

ICT土工用3次元モデルの 簡易作成ソフトのご紹介

～ 土工部ICT施工データ変換システム 略称eMS ～
eMS:earthwork Management System



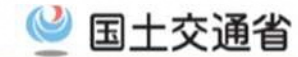
目 次

1. 国土交通省が目指す姿
2. ICT土工の現状
3. 解決策
4. eMSの利用条件
5. これまでの取組み
6. eMSの紹介(参考)

1. 国土交通省が目指す姿

(1) i-Construction 2.0とインフラ分野のDX

「i-Construction 2.0」と「インフラ分野のDX」



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-



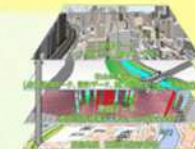
3次元設計の標準化
BIM/CIM



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

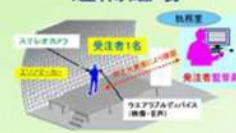
地下空間の3D化
所有者と掘削事業者の
協議・立会等の効率化

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

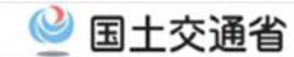
ソフトウェア、通信業界、サービス業界

占有事業者 等

1. 国土交通省が目指す姿

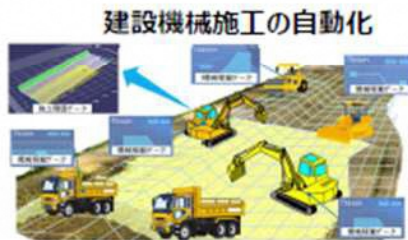
(2) トップランナー施策

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



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



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を推進

建設現場のオートメーション化を実現

1. 国土交通省が目指す姿

(3) データ連携のオートメーション化

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） 国土交通省

○ 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。



<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

1. 国土交通省が目指す姿

(4) BIM/CIMの原則適用

令和5年度BIM/CIM原則適用の概要

活用目的(事業上の必要性)に応じた3次元モデルの作成・活用

※ 複雑な箇所、既設との干渉箇所、
工種間の連携が必要な箇所等

・ 出来あがり全体
イメージの確認
・ 特定部※の確認

- 業務・工事ごとに**発注者が活用目的を明確**にし、受注者が3次元モデルを作成・活用
- 活用目的の設定にあたっては、業務・工事の特性に応じて、**義務項目**、**推奨項目**から発注者が選択
- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に**未経験者も取組可能な内容**とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用する
- 推奨項目は、「3次元モデルによる解析」など**高度な内容**を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組むことを目指す（発注者が受注者の提案について妥当性を認めた場合、発注者が推奨項目を選択していない業務・工事であっても積極的な活用を実施）

対象とする範囲

◎：義務 ○：推奨

		測量 地質・土質調査	概略設計	予備設計	詳細設計	工事
3次元モデル の活用	義務項目	—	—	—	◎	◎
	推奨項目	○	○	○	○	○

対象としない業務・工事

- 単独の機械設備工事・電気通信設備工事、維持工事
- 災害復旧工事

対象とする業務・工事

- 土木設計業務共通仕様書に基づき実施する設計及び計画業務
- 土木工事共通仕様書に基づく土木工事（河川工事、海岸工事、砂防工事、ダム工事、道路工事）
- 上記に関連する測量業務及び地質・土質調査業務

積算

- 3次元モデル作成費用については見積により計上（これまでと同様）

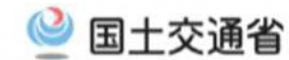
DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)

- 確実なデータ共有のため、業務・工事の契約後速やかに**発注者**が受注者に設計図書の作成の基となった情報の**説明**を実施

1. 国土交通省が目指す姿

(5) ICT土工の原則適用

②1) ICT施工の原則化



原則化の概要 (ICT土工)

直轄土木工事における「土工（作業土工（床堀）は除く）」及び「河川浚渫工」を原則化の対象とし、以下のとおりとする。

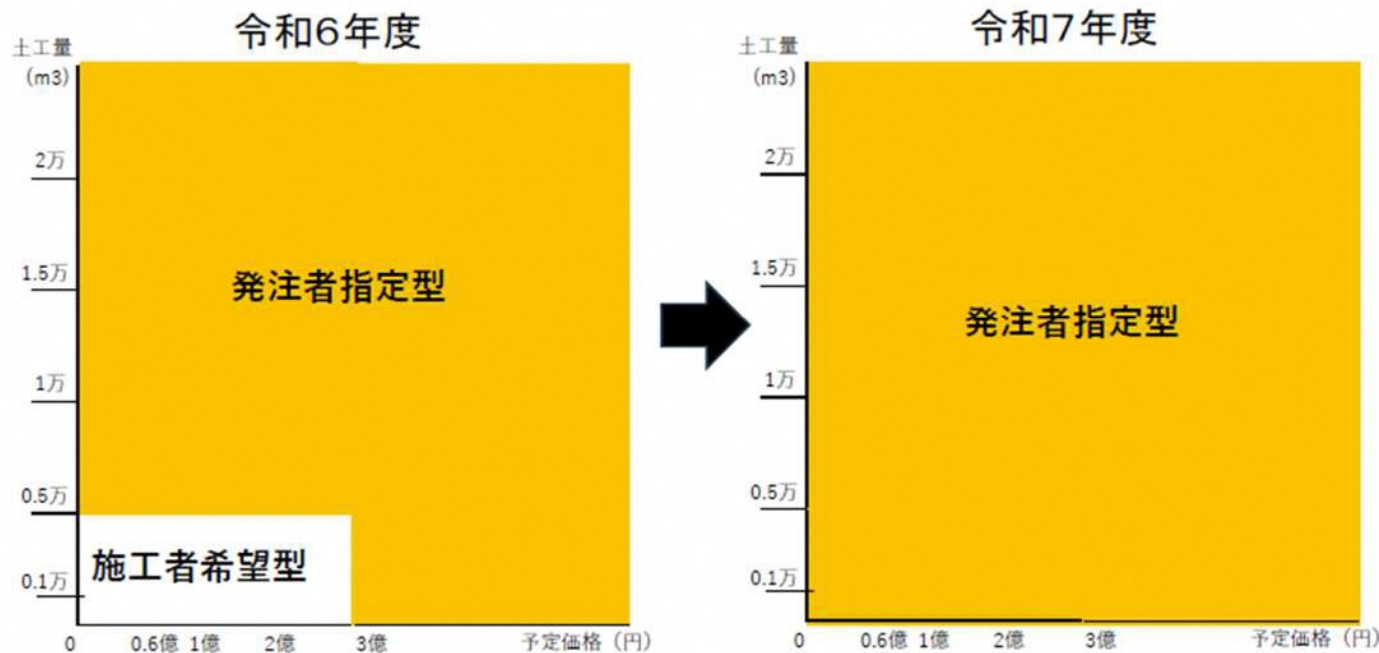
○発注者指定型での発注とする。

○次の①～⑤の全ての段階でICT施工技術を活用することとし、簡易型、部分活用は認めない

①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建設機械による施工

④3次元出来形管理等の施工管理 ⑤3次元データ納品

【発注方式イメージ (ICT土工)】



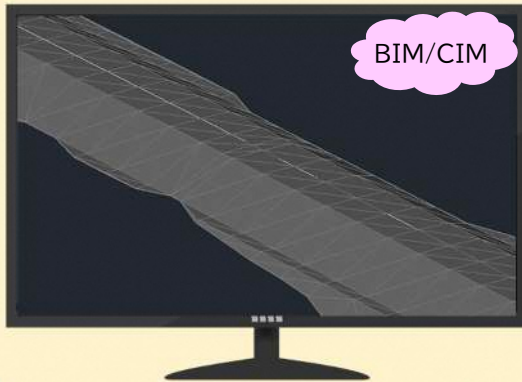
原則化に伴い、工事成績評点における措置については、廃止する。

2. ICT土工の現状

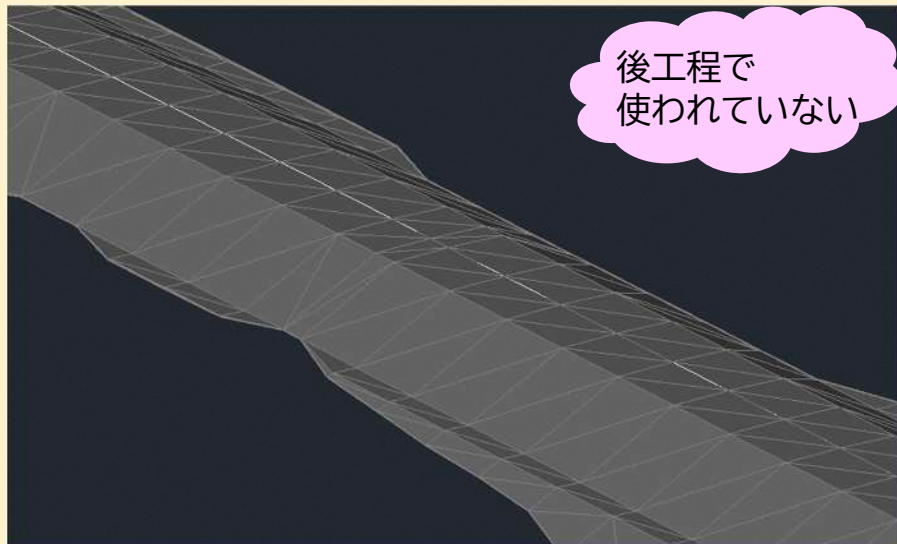
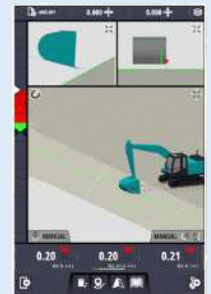
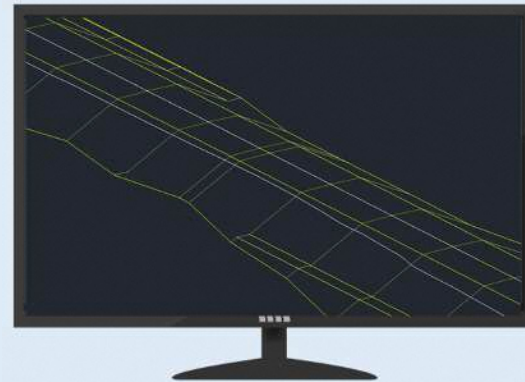
(1)現状

- 設計段階と施工段階で3次元モデルが2つ出来上がっている
- 設計段階で作成された3次元モデルは施工段階では使用されていない

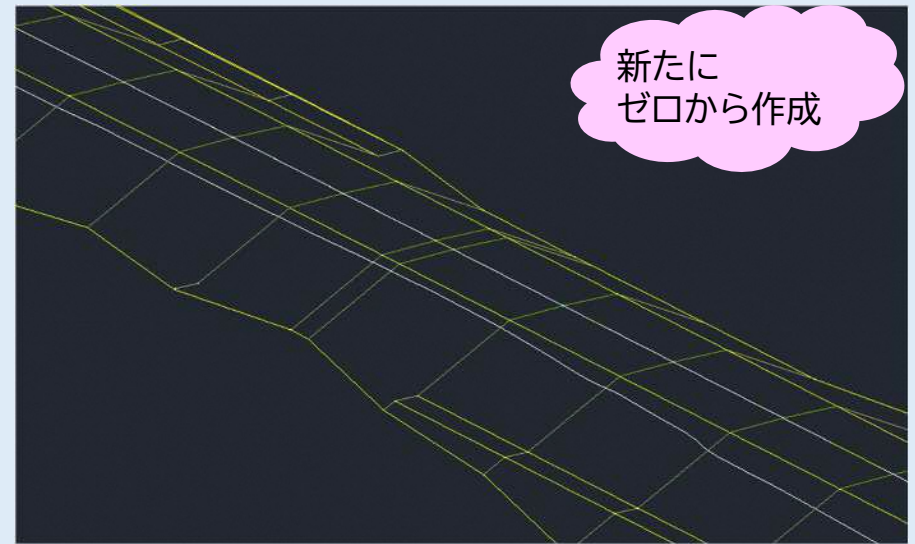
設計段階



施工段階



同じモデル



2. ICT土工の現状

(2)問題と要因

【問題】:

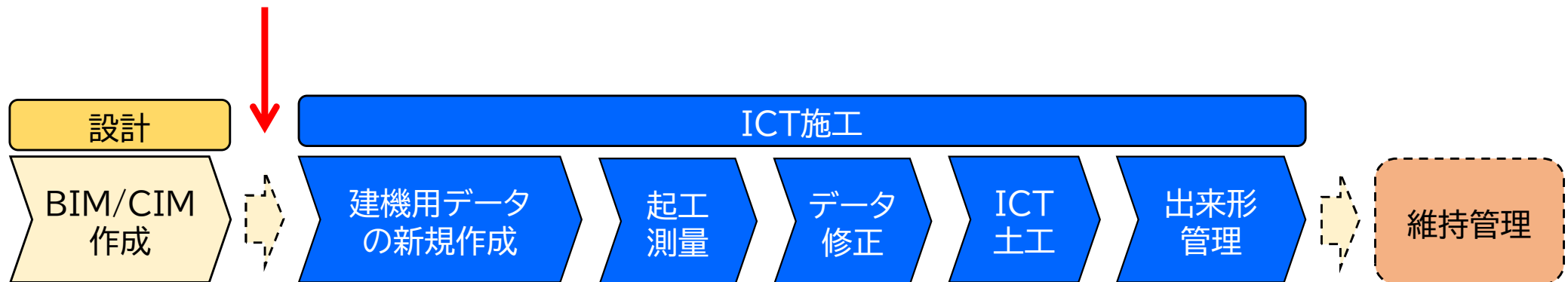
設計で作成したBIM/CIMがICT施工で十分に活用されていない



【要因①】:設計段階で施工条件を考慮したBIM/CIMを作成できないので、施工段階で加工が必要

【要因②】:3次元モデル作成において、使用ソフトに熟練する必要がある

【問題】:BIM/CIMが
施工段階で未活用



【要因①】:設計段階で施工条件を考慮したBIM/CIMを作れない

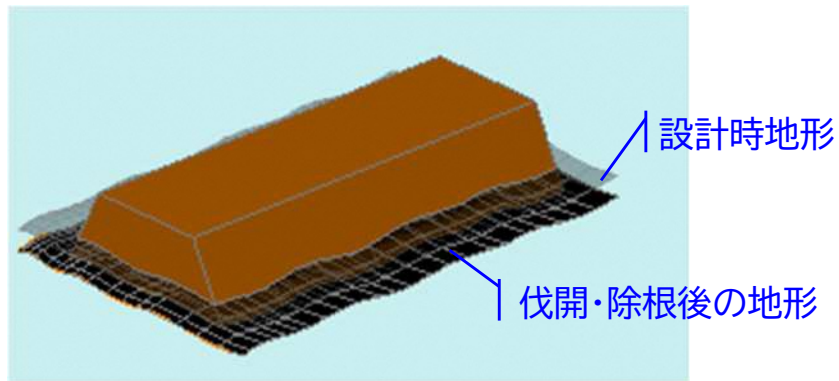
【要因②】:使用ソフトへの熟練が必要

2. ICT土工の現状

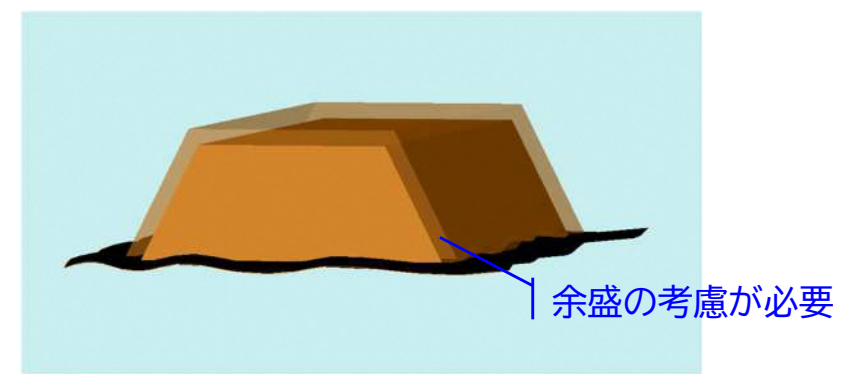
(3) 要因の背景

- 設計段階で作成したBIM/CIMを直接ICT建機用データとして利用できない要因は、下記の「a～d」に対応するために、設計BIM/CIMを加工する必要がある

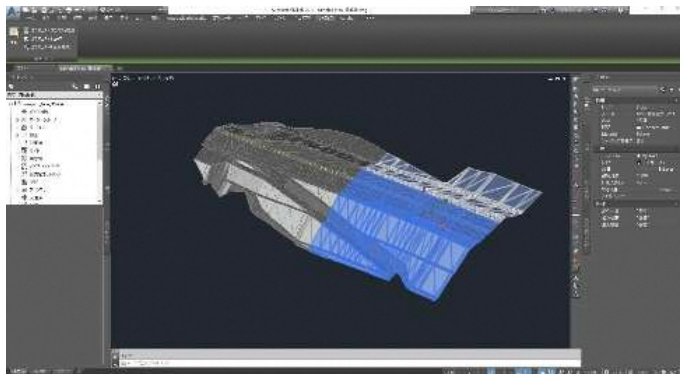
a. 伐開・除根によって改変された地形に対応が必要



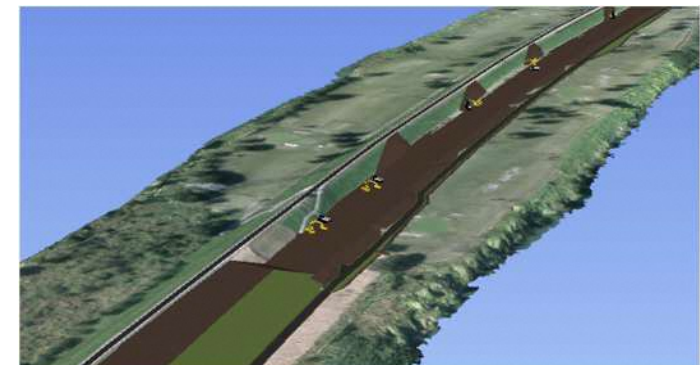
b. 出来形を確保するために余盛が必要



c. BIM/CIMの切り出しや統合に手間が掛かる



d. 施工手順や工事用道路のBIM/CIMに手間が掛かる



3. 解決策

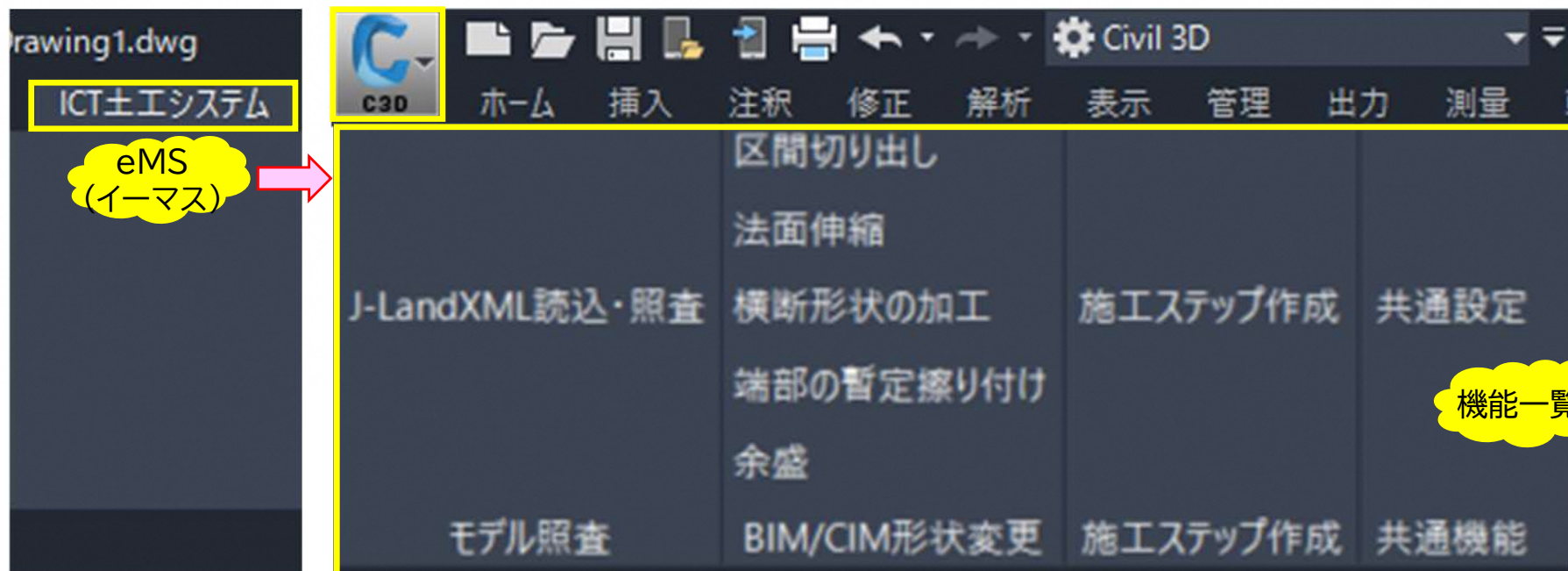
(1) 基本コンセプト

◆設計BIM/CIMを容易に加工し、ICT土工用の3次元モデルを作成できるシステムを開発する

◆開発したシステム名 『土工部ICT施工データ変換システム』 略称eMS ^{イーマス}

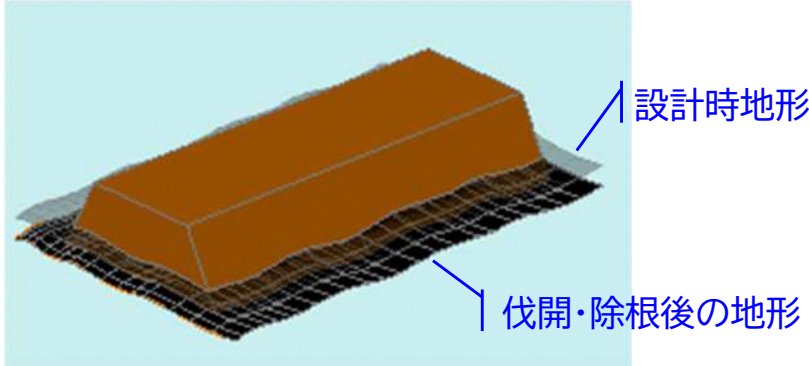
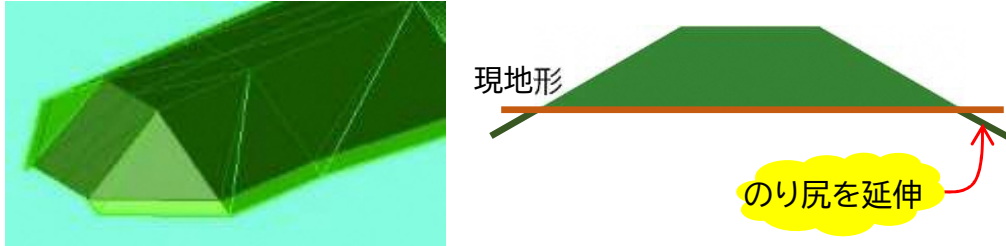
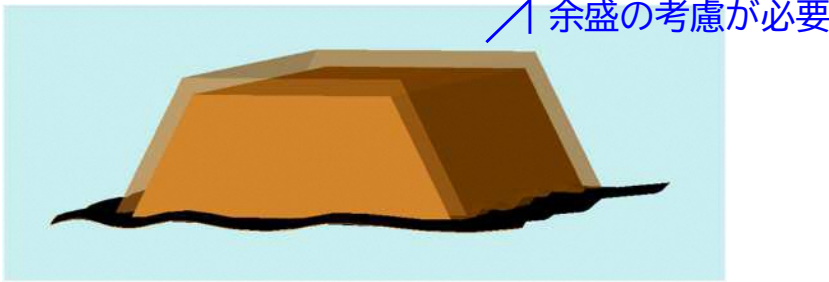
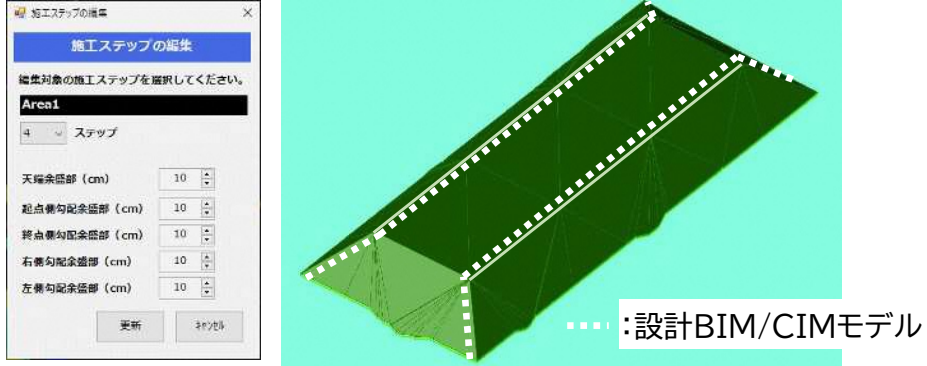
◆eMSとは、「earthwork Management System」の略で、略称イーマスと呼んでいます

◆特許第7579386号(令和6年10月29日登録)



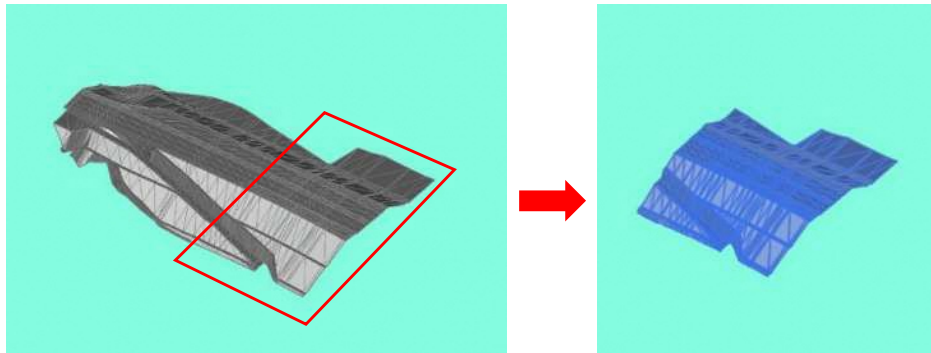
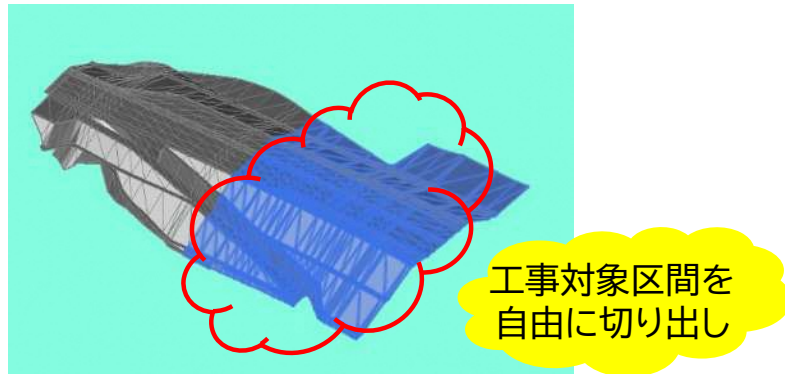

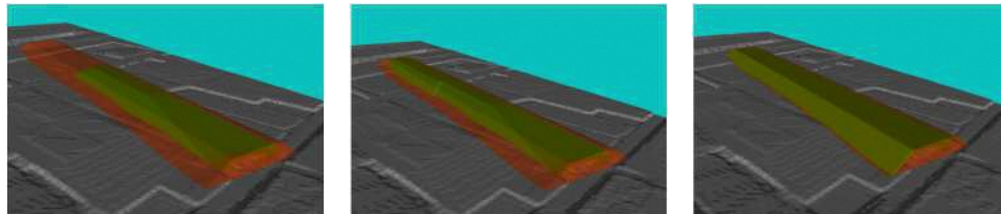
3. 解決策

(2)課題に対する対応策(システム機能)

要因	対応策
<p>a)伐開・除根によって地形が改変されるため、設計段階で作成したBIM/CIMを修正する必要がある。 その修正手間が多く、新規作成した方が早いと判断されている。</p> 	<p>①設計段階で作成するBIM/CIMの法尻を予め長くしておく ②eMSの法尻延伸機能を利用</p> 
<p>b)出来高不足を回避するため、施工段階では余盛を考慮するが、設計段階のBIM/CIMは設計図の性格を持つため、規定寸法で作成されている。</p> 	<p>①ICT建機のオフセット機能を利用 ②eMSの余盛機能を利用</p> 

3. 解決策

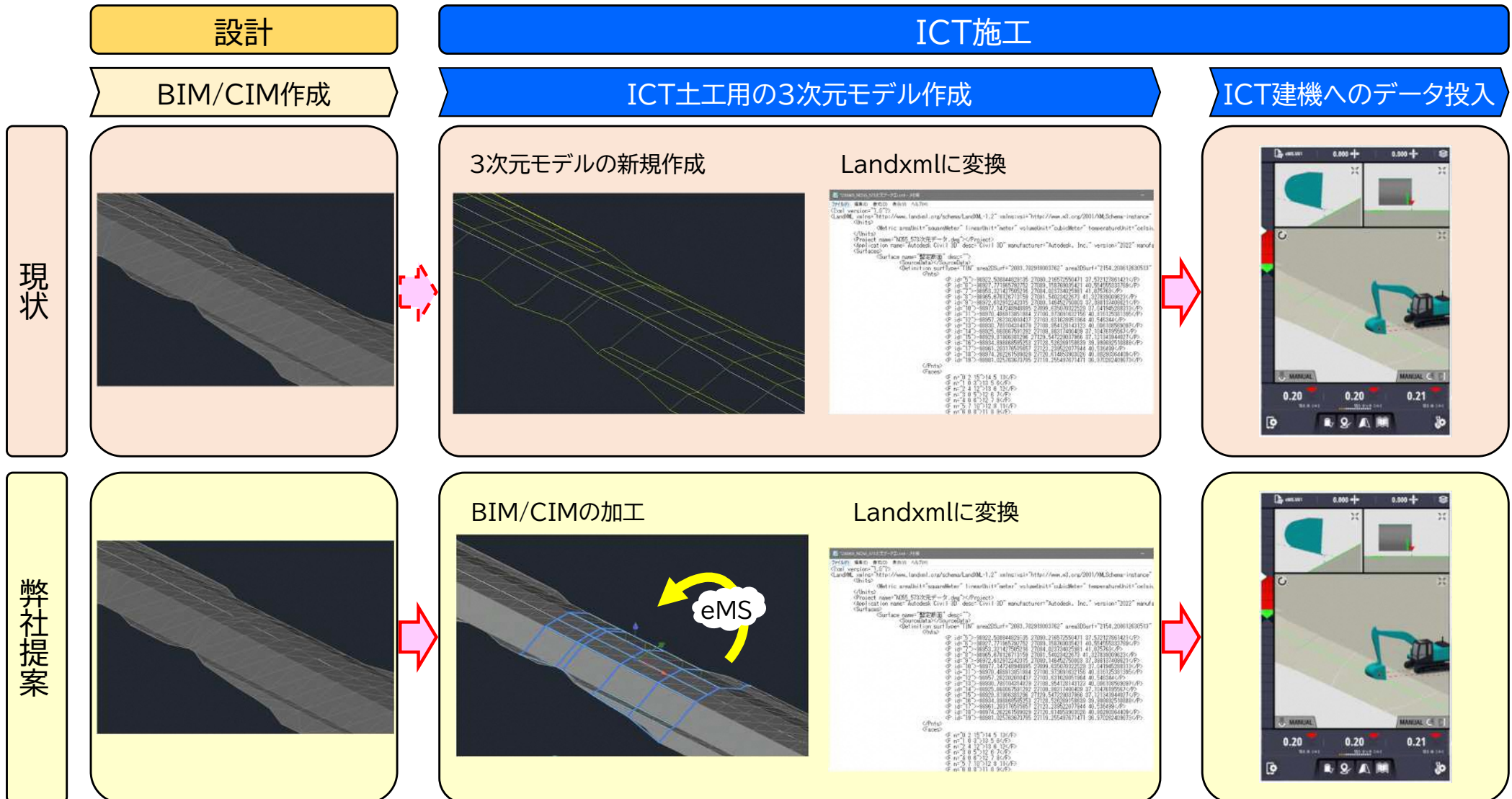
(2)課題に対する対応策(システム機能)

要因	対応策
<p>c)詳細設計の範囲と工事発注区間が異なるため、BIM/CIMの切り出しや統合など手間が生じる</p>  <p>詳細設計区間 工事発注区間</p>	<p>①BIM/CIM事業監理業務等で対処する方法はあるが、人力作業のため、作業手間の軽減には繋がらない(代行しているだけ) ②eMSの区間切り出し機能を利用</p>  <p>工事対象区間を自由に切り出し</p>
<p>d)施工手順や工事用道路の築造など現場条件に基づいた3次元モデルが必要になるため、設計BIM/CIMを修正あるいは新規作成する必要がある</p>  <p>Step1:本線パイロット Step2:工区奥部施工 Step3:完成</p>	<p>①施工計画の検討結果を元に、施工ステップや舗装を控除したモデルを別途作成 (多くの場合、用地買収や予算・工事進捗に応じて施工計画を見直すため、現実的でない) ②eMSの横断形状加工機能を利用</p>  <p>Step1:本線パイロット Step2:工区奥部施工 Step3:完成</p>

3. 解決策

(3)従来との違い

- 現場条件に合わせて、設計段階で作成したBIM/CIMを、eMSで加工し、ICT土工用の3次元モデルを作成
- BIM/CIMをLandXMLに変換することによって、ICT建機へデータを受け渡し

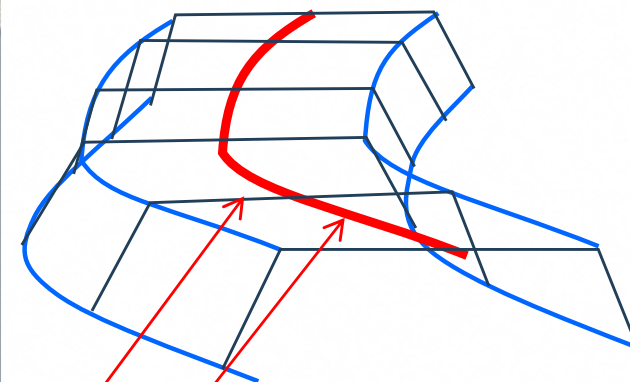


4. eMSの利用条件

- ①Civil3Dにアドオンしたシステム
- ②平面線形、縦断線形、横断計画(形状、片勾配、拡幅等変化点)の情報を有していること
(いわゆるスケルトンモデルで、J-LandXML形式で作成されていること)
- ③地形は、サーフェスモデルもしくはサーフェスモデルに変換できる形式



Civil3Dにアドオンしたシステム



中心線(平面・縦断線形)情報

横断形状の情報

4. eMSの利用条件

J-LandXMLとeMSを利用するうえでのデータ構成一覧

No	要素名	Feature name	Property label	内容	データ構成※1	eMS	用いる理由
1	Units			単位系		必須※2	
2	Coordinate system			座標系		必須※2	
3	Project			プロジェクト名と説明	J		
				事業段階	J		
				適用基準	J		
4	Application			地層の主データ	J		
5	CgPoints			アプリケーション名			
				座標点の集合			
				参照中心線形	J		
				累加距離標	J		
				接線方向角	J		
6	Alignments			基準点、水準点の種類	J		
				中心線形(平面線形、縦断線形)及び横断形状		必須※2	
				構築物情報	J		
				規格・等級	J		
				設計交通量	J		
				左右岸区分	J		
7	Alignment			設計計算手法名	J		
		Interval	main	主測点間隔	J	必須※2	モデル上に測点間隔を表示させるため
			Sub	副測点間隔	J	必須※2	
		Super elevation Config	Normal Crown	直線部横断勾配(%)	J	必須※3	片勾配値を取得するため
			singleLane Road	一車線道路又は多車線	J	必須※3	
			useSlope List	任意横断勾配リスト	J	必須※3	
		slopeList	slope Value	一車線道路又は多車線の横断勾配	J	必須※3	
				右側拡幅リスト	J		
8	Grade Model			k拡幅リスト	J		
9	Roadways			勾配モデル	J		
10	Surfaces			道路構成要素の集合	J		
11	Amendment			サーフェスモデルデータ		必須※2	
12	Monuments			改定履歴	J		
13	Parcels			基準点情報	J		
14	Plan Features			区画データ	J		
15	Pipe Networks			計画機能			
16	Survey			配管網			
17	Feature Dictionary			測量データ			
18	Spiral	-	A	拡張したフィーチャ辞書			
				クロソイドパラメータ	J	推奨※2	線形オブジェクトを構築するため

No	要素名	Feature name	Property label	内容	データ構成※1	eMS	用いる理由
19	Superelevation	Reverse Crown	sta	勾配変化の変化点	J	必須※3	片勾配値を取得するため
		FlastSta	sta	S 型連続曲線区間の反方向点と横断勾配の反転位置	J	推奨※3	
20	CrossSects			事業段階	J		
21	CrossSect			参照縦断線形	J		
		Formation	clOffset	CL 離れ	J	必須※2	スケルトンモデルを構築するため
			fhOffset	計画高との高低差	J	必須※2	
				管理断面	J		
				目標座標名称	J		
				ラウンディング距離	J		
22	CrossSectSurf			開始累加距離標	J		
				終了累加距離標	J		
				地形線より上側の土質区分名	J		
				地形線より下側の土質区分名	J		
23	DesignCrossSectSurf			土量変化率・ほぐし	J		
				横断構成の種類	J		
				建築限界	J		
				舗装種類	J		
		-	height Type	鉛直方向の高さのタイプ	J	必須※2	スケルトンモデルを構築するため
				長さ	J		
				数量区分	J		
				施工区分	J		
				計上延長	J		
				土量変化率・ほぐし	J		
24	Surface			土量変化率・締固め	J		
				サーフェスに関連付ける線形の名称	J		
				サーフェス上面側の土質区分名	J		
				サーフェス下面側の土質区分名	J		

※1 は J-LandXML のみに含まれるデータ構成を J と記載しています。

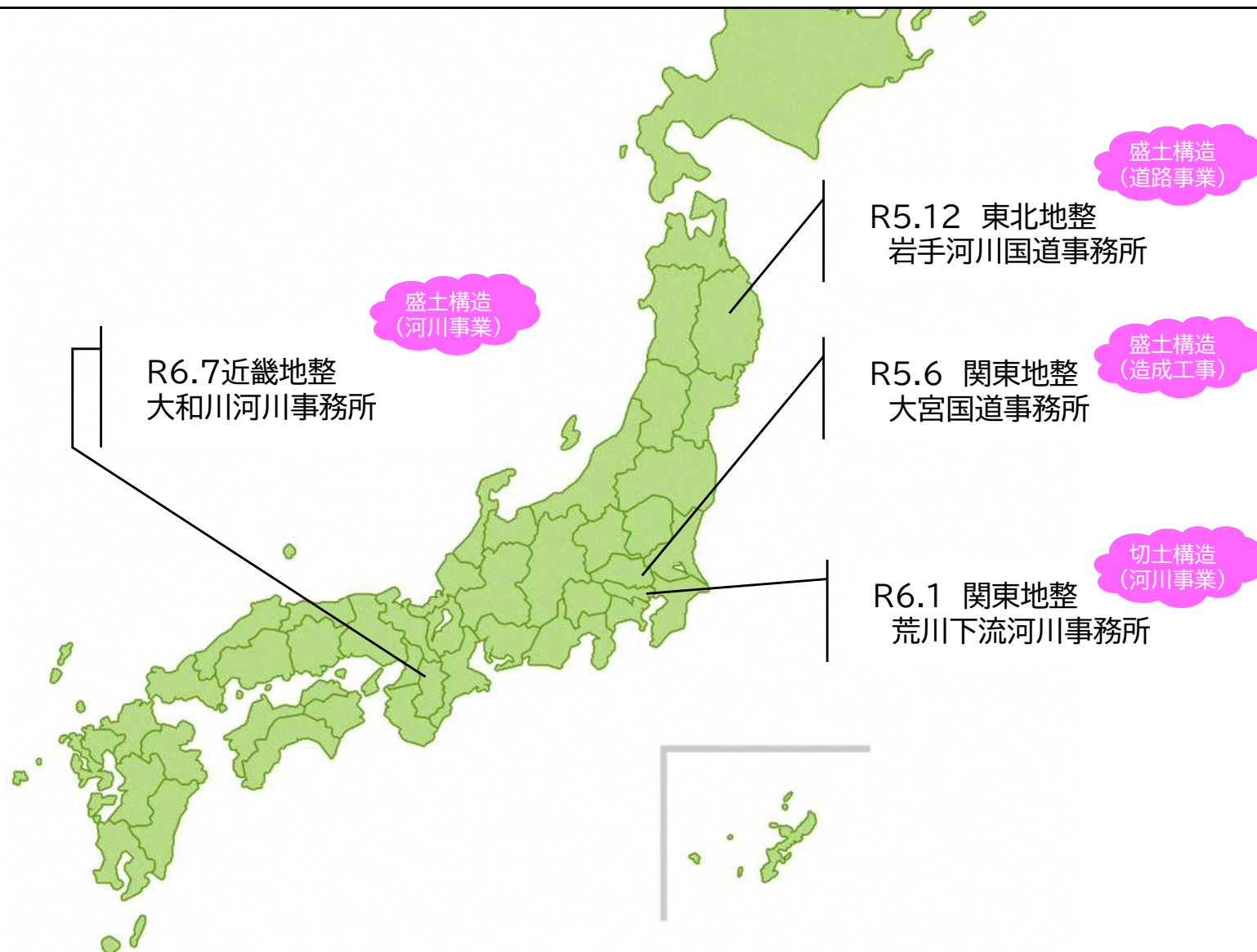
※2 は J-LandXML 読み込み・照査機能で用いるデータ構成となります。

※3 は横断形状の加工機能で用いるデータ構成となります。

5. これまでの取り組み

(1) 実証実験による検証

- 開発したシステム(eMS)を使って、実施工現場で使用するICT建機用データを作成し、実際に施工可能か検証
- その過程において、システム(eMS)の実用性や有効性を確認



5. これまでの取り組み

(2)実証実験の目的・目標と結果(効果)

目標①:

設計BIM/CIMをICT建機用データへ変換して、ICT土工ができること

①-1:BIM/CIMの設計・施工間におけるデータ連携の確認

①-2:変換したデータでICT施工した結果が、所定の基準値内であることの確認

結果①:

①-1:BIM/CIMを加工し、ICT建機用データに変換して施工した結果、問題なくICT土工を行うことが出来た

①-2:出来形計測を行った結果、出来形管理基準を満足していたため、適切にデータ変換できたと判断できる

【総括】そのため、設計BIM/CIMを利用してICT土工が行えることが確認できた

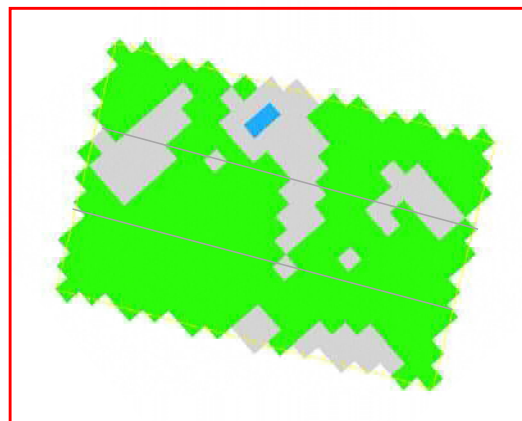
【荒川下流での確認結果(浅沼組施工)】

■設計モデル



出来形確認

■ヒートマップ図



■出来形確認結果(参考)

測定項目		規格値	評価
平均値	-20mm	±50mm	OK
最大値	7mm	+150mm	OK
最小値	-81mm	-150mm	OK

注)出来形管理基準「掘削工(面管理)ー平場」の値を使用

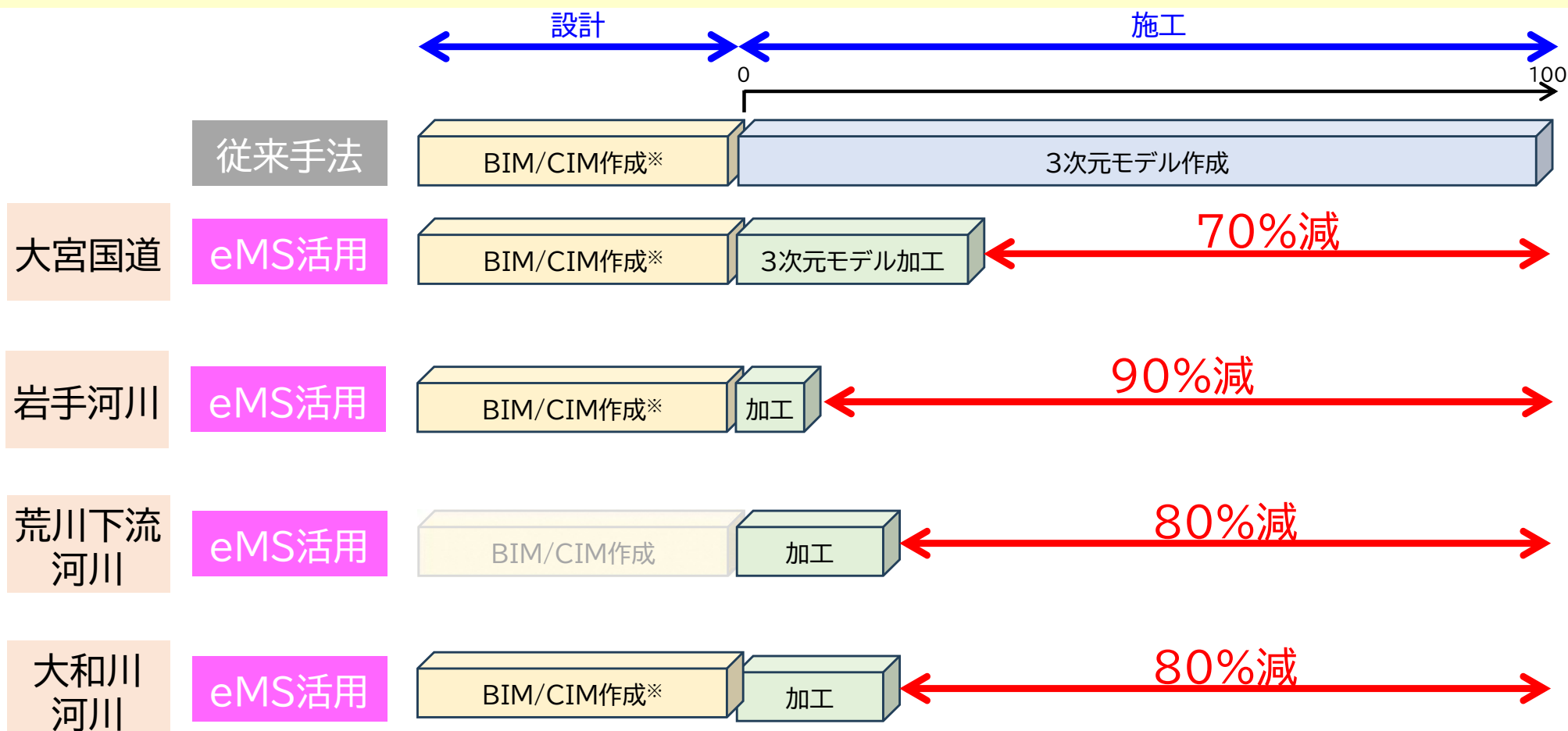
5. これまでの取り組み

(2)実証実験の目的・目標と結果(効果)

目標②:

『土工部ICT施工データ変換システム(eMS)』の機能を利用し、**実用性・効果を確認**すること

結果②:本システムで**BIM/CIMを容易に加工**でき、**80%前後の作業効率**が図れることを確認
施工者の残業時間削減による「**働き方改革**」へ寄与できる



※大宮、岩手、大和川は当社が設計BIM/CIMを仮想的に作成

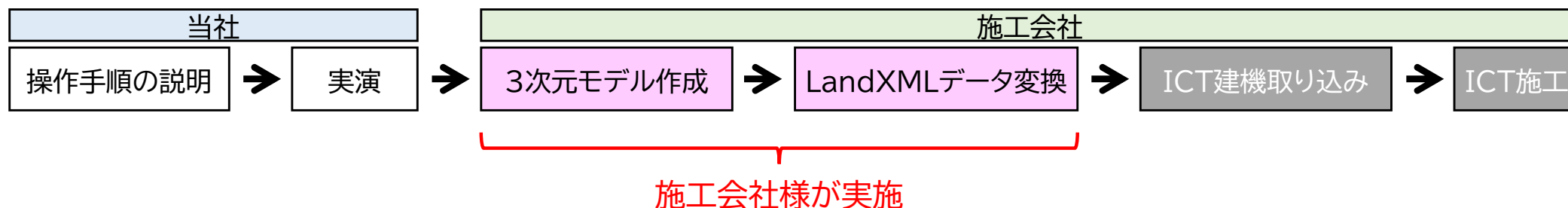
5. これまでの取り組み

(2) 実証実験の目的・目標と結果(効果)

目標③:

『土工部ICT施工データ変換システム(eMS)』の操作について、
CAD熟練度に左右されないユーザビリティを有していること

結果③: 実証実験の一環として、CAD経験の異なる複数の方に試行して頂いた結果、2次元・3次元の
CAD熟練度に左右されずに操作できることを確認。



試行者		A氏	B氏	C氏	参考 当社開発担当
試行者の経験	2次元CAD	2年	20年	3年	10年
	3次元CAD	本現場で初経験 (トレンドコア)	5年程度 (Civil3D)	経験ゼロ	5年程度 (Civil3D)
作業時間	区間切り出し	10min	10min	10min	10min
	横断形状の加工	—	30min	30min	20min
	擦り付け	10min	—	—	10min

6. eMSの紹介

eMSの一部(区間切り出し／のり面伸縮)を動画にて紹介
(ここでは区間切り出しのキャプチャーの一部を表示)

