建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト試行技術集

令和５年６月

国土交通省

大臣官房技術調査課

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト試行技術集

目次

1．平成３０年度試行案件

１－１　３次元計測技術によるコンクリート構造物の高効率・高精度出来形管理　1
１－２　BIM/CIM と ICT を連携した橋梁建設現場の計画および施工の効率化技術　8
１－３　位置情報クラウドサービス「VCIMTRACKING」　14
１－４　遠隔検査　19
１－５　AR コードを活用した確認・記録の効率化　23
１－６　文字認識読取技術の活用によるセグメント管理システム　28

２．令和元年度試行案件

２－１　BIM/CIM と ICT を連携した橋梁建設現場の施工の効率化技術　33
２－２　３次元データを活用したコンクリート構造物の出来形管理技術　41
２－３　重機搭載レーザー計測システム（重機ＬＳ-ＴＳ版）　47
２－４　吊下げ式 SLAM LADAR 測量　51
２－５　切羽掘削形状モニタリングシステム　55
２－６　施工情報収集共有システム（i-PentaCOL/３D）　60
２－７　4K 定点カメラ映像による工事進捗管理システム　64
２－８　切羽変状可視化システム　68

３．令和２年度試行案件

３－１　５Ｇ統合施工管理システム　72
３－２　ローカル５Ｇ通信を用いたホイールローダー遠隔操作システム　77
３－３　インフラデータプラットフォームの活用による工程管理の効率化と労働生産性向上　82

３－４　あらゆる通信規格に対応できる複数建設機械の遠隔操作を可能とする
マルチコックピットシステム　87
３－５　コンクリート施工における労働生産性の向上を図る技術　93
３－６　全天球３６０度カメラ＋ＶＲによる遠隔臨場システム　98
３－７　仮想定点カメラ　104
３－８　ＩｏＴばらまきセンサーネットワーク　110
３－９　トンネル全線の可視化システム　117
３－１０　切羽地質情報取得システム　123
３－１１　ＭＲ技術、ドローン測量技術、ウェアラブル技術を活用した
遠隔コミュニケーション　129
３－１２　ＡＩを活用した発破良否判定システム、ジープスキャンシステム　135
３－１３　建設機械のＩｏＴ化とＡＩ分析による効率化技術　139
３－１４　デジタル会議　144
３－１５　建設マネジメントクラウドシステム myPRISM　149
３－１６　自律飛行ドローン及びクラウドシステムを使用した現場巡視作業と
工程進歩情報共有　154
３－１７　ＵＡＶなどを活用したハイブリッド上部工着工前基本測量　164
３－１８　ＣＰＰ（シー・ピー・ピー：ConstructionProcessProfiling）　169
３－１９　映像伝送技術（（HD コム Live 偏）　174
３－２０　ＷＣＩＭ（ダブリュシム）　179
３－２１　RICOH360 Projects　183

令和３年度試行案件

４－１　AI による交通状況を的確に認知した交通誘導技術　189
４－２　MR 技術×クラウドレンダリング技術による点群データの有効活用と
MR 技術×空間マ ーカー技術による協議記録の効率化　193
４－３　①建設マネジメントクラウドシステム（myPRISM）のカスタマイズ・実装による
生産性の向上
②定置式水平ジブクレーンの活用による生産性の向上　199
４－４　壁面墨出しロボットによる墨出しの省力化・安全性向上　205
４－５　AI を活用した最適発破設計システム　210
４－６　スマートデバイスの画像点群取得を活用した建設用 3D プリンタ造形物の
出来形管理技術　215
４－７　作業休止時間の有効活用に向けたレーザースキャナー昇降型自律走行ロボット

による 出来形計測システム 224
４－８ BIM/CIM モデルと施工計画・進捗・計測情報を連携させた
た「現場見える化クラウド」 システム 230
４－９ ネットワークカメラやモバイルカメラ等による遠隔臨場と映像解析技術を活用
した施工 CIM 235
４－１０ マシンガイダンス+マルチソナーのリアルタイム河床可視化技術 241
４－１１ 削孔管理システム IoT 246
４－１２ UAV，3D レーザースキャナー及びトータルステーションを用いたハイブリッド
測量により鋼桁架設前から架設完了までを継続的に出来形一元管理を行う技術の
実装 251
４－１３ ＡＩによる、交通誘導員省人化を目的とした、片側交互通行自動誘導技術 257
４－１４ 映像や IoT センサー情報を用いた AI 推定モデルによる一般国道の維持工事
の生産性向 上技術 262
４－１５ AI トンネル現場管理システム 269
４－１６ トンネル坑内におけるバックホウの自動運転技術 275

令和４年度試行案件

５－１ ＡＩ/ＩｏＴ活用全数管理の社会実装化とコンクリート性能に合わせた施工
ガイダンス 280
５－２ 自立走行型草刈機 286
５－３ 油圧ショベルの負荷情報およびカメラ情報を活用した土質推定システム 291
５－４ 建設現場監理における無人ドローンの実装（Lv3：目視外無人飛行） 299
５－５ ①材料ロス(吹付けコンクリート)削減技術
②作業員の待機ロス削減技術
③JV 職員の業務効率化による残業時間削減技術
④材料搬出入の待機ロス削減技術 305
５－６ SfM/MVS を用いた 堆雪部３次元測定技術の開発 325
５－７ デジタルツインを活用した VR 遠隔臨場 329
５－８ デジタルツイン制御による自動インバート掘削 335
５－９ 建設又は土木工事における現場の働き易さと施工の労働生産性を向上する運搬
DX 技術 340
５－１０ AI+ドローンによる資材管理 346
５－１１ 分布型光ファイバセンサを使って，施工中および施工後のコンクリート構造物の
温度・ひずみ・ひび割れ変状などを面的にモニタリング管理する技術 352

５－１２　AI 濁水処理自動調整システム　360
５－１３　As 合材温度のセンシングと推論で、転圧温度管理を自動化する技術　365
５－１４　災害復旧復興現場における①高速大容量通信環境構築、②360°遠隔臨場の映像を活用した情報ポータルの構築、③異常水位警報の発報システム構築の試行　371
５－１５　トンネル坑内自動巡視ドローンシステム　381
５－１６　ダンプトラック誘導システム　385

※複数年度試行している場合は、直近の年度の結果を記載

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	3次元計測技術によるコンクリート構造物の高効率・高精度出来形管理	
技術バージョン	2018年10月	
開発者	カナツ技建工業(株)	
開発代表者の連絡先	電話：0852-25-5555	Email：y-kimura@kanatsu.co.jp
技術概要	施工コンクリート構造物を包括する様にTLSを使い点群データを取得し、そのデータを利用して点群処理ソフト上で構造造物の出来形管理を行う。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工、橋梁下部工、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）	

2. 基本諸元

技術の構成	◎2018年度PRISMの取組時 技術を構成する主要なデバイス （地上レーザースキャナ搭載型トータルステーション） 機材(点群処理可能なPC) システム(点群処理システム) （3次元設計モデルデータ作成システム） ◎2019年度以降の取組時 技術を構成する主要なデバイス （地上レーザースキャナ、トータルステーション、MRゴーグル） 機材(点群処理可能なPC) システム(点群処理システム) （3次元設計モデルデータ作成システム）

技術の構成図 2018年度PRISMの取組

●構造物の出来形管理において３次元データを活用し、「出来形計測作業等の省力化」、「出来形管理の高精度化・ 高効率化」とともに、「出来計測作業の安全性確保」を図る。

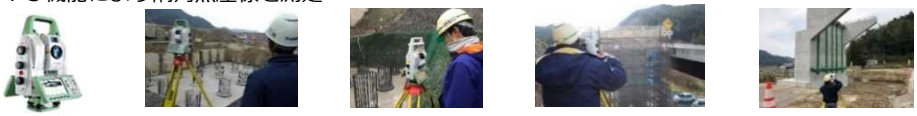
① 構造物（杭基礎及び躯体）の３次元設計データを作成

② TLSを用いて構造物の点群を取得、併せて隅角点座標を測定［３次元出来形計測］

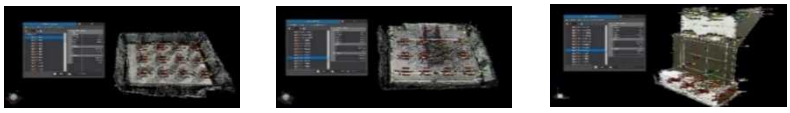
③ 出来形計測値を従来の出来形管理へ適用しつつ、３次元設計データと３次元出来形計測データの較差を導出

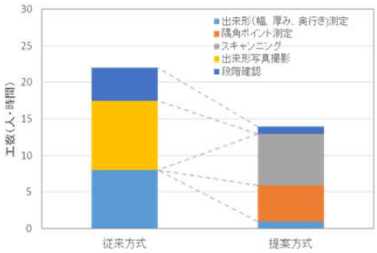
・ＴＬＳ機能により対象構造物の３次元点群データを取得

・ＴＳ機能により隅角点座標を測定



・点群処理システムを使用して隅角点座標ポイントと取得点群データによる出来形計測





従来計測方法との工数比較

(人数×時間)

＜試行結果＞
- 従来の出来形管理に必要なデータは、十分取得可能。
- 従来計測方法の値と若干の差はあるが、規格値を満足。
- 手元作業が不要（リスク回避）となり、安全性が向上。
- 作業工数は概ね半減、管理写真は数100枚削減。

＜取組から得られた課題 ＞
- スキャニング作業及び隅角点測定の時に足場が障害物となる

＜解決と更なる改善方法(案)＞
- 点群処理システムによる構造物の断面抽出による管理方法（隅角点測定が不要となる）
- MR技術を用い出来形の視覚確認を行い足場の撤去判断を行う

技術の構成図 2019年度以降の改善取組

●橋梁下部工については、2019年度継続技術として「安芸バイパス清谷高架橋第2　下部工事」施工現場における労働生産性の向上を図る技術で改めて試行しています。

① 足場撤去後の構造物の点群データのみを使用した出来形管理を行う

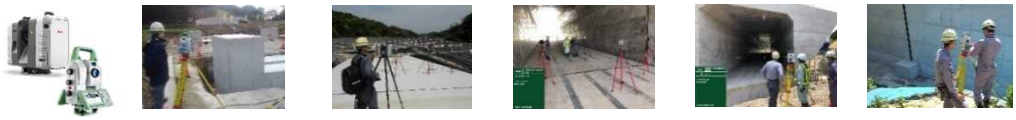
② 出来形形状(現実)と3次元設計モデル(仮想)を合成(重ね合わせ)、構造物の出来形形状を確認する事により足場撤去の判断に活用する。

★ 過年2ケ年度の試行技術結果を継承し改善取組として他工種へも展開。(場所打ち杭工・深礎杭工・場所打ち函渠工)

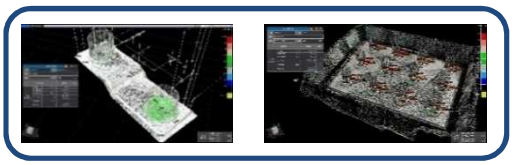
・ MR/AR技術を用い施工構造物の目視による出来形確認　(例：場所打ち函渠工)

(設計モデルと施工構造物の重なり具合で足場解体判断・二重管理の防止)

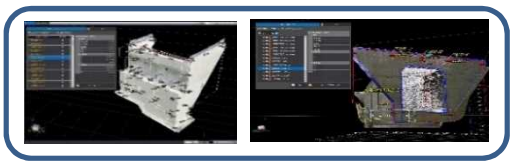
・ レザースキャナ機能を使い、構造物出来形形状の点群データを取得　(例：場所打ち函渠工)



・点群処理システムを使用して取得点群データによる出来形計測

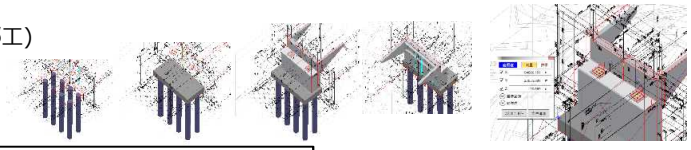
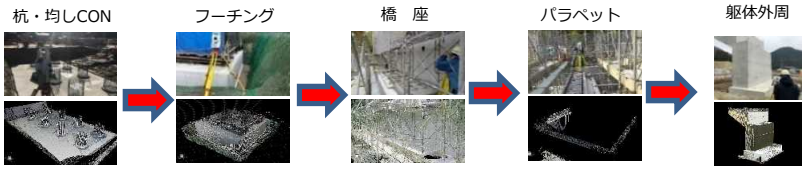
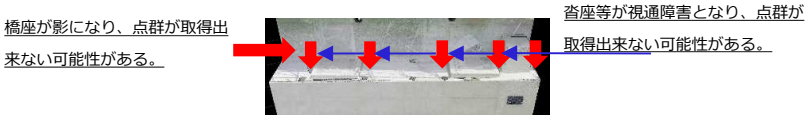


杭の基準高を面的評価にて実施



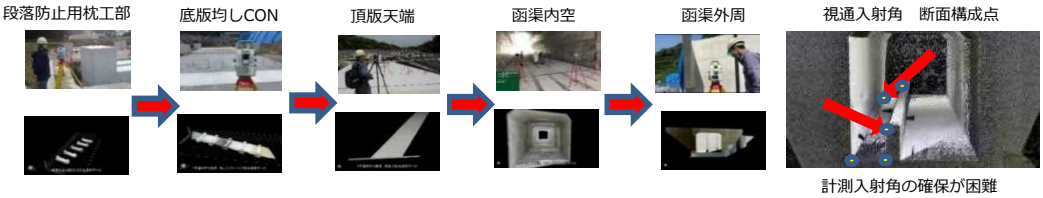
抽出断面形状による出来形計測

＜試行結果＞
- 目視での出来形確認により足場解体前の測定を行う必要がない上、足場解体の時期が早まった。
- 隅角点座標、杭中心付近の座標測定作業が不要となる。

デバイスの 連続稼働時間	TLS 搭載型TS 連続使用時間4時間程度　バッテリー　1個 TLS 連続使用時間4時間程度　バッテリー　2個 MRデバイス 連続使用時間2時間程度　内部バッテリー	MRデバイス 高温時には使用出来ない。
技術を適用可能な 現場条件	・対象構造物の点群データ取得の為の測量スペースが確保可能な地形。 計測条件の制約 （既設構造等障害物による視通困難、狭小な地形により計測入射角確保が困難等） ・降雪、積雪、降雨等が、工程に影響をあまり及ぼさない地域。	
技術活用のプロセス	活用技術のプロセスフロー ①３次元設計モデルの作成→②3次元出来形データ取得→③3次元データによる出来形計測 ① ３次元設計モデルの作成 1）対象構造物の各部位及び全体の寸法、形状を正しく作成する。(BIM/CIMモデルの品質確保に準じる) 2）施工位置の３次元座標上にモデルを正しく配置する。 (例：橋梁下部工)  ② 3次元出来形データ取得 1）出来形点群データは、対象構造物全体を包括するようにTLSを使い取得する。 2）計測条件の制約（既設構造等障害物による視通困難、計測入射角確保困難、機器側近位置等）により 点群データの取得が困難な場合は、従来手法もしくはデータ補完(座標データ取得)により対応します。 (例：橋梁下部工)   	

技術活用のプロセス

(例：場所打ち函渠工)



XR技術の活用(例：MR技術)

MRによる目視確認：立会→足場解体→スキャナ作業→点群データ出来形計測

MR技術を用いて構造物(現実)、設計(仮想)の重なり具合を目視で確認し足場解体の判断を行い速やかに解体しスキャン作業を行う。

注：正確な3次元設計データに現場のTPを登録する事で、現地でも構造物とTPの位置関係上が確認出来ます。(正しい位置関係の把握の為に現場TPを使い位置合わせを行います。)

3j次元設計モデルの重なりとTPモデルとの位置関係

③ ３次元データによる出来形計測

構造物の出来形は、幅・延長は水平距離、高さは鉛直距離で管理となるため、設計図面の断面寸法が斜距離表示の場合は、それぞれ換算した水平距離、鉛直距離を設計値として管理します。

技術活用のプロセス

Ⅰ：出来形計測の実施事例：多点計測技術

手順1）設計図面から対象構造物の縦断方向、横断方向各２点（起点・終点）の座標値を取得し、その座標値を用いて３次元設計モデルの基準線形（縦断方向、横断方向）を設定する。

手順2）出来形管理の対象断面を設定（設計図面における表示断面又は各施工ブロックの中央断面）

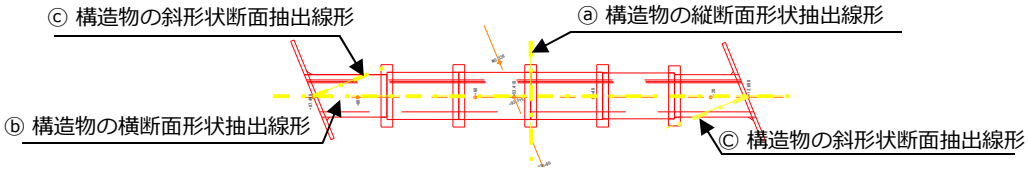
手順3）出来形測量により構造物の完成３次元点群データを取得し、ICT活用工事（土工）でも使用する点群 処理システムの断面抽出機能を利用して、管理する断面形状を抽出する。

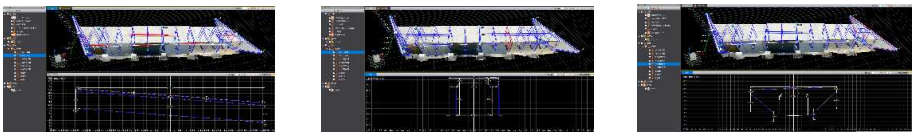
手順4）抽出した管理断面形状において出来形寸法を（データ上で）測定、管理する。

手順5)【杭の管理方法】杭中心付近の標高値については、点群処理システムの面的評価にて管理する。

※ ＜注釈＞ 出来形点群データ取得が困難な箇所等において、TSを用いて取得した隅角点等の座標は、断面構成点のデータとして有効ですので、この座標データを用いて出来形寸法を測定し、出来形管理の補完データとします。

(例：場所打ち函渠工)

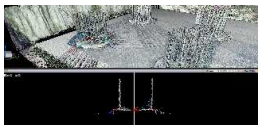




ⓐ 構造物に対して横断線形から縦断形状の抽出　ⓑ 構造物に対して縦断線形から横断形状の抽出　ⓒ 斜形状構造物に対して縦断線形から横断形状の抽出

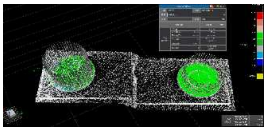
<table>
<tr><td>技術活用のプロセス</td><td>

(例：場所打ち杭・深礎杭)



杭断面形状を利用した杭径出来形測定

杭心の偏心量出来形測定

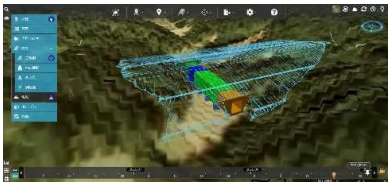


杭天端面的評価による出来形基準高

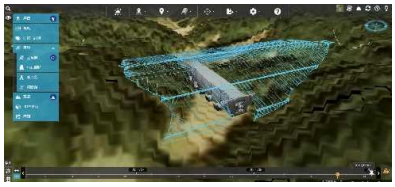
データ共有 (クラウドサービス)

WEBブラウザのみで、点群や設計データ、3Dモデルを手軽に登録する事で、円滑な関係各所とのデータ共有が出来ます。

WEBブラウザ上で設計モデルと完成構造物点群データを重ね合わせ施工位置、形状の確認が出来ます。



場所打ち函渠設計モデル



場所打ち函渠点群データ

</td></tr>
<tr><td>技術導入に要する時間</td><td>無し</td></tr>
<tr><td>アウトプット</td><td>点群データ(TXT形式)
出来形管理計測値(高さ、厚さ、幅、延長、距離、座標値、偏心量)</td></tr>
<tr><td>データ処理システム</td><td>3次元設計モデルデータ作成システム　福井コンピュータ(株)　TREND-CORE
点群処理システム　福井コンピュータ(株)　TREND-POINT
MRデバイスシステム　(株)インフォマテックス GyroEye Holo</td></tr>
<tr><td>利用方法</td><td>市販システム</td></tr>
<tr><td>利用費用</td><td>TREND-CORE　5年リース契約の場合　約 20, 000円/月 (別途年間保守契約費が必要です。)
TREND-POINT　5年リース契約の場合　約 20, 000円/月 (別途年間保守契約費が必要です。)
GyroEye Holo　5年リース契約の場合　約 20, 000円/月 (別途年間保守契約費が必要です。)</td></tr>
<tr><td>AI技術の精度
(学習結果に対する性能評価)</td><td>該当なし</td></tr>
<tr><td>データ共有システム
(クラウドシステム等)</td><td>福井コンピュータ(株)
CIMPHONYPlus</td></tr>
<tr><td>利用方法</td><td>プラン Professional　年間　3現場 30GB、10現場 100GB、20現場 200GB、30現場300GB
月間　30GB
2021年9月現在のプランです。</td></tr>
<tr><td>利用費用</td><td>年契約　30GB(¥216,000)、100GB(¥432,000)、200GB(¥792,000)、300GB(¥1,080,000)
月契約　30GB(　¥18,000)
2021年9月現在の価格です。</td></tr>
</table>

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 出来形管理に関する作業工数(人数×時間)は、従来方法と比べておおよそ50%程度の削減効果が得られた。 https://www.kanatsu.co.jp/iconstruction01/	隅角点座標と出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要となる為、出来形管理写真整理が省力化
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	出来形管理に関する作業工数(人数×時間)は、従来方法と比べておおよそ75%程度削の減効果が得られた。 https://www.kanatsu.co.jp/iconstruction02/	出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要となる為、出来形管理写真整理が省力化
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来方法　測定2名 写真撮影者1名 写真整理1名 試行方法　隅角点、スキャン作業2名 データ測定1名 https://www.kanatsu.co.jp/iconstruction01/	隅角点座標と出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要となる為、出来形管理写真整理が省力化
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	隅角点座標取得を不要とした。 試行方法　スキャン作業2名　データ測定1名 https://www.kanatsu.co.jp/iconstruction02/	出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要となる為、出来形管理写真整理が省力化
安全性の向上	実測 従来方法　高所での複数人による測定作業 （窮屈、無理な姿勢、上下作業あり） 試行方法　高所での作業、作業人員が減少。	隅角点座標と出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	隅角点座標取得を不要とした。 試行方法から更に 高所での作業、作業人員が減少。	出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定 出来形管理写真の撮影が不要
品質の確保・向上	実測 従来方法　出来形測定値と出来形管理写真 試行方法　出来形測定値と施工位置情報 （不可視部分が無くなる）	3次元設計モデル 出来形点群データ取得 点群処理システムによる解析、測定
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	該当無し	該当無し
施工管理の効率化・高度化	実測 ・データ上での設計対比により施工精度が向上。 ・現場に拘らない出来形計測業務の分担が可能。 （本社機能の活用） ・不可視部分の確認が可能。	3次元設計モデル 出来形点群データ取得 データ共有システム 点群処理システムによる解析、測定
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	・3次元設計モデルと完成施工形状の重なり具合を目視により確認。 ・足場の拘束時間短縮による工程短縮	3次元設計モデル MRデバイス
その他の効果	実測 次工程への引継ぎデータとして活用 維持管理データとして活用	出来形点群データ取得
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	該当無し	該当無し

4. 作業条件・運用条件

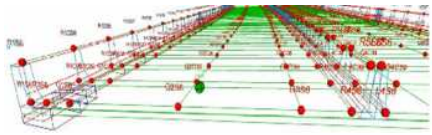
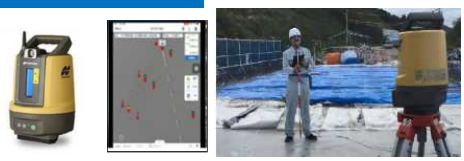
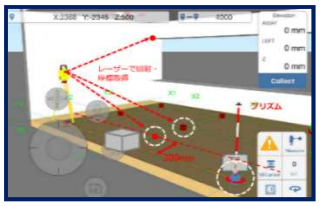
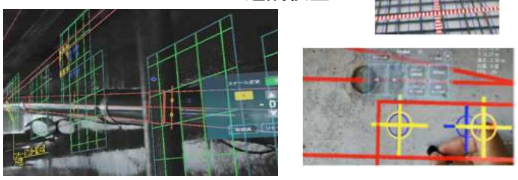
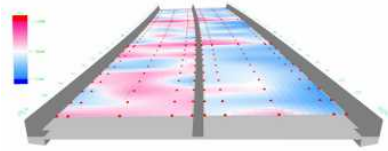
施工技術者の技量	無し
必要構成人員	スキャナ作業 2名 点群処理ソフト上での出来形計測、管理　1名
安全上の配慮	高所でのスキャン作業を行う場合測定者は、転落防止措置を行った上、測定機器等の落下、転倒に注意する。
法令上の手続き	無し
通信環境	データ共有システム（クラウドシステム等）を使用する場合は、光通信回線以上が必要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	点群処理システム、3次元設計モデルデータ作成システムについては、購入。 レーザースキャナ、MRデバイスについては、購入もしくは月額レンタル
導入コスト	社内で保有している場合は、現場での初期導入費用は不要となります。 (レーザースキャナ、各システム共ICT施工技術に必要なアイテムであり、保有しているもので可能) 社内で保有していない場合 購入 初期導入費用　TLS¥ 10,000,000～￥15,000,000程度(各メーカー価格による) 各種システム各々¥1,000,000程度 MRデバイス￥500, 000～¥800, 000程度(各メーカー仕様による) ※注1　月間レンタルの場合 不明 不明 ※注2　データ作成、解析費用 自社作成の場合は、職員の拘束時間による。 外注による作成については、不明。 ※注1：本取組は、全て自社保有のシステム、機械を使用している為、導入コスト費用(レンタル)については、各取り扱い店へお問せして下さい。 ※注2：本取組のデータ作成、解析については、全て自社作成、解析を行っている為、外注作成費用については、各作成会社へお問合せして下さい。

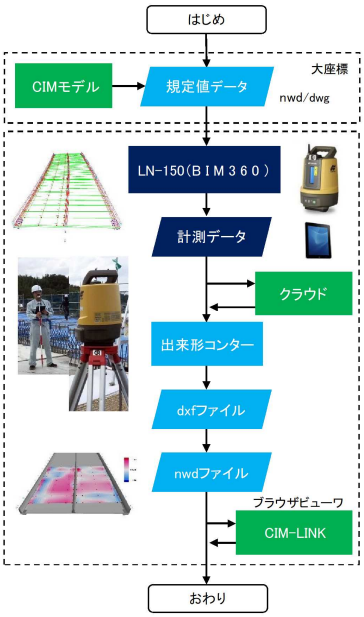
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	BIM/CIMとICTを連携した橋梁建設現場の計画および施工の効率化技術	
技術バージョン	2019年1月	
開発者	◎株式会社IHIインフラ建設　開発部開発グループ　①～④ ①4Dシステム、②MRシステム、③トータルステーション：TSシステム、④出来形コンターシステム オフィスケイワン株式会社 千代田測器株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3699-2809	Email：wakabayashi8366@ihi-g.com
技術概要	本技術は、BIM/CIMとICTを連携させたシステムである。①進捗状況をグラフ化する機能を有した4Dソフトウェアを使用、UAV（ドローン）を用い工事区域を空撮、現場情報を確認し工程を管理。②BIM/CIM（配筋・付属物）モデルとMR：複合現実技術を連携することで、配筋・橋梁付属物の作業を支援。さらに、品質遠隔検査により効率化が実現。③専用のクラウドベースの施工管理プラットフォームに線形座標データを連動、TS（トータルステーション）と連携させることで、タブレットを用いた型枠・出来形の計測作業の効率化を実現。さらに、出来形をコンター表示。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工、橋梁下部工、鉄筋コンクリート（構造物）	

2. 基本諸元

技術の構成	①発注図面から3Dモデルを自動作成、資機材を配置して施工計画を4D可視化（工程シミュレーション）し関係者間で共有。施工時のリスクを可視化し、各作業における安全性、作業性をシミュレートしながらUAVでチェックし現状の工程に反映させ、工程促進や進捗管理に利用する。 ②-1MRデバイスを装着し型枠上に配筋モデルを投影表示し鉄筋配置作業を行う。さらに、現地と工事事務所等で遠隔で品質を管理をする。②-2排水装置、下部工検査路位置の墨出しをする。 ③-1床版・壁高欄施工時の出来形形状計測をクラウド経由で携帯端末に読み込み自動追尾トータルステーション計測器と連動させ、壁高欄、中央分離帯の型枠設置およびコンクリート打設完了時の出来形管理を計測後のデータを連動させ帳票を自動作成する。 ③-2出来形管理において、規格値と出来形計測で得られた実測値の差分を橋面モデル上にコンター表示、計測後の凹凸出来形図を自動作成する。
技術の構成図	 4D可視化による現場管理  ３Ｄモデル：測点（線形座標） TS機器・タブレット端末 MRデバイス MRデバイスを用いた鉄筋配置  現場  計　測 MR遠隔検査  MRデバイスを用いた橋梁付属物位置の墨だし  出来形コンター表示
使用するデバイス	①CIM-COMPO、Navisworks プロジェクト レビュー ソフトウェア、CIMモデル管理システムCIM-PDFソフトウェア、UAV。 ②MRデバイスMicrosoft HoloLens Ⅱ、GyroEye Holoシステム。 ③TS:トータルステーション　LN-150、BIM360Giue・Point Layout・Docs/Coordinate 出来形コンター。 ①UAV飛行(雨天時は中止)。 ②MRデバイスは屋外使用時は雨天時:防滴対策が必要、暑中時の対策としてMRデバイスを冷却するシートや器材が必要。 ③使用温度範囲:-20～+50℃。

デバイスの 連続稼働時間	①給電可能であれば制限なし。 ②2～3 時間（連続使用の場合）、給電可能であれば制限なし。 ③約 5 時間 。	①特になし。 ②特になし。環境条件は同上。 ③連続使用の場合20℃。
技術を適用可能な 現場条件	MRデバイス，TS計測機器とタブレット端末を用いるため通信環境に問題がないこと。クラウドを利用するためインターネット環境が必要（無線または有線）。通信環境が悪い現場（場所）は、産業用のWi-Fiなども事前確認により活用を考える。UAV使用時は近隣の高圧電線や障害物がないこと．UAV飛行に関する許可・承認申請を行う必要がある.。	
技術活用のプロセス	【MR作業手順】 ① MR 画面に投影されるモデル情報を計画する。 ② CIM モデルを作成、専用ソフトウェアを使ってクラウド経由でMRデバイスに取り込む。 ③ 現場監督員や作業を行う技能労働者にMRデバイスの装着，操作方法を指導する。 ④ 現地にて、原点（ ARマーカ ）を用いて現場で3Dモデルの位置を合わせる。 ⑤ MRデバイスに、3Dモデル画面を投影させ配筋や橋梁付属物（排水装置、検査路など）の位置出し作業をサポートする。 ⑥ 段階検査時、MR デバイスと遠隔地（工事 【TS作業手順】 ① システムに入力する計測情報(線形3Dモデル座標）を計画する。 ② CIMモデル座標を作成、システムは レーザ光でプリズムXYZ 標点を自動で追尾しながらリアルタイムに座標を計測する。そのデータは無線LAN経由で、毎秒20 回の頻度でタブレット端末に取得データを送ることで、CIMモデルに計測直接ポイントを指定できCIMモデルとTSの計測したデータを統合して表示させる。 ③CIM モデル上のプリズム標点の位置を確認（事前の位置出し作業不要）しながら、次の測点までXYZ座標で計測者を誘導し1人計測をサポートする。 ④計測結果を自動で帳票に自動連動する。 ⑤橋面の出来形を管理用の出来形コンターソフトを使用し、設計値からの誤差を色分け表示し、	 MR作業フロー  TS作業フロー
技術導入に要する 時間	・MRデバイスMicrosoft HoloLens Ⅱ の納期（随時：メーカー在庫に依存）。 ・GyroEye Holoシステム(ソフトウェア）の納期（約2週間）。 ・TS：トータルステーション　LN-150、BIM360・関連ソフトウェアの納期(約1カ月）。	
アウトプット	【取得データ】 ①4Dシステム：ドローン空撮写真データ（jpg）。 ②MRシステム：映像データ(MP4)，計測撮影写真データ（jpg）。 ③TSシステム： 計測データ（CSVテキスト形式）。	

データ処理システム		①4Dシステム：専用のソフトウェアに入力し実行。 ②MRシステム：専用のソフトウェアシステムを使用。 ③TSシステム： 専用のソフトウェアシステムを使用。
	利用方法	①CIM-COMPO、AutoCAD、Navisworks、CIM-PDF(市販システム)。 ②GyroEye Holo（市販システム）。 ③BIM360・出来形コンター(市販システム)。
	利用費用	①CIM-COMPO購入（480,000円/年間・サポート費込み）、※AutoCAD、Navisworksが別途必要、CIM-PDF購入（400,000円/年間・サポート費込み） ②GyroEye Holo購入（850,000円　サポート費_データコンバータ保守：50,000円/年間、CMS利用料250,000円/年間） ③BIM360COORDINATE購入（117,700円/年間・サポート費込み）、PointLayout購入（25,7000円/年間・サポート費込み）出来形コンター購入（300,000円／年間、サポート費込み）
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし。
データ共有システム（クラウドシステム等）		発注者およびコンソーシアム内で、技術活用により得られるデータ等はデータ共有システム「CIM-LINK:、COLC＋など）ストレージ容量50GB」により共有。管理者の承認者のみ共有が可能。
	利用方法	データ共有システムの利用方法はライセンス契約が必要。
	利用費用	データ共有システムの利用費用（30,000円～/月・1プロジェクト　追加機能別途）。

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・MRシステムによる施工支援および検査は、配筋モデルや橋梁付属物モデルを投影表示し鉄筋配置作業、排水装置、下部工検査路のアンカーの位置だしを従来時間と試行時間を比較した結果、約20%の作業時間(工数)を縮減。現地と工事事務所をインターネット通信でつなげ遠隔管理することで移動が不要となり検査員の作業時間（移動時間：20分/回）を縮減。 ・TS計測システムによる出来形計測支援は、型枠設置時および橋面の出来形計測、計測後の帳票自動作成・コンター表示について、従来時間と試行時間を比較した結果、計測作業の約60%の作業時間(工数)を縮減。	算出根拠：評価データ MRシステム：橋梁床版，橋梁付属物 ・鉄筋配置作業・遠隔検査：橋梁の1径間（506m2程度）の床版部で実施し従来作業と比較。 ・橋梁付属物作業：1橋台（幅20m、高さ6m程度）アンカー設置位置出し66箇所を実施し従来作業と比較。 TSシステム：橋梁の型枠・出来形 ・床版の型枠設置時の出来形管理。対象箇所は1径間16測点を実施、壁高欄型枠設置時の出来形管理は30測点を実施。 ・床版の橋面出来形管理。対象箇所は198測点を実施し従来作業と比較。
試行当時から更新された結果	－	－
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 MR・TSの新技術作業では、従来の方法では2人作業であった。本技術では1人による省人化作業が可能であることを確認。	作業時間の縮減　記載欄と同様。
試行当時から更新された結果	－	－
安全性の向上	該当なし。	－
試行当時から更新された結果	－	－
品質の確保・向上	実測 ・MRは、作業員の技量・習熟度に左右されない。短時間で全数検査が可能で、作業時の品質不具合によるミスの防止および手戻りの防止が図れる。フロントローディングによる計画や工程促進の充実。	現場実証による。
試行当時から更新された結果	－	－
施工管理の効率化・高度化	実測 遠隔施工・遠隔品質管理・検査，施工環境の改善により施工の高度化を実現できる。	現場実証による。
試行当時から更新された結果	－	－
その他の効果	想定 MRデータ蓄積により，若手社員の教育，フロントローディングによる施工計画の早期で的確な立案。施工環境の改善による働き方改革の実現。感染症対策。	－
試行当時から更新された結果	－	－

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	パソコンの操作ができる程度やウェアラブルコンピュータであるMRデバイス，TS機器を取り扱える技量が必要．システムの取り扱い教育、操作方法などの教育・研修を要す。各半日程度。
必要構成人員	使用時前に機器の使用およびメンテナンス、ソフトウェアの管理員が必要1名程度。施工支援・検査，デバイスへのインストールで職員1名が必要。遠隔地検査場所で1名。
安全上の配慮	建設現場でのデバイスやタブレット端末の操作のため、安全上の問題はない。MRを装着しての移動は、周辺の視野が狭くなるの外して移動なども考える。
法令上の手続き	UAV飛行に関する許可・承認申請が必要。 ・DID(人口集中)地区は国土交通大臣の許可(航空法の所管官庁)。
通信環境	現場アクセスポイントからインターネット経由でクラウドサーバーへ接続ができる環境。 MRではCIMモデルのデータ容量にもよるが，下り20Mbps以上，上り10Mbps以上を推奨。 TS：施工現場では，WI-Fi環境が必要タブレット端末と通信。 工事事務所ではネットワーク環境が必要。
技術の利用形態 (リース等の入手性)	①4D進捗管理システム：(購入/年間)。 ②MR：Holoシステム(購入/年間またはリース/回)。 ③TS：BIM360システム(購入/年間またはリース/回)。
導入コスト	①4D進捗管理システム　購入 初期導入：980,000円　※は含まず。 【内訳】 CIM-COMPO購入(480,000円/年間・サポート費込み)※AutoCAD、Navisworks別途必要。CIM-PDF購入(400,000円/年間・サポート費込み)。事務所などでパソコンが別途必要。 UAV機器：購入(100,000円程度品)またはリース：機種選定は現場条件による/対象現場毎で対応。 ②MR：Holoシステム購入 初期導入：1,530,000円　または リース ※他費用別途必要。 【内訳】 GyroEyeセットパッケージ購入(850,000円　サポート費_データコンバータ保守：50,000円/年間、CMS利用料250,000円/年間)、HoloLens2：XR10：680,000円、事務所などでパソコンが別途必要。 他費用：MR機器の台数、遠隔通信側のパソコン、3Dモデルデータ作成など/対象現場毎で対応。 ③TS：BIM360システム購入 初期導入：2,634,700円 または リース ※他費用別途必要。 【内訳】 TS機器：LN-150購入(1,960,000円)、BIM360COORDINATE購入(117,700円/年間・サポート費込み)、PointLayout購入(257,000円/年間・サポート費込み)、出来形コンター購入(300,000円／年間、サポート費込み)。事務所などでパソコンが別途必要。 他費用：TS機器、計測設備、線形(計測点)データ作成の費用/対象現場毎。 ※②、③　リースの場合は、機器の保険料、期間・機器数量などで費用が変動。

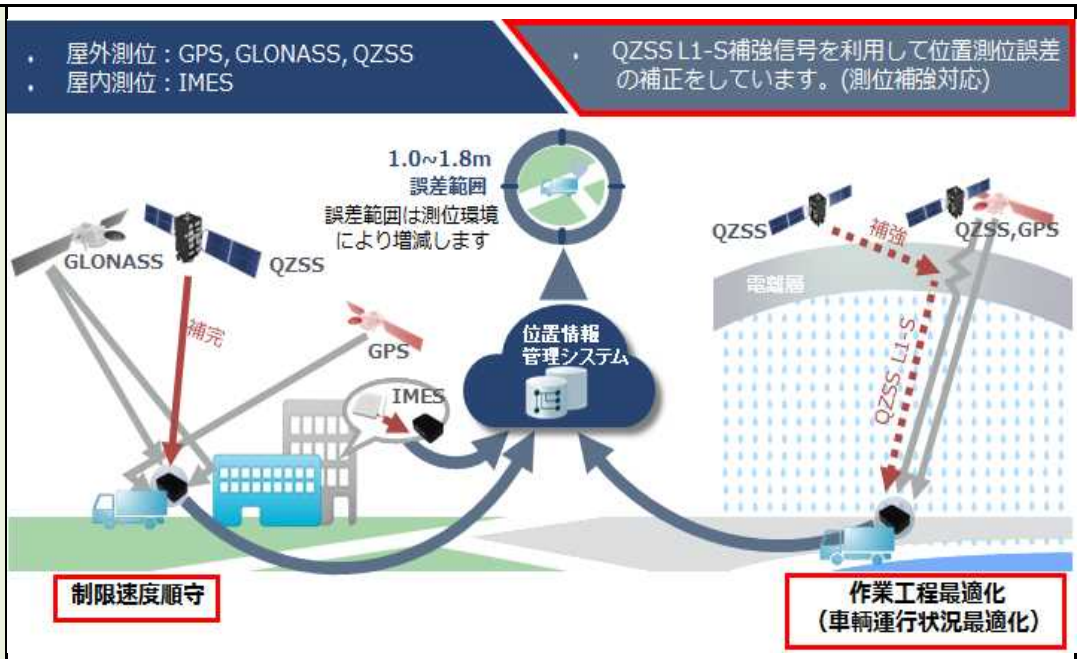
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	位置情報クラウドサービス「VCIM-TRACKING」	
技術バージョン	2019年3月	
開発者	第一電子株式会社、西武建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-6304-8150	Email：t.miki@ddk.ne.jp
技術概要	マルチGNSS端末（準天頂衛星対応トラッキングサービス）を利用して、みちびきのサブメーター級測位補強信号（L1S）を受信することができる。この端末を利用することで、従来のGPSに比べて、より高精度な測位情報を得ることができる。車両等にマルチGNSS端末受信機を設置することで、誤差約3メートル、緯度、経度、高さ等の情報を毎秒測位する事が可能となります。測位データはPC、タブレット等を用いてGoogleMap上に表示可能であり、数値データとしてクラウドからダウンロード可能です。実際に施工現場で車両等を時系列に沿った位置情報を管理出来るため、実績管理や現場利用の車両の適正台数配置の計測、安全管理等に活用出来る。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（機械・労務）／施工管理（出来形・工程進捗・安全）／段階確認など	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、舗装工など	

2. 基本諸元

技術の構成	■技術を構成する主要デバイス マルチGNSS端末（準天頂衛星対応トラッキングサービス） ■技術を構成する機材 PC、タブレット等の端末 ■技術を構成するシステム VCIM-TRACKINGクラウドサービス

技術の構成図		
使用するデバイス	マルチGNSS端末（準天頂衛星対応トラッキングサービス）ソフトバンク社製。	マルチGNSS端末デバイスの使用条件は、動作保証温度-20℃～60℃（内部バッテリーで稼働時）防水仕様なし。
デバイスの 連続稼働時間	マルチGNSS端末の連続利用時間はバッテリーに依存します。バッテリー動作可能時間は約4～5日（受信環境により変動します。）	動作保証温度-20℃～60℃（内部バッテリーで稼働時）防水仕様なし。
技術を適用可能な 現場条件	ソフトバンク回線接続可能な日本全国が対象。防水仕様ではないため車両内部に設置が必要です。	
技術活用のプロセス	技術活用のプロセス GNSS端末稼働準備（充電等） GNSS端末の車両設置 車両運転（測位） クラウドサービス利用（閲覧、ダウンロード等）	

技術導入に要する時間		機械・機材等の準備(手配)は約2週間、現場で技術活用に要する時間は制限はありません。
アウトプット		アウトプットされるデータは、端末時刻（表記：YYYY-MM-DD hh:mm:ss（JST））、GPS時刻（表記：YYYY-MM-DD hh:mm:ss（JST）※GPS未測位の場合、空白）、緯度（表記：10進（dd.dddddd）　※GPS未測位の場合、空白）、経度（表記：10進（ddd.dddddd）※GPS未測位の場合、空白）、加速度XYZ（RAW）（単位：（RAWデータ）1=244.14625[μG]）、角速度XYZ（RAW）（単位：（RAWデータ）1=61.03515625[mdps]）など測位可能。
データ処理システム		アウトプットを得るために活用するシステムはVCIM-TRACKINGクラウドサービスから入手可能。
	利用方法	システムの利用方法（市販システム　VCIM-TRACKINGクラウドサービス）
	利用費用	初期費用として、GNSS端末5万円、月額費用として、VCIM-TRACKINGクラウドサービス利用料8千円/月・台
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		データ共有システムはVCIM-TRACKINGクラウドサービスを利用可能。
	利用方法	VCIM-TRACKINGクラウドサービスは1ライセンスから利用可能。
	利用費用	初期費用として、GNSS端末5万円、月額費用として、VCIM-TRACKINGクラウドサービス利用料8千円/月・台

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定	
試行当時から更新された結果	特になし	
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 車両到着予測により、ガードマンが休憩を取りやすくし、ピンポイントで誘導が可能となることから、交代要員を削減できる。	
試行当時から更新された結		
安全性の向上	実測	
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	工事車両の運行ルート・車両速度を記録することで、エビデンスの確保および運転者への是正を促すことが可能。 近隣住民への配慮や説明の際に利用できる。	
品質の確保・向上	想定 生コン車の入退場を記録化することで、暑中・寒中コンクリートの規定時間の管理が容易となり、不適合品を排除できる。	
試行当時から更新された結果		
施工管理の効率化・高度化	想定 現場利用の車両の適正台数配置の計測	
試行当時から更新された結果		
その他の効果	想定	
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	工事関係車両が接近していることがわかるため、現場入退場ゲート通過のタイミングを事前に知ることが可能。 誘導員の熱さ、寒さ対策に利用できる。	

4. 作業条件・運用条件

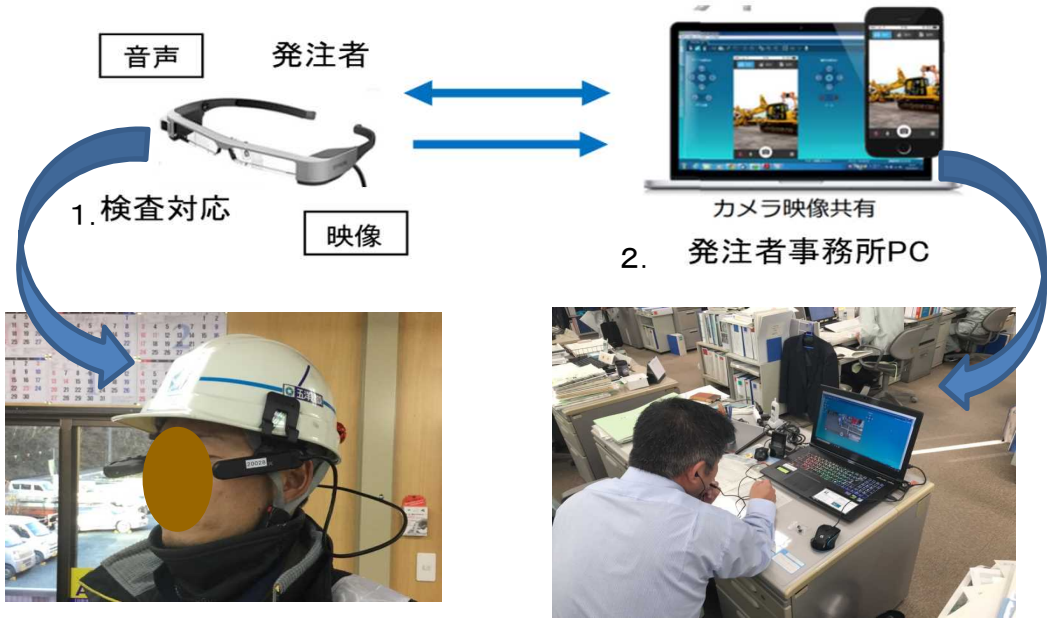
施工技術者の技量	特にございません。
必要構成人員	技術者1名からご利用可能です。
安全上の配慮	GNSS受信機を車両のダッシュボード等に設置するため、ドライバーの視界を妨げない工夫が必要です。
法令上の手続き	特にございません。
通信環境	ソフトバンクのLTE、5G回線対応エリア内が条件になります。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	初期費用は、買取とレンタルのご用意、クラウドサービスは月額のご用意になります。
導入コスト	初期費用として、GNSS端末5万円、月額費用として、VCIM-TRACKINGクラウドサービス利用料8千円/月・台

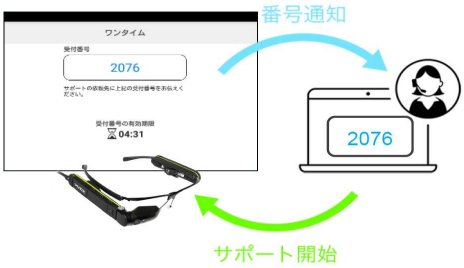
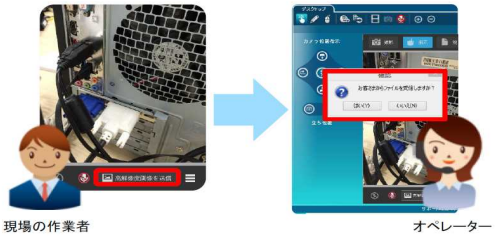
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	遠隔検査	
技術バージョン	2019年3月	
開発者	◎五洋建設株式会社(試行代表者) Atos株式会社(開発元)	
開発代表者の連絡先	電話：03-3817-7784(五洋) 電話：0480-53-7167(Atos)	Email：hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp (五洋) URL ：https://www.generation-eye.com/ (Atos)
技術概要	カメラ内蔵スマートグラスを用いて、遠隔地にいる発注者音声指示に基づき、現場検査対応者の視線の映像をリアルタイムに遠隔地で表示することで、発注者事務所からの検査実施体制を構築する。	
活用場面	工事全般に対応、仮設工事／本設工事／施工計画(仮設備・機械・労務)／施工管理(測量・出来形・品質・工程進捗・安全)／立会に適用可能。	
適用工種、対象作業等	工事全般、道路土工(掘削工、路体盛土工等)、河川土工(掘削工、盛土工等)、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル(NATM)、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(構造物)、測量全般に適用可能。	

2. 基本諸元

技術の構成	カメラ内蔵スマートグラスは、無線LANを経由してインターネットに接続でき、遠隔地のPCにインストールした専用ソフトを用いることで、インターネット経由で遠隔地との映像や音声のやり取りが可能になる。	
技術の構成図		
使用するデバイス	1. スマートグラス 2. PC or タブレット端末	1. 屋外使用を想定(雨天時には対策が必要) 2. 屋内利用を想定

デバイスの 連続稼働時間	1. 連測使用の場合約1時間程度 2. 給電可能であれば制限なし 使用する環境やデバイス仕様により変化する。	1. 屋外使用を想定（雨天時には対策が必要） 2. 屋内利用を想定
技術を適用可能な 現場条件	1. 利用にインターネット環境が必要(屋外を想定し、4G or WiFi) 2. 利用にインターネット環境が必要(屋内を想定し、4G or WiFi)	
技術活用のプロセス	技術活用フロー ① システム調達（Atos社へ購入　or　レンタル） ② 機材設定（LTE、WiFi接続） ③ システム接続（スマートグラス、PC・タブレット端末） システム接続、認証機能イメージを図-1に示す。 ④ 検査画像、動画の保存（PC側） 画像登録機能のイメージを図-2に示す。  図-1　システム接続手順  図-2画像、動画の保存イメージ	
技術導入に要する 時間	通信環境の問題がなければ、遠隔検査システムを契約し機材が送られ次第、使用が可能になります。（約1－2週間）	
アウトプット	検査時の動画(MP4)、画像（jpg）	
データ処理システム	システムのアプリを使用してスマートグラスで撮影した画像、映像をローカルのPCに保存される。	
利用方法	市販システム(試行ではAtos社　Generetion Eyeを使用した)	
利用費用	約10万円/月～　使用状況により変更がある。	
AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	該当なし	
データ共有システム （クラウドシステム等）	遠隔検査システム　Generetion Eysと連携する、データ共有システム(i-pentaCOL)を運用することが可能になる。 例として検査前の自主検査調書、検査後の調書、検査写真を共有できる。 データー形式はPDF、jpg、MP4、docx、xlsx、pptxの形式を登録可能。 使用者はIDを登録した方で発注書、受注者問わず使用可能なため、だれでも共有が可能。	
利用方法	利用契約手続きを弊社とすることが必要。 標準的なブラウザー（GoogleChromeを推奨）で利用可能	
利用費用	初期費用　140万円～(内容により変化)、運用費用13万円～（容量により変化）	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・発注者が検査に要する時間(移動時間含む)を週あたり2.5時間削減。	現場までの移動時間2.5時間以上、臨場を週1回以上実施した場合。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
安全性の向上	実測 関係者の移動時間が削減できることにより、交通災害を低減できる。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
品質の確保・向上	該当なし。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
施工管理の効率化・高度化	実測 遠隔での検査により，検査に要する時間(2.5時間/週）の削減.	
試行当時から更新された結果（2020年3月現在）	遠隔検査システムと情報収集共有システムを連携させることで、立会に必要な調書の共有、写真のアップロードを遠隔検査システムで可能にした。この仕組みを使えば工事情報共有システム（ASP)と連携できると、調書、写真の登録,共有が可能になります。	
その他の効果	該当なし。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	特になし。
必要構成人員	現場側にスマートグラスを装着した人員1名、事務所側に検査官1名の最低2名。 ただし、立会内容により現場側に計測補助者が別途必要。（従来法と変わらず）
安全上の配慮	現場での移動時には、スマートグラスを外して移動するなどの安全への配慮が必要。
法令上の手続き	該当なし。
通信環境	インターネット接続できる環境。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	Atos株式会社を通じ調達した場合、レンタル・購入とも選択可能。 本試行ではレンタル品を使用した。
導入コスト	・スマートグラス、WiFiルーター、ライセンスIDx2名分として月額¥101,500-

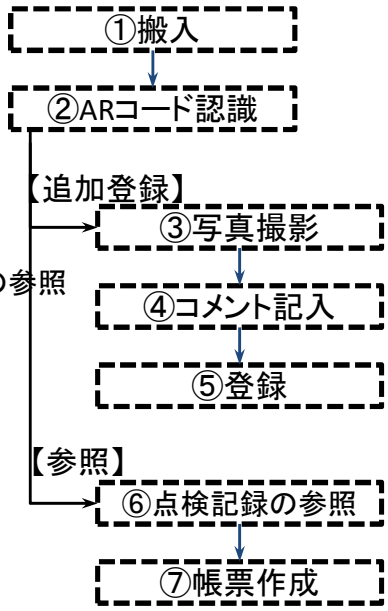
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	ARコードを活用した確認・記録の効率化	
技術バージョン	2019年3月	
開発者	◎川田工業株式会社 ワムシステムデザイン株式会社 サコス株式会社 （コンソーシアム構成会社は、川田工業、川田建設、川田テクノシステム、ソフトバンクの4社）	
開発代表者の連絡先	電話：03-3915-4154	Email：s.hatake@kawada.co.jp
技術概要	橋梁上部工の点検や維持管理での写真記録において、ARコードを損傷箇所と一緒に撮影し、画像データを自動的に過去の点検情報へ紐付けする。これにより、撮影・登録時の入力手間を大幅に軽減しミスをなくすると共に、過去の点検履歴をスマートフォンで確認することも可能となる。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般	

2. 基本諸元

技術の構成	■データ共有クラウド 点検情報およびARコード情報を蓄積するデータベース ■ARコード 点検箇所コードや損傷箇所コードに紐付けたARコード（マーカー） ■スマートフォン 専用アプリを用い、点検部位やARコードを撮影記録する端末 ■通信インフラ	
技術の構成図	点検箇所に貼付したARコードを写し込むだけで、過去の点検記録に 自動振り分け・追加できる。過去の点検記録の参照も可能。 	
使用するデバイス	スマートフォン（現状のアプリはiPhone用のみ）	通信機能を有し、インターネット上のクラウドリソースにアクセスできること（Wi-fi可）。
デバイスの 連続稼働時間	10時間程度（内蔵バッテリー） ※モバイルバッテリーを併用すれば時間制限無し	（スマートフォンの動作環境に準ずる）
技術を適用可能な 現場条件	インターネットに接続できる環境条件（Wi-Fi環境可）	

技術活用のプロセス		①搬入・・・スマホを携行して点検現場へ入場 ②ARコード認識・・スマホのカメラを利用してコードを認識させる 【写真記録の追加登録】 ③写真撮影・・・点検対象箇所、損傷箇所の撮影 ④コメント記入・・所見や測定値の入力 ⑤登録・・・過去の記録に自動追加 【履歴参照・帳票作成】現場やPCでも実行可能 ⑥点検記録の参照・・過去の点検記録や測定結果の参照 ⑦帳票作成・・・帳票PDFの作成（⇒保管、提出等） 
技術導入に要する時間		点検箇所とARコードの対応を作成し、現場にARコードが貼付されていること。 （現場での技術導入に要する時間（日数）は、現場の規模による。）
アウトプット		◎点検履歴の目視確認 ◎点検履歴の帳票PDF ◎点検履歴のDB（任意のDB様式）
データ処理システム		ARコードとして視認性の高い「カメレオンコード」システムを使用 （更新後はArU-code(アルコード:ワムシステムデザイン商標）に変更。橋梁点検で使用されるブラックライト（紫外線）環境下でも認識が可能となるほか、経年劣化への耐性や印刷コストの面で優れている） ※いずれのシステム開発も、ワムシステムデザイン株式会社による。
	利用方法	自社開発システム（外販を検討中）
	利用費用	（外販価格については検討中）
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		写真データ：数百KB～3MB程度／1枚 ※動画、数表、音声、テキスト等のデータファイルも保存可能。 データベースを構築できるクラウドであれば、任意のプロバイダを利用できる。
	利用方法	管理用サイトでユーザ登録することで利用可能。
	利用費用	（外販価格については検討中）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来方法では、20桁の場所コードを手入力して検索していたが、ARコードを導入することでミスなく迅速に過去データにアクセスできるようになった。定量データはありません。	ARコードを用いることで、点検履歴の検索が現場で瞬時に行えるようになった。撮影写真もその場で履歴に追加できるので、事務所に戻ってからの作業が不要になった。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	ArU-codeを用いた工事黒板の自動作成に機能拡張し、現場での黒板入力作業の負担を軽減した。	工事写真の撮影箇所に対応したARコードを準備し、スマートフォンで認識させることで工事黒板を自動生成させる。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	
安全性の向上	実測 従来方法では、紙の帳票とカメラを携行して点検箇所を巡回していたが、本システムによりスマートフォン1台に集約され、携行品が軽量化された。狭隘な高所を移動することの多い橋梁上部工の点検業務に於いて、作業者の負担軽減と安全性の向上が実現できた。	橋梁上部工では、特に経年の長い橋梁の場合に補強構や追加配管等による通行困難箇所や、汚泥や小動物の汚損による足下の悪い箇所などが多く、安全のため携行品は最小限にする必要がある。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	
品質の確保・向上	実測 新システムを用いて、従来と同様の点検品質を確保できる。	データ入力を補助するシステムであり、成果品は従来と同様のものを作成できる。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	工事黒板の自動作成に於いても、従来と同様の成果品の品質を確保できる。	同上
施工管理の効率化・高度化	実測 従来方法では、現場で取得した写真や手書きの帳票を事務所で転記するという2段階での作業を行っていたが、本システムでは現場で直接登録できるため転記ミスを無くすことができた。また、出発時に点検箇所をリストアップしておくことで、巡回忘れなどのミスも回避することができた。	試行では、点検箇所のマップから巡回コースを計画し、スマートフォンがナビゲーションする巡回コースに沿って点検をおこなった。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）		
その他の効果	実測 取得データをクラウドに保存し、現場以外からも閲覧編集できる環境を整えたことで、例えば提出書類の作成を店社で行うなど、現場支援の体制が強化された。	クラウドストレージにアクセスする権限やデータを処理するソフトウエアに関するライセンスを取得しておく必要がある。
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	工事黒板の自動作成に於いては、撮影後の写真整理を原則として店社で行うこととしたことで、現場の負担軽減を図ることができた。	同上

4. 作業条件・運用条件

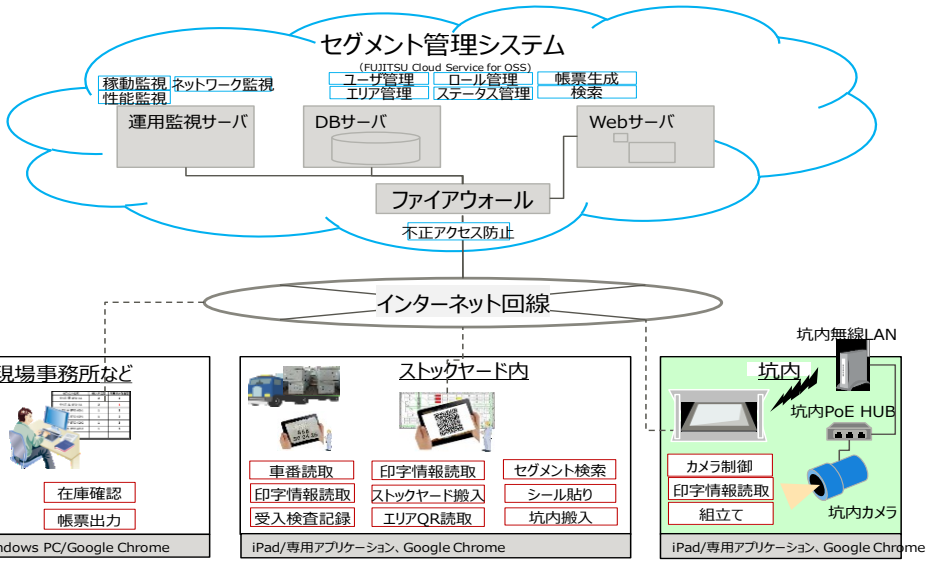
施工技術者の技量	該当なし
必要構成人員	1名
安全上の配慮	従来と同様に現場内の安全基準に準ずる必要がある。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	スマートフォンからインターネット上のクラウド資源にアクセスできる通信環境があること。 WiFi環境でも可。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	本技術で使用しているARコードシステムは、ワムシステムデザイン株式会社の開発したシステムである。クラウド側のシステムとセットで今後サービスとして提供する予定である。
導入コスト	開発中のシステムであり、導入コストについても検討中である。

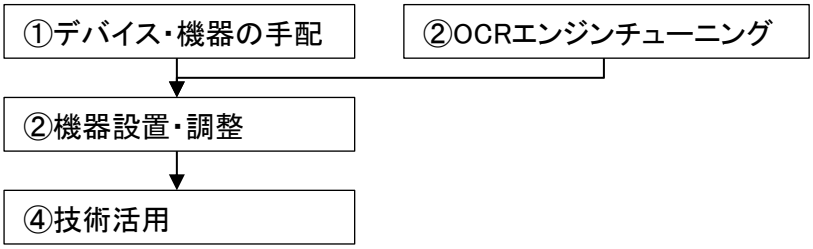
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	文字認識読取技術の活用によるセグメント管理システム	
技術バージョン	2019年3月	
開発者	◎西松建設㈱、富士通㈱	
開発代表者の連絡先	電話：070-4109-8439	Email：tutomu_tanaka@nishimatsu.co.jp
技術概要	各セグメントピースに印字されている固有の製造番号を画像による文字認識読取技術によりデジタル化すると共に各セグメントピースの仮置き場所や組み立て順序・位置などの情報を紐付けし、受入から組み立てまでの一連のセグメント情報をクラウドシステムで管理。その活用により業務の効率化（省人化）を図ると共に搬送/組み立てのミスなどの防止に活用	
活用場面	本設工事（シールドンネル工事におけるセグメント搬入から切羽までの搬出作業）	
適用工種、対象作業等	トンネル（シールド）	

2. 基本諸元

技術の構成		
技術の構成図		
使用するデバイス	1. 現場入力端末　iPad 2. 管理者端末　PC 3. 坑内セグメント印字読取用防爆カメラ Dahua社　DH-EPC230U	1. ストックヤード、坑内、昼夜 2. 事務所内、昼夜 3. 坑内防爆エリア、昼夜
デバイスの 連続稼働時間	1. 現場入力端末　iPad 12時間想定(昼・夜、バッテリー) 2. 管理者端末　PC 24時間(有線) 3. 坑内セグメント印字読取用防爆カメラ Dahua社　DH-EPC230U　24時間(有線)	1. 動作時環境温度:0°　～35°　C 相対湿度:5%～95%(結露しないこと) 2. 温度5～35℃ 湿度20～80%RH(結露しないこと) 3. 動作温度:-40℃～+60℃ 湿度範囲:95%以下 防水防塵性能:IP68
技術を適用可能な 現場条件	現場事務所、ストックヤード:　インターネット接続可能 坑内:　インターネット接続可能、防水防塵(IP68)、耐圧防爆構造(Zone1/2)範囲内	

技術活用のプロセス		①デバイス・機器の手配 iPad、防爆カメラ手配 ②OCRエンジンチューニング セグメント印字の辞書登録、精度チューニング ③機器設置・調整 防爆カメラの設置、iPadへのアプリケーションセットアップ ④技術活用 セグメント管理システム利用 
技術導入に要する時間		①デバイス・機器の手配： 2ヵ月程度 ②OCRエンジンチューニング： 1ヵ月程度 ③機器設置・調整： 1日（設置）＋1週間程度（調整）
アウトプット		・セグメント一覧（画面表示） ・組立指示書（画面表示、Excel出力） ・受入検査票（画面表示、Excel出力） ・受払簿（画面表示、Excel出力） ・組立検査票（画面表示、Excel出力） ・トレーサビリティ（画面表示、Excel出力）
データ処理システム		セグメント管理システム OCR技術によるセグメント印字の自動読取り、セグメントのトレーサビリティ管理
	利用方法	SaaSサービス（月額、工事単位）
	利用費用	30,000円／月額
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	セグメント印字、トレーラ車番のOCR読み取り セグメント印字はセグメント製造工場の印字データを辞書登録することで精度改善
データ共有システム（クラウドシステム等）		セグメント管理システム データ形式・データ量： DB（NonSQL） 共有可能： 工事関係者
	利用方法	SaaSサービス（月額、工事単位）
	利用費用	データ共有システムに含む

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・セグメントピース識別の自動化、受入検査記録のデジタル化による作業の省人化（事務所での帳票等の入力作業が0時間）	現状の作業と導入システムを比較
試行当時から更新された結果（2020年3月現在）	・セグメント指示書の自動作成による管理業務の効率化(指示書修正等による入力作業が50%程度減)	現状の作業と導入システムを比較
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・セグメントピース識別の自動化、受入検査記録のデジタル化による作業の省人化（従来作業2名で行っていたものが、1名で受入作業ができるようになった）	現状の作業と導入システムを比較
試行当時から更新された結果	特になし	特になし
安全性の向上	特になし	特になし
試行当時から更新された結果	特になし	特になし
品質の確保・向上	想定 ・最終組み立て段階において、システムと人員とのダブルチェックにより搬送ミスの確率が大幅に向上する。	搬送ミスは一般的に起こる事象でないので条件記載は困難。
試行当時から更新された結果	特になし	特になし
施工管理の効率化・高度化	想定 ・組立指示書に適合するセグメントピースの保管場所や積込順序が瞬時に表示され、管理作業が効率化	現状の作業と導入システムを比較
試行当時から更新された結果	特になし	特になし
その他の効果	実測 ・昼夜との引継ぎ内容(セグメントの搬入状況、搬入場所、在庫数)の明確化および現場状況の見える化による意思疎通の迅速化が図れた。	現状の作業と導入システムを比較
試行当時から更新された結果	特になし	特になし

4. 作業条件・運用条件

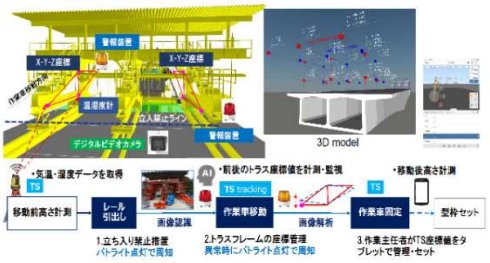
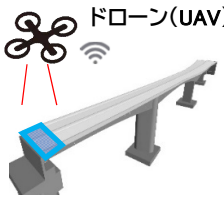
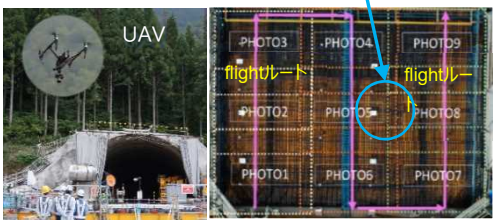
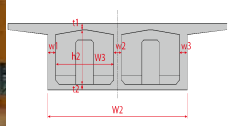
施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	1名（各作業エリア毎、ただし兼務も可）
安全上の配慮	技術活用のために必要な安全上の配慮事項を記載してください。
法令上の手続き	特になし
通信環境	Wi-fi
技術の利用形態 （リース等の入手性）	富士通にSaaSサービス依頼
導入コスト	施工現場で技術を活用する場合に必要となる費用の概算額を記載してください。 ※初期導入費用：1,000,000円～2,000,000円程度(現場の規模により差あり) ※月間費用、年間費用：300,000円／月 ※機器、設備、システム運用費、データ作成・解析費等：特になし ※現場条件等：トンネル坑内でもWi-fi環境が構築されている事

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

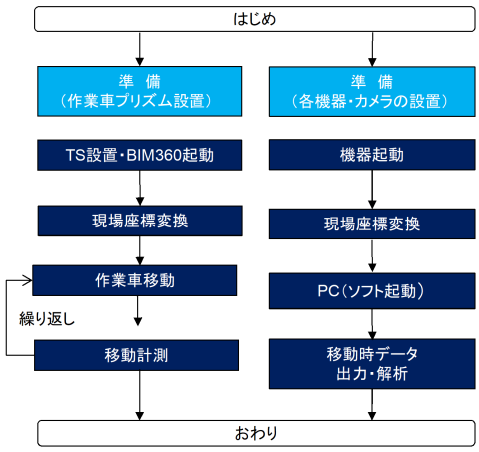
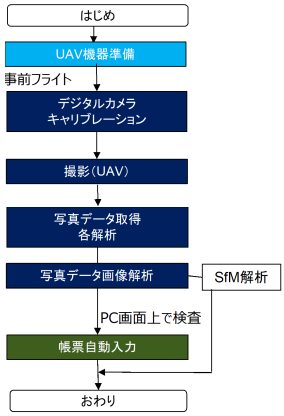
1. 基本事項

技術名	BIM/CIMとICTを連携した橋梁建設現場の施工の効率化技術	
技術バージョン	2020年1月	
開発者	◎株式会社IHIインフラ建設　開発部開発グループ　①～③ ①建設機械4Dシステム、②UAVによる画像解析技術配筋検査システム、③MR：複合現実技術出来形計測システム オフィスケイワン株式会社 株式会社アイティーティー 株式会社インフォマティクス 千代田測器株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3699-2809	Email：wakabayashi8366@ihi-g.com
技術概要	本技術は、BIM/CIMとICTを連携させた橋梁建設現場のシステムである。①建設機械のTS：トータルステーションによる4D施工支援・出来形管理、画像解析技術による安全管理。②UAVデジタルカメラ撮影による画像解析技術を用いた配筋検査。③MR:複合現実技術による型枠・出来形検査。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工、鉄筋コンクリート（構造物）	

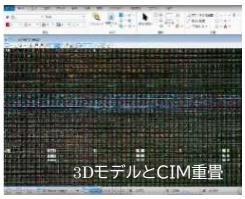
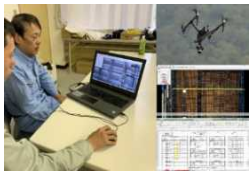
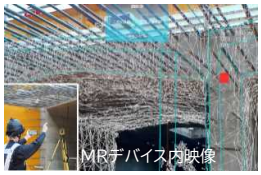
2. 基本諸元

技術の構成	①建設機械の4D移動・設置作業：移動作業車をCIM（3D）モデルで作成、レーザ光でプリズムXYZ 標点を自動で追尾するTS 計測器と連動、機械の位置や動きの情報をクラウド経由でタブレット端末に読込み。次に、TS が自動追尾するプリズムを作業車に設置し、移動距離や高さの動きを高精度に取得し管理。さらに、現地にデジタルビデオカメラを設置、AI 技術で人を認識する立入禁止措置や画像解析技術（座標）を用い作業車に設置したマーカから移動中の変位をリアルタイムに取得。これらにより、墜落・転落，関係者以外の立ち入りなどの異常を監視、設定した制限値を超えた場合は右図のような警報装置（ パトライト）が発光・回転するシステムを構築。 ②UAV配筋検査：UAVにより上空から撮影。画像データからSfMソフトウェアにて配筋3Dモデルを作成。さらに、鉄筋の本数、間隔、径を算出し帳票へ連動させ配筋状態の合否判定。これらにより、配筋検査の省人化および作業時間を縮減。撮影画像は、認識プレートにより、どの箇所を撮影したものであるか自動識別するシステム。 ③MR型枠・出来形検査：右図に示すように、MRデバイスの画面上で寸法を計測。この計測は映像から周囲の空間を3D形状として、認識するために備えている「空間マッピング」という機能を使用。デバイスの内部でリアルタイムに3Dメッシュデータを作成。このMRデバイスの動きをTSと組み合わせて自動追尾するシステムを構築。
技術の構成図	 建設機械の4Dシステム  ドローン（UAV）で配筋状況を撮影  UAV飛行ルートおよび機材 建設機械の動きの座標管理 画像認識・解析安全システム  MR型枠・出来形検査

使用するデバイス	①TS：LN-150・プリズム、3DCIMモデル管理システム（BIM360Giue・Point Layout）、温湿度計。 ネットワークカメラ、画像解析システム(レコーダ・PC他）、警報装置。 ②UAV・デジタルビデオカメラ、画像解析技術配筋検査システム(PC他）。 ③MRデバイスMicrosoft HoloLens Ⅱ、GyroEye Holoシステム、TS：LN-150・ミニプリズム、スマートフォン・IPad。	①使用温度範囲：-20～+50℃。 ②UAV飛行：-20～+40℃(雨天時は飛行中止）。 ③MRデバイスは屋外使用時は雨天時：防滴対策が必要、暑中時の対策としてMRデバイスを冷却するシートや器材が必要。TSは①同様。
デバイスの 連続稼働時間	①TS：約5時間。 ②UAV：20～30分/1フライト、PC他給電可能であれば制限なし。 ③MR：2～3 時間（連続使用の場合給電可能であれば制限なし）。	③TS：連続使用の場合20℃。 ①UAV：特になし。環境条件は同上。 ②MR：特になし。環境条件は同上。 TS：①と同様。
技術を適用可能な 現場条件	MRデバイスはスマートフォン等，TS計測機器とタブレット端末を用いるため通信環境に問題がないこと。PCおよびクラウドを利用するためインターネット環境が必要（無線または有線）。通信環境が悪い現場（場所）は、産業用のWi-Fiなども事前確認により活用を考える。 UAV使用時は近隣の高圧電線や障害物がないこと. UAV飛行に関する許可・承認申請を行う必要がある.。	

技術活用のプロセス	【建設機械の4Dシステム作業手順】 （1）TS技術機械の移動設置 ①移動作業車を3Dモデルで作成，移動作業車にプリズムを設置。 ②レーザー光でプリズムXYZ標点を自動追尾（タブレットに移動距離，高さの情報を取得）作業主任者がタブレットに表示されている値を用い機械を移動・設置。 （2）画像解析技術安全管理 ①現地にデジタル ビデオ カメラを設置し、AI画像認識技術を用いて立入を禁止。 ②画像解析技術(座標)を用いて作業車に設置した基準マーカから,移動中の変位をリアルタイムにデータを取得警報装置と連動した  建設機械の4Dシステムフロー 【UAV配筋検査作業手順】 ①デジタルカメラキャリブレーション ②位置座標を専用ソフトウェアで計算し基準データを作成 ③配筋計測専用ソフトウェアから撮影画像を読込み①,②のデータを入力，場所プレートにより検査箇所を特定。 ④鉄筋の径・本数・配置間隔をPC画面上で計測，データを検査帳票へ自動連動，取得配筋3DとCIMを重畳検査。  UAV配筋検査フロー 【MR型枠・出来形検査作業手順】 ①計測対象CIMデータを構造物に配置 ②MRデバイスに映る計測対象の1点に画面上のポインターを合わせエアタップ（親指と人差し指を合わせる動作）。 ③前後左右上下向きの方向を示すコーンが表示、計測する方向のコーンをエアタップ，対象の2点間の距離を自動で計測。 ④計測結果：自動的にインターネット経由で検査帳票にデータ連動。 MR型枠・出来形検査フロー
技術導入に要する時間	・TS：トータルステーション　LN-150、BIM360関連ソフトウェア、他機材の納期(約1カ月)。 ・ネットワークカメラ（4K）、警報装置他機器の納期（約1カ月）。 ・画像解析ソフトウェア：Photocalc関連ソフトウェア、他機材の納期（約1カ月）。 ・UAV、デジタルビデオカメラ、運航ソフト。 ・MRデバイスMicrosoft HoloLens Ⅱの納期（随時：メーカー在庫に依存）。 ・GyroEye Holoシステム（ソフトウェア）の納期（約2週間）。 ・TS：トータルステーション　LN-150、ミニプリズム、スマートフォンの納期(約1カ月)。

<table>
<tr><td colspan="2">アウトプット</td><td>【取得データ】
①建設機械4Dシステム
・機械移動・設置計測画像 取得_BIM360データ(MP4)。
・橋面出来形(品質)管理高さ・温湿度　取得_計測器データ(CSV)。
・移動時の安全管理画像　取得_ネットワークカメラ:映像データ(MP4)。

現地での画像解析・認識例
②UAVによる画像解析配筋検査システム
・配筋計測画像　取得_デジタルカメラ:計測写真データ(jpg)・映像データ(MP4)。
  
③MRによる型枠・出来形検査システム
・型枠・出来形計測画像　取得_MRデバイス:MR内データ(jpg)・映像データ(MP4)。
  </td></tr>
<tr><td colspan="2">データ処理システム</td><td>①建設機械4Dシステム:専用のソフトウェアで複合でシステムを構築。
②画像解析システム・SfM:専用のソフトウェアシステムを使用して配筋検査。
③MRシステム:専用のソフトウェアシステムを使用して型枠・出来形検査。</td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>利用方法</td><td>①CIM-BOX、BIM360ソフトウェア、Photocalcソフトウェア(市販システム)。
②UAV:DJI:GS PRO(Ipad用)、SfMソフトウェア、Photocalcソフトウェア(市販システム)。
③GyroEye Holo、CIM-PDF(市販システム)。</td></tr>
<tr><td>利用費用</td><td>①CIM-BOX購入(600,000円/年間・サポート費込み)、BIM360COORDINATE購入(117,700円/年間・サポート費込み)、PointLayout購入(25,7000円/年間・サポート費込み)、Photocalc購入(750,000円/年間・サポート費:200,000円)。
②UAV(Ipad用)購入(費用は対応機種による)、Photocalc購入(2,830,000円・年間・サポート費:400,000円)、ContextCapture購入(1,100,000円年間・サポート費222,000円)。
③GyroEye Holo購入(850,000円　サポート費_データコンバータ保守:50,000円/年間、CMS利用料250,000円/年間), CIM-PDF購入(400,000円/年間・サポート費込み)。</td></tr>
<tr><td>AI技術の精度
(学習結果に対する性能評価)</td><td>①建設機械の4Dシステム:人認識AI
機械学習_教師データ画像:3千枚以上　認識率:80%以上(画像状況と距離による)。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">データ共有システム
(クラウドシステム等)</td><td>発注者およびコンソーシアム内で、技術活用により得られるデータ等はデータ共有システム「CIM-LINK:、COLC＋など)ストレージ容量50GB」により共有。管理者の承認者のみ共有が可能。</td></tr>
<tr><td>利用方法</td><td>データ共有システムの利用方法はライセンス契約が必要。</td></tr>
<tr><td>利用費用</td><td>データ共有システムの利用費用(30,000円～/月・1プロジェクト　追加機能別途)。</td></tr>
</table>

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ①4D施工支援(TS)は、現場で作業車の移動2回を従来の計測作業と試行技術の計測作業を比較した結果、を約22%の作業時間(工数)縮減。移動時間は従来と同様、事前の平面セット位置の墨出し作業がなくなる。 ②デジタルカメラ配筋検査は、現場で側径間・中央閉合2か所を従来の計測作業と試行技術の計測作業を比較した結果、約29%の作業時間(工数)を縮減。 ③MRデバイス型枠・出来形検査は、現場で側径間の起点側・終点側：2箇所を従来の計測作業と試行技術の計測作業(橋桁断面)を比較した結果、約26%作業時間(工数)を縮減。	算出根拠：評価データ ①機械の移動から設置 従来は、平面位置の墨出し作業が必要。新技術はTSにより、移動作業車平面セット位置・移動・設置高さセット計測。従来技術と比較。 ②画像解析・SfM検査　約246m2 従来は、メジャー、巻尺使用。新技術はUAVデジタルカメラにより画像を取得。SfM配筋3Dモデルを作成重畳確認後、パソコン上で画像解析により検査し、帳票へ自動連動。従来技術と比較。 ③MR検査　橋桁断面11測点 従来は，メジャー、巻尺使用。新技術はMRデバイスにより検査帳票へクラウドから自動連動。従来技術と比較。
試行当時から更新された結果	－	－
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ①4D施工安全管理（画像解析）は、従来技術と比較し省人化を確認。 ・作業車の位置墨出し測量(2名）の作業者を0名へ代替。 ・作業車の移動から設置までの安全管理者を1名から警報装置0名への代替。 ②デジタルカメラ配筋検査は、現地で作業状況を従来技術と比較し省人化を確認。 ・配筋をメジャー、巻尺で計測2名→デジタルカメラ撮影での計測1名へ代替。 ③MRデバイス型枠・出来形検査は、現地で作業状況を従来技術と比較し省人化を確認。 ・型枠・出来形をメジャー、巻尺で計測2名→MRデバイスでの計測1名へ代替。	算出根拠：評価データ ①機械の移動設置：画像解析・画像認識 従来は、作業中の安全対策として、専属の管理者1名（移動前～移動完了監視時・立入禁止措置）必要。従来技術と比較。 ②画像解析・SfM配筋検査 ③MR型枠・出来形検査 作業時間の縮減と同様。
試行当時から更新された結果	－	－
安全性の向上	実測 ①建設機械（移動作業車）の位置や動きをミリ単位で自動的に取得することができ、複数人による墨出し作業や高さ計測作業などをなくすことができる技術。目視であった移動中の作業車の変位を警報装置やパソコン上や確認でき、異常の早期発見や省人化が可能。 ②、③高所での危険な計測や計測用の足場を必要としない。	現場実証による。

	試行当時から更新された結果	－	－
品質の確保・向上		実測 ・MRは、作業員の技量・習熟度に左右されない。短時間で全数検査が可能で、作業時の品質不具合によるミスの防止および手戻りの防止が図れる。フロントローディングによる計画や工程促進の充実。	現場実証による。
	試行当時から更新された結果	－	－
施工管理の効率化・高度化		実測 ①現行は、作業中の不安全行動や機械移動時の挙動予測・確認は目視で確認を行っていた。 →単一カメラで、位置座標を取得するものでミリ単位まで計測が可能。 ②現行は熟練の技術者および担当技術者が複数人で鉄筋本数、配置間隔、径を確認しながら、現地で全数検査。検査帳票の作成は計測後取りまとめに時間を要していた。 →新技術は事前に撮影範囲・場所を決定すれば測定のための熟練技術者が不要。 現在の撮影高度10m程度で高精度な画像計測。撮影位置の判定も可能。 ③現行は担当技術者が複数人で型枠・出来形寸法を計測しながら、現地で検査。検査帳票の作成は計測後取りまとめに時間を要す。 →新技術は1名計測が可能，帳票へ自動連動。	現場実証による。
	試行当時から更新された結果	－	－
その他の効果		想定 建設機械や出来形などの座標値をリアルタイムに取得、各施工段階における形状などの管理、異常時の早期対応のための安全管理手法として活用可能。 ・現場に配置する熟練技術者や人員不足の対応方法として有効。 ・高所での危険な計測や計測用の足場を必要としないので安全性が向上。	－
	試行当時から更新された結果	－	－

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	パソコンの操作ができる程度やウェアラブルコンピュータであるMRデバイス，TS機器を取り扱える技量が必要．システムの取り扱い教育、操作方法などの教育・研修を要す。
必要構成人員	使用時前に機器の使用およびメンテナンス、ソフトウェアの管理員が必要1名程度。施工支援・検査，デバイスへのインストールで職員1名が必要。遠隔検査場所で1名。
安全上の配慮	建設現場でのデバイスやタブレット端末の操作のため、安全上の問題はない。MRを装着しての移動は、周辺の視野が狭くなるの外して移動なども考える。
法令上の手続き	UAV飛行に関する許可・承認申請が必要。 ・DID(人口集中)地区は国土交通大臣の許可(航空法の所管官庁)。
通信環境	現場アクセスポイントからインターネット経由でクラウドサーバーへ接続ができる環境。MRではCIMモデルのデータ容量にもよるが，下り20Mbps以上，上り10Mbps以上を推奨。 TS：施工現場では，WI-Fi環境が必要タブレット端末と通信。 工事事務所ではネットワーク環境が必要。
技術の利用形態 (リース等の入手性)	①建設機械4Dシステム(購入/年間またはリース/回)。 ②UAVによる画像解析技術配筋検査システム(購入/年間またはリース/回)。 ③MR出来形計測システム(購入/年間またはリース/回)。
導入コスト	①建設機械4Dシステム購入 初期導入4,084,700円　または　リース　※他費用別途必要。 【内訳】 CIM-BOX購入(600,000円/年間・サポート費込み)。 TS機器：LN-150購入(1,960,000円)、BIM360COORDINATE購入(117,700円/年間・サポート費込み)、PointLayout購入(257,000円/年間・サポート費込み)。 ネットワークカメラ：AXIS_P1368-E購入(200,000円)、Photocalc購入(750,000円/年間・サポート費200,000円)。現場でパソコンが別途必要 ※機器台数、警報装置・計測設備、システム運用費、データ作成・解析費等の費用およびパソコン/対象現場毎で対応。 ②UAV配筋検査システム購入 初期導入4,730,000円　または　リース　※他費用別途必要。 【内訳】 UAV・Ipad用購入(デジタルカメラ込み800,000円程度品：対応機種は現場選定)、Photocalc購入(2,830,000円・年間サポート費400,000円)。ContextCapture購入(1,100,000円年間/年間・サポート費222,000円)、事務所などでパソコンが別途必要。 ※機器、システム運用費、データ作成・解析費等の費用およびパソコン、3Dモデルデータ作成など/対象現場毎で対応。 ③MR出来形計測システム購入 初期導入2,645,000円　または　リース　※他費用別途必要。 【内訳】 GyroEye Holo購入(850,000円　サポート費_データコンバータ保守：50,000円/年間、CMS利用料250,000円/年間)、TS+購入(240,000円/回)、TS+周辺機器購入(175,000円/回)、HoloLens2：XR10：680,000円、CIM-PDF購入(400,000円/年間・サポート費込み)、事務所などでパソコンが別途必要。 ※機器、システム運用費、データ作成等の費用およびパソコン、3Dモデルデータ作成など/対象現場毎で対応。 ※①、②、③　リースの場合は、機器の保険料、期間・機器数量などで費用が変動。

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

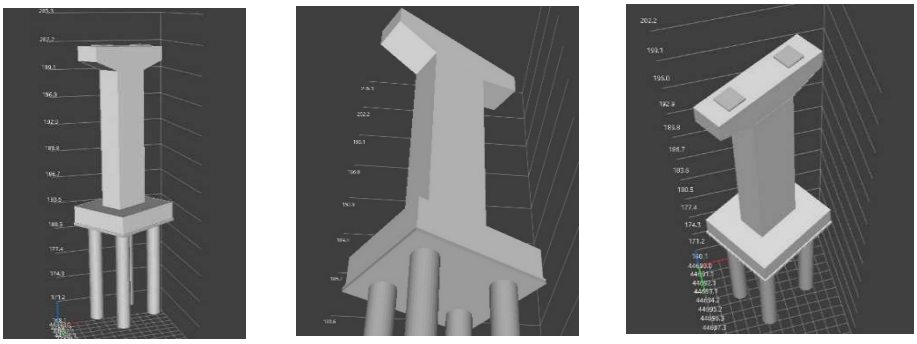
1. 基本事項

技術番号	2019-Ⅰ-08	
技術名	3次元データを活用したコンクリート構造物の出来形管理技術	
技術バージョン	2020年2月	
開発者	◎株式会社加藤組、カナツ技建工業株式会社、福井コンピュータ株式会社、 ライカジオシステムズ株式会社、株式会社山陽測器、株式会社ジオテックス中国	
開発代表者の連絡先	電話：0824-63-5117	Email：harada@kato-gr.com
技術概要	コンクリート構造物の橋脚を対象とし、躯体（フーチング、柱、梁）の出来形管理について、3次元データを活用した技術で行うことにより、出来形管理の効率化・高精度化するとともに、安全性の向上を図るものである。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	適用工種：場所打杭工、深礎杭工、函渠工(本体工)、場所打函渠工、 橋梁下部工（橋台躯体・橋脚躯体）、その他の各種現場打構造物 対象作業等：出来形管理の計測および監督検査	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：地上型レーザースキャナー、ARデバイス 機材：点群処理が可能なPC システム：3次元設計データ作成ソフト、3次元設計モデル作成ソフト、 スキャンデータ合成ソフト、3次元点群処理ソフト

技術の構成図

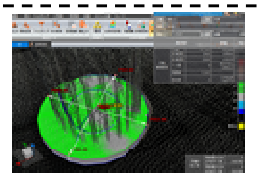


3次元設計モデルの作成（橋脚の例）

ARデバイス（Trimble SiteVision）を使用した構造物の目視確認

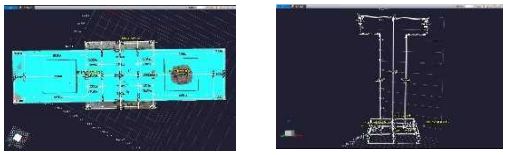
地上型レーザースキャナーによる構造物の出来形点群取得

測定項目に合わせた解析手法を選定

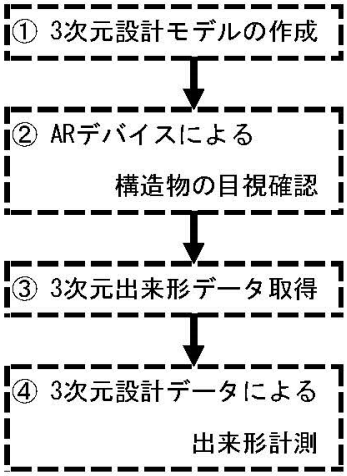


面評価による出来形管理
（基準高）

点群座標間による出来形管理
（数量・杭径・偏心量）



断面抽出による出来形管理
（基準高・厚さ・天端幅・高さなど）

使用するデバイス	地上型レーザースキャナー、ARデバイス	地上型レーザースキャナー： 降雨・降雪時には、3Dスキャナのレーザー光の屈折により正確なデータ取得が困難な場合がある。 ARデバイス： GNSS受信が可能な環境
デバイスの 連続稼働時間	地上型レーザースキャナー： 2.5時間～8時間程度、給電方式（バッテリー） ARデバイス： 2.5時間～3時間程度、給電方式（バッテリー）	地上型レーザースキャナー： － 5～+45℃程度 ARデバイス： −10～+35℃程度（高温時は不可）
技術を適用可能な 現場条件	立地　　：特になし 周辺環境　　：特になし 通信環境条件：GNSS受信が可能な環境 ※一般的な地上型レーザースキャナーが使用出来る環境であれば現場条件はなし	
技術活用のプロセス	**① 3次元設計モデルの作成** 3次元設計データ交換標準（案）に準拠し、 LandXML形式で作成。 （構造物の3次元座標値とTINデータを含む） ・使用ソフト：Autodesk Civil 3D、TREND−CORE、 TREND−POINT **② ARデバイスによる構造物の目視確認** 3次元設計モデル（CIM）データと現地完成 構造物を足場撤去前に複合現実により 施工位置および施工形状を確認。 ・使用ソフト：SketchUp PRO ・使用デバイス：Trimble SiteVision **③ 3次元出来形データ取得** 対象構造物の3次元計測を3Dスキャニング によって点群データを取得することにより 3次元出来形データ取得とする。 ・使用ソフト：Z+F LaserControl ・使用デバイス：S−3180V、MS60 MultiTaction **④ 3次元設計データによる出来形計測** 断面抽出形状による出来形管理または 表面比較評価による出来形管理をおこなう。 ・使用ソフト：TREND−POINT、EX−TREND武蔵	**技術活用のプロセスフロー** 

技術導入に要する時間		特になし ※一般的な地上型レーザースキャナーと同等
アウトプット		点群データ:PTS形式またはtxt形式 出来形管理計測値:基準高、厚さ、幅、延長、距離、座標値、数量・杭径・偏心量
データ処理システム		3次元設計データ作成：Autodesk Civil 3D（オートデスク株式会社） 3次元設計モデル作成：TREND-CORE（福井コンピュータ株式会社） SketchUp PRO（株式会社トリンブル） スキャンデータ合成　：Z+F LaserControl（Zoller+Frohlich Gmbh） 点群データ処理　：TERND-POINT（福井コンピュータ株式会社） 座標間計測　：EX-TREND武蔵（福井コンピュータ株式会社）
	利用方法	市販システム
	利用費用	Autodesk Civil 3D：約30,600円/月（1,102,200円/3年契約） SketchUp PRO　：約 4,100円/月（　148,000円/3年契約） Z+F LaserControl　：　—　円/月（1,500,000円/永久ライセンス） TREND-CORE　：　15,000円/月（　900,000円/5年契約） TERND-POINT　：約21,600円/月（1,300,000円/5年契約） EX-TREND武蔵　：　18,500円/月（1,110,000円/5年契約） ※いずれも2021年9月現在の価格。オプションにより費用の追加あり。 　別途、年間保守契約が必要。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		CIMPHONY Plus（福井コンピュータ株式会社）
	利用方法	プラン:Professional 年契約:30GB（3現場）、100GB（10現場）、200GB（20現場）、300GB（30現場） 月契約:30GB（1現場）
	利用費用	プラン：Professional 年契約：　30GB（216,000円/年）、100GB（432,000円/年） 200GB（792,000円/年）、300GB（1,080,000円/年） 月契約：　30GB（18,000円/月） ※2021年9月現在の価格。

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来方法と比較し、表面比較評価による出来形管理の場合で約75%の縮減、断面抽出形状による出来形管理の場合で約85%の縮減となる。	出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。 出来形管理写真の撮影および整理の省略。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 下記とおりの縮減となる。 従来方法　：測定2名、写真撮影1名、写真整理1名 試行方法（表面比較）：スキャン2名、データ測定1名 （断面抽出）：スキャン1名、データ測定1名	出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。 出来形管理写真の撮影および整理の省略。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
安全性の向上	実測 高所での測定作業の縮減および撮影作業の省略により、安全性の向上が図られる。 （天端部の出来形点群データ取得のみ必要）	出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。 出来形管理写真の撮影および整理の省略。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
品質の確保・向上	実測 出来形点群データの活用により、不可視部分の確認が施工後に可能となる。	3次元設計モデルの作成。 出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
施工管理の効率化・高度化	実測 データ上で設計対比により施工精度の向上。 3次元設計モデルと構造物完成形状の目視による重なりの確認。 施工後の不可視部分の確認。	3次元設計モデルの作成。 ARデバイスの活用。 出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
その他の効果	実測 BIM/CIMにおける次のフェーズへのデータ引き継ぎが可能となる。	出来形点群データの取得。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	特になし ※一般的な地上型レーザースキャナーと同等
必要構成人員	（表面比較）：スキャン作業 2名、出来形計測・施工管理 1名 （断面抽出）：スキャン作業 1名、出来形計測・施工管理 1名
安全上の配慮	特になし ※一般的な地上型レーザースキャナーと同等
法令上の手続き	特になし
通信環境	ARデバイスを使用する際、GNSS受信が可能な環境。 データ共有システム（クラウドシステム等）を使用する際、光通信回線（通信速度1Gbps程度以上）以上の環境。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	3次元設計データ・3次元設計モデル作成・点群データ処理のソフトウェアについては、サブスクリプション（利用）契約が必要。 各種デバイスについては、購入またはレンタルにて利用可能。
導入コスト	すでに機材およびソフトウェアを保有の場合、技術導入のための初期費用は不要。 新たに導入する場合 初期導入費用　：地上型レーザースキャナー ¥10,000,000-～¥15,000,000-程度 ARデバイス ¥800,000-程度 各ソフトウェア 不要（サブスクリプション契約が必要） ※別途PC必要 月間費用、年間費用　：上記の『データ処理システム』利用費用のとおり データ作成・解析費等：内容によって差異あり。（作業時間により変動） ※各機器・設備・システムのレンタル費用およびデータ作成・解析費用は、その可否を含め、各取扱会社およびデータ作成・解析会社に問い合わせ願います。

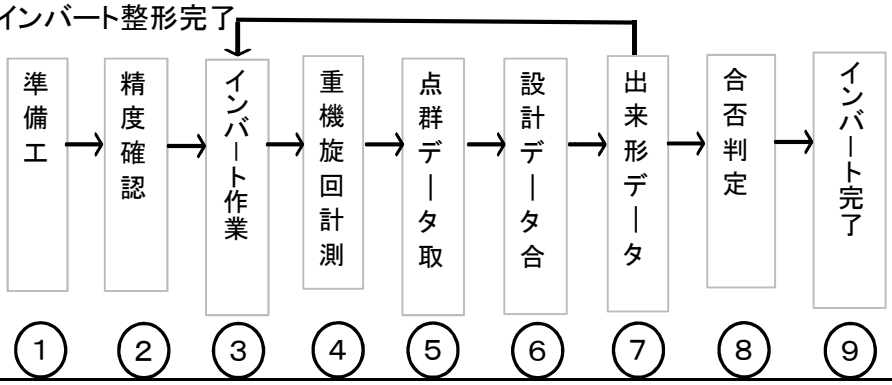
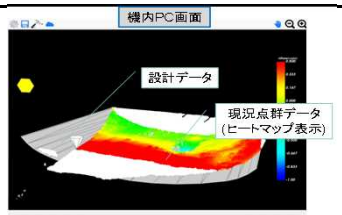
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

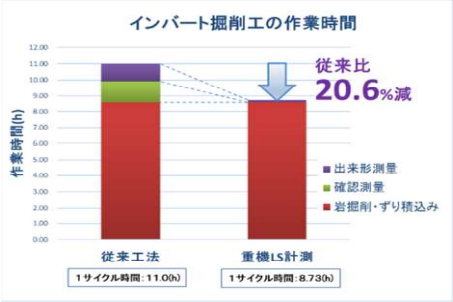
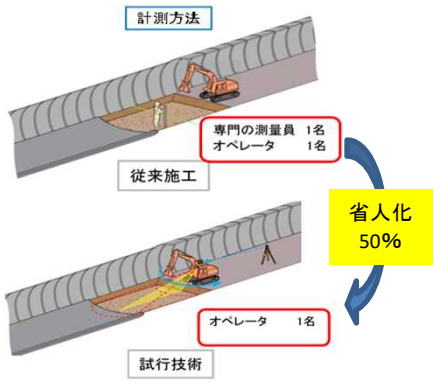
技術名	重機搭載レーザー計測システム（重機LS-TS版）	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	◎株式会社フジタ　土木本部土木エンジニアリングセンター ライカジオシステムズ株式会社（旧社名：ジオサーフCS株式会社）	
開発代表者の連絡先	電話：03-3796-2278	Email：asaunma@fujita.co.jp
技術概要	重機LS-TS版は、移動しながらトンネル坑内の任意位置で測定対象の座標を面的に取得するシステムである。本システムは、バックホウに搭載したレーザー計測器（2D LS）を用い、オペレータが計測範囲を旋回スキャンすることで、計測作業面を3D点群データとして運転席に表示する。このデータを3D設計データと重ね合せ、両者の差分をヒートマップで表示し、さらに掘削整形すべきなのか作業中に判断できる。また、出来高土量も容易に算出できる。さらに、点群データを専用ソフトに取り込むことで、ヒートマップの応用により規格値を満足しない箇所を色分け明示し，出来形合否判定が可能である。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）、測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	本システムは、トンネル坑内で出来形計測を実現するため、自動追尾TSと重機キャビンに搭載した2D LS、プリズム、傾斜計、解析モニタ、さらには、トンネル用マシンガイダンスで構成される。オペレータが運転席で計測ボタンを押し、計測範囲を重機が旋回スキャンすることで、坑内に据え付けた自動追尾TSがプリズムの位置座標、2D LS本体が作業面までの距離、角度、傾斜計が重機姿勢を各々計測し各種の座標を演算し、その結果を点群データとして表示する。このデータを3次元設計データと重ね合せ、両者の差分をヒートマップで運転席モニタに表示する。	
技術の構成図		
使用するデバイス	自動追尾TS、トンネル用マシンガイダンス、 2D LS、プリズム、傾斜計、 解析PCモニタ	測定範囲：レーザー計測3～15m 測定速度：12万点/秒

デバイスの 連続稼働時間	すべてのデバイスは、重機より給電のため、稼働時間の制限なし	重機の作業時間に準ずる
技術を適用可能な 現場条件	自動追尾TSの設置環境に問題がないこと	
技術活用のプロセス	①準備工・・・キャビンに機器類（2DLS、プリズム、傾斜計）を後付けで設置、また自動追尾TSを近傍に設置し、基準点を視準する ②精度確認・・・検証点に対して本システムとTS（トータルステーション）で計測した座標値を比較し精度確認 ③インバート掘削作業・・・2DLS搭載重機によるトンネルインバート掘削作業 ④重機旋回計測・・・オペレータによる旋回計測 ⑤3D点群データ取得・・・3次元点群座標取得 ⑥3D設計面データと合成・・・設計面データとの合成 ⑦出来形計測データ・・・設計差分を出来形計測値としてヒートマップで表示 ⑧ヒートマップ合否判定・・・出来形管理基準で合否判定、出来形帳票出力 ⑨インバート整形完了  	
技術導入に要する 時間	・機材準備：リース機器準備済み ・設置作業：機器設置と精度確認：1日程度	
アウトプット	・3Dファイル形式 ・ヒートマップモニタ表示（右図） ・出来形合否判定帳票	
データ処理システム	本システムは、自動追尾TSにて重機のプリズムを計測（位置と方位）し、傾斜計（重機姿勢ピッチとロール）と2D LS（計測面までの角度と距離）とトンネルMGを組合せ、重機を旋回することにより3次元座標点群データを取得する。取得データはトンネル設計面データに合成され、即時に出来形計測結果としてヒートマップで出力され。オペレータが確認できる。	
利用方法	共同開発システムを適用	
利用費用	56万／月（自動追尾TS、トンネルMG、設置撤去は別途、ライカジオシステムズ対応）	
AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	該当なし	
データ共有システム （クラウドシステム等）	「CIMPHONY Plus」（福井コンピュータ共有クラウドサービス）を使用 ・計測データ：精度確認データ、データ日報他 ・3D出来形データ：CSVデータ、3D出来形モデル、ヒートマップ、出来形帳票	
利用方法	ライセンス契約	
利用費用	18,000円/月間	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 インバート掘削工の作業時間において、出来形管理や作業時間が、従来の人による計測から、重機LS－TSによる3D計測に代替え・随時計測確認することで、2,27h/スパンの短縮。従来比20.6%減。 （インバート工：1スパン10.5m）	
試行当時から更新された結果	現状維持（変化なし）	現状維持（変化なし）
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 インバート掘削時の掘削確認や出来形計測時には、専門の測量員を配置することなく重機オペレータのみで施工可能となり、従来の 2 人工から 1 人工での施工を可能とした。 省力化50%。	
試行当時から更新された結果	現状維持（変化なし）	現状維持（変化なし）
安全性の向上	実測 インバート掘削の出来形確認時における、重機と人との混在作業が不要になった。	従来のインバート掘削 では、掘削時の床付け確認として 出来形計測時に専門の測量員が作業ヤードに入り計測作業を行っていた。重機オペレータは、この計測結果を専門 の 計測員から 床付け面の出来形の良否を確認し再掘削等の判断を行う。 重機LS-TS では、 重機オペレータが自ら作業しながら出来形の良否を判定できるため、人と重機の混在作業が不要。
試行当時から更新された結果	現状維持（変化なし）	現状維持（変化なし）

品質の確保・向上	実測 掘削時の床付け確認として 出来形計測時に専門の測量員が作業ヤードに入り水糸からの下がりから、出来形確認を行う。 重機LS－TSは、面的な管理で施工精度がより安定するため、品質が向上する。	従来 専門員による出来形計測（水糸からの下がり） 本システム オペレーター自ら出来形計測（運転席のPC操作）
試行当時から更新された結果	現状維持（変化なし）	現状維持（変化なし）
施工管理の効率化・高度化	実測 重機オペレータが 自らインバート掘削面を計測可能となったことで、従来工法で 行なっていた重機を止めての確認測量が不要となり、施工サイクルの短縮を可能とした。	施工しながらその都度、計測を行なえ、出来形測量も重機オペレータ自らおこなうため、広範囲を短時間で計測できるようになり、出来形計測2.27h/スパン の短縮を実現 した 。
試行当時から更新された結果	現状維持（変化なし）	現状維持（変化なし）
その他の効果	特になし	特になし
試行当時から更新された結果	特になし	特になし

4. 作業条件・運用条件

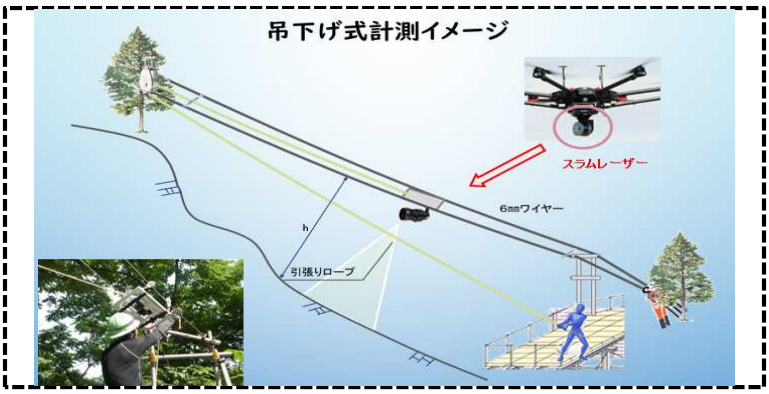
施工技術者の技量	重機オペレータ:「車両系建設機械運転技能講習」の資格が必要。
必要構成人員	・重機操作：重機オペレータ・・・1名 ・3D出来形データ管理（出来形帳票の作成等）：職員・・・1名 ⇒計2名
安全上の配慮	施工時および、計測作業時において、重機の旋回範囲内は立入禁止。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	別途、トンネル坑内に無線LANの設備が必要。 （費用は現場条件によって準ずる）
技術の利用形態 （リース等の入手性）	ライカジオシステムズ株式会社が市場で販売・リース。 依頼があれば誰でも使用可能。
導入コスト	本システムの設置撤去費：50万（1回） 〃　の基本料金：5万　（初回のみ） 〃　のレンタル費（月額）：56万

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	吊下げ式SLAM LADAR測量	
技術バージョン	2019年8月	
開発者	株式会社　興和	
開発代表者の連絡先	電話：025-281-8811	Email：a-kurihara@kowa-net.co.jp
技術概要	凹凸の激しい斜面や樹木等の障害物が多数存在する斜面において、SLAM技術を用いた3次元計測の有効性	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	ワイヤーで吊下げたSLAMレーザーを移動させ計測させることで、より死角の少ない点群データの取得が可能となり、出来形計測において有効性を発揮する。 SLAMレーザーは、画角の狭い写真用カメラと違って360度回転でレーザーを発射するため、広範囲にデータ取得が可能となる。	
技術の構成図	技術の全体構成を視覚的に把握できるように、技術の構成図を記載してください。 作図にあたり、施工現場で技術を活用している状況を撮影した写真等を用いて補足してください。 	
使用するデバイス	SLAM LADAR	悪天候時は使用不可
デバイスの 連続稼働時間	30分	特になし

技術を適用可能な現場条件	特になし
技術活用のプロセス	技術活用のプロセスフロー ① 準備工 ⇩ ② 架設工 ⇩ ③ 3次元計測 ⇩ ④ 撤去工 ①準備工 現場条件を踏まえ、計測範囲、計測長、足場構台の有無など架設に必要な部材、計画を立てる。 ②架設工 吊下げ用のワイヤー架設、必要に応じ足場仮設を行う。 ③3次元計測 スラムレーザー及び架台を現場に設置し計測を実施する。 ④撤去工 計測終了後、架設撤去を行う。
技術導入に要する時間	①1日、②2～3日、③1日、④1日
アウトプット	点群データ
データ処理システム	トレンドポイント
利用方法	市販システム
利用費用	購入価格　300万円程度
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	クラウドシステム：CIMPHONY 共有可能データ：写真データ、3次元データ（設計・点群・モデル） 共有可能な者：発注者、受注者
利用方法	ライセンス契約
利用費用	432,000円／年

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 内業時間の縮減 削減時間　21時間　（従来手法の−64%） 内業時間 ／ 三斜図面、法枠展開図等のCAD作業が簡便化されるため、大幅な省力化が図れる。 ／ 従来作業 33h 3Dデータ解析 12h 削減効果 21h 64%	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 作業人員の縮減 削減人工　8人工　（従来手法の−30%） 人　工 ／ 法面での従来計測に比べて3D測量の方が少なくて済む。 ／ 従来計測 27人工 3D計測 19人工 削減効果 8人工 30%	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 斜面上での計測が省略されるため安全性は大きく向上する。 安 全 性 ／ 法面での従来計測に比べて3D測量の場合、比較的平坦な箇所で行うため、安全性の向上に効果あり。 ／ 従来計測 103h 3D計測 20h 削減効果 83h 80%	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 作業員による計測作業が省かれるため、本作業へ集中できる。	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 計測作業の効率化向上。 外業時間 ／ 法面での従来計測に比べて3D計測の方が少なくて済む。 ／ 従来計測 27人工-103h 3D計測 19人工-43h 削減効果 60h 58%	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 計測精度の向上。 計測精度 ／ 法面での従来計測と3D測量との差は、法長で2～3cm程度、枠断面で1cm程度とほぼ同等である。 ／ 法長従来計測 12.30m 法長3D計測 12.32m +2.0cm	1,000m2当たりの自然斜面において
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	3名程度
安全上の配慮	計測時、現場内立ち入り禁止
法令上の手続き	特になし
通信環境	特になし
技術の利用形態 （リース等の入手性）	スラムレーザーを保有している会社は少ないため、リース等の入手性困難
導入コスト	施工現場で技術を活用する場合に必要となる費用の概算額を記載してください。 ※初期導入費用　800万 ※データ作成・解析費等　100万

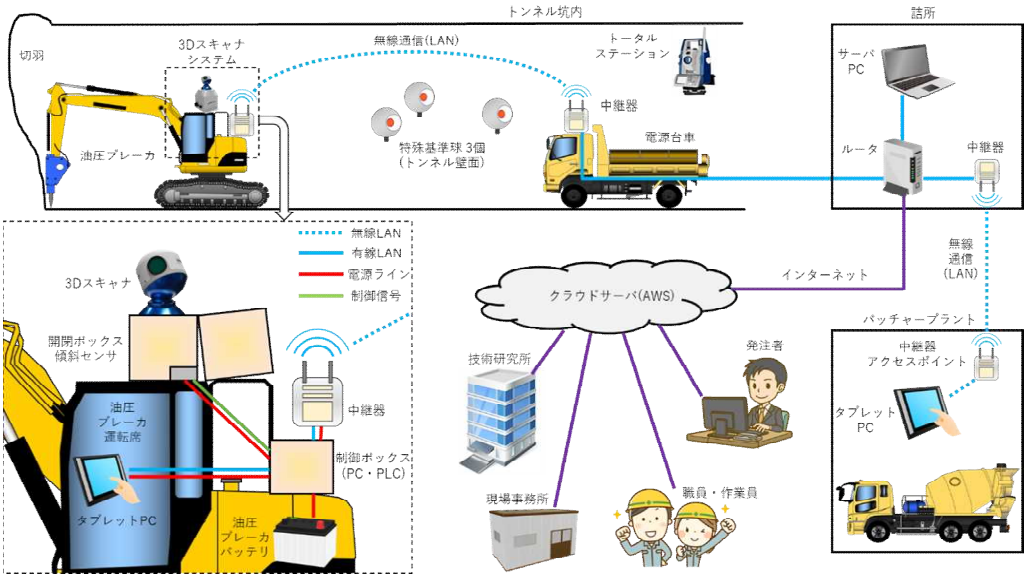
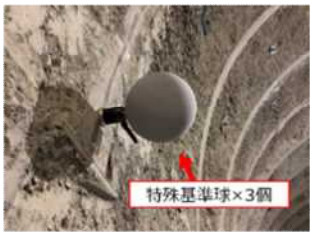
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

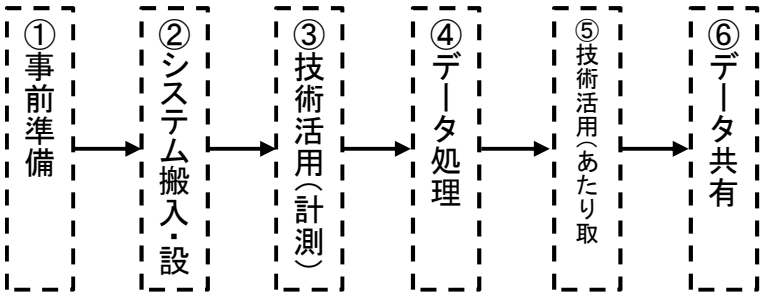
1. 基本事項

技術名	切羽掘削形状モニタリングシステム	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	◎西松建設（株）、（株）ビュープラス、ジオマシンエンジニアリング（株）	
開発代表者の連絡先	電話：090-7083-3646	Email：satoru_yamamoto@nishimatsu.co.jp
技術概要	発破・ずり出し完了後の切羽において、あたり取りを行うブレーカ等の重機に搭載した高速3Dスキャナで切羽の掘削形状を計測する。掘削形状の3次元データと設計断面を比較し、あたり箇所を重機キャビン内のモニタにヒートマップ表示させる。オペレータはモニタ画面のヒートマップ表示を基にあたり作業を行うため、従来作業と比較し安全性が向上する。	
活用場面	本設工事（山岳トンネル工事における掘削時のあたり取り作業）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	①3Dスキャナシステム 【デバイス】 高速3Dスキャナ 【機材】 油圧ブレーカ、防護BOX、免振架台、制御BOX（小型PC、PLC）、傾斜センサー タブレットPC、無線LAN中継器、特殊基準球、トータルステーション 【システム】 スキャナ制御システム、点群処理システム、防護BOX制御システム ②データ共有 【機材】 ゲートウェイ、無線LAN中継器、トンネル坑内通信設備、サーバPC、ルータ、タブレットPC 【システム】 データ共有クラウドサーバ

技術の構成図	 	
使用するデバイス	高速3Dスキャナ	特に使用条件は無し(IP65)
デバイスの 連続稼働時間	ブレーカ運転中は常時稼働(有線給電)	トンネル坑内であれば連続稼働が可能
技術を適用可能な 現場条件	・掘削時のあたり取り作業にブレーカを使用する現場であること	

技術活用のプロセス	①事前準備・・・・・・・・・・・・・・・・切羽から30～50mのトンネル壁面に特殊基準球×3個を設置し、トータルステーションにより事前に計測を行う。 ②システム搬入・設置　・・・・・・ 切羽掘削形状モニタリングシステムをブレーカに設置し、あたり取りの際、切羽にブレーカを配置する。 ③技術活用（計測）・・・・・・・・・・・重機に搭載した高速3Dスキャナで切羽の掘削形状を計測する。 ④データ処理　・・・・・・・・・・・・・・掘削形状の3次元データと設計断面を比較し、あたり箇所を重機キャビン内のモニタにヒートマップ表示させる。 ⑤技術活用（あたり取り）・・・・・・ヒートマップをもとに切羽のあたり取り作業を行う。 ⑥データ共有　・・・・・・・・・・・・・・④の計測データをクラウドサーバーに保存し、関係者でデータを共有する。 
技術導入に要する時間	・機械・機材等の準備(手配)：約30日（高速3Dスキャナの在庫が無い場合90日） ・設置・調整作業：約5日
アウトプット	①掘削形状データ 　→ファイル形式：ply ②切羽施工データ 　→項目：予定吹付量、余吹き率、掘削土量、余掘り率、運搬土量 　→ファイル形式：CSV
データ処理システム	・高速3Dスキャナ制御のための制御システム ・掘削形状（点群データ）処理のためのデータ処理システム ・防護ボックスの計測連動のための制御システム
利用方法	自社開発システムのリース
利用費用	約3,000千円/年（条件：1年間の使用として）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	■システムの概要： 　AWS上にデータを集積し、Webブラウザ経由でデータを閲覧・共有・ダウンロードできるシステム。データはビュープラスが管理するAWS上に保管される。また生データは施工現場から西松建設内のBOXストレージへ常時バックアップされる。 ■共有可能なデータ形式：　Web表示（html）、ply、csvによるダウンロード ■データ量：　最大1TBを想定 ■共有可能な者：発注者、受注者、システム管理者（ビュープラス）
利用方法	システム利用方法：クラウドサブスクリプション契約（月額利用料）
利用費用	初期費用　：ゲートウェイ 52,000円（インターネット接続環境含まず） 月額利用料：10,000円/月（インターネット使用料含まず）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 1切羽毎の試行技術と従来方法の余掘り・あたり計測時間はブレーカに搭載した場合、約16分の時間短縮効果が得られた。	・試算条件 余掘り・あたりを計測する方法として、スキャナを三脚で切羽に設置する技術と比較。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 切羽あたり取り作業において、あたり取り指示者の削減（1名）を図ることができた。	・試算条件 あたり取り時、指示者が切羽直下に立ち入り指示を出す場合と比較。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 3Dスキャナをあたり取りを行う重機に搭載することで、作業員や監督職員が切羽直下に立入ることなく、重機運転席で安全にあたり箇所の確認およびあたり取りを行うことが可能。	・現場条件 あたり取りの確認や余掘り量の計測に切羽直下に立ち入って作業を行う現場。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	実測 設計断面情報を基に可視化することで、定量的にあたり箇所を把握することが可能となった。	・現場条件 熟練作業員による目視確認により、あたり箇所を確認する現場。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 システム導入により、余掘り量が19.5%低減、余吹き量が23.7%低減された。	・試算条件 余掘り：システム導入1か月後と2か月後 を比較 余吹き：システム導入前後の余吹き率を
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

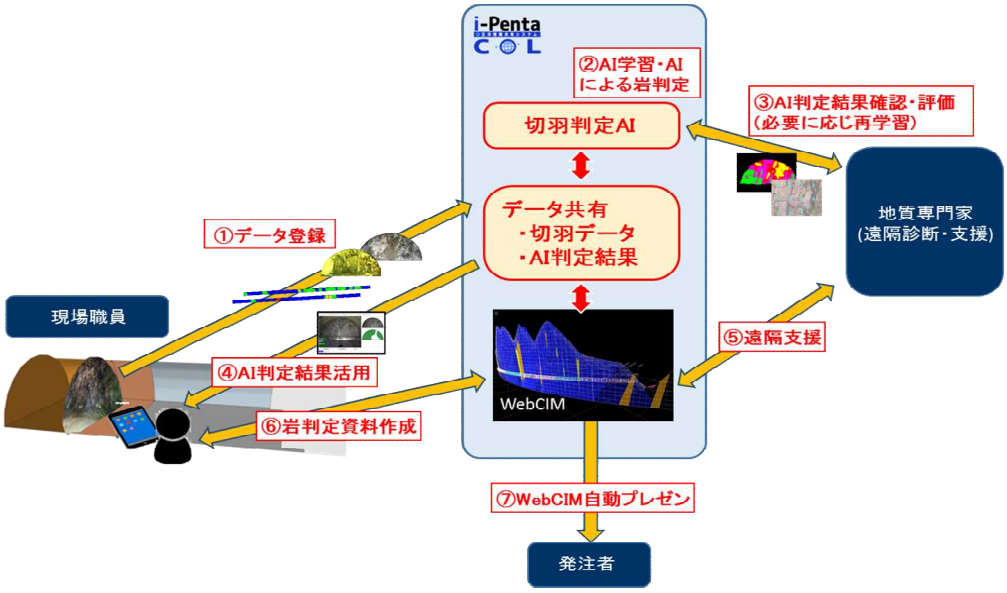
施工技術者の技量	ブレーカの操縦は車両系建設機械の運転資格を有るものが行う。
必要構成人員	1名（ブレーカ操縦者）
安全上の配慮	切羽後方に特殊基準球を設置するする際に高所作業となるため、高所作業時の安全対策を確実に行う。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	クラウドへのデータアップロード時、トンネル坑内からインターネットへ接続可能な環境が必要。システム自体はスタンドアローンで使用可能。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	リースによる利用
導入コスト	条件：坑内からインターネット接続が可能な山岳トンネル現場において1年間導入 概算費用：システム一式リース費用（約4,000千円）、設置撤去費（約2,000千円） 年間保守管理費（約1,000千円）、クラウド運用費等（約1,200千円）

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	施工情報収集共有システム（i-PentaCOL/3D）	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	五洋建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3817-7784	Email：hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	各種データをクラウドで情報収集共有することで、説明資料の作成時間と打合せの移動時間を削減する。	
活用場面	土木工事全般に適用できる。 仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／部分的に段階確認・立会／竣工検査に適用可能。	
適用工種、対象作業等	土木工事全般に適用できる。 道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	施工情報収集共有システムとは自社開発のクラウドシステムで、CIMモデルをWEBで共有し、CIMの操作やデータ登録が容易なシステムである。 情報共有方法を、事務所あるいは臨場打合せから、CIMモデルや施工情報などを自社クラウドに一元的に集約し、発注者、関係者間で共有する。 CIMモデルや施工情報などを自社クラウドに一元的に集約することにより、資料作成時間や説明のための移動時間が削減可能で、遠隔地間であっても，クラウド上のCIMモデルを相互に直接参照しながら、容易に具体的なコミュニケーションをとることが可能となる。（市販のCIMモデル用ソフトウェアが不要）	
技術の構成図		
使用するデバイス	PCやタブレット端末	インターネットと通信が可能な環境が必要。

デバイスの 連続稼働時間	使用するPCやタブレット端末の稼働に影響する。 システム自体の稼働時間の制約はなし。	
技術を適用可能な 現場条件	インターネットと通信が可能な環境が必要。	
技術活用のプロセス	システム運用時の手順 ①管理者から参加者へID、パスワード、URLの提供。 ②ブラウザー(Google Chorm)を使用してシステム起動。 ③ID,パスワードを入力してメインメニューに入る。
技術導入に要する 時間	使用する機能や仕様を決定した後、サーバーにシステムを構築する。 仕様決定後に1カ月程度の時間がかかる見込み。（仕様、機能、サーバーにより要相談）	
アウトプット	現在の出力機能はない。 システム全体を納品用にSSDに複製をすることは可能。	
データ処理システム	該当なし。	
利用方法	該当なし。	
利用費用	該当なし。	
AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	該当なし。	
データ共有システム （クラウドシステム等）	本システムがクラウドの共有システムになる。 クラウド：使用するクラウドはの指定は特になし。（実績ではカゴヤ・ジャパン） データ形式：特に制限はなし。 データ量：特に制限はなし。（2Gb以下を推奨する） 共有者：使用者にID、パスワードを割合して管理するため特に制限はなし。	
利用方法	利用契約手続きを弊社とすることが必要。 標準的なブラウザー（GoogleChromeを推奨）で利用可能	
利用費用	初期費用　140万円～(内容により変化)、運用費用13万円～（容量により変化）	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・CIMモデルにより情報共有することで，事務所への説明を週2回から1回に削減，資料作成30分削減 資料作成時間：1時間削減/週（1人） 移動時間：2.5時間削減/週（1人）	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
安全性の向上	実測 ・関係者の移動時における交通災害を低減できる。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
品質の確保・向上	実測 従来技術と比較して、施工状況を3Dで可視化で き、クラウドでリアルタイムに情報共有できる。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
施工管理の効率化・高度化	実測 従来技術と比較して、3D可視化により施工上の 不整合を削減でき、遠隔臨場やARによる現場打合せも可能となる。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	
その他の効果	該当なし。	
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし。	

4. 作業条件・運用条件

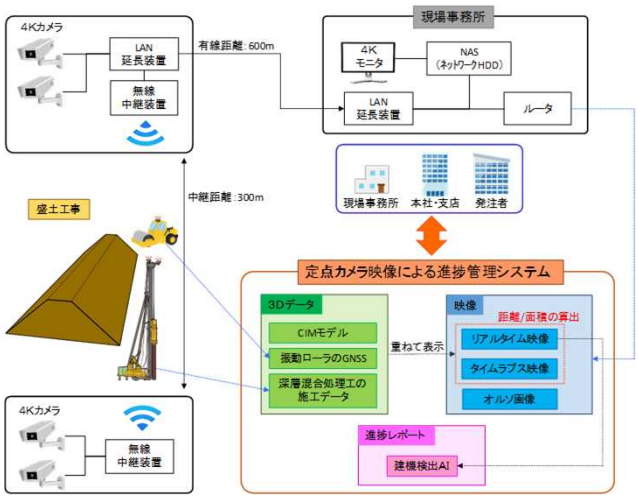
施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	システム構築以外には使用する人員のみ。
安全上の配慮	特になし
法令上の手続き	該当なし
通信環境	インターネット通信が可能な環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	技術導入については五洋建設株式会社　土木企画部に問合せ下さい。 〒112-8576　東京都文京区後楽２－２－８ TEL：03-3817-7547 E-Mail：dobokukikaku@mail.penta-ocean.co.jp
導入コスト	導入費用については実施内容により検討させて頂きます。 初期費用　140万円～（内容により変化）、運用費用13万円～（容量により変化）

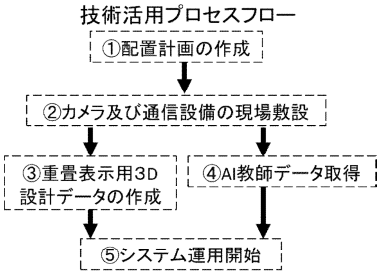
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	4K定点カメラ映像による工事進捗管理システム	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	◎安藤ハザマ、日本マルチメディア・イクイップメント株式会社、富士ソフト株式会社、計測ネットサービス株式会社、公立大学法人宮城大学	
開発代表者の連絡先	電話：03-6234-3672	Email：sato.ryo@ad-hzm.co.jp
技術概要	現場に4K定点カメラを設置し、映像上に設計・施工の三次元データを重畳表示することで、出来高・進捗管理を行う。また、建機検出AIにより、ダンプ台数などの歩掛管理が可能。	
活用場面	仮設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：4Kカメラ・NAS（ネットワークHDD）間を通信設備（有線または無線中継装置）で接続する。 機材：3D施工データ取得のためのICT建機（GNSSローラ等）、4Kモニター、システム閲覧用PC システム：定点カメラ映像による進捗管理システム	
技術の構成図	 システム構成図 設計データ重畳表示画 AIによる建機識別画	
使用するデバイス	現場に設置するデバイスは次の通り。 定点カメラ（4K、FHD）、NAS、通信機器	定点カメラ：屋外設置のため防水防塵IP67、使用温度-20℃～50℃。 NAS、通信機器は現場事務所に設置するため、一般的な仕様で可。
デバイスの連続稼働時間	定点カメラ：PoE給電、24時間稼働 NAS、通信機器：AC100V給電、24時間稼働	定点カメラ：-20℃～50℃

技術を適用可能な現場条件	カメラ設置箇所から現場への視野の確保が可能であること。 電源の確保が可能なこと。
技術活用のプロセス	①配置計画の作成： 設置前の現場確認により現場状況に合わせた配置計画を立案。 ②カメラ及び通信設備の現場敷設： カメラの設置箇所測量や画角等の測定を併せて行う。 ③重畳表示用3D設計データの作成： 3D設計データの作成（ICT活用工事等で既に作成済みの場合は不要）とカメラの画角等に合わせて、重畳表示用に調整する。 ④AI教師データ取得： 建機検出AIの導入のため適用現場における教師データを取得する。 ⑤システム運用開始 
技術導入に要する時間	現場の規模や設置条件により異なるが、概ね1.5～3ヶ月程度。 作業内容はネットワーク設計、機材調達、施工、クラウド導入、3次元データ変換作業等。
アウトプット	現場の定点映像データ 建機稼働データ
データ処理システム	映像進捗管理：定点カメラで撮影した映像をクラウドに送信し、リアルタイムでクライアントのブラウザで視聴可能。またタイムラプス化しクラウド上に記録する。 また3次元データ（設計情報、転圧管理等の施工情報）を変換し定点カメラ映像に重畳表示する。
利用方法	映像進捗管理：自社開発システム
利用費用	映像進捗管理：検討中
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	映像進捗管理 ・活用するクラウド：映像進捗管理クラウド（専用クラウド） ・システムの概要：定点カメラから送信されるリアルタイム映像の中継およびタイムラプスエイズとしての記録 ・共有可能なデータ形式：mp4、webm等 ・データ量：タイムラプス映像：約35～45MB/日（10時間を1分間で表示の場合） ・共有可能な者：発注者、受注者
利用方法	検討中
利用費用	検討中

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 資材の搬入計画立案に係る簡易測量 従来：30分/回→試行成果：5分/回	明かり土工であること。 （試行現場同様工種）
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 資材の搬入計画立案に係る簡易測量 従来：2人/回→試行成果：1人/回	明かり土工であること。 （試行現場同様工種）
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	想定 現場での不安全行動の抑止	明かり土工であること。 （試行現場同様工種）
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 手戻りの未発生、現場での手待ち、滞在時間の削減、現場巡視の削減による施工時間の効率化 現場への指示・判断待ち、出来形確認待ちによる作業の一時停止時間 従来：停止時間55分/日→試行成果：10分/日	明かり土工であること。 （試行現場同様工種）
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

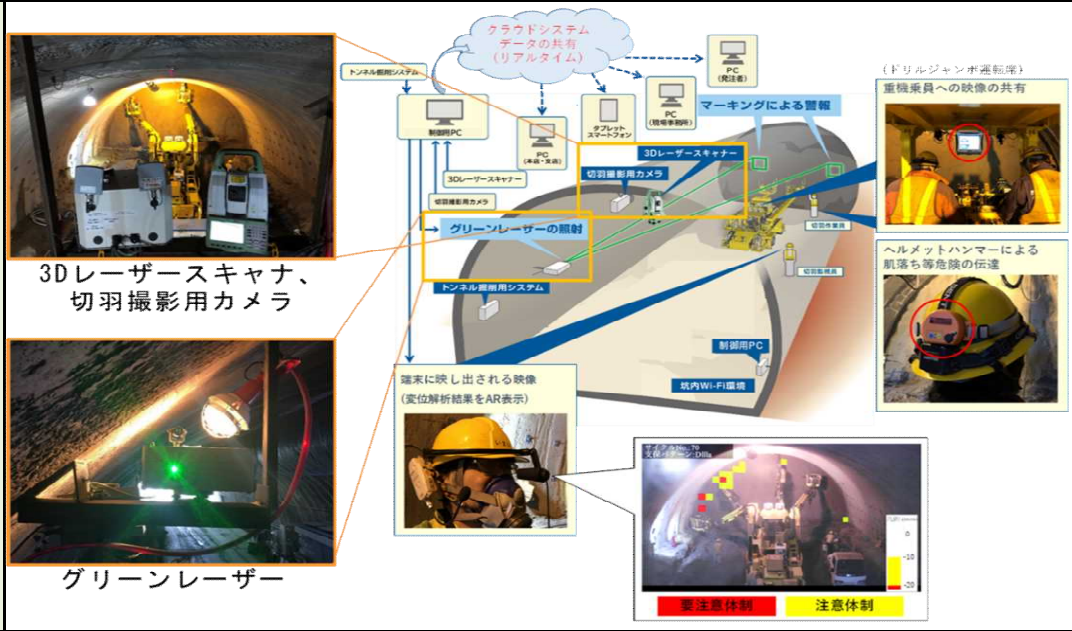
施工技術者の技量	一級土木施工管理技士を保有していることが望ましい。
必要構成人員	一名以上
安全上の配慮	システム構成設備設置時に、現場の安全ルールを順守すること。
法令上の手続き	無線中継装置等による通信を行う場合、電波法に則った機器を使用すること。
通信環境	定点カメラからは4Kカメラの場合10Mbps程度の映像データが常時送信される。このため現場に設置する定点カメラの台数に比例して高速大容量の上り通信が可能なクラウドとの通信環境が必要となる。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	請負契約
導入コスト	概算費用 ※初期導入費用：350万円（試行現場における費用） ※月間費用、年間費用：20万円／月 ※重畳表示用3Dデータ作成・導入：30万円 ※転圧管理システムデータ重畳表示：50万円 ※建機検出AIによる稼働進捗レポート：50万円

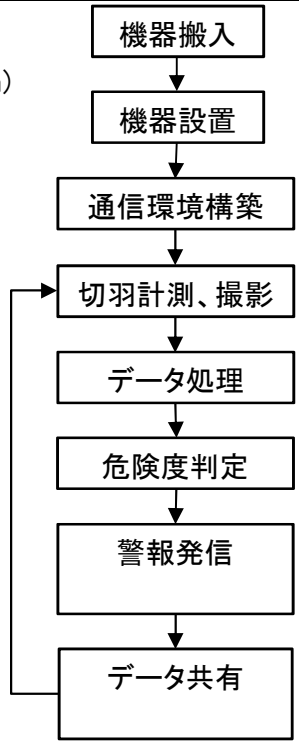
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	切羽変状可視化システム	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	◎株式会社竹中土木　　株式会社演算工房 計測技研株式会社　　国立大学法人神戸大学	
開発代表者の連絡先	電話：03-6810-6214	Email：sato-hr@takenaka-doboku.co.jp
技術概要	山岳トンネル工事における、切羽の肌落ち、崩落・崩壊といった切羽災害の防止を手助けする技術である。掘削作業時に切羽を3Dレーザースキャナで繰り返し計測することで、切羽全面の変位量を把握し、作業員へ早期に危険を知らせる。また、切羽画像と変位量のコンターを重ねて表示した画像をクラウド上で共有することで、工事関係者の誰もが一目で切羽の状態を把握できるシステムとなっている。	
活用場面	施工管理（安全）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	トンネル天端に3Dレーザースキャナおよび、切羽撮影用カメラを設置する。得られたデータを制御用PCで解析し、危険度の判定を行う。危険の伝達にはトンネル側壁に設置したグリーンレーザーで変位の大きい箇所へ照射明示を行うとともに、作業員の装着した振動デバイス（ヘルメットハンマー）で確実に警報伝達を行う。坑内にはWi-fi環境を構築し、切羽監視員の装着するウェアラブル端末および、重機運転席に搭載したタブレット端末でも切羽の状態を確認できる。また、データはクラウドにもリアルタイムにアップロードされ、遠隔地（事務所、各本支店、発注者等）からも確認できる。	
技術の構成図		
使用するデバイス	3Dレーザースキャナ、制御PC 切羽撮影用カメラ、坑内Wi-Fi グリーンレーザー 振動デバイス（ヘルメットハンマー） ウェアラブル端末	各機器とも防水防塵機能あり。

デバイスの 連続稼働時間	3Dレーザースキャナ、制御PC、 切羽撮影用カメラ、坑内Wi-Fi、 グリーンレーザー/有線給電 振動デバイス（ヘルメットハンマー）/バッテリー12時間、ウェアラブル端末/バッテリー4時間	0℃～40℃
技術を適用可能な 現場条件	インターネット環境	
技術活用のプロセス	①機器搬入 ②機器設置 （切羽から3Dレーザースキャナの離隔は20～70m） ③通信環境構築 ④切羽計測、切羽動画撮影 ⑤データ処理 ⑥危険度判定 ⑦警報システム発信 ⑧データ共有（クラウド）  	
技術導入に要する 時間	機器設置用架台の設置：1h、機械・機材等の準備(手配)：1h、設置作業・調整作業：2h、撤去作業：1h	
アウトプット	変位コンター図（.csv） 切羽観察簿（.csv） 坑内計測値（.csv） 切羽の変位量データ（.csv）	
データ処理システム	演算工房トンネル掘削用システムを用いて、演算処理等を実施している。	
利用方法	コンソーシアム開発システムを使用する	
利用費用	現在協議中、全体のシステム料金として、5万円～20万円／月程度	
AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）		
データ共有システム （クラウドシステム等）	利用クラウド名称：box（クラウドストレージサービス） システム概要：webブラウザベースでクラウドストレージへデータの保存、共有を行うサービス 共有可能なデータ形式：あらゆるデータ形式に対応 共有可能な者：工事関係者全般（ライセンスの付与が必要）	
利用方法	ライセンス契約	
利用費用	1ライセンス 1,800円/月	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 切羽の変状データを把握して掘削作業を行うことで、掘削余掘り量が低減され、2次吹付け作業時間が9%短縮された。	土質により効果は異なる
試行当時から更新された結果		
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 システムが定量的に切羽変位を計測するため、切羽監視員の熟練度の要求レベルが下がる。	これまでは、トンネル経験豊富な技能者が切羽監視を行ってきたが、トンネル経験がないものでも切羽監視が可能となる。
試行当時から更新された結果		
安全性の向上	実測 切羽変状の兆候をとらえ、早期に危険を知らせることで、切羽災害を防止する。	切羽が押出し性状をもつ地山が対象
試行当時から更新された結果		
品質の確保・向上		
試行当時から更新された結果		
施工管理の効率化・高度化	実測 切羽撮影用カメラの映像から、施工の進捗が事務所から確認できるため、現場に行く回数が減少する。	事務所までの距離が遠いほど効果が高い。
試行当時から更新された結果		
その他の効果	実測 クラウドで情報を共有することで、昼夜勤の引継ぎや事務所内での情報共有がスムーズになる。	情報へのアクセス権限の設定が必要。
試行当時から更新された結果		

4. 作業条件・運用条件

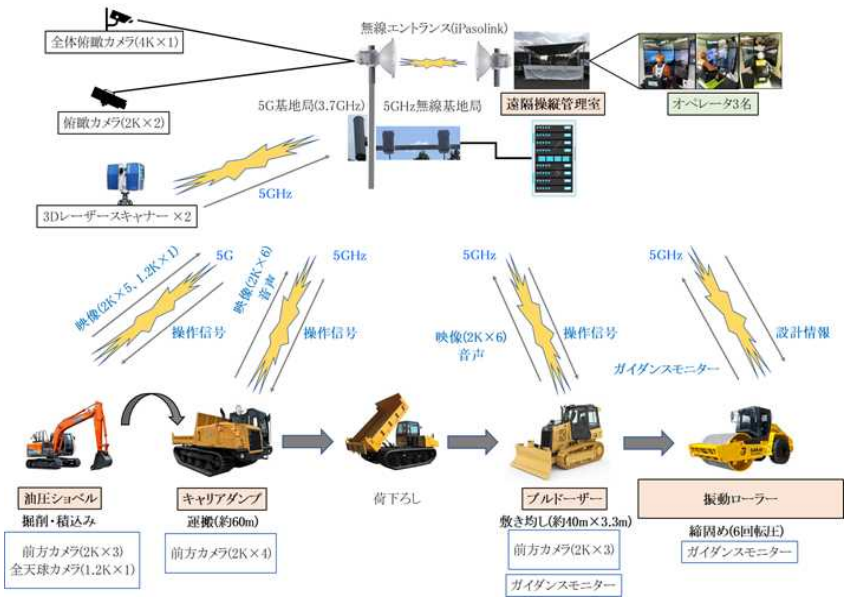
施工技術者の技量	専門的な知識は必要ない。
必要構成人員	システムの運用に1～2名が必要。
安全上の配慮	崩壊前に微小な変位も生じない、突発的な切羽の崩壊は検知できない。 3Dレーザースキャナと切羽の間に計測を遮るものがあると計測ができない。
法令上の手続き	特に無し。
通信環境	トンネル坑内にシステム用のローカル通信環境を構築する必要があり、トンネル坑外にインターネットが必要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	使用する機器はほぼ全てリース。
導入コスト	こちらも現在協議中。 概算金額：80万円／月程度。 ただし、現場で使用している機器で代用できる機器も存在するため、金額は大きく変化する可能性がある。

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	5G統合施工管理システム	
技術バージョン	2021年3月	
開発者	◎大林組 日本電気 酒井重工業	
開発代表者の連絡先	電話：0424-95-1002	Email：furuya.hiroshi@obayashi.co.jp
技術概要	5G技術を中心とした遠隔操縦を基幹とし、自動運転，マシンコントロール，高性能スキャナの活用などを用いて統合的に施工管理を行うシステム	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、舗装工	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：基地局、端末アンテナ、シミュレーター、サロゲート、マシンコントロール、加速度計、GNSS、モニター、Wi-Fiルーター 機材：バックホウ、キャリアダンプ、ブルドーザー、振動ローラー、遠隔操縦操作室、コンパクションマイスター、新αシステム本体 システム：クラウド
技術の構成図	

使用するデバイス	基地局、端末アンテナ、シミュレーター、サロゲート、マシンコントロール、加速度計、GNSS、モニター、カメラ、3Dレーザースキャナー、Wi-Fiルーター	デバイスの使用条件（例えば、天候、気温、風速、昼夜等）をデバイスごとに記載してください。
デバイスの 連続稼働時間	加速度計：特になし、有線 GNSS：特になし、有線 モニター：特になし、有線 Wi-Fiルーター：特になし、有線 3Dレーザースキャナー：特になし、バッテリー	左記の連続稼働時間が保証される条件（例えば気温等）を記載してください。
技術を適用可能な 現場条件	基地局との通信が可能なエリア GNSSによる位置情報が取得可能な場所 Wi-Fiルーターによる通信が可能な場所	
技術活用のプロセス	①5G通信ネットワークの構築 遠隔操縦室、基地局、サーバー室、各重機にアンテナ設置、位置補正実施。 ②各重機との結合試験 5G通信ネットワーク下で各重機が遠隔操縦可能か通信環境に問題はないか確認する。 ③動作確認試験 5G通信ネットワーク下遠隔操縦・自律運転・自動運転等ので一連の作業が実施できるか確認する。 ④5G通信ネットワーク下での実施工実施 各操縦方法で5G通信ネットワーク下での実施工を実施する ①5G 通信ネットワークの構築 ↓ ②各重機との結合試験 ↓ ③動作確認試験 ↓ ④5G 通信ネットワーク下での実施工実施	
技術導入に要する 時間	ローカル5G免許取得6カ月提程度 ネットワーク設置、遠隔操縦室設営、重機結合試験等準備　約2カ月程度	
アウトプット	施工管理図（時系列施工結果、ヒートマップなど）、txtデータ	

データ処理システム		アウトプットを得るために活用するシステム（データ処理、AI技術等）の概要を記載してください。
	利用方法	システムの利用方法（市販システム／自社開発システム）を記載してください。
	利用費用	システム利用にあたって必要となる費用（例えば〇円/月等）を記載してください。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	データ処理にAI技術を用いる場合は、学習方法（機械学習、ディープラーニング等）、学習に利用した教師データ（対象物、データ量）、画像等から目的の事象を抽出するアルゴリズム、学習の性能評価（再現率等）を記載してください。
データ共有システム（クラウドシステム等）		技術活用により得られるデータ等をデータ共有システム（クラウドシステム等）により共有する場合は、活用するクラウド（名称、種類等）、システムの概要、共有可能なデータ形式・データ量、共有可能な者（発注者、受注者等）を記載してください。
	利用方法	データ共有システムの利用方法（ライセンス契約等）を記載してください。
	利用費用	データ共有システムの利用にあたって必要となる費用（例えば〇円/月等）を記載してください。

3. 技術活用により期待される効果

		期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減（試行当時の結果）		実測 5Gを用いることにより、大容量での通信が可能となり、コーディックの最適化によって遅延を小さくし、従来の遠隔操縦に対して作業性を向上することができる。	該当なし
	試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減（試行当時の結果）		実測 キャリアダンプの音声操作、自律運転や振動ローラーの自動運転により、オペレータが複数重機を操作し作業員の縮小を図ったり、自動・自律運転では不要となる可能性がある。	該当なし
	試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

安全性の向上	想定 遠隔操縦、自律運転や自動運転により重機と作業員を分離でき、安全性向上が図られる。	該当なし
遠隔操縦、自律運転や自動運転により搭乗操作不要による安全性向上が図られる。	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	実測 マシンコントロールや加速度応答法・レーザースキャナによる出来形形状取得等により品質確保および向上を図る。これらを遠隔操縦室などで集約し管理の高度化を図る。	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 5Gを用いた統合施工管理システムを用いることにより、遠隔施工、遠隔出来形管理、遠隔品質管理、施工環境の改善による施工管理の高度化を図ることが可能となる。	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	①作業環境の改善 安全・快適な環境で建設分野の作業に参加出来るメンバを増やすことができる(ジェンダー考慮(ダイバーシティレス)→ SDG's) ②作業状況に応じたオペレータの交代が容易となり，施工工程全体として必要とする人数を減らせる ③高精度管理の実現 レーザスキャナによる高精度な出来形管理 マシンコントロールによる精度向上 GNSS(誤差数cm)→ レーザスキャナ(誤差数mm) ④工事関係者、ステークホルダー間の情報共有、コミュニケーションが向上する 現場職員、発注者の間の情報連携 異なる建機の操縦者同士の情報連携 (施工方法の変革)	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	5Gネットワーク設営・管理には専門的な技術者が必要。
必要構成人員	5G統合施工管理システムは、現場条件、通信環境、使用重機や操縦方法（遠隔、自律、自動等）にもより、必要構成人数が変わる。
安全上の配慮	自動および自律運転では現時点では緊急停止が出来るよう、緊急停止のために管理人員を機械の動きが見える場所に配置。
法令上の手続き	ローカル5Gでは各地域ごとでの使用免許が必要。
通信環境	5Gもしくはローカル5G
技術の利用形態 （リース等の入手性）	未定
導入コスト	不明（5G通信システム自体が試作機であり、どのような価格設定になるか未定）

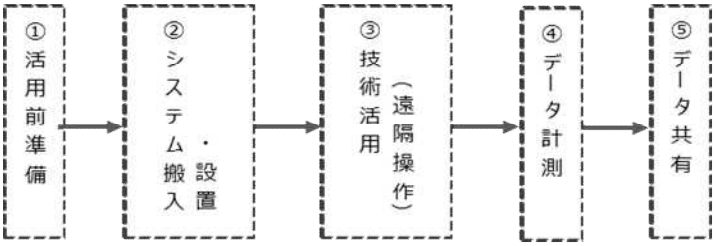
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	ローカル5G通信を用いたホイールローダ遠隔操作システム	
技術バージョン	2021年3月	
開発者	◎西松建設(株)、(株)カナモト、ｼﾞｵﾏｼﾝｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ(株)、(有)浅草ギ研	
開発代表者の連絡先	電話：080-9211-6737	Email：masayuki_yamashita@nishimatsu.co.jp
技術概要	山岳トンネル工事の掘削ずり運搬作業に使用されるホイールローダーに対して、ローカル5G(L5G)通信技術と遠隔操作システム等を付加した新たな遠隔施工技術である。 L5G通信の超低遅延性・超高速性を活かし、暗くて狭隘なトンネル坑内において高速走行、複雑なバケット操作が必要なホイールローダーの運転操作を、高精細映像を見ながらストレスなく安全に遠隔操作させる技術となっている。	
活用場面	本設工事（山岳トンネル工事における掘削時のずり出し作業）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	①遠隔操作システム 【デバイス】 遠隔操作運転制御装置、電動回転モータ、電動アクチュエータ、 運転稼働データ計測制御装置 【機材】 ホイールローダー、遠隔操作室(台車:4tトラック)、遠隔操作コクピット、モニタ ②操作・映像信号通信システム 【デバイス】 FHDカメラ 【機材】 L5G端末(ホイールローダ)、高所作業車・L5Gアンテナ(分離型移動基地局)、 L5Gベース基地局(遠隔操作室内)、GPSアンテナ(坑外現場詰所)、サーバPC ③安全走行システム 【システム】 画像認識による緊急停止システム ④データ共有 【機材】 ゲートウェイ、スイッチ、HUB 【システム】 データ共有クラウド	
技術の構成図		
使用するデバイス	①遠隔操作運転制御装置、②電動回転モータ、③電動アクチュエータ、④FHDカメラ	とくに使用条件なし
デバイスの連続稼働時間	下記のデバイスはWL運転中は常時稼働 (有線給電) ①遠隔操作運転制御装置、②電動回転モータ、③電動アクチュエータ、④FHDカメラ	トンネル坑内であれば連続稼働が可能
技術を適用可能な現場条件	・掘削時のずり出し作業にホイールローダーを使用する現場であること ・L5Gシステム稼働時において、トンネル坑内からインターネットへ接続可能 な環境であること	

技術活用のプロセス	①活用前事前準備　・・・・・・・・・使用場所に応じてL5G使用に必要な免許申請を行い使用許可を取得する。 ②システム搬入・設置　・・・・・・・ 遠隔操作システムをホイールローダー（WL）に設置し、通信設備を坑内に設置する。 ③技術活用（遠隔操作）　・・・・・・坑内においてWLによるずり積み込み、運搬、ずり投入の一連作業を遠隔操作で実施する。 ④データ計測　・・・・・・・・・・・・・・・ 遠隔操作時の走行・バケット稼働データや稼働時間を測定し、走行時の映像データを記録する。 ⑤データ共有　・・・・・・・・・・・・・・・ ④の計測データをクラウドサーバーに保存し、関係者でデータを共有する。 
技術導入に要する時間	・機械・機材等の準備(手配)：約30日 ・設置・調整作業：約20日 ※L5G運用場所変更に伴う申請時間を除く
アウトプット	①遠隔走行時の映像データ →ファイル形式：mp4 ②遠隔走行時の稼働情報データ →項目：稼働日時、速度、エンジン回転数、走行ギア、バケット高さ・角度、ステアリング角度、走行位置 →ファイル形式：CSV
データ処理システム	・映像伝送のための映像処理システム（エンコード、デコード等） ・遠隔操作信号伝送のためのデータ処理システム ・運転稼働データを計測するためのデータ処理システム
利用方法	自社開発システムのリース
利用費用	約8,000千円/年（条件：1年間の使用として）　※5G通信システムリース費を除く
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	■システムの概要： MODE Platformを利用したNishimatsu Sensor Cloud上にデータを集積し、Webブラウザ経由でデータを閲覧・共有・ダウンロードできるシステム。データはMODE,Incが管理するAWS上に保管される。またMODE Platformから西松建設内のBOXストレージへ常時バックアップされる。 ■共有可能なデータ形式：　Web表示（html）、mp4、csvによるダウンロード ■データ量：　最大1TBを想定 ■共有可能な者：発注者、受注者、システム管理者（MODE,Inc）
利用方法	システム利用方法：クラウドサブスクリプション契約（月額利用料）
利用費用	初期費用　：ゲートウェイ 52,000円（インターネット接続環境含まず） 月額利用料：5,000円/月（インターネット使用料含まず）

3. 技術活用により期待される効果

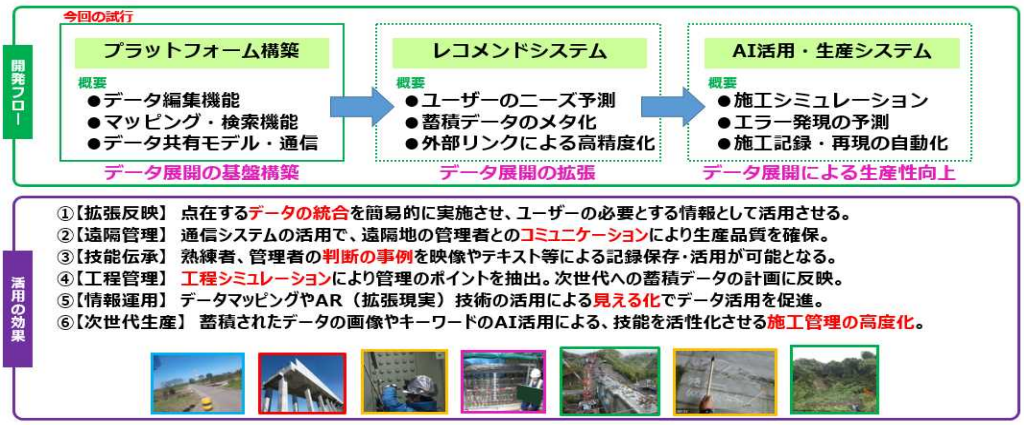
	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 本試行技術を活用して、切羽から離れた安全で快適な室内においてホイールローダーを遠隔で稼働させることにより、運転者の安全性向上が期待される。	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	実測 【労働生産性の向上】 本試行技術を活用して、複数現場のホイールローダー（WL）稼働を遠隔で一元管理させることにより、労働生産性の向上が期待できる。	【試算条件】 労働生産性の試算については、ずり運搬作業1サイクルにおけるWL作業速度（m/s）の測定結果を使用する。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

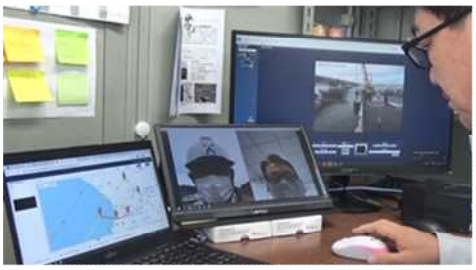
施工技術者の技量	ホイールローダーの遠隔操縦は車両系建設機械の運転資格を有るものが行う。
必要構成人員	1名（ホイールローダ遠隔操作者）
安全上の配慮	作業開始前にはホイールローダ周囲の状況を目視確認し、その安全確認後に遠隔操作室においてホイールローダの操作を行う。
法令上の手続き	L5G使用に必要な免許申請を行い使用許可を取得する。 L5G機器の取扱については、陸上特殊無線技士の資格を有する者が実施する。
通信環境	L5Gシステム稼働時において、トンネル坑内からインターネットへ接続可能な環境が必要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	リースによる利用
導入コスト	条件：坑内からインターネット接続が可能な山岳トンネル現場において1年間導入 概算費用：システム一式リース費用（約46,000千円）、設置撤去費（約2,000千円） 年間保守管理費（約2,000千円）、クラウド運用費等（約1,000千円）

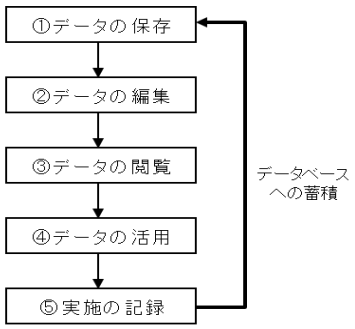
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	インフラデータプラットフォーム	
技術バージョン	2021年1月	
開発者	株式会社淺沼組	
開発代表者の連絡先	電話：03-6809-6842	Email：tamura-yasushi@asanua.co.jp
技術概要	当該技術は、日々の施工管理に使用するデータを施工現場と発注者および自組織間で共有のクラウドステージにて活用することで、コミュニケーションとスキルアップを活性化させ、エラー防止対策による進捗の確保と生産性向上を図る独自のデータプラットフォームを活用した施工管理技術である。共有するデータには、各所からの参考事例や熟練者のコメントなどを付加させることで、若手技術者のスキルやモチベーションのアップにもつながる。現場でのデータ閲覧は、該当位置のマッピングとAR(拡張現実)技術による見える化で、通常のデータ共有とは異なるコミュニケーション型のプラットフォームであり、今後の様々なデータ活用による施工管理への汎用化を目的とするものである。また、システムにより蓄積された情報は、次世代の技能継承および生産性向上への教師データとしてメタ情報としての活用を目標としている。  	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程・安全）における、実施記録データの記録保存。	
適用工種、対象作業等	現場試行では、橋梁下部工のRC構築工への適用とする。今後の開発では、想定として、維持管理を含めた建設工事管理全般を想定している。	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス（PC、スマートフォン等の端末機） 機材（インターネット通信環境） システム（AWS） 活用するデータについては、施工管理に必要な現場のデータのほか、自組織が保有するマニュアルなど。	
技術の構成図	専用のクラウドストレージを活用した、データプラットフォームにより、現場・受注会社内・発注者間およびコンソーシアム等の外部機関と情報を共有させ、施工現場における管理時のデータへの付加価値を高め、日々の施工記録および工程遅延要因となるエラーの要因を事前に抽出するなどに活用する。 活用するデータは、所定の管理様式のほか、過去事例の映像や遠隔通信システムによる検査の記録※1など様々な形式を展開させる。データの編集はPCにより各所で行い、現場での閲覧は、位置情報によるマッピングとAR技術の活用で端末機に表示させる。 ※1　通信システム：2019年度　PRISM採択技術 技術の構成図 若手技術者による活用  システム活用による協議 マッピング ARによるデータの見える化	
使用するデバイス	（室内）通信機能のあるPCなどの機器。 （屋外）タブレット、スマートフォン。	屋外での使用の場合、端末機の防塵及び防水に配慮する。
デバイスの 連続稼働時間	タブレット・スマートフォンについては、機器の充電機能によるが、6時間以上の連続使用は可能である。	夏季の使用においては、端末機内部の温度上昇による機能停止が55分（室内試験）で確認されたため、連続使用時間への配慮が必要。
技術を適用可能な 現場条件	作業現場では、端末機によるデータ閲覧となるため、4G以上の通信環境の確保が必要となる。	

技術活用のプロセス	●事前準備：各所のPCおよび端末機（スマートフォン、タブレット）へのアプリケーションのインストール。 ●施工データの採取：帳票や写真、図面等の通常の業務に使用するデータ。その他、環境計測、通信システムによる映像等の記録等。 ●技術活用のプロセス ①保存：施工管理に必要なデータをクラウドにアップロード ②編集：使用するデータを1つのグループとして、使用日、カテゴリ、位置などの情報とともに登録を行う。 ③閲覧：各所の管理者による閲覧によりコメントおよび参考資料等の追加を行う。現場活用後の閲覧、追加も可能。 ④活用：端末機により現場でデータを活用。検索機能を活用し、新たな情報も追加が可能。 ⑤記録：活用したデータは、履歴として自動保存される。コメントや追加記録などはランキング化やキーワードとして次世代への継承の情報として蓄積される。 
技術導入に要する時間	PCでは、インターネットによるシステムへの接続、端末機はアプリケーションのインストールのみで使用が開始できる。通信環境の初期設定も考慮し、1～2時間程度作業となる。
アウトプット	電子データとして通常の施工管理に扱われる形式（ドキュメント、映像、画像など）の情報をニーズに合わせてピックアップし、PCおよび端末機による閲覧とプリントアプトをアプトプットデータとする。
データ処理システム	音声データのテキスト化、映像編集、位置情報による軌跡図描画など、独自の通信システムおよびロガーによる計測データの解析とプラットフォームへの連携を同一のシステム内で実行。
利用方法	自社開発システム
利用費用	約25万円／月　（今回の試行に関するID分）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	今回の試行では、データ活用の検証のため該当なし。
データ共有システム（クラウドシステム等）	クラウドシステムによるデータ展開を目的としたプラットフォーム。共有可能なデータ形式として、エクセル、ワード、PDFなど汎用のドキュメントデータの他、動画、静止画、図面データなど様々な形式に対応。ユースケースに合わせたカスタマイズも可能。
利用方法	AWS、googlemap等によるライセンス契約によるシステムの運用。
利用費用	約15万円／月　（今回の試行に関するID分）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 電話連絡による状況報告よりも、臨場感のある情報を共有できた。操作においては、通常の通信と変わらない。	通信環境が確保された現場環境であったため、スムーズな通信が確保できた。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） データ共有により、社内検査などの遠隔検査が可能となった。今回の試行では、臨場検査回数が約1/3となった。	計測条件：社内規定による品質証明員による現地確認および安全巡視員による現場点検において、受注会社内の担当者の臨場回数。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 現場責任者や熟練者による日常点検において、仮設構造物の設置状況について早期発見による2件の是正事項を抽出できた。	計測条件：現場臨場前の担当者による閲覧や現場で抽出された質疑事項等をプラットフォームを活用し定期的に情報共有を行い、エラーの要因の有無を確認する。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 品質低下の過去事例、創意工夫等の情報を展開させることで、現場特有のエラー要因を抽出させることが可能。それらを各所で共有し展開させることは、次世代の生産能力維持への効果が期待される。	過去事例などは、自組織のみの事例ではなく、より多くの集積が必要であるが、僅少なデータでも熟練者のコメントや実績を表出化させることで持続的な効果が期待される。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 井筒内の空間における施工条件であったため、狭所での施工の要点などを共有し、所定の工程での進捗を確保できている。	令和3年7月竣工。予定内工期を確保。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 今回の現場試行により、採取データの検証を行い、熟練者の感覚を再現させるアルゴリズムの開発によりレコメンド（アドバイス）の機能を添加する。また、一般公開の外部データとのリンクおよび活用についての開発も今後、推進させる。	今回の試行データの検証の実施。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	機能改修中につき特になし	同左

4. 作業条件・運用条件

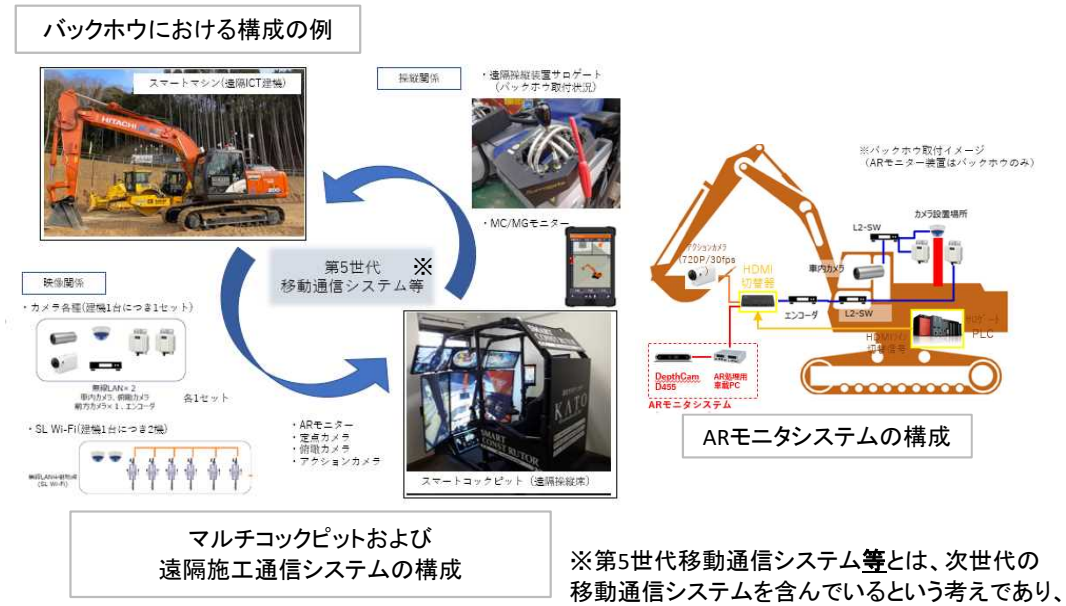
施工技術者の技量	業務で実施しているPCの操作程度の技量を基本的に有することが必要。 システムへのデータ編集など操作方法のトレーニングが半日程度必要。
必要構成人員	機器メンテナス、アプリケーションの保守点検等の維持管理業務として、1か月あたり約1名程度の人員が必要。
安全上の配慮	作業現場での端末機操作のため、作業現場のルールの適用範囲で問題ない。
法令上の手続き	特許申請中。管理者権限の範囲での使用であれば、問題なし。
通信環境	4G以上の通信環境の確保。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	端末機およびアプリケーションのリース。
導入コスト	※想定する現場条件：インターネット通信環境の確保。（トンネル、地下工事等は、別途、インフラ整備が必要） ※技術活用期間：工事物件毎の工期期間。（管理工種と目標による期間設定が効果が大きい） ※使用量、維持管理などの費用：平均約25万円／月を想定。（ユーザー数により変動あり）

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	あらゆる通信規格に対応できる複数建設機械の遠隔操作を可能とするマルチコックピットシステム	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	◎株式会社加藤組 日立建機日本株式会社 西尾レントオール株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：0824-63-5117	Email：harada@kato-gr.com
技術概要	現場で使用可能な通信規格に対応できる遠隔操縦装置。 複数の建設機械を1台で操作できるマルチコックピット。 ARモニタにより無視界における遠隔操縦の操作性および施工品質の向上を実現。（バックホウのみ） 遠隔操縦専用の建設機械に限らず、汎用の建設機械を遠隔操縦機として高度化することが可能。	
活用場面	仮設工事／本設工事などの機械施工	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、作業土工などの建設機械を用いた機械土工の作業	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：マルチコックピット 遠隔操作用モニタ、遠隔操作装置（操作レバー・操作パネル・制御PC等）、ネットワークカメラ、無線通信機器（アクセスポイント（以下「AP」という。）・ネットワークルータ・ハブ等）、マルチコックピットシステム（建設機械切替遠隔制御プログラム）等 機材：施工機械、ARモニタ 施工機械：遠隔操縦建設機械（メーカ標準遠隔操縦機または後付遠隔操縦機） ARモニタ：屋外設置用ステレオカメラ、AR処理用車載PC、モニタ切替器等 システム：通信システム 各種通信規格に対応したAP、アンテナ、ネットワークルータ、VPNシステム等	
技術の構成図	 ※第5世代移動通信システム等とは、次世代の移動通信システムを含んでいるという考えであり、通信規格は、下記の3種類について確認済み。 ・5G公衆通信回線網 ・4G（LTE-Advanced）公衆通信回線網 ・高速無線通信システム（Wi-Fi 2.4GHz/5GHz） ＋高速無線リピータ装置（25GHz）	
使用するデバイス	建設機械側機器： 各種ネットワークカメラ、無線通信APアンテナ 操縦装置側機器： ルータ、VPNルータ、スイッチングハブ、PC、PLC（制御装置）、エンコーダ、デコーダ、モニタ、遠隔操作用ジョイスティック	デバイスの使用条件 気温：0℃～30℃
デバイスの 連続稼働時間	建設機械側の機器は、建設機械からの有線給電であるため、連続稼働時間に制限なし。 操縦装置側の機器は、商用電源もしくは発電機からの有線給電であるため、連続稼働時間に制限なし。	左記の連続稼働時間が保証される条件は、上記使用デバイスの使用条件に準拠

技術を適用可能な現場条件	立地: 特になし(建設機械が搬入できる場所) 周辺環境: 遠隔施工エリアへの作業員立入を制限できる作業環境。 現場内の通信環境: 公衆通信回線網(以下「公衆網」という。)の受信可能エリアでは、環境制約なし。 公衆網の受信不可能エリアでは、遠隔建設機械と現場内無線APとの間にさえぎるものがない環境。遠隔操縦通信に使用する周波数帯域で妨害電波がない環境。 現場⇔操作室の通信環境: 使用する各通信規格の環境に従う。
技術活用のプロセス	① 施工現場および操縦席設置場所の通信環境ならびに周辺状況の把握 ② ①を基に通信規格の選定および使用建設機械に合わせた遠隔操縦装置の選定およびシステム構築設計 ③ 遠隔操縦システムおよび通信機器等の手配 ④ 工場における建設機械への遠隔操縦システムの実装作業および動作確認 ⑤ 現場における通信環境の構築と遠隔施工エリアの安全対策実施 ⑥ 遠隔操縦建設機械の現場搬入とマルチコックピット設置 ⑦ 通信システムと遠隔操縦建設機械の調整および動作確認 ⑧ 遠隔操縦オペレータのトレーニング ⑨ 遠隔施工の実施 **技術活用のプロセスフロー** ① 通信環境調査 ↓ ② 通信規格選定 遠隔操縦システム設計 ↓ ③ 器材の手配 建設機械側・通信機器 ↓ ④ 遠隔システムの実装 ↓ ⑤ 通信環境構築・安全対策 ↓ ⑥ 遠隔システムの現場搬入 ↓ ⑦ 遠隔システムの試運転 ↓ ⑧ オペレータのトレーニング ↓ ⑨ 遠隔施工の実施
技術導入に要する時間	現場事前調査から遠隔操縦システムの設計 : 2週間 機器手配および工場でのシステム動作確認 : 3週間 現場導入から遠隔操縦システム動作確認 : 1週間 【遠隔施工】 — 遠隔施工後のシステム撤去作業 : 3日間 工場でのシステム解体作業 : 1週間

<table>
<tr><td colspan="2">アウトプット</td><td>通信規格の通信伝送量（スループット）に応じたオペレータへの情報提供データを設定する。
データの種類は、アクションカメラ・俯瞰カメラ・車内カメラ・定点カメラの映像に加え、3次元データを投影したAR映像となり、各カメラ映像は遠隔操縦装置の画面に常時出力される。AR映像は、必要に応じて切り替えることで遠隔操縦装置の画面に出力される。
そのほかの情報データ信号として、操縦データおよびICT建機のガイダンスデータ（MC/MGモニタ）となり、このデータも遠隔操縦装置の画面に出力される。
</td></tr>
<tr><td colspan="2">データ処理システム</td><td>「該当なし」</td></tr>
<tr><td></td><td>利用方法</td><td>―</td></tr>
<tr><td></td><td>利用費用</td><td>―</td></tr>
<tr><td></td><td>AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）</td><td>―</td></tr>
<tr><td colspan="2">データ共有システム（クラウドシステム等）</td><td>技術情報のデータ共有のためのクラウドシステムは、トリンブル社のクラウド型統合システム「Trimble Connect」をベースとした日立建機の「Solution Linkage Cloud」を活用。
共有可能なデータ形式は、指定なし。データ量制限は、無制限。共有可能な者は、管理者の承認者に限る。
※データ共有する場合。</td></tr>
<tr><td></td><td>利用方法</td><td>アカウント登録が必要。データ容量が10GBを超える利用の場合は、別途契約が必要。</td></tr>
<tr><td></td><td>利用費用</td><td>アカウント登録および契約は無料。データ共有システムの利用については、データ容量10GBまでは無料で使用可能。</td></tr>
</table>

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 盛土作業における一連の機械土工※1の作業についてオペレータ3名の待機時間をゼロとすることにより、1日あたりオペレータ2名分の作業時間※2を縮減できるため、従来施工と比較し、約6割程度の作業時間を縮減。 ※1 一連の機械土工とは、土砂の『敷き均し』『転圧』『法面整形』の組み合わせ作業を考えている。 ※2 作業時間とは、オペレータが建設機械に搭乗している時間を示しており、稼働時間と待機時間を加えた時間としている。	所定土量の掘削⇒敷均し⇒転圧作業を対象とした場合の作業時間の計測。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 盛土作業における一連の機械土工※の作業を1名のオペレータで行うことにより、1日あたりオペレータ2名分の作業人員を縮減できるため、従来施工と比較し、約6割程度の作業人員を縮減。 ※ 一連の機械土工とは、土砂の『敷き均し』『転圧』『法面整形』の組み合わせ作業を考えている。	所定土量の掘削⇒敷均し⇒転圧作業を対象とした場合のオペレータ工数の比較。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
安全性の向上	実測 通信安定性を確認し、遠隔施工エリアを設定することで遠隔施工の安全を確保。 作業現場にオペレータが不在となるため、労働災害が生じない。 万が一、通信トラブルが発生した場合に備え、非常停止システムを設定し、建設機械の暴走を防止。	各種の通信規格に対する、所定エリア内の通信網羅性を面積占有率と建設機械所定動作で実測。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
品質の確保・向上	実測 ICT建機の遠隔操作およびARモニタを活用することにより、搭乗操作と同等の施工品質※を確保。 遠隔操作は熟練を要するとされているが、遠隔操作でも簡便に搭乗操作と同等の施工品質を確保。 ※ 施工品質の確認は、ヒートマップによる法面のばらつき評価で判断した。	搭乗操作とICT機能遠隔操作での出来形を比較。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」

施工管理の効率化・高度化	実測 ICT建機を使用した遠隔操縦システムとしているため、搭乗操作と同等の施工品質※が確保出来ることより施工管理についても同等の効率化と高度化を確保。 ※ 施工品質の確認は、ヒートマップによる法面のばらつき評価で判断した。	搭乗操作とICT機能遠隔操作での出来形を比較。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	「該当なし」	「該当なし」
その他の効果	想定 各種の通信規格の組合せおよび設定をおこない、現地に対応した遠隔施工の通信性能を確認することでさまざまな現場環境・操作環境・通信環境で遠隔施工を実現することにより、新たな働き方が創出できることに期待。	各種の通信規格の特性を踏まえ、現場環境に適した通信規格を最大限活用できる最適な組み合わせを設定することで第5世代移動通信システムの受信が出来ない場所でも遠隔操作による施工を実現可能。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	アスファルト合材プラントの廃材処理ヤード（再資源化施設）で実運用に向けて検討中。 【通信機材・使用機材の選定中】	検討・選定中のため未定

4. 作業条件・運用条件

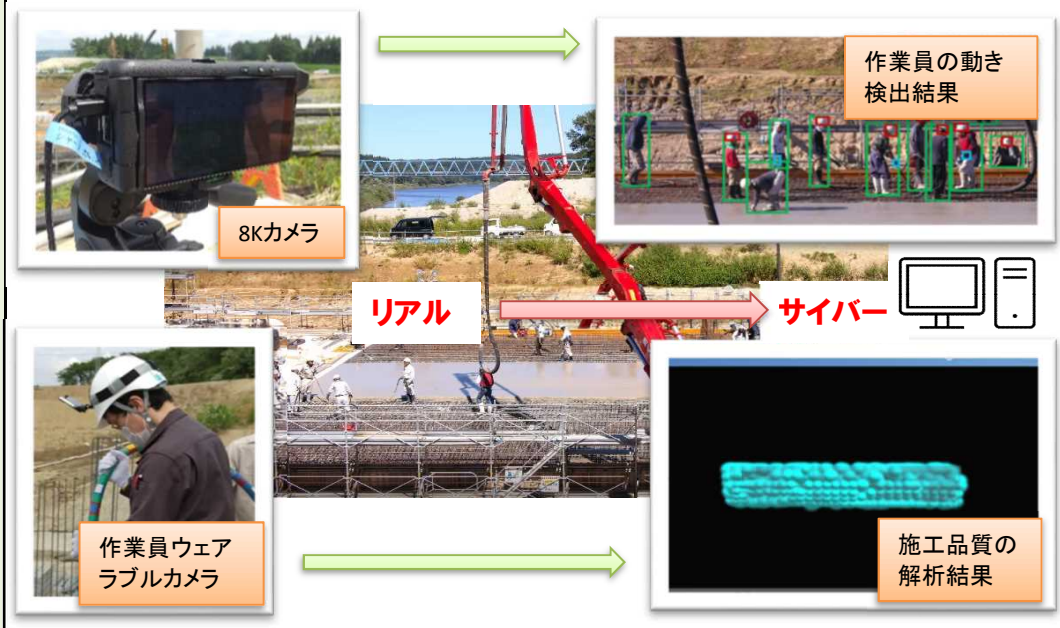
施工技術者の技量	建設機械搭乗操作の資格保有者で、自社設定の遠隔操作トレーニングを一定期間経験し、遠隔施工ノウハウを習得した者。
必要構成人員	遠隔操作オペレータ 1名および現場安全監視員 1名の計 2名。
安全上の配慮	遠隔施工エリアへの立入制限。 通信不良や機器トラブル時の非常停止機能の設定。 無線環境を安定化させるための施工計画の策定。 遠隔施工建設機械・通信機器の定期的な保守点検の実施。
法令上の手続き	今回実施した下記の通信環境であれば、いずれの通信規格であっても特別な法令上の手続きは必要なし。
通信環境	①4G(LTE-Advanced)・5G・光通信回線など公衆網の受信可能エリア。 ②公衆網の受信不可能エリアの場合は、高速無線通信システム（Wi-Fi 2.4GHz/5GHz＋高速無線リピータ装置（25GHz））で対応。 ただし、映像品質は通信環境に応じて設定することで遠隔操作に対応可能。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	マルチコックピット・通信機器・遠隔操縦用建設機械・ARモニタなど現在のところ、リース対応不可。 通信機器のうち、公衆網の通信機器については通信事業者より調達。
導入コスト	現場条件①：4G（LTE-Advanced）・5Gなど公衆網の受信可能エリア 現場条件②：4G（LTE-Advanced）・5Gなど公衆網の受信不可能エリア 導入費用（建設機械3台として）　：①16,000,000-/式、②17,000,000-/式 運用費用（建設機械3台として）　：①　　70,000-/月、②　（上記に含む） ※上記の金額は、概算金額でありベースマシンを含まない。 ※また、建設機械の種類・台数および通信環境によって導入費用および運用費用は異なる。

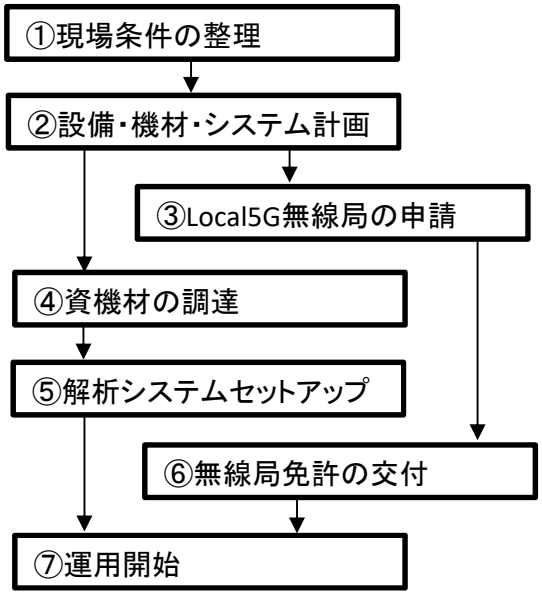
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	コンクリート施工における労働生産性の向上を図る技術	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	◎清水建設株式会社，学校法人法政大学，株式会社Create－C，シャープ株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3561-3886	Email：uno@shimz.co.jp
技術概要	本技術は，コンクリート施工における作業員要因を視える化するとともに外的要因と出来栄え・品質データを紐付けて評価するリアルタイム分析システムである．具体的には，専有のLocal5G網を現場環境へ導入し，デジタルツイン施工支援システムを構築するための基礎データを収集し，作業員（ヒト）の作業プロセスをデジタル化（定量化・数値化）する技術である．本技術の適用により，以下２点の効果を実現する． ①コンクリート施工における作業員の労働生産性の向上を図る． ②作業員の高解像度動画像から，位置・姿勢，運動量，装着器具などを画像解析で検出し，コンクリート施工の安全性向上や熟練技能・技術の形式知化（デジタル化）を図る．	
活用場面	本設工事／施工管理（品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	コンクリート構造物等	

2. 基本諸元

技術の構成	本技術では，まず，コンクリート施工現場における建設作業員のデータをスマートフォン（作業員ウェアラブルカメラとして活用）や8K撮影カメラなどで取得する．また，それらデバイス間をLocal5Gネットワーク等で高速にデータ取得を可能とする． 次に，取得した動画像データ等を人工知能（AI）で解析・分析し，施工品質管理の高度化や作業員の安全性・施工性の管理を可能とする技術である． 動画像データ等の取得から転送・解析・結果までを，Local5Gネットワークにより高速化を実現し，施工中（コンクリート工事）に結果のフィードバックが可能となり，より施工品質の向上につながる技術である． 本技術を構成する主要な設備 ●現場のデータ取得 Local5G無線局，現場5G通信設備，5G対応スマートフォン，8K撮影カメラ，8K対応モニター，施工箇所設置用ARマーカー，カラーリングバイブレーター ●データ解析 データ解析用クラウドサーバー，8K動画ストレージ ●解析結果の可視化 タブレット端末，8K対応モニター	
技術の構成図		
使用するデバイス	・5G対応スマートフォン ・8K撮影カメラ	・5G対応スマートフォン 周囲温度5℃～35℃， 湿度35%～90%の範囲で使用 ・8K撮影カメラ 要防水，
デバイスの 連続稼働時間	・5G対応スマートフォン 内臓バッテリー，連続撮影3～4時間 ・8K撮影カメラ 要電源（有線）	・5G対応スマートフォン 上記同様
技術を適用可能な 現場条件	電源設備等が敷設可能であること Local5G無線局の免許が取得できる現場であること カメラの撮影，設置が可能であること	

技術活用のプロセス	本技術の実施に向けて，以下のプロセスで運用開始準備を勧めることが必要である． **①現場条件の整理** 電源設備，ネットワーク敷設，通信エリア設定など現場条件の整理 **②設備・機材・システム計画** 各資機材の種別・数量の計画 **③Local5G無線局の申請** 総務省への無線局申請 **④資機材の調達** 必要な資機材の調達 **⑤解析システムのセットアップ** 当該現場に応じた解析システムの初期セットアップ **⑥無線局免許の交付** 無線局の仮免許を経て，本免許の交付 **⑦運用開始** 
技術導入に要する時間	現場条件整理，システム計画：約1か月 Local5G無線局の免許申請から交付：約6カ月 資機材の調達，解析システムセットアップ：約2か月
アウトプット	＜コンクリート生産性向上システム＞ 作業箇所別，作業日別，作業者別の動き→画像：JPEGファイル形式，数値情報：CSVファイル形式で出力． 作業者ウェアラブルカメラの撮影動画像→MP4ファイル形式で出力． 作業員の移動量・運動量，安全器具装着有無，骨格抽出データ，作業姿勢→動画像：MP4ファイル形式，数値情報：CSVファイル形式で出力．
データ処理システム	＜コンクリート生産性向上システム＞ 作業員ウェアラブルカメラ（スマートフォン）で撮影した動画像をリアルタイムに解析サーバーへ送信し，AI解析処理の上，施工箇所のデータを出力する． 解析結果は専用の3Dビューワーで確認可能． 高解像度映像から作業員の骨格抽出等を通じて，作業員別の移動量や運動量を算出し，作業効率などを判定する．また，安全器具の装着検知から安全性確認を実施可能．
利用方法	自社開発システム
利用費用	今後検討予定
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	学習方法：機械学習モデル．教師データ画像約2万枚． 性能評価：適合率：96%，再現率：97%，F値：0．96
データ共有システム（クラウドシステム等）	作業員ウェアラブルカメラの動画像，および解析結果はクラウドにて蓄積・管理 8K映像は，1時間あたり約60GBのデータサイズ 上記双方とも，WEB管理画面をブラウザからアクセスすることで閲覧可能
利用方法	WEBサイト上で，ユーザー認証することで利用可能
利用費用	今後検討予定

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 高解像度（8K）で撮影した動画像から，現場作業員の動きを解析・計測し，姿勢検知の推定精度が約5倍に上昇する事例も確認できた．これにより正確に作業員の疲労状況を把握して，効率的な休息を与えることで，生産性向上を図ることができる．	2020年9月3日，コンクリート施工現場にて実証
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	–
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	–
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	–
安全性の向上	実測 現場を高解像度（8K）で撮影し，その動画像解析から，作業員の安全器具の装着状況を検出．安全器具100%装着を確認．	2020年9月3日，コンクリート施工現場にて実証
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	–
品質の確保・向上	実測 コンクリート施工現場を撮影した動画像から，各種解析結果の算出およびフィードバックを8分で実現（20分以内が当初目標）することにより，コンクリートが硬化する前に，施工の状態を確認でき，施工不足の場合，再施工が可能となることで，コンクリート不具合の撲滅を実現できる．	8K画質で撮影した1分間の動画を送信したときの送信時間 2021年2月4日，現場での実証テスト結果より算出
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	試行時から改良した判定ロジックを用いて，コンクリート締固め箇所のAI判定精度の検証を行った．その結果，平均誤差20～50mmの解析精度であることを確認した．	2021年6月21日のコンクリート施工現場で実証
施工管理の効率化・高度化	実測 作業員の動きを全体の約9割でデジタルデータ自動生成を実証．これによりデジタルツインの構築やサイバー空間での，より効率的な施工シミュレーションが実施できる．	2020年9月18日のコンクリート施工現場で実証
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	–
その他の効果	実測 大容量通信が可能なLocal5Gを活用することで，本試行で収集した現場の動画像データ等（約1TB）のみならず，他の IoTデータや3次元データも伝送が可能となり，ICT施工や遠隔管理などのインフラDXが実現可能．	–
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	本技術に関する記者発表を実施，インフラDXの実現に向けた幅広い周知を実現．	2021年6月21日，清水建設（株）プレスリリース 2021年6月21日，日刊建設工業新聞記事掲載 2021年8月21日，日経クロステック記事掲載

4. 作業条件・運用条件

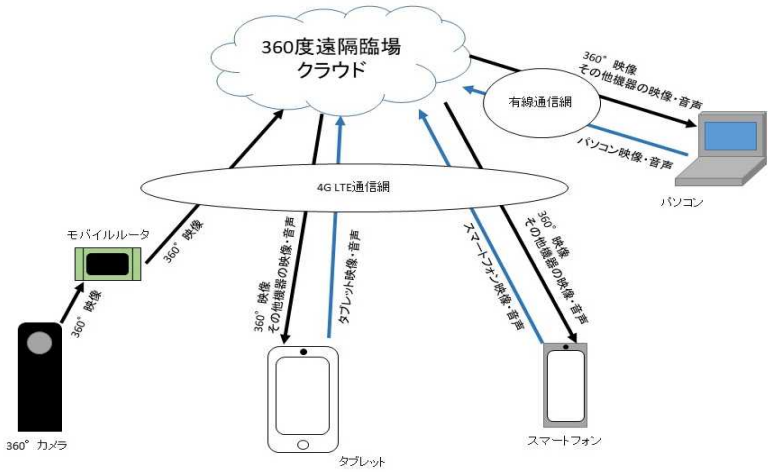
施工技術者の技量	陸上（特殊）無線技士 専門家による指導
必要構成人員	陸上（特殊）無線技士1名 撮影指導者（8K対応1名，ウェアラブル対応1名）
安全上の配慮	特に無し
法令上の手続き	Local5G無線局の申請，免許取得
通信環境	Local5G ※キャリア4Gでも，動画像の解像度を落とせば実施可能
技術の利用形態 （リース等の入手性）	開発者にお問い合わせください
導入コスト	今後検討予定

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	全天球360度カメラ+VRによる遠隔臨場システム	
技術バージョン	2021年1月	
開発者	沼田土建株式会社 ◎日本マルチメディア・イクイップメント株式会社 学校法人立命館	
開発代表者の連絡先	電話：03-3259-1841	Email：hanasaka@jmenet.com
技術概要	全天球360度カメラで撮影した映像を5G/4G LTE回線経由でリアルタイムにクラウド上のサーバに伝送する。サーバには複数のユーザが同時にPCやスマートフォン、タブレット等の端末からブラウザを用いて接続し、全天球360度カメラの映像をそれぞれ自由な視点で見ることができる。スマートフォン用のVRゴーグルを使うことでさらに没入感のある映像をみることができる。またユーザ間の音声通話や、カメラ映像への矢印やマークの書き込みも可能であるため、現場作業者への指示、遠隔地の技術者への説明、上長や発注者への報告などにも利用可能である。一般的なカメラを利用する遠隔臨場では、遠隔からの利用者の指示に従い現場作業者がカメラの方向を変えて視点移動を行うが、全天球360度カメラを使いクラウドで共有することで、複数の遠隔利用者がそれぞれ自由に視点を移動しリアルタイムに見たいところを確認できることが特長である。 また全天球360度カメラの特長は水平方向だけではなく垂直方向に対しても360度の視点移動が可能な点である。水平方向だけの全周360度カメラと比べ、現場の状況を法面上部や頭上の樹木から、床掘の底面や作業者の足元まで確認することが可能になる。この機能を利用し、工事着工から竣工までのあらゆる工程における現場状況の把握や、車載することで維持管理業務における道路パトロール業務などで利用できる。 本試行では現場設置と、道路パトロールカーの屋根上へ設置し検証を行った。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	全ての工種	

2. 基本諸元

技術の構成	本試行で構築した全天球360度遠隔臨場システムを構成する要素を以下に示す。 1.全天球360度カメラ リコー社製Thetaシリーズ（Theta V、Theta Z1）を使用。独自開発した遠隔臨場用のプログラムを組み込んでいる。WiFiルータを使い360度遠隔臨場クラウドに接続する。 2.WiFiルータ（モバイルルータ） 全天球360度カメラが接続するWiFiルータ。光回線などの有線による通信回線が引かれ、WiFi環境がある現場の場合にはそれを利用する。有線通信回線が無い現場の場合、携帯電話回線を利用するため、モバイルルータを利用する。 3.360度遠隔臨場クラウド 現場に設置した全天球360度カメラからのリアルタイム映像を複数の利用者に同時配信を行うクラウド上のシステムである。会議室の形で提供され、一つの会議室に複数の全天球360度カメラを登録し、カメラを切り替えて見ることが出来る。また利用者間での音声の共有と利用者端末のカメラも利用できるため、スマートフォンのカメラをウェアラブルカメラの様に使い詳細な情報を確認することも出来る。更に利用者間で共有しているカメラの映像上に矢印などのマークを貼り付け、注意喚起や指示に利用出来る。 4.利用者端末（パソコン、スマートフォン、タブレット） 利用者が360度遠隔臨場クラウドに接続し、全天球360度カメラの映像をリアルタイムで見るための端末。Windows PC、スマートフォン、タブレット（Android、iOS）のブラウザで視聴する。モードを切り替えVRゴーグルにセットし、あたかも現場にいるような没入感で見ることも出来る。また利用者端末に録画することも可能。 5.道路パトロールカー 維持工事を行う道路パトロールカーの屋根に全天球360度カメラを搭載し、道路の上に覆い被さる樹木や落石危険地帯の上部の様子を遠隔から確認する。 6.車載用ハウジング 車載するための防水防塵ハウジング。全天球360度カメラを格納するため、透明のドーム型カバーを有する。
技術の構成図	

<table>
<tr><td>使用するデバイス</td><td>本技術で使用するデバイスは次の通り。屋内利用が前提であるが、専用のハウジングを使用することで屋外での利用が可能になる。
1.全天球360度カメラ
リコーTheta V、Z1
2.WiFiルータ、モバイルルータ
802.11b/g/n、2.4GHz対応のもの
3.利用者端末
パソコン（Windows 10）
スマートフォン、タブレット
（Android、iOS）
4.スマートフォン用VRゴーグル
<table><tr><th>デバイス</th><th colspan="2">仕様/条件</th></tr><tr><td rowspan="2">全天球360度カメラ
THETA Z1
THETA V</td><td>使用温度範囲</td><td>0° C～40° C
内部温度が45° 以上でシステムが停止</td></tr><tr><td>湿度条件</td><td>90%以下</td></tr><tr><td></td><td>水濡れ</td><td>不可</td></tr><tr><td rowspan="2">パソコン</td><td>動作確認OS</td><td>Windows10</td></tr><tr><td>使用ソフト</td><td>対応ブラウザ：Google Chrome、FireFox</td></tr><tr><td rowspan="3">Android
デバイス</td><td>動作確認OS</td><td>Android 8以降</td></tr><tr><td>使用ソフト</td><td>対応ブラウザ：Google Chrome、FireFox</td></tr><tr><td>その他使用条件</td><td>使用ブラウザでのカメラ、音声デバイスの使用を許可する必要がある
ハード的な使用環境は使用デバイスによる</td></tr><tr><td rowspan="3">iOSデバイス</td><td>動作確認OS</td><td>iOS14に対応</td></tr><tr><td>使用ソフト</td><td>対応ブラウザ：Safari</td></tr><tr><td>その他使用条件</td><td>使用ブラウザでのカメラ、音声デバイスの使用を許可する必要がある
ハード的な使用環境は使用デバイスによる</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>デバイスの
連続稼働時間</td><td>全天球360度カメラ
内蔵バッテリー：30～40分
モバイルバッテリー：5時間～
（容量に依存）
外部電源：常時
WiFiルータ、モバイルルータ、利用者端末については利用者手配となるため各製品の仕様になる。
<table><tr><th>デバイス</th><th>連続稼働条件</th></tr><tr><td rowspan="3">全天球360度カメラ
THETA Z1
THETA V</td><td>電源の給電なしの場合は内部電池の範囲での動作</td></tr><tr><td>内部温度が45° C以上でファームウェアでハードを停止</td></tr><tr><td>本システムのモードにより給電がなくなった場合システムを停止（車載モードの場合）</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>技術を適用可能な
現場条件</td><td>本技術を適用する現場条件は、水中や土中、光が無い条件以外でカメラが設置できる環境であれば、通信環境以外には特にない。
通信環境についてはWiFiルータ経由でクラウドに接続できる必要がある。光回線などの有線による通信回線が引かれ、WiFi環境がある現場の場合にはそれを利用する。
有線通信回線が無い現場の場合、携帯電話回線に対応したモバイルルータを利用することになるため、携帯電話サービスエリア内である必要がある。なお携帯電話サービスエリアについては、各通信事業者ともエリアによって通信速度が異なる形でサービスを提供しているため注意が必要。例えば都市部では1Gbps以上であるが山間部では30Mbps～200Mbps程度のサービスとなっている。回線速度が遅い場合、画質が低下したり映像がコマ落ちする場合があるため、注意が必要となる。</td></tr>
<tr><td>技術活用のプロセス</td><td>1.導入プロセス
①360度カメラの撮影環境を確認
・撮影場所が屋内、屋外
・WiFi環境の確認
②クラウド側設定
・クラウドへの各種情報設定
③360度カメラの設定
・ 360度カメラへWiFi環境への接続を設定
（撮影場所が変更になり使用するWiFi環境が変わった場合再設定が必要）
・ 360度カメラへクラウド環境へのアクセスを設定

360度遠隔臨場・導入フロー
①360度カメラの撮影環境を確認
↓
②クラウド側設定
↓
③360度カメラの設定

2.運用プロセス
①360度カメラの設置
・撮影場所への設置
・測量用三脚等を使用
②遠隔臨場の利用（映像配信／共有）
・利用者が360度遠隔臨場クラウドに接続
・ 360度映像を参加した利用者が各自の視点で確認
・利用者が現場にいる場合、その利用者のカメラ映像を使用して細かく現場の状況を確認
・音声通話によるコミュニケーションも可能
・スタンプ機能により映像内でフォーカスしたい場所の共有も可能

360度遠隔臨場・運用フロー
①360度カメラの設置
↓
②遠隔臨場の利用（映像配信／共有）</td></tr>
</table>

技術導入に要する時間		現場に全天球360度カメラを設置する場合、約10分で設置完了する。
アウトプット		360度カメラからサーバ経由でリアルタイム配信される映像は、利用者端末（パソコン、スマートフォン、タブレット）で録画することが出来る。記録されるのは360度の映像データで、フォーマットは、コンテナはmp4、コーデックはWebM/VP8。
データ処理システム		全天球360度カメラの映像をリアルタイムにクラウドに送信するためのシステムを、360度カメラ自体に組み込んでいる。また車載利用する場合、専用の電源制御装置を利用する必要がある。
	利用方法	全天球360度カメラ自体はリコー製Theta シリーズ（Theta　V、Z1）を使用するが、リアルタイムにクラウドに映像を送信するため、独自開発したプログラムをインストールし設定する必要がある。
	利用費用	360度カメラの市場価格は次の通り。 Theta　V：オープン価格（実売約6万円）、Theta Z1：オープン価格（実場約13万円） その他開発中のものについては、今後以下の価格でサービス提供を予定している。 初期設定費用：50,000円/1台（独自開発プログラムを含む） ランニングコストはクラウド費用に含む。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		360度遠隔臨場クラウドは、現場に設置した全天球360度カメラからのリアルタイム映像を受信し、複数の利用者に同時に配信するクラウド上のシステムである。 利用者およびカメラは複数登録でき、全天球360度カメラの他に利用者が接続している利用者端末が内蔵するカメラの共有も可能。また映像だけでなく音声の共有も可能であるため、Web会議システムと同様の利用も可能。利用者端末（Windows PC、Android、iOS）のブラウザで視聴することができるため、特別なアプリケーションをインストールする必要は無い。利用者間で共有しているカメラの映像上に矢印などのマークを貼り付け、注意喚起や指示に利用出来る。 また360度カメラの映像を利用者端末で録画記録することが出来る。フォーマットは、コンテナはmp4、コーデックはWebM/VP8形式である。
	利用方法	開発中のシステムであるが、今後は利用期間に応じた契約で利用できるサービス提供を予定している。
	利用費用	開発中のシステムであるが、今後以下の価格でサービス提供を予定している。 導入サポート料：約10万円 月額利用料：約4万円/360度カメラ1台当たり、利用者3名まで

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 全天球360度カメラ映像を遠隔からリアルタイムに見ることができるため、その場にいない管理者や発注者などが現場状況を確認する際の駆け付け時間を削減が可能。 維持工事作業時の現場設置や、道路パトロールカーに常備し状況に応じて設置する対応を行っている。 工事事務所がある沼田市内から維持工事が多く発生する猿ヶ京温泉～三国峠までの山間部までの移動時間は片道約30分～50分であり、この時間が削減可能となる。	現場の様子が見えるところに全天球360度カメラを設置できること。 通信環境が整備されていること。 道路パトロール時に何かあった際に設置できるよう機材を常備しておくこと。 現場にいない管理者や発注者などが確認しなくてはいけない事象が起きた場合。
安全性の向上	想定 本社の安全管理者などが遠隔から現場の様子をリアルタイムに確認し、例えば資材の置き方や搬入経路、重機の動きなどで問題がないかを自由な視点でリアルタイムに確認し、改善点があれば即座に指摘し、安全確認を行うことで安全性が向上できる。	現場の様子が見えるところに全天球360度カメラを設置できること。 通信環境が整備されていること。 現場の技術者、作業者とコミュニケーションが取れる事。
試行当時から更新された結果	切り替えられるカメラの種類としてこれまでのスマートフォン内蔵カメラに加えウェアラブルカメラ2機種（内1機種は電子ジンバル対応）に対応したことで、360度カメラと切り替えることで、作業中の手元など、より細かく現場の安全確認ができるようになった。	作業員のヘルメットや作業着の胸ポケット等にカメラを装着する。
施工管理の効率化・高度化	想定 現場に行かず遠隔から複数の技術者や管理者、発注者などが現場の様子をリアルタイムで確認できるため、施工管理業務の効率化が出来る。特に通常のカメラを使う遠隔臨場と異なり、現場作業者に指示せず遠隔から自由な視点で現場を確認することが出来るため、現場作業者の負担がなくなる。 また遠隔からの利用者は複数同時にそれぞれが自由な視点で現場を確認できるため、カメラや現場作業者の占有も発生しない。	現場の様子が見えるところに全天球360度カメラを設置できること。
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	切り替えられるカメラの種類としてこれまでのスマートフォン内蔵カメラに加えウェアラブルカメラ2機種（内1機種は電子ジンバル対応）に対応したことで、360度カメラだけでは確認できない現場の詳細状況が確認でき、遠隔からの検査などにも利用できる仕様となった。	作業員のヘルメットや作業着の胸ポケット等にカメラを装着する。

その他の効果	想定 道路パトロールカーには運転者と管理者の2名しか乗車できないため、他の人はドライブレコーダーの映像を持ち帰るまで現場の様子を確認することが出来ない。本技術を導入することで同乗者を増やすことと同様の効果が得られ、現場の状態を複数の人の目でリアルタイムに確認することが出来る。 これは災害現場など少人数しか入れないような場所をリアルタイムで確認したい用途に適している。特に全天球360度カメラを使うことで見たい場所が異なる利用者が複数いる場合でも、現場にも利用者にも負担やストレスをかけることなく利用できることは非常に効果が高いと考える。	少人数しか入れない場所や、同乗できない車、建機などに360度カメラを設置する。
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	遠隔から複数の利用者が同時にそれぞれの視点で現場を確認でき、またウェアブルカメラやスマフォのカメラに切替え現場とコミュニケーションを取りながら詳細部分の確認も出来るため、遠隔からの現場見学会での活用が出来るようになった。 本システムを利用し、2021年8月4日、四国地方整備局徳島河川国道事務所主催のVR現場見学会が実施された。	見学対象となる現場の隅々まで、映像を配信するために必要十分な通信帯域を持った無線通信ネットワーク（WiFi、4G/LTE等）が引かれていること。

4. 作業条件・運用条件

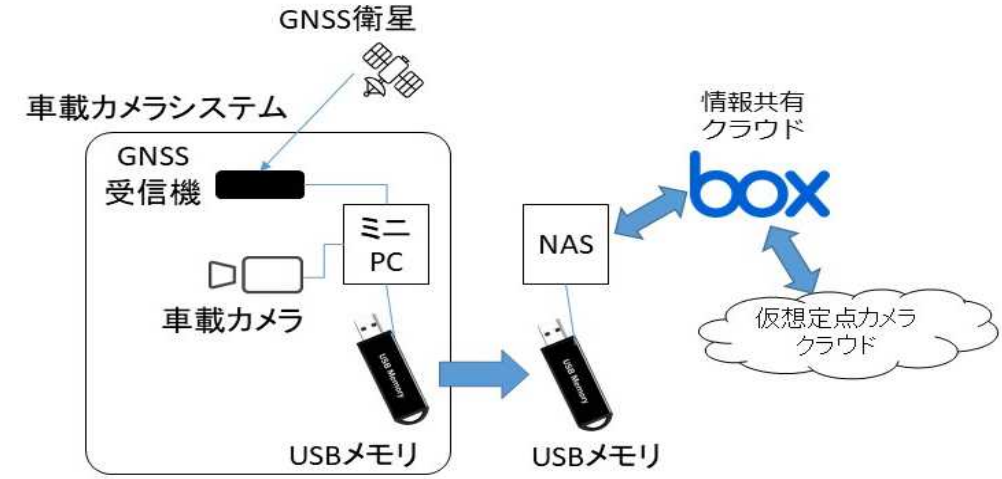
施工技術者の技量	特に資格の必要はない。
必要構成人員	現場に全天球360度カメラを設置する場合、1名で作業ができる。
安全上の配慮	現場に全天球360度カメラを設置する場合、三脚を使用する際には転倒しないよう、測量用三脚を使い、カラーコーン等で回りを囲むことが望ましい。また工事、作業の邪魔にならない場所を選んで設置する。
法令上の手続き	特に必要はない。
通信環境	現場からリアルタイムに映像を配信するため、高速な通信回線が必要となる。 現場の様々な場所に設置する可能性があることから、携帯電話回線を利用しインターネット接続する。本試行では現場設置、車載とも4G LTE回線を使用しているが、より高速な5G回線の普及が待たれる。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	本技術で使用している全天球360度カメラは、市販のリコー社製Thetaシリーズである。ただしAPIを使用し独自のプログラムを組み込んでいる。クラウド側の遠隔臨場システムも含め今回開発したものを、今後商用サービス提供する予定。
導入コスト	開発中のシステムであるが、今後以下の前提、コストで導入できるサービス提供を予定している。 前提条件 1.カメラ 360度カメラ　Theta Z1 x1台：129,250円、初期設定費用：50,000円 2.クラウド利用料 利用者数：3名、利用期間：1年間、月額40,000円 x12 =480,000円 導入サポート費用：100,000円 初期費用合計：279,254円 年間費用合計：480,000円

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	仮想定点カメラ	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	沼田土建株式会社 ◎日本マルチメディア・イクイップメント株式会社 学校法人立命館	
開発代表者の連絡先	電話：03-3259-1841	Email：hanasaka@jmenet.com
技術概要	工事進捗管理の効率化のため、工事現場映像記録と映像活用は、一般的な工事現場では実用段階に入っている。一方、道路維持工事の現場は数10Kmに渡る細長い現場であるため、現場映像を記録するための定点カメラを細かく設置することは難しい。本技術では車載カメラ映像とGNSS情報を同時に記録し、確認したい場所の位置情報を元に過去から現在まで記録した映像からその地点で撮られた映像を抽出、結合することで、あたかもその場所に定点カメラを設置したような効果が得られる。 定期的に巡回を行う道路パトロールカーに、ブレ補正機能付きカメラ、GNSS受信機、記録用ミニPCから成る車載カメラシステムを搭載し、巡回時の映像と位置情報を記録する。記録したデータは仮想定点カメラクラウド上で処理され、今までに蓄積された映像から指定された位置の映像を抽出し時系列順に結合した映像を生成する。	
活用場面	維持工事 （注）本試行では維持工事を対象として道路パトロールカーにカメラを車載しているが、他工事でも移動体にカメラを搭載し同様の活用をすることは可能である。	
適用工種、対象作業等	維持工事 （注）本試行では維持工事を対象として道路パトロールカーにカメラを車載しているが、他工種、作業でも移動体にカメラを搭載し同様の活用をすることは可能である。	

2. 基本諸元

技術の構成	1.車載カメラシステム 道路パトロールカーに搭載する、映像とGNSSによる位置情報を記録するシステム。 ブレ補正対応カメラ、GNSS受信機を接続した車載ミニPCによるシステム。撮影した映像、位置情報はUSBメモリに記録される。 2.映像データ収集用NAS 車載カメラシステムの映像データを記録したUSBメモリを、事務所に設置した映像データ用NASのUSBポートに挿し、映像データをコピーする。NASは情報共有クラウドと同期し、自動的にデータをクラウドに送信する。 3.情報共有クラウド クラウド上で映像データを共有するシステム。本試行ではBOXを利用する。 4.仮想定点カメラクラウドシステム BOXから映像データを取り込み、時系列で管理するシステム。位置情報を組み合わせ、仮想定点カメラの機能を提供する。	
技術の構成図	 車載カメラ ミニPC クラウド画面イメージ	
使用するデバイス	1.車載カメラシステム Xacti社製車載カメラシステム （カメラ本体、ミニPC、GPS受信機、USBメモリ） 2.映像データ収集用NAS Synology社製DS720+（Disk 8TBx2）	デバイスの使用条件 1.車載カメラシステム 車内に設置すること 2.映像データ収集用NAS 屋内に設置すること
デバイスの 連続稼働時間	1.車載カメラシステム 車から電源供給するためエンジン動作中は連続稼働。記録時間はUSBメモリ512GBの場合、約50時間の記録が可能。 2.データ収集NAS 商用電源により連続稼働。	連続稼働条件 1.車載カメラシステム カメラ：0℃～40℃ ミニPC：0℃～50℃ 2.データ収集用NAS 0℃～40℃

技術を適用可能な現場条件	本技術が適用可能な現場は、道路パトロールカーなど車載カメラシステムを搭載できる移動体が巡回監視を行っている必要がある。 また位置情報を取得するため、GNSSの電波が受信出来る必要がある。なおGNSSの精度を高めるためRTK補正情報サービスを利用する場合、携帯電話回線が必要となる。
技術活用のプロセス	1.導入プロセス ①車載カメラシステムの取り付け ・現場巡回用の車両などに車載カメラシステムを取り付ける ②映像データ収集用NASの設置 ・事務所に映像データ収集用NASを設置する ・データ共有クラウド（BOX）との連携を設定する ③仮想定点カメラクラウドシステムの設定 ・利用ユーザの登録 ・車載カメラシステムの登録 ・撮影現場の地図情報などのUI設定、他 仮想定点カメラ・導入フロー ①車載カメラシステムの取り付け ↓ ②映像データ収集用NASの設置 ↓ ③仮想定点カメラクラウドシステムの設定 2.運用プロセス ①現場の巡回 ・車載カメラシステムを搭載した車で現場を巡回する ②記録映像のコピー、クラウド共有 ・車載カメラシステムから映像が記録されたUSBメモリを取り外す ・事務所に設置した映像データ収集用NASにUSBメモリを挿す ・NASにログインしUSBメモリから情報共有クラウドと連携しているフォルダにデータをコピーする ③USBメモリのクリア ・データがコピーされたことを確認し、古いデータを削除後、車載カメラシステムにUSBメモリを戻す ・USBメモリを複数用意することが運用上望ましい 仮想定点カメラ・運用フロー ①現場の巡回 ↓ ②記録映像のコピー、クラウド共有 ↓ ③USBメモリのクリア
技術導入に要する時間	現在開発中のシステムであるが、完成後、新規現場に導入する場合の時間は次のように想定する。 ①車載カメラシステムの取り付け：1日 ②映像データ収集用NASの設置：1日 ③仮想定点カメラクラウドシステムの設定：2週間程度（要件によって異なる）
アウトプット	1.車載カメラシステム記録データ 車載カメラシステムで記録される映像および位置情報データ。 データは5分ごとに分割して記録される。 映像データのフォーマットは、コンテナはQuickTime(MOV)、コーデックはMPEG-4。 位置情報はテキスト形式のログファイル。 情報共有クラウド上（BOX）で保存・共有され、次年度予定のAI、画像解析で用いる。 2.仮想定点カメラクラウドシステム記録データ 車載カメラシステムで記録されたデータから、次のデータを生成し記録する。 ・仮想定点カメラ映像データ 継続して見たい地点の映像を、位置情報を元に車載カメラシステムで記録された映像から抽出し、連続した映像として記録する。 ・タイムラプスデータ 日々の巡回業務の映像記録を振り返るため、1日を1分程度のタイムラプスデータとして保存する。

データ処理システム		車載カメラシステムでは、車載カメラ映像とGNSS位置情報を記録する。 クラウドシステムでは、仮想定点カメラ映像を生成するため次の処理を行っている。 ①仮想定点カメラ位置の指定 ②指定位置を元に記録された映像から該当する部分の映像を抽出 ③抽出した映像を時系列に結合
	利用方法	車載カメラシステムはザクティ株式会社の製品を使用している。 クラウドシステムは自社開発であり、今後のサービス提供について検討中である。
	利用費用	車載カメラシステム：約90万円 その他クラウド利用料などは未定。
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム （クラウドシステム等）		車載カメラシステムで記録される映像データ、位置情報データは、情報共有クラウドに蓄積される。映像データは5分間で約750MB、1回の巡回パトロールあたりのデータ量は、約50GBとなる。データ量が非常に大きいため、容量無制限で利用出来るクラウドストレージBOXのビジネスライセンス契約を利用する。
	利用方法	情報共有クラウド（BOX）は、他の試行技術で取得した映像データなども含め、今回の試行におけるデータをコンソーシアムメンバー間で共有するために利用している。これはビジネスライセンスの契約を行い、書き込み可能なユーザライセンスを必要な数契約している。参照のみであれば、ファイル単位に権限設定を行い、契約していないユーザもアクセスすることが可能となっている。
	利用費用	BOX ビジネスライセンス：2,850円／月／1ライセンスあたり

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	想定 時系列による状況変化を映像で確認することで、枝の落下や落石の兆候をとらえることが出来れば安全性の向上につながる。	車載カメラに観測対象が良い角度で撮影できること。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	想定 時系列による状況変化を映像で確認することで、例えば路面のくぼみやひび割れなどの大きさの変化をとらえ、補修工事の必要性を判断することに役立て、品質向上につなげる。	車載カメラに観測対象が良い角度で撮影できること。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

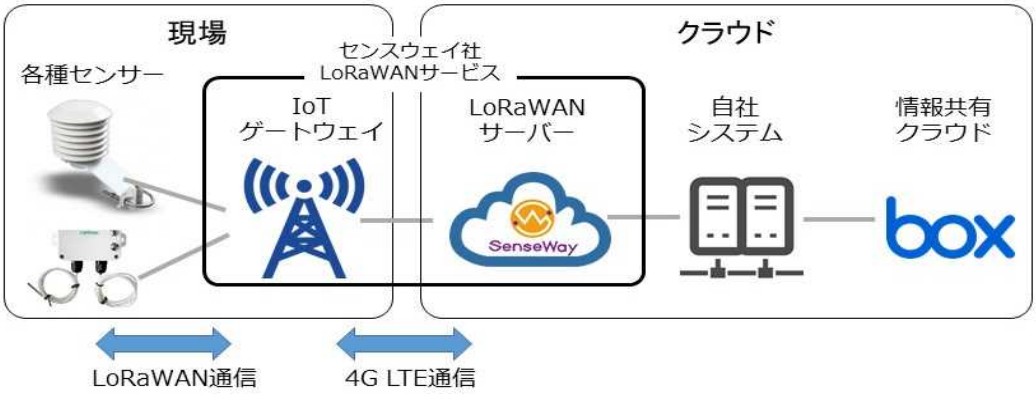
施工技術者の技量	特に資格の必要はない。
必要構成人員	車載システムとして利用する場合、運転者がエンジンをかければ起動する形になっている。映像を記録したUSBメモリを回収し、NASにデータをコピーするための作業を行うための人員が1名必要。
安全上の配慮	車載カメラを取り付ける際、運転者の視界を妨げない所に取り付ける。
法令上の手続き	特に必要はない。
通信環境	GNSSの電波が受信できない場所では位置情報を取得することが出来ない。また GNSSの精度を向上するため、ネットワーク型RTKを利用する場合には、携帯電話回線を利用してRTK補正情報を受信する必要がある。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	車載カメラシステムは現状、買取で購入することが可能。 クラウド上の仮想定点カメラシステムは、現時点では一般への提供は未定。
導入コスト	初期費用 　車載カメラシステム：約90万円 年間費用 　仮想定点カメラクラウド利用料：未定 　BOX ビジネスライセンス：2,850円／月／1ライセンスあたり x12ヶ月

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

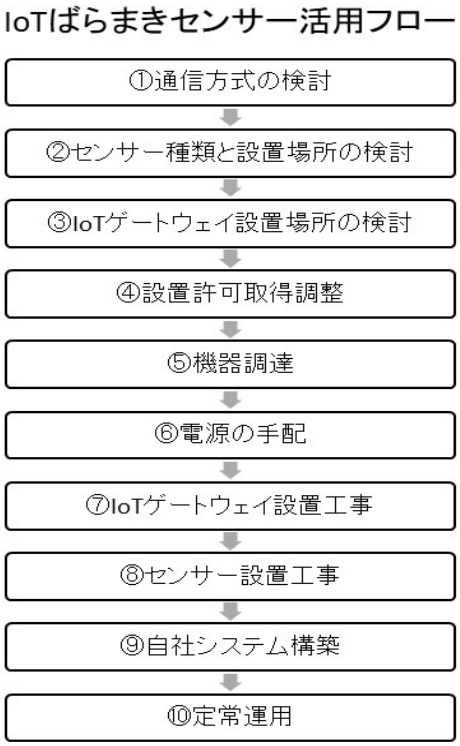
技術名	IoTばらまきセンサーネットワーク	
技術バージョン	2021年1月	
開発者	沼田土建株式会社 ◎日本マルチメディア・イクイップメント株式会社 学校法人立命館	
開発代表者の連絡先	電話：03-3259-1841	Email：hanasaka@jmenet.com
技術概要	試行現場である国道17号維持管理業務においては、除雪作業にかかるコストが大きい。除雪に携わる作業員の出動計画や凍結防止剤の量については、気象庁の天気予報を元にベテランの職長の経験に基づいて計画を立てているが、必ずしも最適化はされていない。除雪業務の効率化のためには、この計画の精度を高めることが一つの法として考えられる。そのために広域の天気予報に加え、除雪対象となる地区に温湿度センサーや路面温度センサー、風向風速センサーを複数設置し、計測したデータを除雪計画のために役立てる。 IoTばらまきセンサーネットワークは、除雪が必要な広範囲の地域を低コストでカバーするため、LPWA通信の一つであるLoRaWANを用いる。LoRaWANは自分たちで自由にデータを収集するための基地局（IoT GW）を設置できるため、山間部などを含む建設現場には適している。 各センサーからLoRaWANで送信されたデータは、IoTゲートウェイが受信し、携帯電話網（現状は4G LTE）を経由してクラウド上のサーバに送信される。クラウド上に収集したデータはグラフ表示など見やすい形に加工し、パソコンやスマートフォンのブラウザを用いて現場や事務所で確認できる。	
活用場面	維持工事 （注）本試行では維持工事を対象として温湿度センサー、路面温度センサーなどを用いたが、IoTばらまきセンサーネットワーク自体は、センサーの種類を変えることで他の工事、目的に使用することが可能。	
適用工種、対象作業等	維持工事 （注）IoTばらまきセンサーネットワーク自体は、センサーの種類を変えることで他の工種、対象作業に使用することが可能。例えば作業員の生体情報を監視するセンサーを用いて熱中症対策などで活用する事例も多数ある。	

2. 基本諸元

技術の構成	本試行ではセンサーデータ収集システムとして、センスウェイ株式会社のLoRaWANサービスを利用する。収集したデータの利活用は自社システムを構築している。 1.IoTゲートウェイ 各種センサーからLoRaWAN通信で送信されるデータを受信し、携帯電話網（現状4G LTE）経由でクラウド上のサーバに送信する装置。センスウェイ株式会社の屋外型LoRaWANゲートウェイを使用。携帯電話網はNTT docomoの4G LTE回線。IoTゲートウェイを複数設置し、広範囲をカバーすることが出来る。 2.各種センサー 本試行で使用したセンサーは全てLoRaWAN通信に対応し、センスウェイ株式会社のLoRaWANサービスで利用できる台湾Netvox社製センサーを採用。指定された間隔でLoRaWAN通信を用いてデータを送信する。本試行では10分間隔で設定。 LoRaWANは日本国内では920MHz帯域の電波を利用するため、電波利用のための免許は必要ない。また低消費電力であることが特長であり、乾電池や内蔵バッテリーで1年以上稼働する。また従来のIoTセンサー機器に比べ低価格であり、多数のセンサーをばら撒いて設置する際のコストを抑えることが出来る。 ①温湿度センサー 気温、湿度を計測するセンサー。機器はNetvox社製R712。 ②路面温度センサー 熱電対を2個装備した温度センサー。熱電対を舗装面に埋め込むことで路面温度を計測する。機器はNetvox社製R718CK2。 ③風向風速+温湿度センサー 風向、風速、気温、湿度を計測するセンサー。風向、風速センサーは機械式。風向、風速、温湿度の3つのセンサーからのデータを1つのLoRaWAN通信モジュールで通信する。機器はNetvox社製RA0717Y。 3.LoRaWANサーバー クラウド上でセンサーからのデータ収集、管理を行うシステム。センスウェイ株式会社のLoRaWANサービスを利用。 4.自社システム LoRaWANサーバに収集されたデータを取得し、グラフ表示加工や保存を行う。 5.情報共有クラウド データを共有、蓄積するためクラウドサービスとしてBOXを利用する。
技術の構成図	 IoTゲートウェイ 温湿度センサー 路面温度センサー 風向風速温湿度 路面温度グラフ表示 風向風速、温湿度グラフ表示

<table>
<tr>
<td>使用するデバイス</td>
<td>1.IoTゲートウェイ
センスウェイ社LoRaWANゲートウェイ
2.各種センサー
①温湿度センサー
Netvox社R712
②路面温度センサー
Netvox社R718CK2
③風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y

IoTゲートウェイ、各センサーとも屋外仕様であり、IP67水準の防塵防水仕様となっている。その他使用条件は次の通り。
<table>
<tr><th></th><th>環境温度範囲</th><th>環境湿度</th><th>保管温度</th></tr>
<tr><td>IoTゲートウェイ</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH</td><td>-40°C～85°C</td></tr>
<tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH(結露なし)</td><td>-40°C～85°C</td></tr>
<tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH(結露なし)</td><td>-40°C～85°C</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>デバイスの
連続稼働時間</td>
<td>
<table>
<tr><th></th><th>連続稼働時間</th><th>給電方式</th></tr>
<tr><td>IoTゲートウェイ</td><td>常時</td><td>PoE</td></tr>
<tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>約4年</td><td>バッテリー</td></tr>
<tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>約5年</td><td>バッテリー</td></tr>
<tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td>常時</td><td>DC12V
（ACアダプタ）</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th></th><th>条件</th></tr>
<tr><td>IoTゲートウェイ</td><td></td></tr>
<tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>txpower = 20dBm、LoRa拡散係数SF = 10</td></tr>
<tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>周囲温度25°C、15分のハートビート間隔、txpower = 20dBm、LoRa拡散係数SF = 10</td></tr>
<tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>技術を適用可能な
現場条件</td>
<td>1.IoTゲートウェイ
立地：センサーからのLoRaWAN通信が受信できる場所に設置する必要がある。
広い範囲のセンサーデータを収集するためには、見通しの良い場所に設置することが望ましい。
通信：センサーからLoRaWANで受信したデータを4G LTE通信でクラウドに送信するため、携帯電話（NTT docomoを使用）の電波が良好に受信できること。
2.各種センサー
①温湿度センサー
立地：気温、湿度を計測したい場所に設置する。
センサー自体は防水・直射日光を遮蔽する筐体に格納されるため、百葉箱の設置基準に合わせ地上高150cmの位置に設置することが望ましい。
通信：既存のIoTゲートウェイを利用する場合は、IoTゲートウェイに電波が届く場所に設置する必要がある。新規にIoTゲートウェイを設置する場合は、センサーからのLoRaWAN通信が受信できる場所にIoTゲートウェイを設置することになる。
②路面温度センサー
立地：路面温度を計測したい場所に設置する。
通信：①と同様。
③風向風速+温湿度センサー
立地：風速を計測したい地点に設置する。
建物や法面の近くは風が乱れるため、設置は避ける。
温湿度センサーについては①と同じ。
通信：①と同様。</td>
</tr>
</table>

技術活用のプロセス	①現場で利用する通信方式を検討する。 センサーIoT向けのセンサーネットワークには、本試行で採用したLoRaWAN以外にも、同じLPWAの種類であるSigfox、ZETA、WiSUNや携帯電話回線を使うNB-IoT、通常の4G LTEなど様々なものがある。維持工事をはじめとする建設現場での利用を考えた時、センサーからのデータを受信するIoTゲートウェイを、自分たちで必要な場所に設置することができるLoRaWANが適している。以下LoRaWANによるIoTばらまきセンサーネットワークの活用プロセスになる。 ②取得したい情報と設置場所から使用するセンサーを検討する ③センサー設置場所からIoTゲートウェイ設置場所、設置数を検討する ④センサーおよびIoTゲートウェイの設置許可を取得するための調整を行う ⑤設置するセンサー、IoTゲートウェイなどの機器を調達する ⑥IoTゲートウェイや100V電源が必要なセンサーの設置場所に電源を手配する ⑦IoTゲートウェイの設置工事を行う ⑧センサーの設置工事を行う ⑨LoRaWANサーバから取得したデータを活用する自社システムを構築する ⑩定常運用 構築したIoTばらまきセンサーネットワークを用いて、各種センサーから収集したデータを元に、作業の効率化や安全活動などの業務で活用するための定常運用を行う 
技術導入に要する時間	①センサー設置個所の検討（約1.5ヶ月） どのような情報を取得するか、設置場所をどこにするか検討する。地図上での検討後、実地調査を行い、設置場所、設置台数を決定する。 ②IoT GW設置場所の検討（約1～2ヶ月） センサー設置場所からデータを取集するためのIoT GWを設置する場所の候補地を決める。見通しが良い場所が望ましい。またインターネット接続に利用するNTTドコモのLTE通信が出来る事を確認する。センサーとの通信確認は現地に仮設GWを設置し、センサー設置場所に試験端末をも電波到達状況（LoRaWAN、LTEとも）を確認し、設置場所、設置台数を決定する。 ③設置場所管理者、地権者からの許可取得調整（約1～2ヶ月） IoT GW、センサーを設置する場所の管理者、地権者に、設置目的、設置機器、設置方法などについて説明を行い、設置に関する許可、承諾を得る。 ④センサー機器選定並びに機器手配（約1～3ヶ月） どの様な情報を得るか、設置場所による条件から、必用なセンサー機器を選定する。またデータ取得間隔から連続稼働期間が決まるため、内蔵バッテリーだけで稼働させるか、外部電源を用意するか決定し、機器の手配を行う。 ⑤仮設電灯線、太陽光発電システム手配（約1ヶ月～2ヶ月） IoT GWや一部センサーでは商用電源が必要となる。IoT GWは電力会社から仮設電灯線を引く必要がある。センサーの場合は仮設電灯線もしくは太陽光発電装置から電力を供給する。 ⑥IoT GW設置工事（1～2ヶ所/1日） IoT GWの1カ所当たりの工事は、動作確認まで含め半日～1日程度。 ⑦センサー設置工事（5～8ヶ所/1日） センサーの取り付けは、動作確認まで含め1台あたり30分～1.5時間程度。 ⑧自社サーバ準備、自社システム開発（約1～2ヶ月） センサーから取得したデータをわかりやすく表示したり、データ共有のための仕組みを自社サービスとして開発する。比較的簡単なものでも仕様検討～テストまでで、約1ヶ月程度。

アウトプット		各センサーは温湿度などの計測結果を、LoRaWAN通信仕様に従い、あらかじめ設定した周期で送信する。IoTゲートウェイは受信したセンサーデータを4G LTE回線経由でLoRaWANサーバに送信する。LoRaWANサーバは受信したデータを整理し格納する。 自社システムはmqttプロトコルを用いて、LoRaWANサーバからデータを取得し、データ変換処理を行いグラフ表示等の加工とデータの蓄積を行う。自社サーバに蓄積されたデータはSFTPプロトコルを用いてCSV形式のファイルとしてダウンロードできる。
データ処理システム		各センサーは温湿度などの計測結果を、LoRaWAN通信仕様に従い、あらかじめ設定した周期で送信する。IoTゲートウェイは受信したセンサーデータを4G LTE回線経由でLoRaWANサーバに送信する。LoRaWANサーバは受信したデータを整理し格納する。 自社システムはmqttプロトコルを用いて、LoRaWANサーバからデータを取得し、データ変換処理を行いグラフ表示等の加工とデータの蓄積を行う。自社サーバに蓄積されたデータはSFTPプロトコルを用いてCSV形式のファイルとしてダウンロードできる。
	利用方法	本試行では市販システムと自社システムの組み合わせで実現している。 センスウェイ社のLoRaWANサービスを用い、現場に設置した各センサーのデータをクラウド上に収集し、それを自社システムで取り出し、グラフ表示、データダウンロードを可能にしている。
	利用費用	センスウェイ社LoRaWANサービス利用料　4,480円/月 （IoT GW 1台当たり、LTE通信費、LoRaWANサーバ利用料込み） 自社システム　　サーバ利用料 19,000円/年
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	今年度はデータ収集ネットワークの構築を行い基礎データを収集する。
データ共有システム（クラウドシステム等）		IoTばらまきセンサーネットワークは、複数のクラウドサービスを連携して構築しているため、データは複数のクラウドを経由して共有される。 ・LoRaWANサーバ 　センサーからのデータ収集を行う。自社システムのみアクセス可能。 ・自社システム 　LoRaWANサーバからデータを取得し、グラフ表示などの加工、蓄積する。 　社内およびコンソーシアムメンバーがアクセスできる。今後発注者に公開する予定。 ・BOX 　自社システムからSFTPで取得したCSV形式のデータを、コンソーシアムメンバー間で共有している。
	利用方法	データ共有の中核となる自社システムは、アクセス権限を自分たちで管理できるようにするため、クラウド上のレンタルサーバ上に構築している。このため利用に関するライセンス制限はない。 情報共有クラウド（BOX）は、他の試行技術で取得した映像データなども含め、今回の試行におけるデータをコンソーシアムメンバー間で共有するために利用している。ファイル単位に権限設定を行い、契約していないユーザもアクセスすることが可能となっている。
	利用費用	自社システム用サーバー：19,000円/年 BOX ビジネスライセンス：2,850円/月/1ライセンスあたり

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 気象予報の他にピンポイントで計測した気温、路面温度、風速の情報から除雪作業に必要な作業人員の数の最適化が出来る事が期待される。	設置したセンサーから定期的にデータが取得できていること。センサーデータを元に予測した待機・稼働人員と、実際に作業した除雪作業日報が比較できること。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
安全性の向上	想定 橋梁の路面温度、風速を元に、橋梁部分での凍結予測の精度を上げ、例えば午前中にはまだ日陰になっている部分への凍結防止剤の散布回数を増やすことにより、利用者の安全性向上が期待できる。	設置したセンサーから定期的にデータが取得できていること。センサーデータを元に予測した凍結防止剤の散布場所・散布回数と、実際に散布した除雪作業日報が比較できること。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 気象予報の他にピンポイントで計測した気温、路面温度、風速の情報から除雪作業のために待機する時間を最適化出来る事が期待される。	設置したセンサーから定期的にデータが取得できていること。センサーデータを元に予測した待機時間・凍結防止剤の散布回数と、実際に作業した除雪作業日報が比較できること。
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし
その他の効果	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

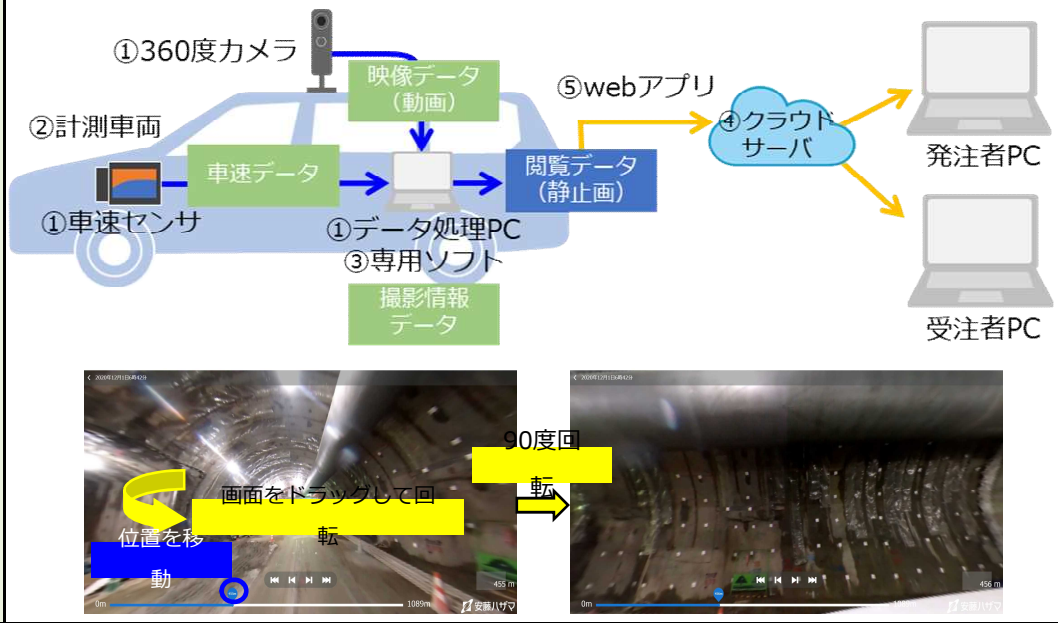
施工技術者の技量	自社で一から導入するためには、IoT通信に関する知識が必要となるが、これは主に情報システム部門の役割になると考える。 施工技術者がこの技術を利用するためには、工種や工程などでどのようなデータを計測すれば良いか、効果が出る計測項目が何であるかを考えることが重要となる。
必要構成人員	IoTばらまきセンサーネットワークを一度構築してしまえば、その後の運用について現場での作業の必要はない。センサーから取得したデータを確認し業務に役立てる判断は技術者が行う。
安全上の配慮	機器の設置に関して、落下や通行の妨げにならないような取付方法や、注意を喚起するための表示などの配慮が必要となる。
法令上の手続き	特に必要はない。 機器の設置に関して管理者や地権者の許可、承諾を得る際に法的な手続きが必要になる可能性はあり得る。
通信環境	クラウドにデータを送信するためのIoTゲートウェイを設置する場所には、インターネット通信環境が必要となる。光回線などの有線ネットワークか、有線ネットワークが引けない場所では、携帯電話回線（5G/4G LTE）を利用する。 センサーからの通信は低消費電力で遠距離まで通信可能なLPWAのひとつであるLoRaWANを使用し、IoTゲートウェイが受信する。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	本試行で使用したLoRaWAN対応IoTゲートウェイは、LTE通信およびデータ収集クラウド利用料込みで1年契約のレンタルで提供されている。 各種センサーは買い取りとなる。 自社システム用のサーバはクラウド上のサービスを利用してる。システム自体は自社開発している。 情報共有システムはクラウドサービス（BOX）を利用している。
導入コスト	以下の想定条件における初期費用、年間費用（ランニングコスト1年間）を示す。 センサー台数：15台 　温湿度 3台 @25,000円、路面温度 10台 @32,000円、風速風向 2台 @100,000円 　合計：670,000円 　設置工事費：約60万円（設置場所、条件により異なる） IoTゲートウェイ：2台　1年間利用 　利用料：4,480円x12ヶ月 = 53,760円 　設置工事費：約80万円（設置場所、条件により異なる） 初期登録費用 　センサー15台：980円x15台 = 14,700円 自社システム 　サーバ費用：19,000円/年 　システム構築費用：約70万円（要件により異なる） 情報共有クラウド 　BOXライセンス：2,850円x12ヶ月x3ユーザ = 102,600 システム運用監視 　15,000円x12ヶ月 =　180,000円 初期費用合計：約2,784,700円 年間費用合計：約　355,360円

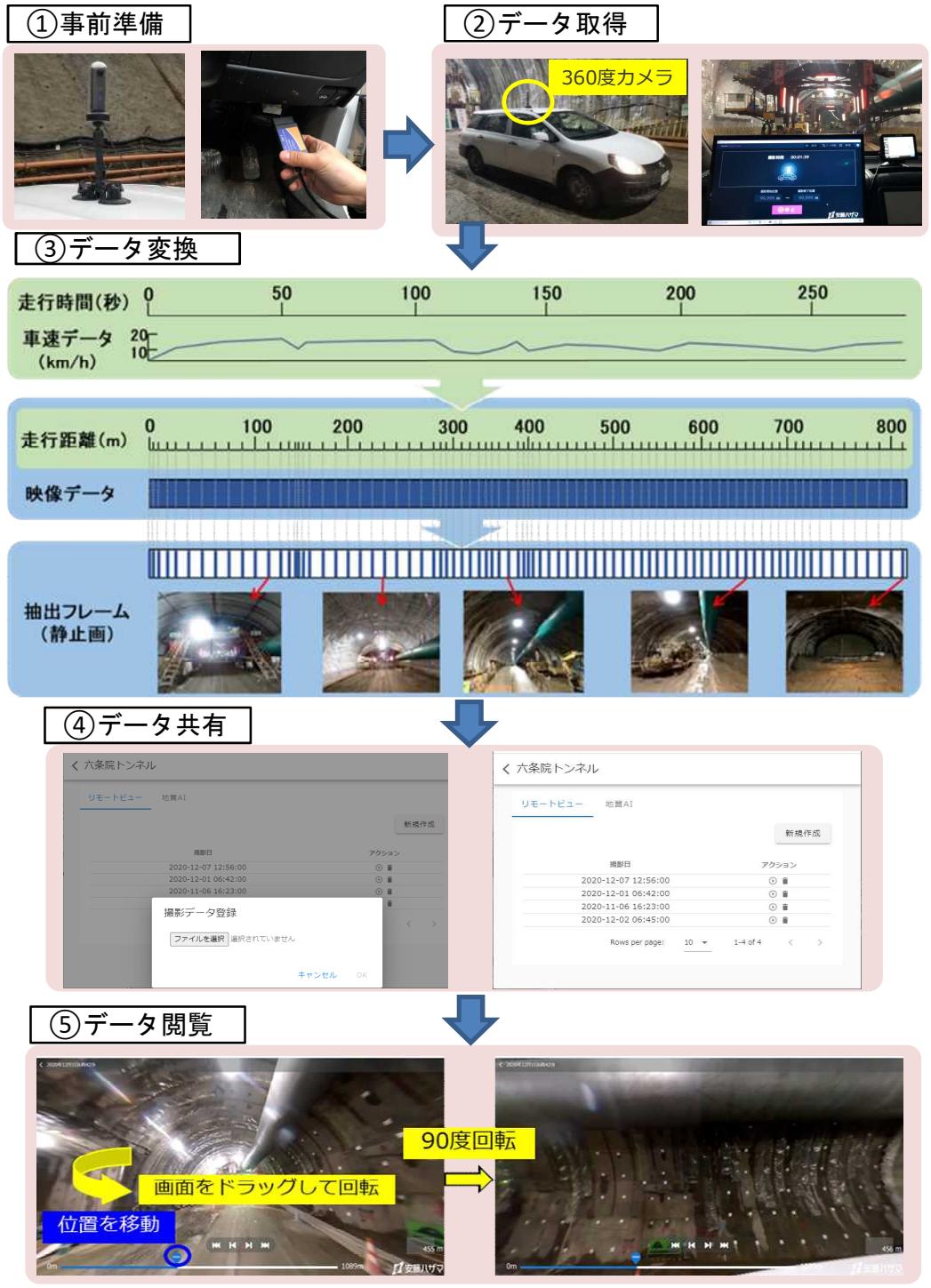
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

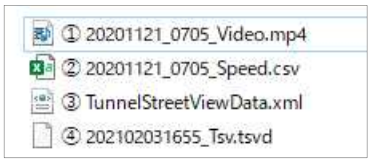
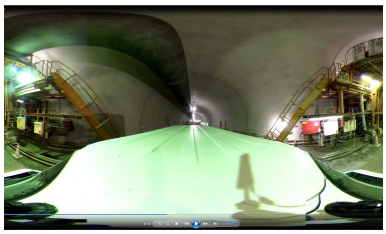
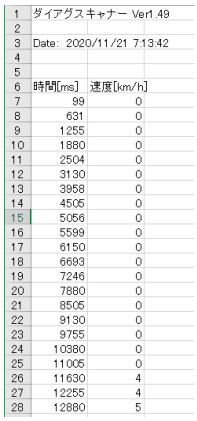
1. 基本事項

技術名	トンネル全線の可視化システム	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	◎株式会社安藤・間　建設本部　先端技術開発部 株式会社エムソフト 国立大学法人　山口大学　中川浩二名誉教授（システムに関する提言、評価）	
開発代表者の連絡先	電話：03-6234-3786	Email：taiguchi.hirohumi@ad-hzm.co.jp
技術概要	本システムは、施工中のトンネル坑内を車載した360度カメラで撮影し、専用のアプリケーションソフトを使用してトンネル全線を360度方向に可視化するツールである。取得したデータをクラウド上で共有することで、システムへのアクセス権を持つ現場内外の誰もが現場の詳細な状況を簡易に把握することが可能である。 【得られる効果】 ①受発注者間の情報共有：日々の進捗状況の共有、非接触によるトンネル出来形の確認ができる。 ②受注者の本支店と現場間の情報共有：日々の進捗状況の共有や安全パトロールの省力化ができる。 ③現場作業所内の情報共有：現場事務所からトンネル坑内の状況が把握できるため、従来、職員が現場巡視に要していた時間を縮減できる。また、作業打ち合わせ等に活用し、工程調整や仮設備計画を合理化することができる。	
活用場面	段階確認・立会／施工計画／施工管理	
適用工種、対象作業等	山岳トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	①計測機器類：360度カメラ、車速センサ、カメラ取付機器、データ処理PC ②計測車両：①の計測機器を搭載する車両（職員の連絡車を使用） ③専用ソフト：データを取得・変換する専用アプリケーション ④クラウドサーバー：閲覧データを蓄積、共有するクラウドサーバー ⑤専用Webアプリケーション：閲覧データをクラウド上にアップロードし、データの閲覧を行うWebアプリケーション	
技術の構成図		
使用するデバイス	・360度カメラ（RICOH THETA V） ・車速センサ（ELM327 OBD2）	360度カメラ：一般的な山岳トンネルの坑内照明程度の照度が必要 車速センサ：ハイブリッド車では使用不可
デバイスの連続稼働時間	【稼働時間】 360度カメラ：3時間程度（データ処理PCの連続稼働時間に依存する） 車速センサ：稼働時間に制限なし 【給電方式】 360度カメラ：データ処理PCから有線で給電（内臓バッテリーのみで1時間程度稼働） 車速センサ：車両から有線で給電	360度カメラ：使用温度範囲が0～40℃ 車速センサ：使用時に計測車両のエンジンがかかっている必要がある
技術を適用可能な現場条件	・車で走行することができる山岳トンネル工事 ・工事用照明によりトンネル全線で十分な照度が確保された山岳トンネル工事	

技術活用のプロセス	①事前準備：計測車両にカメラ、車速センサなどのデバイスを取り付ける。 ②データ取得：坑口から計測車両で時速20km程度で走行しながら、トンネル全線の360度映像データと車速データを自動で取得する。 ③データ変換：専用アプリケーションで、取得した映像データと車速データから、任意の距離程ごとの360度静止画像からなる閲覧データに変換する。 ④データ共有：出力された閲覧データをクラウド上にアップロードし、受発注者間、受注者の本支店と現場間、現場作業所内でトンネル坑内状況を共有する。 ⑤データ閲覧：Webアプリケーションにアクセスし、トンネル坑内の状況の確認を行う。 

技術導入に要する時間	・使用する機材の準備：約3日（360度カメラ、車速センサ、カメラ取付け機器などの市販品の購入） ・PC環境のセットアップ：2時間（専用アプリケーションやドライバーのインストールなど） ・クラウド環境の整備：1日（Webアプリケーションへの新規のトンネル情報追加や新規アクセスIDの発行など）
アウトプット	【取得データ】 ①映像データ（MP4ファイル） 360度カメラで撮影した動画データ ②車速データ（CSVファイル） 車速センサで計測した走行時の0.5秒ごとの車速を記録したデータ ③撮影情報データ（XMLファイル） トンネル名、撮影開始位置、撮影時の日時などを記録したデータ 【閲覧データ】 ④（TSVDファイル） 取得データを専用アプリケーションで変換して出力される閲覧用のデータ 各種ファイル  MP4ファイル  CSVファイ  ダイアグスキャナー Ver1.49 Date: 2020/11/21 7:13:42 時間[ms] 速度[km/h] 99 0 631 0 1255 0 1880 0 2504 0 3130 0 3958 0 4505 0 5056 0 5599 0 6150 0 6693 0 7246 0 7880 0 8505 0 9130 0 9755 0 10380 0 11005 0 11630 4 12255 4 12880 5
データ処理システム	専用アプリケーションで、計測時に取得した映像データ（MP4ファイル）と車速データ（CSVファイル）を元に動画から1mごとの静止画（JPGファイル）を切り出す。静止画と撮影情報データ（トンネル名、撮影開始位置など）をzip形式で圧縮して閲覧データ（TSVDファイル）に変換する。 閲覧データをWebアプリケーションからクラウド上にアップロードすることで、トンネル内の任意の距離の360度静止画像を確認することができる。
利用方法	専用アプリケーションは安藤・間とエム・ソフトとの共同開発によるシステムである。
利用費用	初期費用（360°カメラ、車速センサ、処理PC）：約15万円 クラウドサーバ使用料：12万円/月
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	AI技術は利用していない。
データ共有システム（クラウドシステム等）	データの閲覧はWebアプリケーションを介して行う。WebアプリケーションはWebブラウザ（現状はGoogle Chromeに対応）からアクセスし、IDおよびパスワードにより認証されたユーザーのみ利用できる。 ・共有データ形式：TSVDファイル（閲覧データ） ・データ量：最大2GB/1件　・最大データ件数：100件 （今後、共有可能なデータ量は拡張可能） ・共有者：発注者、受注者の本支店、現場作業所内
利用方法	クラウドシステムの外販は現時点では未定
利用費用	①ライセンス利用料：未定　②サーバ利用料：120千円/月　③ドメイン使用料：60千円

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 【受発注者間】 一般的に山岳トンネル工事は、現場が都市部から離れていることが多く、発注者が現場に来場する移動時間が課題となることがある。本システムを活用することで、発注者がトンネル坑内の状況を定常的に確認できるようになり、パトロールや出来形確認の省力化による移動時間の縮減が期待できる。 【受注者の本支店】 本支店からのパトロールや現場視察による現場来場回数を50%縮減。 【現場作業所内】 現場職員が工事の進捗や資機材の管理、現場状況の把握に要する時間を45分（約70%）縮減。	・発注者による現場来所：4回/月程度（段階確認、現場見学会対応など） ・発注者から現場までの所要時間：片道50分程度 ・本支店からの現場来場回数：2回/月 ・安藤ハザマ広島支店から現場までの所要時間：片道1時間50分程度 ・本社から現場までの所要時間：4時間30分程度 ・トンネル延長1000m ・従来の現場巡視に要する合計時間：65分 ・本システムによる現場巡視に要する時間：20分
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	本システムは現場職員の省力化に効果を発揮するもので、作業人員の縮減には寄与しない。	
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
安全性の向上	想定 本支店や発注者が定常的に現場状況を把握することができ、危険要因への早急な指摘を行うことができる。	・支店による安全・品質パトロール：2回/月程度 ・発注者による現場来所：4回/月程度（切羽の岩判定、段階確認など）
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	想定 切羽担当職員だけではなく、現場内外の人が簡易にトンネル出来形の確認をすることで、手戻りの縮減などの効果が期待される。 また、当該現場では国交省主管の定期的な現場臨場が実施されていたが、昨今の新型コロナウイルスの影響で中止することがあった。本システムを用いることで遠隔臨場を実施でき、接触機会を低減しつつトンネル工事の品質の確保、向上につなげることができる。	・支店による安全・品質パトロール：2回/月程度 ・国交省主管の現場臨場：1回/月
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし

施工管理の効率化・高度化	想定 本システムを利用して作業打ち合わせ等を行うことで、トンネル距離程を含めた坑内状況を確認しながら下請の専門業者に具体的な指示を出すことでき、手戻りなく効率的な現場管理を行うことができる。	・工事全体の作業打合せ：1回/日 ・各工種の朝礼：3回/日（掘削作業の昼勤、夜勤で各1回、覆工・防水工で1回）
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
その他の効果	【教育】 現場経験の少ない若手職員に山岳トンネル現場の概要を説明する教育ツールとして活用できる。 【広報】 試行現場では、本システム以外にも多数の新技術を採用しており、現場見学会が頻繁に開催されていた。本システムを用いることで、現場の施工サイクルに左右されることなく遠隔でトンネル全線の見学会を実施することができる。	・現場見学会：1～2回/月程度
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

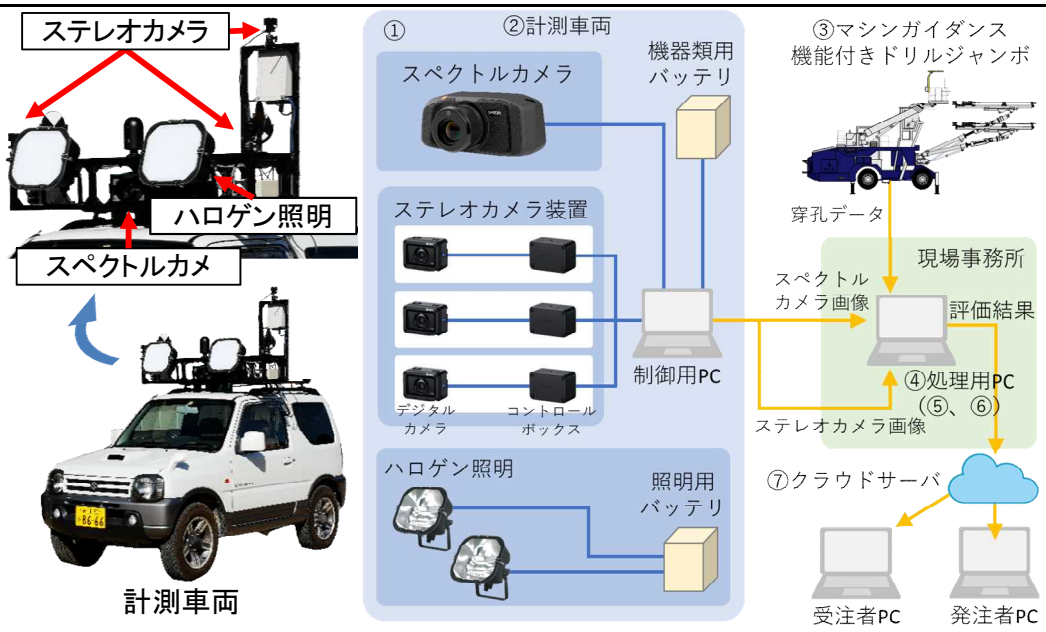
施工技術者の技量	計測車両を運転するため、普通自動者免許が必要である。 （試行現場における運用担当：入社5年目未満の技術系職員）
必要構成人員	トンネル坑内の撮影、閲覧データへの変換、クラウドへのアップロードまで、職員1名での運用が可能である。
安全上の配慮	トンネル坑内を360度カメラで撮影しながら車両で走行するため、坑内の作業員や車両、施工機械との接触災害等に注意する必要がある。 現場試行時は、昼夜勤の作業交代時に生じる作業休止時間等に撮影を行った。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	トンネル坑内には特に通信環境の必要はない。 クラウドによるデータ共有を行うため、現場作業所にインターネット環境が必要である。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	・撮影時に使用する計測機器類および処理PCは基本的に購入となる。 ・計測車両は職員の連絡車を使用しているため、新たにリースする必要はない。 ・専用アプリケーションソフトとWebアプリケーションは、ライセンス契約を検討している。
導入コスト	・360度カメラ：40千円 ・車速センサ：5千円 ・カメラ取付け機器：5千円 ・データ処理PC：100千円程度 ・ドメイン使用料：60千円 小計：210千円 ・サーバー使用料：120千円/月 ・専用ソフト：価格未定

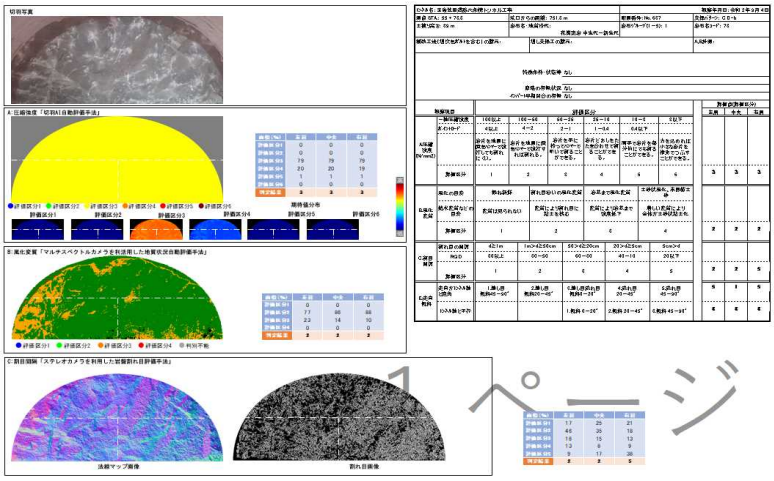
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

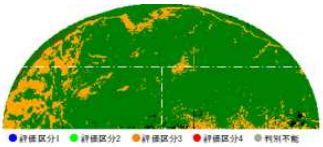
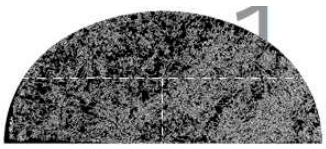
1. 基本事項

技術名	切羽地質情報取得システム	
技術バージョン	2021年2月	PRISMにて試行した時点の日時でお願いします。
開発者	◎株式会社安藤・間　建設本部　先端技術開発部 日本システムウエア株式会社 国立大学法人筑波大学システム情報工学研究科　松島亘志教授（システム構築に関する提言、評価）	
開発代表者の連絡先	電話：03-6234-3786	Email：taiguchi.hirohumi@ad-hzm.co.jp
技術概要	山岳トンネルの切羽観察における地質評価指標のうち、岩盤の圧縮強度、風化度、割れ目間隔について、センシングデータを用いて定量的に評価する。 圧縮強度は、マシンガイダンス機能付きドリルジャンボにより取得される穿孔データ（穿孔速度、打撃圧、回転圧、フィード圧）をAIの回帰分析により評価する。風化度は、スペクトルカメラで取得したスペクトルデータからAIで自動評価する。割れ目間隔は、ステレオカメラで撮影した切羽画像を画像解析して割れ目を抽出して評価する。 評価結果をクラウド上で共有することで、定常的な岩判定を省略し、受発注者の接触機会を低減できる。また、切羽観察記録の作成時間を短縮し業務の省力化ができる。	
活用場面	段階確認・立会（岩判定）/施工管理	
適用工種、対象作業等	山岳トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	①計測機器類：スペクトルカメラ、ステレオカメラ装置（デジタルカメラ、コントロールボックス各3台）、ハロゲン照明（2台）、機器類制御用PC、機器類用バッテリ、照明用バッテリ ②計測車両：①の計測機器類を搭載、固定した車両（ジムニー、ライトバンなど） ③マシンガイダンス機能付きドリルジャンボ：穿孔データを取得。 ④データ処理用PC：取得したデータを集約し、専用ソフトにより評価結果を出力する。 ⑤専用ソフト：圧縮強度、風化度をAI評価するとともに、割れ目を自動出力する。 ⑥Agisoft社製Metashape：⑤専用ソフトで割れ目の抽出時に必要なソフトウェア。 ⑦クラウドサーバ：⑤専用ソフトで出力された評価結果帳票をクラウド上で共有する。	
技術の構成図		
使用するデバイス	・スペクトルカメラ（SPECIM社製SPECIM IQ） ・ステレオカメラ装置（SONY社製RX-0 3台）	・推奨照度：80ルクス以上
デバイスの連続稼働時間	・スペクトルカメラ：3時間（内蔵バッテリ） ・ステレオカメラ装置：6時間（機器類用バッテリからカメラ内蔵バッテリに給電）	・使用温度範囲：0～40℃
技術を適用可能な現場条件	・マシンガイダンス機能付きドリルジャンボを適用する山岳トンネル工事	

技術活用のプロセス	①事前準備：現場で各計測機器類を車両に搭載し、計測車両を準備する。 ②切羽データの取得：切羽掘削完了後の素掘り面が露出した時点で、計測車両で切羽に進入し、スペクトルカメラおよびステレオカメラで切羽を撮影する（1回以上/日）。 また、マシンガイダンス機能付きドリルジャンボにより切羽の穿孔データを記録、蓄積する。 ③AI学習 ・圧縮強度：運用開始から約20切羽分の穿孔データを用いてAI学習を行う。 ・風化度：運用開始から約20切羽分のスペクトルカメラ画像を用いてAI学習を行う。 ④評価結果の出力 ・AI学習完了後、取得したデータを用いて圧縮強度と風化度をAIで自動評価する。 ・画像解析よりステレオカメラ画像から割れ目を抽出し、割れ目間隔を自動評価する。 ⑤データ共有：出力された自動評価結果をクラウド上にアップロードし、受発注者間で評価結果を共有する。 ②切羽データの取得 ③AI学習 圧縮強度の教師データ例 ④評価結果の出力 
技術導入に要する時間	・必要機材の準備：約1ヵ月（計測機器類、PC、架台などの市販品の購入。スペクトルカメラは海外製品で代理店経由での購入となるため最長1ヵ月ほどかかる場合がある） ・計測車両の組立て、PCの環境設定：約3日 ・AI学習期間：約3～4週間（切羽稼働日の、約20切羽分のデータが取得できる日数） ・評価結果の出力：1切羽あたり約5分 ・クラウド環境の整備：約1日

アウトプット		【切羽取得データ】 ・穿孔データ（CSVファイル） ・スペクトルカメラデータ （HDRファイル、DATファイル） ・ステレオカメラ画像（JPGファイル） 【評価結果】 ・圧縮強度分布図（PNGファイル） ・風化度分布図（PNGファイル） ・割れ目画像（PNGファイル） ・自動評価結果帳票（PDFファイル） 風化度分布図  割れ目画像 
データ処理システム		・ドリルジャンボの穿孔データと岩盤の圧縮強度の関係を教師データとして、AIで回帰分析を行うことで穿孔データから岩盤の圧縮強度を算出する。 ・切羽のマルチスペクトルデータと風化程度の関係を教師データとしてAI学習を行うことで、マルチスペクトル画像から風化程度を算出する。 ・ステレオカメラで撮影した画像から切羽の三次元形状を取得し、形状の変化点を割れ目として抽出する。
	利用方法	専用ソフトは安藤ハザマと日本システムウエアとの共同開発によるシステムである。
	利用費用	現在は開発段階であり費用に関しては未定だが、システム完成後の外販を検討中である。
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	【圧縮強度評価AI】 AIのフレームワークには、マイクロソフト社のLightGBMを用いた。学習方法は勾配ブースティングの機械学習である。27切羽で取得した穿孔データ3255データを教師データの説明変数とし、岩盤の圧縮強度を目的変数とした。AIモデル構築時の検証では、圧縮強度区分の判別精度は98%である。本施工中の判別精度を検証中のため、結果を試行結果報告書に改めて記載する。 【風化度評価AI】 AIのフレームワークには、マイクロソフト社のLightGBMを用いた。学習方法は勾配ブースティングの機械学習である。22切羽で取得したスペクトルデータを教師データの説明変数とし、岩盤の風化度を目的変数とした。スペクトルデータを教師データとする際に、元の204波長帯のデータをPCA解析により10波長帯のデータに次元を削減した。試行区間の検証では、風化度区分の判別精度は90%である。
データ共有システム （クラウドシステム等）		データの閲覧は、別記の「トンネル全線の可視化システム」と共通のWebアプリケーションを介して行う。WebアプリケーションはWebブラウザ（現状はGoogle Chromeに対応）からアクセスし、IDおよびパスワードで認証されたユーザのみ利用できる。 データ形式：PDFファイル データ量：20MB/1件、最大件数：100件 （今後、共有可能なデータ量は拡張可能） 共有者：発注者、受注者（現場、本支店）
	利用方法	現在は開発段階なので未定だが、外販の際は現場ごとのライセンス契約を検討している。
	利用費用	①ライセンス利用料：未定　②サーバ利用料：120千円/月　③ドメイン使用料：60千円

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 切羽の目視観察に要する時間を50%削減。 （従来10分→5分） 切羽観察記録の作成時間を50%削減。 （従来30分→15分）	地質専門技術者による切羽観察記録の作成時間と比較。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	従来手法と同じく、担当職員1名で作業が可能である。 本システムは現場職員の省力化に効果を発揮するもので、作業人員の縮減には寄与しない。	切羽担当職員：1名
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 職員は切羽に立ち入ることなく十分に離れた位置（約10m）で撮影作業を行うため、肌落ち災害などの防止に寄与する。	切羽全景がスペクトルカメラやステレオカメラの画角に収まる距離に計測車両を停車する。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	実測 【自動評価結果と目視観察結果の比較】 ・圧縮強度 ：目視との一致率約98%(AIモデル構築時) ・風化度：目視との一致率90% ・割れ目間隔：目視との一致率60% ・自動判定結果から選定した支保パターンと目視観察による評価点から選定した支保パターンの一致率100%	【地質】弱～中風化花崗岩 【教師データ】圧縮強度：27切羽分データ、風化度：22切羽分データ 【評価データ】106切羽分データ 圧縮強度は、AIモデル構築時に構築データの80%を学習データ、20%を評価データとして検証した。106切羽分の切羽データは現在検証中。 地質専門技術者が作成した目視観察結果と自動評価結果を比較。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 試行現場で実施した17回の岩確認のうち9回を省略し、現場臨場頻度を約53%低減できる効果が期待できる。	トンネルの地質状況の変化に乏しく、同一の支保パターンが連続する場合。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし

その他の効果	想定 ・センシング機器で取得した定量データに基づいて切羽地質を評価しているため、従来の担当者による定性的評価が解消され、また、経験の少ない職員でも切羽評価が可能となった。 ・切羽の地質情報をクラウドに共有することで、受発注者が日々の地質の変化を早期に把握できる。これにより地質性状の急変に対しても円滑な岩判定を実施でき、設計変更にかかる労力を縮減できる。	・システムの現場運用担当者：技術系職員（入社5年未満）が運用。 ・切羽の地質評価結果のほかに切羽写真や地質縦断図、支保パターン実績などをクラウド環境で管理し、共有する。
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

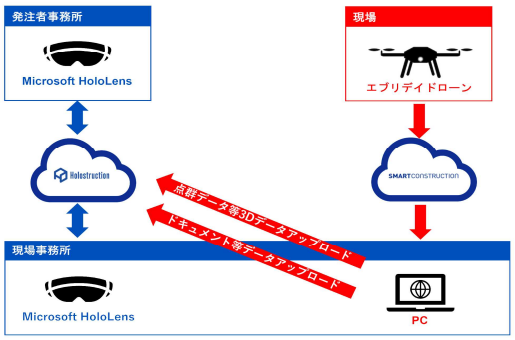
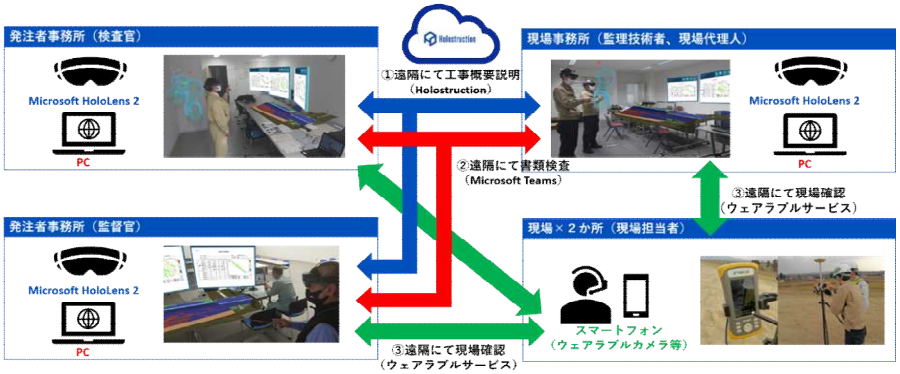
施工技術者の技量	目視による切羽観察記録をAIの教師データとして用いるため、AI学習期間では、切羽の地質性状を正確に読み取れる技量が求められる。一方、学習期間以降では、経験の少ない技術者でも熟練技術者と同様な評価が可能となる。
必要構成人員	計測車両による切羽データの取得から自動評価結果の出力まで、職員１名での運用が可能である。
安全上の配慮	複数の施工機械や作業員が稼働する切羽に計測車両で進入するため、接触災害等に注意する必要がある。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	クラウドによるデータ共有を行うため、処理PCを設置する現場作業所にインターネット環境が必要である。
技術の利用形態（リース等の入手性）	・計測車両に搭載する計測機器類（カメラ類、制御PC、照明装置）および処理PC、必要なソフト等は基本的に購入となる。 ・計測車両はリースまたは購入となる。
導入コスト	・スペクトルカメラ　　：2000千円 ・ステレオカメラ装置：420千円 ・照明装置（照明*2+バッテリ）：370千円 ・機器類制御用PC：250千円 ・データ処理用PC：250千円 ・Metashape：450千円 ・機器類用バッテリ：100千円 ・車載架台　　：50千円 ・システム組立・準備費：330千円 ・ドメイン使用料：60千円 小計4280千円 ・計測車両リース費：110千円/月 ・サーバ使用料：120千円/月 ・専用ソフト：リース料未定 ※マシンガイダンス機能付きドリルジャンボに関する費用は含まない。

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	MR技術（Holostruction）、ドローン測量技術（Everyday Drone）、テレビ会議アプリ、ウェアラブルサービスを活用した遠隔コミュニケーション	
技術バージョン	2021年3月	
開発者	◎小柳建設株式会社、コマツ	
開発代表者の連絡先	電話：0256-52-0008	Email：holostruction@n-oyanagi.com
技術概要	何ができるのか： ①MR技術を活用することで、遠隔においても視線や音声などが共有でき、あたかも同じ場所にいるかのように打ち合わせ（コミュニケーション）ができる。 ②ドローン測量技術で取得したデータを活用することで、現地に行かなくても、実物大のスケールにて現場を確認することができる（計画段階から施工段階、完成段階まで）。 ③ウェアラブル技術を活用することで、現地に行かなくても容易に簡易的に実地確認をすることができる。 施工のどの段階で活用するのか： 設計、施工、検査、維持管理など、すべての建設生産プロセスにて活用可能。 技術の活用プロセス： ①汎用的な3DCADソフトによる3次元データの作成。 ※ドローン測量技術など測量データを活用することでよりスピーディにデータ作成プロセスを回すことが可能。 ②MR技術（Holostructionアプリケーション）へ①で作成したデータのアップロードをすることで、ホログラムへの変換を実施。 ※時間軸の設定や現場関連書類のアップロードについても併せてWEBシステムにて実施。 ③検査など実地確認が必要な場合は、ウェアラブル技術を組み合わせることで映像確認を実施。 得られる結果： ①非対面コミュニケーションの実現による移動時間の削減。 ②施工前のフロントローディングの実現による手戻り時間の削減。 ③対面で実施する場合と同等の結果。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	＜システム構成＞ 設計図面やドローン測量データから3次元モデルを作成し、協議に使用する書類や写真データと共にクラウドサーバにアップロードする。 MR（複合現実）デバイスおよびPCによるWeb会議システムを用いた非対面による遠隔協議および遠隔検査を実施する。 ＜技術構成＞ MR（複合現実）技術により空間上にホログラムとして投影された3次元モデルや書類を用いて工事内容の説明や協議を遠隔で実施する。 併設のWeb会議システムでは書類検査を行うほか、現場のウェラブルカメラを利用した遠隔臨場を実施する。	
技術の構成図	遠隔打ち合わせ概要図  遠隔検査概要図  	
使用するデバイス	Microsoft HoloLens 2 スマートフォン PC エブリディドローン 書画カメラ	Microsoft HoloLens 2：屋内推奨 スマートフォン： Android端末 PC： Windows10推奨 エブリディドローン：SmartConstruciton（コマツ）準拠 書画カメラ：USB接続推奨
デバイスの 連続稼働時間	Microsoft HoloLens 2：2～3時間、バッテリー スマートフォン：機種による、バッテリー PC：機種による、バッテリー エブリディドローン：12時間、バッテリー 書画カメラ：USB接続による充電	Microsoft HoloLens 2：特になし スマートフォン：特になし PC：特になし エブリディドローン：特になし 書画カメラ：特になし
技術を適用可能な 現場条件	インターネット接続環境（受発注者双方とも）	

技術活用のプロセス	①データ取得 UAV測量や地上レーザ測量により現場形状のデータ化を行う。 設計施工のトレーサビリティ情報（打合せデータ、設計・計画変更履歴）の取得 ②3次元モデル作成 設計図面や①で取得した測量データより3次元モデルを作成する。 ③資料のアップロードと編集 ①②で取得・作成したデジタルデータをクラウドサーバにアップロードする。 3次元モデルについては時間要素を加え4次元データに変換する。 ④参加者への会議招待 会議資料の資料準備が整った段階で、会議参加者にを招待する。 招待方法：メールにより会議情報（URLやQRコードなどの参加情報）の連携 ⑤非対面会議の実施 Microsoft Hololens 2 とパソコン・スマートフォン等を使用し非対面での遠隔協議を行う。 ⑥遠隔臨場と遠隔指示 TV会議による現場中継を行い映像による現況確認を行う。 音声より現場対応を指示し、結果を映像で確認する。 ①データ取得 ↓ ②3次元モデル作成 ↓ ③資料のアップロードと編集 ↓ ④参加者への会議招待 ↓ ⑤非対面会議の実施 ↓ ⑥遠隔臨場と遠隔指示
技術導入に要する時間	・3次元CADデータのクラウドへのアップロード（所要時間：15～30分） ・ドキュメントデータのクラウドへのアップロード（所要時間：1分） ・WEBシステム詳細設定（所要時間：15分～30分） ※この項目では、以下を前提といたします。 ・Microsoft HoloLens 2 デバイスは所持しているものとします。 ・3次元CADデータは作成完了しているものとします。 ・ドキュメントデータは作成完了しているものとします。 ・所要時間は1件あたりとします。

アウトプット		データ種別：ホログラムデータ 項目：3次元モデル、ドキュメント 形式（アップロード時）：FBX、JPEG、PDF
データ処理システム		・Holostruction Holostructionとは、複合現実技術（MR技術）を活用したアプリケーションであり、現実の世界に3Dホログラムを重ねて投影し、確認や操作を行えます。 なお、Holostructionの活用は、3Dホログラムを活用する全ての建設工事、土木工事において、適用が可能です。 ・エブリディドローン Everyday Droneとは、ドローンおよびエッジコンピューティング技術を利用したサービス。自動運航する専用ドローン「Explore1」と、現場で高速にデータ処理ができるGNSSベースステーション「Edge Box」を使い、これまで丸一日かかっていた現場の3D現況測量データ生成を約30分で完了させるサービスです。 ・Microsoft Teams Microsoft Teams（マイクロソフトチームズ）は、チャット、テレビ会議、通話、コラボレーションがひとつになっているビジネスツールです。チーム内でのチャットやグループでの会議、ファイルやスケジュールの管理などチームで仕事をするうえで欠かせないツールがひとつにまとまっていることが特徴。さらに、WindowsのPCだけではなく、WebブラウザやiOS、Android、MacOSからも使用可能であることがポイントです。幅広いデバイスからスムーズにアクセスできます。
	利用方法	・Holostruction（自社開発システム） ・エブリディドローン（市販システム） ・Microsoft Teams（市販システム）
	利用費用	・Holostruction（¥100,000/月額） ・エブリディドローン（¥340,000/月額）　※NETIS公開情報施工単価より ・Microsoft Teams（無償版でも可）
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	特になし
データ共有システム（クラウドシステム等）		・Holostruction システム概要：Microsoft Azureサービスを活用 共有可能なデータ形式：FBX、JPEG、PDF 共有可能なデータ量：特になし（制約なし） 共有可能な者：発注者、受注者（ユーザ設定による）
	利用方法	・Holostruction（¥100,000/月額）
	利用費用	・Holostruction（¥100,000/月額） ※上記データ処理システム含む

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 遠隔協議、遠隔臨場による移動時間5割削減（従来と比較して）。	対面での打ち合わせについて、2回に1回は本試行技術により削減可能。
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	遠隔協議、遠隔臨場による移動時間6割削減（従来と比較して）。	発注者事務所と現場事務所が片道42分離れている。週1回（5回/月）の対面協議において、3回は遠隔協議への置き換えが可能。移動時間を4.2時間/月（60%）短縮可能。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	なし	なし
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	なし	なし
安全性の向上	実測 計画段階や施工開始前に現地に行くことなく、実物大スケールでのシミュレーションが行える。	特に高所、危険個所等現地確認が困難な場所について効果がある。
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	なし	なし
品質の確保・向上	実測 フロントローディングの実現による手戻り防止。より精度の高いコミュニケーションが取れる。	計画段階、施工開始前の打ち合わせ。
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 実物大を含む3次元CIMデータの活用やリモートコミュニケーションの高度化の実現。関係各位の理解度向上につながり、効率化が図れる。	3次元モデルを用いた設計照査、UAV測量データを用いた現況確認、テレビ会議を用いた遠隔臨場。
試行当時から更新された結果（20●●年●月現在）	なし	なし
その他の効果	実測 リモートコミュニケーションの高度化による、完全非対面協議の実現。COVID-19など感染症対策の実現。	インターネット環境が整っている場所。
試行当時から更新された結果（2021年7月現在）	なし	なし

4. 作業条件・運用条件

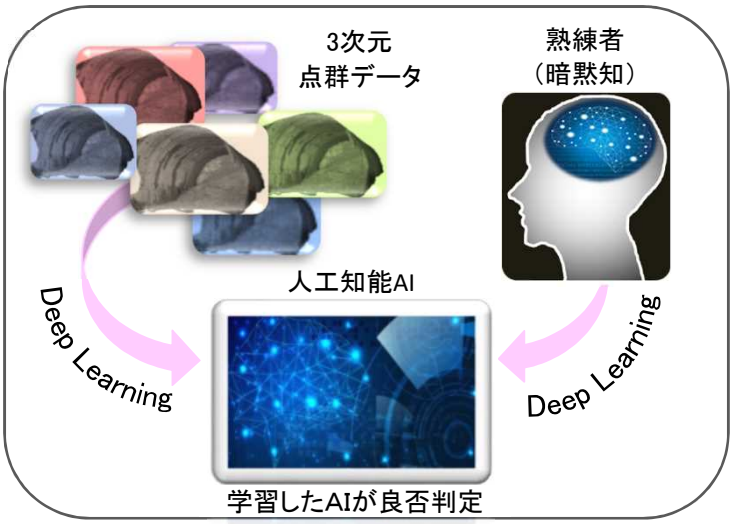
施工技術者の技量	資格不要、講習会不要。 ※利用システムのマニュアルにて活用可能。
必要構成人員	活用シーンによる。 ※各拠点間での協議、検査にて利用する場合は最低拠点数の人員が必要。 　Ex.5拠点であれば必要構成人員は5人。
安全上の配慮	ウエラブル技術を活用するロケーションでは、従来と同様に現場内の安全基準に準ずる必要あり。
法令上の手続き	特になし。
通信環境	4Mbps以上を推奨。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	デバイス：購入もしくはレンタル アプリケーション：サブスクリプション
導入コスト	・Holostruction利用料（¥100,000／月額） ・エブリディドローン利用料（¥340,000／月額）　※NETIS公開情報施工単価より ※この項目では、以下を前提といたします。 ・Microsoft HoloLens 2 デバイスは所持しているものとします。 ・通信利用料は既設環境を利用するものとします。

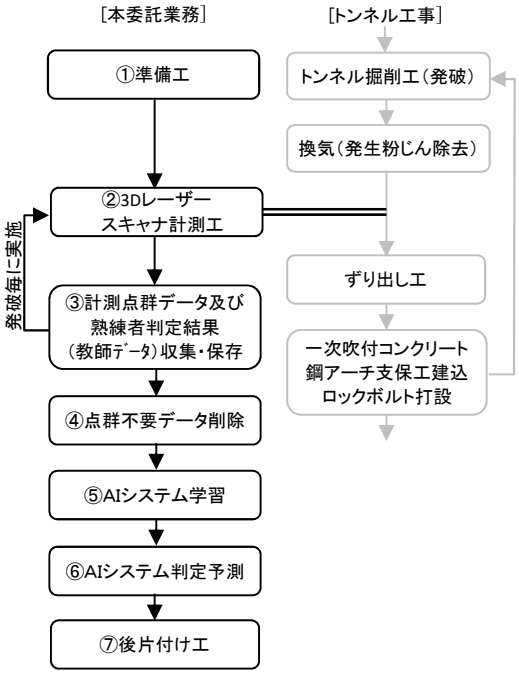
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	AIを活用した発破良否判定システム、ジープスキャンシステム	
技術バージョン	2019年1月	
開発者	AIを活用した発破良否判定システム：戸田建設株式会社◎、株式会社Rist ジープスキャンシステム：株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	(AI)電話：050-3818-6607 (ジープ)電話：075-417-0100	(AI)Email：takashi.sugiyama@toda.co.jp (ジープ)Email：ono@enzan-k.com
技術概要	(AIを活用した発破良否判定システム)発破直後の飛石形状の3次元点群データから、AIにより発破良否を判定する。本システムは平成30年度の開発時に、実験室内の模擬トンネルの飛石形状と熟練者の発破良否判定を対にした教師データで学習したところ、試験用飛石形状データの爆薬量過不足に関する発破良好・普通・不良の判定精度約85%を達成できた。 (ジープスキャンシステム)車載スキャナで迅速な計測と退避を実現。切羽近傍も計測可能。高性能処理PCも車載しているため、即座に計測結果が得られる。	
活用場面	本設工事、施工管理（測量）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM)の発破掘削作業	

2. 基本諸元

技術の構成	飛石の3次元点群データと熟練工の発破良否判定結果を教師データとして学習し、新規点群データから発破の良否を判定するAIを活用した発破良否判定システムを搭載するPCと、発破からずり搬出までの短時間の間に飛石の形状を3次元点群データとして計測するジープスキャンシステムから構成される。	
技術の構成図	 [ジープスキャンシステム]  [AIを活用した発破良否判定システム]	
使用するデバイス	AIを活用した発破良否判定システム： AIシステム用PC ジープスキャンシステム： 車上3Dレーザースキャナ	AIシステム用PC・・・室内 車上3Dレーザースキャナ・・・雨天禁止
デバイスの 連続稼働時間	AIシステム用PC・・・約35時間（電源有線接続） 車上3Dレーザースキャナ・・・約5分	
技術を適用可能な 現場条件	AIシステム用PC、車上3Dレーザースキャナともに、坑内無線LANやクラウドデータサーバの活用によりデータのやり取りがしやすくなるが、USBメモリでも対応可能。 車上3Dレーザースキャナは、急激な温度上昇に伴う結露により計測が困難になることから、冬期はトンネル構内での駐車が望ましい。	

技術活用のプロセス		①準備工…AIシステムPC搬入・稼働確認、車上レーザースキャナ下向きカスタマイズ・搬入 ②3Dレーザースキャナ計測工…発破後、ずり搬出開始までの短時間（約5分）で飛石の形状データを取得 ③②で計測した点群データ及び熟練者の判定結果を収集して保存 ④点群不要データ削除…計測データは切羽面や側壁部も含まれるので、不要データを任意のCADソフトで削除して、飛石の点群データとして保存 ⑤AIシステム学習…飛石の点群データと熟練者の判定結果を教師データとして、AIシステムで学習（時間目安：教師データ数150…35～40時間） ⑥AIシステム判定予測…学習済のAIモデルによる新規の飛石点群データの判定予測（時間目安：約10秒/回） ⑦後片付け工…AIシステムPC搬出・車上レーザースキャナ搬出  ※飛石形状の3次元点群データは、本業務以外前例がなく、発破毎に教師データを収集して蓄積してからAIシステムに学習させてAI予測モデルを構築する必要がある。
技術導入に要する時間		AIを活用した発破良否判定システム：AIシステム用PC構築約1ヶ月 ジープスキャンシステム：車上3Dレーザースキャナ構築約1ヶ月
アウトプット		AIを活用した発破良否判定システム： 学習後のAI予測モデル…専用ファイル形式 学習済AI予測モデルによる複数判定予測結果…csv
データ処理システム		AIを活用した発破良否判定システム：発破直後の飛石形状の3次元点群データと熟練工による発破良否判定結果を教師データとして学習するモードと、学習後のAIモデルにより発破良否を判定するモードから構成される。
	利用方法	自社開発システム
	利用費用	現時点で他社への提供計画はありません。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	本システムは点群データを教師データとして学習できるディープラーニングアルゴリズムPointnet(Stanford大学)を活用している。平成30年度の開発時に、実験室内の模擬トンネルの飛石形状と熟練者の発破良否判定を対にした教師データで学習したところ、試験用飛石形状データの爆薬量過不足に関する発破良好・普通・不良の判定精度約85%を達成できた。
データ共有システム（クラウドシステム等）		該当なし
	利用方法	該当なし
	利用費用	該当なし

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	実測 (想定) (1)余掘り発生分のずり出し作業および吹付作業時間の縮減 31分/回×3回/日=約1.5h/日 (2)アタリ取り作業時間の縮減 0.5h/回×3回/日=1.5h/日	3回/日発破を実施するトンネル工事において、少子高齢化に伴いトンネル熟練工が減少し、良好な発破を実施できない場合に発生する作業の例として、(1)装薬量が多い場合の余掘り発生(t=0.1m)(2)装薬量不足によるアタリ取り作業0.5h/回を想定。
作業人員の縮減	実測 想定 該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 (想定) 大幅な余掘り発生に伴う切羽崩壊、地山崩落に伴う労働災害及び第三者災害の防止	少子高齢化に伴いトンネル熟練工が減少し、良好な発破を実施できない場合に発生する不安全事象の一例として、装薬量過多による大幅な余掘り発生を想定。
品質の確保・向上	実測 想定 該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 (想定) 余掘り発生に伴う搬出ずり・吹付コンクリート増加の抑制 搬出ずり…約7.5m^3(ずり搬出ダンプ2台)増加 吹付けコンクリート…約7.5m^3増加	3回/日発破を実施するトンネル工事において、少子高齢化に伴いトンネル熟練工が減少し、良好な発破を実施できない場合に発生する非効率化の一例として、装薬量が多い場合の余掘り発生(t=0.1m)による作業増加の抑制を想定。
その他の効果	実測 想定 該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

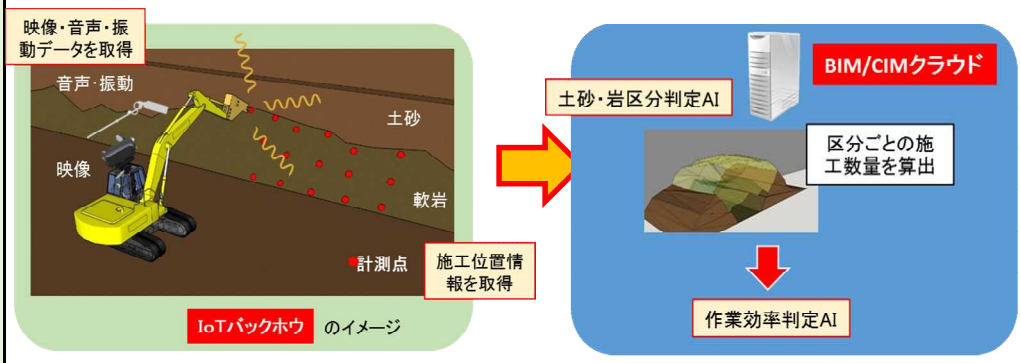
施工技術者の技量	AIを活用した発破良否判定システム、ジープスキャンシステムともに、初回レクチャー受講のみで使用可能。ただし、点群データの取り扱いでCAD作業が必要。 必要資格:運転免許証(ジープスキャンシステム)
必要構成人員	AIを活用した発破良否判定システム:1人 ジープスキャンシステム:1人
安全上の配慮	ジープスキャンシステム:発破直後の飛石に近付き過ぎると、鋭利な岩塊による車両のタイヤパンクの恐れがあるため、飛石に近付き過ぎないように留意する必要がある。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	AIシステム用PC、車上3Dレーザースキャナともに、坑内無線LANやクラウドデータサーバの活用によりデータのやり取りがしやすくなるが、USBメモリでも対応可能。
技術の利用形態 (リース等の入手性)	AIを活用した発破良否判定システム:他社に提供する予定は現在ありません。 ジープスキャンシステム:リース
導入コスト	ジープスキャンシステム:初期費用約450万円、月単価約85万円

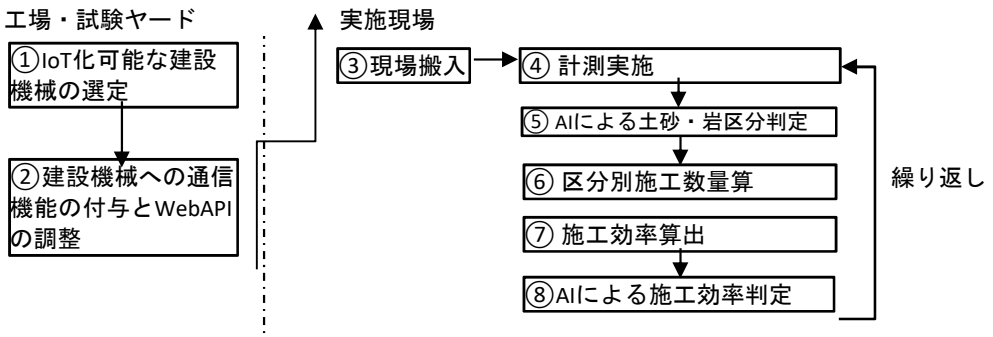
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	建設機械のIoT化とAI分析による効率化技術	
技術バージョン	2020年3月	
開発者	五洋建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3817-7784	Email：hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	IoT化したMG(マシンガイダンス)バックホウの刃先の位置情報と、作業時の音、振動、画像を用いたAI分析により土砂、岩種等の区分判定を自動化。刃先位置情報と区分判定結果から、区分ごとの3Dモデルを生成、各数量を自動算定する。さらに、日々の施工履歴と区分ごとの施工量をAI分析し、効率的な作業方法を選択する(アタッチメント交換等)。	
活用場面	施工管理（出来形・品質・工程進捗）	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	① ICT建設機械（バックホウ等）：施工位置情報を取得、クラウドに送信する。 ② 土砂・岩区分判定AI：カメラ、PCMレコーダ(録音装置)、振動計によって、映像、音、振動を取得し、これらをAI処理することで掘削対象（土砂であるか岩であるか、また、岩の硬さ）の区分を判別する。 ③ BIM/CIMクラウドおよび作業効率判定AI：施工位置情報と掘削対象の区分を結び付け、施工履歴を3次元化することにより、区分ごとの施工量を集計し、施工効率を計算、これらの施工履歴等を用いてAIが作業効率判定を行う。	
技術の構成図		
使用するデバイス	①IoTバックホウ(ショージ) ②カメラ(市販) ③PCMレコーダ(録音装置・市販) ④振動計(市販) ⑤BIM/CIMクラウド(五洋建設)	①車載PCにタフブックを使用（外気温約-10～50℃を推奨、キャビン内のため天候等の条件なし） ②～④ 市販品を使用、外気温約0～40℃を推奨、雨天時は防滴対策必要） ⑤特になし

デバイスの 連続稼働時間	①建設機械の稼働時間に準ずる(給油時等に一時停止) ②～④ 給電可能であれば制限なし ⑤クラウドサーバのため制限なし	①特になし。環境条件は同上。 ②～④ 特になし。環境条件は同上。 ⑤特になし
技術を適用可能な 現場条件	IoTバックホウが稼働するにあたり、GNSS環境および無線通信環境が必要(4G or WiFi等) データ登録にクラウドを利用するためインターネット環境(有線or無線)が必要 建設機械が稼働できる環境(但し水中は未対応)	
技術活用のプロセス	① IoT化可能な建設機械の選定：情報化施工機械のデータ出力インタフェースを調査し、改造等によりデータ出力可能なものを選定する。 ② 建設機械への通信機能の付与とWebAPIの調整：①の情報化施工機械に通信機能を付与、あるいは既存の通信データを別クラウドに転送する機能を付与、必要に応じWebAPIでBIM/CIMクラウドと連携する。 ③ 現場搬入：②で対応した建設機械を現場に搬入する。(回送・特車手続き等) ④ 計測実施：施工あるいは模擬的な施工を実施し、バックホウの刃先等の施工位置情報を取得しクラウドに収録。同時にカメラ画像、音、振動を収録する。 ⑤ AIによる土砂・岩区分判定：④のうちカメラ画像、音、振動を用い、AI分析を実施。土砂・岩区分判定結果を出力する。 ⑥ 区分別施工数量算出：⑤で判定した区分ごとに④の施工位置情報の履歴を3次元可視化し、BIM/CIMによる数量計算を実施する。 ⑦ 施工効率算出：⑥で算出した区分別施工数量と施工時間により、施工効率を算出する。 ⑧ AIによる施工効率判定：⑦で算出した施工効率や、その他の現場データをもとに、施工方法の適切性をAIにより判定する。  	
技術導入に要する 時間	機材選定後の納期約3ヶ月(メーカーに依存するため目安) 建設機械の回送に2～3ヶ月(特車手続き含む)	
アウトプット	① 掘削数量の3次元モデルはobj形式、csvテキスト形式に対応 項目は、3次元形状(座標)と土砂・岩区分。 ② 土砂・岩区分判定AIによる判別結果はcsvテキスト形式 項目は、日時、施工対象の区分。 ③ 作業効率判定AIによる判別結果はcsvテキスト、画像形式 項目は、日時、作業内容、作業効率判定の結果。決定木のグラフ。いずれも分析時に変更可能。	

データ処理システム		① BIM/CIMクラウドによりデータ収集・3次元化処理を実施、施工数量を算出 ② 土砂・岩区分判定AIにより、画像・音・振動から施工対象の区分を判別 ③ 作業効率判定AIにより、非効率な作業を検出
	利用方法	自社開発システムを適用。
	利用費用	システム利用と分析作業費で約1000万円～(約3ヶ月) ※ 社外対応の費用は未定
	AI技術の精度 (学習結果に対する性能評価)	土砂・岩区分判定AI 画像、音、振動についてディープラーニング(音を例とすると、STFT処理後Resnet学習、結果を3クラス分類)を実施。 データ量は画像の例で6,000枚程度。容量は数10GB以上。 データの偏りや不適切な特徴をとらえていないか、Grad-CAM(Gradient-weighted Class Activation Mapping)並びにIIC(Invariant Information Clustering)によって確認。 作業効率判定AIについては、LightGBMを利用した回帰分析を実施。決定木モデルについて、現場に合わせ収集データ項目の組み合わせを変更しながら、傾向を確認し、主要なデータ項目を選定。作業場所、運搬経路、掘削対象土砂・岩区分が効率に大きく影響することを確認し、これが現場担当者の感覚と合っていることも確認できた。また、客観的な判定結果が施工の判断の際の参考となるというコメントを得た。 データ量はEXCELファイルで数kbyte。
データ共有システム (クラウドシステム等)		3次元モデルで施工情報を一元管理するBIM/CIMクラウドを利用する。 本試行では容量2TB程度、汎用3Dモデルフォーマットobj、fbx、点群データ等に対応。 他適宜必要に応じて変換処理を実施する。 受発注者をはじめ、多様な工事関係者間で共有可能。
	利用方法	利用契約は未定(2021年度に外部提供開始を想定) 標準的なブラウザ(Google Chromeを推奨)で利用可能
	利用費用	初期費用300万円～(コンテンツの内容によって変化)、月額費用30万円/月～(容量によって変化)

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 土砂・岩区分変化、他、作業の状況の変化に伴い効率的な作業方法選択し、工事全体想定で計7日程度削減可能	算定根拠：本試行現場の条件を想定。現場担当者へのヒアリングによる。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 IoT・AIバックホウにより岩区分を判定した場合を想定し、当該作業発生時に3名削減可能	算定根拠：従来の岩区分判定に4名かかっていたところ、バックホウオペレータ1名で代替可能。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—
安全性の向上	想定 非効率な作業を抽出、余分な作業を削減することにより、間接的に安全性を向上	算定根拠： 本試行現場の条件を想定。現場担当者へのヒアリングによる。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—
品質の確保・向上	想定 非効率な作業を抽出、余分な作業を削減することにより、間接的に安全性を向上	算定根拠： 本試行現場の条件を想定。現場担当者へのヒアリングによる。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—
施工管理の効率化・高度化	実測 IoT・AIバックホウにより数量を自動計算した場合、職員の書類作成時間を削減（約5時間/回）	算定根拠：本試行現場の条件を想定。CIM経験者および現場担当者へのヒアリングによる。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—
その他の効果	想定 建設機械の稼働時間短縮により、CO2削減を見込める	算定根拠：短縮する作業時間より。
試行当時から更新された結果（2021年4月現在）	更新なし。	—

4. 作業条件・運用条件

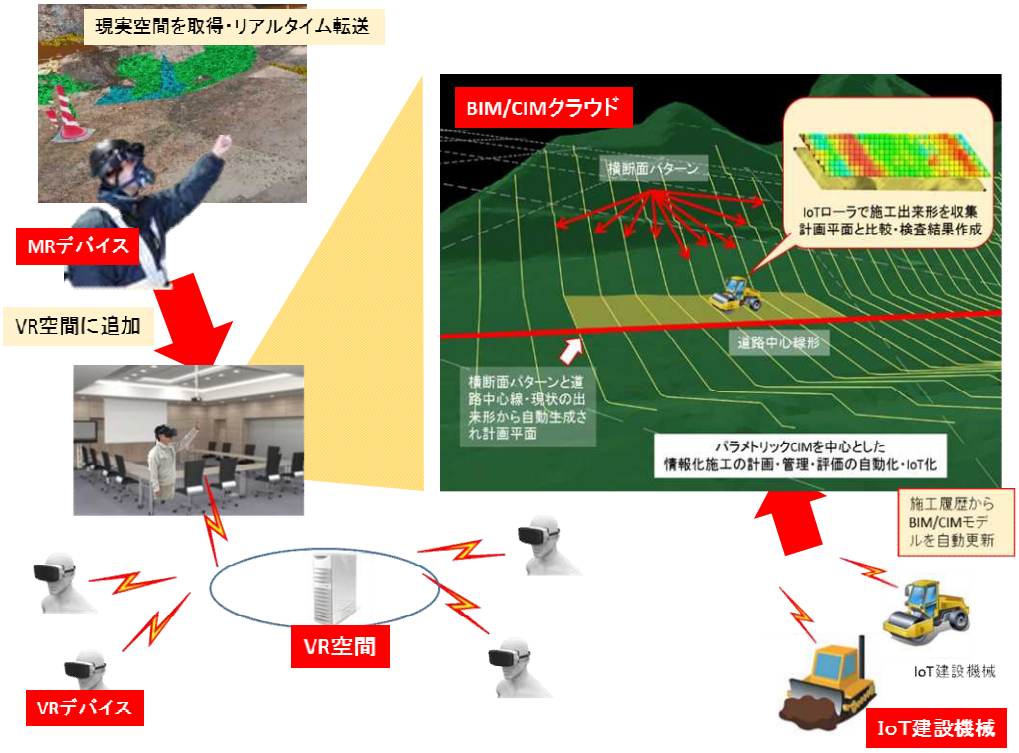
施工技術者の技量	一般のオペレータ資格
必要構成人員	オペレータ1名 ※ 実験では計測員1名追加配置
安全上の配慮	通常の重機土工と同様
法令上の手続き	通常の重機土工と同様
通信環境	IoTの動作のため施工現場では、4GあるいはWiFi環境が必要。 他、計測データを持ち帰り、クラウド共有する場合は事務所等にインターネット環境が必要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	コンソーシアムメンバーのレンタル会社がレンタルでの取り扱いを前提に試行を実施。 普及時にはレンタルを想定。
導入コスト	940万円/月 ※ 試作段階費用（試行開始時の見積ベース）を記載。普及にはコストダウンが前提と考えている。

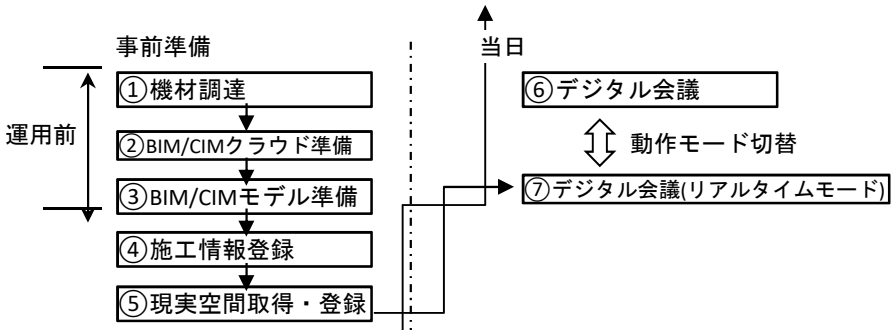
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	デジタル会議	
技術バージョン	2020年7月	
開発者	五洋建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3817-7784	Email：hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	VRデバイスによって、デジタルツイン(施工情報を集約したBIM/CIMクラウド)の施工現場に没入し、現場空間を会議室としたデジタル会議を実施、自動反映された施工記録を資料として、より効率的なコミュニケーションを実現。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査など場面を選ばず活用可能。	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、ﾄﾝﾈﾙ（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般など工種、作業を選ばず適用可能。	

2. 基本諸元

技術の構成	① BIM/CIMクラウド：IoT建設機械から施工情報を収集し、3次元空間に配置、一元管理する。一元管理している情報をVR空間で利用する。 ② VRデバイス(Oculus Rift S)：装着者はVR空間に没入し、仮想空間内で会議を行う。参加可能な人数は同時に5名程度まで。 ③ MRデバイス(Microsoft HoloLens2)：装着者は、周囲を見回すことでリアルタイムに現実空間を取得し、VR空間に転送する。リアルタイムで現地の状況を確認しながらVR会議を行うことが可能となる。	
技術の構成図		
使用するデバイス	①BIM/CIMクラウド(五洋建設) ②VRデバイス Oculus Rift S(市販品) ③MRデバイス Microsoft HoloLens2(市販品)	①特になし。 ②外気温約0～35℃を推奨(屋内利用を想定) ③外気温約10～27℃を推奨(雨天時は防滴対策必要)
デバイスの 連続稼働時間	①クラウドサーバのため制限なし。 ②給電可能であれば制限なし。 ③バッテリー駆動 2～3時間。	①特になし。 ②特になし。環境条件は同上。 ⑤特になし。環境条件は同上。
技術を適用可能な 現場条件	VRデバイスの利用にインターネット環境が必要(有線を推奨) MRデバイスの利用にインターネット環境が必要(屋外を想定し、4G or WiFi)	

技術活用のプロセス	① 機材調達：VRデバイス、MRデバイスを準備（購入 or レンタル）する。 ② BIM/CIMクラウド準備：クラウドサーバ上にシステムをインストール。現場条件に合わせて設定。 ③ BIM/CIMモデル準備：現場用のBIM/CIMモデルを作成。本試行では、周辺の概略モデル、設計モデルを用意。 ④ 施工情報登録：情報化施工等の施工結果等を登録。 ⑤ 現実空間取得・登録：MRデバイスにより現実空間を取得し、VR空間に登録。 ⑥ デジタル会議：③④⑤のデータを登録したVR空間に関係者が没入し、デジタル会議を実施。 ⑦ デジタル会議(リアルタイムモード)：現場でMRデバイス装着者の周辺の状況をデジタル会議参加者に共有し、リアルタイムに現場空間を再現しながら、その中に没入してデジタル会議を実施。（3D空間を用いた遠隔臨場システムとして利用可能） 
技術導入に要する時間	MRデバイスの納期約3ヶ月～半年以上（メーカーに依存するため目安） VRデバイスの納期約1週間～1ヶ月程度（メーカーに依存するため目安） BIM/CIMクラウド準備約2週間 BIM/CIMモデル準備約1ヶ月弱 （その他の情報登録は運用しながら実施）
アウトプット	独自フォーマットデータ（会議用設定情報や現実空間情報を含む3次元モデル） 汎用的な開発環境であるUNITYでは編集可能
データ処理システム	該当なし
利用方法	－
利用費用	－
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	－
データ共有システム（クラウドシステム等）	3次元モデルで施工情報を一元管理するBIM/CIMクラウドを利用する。 本試行では容量2TB程度、汎用3Dモデルフォーマットobj、fbx、点群データ等に対応。 他適宜必要に応じて変換処理を実施する。 受発注者をはじめ、多様な工事関係者間で共有可能。 ※ デジタル会議利用時には別途システムが必要
利用方法	利用契約は未定(2021年度に外部提供開始を想定) 標準的なブラウザ（Google Chromeを推奨）で利用可能
利用費用	初期費用300万円～(コンテンツの内容によって変化)、月額費用30万円/月～(容量によって変化)

3. 技術活用により期待される効果

<table>
<tr><th></th><th>期待される効果</th><th>左記効果を得るための条件</th></tr>
<tr><td>作業時間の縮減
（試行当時の結果）</td><td>実測
参加者の移動時間を縮減
工事側の設計変更対応の協議での活用を含め、計3回実施　計約126時間
<table><tr><th rowspan="2">参加者の拠点</th><th rowspan="2">往復時間（時間）</th><th colspan="2">第1回</th><th colspan="2">第2回</th><th colspan="2">第3回</th></tr><tr><th>参加人数（人）</th><th>所要時間（時間）</th><th>参加人数（人）</th><th>所要時間（時間）</th><th>参加人数（人）</th><th>所要時間（時間）</th></tr><tr><td>中部地方整備局</td><td>5.0</td><td>3</td><td>15.0</td><td>2</td><td>10.0</td><td>0</td><td>0.0</td></tr><tr><td>設楽ダム発注者事務所</td><td>0.4</td><td>3</td><td>1.2</td><td>1</td><td>0.4</td><td>0</td><td>0.0</td></tr><tr><td>ネクストスケープ</td><td>10.0</td><td>1</td><td>10.0</td><td>1</td><td>10.0</td><td>1</td><td>10.0</td></tr><tr><td>五洋建設本社</td><td>9.0</td><td>0</td><td>0.0</td><td>0</td><td>0.0</td><td>1</td><td>9.0</td></tr><tr><td>五洋建設技術研究所</td><td>12.0</td><td>1</td><td>12.0</td><td>1</td><td>12.0</td><td>3</td><td>36.0</td></tr><tr><td>合計</td><td></td><td>8</td><td>38.2</td><td>5</td><td>32.4</td><td>5</td><td>55.0</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>計</td><td>125.6</td></tr></table></td><td>算定根拠：移動(往復)の所要時間を合計</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>作業人員の縮減
（試行当時の結果）</td><td>実測
該当なし</td><td>—</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>安全性の向上</td><td>実測
移動を省略でき、交通事故のリスクを排除可能。また、現場においても、危険な箇所にVRで安全に立ち入ることが可能。</td><td>算定根拠：数値的な算出は困難のため、実施結果後に、参加者にヒアリングし、確認。</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>品質の確保・向上</td><td>実測
現在の状態だけでなく過去の施工履歴や将来の状態や、仮の検討結果も対比することが可能であり、かつ直感的で適切な判断が可能。各人の気付きを円滑に他人に説明し、従来のVRやCIMよりも明確に議論が進められることを確認。</td><td>算定根拠：数値的な算出は困難のため、実施結果後に、参加者にヒアリングし、確認。</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>施工管理の効率化・高度化</td><td>実測
現在の状態だけでなく過去の施工履歴や将来の状態や、仮の検討結果も対比することが可能であり、かつ直感的で適切な判断が可能。説明資料の代わりにVR空間を共有するして説明することが可能であることを確認。</td><td>算定根拠：数値的な算出は困難のため、実施結果後に、参加者にヒアリングし、確認。</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>その他の効果</td><td>該当なし。</td><td>—</td></tr>
<tr><td>試行当時から更新された結果（2021年9月現在）</td><td>廉価盤のシステムを追加。</td><td>—</td></tr>
</table>

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	特になし。
必要構成人員	参加者が自ら実施するため、不要 ※ 試行では、補助要員を1名ずつ配置する場合もあった。
安全上の配慮	MRデバイス装着時には、周囲の安全に配慮する必要がある。
法令上の手続き	該当なし。
通信環境	VRデバイスの利用にインターネット環境が必要。(有線を推奨) MRデバイスの利用にインターネット環境が必要。(屋外を想定し、4G or WiFi)
技術の利用形態 (リース等の入手性)	未定
導入コスト	300万円/月 ※ 試作段階費用(試行開始時の見積ベース)を記載。普及にはコストダウンが前提と考えている。類似のコンテンツで導入した場合は低価格化は見込める。

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	建設マネジメントクラウドシステム　myPRISM	
技術バージョン	2021年3月	
開発者	◎株式会社　桑原組 株式会社　ジャパン・インフラ・ウェイマーク 学校法人　金沢工業大学 エアロダインジャパン株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：0740-32-2345	Email：m_taniguchi@kuwahara-group.com
技術概要	➢複数の新技術を現場に導入し、それらをクラウドで一元管理する建設マネジメントクラウドシステム（myPRISM） ①自律飛行型ドローンで、自動飛行撮影を行い、遠隔巡視と現場情報の把握・共有を図る。 ②地上型レーザースキャナーを用いて適時実施する地形測量により、3Dデータ化し、地形を見える化、遠隔で把握・共有する。 ③過積載防止システム・運行管理システムを一元管理し、集計データを共有する。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）	

2. 基本諸元

技術の構成	◇システム ・myPRISM（データを共有するクラウドシステム） ◇デバイス ・地上型レーザースキャナー（地形データ取得） ・自立飛行型ドローン（空撮・地形データ取得） ・過積載防止システム（積載量を把握） ・運行管理システム（ダンプトラックの位置を把握）	
技術の構成図		
使用するデバイス	❑地上型レーザースキャナー（Leica　RTC360） ❑ドローン(SkydioJ2) ❑過積載防止システム（積むナビ） ❑運行管理システム（Solution　Linkage　Mobile）	❑レーザースキャナー：陸上型雨天以外 ❑SkydioJ2：夜及び雨天以外
デバイスの 連続稼働時間	❑レーザースキャナー：最大8時間 ❑SkydioJ2：1バッテリー当り23分 ❑積むナビ：終日 ❑Solution　Linkage　Mobile：終日	
技術を適用可能な 現場条件	◇道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般などに適用可能	

技術活用のプロセス	・新技術活用のプロセス ①myPRISMの要件整理 企業、現場に応じて要件整理・カスタマイズを実施する。 ②各技術の導入（レーザースキャナー、ドローン等） 新技術について、講習等を受講し、習熟度を挙げて現場に導入する。 ③新技術のデータ取得 ・レーザースキャナー＝地形データ ・ドローン＝空撮データ、地形データ ・積むナビ＝積載土量集計データ ・Solution Linkage Mobile＝車両運行集計データ ④myPRISMへの投入 収集したデータをシステムに投入する。 共有システムを構築する。 ⑤データの送信、クラウドによる共有 期間毎にデータを送信、クラウド上で共有する。 受発注者、現場、本支店にて同じデータを共有する。 ①myPRISMの要件の整理・ｶｽﾀﾏｲｽﾞ → ②各技術の導入（レーザースキャナー ドローン等） → ③新技術データの取得 → ④myPRISMへのデータ投入、構築 → ⑤クラウドによるデータの共有 技術活用のプロセスフロー
技術導入に要する時間	◇myPRISM：カスタマイズに応じて導入までの期間が変わる。 ◇レーザースキャナー：1日の講習後即日導入出来る。 ◇ドローン（SkydioJ2）：1日の講習後即日導入出来る。
アウトプット	◇レーザースキャナー：点群データ ◇ドローン(SkydioJ2)：空撮データ、点群データ、オルソ画像 ◇積込管理システム：EXCELデータ ◇運行管理システム：EXCELデータ
データ処理システム	該当なし
利用方法	該当なし
利用費用	該当なし
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	myPRISM（プロジェクトマネジメントシステム）
利用方法	海外市販品を企業（現場）毎にカスタマイズ
利用費用	初期導入年度 500万円程度

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 現場職員（社員）の勤務時間を従来と比較する。 重機オペレーターの勤務時間を従来と比較する。	作業日報にて管理
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし
安全性の向上	実測 本支店から移動を伴う安全パトロールの頻度削減。安全パトロールの振り返りが出来る。 ※接触機会（対面協議）が無くなることによるコロナ感染回避が出来る。	移動機会の削減 接触機会の削減
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし
品質の確保・向上	想定 導入された新技術による測量を実施する事により、計測を点管理から面管理とする事で、シームレスな品質の確保を実現する。	ヒートマップによる管理
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 受発注者、現場、本支店間でクラウドの一元管理された、データを共有する事が出来る。 デジタル化により対面が減ると共に、施工管理の振返りが出来る。	伝票管理から集計データ管理
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし
その他の効果	想定 クラウドの活用により、アカウントの作成で新メンバーと即時情報共有出来る。 現場状況、企業内の情報の共有化。 遠方の機関（大学）等に情報を共有出来る。	即時性
試行当時から更新された結果（2021年3月現在）	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

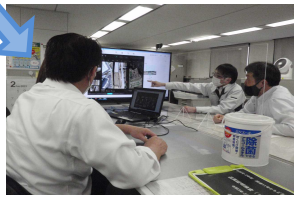
施工技術者の技量	測量機器操作レベル ドローン操作レベル
必要構成人員	レーザースキャナー：1名 ドローン：1名
安全上の配慮	測量に関する一般的安全上の配慮。 飛行に関する一般的安全上の配慮。
法令上の手続き	ドローン：航空法
通信環境	事務所のネットワーク環境 現場のモバイルネットワーク環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	myPRISM：初期導入コスト＋従量課金性 レーザースキャナー：購入 ドローン：レンタル 他技術：購入
導入コスト	myPRISM：初期導入年度 500万円程度、以降 15万円／月程度 ※ユーザー（プロジェクト）数により見積対応 レーザースキャナー：1,020万円 ドローン：10万円／月～（カスタマイズによる） 他技術：過積載防止システム350万円、工事車両運行システム260万円

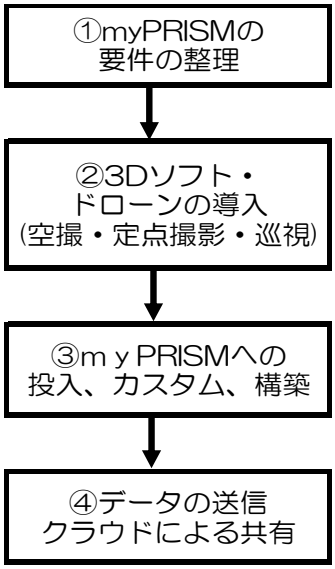
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	自律飛行ドローン及びクラウドシステムを使用した現場巡視作業と工程進歩情報の共有	
技術バージョン	2021年1月	
開発者	『FJAS』コンソーシアム ◎㈱富士ピー・エス、㈱ジェパン・インフラ・ウェイマーク エアロダインジャパン㈱、芝本産業㈱	
開発代表者の連絡先	電話：06-6397-6457	Email：k.kidsuki@fujips.co.jp
技術概要	自律飛行ドローンと、通信環境を有するドローンポートを用い、現場内を自動飛行し、定点撮影を行う。ドローンポートより通信を行い、3次元化ソフトで処理してクラウドシステムへ情報を転送する。クラウドを介し現場の工程進歩状況を受発注者間で共有する。	
活用場面	施工管理時 現場巡視作業を机上で行う事による労力の軽減。工事進歩管理をクラウド上で表示することにより、受発注者間で情報を共有化する。また、現場進捗状況を3D表示することによりオンラインでの打合せを可能とし、現場に出向く労力を軽減する。	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工	

2. 基本諸元

技術の構成	◇システム myPRISM：クラウドソフト　海外で標準化された工事情報管理プラットフォーム SiteScan for ArcGIS：クラウドソフト　画像処理、点群生成 ◇機材 巡視及び空撮に使用するドローン(SkydioJ2)	
技術の構成図	 自律航行型ドローン Site Scan for ArcGIS 	
使用するデバイス	❑SkydioJ2	❑SkydioJ2：夜及び雨天以外
デバイスの 連続稼働時間	❑SkydioJ2：1バッテリー当り23分	可用温度範囲：-5℃～40℃
技術を適用可能な 現場条件	◇現場条件 橋梁上部工、道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般などに適用可能	

技術活用のプロセス		**◇新技術活用のプロセス** **①myPRISMの要件整理** 現場の管理工種等について要件整理を実施する。 **②3Dソフト・ドローンの導入(空撮・定点撮影・巡視)** 自動航行ドローンの講習を受講し、現場に導入する。 **③myPRISMへの投入、カスタム、構築** 3Dモデル(施行時:詳細度200程度)の為のドローンによる空撮データ、定点写真データ、巡視におけるデータの収集、 myPRISMへアップデートすると共に、管理工種に即したシステム及びデータ構築を行う。 **④データの送信、クラウドによる共有** 期間毎にデータを送信し、クラウド上で共有する。 現場、会社にて同じデータを共有する。  技術活用のプロセスフロー
技術導入に要する時間		◇myPRISM:現場での管理工種によるカスタマイズに要する時間に応じて変わる。 ◇SkydioJ2 :操作方法講習後、即日導入。
アウトプット		◇ドローン(SkydioJ2):3Dモデル化、点群データ、オルソ化、Jpeg、PDF等
データ処理システム		❑Site Scan for ArcGIS
	利用方法	フライトアプリ:iPadへAppをインストールし、ドローンと連携させて使用する クラウドソフト:画像処理、点群生成を行う。Google ChromeやFirefoxなどのWebブラウザからアクセスして利用する。
	利用費用	ライセンス費用:年間72万円～(税別) ※サブスクリプション契約
	AI技術の精度(学習結果に対する性能評価)	該当なし
データ共有システム(クラウドシステム等)		❑myPRISM(建設プロジェクトマネジメントシステム)
	利用方法	海外建設業における標準仕様を企業(現場毎)に一部改良
	利用費用	15万円／月　程度

3. 技術活用により期待される効果

作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ドローンでの巡視を実施する事により、現場事務所から巡視箇所への移動が不要となり、監督巡視の時間縮減に繋がる。（約40分/回）	現場事務所と現場が同一箇所にないこと。
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	該当なし	
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 新技術導入により、3Dモデリング化（詳細度：200程度）に4～5日程度必要であった期間が削減出来る。	自律航行により、現場を空撮出来ること。 天候、温度等のドローンの飛行条件が整うこと。
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	該当なし	
安全性の向上	実測 支店等から出張する移動時の事故遭遇、感染症に対するリスクが低減。 対面協議（接触機会）が無くなることによる新型コロナ等の感染回避が出来る。	監督店社が遠隔地にあること。 （試行現場では、大阪～松山）
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	該当なし	
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	該当なし	
施工管理の効率化・高度化	想定 発注者、現場、社内がクラウドで一元管理する事により、データ共有及びマネジメントが出来る。対面が減る事による接触機会の低減とデータのデジタル化による振返りが出来る。	Web動画閲覧可能な通信環境、パソコン等
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	工程情報等　入力方法を簡略化するべくクラウドシステムの改善中	該当なし
その他の効果	想定 現場状況を企業内及び発注者と情報の共有化が図れる。	Web動画閲覧可能な通信環境、パソコン等
試行当時から更新された結果（2021年1月現在）	該当なし	

4. 作業条件・運用条件

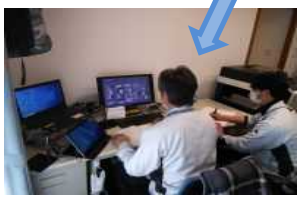
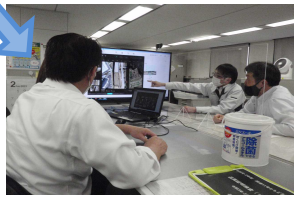
施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	特になし
安全上の配慮	ドローン飛行に関する一般的安全上の配慮。
法令上の手続き	ドローン飛行に対して ・DID地区など場合には、国土交通大臣の許可が必要。 ・飛行許可の申請はDIPS(ドローン情報基盤システム)への申請。 ・飛行計画の登録は、飛行情報共有機能(fiss)への登録。
通信環境	事務所のネットワーク環境(WEB動画が閲覧できる程度)
技術の利用形態 (リース等の入手性)	ドローン:レンタル システム:年間契約
導入コスト	myPRISM:(初期導入年度費用500万円、以降利用料15万円／月)程度 ※ユーザー(プロジェクト)数により見積対応 ドローン:10万円／月～(カスタマイズによる。)

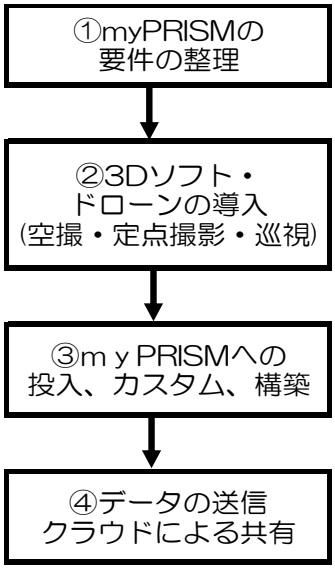
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	自律飛行ドローン及びクラウドシステムを使用した現場巡視作業と工程進歩情報の共有	
技術バージョン	2021年1月	
開発者	『FJAS』コンソーシアム ◎㈱富士ピー・エス、㈱ジェパン・インフラ・ウェイマーク エアロダインジャパン㈱、芝本産業㈱	
開発代表者の連絡先	電話：06-6397-6457	Email：k.kidsuki@fujips.co.jp
技術概要	自律飛行ドローンと、通信環境を有するドローンポートを用い、現場内を自動飛行し、定点撮影を行う。ドローンポートより通信を行い、3次元化ソフトで処理してクラウドシステムへ情報を転送する。クラウドを介し現場の工程進歩状況を受発注者間で共有する。	
活用場面	施工管理時 現場巡視作業を机上で行う事による労力の軽減。工事進歩管理をクラウド上で表示することにより、受発注者間で情報を共有化する。また、現場進捗状況を3D表示することによりオンラインでの打合せを可能とし、現場に出向く労力を軽減する。	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工	

2. 基本諸元

技術の構成	◇システム myPRISM：クラウドソフト　海外で標準化された工事情報管理プラットフォーム SiteScan for ArcGIS：クラウドソフト　画像処理、点群生成 ◇機材 巡視及び空撮に使用するドローン(SkydioJ2)	
技術の構成図	 自律航行型ドローン Site Scan for ArcGIS  	
使用するデバイス	❑SkydioJ2	❑SkydioJ2：夜及び雨天以外
デバイスの 連続稼働時間	❑SkydioJ2：1バッテリー当り23分	可用温度範囲：-5℃～40℃
技術を適用可能な 現場条件	◇現場条件 橋梁上部工、道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般などに適用可能	

技術活用のプロセス		**◇新技術活用のプロセス** **①myPRISMの要件整理** 現場の管理工種等について要件整理を実施する。 **②3Dソフト・ドローンの導入(空撮・定点撮影・巡視)** 自動航行ドローンの講習を受講し、現場に導入する。 **③myPRISMへの投入、カスタム、構築** 3Dモデル(施行時:詳細度200程度)の為のドローンによる空撮データ、定点写真データ、巡視におけるデータの収集、 myPRISMへアップデートすると共に、管理工種に即したシステム及びデータ構築を行う。 **④データの送信、クラウドによる共有** 期間毎にデータを送信し、クラウド上で共有する。 現場、会社にて同じデータを共有する。  技術活用のプロセスフロー
技術導入に要する時間		◇myPRISM:現場での管理工種によるカスタマイズに要する時間に応じて変わる。 ◇SkydioJ2 :操作方法講習後、即日導入。
アウトプット		◇ドローン(SkydioJ2):3Dモデル化、点群データ、オルソ化、Jpeg、PDF等
データ処理システム		❑Site Scan for ArcGIS
	利用方法	フライトアプリ:iPadへAppをインストールし、ドローンと連携させて使用する クラウドソフト:画像処理、点群生成を行う。Google ChromeやFirefoxなどのWebブラウザからアクセスして利用する。
	利用費用	ライセンス費用:年間72万円～(税別) ※サブスクリプション契約
	AI技術の精度(学習結果に対する性能評価)	該当なし
データ共有システム(クラウドシステム等)		❑myPRISM(建設プロジェクトマネジメントシステム)
	利用方法	海外建設業における標準仕様を企業(現場毎)に一部改良
	利用費用	15万円／月　程度

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ドローンでの巡視を実施する事により、現場事務所から巡視箇所への移動が不要となり、監督巡視の時間縮減に繋がる。（約40分/回）	現場事務所と現場が同一箇所にないこと。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 新技術導入により、3Dモデリング化（詳細度：200程度）に4～5日程度必要であった期間が削減出来る。	自律航行により、現場を空撮出来ること。 天候、温度等のドローンの飛行条件が整うこと。
安全性の向上	実測 支店等から出張する移動時の事故遭遇、感染症に対するリスクが低減。 対面協議（接触機会）が無くなることによる新型コロナ等の感染回避が出来る。	監督店社が遠隔地にあること。 （試行現場では、大阪～松山）
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 発注者、現場、社内がクラウドで一元管理する事により、データ共有及びマネジメントが出来る。対面が減る事による接触機会の低減とデータのデジタル化による振返りが出来る。	Web動画閲覧可能な通信環境、パソコン等
試行当時から更新された結果（2021年8月現在）	工程情報等　入力方法を簡略化するべくクラウドシステムの改善中	該当なし
その他の効果	想定 現場状況を企業内及び発注者と情報の共有化が図れる。	Web動画閲覧可能な通信環境、パソコン等

4. 作業条件・運用条件

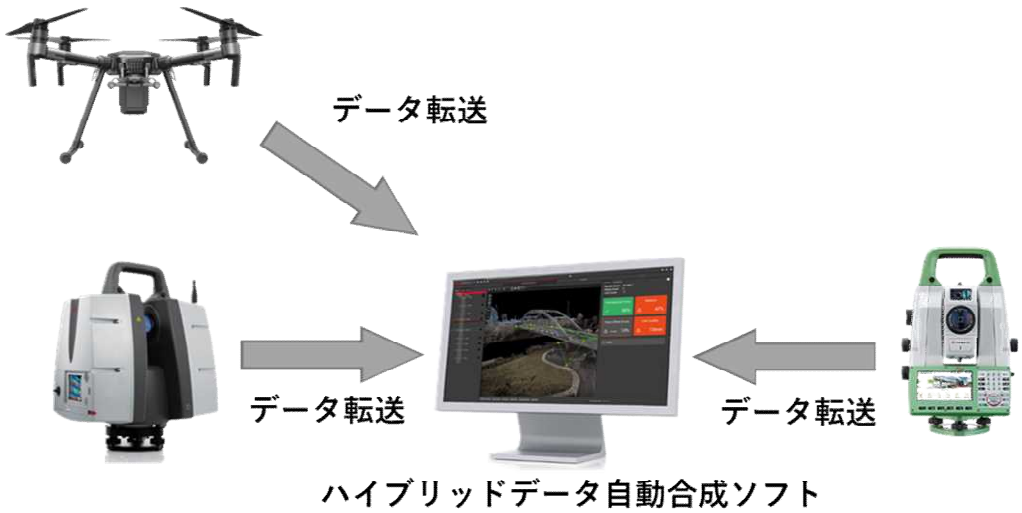
施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	特になし
安全上の配慮	ドローン飛行に関する一般的安全上の配慮。
法令上の手続き	ドローン飛行に対して ・DID地区など場合には、国土交通大臣の許可が必要。 ・飛行許可の申請はDIPS(ドローン情報基盤システム)への申請。 ・飛行計画の登録は、飛行情報共有機能(fiss)への登録。
通信環境	事務所のネットワーク環境(WEB動画が閲覧できる程度)
技術の利用形態 (リース等の入手性)	ドローン:レンタル システム:年間契約
導入コスト	myPRISM:(初期導入年度費用500万円、以降利用料15万円／月)程度 ※ユーザー(プロジェクト)数により見積対応 ドローン:10万円／月～(カスタマイズによる。)

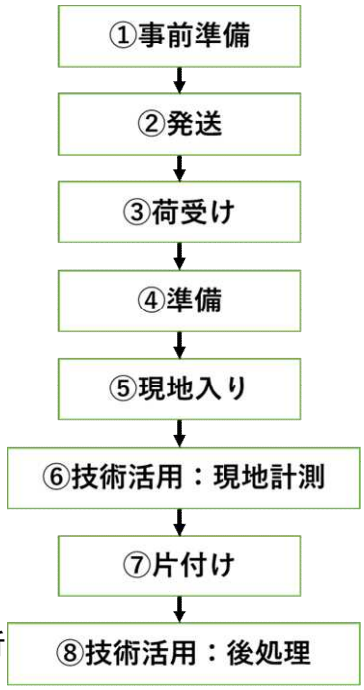
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	UAVなどを活用したハイブリッド上部工着工前基本測量	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	◎株式会社駒井ハルテック　生産技術本部　技術研究部 株式会社イクシス	
開発代表者の連絡先	0439-87-7470	Email：tachi@komaihaltec.co.jp
技術概要	道路橋の上部工着工前の下部工の測量において、従来の測量では、高所作業車を設置し橋脚上に昇り測量を行っていた。特に高橋脚、山間部などでは昇降設備の設置や河川内橋脚ではワイヤーブリッジ又は脚上への搭乗クレーンでの対応が必要となる。そこで、UAVによる高解像度画像計測、地上型レーザースキャナー及び高精度トータルステーションを用いたハイブリット計測により、高所作業や事前設備が不要となり、安全で省力化が図れる計測が可能となる。また、レーザースキャナーやトータルステーションにより取得した計測データと高解像度画像データを結合させる変換ソフトによって、より高精度な計測が可能となる。	
活用場面	本設工事／施工管理（測量）	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工、橋梁下部工	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス 高性能UAV、高精度レーザースキャナー、高精度トータルステーション 機材 解析・処理用PC システム 点群解析ソフト、点群処理ソフト、点群マッチングソフト	
技術の構成図		
使用するデバイス	高性能UAV、高精度レーザースキャナー、 高精度トータルステーション	UAV：雨・風のない事 レーザースキャナー：雨の無い事 トータルステーション：特になし
デバイスの 連続稼働時間	高性能UAV バッテリー1セットにつき、20分程度 高精度レーザースキャナー バッテリー1セットにつき、3時間程度 高精度トータルステーション バッテリー1セットにつき、8時間程度	気温は20℃で左記稼働時間
技術を適用可能な 現場条件	橋梁上部工を施工する前の橋梁下部工設置現場 航空法で許可が取れる現場 森林、鉄塔、高圧線が付近に無い事	

技術活用のプロセス		①事前準備・・・・技術活用日程の調整 現地責任者との日程等確認 現場状況の確認 場所の確認 機材の確認　　:UAV・TLS・TS・PC バッテリーの充電:UAV・TLS・TS 発送用梱包　　:発送先の確認 ②発送・・・・・・・・計測前日指定での発送 ③荷受け・・・・・・指定先にて機材等の荷受け 機材等の確認 ④準備・・・・・・・・動作確認:UAV・TLS・TS・PC バッテリー残量最終チェック ↓ 必要に応じて充電 現場責任者との最終確認 ⑤現地入り・・・・必要に応じて新規入場者教育 朝礼にて技術活用の周知 注意事項の共有 ⑥技術活用・・・・天候・風向で計測順を考慮し実施 ⑦片付け ⑧後処理・・・・・・PCによるハイブリッド計測の自動解析 精度確認後、計測成果出力 
技術導入に要する時間		機械・機材等の準備(手配):１日 計測作業:１日 後処理・成果:２日
アウトプット		UAV:写真→点群データ(txt等)→三次元CADデータ(dxf等) TLS:点群データ(txt等)→三次元CADデータ(dxf等) TS:単点座標データ(txt等) ハイブリッドデータマッチング後データ(二次元CADデータ)(dxf等)
データ処理システム		地上から高精度レーザースキャナーにて計測した橋脚若しくは橋台の側面点群データからその面を推定し面データを生成。 上空からは高性能UAVにて取得した画像データから橋脚若しくは橋台の上面の点群データを生成し面を推定し面データを生成。 地上から高精度トータルステーションで橋脚若しくは橋台周辺の単点座標データを計測。 上記側面データ、上面データおよび単点座標データをマッチングさせて支間長および支承位置を高精度に算出するシステム。
	利用方法	自社開発システム(株式会社イクシス社製)
	利用費用	未設定
	AI技術の精度(学習結果に対する性能評価)	特になし
データ共有システム(クラウドシステム等)		未設定
	利用方法	未設定
	利用費用	未設定

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	実測 想定 従来は、高所作業車を用いた安全設備の設置などが必要となり、技術活用によって5日短縮(45%削減)となった。	従来:安全設備:4日、測量:5日、報告書作成:2日　合計:11日 技術活用:機材準備:1日、測量:3日、報告書作成:2日　合計:6日
作業人員の縮減	実測 想定 作業時間同様、技術活用によって18人工(64%削減)することができた。	従来:安全設備:15人工、測量:10人工、報告書作成:3人工　合計:28人工 技術活用:機材準備:2人工、測量:6人工、報告書作成:2人工　合計:10人工
安全性の向上	実測 想定 従来作業では高所作業車を利用したり足場を組んで昇降し、高所での計測作業であったが、地上から天面のデータを高精度に取得する事で高所作業は無くなり安全性が向上する。	従来:高所作業車・足場・安全設備 活用技術:特になし
品質の確保・向上	実測 想定 従来と同等	従来と同等
施工管理の効率化・高度化	実測 想定 高所作業車・足場などの段取りが不要になり、且つ従来と同等の精度で支承間の距離を算出できるため効率化が図れる	高所作業車:レンタル料不要 足場、安全設備:不要
その他の効果	実測 想定 安全設備の施工等が不要となるため、山間部や河川上など橋梁の測量には効率化が図れる。	高所作業車・足場が不要になり、且つ直接計測と同等の精度が迅速に得られる事で施工性・安全性が向上

4. 作業条件・運用条件

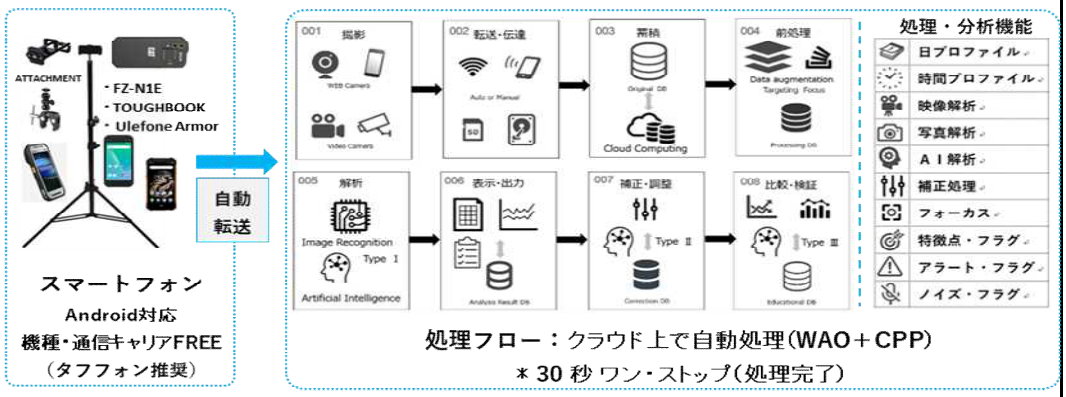
施工技術者の技量	UAVの操縦・測量の技術　レーザースキャナー、トータルステーションの測量技術が必要 （UAV講習修了者尚良　測量士、測量士補有資格者尚良）
必要構成人員	当技術活用には、計測時は最低2名必要。 解析、計算、成果は1名で対応可。
安全上の配慮	技術活用のために、航空局への許可申請が好ましい。 また、活用時には現場関係者に周知徹底し、特にUAVの計測時は半径30m以内に人が立ち入らぬよう対策を講ず。
法令上の手続き	航空法第 132 条第1項に定める「飛行禁止空域」における飛行や同 132 条の2第 1 項に定める「飛行の方法」によらない飛行を行おうとする場合、無人航空機を飛行させる者は、飛行開始予定日の少なくとも 10 開庁日前までに、申請書類を提出
通信環境	特になし
技術の利用形態 （リース等の入手性）	未設定
導入コスト	未設定

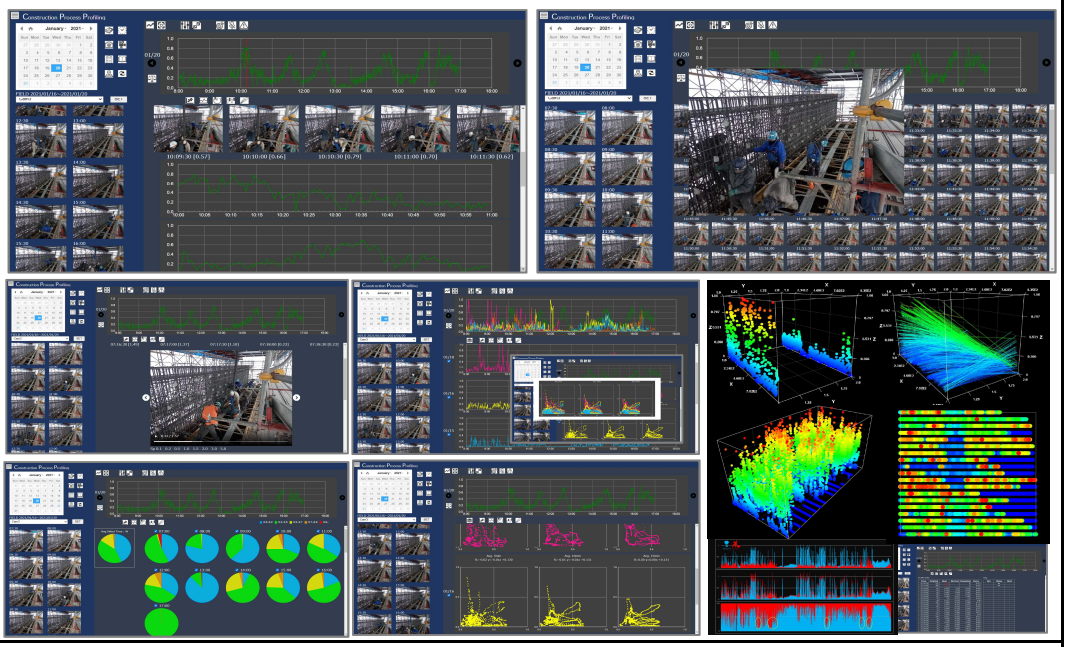
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

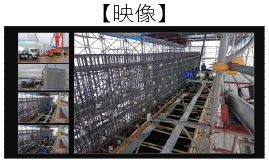
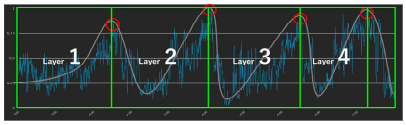
技術名	CPP（シー・ピー・ピー：Construction Process Profiling）	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	株式会社　オーベック	
開発代表者の連絡先	電話：011-532-7776	Email：ohba@ohbec.co.jp
技術概要	本技術は、建設現場における施工プロセス全体を連続的に撮影した個々の画像フレームの特徴量をもとに、プロファイリングを行うものである。ここでのプロファイリングとは、画像解析用プログラム（AI）により、画像特徴量（IC）を抽出し、連続する画像間のIC変化量をプロファイリング値（P値）として算出するものである。さらに、その値を時系列的に波形として表現し、その波形をもとに、工事や工種毎の施工プロセスの「**類似性**」について重ね合わせ処理や相関解析、成分分析などを通じて評価するものである。また、P値（波形の要素）をもとに、作業の繰り返しや混雑性を推定し、リスクの発現可能性や生産性を表現するための指標（INDEX）を導出することで、施工管理の技術者支援を行うことを目的としている。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）すべて。なお、施工計画シーンにおいては、プロファイリング結果（波形等）をブレーンストーミングなどを通じて計画へ反映、活用することになる。	
適用工種、対象作業等	土木・建築工事全般	

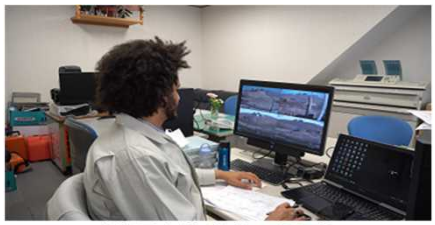
2. 基本諸元

技術の構成	・デバイス：スマートフォン ・クラウドサーバ ・画像解析AIエンジン：WAO（Whole Action Observation：クラウドサーバ上実装） ・プロファイリングAI：CPP（クラウドサーバ上実装）	
技術の構成図		
使用するデバイス	スマートフォン	利用するスマートフォンの仕様によるが、本体Android対応、IP68/IP69K 防水、防塵、耐衝撃型のアウトドア型（タフフォン）推奨
デバイスの 連続稼働時間	利用するスマートフォンの仕様による。充電時12時間程度稼働	利用するスマートフォンの仕様による。 稼働環境 -20 ℃ ～ 40 ℃程度。
技術を適用可能な 現場条件	インターネット接続可能環境	
技術活用のプロセス	001 撮影→スマートフォンによる撮影 002 伝達→クラウドサーバへ画像自動転送 003 蓄積→クラウドサーバ内DBへ蓄積 004 前処理→画像の加工・編集 005 解析→プロファイリングの実行 006 表示→各種グラフなどを表示 007 補正・調整→ノイズなどを補正 008 比較・検証→日々の施工プロセス（プロファイリング結果）を比較、検証 009 方針決定（EBPM：Evidence-based policy making） ※002～008までをCPPがシステム的に自動で実現。ユーザーは、撮影（スマートフォンと三脚、アタッチメント等により容易に設置可）するだけでシステムから算出されたアウトプット（波形等）を参照しながら日々の施工管理の情報としてして共有、活用する。 	

技術導入に要する時間		設置・撤去は、1～3分／日 （常時電源供給可能であれば、施工開始時と施工完了時に設置、撤去するのみ）
アウトプット		プロファイル（日、時間）、映像、画像リスト、オーバーレイ図、チェックリスト、相関図、成分分析図、ノイズ・KPF（Key Performance Flag）・アラートの各フラグ設定図など。解析によりリスク発現確率指標や生産性指標などの算出が可能である。 
データ処理システム		
	利用方法	スマートフォンは市販品 CPPクラウドシステムは、独自開発システム。
	利用費用	標準費用は、月額（1台） 3 万円～ 5 万円（クラウド運用費込み）
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	画像パターン認識AI（自社開発アルゴリズム：自律・自己認識型のAIのため教師データ不要）。画像フレームに対しての符号化付与による認識率は100%。プロファイリング結果（波形等）について映像による類似性や意味づけをすることにより教師データとして学習モデル(ディープラーニング)への援用が可能。
データ共有システム（クラウドシステム等）		プロファイリング結果（波形）については、テキスト形式（P-T 2次元数値データ）。施工プロセスのタイムラプス動画や写真などもダウンロード可能。利用者は、データ公開の限定、フルオープンなどの設定が可能。
	利用方法	クラウドサービス／現場毎の利用契約
	利用費用	データ処理システムと一体型のクラウド運用形態であり、月額 3 万円～5 万円

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	実測 ◯ 想定 遠隔で日々の施工状況を把握することが可能であるため、施工管理を支援するための時間短縮、移動レス、カーボンレスを実現	現場稼働日（年間365日）×現場数×現地までの移動時間の削減
作業人員の縮減	実測 想定 ◯ 複数現場の施工管理の支援が可能となる	本社（バックオフィス）人員による施工管理支援（2現場・6台のカメラを同時にモニタリング）
安全性の向上	実測 想定 ◯ ・施工空間上の特定領域（フォーカス領域）を設定し、プロファイリングを行うことにより想定危険箇所の監視が可能となった。 ・リスク発現可能性指標（CPR：Construction Produce Risk probability index）をもとにリスクの発現可能性をリアルタイムで推定。	フォーカス領域に対するプロファイリング結果（波形）やCPRをリアルタイムでモニタリングしながら接触や転落の類似事象を検出しアラートを発することで安全性向上のための注意喚起を行う。 $CPR = \frac{\Sigma P(t)}{T}$ P：Profile value　T：Time
品質の確保・向上	実測 ◯ 想定 これまでの品質管理は、成果物（土木構造物等）としてのストックの比較検証が主眼であったが、リアルタイムで現場の状況を参照、把握できることによりフロー型（施工プロセス監視型）の施工管理を実現し、振り返りレビュー等を併用しながら品質の確保・向上を図ることが可能となった。	スマートフォンを現場に設置し、CPPを通じてプロファイリングを行うことにより、現場の稼働時間全体の施工状況を網羅する形で管理。
施工管理の効率化・高度化	実測 ◯ 想定 ・施工管理の目的の一つは、現場の施工状況を確認、把握することであるが、これまでは、現地に実際に赴く必要があったが、CPPにより遠隔で画像や映像を参照しながら、プロファイリングを行うことにより現地に行かずに施工管理を支援することが可能となった。 ・リアルタイムで施工状況を比較、検証することが可能となり、従来のストック比較型からフロー比較型の新たな施工管理方法を実現できた。	映像を参照して一日の施工状況を把握するためには、タイムライムラプス映像であっても、5分程度かかっていたが、プロファイリング（波形）の参照は、数秒程度の確認で認識可能。 【映像】  【プロファイル】 

その他の効果	実測 想定 ・本技術の導入は、スマートフォンを現場に設置するだけで実現できるため、低価格で誰もが簡単に取り組むことが可能となり、中小建設業への普及、展開が期待される。 ・CPPによるプロファイリングは、施工管理に関する知識がなくとも波形の解釈や出力される各種の数値データや図を理解できれば実施できるため、施工管理業務の支援を行うことが可能である。そのため、これまで建設業に従事したことのない女性や外国人、現場への移動が困難な障害のある方、あるいは、AIやICTスキルを保有している学生などの新たな人材が建設分野において活躍できるステージを提供でき、担い手不足の一助となる。一方で、施工経験のあるベテラン職員のノウハウをCPPへ継承しながら、適切なアドバイスをいただくなど高齢者の活躍の場の提供も期待される。	 【外国人技術者の活用】 新たな人材活用イメージ（外国人活躍） （施工管理支援・解析・アドバイス）

4. 作業条件・運用条件

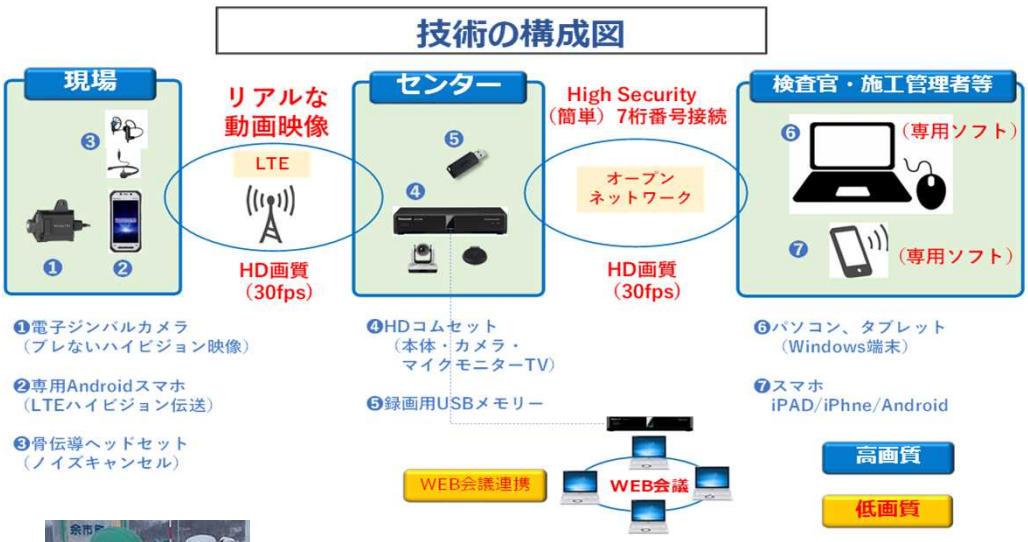
施工技術者の技量	CPP導入に際しての施工技術者の技量は不要。 但し、データ解析や分析あるいは、その解析結果を解釈するには、建設現場の動き（施工プロセス）を理解していることが望ましい。
必要構成人員	スマートフォン（タフフォン）設置及び撮影開始・終了操作： 1人
安全上の配慮	設置したスマートフォンの落下防止（高所の場合）
法令上の手続き	特になし
通信環境	通常のインターネット通信環境（LTE、Wi-Fiなど）
技術の利用形態 （リース等の入手性）	撮影用アプリケーション（Android版）をスマートフォンへダウンロードして、撮影を行い、クラウドサーバ上にある所定サイトよりプロファイリング結果について参照、解析／分析などを行う。
導入コスト	スマートフォン（タフフォン推奨）本体：3 ～ 15 万円／台 通信費：月額 3 千円／台～ CPPクラウドサービス利用料：月額 1 万円／台～ ・機種や通信サービスによるが、充電時稼働時間 12 時間／日

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	映像伝送技術（（HDコムLive偏）	
技術バージョン	2020 年10月	
開発者	パナソニック 双葉電気工業 〇環境風土テクノ 建設IOT研究所	
開発代表者の連絡先	電話：03-5318-9706	Email：tanji_copy@k-f-t.co.jp
技術概要	一般的なWeb会議システムでは、エンコード側のエンコード帯域を、端末側で設定することはできないが、本技術（HDコムLive）では、端末側でエンコード帯域（上限値）を設定でき、使用用途や通信パケット量を考慮した、自由度の高いフレキシブルな運用が可能となるビデオ会議システムである。 なお、設定可能なエンコード帯域の最大値は4Mbpsとなり、この値はスマートフォンのエンコード性能と公衆無線回線網（LTE）の実効帯域（好条件でなければ4Mbps 以上の帯域確保は困難）を鑑み、 720Pの解像度で4Mbpsあれば、多少動きの激しい映像であっても、 十分な映像品質が確保できるとの判断から決められた値である。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）など適用範囲は広い	
適用工種、対象作業等	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）,道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、シールド工、ダム、発電所	

2. 基本諸元

技術の構成	●専用端末/PCがインタ-ネット経由で直接通信 ●伝送帯域幅を利用者(端末側)で自由に設定可能 (例:最大4Mbps) ●遅延の伸びと帯域との関係を観測し，ふくそうに依存しないスパイク遅延の形状を動的に推定することで，無駄な帯域の低下を発生させないようにしている。	
技術の構成図	 	
使用するデバイス	❶電子ジンバルカメラ ❷専用スマホ ❸HDコムセンターセット	❶(動作温度)-5～+50℃、(防塵・防水) IP65、(最低被写体照度)0.75lx ❷(動作温度)-10～+50℃、(防塵・防水)IP66/68準拠、(液晶画面)4.7型HD、(キャリア)Docomo ❸(動作温度)0～+40℃、(電源)AC100 ～220V/消費電力最大73W、待機時0.6W
デバイスの連続稼働時間	❷専用スマホ	連続使用 2時間～4時間(システム設定、バッテリー劣化により変化)
技術を適用可能な現場条件	❷専用スマホLTE(Docomo)による通話が可能なエリア	

技術活用のプロセス		①現場の通信エリア確認、携帯電話による通信が可能地域を選定 ②HDコム本体設置オープンネットワーク光回線の接続・設定 ③使用PC、スマホ専用アプリ（アプリ＋アクティベーションキー）の設定、7桁接続番号の取得 ④接続専用スマホ→センター、PC/スマホ→センターにそれぞれの7桁接続番号で接続
技術導入に要する時間		不要条件：上記の技術活用プロセスが完了していること
アウトプット		録画データ全ての通信の録画データ（mp4フォーマット/HD画質）
データ処理システム		「該当なし」
	利用方法	「該当なし」
	利用費用	「該当なし」
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	「該当なし」
データ共有システム（クラウドシステム等）		「該当なし」
	利用方法	「該当なし」
	利用費用	「該当なし」

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	実測 想定 移動時間レスで、臨場一回当たり約2時間の縮減	本社から29kmの当該現場の実測により、1回当たりの移動時間1時間46分が縮減された。
作業人員の縮減	実測 想定 現場監督要員の削減	遠隔臨場の実施により現場臨場における待ち時間や現場拘束時間が削減され、現場監督要員の負担削減に結び付く。
安全性の向上	実測 想定 安全パトロールなど遠隔で可能になり、複数の人間による確認が可能。現場内のリスク予防力が向上する。	現場監督技術者にモバイルカメラ携帯が必要
品質の確保・向上	実測 想定 遠隔臨場で日常的に本社技術者の経験知利用が容易になり品質確認の頻度が増大した。	現場監督技術者に映像利用の習性醸成とモバイルカメラ携帯が必要
施工管理の効率化・高度化	実測 想定 遠隔臨場により本社管理者を含めた複数人での現場管理が可能となり、現場監督員の負担軽減、複数現場の管理が可能となる。	遠隔臨場技術の活用することのメリットを共有化、共通認識できる社内風土の醸成が必要
その他の効果	実測 想定 遠隔臨場の活用により技術蓄積、継承など知財化と施工手順などの新人教育への映像活用。	現場監督技術者にモバイルカメラ携帯が必要
試行当時から更新された結果（2021年9月現在）	コロナ対策として接触レス効果で臨場一回当たりの接触回数が一回、接触人数が1人削減。	コロナ対策として臨場一回当たりで検査者と現場担当者の接触回数1回、接触人数1人が縮減された。

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	施工における生産性や安全性を高めるうえでのIT技術の有益性についての理解とIT技術（ツール）の操作を可能にする基礎知識の取得が必要
必要構成人員	1人（遠隔臨場の最終目標は作業レベルの無人化である）
安全上の配慮	遠隔臨場のツール利用において、モバイルカメラや通信機器（携帯通信機）など従来の装備とは異なることから、作業や走行面でなれる必要がある。
法令上の手続き	国外利用の場合、輸出品の許可が必要のケースがある
通信環境	独自の通信環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	買取、レンタル
導入コスト	基本装置130万円から150万円、年間ライセンス、通信費

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	W CIM（ダブリュシム）	
技術バージョン	2020 年06月	
開発者	トライポッドワークス株式会社 〇株式会社環境風土テクノ	
開発代表者の連絡先	電話：090－30380－5485	Email：k-suda@bolero.plala.or.jp
技術概要	ネットワークカメラ（webカメラ）については、直接監視とともに、映像解析装置を使用し、映像のタイムラプス化を図り、時系列でのタイムラプス記録映像化を図る。また映像から全体映像の画像変化量によるプロファイリングやヒートマップを解析し、施工状況の変化や施工現場での車両や人の混雑度などを分析する。3次元ヒートマップに時間軸を加え4次元ヒートマップとすることで、混雑度、重複度の時間経過に伴う作業集中位置の変化など可視化でき、現場で管理すべきポイントの状況が把握できる。	
活用場面	施工管理（進捗管理・安全監視）／災害監視（地すべり、河川出水）	
適用工種、対象作業等	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）,道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、シールド工（立坑）	

2. 基本諸元

技術の構成	▽現地システム ・映像解析サーバー ・ネットワークカメラ（定点カメラ、モバイルカメラ） ・PoE Swich ・インターネット回線 ▽リモートシステム ・閲覧用PC ・閲覧用モバイル端末 ▽インフラ ・クラウドシステム

技術の構成図		
使用するデバイス	ネットワークカメラ（定点カメラ）	全天候型
デバイスの 連続稼働時間	常時（24時間365日）稼働 AC100V有線給電	−30℃～55℃ −30 ℃～60℃（赤外線LEDオフ時） 湿度10～100% RH（結露可）
技術を適用可能な 現場条件	AC100V電源共有可能であること 光回線敷設範囲もしくはモバイル圏内であること ※通信回線を確保できない場合はクローズド運用も可能	
技術活用のプロセス	①システム搬入・据付 現場にカメラを半日～1日程で設置 ②映像情報の取得・蓄積 映像情報24時間365日蓄積 ③映像リアルタイム解析 映像をリアルタイムに動体解析 ④映像ライブ確認・判断 現場ではリアルタイムに随時データを確認 ⑤解析データ処理 ある一定の間隔でデータ解析を実施 ⑥データ活用・判断 解析データを用いて状況判断・実行 ⑦システム撤去 施工期間終了後に半日程で撤去	

技術導入に要する時間		機材納期：中３日（取り寄せ機材があれば別途） 設置、導入教育：半日～１日 撤去：半日
アウトプット		・映像データ － 映像生データ － タイムラプスデータ － 解析データ（ヒートマップ、トラッキング他） ・四次元動体数値データ － 座標(X) － 座標(Y) － 動き量 － 時間
データ処理システム		ネットワークカメラから得られた映像情報に対して時系列動体解析を行う
	利用方法	自社開発システム
	利用費用	販売：40万円～
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	動体解析：独自アルゴリズム 性能・精度：ピクセル精度とカメラアングルに依存
データ共有システム（クラウドシステム等）		クラウドポータルシステム 共有データ形式：タイムラプス映像データ、解析映像データ、解析数値データ 共有可能な者：契約者および閲覧を許可された者
	利用方法	ライセンス契約
	利用費用	基本サービス費用：¥36,000／月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	実測 想定 工事の事故要因や施工障害要因など3分程度のタイムラプス映像による一日作業（8時間）の振り返りが3分で可能と、関係者への聞き取りやビデオ映像の視聴に比べ振返り時間を大幅に短縮。	ネットワークカメラの設置位置や撮影方法にが重要になる。
作業人員の縮減	実測 想定 クラウドへ自動記録を行うと、通常技術者1人で対応していたのが、本社技術者を含め複数人での現場管理が可能となり現場技術者の負担を軽減。	ネットワークカメラ1台毎にクラウド利用契約が必要。

安全性の向上	実測 想定 前日の映像が翌日の朝の作業員との打ちあわせに、タイムラプス映像で振り返りができ、不安全行動などについての改善をその場で指摘できる。また。複数視点管理により不安全行動への監視が可能。	施工計画に沿ったカメラ設置計画が必要になる。
品質の確保・向上	実測 想定 ネットワークカメラを複数設置することで、施工過程や出来栄えなどの品質確認が複数人で可能となる。また日常的に撮影されていることから、作業員の品質管理の意識が醸成される。	施工前に品質管理チェックシートを作成しておく必要がある。
施工管理の効率化・高度化	実測 想定 ネットワークカメラにより施工現場の複数視点管理が可能になり、少人数現場でのリスク改善の迅速化により、手戻りなどの非効率要因の解消が図れる。	施工前に工事進捗管理チェックシートを作成しておく必要がある。
その他の効果	実測 想定 複数のカメラを活用し、写真計測による3次元再構築に繋げ、出来形管理が可能。 4次元ヒートマップで現場管理で注視すべきポイントが分かりやすくなる。	3次元再構築における点群形成において欠損部が発生しないように事前にアライン解析や品質評価が必要。

4. 作業条件・運用条件

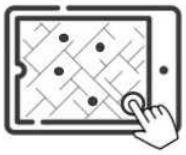
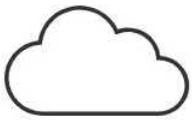
施工技術者の技量	パソコン操作が出来る程度（導入時研修の実施）
必要構成人員	管理者1名～
安全上の配慮	特になし
法令上の手続き	特になし
通信環境	インターネット回線（有線もしくは無線） ※通信回線を確保できない場合はクローズド運用も可能
技術の利用形態 （リース等の入手性）	システム購入、レンタル、リース
導入コスト	システム費用（工事費込み）：150万円～（基本カメラ4台） ランニング費用：基本サービス費用、オプション費用、通信費、電気代

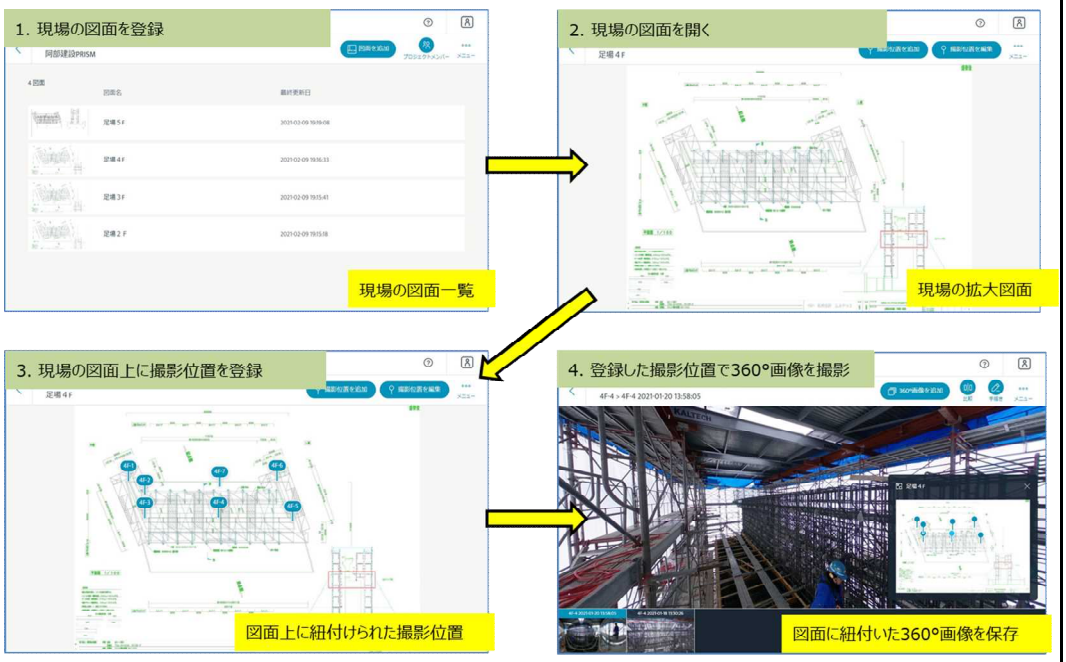
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

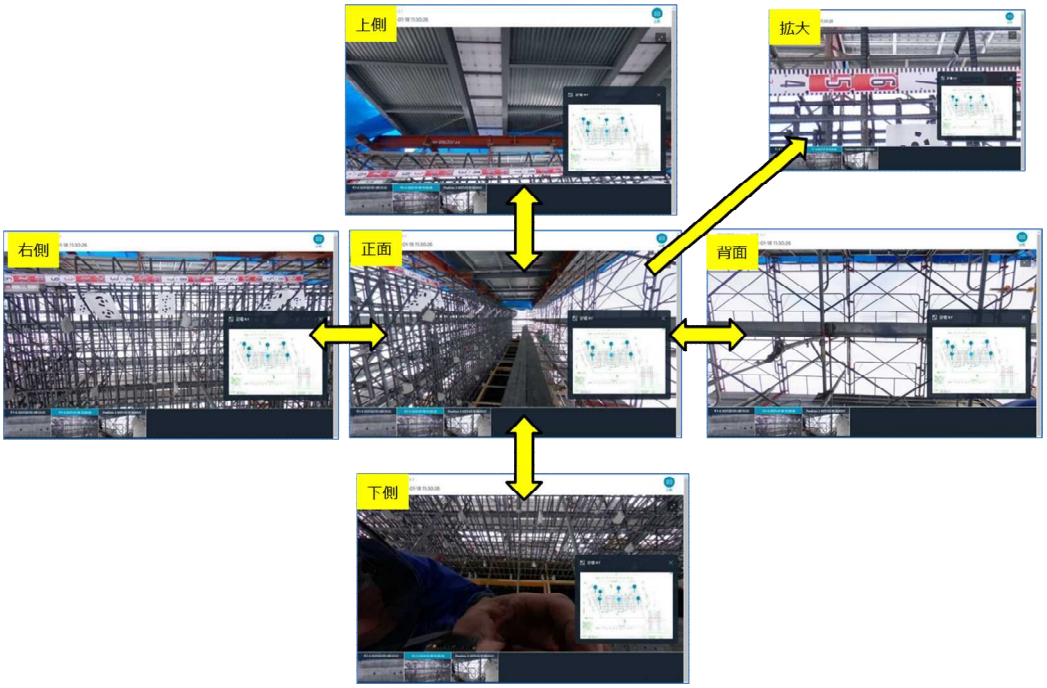
1. 基本事項

技術名	RICOH360 Projects	
技術バージョン	2021年2月	
開発者	株式会社リコー	
開発代表者の連絡先	電話：050-3534-2880	Email：shinya.sa.satoh@jp.ricoh.com
技術概要	「RICOH360 Projects」は、ワンショットで周囲すべてを撮影できる360°カメラ「RICOH THETA」で撮影した360°画像を現場の図面と紐付けて管理することにより、現場状況の把握・共有を効率化するクラウドサービスである。図面に紐付いた臨場感あふれる360°画像を任意のデバイスから閲覧することができるため、現場を訪問しないと分かりづらい細かい内容も全体でもれなく捉えて関係者に伝えることができる。	
活用場面	現地調査／仮設工事／本設工事／施工計画／施工管理などにおいて、現場状況を把握する必要があるすべての場面で活用できる。	
適用工種、対象作業等	土木・建築工事全般	

2. 基本諸元

技術の構成	・360°カメラ「RICOH THETA」 ・クラウドサービス「RICOH360 Projects」 （クラウドサービスへのアクセス手段として、PCのウェブブラウザあるいはiPad/iPhone専用アプリ）	
技術の構成図	 簡単に撮影 RICOH THETAで撮影するだけで360度画像を取得。1回の撮影で漏れなく現場を記録できます。  簡単に整理 タブレットの図面にタッチするだけで撮影位置を紐付け。オフィスに戻って写真整理する必要はありません。  簡単に共有 自動的にクラウドにアップロード。どこからでもブラウザでアクセスして現場の状況を確認できます。	
使用するデバイス	・360°カメラ「RICOH THETA」 ・(必要に応じて)「iPad/iPhone」	撮影距離　約10㎝～∞
デバイスの 連続稼働時間	「RICOH THETA」：撮影枚数 約300枚 「iPad/iPhone」：各モデルの仕様による	使用温度範囲　0℃～40℃ 仕様湿度範囲　90%以下

技術を適用可能な現場条件	インターネット接続可能環境
技術活用のプロセス	<撮影・整理 方法1> 001　撮影→iPad/iPhone専用アプリにて図面上の位置を指定し、RICOH THETAで360°画像を撮影 002　整理→iPad/iPhone専用アプリが図面上の位置と紐付いた360°画像を自動的にクラウドへアップロード <撮影・整理 方法2> 001　撮影→RICOH THETAで360°画像を撮影 002　整理→PCのウェブブラウザでクラウドサービスにアクセスし、、図面上の位置を指定して撮影した360°画像をクラウドへアップロード <共有> 003　共有→iPad/iPhone専用アプリあるいはPCのウェブブラウザでクラウドサービスにアクセスし、現場の図面に紐付いた360°画像を閲覧 **技術活用のプロセス** 
技術導入に要する時間	現場での撮影作業は、1枚あたり数秒。

アウトプット	**活用：現場の図面に紐付いた360°画像を開き、図面と照らし合わせながら現況確認する。** **活用：360°画像で周囲すべての状況を把握する** 

<table>
<tr><td colspan="2">アウトプット</td><td>活用：図面上の同一位置の360°画像を時系列で整理して蓄積する

活用：異なる360°画像同士を同一画面で比較する

</td></tr>
<tr><td colspan="2">データ処理システム</td><td>――――</td></tr>
<tr><td></td><td>利用方法</td><td>――――</td></tr>
<tr><td></td><td>利用費用</td><td>――――</td></tr>
<tr><td></td><td>AI技術の精度
（学習結果に対する性能評価）</td><td>――――</td></tr>
<tr><td colspan="2">データ共有システム
（クラウドシステム等）</td><td>PCのウェブブラウザやiPad/iPhone専用アプリでクラウドサービスにアクセスし、図面に紐付いた現場の360°画像を閲覧。クラウドサービスにアクセスするアカウントごとに管理/編集/閲覧権限を設定可能。</td></tr>
<tr><td></td><td>利用方法</td><td>クラウドサービスとしてチームごとに利用契約</td></tr>
<tr><td></td><td>利用費用</td><td>月額5,000円～（必要なアカウント数および画像数に応じて決まる）</td></tr>
</table>

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減	(実測) 想定 遠隔地にいながら現場の状況を臨場感ある形で把握でき、現地訪問せずとも現場に関する判断ができるため、移動時間の縮減につながる。	移動時間約2時間→0時間
作業人員の縮減	(実測) 想定 遠隔地にいながら現場の状況を臨場感ある形で把握でき、現地訪問せずとも現場に関する判断ができるため、大人数で現地へ赴く必要がなくなる。	現地訪問人数3人→1人
安全性の向上	実測 (想定) 遠隔地にいながら現場の状況をもれなく閲覧できるため、現場を訪問していない担当者から危険箇所の指摘を受けることができる。	
品質の確保・向上	実測 (想定) 時系列で整理された360°画像を閲覧することで、現場の状況を過去に振り返ってもれなく確認できるため、問題箇所が発生したときに対策が講じやすくなり、品質確保につながる。	
施工管理の効率化・高度化	(実測) 想定 遠隔地にいながら現場の状況を臨場感ある形で把握でき、現地訪問せずとも現場に関する判断ができるため、移動時間の縮減につながるとともに大人数で現地へ赴く必要がなくなる。 施工状況の記録として、周囲の状況まで含めて簡単に残せるようになる。	移動時間約2時間→0時間 現地訪問人数3人→1人
その他の効果	実測 (想定) 360°画像により周囲の状況もすべて含めて施工記録として残すことができるため、ノウハウの継承を行いやすくなる。	

4. 作業条件・運用条件

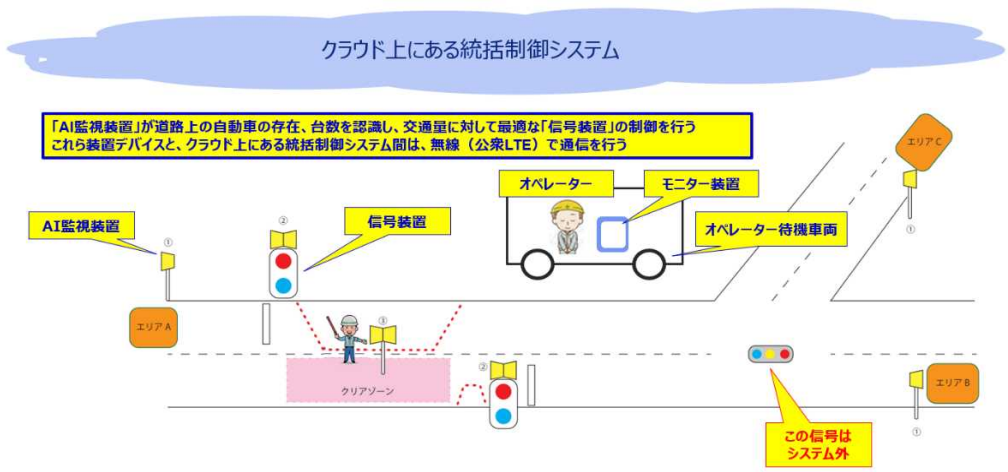
施工技術者の技量	一般的なiPad/iPhoneアプリやPCの操作ができれば特別な技量は不要
必要構成人員	現場での撮影要員：1人
安全上の配慮	撮影時における360°カメラやiPad/iPhoneの落下防止（高所の場合）
法令上の手続き	特になし
通信環境	通常のインターネット通信環境（LTE、Wi-Fiなど）
技術の利用形態 （リース等の入手性）	・360°カメラ「RICOH THETA」は汎用品であり、メーカー公式サイトや家電量販店にて容易に購入可能 ・クラウドサービス「RICOH360 Projects」は、PCのウェブブラウザやiPad/iPhone専用アプリ（AppStoreからダウンロード可能）からアクセス可能。
導入コスト	・360°カメラ「RICOH THETA」：モデルにより約4万円/台～約12万円/台 ・クラウドサービス「RICOH360 Projects」利用料：月額5,000円～（必要なアカウント数および画像数に応じて決まる）

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	AIによる交通状況を的確に認知した交通誘導技術	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	株式会社　CGSコーポレーション　◎ 洋林建設　株式会社 株式会社　エイビット	
開発代表者の連絡先	電話：0827-23-2081	Email：info@cgs1.co.jp
技術概要	交通誘導業務に伴い、AIカメラにより収集したデータを随時AIが分析し、交通誘導員の代わりにAIが信号機や電光表示板の操作を行うことで省人化・生産性向上を図る。 また、緊急車両や歩行者等を認識した場合は、現場に待機する警備員（オペレーター：通常時は誘導状況をモニターで集中監視）が速やかに対応する。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）等における片側交互通行規制の現場	
適用工種、対象作業等	現道を規制して行う作業について：道路改良工事、舗装工事、電線共同溝工事、道路維持工事、橋梁保全工事、上下水道工事、調査・測量業務など	

2. 基本諸元

技術の構成	・クラウド上に配置した「統括制御システム」 ・カメラが動画を撮影し、AIが物体認識およびトラッキングを行う「AI監視装置」 ・クラウドからの指示により、赤／青点灯表示を行う「信号装置」 ・オペレーターが、システムの稼働状況を監視閲覧、必要に応じて信号制御を手動で行う操作をするための「モニター装置」 から構成される、新交通誘導システム
技術の構成図	

使用するデバイス	1.クラウドプラットフォーム 2.動画カメラ、CPU、AIエンジン、LTE通信機 3.信号機、CPU、LTE通信機 4.モニター装置（パソコン、表示装置、LTE通信機）	1.（クラウドの為、特に制限なし） 2. 外気温0～35℃ 3. 外気温－20～60℃ 4. 車内温度0～35℃ ※本試行では保証値でなく参考値である
デバイスの 連続稼働時間	1. ー 2. 17時間以上（バッテリー駆動） 3. 24時間以上（バッテリー駆動） 4. 20時間以上（バッテリー駆動）	1.（クラウドの為、特に制限なし） 2. 1kWh電源使用時、於上記外気温 3. 信号機付属電池使用時、於上記外気温 4. 1kWh電源使用時、於上記車内温度 ※本試行では保証値でなく参考値である
技術を適用可能な 現場条件	市街地や山間部など、道路周辺で使用 ただし、LTE公衆通信網の圏内である事（NTT docomo回線）	
技術活用のプロセス	①現場へのデバイス機器搬入、および設置 ↓ ②「AI監視装置」「モニター装置」の電源投入 ↓ ③カメラの撮影画角および、撮影範囲の調整 ↓ ④「信号装置」の電源投入（※信号の初期状態は赤点灯で起動する） ↓ ⑤「統括制御システム」が、すべてのデバイスの正常起動を確認して、自動的に新交通誘導を開始する	
技術導入に要する 時間	機械・機材等の準備(手配)：1週間程度（ベンダに装置在庫が有る場合） 設置作業：30分程度 撤去作業：15分程度	
アウトプット	新交通誘導（AIによる自動信号制御）サービスが提供される	
データ処理システム	クラウドプラットフォームによる、データ演算と制御指示 AIによる物体認識とトラッキング処理 データ伝送のためのLTE通信	
利用方法	クラウドプラットフォーム上のデータ演算と制御指示：自社開発 AI技術の利活用アプリケーション：自社開発 LTE通信機：「AI監視装置」汎用品手配、「信号装置」自社開発、「モニター装置」汎用品手配	
利用費用	通信費およびシステム使用料（92万円・見込値）	
AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	既存の車両検出／トラッキング手法をベースに独自の誤判定除去ロジックを追加 現時点の検出漏れ、誤検出の出現頻度は約10%程度 最終的には5%以下の誤検出率を目指す	
データ共有システム （クラウドシステム等）	データの共有無し	
利用方法	ー	
利用費用	ー	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 交通規制自体の時間は増減することはないため、作業時間の縮減は無し	片側交互通行規制現場
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 通常複数人（現場条件によって人数は異なるが、片側交互通行規制時では通常5名以上は必要）で実施していた誘導業務を、少数の警備員（1～2名程度）	片側交互通行規制現場
安全性の向上	想定 警備員の受傷事故の削減（安全な場所で従事可能なため） ヒューマンエラーの削減	片側交互通行規制現場
品質の確保・向上	想定 既存の品質と同等以上	片側交互通行規制現場
施工管理の効率化・高度化	想定 現場の可視化、デジタルサイネージとの連携	片側交互通行規制現場
その他の効果	想定 交通量調査、事故等に伴う映像の記録や検証等に活用可能 交通誘導員の就業環境の改善	片側交互通行規制現場

4. 作業条件・運用条件

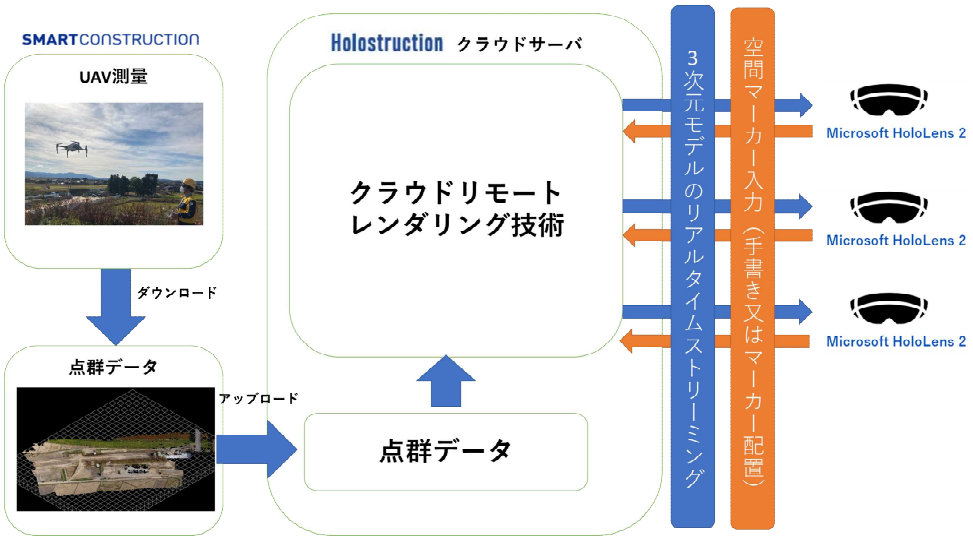
施工技術者の技量	オペレーターについては、交通誘導警備検定資格保有者
必要構成人員	オペレーター：1名以上 機器設置要員：2名以上 交代要員：1名以上
安全上の配慮	通信環境の確認 一般車両への通知（看板等による）
法令上の手続き	道路使用許可申請
通信環境	LTE通信（カテゴリ1および、カテゴリM1）
技術の利用形態 （リース等の入手性）	機器レンタル、リース等
導入コスト	製品開発段階のため、導入コストは未定

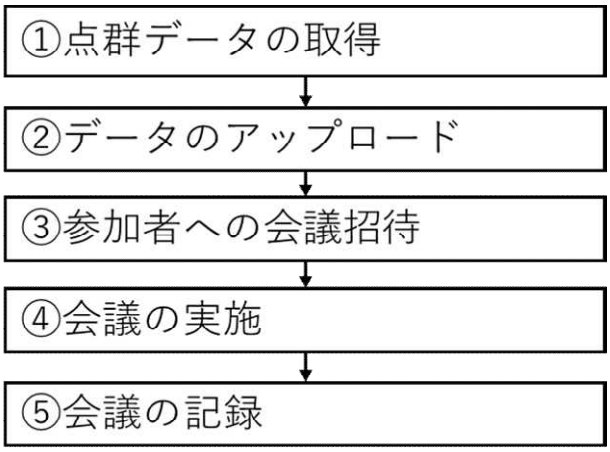
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	MR技術×クラウドレンダリング技術による点群データの有効活用とMR技術×空間マーカー技術による協議記録の効率化	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	小柳建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：0256-52-0008	Email：holostruction@n-oyanagi.com
技術概要	何ができるのか： ①MR技術（Holostruction）に、クラウドレンダリング技術（クラウド上で大容量データを最適化する技術）を導入することで、これまではデータ量が大きすぎて遠隔でのデータのやり取りが難しかった3D測量技術（SMART CONSTRUCTION Drone等）による高精度な点群データをサイズダウンすることなく、現場での実地確認を会議室等で代替できる。 ②MR技術（Holostruction）に、新しく空間マーカー技術を導入することで、打ち合わせされたイメージをポイントやテキスト等で可視化（ポンチ絵）して議事録として残し、協議書類のエビデンスとして成立させることで、事後の議事録作成等の時間を削減することができる。 施工のどの段階で活用するのか： 設計、施工、検査、維持管理など、すべての建設生産プロセスにて活用可能。 技術の活用プロセス： ①点群データの取得。 ②MR技術（Holostructionアプリケーション）へ①で取得したデータのアップロードをすることで、ホログラムへの変換を実施。 ※時間軸の設定や現場関連書類のアップロードについても併せてWEBシステムにて実施。 ③MRデバイスにて、実物大を含む様々なスケールの点群データを確認する。必要に応じて、空間マーカー技術（オブジェクトやテキスト等）を活用し、協議記録を残す。 得られる結果： ①実際に現場へ赴いて行う実地確認の回数を削減。（移動時間の削減） ②議事録作成時間の削減。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	＜システム構成＞ ドローン測量データ（点群データ）をクラウドサーバにアップロードする。 MR（複合現実）デバイスを用いて、アップロードされた点群データをストリーミングにより、リアルタイムで確認する。また、空間マーカー技術により、仮想空間上に手書きやマーカー配置を行うことで協議記録を残す。 ＜技術構成＞ 点群データから正立方体群の3次元モデルを自動生成し、クラウドリモートレンダリング技術を用いてリアルタイムストリーミングを行う。 それぞれのMR（複合現実）デバイスでは、仮想空間上に配置された点群モデルや3次元モデルを自由な位置から確認することができる。 また、空間マーカー技術を用いて仮想空間上に手書き文字を書いたり、様々なマーカーを配置することができ、点群モデルや3次元モデルとともに協議結果を画像データとして記録することができる。	
技術の構成図		
使用するデバイス	HoloLens 2 PC SMARTCONSTRUCTION DRONE	HoloLens 2：屋内推奨 PC：特になし SMARTCONSTRUCTION DRONE：特になし
デバイスの 連続稼働時間	HoloLens 2：2～3時間、バッテリー PC：機種による、バッテリー SMARTCONSTRUCTION DRONE：12時間、バッテリー	HoloLens 2：特になし PC：特になし SMARTCONSTRUCTION DRONE：特になし
技術を適用可能な 現場条件	インターネット接続環境（受発注者双方とも）	

技術活用のプロセス	工程確認やKY活動などの複数人による打合せにおいてHolostructionを活用した遠隔会議を試行した。 UAV測量した点群データをHolostructionのクラウドサーバに格納・共有し、複数の協議参加者同士により点群データの形状を確認しながら打合せを実施。 協議中に発生した確認箇所や指示内容については、空間マーカー技術を用いて仮想空間上に手書きやマーカーを配置することで、点群モデルや3次元モデルとともに協議結果として記録する。 ①点群データの取得 UAV測量や地上レーザ測量により現場形状のデータ化を行う。 取得データ：点群データ（座標、RGB情報） ②データのアップロード ①で取得した点群データをクラウドサーバにアップロードを行う。 アップロード後に表示位置や向きなどの微調整を実施。 ③参加者への会議招待 データの準備が整った段階で、仮想会議空間を作成し会議参加者を招待する。 招待方法：メールにより会議情報（URLやQRコードなどの参加情報）の連携 ④会議の実施 遠隔地を含む複数の参加者が招待された同一の仮想会議空間に参加する。 説明者は指定した測定日の点群データを投影し複数人で共有する。 会議参加者は同一モデルを見ながら協議を行う。 協議中に発生した指示内容や決定事項については、空間マーカー技術を用いて会議参加者各自が仮想空間上に手書きやマーカーを配置する。 ⑤会議の記録 ④の協議の結果を点群モデルや3次元モデルと空間マーカーを組み合わせることで、可視化された仮想空間を必要に応じて画像データとして記録する。 
技術導入に要する時間	・点群データのクラウドへのアップロード（所要時間：15～30分） ・ドキュメントデータのクラウドへのアップロード（所要時間：1分） ・WEBシステム詳細設定（所要時間：15分～30分） ※この項目では、以下を前提とする。 ・HoloLens 2 デバイスは所持しているものとする。 ・点群データは取得完了しているものとする。 ・ドキュメントデータは作成完了しているものとする。 ・所要時間は1件あたりとする。
アウトプット	データ種別：ホログラムデータ 項目：3次元モデル、ドキュメント、点群データ 形式（アップロード時）：FBX、JPEG、PDF、TXT

データ処理システム		・Holostruction Holostructionとは、複合現実技術（MR技術）を活用したアプリケーションであり、現実の世界に3Dホログラムを重ねて投影し、確認や操作を行える。 なお、Holostructionの活用は、3Dホログラムを活用する全ての建設工事、土木工事において、適用が可能。 ・SMARTCONSTRUCTION DRONE SMARTCONSTRUCTION DRONEとは、ドローンおよびエッジコンピューティング技術を利用したサービス。自動運航する専用ドローン「Explore1」と、現場で高速にデータ処理ができるGNSSベースステーション「Edge Box」を使い、これまで丸一日かかっていた現場の3D現況測量データ生成を約30分で完了させるサービス。
	利用方法	・Holostruction（自社開発システム） ・SMARTCONSTRUCTION DRONE（市販システム）
	利用費用	・Holostruction（¥100,000円/月額）　※超過の場合は、従量課金（4,000円/時間等） ・SMARTCONSTRUCTION DRONE（¥340,000/月額）　※NETIS公開情報施工単価より
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	特になし
データ共有システム（クラウドシステム等）		データ共有システム：Holostruction 活用するクラウド：Microsoft Azure 共有可能なデータ形式：FBX、JPEG、PDF、TXT 共有可能な者：発注者、受注者、協力会社等（ユーザ設定による）
	利用方法	受注者によるHolostructionサブスクリプション契約
	利用費用	¥100,000円/月額～　※超過の場合は、従量課金（4,000円/時間等）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 遠隔協議、遠隔臨場による移動時間5割削減（従来と比較して）。	対面での打ち合わせについて、2回に1回は本試行技術により削減可能。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	なし	なし
安全性の向上	想定 計画段階や施工開始前に現地に行くことなく、実物大スケールでのシミュレーションが行える。	特に高所、危険個所等現地確認が困難な場所について効果がある。
品質の確保・向上	想定 フロントローディングの実現による手戻り防止。より精度の高いコミュニケーションが取れる。議事録の可視化含む。	計画段階、施工開始前の打ち合わせ。
施工管理の効率化・高度化	想定 実物大を含む点群データや3次元CIMデータの活用、リモートコミュニケーションの高度化の実現。関係各位の理解度向上につながり、効率化が図れる。	3次元モデルを用いた設計照査、UAV測量データ（点群モデル）を用いた現況確認。
その他の効果	想定 リモートコミュニケーションの高度化による、完全非対面協議の実現。COVID-19など感染症対策の実現。	インターネット環境が整っている場所。

4. 作業条件・運用条件

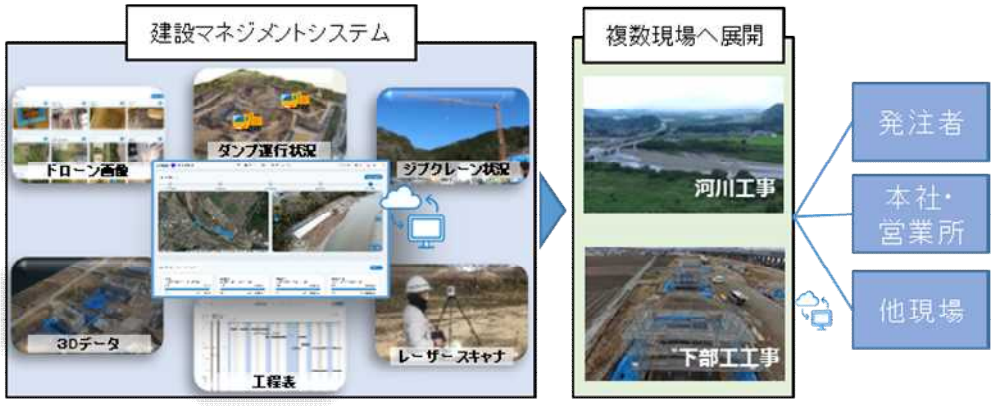
施工技術者の技量	資格不要、講習会不要。 ※利用システムのマニュアルにて活用可能。
必要構成人員	活用シーンによる。 ※各拠点間での協議、検査にて利用する場合は最低拠点数の人員が必要。 　Ex.3拠点であれば必要構成人員は3人。
安全上の配慮	ウエラブル技術を活用するロケーションでは、従来と同様に現場内の安全基準に準ずる必要あり。
法令上の手続き	特になし。
通信環境	4Mbps以上を推奨。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	デバイス：購入もしくはレンタル アプリケーション：サブスクリプション
導入コスト	・Holostruction利用料（¥100,000/月額） ・SMARTCONSTRUCTION DRONE利用料（¥340,000/月額）　※NETIS公開情報施工単価より ※この項目では、以下を前提とする。 ・HoloLens 2 デバイスは所持しているものとする。 ・通信利用料は既設環境を利用するものとする。

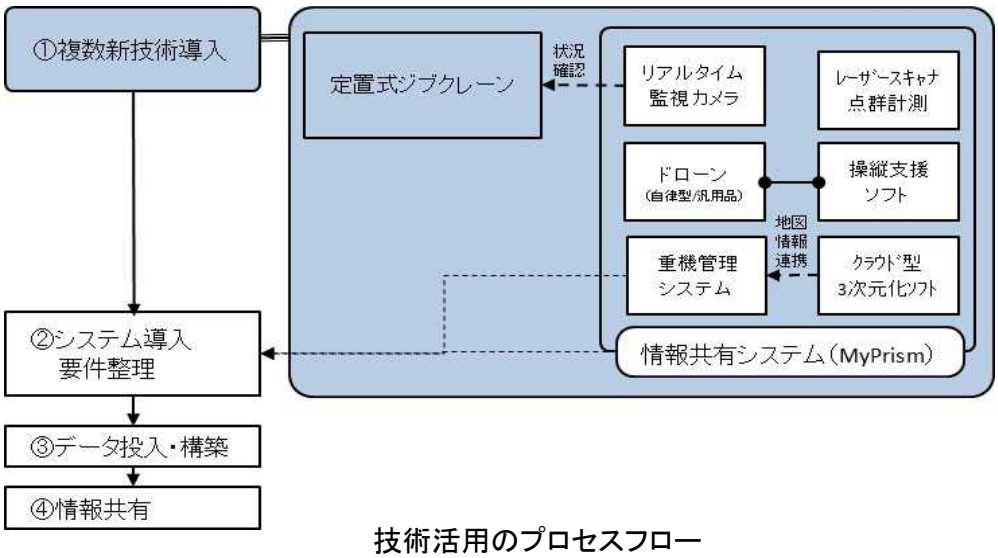
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	1.建設マネジメントクラウドシステム（myPRISM）のカスタマイズ・実装による生産性の向上 2.定置式水平ジブクレーンの活用による生産性の向上	
技術バージョン	2021年12月	
開発者	◎株式会社桑原組、株式会社ジャパン・インフラ・ウェイマーク、学校法人金沢工業大学、エアロダインジャパン株式会社、芝本産業株式会社、株式会社CLUE	
開発代表者の連絡先	電話：0740-32-2345	Email：t_kawai@kuwahara-group.com
技術概要	①複数の新技術を導入し、クラウド上でそれらの情報を集約し、一元管理・共有する建設マネジメントクラウドシステム（myPRISM）を運用し、現場及び関係者の生産性を向上させる。 ②定置式水平ジブクレーンを活用することにより、オペレーターの専任を必要としない現場の、現場の労働生産性について検証する。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁下部工、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）	

2. 基本諸元

技術の構成	■システム ・myPRISM（データを共有するクラウドシステム） ・Site Scan（点群処理ソフト） ■デバイス ・定置式水平ジブクレーン ・自律飛行型ドローン（空撮・地形データ取得） ・ダンプ運行管理システム（ダンプ等重機の位置を把握：スマートフォン） ・リアルタイム監視カメラ	
技術の構成図	■構成図  	
使用するデバイス	■地上型レーザースキャナ Leica RTC360 ■ドローン（Skydio J2） ■ドローン（DJI Mavic2 Pro） ■ダンプ運行管理システム（ArcGIS） ■リアルタイム監視カメラ(G-cam02C)	■レーザースキャナー：陸上型 ■Skydio J2：夜及び雨天以外 ■DJI Maxic2 Pro：夜及び雨天以外
デバイスの 連続稼働時間	■レーザースキャナー：最大8時間 ■Skydio J2：1バッテリー当たり23分 ■DJI Mavic2 Pro：1バッテリー当たり31分 ■ダンプ運行管理システム（ArcGIS）：終日 ■リアルタイム監視カメラ(G-cam02C)：終日	
技術を適用可能な 現場条件	■現場条件 道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般に適用可 ■通信環境 通信環境の構築が必要（WifiもしくはLTE環境）	

技術活用のプロセス	■新技術活用のプロセス ①複数の新技術の導入 ・各技術の設置・利用方法のトレーニングを行う。 □定置式ジブクレーンの導入 □リアルタイム監視カメラ　□複数のドローン機種　□レーザースキャナ □3次元処理システム（site scan）□運行管理（重機管理）システム □情報共有システム（myprism） ②システム導入・要件整理 ・システムを導入、ID設定、共有データについてカスタマイズを行う。 ③データのシステムへの投入 ・現場で取得するデータをクラウドシステムにアップロードする。 □ドローン＝空撮データ、地形データ　□レーザースキャナー＝地形データ □リアルタイム監視カメラ＝現場動画データ □運行管理システム＝車両運行状況・集計データ □工程表、図面等の資料 ④情報共有 ・共有したデータを元に、関係者（本社、関係者、統括者）の連携（指示、報告等）行う。  技術活用のプロセスフロー
技術導入に要する時間	■定置式ジブクレーン　:組立設置　1日　（別途、特別講習（1日）） ■情報共有システム　:
アウトプット	■3次元点群データ（LAS、オルソ画像等）、動画、静止画 ■重機管理情報（Excelデータ）
データ処理システム	SFM処理（site scan for ArcGIS）
30 利用方法	市販システム
利用費用	6.5万円/月
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	Myprism (for Japanese Construction)
利用方法	ライセンス契約
利用費用	価格設定中（令和3年1月現在）

3. 技術活用により期待される効果
3－1. 建設マネジメントクラウドシステム

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ■測量（レーザースキャナ、ドローン） 出来高確認のための計測に一般の測量（外業）に対し、従来の測量（測線の測量）44人工が、レーザー計測なら5人工、ドローン測量の場合2人工となった。 ■情報共有システム 部長級（マネジメントする立場）が本社から現場への遠隔確認による移動時間の削減（週2回から、月２回程度）になる。 ■ドローン導入 自動飛行のアプリを利用する事で、ドローン操作の訓練時間が短縮する。	・ドローンの飛行が可能であること（上空30m以上に障害物がないこと） ・監視カメラ等の機器設置を行うこと
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	該当なし	・該当なし
安全性の向上	実測 ■測量 職員（測量者）が現場内を移動しなくてもよくなり、人力による直接計測がなくなり、重機との交錯機会がなくなった。 ■情報共有システム ・本支店から、移動を伴うパトロール事項や現場工程確認が遠隔で確認できる。 ・接触機会が減り、ｺﾛﾅ感染ﾘｽｸが低減した。	・PC端末やタブレットで複数の関係者が閲覧可能なデバイスの利用
品質の確保・向上	実測 ■情報共有システム ・生コン品質：重機運行管理システムは、ダンプ、生コン車等の運行状況をリアルタイムに共有することで、コンクリート打設が円滑化する ・品質証明（本社の確認）行為の補完となった。	・PC端末・タブレットなど、通信環境 ・監視カメラ等の機器・設備の設置
施工管理の効率化・高度化	実測 ・本社・現場間でデータを共有する事ができることで、複数の視点で現場運営の指示、指導が受けられる。 ・複数の現場を同時に確認、指示ができる等の効果があり、部長級のﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄが容易となった。 ・3次元データを現場の工程、状況写真と組み合わせることができるようになる。 ・BIM/CIMデータ導入、活用機会へつながる。	・PC端末・タブレット等、通信環境整備 ・BIMデータ構築（3次元データ）
その他の効果	実測 ・大学・学生等へ情報共有でき、次世代の建設業の担い手との連携が可能となる ・3次元モデル利用のシステムをPC端末にインストールしなくても、閲覧、操作可能となり、多くの関係者が点群データを扱うことができた。	・大学関係者との連携が必要

3－2. 定置式水平ジブクレーン

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ・クレーン配置等に対する協議時間の削減	・定置式ジブクレーンの設置導入
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ・現場に、クレーンオペレーター要員が配置不要となった。	・定置式ジブクレーンの設置導入 ・使用者の特別教育 （なお、建築現場では類似クレーンが多く採用されているため、技能者（鉄筋工・型枠工）の取得率は高いため、ほぼ不要）
安全性の向上	想定 ・誤った合図等によるクレーン事故の削減につながると考えられる。 ・適時荷揚げ、資材配置できるため、荷揚場、荷下ろし場の設置が不要となり、現場内整理整頓につながっている。 ・クレーンオペレーターの出入りが無くなることから、コロナ感染対策に寄与する。	・定置式ジブクレーンの設置導入 ・使用者の特別教育
品質の確保・向上	該当なし	・該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ・クレーン手配に工程が左右されないため、資材搬入や荷揚調整がなくなる。また、急な工程変更に対応できた。 ・クレーンの制約で、資材をまとめて仮置きしたり、荷揚げすることがなくなる。ジャストタイムで資材を吊り施工ができた。（鉄筋組立や型枠設置等）	・定置式ジブクレーンの設置導入 ・使用者の特別教育
その他の効果	実測 ・クレーンの搬入導線の確保が不要となり、現場内の有効利用が図れた。 ・資材置き場、荷揚が適時管理ができ、現場監督の負担が径減している。	・定置式ジブクレーンの設置導入 ・使用者の特別教育

4. 作業条件・運用条件

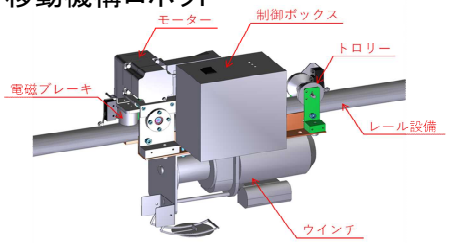
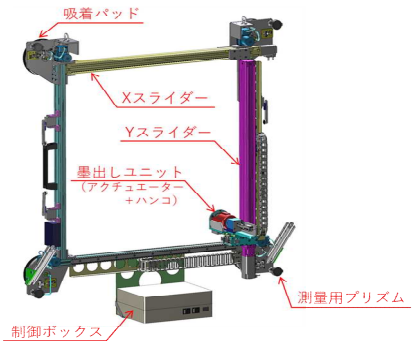
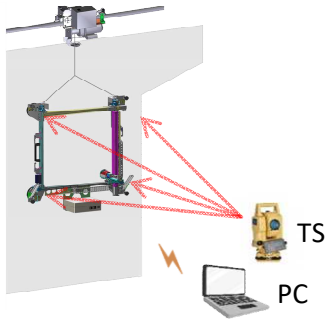
施工技術者の技量	定置式ジブクレーン：クレーン等の運転の業務に係る特別教育（労働安全衛生法第59条第3項（クレーン運転）に準ずる） レーザー計測：測量機器操作レベル ドローン：ドローン操縦に対する一般知識を習得するレベル（操作技術は不要）
必要構成人員	レーザースキャナー　:1名 ドローン：1名 定置式ジブクレーン：1名
安全上の配慮	定置式ジブクレーン ・クレーン操作に関する一般的安全上の配慮 測量に関する一般的安全上の配慮 ・ドローン飛行に関する一般的安全上の配慮
法令上の手続き	・ドローン：航空法に基づく、基本事項
通信環境	屋内の場合：WEBブラウザ閲覧可能な通信環境 屋外の場合：モバイルネットワーク環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	定置式ジブクレーン：リース対応 情報共有システム：初期導入時の導入費用＋従量課金性 点群処理システム（Site Scan:ライセンス年間契約） 運行管理システム：ライセンス毎の年間契約+初期設定費用
導入コスト	■定置式ジブクレーン □組立解体運搬：150万円 □リース他：50万円/月 ■情報共有システム等 My Prism：500万円（フルカスタマイズの場合） ■Sfm処理（クラウド型点群ソフト） Site Scan for ArcGIS：72万円/ライセンス・年 導入支援　30万円/年 ■運行管理システム（GIS連携） ArcGIS Pro：39万円/台　ArcGIS Online Field Worker：6万円/ライセンス・年 ArcGIS Online（Creator）：9万円/ライセンス・年　初期カスタマイズ費用：100万円 ■ドローン操作支援ソフト ①ドローン施工管理くん(汎用ドローン対応) □初期費用：300,000円（アプリケーション,飛行許可申請代行,保険手続代行） □月額費用：49,800円（令和3年1月末時点） ②自律飛行型（Skydio2 AEF : 15万円（予定））

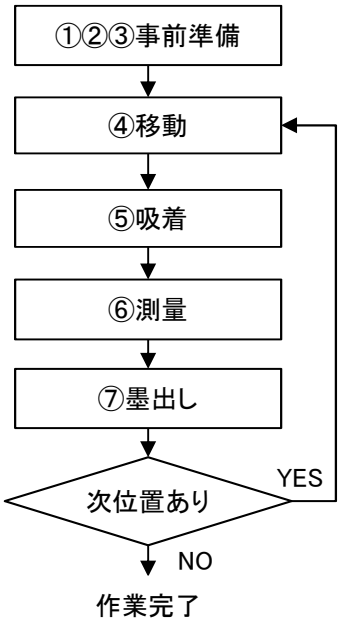
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	壁面墨出しロボットによる墨出しの省力化・安全性向上	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	◎JFEエンジニアリング株式会社 株式会社小川優機製作所	
開発代表者の連絡先	電話：045-505-7555	Email：nakano-e-takashi@jfe-eng.co.jp
技術概要	『壁面墨出しロボット』を用いてRC橋脚壁面に施工する付属物等（排水装置、検査路、落橋防止装置等）のアンカー位置を自動で墨出しする。ロボットは吸着パッドによりコンクリート壁面に吸着し、遠隔操作により壁面を移動して墨出しを行う。ロボットの位置は測量技術を用いて高精度に自己位置を特定する。本技術により墨出しを効率化するとともに高所作業に要する時間を縮減することで安全性を向上することが可能である。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）	
適用工種、対象作業等	橋梁下部工	

2. 基本諸元

技術の構成	・壁面墨出しロボット（バキューム吸着パッド、測量用プリズム、XY-スライダー、ウインチ・簡易トロリーによる移動設備） ・自動追尾型トータルステーション ・パソコン（ロボット制御アプリケーション含む）	
技術の構成図	移動機構ロボット  墨出しロボット本体  墨出しロボットの全体構成  ロボット設置状況 （上：移動機構ロボット 下：墨出しロボット）	
使用するデバイス	トータルステーション パーソナルコンピューター	雨天時は実施不可
デバイスの 連続稼働時間	墨出しロボット：バッテリー連続稼働時間3h程度	外気温0度～30度程度を想定
技術を適用可能な 現場条件	・ロボットの移動に支障となる橋脚足場等がないこと。 ・橋脚の壁面が平坦であること（現時点で円形や特殊形状対応不可）。橋脚壁面のひび割れや凹凸が少なく吸着パッドが真空を保てること。 ・Bluetooth接続が可能な距離まで近接してロボットに遠隔指示が可能であること。	

技術活用のプロセス	本技術の活用プロセスを下記に示す。 ①墨出し位置の座標を事前にPCで算出 ②橋脚上へレール設備を組立て、 移動機構の設置 ③TS（トータルステーション）を設置し事前測量 ④ロボットを移動設備で対象個所付近へ移動 （この時点では±10cm程度の位置精度を目安） ⑤吸着パッドでロボットを壁面に吸着 ⑥ロボットに設置したプリズムをTSで測量 ⑦プリズムの座標およびアンカー位置の座標を PCに入力し、遠隔で墨出しの実施 ⑧次の墨出し位置があれば④以降を繰り返し なければ作業完了	技術活用のプロセス（フロー） 
技術導入に要する時間	設備組立30分＋移動機構設置10分＝計40分	
アウトプット	壁面への墨出しがアウトプットとなる	
データ処理システム	該当なし	
利用方法	該当なし	
利用費用	該当なし	
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし	
データ共有システム（クラウドシステム等）	クラウドシステムBoxにて関係者内での情報共有を行う。共有するデータは対象構造物のBIM/CIMデータ、施行状況の動画、写真など。	
利用方法	ライセンス契約は不要。	
利用費用	受注者にて負担する。	

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来の手作業による墨出しと比較して作業時間を約20%削減。	左記は検査路ブラケット5箇所を対象に従来手法との作業時間を比較した。類似の対象構造物においては同等の効果が期待できる。またロボットへの一回の指示により連続的に作業が可能なため1壁面のアンカー箇所が増えるほど作業時間の縮減効果は高まる。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来の手作業による墨出しは2名で作業していたことに対して、本手法は準備・片付けは2名必要とするものの、全体の作業時間の80%以上は1名で作業可能。	類似の対象構造物においては同等の効果が期待できる。
安全性の向上	実測 従来手法と比較して作業者の高所作業を約60%縮減した。	左記は検査路ブラケット5箇所を対象に従来手法との作業時間を比較した。
品質の確保・向上	実測 墨出し位置の誤差は熟練者による従来手法と比較して±2mm程度であり、従来と同等の品質が得られる。	類似の対象構造物においては同等の効果が期待できる。
施工管理の効率化・高度化	想定 墨出し位置を設計座標で指定することで、図面読み取り時のヒューマンエラー防止に繋がる。	座標入力のヒューマンエラー防止、ロボットの制御エラーが生じないような仕組みなど、引き続き安定的に運用できるシステムの整備が必要。
その他の効果	想定 【環境負荷低減】 従来方法に比べて高所作業車の使用時間が約60%削減。削減時間分の化石燃料の消費を削減。 【品質管理の高度化】 作業者による品質の差が生じない技術であり、墨出しの施工記録をデジタルデータで残すことにより、施工履歴のトレーサビリティーを向上することができる。	左記は検査路ブラケット5箇所を対象に従来手法との作業時間を比較した。

4. 作業条件・運用条件

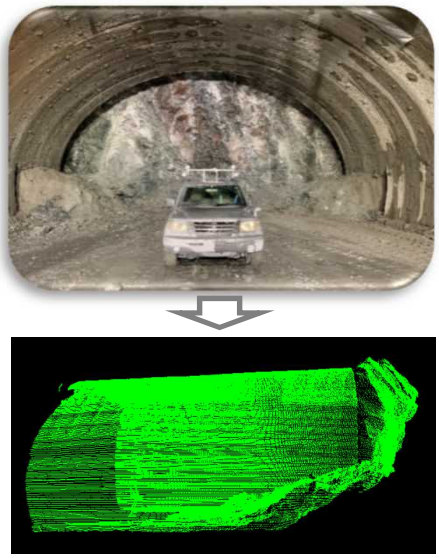
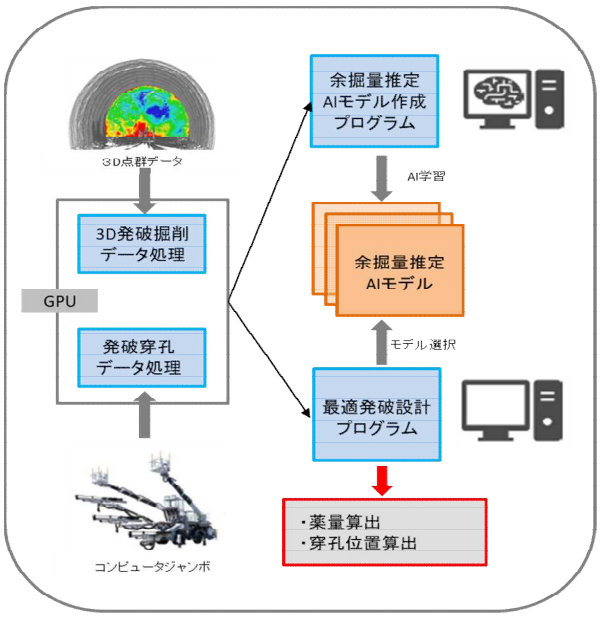
施工技術者の技量	・測量機器の基本操作 ・パソコンの基本操作 ・ロボットの操作手法講習を受講（1h程度）
必要構成人員	墨出し時　1名 機材搬入・搬出時　2名
安全上の配慮	ロボットや移動設備の落下対策
法令上の手続き	特になし。
通信環境	Bluetoothにより接続する。インターネット環境は不要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	ロボットおよび制御アプリケーションのリースを検討。
導入コスト	初期導入費：10万円程度 ロボットのリース：50万円程度/1か月（輸送費除く）

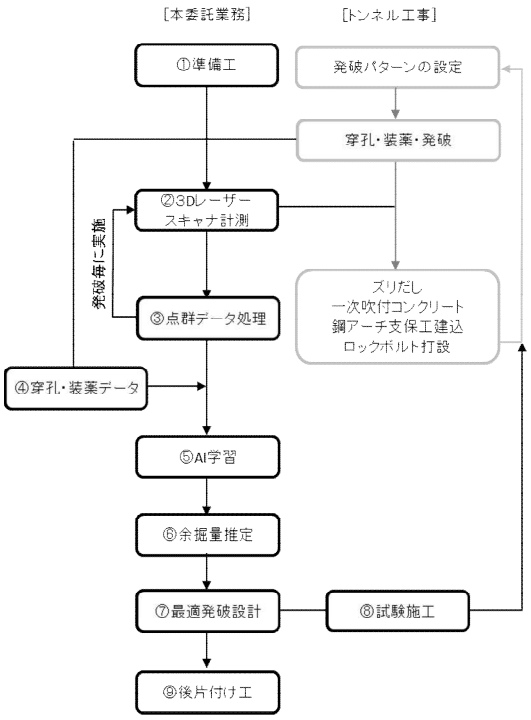
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	AIを活用した最適発破設計システム	
技術バージョン	2022/3/1	
開発者	戸田建設株式会社◎、株式会社Rist、株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	電話：080-2944-7806	Email：yasuhito.tsujikawa@toda.co.jp
技術概要	山岳トンネルの発破作業における、穿孔データ（穿孔位置、穿孔エネルギー）と装薬データ、発破前後における掘削形状データで構成される、AIモデルを登載した最適発破設計システムにより、効果的な余掘量となる発破パターンを導き出す。本試行期間で得られたデータを教師データとした最適発破設計システムにより、余掘量予測の正答率70%、余掘量の低減率40%（既施工区間の実績比）を目標とする。 さらに、車載式スキャナーによる安全かつ迅速な計測と、設計断面に対する掘削量の過不足判定を実現する。	
活用場面	本設工事	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM)の発破掘削作業	

2. 基本諸元

技術の構成	発破の穿孔データを取得するコンピュータジャンボとデータ転送システムを搭載したPC、切羽直近で掘削形状の3次元点群データを計測する車載式3Dレーザースキャナーシステム、それらによって得られるデータ(装薬データを含む)をトンネル坑内で転送する通信設備(Wi-Fi)。さらに、取得したデータを教師データとして学習するAIモデルと、それらを登載した最適発破設計システムをを有するPCから構成される。	
技術の構成図	 【レーザースキャナーシステム】  【AIを活用した最適発破設計システム】	
使用するデバイス	①コンピュータジャンボ ②データ転送システム用PC ③車載式3Dスキャナーシステム （ジープスキャンシステム） ④AIを活用した最適発破設計システム AIシステム用PC	①トンネル内 ②室内 ③雨天禁止 ④室内
デバイスの 連続稼働時間	①60分（有線による電源供給） ②60分（バッテリー） ③10分（バッテリー） ④10分（バッテリー）	通常環境下（0℃～30℃程度）
技術を適用可能な 現場条件	データ転送システム、車載式3Dレーザースキャナーシステムに於いては、坑内無線LANやデータサーバーの活用によりデータのやり取りがしやすくなるが、USBメモリでも対応可能。車載式3Dレーザースキャナーシステムは、急激な温度上昇に伴う結露により計測が困難になることから、冬季はトンネル坑内での待機が望ましい。	

技術活用のプロセス	①準備工・・・コンピュータジャンボの設定（線形データ）、車載式3Dレーザースキャナーシステムの搬入・設定（線形データ等） ②3Dレーザースキャナー計測工・・・発破後の地山形状データを取得（約10分） ③点群データ処理・・・取得したcsvデータを専用データに変換して、設計断面との比較検証 ④穿孔・装薬データ・・・穿孔データ（位置座標・長さ・エネルギー）をコンピュータジャンボより取得し、装薬量データは現地にてマニュアル（手書きによる記録）取得 ⑤AI学習・・・③④を教師データとして、AIシステムで学習（教師データ数5000程度） ⑥余掘量推定・・・⑤AIモデルにより、試行期間中に得られた余掘量の再現精度を確認（目標：正答率70%） ⑦最適発破設計・・・⑥AIモデルにより、任意の余掘量となる最適な発破位置・薬量を算出 ⑧試験施工・・・⑦により算出した発破パターンを現地適用し、従来との余掘量の差を確認（目標：40%低減） ⑨後片付け工・・・車載式3Dレーザースキャナーシステム搬出 
技術導入に要する時間	①②：搬入（陸送）～組立～トンネルデータ設定・・・約1ヵ月 ③　：搬入（陸送）～トンネルデータ設定・・・約2週間 ④　：導入現場毎のAIモデルの再構築・・・約1ヵ月
アウトプット	・AIを活用した最適発破設計システム 1）学習後のAI予測モデル・・・専用ファイル形式 2）最適発破設計システム・・・専用アプリ 3）上記システムによる推定発破パターン・・・csv
データ処理システム	・AIを活用した最適発破設計システム (1) 発破における穿孔データ、(2) 設計断面及び、発破前後の掘削形状（3次元点群データ）、(3)薬量データを教師データとした余掘量推定AIモデルと、それらを登載した最適発破設計システムから構成される。
利用方法	自社開発システム
利用費用	他社への提供計画は今後検討する。
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	本システムはLightGBMという機械学習のモデルを使って、余掘量の推論を実施する。試行期間中に取得した支保No.1268と1274のデータを使い評価を行った結果、切羽毎の余掘量の実績合計と、余掘量の推論合計の誤差率は、それぞれ、15.6%、7.2%という結果になっている。
データ共有システム（クラウドシステム等）	該当なし
利用方法	該当なし
利用費用	該当なし

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 （1）余掘量低減による、ずり出し作業および吹付け作業時間の縮減 12分/回×4回/日=48分/日 （2）アタリ取り作業時間の縮減 20分/回×4回/日=80分/日	4回/日発破を実施するトンネル工事の発破設計において、少子高齢化に伴う熟練工の技能不足をAI判定で代用した場合を想定し、（1）余掘量の低減率40%、（2）総薬量不足によるアタリ取り作業20分/回を想定
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 切羽状況を目視判定し、発破設計を行う熟練技術者1名の縮減	穿孔作業の完全自動化※が進み、切羽状況のデータが機械化された場合を想定 ※フルオートジャンボにより、無人化施工の取組も進みつつある
安全性の向上	想定 発破後の安定した切羽形状の実現による肌落ちの抑制	発破後の切羽形状が揃うことで、掘削による地山の緩み荷重（応力）が均等に分散され、切羽の自立性が向上した場合を想定。
品質の確保・向上	該当なし	
施工管理の効率化・高度化	想定 余掘量低減に伴う搬出ずり・吹付けコンクリートの縮減 搬出ずり・・・約4.3m^3/日縮減 吹付けコンクリート・・・約4.3m^3/日縮減	4回/日発破を実施するトンネル工事の発破設計において、少子高齢化に伴う熟練工の技能不足をAI判定で代用した場合を想定し、余掘量の低減率40%を想定
その他の効果	想定 切羽の安定性向上に伴う、補助工法等の低減	発破後の切羽形状が揃うことで、掘削による地山の緩み荷重（応力）が均等に分散され、切羽の自立性が向上した場合を想定。

4. 作業条件・運用条件

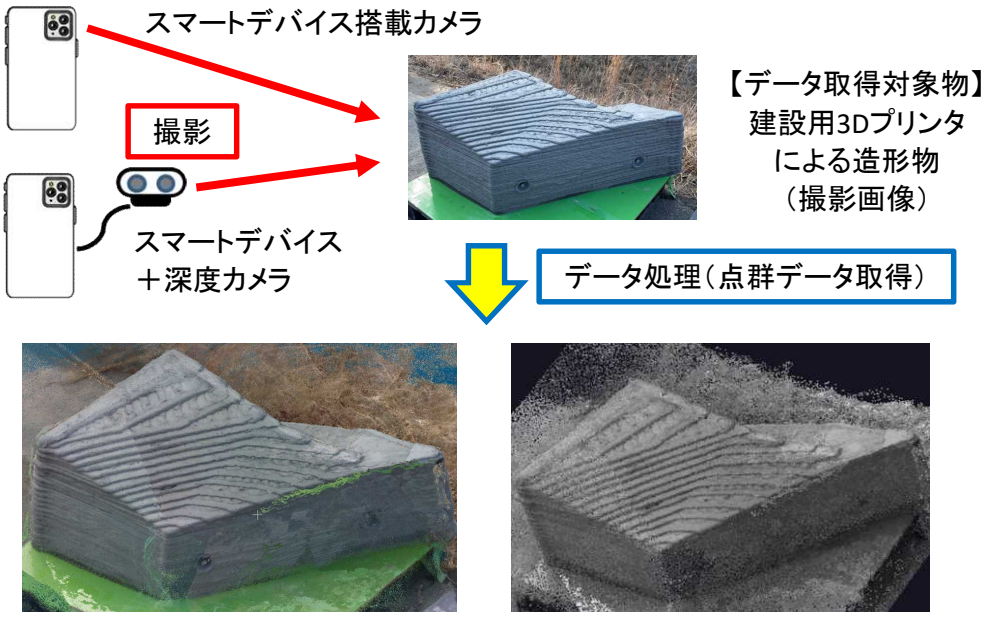
施工技術者の技量	初回のレクチャー受講のみで適用可能。
必要構成人員	AIを活用した最適発破設計システム：1人 車載式3Dレーザースキャナーシステム：1人
安全上の配慮	車載式3Dレーザースキャナーシステム：発破直後の切羽に近付き過ぎると、発破により緩んだ岩塊の剥落により被災する恐れがあるため、スキャンシステムを格納したボックスの開閉を事前に行い、車両内にて計測を行うように留意する必要がある。
法令上の手続き	該当なし
通信環境	AIシステム用PC、車載式3Dレーザースキャナーシステムともに、坑内無線LANやクラウドサーバーの活用によりデータのやり取りがしやすくなるが、USBメモリでも対応可能。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	現在のところ、他社に提供する予定はないが、今後検討する。
導入コスト	・コンピュータジャンボ：初期費用（搬出入・組立・解体他）約970万円、 月単価約510万円 ※当試行業務では、導入済現場を選定したため費用計上無し ・車載式3Dスキャンシステム：初期費用約450万円、 月単価約85万円

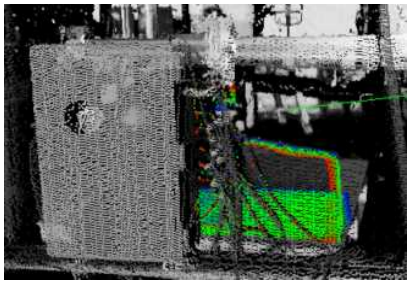
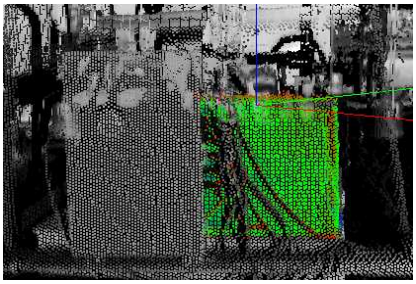
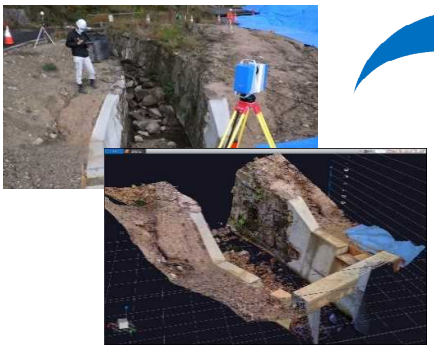
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

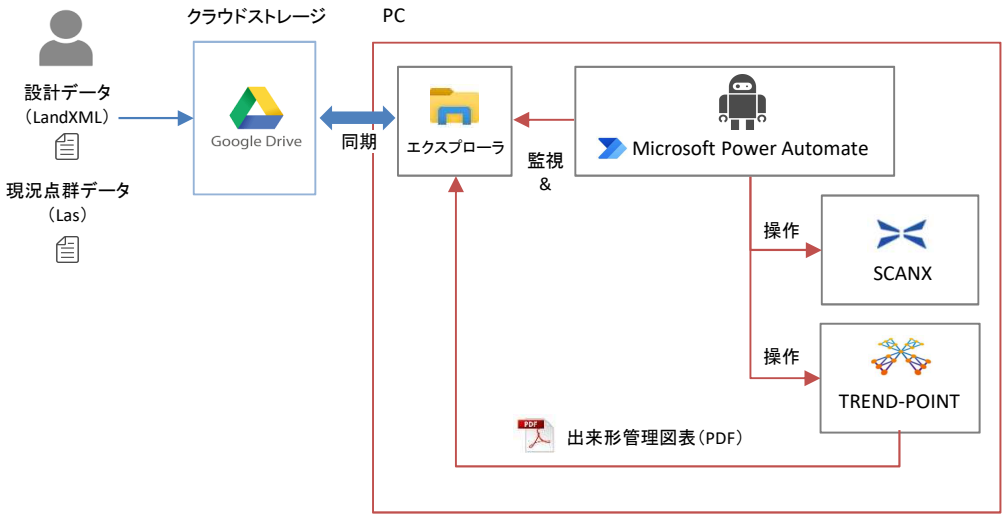
1. 基本事項

技術名	スマートデバイスの画像点群取得を活用した建設用3Dプリンタ造形物の出来形管理技術	
技術バージョン	2022年1月	
開発者	◎株式会社加藤組 トライアロー株式会社 株式会社正治組 スキャン・エックス株式会社 国立大学法人広島大学	
開発代表者の連絡先	電話：0824-63-5117	Email：harada@kato-gr.com
技術概要	【点群取得技術の多様化】 従来技術より簡便なスマートデバイスを活用した画像による点群取得。 3Dレーザースキャナーによるリアルタイムモニタリング。 【3Dプリンティング】 建設用3Dプリンタの活用により、一般労務者によるコンクリート構造物の築造。 【オートオペレーションシステム】 操作時間の省人化・時間短縮を目的とした施工管理業務のRPA導入によるオートオペレーション化。	
活用場面	本設工事／施工管理（測量・出来形）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	無筋コンクリート（構造物）、測量、施工管理全般	

2. 基本諸元

技術の構成	【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】 デバイス：スマートデバイス標準搭載カメラまたは3D深度カメラモジュール 機　　材：スマートデバイス（スマートフォンまたはタブレット） システム：スキャン処理アプリ 【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】 デバイス：地上型レーザースキャナー（リアルタイムモニタリング仕様） 機　　材：PC（OS：Windows10、CPU：i5-8200、GPU：UHD 615、メモリ：8GB） システム：リアルタイム差分検出ソフト（Cirsim） 【3Dプリンティング】 デバイス：　― 機　　材：建設用ガントリー型FDMモルタル造形3Dプリンタ（ミキシングポンプ含む） システム：データ処理用クラウド（Polyuse Web Service） 【オートオペレーションシステム】 デバイス：地上型レーザースキャナー 機　　材：PC（OS：Windows10、CPU：i7-8700、GPU：UHD 630、メモリ：32GB） システム：Google Drive、クラウドScanX、Microsoft PowerAutomate、TREND-POINT
技術の構成図	【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】  取得データ（点群＋RGB）　　取得データ（点群）

技術の構成図	【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】 リアルモニタリング状況 造形状況 現場にてWi-Fiで 取得データの共有および処理  造形中の点群データ表示  造形完了時の点群データ表示
技術の構成図	【3Dプリンティング】  現場計測（点群取得） クラウドシステム 3Dプリンタ用データ作成 クラウドシステム コンクリート構造物の造形

<table>
<tr><td>技術の構成図</td><td colspan="2">【オートオペレーションシステム】
 
</td></tr>
<tr><td>使用するデバイス</td><td>【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】
スマートデバイス（IMU必須）、3D深度カメラモジュール

【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】
地上型レーザースキャナー

【3Dプリンティング】
建設用3Dプリンタ

【オートオペレーションシステム】
地上型レーザースキャナー</td><td>スマートデバイス：
直射日光が強い場合は、点群データに歪みが生じる場合がある。曇天が理想。暗い場合は、不可。（画像認識しないため）

3D深度カメラモジュール：
スマートデバイスと同様。

地上型レーザースキャナー：
降雨・降雪時には、3Dスキャナのレーザー光の屈折により正確なデータ取得が困難な場合がある。

建設用3Dプリンタ：
氷点下では、不可。気温が低い場合には、水温を20℃以上に保つ必要あり。</td></tr>
<tr><td>デバイスの
連続稼働時間</td><td>スマートデバイス：
2.5時間～3時間程度、給電方式（バッテリー）

3D深度カメラモジュール：
スマートデバイスより給電のため、スマートデバイスに依存

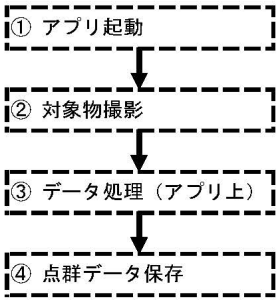
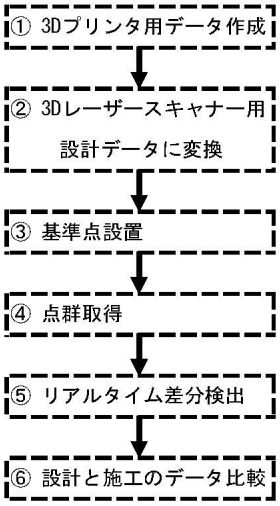
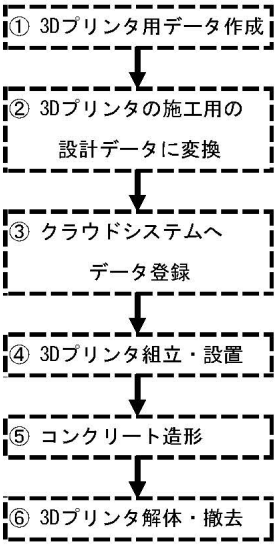
地上型レーザースキャナー：
2.5時間～8時間程度、給電方式（バッテリー）

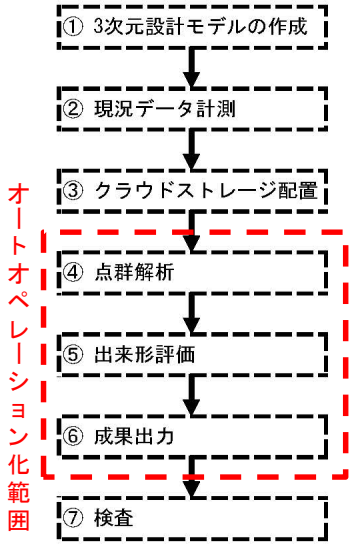
建設用3Dプリンタ：
制限なし（発動発電機または商用電源使用）、給電方式（発電機より有線）</td><td>スマートデバイス：
−10～+35℃程度（高温時は不可）

3D深度カメラモジュール：
特になし

地上型レーザースキャナー：
− 5～+45℃程度

建設用3Dプリンタ：
0～+45℃程度（氷点下時は不可）</td></tr>
<tr><td>技術を適用可能な
現場条件</td><td colspan="2">立地　　：特になし
周辺環境　　：特になし
通信環境条件：4G/LTEもしくはWi-Fi環境
（点群データなどの受け渡しは、Wi-Fi環境が望ましい）
※一般的な地上型レーザースキャナーが使用出来る環境であれば現場条件はなし</td></tr>
</table>

技術活用のプロセス	【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】 ① アプリを起動する。3D深度カメラを接続して撮影する場合は、接続する。 ② スマートデバイスのカメラ（3D深度カメラ）を被写体（対象構造物）に向け、ゆっくり動かしながら被写体全体を撮影する。 ③ データ処理をアプリ上でおこなう。 ④ 点群データを保存する。 技術活用のプロセスフロー 
技術活用のプロセス	【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】 ① 3Dプリンタで造形する対象物のデータを作成する。（遠隔地において作成し、非接触化） ② ①のデータを3Dレーザースキャナーに読み込むことができる設計データ（LandXML）に変換する。 ③ 設計データと実際の造形物の位置合わせが必要なため、基準点を決定する。 ④ 計測対象物（造形物）の点群を取得する。 ⑤ リアルタイムで設計データと造形物の差分をヒートマップに表し、設計に対しての差分比較をおこなう。 ⑥ 設計と施工のデータを比較し、造形に問題がないか確認する。 技術活用のプロセスフロー 
技術活用のプロセス	【3Dプリンティング】 ① 3Dプリンタで造形する対象物のデータを作成する。（遠隔地において作成し、非接触化） ② ①のデータを3Dプリンタの施工用データに変換する。 ③ クラウドシステム（Polyuse Web Service）に登録し、現場のPCからアクセスできるようにする。 ④ 建設用3Dプリンタを造形する場所に搬入し、組立・設置をおこなう。 ⑤ ドライランをおこない、構造物の造形をおこなう。 ⑥ 造形が完了したら、建設用3Dプリンタを解体・撤去し、搬出する。 技術活用のプロセスフロー 

技術活用のプロセス	【オートオペレーションシステム】 ① 3Dプリンタで造形する対象物のデータを作成する。（遠隔地において作成し、非接触化） ② 地上型レーザースキャナーで対象造形物の形状を点群取得する。 ③ 設計データ（LandXML）と現況データ（LAS）をクラウドストレージ（Google Drive）に配置する。 ④ クラウドシステム（ScanX）を使用して、現況データ（点群データ）のノイズ除去を実施する。 ⑤ TREND-POINTを使用して断面抽出し、寸法を確認する。 ⑥ 出来形管理図表（PDF）をクラウドストレージ（Google Drive）に出力する。 『様式31-2 出来形合否判定総括表』を使用。 ⑦ 検査書類として整理する。 ※オートオペレーション化の範囲は、④～⑥とする。 技術活用のプロセスフロー 
技術導入に要する時間	【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】 事前に機材を準備することで、実質的な時間は撮影に数分間程度。 データ処理は、最適化を含め数分間程度。 【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】 特になし。※一般的な地上型レーザースキャナーと同等程度。 【3Dプリンティング】 組立(0.5h×4人)＋DryRan(2.0h×1人)＋造形(3.0h×1人)＋洗浄(0.5h×2人)＋解体(0.5h×4人)＝10.0h人（1.25人工）（延べ） ※本実証では、作業に不慣れな者でおこなった結果であるが、慣れた者でおこなった場合には、少ない時間で技術導入可能となる。 ※搬入および搬出は、機材の保管場所によって異なるため、含めていない。 【オートオペレーションシステム】 特になし。※通常の施工管理システムと同等程度。
アウトプット	【点群取得技術の多様化（画像点群取得）】 点群データ（txt、LAS、CSV、xml etc） 【点群取得技術の多様化（リアルモニタリング）】 点群データ（txt、LAS、CSV、xml etc） 【3Dプリンティング】 コンクリート造形物 【オートオペレーションシステム】 出来形管理図表（PDF）　※様式31-2 出来形合否判定総括表

データ処理システム		点群データ処理　：Dot3D Pro　（ミルトス株式会社） ：Cirsium操作アプリ（クモノスコーポレーション株式会社） ：ScanX　（スキャン・エックス株式会社） 3D設計データ作成：Autodesk Civil 3D（オートデスク株式会社） コンクリート造形：Shade3D Basic　（株式会社フォーラムエイト） ：Polyuseシステム　（株式会社Polyuse） 作業の自動化　：Power Automate　（Microsoft Corporation） 出来形管理評価　：TREND-POINT　（福井コンピュータ株式会社）
	利用方法	市販システム　：Dot3D Pro、ScanX、Autodesk Civil 3D、Shade3D、TREND-POINT 自社開発システム：Cirsium操作アプリ、Polyuseシステム
	利用費用	Dot3D Pro　：　665,000円/初年度※1（100,00円/2年目～） Cirsium操作アプリ：　未定（リリース前） ScanX　：　29,800円/月（ビジネスプラン） Autodesk Civil 3D：約30,600円/月（1,102,200円/3年契約） Shade3D Basic　：　19,800円/初年度（9,900円/2年目～） Polyuseシステム　：　未定（リリース前） Power Automate　：　4,350円/月（アテンド型RPAプラン） TERND-POINT　：約21,600円/月（1,300,000円/5年契約） ※1 初年度は、『3D深度カメラモジュール』および『キャリブレーションソフト』がセットとなる。 ※2 各ソフトごとにオプション費用の追加あり。別途、年間保守契約が必要。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		クラウドシステム名称： ScanX　（スキャン・エックス株式会社） Polyuse Web Service（株式会社Polyuse） Google Drive　（Google LLC） データの種類　：計測、設計、施工管理の各種データ（3次元点群、3次元モデル） 共有可能なデータ形式：txt、LAS、CSV、xml、dwg、IFC、STL etc 共有可能データ量　：ScanX 50GB、Polyuse Web Service 未定、Google Drive 15GB（無料プラン） 共有可能な者　：受注者（登録者）
	利用方法	Polyuse Web Service：アカウント作成及びプロジェクトオーナーの有料会員登録（予定） ScanX、Google Drive：アカウント作成
	利用費用	Polyuse Web Service：有料（未定） ScanX　：データ処理システムの利用費用に含まれる Google Drive　：無料（15GBまで）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来方法と比較し、以下のとおりとなる。 ① 計測を含む設計データ作成は、 従来作業の約7%（約93%の縮減） ② 計測を含む施工管理は、 従来作業の約10%（約90%の縮減） ③ コンクリート構造物の造形は、 従来作業約83%（約17%の縮減） ④ オペレーションの自動化は、 従来作業の約1%（約99%の縮減） すべての作業を総合し、全体で従来作業の約20%（約80%の縮減）となる。	今回の実証では、小規模な構造物（V=0.38m3/箇所）の1箇所を対象としているが、規模が大きくなると①②の項目においてさらに縮減が期待できる。 ③については、作業に不慣れな者でおこなった結果であるが、慣れた者でおこなった場合には、大幅な縮減効果が期待できる。また、大量に造形する場合には、組立・調整や洗浄・解体といった作業の比率が減少するため、縮減効果が高くなると思われる。 （作業に慣れた者での試算では、約47%の縮減となる） ④については、規模に関係なく縮減効果がある。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 以下の作業人員の配置となる。 ① 設計データ作成は、人員の縮減なし。 ② 施工管理は、1名縮減。 ③ コンクリート構造物造形は、1名の増員となるが、職種が技能者から普通作業員（軽作業員）に変更となる。（延人員は、縮減となる。） ④ オペレーションの自動化は、人員の縮減なし。	今回の実証においての作業人員配置の考察となるが、条件として対象構造物が小規模の場合におけるものとなる。 適正な配置人員の設定が重要となってくるが、小規模の場合には配置人員についてもロス（無駄）が大きく、規模が大きくなれば効率的な作業人員配置を検討することが可能となると考えられる。ただし、小規模の場合においても延べ作業人員は、縮減となる。
安全性の向上	実測 該当なし	該当なし
品質の確保・向上	実測 出来形点群データの活用により、不可視部分の確認が施工後に可能となる。 従前手法と同等以上のコンクリート品質の確保。	3次元設計モデルの作成。 出来形点群データの取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。 建設用3Dプリンタによる構造物造形。
施工管理の効率化・高度化	実測 データ上で設計対比を造形中にリアルタイムでおこなうことにより施工精度の向上。 施工後の不可視部分の確認。 アウトソーシングの最適化（専業・分業）によるクラウドシステムを活用した遠隔地でのデータ作成をおこなうことで、現場の施工管理業務の省力化。 施工管理業務のオートオペレーション化による業務の効率化。	3次元設計モデルの作成。 出来形点群データの造形中の取得。 点群処理システムによる解析および出来形測定。 アウトソーシングの最適化。 クラウドシステムを有効活用したシステム構築。 RPA（ロボティックプロセスオートメーション）の導入。
その他の効果	想定 BIM/CIMにおける次のフェーズへのデータ引き継ぎが可能となる。	出来形点群データの取得。

4. 作業条件・運用条件

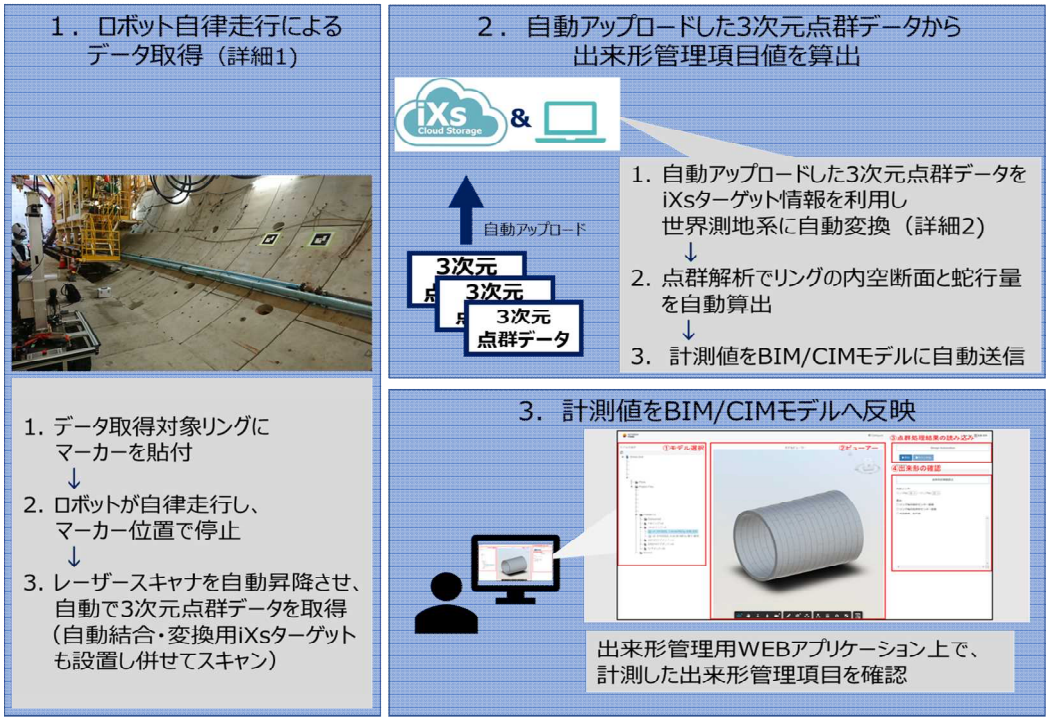
施工技術者の技量	特になし ※一般的なスマートデバイスや地上型レーザースキャナーと同等
必要構成人員	画像点群取得　：1名 リアルモニタリング　：1名 3Dプリンティング　：組立・洗浄・解体 2名、造形 2名、 オートオペレーションシステム：1名（入力および出力後の作業）
安全上の配慮	特になし ※一般的なスマートデバイスや地上型レーザースキャナーと同等
法令上の手続き	特になし
通信環境	4G/LTEもしくはWi-Fi環境。 データ共有システム（クラウドシステム等）を使用する際、光通信回線（通信速度1Gbps程度以上）以上の環境。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	3次元設計データ・点群データ処理・出来形管理評価のソフトウェアについては、サブスクリプション（利用）契約が必要。 一部開発中のソフトウェアがあるため、別途問合せが必要。 各種デバイスについては、購入またはレンタルにて利用可能。
導入コスト	すでに機材およびソフトウェアを保有の場合、技術導入のための初期費用は不要。 新たに導入する場合 初期導入費用　：地上型レーザースキャナー ¥10,000,000-～¥15,000,000-程度 各ソフトウェア 不要（サブスクリプション契約が必要） ※別途PC必要 月間費用、年間費用　：上記の『データ処理システム』利用費用のとおり ：建設用3Dプリンタ の費用は、造形物の大きさおよび対象造形量によって変動。 （¥170,000-/基、V=0.38m3/基） 【参考@450,000-/m3（0.38m3の場合）】 データ作成・解析費等：内容によって差異あり。（作業時間により変動） ※各機器・設備・システムのレンタル費用およびデータ作成・解析費用・クラウド使用料は、その可否を含め、各取扱会社およびデータ作成・解析会社に問い合わせ願います。

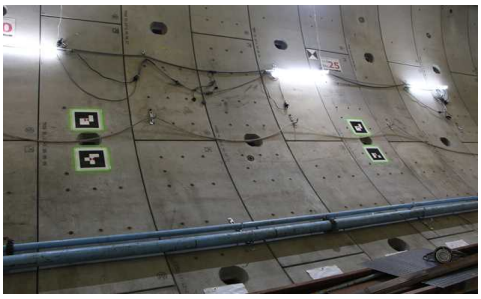
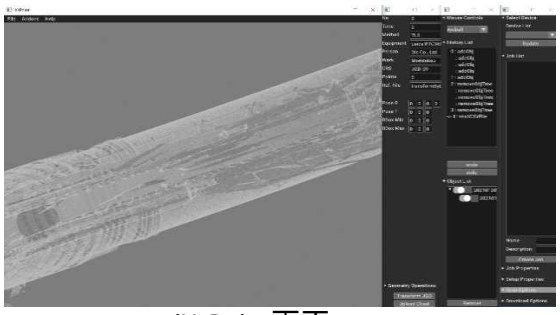
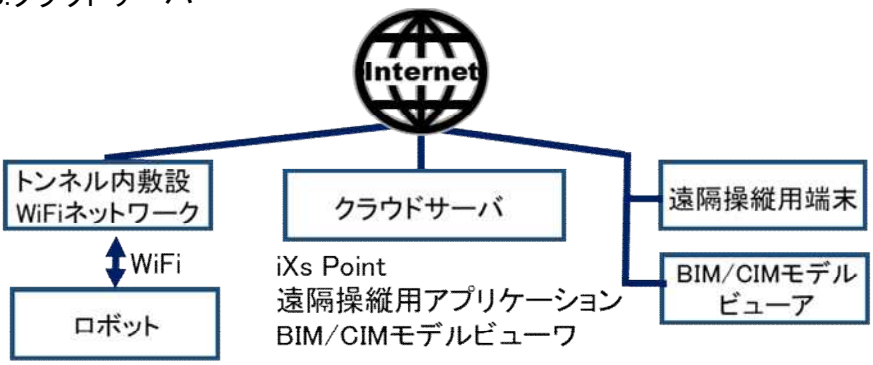
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

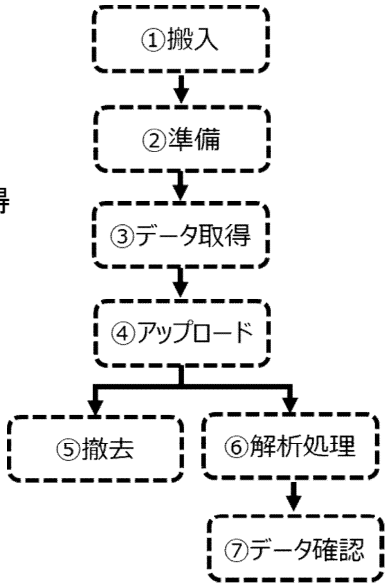
技術名	作業休止時間の有効活用に向けたレーザースキャナ昇降型自律走行ロボットによる出来形計測システム	
技術バージョン	2022年3月	
開発者	株式会社イクシス、清水建設株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：044-589-1500	Email：ichihashi@ixs.co.jp
技術概要	本プロジェクトの目的は、作業休止時間を利用して、レーザースキャナ昇降型自律走行ロボット(以下ロボット)で取得した3次元点群データから内空断面などの検査値を自動算出し、結果をBIM/CIMモデルに反映するものである。これにより、従来足場を組んで目視で作業していた出来形計測業務が非接触・リモート型になると共に、省力化・安全性向上を図ることが可能となる。 本試行を行う上で利用する技術は以下となる。 1. ロボットを利用した、構造物の3次元点群データ取得 3次元点群データ取得対象のトンネルのリングにマーカーを貼り、自律走行ロボットが対象リング位置に停止し、マーカーで位置補正する。ロボットの昇降機でレーザースキャナを最適な高さまで昇降させ、3次元点群データを自動で取得する。 2. 取得データのアップロード ロボットで取得した3次元点群データをクラウドサーバに自動アップロードする。 3. クラウドサーバーにアップロードした3次元点群データをiXsPointアプリケーションで、内空断面・蛇行量を自動計測する。 4. 内空断面・蛇行量の計測結果を出来形管理用アプリケーションにフィードバックする。 5. 出来形のBIM/CIMモデル、計測値をビューアーで確認する。	
活用場面	施工管理（測量・出来形）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	トンネル（シールド）	

2. 基本諸元

技術の構成	1. 主要デバイス --レーザースキャナ昇降型自律走行ロボット ・レーザースキャナ 出来形数値を算出するための3次元点群データを取得する測量機器 ・ロボット レーザースキャナと昇降機を搭載し、自動運転でデータを取得 ・iXsターゲット 3次元点群データを自動結合/世界測地系に変換するためのターゲット 自律走行ロボットがデータ取得対象となるリング位置で位置補正するための マーカーとしても使用する 2. 機材、設備--通信環境 ・有線LANネットワーク Wi-Fiアクセスポイントからインターネットに接続するためのネットワーク ・Wi-Fiアクセスポイント トンネル坑内のWi-Fiアクセスポイント 3. システム--サーバ上・クラウド上に設置 ・iXsPointアプリケーション イクシス製点群処理アプリケーションでiXsターゲットを利用した3次元点群データの 自動結合/変換や出来形数値を算出するアプリケーション　サーバ上に設置 ・出来形管理用Webアプリケーション：AWS　デバイス使用は無し
技術の構成図	
技術の構成図	■詳細1.レーザースキャナ昇降型自律走行ロボット ロボットの主な仕様 マーカー位置で停止 レーザースキャナを昇降させ、トンネル中心からスキャンして3次元点群デー ＊マーカーはロボットに搭載したカメラで読み取る ＊ロボットは安全装置を具備する

<table>
<tr><td>技術の構成図</td><td colspan="2">■詳細2.iXsターゲット、iXsPointを利用したスキャンデータの自動アップロード・自動結合/変換
・トータルステーションで世界測地系の座標を計測した評定点にiXsターゲットを設置し、iXsPointによりレーザースキャナの操作と点群処理を行い、世界測地系の3次元点群データの自動結合が可能となる。
 
iXsターゲット
 
iXsPoint画面</td></tr>
<tr><td>技術の構成図</td><td colspan="2">■詳細3.クラウドサーバー
 

＊坑内WiFiアクセスポイントはPicoCELA PCWL-0410を利用</td></tr>
<tr><td>使用するデバイス</td><td>（品名／型式／メーカ）
・3Dレーザースキャナー／RTC360／Leica
・昇降機／Van-Bo／イクシス
・クローラ走行ロボット
／i-Con Walker iTs10／イクシス</td><td>デバイスの使用条件
・RTC360
-5℃～40℃
・Van-Bo
0℃～40℃、晴天　5度以下の平坦路、微風まで
・i-Con Walker iTs10
常温常湿、結露なきこと、水滴がかからないこと、乾燥路面</td></tr>
<tr><td>デバイスの
連続稼働時間</td><td>・RTC360
連続稼働時間 4時間(参考値)
給電方式　バッテリ給電
・Van-Bo
連続稼働時間　1時間
（オプションで6時間まで）
給電方式　バッテリ給電
・i-Con Walker iTs10
連続稼働時間　2時間
給電方式　バッテリ給電</td><td>連続稼働時間の条件
・RTC360
室温　測定密度による
・Van-Bo
室温　昇降モータの定格負荷以内
・i-Con Walker iTs10
常温、平坦路面、積載物なし</td></tr>
<tr><td>技術を適用可能な
現場条件</td><td colspan="2">・シールド工法のトンネル、内壁面がセグメント、トンネル断面形状が円形
・トンネル床面が舗装されていること
・トンネル壁面に測量ターゲットマーカーを貼り付けできること
・トンネル測定対象面とロボット、スキャナ経路間に障害物がある場所は除外
・測量対象領域でWi-Fiアクセスポイントからインターネット経由でクラウドサーバーへ接続が可能であること、またその全域で通信帯域が10Mbps以上であること</td></tr>
</table>

技術活用のプロセス		①搬入 機材を現場に搬入 ②準備 マーカー貼付け、組立、電源投入 ③データ取得 ロボットが必要位置まで自律走行し、 レーザースキャナを昇降させて対象データを取得 ④アップロード 取得した3次元点群データをクラウドに アップロードする ⑤撤去 機材を撤去する ⑥解析処理 3次元点群データの点群解析を行い、 出来形管理項目値を算出 ⑦データ確認 計測値が反映されたBIM/CIMモデルを出来形管理用 WEBアプリケーション上で確認 
技術導入に要する時間		手配　3日程度（レンタル版を想定）　※走行場所によっては要カスタマイズ 準備　搬入後30分程度で準備 データ取得　測定範囲によるが10mで移動と測定で10分程度 撤去　準備同様30分程度 データ計測　データ取得量による
アウトプット		本システムは取得した3次元点群データを基に、出来形管理項目である内空断面と蛇行量を自動で算出し、計測値を出来形管理WEBアプリケーションのBIM/CIMモデルで確認できる。
データ処理システム		・iXsPointアプリケーション 3次元点群データ処理、自動結合/変換や出来形数値を算出を行う（イクシス開発） ・出来形管理用Webアプリケーション Autodesk Forgeのモデルデータ編集、ビューイング技術(清水建設開発)
	利用方法	・iXsPointアプリケーション：イクシス製アプリケーション ・出来形管理用Webアプリケーション：市販システム
	利用費用	・ライセンス利用料として課金予定
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	今回のステップではAI技術は利用しない。
データ共有システム（クラウドシステム等）		・3次元点群データ AWS EC2サービス上に構築 共有可能なデータ：3Dスキャナ測定データファイル、jpegファイル 共有可能なデータ量：1024GB 共有可能な者：利用者、清水建設、イクシス（予定） データ転送量：送信最大1024GB/月，受信最大1024GB/月 ・出来形管理用Webアプリケーション：クラウド　AWS、共有可能な者　発注者、受注者
	利用方法	・3次元点群データ：検討中 ・出来形管理用Webアプリケーション：ライセンス契約
	利用費用	検討中

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 シールド工事の出来形計測（内空断面、蛇行量）に必要な作業時間： 1リング当たり10分の縮減	従来：測量機器を用いた現地計測。15分/リング。 本技術：ロボットで取得した点群データ処理による計測。5分程度/リング。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 シールド工事の出来形計測（内空断面、蛇行量）および記録に必要な作業人員： 1リング当たり0.2人工の縮減	従来：現地計測 0.1人工＋出来形の記録0.1人工＝計0.2人工/リング。 本技術：点群データ処理により算出した出来形を3次元モデルに自動入力→0人工。
安全性の向上	想定 シールドトンネル坑内の狭隘な場所における作業の削減	従来：現場にて現場職員が実施。 本技術：自律走行ロボットが作業休止時間に無人で計測を実施。
品質の確保・向上	想定 出来形計測箇所・頻度の増加による品質の向上	従来：出来形管理要領に応じて、10mに1箇所1リング毎に計測。数週間に1度。 本技術：取得した点群データに含まれる複数リングの計測が可能。数日～1週間に1度。
施工管理の効率化・高度化	想定 3次元モデルを活用したWebアプリケーションによるシールドの出来形管理の実現	従来：出来形管理帳票（Excel等で作成）で記録・確認。 本技術：Webビューアーに表示された3次元モデル上で出来形の確認が可能。
その他の効果	想定 ・出来形の3次元モデルへの自動入力による記録ミスの防止 ・Webアプリケーションによる関係者間での円滑な出来形情報の共有の実現	

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	・自律走行ロボットは取扱説明書どおりに組立てと調整を行い、操作端末上アプリケーションのボタン操作で作業可能である。必要に応じてイクシス社が準備する1Dayトレーニングに参加できる ・出来形管理用Webアプリケーションについては必要な技量はなし
必要構成人員	・自律走行ロボットは、組立て要員２名、遠隔操縦および自動運転を行う作業員1名と必要に応じて安全確認要員が1名必要となる ・出来形管理用Webアプリケーションについては必要な技量はなし
安全上の配慮	・自律走行ロボットを遠隔操縦および自動運転する際は、走行領域になるべく人が立ち入らないよう制限し、ガラスや危険物がある部分やロボット自体が落下する可能性がある場所に柵を設置する。また、遠隔操縦時は死角や通信遅延によるオーバーシュートを考慮し周囲の人や物に注意しながら走行する。
法令上の手続き	現状特になし
通信環境	・測量対象領域でWi-Fiアクセスポイントからインターネット経由でクラウドサーバーへ接続が可能であること、またその全域で通信帯域が10Mbps以上であること ・出来形管理用Webアプリケーションについては、オフィス等の通常の通信環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	・月額利用料や従量制課金、またレンタルなどサービスでの提供を予定（初期費用は別途） ・出来形管理用Webアプリケーションについては検討中
導入コスト	検討中

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	BIM/CIMモデルと施工計画・進捗・計測情報を連携させた「現場見える化クラウド」システム	
技術バージョン	2022年1月	
開発者	◎株式会社IHIインフラ建設 オフィスケイワン株式会社 株式会社コルク 千代田測器株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：03-3699-2808	Email：iwase7031@ihi-g.com
技術概要	BIM/CIMモデルと施工管理記録情報を連動させ、4D（時間情報）施工状況を凡例により可視化する。それに加え、現場に設置した計測機器データ（気象・作業員情報）を集約し、BIM/CIMモデルとリアルタイムに紐付け、クラウドを介した一元管理を実施し、現場進捗を受発注者間で共有する。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工（ほかインフラ構造物を構築する工事）	

2. 基本諸元

技術の構成	(1)BIM/CIMモデル作成技術 ・橋梁CIMモデル作成システムによる4DCIMモデルを自動作成する技術 (2)BIM/CIMクラウドシステムと計測機器連携技術 ・BIM/CIMモデル、点群や地形、4Dタイムラインデータの統合表示技術 ・現場に設置した計測機器・映像情報を統合モデル上に連動・可視化させる技術 ・クラウド上の施工管理記録データにもとづいたBIM/CIMモデル上へのリアルタイムな自動進捗判定・可視化技術	
技術の構成図		
使用するデバイス	TS(NET05AXⅡ)・DXネットワークカメラLive DXWeatherLive・DXチルトLive EXBeacon 閲覧機器(パソコン・タブレット等)	使用温度範囲:-20℃～+50℃ TSは雨除けが必要 その他機器は防水・防塵対応
デバイスの連続稼働時間	TS:約5時間(給電なしの場合) その他機器 有線またはソーラーバッテリーによる給電	環境条件は同上
技術を適用可能な現場条件	計測機器は通信環境が必要となるため、PCおよびクラウドを利用するためのインターネット環境が必要(無線・有線)となる。環境条件が悪い現場(場所)は、産業用Wi-Fiなども事前確認により活用を考える。	

技術活用のプロセス		**①4D施工管理モデルの作成** 対象部位のBIM/CIM4Dモデルを CIM-BOXにて自動作成する。 **②計測機器の設置** 現地特性に応じて必要となる計測 機器を決定し、架台等を用いて 強固に固定する。 給電方法・通信環境も合わせて整備。 **③KOLC+環境設定** (1)BIM/CIMモデル、地形を共有、 フォルダリンク設定 (2)計測機器との連携設定 (3)施工サイクルに合わせた凡例設定 **④情報共有による施工管理** 施工サイクルに応じて(1)～(3)を繰り返す (1)計測機器より逐次データ確認・対策 (2)施工管理記録の確認・対策 (3)遠隔臨場 技術活用のプロセス ①4D施工管理モデルの作成 ↓ ②計測機器の設置 ↓ ③BIM/CIMクラウド 環境設定 ↓ ④情報共有による施工管理 (情報更新・対策、遠隔臨場等)
技術導入に要する時間		■BIM/CIMモデルの作成期間(1週間～1か月) ■TS他計測機器の納期(約1か月) ■KOLC+環境設定(約1週間)
アウトプット		■BIM/CIMモデルデータ(dwg、nwd、csv) ■計測機器の取得データ(CSV) ■施工管理データ(PDF・JPEG・MP4) ■進捗管理データ(CSV)
データ処理システム		BIM/CIMモデル作成のためのソフトウェアが必要
	利用方法	サービス提供会社と利用期間のライセンス契約が必要である。
	利用費用	CIM-BOX　600,000円／1年間、AutoCAD 65,000円／1年間
	AI技術の精度(学習結果に対する性能評価)	AI技術は未導入
データ共有システム(クラウドシステム等)		BIM/CIMクラウドシステム「KOLC+」 1プロジェクトごとに管理者および管理者が承認した関係者で運用されるクラウドシステムであり、1プロジェクトで標準50GBのデータを共有できる。 ファイル数の上限は特になし。
	利用方法	サービス提供会社と利用期間のライセンス契約が必要である。
	利用費用	Dxsite (現場毎に見積もり) ビーコン(現場毎に見積もり) KOLC+ 600,000円／1年間(追加機能は別途)

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 (1)従来の「CIM-BOX」に新たに4Dモデル作成支援機能を実装することで4DCIMモデルを作成する時間を30%縮減。 (2)現場立会検査5回のうち、3回を遠隔臨場としたため詰所⇔現場の移動時間が排除でき人・時間を約40%縮減。	従来技術との比較
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 (1)従来と試行技術で人員は同等、作業工数(人・時間)従来技術より30%縮減 (2)従来と試行技術で人員は同等、作業工数(人・時間)従来技術より30%縮減	監督員詰所が遠隔地にあること
安全性の向上	実測 (1)従来と試行技術で安全性は同等。3Dモデルによる施工シミュレーションができることで、安全に対する不可視部分を事前確認できる。 (2)車移動が減るために交通事故の削減。遠隔により対面協議を縮減できるためは接触機会・新型コロナ感染症等の感染リスクの回避。	監督員詰所が遠隔地にあること
品質の確保・向上	実測 (1)CIM+4Dモデルの自動化機能でケアレスミスの削減により、品質向上 (2)従来と試行技術で品質は同等	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 (1)従来と試行技術で同等 (2)クラウド一元管理により、現場進捗や計測データ取得が可能なため即時性による効率化向上。また、関係者全員とリアルタイムで情報共有が可能となるため、効率化・高度化を実現可能。	デバイス整備・通信環境の構築
その他の効果	想定 (1)試行技術は、4Dモデルを専用システムで行うことで、3DCADによる属人的作業に比べて、正確性のチェックが容易となる。 (2)異常気象時や災害時においてはスムーズな対応策が必要である。試行技術は現場状況の最新状況を遠隔で確認できるため、その後の対応策等について即時に関係者と協議を行うことが可能。車移動の回数減によりCO2削減に貢献。	-

4. 作業条件・運用条件

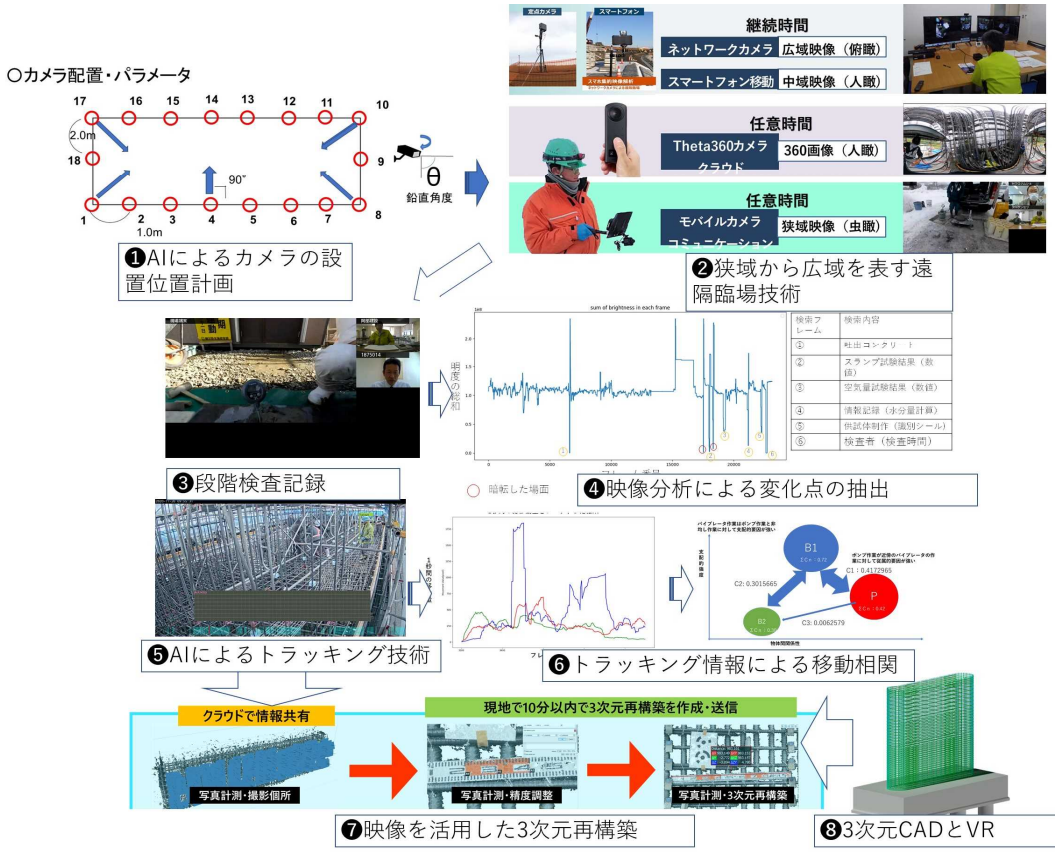
施工技術者の技量	(1)CIMモデル作成にかかるソフトウェアの運用教育が必要 (2)TS・計測機器の設置要領、BIM/CIMクラウドシステムの操作方法、 データ更新などの教育が必要。
必要構成人員	(1)CIMモデル作成に1～2名程度必要(モデル作成と照査担当者) (2)計測機器の設置・メンテナンス管理員が1名程度必要
安全上の配慮	(1)特になし (2)現場に計測機器設置する際に入場者教育が必要
法令上の手続き	(1)特になし (2)UAVにて地形を取得する場合は、飛行申請など適切な手続きが必要
通信環境	(1)ソフトウェアのライセンス認証にインターネット接続環境が必要 (2)現場アクセスポイントからインターネット経由でクラウドサーバーへ接続 できる環境が必要。(通信速度の目安:20～30MBbps以上)
技術の利用形態 (リース等の入手性)	(1)利用期間に応じたサブスクリプション契約が必要 (2)利用期間に応じたリースまたはサブスクリプション契約が必要
導入コスト	(1)CIMモデル作成 ・CIM-BOX:600,000円(1年間、サポート込み) ・AutoCAD:65,000円(1年間) ・Navisworks:148,000円(1年間) (2)現場設置機器(Dxsite・EXBeacon)、BIM/CIMクラウド「KOLC+」 ①Dxsite機器 ・TS(NET05AXⅡ)購入:5,617,000円 ・DXﾈｯﾄﾜｰｸｶﾒﾗLive購入:130,000円 ・DXWeatherLive購入:230,000円 ・DXﾁﾙﾄLive購入:450,000円 ②EXBeacon機器 ・EXBeacon受発信装置購入:6,000,000円 ③BIM/CIMクラウド ・KOLC+:600,000円(1年間) ※リースの場合は、機器の保険料、期間、機器数量で費用が変更。 ※工事規模、機器台数、計測設備、クラウド契約期間、パソコン等の デバイス費用などは現場毎に見積もり対応。

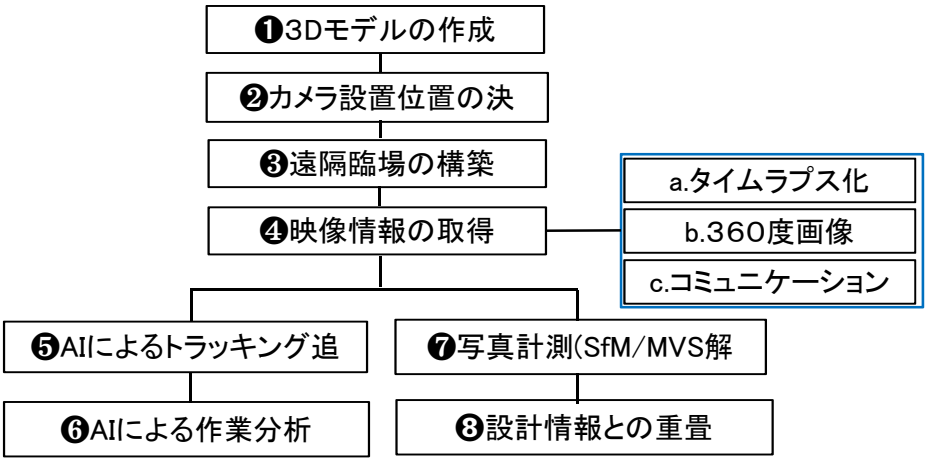
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	ネットワークカメラやモバイルカメラ等による遠隔臨場と映像解析技術を活用した施工CIM	
技術バージョン	2021年10月	
開発者	(株)環境風土テクノ 北海道大学 (株)建設IOT研究所 (株)リコー	
開発代表者の連絡先	電話:090-3080-5485	Email:k-suda@bolero.plala.or.jp
技術概要	●遠隔臨場技術 施工現場の確認検査など遠隔臨場に、広域(俯瞰、鳥瞰)空間をネットワークカメラ、中域(人瞰)空間をスマートフォンカメラや360度カメラ、狭域(虫瞰)空間をモバイルカメラを活用し、モバイルカメラでは映像と音声を双方向で通信を可能にするコミュニケーション機能を持たせている。 ●映像解析技術 映像記録から着眼点抽出や作業連携の数値化を行い、施工実態の教師データ化を図っている、同時に、映像情報から必要なフレーム抽出で、写真計測技術を活用して短時間での3次元再構築を行っている。	
活用場面	施工全般の作業過程の監視及び記録、構造物の取り合いや周辺施設との影響評価、段階検査や出来形検査など数値確認を記録する。	
適用工種、対象作業等	道路土工(掘削工、路体盛土工等)、河川土工(掘削工、盛土工等)、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル(NATM)、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(構造物)など。	

2. 基本諸元

技術の構成	●遠隔臨場技術 技術を構成する主要なデバイス（ネットワークカメラ＋クラウド（またはDB）、360度カメラ＋クラウド、ジンバル付きモバイルカメラ等）、機材（遠隔臨場を対象にした会議システム、遠隔臨場用PCとモニター、通信装置等）、システム（映像解析用システム、データ共有のためのクラウド）を臨場目的に応じて組みあわせる。 初期導入は、スマートフォンと360度カメラでの簡易システムでの試行可能 広域（俯瞰的）臨場・ネットワークカメラ、タイムラプス解析装置、WIFI、受信装置 中域（人瞰的）臨場・360度カメラ、スマートフォンカメラ、クラウド、DB装置、WIFI装置 狭域（虫瞰的）臨場・会議システム、スマートフォン、モニター、WIFI装置 ●映像解析技術 技術を構成する主要なデバイス（アクションムービーカメラ、スマートフォンカメラ等）、機材（写真計測（3次元再構築）計算用PC,クラウド、通信装置等）、システム（3次元計測技術（写真計測）、AIツール））を映像情報活用の目的に応じて組みあわせる。
技術の構成図	
使用するデバイス	❷遠隔臨場 aネットワークカメラ,b360度カメラ,cスマートフォンカメラ,dモバイルカメラ,e通信装置 ❼映像を活用した3次元再構築 aアクションカメラ（スマートフォンカメラ),bPC ❷遠隔臨場 a屋外用を使用、bからd.－10°　から60℃降雪時には、使用制限。 ❼映像を活用した3次元再構築 a.－10°　から60℃降雪時には、使用制限b屋内使用

デバイスの 連続稼働時間	❷遠隔臨場 aネットワークカメラ,b360度カメラ,cスマートフォンカメラ,dモバイルカメラ,e通信装置 ❼映像を活用した3次元再構築 aアクションカメラ（スマートフォンカメラ),bPC	❷遠隔臨場 a電源確保で連続稼働,b１時間（動画の場合）,c3時間,d4時間（USBバッテリー） e電源確保で連続稼働 ❼映像を活用した3次元再構築 a4時間,b電源確保で連続稼働
技術を適用可能な 現場条件	電波環境が良好で電源確保が最低限の条件 技術的には、PC操作や通信やカメラ機能変更などIT対応力が必要になる。	
技術活用のプロセス	❶3次元CADでのモデル化（CIM情報）❷施工空間を再現した3次元モデルから撮影目的に応じてカメラ設置位置を決定する❸ネットワークカメラとモバイルカメラによる遠隔臨場技術を立ち上げる。モバイルカメラでは、非対称通信やジンバルカメラを併用する。❹遠隔臨場で取得した映像から、タイムラプス映像やVRデータに変換する。❺AIを活用して映像から目的主体のトラッキングをを行い❻トラッキング結果から主体間の移動相関を算定し、作業パターンの特徴を抽出する。❼映像からフレーム抽出し写真計測ソフトを活用し3次元再構築を図る。写真計測ソフトはオープンソフトでも利用可。❽3次元再構築と設計モデルをVR上で重畳し、検査に活用する。  	
技術導入に要する 時間	❷遠隔臨場技術 広域　機材手配7日（特殊仕様は2か月）、設置作業2日、撤去作業1日 中域　機材手配3日 狭域　機材手配14日（注文仕様は2か月）、設置作業1日（教育2日）撤去作業（基本屋内固定） ❼映像を活用した3次元再構築技術 機材手配1日、教育2日（撮影演習、ソフト使用研修など）	

アウトプット		❷遠隔臨場技術：タイムラプス（rowデータ、avi） 360度画像（画像ファイル(JPEG)） 動画（全ての通信の録画データ（mp4フォーマット/HD画質） ❼写真計測技術：３次元点群、３次元メッシュ（必要に応じテクスチャ付き） VR可視化用3次元データ点群データ：las, asc, pts, ptx, pod, xyz, e57, fls, tzf, rcp 3次元再構築データ：IGES、STEP、映像：rowデータ、avi ❽3次元CAD：3次元データ：IGES、STEP
データ処理システム		❷遠隔臨場技術：ネットワークカメラ（タイムラプス作成ソフトウェア） 360度画像取得カメラ（処理ソフト内蔵） 動画 ❼写真計測技術：SfM/MVS処理ソフトウェア、撮影最適化補助ソフトウェア、点群処理・可視化ソフトウェア、VR化ソフトウェア、形状評価プログラム等 ❽3次元CAD：3次元CADソフトウェア
	利用方法	❷遠隔臨場、❼写真計測技術、❽3次元CADについては、基本市販システムを利用、インターフェースなど自社開発
	利用費用	❷遠隔臨場技術：広域70万円（タイムラプス作成装置、ヒートマップ作成装置。データベース機能、カメラ4台標準）、中域カメラ10万円、狭域150万円（通信制御装置、ジンバルカメラ、スマートフォン（特別仕様）） ❼写真計測技術 カメラ：5～6万円、市販SfM/MVSを利用の場合：30万円/台（フリーソフトもあり）、PC：50万円、RTK-GNSS関連：８～15万円 ❽3次元CADソフト：20万円/台
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	ブレーインストーミング議論のAI翻訳装置による議事録翻訳精度は、学習サンプルが少ない試行のため使用に耐えられるレベルの精度 AIによる映像を活用した作業員や重機の稼働など作業追跡は、小規模行為の場合耐えられる精度である。また、カメラ設置計画へのAI活用は、試行では最適解を提供したと評価する。
データ共有システム（クラウドシステム等）		360度カメラ：クラウドベンダーとして株式会社リコーが提供しているクラウド環境 ネットワークカメラ：パブリッククラウド環境上に自社の映像蓄積プラットフォームと各種情報を格納できる共有DBを配置。ハイパフォーマンスなGPGPU環境と映像解析エンジンで強力にAI解析が可能。ダッシュボードを通して情報共有を可能とし、各社工種などに応じてカスタマイズ可能とする。
	利用方法	各クラウドを利用し、アカウントごとにアクセス権限を付与する。
	利用費用	必要となる費用（ライセンス費は１００,０００円/月））

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ①遠隔臨場による移動待ち時間の削減で監理技術者の日当り労働時間を1時間49分縮減 ②映像を活用した書類、写真削減で監理技術者の日当り労働時間を52分縮減	①すべての検査と1回/日の現場巡視を遠隔臨場で行った場合の移動削減時間 ②映像活用による書類、写真台帳作成時間削減を、2人現場として1人当たり労働時間短縮を算定
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 監理技術者の日当り労働時間を33.6%（2時間41分）縮減	上記条件による
安全性の向上	想定 ①広域な遠隔臨場により現場の24時間監視とAI活用によるアラート発信を計画	①映像のプロファイリングからのリスク要因判定や、固定カメラ映像の労働者をトラッキングし相互の関連性をAIで数値化、異常数値を検出し通報。
品質の確保・向上	実測 ①遠隔臨場によりベテラン技術者の経験知利用が容易となり品質リスクが低減する。 ②映像による現場再現性向上でトレーサビリティー性が向上し作業手順、品質の適正化が容易になる。	①遠隔臨場により気軽に意思疎通を図る意識醸成が必要 ②映像目的に応じた現場のカメラ配置計画が重要となる。
施工管理の効率化・高度化	実測 ①遠隔臨場による本社を含めた現場管理で、監理技術者の移動待ち時間削減や現場状況把握が容易になる。 ②短時間で簡易な3次元再構築が可能となり施工CIMへの対応で施工管理が高度化する。	①遠隔臨場技術を活用することのメリットを共有化、共通認識できる社内風土の醸成が必要 ②TI技術者を養成するか、社外のIT技術者との連携が必要
その他の効果	実測 官民をこえた建設型リーンマネジメントを提案	受発注者共創によるリーンマネジメントの取組みが必要

4. 作業条件・運用条件

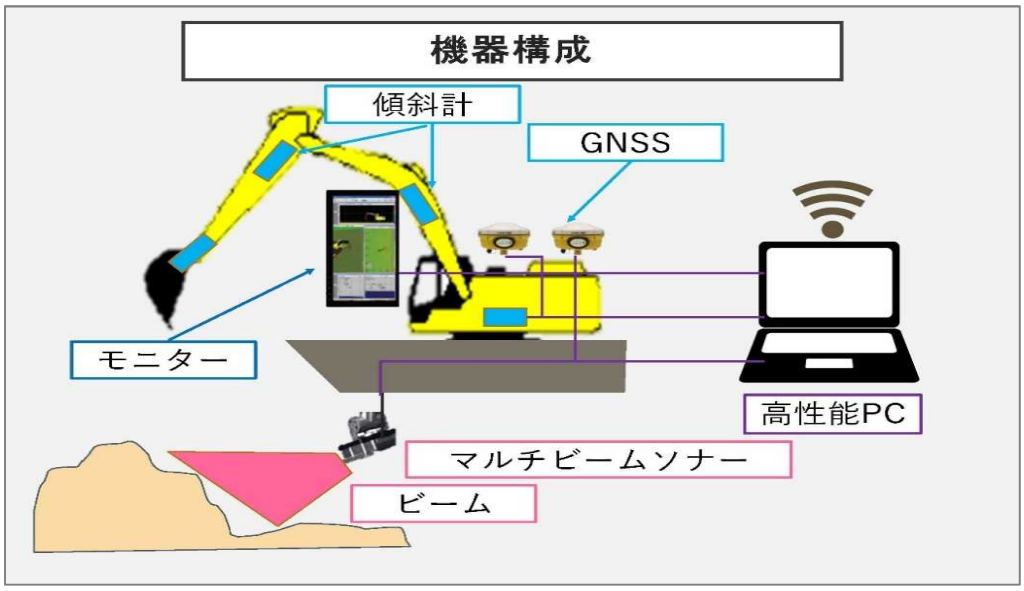
施工技術者の技量	遠隔臨場においては、IT機器操作に関する基礎技術を有し、施工生産性や安全性を高めるうえで有益性を理解していること。 映像解析においては、データ解析や分析、その解析結果を解釈することが出来ること。
必要構成人員	1人（遠隔臨場の最終目標は作業レベルの無人化である）
安全上の配慮	映像機器の設置は一般的に高所となるため、通常の高所に対する安全配慮が必要 機器に関しては一般的なIT機器の損傷防止配慮が必要
法令上の手続き	国外利用の場合、輸出品の許可が必要となるケースがある
通信環境	一部、独自の通信環境を構築するが、通常のインターネット通信環境（LTE、Wi-Fiなど）であれば可能
技術の利用形態 （リース等の入手性）	ネットワークカメラ：システム購入、レンタル、リース 360度カメラ：汎用品、クラウドサービスはPCからアクセス スマートフォンカメラ：タフフォン（汎用品）、解析/分析は専用アプリをダウンロード モバイルカメラ：カメラは購入、レンタル、タフフォンに専用アプリをダウンロードし接続 通信装置：ビデオ会議システム機器購入、レンタル、リース 3D構築ソフト：市販ソフト
導入コスト	1. 総合的遠隔臨場技術（❶NWカメラ装置：80万円（カメラ4台）※NWカメラは、スマートフォンカメラでも可、その場合サーバー装置40万円：設置費は別途見積もり）、❷ビデオ会議装置100万円（レンタル8万円/月））❸360度カメラクラウド装置（カメラ10万円・クラウドライセンス5千円/月）※PC・モニター別途支給 2. 3次元計測技術（カメラ5万円、ソフト30万円）※PC・モニター別途支給、 ※ソフトはフリーソフトも可、但しスキルが要求される）

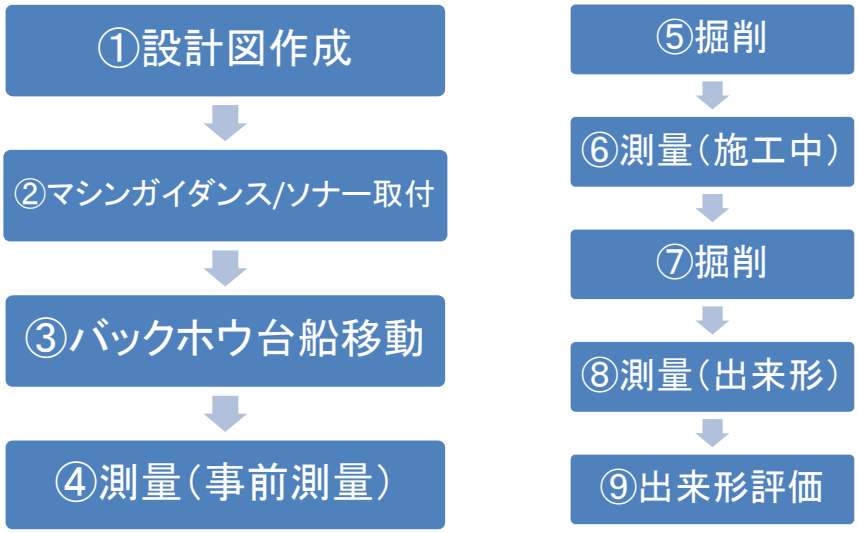
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	マシンガイダンス+マルチソナーのリアルタイム河床可視化技術	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	◎鹿島建設株式会社、株式会社アクティオ、サイテックジャパン株式会社、株式会社渋谷潜水工業、株式会社ハイドロシステム開発	
開発代表者の連絡先	電話：0258-94-5241	Email：sekihara@kajima.com
技術概要	河床掘削時にマシンガイダンス機能によるバックホウ台船のバケット刃先の位置把握と、マルチビームソナーによるリアルタイム河床可視化を組み合わせる事で不可視部をモニター上で可視化して掘削作業を行うことが出来る。	
活用場面	バックホウ台船による河床掘削時の施工管理 施工前：施工箇所で、マルチビームソナー測量（以下測量）を実施し、現在の河床状況を把握する。 施工中：掘削途中で測量を行い、掘削の不足部を把握する。日々の掘削前後で、測量を行い、進捗管理を行う。 施工後：掘削完了後、測量を行い出来形確認を行う。	
適用工種、対象作業等	河川土工（掘削工、盛土工等）	

2. 基本諸元

技術の構成	マシンガイダンス：GCS900 測量結果表示ソフト：Trimble　Marine　Construction(以下TMC) マルチビームソナー：SeaBat T20 マルチビームソナー制御ソフトウェア：Sonar UI マルチビームデータ解析ソフト：PDS クラウドサーバ：BOX（バックホウ台船のデータを事務所で照査するため。）	
技術の構成図		
使用するデバイス	マシンガイダンス：GCS900 測量結果表示ソフト：Trimble　Marine Construction(以下TMC) マルチビームソナー：SeaBat T20 マルチビームソナー制御ソフトウェア：Sonar UI マルチビームデータ解析ソフト：PDS	マシンガイダンス及びマルチビームソナーではGNSSを使用しているため補正情報を得られる通信環境が必要
デバイスの 連続稼働時間	該当なし	
技術を適用可能な 現場条件	・マルチビームソナーは水中の濁度が高い場合、測量不可 ・マシンガイダンス及びマルチビームソナーではGNSSを使用しているため補正情報を得られる通信環境が必要	

技術活用のプロセス		①掘削対象範囲の設計図を作成する②バックホウ台船にマシンガイダンス/マルチビームソナーを取り付ける③掘削対象範囲に、バックホウ台船を移動させる④測量を行う（事前測量）⑤測量結果を元に、バックホウ台船で掘削作業を行う⑥掘削作業後で測量を行い、日々の進捗を確認する⑦測量結果を元に、バックホウ台船で掘削作業を行う（⑥と⑦の作業を繰り返す）⑧施工完了時に、出来形確認の測量を行う⑨土量計算ソフトで出来形評価を行う 
技術導入に要する時間		マシンガイダンス・マルチビームソナー取付・キャリブレーション⇒5日 マシンガイダンス・マルチビームソナー取外し⇒2日
アウトプット		河床の点群データ（.asc/.csv/.tif）
データ処理システム		マルチビームソナー（SeaBat T20）の測量によって、データを取得しTMC に取り込み、点群データ等を出力する。
	利用方法	市販システム
	利用費用	TMC（VRS補正情報配信費含む）95,000円/月 マルチビームソナー用VRS補正情報配信費16,500円/月
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		活用するクラウド：BOX システムの概要：一般的なクラウドサーバ 共有可能なデータ形式：特殊な形式で無ければ共有可能 データ量：制限なし 共有可能な者：発注者、受注者、協力会社
	利用方法	ライセンス契約
	利用費用	100,000円/月（使用ユーザー数で増減）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 過不足の無い掘削作業による、作業時間の縮減。測量会社による測量作業が不要。	該当箇所の漏れのない測量。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 測量会社による測量作業が不要。	該当箇所の漏れのない測量。
安全性の向上	実測 船体からおもし（レッド）を垂らして、掘削深度を計測する必要が無くなり、落水する危険が無くなった。	該当箇所の漏れのない測量。
品質の確保・向上	実測 過不足の無い掘削作業の実現。	該当箇所の漏れのない測量。
施工管理の効率化・高度化	実測 過不足の無い掘削作業の実現。施工と測量を同時に行うことで、手戻りの無い施工が可能となる。	該当箇所の漏れのない測量。
その他の効果	実測 画面を見ながらの施工により、熟練技能者で無くても確実な施工が可能となる。 環境負荷の低減。従来施工に比べて化石燃料の消費が7.4t程度削減することができた。 5日×8h×71L×2.62 kg-CO2/L ＝　▲7,440.8 kg-CO2 短縮時間　5日、作業時間　8h、一時間あたりの燃料消費量　71L/h、CO2排出係数　2.58kg-co2/L	該当箇所の漏れのない測量。

4. 作業条件・運用条件

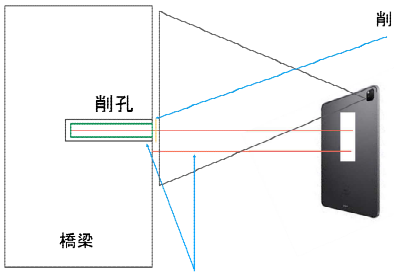
施工技術者の技量	マルチビームソナーの使用方法の教育⇒1日～2日
必要構成人員	測量時のマルチビームソナーの操作⇒1名
安全上の配慮	該当なし
法令上の手続き	該当なし
通信環境	4G/LTE以上の通信規格を推奨
技術の利用形態 （リース等の入手性）	上記、”使用するデバイス”をリースすれば導入可能
導入コスト	初期導入費用：1,700,000円 月間費用：7,000,000円 ※マルチビームソナーが特殊な機材であるため月間費用が高額となっている。費用削減のため以下が考えられる。 ①掘削作業日に限定した、マルチビームソナーの設置・撤去によるリース費用の縮減（今回の試行では掘削作業日以外のリース費用も含まれている） ②マルチビームソナーの流通量増によるリース費用単価の縮減

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	削孔管理システムIoT	
技術バージョン	2022年1月	
開発者	◎蜂谷工業株式会社 株式会社Momo	
開発代表者の連絡先	電話：086-223-9223	Email：tsuuchi@hachiyakogyo.co.jp
技術概要	距離センサデバイスにより、橋梁壁面に削孔した孔の削孔長データを取得する。 さらに、カメラ画像と距離データを連動させ、同時にAI（画像解析）により削孔径データを測定する。 取得した削孔長データ、削孔径データをもとに出来形管理図表と出来形管理成果表を自動作成できるシステムの構築を行う。	
活用場面	施工管理（出来形）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	橋梁付属物工（落橋防止装置工）	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス（Microsoft　Surface タブレット＋レーザーセンサデバイス） 機材（SIM） システム（データ処理システム、データ共有クラウド：MicrosoftAzure）	
技術の構成図	 ・タブレット背面に固定できる形状 ・距離センサとボードが内蔵される ・デバイスはBLEによりアプリと通信し距離センサデータを送信する  タブレットのカメラと レーザーセンサから 削孔径を算出 距離の差分＝削孔長 削孔の最浅部＝筒の底 誤差を避けるために筒を挿入する 出来形管理表 出来形管理成果表を 自動作成するシステムの構築 	
使用するデバイス	自社開発のレーザーセンサデバイスとタブレットデバイス	暗所でない場所、直接風雨を受けない場所での使用
デバイスの 連続稼働時間	タブレットデバイス：満充電で最大10時間　自社開発レーザデバイス：タブレットからの給電	0～35度
技術を適用可能な 現場条件	極端に暗くない場所、激しい雨天下、足場の単管によっては削孔に正対できないため計測できないことがある。左記環境以外では稼働可能。	

技術活用のプロセス	①デバイスのセット ・・・・・・・・ タブレットとデバイスのメインスイッチをONにする。 対象の孔にデバイスをセットする ②計測 ・・・・・・・・ 削孔長 及び 削孔径を計測する。 【削孔長】 レーザ距離センサにより自動で削孔長を測定する 【削孔径】 タブレット画像を利用して自動で削孔径を測定する ③測定結果のアウトプット ・・・・・・・ タブレット画面の【データ送信ボタン】を押すと 測定データと測定状況写真をタブレット内の アプリケーションへBLE通信により送信する アプリケーションからLTE通信によりサーバーへ 送信しデータベースに格納する サーバー側はCSVファイルにて出力する ④出来形管理表・成果表の自動作成 ・・・・・サーバー側でCSVファイルより Excelデータを自動出力する ①デバイスのセット → ②計　測 → ③測定結果のアウトプット → ④ 出来形管理表・成果表の自動作成
技術導入に要する時間	機械・機材等の準備(手配)・設置作業・撤去作業など、現場で技術活用に要する時間（日数） は不要。
アウトプット	Excelデータによる「出来形管理成果表」「出来形管理図表」
データ処理システム	レーザセンサと画像解析を併用する。レーザ1は伸縮可能なロッドの内部から底面への距離を測定し、レーザ2・3は壁面への距離を計測する。この差を削孔長とする。同時に画像解析により削孔直径の画面内に占める画角を計算する。解析は数値化・輪郭抽出・Canny解析等を行い、画角のタンジェントにレーザ2・3によりえられた距離を乗じることにより実寸の削孔直径を求める。
利用方法	全て自社開発により行う
利用費用	削減できる工数から求める。月額10万円程度を想定
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	画像解析技術は用いるが機械学習は用いない
データ共有システム（クラウドシステム等）	クラウド基盤はMicrosoftAzureを用いる。クラウド上のリポジトリにエクセルファイル（出来型管理表）を格納し、測定時に直ちに上記ファイルへの書き込みが行われる。データはログイン情報を得た管理者も閲覧可能だが、デバイスからしかクラウドへの書き込みはできない。（ダウンロード後は編集可能）
利用方法	発行されたIDとパスワードによりログインして利用する
利用費用	データ共有システムの利用にあたって必要となる費用：月額1万円程度～10万円以内）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 削孔長・削孔径の測定及び写真撮影工数の削減 出来形管理図表と出来形管理成果表作成工数の削減	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 従来は3人で測定・撮影していたが、 本システムでは1人でよい	該当なし
安全性の向上	実測 測定用器具、測定結果記録用紙、黒板、カメラなどが不要で、本デバイスのみでよくなるため身軽になるため安全性が向上する	該当なし
品質の確保・向上	該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	実測 削孔長・削孔径の測定及び写真撮影工数の削減 出来形管理図表と出来形管理成果表作成工数の削減	該当なし
その他の効果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

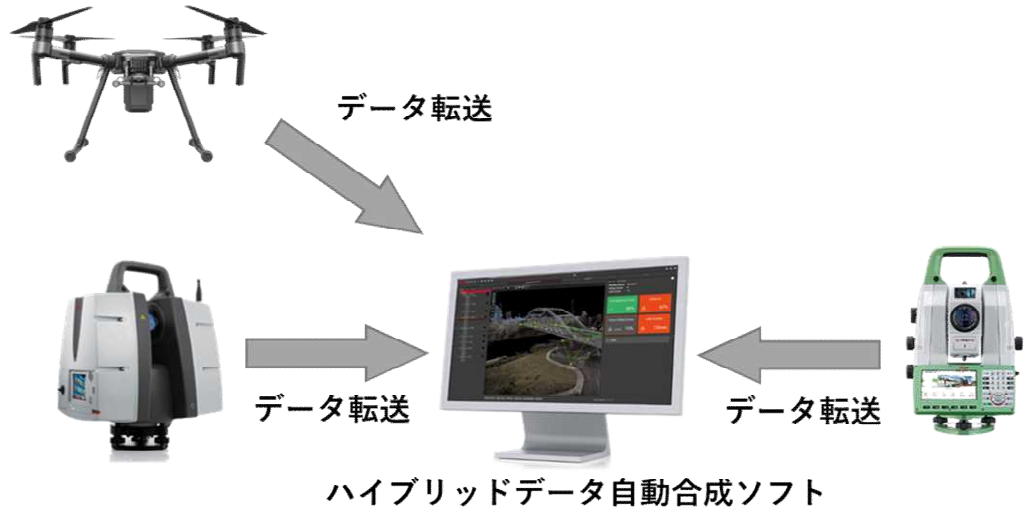
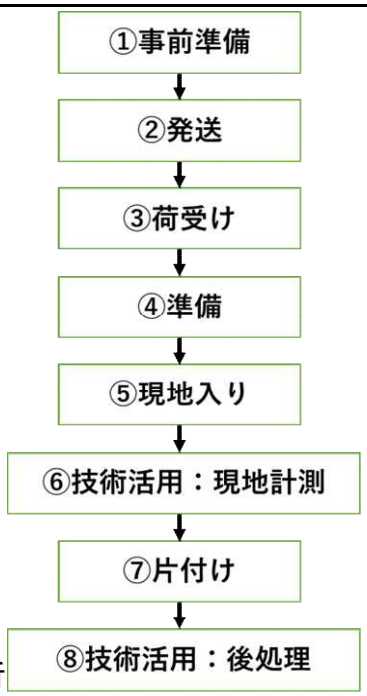
施工技術者の技量	なし
必要構成人員	1名
安全上の配慮	なし
法令上の手続き	なし
通信環境	LTE通信環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	デバイスのリース
導入コスト	※初期導入費用：10万円 ※月間費用:10万円

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	UAV，3Dレーザースキャナ及びトータルステーションを用いたハイブリッド測量により，鋼桁架設前から架設完了までを継続的に出来形一元管理を行う技術の実装	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	◎株式会社駒井ハルテック　技術開発本部　技術研究部 株式会社イクシス	
開発代表者の連絡先	0439-87-7470	Email：tachi@komaihaltec.co.jp
技術概要	建設現場の生産性を向上させるため、上部工施工にUAVなどを用いたBIM/CIMの積極的な導入が期待されているが、UAVを用いた三次元計測技術では精度の確保、特に高さの精度に課題であり活用の範囲が限定される。また、従来計測では、足場工・安全設備等の設置や高所作業が必要であることから、生産性や安全性を向上させることが求められている。そこで，UAVによる高解像度画像計測と，z座標に高精度のトータルステーションやレーザースキャナーを併用することで、橋梁全長を高い精度を確保しつつ計測困難部の支点部の位置データ，架設中の鋼桁の出来形を高精度で且つ短期間で安全に取得が可能となる。	
活用場面	本設工事／施工管理（測量・出来形）	
適用工種、対象作業等	橋梁上部工、橋梁下部工	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス 高性能UAV、高精度レーザースキャナー、高精度トータルステーション 機材 解析・処理用PC システム 点群解析ソフト、点群処理ソフト、点群マッチングソフト	
技術の構成図		
使用するデバイス	高性能UAV、高精度レーザースキャナー、 高精度トータルステーション	UAV：雨・風のない事 レーザースキャナー：雨の無い事 トータルステーション：特になし
デバイスの 連続稼働時間	高性能UAV バッテリー1セットにつき、20分程度 高精度レーザースキャナー バッテリー1セットにつき、3時間程度 高精度トータルステーション バッテリー1セットにつき、8時間程度	気温は20℃で左記稼働時間
技術を適用可能な 現場条件	橋梁上部工を施工する前の橋梁下部工設置現場 橋梁上部工架設後の出来形計測 航空法で許可が取れる現場 森林、鉄塔、高圧線が付近に無い事	
技術活用のプロセス	①事前準備・・・・技術活用日程の調整 現地責任者との日程等確認 現場状況の確認 場所の確認 機材の確認　　：UAV・TLS・TS・PC バッテリーの充電：UAV・TLS・TS 発送用梱包　　：発送先の確認 ②発送・・・・・・・・計測前日指定での発送 ③荷受け・・・・・・指定先にて機材等の荷受け 機材等の確認 ④準備・・・・・・・・動作確認：UAV・TLS・TS・PC バッテリー残量最終チェック ↓ 必要に応じて充電 現場責任者との最終確認 ⑤現地入り・・・・必要に応じて新規入場者教育 朝礼にて技術活用の周知 注意事項の共有 ⑥技術活用・・・・天候・風向で計測順を考慮し実施 ⑦片付け ⑧後処理・・・・・・PCによるハイブリッド計測の自動解析 精度確認後、計測成果出力	

技術導入に要する時間		機械・機材等の準備(手配):１日 計測作業:１日 後処理・成果:２日
アウトプット		UAV:写真→点群データ(txt等) TLS:点群データ(txt等) TS:単点座標データ(txt等) ハイブリッドデータマッチング後データ(二次元CADデータ)(dxf等)
データ処理システム		＜下部工測量＞ 地上から高精度レーザースキャナーにて計測した橋脚若しくは橋台の側面点群データからその面を推定し面データを生成。 上空からは高性能UAVにて取得した画像データから橋脚若しくは橋台の上面の点群データを生成し面を推定し面データを生成。 地上から高精度トータルステーションで橋脚若しくは橋台周辺の単点座標データを計測。 上記側面データ、上面データおよび単点座標データをマッチングさせて支間長および支承位置を高精度に算出するシステム。 <鋼上部工出来形計測＞ 上空からは高性能UAVにて取得した画像データから鋼上部工の主桁格点の点群データを生成し面を推定し面データを生成。 桁端部から高精度トータルステーションで桁端部周辺の単点座標データを計測。 上記、上面データおよび単点座標データをマッチングさせて鋼桁の出来形(主桁間隔、通り、そり等)を高精度に算出するシステム。
	利用方法	自社開発システム(株式会社イクシス社製)
	利用費用	未設定
	AI技術の精度(学習結果に対する性能評価)	特になし
データ共有システム(クラウドシステム等)		未設定
	利用方法	未設定
	利用費用	未設定

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 <下部工計測＞ 本橋は、単純桁で河川上には桟橋が設置されていたため、従来測量でも、高所作業車は不要で安全設備の設置も軽微であったが、技術活用によって2日短縮(33%削減)となった。 ＜鋼上部工出来形計測＞ 従来測量では、測定項目ごとにレベル等を設置し計測する必要があったが、技術活用は基準点計測後、UAVにて鋼桁全体のデータを取得するため、測量日数は0.5日短縮（50%削減）となった。データ処理については、従来技術は計測時に計測値が算出されるが、技術活用は画像データから座標を抽出するため1.0日を要し、合計すると従来技術と同等の作業時間となった。本試行業務の対象となった橋梁は、橋長56mの単純桁であったが、橋長が長い連続桁などでは更なる効率化が図られる。	<下部工計測＞ ・従来：安全設備：1日、測量：2日、報告書作成：3日　合計：6日 ・技術活用：機材準備：1日、測量：1日、報告書作成：2日　合計：4日 ＜鋼上部工出来形計測＞ ・従来：測量：1日、報告書作成：0.5日　合計：1.5日 ・技術活用：測量：0.5日、報告書作成：1日　合計：1.5日
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 <下部工計測＞ 作業時間同様、技術活用によって3.5人工削減(33%)することができた。 ＜鋼上部工出来形計測＞ 従来測量では、レベルを用いて測量するため2人工必要となるが、技術活用は、UAVにて鋼桁全体のデータを取得するため、2人工削減（66%削減）となった。データ処理についても、1人工削減（50%削減）となった。合計すると3人工削減（60%削減）となった。本試行業務の対象となった橋梁は、橋長56mの単純桁であったが、橋長が長い連続桁などでは更なる効率化が図られる。	<下部工計測＞ ・従来：安全設備：3人工、測量：4人工、報告書作成：3.5人工　合計：10.5人工 ・技術活用：機材準備：2人工、測量：2人工、報告書作成：3人工　合計：7人工 ＜鋼上部工出来形計測＞ ・従来：測量：3人工、報告書作成：2人工　合計：5人工 ・技術活用：測量：1人工、報告書作成：1人工　合計：2人工
安全性の向上	実測 <下部工計測＞ 作業時間で記載した条件ではあったが、従来作業では橋台天端での高所作業が必要であった。一方、技術活用によって地上から天端面のデータを高精度に取得する事で高所作業は無くなり安全性が向上する。 <鋼上部工出来形計測＞ 下部工計測と同じく従来測量でも高所作業車は不要であり、作業用の安全設備が設置されていた。従来技術では桁上での作業を伴うが技術活用では桁上の作業が不要であり安全性が向上する。	<下部工計測＞ 従来：高所作業・足場手摺りなどの安全設備設置 技術活用：特になし <鋼上部工出来形計測＞ 従来：高所作業・足場手摺りなどの安全設備設置 技術活用：特になし

品質の確保・向上	実測 <下部工計測＞ 従来と同等 <鋼上部工出来形計測＞ 従来と同等	<下部工計測＞ 従来と同等 <鋼上部工出来形計測＞ 従来と同等
施工管理の効率化・高度化	実測 <下部工計測＞ 安全設備が不要で計測作業の効率化が図れ、且つ従来と同等の精度で支承間の距離・座標を算出できるため高度化された技術である。 <鋼上部工出来形計測＞ 下部工計測と同様、安全設備が不要で計測作業の効率化が図れ、且つ従来と同等の精度で鋼桁の出来形（主桁間隔、通り、そり等）を高精度に算出できるため高度化された技術である。	<下部工計測＞ 足場、安全設備：不要 <鋼上部工出来形計測＞ 足場、安全設備：不要
その他の効果	実測 <下部工計測・鋼上部工出来形計測＞ 安全設備の施工等が不要となるため、山間部や河川上など橋梁の測量には効率化が図れる。	<下部工計測・鋼上部工出来形計測＞ 高所作業車・足場が不要になり、且つ直接計測と同等の精度が迅速に得られる事で施工性・安全性が向上

4. 作業条件・運用条件

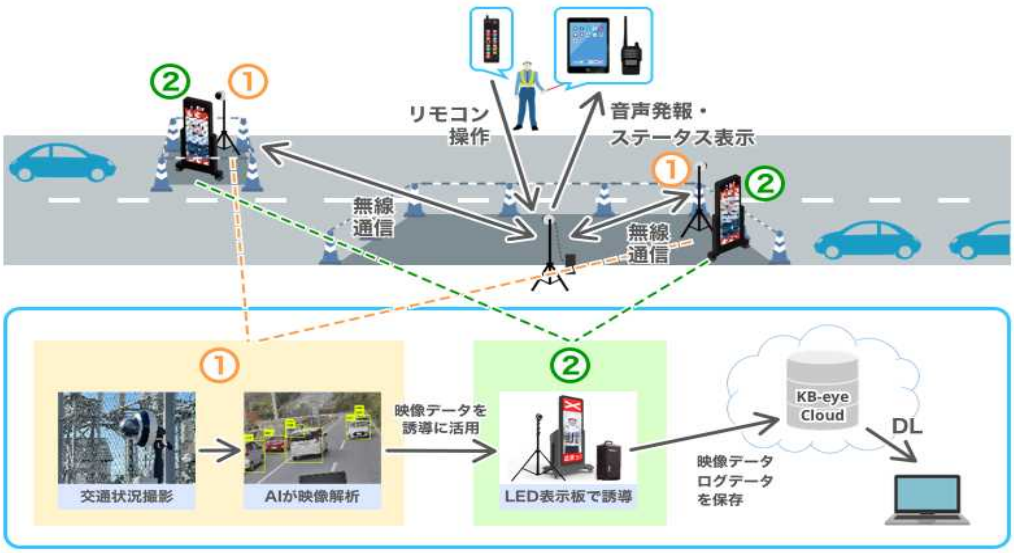
施工技術者の技量	UAVの操縦・測量の技術　レーザースキャナー、トータルステーションの測量技術が必要 （UAV講習修了者尚良　測量士、測量士補有資格者尚良）
必要構成人員	当技術活用には、計測時は最低2名必要。 解析、計算、成果は1名で対応可。
安全上の配慮	技術活用のために、航空局への許可申請を行う。 また、活用時には現場関係者に周知徹底し、特にUAVの計測時は半径30m以内に人が立ち入らぬよう対策を講ず。
法令上の手続き	航空法第 132 条第１項に定める「飛行禁止空域」における飛行や同 132 条の２第 1 項に定める「飛行の方法」によらない飛行を行おうとする場合、無人航空機を飛行させる者は、飛行開始予定日の少なくとも 10 開庁日前までに、申請書類を提出
通信環境	特になし
技術の利用形態 （リース等の入手性）	未設定
導入コスト	未設定

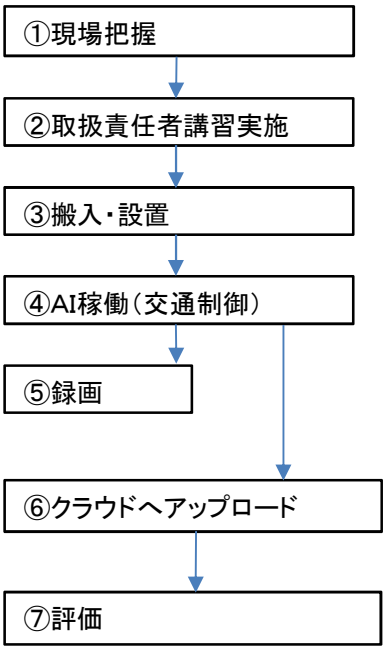
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	AIによる交通誘導員省人化を目的とした片側交互通行自動誘導技術	
技術バージョン	2021年10月	
開発者	KB-eye株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：055-287-7555	Email：jimukyoku@kb-eye.jp
技術概要	＜できること＞ AI（人工知能）を用いて、片側交互通行の工事現場において交通誘導員を最低でも2名以上省人化が可能である。 ＜測定・分析によるリアルタイム処理＞ ・AI が現場交通量に応じて、進行と停止をわかりやすい大型LED表示版にリアルタイム通信し、交通を制御することができる。 ・現場を通行する車両等（一般人自動車、自転車、特殊車両、工事車両、歩行者）をカメラで撮影しながら、リアルタイムで危険行為（逆走や歩行者の現場への侵入など）をリアルタイムで解析に0.8秒以内に現場にいるオペレーターに無線で通知。	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画（仮設備・機械・労務）／施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、ﾄﾝﾈﾙ（NATM）、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）、測量全般など	

2. 基本諸元

技術の構成	（デバイス） 車両誘導用LED表示板、映像解析用カメラ、システム本体、無線通信リモコン、状況確認用タブレット端末 （機材） 音声受信用特定省電力トランシーバー （システム） 映像等各種ログデータ保存用クラウドサーバ	
技術の構成図		
使用するデバイス	カメラ・AI解析用エッジ端末・バッテリー・無線通信機器・大型LED	大雪等においては、カメラレンズを拭くなどして使用。あるいは、カメラに屋根をつける。
デバイスの連続稼働時間	・AIシステム：ポータブル電源（434Wh）使用で連続稼働10時間 ・大型LED：発電機	−15℃～40℃
技術を適用可能な現場条件	（基本条件） 片側交互通行の工事区間が800m以内 （その他） 工事区間を解析するカメラならびにAIシステムを配置できること（0.5平米程度）	

技術活用のプロセス	本技術活用のプロセスは以下の通りである。 ①現場把握 現場図面等の把握、警備計画の確認 ②取扱責任者講習実施 AI警備を行う人員の事前講習 （毎回ではなく初回のみ） ③搬入・設置 規制開始と同時に設置 ④稼働（リアルタイムデータ処理）＝交通制御（現場） AIが常時監視し、上り・下りの車両を自動で誘導 ⑤録画 現場状況を録画 ⑥クラウドへアップロード（映像＆ログ） クラウドへ映像ならびにログをアップロード ⑦評価（交通量・誘導回数等） 稼働中はもちろん、稼働後も現場状況の把握用データのアーカイブ 
技術導入に要する時間	・現場状況把握（事前）：1H ・設置箇所決定（事前）：0.5H ・設置作業（当日）：0.25H ・撤去（当日）：0.1H ※AI警備システムが当日、現場事務所等に配置されていることが前提。 ※取扱責任者が現場にいることが前提。
アウトプット	・交通状況データ ・工事現場の各所における車両等通行状況映像データ ・その他各種取得ログ
データ処理システム	（概要）AIを活用した交通誘導警備システム 片側交互通行の規制現場における【渋滞・車両滞留状態】、【上下線の交通量】・【規制区間の状況】・【歩行者等の状況】・【近隣居住地への枝道等の状況】・【緊急車両の状況等】を確認して、AIが自ら交通誘導を行う
利用方法	自社開発システム
利用費用	月額35万円
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	移動中の車両，工事車両，歩行者，二輪車等を識別し，そのトラッキングによって制御を判断するAIを開発。 車両の検知，判断の精度は97.5%。
データ共有システム（クラウドシステム等）	・AWSを活用 ・車両や歩行者等通過ログ／車両や歩行者等検知ログ／信号切替ログ／両端ならびに規制区間の録画データ／システムの死活ログ／通信結果ログを収録しているが、外部共有サービス投入は時期検討中。 ・１日分データは映像を除き、概ね600kbt
利用方法	・クラウドデータに関しては，VPNによる接続で，クラウドに保存されたデータの取得が可能。 ・（必要がないため）データを見やすくUI化はしていないため，VPN接続からのダウンロードは作業として必須となる
利用費用	月額25万円～

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 本技術は、大型LEDの信号表示を行うため規制電光看板と兼任することができる。 そのため、通常の規制表示電光看板を設置する手間がないため、10分以上の縮減を実現。 スムーズな現場作業開始と，作業後のスムーズな規制開放に貢献した。	―
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 施工現場では、実質3名分の縮減が認められた。	ただし、道路使用許可と相関する。
安全性の向上	実測 ＜発生したCASE1＞ 現場付近（現場外ではあるが）で事故が発生したが、（1）AIによる警告が作動し、（2）誘導員は退避、（3）映像にも記録されており現場と無関係を立証できた。結果として，現場の危険予知をいち早く行うことができ，工事現場における安全性を向上させるために必要であるということが分かった。 ＜発生したCASE2＞ 近隣住民の歩行者が、規制外枝道から規制区間舗道に入ってきたが、いち早くAIが検知してオペレーターに音声で通知。安全に誘導ができた。	AI警備オペレーターが現場にいることが条件。
品質の確保・向上	実測 人が警備を行う場合，曖昧な誘導や，両端の警備員同士の連携に熟練度が必要となる一方で，本施行を通じて，本技術は安定性もあり，交通誘導の技術や手順に起因する事故はもちろんトラブルさえ発生せず，結果として工事に影響を与えることなく，円滑な工事進行に寄与した。	―
施工管理の効率化・高度化	―	―
その他の効果	実測 ・交通量測定が高精度、かつ無人でできた。 ・近隣住民等の出入り等、通常稼働を把握することができた。 ・緊急車両通過時に、緊急車両モードに即時になって、安全に誘導することができた。 ・単なる省人化にとどまらず、寒さ・暑さ対策にも有用であるということが判明した。 ・視認性もよく、誘導員よりも見やすいという評判を得た（12件）	―

4. 作業条件・運用条件

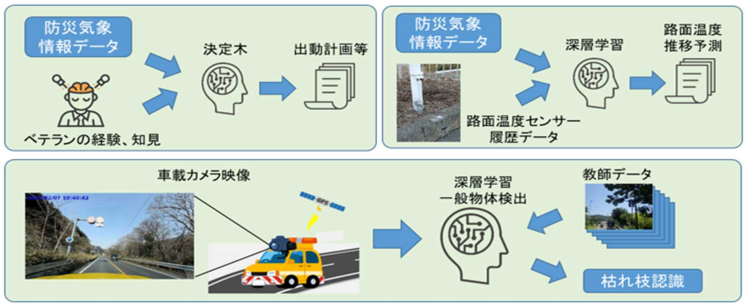
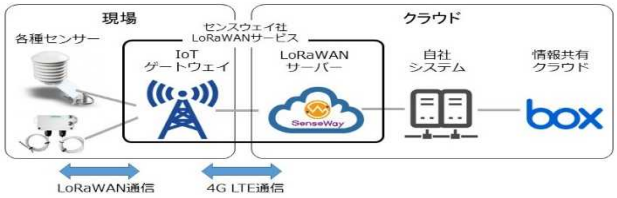
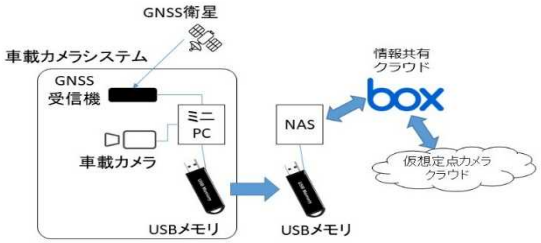
施工技術者の技量	取扱責任者講習の受講が必須である。
必要構成人員	2名
安全上の配慮	誤作動時、オペレーターは誘導に留意すべき。しかしながら、本施行においても誤作動は一度も発生しなかった。（試行現場投入前の自社POCにおいても誤作動は一度も発生していない）
法令上の手続き	道路使用許可
通信環境	特になし。モバイル通信ができない場合でも問題なく交通誘導が可能。 ただし、映像をアーカイブサーバにアップロードする際はLTE通信等必要。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	月次レンタルモデルにて提供
導入コスト	初期費用：0円 月額利用料：35万円 ※機器構成※ 解析用カメラ3台／AI交通誘導システム3台／AI間通信無線機材3台／交通誘導状況確認用タブレット1台／AIによる音声発報無線機1台／映像解析端末3台ほか

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	映像やIoTセンサー情報を用いたAI推定モデルによる一般国道の維持工事の生産性向上技術	
技術バージョン	2022年1月	
開発者	◎ 学校法人立命館 日本マルチメディア・イクイップメント株式会社 沼田土建株式会社	
開発代表者の連絡先	電話： 077-561-5073	Email： y-nomura@fc.ritsumei.ac.jp
技術概要	①防災気象情報をもとに除雪機械の出動計画と待機作業員の適正化を図る技術。 データ不足で予測モデル（Random Forest）が構築できなかったため、熟練技術者の判断基準を綿密に調査して、if-thenルールによるエキスパートシステムを構築した。判断基準が確認できた範囲において、出動計画と待機作業員の適正化が実現した。 ②重点監視ポイント（5ヶ所）の路面温度のAI予測モデルを構築して、凍結防止剤散布車の出動タイミングを適正化する技術。従来は防災気象情報を手掛かりに、凍結防止剤散布車の出動判断を行っていた。路面凍結しやすく通行車両が頻繁にスタックする重点監視ポイントに設置した路面温度センサーのデータによる機械学習（Auto Encoder）で、24時間先までの路面温度を予測した。この予測値をもとに凍結防止剤散布車の出動時間の適正化が実現できた。 ③道路巡回中に撮影した映像をもとに交通支障の原因となる枯れ枝や倒木等を検出する技術。車載カメラの映像をフレーム化した画像に対してアノテーションを行う。この画像とアノテーションデータをもとにSingle-Stage法のYOLOv5を用いて道路上に覆いかぶる枝の検出を行う。検出されたかぶり枝の画像をトリミングして、一般的な画像分類法であるCNNを用いて落下する恐れが高い枯れ枝の判定を行った。	
活用場面	①冬季の道路に降雪する際、除雪機械の出動計画と待機作業員の手配を行う場面で活用する。 ②冬季の路面凍結が発生する際、特に路面凍結が頻発する橋梁上などの重点監視ポイントの凍結防止剤散布車が出動する場面で活用する。（例示：月夜野大橋、永井橋、沼田大橋、三坂、三国峠の5ヶ所） ③道路沿いの樹木からかぶり枝が存在する場面、枯れ枝やかかり枝など落下して道路交通の支障になる恐れがある際に活用できる。（例示：みなかみ市西消防署の近傍などで頻発） ただし道路法30条、道路構造令12条に定める道路上の建築限界（車道の上空4.5m、歩道の上空2.5m）を検出しない。	
適用工種、対象作業等	道路維持工 除雪作業 凍結防止剤散布作業 道路巡回 ・ 応急処理 道路支障物撤去作業	

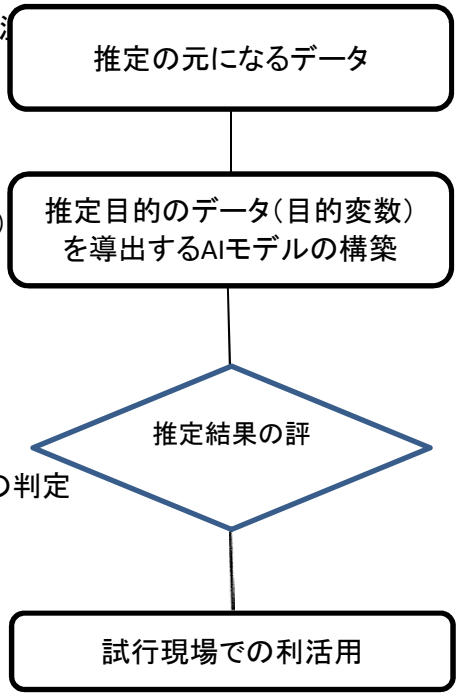
2. 基本諸元

技術の構成	①インターネット上の防災気象情報を取得データベース化するWebスクレイピング技術。さらに防災気象情報を説明変数として、熟練技術者の意思決定を推定する技術として、if-thenルールによるエキスパートシステムを構築した。 ②防災気象情報と路面温度を元に24時間先までの路面温度を予測する技術として3層ニューラルネットのAuto Encoderを採用した。 なお重点監視ポイントの路面温度を取得する技術として、2019年追加募集のPRISM事業で構築済の「IoTセンサーデータのクラウド共有システム」について以下、追加説明する。路面温度を計測する熱電対や気温・湿度・風向・風力などのIoTセンサーから10分間隔で計測されたデータを、LPWAの一種であるLoRaWAN通信プロトコルでGATEWAYに伝送し、LTE網経由でクラウドサーバに収集している（この間はセンスウェイ社のサービスを利用）。収集後のデータを利活用する機能としてグラフ表示およびクラウドストレージBOXで共有する専用システムを構築済みである。なおLoRaWAN通信は、日本国内では920MHz帯域の電波を利用するため、電波利用のための免許は必要ない。また低消費電力であることが特長であり、乾電池や内蔵バッテリーで1年以上稼働する。また従来のセンサー機器に比べ低価格で、多数のセンサーをばら撒き設置する際のコストを抑えることが可能なため、「ばらまきIoTセンサー」と呼称している。 ③第一段階で映像データをフレーム化する技術。次にYOLOV5を用いた物体検出で「かぶり枝」の検出を行う技術。最後に畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いた画像認識で落下の恐れがある「枯れ枝」や「かかり枝」の判定を行う技術で構成されている。 なお道路パトロールカーに搭載された「車載カメラ」は、2019年追加募集のPRISM事業で構築済の「仮想定点カメラ」を流用した。仮想定点カメラでは、電子ジンバル対応のカメラにGNSS受信機の位置情報を付加し、道路パトロール時に撮影した映像とそれに同期したGNSS位置情報をUSBメモリに記録する。これらの機能と電源制御を行うためラズパイを用いた小型パソコンを実装している。映像データと位置情報を記録したUSBメモリは、事務所に設置した映像データ用NASのUSBポートに挿入してNAS のディスクにコピーすると、自動的にデータがクラウドに送信され情報共有クラウドBOXと同期する専用システムが構築済みである。
技術の構成図	①除雪機械の出動計画、路面温度推定、枯れ枝・かかり枝の検出　技術の構成図  ②路温センサーデータの収集技術の構成図（参考）  ③車載カメラの事s同技術の構成図（参考） 

<table>
<tr>
<td>使用するデバイス</td>
<td>①
IoTゲートウェイ：センスウェイ社LoRaWANゲートウェイ
Netvox社製IoTセンサー
・温湿度センサー：R712
・路面温度センサー：R718CK2
・風向風速+温湿度センサー：RA0717Y
②
車載カメラシステム：Xacti社製車載カメラシステム（カメラ本体、ミニPC、GPS受信機、USBメモリ）
.映像データ収集用NAS：Synology社製DS720+（Disk 8TBx2）</td>
<td>①
IoTゲートウェイ、各センサーとも屋外仕様であり、IP67水準の防塵防水仕様となっている。その他使用条件は次の通り。
<table><tr><th></th><th>環境温度範囲</th><th>環境湿度</th><th>保管温度</th></tr><tr><td>IoTゲートウェイ</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH</td><td>-40°C～85°C</td></tr><tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH(結露なし)</td><td>-40°C～85°C</td></tr><tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td>-20°C～55°C</td><td>＜90%RH(結露なし)</td><td>-40°C～85°C</td></tr></table>②
車載カメラシステム：車内に設置
.映像データ収集用NAS：
屋内に設置</td>
</tr>
<tr>
<td>デバイスの
連続稼働時間</td>
<td>①
<table><tr><th></th><th>連続稼働時間</th><th>給電方式</th></tr><tr><td>IoTゲートウェイ</td><td>常時</td><td>PoE</td></tr><tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>約4年</td><td>バッテリー</td></tr><tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>約5年</td><td>バッテリー</td></tr><tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td>常時</td><td>DC12V
（ACアダプタ）</td></tr></table>②
1.車載カメラシステム
車から電源供給するためエンジン動作中は連続稼働。記録時間はUSBメモリ512GBの場合、約50時間の記録が可能。
2.データ収集NAS
商用電源により連続稼働。</td>
<td>①
<table><tr><th></th><th>条件</th></tr><tr><td>IoTゲートウェイ</td><td></td></tr><tr><td>温湿度センサー
Netvox社R712</td><td>txpower = 20dBm、LoRa拡散係数SF = 10</td></tr><tr><td>路面温度センサー
Netvox社R718CK2</td><td>周囲温度25°C、15分のハートビート間隔、txpower = 20dBm、LoRa拡散係数SF = 10</td></tr><tr><td>風向風速+温湿度センサー
Netvox社RA0717Y</td><td></td></tr></table>②
連続稼働条件
1.車載カメラシステム
カメラ：0℃～40℃
ミニPC：0℃～50℃
2.データ収集用NAS
0℃～40℃</td>
</tr>
<tr>
<td>技術を適用可能な
現場条件</td>
<td colspan="2">①除雪機械の出動計画、②路面温度の推定、③枯れ枝かかり枝の検出、ともにクラウド上で共有された情報を元にAIシステムが結果を推定するしくみであるため、現場条件に適用可能性は左右されない。ただし、②路面温度を計測するIoTセンサー、③車載カメラの実装については、以下のとおり適用可能な条件がある。

②IoTセンサーとGateway間は、LoRaWAN通信ができる見通しがきく場所に設置する必要がある。IoTセンサー自体は防水・防塵仕様なので、計測対象を測定したい場所に設置できるが、IoTセンサーとGateWay間に遮蔽物が入らねいように取り付ける必要がある。
またGatewayの設置場所はクラウド間の通信が必要なため、4G/LTE/5G通信ができる場所であることが適用条件である。

③本技術が適用可能な現場は、道路パトロールカーなど車載カメラシステムを搭載できるパトロール車などの移動体が巡回監視を行っている必要がある。
また位置情報を取得するため、GNSSの電波が受信出来る必要がある。なおGNSSの精度を高めるためRTK補正情報サービスを利用する場合は、携帯電話回線が必要となる。</td>
</tr>
</table>

技術活用のプロセス	①防災気象情報データの収集 データ構造化（時刻、降水量、降雪量、気温、路温） if-thenルール決定木の構築 推定結果の評価 ②路面温度データの収集 データ構造化（10分⇒1時間変換、時刻、路温） 防災気象情報データの収集 Auto Encoder路温推定モデルの構築 推定結果の評価 ③道路上の樹木の映像収集 YOLOによるかぶり枝の認識 CNNによる枯れ枝・かかり枝など落下危険物の判定 結果評価 
技術導入に要する時間	①維持工事を担当する熟練技術者の経験則を元にした推定モデル（if-thenルールの場合）を構築するまでに要する期間：2～3か月 Random Forestで推定モデルを構築すると、教師データの準備に5年～10年程度が必要 ②路面温度の推定モデルの検証に2～3か月を要する。（ただし、ばらまきIoTセンサーが設置されていること。ばらまきIoTセンサーの設置は6か月程度が必要） ③対象現場向けのかぶり枝認識は6か月程度。ただし枯れ枝・かかり枝データのアノテーションには数年が必要。 （ただし、車載システムの設置・調整は2週間、機器の納期は現在、半導体不足のため要調査）
アウトプット	①　除雪機械の必要台数（凍結防止剤散布車（2人乗り）、除雪トラック（2人乗り）、グレーダ①（2人乗り）、グレーダ②（1人乗り）、ロータリー除雪車（2人乗り））と待機人員数（機械台数から算出） ②　重点管理ポイント（月夜野大橋、永井橋、沼田大橋、三坂待避所、三国ST）における24時間先までの路面温度（毎日17時～翌日16時まで） ③　かぶり枝の認識、落下の恐れがある枯れ枝・かかり枝の判定
データ処理システム	①除雪機械出動計画システム（if-thenルールによるエキスパートシステム） ②路面温度予測システム（Auto Encodrによる3層ニューラルネットワーク） ③かぶり枝認識（YOLIv5）、枯れ枝・かかり枝の落下判定システム（CNN）
利用方法	①、②、③の全てを自社開発システムで構築したので、利用は自由。 ただし、試行現場ごとにAI推定モデルの構築が必要。
利用費用	利用費用は発生しない。 ただし試行現場ごとのAI推定モデルの構築作業の費用が発生する。
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	①if-thenルールによるエキスパートシステムの推定精度：◎ ②3層ニューラルネットワークAuto Encoderによる機械学習精度：〇 ③YOLOによる検出：〇、CNNによる判定精度：×

データ共有システム （クラウドシステム等）		データ共有システム（クラウドシステム等）は、発注者・受注者ともに利用可能。ただしBOXのライセンスは別途手配が必要。 IoTばらまきセンサーネットワークは、複数のクラウドサービスを連携して構築しているため、データは複数のクラウドを経由して共有される。 ・LoRaWANサーバ センサーからのデータ収集を行う。自社システムのみアクセス可能。 ・自社システム LoRaWANサーバからデータを取得し、グラフ表示などの加工、蓄積する。 社内およびコンソーシアムメンバーがアクセスできる。今後発注者に公開する予定。 ・BOX 自社システムからSFTPで取得したCSV形式のデータを、コンソーシアムメンバー間で共有している。
	利用方法	データ共有の中核となる自社システムは、アクセス権限を自分たちで管理できるようにするため、クラウド上のレンタルサーバ上に構築している。このため利用に関するライセンス制限はない。 情報共有クラウド（BOX）は、他の試行技術で取得した映像データなども含め、今回の試行におけるデータをコンソーシアムメンバー間で共有するために利用している。ファイル単位に権限設定を行い、契約していないユーザもアクセスすることが可能となっている。
	利用費用	自社システム用サーバー賃借費用：19,000円／年 BOX ビジネスライセンス：2,850円／月／1ライセンスあたり ただしサーバー運用費用（人件費）が別途必要（人月ベースで要見積）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ① 現場代理人・除雪作業班（除雪オペ）の負担軽減 ② 現場代理人（散布車運転手）の負担軽減 ③ 新人にはメリットあり	①除雪作業を行っている地域毎の推定モデルの確立 ②ばらまきIoTセンサーの設置 ③車載カメラの設置と日常運用
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ①②適正な散布間隔が把握でき、余分な散布回数を削減できる。待機人員の縮減が可能かどうかは、発注者との協議による ③作業人員の削減はない。新人活用の可能性あり	①特になし ②ばらまきIoTセンサーの設置 ③車載カメラの設置
安全性の向上	想定 ②路面凍結の予防に貢献。通行車両の安全走行につながる ③枯れ枝の落下による通行車両の損傷を未然に防止できる	②ばらまきIoTセンサーの設置 （設置の際の安全確認） ③パト車カメラの設置と運用
品質の確保・向上	想定 ①除雪機械の出動計画において、人為的なミスを削減できる ③パトロール要員の監視のみでは見落としがある為、発見の精度が向上する	①除雪作業を行っている地域毎の推定モデルの確立 ③パト車カメラの設置と運用
施工管理の効率化・高度化	実測 ①通常の気象状況であれば、誰でも除雪機械の出動計画が出来る ②適正な散布間隔・時間が把握出来る ③新人活用を促進出来る	②ばらまきセンサーの設置 ③パト車カメラの設置と運用
その他の効果	該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

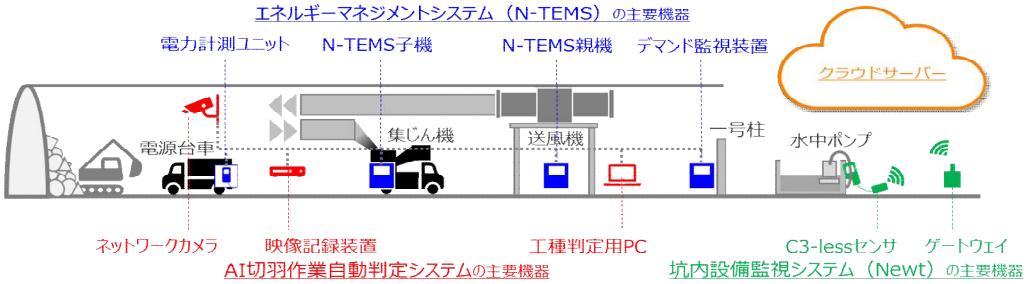
施工技術者の技量	除雪機械の出動基準等を把握した熟練の技術者の豊富な経験と、その経験を論理的に説明できる資質※ 適正な教師データが大量にあれば必要ない可能性あり
必要構成人員	①除雪機械の出動計画は熟練技術者1名 ②凍結防止剤の散布作業は2～4名。ばらまきIoTセンサー設置工事には10名程度 ③道路パトロール2名がデータの回収を兼務。カメラ設置・データの解析モデル構築時に2～3名
安全上の配慮	②ばらまきセンサー設置は路肩で行うため、保安柵等の安全施設が必要
法令上の手続き	特に必要なし
通信環境	ばらまきIoTセンサーとGateWay間：通信できる見通しがあること GateWayとクラウドサービス間：LTE/4G/5G通信網があること NASを設置する事務所：光ファイバーインターネット網があること
技術の利用形態 （リース等の入手性）	①②③のAI推定モデルは、オープン系の開発環境でシステム構築を行っているため、個別モデルの構築工数が発生するが、開発環境の利用料金は不要。 ②ばらまきIoTセンサー、③車載カメラシステムは、現場個別対応になるため、ファイナンスリースは可能だが、レンタル機材の調達は当面困難。
導入コスト	①インターネット環境のみ ②IoTセンサーの設置に必要な費用（参考） データシステム センスウェイ社LoRaWANサービス利用料　4,480円/月 （IoT GW 1台当たり、LTE通信費、LoRaWANサーバ利用料込み） 自社システム　　サーバ利用料 19,000円/年 データ共有システム 自社システム用サーバー：19,000円/年 BOX ビジネスライセンス：2,850円/月/1ライセンスあたり 導入コスト 以下の想定条件における初期費用、年間費用（ランニングコスト1年間）を示す。 センサー台数：15台 温湿度 3台 @25,000円、路面温度 10台 @32,000円、風速風向 2台 @100,000円　合計：670,000円 設置工事費：約60万円（設置場所、条件により異なる） IoTゲートウェイ：2台 1年間利用　利用料：4,480円x12ヶ月 = 53,760円 設置工事費：約80万円（設置場所、条件により異なる） 初期登録費用 センサー15台：980円x15台 = 14,700円 自社システム サーバ費用：19,000円/年 システム構築費用：約70万円（要件により異なる） 情報共有クラウド BOXライセンス：2,850円x12ヶ月x3ユーザ = 102,600 システム運用監視 15,000円x12ヶ月 = 180,000円 初期費用合計：約2,784,700円 年間費用合計：約 355,360円 ③車載カメラシステムの導入に必要な費用（参考） 初期費用 車載カメラシステム：約90万円 年間費用 仮想定点カメラクラウド利用料：未定 BOX ビジネスライセンス：2,850円/月/1ライセンスあたり x12ヶ月

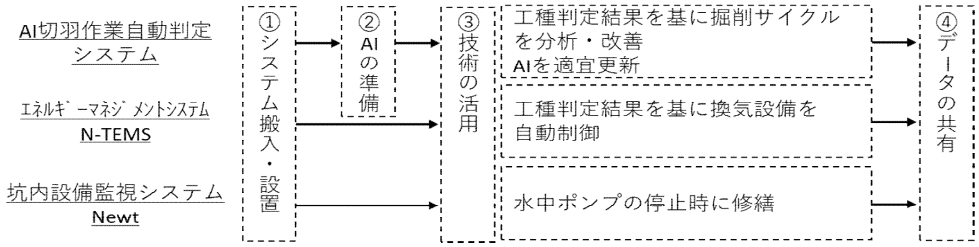
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	AIトンネル現場管理システム	
技術バージョン	2022年2月	
開発者	◎西松建設㈱、㈱sMedio、Mode, Inc.、菅機械工業㈱、泰興物産㈱	
開発代表者の連絡先	電話：080-9212-9021	Email：yoshitaka_mitsui@nishimatsu.co.jp
技術概要	山岳トンネルの工事現場を無人で管理するためのAI、IoT技術を複合して運用することにより、生産性の向上を図る。具体的には、坑内カメラで撮影した切羽近傍の映像から切羽作業の工種をAIで自動判定し、作業の進捗状況を把握・分析することで施工上の課題を抽出し効率化を図る。また、自動判定された工種に応じて換気設備を自動制御し、使用電力量の削減を図る。それとともに、IoT電力センサを用いて坑内設備の使用電力量を計測して稼働状況を無人で管理することで、巡視作業を軽減する。	
活用場面	仮設工事（換気設備の制御、水中ポンプの監視）、施工管理（工程進捗）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	【AI切羽作業自動判定システム】 デバイス ： ネットワークカメラ 機材 ： 映像記録装置、工種判定用PC システム ： クラウド 【エネルギーマネジメントシステム（N-TEMS）】 機材 ： N-TEMS親機、N-TEMS子機、電力計測ユニット、デマンド監視装置 システム ： クラウド 【坑内設備監視システム（Newt）】 機材 ： C3-lessセンサ、ゲートウェイ システム ： クラウド	
技術の構成図	 ネットワークカメラ 切羽近傍の映像の取得 N-TEMSの親機（左）と子機（右） 送風機と集じん機の制御 C3-lessセンサ 水中ポンプの監視	
使用するデバイス	ネットワークカメラ	IP66、温度-30～55度、相対湿度10～100%
デバイスの 連続稼働時間	常時稼働（PoE給電）	IP66、温度-30～55度、相対湿度10～100%
技術を適用可能な 現場条件	インターネットへの接続が可能であること。	

技術活用のプロセス	①システム搬入・設置 ネットワークカメラ等のデバイス（AI切羽作業自動判定システム）、換気設備の制御装置や電力計測装置等の機器（N-TEMS）、C3-lessセンサやゲートウェイ（Newt）を設置する。 ②AIの準備 切羽近傍の映像を基に、初期AI学習モデル構築のための教師データを作成する。構築したAIを工種判定用PCにインストールする。 ③技術の活用 AIの判定結果を基に掘削サイクルの分析・改善を行うとともに、換気設備を自動制御する。AIは適宜更新する。また、水中ポンプの停止がシステムで検知された場合には、修理や交換を行う。 ④データの共有 システムで得られたデータはクラウドサーバーに保存され、関係各所で共有される。 
技術導入に要する時間	・デバイスや機材の手配：約30日 ・デバイスや機材の設置：約5日 ・AIの準備（教師データの収集、初期学習モデルの構築）：約60日
アウトプット	・切羽近傍の映像データ ファイル形式：mp4 ・システム稼働データ 項目：判定した工種、使用電力量、換気設備の制御結果等 ファイル形式：csv

データ処理システム		【AI判定】映像から工種を判定するためのAI技術 【N-TEMS】換気設備を制御するためのデータ処理システム、 現場全体や各設備の使用電力量を計測するためのデータ処理システム 【Newt】水中ポンプの使用電力量を計測するためのデータ処理システム
	利用方法	自社開発システムのリース
	利用費用	初期費：約1,600万円 利用料：約450万円 ※1年間導入する場合の費用概算
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	学習方法：機械学習、ディープラーニング 教師データ：切羽近傍の映像（各重機の種類や位置、切羽作業の工種） アルゴリズム：YOLO（映像から各重機を抽出） Temporal Segment Networks（各重機の動きを認識） 決定木（重機の情報から工種を判定） 学習の性能評価：2021年12月時点で各工種の平均再現率80%程度 （活用中にAIの学習を継続）
データ共有システム （クラウドシステム等）		■システムの概要：掘削サイクル判定システム、N-TEMSクラウド、MODEクラウド 本試行の要素技術である「AI切羽作業自動判定システム」、「エネルギーマネジメントシステム（N-TEMS）」、「坑内設備監視システム（Newt）」のデータを集積するためのクラウドであり、ウェブブラウザ経由でデータの閲覧やダウンロードが可能である。 ■データ形式：動画（mp4）、テキストデータ（csv）等 ■データ量：最大1TB程度を想定 ■共有可能な者：発注者、受注者、システム管理者
	利用方法	クラウドサブスクリプション契約（月額利用料）
	利用費用	初期費：約300万円 利用料：約650万円 ※1年間導入する場合の費用概算

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 各工種の作業時間を定量的に把握し、施工上の課題を抽出・改善することで、掘削サイクルの縮減が期待される。	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ・切羽作業の記録に要する人員が0人／日に削減される。 ・休日の水中ポンプの巡視に要する人員が0人／日に削減される。	【試算条件】 ・切羽作業の記録に人員を1人／日要する場合と比較 ・休日の水中ポンプの巡視に人員を1人／日要する場合と比較
安全性の向上	想定 ・作業内容が自動判定されるため、作業進捗を把握するために重機が稼働する切羽近傍へ近付く必要がなくなる。 ・リアルタイムに判定される作業内容を参考にして、災害の生じやすい作業時に重点的に切羽付近の巡視を行うことが可能となる。	該当なし
品質の確保・向上	想定 水中ポンプの修繕を早期に実施して水槽の氾濫を防ぐことで、水による路盤の緩みを軽減することができる。	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 水中ポンプの稼働状況をシステムで確認できるため、停止・修繕状況の共有が容易となる。	【試算条件】 水中ポンプの停止・修繕状況をメールや電話等で伝える場合と比較
その他の効果	想定 換気設備の使用電力量を削減することにより、電気料金の削減が期待される。	【試算条件】 作業内容に依らず換気量を大風量に固定している場合と比較

4. 作業条件・運用条件

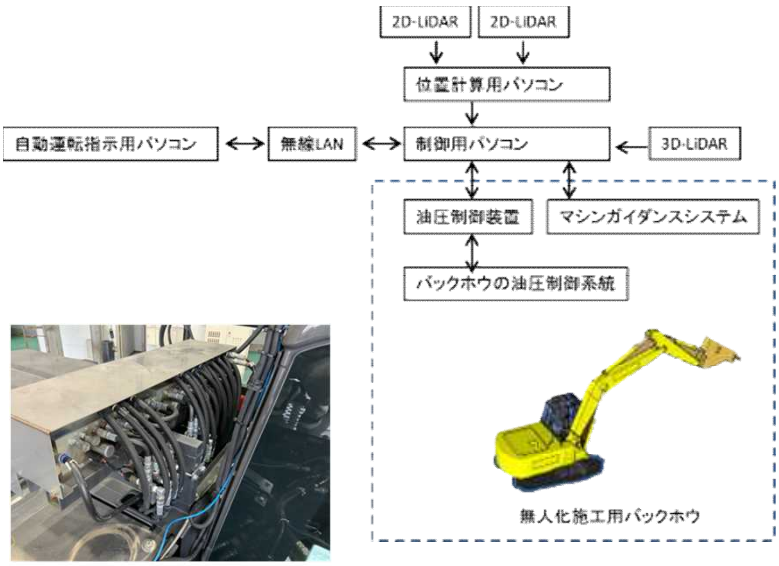
施工技術者の技量	該当なし
必要構成人員	現場職員1名（掘削サイクルの分析）、協力業者4名（AIの更新等）
安全上の配慮	該当なし
法令上の手続き	該当なし
通信環境	インターネットへの接続が可能であること。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	リースによる利用
導入コスト	【初期導入費用：約1,900万円】 　機器の製作・設置：約1,100万円 　AIの準備やクラウドの初期設定等：約800万円 【運用費：約1,100万円】 　AIやクラウドの使用料・保守管理費：約1,100万円 ※1年間導入する場合の費用概算

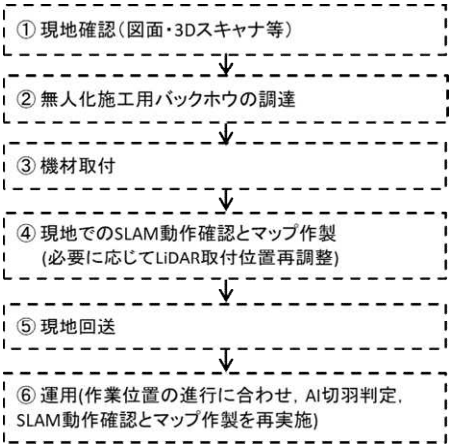
建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

1. 基本事項

技術名	トンネル坑内におけるバックホウの自動運転技術	
技術バージョン	2022年1月	
開発者	五洋建設株式会社，株式会社ショージ，日本システムウェア株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：0287-39-2103	Email：hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	山岳トンネルのコソク作業時において，自動運転バックホウにより危険な切羽を無人化し，省人化と安全性向上を実現する．切羽20m手前から自動運転で切羽に到達し，目視の代わりにAIによる切羽判定結果を利用して，切羽のコソク作業を自動で実施する．なお，非GNSS環境であることから位置情報取得にはレーザーSLAMを使用，ベースとなるバックホウには災害用無人化施工機械のレンタル機を使用．	
活用場面	本設工事	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM） ※自動運転技術は多様な工種に適用可能	

2. 基本諸元

技術の構成	1）バックホウの自律制御 　無人化施工用バックホウ（バックホウのマシンガイダンスシステム，油圧制御装置，制御用パソコン，無線LAN） 2）非GNSS環境下での位置推定 　SLAM装置(2D-LiDAR，位置計算用パソコン) 3）自動運転指示 　自動運転指示用パソコン	
技術の構成図	 切羽スキャン用3D-LiDAR 油圧制御装置 マシンガイダンスシステム用傾斜計 SLAM用2D-LiDAR　2カ所に設置	
使用するデバイス	パソコン(SLAM用1台，自律制御用1台) 2D-LiDARx2台(SLAM用) 3D-LiDARx1台(切羽スキャン用) （無人化施工用バックホウに設置して使用）	デバイスの使用条件： 特になし(水中は不可) ※なお，バックホウ自体が稼働する環境であること
デバイスの 連続稼働時間	バックホウから電源を供給するため，無制限． ※ 但し給油が必要．	左記の連続稼働時間が保証される条件： −10～50℃(パソコン) −30～50℃(LiDAR) ※但しバックホウ自体が稼働する環境であること
技術を適用可能な 現場条件	無人化施工用バックホウが稼働する環境（水中は不可） (インターネット等の外部通信環境がなくとも，バックホウに無線LANを設置して利用可能)	

技術活用のプロセス		①･②現地の空間確認を行い，それに応じた無人化施工バックホウを調達． ③機材取付にあたっては，油圧制御部分に自律制御用のパソコンを接続．2台の2D-LiDARをバックホウ本体の対角に設置し，できる限りレーザーの死角がなく小さくなるようにする．また，バックホウの中心を算出するため，各々のLiDARのオフセット(前後左右のずれ量，進行方向に対する角度)を設定．3D-LiDARをアームの付根に設置し，切羽に対してスキャンができる角度に調整，切羽の位置･形状を算出するためのオフセットを設定． ④⑤⑥回送前に現地で想定される作業場所ごとにSLAM動作確認を実施，問題がなければ機材取付完了後，現場に回送し運用開始．運用中は作業場所が変わるごとにAI切羽判定結果やSLAM用のマップを作製する． 
技術導入に要する時間		機材調達，取付合わせて3ヶ月程度．
アウトプット		自律制御結果出力データは特になし
データ処理システム		バックホウの自動運転におけるコソク作業の指示に利用するため，別システムを用いて， 切羽画像から，岩種判別，割目度合い･風化変質度合いの判定をAIで実施． (手法については各現場条件で変わる)
	利用方法	一般的なAI分析ツールを使用するが，分析はAI専門技術者に委託．
	利用費用	月50～100万円程度(委託費用)
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	現在，トンネル施工の専門技術者との一致割合が8割程度．
データ共有システム（クラウドシステム等）		なし
	利用方法	－
	利用費用	－

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	該当せず	該当せず
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 切羽コソク作業の重機オペレータを自動運転により1名削減	山岳トンネルの切羽コソク作業が発生している期間
安全性の向上	実測 発破直後の危険な状態の切羽を無人化し，安全性を向上	山岳トンネルの切羽コソク作業が発生している期間
品質の確保・向上	該当せず	該当せず
施工管理の効率化・高度化	該当せず	該当せず
その他の効果	該当せず	該当せず

4. 作業条件・運用条件

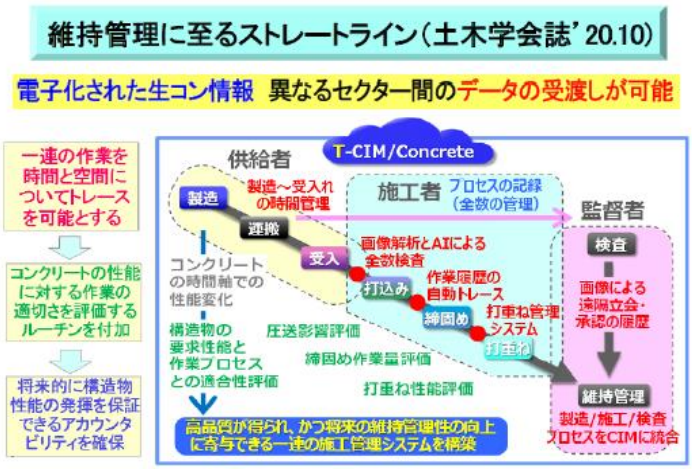
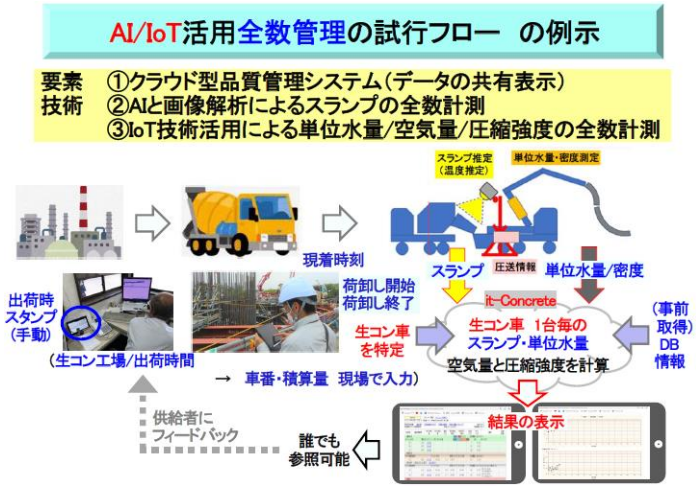
施工技術者の技量	取り決めなし 従来の重機オペレータよりも容易
必要構成人員	設置作業2名（従来の技術と同じ） オペレータは不要で切羽監視員等切羽付近にいる人員を想定し，運用1名（従来の技術より1名減）
安全上の配慮	作業空間の事前調査とその結果に応じたLiDARの取付位置調整
法令上の手続き	取り決めなし
通信環境	不要 バックホウに無線LANを設置することで周囲からの自動運転指示や緊急停止をかけることが可能
技術の利用形態 （リース等の入手性）	レンタル可能(準備中)
導入コスト	初期導入費用(精査中) 200万円程度を想定 月間費用(精査中) 機材50万円/月程度を想定 保守サポート50万円/月程度を想定 無人化施工用機械が別途必要(200～300万円/月程度)

様式－1

1. 基本事項

技術名	AI/IoT活用全数管理の社会実装化とコンクリート性能に合わせた施工ガイダンス	
技術バージョン	2023.2.17	PRISMにて試行した時点の日時 2023.3.15
開発者	◎大成建設株式会社土木技術部ICT推進室 (要素技術については、成和コンサルタント、ソイルアンドロックエンジニアリング、パナソニックアドバンストテクノロジー、KYB、極東開発工業の各々の開発技術と連携)	
開発代表者の連絡先	電話:03-5381-5043	Email:kawada@ce.taisei.co.jp
技術概要	コンクリート構築工において、生コンクリートに関わる材料・施工・品質のデータについて、監督者の検査・確認も含めて、クラウド上で、品質管理システムをベースとして供給・施工・監督の3者がリアルタイムに情報を共有できる手法であり、異なるセクター間での、コンクリートの製造～運搬～受入れ～打込み・打重ね～確認・検査の情報について、この受渡しと情報取得、記録を自動化、高度に活用することで、作業自体の効率化、現場施工時間の短縮を図るものです。 情報の単位は、現場に到着する生コン車の全数であり、生コン工場に導入した出荷情報取得システムに、現場まで運搬する生コン車両の位置認識システムの活用を加えて、施工に関する時刻歴情報等を自動取得とできます。 そして、受入れコンクリートの品質については、IoT/AI手法を活用した全数自動計測とその品質管理システム上でのリアルタイムモニタリング(スランプ・単位水量・空気量・圧縮強度の推定値・温度)を行ないます。スランプについては生コン運搬中および圧送プロセスでのモニタリングも可能とできるようにしています。 受入れ後のコンクリートの施工履歴(時間情報と打込み/締固めの位置と作業量、打重ねの情報)も生コン車1台毎に記録され、あらかじめ確認しているコンクリートの性能変化特性と照査することで、作業完了の判定およびその後の適切作業のAIによるガイダンスを行ないます。打込み/締固め/打重ね作業情報の自動取得にはGPSに加え、IoTポンプ車により取得する圧送情報も活用可能としています。 これらの時刻歴情報、全数品質情報および施工履歴は、「クラウド型の品質管理システム」上で統合され、3D-CIMに付与する情報として扱うことができるシステム化も図っています。	
活用場面	コンクリート構築工の一般の生産性向上の目的に活用可能	
適用工種、対象作業等	コンクリートを生コン車で運搬し、ポンプで圧送してコンクリートを打ち込む工事全般	

2. 基本諸元

技術の構成	**(1)データ共通のためのベースとしての「クラウド型品質管理システム」** it-Concreteおよびit-Concrete打重ね管理システムを使用します。ここで、クラウドへの情報送信の自動化システムとして、生コン工場からの情報提供として「工場連携システム」、現場での情報取得のオプション機能として「生コン車位置検知システム」を備えるものとなっています。 **(2)受入れコンクリートの「全数計測システム」** スランプについては、新開発の生コン車のシュート流下画像のAI解析によるスランプの判定技術を利用します。単位水量の取得についてはRI連続単位水量計を用います。空気量推定にはRI水分計とIoTポンプ車のリアルタイム圧力情報を利用可能です。運搬中のコンクリートのスランプの推定には、ICTトラックミキサによるトルク判定を活用するものです。 **(3)GPS定位等を用いた作業ベクトルの取得システム** コンクリートの打込み・締固め作業の位置と作業量の把握に2点式GPS定位システムを使用するものです。これにより、個別の作業員に対してリアルタイムの作業位置とその作業ベクトルを特定可能としています。同時にIoTポンプ車からは、打込みの位置情報および施工の履歴の取得が可能としています。 **(4)最適打回しのガイダンスシステム** 構造物の鉄筋量に合わせて、打込み締固めの適切な作業量を評価し、施工の履歴を記録します。また、それ以降のコンクリートの最適打回し検討するシステムとして、AIを活用したT-Con.PAS工法を、it-Concrete打重ね管理表示システムと連動させて運用します。
技術の構成図	クラウドを用いたデジタルデータの引渡しのフレーム  

使用するデバイス	クラウドシステムに付加する情報に応じて、インターネットカメラなど（画像取得）、RI式単位水量計、ICT生コン車、IoTポンプ車、GPS測位装置等が必要になります	コンクリートが施工できる環境であれば適用可能です（照明や雨養生など）。
デバイスの 連続稼働時間	100Vの電源があれば運用可能です（発電機可）	コンクリートが施工できる環境であれば問題はありません。
技術を適用可能な 現場条件	ベースクラウドシステムは4Gにて運用可能ですが、付加的機能についてはWiFi環境が必要となります。GPSについては屋外のみで適用可能になります（電波の届かない環境ではロケータや、RFIDタグとICリーダでの運用も検討できます）	
技術活用のプロセス	情報共有のベースとなるクラウド型品質管理システムについてはR3.3に実装化（NETIS化）後も、様々な供給者メリット機能と運用上の自動化機能を付与しています。 R4.2より、コンクリート生産性向上検討協議会下に、＜生コン電子化媒体WG＞，＜IoT活用試験の管理基準検討 WG＞の2WGが設置され、＜生コン電子化媒体WG＞では、JIS 改正原案の検討（ 電子化ルートの活用方法）・社会実装の推進のための試行要領が策定され、ガイドラインについての審議も進められています。R4.11以降関東地整の直轄工事での試行が開始され、今後その評価もなされることから、R5年度よりベースシステムである「it-Concrete」の社会実装体制が確立する予定と見込まれます。 ＜IoT 活用試験の管理基準検討 WG＞においては、IoT活用の新しい品質管理手法についても、本年度、全数管理時の試行要領案・基準化案を検討することとなっています。この試行要領・基準化案が整備されることが前提となりますが、R5年度当初からは複数直轄工事での試行が行われ、その評価がなされた後、R6年度からの社会実装化が目標とされるところとなっており、本年度PRISMにて行う社会実装性の確立が急務とされています。 これらWGでの審議の材料として、過年度来検討のAI/IoT活用計測手法自体の確立、取得のデータの評価分析結果等、この議論に必要となる材料の提供を行う必要があります。現在、「実装化にともなう運用フロー」および、実際の現場運用に必要となる「全数品質計測の試行の手引き」を作成したところです。	
技術導入に要する 時間	R5年度下期における社会実装を目指して、支援体制を構築することが課題になっています。	
アウトプット	クラウドに保存される内容については、帳票としてダウンロード可能としております。 ダウンロードの書式についてはエクセルのマクロ機能を用いて任意に設定可能とし、発注者等の求めに応じてオンデマンドに調整可能です。	

データ処理システム		ベースシステムとなるit-Concreteでは、生コンの伝票情報（コンクリートの種別・配合など、製造、運搬に関する情報）、現場での荷下ろしの情報が生コン車1台事に蓄積されます。他の情報も生コン車1台毎に紐付けして蓄積します。 RI水分計/画像AIスランプ推定システムは、各々の解析プログラム（パソコン内）からクラウドに送信、結果の表示はクラウド内で生コン車1台毎に判別しit-Concrete上で行います。ICT生コン車はKYBの、IoTポンプ車は極東開発工業のそれぞれのシステムから、解析結果を送信します。 打込み作業についてはGPSによる測位情報から作業量を解析する部分はパソコン内で行い、施工結果、またこれに関係するコンクリートの品質情報はクラウドに蓄積されます。この内容の表示についてはT-CIM/Concrete打重ね管理システムを使用します。
	利用方法	it-Concreteのベースシステムについては、成和コンサルタントより販売しています（利用料として徴収）。そのほかは開発者の自社システムとなります。RI式単位水量測定については、単独で販売されています（機材リース料として徴収）
	利用費用	ベースシステムのit-Concreteについては75円/m3となります。 スランプの全数計測システムを含めた品質情報のリアルタイム取得システム、およびRI式単位水量測定については各々20万円/台月となります。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	画像解析とAIを用いたスランプ判定にはAI技術を用いています。 学習方法：施工の対象とする配合のコンクリートに対して、規格のスランプ範囲の標準、規格範囲外の上下の3種類のスランプのコンクリートを製造し、このシュート流下画像の解析の結果得られるログを、サンプリングのスランプ値と適合させます 学習に利用した教師データ：シュートを流れるコンクリートの画像、1セットにつき1000MB以上、データ数でいえば、コンクリートの排出の2秒に1回程度スランプログとして取得します。 画像等から目的の事象を抽出するアルゴリズム；アルゴリズムそのものは公表しておりませんが、考え方とその適合性については、論文にて公表しております。 学習の性能評価（再現率等）：スランプの中心値に対しては99%の確率で適合させますが、正規分布で偏差が生じるので95%不良確率でいえば、スランプ値の±2.5～3.5cmに相当します（コンクリートの仕様や性状により異なる）。これについても論文等で報告しております。 （参考） ・大友健・畠山峻一・清水堅・前川宏一：画像解析とAIを活用したフレッシュコンクリートのコンシステンシー評価手法の全数管理への適用性，コンクリート工学，Vol. 59, No. 7,2021. 7 ・大友健・畠山 峻一・橋本 貴之・渡邉 高也：トラックアジテータから排出されるコンクリートのシュート流下速度と流量の観測によるスランプ値 の 予測 方法；コンクリート工学年次学術論文集，Vo.43，2021.7
データ共有システム（クラウドシステム等）		技術活用により得られるデータ等： データ共有システム（クラウドシステム等）により共有することを可能としています。 クラウド：成和コンサルタントが設置しています（非公開）システムの概要：it-Conreteとして公表しています。https://info.it-concrete.jp/it-concrete/info/https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=KT-200152%20 共有可能なデータ形式：プラウザで接続、ダウンロードにてデータ取得可能 データ量：施工現場の単位による 共有可能な者（発注者、受注者等）：施工現場単位で、IDとパスワードを取得した方は誰でも利用可能（現時点ではit-Concreteの基本機能のみ一般利用可能）
	利用方法	データ共有システムの利用方法：成和コンサルタントと利用契約を行う。（現時点ではit-Concreteの基本機能のみ一般利用可能）
	利用費用	データ共有システムの利用にあたって必要となる費用：75円/m3（初期登録料7万円/1現場）（現時点ではit-Concreteの基本機能のみ一般利用可能）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ベースシステムのit-Concreteの使用により、現場での作業時間が最大20%減少、内業時間が50%～75%削減(PRISM2018の成果による）打重ね管理システムの併用により、作業時間が30%減少(PRISM2019の成果による）	コンクリートの打設効率がコンクリートのデリバリー・ポンプの打回しによりきまる工種（構造物）
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） コンクリート受入れに関する品質管理の人員が80%減（PRISM2019、2019追加の成果による）	従来の立会・写真撮影による受入れ管理がAI/IoT活用手法に代替えされた場合を想定
安全性の向上	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 対象外	
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ベースシステムのit-Concreteの使用により、打重ね時間が7%以上低減(PRISM2018の成果による）、打重ね管理システムの併用により打重ね時間が15-30%減少(PRISM2019の成果による）単位水量・スランプの全数管理システムを使用し、製造者とリアルタイムの共有を行うことで、スランプの変動が1/3～2/3に低減（PRISM2019、2019追加の成果による）	打重ねについては、コンクリートの打設効率がコンクリートのデリバリー・ポンプの打回しによりきまる工種（構造物）
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・コンクリート製造・運搬・圧送・打込み・打重ねのプロセスをリアルタイムに共有できる。 ・今までのサンプリング手法では知り得なかったコンクリートの品質情報を得て、かつそれをリアルタイムに共有できる。 ・圧送中のスランプの変化状態をモニタリングすることで、配管閉塞等による打設中断を防止できる。 ・施工のプロセスを生コン車1台単位で、施工に関する時間の記録と構造物の位置の記録として連携できる。施工の履歴についても圧送～打込み～締固めのエビデンスが残され、これを3D-CIMに関連付けて監理者に引き渡すことができる。 ・打込みの手順について、打重ね品質が最良となる手順/生産性が向上できる手順を選択して、シミュレーションすることができる（あるフーチング構造モデルで、品質最良の打回しモードで打重ね時間が２５％減に代えて、生産性最良の打回しモードを選定した場合、施工時間が３０％減の可能性を算出）。	受入れコンクリートの管理については、一定の規模以上の構造物で、施工中のコンクリートの品質変動のモニタリングが有効となる場合 打込みの最適シミュレーションについては、施工時間が、コンクリートの打回しにより決定する工種（構造物）
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 最終的には、現場で行う従来の受入検査をAI・IoT手法で代替えし、行わないことが想定されている	

4. 作業条件・運用条件

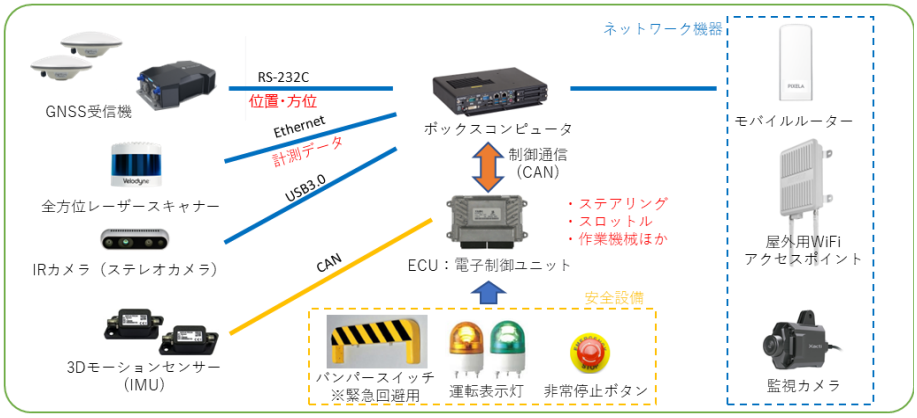
施工技術者の技量	特に設定していない
必要構成人員	2022プリズムにおいて、全体システムについて無人化/省力化を検討しているので、その成果により検討するが基本的には、現場の構成員において行うことを考えている。
安全上の配慮	特に考えていない
法令上の手続き	特に考えていない
通信環境	Wi-Fi以上の通信手段は考えていない
技術の利用形態 (リース等の入手性)	ベースシステムのit-Concreteについては前術の通り追加機能についても月次リースにての利用について今後検討する
導入コスト	it-Concreteについては※初期導入費用:7万円/1現場※月間費用:75円/m3(コンクリート使用量による)※更なる機能については今後検討を行う※4G、WiFiと、デバイス(PC・タブレット・スマホ)の用意は現場負担 スランプ等の全数管理、単位水量測定については各々20万円/1台程度を想定している。

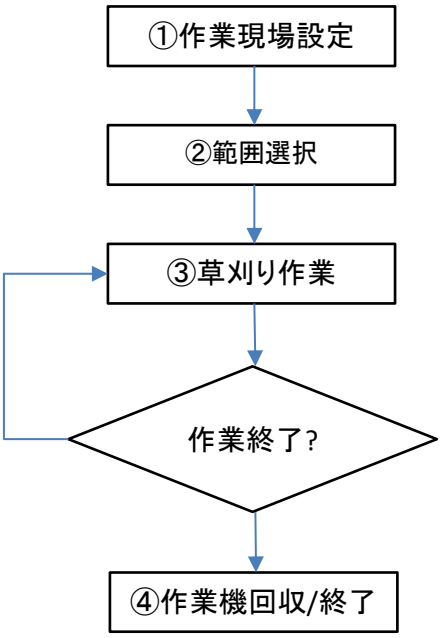
様式－1

1. 基本事項

技術名		自立走行型草刈機	
	技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者		◎金杉建設株式会社、株式会社アクティブ・ソリューション、株式会社創和	
開発代表者の連絡先		電話:048-737-6211	Email:osamu-f@kanasugi.co.jp
技術概要		本開発は、昨年度ならびに一昨年度と開発を行った“大型自律走行型草刈り機”について、実用に向けた課題を抽出し、システム機能の高度化を図り次年度以降実現場において運用するための実用実証試験を行うことを目的とする。さらに今年度は、複数台の自動走行草刈機の一元管理を実現することで、大幅な省力化と作業効率向上を図り、NETIS登録可能な新技術として完成を目指す。	
活用場面		仮設工事／本設工事／施工計画(機械)／施工管理(測量・出来形・品質・工程進捗・安全)	
適用工種、対象作業等		河川土工における除草工	

2. 基本諸元

技術の構成	・複数台の自動草刈機の作業管理機能の構築 　作業全体の効率向上を図るため、作業員が同時に管理できる自動草刈機の台数を複数台とする機能を追加し、現場での実証を行う。 ・作業員が容易に操作できる現場管理ソフトウェアの構築 　上記、複数台の管理機能を含めた、作業員が容易に操作できる管理ソフトウェアを構築する。 尚、管理ソフトウェアでは、除草面積の算出ならびに帳票の出力ができるものとし、合わせて走行時間　や走行距離、平均速度などの作業日報の出力もできるものとする。 ・堤防の現況確認 　勾配変化や不陸によるGNSSやIMUの挙動変化を検知し、走行軌跡やカメラと同調させることにより、 現況確認できる機能を実装する。 ・作業現場ごとの最適走行経路の自動算出プログラム 　GoogleMAPなどの地図ソフト、または現場の三次元データ（管内図）ならびにCAD図と連携して作業範囲を指定し、その範囲を自動走行するための最適経路を自動計算するプログラムを完成させる。経路の計算は、作業機有効幅・ラップ率・法面勾配や走行速度をパラメータとして計算する。	
技術の構成図	 自動草刈機センサー類接続図 	
使用するデバイス	GNSS受信機/全方位レーザースキャナ(LiDAR)/IMU（車体・作業機）/カメラ(AIによる画像解析)/センシングバンパー(衝突検知センサー)、後方監視カメラ	レーザースキャナーは雨天時は計測不可。その他デバイスは天候に左右されず利用可能。
デバイスの 連続稼働時間	すべてのデバイスは、作業機より給電するため稼働時間の制限なし	連続稼働時間は草刈機の稼働時間に準ずる。
技術を適用可能な 現場条件	・当該草刈機が作業できる環境（法面勾配/広さ/転回場所）であること。 ・GNSS衛星が、十分に受信できる環境であること ・公共のモバイル通信ネットワークが利用できる通信環境であること。 ・無線LAN通信が障害なく行える環境であること。	

技術活用のプロセス		 ①現場デジタルデータ(CAD、三次元地形データ等）入力。作業条件(ラップ率ほか）設 ②入力データから最適施工範囲を自動算出。必要があれば作業範囲を分割する。 ③自律走行/作業機自動制御による草刈り作業。障害物を検知した場合は自動停止もしくは自動回避。人を検知した場合は自動停
技術導入に要する時間		・作業機搬入/準備　0.5h ・作業現場設定（作業範囲、走行経路自動設定）　1h ・デジタルデータ変換/入力　0.5h　※デジタルデータ計測にかかる時間は含まない。 ・草刈作業　※作業範囲の広さによる ・作業機搬出　0.5h
アウトプット		・作業機走行経路　※管理ソフトウェアから専用出力ならびにテキストデータ出力 ・除草面積算出結果 ・車載カメラ作業状況写真/動画 ・IMUによる異常振動を検知したときの、車両後方地盤面の写真/動画
データ処理システム		・自律走行経路の算出、ならびに作業中の複数の作業機のリモート管理を行うシステム。 ・作業後の走行軌跡をもとに除草面積を算出するシステム。
	利用方法	自社開発システム
	利用費用	ソフトウェアの利用費用は、技術確立後に別途算出。通信費用は8,000円/月・台程度。
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	カメラ画像の解析による、人・物(車両、その他）の自動判別機能を搭載し現地にて検証。人に関しては、設定範囲に侵入した場合に走行を自動停止することを確認した。
データ共有システム（クラウドシステム等）		複数台管理のためのデータ共有クラウドを利用
	利用方法	モバイル通信による常時接続
	利用費用	¥50,000/月以下を想定（検証時は自社クラウドを試験利用）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 効率的な走行経路の自動計算/設定により手戻り作業が削減でき、従来の同程度の作業機械に比較して作業時間の縮減ができる。搭乗員の休憩時間も必要なくなる。	なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 搭乗作業員不要になり、人員の縮減ができる。	システムの操作を行う作業員は必要であるが、複数台の作業機の管理を一括して管理が可能となる。
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 作業機械搭乗員が不要となり、作業員の安全性が飛躍的に向上する。	搭乗作業員1名/台→0名
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 作業員の技量差/習熟度による品質のバラツキがなくなり、均一かつ高品質の出来形が確保できる。	なし
施工管理の効率化・高度化	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・WiFi及びモバイル通信を活用した作業機リモート管理。 ・作業機の走行軌跡管理を応用した、除草面積の自動計算を行い、非接触下での施工管理を実現する。	なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・単純かつ大きな労力を必要とする草刈り作業へ先端ICT技術を導入し、イメージアップを図る。 ・複数台の管理をまとめて行うことにより更なる効率化を図る。	なし

4. 作業条件・運用条件

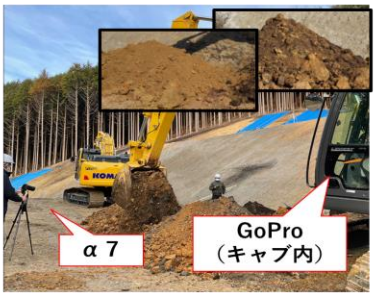
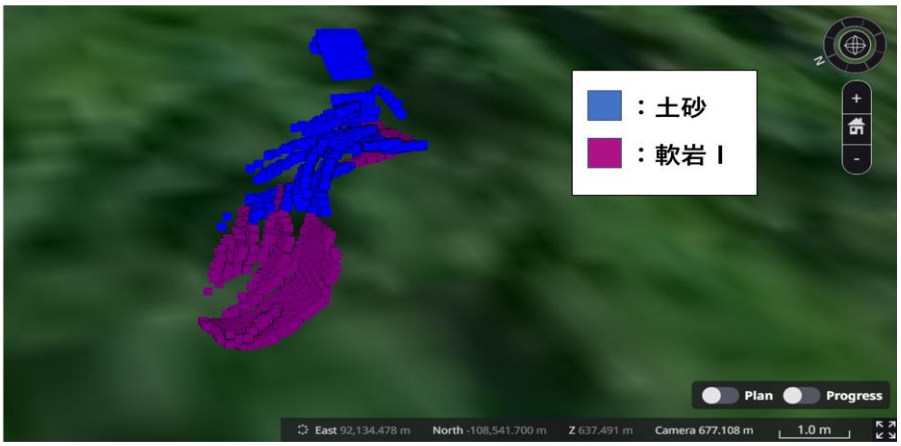
施工技術者の技量	刈払機取扱作業者に対する安全衛生教育の修了 パソコン/タブレット端末の基本的操作技能
必要構成人員	操作員1名　※機材搬入・搬出に要する人員は除く。
安全上の配慮	作業現場の環境調査（GNSS受信環境、モバイル通信環境、作業条件）。 作業員以外の立ち入りの可能性調査。 バンパースイッチ/緊急停止ボタンなど安全装置の装備。 AIによる画像認識を利用した人検知機能の装備。
法令上の手続き	※関係法令の調査中。
通信環境	モバイル通信環境(4G以上推奨)必要。モバイル環境がない場合は、自律走行草刈機に搭載しているWiFiにより対応可能。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	自律走行機能を搭載した草刈機のリースを検討するとともに、大型草刈機メーカーともタイアップし後付け可能なシステムとして商品化を目指す。
導入コスト	来年度以降商用化することを目指し、導入コストに関しても体制確立後に提示していくことを検討している。

様式－1

1. 基本事項

技術名	油圧ショベルの負荷情報およびカメラ情報を活用した土質推定システム	
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎株式会社加藤組 株式会社EARTHBRAIN コマツカスタマーサポート株式会社 西尾レントオール株式会社 学校法人関西大学	
開発代表者の連絡先	電話：0824-63-5117	Email：harada@kato-gr.com
技術概要	土工事における掘削作業において、施工の中断を必要としない土質判定技術。 判定対象の土質は、油圧ショベルの掘削用バケットで掘削可能な土砂～軟岩Ⅰ。 油圧ショベルに装着した後付けマシンガイダンスシステム（Smart Construction Retrofit）による油圧ショベルのセンシングデータ（作業機角度、ブームシリンダ油圧など）と単眼カメラによる掘削対象物のカメラ情報を取得する。 各取得情報を深層学習により処理し、土質を判定する。 土質判定結果と施工履歴データを組み合わせ、土質区分を3Dマッピングする。	
活用場面	施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全）／段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工）	

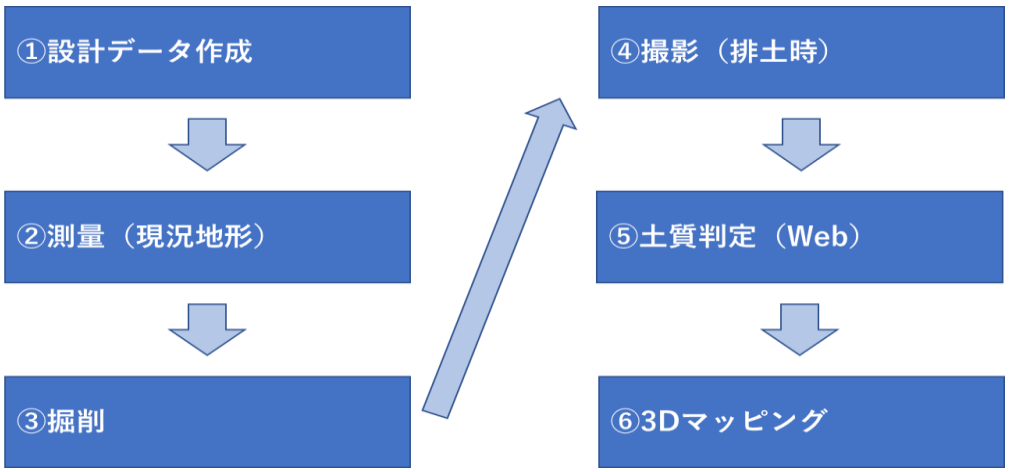
2. 基本諸元

技術の構成	<u>デバイス</u> 掘削対象物の撮影用カメラ（超高画質）：α7 作業のアノテーション用／掘削対象物の撮影用カメラ（中画質）：GoPro 現況計測：iPhone13Pro（Smart Construction Quick3D） Smart Construction Rover（測量） <u>機材</u> 後付けマシンガイダンスシステム（ペイロード機能付き）：Smart Construction Retrofit （PC200-11およびSH200-7に装着。Wi-Fi機器を含む） AIモデル構築環境：OS／Windows11Pro (64bit) CPU／12th Gen Intel(R) Core(TM) i9-12900HK 2.50GHz GPU／NVIDIA GeForce RTX 3050 Ti Laptop GPU RAM／32.0GB <u>システム</u> ファイル共有：Box 土質判定Webシステム：AWS 土質の3Dマップ表示：Smart Construction Dashboard
技術の構成図	 掘削中のブームシリンダ―油圧 作業機角度などをセンシング  排土時の掘削対象物を撮影 センサデータ＋カメラ情報を AI解析 →　土質判定 （Webシステム）  油圧ショベルの施工履歴と土質判定結果を合わせて3Dマッピング →　数量計算、帳簿出力等が可能

<table>
<tr><td>使用するデバイス</td><td>【掘削対象物の撮影用カメラ（超高画質）】
：α7

【作業のアノテーション用／掘削対象物の撮影用カメラ（中画質）】
：GoPro

【現況計測】
：iPhone13Pro（Smart Construction Quick3D）
：Smart Construction Rover（測量）</td><td><u>使用条件</u>
基本的に通常施工の天候下で使用可能。個別条件は下記のとおり。
α7：天候は豪雨以外可。多少の降雨は可（防塵・防滴に対応）。風速は条件なし。夜間は照明が必要。
GoPro：使用条件なし。ただし、夜間は照明が必要。
iPhone13Pro：天候は豪雨以外可。多少の降雨は使用可能（防沫・耐水・防塵に対応）。風速は条件なし。夜間は照明が必要。
Smart Construction Rover：天候は豪雨以外可。多少の降雨は使用可能（防水・防塵に対応）。風速は条件なし。</td></tr>
<tr><td>デバイスの
連続稼働時間</td><td>α7：8時間程度（バッテリー）or有線給電
GoPro：4時間程度（バッテリー）or有線給電
iPhone13Pro：8時間程度（バッテリー）or有線給電
Smart Construction Rover：4時間程度（乾電池）or有線給電</td><td><u>動作保証条件</u>
α7：0～40℃
GoPro：10～35℃
iPhone13Pro： 0～35℃
Smart Construction Rover：−20～60℃</td></tr>
<tr><td>技術を適用可能な
現場条件</td><td colspan="2">立地　　：特になし。
周辺環境　　：施工履歴を取得する必要があるため、衛星情報が取得できる環境。
（携帯回線経由もしくは無線などの受信環境を含む）
通信環境条件：特になし。オフライン環境の場合は、Wi-Fi環境にて適用可能。</td></tr>
</table>

技術活用のプロセス	（事前準備） **① 現場の3次元設計データの作成** Smart Construction Retrofitで利用可能な形式で作成。 本試行では簡易的に無限平面を使用した。 （現場での作業前） **② 施工前の現況3次元地形情報を計測** 本試行では、Smart Construction Quick3Dを使用した。 施工履歴＋土質判定結果と比較することで、土配量の算出が可能。 （現場での作業中） **③ Smart Construction Retrofit装着済みの油圧ショベルで掘削作業** Smart Construction Retrofitにより、油圧ショベルの作業機角度、ブームシリンダ油圧、刃先座標などが取得可能。 **④ 油圧ショベル排土時の掘削対象物を撮影** 本試行ではSony製α7を使用。 **⑤ 油圧ショベルのセンシングデータおよび画像データを深層学習解析し、土質を判定** Webシステムによる判定を実施する。 **⑥ 油圧ショベルの施工履歴データと土質判定結果を組み合わせ、土質区分を3Dマッピング** 本試行では、施工履歴データと土質判定結果の紐づけは手動で行った。 土質判定結果が3Dマッピングできるため、現況計測結果と比較して土配量計算、帳票出力などが可能。 
技術導入に要する時間	（事前準備） 3次元設計データ作成：2時間（現場の規模による） 現況地形測量：2時間（現場の規模・使用機材による） Smart Construction Retrofit装着・キャリブレーション：2日（装着車両レンタルもしくは購入の場合は0日） Smart Construction Retrofitの動作確認：30分 カメラセッティング：10分 （現場での作業） 本試行技術導入に要する時間は特に必要なし
アウトプット	・油圧ショベルの施工履歴（バケット最下点の座標点群データ）（.csv） ・掘削対象物のカメラデータ（.jpg or .png） ・土質の判定結果（タイムスタンプに対する分類結果と画像に対する分類結果）（.csv） ・土質判定結果と紐づいた施工履歴の3Dマップ（Smart Construction Dashboard上に表示）

データ処理システム		AWS上に構築したシステムにアップロードされた、Smart Construction Retrofitのセンシングデータと画像情報をAI解析し、土砂/軟岩Ⅰの土質を判定するシステム。 数値データ前処理：時系列データを5秒幅で分割し、1レコードとした 数値データ解析：深層学習（RNN（LSTM）） 画像データ前処理：排土部画像の切り出し⇒ランダムに細分化→ノイズを加えた データ拡張⇒リサイズ 画像データ解析：深層学習（CNN）
	利用方法	自社開発システム
	利用費用	30,000円/月・台（想定）
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	学習方法：深層学習 教師データ： 土質のラベルを付与した下記データ ①掘削中のセンシングデータ（学習2711レコード、推論686レコード） （PC200-11とSH200-7の2種類の建機データを同時解析） ②排土時の土砂/軟岩Ⅰ画像（学習8,244枚、推論825枚） アルゴリズム： CNN（画像から土質を分類） LSTM（時系列センシングデータから土質を分類） 学習の性能評価： 画像分類精度 94% センシングデータ分類精度 74%
データ共有システム （クラウドシステム等）		名称　　：AWS（Amazon Web Services） 種類　　：ストレージ、分析 データ形式　：画像データ（.jpg）、センシングデータ（.csv） データ量　　：取得量によって可変 ※2分/回(掘削)→6時間稼働/日とした場合、3,600回/日（20日/月）稼働と想定。 画像データ　　：80KB/回×3,600回/日＝288,000KB/日 センシングデータ：50KB/回×3,600回/日＝180,000KB/日 想定合計データ量（最大）＝（288,000＋180,000）KB/日×20日/月＝9.36GB/月 共有可能な者：『土質判定Webシステム』の利用者 （クラウドシステムを活用するが、共有目的ではない） ※ただし、『土質判定Webシステム』で運用するシステムとなる。
	利用方法	アカウント登録 ※ユーザーは、『土質判定Webシステム』の登録によりシステム内で利用。
	利用費用	10,000円/月・台（想定）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来の岩検査に必要な作業時間を**100%削減**。 事前清掃：3時間/箇所・回 岩検査　：1時間/箇所・回 **4時間/箇所・回　⇒　0時間/箇所・回** ※従来と同様の掘削作業のみで土質区分の判定が可能であるため、施工管理（土質判定作業）に要する時間は不要。	現場条件や試算条件 ペイロード機能付きの後付けマシンガイダンスシステム（Smart Construction Retrofit）装着の油圧ショベルによる掘削作業におけるセンシングデータおよび画像データの取得。ただし、施工履歴データの取得も必須。 掘削作業については、通常のICT建機による土工作業と同様。 効果算出の条件 下記の作業フローとの比較 **（事前清掃のフロー）** 油圧ショベルで測点付近の乱れた表層土砂をこそぐ（新鮮な土質面を出す）。 空気圧縮機（ブロアー）を使用し、ほぐれた表層土砂を吹き飛ばす。 **（岩検査のフロー）** 管理断面の測点を計測し、断面図を作成する。 シュミットハンマーで硬さ計測するとともに、外観の評価ポイントと合わせて土質判定をおこなう。
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来の岩検査に必要な作業人員を**100%削減**。 事前清掃：普通作業員 2人/箇所・回 　　：特殊運転手 1人/箇所・回 岩検査　：土木一般世話役 2人/箇所・回 　　：検査担当者 1人/箇所・回 **6人/箇所・回　⇒　0人/箇所・回** ※従来と同様の掘削作業のみで土質区分の判定が可能であるため、施工管理（土質判定作業）に要する人員は不要。	上記『作業時間の縮減』と同様。
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 岩検査に関わる作業を省略でき、下記の**不安全要素が発生しない**ため、安全性が向上する。 ・ブロアーで表土剥ぎする際に破片が飛び散り、人体に当たるリスク ・岩検査および準備作業の際に法面から滑落するリスク **法面からの滑落：数回/年　⇒　0回/年** **（ヒアリハット事例を含む_想定）** ※従来と同様の掘削作業のみで土質区分の判定が可能であるため、施工管理（土質判定作業）に要する作業は不要。	上記『作業時間の縮減』および『作業人員の縮減』と同様。

品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来の判定は、人による主観的な判定となるが、本試行技術では、AI解析による客観的な判定となるため、判定にブレがなくなり、**判定精度が向上**する。 **主観的判定（属人的）⇒客観的判定（標準的）**	現場条件や試算条件 上記『作業時間の縮減』および『作業人員の縮減』と同様。 効果算出の条件 従来の20m（断面管理）ごとのサンプリング検査とTSなどによる断面管理もしくは多点計測による面管理および人の直接目視による外観検査＋シュミットハンマー計測値による判定と本試行技術との比較。
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来の管理断面（20mごと）における岩（土質）判定から連続的な3Dマッピングによる確認（土質区分）を計測することなく把握できる。点群データによる3次元管理となり、施工管理の高度化となる。 **20m/箇所（断面管理）⇒連続的な確認（面管理）**	上記『品質の確保・向上』と同様。
その他の効果	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 岩検査においては、下記機材類が必要となるが、岩検査を省略できることから、不要となる。 清掃：油圧ショベル 1台 空気圧縮機（ブロアー） 1台 計測：TS（TLS）などの計測機器 岩検査ハンマー（シュミットハンマー） 岩検査をおこなうためには、検査前日から現場の掘削作業を中止し、検査準備（清掃）をおこなう必要があり、検査当日も現場作業の中断を余儀なくされるため、2～3日程度の現場作業滞留が防止できる。 検査の実施日数以外に検査担当者の日程調整のため、追加の作業中断期間が生じる場合も多いのが現状となるため、その問題解消が可能となる。 また、現在の『3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）』において施工における岩線計測では、断面管理または面管理のいずれかとなっているが、現場での運用は現実的な断面管理がほとんどとなる。 本試行技術を活用することで面管理が標準となるため、令和5年度のBIM/CIM原則適用を踏まえると必要な技術となる可能性は高い。（3次元データの取り扱いにおいては、断面という考え方は存在しないため面のみとなると考えられる。）	上記『品質の確保・向上』および『施工管理の効率化・高度化』と同様。

4. 作業条件・運用条件

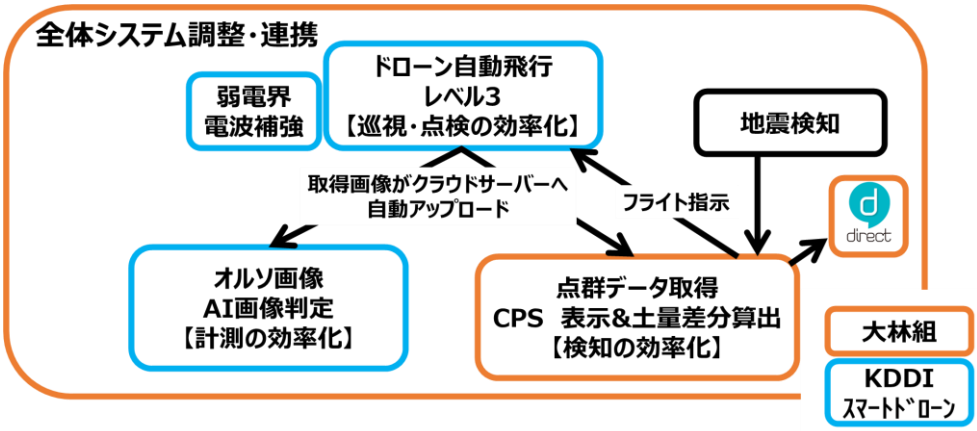
施工技術者の技量	（事前準備・測量） 3次元設計データ、測量の知識・ノウハウを習得している者（外部委託する場合は必要なし） 【※通常作業と同様】 （現場作業） 建設機械搭乗操作の資格保有者【※通常作業と同様】
必要構成人員	（事前準備・測量） 測量：2名 （現場作業） 油圧ショベルのオペレータ：1名【※通常作業と同様】
安全上の配慮	通常の油圧ショベルでの掘削作業と同様
法令上の手続き	特になし
通信環境	4G/LTE以上の通信規格を推奨。 補正情報を受信できれば、オフライン環境でも本システムを利用可。（センシングデータ、画像データをオンライン環境から、別途アップロードする必要あり）
技術の利用形態 （リース等の入手性）	デバイスはリース等で導入可能。 Smart Construction Retrofit、Smart Construction Roverはレンタルで導入可能。
導入コスト	<u>デバイス</u> α7 ： 9,000円／月・台 （α7：500,000円を5年償却と想定） <u>機材</u> Smart Construction Retrofit ： 350,000円／月・台 （装着済み建機レンタル_20tクラスの場合。オプションによって増減あり） <u>システム</u> Smart Construction Dashboard ：10,000円/ラインセンス（5ライセンスごとの購入） AI判定Webシステム：14,000円／月（想定） ［ 開発費 ： 4,000円／月（開発費10,000,000円÷100ユーザー÷2年） サーバー利用料：10,000円／月※ ］ 保守費（初期導入費含む）：16,000円／月・台 合計費用：399,000円／月 （油圧ショベル本体のレンタル_20tクラス費用含む） ※AWS公式見積もりツール「AWS Pricing Calculator」にて試算 71.27 US＄／月＝約10,000円／月 （設定項目） サービス名：Amazon EC2 Tenancy (Shared Instances), Operating system (Linux), DT Inbound: Internet (100 GB per month), DT Outbound: Internet (10 GB per month), DT Intra-Region: (0 TB per month), Workload (Consistent, Number of instances: 1), Advance EC2 instance (t3.medium), Pricing strategy (On-Demand), Snapshot Frequency (No snapshot storage), Enable monitoring (disabled), Storage amount (500 GB)

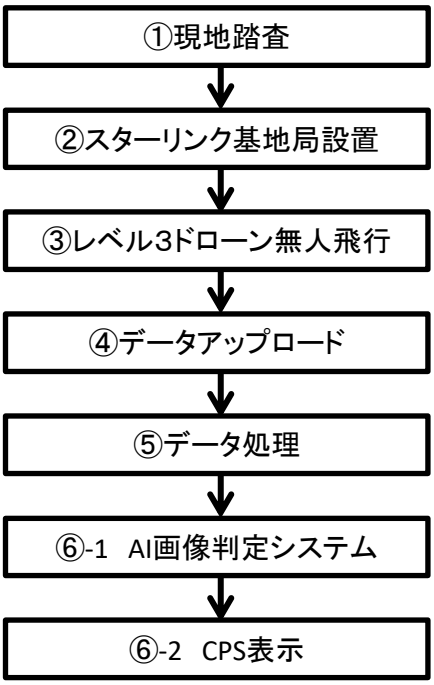
様式－1

1. 基本事項

技術名	建設現場監理における無人ドローンの実装(Lv3:目視外無人飛行)		
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時	
開発者	株式会社大林組 KDDIスマートドローン株式会社		
開発代表者の連絡先	電話:090-2521-1523	Email:tsubokura.masakazu@obayashi.co.jp	
技術概要	レベル3の無人ドローン飛行によって、建設現場の巡視・点検・測量を実施することができる。無人ドローンが撮影したデータから生成されるオルソ画像や点群データを用いて、現場状況の把握に活用する。また、建設現場には山奥等の弱電界エリアが多いが、スターリンク基地局を設置することで、電波網の構築を可能とする。		
活用場面	施工時だけなく、建設事業の全プロセス(着手前調査～維持管理)において、巡視・点検・測量業務に活用できる		
適用工種、対象作業等	広域な大規模工事現場(ダム・道路・造成・橋梁等)における測量全般。 維持管理段階のインフラ点検にも活用可能。		

2. 基本諸元

技術の構成	①自動充電機能付き無人飛行ドローン ②ドローン運行管理システム ③スターリンク基地局 ④AI画像判定システム ⑤大林組　サイバーフィジカルシステム（CPS）	
技術の構成図		
使用するデバイス	・自動充電機能付き無人飛行ドローン	使用時間：日中 使用範囲：4GLTE通信範囲内 飛行可能風速：10m/s 最大使用可能時間：28分 推奨動作環境温度：−10℃～40℃ 防水防塵性能：IP54 防水性能：0mm/h（雨天時の飛行はしない）
デバイスの 連続稼働時間	・自動充電機能付き無人飛行ドローン（バッテリー） ・スターリンク基地局（有線）	ドローン　最大飛行可能時間：28分 基地局　電源接続時：24時間運転
技術を適用可能な 現場条件	・ドローンポートを設置できる5m×5m程度の平地が確保できること ・LTE通信が確保できる屋外であること（弱電界エリアがある場合は、スターリンク基地局で補完可能） ・第3者が立ち入らない箇所であること（レベル3の条件）	

技術活用のプロセス		①現地踏査及び弱電界エリアの把握 　現地踏査を実施、4GLTEの通信状況を把握する。 ②スターリンク基地局の設置 　①によって、弱電界エリアを確認した場合、スターリンク基地局を設置する。 ③レベル3無人飛行 　ポート付きドローンのレベル3運行を行う。 ④データのアップロード 　飛行後にドローンからクラウドサーバーに撮影写真を自動アップロードする。 ⑤データ処理 　取得した写真を解析ソフトでオルソ画像及び点群化する。 ⑥−1取得オルソ画像　AI画像判定 　AI画像判定システムで、桝・縁石・側溝・L型街渠をマーキングする。 ⑥−2取得点群データ　CPS表示 　取得した点群データをCPSに取り込み、表示させる。 
技術導入に要する時間		合計2日間 ・スターリンク基地局設置　0.5日 ・ドローンポート設置　0.5日 ・スターリンク基地局撤去　0.5日 ・ドローンポート撤去　0.5日
アウトプット		・ドローンの撮影写真（jpeg） ・ドローンの撮影動画（mp4） ・オルソ画像(jpg,tif等) ・点群(txt,laz) ・AI画像判定システム結果(png)
データ処理システム①		Metashape Professional 取得画像データを点群化及びオルソ画像化するためのソフトウェア
	利用方法	市販システム
	利用費用	1ライセンス　65万円
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	なし
データ処理システム②		AI画像判定システム 取得したオルソ画像中の桝・側溝・縁石・L型街渠を自動マーキングする。
	利用方法	自社開発システム
	利用費用	開発段階のため、未定

	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	側溝、縁石は80%程度 桝、L型街渠は20%程度
データ共有システム （クラウドシステム等）		アマゾンウェブサービス（AWS）上に構築したKDDIスマートドローン運行管理システム
	利用方法	クラウドを介して、運行管理や取得データ、フライトログのやり取りを行う。
	利用費用	49,800円／月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 合計1日あたり345分削減可能となる。 ・現場までの移動時間削減（▲30分/日） ・巡視時間削減（▲60分/日） ・撮影した状況をクラウド共有することで、関係者に周知する手間の削減（▲15分/日） ・現場測量が無人ドローンにより代替され、測量時間が削減される（▲240分/日）	・風速5.0m/s以下 ・日中 ・晴天もしくは曇天であること
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 【川上ダム貯水池（1.04km2）点検の場合】 従来は、測量工が2人・日必要であったが、本技術では、ドローン操縦者が0.25人・日程度で成果を取得できる。	・風速5.0m/s以下 ・日中 ・晴天もしくは曇天であること
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 【川上ダム貯水池（1.04km2）点検の場合】 人道が整備されていないようなエリアの山中踏査、船舶を用いた点検が不要となる。	・風速5.0m/s以下 ・日中 ・晴天もしくは曇天であること
品質の確保・向上	⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 【川上ダム天端工事測量の場合】 従来は、施工後に、現場管理職員が2人1組で1時間かけて、出来形や作業出来高の計測を行っていた。本技術により、現場に職員が赴くことなく、土工や桝・側溝・縁石・L型街渠の出来高を計測できる。	・風速5.0m/s以下 ・日中 ・晴天もしくは曇天であること
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし

4. 作業条件・運用条件

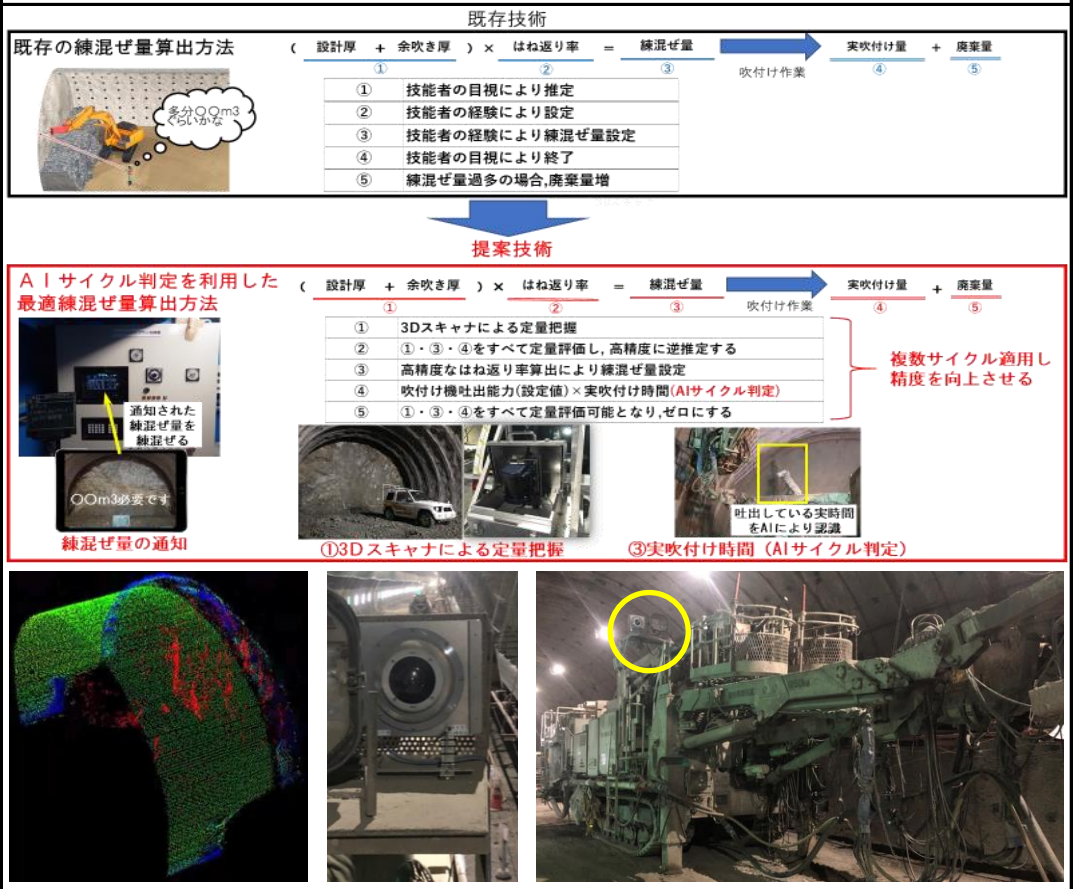
施工技術者の技量	・無人航空機の種類別に10時間以上の補助者付き目視外飛行経歴を有すること ・航空法関係法令に関する知識を有すること ・安全飛行に関する知識を有すること ・無人ドローンを安全に飛行させるための各種能力を有すること
必要構成人員	・飛行管理者：1名 ・ドローン及び通信に関するエンジニア：1名（常駐不要）
安全上の配慮	・場所の確保、周辺状況を十分に確認し、第三者の上空では飛行させない。 ・天候を十分に把握し、機体の能力を超える条件下での飛行は行わない。 ・フェールセーフ機能を有する機体を使用する。 ・その他、使用するドローンの飛行マニュアルに記載の事項を遵守する。
法令上の手続き	・航空局から「無人航空機の飛行に係る承認」をうける 航空法第132条の86台2項第2号
通信環境	・4GLTE通信環境
技術の利用形態 （リース等の入手性）	・無人ドローンは購入・リースのどちらも可。 ・スターリンク基地局は利用料を支払い利用。
導入コスト	・ポート付ドローン導入費用(メンテナンス費用含む)　9,920,000円 ・システム運用費用　49,800円／月 ・運行管理者費用　750,000円／月 ・損害保険　30,000円／月

様式－1

1. 基本事項

技術名	「熊本57号滝室坂トンネル西新設（二期）工事」施工現場における労働生産性の向上を図る技術の試行業務	
技術バージョン	2023年1月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎清水建設株式会社 株式会社Lightblue Technology 株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	電話：080-8055-0699	Email：tys.fukuda@shimz.co.jp
技術概要	技術①【材料ロス(吹付けコンクリート)を確実に削減】 掘削～ずり出し後の掘削面を3Dスキャナを用いて測定し，吹付けコンクリートの設計巻厚との差分を計算することで次作業の予定吹付け量を算出する.その後，あらかじめリバウンド量（吹付けロス率）を学習させたAIにより，必要なコンクリート量（最適練混ぜ量）を算出する．これにより，不必要なコンクリートを削減することができ，材料ロスを確実に無くすことができる.	
活用場面	・施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全） ・段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：坑内WEBカメラ，トータルステーション，3Dスキャナ，タブレット，スマートフォン，PC 機材：普通車（3Dスキャナ車載用），吹付け機，映像処理用エッジマシン システム：社内用SNS(WowTalk)，AWS S3,lamda,quicksight，映像処理AI	
技術の構成図	 3Dスキャン状況 吹付け機にAIカメラ搭載し，吹付け吐出時間を算出	
使用するデバイス	①坑内WEBカメラ，②トータルステーション， ③3Dスキャナ，④タブレット・スマートフォン， ⑤PC	①～④：特別な使用条件なし ⑤：粉じんに対し脆弱
デバイスの 連続稼働時間	①常時稼働（給電：有線），②常時稼働（給電：有線）， ③スキャナ稼働時（給電：バッテリー）， ④常時稼働（給電：バッテリー）， ⑤常時稼働（給電：有線）	①，②，⑤：確実な給電を確保 ③，④：適宜充電を確保
技術を適用可能な 現場条件	トンネル現場詰所までは高速インターネット回線が接続されていることが前提で，トンネル現場詰所～トンネル坑内全体（切羽近傍含む）の通信環境が整備されていることが条件である．	

技術活用のプロセス	
技術導入に要する時間	普通車（3Dスキャナ車載用）：1か月 3Dスキャナ：2週間 WEBカメラ：1週間 分析用PC：1週間
アウトプット	サイクルタイム情報：サイクルタイム，csv形式 吹付け吐出時間情報：吐出時間，csv形式 各種コンクリート量：コンクリート体積，テキスト形式
データ処理システム	・吹付け作業開始/終了時間の取得：カメラ映像からAIが作業開始/終了を判別 ・吹付け吐出時間の取得：カメラ映像からAIが吐出開始/終了を判別 ・設計吹付け量の取得：3Dスキャナデータから設計に必要な吹付け体積を算出 ・実吹付け量の取得：吐出時間×時間あたりの吐出能力から算出
利用方法	・コンソーシアム開発システム
利用費用	・吹付け作業用吹付ロボット設置カメラの機材費及び導入費：約154万円 ・3Dスキャナ導入費：約460万円（車両費、運搬費等），・3Dスキャナ利用料：約100万円／月（スキャナ損料、ソフトウェア利用料等） ・エッジマシン導入費：約150万円，・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	2023年2月2日をサンプルデータとして検証 目視で作成した正解の時間に対し、吹付中と判定した時間あたり正解率：83.3% 停止も含めた時間あたり正解率：96.1%
データ共有システム（クラウドシステム等）	・活用するクラウド：AWS S3 ・システムの概要：取得したデータは，すべてクラウドに集約されるシステム ・共有可能なデータ形式・データ量：データ形式・データ量に制限はない ・共有可能な者：共有対象者に応じたセキュリティ設定を行うため，発注者，受注者，その他作業員にもデータ共有可能.
利用方法	・AWSのアカウントを作成
利用費用	・従量課金制であるため，データ量，サービス使用頻度により様々. ・目安として，10万円/月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・プラントマンの待ち時間15分/日削減	インターネット通信が可能な環境下であること（有線・無線）
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・余掘り，あたりの状況を切羽直下まで立ち入り確認する時間（10分/日）を削減し、ずり出し後の肌落ちリスクが低減できた	インターネット通信が可能な環境下であること（有線・無線）
品質の確保・向上	⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
その他の効果	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・吹付けコンクリートの廃棄量が1サイクルあたり1.6㎥削減（従来と比べて8%減） ・コンクリートの削減によって従来よと比べて19t/月CO2の削減に寄与した（想定）	インターネット通信が可能な環境下であること（有線・無線）

4. 作業条件・運用条件

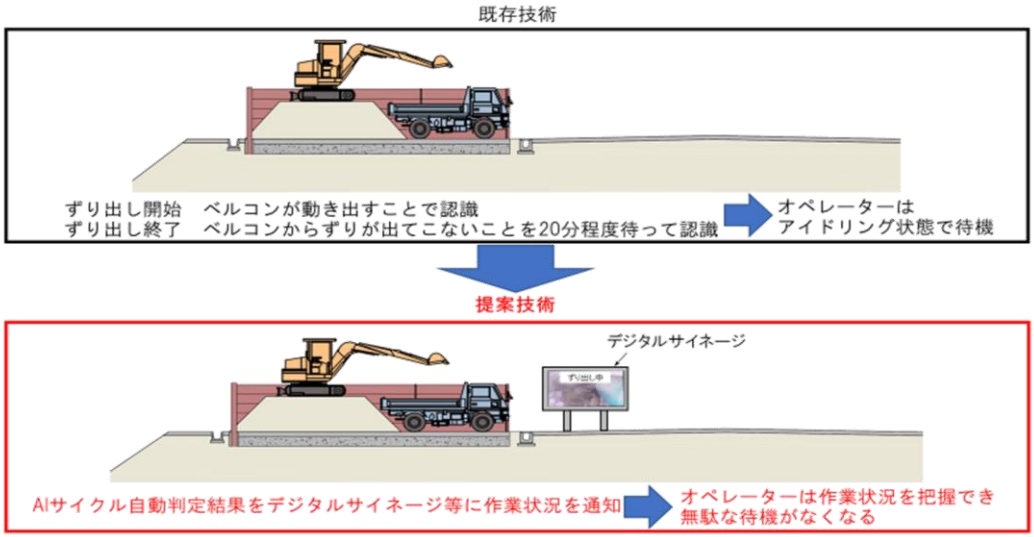
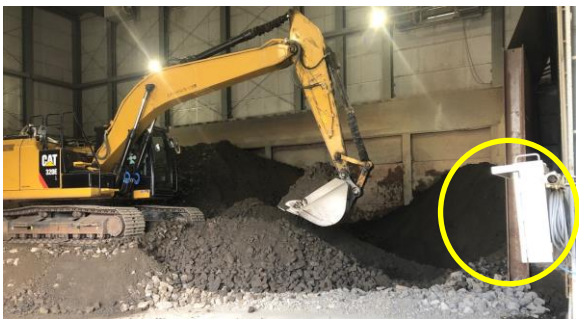
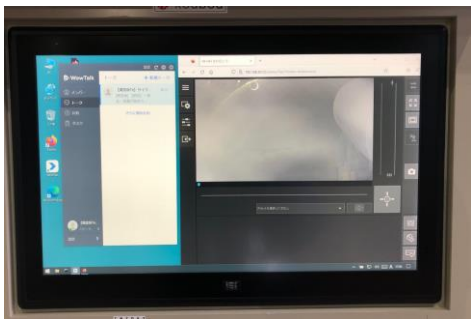
施工技術者の技量	技術を活用するための特別な技量は必要としない.
必要構成人員	通常の施工体制で運用できる技術であり，追加の人員は必要としない.
安全上の配慮	技術を活用において，危険作業をともなわない.
法令上の手続き	技術活用のために法令上の手続きを必要としない.
通信環境	トンネル現場詰所，トンネル坑内・坑外において，高速インターネット網の構築が必要.
技術の利用形態 （リース等の入手性）	消耗品については購入. ソフトウェア及び転用可能品についてはレンタル・リース等で利用可能.
導入コスト	・光ケーブル2,000m敷設工事は約680万円 ・吹付け作業用吹付ロボット設置カメラの機材費及び導入費：約154万円 ・3Dスキャナ導入費：約460万円（車両費、運搬費等） ・3Dスキャナ利用料：約100万円／月（スキャナ損料、ソフトウェア利用料等） ・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）

様式－1

1. 基本事項

技術名	「熊本57号滝室坂トンネル西新設（二期）工事」施工現場における労働生産性の向上を図る技術の試行業務	
技術バージョン	2023年1月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎清水建設株式会社 株式会社Lightblue Technology 株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	電話：080-8055-0699	Email：tys.fukuda@shimz.co.jp
技術概要	技術②【作業員の待機ロスを確実に削減】 サイクル自動判定システムにより，「ずり出し開始時刻」,「ずり出し完了時刻」をデジタルサイネージやずり処理を担当する作業員のスマートフォン等に通知する．これにより，担当作業員同士の連携がスムーズになるため，たとえば搬出ダンプの待機時間を削減，ずりかき上げ開始をスムーズに行うことができる．	
活用場面	・施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全） ・段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：坑内WEBカメラ，スマートフォン，PC，デジタルサイネージ 機材：映像処理用エッジマシン システム：社内用SNS(WowTalk)，AWS S3,lamda,quicksight，映像処理AI	
技術の構成図	  ずりピット横にデジタルサイネージを設置  社内用SNS，発破完了時の坑内映像	
使用するデバイス	①坑内WEBカメラ，②スマートフォン，③PC，④デジタルサイネージ	①，②：特別な使用条件なし ③，④：粉じんに対し脆弱
デバイスの 連続稼働時間	①常時稼働（給電：有線）， ②常時稼働（給電：バッテリー）， ③常時稼働（給電：有線） ④常時稼働（給電：有線）	①，③，④：確実な給電を確保 ②：適宜充電を確保
技術を適用可能な 現場条件	トンネル現場詰所までは高速インターネット回線が接続されていることが前提で，トンネル現場詰所～トンネル坑内全体（切羽近傍含む）の通信環境が整備されていることが条件である．	

技術活用のプロセス	STEP1：発破完了 ▼ STEP2：ずり出し開始 ▼ STEP3：サイクルタイム自動判定システムがずり出しを検知 ▼ STEP4：WowTalkに「ずり出し開始」情報を自動送信 ▼ STEP5：ずりピット作業員のスマートフォン，デジタルサイネージへ通知 ▼ STEP6：ずりピット作業員 作業開始
技術導入に要する時間	WEBカメラ：1週間 分析用PC：1週間 デジタルサイネージ：1週間 サイクル判定AIのファインチューニング：1週間
アウトプット	サイクルタイム情報：サイクルタイム，csv形式
データ処理システム	・坑内のAIカメラが判定した作業状況の時刻を記録し，クラウド上に逐次保存する． ・作用状況が判定された後，社内用SNSに情報発信する．
利用方法	・コンソーシアム開発システム
利用費用	・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	—
データ共有システム（クラウドシステム等）	・活用するクラウド：AWS S3 ・システムの概要：取得したデータは，すべてクラウドに集約されるシステム ・共有可能なデータ形式・データ量：データ形式・データ量に制限はない ・共有可能な者：共有対象者に応じたセキュリティ設定を行うため，発注者，受注者，その他作業員にもデータ共有可能．
利用方法	・AWSのアカウントを作成
利用費用	・従量課金制であるため，データ量，サービス使用頻度により様々． ・目安として，10万円/月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・オペレーターは，どのような場所でもずり出し開始のタイミングを知ることができるため，待機時間がなくなった．従来と比べて20分減（66%削減）	インターネット通信が可能な環境下であること
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 待機時間削減（20分）によって従来発生していた稼働重機による二酸化炭素の削減（390kg/月）．	インターネット通信が可能な環境下であること

4. 作業条件・運用条件

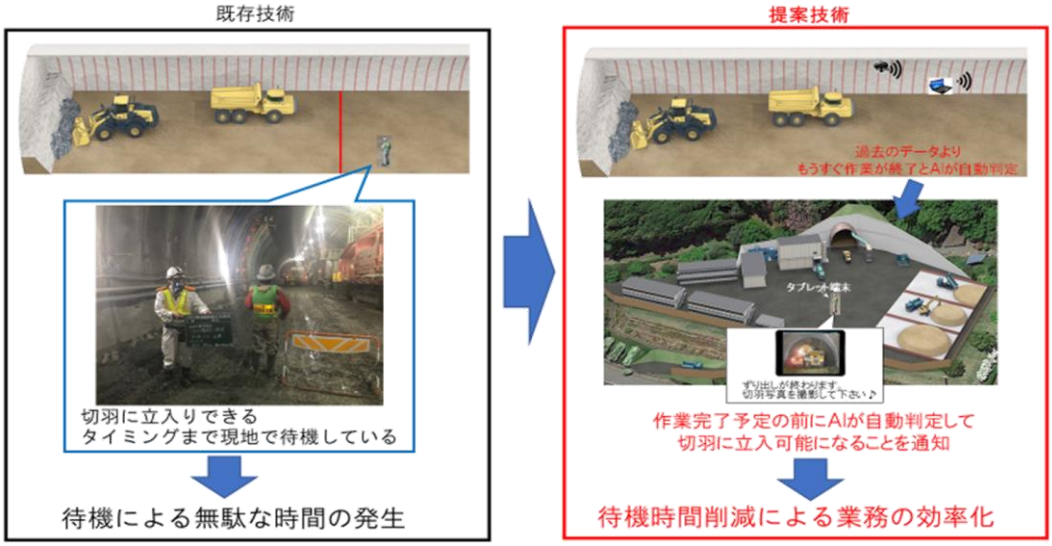
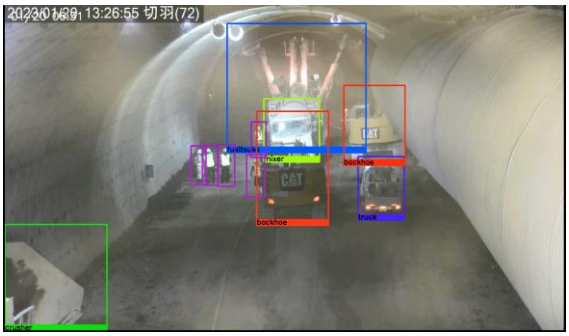
施工技術者の技量	技術を活用するための特別な技量は必要としない.
必要構成人員	通常の施工体制で運用できる技術であり，追加の人員は必要としない.
安全上の配慮	技術を活用において，危険作業をともなわない.
法令上の手続き	技術活用のために法令上の手続きを必要としない.
通信環境	トンネル現場詰所，トンネル坑内・坑外において，高速インターネット網の構築が必要.
技術の利用形態 （リース等の入手性）	消耗品については購入. ソフトウェア及び転用可能品についてはレンタル・リース等で利用可能.
導入コスト	・光ケーブル2,000m敷設工事は約680万円 ・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）

様式－1

1. 基本事項

技術名	「熊本57号滝室坂トンネル西新設（二期）工事」施工現場における労働生産性の向上を図る技術の試行業務	
技術バージョン	2023年1月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎清水建設株式会社 株式会社Lightblue Technology 株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	電話：080-8055-0699	Email：tys.fukuda@shimz.co.jp
技術概要	技術③【JV職員の一層の業務効率化で残業時間を確実に削減】 JV職員は，日常管理業務としてトンネル坑内で切羽観察やロックボルト引抜き試験などを行っている．サイクル自動判定システムにより，「ずり出し完了時刻」の通知を受けることで，施工サイクルを止めることなく最適なタイミングで切羽観察が行えるとともに，各種坑内品質管理試験も施工サイクルに影響を与えず管理業務が行える．これにより，業務の効率化を達成し，残業時間の削減ができる．	
活用場面	・施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全） ・段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：坑内WEBカメラ，スマートフォン，PC 機材：なし システム：社内用SNS(WowTalk)，AWS S3,lamda,quicksight，映像処理AI	
技術の構成図	 切羽に設置したAIカメラ  AIカメラが坑内の作業を判別している状況	
使用するデバイス	①坑内WEBカメラ，②スマートフォン，③PC	①，②：特別な使用条件なし ③：粉じんに対し脆弱
デバイスの 連続稼働時間	①常時稼働（給電：有線）， ②常時稼働（給電：バッテリー）， ③常時稼働（給電：有線）	①，③：確実な給電を確保 ②：適宜充電を確保
技術を適用可能な 現場条件	トンネル現場詰所までは高速インターネット回線が接続されていることが前提で，トンネル現場詰所～トンネル坑内全体（切羽近傍含む）の通信環境が整備されていることが条件である．	

技術活用のプロセス	STEP1：ずり出し完了 ▼ STEP2：サイクルタイム自動判定システムがずり出し完了を検知 ▼ STEP3：WowTalkに「ずり出し完了」情報を自動送信 ▼ STEP4：JV職員のスマートフォンへ通知 ▼ STEP5：JV職員が各種坑内品質管理試験等の施工管理業務を開始 ▼ 効率的に次業務へ移行
技術導入に要する時間	WEBカメラ：1週間 分析用PC：1週間 サイクル判定AIのファインチューニング：1週間
アウトプット	サイクルタイム情報：サイクルタイム，csv形式
データ処理システム	・坑内のAIカメラが判定した作業状況の時刻を記録し，クラウド上に逐次保存する． ・作用状況が判定された後，社内用SNSに情報発信する．
利用方法	・コンソーシアム開発システム
利用費用	・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	—
データ共有システム（クラウドシステム等）	・活用するクラウド：AWS S3 ・システムの概要：取得したデータは，すべてクラウドに集約されるシステム ・共有可能なデータ形式・データ量：データ形式・データ量に制限はない ・共有可能な者：共有対象者に応じたセキュリティ設定を行うため，発注者，受注者，その他作業員にもデータ共有可能．
利用方法	・AWSのアカウントを作成
利用費用	・従量課金制であるため，データ量，サービス使用頻度により様々． ・目安として，10万円/月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 坑内カメラの映像を確認することなく，正確なサイクルタイムが社内SNSを通じて把握できるため，円滑な施工管理業務が可能となり、 ・ずり出し時の待機時間で22分削減（55%） ・品質試験時で10分削減（43%）	インターネット通信が可能な環境下であること
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） クラウドサービスの活用により，最大180分/日の業務時間削減．また，月あたりの業務時間は最大12.7時間の削減． 月の労働時間を8時間/日×勤務日数で換算すると最大7%の業務時間削減．	インターネット通信が可能な環境下であること

4. 作業条件・運用条件

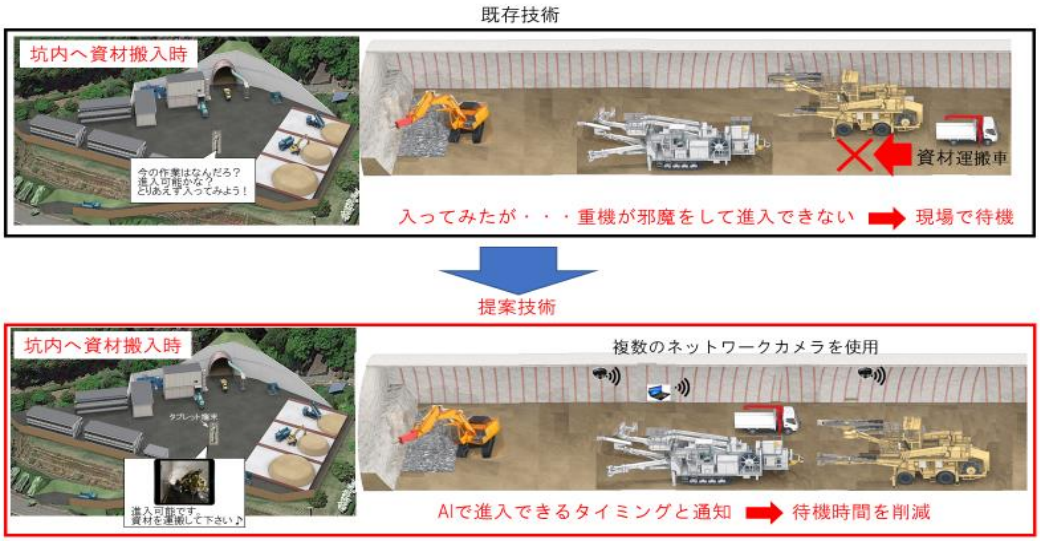
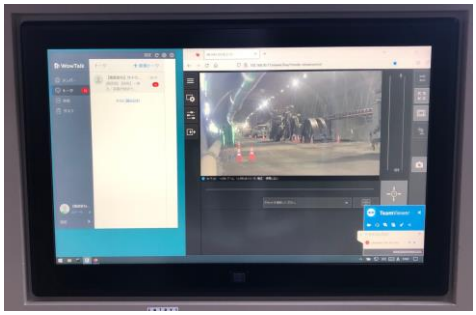
施工技術者の技量	技術を活用するための特別な技量は必要としない.
必要構成人員	通常の施工体制で運用できる技術であり，追加の人員は必要としない.
安全上の配慮	技術を活用において，危険作業をともなわない.
法令上の手続き	技術活用のために法令上の手続きを必要としない.
通信環境	トンネル現場詰所，トンネル坑内・坑外において，高速インターネット網の構築が必要.
技術の利用形態 （リース等の入手性）	消耗品については購入. ソフトウェア及び転用可能品についてはレンタル・リース等で利用可能.
導入コスト	・光ケーブル2,000m敷設工事は約680万円 ・デジタルサイネージのレンタル費は5万円／月 ・切羽カメラ、駐機場カメラは約70万円／台 ・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）

様式－1

1. 基本事項

技術名	「熊本57号滝室坂トンネル西新設（二期）工事」施工現場における労働生産性の向上を図る技術の試行業務	
技術バージョン	2023年1月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎清水建設株式会社 株式会社Lightblue Technology 株式会社演算工房	
開発代表者の連絡先	電話：080-8055-0699	Email：tys.fukuda@shimz.co.jp
技術概要	技術④【材料搬出入の待機ロスを確実に削減】 施工サイクルの中で，坑外～坑内で材料の搬出入を定期的に行う必要がある．この作業は遅延なく施工サイクルを回すこと，坑内の重機同士の離合や作業員との接触災害を防止すること，などの観点から大変重要な作業である．　サイクル自動判定システムにより，すべての作業区切りの時刻を関係者に通知することで，遅延なく最適なタイミングで資材の搬出入が可能となる．これにより，作業の効率化のみならず，労働時間の削減，安全性の向上が図れる．	
活用場面	・施工管理（測量・出来形・品質・工程進捗・安全） ・段階確認・立会	
適用工種，対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	デバイス：坑内WEBカメラ，スマートフォン，PC 機材：なし システム：社内用SNS(WowTalk)，AWS S3,lamda,quicksight，映像処理AI	
技術の構成図	  切羽に設置したAIカメラ AIカメラが駐機場を監視（空の様子）	
使用するデバイス	①坑内WEBカメラ，②スマートフォン，③PC	①，②：特別な使用条件なし ③：粉じんに対し脆弱
デバイスの 連続稼働時間	①常時稼働（給電：有線）， ②常時稼働（給電：バッテリー）， ③常時稼働（給電：有線）	①，③：確実な給電を確保 ②：適宜充電を確保
技術を適用可能な 現場条件	トンネル現場詰所までは高速インターネット回線が接続されていることが前提で，トンネル現場詰所～トンネル坑内全体（切羽近傍含む）の通信環境が整備されていることが条件である．	

技術活用のプロセス	STEP1：坑内カメラにより駐機場の状況をモニタリング ▼ STEP2：駐機場待機状況をAIが検知 ▼ STEP3：WowTalkに「通行の可否」情報を自動送信 ▼ STEP4：資材搬入担当作業員のスマートフォンへ通知 ▼ STEP5：資材搬入担当作業員は資材搬入を開始 ▼ 効率的に次作業へ移行
技術導入に要する時間	WEBカメラ：1週間 分析用PC：1週間
アウトプット	サイクルタイム情報：サイクルタイム，csv形式
データ処理システム	・坑内のAIカメラが判定した作業状況の時刻を記録し，クラウド上に逐次保存する． ・作用状況が判定された後，社内用SNSに情報発信する．
利用方法	・コンソーシアム開発システム
利用費用	・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	2023年2月2日をサンプルデータとして検証 目視で作成した正解の時間に対し，停止と判定した時間あたり正解率：90.7% 停止も含めた時間あたり正解率：98.5%
データ共有システム（クラウドシステム等）	・活用するクラウド：AWS S3 ・システムの概要：取得したデータは，すべてクラウドに集約されるシステム ・共有可能なデータ形式・データ量：データ形式・データ量に制限はない ・共有可能な者：共有対象者に応じたセキュリティ設定を行うため，発注者，受注者，その他作業員にもデータ共有可能．
利用方法	・AWSのアカウントを作成
利用費用	・従量課金制であるため，データ量，サービス使用頻度により様々． ・目安として，10万円/月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は資材の荷降ろしに約12分/日の待機時間が発生していたが，通知により待機時間が無くなり荷降ろし作業における待機時間がゼロとなった.（削減率100%）	インターネット通信が可能な環境下であること
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は荷降ろし時の車両の通行止めが平均2回/日程度発生していたが，試行によって渋滞回数が0～1回/日に削減された. これによって荷降ろし作業時の接触災害発生リスクが約86%低減可能である.	インターネット通信が可能な環境下であること
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は資材の荷降ろしに12分/日の待機時間が発生していたが，通知により待機時間が無くなり荷降ろし作業における待機時間を週換算1時間削減 （1/40の労働時間削減）	インターネット通信が可能な環境下であること
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 待機時間の削減によって重機待機中に消費するCO2量が削減される. 試行によって待機時間は一日当たり約12分削減されるため，月換算で70kgco2のCO2が削減される.	インターネット通信が可能な環境下であること

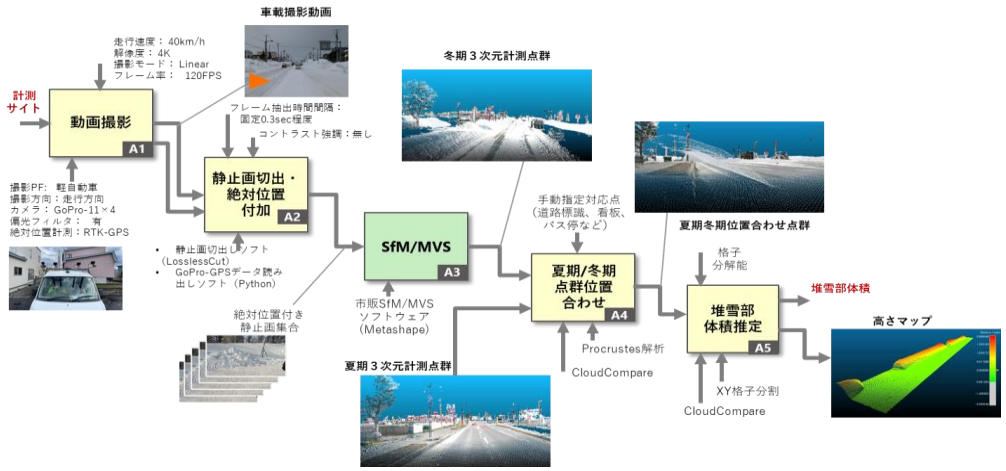
4. 作業条件・運用条件

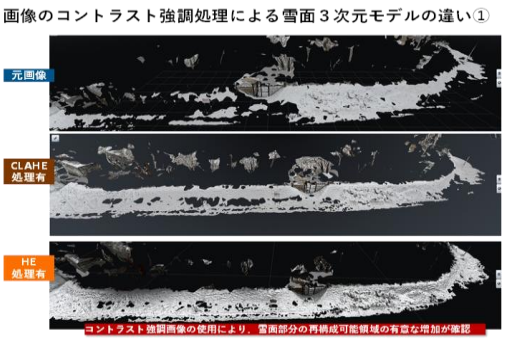
施工技術者の技量	技術を活用するための特別な技量は必要としない.
必要構成人員	通常の施工体制で運用できる技術であり，追加の人員は必要としない.
安全上の配慮	技術を活用において，危険作業をともなわない.
法令上の手続き	技術活用のために法令上の手続きを必要としない.
通信環境	トンネル現場詰所，トンネル坑内・坑外において，高速インターネット網の構築が必要.
技術の利用形態 （リース等の入手性）	消耗品については購入. ソフトウェア及び転用可能品についてはレンタル・リース等で利用可能。
導入コスト	・光ケーブル2,000m敷設工事は約680万円 ・切羽カメラ，駐機場カメラは約70万円／台 ・エッジマシン導入費：約150万円 ・エッジマシン利用料：約5万円／月（ソフトウェア利用料等）

1. 基本事項

技術名	SfM/MVSを用いた 堆雪部3次元測定技術の開発	
技術バージョン	2023・2・17	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	(株)堀口組 北海道大学大学院情報科学研究院 (株)環境風土テクノ	
開発代表者の連絡先	電話:09030805485	Email:k-suda@bolero.plala.or.jp
技術概要	目的 車両から撮影した動画から, SfM/MVS*を活用し堆雪部を3次元測定可能な手法の開発 堆雪部3次元モデルを安定生成可能な条件の実験的検討 撮影機材/方向, 動画仕様, 画像処理の必要性, 静止画切出し時間間隔 夏期/冬期測定モデルを併用した, 従来方法より精度の高い堆雪部体積推定手法の検討	
活用場面	排雪量測定、積雪量測定、雪崩崩落量測定	
適用工種、対象作業等	除雪作業、道路維持工事	

2. 基本諸元

技術の構成	カメラ: 軽自動車用ドライブレコーダー 車載アクションカメラ(GoPro-11) 画像処理ソフト: Matlab R2022b上で自作 SfM/MVSソフト: Context Capture v10.20 PC: CPU Corei9-9900K/3.6G	
技術の構成図		
使用するデバイス	画像処理ソフト: Matlab R2022b上で自作 SfM/MVSソフト: Context Capture v10.20 PC: CPU Corei9-9900K/3.6G	カメラ: 軽自動車用ドライブレコーダー 車載アクションカメラ(GoPro-11)
デバイスの連続稼働時間	48時間	8時間
技術を適用可能な現場条件	雪風景に目印が明確(特徴点の認識が可能)への配慮が必要。コントラスト調整などの画像処理で対応可能	

技術活用のプロセス	 運行ルート 車載撮影：計測点数：8,078K  冬期/夏期点群からの堆雪体積の推定処理フロー 夏期点群 冬期点群 冬期/夏期点群からの堆雪体積
技術導入に要する時間	2週間（中小建設業）
アウトプット	積雪量、3次元モデル図
データ処理システム	画像処理ソフト：　Matlab R2022b上で自作 SfM/MVSソフト：　Context Capture v10.20
利用方法	スマートフォンとクラウド、PC
利用費用	購入30万円
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	AI化による自動処理を想定した場合、カメラファクターや撮影方法など最適化条件を構築（学習）させることで、実用的なレベルでの運用が可能
データ共有システム（クラウドシステム等）	QGIS
利用方法	フリーソフト
利用費用	無料ソフト、通信料5万円/月

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 道路排雪作業について、排雪量の測定で撮影時間9時間、処理時間9時間、計18時間の削減	車載カメラで降雪前に排雪区間を撮影しておくことが必要 供用中の道路で、40km程度の速度で撮影車両の走行が必要 その他特別な条件はない
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 道路排雪作業について、排雪量測定人員を8名削減	同上
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 道路排雪作業について、測量により排雪量測定するのに比べて、供用中の道路脇で雪山に登っての不安定な測量作業が削減できる	同上
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 道路排雪作業について、測量により平均断面法で排雪量測定するのに比べて積算精度が高い	同上
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 道路排雪作業について、測量により平均断面法で排雪量測定するのに比べて積算精度が高いため、雪捨て場の効率的な管理が可能になる	同上
その他の効果	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし

4. 作業条件・運用条件

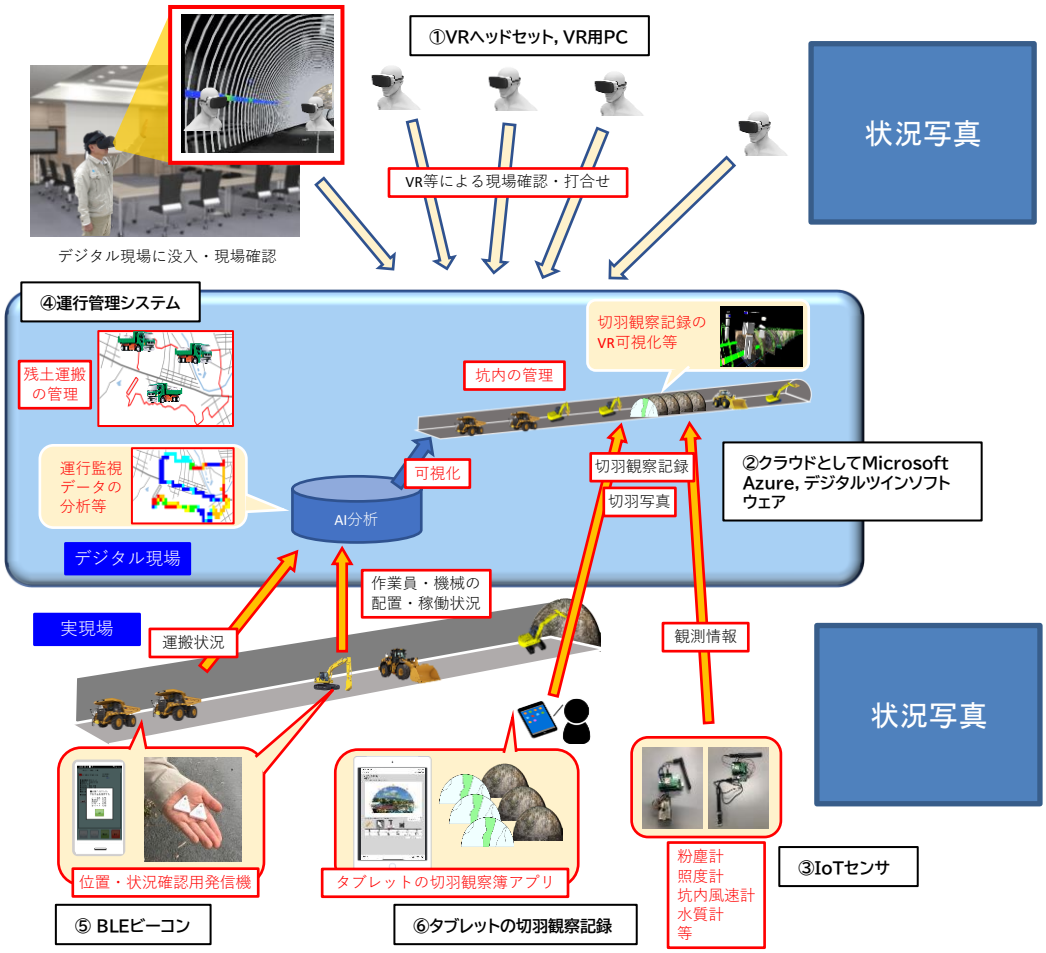
施工技術者の技量	現場サイトにおいては、短期の訓練で技術取得が可能で、利用者の立場では特別な技術は必要としない。 DX推進室においては、写真計測の理論やソフトウエアの操作に必要な知識の保有は前提（基本、1週間程度の研修で習得可能）
必要構成人員	現場1人 DX推進室1人
安全上の配慮	車載カメラでの活用
法令上の手続き	なし
通信環境	携帯電話の通信活用
技術の利用形態 （リース等の入手性）	基本、データ処理をするDX推進室でソフトウエアは購入、現場では手持ちのスマートフォンを利用
導入コスト	ソフトウエア：30万円 スマートフォン：10万円

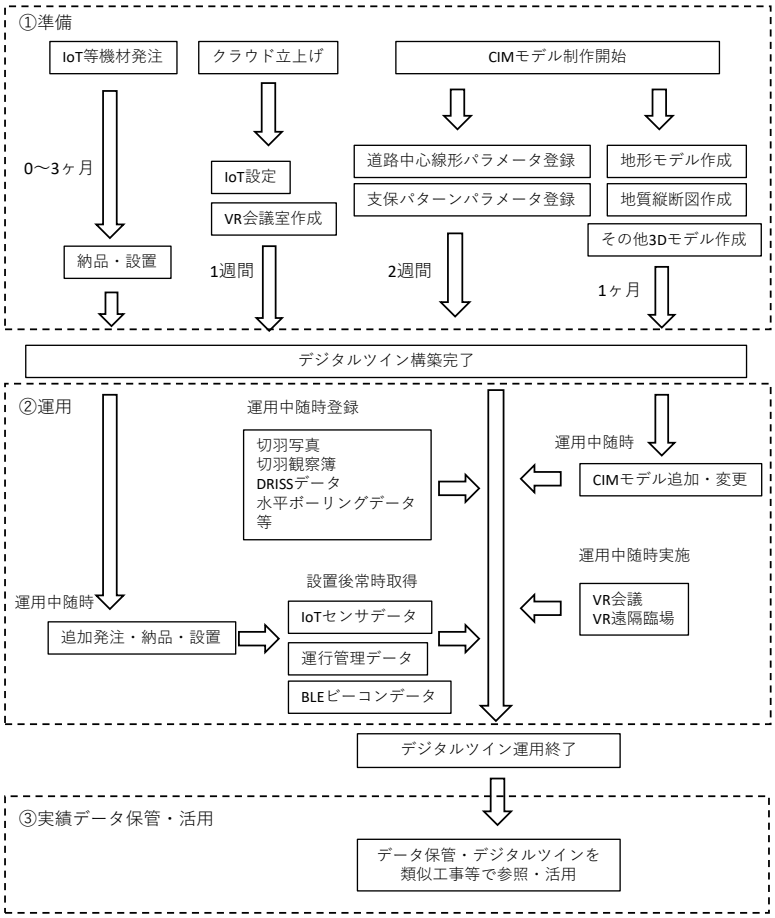
様式－1

1. 基本事項

技術名	デジタルツインを活用したVR遠隔臨場	
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎五洋建設株式会社，国立大学法人大阪大学，NSW株式会社，株式会社ネクストスケープ	
開発代表者の連絡先	電話:0287-39-2103	Email:hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	現場の施工管理情報を自動的にデジタルツインに集約することにより，日々の管理業務を省力化する．このデジタルツインはWEBとVR空間が連携しており，タブレットやPCでの閲覧の他，VRデバイスで没入することも可能で，実寸での現場の状況確認および打ち合わせを，遠隔地から安全に実施可能とする．	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工計画(仮設備・機械・労務)／施工管理(測量・出来形・品質・工程進捗・安全)／段階確認・立会／竣工検査 ※ 場面を選ばず活用可能	
適用工種、対象作業等	道路土工(掘削工、路体盛土工等)、河川土工(掘削工、盛土工等)、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、トンネル(NATM)、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(構造物)、測量全般など ※ 工種、作業を選ばず適用可能	

2. 基本諸元

技術の構成	①OculusQuest等のVRヘッドセット，VR用パソコン：デジタルツインに没入し，現場確認や会議を実施する． ②クラウドとしてMicrosoft Azure，デジタルツインソフトウェア：汎用クラウドに自社開発のデジタルツインソフトウェアをインストールし，インターネットを通じて遠隔地間でデータを共有，WEB上でBIM/CIMやVR会議空間を提供する． ③IoTセンサ：WiFi通信あるいはLoRaWAN通信が可能なセンサ．現場に設置し計測値をデジタルツインに送信する． ④運行管理システム：残土運搬車両にスマートフォンを搭載し，GNSSによる位置情報を収集，デジタルツインに送信する． ⑤BLEビーコン：坑内に設置した受信機が発信機の電波を捉え，どこにいるのか検出する．受信機は検出結果をデジタルツインに送信する． ⑥タブレットの切羽観察記録
技術の構成図	
使用するデバイス	①VRヘッドセット，VR用PC ②Arduino，各種センサ ③運行管理用スマートフォン ④BLEビーコン ⑤iPad ①は外気温約0～35℃を推奨(屋内利用を想定) ②④はケース等で保護することで多様な環境(-10～60℃)に設置可能． ③は車載(0～35℃) ⑤は人が携行する環境(0～35℃)，雨天時は防滴対策必要．

デバイスの 連続稼働時間	①～③給電が前提のため制限なし. ④受信機は給電が前提のため制限なし．発信機は電池で半年程度. ⑤バッテリー駆動で8時間程度。	①～⑤特になし．環境条件(動作温度)は上記の通り.
技術を適用可能な 現場条件	デジタルツインを更新するために現場にインターネット環境が必要となる. デジタルツインを閲覧したりVRで没入する際，利用場所にインターネット環境が必要となる. 残土運搬をする車両の運行経路が4G(LTE)通信圏内である必要がある.	
技術活用のプロセス	①準備：IoT等の機材発注，クラウドの立上げ(Microsoft Azure契約・領域作成・基本設定)，CIMモデルの制作(パラメータ登録のみのモデルとモデリングソフトで作成するものがある)を並行で実施．IoT等の機材が納品されたら，随時設置し，運用を開始する. ②運用：切羽写真，切羽観察簿，DRISS，水平ボーリング等の施工管理データを随時登録，IoT等の機材を随時設置．VRによる遠隔臨場や会議に活用. ③実績データ保管・活用：デジタルツインを保管し，今後の類似工事で参照できるようにする.	

技術導入に要する時間		クラウドサーバは即時調達可能．デジタルツイン構築に1ヶ月程度を要する． IoTセンサ等の機器は納期が3ヶ月程度かかる場合がある．
アウトプット		VR会議コンテンツ：オリジナルフォーマット(VRアプリケーションに出力) 運行管理データのAI分析結果：管理者へのアラート(ユーザインタフェース画面に出力) ビーコンデータのAI分析結果： 施工サイクル記録(ユーザインタフェース画面に出力)
データ処理システム		①運行管理：車両の走行位置をスマートフォンのGNSSで取得し，AI分析を行うことで運行管理の負荷を低減する．異常時の判定と通知が自動化され，人が運行管理をする必要がなくなる． ②坑内作業管理：日々の作業予定(指示書)と実際の坑内の人員配置，車両の行き来を対比することで予定と変わっていないか判定，施工サイクルを自動記録することで職員が作業状況を管理する手間を削減する．
	利用方法	①自社開発のWEB画面，メール配信で利用可能． ②自社開発のWEB画面で利用可能．
	利用費用	1現場あたり100～300万円ほど
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	①走行位置の補正は地図上の道路に対してほぼ100%補正できている．山道でGNSSの誤差が大きい場合にも正しく補正できることを確認した．その上で，走行経路の分析を行ったところ，実際にテスト走行した際と同様の傾向を示しており，実用可能と考えている．10箇所で経路の状態を確認し，90%が実際の走路上で同じ傾向を確認できた． ②ビーコン検出データが遮蔽物によって不安定になるが，検出が途切れた場合を含め，作業員を追跡することが可能となっており，ビーコンの実用性が向上した．(精度を数値で表すことは難しい．3回の試行に対し，作業状態推定の正解率100%)
データ共有システム（クラウドシステム等）		Microsoft Azure(Virtual Machine, Blob Storage, Table Storage, Azure Functions, IoT HUB等)
	利用方法	標準的なブラウザでデジタルツインを画面で閲覧 VRヘッドセットでデジタルツインに没入
	利用費用	月5～10万円程度(利用料) データ作成や登録作業を行う場合は別途費用が掛かる．

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） iPadで撮影した切羽写真をもとにデジタルツインに自動的にデータを登録，デジタルツインに没入することで閲覧可能とし，切羽観察簿の作成を不要としたため，労力を10人日／月削減.	デジタルデータを正式な提出物として扱うこと.
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当せず	該当せず
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 遠隔地からの確認が可能で移動を省略できるため，交通事故や現場の危険個所への立ち入りなどのリスクを排除.	保管されている過去(半日前，1日前，一週間前など用途により期間を設定)のデジタルデータを確認することで遠隔臨場とみなすこと.
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） デジタルツインで出来形の管理を行うことも可能で，詳細を確認できるため品質が向上する.	デジタルデータを正式な提出物として扱うこと.
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 現場の施工管理情報やIoTセンサデータをデジタルツインで一元管理，関係者間でリアルタイムに共有することで施工管理の効率が向上する.	該当せず
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当せず	該当せず

4. 作業条件・運用条件

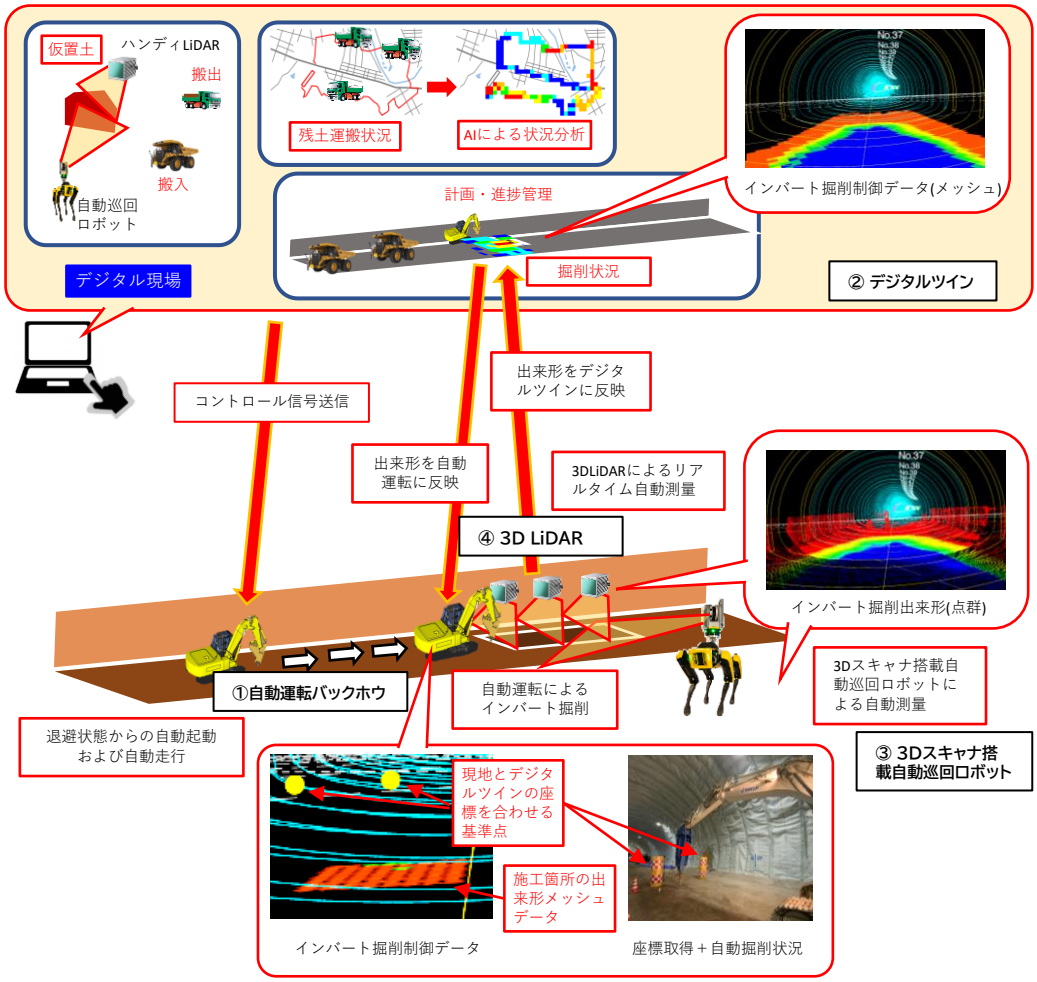
施工技術者の技量	不要
必要構成人員	不要
安全上の配慮	不要
法令上の手続き	不要
通信環境	4G(LTE)程度の通信環境が必要
技術の利用形態 (リース等の入手性)	レンタル可能(準備中)
導入コスト	初期導入費用 　50万円程度 月額費用 　10万円程度 機材，データ作成・登録作業は別途

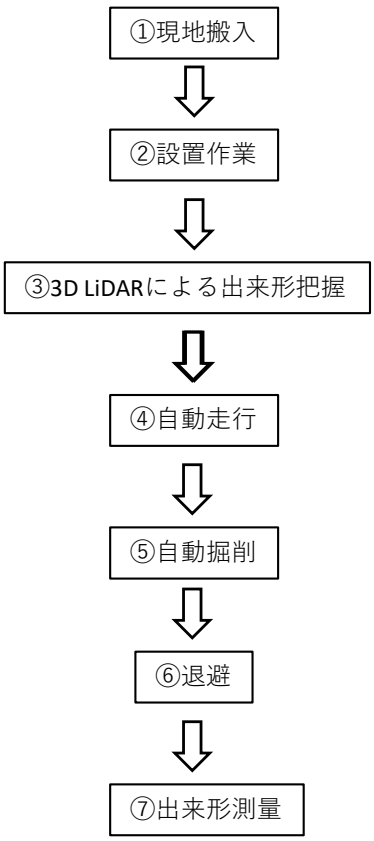
様式－1

1. 基本事項

技術名	デジタルツイン制御による自動インバート掘削	
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎五洋建設株式会社，国立大学法人大阪大学，株式会社ショージ，NSW株式会社，株式会社ネクストスケープ	
開発代表者の連絡先	電話:0287-39-2103	Email:hitoshi.ishida@mail.penta-ocean.co.jp
技術概要	デジタルツインによって，自動運転機械をコントロールすることにより，適切なタイミングでの自動施工を実施する．今回の自動施工の対象はインバート掘削(ブレーカ作業)とし，当該作業のオペレータ並びに，計測作業員を不要とする． インバート掘削の出来形確認には，リアルタイム計測が可能な3D LiDARと，高精度計測が可能な測量用三次元スキャナを搭載した自動巡回ロボットを使用する．	
活用場面	本設工事	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM） ※ 自動運転技術は多様な工種に適用可能．	

2. 基本諸元

技術の構成	① 自動運転バックホウ：自律制御によって自動停止，自動回避，自動掘削を行うことが可能． ② デジタルツイン：現場の情報を収集することで，施工タイミングを検討することが可能で，自動運転を設定・起動・終了する機能を有する． ③ 3Dスキャナ搭載自動巡回ロボット：Boston Dynamics社の四足歩行ロボットにNikonTrimbleの測量用3Dスキャナを搭載したもの．（製品名：Spot+X7） ④ 3D LiDAR：坑内に設置することにより，リアルタイムに出来形計測を行うことが可能．複数設置したLiDARのデータを自動合成することにより，陰のない均一な点群を取得可能．	
技術の構成図		
使用するデバイス	① 自動運転制御用PC ② 自動運転バックホウ ③ Boston Dynamics Spot + Trimble X7 ④ 3D LiDAR	① −10～50℃． ② 制限なし．但しバックホウ自体が稼働する環境であること． ③ −10～45℃． ④ −10～50℃(制御PC含む)
デバイスの連続稼働時間	①②④給電が前提のため制限なし． ③走行時90分程度．但し，自動充電機能があるため，無制限．	①～④特になし．環境条件(動作温度)は上記の通り．
技術を適用可能な現場条件	無人化施工用バックホウが稼働する環境． デジタルツインを利用するため外部通信環境が必要．但し，デジタルツインをローカルエリアネットワーク上に構築することも可能であり，その場合は外部通信環境を不要にできる．	

技術活用のプロセス	①現地搬入：バックホウについてはトレーラーによる回送，Spot+X7については宅配便のチャーター便，その他機材は宅配便にて搬入． ②設置作業：施工箇所に3D LiDAR，基準球(Spot+X7用)，円筒形の基準点(自動運転バックホウ用)を既知点に設置，座標をシステムに登録する． ③3D LiDARによる出来形把握：掘削管理システムを起動，データを随時デジタルツインに転送． ④ 自動走行：自動運転バックホウをデジタルツインから起動，インバート掘削箇所まで自動で走行，円筒形の基準点を用いて座標を取得． ⑤ 自動掘削：③で取得した出来形情報(点群)をもとに，高さが規定値以上のメッシュを自動掘削．自動的に旋回,と走行で位置をずらしながら面的に掘削．随時デジタルツインから③の出来形データを取得． ⑥ 退避：掘削完了後，自動退避． ⑦ 出来形測量：3Dスキャナ搭載自動巡回ロボット(Spot+X7)の自動走行により，出来形を計測． ※ 実証のタイミングによっては，3D LiDARを使用． 
技術導入に要する時間	クラウドサーバは即時調達可能．デジタルツイン構築に1ヶ月程度を要する． 無人化施工用バックホウは，在庫があれば2ヶ月，在庫がなければ半年程度．
アウトプット	自動施工を実施する部分については，出力データは無し． 3D LiDAR，あるいは3Dスキャナ搭載自動巡回ロボット(Spot+X7)の取得する出来形点群データ．
データ処理システム	デジタルツインに点群データを収集，自動運転制御用のメッシュデータを生成．
利用方法	3D LiDARを坑内に2基以上設置し，自社開発の掘削管理システムを構築，デジタルツインにデータを転送する．
利用費用	500～1,000万円程度
AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）	Microsoft Azure(Virtual Machine, Blob Storage, Table Storage, Azure Functions, IoT HUB等)
利用方法	標準的なブラウザでデジタルツインを画面で閲覧 VRヘッドセットでデジタルツインに没入(出来形確認が可能)
利用費用	月5～10万円程度(利用料) データ作成や登録作業を行う場合は別途費用が掛かる．

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当せず	該当せず
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） インバート掘削のオペレータ1名を不要とし，出来形確認・誘導の3名のうち2名を減らし．自動巡回ロボットと3D LiDARの管理に1名をつけ，差引き2名となることを確認した．（通常4名が必要） 但し，適用は端部等を除く，単純な繰り返し部分のみとする(80%程度).	インバート掘削作業でブレーカ作業が発生している期間
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 施工に要する人員を削減し，安全性を向上	インバート掘削作業でブレーカ作業が発生している期間
品質の確保・向上	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当せず	該当せず
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） デジタルツインにより，現場の状況把握を容易とした.	該当せず
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当せず	該当せず

4. 作業条件・運用条件

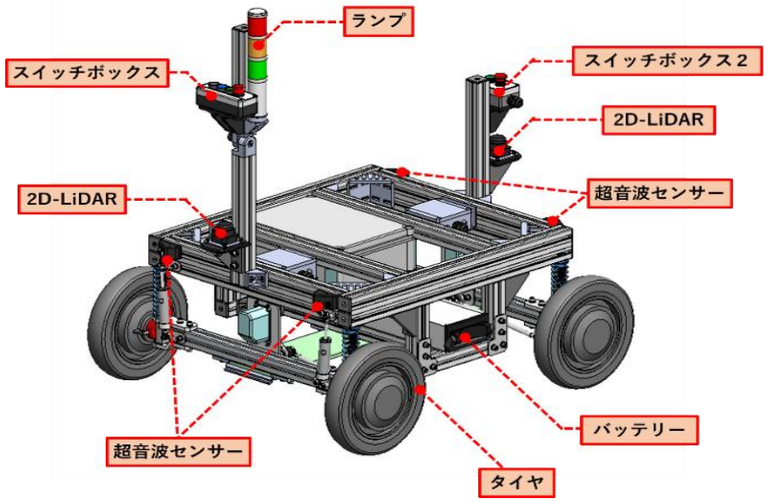
施工技術者の技量	取り決めなし 従来の重機オペレータよりも容易 但し，緻密な作業は有人が向く
必要構成人員	自動運転の管理者1名 出来形の計測担当1名
安全上の配慮	自動施工場所を無人エリアにする措置が必要
法令上の手続き	取り決めなし 但し，通常の現場では自動運転が許可されないことが多い.
通信環境	デジタルツインを利用するため4G(LTE)以上の外部通信環境が必要．但し，デジタルツインをローカルエリアネットワーク上に構築することも可能であり，その場合は外部通信環境を不要にできる.
技術の利用形態 （リース等の入手性）	レンタル可能(準備中) 普賢岳等の無人化施工現場を想定.
導入コスト	初期導入費用(精査中) 　200万円程度を想定 月額費用(精査中) 　機材50万円/月程度を想定 　保守サポート50万円/月程度を想定 無人化施工用バックホウが別途必要(200～300万円/月程度) 新規動作パターンを設定する場合，別途100～300万円程度必要

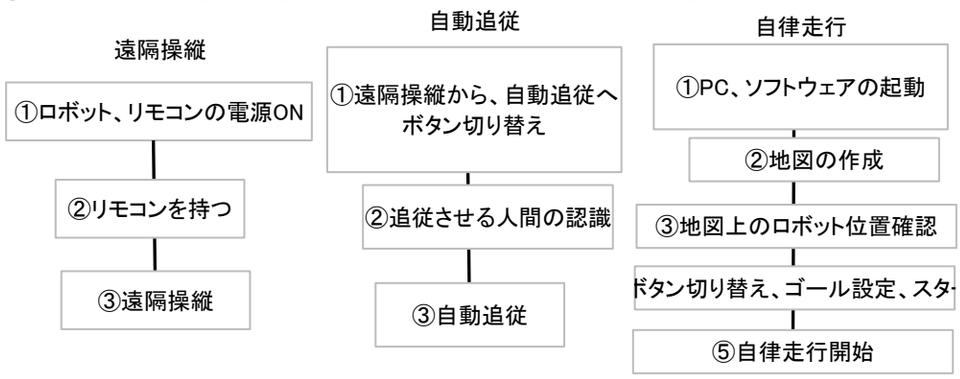
様式－1

1. 基本事項

技術名	建設又は土木工事における現場の働き易さと施工の労働生産性を向上する運搬DX技術	
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎株式会社ソミックマネージメントホールディングス、株式会社林工組、 株式会社ジイケイ京都、きづきアーキテクト株式会社、 株式会社ソミックトランスフォーメーション	
開発代表者の連絡先	電話：053-464-5077	Email：satoshi-nagasaka@somic.co.jp
技術概要	【技術特徴】 **実現したい世界：女性・高齢者活躍する建設現場を創出する、現状作業の効率化** 建設現場のヒューマンワークの作業支援、代替を可能にする自律走行ロボット 【基本仕様】 ・重量物（100kg程度）の運搬/牽引 　-遠隔操作 　-追従 　-自律走行 　-積み上げ、積み下ろし（65kg程度） ・作業にあったアタッチメントの取り付けが可能 　-散水機能 　-バイタル→アタッチメントじゃない ・作業員の運搬作業を自律走行ロボットで代替することが可能 ・作業員の荷物持ち上げ作業の代替が可能（65kg以下の重量） ・リモコンや機能を使って手軽で簡単に運搬作業を実現する ・単純作業の作業代替を自律走行ロボットで行うことができる ・標準搭載された安全装置を用いた危機回避で安全運航が可能 【得られる結果】 ・自力での搬送作業の代替、負荷軽減 ・突発的に発生する危機回避が可能 ・既存/単純作業効率向上	
活用場面	重筋作業を伴う作業の負荷軽減、作業代替が可能 例：仮設工事/施工計画（労務）/施工管理（安全・労務）/施工管理（測量/出来形/品質）	
適用工種、対象作業等	作業代替、作業支援による作業負担の大幅軽減を実現 例：仮設工（散水養生）/金属製建具工（製品搬入作業）	

2. 基本諸元

技術の構成	**特徴：誰でも簡単に使用可能。建設現場でも高い走破性を発揮し作業を支援します。** 【基本機能】 ・寸法（全長×全幅×全高）：1114×606×1229（ナロータイプ）/1114×956×1229（ワイドタイプ） ・センターリーフスプリング式コイルスプリングリジッドアクスルのサスペンション方式、インホイールモーター・四輪タイヤ駆動による高い走破性。 ・サーボ式4WSステア操舵による小旋回性。 ・着脱式リチウムイオンバッテリーにより連続運転が可能。 ・電磁ブレーキ及び回生制動による制動 ・フラットな荷台により、各種アタッチメントの取り付け可能。 【走行機能】 ・2.4GHz T・FHSS（リモコン）による遠隔操縦。 ・2D LiDAR（ロボット前後搭載）、マイコンによる作業者への自動追従。 ・2D LiDAR SLAMによる自律走行制御（※指定した走行範囲） 【危険回避機能】 ・2D LiDAR（ロボット前後搭載）による障害物回避 ・超音波センサーによる衝突防止 ・ロボット前後に緊急停止ボタン搭載。 【ウェアラブル端末】 ロボットを連携させることで、作業者の体調異変に対する見守りを実施。	
技術の構成図	 	
使用するデバイス	【基本使用】 ①自律走行ロボット機体 ②リモコン 【自律走行のみ】 ③パソコン（自律走行時の走行範囲の地図作成）	①ロボット 自動追従モード：全天候、路面対応 自律走行モード：傾斜のない整地された路面、晴天・曇天時のみ（傾斜面、不整地または、雨天時においての使用は作成地図の精度が低下するため使用不可） ②リモコン：晴天・曇天時のみ ③パソコン：晴天・曇天時のみ

デバイスの 連続稼働時間	【空荷状態】5～6時間 【100kg積載状態】4～5時間 （※充電が切れた場合でもバッテリー交換のみで即継続使用が可能）	常温、時速2km/hで連続走行の場合
技術を適用可能な 現場条件	基本的に晴天、曇天、小雨程度の天候でも使用が可能。 従来の重筋作業を伴う運搬作業の代替、支援をだれでも手軽に実現 十分なスペースが確保された建設現場ならどんな方でも簡単に作業支援が可能です。 【全走行機能の条件】 ・公道以外使用可 ・登板可能角度：25度以下（無積載）、10度以下（100kg積載） ・耐横転角度：50度以下（無積載）、45度以下（100kg積載） ・耐候性：晴天、曇天、小雨の天候で使用可能 ・強風時（目安：風速20メートル以上）は転倒リスクのため積載不可） ・高さ150㎜までの水たまりに対応可 【自律走行の適用可能条件】 ・走行範囲25,000平米以下 ・傾斜のない整地された路面、晴天・曇天時のみ ・雨天時は作成地図の精度低下のため、使用不可	
技術活用のプロセス	誰でも簡単に使用できることを実現するため、視覚的、手順的な複雑性がない活用プロセスを意識し開発を行った。 【準備】 ・使用者がロボットを現場まで搬入する。 ・必要に応じたアタッチメントを装着する(水タンク、荷止め、クレーン　等) 【遠隔操縦による運搬作業代替】 ①使用者はロボット、リモコンの電源を入れる ②ロボットを遠隔操縦する。 【自動追従による運搬作業代替】 ①スイッチボックスのボタンによる操作で遠隔操縦から自動追従に切り替える。 ②追従させる人間をロボットに認識させる。 ③認識後、使用者の後をロボットが追従し稼働することができる。 【自律走行による運搬作業の自動化】 ①自律走行用パソコンを立ち上げ、自律走行に用いるソフトウェアを起動する。 ②自律走行させたい範囲の地図を作成する。 ③地図上の現在位置が概ね正しいことをソフトウェア上で確認する。 ④パソコン上でゴール地点の設定後、自律走行をスタートさせる ⑤ゴール地点までロボットが自律走行する。 【積み上げ/積み下ろし】 ①荷物にスリングをかけ、クレーンのアタッチメントに玉掛する ②吊り上げハンドルを回し、荷物を吊り上げる ③荷台に積載物を移動させ、吊り上げハンドルを回し荷物を下ろす  	

技術導入に要する時間		・一番小さなタイプは軽自動車のワンボックスタイプ後部座席を使用している状態でも荷室に積載が可能。 ・最も大きな機体でも軽自動車のワンボックスタイプ後部座席を折りたたんだ状態で荷室に積載が可能。 ・現場までは自律走行ロボットの自走で搬入可能。 ・基本仕様に関しては数分の説明で即導入可能 ・1時間ほどのセッティングのあと運用可能で、現場の地図作成後自律走行の使用が可能
アウトプット		自律走行時における走行範囲の地図データ（pgmデータ） pgmデータを読み込むためのデータ（yamlデータ）□
データ処理システム		【基本情報の取得】 現在の実証では要素ごとの機能整理という視点で実証を行っているため、基礎データ（稼働時間、移動距離、積載重量のデータなど）取得に関しては手動で行っている。 今後さらに詳細なデータ取得のためデータ処理のシステムを構築し、そのデータをもとにし運用方法の改善を行っていく予定。 【自律走行】 LiDARから取得した地図データをWiFiルータでパソコン内のオープンソースソフト（ビジュアライザーRviz）に送信し、画像データへ変換する
	利用方法	オープンソースソフトウェア
	利用費用	WiFiルーター費
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	該当なし
データ共有システム（クラウドシステム等）		なし
	利用方法	なし
	利用費用	なし

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 男性作業員2人で実施可能な作業において、既存の方法では男性2人が62分の時間で重筋作業を伴う運搬作業を行うのに対し、自律走行ロボットを活用することで18分、約1/3の重筋作業の縮減にした。	・自律走行ロボットに積載することができる資材 ・作業に十分な広さの作業場所の確保
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） これまでの実証において、2人で重筋作業を伴う運搬を行う作業2項目において1人の作業人員を削減することができた。全体作業において1人分の重筋作業が必要であったが、自律走行ロボットを活用することで1人分の重筋作業を代替することができることが分かった。	・自律走行ロボットに積載することができる資材 ・作業に十分な広さの作業場所の確保
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 誰でも簡単に自律走行ロボットを操縦しながら、標準装備された危険予知機能、危機回避機能、作業者の安全管理機能を活用することにより、無事故で実証を遂行している。	・自律走行ロボットが完全かつ安全に運用できる環境
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 想定される資材運搬に対する独自のアタッチメントを開発し、品質損失の機会を可能な限り削減しながら効率向上に着手し、これまでの実証実験における品質を損なうような機会は0件となっております。	・自律走行ロボットに積載することができる資材 ・作業に十分な広さの作業場所の確保
施工管理の効率化・高度化	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 自律走行ロボット活用により支援可能な領域の稼働時間を測定することで施工管理の効率向上、作業内容の高度化を想定しております。	・自律走行ロボットに積載することができる資材 ・作業に十分な広さの作業場所の確保
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択） なし	なし

4. 作業条件・運用条件

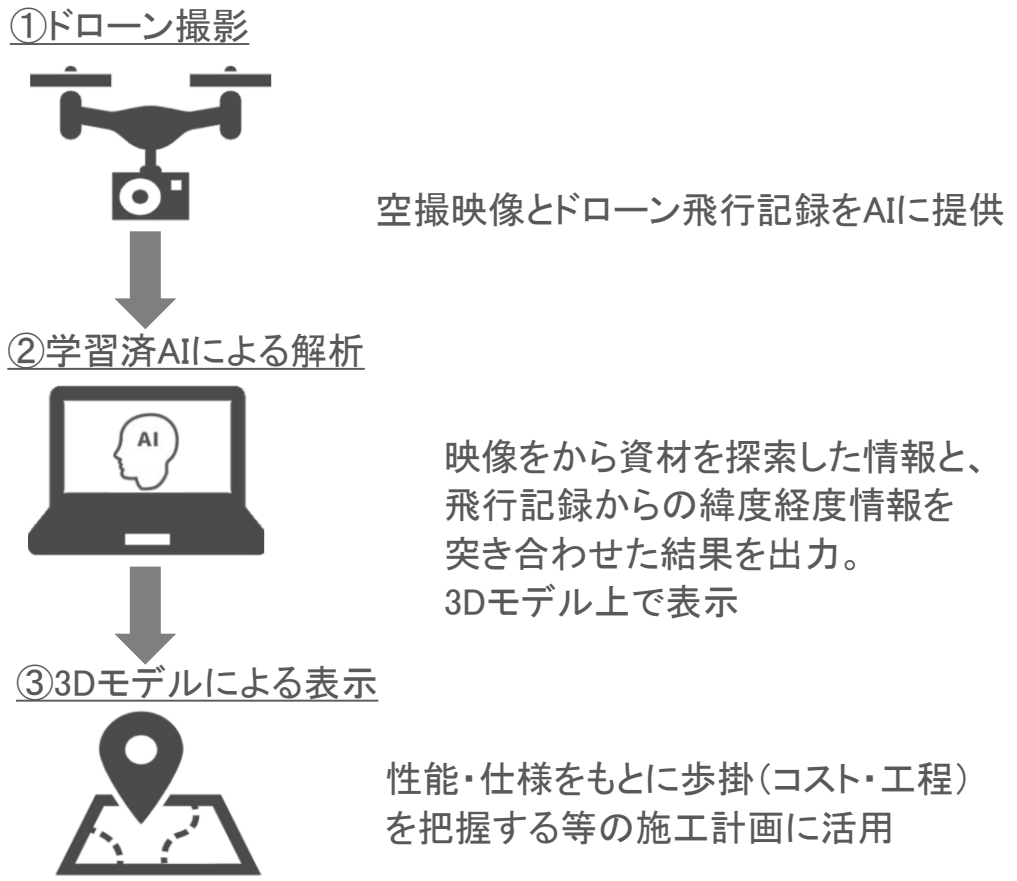
施工技術者の技量	特になし
必要構成人員	自律走行ロボットを稼働する人数は1人。なおかつ誰でも簡単に操作可能です。 自律走行ロボットを操作する必要構成人数は1名だが、自律走行ロボットへの積み下ろしの際に積荷のサイズや重量に応じた人数が必要。
安全上の配慮	LiDARセンサー、超音波センサーの機能を損なう活動は避けることが大切です。例えば、光を反射するズボンの着用や逆光の光が強い場所などはLiDARセンサー、超音波センサーの正常な作動を妨げるおそれがあり配慮が必要です。
通信環境	遠隔操縦、自動追従：電波を遮蔽しない空間であること 自律走行：パソコンを持った作業者と自律走行ロボットの距離が20m以内
技術の利用形態 （リース等の入手性）	動産の賃貸者契約（月単位）
導入コスト	標準装備タイプ：20万円 自動運転オプションの追加：20万円 自動運転レクチャー：12万円（※初月のみ　4～5時間で終了し即導入が可能）

様式－1

1. 基本事項

技術名	AI+ドローンによる資機材管理	
技術バージョン	2023年3月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	鹿島建設株式会社 AI inside株式会社	
開発代表者の連絡先	電話：0258-94-5241	Email：sekihara@kajima.com
技術概要	ドローンによる資機材管理（資機材は※約30品目を対象） ドローンによる空撮映像を、AIで解析を行い映像に写っている資機材を判別 資機材名称と台数を世界測地系での位置で出力する。 主な活用は以下 ①資機材台帳と突き合わせて不足数の確認 ②現場3Dモデルで資機材位置を確認 ③これらのデータを蓄積・利用して今後の施工計画に反映 ※判別対象のモデルは、技術活用のプロセスに記載	
活用場面	仮設工事／本設工事／施工管理（工程進捗） 上記における、遊休資機材の確認、資機材の不足数を確認、点検期限の確認 また資機材の包括的な現状を把握し、その性能・仕様をもとに歩掛（コスト・工程）を把握する等の施工計画に活用	
適用工種、対象作業等	道路土工（掘削工、路体盛土工等）、河川土工（掘削工、盛土工等）、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ（構造物）	

2. 基本諸元

技術の構成	現場内をドローンで動画の撮影を行う。次に、撮影した映像と、ドローンの飛行記録をAIに提供。AIでは、過去学習した結果を元に映像の解析を行う。解析した結果として、資機材の名称と位置の出力を行う。また、その位置を3Dモデルで図示する。さらにリース会社から借りている資機材が、一覧になっている資機材データベースと台数を突き合わせて台数の不足を確認する。この時、点検日が近い資機材は、通知を行う。	
技術の構成図		
使用するデバイス	ドローン：MATRICE300 PC：機種問わず AIモデル：Learning Center Vision	AIモデル（Learning Center Vision）使用時にネット回線が必要
デバイスの 連続稼働時間	ドローン：45分	現場条件による
技術を適用可能な 現場条件	RTK使用する場合はGNSSの補正情報を得られる通信環境が必要 ※RTK：地上に設置した「基準局」からの位置情報データを活用することで、高い精度の測位を可能になる	

技術活用のプロセス	本システム活用の流れ ①学習データ準備～学習 ドローンで現場内を動画で空撮を行う 動画を写真に切り出し、 資機材のラベル付けを行う(アノテーション) アノテーションをもとにAIが学習を行う ※アノテーション：今回は写真に写っている 資機材を枠で囲みラベル付けを行った ②推論 動画と動画撮影時に作成される SRTファイル(字幕ファイル)を 本システムで開発したアプリに、 提供する。 SRTファイル内に、ドローンの位置・カメラの 角度等の情報が含まれているため その情報を元に資機材名、資機材位置等の結果を出力する ③出力結果の確認 出力結果と資機材の台帳をデータベース上で 突き合わせて資機材の不足を確認する ④3Dモデルによる表示 推論で得られた出力を現場の3Dモデルに、取り込み、図示を行う 遊休資機材や余剰資機材の確認を行い、返却や適正配置を行う 資機材の包括的な現状を把握し、その性能・仕様をもとに歩掛(コスト・工程)等の 施工計画に活用 判別対象は以下。()書きの資機材は小型のため、検出が困難なもの バックホウ、立馬、投光器 、(セーフティーブロック)、(電工ドラム)、発電機、4tユニック、散水車、フォークリフト、4.9tクローラークレーン、4tダンプ、溶接機、ブルドーザー、アスファルトフィニッシャー、垂直式高所作業車、ブーム式高所作業車、橋梁点検車、ホイールローダー、トイレ、コンクリートホッパー、(水中ポンプ)、(送風機)、水タンク、コンプレッサー、マカダムローラー、モーターグレーダー、タイヤローラー、マンゲージ、はしご ①学習データ準備～学習 → ②推論 → ③出力結果の確認 → ④3Dモデルによる表示 本システム活用フロー
技術導入に要する時間	アノテーションに200時間
アウトプット	資機材名称・位置のcsvファイル、資機材の写真.jpgと動画.mp4
データ処理システム	①Learning Center Vision ②本試行で作成した、資機材判別と位置を出力するアプリ ③推論結果と資機材の写真.jpgと動画.mp4を管理するためのデータベース ④上記の出力結果を3Dモデルに図示するアプリ
利用方法	PCにダウンロードして使用する
利用費用	Learning Center Visionは従量課金制

	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	平均適合率 全項目：0.693 検出不可小型資機材除く：0.746
データ共有システム （クラウドシステム等）		活用するクラウド　：BOX システムの概要　：一般的なクラウドサーバ 共有可能なデータ形式　：特殊な形式で無ければ共有可能 データ量　：制限なし 共有可能な者　：発注者、受注者、協力会社
	利用方法	ライセンス契約
	利用費用	100,000円／月（使用ユーザー数で増減）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ドローンによる現場探索とAIによる解析で、従来は全て人が行っていた作業に比べて大幅な時間短縮	ドローンによる現場全体の空撮
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 本システム使用初期は、基本となる学習データが必要となり、条件によっては多くの作業人員が必要になる可能性がある	
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 点検日が近い資機材は、通知を行うことで、点検切れを防いた。ドローン使用により、重機の可動範囲に立ち入る事が無くなった	ドローンによる現場全体の空撮
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 品質の確保・向上に関する効果は無し	
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） データベースから資機材の過不足が確認でき、3Dモデルからその資機材位置を確認することで可能となり、従来は暗黙知で行われていた管理を効率的に行うことが出来るようになった	現場3Dモデルの準備
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・過去の資機材台数、位置をデータベースに記録しておく事で、その性能・仕様をもとに歩掛（コスト・工程）等の施工計画に活用 ・学習したデータは他現場でも転用可能のため、データ転用をすることで大幅な学習時間短縮が見込まれる。 また、他現場での学習データを取り込む事が出来るので、活用現場が増えるほどAIの精度は向上する	データベース作成

4. 作業条件・運用条件

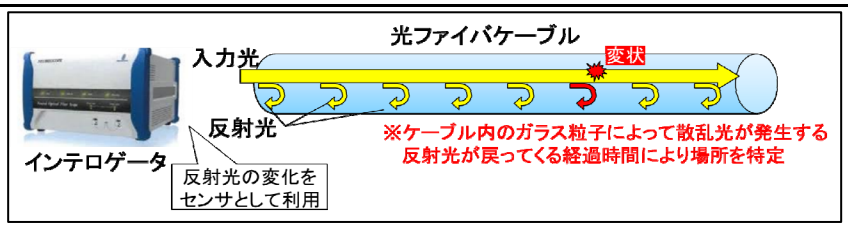
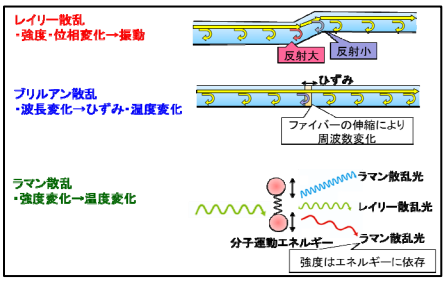
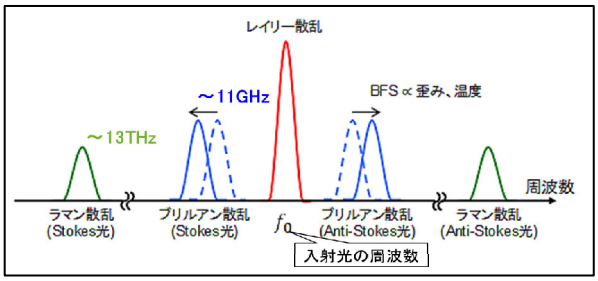
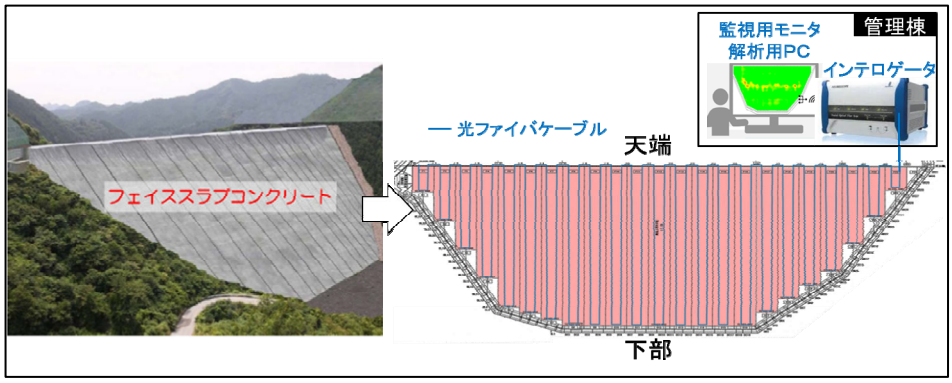
施工技術者の技量	基本的なドローン操縦技量
必要構成人員	ドローン操作+解析+データベースへの登録+3Dモデルへの表示：1人 アノテーション：3人（学習量により変動）
安全上の配慮	ドローン飛行禁止区域では使用不可能
法令上の手続き	ドローン登録
通信環境	RTK使用する場合はGNSSの補正情報を得られる通信環境が必要
技術の利用形態 （リース等の入手性）	AIモデルについてはライセンス契約により使用可能 本試行のためのアプリについては協議
導入コスト	RTK付きドローン：Matrice300 ¥2,400,000（使用カメラ、バッテリーなど付属品により変動） AIモデル：Learning center Vision: ¥50,000／月（学習・推論の使用頻度により変動） 3Dモデル表示ソフト①：Navisworks Manage￥402,600／年 コンソーシアムで製作した上記アプリの拡張機能：コンソーシアム以外で使用する場合は、別途協議 3Dモデル描画ソフト②：Civil3D￥408,100／年 クラウドシステム：BOX￥100,000円／月（使用ユーザー数で増減、クラウドシステムが無くても本システムは使用可能）

様式－1

1. 基本事項

技術名	分布型光ファイバセンサを使って，施工中および施工後のコンクリート構造物の温度・ひずみ・ひび割れ変状などを面的にモニタリング管理する技術	
技術バージョン	2022年12月	
開発者	大成建設株式会社　株式会社ジオファイブ 株式会社日本地下探査　国立大学法人東京大学	
開発代表者の連絡先	電話：090-4925-6438	Email：arai@ce.taisei.co.jp
技術概要	コンクリート打設・養生・施工後のコンクリートの品質管理及び監視のため，コンクリート内に光ファイバケーブルを面的に埋設し，専用測定器（インテロゲータ）を使ってDTS（Distributed Temperature Sensor）計測，DSS（Distributed Strain Sensor）計測，DAS（Distributed Acoustic Sensor）計測を実施することで，温度・ひずみ・ひび割れ変状などを面的にモニタリング管理する。	
活用場面	施工管理（品質），施工後の維持管理	
適用工種，対象作業等	橋梁上部工，橋梁下部工，舗装工，トンネル（NATM），ダム等大型コンクリート構造物，道路維持管理	

2. 基本諸元

技術の構成	＜デバイス・機材＞ インテロゲータ，光ファイバケーブル，解析用PC，起振器（DAS計測で使用） ＜システム＞ 弾性波解析ソフト（ひび割れ解析に用いる，従来のものでよい） データ整理用ソフト（EXCELなど）	
技術の構成図	 図-1 光ファイバセンサの概要  図-2 散乱光の種類  図-3 散乱光の強度分布  図-4 現場適用イメージ	
使用するデバイス	光ファイバケーブル インテロゲータ 起振器（DAS計測として使用） 解析用PC	・インテロゲータは精密機械のため，室内の温度を安定させる必要がある。 ・インテロゲータ，起振器は電源を要する。
デバイスの 連続稼働時間	光ファイバケーブル：メンテナンスフリーで半永久的に使用可能。 インテロゲータ：メンテナンス含め10年 起振器：メンテナンス含め3年	・構造物に大きな変状が発生した場合，光ファイバケーブルが切断し，使用不可となる。
技術を適用可能な 現場条件	・光ファイバケーブル設置時は防護養生が必要である。設置後は気象条件に関係なく使用可能。 ・計測器の記録部であるインテロゲータは精密機械のため，室内の温度を安定させる必要がある。 ・インテロゲータと起振器は電源を要する。	

技術活用のプロセス	①準備 鉄筋，型枠作業完了後，光ファイバケーブル，インテロゲータの設置に先立ち，ガイド鉄筋設置等の準備作業を実施する。 ②光ファイバケーブル，インテロゲータの設置 ＜光ファイバケーブル＞ DTS(温度)，DSS（ひずみ），DAS（弾性波）それぞれを計測する光ファイバケーブルを構造物内及び構造物～計測室に配線設置し，各ケーブルは一筆書きとなるよう融着接続処理をする。（光ファイバケーブル内のファイバ線が多芯のケーブルの場合は，1本のケーブルで複数種類の計測が可能） ＜インテロゲータ＞ DTS，DSS，DAS計測用の各インテロゲータを計測室に設置し，光ファイバケーブルと接続する。（DTSとDSSを兼用計測可能なインテロゲータあり） ③敷設されたケーブル位置の確認 光ファイバ上の長さと構造物敷設位置の関係性を把握するため，各計測点位置にヒーター等で温度変化を与え，ひずみ変化を確認する。 ④構造物コンクリート打設 ⑤温度・ひずみ計測 打設後，光ファイバセンサによる温度・ひずみ計測を開始する。（温度・ひずみは光ファイバセンサで直接計測可能） ⑥弾性波計測 構造物コンクリートが一定の強度発現後，構造物のひび割れ変状検出のため，構造物を伝わる表面波※1をDAS計測用インテロゲータで記録する。震源にインパルス型起振器（打撃）あるいはスイープ型起振器（振動）を使用して，構造物天端で人工的に表面波を発生させて計測する。 ※1表面波…弾性波の一つで，地表面を伝わる。地中を伝わる波は実体波（P波，S波）。 ⑦弾性波解析 ⑥で記録した表面波を解析し，構造物のひび割れ位置と深さを推定する。表面波の振幅はひび割れ箇所を通過すると減衰する。表面波の波長λ，ひび割れ深度d，ひび割れ通過前後の振幅比γの関係式$\gamma=\exp(-2.35d/\lambda)$※2を利用する。 ※2江島ほか（1980），空溝と地中壁による振動遮断効果，土と基礎，28（3），49-55 【技術活用のプロセス】 ①準備 ↓ ②光ファイバケーブル，インテロゲータの設置 ↓ ③敷設されたケーブル位置の確認 ↓ ④構造物コンクリート打設 ↓ ⑤温度・ひずみ計測 ↓ ⑥弾性波計測 ↓ ⑦弾性波解析

技術活用のプロセス

【今年度実施のコンクリート試験体計測の実施内容】

コンクリート試験体の内部および表面に，温度，ひずみ，弾性波を計測する光ファイバセンサと，検証データ取得用の従来型計測器である測温機能付きひずみ計と地震計を設置した。試験体の施工直後から計測を行い，以下の項目の評価を実施した。

・試験体打設直後からのDTS，DSS計測による温度・ひずみの評価精度の検証

・試験体強度発現後のDAS計測によるコンクリートひび割れ検知（位置，深さ）の精度の検証および，地震計との計測精度の比較

DTS，DSS計測は試験体内部6測線，測温機能付きひずみ計は試験体内部1測線を設置した。DAS計測は試験体表面3測線，内部6測線，地震計は表面と内部1測線ずつ設置した。ひび割れ検知の位置・深さの検証のため，ひび割れを模擬した縁切り板を埋設した。

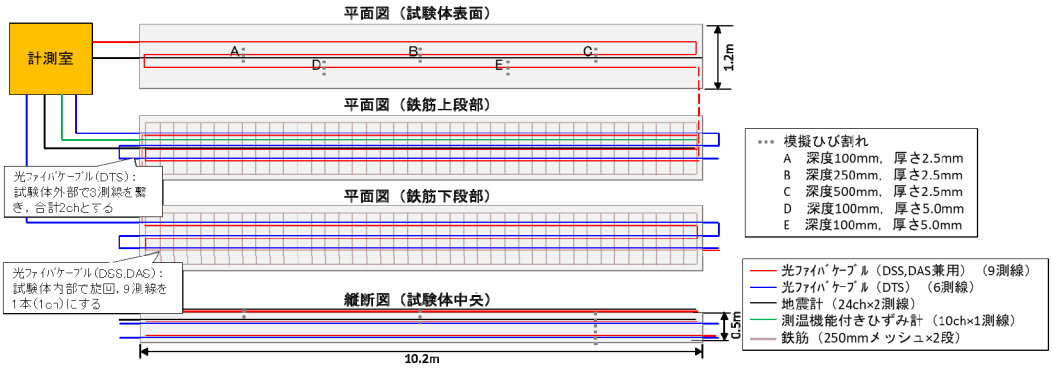


図-5 計測器配置図

写真-1 試験体（打設前）

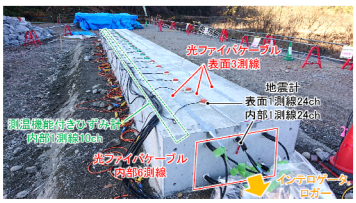


写真-2 試験体（完成）

写真-3 計測室

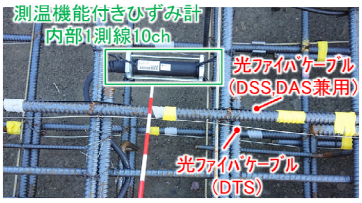


写真-4 計測器詳細1

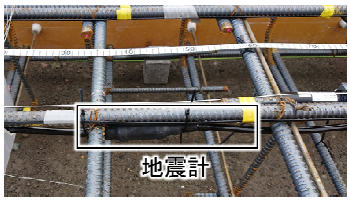


写真-5 計測器詳細2

写真-6 弾性波計測状況

STEP1
・弾性波計測にて取得した波形データ
・波形データから表面波の速度vを算出

STEP2
波形データから周波数ごとの振幅分布を算出

STEP3
・任意の周波数fにおける振幅変化を算出
・振幅減衰（ひび割れの位置）を目視確認し，ひび割れ 通過前後の振幅比γを算出
・周波数fにおける表面波の波長λをλ=v/fから求める。

STEP4
・江島の式γ=exp(−2.35d/λ)に振幅比γ，波長λを代入するとひび割れ深さdが得られる。

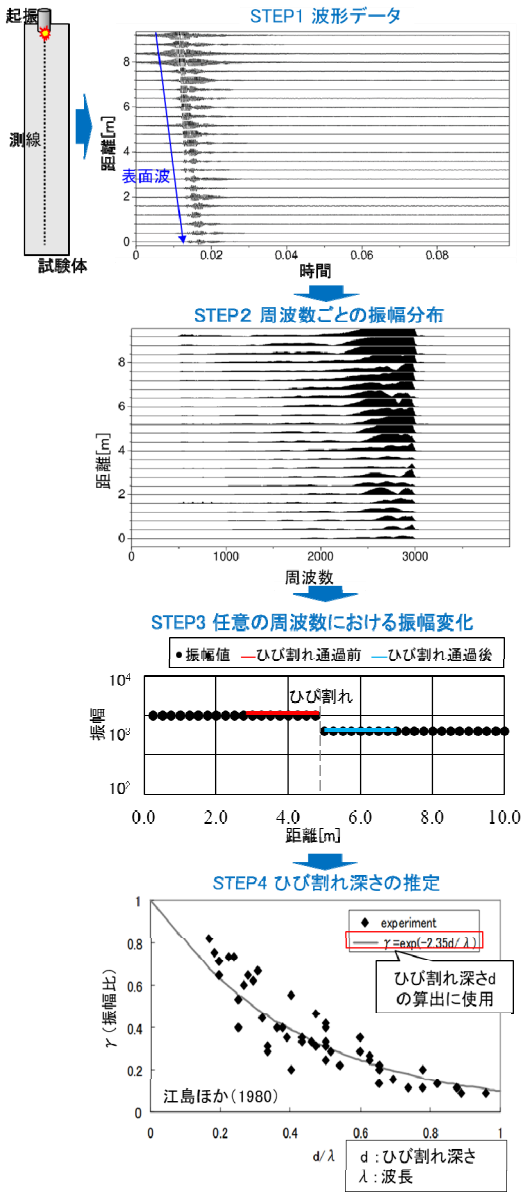


図-6 弾性波解析フロー

技術導入に要する時間		基礎研究・現場実証・導入に2年
アウトプット		・DTS，DSS計測による任意測点毎の温度・ひずみ計測結果グラフ ・DTS，DSS計測による任意日時の温度・ひずみ分布のヒートマップ ・DAS計測による任意測点毎の弾性波計測波形データおよび周波数当たりの振幅分布 ・DAS計測結果から解析した任意日時のひび割れ深さのヒートマップ
データ処理システム		DTS，DSS計測結果は汎用アプリ（EXCELなど）でデータ整理 DAS計測において，図6のSTEP1,2においては，従来の波形解析ソフトで対応する。 STEP3,4は汎用アプリ（EXCELなど）を使用する。
	利用方法	市販のソフト（EXCEL，波形解析ソフト）を使用する。
	利用費用	EXCEL：2万円（購入） 波形解析ソフト：50万円（購入）
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	DAS計測の一連の解析（図6）のうちSTEP3，4は，現状，専門技術者が実施するが，AI技術を活用した自動解析システムを開発予定。
データ共有システム（クラウドシステム等）		インテロゲータで取得したデータをクラウドにアップロードし，クラウド上で自動でデータ整理及び解析を実施する。解析後，出力結果をクラウドにアクセスできる任意のPCから確認することができる。
	利用方法	クラウドサービスの使用料が必要となる
	利用費用	未定

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ○温度・ひずみ計測の計測器設置作業 光ファイバケーブルの設置時間は，従来型の計測器に比べ，32%となり，大幅な作業時間の縮減となる。 ○ひび割れ点検の作業時間（想定） 目視点検の作業日数に比べ，DAS計測の作業時間は1回目（光ファイバ設置，計測，解析）は66%，2回目以降（計測・解析のみ）は9%となり，大幅な作業時間の縮減となる。	温度・ひずみ計測において， 従来型計測器を2mピッチ10m（6台）， 光ファイバケーブルを10m設置とする 南摩ダムのスラブコンクリート （40,000m2）のひび割れ点検を想定。 目視点検：4人作業，1日1,000m2 DAS計測：4人作業,，測線全長5.6km
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・温度・ひずみ計測の計測器設置作業において，光ファイバケーブルの設置の作業人員は従来型計測器に比べ，33%に縮減できる。 ・ひび割れ点検において，DAS計測は目視点検と比較して，1回目は62%，2回目以降は2%まで作業人員の縮減効果が得られる。	なし
安全性の向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） コンクリート壁面のひび割れ点検では，人が近傍まで近づいて外観の目視観察が必要であり，ダムにおいては高所作業が伴う。DAS計測では，事前にひび割れの位置を把握できるので，目視点検の範囲を限定できることから，高所作業を減らすことができる。	なし
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・DTS,計測は従来型計測器と同等の品質である。 ・DSS計測は従来型計測器とコンクリートの強度発現後において，同等の品質であり，竣工後の長期的な維持管理に効果的である。 ・DAS計測はコンクリートのひび割れ位置の特定が可能である。また，従来の地震計とも計測精度は同等である。 ・DAS計測では従来の目視点検ではわからないひび割れ深さを把握できる効果がある。	・試行では光ファイバケーブル（DTS, DSS, DAS）と測温機能付きひずみ計，地震計をコンクリート試験体に埋設し，温度。ひずみ・弾性波の計測を行った。 ・DAS計測ではあらかじめ試験体に設置した模擬ひび割れの位置と深さを推定した。
施工管理の効率化・高度化	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・従来型の計測器は1個につき1点の計測となるため，点での計測管理となる。光ファイバセンサはケーブルを設置した任意の位置で計測が可能なため，計測器を密に設置することなく，面的な計測管理が可能である。 ・従来のひび割れ点検は人がコンクリート近傍まで移動して目視観察を実施する必要がある。一方で，DAS計測では，壁面全体を目視することなく，ひび割れ位置の特定が可能である。 ・従来，湛水後のダム上流面において，水面下では目視点検はできないが，DAS計測により水面下のひび割れ点検を実施できる。	なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 光ファイバセンサは施工中の品質管理だけでなく，竣工後の維持管理においても活用できる。	なし

4. 作業条件・運用条件

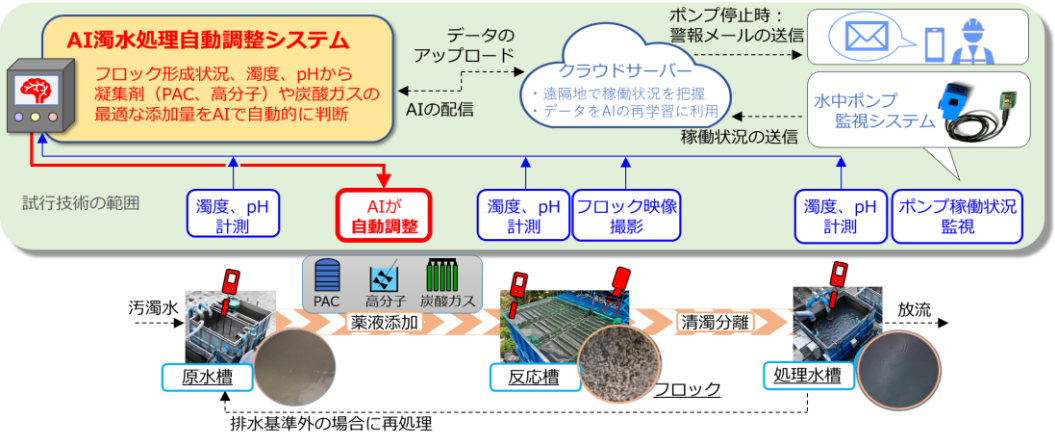
施工技術者の技量	光ファイバケーブルの設置，データ取得には，初回のみ専門技術者の指導が必要である。 データの解析は従来技術の技術者が対応できる。
必要構成人員	計測器の設置：4名 運用後：DTS，DSS 1名（データ整理） DAS 2名（計測・データ整理・解析）
安全上の配慮	特になし
法令上の手続き	特になし
通信環境	インテロゲータで取得したデータのクラウド上での共有・解析のために，インテロゲータを設置場所にWifi環境が必要
技術の利用形態 （リース等の入手性）	インテロゲーター，光ファイバ，起振器は購入，リースともに利用可能
導入コスト	インテロゲータ：3,000万円（購入の場合，リースも可） 光ファイバケーブル：2,000円（測線1mあたりの材料費） 起振器：50万円（購入の場合，リースも可）

様式－1

1. 基本事項

技術名	AI濁水処理自動調整システム	
技術バージョン	2023年2月	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	◎西松建設㈱、ジオマシンエンジニアリング㈱、㈱sMedio、MODE, Inc.	
開発代表者の連絡先	電話：080-2720-0448	Email： takashi_tujioka@nishimatsu.co.jp
技術概要	『AI濁水処理自動調整システム』は、濁水処理設備内の反応槽で撮影したフロックの形成状況の映像や各水槽で計測した濁度とpHを基に、PAC、高分子、炭酸ガスといった各種薬液の最適な添加量をAIで常に判断し続けて自動で添加する。	
活用場面	施工管理（濁水処理設備）	
適用工種、対象作業等	トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	【AI濁水処理自動調整システム】 デバイス：ネットワークカメラ 機材：映像記録装置、濁水判定用PC システム：クラウド 【水中ポンプ監視システム（Newt）】 機材：C3-lessセンサ、ゲートウェイ システム：クラウド	
技術の構成図		
使用するデバイス	ネットワークカメラ	IP66、温度-30～55度、相対湿度10～100%
デバイスの連続稼働時間	常時稼働（PoE給電）	IP66、温度-30～55度、相対湿度10～100%
技術を適用可能な現場条件	インターネットへの接続が可能であること。	

技術活用のプロセス		①システム搬入・設置 ネットワークカメラ等のデバイス（AI濁水処理自動調整システム）、C3-lessセンサーやゲートウェイ（Newt）を設置する。 ②AIの準備 現地で発生する濁水にジャーテストを実施し、初期AI学習モデル構築のための教師データを作成する。構築したAIを工種判定用PCにインストールする。 ③技術の活用 AIの判定結果を基に現地で発生する濁水に対する処理方法の分析・改善を行い、各種薬液の添加を自動制御する。AIは適宜更新する。また、水中ポンプの停止がシステムで検知された場合には、修理や交換を行う。 ④データの共有 システムで得られたデータはクラウドサーバーに保存され、関係各所で共有される。
技術導入に要する時間		・デバイスや機材の手配：約30日 ・デバイスや機材の設置：約5日 ・AIの準備（教師データの収集、初期学習モデルの構築）：約40日
アウトプット		・各種水槽の映像データ ファイル形式：mp4 ・システム稼働データ 項目：各種水槽の水質データ（濁度、pH）、
データ処理システム		【AI濁水処理自動調整システム】濁水処理の過程で発生するフロックの映像と各種水槽の濁度とpHから各種薬液の最適添加量を判定し、自動添加するためのシステム 【水中ポンプ監視システム（Newt）】水中ポンプの使用電力量を計測するためのデータ処理システム
	利用方法	自社開発システムのリース
	利用費用	初期費：約1,800万円 利用料：約400万円 ＊１年間導入する場合の費用概算
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	学習方法：機械学習、ディープラーニング 教師データ：フロックの映像、水槽の水質データ、薬品の添加量
データ共有システム（クラウドシステム等）		■システムの概要：AI濁水処理自動調整システム、MODEクラウド 本試行の技術である「AI濁水処理自動調整システム」のデータを集積するためのクラウドであり、ウェブブラウザ経由でデータの閲覧やダウンロードが可能である。
	利用方法	クラウドサブスクリプション契約（月額利用料）
	利用費用	初期費：約300万円 利用料：約650万円 ※1年間導入する場合の費用概算

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 濁水の水質変化時（掘削サイクルや岩質の変化に伴う）に最適な添加量を判断し、自動で調整添加を行うことで、濁水処理設備の管理に要していた作業時間の縮減が期待される。	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 濁水の水質変化時（掘削サイクルや岩質の変化に伴う）に最適な添加量を判断し、自動で調整添加を行うことで、濁水処理設備の管理に要していた作業人員の縮減が期待される。	該当なし
安全性の向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 水中ポンプの修繕を早期に実施することで、汚濁水の流出を防止することが可能となる。	該当なし
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 濁水の水質に合わせて、最適な添加を行うことで、薬液の過剰添加や、薬液の不足に伴う再処理が削減される。	該当なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	該当なし

4. 作業条件・運用条件

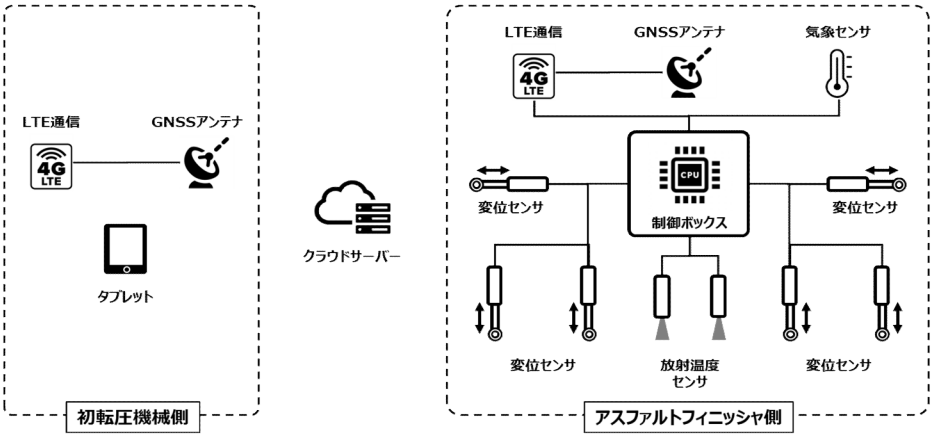
施工技術者の技量	該当なし
必要構成人員	現場職員１名（濁水処理方法の分析）、協力業者４名（AIの更新等）
安全上の配慮	該当なし
法令上の手続き	該当なし
通信環境	インターネットへの接続が可能であること。 電源を供給することができること。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	リースによる利用
導入コスト	【初期導入費用：　約1,900万円】 　機器の製作・設置：約1,000万円 　AIの準備やクラウドの初期設定等：約800万円 【運用費：　約1,100万円】 　AIやクラウドの使用料・保守管理費：約1,100万円 ※１年間導入する場合の費用概算

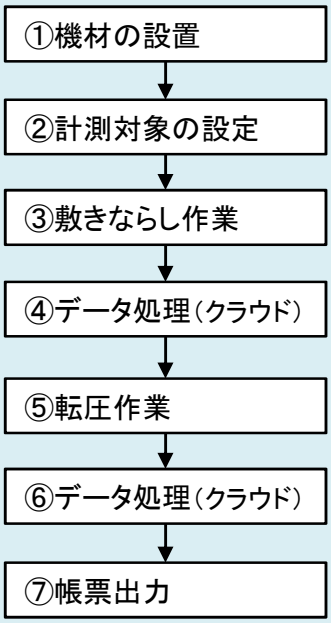
様式－1

1. 基本事項

技術名	As合材温度のセンシングと推論で、転圧温度管理を自動化する技術	
技術バージョン	2023年3月	
開発者	◎株式会社NIPPO 住友建機株式会社 株式会社Momo	
開発代表者の連絡先	電話：048-624-0097	Email：kajiwara_satoru@nippo-c.jp
技術概要	【何ができるのか】 ・アスファルト舗設作業における温度管理作業の自動化 （敷きならし温度と転圧時の内部温度の記録および転圧指示） ・舗設温度管理帳票（敷きならし温度、転圧温度）の出力 【何を計測・撮影するのか】 ・アスファルト合材敷きならし時における各種施工情報データ （位置情報、幅、厚さ、温度、敷きならし下面の温度、気温、風速など ・転圧機械の位置情報 【施工のどの段階で活用するのか】 ・アスファルト舗設作業時、舗設温度帳票の出力時 【技術の活用プロセス】 ① アスファルトフィニッシャと転圧機械に、各種計測機器およびシステム機器を設置 ② アスファルト合材の敷きならし時に、アスファルトフィニッシャで各種データを自動取得 ③ 取得した各種データを、クラウド上で温度低下推論に基づいてリアルタイムで解析 ④ アスファルト合材の内部温度は地図上で色分けされ、モニタでの識別が可能 ⑤ 転圧機器に搭載したモニタで、地図上の内部温度（色）を確認し、転圧作業を実施 ⑥ 初回転圧時の内部温度が自動で記録され、モニタ上で転圧完了範囲を明示 ⑦ 舗設作業終了後に、舗設温度管理帳票（敷きならし温度、転圧温度）を出力	
活用場面	本設工事／施工管理（品質）／立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	舗装工	

2. 基本諸元

技術の構成	1. アスファルトフィニッシャ側 デバイス：GNSSセンサ、気象センサ、放射温度センサ×2、油圧シリンダ変位センサ×6、機材：データ収集機器、LTE通信機器 2. クラウド 3. 初転圧機械側 デバイス：GNSSセンサ 機材：LTE通信タブレットモニタ	
技術の構成図		
使用するデバイス	GNSSセンサ 気象センサ 放射温度センサ×2 油圧シリンダ変位センサ タブレット	
デバイスの 連続稼働時間	GNSSセンサ：10時間（バッテリー） 気象センサ：施工機械から供給（有線） 放射温度センサ：　　〃 油圧シリンダ変位センサ：　　〃 タブレット：10時間（バッテリー）	
技術を適用可能な 現場条件	携帯電話通信が良好なこと GNSS受信状況が良好なこと（トンネル内等使用不可）	

技術活用のプロセス	①機材の設置 アスファルトフィニッシャおよび初転圧機械に各種計測機器やシステム機器を設置する ②計測対象の設定 施工するアスファルト合材の種類を設定する ③敷きならし作業 アスファルト合材の敷きならし時に、アスファルトフィニッシャで各種データを自動で取得する ④データ処理（クラウド） 取得した各種データを、クラウド上で温度低下推論に基づいて解析し、アスファルト合材の内部温度のマッピングデータを作成する ⑤初転圧作業 初転圧機械のモニタで、地図上の内部温度（色）を確認　しながら転圧作業を実施し、初転圧時の位置情報　を自動で取得、転圧完了範囲を明示する ⑥データ処理（クラウド） クラウド上で、各ステップのデータを処理し、舗設温度管理帳票（敷きならし温度、転圧温度）を作成する ⑦帳票出力 舗設作業完了後に、舗設温度管理帳票を出力する 
技術導入に要する時間	約2日 ・施工機械への専用機材組み込み：1日 ・施工機械の主要寸法測定：2時間 ・機材設置作業：30分
アウトプット	・初転圧機械に設置されるタブレットにアウトプットされる。 ・上の地図上に現在の合材内部温度の推定値とそのヒートマップが表示される。 ・推定温度（色）は内部温度の低下推定式に基づいて毎分変わっていく。転圧のタイミングでその温度（色）が保存される。 ・転圧時の位置と温度情報の敷きならし温度と転圧温度のヒートマップが保存される。 ・属性情報をCSVにて出力⇒帳票作成
データ処理システム	事前に収集した施工データ（施工厚・空隙率）・環境データ（温度・湿度・風速）・内部温度実測値・経過時間をもとに機械学習によりデータを解析し、予測モデルを構築した。モデルを元にして現在の施工データ（施工厚・空隙率）・環境データ（温度・湿度・風速）・内部温度実測値・経過時間を独立変数・現在の内部温度を従属変数としてランダムフォレストもしくは冪乗回帰式により内部温度を推定する。
利用方法	自社開発システム
利用費用	リース費用（200万円/半年）に含む（想定）

	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	ランダムフォレストモデルの夏期の学習精度：・[RMSEとR二乗値]（RMSEの単位は℃である） training data: RMSE = 1.1433870212599695 R2score = 0.9921699858598578 test data: RMSE = 2.072266021957614 R2score = 0.9731385344212216 ・冬期の学習精度 training data: RMSE = 1.7069683188189897 R2score = 0.9207993404705241 test data: RMSE = 4.818401195282653 R2score = 0.34489075108157885
データ共有システム （クラウドシステム等）		Azure IoT Hubをベースとしたプラットフォーム上で処理が行われる。
	利用方法	株式会社MomoによるSaaS提供。IDとPassWordによりログインし使用できる。
	利用費用	リース費用（200万円/半年）に含む（想定）

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は施工終了後のデータ整理、帳票出力作業に1時間を要していたが、5分以内で完了することができた。	
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は転圧温度管理員が2名必要であったが、本技術は転圧温度管理員が不要になったため、転圧温度管理員が100%減少した。	
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 転圧温度管理員が2名からゼロ名になり、初転圧機械との接触リスクが減少し、安全性が向上した。	
品質の確保・向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は施工日の午前午後で2回ずつ、局所にて温度測定をしていたが、本技術は1分に1回の頻度で温度測定ができることから、90倍の密度で測定可能となった。	1日の施工時間を6時間で試算 従来：1日に4回（午前2回、午後2回）の測定 試行：1分に1回の測定 6時間⇒360分なので360回の測定 試行/従来＝360/4＝90
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 従来は温度管理員が測定、記録、帳票作成作業を実施していたが、全てが自動化され施工終了と同時に帳票の出力が可能となった。	
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択）	

4. 作業条件・運用条件

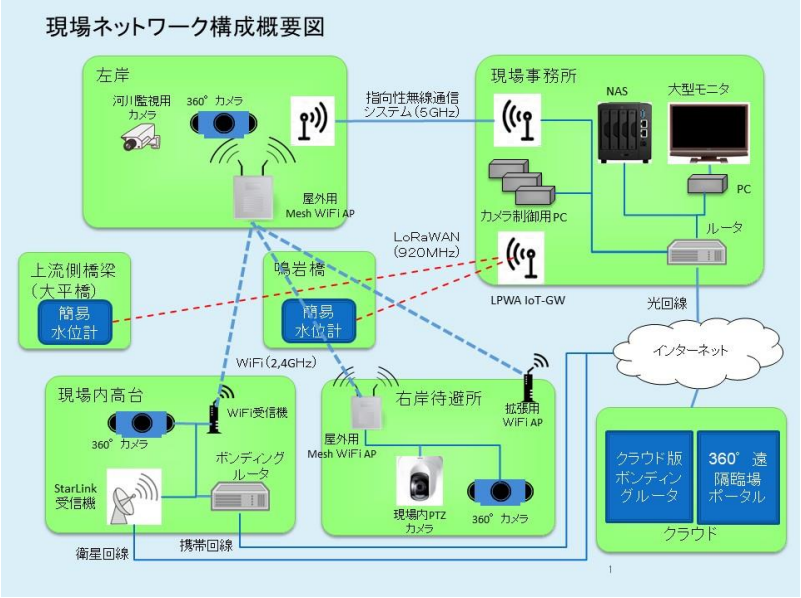
施工技術者の技量	特に必要なし
必要構成人員	機材設置、作動確認等で1名必要
安全上の配慮	機材配線等設置時に、可動部に巻き込まれないように養生を確実に実施すること
法令上の手続き	特に必要なし
通信環境	携帯電話通信圏内であること
技術の利用形態 （リース等の入手性）	リースで検討中
導入コスト	リース費用総額で200万円/半年を想定 （総額の内訳は機材レンタル費用、設置費用、クラウド使用料、通信費込み） ※携帯電話通信圏外、GNSS受信不可（トンネル内等）では使用不可

様式－1

1. 基本事項

技術名	災害復旧復興現場における①高速大容量通信環境の構築、②360°遠隔臨場の映像を活用した情報ポータルの構築、③異常水位警報の発報システム構築の試行	
技術バージョン	2023年2月17日	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	沼田土建株式会社 日本マルチメディア・イクイップメント株式会社 学校法人立命館　理工学部	
開発代表者の連絡先	電話:0278-22-5175	Email:ndk-22@ndk-g.co.jp
技術概要	大規模水害による山間部の復旧・復興工事では、現場までの移動距離・移動時間が長いこと、概略発注が多いため現場の状況を常時正確に把握・検討・判断する必要性が高いこと、一般的に通信環境が漸弱であること、早期復旧が求められるため出水期でも河川内の施工を行う場合があること、などの状況を背景に以下の技術を開発・試行した。 技術1. ICTを活用した生産性向上を支える「高速大容量の通信環境」を構築した 技術2. 非接触下における施工管理の効率化を支える「360°遠隔臨場の映像を活用した情報ポータル」を構築した 技術3. 二次災害を未然に防ぐ「異常水位警報発報システム」を構築した	
活用場面	早期に当該技術の環境整備をすることで、以下のほぼすべての現場作業・立会等で活用可能である。 仮設工事／本設工事／施工計画(仮設備・機械・労務)／施工管理(測量・出来形・品質・工程進捗・安全)／段階確認・立会／竣工検査	
適用工種、対象作業等	現場条件によるが、屋外で施工する以下の工種の全てに適用可能である。 道路土工(掘削工、路体盛土工等)、河川土工(掘削工、盛土工等)、橋梁上部工、橋梁下部工、舗装工、鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ(構造物)など	

2. 基本諸元

技術の構成	技術1.「高速大容量の通信環境」を構成する技術は、 ・既存の通信キャリアの電波を束ねるマルチキャリアボンディングルータを構築した。 ・衛星インターネットアクセスを構築した。 ・工事事務所に設置された光ファイバーインターネットを指向性の高いアンテナを介して延伸し、メッシュWi-Fi環境を施工現場に構築した。 技術2. 高速大容量の通信環境を整備した上で、360° 遠隔臨場カメラを現場に設置して、その映像を活用して必要な情報を受発注者がリアルタイムに共有できる「情報ポータル」を構築した。 技術3. 吾妻川水系のAI水位予測モデルを構築して、降雨時の水位の上昇を3時間～6時間前に検知、さらに現場と2Km上流に設置した簡易水位計と現場設置の監視カメラのリアルタイム情報を加味して総合判定を行うルールベースにより「異常水位警報による発報システム」の構築した。これらの技術も高速大容量の通信環境を前提に構築した。
技術の構成図	

使用するデバイス	技術1 ①複数の携帯通信網を束ねるマルチキャリアボンディングルータ マルチキャリア対応ボンディングルータ メーカー：Peplink社(米国) 機種　：UBR LTE 使用条件：-40～65℃、屋内・防護されたボックス内に設置 ②現場事務所と現場間を無線で中継する指向性無線通信システム 5GHz指向性無線中継装置 メーカー：LigoWave社(米国) 機種　：DLB5-15ac 使用条件：-40～+65℃ 防水防塵性能：IP65 ③電源が無い場所でも無線中継可能な低消費電力リピータ ④現場内外のセンサーデータを収集するLPWAネットワーク LoRaWAN ODU メーカー：Kerlink社(米国) 機種　：Wirnet Station 923 使用条件：-20～60℃ 防水防塵性+H12能：IP67 簡易水位計 メーカー；ガリレオ社 機種：簡易水位計 使用条件：非公開、屋外設置可 ⑤高速大容量を実現する衛星通信システム STARLINK キット メーカー：STARLINK 機種　：STARLINK アンテナ 使用条件：-30°C ～ 50°C 防水防塵性能：IP54 機種　：STARLINK WI-FI ルーター 使用条件：-30°C ～ 50°C 、IP54、屋内用構成	技術2 全天候型360°カメラ メーカー：ケイプラス 機種　：RabbitCAM 使用条件：-10～45℃ PTZカメラ、河川監視用カメラ メーカー：AXIS 機種　：P5655-E 使用条件：-10～45℃、IP66

<table>
<tr><td>デバイスの
連続稼働時間</td><td>技術1
①複数の携帯通信網を束ねるマルチキャリアボンディングルータ
Peplink UBR LTE
連続稼働時間：24時間365日
電源：ACアダプタ(12V)
条件：-40～65℃

②現場事務所と現場間を無線で中継する指向性無線通信システム
DLB5-15ac
連続稼働時間：24時間365日
電源：PoEアダプタ(V24)
条件：-40～+65℃

④現場内外のセンサーデータを収集するLPWAネットワーク
Wirnet Station 923
連続稼働時間：24時間365日
電源：PoEアダプタ
条件：-20～60℃
簡易水位計
連続稼働時間：24時間、1年間（目安）
電源：乾電池（単一6本）

⑤高速大容量を実現する衛星通信システム
STARLINK
連続稼働時間：24時間365日
電源：AC100V
条件：アンテナ、ルータとも：-30℃ ～ 50℃</td><td>技術2
全天候型360° カメラ
RabbitCAM
連続稼働時間：24時間365日
電源：PoEアダプタ
使用条件：-10～45℃
PTZカメラ、河川監視用カメラ
P5655-E
連続稼働時間：24時間365日
電源：PoEアダプタ
使用条件：-10～45℃、IP66</td></tr>
<tr><td>技術を適用可能な
現場条件</td><td colspan="2">技術1
災害復旧現場を含む建設現場で本技術を使用した通信環境を導入することは可能。本試行では災害復旧現場など通信環境や電源の確保が難しい場合でもICT活用ができる通信インフラの構築ができる技術の検証を行った。結果、ほぼあらゆる建設現場で通信環境を確立することは可能と考える。電源に関しては太陽光蓄電装置を活用し検証を行った。
技術2
インターネットとの通信環境と電源が確保できる環境であれば導入が可能。</td></tr>
</table>

技術活用のプロセス	技術1 技術活用のプロセスは、現場と外部（インターネット）との通信環境と、現場の中の通信環境の2つについて検討することが必要。 a)外部との通信環境 ①現時点で使える通信手段を確認する ②工事が長期間になる場合、光回線が引きこめる電源が確保できる場所があるか、納期を含め確認する ③現場に導入したいICT機器やシステム、サービスを検討し、どれくらいの通信帯域が必要になるか確認する ④携帯電話の通信環境が良い場合、モバイルルータなどを利用する ⑤携帯電話の通信環境が良くない場合は、ボンディングルータの利用や、衛星通信を利用する b)現場内の通信環境 ①現場内で通信環境が必要となるエリアを確認する ②現場と現場事務所が離れているか、離れている場合はその距離と見通しを確認する ③現場内にカメラなどを固定的に設置したい場合、その位置を確認する ④現場事務所や現場内の各機器の距離、位置を確認し、指向性無線通信システムや屋外型WiFi-APの利用など導入する機器を検討する ⑤現場内に設置する各種機材の電源容量と連続稼働時間を計算し、電源供給方法（商用電源、太陽光蓄電装置、ジェネレータ等）を検討する a)外部との通信環境 ①現時点で使える通信手段の確認 ↓ ②長期対応の場合、固定回線の納期確認 ↓ ③現場で利用したい機器、サービスの確認 ↓ ④良好な場合携帯電話回線を利用 ↓ ⑤携帯電話回線が使えない場合、ボンディングルータや衛星通信を利用 a)外部との通信環境 ①通信が必要となるエリアを確認 ②現場と現場事務所の位置関係確認 ③カメラなどの設置位置確認 ④導入する機器の選定 ⑤電源供給方法の検討
	技術2 360°遠隔臨場ポータルシステムを活用する場合のプロセスについて説明する。 ①カメラの設置場所、種類、台数を決める ②カメラまでの通信方法と給電方法を決める ③ポータル上に表示したいセンサー情報などを決める ④必要な機材を調達する ⑤現場にカメラを含め機材を設置する ⑥クラウド上のポータルサイトにカメラ、ユーザなどを登録する ⑦ポータル上にカメラやセンサーの位置とリンクを登録する ⑧その他表示したい情報を適宜ポータル上に追加する ①カメラの設置場所、種類、台数を確定 ↓ ②カメラへの通信と給電方法を確定 ↓ ③ポータルに表示するセンサー情報を確定 ↓ ④機材調達 ↓ ⑤現地への設置 ↓ ⑥ポータルへの機器、ユーザ登録 ↓ ⑤ポータルへのリンク情報登録 ↓ ⑤適宜ポータルへ情報を追加

	技術3. は次のプロセスで導入可能である。 ①対象現場を含む河川水系で、降雨量と水位の過去データを入手する。基本的に「川の防災情報」をもとに調査するが、複数の水位観測所がある場合、対象現場になるべく近隣のデータを取得する。 （本試行では、国の水位計は遠隔地であったため、群馬県の三原観測所から長期間の水位データを入手した。危機管理型水位計は、設置箇所は多いもののデータ収集期間やデータ量が少ないため、機械学習の教師データとして向いていない。） ②降雨量データの収集整理、①で入手した水位データを確認・整形・図化、流域条件の確認を行い、機械学習に必要なデータの事前準備を行う。 ③三原観測所地点の水位予測モデルを構築する。流出関数などの物理モデルより、予測精度や作業時間に優れた深層学習による水位予測モデルを構築した。AI予測モデルの構築、学習計算、水位予測の精度検証を行う。 ④対象現場である鳴岩橋地点の水位予測モデルを構築する。三原観測所の水位と鳴岩橋の水位との相関分析を行い、変換式を作成する。 ⑤対象現場とその上流に簡易水位計（超音波方式、LPWA通信）を設置して、リアルタイムの水位データを収集して、急激な変化を検出する。（クラウド上に掲載される計測データをスクレイピングで集約する） ⑥現場の監視カメラで撮影した映像から、水面のにごりと水位変化をリアルタイムで検出する。（深層学習を用いた画像類似度による） ⑦水位予測モデル（①～④）、簡易水位計のリアルタイム水位、カメラ画像の水面のにごりと水位変化、の3入力から総合的に避難判定を行うルールベースシステムを稼働する。 ①～⑦のプロセスは、対象現場を含む水系ごとに作業を行う必要がある。
技術導入に要する時間	技術1： インターネットへの接続については、携帯電話回線、衛星通信回線を利用する場合、機材と回線契約、電源が確保できればすぐにでも導入は可能。電源については緊急時であればポータブルバッテリー等でも対応可能。 現場内ネットワークに関しては、インターネット接続を確保した地点のWiFi APから無線によるネットワークを組み合わせて構築することで、1～2日程度で導入することが可能。 現場外にセンサーなどを設置する場合は、地権者、管理者の許可を得る必要があるため、その時間はかかる。 技術2： 360°カメラなどを固定設置する場合、設置する場所の安全性、通信環境・電源の確保が必要。太陽光蓄電装置などの設備を導入する場合、最低1～2週間程度の期間は必要。 技術3： 上記「技術活用のプロセス」①～④のプロセスは、1か月程度 上記「技術活用のプロセス」⑤～⑥のプロセスは、機材の調達・設置・調整に要する時間（通常2～3週間） 上記「技術活用のプロセス」⑦のプロセスは、対象現場の水系に対応する作業時間（通常2～3週間）を要する。
アウトプット	技術1： 通信インフラであるため該当しない 技術2： 360°遠隔臨場ポータルのクラウドから配信される映像データは、WebM形式のビデオストリームで、Chrome等のブラウザで表示することができる。ビデオコーデックはVP8。ブラウザ上で録画・保存した場合もWebM形式のファイルで保存される。 ※別添動画 技術3： 避難指示（プッシュ通信等による）

データ処理システム		技術1： 通信インフラであるため該当しない 技術2： データ処理は、360°カメラの映像処理部分とクラウド側のポータルシステムに分かれる。360°カメラは4つのカメラの映像を合成し360°全周囲の映像を生成しているが、この合成処理はカメラとは別の、カメラ制御用PCで行っている。これはカメラ自体を全天候化し熱対策する上で分離している。 4つのカメラから来る映像ストリームを合成し1つの映像ストリームとしてクラウドサーバに送信している。クラウド側は次項で説明する。
	利用方法	技術1：通信インフラであるため該当しない 技術2：360°カメラおよびカメラ制御用PCはケイプラス株式会社よりレンタル提供されている。 技術3：個別に問い合わせ
	利用費用	技術1：通信インフラであるため該当しない 技術2：金額はオープン価格だが、本試行においてはカメラ＋PCで一式8万円でレンタルしている。 技術3：個別に問い合わせ
	AI技術の精度（学習結果に対する性能評価）	技術1：該当しない 技術2：該当しない 技術3：一般的にAIによる水位予測モデルは、学習事例を上回る洪水に対して予測性能が担保されないとされる。そのためリアルタイムの急激な水位変化や水面のにごりなど、直接的なデータを総合的にルールベースで判定することで、AIシステムの弱点を補っている。
データ共有システム（クラウドシステム等）		技術1：通信インフラであるため該当しない 技術2：360°遠隔臨場ポータルシステムは、現場に設置した360°カメラの映像を中心に、ネットワークカメラ、スマフォのカメラ、ウェアラブルカメラなどの映像や現場内外に設置したセンサー情報を取り込み配信するクラウドシステム。 クラウドは複数のユーザが同時に利用でき、直感的なインタフェースでカメラの映像切り替えや、複数の人が360°カメラの映像を同時に別々の視点で視聴することができる。 さらにセンサー情報や、技術3で試行する発報システムから通知される警報を表示することができる。
	利用方法	技術1： 通信インフラであるため該当しない 技術2： 360°遠隔臨場システム「Rabbitroom」をベースにポータル機能をアドオン機能として独自開発している。Rabbitroomはケイプラス株式会社より月額レンタル契約で利用している。
	利用費用	技術1： 通信インフラであるため該当しない 技術2： Rabbitroomの月額レンタル費用はオープン価格であるが、本試行ではポータルから利用するカメラ1台当たり35000円（15ユーザまで）で利用している。

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ・本社からの来現（巡回）の回数が削減。（12回→3回） ・本社での打合せ回数（6回→3回） ・遠隔臨場による臨場立会の削減。（6回→5回） ・発注者との現場や出張所での打合せ回数を削減。（12回→6回）	当現場は本社からの移動時間が片道1時間40分　出張所からの移動時間が片道30分
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 作業人員の縮減はない	なし
安全性の向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ①新規入場者教育の充実 ②異常水位によるの危険の自動通知　および情報の一元管理による作業中止・避難の総合的な判断の迅速化	①現場内を網羅した映像情報　②降雨による水位変化の予測・水位変化の検知・河川の濁りの自動検知。情報の一元化
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 評価対象外	評価対象外
施工管理の効率化・高度化	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 通信が高速大容量化されてスムーズに作業ができること、現場の全方位（360°）の状況が把握できることによる、施工管理の効率化・高度化が期待できる	通信環境の高速大容量化が前提となる。
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 監督職員、担当技術者ともストレス低減、残業時間の削減	通信環境の高速大容量化が前提となる。

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	技術1，2： 自社で一から導入するためには、IoT通信に関する知識が必要となるが、これは主に情報システム部門の役割になると考える。施工技術者がこの技術を利用するためには、現場の生産性向上のためのICT活用方法等について考えることが重要となる。
必要構成人員	技術1，2： システムを一度構築してしまえば、その後の運用については原則現場での運用の必要はないが、今回の試行において問題になったのが降雪時における太陽光蓄電装置への着雪である。災害復旧現場ということで現場への電力線の引き込みは行わず太陽光蓄電装置で運用しているが、雪が降り続いた際、太陽光パネルの雪が残り発電効率が落ち、曇天時を想定したバッテリー容量の余裕がなくなってしまった。このため、パネルの雪落としをするなどのメンテナンス作業が、降雪時には発生する場合がある。
安全上の配慮	技術1，2： 機器の設置に関して、落下や通行の妨げにならないような取付方法や、注意を喚起するための表示などの配慮が必要となる。
法令上の手続き	技術1，2： 特に必要はない。 機器の設置に関して管理者や地権者の許可、承諾を得る際に法的な手続きが必要になる可能性はあり得る。今回の施行では上流の橋梁（大平橋）に簡易水位センサーを設置する際、地元の嬬恋村が管理する橋梁であったため、事前に設置計画書を作成、提出の上、設置許可を頂いた経緯がある。
通信環境	技術1： 本試行自体が通信環境に関する評価であるため、回答は難しいが、今回試行した通信回線は、インターネット回線としては、携帯電話回線（LTE）、衛星通信回線、光回線。現場内のネットワークとしては、指向性無線通信システム、屋外用WiFiなどである。またセンサーネットワークとしてLPWA(LoRaWAN)を使用。これらを適宜組み合わせることで、災害復旧現場などでも高速な通信環境を利用できることが確認できた。 技術2： 360°カメラなど現場の映像をクラウドに送信するため、カメラの台数にもよるが360°カメラで4～8Mbps、ネットワークカメラで2～4Mbpsの上りの帯域が必要となる。これらを現場で確保するため、ボンディングルータの利用、光回線がある現場事務所との無線中継、英紙通信システムを組み合わせ利用することで必要な環境を構築できる。
技術の利用形態 （リース等の入手性）	技術1： 通信機器については各社レンタル対応が可能。 衛星通信STARLINKについてはアンテナ、ルータを購入する必要がある。 通信回線については、携帯電話、衛星、光回線など月額契約が必要。 技術2： カメラに関してはレンタル対応が可能。 クラウドサービスはカメラ台数に応じて月額契約が必要。 ポータルサイトについては開発中のため提供形態については未定。 技術3： 新規開発のため個別問い合わせ

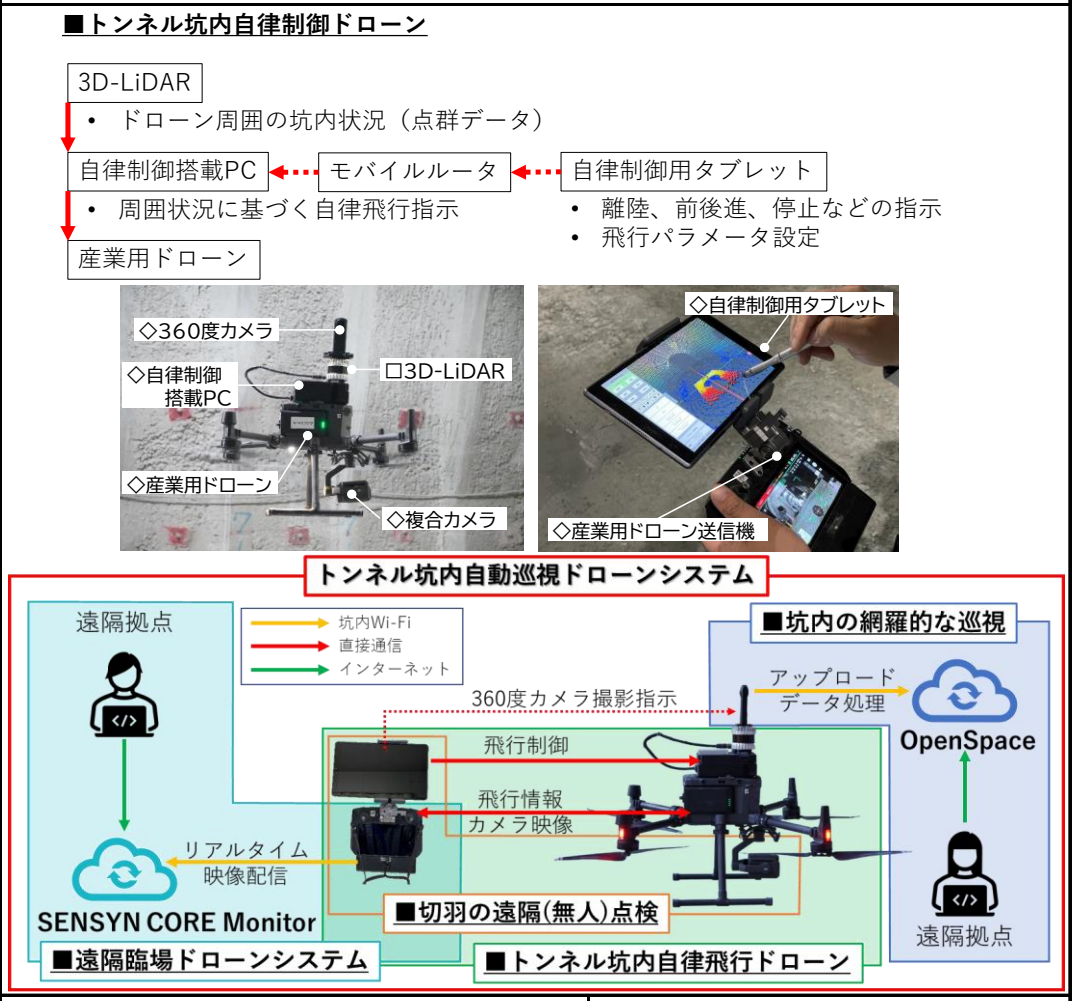
導入コスト	技術１： ・ボンディングルータ 　Peplink UBR LTE　　市場価格：約13～20万円（買取） 　LTE回線　1,000～12,000円／月／回線（データ容量、速度による） ・指向性無線通信システム 　LigoWave DLB5-15ac　　市場価格：約９～12万円 x2（対向で必要、買取） ・LPWAセンサーネットワーク 　IoT-GW、簡易水位計x2　一式 約25万円／月額レンタル 衛星通信システム 　STARLINKキット　定価 73,000円、通信料：9,900円／月 技術２： ・全天候360°カメラ+制御用PC　　約8万円／月額レンタル ・PTZカメラ（AXIS）　　約3万円／月額レンタル ・Rabbitroom（クラウド）　約4万円/カメラ1台／月額 ・360°遠隔臨場ポータル　　開発中のため未定

様式－1

1. 基本事項

技術名	トンネル坑内自動巡視ドローンシステム	
技術バージョン	2022年12月22日	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	株式会社フジタ 株式会社センシンロボティクス	
開発代表者の連絡先	電話：03-3796-2304	Email：yuji.matsuoka@fujita.co.jp
技術概要	トンネル工事で行われている巡視・点検等の施工管理業務において、ドローンの自律制御による飛行支援機能を活用したシステム **■トンネル坑内自律飛行ドローン** 飛行制御にLiDAR取得情報を使用するドローンシステム。非GNSS環境かつ屋外と比べて暗く、特徴点が少ないトンネル坑内においても、障害物検知や回避飛行により安全で安定した自律飛行を実現 **■坑内全線の網羅的な巡視** ドローンに搭載した360度カメラで坑口から切羽までの連続的な360度映像を取得し、360度ビュー現場モニタリングシステム「OpenSpace」で処理を行うことで、クラウドを介して遠隔拠点においても坑内全線を360度VR空間内で巡視・点検を実施 **■切羽の遠隔（無人）点検** 発破後や掘削完了後に自律飛行ドローンを切羽まで飛行させたのち、ドローン下部の複合カメラのズーム、ワイド、熱赤外線の各センサーで高精細な画像、映像を取得し、人が切羽に近接せずに切羽の詳細点検を実施 **■遠隔臨場ドローンシステム** 飛行中のドローンカメラ映像をリアルタイムに配信して、遠隔拠点からトンネル坑内の現状の把握、点検を実施	
活用場面	施工管理（工程進捗・安全） 遠隔臨場による段階確認・立会	
適用工種、対象作業等	適用工種：トンネル（NATM）	

2. 基本諸元

技術の構成	■トンネル坑内自律飛行ドローン □デバイス：3D-LiDAR ◇機材：産業用ドローン、自律制御搭載PC、自律制御用タブレット、モバイルルータ ■坑内の網羅的な巡視 □デバイス：360度カメラ ○システム：360度ビューモニタリングシステム（OpenSpace） ■切羽の遠隔（無人）点検 □デバイス：複合カメラ ■遠隔臨場ドローンシステム ◇機材：トンネル坑内Wi-Fi ○システム：遠隔臨場ドローンシステム（SENSYN CORE Monitor）	
技術の構成図		
使用するデバイス	1. 産業用ドローン 2. 3D-LiDAR 3. 360度カメラ 4. 複合カメラ	低温下でないこと カメラレンズに結露がないこと
デバイスの 連続稼働時間	1. 連続稼働約20分（バッテリー駆動） 2. 1より給電 3. 動画撮影約60分（バッテリー駆動） 4. 1より給電	動作環境温度： 0℃～40℃
技術を適用可能な 現場条件	■現場条件 粉塵などで極度の視界不良以外の条件下、装薬作業時以外 ■通信条件 ドローン本体と自律制御用タブレットの通信が確立されていること トンネル坑内のインターネット環境（遠隔臨場ドローンシステム利用時）	

技術活用のプロセス		■トンネル坑内自律飛行ドローン ① 産業用ドローンに自律制御搭載PC、3D-LiDARを接続、固定、起動 ②ドローン送信機に自律制御用タブレットを装着、起動 ③ 自律制御搭載PCと自律制御用タブレットを無線LANで接続 ④ 自律制御用タブレットにトンネル形状パラメータを設定 ⑤ タブレットから、自律飛行（離陸、前進、停止、後退など）の指示
		■坑内の網羅的な巡視 ①トンネル坑内自律飛行ドローンに360度カメラを装着 ② 自律制御用タブレットと360度カメラをリンク ③ 自律制御用タブレットからOpenSpace（Androidアプリ）を起動 ④ 平面図上でカメラ位置を指定して撮影開始 ⑤ 坑口からドローン自律飛行開始 ⑥ 切羽到達時に自律飛行が自動停止、アプリから撮影終了を指示 ⑦ クラウドへのアップロード、自動処理 ⑧ ブラウザ、アプリから処理結果を閲覧
		■切羽の遠隔（無人）点検 ①トンネル坑内自律飛行ドローンに複合カメラを装着 ②ドローン自律飛行開始、切羽を認識して15m（任意）手前で自動停止 ③ドローン送信機よりカメラ向きを操作、任意の画像、映像を撮影 ④ 同時にドローン送信機や遠隔臨場ドローンシステムで切羽状況の点検
		■遠隔臨場ドローンシステム ①ドローン送信機を坑内Wi-Fi網に接続、クラウドサーバーの設定 ② 送信機からクラウドサーバー（SENSYN CORE Monitor）への映像配信開始 ③ 遠隔拠点からWebブラウザでクラウドサーバーに接続して配信映像閲覧
技術導入に要する時間		■ドローンシステム組み立て、機器艤装、設定、動作確認：0.5日 ■準備作業： 2～3分程度（プロペラ展開、起動、システム接続、飛行準備完了） ■撤去作業： 2分程度（電源オフ、プロペラの収納）
アウトプット		■360度ビュー現場モニタリング ■切羽撮影の高精細、熱赤外線センサーにより取得された画像/映像 ■ドローン飛行映像のリアルタイム共有
データ処理システム データ共有システム （クラウドシステム）		■360度ビュー現場モニタリングシステム（OpenSpace） 専用アプリケーションと接続して連続撮影した360度画像を、予め設定した平面図上にAIにより撮影位置の軌跡と画像をリンクさせたうえで自動プロットを行う。連続した360度画像は、現場の仮想空間（VR）としてWebブラウザ上で360度見まわしたり、次の撮影地点にシームレスに移動しながら、現場を巡回できる。共有を行うことで多人数により現場のVR巡視・点検が可能。
	利用方法	市販サービス
	利用費用	工事請負金額×期間×レート（※レートは年間使用契約量で変動）
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	初期の処理において、トンネルのような特徴点が少ない環境では、撮影経路が正しく処理されないことがある。正しい経路に修正してAIに学習させ、日々の撮影回数を重ねることで経路が正しく処理されるようになる。 同様に初期の処理において、データ処理に1日近く要するが、日々の撮影回数を重ねることでAIの学習により処理時間が短縮され、共有できるまで15分に短縮される。
データ共有システム （クラウドシステム等）		■業務自動化統合プラットフォーム（SENSYN CORE） ドローンで撮影したデータを保存するデータストア、ドローン映像をリアルタイム視聴するモニター機能などを有するクラウドシステム。モニター機能を遠隔臨場ドローンシステムとして利用
	利用方法	市販サービスの一部機能を利用
	利用費用	単独での提供は検討中

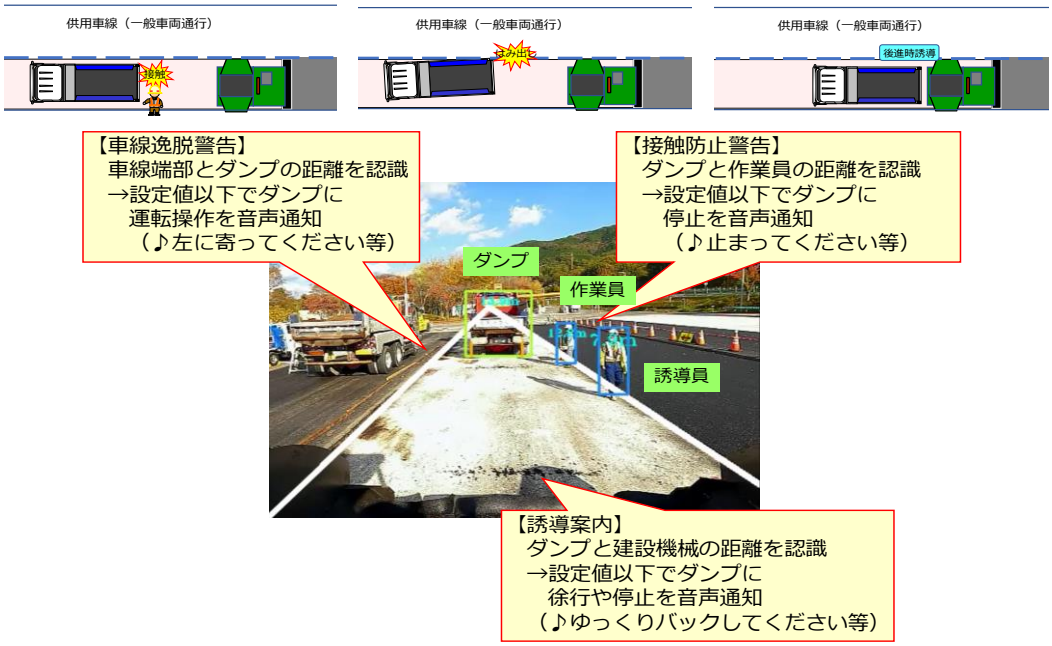
3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ■従来：坑内徒歩巡視、点検・写真撮影（往25分、復15分）、事務所（移動20分）での写真整理（60分）【計120分】 □試行：ドローン飛行撮影（15分）、クラウド処理（初期プレビューまで15分）【計30分】 〇従来に比べ全体作業時間 1/4（75%削減）	・トンネル坑内にWANに接続する通信環境（クラウド接続環境）の整備が必要
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ■従来：巡視～取りまとめまでの全体作業人員【2/8時間=0.25人】 □試行：坑口～切羽までの飛行撮影【0.25/8時間=0.03人】（その後はクラウドでの自動処理） 〇従来に比べ0.22人(87.5%)削減	同上
安全性の向上	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） ■従来：視認距離での目視切羽点検 □試行：100m以上の離隔でも切羽点検可能、蛇紋岩（クリソタイル(白石綿)含有）区間へ立ち入なしで切羽点検可能 〇切羽近傍への立ち入り0人	・自律制御タブレットとドローン搭載自律制御PCとの通信の確立
品質の確保・向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） □切羽の高精細な画像/映像の取得可能 □熱赤外線情報から切羽からの水の滲出（亀裂）の検出可能 〇取得画像/映像から次掘削の作業指針・対策工の検討資料としての活用が可能	・今後、切羽点検で取得した画像の定量的評価（システム連携）手法の検討が必要
施工管理の効率化・高度化	実測 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） □OpenSpace、切羽点検+遠隔臨場ドローン撮影後に迅速に他拠点含めた網羅的な情報共有が可能、人の目線より高く死角の少ないデータ取得が可能 〇遠隔拠点の熟練技術者などによる多くの目で現場状況を確認でき、施工管理に反映	・遠隔臨場で音声を使用する場合は、Web会議システムを併用 ・映像品質は、送信側、受信側のネットワーク帯域、速度に依存
その他の効果	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	

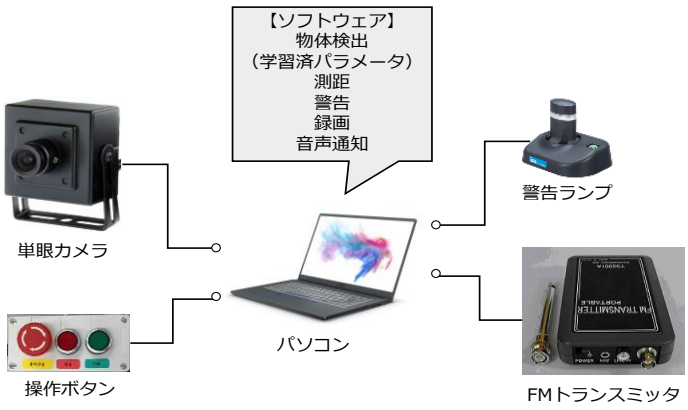
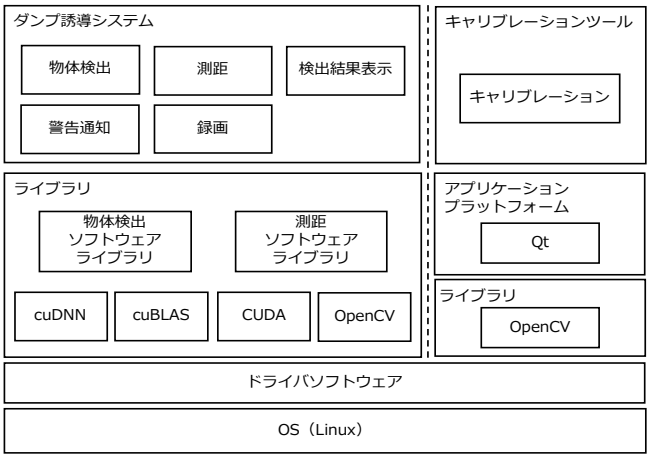
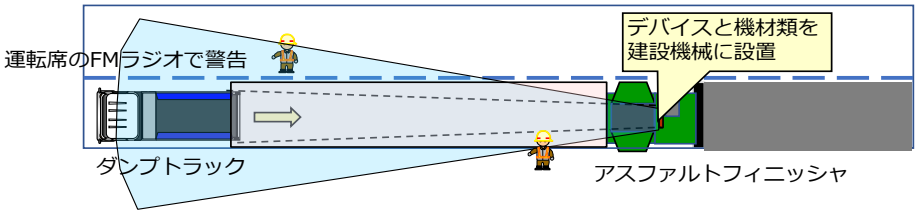
4. 作業条件・運用条件

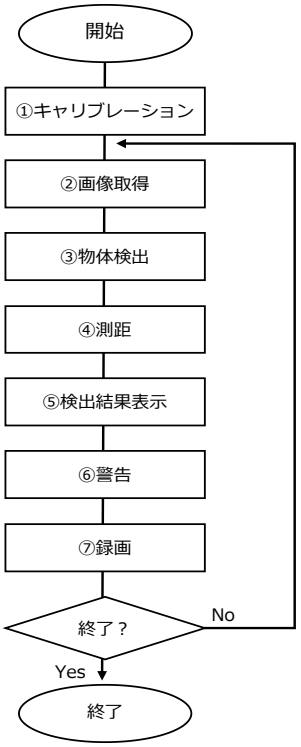
施工技術者の技量	・UAVの基本的な操縦操作、知識
必要構成人員	・オペレーター：1名
安全上の配慮	・トンネル坑内でのドローン飛行時は、現場関係者に周知徹底 ・試行では、作業を行っていない空間・時間帯のみでの飛行とした
法令上の手続き	・特になし （トンネル坑内のドローン飛行のみの場合は航空法の対象外）
通信環境	・ドローン搭載の自律制御用PCと自律制御用タブレットの通信が必要 （インターネット網接続必要なし） ・遠隔臨場ドローンシステム使用時は、坑内にWANと接続する通信網（Wi-Fi）が必要
技術の利用形態 （リース等の入手性）	・機材： 一般に流通しているため、購入・リースが可能 ・自律制御部： 月額利用でのサービス提供を検討中 ・OpenSpace： サービス提供会社と利用期間の契約により利用可能
導入コスト	・検討中

1. 基本事項

技術名	ダンプトラック誘導システム	
技術バージョン	2022年11月28日	PRISMにて試行した時点の日時
開発者	前田道路株式会社、株式会社日立ソリューションズ・テクノロジー	
開発代表者の連絡先	電話:029-833-4311	Email:yasuhiro_katou@maedaroad.co.jp
技術概要	開発者は現場内作業の労働生産施工上および安全性向上を目的に、供用中の工事規制内における現場内誘導員の代替となるシステムの開発を目指している。試行技術は、その前段階として、現場内誘導員の誘導作業を補助して誘導作業の省力化を図ろうとするものである。 試行技術は、舗装工で使用するアスファルトフィニッシャに設置した単眼カメラで前方画像を取得する。次に、取得画像に対してAIを使用したソフトウェアでダンプトラックや作業員および作業レーン(車線)を物体として認識してその位置(距離)を推定し、それぞれの相互関係からダンプトラックと作業員との近接や車線逸脱の状況を判定する。 判定の結果、ダンプトラックと作業員との接触事故やダンプトラックの車線逸脱に対してダンプトラック運転手にラジオ等で警告を発信しながら、後進するダンプトラックをアスファルトフィニッシャまで誘導するシステム(以下、ダンプ誘導システム)である。 ダンプ誘導システムがダンプトラック運転手や現場作業員に通知する内容は、以下に示す状態と定義し、この状態に対して試行技術が警告を発信するようシステムを構築した。 ①ダンプトラックと作業員と近接する状態 【接触事故防止】 ②ダンプトラックが施工端部に近接する状態 【車線逸脱防止】 ③ダンプトラックがアスファルトフィニッシャに近接する状態 【車両誘導】  	
活用場面	本設工事	
適用工種、対象作業等	舗装工 現場内でダンプトラックを施工機械まで後進させる際の誘導作業	

2. 基本諸元

技術の構成	技術を構成する主要内容は以下のとおりである。 ・デバイス： 単眼カメラ ・機材： パソコン、操作ボタン、FMトランスミッタ、警告ランプ ・システム： 物体検出ソフトウェアライブラリと測距ソフトウェアライブラリを用いたシステム
技術の構成図	 試行技術の全体構成図  システム（ソフトウェア）の構成  現場における試行技術の設置状況

使用するデバイス	単眼カメラ	雰囲気温度が45℃以下
デバイスの 連続稼働時間	PCと共に大型バッテリーで給電 連続稼働時間はバッテリー容量によるが6時間程度	雰囲気温度が45℃以下
技術を適用可能な 現場条件	・昼間作業に限る（夜間作業に対するAI学習は未完成のため） ・自動車専用道路に限る（自転車や一般通行人に対するAI学習は未完成のため） ・濃霧、雨や雪、逆光などで画像が鮮明に取得できない場合は適用できない。	
技術活用のプロセス	① 舗装工で使用するアスファルトフィニッシャに試行技術を設置し、キャリブレーションとして閾値や測距機能および作業レーンの設定をする。 ② 誘導開始ボタンを押して、設置した単眼カメラで前方画像を取得する。 ③ 取得画像に対し、物体検出機能によりダンプトラックや作業員や作業レーンを認識する。 ④ 取得機能に対し、測距機能により認識した物体それぞれの位置（距離）を推定する。 ⑤ それぞれの相互関係からダンプトラックと作業員との近接や車線逸脱の状況を判定する。 ⑥ 事前に設定した閾値の超越有無を判定し、超越時にはPC画面・音声（ラジオ）・警告ランプにて運転手や周辺作業員に警告する。 ⑦ システム起動中は、取得画像・物体検出・測距・判定および通知結果を常時記録する。 誘導作業が終了すれば、システムをシャットダウンさせる。  試行技術のプロセス（フロー）	
技術導入に要する 時間	・機材等の準備：特になし ・設置作業：1時間程度 ・撤去作業：30分程度	
アウトプット	・誘導作業時にリアルタイムに通知を行うため、特定のデータは無し。 ・通知内容についての記録を保存するために、取得画像（png形式）、ログ（csv形式）を記録している。	
データ処理システム	本技術は、市販システムである物体検出ソフトウェアライブラリと測距ソフトウェアライブラリを用いて、舗装工事におけるダンプ誘導に必要な物体（ダンプトラック、作業員、建設資材）を追加学習させたAI技術を使用している。取得画像から物体認識とその測距を行い、設定値に対する判定・通知を行っている。	
利用方法	自社開発システム	

	利用費用	開発中技術のため利用費用の試算は行っていない。
	AI技術の精度 （学習結果に対する性能評価）	本技術はデータ処理にAI技術を用いている。 ・学習方法：ディープラーニング ・教師データの対象物：ダンプトラック、作業員、建設資材 ・教師データのデータ量：学習枚数は約7000枚 ・目的の事象を抽出するアルゴリズム： 日立ソリューションズ・テクノロジー独自のディープニューラルネットワークモデル ・学習の性能評価： ダンプトラックの適合率約90%、再現率約90% 作業員の適合率約90%、再現率約90%
データ共有システム （クラウドシステム等）		該当なし
	利用方法	該当なし
	利用費用	該当なし

3. 技術活用により期待される効果

	期待される効果	左記効果を得るための条件
作業時間の縮減 （試行当時の結果）	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	該当なし
作業人員の縮減 （試行当時の結果）	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 現場内誘導員がダンプトラックを誘導する際の1回の作業距離について、従来は50m/回、本技術は30m/回のため、従来の60%に減少する。	・昼間作業の自動車専用道に限る。 ・1回あたりの誘導距離が50mと設定。 ・音声等による警告を確実に運転手が確認できる距離を20mと設定。
安全性の向上	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 現場内誘導員が誘導作業中に通行車両に巻き込まれる危険性について、従来は危険性有り、本技術は危険性は大きく低減する。	・従来は、供用中車線側に立って誘導することが多いため接触事故の可能性があると仮定。 ・本技術は、供用中車線側に立たなくても誘導が可能なため接触事故の可能性が限りなく低いと仮定。
品質の確保・向上	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	該当なし
施工管理の効率化・高度化	⇐（実測・想定のどちらかを選択） 該当なし	該当なし
その他の効果	想定 ⇐（実測・想定のどちらかを選択） 【現場内誘導員の誘導中の心理的負担】 現場内誘導員が誘導作業中に巻き込まれ事故に対する心理的負担について、従来は負担が大きい、本技術は負担が大きく軽減する。	・従来は、供用中車線側に立って誘導することが多いため接触事故の可能性があると仮定。 ・本技術は、供用中車線側に立たなくても誘導が可能なため接触事故の可能性が限りなく低いと仮定。

4. 作業条件・運用条件

施工技術者の技量	本技術を使用するアスファルトフィニッシャ運転手に対する特別な技量は必要ない。 また、本技術は現時点では従来誘導作業の補助技術であるため、現場内誘導員についても特別な技量は必要ない。 ダンプ運転手についても、通知内容を聞きながら運転するため特別な技量は必要ない
必要構成人員	2名（アスファルトフィニッシャ運転手、現場内誘導員）
安全上の配慮	本技術はAIを活用して画像認識を行う技術であり、現時点では誤判定が生じる場合がある。従来の誘導作業を完全に代替することはできないため、現場内誘導員やアスファルトフィニッシャ運転手が協調してダンプトラックの後進を確認する必要がある。
法令上の手続き	労働安全衛生規則により現場内誘導員の配置が義務付けられているため、自動運転技術の一般化に伴う法整備が無い限り、現場内誘導員の配置は必要となる。
通信環境	・ネットワーク接続を使用していない。（ネットワーク環境は不要） ・FMトランスミッタによるFM発信が可能な周波数について現地確認が必要
技術の利用形態 （リース等の入手性）	開発中技術のため、自社以外での利用は現状できない。
導入コスト	開発中技術であり機材構成等の変更も検討しているため導入コストの試算はしていない。