

建設生産システムにおける デジタル技術の活用と トランスフォーメーションの推進

中国地方整備局 中国技術事務所長 前田 文雄

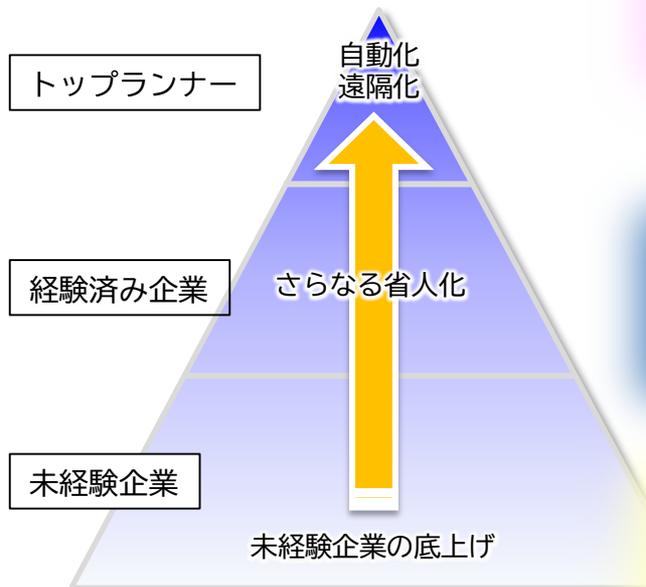
1. 中国地方整備局管内のトップランナーの取組
2. デジタル技術の活用とトランスフォーメーションの推進

1. 中国地方整備局管内のトップランナー の取組

○ ICT活用の普及促進に向けた取り組み

- ・直轄工事では、ICT施工の実施率は進んで来たものの、地方中小企業ではICT経験値やスキルなど取組状況に差が生じており、それぞれのレベルに応じた普及に向けた取り組みを実施する必要がある。

中国地方のICT活用 普及イメージ



新たな技術を活用する取り組み

- ・無人化施工（遠隔操縦）体験 など
- ・新たな技術を積極的に導入（受発注者協議による試行）

技術を広げる取り組み

- ・注目のICT建設機械の操作体験
- ・新たな取組、新技術をカタログ化し、HP掲載（様々な企業の取り組みを紹介することで新技術等の拡大） など

裾野を広げる取り組み

- ・未経験企業向けICT活用セミナー
- ・ICT施工、BIM/CIM活用の基礎的な学習（eラーニング）
- ・DXセンターを活用したICT体験学習、担い手育成 など

令和7年1月29日

中国5県2政令市 技術管理担当課長 様
 (一社) 日本建設業連合会 中国支部 様
 (一社) 日本道路建設業協会 中国支部 様
 (一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会 中国支部 様
 (一社) 日本橋梁建設協会 中国事務所 様
 (一社) 鳥取県建設業協会 様
 (一社) 島根県建設業協会 様
 (一社) 岡山県建設業協会 様
 (一社) 広島県建設工業協会 様
 (一社) 山口県建設業協会 様

国土交通省 中国地方整備局
 企画部 技術調整管理官

「インフラDX好事例集」のHP掲載について

平素より国土交通行政にご理解とご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

令和6年度に「i-construction2.0」が公表され、中国地方整備局としては更なる建設現場の働き方改革、建設現場のオートメーション化を進めているところです。整備局が収集した先進的な取組のスピーディーな横展開を目的として整備局のHPに掲載しましたので参考にしていただければと思います。

今後は、建設業関係者の皆さまが実施している新しい技術等について、整備局HPを活用して収集し、省人化・省力化に資する様々な技術の普及拡大を推進しますので、ご協力をよろしくお願いいたします。



<HP掲載URL> ○インフラDX取組事例

<https://www.cgr.mlit.go.jp/kikaku/infradx/genba/index.html>



<DX取組窓口URL> ○中国地方整備局インフラDX相談窓口

<https://tavori.com/form/b7fd5c0c02b55c52b744dae2c8ded29a401a56b4/>

<問い合わせ先>

国土交通省 中国地方整備局 企画部 技術管理課 TEL 082-221-9231 (代表)

○インフラDX取組担当 工事品質管理官 藤原、建設専門官 新田

インフラDXの取り組み

インフラ分野においてデータとデジタル技術を活用し、社会経済状況の変化に対応した社会資本整備や公共サービスを提供するとともに、建設現場の生産性向上を図りつつ、職員を含めた建設業界の働き方改革を実現するため、整備局横断的に取組を推進します。



Chugoku Infra DX

- 中国インフラDXセンター



- BIM/CIM



i-Construction

- i-Construction



- 相談窓口/お問い合わせ

企画メニュー

- 中国地方の目指すべき将来の姿
- 安全安心なまちを作る取り組み
- 自然、文化、伝統を守る取り組み
- 地域の皆さま参加型プロジェクト
- 建設事業者の皆さまへ
- 自治体の皆さまへ

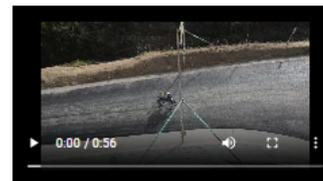
建設現場のDX取り組み

中国地方の建設現場における新技術・i-ConstructionなどインフラDXに関する取り組みを紹介します。

- [中国地方の建設現場におけるインフラDX](#)



規格値スペースを用いた出来形管理とデジタルツイン遠隔立会



ロボットによる省人化、建設機械の遠隔操作

□ チルトローテータによる人力作業の機械化

バケットを回転、傾けることにより施工範囲を拡大

【回転】



【チルト】



これまでバックホウで掘削できなかった箇所(人力作業)でもバケット向きを変えられるため、掘削が可能となった。

オペレーターは、3次元データを確認しながら安全に作業を行い、

**15日⇒7日間
に工程短縮**

掘削 施工状況

ICT建設機械等認定制度にチルトローテータ搭載建機の認定が追加

- ICT施工の中小企業等への普及拡大に向け、必要な機能等を有する建設機械等(後付け装置含む)を認定するICT建設機械等認定制度を令和4年6月に開始。84型式(R6.12現在)を認定済。
- i-Construction2.0を令和6年4月に公表し、2040年度までに少なくとも省人化3割を目指す取組に資する建設機械の普及促進を行うため、**新たに省人化建設機械の認定を追加。**
- 他方、今後も中小規模の工事へのICT施工の普及は必要であり、**従前の取組も継続。**

ICT建設機械及びICT装置群の認定 (従来制度・継続)

■対象となる主な建設機械(後付け装置のみも対象)



■主な要件

- ▶必要機能を有すること(ICT機能)

省人化建設機械の認定 (今回追加)

■対象となる主な建設機械(後付け装置のみは対象外)



※上記2機種から認定を開始

■主な要件

- ▶必要機能を有すること
(ICT機能、チルトローテータ機能のいずれか又は両方)
- ▶省人化基準を満たすこと(従来手法と比べ3割超の省人化)

■認定フロー



■認定表示

認定機械には認定表示を付すことが可能。



<従来制度(継続)>



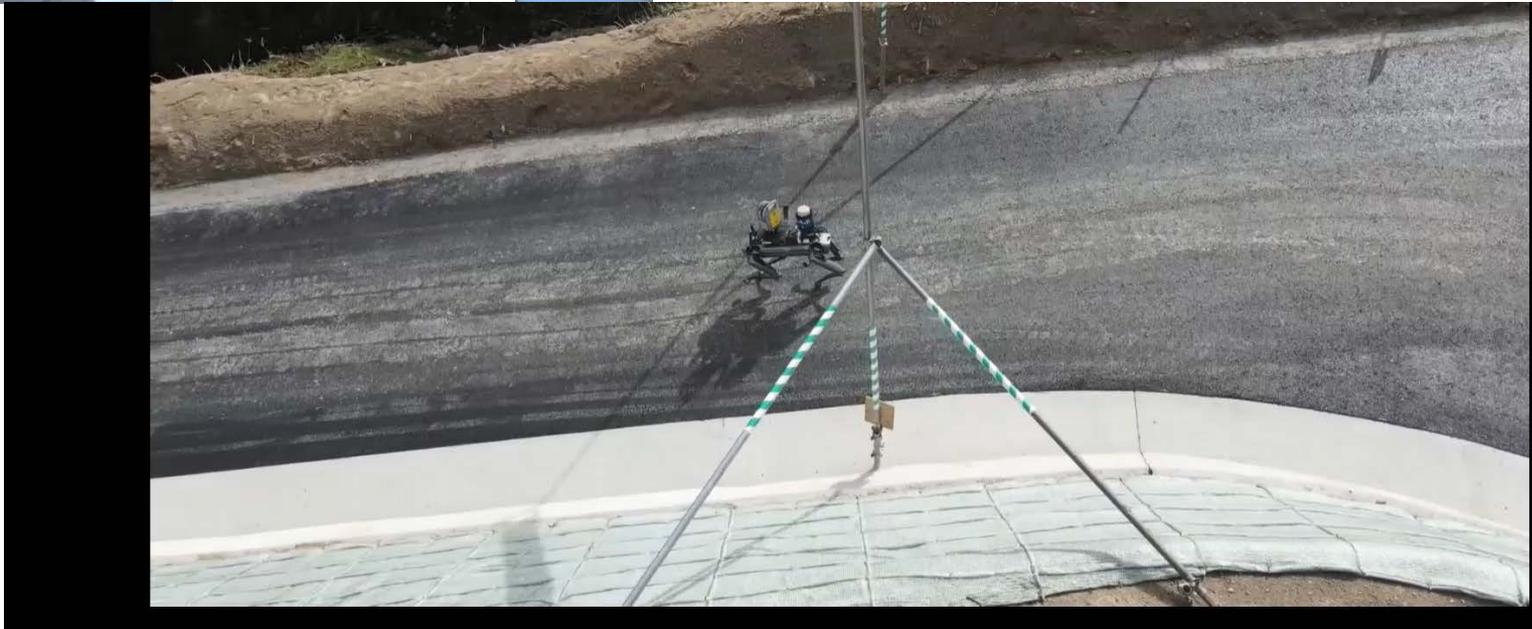
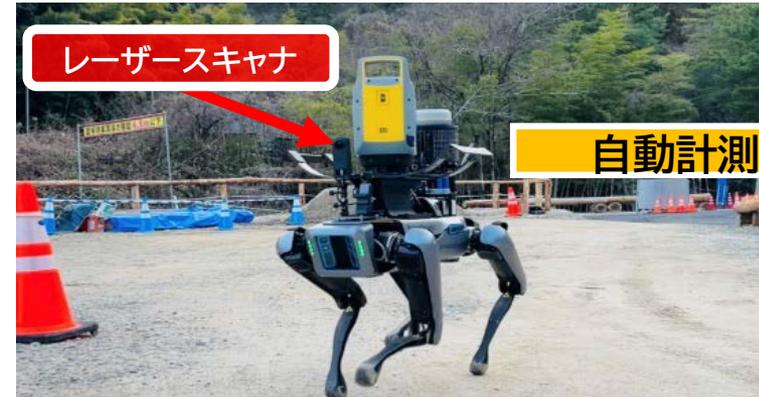
<今回追加>

□ 自動化・遠隔化

- 安全で快適な環境からの遠隔操作

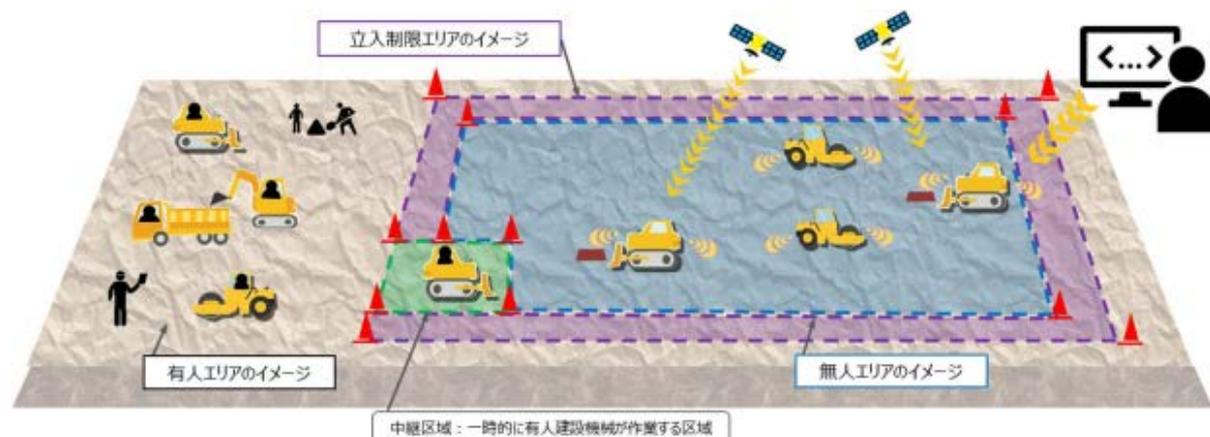
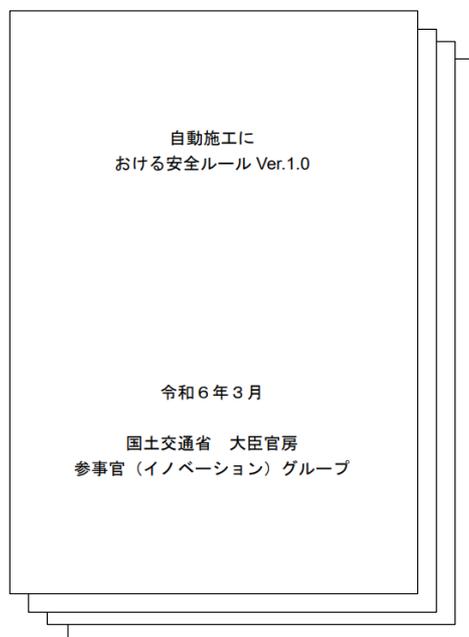


- 自立4足歩行ロボットによる省力化



- 製造・販売者、施工者(通常は元請)、使用者(通常は重機オペなどの労働者)が、安全確保の役割を分担することから、それぞれの所管省庁(*)が協議会に参画して策定したもの
- 非常時に備え遠隔で人が介入できることが前提であるため、「自動施工」を前提としない「**遠隔施工**」にもこのルールは自ずと適用可能

(*) 経済産業省(製造業)、厚生労働省(労基)、国土交通省(建設業)



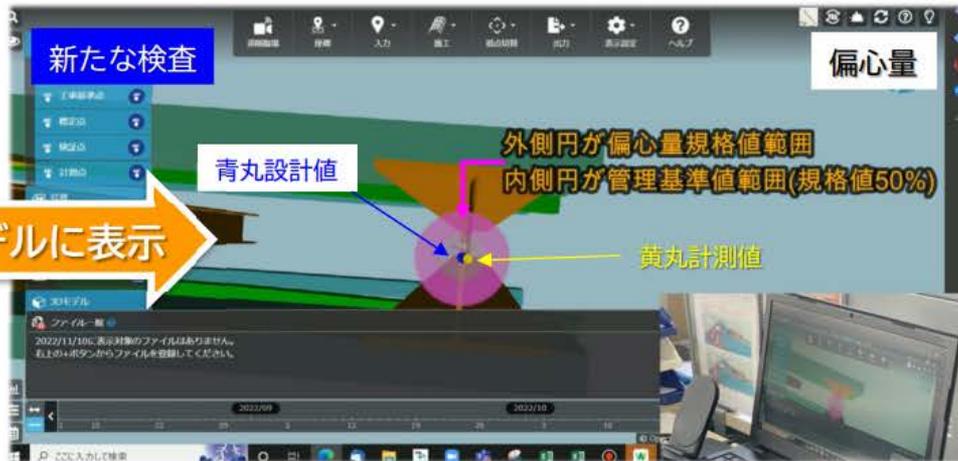
- ✓ 無人エリア、有人エリア、立入制限エリア、中継区域 というエリアを先ずは定義
- ✓ その上で、製造者等、販売者等、施工者等又は使用者が連携してリスクアセスメントを実施する、ということが基本的な記載内容

□ 遠隔臨場の計測結果を3Dモデルで即座に確認

支持杭出来形計測（偏心量、基準高）

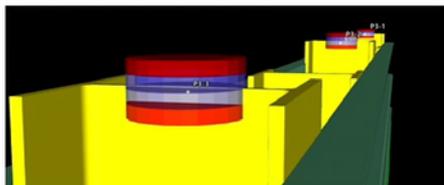


計測値を3次元モデルに表示



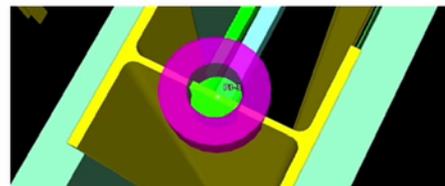
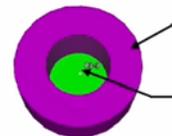
基準高スペース

- + 側 25から50の範囲
- + 側 0から25の範囲
- 側 0から25の範囲
- 側 25から50の範囲



偏心量スペース

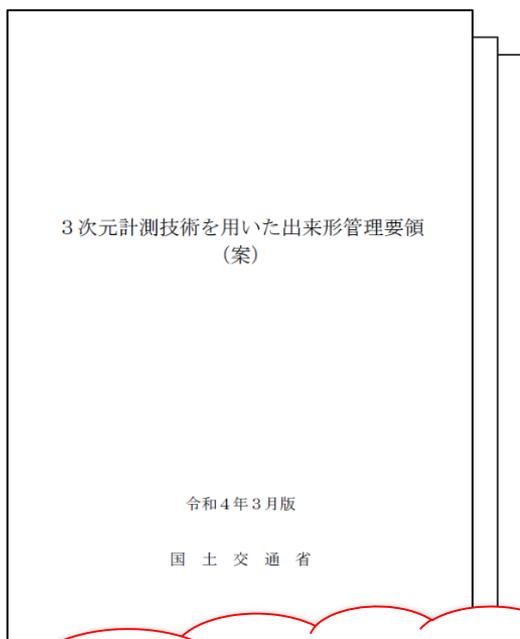
- 中心から100の範囲
- 中心から50の範囲



①規格値スペースモデルの作成・配置 (TREND-CORE、SketchUp等)

□ 監督検査の効率化に繋がる受注者の率先的な提案を試行として積極的に実施する旨の通知

→基準化を待つこと無く、現場判断で採用することが望ましい！



出来型管理要領のページ数は増える一方。
(1422ページ)

デジタルデータを活用した監督・検査等の実施について (試行)

国土交通省では、i-Construction 2.0 の取組として建設現場のオートメーション化を進めることにより、2040年度までに少なくとも省人化3割、すなわち生産性を1.5倍向上することを目指しているところ。

デジタル技術の進展は日進月歩で進んでおり、施工管理、監督・検査等においても i-Construction 2.0 の柱の一つである「データ連携のオートメーション化 (ペーパーレス化)」につながる様々な技術が導入されている。今般、新技術を積極的に活用し業務の効率化を進めるため、受注者からデジタルデータを活用した新しい施工管理、監督・検査の手法の実施について提案があった場合は、以下を踏まえ積極的に試行すること。

また、基準改定の参考とするため、試行結果については共有願いたい。

記

1. 実施内容

- 1) 受注者から、現行の基準・手法や納品方法とは異なるが、3次元モデルやAR等のデジタル技術を活用し、現行と比べて簡素化・効率化等を図ることができる新たな施工管理、監督・検査の手法の活用について協議があった場合は、従来方法との比較を実施した上で、監督・検査等に支障が生じないことを受発注者双方で確認できた場合に、現行の基準に替えて、新たな手法の活用を可能とする。
- 2) 実施にあたっては、実施内容等を施工計画書に反映する。
- 3) 実施後、基準改定の参考とするため、施工計画書等、実施内容が分かる資料を本省に提出する。
- 4) 受注者から本試行の協議があった場合は、必要に応じて各地方整備局等技術管理課又は本省へ事前照会すること。

2. デジタル技術の活用と トランスフォーメーションの推進

生産年齢人口の2割減少

2020年度 約**7,509**万人

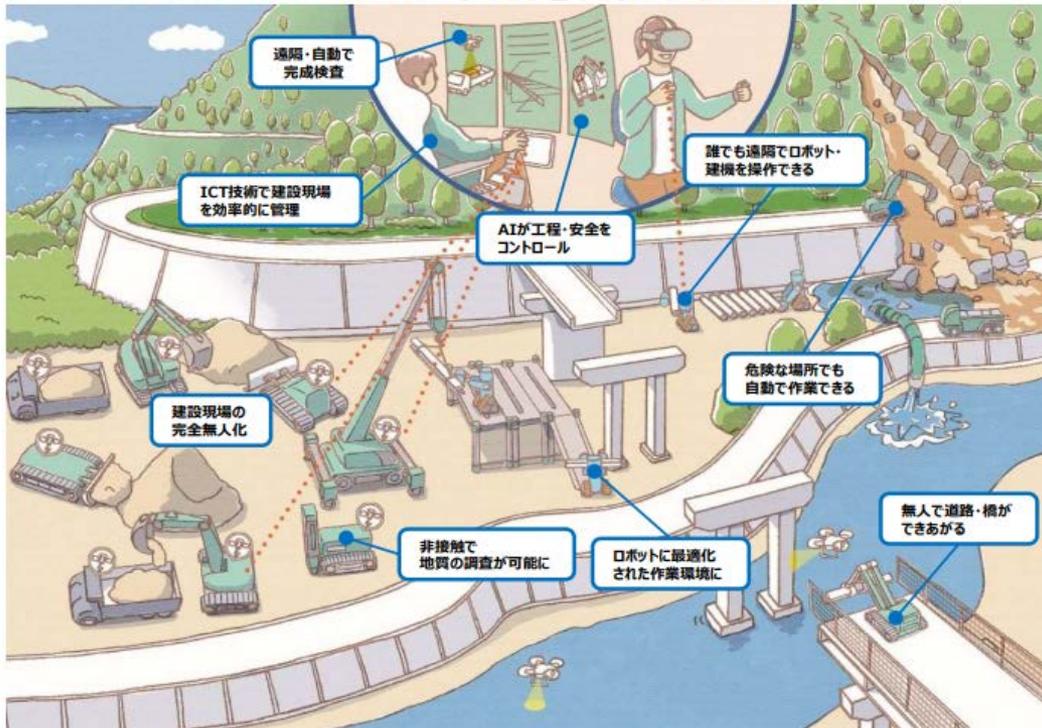
➔ 2040年度 約**6,213**万人

災害の激甚化・頻発化



能登半島地震
(R6.1.1)
石川県輪島市

i-Construction 2.0で実現を目指す社会(イメージ)



第5期技術基本計画を基に一部修正

i-Construction 2.0 で2040年度までに 実現する目標

省人化

- ・人口減少下においても持続可能なインフラ整備・維持管理ができる体制を目指す。
- ・2040年度までに少なくとも省人化3割、すなわち生産性1.5倍を目指す。

安全確保

- ・建設現場の死亡事故を削減。

働き方改革・新3K

- ・屋外作業のリモート化・オフサイト化。

(1) BIM/CIM活用による生産性の向上に向けた取組

- ・ 事業プロセス一気通貫の3次元データ活用（測量・設計の高度化、施工・管理との連動）
- ・ 河川維持管理の高度化・効率化に向けた3次元データの活用
- ・ DX研修の構築（DXセンターの活用）

(2) i-Construction2.0の実現に向けた取組

- ・ 建設機械施工データの活用による建設現場の効率化（施工の高度化・効率化）

(3) 管理の高度化・効率化、AIの活用による行政サービスの向上、業務改善

- ・ ドローンを活用した河川管理
- ・ 生成AIを活用した業務の効率化
- ・ 働く場所を自由に選択できる環境整備
- ・ 用地取得状況等の情報の共有
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化

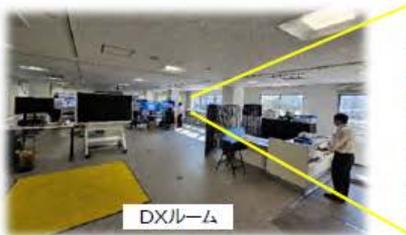
(4) 激甚化・頻発化し、猛威を振るう自然災害への対応

- ・ 災害対応の自動化
- ・ 水域施設・岸壁の利用可否判断の迅速化・効率化

- ✓ 災害対策用機械の配備、技術開発、職員研修、DX人材育成等を担う中国地方整備局の事務所



- ✓ 最先端のインフラDX技術が体験出来、それらを扱うスキルを習得できる研修を提供する拠点として、中国技術事務所内に、中国インフラDXセンターをR6.12開所。令和7年度は6月5日～受講可能



豊富な体験コンテンツ

様々なDX体験コンテンツにより、ICT活用の利便性を実感

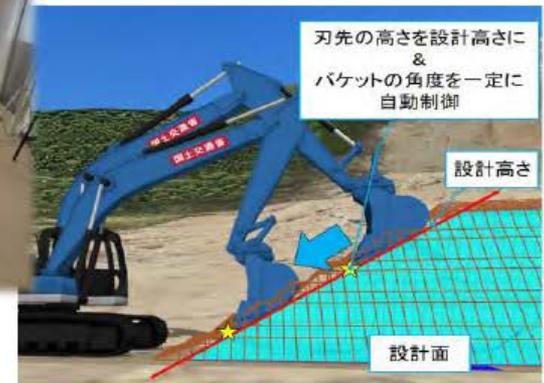
遠隔臨場体験



3次元測量体験



建設機械の自動制御(MC)を体験できる運転シミュレータ



様々なDX研修による人材育成

3次元CADセミナー



DXセンター整備の目的

i-Construction2.0(建設現場のオートメーション化)のトップランナー施策を担う諸技術を、いち早く体験出来る拠点として整備し、その普及促進の一助とすること

i-Construction2.0 トップランナー施策と体験メニュー

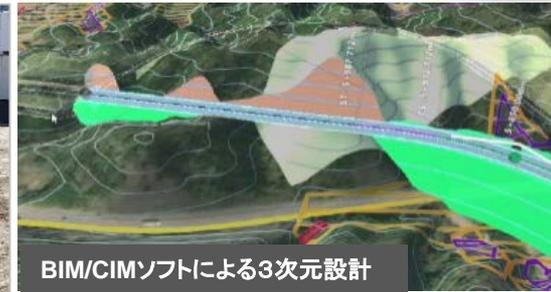
1. 施工のオートメーション化

- 遠隔施工(無人化施工)
- 自動施工



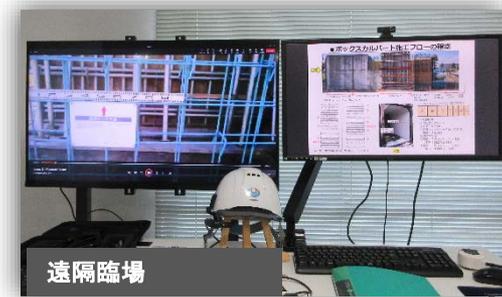
2. データ連携のオートメーション化

- BIM/CIMの徹底
- 3次元測量・3次元設計標準化
- データ利活用 → AR・VR活用

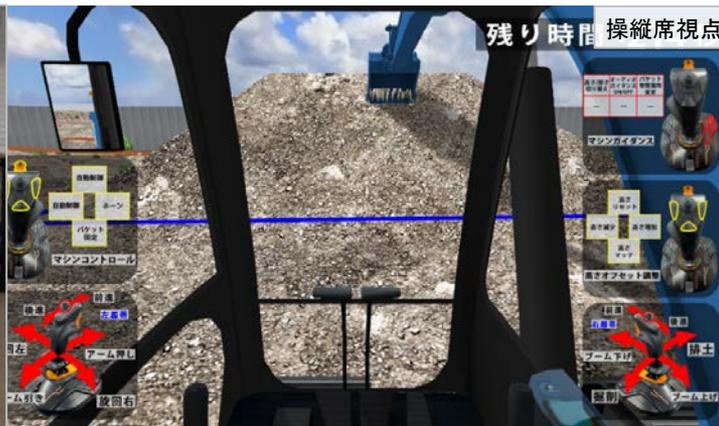


3. 施工管理のオートメーション化

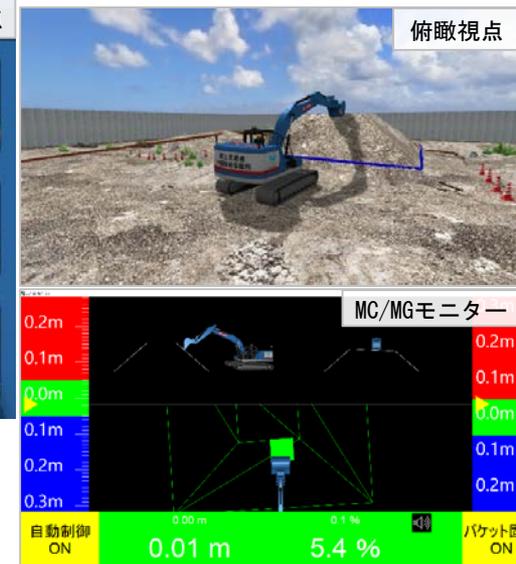
- リモートによる監督検査
→ 遠隔臨場の推進



- 遠隔操作施工未経験、そもそも重機操作自体が未経験の方々に、操作体験の場を提供する目的で、バックホウシミュレータを整備
- 他地整のDXセンターにも導入事例はあるが、本センターの機材の特徴は以下の通り。
 - マシンコントロール(MC)／マシンガイダンス(MG)機能が体験出来る(全国初)
→操作難易度のハードルを下げ、未経験者の入職促進に寄与
 - 設計面、地形面の形状変更が可能
→体験内容を変更することができるため、体験の陳腐化が防げる。



シミュレータ操縦画面（4画面表示）



(※) マシンコントロール (MC)

施工機械の位置情報を取得し、3次元設計データの設計値より深く掘削しようとする自動で止まり掘りすぎないように制御します。

(※) マシンガイダンス (MG)

施工機械の位置情報を取得し、3次元設計データと刃先との差（距離）をモニター画面やガイダンス音によりオペレーターに知らせ、操作を補助します。

- ❑ 従来より、新規採用職員向けの研修では課題解決型実習に取り組んでいるが、その道具としてBIM/CIMを活用する経験を積ませることで、効率的にBIM/CIMネイティブ職員に育てたい。
- ❑ 7日間の日程で行われる道路概略設計の研修カリキュラムに、Autodesk社の設計ソフトInfraworksを活用した設計演習を導入

運営上の工夫



演習の流れに沿った操作説明動画を予め準備



ソフトの使い方で作業の手が止まらないよう、チューターを準備



Autodesk社の教育用ライセンスを格安で調達出来るATCプログラムに加入



従前

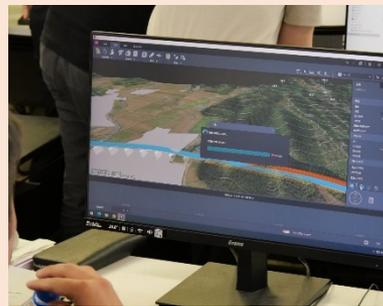


模造紙に手書きで横断面図を作成しての土量算出で残業発生！

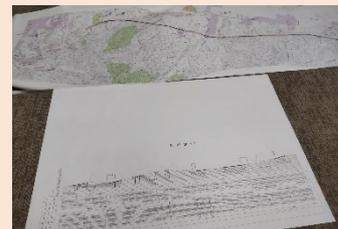


平面図・縦断面図も、2DCADすら使わず手書き

大判の紙上でのコントロールポイント検討は従来通り。文字通りのペーパーケーションはそのまま。



ソフトにIP法で線形をざっくり入力して微修正。法面展開も数量算出も自動！



デジタルデータがあるので印刷も可能。



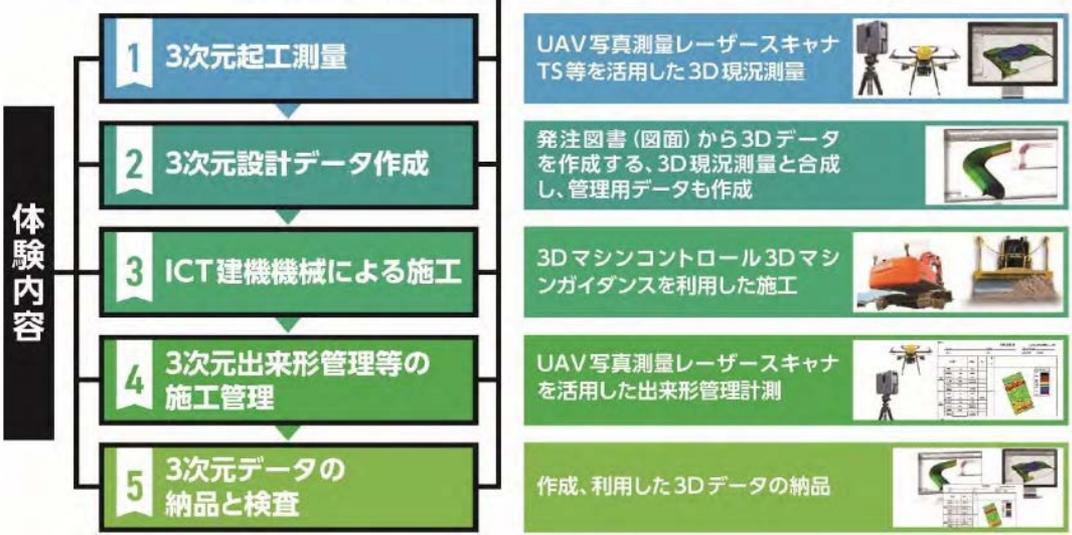
今年度

BIM/CIM、ICT施工などDXに関する研修・講習・体験が可能な中国インフラDXセンターを設置し、**官民双方**におけるインフラDX人材の育成を計る。（R7受注者向け研修の新設）

DXセンターのi-conルームを活用したCADセミナー



ICT活用工事の一連の流れがDXセンターの施設を用いて体験出来る、通称「**キャリアDXコース**」



「**キャリアDXコース**」の具体的な体験内容



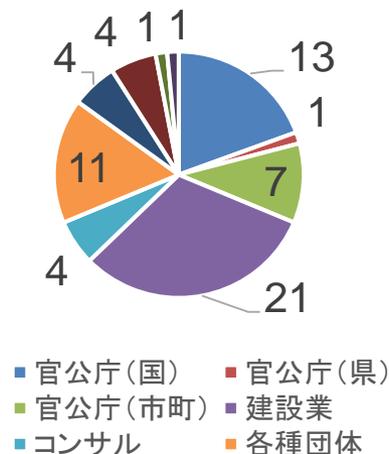
- ・令和5年7月暫定開所、令和6年12月正式開所。体験メニューは5つ準備
- ・令和6年度(5月23日実施～年度末)の体験実績を以下に整理

参加者

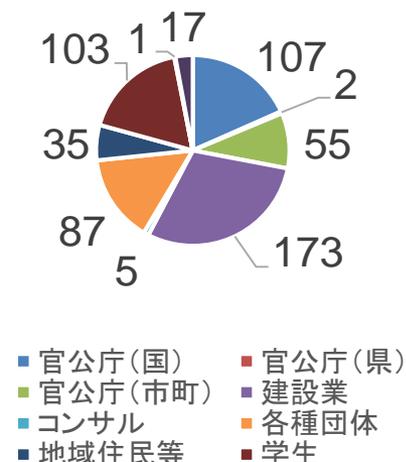
	団体数	人数
官公庁(国)	13	107
官公庁(県)	1	2
官公庁(市町)	7	55
建設業	21	173
コンサル	4	5
各種団体	11	87
地域住民等	4	35
学生	4	103
報道機関	1	1
その他	1	17
合計	67	585

各種団体: ○○商工会議所、○○法人等

◆体験団体数(全体67団体)



◆体験人数(全体585名)



体験メニュー

①3次元測量・設計体験【地上型レーザースカナ/Lider】
【BIM/CIMソフトによる半自動設計他】

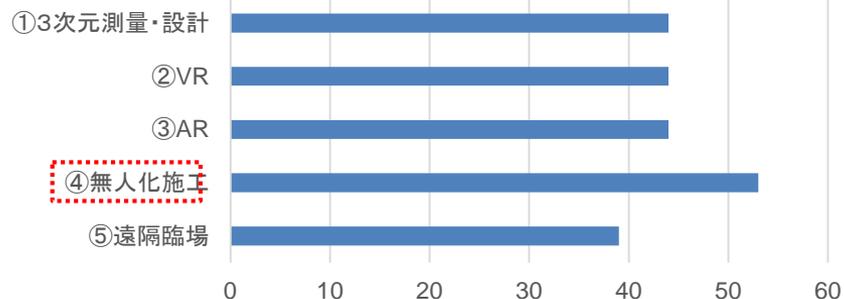
②VR(仮想現実)体験
【VR技術によるメタバース体験他】

③AR(拡張現実)体験
【視点場からの眺望の可視化他】

④遠隔操縦/ICT建機施工体験
【遠隔操縦バックホウ/バックホウシミュレータ】

⑤遠隔臨場体験
【CO構造物の品質・出来形確認】

体験メニュー別実績数(団体数)



(1) BIM/CIM活用による生産性の向上に向けた取組

- ・ 事業プロセス一気通貫の3次元データ活用（測量・設計の高度化、施工・管理との連動）
- ・ 河川維持管理の高度化・効率化に向けた3次元データの活用
- ・ DX研修の構築（DXセンターの活用）

(2) i-Construction2.0の実現に向けた取組

- ・ 建設機械施工データの活用による建設現場の効率化（施工の高度化・効率化）

(3) 管理の高度化・効率化、A I の活用による行政サービスの向上、業務改善

- ・ ドローンを活用した河川管理
- ・ 生成A I を活用した業務の効率化
- ・ 働く場所を自由に選択できる環境整備
- ・ 用地取得状況等の情報の共有
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化

(4) 激甚化・頻発化し、猛威を振るう自然災害への対応

- ・ 災害対応の自動化
- ・ 水域施設・岸壁の利用可否判断の迅速化・効率化

✓ i-Con2.0のトップランナー施策 = 「オートメーション化」とされる。

1. 施工のオートメーション化

- ・ 自動施工に向けた環境整備 (①安全ルール策定、②OPERA)
- ・ 遠隔施工技術の普及促進
- ・ 施工データ集約・活用のための基盤整備
- ・ 海上工事における取組
- ・ ICT施工の原則化(2025)

※本日の
構成

2. データ連携のオートメーション化 (デジタル化・ペーパーレス化)

- ・ 3次元モデルの標準化(試行)
- ・ 後工程へのデータ活用
- ・ デジタルツイン
- ・ 施工データの活用の効率化
- ・ データ活用による書類の削減

3. 施工管理のオートメーション化 (リモート化・オフサイト化)

- ・ 監督検査のデジタル化・リモート化 (①遠隔臨場、②デジタルデータを活用した)
- ・ 100Gbpsネットワーク整備
- ・ ロボットによるリモート検査
- ・ プレキャストの活用

ICT施工Stage II

自動施工に向けた
環境整備
①安全ルール

遠隔施工技術の
普及促進

施工データ集約・
活用のための基盤
整備

自動施工に向
けた環境整備
②OPERA

ICT施工Stage II の試行

- 建設機械から得られる施工データを蓄積・分析し、自動化施工の実現に寄与
- **ICT施工Stage II の効果を整理し、試行現場を効果の見込める道路事業へと拡大**
- 締固め機械の自動化施工技術を道路盛土に試行導入し、現場拡大のための環境を整備

ICT施工Stage IIの試行

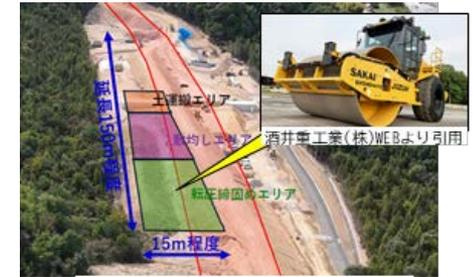
道路改良工事のStage II 試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



福光浅利道路での土工予実管理画面

道路盛土の自動化施工の試行

当面単体工種の自動化施工を行う。道路盛土の締固め機械の自動化施工技術について、実現場への導入。

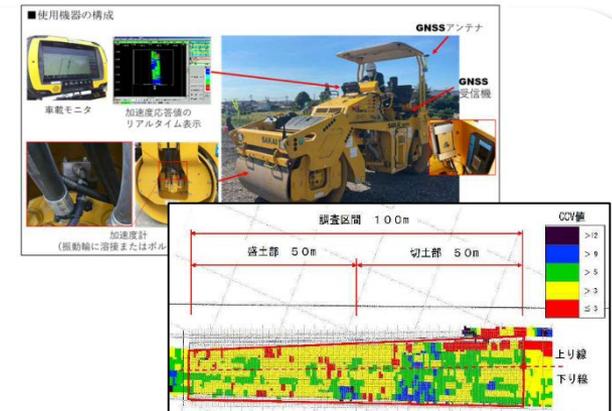


玉島笠岡道路での試行予定現場

施工管理の効率化に向け施工データの活用

建設機械から得られる「施工データ」を活用した施工管理の効率化

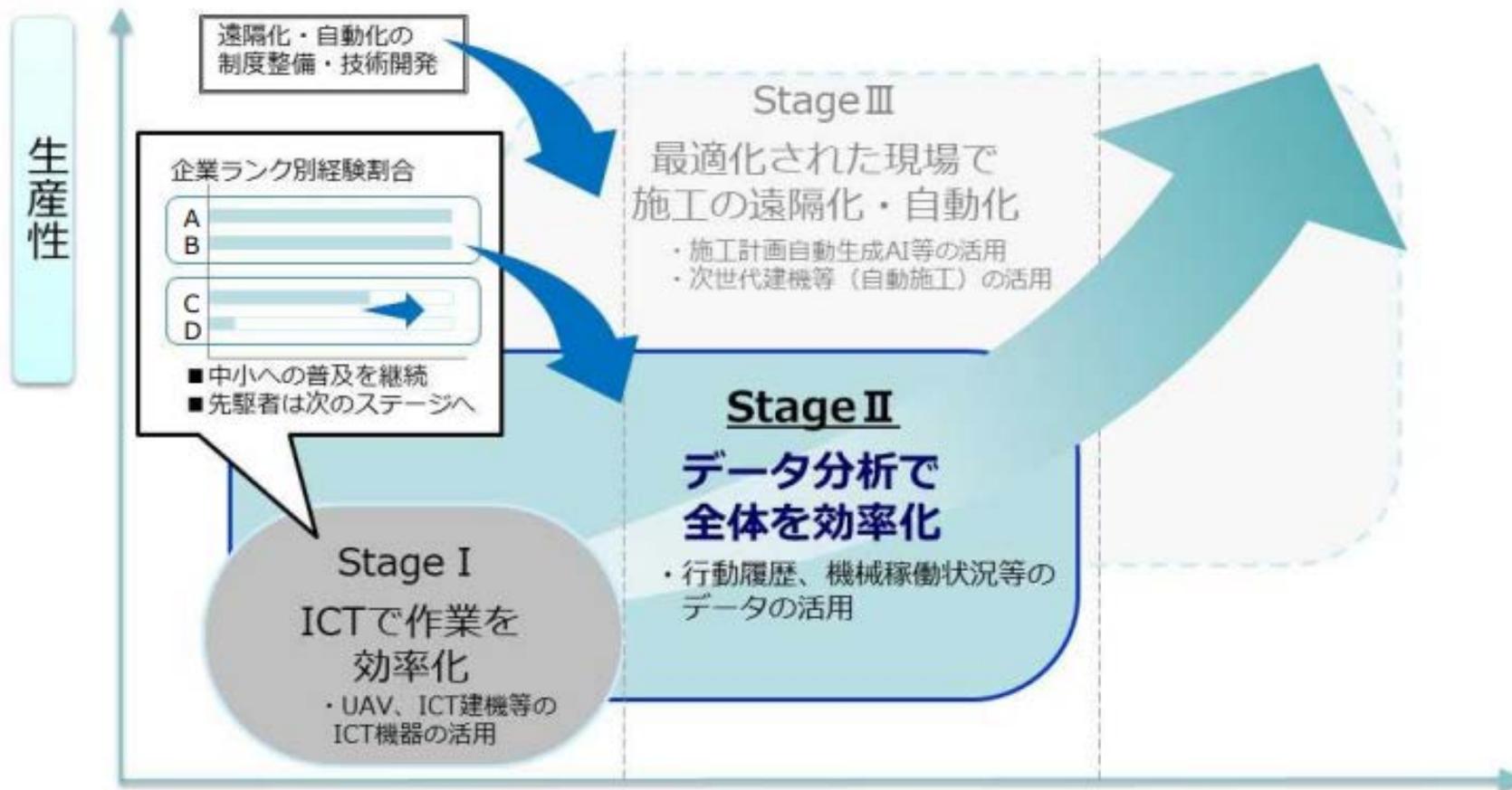
- ① 締固め機械の加速度応答解析技術を活用した盛土の品質管理（プルーフローリングの省略）
- ② 油圧負荷や画像分析による岩判定
- ③ 施工データのフィードバックと施工シミュレーターによる土工予定工程の策定支援



路床のCCV測定結果のヒートマップ

- ✓ ICTによりデータを見える化して、全体最適を目指すとの考え方は、「オートメーション」の前駆的な取組として位置付けられる。

Stage II では、土工等の工種単位で作業を効率化するだけでなく、ICTにより現場の作業状況を分析し、工事全体の生産性向上を目指す





【山陰道事業の課題】

- 土工(特に固い岩掘削)が供用上のクリティカルであった。
- 事業全般的に切土超過で、自転車操業的に公共流用先を探している状況。小規模な流用先が点在しており、残容量管理を高頻度で行わなければならない。
- 道路改良工事は地元Cクラスに分割して発注している状況であり、土配計画と余実管理は主任監督員自らが積極的に関与しなければならない。

■土配管理の現状

- ✓ 10日毎の搬入元搬出先の工事件名の組合せとその土量に関する計画を月1回の頻度で見直し。
- ✓ メールや電話により残容量の把握を行っており、小規模な搬出先が点在している状況で頻度高く見直すことは困難

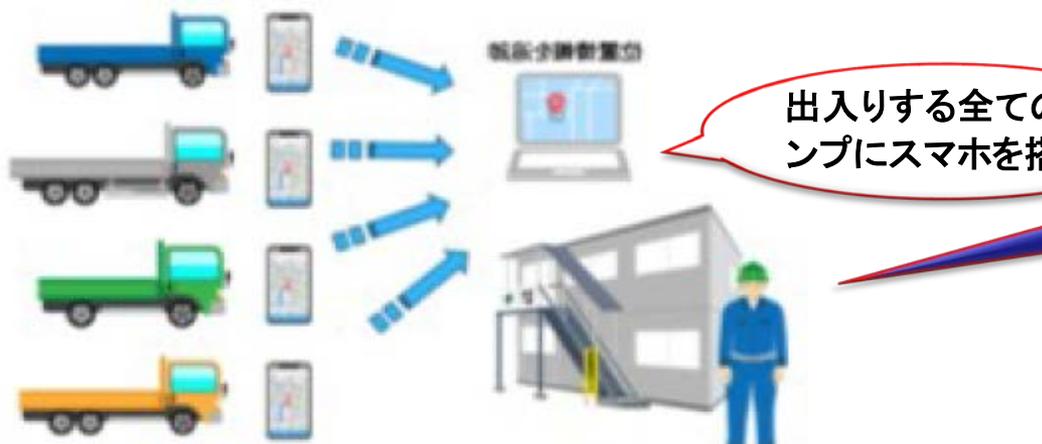
土配予定表イメージ		各社記入(各社記入)			20XX/7/XX			凡例 ←調整必要			凡例 ←他工事外									
搬出工事	掘削	NO	掘削土量	盛土	R4. 7月			R4. 8月			R4. 9月			R4. 10月						
					初旬	中旬	下旬													
A現場	掘削	7/1以降運搬土量 V= 9,500m ³	運搬先: O現場	O現場	O現場															
			予定数量	4,500m ³	2,500m ³	2,000m ³														
			運搬先: P現場			P現場	P現場	P現場												
			予定数量	5,000m ³		2,000m ³	2,000m ³	1,000m ³												
			運搬先: A現場仮置																	
			予定数量																	
			合計予定数量	9,500m ³	2,500m ³	2,000m ³	2,000m ³	2,000m ³	1,000m ³											
残土量	9,500m ³	7,000m ³	5,000m ³	3,000m ³	1,000m ³															
B現場	掘削	7/1以降運搬土量 V= 3,000m ³	運搬先: Q現場	Q現場	Q現場			Q現場	Q現場											
			予定数量	3,000m ³	400m ³	400m ³			1,000m ³	1,200m ³										
			運搬先: B現場仮置																	
			予定数量																	
			合計予定数量	3,000m ³	400m ³	400m ³			1,000m ³	1,200m ³										
			残土量	3,000m ³	2,600m ³	2,200m ³	2,200m ³		1,200m ³											
			運搬先:																	
C現場	掘削	搬出総数土量 V=25,600 7/1以降運搬土量 V= 25,600m ³ 未定運搬土量 V= 11,600m ³	搬出先: R現場												R現場	R現場				
			予定数量	14,000m ³											1,000m ³	1,000m ³				
			運搬先:																	
			予定数量																	
			運搬先: 未定																	
			予定数量	11,600m ³																
			合計予定数量	25,600m ³													1,000m ³	1,000m ³		
残土量	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	25,600m ³	24,600m ³	23,600m ³	23,600m ³				
D現場	掘削		運搬元: S現場	S現場	S現場	S現場														
			予定数量	5,160m ³	1,800m ³	1,800m ³	1,560m ³													
			運搬先: T現場				T現場	T現場												

現場内仮置き

現場内仮置き

IoT技術導入による課題の解決

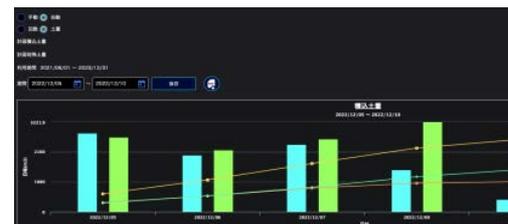
- ✓ ペアリングが成立する全工事に出入りする全てのダンプ（と掘削積込に係わる重機）に、スマホをGPSデータロガーとするダンプ運行管理システムを導入
- ✓ 取組のポイントは、土配に係わる全受注者の全ダンプに導入し、関係する受発注者全てがデータにアクセス出来るようにしたこと。



施工者or
監督職員



作業中の重機のエリアからダンプが離れると一定の土量をカウントする仕組み



- ✓ 積み・積下ろし回数により概略土量をリアルタイムに把握

■ 土運搬の可視化

・EARTH BRAIN(SC Fleet)



ロガーを設置した各車両の運搬回数、サイクルタイム

日々の運搬回数とヤード毎の概略積算土量

ダンプや建機の稼働状況(位置情報)

本取組の効果

■ 発注者

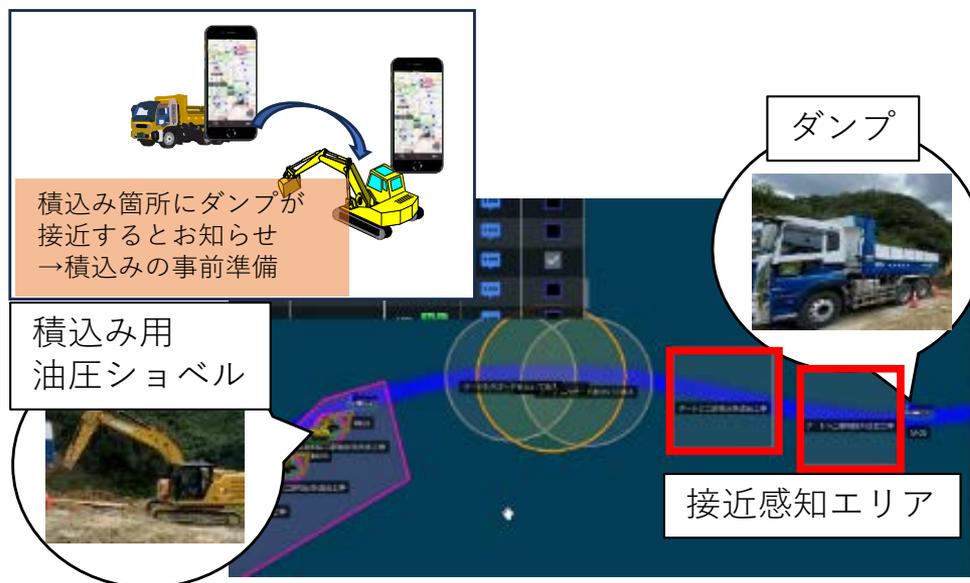
- ✓ 中硬岩掘削など進捗が上がらない箇所において、1日あたり掘削量の把握できるため、工程のリスク把握が可能となった。

■ 受注者（元請）

- ✓ ダンプ台数と土量計算が自動で算出されるため省力化になった。
- ✓ サイクルタイムがわかるため、翌日以降のダンプ台数調整に活用できる。
- ✓ 関連する別の受注者の状況把握も出来るので、作業進捗の調整や発注者への相談の契機となる情報が得られた。

■ 施工者（作業員）

- ✓ ダンプの動きがわかるため、場内積込オペが待ち時間を他の作業（場内整備等）や休憩に充てることが出来た。



【目論見】 データ活用による現場マネジメント

- ✓ 施工段取りの最適化
- ✓ ボトルネックの把握・改善
- ✓ 進捗状況の把握による予実管理

Stage II 試行工事の特記仕様書上のリクワイヤメント提示のために発出されている、「データ活用による現場マネジメントに関する実施要領」において言及されているユースケース

【成功のポイント】

- ✓ データを活用する目的を意識して、ICTをどう活用するかを設計すること
 - 土配管理が課題なのであれば、それに相応のICTを整える。
- ✓ 良い情報を活用して良い判断が出来る意識の高い人に、道具を与えて情報を集めること。



自動施工に向けた環境整備

①安全ルール

- ❑ 建設機械から得られる施工データを蓄積・分析し、自動化施工の実現に寄与
- ❑ ICT施工Stage II の効果を整理し、試行現場を効果の見込める道路事業へと拡大
- ❑ **締固め機械の自動化施工技術を道路盛土に試行導入し、現場拡大のための環境を整備**

ICT施工Stage IIの試行

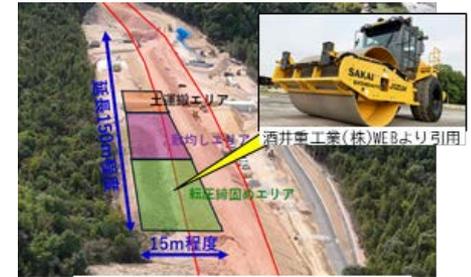
道路改良工事のStage II 試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



福光浅利道路での土工予実管理画面

道路盛土の自動化施工の試行

当面単体工種の自動化施工を行う。道路盛土の締固め機械の自動化施工技術について、実現場への導入。

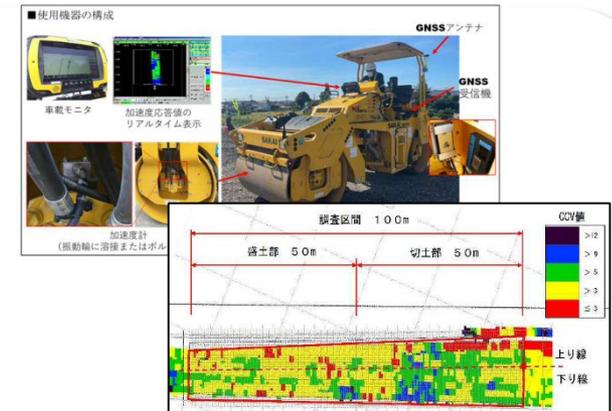


玉島笠岡道路での試行予定現場

施工管理の効率化に向け施工データの活用

建設機械から得られる「施工データ」を活用した施工管理の効率化

- ① 締固め機械の加速度応答解析技術を活用した盛土の品質管理 (プルーフローリングの省略)
- ② 油圧負荷や画像分析による岩判定
- ③ 施工データのフィードバックと施工シミュレーターによる土工予定工程の策定支援



路床のCCV測定結果のヒートマップ

- 直轄工事において安全ルールver1.0(R6.3策定)を実工事において適用し、検証するため、4件の自動施工技術が実装されている実工事を選定。
- 試行を踏まえ、安全ルールver.2.0を策定予定。

成瀬ダム堤体打設工事

発注者：東北地方整備局
施工者：鹿島・前田・竹中土木JV

概要：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堤体CSG打設を行う。



成瀬ダム原石山採取工事

発注者：東北地方整備局
施工者：大成・前田・岩田地崎JV

概要：自動化ダンプが骨材ストックヤードからプラント投入ホッパーまで自動運転し、骨材を運搬する。



霞ヶ浦導水石岡トンネル新設工事

発注者：関東地方整備局
施工者：株式会社 安藤・間

概要：シールドトンネルの掘削土砂を自動化バックホウによりダンプ(有人)により自動積みを行う。



浅間山火山砂防（地蔵川砂防堰堤工事）

発注者：関東地方整備局
施工者：渡辺建設 株式会社

概要：堰堤材料(砂防ソイルセメント)をバックホウ(有人)により積み込みを行った後、自動キャリアダンプによる運搬を行う。



自動施工（全自動締め固め振動ローラによる施工）

全国初

- あらかじめ設定した経路を自動で締め固め。重機オペレーターが搭乗せずに施工が可能
- 建機に設置した監視カメラやミリ波レーダーで障害物を検知し緊急停止。作業員との接触事故を回避
- 転圧管理は通常の密度管理に加え、CCV（加速度応答）による管理も可能。従来の点での管理から面的な管理へ盛土品質管理の高度化が可能



転圧管理モニタ

試行現場：玉島笠岡道路 浜中地区中工区改良工事 (株)フジタ
 担当事務所：岡山国道事務所
 試行期間：R7.3.10～R7.3月末

- ✓ 限定された区域内で、「積込」、「運搬」、「放土」、「敷均し」、「締固め」など、反復動作に近い作業内容を繰り返し行うことであれば人の動作介入なしに可能
- ✓ 繰り返し作業を、どの場所でどのように組み合わせるかといった作業シナリオの立案や入力作業は、引き続き人の手により行われる必要が有る。

遠隔施工技術の普及促進

□ 従来、災害現場において二次災害のリスクのある現場での導入が多かったが、オペレータの安全性確保、働き方の柔軟性向上、労働環境の改善等の効果が期待されたため、一般工事における遠隔施工の導入を拡大する。

遠隔施工の事例

地獄谷第4砂防堰堤工事 (中部地方整備局)
作業員の安全に配慮した土砂撤去方法として、簡易遠隔操縦(ろぼQS)を用いた遠隔施工を採用。



無人バックホウ稼働状況



捜査状況(写真左:捜査員)

塩殿遊水地整備その4工事 (北陸地方整備局)
受注者 (株)曙建設

K-DIVE®(コベルコ建機(株))を導入し遠隔バックホウにて掘削工と法面整形工を実施。マシンガイダンスと遠隔施工の組合せにより、オペレータの操作のアシストを可能にした。



遠隔施工状況



遠隔操作室



遠隔操作システム

大河津分水路山地部掘削その2 3 他工事 (北陸地方整備局)
受注者 (株)廣瀬

建設機械向けの遠隔操作システム「Smart Construction Teleoperation」(コマツ(株)、(株)EARTH BRAIN)を導入し、現場から直線距離で約30km離れた本社のオペレーションルームからバックホウを操作し施工している。



遠隔施工状況



遠隔操作室



遠隔操作用モニター

自律4足歩行ロボットによる省人化

工事名: 令和5年度広島西部山系山本9号砂防堰堤外工事
受注者: 宮川興業株式会社 工期: R5.7~R7.2(延期予定)



-効果-

- ・高低差40mの砂防現場における、土工や構造物の**3次元測量を日々自動**で実施。**予実管理**に貢献
- ・日々変わる現場状況を計測(安全巡視@往復1km)し、**危険箇所の早期把握**に貢献

バックホウの遠隔操作



遠隔操作中のバックホウ

- ・**土石流発生源での掘削作業**であったが遠隔重機で安全性が向上。
- ・安全で快適な場所から施工を行うことが可能
- ・将来的には複数の建設機械を1人で切り替えながら操作を行うことで省人化が期待



施工データ集約・活用のための基盤整備

- ❑ 建設機械から得られる施工データを蓄積・分析し、自動化施工の実現に寄与
- ❑ ICT施工Stage II の効果を整理し、試行現場を効果の見込める道路事業へと拡大
- ❑ 締固め機械の自動化施工技術を道路盛土に試行導入し、現場拡大のための環境を整備

ICT施工Stage IIの試行

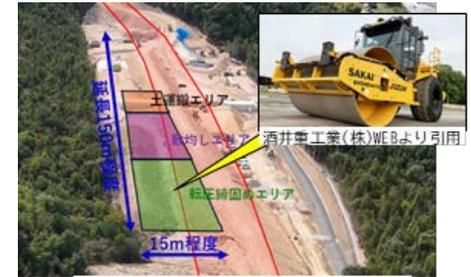
道路改良工事のStage II 試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



福光浅利道路での土工予実管理画面

道路盛土の自動化施工の試行

当面単体工種の自動化施工を行う。道路盛土の締固め機械の自動化施工技術について、実現場への導入。

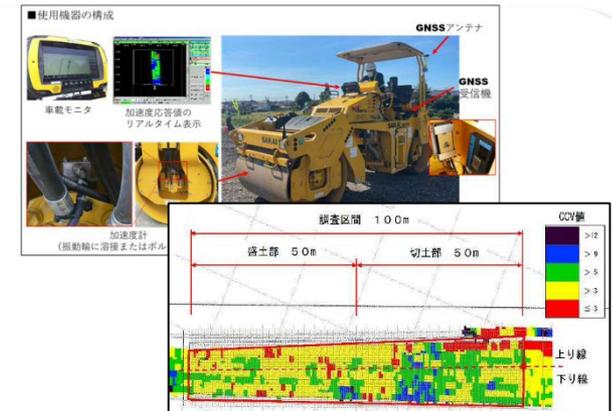


玉島笠岡道路での試行予定現場

施工管理の効率化に向け施工データの活用

建設機械から得られる「施工データ」を活用した施工管理の効率化

- ① 締固め機械の加速度応答解析技術を活用した盛土の品質管理 (プルーフローリングの省略)
- ② 油圧負荷や画像分析による岩判定
- ③ **施工データのフィードバックと施工シミュレーターによる土工予定工程の策定支援**



路床のCCV測定結果のヒートマップ

「建設現場の自動化」のイメージ

ICT施工Stage II

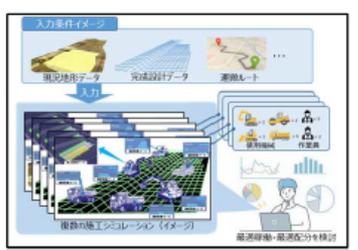


- 令和6年度 現場との連携
- ① D T 運行管理、建機稼働時間管理 (継続)
 - ② 建機等施工データ収集 (新規)

- 令和6年度 施工計画管理システム検討
- 産業用シミュレータの土木工事への適用検討
工程計画の最適化
-

施工データ集約・活用のための基盤整備

自動施工に向けた環境整備 ② OPERA



- 令和6年度 自動施工、遠隔施工の試行検討
-

■数年後、建設現場の自動化が一般化



- 令和6年度 遠隔操作の技術開発、BHシミュレータ導入



- ① 中技の遠隔BHをアップデート (送受信方法等)
- ② BHシミュレータ導入による人材育成の拡充

自動施工に向けた環境整備 ① 安全ルール

遠隔施工技術の普及促進

□ R6 ~ 建設現場の自動化に必要な「施工計画・管理システム」の試行

施工計画・管理システム（作業手順の計画）の試験施工の検討

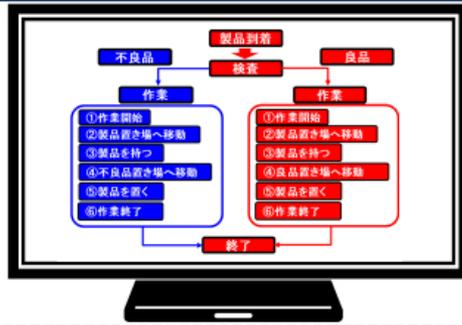
- ① 産業用シミュレータの 土木工事への適用検証 と 機能要件提示による土木工事への最適化 の促進を目指す
- ② (積算上) 抜け・漏れの無い段取りとするためのネットワーク工程を作成・修正するツールとしてこれらを活用しつつ、統計的変動を再現できるシミュレータ機能により第2・第3のクリティカルを発見するツールとしての活用を目指す

予実管理の「予」の部分を産業用シミュレータの土木応用版で組み立てる

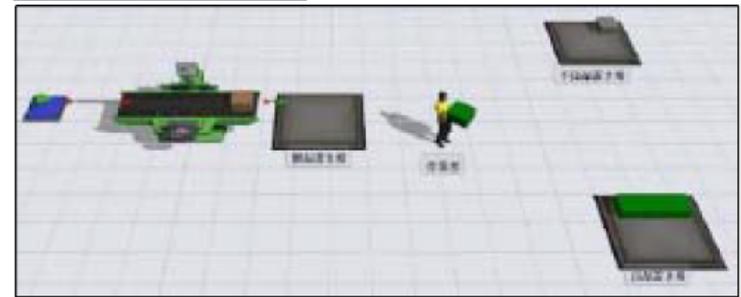
パラメータ設定のため、工事から情報を収集する必要アリ

産業用シミュレータ

産業用シミュレータの作業手順



シミュレータ実行

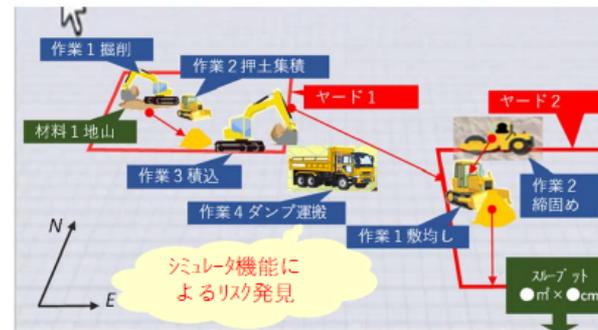


産業用シミュレータ土木応用

施工順序立案・入力/修正



シミュレータ実行



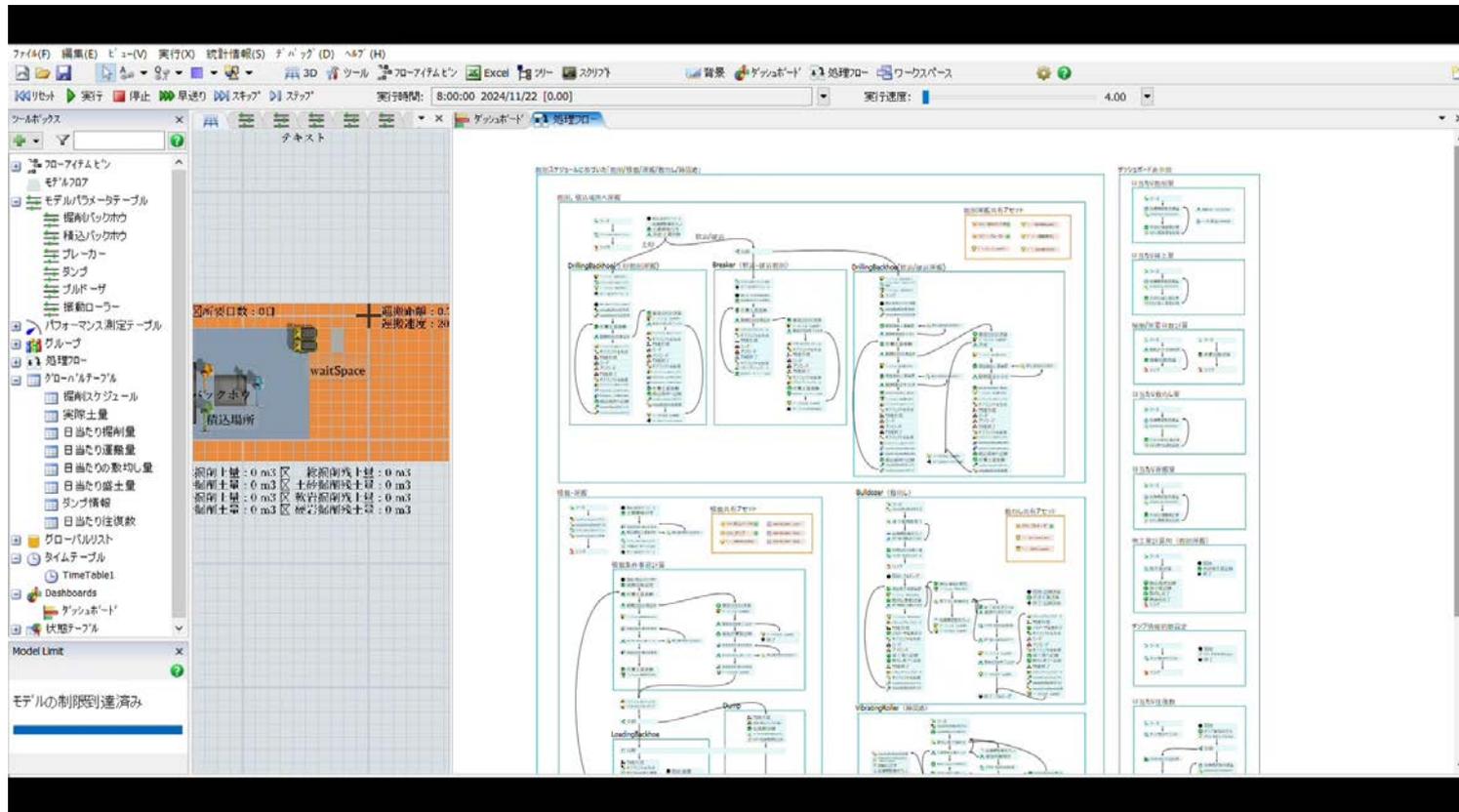
✓ シナリオをあらかじめ盛り込んだ対話式入力GUI（入力画面）により、段取りを抜け・漏れなく簡単に入力

✓ 統計的変動を再現できるシミュレータ機能により特に土工に係るリスク（第2・第3のクリティカル）を発見

※GUI: Graphical User Interfaceの略

机上のトライ＆エラーで、最適な計画工程に修正

□ R6、作業のシナリオと機械の能力が入力でき、作業のスループットの予測が定量的に計算できる、産業用の製造ラインシミュレータを土工工事へ適用可能か試行



- ✓ ブレイカ作業、掘削の相番作業、積込、運搬、敷均し等の各作業のボトルネックの所在が定量的に確認出来、また、机上で簡単に台数や能力を変更できそう。
- ✓ 作業の結果に付随して地形条件が連続的に変化することには、対応出来ない。
- ✓ (見た目が土木現場的でなく、可視化してもイメージがわきにくい。)

■ 製造業向けシミュレータ (Flexsim) を活用した試行を実施

- 生産計画シミュレーター(Flexsim)を用いた施工計画シミュレーションの試行をR6実施
※令和5年度玉島笠岡道路 浜中地区中工区改良工事(岡山国道事務所発注)
- 試行は、自工事内の掘削や運搬、盛土、工程や使用する建設機械をモデル化し、従来施工方法によるシミュレーションを実施
- R7は、三次元データ等との組合せで、より現場をイメージしやすいシミュレーションを検討

掘削のモデル化

稼働日数 : 1日 ☒ 所要日数 : 1日



運搬のモデル化

運搬距離 : 1 km
運搬速度 : 30 km/h

waitSpace

盛土のモデル化

ブルドーザ ☒ 1台日は1層目
振動ローラー ☒ 1台日は0層目



モデル化
対象の
建設機械

- 掘削バックホウ
- ブレーカー
- 積込バックホウ

- ダンプトラック

- ブルドーザ
- 振動ローラー



次ページへ

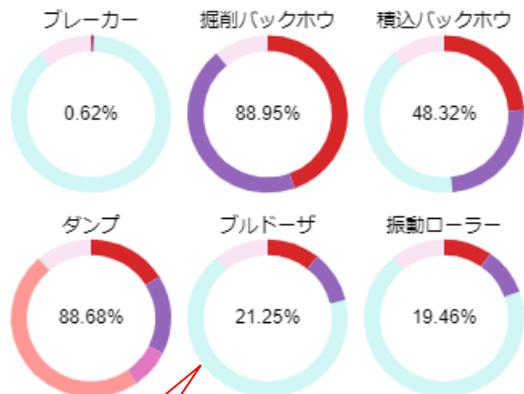
資機材の条件を変えて シミュレーション可能

■ R6 シミュレーションの評価項目と結果例

各建機の稼働率

状態

■ 空の移動オペット ■ 積載移動オペット ■ 荷下ろし ■ 割り当てられたアイドル
■ アイドル ■ ラジ



稼働率
余裕ありそう

掘削バックホウやダンプの台数を増やしてもブルドーザ1台で問題なさそう。

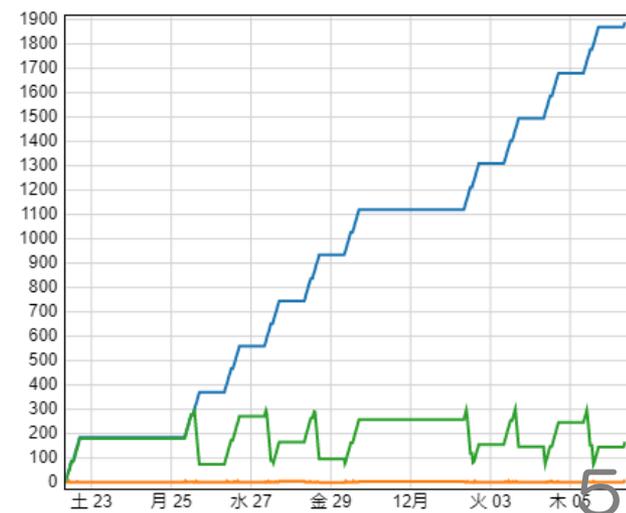
各建機の日当たり施工量

日当たり掘削量			日当たり敷均し量		
日付	掘削量	敷均し量	日付	掘削量	敷均し量
1	2024-11-22(金)	365.6	1	2024-11-22(金)	180.2
2	2024-11-25(月)	383.2	2	2024-11-25(月)	193.8
3	2024-11-26(火)	383.2	3	2024-11-26(火)	197.2
4	2024-11-27(水)	383.2	4	2024-11-27(水)	193.8
5	2024-11-28(木)	383.2	5	2024-11-28(木)	198.9
6	2024-11-29(金)	383.2	6	2024-11-29(金)	193.8
7	2024-12-02(月)	383.2	7	2024-12-02(月)	197.2
8	2024-12-03(火)	383.2	8	2024-12-03(火)	197.2
9	2024-12-04(水)	383.2	9	2024-12-04(水)	193.8
10	2024-12-05(木)	383.2	10	2024-12-05(木)	198.9

進捗土量

現在土量推移

■ 積込場所>labels/nowVolume ■ 荷下場>labels/nowVolume
■ 敷均し完了>labels/nowVolume



所要日数

日数

名前	値
稼働日数	11
所要日数	15

■シミュレーション状況動画（参考）

The screenshot displays a construction simulation software interface. The main window shows a 3D site model with a grid and various construction elements. The interface is divided into several panels:

- Top Panel:** Simulation controls including '実行' (Execute), '停止' (Stop), and '再開' (Resume). It also shows the simulation time: '実行時間: 0:00:00 2025/03/10 0:00'.
- Left Panel:** A list of simulation parameters and settings, including '指定リソース' (Designated Resources), 'タスク実行者' (Task Executors), and 'トランスポートワーク' (Transport Work).
- Main View:** A 3D site model showing a construction site with a grid. Text overlays indicate simulation parameters: '稼働日数: 01日' (Operation Days: 01 days), '所要日数: 011' (Required Days: 011), '超難距離: 0.7 km' (Super Difficult Distance: 0.7 km), '運転速度: 20 km/h' (Operating Speed: 20 km/h), 'ブルドーザ: 21台' (Excavators: 21 units), '1台目は06日' (1st unit starts on 06th day), '駆動ローラー: 1台' (Driving Roller: 1 unit), '1台目は06日' (1st unit starts on 06th day).
- Right Panel:** Summary tables for simulation results.

掘削土量	
名前	値 (m3)
土砂掘削土量	0
軟弱掘削土量	0
硬質掘削土量	0
砕石掘削土量	0
土砂埋戻し土量	0
軟弱埋戻し土量	0
硬質埋戻し土量	0

運搬土量	
名前	値 (m3)
土砂運搬土量	0
軟弱運搬土量	0
硬質運搬土量	0
砕石運搬土量	0
土砂埋戻し土量	0
軟弱埋戻し土量	0
硬質埋戻し土量	0

盛土量	
名前	値
敷均し土量	0
敷均し残土量	0
締め土量	0
締め残土量	0
- Bottom Panel:** A graph titled '現在土量推移' (Current Soil Volume Change) showing volume changes over time from 08:00 to 13:00. The y-axis ranges from -0.5 to 0.5. A legend indicates '埋込埋戻し+Labels/nowVolume' (blue) and '敷均し完了+Labels/nowVolume' (orange).
- Bottom Right Panel:** Summary tables for daily work.

日数	
名前	値
稼働日数	0
所要日数	0

ダンプごとの総往復数	
種類	往復数
日付	

日当たりの往復数	
種類	往復数
日付	

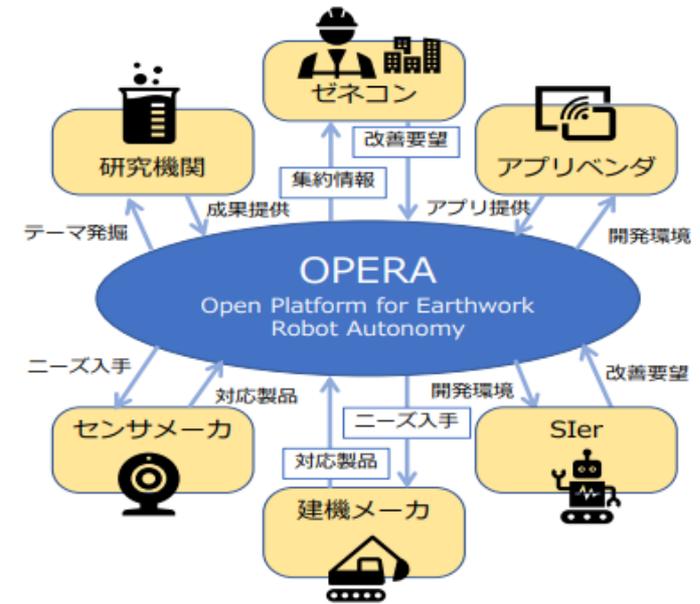
自動施工に向けた環境整備 ②OPERA

□ (国研) 土木研究所において、建設施工の自動施工・遠隔施工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※」を整備・運用

OPERA構成要素概略図



OPERA活用イメージ



※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やソフトウェアベンダーが同じプログラムで動かせるよう、建設機械とソフトウェア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

① 自動施工に関するロードマップ(案)

注) 技術開発状況に応じ随時見直し



		R6年度	R7年度	R8年度
【自動施工】 ①導入環境整備	a) 安全ルールの策定	全国4工事で試行	安全ルール(改訂版)の運用	
	b) 機械機能要件の策定	公募技術を試行	公募技術を試行	
	c) 基準類の整備			
		加速度応答性による路床・路盤の締め固め度試行	データ検証	段階確認項目見直し検討
	施工現場における安全に関するルール			
	無人エリアにおける自動施工機械の機能要件			
	施工管理や監督・検査等に係る基準類			
		玉島笠岡道路浜中地区中工区改良工事		

当面の目指す姿

ダム施工現場等以外の大規模土工現場での導入

<導入環境>
工事に係るルール・基準類が整備されている

試行工事	R6年度	R7年度	R8年度
	全国初		
	自動締め固めローラー	データ検証	不整地運搬車の自動運転(予定)
			データ検証

②遠隔施工に関するロードマップ(案)

注)技術開発状況に応じ随時見直し



		R6年度	R7~R8年度	R9~R10年度
【遠隔施工】	①環境整備 1) 基準類の整備			
	2) 遠隔施工の適用範囲に関する指針			
②人材育成 1) オペレータ育成	発注・監督・検査等に係る基準類 災害復旧・砂防以外の一般工事への適用拡大に向けた推奨される現場の明確化 技術事務所等における遠隔施工講習会等によるオペレータ育成			

※順次公表

当面の目指す姿

災害復旧・砂防以外の通常工事における活用拡大

<環境>
適用が推奨される現場が示され、工事に係るルール・基準類が整備されている

<人材育成>
遠隔施工を担うオペレータが広く存在

試行工事			
------	--	--	--

広島西部山系山本砂防堰堤外工事

③ICT施工におけるロードマップ(案)

注) 技術開発状況に応じ随時見直し



		R6年度	R7年度	R8年度
【ICT施工】 ①共通データ環境の整備 1) 建設現場における施工の見える化促進 2) データ共有基盤の整備	ICT施工 Stage IIを普及促進することで施工の最適化を目指す取組	※試行件数はR7.3.25現在		
	施工データを集約・活用するための共通データ環境の整備			
② ICT施工普及促進 1) ICT施工原則化	ICT施工の原則化により抵抗なく実施する環境が整う			
		※土工、浚渫工(河川)より開始し順次拡大		

当面の目指す姿

施工データを活用した施工の最適化

<環境>
 建設現場で得られるリアルタイムな施工データを、施工業者が抵抗なく活用できる環境が整備されている

試行工事 (ICT施工Stage II)			
-----------------------------	--	--	--

- **中国インフラDXセンター**を中国技術事務所に設置して、官民のDX人材育成の取り組みを加速
- 発注者・受注者・行政事務それぞれにおいて、省人化をもたらす施策(課題解決)に集中的に取り組む(**推進計画2025**)
- 特に、i-Construction2.0については、単に自動施工機械を使ってみることに留まらず、自動施工機械が効果的に機能する「良い計画」の立案と「良いマネジメント」による、予実管理の確立を目指す。(オートメーションの前提としての**ICT施工Stage II**)
- i-Construction2.0 の実現、条件や規模によらないオートメーション化に向け、直轄が引き続き先導的役割を果たしていく。