

i-Constructionの将来像 ～建設業におけるIoT化の動向

2021年1月

株式会社 三井住友銀行
コーポレート・アドバイザー本部
企業調査部

- 本資料は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。
- 本資料は、作成日時点で弊行が一般に信頼できるとされる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を弊行で保証する性格のものではありません。また、本資料の情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。
- ご利用に際しては、お客さまご自身の判断にてお取扱いただきますようお願い致します。本資料の一部または全部を、電子的または機械的な手段を問わず、無断での複製または転送等することを禁じております。

1. 国内建設業の課題	2
2. i-Constructionの動向	7
3. i-Constructionの取組状況	17
4. 総括	22

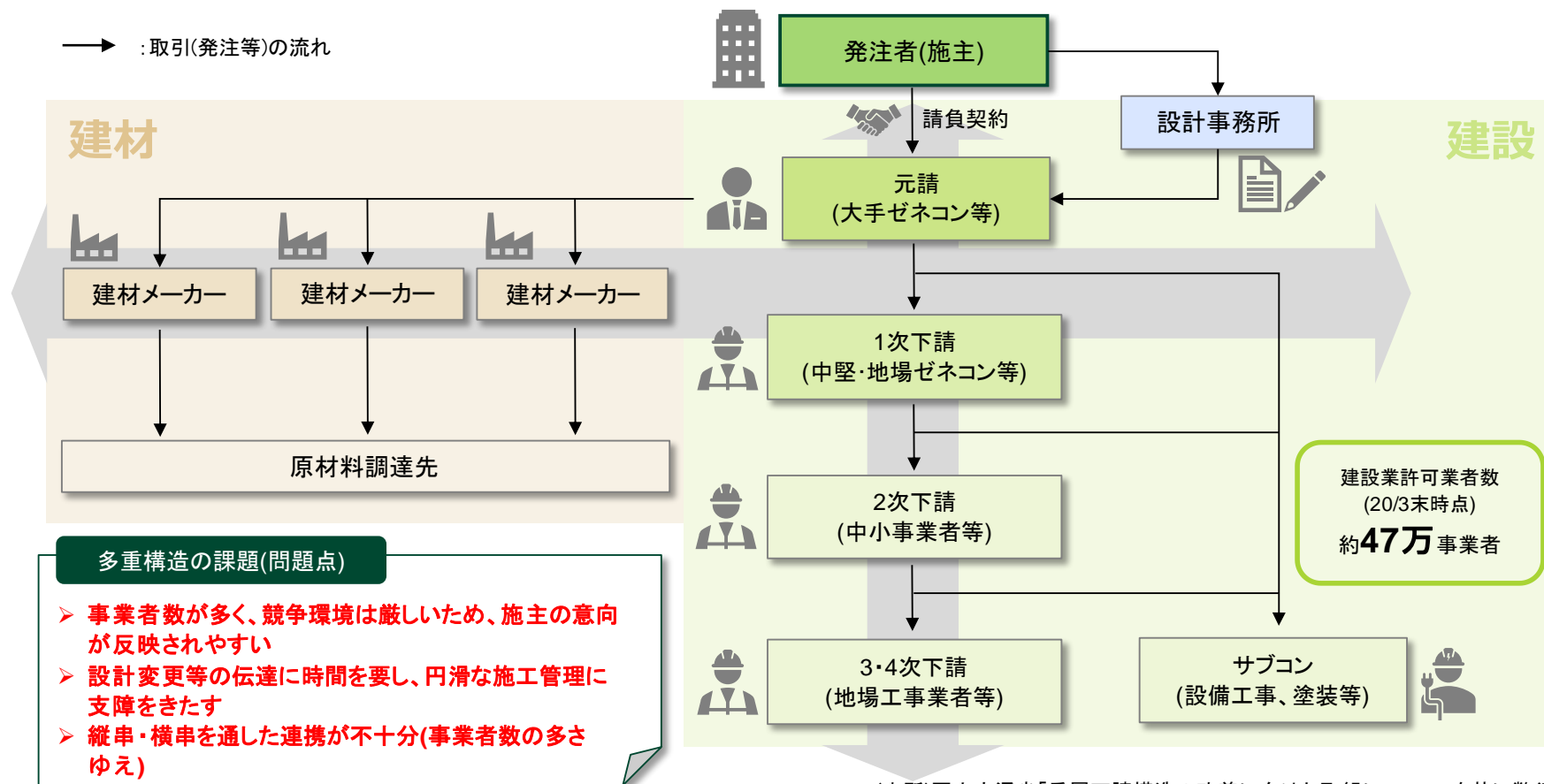
1. 国内建設業の課題

国内建設業が抱える課題 ～①複雑な施工体制

国内建設業の構造をみれば、発注者(施主)と請負契約を締結する建設会社(元請)以下、工事種別に応じて複数の建設会社が施工を担う体制(所謂「多重下請構造」)になっており、建材メーカーを含めて多数の事業者が存在しています。

事業者数の多さを主因に競争環境は厳しく、施主の意向が反映されやすい商習慣があるうえ、事業者間連携の不十分さゆえに、設計変更に伴う工期の遅延や追加コストが発生するなど、様々な弊害が指摘されています。

国内建設業における多重構造

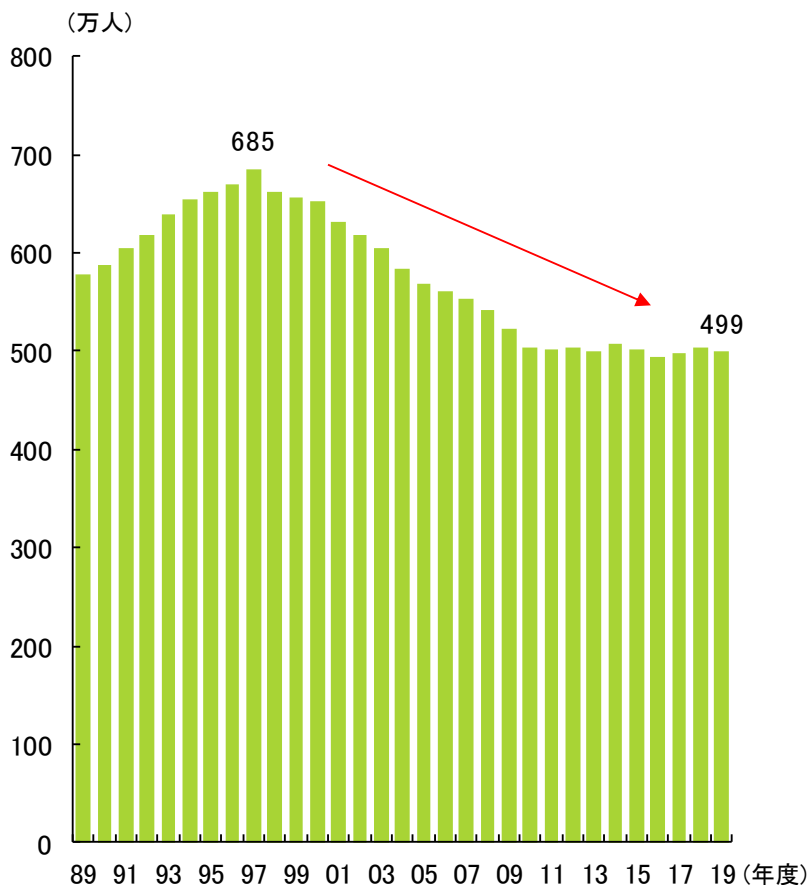


(出所)国土交通省「重層下請構造の改善に向けた取組について」を基に弊行作成

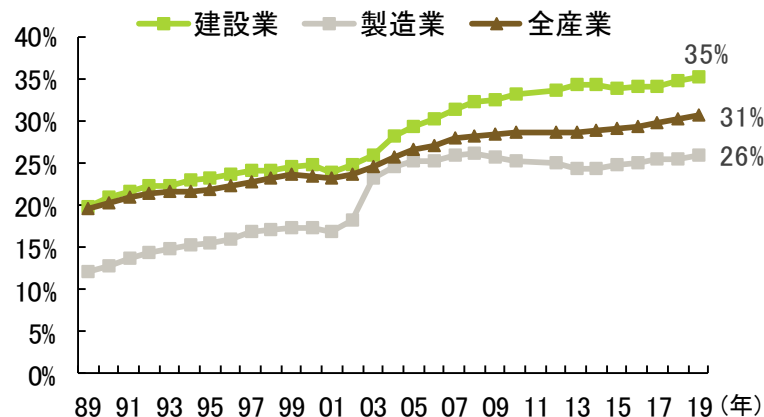
国内建設業が抱える課題 ～②人手不足

建設業就業者数は、近年は概ね横這いで推移していますが、建設業特有の「きつい・汚い・危険(3K)」のイメージから若年層の入職が進まず、1997年(685万人)をピークに長期的には減少してきました。

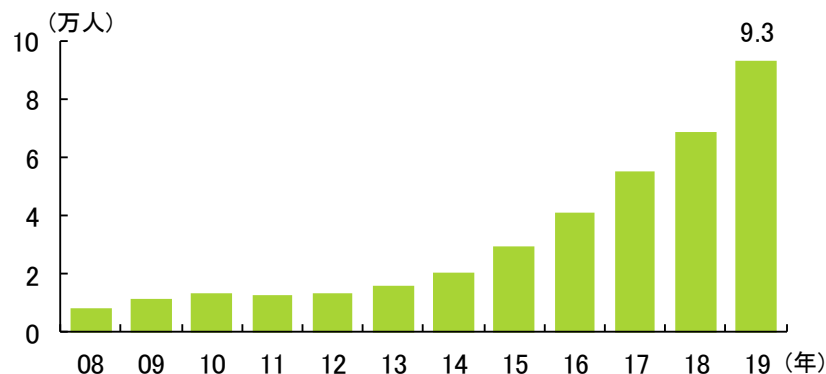
建設業就業者数の推移



55歳以上就業者数の割合推移(産業別)



(ご参考)建設業における外国人労働者数の推移

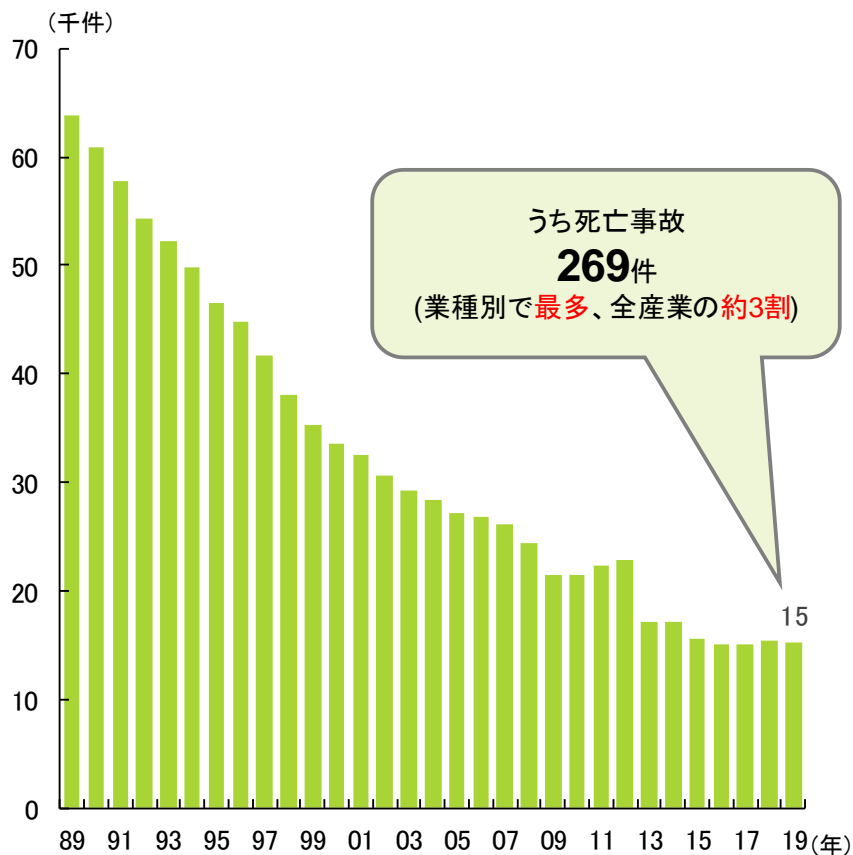


(出所)厚生労働省「労働力調査」、厚生労働省「外国人雇用状況の届出状況について」を基に弊行作成

国内建設業が抱える課題 ～③労働災害(致死リスク)

建設業における労働災害の状況をみれば、高所作業でのハーネス(安全帯)の使用義務化などの対策により発生件数自体は減少傾向にあるとはいえ、死亡事故件数は業種別で最多となっています。

建設業における労災発生件数の推移



(ご参考)労災、及び対応事例

内容	対応
マンション建設現場でクライミングクレーンが転倒、倒壊	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 設計や強度計算だけでなく、適切な指導・指示ができる現場管理の体制確立 ✓ 専門工事業者の工事実績を精査し、工事監理を行う
高速道路の側面壁にボルト接合された足場とともに地面へ落下	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 製造会社の指定した規格のボルトを使用 ✓ 高所作業では、安全帯を使用 ✓ 同一の現場で異なる規格のボルト類を混在して使用しない
有機溶剤中毒	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 作業主任者を選任し、有機溶剤作業を指揮監督させる ✓ 有機溶剤の蒸気の発散源を密閉する設備または局所排気装置を設ける
フォークリフトが横転	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 同一敷地内で建設工事が行われている場合、作業場と建設現場をロープ等で区画する ✓ 転落の恐れのある箇所には、柵などの転落防止措置を講ずるか、誘導者を配置する
鋼製橋梁の建設工事で、つり足場の作業床の解体時に下を流れる川に落水し溺死	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 落下防止網の設置や、移動時に安全帯を掛け替えないよう親綱を連続させる等、つり足場からの墜落災害を防止するための措置を講ずる

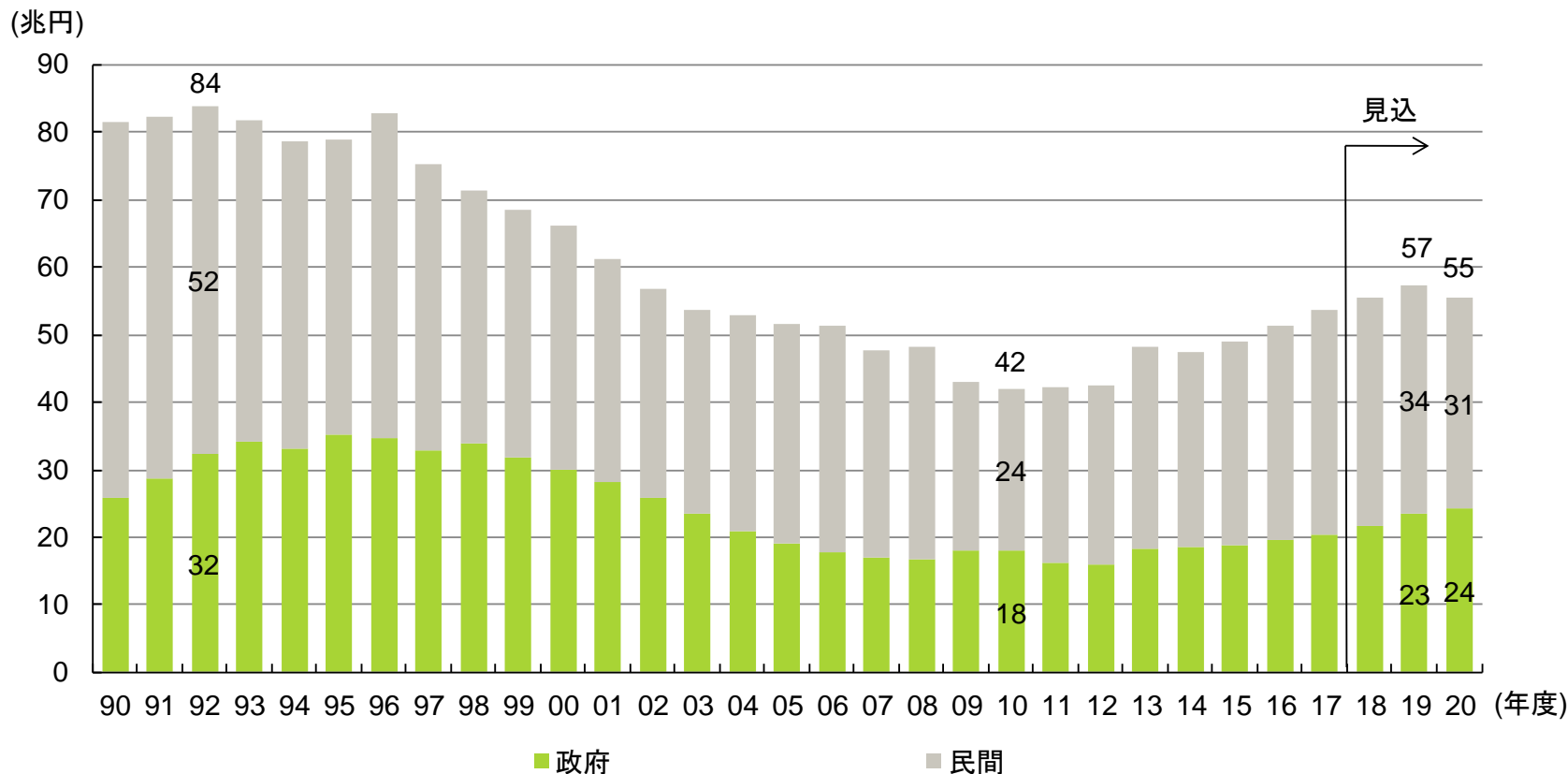
(出所)厚生労働省「労働災害発生状況」、厚生労働省「労働災害事例」を基に弊行作成

国内建設業が抱える課題 ～④国内需要の縮小

国内建設投資額は、1992年度の84兆円をピークに減少傾向で推移し、2010年度には42兆円とピーク比半減となりました。その後は、都心部の大規模再開発等の増加に伴う民間投資の拡大から増加傾向で推移してきたものの、2020年度は新型コロナウイルス感染拡大に伴う民間受注の落ち込み等を背景に減少に転じる見通しです。

今後については、公共投資の動向(政府方針)に拠る部分はあるものの、人口減等を背景に中長期的な縮小は避け難いとみられます。

国内建設投資額(注)の推移



(注)リフォーム・リニューアル投資額を除く。

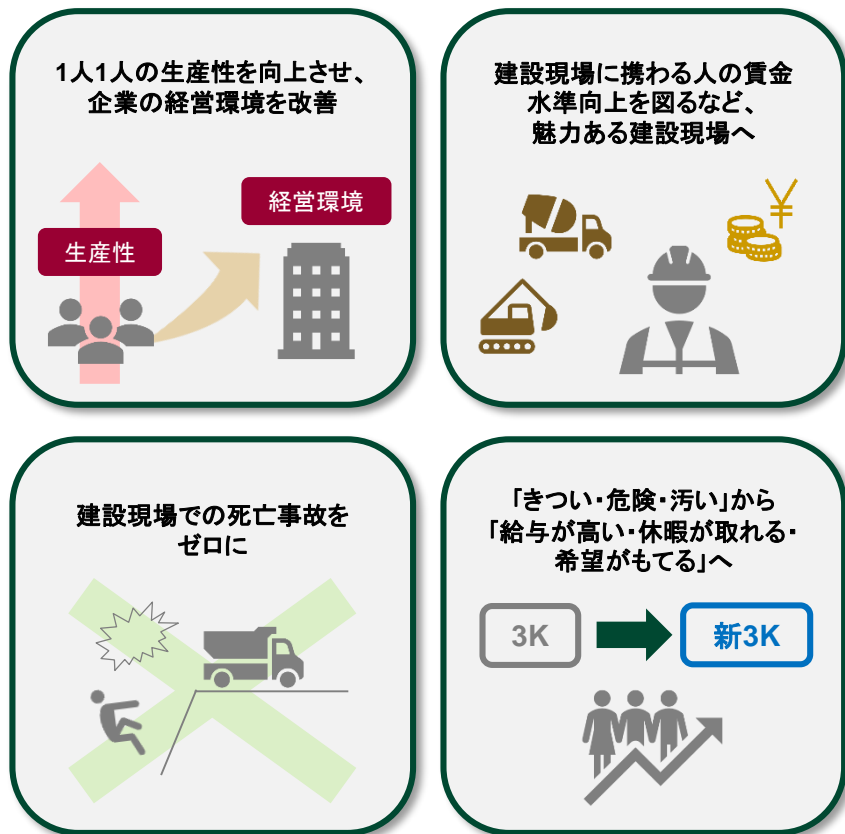
(出所)国土交通省「令和2年度建設投資見通し」を基に弊行作成

2. i-Constructionの動向

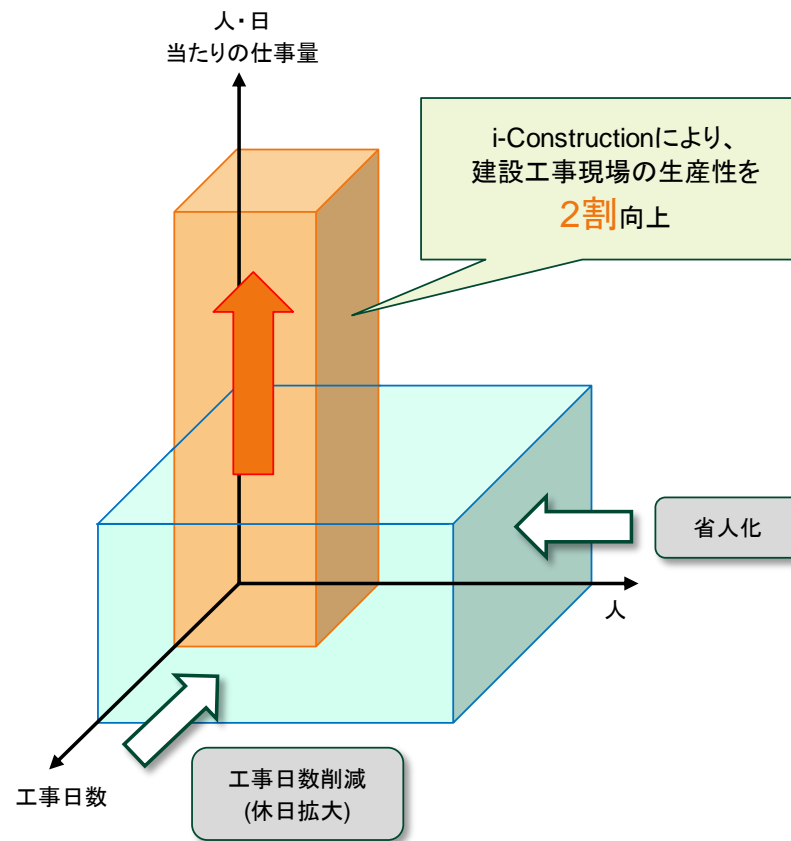
i-Constructionの概要①

このような課題の解決に向け、建設現場全体の生産性向上等を目的とする「i-Construction」が国土交通省により提唱され、取り組みが進められています。

i-Constructionが目指すもの



生産性向上のイメージ

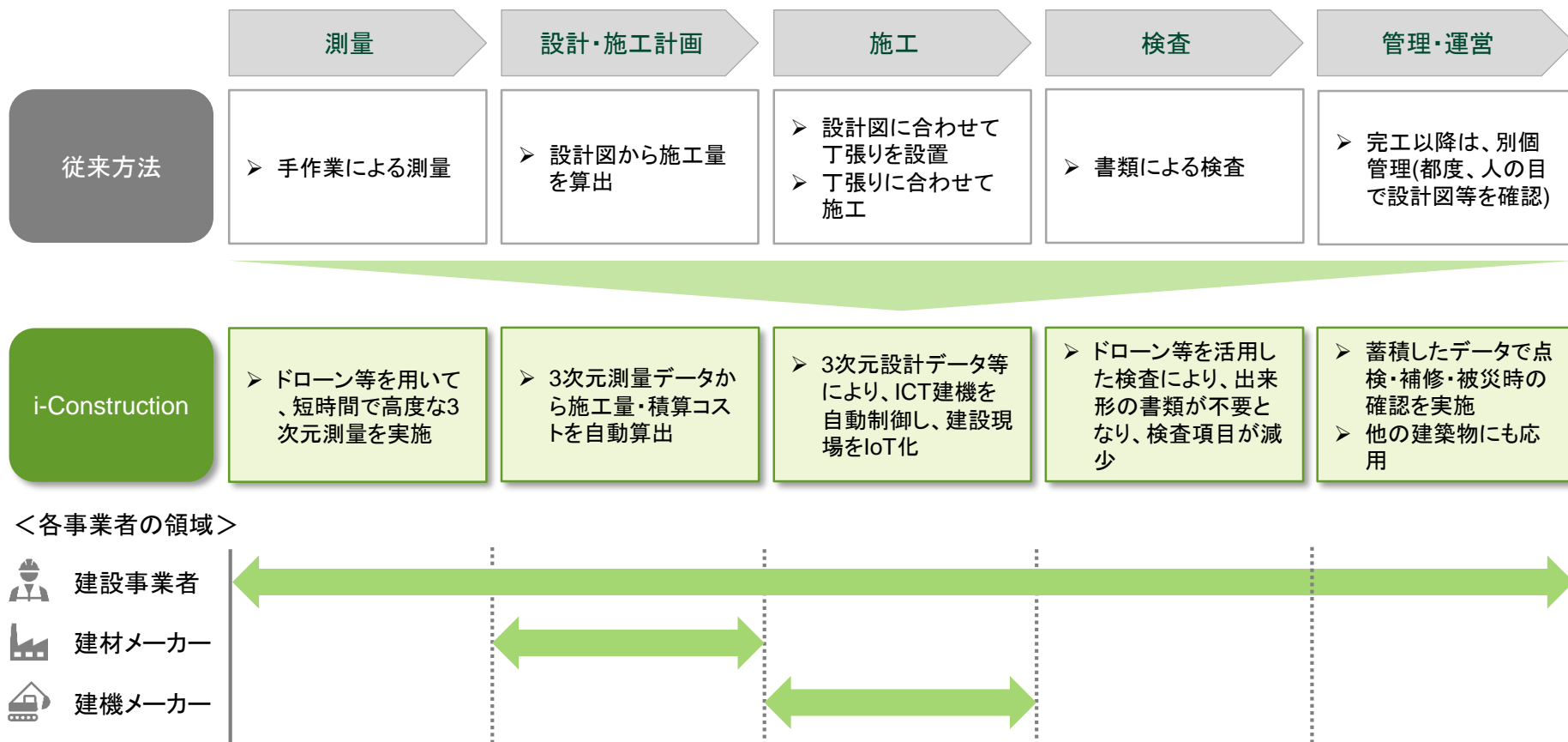


(出所)国土交通省「i-construction～ICT技術の全面的な活用～の取組みについて」「i-constructionによる建設現場の生産性向上」を基に弊行作成

i-Constructionの概要②

具体的には、測量から管理・運営に至る各プロセスにおいてデジタル技術を導入することで、工事日数の短縮(休日の拡大)や技能労働者減少分の補完等が期待されています。

i-Constructionによる建設現場のプロセスの変化



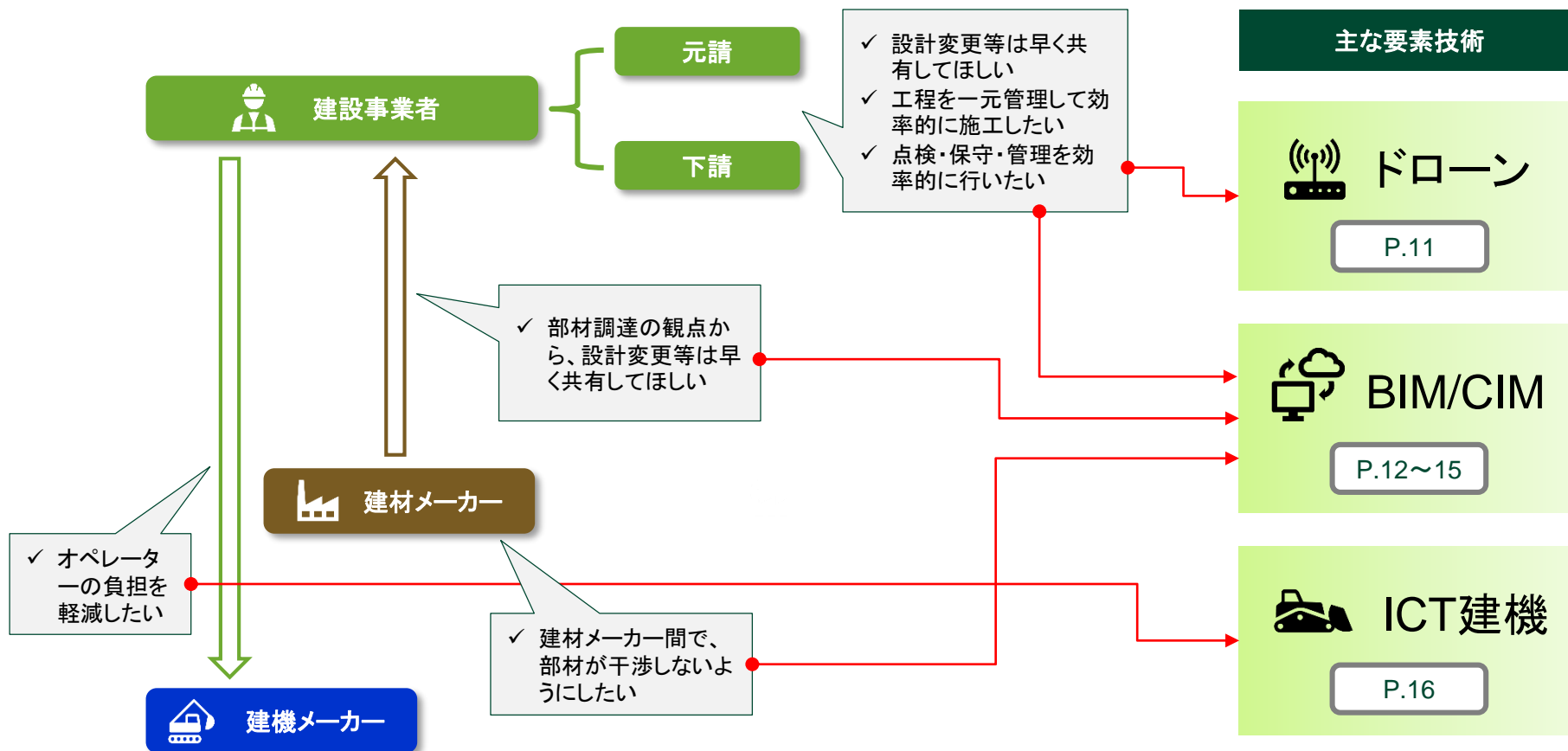
(出所)国土交通省「i-constructionによる建設現場の生産性向上」を基に弊行作成

建設業に関わる各事業者の主なニーズ

各事業者においても以下のような潜在ニーズを抱えているとみられ、これらのニーズを充足するためにもi-Constructionの取組みは不可欠と考えられます。

i-Constructionにおける主な要素技術として、ドローン・BIM/CIM・ICT建機が挙げられます。

各事業者の主なニーズ



要素技術① ～ドローン

ドローンについては、農業分野(農薬散布など)やメディア分野(空撮など)での活用事例がみられますが、建設分野でも測量や検査、管理・運営プロセスにおける活用が期待されています。

既の実証実験などに取り組んでいる事業者もみられますが、今後あらゆる現場での取組拡大の余地があるとみられます。

ドローンの基本情報

定義

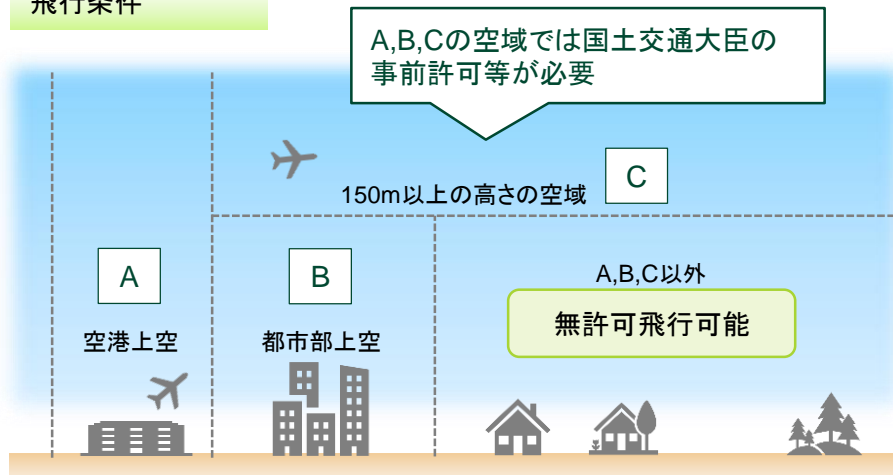
ドローン(Drone) = 自律型無人機(遠隔操縦機、自律式な機械全般)

- 無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)
- 無人車両(UGV: Unmanned Ground Vehicle)
- 無人船舶(USV: Unmanned Surface Vehicle)

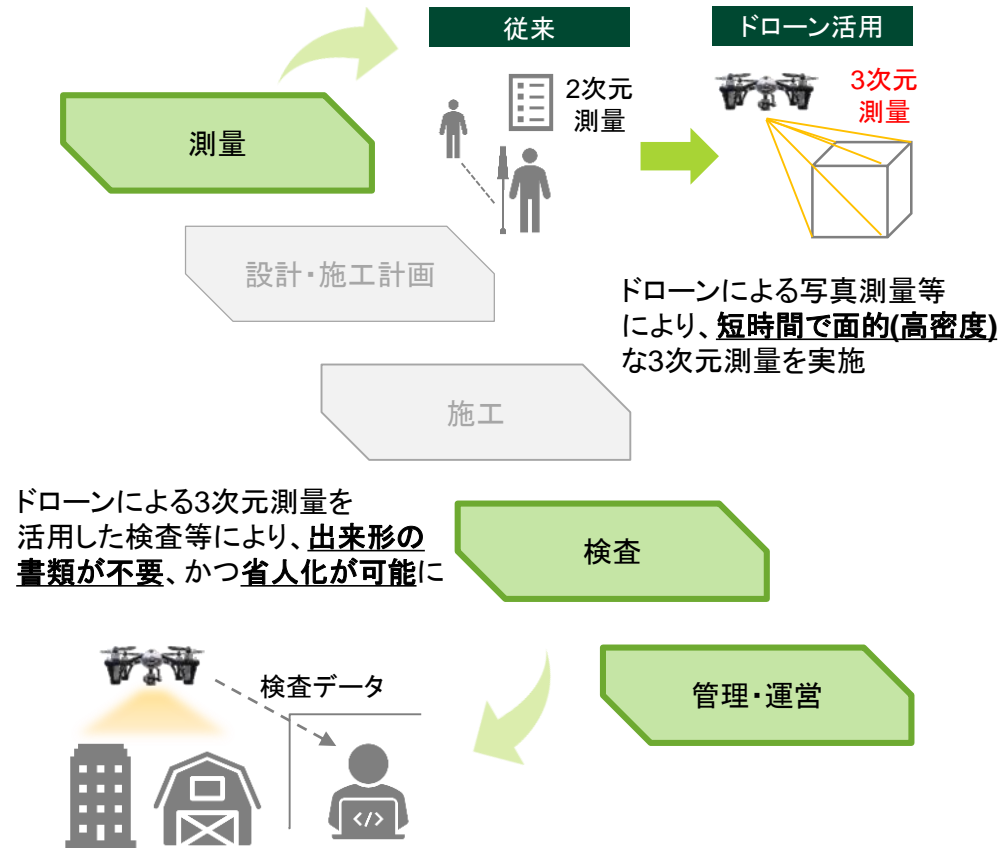
無人飛行システム(UAS: Unmanned Aircraft System)

= 無人化技術を適用した航空機と地上装置を含むシステム

飛行条件



建設現場での活用イメージ



(出所)国土交通省HP、国土交通省「i-construction～建設現場の生産性革命」を基に弊行作成

要素技術② ～BIMの概念(建築分野)

建築分野では、従来の3次元情報に、各種部材の仕様・性能等のデータも組み込まれたシステムであるBIMの導入が始まっています。

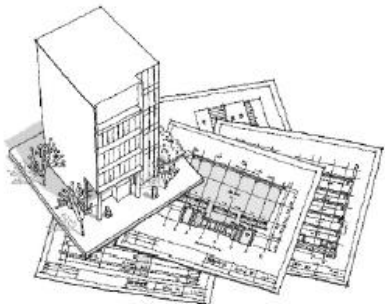
BIMとは

BIM(Building Information Modelling)とは…

コンピュータ上に作成した主に3次元の形状情報に加え、室等の名称・面積、材料・部材の仕様・性能、仕上げ等、建物の属性情報を併せ持つ建物情報モデルを構築するシステム(国土交通省の定義)

現在の主流 (CAD)

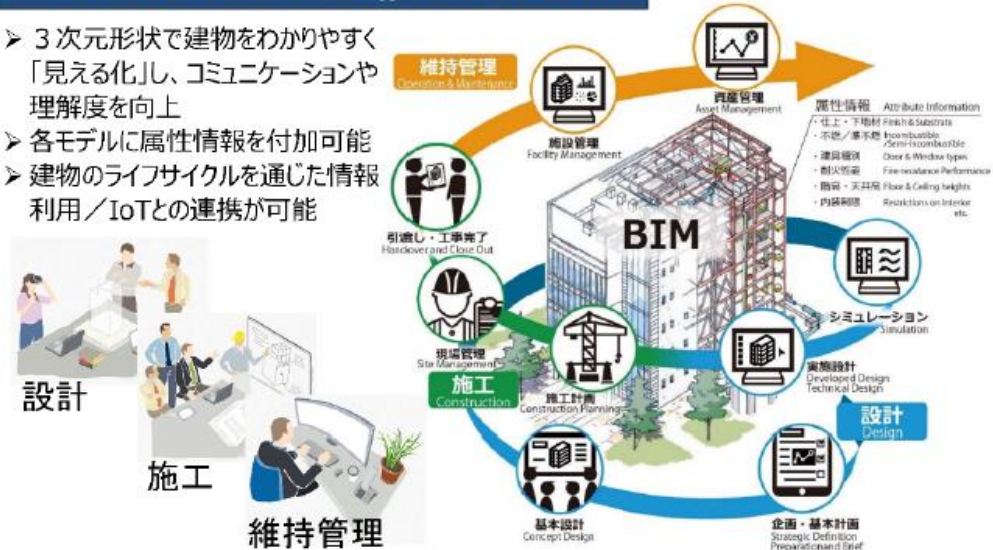
- 図面は別々に作成
- 壁や設備等の属性情報は図面とアナログに連携
- 建設後の設計情報利用が少ない



平面図・立面図・断面図／構造図／設備図

BIMを活用した建築生産・維持管理プロセス

- 3次元形状で建物をわかりやすく「見える化」し、コミュニケーションや理解度を向上
- 各モデルに属性情報を付加可能
- 建物のライフサイクルを通じた情報利用／IoTとの連携が可能



将来BIMが担うと考えられる役割・機能

Process

- ✓コミュニケーションツールとしての活用、設計施工プロセス改革等を通じた生産性の向上

Data Base

- ✓建築物の生産プロセス・維持管理における情報データベース
- ✓ライフサイクルで一貫した利活用

Platform

- ✓IoTやAIとの連携に向けたプラットフォーム

(出所)国土交通省「BIMの標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン」を基に弊社作成

要素技術② ～CIMの概念(土木分野)

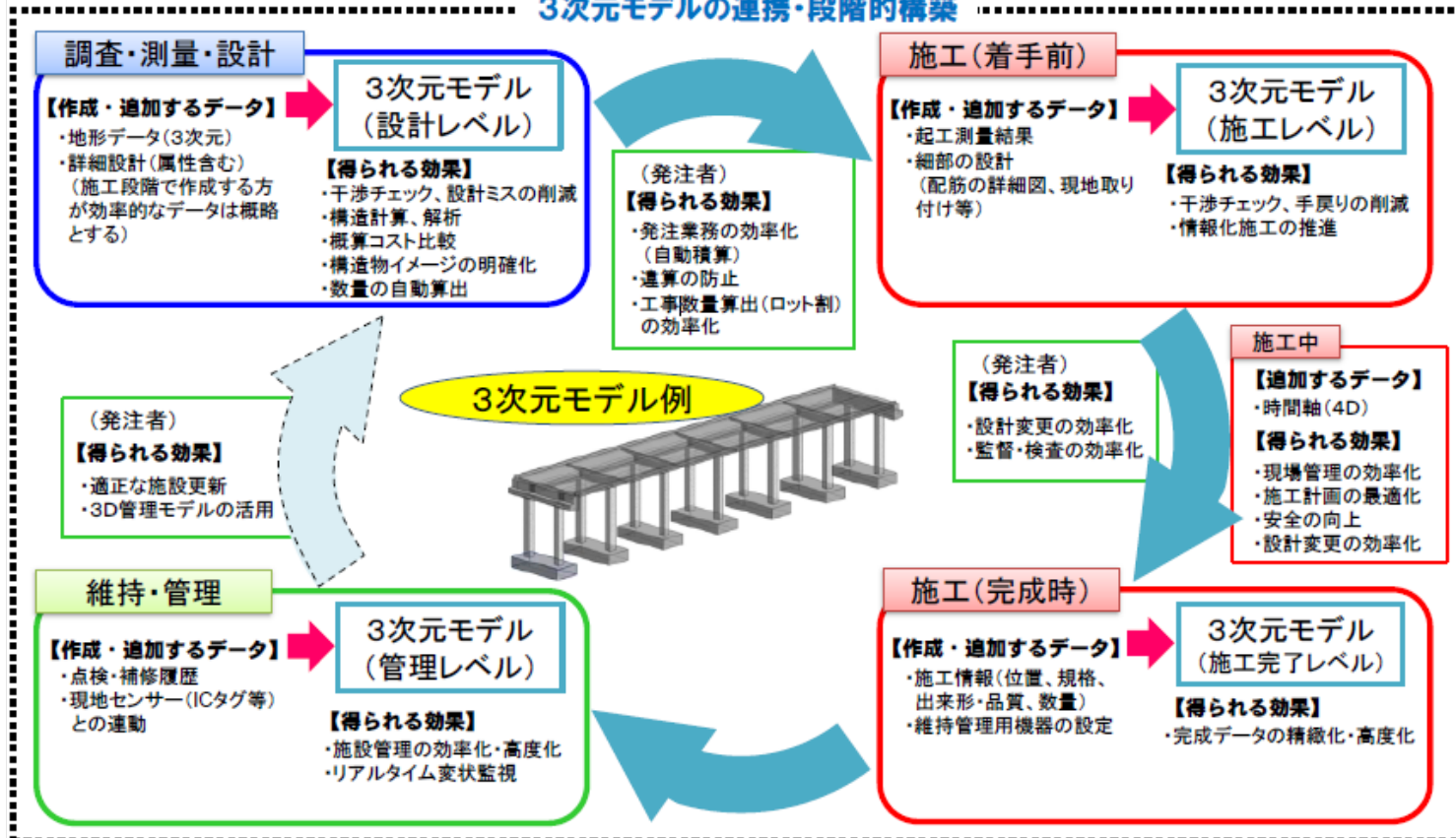
一方、土木分野では、建築分野のBIMに当たるCIMの導入が進められています。

CIMとは

CIM(Construction Information Modeling)とは・・・

計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルに連携・発展させ、あわせて事業全体にわたる関係者間で情報を共有することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図るシステム(国土交通省の定義)

3次元モデルの連携・段階的構築



(出所)国土交通省「国土交通省におけるCIM(Construction Information Modeling)の取り組みについて」を基に弊行作成

要素技術② ～BIM/CIM運用拡大に向けた全体ロードマップ

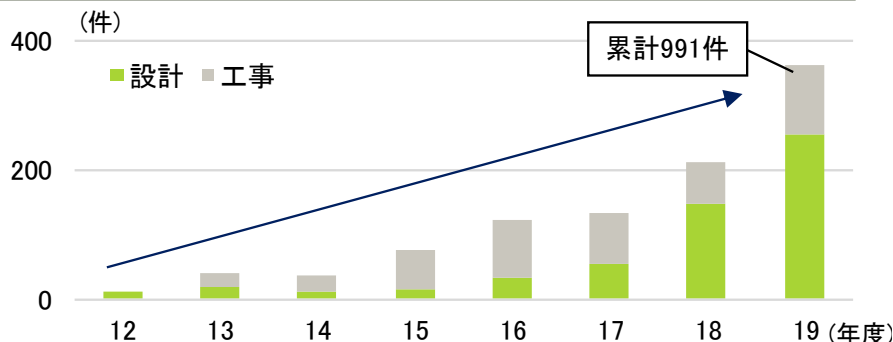
こうした中、国土交通省が主導する形で、ゼネコンも参画するBIM/CIM推進委員会や建築BIM推進会議が設置され、BIM/CIMの普及に向けた取組が本格化しつつあります。

BIM/CIM運用拡大に向けた全体ロードマップ(政府案)

- 2025年度に全事業でBIM/CIMの原則適用を目指す
- 目的を「標準化、普及・促進、高度利活用」の3つに絞り、それぞれの項目で中長期的な目標を設定することでBIM/CIMの更なる拡大を図る

目的	概要	項目	21年度目途	25年度目標
BIM/CIMに関連する規格等の標準化	建設生産・管理システムの全関係者が不自由なくBIM/CIMを活用出来るよう、情報のシームレスな運用を可能とする	形状及び属性情報の標準化	IFC5に準拠する属性情報等の標準化	4D・5Dの標準化
		ワークフローの標準化	成果品に求める標準的な要件の整理	ワークフローの標準化による業務等の効率化
		国内規格の標準化	ソフトウェア機能要件等の国内規格の標準化	BIM/CIMのJIS化検討
BIM/CIMの普及・促進	BIM/CIMを活用した更なる効率化・高度化に向け、普及・啓蒙により裾野を広げると共に、活用しやすい環境整備を促進	適用事業の順次拡大	共通分野に配慮したBIM/CIM要領の策定	全事業でBIM/CIMを原則適用(方式問わず)
		BIM/CIM技術者の活用	普及・啓蒙体制の構築	技術者を活用したデータ管理による高度化
		効率化に資するツール等の普及	パラメトリックモデル等のモデル作成支援ツールの実装	機械処理による部分的な自動作図等の実装
BIM/CIMの高度利活用の促進	公共事業の効率化・高度化に向けBIM/CIM活用を前提とする業務改革の実現を目指すと共に、継続的な業務改善を推進	公共事業の品質確保・向上	3D設計照査による成果品の品質確保の実現	BIM/CIMによる設計照査や監督の要領への反映
		発注関係業務の抜本的な見直し	3Dを主とする契約の標準化	BIM/CIMを主とする契約の標準化
		データ活用の拡大	BIM/CIMモデルの二次利用(設計協議等)を促進	データプラットフォームにおける3次元城法の活用促進

BIM/CIM活用設計・工事件数の推移



(出所)国土交通省・「BIM/CIM推進委員会「令和2年度の主な取組について」,「ICT施工の普及拡大に向けた取組」を基に弊社作成

BIM/CIMの原則適用拡大の進め方

	20年度	21年度	22年度	23年度
大規模構造物	全ての詳細設計・工事で活用	全ての詳細設計で原則適用(*)	全ての詳細設計・工事で原則適用	全ての詳細設計・工事で原則適用
上記以外(小規模を除く)	-	一部の詳細設計で適用(*)	全ての詳細設計で原則適用(*)	全ての詳細設計・工事で原則適用

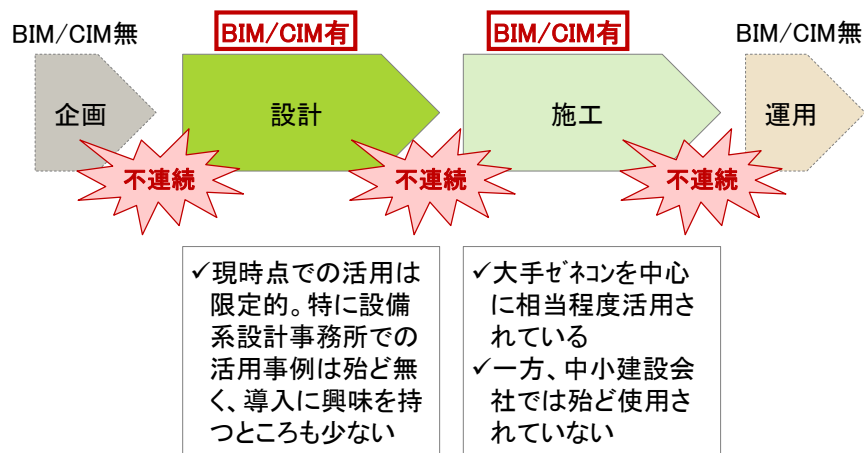
(*)20年度に制定予定の3次元モデル納品要領に基づく。

要素技術② ～BIM/CIMの現状

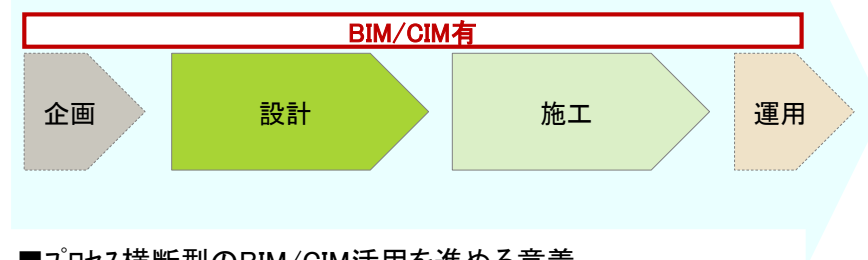
もっとも、現時点では、BIM/CIM導入は各プロセスとも限定的であるため、本来目指すべき企画から運用までのプロセス横断型な活用には至っておらず、依然として課題を多く残している状況です。

BIM/CIMの活用状況

<現状>



<目指すべき姿:プロセス横断型>



- プロセス横断型のBIM/CIM活用を進める意義
- ✓ プロセス毎に重複していた**情報入力・加工作業等が省略化**
- ✓ 関係者間で複雑な形状等の理解が深まり、**情報伝達が円滑化**
- ✓ 設計段階から施工計画を検討することで、速やかな資材の発注や工事着手による、**設計から施工までの工期短縮やコスト低減等が実現** 等

普及に向けた課題

情報の確度	確度の不明確な情報が混在
詳細度と情報量	「いつ誰がどこまで何を入力するか」といった段階毎のデータ管理ルールの不徹底
BIM活用の見極め	BIM/CIM以外の手段の方が管理し易い情報についても全てBIM/CIMを活用しようとする意識
関係者との協働の在り方	鉄骨ファブrikエーターやサッシメーカー等様々な関係者間の作業内容の不整合
データ・情報管理	BIM/CIMによって増大するデータ・情報の進捗管理・共有のルール不設定
人材不足	BIM/CIMモデルを構築する技術者の不足

(出所)国土交通省「BIMの標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン」を基に弊社作成

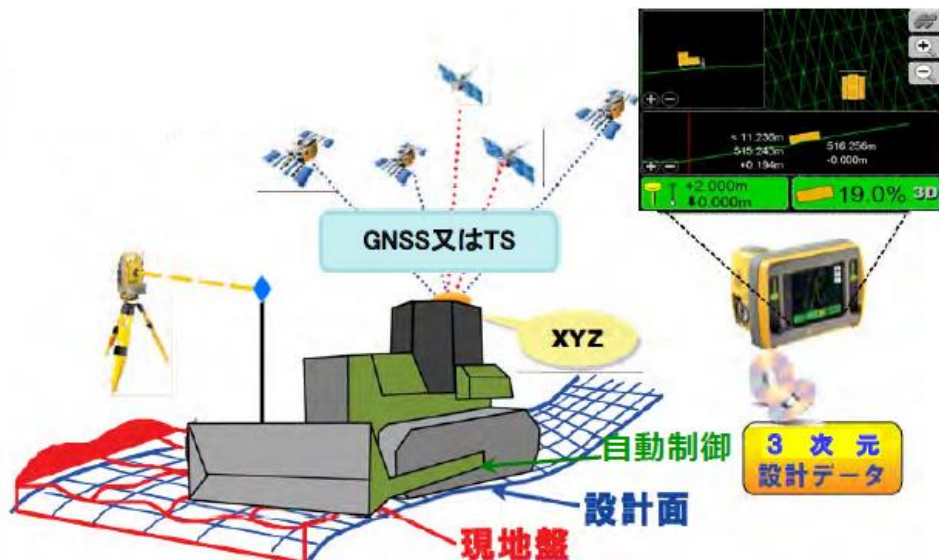
要素技術③ ～ICT建機

現場作業員の省人化に向け、ICT建機の開発が進められています。但し、建設現場には人、資材、車両等が多数存在しているため複数の建機が協調しなければ生産性向上の効果が十分に発現しない他、現時点ではコストが割高なこと等もあって、実際の導入は限定的となっています。

ICT建機とは

ICT建機とは…

MC/MG (Machine Control system/Machine Guidance system) を搭載した建設機械。3次元設計データを取り込み、排土板の機械操作ガイド(MG)、機械自動制御(MC)を行う。



建機の自動運転レベルイメージ

Level 0 〈手動〉

- ✓ オペレーターによる手動操作
- ✓ 生産性はオペレーターの技量に依存

Level 1 〈運転支援〉

- ✓ 機械による運転支援
- ✓ 手動に比べ、生産性が向上

Level 2 〈単独自律〉

- ✓ カメラ・センサーにより地形や人・物を認識し、単独での作業は完全自動化

Level 3 〈協調自律〉

- ✓ 他の建機等と情報通信技術で繋がり、協調した自律施工が可能に。
- ✓ 生産性は飛躍的に向上

Level 4 〈判断自律〉

- ✓ AIにより最適な施工手順を自動で判断
- ✓ 建設現場が一段と高度化

(出所)国土交通省・BIM/CIM推進委員会「令和2年度の主な取組について」を基に弊行作成

3. i-Constructionの取組状況

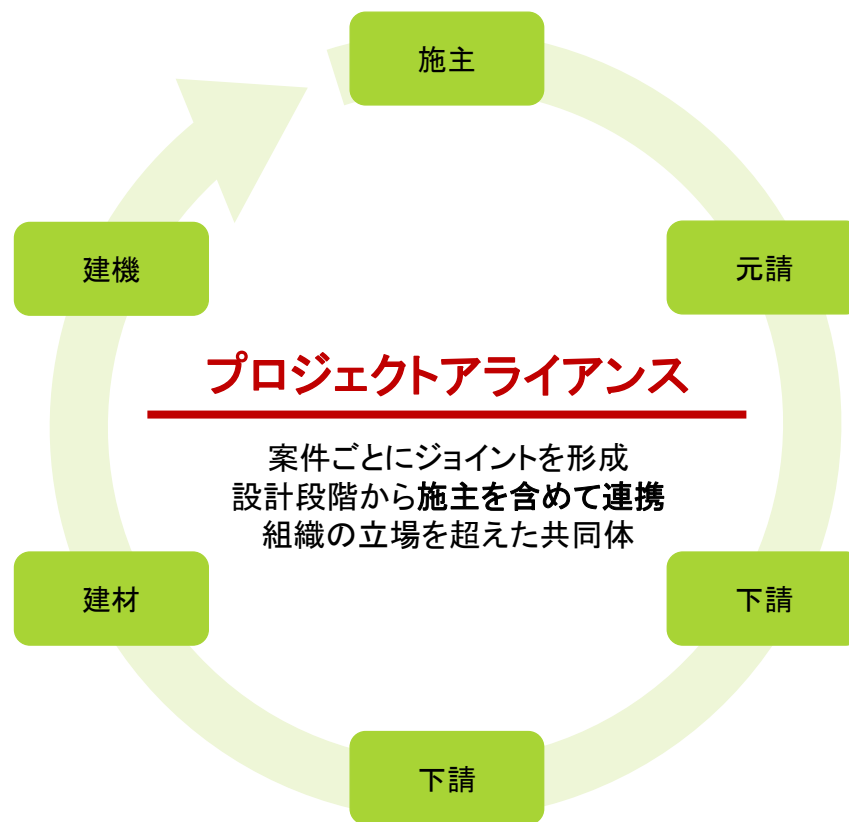
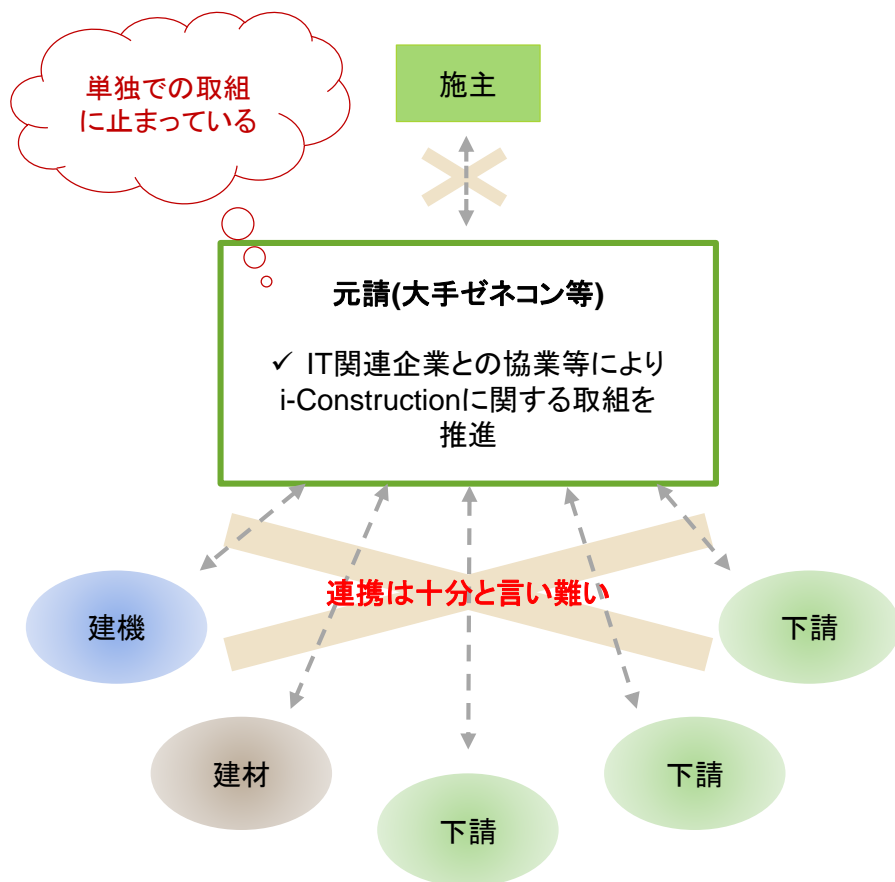
日本におけるi-Constructionの取組状況、海外との比較

国内では近年、大手ゼネコン等を中心にi-Constructionに関する取組みが行われていますが、下請事業者や建材・建機メーカーとの連携は十分と言え難く、各事業者が一体となって生産性向上を実現するという本来の形には至っていないとみられます。

他方、海外においては、建設プロジェクト毎に施主を含めて連携し、工期・手法・コスト等を都度擦り合わせながらi-Constructionを推進する事例がみられています。

日本におけるi-Constructionの取組状況

(ご参考)海外におけるi-Constructionの取組形態事例



(出所)国土交通省「ICT施工の海外動向」を基に弊行作成

(1)建設事業者の取組み

建設事業者では、大手を中心にIT関連事業者との協業等を通じてシステムの開発・導入を進めています。今後は、こうしたシステムを下請事業者をはじめとした各事業者に広く展開し、プラットフォーム化を進める必要があるとみられる他、中小建設事業者においても協業や同業間での連携に取り組むことが重要と考えられます。

建設事業者の取組事例

会社名	内容
銭高組	✓ 高所作業時の墜落防止に必須となる安全帯の使用を促進する5Gを活用したシステムをNEC等と共同開発。
奥村組	✓ 山岳トンネル工事における切羽の写真・観察記録、支保パターン等の施工情報を一元管理し、3次元データの作成が容易なCIMソフトウェアをパスコと共同で開発。
長谷工コーポレーション	✓ RFID(電子タグ)を用いた建設部材の一元管理の実証を不二サッシと共同で開始。
戸田建設	✓ 建設作業者の生体情報や作業環境をヘルメット取り付け型センサデバイスでリアルタイムに監視する「作業安全モニタリングシステム」を村田製作所と共同で開発し、販売開始。
三井住友建設	✓ TOFカメラ(光を照射して対象物までの距離を計測するカメラ)を活用した鉄筋出来形自動検測システムを日立ソリューションズと共同開発。
熊谷組	✓ NECと共同で、工事現場におけるネットワーク対応型無人化施工を想定した実証実験を実施し、ローカル5G(第5世代移動通信)を活用した4K映像の伝送および重機模型のVR遠隔操作に成功。

i-Constructionに関する技術開発事業者の取組事例

会社名	内容
テラドローン	✓ 土木測量の現場においてドローンを用いた測量を行い、クライアントの要望に応じて地形の3次元データ、断面図、土量計算などを提供。大手ゼネコンから200件以上の案件を引き受け。
エアロセンス	✓ 全球測位衛星システム測量機「エアロボマーカ」と、高速自動測量計算クラウドサービス「エアロボクラウド」によりドローン写真測量の手間を削減。
PicoCELA	✓ 西松建設と共同で地上30階建ての高層ビルの建築土木工事現場におけるWi-Fi環境構築についての実証実験を実施。
アンドパッド(旧社名オクト)	✓ 工程表や地図の共有、進捗状況の写真記録、職人から施工会社への報告などを一元的に行うことができる施工管理アプリ「ANDPAD」を提供。
ランドログ	✓ 調査・測量～設計～施行～メンテナンスといった建設に関わるプロセス全般での活用を見込んだ建設事業者向けのIoTプラットフォーム「LANDLOG」を建設事業者向けに提供(コマツ、NTTドコモ等が共同運営)。

(出所)プレスリリースを基に弊行作成

(2) 建材メーカーの取組み

建材メーカーでもBIM/CIMへの取組みが進められていますが、現時点では他社との連携は限定的となっています。

建材メーカーの主な取組み

商材	会社名	時期	内容	手法	
				自社 単独	他社 連携
住設・ 建材	LIXIL	2015年	✓ 非住宅エクステリア商品についてBIMオブジェクトデータの提供を開始	○	
		2017年	✓ 同社監修により、フリーダムアーキテクツデザイン社が住宅サッシBIMモデルの提供を開始		○
		2019年	✓ 非住宅エクステリア商品のBIM用自動設計ツールを開発	○	
		2020年	✓ パーテーションメーカーのコマニー社と協業し、パブリックイレ空間のBIMモデルを開発・提供開始		○
	YKKAP	2020年	✓ ビル主要商品(「EXIMA31」「SYSTEMA」シリーズ)のBIMパーツを開発し、同社HP上に公開	○	
鉄骨	川田工業	2009年	✓ BIM対応CADシステム「Tekla Structures」(Tekla社製品)を導入	○	
	日本ファブテック	2013年	✓ 市販の鉄骨専用CADと自社の3次元モデルを連携させた鉄骨制作情報システム「ビルモシステム」を構築	○	
	駒井ハルテック	2017年	✓ 製造・建設現場でのBIM/CIMの活用拡大を目的にICT推進室を立ち上げ	○	
仮設 足場	日建リース工業	2018年	✓ BIMによる仮設計画の請負サービス(「仮設計画モデリングサービス」)の提供を開始	○	
		2020年	✓ 仮設計画モデリングサービスの利用者を対象に、仮設計画に基づく機材発注等が可能なシステムを構築	○	
	杉孝ホールディングス	2018年	✓ 既設構造物を3DスキャンしてBIM化(立体化・可視化)し、正確な機材割付を可能とするサービスを提供	○	
	効カミヤ	2020年	✓ 次世代足場「Iqシステム」とBIMを連携させ、部材数量や工程管理等を見える化するサービスを開始	○	

(出所)プレスリリースを基に弊社作成

(3)建機メーカーの取組み

更に建機メーカーにおいても、建設現場の生産性向上や安全性の確保に向け、ICT建機や関連サービスの開発が進められています。今後は、建設事業者等との連携も深化させ、現場のニーズに即した建機やサービスを提供していくことが重要とみられます。

建機メーカーの主な取組み

会社名	時期	内容	手法	
			自社 単独	他社 連携
小松製作所	2015年	✓ ICT活用で工事現場の業務を支援するサービス「スマートコンストラクション」を開始	○	
	2017年	✓ NTTドコモ等と共同で建設業務向けIoTプラットフォーム「LANDLOG」の企画・運用を開始		○
		✓ NVIDIAと協働し、同社のAIプラットフォーム「Jetson」を地形データ作成や事故回避、的確なオペレーション等に活用		○
	2019年	✓ ICT建機の性能向上に向け、NTTドコモが提供する「GNSS(衛星測位システム)位置補正情報配信基盤」を導入		○
		✓ 米国に鉱山向け無人ダンプトラック運行システムを専門に扱う組織を新設	○	
2020年	✓ 全メーカーの既存油圧ショベルにマシンゲイダンス等のICT機能を後付けする「スマートコンストラクション・レトロフィットキット」を導入	○		
日立建機	2016年	✓ 「顧客ソリューション本部」を立ち上げ、ICTを活用した工事現場業務支援サービスの開発に着手	○	
	2017年	✓ モバイル端末で土量計測や現場(建機・作業員の位置等)の見える化を可能とする「Solution Linkage」の提供開始	○	
	2019年	✓ ICT施工の導入促進に向け、グローバル人材サービス企業のアウトソーシング社と協働で日立建機教習センタを新設		○
	2020年	✓ 稼働音・測定データから建機の状態を診断可能なスマートフォン向けアプリ「ConSite Health Check」を開発	○	
		✓ ソフトバンクが提供する高精度測位サービスを「Solution Linkage」に採用		○
コベルコ建機	2016年	✓ ニコン・トリプル等測量機器メーカー3社と協業し、共同提案の他、顧客が測量機器メーカーを選定出来る体制を構築		○
	2019年	✓ 日本マイクロソフトと協業し、次世代遠隔操縦技術を用いた建設現場テレワークシステム「K-DIVE CONCEPT」を推進		○

(出所)プレスリリースを基に弊行作成

4. 総括

今後の方向性

建設業界が抱える課題の解決に向け、i-Constructionの取組みは進みつつあるものの、現時点では、施主を含めた建設工事に関わる全ての事業者が一体となる本来あるべき形には至っていない状況です。しかしながら、長期的には、i-Constructionを導入した工事が主流となることも想定されるため、先行する海外の事例にも鑑み、建設プロジェクトごとに施主を含めた各事業者で共同体を形成するなど、一段と踏み込んだ連携体制を構築していくことが肝要とみられます。

取組の方向性

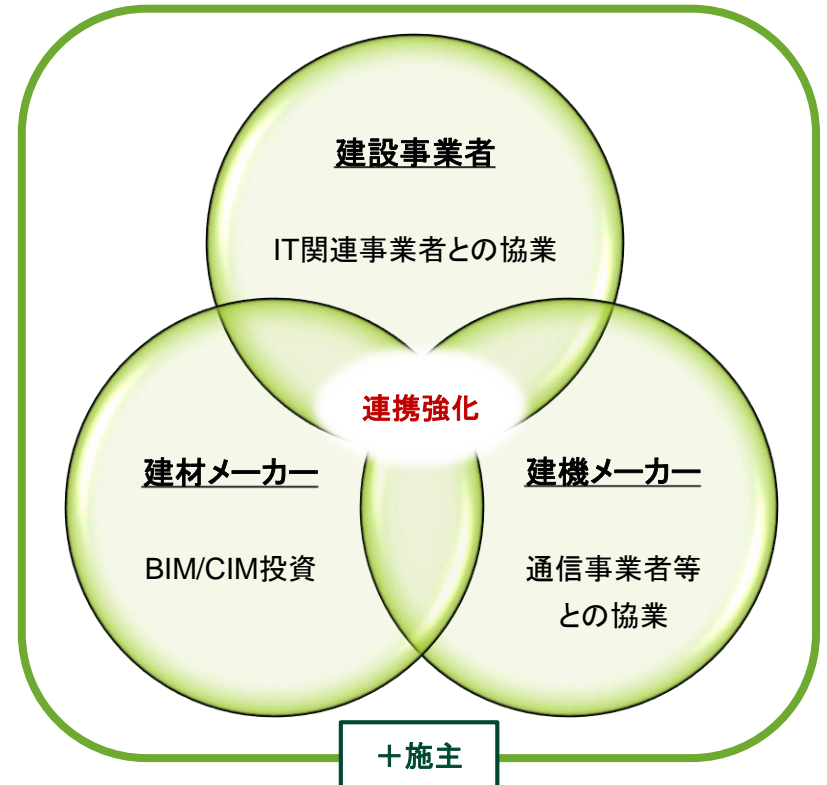
建設業界の課題

- 1 複雑な施工体制
- 2 人手不足
- 3 労働災害(致死リスク)
- 4 国内需要の縮小

解決に向け

- ✓ IT技術を活用して各事業者の連携を強化し、施工効率を向上させる(ICT施工が必須となるケースも)
- ✓ 労働環境を改善し、人手を確保する
- ✓ 内需の縮小に備え、海外でのビジネスチャンス捕捉に向けた体制整備を進める

建設工事に関わる全ての事業者が連携して
i-Constructionを推進することが重要



建設プロジェクト毎にJVを形成する等、
一段と踏み込んだ連携体制を構築