

IoTプラットフォーム“INFOPRISM” を適用した水防災情報システム

永井誠一*
Seiichi Nagai
小笠原 良*
Ryo Ogasawara
金子昇治*
Shouji Kaneko

小谷長弘*
Nagahiro Odani

*神戸製作所

Cloud-based Flood Disaster Prevention Information System with IoT Platform "INFOPRISM"

要 旨

気候変動によって台風や大雨の脅威が拡大し水害リスクが増加する中、河川管理者には、迅速な水防活動や住民への避難行動を促す情報発信の強化が求められている。そこで三菱電機は、データ収集・蓄積、高度なセキュリティー、AIデータ解析等、IoT(Internet of Things)ソリューション機能をまとめたIoTプラットフォーム“INFOPRISM”を適用し、水位・雨量や流域施設の情報を提供する機能、水防担当職員の業務を支援する機能を持つ水防災情報システムを開発した。今後も、IoTプラットフォームを利用した流域データのセンシング等によって、流域施設の最適運転や省力化に資するサービスを提案し、安心・安全な社会の実現に向けた課題解決に貢献していく。

1. ま え が き

国や自治体などの河川管理者は、河川水位や周辺地域の雨量等、観測データを収集し、台風や大雨時にこれらの気象情報や観測データを基に、国民の命や財産を守るため水防業務を行う。具体的には、国や自治体が策定したタイムライン(防災行動計画)に基づいて、今後の気象予報に応じた水防態勢の構築や、観測データから判断される水位の上昇傾向に基づく洪水予報の発令、河川水位の上昇を抑制する貯留施設・排水施設の運転、住民の避難行動を支援するための情報発信等を行っている。しかし近年、気候変動による水害リスクが増加する中、河川水位の急激な上昇に対して迅速な業務遂行と情報発信内容の強化が求められている。一方、河川管理者は、河川管理を担う職員の減少、老朽化施設のメンテナンス等の対応による業務負荷や維持管理費の増加も懸念している。

そこで当社は、“水害リスクの増加”“業務負荷・維持管理費の増加”という社会及び顧客の課題に対して、これまで様々な河川管理システムを納入してきた実績を基に、データ収集・蓄積、高度なセキュリティー、AIデータ解析等が可能な独自のIoTプラットフォームINFOPRISMを適用したクラウド型の水防災情報システム(図1)を開発した。

2. 水防災情報システムの現状と課題

現状の水防災情報システムは、タイムラインに沿った水防業務を支援するため、河川管理に必要な水位・雨量等の観測データの収集・解析によって、担当職員へ水防活動の判断材料になるデータの提供や住民へ避難行動の判断材料になる情報を公開する“河川情報提供機能”と、水防態勢確立に必要な担当職員の参集や洪水対策施設への運転指令及び水防日誌の作成などの水防活動を支援する“水防業務支援機能”で構成される(図2)。

現状、気候変動等の影響によって、次に述べる課題への対応が必要になっている。

2.1 水害リスクの増加や業務負荷・維持管理費の増加への対応

“河川情報提供機能”では、近年の急激な水位上昇への対応や、水位の危険度レベルをよりリアルに把握するため、従来10分間隔であった水位観測データ収集周期の短縮や、カメラ映像による観測地点の流況の提供が必要である。

“水防業務支援機能”では、職員の業務負荷軽減に対応するため、これまで職員が行ってきた担当職員の参集連絡や、水防に関わる関係機関や市町村自治体への連絡に加えて、水位が上昇した場合の水門や排水施設の運転指令連絡、貯留施設への雨水流入操作の指令連絡を水防災情報システムで自動化する必要がある。

また、システムの構築に当たっては、維持管理費の低減も考慮する必要がある。

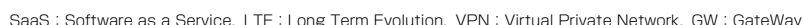
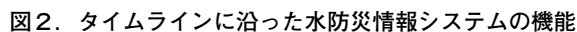


図1. IoTプラットフォームINFOPRISMを用いた水防災情報システムの全体イメージ



2.2 流域施設と連携した水防業務の実現

水防業務の実現には、流域全体から収集・蓄積したデータの分析によって迅速な水防運用を支援する水位・氾濫を予測する機能や、ベテラン職員が経験に基づいて行っている施設の運転開始・停止操作を施設運転履歴データとして抽出・解析するとともに水位予測と組み合わせて施設を効率良く運転する操作ガイダンス機能が必要になる。さらに、流域全体の観測データと施設運転履歴データを組み合わせた解析によって、流域のピーク時水位を下げる施設操作の連携等の運用支援機能が必要になる。

3. INFOPRISMを適用したクラウド型水防災情報システム

当社は、これらの水防災情報システムが抱える課題の解決策として、データ収集・蓄積、高度なセキュリティー、AIデータ解析等、IoTソリューション機能をまとめた独自のIoTプラットフォームINFOPRISM⁽¹⁾を適用したクラウド型の水防災情報システムを開発した(図3)。

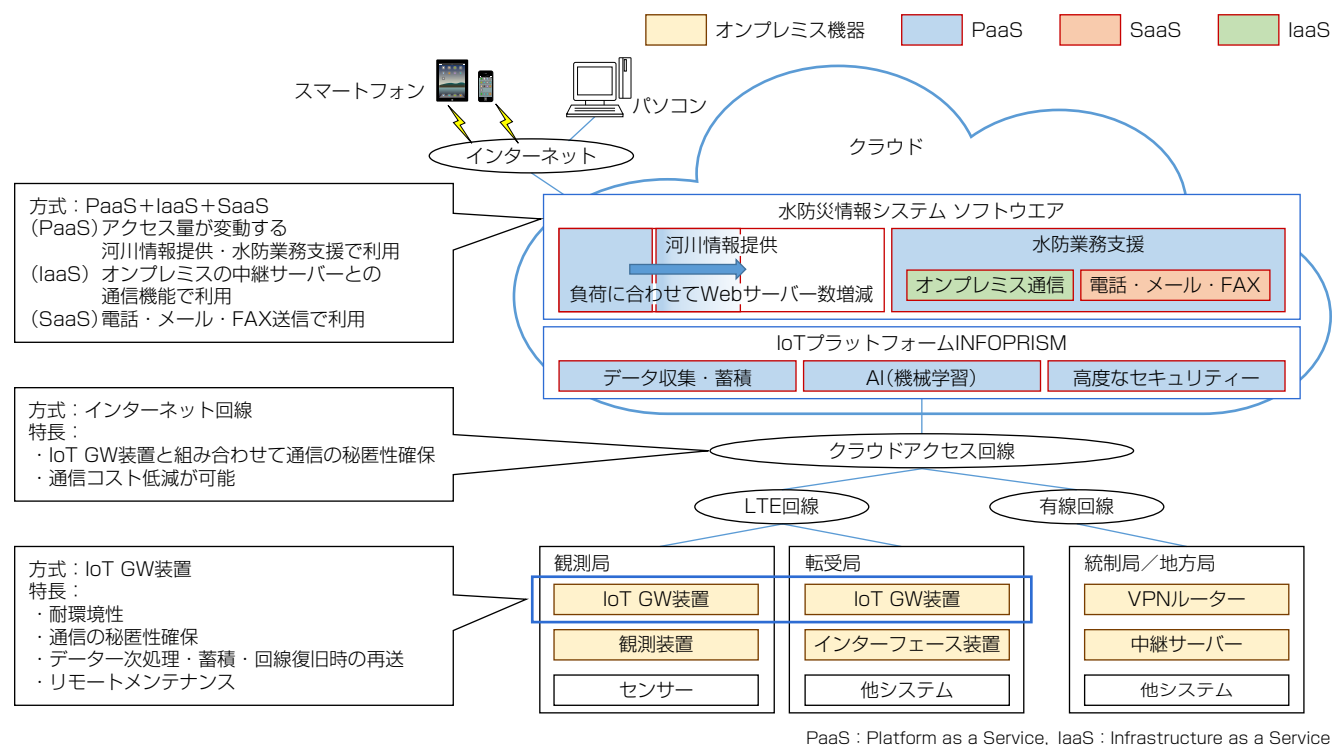


図3. クラウド型水防災情報システムのアーキテクチャ

3.1 クラウド型水防災情報システムのアーキテクチャ

3.1.1 観測所機器と回線

現場のセンサー(水位・雨量計)からデータの取り込みを行う観測装置とクラウドをLTE回線で接続するIoT GW装置を図4に示す。これらの装置は、屋外盤への取付けを見据えて耐環境性に優れる(動作温度-20~55℃、防塵(ほうじん)防水IP53相当)ほか、TLS(Transport Layer Security)による暗号化通信に対応し、インターネット回線を利用した場合も第三者による監視データや制御データの盗聴・改ざんを防止する⁽²⁾。

3.1.2 クラウドサービス

クラウドサービスは、クラウド事業者が提供する範囲によって、三つの形態がある(表1)。INFOPRISMは、アプリケーションの用途に応じて利用形態を選択可能であることから、このシステムでは表1のとおり、維持管理費の低減に向けてアプリケーションごとに最適な利用形態を採用した。



図4. 観測所(機器取付け例)

表1. クラウドサービスの利用形態と水防災情報システムへの適用方針

利用形態	サービス提供範囲	自由度	開発・運用コスト	クラウド型水防災情報システムでの適用方針
IaaS	ハードウェア・仮想化	高	高	オンプレミスサーバーとの通信など、ソフトウェア資産を活用して既存システムを踏襲する機能に適用
PaaS	ハードウェア・仮想化・OS・ミドルウェア	中	中	処理負荷の変化によってWebサーバー数の増減が容易であることから、平常時・大雨時でアクセス量変動する河川情報提供・水防業務支援に適用
SaaS	ハードウェア・仮想化・OS・ミドルウェア・アプリケーション	低	低	送信先に確実に情報が届く実績があり、かつ画一的な処理を提供する、電話・メール・FAX送信機能に採用

3.2 クラウド型水防災情報システムの特長

3.2.1 システム運用の継続性を確保

(1) クラウド拠点冗長化

複数拠点のデータセンターで冗長化かつデータを等値化することによって、大規模災害等発生時にもデータが欠落することなくシステム運用を継続できる。INFOPRISMのディザスタリカバリー(災害復旧)機能によって、クラウドとオンプレミス機器(IoT GW装置／中継サーバー)間で自動連携して拠点切替えを行い、システム運用を継続する。

(2) 観測データ補償

IoT GW装置でデータの一時蓄積を行い、データがクラウドに届かなかった場合でも再送処理を行うことによって、山間部にある観測所など電波が弱い場所でLTE回線接続断が発生した際のデータ欠落を防止する。

3.2.2 ストレスのない情報提供と機能拡張性の確保

(1) 高速データ収集

従来の水防災情報システムでは観測データを10分間隔で収集していたが、リアルタイムなデータ監視のため、1分間隔で高速データ収集を行う。また、クラウド側の処理負荷軽減及び通信データ量軽減のため、IoT GW装置でデータの種類ごとに整理、結合処理を行う。さらに、PaaSのスケールアウト(アプリケーションの実行インスタンス増)によって、観測所ごとにデータの並列処理を行うことで高速処理を実現した。

(2) Webサーバー増強

水防災情報システムは、平常時はアクセスが少なく、台風や大雨時にアクセスが急増する特性がある。そこで、アクセス量に応じてWebサーバー数を増減させるアーキテクチャを採用することによって、クラウド利用料を最小限に抑えたシステムを実現した。また、クラウド化によって、リソース(CPU、メモリー)追加による処理負荷増への対応も容易である。

3.2.3 維持管理費の低減、及びシステム監視・保守の迅速化

INFOPRISMでは、観測所に設置する観測装置に従来のテレメーターから省電力化した機器を採用した。また、クラ

ウド化によってサーバー類の部品交換・更新が不要なため、ライフサイクルコストを低減できる。さらに、広範囲に設置される観測装置の異常監視やメンテナンスを迅速化するため、IoT GW装置にリモートメンテナンス機能を搭載しており、遠隔地から状態監視、ログ収集、設定変更、再起動、ソフトウェアバージョンアップが可能である。

3.2.4 定期的な診断によるセキュリティ対策

セキュリティ上の脅威からシステムを守るため、定期的なプラットフォーム診断やクラウド設定診断によって脆弱(ぜいじゃく)性の確認を行い、必要に応じて処置を行う。これに加えて、24時間対応のカスタマーセンターで異常監視を行う。

3.2.5 他システムとの連携(開発中)

INFOPRISMでは、流域全体から収集したデータや、ベテラン職員が経験に基づいて行っている施設の運転開始・停止操作の施設運転履歴データ等、各種システムのデータ活用が容易である。これらのデータとAI機能を用いて分析することによって、水位・氾濫予測機能や、水位予測とベテラン職員の施設運転履歴を組み合わせた施設効率運転や、流域のピーク時水位を下げる施設操作等の最適運転ガイダンス機能を実現できる。

4. クラウド型水防災情報システムの適用例“大阪府水防災情報システム”

大阪府は、市街を流れる都市型河川や山間部の河川に約150か所の観測所を設置し、監視を行っている。流域には、ダム・遊水地・調節池などの貯留施設、排水機場・水門などの排水施設が多数整備されている。

当社は、観測所・施設データの収集・情報提供と、職員の水防業務を支援するクラウド型の水防災情報システムを構築し、運営維持管理サービスを開始した。

4.1 システム概要

従来の水防情報システムは、府庁や出先機関に数十台のサーバーや専用のデータ収集装置が設置されていた。クラウドの採用によって、サーバーや専用装置を大幅に削減し、またこれまで職員が手作業で行っていた業務の一部をシステム化した。

4.1.1 河川情報提供

各コンテンツは、地図GIS(Geographic Information System)への観測データ表示に加えて、地図上に避難所情報／洪水リスク表示図／土砂災害警戒区域／降水ナウキャスト等の情報の一元表示、水位危険度レベルに応じて色が変化する河川情報、スマートフォンの位置情報による、職員の現在位置、周囲の河川状況、開設された避難所の確認が可能である。これらのコンテンツを水防職員向け、住民向け、スマートフォン向けに提供する(図5)。

4.1.2 水防業務支援

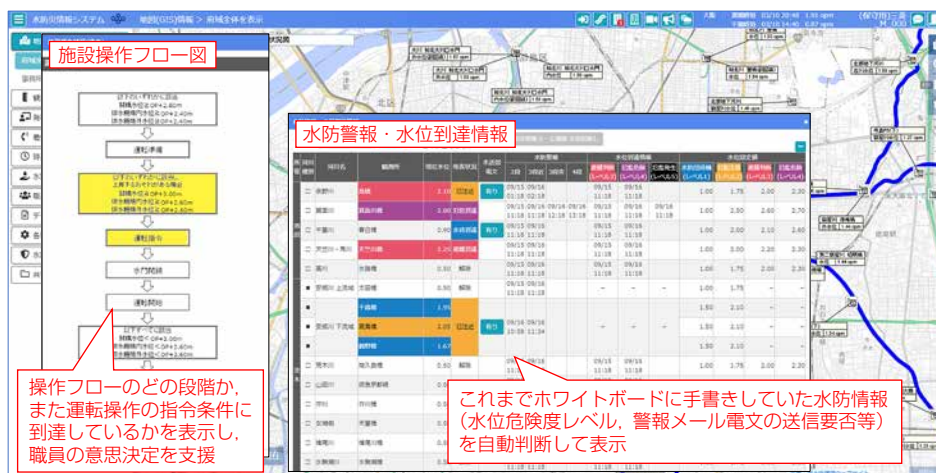
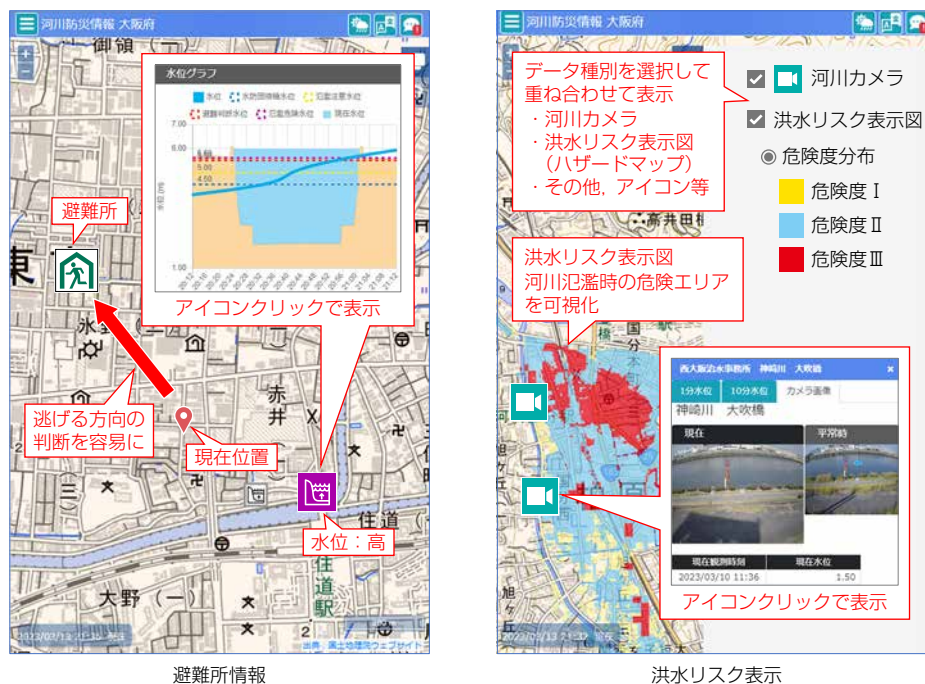
これまで水防業務時に水防職員がホワイトボードに記載していた情報(水位危険度レベル・施設の運転指令等)をシステムで自動化し、府庁・出先機関の職員で情報共有が可能である(図6)。

4.1.3 主なシステム諸元

観測局は、最大200局を1分間隔で収集・処理する。水防職員向けコンテンツは500人を超える職員の同時アクセス、住民向け公開コンテンツは最大25万ページビュー/分の処理能力を持つ。

4.2 運営維持管理サービス

このシステムは、当社が運営維持管理サービスを行っている。主なサービス業務は、カスタマーセンターでの24時間システム監視・障害発生時の復旧、機器の稼働状況確認や精密点検などの保守点検及び補修・定期交換、OSバージョンアップなど予防メンテナンスである。これらのサービス提供を通じて、システムの信頼性を確保しつつ、水防職員の業務負担軽減に貢献している。



5. む す び

水害リスクの増加に対して、国、流域自治体が協働し“流域治水プロジェクト”を立ち上げて、河川に複数ある貯留・排水施設の連携運転や、住民の早期避難対策を策定している。

当社は、IoTプラットフォームを利用した流域データのセンシング等によって、流域施設の最適運転や省力化のサービスを提案し、今後も水害リスク低減、水防職員の負荷軽減といった社会課題の解決に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 廣岡俊彦：社会・電力インフラIoTプラットフォーム“INFOPRISM”，三菱電機技報，93，No.7，397～400（2019）
- (2) 坪井真也，ほか：IoTプラットフォーム“INFOPRISM”を適用したクラウド監視制御システム，三菱電機技報，95，No.12，732～736（2021）