

# I C T を活用した排水機場運転支援・不具合対応支援システムの開発

○内田 颯太<sup>1</sup>・岩松 裕二<sup>2</sup>・青井 保男<sup>3</sup>・車田 美春<sup>4</sup>  
富 行穂<sup>5</sup>・中嶋 恵美<sup>6</sup>・黒肱 裕也<sup>7</sup>・山岡 夕紀<sup>8</sup>

## 概要：

平成25年9月、台風18号の影響による琵琶湖水位の上昇に伴い、内水排除操作を行った。その際、公共交通機関の麻痺や道路冠水による通行止め等により排水機場運転操作員の初期配置が不十分な状況等が発生した。

上記の防災業務を経て、「職種を問わず全ての職員による迅速かつ安全・確実な運転操作」、「職種を問わず全ての職員による最低限の不具合対応」の2点が琵琶湖開発総合管理所の課題として浮き彫りとなった。

そこで、上記諸課題への対応として情報通信技術を活用した職員等支援システムの構築を行った。

本稿は、琵琶湖総管で構築・導入した排水機場運転支援・不具合対応支援システムについて報告するものである。

キーワード：内水排除・I C T・A R・タブレット端末・双方向通信・H M D

## 1. はじめに

平成25年9月16日、琵琶湖開発総合管理所(以下「琵琶湖総管」という。)において、台風18号の影響により、2日間で琵琶湖水位が102cm上昇し、緊急的に内水排除を行わなければならない事象が発生した。

琵琶湖総管では、管理範囲が広く、琵琶湖一円に設備が点在していることから、防災業務時には、防災班を編制し、琵琶湖周辺の巡視や水門等の操作を職員等が行い、排水機場の運転は、請負業務による運転操作員が行うこととしている。

しかし、上記の出水では、時間当たりの降雨が激しく、公共交通機関の麻痺や道路冠水による通行止め等により、運転操作員の初期配置が不十分な状況が発生した。このような状況下では、職種を問わず全ての職員が迅速かつ安全・確実に排水機場を運転

操作しなければならない。前述の状況に備え、全職員を対象にした内水排除関連施設の操作説明会の実施や各排水機場への操作要領の備え付けにより、迅速かつ安全・確実な運転操作への対応を試みてきたが、防災業務の頻度の低さ等から、全ての職員が迅速かつ安全・確実な運転操作ができるとは言い難い状況である。

また、琵琶湖総管における防災業務はダムの防災業務と比較すると長期間に及ぶことが多く、長期間のポンプ設備運転となると故障や不具合の発生率が高くなっていく。各防災班には様々な職種の職員等が配置されているが、専門職については各管内(湖南・湖北・湖西)に1名ずつしか配置できず、故障・不具合発生時は復旧対応に追われることになる。

さらに、専門職の中でも設備の習熟度による技術力の差があるため、対応できない場合も発生する。

平成25年の防災業務から、琵琶湖総管では次の

- 
- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1. 琵琶湖開発総合管理所 機械課    | 5. 総合技術センター 施工監理グループチーフ |
| 2. 琵琶湖開発総合管理所 機械課副参事 | 6. 琵琶湖開発総合管理所 総務課副参事    |
| 3. 琵琶湖開発総合管理所 所長     | 7. 琵琶湖開発総合管理所 管理課主幹     |
| 4. 琵琶湖開発総合管理所 機械課長   | 8. 琵琶湖開発総合管理所 用地保全課主幹   |

2つの課題が浮き彫りとなった。

- 職種を問わず全ての職員による迅速かつ安全・確実な運転操作
  - 職種を問わず全ての職員による最低限の不具合対応
- そこで、琵琶湖総管での諸課題への対応として、情報通信技術（以下「ICT：Information and Communication Technology」という。）を活用し、2つの職員等支援システムの構築を行った。

## 2. 排水機場運転支援システム

これまでポンプ設備・ゲート設備の運転操作については、職種を問わず誰もが操作できるよう、各施設毎に写真や図を多用した操作要領を作成し、それにより操作を行うこととしてきた。

しかし、ポンプ設備の運転操作はゲート設備に比べ、数多くの確認や移動、操作が必要となり、紙媒体の操作要領では解りづらいという問題があった。

そこで、迅速かつ安全・確実な運転操作を実現するため、タブレット端末と拡張現実（以下「AR：Augmented Reality」という。）を利用し、画像と音声により操作をナビゲーションするシステムを開発・構築することとした。

### 2-1 システムの概要

ARを用いた運転支援システムは、排水機場運転に必要な作業手順をシナリオ化し、ARマーカに記録する。作業内容が記録されたARマーカは作業対象機器に貼付しておき、これをタブレット端末のカメラで読み込むことで、シナリオ化した作業手順が順々に画面に表示される。作業箇所の特徴点を検出することによりマーカレス化も可能で、琵琶湖総管では、画像認識機能を用いて、写真1のように操作盤の銘板をマーカ化する方式を採用した。



写真1 AR認証状況

### 2-2 システム利用イメージ

システムの利用イメージを図1に示す。手順化された作業シナリオはあらかじめクラウドサーバー上に登録しておく。職員等は、クラウドサーバーにアクセスし、作業シナリオをダウンロードすることでシステムの利用が可能となる。

琵琶湖総管では、情報漏洩の可能性や現場での通信環境、通信費を考慮し、琵琶湖総管にて作業手順のダウンロード、作業結果のアップロードを行い、現場ではオフライン環境下で使用する方式とした。

作業結果は防災業務終了後、琵琶湖総管に戻り、タブレット端末を充電器に差し込むことで、クラウドサーバーに自動でアップロードされる。アップロードされた作業結果は、クラウドサーバーにアクセスすることで琵琶湖総管のみならず、本社・支社・他事務所からも閲覧が可能となる。

また、帳票として印刷することも可能で、これまで手書きの作業結果を、防災業務終了後にPCで作成していた手間を省略出来るようになった。

上記以外の機能として、排水機場の設備を更新した際にも本システムの利用ができるよう、琵琶湖総管のPCから、職員の直営により作業手順・作業対象の変更や作業内容の追加・削除を行うことができる機能を有している。

本システムの開発には、機械職だけでなく、事務・土木等様々な職種の方に調査職員として参加し、開発に携わってもらうことで、視覚的に理解しやすいシステムとなるよう配慮した。

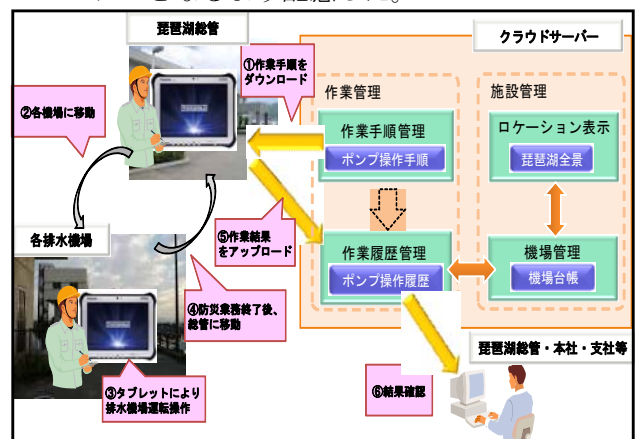


図1 システム利用イメージ

### 2-3 タブレット端末の諸元

本システムで使用するタブレット端末は表1に示す通りである。屋外・悪天候での使用を考慮し、防塵・防滴・耐衝撃対策型のものを採用している。

表1 タブレット端末の諸元

項目	詳細
OS	Windows 8.1 64bit
CPU	インテル Core i5-4310U
メモリ	4GB
ストレージ	SSD 128GB
ディスプレイ	10.1型 カラー液晶WUXGA
その他	防塵・防滴・耐衝撃対策型

### 3. 排水機場不具合対応支援システム

ARを活用したシステムは、事前に手順をシナリオ化しておく必要があるため、あらかじめ手順が想定できる作業に対しては、非常に有効である。

一方、故障・不具合対応についてはこれまでと同様に、専門知識を有する職員等や、メーカー・設備の点検業者に頼らざるを得ないが、排水機場は琵琶湖一円に点在しているため、不具合対応だけでなく、現地までの移動にも時間を要する。そこで、専門知識を有しない職員等でも最低限の不具合対応を可能とする排水機場不具合対応支援システムを開発・構築することとした。

#### 3-1 システムの概要

不具合対応支援システムは、インターネット回線を利用し、映像と音声による双方向通信を行う。ヘッドマウントディスプレイ（以下「HMD」という。）のカメラで捉えた映像・音声は、遠隔地のPC・HMDと共有しており、不具合発生現場の状況をリアルタイムで確認することが出来る（図2参照）。今まで専門知識を有する職員等やメーカーの熟練技術者などを現場に派遣せざるを得なかった故障・不具合内容も、映像・音声から得られる情報により、遠隔地からの作業指示で対応が可能となる。

システムの構成を図3に示す。本システムは、現在4者までの同時通信を行うことができ、通信用のアプリケーションがインストールされたPC又はHMDさえあれば、不具合発生現場、琵琶湖総管のみならず、本社・支社・他事務所からも不具合対応支援が可能である。

また、ポンプ運転時の騒音状況下での使用を想定し、文字チャット機能を有している。

さらに、HMDのカメラにより静止画像を撮影し、通信上で共有することで、図4のように遠隔地のPC・HMDから静止画像への書き込み指示も行うことができる。

本システムを開発するにあたり、携帯電話等の音声のみの通信と比較して、より確実な情報共有を行うことができるよう配慮した。

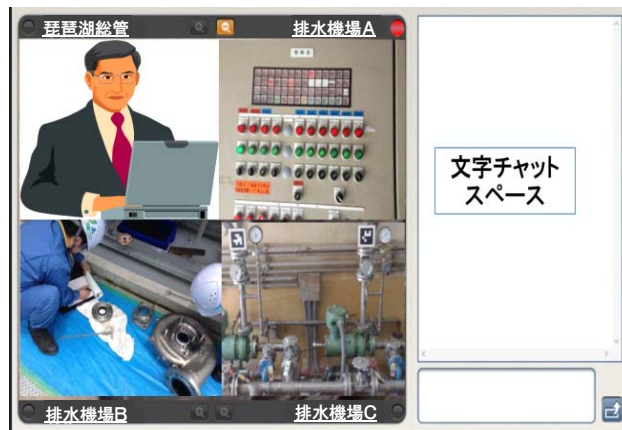


図2 システム通信状況

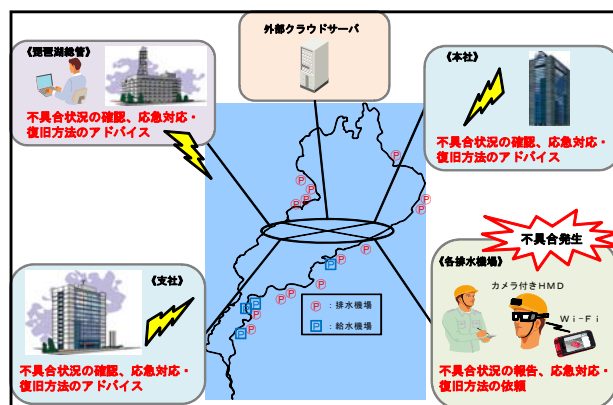


図3 システムの構成

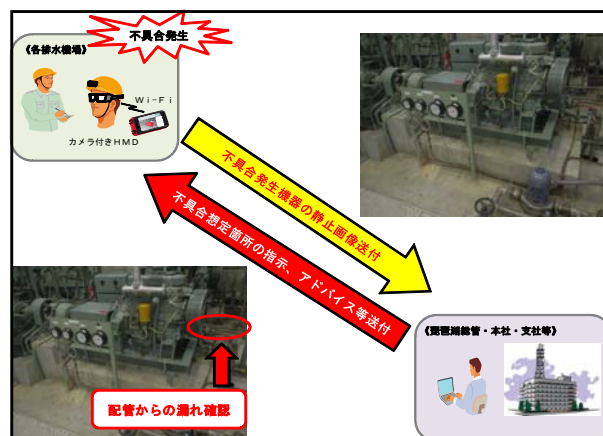


図4 静止画像を使った不具合対応支援

#### 3-2 HMDの諸元

HMDの外観を写真2に、諸元を表2に示す。HMD本体はヘルメットに装着可能な構造であり、通信中でも両手を使っての作業が可能となる。

また、ディスプレイ部は可動式になっているため、移動時等は跳ね上げておくことにより作業性が向上する。



写真2 HMDの外観

表2 HMDの諸元

項目	詳細
ディスプレイサイズ	19インチ 離隔距離1.5m
ディスプレイ解像度	960×540 (qHD)
表示色数	約1,677万色
輝度	8,000cd/m <sup>2</sup>
カメラ	800万画素 オートフォーカス
OS	Android4.2.2
メモリ	16GB
バッテリー駆動時間	1,340mAh 約2時間(使用環境による)
その他	防水性能を搭載

### 3-3 セキュリティ

公衆回線網やモバイル端末などを使用する上で留意が必要なのがウィルスや不正侵入などインターネットに潜む脅威である。本システムでは、通信にあたってトンネリングやデータをブロック長に分割し、そのブロックごとに暗号化をする技術等を用いて通信の安全性を担保している。トンネリングとは、コンピューターネットワークにおいて、ある2点間を結んで、閉じられた通信回線を確認することであり、通信プロトコルを暗号化されたパケットにして、セキュリティ機能を高める技術である。

また、ファイアウォールの設置、HTTPと呼ばれる通信を安全に行うためのプロトコルの使用等により、安全性を高めている。

## 4. システム運用におけるランニングコスト

排水機場「運転支援システム」および「不具合対応支援システム」は、受注者のシステム・クラウドサーバーを利用し構築しているため、システム運用のためには、受注者と保守契約を結ぶ必要がある。

システム運用にかかるコストとして、表3に示す項目が挙げられる。今回システム構築に用いたICTは開発して間もない技術であり、納入実績も少ないため、現在ランニングコストは比較的高価である。

しかし、ICTは各方面でその有用性が注目され

ている技術であり、今後さらに開発、普及が進むと考えられる。このため、ランニングコストは現在より安価となっていくことが予想される。

表3 ランニングコスト一覧

項目	詳細
クラウドサーバーの保守・運用	クラウドサーバーの利用・管理 システムメンテナンス データベースのバックアップ ウィルス対策・脆弱性対応 保守サポート・問い合わせ対応
HMDの保守	ハードウェア・ソフトウェアの保守
双方向通信費	排水機場不具合対応システム利用費
タブレット端末のユーザーID	排水機場での作業結果をID(防災班)ごとに管理するため、タブレット端末1台につき1IDを割り当てる。

## 5. 今後の展望と課題

平成27年度業務では、大同川・米原の2排水機場の運転支援システム、2台のHMDを導入した。平成28年度業務にて、残り12排水機場の運転支援システム、7台のHMDを追加導入し、防災業務で活用するシステムとして確立させる予定である。

また、不具合対応をより確実なものとするため、タブレット端末への機械設備応急対応マニュアルの取り込みを検討している。

琵琶湖総管は防災業務の発生が少ないため、システムの使用頻度が低く、陳腐化する恐れがある。

さらに、システムの使用頻度の低さが、万一の場合にシステムの使い方が分からないといった事態を発生させる可能性もある。そのような状況にならないよう、訓練や日常の管理においてシステムを活用し、陳腐化・形骸化を防ぐことが今後の課題である。

## 6. まとめ

琵琶湖総管では、運転操作支援、不具合対応支援としてシステムの開発・構築を行ったが、他事務所のダム・水路等の管理においては、防災時の下流巡視、放流警報、直営点検、緊急時の操作指示等に活用できると考えられる。

また、運転操作支援、不具合対応支援に加え、点検チェックシートの作成、データの可視化、予兆診断分析(健全性評価)など様々な設備管理に役立てることができ、施設の一元管理も可能である。

本システムは、アイデア次第でさらなる管理業務の効率化・高度化を目指すことができるため、今後は様々な分野での活用方法も視野に入れ、琵琶湖総管においてさらなる検討を行っていく。