

建設生産・管理システムのあり方に関する提言  
～「新現場力」による創造的な現場環境の創出～

令和元年 7 月

社会基盤情報標準化委員会

特別委員会

## 目次

1. はじめに .....	1
1.1 i-Construction の早期実現に向けて .....	1
1.2 特別委員会における検討 .....	2
1.3 提言の概要 .....	5
2. BIM/CIM の推進 .....	6
2.1 情報共有・意思疎通の効果の明確化とその実践 .....	7
2.2 BIM/CIM の推進のための環境整備 .....	13
2.3 建設生産・管理システムにおける「Digital Twin」の活用 .....	15
2.4 他分野との連携による社会基盤プラットフォームの構築 .....	17
3. 建設生産・管理システムの改善に資する技術の活用 .....	19
3.1 現場まるごと i-Con 化に向けて .....	19
3.2 ICT の実用化に至るプロセスの提案 .....	20
3.3 ICT の活用効果を把握するための評価軸と活用効果の見える化 .....	23
4. 提言：「新現場力」による創造的な現場環境の創出 .....	26
5. おわりに .....	28

# 1. はじめに

## 1.1 i-Construction の早期実現に向けて

国土交通省では、ICT(情報通信技術)を活用した施策を建設現場に導入することにより、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す「i-Construction」を推進している。

また、国土交通省では、統合イノベーション戦略（H30.6.15 閣議決定）を受け、「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を始動しており、これに基づき「i-Construction」を強力に推進することが待ったなしの状況である。

昨今、現場における熟練技術者の減少や高齢化、若手労働者の減少による担い手不足問題などにより、現場力が低下してきている。この理由の1つとして、労働環境の問題、建設プロセスの効率化の遅れなどが考えられる。これらの課題を解決し建設生産性革命を実現するためには、「i-Construction」に基づき、現行の測量・調査、設計、施工、検査、維持管理・更新の一連のプロセスやプロジェクト実施において ICT を活用するなど、最新の考え方・技術を導入し、さらに効率性を上げることが重要である。

さらに、そのような取組を経て、働き方改革を進めるとともに、現場技術者が新たな形の現場経験を積むことができ、人材育成につながるよう努力する必要がある。また、建設分野が ICT など新たな技術を活用して魅力的な職場を構築し、人材確保につなげていくことも重要である。

また、建設産業は、社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保をも担う、我が国の国土保全上不可欠な「地域の守り手」であり、社会貢献の観点からも存在意義が極めて大きいことに留意すべきである。

今回の検討は、以上の論点を考慮しつつ、現場への ICT の積極的導入等の現場力を強化するための方策や、建設生産・管理システムのあり方を見直すための具体的な方策を提示するなど、「i-Construction」の早期実現による新たな時代の幕開けに向け、行うべき施策・行動について提言することを目的としている。

## 1.2 特別委員会における検討

社会基盤情報標準化委員会が設置する特別委員会では、建設分野における効率性を高める観点から、BIM/CIM(Building and Construction Information Modeling/Management)の活用に関する方向性を検討してきた。

平成 27 年度から平成 29 年度の活動では、3 次元モデルの共有による全体最適化と生産性向上について全体像や将来像を議論し、CIM 導入により目指す全体像・将来像（図 1-1、図 1-2 参照）を作成するとともに、BIM/CIM の活用場面と適用効果を示しつつ、現場を考慮したユースケースの整理を行った。さらに、ICT を活用した技術の見える化を図りつつ、現場を改善するための最新技術の適用についても検討した。

平成 30 年度の活動では、これまでの検討を受け、BIM/CIM やクラウド環境の活用等 ICT を建設生産・管理システムへ導入する効果と、その推進のための環境整備等について体系的に検討した。また、建設分野以外の様々な分野の情報を含めた、クラウド技術による社会基盤（インフラ）プラットフォームの構築についても検討した。

さらに、マネジメントの観点から、ICT 等の新技術により現場の生産性向上につながる事例とその活用効果について、体系的・具体的に示す方法を検討するとともに、具体的な改善の効果を客観的・数量的に見える化する方法についても検討した。

# CIMの全体像とロードマップ（案）

～3次元モデルの共有による全体最適化と生産性向上～

～CIM (Construction Information Modeling/Management)～  
 「CIM」とは、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るものである。3次元モデルは、各段階で追加・充実され、維持管理での効率的な活用を図る。

背景となる状況  
 ■ 公共投資額の減少  
 ■ 少子高齢化  
 ■ 社会インフラの老朽化

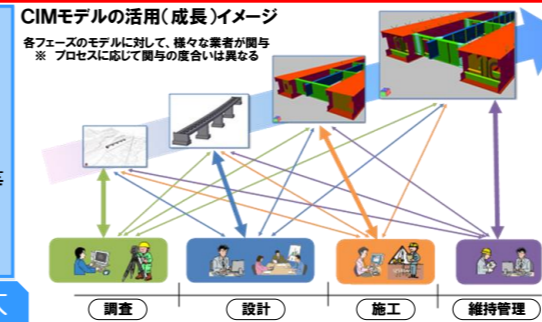
CIMの活用による  
 ● 生産性向上、工期短縮  
 ● 品質確保・向上  
 ● 労務環境改善、安全性向上  
 ● 維持管理の効率化・高度化

波及効果として  
 安全安心な社会への貢献(分野を越えたデータ連携・活用)

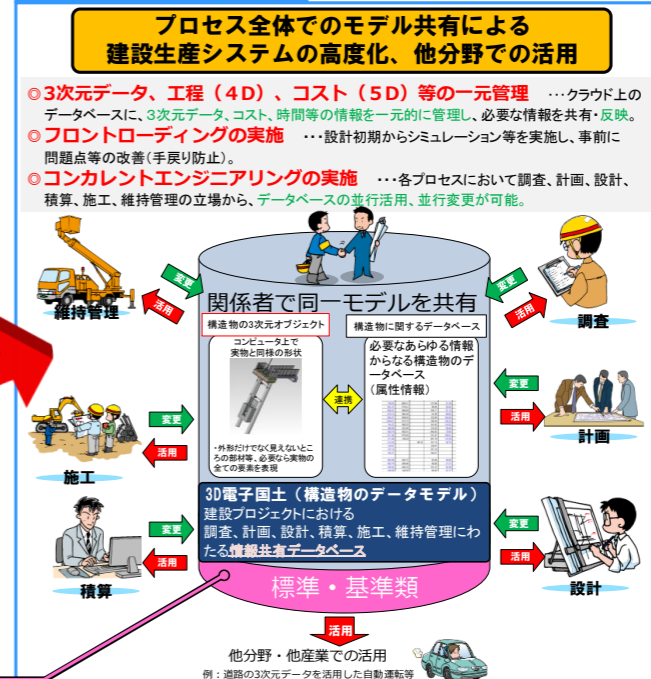
<b>合意形成が速くなる</b> ・住民説明会、工事説明会、関係者協議(管理者・警察等)の効率化 	<b>比較・概略検討等が容易になる</b> ・ルート選定が容易 ・概算コスト比較が容易 ・国土院データ等の活用 ・詳細設計への移行が容易 	<b>設計変更が容易になる</b> ・数量算出の自動化等 	<b>意思決定が速くなる</b> ・三者会議(発注者-ゼネコン-コンサル) ・本局-事務所-出張所等 ・受注者-発注者 ・元請-下請 	<b>設計ミス・手戻りが減る</b> ・設計の可視化 ・図面等の整合性確保 ・数量算出の自動化等 ・遺算の防止 	<b>CIMと情報化施工のデータ連携</b> ・3次元データの共有 ・情報化施工による現場の高速化 ・安全性・確実性の向上 	<b>工事現場の安全を確保</b> ・作業現場内危険箇所の事前チェックにより事故を防止 ・数量算出の自動化等 	<b>施工性が向上し工期が短縮できる</b> ・施工計画書への反映 ・施工順序等の最適化 ・現場内情報共有 ・仮設等安全性向上 	<b>的確な維持管理</b> 施工時の品質情報やセンサー情報など維持管理に必要な情報をモデルに追加することによる維持管理の効率化 	<b>建設分野を越えた活用</b> G空間情報としての活用 
---	--	-------------------------------------	--	---	--	--	---	---	--------------------------------------

## 実現のための課題

- 技術的な課題  
 モデルデータの表現方法、モデル詳細度、納品等データ形式 等
- 制度的な課題  
 CIM導入のための制度・基準類の改訂、プロセス全体でモデルを共有するための契約方式 等
- 運用的な課題  
 段階的な適用範囲の考え方、CIMに関する人材育成 等



## 適用の高度化

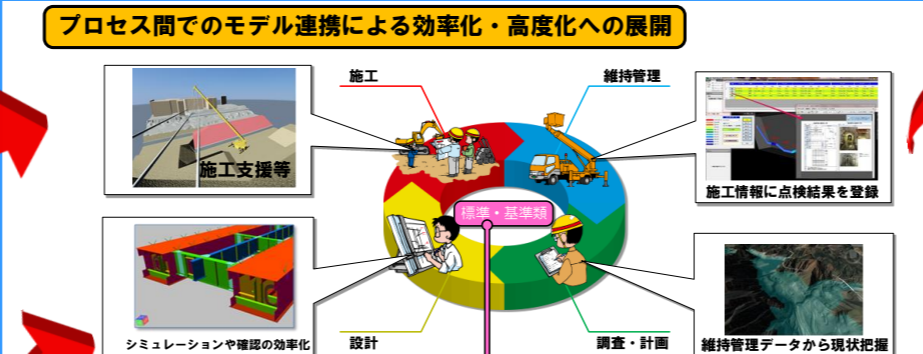


## 試行(適用可能な範囲での実施)

<b>橋梁CIM</b> 	<b>ダムCIM</b> 
<b>トンネルCIM</b> 	<b>河川CIM</b> 

その他各種分野...

## 個別工種全体への適用拡大



## i-Construction (ICT技術の全面的な活用)

ドローン等による3次元測量 	3次元測量データによる設計・施工計画 	ICT建設機械による施工 	検査の省力化 
-------------------	------------------------	------------------	------------

## 標準・基準への対応

- ◆ 構造物3次元モデルをデータ交換するための標準  
**IFC - Industry Foundation Classes (buildingSMART International)**  
 -IFC Alignment, -IFC Bridge, -IFC Road, -IFC Railways
- ◆ 地形・土工に係る3次元モデルをデータ交換するための標準類  
 LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)【国総研】  
 buildingSMART International home of openBIM  
 LAND XML  
 INFRAModel  
 -LandXML



図 1-1 CIM導入により目指す全体像・将来像(案)

# プロセス全体でBIM/CIMモデルを情報共有するためのあり方

## プロセス全体でのモデル共有による建設生産システムの高度化、他分野での活用

### ◎3次元データ、工程（4D）、コスト（5D）等の一元管理

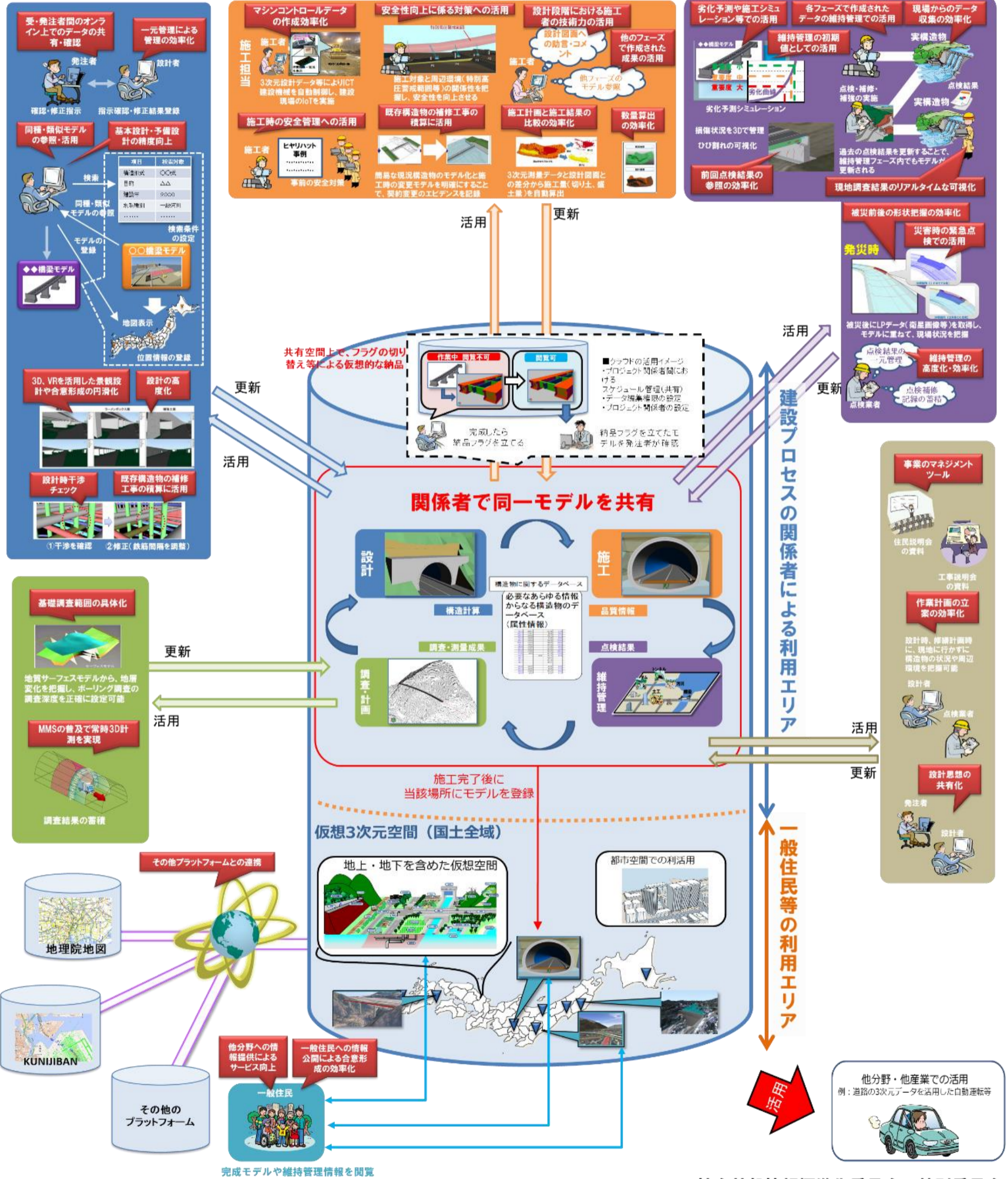
…クラウド上のデータベースに、3次元データ、コスト、時間等の情報を一元的に管理し、関係者間で必要な情報を共有・反映。

### ◎フロントローディングの実施

…設計初期からシミュレーション等を実施し、事前に問題点等の改善(手戻り防止)。

### ◎コンカレントエンジニアリングの実施

…各プロセスにおいて調査、計画、設計、積算、施工、維持管理の立場から、データベースの並行活用、並行変更が可能。



社会基盤情報標準化委員会 特別委員会

図 1-2 建設生産・管理システムの全体像・将来像 (案)

### 1.3 提言の概要

本提言では、現場の課題である低下した現場力に関して、ICT を組み合わせて活用することによって、現場力の補完、回復、飛躍的な向上につながるとともに、創造的な現場環境が創出され、建設現場のあり方が大きく変化する“新現場力”の構築を提案する。

まず第2章においては、BIM/CIMの推進、プラットフォームの構築等による情報共有・意思疎通の効果を明らかにするとともに、情報共有の即時性確保の重要性、活用のための環境整備について提案する。また、今後の展開として、社会基盤データを利活用できるプラットフォームの重要性について述べる。

第3章においては、マネジメントの観点からICT等の新技術により現場の生産性向上を図るための「現場まるごとi-Con化」を提案する。具体的には、ICT等の新技術で建設現場に導入可能な好事例を収集し、その活用方法や省力化の効果の明確化について具体的かつ体系的に示すとともに、改善の効果を客観的・数量的に見える化することが、現場まるごとi-Con化のモチベーションを高めるために有効であることを示す。

第4章では、第2章及び第3章を踏まえ、具体的な提言内容をまとめる。現場における人、技術、システムが有する能力が技術革新により向上し強化された新たに構築された課題解決能力を「新現場力」と提唱する。また、新現場力が、建設生産性向上や品質確保のイノベーションにつながるだけでなく、働き方改革に寄与し、人材の育成につながり、創造的な現場力を創出するものであることを示す。

さらに、将来の展開として、様々な分野のデータが利活用可能なインフラプラットフォームの構築について提案する。

## 2. BIM/CIM の推進

現在、BIM/CIM を適用することにより、測量・調査、設計、施工、維持管理の各プロセスを効率化・高度化して生産性を向上する取り組みが進みつつある（図 2-1）。

BIM/CIM は、各プロセス間の情報共有の円滑化を図ることが重要な利点である。このため、事業の進め方や契約制度等の変更により、プロセスを跨いだ活用を円滑に推進する環境整備が必要である。

この取組を推進するため、本章では、まず、BIM/CIM を通じた情報共有・意思疎通の効果の明確化とその実践の方策について、実施主体と建設プロセスのマトリックス図として整理し、提案する。また、BIM/CIM 推進に向けた環境整備を図るため、だれが（人）、どのように（方法）、どこで（場所）の視点で、課題と対応について示す。さらに、今後の展開として、製造業においてモノづくりの設計・シミュレーションに使われている Digital Twin を建設分野に応用する考え方を示す。

また建設分野だけでなく、他の分野の情報を社会基盤として共有して利用できる環境を実現することで、社会全体の生産性・利便性の向上を実現することも期待でき、その方向性について提示する。

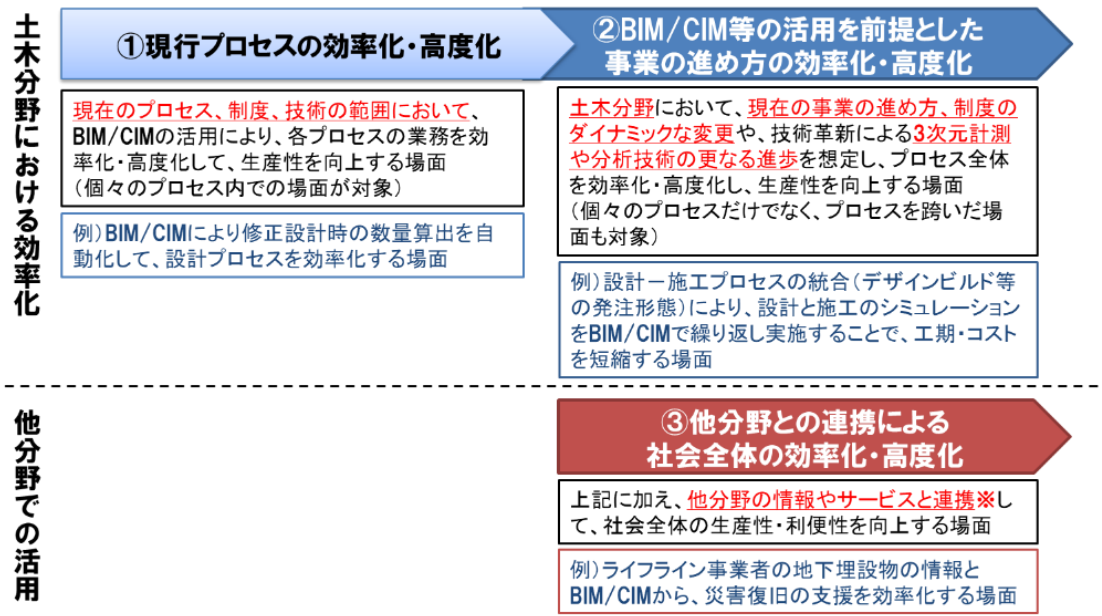


図 2-1 BIM/CIM の活用場面



## 2.1 情報共有・意思疎通の効果の明確化とその実践

BIM/CIM を用いて情報を共有化しながら、プロセスを跨いで事業を進めることの利点を明確に示し、理解しやすくするため、実施主体を縦軸に、建設プロセス（時間）を横軸にしたマトリックス図を作成し、その中で、①活用が想定される具体的場面、②プロセス間における活用の効果を書き込んだ図を作成した。（図 2-2）

以下、図 2-2 に関して説明を加える。

### ・上記①について

各プロセスが整備した情報について、それぞれのプロセスでの活用方法として考えられる事項をマトリックス図の中に文字で記載した。

### ・上記②について

効果として重要な、段階的拡充、フロントローディング、コンカレントエンジニアリング、PDCA サイクルの 4 パターンの活用効果を矢印で表現した。

ー段階的拡充：時間（段階）とともにデータ、知見等の拡充による高度化

ーフロントローディング：プロセスの先取りによる効率化・高度化

ーコンカレントエンジニアリング：作業の同時並行による工期やコストの縮減

ーPDCA サイクル：前のプロセスに遡って修正、改善等の PDCA サイクルによる効率化・高度化

新設構造物ではこの図の測量・調査時の段階から始まる。

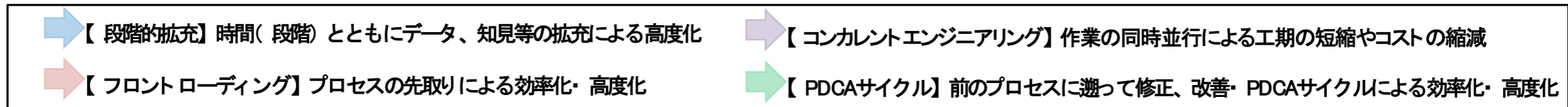
一方で、すでに設置されている構造物や、河川等の公物管理の場合では、維持管理の段階から始まることになる。この場合、維持管理から始まる PDCA サイクルを回すことになり、また新設構造物以外の各プロセスの情報活用方法については、維持管理時の列に記載している。

また、BIM/CIM の活用には、データの取得やモデル構築において計測技術や分析技術を活用することがある。そこで、図 2-2 では、活用の実現に関する計測技術や分析技術も併せて総合的に整理した。

さらに、これら 4 パターンの活用場面について、理解がさらに深まるよう、ユースケースとして具体的に提示した（図 2-3～図 2-6）。

また、災害時等の応急対応においても同様に情報共有・意思疎通を図ることが有効である。例えば点検中に大きな雪崩が発生した場合でも、様々な関係者が情報を即時に共有することで、すぐに連携をして応急措置をとり安全確保を図るなど、速やかな対応が可能になる。

以上の点を踏まえつつ、BIM/CIM の活用場面において情報共有・意思疎通が確実に進むためには、受発注者が十分なマネジメントを行うことが必要であり、さらなるマネジメント能力を培えるように人材育成を行うべきである。



		BIM/CIMの作成・活用の流れ【時間軸】				計測技術		分析技術	
		測量・調査時	設計時	施工時	維持管理時	3D	3Dの既存成果への活用		
実施主体	測量・調査	受注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種シミュレーションによる品質の向上</li> <li>地下埋設物などの正確な位置情報の把握の共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ追加による地盤の詳細化及び地盤条件変更</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ追加による地盤の詳細化及び地盤条件変更</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ追加による地盤の詳細化</li> <li>地盤の変化把握</li> <li>平常時モニタリング</li> <li>災害時被害確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UAV・LS等による計測(点群データからモデル作成)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地物の詳細把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラウド化</li> </ul>
		発注者							
	設計	受注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロントローディングによる設計品質の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各種シミュレーションによる設計品質向上</li> <li>設計照査の効率化(干渉チェックによる手戻りの防止など)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計変更</li> <li>数量算出、積算の効率化(設計変更)</li> <li>設計時に気付かなかった創意工夫を反映</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>修繕に伴う設計変更</li> <li>修繕に伴う数量算出、積算の効率化</li> <li>設計時に気付かなかった創意工夫を反映</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>縦断、座標、線形等の詳細把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラウド化</li> <li>自動積算</li> <li>VR・AR</li> </ul>
		発注者							
	施工	受注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロントローディングによる施工品質の向上</li> <li>工期の自動算出による工期設定、施工時期の平準化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工着手時の作業軽減</li> <li>可視化による安全管理</li> <li>出来高管理の効率化(3次元計測と連携)</li> <li>工事費の自動算出によるコスト管理</li> <li>工期の自動算出による工程管理</li> <li>出来高管理・部分払いへの活用</li> <li>事業・計画のマネジメントモデルの作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>修繕工事の安全管理</li> <li>修繕工事の出来高管理の効率化</li> <li>修繕工事の自動算出によるコスト管理、工程管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UAV・LS等による計測・出来高管理</li> <li>IoT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工記録</li> <li>安全管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラウド化</li> <li>VR・AR</li> <li>AI</li> </ul>	
		発注者							
維持管理	受注者	<ul style="list-style-type: none"> <li>フロントローディングによる維持管理品質の向上</li> <li>維持管理マネジメント計画(概略)の立案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工モデルから維持管理モデルの作成</li> <li>フロントローディングによる維持管理品質の向上</li> <li>維持管理マネジメント計画(詳細)の立案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>点検作業の効率化</li> <li>3次元データと連携した維持管理業務に係る技術開発への活用</li> <li>維持管理マネジメント計画の実施及び改善</li> <li>点検作業の効率化</li> <li>管理対象の分析評価</li> <li>非常時における「情報収集」などの効率化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>UAV・LS等を活用した維持管理技術(モニタリング技術)</li> <li>ロボット技術</li> <li>IoT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>点検記録</li> <li>補修・補強記録</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>クラウド化</li> <li>VR・AR</li> <li>AI</li> </ul>		
	発注者								

図 2-2 BIM/CIMの活用場面・効果 実施主体(人)と建設段階(時間)のマトリックス図

## <プロセスを跨いだ BIM/CIM の活用のユースケース例①>

### a) 【段階的拡充】時間（段階）とともにデータ、知見等の拡充による高度化

当パターンは、前工程で作成された 3 次元モデルに対して、次工程のプレイヤーが形状を詳細化することや、属性を追加付与することで、プロセスを経るたびに 3 次元モデルを成長させていくものである。時間（段階）とともにデータ、知見等が拡充できる。

従来は、設計や施工等の工程毎に 3 次元モデルを作成することが多く、前工程の情報の活用が十分でなかった。3 次元モデルを引継ぎ、段階的に拡充して利用できれば、情報を建設生産・管理システムの中で、一貫通貫で最大限活用できる。

### <ユースケースの例>

測量・調査時のモデルを活用して地盤データを詳細化する。

従来、設計プロセス、施工プロセス毎に作成していた地盤調査結果が、一元的に管理・共有されるようになり、各プレイヤーがボーリング調査や地質調査した結果を登録することで、逐次地盤モデルを成長させていくことができる。設計段階、施工段階等で把握した地盤モデルをいつでも確認できるようになるため、維持管理段階で問題が生じた際、これまでの地盤データを確認し、原因を究明した上で補修工事等を実施できる（例：これまでの地盤データを基に追加調査を行い、当初把握できなかった構造物の弱点になるような断層や層境を確認）。

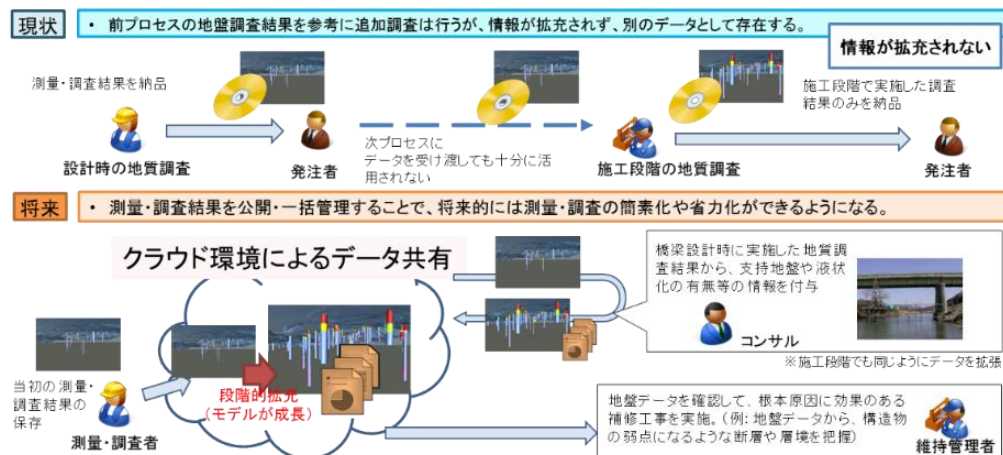


図 2-3 【段階的拡充】ユースケースの例

<プロセスを跨いだBIM/CIMの活用のユースケース例②>

b) 【フロントローディング】プロセスの先取りによる効率化・高度化

当パターンは、現在、国土交通省等で試行的に実施されている ECI 方式のように、設計段階において、後工程の施工担当者が関与し、施工時に必要となる検討事項を先取りして助言等を行うものである。

プロセスを先取りして対応することで、施工時に、修正設計等の手戻り防止に繋がられ、プロジェクト全体のコストの縮減や工期を短縮することに寄与できる。

<ユースケースの例>

施工者が、設計時に施工技術やノウハウに関する助言を行う。維持管理者が、設計時に、維持管理のしやすさ、点検のしやすさ等の助言を行う。

設計段階において、クラウド環境を活用し、設計成果を施工者や維持管理者が確認できるようにすることで、施工者からの助言（施工計画や施工シミュレーションを通じて工期（4D）やコスト（5D）を踏まえた最適手法の提示）や維持管理者からの助言（維持管理のしやすい点検路の設定、弱点となる箇所への事前防止策などの提示）を受けられることができ、後工程である施工や維持管理での検討事項を先取りして実施する。これにより、工程・コストを踏まえた手法の提案、事業マネジメントの効率化、手戻りの防止、維持管理の効率化、ライフサイクルコストの最小化等が期待できる。

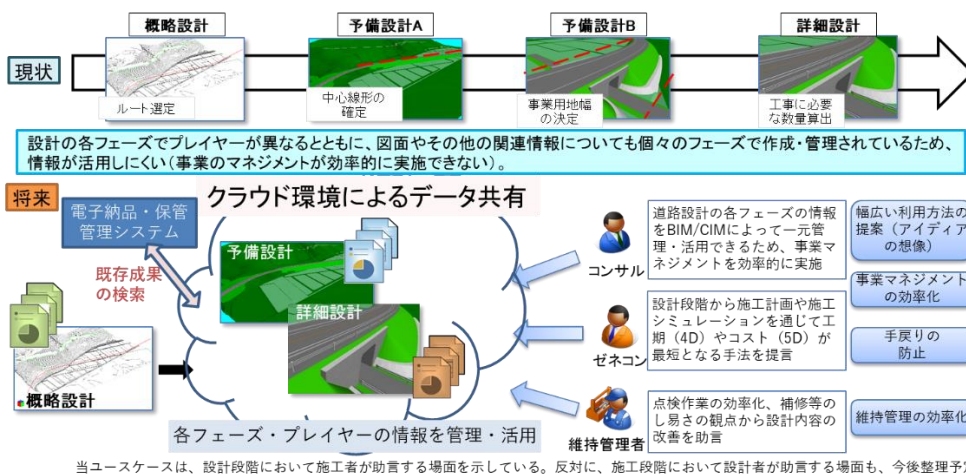


図 2-4 【フロントローディング】ユースケースの例

### <プロセスを跨いだ BIM/CIM の活用のユースケース例③>

#### c) 【コンカレントエンジニアリング】作業の同時並行による工期やコストの縮減

当パターンは、複数の工程を同時並行で進め、各工程のプレイヤー間で情報共有や共同作業を行うパターンである。

従来、前工程から引き継いだ情報等を元に作業を開始していたところを、前工程の段階で、前工程の関係者と協働しながら実施することで、プロセス間の円滑な情報の引継やプロセス間連携による効率化・高度化に期待できる。

#### <ユースケースの例>

施工段階で、維持管理で用いる情報を事前作成（維持管理を見通した BIM/CIM の活用）

維持管理者が維持管理段階で必要なデータ（施設情報、揚圧力値、沈下量など変形量、漏水量等）を施工段階で、施工者に確認しながら収集し、整理する。また、施工が終わった段階で、施工時のモデルや事業監理に関するモデルを引き継ぐことで、維持管理の開始当初から維持管理に必要な情報を保有することが可能となる。

これらを維持管理で活用することで、管理に移行した当初に問題や異状が発生した際に、早期に原因究明や対策方法を検討できるようになる。

- |           |  |
|-----------|--|
| <b>現状</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>施工段階で作成されるCIMモデルは、それぞれの活用目的に応じてモデルが分割されていることや、維持管理に不要な情報が付与されていることから、維持管理で活用しづらい。</li> </ul>  |
| <b>将来</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>施工段階で、活用目的ごとに関連するすべてのデータを盛り込んだ詳細なモデルを含む、事業監理に必要なモデルを統合的に作成（「事業監理CIM」）。</li> <li>「事業監理CIM」で作成したモデルやデータを維持管理用に引き継ぎ、「管理CIM」を作成。</li> </ul> |

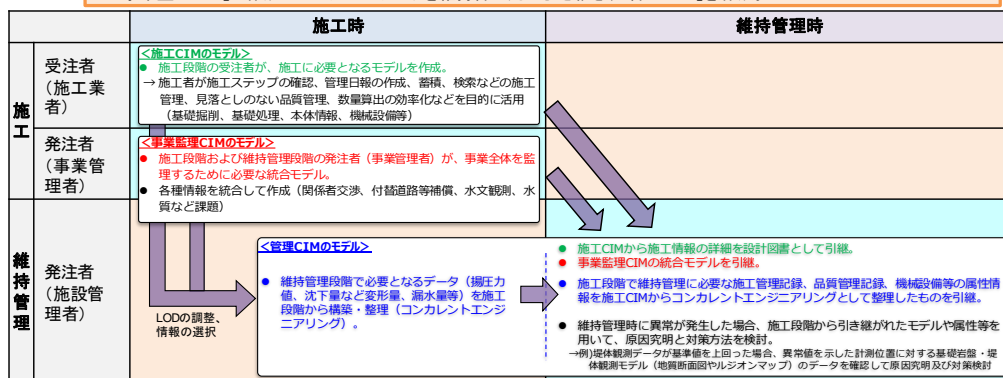


図 2-5 【コンカレントエンジニアリング】ユースケースの例

<プロセスを跨いだ BIM/CIM の活用のユースケース例④>

d) 【PDCA サイクル】前のプロセスに遡って修正、改善等の PDCA サイクルによる効率化・高度化

当パターンは、設計成果について、施工段階の確認において変更が生じた場合に、設計時の 3 次元モデルを更新するなど、前のプロセスに遡って修正したり、PDCA サイクルを回して改善するものである。

各種情報を 3 次元モデルで一元管理すること（関連づけること）で、変更作業や変更に伴い修正する必要がある数量算出等の作業を効率化できる。一度設計した成果に対して、周辺状況等の変化により、設計段階、施工段階で見直すことは多くあるため、PDCA サイクルを効率的に回すことができれば効果が大きい。

<ユースケースの例>

修正設計等を行う際に数量算出、積算を効率的に実施する。

従来の設計変更では、各データ（平面図、横断面図、縦断面図、数量計算書等）を個別に修正する必要があり、図面・数量の不整合の確認などに手間が掛かっている。

3 次元モデルで各種情報を一元的に関連付けていれば、3 次元モデルを修正することで、数量等の他の情報を自動更新することが可能となり、修正作業や関係する作業を短縮することができる。また、資料間の不整合や修正漏れ等を防ぐことができ、品質向上にも寄与することができる。

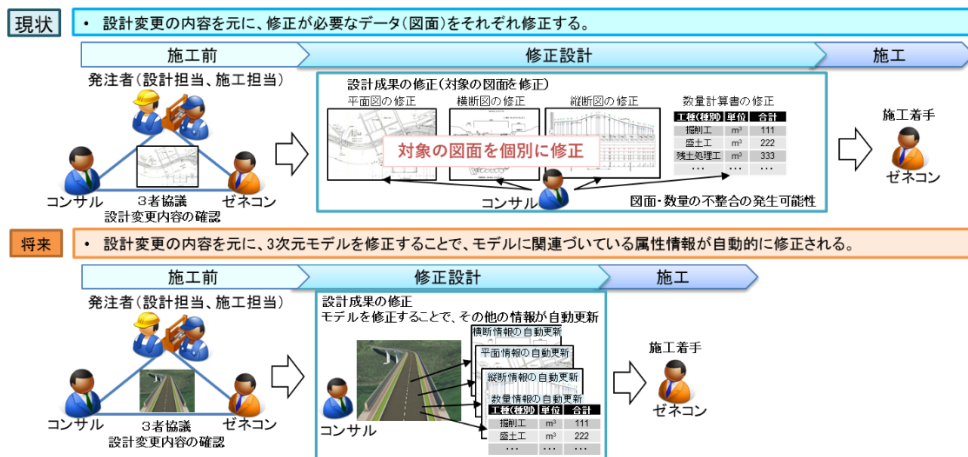


図 2-6 【PDCA サイクル】ユースケースの例

## 2.2 BIM/CIM の推進のための環境整備

BIM/CIM を含む 3 次元データの活用や情報共有を推進するためには、だれ「人」が、どのように「方法」、どこ「場所」で活用するのかといった 3 つの視点の環境整備が必要である。

「人」はスキルが必要で、「方法」としてはルールが求められ、また「場所」は情報共有が可能な場としてのクラウド技術等を活用したプラットフォームが必要となる（図 2-7）。

BIM/CIM を推進するためには、これらの環境整備をバランスよく進めることが重要である。ユースケースを参考に、以下、現状の課題と対応を取りまとめる。

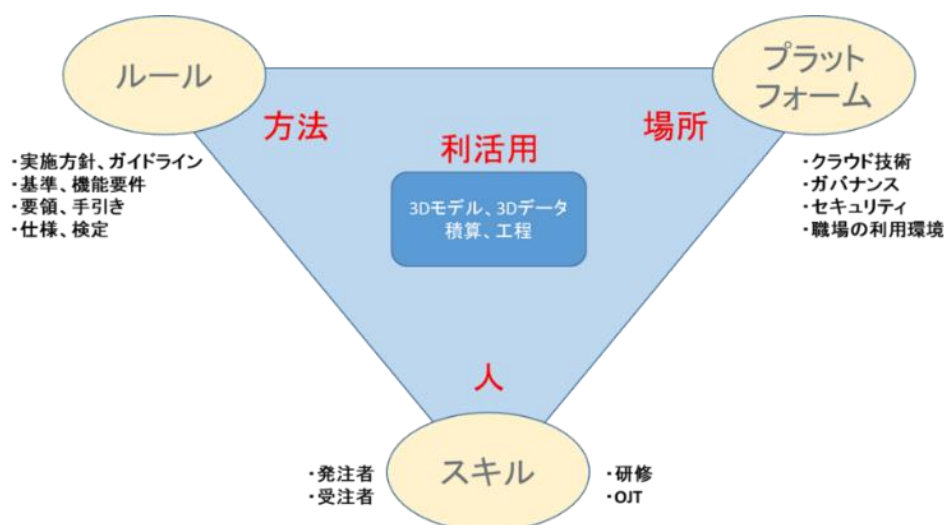


図 2-7 BIM/CIM 等の活用環境の 3 要素

### (1) 「スキル（人）」に関する課題と対応

国土交通省や関係団体にて 3 次元 CAD 等や BIM/CIM に関する知識についての研修が実施されているが、そもそも 3D モデルについて、これまで発注者等で使用することが少なかったため、初歩的な内容の理解に達している者の数が少ない。

そのため、発注者等において、役職・年齢にかかわらず、必要な基礎知識の習得、基本操作を通じた閲覧等が可能となることを目的とした研修を広く実施することが必要である。

また、研修は、初心者からノウハウのある技術者まで対象レベルに応じた研修を選択できるように充実させていくことが望ましい。

また、BIM/CIM はツールであり、BIM/CIM を適用してプロジェクト等に従事する技術者は、総合的なマネジメントを行う必要があり、専門的な土木技術及びマネジメントスキルを身につけることが求められる。

## (2) 「ルール（方法）」に関する課題と対応

国土交通省や各種業界団体にて BIM/CIM 活用を前提とした契約図書に関する検討、監督検査要領の見直し、数量算出要領の見直し等の検討が進められている。

またプロセス間の協働に関しては、ECI の試行が進められている。共通フォーマットとして利用されている「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）」や IFC に対するソフトウェアの確認要件に関する検討も進められている。

各プロセスのプレイヤー間でデータ共有・協働するための課題としては、運用面としては、現在検討が進められている ECI、IPD 等の契約制度やマネジメント手法、他分野を含めたプレイヤー間でデータ共有・協働するためのルールの策定等があげられる。また、技術面においては、複数のプロセス間及び受発注者間で効率的にデータ利用するための 3 次元モデルの定義（詳細度、形状、属性情報等）の具体化などが課題である。

以上の課題に対し、関係する行政機関、地方公共団体、業界団体等で、ルールや規程類の作成・改定などの対応がなされることが必要である。

## (3) 「プラットフォーム（場所）」に関する課題と対応

(2)に記載したとおり、国土交通省では、実施方針、ガイドライン、実施要領等の整備を進めており、BIM/CIM の活用効果を早期に発現するためには、現場から本省までの一気通貫の利用環境の整備や成果品の利活用環境の整備など、情報の共有化を可能にするクラウド技術を用いたプラットフォームの構築が急務である。

また、国土交通省では、国土交通データプラットフォームの構築を検討しており、国の事業におけるオンライン電子納品成果物の保管管理と利活用のシステム化が今後ますます重視されると見込まれる。

このプラットフォームと様々なデータベース等が連携することにより、インフラデータのみならず建設分野以外の情報を共有可能とし、さまざまな社会基盤データの利用を可能にする。

さらに、データの連携・活用のメリットをより高めるため、各分野内の共通語彙基盤の整備や経緯度等位置情報の統一化を図るとともに、品質の明示等についての検討も必要である。



## 2.3 建設生産・管理システムにおける「Digital Twin」の活用

これまでの社会基盤の管理・運用の中で、手書き図面を使用する設計、施工等のプロセスにおいて、2次元CADによる製図の使用に代わり、現在3次元データを用いるBIM/CIMへと進化してきた。また、図面による2次元の利用から3次元のデータモデルの利用へと変化することにより、干渉チェック、モックアップ、シミュレーション等、管理・運用の方法が高度化されてきた。

今後は、さらなる展開として、特に維持管理が重要となる中で、実物の状態を再現する点群データ、映像、写真などのデータと仮想空間内の3次元モデルを関連付け、双方向で情報をやり取りすることで、サイバー空間の仮想実体とフィジカル空間（実空間）の実物が双子の実態として捉えることができる「Digital Twin」の時代を迎えることになる。

Digital Twinは製造業で使われている概念であり、建設分野においても、今後、計測技術や分析技術、AI技術などの高度化を通じ、積極的に活用することが可能となる（図2-8）。これにより、最適なオペレーションやマネジメントの実現に資することが期待される。

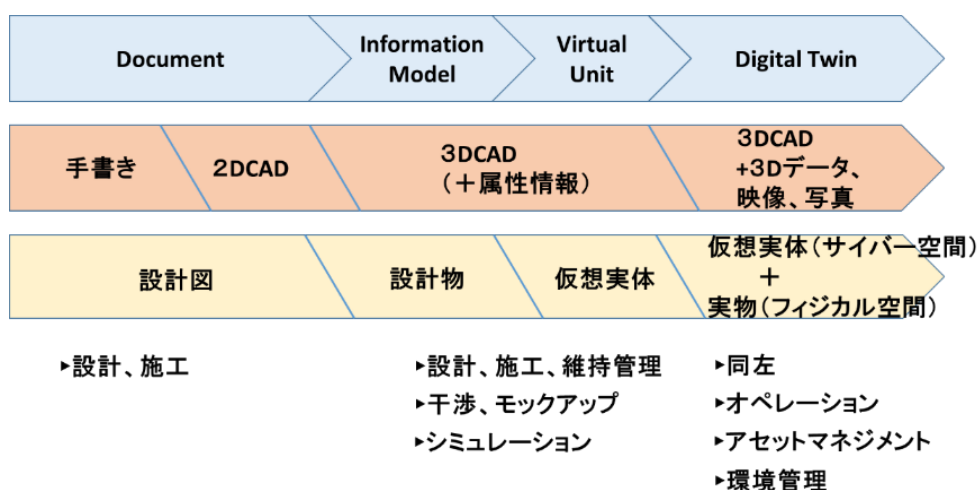


図 2-8 社会基盤の管理・運用の変遷

Digital Twinは、図2-9に示すとおり、フィジカル空間で「収集」した情報を、仮想的な空間であるサイバー空間で蓄積し、サイバー空間のAI技術やシミュレーション技術等により「分析・見える化」を行う。これを様々なフィジカル空間でのオペレーションやマネジメントに「活用」し、再びサイバー空間に「蓄積」するサイクルを構築する。これによりサイバー空間上で高精な検証や予測精度の向上を図ることができる。

また、即時性を求められる災害時や異常時では、「収集」した情報をリアルタイムでサイバー空間に送り、これまでに蓄積してきたデータと併せて「分析・見える化」することで、緊急対応の「活用」に役立てることができる。こうしたサイバー空間とフィジカル空間の即時性を持った対応はクラウド技術及び通信技術等の発展により確保されており、今後こうした技術のさらなる発展と普及が重要である。

今後、社会基盤に関する新たなプラットフォームの方式となることが見込まれるDigital Twin は、建設生産・管理システムの生産性向上に大きく寄与することが見込まれ、その導入を積極的に検討する必要がある。

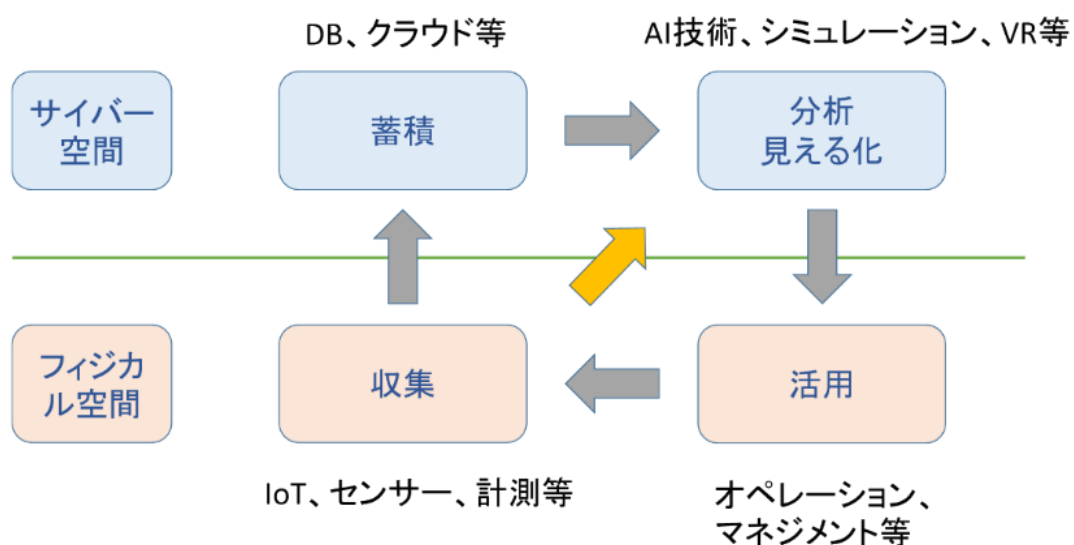


図 2-9 サイバー空間とフィジカル空間の連携プロセス

## 2.4 他分野との連携による社会基盤プラットフォームの構築

建設分野で蓄積される 3 次元データや点群データ等は、社会基盤に関する基礎的な情報であるため、単独でプラットフォームを形成するだけでなく、他分野と共有できれば、新たなサービス展開が期待できる。政府が提唱する Society5.0 でも、様々な分野の情報を高度に融合して、新たな価値・サービスの創出を行い、人々の生活の質を高め、継続的に経済発展させることの重要性が示されている。

まちづくり分野では、例えば渋谷駅街区土地区画整理事業などの大規模再開発の現場において、社会インフラの 3 次元モデルや地盤モデル、建物情報等を組合せ、バーチャル空間に仮想都市モデルを構築して、事業用地の確保のみならず、鉄道事業者やライフラインの管理者との移設や補償に関わる工事調整、関係法令の把握等、プロジェクト完結のための手続きや調整等に活用されている。また、交通・物流分野では、自動運転の基盤となる高精度 3 次元地図データ（ダイナミックマップ基盤等）作成に点群データが活用されている。

このように、様々なデータの統合利用が進められており、今後は、より広域的で、建設分野の情報のみならず様々な情報（ガス、電気、水道、通信設備等ライフライン、観光等）がプラットフォームで共有される。すなわち Digital Twin により、都市全体がサーバー空間のバーチャルシティとして構築することができる。

バーチャルシティはまちまるごとのプラットフォームであり、国や地方公共団体の行政機関がさまざまな判断を行ったり適切な事業実施を行ったりする上で有効である。例えば、災害リスクシミュレーション（地震、津波等）モデルを、まちまるごとのバーチャルシティ上で適用し、その解析結果を防災計画作成に役立てる取組も一部で進みつつある。また、都市域では、地上からは見えない地下空間で、地方公共団体や事業者等多数の関係者が施設管理等を行っていることから、地下を見える化・共有化するための地下埋設物管理モデルを実現することも有用である。

また、今後は、センサ等から得られるビッグデータや AI 技術との融合を図り、プラットフォーム上で即時解析を含むシミュレーション等を行う環境を実現することも必要である。これにより、例えば、災害シミュレーションの高度で即時的な災害応急対応の検討への活用、環境シミュレーションの都市計画への活用等が可能になるとともに、他の分野にその技術が応用されることで、経済の活性化に寄与する可能性もある。

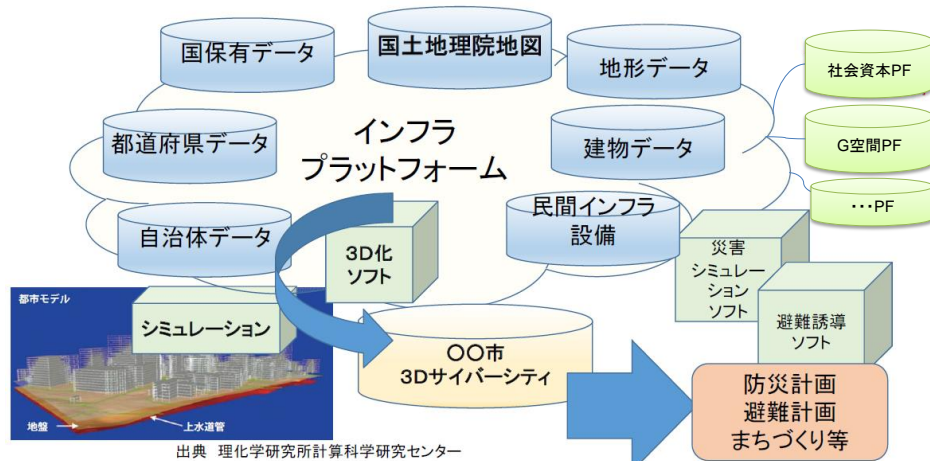


図 2-10 仮想実体（3D バーチャルシティ）の構築イメージ

また、このようなプラットフォームの構築にあたっては、情報のガバナンスを確保（クラウドへの参加・利用のルールの設定、システムの情報管理等のセキュリティ確保）すること等、円滑な利活用の観点から適切に運営・管理される仕組みが望まれる。

### 3. 建設生産・管理システムの改善に資する技術の活用

#### 3.1 現場まるごと i-Con 化に向けて

建設生産・管理システムにおいて、BIM/CIM の推進のためのモデリングの観点のみならず、より広い範囲を考慮して生産性向上を図っていくためには、マネジメントの観点からの生産性向上を考えることが必要である。

マネジメントの観点からは、全体工程を俯瞰できる責任者の指揮監督のもと、新たな計測技術、IoT、AI 技術など、最新の ICT を積極的に導入することで、各工程における課題の解決・改善を図ることが必要である。

例えば、実作業レベルでは、災害時の状況把握のためにレーザー画像、写真画像、VR 等の情報技術を活用することが考えられ、会議や協議、説明会なども 3 次元データの活用及びペーパーレスで行うなどの取組なども該当する。

このような取組を積極的に適用し、「現場まるごと i-Con 化」を目指すことが生産性向上の上で重要である。

### 3.2 ICTの実用化に至るプロセスの提案

ICTの新技术等を建設プロセスの中に導入するにあたっては、建設分野における技術だけでなく、他分野の先端的な領域で活用される技術について積極的に活用することが必要である。

現場においてICTを活用していくためのプロセスは、まず、新技术に関する技術情報を収集すること、次に技術分類の軸と建設プロセスの軸を設定したマトリックス図上で見える化すること、さらに、具体的な現場のニーズと新技术であるシーズとのマッチングを行うこと、現場での実践・実証を行うこと、そして改良が必要なものは改良すること、といったプロセスを経ることが必要である。また、一定の実証を経た上で広く利用可能な技術についてはガイドライン・規程化等により普及を図ることが必要である。(図3-1)

図3-2は、各プロセス・技術分類ごとに新技术の位置づけを明確にしたものである。このように整理し、見える化することで、ニーズとシーズとのマッチングがより行いやすくなる効果が期待できる。

また、災害時においては、プロセスの時間軸や技術の適用が平常時とは異なってくる。そのため、災害時について、平常時とは別に、その対応に係る時間軸に基づき利用可能な技術を整理した(図3-3)。

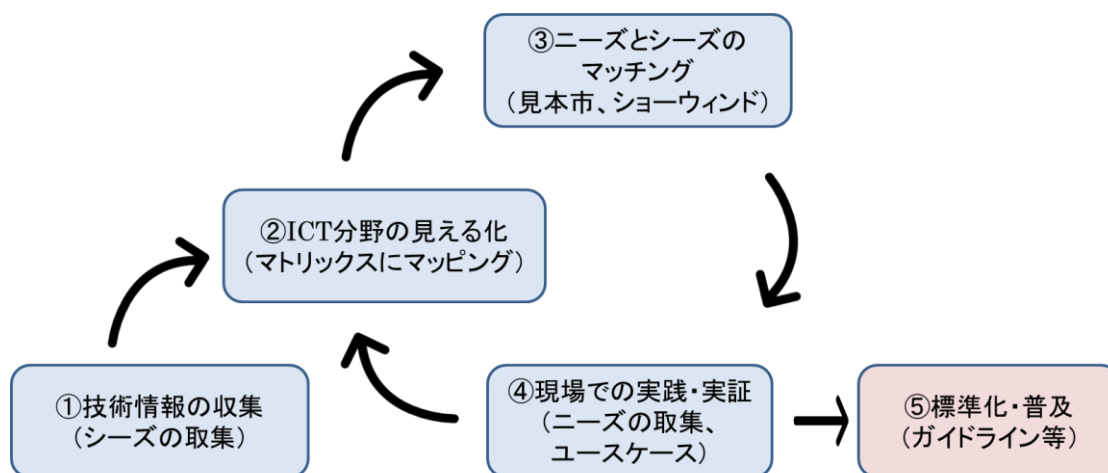


図 3-1 ICTの実用化に至るプロセス

# 建設生産・管理システムのカイゼンに資する技術一覧 【平常時】

技術分類	共通	測量・調査	設計	施工	維持管理
① 計測・可視化・分析技術	計測・可視化	<p>UAV型、移動型等の3次元レーザースキャナを活用し、広域や危険箇所の点群データ取得を効率化【①-1】</p> <p>市販デジタルカメラをUAVに搭載し、相互にラップして撮影した多数のデジタル写真を合成して低コストで3Dモデルを作成【①-2】</p> <p>GPSとソナーを搭載したラジコンボートで河川断面を計測。陸上から安全に詳細な河床形状を計測し作業時間を短縮【①-8】</p> <p>モニタリング技術により目視できない場所や機器を持ち込みにくい場所の測量・調査を実現【①-9】【②-21】</p>	<p>既存の2次元CAD図面に高さや厚みの情報を加えて、効率的に構造物の3Dモデルを作成【①-4】</p>	<p>既設構造物の3Dモデルを現場に重ね合わせて表示。タブレット端末にて位置を確認することで細工事を効率化【①-3】</p> <p>TSで出来形計測・管理を行って計測時間や計測人員を最小化【①-5】</p> <p>盛土の敷均し・締固めの際にTS/GNSS測位によって転圧回数や走行軌跡の管理を効率化・効率化【①-6】</p> <p>ARデバイスで配管モデルを参照することで配管作業を効率化。監督員による配管検査も効率化する【①-13】</p>	<p>橋梁点検ロボットにより、高所作業や交通規制をなくした安全・高度な橋梁点検を実施【①-7-1】</p> <p>TSで計測したひび割れ形状を、自動的に3次元CAD化して効率化を図る【①-7-2】</p> <p>モニタリング技術により目視できない場所や機器を持ち込みにくい場所の測量・調査を実現【①-9】</p> <p>巡回走行時にスマートフォンの加速度センサで路面状態を測定し、要点検箇所を絞り込んで作業を効率化【①-10】</p> <p>橋梁点検時の要点検箇所（ひび割れ）をAIによって絞り込み、作業を効率化【①-11】</p> <p>AR・VRによる遠隔支援により少数の専門職員で維持管理の高度化を実現。教育・研修にも活用【②-10】</p>
	分析・評価				
② 品質・コスト・工程管理技術	品質管理			<p>MC/MGにより施工機械の自動制御を実現し、施工精度の向上や施工時間の短縮を図る【②-1】</p> <p>設計段階で作成した3D CADデータを製造現場と比較して品質管理を効率化【②-7】</p> <p>品質管理などCHMDを用いて機械の故障検出、安全・安心に高効率の高い作業を実現【②-15】</p> <p>意匠性の高いモルタル部材を3Dプリンタで製造して施工を効率化【②-21】</p>	
	コスト管理	<p>会議資料をタブレット等で電子化して印刷コストを削減。資料保管を効率化【②-4】</p> <p>AIによる音声認識を利用して資料検索を行い、問合せ対応・受付処理コストを削減【②-5】</p>	<p>悪出し作業をウェアラブル端末が支援することで、作業員1人での作業を実現。作業時間も短縮【②-2-2】</p>	<p>資材運搬や吊接などを自律制御ロボットが行い省力化、安全性向上【②-8】</p> <p>現場写真・動画から人や資材を自動検出して、進捗管理にかかるコストを削減。新人研修にも役立つ【②-13】</p> <p>AR・VRで現場と本社を結び、場所を問わない教育・研修によりコストを削減【②-14】</p> <p>ARで現場の3Dモデルを現場に投影して作業を効率化、作業員を最小化【②-19】</p>	<p>橋梁点検要領に沿った展開図・変状図・概算の作成を支援して作業時間と作業コストを削減【②-2-1】</p> <p>コンクリートに自己修復成分を配合し、コンクリート構造物の補修コストを削減【②-9】</p>
	工程管理		<p>プロジェクト管理ソフトで進捗状況と換化コストを可視化し、予算管理を効率化【②-16】</p>	<p>電子小票板を用いて工事現場の効率化。事務所や倉庫側での影響を無くす【②-6】</p> <p>ICタグを用いて資機材の進捗を管理し、記録の手間を低減【②-11】</p> <p>VRとHMDの利用により、作業員が施工順序や危険箇所を共有して施工の高度化、省力化と安全性の向上を図る【②-12】</p> <p>クラウドで図面を共有。現場のタブレット端末で閲覧して検査を効率化・効率化【②-17】</p> <p>プレキャスト部材にRFIDタグをつけて所在を管理し、搬入の効率化と搬入ミスによるコスト増を防止【②-18】</p> <p>4D・5Dシミュレーションを活用し、事前に工程や危険箇所を共有。施工の効率化によるコスト削減と安全性の向上を図る【②-20】</p>	
③ 情報管理技術	データ共有化	<p>情報共有システムを活用して関係者間での合意形成や作業を効率化・効率化【③-1】</p> <p>BIMにより作成した3次元モデルで、経理と関係機関と共有。BIMデータ活用を効率化を促進【③-11】</p>			<p>アプリを使って効率的に現場作業を実現しクラウドで結果を共有【③-2】</p> <p>統一BIM情報システムによる情報共有（出欠・請求・発注等の対応）の効率化【③-3】</p>
	管理・調整	<p>クラウド等で資料編集を共有化することにより資料作成時間を短縮【③-4】</p> <p>社内SNSを活用した問合せ・社内関係者との調達の効率化【③-5】</p> <p>WEB会議システムにより会議時の移動コストを削減【③-6】</p> <p>外出先でシンクライアントやリモートアクセスを活用して業務を効率化【③-7】</p> <p>音声認識AIが現場からの連絡・伝達を受け、電話対応を省力化【③-9】</p> <p>サテライトオフィスの利用状況を可視化し、利用率を上げてコスト削減【③-10】</p>			
④ 安全管理技術	体調管理	<p>労働時間を可視化して過剰な残業に警告を表示。残業コストの削減や従業員の健康維持に寄与する【④-8】</p>		<p>作業員の生体情報をモニターし、健康管理・安全管理に活用【④-1】</p> <p>作業員の入退場をICカードで管理・記録し、部外者の入場を防止【④-2】</p> <p>すれ違い困難な狭小空間でタブレット端末により通行可否を指示し安全性を向上【④-3】</p> <p>現場作業員のバイタルデータから体調不良を予測。AIが労働内容を分析して効率化の提案を行う【④-5】</p> <p>現場諸所にサイネージ端末を設置。弁当や飲料の注文や、安全教育ビデオの放映に役立てる【④-9】</p> <p>バイタルセンサーを内蔵した作業服により、疲労度の検出管理に寄与する【④-9】</p>	
	危機管理			<p>RFIDとセンサで作業員の重機作業エリア接近を防止。安全性を向上【④-4】</p> <p>VRを用いた安全研修で作業員が現実的に危険を体験し、安全管理の意識を高める【④-7】</p> <p>ヘルメットの振動で周囲の作業員に接近に警告を伝達し、現場の安全性を向上【④-10】</p>	
⑤ 社会環境管理技術				<p>日本水害復旧の需が対応した、トンネル工事における非接触電力の見える化と一元管理を実現【⑤-2】</p> <p>トンネル内のコンサで温度や湿度を測定し、換気・換熱システムで効率化【⑤-3】</p> <p>タブレット端末で現場の地形や気象の高さに応じた情報をシミュレートし、その結果をヘッドフォンでVTR体験できる【⑤-1】</p>	

図 3-2 ICT の分類（平常時）

建設生産・管理システムのカイゼンに資する技術一覧

【災害時】

技術分類		共通	発災直後 (発災～約72時間後)	災害調査 (約3日後～)	復旧・復興 (約1週間後～)
① 計測・可視化・分析技術	計測・可視化		UAV型、移動型等の3次元レーザースキャナを活用し、広域や危険箇所の点群データ取得を効率化【①-1】 ・飛行型 (UAV) ・地上設置型 ・飛行型 (UAV)	・地上設置型 ・移動型 (MMS、SLAM) ・飛行型 (UAV)	
	分析・評価		市販デジタルカメラをUAVに搭載し、相対にラップして撮影した多数のデジタル写真を合成して低コストで3Dモデルを作成【①-2】 監視カメラで撮影した映像を解析し、夜間や悪天候でも水位変化などの状況変化を検知する【①-12】 TSで計測したひび割れ形状を、自動的に3次元CAD化して効率化を図る【①-7-2】		
② 品質・コスト・工程管理技術	品質管理		モニタリング技術により目視できない場所や搬送を持ち込みにくい場所の測量・調査を実現【②-9】 標準的技術の要な検査所 (ひび割れ) をAIによって検り込み、作業を効率化【②-11】		
	コスト管理				
	工程管理				電子の無数を用いて工事管理を効率化。工事や危険箇所での撮影を無くす【②-6】
③ 情報管理技術	データ共有化	統一河川情報システムによる情報共有 (洪水、増水、濁水等の状況把握) の効率化【③-3】			
	管理・調整技術	クラウド等で資料編集を共有化することにより資料作成時間を短縮【③-4】 社内SNSを活用した問合せ・社内関係者との調査の効率化【③-5】 WEB会議システムにより会議時の移動コストを削減【③-6】 外出先でシンククライアントやリモートアクセスを活用して業務を効率化【③-7】 音声認識AIが現場からの発着・伝言を受け、電話対応を効率化【③-9】 サテライトオフィスの活用状況を可視化し、利用率を上げてコスト削減【③-10】		Photog-CADによる災害査定申請の支援ツール (家庭用デジタルカメラで測量し3次元地形モデルを作成)【③-8】	
④ 安全管理技術	体調管理				作業員の生体情報をモニターし、健康管理・安全管理に活用【④-1】 現場作業員のバイタルデータから体調不良を予測。AIが危険内容を分析して効率化の提案を行う【④-5】
	危機管理				すれ違い危険な歩道区間でタブレット端末により通行可否を指示し安全性を向上【④-3】 現場作業員のバイタルデータから体調不良を予測。AIが危険内容を分析して効率化の提案を行う【④-5】
⑤ 社会環境管理技術					

図 3-3 ICT の分類 (災害時)



### 3.3 ICT の活用効果を把握するための評価軸と活用効果の見える化

3.2 でマトリックス図上に整理された各技術について、導入による改善効果をより理解しやすくする観点から、以下の6つの評価軸を定めて整理した。

- ・ [Quality] : 品質向上・高度化に寄与する技術
- ・ [Cost] : コスト縮減に役立つ技術（費用や人員最小化）
- ・ [Time] : 作業省力化や効率化、工期短縮に資する技術
- ・ [Safety] : 安全性向上に寄与する技術
- ・ [Training] : 教育・研修に役立つ技術
- ・ [Environment] : 環境保全に役立つ技術

それぞれの ICT の利用場面において、例えば品質向上に役立つものは青色で Q のマークを、コスト縮減に役立つものは橙色で C のマークをマトリックス図上にプロットした（その他、各評価軸の頭文字をとって T、S、T、E のマークを色別に設定している）。

その結果、1つの技術で複数の項目の効果を得られることが確認できる。例えば、眼鏡型ウェアラブル端末と専用測量・計測機器を連携させた墨出し測量ナビゲーションシステムは、従来2人1組で行っていた作業を単独で可能とする、[Cost] 縮減効果があるだけでなく、[Time] 縮減効果もあり、効果が複数にまたがっていることが見える化できる。その他の技術についても、同様に複数の効果がある例が多数見受けられる。

現場での ICT 活用効果を具体的に把握するために、各項目について評価軸ごとに「1カイゼン」と定義し、そのカイゼン件数を点数化して評価すると、数量的・客観的に「見える化」することができ、効果が分かりやすくなる（表 3-1）。

「見える化」することで、カイゼンを積極的に導入している現場を評価でき、現場まるごと i-Con 化のモチベーションとなることが期待できる。

また、この結果から課題を分析し、さらなる改善につなげていくことも重要である。

# 建設生産・管理システムのカイゼン技術

## 【平常時】

### 導入効果の分類

技術分類	共通	測量・調査	設計	施工	維持管理
① 計測・可視化・分析技術	計測・可視化	UAV型、移動型等の3次元レーザースキャナを活用し、広域や危険個所の点群データ取得を効率化【①-1】 市販デジタルカメラをUAVに搭載し、相互にラップして撮影した多数のデジタル写真を合成して低コストで3Dモデルを作成【①-2】 GPSとソナーを搭載したラジコンボートで河川断面を計測。陸上から安全に詳細な河床形状を計測し作業時間を短縮【①-8】 モニタリング技術により目視できない場所や機器を持ち込みにくい場所の測量・調査を実現【①-9】【2-21】	既存の2次元CAD図面に高さや厚みの情報を加えて、効率的に構造物の3Dモデルを作成【①-4】	既設施設の3Dモデルを現場に重ね合わせて表示。タブレット端末にて位置を確認することで掘削工事を高度化【①-3】 TSで出来形計測・管理を行って計測時間や計測人員を最小化【①-5】 盛土の敷均し・締固めの際にTS/GNSS測位によって転圧回数や走行軌跡の管理を高度化・効率化【①-6】 ARデバイスで配筋モデルを参照することで配筋作業を効率化。監督員による配筋検査も効率化する【①-13】	橋梁点検ロボットにより、高所作業や交通規制をなくした安全・高度な橋梁点検を実施【①-7-1】 TSで計測したひび割れ形状を、自動的に3次元CAD化して効率化を図る【①-7-2】 モニタリング技術により目視できない場所や機器を持ち込みにくい場所の測量・調査を実現【①-9】【2-21】 巡回走行時にスマートフォンのセンサーで路面状態を測定し、要点検箇所を絞り込んで作業を効率化【①-10】 橋梁点検時の要点検箇所（ひび割れ）をAIによって絞り込み、作業を効率化【①-11】
	分析・評価				
② 品質・コスト・工程管理技術	品質管理			MC/MGにより施工機械の自動制御を実現し、施工精度の向上や施工時間の短縮を図る【②-1】 設計段階で作成した3D CADデータと製造品を比較して品質管理を高度化【②-7】 災害現場などでHMDを用いて重機を遠隔操作。安全・安価に精度の高い作業を実現【②-15】 意匠性の高いモルタル部材を3Dプリンタで製造して施工を高度化【②-21】	AR・VRによる遠隔支援により少数の専門職員で維持管理の高度化を実現。教育・研修にも活用【②-10】
	コスト管理	会議資料をタブレット等で電子化して印刷コストを削減。資料保管を効率化【②-4】 AIによる音声認識を利用して資料検索を行い、問合せ対応・受付処理コストを削減【②-5】	墨出し作業をウェアラブル端末が支援することで、作業員1人での作業を実現。作業時間も短縮【②-2-2】	資材運搬や溶接などを自律制御ロボットが行い省力化、安全性向上【②-8】 現場写真・動画から人や資材を自動検出して、進捗管理にかかるコストを削減。新人研修にも役立つ【②-13】 AR・VRで現場と本社を結び、場所を問わない教育・研修によりコストを削減【②-14】 ARで側溝の3Dモデルを現場に投影して丁張を効率化、作業員を最小化【②-19】	橋梁点検要領に沿った展開図・変状図・帳票の作成を支援して作業時間と作業コストを削減【②-2-1】 コンクリートに自己修復成分を配合し、コンクリート構造物の補修コストを削減【②-9】
	工程管理		プロジェクト管理ソフトで進捗状況と消化コストを可視化し、予算管理を効率化【②-16】	もり小皿板を用いて工事写真撮影を効率化。高所や危険個所での撮影を無くす【②-6】 ICタグを用いて資材の積重ねを管理し、記録の手間を低減【②-11】 VRとHMDの利用により、作業員が施工順序や危険個所を共有して施工の高度化・省力化と安全性の向上を図る【②-12】 クラウドで図面を共有、現場のタブレット端末で閲覧して検査を高度化・効率化【②-17】 プレキャスト部材にRFIDタグをつけて所在を管理し、搬入の効率化と搬入ミスによるコスト増を防ぐ【②-18】 4D・5Dシミュレーションを活用し、事前に工程や危険個所を共有。施工の効率化によるコスト削減と安全性の向上を図る【②-20】	
③ 情報管理技術	データ共有化	情報共有システムを活用して関係者間での合意形成や作業を高度化・効率化【③-1】 BIMにより作成した3次元モデルを、地理空間情報基盤として使用。BIMデータ活用を高度化を実現【③-11】			ARを使って効率的に点検作業を実施しクラウドで結果を共有【③-2】 統一河川情報システムによる情報共有（洪水、増水、濁水等の状況把握）の効率化【③-3】
	管理・調整	クラウド等で資料編集を共有化することにより資料作成時間を短縮【③-4】 社内SNSを活用した問合せ・社内関係者との調整の効率化【③-5】 WEB会議システムにより会議時の移動コストを削減【③-6】 外出先でシンクライアントやリモートアクセスを活用して業務を効率化【③-7】 音声認識AIが現場からの連絡・伝達を受け、電話対応を省力化【③-9】 サテライトオフィスの利用状況を可視化し、利用率を上げてコスト削減【③-10】			
④ 安全管理技術	体調管理	労働時間を可視化して過剰な残業に警告を表示。残業コストの削減や職員の健康維持に寄与する【④-8】			作業員の生体情報をモニターし、健康管理・安全管理に活用【④-1】 作業員の入退場をICカードで管理・記録し、部外者の入場を防ぐ【④-2】 すれ違い困難な狭路区間でタブレット端末により通行可否を指示し安全性を向上【④-3】 現場作業員のバイタルデータから体調不良を予測。AIが労働内容を分析して効率化の提案を行う【④-5】 現場詰所にサインボードを設置。弁当や資材の注文や、安全教育ビデオの放映に役立てる【④-6】 バイタルセンサーを内蔵した作業着により、就労者の体調管理に寄与する【④-9】
	危機管理				RFIDとセンサーで作業員の重機作業エリア接近を防ぎ、安全性を向上【④-4】 VRを用いた安全研修で作業員が疑似的に墜落を経験し、安全管理の意識を高める【④-7】 ヘルメットの振動で周囲の作業員に確実に警告を伝達し、現場の安全性を向上【④-10】
⑤ 社会環境管理技術				東日本大震災後の電力不足に対応し、トンネル工事における消費電力の見える化と一元管理を実現【⑤-2】 トンネル内外のセンサーで温度や粉じんを測定し、換気装置をシステムで一元管理【⑤-3】 タブレット端末で現場の地形や防音壁の高さに応じた騒音シミュレーションし、その騒音をヘッドフォンでVR体験できる【⑤-1】	

**凡例**

Q Quality  
C Cost  
T Time  
S Safety  
T Training  
E Environment

品質向上・高度化に寄与する技術  
 コスト削減に役立つ技術（費用や人員最小化）  
 作業省力化や効率化、工期短縮に資する技術  
 安全性向上に寄与する技術  
 教育・研修に役立つ技術  
 環境保全に役立つ技術

---

**カイゼンの集計**

Q Quality 15カイゼン  
C Cost 21カイゼン  
T Time 29カイゼン  
S Safety 18カイゼン  
T Training 5カイゼン  
E Environment 3カイゼン

図 3-4 導入効果による ICT の分類

＜現場での ICT 活用効果をカイゼンで評価した例＞

設計照査、施工計画、施工管理、品質管理、出来形・出来高管理の様々な場面において下表の「取組内容」に示す 25 種類の技術を導入し、それぞれの効果の評価軸で該当するものについて○を付けた。

この○の数を足してカイゼンを評価すると、品質：15 カイゼン、コスト：11 カイゼン、工程工期：17 カイゼン、安全：9 カイゼン、環境：1 カイゼンの合計 53 カイゼンを達成、という計算となる。

表 3-1 ダム工事に導入された ICT と導入効果の例

No	工事段階	取組内容	導入効果					
			品質	コスト	工程	安全	教育	環境
1	設計照査 ・ 施工計画	施工方法の妥当性のチェック	○		○	○		
2		発注図面の整合性のチェック	○					
3		バーチャル現場での施工計画		○	○	○		
4		数量算出（材料別土量照査）		○	○			
5		景観確認	○					○
6	施工	GPS によるワンマン測量		○	○			
7		MG、MC を使った丁張レス	○	○	○	○		
8		重機周囲安全警報システム（アラウンドウォッチャー）				○		
9		重機の自動化（クワッドアクセル）		○	○	○		
10		ダンプ運行管理システム	○		○	○		
11		埋設計器の無線化	○	○	○			
12		監査廊入退場システム				○		
13		スライド型枠の自動化			○	○		
14		基礎処理ボーリングの自動化（3台/人施工）		○	○			
15	品質管理	転圧管理システム	○					
16		打球探査法（原石／岩盤の迅速判定技術）	○		○			
17		盛立材料の粒度管理の合理化（画像粒度法）	○		○			
18		現場密度試験における荷重計付バックホウの利用	○		○	○		
19		カルテシステムの採用	○					
20		埋設計器のリアルタイム管理化	○					
21		堤敷地質情報を活用した基礎処理の管理（MR を用いた基礎岩盤現地透視技術の採用）	○					
22		IT 活用による検査書類のペーパーレス化		○	○			
23	出来形・ 出来高管理	UAV を使用した写真測量から出来高算出	○	○	○			
24		地上 3D スキャナによる出来形計測	○	○	○			
25		UAV 搭載スキャナによる出来形計測		○	○			
<b>カイゼン</b>			15	11	17	9	0	1
			<b>53 カイゼン</b>					

## 4. 提言：「新現場力」による創造的な現場環境の創出

現場における熟練技術者の減少や高齢化、若手労働者の減少による担い手不足問題などにより現場力が低下してきている現状を改善することは喫緊の課題である。この課題となる現場力を回復、向上することなくして、建設生産性革命を実現することは難しい。

現場力の回復、向上には、近年目覚ましい発展を遂げている ICT を積極的に活用することが重要である。このため、「i-Construction」の早期実現を図る必要がある。

本提言では、これまでの現場における人、技術、システムが有する能力が技術革新により向上し、新たに構築された課題解決能力を「新現場力」と提唱する。第2章、第3章で示したように、ICTの活用による新現場力の構築状況や今後の展開等を踏まえて、新現場力による現場作業のあり方のパラダイムシフトにより、創造的な現場環境を創出することを提案する。

第2章では、BIM/CIMの推進、プラットフォームの構築により、建設プロセス間の情報共有の円滑化を図るとともに、構築により特に情報共有の即時性を確保することが建設生産性向上に貢献できることを示した。

適用にあたっては、建設プロセスと実施主体者の関係を明確にしたマトリックス図や、それぞれの現場に対応して示したユースケースを活用することが重要である。また3次元データの活用や情報共有の推進には、活用のための環境整備が必要で、スキル（人）、ルール（方法）、プラットフォーム（場所）の3要素をバランスよく構築することが重要である。

第3章では、BIM/CIMの推進に関するモデリングの観点のみならず、マネジメントの観点から生産性向上を考えることとし、現場まるごとi-Con化を提案した。すなわち、広く生産過程や製造過程等において利用されている技術の応用や新たな計測技術、IoTやAI技術などの活用を図り、モデリング及びマネジメント双方の観点から、現場の作業内容及びプロセスを改善することが重要であり、改善のためのプロセスや見える化の重要性を示した。また、この円滑な適用のためには、改善の効果を評価軸を定め具体的に見える化し、現場において現場まるごとi-Con化のモチベーションを高めていくことが重要である。

ICTを活用する新現場力は、受発注者とその利用価値を理解し、互いに利用及び連携することにより真の効果を発揮する。これにより、簡易・単純な作業を減らし、現場技術者が本質の問題に取り組めて技術を磨ける環境を整えて、働き方改革にも貢献する。また、新現場

力は、建設生産性向上や品質確保のイノベーションにつながるだけでなく、これまで未解決の課題を含め課題の解決を可能にすることから、新たな現場経験を通じて現場技術者の技術力の向上が図られ、人材の育成にもつながるものである。

新現場力は、こうした創造的な現場を創出するものである。

さらに将来展開を考えると、**Society5.0**でも示されているように、様々な分野の情報の高度な融合を通じた、新たな価値・サービスの創出、継続的な経済発展を図ることが重要になる。様々なデータがインフラデータと連携できる環境整備が必要で、クラウド技術による社会基盤のデータの利活用が可能なインフラプラットフォームを構築することが必要となる。

こうしたインフラプラットフォームの活用において、**Digital Twin**の考え方を導入し、まちなまごをサイバー空間に再現（3Dバーチャルシティ）し、シミュレーションを行って課題解決を図ることも進められている。

ICTの活用による新現場力は、このような新たな展開の中で、進化をしていくとともに、広く普及させることが重要である。

## 5. おわりに

平成 27 年度から平成 30 年度の 4 年間にわたって、社会基盤情報標準化委員会が設置する特別委員会では、建設生産性を高める観点から、BIM/CIM の活用のあるべき姿を検討してきた。

第 1 段階の成果は、CIM の全体像とロードマップ、ならびに、建設生産・管理システムの全体像・将来像である。これらにより、建設プロセス全体でのモデル共有による建設生産システムの高度化、多分野での活用を目指して、i-Construction ならびに CIM 試行事業での成果がどのように活かされてゆくべきかという道筋を関係者が共有するとともに、個々の ICT の活用にとどまらず、建設生産性の向上に結び付けてゆく将来像が視覚化された。

第 2 段階の成果は、この全体像・将来像を絵に描いた餅に終わらせないために、制度的・技術的な制約は意識しつつ、その制約を乗り越えた先にある成果を視覚化したことである。制度的・技術的な制約を先に進めないことの言い訳にすることなく施策を展開することが導く将来の姿を関係者が共有することが、その制約を乗り越えるエネルギーとなると考えた。特に BIM/CIM の活用場面・効果に関する実施主体と建設段階のマトリックス図は、段階的拡充・フロントローディング・コンカレントエンジニアリング・PDCA サイクルの 4 パターンに分けて情報共有の効果を示しており、BIM/CIM の活用において情報共有をすることの価値を視覚化したものとしての意義は大きい。

さらに、これらの成果と連動して、設計現場や建設現場など建設に関連するすべての「現場」を対象として、「現場まるごと i-Con 化」して、建設生産・管理システムのカイゼンに資する技術を、測量・調査から維持管理までの各フェーズ利用及び、計測・可視化・分析、品質・コスト・工程管理、情報管理、安全管理、社会環境管理の各技術に分類し、個々の先端的な ICT が建設生産・管理システムの **Quality**、**Cost**、**Time**、**Safety**、**Training**、**Environment** を「カイゼン」する効果を評価する具体的方法を取りまとめた。

以上の成果が、拡充されつつある試行事業において適宜参照され、BIM/CIM を推進することで得られる成果をすべての関係者が明確に意識しつつ、その実現のための制約を取り除き、「新現場力」による創造的な職場環境の創出を通じて、新たな建設生産・管理システムが構築されることを期待している。

特別委員会 委員名簿

2019年6月時点

(敬称略)

委員長	皆川 勝	東京都市大学	副学長
委員	木下 誠也	日本大学 危機管理学部 危機管理学科	教授
	今井 龍一	法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科	准教授
	和田 卓	国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設技術調整室	室長
	近藤 修	国土交通省 大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室	室長
	清水 晃	国土交通省 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	センター長
	住田 英二	公益社団法人 日本測量協会	理事
	杉浦 伸哉	一般社団法人 日本建設業連合会 インフラ再生委員会 技術部会	委員
	藤澤 泰雄	一般社団法人建設コンサルタンツ協会 ICT委員会	委員
	志谷 倫章	一般社団法人 building SMART Japan 土木委員会	委員
アドバイザー	矢吹 信喜	大阪大学 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻	教授

## 用語集

No	用語	定義
1.	i-Construct ion	「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組。 (出典：国土交通省 <a href="http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000028.html">http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000028.html</a> )
2.	BIM/CIM	社会資本の建設生産・管理システムに 3 次元モデルを導入し、事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の受発注者双方の業務効率化・高度化を図るもの。 (出典：国土交通省 <a href="http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000346.html">http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000346.html</a> )
3.	クラウド	クラウドコンピューティングを利用したサービスの総称。大規模データの保管やシミュレーションなど大きな負荷を伴う業務を効率的に行うサービス。(出典：デジタル大辞泉)
4.	フロント ローディ ング	システム開発や製品製造の分野で、初期の工程において後工程で生じそうな仕様の変更等を事前に集中的に検討し、品質の向上や工期の短縮化を図ること。(出典：(一財) 日本建設情報総合センター HP)
5.	コンカレ ントエン 지니어リ ング	製品やシステムの開発において、設計技術者から製造技術者までの部門の人材が集まり、生産過程において生じる問題を討議しながら協調して同時に作業にあたる生産方式。開発のある段階が終わってから次の段階に移るのではなく、開発段階の最後のほうですでに次の段階をオーバーラップしながら開始していく。(出典：大辞林)
6.	現場	本提言では、社会基盤の整備における建設作業の現場のみならず、測量・調査から維持管理までの現場を指す。
7.	現場力	現場における人、技術、システムが有する課題解決能力。
8.	AI	学習・推論・判断といった人間の知能のもつ機能を備えたコンピューターシステム。(出典：大辞林)
9.	新現場力	これまでの現場における人、技術、システムが有する能力が技術革新により向上し、新たに構築される課題解決能力。
10.	PDCA サ イクル	計画から見直しまでをプロセスの中で一貫して行い、それを再び計画・事業にいかそうという考え方を指す。(出典：大辞林)
11.	IFC	IFC (Industry Foundation Classes) は、buildingSMART International が策定した 3 次元モデルデータ形式。2013 年には ISO 16739:2013 として、国際標準として承認されている。当初は、建築分野でのデータ交換を対





No	用語	定義
		(出典：内閣府 <a href="https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html">https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html</a> )
21.	ダイナミックマップ	高速道路や自動車専用道路の自動運転の実現を目的とする、高精度な 3 次元地図情報と、渋滞情報や事故による通行規制などの位置情報を組み合わせたデジタル地図のこと。