

i-Construction 2.0

～建設現場のオートメーション化～

令和6年4月
国土交通省

目次

1. はじめに	- 2 -
2. 社会資本整備を取り巻く状況と建設産業の課題	- 4 -
(1)生産年齢人口の減少や高齢化	- 4 -
(2)災害の激甚化・頻発化	- 4 -
(3)インフラの老朽化	- 4 -
(4)DX の本格化	- 4 -
3. これまでの i-Construction の取組	- 6 -
4. 更なる建設現場の省人化対策～建設現場のオートメーション化～	- 7 -
(1)施工のオートメーション化	- 7 -
(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)	- 8 -
(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)	- 8 -
(4)建設現場のオートメーション化に向けたロードマップ	- 9 -
5. i-Construction 2.0 が目指す目標	- 10 -
6. 国土交通省における 2024 年度の実施事項	- 12 -
(1)施工のオートメーション化	- 12 -
1) 建設現場の自動施工の環境整備	- 12 -
2) 遠隔施工技術の普及促進	- 12 -
3) 施工データ集約・活用のための基盤整備	- 13 -
4) ICT 施工の原則化	- 13 -
(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)	- 13 -
1) BIM/CIM による建設生産プロセス全体のデータの連携	- 14 -
2) 3次元モデルの標準化と契約図書としての活用に向けた取組	- 14 -
3) デジタルツインの活用による現場作業の効率化	- 15 -
4) 施工データの活用の効率化	- 15 -
5) データ活用による書類の削減	- 15 -
(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)	- 15 -
1) リモート監督検査	- 15 -
2) ロボットによるリモート検査	- 16 -
3) 高速ネットワークの整備	- 16 -
4) プレキャストの活用	- 16 -
5) ドローンや AI などの先進技術の積極的な活用	- 16 -
7. i-Construction 2.0 を推進するために	- 17 -
8. おわりに	- 18 -

1. はじめに

国土交通省では、2016年4月にi-Construction委員会(委員長:小宮山宏(株)三菱総合研究所理事長)から「i-Construction～建設現場の生産性革命～」を提言いただき、建設現場の生産性向上の取組として、ICT建設機械や無人航空機(UAV)等を活用したICT施工や、設計・施工におけるデジタル技術の積極的な活用など、i-Construction¹⁾を進めてきた。i-Construction委員会(企画委員会)には、毎年国土交通省の取組状況についてご意見をいただきながら、取組を進めているところである。

2020年からは、「国土交通省インフラ分野のDX推進本部」(本部長:国土交通省技監)を設置し、i-Constructionの目的である建設現場の生産性向上に加え、インフラ関連の情報提供やサービスを含めて、デジタル技術を活用し働き方を変革するインフラ分野のDX²⁾を推進し、業務、組織、プロセス、文化・風土や働き方の変革を目的として取組を進めてきた。2022年3月には国土交通省の取組を「インフラ分野のDXアクションプラン」としてとりまとめて公表し、2023年8月に第2版を公表した。

i-Constructionに着手して以降、社会資本整備をめぐる状況は大きく変化してきている。生産年齢人口の減少や高齢化により、特に地方都市において暮らしを支える各種サービス提供機能の低下・損失が懸念される中、気候変動の影響による自然災害の激甚化・頻発化、高度成長期以降に集中的に建設されたインフラの老朽化が進行している。

また、世界中で流行した新型コロナウイルス感染症やAI、5G、クラウド等に至る革新的なデジタル技術の開発・社会実装は、社会経済活動のあり方や人々の行動・意識・価値観・インフラに対する捉え方にも多大な影響を及ぼした。

このような状況の中、建設産業は、コロナ禍においても、国土の安全・安心の確保、人流・物流の確保など、地域の守り手として国民生活に不可欠な産業であり、建設産業従事者はエッセンシャルワーカーであることが再認識された。一方で、今後更に生産年齢人口の減少が進んだ場合、他産業に比べて入職率、定着率が低い建設産業は、担い手を確保することが困難になり、将来にわたって社会資本の整備・維持管理を持続し、国民生活に不可欠なサービスを提供する社会的使命を果たし続けていくうえでの大きな制約になりかねない。人口減少下においても、将来にわたって必要なサービスを提供していくためには、デジタル技術やデータの活用により、少ない人数で仕事を遂行できるよう、建設産業の仕事のあり方そのものを変革していく必要がある。

国土交通省では、i-Construction の取組以降、3次元データや ICT 建設機械の活用などデジタル技術の活用が一般化した。2023 年度からは、直轄土木業務・工事において、建設事業で取扱う情報をデジタル化し、建設生産プロセス全体の効率化を図る BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) に取り組むことを原則化するなど、データやデジタル技術を活用し、業務のあり方を変革していく体制は整ってきており、今がまさに、i-Construction の取組を加速し、一人あたりの労働生産性を高め³⁾、抜本的な省人化対策を進める時である。

取組にあたっては、i-Construction 委員会の提言に掲げられた「建設現場を最先端の工場へ」、「建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメントを導入」及び「建設現場の2つの「キセイ」の打破と継続的な「カイゼン」」の視点を踏まえ、「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化」、「施工管理のオートメーション化」を3本の柱とし、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場の実現を目指し建設現場のオートメーション化⁴⁾に取り組むこととする。

本アクションプランは、インフラ DX アクションプランで定めた目指すべき将来像のうち建設現場における取組について、インフラ分野の DX 推進本部において議論し、国土交通省の新たな建設現場の生産性向上(省人化)の取組として「i-Construction 2.0⁵⁾」をとりまとめたものである。今後の技術開発の動向などを踏まえながら、柔軟にプランを変更しながら取組を進めていくこととする。

2. 社会資本整備を取り巻く状況と建設産業の課題

(1) 生産年齢人口の減少や高齢化

2023年4月に国立社会保障・人口問題研究所が公表した「日本の将来推計人口(令和5年推計)」によると、総人口は50年後には現在の7割に減少し、65歳以上の人口はおよそ4割を占め、生産年齢人口は2040年には2割減少することが予測されている⁶⁾。我が国の就業者はここ20年で急速な高齢化が進行している。建設業は、就業者のうち55歳以上の占める割合が全産業平均より高い水準で増加傾向にある一方、就業者のうち29歳以下の占める割合の増加は緩やかである。今後、高齢就業者の大量退職も見込まれ、将来の担い手不足が懸念される。

(2) 災害の激甚化・頻発化

我が国は、地形・地質・気象等の国土条件により、従来から地震や風水害等の自然災害による甚大な被害に見舞われてきた。近年、さらに気候変動の影響により、短時間強雨や記録的な降雨や降雪、台風による水害や土砂災害、交通障害が激甚化・頻発化している。

インフラ整備や日常的な点検・維持管理により災害等を未然に防ぐことはもちろんのこと、災害等が発生した場合、被災地の人々の生活を一刻も早く日常に戻すため、人口減少下においても地域の守り手として速やかに復旧、復興に取り組むことが求められている。

(3) インフラの老朽化

高度経済成長期以降に集中的に整備されたインフラの老朽化が深刻であり、今後、建設から50年以上経過する施設の割合が加速度的に進行していく。一方、我が国のインフラの多くを管理している市区町村では、土木部門全体の職員数が減少し、全国の4分の1の市区町村は技術系職員が配置されていない⁷⁾など、メンテナンスに携わる人的資源が不足している。予防保全型のインフラメンテナンスへ本格転換することで、インフラを計画的に維持管理・更新することが求められている。

(4) DXの本格化

世界的にICT機器の普及が進み、AI、5G、クラウド等に至る革新的な技術の開発・社会実装が進むなど、デジタル技術が社会のあらゆる場面に広がり、人々の生活や経済活動のあり方が抜本的に変化してきている。一方、インフラに関する多様なデータは点在するものの、人流・物流・地形・気象といった他のデータと十分な連

携ができておらず、インフラデータの活用による新たな価値の創出への取組が求められている。

社会資本整備や維持管理段階においても、3次元データやICTの活用が進みつつあるが、中長期的な建設産業の生産能力の確保を踏まえると、新技術の更なる活用やデータの活用により、調査・設計・施工・維持管理の高度化・効率化に取り組む必要がある。

3. これまでの i-Construction の取組

国土交通省では、将来的な建設業の担い手不足に備え、2016 年度から建設現場の生産性向上を目指し、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスで ICT を活用する等、i-Construction を推進し建設現場の生産性を 2 割向上することを目標として掲げてきた。

i-Construction のトップランナーである ICT 施工は、2022 年度時点において、ICT 施工を実施できる直轄土木工事の 87% で実施しており、2015 年度と比較して、平均約 21% の作業時間の短縮効果を確認している。都道府県・政令市においても 2016 年度は 84 件だった ICT 施工の公告件数が、2022 年度には 13,429 件と大幅に増加しており、全国において着実に取組が普及している。また、i-Construction の進展との因果関係は必ずしも明確ではないものの、建設業の付加価値労働生産性⁸⁾は、2021 年度は 2015 年度に比べ 9.2% 増加するなど、近年堅調に推移している。

測量分野においても、従来は測量機器側だけでなく測点側にもターゲットを持った作業員が必要であり、かつ、測量したいポイントが障害物などで測れない場合もあったが、ドローンを活用した測量では、短時間で広範囲に、かつ、災害現場などの危険な場所や、急峻な山間地など地形的にも人が容易に立ち入れない場所においても測量が可能となり、データの処理などを考慮しても、従来手法の約 4 割の人工で測量することが可能となり、多くの現場で活用されている。

施工管理分野においても、ドローン測量に加え、高速かつ高精度に 3次元データを取得可能な 3D レーザースキャナや、簡易かつ高精度な 3次元測量が可能なスマートフォンアプリなど、出来形管理に活用可能な 3次元計測技術が数多く普及しており、施工管理の効率化・省人化に大きく寄与している。

このように、i-Construction の取組は裾野が広がり、建設現場の生産性向上は一定の効果が確認されているところである。一方で、一人で複数台の建設機械を同時に操作する技術や、陸上、海上の双方における工事の自動化技術は一般化が進んでおらず、現状の取組のみでは生産性の向上は頭打ちである。今後の人口の減少下において、社会資本の整備・維持管理を持続していくためには、計画的に進めることができる建設現場において、更なる抜本的な省人化対策に取り組む必要があることがわかっている。

4. 更なる建設現場の省人化対策～建設現場のオートメーション化～

抜本的な省人化対策に取り組むためには、一人で複数台の機械を操作することや、設計・施工の自動化、海上工事における作業船の自動施工など、これまで人が手作業で実施している内容を AI やシステムを活用して自動化し、人はマネジメント業務に特化していくよう変革していく必要がある。あわせて、抜本的な変革が実現するまでの対応として、近年社会全体で進展している DX の取組や、BIM/CIM 原則化によるデジタルデータの活用、新型コロナウイルスの感染拡大を契機として急速に進んだリモート技術など、業務の効率化・省人化につながる取組を加速していく必要がある。さらに、省人化対策の推進にあたっては、気候変動に伴い激甚化・頻発化する災害への対応や積雪寒冷環境下のような厳しい現場条件、地域特性も考慮する必要がある。

国土交通省ではこれまで進めてきた i-Construction の取組を深化し、更なる抜本的な建設現場の省人化対策を「i-Construction 2.0」として、「施工のオートメーション化」、「データ連携のオートメーション化」、「施工管理のオートメーション化」に取り組むことで、建設現場のオートメーション化の実現を目指していくこととする。

(1) 施工のオートメーション化

現在、建設現場では経験豊富な技術者の指揮の下、施工計画を作成し、工事工程を定めた上で、指示を受けたオペレータが建設機械に搭乗し操作を行っている。今後、一人当たりの生産能力を向上するため、各種センサーにより現場の情報を取得し、AI などを活用して自動的に作成された施工計画に基づき、一人のオペレータが複数の建設機械の動作を管理する「施工のオートメーション化」を推進する。

「施工のオートメーション化」にあたっては、自動施工の標準的な安全ルールなどの環境整備や異なるメーカー間の建設機械を制御可能な共通制御信号の策定、人の立ち入らない現場において安全かつ効率的な作業を可能にする遠隔建設機械の普及促進等を実施する。

また、様々なシステムが活用されている建設現場において、異なる建設機械メーカーであってもリアルタイムの施工データを円滑に取得・共有することで、建設現場のデジタル化・見える化を進め、建設機械の最適配置を瞬時に判断し、効率的な施工を実現する。さらに、海上工事における作業船の操作の自動化を実現する。

「施工のオートメーション化」により、建設現場の省人化に加え、生産年齢人口減少下においても必要な施工能力を確保していく。

(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)

調査・測量、設計、施工、維持管理といった建設生産プロセス全体をデジタル化、3次元化し、必要な情報を必要な時に加工できる形式で容易に取得できる環境を構築するBIM/CIMなどにより「データ連携のオートメーション化」を推進する。これにより同じデータを繰り返し手入力することをなくし、不要な調査や問い合わせ、復元作業を削減するとともに、資料を探す手間や待ち時間の削減を進める。

建設生産プロセスにおいて作成・取得するデータは多量にある一方、現時点ではデータを十分に活用できていないことから、各段階で必要な情報を整理した上で、関係者間で容易に共有できるよう、情報共有基盤を構築し、円滑なデータ連携を進める。

データの活用にあたっては、設計データを施工データとして直接活用することや、デジタルツインの構築による施工計画の効率化など、現場作業に関わる部分の効率化に加え、BI ツール⁹⁾等の活用により、紙での書類は作成せず、データを可視化し、分析や判断ができるよう真の意味でのペーパーレス化(ASP(情報共有システム)の拡充といった現場データの活用による書類削減)などバックオフィスの効率化の両面から進めていく。

(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)

建設現場全体のオートメーション化を進めるためには、施工の自動化やBIM/CIM等によるデジタルデータの活用に加え、部材製作、運搬、設置や監督・検査等あらゆる場面で有用な新技術も積極的に活用しながら「施工管理のオートメーション化」を推進する。

これまで立会い、段階確認等の確認行為において活用していた遠隔臨場を検査にも適用するとともに、コンクリート構造物の配筋の出来形確認においては、デジタルカメラで撮影した画像解析による計測技術も適用する。また、小型構造物や中型構造物を中心に活用していたプレキャスト製品について、大型構造物についてもVFM(Value for Money)の評価手法の確立等を進めながら導入を推進することにより、リモート化・オフサイト化を進める。

また、大容量のデータを活用するには、通信ネットワークの強化も不可欠であり、日本全国を高速・大容量回線で接続し、動画や3次元モデルなどの大容量データを円滑に利用できる環境を整備する。

なお、施工管理のオートメーション化に向けた衛星測位技術の活用にあたっては、国家座標に準拠したデータの活用も推進していく。

(4)建設現場のオートメーション化に向けたロードマップ

現在 ICT 施工を進めているところであるが、5 年以内に現場のリアルタイムデータの活用、中期的(10 年程度)に大規模土工など一定の工種・条件下での自動施工の標準化、長期的(15 年程度)に大規模現場での自動施工・最適施工の実現をめざし、短期・中期・長期のロードマップに基づき各取組を進めていく。なお、これらの内容は、現時点での想定であり、今後の技術開発状況等に応じて適宜見直すものとする。

①「施工のオートメーション化」に向けたロードマップ

＜ロードマップ＞	短期（今後5年程度）	中期（6～10年後程度）	長期（11～15年後程度）	実現	
自動施工	安全ルール、施工管理要領等の技術基準類の策定	ダム施工現場等での導入拡大	大規模土工現場での導入試行	大規模現場での自動施工の実現	
遠隔施工	砂防現場における活用拡大	通常工事における活用拡大			最適施工の実現
施工データの活用	データ共有基盤の整備（土砂運搬など建機効率化）	施工データを活用した施工の最適化	AIを活用した建設現場の最適化		

②「データ連携のオートメーション化」に向けたロードマップ

＜ロードマップ＞	短期（今後5年程度）	中期（6～10年後程度）	長期（11～15年後程度）	実現
3Dデータの標準化・共有基盤の整備	3D設計標準化（主要構造物）	3D設計標準化		建設現場のペーパーレス・シームレスなデータ共有・連携
デジタルツイン	BIM/CIM 属性情報の標準化		自動設計技術の開発促進・導入	
データ共有基盤の整備	現場データ共有基盤	プロジェクト全体のデータ共有		
データ活用ツールの開発・実装	施工管理・監督・検査のためのアプリケーションの開発・実装 BIツールでの監督・検査、書類削減（ペーパーレス化）			

③「施工管理のオートメーション化」に向けたロードマップ

＜ロードマップ＞	短期（今後5年程度）	中期（6～10年後程度）	長期（11～15年後程度）	実現
リモート施工管理 監督・検査	技術検証・実証	設備点検の一部リモート化		人の作業を省力化 快適なオフィスでの作業判断を実現
高速ネットワーク整備	※ 遠隔臨場 実施要領の策定・原則適用（R6より） 100Gbpsネットワーク整備		事務所・出張所までの高速化	
プレキャスト	プレキャストの活用促進	構造物の標準化・モジュール化		

5. i-Construction 2.0 が目指す目標

i-Construction 2.0 では、デジタル技術を最大限活用し、建設現場のあらゆる生産プロセスのオートメーション化に取り組み、今よりも少ない人数で、安全に、できる限り屋内など快適な環境で働く生産性の高い建設現場を実現することを目指している。具体的には 2040 年度までに、建設現場の省人化を少なくとも 3 割、すなわち生産性を 1.5 倍以上に向上することを目指す。これにより、建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値が向上し、建設産業が賃金や休暇などの就労環境の観点からも魅力ある産業となり、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続けることを目標とする。

なお、i-Construction 2.0 の効果把握にあたっては、建設生産プロセスが広範囲に及ぶことから、多様な効果把握に努めるものとする。

1) 省人化(生産性の向上)

2040 年には生産年齢人口が現在から 2 割減少することが見込まれる一方、災害の激甚化・頻発化やインフラの老朽化に起因し、社会資本の整備・維持管理に関するニーズは今よりも増加することが予測される。例えば人口が減少したとしても、国民の生活基盤である社会資本の整備・維持管理を適切に実施し、安全・安心な国土の保全、経済活動の基盤となる施設整備といった国民サービスを持続的に提供していくため、最低でも 2040 年度までに、2023 年度と比較して、建設現場において 3 割の省人化、すなわち生産性を 1.5 倍以上向上することを目指す。

これまでの自動施工などの取組を踏まえると、先進的な事例や省人化を進めやすい分野では 3 割の省人化を達成できることが想定される。設計分野においても BIM/CIM が定着し、自動設計ができるようになれば、省人化・省力化が一気に進むことが想定される。一方、維持工事など、省人化に時間がかかる分野もあることから、好事例を他分野に展開しながら、現場条件、地域特性も考慮し、順次取組を進めていくこととする。

2) 安全確保

「労働災害統計」(2022 年、厚生労働省)によれば、建設機械に起因すると想定される死亡事故は、およそ 2 割を占めている。建設業の死亡災害は 2021 年までの過去 50 年間で大幅に減少しているものの、年間 300 人弱程度の死亡事故が発生している。

建設現場に人がいる限り、人的被害を伴う事故を完全に排除することは難しい。建設機械の自動化や遠隔化により、人的被害が生じるリスクを限りなく低減し、人

的被害を大幅に減らすことを目指す。

3) 働き方改革と多様な人材の活躍

建設現場、屋外作業や危険の伴う作業、厳しい環境で行う作業が多く、若者離れが進んでいる分野の一つになっている。建設現場のオートメーション化を進めることにより、これまで真夏の暑い中屋外で実施していた作業を、クーラーが効いた室内の快適な環境下に移行するなど、働く環境の大幅な改善を目指す。

設計などのオフィスワークにおいても、BIM/CIM により構築したデータをクラウドで共有することで、受発注者双方において突発的な対応を減らし、時間や場所を有効に活用できる柔軟な働き方や、これまで以上に多様な人材が活躍できる場の創出を目指す。

また、建設生産プロセス全体のデジタル化として、工事施工中の施工管理関連情報の共有、データアクセス及び活用を実現し、オンライン化、ペーパーレス化を行うことで資料作成時間を削減するなど、全産業と比べて、長い労働時間¹⁰⁾を改善するよう取組を進めていく。

4) 給与がよく、休暇が取れ、希望がもてる建設業の実現

建設現場のオートメーション化により、一人で複数台の機械をコントロールするなど、生産性が大幅に向上する。これにより、賃金水準の大幅な向上が期待されるとともに、天候に大きく左右されず計画的に工事を進めることが可能となり、完全週休二日の確保など、他産業と比較しても遜色ない魅力ある就労環境の実現が期待される。さらには、働く環境の改善や、多様な人材が活躍できる場の創出により、多くの若者が、地図に残るものづくりに携わることができ地域社会に貢献できる誇りとやりがいを感じる建設産業を実現していく。

6. 国土交通省における 2024 年度の取組事項

(1) 施工のオートメーション化

1) 建設現場の自動施工の環境整備

自動施工技術は開発途上であり、現状では導入可能な現場条件・工種が限られているとともに、施工時の基準類が未整備であるなどの課題があるため、以下の環境整備に取り組む。

i) 自動施工の安全ルールの策定

自動施工・遠隔施工技術の開発及び普及を促進するため、国土交通省では、関係する業界、行政機関及び有識者からなる分野横断的な「建設機械施工の自動化・自律化協議会」(会長:国土交通省大臣官房技術審議官)を2022年3月に設置している。2024年3月には、協議会での議論を基に、国立研究開発法人土木研究所及び国土技術政策総合研究所が有する建設DX実験フィールド等での現場検証を踏まえ、自動施工の安全ルートを策定した。

2024年度は、安全ルールを実現場に適用する試行工事を実施するとともに、自動建設機械の機能要件や施工管理要領等の策定に向けた検討・検証に取り組む。さらに、海上工事における作業船の自動化の安全ルールについても検討を行う。

ii) 自動施工の現場実装・技術開発を促進するための基盤整備

国立研究開発法人土木研究所において、異なるメーカーの建設機械についてもユーザーが同じプログラムで動作させることが可能な共通制御信号の策定に向けた取組を実施しており、2024年度は原案作成に向けた共同研究を実施する。

また、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整備のため、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 (Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy)」の整備を進める。

2) 遠隔施工技術の普及促進

災害対応時における危険が伴う斜面对策工事等において、オペレータが建設機械に搭乗せずに遠隔操作する遠隔施工(しばしば「無人化施工」と呼称)を実施してきた。生産性の高い自動施工の実現に向けては、人の立ち入らない現場

において安全かつ効率的な作業が求められるため、通常工事への遠隔施工技術の導入が不可欠である。

2024年度は、遠隔施工技術の普及拡大に向けて災害対策時以外の施工現場での試行工事の実施に取り組む。

3) 施工データ集約・活用のための基盤整備

自動施工に必要な建設現場のデジタル化・見える化を目的に、建設機械により取得される施工データを集約し、活用するための共通データ環境(施工データプラットフォーム)を整備する。共通データ環境が整備されることで、施工データを双方向かつリアルタイムで取得・共有することが可能となる。

併せて、様々な建設機械から得られる施工データを統一的に把握・活用するための共通ルール(API連携)についても策定し、施工データの連係を図る技術開発を促進する。

2024年度は、施工データ活用による作業待ち防止や工程調整、最適な要員配置による効果について検証する試行工事を実施するとともに、施工データプラットフォームの構築のためのデータ集約に取り組む。また、作業船操作に伴う3次元データとの連係検討にも取り組む。

4) ICT 施工の原則化

ICT 施工のうち、「ICT 土工」については2022年度には直轄工事の約86%において実施されていることから、建設機械を通じて稼働時間や位置情報などの施工データの取得が可能となった。

2024年度は、ICT 施工の実施率や実施件数が高い「ICT 土工」及び「ICT 浚渫工(河川)」について、これまで施工者希望型で実施していた工事の一部を発注者指定型に移行し、2025年度からはICT 施工を原則化して、施工データを取得する環境の徹底を図る。また、その他のICT 施工対象工種についても、取組状況を確認しながら、順次原則化に向けた検討を進める。

(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)

BIM/CIM は2023年度から原則適用を開始しており、これまで3次元の形状データを中心に活用を進めてきたところである。今後、設計の効率化、施工の自動化を目指す上では3次元設計の標準化やデータの更なる活用が必要不可欠である。BIM/CIM により効率化を進めるにあたっての課題は大きく2点ある。

1 点目は各段階において、どのようなデータが必要なのか明確に決まっていないため、データを効果的に活用できていないことである。2 点目は2次元図面と3次元モデルが連動していないため、3次元モデルが参考資料にとどまっており、工事の契約図書等として活用できていないことである。

そのため、まずは必要なデータが明確になっている積算や過去データの検索においてデータの活用を進めることで、データを活用する体制を構築するとともに、3次元モデルの標準化について目標期限を明確にしたうえで進めていく。

1) BIM/CIM による建設生産プロセス全体のデータの連携

2026 年度を目標に進めている積算システムの改良に合わせ、3次元モデルや設計支援ソフトウェアで算出される数量を直接積算に活用できるよう、必要なツールを開発し実際の業務で試行する。属性情報を活用する仕組みが一つでも構築できれば、維持管理等他の分野における属性情報の活用が容易になる。まずは必要なデータが明確になっていて、発注者が負担になっている積算や設計変更の効率化を目的に積算のデータ活用に取り組む。

設計データの ICT 建設機械や工場製作での活用についても取り組む。具体的には、ICT 建設機械に必要な中心線や横断図データを成果物として納品してもらい、施工段階へ伝達する。また、鋼橋分野において設計データを工場製作で直接活用するため、中間ファイルを活用したデータ連携を試行するなどデータの活用を進める。

2) 3次元モデルの標準化と契約図書としての活用に向けた取組

BIM/CIM 原則適用により、3次元モデルの活用を本格的に開始したところであるが、現時点では、3次元モデルと2次元図面が連動していないことから、3次元モデルは参考資料として活用している。省人化を実現していくためには、3次元モデルと2次元図面の連動を担保し、主構造については自動設計を実現していく必要がある。また、モデルは参考資料ではなく、工事契約図書として活用することが、データ連携の観点から重要である。

2024 年度からは、3次元モデルを標準化するにあたっての課題を整理するとともに、業務全体ではなくとも、試行可能な分野から取組を進めていくとともに、関係業団体と連携し、3次元モデルを標準化し、契約図書として活用するにあたってのロードマップを策定する。

3) デジタルツインの活用による現場作業の効率化

最適な施工計画の検討や手戻り防止のため、工程が複雑な工事では BIM/CIM により4Dモデルを構築し、施工ステップをデジタル空間で再現するなど、事前に作業のシミュレーションを実施する。さらにはデジタルツインの技術を活用して、設計情報をAR・VRにより現場に投影し、施工のイメージを関係者全員で共有することで、手戻りやミスの防止、効率的な作業の実施につなげ、現場作業の効率化を進める。

また、デジタルツインの構築を容易にできるよう、国土交通省や民間等が保有するインフラに関するデータを一元的に提供する国土交通データプラットフォームの改良や連携するデータの拡充、各種データベースの構築等を進める。

4) 施工データの活用の効率化

施工不良や瑕疵が発生した場合に、電子納品・保管管理システム等において発注者が一元的に管理している施工データを効率よく検索できることが可能となることで、同じ施工方法や材料、製品等を使った現場を確認しやすくすることを目指し、国土交通省が保有する電子納品・保管管理システムの改良等の検討を進める。

5) データ活用による書類の削減

直轄工事の施工管理においては、工程管理、工事書類管理、決裁(ワークフロー)、電子納品データの作成支援などの機能を備えた情報共有システム(ASP)を活用している。今後は、施工管理関連情報(工程、出来形・品質、図面、写真等)の共有や効率的な活用に向け、プロジェクトチームを立ち上げて、ASP の拡充について検討していく。

(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)

1) リモート監督検査

2022 年度から原則適用している立会い、段階確認等の確認行為を現場に出向かず、カメラ・web 通信によりリモートで実施する遠隔臨場について、2024 年度から中間技術検査、完成検査にも拡大する。

また、現場における監督検査のデジタル化にも取り組んでおり、2023 年度からはカメラ画像の解析による構造物配筋の出来形検査を開始している。今後更に計測項目の拡充や精度の向上に取り組んでいく。

2) ロボットによるリモート検査

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の実現に向けた検討を実施している。具体的には、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進めていく。

3) 高速ネットワークの整備

i-Construction 2.0 をはじめインフラ分野の DX 環境整備促進のため、河川道路管理用光ファイバを活用して、日本全国を 100Gbps の高速・大容量回線で接続し、地方整備局等が発注者として率先して3次元モデル等の大容量データを円滑に利用できるよう、高速ネットワーク環境を末端まで整備する。

また、災害対応や事業の実施にあたっては、大容量データを活用した現場や自治体等の関係機関との協議や連携も重要であり、衛星コンステレーションの活用も含め関係機関との効率的なネットワーク構築についても検討する。

4) プレキャストの活用

プレキャスト製品の活用を促進するため、「規格の標準化・要素技術の一般化」、「全体最適」について検討を進めており、プレキャスト製品の規格ごとの適用検討や、活用事例集の作成などを進めている。今後、価格以外の要素を考慮し最大価値について検討を行う VFM(Value for Money) の評価手法の確立、実施要領の策定に取り組んでいく。

5) ドローンや AI などの先進技術の積極的な活用

厳しい環境での作業における身体的負担の軽減や多様な人材の活用を実現するため、近年技術革新の著しいドローンや AI といった先進技術を積極的に活用することで、建設現場における働き方改革の促進や施工管理における屋外作業のリモート化・オフサイト化を目指す。

7. i-Construction 2.0 を推進するために

人口減少下においても、国民生活に必要な社会資本の整備・維持管理を実施していくためには、従来の手法にとらわれず、産学が開発する様々な新技術を積極的に取り入れていく必要がある。

しかし、建設工事等の受注者は、発注者の定めた仕様に基づき施工するため、仕様の範囲を超えて新技術を活用する場合には、発注者の承諾を必要とする。一方、発注者は、仕様で新技術を指定する場合に公平性の観点から説明責任が求められるため、従来技術と新技術との比較検討に当たって、経済性に偏重する傾向がある。

従来の手法では活用される技術が限定的であり、積極的に新しい手法も検討・導入し、将来にわたって必要な社会資本の整備・維持管理を実施していくため、受注者及び発注者の技術力を結集し、過度に経済性に偏重することなく、必要な技術を活用できる環境整備を実施していくこととする。

新技術の活用環境とともに、有用な新技術が創出される開発環境の整備も重要である。技術開発は、各社が独自に技術開発する競争領域と、各社の技術を結集して横断的に取り組む協調領域があり、協調領域においては人的及び資本的投資を効率化・抑制して、余力を競争領域への投資に配分することが効果的である。現在、東京大学に i-Construction 寄付講座を設置し、協調領域を設定した上で、関係者が連携して研究開発等を実施しているところであり、産学官が連携し、引き続き取組を進めていく。

スピード感を持って新技術の社会実装を推進するためには、その成果が国民に還元されるまでの道筋を想定し、出口を見据えた戦略性を持って、技術開発から活用・普及に至るまでの一連の施策を総合的に推進していくことが重要である。

8. おわりに

本アクションプランは、建設現場のオートメーション化に向けた「i-Construction 2.0」に関し、「施工のオートメーション化」「データ連携のオートメーション化」「施工管理のオートメーション化」を軸に、今後の取組の方向性についてとりまとめたものである。

今後施策の実現に向け、個々の取組ごとに詳細なロードマップを作成し、国以外の発注者・管理者や関係団体と連携を図りながら、取組を進めていく。

将来的な労働力の大幅減少など、日本全体を取り巻く環境が大きく変化していく中、魅力ある建設現場を創り出すため、日々進化する新たな技術を建設現場に導入し、i-Construction 2.0 で目指す世界の実現に向け取組を進めていく。

注釈

1) i-Construction

i-Constructionとは、建設現場、すなわち調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる取組であり、建設生産システム全体の生産性向上の取組のことである。

上記のとおり、建設現場とは、実際に施工を行っている工事現場のみを意味する言葉ではなく、調査・測量、設計、施工、検査、維持管理・更新の各々の段階(建設生産プロセス)の現場を表す。

なお、i-Constructionの「i」とはICT(Information and Communication Technology)やintelligenceの頭文字であったり、建設への「愛」であったりなど、固有の意味・定義を有するものではない。

2) インフラ分野のDX

社会経済状況の激しい変化に対応し、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革すると共に、業務そのものや、組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土や働き方を変革する。

これらの変革を通じ、インフラへの国民理解を促進すると共に安全・安心で豊かな生活を実現することを指す。

3) 一人あたりの労働生産性

建設現場に関わる一人あたりの日当たりの仕事量(work)を指す。

4) オートメーション化

機械や機器、工場品の活用など、手作業を省き自動的に実施すること。ミスの軽減や効率化、省人化につながる取組。

5) i-Construction 2.0

インフラ整備・維持管理という社会的使命を将来にわたって持続的に果たしていくため、建設現場のオートメーション化を進める取組。これらの取組を通じ、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場の実現を目指す。

インフラ分野のDXアクションプラン第2版(2023年8月)において、第5期国土交通省技術基本計画に掲げた①国土、防災・減災、②交通インフラ、人流・物流、③くらし、まちづくり、④

海洋、⑤建設現場、⑥サイバー空間の6つの将来社会のイメージをインフラ分野のDXの目指すべき将来像と位置づけた。

このうち建設現場の将来像に向けた取組、すなわちインフラ DX アクションプランの建設現場における取組として、i-Construction2.0 としてとりまとめたもの。

6) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(令和5年推計)」出生中位・死亡中位推計より算出

出典:https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2023/pp_zenkoku2023.asp

7) 市町村の技術職員

第1回群マネ計画検討会・群マネ実施検討会【同時開催】(2023年8月31日) 参考資料 P4 参照

出典:https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/gunmane_kentou01_06.pdf

8) 建設現場における付加価値労働生産性

単位労働者・時間あたり付加価値額から算出した労働生産性。近年の推移については、i-Construction 推進コンソーシアム第9回企画委員会(資料2)に記載している。

(参考) i-Construction 推進コンソーシアム(第9回企画委員会)

https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/02.9_kikaku_siryoushita.pdf

9) BI

Business Intelligence。事業上の意思決定のために情報を分析して得られる知見およびそれを得る機構。

10) 長い労働時間

建設業について、年間の出勤日数は全産業と比べて12日多い。また、年間の総実労働時間は全産業と比べて68時間長いということが分かっている。

出典: 第26回基本問題小委員会 資料3 働き方改革について

https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/tochi_fudousan_kensetsugyo13_sg_000001_00011.html

厚生労働省「毎月勤労統計調査」年度報より国土交通省作成

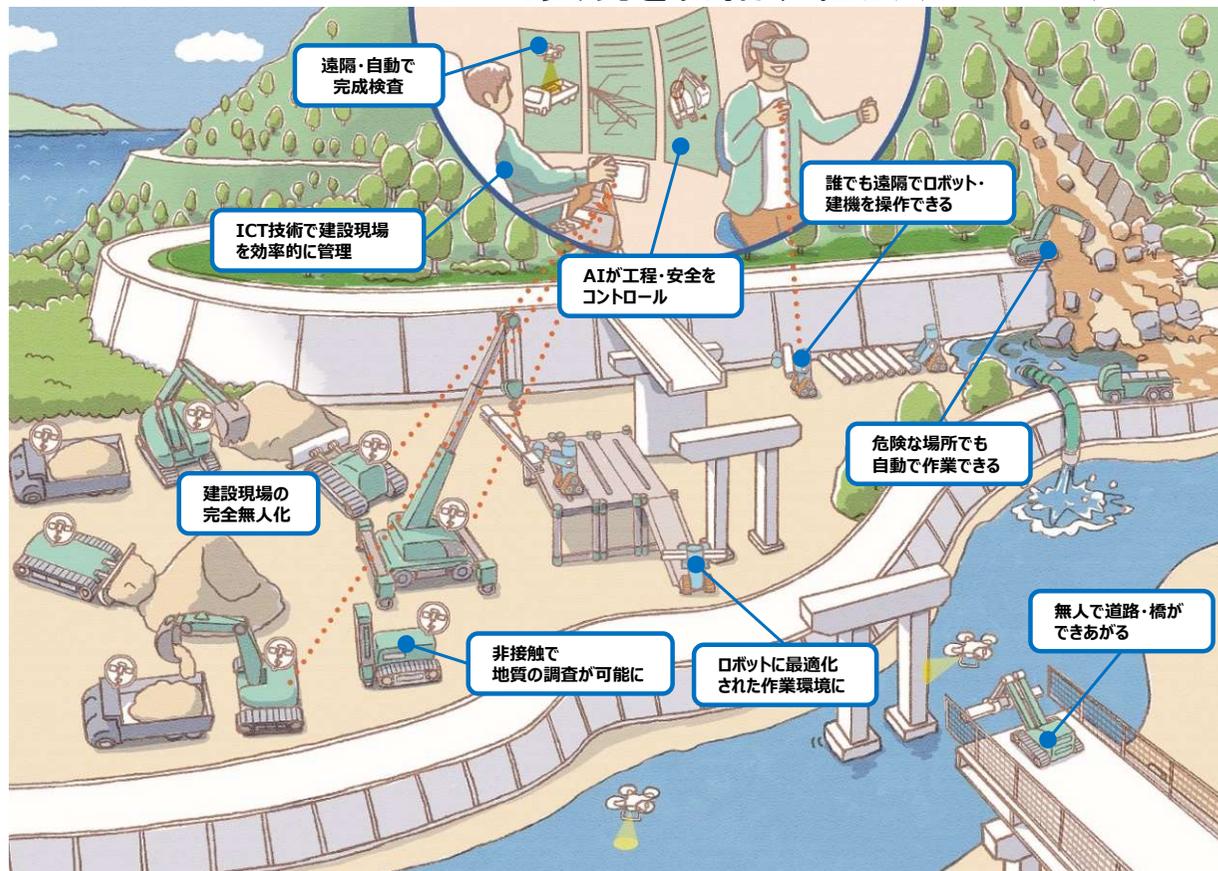
i-Construction 2.0

～建設現場のオートメーション化に向けて～

はじめに	p.3
建設現場を取り巻く背景・課題	p.4
i-Construction 2.0の目的・考え方	p.6
建設現場のオートメーション化に向けたトップランナー施策	p.13
i-Construction 2.0 2024年度の主な国土交通省の取組	p.17
①施工のオートメーション化	p.18
②データ連携のオートメーション化	p.24
③施工管理のオートメーション化	p.30

- 建設現場の生産性向上の取組であるi-Constructionは、2040年度までの建設現場のオートメーション化の実現に向け、i-Construction 2.0として取組を深化。
- デジタル技術を最大限活用し、少ない人数で、安全に、快適な環境で働く生産性の高い建設現場を実現。
- 建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける。

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: 建設現場のオートメーション化に向けた取組 (インフラDXアクションプランの建設現場における取組)

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。

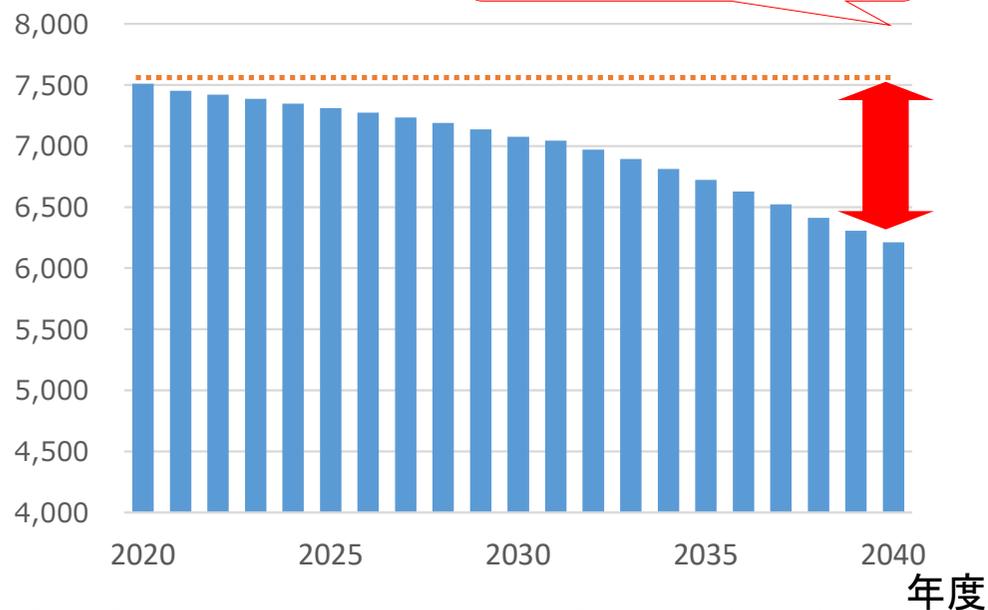
- 生産年齢人口は2040年度には、対2020年度比で約2割減少と予測。
- 毎年のように日本各地で自然災害が発生し、被害が激甚化・頻発化。

生産年齢人口の推移

2020年度 約7,509万人 ⇒ 2040年度 約6,213万人

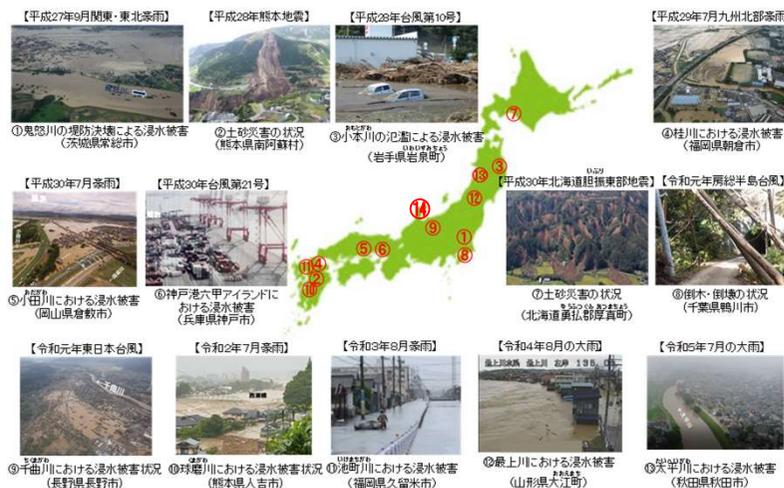
万人

2040年度は対2020年度比
約**2**割減少



【出典】国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来人口推計 (令和5年度推計)」(出生中位(死亡中位)推計)

災害の激甚化・頻発化



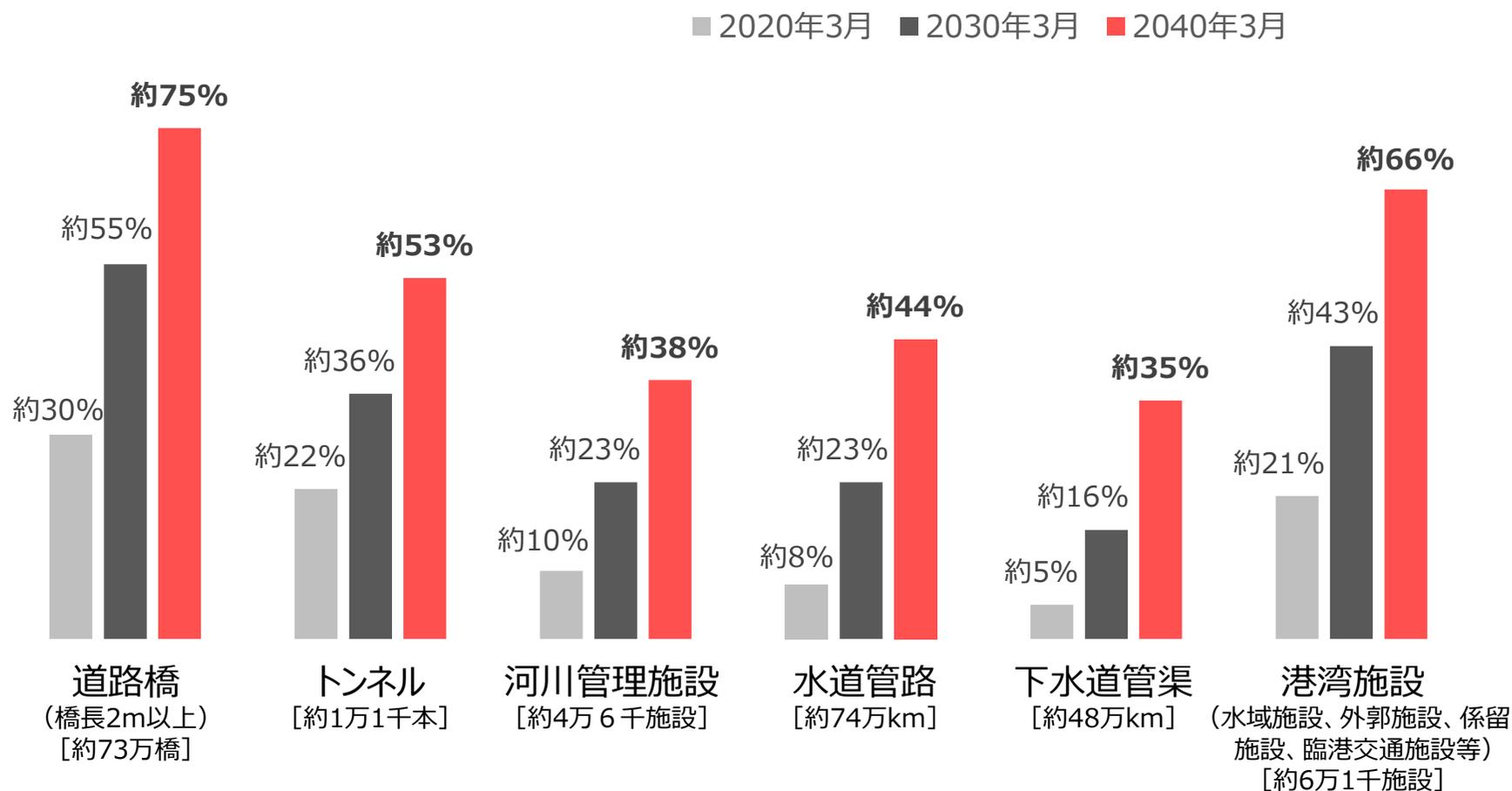
主な災害の発生状況



能登半島地震 (R6.1, 1)
(石川県輪島市) TEC-FORCE撮影

○ 高度経済成長期以降に整備された道路橋、トンネル、河川、水道、下水道、港湾等について、建設後50年以上経過する施設の割合が加速度的に高くなる。

※施設の老朽化の状況は、建設年度で一律に決まるのではなく、立地環境や維持管理の状況等によって異なるが、ここでは便宜的に建設後50年で整理。



【建設後50年以上経過する社会資本の割合】

- 2016年から建設現場の生産性を2025年度までに2割向上を目指し、建設生産プロセス全体の抜本的な生産性向上に取り組むi-Constructionを推進。
- ICT施工による作業時間の短縮効果をメルクマールとした、直轄事業における生産性向上比率（対2015年度比）は21%となっている。
- 一方で、人口減少下において、将来にわたって持続的にインフラ整備・維持管理を実施するためには、i-Constructionの取組を更に加速し、これまでの「ICT等の活用」から「自動化」にしていくことが必要。
- 今回、2040年度までに少なくとも省人化3割、すなわち1.5倍の生産性向上を目指す国土交通省の取組を「i-Construction 2.0」としてとりまとめ公表。
- 建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける。

●i-Construction 2.0の目的や考え方

i-Constructionの目的や考え方
・生産性向上施策
・産学官が連携して生産性を高める
・ICT活用、プレキャスト、平準化をトッランナーとして実施



i-Construction 2.0 の目的や考え方
・省人化対策
・人口減少下における持続的なインフラ整備・管理（国民にサービスを提供し続けるための取組）
・自動化（オートメーション化）にステージを上げる

1 省人化（生産性の向上）

生産年齢人口が2割減少することが予測されている2040年度までに、建設現場において、少なくとも省人化3割、すなわち1.5倍の生産性向上を実現

2 安全確保

建設現場での人的被害が生じるリスクを限りなく低減し、人的被害の削減を目指す

3 働き方改革と多様な人材の確保

快適な環境下での作業など、働く環境の大幅な改善を目指す

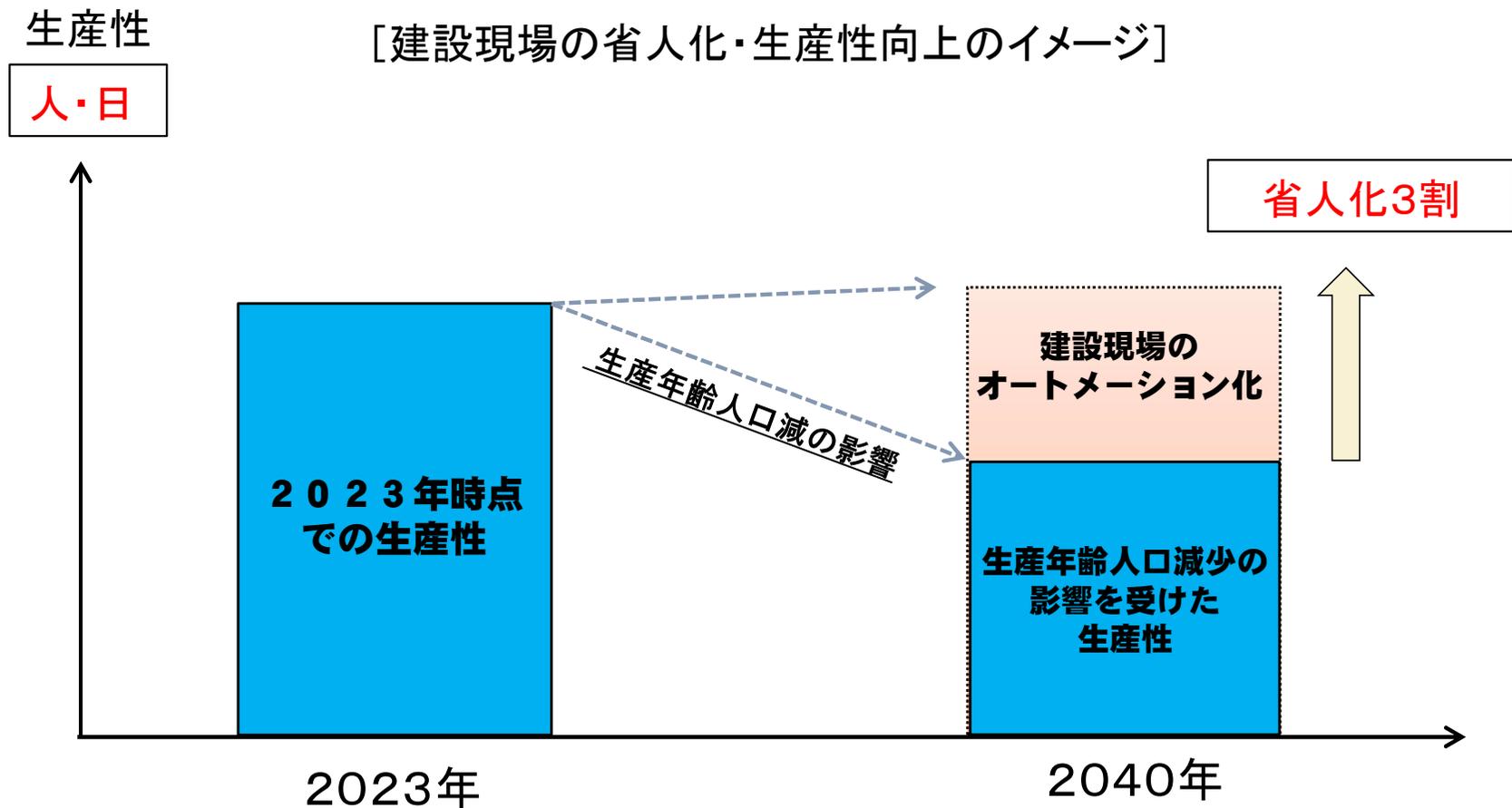
時間や場所を有効に活用できる柔軟な働き方や、これまで以上に多様な人材が活躍できる場の創出を目指す

4 給与がよく、休暇が取れ、希望がもてる建設業の実現



建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける

- 生産年齢人口の減少や災害の激甚化・頻発化などの環境下でも、将来にわたって社会資本の整備・維持管理を持続し、国民生活に不可欠なサービスを提供する社会的使命を果たし続けていくためには、施工能力の確保が必要。
- 2040年度までに建設現場のオートメーション化を進め、建設現場において少なくとも省人化3割、すなわち1.5倍の生産性向上。
- 建設現場で働く一人ひとりの生産量や付加価値を向上し、国民生活や経済活動の基盤となるインフラを守り続ける。



○ 現状の、ICT施工の実施率に基づく直轄工事の時間短縮効果、統計データに基づく把握を行うなど、様々な観点で調査。

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 人・日】

生産性向上比率
約21%

2022年度
(2015年度比)

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

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

【単位 円/(人・日)】

生産性：9.2%

2021年度
(2015年度比)

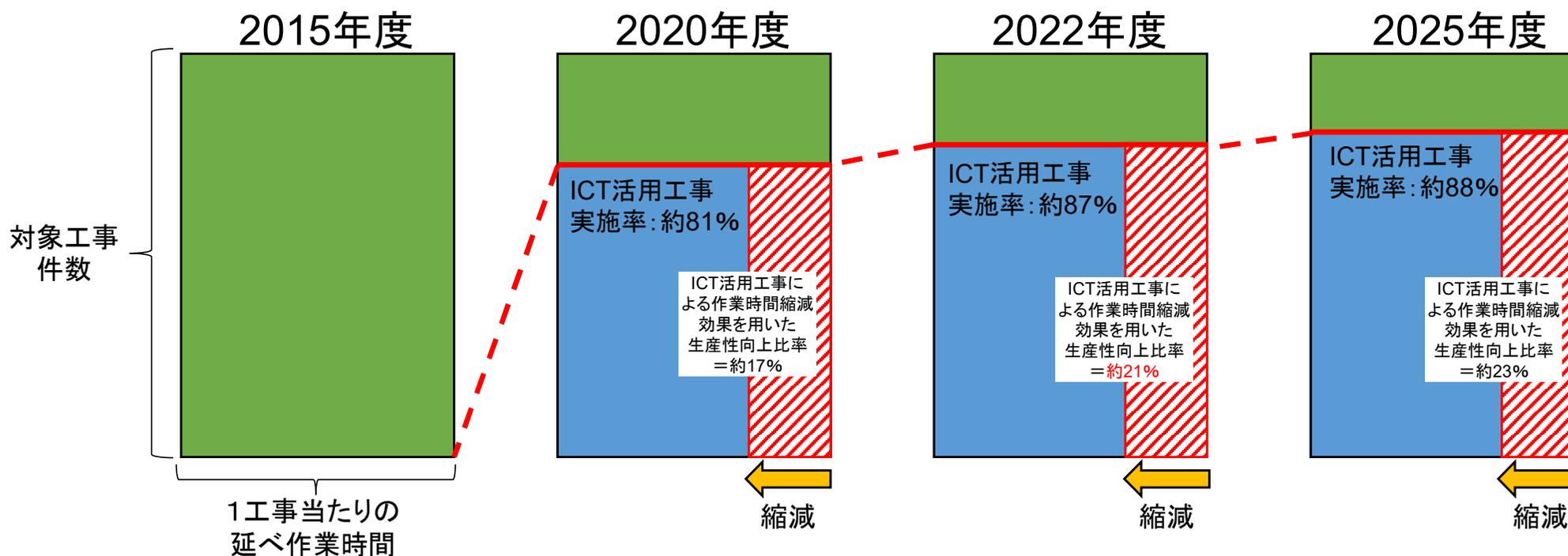
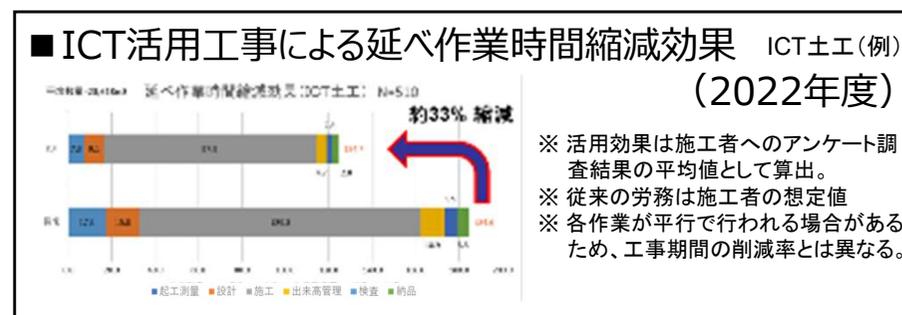
③労働時間に基づく建設現場の生産性

$$\text{生産性} = \frac{\text{労働者数} \times \text{労働時間(n年)}}{\text{労働者数} \times \text{労働時間(2023年)}}$$

- 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】

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

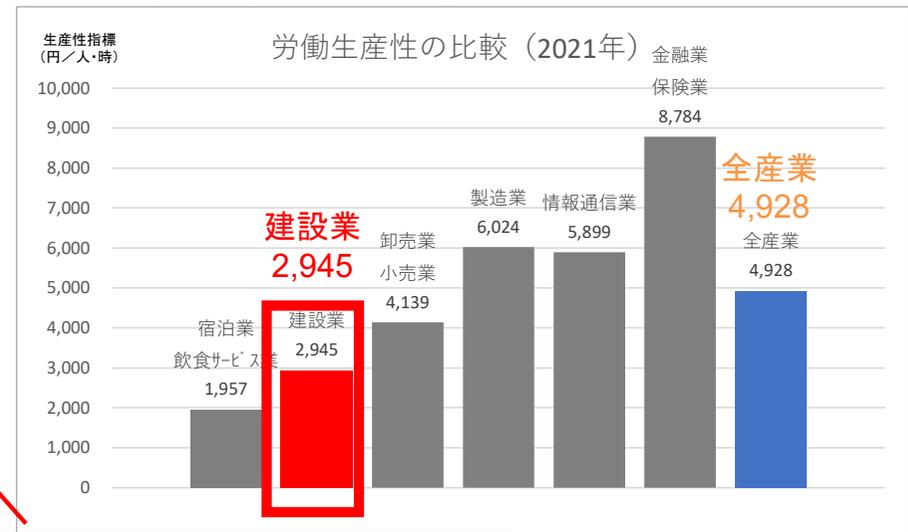


- 各種統計データを用いて民間建設を含む国内の建設業における付加価値労働生産性を試算。
- 建設現場における付加価値労働生産性は2015年を基準として上昇傾向にあり、2018年や2021年は建設業の国内総生産の減少等により、1%程度低下したが、堅調に推移している。
- なお、建設業における労働生産性は他産業と比較して低く、更なる生産性向上が必要。

【生産性指標の試算結果※】



【参考：他産業との比較】



※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。

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

【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)

インフラ分野のDX(業務、組織、プロセス、文化・風土、働き方の変革)

インフラの利用
サービスの向上
安全安心の実現

インフラの整備
管理等の高度化

ハザードマップ(水害リスク情報)の3D表示



リスク情報の3D表示により
コミュニケーションをリアルに

特車通行手続の
即時処理

河川利用等手続きの
オンライン24時間化

デジタルツイン
データプラットフォーム

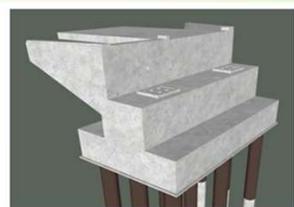


DiMAPS

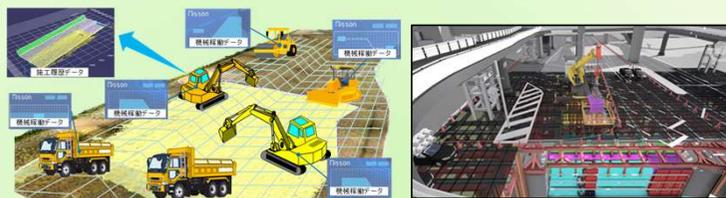


PLATEAU

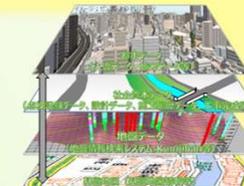
i-Construction 2.0 -建設現場のオートメーション化-



3次元設計の標準化
BIM/CIM



建設機械施工の自動化



デジタルツインを活用した
施工シミュレーション

国土交通データ
プラットフォーム

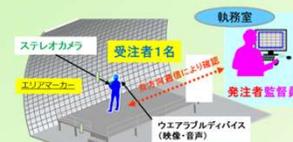
地下空間の3D化
所有者と掘削事業者の
協議・立会等の効率化

3次元データをやりとりする
大容量ネットワーク



プレキャスト
部材の活用

遠隔臨場



遠隔操作ロボット活用

建設業界 建機メーカー、 測量、地質 建設コンサルタント 等

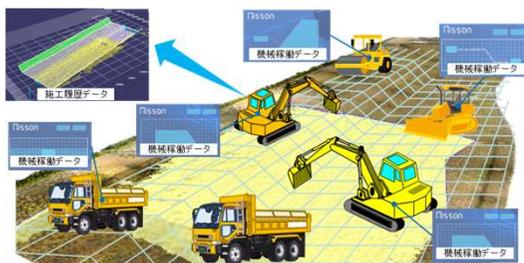
占用事業者 等

ソフトウェア、通信業界、サービス業界

1. 施工のオートメーション化

- 建設機械のデータ共有基盤の整備や安全ルールの策定など自動施工の環境整備を進めるとともに、遠隔施工の普及拡大やAIの活用などにより施工を自動化

建設機械施工の自動化



環境整備

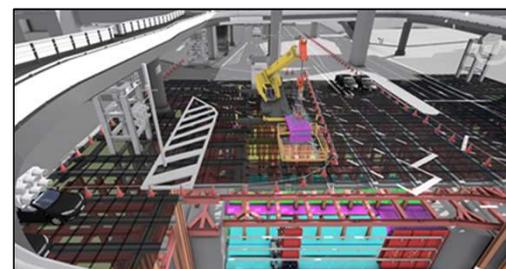
施工データ共有
基盤整備

自動施工における
安全ルール策定

自律施工
技術基盤OPERA

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）

- BIM/CIMなど、デジタルデータの後工程への活用
- 現場データの活用による書類削減・監理の高度化、検査の効率化



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）

- リモートでの施工管理・監督検査により省人化を推進
- 有用な新技術等を活用により現場作業の効率化を推進
- プレキャストの活用の推進

建設現場のオートメーション化を実現

① 施工のオートメーション化

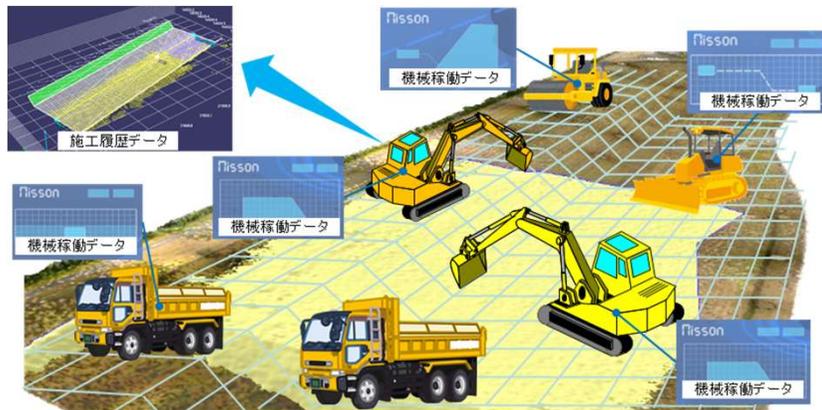
○ 建設現場をデジタル化・見える化し、建設現場の作業効率の向上を目指すとともに、現場取得データを建設機械にフィードバックするなど双方向のリアルタイムデータを活用し、施工の自動化に向けた取組を推進する。

【短期目標】現場取得データをリアルタイムに活用する施工の実現

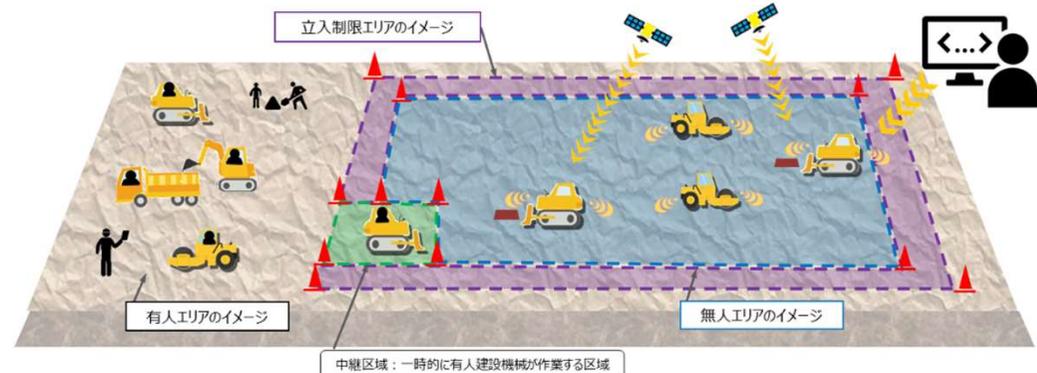
【中期目標】大規模土工等の一定の工種・条件下での自動施工の標準化

【長期目標】大規模現場での自動施工・最適施工の実現

現場↔建機の双方向でリアルタイムデータ活用



自動施工の導入拡大に向けた基準類の策定



<ロードマップ>

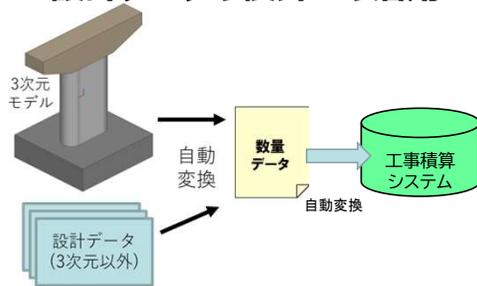
	短期（今後5年程度）	中期（6～10年後程度）	長期（11～15年後程度）	実現
自動施工	安全ルール、施工管理要領等の技術基準類の策定 ダム施工現場等での導入拡大	大規模土工現場での導入試行	導入工種の順次拡大	大規模現場での自動施工の実現 最適施工の実現
遠隔施工	砂防現場における活用拡大	通常工事における活用拡大		
施工データの活用	データ共有基盤の整備（土砂運搬など建機効率化）	施工データを活用した施工の最適化	AIを活用した建設現場の最適化	

○ 3Dデータの活用などBIM/CIMによりデジタルデータの最大限の活用を図るとともに、現場データの活用による書類削減（ペーパーレス化）・施工管理の高度化、検査の効率化を進める。

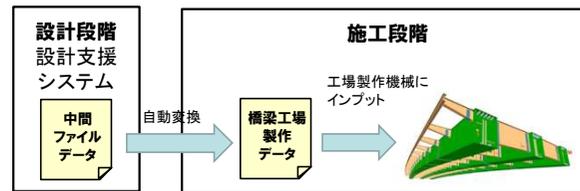
設計から施工へのデータ連携

施工管理、監督・検査でのデータ連携

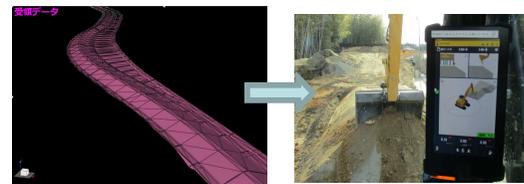
設計データの積算への活用



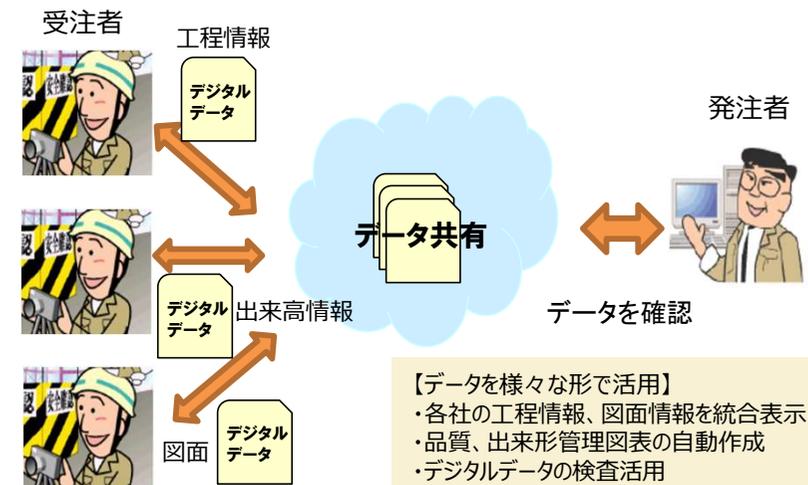
設計データの工場製作への活用



設計データのICT建機への活用



施工管理の高度化、検査の効率化のイメージ



<ロードマップ>

	短期（今後5年程度）	中期（6～10年後程度）	長期（11～15年後程度）	実現
3Dデータの標準化・共有基盤の整備	3D設計標準化（主要構造物）	3D設計標準化		建設現場のペーパーレス・シームレスなデータ共有・連携
デジタルツイン	BIM/CIM 属性情報の標準化	デジタルツインの施工計画	自動設計技術の開発促進・導入	
データ共有基盤の整備	現場データ共有基盤	プロジェクト全体のデータ共有		
データ活用ツールの開発・実装	施工管理・監督・検査のためのアプリケーションの開発・実装	BIツールでの監督・検査、書類削減（ペーパーレス化）		

※今後の技術開発状況等に応じて適宜更新

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）

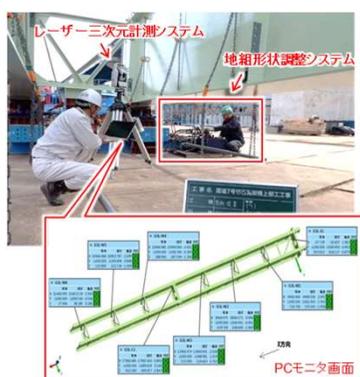
- オートメーション化を進めてもなお、建設現場に人の介在は不可欠であり、働き方改革の推進が必須。
- プレキャスト部材の活用や施工管理、監督・検査等のリモート化を実現することで、現場作業を省力化するなど、建設現場のリモート化・オフサイト化を推進。

施工

施工管理、監督・検査



プレキャスト部材の活用



3次元計測技術の活用



リモートでの施工管理監督検査



最大限のデータ活用を可能とする高速ネットワーク整備

<ロードマップ>

短期（今後5年程度）

中期（6～10年後程度）

長期（11～15年後程度）

実現

リモート施工管理
監督・検査

技術検証・実証

設備点検の一部リモート化

※ 遠隔臨場 実施要領の策定・原則適用(R6より)

高速ネットワーク整備

100Gbpsネットワーク整備

事務所・出張所までの高速化

プレキャスト

プレキャストの活用促進

構造物の標準化・モジュール化

人の作業を
省力化
快適な
オフィスでの
作業判断
を実現

※今後の技術開発状況等に応じて適宜更新

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

—自動施工の安全ルールの策定—

- 関係する業界、行政機関及び有識者からなる分野横断的な「建設機械施工の自動化・自律化協議会」(2022.3)を設置。
- 2024年3月に、建設DX実験フィールドで行う現場検証も踏まえ、自動施工の安全ルートを策定。
- 2024年度は、安全ルールを実現場に適用する試行工事を実施するとともに、自動施工機械の機能要件や施工管理要領の策定に向けた検討・検証を実施。



自動施工機械

- ・オペレータは搭乗しない
- ・カメラ、センサー等で周辺状況を把握
- ・把握した情報を元に自ら判断し施工

1人で複数台の建設機械施工の管理を現場外から行う事が可能

効果

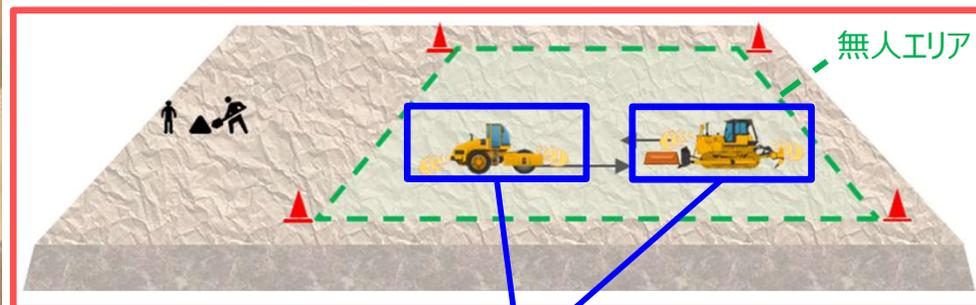
- 建設機械の動きはデジタル化により、見える化されることで施工計画シミュレーションが可能となる。
- 施工上のムダがリアルタイムでわかり、さらなる生産性の向上が可能となる。

自動施工の効果イメージ

—協議会体制—

会長： 大臣官房技術審議官
会員： 立命館大学 建山教授、東京大学 永谷教授
土木学会、日建連、建災防、JCMA、レンタル協
国交省、国総研、土研、厚労省、労安衛研、経産省、NEDO
事務局： 国土交通省 大臣官房 技術調査課

自動施工における安全ルール等



自動施工の安全ルール

目的：現場の安全の確保
内容：自動施工機械の運用にあたって遵守すべき項目

無人エリアにおける自動施工機械の機能要件

目的：効率的な施工の確保
内容：自動施工機械が最低限具備すべき機能

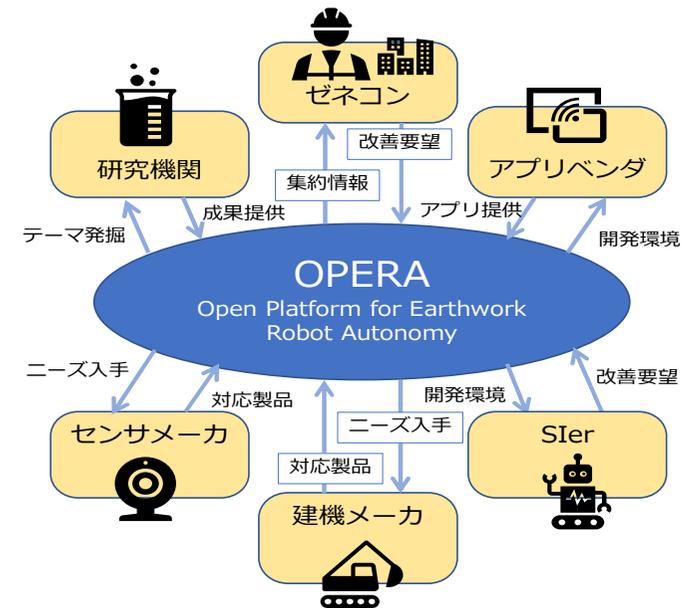
—自動施工の現場実装・技術開発を促進するための基盤整備—

- 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※」を整備中。
※Open Platform for Earthwork with Robotics and Autonomy
- 2024年度は、異なるメーカーの建設機械についてもユーザーが同じプログラムで動作させることが可能な共通制御信号の策定に向けた共同研究を実施。

OPERA構成要素概略図



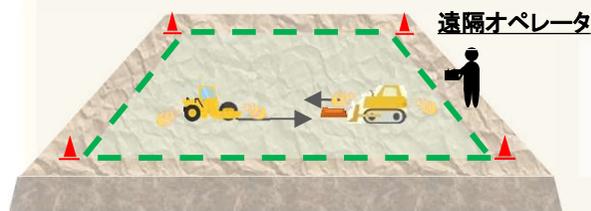
OPERA活用イメージ



※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

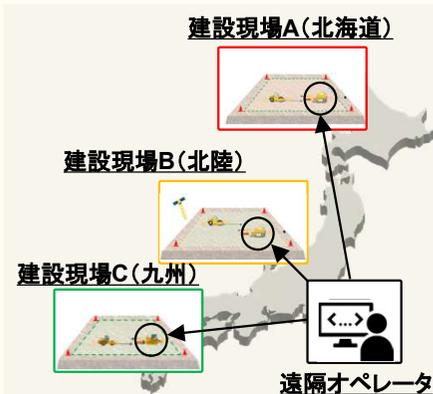
- 災害対応時に危険が伴う斜面对策工事等において、オペレータが建設機械に搭乗せずに遠隔操作する遠隔施工(しばしば「無人化施工」と呼称)を実施。
- 生産性の高い自動施工の実現に向けては、通常工事への遠隔施工技術の導入が不可欠。
- 2024年度は、災害対策時以外の施工現場での試行工事を実施。

公共工事における遠隔施工の活用(イメージ)



短距離遠隔操作

- ・遠隔オペレータが目視可能な距離から建設機械を遠隔操作



長距離遠隔操作

- ・遠隔オペレータが離れた場所から建設機械を遠隔操作

・オペレータは自宅や事務所から建設機械を操作するため、危険作業等による労働災害を防止(安全性の向上)するとともに、快適な環境下で施工作业が可能となる(労働環境の改善)

・1人のオペレータが複数現場を兼任することや、都心部のオペレータが地方部の施工を実施することが可能となる。(多様な人材が働ける環境)

遠隔施工における活用技術(イメージ)



Cat Command リモートステーション
(キャタピラー・ジャパン合同会社HPより)



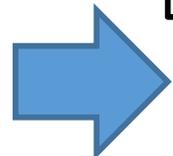
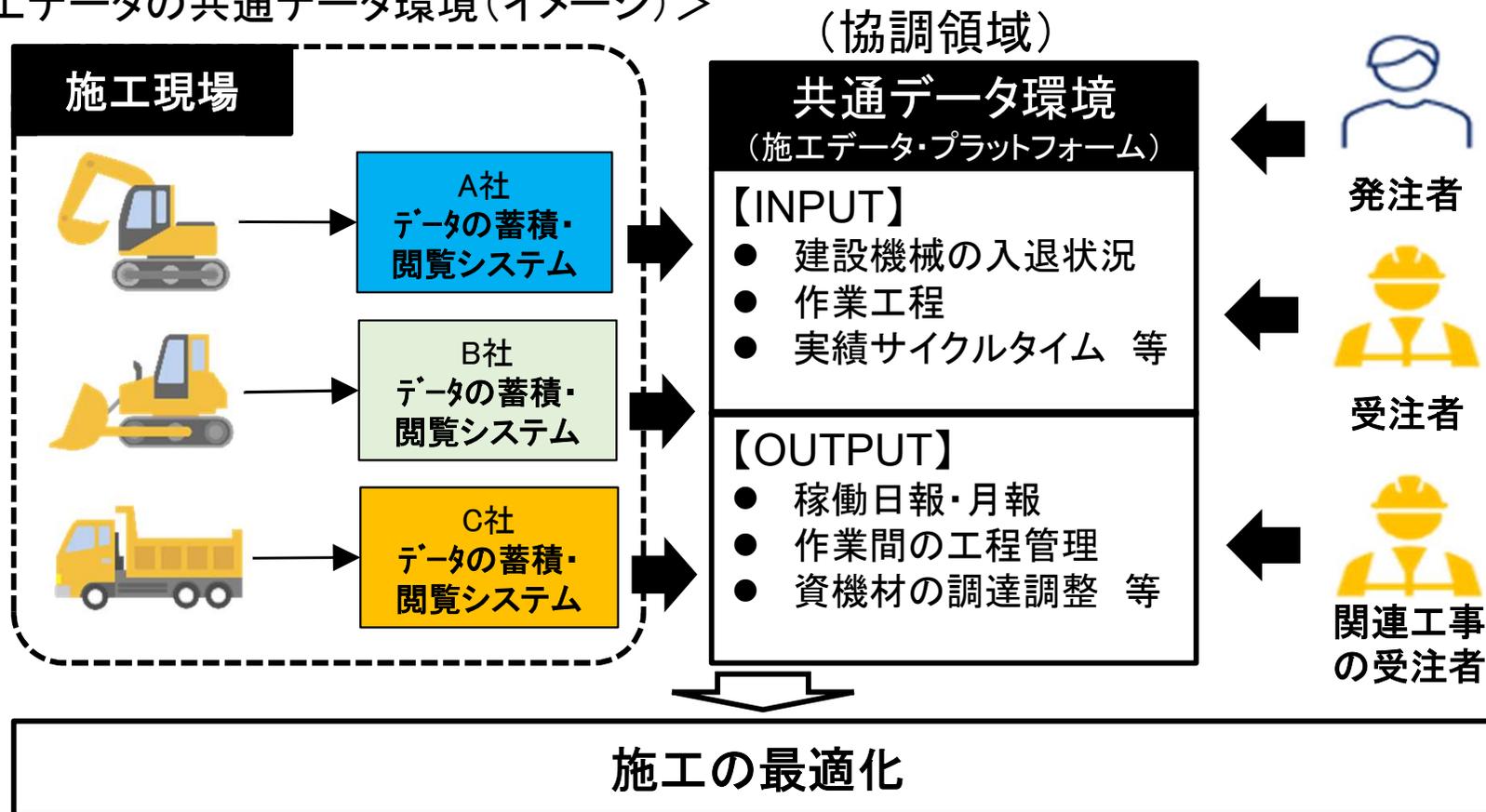
5Gを活用して3種類の建設機械を遠隔操縦
(日立建機日本株式会社HPより)



建設機械向けの遠隔操作システムを提供開始(株式会社小松製作所HPより)

- 自動施工に必要な建設現場のデジタル化・見える化を目的に、施工データを集約・活用するための共通データ環境(施工データプラットフォーム)を整備。
- 併せて、施工データを統一的に把握・活用するための共通ルール(API連携)を策定、施工データの連携を図る技術開発を促進。
- 2024年度は、施工データ活用による効果を検証する試行工事を実施。

<現場施工データの共通データ環境(イメージ)>

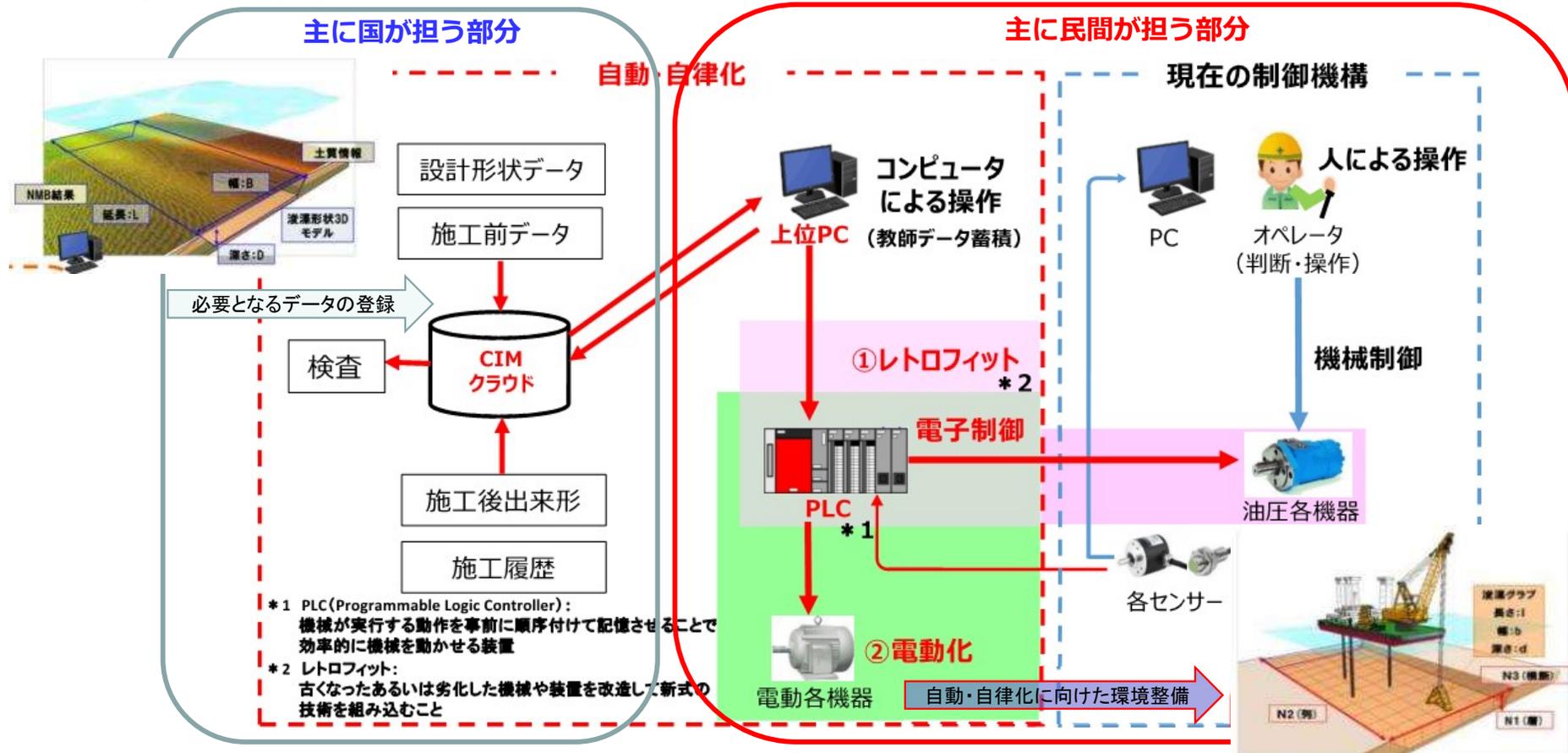


2024年度より施工データ活用の試行工事を実施

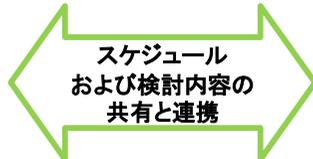
2026年度より共通データ環境(施工データ・プラットフォーム)を整備

- ICT、BIM/CIMの活用により、海上工事における作業船の自動・自律化施工の検討を進め、更なる生産性向上を図る。
- 海上工事における作業船の自動・自律化の安全ルールについても検討を行う。
- 作業船操作にともなう3次元データとの関係検討に取り組む。

◆検討の全体像(イメージ)



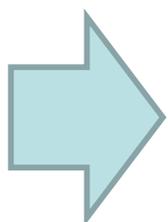
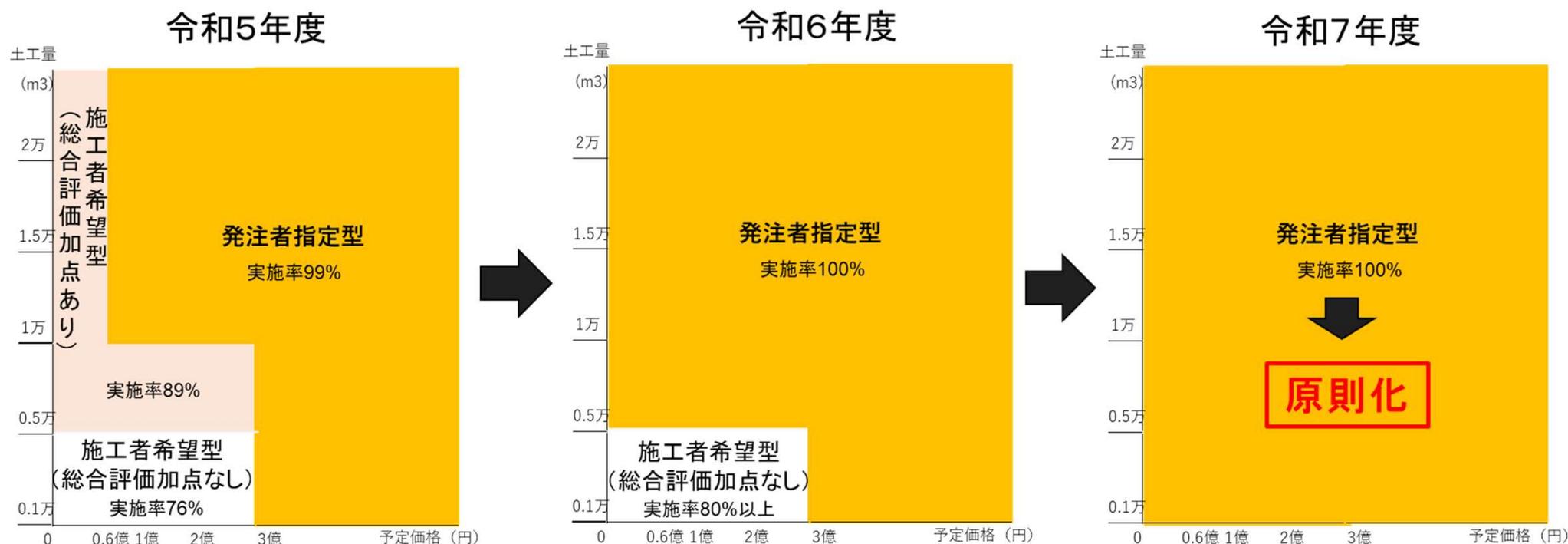
○ 想定する検討内容
 ・BIM/CIMを活用した自動・自律化施工にかかる検討



○ 想定する検討内容
 ・プログラム開発や作業船の新造・改良にかかる検討

- 「ICT土工」については2022年度には直轄工事の約86%において実施。
- 2024年度は、ICT施工の実施率や実施件数が高い「ICT土工」及び「ICT浚渫工(河川)」について、これまで施工者希望型を発注者指定型に移行し、2025年度からはICT施工を原則化。
- その他のICT施工対象工種は、取組状況を確認しながら、順次原則化に向けた検討を実施。

<ICT施工原則化に向けたステップ(ICT土工のイメージ)>

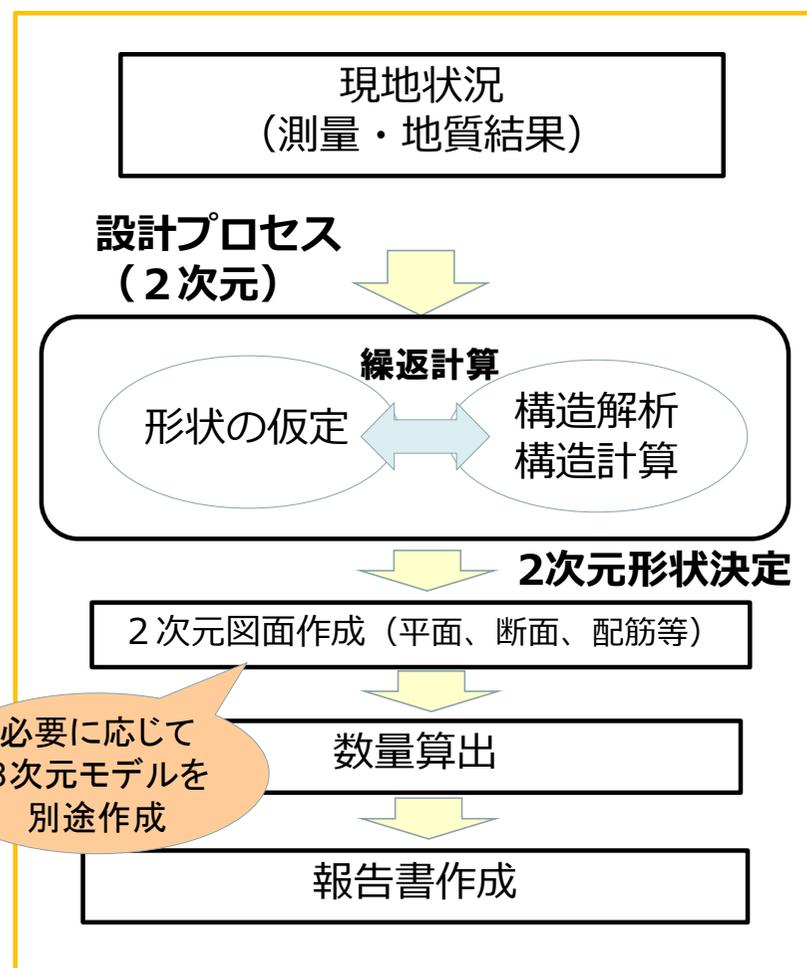


直轄工事において**2025年度**より

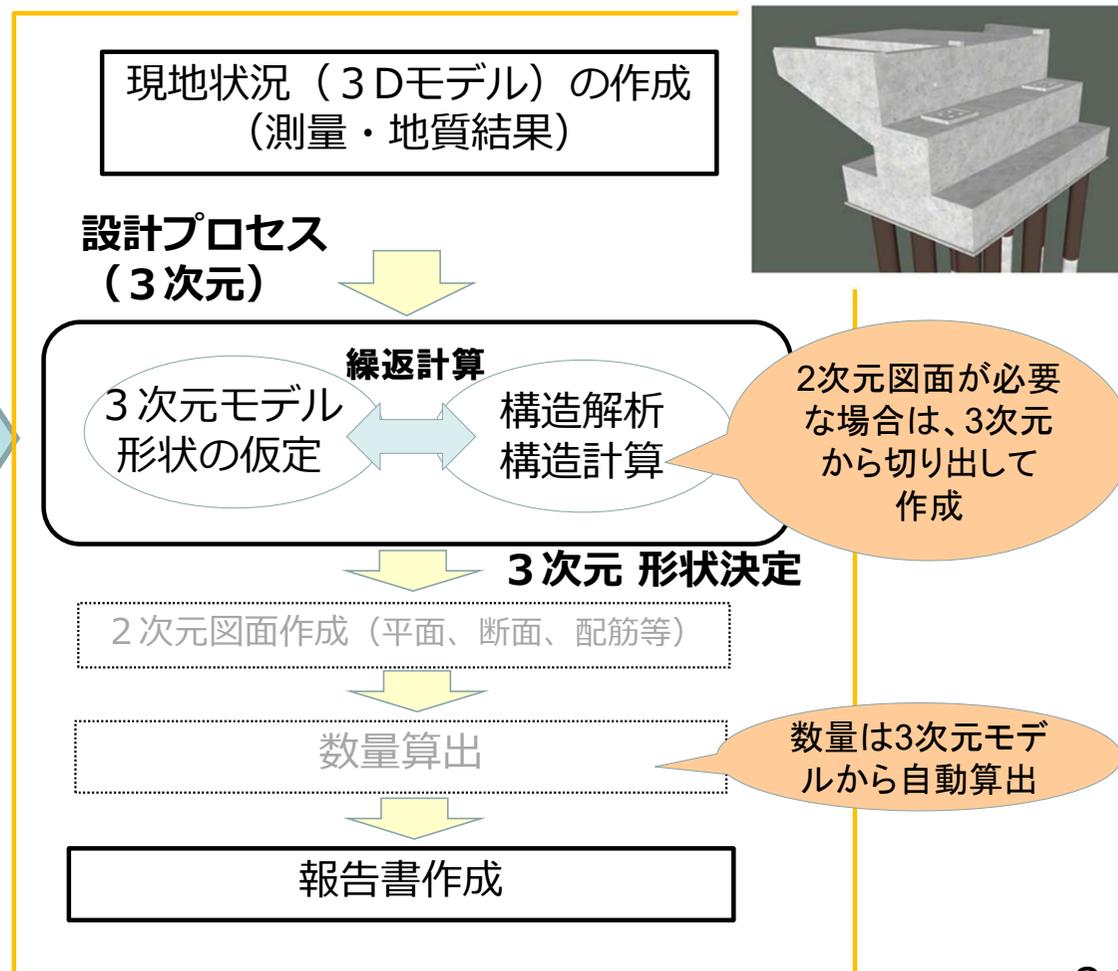
ICT建設機械を使用した**ICT施工の原則化**を土工から開始

- 2023年度より、BIM/CIM原則適用を開始し、3次元モデルの活用を本格的に開始。
- 一方で、3次元モデル作成は2次元設計を行ったあとに実施している場合が多い。
- 3次元モデルの標準化に向け、試行業務を実施。

現状



3次元モデルの標準化のイメージ (将来目標)

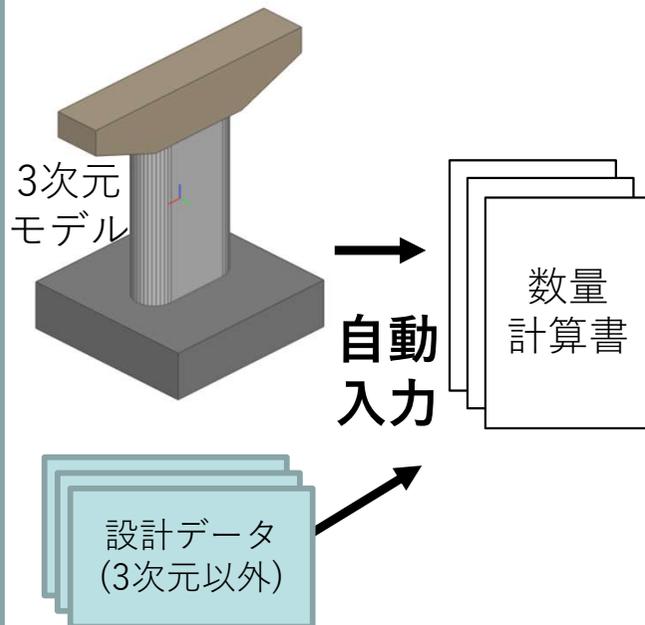


- 2023年度より、原則適用を開始したBIM/CIMをデータプラットフォームとして活用し、デジタルデータを後工程での利用を促進し、作業の効率化を進める。

後工程でのデータ活用例

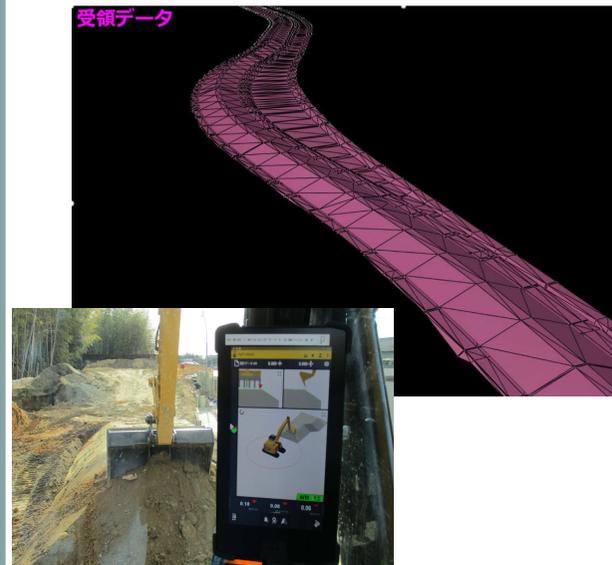
設計データの積算での活用

積算で3次元モデルなどを活用し、積算に必要な情報を自動で入力



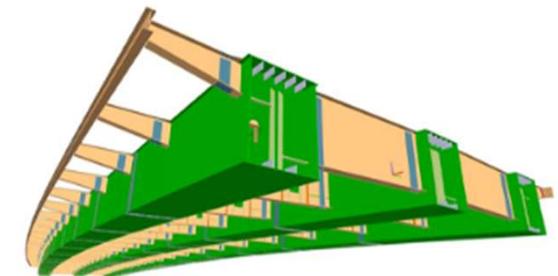
設計データのICT建機での活用

ICT建機で活用するために必要なデータを、設計データから円滑に作成するため、中心線データを横断面のデータをJ-LandXML形式で速やかに貸与



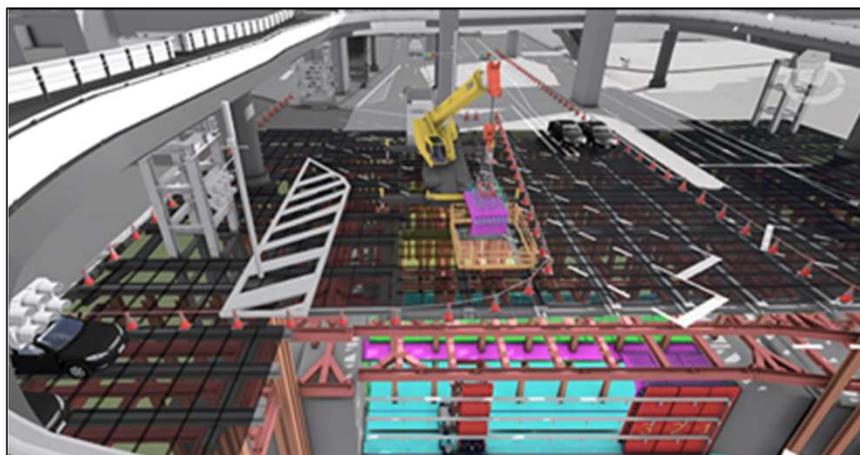
設計データの工場製作での活用

設計データと工場で作成するデータ形式が異なるため、同じデータを再度手入力していたが、中間ファイル作成することで、データの活用を促進する（同じデータを2度入力しない）

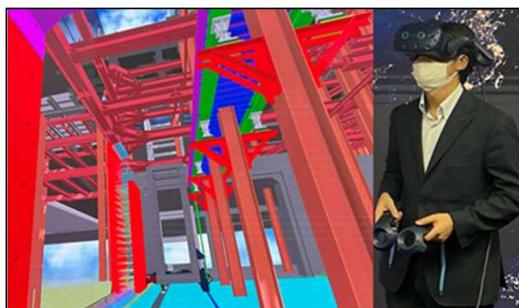


- 最適な施工計画の検討や手戻り防止のため、工程が複雑な工事などはBIM/CIMにより4Dモデルを構築し、事前のシミュレーションやAR・VRの活用により、関係者間で施工イメージを共有し、手戻りやミスの防止、現場作業の効率化を進める。
- デジタルツインを容易に整備できるよう国土交通データプラットフォームの連携データを拡充するとともに、データの提供機能を強化。

BIM/CIMによる施工計画の確認・検討例



4D施工シミュレーションによる最適な施工計画の検討



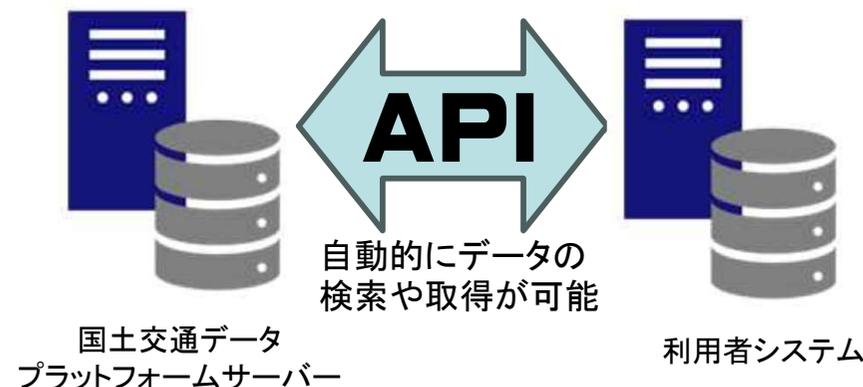
VR（仮想現実）による不具合や安全性の確認



AR（拡張現実）による施工イメージの共有

国土交通データプラットフォーム

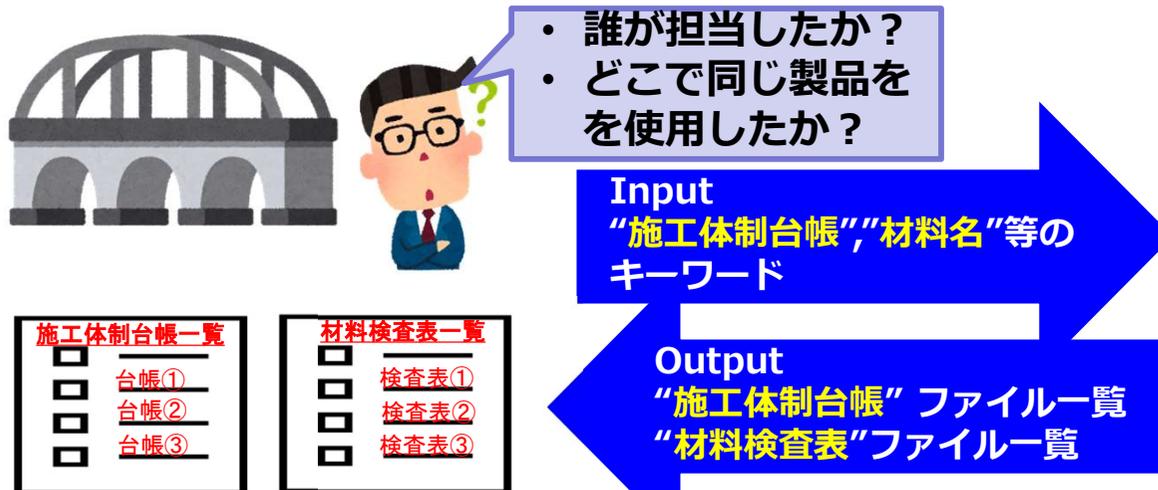
連携データの増加や、データ提供機能の強化により、デジタルツインの構築や各種シミュレーションに必要な情報の一元的な提供を目指す



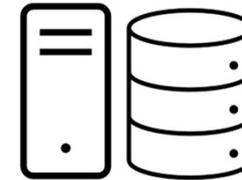
- 電子成果品の打合せ簿ファイルなどから管理項目(ファイル名等)を対象に、施工不良や瑕疵が発生した場合に同じ施工方法や材料、製品等を使った現場を効率良く検索できるようにすることで、より高度な品質管理が確保できるように電子納品・保管管理システムの改良等の検討を進める。

□データ連携活用の効率化イメージ

活用場面①：関わった技術者や使われた材料の検索



電子成果品 (電子納品保管・管理システム)



□検索画面(イメージ)

クリックすると、各業務/工事の概要画面へ遷移

クリックすると各ファイルをダウンロード可能

検索項目に「管理ファイル」「オリジナルファイル名」を追加

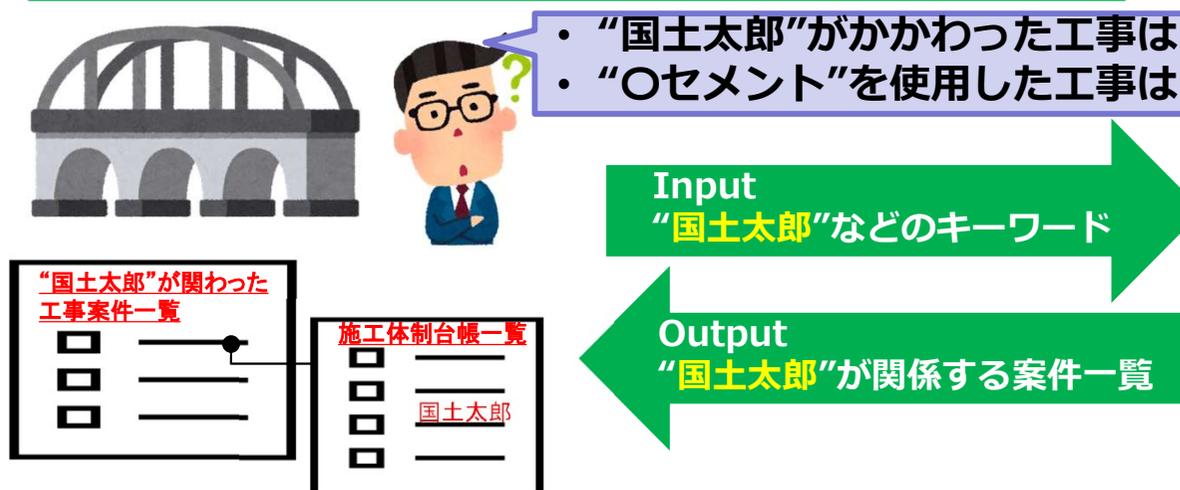
プルダウン入力

自由入力

ファイル検索ボタンを追加

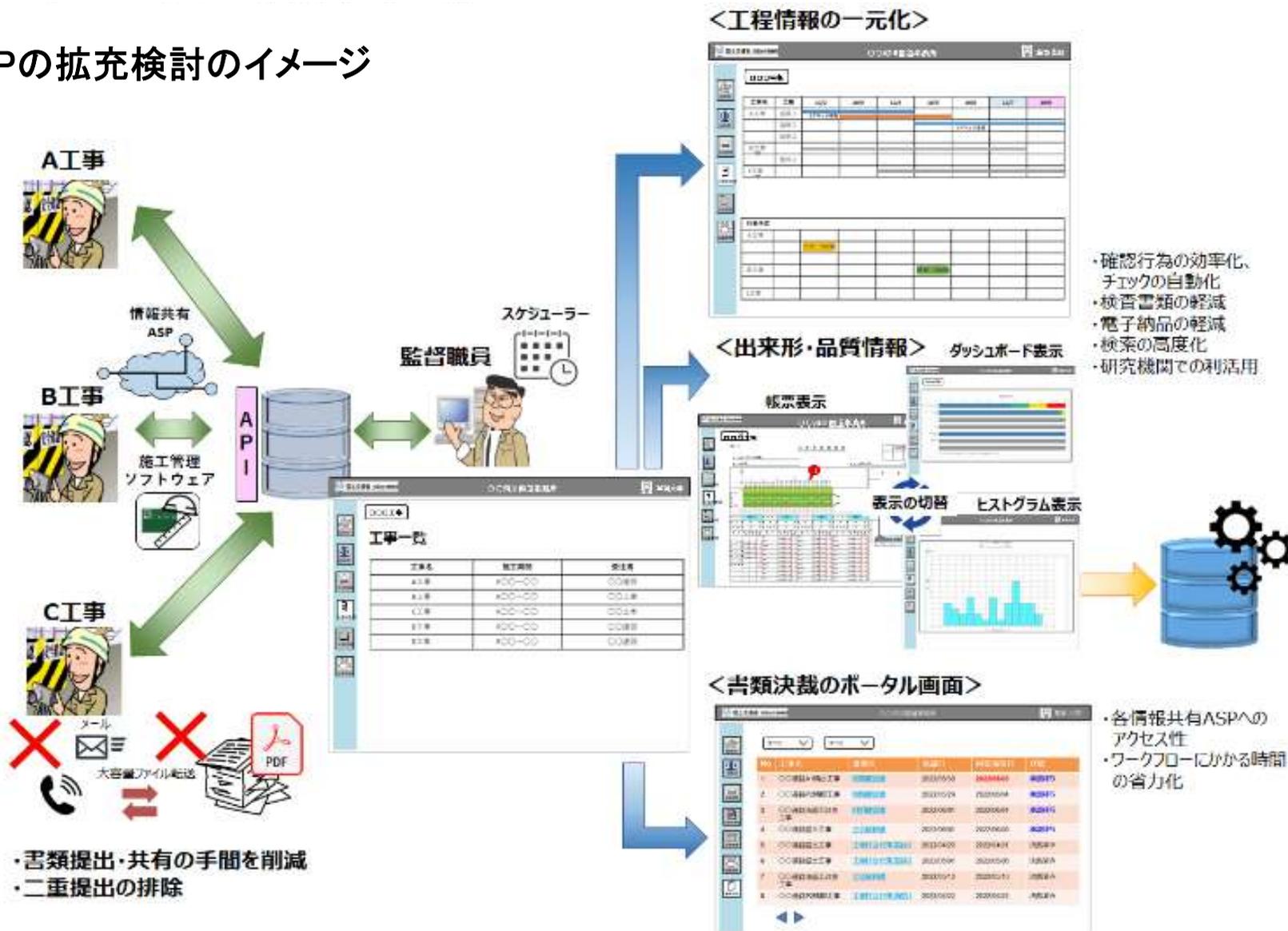
分野	業務完了年度	簿記簿コード	業務名称	管理ファイル名	ファイル名
土木	2022	9999999	●●設計業務	図案管理ファイル	施工体制台帳.pdf
土木	2022	9999998	●●設計業務	図案管理ファイル	施工体制台帳.pdf
土木	2023	9999997	●●設計業務	図案管理ファイル	施工体制台帳.pdf
土木	2018	9999996	▲▲設計業務	図案管理ファイル	施工体制台帳.pdf
土木	2021	9999995	●●設計業務	図案管理ファイル	施工体制台帳.pdf
		9999994	●●設計業務	打合せ簿管理ファイル	施工体制台帳.pdf
		9999993	○●設計業務	打合せ簿管理ファイル	施工体制台帳.pdf
		9999992	▲▲設計業務	打合せ簿管理ファイル	施工体制台帳.pdf

活用場面②：他工事への水平展開調査



- 工事の施工中における工程管理、工事書類管理などの機能を備えたアプリをインターネットを通じて受発注者に提供するサービスであるASP(情報共有システム)について、施工管理関連情報(工程、出来形・品質、図面、写真等)のデータアクセス、管理の効率化などの各情報の活用を図り、建設現場のデジタル化・ペーパーレス化を実現するため、プロジェクトチームを立ち上げてASPの拡充検討を進めていく。

ASPの拡充検討のイメージ



今年4月から時間外労働規制が建設業に適用されることを踏まえ、受注者（特に現場技術者）を対象に工事関係書類の業務削減に向けた5つの支援メニューを実施する。

直轄
工事
での
取組

「工事書類スリム化のポイント」の横展開

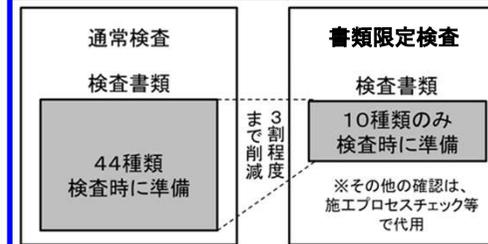


○「工事書類スリム化のポイント」等を盛り込んだ、ガイドライン・リーフレット等を作成し、受発注者の隅々まで展開

工事書類スリム化のポイント

- 工事書類の原則電子化(ASP活用)
- 受発注者間で作成書類の役割分担を明確化
- 作成・添付不要な書類の明確化
- 書類の二重作成・提出防止
- 検査書類限定型工事の活用
- 遠隔臨場を活用し、段階確認、材料確認、立会の効率化

「検査書類限定型工事」の実施拡大



書類限定検査のイメージ



○完成工事における工事検査書類を44種類から10種類に限定する工事を「原則、実施」することとし、「書類限定検査」として標準化

『2024働き方改革対応相談窓口』の設置について

○各地方整備局のHP等に受注者等からの各種相談窓口『2024働き方改革対応相談窓口』を設置

地域	名称	相談窓口	電話番号	URL
北海道	●●相談窓口	●●●●●	●●●●●	https://www.~
東北	2024働き方改革相談窓口	●●●●●	●●●●●	https://www.~
関東	●●ホットライン	●●●●●	●●●●●	https://www.~
北陸	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~
中部	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~
近畿	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~
中国	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~
四国	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~
九州	●●●●●	●●●●●	●●●●●	https://www.~

各地整の2024働き方改革対応相談窓口一覧 (イメージ)

書類関係業務の積算計上

○工事実施に必要な書類関係業務の外注に要する経費等を令和5年度諸経費動向調査において調査項目に明示的に新設し調査した上で、積算の更なる適正化を推進

自治
体と
の連
携

工事関係書類の標準様式の展開

- 国交省標準様式をHPで公表
- 都道府県・政令市との会議等を通じ、地域の実情を配慮した対応が図られるよう、九州沖縄ブロックの好事例の周知等、情報提供を行う



令和5年度 秋季 九州沖縄ブロック土木部長等会議

—監督検査のデジタル化・リモート化（遠隔臨場）—

- 「建設現場における遠隔臨場の実施要領(案)」及び「同監督検査実施要領(案)」を2022年3月に策定し、2022年度から原則全ての直轄土木工事において適用しているところ。
- 「遠隔臨場による工事検査に関する実施要領(案)」及び「同監督検査実施要領(案)」を2024年3月に策定し、2024年度から原則全ての直轄土木工事における検査へ適用する。

概要

立会状況



【効果】

従来、発注者職員が現場に向かい臨場で確認していた事項を、遠隔(リモート)で確認可能。
→人との接触を最小限に抑えることが可能に！

実施状況



①ウェアラブルカメラ装着状況



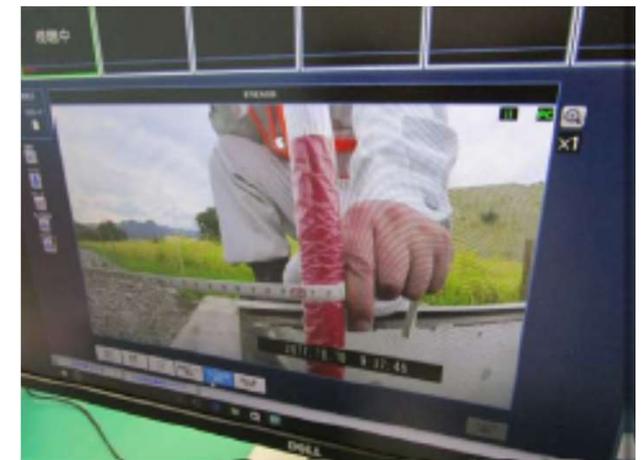
①臨場(受注者)の状況



②詰所でのリアルタイム確認



②監督員(発注者)の確認状況



現地の測定状況をモニターに映す

- 大容量データを円滑に利用できるよう、河川道路管理用光ファイバを活用して、日本全国を100Gbpsの高速・大容量回線で接続し、高速ネットワーク環境を末端まで整備する。
- また、災害対応や事業の実施にあたっては、大容量データを活用した現場や自治体等の関係機関との協議や連携も重要であり、衛星コンステレーションの活用も含め関係機関との効率的なネットワーク構築についても検討する。

100Gbps高速ネットワーク整備

- 既設の長距離伝送用光ファイバー網に光中継増幅装置等を増設し、本省及び東北～九州地方整備局に高速ネットワークを構築済。北海道まで延伸する。

クラウドを活用した3D確認

3次元モデルのダウンロード時間

○現在 100Mbps → 約1日

○高速ネットワーク 100Gbps → 90秒

① 減衰した光信号を入力
② 光信号を増幅
③ 増幅した光信号を出力
④ 光信号が伝送距離に応じて減衰

光中継増幅装置のイメージ

100Gbps高速ネットワーク設備のイメージ

100Gbps高速ネットワーク

出張所

1Gbps → 10Gbps

末端（出張所）までのネットワーク高速化

【働き方改革の推進】

- 工事現場と3次元モデル等の大容量データの交換が可能
- 現場に設置されたカメラを閲覧しながらの工事施工が可能（スムーズな遠隔臨場等）

【国土強靱化の推進】

- 出張所を最前線の災害対応前進拠点として活用（自治体等防災情報の集約拠点）

（出張所における活用イメージ）

例：3次元データを活用した施設整備や管理

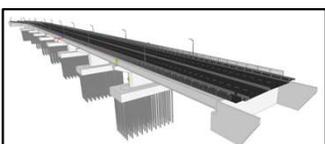


3次元点群データ

例：多数の高精細映像を活用した工事施工、災害対応



多数の映像を活用した工事施工



BIM/CIMデータ



最前線の災害対応拠点

九州地整 中国地整 四国地整 近畿地整 中部地整 関東地整 北陸地整 東北地整 本省国総研

北海道

インターネット

受注者外部ネットワーク

DXデータセンター @国総研、関東地整

セキュリティ対策

発注者内部ネットワーク

受注者

発注者

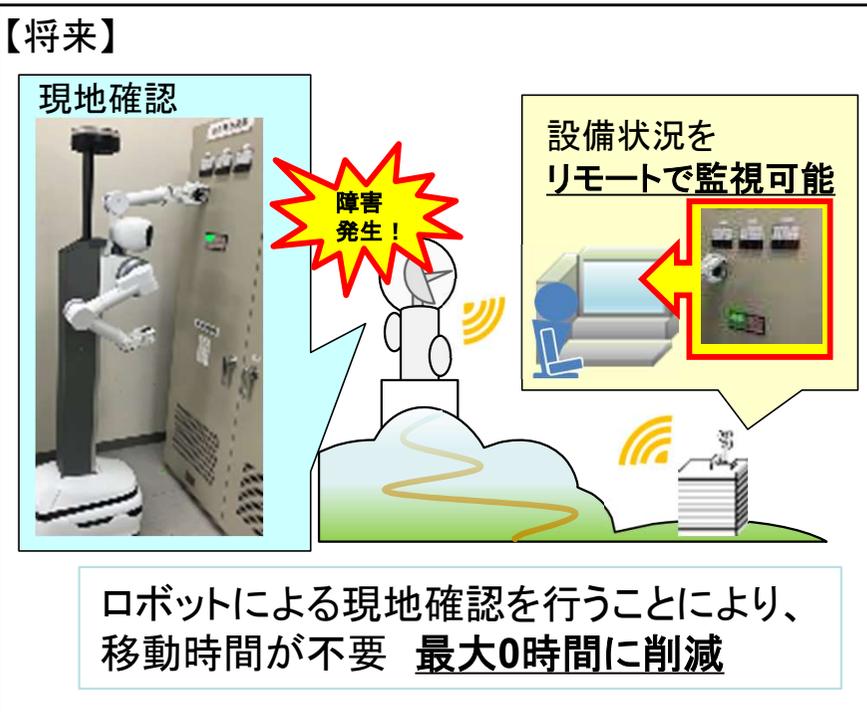
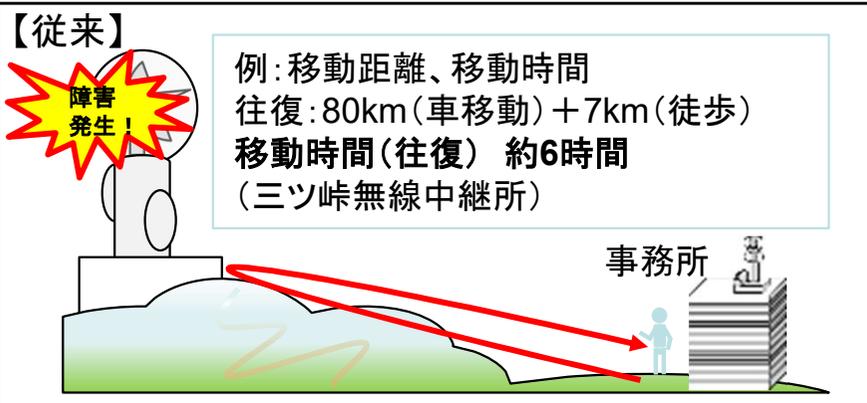
整備済み

整備中

【効果事例】 3次元データの取得に時間を要していたものが短時間に取得可能(1TBのデータの場合約1日→90秒(約1/1,000))

本件は電気通信技術ビジョン4の施策です。 32

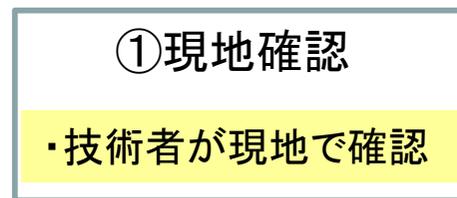
- 災害時・障害時等における、迅速な対応を実現するため遠方施設におけるロボットの自動・遠隔操作による設備点検を検討中。
- 国土交通省の施設内にてロボットによる表示ランプやメータリングの確認、スイッチ操作の動作試験を行っており、今後は山岳地や離島の施設における試験を予定。



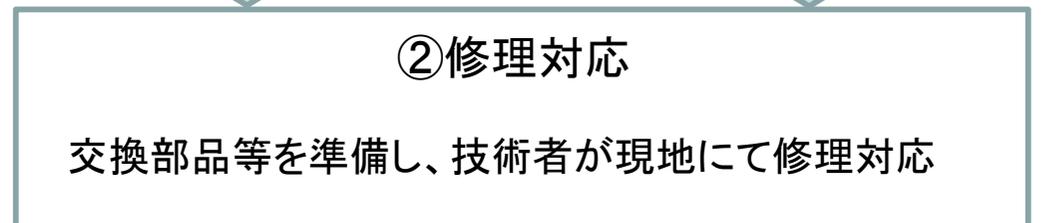
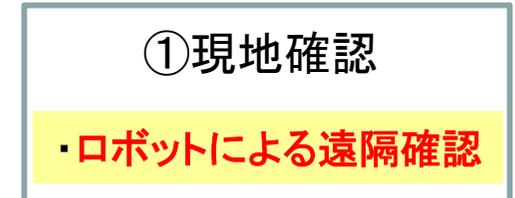
事例：山間部無線中継所の設備にて障害発生

・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。

- 建設現場において生産性向上を図る上で、従来工法に対してコスト面を中心とした形式や工法を選定していた。
- これからは、コスト(Money)に対して、省人化、働き方改革寄与度、安全性向上、環境負荷低減などの価格以外の価値(Value)を評価する考え方の採用を検討していく。

【全体の流れ】

小型構造物

「土木工事に関するプレキャストコンクリート製品の設計条件明示要領(案) (H28.3)の適用(部材の規格化・標準化)」

中型構造物

特殊車両により運搬可能な規格のコンクリート構造物については、原則、プレキャスト製品を使用する

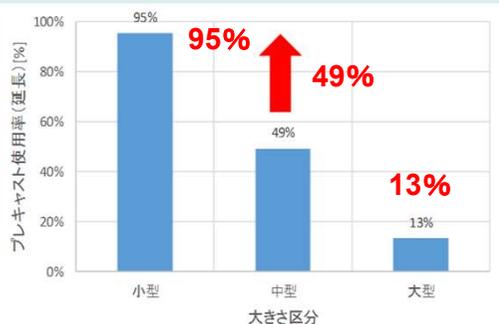
大型構造物

設計段階において、コストを意識しつつ、省人化や環境負荷低減などの価格以外の評価項目で最大価値を評価する考え方を取り入れた新たな工法比較検討

①プレキャストの活用状況

現場への搬入や購入コスト等が大きな課題。(部材の規格化・標準化による導入促進)

導入率は「小型>中型>大型」で、特に大型は13%と極端に低い。

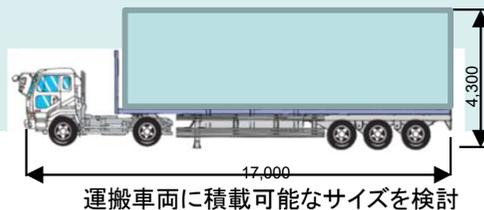


⇒大型になるほど導入率は低くなる

②大型PCa導入への課題

小型、中型PCa製品については、コストの差もほとんどなく、現場への導入については、現場運搬方法(特車)が課題であったが、積載可能なものは原則活用とした。

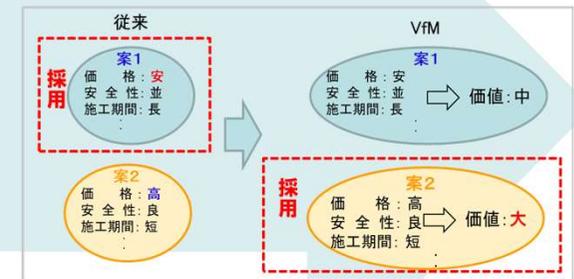
しかし、運搬可能な大型PCaにおいてはコストの課題が未だ残る。



⇒大型PCaにおいてコストの課題が残る

③Value for Moneyの採用

コストの課題解決のため、VFMの考え方をPCaにおいて採用。コスト以外で建設現場に寄与する評価項目を検討。



⇒VFM評価により、建設現場における大型PCaの導入を推進

現場打ち or プレキャスト(一体型・分割)の適切な評価・選定