



i-Construction 小委員会 活動報告書

2020年6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

目 次

1.	はじめに.....	1
1.1	委員会設置の背景と目的.....	1
1.1.1	背景.....	1
1.1.2	目的.....	2
1.1.3	研究調査の射程.....	2
1.2	研究体制.....	3
1.3	活動の概要.....	4
2.	現状分析・事例分析 [WG2].....	7
2.1	建設業のデジタル・トランスフォーメーション(DX).....	7
2.1.1	議論の進め方.....	7
2.1.2	テーマの選定.....	8
2.2.	テーマ1:「情報共有基盤」.....	9
2.2.1	他産業・海外における先進的な取り組み.....	9
2.2.2	建設業の現状と課題.....	13
2.2.3	提言.....	14
2.3.	テーマ2:「AI」.....	14
2.3.1	機械学習と深層学習.....	14
2.3.2	ICT 主要各国の AI 戦略.....	15
2.3.3	他産業における先進的な取り組み事例.....	16
2.3.4	建設業における現状と課題.....	18
2.3.5	提言.....	19
2.4.	テーマ3:「衛星データ活用」.....	20
2.4.1	他産業・海外における先進的な取り組み.....	20
2.4.2	建設業界における取組.....	21
2.4.3	衛星データ活用の課題.....	22
2.4.4	提言.....	22
2.5.	テーマ4:「VR/AR/MR」.....	24
2.5.1	VR/AR/MR の概要.....	24

2.5.2	他産業・海外における活用事例	24
2.5.3	建設業の現状と課題	26
2.5.4	提言	28
2.6.	テーマ5:「シェアリングエコノミー」	28
2.6.1	シェアリングエコノミーの現状	28
2.6.2	建設業におけるシェアリングエコノミーの現状と課題	31
2.6.3	提言	34
2.7.	テーマ6:「SNS 活用」	35
2.7.1	他産業における SNS の利用例	35
2.7.2	建設業における SNS の利用例	35
2.7.3	建設業における SNS 利用の課題	37
2.7.4	提言	37
2.8.	まとめ	38
3.	インフラメンテナンスシステム [WG3]	40
3.1	活動目的の設定	40
3.2	インフラメンテナンスシステムにおける現状の課題	41
3.2.1	既往報告等の事例	41
3.2.2	地方自治体の公共事業を取り巻く現状と課題	42
3.2.3	課題の抽出と整理	42
3.2.4	既往技術・先進事例や活用の実例	44
3.3	自治体のインフラメンテナンスを救う i-Construction の将来像の提案	46
3.3.1	現状の課題に対する有効な改善策	46
3.3.2	改善すべき点への対応	47
3.3.3	改善策の実装に向けた解決策	48
3.3.4	義務化すべき事項の提案	49
3.3.5	実事例と将来の自治体のインフラメンテナンスの具体例	50
3.3.6	義務化すべき事項に対する現状と課題, 対応策	53
3.3.7	対応策実現の価値	56
3.4	将来に向けたロードマップ	59
4.	データ連携 [WG4]	64

4.1 データ連携とは？	64
4.1.1 データ連携の必要性	64
4.1.2 建設分野のデータ連携	64
4.1.4 データ連携を形成する要素	73
4.1.5 協調領域の考え方	75
4.2 データ連携のための協調領域の構築が進まない理由	77
4.3 データ連携の事例分析	77
4.3.1 建設分野におけるデータ連携の先行事例の分析	78
4.3.2 他分野の事例	78
4.4 データ連携に向けた提言	80
4.4.1 データ連携を構築するための体制構築に向けた提言	80
4.4.2 データ連携への企業の参画を促進するための提言	81
4.4.3 データ形式の統一/標準化に関する提言	81
4.4.4 連携システム構築に関する提言	81
4.4.5 プラットフォームの構築に関する提言	82
4.4.6 データ連携の将来像にむけて	83
5. i-Construction と建設生産・管理システム [WG1]	85
5.1 i-Construction がつくりだす新しい建設生産・管理システムの仕事の形	85
5.1.1 仕事をどのように変えていきたいのか	85
5.1.2 設計データを上流から下流へ流す、情報の活用により仕事をどう変えるか	90
5.2 新しい仕事の形へ向かう工程(行程)案	93
5.2.1 生産性評価指標	93
5.2.2 発注者、受注者の役割	95
5.2.3 キセイ（規制、既成概念）の打破と継続的「カイゼン」に向けた取組	99
5.2.4 新技術の普及に向けた取組とインセンティブの付与方法	102
6. おわりに	108
6.1 委員会活動成果のまとめ	108
6.2 今後の課題	110
付録 I 他業界の事例調査結果	A-1

付録Ⅱ 既往調査の概要.....	A-3
------------------	-----

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 （株式会社熊谷組）

池田 裕二 （国土交通省国土技術政策総合研究所）※WG4 主査

出本 剛史 （株式会社オリエンタルコンサルタンツ）

岩井 俊英 （大成建設株式会社）

遠藤 和志 （日本工営株式会社）

大西 正光 （京都大学）

片柳 貴文 （日本工営株式会社）

門田 峰典 （株式会社オリエンタルコンサルタンツ）

児玉 敏男 （日本マイクロソフト株式会社）※WG2 主査

小林 弘尚 （電源開発株式会社）

是 健一 （株式会社オリエンタルコンサルタンツ）

佐々木 政彦 （国土交通省国土技術政策総合研究所）

笹倉 伸晃 （前田建設工業株式会社）

佐藤 志倫 （元 株式会社建設技術研究所）

佐藤 正憲 （大林道路株式会社）

鈴木 貴大 （東京大学）

関 健太郎 （国土交通省国土技術政策総合研究所）※WG1 主査

関本 義秀 （東京大学）

高尾 篤志 （株式会社奥村組）

玉井 誠司 （東京大学）

中村 正明 （東京都建設局）

西畑 賀夫 (日本工営株式会社)

野田 辰徳 (株式会社長大)

廣瀬 健二郎 (国土交通省大臣官房技術調査課)

福本 勝司 (大林道路株式会社)

松下 文哉 (東京大学)

見波 潔 (村本建設株式会社)

宮崎文平 (株式会社三菱総合研究所)

元村 亜紀 (株式会社大林組)

門間 正拳 (東日本高速道路株式会社) ※WG3 主査

山口 智世 (株式会社長大)

横地 和彦 (国土交通省大臣官房技術調査課)

和田 昌大 (基礎地盤コンサルタンツ株式会社)

王 玲玲 (宇都宮大学)

オブザーバー；

橘 孝則 (前田道路株式会社)

仲山 賢司 (東京大学)

(2020年6月現在)

1. はじめに

1.1 委員会設置の背景と目的

1.1.1 背景

i-Construction は、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への取り組みである。2016年4月国土交通省 i-Construction 委員会報告書¹では、i-Construction を進めるための下記3つの視点が挙げられている。

- ① 建設現場を最先端の工場へ
 - 建設現場の自動化・ロボット化
 - ICT の本格的な導入・普及
 - 3次元データの導入
 - インフラの設計・施工段階から、維持管理を含めた全体最適化
 - 維持管理等における産学官をあげた新技術開発および基準類の改善
- ② 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
 - コンクリート・エンジニアリング、フロントローディングの実践
 - 部材等の規格の標準化を含めたプレキャスト(PCa)化
 - 原材料の調達、部材の製作、運搬、組立等、各工程の連携による建設生産システム全体の効率化
- ③ 建設現場の2つの「キセイ」の打破と継続的な「カイゼン」
 - 最新の技術が考慮されていない基準などの「規制」の見直し
 - 従来慣行の「既成概念」の打破
 - 関係者の協力による継続的な「カイゼン」の実施

加えて、i-Construction を進める上の留意事項として下記の点が挙げられている。

- 建設労働災害、労働安全衛生状況の改善
- AI、IoT などにおける急速な技術革新を踏まえた、国によるオープンイノベーションの仕組みの整備
- i-Construction の取り組みの国際標準化、パッケージ化を考慮した国際展開
- コンクリート・エンジニアリング、フロントローディングを可能にする入札契約方式の検討

上記で挙げられている i-Construction の視点は、従前より土木学会建設マネジメント委員会で検討されてきた、「建設生産・管理システムを未来に向けてどのような姿にしていくべきか」という問

¹ i-Construction～建設現場の生産性革命～、国土交通省 i-Construction 委員会報告書、平成 28 年 4 月。
<http://www.mlit.go.jp/common/001127288.pdf>

題と多くの点において重なるものである。建設マネジメント委員会では、これまでも「建設事業における受発注者等関係主体の効果的な連携」、「施工における情報化」、「国際比較を踏まえたわが国の公共調達あり方」、「建設マネジメントに係る知の体系化とマネジメント力の育成」、「建設事業執行システムのパッケージ化と国際展開」等の課題に取り組んできており、これら過去の研究調査活動から得られた知見と経験は、i-Constructionという新たな取り組みの下で有益に活用できる。

以上の背景により、2018年度建設マネジメント委員会の下に、産官学の連携の下、特別小委員会としてi-Construction小委員会が設置された。本報告書は2018～2019年度の約2年間にわたる同小委員会の活動の成果を取りまとめたものである。

1.1.2 目的

i-Constructionが目指す変革を実現するためには、産官学の連携の下、建設マネジメントの領域に関わる下記の活動を推進することが肝要である。すなわち、

- 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

上記の活動を推進するため、本小委員会は、i-Constructionにより達成される新しく魅力ある建設現場の実現に向けて、一連のインフラマネジメントシステムの開発に資する研究を実施することを目的とする。

具体的な活動計画としては、まず、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ため、世界の多様な分野における最新技術の動向を調査する。次に、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。

1.1.3 研究調査の射程

本小委員会が研究調査および分析の対象とする範囲について述べる。

まず、本小委員会の主たる研究調査の対象を、わが国における社会基盤事業とする。建設事業の内、社会基盤の整備、維持管理・更新を目的とする事業はそれ自体多岐に亘るが、本小委員会では、国・地方公共団体等の公共機関が行う公共事業、地方公営公益事業、電力・運輸等民間企業が事業者となる公益事業、ならびにそれらの関連事業を広く対象とする。また、対象とする関係主体についても、事業の計画・調査・測量・設計から施工・検査、維持管理・更新等、全段階に係る受発注者を含めた関与者を対象とする。

上記の主たる対象に限っても、i-Constructionに係る状況は、その必要性、得失、実現性それぞれについて、事業毎、事業段階毎、主体毎に様々に異なる。また、その差異は事業種別、工種、事業規模、目的、その他多くの技術的・社会的制約条件によって規定されていることが推察される。本小委員会では、はじめにこれらの分析的な整理を試みることによって、全体の建設生産管理システムの中に、現在進められている施策がどのように位置付けられるのかを検討する。

次に、本小委員会の主たる対象であるわが国の社会基盤事業が、他の様々な比較対象と比べてどのような特性を有しているのかを検討する。例えば、建設産業においては建築分野においてBIMの導入が図られており、その実状と課題は今後の土木分野における取り組みにも多くの示唆を与える。同様に、製造業においては工場生産のライン生産方式、セル生産方式、自動化・ロボット化の取り

組みがなされており、同様の方式を建設業に導入する際の可能性や予想される障壁などについて、詳細な検討を行うことは本小委員会の主要な課題の一つである。

さらに、建設事業における ICT の導入をはじめとする i-Construction の取り組みは、世界各国で同様または類似の施策が観察されており、同分野における国際比較分析もまた極めて重要である。これらの比較分析の範囲と手法の詳細については 1.2 および第二章で後述する。

研究実施項目については、本小委員会は i-Construction の要素となる個々の特定技術を小委員会の活動として開発することを主たる目的としない。むしろ、現在各主体によって活発に開発されている関連新技術を、事業全体ならびに社会全体にとって有益となるよう活用するための仕組み、技術基準、法制度、組織契約上の工夫等を分析することに主眼を置いた。これにより、i-Construction、ひいてはポスト i-Construction 時代の新たな建設生産管理システムの姿を示し、そこに至るロードマップを提言することが本小委員会の目的である。

検討を行う時間軸としては、過去、現在、未来それぞれについて検討の範囲を設定した。まず過去については、現在 i-Construction に係る取り組みが、どのような過去の経緯や社会制度を含む諸事情によって規定され、現在の状況を作る理由となっているかを検討する。いくつかの i-Construction の取り組みの萌芽は技術的にも社会的にも数十年前に遡ることが可能である。しかしながらその潜在的な価値にもかかわらず未だ十分に社会に普及していない技術・取り組みも数多い。これからの導入可能性を考える上で、歴史的な考察によりわが国の建設業または社会基盤事業に徹底する構造的な要因を明らかにする意義は大きい。

今まさに実施されている、または実施されつつある取り組みについては、現在から数年後程度の期間を対象に、その進展の状況と短期的な課題を分析する。特に、これまでに長く達成されていなかったデータ連携基盤の実現等については、現在の急速な進展がどのようなプロセスや関係主体の連携によって実現したのかを重点的に調査・分析した。

また、将来に対する取り組みとして、今後 30 年程度を対象としたロードマップを示し、望ましい将来像を適切な時期に実現していくために、どの時点で誰が何をすべきかという行動目標を定めることを目標とした。i-Construction で長期的に実現しようとする事項の多くは、現在まさに変革を行わなければ達成し得ないものも多い。本小委員会のロードマップと将来に向けた提言は、同時に現在における喫緊の課題を整理したものである。

1.2 研究体制

本小委員会は、報告書の冒頭で示した通り産官学から参加した委員によって構成されている。委員会では全体の研究目標と方針について検討すると共に、各委員の専門分野ならびに関心事項に関する情報共有を通して、重点的に検討すべき項目を決定した。それぞれの重点課題に取り組むため、本小委員会の中にワーキング・グループ (WG) を設置し、WG 毎の活動目標を定めた。各 WG の名称と詳細は下記の通りである。

[WG1] i-Construction と建設生産・管理システム

- ・ i-Construction がつくりだす建設生産・管理システムの未来像の提示
- ・ 未来像へ向かう工程案の提示

[WG2] 現状分析・事例分析

- ・ 建設業・他産業における事例収集・分析
- ・ 建設プロジェクトの各段階で、他産業の ICT 技術の適用可否を検討

[WG3] インフラメンテナンスシステム

- ・ インフラメンテナンスにおける現状の課題抽出と整理, ロードマップ提示
- ・ 自治体のインフラメンテナンスを救う i-Construction の将来像の提言

[WG4] データ連携

- ・ 調査・設計から維持管理に至る一気通貫のデータ連携を実現するにあたっての課題の抽出と対応案の検討
- ・ 海外先進事例の調査及び国内展開に向けた検討

1.3 活動の概要

(1) 小委員会の開催実績

本小委員会は 2018 年 7 月より 2020 年 5 月まで計 10 回開催された。開催実績と主な議事には下記の通りである。

第 1 回小委員会：2018 年 7 月 26 日

- 趣旨説明及び活動計画
- 話題提供；日本マイクロソフト株式会社児玉敏男 委員

第 2 回小委員会：2018 年 9 月 13 日

- 委員意見の照会結果報告
- WG の設置

第 3 回小委員会：2018 年 11 月 21 日

- 各 WG 報告

第 4 回小委員会：2019 年 2 月 21 日

- 講演：株式会社ランドログ代表取締役社長 井川甲作 氏
- 各 WG 報告

第 5 回小委員会：2019 年 4 月 12 日

- 講演：ダッソー・システムズ株式会社 3DS ビジネストランスフォーメーション事業部 熊野和久 氏
- 各 WG 報告

第 6 回小委員会：2019 年 6 月 24 日

- 第 1 回 i-Construction シンポジウムについて
- 各 WG 報告

第 7 回小委員会：2019 年 10 月 29 日

- 各 WG 報告

第 8 回小委員会：2019 年 12 月 17 日

- 委員会報告書について
- 各 WG 報告

第 9 回小委員会：2020 年 2 月 21 日

- 委員会報告書について
- 各 WG 報告

第 9 回小委員会：2020 年 5 月 22 日

- 委員会報告書(案)について
- 各 WG 報告

- 第2回 i-Construction シンポジウムについて
- 今後の活動

(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計 2 回企画した。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。各回の詳細は下記の通りである。

第1回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2019年7月30日 10:00～17:40 於：土木学会講堂

参加者：140名

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審議官 東川直正 氏
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 34 編）
発表セッション名：
 1. 調査設計連携
 2. プロセス間連携・調達制度
 3. 設計・施工データ連携
 4. 電子納品
 5. 点検・維持管理修繕
 6. 全体システム
 7. 施工における新技術
 8. ICT 建設技術

第2回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」

2020年7月2日 9:00～17:00 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審議官 東川直正 氏
- 小委員会各 WG 報告
- 投稿論文発表（計 54 編）
発表セッション・テーマ名：
 1. BIM/CIM, 3次元モデル
 2. データ連携
 3. 情報化施工／ICT 建設技術
 4. システム設計／開発
 5. AI／データ分析

6. 計測／センシング
7. 実施事例／活用事例

(3) 土木学会全国大会研究討論会

2019 年度土木学会全国大会においては、建設マネジメント委員会の企画として、研究討論会「i-Construction：社会基盤システムの新たなマネジメント手法として」を開催した。研究討論会では、建設産業と他産業が ICT を始めとする先端技術を活用している事例を踏まえ、未来像の実現のために関係主体が協調して実施すべき領域、または各主体が個々に技術革新を進めていくべき領域のそれぞれについて現状と課題を明らかにした。

開催概要は下記の通りである。

土木学会令和元年度全国大会研究討論会 研-07：

i-Construction：社会基盤システムの新たなマネジメント手法として

日時 令和元年9月3日（火）12:40～14:40

場所 香川大学幸町キャンパス

教室 III-2（幸町北4号館412講義室）

座長：

建設マネジメント委員会 i-Construction 小委員会 委員長
（東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 教授） 小澤一雅

話題提供者：

国土交通省 大臣官房技術調査課建設生産性向上推進官 廣瀬健二郎

株式会社ランドログ 代表取締役社長 井川甲作

株式会社大竹組 常務取締役 山西公彦

i-Construction 小委員会幹事長（東京大学 教授） 堀田昌英

2. 現状分析・事例分析 [WG2]

2.1 建設業のデジタル・トランスフォーメーション(DX)

2.1.1 議論の進め方

通常、事業会社のデジタルトランスフォーメーション（DX）は ICT 企業との協業によって進められる。DX の業界別国内市場が 2030 年に「製造」が 7,000 億円、「金融」が 6,000 億円、「流通」が 2,500 億に対して、i-Construction の対象である「社会インフラ・建設」は 500 億円と少なく予想（図 2-1）されていることから、ICT 企業の建設業への DX アプローチの優先度は低く、製造、金融、流通業等に強くフォーカスされる、と予想される。よって、今後の建設業の DX を考えるとき、建設業の特性や DX の現状を鑑みながら海外も含めた他産業の DX の成功事例の適用検討を行うことがより効率の良い方法であると考えられる。

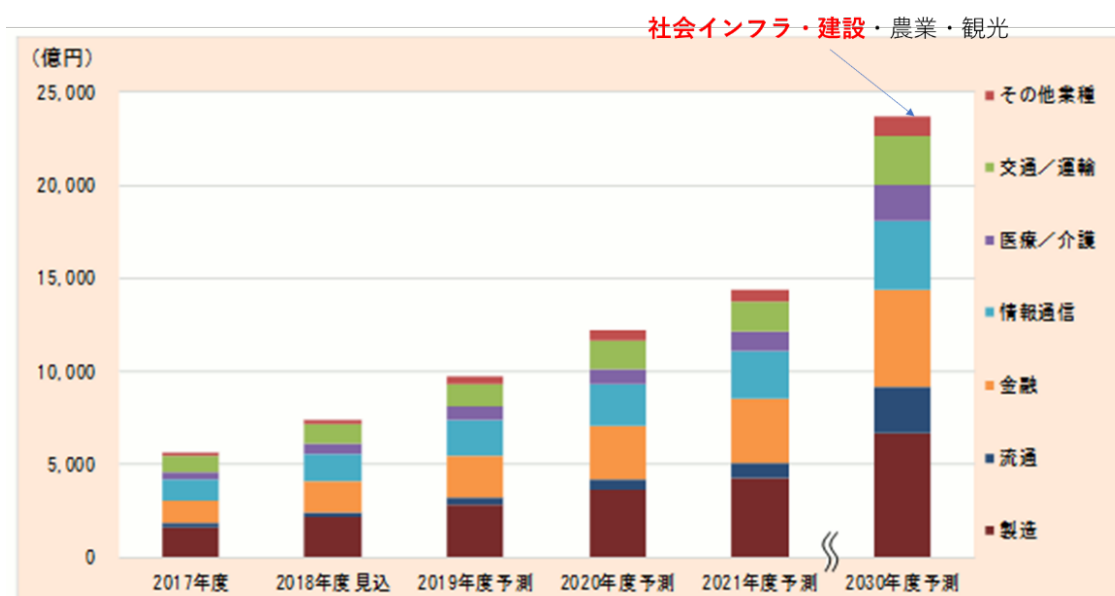


図 2-1 DX の業界別の国内市場（富士キメラ総研，2019）²

現状分析，事例調査として，先ず 2019 年度の土木学会年次講演会にて発表された講演論文のキーワード（技術項目）を横軸に，縦軸に建設生産プロセスを取りまとめた。（表 2-1）

² <https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=18075>

表 2-1 建設生産プロセスと年次講演会の講演論文のキーワード

	3次元モデル	AI	GNSS	画像解析	UAV	VR/AR	遠隔操作/無人化	自動化	クラウドサービス	センシング	レーザースキャナー
調査	0	6	6	9	37	2	0	0	0	20	20
設計	40	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
施工	28	12	7	10	10	6	13	31	12	33	10
検査	10	0	1	4	6	0	0	2	1	2	21
維持管理	7	18	0	32	9	1	7	6	7	46	10
合計	85	36	14	56	62	9	20	39	20	101	63

この結果から建設産業では実物をデジタルデータとして取得する用途からセンシングが 101 事例と一番多く、次いで 3次元モデルや UAV が事例として多いことが分かる。一方で社会的な期待度や認知度が高い AI や新技術として注目されている VR/AR は他のキーワードと比べると相対的に少ないことも読み取れる。

また他業界の事例調査を行った（付録 I）。調査方法としては横軸に製造業、小売業、金融業、建設業とし、縦軸には Gartner 社が 2020 年に注目すべき破壊的なイノベーションをもたらし得る技術を当てはめ調査を行った。この結果、AI は様々な分野でその適応が試みられていることが分かる。また VR/AR は他業界でも製造業以外では事例として少ない状況が見て取れる。

さらに、ここ数年で特に社会に変革をもたらしている事例を WG2 の委員を中心に討議した。この結果、オフィス空間のシェア（wework）、ライドシェア（uber）の事例から見て取れるシェアリングエコノミーや、コミュニケーションへ大きな変革をもたらしている facebook や Twitter などの SNS(Social Network service)が注目すべきテーマとして意見が一致した。また AI の活用や様々なデジタルデータを有効活用するという視点で情報共有基盤についても注目すべきテーマと位置付けた。

2.1.2 テーマの選定

本章では、6つのテーマ（2.2「情報共有基盤」、2.3「AI」、2.4「衛星データ活用」、2.5「VR/AR/MR」、2.6「シェアリングエコノミー」、2.7「SNS 活用」）の事例について取り上げる。各テーマにおいて、先ず「他産業の先進的な取組事例の調査」を行い、次に「建設業における現状と課題」を、最後に協調領域・競争領域について言及しながら「提言」を行う、という手順を進める。また各テーマの建設生産プロセスにおける位置づけを表 2-2 に整理する。

表 2-2 建設生産プロセスと本章で言及する 6 つテーマとの対応

テーマ 建設生産 プロセス	1 「情報共有基盤」	2 「AI」	3 「衛星データ活用」	4 「VR/AR/MR」	5 「シェアリングエコノミー」	6 「SNS 活用」
調査			○			
設計	○	○	○			
施工	○				○	
検査		○		○		
維持管理		○	○	○		○

2.2. テーマ1:「情報共有基盤」

2.2.1 他産業・海外における先進的な取り組み

建設産業ではインフラを生産にあたって事業構想、調査・計画、設計、施工、維持管理、廃棄といった様々な段階に分かれ、様々なプレイヤーが関わりプロジェクトが進められている。また各段階においても多くの関係者が連携し業務を進めている。例えば施工段階では工事を受注した元請以外に、元請から工事や資機材の発注を請けた専門工事会社、資材メーカー、2次製品メーカーなど多くのサプライヤーがプロジェクト遂行のために不可欠でありこういったプレイヤーといかに効率的に情報を共有し、プロジェクトを進めるかが重要となる。さらに情報共有基盤という観点では、国内では国土交通データプラットフォーム 1.0³が4月24日にリリースされ、今後のインフラ事業におけるデータ連携基盤として活用が期待される。このプラットフォームでは今後、施工段階の情報も蓄積され、活用されることが期待されるが、施工段階の情報を蓄積する方法やその仕組みについても、まだ工夫する余地が多くあると考えられる。

このため、本報告書ではインフラ事業の重要なプロセスである施工段階に着目し、工事を発注者から受注した施工者（以下、元請）を基点に2種類の情報共有についてその仕組みや基盤システムについて考える。この2種類とは一つは元請が発注者・設計者との情報共有について、一つは施工現場における情報共有についてである。これらについて海外の先進的な取り組みを調査し報告するほか、事例を鑑みたときの競争領域、協調領域の区分けを行い、協調領域において今後整備を進める必要があると考えられる内容を提言としてまとめる。

(1) 施工者及び発注者・設計者との情報共有に関して

発注者、施工者、設計者間における情報共有については、そのデータマネジメント手法として ISO191650-1:2018 に共通データ環境（Common Data Environment, 以下 CDE）と呼ばれるデータマネジメント手法が提示されている⁴。CDE とは、設計や施工に関わる多くのプレイヤー間での情報の受け渡し、共有するための環境であり、データの受け渡し方法や手順が定められている。これ

³ <https://www.mlit-data.jp/platform/>

⁴ ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)

らの内容を定めることで、異なるプレイヤー間で作成したファイルのバージョン管理や、提出されたファイルに対する確認・承認者の明確化、誰がどの書類を確認・承認するかといったワークフロー管理が可能となる。

CDE はこれらの管理を可能とするために、データの生成者が作業をする場所や他者とデータを共有する場所を次の4段階、Work in progress, Shared, Published documentation, Archive として定義している。Work in progress (WIP) では、プロジェクトの関係者が各自のソフトウェアを使用して各々の作業をするエリアである。その後、Shared の段階にてデータがプロジェクトの他の関係者に共有されると、そのデータが事前に決められた確認・承認者によってチェックされ他のプレイヤーもアクセス可能な共同の領域へ移行される。共有された情報は発注者の承認の後、Published documentation にて正式な契約書類として扱われる。その後、これらの情報は Archive にオリジナルデータが保存される。

こういった CDE を実現するためのソフトウェアもすでにいくつか登場しており、例えば Bentley Systems の ProjectWise⁵がこれに当たる。また各ベンダーが販売している CDE のソフトウェアのヨーロッパにおけるシェアに関しては NBS の National BIM Report⁶に記載がある。2019 年の各ベンダーのシェアを図 2-2 に示す。

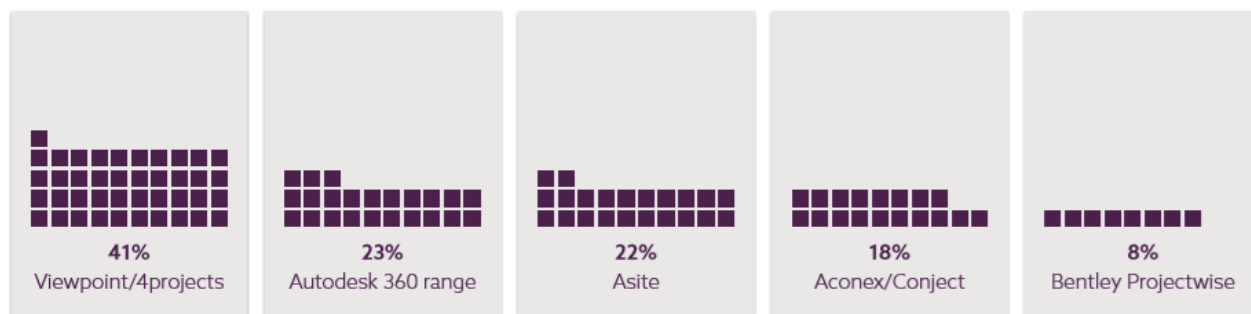


図 2-2 CDE 関連のソフトウェアのヨーロッパにおけるシェア

この CDE を適応した事例としては、英国の Crossrail プロジェクト⁷が挙げられる。このプロジェクトは、総延長 118 km の東西間を結ぶ新路線の建設事業であり、ロンドン中心部を地下で横切るトンネルを経由して東西の路線に相互に乗り入れるという大規模プロジェクトであり、2009 年に着工した工事である。事業者の Crossrail 社は鉄道事業者の Transport for London (TfL) の子会社として設立された。Crossrail 社は、この工事を進めるにあたり 23 個の設計契約と 83 個の施工物流契約を結ぶ必要があり、設計データだけでも CAD ファイルの数が 100 万点にも及ぶほどデータ量が膨大である。データを効率よく管理するためにこのプロジェクトは、当時としてはまだ概念として確立されていない CDE の構築を事業を通じて実施した。このシステム開発を担当したのが Bentley Systems である。Bentley Systems はこのプロジェクトで開発したシステムを統合し、ProjectWise として製品化し、その後、マイクロソフト社のクラウドサービスである Azure にこれらのシステムを搭載し Web アプリケーションサービスを展開している。

⁵ <https://www.bentley.com/en/products/product-line/project-delivery-software/projectwise-365>

⁶ NBS National BIM Report2019

⁷ <https://projectdataanalytics.uk/wp-content/uploads/2018/08/20180822-Project-Data-and-Analytics-Meeting-print-2.pdf>

この事例における協調領域は、データマネジメント手法を確立した部分であり、競争領域は実際にそのデータマネジメント手法に乗っ取りプロジェクトを進めるための CDE を実現する製品になる。こういった異なるプレイヤー間でのデータマネジメントは、データの品質管理という観点からも BIM・CIM において非常に重要な位置づけになると考えられる。

(2) 施工現場における情報共有に関して

(1)では作成した図面やドキュメントを異なるプレイヤー間で情報共有するデータマネジメント手法について述べた。(2)では施工現場において情報共有するためのシステムについて紹介する。現場の情報共有については、現場から取得した情報を集約可視化するシステムと、現場情報を取得する部分に分けて考える必要がある。前者については土工事を対象にしたシステムが国内外ですでに利用されている。国外ではフィンランドの Infrakit⁸、国内では LANDLOG⁹がこのシステムの一例として挙げられる。

Infrakit は情報共有用のクラウドベースのプラットフォームであり、2016 年に会社が設立された。すでにフィンランド、ノルウェー、スウェーデン、フランス、ドイツ、オランダ、スペイン、オーストリアなどヨーロッパ諸国を中心に 1,700 か所以上の現場に導入実績があり、特にフィンランドの土工事においてはデファクトスタンダードとなりつつある。システム概要図を図 2-3 に示す。Infrakit は設計モデルとして InfraModel4¹⁰ (LandXML のフィンランドのローカライズバージョン)を取り込むことができる。現場が着工した後は、各種重機の稼働状況のデータの他、掘削重機の刃先位置や測量結果を取り込み、設計データと重ね合わせて可視化することが可能である。

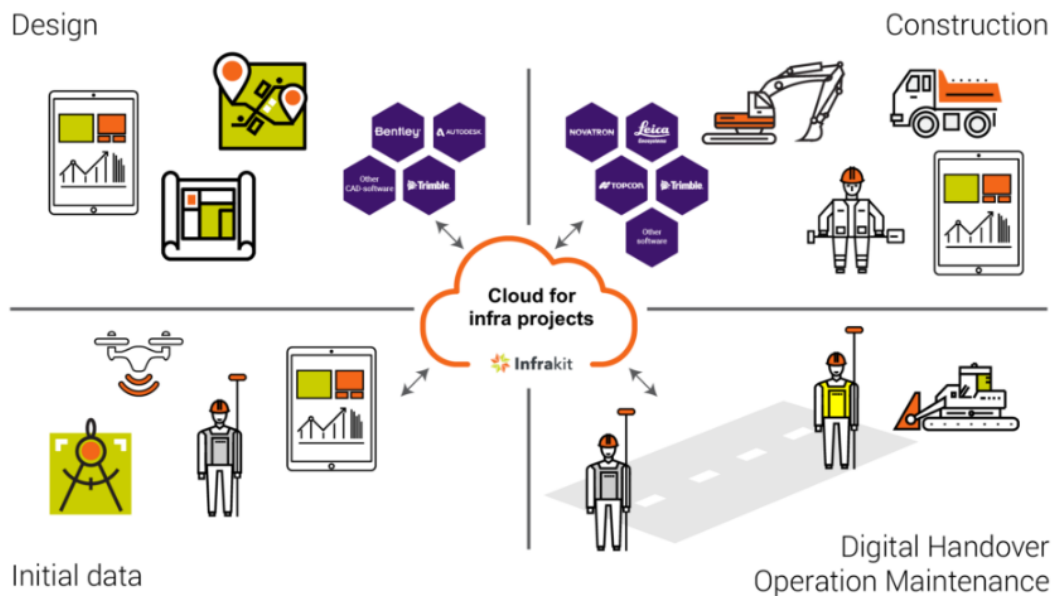


図 2-3 Infrakit のシステム概要図

⁸ <https://infrakit.com/en/>

⁹ <https://www.landlog.info/>

¹⁰ <https://buildingsmart.fi/infra/inframodel/>

Infrakit は 2007 年に産学連携の共同研究から生まれたプロダクトである。共同研究は、マシンガイダンスやコントロールシステム開発及び機器・ソフトウェアの開発を手掛ける NOVATRON と道路工事を得意とするフィンランドのゼネコンである DESITA とオール大学の 3 者によってスタートした。プロトタイプ完成は 2010 年であり、その後、2016 年に Infrakit を運営する会社を設立している。

また現場情報を取得するために現場では様々な重機や測量機器を利用するため、Infrakit のようなシステムを発展させるためには現場情報を取得するセンシング機器、重機情報の標準化が必須となる。これらの標準化の取り組みは、重機に関しては ISO15143 Part3¹¹、測量機器に関しては ISO15143 Part4¹²で議論が進められている。各社重機メーカーは自社のサーバーに建機情報を蓄積するシステムを持っていることが多い。例えばコマツの Komtrax¹³は現場から取得した重機データを自社サーバーへ保存したデータを顧客に提供するサービスを展開している。ISO15143 Part3 の標準化の範囲はこの各社が持つサーバーからのデータ取得に関する部分としている（図 2-4）。このため Infrakit のような第三者サービスは、メーカーに関わらず同じデータ形式で情報を取得することが可能となる。

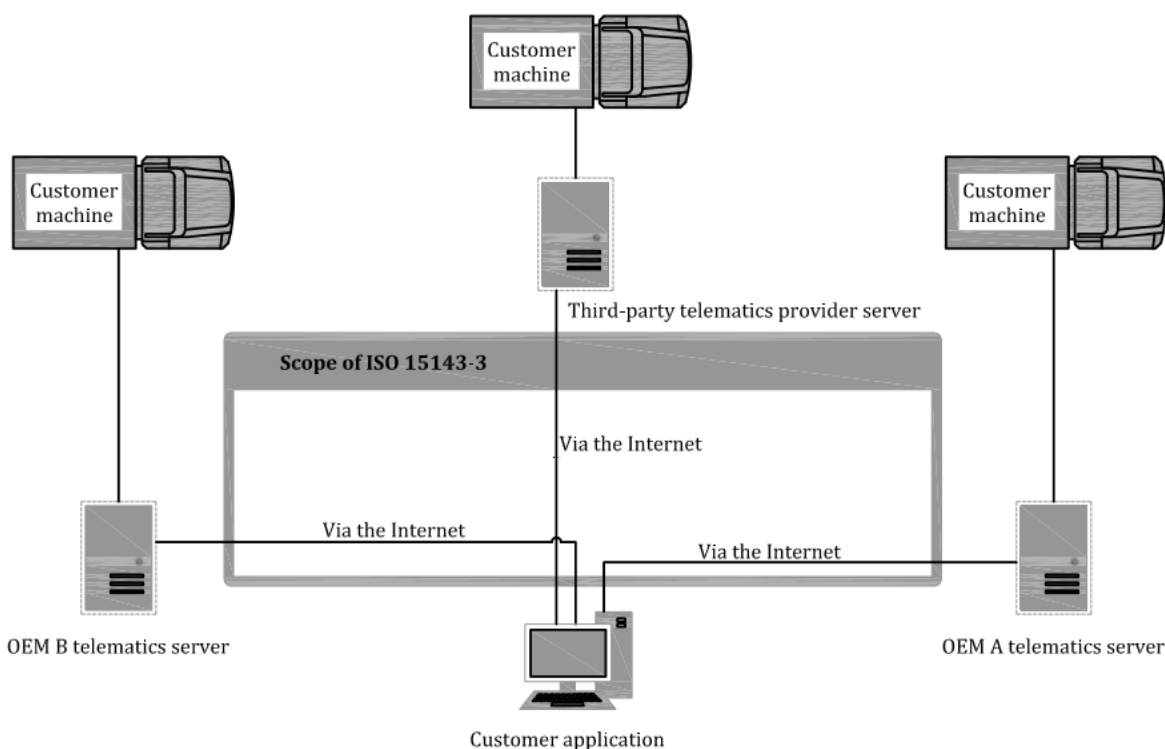


図 2-4 ISO15143 Part3 の範囲

この事例における協調領域は、第三者サービスである Infrakit などが情報を集約するためにひつような ISO15143 など挙げた標準化の取り組みや設計データを含めたデータフォーマットの標準化が挙げられる。一方で、Infrakit や LANDLOG など情報を集約、可視化するシステムは、製品を支える技術が民間の技術開発によって進められる内容でもあり、競争領域に位置づけられるもの

¹¹ ISO/TS15143-3 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery

¹² ISO/TS15143-4 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery

¹³ <http://www.komatsu-kenki.co.jp/service/product/komtrax/>

と考えられる。

2.2.2 建設業の現状と課題

情報共有を考えるうえで作成・取得したデータを他のデータと関連付けることが必要となる。これに必要なシステム・仕組みとしては、情報分類体系である。これはデータを格納するための番地付けを担うシステムである。例えば、土工事において、ブルドーザーを用いた敷き均しを考えた際に、重機の刃先位置を出来形情報として取得する場合、どの層の出来形かを把握する必要がある。この時、どの層かということ、あらかじめ関連付けるためにモデルに数値や文字列を用いて番地（コード）を付与することが必要となる。このシステムは、フィンランドでは Classification System として整備が進められている¹⁴（図 2-5）。

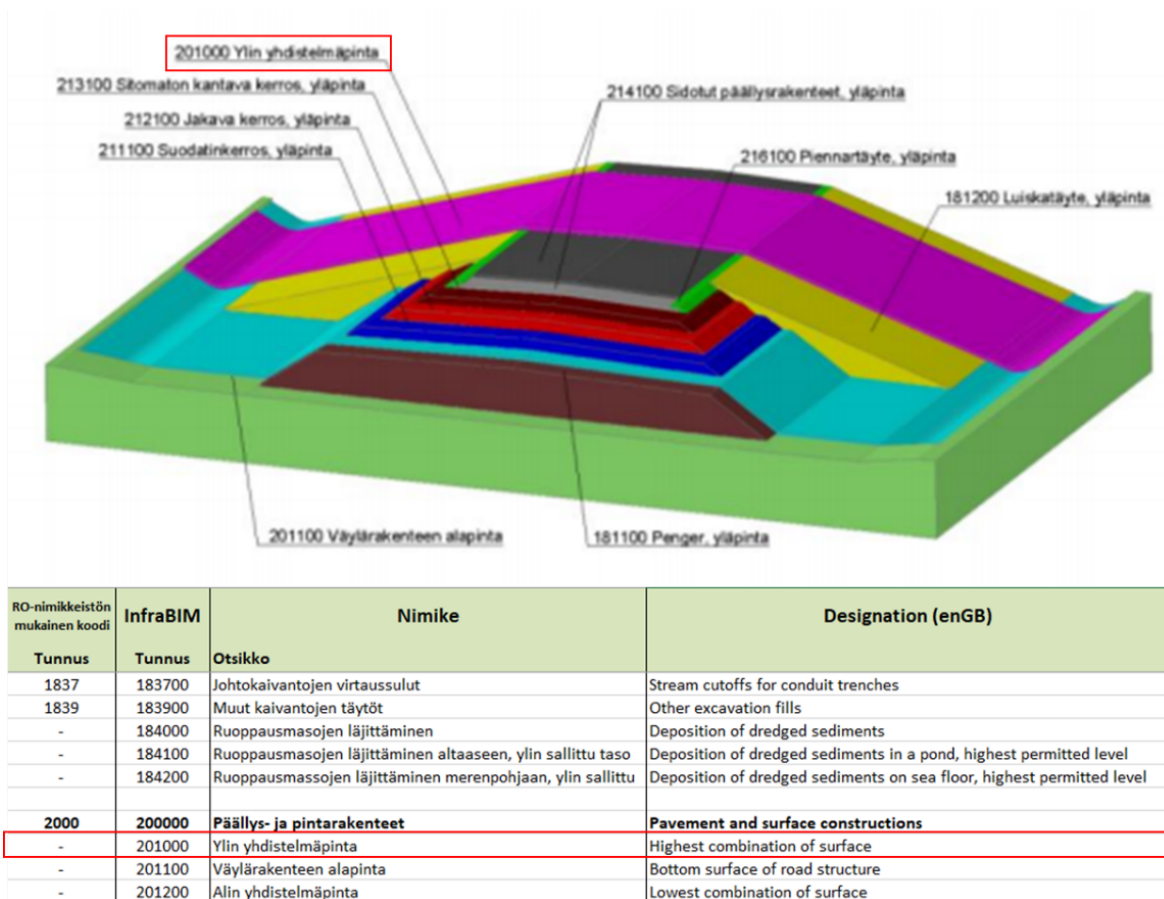


図 2-5 モデルの分類例¹⁵

さらに設計者が作成したモデルの各オブジェクトは、このシステムを用いて分類がなされている。また発注者はこの分類コードに基づき要求水準を整理することにより、例えば施工者の施工計画時

¹⁴ <https://buildingsmart.fi/en/classification/>

¹⁵ https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/08/YIV_main_document_ENG_DRAFT1.pdf

に発注者の要求水準を自動的に属性データとしてモデルに付与することが可能となる。日本国内で

	領域	海外事例や国際的な基準
データマネジメント手法	協調	ISO19650
CDE 関連のソフトウェア	競争	ProjectWise など
データ可視化システム	競争	Infrakit
取得データの標準化	協調	ISO15143 Part3
分類コード体系	協調	Classification System

はまだこういった整備は進んでおらず、モデルデータと他のデータを関連付ける際の共通化されたシステムは存在していないことが現状である。

2.2.3 提言

ここまでデータマネジメント手法、データの集約可視化にかかるシステム、データ取得時の標準化及び情報分類体系について事例を交えて紹介した（表 2-3）。

表 2-3 情報共有基盤の事例紹介のまとめのタイトル追記

このうち情報分類体系については国内では、まだ整備されていない。モデルデータと他の情報、例えば技術基準を関連付けるなど、様々な情報を結びつけるために必要な仕組みであるため、今後、協調領域において整備を進めるべき内容であると考えられる。

2.3. テーマ2:「AI」

本節では AI をテーマに取り上げる。他産業の先進的な AI を活用した取り組みを調査し、建設業の現状と課題について述べた上で建設業への適用方法の提案を行う。

2.3.1 機械学習と深層学習

DX アプローチにおいて、機械学習は定型データを扱い、需要予測、工作機械の予兆保全、リコメンデーション等で、すでに産業界のデータ予測に利用されている。また、機械学習は、教師あり学習、教師なし学習、強化学習に大別される。一方、近年、DX アプローチの中で、画像処理、音声認識、テキスト理解等の非定型データを扱う分野で深層学習が大きな成果を上げている。本節では、深層学習で、事前学習済みモデルとそれを利用した転移学習、説明力のある AI（図 2-6）について着目する。

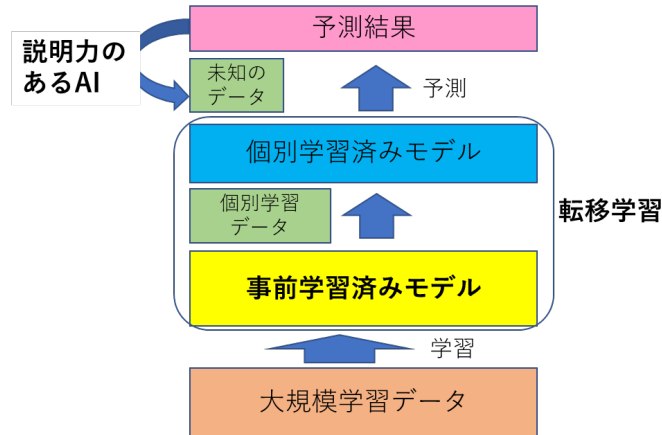


図 2-6 事前学習済みモデルと転移学習，説明力のある AI の仕組み

2.3.2 ICT 主要各国の AI 戦略

ICT 主要国の AI に関する国家戦略を各資料から簡単に概要をまとめた。概して，日本は他の ICT 主要国と比較し，AI の国家戦略の先進的な技術にまで踏み込んだ展開戦略が描けていないことがよく分かる。ゆえに本報告書で具体的な AI 戦略の提案を行う意義があると考えている。

表 2-4 ICT 主要各国の AI 戦略

国名	概要	事前学習済みモデル	説明力のある AI
日本	人材教育や研究機関への投資推進などの概要の話だけで，技術戦略は書かれていない ¹⁶	無し	無し
インド	弱い AI，強い AI に言及しつつ，将来的にどんな AI をどう目指すか技術的に言及されている ¹⁷	有り	有り
USA	人間の能力を効果的に補完および増強する AI システムや，共用データセットの促進，ベンチマーク評価制度の導入など，技術的にも具体的な戦略になっている ¹⁸	有り	有り
ノルウェー	次世代 AI として AI モデルの透明性（＝説明力ある AI）の重要性を説いている ¹⁹	有り	有り
デンマーク	日本と同程度の専門性のない内容 ²⁰	無し	無し
フィンランド	AI の国家戦略として，産学連携，技術者教育，研究体制	有り	有り

¹⁶ 内閣府, kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistratagy2019.pdf

¹⁷ AIRAWAT, https://niti.gov.in/sites/default/files/2020-01/AIRAWAT_Approach_Paper.pdf

¹⁸ NATIONAL SCIENCE & TECHNOLOGY COUNCIL, <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>

¹⁹ Norwegian government, <https://ethicsstandards.org/norway-launches-national-ai-strategy/>

²⁰ Danish government, https://eng.em.dk/media/13081/305755-gb-version_4k.pdf

	づくりについて詳細に計画が立てられている ²¹		
ドイツ	AI に関して、国内にハブとなる研究組織を設けて普及推進、フランスと共同研究基盤を作成して競争力の推進を目指す ²²	有り	有り

2.3.3 他産業における先進的な取り組み事例

(1) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）・産業技術総合研究所による事前学習済みモデルの作成²³

NEDO と産総研は動画認識や自然言語テキストを理解する基盤となる次の2つの学習済みモデルを発表した。(2019.12.10)

- BERT²⁴を利用したバイオ分野に転移学習した文章理解のための事前学習済みモデル
- Google DeepMind 社の Kinetics400 データセットから「走る」「飛ぶ」などの簡単な動画認識のための事前学習済みモデル

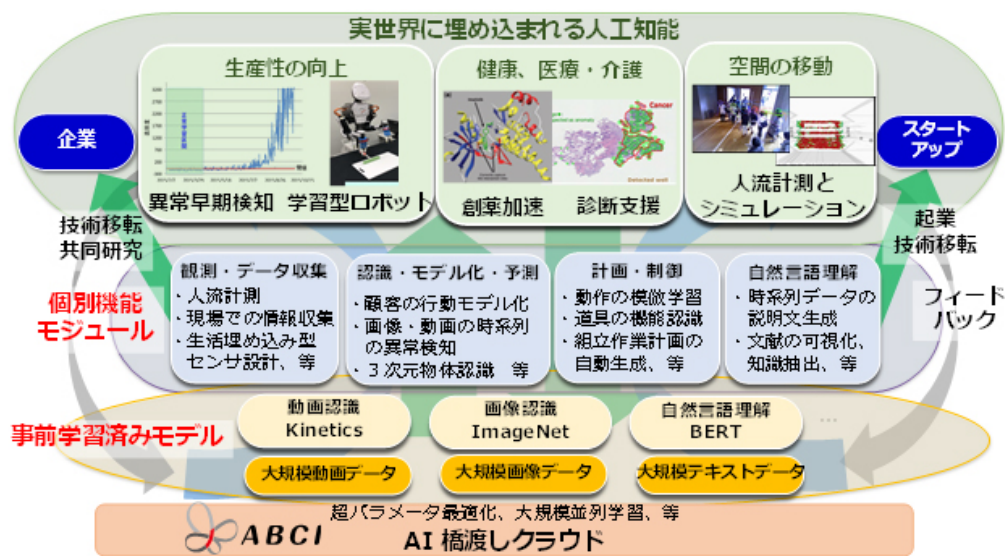


図 2-7 産総研「次世代人工知能中核技術の研究開発の概要」³

(2) 工場の安全管理に特化した事前学習済みモデルの作成

Microsoft が製造業への DX アプローチの一つとして安全管理に特化した事前学習済みモデルの開

²¹ Ministry of Economic Affairs and Employment, <https://tem.fi/en/publication?pubid=URN:ISBN:978-952-327-437-2>

²² German Federal Government, https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch/germany-ai-strategy-report_en

²³ https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20191210/pr20191210.html

²⁴ 2018 年 10 月 11 日に Google が発表した自然言語処理モデル

発を進めている²⁵。例えば、画像中で、指定した領域・時間に人が検知されれば「不法侵入」、移動する乗り物の近くに人が検知されれば「危険状態」、指定された通路に物が置かれていたら「障害物」、とする等のロジックである。これらの事前学習済みモデルについて、DXを進める製造業の生産現場がICT企業とともに導入検討がなされる。

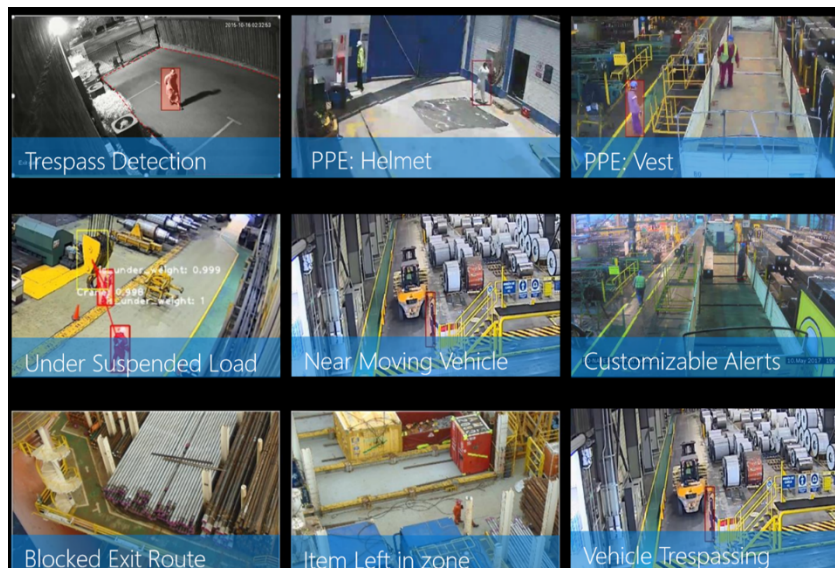


図 2-8 工場の安全管理に特化した事前学習済みモデルの事例

(3) 機械学習を活用した製造業の品質管理ロードマップ

機械学習を活用した、製造におけるデータ可視化から最適化までの品質管理のロードマップ²⁶が示され、DXアプローチが進められている。

■ データ可視化

品質管理の目的に応じて、製造工程で発生するデータを可視化して分析する。可視化対象は、機械の稼働率、製品の日次生産数、品質検査時の不良率等である。

■ 予測

データの可視化の結果から、製造工程で発生するデータをパラメータにして要求に応じてデータの予測を行う。大型機械の振動、音などのセンサーデータから機械の稼働率の予測を行う、各製造工程の条件データから品質検査時の不良率の予測を行う、等である。

■ 要因分析

予測の結果から、品質改善のための要因を分析する。機械の稼働率の予測結果から、稼働率を上げるためには、交換部品や製造条件の分析を行う。品質検査での不良率を下げるため不良発生の変因となる製造工程とその条件の分析を行う、等である。

■ 最適化・自律化

要因分析の結果に基づき、製造工程の最適化・自動化を行う。強化学習を活用し、品質検査時の不良発生の変因となる製造工程の自動特定と条件の自動調整を行い、製造プロセス全体の最適化を図る等である。

²⁵ Microsoft, 2020.3

²⁶ Microsoft, 2019

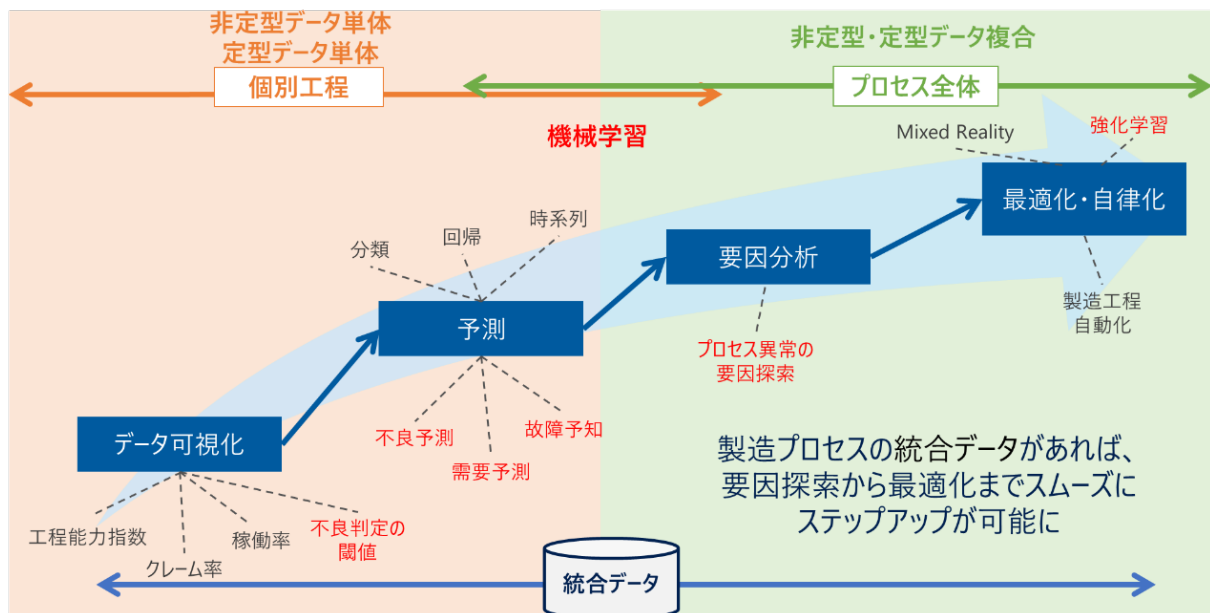


図 2-9 製造における品質管理のロードマップ

2.3.4 建設業における現状と課題

(1) 個別学習済みモデル

建設生産プロセスへの AI 適用ケースとして、建設企業や ICT 企業は、個別にコンクリートのひび割れ検知²⁷、舗装路面の異状検出²⁸等、主に維持管理への画像認識の学習済みモデルの作成を進めている。一方、国交省も「AI 開発支援プラットフォーム」は「点検作業」の効率化を目的とした画像認識の学習モデルを作成している。これらに共通しているのは、1. それぞれ決められた（多くは維持管理中心の）目的の用途に応じた個々の学習モデルの作成であること、2. ユーザーの要求に合わせた追加学習可能な仕様（転移学習）ではないこと、である（図 2-10）。これらにより、画像認識の目的が変わると学習モデルをその都度作成するため大量の学習データとコンピューティングリソースが必要になり、またユーザーの個別の要求には対応できない、という課題が残る。

²⁷ <https://global.canon/ja/technology/crack2019.html>

²⁸ https://jpn.nec.com/press/201701/20170131_01.html

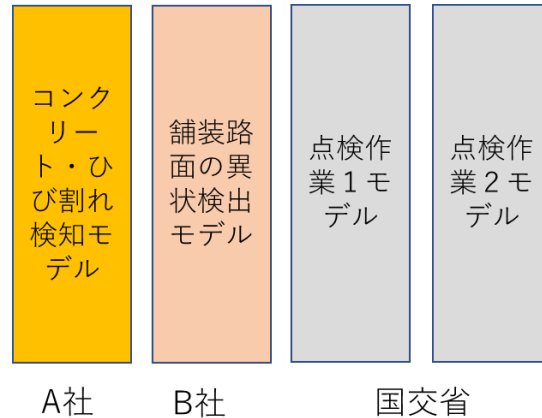


図 2-10 建設業における学習済みモデルの作成

(2) 文章理解の事前学習済みモデル

一連の建設生産プロセス間、またサプライチェーンのプレイヤー間の情報連携やそこから発生するノウハウは人による自然言語の利用に依存した暗黙知が多いと考えられる。例えば、施工におけるトラブル対応品質の安定のためにナレッジベースを作成しようとする場合、複数の関係者やデータリソースから情報を集め整理する必要があるが、このときトラブルとその対応情報は人による文章データとして記録されていることが多い。ここで、AIによる文章理解がなされれば、データ整理や原因・対策・結果のネットワークデータの可視化、データの分析と機械学習の活用（2.4.3 参照）、という品質向上のプロセス導入が容易になると予想される。このような、AIが建設業の言葉を理解するための自然言語処理についての事前学習済みモデルの作成（または利用）についての議論が不十分であると思われる。

2.3.5 提言

建設業における汎用的な事前学習済みモデルの構築

NEDO・産総研の事前学習済みモデルの構築（2.3.1）や工場の安全管理に特化した事前学習済みモデル（2.3.2）を参考にして、建設業における汎用的な事前学習済みモデルの作成とそれらを利用した転移学習システムを構築すべきである。（図 2-11）主には下記の2つの種類があると考えられる。

- 建設現場の安全性向上、作業員の熟練度を予測する作業分析等の建設現場で今後求められるロジックを内包した、画像認識の事前学習済みモデルの構築
- 施工マネジメントの教育訓練を指向した現場のトラブル対応のナレッジベースの構築、設計時に過去の類似事例等を検索する設計支援を行うリコメンドシステム構築等を目的とした、建設業の用語を追加学習した文章理解のための事前学習済みモデルの構築

このように建設業界に共通した汎用的な事前学習済みモデルと転移学習システムを作成すれば、建設業でDXを進める各企業が一から全て個別の学習モデルを作成する必要はなくなり、品質の安定、コスト削減に大きく寄与するはずである。これは、建設業界の協調領域として位置づけられる。また、その事前学習済みモデルを実際の現場に利用する際にユーザー企業の個別の要求に合わせて、少量の画像を追加で学習（転移学習）することでカスタマイズが可能になる。このレイヤーは競争

領域として位置づけられる。

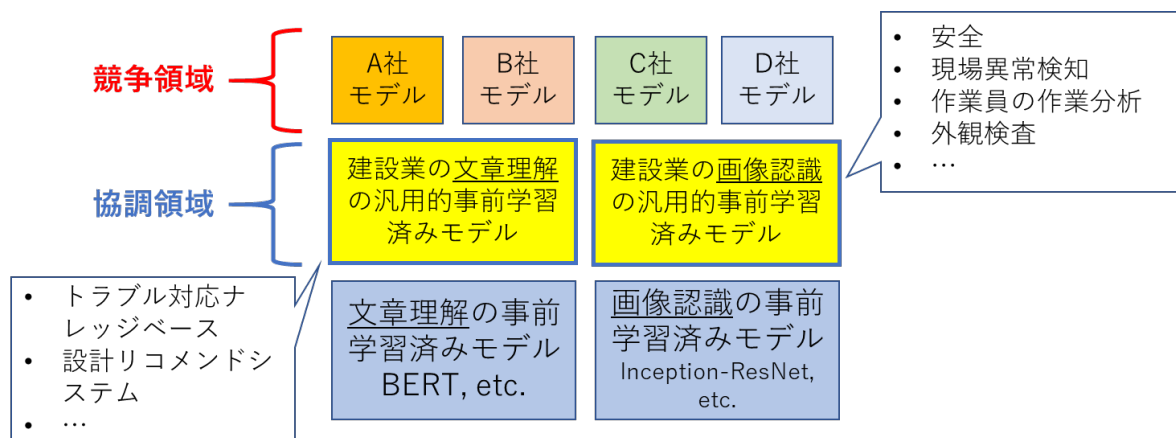


図 2-11 建設業の汎用的事前学習済みモデル

2.4. テーマ3:「衛星データ活用」

2.4.1 他産業・海外における先進的な取り組み

(1) 衛星データから取得できるデータ

大別するとレーダーを地表面に照射し、その反射波を観測することで情報を得る SAR画像と自然の放射光を観測する光学画像がある。

日本では、ALOSシリーズやTellusなどの衛星が打ち上げられており、12時間周期で観測データを取得している。(同一地点のデータは、2~1カ月程度の周期で取得)

分解能は打ち上げ高度や照射レーダーのマイクロ波長によって異なるが、光学画像では数 cm 程度の解像度を有している。

衛星データは、定期的に同一地点のデータを取得していることから、差分の取得に効果的であり、季節による変化や経年の累積変化などを把握することに優れている。

(2) 活用事例

JAXAによれば、衛星データで出来ることとして表 2-5 を挙げている。

この他にも赤外線データを活用した太陽光パネルの設置場所をサポートするサービスや、光学画像データや気象データ等を組み合わせて、水稻の育成状況を把握するサービスなど民間が開発したサービスのソースとして利用されている。オーストラリアでは、紫外線データから日焼け止めクリームを塗るタイミングを促し、皮膚がんの予防に繋げる取り組みを政府が行っている。

表 2-5 衛星データで出来ること²⁹

項目	細目
予測	火山噴火の兆候, 地滑りの兆候, 洪水予報
発見	漁場
差分の変化	災害 (浸水域, 土砂崩れ), 森林伐採, 土地利用の変化, インフラの老朽化
同時に数えられる	車の台数
高さ, 広さの測定	地図の作成, DEM, 水稲作付面積
移動のモニタリング	先物投資 (石油備蓄量), 店舗業績予測
環境の評価	大気 (温室効果ガス, 大気汚染, PM2.5, 黄砂) 海洋 (海面温度, クロロフィル, 海氷面積) 陸域 (地表面温度, 植生, NDVI, 土壌水分量)

2.4.2 建設業界における取組

(1) 災害での活用

土木分野では、災害時の被災状況を把握する際に衛星データが活用されている。平成 30 年 3 月には国交省と JAXA の共同にて「災害時の人工衛星活用ガイドブック」(水害版・衛星基礎編)、(水害版・浸水編)、(土砂災害版)を作成し、2つの災害に対応できるようになっている。

災害時は、被災状況をいち早く把握し、人命救助や復旧活動への準備を行う必要があるが、悪天候が続けば二次被害の恐れがある上に、防災ヘリの発動が難しい。被災地に立ち入らなくても情報収集が可能な衛星データは非常に有効となる。

代表的な活用実績を表 2-6 に示す。

表 2-6 災害時における衛星データの活用内容

災害年月	災害名	衛星データの活用内容
平成 23 年 9 月	台風 12 号 (紀伊半島豪雨)	紀伊半島で発生した河道閉塞の判読
平成 28 年 4 月	熊本地震	地殻変動の観測
平成 30 年 3 月	新燃岳の噴火	火口溶岩ドーム内の状況把握 地殻変動の面的把握
平成 30 年 7 月	平成 30 年 7 月豪雨 (西日本豪雨)	浸水被害の概要把握

²⁹ JAXA の地球観測衛星によるデータ利用

(2) 広域的な地質リスクの抽出への活用

日本では、断層、リニアメントや地滑り地帯などに関する地質リスクが地形判読等によって調査され、出版物や論文などでオープンデータ化している。日本国内で道路等のインフラ整備を行う際は、これらオープンデータが有効活用されている。

一方、発展途上国では、地質リスクに関するデータは元より、調査さえも行われていないことがほとんどである。また、現地の踏査は治安リスクから必ずしも十分に行われているわけではない。そのような中で、発展途上国の道路計画において、衛星データで取得した地形図を元に地形判読を行い、地質リスクを勘案したルート選定を行った事例がある。複数の検討ルートに対し、リニアメントとの横断、地滑り地形下部の切土やトンネル坑口の回避などの視点から評価を行い、後続段階における地質リスク低減を図ったものである。

海外の道路計画では、地形図に衛星データを使うことが多く、その延長線上で行った広域的な地質リスクの抽出であり、衛星データの付加価値として基礎的な取り組みと言える。

2.4.3 衛星データ活用の課題

SAR 画像は、そのデータ取得方法の特徴からレーダーシャドウやレイオーバーといった根本的なデータ精度に限界がある。複数の衛星データを重ね合わせることで解決の道筋は立てられるが、これは競争領域での対応になると見込まれる。

また、現状における分解能は数 10cm 程度であり、精緻な情報の把握には向いていない。

光学画像は、昼間のみ観測が可能で、雲による遮断が起こりうる。なお、日本が保有する衛星で光学画像を取得することは出来ない。

以上のようなデータそのものの特性（課題）を有するが、これに加え、衛星データの有効活用が建設事業において着目されていない点も大きな課題と考える。JAXA が収集した衛星観測データ「G-portal」や経済産業省が主導する Tellus のデータなどが一般提供されているが、建設事業での利用は少ないのが実情と目される。

インフラ整備は、道路や河川を“線”で整備し、事業の下流段階では橋梁や堤防のような“点”のマネジメントに移行していく。そのため、衛星データのような広域で面的な情報の価値が十分に認識されていなかったものと思われる。しかしながら、道路整備の効果やコンパクトシティなどは面的に捉えてきたし、災害の被災・避難・復旧・復興は面的にマネジメントしてきた。データの精度向上とともに、建設事業においても利活用の幅が広がってきている段階にあると言える。

2.4.4 提言

衛星データには一定の精度限界はあるものの、地球上のあらゆるところを通り、定期的に広域のデータが取得できるというメリットがあり、この特長を活かしたデータ活用を推奨したい。維持管理では、過去と現在における 2 時刻の差分や位相差を点検することで兆候を察知し、健全性を評価しており、衛星データの特長と親和性がある。データの精度を鑑みると、例えば落石防護柵の落石・土砂溜まりポケットの堆積状況や、砂防堰堤における堆砂・流木状況のモニタリングに有効活用できると考えられる。また、分解能が高くなっていけば、舗装のポットホールを発見することも可能になると考えられる。地滑りなどの兆候は、亀裂や段差の変化を把握することで発見が可能に

なる場合がある。地域住民でしか気が付くことのできない現地の変化を衛星データで分析できれば、災害の予防や省人化などの面で有効であると推察する。

事例で紹介したような海外プロジェクトでは、地勢リスクを排除・軽減できる点からも衛星データの活用は効果的と思われる。

衛星データは有償のものが多く、概ね協調領域内にあるデータとして良さそうである。今後は、このデータを活かした一層のサービス展開が求められていく。

土木事業における衛星データの位置づけを先に述べたが、これは土木事業にAI技術が導入されてきた際と環境が類似しているように思われる。

この経験を基に、衛星データの実用化・利活用の促進に向けた提言を次のようにまとめる。

① 建設事業*における課題（ニーズ）の発信

※維持管理や防災などを含む広義的な建設事業

② 人材育成

③ 事例の蓄積、体系化

(1) 建設事業における課題（ニーズ）の発信

衛星データを活用する際のデータとしての課題は先に述べた通りである。これに対する技術革新が衛星データの幅広い利活用に繋がっていくことは間違いないが、建設事業における事業プロセス、プロセスに内包されている各種課題が衛星データを加工・分析する技術者やこれらのソフトを開発する技術者と共有されることが非常に重要と考える。これらの課題（ニーズ）が建設業界から発信され、衛星技術を研究するあるいは保有する企業・団体の技術革新の方向性を示唆する内容に繋がっていく必要がある。i-constructionで行われているマッチングイベントが参考に出来ると考える。

(2) 人材育成

①で示した課題を発信するためには、ある程度の衛星やリモートセンシングに関する知識が必要になると思われる。

そのため、衛星そのものの知識、リモートセンシング、通信などの知識を備えた、土木と衛星関連技術の二刀流の人材を育成する必要がある。技術士（建設部門）の平均合格年齢からも分かる通り、建設技術の習得には一定の期間と経験が必要である。土木技術者としての自立と衛星関連技術の習得を両立することの難しさは容易に想像できるし、加えて、いわゆる建設系の土木技術者の多くは、前述した衛星に関連する基礎的学問を大学などで専門的に学んでいない。そのため、衛星関連技術を分かりやすく体系的に整理・公開していくことも重要であると考えられる。

(3) 事例の蓄積、体系化

AIの利活用時においても新たな技術開発をヒントに横展開やエポックメイキングが行われてきた。国交省やJAXAが衛星データの活用事例を整理・公表しているが、より幅広く、且つ、継続的に事例を蓄積し、体系化することが求められる。事例の公開には、競争領域に該当する内容の公開が障壁になることが予想されるが、この事例の蓄積が協調領域として整備されていくことで、上述した①②がより活性化していくものと推察する。

2.5. テーマ4:「VR/AR/MR」

2.5.1 VR/AR/MR の概要³⁰

(1) VR (Virtual Reality)

「仮想現実」と訳され、ディスプレイに映し出された「仮想世界」に、自分が実際にいるような体験ができる技術である。

(2) AR (Augmented Reality)

「拡張現実」と訳され、VR が「別の仮想空間」を作り出すのに対して、AR は現実世界に CG などで作るデジタル情報を加えるものである。

つまり、現実世界に仮想現実を反映（拡張）させる技術であり、あくまで「現実世界が主体」である。

(3) MR (Mixed Reality)

「複合現実」と訳され、仮想世界を現実世界に重ね合わせて体験できる技術である。

主体は仮想世界（デジタル空間）であり、現実世界の情報を、カメラなどを通して仮想世界に反映させることができる。仮想世界に現実世界の情報を固定できるため、同じ MR 空間にいる複数の人間が、同時にその情報を得たり、同じ体験をしたりすることができる。

2.5.2 他産業・海外における活用事例

他産業・海外における活用事例としては、図 2-12 の赤枠に示すように、体験/訓練やナビゲーション等の用途での活用事例が多く存在する。

これらにおいては、高度な双方向性が実現されている例は少なく、用意されたコンテンツを視聴するだけのものや、用意されたシナリオ等に沿って案内が出るというものが多い。

³⁰ https://www.elecom.co.jp/pickup/column/vr_column/00003/

		分野							
		スポーツ	教育	医療/介護	建築/不動産	防災/復災	製造/保守	小売/流通 (e-コマース含む)	観光
用途	分野横断的な用途	遠隔作業					■		
		ナビゲーション				■	■	■	■
		体験/訓練	■	■	■	■	■	■	
		アミューズメント	■	■	■				
	特定分野の用途	設計/デザイン				■		■	
		広告/マーケティング				■			■

【凡例】
■ 既に実用化された事例が存在する分野×用途

図 2-12 活用事例の分野・用途³¹

なお、各分野における活用事例の具体的な内容について、以下に示す。

(1) スポーツ

- スポーツ観戦において、VR/MR を用いることによる新たな観戦体験の提供
- スポーツをする人を対象とした、実践を模擬した新たな練習形態の提供

(2) 教育

- 教科書の写真を 3 次元化し、学習効果を高める
- 化学現象や歴史上の出来事を疑似的に体験することによって学習効果を高める

(3) 医療/介護

- 要介護者のレクリエーションや患者の不安・苦痛を和らげる
- 体験することが難しい手術の訓練や手術前のシミュレーション

(4) 建築/不動産

- 不動産の内見やリフォーム後のイメージを確認する

(5) 防災/復災

- 実際に体験することが困難な災害を、VR を用いて体験し理解を深める
- 災害時、安全な避難場所へ AR で案内する
- 立ち入ることが難しい場所での復旧作業を、VR を用いて行う

(6) 製造/保守

³¹ VR/AR を活用するサービス・コンテンツの活性化に関する調査研究 報告書 株式会社三菱総合研究所

- 保守作業の流れを疑似体験することにより効果的に訓練する
- 作業の際に作業手順を表示し、作業効率を上げる
- 仮想的な完成品を見ながらレビューし、手戻りを減らす

(7) 小売/流通

- VRを用いて実際の状況を模擬し、接客等の訓練を行う
- 倉庫内での荷物の位置や作業手順をARでナビし、支援する
- ARによる試着や、実際に製品を購入したイメージを見ることで購入意欲を促す

(8) 観光

- ARにより観光地における道案内や翻訳
- 観光地をリアルに視聴したり、時期的に見ることが出来ない映像を視聴したりすることで、観光地への関心を高める



a)医療/介護³²

b)防災/復災³³



c)製造/保守³⁴

図 2-13 他産業における活用事例

2.5.3 建設業の現状と課題

建設業における VR/AR/MR の活用内容は、現時点では以下のような内容であり、他産業と同様に、用意されたコンテンツを視聴するだけのものや、実際の構造物の精度に大きく影響しないもの

³² <https://jollygood.co.jp/news/814>

³³ <https://www.city.kobe.lg.jp/>

³⁴ <https://blogs.windows.com/japan/2018/11/05/mixed-reality-japanese-customer-showcases/>

への活用に留まっている。

- ① 建設現場の作業員のトレーニング（研修・安全衛生教育）
- ② 施工シミュレーション
- ③ 計画・設計段階における景観検討や合意形成
- ④ 記録（施工，点検）のマーカ表示

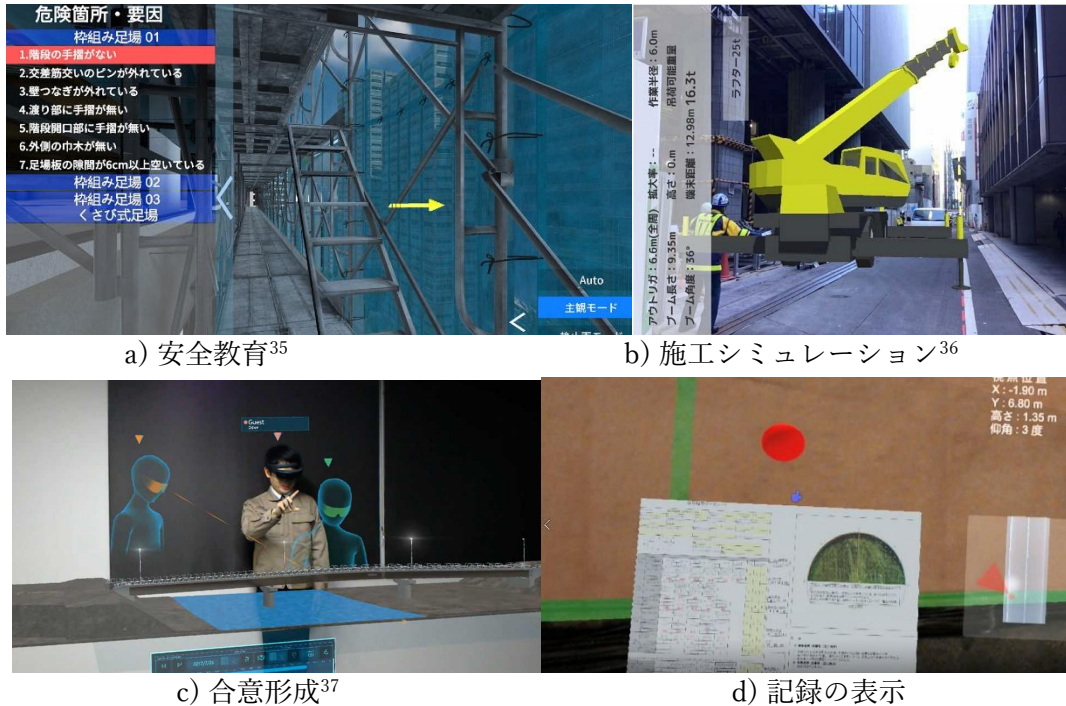


図 2-14 建設業の現状

この要因としては、建設業においては現場の状況に合わせたオーダーメイドの計画となることから、VR/AR/MRに用いる3次元モデルの作成及び修正に多大な労力がかかることや、現地と3次元モデルを整合させる際の精度が低いことが考えられる。

一方で、設計CAD図面や3Dモデルデータなどをデータ変換し、MRデバイスを通してホログラム映像として1分の1スケールで実空間に投影するものも開発されている³⁸。これは、測量分野で広く使われているトプコン社製トータルステーション「LN-100」と連携し、「移動距離30メートルにおいて誤差±5mmの精度を安定して提供する」ことが確認されているが、建設業では、その対象が広範囲に渡るため、精度を常に確保するためには非常に手間がかかる。

また、実際の現場においては、道路や河川、地下埋設物や建造物など管理者が多岐に渡り、その情報がそれぞれで管理されており一元化されていないため、必要な情報を得るための時間と労力が多大であることも課題として挙げられる。

³⁵ <http://tsumikiseisaku.com/safetyvr/c003.html>

³⁶ <https://ieiri-lab.jp/it/>

³⁷ <https://boxil.jp/beyond/a4674/>

³⁸ <https://www.informatix.co.jp/gyroeyeholo/>

2.5.4 提言

VR/AR/MR は、建設業では、教育や体験（シミュレーション）、コミュニケーションの円滑化の他、建設生産現場において 3 次元モデルを重ね合わせることが出来るという点においてメリットがあると考えられる。例えば、地下埋設物等の不可視部を確認することが可能となれば、設計フェーズにおける計画時及び施工時における調査を簡略化することが出来る。また、施工時には、3 次元モデルとの重ね合わせることによる位置合わせや遠隔で検査が出来れば、熟練の職人や技術者は現地に赴く必要がなくなり、人手不足の解消に繋がる。さらに、工事完成時に 3 次元点群データを計測し、既往点検結果を 3 次元モデルに反映することで、点検時や災害時において、完成時や既往点検時と現況との差分を現地において即座に確認することが出来る。

上述のような活用方法が考えられるにも関わらず活用が進んでいない要因は、AR や MR に用いる 3 次元モデルと現地を連携する際の精度確保の困難さにあると思われる、3 次元モデルの作成及び更新・修正の容易さの向上等と合わせて技術開発が必要であり、これらは競争領域に分類される。

一方で、i-Construction の取り組みで得られる設計時の BIM/CIM データや工事完成時の点群データ、さらに、例えば施工中においても地下埋設物などの点群データを計測するようにし、それらを国土交通データプラットフォームに登録することで、各管理者で保有しているデータの共有が進むと思われる。また、それらを活用したデジタルツイン化や、建設生産現場での VR/AR/MR 活用を可能とする制度の整備（例：工事における検査手法、維持管理・点検結果の残し方等）を協調領域において進めるべきと考える。

2.6. テーマ5:「シェアリングエコノミー」

2.6.1 シェアリングエコノミーの現状

(1) シェアリングエコノミー

AI・IoT に代表される ICT の進展によって商品の利用状況を把握し続けることが可能になり、同時に商品を売らずに商品の利用権のみを一定期間提供することも可能になった。また、ICT プラットフォームによる需要と供給の「見える化」が進むことによって、商品・サービスを保有する個人と利用したい個人をマッチングすることが可能になり、個人も供給者として市場に参加することが容易になってきた。加えて、音楽や動画等におけるサブスクリプション型サービスへの移行に象徴されるように、商品・サービスの「所有」から「利用」へと個人の意識が変化しており、コンテンツだけではなく形あるモノについてもシェアリングが受け入れられるようになってきており、「シェアリングエコノミー（共有経済）」と呼ばれる新たな経済活動が拡大している。

「シェアリングエコノミー」は、世界的にコンセンサスを得た定義はないが、内閣官房シェアリングエコノミー促進室においては、「個人等が保有する活用可能な資産等（スキルや時間等の無形のものを含む。）を、インターネット上のマッチングプラットフォームを介して他の個人等も利用可能とする経済活性化活動」と説明している。「シェアリングエコノミー」は、ICT がもたらした新たな経済の形の代表とも言及でき、自動車配車サービスの「Uber」や宿泊施設貸し出しの「Airbnb」が有名であるが、我が国の一般社団法人シェアリングエコノミー協会においては、シェアの対象となるものに着目し、以下の 5 分類にサービスを分類している。

表 2-7 シェアリングエコノミーの 5 類型³⁹

共有対象	概要	サービス例
空間	空き家や別荘，駐車場の空間をシェアする．	Airbnb, SPACEMARKET, akippa
モノ	不用品や今は使っていないものをシェアする．	Mercari, ジモティー, air Closet
スキル	空いている時間やタスクをシェアし，解決できるスキルを持つ人が解決する．	家事代行, 育児, 知識, 料理, 介護, 教育, 観光
移動	自家用車の相乗りや貸自転車サービス等，移動手段をシェアする．	UBER, notteco, Anyca, Lyft, 滴滴出行
お金	サービス参加者が他の人々や組織，あるプロジェクトに金銭を貸し出す．	Makuake, READY FOR, STEERS, Crowd Realty

(2) シェアリングエコノミー市場の動向

シェアリングエコノミーは複数の経路から経済に効果を与え国内シェアリングエコノミーの市場規模も拡大傾向にあり，次々に新しいサービスが誕生し，普及が進んでいる．特に，交通分野において，様々な事例が導入されるようになってきており，Mobility as a Service (MaaS) という概念とともに，広まりを見せている．日本の自動車産業においても，例えば，トヨタ自動車は 2016 年に，既存のトヨタスマートセンター，トヨタビッグデータセンター，金融・決済センターの上位に，モビリティサービスに必要とされる様々な機能を備えた，モビリティサービス・プラットフォーム (MSPF) の構築を推進することを発表するなど，交通分野におけるシェアリングエコノミーに積極的に関与しようとしている．

2018 年度の国内シェアリングエコノミーサービス市場規模（事業者売上高ベース）は，前年度比 132.2% の 1,012 億 8,700 万円であり，国内シェアリングエコノミーサービス市場規模（事業者売上高ベース）の 2017 年度から 2023 年度の年平均成長率（CAGR）は 14.1% で推移し，2023 年度に 1,691 億 4,000 万円に達すると予測されている．

³⁹ 経産省，「ICT によるイノベーションと新たなエコノミー意識に関する調査研究」，2018 年



矢野経済研究所調べ

注1. サービス提供事業者売上高ベース

注2. 2019年度見込値、2020年度予測値（2019年10月現在）

注3. 本調査におけるシェアリングエコノミー（共有経済）サービスとは、不特定多数の人々がインターネットを介して乗り物・スペース・モノ・ヒト・カネなどを共有できる場を提供するサービスをさす。なお、音楽・映像のような著作物は対象外とする。

図 2-15 シェアリングエコノミー市場予測⁴⁰

カーシェアリング分野においては、カーシェアリング事業者が駐車場事業者と提携するなど、ステーション数を拡大させていることから、サービスの利便性が増し、会員数も、益々増加するものとみられ、今後も拡大していくことが予測される。空間のシェアリングの代表とも言える民泊サービスにおいては、2018年6月から「住宅宿泊事業法（民泊新法）」が施行され、民泊仲介サイト事業者が無届け施設の削除を進めたことから、市場は一時的に縮小したが、その後の登録物件数は回復するとともに、民泊サービスの利用の多い訪日外国人客は長期的には増加傾向とみられる。ファッションシェアリングをはじめとするモノのシェアリング分野も、既存のファッションシェアリングサービスが順調に会員数を増やしているほか、ヒトのシェアリングサービスであるクラウドソーシングでは、各産業界における人材不足を背景に、業務内容により必要な人材をクラウドソーシングで補おうとする動きがある。スキルシェアでは、大手企業を中心に副業を認める企業が増えていることから、自身のスキル（知見や技術等）を提供するビジネスパーソンが増えてきている。

⁴⁰ 矢野経済研究所, https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/2348, 2020

(3) 我が国のシェアリングビジネス参入企業

我が国においては、会議室、映画館や古民家等の空間シェアを行うスペースマーケット、カーシェアを行うタイムズ 24、印刷工場の遊休時間のシェアを行うラクスル等、シェアリングビジネスの創業が増加している。また、大手の通信事業者であるNTTドコモが自転車シェアやカーシェア事業を開始する等、異業種からの参入も相次いでいる。更に、中国のライドシェア最大手である滴滴出行（ディディチューション）が日本のタクシー大手の第一交通産業と提携し、タクシー配車サービスへの参入する等、海外系のシェアリング事業者の日本参入も増加している（表 2-8）。

表 2-8 我が国のシェアリングビジネスへの参入企業⁴¹

シェアリング企業		異業種参入		海外企業参入	
民泊	百選錬磨	民泊・駐車場	楽天	民泊	[米国]Airbnb
空間	スペースマーケット	駐車場	リクルート	民泊	[中国]途家科 ×[日本]楽天
駐車場	akippa	自転車・カーシェア	NTTドコモ	民泊	[米国]Expedia ×[日本]楽天
カーシェア	タイムズ 24	自転車	ソフトバンク	民泊	[和蘭] Booking.com ×[日本]楽天
洋服	エアークローゼット	高級車	DeNA	自動車	[中国]摩拜単車 ×[日本]札幌地元企業
ブランドバッグ	ラクサス・テクノロジーズ	工場・倉庫	三菱商事	自動車	[中国] ofo ×[日本]ソフトバンク
印刷工場・運送	ラスクル	建設機械	豊田通商	タクシー配車・ライドシェア	[米国]Uber
倉庫	SOUCO	開運	三井物産×ウェザーニューズ	タクシー配車・ライドシェア	[中国]滴滴出行 ×[日本]第一交通産業
フリマ・自転車	メルカリ	オフィス	JINS	オフィス	[米国] WeWork

2.6.2 建設業におけるシェアリングエコノミーの現状と課題

(1) 現状

① クラウドソーシング

労働人口の現状は、我が国全体で無視できない問題となっており、建設業における人手不足も深

⁴¹ みずほ銀行、シェアリングエコノミーが与える影響、2019年

刻な状態ある。東日本大震災からの復興事業およびアベノミクスによる公共事業の増加、2020 東京五輪という特需によって、不況に見舞われていた建設業が活気を取り戻す一方で、工事現場における職人および職人をマネジメントする技術者双方が足りていない。工事の元請け業者は、紹介、電話、FAX といった非効率な方法での施工体制の確立に苦難している。

こうした背景から、年間 50 兆円の投資がある建設工事を今後も支えるためには、「i-Construction」による生産性の向上と並行して、建設労働人材不足を解消する仕組みが急務となっており、近年、様々な建設人材マッチングサービス、建設工事マッチングサービス等のクラウドソーシングが増加している。

■ 職人をシェアすることができるアプリ「助太刀」

株式会社助太刀は、「建設業界を魅力ある職場に」というミッションを掲げ、職人同士をつなぐマッチングサービス、資金繰りを支援する Payment サービス、働く環境を支援する保険サービス等をサービス提供プラットフォームとなる「助太刀」アプリで運営している。

2017 年 12 月にサービスを開始し、職人は簡単な情報を入力するだけで自身に合った仕事がアプリを介して自動で届く。これまでのつながりにはなかった仕事をすることも可能となり、「助太刀 Pay」という工事代金の即日受取サービスでは、その日の仕事が終わった時点で 24 時間 365 日申請ができ、即時に工事代金を全国 24,000 箇所のセブン銀行 ATM で受取が可能であり、銀行口座不要、キャッシュカード不要でアプリ上の簡単な操作だけで工事代金を受け取れる画期的なサービスを展開している。また、建設現場で仕事に怪我をした際、入院費用や手術費用を補償する傷害保険を VISA ブランドの付いたプリペイドカード「助太刀カード」に自動付帯するサービスもあり、実際にマッチングサイトを利用する上で職人が抱える不安を解消するためのサービスを展開している。



図 2-16 助太刀によるサービス概要⁴²

■ 建設業特化型工事マッチングサイト「CraftBank」

ユニオンテック株式会社のクラフトバンク (CraftBank) は、案件を建設会社に直接依頼でき、大規模な元請け業者と職人を BtoB でマッチングする建設業界特化型の工事マッチングサイトである。元請は日本全国・全工種 16,000 社以上の会員の中から建設会社を探して発注相談をすることができ、建設会社が、繁忙期・閑散期に左右されず、工事マッチングを通じて安定的に事業継続が可能となるプラットフォームを提供している。

なお、2019 年に千葉県を中心に発生した台風による被害を受け、人手不足が深刻だったブルーシートの張り替え作業の職人の募集に活用された。

⁴² 助太刀 HP, <https://suke-dachi.jp/>



図 2-17 【CraftBank (クラフトバンク)】アプリ使い方動画⁴³

② 建設機械のシェアリング

自動車などで拡大するシェアリングの流れは、建設機械業界にも押し寄せており、建設機械を効率的にコストをかけずに利用する「レンタル」需要が伸びている。

豊田通商株式会社は、2018年より建設機械のシェアリングサービス「Jukies (ジューキーズ)」において、取り扱う種々の建設機械でオペレーター付きシェアリングを開始している。従来の遊休資産の有効活用に加え、人材の有効活用にも着目し、建設機械を動かすことができるオペレーターも併せてシェアリングことにより、オペレーターの就労機会拡大に寄与するサービスを運営している。建機メーカー各社もレンタル専業事業者とは別に、自社でもレンタル事業に力を注ぎ、レンタルで数年稼働させた建機を中古建機として提供するビジネスモデルを構築し始めている。レンタル建機については、建設現場における ICT 関連機能を使うためのアンテナやそれに対応する測量機器や建機など、関連ツールをセットで提供しており、利用する側のメリットとして、建機メーカーによるメンテナンスが含まれた建機を安価に利用できることや最新の建機や ICT 関連ツールを安価に試せることなどから、利用が増加している。また、株式会社 Bridge (大阪市北区) は、個人の園芸や土地の整地に関して、スマホやパソコンからダンプを簡単に手配でき、残土の処分、不要な土の処理を実現するダンプトラックのマッチングサービス「DANPOO (ダンプー)」により、時間単位での契約や地図との連携による帰り便での仕事受注 (空車率低減、ダンプの効率利用) など、新たな価値を生み出すシェアリングプラットフォームを運営している。

(2) 建設業におけるシェアリングビジネスの課題

遊休資産の活用、個人の収入増加、地域の活性化などの期待を受け、今後もさらなる成長が見込まれているシェアリングエコノミーであるが、新しい経済の形だけに、解決すべき課題もある。

例えば、クラウドソーシングは、他産業と同様に普及しつつあるが、その反面、面識の無い不特定多数と成果報酬形式で取引するため、達成率の数値化の困難な依頼内容によっては発注者、業務

⁴³ <https://youtu.be/DVxC-LPx-F4> より抜粋

受託者間で認識の相違があり、係争に発展するリスクが生じる可能性もある。クラウドソーシング事業者は、発注や選定にあたってのガイドラインを整えて、フェアな取引を促すことが必須である。建設機械の工事を跨ぐ広域的なシェアリングは、現状の工事契約上は、工事期間中に導入した建設機械が遊休状態となる可能性が低く、特殊車両の道路交通および各工事での特殊建設機械受け入れ時の手続きも必要であるため、各工事における契約の問題の他、重機の稼働状況を把握する共通のITプラットフォームが存在しない。また、建設資材や仮設材の工事を跨ぐシェアリングについても、シェアリング事業者によって、どの仮設材がどの工事で現在利用されているか否かを把握できるトレーサビリティシステムが必要となる。

特に、土木系建材については、物流圏の小ささが特徴でもあり、全国どこからでも調達できることから希少性が低く、市場価格の半分は輸送費で占められることが多い。そのため、現場近隣の事業者が有利となり、小さな圏内に採掘、調達、物流事業者が数多く存在する。加えて、地域ごとに特異な商習慣が存在し、地域ごとに異なる取り扱い手順やネットワークが作り上げられ、この商習慣が非常に重要視される場合も少なくない。こうした背景から土木系建材の物流事業は、統合や大規模化が進んでおらず、業界に共通のITシステムが存在しない。

建設現場の手作業による膨大で煩雑な手配業務は、現場への直接輸送を年々増加させ、搬入スケジュール調整や便の手配などの物流業務が複雑化している。また、持ち戻りや種類ごとの運搬などにより、同一現場への多数回の配送が発生し、さらに、建材メーカーごとに集積し配送することにより、積載効率が悪化している中で、ITシステムに起因する問題は具体的に検討可能である。しかし、ITシステムが、利用者にとって利便性が向上する一方で、提供者にとっては、収益の減少を招くことも予想され、提供者にとって新しい価値が生まれる仕組みの創出が課題であると考えられる。

2.6.3 提言

建設業におけるシェアリングエコノミーは、工事の大小に限らず、職人等の人材不足が深刻化していることが起点となって、クラウドソーシング型ビジネスがけん引役となり、職人や専門スキル、工事のマッチングという新たな建設経済の形が生まれつつある。しかし、クラウドソーシング以外の共有対象である「空間」、「モノ」、「スキル」、「移動」および「お金」の全てを競争領域として、民間企業により、建設業に新たなこれらを共有対象とする経済の形を確立することは、契約形態、多重請負構造、商習慣上の課題も存在することから、現在の圏より広域的なマッチングが求められる場面での活用が望まれる。

近年、我が国は、災害協定企業不在の都道府縣市町村（29 都道府県、187 市町村）が多数存在しており、災害対応空白地域が広がるリスクは、増大傾向である。実際の被災地からの声として、二重三重の指示が複数から発せられたり、共有資材や重機等が一部に集中してしまい、被災地近隣においても余剰と不足が生じているという問題点も挙がっている。「空間」、「モノ」、「移動」および「お金」の観点でのシェアリングエコノミーは、こうした災害や有事において、資機材利用状況、余剰状況および建設機械等の稼働状況をITプラットフォームで把握し、災害に備えるという有効な手段となり得る可能性がある。

「空間」、「モノ」、「移動」および「お金」という観点でのシェアリングエコノミーの普及には、上述した有事に対しての備えとして、官民が一体となってITプラットフォーム構築を進めていくことも重要である。また、こうした取組みにより構築されたITプラットフォームがオープンに展開されれば、既存建設企業はもちろん、ベンチャー企業やなどの新規参入企業により、工事などの日常的なシェアリングエコノミーが拡大し、エコシステムが生まれることが期待できると考えられる。

2.7. テーマ6:「SNS 活用」

2.7.1 他産業における SNS の利用例

建設業以外の利用例として、以下の4つの例を紹介する。

(1) 観光情報の発信

観光地の写真を SNS にアップすることで、地域の特徴を紹介する。SNS をプラットフォームとすることで観光地紹介用の web ページの更新などの作業が効率化される。また、SNS は随時情報を更新することが可能なため、季節ごとの情報を提供するなど時勢にあった情報提供が可能となる。

(2) 天気予報



利用者が空の写真を提供することで、天気予報の精度を向上する。アプリの利用者が各地点での空の様子を投稿することで、天気予報よりも細かな地点で、天気の様子をリアルタイムで確認できる。また、投稿された天気の情報から今後の天候の変化を予想できる可能性もある。

ウェザーニュース HP : <https://weathernews.jp/>

(3) 飲食店の口コミ情報

利用者の評価（口コミ）を収集して、対象の店舗の評価を付ける。

利用者は、評価者のデータをもとに店の評価を判断する。



食べログ HP : <https://tabelog.com/>

(4) 交通情報・生活情報の発信

交通渋滞や電車の遅延情報をアプリや SNS の登録者向けに提供する。

2.7.2 建設業における SNS の利用例

建設業に関連する分野における SNS の活用として以下の3つの例を紹介する。

(1) 地域内の災害時の情報発信および情報収集

自治体の twitter アカウントによる SNS 投稿を通じて情報提供を実施する。

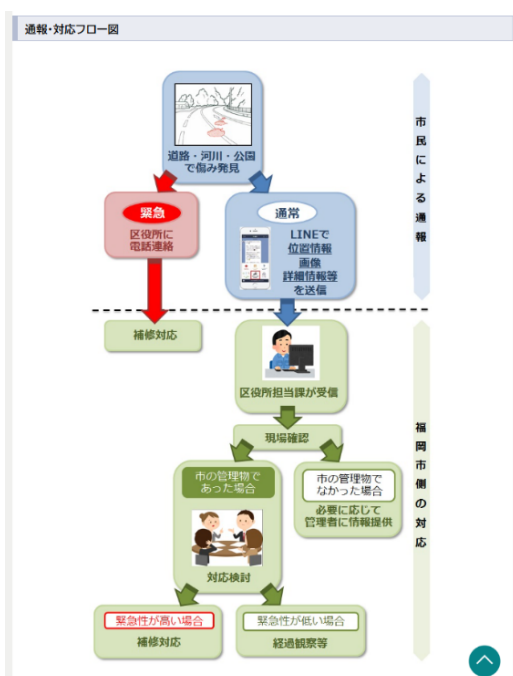
また、SNS 上の投稿を通じて、被災地の情報を収集する。

公式アカウントによる投稿は災害が発生した際の迅速な情報提供が主目的（ソフトウェアの防災）
携帯電話やスマートフォンの普及により、情報提供を迅速に行うことができる。

用語等が専門家と地域住民で認識違いがあるなど、十二分な活用ができていないと言われている。

SNS 上での情報収集は大量の情報がある中での取捨選択が必要となり、流言飛語の投稿等もあり、
信憑性を見極める必要がある。

(2) 管理施設物の痛みなどの情報収集



LINE アプリを利用して、地域住民の方から、公共施設の痛みや情報の発信してもらう。

その情報を担当者が確認して情報を蓄積する

→ 点検の手間の削減が可能、ただし、情報提供が即座に対象箇所の修繕につながるわけではない。

アプリを活用することで、情報提供者は撮影した写真をアプリ上にアップして場所などの簡単な情報を記載するだけであり、簡単に情報を行政に提供することができる。

福岡市 web サイト：

<https://www.city.fukuoka.lg.jp/doro-gesuido/dorouji/hp/line-tsuho.html>

(3) アプリによる入退場管理

建設現場の入退場をアプリにより管理を行う。アプリを通じて、現場入り口に設置したセンサー等により、建設業従事者の入退場の管理を実施する。アプリ上に出入りの情報がストックされるため、人工の管理等が効率化されることが期待される。

アプリの利用者（建設業従事者）については、出入りが管理されることとなるため、事前に利用者の承諾をとること、また利用者へのメリットを提供する必要がある。利用者へのメリットの提供とし、入退場時にセンサーに携帯電話端末をかざすと、利用者のアカウントあてにポイントが付与されるなどの取り組みも行われている。

2.7.3 建設業における SNS 利用の課題

建設業において SNS を活用する場合、以下の課題が考えられる。

(1) 情報の信頼性の担保

SNS を用いて広く情報をする場合、情報の提供元が専門知識や資格を有しない人物である可能性もあり、情報の正確さを証明することができない。

(2) 情報提供者への利益還元

情報を効果的に収集するために情報提供者に対する利益還元は有効であるが、施設管理物の痛みなどの情報を収集する現在の取組みでは、明確な情報提供者に対するインセンティブが定義されていない。

(3) SNS 上において公開できる情報の限界

行政側から情報を発信する場合、職務上の機密等により発信可能な情報に制限がある。また、発信する情報に関して、専門的な表現が多いと情報が広く拡散した際に理解が難しく情報伝達に齟齬が生じる可能性がある。

(4) 情報の蓄積の効率化

SNS 上の情報は、蓄積する情報と拡散させる情報を区別する必要がある。観光情報などは SNS 上に情報を蓄積し、利用者（観光地を検索する者）が情報を確認できれば良いが、防災情報などは情報を利用者（地域住民等の被災情報の伝達が必要な者）に対して、迅速に拡散する必要がある。SNS のプラットフォームによって情報の蓄積・拡散に適性が異なるため、利用する SNS に選択が必要となる。

2.7.4 提言

建設業界において従事者の高齢化・若手入職者の減少により、将来に担い手不足が課題となっている。担い手不足を解消するために、生産性の向上についての取組みが各所で行われている。一方で、世間に SNS が普及し様々な情報がやりとりされ、情報の拡散・収集が迅速に行われている。SNS の利用により、施設管理物の痛みなどの確認作業等の現地業務にかかる労力の一部を民間に担ってもらうことが可能となるなど、建設業においても情報収集の効率化・省人化による担い手不足の解消への一助になればと期待される。

SNS を有効に活用することで、一部業務の効率化につながる可能性がある。協調と競争の観点では、SNS に基盤を整理し、そこに情報を蓄積することは協調領域ととらえることができる。競争領域は蓄積されて情報の有効的な活用により利益を得ることとなる。たとえば、観光産業であれば、SNS に投稿した写真が良かったため、当該観光地の観光客が増加したなどである。

SNS を利用する際の課題として、情報の信頼性の確保がある。損傷情報の提供については、例えば、官主導による AI 判定システムを導入するなどし、提供された情報に基づいた診断の品質を担保するなどの対策が必要となる。

また、情報提供者へのインセンティブの付与がないと、利用者の減少や偏りにより蓄積される情報が不足することがどの情報提供者へのメリットを用意する必要がある。

情報提供や情報収集する際は、様々な SNS から、利用目的に適したプラットフォームを選択し活用する必要がある。食べログのように情報を集約し、利用者の意見を反映する仕組みを維持管理における補修の優先順位に取り入れることが新しい指標になると考えられる。

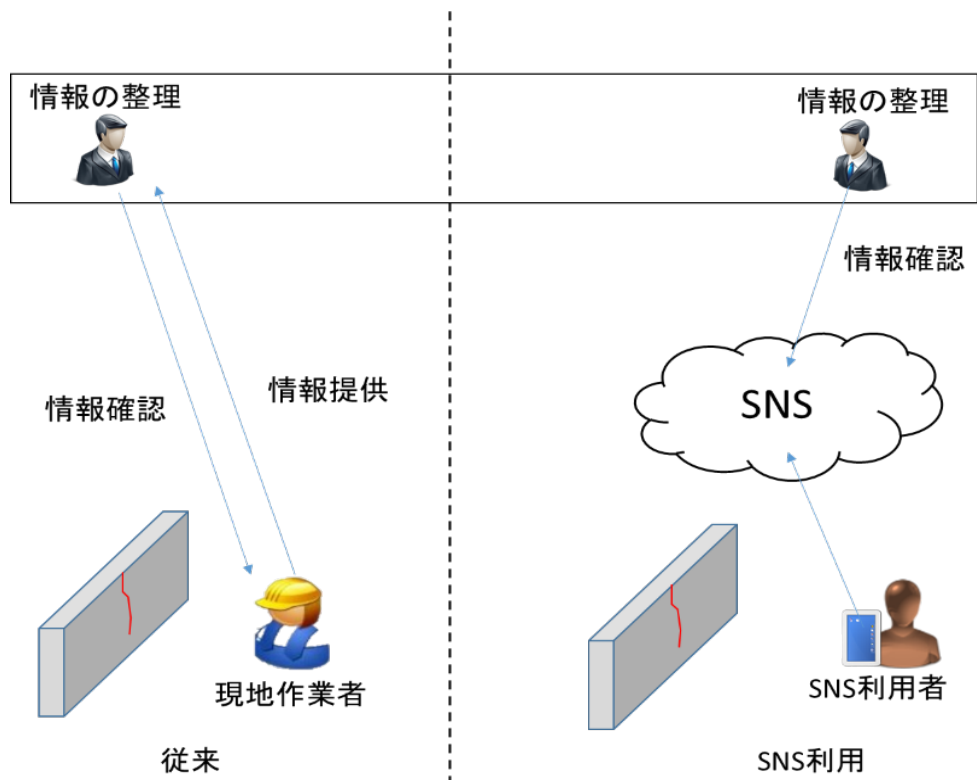


図 2-18 SNS 利用時のメリット

2.8. まとめ

本章では建設業における DX を促進するために、海外を含めた他産業の DX の事例を調査することで今後の i-Construction で議論すべき 6 つのテーマを抽出した。そして、それらのテーマについて建設業の特性を鑑みながら、i-Construction への適用検討を行い、協調領域と競争領域を意識した提言を行った。表 2-9 がそのまとめである。

表 2-9 各テーマの提言のまとめ

テーマ	提言	期待する効果
情報共有基盤	様々な情報を結びつけるために必要な情報分類体系の整備	作成・取得したデータを他のデータと関連付けが可能に
AI	建設業界に汎用的な事前学習モデル（画像認識、文章理解）の導入と転移学習システムの構築	品質の安定，コスト削減 個別要求に合わせたカスタマイズ
衛星データ活用	衛星データ利活用に向けた①建設事業の課題（ニーズ）の発信，②人材育成，③事例の蓄積	衛星データ特長の差分抽出・分析 海外プロジェクトにおける地質リスク抽出
AR/VR/MR	インフラ施設データの共有 デジタルツイン化 XR 活用に向けた制度整備	地下埋設物の可視化による調査の簡略化 遠隔検査による人手不足の解消 点検，災害時における差分確認
シェアリングエコノミー	「空間」，「モノ」，「移動」および「お金」の観点でのシェアリングエコノミーと，そのための官民が一体となって IT プラットフォーム構築	災害や有時の資機材利用状況，余剰状況および建設機械等の稼働状況を IT プラットフォームでの把握，日常的なシェアリングエコノミー拡大によるエコシステムの創出
SNS 活用	SNS 利用による情報収集の効率化，省人化	担い手不足の解消

3. インフラメンテナンスシステム [WG3]

3.1 活動目的の設定

「WG3」は、「中小規模工事／維持管理への導入」として構成され、各メンバーの持ち寄った活動内容案の議論を行った。

その結果、「維持管理」を主眼に、「中小規模」を「中小自治体」≒「地方公共団体」と考え、社会インフラの維持管理やメンテナンスを担う自治体が、i-Construction という新たな改革の成果を活用することが可能となるような取り組みの紹介や将来像の提言を行うこととした。これにより、WG名称も『インフラメンテナンスシステムWG』とした。

図3-1に、本WG全体の検討フローを示す。はじめに、インフラメンテナンスシステムにおける現状の課題を把握するため、既往報告等を調査し、地方自治体の公共事業を取り巻く現状の整理と課題の抽出を実施した。課題についてはWGの各メンバーの実務経験等も踏まえながら拡充・具体化を図った。複数抽出された課題に対し、具体的な解決策を検討する中で、「点検データの電子化」、「管理施設諸元の公表」、「管理施設の『重要度』の公表」の3項目の義務化の重要性が確認された。そこで、「3.3 自治体のインフラメンテナンスを救うi-Construction」では義務化が必要と考えられる3項目に対し、改めて現状や課題の整理を実施した。また、必要な対応策を検討し、対応策が実現した場合の産官学+民（市民）における価値を整理した。これらの価値や実現に向けたハードルなどを考慮し、3項目の義務化事項の実現に向けたロードマップを整理した。最後に、自治体の維持管理におけるi-Constructionの実現に向けたロードマップを整理した。

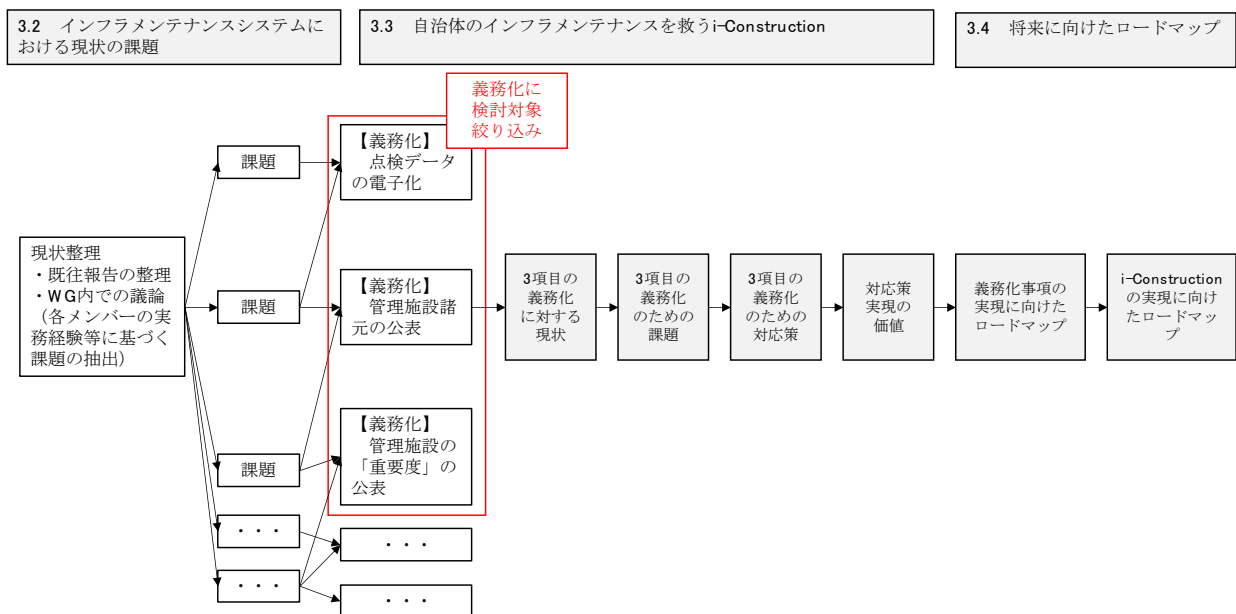


図3-1 検討フロー

3.2 インフラメンテナンスシステムにおける現状の課題

3.2.1 既往報告等の事例

維持管理を主眼とする上で、「現状の課題」を把握するため、既往報告や研究等の調査を実施した。調査は、「維持管理」、「AI」、「IoT」のキーワードにより Web 上の文献や報告書、企業の技術情報等を検索することにより実施した。収集した事例は全 35 事例となり、複数キーワードに跨るものも含めると、「維持管理」に関連するものが 14 事例、「AI」関連が 17 事例、「IoT」関連が 11 事例となった。これらの事例を、課題・状況、将来提案、調査結果等、技術情報により分類し整理した。表 3-1 に事例の一部を記載し、調査結果の詳細は、章末資料に示す。

表 3-1 既往報告等の事例

キーワード	分類	タイトル	出典元
維持管理	課題・状況	社会インフラの維持管理の動向	国土交通省
	調査結果等	社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会 社会資本メンテナンス戦略小委員会	国土交通省
IoT	将来提案	ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究	国土交通省
	課題・状況 将来提案 調査結果等	平成28年度IoT推進のための 新産業モデル創出基盤整備事業 (IoT技術を活用した社会インフラの効率的点検・ 管理手法等調査)	みずほ情報総研
AI	将来提案	AIを活用した建設生産システムの高度化に関する研究	国土交通省
	技術情報	人工知能を活用した道路補修業務の効率化の取組み	東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門
維持管理 IoT	技術情報	社会インフラ維持管理におけるIoT化の取組	株式会社NTTデータ
AI IoT	技術情報	首都高速会社／IoT・AI活用しインフラ管理を 高度化／外販でフィービジネスも	日刊建設工業新聞
AI IoT	将来提案	AI活用によるインフラ設備形成・維持管理最適化	三菱総合研究所

このうち、社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会における社会資本メンテナンス戦略小委員会の資料⁴⁴において、公共施設の老朽化におけるシステムの課題について、自治体へアンケート形式で調査している事例があり、以下の本稿の議論とも密接に関連するため、いくつか紹介をする。

自治体からの意見は、点検の実施上の課題として、「予算の不足」、「頻度や内容面での負担が大きい」、「定められた対象や内容について十分に点検ができていないか不安」、「劣化予測やLCC算定方法、優先順位の検討などの技術的知見の不足」や特に点検の措置判断にあたっては、「職員が自前で実施するものの、点検・診断の実施体制を十分に確保できていない上、今後も必要な体制の確保が困難」という意見があり、限られた予算、人員で、これまでと同じようなインフラ管理を実施していくことは非現実的であることが伺える。

⁴⁴ https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/sogo03_sg_000114.html

3.2.2 地方自治体の公共事業を取り巻く現状と課題

既往報告等の事例に紹介した地方自治体に着目して、現状と課題を改めて確認していく。

わが国では、オリンピック等を控え、首都圏を中心に建設需要が増加する一方で、人材不足が問題視されている。特に、地方自治体においては、技術系職員の不足や建設産業の従事者の担い手不足など人材の確保に苦慮している。一方で、東日本大震災や台風等による大雨災害などの度重なる災害、笹子トンネル崩落以降の点検基準の見直し等に伴い、公共施設の管理者にはより一層の施設の管理責任や義務が生じている。また、高度経済成長期から急速に整備された施設の老朽化や点検の義務化に伴い、公共施設の管理者である地方自治体職員の責務・役割は増加している。

このような状況を踏まえ、国土交通省では、ICT を活用した建設産業（建設生産システム）の省力化の取組みを進めてきている。基準や制度整備が進んではいるが、人材の確保・育成が追いついていない中で、十分な対応が出来ていない状況にある。i-Construction は本来こうした自治体の「人材不足（担い手不足）」に対しての解決策にならなければならない。

国土交通省（旧建設省）では、「21 世紀の建設現場を支える情報化施工」の取組みが示され、また近年 i-Construction が提唱されるとともに設計・施工において 3 次元データを導入する工種が拡大されている。この情報化施工等の取組みとインフラ管理を取り巻く状況、自然災害等との関係について、図 3-2 に示す⁴⁵。



図 3-2 自然災害等と国の情報化施工等の取組みの関係

3.2.3 課題の抽出と整理

i-Construction により社会インフラの維持管理やメンテナンスを担う自治体のどのような部分を改善できるのか、具体的な課題を抽出するとともに整理を試みた。本検討においては、特に自治体等のインフラメンテナンスの基盤として整理、活用されている、図面・台帳等の作成・保存・利用における課題が大きいと想定し、焦点を当てて整理した。

(1) 自治体等における図面・台帳等の作成、保存、利用の現状

⁴⁵ 2019.1.24 第 11 回 SIP インフラ社会実装促進会議（最終報告）インフラデータベースの未来を参考に作成

ここでは、主要インフラの一つである「道路」を例に整理することとする。
 図面・台帳等の管理方法は、道路法施行規則に則り、道路台帳を作成・管理することが基本であると考えられる。管理形態として想定される例として、次の3ケースが考えられる。

ケース1：各施設台帳を紙ベースで保管し、必要に応じて複写資料を提供

ケース2：紙ベースの台帳をスキャンしデータベースとして管理

ケース3：平面図等を調査・設計等に活用可能なデータ（線として認識可能なベクターデータ）として管理

(2) 課題の抽出と整理

WG内において、上記のような図面・台帳等の作成・管理の課題を抽出した結果、主に次の3点が整理された。

- ① 自治体等の抱えるインフラのボリュームが膨大であり整備が追い付いていない
- ② 有効なデータ（図面、構造計算、数量計算書等）の保存・更新に労力を割けない
- ③ 維持管理の基本となる共通基盤の構築が十分でない

この3点の具体については、以下に示す。

- ① 自治体等の抱えるインフラのボリュームが膨大であり整備が追い付いていない

第5回社会資本メンテナンス戦略小委員会の資料からも確認できるように、例えば道路インフラにおける管理数量は国・都道府県に比べ市町村等自治体の数量が膨大である。人材が不足している自治体において、これだけのボリュームのインフラの図面・台帳等を整備し、適切に管理していくことは困難である。

表 3-2 管理数量の管理者別割合（道路）⁴⁶

分野	対象施設	数量	上段:数量に対する割合、下段:平均年齢					備考
			国	都道府県	政令市	市町村	その他	
道路	橋梁(橋長2m以上)	約699,000橋	4%	19%※	7%※	68%	2%	※地方道路公社を含む。
			35年	38年	35年	29年		
	トンネル	約10,300本	13%	46%※	3%※	23%	15%	※地方道路公社を含む。
			32年	32年	46年	22年		
	舗装	約3,100㎡	7%	21%※	3%※	66%	3%	※地方道路公社を含む。
			42年	34年	32年	26年		

- ② 有効なデータ（図面、構造計算、数量計算書等）の保存・更新に労力が必要

維持・管理、修繕、更新のために有効となるデータ（図面、構造計算、数量計算書等）を適切に保存し、即時に活用可能な状態として管理するのが望ましいが、十分にできていない可能性が高いと考えられる。今後は、データの次世代への引継ぎとして、維持・管理、修繕、更新が求められる対象施設や防災の観点から必要と考えられるデータの整理・保存と適切な更新も求められる。

⁴⁶ 第5回社会資本メンテナンス戦略小委員会 参考1より作成

③ 維持管理の基本となる共通基盤の構築が十分でない

道路を占有空間としている場合、現状では各占有者が個別の地形(道路)図で各々の施設（電気、ガス、水道、下水道、通信等）を管理している。しかしながら、道路改良により道路形態が更新された場合においても、各々の施設台帳には未反映、または反映時期が遅れる場合がほとんどで、効率的な維持管理(占有者調整等)となっていない。

3.2.4 既往技術・先進事例や活用の実例

上述した主な課題への対応策を検討するにあたり、企業や自治体等における先進的な取り組みや研究機関などによる開発や実装事例について調査を実施し、これらの事例の自治体のインフラメンテナンスへの活用可能性を確認した。

① 先進的な管理手法の事例

ICT を活用した総合的システムとして道路管理者（NEXCO 東日本、首都高）の事例や自治体の維持管理の取り組み事例として東京都府中市や新潟市の包括民間委託契約について確認した。

NEXCO 東日本のスマートメンテナンスハイウェイ（SMH）⁴⁷は、ICT やロボティクス等を活用し高速道路維持管理の生産性を向上させるとともに、SIP で開発したインフラ管理データベース構築技術を自治体にも展開をしていた。この事例から、インフラ管理データベース構築・運用技術を自治体等に普及展開することができると考えられる。

府中市の道路等包括管理事業は、コスト削減と市民サービス向上を目的として民間に包括管理委託（大規模補修は除く）を実施したもので、けやき並木通り周辺地区道路等包括管理委託（H26～H28年度）においては、コストが従来契約期間と比べて7.4%削減されるとともに、道路等の苦情・要望の42%減少などが効果として挙げられている。本事業は、土木学会建設マネジメント委員会において「平成30年度グッド・プラクティス賞」を受賞している。この事例から、自治体内における人材の確保が難しい場合は、民間委託の範囲を拡大（包括発注、長期契約、分野横断等）し、民間のノウハウを最大限活用できる仕組みを導入することが一つの方向性と考えられる。

② 先進的な調査・点検技術の事例

調査や点検技術の研究事例として、SIP「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」を確認した。本事例は、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）のうち、インフラに関する研究開発・実装を実施したものである⁴⁸。

本研究では、インフラの余寿命予測技術、インフラの劣化状態を多角的に分析できる技術、インフラ点検データの収集・分析を支援するGISを応用させたシステム、点検・モニタリング作業の全部及び一部を支援・代替するロボット、AI技術を利用したインフラ診断支援、超高耐久コンクリート、さらにはそれら技術を統合させたアセットマネジメントシステムを開発し、多くのインフラ維持管理の現場への導入を図りつつある。この事例から、点検技術を融合したアセットマネジメントシステムの開発・展開を促進することが考えられる。

⁴⁷ <https://www.e-nexco.co.jp/effort/aging/smh/>

⁴⁸ http://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/sip_infra_seika2018.pdf

③ データ活用に向けた事例

データを活用している事例として、静岡県「Shizuoka Point Cloud DB」3D点群データのオープン化の事例⁴⁹を確認した。

静岡県では、MMSで取得した道路や地形などの3D点群地図データを公開（道路、周辺状況、地形、建築物の把握）している。災害時対応においては、土砂崩壊などがあった場所の被災前後のデータを比較することで速やかに被害状況を把握し復旧工事に取り組むことが可能となる。また、国が目指す2025年完全自動運転の実現のためのデータ整備も実施している。この事例から、災害時の迅速な被災状況把握と復旧対策を実施することなどが考えられる。

⁴⁹ <https://pointcloud.pref.shizuoka.jp/>

3.3 自治体のインフラメンテナンスを救う i-Construction の将来像の提案

3.3.1 現状の課題に対する有効な改善策

既往報告の整理や WG 内における議論の中で明らかになった課題について改善策を検討した。改善策の検討結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 自治体のインフラマネジメントにおける課題と改善策

課題	課題の論拠（引用）	改善策
人材不足 ・点検・診断の実施、措置の判断 ・行政業務の実施、入札契約	既往研究レビュー等	<ul style="list-style-type: none"> ・エンジニアの育成/技術支援体制の確立/土木職に限らない人材の登用（情報の連携、ロボット、IoT・・・） ・国による維持管理に対する集中的な財政支援/包括契約や維持管理PPPなど新たなスキーム ・<u>自動化</u>（3次元化、ロボット、etc..） ・<u>省力化</u>（AI、センサー）
予算不足 限られた予算、人員でのインフラ管理は非現実的		
優先順位づけ （老朽施設に対する補修）		
管理の基礎となる図面・台帳（作成・更新・整合）	課題の抽出と整理	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元化、統合、保存等データの蓄積と活用
有効なデータの保存 （図面、構造計算、数量計算書、測量結果、出来形・・・）	課題の抽出と整理	

また、各施設は、建設により利用される段階となってから、法令等に基づく点検や、その結果の診断、必要となる補修や更新などの措置を行う各段階を経て管理されている。この各段階における課題（次段階を踏まえた課題）及び改善すべき点について、表 3-4 に示す。

表 3-4 管理施設の各段階における課題と改善点

管理施設の段階	課題から求められている点	改善すべき点（アクション）
建設・改築（更新）	維持管理段階への記録の引継ぎ（台帳）	設計図面・施工情報（品質・出来形）の保持（データをストックする）
点検	実施支援（直営点検）	画像・ドローン・ロボットの活用、MMS、UAVによる新規3次元データの取得
診断	判断支援（人的、技術的支援）	AI活用（画像分析などによる損傷状況の類別化、技術者の知見を加えた判定）
措置（補修・更新）	優先順位の選定（予算の活用） 補修・更新結果の台帳への反映	アセットマネジメント（取捨選択と長寿命化計画）

建設・改築（更新）、点検、診断、措置（補修・更新）という建設生産プロセスのいずれの段階においても、台帳・データ（≒記録）を適切に整備・更新し、次のフェーズに適切に引き継いでいくことが極めて重要であることが確認された。データの整備に関しては、人材不足、予算不足等の課

題を考慮し、自動化や省力化を図っていく必要がある。また、データの利活用の観点からは、電子化や3次元化などが改善点として求められていることがわかる。

3.3.2 改善すべき点への対応

改善すべき点に対応することで、自治体のインフラメンテナンスを効果的に実施することができると考えられる。そのため、管理施設の各段階における記録の実施状況について整理することとした。

この整理に当たっては、表 3-4 に示した管理施設の各段階に分けて実施することとし、課題を整理した際に上げた「現状」、既往技術・先進事例の調査により確認した「先進的取組」、管理施設の課題と改善点により提起された改善点を「将来像」として整理することとした。整理結果を図 3-3 に示す。

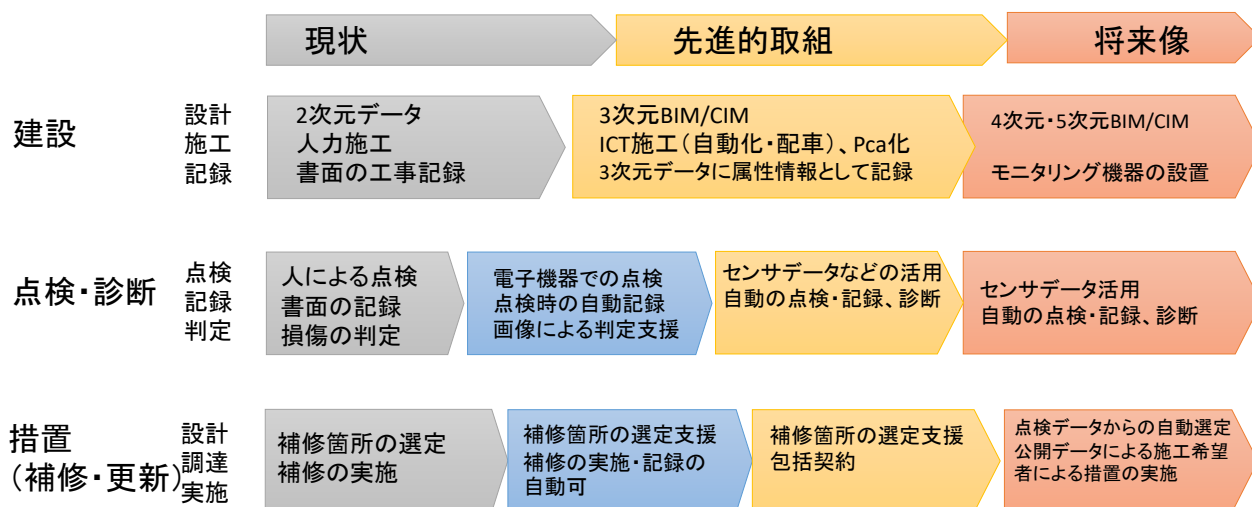


図 3-3 管理施設の段階ごとの改善点のイメージ

先進的取組や将来像に示された内容は、例えば、「点検・診断の自動の点検記録」のように、現状の課題を解決するようなものであったり、「建設段階の3次元データへの属性情報記録」を点検時に活用したりするなど、次の段階において活用できるような内容ともいえる。

3.3.3 改善策の実装に向けた解決策

現状の課題や改善策の整理により、「現状」が明確となった。現状において、維持管理すべき既存のインフラは、建設段階のデータの引継ぎがうまくいかず、記録された台帳などが十分でない状態で人力による点検、記録がされている。

これらのインフラに対して、将来像に示された ICT 機器や 3 次元データ (BIM/CIM) を活用することが、限られた人員・時間の中でメンテナンスを行っている現状への解決策となり、インフラメンテナンスにおける i-Construction を実現するのではないかと考える。また、点検から判定、必要に応じた修繕の実施、そして点検というマネジメントサイクル全体で連続したデータ連携と再利用を行うことで、全体の最適化、省力化、高付加価値化を達成できるのではないかと考えられる。

このような、データ連携や高付加価値化による理想的なインフラメンテナンスの姿について次のような仮定に基づき提案する。

- 現在人力・紙により記録している点検結果や工事情報などの台帳、各種図面について電子化されること
- 電子化された台帳などの各種データが図面上で統合されるとともに、センサ等により追加のデータが収集されること
- 収集されたデータは3次元化され、オープンデータとなることにより、利用者（住民）の要望や工事施工業者からの補修提案を受け付け、最適な補修改良が実施できること

これらの提案により、自治体自身に現在の状態から、インフラメンテナンスにおける i-Construction が実現することのメリットが認識され、実現する行動へのインセンティブが与えられるのではないかと考えられる。図 3-4 にイメージを示す。

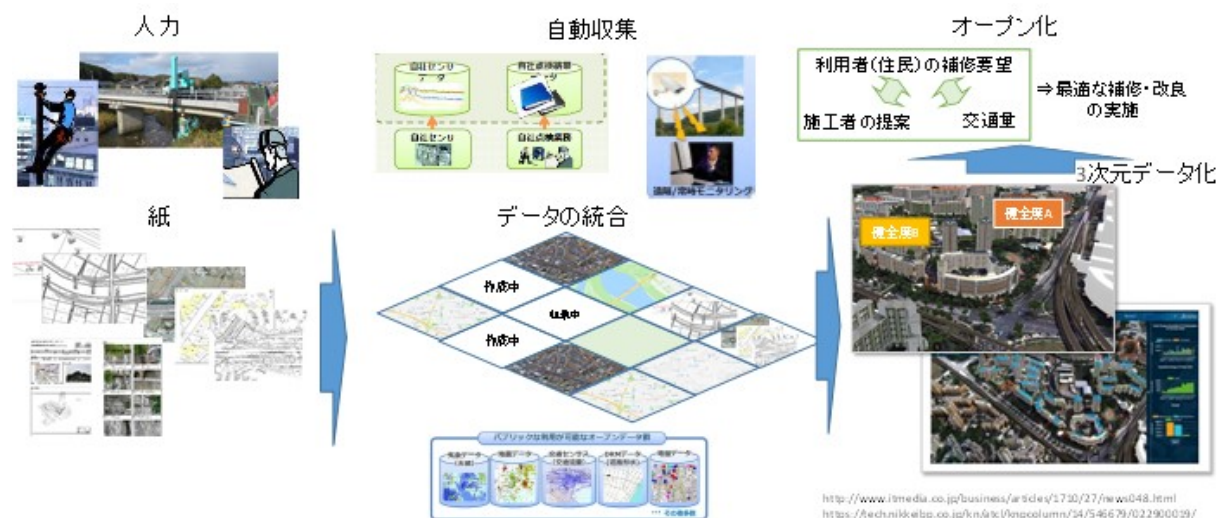


図 3-4 電子化・共有化により実現化可能な社会

一方、これらのデータ連携や高付加価値化を行うには、自治体自身がデータの電子化をするなどの変革を起こす必要があるが、多くの自治体においては、人的な状況や財政的な背景から能動的な活動を期待することは難しいと考えられる。このような変化を実現するためには、一定の項目を義務化するような強制力が必要ではないかと考える。笹子トンネルの天井板崩落事故を契機として、

道路構造物の定期点検が義務付けられた際も、開始当初は自治体側からは体制面等で不安の声が上がったが、自治体同士が連携し、知恵を絞ることにより対応は確実に実施された。定期点検 1 巡目（平成 26 年度～30 年度）の点検実施率⁵⁰は、橋梁 99.9%、トンネル 99.5%、道路附属物等 99.7%であった。

義務付けに伴い、自治体の財政面での負担が増すことに対しては、国からの支援（制度の創設）も行いやすくなる。自治体のインフラメンテナンスにおいて i-Construction を実装していくためには、義務化とそれに合わせた制度設計が必要であると考えられる。

3.3.4 義務化すべき事項の提案

一定の項目の義務化と制度設計については、図 3-1 の管理施設の段階ごとの改善策のイメージにおける先進的取組や将来像から検討することとする。

建設段階では、図面の電子化・3次元化（BIM/CIM）や、施工状況の記録などの管理段階への引継ぎなどがあげられる。ここで、国土交通省では、2025年に新設事業での3次元化を義務化することとしている⁵¹ため、この項目が義務化の優先事項となる。

点検・診断においては、手作業による点検・記録を自動化・電子化することが有力といえる。

措置の部分では、点検記録から補修が必要な個所の抽出や補修工事の実施方法に課題があるといえる。

このような考え得る義務化項目を表 3-5 に整理した。

表 3-5 一定項目の義務化の検討

管理施設の段階	先進的取組・将来像	考え得る義務化事項	備考
建設段階	<ul style="list-style-type: none"> ●BIM/CIM ●3次元データに施工情報を属性情報として記録 ●モニタリング機器の設置 	○新設工事での3次元図面	■国により提唱済み
点検・診断	<ul style="list-style-type: none"> ●電子機器での点検 ●センサデータなどの活用 ●自動の点検・記録、診断 	○点検データの電子化 ○保有施設の3次元化	←建設段階での図面の電子化、3次元化とも関連
措置 (補修・更新)	<ul style="list-style-type: none"> ●補修箇所の選定支援 ●補修実施方法の選定 	○点検結果の公表 ○施設情報（図面・諸元）の公表 ○施設の優先度の設定	■法令点検結果は公表

この整理から、建設段階で義務化すべき図面の電子化・3次元化については、すでに国により提唱されていることから、以降の義務化検討の対象とは取り扱わないこととする。点検・診断段階における「点検データの電子化」については、合わせて管理施設の図面データも電子化もされることで、施設のどこの状態が悪いのかを確認できることから、義務化の対象として検討する。「点検結果の公表」については、すでに法令点検結果の公表がされていることから、以降の義務化検討の対象とは取り扱わないこととする。補修や更新などの措置の段階で、施設情報（図面・諸元）の公表がされると補修箇所の選定支援につながることを考えられるため、点検データの公表、点検結果の公表と合わせて図面や諸元などを「管理施設諸元の公表」として、義務化の対象として検討する。ま

⁵⁰ 国土交通省 道路局令和元年8月「道路メンテナンス年報」

⁵¹ 第3回 BIM/CIM 推進委員会（令和2年2月5日）

た、補修実施方法の設定は、どの箇所を補修すべきかについて、公表された点検データや施設諸元（図面）から劣化診断や補修工事の提案などが可能となるが、それぞれの優先順位がつけがたい。そのため、補修の優先度の設定する際に重要となる、「施設の重要度の公表」を義務化の対象として検討する。

これまでの検討結果を踏まえ、義務化すべき事項について、表 3-6 に提示するとともにその課題についても記述する。

表 3-6 義務化すべき事項とその課題・解決への方策

義務化事項	課題	提案
点検データの電子化	位置情報の付与 保存のフォーマット	記録時の機器で位置データを取得
管理施設諸元の公表	・保有データの電子化 ・公表方法 ・公表するリスク（安全性（テロの脅威？））	←3次元図面にこだわらず、紙ベースからの電子化 ←国交省等のポータルサイトでの公表 ←米国（FHWA）での取り組みを参照（テロに敏感な米国でも公表）
管理施設の「重要度」の公表	・優先度付けの考え方（施設ごとの点検基準やデータの相違） ・廃止施設・優先度の低い施設の利用者からの不満（孤立集落など）	←それまでの点検データの活用、改良・更新事例からの費用などの支援
<small>「重要度」公表・・・自治体として、維持管理・更新し続ける施設と維持管理はするが、更新の優先度は低い（更新せず廃止する）施設を明確にする</small>		

3 つの義務化すべき事項の選定理由は、実現される社会的な解決の可能性を踏まえて、次のとおりである。

- 法令等で義務化されている点検結果について、電子化することにより、共有化や記録の自動化の可能性があるため
- 施設状態や優先度、諸元の公表を行うことで、民間事業者からの提案型の点検・修繕が活発となる可能性があるため。また、公表の結果、施設管理者（≒自治体）の点検・修繕にかかる調達方法などの変化が期待されるため
- 人口減少等に伴う、将来的なインフラ廃棄を見据え、地域住民との合意形成を進めていくためには、管理施設の諸元と状態だけでなく、その施設の重要度を示すことにより補修や更新等の優先度を明確にすることが必要と考えられるため

3.3.5 実事例と将来の自治体のインフラメンテナンスの具体例

日本に先駆けてインフラの老朽化が進んでいる米国においては、管理施設諸元の公表が進んでいる。施設諸元の公表の活用の具体例は、本章で取り扱う自治体のインフラメンテナンスの将来像ともつながる部分があるため、ここに紹介する。

米国の連邦道路庁 FHWA は 2018 年 12 月 infoBridge⁵²を公開した。infoBridge は、全米約 60 万橋の諸元、点検データ等を登録したサイトである。従来の LTBP Bridge Portal では、アカウント作成が必要であったが、infoBridge においては、事前の情報登録は不要となっている。infoBridge は、データ、分析、ライブラリの 3 機能で構成されており、州名や構造物 ID、橋梁の健全度等でフィルターをかけて検索が可能で、検索条件に合致した対象橋梁は一覧で表示される。閲覧可能なデータは、「構造形式、材料」、「橋長、幅、面積」、「健全度（床板・上部構造・下部構造）」、「橋齢（建設

⁵² <https://infobridge.fhwa.dot.gov/Home>

年度)」、「緯度・経度」、「交通量」、「過重制限 (Load raging)」及び「NBI (National Bridge inventory)」に30年以上にわたり蓄積された点検データ」などとなっている(図3-5)。

infoBridge
 ・米国の連邦道路庁FHWAが2018年12月に公開。全米約60万橋の諸元、点検データ等を登録。
 ・従来のLTBP Bridge Portalでは、アカウント作成が必要であったが、事前の情報登録は不要。
 ・データ、分析、ライブラリの3機能で構成



①州名や構造物ID、橋梁の健全度等でフィルターをかけて検索



②対象橋梁が一覧で表示



橋梁を選択



閲覧可能なデータ(例)

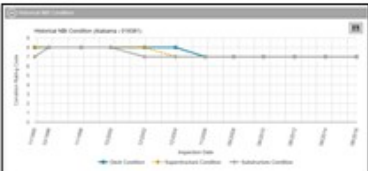
- ・構造形式、材料
- ・橋長、幅、面積
- ・健全度(床板・上部構造・下部構造)
- ・橋齢(建設年度)
- ・緯度・経度
- ・交通量
- ・過重制限(Load raging)
- ...

NBI(National Bridge inventory)
 に30年以上にわたり蓄積された点検データを閲覧可能

図3-5 infoBridgeの公開ページとデータ閲覧

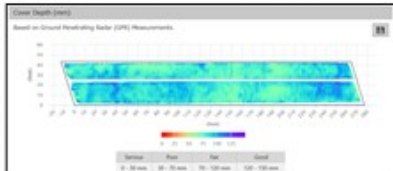
infoBridgeでは、点検結果をはじめ橋梁を取り巻く環境データの年別の推移を把握可能であり、一部の橋梁ではGPRなどの非破壊検査の結果や床板の損傷展開図も公表されている。また、Analytics(分析)機能を用いて、州ごとの良い(good)/悪い(poor)状態の健全度の橋梁の割合を視覚的に表示することが可能となっている(図3-6)。

・点検結果をはじめ橋梁を取り巻く環境データの年別の推移を把握可能




健全度(年別)

・一部の橋梁ではGPRなどの非破壊検査の結果や床板の損傷展開図も公表



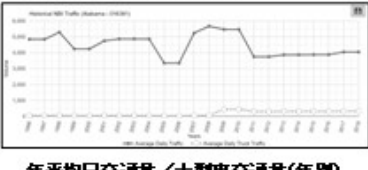
GPRに基づく張り厚

・Analytics(分析)機能を用いて、州ごとの良い(good)/悪い(poor)状態の健全度の橋梁の割合を視覚的に表示することが可能




州別の健全度poor橋梁の割合

・点検結果をはじめ橋梁を取り巻く環境データの年別の推移を把握可能



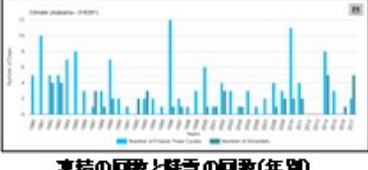
年平均日交通量/大型車交通量(年別)

・一部の橋梁ではGPRなどの非破壊検査の結果や床板の損傷展開図も公表



床板の損傷展開図

・Analytics(分析)機能を用いて、州ごとの良い(good)/悪い(poor)状態の健全度の橋梁の割合を視覚的に表示することが可能



凍結の回数と解雪の回数(年別)

想定される利用シーン(例)

- 橋梁の位置、延長・面積、構造形式等が分かるため、現地を視察する前に、詳細な点検計画を策定することが可能
- 構造物の状態(点検結果)が事前に分かるため、点検や分析に要する時間や費用を見積もることが可能
- 将来的には、民間企業から点検や補修の提案を受けることが期待される

図 3-6 infoBridge で閲覧可能な年別データや分析結果

これらの閲覧や分析機能により、自治体（インフラ管理者）、民間（インフラ点検企業、インフラ点検機器の開発企業）、住民にとってそれぞれ以下のようなメリットが想定される。

(1) 自治体（インフラ管理者）のメリット

- 自治体の住民に対して、適切な維持管理を実施していることの説明責任を果たすことが可能となる
- 交通量の少ない橋梁等が明らかになることにより、将来的なインフラ廃棄に向けた合意形成に活用することが可能となる
- 民間から点検や補修に係る積極的な提案を受けることが可能になると考えられる

(2) 民間（インフラ点検企業）のメリット

- 地域別のインフラストック量や老朽化の状況が分かるため、営業戦略等の検討に活用することが可能となる
- 自治体に対して、点検方法等に関する独自提案を行いやすくなる
- 個々の橋梁の位置、延長・面積、構造形式等が分かるため、現地を視察する前に、詳細な点検計画を策定することが可能となる（現地踏査の簡略化）（※）
- 個々の構造物の状態（点検結果）が事前に分かるため、点検や分析に要する時間や費用を見積もることが可能となる（※）

※自治体がインハウスでメンテナンスを実施する場合も同様のメリットが享受される

(3) 民間（インフラ点検機器の開発企業）のメリット

- 開発を検討している機器の大まかな市場規模を把握することが出来る（例えば、橋梁狭陰部を点検するドローンの開発を検討している企業は、箱型アーチリブを有した鋼橋や箱桁橋が国内にどれぐらい存在するのかを把握したい）
- 非破壊検査等の詳細な点検結果（損傷の位置、大きさなど）が公表されることで、自社の製品の精度を自主的に検証することが可能となる
- 点検データや諸元データを活用した劣化予測やリスク評価などのシステム構築が可能となる

(4) 住民のメリット

- 居住している地域のインフラが適切に管理されているかを確認し、自治体と適切なコミュニケーションを図ることが可能となる

infoBridge のようなデータベースの存在も念頭に置いて、将来の自治体のインフラメンテナンスの一例を次のように想定した（図 3-7）。

- ① 自治体が施設状態や優先度、諸元の公表を行う
- ② 公表された施設状態等から民間事業者が点検・修繕の提案を自治体に提出する
- ③ 自治体は、他に実施可能な民間事業者の有無の確認を実施する
- ④ 当初提案した民間事業者によるプレゼンテーションや応募に応じた民間事業者のプレゼンテーションが実施され、自治体はその審査と実施者の決定を行う
- ⑤ 自治体が決定した実施者と契約を行い、修繕の実施、施設状態の記録の更新を行う



図 3-7 将来の自治体のインフラメンテナンスの一例

3.3.6 義務化すべき事項に対する現状と課題、対応策

3.3.4 において提案された義務化すべき事項については、自治体の現状や周辺状況などから様々な課題があると考えられる。義務化に向けた現状と課題及び i-Construction による解決を見据えた対応策について整理した。

点検データの電子化について整理した結果を図 3-8 に示す。点検データの電子化は、そもそも電子化されていない場合（未電子化）と電子化済ではあるが課題を抱える場合が存在する。前者については、地方の小規模事業の中で電子化することの人材や費用面での課題、使い慣れた紙媒体による業務フローから移行することへの抵抗の問題が考えられる。また、これまで蓄積された膨大な点検履歴（過去データ）の電子化をどのように進めるかも考えなければならない。後者については、データ入力の様式が未統一であることや、共有を図るための基盤（プラットフォーム）が存在しないことにより、電子化はされていても活用できる状況にないという課題がある。

これらの課題に対する対応策としては、電子化することによるメリットを示し、抵抗感を軽減しつつ、自治体規模に応じた電子化方策や補助などを行うことが考えられる。また、既に電子化されている場合においては、補助事業の予算要求の際に統一されたフォーマットへ変換して提出することにより、統一化や共有化が期待される。

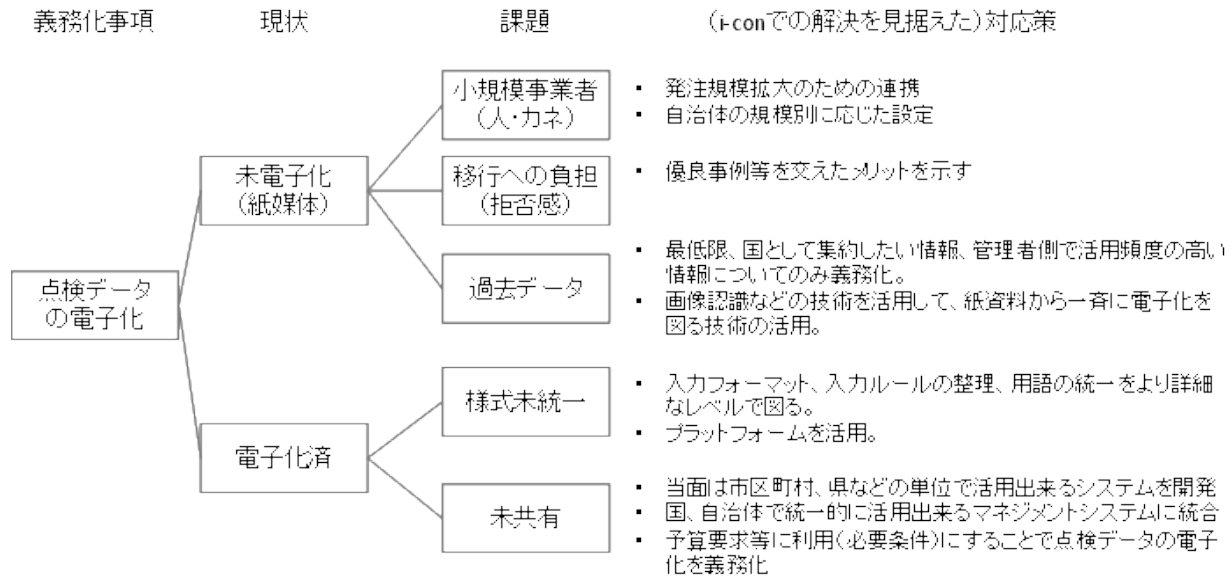


図 3-8 点検データの電子化の義務化における現状と課題，対応策

管理施設諸元の公表・利活用について整理した結果を図 3-9 に示す。管理施設諸元の公表は、諸元がそもそも不明の場合、把握しているが未公表の場合、公表もしているが活用されていない場合が存在する。諸元不明については、施設が整備された年度が古く、そもそも情報を取得していなかったり、紛失してしまっていたりするケースが多い。また、詳細な情報取得の手間が大きく、整備に至っていないケースも考えられる。未公表については、情報の正確性やセキュリティ面の懸念が大きく、自治体側の判断で公表を控えているケースが多い。また、未利活用については、具体的な活用方法を検討することが難しいという課題がある。

これらの課題に対する対応策として、諸元不明の場合は、最低限把握すべき管理施設諸元を明確にすることや民間側のニーズの吸い上げが考えられる。また、諸元未公表の場合については、公表しながらデータの精緻化を進める発想の転換のための研修・教育や国が構築しているオープンプラットフォーム⁵³での吸い上げ、公表による自治体へのインセンティブの付与が考えられる。

一方、未利活用については、複数の管理者間の連携による効果や、国の公表プラットフォームでの活用が想定される。

⁵³ 例えば、社会資本情報プラットフォーム <https://www.ipf.mlit.go.jp/about>

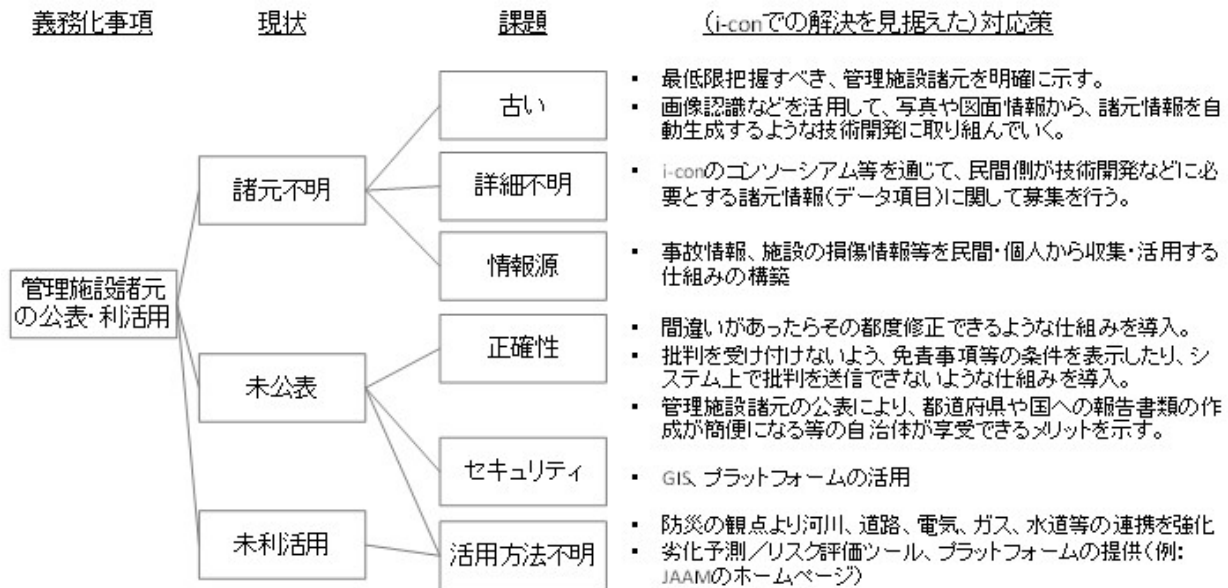


図 3-9 管理施設諸元の公表・利活用の義務化における現状と課題、対応策

管理施設の「重要度」の公表について整理した結果を図 3-10 に示す。管理施設の「重要度」の公表は、重要度を設定していないという場合が大半であることも想定されるが、仮に庁内での管理用に重要度を設定していたとしても、対外的な公表に耐えられないという判断がなされている場合もある。前者については、「重要度」の判断を行うエンジニアリングの技術が自治体内になく指標の設定等が出来ない場合や、設定することによるメリットが想定できず具体的にアクションをしていない場合がほとんどである。後者については、諸元の公表と同様に、セキュリティ面の懸念が大きく、自治体側の判断で公表を控えているケースが多い。また、「重要度」という見せ方をした場合には、近隣住民から批判が寄せられる可能性が高いことも、公表に向けた障壁となっている。

これらの課題に対する対応策として、重要度未設定の場合は、重要度になり得る標準的な指標の整備や重要度に関連し得る交通量や周辺人口、災害履歴などを集約したプラットフォームやそれらを可視化できる GIS による機能実装が考えられる（ハザードマップのようなイメージ）。また、重要度未公表の場合については、プラットフォームの活用や、公表による自治体へのインセンティブの対応が想定される。

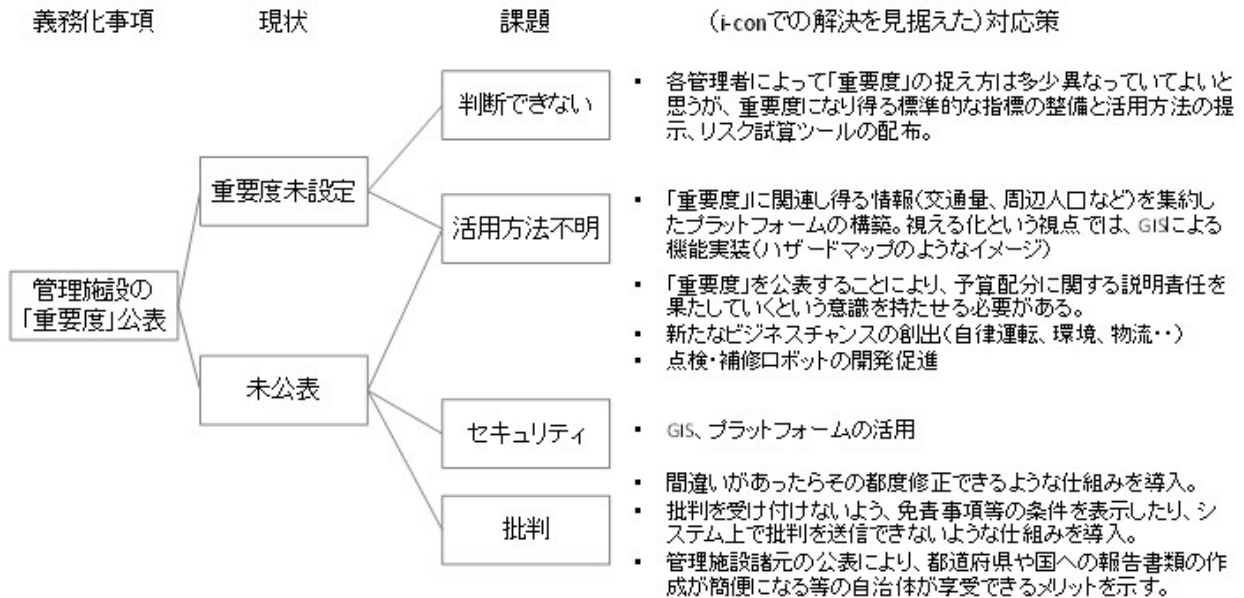


図 3-10 管理施設の「重要度」の公表の義務化における現状と課題，対応策

3.3.7 対応策実現の価値

3.3.6 で整理した義務化をするための「課題」を解決する対応策について、それが実現することによる価値を「産」,「官」,「学」+「民」の観点で整理した。整理に当たっての検討の流れを図 3-11 に示す。

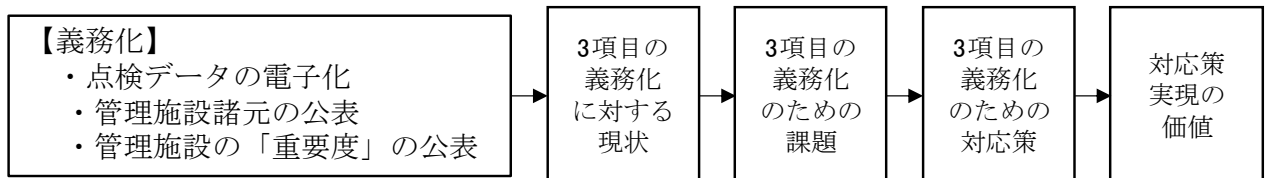


図 3-11 対応策実現のポイントの検討フロー

(1) 点検データの電子化

点検データの電子化の価値について整理した結果を図 3-12 に示す。点検データの電子化の浸透は、特に産（受注者）にとって、入札や施工計画立案時など際の根拠利用の価値が大きいと考えられる。過去データの電子化は、同様に産（受注者）での利活用に有用である一方、施設管理者である官においては、過去データの収集整理に労力が生じる。様式の統一化は、納品や工事完了の資料提出による産（受注者）の利点も挙げられるが、同一データ形式やプラットフォームにデータが蓄積されることにより学術分野では様々な管理者のデータを分析可能となると考えられる。電子管理システムやプラットフォームの開発は、産業界では、開発の動機になるとともに、発注者側でも余計な手間を省ける価値が大きいと考えられる。

義務化事項：点検データの電子化		
(i-conでの解決を見据えた)		
課題	対応策	対応策実現の価値
小規模事業者 (人・カネ)	電子化の浸透	産：入札や施工計画立案時の根拠利用、妥当性検証 官：発注計画の立案、補修・修繕計画等の最適化・省力化 学：データベースとして分析しやすくなる
過去データ	過去データの電子化	産：(コンサルタント)効率的な点検計画の立案 官：(ゼネコン)効果的な補修工法の立案 学：過去データの収集、整理の労力 学：省人化・省力化のための新技術開発、経年変化の研究に活用
様式未統一	フォーマットの統一	産：決まった様式で納品できる。入札資料も見やすい 官：データの維持管理が容易 学：政策提言(様々な管理者のデータを分析可能、予算配分・執行の分析)
未共有	電子管理システムの構築 プラットフォームの開発	産：プラットフォームの開発/点検・診断・設計・施工の段階での生産性向上 官：利便性の向上 学：各種研究開発の促進

図 3-12 点検データの電子化の義務化における対応策実現の価値

(2) 管理施設諸元の公表・利活用

管理施設諸元の公表・利活用について対応策実現の価値を整理した結果を図 3-13 に示す。最低限公表すべき管理施設諸元を明確にすることで官（施設管理者）の公開の負担の軽減が図れることが考えられる。また、可視化するためのプラットフォーム活用については、官（施設管理者）では、他施設管理者保有施設との連携が考えられるとともに、学術的な研究（リスク評価や優先対策箇所の抽出）が可能となることが想定される。さらに公表する諸元情報を産（受注者）が提案することにより、民間事業者のニーズに合ったデータの収集の価値とともに、施設管理者としても余分なデータの取得が抑えられることも考えられる。

防災の観点の連携強化や予測や評価のできるプラットフォームの提供によって、官（施設管理者）としては、無料または安価での維持管理計画の高度化や他の自治体等との比較分析が可能となる価値がある。都度修正や諸元収集の自動化によっては、データ化のコスト削減やメンテナンス実施業者の拡大も価値として考えられる。

義務化事項: 管理施設諸元の公表・利活用(1)		
課題	対応策	対応策実現の価値
不確定	公表可能と不可を区別	産: 公表による施設諸元から、補修、更新、他事業計画の円滑化 官: 義務と努力義務を区分することで、全て公開の負担の軽減。
可視化 (電子化)	GIS、プラットフォームの活用	産: 関連事業者保有施設への安全性確保(近接協議) 官: 他事業者保有のユーティリティ情報との連携による効率的な整備、維持管理、運営(e.g. 立会の削減) 学: エリアごとのリスク評価、避難拠点の整備、優先対策箇所の抽出が可能 民: 居住するエリアの防災情報を視覚的に把握可能
詳細不明	民間側が技術開発などに必要とする諸元情報(データ項目)の募集	産: 自社の技術開発、投資判断を行うのに真に必要な情報が入手可能に。 官: 市場が求めるデータの取得にのみ注力することが可能となり、余分なデータの取得に割く時間を削減可能。
情報源	事故情報、施設の損傷情報等を民間・個人から収集・活用する仕組みの構築	産、官: インフラ管理へのコスト削減(点検⇒分析にリソースをシフト) 民間の補修提案による効率的な維持管理の実施 学: 精緻かつ鮮度の高いデータの獲得 民: 自宅の周辺のインフラが抱える問題の早期解決、インフラ管理への関心の向上
活用方法 不明	防災の観点の連携強化 劣化予測/リスク評価ツール、プラットフォームの提供	産、官(施設管理者): オープンな劣化予測、リスク評価ツールを用いることで、無料(安価)で維持管理計画の高度化を実現。他自治体、他民間とのベンチマーク分析が出来れば、組織のAMの改善につなげることが可能に。
正確性	都度修正の仕組み、免責事項等の条件を表示	産、官: データ公開のハードルを下がることで公表の運用が可能に。 民(工事業者): データが不正確な点も踏まえた施工条件・提案条件の提案
諸元の 効率的な把握	最低限把握する管理施設諸元を明確化 写真や図面情報から、諸元情報を自動生成する技術開発	産、官: データ化のコスト削減、維持管理のベースとなる情報の獲得 メンテナンス実施業者の拡大 民(工事業者): 管理施設情報の一元化により、均等な競争環境の実現(経験重視から提案力・実施力重視の営業が可能)

図 3-13 管理施設諸元の公表・利活用の義務化の対応策実現の価値

(3) 管理施設の「重要度」の公表

管理施設の「重要度」の公表の義務化について対応策実現の価値を整理した結果を図 3-14 に示す。標準的な指標の整備と活用方法の提示などで官(施設管理者)の点検補修業務の効率化が図れることが考えられる。また、交通量や周辺人口などを集約したプラットフォームの構築については、官(施設管理者)では、地域住民に対する説明責任が可能となる価値、住民においては、住居選択や財産リスク管理が可能となる価値が考えられる。さらにデータの都度修正の仕組みや免責事項等の条件表示により、官のデータ公開のハードルを下げられる可能性もある。

義務化事項:③管理施設の「重要度」の公表

課題	(i-conでの解決を見据えた) 対応策	対応策実現の価値
判断できない	重要度になり得る標準的な指標の整備と活用方法の提示、リスク試算ツールの配布。	官:点検、補修業務の効率化が図られる 学:エリアごとのリスク評価、避難拠点の整備、優先対策箇所の研究
活用方法不明	情報(交通量、周辺人口など)を集約したプラットフォームの構築 GISによる機能実装(ハザードマップのようなイメージ)	産:財産、価値の見直し・設定 官:地域住民に対する説明責任(予算配分、リスク公開) 学:エリアごとの将来分析等 民:住居選択、財産リスク管理
	新たなビジネスチャンスの創出	産:新たなビジネスチャンスの創出(自立運転、自動運転、環境、物流…) 官:地域住民に対する説明責任 学:点検・補修ロボットの開発促進
セキュリティ	・AI、IoT活用 画像分析によるセキュリティ向上(テロ対策) ・GIS、プラットフォームの活用	産:点検、補修業務の効率化が図られる 占有企業:リスク管理の向上 官:点検、補修業務の効率化が図られる 学:新技術の活用
批判	都度修正の仕組み、免責事項等の条件を表示	官:国と都道府県、市町村間の報告が確実となったり、簡略化でき、生産性向上。地域住民に対する説明責任が向上する、データ公開のハードルが下がる、データ公開による瑕疵責任を負わなくて済む。

図 3-14 管理施設の「重要度」の公表の義務化の対応策実現の価値

3.4 将来に向けたロードマップ

(1) 3つの義務化事項の実現に向けたロードマップ

3.3において提案する3つの事項の義務化を実現するための「対応策」及び対応策が実現した場合の「価値」を整理した。対応策を実行する場合には、産官学による具体的な取組が期待されるが、それぞれの取組が与える影響の範囲、関係するステークホルダーの多さによって、そのハードルは異なっている。そこで、短期・中期・長期の視点で、義務化に向けて実施すべき事項を図3-15の通り整理した。

まず国が主導して、基準やルール、フォーマットを整備する必要がある。この際、現場の実態が踏まえられるよう、既存のコンソーシアム(i-Construction コンソーシアム、国土交通データ協議会等)を活用し、適宜自治体・民間の意見をヒアリングしていくことが望ましい。基準・ルールの整備が完了したら、取組を加速させるためにプラットフォームやツール、フィールドを提供することが必要である。また、自治体・民間の積極的な取組を促すためには、先進的な取組を継続的に収集し、国のHPで紹介したり補助金や支援制度等を設けたりするなど、適切なインセンティブを与える必要がある。

基盤が整い、市場が形成されてくれば、民間による自発的な開発、新規ビジネスも進んでいくと想定される。上述したように、一部の自治体においては、民間から自治体等に対して積極的な提案等も見られるようになるだろう。

長期的には、3つの義務化事項は、国全体としての大きなオープンプラットフォームの中に集約されていくと想定される。各自治体が取得する電子データは自動的にプラットフォームに吸い上げられ、産官学+民の様々な主体が自由にデータを活用することが出来る。データの中には、点検データだけでなく、諸元データ、優先度データ、さらには各構造物周辺の環境データ・地域データ等も含まれており、特に民間はそれらのデータを活用して自由な技術開発を行うことが可能となる。先進的な自治体は、民間企業との共同研究を進め、より高度なアセットマネジメントが展開されて

いくと考えられる。また、人材や予算が少ない自治体も、オープンな分析ツールを活用したり、先進自治体の取組を参考にしたりしながら、独自の工夫を行い、継続的なインフラメンテナンスを実現していくことが望まれる。

【】内は主導する組織

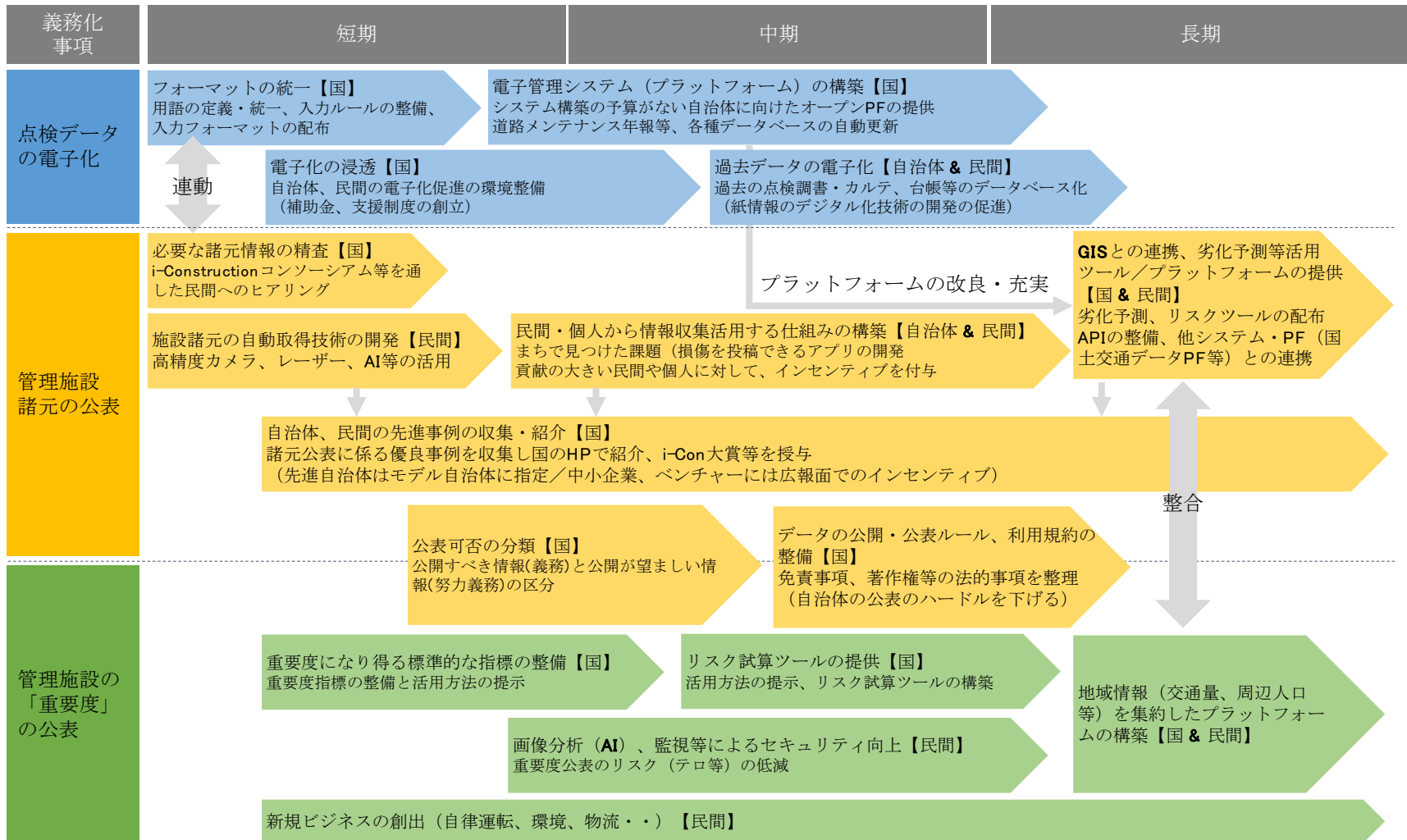


図 3-15 3つの義務化事項の実現に向けたロードマップ

(2) 維持管理における i-Construction の実現に向けたロードマップ上記の 3 つの義務化事項の実現に向けたロードマップも踏まえ、維持管理における i-Construction の実現に向けたロードマップを図 3-16 に示す。

2014 年度からスタートした道路構造物の定期点検は、2019 年度から 2 巡目に到達した。各自治体において、点検、診断、措置のサイクルは着実に根付いてきている。先進的な自治体は、タブレットや MMS、センサなども活用して、高度な維持管理を実現している。この流れを受けて、国は、早期に、点検データの電子化を義務付けるべきである。また、並行して、管理施設諸元（点検結果含）の公表を義務付けることが望ましい。データの公表が進めば、民間による技術開発が加速し、メンテナンス市場がより拡大していくと考えられる。民間同士の競争が活発になり、要素技術の利用コストは下がっていく。技術のバリエーションも増えるため、規模の小さな自治体であっても活用可能な技術が増え、維持管理の様々なプロセスが自動化し、効率化が進んでいくと考えられる。新技術の活用により、これまで取得できていなかったデータも蓄積されるようになれば、より高度な評価・分析へとつながり、好循環な PDCA サイクルが生まれることになる。

管理施設の「重要度」の公表の義務化まで実現することが出来れば、民間に対して、単なる技術開発だけではなく、自治体に対する積極的な技術提案を期待することも可能になる。自治体と民間との関係がより近づいてくれば、人材が不足する自治体等において、包括管理などの官民連携（PPP）の導入も進んでいくと考えられる。自治体における維持管理は、限られた自治体職員だけで考えるのではなく、民間も含めて実践されていくものになるだろう。こうして、維持管理、すなわちインフラメンテナンスシステムにおける i-Construction の実現が可能となると考えられる。

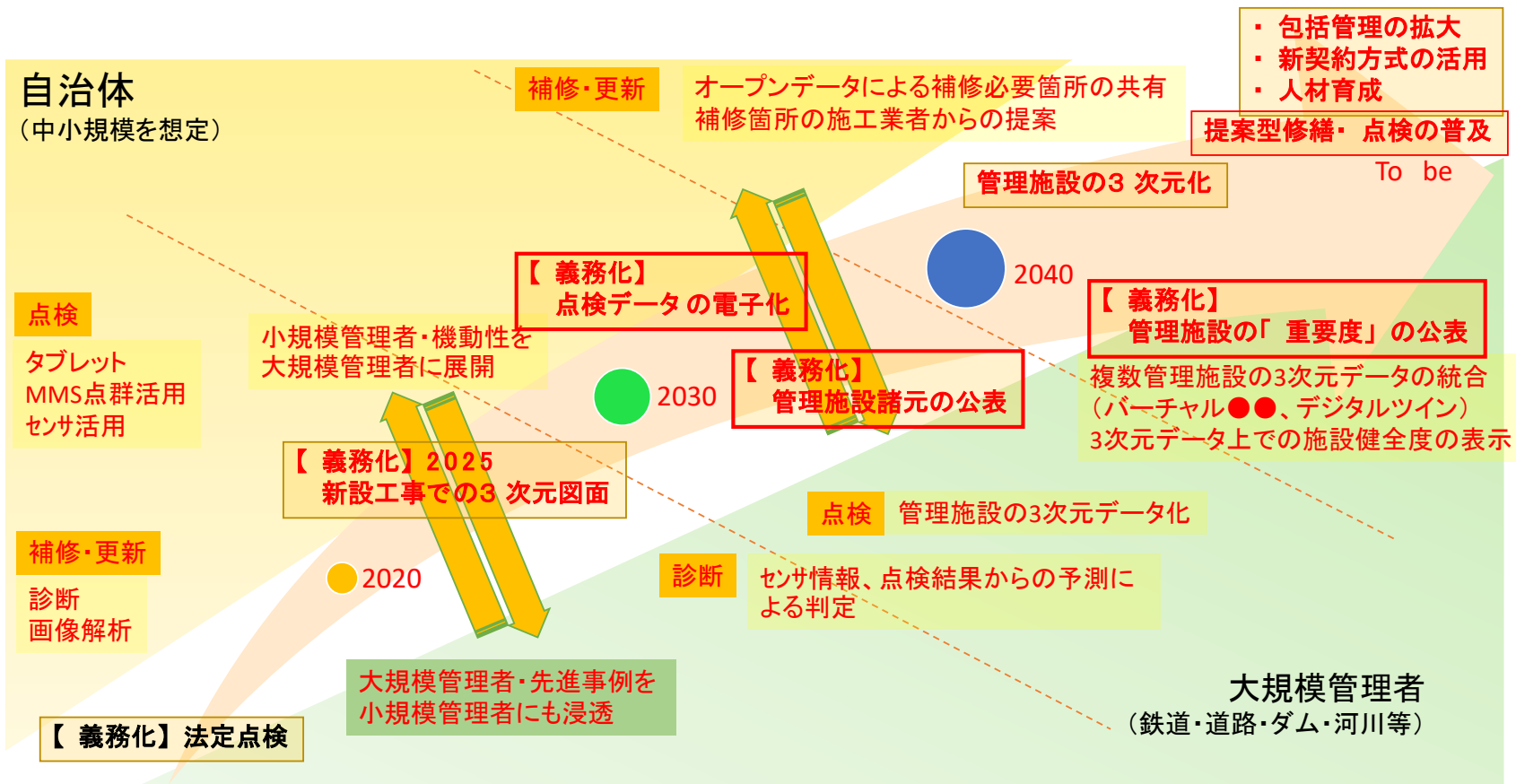


図 3-16 インフラメンテナンスにおける i-Construction の実現に向けたロードマップ

4. データ連携 [WG4]

4.1 データ連携とは？

4.1.1 データ連携の必要性

情報のデジタル化と情報処理能力の向上が進み、デジタルデータが爆発的に増加している中、こうした多様かつ大量のデータを効率的に効果的に活用していくことにより、様々な分野で新たなイノベーションを想像する試みが進められている。

建設分野においても、設計・施工・管理に伴うさまざまな情報がデジタル化しつつある。しかし、多くのデータは、国や地方自治体、民間企業等に散在しており、ビッグデータとして活用することができない。

このような散在するデータを集約し、分析・活用することにより、生産性の向上・品質の向上等、さまざまな効果が期待される。

散在するデータをビッグデータとして活用するためには、データの保有者が連携し、一括して利用できる環境の整備が必要である。政府が保有する情報については、原則として公開する方針が示されている。民間企業の情報も、できるかぎり共有化し、有効活用することにより、新たな技術革新・国際競争力強化に繋げるべきである。

こうした状況を踏まえ、本 WG は、データ連携を実現するための課題や留意点について検討を行ったものである。

4.1.2 建設分野のデータ連携

建設分野においても、以下のような、民間企業や公共が保有するデータを連携し、共有/活用する動きが進んでいるものもある。

(1) データの作成者・取得者だけが保有しており、散在しているデータの連携

① 国土地盤情報検索サイト Kujijiban⁵⁴ (図 4-1)

国土交通省の道路・河川・港湾事業等の地質・土質調査成果であるボーリング柱状図や土質試験結果等の地盤情報を検索し、閲覧することが可能。

これらの地盤情報を広く一般に提供することにより、国や自治体間における社会資本整備の効率化のほか、環境保全や災害対策等に役立つことが期待される。

■ 連携の経緯

「地盤情報の集積及び利活用に関する検討会」において平成 19 年度に取りまとめられた提言「地盤情報の高度な利活用に向けて」及び「国土交通省 CALS/EC アクションプログラム 2005」を受け、国土交通分野イノベーション推進大綱（平成 19 年 5 月）に位置づけられている国土交通地理空間情報プラットフォームの一環として無償で公開するもので、平成 20 年 3 月 28 日から運用が開始され

⁵⁴ <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/viewer/>

た。

■ 共有するデータ

過去に地質調査が実施された地点と地質調査結果（ボーリング柱状図等）が共有されている。ただし、データの数値化・標準化については現状統一が図られておらず、今後、フォーマット化されることが考えられる。

■ 運営

国土交通省、国立研究開発法人土木研究所及び国立研究開発法人港湾空港技術研究所が共同で運営し、土木研究所が管理している。

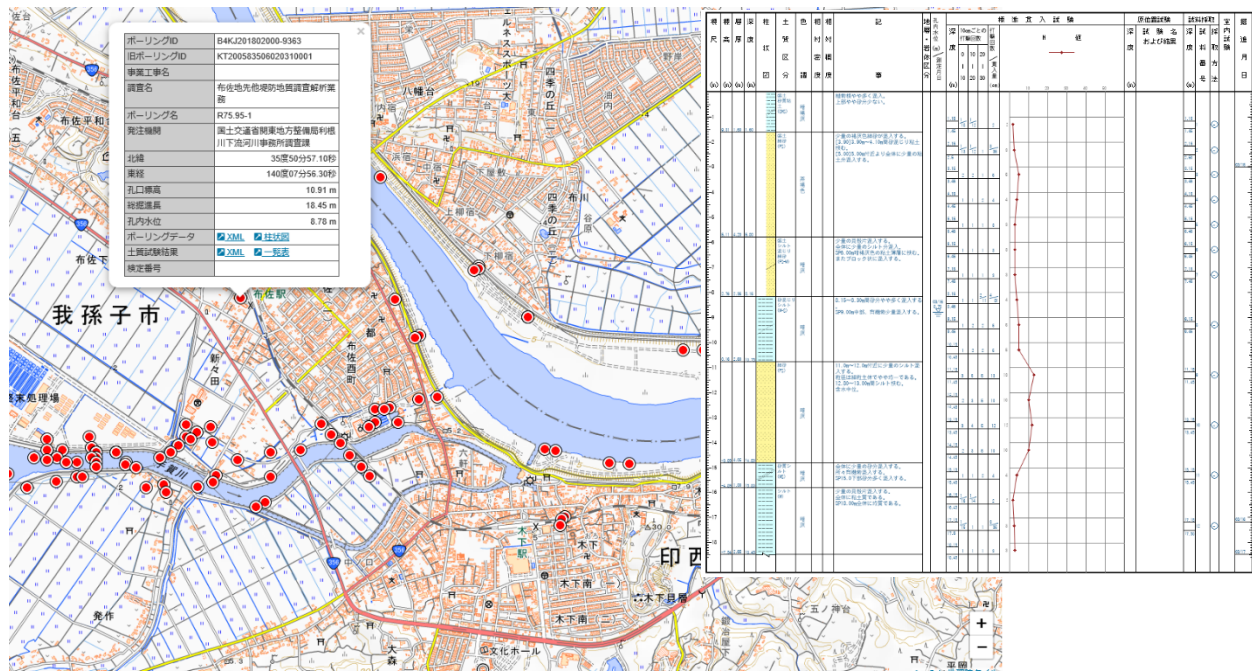


図 4-1 国土地盤情報検索サイト KujiJiban

また、平成 30 年 3 月の国土交通省 地質・土質調査業務共通仕様書（案）や国土交通省 土木工事共通仕様書（案）の改定により、下記の記載が追加された。

「5. 受注者は機械ボーリングで得られたボーリング柱状図、土質試験結果一覧表の成果について、別途定める検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けたうえで、発注者に提出するとともに、発注者が指定する地盤情報データベースに登録しなければならない。」

「6. 地質調査の電子成果品等

受注者は、設計図書において地質調査の実施が明示された場合、「地質・土質調査成果電子納品要領（国土交通省）」に基づいて電子成果品を作成しなければならない。

なお、受注者は、地質データ、試験結果等については、地質・土質調査業務共通仕様書（案）（建設省技調発第 9 2 号平成 3 年 3 月 3 0 日）の第 1 1 8 条成果物の提出に基づいて地盤情報データベースに登録しなければならない。」

この改定を受け、地盤情報の検定を行う第三者機関である「一般財団法人 国土地盤情報センター」が設立された。

② 建設キャリアアップシステム (CCUS) ⁵⁵ (図 4-2)

2019年4月より本格的に全国で運用が開始された。本システムにより、建設技能者が、いつ、どの現場に、どの職種で、どの立場(職長など)で働いたのか、日々の就業実績が電子的に記録・蓄積される。

こうして情報が蓄積されていくことで、技能者の評価が適切に行われ、処遇の改善につながる。また、事業者にとっても経歴等に応じて技能者を適正な職務につかせることができるようになるため、工事の品質向上や施工管理の効率化につながる。

■ 連携の経緯

国土交通省が主導して建設業振興基金が構築・運営し、約140社が加盟する日本建設業連合会が連携した。

■ 共有するデータ

技能者個人の個人情報・資格・研修・保険加入状況など+現場入場履歴の蓄積 「その日にその現場に従事した」ことが記録/蓄積される。

将来的には建設業退職金共済とデータ連携し、入場履歴を(共済から1日毎に発行される)証紙に代替することが検討されている。

■ 運営

登録する技能者から登録料・更新料、事業者から利用料を徴収している。



図 4-2 建設キャリアアップシステム (CCUS)

⁵⁵ https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000724444.pdf

③ BIM オブジェクト標準・BIM ライブラリー

建築物部材の BIM 3D モデルのテンプレートを、部材メーカー各社が提供。日本国内のプロジェクトで使用されている BIM オブジェクトのデータ構造を標準化して、プロジェクト、企業の枠組みを超えた活用を図る。BLC BIM ライブラリーでの利用が想定される、建築物と敷地を含む付帯施設を構成する材料、機器、製品、什器等を対象とする。

■ 連携の経緯

建築保全センターが主導し、2015年10月に BIM ライブラリーコンソーシアム設立（設立総会時、正会員 32 社・特別会員 12 団体・参加予定社 26 社）。

2018年10月に「BLC-BIM オブジェクト標準(Version1.0)」について、コンソーシアム内で合意。

2019年8月 BIM ライブラリーコンソーシアムから、BIM ライブラリー技術研究組合に移行（ゼネコンや設計事務所、設備工事会社、関係団体など法人 79 者と有識者 4 人）。

■ 共有するデータ

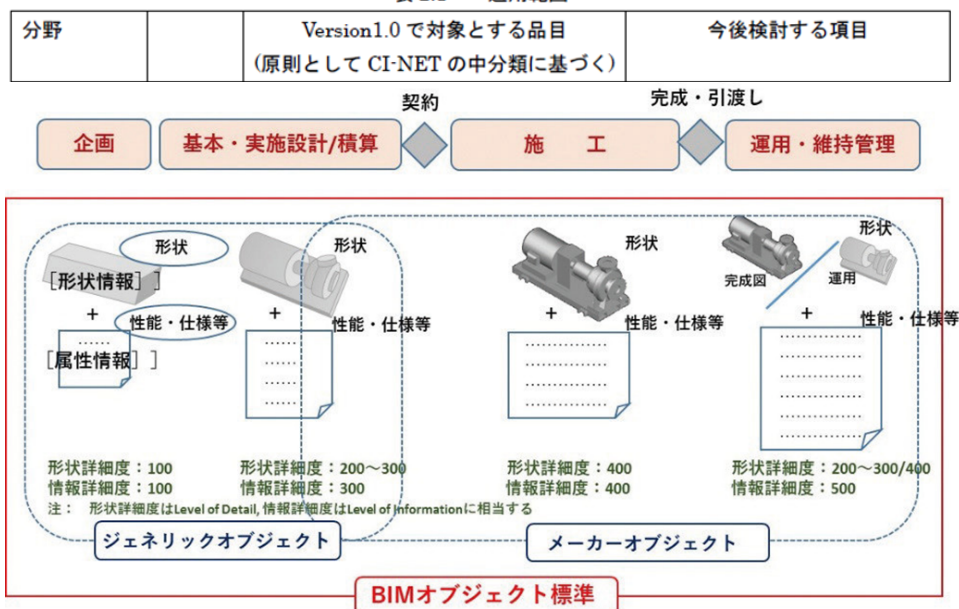
3次元データを活用した BIM による建築物の企画、設計、施工、運用・維持管理の効率化を図るため、繰り返し利用される建築物の部材・部品の形状や性能等のデータ（BIM オブジェクト）を標準化。

BIM オブジェクトは、各メーカーの HP からダウンロードできる。また、国土交通省官庁営繕部及び地方整備局等営繕部が官庁施設の営繕を実施する際には、「建築工事標準詳細図」に準拠することになるが、2010年に全詳細図の BIM モデルが収録された国土交通省建築工事標準詳細図が発刊されており、業務の効率化が図られている。

■ 最近の動き

2018年2月から、野原ホールディングスとスウェーデンの BIMobject AB 社が協同し、BIM オブ

表 2.1 適用範囲



ジェクトの無償提供を開始している。サービス名は「BIMObject」であり、利用登録することで無償にて様々な建材・設備メーカーの BIM オブジェクトを利用できるようになる。

図 4-3 プロジェクト段階と BIM オブジェクト標準（形状、情報の詳細度）⁵⁶

(2) 公共が保有するデータと、民間企業等のデータの連係

① 国土交通データプラットフォーム⁵⁷（図 4-4）

国土交通省では官が多く保有するデータと民間等のデータを連携し、フィジカル（現実）空間の事象をサイバー空間に再現するデジタルツインにより、業務の効率化やスマートシティ等の国土交通省の施策の高度化、産学官連携によるイノベーションの創出を目指す取組が進められている。



図 4-4 国土交通データプラットフォーム

② 静岡県 VIRTUAL SHIZUOKA

3次元点群データ流通のプラットフォームとなる「VIRTUAL SHIZUOKA」を構築し、三次元点群データのオープン化を進め、あらゆる分野へ点群データの利活用を促進する。

⁵⁶ <https://www.kensetsu-plaza.com/kiji/post/26133>

⁵⁷ <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001341855.pdf>

仮想3次元静岡県の構築 (VIRTUAL SHIZUOKA)

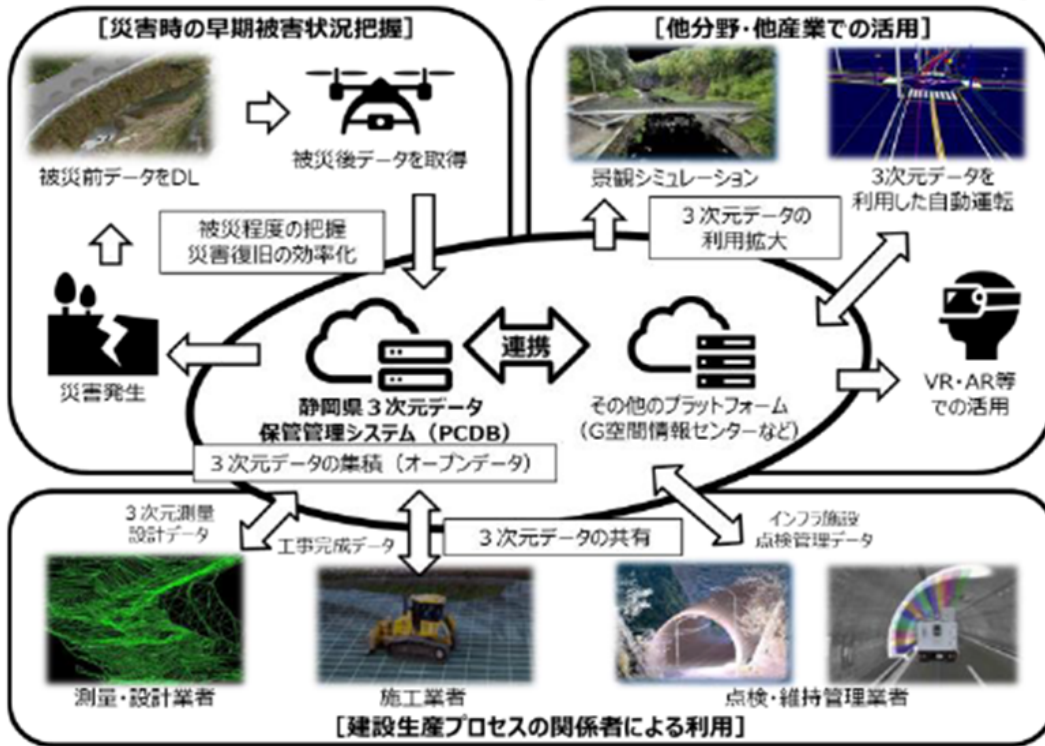


図 4-5 仮想 3 次元静岡県の構築⁵⁸

3次元点群データの利活用促進 (VIRTUAL SHIZUOKAの構築)



図 4-6 3次元点群データの利活用⁵⁹

4.1.3 建設分野において今後想定されるデータ連携

⁵⁸ <https://www.mlit.go.jp/common/001271973.pdf#search=%27virtual+shizuoka%27>

⁵⁹ https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H31/659/659_sugimoto.pdf#search=%27virtual+shizuoka%27

建設分野において、今後、データ連携が図られることによる効率化や技術開発が期待できる事例、及び、各事例において連携されるべき協調領域として、以下が考えられる。

① AI教師データの共有・連携（トンネル切り羽のAI判定）

データ連携の概要

トンネル切り羽において、あたり取りを行うブレーカ等の重機に搭載した高速 3D スキャナで切り羽の掘削形状を計測、AIで自動判定する。AI技術を開発するにあたり、膨大な教師データが必要であり、工事単位や会社だけのデータ蓄積には限界がある。

トンネル切り羽の情報を共有することにより、切り羽の状況を判定するAI技術を開発するための教師データを増やすことが可能となり、技術開発が促進される。

想定される協調領域

データを共有するために必要な、協調領域に含まれる部分として、①データの提供/共有 ②データ形式の標準化 ③データを蓄積/共有/提供するシステム の3種が想定される。

■ データの提供/共有

切り羽の画像データに加え、現場に於いて実際に技術者が判定した記録についても、共有されることにより連携が進みやすい。

ただし、判定記録については、現場における判定の手法についても各社の固有の技術/ノウハウであり、AI技術開発に影響するとも考えられる。判定記録が他社に提供できない自社のノウハウであると判断するデータ提供者がいた場合は、判定記録は協調領域でなく競争領域に含まれることとなる。

■ データ形式の標準化

切り羽の画像を教師画像として活用するには、画質がなるべく揃っていることが望ましい。そのため、画像の明るさや撮影する際の切り羽からとの位置/角度等の撮影方法、画素数、ファイル形式等が標準化されていることが望ましい。

ただし、データの質を確保するために撮影方法等を細かく規定すると、データ取得の負荷が増すこととなり、データ連携を阻害することとなりかねない。そのため、データのフォーマットや質について標準化を行う際には、データの取得作業に影響しないよう、データの活用に必要な最小限の事項に対象を限定する必要がある。

■ データを蓄積/共有/提供するシステム

連携するデータ量がさほど多くなく、データ連携に参加する社が限られる場合、データは少数の参加者でやりとりされれば共有される。しかし、連携するデータが多い場合や、データ連携に参加する社が多い場合、データを集約・蓄積し、データ連携の参加者へ提供する共有のシステムが必要となる。

このようなシステムは、4.1.2で紹介した既存の事例では、業界団体が構築/運営しているケースや、国が費用負担して構築しているケースが見受けられる。

② AI教師データの共有・連携（建設機械と作業員の接近把握・接近事故防止）

データ連携の概要

カメラ画像により、現場内の建設機械と作業者を認識し、作業員と建設機械の接触/接近を防止する。民間企業各社で教師データを個々に収集するのは効率的でなく、建設業界全体で教師データを集約する仕組みが必要である。

想定される協調領域

■ データの提供/共有

重機と作業員が共存する画像データの他に、各社の重機関連事故データが共有するデータとなりうる。

■ データ形式の標準化

トンネル切り羽 AI 判定システムの画像と同様、画像データの形式や撮影方法等について最低限の標準化は望ましい。しかし、建設現場において建設機械と作業員が撮影されている画像は、画角や明るさや被写体との位置関係について標準化するのは難しいため、標準化する項目は、撮影位置（地表からの高さ）やカメラ性能等、かなり限定されると思われる。

■ データを蓄積/共有/提供するシステム

トンネル切り羽 AI 判定システムと同様、データを集約・蓄積・提供するシステムが必要となる。

③ AI 教師データの共有・連携（ICT 建機のログによる建設機械の作業効率改善等）

データ連携の概要

建設機械の稼働データのログより、建設機械の稼働状況を分析し、作業の効率化を計る。

多くのデータを分析する必要があるため、建設業界全体でデータを集約することにより技術開発が進むことが期待される。

想定される協調領域

■ 共有活用するデータ

建機のログデータだけでなく、ログの分析（現実作業との比較）のために、作業等の現場作業の記録が共有されなければならない。

■ データ形式の標準化

建設機械の動きを把握する手法（センサーの位置、データ取得間隔等）は、建設機械やシステムを提供する社によって異なる。各社ともデータ取得システムをすでに開発し、運用しているため、これらの標準化はおそらく困難であるが、少なくとも、データの取得方法について提供されることが必要となる。

④ AI 教師データの共有・連携（維持管理情報）

データ連携の概要

構造物等の点検・調査から取得されるデータ・情報を協調領域として共有・連携を図ることで、効率的な維持管理を行うための開発促進が期待される。

想定される協調領域

■ データの提供/共有

コンクリートのひび割れ写真，打音検査データ等の点検・調査から取得されるデータが共有，連携するデータとなりうる。

■ データ形式の標準化

調査・点検を行う計測手法については，提供する社によって異なり競争領域となっていることから標準化することは難しいが，出力されるデータ・情報は標準化を図る必要がある。また，発注者により規格値，管理値が異なることから標準化を行うことでより効率的なデータ連携が図られると思われる。

■ データを蓄積/共有/提供するシステム

今後，連携するデータ量が膨大になることが想定されることから，データを集約・蓄積・提供する共有のシステムが必要となる。また，気象データや交通量データといった他分野とのデータ連携が行えるシステムを提供することでデータの利活用が進むと思われる。

⑤ CIM ジェネリックオブジェクトライブラリー

データ連携の概要

BIM ライブラリーと同様に，土木構造物のうち，様々な形状の工場製品が存在するような部材について，ジェネリックオブジェクトのライブラリー（ジェネリックオブジェクトの性能・形状等）を構築し，設計時に共通に使用する。

想定される協調領域

■ データ形式の標準化

ジェネリック部材の形状モデル・属性情報といった CIM モデルを，協調して標準化する必要がある。

■ データを蓄積/共有/提供するシステム

ジェネリックオブジェクトを使用する者（設計や施工管理に CIM モデルを使用するコンサルタント・施工業者）に対して，ジェネリックオブジェクトや，実際に使用した商品のモデル（メーカーオブジェクト）を提供するシステムが必要となる。

⑥ 災害対応事例の共有

データ連携の概要

自然災害が多発している近年において，対応事例を共有することにより迅速かつ適切な応急対策が可能になると期待される。

想定される協調領域

■ データの提供/共有

災害事例報告書，点群データ（災害直後，対策後），対策工の内容を示した3次元モデルのデータが共有するデータとなりうる。

■ データ形式の標準化

報告書の内容を速やかに把握するため統一したフォーマットとし，3次元モデルの詳細度，属性情報について標準化する必要がある。

■ データを蓄積/共有/提供するシステム

多種多様な事例を共有することが求められると想定されることから，事例を集約・蓄積し，災害発生時において類似の災害事例を効率的に検索するとともに対策の良否について判断できるシステムをユーザーに提供する必要がある。

4.1.4 データ連携を形成する要素

4.1.2 及び 4.1.3 に挙げたデータ連携の例は，協調領域がデータそのものであったり，システム構築，あるいはデータのフォーマットであったりと，連携の形が様々ではあるが，これらを実現させるためには以下の要素が必要であると考えられる。

① データの集約・共有・活用

データを取得/作成した者に散在するデータが提供され，共通に活用されること。データを提供・共有するという活動が『協調領域』となる。

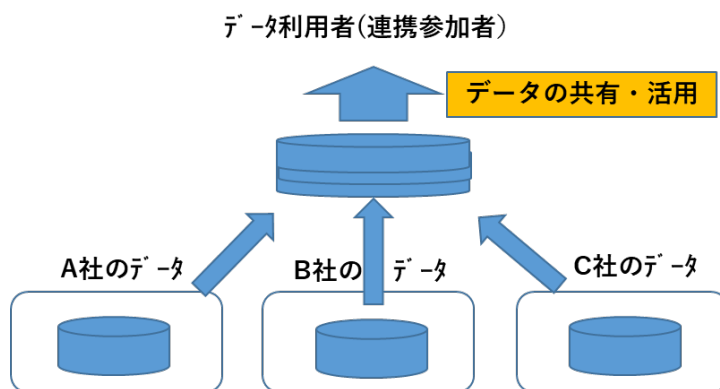


図 4-7 データの集約・共有・活用

② データ形式に関するルール（データの標準化）

データを共通利用するために，データ形式やデータの質，取得方法等がルール化されること。例えば，建設キャリアアップシステムでは，労働者のデータの標準化を行っている。

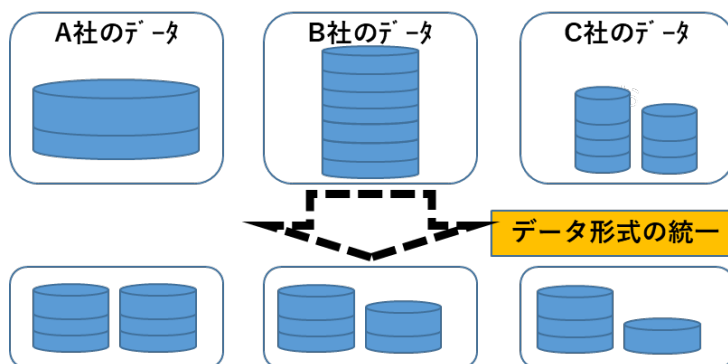


図 4-8 データの標準化

③ データを検索/提供するシステム

データを取得/作成した者に散在するデータについて、データを利用しようとする者が容易に検索し、取得できるシステムを構築されること。データ検索/提供システムの構築・運営が協調領域となる。

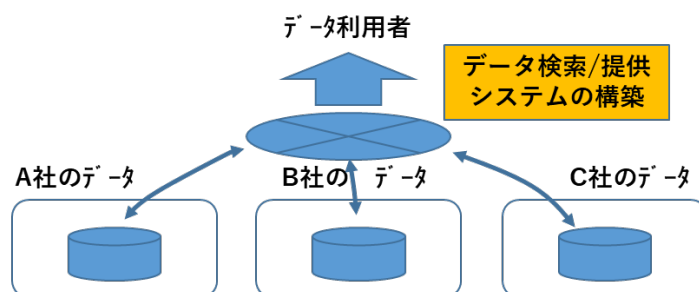


図 4-9 データ検索・提供システムの構築

④ 公共機関等が持つデータと利用者とのデータの連携

公共機関（国・地方自治体）等が保有するデータをオープン化し、他者の利用を許容する。また、データ利用者が持つデータや、データ利用者が取得したデータを用いて新たに作成したデータについても他者が活用できるデータとなる。

国土交通データプラットフォームや VIRTUAL SHIZUOKA といった、国/自治体等が保有するデータを活用するシステムが該当する。

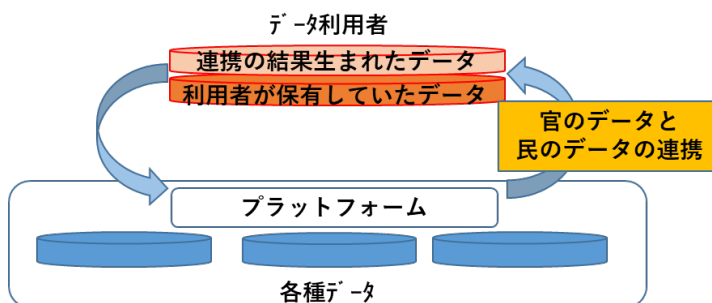


図 4-10 官民のデータの連携

4.1.5 協調領域の考え方

①では共有化したビッグデータ ②では統一化したデータ形式、③ではデータ連携システムが協調領域となり、連携したデータを活用したアプリケーションの開発が『競争領域』と想定される。

ただし、協調領域の範囲は、連携参加者の合意により拡大することがあり得る。

データの蓄積や活用について先行している企業が無ければ、データのための連携に留まらず、データの活用まで連携するケースもあり得る。

『AR 配筋検査技術開発に関するコンソーシアム設立』の事例は、AI 教師データの共有やデータ形式の標準化といったデータ連携の構築を飛び越えて、データを活用した競争領域となり得るシステムの開発まで連携（共同開発）したものあり、それまでは競争領域であった範囲を含めた協調が実現した事例と言えよう。

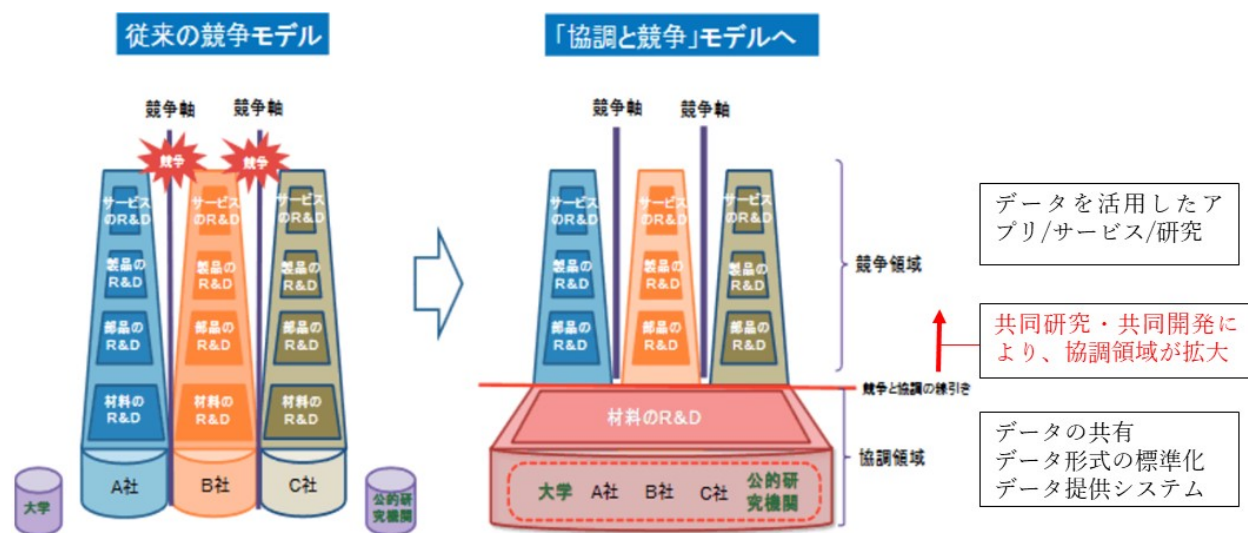


図 4-11 協調領域による連携のイメージ⁶⁰

⁶⁰ 国土交通省（平成 29 年）科学技術白書 第 1 章第 2 節

https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11293659/www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_icsFiles/afieldfile/2017/06/02/1386489_004.pdf

ニュース拡大鏡／準大手・中堅ゼネコン20社、AI配筋検査を共同開発

Tweet シェア LINEで送る

(2020/3/10 05:00)

共同研究開発に参画する企業	
青木あすなろ建設	鉄建建設
後沼組	東急建設
安藤ハザマ	戸田建設
奥村組	飛鳥建設
北野建設	西松建設
熊谷組	日本国土開発
五洋建設	長谷工コーポレーション
佐藤工業	ピーエス三菱
大木建設	松村組
高松建設	矢作建設工業

60%効率向上・半自動化

準大手・中堅ゼネコン20社が配筋検査システムの共同開発に乗り出した。人工知能（AI）を配筋のチェックと検査に応用し、配筋検査の半自動化を目指す。完成後は現行比約60%の効率向上を見込み、将来は外販を視野に入れる。20社は受注でしのぎを削るが、将来の熟練技能者減少など建設業の共通課題解消へ協力する。開発期間を短縮して現場へ普及を促し、同業他社間で重複する技術開発「2重開発」のムダ回避を狙う。

20社は9日、AIと画像解析を活用した配筋検査システムの共同研究開発契約を結び、2019年4月から研究開発を始めたと公表した。期間は約2年。五つのワーキンググループ（WG）で研究開発を推進している。

タブレット端末に対応した配筋チェック機能と、特許出願中の特殊カメラを使った配筋検査機能の二つの機能を開発し、最終的に両機能を統合したシステム開発を目標に掲げる。20年度に配筋チェック機能を各社の現場で試行する予定。



両機能に必要な設計データはAIエンジンを使いデータベース（DB）化。配筋チェック機能はディープラーニング（深層学習）と画像処理を活用し、撮影した配筋写真から配筋の径や本数、ピッチなどを算出する。

配筋検査機能は配筋映像を撮影して3次元（3D）的に配筋形状を自動計測する。計測データは検査項目に合わせて変換・照合し、配筋検査の帳票に自動入力して配筋検査の半自動化を実現する。

建設業は担い手不足をはじめ、24年4月に時間外労働の罰則付き上限規制（残業規制）が始まる予定で、現場の生産性向上が急務だ。各社は関連技術を開発中だが、複数社が同じ技術を開発する2重開発のムダが課題に浮上。大手5社の鹿島と竹中工務店はロボット施工分野などで技術連携を始めた。今回の共同開発はこうした“競争と協調”の流れだ。

一般に共同開発は「参加企業が多いと意見集約が難しく逆効果」（業界関係者）。だがAI時代の開発はビッグデータ（大量データ）が欠かせない。深層学習に必要な現場や試行時の膨大なデータも、20社なら素早く集めて開発速度が高まる。

配筋検査システムの開発で先行する大手各社に対し、準大手・中堅20社が存在感を見せられるか。今回の共同開発が試金石となる。

(2020/3/10 05:00)

図 4-12 AI 配筋検査技術の共同開発⁶¹

⁶¹ 日刊工業新聞 WEBSITE 2020年3月10日 <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00550826>

4.2 データ連携のための協調領域の構築が進まない理由

4.1.3 に挙げたデータ連携について、4.1.4 に示した協調領域が構築されていくのは容易ではない。その理由として、以下が想定される。

(1) データ連携共通の課題

- 業界内の企業間が繋がりにくい
- 他社も同様の研究をしているかどうかかわからず、データ連携を提案すべきかどうかかわからない
- 業界内の企業が多く、まとまりにくい
- データ連携を推進する主体/費用が無い

(2) データの共通活用に関する課題

- データ連携によるメリットの大きさが違う（先行技術、保有するデータ量の違い）
- 保有する教師データの量が各社で異なり、共有によりメリットの大きさが社によって異なる
- データを連携することにより自社の開発よりも他社の開発が進んでしまうことの恐れがある
- 連携するメリットを定量的に評価するのが困難
- 総合評価方式の入札制度により、技術提案において各社が以前に増して独自性を出そうとしているため、データの提供に消極的である
- データは会社の財産であり簡単に提供できないという考え（データについては全て競争領域という潜在的な考え方）

(3) データ形式の標準化に関する理由

- データ形式の変更に伴うコストがかかる
- システムの改修/変更等にコストがかかる
- それまで蓄積されたデータの変換にコストがかかる

(4) データ連携システムの構築に関する理由

- システム構築にコストがかかる

4.3 データ連携の事例分析

4.2 にて述べたデータ連携を妨げる要因が正しいとすると、データ連携を実現するためには、以下に示す仕組みや体制が必要である。

- データを提供しても、先行企業が損しない仕組み

- データ連携を提案し、連携に賛同する社を募る機会
- データ連携の範囲・標準化の内容等を検討/決定する場/費用
これらについて、データ連携が実現されている事例について分析する。

4.3.1 建設分野におけるデータ連携の先行事例の分析

① 国土地盤情報検索サイト KuniJiban

- 公開するデータ（地質データ）に競争がなく、協調領域（地質データの共有）の競争領域（地質データの活用）が明確に切り分けられている
- 公共機関が発注者である場合が多く、データの登録が進みやすい
- 体制構築に国（国交省）が関与しており、企業にとって連携へ参加しやすい

② BIM オブジェクト標準・BIM ライブラリー

- 協調領域（フォーマット、ジェネリックオブジェクト）と競争領域（メーカーオブジェクト）の明確な切り分け
⇒協調領域については、BIMライブラリー技術研究組合が統一したフォーマットに準じて、メーカーが自社製品のBIMモデルを整備することを指す。
⇒競争領域については、前述した「BIMObject」を例に示す。
建材・設備メーカーは、「BIMObject」に登録することで、製品情報を世界中のシステム利用者（建築事務所やゼネコン）に展開できる機会を得ることができ、そこから新規ビジネスのきっかけを見出すことが可能となる。また、BIM オブジェクトをダウンロードした利用者のみならず、エリア毎のデータダウンロード数から、有望となる潜在顧客にもアプローチできるというメリットを有している。

このような関係性は、「農業データ連携基盤 WAGRI」にも見られ、システムのスパイラルアップにより、BIM 業界全体の成熟度が向上するものと思われる。

- 財団の長期間にわたる研究・検討
- 財団の呼びかけによるコンソーシアム・技術研究組合の設立
- 公的機関（独法土木研究所）からの費用負担
- 連携に参加しないことによるデメリットの発生（自社製品のメーカーオブジェクトが標準に組み込まれない）

③ 建設キャリアアップシステム CCUS

- 国土交通省が主導して建設業振興基金が構築・運営し、約 140 社が加盟する日本建設業連合会が連携しており、業界の意思統一が図られやすい体制
- 国交省の費用負担（令和元年度補正予算で1億円）
- 競争領域が想定されない＝連携への参画に伴う、先行企業のデメリットがなく、企業が連携に参加しやすい
- 労務者の地位・待遇の改善という社会的な意義が大きく、業界団体や国が支援する理由が立つ。工事の品質向上やコスト縮減等の「企業間競争」に関連しない目的

4.3.2 他分野の事例

建設以外の分野においてデータ連携が実現されていると思われる事例についても事例分析する。

① 自動運転用高精度地図

自動運転用の高精度地図を整備する会社（ダイナミックマップ社）を企業が連携して設立。

- AHS 組合設立，自動運転の長期間にわたる研究の経緯があり，自動車メーカー，電機メーカー，地図・高速会社の連携体制が構築されていた
- 協調：高精度地図作成 競争：自動運転技術
- 高精度地図に関しては，先行して整備している（データを多く保有する）企業はなく，連携による企業間のメリットの差が小さい
- 国交省からの委託により，自動車メーカー，情報・通信分野の民間企業など 21 社が参画した技術研究組合走行支援道路システム開発機構(AHS 研究組合)が自動運転等の ITS 技術の研究開発を行っており，組合解散後においても，国土交通省との共同研究が実施されており，自動運転に関して連携する体制が構築されていた

② 自動車 CALS

自動車開発設計のデジタル化による設計・開発期間の短縮を目的として，自動車業界が連携（1996～1998）

- 通産省の企業間高度電子商取引推進事業の一環として，IPA（情報処理振興事業協会）を通して実施
- フォーマットの標準化を行った事例．データ連携（各社が持つデータの共有・活用）を図ったものではない

③ 農業データ連携基盤 WAGRI

- 農水省・農研機構が主導
- 農水省が費用を負担し，システムが構築されており，連携に参画する社の費用負担が小さかった
- 提供されるデータは公的機関のデータが多く，民間企業の負担が小さいと思われる

表 4-1 農業データ連携基盤から取得可能な主なデータ・システム（現時点）⁶²

データ・システム	内容	提供元
肥料	肥料登録銘柄情報	農林水産消費安全技術センター (FAMIC)
農薬	農薬登録情報	農林水産消費安全技術センター (FAMIC)
地図	地図データ、航空写真の画像データ	NTT空間情報
農地	農地の区画情報（筆ポリゴン）	農林水産省
〃	農地の区画形状、用排水の整備状況等（ほ区ポリゴン）	農林水産省
〃	農地の緯度経度情報（農地ピンデータ）	全国農業会議所
気象	最長3日先までの気象情報（1kmメッシュ）	ハレックス
〃	最長26日先までの気象情報（1kmメッシュ）	ライフビジネスウェザー
〃	府県などの広域な気象情報	気象庁
生育予測	水稻の生育予測システム	ビジョンテック
土壌	土壌の種類や分布が分かるデジタル土壌図	農研機構
その他	手書き文字認識システム	EduLab

4.4 データ連携に向けた提言

4.4.1 データ連携を構築するための体制構築に向けた提言

データ連携が実現している事例では、複数企業が連携して長期間にわたって研究/検討を行ったものが多く、データ連携の検討体制の基盤となっている。例えば、ITSにおけるAHS組合、トンネルにおける『ジェオフロンテ研究会』（ゼネコン主体の団体）のように、特定目的のための検討の場があれば、それをきっかけに連携が進みやすいと思われる。

また、検討に当たって、業界団体が協調への参加を呼びかけた事例や、公的機関（国）が検討を主導している事例も多い。

連携体制の下地がない状態では、民間企業だけで連携するのは困難であるか、もしくは連携体制構築に長期間を要しがちである。効率的・迅速に連携を進めるためには、トップダウンの形にならざるを得ず、国や業界団体、土木学会といった団体が主導して連携を主導していくことが重要である。国や業界団体が主導すると、民間企業が参画する大義があり、連携体制が構築されやすい。

ただし、国には、民間企業の技術開発/競争力強化に関与すべきでは無いとの考え方も強く、国が率先して実施するための社会的な意義、大義名分が必要となる。例えば、安全や環境改善等が挙げられる。企業の競争力強化で無く、社会的な意義のある目的であれば、国が率先して関与する理由が立ちやすい。

しかしながら、データ連携は、特定の企業を有利にするものでなく、業界全体の技術向上・生産

⁶² <https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/waguri/WAGRI11.pdf#search=%27wagri%27>

性向上・環境負荷低減・コスト縮減・労働条件改善・インフラ輸出促進等，国際競争力強化に繋がるものである。そのため，国は，民間企業の連携・協調領域の構築を促進することを国の重要な役割として認識し，積極的に促進すべきである。

また，国の積極的な関与を引き出すため，データ連携が実現することによる効果を示すことが，学会に求められる役割である。

さらに，学会や業界団体は，協調領域を構築すべきであるテーマについて，民間企業が提案し，議論できる場を設けることが望ましい。

4.4.2 データ連携への企業の参画を促進するための提言

個別のデータの活用が，建設工事のコスト縮減・品質向上・難工事への対応等，企業間競争に有利に働く場合，データ連携が進みにくい。また，個々の民間企業にとって，データ連携に参加する（データを提供する）ことのメリットの大きさや，提供するデータの量の差が大きい場合，連携が構築されにくい。

データ連携によって，データの蓄積やデータの活用技術について先行している企業にとっては，先行している部分まで共有化されると，連携に参加するインセンティブが低くなる。連携により先行企業の優位性がなくなることがないような措置が必要である。

基本的には，基礎データについては協調領域，データを使用/加工するアプリケーションについては競争領域となる。データをどこまで標準化するかについては協調領域とも競争領域ともなり得る。先行企業の開発の状況を把握し，協調領域を設定する必要がある。

協調領域に含まれる技術について，国・公共機関の調達における技術提案評価の対象外とすることにより，国が協調領域の形成を促進することも考えられる。

また，先行企業がデータを多く提供することのメリットが必要である。協調領域のデータを商品化し，データの提供・使用に対価が発生する仕組みを導入することにより，データの提供・使用量による不公平を是正することも有効な方策と思われる。

4.4.3 データ形式の統一/標準化に関する提言

共有/活用されるデータは，データの内容やデータ形式だけでなく，データの取得のされ方や精度まで標準化されていた方が，データを活用する者にとって活用しやすくなる。しかし，データを作成/提供する者にとっては，システムの変更にコストがかかることや，それまで蓄積されたデータとの不整合が生じることから，データ形式の変更は容易でないケースがある。

そのため，データ形式の変更は，連携参加者へ与える影響・負荷を考慮し，標準化によるデータ連携参画企業の負荷を小さくするため，標準化の範囲をできる限り限定するべきである。データ形式が公開されていれば，データを利用する者がデータ形式を変換することも可能であるため，必ずしもデータ形式の統一は不可欠では無い。

4.4.4 連携システム構築に関する提言

データを蓄積し，提供するためのシステムが必要な場合，その構築・運営費用がデータ連携の障壁となることもあり得る。

理想的には，データ連携によって利益を受ける者（たいていの場合はデータ利用者が想定される）

から、データ利用時に利用料を徴収し、システム構築・運営費用に充てるビジネスモデルが構築されるべきである。しかしながら、データ連携が十分に進んでない段階では、データが少なく、利用者も少なく、システム構築/運営に必要なコストを利用料でまかなうのは困難である。

既存のデータ連携事例では、国や業界団体が費用負担している事例が多い。データ連携の初期段階では、ある程度の公的負担が必要であり、そのためには、(データ連携を構築するための体制)で述べたのと同様に、国がデータ連携の重要性を認識するとともに、学会等によりデータ連携の効果が示されることが必要である。

また、データを提供/共有する場として、公的機関のデータプラットフォームを活用することにより、データ管理コストを低減させることも期待できる。

ただし、初期段階においては利用料を徴収せずにデータ連携を行ったとしても、将来的には利用料金が徴収され、国の費用負担が無くなるようにすべきであり、そのためには、利用料金を徴収しうるシステムとするような、利用規約に将来的な料金徴収を明示する等の工夫が必要である。

4.4.5 プラットフォームの構築に関する提言

静岡県の VIRTUAL SHIZUOKA は既に運用されており、また、国土交通省の保有するインフラに関するデータをオープン化する『国土交通データプラットフォーム』は、2020年4月に運用が開始されたところである。

しかし、現段階では、他の機関・民間企業による活用や他のデータとの連携が行われているとは言い難い状況であり、以下のようなさらなる改善が必要である。

① 公開されるデータの充実(データの種類、データ量)

2020年4月に運用が開始された「国土交通データプラットフォーム 1.0」では、国・地方自治体の保有する橋梁やトンネル、ダムや水門などの社会インフラ(施設)の諸元や点検結果に関するデータ約8万件と全国のボーリング結果等の地盤データ約14万件の計22万件を地図上にされ、検索・閲覧・ダウンロードが可能である。

しかし、国土交通省が保有しているインフラデータ全体と比較するとまだまだ不十分であり、インフラ点検時の画像や補修履歴、3Dモデル、交通量・速度・交通事故データ、河川流量、浸水予測、堤防の形状、河川縦横断測量結果といった、今後の対象データの拡充が期待される。

② データの質の向上

公開されるデータには、PDFファイルやスキャンデータも多く含まれ、テキスト化されていないことによって活用されにくい状況にある。また、数値化された情報についても、データのフォーマットが必ずしも統一/標準化されていない状況にある。

③ 検索機能の強化

プラットフォームの取り扱う情報が増加するにつれ、必要なデータを的確に検索する機能と、異なるデータを重ね合わせて表示できる機能が重要となる。

現在公開されているプラットフォームでは、地域、データの種類、作成年度を選択することができるが、データの種類/量が増加するのに伴い、将来的には、さまざまな詳細な位置や内容(キーワ

ード)での検索機能が必要である。

そのためには、公開されるデータにメタデータが付加することが有効な手法であり、それを実現するために、既存の膨大なデータのメタデータを低コストで効率的に作成するためのメタデータ自動作成ツールの開発/実装が求められる。

④ 利用者のデータとの連携

データプラットフォームがデータ提供者（国土交通省・地方自治体等）によるデータのオープン化だけでなく、利用者が保有するデータや、利用者がデータ連携の結果作成したデータについても他者に活用されるよう、プラットフォームを通じて利用者のデータについても検索・表示・提供されるべきである。

そのためには、利用者の持つデータがプラットフォームにアップロードもしくはアップリンクされる機能と、それを推奨もしくは義務化するルール作りが必要である。

4.4.6 データ連携の将来像にむけて

4.1.2 及び 4.1.3 で様々なデータ連携の事例を挙げたが、これら個々の連携したデータについても、さらに連携することによって新たなイノベーションが生まれることも期待される。それを実現するためには、4.1.2 や 4.1.3 のような個々のデータ連携が、連携に参加する者の中で閉じることなく、国土交通データプラットフォーム等のシステムを通してオープンになることが重要である。さらに、国土交通データプラットフォーム等についても、他の主体（他省庁等）が構築するデータプラットフォームとつながり、どのプラットフォームからも必要なデータとの連携を可能にすることで、ビッグデータの利活用がさらに進みイノベーションの創出が図られる。

そのためには、プラットフォームの運営主体同士が意思疎通を図り、データプラットフォーム同士の連携が可能となるようシステム設計がされるべきであり、さらには、国や自治体・大学・業界団体といったさまざまな主体のデータプラットフォームをつなぐプラットフォームが構築されるべきである。

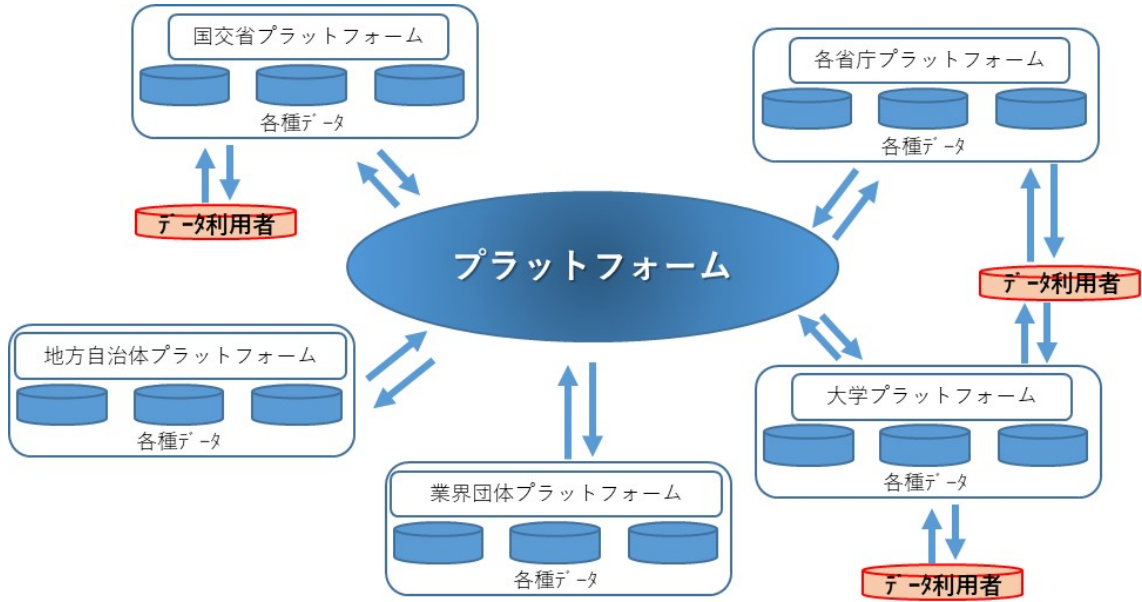


図 4-13 データ連携の将来像

5. i-Construction と建設生産・管理システム [WG1]

5.1 i-Construction が作り出す新しい建設生産・管理システムの仕事の形

高度情報化技術・システム⁶³を活用することで、建設生産・管理システムをどのように変えていきたいのかについて明らかにする。

5.1.1 仕事をどのように変えていきたいのか

(1) i-Construction 3つの視点⁶⁴が具現化されると建設生産・管理システムはどう変わるか

i-Construction 委員会報告書では、i-Construction を推進するための3つの視点として、①建設現場を最先端の工場へ、②建設現場へ最先端のサプライチェーンマネジメントの導入、③建設現場の2つの「キセイ」の打破と継続的な「カイゼン」を示した。また、委員会は、コンカレントエンジニアリング、フロントローディングの考え方を実践することが重要であり、イノベーションを阻害し、最新の技術の活用が考慮されていない従来からの基準などの「規制」や年度末に工期末を設定するなどの「既成概念」を打破することで、更なる建設現場の生産性向上が実現できるとの考えを示している。

委員会が示した3つの視点に基づき i-Construction を進めると、これまでの仕事がどう変えられるか、建設業に関わる人、利用者・納税者といった立場からの検討、新技術に着目した視点からの検討等を行った。

労働力不足は建設現場のみならず調査・設計・発注担当者も同様の状況であり、さらに調査・設計・施工・維持管理の各段階において分業が進んでいることを考えると、部分最適ではなく全体最適を目指すことが重要となる。全体の最適化を目指すにあたり、共通のデータの活用を前提に、共通の指標に基づき、技術者のみならず現場を支える建設技能労働者も含めたコンカレントエンジニアリングの視点からの検討が必要になると思われる。共通の指標としては、調査・設計・施工・維持管理の各段階に掛かる作業時間(人・時間)、や維持管理におけるライフサイクルコスト(金額)が考えられる。これらを各段階で把握・共有し、作業時間(人・時間)とコスト(金額)を全体で最適化を目指すことが必要と考えられる。

実施においては、AIを始めとする進歩が著しいICT技術と建設機械の融合を始めとする施設・技術開発と合わせ、技術者・技能者・発注者の技術・技能を向上させる人への投資(教育)も重要となると考えられる。

(2) 建設に関わる人々の変革

建設業には、国民生活・経済社会・産業活動の基盤を形成する社会資本の整備や激甚化する災害から地域を守る地域の守り手としての役割が期待されており、建設従事者はその役割を果たすことが求められている。役割を果たすためには i-Construction を進めていくことが必要となるが、進めるには従来の仕事の仕方を変革する必要がある。変革には新たな負担が生じ場合がある。

⁶³ 3次元モデル、ICT、IoT、AI、空間情報処理技術等

⁶⁴ 国土交通省 i-Construction 委員会：i-Construction～建設現場の生産性革命～、2016.4

変革させる，すなわち i-Construction を推進させることにより，建設従事者の賃金・休暇の増加等の労働条件の改善，施工における安全性の向上等の労働環境の改善に繋がり，モチベーションの向上にも資するように進める必要がある．例えば，低価格受注では適正な利益を確保することができず，雇用者の給与が抑えられるため，建設業従事者減少要因の一つとなっている．すなわち，建設従事者の i-Construction を活用する技術・技能の向上が労働生産性向上による賃金・休暇等を増加に繋げる仕組みが必要となる．更に，労働条件・労働環境の改善が，経営改善に繋がり，魅力ある職場環境となることが重要となる．こうした取組が，担い手の確保に繋がり，結果とし品質の確保，整備速度の確保に繋がることが期待される．

(3) 利用者・納税者の方々

i-Construction を広く建設業に普及させることで，建設業の生産性が飛躍的に向上し，社会資本施設の利用者・納税者には，品質が確保された社会資本の永続的，早期の利用が可能となる．社会資本整備費用の適切な負担すなわち重すぎず軽すぎない負担が可能となる．また，社会資本整備への理解が進むことにより新たに建設業に関心を示し，入職を希望する方が現れることが期待できる．

(4) 新しいビジネスモデル

i-Construction を活用し建設業の仕事をどのように変えていきたいか，下記のようなビジネスモデルを基に本小委員会で議論した．

地域のコンサルタントのみならずレンタル・リース会社等の幅広業種の会社が測量と BIM/CIM を活用した 3D モデルを用いて，施工計画（施工手順）を検討し，その検討結果を基に建設会社による見積，応札が行われる．そして当該会社が工事を受注した場合，事前に検討された資機材を活用した施工計画により効率的な施工が行われ，施工会社は利益を得られる．

BIM/CIM を活用した効率的な施工計画・施工の実施と，これらを支える新たな資機材の活用を含む新技術の活用を提案，実装できる者が新たに加わることで，より効率的な施工が可能となると考えられる．

(5) 新技術の活用事例・活用背景

新技術の活用事例・活用背景を整理するにあたって，新技術の内容が多岐にわたるため，下記 3 種類の目線でそれぞれの代表的な活用事例・活用背景を整理することとした．

(5-1) 技術の効果の目線

(5-2) 活用場面での目線

(5-3) 主たる効率化享受者での目線

(5-1) 技術の効果の目線

技術の効果の目線では，以下に示す分類について，代表的な事例の概要を述べる．

(5-1-1) 作業時間の短縮効果

(5-1-2) 品質の向上効果

(5-1-3) 難工事の完工効果

(5-1-4) 安全性の向上効果

(5-1-1)作業時間の短縮効果

事例名 : 平成 30 年度大分港（西大分地区）泊地（-7.5m）浚渫工事⁶⁵

効率化概要：グラフ浚渫船施工管理システムにより浚渫 1 グラブ毎の海底地盤高について、グラフ浚渫オペレーターがリアルタイムで把握しながら施工を実施することで、従来実施していた計測員による海底地盤高計測による浚渫中断がなくなり、作業効率を 12%向上させた。

(5-1-2)品質の向上効果

事例名 : 国道 4 5 号 夏井高架橋工事⁶⁵

効率化概要：コンクリートウェブ断面を有する箱桁の張出し架設に際し、「i-Bridge」を全体へ展開する取組みを実施した。架設サイクル工程の中のあらゆる段階で ICT 技術を用い、施工管理や検査の省力化、品質向上を図った。品質に関して、視覚的に AR で鋼材の組立位置や部材の出来形を確認し、これまでの目視やアナログ計測より品質を向上させた。

(5-1-3)難工事の完工効果

事例名 : 東京メトロ銀座線渋谷駅移設工事における BIM/CIM の実践⁶⁵

効率化概要：BIM/CIM を活用し、コンカレントエンジニアリングを実践。3D モデルや VR を用いたレビューにより、フロントローディングを実践し、運用までを見据えた高品質な設計とその複雑な施工計画の情報共有により生産性の向上に活用した。

(5-1-4)安全性の向上効果

事例名 : 工場の安全管理に特化した事前学習済みモデル⁶⁶

効率化概要：画像中で、指定した領域・時間に人が検知されれば「不法侵入」、移動する乗り物の近くに人が検知されれば「危険状態」、指定された通路に物がおかれていたら「障害物」とするなどで、安全性を向上させる。

(5-2)活用場面の目線

活用場面の目線では、以下に示す分類について、代表的な事例の概要を述べる。

(5-2-1)調査・設計段階

(5-2-2)施工段階

(5-2-3)監督・検査段階

(5-2-4)維持管理段階

(5-2-1)調査・設計段階

事例名 : 数量算出と干渉確認の作業時間の削減⁶⁷

活用の概要：可とう接手と鉄筋との干渉チェックを自動的に行い、干渉チェック漏れを防止。

(5-2-2)施工段階

事例名 : 函館港若松地区岸壁ドルフィン部その他工事⁶⁵

活用の概要：施工する岸壁および周辺構造物の広域かつ詳細な 3D モデルを作成し、杭の打設位置や作業船アンカーの座標管理や施工状況の可視化によって、安全で迅速な ICT 施工を実現した。

⁶⁵ 国土交通省：令和元年度 i-Construction 大賞，2019.12.25

⁶⁶ Microsoft，2020.3（当報告書 WG 2 「現状分析・事例分析」）

⁶⁷ 国土交通省：BIM/CIM ポータルサイト BIM/CIM 事例集 ver.1，2019.11

3DモデルとNETIS登録技術である「3D鋼管杭打設管理システム」を活用し、杭打船内のディスプレイ上で設計値とのズレをオペレーターが確認しながら施工することで、作業人員削減と施工速度増加及び高精度な施工管理を実現した。

(5-2-3)監督・検査段階

事例名：配筋検査システム⁶⁸

活用の概要：総合建設会社20社では、AIおよび画像解析を応用した「配筋検査システム」の共同研究開発契約を締結し、2019年4月より約2年間にわたる研究開発を進めている⁶⁶。これが実現されると、施工管理者の効率的かつ正確な配筋検査を可能とし、検査効率改善を図ることが可能となる。

(5-2-4)維持管理段階

事例名：寺内ダム洪水吐ひび割れ等変状調査業務⁶⁵

活用の概要：ダム構造吐コンクリート表面の状態をデジタル画像撮影して、その画像からひび割れ等の変状を示す展開図を作成し、今後の維持管理の基礎資料とするものである。この技術により、ダム洪水吐の変状調査において、遠方からの計測を可能にし、足場や高所作業車等を設置する必要がなくなるため、短期間で効率的な調査を安全に実施可能となっている。

(5-3)主たる効率化享受者の目線

主たる効率化享受者の目線では、以下に示す分類について、代表的な事例の概要を述べる。

(5-3-1)作業員、

(5-3-2)施工監理者（現場管理者）

(5-3-3)発注者（事業者）

(5-3-4)設計者

(5-3-1)作業員

事例名：H29・30能越道 長沢道路その7工事⁶⁵

技術の概要：岩が露出する法面整形において、ツインヘッダーを装着したMCバックホウを使用し、施工性と出来形精度を大幅に改善させた。MCバックホウのアタッチメントをバケットからツインヘッダーに付け替えるだけで、追加整備等が必要なく適用可能。

(5-3-2)施工監理者（現場管理者）

事例名：名二環かの里1交差点南下部工事⁶⁵

技術の概要：CIMモデルの積極的な活用により、工事施工計画において、現場障害物への干渉を考慮した施工機械の選定を円滑にさせることと、施工計画の説明や安全管理に効果を発揮している。

(5-3-3)発注者（事業者）

事例名：名塩道路城山トンネル他詳細修正設計業務⁶⁵

技術の概要：CIMモデルの活用により、ECI発注方式であることと多数の関係機関、地元住民と関係者が多いことに対して、合意形成のスピードアップ、事業の円滑化を図った。CIMモデルは施工時の情報化施工にも活用し、コスト削減も実現させた。

⁶⁸ 人工知能画像解析を応用した「配筋検査システム」の共同研究開発、2020.3.9

<https://www.toda.co.jp/news/2020/20200309.html>

(5-3-4)設計者

事例名 : 地場コンサルからの全体最適化を目指した取り組み⁶⁵

技術の概要: 3次元設計が当たり前となっている他業界設計者の目線を取り入れ、地方公共団体・測量設計業協会など向けの講習会や業界PRなども積極的に実施することで、地場の建設業や測量業と連携させることを可能とした。これにより、最適な品質の生きた3次元設計データ作成につながる事が可能となる。

(5-4)新技術の活用事例・活用背景のマップ

ここまでに挙げた代表的な事例も含めて、各目線の分類について事例を整理した。すべての技術に関して、一つの項目のみに分類されるものではなく、複数の効果があると考えられるが、主目的と判断した項目に分類した。整理した事例を表5-1～表5-3に示す。事例を整理すると、作業時間の短縮や品質の向上に関する技術は数多くあるが、安全性向上は付随的に得られる効果である。また、活用場面が施工段階から維持管理段階の技術は多いが、特に設計段階で活用できる技術は少ない。さらに、主たる効率化享受者では、開発された技術が生産性向上につながり、作業員の作業性向上につながっていることが多い。

表 5-1 技術の効果の目線

効果の分類	事例
作業時間の短縮	・平成30年度大分港（西大分地区）泊地（-7.5m）浚渫工事 ⁶⁵ ・VR/AR/MR ⁶⁶
品質の向上	・国道45号 夏井高架橋工事 ⁶⁵ ・機械学習を活用した製造業の品質管理ロードマップ ⁶⁶
難工事の完工	・東京メトロ銀座線渋谷駅移設工事におけるBIM/CIMの実践
安全性の向上	・工場の安全管理に特化した事前学習済みモデル ⁶⁶

表 5-2 活用場面での目線

段階の分類	事例
調査・設計	・数量算出と干渉確認の作業時間の削減 ⁶⁸ ・中小河川維持管理用ソフトウェア「e-River」の開発 ⁶⁵
施工	・函館港若松地区岸壁ドルフィン部その他工事 ⁶⁵ ・LANDROG Partner 制度を通じたベンチャー連携 ⁶⁵ ・Infrakit ⁶⁶
監督・検査	・配筋検査システム ⁶⁸ ・3次元モデルによる検査 ⁶⁹
維持管理	・寺内ダム洪水吐ひび割れ等変状調査業務 ⁶⁵ ・点群ブラウザ「3D Point Studio」による道路地物の管理効率化 ⁶⁵ ・インフラ構造物の非破壊検査に向けた世界最高性能-超広域レーダの実現 ⁶⁵ ・JAXAの地球観測衛星によるデータ利用 ⁶⁶

⁶⁹ 国土交通省 関東地方整備局企画部：ICT活用工事の監督・検査について、2020.3

表 5-3 主たる効率化享受者の目線

享受者の分類	事例
作業員	<ul style="list-style-type: none"> ・ H29・30 能越道 長沢道路その 7 工事⁶⁵ ・ 渋川西バイパス入沢他改良その 1 工事⁶⁵ ・ 平成 29 年度宮平地区改良（その 2）工事⁶⁵ ・ (砂) 一二峠川 砂防堰堤工事⁶⁵ ・ 職人をシェアすることができるアプリ「助太刀」⁶⁶
施工監理者 (現場管理者)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 名二環かの里 1 交差点南下部工事⁶³ ・ 建設業特化型工事マッチングサイト「CraftBank」⁶⁶
発注者 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 名塩道路城山トンネル他詳細修正設計業務⁶⁵
設計者	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地場コンサルからの全体最適化を目指した取り組み ・ CIM モデルの地元説明への活用

5.1.2 設計データを上流から下流へ流す、情報の活用により仕事をどう変えるか

高度情報化技術・システム⁷⁰を活用することで、建設生産・管理システムをどのように変えていきたいのかについて明らかにする。

i-Construction 推進の基盤として BIM/CIM の利活用がある。3次元データを用いた BIM/CIM モデルを、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、情報を充実させながら連携・発展させ、事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にすることで、一連の建設生産・管理システム全体の効率化・高度化を図ることが可能となる（図 5-1）。

しかし、現状の国内の建設事業では、UAV による 3次元測量や 3次元モデルを用いた設計（数量の自動算出、可視化による合意形成の迅速化等）、UAV、レーザスキャナによる出来形測量等、適用可能な範囲での建設プロセス・工種において BIM/CIM の活用が試行されている段階であり、各建設生産プロセス間さらにはプロセス全体でモデル連携・共有の推進が望まれる（巻末資料「建設業でどこまで進んでいるか」）。

BIM/CIM モデルには、ICT や IoT の導入により、各建設プロセスにおいて膨大なデータ（出来形・品質、人・材料、時間、コスト、点検・補修履歴、計測記録等）が収集される。これら BIM/CIM モデルを含むビッグデータを一元的に管理し、関係者間、さらには一般市民にも必要な情報を共有・反映するためのクラウド技術を用いたデータベースないしデータプラットフォームの構築が必要である。

⁷⁰ 3次元モデル、ICT、IoT、AI、空間情報処理技術等



図 5-1 BIM/CIM の概念⁷¹

このデータプラットフォームについては、一部のデータを対象とした構築が既に進められている。例えば、地盤情報を対象とした国土地盤情報検索サイト (Kunijiban)⁷²、建設技能者の情報(資格、就業実績等)を対象とした建設キャリアアップシステム (CCUS)⁷³がある。そして、国土交通省において整備が進められている国土交通データプラットフォーム⁷⁴において、Kujiniban における地盤情報をはじめ、ICT 施工により取得された 3 次元点群データやインフラの基本情報等、国が保有するデータの閲覧が可能となっている。さらに将来的には、バーチャルシンガポール⁷⁵に代表されるような Digital Twin の実現が期待される。

以下に、これらデータの利活用による効果を記載する。

⁷¹ 発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会 資料
(http://www.nilim.go.jp/lab/peg/siryou/20200205_hatyuusya_manebukai/200205_siryou5.pdf)

⁷² <http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>

⁷³ <https://www.ccus.jp/>

⁷⁴ <https://www.mlit-data.jp/platform/>

⁷⁵ <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>

インフラデータプラットフォームのイメージ

- 国土に関する情報をサイバー空間上に再現するインフラデータプラットフォームを構築
- 2019年度に基盤地図上に地盤データと構造物データを位置情報でひもづけ、同一地図上に表示
- また、2019年度に一部の地域において都市の3次元モデル化を試作
- 都市の3次元モデル化にあたっては、自治体構造物データ及び民間建築物データとも連携

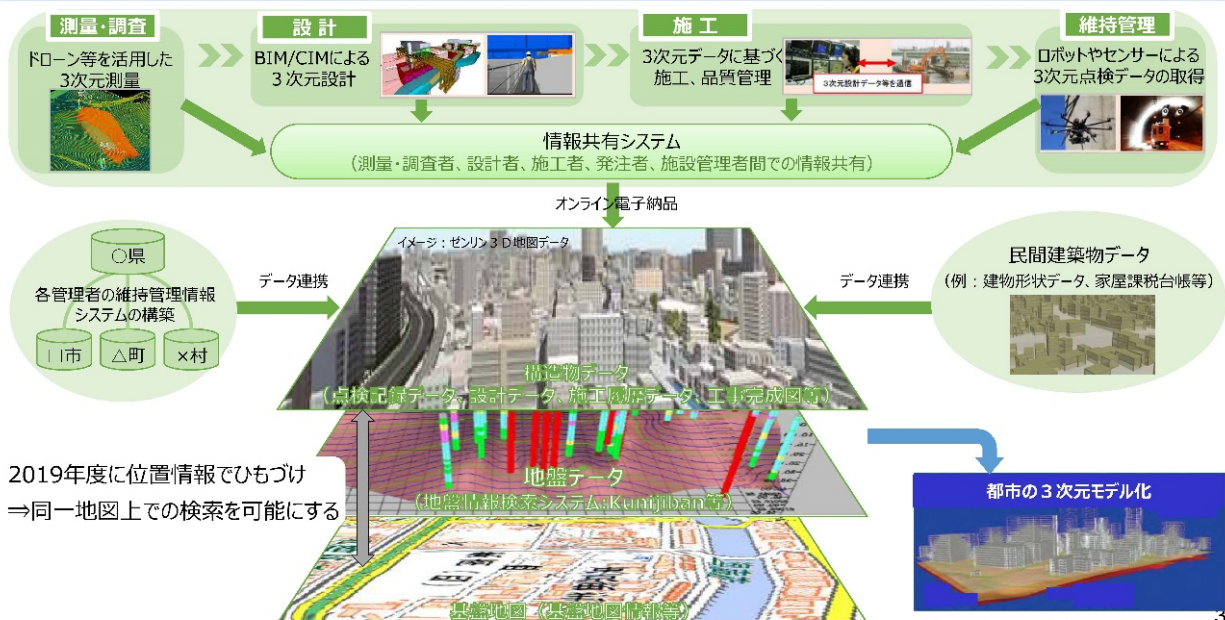


図 5-2 インフラデータプラットフォームのイメージ⁷⁶

(1) データの活用による仕事の変革

上記のビッグデータを集積・分析により、例えば以下のような活用が可能となる。

- ① 施工履歴データによる建設現場の見える化・効率化（施工能力等の自動測定）
- ② 事故や異常発生時に、同種・類似のリスクを有する施設の特定
- ③ 熟練技能労働者の施工技術のデータ化、継承
- ④ 労働時間・作業内容、すなわち投入量の可視化による残業コストの縮減、職員の健康維持
- ⑤ 3次元データ（計測データや映像等を活用した連続的なデータ、VR・AR）の活用による遠隔地からの監督・検査
- ⑥ 構造物点検データを用いた劣化予測（IoT、AI等の活用）
- ⑦ デジタルデータ化、さらにデータプラットフォームを利用した情報共有による作業効率化（不要な調整会議の削減、移動時間の削減等）
- ⑧ オープンデータ化（インフラの状態・優先度・諸元等の公表）による、受注者側からの提案型点検・修繕工事の実施によるインフラメンテナンスサイクルの効率化
- ⑨ 建設分野以外のデータ（地図・地形・地質、気象、交通、地下埋設物、防災等）との連携による新たな技術開発、サービス創出、インフラ価値向上

⁷⁶ 国土交通省 第5回 国土交通技術行政の基本政策懇談会 配布資料
<https://www.mlit.go.jp/common/001274817.pdf>

(2) 調査・設計, 施工, 維持管理の変革

データプラットフォームにより各建設プロセスにおいてデータを共有することにより, フロントローディングやコンカレントエンジニアリングの実施が容易となり, 建設・生産システム全体の高度化・効率化が可能となる。

- ① データプラットフォームにて地質情報や地下埋設情報を計画・設計段階から把握可能になることによる品質向上, 設計変更の回避, 施工時の安全性確保
- ② 設計成果の可視化による設計ミス防止, 干渉チェックによる不整合の防止 (コンクリート構造物の鉄筋干渉チェック等), 仮設工法の妥当性検討, 施工手順のチェック等を行うことによる施工段階での手戻り防止
- ③ 維持管理に必要な情報を BIM/CIM モデルに付与しておくことによる維持管理時の作業効率化, 災害時の迅速な対応
- ④ 設計段階で工事発注者・施工業者の知見を反映することによる, 施工性や供用後の品質確保, 更には景観や施設使用の快適性向上
- ⑤ 設計段階で維持管理の知見を反映することによる, 維持管理上の配慮 (材質や弱点となる箇所を設けないなど)。また, 設計・施工段階では維持管理段階で必要となる情報を活用可能な形で提供することで, 維持管理の効率化・高度化につながる。
- ⑥ 事業に携わる関係者 (受発注者, 鉄道・電気・ガス・水道等のその他インフラ事業者) と共同作業することで, 意思決定の迅速化や手待ち時間の縮小により, 事業全体の期間の短縮やコスト縮減につながる。

5.2 新しい仕事の形へ向かう工程(行程)案

5.2.1 生産性評価指標

少子高齢化による労働人口の減少, 働き方改革の進展により求められる労働時間の減少などを背景に, 建設現場ではこれまでと同じ工事量を実施するために生産性を向上させることが喫緊の課題となっている。生産性を定量的に把握することで, i-Construction の効果を定量的に把握する事ができるとともに, 様々な新技術の活用・試行錯誤やより効果的な取組への転換が可能となる。

(1) 生産性についての定義

OECD によれば生産性の共通的な定義は「アウトプットの量とインプットとして使用された量の比」とされている⁷⁷。具体的には以下の式で表すことができる。

$$\text{生産性} = \frac{\text{生産量 (output)}}{\text{投入量 (input)}}$$

⁷⁷ Measuring Productivity OECD Manual
(<https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/2352458.pdf>)

アウトプット量である生産量を示す量（値）に面積，長さ，重量，あるいは個数等の数量を用いる「物的生産性」と，賃金・経常利益等の金額を価値量として用いる「付加価値生産性」等がある。インプット量である投入量を示す量（値）に労働投入量を用いる「労働生産性」と，資本量を用いる「資本生産性」，労働・資本・原材料等を合成投入量として用いる「全要素生産性」などがある。アウトプット量とインプット量の比である生産性の考え方をを用いて，取組状況の確認，課題解決に向けた検討に用いる場合，解決しようとする課題によりアウトプット量(生産量)，インプット量(投入量)を適切に選択する必要がある。すなわち，解決しようとする課題が定まらなると指標は定まらず，解決しようとする課題の数だけ指標も必要となるといえる。

本小委員会での生産性指標は，「i-Construction により，これまでより少ない人数，少ない工事日数で同じ工事量の実施を実現」という観点⁷⁸から論考するため，インプット量には労働投入量を用いた「労働生産性」を検討の対象とする。

一方，工事量すなわちアウトプット量をどのように考えるかが，i-Construction を推進する上で大きな課題となる。アウトプット量には価値量（付加価値生産性），数量（物的生産性）の両方が考えられる。付加価値額であれば GDP における建設業の値や完工高などが考えられる。また，数量であれば道路，堤防，下水道の延長や，橋台の基数，更には契約数量（m，m2，m3，t）などが考えられる。

以下，付加価値生産性及び物的生産性の双方について述べる。

(2) 付加価値的生産性の指標

価値量を使用した付加価値ベースの労働生産性の算出を試みた。各種既存の統計値を用い，建設業全体の人件費や経常利益等の合計金額（産出量）を労働者数と労働時間（投入量）で除して付加価値労働生産性として試算している。用いた統計データは表 5-4 のとおりである。

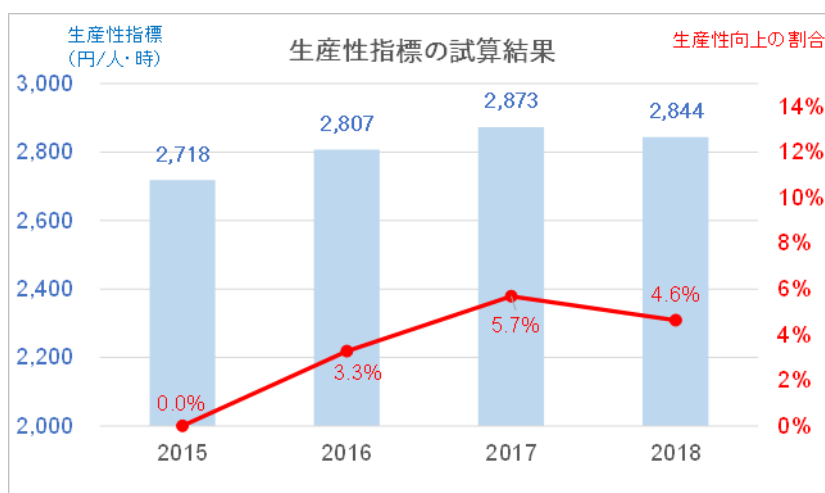
表 5-4 資産に用いた統計資料

		項目名	統計調査名
産出量 (分子)	付加価値額	国内総生産付加価値額 (実質値：建設業)	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）

図 5-3 は，付加価値として国民経済計算を用いていることから，建設業に従事する労働者の 1 時間当たりの労働所得と資本所得の合計額が示されている。付加価値労働生産性は，単位時間当たりの労働所得と資本所得を示していることになる。

労働人口の減少，労働時間の減少を前提とする環境下でこれまでと同じ工事量の施工を実現するためには，人・時間当たり施工量を上昇させることが必要となり，本指標を用いるには，施工量と労働所得及び資本所得の相関を検証する必要があると考えられる。

⁷⁸ i-Construction の推進：国土交通省(<http://www.mlit.go.jp/common/001149595.pdf>)



※生産性指標（2017～2018年）：国内総生産（2017～2018年）は確定値ではないため参考値。

図 5-3 付加価値労働生産性指標の試算結果
（労働者 1 時間当たりの労働所得と資本所得の合計額）

（3）物的生産性の指標

建設産業は、「一品受注生産」、「現地屋外生産」等の特性があり、製造業のように同じ製品を同じ条件で生産することができないこと、また、公共工事の請負契約では受注後に公共工事標準請負契約約款に規定された「仮設、施工方法その他工事目的物を完成するために必要な一切の手段については、この約款及び設計図書に特別の定めがある場合を除き、受注者がその責任において定める」との考え方にに基づき施工されるため、施工合理化調査等の一部の調査を除き、建設現場の生産性すなわち施工量と施工時間の把握は、受発注者間で行われることはこれまでなかった。

現場単位の物的労働生産性を向上させるためには、まずは物的労働生産性すなわち施工量と施工時間の把握が必要となる。把握するには、労働者の実労働時間と出来高を計測することが必要となる。建設現場における施工量と施工時間を計測した事例⁷⁹や施工時間をインターネット上で記録する取組⁸⁰があるが、こうした取組が容易に活用できる改善が必要と思われる。

5.2.2 発注者、受注者の役割

(1) 発注者の役割

一口に「発注者」といっても様々な組織があり、幅広い業務を担っている。すなわち、建設行政を推進する上での各種施策や計画・予算を司る立場、公共事業に関わる設計業務や工事を発注・監

⁷⁹ 関健太郎，山口悟司，齋藤孝信：建設現場における施工実態データの計測と労働生産性の定量的把握事例，第 1 回「i-Construction の推進に関するシンポジウム」発表論文集，土木学会建設マネジメント委員会，pp.119-122，2019.7.30.

⁸⁰ 国土技術政策総合研究所：工事日報入力システムの試行を希望する建設会社の募集，2020.3.19，<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20200319-5.pdf>

督する立場、出来上がった施設を維持管理する立場など、多岐に渡っている。

本報告書では、発注者が担う様々な業務や権能を、1) 建設行政を担い、事業を創出する立場、および2) 各種事業の推進や構造物管理をマネジメントする立場、に大別した上で、i-Constructionを推進する上での役割や新しい仕事の形へ向かう工程（行程）について記述することとする。

(1-1)建設行政を担い、事業を創出する立場

(1-1-1) 建設生産・管理システムの将来を見据えた施策を推進する立場での役割

5.1 に述べたような「新しい建設生産・管理システムの仕事の形」を目指して、i-Constructionの重要性を建設業界のみならず広く周知するとともに、その推進に必要な制度や予算の確保など、所要の環境づくりを主導的に行う立場にある。

各種施策の立案・推進にあたっては、生産性向上という大目標に向かうために5.2.1に示した「生産性指標」を活用して評価し、5.2.3に述べる「継続的「カイゼン」に向けた取組」が必要であり、その中心的役割を発注者が担う必要がある

(1-1-2) 民間の技術開発を促す立場での役割 —協調領域と競争領域の峻別—

建設に関わる技術開発は広い分野・領域に跨り、多くの異なる立場の人々や組織が関わることになる。技術開発はそれぞれの自由な発想や創意工夫が原点となり、競争していくことで進展するものである。

その一方で、建設に関わる技術は相互連携や広範な活用が求められることから、個別バラバラな技術開発では、その成果を活用する段階において支障が生じる恐れがある。

このような弊害を防ぐためには、公的な立場の者が技術開発の大きな方向性を示すとともに、協調領域と競争領域を峻別し、前者については産学官が協調して、後者についてはそれぞれが競争的に技術開発に取り組む環境を作ることが重要である。

さらに、いずれの領域においても、5.2.3に述べる「キセイ（規制、既成概念）の打破」や、5.2.4に述べる「新たなプレーヤーの参画」や「民間投資を呼び込む工夫」が必要不可欠である。

(1-1-3) 新技術の普及を促す立場での役割

開発された新技術については、「現場での試行→評価→普及」のプロセスへと速やかに移行する仕組みを用意しておく必要がある。

その際には、建設産業全体の底上げを図るという主旨から、開発者が先行投資のメリットを享受できるようにするとともに、他者に広く活用させるよう誘導することも発注者の役割と考える。

例えば、建設会社が自前で開発した場合には、受注工事での試行を積極的に認め、適正に評価した上で工事成績に加点するなどの方法が考えられる。一方、他者が開発した新技術を広く普及させるためには、試行結果及び効果をわかりやすく公表するとともに、新技術を開発した者と活用した者の双方がメリットを享受できる仕組みづくりも必要である。

(1-2)各種事業の推進や構造物管理をマネジメントする立場

(1-2-1) 事業の調査・計画から施設管理までのマネジメントを行う立場での役割

i-Constructionの推進にあたっては、事業の調査・計画から施設管理に至るプロセス（いわゆる上流から下流まで）において情報・データが流通することが必須であり、これらをマネジメントす

る立場にある発注者が自ら BIM/CIM を活用し、受注者と相互に 3D データを流通させることが必要である。

(1-2-2) 個別工事の発注を行う立場での役割

個別工事の発注にあたっては、現場の生産性向上の観点を重視する姿勢に転換する必要がある。その際には、分割された個別工事ごとにコストを検討するのみならず、周辺の関連工事や後続工事を含めた全体最適の考え方が重要である。

例えば、施工ロボットのような高価な技術を導入しようとするならば、個々の工事のみでは高コストになるのは自明であり、事業全体で使用する事の適否を検討する必要がある。また、部材のプレキャスト化についても、単に部材のコスト比較だけではなく、施工における生産性や管理の容易性なども含めた全体最適を検討する必要がある。

また、発注規模や発注時期などについても、生産性向上を目指す取り組みが行い易い規模や工期で発注することが望まれる。

(1-2-3) 個別工事の監督・検査を行う立場での役割

発注者と受注者の接点である「監督・検査」のプロセスの ICT 化を図ることは、両者の業務をそれぞれ高度化・効率化することにもつながり、波及効果は大きい。

例えば、発注者にとっては、従来の監督・検査では十分にチェックできなかった不可視部分の監督・検査ができるようになったり、画像（静止画・動画）を活用することで随時の監督・検査が可能となることが想定される。また、膨大なデータの扱いも可能になり、きめ細かな監督・検査も可能となろう。

一方、受注者にとっても、新たな監督・検査手法に応じた施工データの採取・蓄積方法が改善されることや、不可視部分の画像を記録するなどの対応を図ることによって、業務や施工の高品質化および効率化を推進することにつながるであろう。

(1-2-4) 工事完成後に施設管理者となる立場での役割

施設が完成するまでには各プロセスにおいて膨大なデータ・情報が使用・流通することになるが、これらの中から施設管理者として保存しておくべきデータ・情報について十分に整理されているとは言えない。今後、アセット・マネジメントの重要性が高まることが想定される中で、維持管理段階で必要となるデータ・情報を明らかにし、BIM/CIM と連動させる形で保存していくことを推進していく必要がある。

(2) 受注者の役割

ここでいう「受注者」とは、(1) に述べた「発注者」から契約を通じて各種業務・工事等を請け負う組織を指している。「受注者」の主たる業種は「建設業」「建設コンサルタント業」であるが、電気、機械などその他の業種への発注もある。受注者の組織規模は、超大手企業から中小企業に至るまで多様であり、業者数も非常に多い。また、建設業界は総合建設業（元請け）と専門工事業（下請け）で構成されるいわゆる「多重下請け構造」となっており、さらに材料メーカ、リース・レンタル業など裾野は非常に広いものとなっているのが大きな特徴である。

これら全てを網羅する形で「受注者の役割」を論じることは難しいので、ここでは建設会社を中心にいくつかの業態を念頭に置いて、その役割を論じることにする。

(2-1)自ら技術開発を行う大手建設会社の役割

豊富な人材、組織力、資金力等を活かして、自社で技術開発に取り組んだり、異分野との連携によるイノベーションを起こす力を有している大手建設会社は、将来の建設業の在り方を踏まえた技術開発、異分野の技術の取り込み、発注者に対する提案などを積極的に行い、これを通じて我が国の建設技術をけん引する役割がある。

また、開発した技術をその社が受注した大規模工事で活用することによって利益を得ると同時に、その技術を広く普及させることでリーディング・カンパニーとして我が国の建設技術の底上げに貢献することも大きな役割である。

(2-2)新たな技術の活用に取り組む中小建設会社の役割

中小建設会社は我が国の建設工事の大半を担っており、自社で技術開発を行わなくとも、他者が開発した有用な技術を自社の工事に活用することで、業界全体の生産性向上に寄与する役割を有する。

一般に生産性向上への取り組みは、経営者の方針と社員のモチベーションが大きく影響するとされており、それぞれの建設会社における意識改革が必須である。

そのためには、業界全体の動向を常に注視して情報収集し、各種の技術が個々の工事における収益性向上や労働者の働き方改革等につながることを理解し、他者の開発技術であってもその効果を実感することが重要である。そして、その技術を自社の工事に活用し、改善していくことが i-Construction 推進のための好循環につながる。

(2-3)建設生産システムの一員としての役割

「受注者」は建設生産システムの中の一部のパートを担当することになるが、その際には自組織の業務の効率化のみならず、システム全体の高度化に寄与するという姿勢が必要である。その視点としては次の2つがある。

- 建設生産システムにおける上流から下流へのデータの円滑な受渡しに寄与すること
- 専門工事業（下請け業者）等と協同で実施する場合、参画しているそれぞれの者がメリットを享受できること

(2-4)現場に最も近い立場としての役割

受注者は発注者よりも現場に近い立ち位置で実務を担い、かつ i-Construction の恩恵を受ける立場にもある。したがって、発注者以上に現場の課題を掘り起こし、解決策を提案する役割を有する。言い換えれば、公的機関とは異なる柔軟性とスピード感をもって、下記のような姿勢で技術開発や普及に取り組むべきである。

- ① 技術開発の提案を積極的に行うこと
- ② 進取の気性をもって異分野の技術を建設分野に取り入れること
- ③ 産学官の連携はもとより、民間企業同士の連携・共同開発を積極的かつ柔軟に行うこと

5.2.3 キセイ（規制，既成概念）の打破と継続的「カイゼン」に向けた取組^{81,82}

(1) 打破すべき規制について

(1-1) 監督・監査基準の改善

舗装工事を例として考えると，2次元の設計図を基に3次元設計データを作成し情報化施工を行うことは早くから取り組んでいたが，出来形計測，完成図作成の段階で2次元に戻して，発注者へ納品を行っている．現状も地上型レーザースキャナで面管理を行っているものの従来の複数の計測方法が混在しており，選択した管理方法で検査に要する時間が異なる状況となっている．

今後は BIM/CIM 活用業務および工事の増加により，設計，施工，維持管理の多様な段階で3次元モデルを効果的に活用することが求められ，遠隔で3次元モデルと現場状況を重畳させたデータの確認により立会を実施する取り組みも必要と考えられる．また，情報化施工の普及により施工精度も大きく改善されていることから，3次元モデルを活用した検査項目への改善が必要である．

(1-2) 入札制度の改善

新技術の活用が受注へ繋がる制度への改善の必要性について2つの評価視点より検討を行った結果について以下に示す．

(1-2-1) 技術の評価（技術提案型）

現状の入札制度では費用増加がネックとなり，物的労働生産性向上（省人化）に寄与する新技術（工法）であったとしても，入札時に物的労働生産性向上を評価する指標が無いことから，新技術（工法）の利用が受注に繋がりにくいため，利用もされにくい．物的労働生産性向上に寄与する新技術（工法）が適正に評価される仕組みが構築されることにより，民間企業の技術開発が促進されると考えられる．

(1-2-2) 価格の評価・反映（施工能力評価型）

現状の入札制度のうち総合評価落札方式について，「価格」と「価格以外の要素」を総合的に評価する落札方式であるものの，価格評価点の影響が落札結果には大きいことから技術を保有した企業が現場環境等を考慮した最良の施工方法を計画しても，直接受注には繋がりにくく，受注の確度を上げる要素は価格となる．

以下に，物的労働生産性向上に寄与される制度見直しの検討例を示す．

- ① 物的労働生産性向上に寄与する新技術を活用しやすい促進工事の制定と評価
- ② 新技術を提案，未達成であった場合の受注者のリスク（減点，減額等）低減
- ③ 新技術採用と同等評価をされる物的労働生産性向上を評価する指標の制定
- ④ 物的労働生産性の向上・省人化が適切に価格に反映される制度

今後は，新設工事より維持修繕工事が多くなることから，維持修繕工事の多くを担う地方中小建設会社の役割は重要であり，工事および建設会社の規模，様々な条件を鑑みた入札制度（入札時の評価制度）が必要と考える．一例として維持修繕工事は，過年度の調査結果をもとに単年度工事（最近は複数年契約もある）として発注されるケースが多く，ある程度ルーティン作業が多いもの

⁸¹ 国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン 平成27年6月

⁸² 國島正彦（一財）日本建設情報総合センター研究助成事業 工事日報を活用した新しい施工プロセス検査及び歩掛り調査方法の開発 報告書 平成28年9月

の、現状の方法から少しでも業務効率化、物的労働生産性向上に取り組むことができるよう、新技術を提案して活用し価格を低減したときのインセンティブ（費用削減できた場合、半分は施工者の利益となる等）付与、別に規定した指標をもとに生産性が向上したときの工事評定点を付与する等の入札時の評価制度見直しが必要と考えられる。

(1-3) データ利活用における規制

今後、調査・設計・発注・施工・維持管理・更新の各段階で生じる各種データを関係者が適切に利活用することにより新たな価値を創出することが求められている。各種データには個人情報等の取扱いに注意が必要なデータも含まれるため、データセキュリティすなわち適切な規制が必要となる。個人情報等に関するデータのセキュリティの確保と利活用の課題について検討が必要と思われる。

(2) 打破すべき既成概念について

(2-1) 分業による既成概念（コンカレントエンジニアリングの活用による打破）

(2-1-1) 設計と施工の連携

品確法により制定された新たな発注・契約方式の一つに ECI 方式（Early contractor Involvement）がある。これは、プロジェクトの設計段階より施工者（建設会社）の技術力を設計内容に反映させることで「コスト縮減」や「工期短縮」を目的とした方式である。プロジェクト規模により向き不向きはあるものの、施工段階における新技術の導入による生産性向上も期待できるため、新技術を積極的に活用できる場として活用し、そこで活用された新技術を他の建設業者が使いやすい（NETIS 登録工事による加点）制度設計が必要と考えられる。

(2-1-2) 設計・施工と維持管理（管理台帳の電子化含む）の連携

維持管理の多くを担う地元の中小建設業者が、設計・施工段階で今後利用が増加する 3 次元モデルを使いやすい環境を構築することが重要である。そのためには設計・施工で利用する緻密なデータではなく、維持管理用に簡素化し必要に応じて詳細を確認できるような利用者目線で活用の検討を行うことが必要である。

(2-1-3) 技能労働者目線での技術開発

現場の最前線で働く技能労働者の作業時間の短縮、安全性の確保、苦渋作業の減少の実現を目指した設計・施工方法の検討が必要と考えられる。

(2-2) 施工時間の短縮に対する既成概念

現状では生産性向上を評価した結果の先に、施工者は従来の歩掛が低下（予定価格下が下がる）する結果しか見えないことが、物的労働生産性向上に寄与する新技術の利用が進まない原因の一つと考えられる。これは、施工者側の努力が受注に結びつきにくい制度に問題がある。現在の仕組みでは新技術の活用は入札または工事評定における加点評価が目的となっている場合が多い。NETIS においても効率化評価はあるものの、評価のスコープが物的労働生産性向上となっていないことが多い。

価格決定構造の見直し案として、新技術活用により施工時間の短縮が評価される評価手法の醸成が必要と考えられる。

(2-3)公平性・公正性の重視の既成概念（思考停止）

現在の公共工事の価格は標準設計・標準積算・標準歩掛で決定されており、「標準」と合致しなければならぬという「既成の共通認識」が受発注者間で存在している。特に予定価格の策定においては、標準を遵守するため、現場に合わない施工方法を前提とした積算が行われることがある。これにより「儲かる仕事」と「儲からない仕事」が現れてしまう。一般的に新設工事は前者、維持修繕工事は後者と見られている。

今後老朽化が進むインフラについてライフサイクルコストを低減するためには、適切な時期に適切な範囲を改善し、限られた予算を効果的に活用することが必須となり、多くの標準歩掛に満たない数量の工種が増加することが予想される。

従来「標準」で算出された工事価格では、当該工事を担う建設会社が適正な利益を確保して会社と雇用を維持することは難しいことから、実際の工事現場における労務歩掛り（単位人・時間当たりの工事量）を受発注者間で共有し、施工プロセスを含めた「透明性」に基づき適正な工事価格が決定されるプロセスが必要であると考えられる。

また、建設生産プロセス全体での生産性向上を考えた場合、ICT 対象工事の増加により施工精度が担保されることから、従来のミリ単位を確認する出来形管理基準の見直し、発注者の段階検査簡略化についても見直す時期ではないだろうか。

例として、道路ユーザーが求めるパフォーマンスは乗り心地と変状箇所が放置されていないことであり、工事完成時は現場計測した三次元モデルが設計図と比較して合致していれば担保期間を設定した上で合格とし、経年評価として維持管理履歴より補修費用が低減した区間について施工者を評価することにより、施工者への入札時の加点をする等のインセンティブ付与により施工時の品質も確保可能と考える。

(3) 継続的「カイゼン」の取組

継続的「カイゼン」には、実施する組織・実施する段階・実施する規模によって取組内容が多様である。すべての「カイゼン」について論じることは難しいため、ここでは種類の「カイゼン」について論じることとする。

(3-1)既存技術の効率化に関する「カイゼン」

既存技術の効率化に関する「カイゼン」は、既にある工法などの技術とその枠組み内で継続して効率化を継続的に図ることである。この効率化は技術開発だけでなく、技術者の継続的な育成なども含まれる。

個々の技術の効率化ではあるが、大半の組織において、この「カイゼン」は組織に応じた生産性を向上させるため、競争力を高めるために重要な役割を担っている。

この「カイゼン」には、「キセイ」がほとんどなく、それぞれの組織において、取り組みやすい「カイゼン」である。

(3-2)既存技術の手法そのものを刷新する新技術に関する「カイゼン」

既存技術の手法そのものを刷新する新技術に関する「カイゼン」は、既にある工法などの技術を新たな手法により刷新する効率化を継続的に図ることである。この効率化には、建設プロセスの各段階の垣根を超えた横断的な技術も含まれ、建設プロセスの全体最適を図るような「カイゼン」の要素がある。

個々の技術だけでなく、横断的な技術開発になるため、建設プロセスの全体最適を図ることが可能となるため、生産性向上に対して大きな役割を担うことから、非常に重要である。

この「カイゼン」には、それまでの枠組みややり方を踏襲するような「キセイ」がハードルとなり、これらの「キセイ」をいかに打破するかが重要である。

(3-3)建設プロセスの前段階に対する評価のフィードバックによる「カイゼン」

建設プロセスの前段階に対する評価のフィードバックによる「カイゼン」は、建設プロセスの個々の段階で生じた問題および解決方法のうち、前段階に起因するものをフィードバックして、即時の「カイゼン」を継続的に図ることである。ここでいう「前段階」とは、施工段階における設計段階や維持管理段階における設計段階および施工段階のことである。また、フィードバックは前段階の担当者だけでなく、前段階を担当することのできるすべての組織が確認できるようになることが望ましい。

現状では、建設プロセスの後段階で生じた問題は前段階に伝わりづらく、指針などに反映されてフィードバックされるまでには相応の期間を要する。そのため、後段階でどのような問題が生じ、どのように解決していったかを可能な限り即時にフィードバックできるような仕組み作りは重要である。

この「カイゼン」には、どの程度の情報をフィードバックさせるかに関して「キセイ」があると考えられる。継続的にこの「カイゼン」を実施すると、建設プロセスの各段階での生産性向上だけでなく、建設プロセスの各段階の垣根を超えた技術開発を誘発することにもつながる反面、それまでの枠組みややり方を踏襲するような「キセイ」がハードルとなり、これらの「キセイ」をいかに打破するかが重要である。

5.2.4 新技術の普及に向けた取組とインセンティブの付与方法

新たな技術の多くは、建設事業プロセスに積極的に導入、普及させていくために何らかの仕組みを必要とする。一般に技術開発には費用が伴う以上、適切に普及・促進していくためには、入札・契約時の評価方法や支払いメカニズムを合理化し、適切な見返りを保証する必要がある（技術開発段階の課題）。また BIM/CIM モデルは、長期的には建設産業全体の生産性向上に資すると考えられるものの、個別案件、業者単位で見ると、導入に係る資機材の整備あるいは人材教育の費用がしばしば導入の妨げとなる（技術導入段階の課題）。また調査・設計から維持管理に至る事業執行プロセス全体の生産性を向上し、安定的に社会資本整備を担っていくためには、上述した技術の開発・導入の障害を取り払うとともに、いかにして関連する分野・業界の知見・プレーヤーを取り込み、建設産業全体として発展していくかという産業政策的な視点も必要となる（産業政策上の課題）。

本項では、はじめに(1)で入札・契約の観点からみた技術開発段階・技術導入段階の課題とその解消について論じる。続く(2)では、建設産業として、いかに新たなプレーヤーや投資を取り込んでいくかについて述べる。

(1) ゲーム理論を用いた公共工事競争入札における新技術評価方法の考察

(1-1)シュタッケルベルグゲーム理論を用いた日本の地方公共工事競争入札におけるコスト削減技術評価方法と落札額実質下限値の影響に関する予備的考察

(1-1-1) 背景と目的

i-Construction へのパラダイム転換の下で、地方にも ICT を積極的に導入する革新的企業（以下、「革新的企業」と呼ぶ）が生まれている。これらの企業は ICT を有効活用することによって、生産性の大幅な向上とコスト削減を実現している。しかし、現在の公共工事入札制度は、これらの実態変化に対応出来ていない課題がある。それは、現在の総合評価落札方式は、地方革新的企業に十分なインセンティブを付与しているのか、という課題である。具体的には、革新的企業が有するコスト削減技術と価格競争力の適切な評価方法とは何か、という課題である。

現在の国土交通省の直轄工事における総合評価では、発注者が求める方法で施工者が ICT を活用する予定である、或いは、活用した経験がある場合、技術評価点の中の加算点の項目に加点される。（ICT を活用した場合は、工事成績評定点への加点が行われるので、結果として次回入札時の総合評価における加算点は増加する。）ただし、これらの加点が革新的企業にとって十分なインセンティブとなっているかに関しては十分に検討されていない。価格に関しては、低入札価格調査制度で規定されている調査基準価格を下回って入札した場合、入札を辞退することが業界の一般的慣行となっているようである。したがって、低入札価格調査制度で規定されている調査基準価格が実質的な落札額下限値（以下、「落札額実質下限値」と呼ぶ）となっている。この状況では、コスト削減という恩恵を、革新的企業は勿論、発注者・納税者も十分に享受していない。さらに、この結果、地方自治体の総合評価落札方式では、複数の評価値が同じ値で並び、落札者をくじ引きで決定する例が頻発している。

ICT 活用に伴って大幅なコスト削減が可能になれば、革新的企業の入札時の技術力、及び、価格競争力は向上するはずである。しかし、現在の総合評価落札方式では、革新的企業の技術力を適切に評価しているかについて必ずしも十分な検討がなされておらず、さらに、価格競争力についてはその評価は皆無と言っても過言ではなく、受注をくじ運に委ねる状況さえ生まれているのである。

本節では、シュタッケルベルグゲーム理論を用いて、総合評価方式におけるコスト削減技術の評価方法、及び、落札額実質下限値の有無が、革新的企業の導入技術水準と利益水準、並びに、落札価格に与える影響を分析する。その結果に基づいて、コスト削減技術の評価方法、及び、落札額実質下限値の是非に関して予備的な考察を行うことを目的とする。

(1-1-2) 分析手法

地方公共建設市場の中で、ICT 等のコスト削減技術導入に積極的な革新的企業が一社あり、残りの会社(n-1)社（以下、「従来社」と呼ぶ）は従来技術を使用する状況を想定する（図 5-4）。

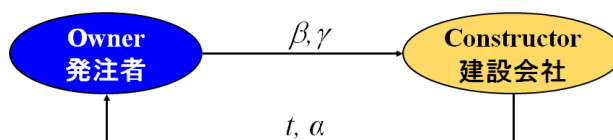


図 5-4 ゲームにおける意思決定変数

β : 総合評価方式における当該コスト削減技術に関する評価係数（-）

γ : 総合評価方式における価格点の重み付け（-）

t : 革新的企業が導入する技術水準 t (0 (従来) $\leq t \leq 1$ (最新))（-）

α : 革新的企業が確保する利益水準（円）

発注者は革新的企業が用いる技術に関して、技術評価係数を与える。

ここで、以下の三つのシナリオを想定し、各シナリオにおける革新的企業の導入技術水準(t)、利益(α)、落札価格をシミュレーションによって求める。

シナリオ 1) 価格競争入札：落札者はくじ引きで決定。

シナリオ 2) 総合評価方式（加算方式）：全社落札額実質下限値で入札。これは現在の総合評価方式で良く見られる状況である。

シナリオ 3) 提案方式（総合評価方式（加算方式）＋落札額実質下限値無）：革新的企業は新技術に応じた価格で入札。従来社は落札額実質下限値で入札。

(1-1-3) シミュレーションの事例と結果の考察

図 5-5 に各シナリオにおける均衡解の一例を示す。横軸は革新的企業の落札額を、縦軸は同社の期待利益を示す。今回のモデルの仮定、シミュレーションの条件設定では、シナリオ 2 の均衡解では、入札数にかかわらず革新的企業の受注確率は 1 となり、したがって期待利益は一定という結果が得られた。予備的な考察ではあるが、以下の 3 点が重要な論点として挙げられるように思われる。第一に、シナリオ 3 の均衡解では、落札額はいずれの入札者数の場合も実質下限値よりも低く、期待利益は、シナリオ 1 の場合よりも高くなった。これは、革新的企業と発注者の双方にとって、シナリオ 3 の結果はシナリオ 1 の結果よりも好ましいことを示している。

第二に、今回のシミュレーション結果では、シナリオ 3 の均衡解において $\beta=0$ であった。これは、煩雑な手続きを要する技術評価を実施する必要が無いことを意味する。すなわち、入札価格が十分に信頼できるものであるならば、インハウス技術者が充分にはいない地方自治体においても、総合評価方式をより容易に実施できる可能性があることを示している。

第三に、シナリオ 2 の均衡解－革新的企業が全てのプロジェクトを受注－を発注者が受け入れることは、現実的には困難であるように思われる。これは、現実的に最も好ましい β の値を導出するためには、別の基準が必要であることを意味する。

コスト削減技術の普及する状況下では、落札額実質下限値の撤廃は、落札額の低減は勿論、革新的企業にとっても十分なインセンティブをもたらす可能性がある。ただし、適切な技術評価係数 β と価格点の重み付けの値 γ は、入札の企業・技術者評価点の最大値と最小値との差、生産費用係数、減価償却費用係数、入札参加者数等によって変わってくると考えられる。今後は、様々な状況を想定したシミュレーションを行うことによって、本提案方式の妥当性を検証することが必要である。

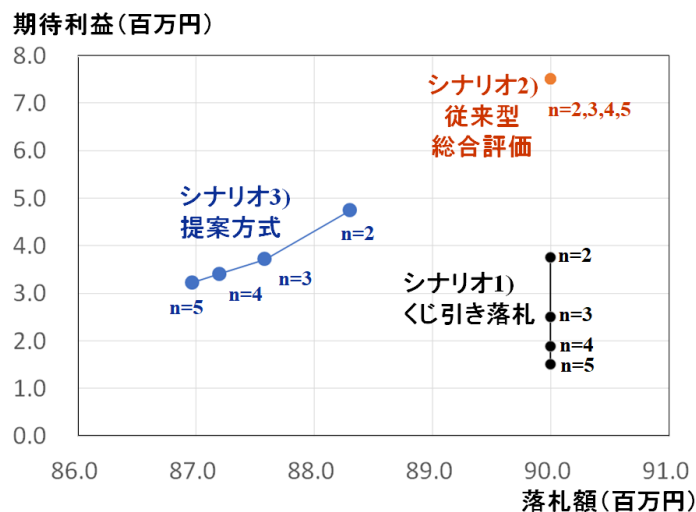


図 5-5 各シナリオにおける均衡解の一例

(1-2) 入札・契約を通じた技術開発・普及へのインセンティブ付与

(1-1) では、シュタッケルベルグのゲームによる分析に基づき、入札契約制度（技術評価方法）と「革新的企業」による技術導入へのインセンティブとの数理的關係および「革新的企業」と発注者の期待利益・期待効用を（同時に）上昇させるための手立てについて論じた。

建設業における技術といっても、技能労働者個人個人のノウハウともいべき技術から、技術者の安全・進捗管理上の技術、社内事務手続の効率化に係る技術等、主体ごと・主体間ごと⁸³に様々なものが存在する⁸⁴ため、開発促進や普及の方法論をひと口に論じることは難しい。例えば、各建設業者は独自に技術者の採用・教育・配置等の管理システムを持つと考えられるが、そうしたシステムは企業固有の規模、経営状況、拠点地域、主として手がけている工事種別（または工事構造物）、関連する下請業者との関係等に基づいて最適化すべきものであり、また企業の経営方針にも直接的に関わるものであるから、必ずしも一律に普及することが望ましいとはいえないであろう。そこで (1-2) では、技術の性質の観点から、技術開発・導入を促進するための入札契約制度の設計について論じる。

(1-2-1) 「隠れた技術」（排水桝等のように、現行の標準的な工事契約図書では認められていないものの、発注者が使用を許可することで施工の生産性が向上する技術等。）

技術開発は日進月歩であり、共通仕様書や標準的な工事契約図書へリアルタイムで反映することは困難である。特に、出来形そのものには関わらないが施工時の生産性・安全性向上に寄与する技術（排水桝等）は、発注者側からその効果が見えづらく、契約図書へのスムーズな反映が難しい。安全・品質の管理上、技術の認可には一定の留意が必要ではあるものの、こうした「隠れた技術」の実績を過去の指示書・契約図書等の実績から効率的に収集・把握し、請負工事契約に速やかに反

⁸³ 建設作業員と現場のマッチング技術（助太刀 <https://suke-dachi.jp/>）等

⁸⁴ 国土交通省では、NETIS（新技術情報提供システム：<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/>）や i-Construction の推進に向けて、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（http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000062.html）がある。

映していくことが、生産性向上に寄与すると考えられる。

(1-2-2) 知識的な技術

非競合性、非排除性等の性質を有する知識・情動的な技術は、自社で先行して試行錯誤・投資して創出するよりも、他社の開発結果に「ただ乗り」するほうがしばしば合理的となる。それゆえ自社で先行するインセンティブに乏しく、結果として社会的に望ましい水準の技術開発が達成されなくなる問題は、経済学でも古典的な課題として知られ、行政による対処の必要性等が論じられてきた (Nelson (1959)⁸⁵, Arrow (1962)⁸⁶, 公共財供給におけるフリーライダー問題等)。

建設業における入札・契約を通じて、先行投資を補償する手立てとしては、PFI の民間発案を題材とする廣瀬ら⁸⁷の研究等がある。廣瀬らは、先行して投資した企業のみに入札時の優遇措置（加点、入札価格調整権）や直接的な損失補填を与える入札制度をモデル化し、社会的余剰を高める方法を分析している。社会的に望ましい水準の技術開発を行うためには、こうした先行投資企業へのインセンティブや、本項（1）で述べた入札者に共通して与えるインセンティブの方策を活用することが重要と考えられる。

(1-2-3) 産業全体として導入・普及していくべき技術（BIM/CIM モデル等）

BIM/CIM モデルは、ひとたび移行が済めば、設計条件の変更対応や干渉チェックが非常に容易になるという大きな利点がある。しかしながら、導入には各社に相応の初期費用（資機材の準備、人材教育等）が生じることがしばしばネックとなっている。

こうした技術を産業全体として導入・普及していくためには、入札・契約から調査・設計、施工、監督・検査、維持管理に至る一連の事業プロセスにおいて、どのような既成概念、規制が障害となっており、それを取り払うことでいかにして事業全体の生産性が向上するかを正しく把握することが肝要である。そのうえで、新技術を受け入れるための入札・契約等の制度の段階的変形、新技術活用の中長期的ヴィジョンの周知を通じた民間企業の協力体制確保、新技術活用にあたって生じる技術的課題の解消（データ形式の標準化、情報セキュリティの担保、データに瑕疵が見つかった際の法的責任の所在の明確化 等）等（4. データ連携 を参照）を心がけていく必要がある。

(2) 建設産業への新たな技術、プレーヤー、民間投資の取り込み（「新たなプレーヤーの参画」、「民間投資を呼び込む工夫」を統合）

国土交通データプラットフォームなどの取り組みによって、建設業においてもビッグデータを整備し、活用しようとする機運が高まっている。

IT 技術・ロボット活用は製造業等の他業界ではすでに極めて多くの活用事例が見られる一方で、建設業では、令和元年度の土木投資が 21 兆 6,700 億円の見通し⁸⁸という非常に大きな市場でありながらも、一品生産であること、過去の実績要件の必要、また特殊な業界構造（重層下請け構造）な

⁸⁵ Nelson, Richard R. "The simple economics of basic scientific research." *Journal of political economy* 67.3 (1959): 297-306.

⁸⁶ Arrow, Kenneth Joseph. "Economic welfare and the allocation of resources for invention." *Readings in industrial economics*. Palgrave, London, 1972. 219-236.

⁸⁷ 廣瀬達也, 鈴木貴大, and 堀田昌英. "公共事業の民間事業者からの発案に対するインセンティブ付与構造のモデル分析." *土木学会論文集 F4 (建設マネジメント)* 69.2 (2013): 121-139.

⁸⁸ 国土交通省 (令和元年 8 月 13 日) 令和元年度建設投資見通し (https://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_000850.html)

どが新規参入の障壁としてしばしば挙げられてきた。

現在では、プレキャストによる建設作業の規格化・標準化，ドローンや航空レーザー測量といった高度な IT 技術はすでに導入されている。海外ではより顕著に，IT 業界等の他業界からプレイヤーや投資を募っている例（2. 現状分析・事例分析 参照）も見られることから，我が国でも今後，技術者不足等が懸念されているわが国の建設産業の安定的持続のため，建設市場における IT 技術のニーズをとりまとめ・公表するとともに，個別技術に特化した業務提携の許認可等の産業拡充の手立てを検討していく必要があると考えられる。

6. おわりに

6.1 委員会活動成果のまとめ

本報告書の各章で述べた i-Construction 小委員会の主な活動成果は下記の通りである。

[第2章] 今後わが国の建設業で必要となるデジタルトランスフォーメーション(DX)のあり方を考えるために、国内外の他産業を含めた DX の成功事例を整理、分析した。その結果抽出された以下の重要分野のそれぞれについて、建設業における現状と課題、ならびに今後に向けた提言を行った。

- 1) 情報共有基盤
- 2) AI
- 3) 衛星データ活用
- 4) VR/AR/MR
- 5) シェアリングエコノミー
- 6) SNS 活用

上記の分析を通して明らかになったことは、既にわが国の建設業においても重要分野のそれぞれについて、萌芽的な取り組みが数多く行われているということである。さらに、各重要分野に対する潜在的なニーズに鑑みれば、普及に向けた条件を達成することによって、他産業で見られるような大規模な技術変革につながる可能性は十分にあることも具体例を通して明らかとなった。普及に向けて挙げられている条件の多くは、産業全体、あるいは社会全体が連携・協調することによってのみ達成が可能な制度や組織体制に関わるものである。このこともまた、多くの他産業が直面し、克服してきた経験を有する課題であり、わが国の建設業が参照すべき事例も数多い。

[第3章] 卓越した ICT 技術の活用によって生まれる前章の新規サービスと比較すると、中小規模の地方公共団体等による既存構造物の維持管理工事・業務は、ともすれば i-Construction の取り組みによる効果が直ちに得られにくい分野であると解されてきた。一方、多くの老朽インフラを抱え、間もなく大規模維持更新期を迎えるわが国のインフラ・メンテナンスの現状を考えれば、これまでの維持管理の仕組みを変えなくてはいけないことも明らかである。

本小委員会においては、現状の課題を分析し、i-Construction の取り組みを通じて、地方公共団体のインフラメンテナンスシステムが長期的に持続可能となるよう提言とロードマップを示した。

地方公共団体が抱える現状の課題としては、下記が挙げられる。

- 1) 自治体等の抱えるインフラのボリュームが膨大であり図面・台帳等を整備し、適切に管理していくことは困難である
- 2) 有効なデータ（図面、構造計算、数量計算書等）の保存・更新に労力を割けない
- 3) 維持管理の基本となる共通基盤の構築が十分でない

上記の課題に対して有効となる要素技術は既に数多く提案されており、先進的な実用事例もある。これらを一層普及させるために、本小委員会では「自治体のインフラメンテナンスを救う i-Construction の将来像」を提案した。ここでは、維持管理プロセスを建設生産システムの観点から文節化し、I. 建設段階（設計／施工／記録）、II. 点検・診断段階（点検／記録／判定）、III. 補修・更新措置段階（設計／調達／実施）、の各段階、各業務単位について、現状の課題と適用可能な i-Construction 技術を紐付けて対応策として掲げた。

将来像に向けたロードマップでは、誰が、いつ、何を行わなくてはいけないかを含む、一定項目

の義務化を併せて検討した。公物管理者、維持管理に関わる設計者、施工者等、各関与主体が全体最適に向けてインフラメンテナンスシステム自体を変革するには何ができるか、その変革によって各々はどのようなメリットを得られるか、を整理することによって、関係者間の連携への一つの道筋を示した。

[第4章] i-Construction を大規模な新設工事に適用するにせよ、小規模な既存構造物に適用するにせよ、そのメリットを最大限に活かすためにはデータ連携の仕組みが確立されることが不可欠である。しかし現状においては、多くのデータは発注者である国や地方公共団体、もしくは受注者である民間企業に散在しており、建設生産・管理システムを一気通貫して活用することができない。

本報告書では、データ連携を実現するための課題や留意点について検討を行った。

はじめにデータ連携の事例を、下記2つの類型に分別し、分析を行った。

- 1) 民間企業等に散在する同種のデータの連携
例) 国土情報検索サイト KuniJiban, 建設キャリアアップシステム (CCUS), BIM ライブラリー。
- 2) 公共が保有するデータのオープン化による、民のデータとの連携、である。
例) 国土交通データプラットフォーム, 静岡県 Virtual Shizuoka。

上記の分析を基に、今後建設分野において想定されるデータ連携の内、下記の重要分野を例示した。

- 1) AI 教師データの共有・連携
 - (ア) トンネル切り羽の AI 判定
 - (イ) 建設機械と作業員の接近把握・接近事故防止
 - (ウ) ICT 建機のログによる建設機械の作業効率改善等
 - (エ) 維持管理情報
- 2) CIM ジェネリックオブジェクトライブラリー
- 3) 災害対応事例の共有

これらの重要分野でデータ連携を達成するためには、いずれも協調領域と競争領域を適切に設計することが重要になるが、その形態もいくつかの類型が考えられる。データ連携の協調領域の類型としては、1) データの共有・活用、2) データ形式の統一、3) データの検索/提供システムの構築、等が考えられるが、競争領域との境界は、関与主体間の合意によっても規定される。本報告書では、データ連携を実現するための体制構築に向けて、あり得べきプロセスについて提言を行った。

[第5章] i-Construction の取り組みは、ICT 等の必要な技術を活用しながら、生産性をはじめとする建設生産・管理システムの諸機能を向上させることをその主眼としている。そのためには、新規技術の導入それ自体を目的とする思考に陥ることなく、本来建設生産・管理システムのあるべき姿を実現するための手段として技術を捉え、それをを用いる人、組織、制度のあり方を含めた検討を行うことが本小委員会の目的であった。

本報告書では、建設従事者をはじめとする関与主体が、建設事業の各段階において作業時間の短縮、品質の向上、難工事の完工、安全性の向上等、様々な観点から新技術を活用した事例を整理した。これらの事例から、各関与主体は自らの取り組みによってそれぞれ異なるメリットを享受する一方で、複数の関与主体が連携することによってはじめて各効果が発現するメカニズムが例示されている。

プロセス間、または主体間の連携については、本報告書の各章で論点となっているが、建設生産・管理システムの観点からは、フロントローディングやコンカレントエンジニアリングが i-

Construction の取り組みによっていかに容易になるかが重要になる。調査・設計段階から維持管理に至る一貫通貫のデータプラットフォームが必要になることはもちろん、そこから派生的に可能となる新たな工事・業務の実施方法について、様々な提案を行っている。

提案された建設生産・管理システムを実現するために、本報告書では、下記 4 つの視点から今後の工程(行程)を示した。

- 1) 生産性評価指標
- 2) 発注者、受注者の役割
- 3) キセイ（規制，既成概念）の打破と継続的「カイゼン」に向けた取り組み
- 4) 新技術の普及に向けた取り組みとインセンティブの付与方法

6.2 今後の課題

i-Construction の取り組みを、社会基盤事業の新たなマネジメント手法論として捉えた際に明らかになる課題と、現時点において考えられる将来像を示すことが本小委員会の目的であった。2020年6月の本小委員会第1期活動期間終了後も、i-Construction の取り組みは継続し、それを取り巻く社会情勢も刻々と変化するであろう。本報告書で提言された内容を引き続き検討し、実現していく取り組みが必要である。

折しも本報告書作成時においては、世界的な新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の拡大により、建設事業・建設産業もまた多くの影響を被った。感染症対策としての労働集約的作業の見直し、労働安全衛生の確保、ICT を活用した働き方改革等が、必要に迫られて短期間に導入されるに至った。結果的にこれらの対策は i-Construction で目指していた建設事業執行のあり方と多くの面において重なっている。今後の中長期的な社会のあり様が議論されている現在、i-Construction の重要性は今後も増していくことが予想される。

本報告書で紹介された事例は、多くが萌芽的かつ先進的な事例と位置付けることができるが、それは同時に同様な事例が未だ一般的とはなっていないことも意味する。今後はそれぞれの取り組みが社会に広く共有され、お互いの事例から学ぶことによって i-Construction の裾野が一層広がることが期待される。さらに、各事例をより系統的に検証することによって、何が建設生産・管理システムを真に改善するのかについての知見を蓄積することができるであろう。これらは本小委員会を含む今後の活動によって明らかにされるべき研究と実践の課題である。

付録Ⅰ 他業界の事例調査結果

No.	Category	Strategic Trends	Types	Manufacturing	Retail	Finance	Construction
1	Intelligent(ITL)	Autonomous things	Robotics		-	-	
			Vehicles	フォークリフト自動運転による倉庫入出荷 衛星データの利用	商品デリバリ	-	建機自動運転 衛星データの利用
			Drones	安全監視	商品デリバリ	-	自動測量
			Appliances	-	-	-	-
			Agents	機械オペレーションBOT	商品広告BOT	カスタマーサービスBOT	住民への工事説明 多言語での新規入場者教育
2	Intelligent	Augmented analytics		工場の人検知 工作機械の予兆保全 製品の外観検査 不具合の原因分析	商品の自動受発注 商品の需要予測 商品注文時の音声のテキスト化	株価予測・自動売買 与信分析	建機予兆保全 不具合の原因分析
3	Intelligent	AI-driven development		機械取説の多言語翻訳		-	音声でのCAD操作
4	Digital(DG)	Digital twins					Digital工程/施工管理 CIMのインフラサービスへの応用
5	Digital	Empowered edge					
6	Digital	Immersive technologies		VRによる機械操作/安全教育			・MRを利用した効率化施工と全数検査 ・VRによる安全教育 ・現場合わせのデータ化
7	Mesh(MS)	Blockchain				仮想通貨	資機材/作業員のトレース
8	Mesh	Smart spaces					
9	ITL, DG, MS	Digital ethics and privacy					
10	ITL, DG, MS	Quantum computing					
11		Data management platform					CIM 建設プロジェクトのデータ共有プラットフォーム

付録Ⅱ 既往調査の概要

キーワード	分類	タイトル	出典元
維持管理	課題・状況	社会インフラの維持管理の動向	国土交通省
	調査結果等	社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会 社会資本メンテナンス戦略小委員会	国土交通省
IoT	将来提案	ICTの全面的な活用による建設生産性向上に関する研究	国土交通省
	課題・状況 将来提案 調査結果等	平成28年度IoT推進のための 新産業モデル創出基盤整備事業 (IoT技術を活用した社会インフラの効率的点検・ 管理手法等調査)	みずほ情報総研
AI	将来提案	AIを活用した建設生産システムの高度化に関する研究	国土交通省
	技術情報	人工知能を活用した道路補修業務の効率化の取組み	東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門
維持管理 IoT	技術情報	社会インフラ維持管理におけるIoT化の取組	株式会社NTTデータ
AI IoT	技術情報	首都高速会社/IoT・AI活用しインフラ管理を 高度化/外販でフィービジネスも	日刊建設工業新聞
AI IoT 維持管理	将来提案	AI活用によるインフラ設備形成・維持管理最適化	三菱総合研究所

社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会	
参考URL http://www.mlit.go.jp/tec/monitoring.html	
第1回	<p>開催案内 開催案内_配布 配布資料 01_議事次第 02_資料1 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会の設置について 03_資料2 社会インフラの維持管理の現状と課題 04_資料3 モニタリング技術の現状と課題 05_資料4-1 鉄道構造物のモニタリング技術の開発状況 06_資料4-2 高速道路の長期保全とモニタリング技術 07_資料5 検討の方向性と今後の進め方(案) 08_参考資料1 社会インフラの老朽化対策の政府方針等への位置づけ 09_参考資料2 社会インフラの維持管理の現状 10_参考資料3 社会インフラにおけるモニタリング技術の活用に向けた取組事例 11_配席図</p> <p>議事概要</p>
第2回	<p>開催案内 開催案内_配布 配布資料 議事次第 02_資料1 第1回委員会で出されたご意見 03_資料2-1 センサ技術の現状と課題 04_資料2-2 社会インフラ検査技術—産総研シーズ技術の紹介— 05_資料2-3 N I C Tにおける非破壊検査及びモニタリング技術の研究開発 06_資料3 モニタリング技術に対するニーズについて 07_資料4 モニタリング技術の公募について(案) 08_資料5 今後の検討の進め方(案) 09_参考資料1 第1回社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会議事概要 10_参考資料2 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会規約及び委員等名簿【第1回委員会資料1(抄)】 11_参考資料3 検討の方向性と今後の進め方(案)【第1回委員会資料5(抄)】 12_配席図</p> <p>議事概要</p>
第3回	<p>開催案内 開催案内_配布 配布資料 01_議事次第 02_資料1 第1回・第2回委員会で出されたご意見 03_資料2-1 産業競争力懇談会「インフラ長寿命化技術」 04_資料2-2 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「インフラの維持管理・更新・マネジメント技術」 05_資料2-3 モニタリング技術に関する海外事例について 06_資料3 第2回委員会以降の検討状況について 07_資料4 来年度の検討の進め方(案) 08_参考資料1 第2回社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会議事概要 09_参考資料2 産業競争力懇談会2013年度プロジェクト最終報告【インフラ長寿命化技術】 10_参考資料3 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)について 11_参考資料4 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会規約及び委員等名簿 12_配席図</p> <p>議事概要</p>

社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会	
参考URL http://www.mlit.go.jp/tec/monitoring.html	
第4回	<p>開催案内 発表資料 配布資料</p> <p>配布物が第6回の情報 社会インフラのモニタリング技術活用推進委員会 第1回～第4回資料（抄） http://www.mlit.go.jp/common/001085796.pdf 第4回配布資料の一部が掲載 P7-15参照 資料2-2 P2.3 資料2-3 P2-4. 6. 7 資料4 P2.3</p> <p>議事概要</p>
第5回	<p>開催案内 発表資料 配布資料</p> <p>01_議事次第 02_資料1 第1～4回委員会が出されたご意見 03_資料2-1 モニタリング技術の公募の概要 04_資料2-2 採択技術の一覧 05_資料2-3 採択技術の概要（参加方式A） 06_資料3 次年度以降の検討事項 07_資料4 海外事例に関する調査 08_参考資料1 第4回社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会議事概要 09_参考資料2 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会規約及び委員等名簿 10_参考資料3 採択技術の概要（参加方式B） 11_参考資料4 社会インフラのモニタリング技術活用推進委員会 第1回～第4回資料（抄） 12_配席図</p> <p>議事概要</p>
第6回	<p>開催案内 発表資料 配布資料</p> <p>01_議事次第 02_資料1 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会及び各WGの取組 状況 03_資料2 個別の評価結果 04_資料3 モニタリング技術の活用推進と今後の方針について 05_参考資料 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会 規約 社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会 委員等名簿 06_配席図</p> <p>議事概要</p>

社会資本メンテナンス戦略小委員会	
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01_past.html (過去分)
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01.html (最新3回分)
第18回	01_開催案内 02_開催案内_配布 03_議事要旨 04_議事録 配布資料 01_議事次第 02_委員名簿 03_資料1-1 「市町村における持続的な社会資本メンテナンスの体制確立を目指して(案)」に対する意見募集の結果概要 04_資料1-2 前回委員会で頂いたご意見、パブリックコメントで頂いたご意見について(維持管理を円滑に行うための体制、地方公共団体等の支援方策) 05_資料2 市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して(案) 06_資料3-1 「社会資本のメンテナンス情報に関する3つのミッションとその推進方策(案)」に対する意見募集の結果概要 07_資料3-2 前回委員会で頂いたご意見、パブリックコメントで頂いたご意見について(維持管理・更新に係る情報の共有化・見える化) 08_資料4 社会資本のメンテナンス情報に関わる3つのミッションとその推進方策(案) 09_資料5 社会資本のメンテナンスに関する今後の検討 10_参考1 これまでと今後のスケジュール 11_参考2-1 市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して(案)概要 12_参考2-2 市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して 参考資料 13_参考3-1 社会資本のメンテナンス情報に関わる3つのミッションとその推進方策(案)概要 14_参考3-2 社会資本のメンテナンス情報に関わる3つのミッションとその推進方策(案)参考資料
社会資本のメンテナンス情報に関わる3つのミッションとその推進方策	
	配布資料 01_本文 02_概要 03_参考資料
市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して	
	配布資料 01_本文 02_概要 03_参考資料

社会資本メンテナンス戦略小委員会	
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01_past.html (過去分)
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01.html (最新3回分)
第19回	01_開催案内 02_本紙 03_議事要旨 04_議事録 配布資料 01_議事次第 02_委員名簿 03_資料1 社会資本メンテナンス戦略小委員会（第3期）について 04_資料2 今後のスケジュール（予定） 05_資料3 社会資本メンテナンス戦略小委員会（第3期）開催までの経緯及びこれまでの維持管理・更新に係る国土交通省の取り組みについて 06_資料4 維持管理・更新をシステムチェックを行うための取組について 07_資料5 社会資本のメンテナンス情報について 08_資料6 市町村のメンテナンス体制の確立について 09_資料7 民間資格の登録制度について 10_資料8 第3期での検討の視点について 11_資料9 地方自治体アンケート調査質問票（案） 12_参考資料1 「社会資本メンテナンス戦略小委員会」開催に先立ち頂いた主なご意見について 13_参考資料2 社会資本の老朽化対策に関するこれまでの経緯（参考） 14_参考資料3 各分野の維持管理におけるメンテナンスサイクルの概要 15_参考資料4-1 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について 答申 16_参考資料4-2 緊急提言：民間資格の登録制度の創設について 17_参考資料4-3 社会資本のメンテナンス情報に関わる3つのミッションとその推進方策 18_参考資料4-4 市町村における持続的な社会資本メンテナンス体制の確立を目指して 19_参考資料5 これまでに国土交通省へ登録された民間の技術者資格一覧 20_参考資料6-1 京都市橋梁長寿命化修繕計画 21_参考資料6-2 神戸市公園施設長寿命化計画
第20回	01_開催案内 02_本紙 03_議事要旨 04_議事録 配布資料 01_議事次第 02_委員名簿 03_資料1 検討の進め方について 04_資料2 メンテナンスサイクルの着実な実施に関する課題について 05_資料3 維持管理の現状と課題に対する取り組み状況 06_資料4 今後の進め方について 07_参考資料1 社会資本に関する実態の把握 08_参考資料2 その他のアンケート結果 09_参考資料3 地方自治体アンケート調査質問票

社会資本メンテナンス戦略小委員会	
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01_past.html (過去分)
参考URL	http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01.html (最新3回分)
第21回	01_開催案内 02_報道発表資料 03_別紙1 (委員名簿) 04_議事要旨 05_議事録 配布資料 01_議事次第 02_委員名簿 03_資料1 今後の検討の進め方について 04_資料2 メンテナンスサイクルに関する課題について 05_資料3 メンテナンスサイクルの着実な実施に向け緊急的に取り組む施策 06_資料4 社会資本の維持管理・更新における現状の課題と今後の方向性についての整理 07_参考資料1 緊急的に取り組む施策 (各分野) 08_参考資料2 第2回 インフラメンテナンス大賞 報道発表資料 09_参考資料3 インフラメンテナンス国民会議ファクトブック 2017-18