	出		6065	26804	4:21		08:39	入	出		13	27108	4:4	
08:36	入	出	04:05	5810	27483	4:24	3	08:38	出	入	03:42	494	27856	4:10	2
08:34	入	出		6063	26672	4:1		08:34	入	出		494	27856	4:10	
08:32	入	出	05:01	2470	1108	4:11	3	08:34	出	入	04:47	2894	5730	4:14	2
08:30	入	出		5810	27483	4:24		08:29	入	出		2894	5730	4:14	
08:28	入	出		2470	1108	4:11		08:29	出	入	04:13	7050	28432	4:6	2
08:27	入	出	03:39	6847		4:20	3	08:25	入	出		7050	28432	4:6	
08:24	入	出		6847	28352	4:20		08:25	出	入	03:42	7103	28450	4:20	2
08:23	入	出	02:45	3888		4:9	3	08:21	入	出		7103	28450	4:20	
08:21	入	出	02:25	9807	26580	4:7	3								

土取場
プラント
それぞれの入出場記録

認識した番号
時刻が表示される

出場車両の出場間隔が
表示される

土砂運搬表示板を元に
運搬回数をカウント
自社の運搬車両以外は
カウントしないように
している。

「複合ナンバー解析AIダンプ入退場管理システム」運用開始時のモニター

■ 試行現場の状況： 安全確認 …… ダンプ荷台の人検知(1/3)

【強化学習】 2週間程度



【背景】

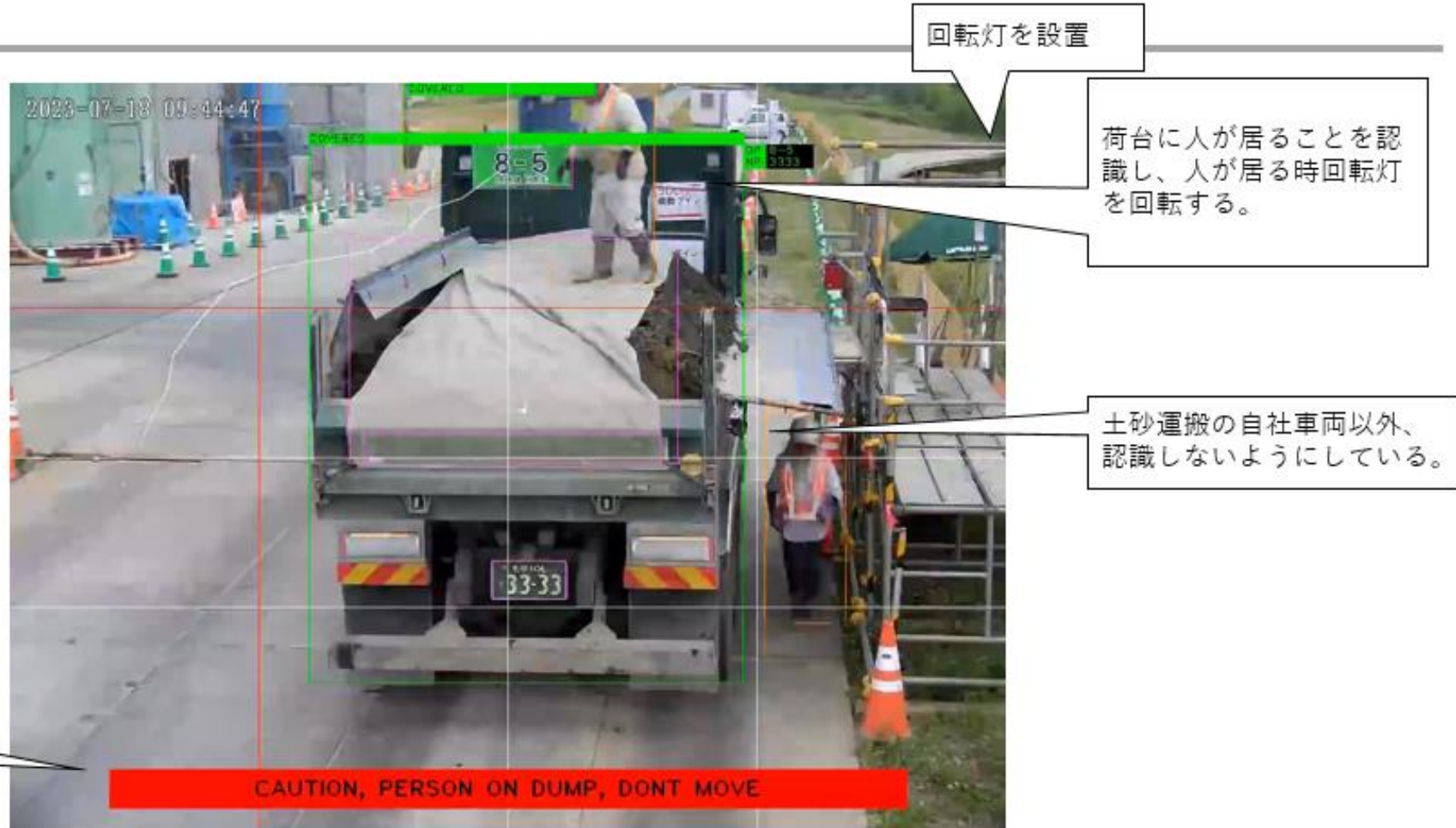
土砂運搬で道路汚損防止のため、ダンプ荷台の土砂にシートを設置している。その際、作業員が荷台に残っていないかを誘導員が確認している。誘導員の配置に加えて、監視カメラを設置し、画像認識AIシステムを試行した。

【概要】

画像認識AIが荷台に作業員がいることを認識すると回転灯で運転手に注意喚起し、誤発進を防止する。映像は事務所のモニターで常時映し出し、社員が確認する。

画像認識AIが荷台に人がいることを認識し回転灯を点灯

■ 試行現場の状況： 安全確認 …… ダンプ荷台の人検知(2/3)



画像認識AIが荷台に人がいることを認識し回転灯を点灯

■ 試行現場の状況： 安全確認・・・ダンプ荷台の人検知(3/3)

【効果】

- ▶ 事務所と現場の往復時間が不要
- 短縮効果(試算): 1時間30分/往復



画像認識AIが荷台に人がいることを認識し回転灯を点灯

【結果・考察】

- ▶ 画像認識AIの強化学習後の認識率: 85%
残りの認識できなかった15%はヒトが映像を見ても認識が困難な部分
- ▶ 留意点として画像認識AIが認識できない場合はフェールセーフ*の考え方で別の注意喚起方法により運転手に知らせる等の工夫が必要

*フェールセーフ (Fail-safe): 機械やシステムの故障で危険側障害とならないように運転を停止させて災害防止を図ること

- ▶ ヒトが画像認識AIをアシスタントとして、互いに補完し合う関係で向き合えば、画像認識AIは省人化、労働時間短縮につながる強い味方になると思われる。

6. DXを進める上での今後の課題について

▶ デジタル技術も従来の技術と同様に、使用時はヒトの目によるチェック、マネジメント体制の構築が必要

- ・技術はリスクが潜在する状態で世に出ている。
- ・今後、どのような技術が出てくるか分からないが、安全性、社会や環境への影響、経済性(QCD*)、情報管理を総合的に監理するのはヒト

*QCD: Quality(品質)、Cost(コスト)、Delivery(工程)

▶ 地方でもデータ通信が可能な通信インフラ整備が必要

- ・地域により夕方から夜にかけて通信不能の実例
- ・衛星通信サービスで補完しているが、いつまでも海外の通信インフラのままで良いのか。

▶ 生産性を向上させるためには、ある一つの現場だけが行うのではなく、会社全体、業界全体での展開が必要

- ・建設業では国の施策 i-Construction の仕掛けにより DXに向けた取り組みが進んでいる。
- ・民間工事を含めた他の現場すべてでDXに向けた取り組みを進める必要がある。 41



ITOGUMI
130

つくるのは、
未来の歴史

「ご清聴ありがとうございました」