



i-Construction 小委員会活動報告書(第 2 期)
概要版

2022 年 7 月

公益社団法人 土木学会 建設マネジメント委員会

i-Construction 小委員会

委員構成

委員長： 小澤 一雅 (東京大学)

幹事長： 堀田 昌英 (東京大学)

委員：

天下井 哲生 (熊谷組)

荒井 弘毅 (共立女子大学)

池田 裕二 (国土交通省)

出本 剛史 (オリエンタルコンサルタンツ)

遠藤 健司 (建設技術研究所)

大西 正光 (京都大学)

岡本 博 (日本道路交通情報センター)

小川 智弘 (国土交通省)

尾高 潤一郎 (基礎地盤コンサルタンツ)

片柳 貴文 (日本工営)

香月高広 (東京都建設局)

門田 峰典 (オリエンタルコンサルタンツ)

川田 淳 (大成建設)

小池 格史 (電源開発)

後閑 淳司 (鹿島建設)

児玉 敏男 (Google Cloud Japan)

小林 弘尚 (電源開発)

是 健一 (オリエンタルコンサルタンツ)

坂藤 勇太 (前田建設工業)

佐藤 正憲 (大林道路)

※WG2 幹事

澁谷 宏樹 (東京大学)

須田 久喜 (東京都)

関 健太郎 (国土交通省)

※WG2 主査

関本 義秀 (東京大学)

高尾 篤志 (奥村組)

高野 伸栄 (北海道大学)

玉井 誠司 (清水建設)

全 邦釘 (東京大学)

※WG1 主査

中納 健太 (建設技術研究所)

中村 克彦 (東日本高速道路)

中村 正明	(東京都建設局)	
西畑 賀夫	(日本工営)	
林 佑治	(前田建設工業)	
平田 将一	(オリエンタルコンサルタンツ)	
廣瀬 健二郎	(国土交通省)	
福本 勝司	(大林道路)	
松下 文哉	(東京大学)	※WG3 主査
松實 崇博	(東京大学)	
松村 泰行	(長大)	
見波 潔	(村本建設株式会社)	
宮崎文平	(三菱総合研究所)	※WG3 幹事
元村 亜紀	(大林組)	
門間 正拳	(東日本高速道路)	
谷中 慎	(東日本高速道路)	
山下 淳	(東京大学)	
王 玲玲	(宇都宮大学)	※WG1 幹事

(2020年7月～2022年6月、一部期間を含む)

1. はじめに

1.1 委員会設置の背景と目的

1.1.1 背景

インフラの計画・調査・測量・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新までのあらゆる建設プロセスにおける三次元モデル、ICT、IoT、AI、空間情報処理技術等（以下、高度情報化技術・システム）の活用による建設生産管理システムの変革として、2016年より国土交通省によって始められた i-Construction の取り組みは普及・発展期に差し掛かっている。土木学会建設マネジメント委員会においても、2018年度に特別小委員会「i-Construction 小委員会」が設置され、2020年6月に第1期の活動成果を報告書としてまとめている。本報告書は同小委員会第2期と位置付けられる2020年7月から2022年6月までの活動成果を取りまとめたものである。

1.1.2 目的

本小委員会の設立時の目的は、下記の活動を産官学の連携の下で行うことであった。

- ① 高度情報化技術・システムの開発と活用
- ② 建設生産管理プロセスにおける新たなマネジメント体系（手法、しくみ）の開発
- ③ その体系に基づいて実際にマネジメントする技術者の役割の明確化と必要な能力開発等

第1期においては、上記を達成するために、i)インフラ事業のプロセスにおいて、三次元モデル、BIM/CIM、ICT、IoT、AI、空間情報処理技術等を活用することにより実現可能なインフラマネジメントシステムの将来像を描くこと、ii)世界の多様な分野における最新技術の動向を調査すること、iii)目標とする将来像を実現するために必要な研究を行い、その成果を社会に還元すること、を目指した。第2期においては、第1期で得られた成果を基に、引き続き検討すべき重点課題として下記の3つを挙げた。

1. 職能，人材育成，教育
2. 社会制度，建設生産管理システム，社会実装
3. 協調領域，デジタル・プラットフォーム，国際標準

これらの課題を検討するために、小委員会内に3つのWGを設置した。各WGの活動方針および検討事項は下記の通りである。

[WG1] 職能, 人材育成, 教育

i-Construction が広く建設業の一般的な取り組みとして普及するためには, 同分野で必要とされる技術やスキルを教育し, 人材を育成することが必要となる. WG1 では職能, 人材育成, 教育に関わる論点を整理し, 国内外の動向を調査した上で, 将来の人材育成プログラムのあり方を示す. 具体的には下記について調査研究を行った.

- ✓ 発注者・受注者 (ゼネコン・コンサル) における, トップダウン型現場実装や人材育成に関する取組調査
- ✓ 国内外の高等教育機関における取組調査, 意識調査 (アンケート)
- ✓ 個人のモチベーションで技能習得を行っていくボトムアップ型技能習得事例
- ✓ ブルーム・タキソノミーを活用した人材育成プログラムの分類・整理

[WG2] 社会制度, 建設生産管理システム, 社会実装

i-Construction は単に ICT を用いた新要素技術の開発を意味するものではなく, 新たに適用可能となった技術を基に工事全体, ひいては建設生産・管理システム全体の生産性や品質を向上させていく取り組みである. その意味で, i-Construction で使用される技術を取り巻く仕組み, 基準, 制度等の社会システムは i-Construction の本質的な要素といえる.

WG2 は, この観点から社会制度・社会等の変化を見据えた建設生産・管理システムの変革について検討を行った.

具体的には, 「担い手の視点」, 「新技術の視点」, 「評価, 選択・選抜 (競争) の視点」から, i) 社会制度, 社会等の変化を見据えた建設生産・管理システムの変革, ii) i-Construction と建設生産・管理システム, iii) i-Construction の社会実装に向けたアンケート調査結果分析と具体的取組の提案, について結果をまとめた.

[WG3] 協調領域, デジタル・プラットフォーム, 国際標準

WG3 では, 協調領域, デジタル・プラットフォーム, 国際標準の各テーマについて検討するにあたり, 特に i-Construction の中核技術として位置づけられる BIM/CIM に着目し, 設計・施工・維持管理といった建設生産プロセス間での連携 (プロセス間連携) に関する現状の課題整理・課題解決のための仕組みを考察した.

具体的には, 「標準プロセス」 「BIM/CIM 活用」 「プロセス間連携に求められる仕組み」の3つの観点を挙げ, 各々について下記の内容について調査・検討を行った.

1. BIM/CIM 活用の標準プロセス
 - ・ 国際標準 ISO19650 について
 - ・ 海外工事の事例調査
 - ・ 前提となるリクワイアメント (要求事項)
2. BIM/CIM 活用の事例調査
 - ・ BIM/CIM のユースケースの必要性

- ・ 国内の BIM/CIM のユースケース
 - ・ 現状の課題整理
3. BIM/CIM 情報のプロセス間連携に求められる仕組み
- ・ 求められる仕組み
 - ・ プロセス間連携を意識したユースケース
(RC 躯体を対象とした詳細設計システム)

本報告書は WG 毎に Part I～III に分けて構成されている。各 Part において、WG の活動内容と調査研究成果を報告するものである。

1.2 小委員会活動の概要

(1) 小委員会の開催実績（第 2 期）

本小委員会（第 2 期）は 2020 年 10 月より 2022 年 5 月まで計 8 回開催された。開催実績と主な議事は下記の通りである。

2020 年度第 1 回小委員会：2020 年 10 月 27 日

- 活動目標・計画
- WG の設置
- 話題提供

2020 年度第 2 回小委員会：2020 年 12 月 14 日

- 話題提供：
東京大学大学院工学系研究科人工物工学研究センター
本田幸夫 特任研究員

- WG 体制と活動計画

2020 年度第 3 回小委員会：2021 年 3 月 3 日

- WG 体制と活動計画

2021 年度第 1 回小委員会：2021 年 5 月 12 日

- WG 報告
- i-Construction シンポジウムについて

2021 年度第 2 回小委員会：2021 年 9 月 3 日

- WG 報告
- i-Construction シンポジウムについて

2021 年度第 3 回小委員会：2021 年 12 月 16 日

- WG 報告

- 今後の活動について

2021 年度第 4 回小委員会：2022 年 2 月 22 日

- WG 報告
- 第 4 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」について

2022 年度第 1 回小委員会：2022 年 5 月 17 日

- WG 報告
- 第 4 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」について
- 報告書について

(2) i-Construction の推進に関するシンポジウム

本小委員会では、その研究活動を社会に発信すると共に、現在多くの主体によって実施されている i-Construction 研究の成果を広く共有する機会を設けるため、「i-Construction の推進に関するシンポジウム」を建設マネジメント委員会主催行事としてこれまで計 4 回企画しており、内第 2 期において計 2 回を開催した。シンポジウムにあたっては、基調講演に加え、一般論文を募集し、研究発表会を開催した。第 2 期に開催した各シンポジウムの詳細は下記の通りである。

第 3 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2021 年 7 月 8 日 9：00～16：35 於：土木学会講堂他（オンライン配信）

シンポジウム次第：

- 小委員長挨拶
- 基調講演「i-Construction の推進について」
国土交通省大臣官房技術調査課 森戸義貴 課長
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 51 編）

発表セッション・テーマ名：

- 1) データプラットフォーム構築
- 2) 計測／新技術開発
- 3) AI・ICT／品質管理
- 4) システム設計／開発
- 5) 点検／維持管理
- 6) 人材育成・教育／情報分類
- 7) 実施事例／活用事例

第 4 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2022年7月11日 9:00~16:20 於：土木学会講堂他（オンライン配信）

シンポジウム次第：

- 小委員長挨拶
- 基調講演「i-Construction からインフラ DX について」
国土交通省大臣官房 佐藤寿延 技術審議官
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 46 編）

発表セッション・テーマ名：

- 1) AI・ICT／コンクリート
- 2) 施工管理／システム開発
- 3) 計測／新技術開発
- 4) システム開発／データ管理
- 5) 点検／維持管理
- 6) アプリ／ロボット／技術開発
- 7) 人材育成／教育
- 8) 活用事例／事例調査

2. 活動結果の概要

本小委員会第2期の活動で得られた各WGの調査研究結果の概要は下記の通りである。

2.1 WG1「職能，人材育成，教育」（本報告書 Part I）

WG1では、i-Construction の人材育成において、あるべき姿（目標）を定め、そのためのグランドデザインを具体的な人材像と共にまとめた（図1）。

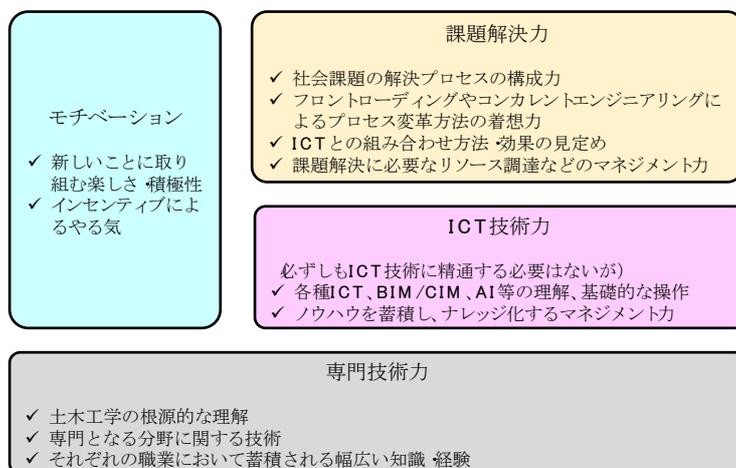


図1 WG1が提示する i-Construction 人材像

その上で、i-Construction 人材の育成方法、取り組みに関する着眼点、留意事項を提言すべく各種事例調査とアンケート調査を行った。事例調査は、あるべき姿から導かれる『トップダウン型』の教育プログラム（第2章の事例調査①）と個人にスポットを当てた『ボトムアップ型』の教育プログラムと効果（第4章の事例調査②）の視点で行った。

調査の結果、受発注者および関係主体の間で様々な取り組みが既に行われており、人材育成の大きな方向性については合意が得られつつある現状が明らかになった。例えば発注者においては i-Construction 技術を自ら構築するよりは、適切な技術の評価を行い、多くの受発注者が共有可能なルールや環境を整備できる能力が重要となる。受注者においては Off-JT の研修をはじめとした着実な取り組みが定着しつつあるが、一方で既存技術の習得とのバランスや、逆に進展を続ける新技術への適用の双方に課題があることも分かった。総じて、現状ではまだ個々の事業者が個別的に取り組んでおり、必ずしも網羅的に人材育成プログラムが構成されていない状況がある。これらを基に、今後充実させるべきプログラムの内容を示した。

次に、教育機関における i-Construction 教育について調査を行った。国内では、いくつかの大学等では i-Construction に特化した科目・演習等を実施している機関があるが、現状ではその数は極めて少ない。WG1 では、土木系高等教育機関の全体像を探るため、アンケート調査を実施した。調査の結果、BIM/CIM, i-Construction の認知度はそれぞれ7割、9割と低くないが、導入実績は少なく、大半の機関が今後の導入についても「状況を見て考えたい」と考えている。教員やカリキュラム等、教育リソースの不足についても多くの言及が見られた。

海外の教育機関においても、BIM コースの設置等、関連する取り組みが進んでおり、それらについても各国の調査を行った。その結果、アメリカ、イギリス、オーストラリア、シンガポール、香港、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン、スイスにおいて関連する教育プログラム等が確認できた。

これらの現状を基に、WG1 ではあるべき人材像が持つべき能力を定めるためのテンプレートとして、図2のグラウンドデザイン（案）の提案を行った。

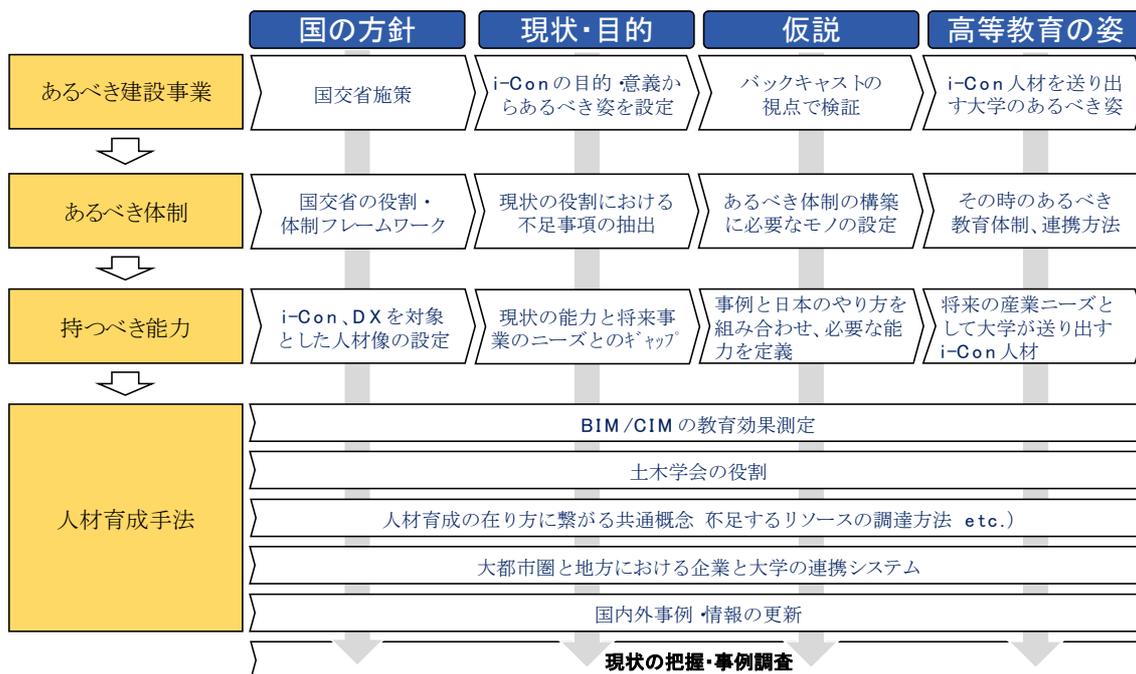


図2 グランドデザインのテンプレート (案)

WG1 では上記のグランドデザインに基づき、今後の人材育成の方向性について、様々な提言を行った。いくつかの提言を下記に述べる。

- ✓ 育成プログラムには、知識階層型と役割型があるが、知識レベル（階層）と全うすべき役割との関係を明らかにすることで、育成プログラムがより充実・明解になる。
- ✓ ICT 技術力の養成や ICT 技術の進展に対する反動で、専門技術力の低下や軽視が懸念されることであり、ICT 技術力と専門技術力の養成は常に両立させることが肝要である。
- ✓ トップダウン型の育成は座学・研修が中心になっている事例が多い反面、ボトムアップ型では座学に実践がセットになっている事例が多く見られ、知識と実践の密接性がポイントと言える。
- ✓ 土木技術者が i-Construction 人材となるためのモチベーションは、使命感・義務感や資格などのインセンティブが主体である一方、異業界からの参入の場合、上司・先輩の認知や他者の役に立っているといったエンゲージメントが顕著になっている。
- ✓ 土木学会が産官学の議論に基づき BIM/CIM 教育、i-Construction 教育の体系化を行うべきである。

2.2 WG2「社会制度、建設生産管理システム、社会実装」(本報告書 Part II)

WG2 では、はじめに i-Construction の取り組みの主要な評価指標である生産性の概念と

現状について検討を行った。その結果、下記の課題が浮き彫りになった。

- ・多くの現場では施工体制が請負契約による重層構造となっているため、施工上の課題（ムダ）を抽出しにくい状況となっている。
- ・発注者側の業務における課題（ムダ）（例：積算の違算による発注手続きの手戻り等）を排除する必要がある。
- ・発注者が受注者へ新たな課題（ムダ）を生じさせている可能性がある（例：新技術の活用の強調等）。

これらの課題を克服するための対策として、物的労働生産性、付加価値労働生産性、双方の観点から定量的な評価を工事全体、事業全体にわたって行う必要性を論じた。一方、物的労働生産性、すなわち施工歩掛が向上すると、標準歩掛が改訂され、結果、工事の予定価格も下がることになる。このことは施工者の生産性向上への誘因を損なうことに繋がる。こうしたことから、公共事業において労働生産性を上げるためには、物的労働生産性のみではなく、付加価値労働生産性（人件費、経常利益等）も合わせて考慮し、積算を始めとする公共調達制度の運用に反映する必要があると考えられる。

次に、建設現場を含む建設生産・管理プロセス全体の生産性を向上させることを目的に、i-Construction を普及させるため、技術開発から社会実装（スマートフォンのように利用したい人が利用できる状況）に至るプロセスにおける課題とその対応について先進事例を調査することを目的に「官民研究開発投資拡大プログラム（略称：PRISM）」の資金を活用して開発を実施した各コンソーシアムにアンケートを行った。

その結果、PRISM に参画した代表企業（建設会社）については、全体として公開の場で注目度を上げることによって様々な業界から技術開発に参画してくることを期待していることが読み取れた。市場規模があり発注者である顧客から活用を認めてもらえる環境が整っていること（基準等で認められていること）が担保されれば、異業種の参入が促進され開発費用や開発担当者の確保も容易になり、一定の範囲（ある開発案件に関わる範囲内）で協調領域が生まれるものと思われる。

異分野または関連分野から PRISM に参画した構成会社については、「実現場での実証ができること」と「現場ニーズの把握ができたこと」にメリットを見出していることが明らかになった。他方、共同開発における改善点としては、シーズとニーズのマッチングがうまくいっていない点や、達成成果(利益)の分配や責任の分担、知財権利等について開発時に明文化されていない点などが挙げられた。

上記の調査結果を踏まえ、WG2 では具体的な i-Construction の普及方針および必要な取り組みについて下記の提案を行った。

(1) 新技術等の活用による生産性向上

- 新しい技術を円滑に施工や検査に活用できる環境の整備
- 開発費用の負担と開発成果の取り扱いの整理
- 開発費用を見込んだ価格で競争可能な入札契約制度の醸成
- 現場試行の規制緩和
- i-Construction マネージャー制度の創設
- 発注者、学会、NETIS 等を通じた新技術の新たな認証・認定制度の創設
- 技術基準の統一化

(2) 建設業以外の企業へ参入を促す取り組み

- 建設業のニーズと、他分野のシーズを合理的にマッチングできるプラットフォームの構築
- 規制緩和を含めた実用化への道筋と、期待できる市場規模の提示
- 知財・特許等の保護と、利活用を促す情報共有プラットフォームの構築

2.3 WG3「協調領域、デジタル・プラットフォーム、国際標準」(本報告書 Part III)

WG3 においては、特に i-Construction の中核技術として位置づけられる BIM/CIM に着目し、設計・施工・維持管理といった建設生産プロセス間での連携(プロセス間連携)に関する現状の課題整理・課題解決のための仕組みを検討した。また、これを考えるにあたり「標準プロセス」「BIM/CIM 活用」「プロセス間連携に求められる仕組み」の3つの観点から調査、検討を実施した。

はじめに、BIM/CIM の利活用が十分進んでいない要因(課題)を、文献調査およびヒアリングを通して下記の通り抽出した。

表-1 情報(BIM/CIM)の利活用に係る課題

分類	課題
標準プロセス	<ul style="list-style-type: none">● 発注者から受注者に対して BIM/CIM に対する要求事項が曖昧である● 国際規格の内容が理解、浸透されておらず各々の設計会社、建設会社が独自の仕様で検討を進めている● 情報を引き継ぐ際の仕様が明確にされていない
BIM/CIM 活用	<ul style="list-style-type: none">● 各工程においてどのような情報を活用したいというニーズがあるのか、ユースケースが明確でない● 各ユースケースについて、情報に対して、どのようなレベルや形式が求められているのかが整理されていない● 特に設計時に作成する形状や属性に係る情報が後工程でどのように活用されているのかが分からず、データを整備し、後工程に引き継ぐイン

	センティブが働かない
プロセス間連携に求められる仕組み	● 建設生産システム間でのプロセス間連携の方法が明確になっていない

これらを踏まえ、国内および海外において実際に BIM/CIM が利活用されている事例を分析し、汎用的に適用可能な導入手法や実施プロセスについてのあるべき姿を提示した。その概要は下記の通りである。

1) BIM/CIM 活用の標準プロセス

建設生産プロセスにおいて、関係者間でやり取りされる情報管理プロセス（作成・共有・提出・承認・保存）を標準化し、生産性と情報の品質向上を目的として規格化された ISO19650 について具体事例などを踏まえて調査を行った。この調査を踏まえて、BIM を活用する際のプロセスを明らかにした。このプロセスを5点に集約し、以下にまとめる。

- a) BIM Strategy によってプロジェクトの情報管理プロセスの方針を定める
- b) BIM Strategy に基づき EIR（発注者要件）を策定
- c) 調達段階において EIR に対する BEP（実施計画）を入札参加者が提出
- d) BEP に基づき情報管理の観点について Capability（実行性）を発注者が確認
- e) BEP は EIR によって示された BIM ユースケースをもとに策定される

2) BIM/CIM 活用の事例調査

ここでは、具体的な BIM/CIM のユースケースを取り上げ、現状の課題整理を行った。

現状の課題としては、発注者からのリクワイヤメントが必ずしも明確ではないため過度な適応になっている可能性が指摘される（例：配筋の干渉チェックのための鉄筋の 3 次元モデル化など）。またプロセス間連携の観点からは次の3点が課題として挙げられた。

- a) 前の段階で作成されたモデル（施工段階であれば設計段階）は使えないことが多い
- b) モデルだけでなく、関連したドキュメントも引き継がれる必要がある
- c) 維持管理段階では施工のモデルを引き継がれても利用に困る

3) BIM/CIM 情報のプロセス間連携に求められる仕組み

BIM/CIM ではモデルを引き継ぐことが求められるが、プロセス間連携にはドキュメントも含めた最低限、引き継ぐべき共通情報項目の設定が重要であることを述べた。また配筋施工図の作図合理化の事例を参考に、設計－施工間での具体的な共通情報項目を検討した。

今後、この共通情報項目について、整理することが求められる。整理にあたっては各プロセスでの業務の効率化、生産性向上に資するユースケースを設定し、引き継ぐべき共通情報

項目を検討すべきである。また共通情報項目を引き継ぐためのプロセス間連携を支える基盤システムの検討も求められる。

3. 今後の課題

本小委員会が今回取りまとめた調査研究結果は主として 2020 年から 2022 年までの期間に実施された取り組みや検討を対象としており、課題がより鮮明に浮き彫りになったと言える。今後 i-Construction ならびに DX(デジタルトランスフォーメーション)はわが国においても確実に進展していくものと考えられるが、進展の各段階において解決すべき新たな課題も生じるであろう。課題の解決に向けた取り組みが一層進展することが期待される。建設マネジメントの観点からは、個々の技術や業務の DX が達成された後に、全体像としてどのような建設生産・管理システムを実現するかが問題となる。

世界の多くの地域でデジタル技術を中心とした建設産業の変革が起こりつつある中、国際標準となるシステムと円滑に連携・統合可能な国内の仕組みを確立すると共に、わが国の優位性を活かした国際システム構築それ自体への貢献を行っていくことが求められる。これらは本小委員会の次期研究活動の一つとして位置付けられるべきテーマである。