

中国地方整備局におけるインフラDXの取り組み

中国地方整備局 中国技術事務所長 近藤 弘嗣



国土を**整**え、全力で**備**える
国土交通省
中国地方整備局

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Chugoku Regional Development Bureau

映写のみ

中国技術事務所の紹介



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- ✓ 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



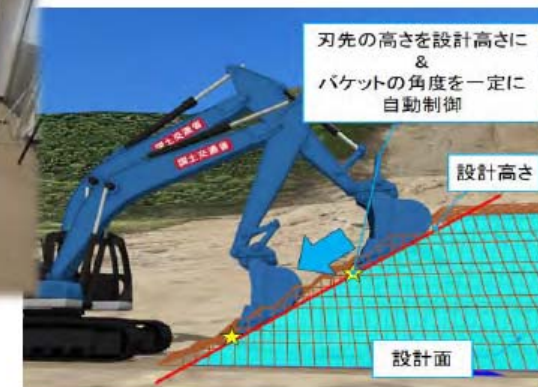
- ✓ 最先端のインフラDX技術が体験出来、それらを扱うスキルを習得できる研修を提供する拠点として、中国技術事務所内に、中国インフラDXセンターをR6.12に開所



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

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

遠隔臨場体験



3次元測量体験



3次元CADセミナー



1. 中国地方整備局インフラDX推進計画2025の狙いと取組
2. 中国地方整備局管内のトップランナーの取組の紹介
3. i-Con2.0の理念と現在地の繋ぎ方

1. 中国地方整備局インフラDX推進計画 2025の狙いと取組

生産年齢人口の2割減少

2020年度 約**7,509**万人

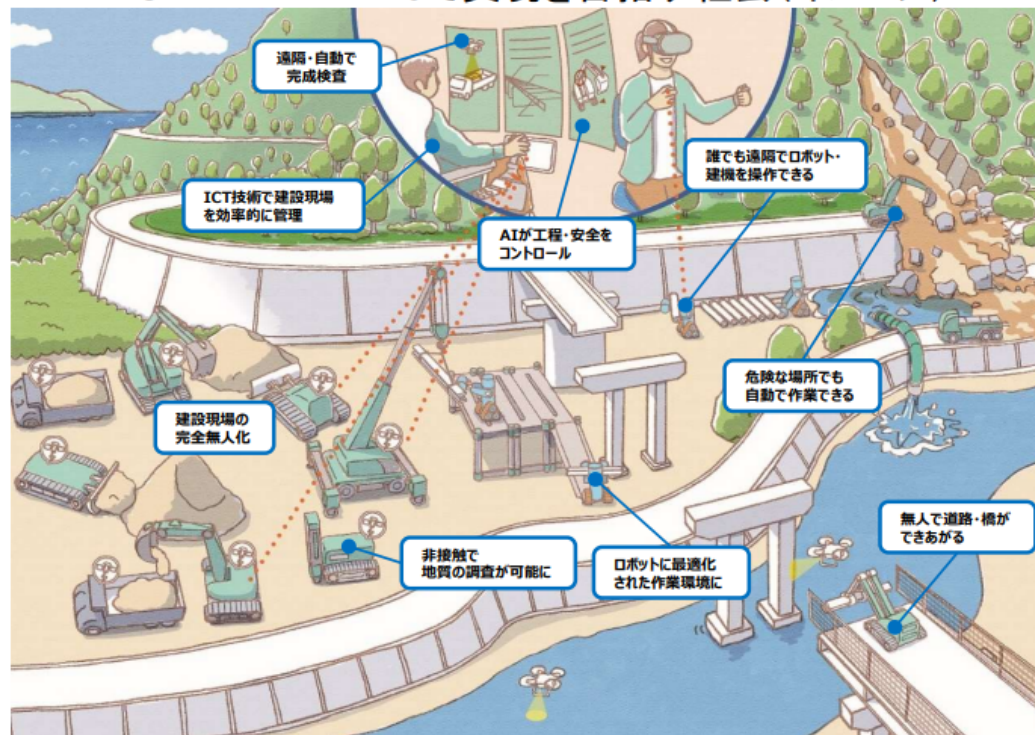
➡ 2040年度 約**6,213**万人

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。

✓ 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）

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配筋確認）
- 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

✓ インフラ全体に視野を広げての取組⇒取組の重点化(2025～)

5つの柱 / 11メニュー / 81取組			
柱	メニュー	取組数	主な取組内容
I.整備局職員及び建設就業者等の仕事のプロセスや働き方を変革 【働く人】	1.調査設計、監督検査業務の効率化・高度化 ・BIM/CIMによる建設生産システムの効率化・高度化、ICTを活用した監督検査の省人化・非接触化	13(11)	・事業プロセス一貫通貫の三次元データ活用
	2.点検、管理業務の効率化・高度化 ・点検の効率化・自動化、日々の管理の効率化、災害対応の効率化	26(21)	・水域施設の利用可否判断の迅速化・効率化
	3.会議/打合せ等の効率化 ・会議、レク資料等のペーパーレス化、日常業務効率化	6(5)	・生成AIを活用した業務の効率化
II.建設現場の安全性や効率性を向上 【現場】	4.安全で快適な労働環境の実現 ・地域建設業のICT活用、平準化・週休2日等、無人化・自律施工による安全性・生産性の向上	7(5)	・建設機械施工データの活用による建設現場の効率化
	5.AI等の活用による作業の効率化	2(2)	・浚渫出来形確認の迅速化
III.行政手続きや暮らしにおけるサービスを変革 【住民】	6.行政手続き等の迅速化 ・占用等申請手続きの効率化・高度化、特殊車両の手続きの迅速化、問合せ等の迅速な対応	7(5)	・デジタル境界確認の実施
	7.暮らしの安全を高めるサービス	3(3)	・洪水予測の高度化
IV.DXを支えるデータ活用環境の実現 【基盤】	8.データ活用環境の基盤整備 ・3次元データの連携・共有化、BIM/CIM活用、ペーパーレス化、テレワークの高度化	10(9)	・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
	9.新たなサービス・付加価値の創出	1(1)	・3次元点群データ共有プラットフォーム
V.DXを推進するための人材育成 【育成】	10.DXに関する技術の習得	4(4)	・人材区育成計画(DX研修)の構築
	11.人材育成の基盤整備	2(2)	・中国インフラDXセンターの整備

81(68) ()数字:インフラDX推進計画2024の取組数

(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
- ・ 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

(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
- ・ 河川維持管理での3次元データの活用
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ 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

(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

BIM/CIM活用による生産性の向上に向けた取組

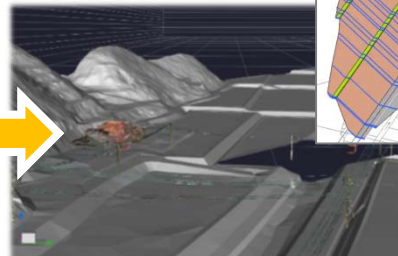
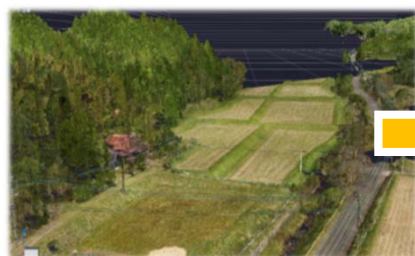


国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

測量から設計、施工、維持管理までの各段階において3次元データを効果的・効率的に活用していくために、データを作成する上で、各段階で活用しやすいデータとなるよう3次元データ作成にあたってのガイドライン(案)を普及拡大

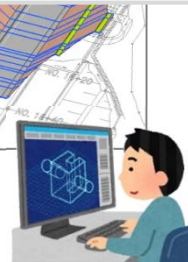
設計・施工のための点群データ活用ガイドライン(案)

取得した点群データから地形モデルを作成

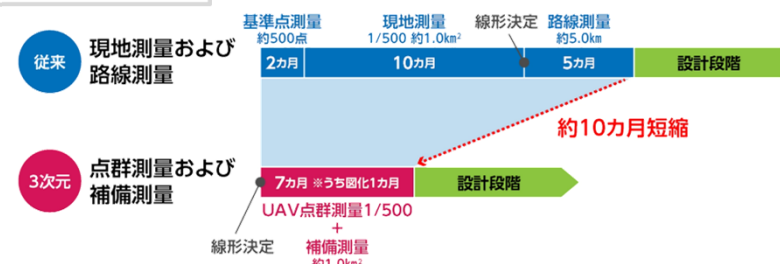


測量成果の地形モデルを設計・施工で活用

- ・土工形状、構造物等の設計
- ・起工測量時の設計との変更確認



3次元地形モデル作成による生産性向上効果



- ・事業着手段階から現地測量+3次元点群測量を活用
- ・詳細な3次元地形モデル作成により、測量作業期間の短縮
- ・設計段階へ早期にデータを連携でき、円滑な事業進行に活用

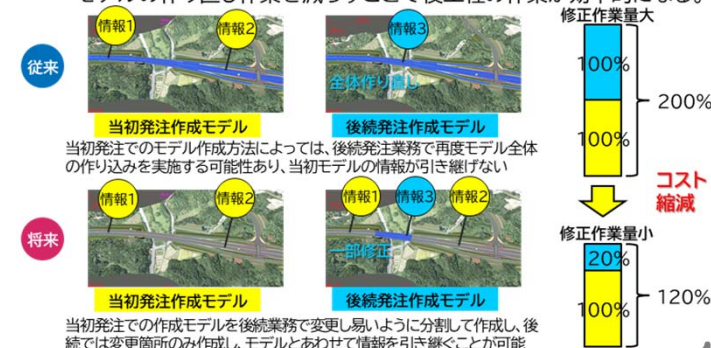
CIM統合モデル作成ガイドライン(案)

- ・3次元モデルの全体を一つのグループで作成せず、区分毎に分割して作成することで、変更・修正時のモデル変更が容易
- ・設計時に作成した3次元データ(線形・断面等)の共通フォーマットを施工用データに活用(建設機械用にデータ編集)する際に作成ソフトの違いによるエラー確認等を記載することで、施工用データでの連携活用を目指す。



統合モデル作成方法の違いによる生産性向上効果

モデルの作り直し作業を減らすことで後工程の作業が効率的になる。



BIM/CIM活用による生産性の向上に向けた取組



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

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。（**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



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の整備により、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

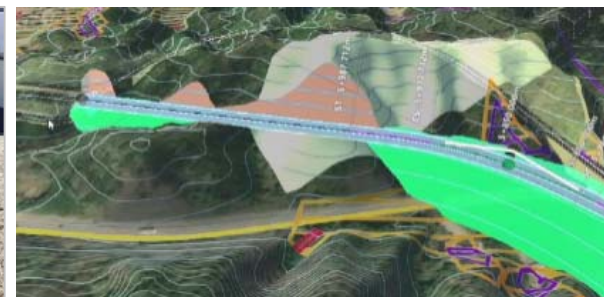
1. 施工のオートメーション化

- 遠隔施工(無人化施工)
- 自動施工



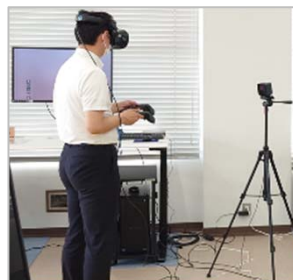
2. データ連携のオートメーション化

- 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



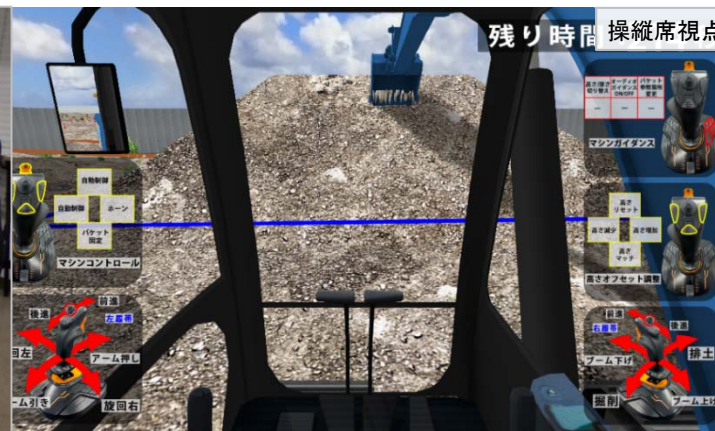
映写のみ

DXセンター特徴：全国初！3DMC対応バックホウシミュレータ



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- 遠隔施工未経験者や、重機操作そのものの未経験者に操作体験を供する目的で、バックホウシミュレータを整備
- 本センターのシミュレータ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
→操作のハードルを下げ、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
→シナリオを後から新造出来、体験の陳腐化を防げる。



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
と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。

DXセンター特徴：アクティブラーニング型研修の導入



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- ❑ 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

従前

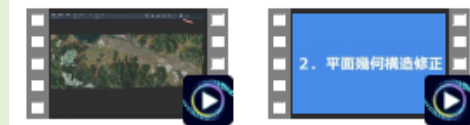


模造紙に手書きで横断面図を作成しての土量算出で残業発生！



平面図・縦断面図も、2DCADすら使わず手書き

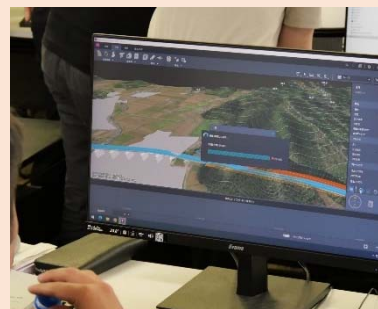
運営上の工夫



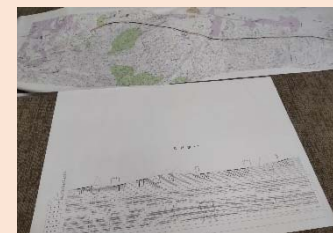
演習の流れに沿った操作説明動画を予め準備

今年度

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。

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

(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
- ・ 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

(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
- ・ 河川維持管理での3次元データの活用
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ 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

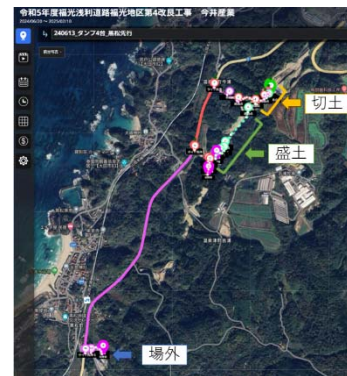
(4) 激甚化・頻発化し、猛威を振るう自然災害への対応

- ・ 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

- ❑ 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

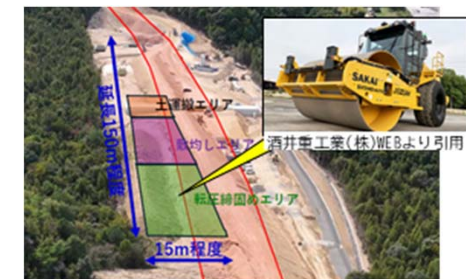
道路改良工事のStage II試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



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。

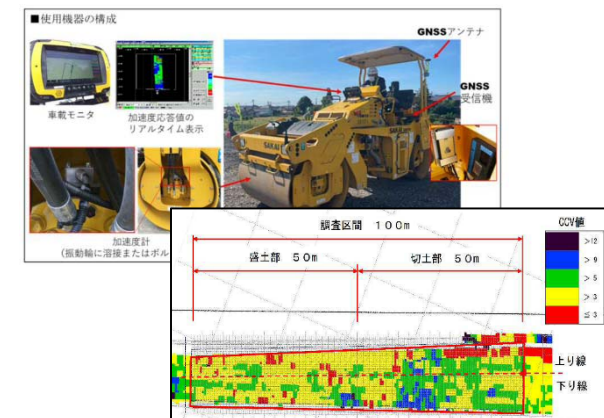


玉島笠岡道路での試行予定現場

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

(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
- ・ 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

(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
- ・ 河川維持管理での3次元データの活用
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ 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

(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

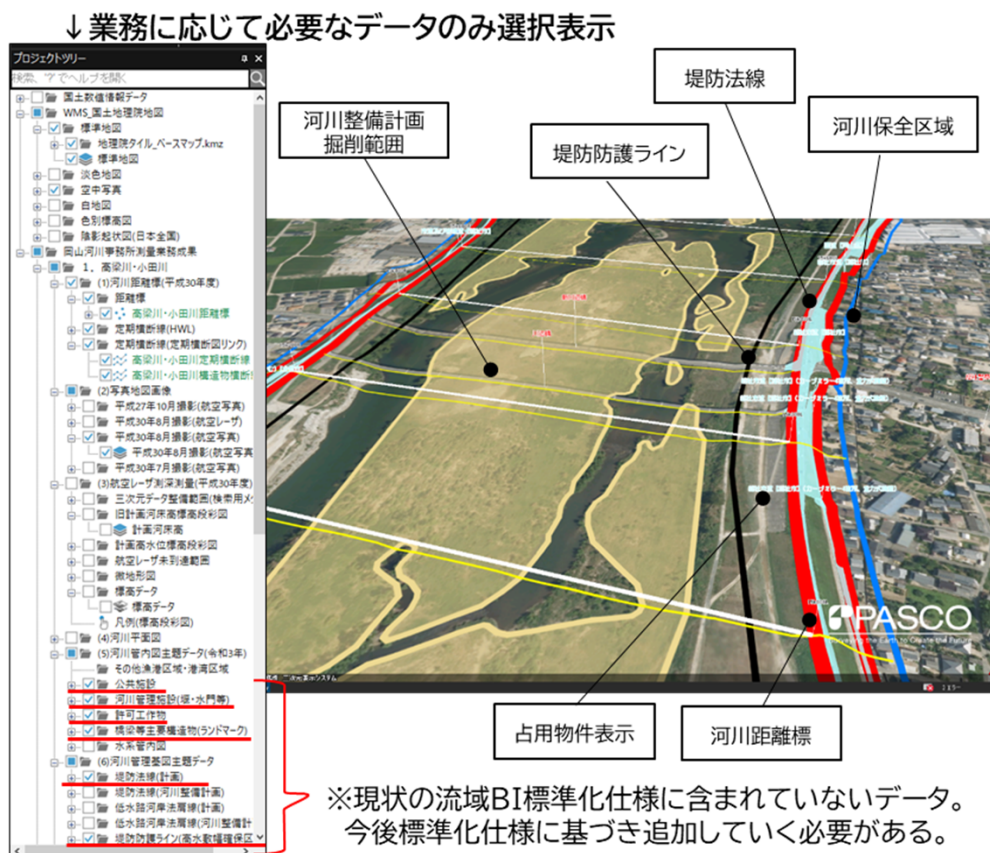
道路管理に必要なデータを一元化し、3次元データや巡回映像等により現地状況の把握を容易にする3次元道路管理情報システムを構築・活用することで、出張所業務の効率化・利用者への問い合わせ対応の迅速化を図る。

出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化

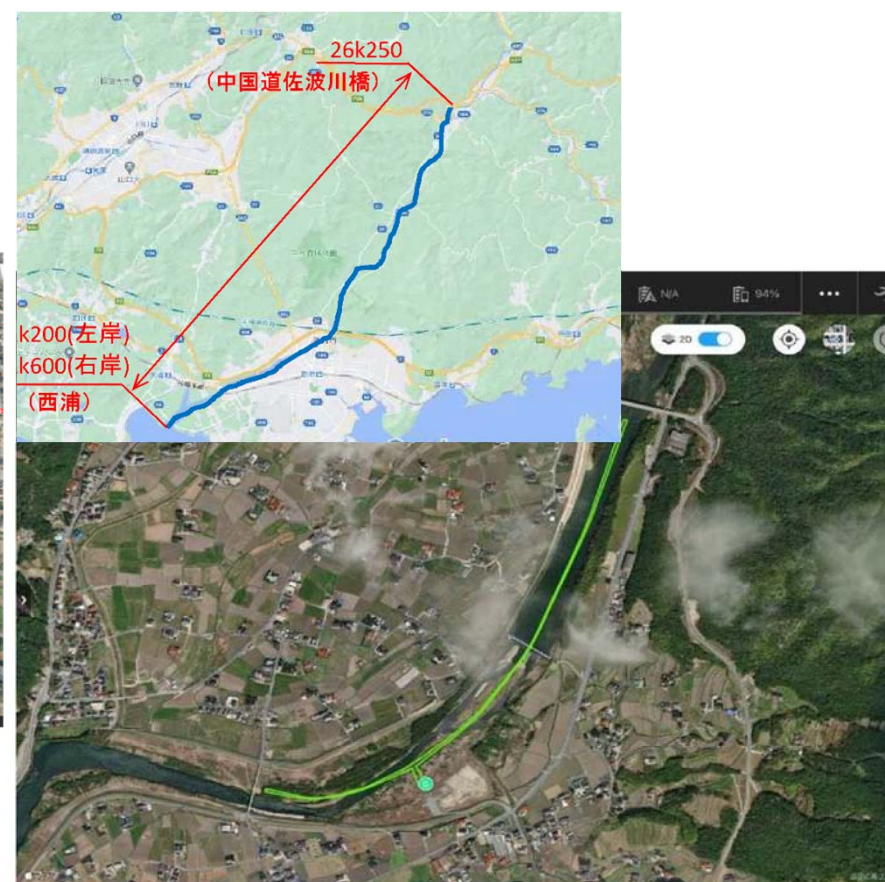


- 河川管理に関する情報を搭載した3次元管内図を活用することで、業務の効率化を図る。
- ドローン自律航行プログラムによる目視外飛行を活用し、河川管理の省力化・高度化を図る。

3次元管内図への河川管理データの一元化



ドローンの自動航行による管理の省力化



自立航行プログラムにより飛行ルートを設定

- ・ 問合せの迅速な対応や対応の省人化を図るため、生成A I を活用
- ・ デジタル境界確認の実施にあつてのマニュアル等の整備による活用拡大

各種日常業務の効率化

- ・ マニュアルや手順書等からの目的検索
- ・ 議事録や資料の要約、作成

など、業務を特定せず活用出来ることを目指す。

【行政特有の課題】

- ・ 機密性2情報を扱えるようにすること
- ・ バンダーロックインにならないようにすること



デジタル境界確認の活用拡大

- ・ 360°カメラ・3次元データ等を活用した遠隔地での境界確認



（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
- ・ 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

（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
- ・ 河川維持管理での3次元データの活用
- ・ デジタル境界確認の実施
- ・ 流量観測の自動化
- ・ 出張所DXによる道路維持管理の高度化・効率化
- ・ 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

（4）激甚化・頻発化し、猛威を振るう自然災害への対応

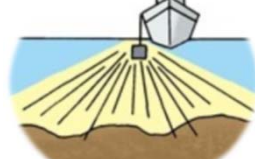
- ・ 災害対応の自動化
- ・ 水域施設・岸壁の利用可否判断の迅速化・効率化

激甚化・頻発化し、猛威を振るう自然災害への対応

- 大規模災害の発生直後に水域施設及び係留施設の利用可否に関する情報の見える化を行うべく、測量データのノイズ処理や図面作成、ドローンによる変状把握の迅速化・効率化を計る。
- 防災対応の自動化により、初動時に集中する業務を緩和させ、災害対応能力を高める。

被災直後から航路利用の判断を 迅速化・自動化

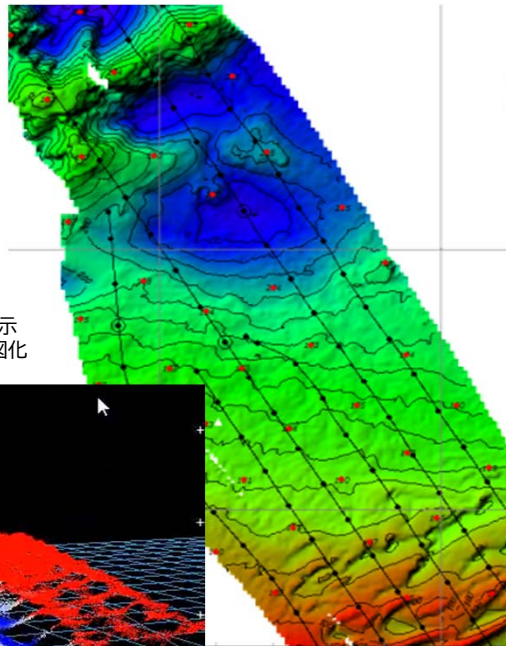
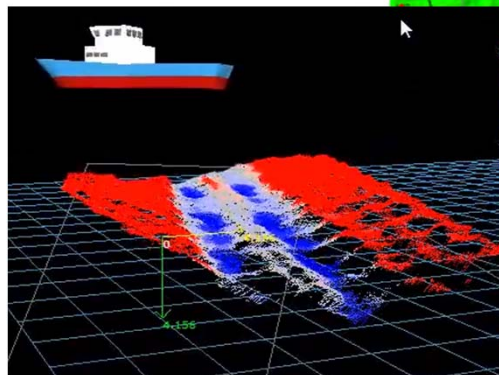
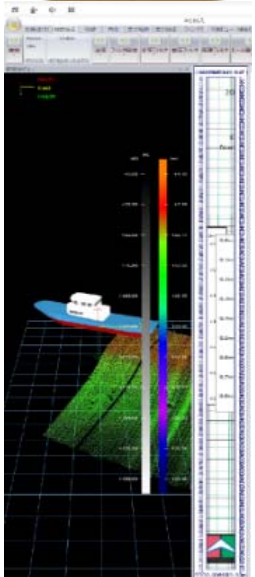
マルチビームソナー
(海底の見える化)



ドローンによる航路確認



測深データのリアルタイム表示
AIによるノイズ除去、自動図化



各防災対応の自動化、 被災情報の収集自動化



2. 中国地方整備局管内のトップランナー の取組の紹介

□ 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



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。



施工状況



施工完了

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**

□ 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

- ・ バックホウの遠隔操作による安全で快適な環境での操作



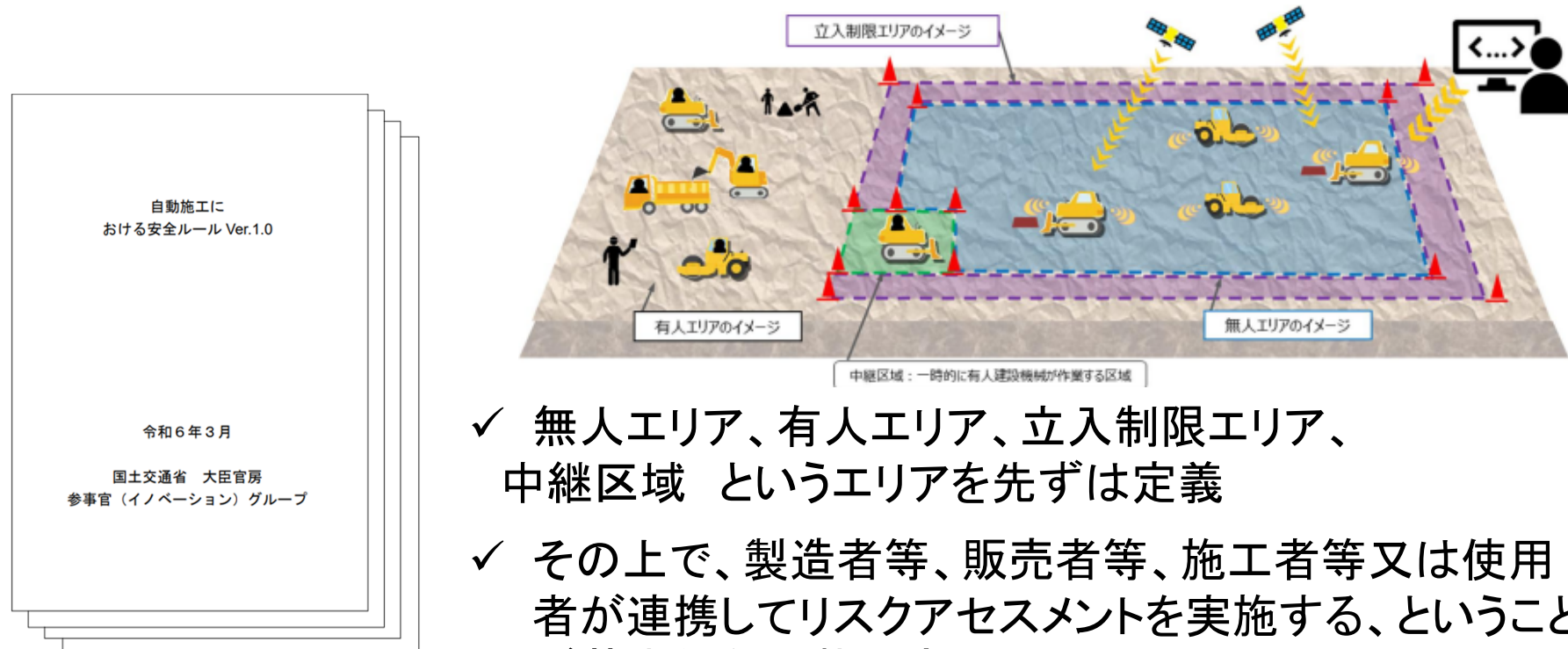
- ・ 自立4足歩行ロボットによる省力化



(参考) 自動施工に関する安全ルール

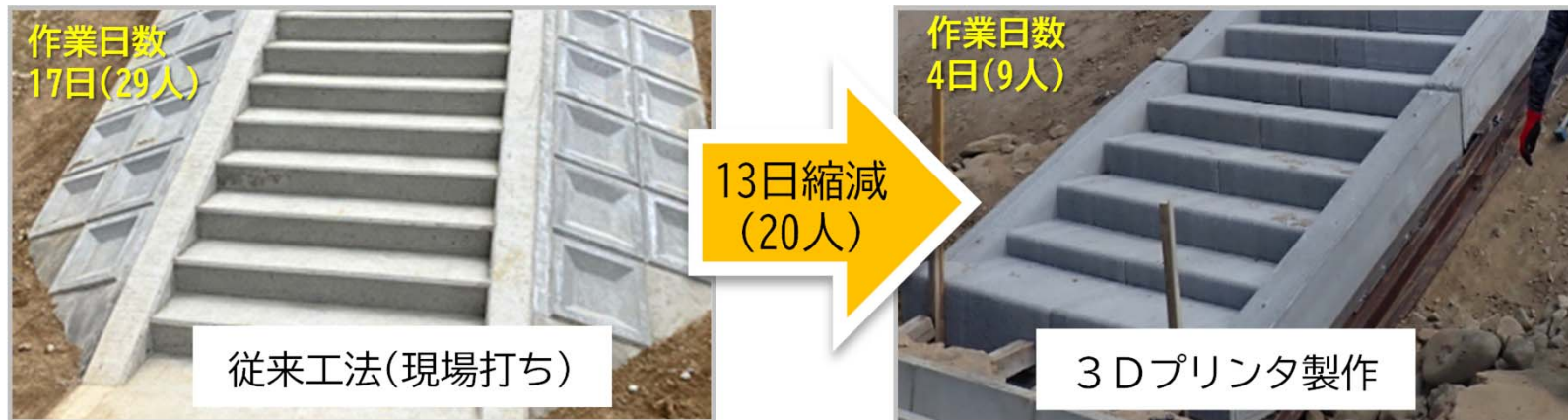
- 製造・販売者、施工者(通常は元請)、使用者(通常は重機オペなどの労働者)が、安全確保の役割を分担することから、それぞれの所管省庁(※)が協議会に参加して策定したもの
- 非常時に備え遠隔で人が介入できることが前提であるため、「自動施工」を前提としない「**遠隔施工**」にもこのルールは自ずと適用可能

(※) 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

□ 3Dプリンタ製作による場所打ち工法の代替



令和5年度 三篠川丁地区築堤護岸他工事 (株鴻治組)

※【全国 of 状況】

- ✓ 指示ではなく承諾の範疇でしか導入されにくい。
 - ✓ 発注者から求められる品質や性能 of 証明 of 程度がまちまちで、承諾ですらも導入されにくい。
- 埋設型枠としてのユースケースについては、土木学会に
- 建設用3Dプリンターによる埋設型枠設計・施工に関する研究小委
- が立ちあがる。

3. i-Con2.0の理念と現在地の繋ぎ方

生産年齢人口の2割減少

2020年度 約**7,509**万人

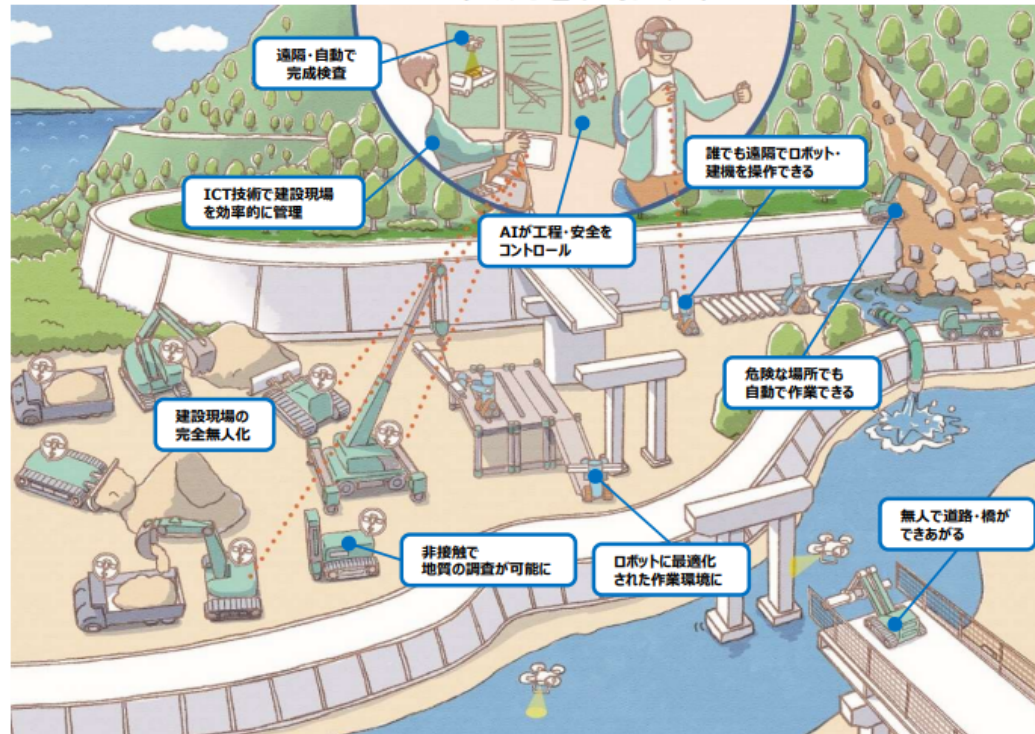
➡ 2040年度 約**6,213**万人

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。

✓ 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)

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配筋確認）
- 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

映写のみ

(<https://www.youtube.com/watch?v=pLNnPcqZCJM>)

そもそも建設機械の自動化って？



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- ✓ 車両の自動運転に倣った自動化レベルが提唱される。現状はレベル2。
- ✓ レベル3までは、トラブルへの対応は運転者の責任となり、実態としては遠隔施工での有人対応が想定される。
- ✓ レベル5（現場条件限定の開放）に至ってもなお、人間が定めたシナリオに沿って動作させることが前提になるし、予実管理などのマネジメントは有人。

レベル	自動車用運転自動化システム					建設機械				
	名称	動的運転タスク		動的運転タスクの動作継続が困難な場合への応答	限定領域	定義	建設機械動作	高効率施工を行うための検知と判断	トラブルへの対応	現場条件限定
		持続的な横・縦の車両運転制御	対象物・事象の検知及び応答							
0	運転自動化なし	運転者	運転者	運転者	適用外	自動化なし	運転者	運転者	運転者	あり
1	運転支援	運転者とシステム	運転者	運転者	限定的	各動作自動化（個別で良い）	運転者とシステム	運転者	運転者	あり
2	部分運転自動化	システム	運転者	運転者	限定的	一連動作自動化	システム	運転者	運転者	あり
3	条件付運転自動化	システム	システム	作業継続が困難な場合への応答準備ができていない利用者（代替中ドライバになる）	限定的	高効率施工を行うための検知と判断の自動化	システム	システム	運転者	あり
4	高度運転自動化	システム	システム	システム	限定的	トラブル対応の自動化	システム	システム	システム	あり
5	完全運転自動化	システム	システム	システム	限定なし	現場条件限定の開放	システム	システム	システム	なし

3DMC

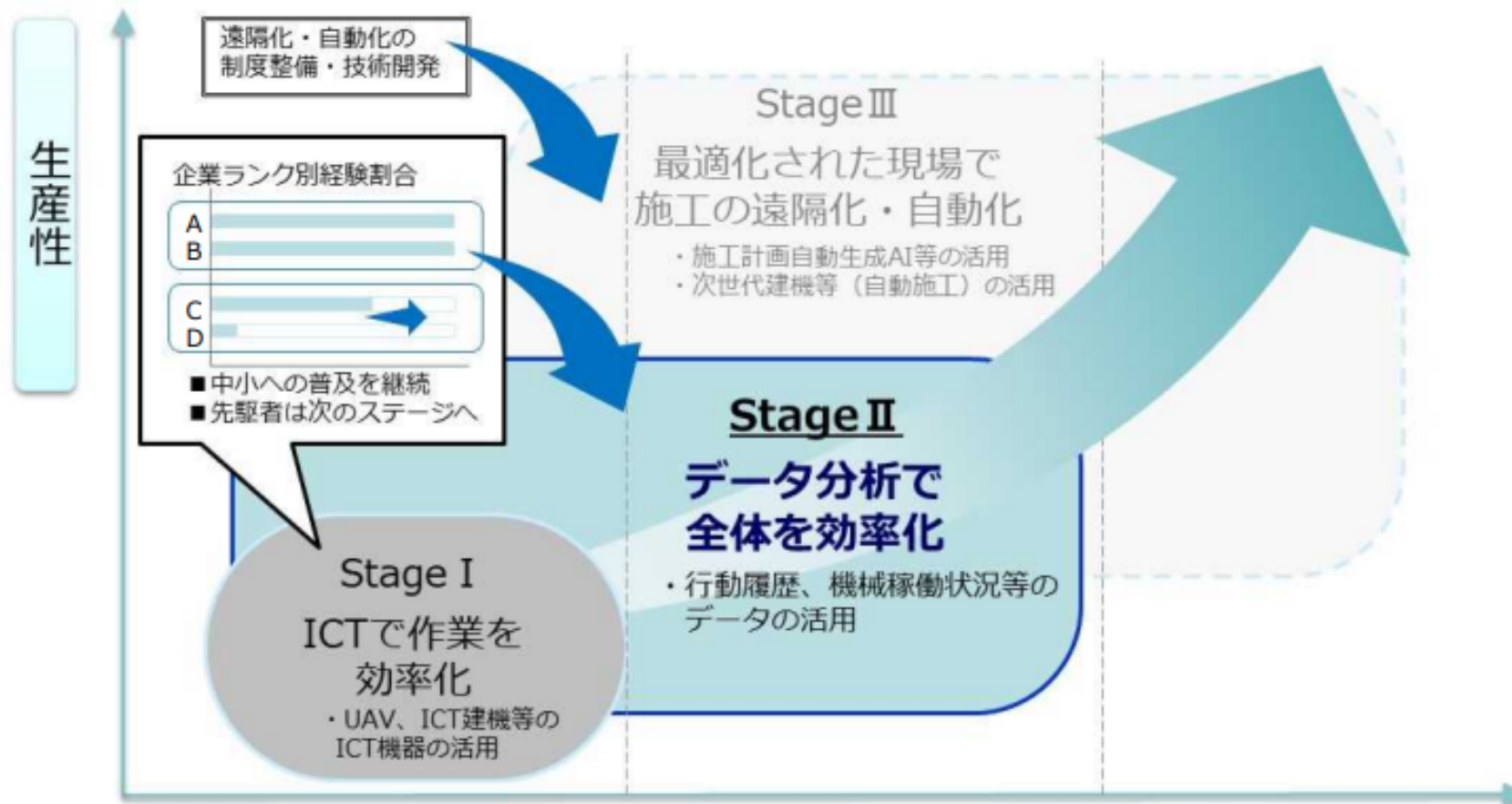
繰返し
動作
自動化

協調作業

ICT施工Stage IIとは？

- ✓ 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。

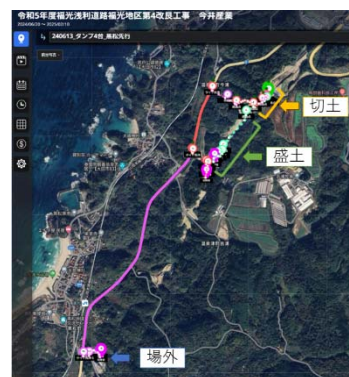
Stage II では、土工等の工種単位で作業を効率化するだけでなく、ICTにより現場の作業状況を分析し、工事全体の生産性向上を目指す



- ❑ 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

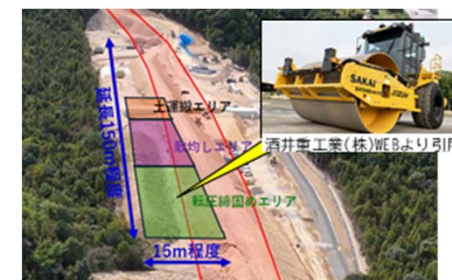
道路改良工事のStage II試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



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。

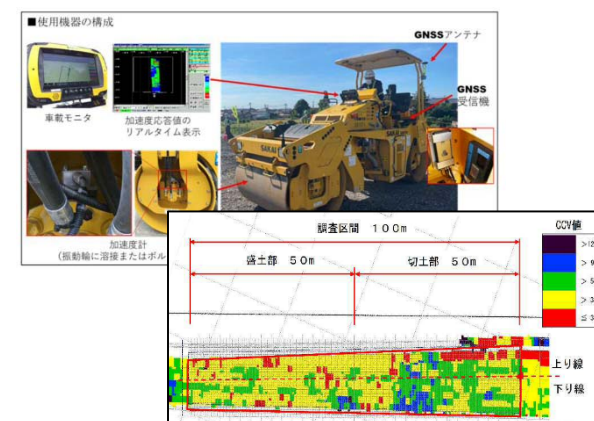


玉島笠岡道路での試行予定現場

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



【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。

- ✓ 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	初旬	中旬	下旬	初旬	中旬	下旬	初旬	中旬	下旬	
A現場			運搬先: O現場		O現場	O現場											
			予定数量	4,500m3	2,500m3	2,000m3											
			運搬先: P現場			P現場	P現場	P現場									
			予定数量	5,000m3		2,000m3	2,000m3	1,000m3									
			運搬先: A現場仮置						1,000m3								
			予定数量														
			運搬先: 未定														
B現場			運搬先: Q現場		Q現場	Q現場		Q現場	Q現場								
			予定数量	3,000m3	400m3	400m3		1,000m3	1,200m3								
			運搬先: B現場仮置							1,000m3							
			予定数量														
			運搬先: 未定														
			予定数量														
			合計予定数量	3,000m3	400m3	400m3		1,000m3	1,200m3								
C現場			搬出先: R現場										R現場	R現場			
			予定数量	14,000m3									1,000m3	1,000m3			
			運搬先: 未定														
			予定数量														
			合計予定数量	25,600m3										1,000m3	1,000m3		
			残土量	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	25,600m3	24,600m3	23,600m3	23,600m3	
			搬出総数土量 V=25,600														
D現場			運搬先: S現場		S現場	S現場	S現場										
			予定数量	5,160m3	1,800m3	1,800m3	1,560m3										
			運搬先: T現場				T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	T現場	
			予定数量	32,300m3				2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	
			運搬先: U現場														
			予定数量														
			合計予定数量	42,360m3	1,800m3	1,800m3	1,560m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3	2,000m3
搬出総数土量 V=47,500m3																	
E現場			運搬先: V現場		V現場	V現場	V現場										
			予定数量	42,360m3	40,560m3	38,760m3	37,200m3	35,200m3	33,200m3	31,200m3	29,200m3	27,200m3	25,200m3	23,200m3	21,200m3	19,200m3	17,200m3
			運搬先: W現場														
			予定数量														
			合計予定数量	42,360m3	40,560m3	38,760m3	37,200m3	35,200m3	33,200m3	31,200m3	29,200m3	27,200m3	25,200m3	23,200m3	21,200m3	19,200m3	17,200m3
			残土量	42,360m3	40,560m3	38,760m3	37,200m3	35,200m3	33,200m3	31,200m3	29,200m3	27,200m3	25,200m3	23,200m3	21,200m3	19,200m3	17,200m3
			搬出総数土量 V=42,360m3														

マッチングされた盛土工事へ

現場内仮置き

D X 技術導入による課題の解決

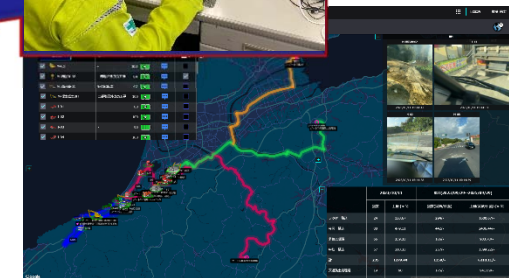


国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- ✓ 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



掘削
工事



盛土等
受工事

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



- ✓ 積込み・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



国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

・SC Fleet



【発注者】

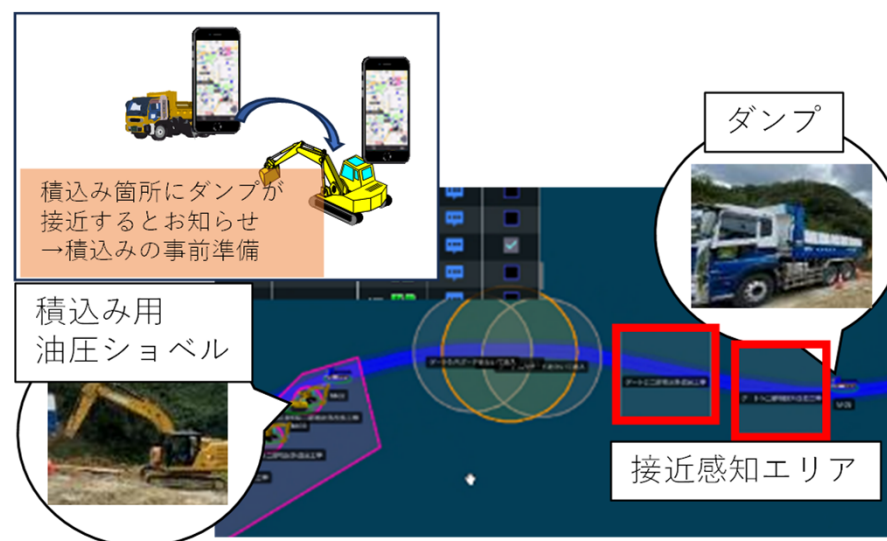
- ✓ 中硬岩掘削など進捗が上がらない箇所において、1日あたり掘削量の把握できるため、工程のリスク把握が可能となった。

【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。



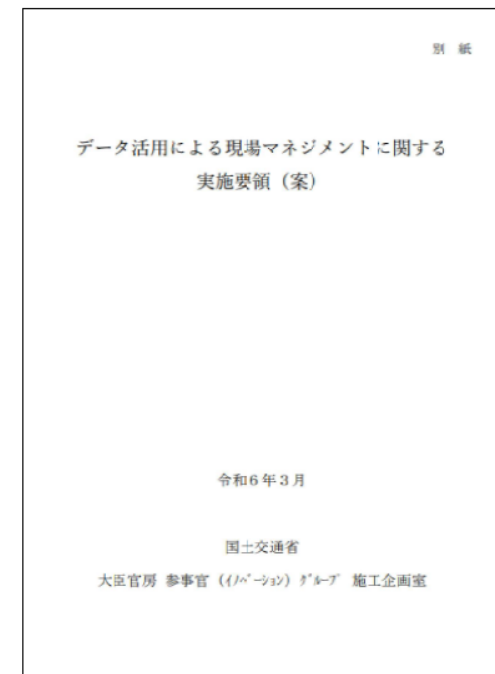
【目論見】 データ活用による現場マネジメント

- ✓ 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

StageⅡ 試行工事の特記仕様書上のリクワイア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】

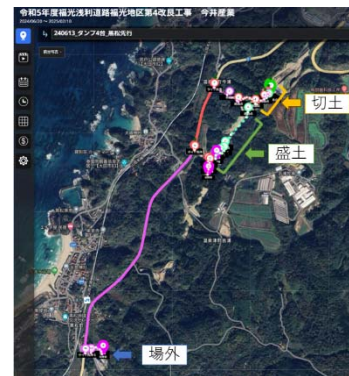
- ✓ データを活用する目的を意識して、ICTをどう活用するかを設計すること
 - 土配管理が課題なのであれば、それに相応のICTを整える。
- ✓ 良い情報を活用して良い判断が出来る意識の高い人に、道具を与えて情報を集めること。



- ❑ 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

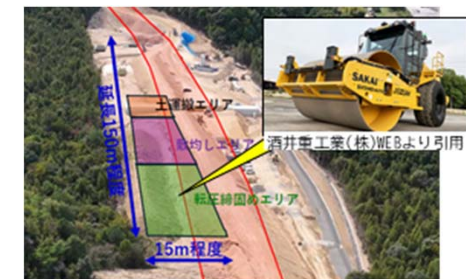
道路改良工事のStage II試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



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。

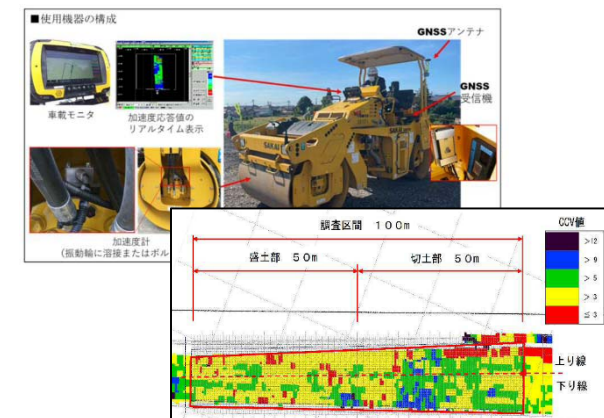


玉島笠岡道路での試行予定現場

施工管理の効率化に向け施工データの活用

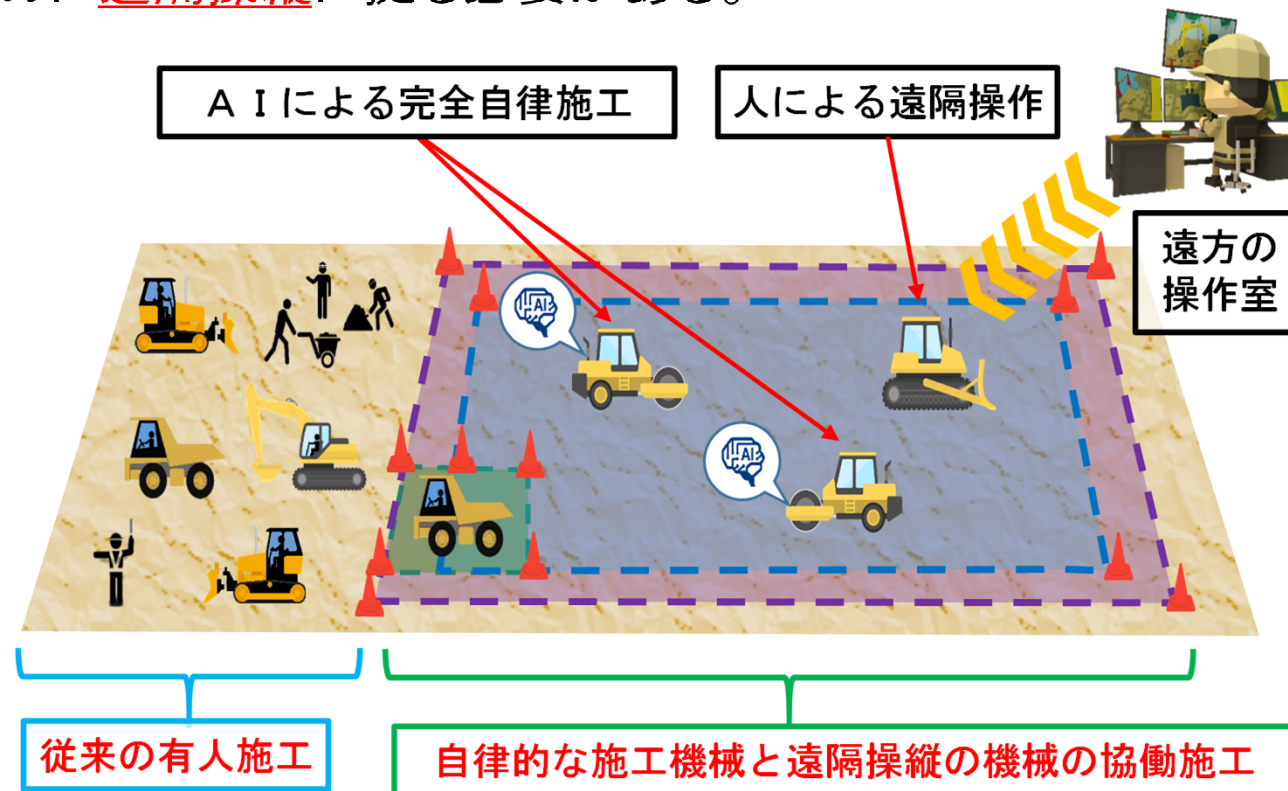
建設機械から得られる「施工データ」を活用した施工管理の効率化

- 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

- ✓ 「掘削」「積込」「運搬」「敷均し」等の作業のうち、比較的単純な繰返し作業が主な機種については、高い自動化レベルが実現される一方、人の介入無く作業を完遂するのは困難な機種もある。
- ✓ 人の立入を制限する中で自動施工機的能力を発揮させるため、人の介入の必要な一部機種については、時間を区切って有人施工とするか、無人状態を担保するために遠隔操縦に拠る必要がある。



自律的な施工機械と遠隔操縦の機械を一体的活用（イメージ）

- ✓ 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。

映写のみ

自動施工機実現に向けた国の取組（OPERA）



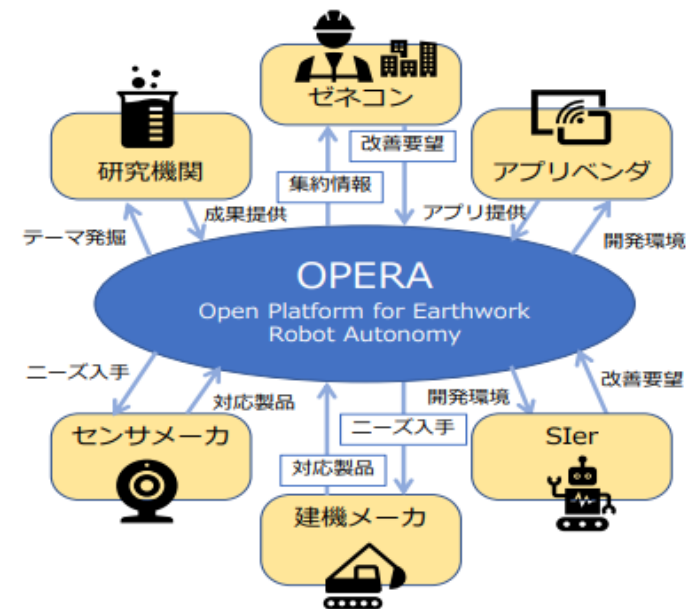
国土交通省中国地方整備局
中国技術事務所

- （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

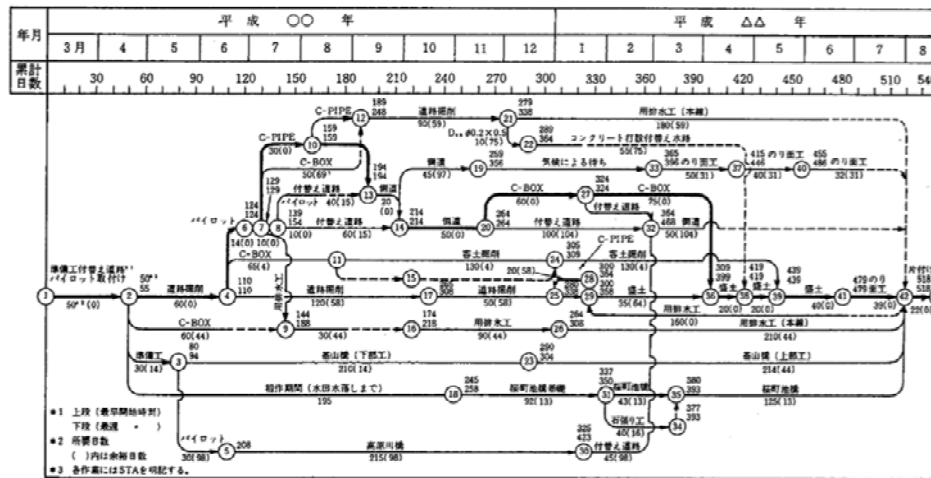
- ✓ ロボット制御用ソフトウェア開発のためのシミュレータのため、「**アームを〇° 動かす**」というようなシーケンスの組み方となる。人が指示したい作業シナリオとの乖離が存在。

映写のみ

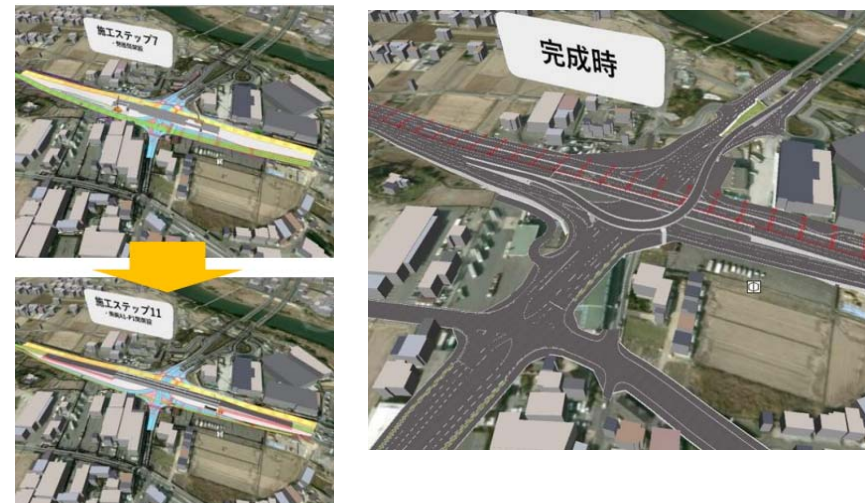
自動施工機に動作シナリオをどのように伝える？

- ✓ 作業のシナリオを人間の作業員に伝える手段は以下。自動施工機にはどのように伝える？

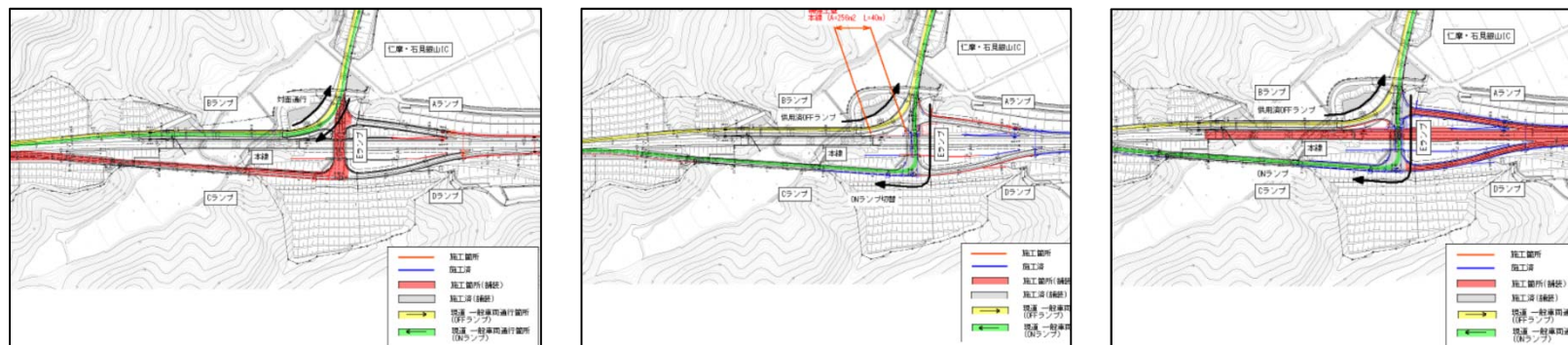
【ネットワーク工程表】



【BIM/CIMによる4D表現】



【施工程序図】



- 施工順序・機材配置の履歴を、その作業順序となった理由を説明してくれるデータと想定されるものと合わせて一定のフォーマットで収集し、機械学習に供することで、施工順序・機材配置の計画策定の自動化を目指すもの。
- 末端の自動施工機に伝える作業シナリオのフォーマットとしても期待される。

パラメータ名	json表示	データ型
プロジェクトID	project_id	text
建機ID	machine_id	text
As_BuiltID	as_built_id	text
x	x	float
y	y	float
z	z	float
タイムスタンプ	at	YYYY-MM-DDThh:mm:ss.fff
作業内容	Worktype	Enum
		【バックホウ】
		土砂集積
		土砂移動
		整地
		法面整形
		土砂掘削
		積込
		待機
		停止
		移動
		その他
		【ブルドーザ】
		押土(敷き均し)
		整形仕上げ
		押土集積
		鋤取り集積
		盛土
		切土
		転圧
		待機
		停止
		移動
		その他

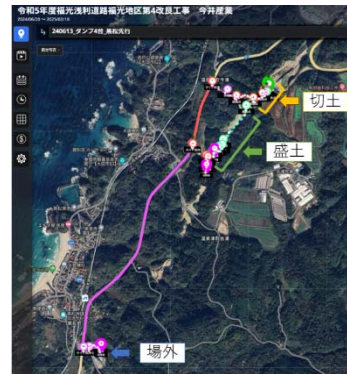
【作業内容の自動分類の状況】

映写のみ

- ❑ 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

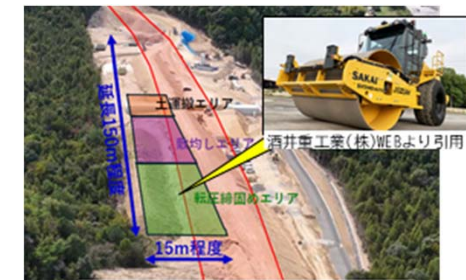
道路改良工事のStage II 試行により、自動化施工に向けた施工データを収集すると共に、土工工事における土量の予実管理で現場全体を効率化。



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。

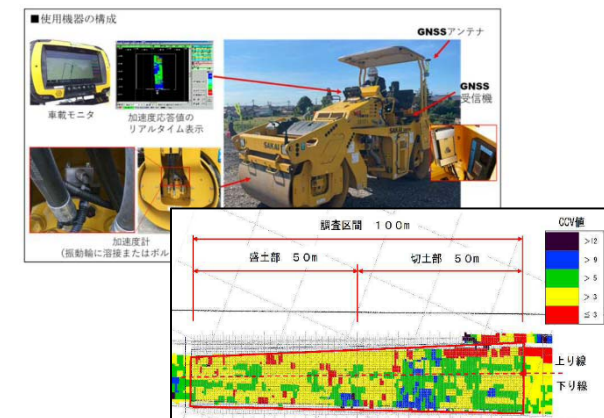


玉島笠岡道路での試行予定現場

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

- 作業のシナリオと機器の能力が入力出来、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の土工工事への適用を試行

映写のみ

- ✓ ブレーカ作業、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。)

- ✓ BIM/CIMの4Dシミュレーションでは、表現したい時間的断面毎に、その時点での完成形状のモデルを作り置く必要があり、作業性に難あり
- ✓ ゲームエンジンを用いて、成したい作業を直感的に入力出来るようなUI(ユーザーインターフェイス)が欲しい (↓こういうの)



映写のみ

- ✓ 土木工事の着手から、どんな作業順序を経て完成に至るのかをセマンティックに（コンピュータ可読になるよう意味を形式化した形で）記述したい

→ 知見・ノウハウの記録

- ✓ その作業が容易に出来て、その結果の可視化も容易に出来るアプリケーションの開発を促したい。

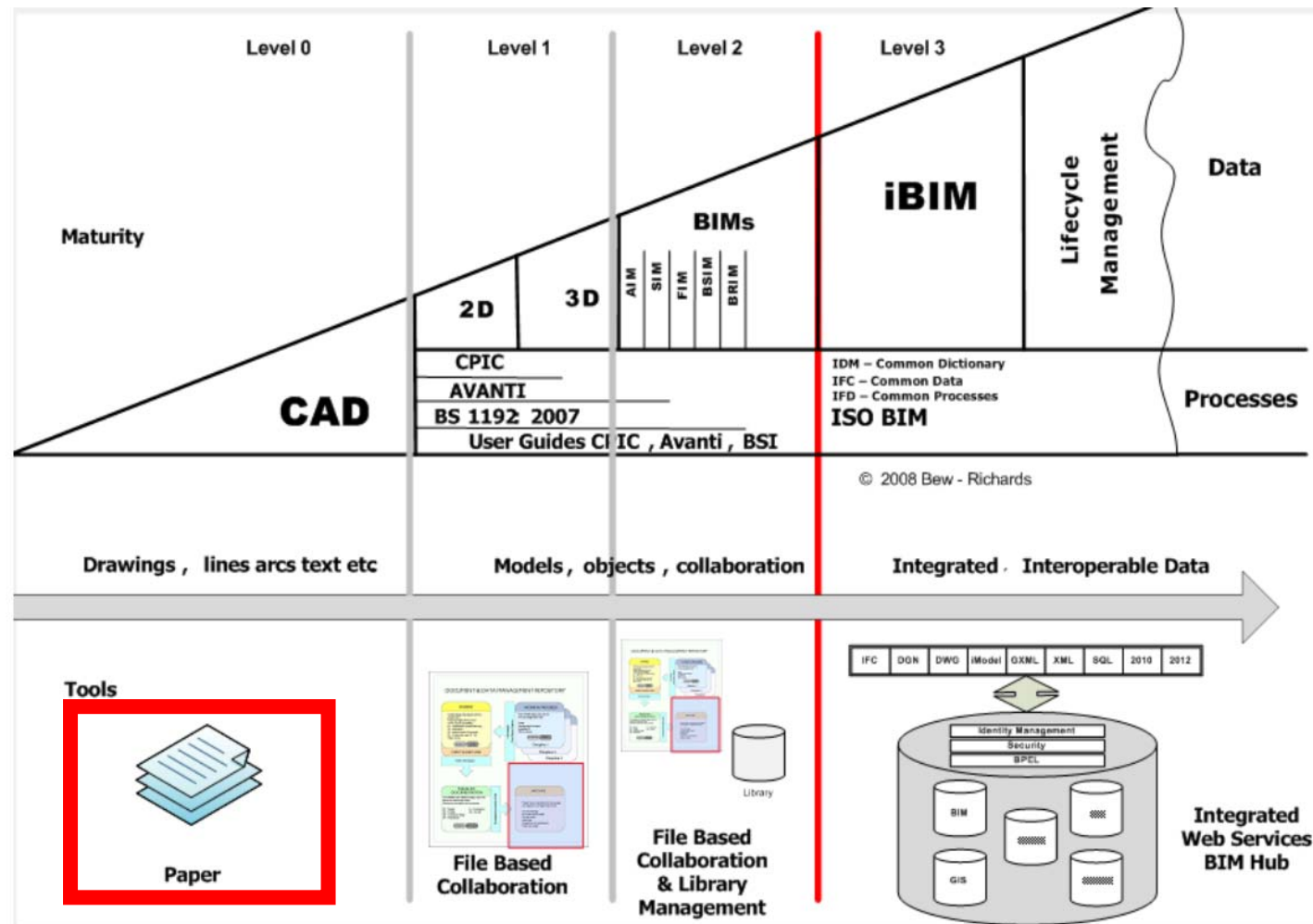
→ 机上検討による、予実の「予」の質の向上。 良い計画がオートメーション化の大前提



- 55

PM（プロジェクトマネジメント）のBIM成熟度の現状は？

- ✓ 私の経験では、現状レベル0（紙資料による協働）
- ✓ 一部のPM業務受託者は、MsProjectなどのPMツールを用いて、情報の統合化を果たそうとしている（←レベル2をうかがうものの、実態はレベル1）



- 国土交通省で、事業監理(プロジェクトマネジメント)の高度化等に必要なプロジェクトCDEを中心としたデータマネジメントの取組方針の議論が始まる。

データ共有者				データ共有単位	データ共有期間	データ共有環境	データ
適用範囲			受注者	受注者単位	業務・工事の契約期間	内部ファイルサーバ等	受注者内部で共有するデータ
			発注者	発注者単位	所定の保存期間	電子納品保管管理システム	業務・工事の電子成果品 （業務・工事の契約履行内容をアーカイブ）
						内部ファイルサーバ等	発注者内部で共有するデータ
			受発注者	受発注者単位 〔委託業務単位 請負工事単位〕	業務・工事の契約期間	業務・工事の受発注者間の情報共有システム（ASP）	受発注者間で共有するデータ
		プロジェクト関係者	プロジェクト単位	事業期間	プロジェクトCDE	プロジェクト関係者間で共有するデータ	
インフラ関係者				インフラ単位	運用期間	流域DPF、xROAD等	河川や道路等の管理に関するデータ
他のシステム利用者				システム連携	データ提供期間	国土交通DPF	インフラ関係者以外の機関へ提供するデータ
一般ユーザ				オープンデータ	データ公開期間	国土交通DPF	一般ユーザに提供するデータ

(R6.12.6 発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会 資料2)

今後、中国地整管内で来たるべき？新規の大規模事業において、プロジェクトCDEの熟議の結果を踏まえた良いPMツールを用いて良いプロジェクトマネジメントをし、構造化されたデータで知見を後世に残せるよう、今のうちから関係者で勉強を進めたい！