

ICTを用いた緊急放流時における ダム制御処理設備の遠隔操作について

杉田 雅幸

九頭竜川ダム統合管理事務所 真名川ダム管理支所 (〒912-0423福井県大野市下若生子25字水谷1-36)

本検証は、国土交通省i-Construction推進におけるICT活用に向けた取り組みの一環である、ダム・維持管理へのICT導入拡大を図るため、IoTによる施工管理の迅速化「遠隔での管理の実現による受発注者間のコミュニケーションの迅速化」に活用できる提案として活用に必要な項目などを検証したので報告する。

キーワード 危機管理, 情報通信技術, 安全対策

1. はじめに

活用検証は、平成30年12月12日(水)・13日(木)に九頭竜川ダム統合管理事務所よりの指示で、所管する真名川ダム管理支所のダム制御処理設備(以下、ダムコン)を遠隔操作支援できるか検証した。

検証で用いられたICT技術は、ウェアブルカメラとタブレットPC(以下、ウェアブルカメラ装置)で構成され、Web会議用クラウドサーバを利用して映像と音声を通信できるシステムで、ウェアブルカメラユニットをヘッドフォンのように頭部に取り付けて視覚を共有して会話もできるため、手ぶらで機械操作を行えることを期待して活用検証の対象とした。(図-1)

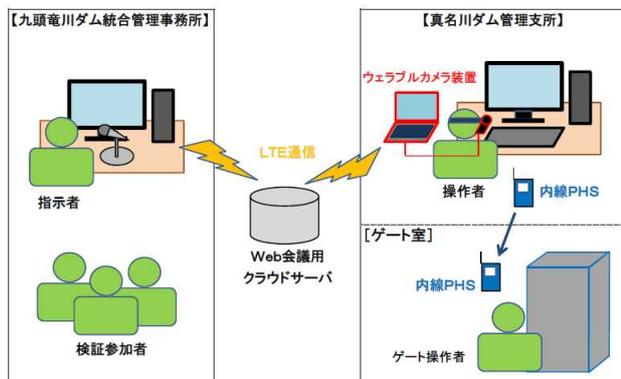


図-1 検証構成図

(1) 検証の意図

活用検証を行うICT技術を利用した装置として、国土交通省のi-ConstructionにおけるICT施工など、近年社会

の様々な物に用いられているIoT(Internet of Things)技術を用いた遠隔操作の検証ではなく、ウェアブルカメラ装置を用いた遠隔操作支援であるのは、ダムコンが外部からの遠隔操作を行えないことに起因する。

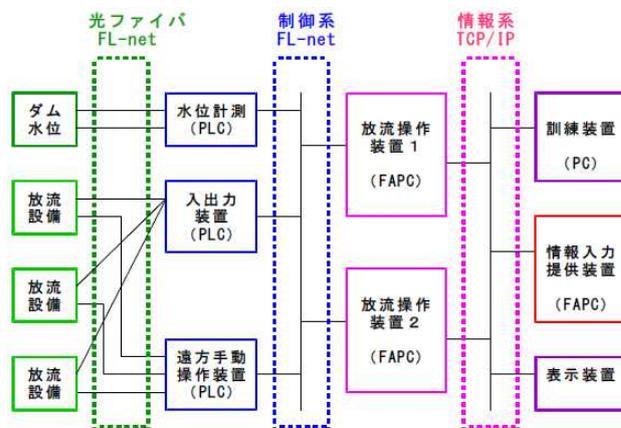


図-2 ダムコン(ゲート調節ダム)系統図

近年においてICT技術は様々な領域に普及しているが、インターネットなど外部ネットワークに接続することでセキュリティ上の脅威にさらされる危険がある。このことは、ダム管理を行っている国の行政機関、地方公共団体、独立行政法人などにおいても例外では無く、また行政機関などの管理者が自身で悪意のあるマルウェアなどへの感染に対処することは困難であるため、ダムコンの構成は、図-2のとおり内部ネットワークも分割され外部ネットワークに接続しないことで、セキュリティ上の脅威にさらされる危険を回避して運用の健全性を確保する構成になっている。

この外部ネットワークに接続しないことの利点も緊急放流が必要な事態に判断指示できる者が、ダムコンを操作できる場所に居ない状況に陥る可能性があるため、当該状況下にICT技術を用いて指示者としてダム側に居る操作者に的確な指示を送り遠隔操作させるための検証とした。

(2) 検証構成の想定

活用検証は、大雨でダムの緊急放流をする必要があるが河川の氾濫や土砂崩れなどで道路が寸断されているために、操作を指示する職員がダムにたどり着けないという想定で行われた。

図-1の構成で、九頭竜川ダム統管理事務所の指示者役に真名川ダム管理支所長、真名川ダム管理支所にて操作する操作役(想定では、管理支援業務・ダム管理技士)に管理係長が担当して行い検証を行った。

2. ウェラブルカメラ装置の検証

活用検証後に指示者・操作者と検証参加者からウェアブルカメラ装置を用いた操作などについて、次のような意見が出された。

(1) 検証への意見

- (a) タイムラグが生じて通話が錯綜する。
- (b) ダムコンPC操作時にウェアブルカメラと操作者の見る目線が異なるため映像を共有できない。
- (c) タブレットPCを持ちながらの操作対応は困難であるため接続はワイヤレスが望まれる。
- (d) 機材設営の設定が複雑で説明書が必要であるため不慣れな者には難しい。
- (e) 映像品質が回線に影響を受けるため回線品質によりコマ送りになるときがある。
- (f) 指示者より操作者タブレットPCへの操作マニュアル提示が上手く表示できない。
- (g) ゲート室では、携帯電話回線やWi-Fi接続の電波が届かないため使用できなかった。

(2) 意見の考察

意見を考察するにあたり、装置への意見であるため物理的な原因別に(a)～(c)に分類して考察を行うこととする。

(a) 「ネット通信環境」

- (1) (a)項と(1) (e)項への意見は両方ともにネットワークへの通信速度が主な原因と想定され、(1) (g)項においては、ネットワーク回線接続の環境がない状態であるためウェアブルカメラ装置が利用できない状態であった。

(b) 「機材の選定」

- (1) (b)項は機材の選定が原因で、ウェアブルカメラはアクションカメラとも言われ広い画角で場感

のある映像を撮影できるためゲート室など周辺機械の状況を把握するには適したカメラ機材であるが、ダムコン操作PC画面の文字などを撮影するには適していなかった、また(1) (c)項は移動しながらの利用にはケーブル付きの機材では邪魔であることが分かる。

(c) 「機材運用の設定」

- (1) (d)項と(1) (f)項の機材設営やマニュアル資料の提示設定は、指示者・操作者双方ともに検証で使用したウェアブルカメラ装置の複雑な運用になれていないため、後日資料の表示方法は操作できることが分かった。

(3) 考察への対応

(2)節の意見を俯瞰してみると考察結果の課題解決には、民間事業者(通信業者、IT企業等)の民間技術を活用することが最も望ましいと考える。

その理由として、(2) (a)項課題「ネット通信環境」については、ICT技術のうち通信(Communication)が無い場合ICT導入には通信環境の整備が必要となるが、この通信環境を行政で整備すると行政系ネットワークのサイバー空間におけるセキュリティ対策のため通信接続制限が必要となり、(2) (b)項課題「機材の選定」での場所に合わせた機材の自由な選定が行えないなどのデメリットが生じる、逆に民間事業者を利用するメリットとして、(2) (c)項課題「機材運用の設定」では、民間事業者は通信環境の整備や利用するソフトウェア開発含めて操作性向上を逐次行っており利用実態に適したサービスを選択すれば、複雑な操作に慣れなくても運用しやすいサービスの選択も可能となる。

作業場所からICT装置をインターネットへ接続する場合

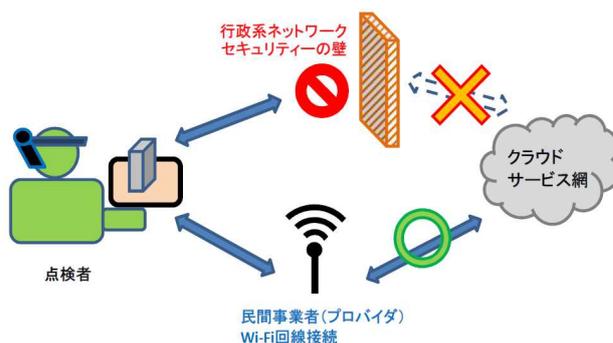


図-3 通信環境整備の比較

また、民間事業者の技術を利用することは、図-3のように利用することもできる、これは表-1や図-4に進められているように維持管理へのICT導入拡大を図る上でも重要で、各種業務の受注者も最近ICT技術を用いて維持管理の技術力・生産性向上を図っているが、整備される通信環境が行政が整備するネットワークでは、各種工事や業務の受注者が利用の制限などで維持管理におけるICT導入の妨げとなる、受注者の自由な活動と技術力の

活用推進を図るためにも民間事業者のサービスを積極的に利用する必要がある。

①モニタリング	1: 施工履歴データの蓄積とモニタリング初期値での活用による管理の高度化
②点検	2: 先進的なインフラ点検支援技術等の利用
③補修工事	3: 3次元設計による意思決定の迅速化
	4-1: IoTによる施工管理の迅速化
	4-2: ICT施工による自動制御
	4-3: ITモニタリングによる補修・補強効果の確認

ICT導入協議会－維持管理でのICT導入を図る当面の分野(素案)より編集

表-1 維持管理でのICT導入表

① モニタリング 利用の一例

1: 履歴データの蓄積とモニタリング初期値による管理の高度化

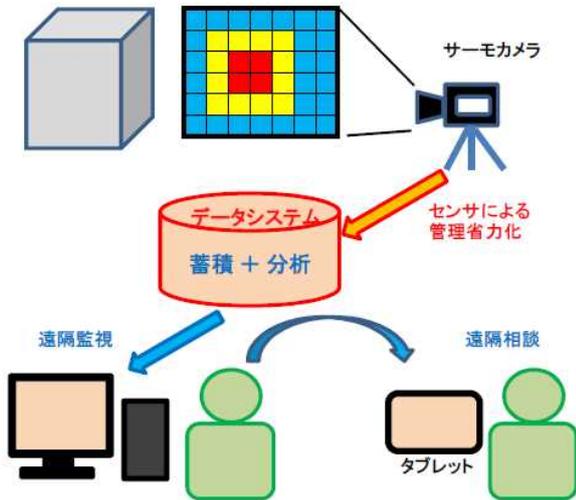


図-4 温度測定の利用想定

3. 遠隔操作指示伝達の検証

遠隔操作指示の実用性については、次のような意見が出された。

(1) 検証への意見

- (a) 指示者も全ての操作ボタン位置など覚えていないため、指示するには操作マニュアルが必要。
- (b) ウェラブルカメラ装置以外にも操作者の状況を確認できるカメラやマイクがあると指示がスムーズになる。
- (c) 操作者より状況を読み上げて、指示者が指示する場合は時間が掛かる。
- (d) 遠隔操作の指示には、臨場感が必要で周囲の音などを伝える仕組みがあると良い。
- (e) 操作マニュアルによりスムーズに検証できた。

(f) ゲート室では、内線電話の音声のみで操作したが有識者でないと操作が難しい。

(2) 意見の考察

意見を考察するにあたり、前章の考察では物理的な原因で分類したのに対して、対人的なコミュニケーションとして分類を行う。

(a) 「マニュアルの整備」

(1) (a) 項と (1) (e) 項では、操作マニュアルが指示者の記憶を補い操作者との情報共有にも必要な資料となって役立つ材料であったことが分かる。ただし、検証では双方の役者が支所職員で操作マニュアルを作成した本人であるため、容易に情報共有と操作指示が行えた可能性も有る。

(b) 「操作状況の共有」

(1) (b) 項は操作者の状況、(1) (c) 項は操作状況、(1) (d) 項は周辺機械の動作状況などを知ること、指示者は操作者の状況を共有して、よりの確な操作を行いたいと考えていることが分かる、操作者目線のカメラ以外にも状況を把握できるがあれば状況共有が進み操作指示が向上する。(図-5)

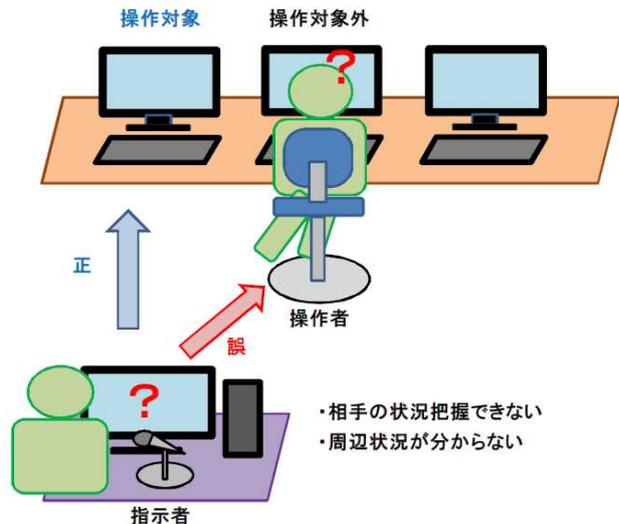


図-5 指示における状況把握の必要性

(c) 「操作者目線の共有」

前項では、操作状況の共有で操作指示が向上すると整理したが、操作者目線の映像を共有することは音声のみより状況の共有と意思疎通に寄与することは間違いない。

(3) 考察への対応

前節で、操作指示伝達への意見を指示者から操作者への対人なコミュニケーションとしたが、このコミュニケーション (Communication) の語源はラテン語で、分かち合い・共有するという意味のコミュニス (communis) と言われている、つまり指示者から指示が伝達される以上に、いかにして指示者と操作者が状況を意思疎通して

共有するかであると考える。

(2) (a)項課題「マニュアルの整備」は、検証時の様にマニュアルを習熟した者が、指示者や操作者である場合は無いため分かりやすく整備する必要があるが、操作の手順などを文字だけの文書が多いと要点が理解しづらくなるため動画イラストや操作映像などの視覚化された資料が必要となる、そのためにICT技術を役立てて手順を映像説明できるマニュアルを指示者が選んで操作者へ配信するなどの環境整備、さらには必要な資料を用意するには手順を理解している指示者が的確に状況を把握するには、(2) (b)項課題の「操作状況の共有」が重要であり(2) (c)項「操作者目線の共有」をできるウェアラブルカメラ装置を含め、IoT技術を用いた空間カメラや機器へのセンサ類による状況共有が役立つ、つまり対人的なコミュニケーションのためにも前章と同じくICT技術活用できる通信環境の整備が必要であると整理する。

4. まとめ

本検証では、ICT技術を活用したウェアラブルカメラ装置を用いた検証を行い、ダムコンの遠隔操作支援を行うにあたりICT技術は有効なツールであり国土交通省i-Construction推進に向けたICT導入拡大による効果を期待できる検証結果となった。

しかし、導入に向けては通信 (Communication) の整備が必要であることが分かった、元々の言葉の意味でもICT技術 (Information and Communication Technology) は、IT技術 (Information Technology) にコミュニケーション (Communication) という言葉が含まれてICT技術として成立しているので不可欠な要素であるが、誤解を恐れず言ってしまうならば、通信環境については何でも良い。

つまりは、図-6のように情報さえ送信できれば良いと考えれば、民間事業者のインターネットプロバイダでも携帯・スマホのLTE・4G・5Gなどの通信サービス、行政自営通信網の例として国土交通省の多重無線通信・光回線、各種移動無線・Ku帯を用いた衛星通信設備 (Ku-SAT) でも各種の通信ツールが選択可能である。

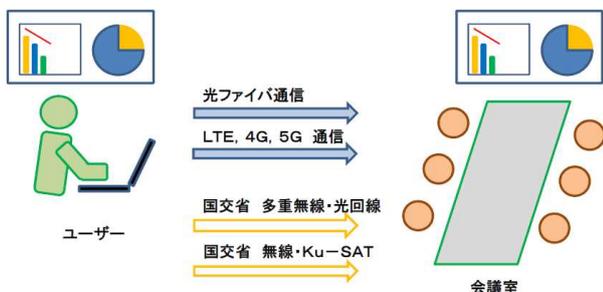


図-6 情報通信の選択肢

国土交通省の自営通信網は、災害時に民間事業者回線が不通となる状況でも災害対策業務に従事するために重

要な通信ツールではあるが、他のi-Construction推進に活用できる民間技術の事例を提案してまとめる。

(1) 災害対応への利用

ICT技術は、迅速な災害対応にも利用できることからその利用を提案する。i-Constructionの工事効率化などに用いられるICT技術のTLS (地上レーザスキャナ) 測量を用いて人が立ち入れない急傾斜地を三次元測量してクラウドサービスに初期データとして蓄積しておく、土砂崩れなどが発生した後に、比較するアプリケーションなどを用いて比較した結果を即座に共有できる。

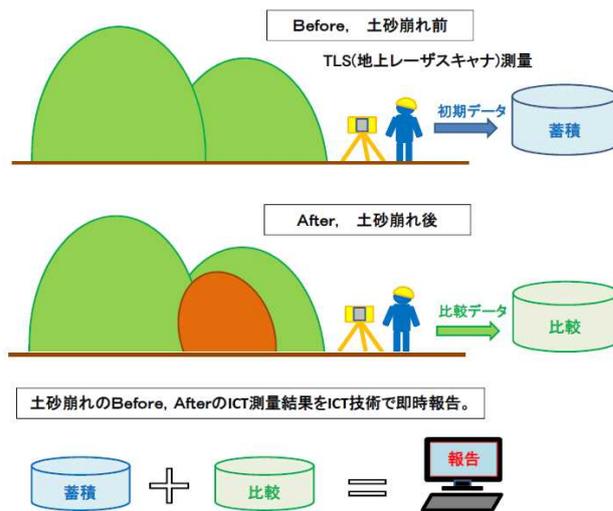


図-7 i-Constructionの災害利用提案

(2) 日常管理・監督業務への利用

優れたICT技術も日常に利用されなければ廃れ、必要なとき操作できないなどトラブルが発生するので、日常の道路・河川パトロールや工事の段階確認などの機会を捉えて利用する必要がある。

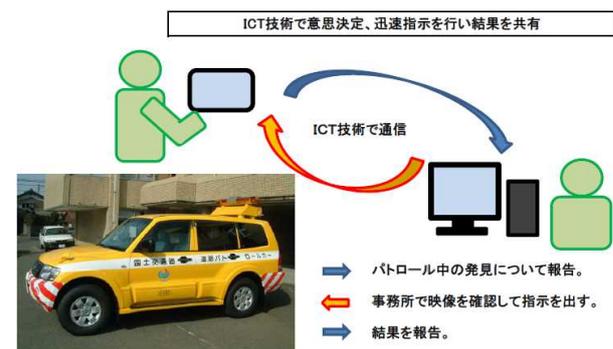


図-8 日常管理への利用提案

参考文献

- 1) ICT導入協議会 第1回～第6回 会議配布資料
- 2) 石黒 格[編著], 変わりゆく日本人のネットワーク, 勁草書房, 2018
- 3) 太田信夫[監修]/都築誉史[編集], ICT・情報行動心理学, 北大路書房, 2017