

令和5年12月8日
i-Construction推進コンソーシアム
第9回企画委員会
資料2

i-Constructionの更なる展開

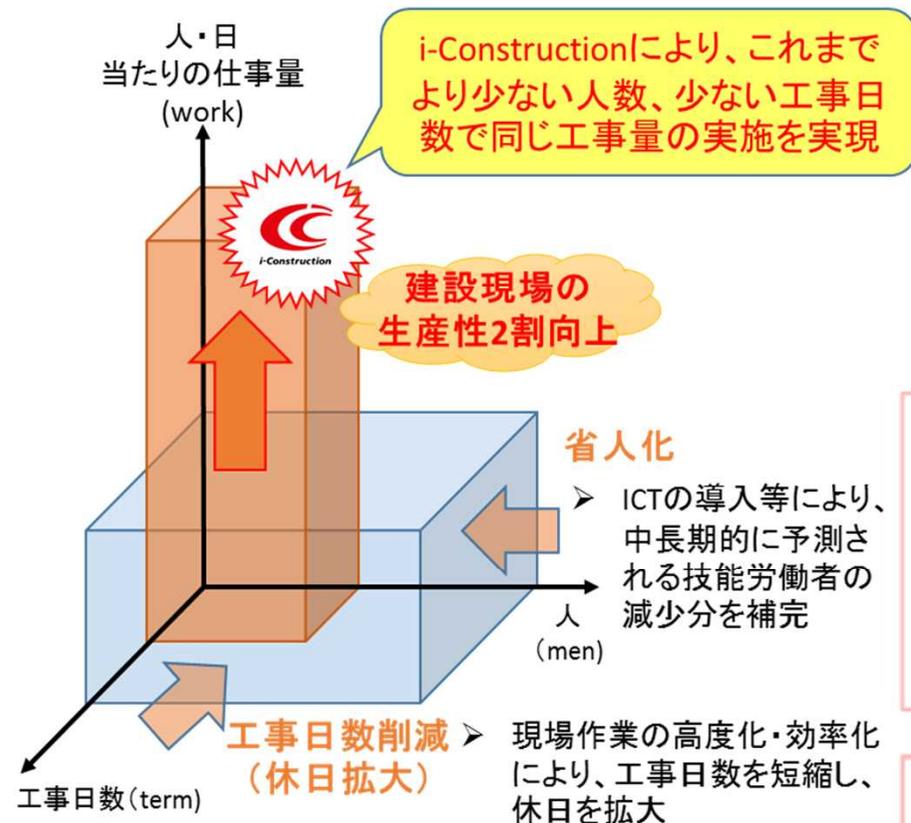
1. i-Construction 建設現場の生産性向上の効果把握

2. i-Constructionの更なる展開の背景と方向性

1. i-Construction 建設現場の生産性向上の効果把握

- 平成28年9月12日の未来投資会議において、安倍総理から第4次産業革命による『建設現場の生産性革命』に向け、建設現場の生産性を**2025年度までに2割向上**を目指す方針が示された。
- この目標に向け、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**など、新たな建設手法を導入。
- これらの取組によって**従来の3Kのイメージを払拭**して、多様な人材を呼び込むことで人手不足も解消し、全国の建設現場を**新3K(給与が良い、休暇がとれる、希望がもてる)の魅力ある現場**に劇的に改善。

【生産性向上イメージ】



平成28年9月12日未来投資会議の様子



ICTの土工への活用イメージ (ICT土工)

○ ICT施工の実施率に基づく直轄工事の時間短縮効果のほか、統計データも活用して計測

直轄ICT工事を対象

① 直轄ICT活用工事による作業時間縮減効果による「生産性向上比率」

$$\text{生産性向上比率} = \frac{\text{ICT活用工事实施件数}}{\text{対象工事件数}} \times \text{ICT活用工事による延べ作業時間縮減効果}$$

【単位 人・日】

生産性向上比率
約21%
2022年

(参考)

統計データ

② 単位労働者・時間あたり付加価値額から算出した建設現場の生産性
(2015年度比から増加率)

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

【単位 円/(人・日)】

生産性：9.2%
2021年

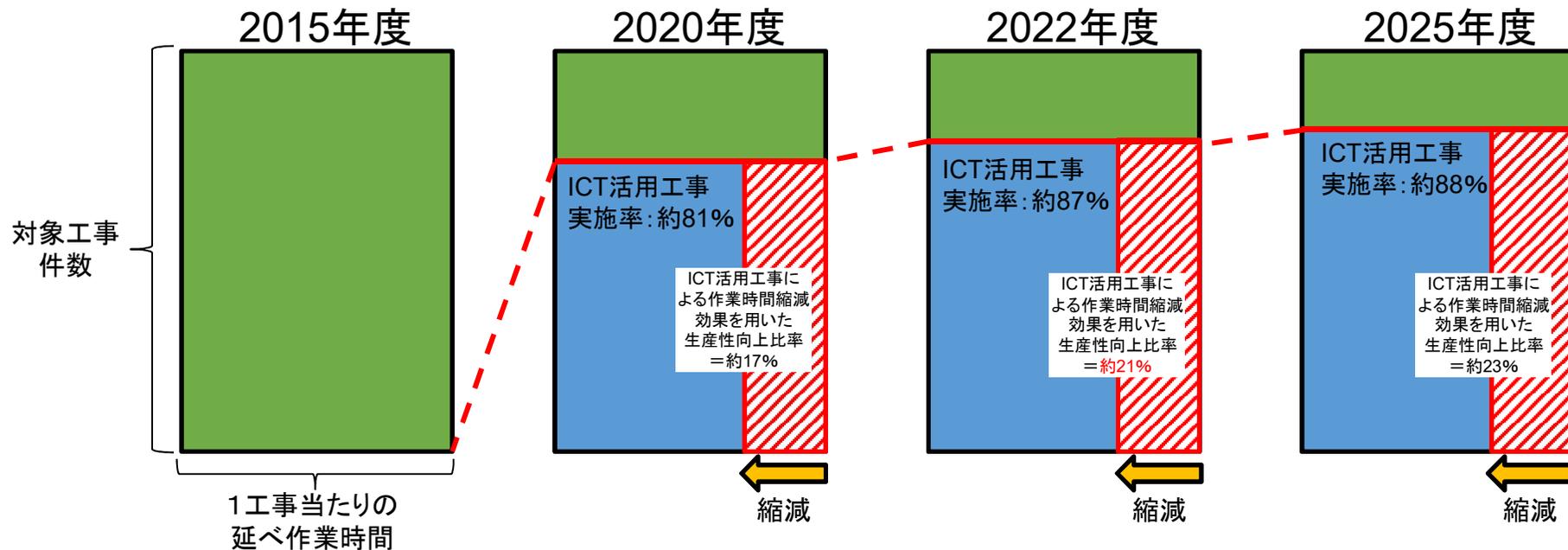
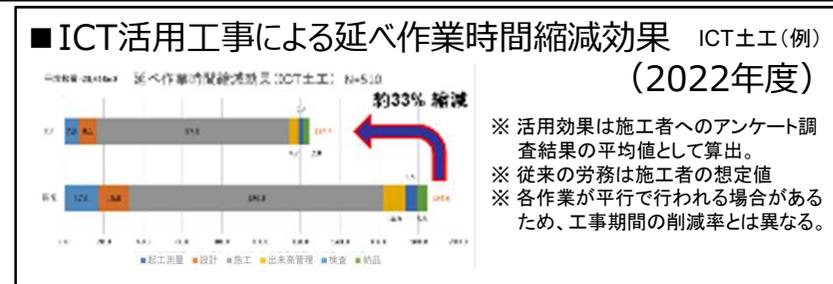
建設分野における生産性指標 (直轄ICT工事を対象)

○国土交通省におけるICT施工等の取組を加速化し、直轄事業の建設現場の生産性2割向上(作業時間短縮効果から算出)を2024年度に実施するなど、ICT施工等により建設現場の生産性を2025年度までに2割向上させることを目指して取組を進める。

○ICT活用工事が導入されていない2015年度と比較して、2022年度時点で約21%向上。

【生産性向上比率】

$$\text{生産性向上比率} = \frac{\text{ICT活用工事実施件数}}{\text{対象工事件数}} \times \text{ICT活用工事による延べ作業時間縮減効果}$$



単位労働者・時間あたり付加価値額から算出した建設現場の生産性 (統計データ)

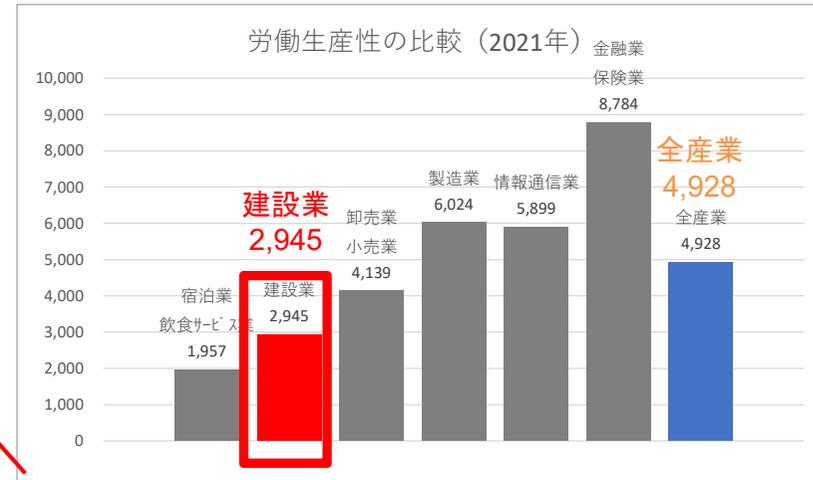
- 各種統計データを用いて民間建設を含む国内の建設業における付加価値労働生産性を試算。
- 建設現場における付加価値労働生産性は2015年を基準として上昇傾向にあり、2018年や2021年は建設業の国内総生産の減少等により、1%程度低下したが、堅調に推移している。
- なお、建設業における労働生産性は他産業と比較して低く、更なる生産性向上が必要。

【生産性指標の試算結果※】



※生産性指標(2019~2020年):国内総生産(2019~2020年)は確定値ではないため参考値。

【参考:他産業との比較】



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

【2021年指標値算出例】

$$\frac{28323.8(10億円)}{484.9(万人) \times 1983.6(時間)} = 2945(円/人・時間)$$

<使用統計>

	項目名	統計調査名
産出量(分子)	工事量 国内総生産(実質値:建設業, 製造業, 全産業)付加価値額	国民経済計算(内閣府)
投入量(分母)	労働者数 就業者数 調査対象:個人	労働力調査(総務省)
	労働時間 総実労働時間	毎月勤労統計(厚労省)

2. i-Constructionの更なる展開の背景と方向性

建設技能労働者の減少・高齢化

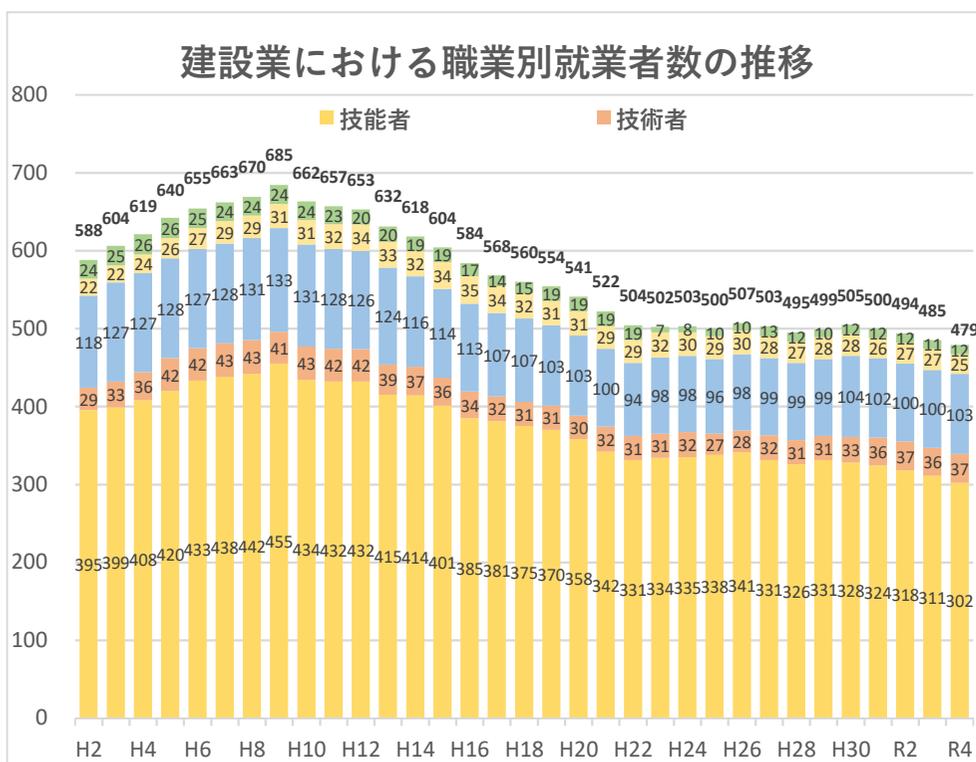
技能者等の推移

- 建設業就業者： 685万人(H9) → 504万人(H22) → 479万人(R4)
- 技術者： 41万人(H9) → 31万人(H22) → 37万人(R4)
- 技能者： 455万人(H9) → 331万人(H22) → 302万人(R4)

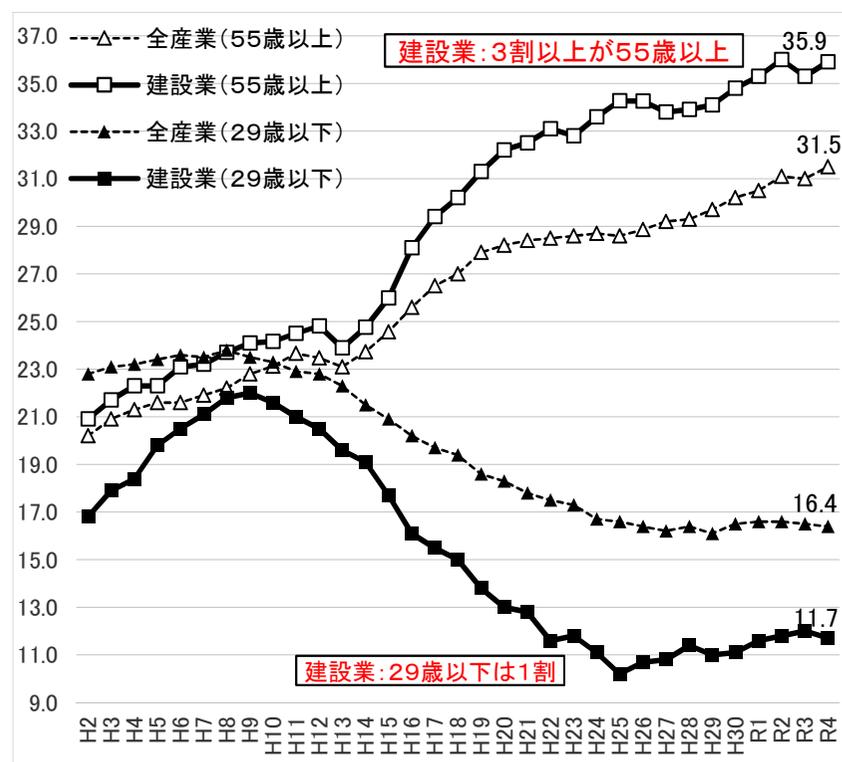
建設業就業者の高齢化の進行

- 建設業就業者は、55歳以上が35.9%、29歳以下が11.7%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。
※実数ベースでは、建設業就業者数のうち令和3年と比較して55歳以上が1万人増加(29歳以下は2万人減少)。

建設業における職業別就業者数の推移



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)



出典：総務省「労働力調査」(暦年平均)を基に国土交通省で算出
(※平成23年データは、東日本大震災の影響により推計値)

相次ぐ自然災害もはや「日常」

【平成27年9月関東・東北豪雨】



① 鬼怒川の堤防決壊による浸水被害
(茨城県常総市)

【平成28年熊本地震】



② 土砂災害の状況
(熊本県南阿蘇村)

【平成28年台風第10号】



③ 小本川の氾濫による浸水被害
(岩手県岩泉町)

【平成29年7月九州北部豪雨】



④ 桂川における浸水被害
(福岡県朝倉市)

【平成30年7月豪雨】

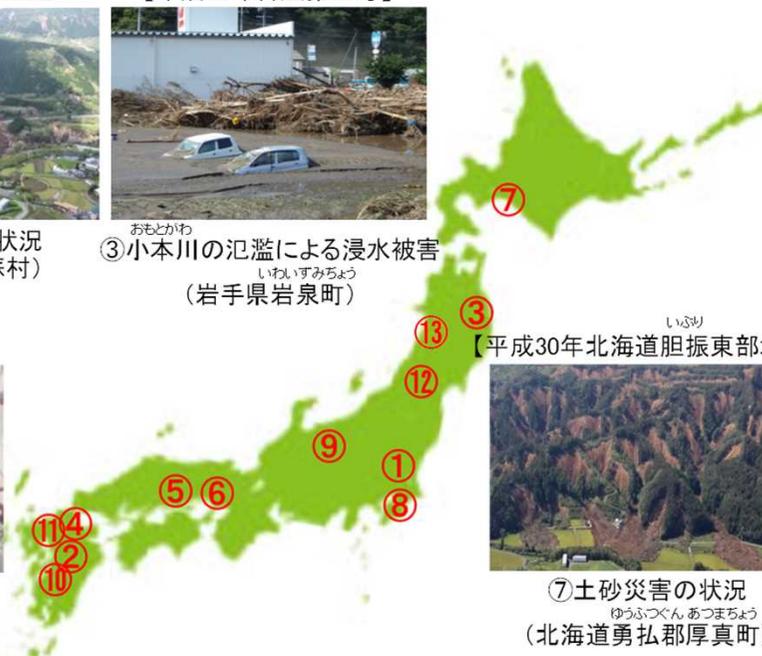


⑤ 小田川における浸水被害
(岡山県倉敷市)

【平成30年台風第21号】



⑥ 神戸港六甲アイランドに
おける浸水被害
(兵庫県神戸市)



【平成30年北海道胆振東部地震】 【令和元年房総半島台風】



⑦ 土砂災害の状況
(北海道勇払郡厚真町)



⑧ 倒木・倒壊の状況
(千葉県鴨川市)

【令和元年東日本台風】



⑨ 千曲川における浸水被害状況
(長野県長野市)

【令和2年7月豪雨】



⑩ 球磨川における浸水被害状況
(熊本県人吉市)

【令和3年8月豪雨】



⑪ 池町川における浸水被害
(福岡県久留米市)

【令和4年8月の大雨】



⑫ 最上川における浸水被害
(山形県大江町)

【令和5年7月の大雨】



⑬ 太平川における浸水被害
(秋田県秋田市)

デジタル技術の進展

【国内での5G通信の普及と新たなBeyond 5G(6G)の登場】

5G

データの高速通信

- 2023年3月末、5Gの人口カバー率が全国96.6%を達成。5G市場は依然拡大
- 次世代情報通信Beyond 5G(6G)の2030年代導入にむけた取組みが開始

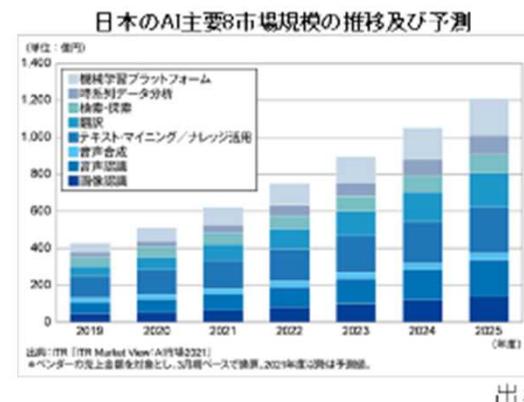


【AI市場は加速度的に成長】

AI

データの認識・判断

- AIプラットフォーム、SaaS型AIアプリケーションの活用。導入支援やコンサルティングサービスへの投資が増加
- ChatGPT等の革新的なサービスの登場

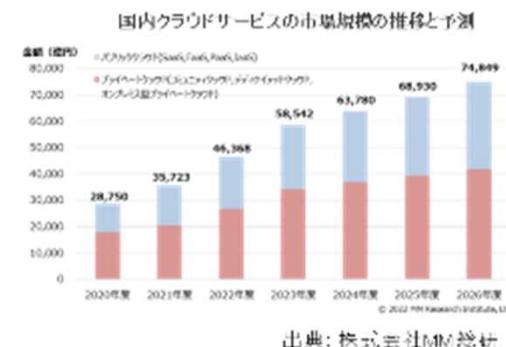


【クラウドサービスの国内市場規模は年々拡大】

クラウド

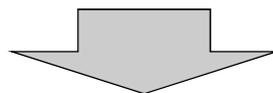
データの保存処理

- 企業の既存システムをパブリッククラウドに移行する動きが加速

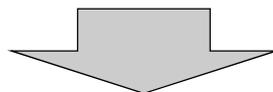


インフラを取り巻く社会情勢

- ①生産年齢人口の減少
- ②働く日数・時間の適正化・減少、働き方改革(子育て・介護)
- ③気候変動の影響(災害の激甚化、頻発化、猛暑日の増加等)
- ④AI・5G・クラウドなどのデジタル技術など進展、インフラニーズの高度化



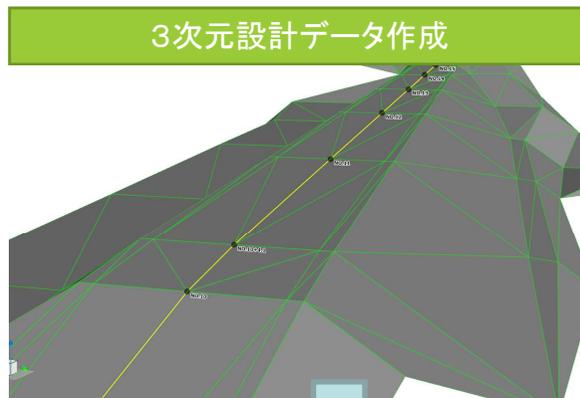
建設現場の省人化対策、リモート・オフィス化
をさらに加速することが必要



デジタル技術・データの活用により
i-Constructionを深化させることが必要ではないか。

【ICT施工】現状のi-Construction(ICT施工)の取組

○ i-Constructionでは、3次元データを取得し、設計データを建設機械に入力し、建設機械の作業支援を実施。



3次元施工データにより
ガイダンス(誘導)されるので
丁張が不要に
(建設機械のオペレーターは必要)



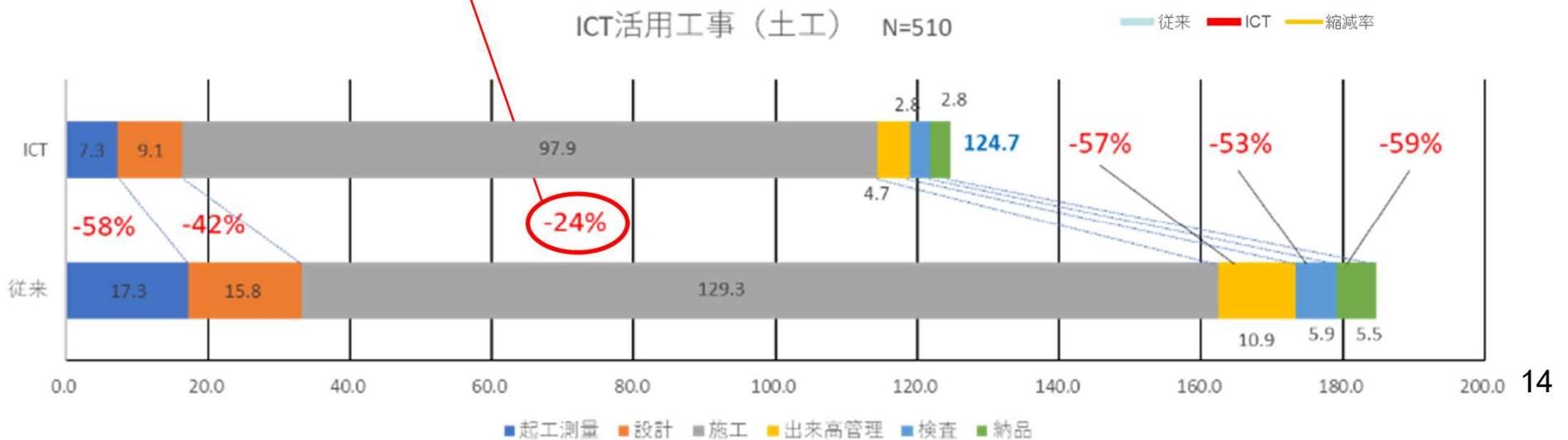
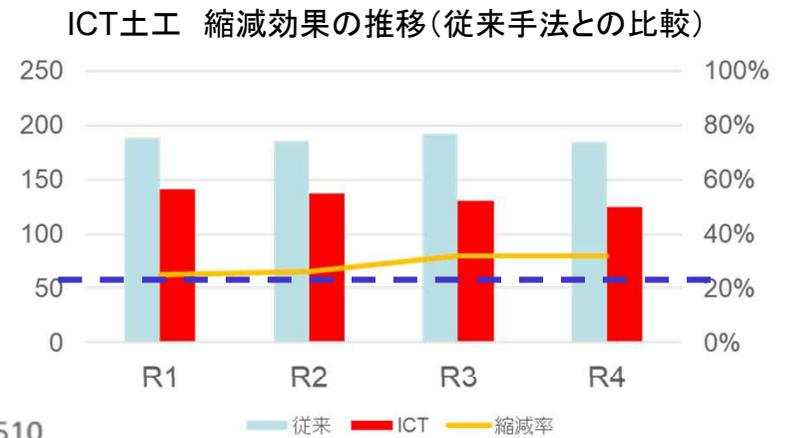
【ICT建機のブルドーザの液晶画面】
画面施工目標と自機の状態表示を行っている。
MC(マシンコントロール)の場合は、オペレータは
前後進のみの操作で、ブレードは自動で上下する。

【ICT建機のバックホウの液晶画面】
画面に施工目標と自機の状態表示を行っている。

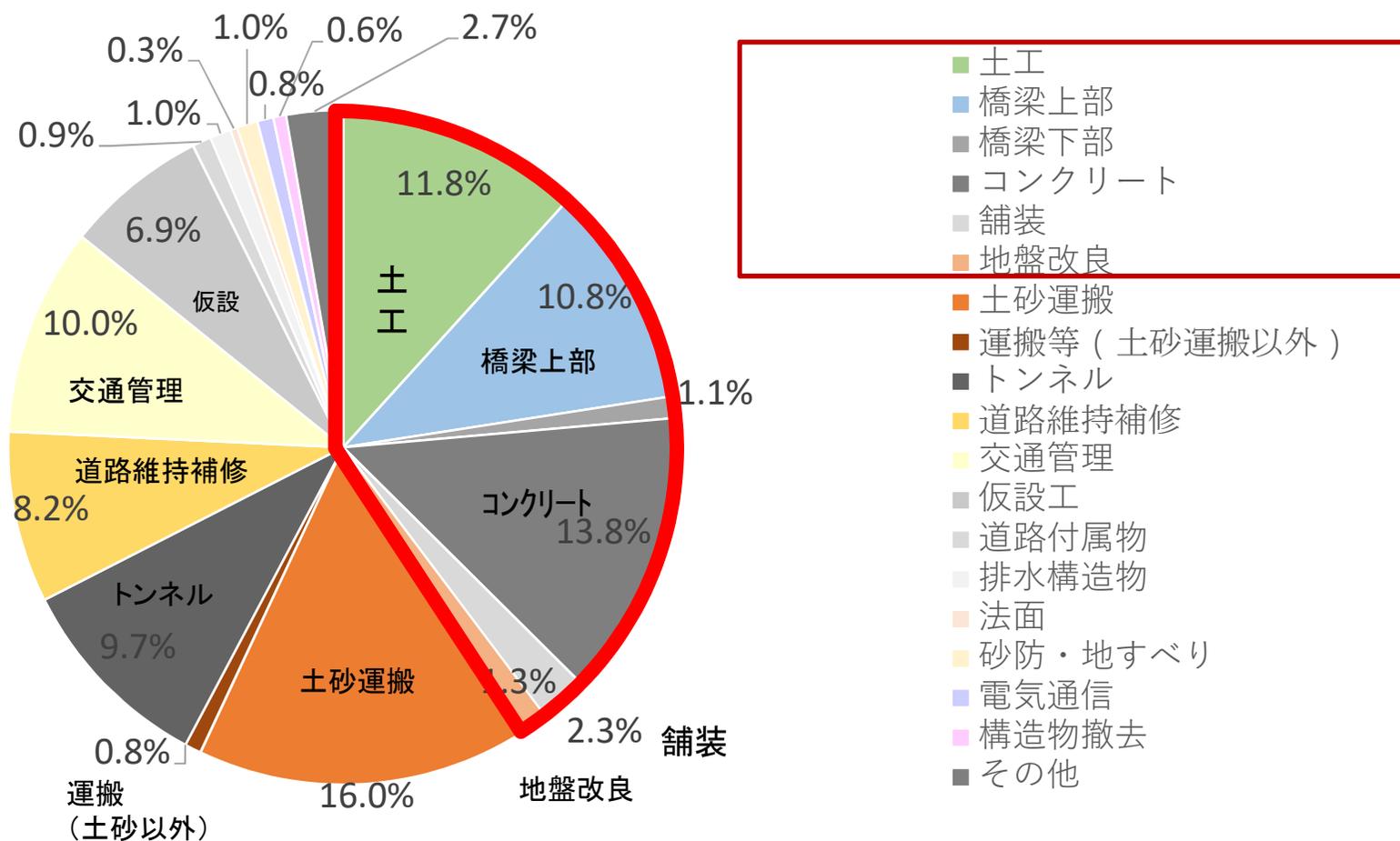
【ICT施工】新たな観点での効率化が必要

- i-Constructionの推進により工種単位の効率化を実施。ICT土工では縮減効果が約三割で横ばい。更なる効率化のためには新たな手法が必要。
- 「施工」において、一層の効率化をする必要がある。

新たな手法により施工の更なる効率化が必要



- これまで、土工や舗装については、ICT施工の取組や、コンクリート等については、規格の標準化の取組を進めてきたところである。(工種全体の約4割程度)
- 工事規模を踏まえ、運搬などを効率化する取組を進めることが必要

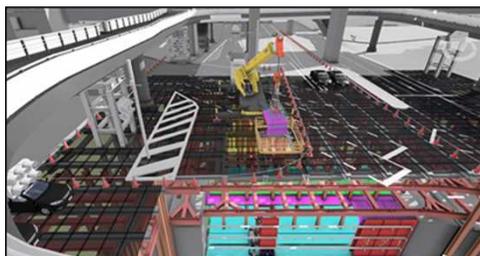


※R3年度直轄土木工事実績(労務費)より算出

i-Constructionの更なる展開の取組イメージ

① BIM/CIM

デジタルツインにより
建設現場のデータ活用・
見える化



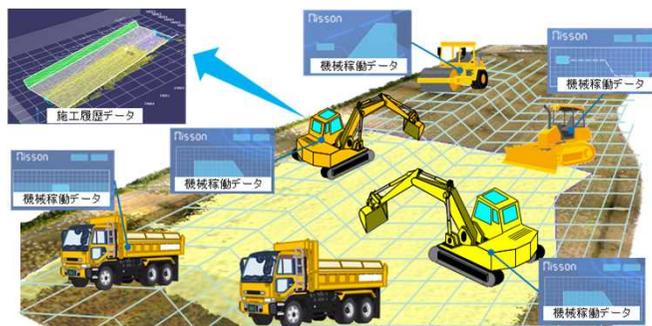
② ICT施工

リアルタイムデータの活用

データは設計→建機の
一方向の活用



現場↔建機の双方向で
リアルタイムデータ活用



③ 建設現場のリモート・オフィス化

- 危険な作業現場での遠隔操作による無人化施工（遠隔施工の一種）
→ 危険な作業現場以外での拡大
- リモートでの施工管理などの省人化の取組
→ デジタル配筋検査などの施工管理の効率化
プレキャストなどの工場製作の活用

大規模な現場等においては

④ 自動・遠隔施工



技術
開発

- ムーンショット型研究開発
- 宇宙建設革新プロジェクト

バックキャスト

環境整備

安全

地球
環境

開発
環境

安全ルール
策定
自動・遠隔施工
の現場実証

GX建設機械
認定制度
電動建機

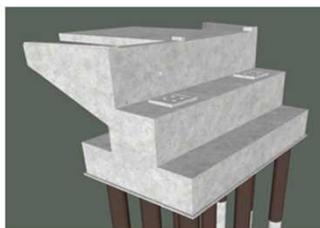
自律施工
技術基盤
OPERA
(土木研究所)

①BIM/CIMのi-Constructionの更なる展開のイメージ

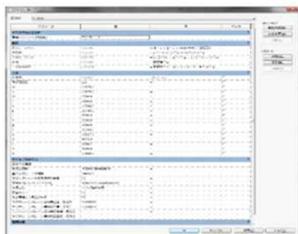
- 令和5年度より、BIM/CIM原則適用が開始
- BIM/CIM の特徴である3次元データであることを活かし、デジタルデータによるマネジメントを推進していく
- 3次元データによる上流工程からの手戻り防止だけではなく、建設現場をデジタル化・見える化し建設現場の作業効率の向上を目指す

<3次元モデル>

BIM/CIM
(3次元データで可視化)



3次元形状データ



属性情報(部材の名称、規格等)

<データ連携・デジタルツイン>

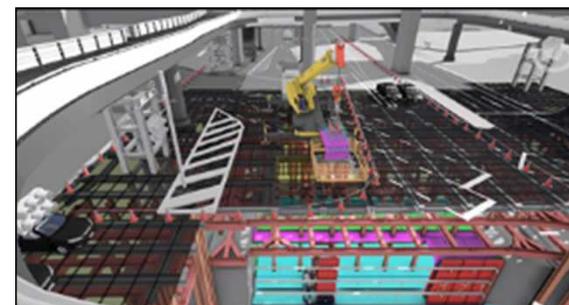
更なる展開のイメージ

建設生産プロセスの連携
データ連携(例)

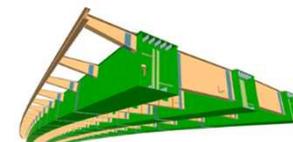
3Dモデルからの自動積算

品名	単位	数量	単価	金額
コンクリート	m ³	100.0	1,200	120,000
鉄筋	t	5.0	20,000	100,000
型枠	m ²	200.0	500	100,000
土工	m ³	50.0	2,000	100,000
その他				100,000
合計				420,000

デジタルツインにより
建設現場のデータ化・見える化



3次元の設計データ
工場製作に自動的に活用

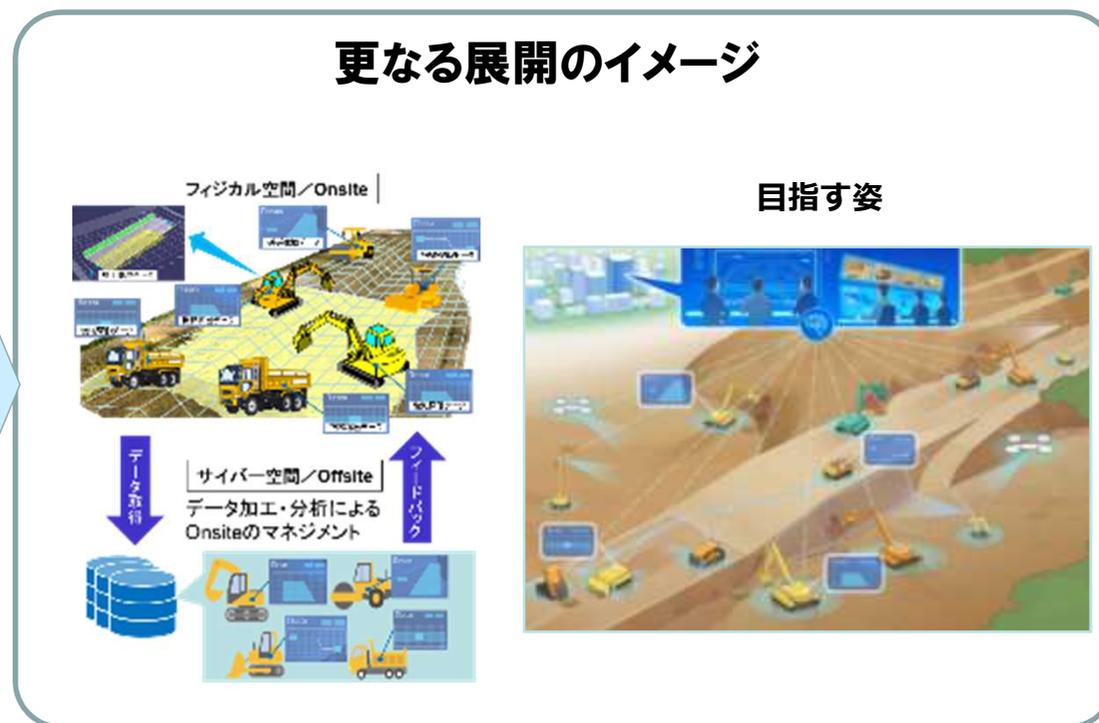


3次元モデル(IFC)

②ICT施工のi-Constructionの更なる展開のイメージ

- 従来のICT施工では、3次元データを建機に入力し、建機の作業支援を実施。
- デジタル技術をさらに活用し、データ取得・活用の双方向で利用していく建設現場のデジタル化を進める

＜データの一方方向／建機の作業支援＞ ＜データの双方向／建機の効率化、建機の自動化・自律化＞

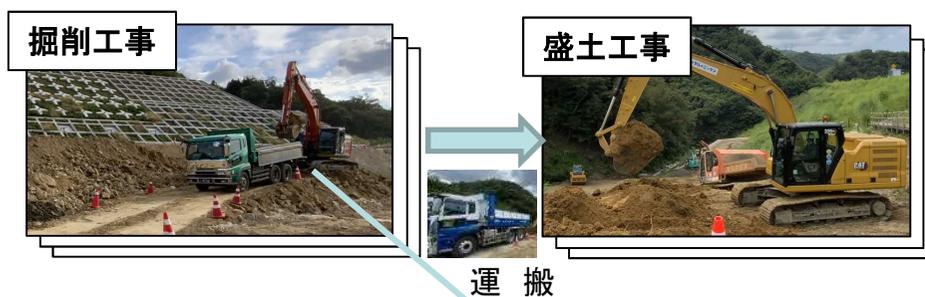


②【ICT施工】工事現場全体の最適化の取組(例)

○ 建設現場に出入りする、建設機械の位置情報をICTやカメラ映像で把握し、そのデータをサイバー空間で分析し、工事現場全体の最適化を目指す取組も進んでいる

ICT建設機械(トラック)の土量も把握し、効率的な土量配分も可能に

3次元点群データやBIM/CIMモデルとカメラ映像を連動させ、建設機械等の位置情報を把握



[BIM/CIM共有クラウド「KOLC+」がクラウド録画サービス「Safie」とAPI連携。デジタルツイン遠隔臨場が可能に | 株式会社コルクのプレスリリース \(prtmes.jp\)](#)

国土交通省四国地方整備局 土佐国道事務所
波川高架橋

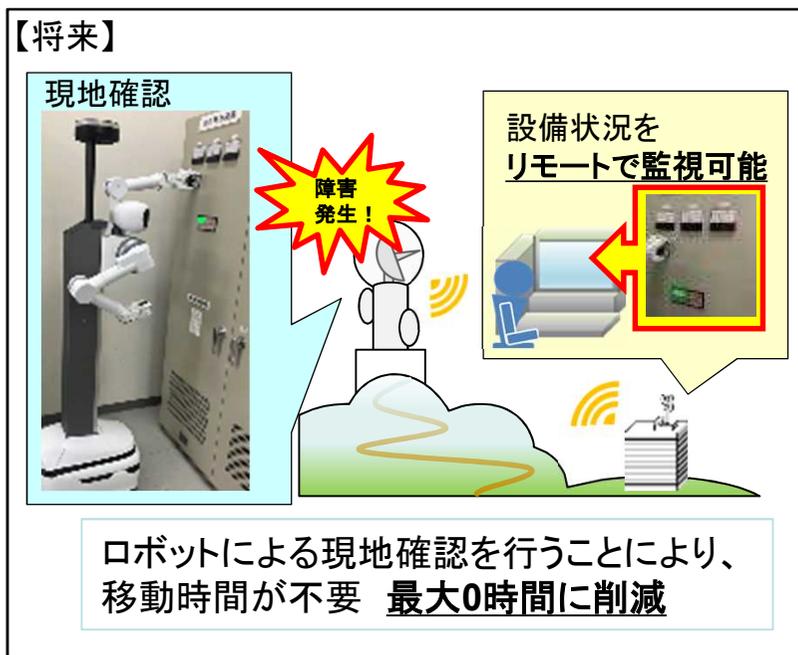
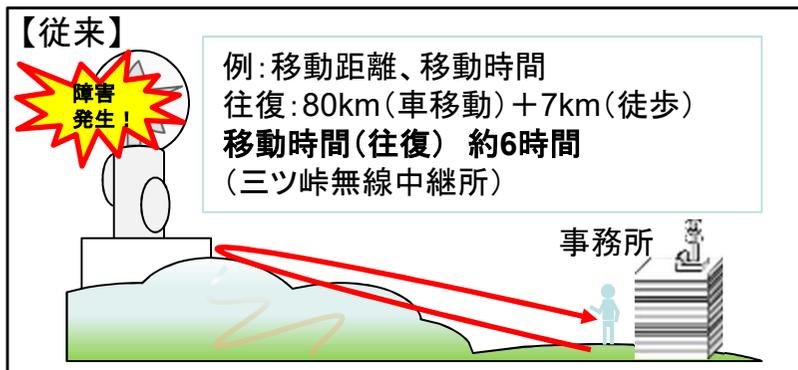
- 災害時の危険が伴う斜面对策工事等においては、安全確保のため、無人化施工により工事を実施。
- 大容量データ伝達が可能なネットワークを構築し、1km以上離れた操作室より、同時に14台の重機を混線することなく操作。

<阿蘇大橋地区の大規模崩壊斜面对策>



③【リモートオフィス】リモートメンテナンスのイメージ

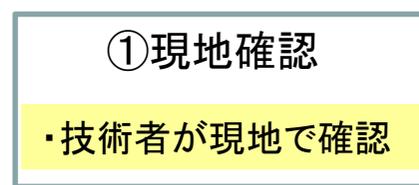
- 災害時・障害時等における、迅速な対応を実現するため遠方施設における**ロボットの自動・遠隔操作による設備点検**を検討中
- 国土交通省の施設内にてロボットによる表示ランプやメータリングの確認、スイッチ操作の動作試験を行っており、今後は山岳地や離島の施設における試験を予定



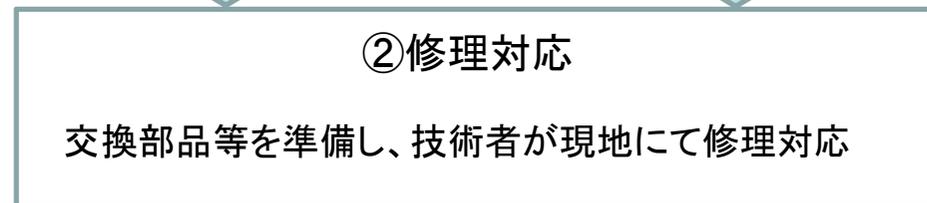
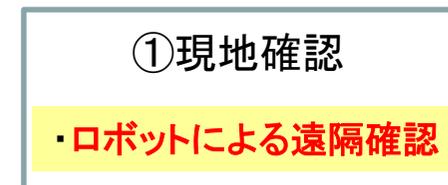
事例: 山間部無線中継所の設備にて障害発生

- ・従来の設備障害対応で2回技術者が現地対応していたものが、**1回のみ**となり対応の迅速化(早期復旧)、**人員の拘束時間の減少(省人化)**

【従来】



【将来】

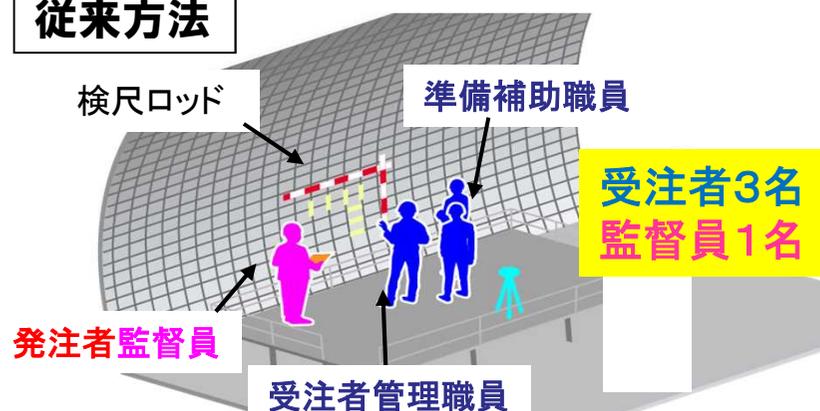


本件は電気通信技術ビジョン4の施策です。

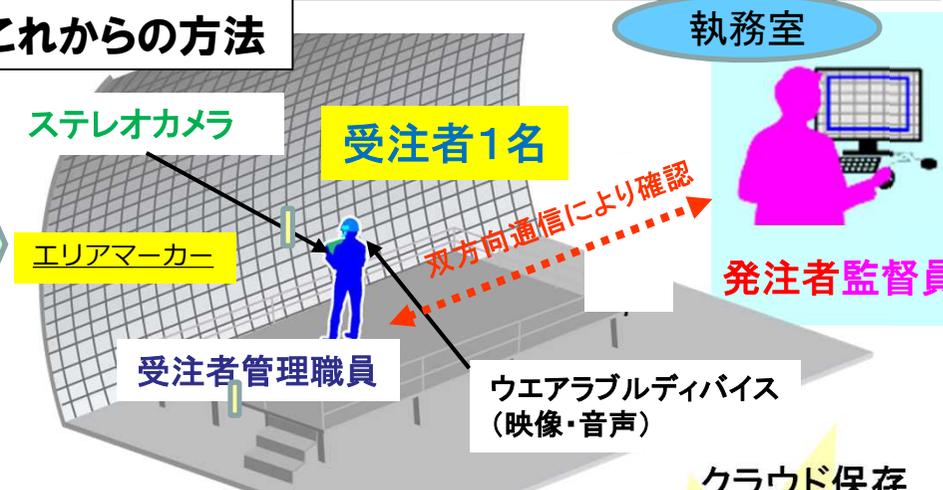
③【BIM/CIM・リモートオフィス】デジタルデータを活用した配筋確認の省力化

- デジタルカメラで撮影した画像の解析により配筋間隔・本数・径・かぶりなどを計測し、構造物配筋の出来形を確認（令和5年7月本格運用）
- 3次元設計データ(BIM/CIM)の適用も今後検討

従来方法



これからの方法



ステレオカメラによる配筋検査の省力化の例

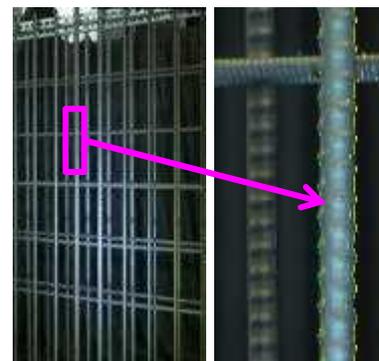


撮影状況



システムイメージ (ステレオカメラ)

画像解析により、鉄筋径やピッチを非接触・効率的に計測可能。



画像中の特徴から鉄筋位置を検出

クラウド保存
(ブラウザ確認)

- ・配筋計測に係る時間を大幅に短縮！
- ・受発注者の現場作業減！

④【自動・遠隔施工】ダム建設工事現場における自動・遠隔施工の取組み

- ・堤体CSG打設現場では、建設機械の自動化システム「A⁴CSEL[®]※1」を導入
- ・管制室から複数の建設機械に作業指示を出すことにより、自動ダンプ、自動ブルドーザ、自動振動ローラ等が自動運転を行い、生産性・安全性の飛躍的な向上を図る施工システム
- ・堤体打設のピーク時には、20数台もの重機が自動運転により昼夜連続で同時稼働
- ・CSGの堤体打設に自動化技術を全面導入し、「建設現場の工場化」を実現

※1:A⁴CSEL[®](クワッドアクセル:Automated/Autonomous/Advanced/Accelerated Construction system for Safety,Efficiency,and Liability) 鹿島建設が開発した建設機械の自動化技術による次世代の建設生産システム



A⁴CSELの自動化建設機械が連携して堤体打設を行う様子

(出典)鹿島建設HPより

A⁴CSELによる自動化建設機械



自動ダンプトラック



自動ブルドーザ



自動振動ローラ



自動清掃車

(出典)鹿島建設HPより

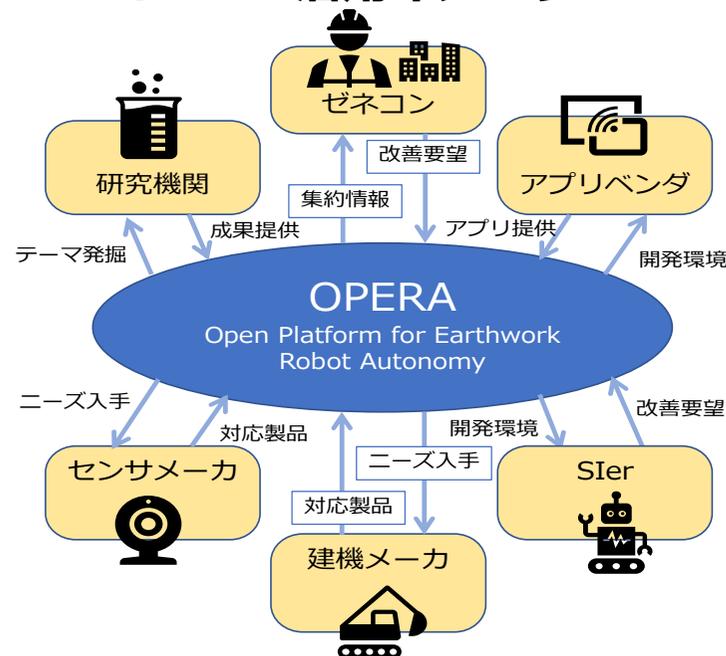
④【自動・遠隔施工】自動・遠隔施工のオープンプラットフォームの取組

- ・土木研究所において、建設施工の自動化・遠隔化技術の開発がより促進される環境の整備を目的に、誰でも利用できるオープンな研究開発用プラットフォームである「自律施工技術基盤OPERA※」の整備に取り組んでいる。
- ※Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy
- ・OPERAは、異なるメーカーの建設機械についても、ユーザーである建設会社が同じプログラムで動かせるよう、両者の間を繋ぐ共通制御信号やミドルウェア、開発環境となるシミュレータを公開するとともに、研究開発に必要なハードウェア(建設機械、実験フィールド、無線通信システムなど)を提供している

OPERA構成要素概略図



OPERA活用イメージ



2022年9月に9団体(13者)とOPERAを活用した自動・遠隔技術に関する共同研究を開始

建設会社		建機 メーカ	異業種	スタートアップ ^o	大学	計
大手	地域					
3	2	2	5	2	1	13

ご意見いただきたい内容

1. 建設現場にデジタル技術を更に活用していくうえでの留意点
2. 少子化の時代において、持続可能な建設業の環境整備に向け、i-Constructionではどのような目標設定をすべきか
3. 省人化、リモート・オフィス化のために既存技術よりも高価な技術を導入していくことの方