

様式第 11 別紙 2

建設技術研究開発費補助金 総合研究報告書

- (1) 課 題 名：中小零細建設業を対象にする映像を活用した valueCIM の開発
- (2) 研 究 期 間：平成 27～29 年度
- (3) 交 付 申 請 者 名：小寺 修二（株環境風土テクノ 代表取締役）
- (4) 研 究 代 表 者 名：須田 清隆（株環境風土テクノ 取締役）
- (5) 共 同 研 究 者 名：本田 陽一（株環境風土テクノ 部長）
 小浦場 博（株環境風土テクノ 部長）
 建山 和由（立命館大学 教授）
 渋谷 義博（トライポッドワークス（株） 部長）
 可児 憲生（可児建設（株） 代表取締役）
 伊藤 秀幸（株岩根研究所 研究員）
- (6) 補助金交付総額：32,240,000 円

(7) 技術研究開発の目的

R&D 1 年目の現場検証やシステム開発運用の結果を表 1 に示す。R&D 2 年目はそれを踏まえ、中小建設業の CIM 化や情報化の課題を分析し、システムの使い易さ、クラウド化、現場での展開性を考えて映像活用のノウハウを集積させたマニュアルを作成した。

情緒的な映像の分かり易さに、映像情報の数値化により論理性を加えた映像を用いた CIM (valueCIM) を構築し、現場検証を通してその効果を確認した。

現場検証では、クラウドサービスの有無による統合型データモデルや映像解析システムの効果を確認し、建設工事での valueCIM の有効な活用方法を検証した。

表 1 研究テーマ別課題抽出

項目	課題	R&D 2 年目研究開発内容
1) タイムラプス映像を活用した統合型データモデルの開発		
◆統合型データモデルの開発	現場検証による課題抽出	現場検証の実施 マニュアルの作成
◆タイムラプス映像解析システム	(アノテーション機能)	オープンソースの活用 マニュアルの作成
2) 映像分析による施工数量や施工履歴の数値化手法を開発		
◆映像からの物体検知機能の開発	オープンソースの利用	現場検証の実施 マニュアルの作成 (オープンソースの利用)
◆タイムラプス映像による 3 次元化 (ネットワークカメラ、アクションカメラ)	計算精度の精査 計算手順の確立	現場検証の実施 マニュアルの作成 (オープンソースの利用)
◆映像による 3 次元化 (全周型カメラの活用)	低コストカメラの適用 計算精度の精査 計算手順の確立	カメラメーカーとの連携した中小企業 model の開発 (オープンソース化) 現場検証の実施
3) 中小零細建設業が経済的負担や人的な負担がなく使用できる valueCIM の開発		
◆映像の活用 (マニュアル化)	映像活用の運用基準などの整備	現場検証 (システム運用) クラウドサービス運用基準の整備
◆valueCIM の開発	実効性の高い利用事例の整備	映像の IOT 化による仮想現場活用

(8) 技術研究開発の内容と成果

上記研究目的に応じた開発整備を進めながら、中小建設業の試行工事を選定し、現場検証を行った。これまでに開発した要素技術やDB技術などの情報資産を活用し、クラウド化などのより実践的なシステムの改善や新規開発をすすめた（図1参照）。

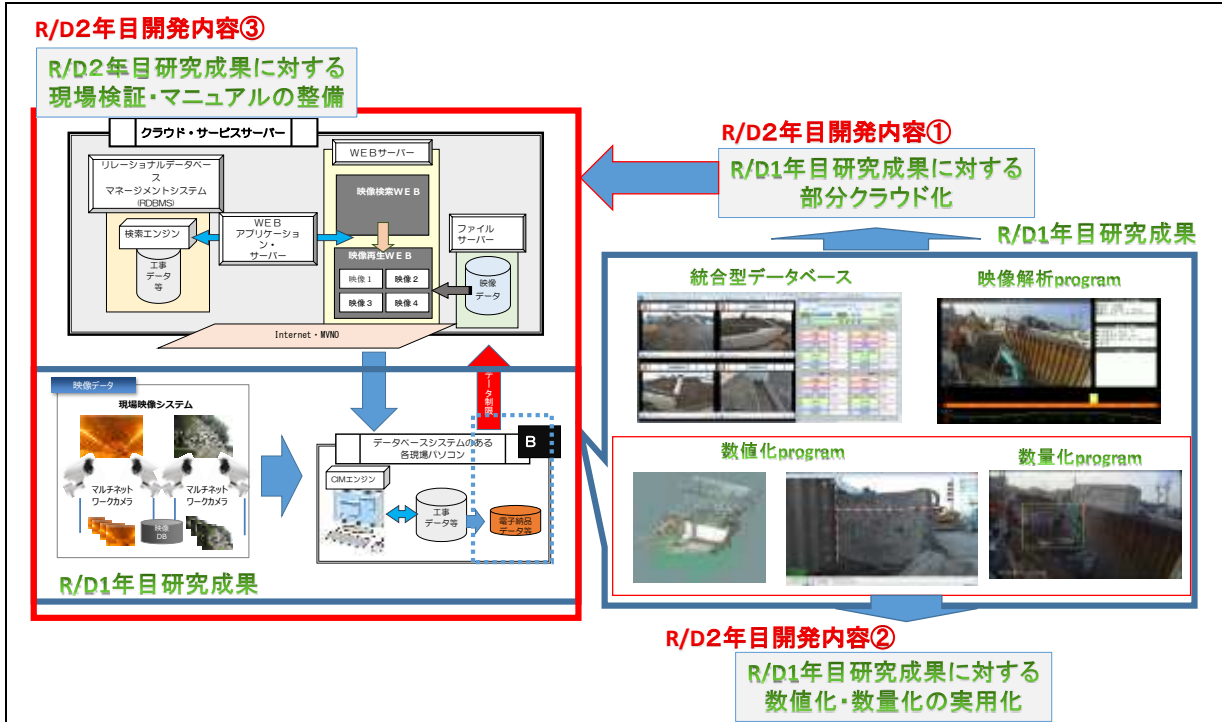


図1 R/D2年目研究フレーム

1) 具体的な開発内容

a) タイムラプ映像を活用した統合型データモデルの開発

R/D1年目の成果から統合型データモデルとタイムラプ映像解析システムのクラウド化開発を実施した。検証では、クラウド化により映像の通信容量が大きくなり、費用負担が増大したので、中小企業を対象にした場合、アプリケーションはスタンドアロン型と併用している（図2参照）。検証を行った現場を表2に示す。



図2 クラウド版アプリケーションの開発

表 2 検証実施現場

国土交通省中部地整平成 29 年度 庄内川大蟻螂低水護岸工事	可児建設	valueCIM、統合型データモデル、計測アノテーション、仮想臨場
愛知県総合治水対策特定河川工事（防災安全・緊急対策）	可児建設	valueCIM、映像の数値化（点群化）検証
電力系シールド工事	AH, K JV	映像の数値化手法検証（OpenCV）、クラウド管理
国土交通省中国地整長門俵山函渠工事	協和建設工業	統合型データモデル、映像の数値化手法検証（OpenCV）
国土交通省中国地整国道 191 号宇田地区防災工事	協和建設工業	valueCIM
東日本高速道路株式会社（NEXCO）札幌自動車道 銭函 IC 改築工事	AH, K JV	IOT 化無線ルータ活用、仮想臨場

b) 映像分析による施工数量や施工履歴の数値化手法の開発

R/D1 年目の成果から映像による数量化・数値化技術について、オープンソースの活用も踏まえて実用化水準まで改善を図った。

試行工事では、シールド工事での立て坑設置における作業ヤードごとのコンクリート打設時バイブレーター作業管理、掘削作業での掘削機械のバケット位置管理を行った。2 台のカメラ映像による作業員やバケットのトラッキングにより、トラッキングした点の 3 次元座標を計算し、作業履歴を追跡している（図 3 参照）。

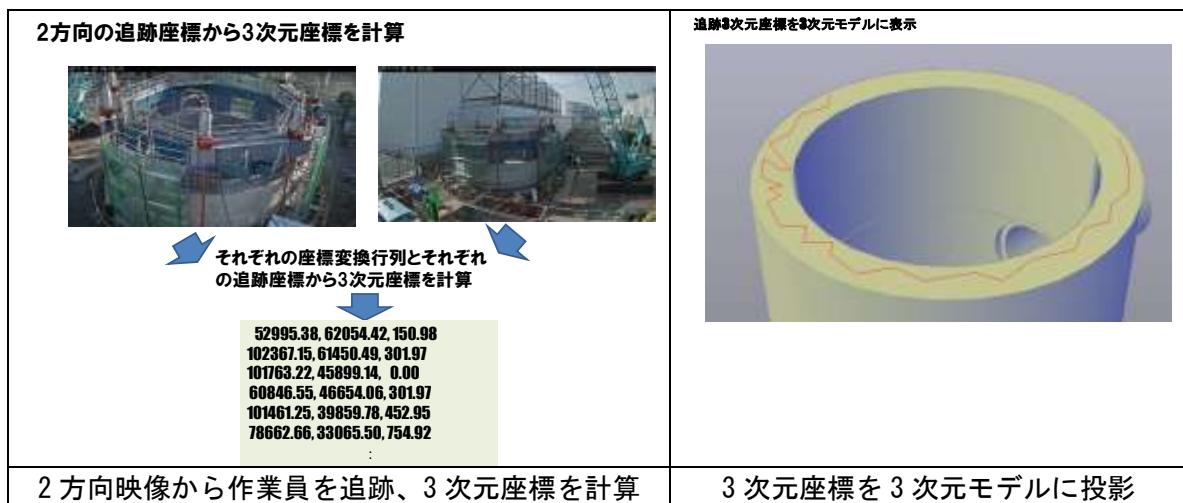


図 3 施工履歴の数値化

c) 中小零細建設業が経済的負担や人的な負担がなく使用できる valueCIM の開発

a)、b) の開発成果から中小建設業の現場で活用できるレベルに整備し現場検証を実施した。また、その結果から、中小建設業が取り組みやすい管理項目について valueCIM マニュアルの整備を図った。なお、valueCIM の現場検証には、中小建設業の実情を踏まえた評価を行うために、valueCIM 導入実績のある会社により構成されるユーザー会の参加会社（幹事会社可児建設）で、映像による臨場の可能性について検証した。

また実証実験として現場の遠隔臨場による現場管理を実施し、管理項目の検証を行った。表3にその確認項目を示す。

表3 確認項目と仮想臨場概念

管理項目	主な確認項目	仮想臨場の概念
現場管理 Communication	リアルタイム映像を現場から離れた本社と発注者間で共有する。コミュニケーションの改善効果を検証する	
安全管理 公衆災害	規制の効果や保安設備等の異常、現場内での事故けが等について、映像で振り返ることで原因特定の可能性を検証する	
工程管理	日々のタイムラプス映像を収録管理することで、日常活動の中で工事の進捗の見える化を行い、工程の遅れなどの改善効果を確認す検証する	
品質管理	手順間違いやヒューマンエラーなどに起因する品質の不良があった場合タイムラプス映像を見返すことにより検証改善する	
出来映え	全体の映像を見て出来映えの良し悪しや品質の証明へ活用する。	

○現場検証(IoTの試み)

現場臨場を会議室でラインでの双方向の会話や360度カメラやリアル映像、振り返り映像を活用して再現し、現場見学会としての各管理項目に対する理解力を検証。遠隔で現場臨場の可能性を評価した(図4参照)。



図4 IoT 現場検証の様子

d) 映像活用マニュアルの策定

映像活用マニュアルを作成した(図5参照)。ただし、映像活用においては、映像の作成方法によって映像がとらえる事象が大きく変わることが明らかとなっている。そこで、映像の捉え方について経験者の知見や発想を活かすために、映像作成マニュアルでは初期の啓発段階を規制型ではなく誘導型ガイドラインとして(仮称)映像利用作法17条(案)を策定して展開している。

映像利用作法十七条

- 一 映像を撮る前に現場風景の隅々まで眺めよう
- 二 現場風景にある環境の変化を想像しよう
- 三 現場風景に自分を置いてスケールを感じよう
- 四 現場風景に存在する人々を想像しよう
- 五 現場風景にある最大のリスクを感じよう
- 六 要するに、土木屋の感性と知性を動員して現場風景の意味を知ろう
- 七 そのうえで、現場風景の押さえるべき要所を考えよう
- 八 押さえるべき要所は、点から線（接近景）、線から面（中景）をたどり俯瞰化（全景）で捉えよう
- 九 現場風景の映像には、問題を表し、原因を表現し、結論を刻もう
- 十 次世代にもわかりやすく、現場風景の映像の中に存在する意味やリスクを伝えよう
- 十一 土木技術の継承のために先人たちの土木のメッセージを理解しよう
- 十二 映像を振り返り、積極的に先人たちの知財を追跡しよう
- 十三 土木技術を伝えるにふさわしい映像をみんなで集め、利用しよう
- 十四 映像のなかで残すもの、変えるもの、測るものを論（あげつら）おう（視点の共有、視線のにぎわい）
- 十五 映像にある良いところを大いに語らい真似しよう
- 十六 その中で、土木を誤解するもの、見苦しいもの、センスのないものを伝えることだけはやめよう
- 十七 地域の土木技術を維持するために映像利用の作法を学ぼう

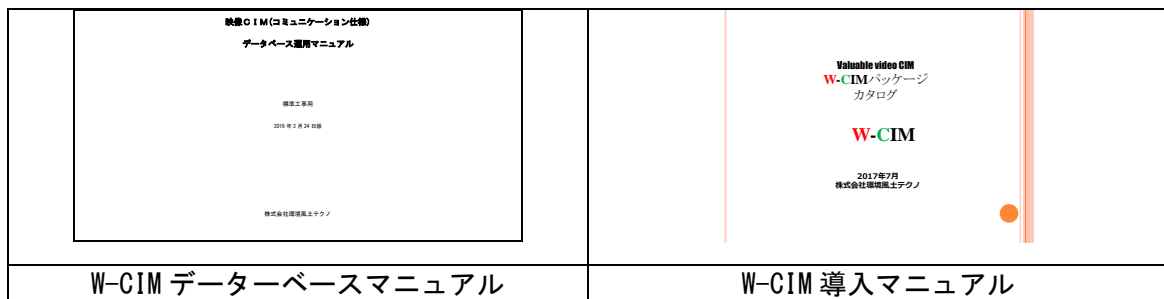


図5 映像作成マニュアル

(9) 成果の刊行に関する一覧表

刊行書籍 又は 雑誌名 (巻号数、論文名)	刊行年月日	刊行・発行元	原著者
土木学会中部支部発表会 (中小建設業における知財集約を目的にする建設 CIM の展開に関する報告)	H26	土木学会	可児憲生、 須田清隆他
建設施工と建設機械シンポジウム論文集 (中小零細建設業を対象とする映像をかつようした CIM の開発)	H27	日本機械化協会	須田清田他
土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会 (中小零細建設業における知財集約を目的にする建設 C I M の展開に関する報告)	H27. 9. 18	土木学会	可児憲生、 須田清隆他
土木学会全国大会第 70 回年次学術講演会 (タイムラプス映像から読み取れる施工属性情報に関する検討)	H27. 9. 18	土木学会	渋谷義博、 須田清隆他
(一財)日本建設情報総合センター第 14 回 研究助成事業成果報告会 (映像を活用した統合型データモデルの研究)	H27. 12	(一財)日本建設 情報総合センタ ー	須田清隆他
平成 27 年度土木学会中部支部発表会 (高齢技術者のコミュニケーションリスクの低減を目的にした映像利用の効果)	H27	土木学会	可児純子、 須田清隆他
平成 27 年度土木学会中部支部発表会 (中小零細建設業を対象にする映像を活用した CIM の効果検証)	H27	土木学会	舟橋浩司、 須田清隆他
土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会 (映像を活用したリスクコミュニケーションの効果について)	H28. 9. 9	土木学会	可児純子他
土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会 (中小建設業における映像活用の有効性に関する研究)	H28. 9. 9	土木学会	舟橋浩司他
土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会 (工事現場における映像 C I M の利用に関する報告)	H28. 9. 9	土木学会	薄木康史他
土木学会全国大会第 71 回年次学術講演会 (高架橋橋脚工事における映像を活用した CIM の有効性)	H28. 9. 9	土木学会	虫鹿史郎他
第 60 回 (平成 28 年度) 北海道開発技術 研究発表会 (映像を活用した統合型データモデルによる施工管理技術)	H29. 2. 16	北海道開発局	須田清隆
平成 28 年度土木学会中部支部発表会 (映像を活用した施工の振り返りとコミュニケーションに関する実験的考察)	H29. 03. 03	土木学会中部支 部	可児純子他
平成 28 年度土木学会中部支部発表会 (道路拡幅工事における映像を利用した情報化施工に関する報告)	H29. 03. 03	土木学会中部支 部	可児憲生他
日経コンストラクション 「動画データベース」を品質管理に生かす	H28. 6. 27	日経 BP 社	

土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (画像を活用した 3 次元化・数量化)	H29. 9. 12	土木学会	小浦場博他
土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (画像から作成した点群によるメッシュ生成)	H29. 9. 12	土木学会	本田陽一他
土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (高速道路補修工事における映像利用の効果について)	H29. 9. 12	土木学会	黒河洋吾他
土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (山岳工事における映像を活用した施工管理手法の検証)	H29. 9. 12	土木学会	高橋正幸他
土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (映像情報による数値化に関する報告)	H29. 9. 12	土木学会	可児憲生他
土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会 (都市土木における映像利用による公衆災害予防)	H29. 9. 12	土木学会	可児純子他
平成 29 年度土木学会中部支部発表会 (河川工事における i-construction の報告)	H30. 3. 2	土木学会中部支部	可児憲生他
平成 29 年度土木学会中部支部発表会 (建設事務職が取り組む i-construction 働き方改革への事務職の挑戦)	H30. 3. 2	土木学会中部支部	可児純子他
平成 30 年度 土木学会関西支部 (建設事務職が取り組む i-construction 働き方改革への事務職の挑戦)	H30. 6. 16	土木学会関西支部	新井恭子他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像による現況調査と計測管理)	H30. 8 (予定)	土木学会	小浦場博他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像を活用したバーチャル現場の情報化施工に関する報告)	H30. 8 (予定)	土木学会	風見明祐他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像活用事例による効果検証)	H30. 8 (予定)	土木学会	黒河洋吾他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像 CIM を活用した ICT 土工のリカレント教育)	H0. 8 (予定)	土木学会	可児憲生他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像による遠隔実験管理に関する報告)	H30. 8 (予定)	土木学会	伊東征一他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像による遠隔コミュニケーションに関する研究)	H30. 8 (予定)	土木学会	可児純子他
土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会 (映像を活用しリカレント (recurrent) 教育の試行)	H30. 8 (予定)	土木学会	新井恭子他
建設施工と建設機械シンポジウム論文 (映像 IOT による鋼矢板止水工の事故防止策の報告)	H30 (予定)	日本機械化協会	須田清隆他
建設施工と建設機械シンポジウム論文 (映像 IOT による現場臨場の効率化に関する実験報告)	H30 (予定)	日本機械化協会	須田清隆他

J A C I C情報117	H30.1	(一財)日本建設 情報センター	須田清隆他
----------------	-------	--------------------	-------

新聞、講演など	掲載日	掲載元	
新聞記事 (映像CIM研究会『映像を活用したCIM講演会』)	H27.8.12	建通新聞	
新聞記事 (地域建設業の挑戦)	H28.8.29	日刊建設工業新聞	
新聞記事 (建設技術の新たなステージ i-con の未来)	H29.1.1	建通新聞	
新聞記事 (映像の活用で新たな発見(第3の目))	H29.6.14	建通新聞	
新聞記事 (情報化施工で現場見学会)	H29.8.24	建通新聞	
新聞記事 (「i-construction 発注者・受注者 現場技術者の声」として)	H29.10.30	建通新聞	
新聞記事 (valueCIMの開発 産学官テーマ推進委で討論)	H30.1.30	建通新聞	
講演 (映像を活用した現場管理について)	H29.10.11	(一社)日本建設 業経営協会・中 央技術研究所	

(10) 成果による知的財産権の出願・取得状況

なし

(11) 成果の実用化^{*}の見通し ※論文発表や現場試行ではなく実業務での社会実装
映像 CIM の実用化を進めるために、以下のような活動の取組を行っている。

- ① 発注者側の効率化を目的に発足している一般財団法人国土技術研究センターの映像記録研究会（委員長 建山和由立命館大学教授）に委員として参画
研究会では、発注者の視点で映像を活用する事で段階検査の簡素化や品質の証明など可能性を検討し、3年目の今年度は試行工事を通じた運用基準（案）改正版を策定している。
- ② 中小建設業の映像を活用した施工管理の展開によって、工事得点高得点獲得を目的にしたユーザー同士の連携の場としてユーザー研究会を発足
映像 CIM の試行を協力してくれた中小建設業の工事得点が総じて高得点だったこともあり、より映像の生まれる生産効率や安全性の向上を高めるための、交流的な意見交換の場としてユーザー研究会を設立活動している。
- ③ 土木学会図書館委員会（今 尚之幹事長（札幌教育大学））と連携し映像の工事記録として活用制度に関して土木学会の認知度を高める活動。
30年度は、共通セッション【土木分野における資料・映像記録の収集、保存と利活用】で取り上げられている
- ④ 3年間の成果をより水平展開していく上で、ITメーカーのパナソニック、NEC、カメラメーカーのリコーと共同展開を図る協力体制を構築している。
- ⑤ 中小建設業を対象にした映像を活用した技術を、ゼネコンや電力への応用利用の試行を行い、開発した技術の信頼性を高めている。
- ⑥ 上記5項目を実施することで、映像を活用する施工技術の実用性を確実にし、広く展開性を高めている。29年度は、技術開発最終年度であり、産官学の問題解決型技術として展開している。

(12) その他

本研究開発は、仮想モデル（3次元 CIM モデル）と現実モデルとを時間軸の上で結びつけるものとして、CIMにおける情報マネジメントの中で大きな役割を有するものとなる。また近未来では、3次元計測や高精細映像、人工知能の進歩により、映像からの事象の自動検出や空間解析はますます進むものと期待されている。社会インフラのライフサイクルの中での映像を活用した i-construction は、建設生産における品質向上や効率の確保、また効果的な運用と維持管理の実現のためにも有用な技術であり、今後、さらなる活用が期待されると確信している。