

九頭竜川下流地区におけるクラウド型水管理に関する現状と展望

Current Status and Prospects of Cloud Computing for the Water Management System in Lower Basin Area of the Kuzuryugawa River

倉田 進* 平井 亨 弥**
(KURATA Susumu) (HIRAI Michiya)

I. はじめに

九頭竜川下流地区は、福井県嶺北北部の福井・坂井平野に位置し、水田 10,340 ha と畑 1,333 ha からなる県内有数の農業地帯である。平成初期には、開水路の老朽化、都市化・混住化による水質悪化、塩害の発生、夏場の用水不足などが生じていた。このため、国営九頭竜川下流農業水利事業において、開水路を全線管水路化し、農業用水の再編を行うことで、用水の安定供給を行い、農業生産性の向上と農業経営の安定を図ることとなり、平成 11 年度に事業着手し、平成 28 年度春に全面通水を開始している。

本地区の主要工事は、国営幹線管水路 $L=54.8$ km (最大口径 $\phi=3,500$ mm)、県営末端管水路 $L=242.5$ km で、市街化された混住化地域にある大規模パイプラインシステムの構築である。

従来の水管理システムでは、中央管理所を含む親局のサーバと独自の水管理システムのソフトウェアの整備が必要である「オンプレミス型水管理システム」(以下、「オンプレ型」という)が採用されてきた。

本地区では、事業効果の早期発現を図る観点から、平成 23 年度以降、順次部分供用開始を行うため、国営幹線管水路の調圧水槽、分土工等で、子局の整備のみで遠隔監視・遠隔制御が可能である「クラウド型水管理システム」(以下、「クラウド型」という)を試験的に導入してきた¹⁾。

また、筆者らは、試験導入した「クラウド型」の検討課題と留意点を報告した²⁾

全面通水開始時には、国営土地改良事業で造成した大規模パイプラインシステムに、初めて大規模に「クラウド型」を本格導入したことから、「オンプレ型」と「クラウド型」の管理の二重化(デュアル化)を行い、安全性と利便性の向上を追求した。

本報では、「クラウド型」を本格導入した、本地区の水管理システムの構想とソフトウェアの特徴を説明する。次に、「クラウド型」の検討課題を再整理し、現在

の整備状況とその後の再検証の概要を説明した上で、管理者の声と施設管理の留意点を述べる。最後に、今後の展望として、「クラウド型」の普及に向けた技術的検証と更新整備、地区内の水利用の「見える化」を通じた農業水利システム全体の効率化・高度化に向けた検討、IoT、ビッグデータ、AI などの最先端の情報通信技術 (ICT) を活用した農業農村整備事業への展開を提案する。

II. 水管理システムの概要

1. 水管理システムの構想³⁾

本地区は取水施設と複数の幹線管水路の送水施設で構成された複雑なパイプラインシステムであるため、管理作業の効率化、省力化、操作の確実性および信頼性の向上が必要である。また、市街化された混住化地域において整備された大規模パイプラインシステムであるため、漏水事故などに対する安全性への特段の配慮が必要である。

そのため、管理対象施設のうち、特に安全性が求められる重要な施設(「重要施設」)とそれ以外の施設(「通常施設」)で、個別の水管理システムを採用し、安全性と利便性の向上を追求した。

ここで、「重要施設」とは、取水施設の取水口、接続水槽、調圧水槽など重要度が高くリアルタイムによる監視・制御の即応性が要求される施設であり、「通常施設」とは、分土工など定期的な監視・制御で対応が可能な施設である。

本地区の水管理システムは、「重要施設」では、自営線および NTT フレッツ・VPN (Virtual Private Network) 回線の有線回線を用いたリアルタイム管理を行う従来型の「オンプレ型」を導入した。

一方、「通常施設」では、ASP (Application Service Provider) 事業者が提供するソフトウェアによるクラウドサービス (SaaS : Software as a Service) を活用した「クラウド型」を導入した。その際、安全性や操作性に関するリスクに対する課題を、第三者の学識経

* (一社) 農業農村整備情報総合センター

** 九頭竜川鳴鹿土地改良区



水管理システム、クラウド、ASP、SaaS、ビッグデータ、AI、IoT

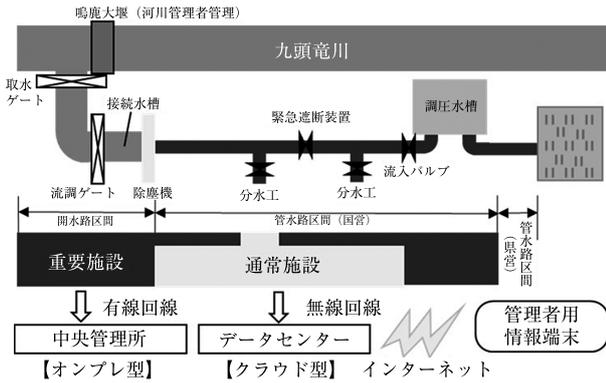


図-1 本地区の水管理システム (模式図)

験者と十分に議論し管理者と緊密な協議を行った上で、水管理システムの構築・開発を行った (図-1)。

2. クラウド型水管理のソフトウェアの特徴

(1) クラウドサービスの構成 図-2に「クラウド型」の各サブシステムからなる模式図を示す。「クラウド型」の機器は、管理対象施設、ASPサーバ、情報端末装置から構成されている。

管理対象施設は、バルブ、流量計、監視カメラ等の機器で、そのデータ転送装置を機側操作盤に設置し、閉域網である携帯パケット通信でデータを転送する。

ASPサーバは、クラウド上のデータセンターに設置し、ソフトウェアの利用環境を構築する。

情報端末装置は、公衆網であるインターネットで通信されるPC、タブレット端末、スマートフォン等の管理者用の機器であり、ソフトウェアによるクラウドサービス (SaaS) を利用することができる。

ソフトウェア利用時に、その都度観測値を読み込む (リロード) ことで、管理対象施設の遠隔監視・遠隔制御を可能とした。

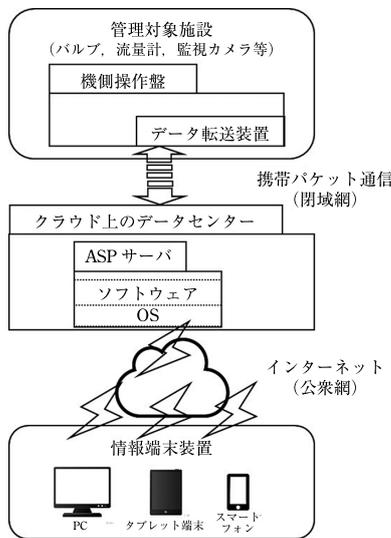


図-2 クラウド型水管理システム (模式図)

また、クラウドサービスを利用したことで、OSやソフトウェアのバージョンアップ対応や全国の利用者の意見を踏まえたシステム改良は、ASP事業者が対応することから、管理者はこれらの運用保守・改良から解放された。また、初期段階のカスタマイズや機能追加などはASP事業者が対応するので、迅速なソフトウェアの更新作業が可能となった。

(2) ソフトウェアの機能 情報端末装置のWebブラウザまたは専用アプリを通じて、ソフトウェアが利用できる。主な機能は以下のとおりである。

- ① 遠隔監視 (Tele-meter) : バルブの開閉状態、流量・水位、監視カメラの画像の閲覧。
- ② 遠隔制御 (Tele-control) : バルブの開閉、流量・水位の設定、監視カメラの動作の制御。
- ③ 緊急時通報メール : 異常値を検出した場合や停電など異常を検知した場合、登録したメールアドレスに緊急時通報メールの配信。

(3) ソフトウェアの管理画面 ソフトウェアの管理画面には、各施設の模式図にバルブの開閉状態や流量・水位を表示したフローシート、計測値一覧、トレンドグラフが表示できる。また、Google マップ (Google 社) の地図上に、管理対象施設と降雨状況、降雨予測および積算雨量を重ねて表示できるように設計する (図-3) など、管理者にとって見やすく多彩な管理画面が表示できるシステムを構築した。

その結果、休日夜間を問わず関係者間で情報共有・情報交換を行い、気象情報などを参考に、管理責任者の指揮命令の下、速やかに情報端末装置から遠隔監視・遠隔制御ができるようになった。

III. クラウド型水管理の検討課題と整備状況

1. 検討課題と対応状況

(1) 操作性に関する課題 「クラウド型」では、リアルタイムによる遠隔監視・遠隔制御の仕様になって



図-3 管理対象施設と降雨状況

いないという課題があった²⁾。これは、試験導入時、転送サーバや ASP サーバの処理能力に加え、携帯パケット通信が増えると通信料が高額になることから、ハード側の能力と全国の利用者の維持管理費低減を求める声から、リアルタイムの仕様として設計しなかったためである。

近年では、最短3秒間隔で最新データを更新するリアルタイム監視機能が追加された一方で、トラフィックの集中によるインターネットの遅延の課題は残ったままである。

そのため、「重要施設」に要求される ON-OFF 制御によるバルブ開度の微調整への応答性に課題が残ることから、「クラウド型」の採用を見送った。

現在では、水管理システム全体を再検証し、試験的に導入したデータ転送装置を存置し、「オンプレ型」と「クラウド型」の二重化（デュアル化）を図り、遠隔による設定値制御や監視用としての利便性を確保した。その結果、「重要施設」と「通常施設」を「クラウド型」に再編整備することで、地区全体の情報を一元的に把握することができ、「オンプレ型」がシステムダウンした場合のバックアップ機能として利用することも可能である。

(2) 情報セキュリティに関するリスク 図-2の ASP サーバと情報端末装置間では、公衆網であるインターネットで通信していることから、情報セキュリティに関するリスクが課題であった²⁾。

そのため、「重要施設」では、インターネットを経由した外部との接続を行わず、外部から侵入されるリスクが大幅に低減されることから、「クラウド型」の採用を見送った。

現在では、クラウドサービスの構成を再検証し、①管理者用の情報端末装置の登録制、②二段階認証機能（ID およびパスワード入力後、登録されたメールアドレスにワンタイムパスワードが送付され、ログイン可能）を順次実施し、ASP 事業者が、情報セキュリティ向上に向けた取組みを進めていることを確認している。

(3) サービスが停止されるリスク ASP 事業者がクラウドサービスから事業撤退したり、大規模なシステム障害が発生したり、通信事業者が通信サービスから撤退・更新（通信規格が更新された場合には、機側操作盤に設置したデータ転送装置を更新する必要がある）したりした場合には、施設の水管理の運用に重大な支障が生じるリスクがある。

そのため、より確実な施設管理を確保することを目指し、「重要施設」への「クラウド型」の採用を見送った。現在では、ASP 事業者や通信事業者の取組みを再検証し、本地区の ASP 事業者が、通信事業者のデータ

センターにサーバを設置するなど通信事業者と連携している。また、大規模災害時に携帯パケット通信が遮断された場合、通信事業者が、速やかに基地局を復旧することになっており、データセンターも東日本と西日本に分散している。以上のことから、各事業者が、事業活動の継続に向けた取組みを進めていることを確認している。

2. 管理者の声

土地改良区職員からは、「いつでもどこでも携帯端末から遠隔監視・遠隔制御ができる」、「関連する管理対象施設の情報を現場で携帯端末から閲覧し、現場の施設の制御ができる」、「『クラウド型』のおかげで、限られた土地改良区職員数でも施設管理を工夫して何とか実施できている」など、利便性が高く、施設管理の省力化に寄与しているという声が多く聞かれた。

その一方で、「携帯端末での操作に慣れ過ぎてしまい、現場に行く機会が少なくなってしまった」、「携帯端末の電波状況に依存しており、インターネットのトラフィックで遅延が発生した際に、画面の更新が遅くなる現象がある」などの懸念の声も聞かれた。

3. 施設管理の留意点

水理現象が全線にわたり伝達されるパイプラインシステムでは、水管理システムはあくまで施設管理の補完的なものであり、「オンプレ型」でも「クラウド型」でも、地域の水利用の実態や農業水利施設の構造に精通した管理者が操作すべきである。

このため、特定多数の管理担当者が操作可能となる「クラウド型」では、管理対象施設（幹線管水路）ごとや用水ブロックごとに管理する担当職員を決め、端末ごとに操作権限の有無を登録し、管理責任者との連携を図りながら対応するべきである。

情報通信技術（ICT）の進展により、操作性や情報セキュリティが向上している一方で、上述した施設管理の留意点を踏まえつつ、農業水利システム全体の施設管理の安全性や確実性を確保し、「クラウド型」の現場での運用を実施していく必要がある。

今後とも、新規に設立された施設管理者である土地改良区の管理体制強化と適切かつ安全な水管理システムの構築に引き続き留意する必要がある。

IV. 今後の展望

1. 普及に向けた技術的検証と更新整備

全面通水開始後4年が経過したが、「重要施設」のうち、設定値制御や運転停止などの1回の操作で完結する制御の施設では、「クラウド型」の遠隔制御は十分適用可能であることを経験上確認している。

現在、「クラウド型」が農業農村整備の現場で普及し

ているとは必ずしも言いがたく、今後、本地区の「クラウド型」を事例として、第三者の学識経験者も入れて他地区への本格導入に向けた技術的な検証を行う時機に来ているのではないかと考えている。

また、将来の更新時には、多くの ASP 事業者が同様の「クラウド型」のサービスに参入することが予想され、情報通信技術 (ICT) の進展、地域の水利用形態の変化、上下水道を含む全国の事例も含めて更新整備計画を策定する必要がある。

2. 農業水利システム全体の効率化・高度化

本地区では、現在、開水路から管水路化したため、水利用形態が変化していく過渡期でもある。今後、地域の水利用ルール (水利慣行) が定まれば、地区内の県営事業の水管理システムや圃場レベルでの水利用とのデータ連携・蓄積を行い、地区内の水利用の「見える化」に寄与することができる。

その結果、管理者と営農者が水利用の状況を的確に閲覧・把握することができれば、農業水利システム全体の水利用および水管理の効率化・高度化が図られることが期待される。

3. 農業農村整備事業への展開

日本政府は、IoT、ロボット、AI 等の先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、格差なく多様なニーズにきめ細かく対応したモノやサービスを提供する「Society 5.0 (超スマート社会)」の実現を目指している。農林水産省は、「スマート農業」を推進しており、圃場レベルでの農作業機械および給水栓の自動化や施設の IoT 化の実証を進めている。

本地区では、「クラウド型」の試験的導入以降、クラウド上に全データが蓄積されている。また、圃場水口に自動給水栓を活用した水田農業の実証試験にも取り組んだ実績があり、本地区の農業水利システム全体のビッグデータの利活用の先進的事例になることが期待される。

今後、農業水利システム全体の IoT 化とクラウド化を進めていく中で、農業水利施設の取水量や圃場の用

水量等のビッグデータの蓄積により、AI によるデータ分析などが可能になるとと思われる。

その結果、取水量や用水量の将来予測に伴うゲートやバルブ操作の運用を検討することができる。将来的には、土地改良区職員の負担軽減に向けた施設の操作支援や営農者の農業経営の効率化に向けた水管理の省力化も提案することができるようになるのではないかと考えている。

今後の事業実施や維持管理を行うに当たって、情報通信技術 (ICT) の進展を踏まえ、農業水利システム全体の IoT 化とクラウド化の特性を踏まえた事業計画を策定することで、柔軟かつ効果的・効率的な農業用水の利用と社会情勢に応じた農業経営の多様化が可能になると考えている。

引用文献

- 1) 寺田大輔, 梅田克志: 水管理システムへのクラウド方式の導入の検討, 水土の知 81 (12), pp.54~55 (2013)
- 2) 倉田 進, 平井亨弥: 水管理システムへのクラウド方式の導入に関する検討, 平成 26 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.84~85 (2014)
- 3) 北陸農政局: 九頭竜川下流 事業誌, 北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所, pp.6-1~6-8 (2019)
[2019.12.9.受理]

略 歴

倉田 進 (正会員・CPD 個人登録者)



1978年 大阪府に生まれる
2004年 京都大学大学院農学研究科修了
農林水産省入省
2012年 北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所
2019年 (一社)農業農村整備情報総合センター
現在に至る

平井 亨弥



1975年 福井県に生まれる
1997年 東北工業大学卒業
2018年 九頭竜川鳴鹿土地改良区
現在に至る