

独立行政法人国際協力機構

フィリピン国

ODA 事業（土木・建築工事）における  
デジタルトランスフォーメーション（DX）  
推進にかかる情報収集・確認調査

ファイナルレポート

令和 3 年 3 月

（2021 年）

株式会社アンジェロセック

株式会社片平エンジニアリング・インターナショナル

国際航業株式会社

東大
JR
21-008





出典：JICA 案件配置図（2019 年 7 月）を基に共同企業体作成

調査対象 ODA 案件配置図

独立行政法人国際協力機構

フィリピン国 ODA 事業（土木・建築工事）におけるデジタルトランスフォーメーション  
(DX)

推進にかかる情報収集・確認調査

ファイナルレポート

目次

1 章	序論	1
1-1	背景と目的	1
1-2	調査対象地域	1
1-3	調査概要	1
1-3-1	我が国のフィリピン向け ODA 事業の現状	1
2 章	我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術の状況	4
2-1	我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる政策的な取り組み	4
2-1-1	国土交通省の土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる主な取り組み	4
2-1-2	i-Construction	4
2-1-3	BIM/CIM	7
2-2	我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術の適用事例	10
2-2-1	測量・調査関連のデジタル技術	10
2-2-2	設計関連のデジタル技術	14
2-2-3	施工関連のデジタル技術	23
2-2-4	施工管理関連のデジタル技術	31
2-2-5	点検関連のデジタル技術	31
2-2-6	運営・維持管理関連のデジタル技術	35
3 章	土木・建築分野の我が国の ODA 事業におけるデジタル技術の適用状況	36
3-1	デジタル技術の適用事例及び課題	36
3-1-1	測量・調査関連のデジタル技術	36
3-1-2	設計関連のデジタル技術	36
3-1-3	施工関連のデジタル技術	38
3-1-4	施工管理関連のデジタル技術	38
3-1-5	点検関連のデジタル技術	39
3-1-6	運営・維持管理のデジタル技術	42
4 章	フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術適用に係る基礎情報	43
4-1	フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる政策・法令	43
4-1-1	情報通信関連法令	43
4-1-2	UAV・施工機材関連法令	43

4-2	フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる関係機関	44
4-2-1	DPWH	45
4-2-2	DOTr	45
4-3	フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる情報通信インフラの整備状況	47
4-3-1	インターネットに関わるインフラの状況（関連する規格、サービス品質、等）	47
4-3-2	フィリピンにおける衛星測位システムの適用に関わるインフラ及び関連する規格等の状況	48
4-3-3	フィリピンにおいて我が国の自動化施工（i-Construction）技術を実装する際の条件等	50
4-3-4	個人情報管理に関わる制度・基準の状況	51
4-4	フィリピンの土木・建築分野の他ドナー事業におけるデジタル技術の適用事例	52
5章	土木・建築分野の我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の検討	54
5-1	本調査の対象とする ODA 事業の状況	54
5-1-1	COVID-19 の影響	55
5-1-2	デジタル技術の適用可能性	55
5-1-3	BIM の使用状況	56
5-2	我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の検討	58
5-2-1	デジタル化のレベルと適用可能なデジタル技術の関係	59
5-2-2	計画関連のデジタル技術	60
5-2-3	測量・調査関連のデジタル技術	60
5-2-4	設計関連のデジタル技術	63
5-2-5	施工関連のデジタル技術	68
5-2-6	施工管理	69
5-2-7	点検関連のデジタル技術	70
5-2-8	運営・維持管理関連のデジタル技術	71
5-3	我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の評価	72
6章	我が国のフィリピン向け ODA 事業にデジタル技術を適用する際の提言等	86
6-1	短期的な提言	86
6-1-1	フィリピン側実施機関に向けた提言	86
6-1-2	実施中の ODA 事業に従事する請負者に向けた提言	86
6-2	中・長期的な提言（政策・制度、インフラ、人材、等）	87
6-2-1	測量・調査関連のデジタル技術の推進に向けた提言	87
6-2-2	我が国の ODA 事業における BIM の推進に向けた提言に関わる背景	87
6-2-3	フィリピン側実施機関に向けた提言	88
6-2-4	JICA に向けた提言	90
6-2-5	実施中の ODA 事業に従事する請負者に向けた提言	91

6-2-6 施工関連のデジタル技術の導入に向けた提言 .....	91
6-2-7 施工管理関連のデジタル技術の導入に向けた提言 .....	93
6-2-8 点検関連のデジタル技術の導入に向けた提言 .....	93
6-2-9 運営・維持管理のデジタル技術の導入に向けた提言 .....	93

略語表

略語	正式名称	日本語名称 (※は略語の解説)
3D (Model)	Three-Dimensional (Model)	3次元 (モデル)
(BIM) 4D	Four-Dimensional BIM	※施工プロセス (時間軸) の情報を含む BIM
(BIM) 5D	Five-Dimensional BIM	※コスト (工事費) の積算に関わる情報を含む BIM
AI	Artificial Intelligence	人工知能
AIM	ASEAN ICT Master Plan	ASEAN ICT マスタープラン
AR	Augmented Reality	拡張現実
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
BEP	BIM Execution Plan	BIM 実施計画書
BIM	Building Information Modelling	ビルディング・インフォメーション・モデリング
BS	British Standard	英国技術基準
CAD	Computer-Aided Design	コンピューター支援設計
CDE	Common Data Environment	共通データ環境
CIM	Construction Information Modelling	コンストラクション・インフォメーション・モデリング
CLAS	Centimeter Level Augmentation Service	センチメートル級測位補強サービス
COBie	Construction Operations Building Information Exchange	※BIM 上の設計情報の管理に関わる国際標準
DICT	Department of Information and Communications Technology	情報通信技術省
DOTr	Department of Transportation	運輸省
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
DX	Digital Transformation	デジタルトランスフォーメーション
ECI	Early Contractor Involvement	※コントラクター (施工会社) の施工に関わるノウハウを設計段階から反映させる調達方式
EGMP	E-Government Master Plan	電子政府マスタープラン
EIR	Employer's Information Requirements	※情報交換に関わる要求事項
GALILEO	Galileo	EU の全地球測位システム
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GLONASS	Global Navigation Satellite System	全地球測位システム
GNSS	Global Navigation Satellite System	全地球的航法衛星システム
GPS	Global Positioning System	米国の全地球測位システム
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IFC	Industry Foundation Classes	※BIM データのファイル交換形式

IMU	Inertial Measurement Unit	慣性計測装置
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指数
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ITRF	International Terrestrial Reference Frame	国際地球基準座標系
JACIC	Japan Construction Information Center	一般社団法人 日本建設情報総合センター
LiDAR	Laser intensity Direction and Ranging	レーザー強度方向探知ならびに測距
LOD	Level of Development	詳細度
MADOCA	Message and Database Oriented Control Architecture	高精度測位補正技術
MINnD	Modélisation des Informations Interopérables pour les Infrastructures Durables	持続可能なインフラに向けた協働可能な情報のモデリング ※ 仏国の BIM 推進に向けた政策的な取り組みの名称
MMSP	Metro Manila Subway Project	マニラ首都圏鉄道事業
MR	Mixed Reality	複合現実
NAMRIA	National Mapping and Resource Information Authority	フィリピン国土地理院
NASA	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NETIS	New Technology Information System	新技術情報提供システム
NIBS	National Institute of Building Sciences	アメリカ建築科学会
NSCR	North-South Railway Project	南北通勤鉄道事業
OSTP	Office of Science and Technology Policy	アメリカ合衆国科学技術政策局
PAS	Publicly Available Specifications	公開仕様書
PCM	Phase Change Material	相変化材料
PDTS	Philippine Digital Transformation Strategy	フィリピンデジタルトランスフォーメーション戦略
SHRP2	Second Strategic Highway Research Program	アメリカ第二次戦略的ハイウェイ研究プログラム
SIP	Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program	戦略的イノベーション創造プログラム
SR	Substitutional Reality	代替現実
QR	Quick Response Code	クイックレスポンスコード
QZSS	Quasi-zenith satellite system	準天頂衛星システム
UAV	Unmanned Aerial Vehicle	無人機（ドローン）
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
VR	Virtual Reality	仮想現実
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関
XR	Cross Reality	※ 複合現実：AR、MR、SR、VR 等の技術の総称



図表番号

図 2-1 : ICT の全面的な活用 (ICT 土工) .....	5
図 2-2 : 全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化) .....	5
図 2-3 : i-Construction の拡大.....	6
図 2-4 : i-Construction 推進組織体制.....	7
図 2-5 : i-Construction 実施実績.....	7
図 2-6 : BIM/CIM 活用ガイドライン (案) の改定 (1/2) .....	9
図 2-7 : BIM/CIM 活用ガイドライン (案) の改定 (2/2) .....	9
図 2-8 : インフラ分野のデジタルトランスフォーメーション.....	10
図 2-9 : GNSS 測位方式.....	11
図 2-10 : QZSS のカバーエリア.....	12
図 2-11 : 地上型レーザースキャナ (左図) および MMS (右図) .....	12
図 2-12 : UAV 型グリーンレーザースystem (グリーン LiDAR) .....	13
図 2-13 : 意匠・構造・設備の 3 分野のモデル統合イメージ .....	15
図 2-14 : シミュレーションソフトの活用事例.....	17
図 2-15 : XR の活用イメージ.....	19
図 2-16 : IFC トレードマーク.....	19
図 2-17 : CDE ツール利用状況.....	20
図 2-18 : BIM360 のイメージ図.....	20
図 2-19 : BIM 情報を一貫して利活用するワークフローの例 .....	21
図 2-20 : スプレッドシート概要 (左図) および COBie 活用概念図 (右図) .....	21
図 2-21 : 「SBDT」説明図.....	22
図 2-22 : 「Life Cycle OS」概念図 .....	23
図 2-23 : マシンガイダンスシステム .....	24
図 2-24 : マシンコントロールシステム.....	24
図 2-25 : 建設マネージメントシステムの概念図 .....	25
図 2-26 : Navisworks による干渉チェック .....	27
図 2-27 : Navis+概要図 .....	27
図 2-28 : C-Shield 構造物モデルとの重ね合わせ (左側)、セグメント組立計画 (右側) .....	28
図 2-29 : シールドマシン掘進状況モニタリング (左側)、掘削状況解析システム (右 側) .....	29
図 2-30 : QR コード読み取り.....	29
図 2-31 : 施工時の情報管理イメージ図.....	29
図 2-32 : PADAMS-NATM 概要.....	30
図 2-33 : 「スケルスカー」イメージ図.....	34
図 2-34 : ソナーによる下部工洗堀調査.....	34
図 2-35 : インフラドクター .....	35
図 2-36 : 斜面崩壊検知センサー .....	35
図 3-1 : 「ひび割れ検出技術」計測状況.....	39
図 3-2 : 「ひび割れ検出技術」解析イメージ.....	40
図 3-3 : 「DRIMS」の概要.....	40
図 3-4 : 「モバイルマッピング・システム」の概要 .....	41
図 3-5 : 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム.....	42
図 4-1 : 携帯電話 (Globe) カバー状況 .....	47
図 4-2 : 電子基準点の設置状況 .....	48
図 4-3 : フィリピンの地殻変動 .....	49
図 4-4 : 電子基準点の変位方向 .....	49
図 4-5 : ISO15143 標準化の範囲.....	50
図 4-6 : フィンランド政府開発の InfraKit.....	51

図 5-1 : LOD ごとの詳細度 (鉄道橋梁の例) .....	57
図 5-2 : 時間帯別の人の分布 .....	60
図 5-3 : デジタル化のレベルと適用可能なデジタル技術の関係 .....	60
図 5-4 : LiPAD アーカイブデータの範囲 .....	62
図 5-5 : 1/10,000 縮尺地図への SRA データの適用イメージ .....	62
図 5-6 : アセットマネジメントのライフサイクル全体を視野に入れた BIM の活用 .....	63
図 5-7 : BS1192 及び PAS1192-2 と ISO19650 シリーズの関係 .....	64
図 5-8 : ISO19650 の位置付け .....	64
図 5-9 : ISO19650 の範囲 .....	66
図 5-10 : 英国の BIM 推進に関わる産官学のサプライチェーン .....	66
図 5-11 : UK BIM Alliance が整備を進めている ISO19650 のガイドラインの構成 .....	67
図 5-12 : Bentley 社が提供するクラウドサービス (ProjectWise 365) .....	68
図 5-13 : マシン及びセグメントの計画図 .....	69
図 5-14 : AR(Augmented Reality)技術を適用したりモト作業指示 .....	70
図 5-15 : 鉄道車両基地内作業における安全体験 .....	71
図 6-1 : BIM に基づく生産プロセスが導入されている海外の鉄道事業 .....	87
図 6-2 : マクリーミー曲線 .....	88

表 1-1 : 本調査の対象とする我が国のフィリピン向け ODA 事業 .....	2
表 2-1 : 我が国で実装されている主な測量・調査関連のデジタル技術 .....	14
表 2-2 : 建築分野で使用されている主なソフトウェア .....	15
表 2-3 : 土木分野で使用されている主なソフトウェア .....	18
表 2-4 : 我が国で実装されている主な自動化施工関連のデジタル技術 .....	25
表 2-5 : 我が国で実装されている主な施工 BIM のデジタル技術 .....	30
表 2-6 : 我が国で実装されている施工管理のデジタル技術 (例) .....	31
表 2-7 : 点検技術関連デジタル技術 .....	32
表 2-8 : 研究開発段階 (SIP) の点検関連デジタル技術 .....	33
表 2-9 : 我が国で安全訓練に実装されている VR 技術 (例) .....	35
表 3-1 : 「BIM/CIM 試行案件」一覧表 .....	37
表 3-2 : ODA 事業における BIM の取組み状況 .....	37
表 3-3 : ODA 事業に実績のある点検関連デジタル技術 .....	39
表 4-1 : 商用 UAV 飛行に必要な民間航空局 (CAAP) の認証種類 .....	44
表 4-2 : フィリピンの ODA 事業に関わる主な実施機関と管轄分野 .....	44
表 4-3 : IPIF プロジェクトの成果品一覧 .....	45
表 4-4 : 情報作成の方法と手順 .....	46
表 4-5 : 各設計段階の BIM モデルの詳細度 (LOD) .....	47
表 4-6 : フィリピン・クラウドファーストポリシーの要件 .....	52
表 4-7 : ADB が検討していた IT システム .....	53
表 5-1 : 本調査の対象とする ODA 事業のデジタル技術適用に関わる状況 .....	54
表 5-2 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用が想定される主なデジタル技術 .....	58
表 5-3 : ISO19650 シリーズの構成 (2021 年 3 月) .....	65
表 5-4 : デジタル技術の導入による効果を検証するための主な指標 .....	72
表 5-5 : デジタル技術の導入効果 .....	72
表 5-6 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (1/12) .....	74
表 5-7 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (2/12) .....	75
表 5-8 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (3/12) .....	76
表 5-9 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (4/12) .....	77
表 5-10 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (5/12) .....	78
表 5-11 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (6/12) .....	79
表 5-12 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (7/12) .....	80

表 5-13 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (8/12)	81
表 5-14 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (9/12)	82
表 5-15 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (10/12)	83
表 5-16 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (11/12)	84
表 5-17 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (12/12)	85
表 6-1 : 国土交通省「CIM (BIM) 導入ガイドライン」の対象分野	89
表 6-2 : i-Construction のための新基準類	92
ANNEX 表 A-1 : 技術シートのコード番号対照表	1



# 1章 序論

## 1-1 背景と目的

フィリピン共和国（以下、フィリピン）は、「Build, Build, Build」のスローガンの下、インフラ投資を中心とした経済成長の促進を掲げ、毎年 6 %台の経済成長を続けてきた。しかしながら、COVID-19 の影響により、経済への影響が深刻化し、インフラ投資による経済復興の期待が、益々高まっている。こうした状況の下、本調査は、土木／建築分野の我が国のフィリピン向け ODA 事業におけるデジタルトランスフォーメーション（以下、DX）推進に向け、デジタル技術活用の可能性を検討し、ODA 事業の実施機関に提言することで、デジタル技術の導入を促進することを目的とする。

## 1-2 調査対象地域

我が国の ODA 事業を実施しているフィリピン全土を本調査の対象とする。

## 1-3 調査概要

### 1-3-1 我が国のフィリピン向け ODA 事業の現状

我が国は、「対フィリピン共和国別開発協力方針（2018年4月）」において、鉄道や道路を含む質の高いインフラの整備を重点分野としている他、JICA は、「対フィリピン共和国国別分析ペーパー（2020年7月）」において、インフラ等の分野における DX 推進を含めた先進技術の活用が必要である、としている。他方、フィリピンでは、依然として COVID-19 の感染が拡大しており、JICA が計画・実施中の ODA 事業の多くが遅延・中断しており、速やかに対策を講じることが求められている。こうした状況の下、本業務においては、フィリピンで計画・実施中の ODA 事業においてさらなる DX 推進を図るための検討・提案を行う。本業務の対象となるフィリピンの土木／建築分野の ODA 事業に対するデジタル技術の適用可能性を以下に示す。また、調査対象とするフィリピンの ODA 事業及びその請負者を、表 1-1 に示す。

#### (1) 土木分野

本調査の対象とする我が国のフィリピン向け ODA 事業には、フィリピン政府の公共事業道路省（Department of Public Works and Highways: DPWH）が実施機関となっている道路・橋梁分野、及び運輸省（Department of Transportation: DOTr）が実施機関となっている鉄道分野の建設事業が含まれる。道路・橋梁分野では、ルソン島のダルトンパス東代替道路建設事業をはじめ、ミンダナオ島、セブ・マクタン島において、複数の道路・橋梁建設事業を実施中である。また、鉄道分野では南北通勤線及びマニラ首都圏地下鉄事業等を実施中である。特に、鉄道分野は、土木（土工、橋梁、トンネル等）、軌道（線路等）、建築（駅舎等）、機電（信号、管制設備）など、様々な工種が生産プロセスに関わり、工期も長期にわたるため、特に、先進技術の導入効果が見込める分野である。また、有料道路事業や鉄道事業は、施設建設後、PPP や第三セクター（公社等）による運営が行われる事例も多く、インフラを公共財（アセット）として捉え、建設コストだけでなく、運営・維持管理コストまでを含めたライフサイクルコストの観点からデジタル技術を導入することが有効である。

#### (2) 建築分野

本調査の対象とする建築分野の ODA 事業には、鉄道施設建設（駅舎、車両基地）が含まれる。特に、鉄道用途の施設は、一般的な用途の建築物に比べ、供用期間が長期にわたり、設計・施工段階だけでなく、運転・維持管理や、更新までを含めたアセットマネジメント全

体を視野に入れる必要があり、計画・設計段階から BIM<sup>1</sup>を導入することによって、アセットマネジメントの効率化が見込める分野である。

表 1-1：本調査の対象とする我が国のフィリピン向け ODA 事業

分野	プロジェクト名	実施期間	事業/施設概要	コンサルタント /コントラクター
1. 公共事業道路省 (DPWH) 案件				
道路 橋梁	幹線道路バイパス事業 (III)	2018-2022	マニラ首都圏北部近郊の中核都市プラリデル市周辺において、マニラ首都圏とルソン島中部を直接結ぶ主要な一般幹線道路である日比友好道路のバイパス道路を整備するもの。(バイパス道路全長 24.61km にわたる片側一車線から二車線への拡幅工事)	【コントラクター】 清水建設、Sino Road and Bridge Co, Ltd JV
	ダバオ市バイパス建設事業	2015-2024	ミンダナオ島ダバオ市南端部と同市中心部を結ぶバイパス道路の建設及び既存道路の舗装改良を実施するもの。(全長約30kmのうち中央区間10.7km、トンネル2本(長さ2.3km)、橋梁(3カ所)、切盛道路(延長7.9km)、等)	【コントラクター】 清水建設、竹中土木JV 【コンサルタント】 日本工営
	ダルトンパス東代替道路建設事業(協力準備調査)	2019-2021	マニラ首都圏とルソン島中北部を結ぶ幹線道路・ダルトンパスの東側にバイパス道路を建設するもの。(2車線(片側1車線×2)、延長約50km程度、1~km程度の山岳トンネル、橋梁を含む。)	【コンサルタント】 日本工営、大日本コンサルタント、中日本高速道路、片平エンジニアリング・インターナショナル
	中央ミンダナオ高規格道路整備事業(協力準備調査)	2020-2021	ミンダナオ島の主要都市であるカガヤン・デ・オロ市とダバオ市を結ぶ中央ミンダナオ高規格道路のうち、カガヤン・デ・オロ市-マライバライ市区間を整備するもの。(ループ橋、長大橋を含む道路(約65km))	【コンサルタント】 建設技研インターナショナル、大日本コンサルタント、オリエンタルコンサルタンツグローバル、日本工営JV
	セブーマクタン橋(第四橋)及び沿岸道路建設計画(詳細設計)	2020-2022	セブ島及びマクタン島を結ぶ橋梁及び同橋梁に接続する沿岸道路を建設するもの。(新セブーマクタン橋の整備(約3.3km、片側2車線)(沿岸道路(高架)の整備(全長約4.9km、片側2~3車線))	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、長大、日本工営、アルメックVPI
	ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業(詳細設計)	2019-2021	フィリピン・ミンダナオ島の紛争影響地域において、都市間幹線道路への接続道路等の新設・改修を実施することにより、交通・物流の円滑化及び地域内外との連結性強化を図るもの。(都市間幹線道路への接続道路の新設(約73km)及び改修(約6km))	【コンサルタント】 建設技研インターナショナル

<sup>1</sup> Building Information Modelling (BIM) : 国土交通省の CIM (Construction Information Modelling/Management) は国際規格 (ISO) に準じない日本国内の土木分野のみに用いられている用語のため、本業務では国際的な用語の BIM に統一する。

分野	プロジェクト名	実施期間	事業／施設概要	コンサルタント／コントラクター
2. 運輸省 (DOTr) 案件				
鉄道	マニラ首都圏地下鉄事業 (フェーズ 1)	2018-2027	マニラ首都圏における大規模公共交通網の南北軸として、北部ケソン市と南部パラニャケ市を結ぶ、フィリピンで初となる地下鉄 (地下15駅、延長約25km、及び研修センター含む車両基地) を整備することにより、増加する輸送需要への対応を図り、もってマニラ首都圏の深刻な交通渋滞の緩和に資するとともに、大気汚染や気候変動緩和に寄与するもの。	【コントラクター】 清水建設、フジタ、竹中土木、EEV JV 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社JV
	フィリピン鉄道訓練センター (PRI) 設立・運営能力強化支援プロジェクト	2018-2023	円借款事業である「南北通勤鉄道事業 (マロロスーツパン)」を始めとして、後続する円借款事業である「地下鉄事業、南北鉄道事業南線 (通勤線)、マロロスークラーク鉄道事業」と並行して、今後フィリピンにおいて鉄道人材育成・監督の柱となるフィリピン鉄道訓練センター (Philippines Railway Institute: PRI) の設立・運営能力強化の支援を行うもの。	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、東京地下鉄、アルメックVPI
	南北通勤鉄道事業 (マロロスーツパン)	2015-2021	北方のブラカン州マロロス市から首都圏マニラ市ツツパンまでの通勤線区間 (高架部分及び盛土部分 (約3km軌道、駅部分を含む。)) の整備	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社
	南北通勤鉄道延伸事業 (マロロスークラーク)	2017-2024	マニラ北方のタルラック州ニュークラークシティーから、マニラ南方のラグナ州カランバまでをつなぐ、南北通勤鉄道プロジェクト	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、東京地下鉄、片平エンジニアリング・インターナショナル他
	マニラ首都圏大量旅客輸送システム拡張事業	2015-2022	本事業はマニラ首都圏において、LRT1号線延伸に係る車両調達及び施設整備並びにLRT2号線の延伸を実施することにより、両路線の輸送力の増強を図り、もってマニラ首都圏の道路混雑の緩和ひいては大気汚染・気候変動の緩和に寄与するもの。	【コントラクター】 清水建設 (土木)、三菱商事 (車両)、丸紅、D.M. Consunji Inc. (電気・機械設備) 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社JV
	首都圏鉄道3号線改修事業	2019-2022	運行中断等のトラブルが相次ぐマニラ首都圏の MRT3号線を改修することにより、鉄道の安全性・快適性を向上させ、同線の利用促進を図り、もってマニラ首都圏の深刻な交通渋滞の緩和に資するとともに、大気汚染や気候変動緩和に寄与するもの。(車両 (営業中及び故障中)、鉄道システム (軌道、信号、電気設備等)、駅施設 (エレベーター等) 並びに維持管理用機器の改修とスペアパーツの供与 (改修中及び瑕疵担保期間中の維持管理含む))	【コントラクター】 住友商事、三菱重工エンジニアリング (改修・保守) 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、トーニチコンサルタント、片平エンジニアリング・インターナショナルJV

出典：JICA 資料等を基に共同企業体作成

## 2章 我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術の状況

### 2-1 我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる政策的な取り組み

#### 2-1-1 国土交通省の土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる主な取り組み

我が国の国土交通省等のデジタル技術活用に係る制度面（特許、許認可、規格・ライセンス、等）の整理を行う。国土交通省は、2016 年を「生産性革命元年」と位置付け、これまでに官民連携による「i-Construction 推進コンソーシアム」を立ち上げた他、2017 年には、土木分野における BIM の適用指針となる「CIM 導入ガイドライン」等の制度設計を進めている。また、建設分野への BIM の本格導入に向け、土木分野の「BIM/CIM 推進委員会」や「建築 BIM 推進会議」の「国際標準対応 WG」等において、BIM データのファイル交換形式（IFC）や、ISO19650 等の国際規格への対応を検討している。さらに、2018 年度から「3 次元情報活用モデル事業」に BIM を導入し、2019 年度には、400 件に適用事業を拡大している。

このうち、国土交通省の土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる主な取り組みは、以下のとおり。

#### 2-1-2 i-Construction

##### (1) i-Construction について

我が国の国土交通省は、『建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図ると共に、安全性の確保を推進する』施策を、i-Construction と定めた。

i-Construction は、建設現場の生産性向上を目的とした我が国の国土交通省の施策名であるが、ICT 施工、ICT 土工、情報化施工など ICT を用いた建設技術についての包括的な名称としても使用される。生産プロセス全体において、ICT を用いた生産性の向上技術や施策を i-Construction と称するため、設計面のデジタル化技術である BIM/CIM と概念を分けている。

他方、i-Construction を実施するに当たっては、BIM/CIM の導入や国際標準への準拠は重要な技術要素になる。

##### (2) i-Construction の推進

平成 27 年 3 月に我が国の国土交通省に i-Construction 委員会が設置され、平成 28 年 4 月に国土交通大臣に最終報告が行われた。

平成 28 年度の国土交通省生産性改革本部において、同委員会の報告に基づく施策として i-Construction の推進が決定し、『建設業は社会資本の整備の担い手であり我が国の国土保全上必要不可欠な人口減少、高齢化が進み、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠であり、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスで ICT 等を活用した「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を 2025 年度までに 2 割向上を目指す』とした。

##### (3) トップランナー施策

国土交通省では、建設現場の生産性向上を実現するため、i-Construction トップランナー施策を先行的に進め、得られた知見を踏まえて他の施策への展開を図り、全ての建設現場に i-Construction の取り組みを浸透させる、とした。主なトップランナー施策は、以下 1)～3) の 3 点である。



## 1) ICTの全面的な活用「ICT 土工」

- ・ 3次元データを活用するため15の新基準や積算基準を整備し「ICT 土工」を実施できる体制を整備
- ・ 国の大規模土工の発注はICTの活用を義務づけ、中小規模土工についても受注者の判断でICT 土工を実施（必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価）
- ・ ICT人材の能力強化に向けた施工業者に対する講習・実習の実施



出典：国土交通省資料

図 2-1：ICTの全面的な活用（ICT 土工）

## 2) 全体最適の導入「コンクリート工の規格の標準化」

- ・ 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を図る。
- ・ 部材の規格（サイズ等）の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を図る。



出典：国土交通省資料

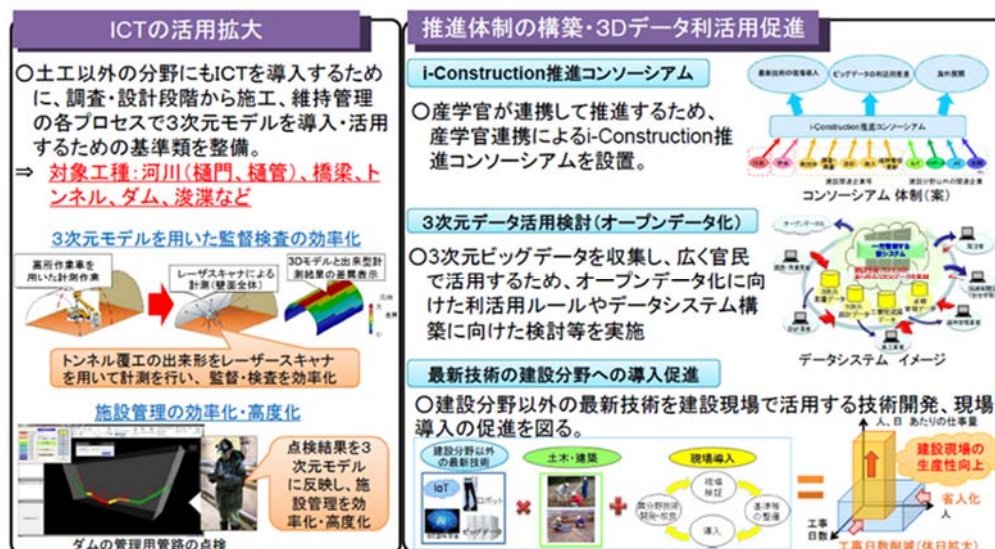
図 2-2：全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化）

### 3) 施工時期の平準化

- ・ 公共工事は第 1 四半期(4~6 月)に工事量が少なく、偏りが激しい。このため、限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化し、年間を通して工事量を安定化する。

### (4) i-Construction の拡大

国土交通省では、前述のトップランナー施策を先行的に進め、さらに橋梁・トンネル・ダムや維持管理の工事に ICT の活用を拡大すると共に、産学官連携の体制により、公共工事の 3D データを活用するためのプラットフォームを整備し、人工知能、ロボット技術への活用等を促進する、としている。



出典：国土交通省資料

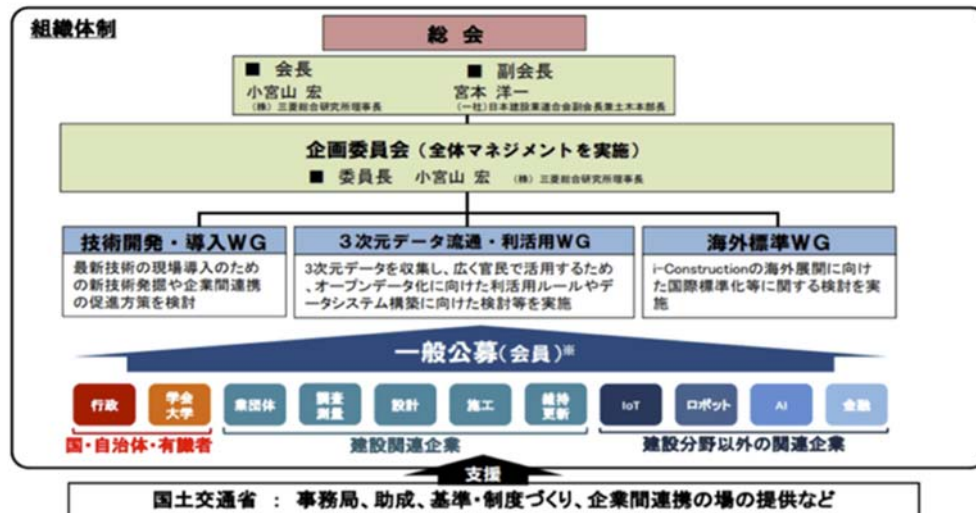
図 2-3 : i-Construction の拡大

### (5) i-Construction の推進体制

国土交通省では、平成 28 年に「i-Construction」を推進するため、様々な分野の産学官が連携して、IoT・人工知能 (AI) などの革新的な技術の現場導入や、3 次元データの活用などを進めることで、生産性が高く魅力的な新しい建設現場を創出することを目的として、i-Construction 推進コンソーシアムを設立した。

同コンソーシアムは、前述の目的を達成するため、最新技術の現場導入のための新技術発掘や企業間連携促進、3 次元データ利活用促進のためのデータ標準やオープンデータ化、i-Construction の海外標準など、i-Construction の推進に資する取り組みを行っている。

また、令和 2 年度においては、i-Construction の海外の実務利用を推進する民間 50 社による「i-Construction 海外展開推進検討会」が開催され、国交省への提言の取りまとめを行っている。



出典：国土交通省資料

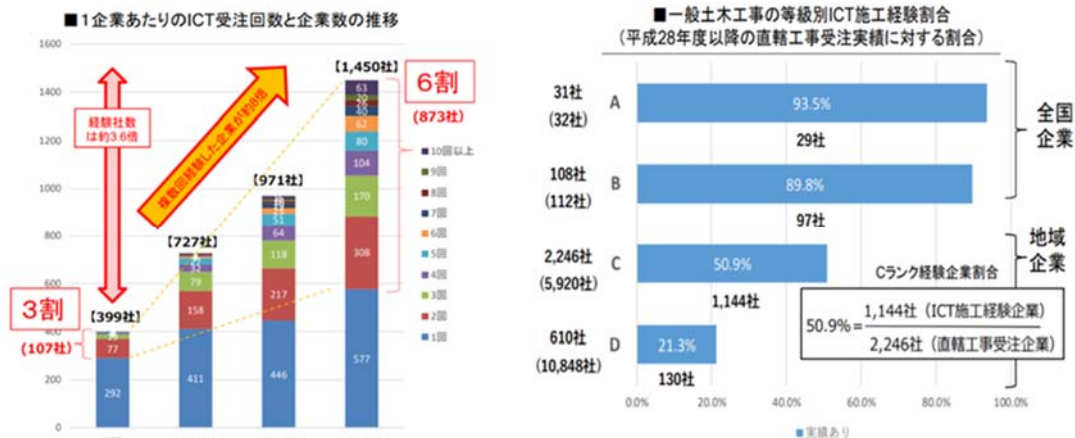
図 2-4 : i-Construction 推進組織体制

### (6) i-Construction の実績

国土交通省発注の令和元年度の直轄工事において、これまでに ICT 活用工事を経験した企業数は、1,450 社で、平成 28 年度末から経験企業数が約 3.6 倍に増加している。

1 企業当たりの ICT 活用工事受注回数では、複数回経験した企業が、平成 28 年度末の 107 社から 873 社へと約 8 倍に増加しており、約 6 割を占める。

他方、地域を地盤とする企業において、ICT 施工を経験した C 等級の企業は、受注企業全体の約半分に留まるなど、中小企業への普及拡大が、今後の課題として指摘されている。



出典：国土交通省資料

図 2-5 : i-Construction 実施実績

### 2-1-3 BIM/CIM

#### (1) CIM 導入に向けた当初の取組

我が国では、国土交通省が主体となり、ICT 技術等を建設現場に導入し、建設生産システム全体の生産性向上を図る i-Construction の一環として、3 次元モデルを活用し、社会資本の整備、管理の効率化・高度化を図る CIM を、土工、トンネル、橋梁、ダム等へ本格導入するため、平成 28 年から「CIM 導入推進委員会」を設置し、関係団体と一体となり、検討を行ってきている。

国土交通省は、平成 30 年度からは、「新技術導入促進調査経費」等を活用し、橋梁、トンネル、河川構造物、ダムなどの大規模構造物の詳細設計において、原則 CIM の実施を義務付けることを公表している。

## (2) BIM/CIM 推進委員会への改称と取組

国土交通省「CIM 導入推進委員会」の平成 30 年度における検討においては、BIM の国際的な進展状況を踏まえると共に、CIM 導入後の 3 次元データを利活用による生産性向上を検討するため、会議体の名称を「BIM/CIM 推進委員会」に改称し、体制を再構築した。

「BIM/CIM 推進委員会」は、「CIM 導入推進委員会」の検討を踏まえ設置された四つのワーキンググループ (WG) に加え、新たに建築 BIM 推進に関する WG を新設し、建築分野でも生産性向上を目指す取組を追加した。

また、BIM/CIM の国内での適用については、令和 2 年 9 月に開催された第 4 回 BIM/CIM 推進委員会において、令和 5 年度までに小規模な工事を除く全ての公共事業において、原則 BIM/CIM を適用する、とし、段階的に適用を拡大していく、とした。

## (3) CIM 導入ガイドライン、BIM/CIM 活動ガイドライン

日本国内の公共事業への BIM/CIM の円滑な導入を図るためには、受発注者の役割や活用目的、期待される効用、効果的な活用方法 (事例) と共に、BIM/CIM モデルの作成方法等の技術的目安を示すことが重要になるため、これらの事項を満たす「CIM 導入ガイドライン」を平成 28 年度に策定し、適宜改定等を行ってきている。

同ガイドラインの策定当初の対象事業は、土工、河川、ダム、橋梁、トンネルであったが、現在では、業務内容との関係性を明確にするため、「設計業務等共通仕様書」の構成に合わせた新たなガイドラインを策定中である。

また、名称についても、「CIM 導入ガイドライン (案)」から「BIM/CIM 活用ガイドライン (案)」に再編されている。その他、改定する内容を、図 2-7 に示す。

## (4) インフラ分野の DX (デジタルトランスフォーメーション) の推進

現在、新型コロナウイルス感染症の対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換、災害対策、及びインフラの老朽化対策等の必要性が高まっている。また、より一層深刻さを増す人手不足の解決に向け、生産性の向上が求められており、社会経済状況の激しい変化に対応するための技術の導入が喫緊の課題となっている。

こうした状況を踏まえ、インフラ分野では、データとデジタル技術を活用して国民のニーズを踏まえた社会資本や公共サービスの変革及び業務そのものや組織、プロセス、建設業や国土交通省の文化・風土、働き方を変革し、インフラへの国民理解の促進と安全・安心で豊かな生活を実現すべく、国土交通省では、省内の横断的な取組みを推進するため、「インフラ分野の DX 推進本部」を設置している。

インフラ分野の DX において、取組の基盤となる 3 次元データの活用については、BIM/CIM 活動ガイドラインの策定や、3 次元データ利活用方針の策定、データの保管・活用環境を整備し、インフラ・建築物の BIM/CIM の原則適用に向け、段階的に適用拡大を進めている。



## BIM/CIM活用ガイドライン（案）の改定

②各段階の構造物モデルに必要なとなる形状の詳細度、属性情報の目安を示す。

- 各段階における**目的の達成のために必要と考えられるBIM/CIMモデルの形状の詳細度、属性情報の目安**を掲載する。
- 初心者でも事業の中でのBIM/CIM活用イメージ（段階的なモデル作成、情報の付与等）を理解できるよう、**成果物として納品を求めるものに限定せず、各段階の検討過程で必要な情報を掲載**する。
- これにより、具体的な事例を『BIM/CIM事例集』で紹介する。

設計種別	設計項目	成果物	単位	概要	CIM 成果物	留意
構造設計	設計図	構架位置図	1:25000 ~ 1:50000	中核施設等	○	道路中心線等はモデル化する。
		一般図	1:50 ~ 1:500	橋脚・設計条件・地質図・ボーリング位置等を記入	○	道路中心線形、構造物等はモデル化する。
		線形図	適宜	平面・縦断・横断	○	
		構造一般図	1:50 ~ 1:500		○	(詳細度 200 ~ 300)
		上部工構造設計図	1:20 ~ 1:300		○	製作カンパニー図、PC 鋼材配置図、配筋図等は参照資料として扱うことも可能。
		下部工構造設計図	1:20 ~ 1:300		○	配筋図等は参照資料として扱うことも可能。
		基礎工構造設計図	1:20 ~ 1:300		○	配筋図等は参照資料として扱うことも可能。
		配筋工詳細図	適宜	縦断図・土留・盛土等	○	

【凡例】

- ：成果物を構成する幾何形状および属性情報のすべてをCIMモデルとするもの。
- ：成果物を構成する幾何形状および属性情報の一部についてCIMモデルとする必要はないもの。ただし、CIMモデルとしない場合は2次元図面等を参照情報として付与すること。
- ：各電子納品等要領に基づき納品するもの。

形状情報		属性情報	
詳細度	概要	詳細度	概要
○	~200	○	二次元図面に記載されている。形状情報以外の情報を、属性情報として付与する。
○	~300	○	数量、材料等の規格・選定種別
○	200~300	○	主要構造物の詳細度は300を基本とする。
○	200~300	○	主構造の詳細度は300を基本とする
○	200~300	○	主構造の詳細度は300を基本とする
○	200~300	○	主構造の詳細度は300を基本とする
○	200~300	○	主構造の詳細度は300を基本とする

出典：国土交通省 第4回 BIM/CIM 推進委員会（令和2年9月1日）資料3  
 図 2-6：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）の改定（1/2）

## BIM/CIM活用ガイドライン（案）の改定

①「BIM/CIMモデル等の作成」から「事業の実施」に主眼を置き各段階の活用方法を示す。

- 測量・調査から設計、施工、検査、維持管理までの流れに合わせたBIM/CIM活用方法を掲載する。
- 設計、施工の標準的なワークフロー、各段階におけるBIM/CIMの活用目的及び効果を示す。
- 『BIM/CIM事例集』は『BIM/CIM活用ガイドライン（案）』の流れに沿って効果事例を掲載する。

### BIM/CIM活用ガイドライン（案）

各段階でのBIM/CIMモデルの活用方法を構造物毎に整理（モデルの種類、詳細度、属性情報を簡潔に紹介）

**事業の各段階**

- 測量**：3次元測量データの取得・表示方法と活用方法など
- 地質・土質調査**：地質・土質モデルの種類と活用方法
- 設計**：設計照査の効率化（干渉チェック、数量確認等）  
品質の向上（杭の支持層貫入確認、取り合い部の確認等）
- （地元説明）**：可視化による説明の円滑化（完成イメージ、施工手順等）
- 施工**：施工計画の見得る化による管理の効率化  
仮設計画、手順の見える化  
安全教育の理解度向上  
監督・検査の効率化
- 維持管理**：施工情報（品質、出来形）確認の迅速化  
.....

+

### BIM/CIM事例集

モデルの事例、効果

出典：国土交通省 第4回 BIM/CIM 推進委員会（令和2年9月1日）資料3  
 図 2-7：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）の改定（2/2）



出典：第2回国土交通省インフラ分野のDX推進本部（令和2年10月19日）資料1

図2-8：インフラ分野のデジタルトランスフォーメーション

## 2-2 我が国の土木・建築分野におけるデジタル技術の適用事例

### 2-2-1 測量・調査関連のデジタル技術

1990年代以降、地上測量の方法は、トータルステーション等光波測距儀や、GPS（GNSS受信機）測量機材の普及により、急激なデジタルライゼーションが進んだ。

2000年代当初には、空中写真測量に使うカメラがアナログからデジタルカメラに変わり、レーザーで地上を計測するLiDAR（Light detecting and ranging）が搭載されるようになった。現在では、航空測量のほぼ全ての工程がデジタル化されている。

さらに、2010年代になると、UAV（ドローン）が低廉化し、一般に活用されはじめた。2018年の国土交通省 i-Construction 施策に合わせ、国土地理院がドローンによる測量マニュアルを、公共測量作業規定の準則に位置付けたことにより、建設現場でのドローン測量が広く行われるようになった。

前述のとおり、i-Construction の目的は、建設作業のフローを3次元データで連続的に繋ぐことにあり、測量成果が、測量図のようなハードコピー形式で出力を介さずに、点検工程までデジタル化された設計情報を活用することが可能になる。このため、国土交通省は、成果基準を、2次元のハードコピーによる設計図書から3次元のデータ（3D-DATA）に変更された。

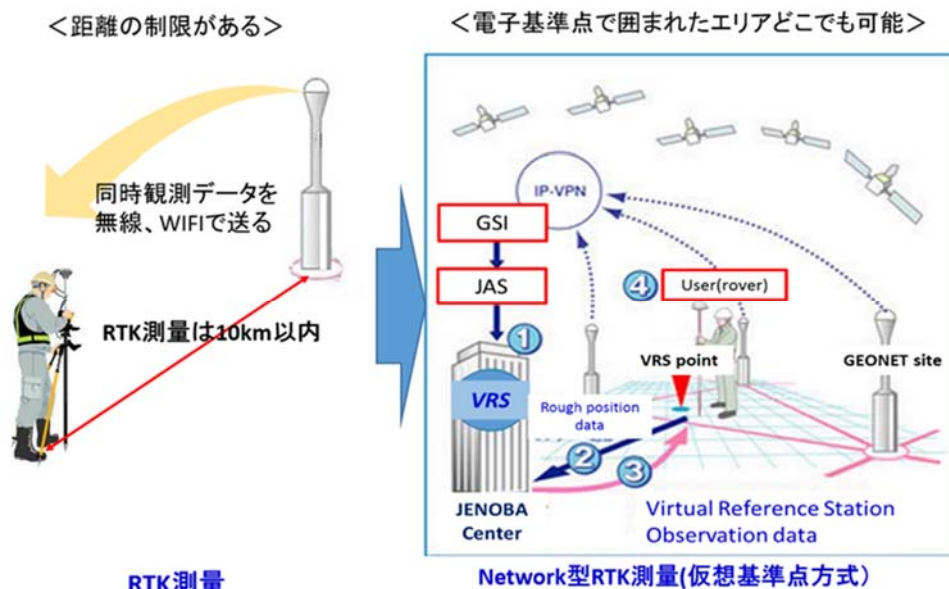
また、上述のとおり、ドローン測量のマニュアルを整備し、従来の2次元の横断、縦断面からドローン測量による3次元の面的な3Dモデルを作成する方式を普及させた。

#### (1) GNSS 測量（モバイル含む）

日本国内においては、基準点測量や用地測量等の地上測量方法としてGPS（GNSS）受信機による測量が一般的になっている。

GPS (Global Positioning Satellite) は、米国の測位衛星群を指し、近年は、ロシアの GLONASS、欧州の GALILEO 等を含めた総称として、GNSS (Global Navigation Satellite System) と称される。

日本国内では、国土地理院が設置する約 1300 点の電子基準点網を用いて GNSS 測定の補正データを生成する NETWORK-RTK の技術により、精度を 1-2cm まで高めることが可能となった。



出典：内閣府資料

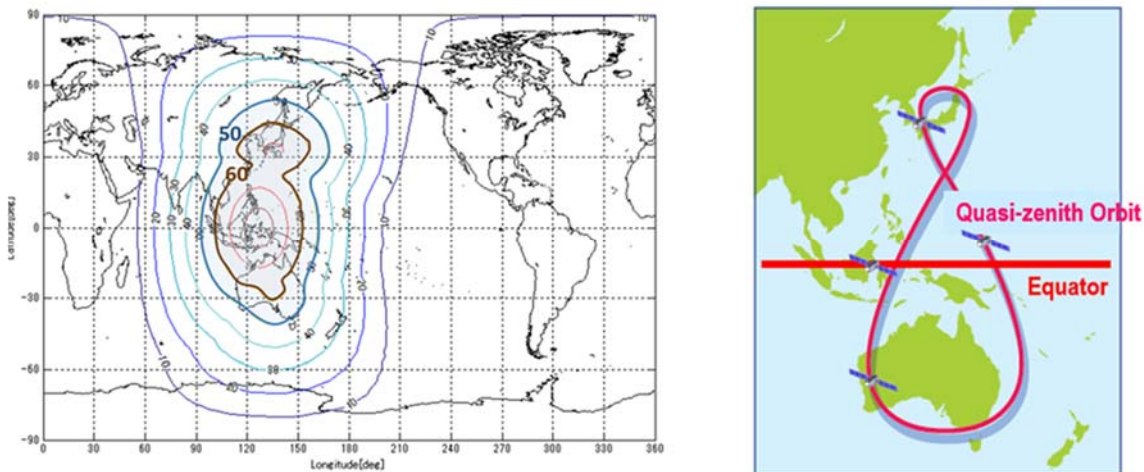
図 2-9 : GNSS 測位方式

また、日本が打ち上げた QZSS (日本名：みちびき) は、衛星測位のための電離層遅延、衛星軌道誤差、衛星クロック誤差等の補正データ (QZSS の場合これをセンチメートル級補強データと呼ぶ) を、QZSS から地上に送信する機能を有し、測位衛星としては、日本の QZSS だけに実装されている機能である。

これは、測位精度を上げるためのセンチメートル級補強データを地上の通信網を用いなくても衛星から受信できることを意味しており、フィリピンのような通信環境の不十分な場所でも衛星測位の精度を上げることができる技術である。この技術は、日本国内では、CLAS、海外においては、高精度測位補正技術 (MADCA) と二つのシステムで運用されている。

QZSS のカバーエリアを、図 2-10 に示す。八の字型の衛星軌道に 3 機、カリマンタン島上空に静止衛星が 1 機の計 4 機で必ず日本の上空に 1 機存在するようなシステムとなっている。2023 年には、7 機体制で日本の衛星のみで自立した測位ができるようになる予定である。QZSS は、赤道上に静止衛星があり、東南アジアを広くカバーしている。





出典：内閣府資料

図 2-10：QZSS のカバーエリア

### (2) 地上型レーザースキャナ

地上型レーザースキャナは、地上に設置したスキャナから照射するレーザーによって、対象物の 3 次元形状を点群で取得する技術である。

測量用途としては、5mm 程度の精度で対象物の 3 次元点群が取得できるため出来高測量に多く利用されている。

レーザースキャナを車に搭載して一定の速度で効率よく道路周辺を点群データとして計測することができるのが MMS (Mobile Mapping System) と呼ばれるシステムである。



出典：トプコン社カタログ

図 2-11：地上型レーザースキャナ（左図）および MMS（右図）

### (3) 空中写真測量

ドローンは、従来の航空機に代わり局所的な建築現場で簡単に安価に面的なデータが取れることで国内建設事業者においては必須の手段となった。航空機で運用されていた技術と原理的には同じカメラを利用したものと、LiDAR (レーザースキャナとも呼ぶ) をセンサーとして利用したものの 2 種類の形式がある。カメラの場合は、地上基準点に対空標識を置いて撮影し、撮影諸元を決めることができることから、ドローンに精度のある GNSS 受信機を搭載する必要はない。また、対空標識を置かない方法として、ドローンにミラーを取り付けてトータルステーションで位置を計測する手法を用いる場合がある。



他方、測量の場合、精度検証のため必ず検証点を置く必要があり、一般には標定点と兼ねる場合が多い。LiDAR の場合は、レーザーの発出する位置、角度を正確に把握する必要があり、ドローンに GNSS/IMU と呼ばれる位置と角度を精密に測定する機材が搭載されている。

また、レーザーに波長 532nm を用いたシステムは、可視光で緑色であるため、グリーンレーザーキャナと呼び、水面反射するパルスの往復時間と水を透過し水底で反射するパルスの往復時間差から水深を計算する手法である。

また、航空機搭載型は、2010 年代に使われ始め、近年ドローンに搭載可能なグリーンレーザーキャナのシステム（グリーン LiDAR）が国内でも使われ始めた。

さらに、深浅測量では、無人型ボート搭載のナローマルチビームソナー（マルチビーム測深機）等の技術もある。



出典：広建コンサルタント HP

図 2-12：UAV 型グリーンレーザーシステム（グリーン LiDAR）

表 2-1：我が国で実装されている主な測量・調査関連のデジタル技術

No.	分野	技術概要	関連する技術シート
<b>(1) 地上測量</b>			
1)	基準点測量	GNSS測量（Network・RTK法、RTK、キネマティック法等）	—
2)	水準測量	水準点の設置：GNSS測量、TS（トータルステーション）、オートレベル	—
3)	現地測量	地形測量、測量点の設置等：TS、地上型レーザースキャナ、	SVY-TER-01
4)	路線測量	中心点の観測、横断測量等：GNSS測量、TS	—
5)	河川測量	距離標の設置：GNSS測量、TS	—
6)	用地測量	境界測量：GNSS測量、TS	—
7)	工事測量	丁張り、マーカ－：GNSS測量、TS	—
8)	出来高測量	地上型レーザースキャナ、TS	SVY-TER-01
9)	点検測量	地上型レーザースキャナ、車載搭載型レーザースキャナ（MMS）	SVY-TER-01
<b>(2) 空中写真測量</b>			
1)	起工前測量	ドローンによる空中写真測量（カメラ、LIDAR）	SVY-UAV-01, -02
2)	出来高測量	ドローンによる空写真測量（カメラ、LIDAR）	SVY-UAV-01, -02
3)	点検測量	ドローンによる空写真測量（カメラ、LIDAR）	SVY-UAV-01, -02
4)	河床測量	ドローン型グリーンレーザースキャナ	SVY-UAV-01, -02
5)	画像処理	SfM（Structure from Motion）による3Dデータ生成	SVY-UAV--02
<b>(3) 深浅真測量</b>			
1)	深浅測量	無人ボート型ナローマルチビームソナー	—

出典：共同企業体作成

## 2-2-2 設計関連のデジタル技術

日本国内においては、土木分野に先駆け、建築分野における BIM の普及が進んでおり、大規模な組織設計事務所や、大手建設会社だけでなく、昨今では規模の小さい設計事務所においても、BIM の活用が進んでいる。また、日本国内の土木分野では、国土交通省をはじめ、BIM よりも、CIM という用語が一般的に用いられている。

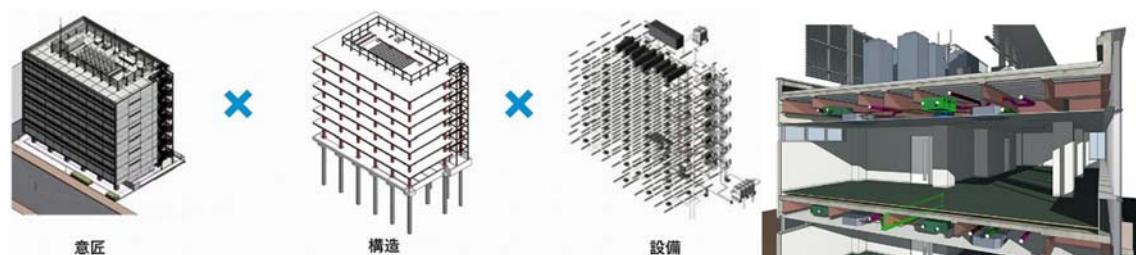
BIM は、3次元の建設物のデジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加したデータベースを使って、設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うための技術であり、それにより、生産性や品質の向上を図るための技術として、開発、導入が進んでいる。

### (1) 建築分野のソフトウェア

建築分野においては、意匠・構造・設備の三つの分野、さらにそれぞれの分野から細分化された専門家による設計・検証等が、設計から施工まで連携しながら調整・検討が行われる。建築分野では、多種多様な関係者がコミュニケーションを取らなければならない状況や、複雑な設備配管の検討などが必要であり、土木分野に比べて BIM を受け入れる下地が備わっていたと言える。

英国を始めとした BIM 先進国では、建築分野において発展してきた BIM が、土木分野の大規模公共工事にも適用されるようになり、英国では BIM の発展に伴い、BIM を用いた生産プロセスの標準化がなされてきた。

2018年には、英国内の BIM に関わる技術基準である BS1192 を基に、BIM を含む建設分野の生産に関わるプロセスが、ISO19650 シリーズに国際規格化されている。



出典：Autodesk Home page (左図)、Graphisoft Home page (右図)

図 2-13：意匠・構造・設備の 3 分野のモデル統合イメージ

日本国内の建築分野においては、BIM の基幹ソフトに (米) Autodesk 社の「Revit」を用いたシステムと、Graphisoft 社 (ハンガリー) の「ArchiCAD」を用いたシステムの二つが主流となっている。

その他、(独) Vector 社の「Vector Works」、(英) Bentley 社の「MicroStation」、福井コンピューターの「Globe」など様々な設計ソフトウェアが存在し、基幹ソフトの選択が、関連するその他のソフトウェアの選択にも影響を及ぼす場合もある。

海外における基幹ソフトの選択状況は、国々により状況が異なるものの、世界で最も多く使用されているのは、(米) Autodesk 社の「Revit」である。

構造設計や設備設計の工種においても様々なソフトウェアが開発されており、各工種のソフトウェアで作成された 3D モデルを、建築設計 (意匠設計) の 3D モデルに統合することにより、従来、施工段階で調整が行われることが多かった工種間の調整や検討を、設計段階で行うことが可能になっている。

こうした検討作業をプロジェクトの初期の段階で行うことを、作業の「フロントローディング」と呼び、設計段階で十分な検討を行い、施工段階の手戻りを防止することによって、生産性や品質の向上を図ることができる。

また、BIM で作成された 3D モデルに、空間や部材の情報を属性データとして付与することにより、情報管理の一元化を図ると共に、様々なデータを効率的に管理することができるようになる。

BIM 上に統合された設計情報を、構造物の建設後の運営・維持管理段階まで活用することが、BIM の目的の一つである一方、日本国内においては、アセットマネジメントまでを視野に入れた BIM の活用は、現状、試行段階にある。

また、日本国内の大手建設会社の中には、BIM モデルに統合された設計情報を積算に活用している事例もあり、BIM のソフトウェアと互換性のある積算ソフトウェアも既に開発されている。

他方、BIM と連動した一般向けの汎用積算ソフトウェアの活用は、主として、コンクリート等の躯体の積算に使用されており、構造物全体への適用については、現在、開発が進められているところである。

表 2-2：建築分野で使用されている主なソフトウェア

工種／分野	ソフトウェア
建築設計 (意匠)	

工種／分野	ソフトウェア
構造設計	
設備設計	
CG、アニメーション、アルゴリズム設計	
積算	
維持管理	
シミュレーション (設計解析)	

出典：共同企業体作成

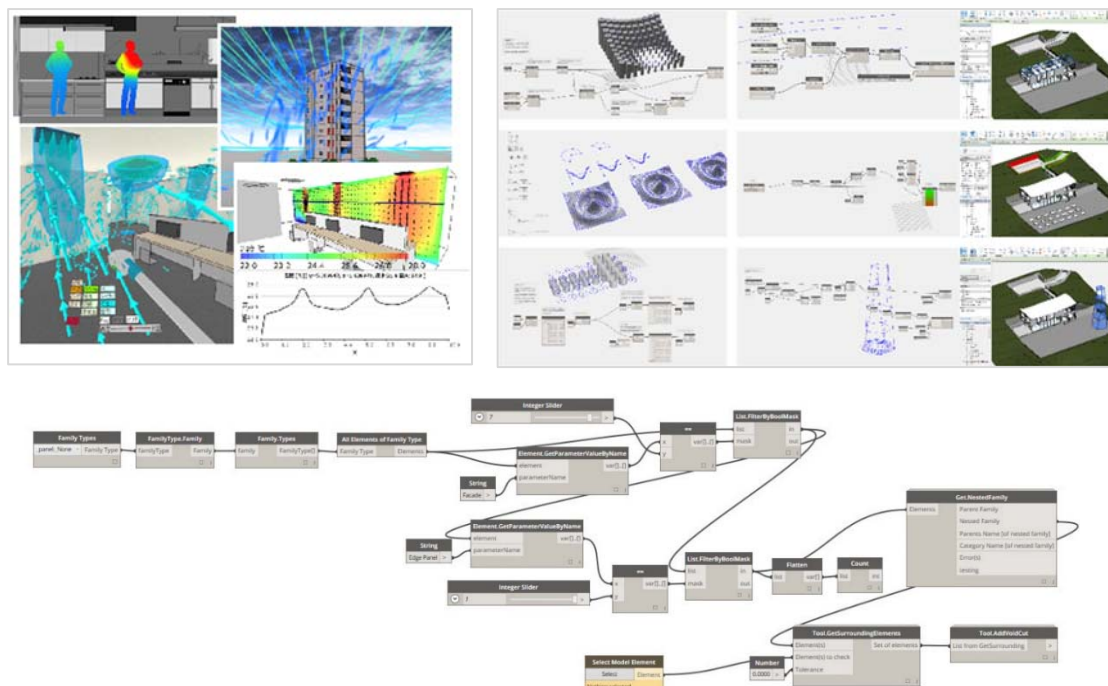
また、上表のシミュレーション（設計解析）用のソフトウェアのように、BIM で作成された 3D モデルを活用した日照計算、流体解析、省エネルギー性能計算等の、より高度なシミュレーションも、3D モデルを活用することで可能になっている。

特に、構造設計や設備設計は、設計行為とシミュレーション（設計解析）が不可分の関係にあり、二つの作業を、同一のソフトウェア内で実行することが可能になっている。

さらに、「Grasshopper」や「Dynamo」によるアルゴリズム設計（設計の自動化）も既に実装段階に入っており、建築設計（意匠）、構造設計、設備設計と連携した自動設計のためのソフトウェアの開発も進んでいる。

Grasshopper は、Rhinoceros と連動したプラグインソフトウェアであり、Dynamo は、(米) Autodesk 社の Revit と連動したプラグインソフトウェアとして開発されたものであるが、近年は、土木分野のソフトウェアである Civil 3D と連動したプラグインソフトウェアとしても活用されている。

これらは、BIM 上の線形情報の属性情報として、ノード（関数）の情報を与え、アルゴリズム化された関数を基に、自動的に線形情報を複製・最適化していく新たな設計手法である。



出典：FlowDesigner Home page（左上図）、Dynamo Home page（右上：活用イメージ、下図：ノード作成事例）

図 2-14：シミュレーションソフトの活用事例

## (2) 土木分野のソフトウェア

土木分野においては、橋梁、道路、トンネル等、構造物ごとに設計に用いるソフトウェアが異なっていたものの、我が国の国土交通省の「i-Construction」や「BIM/CIM」の推進に伴い、異なるソフトウェア間で互換性のあるファイル形式の開発や、複数の設計機能をパッケージ化したソフトウェアの開発も進んでいる。

橋梁分野においては、構造物の設計を構造計算と連動したソフトウェアで行い、3次元モデルの作成時にのみ Revit や Navisworks（Autodesk 社）を使うケースが多かったものの、近年は構造計算と連動して 3D モデルまで作成できるソフトウェアも増えている。

道路分野においては、2次元 CAD により線形計画が行われている一方、測量データから作成された地形データを基にした土量計算等の積算に（米）Autodesk 社の Civil 3D が用いられている。測量データから地形データを作成するに当たっては、様々な解析ソフトがあり、汎用的なソフトウェアとしては、（スイス）Pix4D 社の Pix4D や、（ロシア）Agisoft 社の Metashape が使用されている。

また、BIM 上の 3D モデルの作成に必要な地図データや、各種インフラにおいて、地理的な位置情報の整理を行う GIS のソフトウェアとしては（米）ESRI 社の Arc GIS やフリーの Q-GIS（オープンソース）が広く活用されている。

設計情報をビジュアル化した CG の作成に当たっては、建築分野で使われているソフトウェアは、より、実物に近い光の反射や、素材感を表現するための機能を備えたソフトウェアが開発されている一方、土木分野においては、必ずしもこうした機能が求められない場合も多く、よりシンプルに構造物の形状を CG 化する機能に絞った（米）Autodesk 社の Navisworks や Infracore が主に使われている。

これらのソフトウェアは、JICA の ODA 案件の概略設計でも活用され始めており、Navisworks は 3D モデルの作成だけではなく、工種間の部材の取り合いや、干渉のチェック、施工段階のシミュレーション等にも活用されている。



表 2-3：土木分野で使用されている主なソフトウェア

工種／分野	ソフトウェア
橋梁・構造物設計	AUTODESK REVIT, MIDAS V-nasClair, BeCIM, CATIA, Bentley, UC-winRoad, UC-I
道路、トンネル設計・土量計算（線形、地形）	CIVIL 3D, APS-Mark IV (道路・鉄道), V-nasClair, UC-winRoad, UC-I, CATIA, APL (トンネル), GEORAMA
測量データ解析	Pix4D, Metashape, TERRA MAPPER, GlobalMapper
GIS	ArcGIS, QGIS, GlobalMapper
河川、砂防	V-nasClair, CATIA
積算	HELIOS, SIG
維持管理	COBie, Navis+, AssetWise
シミュレーション、モデリング、その他	INFRAWORKS, NAVISWORKS, V-nasClair, UC-winRoad, UC-I, CATIA, Bentley

出典：共同企業体作成

鉄道分野においては、駅舎等の建築物の設計に対しては、建築分野のソフトウェアを用いられ、橋梁やトンネル等の構造物の設計に対しては、土木分野のソフトが使われて、一部を除き、それぞれの分野ごとのソフトウェアが使用されている状況である。

また、クラウドサービスの普及と共に、こうしたソフトウェアが「SaaS: Software as a Service」という形で提供される方向に変わりつつある。

SaaS は、クラウドを通してソフトウェアを提供するものであり、ソフトウェアメーカー（ベンダー）のクラウド上のソフトウェアを、ユーザーがブラウザ経由で利用するという概念である。

### (3) XR 技術（VR/AR/MR）

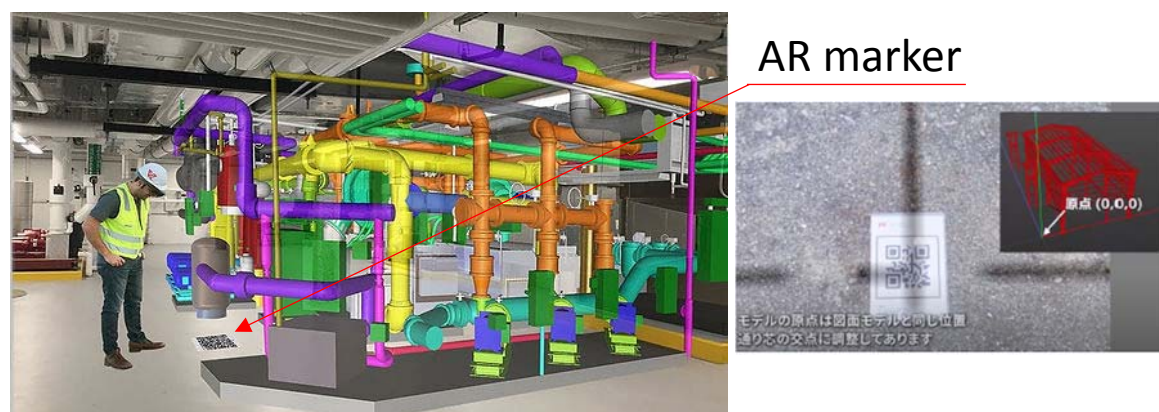
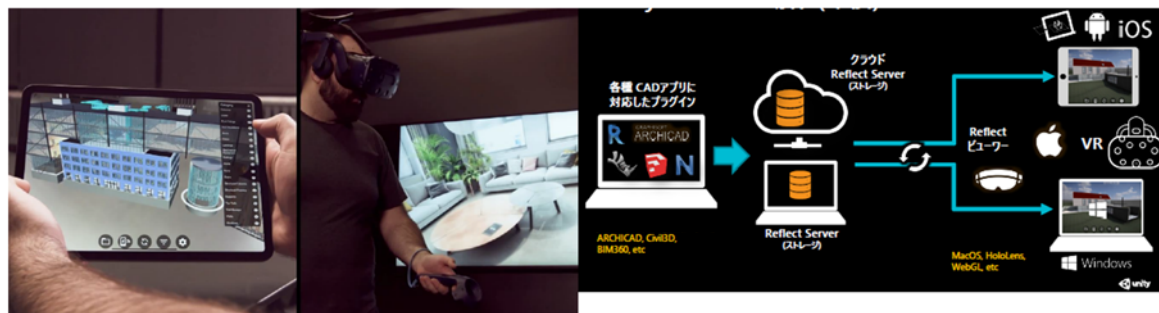
さらに、3次元モデルの活用事例としては、XR と呼ばれる VR（Virtual Reality／仮想現実）、AR（Augmented Reality／拡張現実）、MR（Mixed Reality／複合現実）といった技術が挙げられる。

代表的な XR の用途としては、3次元モデルによって作成された CG と実際の空間（の映像）を組み合わせ、建築物や構造物の完成前に、施主や関係者と完成イメージを共有することによって、合意形成や設計上の確認を行うものである。

近年では、AR マーカーと呼ばれる基準点や、GPS データを利用して、3次元モデルと実際の空間の位置を空間的に整合させることにより、XR の活用の領域がさらに広がっている。

また、AR や MR については、視覚的な活用だけでなく、建築工事等の施工精度のチェックや、現場データの記録など、現実と仮想の融合による更なる技術開発が進められているところである。

また、XR と組み合わせたヘッドセットや、ゴーグルなどの周辺機器の開発も進んでおり、Google 社の「グーグルグラス」やマイクロソフト社の「ホロレンズ 2」など、様々なメーカーが参入している。



出典：Unity Home page

図 2-15：XR の活用イメージ

#### (4) データの IFC 形式への準拠について

様々なソフトウェアを横断的に活用するためには、各ソフトウェア間のデータの互換性が担保されることが重要な前提条件となる。そのため、世界におけるデータの共有化および相互運用を目的として building SMART という国際団体が設立され、BIM の設計データを「IFC (Industry Foundation Classes)」という共通のファイル形式に規格化する取り組みが進められている。

これにより、IFC に準拠した BIM のデータは、線形情報だけでなく、属性情報を含めたモデルとして、異なるソフトウェア間で活用することができる。

日本国内では、building SMART Japan が設立されており、国内における IFC の精度向上と建設分野の実務における IFC の普及を推進するため、国内メーカーのソフトウェアの国際 IFC 認証取得に向けた取組み等を進めている。

#### (5) CDE とクラウド・アプリケーション

異なる関係者間で設計情報を共有し、同時並行的に作業を進めるためには、BIM 等の設計情報を管理するための「データ共有環境 (Common Data Environment: CDE)」と呼ばれる共通のプラットフォームの整備が重要になる。

現在、様々なプロバイダーやサプライヤーが、クラウド上で CDE に関わるサービスを提供している。



buildingSMART Japan

出典：buildingSMART Japan HP

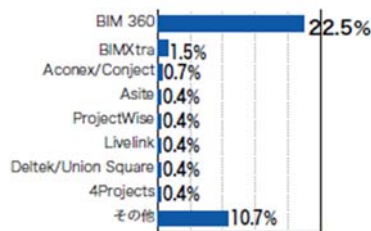
図 2-16：IFC トレードマーク

図 2-18 は、(米) Autodesk 社の CDE に関わるクラウドサービスである「BIM360」のイメージ図である。

従来の Dropbox や OneDrive といったファイルサーバが、「クラウド・ストレージ」と呼ばれるのに対し、これら BIM に最適化された CDE は、「クラウド・アプリケーション」と呼ばれ、日本国内におけるクラウド・アプリケーションの採用状況は、図 2-17 のとおりである。

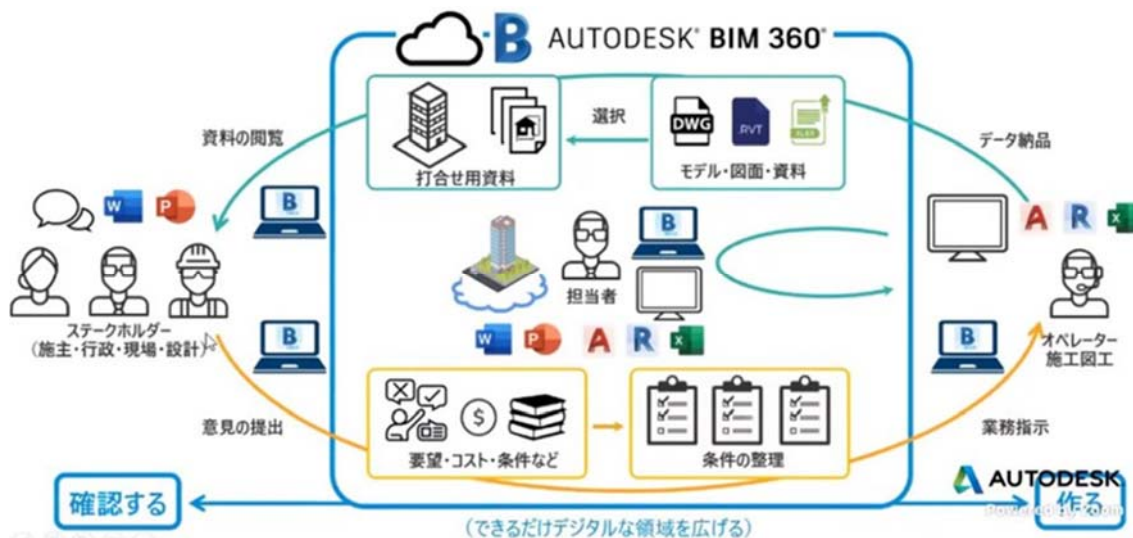
BIM360 以外には、本調査の対象の DOTr の鉄道事業にも既に導入されている(米) Oracle 社の Aconex や Bentley 社の ProjectWise365 などがある。

これらクラウド・アプリケーションを利用することにより、ユーザーは、データの保存機能に加えて、標準的な設計情報をテンプレートとして入手することができ、図面チェックや承認、CDE へのアクセス権限の管理、スケジュールやタスク進捗状況の管理、SaaS によるソフトウェアのライセンス管理などを行う事が可能となっている。



出典：BIM 活用実態調査レポート 2020 年版

図 2-17：CDE ツール利用状況



出典：Autodesk Home page

図 2-18：BIM360 のイメージ図

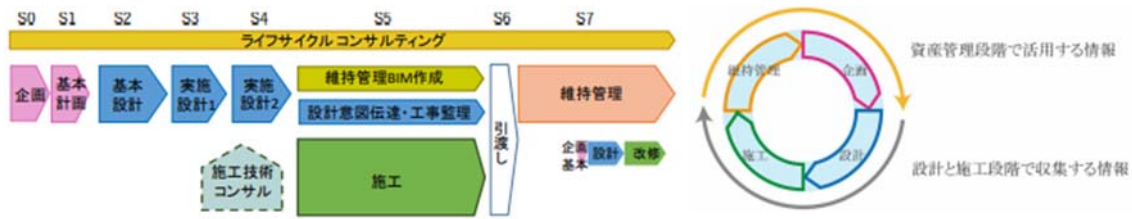
### (6) BIM マネージャーの配置

BIM データを設計・施工の段階から運営・維持管理の段階まで、アセットマネジメントのライフサイクル全体を通して管理、活用していくことが、CDE の目的の一つである。

他方、設計・施工、運営・維持管理の各段階において、関係者間で同一の BIM データを活用するためには、工種や用途の違いや、データの入力方法や精度の違いなど、様々な課題がある。こうした課題に対処し、BIM データを、アセットマネジメントのライフサイクル全体を通して活用するためには、図 2-19 のようにライフサイクル全体を通じて設計情報の管理を行う「BIM マネージャー」が必要性である。こうした BIM マネージャーは、設計・施工など生産段階に従事する BIM マネージャーと区別して「ライフサイクルコンサルティング」と呼ばれることもある。

日本国内においても、国土交通省の「建築 BIM 環境整備部会」等により、具体的な案件において、BIM マネージャーの役割の検討が進められている。





出典：建築分野における 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(建築 BIM 推進会議)

図 2-19：BIM 情報を一貫して利活用するワークフローの例

(7) ECI

BIM の利活用に係る不連続性を解消する取組みとしては、ECI (Early Contractor Involvement) 方式により、設計及び施工に従事する請負者を調達する取り組みがある。

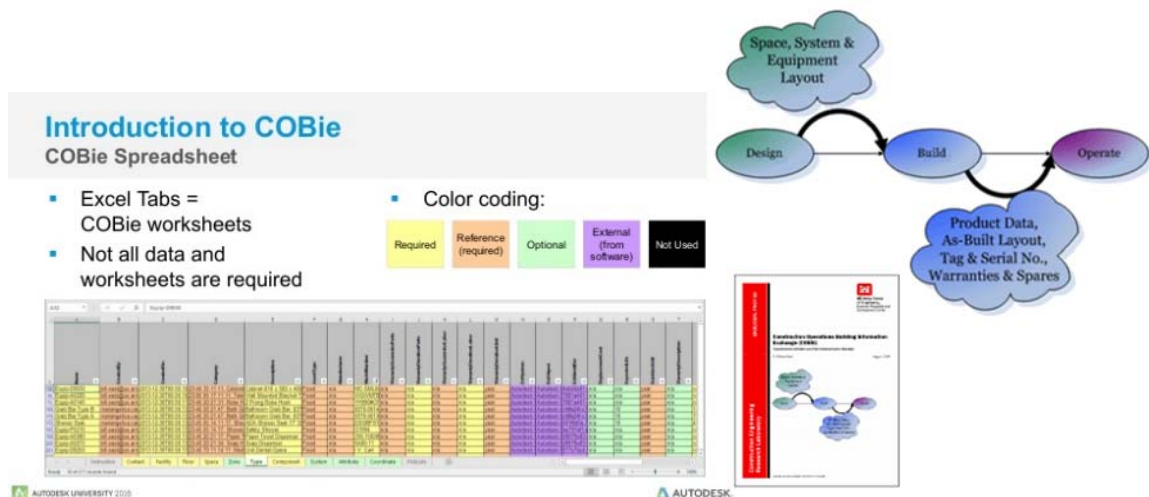
ECI は、設計段階から施工者が参画し、施工の実施を前提として設計に対する技術協力を行うものである。この調達方式により、施工段階でも活用可能な BIM データを設計段階から把握することができ、設計から施工まで共通の BIM データを活用することが可能になり、前述の作業のフロントローディングが可能となる。

(8) COBie

運営・維持管理段階における BIM データの活用にあたっては、COBie (Construction Operations Building Information Exchange) について理解しておく必要がある。

COBie は、2005 年にアメリカ航空宇宙局 (NASA) とアメリカ合衆国科学技術政策局 (OSTP) の助成金によりアメリカ建築科学会 (NIBS) の下で作成された施設管理者が必要とするアセットマネジメントで要求される空間や設備の属性データの保存及び情報伝達に関わる BIM データの入力規則である。

2011 年には、米国の NBIMS (National Building Information Model) 規格の一部として承認され、2014 年には英国において BS1192-4 として発行された。現在、標準的に BIM ソフトウェアに実装されており、空間や設備の属性データを BIM 上で見ることができ、Excel 形式のリスト (スプレッドシート) に出力することもできる。



出典：Autodesk HP (左図)、COBie HP(右図)

図 2-20：スプレッドシート概要 (左図) および COBie 活用概念図 (右図)

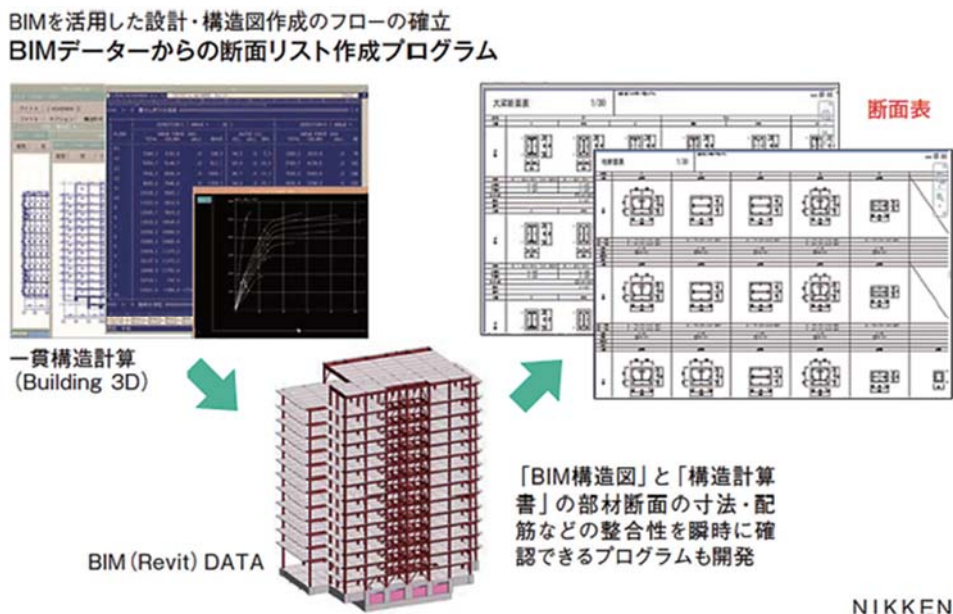
### (9) BIM データを用いた建築確認申請

日本国内の建築工事においては、工事に先立ち、建築基準法の定める建築確認申請の許可を取得しなければならない。既に民間の審査機関による建築確認申請の審査においては、BIM データを用いた建築確認申請が試行的に始まっており、IFC のみならず各種計算ソフトや BIM モデルの構成要素の仕様を標準化する取り組みが始まっている。

なお、シンガポールでは既に 2015 年より 5,000m<sup>2</sup> を超える建築物の意匠、構造、設備の確認申請を全て BIM で電子申請することが義務付けられている。

### (10) BIM モデルの標準化

例として、日建設計は、自社で開発した構造設計プログラム「SBDT (Structural BIM Design Tool)」の情報を、無償公開し、他社との情報共有により、BIM モデルの構成要素の仕様に係る標準化に取り組んでいる。



出典：日建設計

図 2-21：「SBDT」説明図

上記の BIM に関わる標準化の動きと共に、国内におけるサプライチェーン構築の動きも進んでおり、建具やエレベーター、衛生器具、設備機器、構造部材、仮設資材等、自社製品の BIM データを公開している企業も増えている。

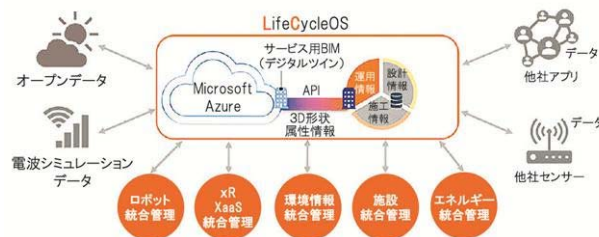
### (11) その他

BIM は、将来的に実際の物理的な建築物や構造物をデジタル空間上に複製し、ビッグデータとして管理し、AI と連動して情報を活用することが想定されている（デジタルツインテクノロジー）。

日本国内では JACIC（一般社団法人 日本建設情報総合センター）が、公共工事に関わるデジタルデータの管理のためのプラットフォームの作成を進めており、これらと連携したフォーラム 8 社の UC-win 等のソフトウェアもある。

また、(英) Arup 社の「Neuron」や、安井建築設計事務所の「Build CAN」、大成建設の「Life Cycle OS」など、気象条件などのリアルタイムデータを基に、建築設備の運転状況を最適化し、アセットマネジメントにかかる人員の省力化や省エネルギー化を図る具体的なシステムの開発も進んでいる。

現在、これらの技術は、施設単体での運用を想定したシステムであるものの、将来的には、都市全体のリアルタイムデータと連動した運用も視野に入れている。



出典：大成建設

図 2-22：「Life Cycle OS」概念図

## 2-2-3 施工関連のデジタル技術

### (1) 自動化施工技術

自動化施工は、最終的にロボット施工のように完全に自動化を目指すものである一方、実際の現場においては、段階的な生産性向上の技術導入が行われている。第一段階としては、マシンガイダンス（MG）とマシンコントロール（MC）等の生産性を上げる機材が導入されている。機材としては、予めセンサー類が装備された ICT 建機（ICT 油圧シャベル、ICT ブルトーザ等）とこれらのセンサーを後から取り付けるレトロフィット MG、MC がある。

ICT 建機は、最新の建設機械でもあり、2015 年から施行されている Tier4Final 排ガス規制に対応した建設機械用ディーゼルエンジンが搭載されている。このため、フィリピンでは Tier4 に対応した燃料が調達できないという問題がある。

一方、レトロフィット MG、MC は Tier4Final 排ガス規制以前に市場提供された機材にアタッチメントとしてセンサー類を搭載するもので、フィリピンでの使用に燃料の問題はない。

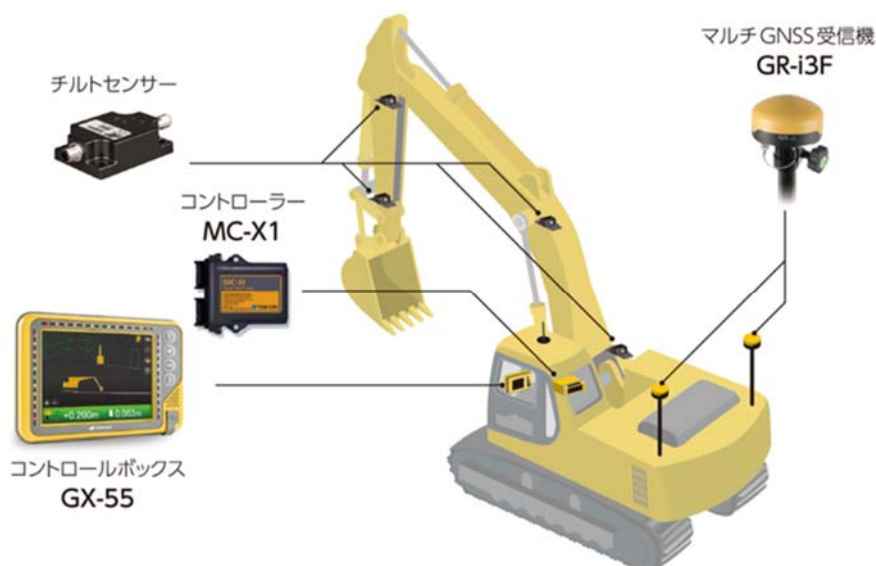
この他、災害復旧など危険地域等において、リモートで建機を動かす無人化施工技術や建設現場の統合的で最適な機材運用を行うための建設マネジメントシステムが自動化施工技術に含まれる。

#### 1) マシンガイダンス（MG）

MG は、目標設計面（CAD データ）を読み込ませた建機及びショベルの位置と測量データの表示に基づいて、オペレーターが手動で作業機を操作する建機の操作性を向上させる技術である。

CAD データをバックホーの運転席に表示させオペレーターがディスプレイの指示にそって操作することにより、これまで行ってきた丁張り作業（法面に掘削指示をするための杭を測量して入れること）をしなくても、法面の掘削ができるようになる。

バックホーの場合、回転作業を伴うため GNSS アンテナを二つ搭載して向きを特定する。GNSS により位置決めを行ったあと TS を用いて追尾する方式もある。また、GNSS 衛星測位技術により建機に取り付けられた GNSS がセンサーとして機能するものもある。



出典：トプコン社パンフレット

図 2-23：マシンガイダンスシステム

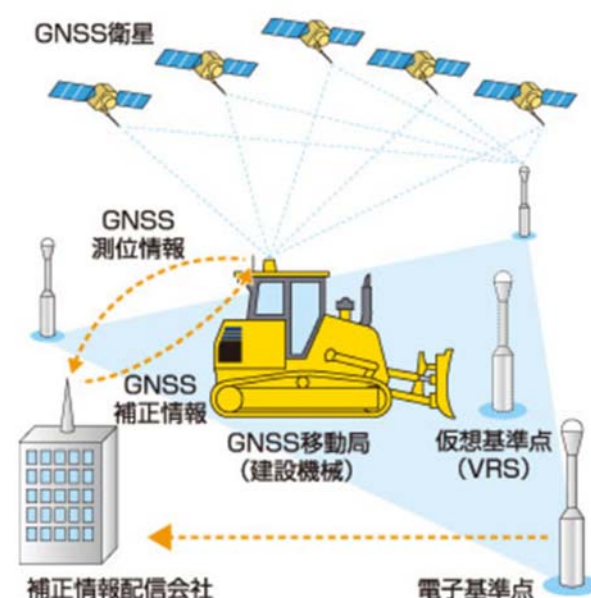
## 2) マシンコントロール (MC)

MC は、目標設計面 (CAD データ) となるよう、建機及びブレード等を自動制御する技術である。

いわゆる自動運転に該当する技術となり、ブルドーザ、モーターグレーダー、転圧機、バックホーに適用が可能である。

GNSS の 3D の位置座標を、インディケータとして排土板 (ブレード) を自動制御するものであり、CAD データとマシン位置、掘削位置が全て同じ座標系で統一されていないとできない。

日本国内においては、高精度衛星測位の補正配信を行うための民間会社が大手携帯会社を含めて 5 社あり、日本全国各地でも日本測地系に基づく情報化施工を可能にしている。



出典：コマツ社パンフレット

図 2-24：マシンコントロールシステム

フィリピンにおいては、フィリピン国土地理院 (NAMRIA) が提供している補正情報の地域はメトロマニラ周辺に限られているため、ローカルな仮設基準点を設置して RTK 補正を行うことになる。

## 3) 建設マネージメントシステム

建設現場の各建機を統合運用するための技術としては、図 2-25 に示すような建設マネージメントシステムがある。

日本国内においては、Sightlink (トプコン)、Smartconstruction (コマツ) が商品化されている。一方、異なるメーカーの機材間の相互互換性の問題があり、異なるメーカーの機材のシステムの統合が大きな課題となっている。

国際標準としては、ISO15143 にて情報化施工におけるデータ交換標準が定められているが、各社の内部形式に変換しなければならないため、リアルタイムの運用に課題がある。



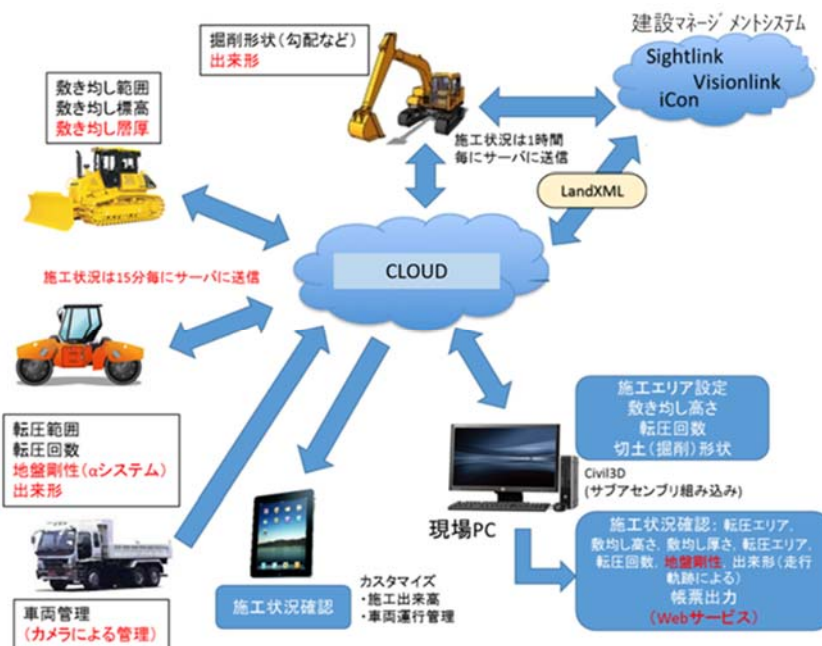


図 2-25 : 建設マネジメントシステムの概念図

#### 4) リモート施工

無人化施工においては、自立した自動化施工／ロボット型施工と、人が離れた場所から遠隔コントロールするリモート施工の 2 種類がある。自動化施工／ロボット型施工は、まだ実験段階にあり、リモート施工は、既に実用化され、災害被災箇所や、急峻で危険な場所の施工に用いられている。

表 2-4 : 我が国で実装されている主な自動化施工関連のデジタル技術

No.	分野	技術概要	関連する技術シート
(1) MG (マシンガイダンス)			
1)	掘削・法面整形工	バックホー (2次元) 2次元の設計データを入力・高さ勾配のみガイダンス、位置と向きは別に指示要	CON-ICN-01 CON-ICN-03
2)	掘削・法面整形工	バックホー (3次元) 3次元設計データが要。どの位置でも設計データとの差を表示。	
3)	盛土工敷均	ブルドーザ	
(2) MC (マシンコントロール)			
1)	路盤工	モーターグレーダー	CON-ICN-02
2)	盛土工敷均	ブルドーザ	
3)	盛土工締固	ローラー、ブルドーザ	
4)	河床測量	ドローン型グリーンレーザースキャナ	—
(3) 建設マネジメントシステム			
1)	土工全体	建設生産プロセスの3Dデータをつなぐクラウドシステム	—
(4) 無人化施工			
1)	リモート施工	作業員が離れた場所から機材を操作する	ISP-CRT-02
2)	ロボット施工	建機が自立(ロボット型)して現状と設計の差を認識して施工を行う	—

## (2) 施工 BIM

施工 BIM は、施工から運営・維持管理までの段階において、BIM モデルや、それに付随するソフトウェアを活用し、建設プロセスの生産性向上を図るものである。

施工 BIM は、設計段階で BIM モデルが作成されていることが前提となる。これは、BIM のコンセプトである設計・施工から運営・維持管理までのアセットマネジメントのライフサイクル全体を通して BIM モデルに情報を蓄積・活用することにより、生産プロセスを効率化することを目的としている。

そのため、施工 BIM は、設計段階で作成された BIM モデルを引き継ぐところから始まる。ただし、設計段階と施工段階でも要求される詳細度（LOD：Level of Development）が異なるため、施工段階では設計段階のモデルを基に、よりモデルの精度を更新する必要がある。

施工 BIM で行う主な作業は、①発注者・設計者との合意形成、②干渉チェック、③施工関係者間の合意形成（納まり確認など）、④施工手順の検討、確認＝施工計画への活用、⑤デジタルモックアップ作成、⑥施工図（躯体図、仕上げ詳細など）、⑦現場での数量算出、⑧点群データの活用 が挙げられる。これらの目的に該当する施工 BIM 関連の DX 技術を以下に示す。

### 1) BIM360 Docs

BIM360 は、(米) Autodesk 社が提供する 3 次元モデルデータを保存することができるクラウドシステムである。BIM360 Docs は、BIM360 に含まれるコンテンツの一つであり、BIM360 上の複数のモジュール（機能）の利用が可能となり、施工ドキュメントの管理や BIM モデルの閲覧などを、BIM360 クラウドを通じて行うことができる。

### 2) BIM360 Coordinate Design Build

BIM360 は、上記の Docs の他に Coordinate、Design、Build の 3 種類のコンテンツがある。これらは BIM360 Docs の施工ドキュメント管理機能に追加してそれぞれ特徴的な機能を備えている。

BIM360 Design は、クラウドワークシェアリング機能を有し、一つの BIM モデルを複数人で協働作業することができる。

BIM360 Coordinate は、Revit データだけでなく Auto CAD で作成された 3 次元の dwg ファイルなどの異なる 3 次元の設計データを統合し、干渉部分を特定できる機能を有している。

BIM360 Build は、Docs、Design、Coordinate のモジュールに加え、コスト管理機能を有するシステムである（日本では未発売）。

### 3) Civil 3D

(米) Autodesk 社の Civil 3D は、道路や鉄道路線等の線形土木構造物を対象にした 3D モデル化に特化した BIM ソフトウェアである。この製品を導入することにより、正確な 3D モデルを作成することができる他、モデル開発と合わせて縦断面図、平面図、横断面図が自動で更新される仕組みになっている。

建築構造物の 3D モデル化では Revit が国内外で広く活用されているが、土木構造物の分野では、Civil 3D が広く浸透している。

### 4) Revit

(米) Autodesk 社の Revit は、建築設計の 3 次元モデル化に対応した BIM ソフトウェアである。Civil 3D 同様、モデル開発と合わせて縦断面図、平面図、横断面図が自動で更新される仕組みになっている。Civil 3D は土木構造物に特化した BIM ソフトウェアだったのに対し、Revit は建築意匠設計、エンジニアリング、構造エンジニアリング、建設施工向けの支援ツールに特化している。

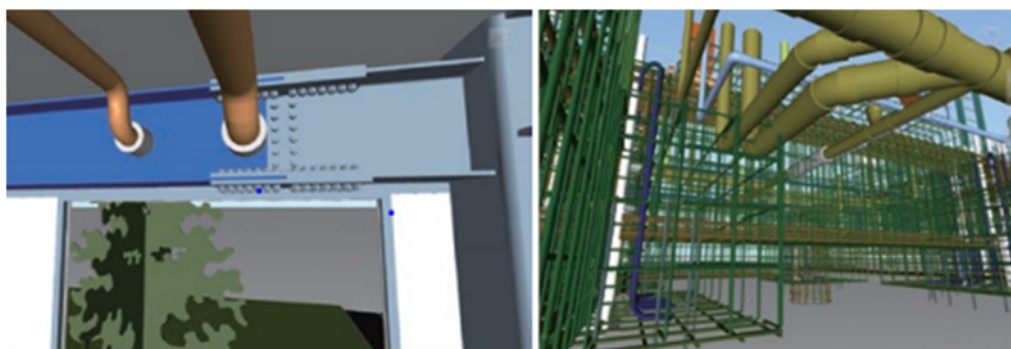
## 5) Navisworks

(米) Autodesk 社 Navisworks は、3D モデルレビューのためのソフトウェアである。

このソフトウェアを活用するに当たっては、Revit や Civil 3D 等による設計図の 3 次元化が必要である。Navisworks は様々なデータを統合し、プロジェクトレビューや時間軸を考慮した 4 次元施工手順シミュレーション、3 次元モデルを用いて干渉チェックを行うことができる。

従来までの方法では、干渉部分のチェックを行い、干渉する箇所がある場合は、その都度図面を修正していったため、手戻りによる作業効率の低下が発生していた。また、複雑な施工になるほど干渉部分を見落とすケースも発生し、工程遅延が発生していた。

一方、Navisworks を活用することにより、3 次元での図面の可視化ができるため、2 次元の図面と比べ、容易に干渉箇所の確認が可能となる。また、施工手順の確認もシミュレーション機能により再現できることから、現場関係者との作業工程の共有や手順の理解度向上に寄与する。



出典：Autodesk BIM 活用事例集 2018

図 2-26：Navisworks による干渉チェック

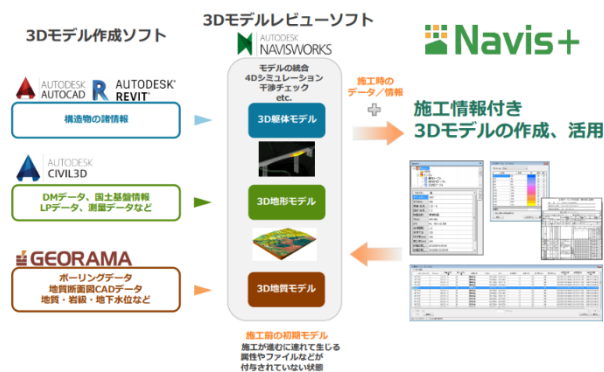
## 6) Navis+

Navis+は、3次元モデルの属性管理を容易にできる Navisworks のアドオンソフトウェアである。導入に際しては Revit や Civil 3D 等を用いて 3 次元モデルを作成する必要があるほか、Navisworks も事前導入しておく必要がある。

Navis+は、Excel や csv で編集した設計・施工・計測情報、修繕・点検情報、画像、ドキュメント類の属性情報を 3D モデルレビューソフトである Navisworks に紐づけるソフトウェアであり、付与した属性は、値による凡例（色分け）表示やグラフ表示などを行うことにより、モデルと属性を可視化することが可能となる。

また、Navisworks のタイムライナー機能（4D シミュレーション）にも対応しており、施工手順の変化を可視化する 4D シミュレーションを簡単に再現することができる。

さらに、最新のアップデートにより、属性情報として新たにコスト情報を割り当て、5 次元 BIM モデルの構築にも対応が可能である。



出典：CTC パンフレット

図 2-27：Navis+概要図

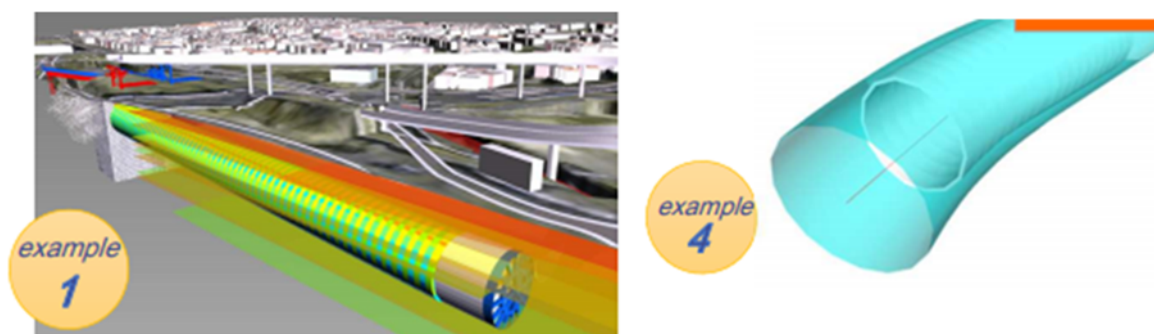
## 7) C-Shield

C-Shield は、シールド工事の施工段階において、視覚的に分かりやすく施工状況の”見える化”を図る可視化ソフトウェアである。工事進捗ごとに変化する状況をリアルタイムかつ自動的に表示することが可能。Navis+と同様、Navisworks のアドオンソフトウェアとして活用されている。

C-Shield には 3 次元モデルを自動で生成する機能が備わっている。Revit や Civil 3D といった BIM モデル専用ソフトを扱うための特別な知識・技能がない場合でもシールドトンネルやシールドマシンの位置関係をマシン本体から得られる掘進状況、位置情報等を基にモデル生成することができる。

また、既設の地上・地下構造物、地形、地層モデルなどの属性情報を 3 次元モデルに付随させることで土被りや掘削位置での地盤状況、施設構造物とシールドマシンとの位置関係を可視化することができ、状況判断の迅速化や施工計画の高度化を図ることができる。

この他に、シールド工法の特徴の一つでもあるセグメント組立に関するモデル化においても特徴的な機能を有している。「組立計画の自動作成機能」では、シールドマシン及びセグメントの現在位置と組立計画との偏差を確認し、マシンの修正進行計画とセグメントの修正組立計画を自動的に生成することができ、施工計画の見直しの迅速化に寄与する。



出典：CTC パンフレット

図 2-28：C-Shield 構造物モデルとの重ね合わせ（左側）、セグメント組立計画（右側）

## 8) ARiGATAYA

ARiGATAYA は、シールド工法で用いられるシールドマシンの掘進状況や位置情報、セグメントの設置位置等を収集・管理し、施工監理の一元化を担うシステムである。

リアルタイムで掘進状況をモニタリングできるほか、地山や掘削土砂の状況、シールドマシンの負荷状況を推測できる。

また、計測・記録されたデータを基にソフトウェア上で統計解析を行い、掘削状況が適切か否かを評価し、目標値との偏差を分析できる機能も備わっている。

本システムの導入により、シールドトンネル工事現場において、掘進に必要な様々なデータを一元管理でき、施工データの整理・施工の効率化を可能とする。

また、作業員の省力化・施工精度の向上にもつながり、生産性向上と安全な施工に寄与する効果も期待される。





出典：(株) 演算工房

図 2-29：シールドマシン掘進状況モニタリング（左側）、掘削状況解析システム（右側）

### 9) セグメント情報管理システム

セグメント情報管理システムは、シールドトンネルで使われる各セグメントパーツをトレーサビリティ管理するためのシステムで、セグメントの製造現場や、ストックヤード、施工現場等の各地点で QR コードを読み取り、デジタルデータ化することにより、運営・維持管理段階のデータ管理に活用することができる。

取得・管理するデータの種類は、セグメントの製造履歴（製造工場や製造年月日等）、製造番号やセグメント製造時に使用した材料である。また、施工現場ではセグメントを現場に搬入した日時やセグメントの組み立て位置をデータベース化することができる。

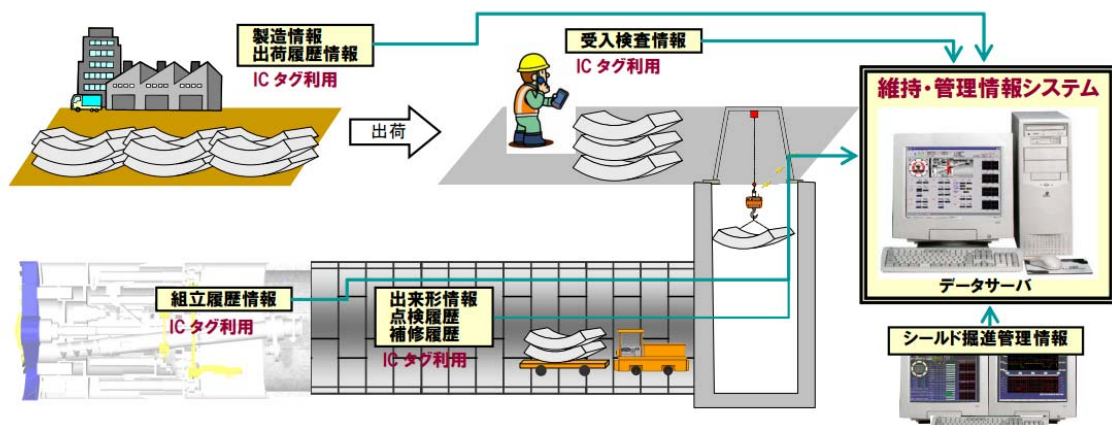
従来の方では、セグメントの製造履歴や掘進管理データは記録していたものの、セグメント製造履歴とセグメント組立位置、掘進管理データ等が一元的に結合しておらず、維持管理フェーズ時点で特定のセグメントを検出したい場合に、どのセグメントがそれに該当するか不明であった。



出典：(株) 演算工房

図 2-30：QR コード読み取り

一方、本システムを導入することにより、施工中・施工後も一貫してセグメント管理をすることができるようになり、運営・維持管理段階でも円滑なトレーサビリティ管理を行うことができる。



出典：(株) 演算工房

図 2-31：施工時の情報管理イメージ図

## 10) PADMS-NATM

PADMS-NATM は、山岳トンネル用に開発された 3次元統合ソフトウェアである。

山岳トンネルの工事現場への適用に当たり、地表面モデルや、地質縦断面図、地質平面図、トンネル標準断面図などの多彩なデータ形式を 3次元モデルで再現できる特徴を有する。

また、各地質調査結果（先進ボーリング、削孔検層）と施工実績（切羽観察記録、切羽評価点、実施支保工）の情報を 3次元空間に BIM を用いて集約、統合管理することにより、工事関係者間の情報共有の円滑化、電子納品データの効率的整理、ロックボルト・支保工の位置や湧水箇所の容易な確認を実現し、業務効率化を図ることができる。



出典：（株）パスコパンフレット

図 2-32 : PADAMS-NATM 概要

表 2-5 : 我が国で実装されている主な施工 BIM のデジタル技術

No.	製品名	技術概要	関連する技術シート
1)	BIM360 Docs	3次元BIMモデル対応クラウドシステム	DGN-BIM-01
2)	BIM360 series	3次元BIMモデル対応クラウドシステム	DGN-BIM-02
3)	Civil 3D	土木構造物用3次元BIMモデル作成ソフトウェア	DGN-BIM-03
4)	Revit	建築構造物用3次元BIMモデル作成ソフトウェア	DGN-BIM-04
5)	Navisworks	3次元BIMモデルをレビューするためのソフトウェア	CON-BIM-01
6)	Navis+	Navisworksのアドオンソフトウェアで、維持管理段階でも活用できるよう、Excelを用いて属性情報等を保存、付随することが可能	CON-BIM-02
7)	C-Shield	Navisworksのアドオンソフトウェアで、シールドトンネル工事に利用。シールドマシンの位置情報を基に3次元モデル化することができる他、シールドセグメントのモデル化も行うことができ、計画時と施工時の偏差を確認することが可能	CON-TBM-01

No.	製品名	技術概要	関連する技術シート
8)	ARIGATAYA	シールドトンネル工事に使用されるシールドマシンの位置情報を計測するシステム。位置情報の他に地質情報や土被りの情報等を可視化することが可能	CON-TBM-02
9)	セグメント情報管理システム	シールドセグメントの情報を管理するためのトレーサビリティ管理システム。セグメントの製造履歴や組立位置の情報をQRコードなどから読み取り、システムに保存する	CON-TBM-03
10)	PADMS-NATM	山岳トンネル用3次元統合データシステム。山岳トンネル工事における各種情報を統合するシステム。	CON-TBM-04

#### 2-2-4 施工管理関連のデジタル技術

新型コロナウイルスの影響により、建設現場への立ち入り制限などが様々な国で発生している状況を受けて、日本国内の建設現場～事務所のみならず、日本から海外現場といった遠隔での施工管理についてデジタル技術を適用する事例が増えてきている。このような技術を利用することで、現場の情報を簡便かつ迅速に離れた場所にいる人と共有することができる。

表 2-6：我が国で実装されている施工管理のデジタル技術（例）

No.	製品名	技術概要	関連する技術シート
1)	eYACHO for Business	手書き野帳感覚で現場情報をデジタル情報化して共有するシステム	SPV-RMS-01
2)	ConMas i-Reporter	エクセル帳票を簡単にタブレット入力用に変換。現場情報を容易にリモートで共有するシステム	SPV-RMS-02
3)	Photoruction	簡単に現場写真などの情報をリモート共有できるシステム。BIMとの連携機能を実装予定	SPV-RMS-03
4)	SynQ Remote	クラウド型遠隔コミュニケーションツール。大がかりな投資なく即利用可能	SPV-RMS-04
5)	拡張現実AR遠隔査定・検査支援システム	拡張現実（AR）の技術を用いて、遠隔地の技術者がサポートをするツール	SPV-RMS-05

#### 2-2-5 点検関連のデジタル技術

##### (1) 点検関連デジタル技術の種類

道路・橋梁分野における国内の点検・モニタリング技術については、JICAの既存調査である「開発途上国におけるICT技術を活用した道路分野ODA事業の在り方に関するプロジェクト研究報告書」（2018年）を活用し、最新情報等を更新する形で追加調査を行った。また、道路・橋梁分野で調査した技術は、鉄道分野、建築分野における構造物等の点検・モニタリング技術にも共通して使用可能なものが多い。同調査では、NETIS、SIP、NEDO、その他技術資料（学会、過年度報告書等）、web（企業サイト）、SHRP2を基に、点検・モニタリング技術の調査が行われている。

既存調査の結果を踏まえ、本調査においては、点検・モニタリング技術の国内技術の情報としてはNETIS、SIPおよびweb（企業サイト）を調査対象とする。また、本調査においては、進行中のプロジェクトを主な対象とするため、開発済みの技術として認められ、国内でも適用実績が多いNETIS情報を中心に技術資料を補足、アップデートし、フィリピンにおける我が国のODAプロジェクトへの適用可能性を検討する。また、技術情報は、点検／診断のプロセス、品質管理、緊急時に大別し、点検のプロセス別に「点検・診断」に関する技術、「品質管理」関連技術。「緊急時適用」技術に分類して整理する。

既存調査及び追加調査に基づき、フィリピンにおける我が国の ODA プロジェクトに適用可能な代表的な点検技術を、表 2-7 に示す。このうち、本調査の時点（2021 年 2 月）における製品・サービスの提供の有／無や、海外事業への導入実績等を考慮し、11 の技術シートの作成を行った（Annex A 参照）。

表 2-7：点検技術関連デジタル技術

	点検プロセス	グループ名	No.	技術名	適用可能工事	構造物	技術シート
既存調査	点検/診断	a ひび割れ検出	1	ひび割れ計測システム (KUMONOS)	道路/橋梁/鉄道/建築	コンクリート構造物	ISP-CRT-01
			2	コンクリート構造物のひび割れ検出塗装システム	道路/鉄道のトンネル	暗所構造物	—
		b うき・剝離検出	3	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	道路/橋梁/鉄道/建築	コンクリート構造物	—
		c 疲労き裂検出	4	クラックパトロール	道路/鉄道の橋梁	鋼橋	—
		d 床版の損傷検出	5	G-Cube・橋梁床版内部診断技術	道路/鉄道の橋梁	コンクリート床版	ISP-CRT-06 ※
		e 橋梁洗堀の検出	6	ソナーによる橋梁下部工洗堀調査	道路/鉄道の橋梁	橋脚基礎	ISP-CRT-02
		f 路面空洞検出	7	スケルカー	道路/橋梁	舗装/床版	ISP-CRT-06 ※
		g 路面性状検出	8	道路性状の簡易評価システム (DRIMS)	道路	舗装	ISP-CRT-03
			9	モバイルマッピング・システム	道路	舗装	ISP-CRT-07
		h 覆工コンクリート内部空壁検出	10	高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠落点検技術と総合型診断システム	道路/鉄道のトンネル	覆工コンクリート	ISP-CRT-08
		i 表面塩分検出	11	コンクリートビュー	道路/橋梁/鉄道/建築	コンクリート構造物	ISP-CRT-09
	j 点検/診断を補助する技術 (画像・レーザー・ロボット技術・データベース)	12	土木 (建築) 構造物一般図作成システム	道路/鉄道の橋梁	橋梁/トンネル (全体)	—	
		13	HIVIDAS (コンクリートひび割れ診断)	道路/鉄道のトンネル	覆工コンクリート	—	
		14	橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム	道路/鉄道の橋梁	橋梁桁下	ISP-CRT-04	
		15	構造物点検用カメラ「DS カメラ」システム	道路/鉄道の橋梁	コンクリート及び鋼構造物	—	
		16	デジタル画像による、構造物の点検・分析支援システム	道路/鉄道のシステム	覆工コンクリート	—	
		17	インフラドクター	道路/橋梁/鉄道	コンクリート構造物	ISP-CRT-05	
		18	橋梁近接目視点検飛行ロボットシステム	道路/鉄道の橋梁	橋梁全体	ISP-CRT-10	
		19	トンネル全断面点検・診断システム	道路/鉄道のトンネル	覆工コンクリート	—	
		20	画像解析技術を用いた遠方からの床版ひび割れ定量評価システム	道路/鉄道の橋梁	コンクリート床版	—	
		21	鉄筋コンクリート構造物における内部鋼材の非破壊調査技術	道路/鉄道の橋梁	コンクリート構造物	—	
		22	自在適応桁で支えられる橋梁点検ロボットシステム	道路/鉄道の橋梁	橋梁全体	—	
品質管理	k 品質管理を補助するシステム 緊急時の対策を補助する技術 (橋梁)	23	補修・補強を行ったコンクリート橋の長期モニタリング	道路/鉄道の橋梁	コンクリート構造物	—	
		24	衝撃振動試験による構造物の健全度評価法	道路/鉄道の橋梁	橋梁基礎	—	
緊急時	l 緊急時の対策を補助する技術 (橋梁) 緊急時の対策を補助する技術 (トンネル)	25	東京ゲートブリッジのモニタリング技術	道路/鉄道の橋梁	橋梁主構	—	
		26	省電力化を図ったワイヤレスセンサーによる橋梁の継続的遠隔モニタリングシステム	道路/鉄道の橋梁	橋梁全体	—	
	27	トンネル点検無人調査ユニット	道路/鉄道のトンネル	覆工コンクリート	—		
	28	斜面崩壊検知センサー	道路	法面・斜面	ISP-LND-01		
追加調査	m 点検/診断を補助する技術 (画像・レーザー・ロボット技術・データベース)	29	トンネル覆工表面撮影システム	道路/鉄道のトンネル	トンネル	—	
		30	道路管理画像を用いた路面評価システム	道路	舗装	—	
		31	道路舗装ひび割れ解析システム (市販ビデオ版)	道路	舗装	—	
		32	Blue Doctor	道路・トンネル	コンクリート構造物	—	
		33	ひびみつけ	道路/鉄道の橋梁	橋梁全体	—	
	n 共通	情報共有システム	34	統合クラウドサービス【K-Cloud】	道路/橋梁/鉄道/建築	—	

出典：共同企業体作成 ※No.5、No.7 は統合して技術シートを作成

また、最先端技術の研究である「SIP 戦略的イノベーション創造プログラム」で開発中の点検・モニタリング技術については、表 2-8 に示す。

このうち、既に実用化段階の技術について七つ（着色部）が抽出されているが、実用化された技術については、前出の表 2-7 に統合されている。

表 2-8：研究開発段階（SIP）の点検関連デジタル技術

No.	研究開発段階の点検・モニタリング技術	実用段階	実証段階	開発段階
1	異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術	—	○	—
2	高出力 X 線・中性子源による可視化技術	—	○	—
3	ポータブル磁気検査装置	—	○	—
4	レーザーを活用した高性能・非破壊劣化インフラ診断技術	—	○	—
5	舗装と盛土の一体型診断システム	—	○	—
6	高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の内部欠陥点検技術と統合が診断システムの開発	○	—	—
7	AI 打音検査システム	—	○	—
8	ALB（航空レーザー測深器）による洗堀状況の把握	—	○	—
9	橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム	○	—	—
10	衛星 SAR によるインフラモニタリング	—	○	—
11	スマートフォンによる路面性状把握システム	—	○	—
12	トンネル全断面点検・診断システム	○	—	—
13	球殻ドローンを利用した橋梁点検システム	○	—	—
14	ドローンによる打音点検・近接目視システム	—	○	—
15	二輪型マルチコプタによる橋梁点検システム	—	○	—
16	インフラの点検効率化を助ける橋梁の高速・自動レーダー診断技術	—	○	—
17	省力化を図ったワイヤレスセンサーによる橋梁の継続的遠隔モニタリングシステム	○	—	—
18	インフラモニタリングのための振動可視化レーダー	—	—	○
19	空洞及び裏込め沈下調査におけるチャープレーダー等、特殊 GPR 装置	—	○	—
20	画像解析技術を用いた遠方からの床版ひび割れ定量評価システム	○	—	—
21	高精度かつ高効率で人口建造物の経年変位をモニタリングする技術	—	○	—
22	自在適応桁で支えられる橋梁点検ロボットシステム	○	—	—
23	橋梁・トンネル用打音点検飛行ロボットシステム	—	○	—

出典：SIP インフラ技術総覧抜粋（2019 年）

## (2) 点検診断技術

点検/診断に関する技術は、構造物の「ひび割れ」、「うき・剥離」、「疲労き裂」、「床版の損傷」、「橋梁洗堀」、「路面空洞」、「路面性状」などを検知する技術に加えて、点検・診断を補助する技術を分類している。追加情報は、主に道路舗装の点検・診断を補助する技術を抽出している。

ひび割れ検知技術として抽出した「ひび割れ検出技術（KUMONOS）」は、橋梁等のコンクリート構造物のひび割れについて、光波測量器を用いて計測するシステムであり、離れ



た場所からひび割れの幅・形状・3次元位置座標を測定し図化することができる。この技術は、既に ODA 事業への適用事例があるため、次章に概説する。

コンクリートのうき・剥離を検出する技術としては、赤外線を利用したシステムを橋梁及びトンネル等のコンクリート構造の従来の打音点検に代わる技術を抽出し、鋼橋等の疲労亀裂を感知する技術としては、無線タグを利用した技術を抽出している。

床版の損傷検出技術として抽出した「スケルカー」はマイクロ波照射機器を搭載した探査車両を走行させ、容易に目視出来ない床版・道路内の損傷・空洞調査を非破壊で行う技術である。1次調査で抽出した異常信号箇所について、スポット的にハンディ型地中レーダーを用いて、損傷・空洞の可能性の判定とその広がり、概略深度を調査することができる。



出典：ジオ・サーチ HP  
図 2-33：「スケルカー」イメージ図

橋梁洗堀検出技術として抽出した「ソナーによる橋梁下部工洗堀調査」は、水中にある橋脚等橋梁下部工の洗堀等の状況を、深淺測量や潜水調査を行わずに橋梁上から超音波を利用したカラーイメージングソナーにより調査する技術である。船舶を準備して水面から計測することや、潜水士により水中で調査することなく、橋梁上から安全に計測可能で、河床や橋脚基部の形状をその場で、リアルタイムでディスプレイ上に表示可能することができる。価格は販売価格において、500万円ほどで、国内実績も有している。

路面性状検出技術は「道路性状簡易評価システム (DRIMS)」と「MMS (Mobile Mapping System)」を抽出している。これらの技術は、既に ODA 事業での実績があるため次章にて概説する。

その他、トンネルの覆工コンクリート内部空隙検出技術、コンクリートと表面の塩分量を計測する技術を抽出している。

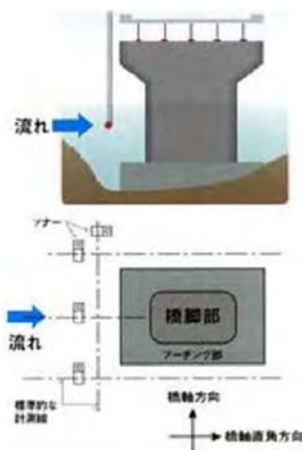
点検・診断技術を補助する技術としては、画像処理技術、レーザー技術、ロボット技術、データベース関連技術による点検診断の効率化に寄与する技術を中心に抽出した。

レーザー技術・ロボット技術を利用した「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム」は、既に ODA での使用実績があるため次章にて概説する。

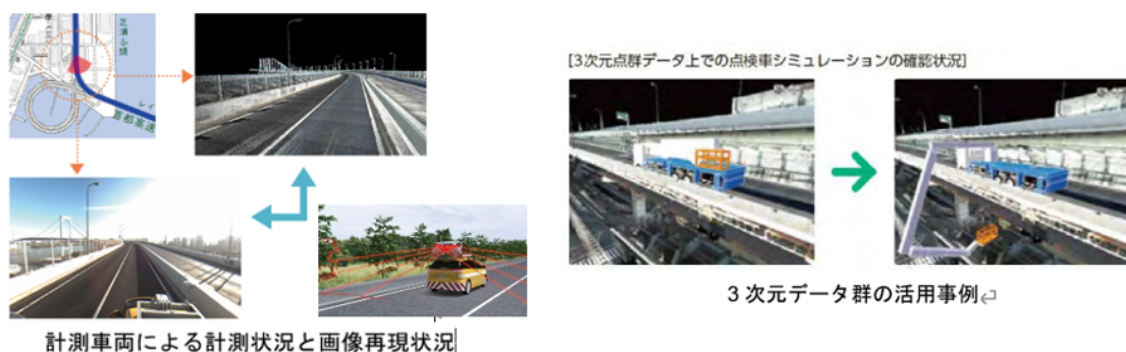
データベース関連技術の「インフラドクター」は、GIS (地理情報システム) と 3次元点群データを活用した道路・構造物の維持管理を支援するシステムである。

クラウドサービスによる 3次元データの活用により、オフィスで現場の詳細な情報を確認できる。

また、都市部の高架橋など複数の構造物が密集した空間における点検車、高所作業車、足場当の点検計画に適用できる。国内実績を有し、点検の合理化に大いに寄与する一方、システムを確立するためのハードを購入する費用が相対的に高額である。



出典：(ソナー販売広和で今回は確認)元は、橋梁調査会  
図 2-34：ソナーによる下部工洗堀調査



出典：首都高速道路 HP

図 2-35：インフラドクター

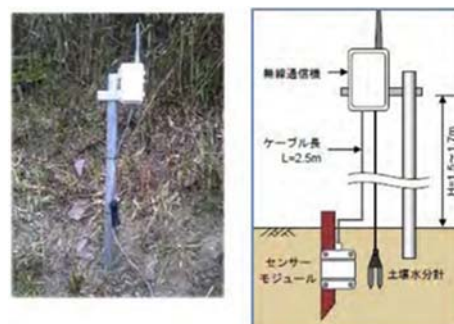
### (3) 緊急時対応技術

緊急時の対策を補助する技術としては、機器を使用した調査・モニタリング技術を抽出している。

緊急時の対策を補助する法面・斜面技術「斜面崩壊検知センサー」は、被災法面にセンサーモジュールを設置し、浸食崩壊の状況を経時変化で観測する技術である。

従来では、斜面の傾斜変動を測定して崩壊を検知したものの、新多数設置における自動連続監視により斜面を面的に把握し、土壌水分との相互照合で検知精度が向上する。

また、従来の地盤傾斜計と比較し設置が容易になる。国内実績を有し、センサー費用は8,500円/台と比較的安価である一方、センサーに寿命があり、保守代金、設置費用が高額になる。



出典：中央開発（株）パンフレット

図 2-36：斜面崩壊検知センサー

#### 2-2-6 運営・維持管理関連のデジタル技術

リアル空間が建設中・営業中という制約条件下においても、任意の日時・場所でトレーニングを行うことができよう、それを模したバーチャル空間を利用する試みが始まっている。表 2-9 に挙げている製品は、VR（バーチャルリアリティ）の技術を活用することにより、リアル空間では状況の再現が困難な「落下・感電」などを疑似的に体感させることで、トレーニング効果の向上を図る技術や、AI を活用したスキルの定量評価を行う技術等がある。

表 2-9：我が国で安全訓練に実装されている VR 技術（例）

No.	製品名	技術概要	関連する技術シート
1)	安全体感VRトレーニング	バーチャル空間で安全に関わる行為を疑似体験させることで理解力を向上させる訓練ツール	OPE-XRS-01
2)	XRとAIを活用したデジタル研修基盤	AIを活用して研修員の音声・画像を分析してスキルを定量的に評価するデジタル基盤	OPE-XRS-02

## 3章 土木・建築分野の我が国の ODA 事業におけるデジタル技術の適用状況

### 3-1 デジタル技術の適用事例及び課題

#### 3-1-1 測量・調査関連のデジタル技術

##### (1) ドローン LiDAR

JICA のダバオ市バイパス事業においては、山岳地帯において、測量調査を安全に行う必要性から現地業者によりドローン LiDAR の利用が行われている。

フィリピンでは、空中写真測量に用いる機体にカメラホールのある航空機が 1 機しかなく、ドローンによる測量が一般化している。

現在、フィリピンでは、ドローン操縦士の国家資格等が整備されておらず、ドローン測量に関わる企業の参入障壁が低く、空中写真測量の基本を知らない業者がオペレーションしている場合があるため、注意が必要である。

具体的には、デジタルカメラでの SfM 技術による自動マッチングは、植生がある場合は不适当であり、裸地のみ可能な技術であり、比高差のある地形に対応した対空標識の設置が必要である。

一方、ドローン LiDAR は、樹間をすり抜けてレーザーが地上に達するため、植生のある地域において測量をする場合に便利である。この場合でも、下草の状況の確認は必要である。

現在、ドローン LiDAR には精度の高い GNSS/IMU が搭載されており、対空標識の設置は不要であるが、検証点の設置は必要である。

##### (2) PRS92 への変換

DPWH では、行政令に基づき NAMRIA が設定した測量座標系 PRS92 に測量座標を定めている。ドローン LiDAR の測量系は、WGS84 であるため、行政令により PRS92 に変換しなければならない。

ダバオ市バイパス事業においては、電子基準点の設置個所であるダバオ空港から 10km 程度の距離しか離れていないため、こちらの電子基準点データを利用して座標を合わせている。

一方、標石基準点を用いる場合は、その地域のセミダイナミクス補正をどのように行うか、NAMRIA に確認する必要があると考えられる。前述のとおり、ドローン LiDAR には GNSS/IMU が搭載されている一方、ポストプロセッシングにてこの GNSS の値が補正されなければならない。この補正に電子基準点データを利用することになる。10km 以上離れる場合には、この電子基準点との距離により誤差が累積するため、仮設の基準点を設置することが求められることになる。

##### (3) GIS の利用

南北通勤鉄道事業においては、用地買収のモニタリングとして GIS を活用している。用地測量の結果をデータとして敷地境界として GIS に取り込み買収の進捗を敷地属性として表示させる仕組みである。用地買収の進捗のビジュアル化が目的であり、用地測量の結果を管理しているということではない。

#### 3-1-2 設計関連のデジタル技術

##### (1) ODA 事業における BIM の取組み状況

JICA の調査案件への BIM の適用状況については、無償資金協力事業の下記 4 案件が「BIM/CIM 試行案件」として位置づけられている。(2020 年 3 月に JICA 及び各プロジェクト関係者による内部報告会が開催される予定であったが、COVID-19 を受けて延期となり現在に至っている。)



表 3-1：「BIM/CIM 試行案件」一覧表

BIM/CIM試行案件
1. ベナン国コトヌ立体交差建設計画準備調査
2. ガーナ国第二次テマ交差点改良計画準備調査
3. タンザニア国ドドマ市内環状道路整備計画準備調査
4. トーゴ国ソコデ・バイパス建設計画準備調査

出典：共同企業体作成

このうち、ベナンとガーナの案件では、協力準備調査開始後に BIM への対応が追加され、タンザニア及びトーゴにおいては、協力準備調査の入札時の仕様書に BIM の仕様が盛り込まれている。また、内部報告会では、上記 4 案件の他に、「ミャンマー国新タケタ橋建設計画」及び有償資金協力事業「インドネシア国タンジュンプリオク港アクセス道路事業（E-2A）」を加えた六つの事例が取り上げられる予定である。

表 3-2：ODA 事業における BIM の取組み状況

案件名	BIMの取組み状況
1. ベナン国コトヌ立体交差建設計画（無償／基本設計） LOD: 200-300	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した道路橋構造物の計画及び関係者との合意形成</li> <li>・ 地下埋設物のデータのモデル化による干渉チェック</li> <li>・ 施工プロセスを含めた3Dモデルの作成</li> </ul>
2. ガーナ国第二次テマ交差点改良計画（無償／基本設計） LOD: 200-400	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した関係機関との合意形成の円滑化、住民トラブルリスクの低減、設計照査</li> <li>・ 鋼製橋脚基礎部のカルバートとの干渉チェック</li> </ul>
3. タンザニア国ドドマ市内環状道路整備計画（無償／基本設計） LOD: 200-300	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した道路の計画及び関係者との合意形成地下埋設物のデータのモデル化による干渉チェック</li> </ul>
4. トーゴ国ソコデ・バイパス建設計画（無償／基本設計） LOD: 200-300	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した道路の計画及び関係者との合意形成</li> </ul>
5. ミャンマー国新タケタ橋建設計画（無償／施工） LOD: 200-300	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した同国初のエクストラードード橋・鋼管矢板井筒基礎の関係者間の理解促進</li> <li>・ 建設省記念イベントにおけるプロモーション</li> <li>・ 3Dモデルを活用した現地技術者との打合せ、理解促進</li> </ul>
6. インドネシア国タンジュンプリオク港アクセス道路事業（E-2A）（有償（STEP）／施工）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3Dモデルを活用した高架橋ラーメン部分の配筋のモデル化による干渉チェック</li> <li>・ 施工業者からの提案による設計変更</li> <li>・ 架設プロセスの検討および現場作業員の作業計画の理解促進</li> </ul>

出典：共同企業体作成

上記のいずれのケースにおいても、設計段階における合意形成等に BIM モデルが活用されているものの、その活用は属性データまで含めた総合的な情報データとしての活用ではなく、あくまで 3D モデルによる CG イメージの共有に留まっており、我が国の ODA 事業における BIM の活用は、限定的である。

一方、本調査の対象とするフィリピン向け ODA 事業のうち、DOTr が実施機関となっている有償資金協力事業、マニラ首都圏地下鉄事業（MMSP）及び南北通勤鉄道事業（NSCR）においては、DOTr により ISO19650 に準拠した BIM マニュアルが整備され、詳細設計や施工段階から BIM の適用を義務付けられるケースも出てきている。

### 3-1-3 施工関連のデジタル技術

#### (1) 自動化施工技術

既に、日本国内では国交省の直轄事業がほぼ自動化施工を含む i-Construction 仕様での工事発注に変わり、全建設事業者のほぼ 6 割が i-Construction での施工を経験している。

残念ながら、現時点では、我が国の ODA 事業における i-Construction 適用事業はない。これは、JICA が協力準備調査の段階で、施工や運営・維持管理までを視野に入れた形での BIM モデルの作成を、仕様書の要求事項に含めていないことも、その一因として挙げられる。

BIM モデルは、設計段階に留まらず、こうした自動化施工や、アセットマネジメントのライフサイクル全体に対し、デジタル技術を導入するための基礎となる。

また、自動化施工技術を実装するためには、統一された座標系での精度のある測位システムや、WiFi 等の通信環境も不可欠であり、こうした条件が満たされれば、個々の建機のデータを、相互活用ができる建設マネジメントシステムの活用も可能となる。

自動化施工技術の導入により、建設費の 30% を削減できるとの試算もあり、導入効果は非常に大きい。

上記を整理すると、下記 4 点が、フィリピン ODA 事業に自動化施工技術を取り入れる際の課題となる。

- ・ 協力準備調査の段階で、施工や運営・維持管理までを視野に入れた形での BIM モデルの作成が義務付けられていること
- ・ GNSS を位置センサーとして利用できる測位環境があること
- ・ WiFi 環境によりデータ共有ができること
- ・ デジタル測量、施工、検査に対応した基準類の整備があること

#### (2) 施工 BIM

これまでに、DPWH が実施機関となっている道路分野の ODA 事業において BIM を活用して施工が実施された実績はない。施工 BIM が導入されてこなかった要因は、上述の四つの課題と概ね同様である。

一方、本調査で行ったヒアリングの結果、フィリピンにおける ODA 事業に従事するコントラクターの中には、干渉チェックや施工手順の事前確認といった BIM の特徴を生かし、施工管理や施工計画の段階で独自に導入を進めている企業や、フィリピン国内に国内外の工事の BIM モデルを作成する BIM 専門チームを立ち上げ、稼働させている企業もあることが、確認された。

DOTr が実施機関となっている鉄道分野の ODA 事業においては、前述のとおり、既に、有償資金協力事業、マニラ首都圏地下鉄事業 (MMSP) 及び南北通勤鉄道事業 (NSCR) においては、DOTr により ISO19650 に準拠した BIM マニュアルが整備され、詳細設計や施工段階から BIM の適用を義務付けられるケースも出てきている一方、現時点では、設計段階で作成された BIM モデルを、トンネルの掘削を行うシールドマシン等の施工上のデータとして活用する施工 BIM の導入実績は、確認できなかった。

### 3-1-4 施工管理関連のデジタル技術

新型コロナによる渡航制限下において、日本国内外との打合せや、図面のやりとりについて、それぞれ WEB 会議、クラウド型ファイルストレージサービスを適用することが主流になってきている。

多くは、案件ベースでの検討・導入となっているものの、企業としてセキュリティ強度を確認した上で、遠隔コミュニケーションツールを採用し、現場～現場事務所～日本とのやりとりを円滑に進めるように試みているコントラクターもいくつか見受けられている。

### 3-1-5 点検関連のデジタル技術

#### (1) ODA で適用事例のある点検関連デジタル技術

抽出した点検関連デジタル技術は、以下の国の ODA 事業において実績を有している。

表 3-3：ODA 事業に実績のある点検関連デジタル技術

点検プロセス	グループ名	技術名	適用国
点検/診断	ひび割れ検出	ひび割れ計測システム(KUMONOS)	タイ
	路面性状検出	道路性状の簡易評価システム (DRIMS)	ケニア、タジキスタン、キルギス、ラオスなど
		モバイルマッピング・システム	モザンビーク、スリランカ、香港、タイ、シンガポール、マレーシア、台湾、サウジアラビア、など
	点検診断を補助する技術	橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム	バングラディッシュ

出典：共同企業体作成

#### (2) 点検診断技術の概要と課題

点検診断技術として、ODA で適用実績があるのは「ひび割れ計測システム (KUMONOS)」、「道路性状の簡易評価システム (DRIMS)」、「モバイルマッピング・システム」、「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム」である。各技術について技術概要を示す。

##### 1) 「ひび割れ計測システム (KUMONOS) 」

###### a) 概要

橋梁等のコンクリート構造物のひび割れについて、光波測量器を用いて計測するシステムで、離れた場所からひび割れの幅・形状・3次元位置座標を測定し図化することができる。

さらに、構造物の形状や附属物を測定することで、桁下等の平面図・建物等の立面図及びアーチ状構造物の展開図が作成できる。

###### b) 効果

従来は、点検作業員が近接して実施していたひび割れ幅計測や記録を、遠方から機器のレンズを通して実施できることから、この技術により点検作業の軽減および画像データによる損傷の正確な把握が可能である。



出典：クモノスコーポレーション HP

図 3-1：「ひび割れ検出技術」計測状況

c) 価格

価格は、販売費 300 万円～700 万円で、国内実績も豊富である。

d) 課題等

- ・ 機材が適切に使用されないことにより、技術の品質が低いと判断される可能性があるため、技術移転を併せて行う必要がある。
- ・ メンテナンスには、トータルステーションのサポートが必須であり、アフターケアのために当該メーカーの各国代理店と連携体制を構築する必要がある。
- ・ 操作は容易で、3 日程度のトレーニングで使用可能だが、応用的な使用のためには、継続的なサポートが必要となる。
- ・ 現地大学と製品の周辺分野に関する共同研究を行うための支援。特に、現地政府と密接な関係にある大学との連携は、導入インセンティブに大きな効果が期待できる。
- ・ 現地での継続的な技術教育体制を構築とサプライチェーンを確保することで、点検サイクルが確立された国への展開が期待できる技術である。



出典：クモノスコーポレーション HP

図 3-2：「ひび割れ検出技術」解析イメージ

2) 「道路性状の簡易評価システム (DRIMS)」

a) 概要

舗装路面のラフネスをスマートフォンに内蔵されているセンサー（加速度・角速度・GPS）を用いて、独自の技術を組み合わせることにより、路面の凸凹を国際指標である IRI（国際ラフネス指数＝舗装の乗り心地を客観的に評価する指数）に高精度で変換し、地図上に可視化し、評価するシステムである。



出典：JIP テクノサイエンス HP

図 3-3：「DRIMS」の概要

小型ハンブを乗り越えるときの応答を利用して車両のバネ特性を推定して補正することが可能で専用車両が不要であり、任意の車両・走行速度で計測が可能である。

b) 効果

路面状態の迅速な評価により舗装点検に要する時間・コストの削減が見込める。さらに、IRI（路面の平坦性指標）を自動算出し、定量的評価による優先順位付けの効率化が測れる。

c) 価格

買い切り型の場合は、ソフトウェア約 30 万円程度と安価である。

d) 課題等

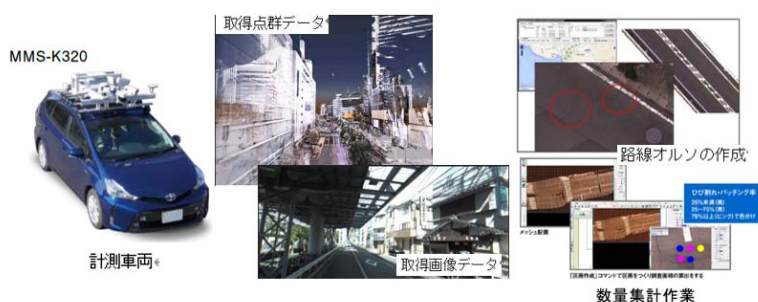
- ・ 現地の担当技術者が異動した際に技術の継承が難しい。
- ・ 使い方を誤ると高精度の計測ができない。
- ・ JICA の技術プロジェクトとして導入してもプロジェクト終了後のサポート体制構築が重要である。
- ・ スマートフォンを操作するだけであることから操作性の観点からは問題ないものの、設定項目を誤って入力することがあり得る。

- ・ ハード、ソフトも揃っているが設定方法がわからずに利用されない、という事態にならないように簡易マニュアルを作成する、現地コンサルタントを育てるなどの配慮が必要である。
- ・ 現地での継続的な技術教育体制を構築することで、点検サイクルが確立された国への展開が期待できる技術である。

### 3) 「モバイルマッピング・システム」

#### a) 概要

レーザースキャナ、GNSS/IMU、デジタルカメラなどのセンサーを車両に搭載し、走行しながら周辺の地形・地物・形状・画像などの 3 次元情報を取得するシステムである。



#### b) 効果

- ・ 路面状態の迅速な評価により、舗装点検に要する時間・コストの削減できる。また、舗装の損傷を目視で確認する従来の方法に比べ、点検作業の軽減効果が高い。
- ・ 定量的評価による優先順位付けの効率化が図れる。
- ・ 3次元データ・画像データによる記録が可能で経年変化の評価が可能である。

出典：(株) パスコ HP

図 3-4：「モバイルマッピング・システム」の概要

#### c) 価格

販売費は 1000 万円以上と高額である。国内では技術サービスという形でも提供されており、概ね撮影延長あたり 3-10 万円/km である。

#### d) 課題等

製品・サービス価格が開発途上国の物価や予算とマッチング出来るかが課題である。

点検関連技術の中で最も多くの ODA 実績を有しており、点検サイクルが確立された国への展開が期待できる技術である。

### 4) 「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム」

#### a) 概要

橋梁点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを用いてモニタリングを行い、GPS 機器に接続することによって、コンクリート橋の支承部・桁端部等、人が容易に近づけず近接目視が困難な部位を対象に、損傷状況の経年変化データを取得する定期監視型モニタリングシステムである。

#### b) 効果

足場・高所作業車に必要な諸作業が不要となり、点検作業の効率化が期待できる。また、高所作業が不要となるため、点検作業の安全性が向上される。また、GPS 機器に接続することによって従来の定期監視型モニタリングでは困難であった機器設置箇所の連続性を確保することができ、また Web (企業の Web サイト) システムとの連携により、損傷の経年変化を正確に評価できる。

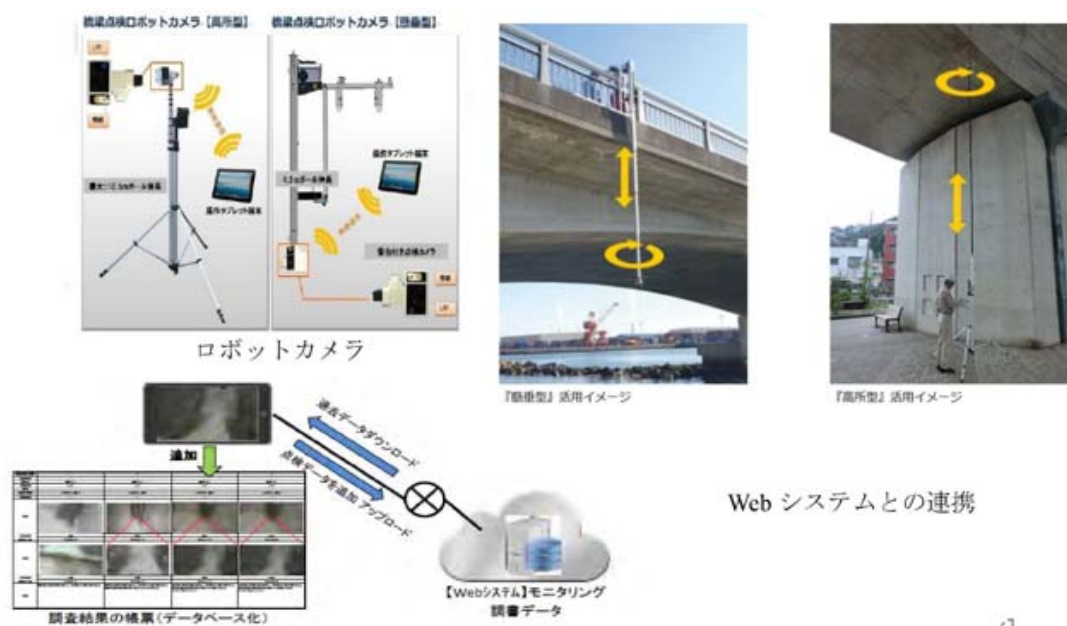


c) 価格

販売価格は 300 万円～1000 万円と想定されており、その構成機器は、点検カメラ、カメラ操作用タブレット PC、高所型ポール、懸垂型ポールである。

d) 課題等

- ・ 開発途上国でのパーツ等供給体制が無く、機材が故障すると、日本へ持ち帰る必要がある。
- ・ 本技術を現地のみで行う為には現地技術者への教育が必要であるが、従来技術と全く異なる技術のため教育に時間を要す可能性がある。
- ・ 現地での継続的な技術教育体制を構築とサプライチェーンを確保することで、点検サイクルが確立された国への展開が期待できる技術である。



出典：日立産業制御ソリューションズ HP

図 3-5：橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム

3-1-6 運営・維持管理のデジタル技術

建設後の運営維持管理についてデジタル技術を適用している事案は多くないものの、コロナによる移動制限に対応すべく、いくつかの取組みがなされつつある。

フィリピン鉄道訓練センタープロジェクトでは、コロナによる影響で集合型研修を行うことが難しい状況になっていることを受けて、遠隔による研修実施を開始するため、WEB 上で研修コンテンツのビデオ配信と指導員・研修生間のリアルタイム相互コミュニケーションを可能とするプラットフォームの構築を進めている。

## 4章 フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術適用に係る基礎情報

### 4-1 フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる政策・法令

#### 4-1-1 情報通信関連法令

フィリピンの建設分野における情報通信関連法令については、特に留意が必要な法令等は、制定されていない。フィリピンの土木・建築分野のデジタルトランスフォーメーションに関わる主な政策を、以下に示す。

#### (1) フィリピンデジタルトランスフォーメーション戦略（Philippine Digital Transformation Strategy :PDTS）2022年

PDTS 2022 は、デジタルトランスフォーメーションの目標を追求するフィリピン政府の計画をまとめたものである。これは、2011年から2016年のフィリピンデジタル戦略、政府情報システム計画、2006年から2010年のフィリピン戦略的 ICT（情報通信技術）ロードマップ、情報通信技術省（DICT）の2012年の電子政府マスタープランなど、これまでの計画や既存の計画を基にしている。

- ・ ユーザーが作成したコンテンツを開発し、オープンソース技術の利用を奨励する。
- ・ 情報やサービスへのオンラインアクセスを提供することで、オープン性を促進する。
- ・ DT 関連コンテンツの開発において、ステークホルダー間のコラボレーションを促進する。
- ・ 政府の腐敗防止運動を支援し、デジタル社会の実現に向けたデータプライバシーとサイバーセキュリティの重要性を挙げている。

#### (2) 電子政府マスタープラン（E-Government Master Plan : EGMP）2022年

電子政府サービス（ICT-ES）の採用を促進する政府の主要機関である情報通信技術省（DICT）は、2022年を計画目標年次とする電子政府マスタープラン（EGMP）を2019年に策定した。EGMPは、公衆衛生、基礎教育、その他政府全体にまたがるプログラムなどの基本サービスのデジタル変換を通じて、電子政府システムを開発するとしている。これを実現させるために、DICTは公共サービスの提供を改善するためのネットワーク整備を進め、デジタル環境を実現することを目指している。また、EGMPは、革新的で包括的で統合されたASEAN共同体を可能にするために、デジタル化された経済を構想しているASEAN ICTマスタープラン（AIM）2020にも合致している。

#### 4-1-2 UAV・施工機材関連法令

フィリピンにおいて、商用でUAV飛行を行うためには民間航空局（CAAP）にドローンを登録して許可を得ること、市町村への撮影許可が必要である。大型のUAV（7kg以上）を飛行する場合、操縦士、オペレーターの資格も必要と規定されている。許認可をワンストップ、オンラインで行うなどによる制度・運用改善による効率改善が考えられる。

今後フィリピンの土木・建築工事において本格的に本邦製品やデジタル技術の導入を図る場合は、基本的な法制度や基準（通信規格、UAV関連の飛行制限／免許制度／許認可、日本政府による軍事転用技術の海外輸出規制<sup>2</sup>、等）のクリアランスが必要となるものも出てくることが想定される。

<sup>2</sup> 外国為替及び外国貿易法（昭和二十四年法律第二百二十八号）及び輸出貿易管理令（昭和二十四年政令第三百七十八号）の定めるもの。基本的には、通信機能等を備えた機材や、電子機器全般が、同輸出規制の対象となり、製品ごとに個別認証が必要になる。無線機能を備えた建機もその対象に含まれる。

表 4-1：商用 UAV 飛行に必要な民間航空局（CAAP）の認証種類

認証種類	要件	提出先
UAV コントローラー 認定証明書	フィリピン民間航空規則の知識テスト（フィリピン民間航空規則パート11に記載されている規則と規則に従ったフィリピン領空でのUAVの操作が対象	FSIS (Flight Standards Inspectorate Service) 内にあるライセンス・証明書部門 (LCD)
	- UAVメーカーが実施するトレーニングコースの修了	
	- 管制官空域外での無人機の運用経験が5時間以上あること	
UAV登録証明書	商業目的で使用するUAVの所有者は、フィリピン民間航空第4部（航空機の登録とマーキング）に記載されている規制ガイドラインに従ってUAVを登録する必要がある。	飛行基準検査院サービス耐空部
	UAVの登録を希望する事業者は、UAVの所有権またはリース契約を証明する書類を添付してUAV登録証明書の申請書を提出しなければならない。その他、航空機登録マニュアルに定める要件が必要な場合もある。	
UAV事業者認定証明書（商業用）	操作マニュアル、フライトマニュアル	飛行基準検査所管のフライトオペレーション部
	UAV保険・第三者賠償責任（TPL）	

フィリピン領空での UAV 運用は、その性質に関わらず、フィリピン民間航空規則パート 11.11.1.2（一般的な UAV 運用）に記載されている一般的なガイドラインを準拠し、下記に述べる安全性を確保する必要がある。

- ・ UAV の操作は無関係者から 30 メートル以上離れていること。
- ・ 地上レベル（AGL）上 400 フィートを超えない高度
- ・ 飛行場基準点（ARP）から半径 10km 外側
- ・ CAAP からの承認がない限り、UAV は人口密集地に近づかないものとする。

#### 4-2 フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる関係機関

土木・建築分野におけるデジタル技術の活用は、発注者・受注者共に、人材やシステム（ハードウェア、ソフトウェア）が求められる。

一方、フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術の活用はほとんど進んでおらず、インフラ整備や、実施機関の人材育成を含む中・長期的なアプローチを検討する必要があると考えられる。

フィリピンの ODA 事業に関わる主な実施機関と管轄分野は、表 4-2 のとおりである。

ここでは、本調査の対象とした DPWH と DOTr について、デジタル技術適用に係る現状を述べる。

また、フィリピンでは、ADB の支援の下、オブ・アラップ・パートナーズ社（Ove Arup

Partners, Hong Kong）により、2017 年 12 月から 2021 年 12 月のまで、デジタル・マネジメント・パイロット調査（Digital Management Pilot Study）が実施されている。（詳細は節 4-4 他ドナーによるフィリピンの土木・建築分野のデジタル技術の適用事例に記載）

表 4-2：フィリピンの ODA 事業に関わる主な実施機関と管轄分野

実施機関名	略称	主な管轄分野
財務省	DOF	税金徴収や管理等
公共事業道路省	DPWH	道路・河川事業等
運輸省	DOTr	運輸・交通事業等
保健省	DOH	保健・医療事業等
情報通信技術省	DICT	情報・通信事業等
環境天然資源省	DENR	環境行政等
国家経済開発庁	NEDA	経済協力事業等
マニラ首都圏開発庁	MMDA	マニラ首都圏の都市開発等
マニラ首都圏水道局	MWSS	上下水道事業等
フィリピン基地転換開発公社	BCDA	（米運基地跡地）都市開発、等

#### 4-2-1 DPWH

DPWH は、国家の開発目標に基づいて、国道や橋梁、洪水調節や水資源開発システム、その他の公共事業の計画、設計、建設、維持管理を担当している。

しかしながら、現在 BIM の活用は行っておらず。今後も事業に BIM を導入していく方針や計画等はこれまでのところない。

#### 4-2-2 DOTr

DOTr は、主に公共交通分野において鉄道・空港・港湾の事業の計画、設計、建設、維持管理を担当している。

DOTr では、現在、デジタル・マネジメントのためのプロジェクトチームを設置している。また、事業単位のサブ・プロジェクトチームも設置しており、マニラ首都圏鉄道事業（MMSP）及び南北通勤鉄道事業（NSCR）において、ADB 事業で導入したオラクル社（Oracle）の Aconex や、ベントレー社（Bentley）の ProjectWise 365 のクラウドサービスを CDE として利用し、デジタルデータの管理用のプラットフォームを構築した上で、GIS（地理情報システム）によるアセットの管理等を実施している。また、今後、全ての事業に BIM を導入していく方針である。

##### (1) BIM の導入に関わる ADB の支援の概要

ADB の IPIF プロジェクトにおいては、表 4-3 に示す BIM マニュアルを含む成果物が、既に作成されている。

表 4-3 : IPIF プロジェクトの成果品一覧

No.	レポート名	Ver. /改訂日
1	成果物No.3 建設管理計画	B / 2019年9月30日
2	成果物No.6 文書管理システムマニュアル	D / 2020年8月3日
3	成果物No.7 計画およびプログラムマニュアル	B / 2020年12月23日
4	成果物No.8 CADマニュアル	C / 2020年8月3日
5	成果物No.9 BIMマニュアル	B / 2020年8月3日
6	成果物No.10 評価および推奨レポート	A / 2020年7月3日
7	移行計画	A / 2020年3月24日

出典：共同企業体作成

##### (2) BIM マニュアルの目的

DOTr の BIM マニュアルには、発注者である DOTr のアセットマネジメントに向けた総合的な目標を達成するため、コントラクターが達成すべき発注者の BIM に関わる要求事項が定義されている。DOTr の BIM マニュアルの要求事項においては、ISO19650 に準拠すると共に、BIM レベル 2（BIM を含むデータによる設計情報、資産情報の管理）を達成しなければならない、としており、以下を目的としている。

- ・ アセットマネジメントのライフサイクル全体で使用するためのデータ共有環境（CDE）を構築し、関係者間の協調的な設計とレビューのプロセスを確立すること。
- ・ 生産プロセスを標準化し、全ての成果物と情報が、指定された DOTr 統一された手法で生産されること。
- ・ BIM モデルのデータ構造を定義し、そのデータが将来の施工記録、運用、保守に適したものにすること。
- ・ 設計・施工・性能・運用を可視化し、工程や施工シミュレーションによりムダを省くこと。

- ・ DOTr の運用保守チームが使用できるオープンソースの As-built BIM モデルを提供すること。

1) プロジェクト情報管理プロセス

DOTr の BIM マニュアルに示された情報作成の方法と、手順を、表 4-4、各設計段階の BIM モデルの詳細度 (LOD) に関わる要求事項を、表 4-5 に示す。

表 4-4 : 情報作成の方法と手順

項目	コンサルタント	コントラクター
A) ファイル・文書命名構造	コンサルタントは、設計段階に先立ち、DOTr の文書管理システムマニュアルに従って、共通データ環境にアップロードされるモデルと文書のファイルの命名と番号付けのルールを定義するものとする。	
B) CAD	コンサルタントは、設計段階に先立ち、DOTr の CAD マニュアルの要求事項に基づいて作成される 2 次元 CAD 図面を定義するものとする。	
C) 3Dモデル	BIM モデルは、DOTr の BIM マニュアルの要求事項、または、設計段階に先立ちコンサルタントが作成した BIM 実施計画書 (BIM Execution Plan: BEP) に則り、作成されなければならない。	BIMモデルは、各要素がその量、サイズ、形状、位置、方向に従って正確に入力されていることを確認する。
		全ての分野とそれをサポートするサプライチェーンが、いつでも調整可能なようにCDE上のBIMモデルを維持管理する。
D) BIMモデルの詳細度 (LOD)	コンサルタントは、設計構築の開始前に、LODの仕様表を含む、BEPをリードコントラクターから受領し、承認しなければならない。	AIA E203-2013の要件、およびBIMフォーラムの詳細度 (LOD) 仕様パート1と建築情報モデルとデータの解説 (2019年) に準拠したBIMモデルを作成する。
		設計段階に必要な詳細度 (LOD) を記述し、モデルの各要素とコンポーネント、設計を担当する分野を指定する。
		設計の開始前に、詳細度 (LOD) の仕様表を含むBEPをコンサルタントに提出しなければならない。
E) 干渉チェック	異なる工種間の工事や部材の調整に関わる干渉チェックを事前に実施し、報告書を作成する。 また、プロジェクトのライフサイクル中に BIM チームが干渉チェックを更新・記録する。 干渉チェックの詳細報告書は、様々な分野間の調整を確認するために、DOTr とコンサルタントに提出されなければならない。 干渉チェックに必要なパラメータ及び要件は、事前にDOTr 及びコンサルタントと合意するものとする。	

出典 : IPIF レポートを基に共同企業体作成



表 4-5：各設計段階の BIM モデルの詳細度 (LOD)

詳細度 (LOD)	通常のプロジェクト	設計施工プロジェクト
100 (コンセプト)	調査段階	調査段階
200 近似幾何学	基本・詳細設計	技術設計
300 / 350 (精密幾何学)		設計施工
400 (製作・組立)	設計施工	
500 (As-built)	As-built	As-built

出典：IPIF レポートを基に共同企業体作成

### 4-3 フィリピンの土木・建築分野におけるデジタル技術普及に関わる情報通信インフラの整備状況

#### 4-3-1 インターネットに関わるインフラの状況 (関連する規格、サービス品質、等)

通信事業者は、PLDT、Globe、Mislattel の 3 社。携帯電話は、SMART (60%) と Globe (40%) が寡占している。

フィリピンにおける携帯電話加入者数は、総人口の約 150% (2019 年) に達し、広く普及している。

携帯電話のカバーエリアは、都市部を中心に広いものの、ルソン島南東部のカラバルソン地方の道路沿線でつながらないなど全国で安定した通信ができるとは言いがたい。

4G または 4G+ (LTE) 規格の通信が提供されており、Globe は 5G の提供を 2020 年 7 月に開始した。



出典： <https://www.nperf.com/>

図 4-1：携帯電話 (Globe) カバー状況

DIGITAL 2019 調査によると、平均ダウンロードスピードは、携帯電話が 15.1 Mbps、固定ブロードバンドでも 19.0 Mbps である。AR ヘッドギアを使った遠隔技術支援システム (AR イメージ参照) は、5.0Mbps 程度が必要とされるため、数値上は運用が可能である。

ただし、現地居住者からは、つながるものの通信速度が遅いとの報告があり、実際に試行した上で判断する必要がある。

また、政府は、公共無料 Wi-Fi インターネット接続プロジェクト「Pipol Konek」を実施している。国連開発計画 (UNDP) の支援も得て、全国で 6,000 か所を目標として整備しており、公共施設で無料のネット利用が可能となる計画であるが、通信速度は 512kbps 程度で高速通信は期待できない。

### 4-3-2 フィリピンにおける衛星測位システムの適用に関わるインフラ及び関連する規格等の状況

#### (1) フィリピンにおける測地基準系と関連法規

現時点でのフィリピンの測地基準系は PRS92 である。管理する組織は、フィリピン国土地理院 (National Mapping and Resource Information Authority : NAMRIA) である。1988 年の環境天然資源省 (Department of Environment and Natural Resources : DENR) 行政令 31 号により、NAMRIA は、地図作成サービスを国民に供給し、中央地図作成機関と規定された。また、2011 年の行政令 16 (Administrative Order No16, 2011) は、省庁が行う空中及び衛星からの空間データ取得について NAMRIA と調整することとなっている。



出典：NAMRIA—GEOPORTAL(2021.1)

図 4-2：電子基準点の設置状況

1993 年に大統領令 No.45 (Executive Order No45, 1993) において全国の測量・地図作成の基準として PRS92 が定められ、測量・地図の基準としての PRS92 の全国展開のために、PRS92 プロジェクトが実施された。2015 年 6 月に第 69 回国連総会にて加盟国の世界測地基準座標系への移行が決議され、NAMRIA も大統領令 No.45 の改正を起草し、2020 年までに電子基準点 163 基を設置して測地基準座標系である ITRF (International Terrestrial Reference Frame) に沿った新しい座標系 PDG2020 に移行する計画を発表したが、計画通りには進まなかった。現在、PageNET (Philippine Active Geodetic Network) という名称の電子基準点網が構築されており、2020 年 4 月現在で 54 点(日本の電子基準点 1240 点：国土地理院 HP)の設置が行われているが、本年 1 月に GeoPortal にて公開されている電子基準点の数は、図 4-2 に示すとおりレベル 1 (赤) が 3 点、レベル 23 (青) が 4 点、レベル 3 が 30 点に留まっている。

2020 年までに電子基準点 163 基を設置して測地基準座標系である ITRF (International Terrestrial Reference Frame) に沿った新しい座標系 PDG2020 に移行する計画を発表したが、計画通りには進まなかった。現在、PageNET (Philippine Active Geodetic Network) という名称の電子基準点網が構築されており、2020 年 4 月現在で 54 点(日本の電子基準点 1240 点：国土地理院 HP)の設置が行われているが、本年 1 月に GeoPortal にて公開されている電子基準点の数は、図 4-2 に示すとおりレベル 1 (赤) が 3 点、レベル 23 (青) が 4 点、レベル 3 が 30 点に留まっている。

#### (2) 測位インフラの課題

JICA 事業においても、行政令 16 にしたがって DPWH や DOTr の測量作業は、PRS92 への取り付けが義務化されている。この座標系は、1927 年に定められた古い測地基準系 (Luzon datum) を改訂したものであり、DENR は省令 Circular No. 2010-06 にて旧座標系から PRS92 から変更のガイドラインを定め移行を進めた。PRS92 は、Balanacan を原点 (南部の歪みが大きい) とし、楕円体 (Clarke1866) や地球重心が世界測地基準座標系で使用される人工衛星

	精度	設置間隔	設置数
0次	1ppm	70km	65
1次	10ppm	50km	318
2次	20ppm	20km	2,360
3次	50ppm	10km	5,266
4次	100ppm	50km	29,591

出典：国土交通省報告書—(2018.3)

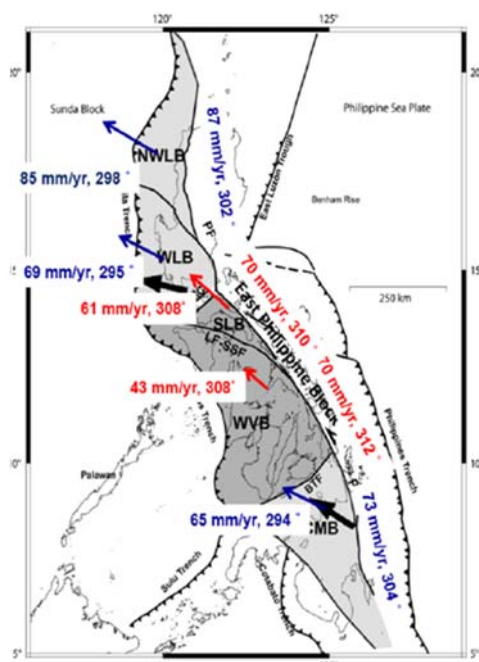
表 4-1：フィリピンの三角点・基準点

で一義的に決められたものと大きく異なる。

また、地殻変動を伴う地震がある度に本来は標石基準点を再計測して座標系を修正する必要がある。図 4-3 に示すとおりフィリピンの地殻変動の方向や大きさは、地点ごとに異なっている。

表 4-1 に示すとおり、フィリピンには、0 次から 4 次までの標石基準点数(2018 年)があり、水準点は 22,000 点ある。また、毎年の地殻変動を補正する係数算出（セミダイナミクス補正：フィリピンでは約 8cm/年）も必要である。

こうした状況下では、PRS92 に準拠した測量は、工事ごとにローカルな座標系を使用した場合と同じ結果を招き、時間の経過と共に整合性が取れなくなること、衛星測位の結果（WGS84）の座標を PRS92 には正確には変換できない（簡便な一次式を用いる程度）ことに十分に留意しておく必要がある。



出典：NAMRIA—(2016.10)

図 4-3：フィリピンの地殻変動



出典：NAMRIA—(2016.10)

図 4-4：電子基準点の変位方向

以上を纏めると、下記となる。

- ・ 法律で測量事業はすべて測地座標系 PRS92 に従うことが義務化されている。
- ・ PRS92 は測位衛星を基準にした世界標準ではない（移行できていない）。
- ・ PRS92 のメンテナンス（地震ごとに標石基準点をはかりなおす）が不完全である。
- ・ GNSS を使用するドローン測量、ICT 建機の利用においては WGS84 で統一し作業が終了してから納品時に PRS92 座標へ変換する等の対策が必要である。

### (3) 電波法などの課題

#### 1) 衛星測位データの受信

衛星からの測位電波は、ITU（国際電気通信連合）の認可を得て、L（L1,L2,L5,L6）バンドを使用し地上へ送信している。加盟国においては、電波干渉が起きないように各国の電波法にてその管理が行われている。フィリピンは、NTC（National Telecommunications Commission Department of Transportation and Communications）が電波法を管理してい

る。フィリピンは、上記 ITU におけるアジア・太平洋地域の理事会メンバーであり、加盟国の管理方法に基づき、原則、電波干渉の問題は生じない。

受信後の衛星データの伝送プロトコルの国際規格は、RCTM (Radio Technical commission for maritime services) フォーマットとして定められているが、技術の進歩により VER3.2MSM5、VER3、VER2.3 等の複数のプロトコルが流通している。PageNET の配信においては、RCTMver2.3 が使用されているが、提供サービス範囲がメトロマニラに限られている。民間の L バンドを利用した違法無線の利用について、懸念されたものの、違法電波利用の障害事例は、フィリピンでの測位機材の販売企業からの聞き取りからは、確認できなかった。

## 2) ドローン利用に関する規制等

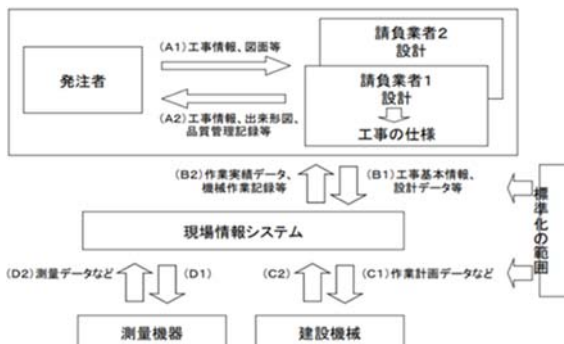
フィリピン DTI (Department of Trade and Industry) をカウンターパートとした国際建設交流事業においてドローントレーニングをフィリピン国内で実施した際に下記の許可を必要とした。(マツザワ瓦店ヒアリング)

- ・ ドローンの無線利用に関し、NTC 申請が必要である。この場合において NTC の定める電波法の要求事項を満たした機体を用い、テスト済みの場合申請において 6 週間程かかる
- ・ ドローンオペレーションに関し、フィリピン航空庁 (CAAP) から RPA 操縦士認定証を取得することを義務付けられている。
- ・ (<https://www.kuroda-law.gr.jp/column/philippines-column/5512/>)
- ・ 人口密集域や空港、軍事施設付近では禁止されている。変更事項も多く、都度飛行許可申請について国外業者の可否や手順等を確認する必要がある。

### 4-3-3 フィリピンにおいて我が国の自動化施工 (i-Construction) 技術を実装する際の条件等

#### (1) 自動化施工のデータ交換に関わる規格等

我が国が推進する i-Construction の ICT 建機で使用する BIM データの規格や、異なる企業の ICT 建機を統合する情報統合プラットフォームの標準プロトコルの規格については、ISO15143 で定められている。これは、国際的なデータの交換フォーマットを定めるものであり、各建設マネジメントシステムなどの情報プラットフォーム内部のデータ形式とは異なる。ISO15143 がデータ交換標準であるのに対し、IFC (Industrial Foundation Class) では、データフォーマットではなく、記述方法を標準化している。海外では IFC 標準にそって Land XML などの記述が行われている。



出典：土木技術資料 51-6(2009) 情報化施工におけるデータ交換標準

図 4-5 : ISO15143 標準化の範囲

しかしながら、我が国の i-Construction の異なる建設マネジメントシステム間のデータ互換の確保や統合的な利用に至る情報プラットフォームの構築研究はまだ始まったばかりであり、直ちにフィリピンにおいて実装できる段階にはない。

なお、先進的にはフィンランドでは政府が率先して開発をおこなった InfraKit という標準化にそった建設データの流通システムがある一方、フィリピンにおいては、まだ建設機械のデジタルデータの交換にかかる規格については、機材の導入も行われていない状況であり、国際標準への準拠については今後の課題となる。





出典：i-Construction 海外展開検討会資料（2020年10月：大林組）

図 4-6：フィンランド政府開発の InfraKit

また、地理情報においては、ISO19100 シリーズ（地理情報）において、データやサービスの標準化が実用レベルで進展している。データについては、互換性を確保するため、ISOと並行して OGC（Open Geospatial Consortium）が中心となって GML や 3次元空間モデルの標準化を実施している。

国土交通省都市局で開始された都市 3D モデル化事業においては、この OGC の標準仕様に基づいた City GML の記述方式が採用されている。

フィリピンにおける GIS データの交換については、Shpaefile 形式による提供、交換が行われている（DOST：LiPAD（Lidar Portal for Archiving and Distribution））。NAMRIA においても地図データの提供が行われているものの、これまでのところ、地図を画像化したデータ（PDF、JPEG）の提供となっている。

#### 4-3-4 個人情報管理に関わる制度・基準の状況

フィリピン国でデジタル技術を活用する際に、情報管理の側面から押さえておくべき事項として、個人情報の取り扱いに関する法律と、政府機関が利用するシステム基盤に関する対応方針がある。

##### (1) 個人情報保護法の概要

フィリピンで大きな市場を持つ BPO（ビジネス・プロセス・アウトソーシング）ビジネスによる個人情報の取り扱いが必要となることや、インターネットを利用する市民からの要請などを背景として、2012年に個人情報保護法（Data Privacy Act of 2012, Republic Act No. 10173）が制定され、2017年より施行されている。本法律は政府及び民間企業の情報通信システムにおける個人情報の保護を目的とし、情報の自由な流通を確保しながらプライバシーや基本的人権を保護することを方針としている。

##### 1) 個人情報保護法における個人情報の定義

記録の形式を問わず、それにより個人の特性が明白もしくは当該情報を有する者により合理的かつ直接的に確定することのできる情報、または、他の情報と併せることによりその個人を直接かつ確実に特定することのできる情報である。（個人の役職、勤務先住所、およびオフィスの電話番号といった情報は適用外）また、人種、年齢、宗教や健康情報に関しては、機密性の高い個人情報とされている。

##### 2) 個人情報の取扱い義務

個人情報の取り扱いに関して、正当な目的のために収集し、公正かつ合法に処理し、その正確性を確保し、その利用目的のために妥当であり必要以上のものではなく、必要な期間に



についてのみ利用等されるべきとの原則を定め、これに合致する処理がなされることを義務づけている。例えば、個人情報の取得に際して情報提供者から同意を得ることや、収集した個人情報を保護するために講じなければならない、組織的（社内規則の制定、担当者の配置、個人情報処理状況の記録等）、物理的（定期的な監視、セキュリティインシデントへの予防措置や是正処置等）、技術的（コンピュータネットワークの保護等）なセキュリティ対策が必要である。なお、機密性の高い個人情報に関しては暗号化等の追加要件が設定されている。

### 3) 罰則

保護対象の個人情報に関して、同意を得ていない目的での処理や第三者への開示を行った場合、一定の懲役及び罰金が課される。法人による違反である場合、責任者にも罰則が課される。また外国人による場合は前述の罰則に加えて国外追放となる。

### 4) 個人情報の取り扱いに関する留意事項

取り扱う個人情報がフィリピン国民に関するものであることや、取り扱う事業者がフィリピン国と関連がある場合、データの処理が国外で行われる場合でも、本法律の適用対象となる。また、データの処理を外部委託する場合においても同様の遵守が必要なため、クラウドサービス等を用いて個人情報を取り扱う場合は、サービス事業者がその責任範囲において本法律を遵守できるかを確認する必要がある。

#### (2) 政府機関が利用するシステム基盤に関する方針

フィリピン政府機関がデジタル技術を活用する際のシステム基盤の重要性が高まるなかで、2017年に DICT よりクラウドファーストポリシー（Cloud First Policy）が Department Order として公布され、クラウドコンピューティングを第一に検討することが示されている。近年、COVID-19による影響を超えたニューノーマルへの移行に向け、本 Order の重要性が高まり、公立大学、政府所有企業や自治体を含めたすべて政府機関が適用対象となる改訂が2020年6月に行われるなど、デジタル技術活用に向けた準備が進められている。

表 4-6：フィリピン・クラウドファーストポリシーの要件

重要度区分	推奨されるシステム基盤	データ例
1. 非機密データ (Non-sensitive data)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DICT認定の国内外パブリッククラウド</li> <li>・ DICT運営のクラウド</li> </ul>	公開データ、未分類データ、公共の関心事項、Webサイト情報等
2. 機密データ (Sensitive data)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DICT認定の国内外パブリッククラウド</li> <li>・ DICT運営のクラウド</li> <li>・ データ暗号化が必要</li> </ul>	事業データ、email、個人が特定できる学歴・財務・医療データ、保護された健康情報、“Restricted”と分類されたデータ等
3. 上位機密データ (Above-sensitive data)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DICT認定の国内パブリッククラウド</li> <li>・ DICT運営のクラウド</li> <li>・ データ暗号化が必要(区分2よりも高い水準)</li> </ul>	“Confidential”と分類されたデータ（政府プロジェクトの計画、定期レポート、軍事情報、個別に制限されたデータ等）
4. 極秘データ (Highly sensitive data)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プライベートクラウド（場合により）</li> <li>・ データ暗号化が必要(区分3よりも高い水準)</li> </ul>	“Top Secret” や “Secret” と分類されたデータ（協定交渉などの政治的に重要なデータ、国民経済に影響するプロジェクト案(公開前)等）

出典：DICT Department Circular No. 2017-002: Prescribing the Philippine Governments Cloud First Policy / DICT Department Circular No. 010, s.2020: Amendments to Department Circular No. 2017-002

#### 4-4 フィリピンの土木・建築分野の他ドナー事業におけるデジタル技術の適用事例

ADB は、フィリピンに限らず、従前より建設プロジェクトにおける実施機関のキャパシティビルディングについて、デジタル技術を適用した効率的な実施を試みてきている。フィリピンにおける近年の案件では、マロロス〜クラーク鉄道建設の立案段階（2019年）にお

いて、DOTr に対するキャパシティビルディングの一環として、表 4-7 に示すシステムを 2023 年までに導入することが検討されていた。

表 4-7：ADB が検討していた IT システム

	対象管理区分（システム種類）	概要
1)	プロジェクト管理 （文書管理支援 システム）	プロジェクト関係者間をワークフローで連携して、プロジェクトの文書と資金を管理するもの
2)	建設したアセットの維持管理 （アセットマネジメントシステム）	維持管理業務支援を目的とし、一般的には維持管理の計画・実施・結果記録までを範囲としている

出典：ADB “Proposed Multitranches Financing Facility Republic of the Philippines: Malolos-Clark Railway Project”, April 2019

## 5章 土木・建築分野の我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の検討

### 5-1 本調査の対象とする ODA 事業の状況

本調査の対象とする ODA 事業のコントラクターに対する質問票の回答書（ANNEX 2 参照）、及び回答書に基づくヒアリングを実施し、ODA 事業ごとにデジタル技術の適用に関わる現況や、将来的な導入の予定、また、デジタル技術の導入に関わるインフラの整備状況等について、確認を行った。特に、BIM の導入の有無については、今後、適用可能なデジタル技術の範囲を検討する際の基本的要素となる。

上記により確認を行った本調査の対象とする ODA 事業のデジタル技術適用に関わる主な状況は、表 5-1 のとおり。

表 5-1：本調査の対象とする ODA 事業のデジタル技術適用に関わる状況

分野	プロジェクト名	実施期間	B. 事業の実施状況		C. デジタル技術の適用可能性		D. 情報・通信インフラの状況（施工現場）			E. BIM の使用状況
			Q3. COVID-19 の影響	Q5. COVID-19 の影響による工期の遅れ	Q7. デジタル技術の導入状況	Q7. 新規のデジタル技術の導入予定	Q12. 高速インターネット	Q13. 携帯電話サービス	Q14. 電力	Q16. BIM の導入（予定）
1. 公共事業道路省（DPWH）案件										
道路・橋梁	幹線道路バイパス事業（III）	2018-2022	○	10カ月以上	ビジネスチャット（WowTalk）、ウェアラブルカメラ（GoPro）、監視カメラ	—	—	○	—	—
	ダバオ市バイパス建設事業	2015-2024	○	—	軸重計（Weigh-in-Motion）、トンネル掘削管理システム、オンライン会議システム	トンネル掘削システム、トンネルモニタリングシステム（地上レーダー）、トンネル換気システム、AIを使用したトンネル掘削前方探査	—	—	○	—
	ダルトンパス東代替道路建設事業（協力準備調査）	2019-2021	○	6カ月以上	BIM（プレゼンテーション用）、LIDAR測量	—	—	不明	—	—
	中央ミンダナオ高規格道路整備事業（協力準備調査）	2020-2021	○	—	UAV測量、オンライン会議システム	—	—	不明	○	○（プレゼンテーション用）
	セブ・マクタン橋（第四橋）及び沿岸道路建設計画（詳細設計）	2020-2022	○	—	オンライン会議システム	UAV LIDAR測量	—	○	○	○（プレゼンテーション用）
	ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業（詳細設計）	2019-2021	○	5カ月以上	UAV測量、オンライン会議システム	—	—	—	○	—

分野	プロジェクト名	実施期間	B. 事業の実施状況		C. デジタル技術の適用可能性		D. 情報・通信インフラの状況 (施工現場)			E. BIMの使用状況
			Q3. COVID-19の影響	Q5. COVID-19の影響による工期の遅れ	Q7. デジタル技術の導入状況	Q7. 新規のデジタル技術の導入予定	Q12. 高速インターネット	Q13. 携帯電話サービス	Q14. 電力	Q16. BIMの導入 (予定)
2. 運輸省 (DOTr) 案件										
鉄道	マニラ首都圏地下鉄事業 (フェーズ1)	2018-2027	○	1年以上	GIS, BIM, オンライン会議システム	—	○	○	○	○
	フィリピン鉄道訓練センター (PRI) 設立・運営能力強化支援プロジェクト	2018-2023	○	本邦研修中止	オンライン会議システム (Zoom)	XRを用いたバーチャル研修, MMS	○	○	○	—
	南北通勤鉄道事業 (マロロスーツツバン)	2015-2021	○	3ヵ月以上	GIS, BIM, オンライン会議システム (Zoom, Google meet)	GIS, BIM, ビデオ通話システム	○	○	○	○
	マニラ首都圏大量旅客輸送システム拡張事業	2015-2022	○	6ヵ月以上	オンライン会議システム	—	○	○	○	—
	首都圏鉄道3号線改修事業	2019-2022	○	6ヵ月以上	オンライン会議システム	—	○	○	○	—

出典：ODA 事業に従事する企業へのヒアリングを基に共同企業体作成 ※ 2021年2月時点

### 5-1-1 COVID-19の影響

本調査の対象とする案件の全てが COVID-19 から何らかの影響を受けている。コントラクター各社は、Zoom や Teams といったオンライン会議システムによる各種打ち合わせや、ファイル交換サービスを使用した PDF による設計データの交換など、日本からの遠隔操作により、業務を実施しているものの、現地作業に比べ、作業効率が大幅に低下している、との意見は、各コントラクターに共通している。

DPWH が実施機関となっている道路分野の案件については、「ダバオ市バイパス建設事業」をはじめ、多くの案件が、ミンダナオ島やセブ島など地方部で実施されている。特に、調査対象の三つの道路分野の案件が実施されているミンダナオ島では、フィリピンの現地の工事関係者についても、外部からミンダナオ島に移動する際は、2 週間の自主隔離が義務付けられており、その間は、現場での作業に当たることができない状況である。

DOTr が実施機関となっている鉄道分野の案件についても、2020 年 3 月以降工事が中断し、当初の予定工期に比べ、6 ヶ月以上 (2021 年 2 月) の工期の遅れが生じている事業が多い。また、技術協力プロジェクトである「フィリピン鉄道訓練センター (PRI) 設立・運営能力強化支援プロジェクト」においては、2021 年 4 月から本邦研修 (研修先：東京メトロ) を予定していたものの、渡航制限により、研修員の日本への渡航が不可能になったため、オンラインによる研修に切り替えるなど、大きな影響が出ている。

### 5-1-2 デジタル技術の適用可能性

情報・通信インフラについては、コントラクターの現場の工事管理事務所のあるミンダナオ島のダバオやコタバトなど地方都市の市街地においても、概ね、インターネットや携帯電話のサービスによってカバーされており、通信品質は必ずしも高くないものの、日本国内の事業所と現場の工事管理事務所との間のオンライン会議は、実施できている状況である。

他方、ミンダナオ島やセブ島の施工現場においては、市街地から数キロ離れると、インターネットや携帯電話のサービスの圏外となり、現場とリアルタイムで通信を行うことは、困難なことから、現地状況の確認は、写真やビデオ撮影された画像をメール等に添付して送る形になるとのことである（「ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業」ヒアリング）。

こうした中、現状、導入されているオンライン会議システム以外のデジタル技術としては、UAV（ドローン）による LiDAR（レーザー測量）を用いた地形測量程度に限られている。これらの測量に当たっては、操縦ライセンスを有する現地業者に測量から地形図の作成までを再委託しているとのことである。また、測量に使用する位置座標については、フィリピン国土地理院（National Mapping and Resource Information Authority: NAMRIA）の電子（国家）基準点を参照している、とのことである。

また、「ダバオ市バイパス建設事業」においては、我が国の総合建設会社が有するトンネル掘削管理システムの導入が想定されているものの、施工現場は、インターネットや携帯電話のサービスの圏外であることから、現在、携帯電話サービスを行う現地企業に対し、ネットワークの整備に係る交渉を行うなど、本邦技術の現地への適用可能性を検討している、とのことである。

DOTr が実施機関となっている「フィリピン鉄道訓練センター（PRI）設立・運営能力強化支援プロジェクト」においては、上述のとおり、予定していた本邦研修をオンライン研修に切り替えている。こうした中、当初、線路の保守点検に関わる研修については、研修員を実際の現場で実地訓練する計画であったものの、COVID-19 の渡航制限により、研修員の入国が不可能になっていることから、今後は、XR（複合現実）を用いたバーチャル研修等に対応することも検討している、とのことである。

### 5-1-3 BIM の使用状況

DPWH が発注者（実施機関）となっている道路分野の案件については、いずれの案件においても現状、BIM は使用されておらず、今後も BIM を導入する予定はない、とのことであった。

これは、コントラクターの調達に当たり、仕様書に BIM の適用が義務付けられておらず、コントラクター自身としても、仕様書に規定がなければ、あえて設計・施工プロセスに BIM を導入するインセンティブが働いていないことの証左である。

なお、JICA が発注者となっている「中央ミンダナオ高規格道路整備事業」や、「ダルトンパス東代替道路建設事業」の概略設計の協力準備調査においては、成果品に詳細度 200 の BIM によるモデルの作成が含まれているものの、アウトプット（出力）の使用目的は、あくまで施主との打ち合わせ等に使用するプレゼンテーションに留まっている。

特に、JICA の協力準備調査では、成果品としても BIM のファイル形式のデータの提出や、施工を行うコントラクターの調達に係る入札図書に含まれる設計図書の一部として、BIM のデータを活用することは、想定されていない。

上記は、属性データを含む設計図書としての BIM とは、大きく概念が異なっており、BIM のソフトウェアを使用しなくとも、従来の 2D CAD や、モデリング用のフリーソフトで十分対応することができるため、JICA の協力準備調査において、上述の施主との打ち合わせ等を目的に BIM のソフトウェアを使用することは、必要以上の投入量（コスト）を要し、調査の効率性や、協力準備調査後の事業の実施に係る生産性の面でも大きなメリットはない、と考えられる。

他方、DOTr が発注者（実施機関）となっている鉄道分野の案件については、既に一部の事業に BIM が正式に導入されている。DOTr では、ADB の支援の下、オブ・アラップ・パートナーズ社（Ove Arup Partners, Hong Kong）により、2019 年から 2020 年までの間、デジタル・マネジメント・プログラム事業（Digital Management Program）が実施された。



当該事業においては、DOTr の BIM を含む設計情報等の情報管理の方法を定めた国際標準規格である ISO19650 に基づくマニュアルが整備されている。

また、既に DOTr では、南北通勤鉄道事業（NSCR）及びマニラ首都圏鉄道事業（MMSP）において、オラクル社（Oracle）の Aconex や、ベントレー社（Bentley）の ProjectWise 365 といったクラウドサービスを利用し、デジタルデータの管理用のプラットフォームを構築しており、事業に関わる施主、施工監理コンサルタント、施工会社、下請け等の関係者がクラウド上で図面や、契約書類等の情報の交換が行えるような環境を整えている。

DOTr では、現在、従来の 2D CAD から BIM への移行を進めており、オブ・アラップ・パートナーズ社が作成した（BIM）マニュアルに沿って実施しており、DOTr では、今後、全ての事業に BIM を導入していく方針である。

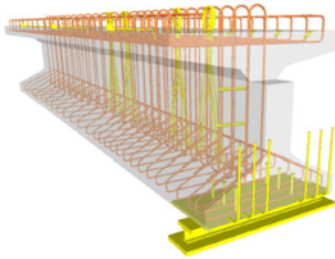
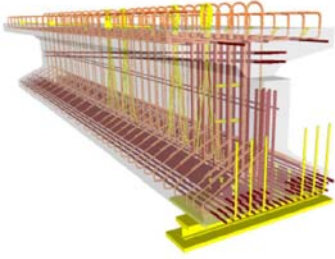
マニラ首都圏鉄道事業（MMSP）においては、コンサルタントが、詳細設計図を LOD（詳細度）300 の BIM モデルで作成し、コントラクターの入札に使用しようとしている。

また、コントラクターには、既に BIM の使用を義務付け、施工完了後の竣工モデル（as-built models）において、LOD（詳細度）500 の BIM モデルで納品することを、DOTr の要求事項としている。

一方、かかる BIM による詳細図や竣工モデルの作成については、マニュアルの適用以前に既に詳細設計や工事に関わる請負者（コンサルタント、コントラクター）の調達が行われていることもあり、設計業務や工事が全てマニュアルに従って実施されている訳ではなく、現状、試行的な運用が行われている状況下にある。

特に、フィリピンで実施中の鉄道分野の ODA 事業のほとんどが、STEP 条件の下での有償資金協力により実施されている。通常、詳細設計や入札図書を作成といったコンサルタント業務は、借入国側が実施する国際競争入札によってコンサルタントの調達が行われ、有償資金によってコンサルタント業務が賄われる。一方、STEP 条件の下では、有償 D/D により、JICA が詳細設計を実施している案件も存在する（MMSP、NSCR）。有償 D/D においては、JICA が発注者であり、DOTr のマニュアルが整備される以前に調達が行われた有償 D/D を実施するコンサルタントの当初の契約には、BIM による詳細設計の実施は含まれていないため、契約途中からの DOTr のマニュアルに沿った BIM の適用が一層、困難になっている。

また、上述のとおり、コントラクターは、竣工モデル（as-built models）を、LOD（詳細度）500 の BIM モデルで納品することになっており、DOTr のマニュアルに従えば、LOD350 以上のモデルには、配筋図のモデルを作成することになっているものの、MMSP の施工監理に従事するコンサルタントへのヒアリングによると、現状、LOD500 の竣工モデルであっても配筋図のモデルまで作成することは、想定していない、とのことである。

<p>350</p>	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reinforcing Post-tension profiles and strand locations</li> <li>Reinforcement called out, modeled if required by the BXP, typically only in congested areas</li> <li>Pour joints and sequences to help identify reinforcing lap splice locations, scheduling, etc.</li> <li>Chamfer</li> <li>Expansion Joints</li> <li>Lifting devices</li> <li>Embeds and anchor rods</li> <li>Post-tension profile and strands modeled if required by the BXP</li> <li>Penetrations for items such as MEP</li> <li>Any permanent forming or shoring components</li> </ul>	 <p>LOD 350 Railroad Bridges Precast Structural I Girder (Concrete), From <a href="http://kerd.com">kerd.com</a></p>
<p>400</p>	<p>Element modeling to include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>All reinforcement including post tension elements detailed and modeled</li> <li>Finishes</li> </ul>	 <p>LOD 400 Railroad Bridges Precast Structural I Girder (Concrete), From <a href="http://kerd.com">kerd.com</a></p>

出典：BIM Forum, Level of Development (LOD) Specification Part 1 & Commentary

図 5-1：LOD ごとの詳細度（鉄道橋梁の例）

設計業務や工事が全てマニュアルに従って実施されている訳ではなく、現状、試行的な運用が行われている状況下にある。

他にも、南北通勤鉄道事業（NSCR）では、DOTr は、ArcGIS を用いて、アセットの管理や用地取得の進捗管理等を実施している。

## 5-2 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の検討

今日、デジタル技術は、土木／建築分野の設計／施工の生産プロセスだけでなく、運営・維持管理までを含むアセットマネジメントのライフサイクル全体を対象に導入されている。特に、本業務の対象には、施設建設後、PPP や第三セクター（公社等）により運営が行われる事例もある鉄道、上下水分野や、土木構造物に比べ相対的に改修工事の頻度が高い建築分野も含まれる。これらは、施設を財（アセット）として捉え、建設コストだけでなく、運営・維持管理コストまでを含めたライフサイクルコストの観点からデジタル技術の導入を提案することが有効である。また、ライフサイクルコストの観点からは、2000 年初頭から世界銀行を中心に、途上国の道路ネットワークを計画的に維持管理・更新することを目的に、地理情報システム（GIS）によるインベントリー（台帳）の作成が支援されてきた。

土木分野については、我が国では国土交通省により DX 技術の建設現場への導入を“i-Construction”として体系づけ、建設生産システム全体の生産性向上を図り、もっと魅力ある建設現場を目指す取り組みが行われている。近年の衛星測位と ICT 技術の進展によりロボット、データによる生産管理を実現させ、建設現場に最先端のサプライチェーンの技術を導入し現場における各工程の待ち時間のロスを少なくし建設生産システム全体の効率化を図る試みが行われている。こうした我が国の i-Construction の取り組みを海外で適用するためには、技術だけでなく、基準類、発注方式等パッケージでの展開が必要とされる。調査・測量・設計、施工・検査、維持管理・更新までの建設生産システムとして適用することを前提に、国際標準化やパッケージ化等を考慮しながら、各要素技術の導入を進めることが重要である。

表 5-2：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用が想定される主なデジタル技術

生産プロセス	技術名	概要	適用可能分野 ※ 適用条件等
1) 計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>ビッグデータ活用</li> <li>GPSデータ活用</li> <li>AI画像分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>携帯電話の位置情報（GPS）を用いて、人の動きを定量的に把握する技術</li> <li>衛星画像や動画などにAI分析をかけ、定量的な分析を行う技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地利用や交通量の定量把握による地域・都市計画に適用可能</li> <li>都市開発等の開発効果の確認に適用可能（開発効果の定量化）</li> </ul>
2) 測量・調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>衛星測位システム</li> <li>ドローン測量</li> <li>地上レーザースキャナ（LiDAR）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全地球測位システム（GNSS）によるローバー測量、ドローン測量、地上レーザ測量により3次元データを短時間で収集する技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>敷地測量、検査業務に適用可能</li> <li>測位システムの実装には、電子基準点等のインフラ整備が必要。</li> </ul>
3) 設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>BIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計・施工から運用、更新までの生産プロセス全体にわたる BIMモデルの活用よりの生産性向上を図る技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての土木／建築分野に適用可能、ICT建機を動かすデータとしても使用</li> </ul>
4) 施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>ICT建機</li> <li>リモート施工</li> <li>スマートグラス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブルドーザ、エクスカベーター、ローラー等のICT建機の遠隔施工・無人化施工の技術</li> <li>スマートグラスで現場員の視界を本社技術者と共有し経験値を活かした遠隔施工監理や保守点検を行う技術。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土工全般に適用可能</li> <li>ICT建機の実装には、GNSSによる高精度な位置情報を必要とし測位システムに必要な電子基準点等のインフラ整備が必要。</li> </ul>

生産プロセス	技術名	概要	適用可能分野 ※ 適用条件等
5) 施工管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工管理システム（統合プラットフォーム）</li> <li>・ 事務管理システム</li> <li>・ 監視カメラ</li> <li>・ スマートグラス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ICT建機からのデータを統合して排出土量の計算等を行う技術</li> <li>・ 電子小黒板等スマートフォンを活用し事務処理の効率化を図る技術</li> <li>・ 固定点カメラによる作業現場と事務所との情報共有を行う技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ クラウド利用のための高速通信（インターネット）環境が必要。</li> <li>・ 複数メーカーのICT建機を運用する際のデータ標準と運用システムが必要。</li> </ul>
6) 点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リモートセンシング</li> <li>・ SCADA</li> <li>・ 遠隔・自動点検</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リモートセンシングにより構造物の変位計測や漏水対策等を行う技術</li> <li>・ UAVやロボットによる点検技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路・橋梁・トンネル等の土木構造物や上・下水道管網の保守・点検・監視業務に適用可能</li> </ul>
7) 運営・維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地理情報システム（GIS）</li> <li>・ ライフサイクルマネジメントシステム</li> <li>・ スマートグラス</li> <li>・ 複合現実（XR）</li> <li>・ AI画像分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地図上の平面・線形データに土木構造物の設計や仕様に関わる情報を属性として登録するソフトウェア技術</li> <li>・ XRにより対象物を具現化し完工前に必要な研修を実施し供用までの工期を縮減する技術</li> <li>・ 動画データのAI分析によりインフラの状態を定量把握する技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 道路・上下水道ネットワークのインベントリ（施設台帳）の作成や維持管理計画（予算措置）の策定等のアセットマネジメントに適用可能</li> <li>・ 複合現実（XR）技術の実装には、BIMモデルの作成やリアルタイムでデータ通信を行うための高速通信（インターネット）環境が必要。</li> </ul>

※ 複合現実（XR）：現実空間にデジタル空間で作成した画像や映像を重ねる技術等。仮想現実（VR）や拡張現実（AR）を含む。

出展：共同企業体作成

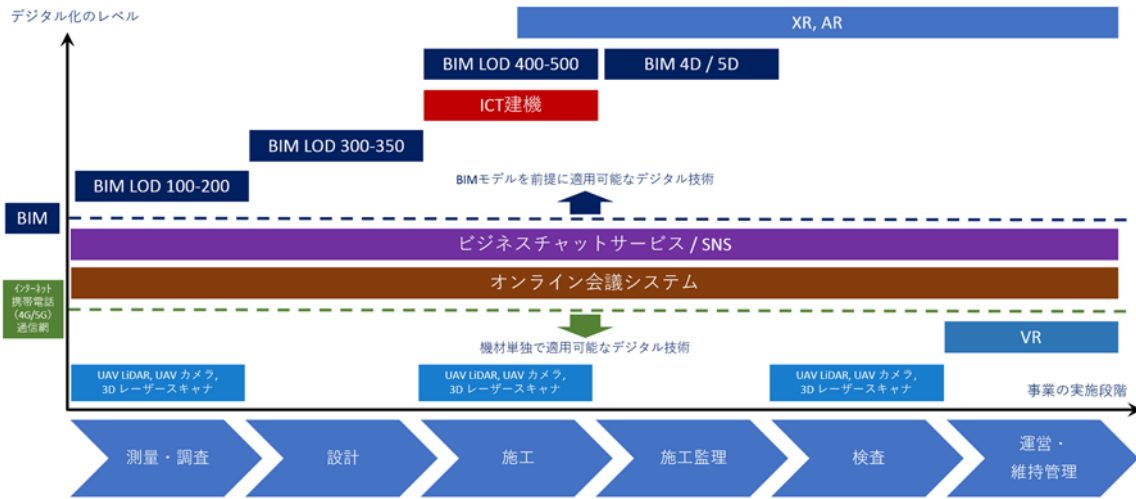
### 5-2-1 デジタル化のレベルと適用可能なデジタル技術の関係

デジタル化のレベルを高める上では、大きく二つのクリティカルパスが存在し、それによって、適用可能なデジタル技術の領域は大きく変わる。

一つは、現地とのリアルタイムの通信を可能にする携帯電話サービス（4G/5G）等の情報通信に関わるインフラとサービスの整備状況である。プロジェクトの事業対象地域がこれらのサービスの圏外となるエリアにおいては、適用可能なデジタル技術は、現地の通信状況に依存しないドローン等の調査や測量を行うための独立（スタンドアローン）型の機材やソフトウェアが中心となる。

もう一つは、BIMの導入の有無であり、自動化施工に関わるICT建機の活用や、XRといった技術を活用できるかは、設計・施工段階（delivery phase）でBIMにより作成されるモデルの詳細度（Level of Development: LOD）によって決まる。

特に、運営・維持管理までを含むアセットマネジメントのライフサイクル全体に対し適用可能なデジタル技術の領域は、作成される竣工モデル（as-built model/Asset Information Model: AIM）の情報の量と質に大きく依存する。



出典：共同企業体作成

図 5-3：デジタル化のレベルと適用可能なデジタル技術の関係

5-2-2 計画関連のデジタル技術

世界銀行データバンク(2019年)によると、フィリピンの国民に対する携帯電話契約数は、フィリピンの総人口の150%程度(2019年)であり、携帯電話の位置情報から概ねの人の動きが把握することができる。こうしたビッグデータから、時間帯の人の動きや特定日時の人分布状況(図5-2)を捕捉することにより、例えば通勤時間帯の混在状況を都市内にわたって定量的に把握することもできるため、道路計画の参考情報としての活用も期待できる。



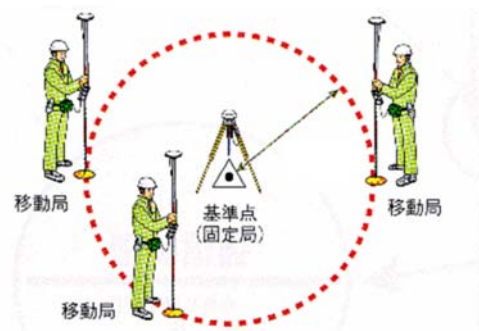
点は人(携帯電話)の位置を示している  
出典：Orbital Insight, Inc

図 5-2：時間帯別の人の分布

5-2-3 測量・調査関連のデジタル技術

(1) GNSS 測量機材

フィリピンでは、4章で示したとおり、1927年に定めた古い測地系(Luzon datum)を修正したフィリピンの測地系であるPRS92を大統領令No.45(1993年)に従い、DPWH及びDOTrの事業に関わる測量の成果は、このPRS92に準拠している。近年の衛星測位による測量法とは、地球重心も近似楕円体も異なり、また、複雑な地殻変動を有するフィリピンにおいては、変換を行うにしても変換係数が地点ごとに異なる。他の工区を含めた工事全体の整合性を図るためには、GNSS 測量機材を用いて、全ての測量データを、衛星測位座標系に統一する必要がある。こうした国家全体としての測地座標系の移行は、現在、フィリピンで進められているものの、本調査のODA事業の請負者を対象としたヒアリングでは、以下のコメントがあった。①NAMRIAの電子基準点からPRS92の座標に変換している。(標石は使わない)②PRS92で測量した結果をWGS84に変換して使っている。③地元発注なのでPRS92の精度管理は分からない。④大きな地震があったが標石基準点を再計測しているかどうか不安がある。



その他、フィリピンにおける ODA 事業に適用可能な測量・調査関連の 1)～4)に示すデジタル技術を導入する際の留意点は、以下のとおり。

## 1) RTK 測量

- ・ 工事区ごとに仮設の基準点を設置、工事が終わるまで設置する。この基準点は、MG や MC を使用する場合の基準点となる。
- ・ 基準点と移動局は無線あるいは携帯電話で接続し RTK 測量を行う。
- ・ メリットとして短期間で測量が可能、WGS84 の座標系で統一使用できる。
- ・ 最終的にこの仮設基準点を PRS92 座標に取り付け、最終成果をシフトさせて二つの座標系の成果を作成しておくことができる。
- ・ NAMRIA は、PAGNET というシステムにより電子基準点 30 点のデータを有料公開しており、10km 程度離れた場所であればこの電子基準点を利用することが可能である。
- ・ 日本で広く行われている NETWORK-RTK は、密な電子基準点網を必要とするため、現時点のフィリピンの測位インフラの整備状況では使えない。

## 2) ドローン (UAV) 測量 (UAV—LiDAR あるいは Optical Camera)

面的な地形測量を行うに当たっては、ドローンの活用が最も効率がよい。特にフィリピンのような熱帯雨林気候においては撮影高度の高い航空機や衛星画像は撮影機会が少ない。一方、工事区域だけの測量を行う場合には、航空機などの広域な撮影は不要であり、また、人が入るには危険な崖地などの区域、密林など入れない区域の測量には適切な手法である。

### ① ドローン : LiDAR

レーザースキャナと GNSS/IMU を搭載したドローン LiDAR の活用を勧める。ある程度の植生があっても葉の間をすり抜けて地表までレーザーが到達しフィルタリングにより地表をモデル化することが可能である。

- ・ 地上基準点データと UAV の GNSS との時間同期のポストプロセッシングによる精度補正が必要であり、RTK 用に設置した仮設基準点を使う。
- ・ 機材は比較的高価で処理ソフトも必要であるが、フィリピンで取得サービスを行う測量会社がある。
- ・ 橋梁、河川工事などにおいては、グリーンの波長を利用すると濁度にもよるが河床測量を行うことができる。

### ② ドローン : Optical Camera

- ・ 光学カメラ方式は、サイドラップ、オーバーラップのある空中写真として人が図化する場合（植生があっても図化時にメスマークを地表に設定することができる）、あるいは裸地を対象として 3D データの自動生成を行う等の測量を行う場合に利用することができる。
- ・ 光学カメラを使用する測量場合は、標定点(検証点含む)として対空標識を前出の RTK 測量等により地上に設置する必要がある。撮影された多重写真は SfM 技術により点群データとして 3D 化される。これを測地系に合わせるために標定点による座標の取り付けを行う。
- ・ 光学カメラは重量が軽く、ペイロードの低いドローンが利用でき、高価な IMU や LASER SCANNER の搭載もないので、安く利用することができる。破損しても被害額が小さい。



### 3) 地表レーザースキャナ

地上レーザースキャナは、地上に設置あるいはモバイル型で運用するレーザースキャナである。点群データにより対象物の 3D 形状を短時間で取得できる。

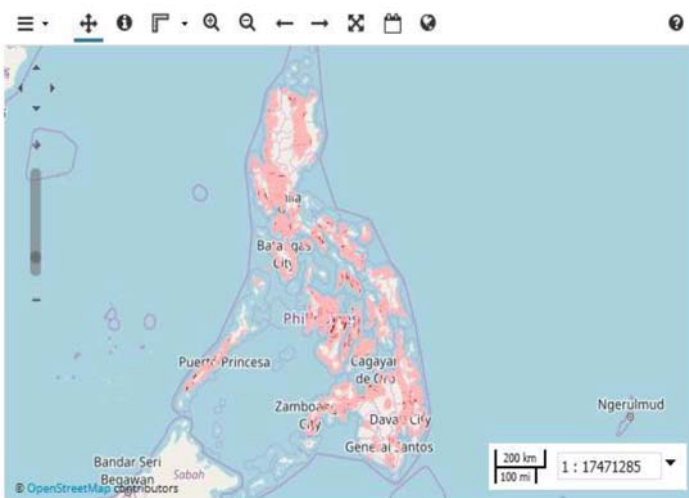
- ・ 工事進捗の把握、デザインデータがあれば出来形測量機材として利用することができる。

### 4) 既存データの活用

フィリピンには、あまり知られていないが、比較的精度の高い DEM データが 2 種類ある。設計段階で微細な測量が不要な場合には、これらのデータを活用することで、時間短縮、コスト軽減が図れる場合もある。

#### (2) Phil-LiDAR プログラム

科学技術省 (DOST (Department of Science and Technology)) がフィリピン大学に発注して航空機 LiDAR を購入して実施した DEM データである。当初の目的は、洪水ハザードマップの作成及び詳細資源地図の作成を目的としたものである。第 1 次航空機 LiDAR プログラムでは、262 の河川流域を対象に 3 次元洪水ハザードマップを作成し 2017 年 12 月に完了した。第 2 次 Phil-LiDAR プログラムは、高価値穀物の生産、灌漑評価、農業生産、森林保護を目的に実施された。



出典：LiPAD (<https://lipad.dream.upd.edu.ph/>)

図 5-4：LiPAD アーカイブデータの範囲

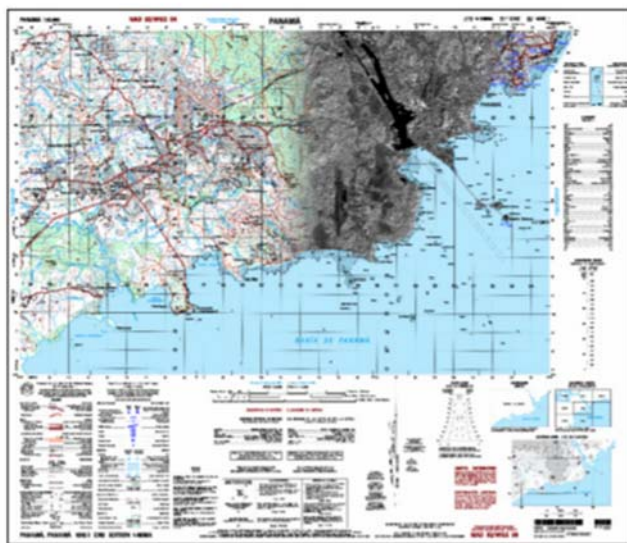
両プログラムで作成されたデータは、データ配布サイト LiPAD 等より公開されている。LiPAD にアーカイブされた航空レーザデータの取得範囲を図 5-4 に示す。

#### (3) フィリピンナショナルマッピングプログラム支援データ

米国 Intermap 社が自社事業として作成したフィリピン全土の 1/10,000 デジタル地形データである。作成されたデータは NAMRIA がフィリピンナショナルマッピングプログラムの一環として購入した。

航空機 SAR (Synthetic Aperture Radar) を使用してデータを収集し Interferometry 技術により高さデータを求めている。

また、高解像度衛星データを利用して修正、更新を行っている。一般に商用販売されている。

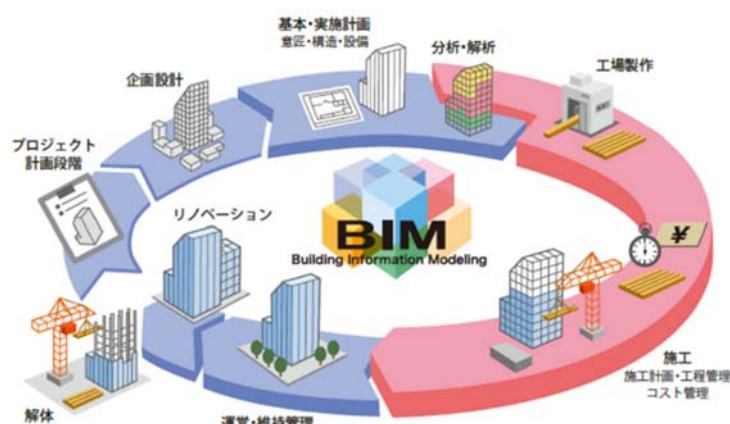


出典：Intermap 社 HP

図 5-5：1/10,000 縮尺地図への SRA データの適用イメージ

### 5-2-4 設計関連のデジタル技術

調査対象に含まれる鉄道分野では、土木（土工、橋梁、トンネル等）、軌道（線路等）、建築（駅舎等）、機電（信号、管制設備）など、様々な工種が生産プロセスに関わり、設計／施工の生産プロセスにおいて、異なる工種間の調整を如何にして効率的に進め、現場における手戻りを如何にして最小化するかが、工期やコストの縮減に係る生産性向上の鍵となっている。



出典：一般社団法人日本建設業連合会資料より抜粋

図 5-6：アセットマネジメントのライフサイクル全体を視野に入れた BIM の活用

こうしたアセットマネジメントのキーデバイスとして、DOTr では、既に BIM を含む設計情報等の情報管理の方法を定めた国際標準規格である ISO19650 に基づくマニュアルが整備されており、我が国のコントラクターにおいても、DOTr の規定する BIM の仕様書に基づき、BIM に対応することが、早急に必要である。

#### (1) BIM を含む建設分野の生産プロセスの国際規格化の経緯

英国では、2007 年から BIM を使用した設計・施工、運営・維持管理の生産プロセスを BS1192 及び PAS1192-2 に基準化すると共に、2016 年までに全ての大型公共工事の調達において、コントラクターに BIM (Level 2) の適用が義務付けられて以降、建設分野の生産プロセスに BIM が本格的に導入されている。

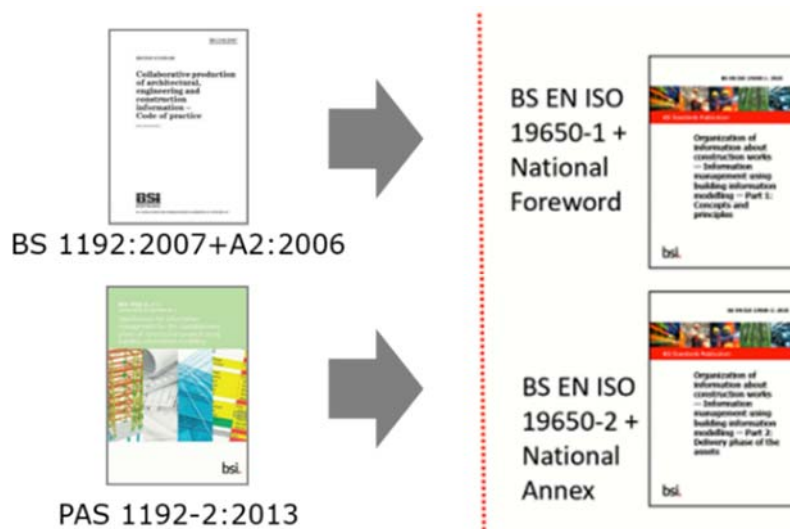
さらに、2018 年には、BS1192 を基に、BIM を含む建設分野の生産プロセスが、ISO19650 シリーズに国際規格化された。

我が国は、WTO の貿易の技術的障害に関する協定 (TBT 協定) を批准しており、2025 年までに ISO19650 を国内規格 (JIS) 化し、運用することが義務付けられていることから、新技術に関する政策・制度・基準の事例として、英国及び仏国の建設分野における BIM 及び ISO19650 の適用に係る政策的・制度的な枠組みについて、記載した上で、我が国の建設分野の生産プロセスに BIM を本格的に導入する際に必要な実施体制について考察を加える。

#### (2) BIM に関わる国際規格－ISO19650 シリーズ－

##### 1) ISO19650 策定の経緯

ISO19650 シリーズは、前述のとおり、2007 年に策定された英国の BIM を用いた生産プロセス上のルールを定めた国家規格である BS1192 及びその施行令として位置付けられる公開仕様書 PAS1192-2 を基に 2018 年 12 月に ISO の技術委員会により国際規格化されたものである。



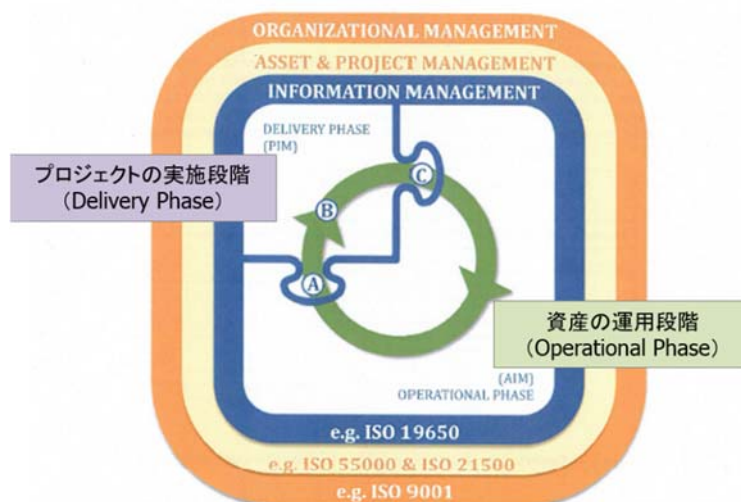
出典：BSI 資料を基に共同企業体作成

図 5-7：BS1192 及び PAS1192-2 と ISO19650 シリーズの関係

## 2) ISO19650 シリーズの構成

ISO19650 シリーズの正式名称は、「Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling –」であり、和訳は、「BIM を含めた建築物及び土木構造物に関する情報の統合とデジタル化—BIM を使用した情報管理」となる。

ISO19650 の対象は、建築物及び土木構造物のアセットマネジメントのライフサイクル（設計・施工、運営・維持管理、更新、等）全体にわたる設計等に関わる一連の情報を、BIM を用いて管理する際のプロセスやワークフローを定めた国際規格となっており、品質管理プロセスを定めた ISO9001、資産管理（アセットマネジメント）のプロセスを定めた ISO55000 のプロセスの一部に位置付けられる。



出典：ISO19650-1 Figure 3

図 5-8：ISO19650 の位置付け

ISO 19650 の目的は、アセットマネジメント全般にわたるワークフロー（設計・施工、運営・維持管理、更新）の各段階（フェーズ）を通して関係者間で行われる情報管理のプロセス（作成／共有／提出／保存）を標準化し、生産性と品質の向上を図ることを目的とした国際規格である。2020 年 10 月時点において、ISO19650 PART 1、PART 2、PART 3、PART

5 までが出版されており、現在、PART 4 の策定・承認作業が ISO の技術委員会（ISO/TC 59/SC 13）により行われている最中である。

表 5-3 : ISO19650 シリーズの構成（2021 年 3 月）

ISO 番号	サブタイトル	内容	ステータス
ISO19650-1	PART 1: Concepts and principles	ISO19650 シリーズの国際規格の目的、適用範囲、概念を概説したもの。	2018 年発効
ISO19650-2	PART 2: Delivery phase of the assets	建築物及び土木構造物の計画、設計、施工、引き渡し段階における手続きやワークフローを定めたもの。	2018 年発効
ISO19650-3	PART 3: Operational phase of the assets	建築物及び土木構造物の運営・維持管理段階における手続きやワークフローを定めたもの。	2020 年発効
ISO19650-4	PART 4: Information exchange	建築物及び土木構造物のアセットマネジメントにおける共有データ環境（CDE）を使用した関係者間のデータ交換の方法論を定めるもの。	策定中
ISO19650-5	PART 5: Security-minded approach to information management	建築物及び土木構造物のアセットマネジメントにおける情報セキュリティ上の留意点や方法論を定めたもの。	2020 年発効

作成：業務従事者

### 3) ISO19650 の範囲

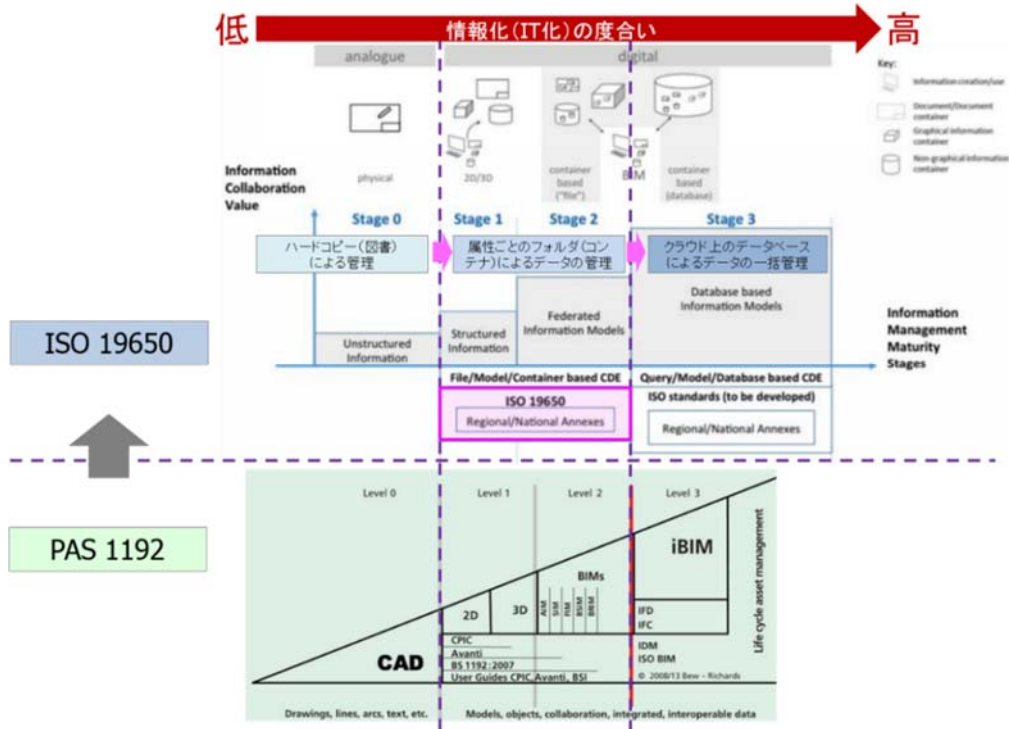
英国の公開仕様書である PAS1192 では、建設分野の生産プロセスの IT 化の度合いを、Level 0 から Level 3 までの四つの段階に定義している。

建設分野の業務に CAD が導入される 90 年代以前の主に紙ベースの設計図書を用いて情報交換をしていた生産プロセスを Level 0 とし、二次元の CAD による設計情報のデジタル化が進んだ 90 年代以降の生産プロセスを Level 1、2000 年代以降、建設分野に三次元 CAD や BIM が導入され、建設に関わるそれぞれの分野の企業や関係者の組織内のローカルネットワーク上で設計データの管理が行われる生産プロセスを Level 2、企業や組織を越えて建設に関わる関係者がクラウド上で必要な設計情報を共有しながら業務を行う生産プロセスを Level 3 としている。

PAS1192 の定義する Level 0 から Level 3 に対し、ISO19650 の定義においては、それぞれ Stage 0 から Stage 3 がそれぞれ対応し、このうち ISO19650 の対象とする生産プロセスの範囲は、Stage 1 及び Stage 2 となっている。

また、ISO19650 の対象とする情報やデータには、設計や施工段階の技術的な検討を目的に、BIM で作成された CG や三次元パースのデータだけでなく、アセットマネジメント全般にわたるワークフロー（設計・施工、運営・維持管理、更新）の各段階（フェーズ）で使用される線形的な情報（図面）から非線形的な属性情報（数値、仕様、仕上げ、等）まで、アセットマネジメントのライフサイクル全体を通してデジタル空間上で管理される一連の情報が含まれる。





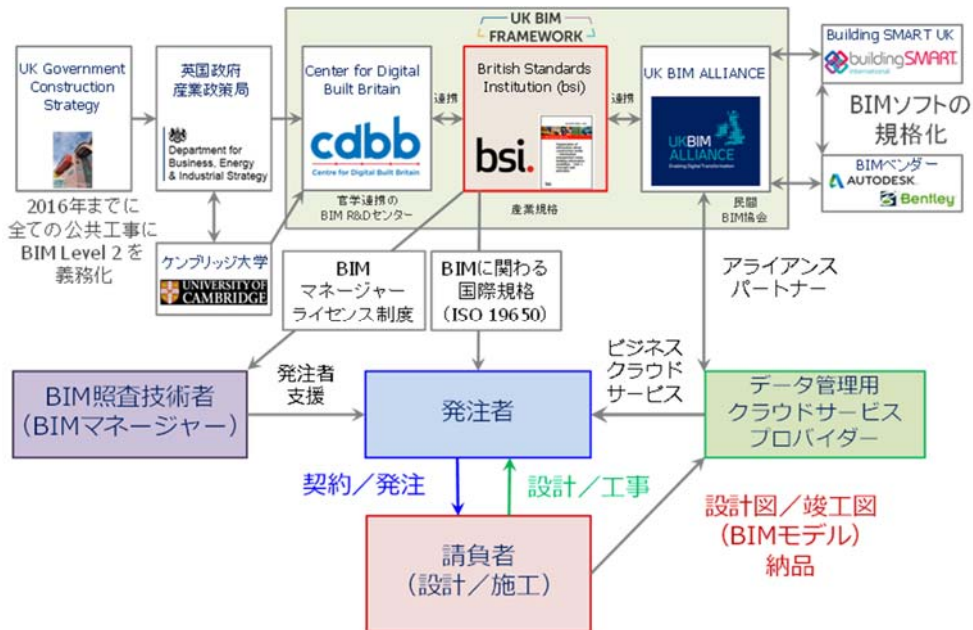
出典：BSI 資料を基に共同企業体作成

図 5-9：ISO19650 の範囲

(3) 英国の BIM 推進に関わる政策・制度

1) BIM 推進に関わる英国の産官学連携の枠組み

前述のとおり、英国では、2007 年に BIM を使用した設計・施工、運営・維持管理の生産プロセスを BS1192 及び PAS1192 に基準化し、2011 年に策定された英国政府の「政府建設戦略 (The Government Construction Strategy (GCS) 2011-2015)」において、2016 年までに全ての大型公共工事の調達に当たって、コントラクターに Level 2 の BIM の適用が義務付けられた。

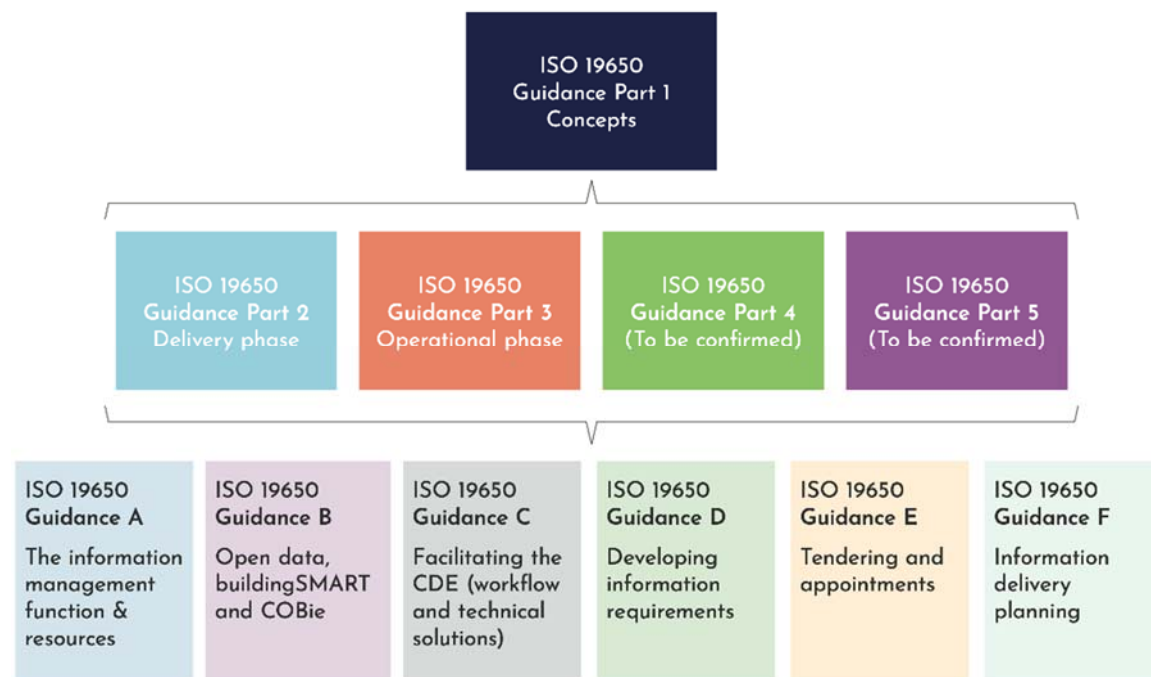


出典：共同企業体作成

図 5-10：英国の BIM 推進に関わる産官学のサプライチェーン



こうした BIM 推進に関わる国家政策を後押しするため、英国政府の産業政策局 (Department for Business, Energy and Industrial Strategy) の下、ケンブリッジ大学が設立した BIM に関わる R&D センターである CDBB (Centre for Digital Built Britain)、ISO19650 をはじめとする産業規格の発行及び認証機関である英国規格協会 (BSI)、及び BIM ソフトウェアを開発・販売する企業 (ベンダー) を中心に構成される組合である UK BIM Alliance の三者による産官学連携の枠組みである UK BIM Framework が設立され、国家規格である BS1192 から国際規格である ISO19650 への移行に伴う各種ガイドラインの整備など、国家レベルで BIM を推進する体制を構築している。



出典：UK BIM Alliance ホームページ

図 5-11：UK BIM Alliance が整備を進めている ISO19650 のガイドラインの構成

## 2) BIM に関わる英国のサプライチェーン

建設分野の生産プロセスに ISO19650 に基づく BIM を導入するためには、BIM ソフトウェアを開発・販売する企業 (ベンダー) だけでなく、公共工事の発注者及び請負者 (元請、下請、サプライヤー含む) の双方において、BIM を用いた業務に対応するための人材やインフラが不可欠である。また、ISO19650 で規定されている共有データ環境 (CDE: Common Data Environment) を通じて発注者及び請負者を含めたプロジェクトに関わる複数の組織の関係者間で情報共有を行い、デジタル空間上で共同作業を行うためには、プロジェクトの関係者のみがアクセス可能な情報セキュリティ上の要件を満たすビジネスクラウドサービスを提供するプロバイダー等も必要となり、こうした BIM を取り巻く周辺産業として、新たなサプライチェーンを構築する必要がある。

2007 年から BIM に関わる国家規格を制定している英国では、既にこうした CDE に関わるサービスを提供するプロバイダーが複数存在し、政策・制度面や、産官学連携の組織面の裏付けだけでなく、建設分野の生産プロセスに ISO19650 に基づく BIM を導入するため、産業界全体として BIM に関わるサプライチェーンを開発してきたことは、特筆に値する。

他方、我が国においては、2000 年代から建築分野を中心に BIM の導入が進められてきているものの、政策・制度面、産官学連携の組織面、サプライチェーンのいずれの枠組みの整備も進んでいない状況であり、2025 年までに ISO19650 を国内規格 (JIS) 化し、我が国の建設分野の生産プロセスに ISO19650 に基づく BIM を導入するためには多くの課題が残る。



出典：Bentley 社 ProjectWise ホームページ

図 5-12：Bentley 社が提供するクラウドサービス（ProjectWise 365）

## 5-2-5 施工関連のデジタル技術

### (1) 自動化施工技術

3D の測量データに基づいて施工用の BIM データ（デザイン CAD データ）が作成されており、仮設基準点設置を行う等衛星測位の使える環境の下であれば、MG（マシンガイダンス）、MC（マシンコントロール）を使用することができる。

フィリピンにおいては、本邦企業が製造する最新の建機に対応する燃料が調達できない問題があるものの、レトロフィットの製品であれば、中古建機への装着が可能である。

製品は約 1,200 万円と高額だが、レンタル利用も可能である。DOTr 等による BIM 仕様の一般化により BIM データのコスト効果の高い有効活用（メリット）として MG、MC 技術導入の促進が期待できる。

### (2) 施工 BIM

施工時に BIM を用いるためには、計画・設計段階から 3 次元モデルを構築する必要がある。現時点のフィリピンにおける ODA プロジェクトでは詳細度の違いはあるものの、BIM を適用しているプロジェクトが存在する。

フィリピンの ODA 事業にも適用な施工 BIM に関連するソフトウェアとしては、「Navisworks」が挙げられる。このソフトは、既にフィリピンの ODA 事業に従事する企業でも導入されており、目的に応じて詳細度の低い BIM モデルの作成にも活用することができる。

一般的に、BIM を用いた 3D モデルの作成には、多くの作業量（人件費）を要するものの、Navisworks を用いて、詳細度 200 程度の簡易的な BIM モデルを作成することによって、BIM が要求されていない DPWH の業務においても、発注者や建設現場周辺の地元関係者に対し、プロジェクトの施工工程や完成イメージを説明するためのプレゼンツールとして活用することができる。

Navisworks は、日本国内でも発注者への簡易的なプレゼンツールとして使用されており、2 次元図面での説明に比べ、理解しやすいという利点がある。

一方、詳細度 300～500 のより詳細な BIM モデルの作成が求められている DOTr の業務においては、Navisworks を使い、配筋等の干渉チェックに有効となるほか、付随機能であるシミュレーション機能を活用することで現場作業員への施工手順の説明にも使用することができる。

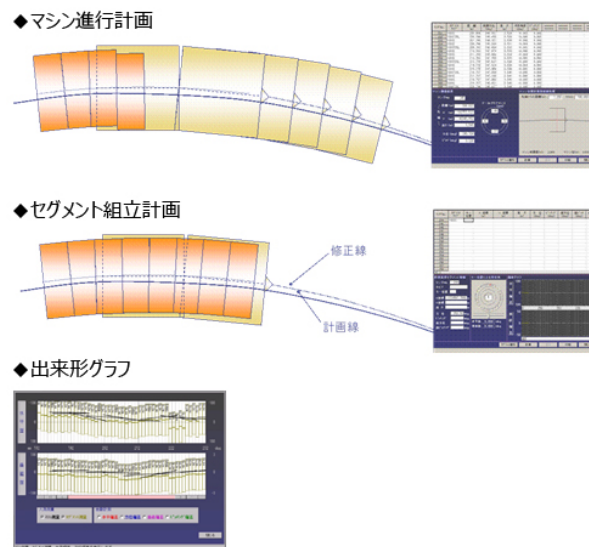
また、Navisworks のアドオンソフトウェアである「Navsi+」も適用可能なデジタル技術に挙げられる。Navsi+ は、Excel を Navisworks に付随させることが最大の特徴である。Excel が使用できれば維持管理段階で必要となる情報を施工などの前段階で蓄積し、3次元モデルに付随させることで円滑な維持管理が可能になると期待されている。

また、地下トンネル掘削を支援するデジタル技術の適用も考えられる。マニラ首都圏地下鉄事業は、地下トンネル掘削工事が行われるプロジェクトであり、工法はシールドマシンを使ったシールド工法で計画されている。この工法に導入できるデジタル技術は、シールドマシンの掘削状況を監視、計測ができる「ARiGATAYA」である。国内外のシールド工法によるトンネル掘削整備で多数の実績を有しており、シールドマシンによるトンネル掘削には不可欠なデジタル技術となっている。COVID-19 の影響による工程遅延の解消や遠隔操作を行うようなデジタル技術には該当しないものの、シールドマシンの掘削状況・負荷状況の確認や掘削後の日々の測量結果から、後工程のマシン進行計画、セグメント組立計画、出来形確認を行うことができるなど施工品質の向上と建設状況の可視化によるリアルタイムでの状況把握、及びこれに起因する安全な施工実施に寄与する。

「ARiGATAYA」と同様にシールド工法で用いられるシールドセグメントの情報管理システムも適用可能または、既に導入されている可能性がある。日本国内やシンガポールなどのアジア地域における地下トンネル掘削プロジェクトでの実績がある。このシステムは、維持管理段階におけるセグメント管理を想定しており、セグメントの組み立て位置の特定やセグメントの属性情報を簡単に把握することができる。現時点では BIM モデルに特化した付随機能は有していないものの、3次元モデルでの一元管理が可能となれば、運用維持管理の段階で有効なデジタル技術になる。

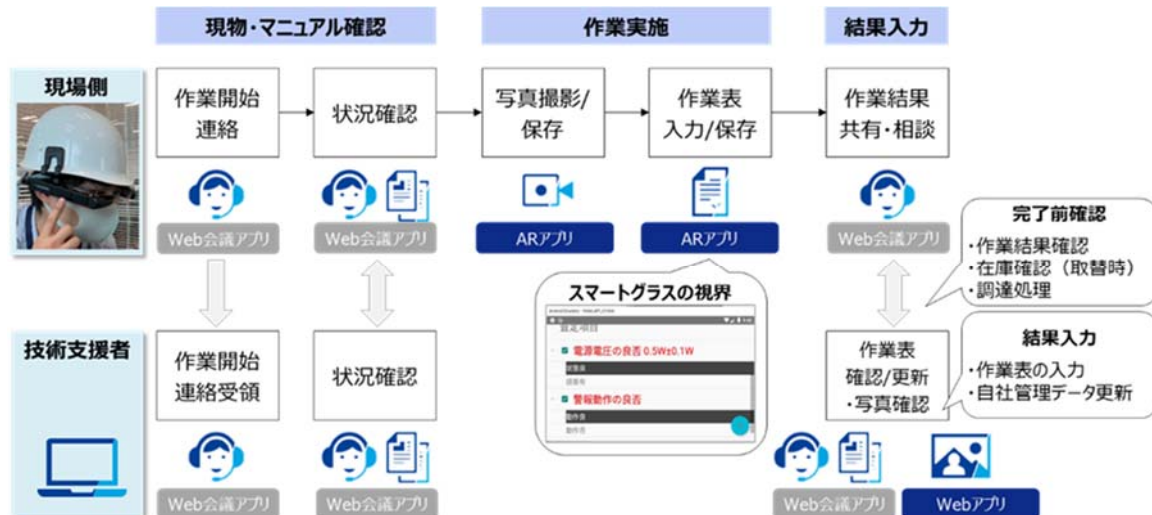
### 5-2-6 施工管理

デジタル遠隔コミュニケーションツールを利用することで、施工現場～現場事務所～他エリアの間で、同じ情報をもとに手軽にコミュニケーションをとることが可能となる。例えば、現場側のモバイル端末上と現場事務所の PC それぞれで同じ図面ファイルを開き、現場側端末のカメラ映像も両方で共有することで、同じ目線・同じ図面でコミュニケーションをとることができる。図 5-14 は、AR (Augmented Reality : 拡張現実) スマートグラスを用いた場合の作業イメージである。



出典：(株) 演算工房

図 5-13：マシン及びセグメントの計画図



出典：アビームコンサルティング社提供

図 5-14：AR(Augmented Reality)技術を適用したリモート作業指示

### 5-2-7 点検関連のデジタル技術

点検の作業は、カウンターパートが直営で実施するか、もしくはフィリピン国内の業者により実施されると想定される。

よって、点検関連のデジタル技術は、日本国内で多く行われている技術の提供形態の中でもリースもしくは技術サービスの提供という形態では、直ぐに導入するというわけにはいかない。フィリピンへの導入の容易さを考えると点検機材が販売されている物が望ましい。また、購入価格も極力安価なものを検討する。

また、第 3 章で記載した技術は、これまで海外での使用実績があり、フィリピンの維持管理能力を考慮しても導入は容易であると考えられる。ただし、いずれの技術もフィリピン国内での部品等の供給体制が確立していないため、機材の故障時などは再び日本等からの輸入が必要となる可能性がある。

今回、対象となるプロジェクトが道路、道路および鉄道の橋梁が中心となることを考慮して以下の 5 つの点検関連デジタル技術を提案する。

#### (1) アクセス困難な橋梁のひび割れ検出技術

調査対象のプロジェクトに、海上橋である「セブ・マクタン橋（第四橋）及び沿岸道路建設事業」や谷部に架かる橋梁が含まれる「中央ミンダナオ高規格道路事業」や「ダバオ市バイパス建設事業」などのように点検時のアクセスが難しい橋梁がある。これらの橋梁は、直接目視による点検が不可能なため遠隔で点検を実施できるこのシステムが有効である。この「ひび割れ検出技術」は、光波測量器を用いたひび割れ計測システムのため、仮設足場や高所作業車を必要とせず地上から測定できる技術である。

#### (2) 河川橋梁のソナーによる橋梁下部工洗堀調査

途上国においては橋脚部の洗堀により橋梁自体の耐久性や安全性が問題になることが多い。調査対象のプロジェクト中にも「中央ミンダナオ高規格道路事業」や「ダバオ市バイパス建設事業」のように急峻な河川での橋梁が計画されており、その規模からも河川内の橋脚設置の必要性が高い。そのため、「ソナーによる橋脚下部工洗堀調査」によりアクセス困難な橋脚基部の洗堀をモニタリングすることで早期の対策を講じることが可能である。

#### (3) 路面性状簡易評価システム（DRIMS）

道路路面の損傷を把握し評価するシステムは全ての道路プロジェクトに有効なシステムである。その中でも海外実績があり安価で定量的かつ高精度に路面状態を診断・評価可能なモ



ニタリングシステムである「路面性状簡易評価システム（DRIMS）」は有効である。以前のシステムは、加速度計、GPS と小型 PC がそれぞれ必要だったが、このスマートフォン型はスマートフォンに加速度計や GPS 等の全てが内蔵されていて、操作性も一段と向上しており、市販のカメラを設置し、画像と連動することで、より精度の高い調査が可能になる技術である。

#### (4) 橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム

(1)と同様にアクセス困難な橋梁点検に有効なモニタリングシステムとして、「橋梁点検ロボットカメラ等機器を用いたモニタリングシステム」がある。(1)は、地上からのトータルステーションによる観測するシステムであるのに対し、本技術は、橋梁点検ロボットカメラ、デジタルカメラ、レーザースキャナを用いてモニタリングを行って観測が可能なシステムで橋面および地上面から観測できる。コンクリート橋の支承部・桁端部等、人が容易に近づけず近接目視が困難な部位を対象に、損傷状況の経年変化データを取得する定期監視型モニタリングが可能である。(1)と同様に「セブ-マクタン橋（第四橋）及び沿岸道路建設事業」や「中央ミンダナオ高規格道路事業」や「ダバオ市バイパス建設事業」への適用が有効である。

#### (5) 斜面崩壊検知センサー

「中央ミンダナオ高規格道路事業」など山岳道路の多いプロジェクトでは、斜面崩壊による交通止めのリスクが高いと考えられる。斜面崩壊危険場所での適切なモニタリングを実施することで、対策を迅速化でき交通規制の短縮化が図れる有効な技術である。

### 5-2-8 運営・維持管理関連のデジタル技術

インフラ施設の維持管理業務においては、保守員が一定の技量を有することが求められ、座学に加えた実機訓練が有効である。一方、運営開始後に、実機を使った訓練を行うことは安全面の配慮が必要であり、計画・実施の調整が難しく、その機会を得にくくなることが予想される。VR 技術を使うことでこれらの訓練が仮想空間上で体感を行えることになるため、このような技術は、研修機会の拡大に対して一定の有用性があると見られている。

英国で整備が進められている Crossrail プロジェクトでは、BIM を用いた仮想空間上での駅務員の教育実施をプロジェクト初期から掲げており、実際に、エリザベス・ラインの開業に向けた新規雇用の駅務員教育に適用している。エリザベス・ラインの運営は、香港の都市鉄道会社 MTR 社が行っていることから、このよう教育訓練へのデジタル活用は今後アジアへも展開される可能性があり得ると言える。

インフラ整備により訓練対象者が急増することが見込まれるフィリピン国においてもこのような VR 技術の活用は一定の有用性があると考えられる。



(鉄道車両上の作業)



(鉄道車両基地内の作業)

出典：積木製作所

図 5-15：鉄道車両基地内作業における安全体験



### 5-3 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の評価

フィリピンの ODA 事業に適用可能なデジタル技術導入による費用対効果を定量的／定性的に評価すると共に、デジタル技術を導入する際の課題・留意点を特定し、整理した。特に、評価に当たっては、コスト／工期の縮減などの生産面の直接的な効果だけでなく、ライフサイクルコスト全体を視野に入れたアセットマネジメントや、工事の品質向上や工事員の安全性の向上といった観点からも評価を行った。

デジタル技術の導入効果を検証するための指標を表 5-4 に示す。

表 5-4：デジタル技術の導入による効果を検証するための主な指標

項目	検証内容	測量調査／設計／施工	施工監理／点検／運営維持管理
コスト	デジタル技術の導入に必要なコストやコスト面に關わる効果について、ライフサイクルコストの観点から評価する。	調査費、設計費、事業費、初期投資額（CAPEX）の削減	運営・維持管理（OPEX）の削減
生産性	生産性向上に關わるデジタル技術の導入効果について、従来の手法と比較し、評価する。	工期、作業人工、手戻りの削減、	点検期間、点検範囲作業人数の削減（遠隔管理含む）
品質管理	設計や施工監理業務の品質面に關わるデジタル技術の導入効果について、従来の手法と比較し、評価する。	検査業務（設計照査、施工）における人件費、検査時間の削減による検査の正確性確保	維持管理データの品質標準化
安全管理	安全面に關わるデジタル技術の導入効果について、従来の手法と比較し、評価する。	施工中の事故件数の減少	点検時の事故件数の減少

出典：共同企業体作成

測量調査、設計、施工、施工監理、点検、運営維持管理の分類毎のデジタル技術の導入による主な導入効果を表 5-5 に示す。

デジタル技術の分類毎に導入効果の評価を元に、事業毎に「提案されるデジタル技術」、「適用作業」、「導入コスト（初期導入費、維持管理費）」、「導入効果が見込まれる項目（コスト、生産性、品質管理、安全管理）」について整理した。

事業毎の我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案を、表 5-6 から表 5-17 に示す。

表 5-5：デジタル技術の導入効果

分類	コード番号	名称	導入効果
測量調査	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	<p>【コスト・生産性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UAVおよび3D Laser Scannerによる事業サイト測量は、従来と比べて作業が短期間となり、初期投資額も高額ではないことから調査の全体費用においても調査費、設計費の削減が可能であり、導入効果が見込まれる。</li> <li>【品質管理】 UAV測量は施工・点検・運営維持管理に利用され、維持管理データの品質標準化の効果が見込まれる。</li> </ul>
	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	
	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	
設計	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	<p>【コスト・生産性・品質管理】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計・施工から運用、更新までの生産プロセス全体にわたるフェーズにおいて、BIM</li> </ul>
	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate Build	
	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	

フィリピン国 ODA 事業における DX 推進にかかる情報収集・確認調査

分類	コード番号	名称	導入効果
	DGN-BIM-04	Civil 3D	<p>モデルを活用し、構造物を可視化することにより、生産性向上を図る技術である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>導入効果として、設計段階における各種調整作業の削減、工期、作業人工の削減、手戻りの減少、検査業務における人件費、検査時間、検査の正確性確保、維持管理データの品質標準化の効果が見込まれる。</li> </ul>
	DGN-BIM-05	Revit	
	DGN-TRA-01	UC-win / Road	
施工	CON-BIM-01	Navisworks Manage	<p><b>【生産性・品質管理】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①BIMモデルによるプロジェクトレビュー、干渉チェック、工程手順の確認、②トンネル施工における自動化施工・モニタリング、③ブルドーザ、エクスカベーター、ローラー等のICT建機の遠隔施工・無人化施工の技術により、検査業務における人件費、検査時間の削減、検査の正確性確保、維持管理データの品質標準化の効果が見込まれる。ただし、フィ国重機オペレーターの人件費は安価なことから、自動化施工による人件費削減においてコスト面での効果は低い。</li> </ul>
	CON-BIM-02	Navis+	
	CON-TBM-01	C-Shield	
	CON-TBM-02	ARIGATAYA	
	CON-TBM-03	Segment Tracing System	
	CON-TBM-04	PADMS-NATM	
	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	
CON-ICN-02	MC (Machine Control)		
施工 監理	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	<p><b>【生産性・品質管理】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①ICT建機からのデータを統合して排出土量の計算等の実施、②電子黒板等スマートフォンを活用し事務処理の効率化を図る、③スマートグラスで現場員の視界を本社技術者と共有し経験値を活かした遠隔施工監理や保守点検を行う技術、④固定点カメラによる作業現場と事務所との情報共有を行う技術により、検査業務における人件費・検査時間の削減、検査の正確性確保、維持管理データの品質標準化の効果が見込まれる。</li> </ul>
	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	
点検	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	<p><b>【品質管理】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①リモートセンシングにより構造物の変位計測や漏水対策等を行う、②UAVやロボットによる点検技術により、人件費、検査時間の削減、検査の正確性、維持管理データの品質標準化の効果が見込まれる。</li> </ul>
	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	
	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System (DRIMS)	
	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	
	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	
運営 維持 管理	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	<p><b>【生産性・安全管理】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>インフラ施設の運営維持管理においては、実機訓練・安全対策訓練が必要であり、VR技術を使うことで、これらの訓練が仮想空間上で、くり返し実施可能となるため、学習効果の向上が期待でき、その結果として、運営品質の向上、点検期間の短縮、および事故件数の減少といった効果が見込まれる。</li> </ul>

出典：共同企業体作成

表 5-6：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（1/12）

実施機関：DPWH 事業名：幹線道路バイパス事業（III） 実施フェーズ：施工中

実施期間：2018年～2022年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-7：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (2/12)

実施機関：DPWH 事業名：ダバオ市バイパス建設事業 実施フェーズ：施工中

実施期間：2015 年～2024 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト (単位：USD)		導入効果			
										初期導入費	維持管理費 (年間)	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計 (道路)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計 (構造物)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計 (総合)	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業/指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-8 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (3/12)

実施機関 : DPWH 事業名 : ダルトンパス東代替道路建設事業 (協力準備調査) 実施フェーズ : 概略設計実施中 実施期間 : 2019 年~2021 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト (単位 : USD)		導入効果			
										初期導入費	維持管理費 (年間)	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計 (道路)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計 (構造物)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計 (総合)	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

< 凡例 >   : 短期的に適用可能な技術   : 中・長期的に適用可能な技術 ○ : 導入効果が見込まれる作業/指標

※コストはプロジェクトの条件 (工事内容、施工期間等) により異なるため概算費用。※BIM 等は、PC 等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。



表 5-9：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（4/12）

実施機関：DPWH 事業名：中央ミンダナオ高規格道路整備事業（協力準備調査） 実施フェーズ：概略設計実施中 実施期間：2020年～2022年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-10：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（5/12）

実施機関：DPWH 事業名：セブーマクタン橋（第四橋）及び沿岸道路建設計画（詳細設計） 実施フェーズ：詳細設計実施中実施期間：2020年～2029年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄掘調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-11：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（6/12）

実施機関：DPWH 事業名：ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業（詳細設計） 実施フェーズ：詳細設計実施中実施期間：2019年～2021年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-12 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (7/12)

実施機関 : DOTr

事業名 : マニラ首都圏地下鉄事業 (フェーズ 1) 実施フェーズ : 施工中

実施期間 : 2018 年~2027 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト (単位 : USD)		導入効果			
										初期導入費	維持管理費 (年間)	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	-	○	-	-	-	50,000	10,000	○	○	○	-
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	-	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	-
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	-	○	-	○	-	500,000	条件による	○	○	○	-
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	-
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	-
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	-	-	-	-	4,750/年		○	○	○	-
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計 (道路)	-	○	○	○	-	-	(AECコレクションに含まれる)		○	○	○	-
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計 (構造物)	-	○	○	○	-	-			○	○	○	-
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計 (総合)	○	○	-	○	-	-	19,200	7,680	○	○	○	-
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	-	-	○	○	-	-	1,550/年		-	○	○	-
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	-	-	○	○	-	○	6,000	N/A	-	○	○	-
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	-	-	○	○	○	○	1,000	N/A	-	○	○	-
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	-	-	○	○	-	-	120,000	N/A	-	○	○	-
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	-	-	○	○	-	○	27,000	33,000	-	○	○	-
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	-	-	○	○	-	-	20,000/0.5km+9,000/年		-	○	○	-
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	-	-	○	-	-	-	9,000	条件による	-	○	○	-
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	-	-	○	-	-	-	120,000	4,000	-	○	○	-
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	-	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		-	-	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	-	8,200	4,700	-	-	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	-	-	-	-	○	-	65,000	条件による	-	-	○	-
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	-	-	-	-	○	-	48,000	条件による	-	-	○	-
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	-	-	-	-	○	-	4,800	条件による	-	-	○	-
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	-	-	-	-	○	-	95,000	条件による	-	-	○	-
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	-	-	-	-	○	-	810/機	条件による	-	-	○	-
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	-	-	-	-	○	-	800/年	N/A	-	○	-	○

< 凡例 >   : 短期的に適用可能な技術   : 中・長期的に適用可能な技術 ○ : 導入効果が見込まれる作業/指標

※コストはプロジェクトの条件 (工事内容、施工期間等) により異なるため概算費用。※BIM 等は、PC 等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-13 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (8/12)

実施機関 : DOTr 事業名 : フィリピン鉄道訓練センター (PRI) 設立・運営能力強化支援プロジェクト 実施フェーズ : 実施中 (技プロ) 実施期間 : 2018 年～2023 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト (単位 : USD)		導入効果			
										初期導入費	維持管理費 (年間)	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計 (道路)	—	○	○	○	—	—	(AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計 (構造物)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計 (総合)	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

< 凡例 >   : 短期的に適用可能な技術   : 中・長期的に適用可能な技術 ○ : 導入効果が見込まれる作業/指標

※コストはプロジェクトの条件 (工事内容、施工期間等) により異なるため概算費用。※BIM 等は、PC 等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。



表 5-14：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（9/12）

実施機関：DOTr

事業名：南北通勤鉄道事業（マロロスツツバン） 実施フェーズ：施工中

実施期間：2015 年～2021 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—	(AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	○
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

< 凡例 >  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-15：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（10/12）

実施機関：DOTr 事業名：南北通勤鉄道延伸事業（マロスークラーク） 実施フェーズ：施工中 実施期間：2017年～2024年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価						
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果				
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理	
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—	
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—	
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—	
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—	
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—	
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年 (AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—	
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—	
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—	
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—	
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—	
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—	
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—	
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—	
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—	
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—	
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○	
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○	
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—	
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—	
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—	
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—	
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—	
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○	

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-16 : 我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案 (11/12)

実施機関 : DOTr

事業名 : マニラ首都圏大量旅客輸送システム拡張事業

実施フェーズ : 施工中

実施期間 : 2015 年～2022 年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト (単位 : USD)		導入効果			
										初期導入費	維持管理費 (年間)	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計 (道路)	—	○	○	○	—	—	(AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計 (構造物)	—	○	○	○	—	—			○	○	○	—
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計 (総合)	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

< 凡例 >   : 短期的に適用可能な技術   : 中・長期的に適用可能な技術 ○ : 導入効果が見込まれる作業/指標

※コストはプロジェクトの条件 (工事内容、施工期間等) により異なるため概算費用。※BIM 等は、PC 等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

表 5-17：我が国のフィリピン向け ODA 事業に適用可能なデジタル技術の提案（12/12）

実施機関：DOTr 事業名：首都圏鉄道3号線改修事業 実施フェーズ：施工中

実施期間：2019年～2022年

提案されるデジタル技術				適用作業						評価					
No.	コード番号	名称	概要	測量調査	設計	施工	施工監理	点検	運営維持管理	コスト（単位：USD）		導入効果			
										初期導入費	維持管理費（年間）	コスト	生産性	品質管理	安全管理
1.	SVY-UAV-01	UAV LiDAR	UAVレーザー測量	○	—	○	—	—	—	50,000	10,000	○	○	○	—
2.	SVY-UAV-02	UAV Optical Camera	UAV写真測量観測	○	—	○	○	○	○	10,000	5,000	○	○	○	—
3.	SVY-TER-01	3D Laser Scanner (Ground)	地上レーザー測量	○	—	○	—	○	—	500,000	条件による	○	○	○	—
4.	DGN-BIM-01	BIM360 series & BIM360 Docs	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	730/年		○	○	○	—
5.	DGN-BIM-02	BIM360 Design, Coordinate, Build	3D設計管理	○	○	○	○	○	○	1,440/年		○	○	○	—
6.	DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	3D設計プログラム	○	○	—	—	—	—	4,750/年		○	○	○	—
7.	DGN-BIM-04	Civil 3D	3D設計（道路）	—	○	○	○	—	—	(AECコレクションに含まれる)		○	○	○	—
8.	DGN-BIM-05	Revit	3D設計（構造物）	—	○	○	○	—	—			○	○	○	○
9.	DGN-TRA-01	UC-win / Road	3D設計（総合）	○	○	—	○	—	—	19,200	7,680	○	○	○	—
10.	CON-BIM-01	Navisworks Manage	3D設計管理	—	—	○	○	—	—	1,550/年		—	○	○	—
11.	CON-BIM-02	Navis+	3D設計管理	—	—	○	○	—	○	6,000	N/A	—	○	○	—
12.	CON-TBM-01	C-Shield	トンネル施工	—	—	○	○	○	○	1,000	N/A	—	○	○	—
13.	CON-TBM-02	ARIGATAYA	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	120,000	N/A	—	○	○	—
14.	CON-TBM-03	Segment Tracing System	トンネル施工	—	—	○	○	—	○	27,000	33,000	—	○	○	—
15.	CON-TBM-04	PADMS-NATM	トンネル施工	—	—	○	○	—	—	20,000/0.5km+9,000/年		—	○	○	—
16.	CON-ICN-01	2D MG (Machine Guidance)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	9,000	条件による	—	○	○	—
17.	CON-ICN-02	MC (Machine Control)	自動化土工施工	—	—	○	—	—	—	120,000	4,000	—	○	○	—
18.	SPV-RMS-01	Digital Reporting Solution (ConMas i-Reporter)	現場帳票管理	○	—	○	○	○	○	21,000/年(50ユーザ)		—	—	○	○
19.	SPV-XRS-01	VR/AR (with AR marker)	VR/AR	○	○	○	○	○	—	8,200	4,700	—	—	○	○
20.	ISP-CRT-01	Crack detection (KUMONOS)	ひび割れ検出	—	—	—	—	○	—	65,000	条件による	—	—	○	—
21.	ISP-CRT-02	Bridge Substructure Scouring survey by sonar	ソナー洗浄堀調査	—	—	—	—	○	—	48,000	条件による	—	—	○	—
22.	ISP-CRT-03	Dynamic Response Intelligent Monitoring System(DRIMS)	道路路面性状把握	—	—	—	—	○	—	4,800	条件による	—	—	○	—
23.	ISP-CRT-04	Monitoring system using equipment such as bridge inspection robot cameras	橋梁点検ロボット監視システム	—	—	—	—	○	—	95,000	条件による	—	—	○	—
24.	ISP-LND-01	Slope collapse detection sensor	斜面センサー	—	—	—	—	○	—	810/機	条件による	—	—	○	—
25.	OPE-XRS-01	VR Safety Training Simulator	VRトレーニング*	—	—	—	—	○	—	800/年	N/A	—	○	—	○

<凡例>  ：短期的に適用可能な技術  ：中・長期的に適用可能な技術 ○：導入効果が見込まれる作業／指標

※コストはプロジェクトの条件（工事内容、施工期間等）により異なるため概算費用。※BIM等は、PC等のハードウェアや人件費を除くソフトウェアのライセンス費用。

## 6章 我が国のフィリピン向け ODA 事業にデジタル技術を適用する際の提言等

第5章においては、フィリピンの ODA 事業に適用可能なデジタル技術を短期的に適用可能な技術と、中・長期的に適用可能な技術に分けて整理した。

本章では、上記の整理に基づき、フィリピンの ODA 事業にデジタル技術を適用する際の考え方や、必要な対応等に係る提言を、短期／中・長期に分けて整理する。

### 6-1 短期的な提言

#### 6-1-1 フィリピン側実施機関に向けた提言

短期、特に、COVID-19 の感染が終息するまでの間、工事員や施工監理技術者の渡航制限など、様々な制約がある条件下においては、追加的なインフラの整備や BIM モデルの作成を必要とせず、施工現場での作業量や人工の削減や、効率化に資する短期に導入可能な単独（スタンドアロン）型の測量機器（UAV、等）や、検査機器（検査ロボット、リモートセンシング技術、等）の導入が推奨される。

これらの機材の多くは、市場で購入／調達可能である一方、導入に当たり、一定規模のコストを要する機器（トンネル検査システム、VR による研修システム、等）を追加的に導入する場合は、事業コンポーネントを見直し、必要なコストを事業費の一部として検討することが求められる。

#### 6-1-2 実施中の ODA 事業に従事する請負者に向けた提言

短期的に適用可能なデジタル技術の導入に際しては、機材の購入費の他に、操作技術者（当該国の免許を有した UAV の操作技術者、等）の入手可能性や、機材の購入や使用に関わる許認可手続き（機材の輸出入、UAV の飛行、等の許認可）についても、事前に確認しておく必要がある。

特に、電子機器の海外への輸出に際しては、我が国の経済産業省の輸出許可<sup>3</sup>を取得するのに一定の期間（半年～1年程度）を要するものもあり、注意が必要である。

なお、本調査で調査・ヒアリングを行った対象事業の中には、既に、携帯電話のサービス（4G/5G）網を通じたタブレット端末用の施工管理アプリケーションを活用している事例や、トンネル検査システムの導入を予定しているプロジェクトもある。

上述のとおり、COVID-19 の感染が終息するまでの間、工事員や施工監理技術者の渡航制限など、様々な制約がある条件下では、日本人施工監理技術者の目視による施行監理や検査が困難になっていることがヒアリングでも確認されており、携帯電話サービス（4G/5G）が利用可能な場合は、上記のような施行管理アプリケーションの導入も有効であると考えられる。

また、本調査で調査・ヒアリングを行った対象事業の中には、踏査が困難な山岳地帯での調査や工事を伴うものや、山岳地帯における橋長の長い橋梁工事や海上橋の建設工事など、技術者の目視によるコンクリート工事の点検等が困難な現場もある。

こうした現場においては、UAV による測量や画像解析 AI を用いた調査や点検技術など、現場の作業効率を高めるための遠隔操作によるデジタル技術の導入も有効であろう。

<sup>3</sup> 外国為替及び外国貿易法（昭和二十四年法律第二百二十八号）及び輸出貿易管理令（昭和二十四年政令第三百七十八号）の定めるもの。JICA は、同法に基づき、ODA 事業や民間連携事業の機材の調達・供与に関わる業務受託者向けに「JICA 輸出管理ガイドライン（2017年6月1日）」を作成している。



## 6-2 中・長期的な提言（政策・制度、インフラ、人材、等）

### 6-2-1 測量・調査関連のデジタル技術の推進に向けた提言

#### (1) 世界測地系移行

フィリピンでは、これまで 2020 年を目途に世界測地系への移行計画を進めてきたものの、2020 年時点で整備できた電子基準点の数は 54 点であり、目標の 163 点には遠く及ばず、世界測地系への移行は果たせていない。また、高さ方向の Geoid システムについては、欧州の会社が空中重力探査を行ったものの、この結果に基づく新たなフィリピンの Geoid モデルは、未だ公開されていない。よって、これまでのところ、建設工事の測量成果は、大統領令に基づき、フィリピンの測地系である PRS92 に従って納めなければならない。

他方、建設工事で用いる GNSS 測量との変換は、複雑であり、長期的な工事、道路や鉄道等の長物の工事においては測量成果に整合がとれない場合がある。こうしたことから、主管する NAMRIA は、できるだけ早く世界測地系への移行を行う必要がある。

#### (2) 世界測地系移行までの中間的措置

GNSS は、建設工事のみならず一般的な測量、ドローン、航空機、自動車、及び携帯電話を用いて位置情報を取得するためにも使用されている。衛星測位で使用する座標系と PRS92 の間には大きな違い（ルソン島北部では推計 2.5m 程度）があり、上述のとおり測量成果に誤解を生じる可能性が高い。

したがって、世界測地系への移行までの期間については、建設工事の測量仕様を衛星測位の基準座標系である WGS84 に設定し、納品時に大統領令に基づいて測量成果を PRS92 に変換し、最終的に二つの測量成果を保持しておくことを推奨する。

フィリピンが世界測地系に準拠する新しい測地システムに移行した場合には、WGS84 からの変換は容易にできる。また、各建設工事サイトの座標系を地殻変動補正なしに WGS84 で統一的に運用しても短期間であれば誤差は少ない。

### 6-2-2 我が国の ODA 事業における BIM の推進に向けた提言に関わる背景

#### (1) 我が国の ODA 対象国における BIM の推進状況

フィリピンの DOTr において、既に ISO19650 に基づく BIM を含む情報管理のためのマニュアルが整備されており、鉄道事業を中心に、我が国の ODA 対象国においても ISO19650 に基づく BIM を使用した設計／施工／運営・維持管理の生産プロセスが国際競争入札の要件となっているプロジェクトも出てきている。



出典：アジア開発銀行（ADB）資料（2019 年）より抜粋

図 6-1：BIM に基づく生産プロセスが導入されている海外の鉄道事業

## (2) BIM の導入効果

土木／建築問わず、従来の建設分野の生産プロセスにおいては、施工段階で作成する施工図において、各部の取り合いや、納まりが検討されることも多い。

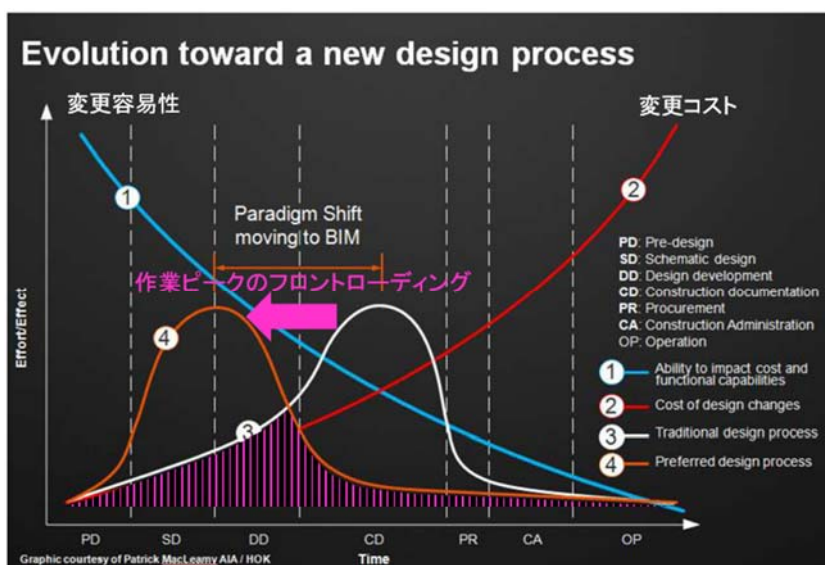
特に、建築分野の生産プロセスにおいては、意匠、構造、設備・衛生の工種ごとの分業体制をとっており、一方の工種で設計変更が生じた場合、直ちに他の工種にも影響を及ぼすため、設計段階や施工段階において意匠図、構造図、設備・衛生図の間で、頻繁に調整に係る作業や会議が行われることになる。

さらに、二次元の図面上で必要な干渉部分のチェックや検討が不十分だった場合は、資材の発注・搬入後の“現場合わせ”でこれらの調整が図られるケースもあり、この段階で設計変更等の手戻りが発生した場合、著しく生産性が損なわれるケースもある。

また、我が国の建設工事で設計・施工分離発注方式で設計会社や施工会社の調達が行われる場合は、設計会社の設計図書に用いられる測量図や CAD 図面等が、デジタルデータとして施工会社に引き継がれず、施工に従事する施工会社が施工図を作成する過程で、施工に必要な仮設工事や詳細図レベルの情報を含める形で、改めて CAD 図面を起こし、デジタルデータ化しているケースが大半であろう。

こうした従来の生産プロセスに対し、BIM の導入効果を概念的に説明するための図として、図 6-2 に示す「マクリーミー曲線」が引用されている。

同図は、従来の生産プロセス（白色のグラフ）と BIM を活用した望ましい生産プロセス（オレンジ色のグラフ）を比較し、設計上の検討作業の作業ピークが生産プロセスの後工程になるほど変更容易性（青色のグラフ）が低下すると共に、変更に必要なコストが増加することを表している。他方、BIM を活用することによって、生産プロセスの初期の段階で 3 次元の空間上で工種間の十分な調整や検討を行うことができれば（作業ピークのフロントローディング）、設計上の変更も容易であり、変更コストも最小化することができることを表している。



出典：Web 資料を基に業務従事者作成

図 6-2：マクリーミー曲線

### 6-2-3 フィリピン側実施機関に向けた提言

#### (1) BIM を導入することが有効な分野

BIM の導入効果は、既に、DOTr の BIM マニュアルの対象となっている運輸セクター（鉄道、空港、港湾）の事業のみならず、橋梁や、トンネルなどの構造物の建設工事が含まれる DPWH の事業においても有効である。

これらは、設計・施工段階における異なる工種間の調整や、完工後に行われる危険箇所での点検、改修工事など、中・長期的なアセットマネジメントが求められており、設計・施工段階で適切に BIM モデルが作成されることによって、中・長期的には、これらの作業を効率化するためのデジタル技術の導入が可能になる。

我が国の国土交通省では、土木分野における BIM の導入を進めており、2018 年度からは、国土交通省発注の土木分野の公共事業の中から「3 次元情報活用モデル事業」の対象事業を指定した上で設計・施工段階に BIM を導入し、2019 年度には、400 件に適用事業を拡大している。国土交通省では、こうした土木分野における BIM の導入と並行して「BIM/CIM ガイドライン」や、BIM を導入する際の共通仕様書である「CIM (BIM) 導入ガイドライン」を整備しており、BIM を導入することが有効な分野として、以下が対象になっている。<sup>4</sup>

表 6-1：国土交通省「CIM (BIM) 導入ガイドライン」の対象分野

シリーズ	対象分野
第 1 編	共通編
第 2 編	土工編
第 3 編	河川編
第 4 編	ダム編
第 5 編	橋梁編
第 6 編	トンネル編
第 7 編	機械設備編
第 8 編	下水道編
第 9 編	地すべり編
第 10 編	砂防編
第 11 編	港湾編

出典：国土交通省資料

他方、道路分野については、「道路の維持管理では長大な延長を対象としており、その全てを 3 次元モデルで管理することは現時点では効率化に繋がるとは考えにくい。よって、道路維持管理は全体的な管理は GIS をベースとした管理システムを基本的に活用するものとする。そのため、GIS で十分な効果を得られる活用場面（例えば関連情報の一元管理）については GIS を活用する事を前提とする。」としており<sup>5</sup>、全ての土木分野において、BIM を導入することが、必ずしも有効な訳ではない。

よって、DPWH の事業についても、比較的大型の橋梁工事が含まれる「中央ミンダナオ高規格道路整備事業」、「セブーマクタム橋及び沿岸道路建設計画」や「ダバオ市バイパス建設事業」、「幹線道路バイパス事業」、トンネル工事が含まれる同「ダバオ市バイパス建設事業」や「ダルトンパス東代替道路建設事業」等については、中・長期的に BIM を導入することが有効である。

他方、「ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業」など、国内競争入札 (LCB) でローカルの施工業者の調達が行われる比較的单純な地方道路整備事業については、GIS を用いて道路台帳 (インベントリー) を作成し、アセットの管理を行う方が、有効と考えられる事業もあり、BIM を導入するかどうかは、供用後の BIM データの利活用の有無や、BIM データを活用した保守・点検の可能性や、改修工事の頻度等も含めて、合理的に判断する必要がある。

<sup>4</sup> 国土交通省「BIM/CIM ポータルサイト【試行版】」

<sup>5</sup> 国土交通省「CIM モデル作成仕様【検討案】＜道路編＞」P.2

## (2) BIMの実施体制

ISO19650に基づき、BIMを本来の目的に沿って運用するためには、なによりもまず、発注者側において、これまでの生産性の向上を目的とするBIMの導入から、設計・施工だけでなく運営・維持管理、更新までを含むアセットマネジメントのライフサイクル全体を視野に入れたBIMの導入へと意識の転換を図る必要がある。そのためには、発注者側のBIMの運用に関わるリテラシーの向上と、実施体制の強化が不可欠である。

その上で、ISO 19650に準拠し、BIMを導入するためには、施工監理コンサルタントやコントラクターの入札前の段階で発注者の情報管理のための要求事項（PIR、EIR及びAIR<sup>6</sup>）を明確にし、必要な要件を入札図書に明記する必要がある。

## (3) 事業費

本調査で調査・ヒアリングを行った対象事業のうち、マニラ首都圏地下鉄事業（MMSP）及び南北通勤鉄道事業（NSCR）においては、DOTrのBIMマニュアルの適用が求められている。

他方、同マニュアルの作成は、既に、施工監理コンサルタントやコントラクターの調達、契約が行われた後の2019年に行われたものであり、ODA事業に従事する施工監理コンサルタントやコントラクター、及びDOTrのPMO（Project management Office）とのヒアリングによると、施工監理コンサルタントやコントラクターの契約業務を規定する入札段階の入札図書や、契約書の仕様書には、詳細なBIMの使用が含まれていなかった、とのことである。

BIMによる三次元設計の導入のためには、BIMモデルを作成する技術者や、モデルの作成作業が追加的に生じることになる。

よって、契約後にBIMを導入する場合は、施工監理コンサルタントやコントラクターのBIMの作成にかかる作業に必要な費用を賄うための追加的なコストを考慮に入れ、必要に応じて契約を見直すことも必要であろう。

## (4) サプライチェーン

BIMは、裾野の広い産業クラスターとして位置付けられ、英国のBIMに関わる官民連携の推進に当たっては、建設関連の省庁ではなく、産業開発を担う産業省の下、従来の建設分野の生産プロセスに従事する設計会社や施工会社の他、大学の研究機関や、ISOの認証機関、ソフトウェアのベンダー、ビジネスクラウドサービスといったBIMに関わるサプライチェーン全体が官民連携の枠組みに含まれている（図5-10）。

将来的にフィリピンのODA事業のBIMの実施体制を検討する上では、英国の事例のように、建設分野を越えたBIMに関わるサプライチェーン全体を視野に入れた推進体制の構築も必要であろう。

### 6-2-4 JICAに向けた提言

フィリピンの建設分野のODA事業について、アセットマネジメントのライフサイクル全体を視野に入れたデジタル化の推進を図るのであれば、これまでのCGとしてのBIMに留まらず、事業の早い段階からフィリピン側の要求事項であるISO 19650に準拠したBIMの導入を進め、JICAの協力準備調査や有償D/Dに従事するコンサルタントの調達に関わる入札図書の段階から、ISO 19650に準拠したBIMの仕様を含める必要がある。

<sup>6</sup> PIR / EIR / AIR: ISO 19650が定める技術用語

PIR (Project Information Requirement): プロジェクトの目的・用途・性能等に関わる発注者の要求事項

EIR (Exchange Information Requirement): 発注者と受託者の間の設計情報の共有・承認等に関わる要求事項

AIR (Asset Information Requirement): 発注者が竣工後にアセットマネジメントを行うために必要な設計情報の共有等に関わる要求事項

そのためには、まず、ISO 19650 の海外の適用事例を、情報収集・確認調査等のスキームを使って調査し、協力準備調査や連携 D/D の TOR を作成する JICA 内の人材の ISO 19650 に関するリテラシーを高めることも不可欠であると、思料する。

#### 6-2-5 実施中の ODA 事業に従事する請負者に向けた提言

ISO 19650 は、既に我が国も批准している ISO が定める国際規格であり、プロジェクトにおいて ISO 19650 に準拠した BIM を含む情報管理が求められている場合は、施工監理コンサルタントやコントラクターは、かかる国際規格に準拠して業務を実施する必要がある。

特に、フィリピンの ODA 事業に従事する施工監理コンサルタントやコントラクターのうち、既に DOTr の BIM マニュアルの適用が求められているマニラ首都圏地下鉄事業（MMSP）、及び南北通勤鉄道事業（NSCR）の二つの鉄道事業に従事する施工監理コンサルタントやコントラクターについては、早急に、ISO 19650 シリーズ準拠し、発注者の要求事項に対応していくことが、喫緊の課題である。

ISO 19650 は、既に、上述のフィリピンの鉄道事業をはじめ、トルコ、インド、マレーシア等の我が国の ODA 対象国のプロジェクトにも導入され始めており、入札段階で ISO 19650 に準拠した情報管理の実施体制等を記載した BIM 実施計画書（BIM Execution Plan: BEP）<sup>7</sup>の提出を求められているものもある。

こうした中、ISO の認証機関の中には、既に日本国内において、ISO 19650 の研修や、認定証の発行といったサービスを提供している認証機関もあることから、かかる状況を踏まえ、今後、海外工事に従事する我が国の施工監理コンサルタントやコントラクターが国際競争入札（ICB）において競争力を高めるためには、ISO 19650 の認証を得ておくことが、強く推奨される。

#### 6-2-6 施工関連のデジタル技術の導入に向けた提言

##### (1) 自動化施工技術

##### 1) 基準類の整備と適用承認

国交省の直轄事業における i-Construction 活用の実績は大手建設業（29 社）では 93.5%に及び、JICA 海外建設事業で活動する大手ゼネコンと同じ企業体であり i-Construction の実施の経験値は高い。一方、国土交通省は直轄事業への適用を行うために、成果納品を 3D データにするなど、表 6-2 に示す新たな納品要領、UAV 測量マニュアル、出来高管理基準、積算基準等を定めた。海外建設事業への適用にあたっては、JICA や相手国への納品要領を設計、測量図から BIM の 3D データに変更するなどの対応が必要となる。また、相手国政府が同基準を採用することも必要になる。

<sup>7</sup> DOTr の BIM マニュアルにおいても入札段階で BEP の提出が求められている。



表 6-2 : i-Construction のための新基準類

		名称	新規	改訂
調査・測量、設計	1	UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	○	
	2	電子納品要領(工事及び設計)		○
	3	3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)	○	
施工	4	ICTの全面的な活用の実施方針	○	
	5	土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○
	6	土木工事数量算出要領(案)(施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)を含む)	○	○
	7	土木工事共通仕様書 施工管理関係書類(帳票:出来形合否判定総括表)	○	
	8	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○	
	9	レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	○	
検査	10	地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○
	11	既済部分検査技術基準(案)及び同解説		○
	12	部分払における出来高取扱方法(案)		○
	13	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○	
	14	レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	○	
	15	工事成績評定要領の運用について		○
積算基準		ICT活用工事積算要領	○	

出典：国土交通省資料

## (2) 施工 BIM

日本国内の施工現場における BIM の活用は i-Construction 発足当初から取り組まれており、着実に実績を積み上げている。ただし、設計段階から 3 次元モデルを作成し、施工や維持管理などの後工程に引き継がれるような事業形態は ECI 受注方式に限定されているのが現状である。国内事業を管轄する国土交通省では、2023 年度から全ての詳細設計・工事において BIM/CIM を原則適用する方針を示しており、受発注者双方の経験値が増すことが期待される。

一方、フィリピンの ODA 事業における本邦企業の BIM 対応は、その都度対応している状況にあり、施工や維持管理で活用するための 3 次元モデルの構築までには至っていないとみられる。今後のフィリピンをはじめとする ODA 事業に BIM を適用するためには、国内業務で得た設計から施工段階での 3 次元モデル作成、引継ぎの経験などを海外事業にも生かせるような人材配置や事業戦略の構築が重要となる。また、ISO19650 の規定に従った場合、発注者側に求められる役割も大きく、発注者側の BIM に対する実施体制の強化が不可欠である。国内事業においては、国土交通省職員を対象にした教育プログラムを国土交通大学校や各整備局などで実施しているほか、「発注者向けの実施要領」の策定・公表を行っており、こうした取組や公表資料の活用を図りながら海外事業における発注者の体制強化を図るべきである。

### 6-2-7 施工管理関連のデジタル技術の導入に向けた提言

施工管理のデジタルツールは、クラウド上で提供されるケースが多いため、利用にあたりフィリピン政府が掲げているクラウドファーストポリシーとの整合性について確認しておく必要がある。とくに、政府が国家の重要案件と指定しているものについては、サーバが設置される拠点自体も論点となることから、事前に協議を行っておくことが重要となる。

### 6-2-8 点検関連のデジタル技術の導入に向けた提言

点検関連技術において、導入の対象者がフィリピン側のカウンターパートやフィリピン国内の業者となることが想定される中で、点検関連のデジタル技術の活用は、計測やモニタリングの際に技術的なノウハウを習得する必要があるものや継続して使用するために研修等が必要な技術がある。そのため、技術協力プロジェクトなどで導入して継続的な活用を促進していくことが望ましい。

### 6-2-9 運営・維持管理のデジタル技術の導入に向けた提言

VR を利用した訓練について、BIM モデルを利用することで建設中のアセットを仮想空間で登場させ、その空間において営業や点検作業の研修を行うといった利用方法も可能である。この場合、BIM の設計時から、モデルに反映させる情報を決めておく必要があるため、コントラクター入札段階から要件としてとりまとめておくことが求められる。

参考文献

- INTERNATIONAL STANDARD  
ISO 19650-1
- [1] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles
- INTERNATIONAL STANDARD  
ISO 19650-2
- [2] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of the assets
- INTERNATIONAL STANDARD  
ISO 19650-3
- [3] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 3: Operational phase of the assets
- INTERNATIONAL STANDARD  
ISO 19650-5
- [4] Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 5: Security-minded approach to information management
- IPIF Output 3 Sub-Project  
Digital Management Pilot Study for DOTr (Rail Sector)  
Deliverable No. 9 Information Management Plan Revision B  
3 August 2020, Arup, Asian Development Bank (ADB)
- [5]
- [6] AIA Document E203™  
Building Information Modeling and Digital Data Exhibit
- Level of Development (Lod) Specification Part I & Commentary for Building Information Models and Data  
December 2020, BIM Forum
- [7]
- Level of Development (Lod) Specification Part II  
December 2020, BIM Forum
- [8]
- [9] Guide d'application du BIM Infra, Auteurs/Organismes, MINnD, 2019
- [10] Projet National MINnD 2014 – 2018, Pré-rapport de synthèse, MINnD, 2018

## ANNEX A. 技術シート

コード番号：

ISP      —      CRT      —      01  
 (大分類)      (小分類)      (番号)

ANNEX 表 A-1：技術シートのコード番号対照表

分類	分野	コード番号
大分類	1. 測量・調査関連のデジタル技術	SVY
小分類	1-1. UAV（ドローン）関連技術	UAV
	1-2. 地上波レーザースキャナ関連技術	TER
	1-3. 地形データ作成関連技術	DAG
大分類	2. 設計関連のデジタル技術	DGN
小分類	2-1. BIM関連技術	BIM
	2-2. 交通シミュレーション関連技術	TRA
大分類	3. 施工関連のデジタル技術	CON
小分類	3-1. 施工BIM関連技術	BIM
	3-2. TBM（シールド施工）関連技術	TBM
	3-3. 自動化施工技術関連	ICN
大分類	4. 施工監理関連のデジタル技術	SPV
小分類	4-1. 帳票管理システム	RMS
	4-2. 複合現実（XR）関連技術	XRS
大分類	5. 点検関連のデジタル技術	ISP
小分類	5-1. コンクリート点検関連技術	CRT
	5-2. 法面点検関連技術	LND
大分類	6. 運営・維持管理関連のデジタル技術	OPE-
小分類	6-1. 複合現実（XR）関連技術	XRS

出典：共同企業体作成

目次

Code No.	技術の名称	頁
<b>1. 調査・測量関連のデジタル技術</b>		
SVY-UAV-01	UAV LiDAR	A-3
SVY-UAV-02	UAV-光学カメラ	A-5
SVY-TER-01	地上型レーザースキャナ	A-7
SVY-DAG-01	計測・地形データ自動生成サービス	A-9
<b>2. 設計関連のデジタル技術</b>		
DGN-BIM-01	BIM360 シリーズ	A-11
DGN-BIM-02	BIM360 シリーズ (Docs, Design, Coordinate Build)	A-13
DGN-BIM-03	Dynamo / Grasshopper	A-15
DGN-BIM-04	Civil 3D	A-17
DGN-BIM-05	Revit	A-19
DGN-TRA-01	UC-win / Road	A-21
<b>3. 施行関連のデジタル技術</b>		
CON-BIM-01	Navisworks (Manage)	A-23
CON-BIM-02	Navis+	A-25
CON-TBM-01	C-Shield	A-27
CON-TBM-02	ARIGATAYA	A-29
CON-TBM-03	セグメント情報管理システム	A-31
CON-TBM-04	PADMS-NATM	A-33
CON-ICN-01	マシンガイダンス (MG)	A-35
CON-ICN-02	マシンコントロール (3DMC) TOPCON	A-37
CON-ICN-03	マシンガイダンス (MG) コマツ	A-39
<b>4. 施工監理関連のデジタル技術</b>		
SPV-RMS-01	デジタル野帳	A-41
SPV-RMS-02	ペーパーレス「現場帳票」記録・報告・閲覧ソリューション	A-43
SPV-RMS-03	建築・土木の生産支援クラウド	A-45
SPV-RMS-04	遠隔コミュニケーションツール	A-47
SPV-RMS-05	拡張現実 : AR	A-49
SPV-XRS-01	VR Safety Training	A-51
<b>5. 検査関連のデジタル技術</b>		
ISP-CRT-01	ひび割れの検出システム (KUMONOS)	A-53



ISP-CRT-02	ソナーによる橋梁下部工洗掘調査	A-55
ISP-CRT-03	スマートフォンによる道路性状の簡易評価システム (DRIMS)	A-57
ISP-CRT-04	橋梁点検ロボットカメラ	A-59
ISP-CRT-05	走行型 3D スキャナを用いた現地踏査・測量システム (インフラドクター)	A-61
ISP-CRT-06	床版の損傷・路面空洞検出システム (スケルカー)	A-63
ISP-CRT-07	MMS モバイルマッピングシステム	A-65
ISP-CRT-08	走行型高速 3D トンネル点検システム (MIMM)	A-67
ISP-CRT-09	コンクリート表面塩分解析 (コンクリートビュー)	A-69
ISP-CRT-10	橋梁近接目視点検飛行ロボットシステム	A-71
ISP-LND-01	斜面崩壊検知センサー	A-73
<b>6. 運転・維持管理関連のデジタル技術</b>		
OPE-XRS-01	安全体感 VR トレーニング	A-75
OPE-XRS-02	XR と AI を活用したデジタル研修基盤	A-77



## ANNEX B. セミナープレゼンテーション

1. フィリピン実施機関向けセミナー（2021年3月8日開催）
2. 本邦企業向けセミナー（2021年3月11日開催）



## ANNEX C. 広報用パンフレット（デジタル技術集）

1. 日本語版パンフレット
2. 英語版パンフレット





## ANNEX D. 調査対象事業概要、質問票回答、ヒアリング議事録

### 目次

名称	請負者（コンサルタント、コントラクター、等）	頁
<b>1. DPWH案件</b>		
幹線道路バイパス事業（III）	【コントラクター】 清水建設、Sino Road and Bridge Co, Ltd JV	D-2
ダバオ市バイパス建設事業	【コントラクター】 清水建設、竹中土木JV 【コンサルタント】 日本工営	D-12
ダルトンパス東代替道路建設事業	【コンサルタント】 日本工営、大日本コンサルタント、中日本高速道路、片平エンジニアリング・インターナショナル	D-33
中央ミンダナオ高規格道路整備事業（協力準備調査）	【コンサルタント】 建設技研インターナショナル、大日本コンサルタント、オリエンタルコンサルタンツグローバル、日本工営JV	D-41
セブーマクタン橋（第四橋）及び沿岸道路建設計画（詳細設計）	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、長大、日本工営、アルメックVPI	D-50
ミンダナオ紛争影響地域道路ネットワーク整備事業（詳細設計）	【コンサルタント】 建設技研インターナショナル	D-58
<b>2. DOTr案件</b>		
マニラ首都圏地下鉄事業（フェーズ1）	【コントラクター】 清水建設、フジタ、竹中土木、EEV JV 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社JV	D-67
フィリピン鉄道訓練センター（PRI）設立・運営能力強化支援プロジェクト	【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、東京地下鉄、アルメックVPI	D-84
南北通勤鉄道事業（マロロスーツツバン）	【コンサルタント】オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社	D-93
南北通勤鉄道延伸事業（マロロスークラーク）	【コンサルタント】オリエンタルコンサルタンツグローバル、東京地下鉄、片平エンジニアリング・インターナショナル他	D-94
マニラ首都圏大量旅客輸送システム拡張事業	【コントラクター】 清水建設（土木）、三菱商事（車両）、丸紅、D.M. Consunji Inc.（電気・機械設備） 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル他5社JV	D-108
首都圏鉄道3号線改修事業	【コントラクター】 住友商事、三菱重工業エンジニアリング（改修・保守） 【コンサルタント】 オリエンタルコンサルタンツグローバル、トーニチコンサルタント、片平エンジニアリング・インターナショナルJV	D-126



## ANNEX E. セミナー質疑応答

### 1. フィリピン実施期間向けセミナー質疑応答（2021年3月8日開催）

<参加者>

DPWH : 21名  
 DOTr : 29名  
 JICA : 5名  
合計 : 55名

No.	Question	Answer
1	Has survey improvement recommended to Philippines been carried out in Japan? How much is the cost for it if that technology applied to Manila?	The costs listed on the technical sheet of the presentation are market prices in Japan (exchanged in USD) and do not include costs for exportation to the Philippines, customs clearance, customs duties, etc.
2	Is there a plan by JICA to include 5D for Cost, 6D for sustainability Analysis and BIM?	Regarding the BIM level, JICA has not matured enough to discuss BIM 4D and 5D.
3	Are all presented technologies should be applied as a requirement for the project or we can just a choose what is applicable for each specific projects? Is JICA going to mandate BIM to all ODA projects? If yes do you have a timeline so we can prepare?	Since applicable technologies are different depending on the conditions of the project. Furthermore, detailed discussion with JICA will be needed. Basically, applicable technologies may be selected from the recommended technologies according to the priority. At present, JICA has not planned to oblige BIM to any ODA projects yet.

2. 本邦企業向けセミナー質疑応答（2021年3月11日開催）

<参加者>

調査対象 ODA 事業請負者	: 12 名
建設（施工）会社	: 3 名
コンサルタント企業	: 19 名
メーカー企業	: 12 名
JICA	: 7 名
合計	: 53 名

No.	質問	回答
1	今回頂いた資料は社内で回覧しても構わないか？	特に問題はない。  なお、本調査の報告書を含む正式な資料は、後日、JICA 図書館のウェブサイトにて一般公開されるため、そちらもご参照いただきたい。
2	フィリピンで GPS 使う場合の誤差を教えてください。	GPS の座標系は WGS84、フィリピン測地系は PRS92 である。PRS92 は、1992 年に ITRF（国際測地系）にそって GPS 測量により設定した。29 年たち、ルソン島北部地域では 85 mm/年の変位が観測されていることから、2.5 m 程度ずれていると推察される。地殻変動の方向、大きさが場所によってまちまちである。PRS92 はルソン島を基準にした測地系であるため、南部の島々の誤差の方が大きいのではないかと推察される。
3	GPS トラッカーやビーコンを使った例があれば教えてください。	本調査のヒアリングでは、JICA の ODA 事業において当該技術を適用した事例は確認できなかった。
4	ISO19650 のシステム名を後で教えてください。	※「ISO19650 のシステム名」が、CDE のことを指す場合は、フィリピンの事例では、DOTr は、Bentley 社の Projectwise365 及び Oracle 社の Aconex を CDE として利用する契約を、それぞれの社と結んでいる。
5	ISO19650 を用いた情報システムを導入する時、情報マネージャーの仕事内容を概教えてください。	ISO19650 では、発注者（Appointing Party）、元請け（Lead Appointed Party）、下請け（Appointed Party/Task Team）のそれぞれに情報マネージャーを配置することが求められている。  発注者の情報（BIM）マネージャーの主な業務は、まず、発注者の情報管理に関わる要求事項を、コンサルタントや

No.	質問	回答
		<p>コントラクターの入札図書の仕様書に盛り込むことである。</p> <p>元請けの情報マネージャーは、発注者の要求事項に基づき、入札の段階で BIM 実施計画書 (BIM Execution Plan: BEP) を作成すると共に、BEP に基づき BIM の品質管理を行うことである。</p> <p>下請けの情報マネージャーは、元請けの BEP に従い、タスク (工種) 内の BIM の品質管理を行うことである。</p>
6	<p>施主の CDE と受託者の CDE の接続方法を質問させてください。</p>	<p>一般的に施主側の CDE と受託者側の CDE は、別々に運用され、両者を何らかの形で直接接続するような運用は行われていないようである。</p> <p>Work in Progress の段階においては、受託者側の CDE 上で作業が行われる。</p> <p>Shared の段階において、受託者が施主側の CDE にアクセスし、情報交換を行う場合は、施主からファイル形式等が指定される。</p> <p>例えば、Bentley の環境では、i-Model 形式で BIM モデルの情報交換が行われることが多い。</p>
7	<p>QR コードだと部品点数が多いと読み取りが大変ですが、一斉に読み取りできるリーダーがあるのでしょうか？</p>	<p>本調査では一斉に読み取るようなリーダー製品は確認できず、市場販売はされていないとみられる。</p>
8	<p>安価な RFID タグ+UHF リーダーで一斉に読み取りする方が良さそうに思いますが、QR コードの優位性を教えてください。</p>	<p>RFID タグ等は QR コードと同様、読取機器等の製品を別途用意する必要があるため、優位性は低くなりつつある。現在、建設会社独自で開発している技術は、iPad 等のタブレットを用いて専用のアプリからセグメントの製造番号を読み取る OCR (文字認証読取技術) が主流になりつつある。</p>
9	<p>実施機関 (DPWH、DOTr) に向けた提言に関して費用の事例を教えてください。</p>	<p>BIM に関わる追加費用については、コントラクター側の実施体制等に基づき、積算することになる。</p> <p>DOTr の鉄道案件のコントラクターの中には、既に追加費用について、発注者と協議を開始している事業もあるようである。</p>
10	<p>フィリピン国以外の ISO19650 の導入状況が分かれば教えてください。</p>	<p>我が国の ODA 事業に関しては、フィリピンが最初の事例だと思う。</p>



No.	質問	回答
		<p>鉄道事業を中心に既に BIM が適用されている主な海外事例は、プレゼンテーションの最後のスライドに示したとおりである。</p> <p>英国の高速鉄道建設事業（HS2）のプロジェクトは、世界でも最も BIM の導入が進んでいる先進事例であり、BIM に関わる多くの情報が HS2 のホームページ上で一般にも公開されているので、ご参照いただきたい。</p> <p><a href="https://www.hs2.org.uk/building-hs2/digital-engineering-and-bim/">https://www.hs2.org.uk/building-hs2/digital-engineering-and-bim/</a></p>