

ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究

国土技術政策総合研究所

社会資本マネジメント研究センター

課題説明者： 建設マネジメント研究官 西村 徹

平成29年度～令和2年度

1. 背景・課題

背景

- 少子高齢化による建設現場の担い手の不足（日建連の予測では2025年までに110万人の技能労働者が離職）
- これに対し、国交省では建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場の実現を目指すi-Constructionを推進。
- i-Construction委員会は、「i-Construction～建設現場の生産性革命～」を国土交通大臣へ手交(H28.4)。

【i-Constructionのトップランナー施策】
 - ICTの全面的な活用
 - 全体最適の導入（規格の標準化等）
 - 施工時期の平準化
- 国土交通省は、土工における「ICTの全面的な活用」（ICT活用工事）に必要な基準類を整備(H28.3)。

課題

- 土工以外の工種にもICT活用工事を展開すること
 - あらゆる建設生産プロセスにおいて3次元データを導入すること
- 「i-Construction～建設現場の生産性革命～」(i-Construction委員会, H28.4)

2. 研究開発の目的

設計、施工、維持管理の各生産プロセスにおいて、土工以外の工種にもICTを本格的に導入することにより、建設現場の生産性向上を目指す。具体的には、各段階において、以下（例）を実現する。

【設計段階】

- 完成イメージの共有による景観検討、関係者協議、住民説明の円滑化
- 鉄筋、埋設物等の干渉チェックの確実性向上
- 工事積算の効率化（2次元図面を介さず直接3次元モデルから数量を算出）

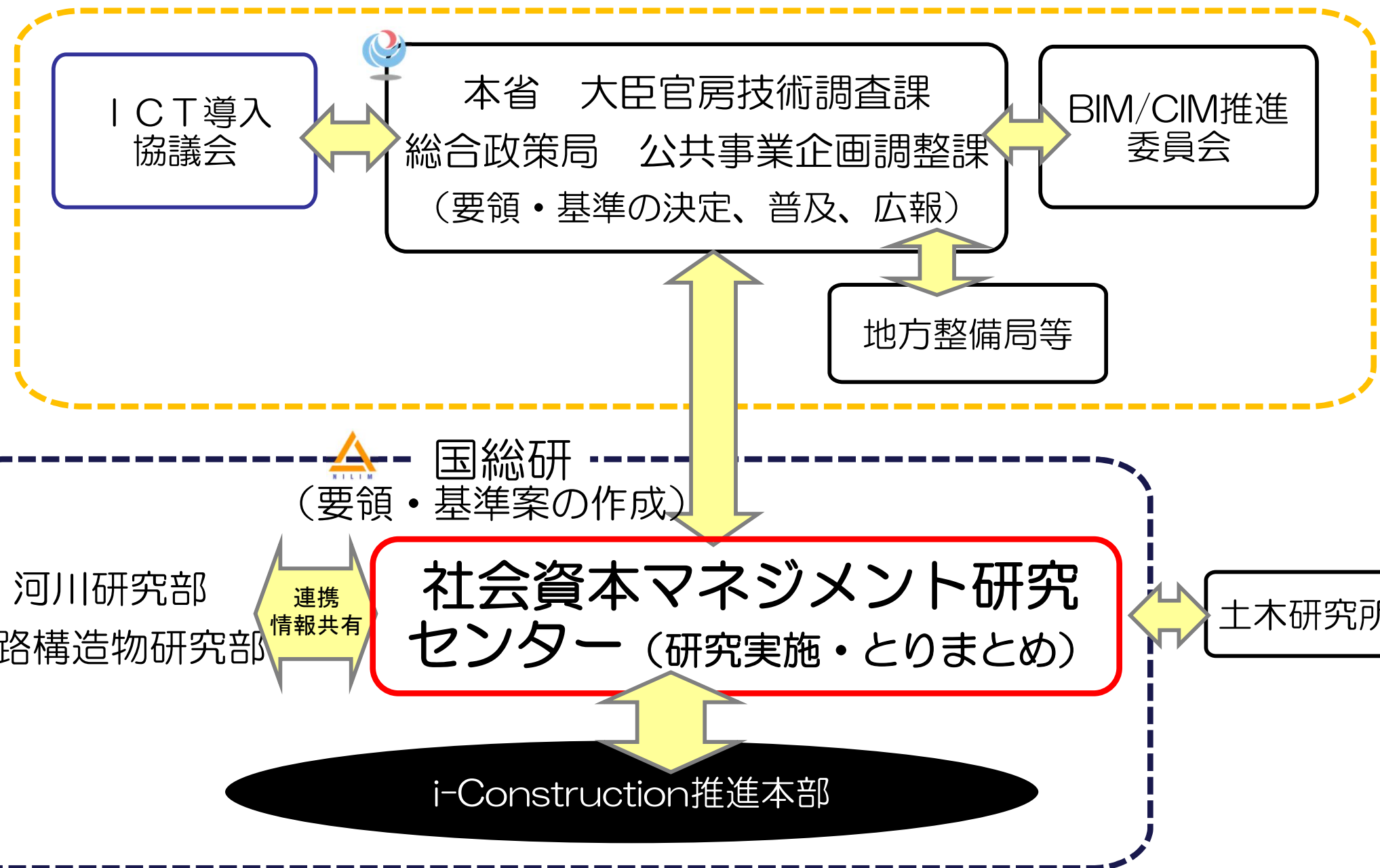
【施工段階】

- 情報化施工の導入による省力化
- 出来高・出来形管理の迅速化
- 計測結果の見える化による監督検査の効率化

【維持管理段階】

- 3次元データによる不可視部分の可視化
- 設計、施工資料及び点検・補修記録の一元管理による情報の共有、情報検索の迅速化

3. 研究開発の体制



4. 研究成果、波及効果や副次的な効果

(1) 設計段階の3次元化①

研究内容

3次元モデルにどのような情報を表現するか、その表示方法、モデル作成方法の検討を行った。また、3次元モデルを活用した積算に向けて、3次元モデルを活用した数量算出について、検討を行った。

■ 3次元モデルの表示、作成方法について

サンプルモデルを作成し、関係者にヒアリングの上、検討案をとりまとめた。成果については「3次元モデル成果物作成要領(案)」に反映

■ 3次元モデルの数量算出手法について

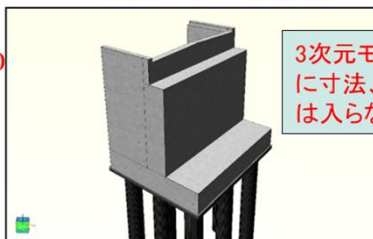
既存の3次元ソフトにて試行し、官積算と比較して、既存の基準類の改定案を作成、関係者にヒアリングの上とりまとめた。成果は、「土木工事数量算出要領(案)」に基づくBIM/CIMモデル作成の手引き」に反映。

研究成果

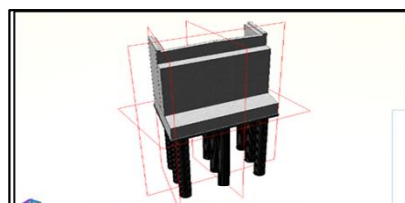
3次元モデル成果物作成要領

3次元モデル成果物

3次元モデル
(詳細度300)

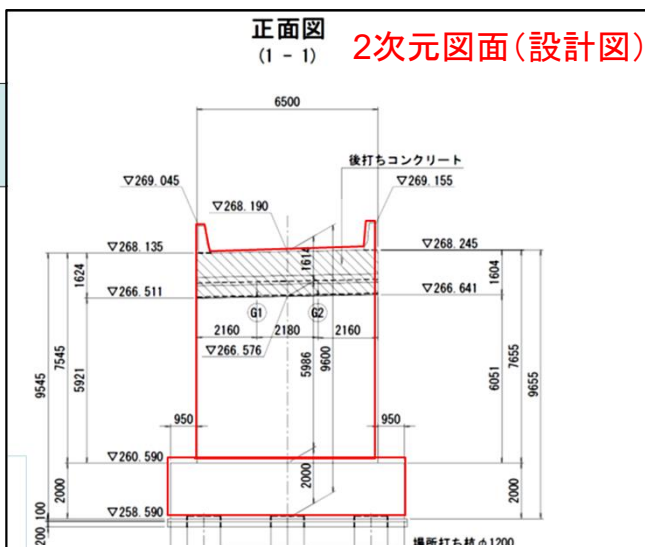


3次元モデル
に寸法、注記
は入らない



2次元図面の
切り出し位置

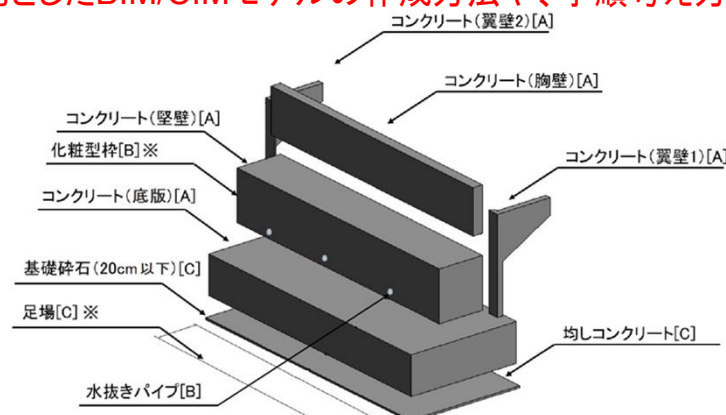
2次元図面(設計図)



切り出した作成形状に不足する部材等
を加え、寸法・注記等を付与して作成

土木工事数量算出要領(案)に基づく BIM/CIMモデル作成の手引き

土構造物、コンクリート構造物、鋼構造物について、数量算出を
目的としたBIM/CIMモデルの作成方法や、手順考え方等を解説



コンクリート構造物についての3次元モデルによる数量算出の例(詳細度400)

- A:「体積」を算出する項目
- B:「長さ」、「面積」や「個数」を算出する項目
- C: 積算上考慮すべき材料等について「必要性の有無」を確認する項目
- D: 対象外とする項目

4. 研究成果、波及効果や副次的な効果

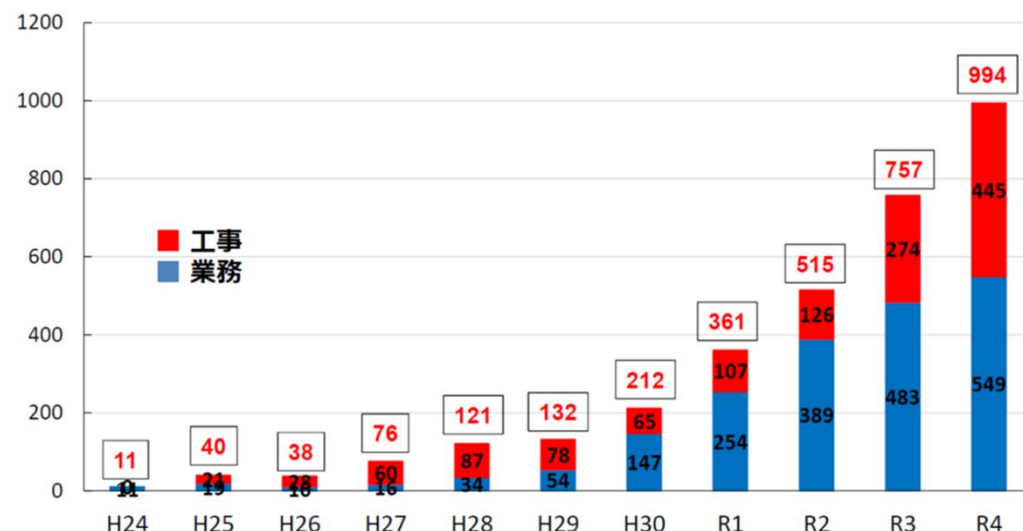
(1) 設計段階の3次元化②

国の制度・基準等に反映された事例

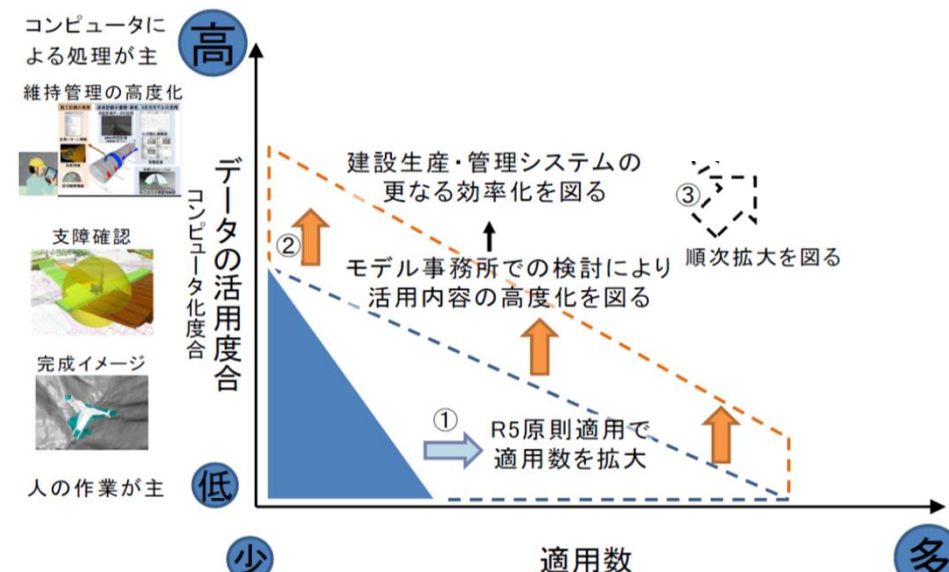
- 3次元モデル表記標準(案)(国交省、平成30年3月策定、令和元年5月、令和2年3月改定)
- 3次元モデル表記標準(案)に基づく3DAモデル作成の手引き(案)(国交省、令和2年3月)
CADソフトで3DAモデルを作成する際の手順、留意事項等を解説
- 3次元モデル成果物作成要領(案)(国交省、令和3年3月)
- 土木工事数量算出要領(案)(国交省、平成31年4月策定、令和2年4月改定)
- 土木工事数量算出要領(案)に対応するBIM/CIMモデル作成の手引き(国交省、令和2年3月)
BIM/CIM モデルを用いて数量算出を行う場合の、BIM/CIM モデルの作成方法や数量算出の手順、留意事項等を、参考事例を用いて解説するもの。

社会に還元された事例

- ・令和5年度にBIM/CIM原則適用の取組が始まり、直轄土木工事においてBIM/CIMの利用が拡大しており、作成した基準が活用されている。



BIM/CIM活用業務、工事の推移



BIM/CIM活用の方向性

4. 研究成果、波及効果や副次的効果等

(2) 施工段階におけるICTの活用①

研究内容

土工以外の工種を含めてICTを全面的に活用する手法を構築する。

- 工種別に各種ICT(計測機器)の出来形管理への適用性を評価

例: 地上型レーザースキャナ(TLS)を舗装工に適用する場合の精度検証(右図)

- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)の検討

例: 計測機器の精度確認試験の方法、標定点・検証点の設置方法、点群密度の下限値、各種様式等



TLSで面的に計測する場合の面的なばらつきと計測精度を検証(トータルステーションを用いてメッシュ状に計測した値を真値と見なししてTLSの精度検証)。

研究成果

- 各種の工種に対応した「3次元計測技術を用いた出来形管理要領」の素案を作成

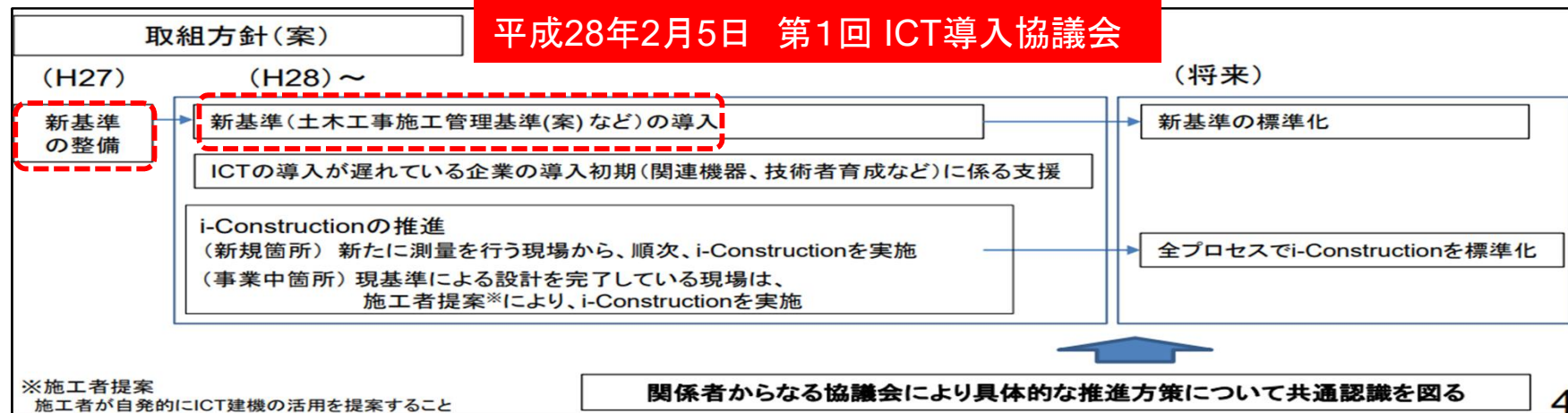
計測機器 \ 工種	土工	舗装工 ^{*1}	舗装修繕工	土工周辺工(護岸)	河川浚渫工	地盤改良工	法面工	橋梁下部工	トンネル工
無人航空機(写真)	(○)			○			○		
地上型レーザースキャナ	(○)	○	○	○				○	
移動体搭載型レーザースキャナ	(○)	○		○			○		
トータルステーション(ノンプリズム)	(○)								○
音響測深機					(○)				
施工機械の履歴データ	(○)				(○)	○			

()は研究前(H28)に作成済.*1: コンクリート舗装.

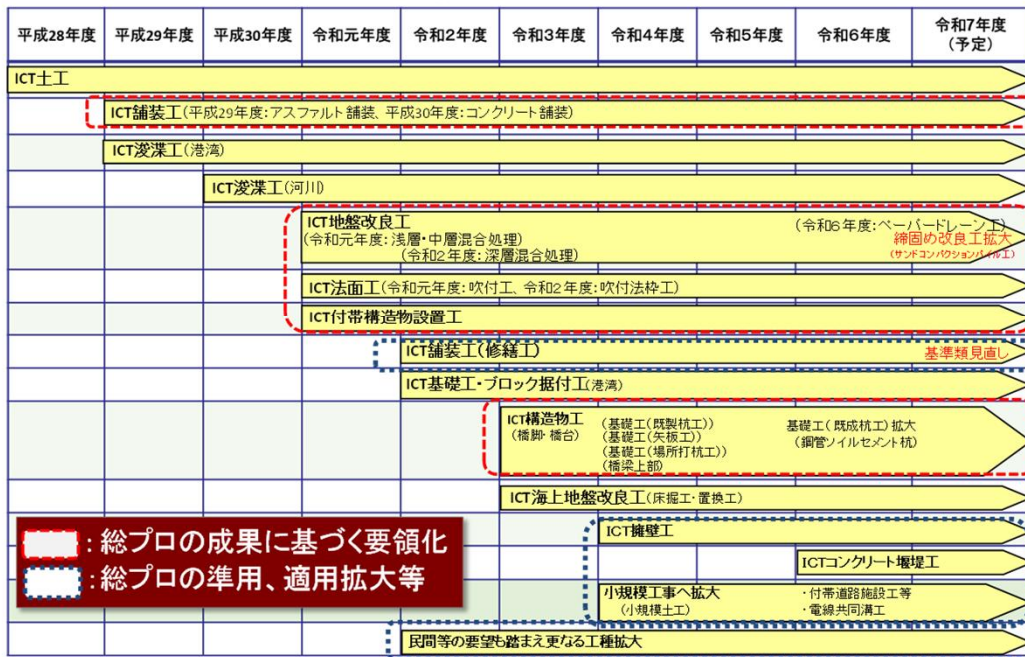
4. 研究成果、波及効果や副次的効果等

(2) 施工段階におけるICTの活用②

国の制度・基準等に反映された事例



i-Constructionに関する工種拡大



*1: 総プロで検討したのはコンクリート舗装

・H28年に2025年までに生産性の2割向上を目指すi-Constructionを開始。

・ICT施工の普及においては、技術基準の整備、人材育成、経済的支援、インセンティブ付与、技術開発等が求められる中、ICT総プロで技術基準を拡充。

・適用可能な工種が拡大されたとともに、工種の特性に応じた出来形管理手法、3次元計測機器の精度管理手法の基本的考え方を確立し、その後の更なる工種拡大に繋げた。

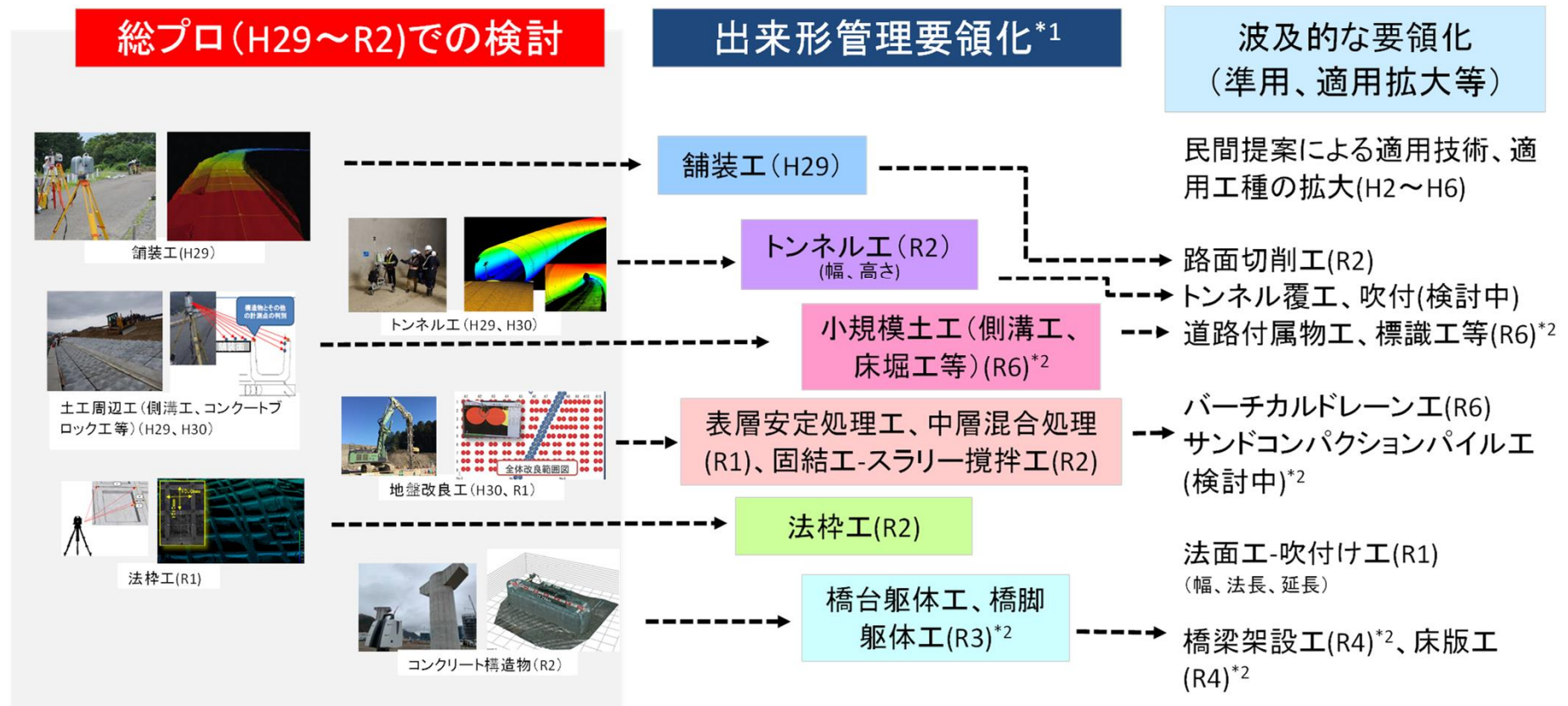
・技術基準の整備は、民間の技術開発マインドの向上にも貢献。(R2より民間提案技術の公募を開始。)

4. 研究成果、波及効果や副次的効果等

(2) 施工段階におけるICTの活用③

国の制度・基準等に反映された事例

- 研究で得た知見※を活用して出来形管理要領等の基準類の適用工種が継続的に拡大された。適用ICT(計測技術)は民間から募集した提案も採択して拡大された。
- ※現場検証試験の方法、要領案の記載事項(計測機器の精度確認試験の方法、標定点・検証点の設置方法、各種様式等)



*1: 用語の解説、適用、施工計画書、工事基準点の設置、起工測量、3次元設計データの作成、出来形帳票作成ソフトウェア、出来形計測、出来形計測箇所、出来形管理資料の作成、出来形管理の手順、機器構成、計測性能、精度管理、出来形管理基準及び規格値、数量算出、出来形管理写真基準、電子成果品の作成規定、精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

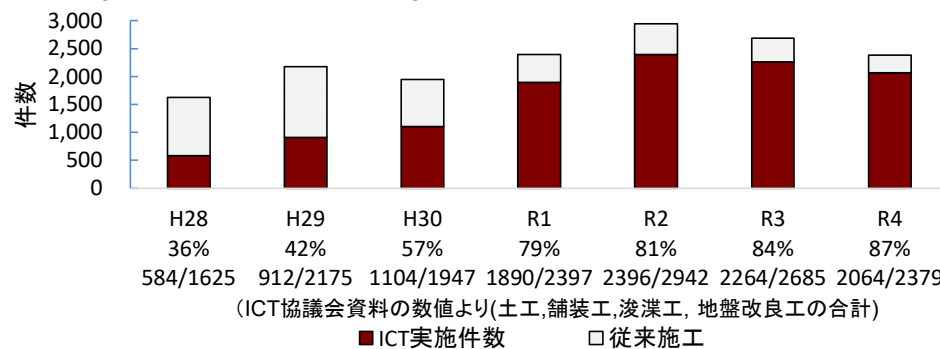
*2: 地方整備局で継続検討して要領化

4. 研究成果、波及効果や副次的効果等

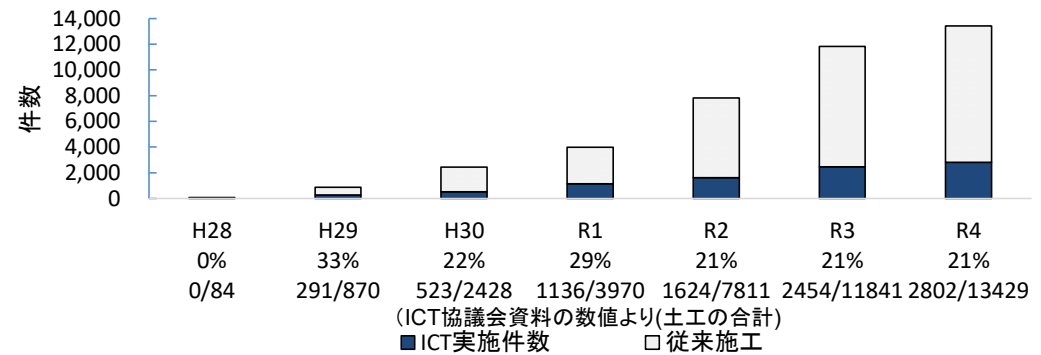
(2) 施工段階におけるICTの活用③

社会に還元された事例

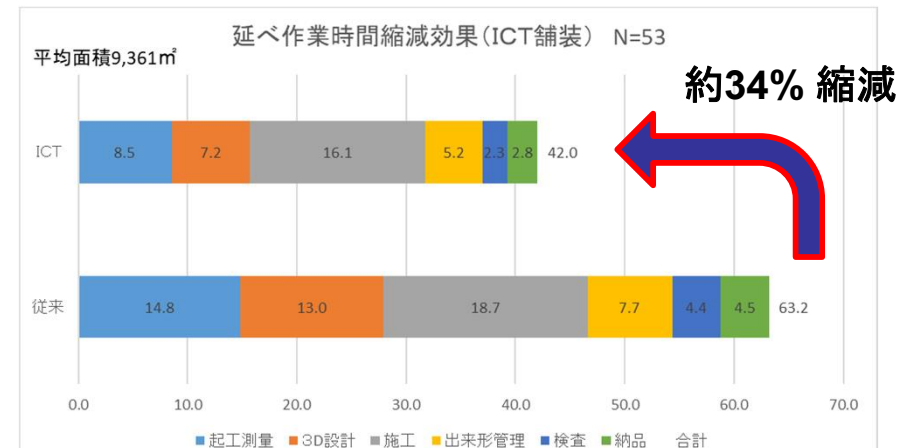
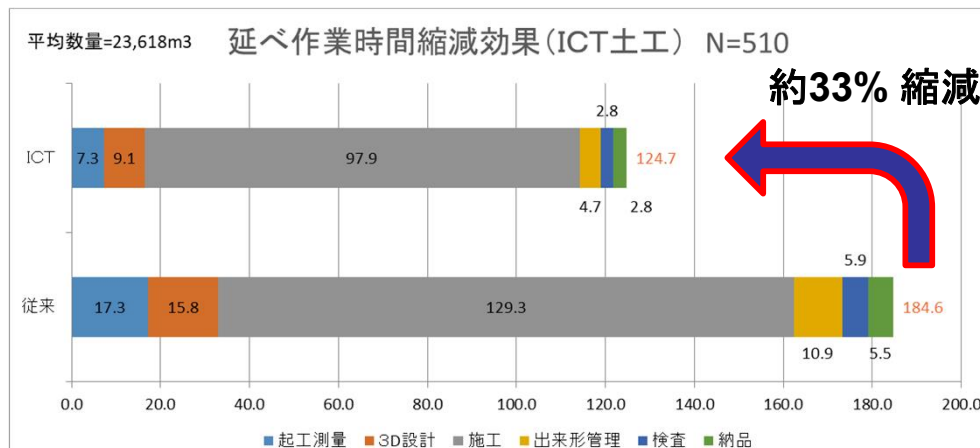
- 産学官関係者によるICT導入協議会においてICT施工の実施状況を継続的にフォローアップしている。
- ICT施工の実施率は年々増加しており、直轄土木工事の87%で実施。都道府県・政令市におけるICT土工の件数も増加。
- 近年の調査においてもICT施工の対象となる起工測量から電子納品までの延べ作業時間について、約3割の縮減効果を確認。



直轄土木工事におけるICT施工の実施数と割合 (公告件数より)



都道府県・政令市の土木工事におけるICT施工の実施数と割合 (公告件数より)



※ 活用効果は施工者へのアンケート調査結果(令和4年度)の平均値として算出。
 ※ 各作業が平行で行われる場合があるため、工事期間の削減率とは異なる。

※ 従来の労務は施工者の想定値
 (出典)第17回ICT導入協議会資料_資料-1(2023.09.14)

4. 研究成果、波及効果や副次的な効果

(3) 維持管理段階におけるICTの活用①

研究内容

維持管理段階で活用するために必要となる3次元モデルの要件を整理した。

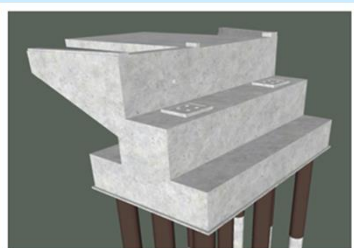
■ 維持管理でのBIM/CIM活用を目的とした3次元モデル作成仕様(案)

維持管理における活用場面を整理して、維持管理段階までに作成すべき3次元モデルの詳細度・機能と、設計、施工、維持管理で付与する属性情報、3次元モデルの紐付け方法にして整理した。

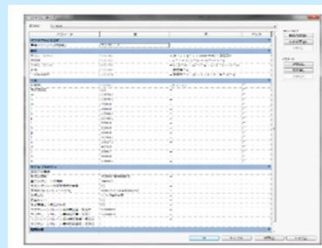
研究成果

BIM/CIMで使用する情報

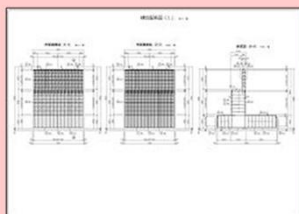
3次元形状データ



属性情報
(部材等の名称、規格等)



2次元図面、報告書等の
3次元モデル以外の情報



維持管理でのBIM/CIM活用を目的とした3次元モデル作成仕様(案)

維持管理での活用場面

対象構造物の3次元モデル化



維持管理段階までに作成すべき部
位・部材と各作り込みレベルを整理

維持管理段階までに作成すべき、
3次元モデルの詳細度・機能

属性情報の付与

項目	属性情報	項目	属性情報
構造物ID	ID:XXXXXX	図面	(設計図)
構造物名	〇〇橋		(発注図)
竣工年月	2024.4.10		
管理者	〇〇建設		
設計者	〇〇建設		
施工者	〇〇建設		
部材名	鋼箱桁橋		
部材名	主桁		
材料	コンクリート		
材料種元	打設日:2024.8.30	構造物種元	土管の矢張り L=8m
	打設温度:28度	点検履歴物記録	ガス管・水道管
			

属性情報の項目、およ
び、付与する段階を整理

維持管理段階までに、3次元モデル
に付与すべき属性情報

4. 研究成果、波及効果や副次的な効果

(3) 維持管理段階におけるICTの活用②

国の制度・基準等に反映された事例

- インフラ維持管理における既設構造物の3次元点群データ計測及びモデル作成の手引き(案)(国総研、令和4年4月策定)

点群計測については、作業計画立案、観測等における留意点、3次元モデル作成については、手法の選定方法や対象構造物等の切り出し等における留意点を整理した。

維持管理のための3次元モデルの要件

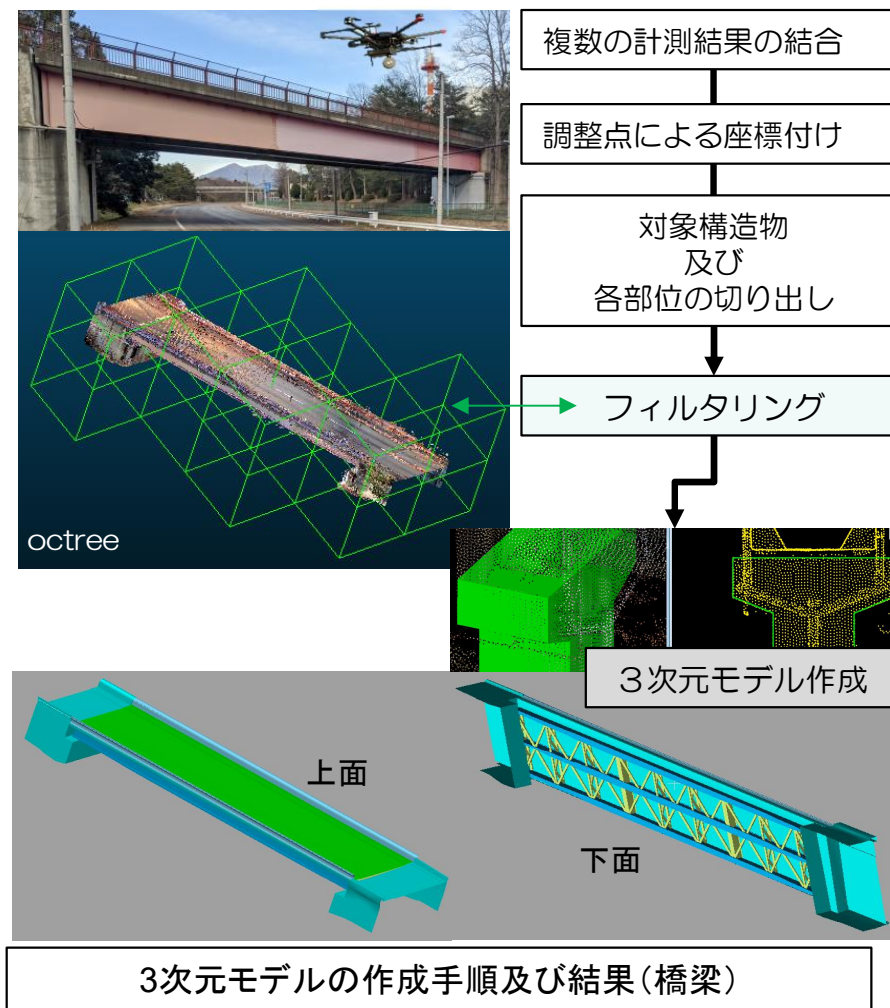
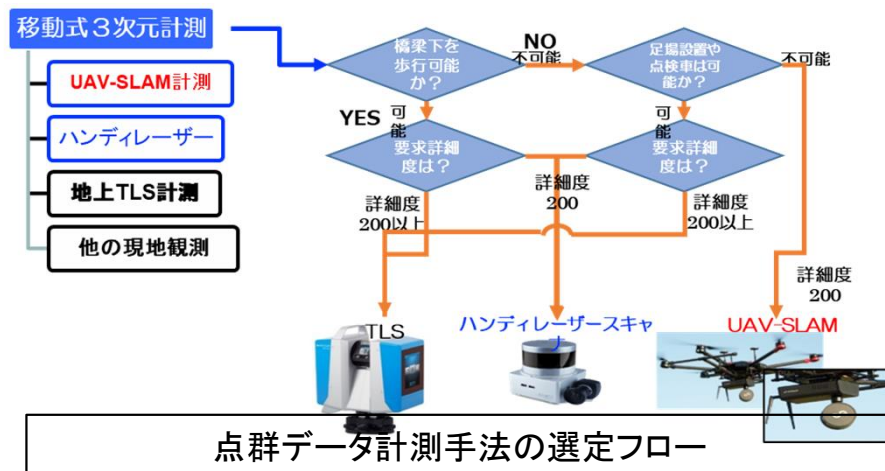
維持管理でのBIM/CIM活用を目的とした3次元モデル作成仕様(案)



点群データを利用しやすい環境整備へのニーズ

維持管理でのBIM/CIM活用を目的とした
3次元モデル作成仕様(案)

点群データの取得から3次元モデル作成までの手法をとりまとめた

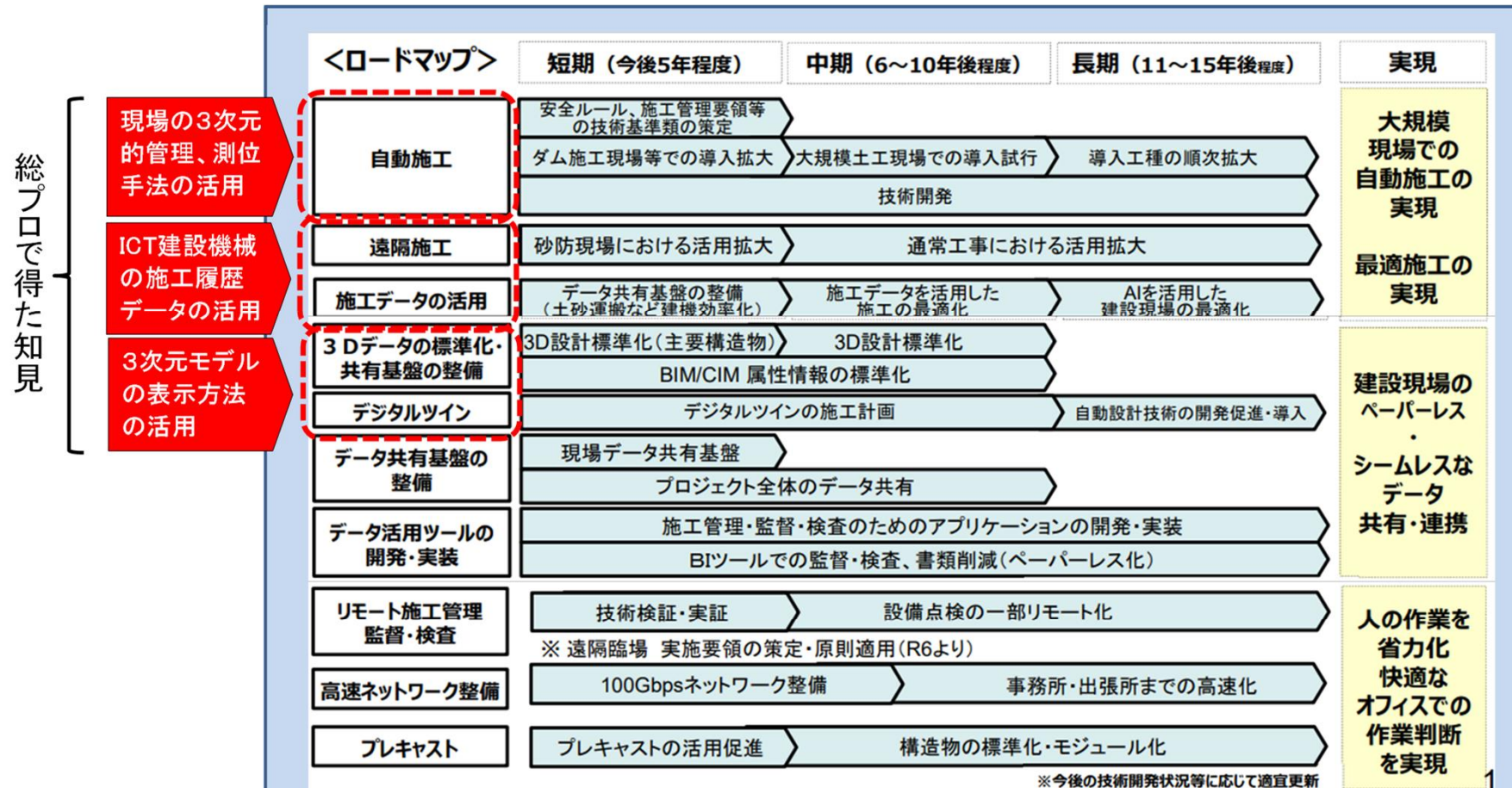


4. 研究成果、波及効果や副次的効果等

(1)～(3) ICTの活用及び3次元化

国の制度・基準等に反映された事例

- 施工段階等のICT活用及び設計段階の3次元化についての現場実装が進んだことを受けて、建設現場の生産性向上に関する政策はi-Construction 2.0（下図の□）へと発展



【i-Construction 2.0（令和6年4月）】「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本の柱として、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倍向上することを目指す取り組み。