

第Ⅱ編 基礎編

第1章 水管理制御システム概論

1.1 水管理制御システムの概要

1.1.1 水管理制御システムの現状

水管理制御システムは昭和 40 年代後半から本格的に導入され、累積導入地区数は加速度的に増大し、現在までにダムをはじめ多くのポンプ場・頭首工・分土工・水路などの主要水利施設で稼働している。

近年の水管理制御システムは、通信回線や PC のみならず他の使用機器においても IT 化が進み、高速で多機能なシステムを構成することが可能となってきた。

また、近年ではスマートフォンとともに急速に普及したクラウドサービスを利用した、クラウド方式の水管理制御システムが導入され、従来からあるオンプレミス方式の水管理制御システムとの共存が始まっている。

そのため、水管理制御システムの運用・管理に当たっては、高度な知識と熟練した技術が要求されるようになってきている。

さらに、入手した情報は従来のように水管理制御システム内に蓄積・記録されるのみではなく、情報提供を行うことで営農・災害・防災などに利用、活用を期待されている。

反面、近年は農業をとりまく環境が厳しいことから、農業生産においてもコストダウンあるいは合理化、効率化が重要視され、農業農村整備事業における受益農家負担の軽減を図ることが望まれている。これに伴い、事業の効率的な効果の早期発現、維持管理費の軽減、農業用水の効率的な運用がますます重要となってきた。

このため、水管理制御システムの設置に当たっては、計画・設計の段階においてこれら諸条件を十分考慮した上で、その地区が持つ状況、営農形態及び水管理制御システムのもたらす効果について十分認識し、適切な施設とする必要がある。

1.1.2 農業水利施設と水管理制御システム

(1) 農業水利施設

図 1.1-1 は地区の農業水利施設の概要を模式図により示したものである。河川上流からダム、頭首工、パイプライン、ファームポンド、調整池、開水路、揚水ポンプ場、放土工、減圧水槽、排水ポンプ場、中央管理所の各施設がその目的と機能に応じて配置されている。

(2) 水管理制御システム

水管理制御システムは、これらの農業水利施設とそこを流れる用水や排水を監視制御して、必要な量を適当な時間に安全かつロスを極力減らして送配水することを目的とするシステムである。

このシステムはテレメータ・テレコントロール装置と呼ばれる遠方監視制御装置を利用してポンプ場、分土工などに設置されるポンプやゲート、バルブ設備を監視制御する。

テレメータ・テレコントロール装置は必要な各種のデータを遠方まで伝送して、遠方から設備・機器の監視及び運転ができるようにする装置である。遠方から監視・制御する側を中央管理所（親局）と呼び、監視・制御される施設を被管理所（子局）と呼ぶ。

また、信号が伝送される通路を伝送路という。

親局は、子局へ制御信号を送信し子局からの計測・監視信号を受信するテレメータ・テレコントロール親局装置と、大型表示装置などの監視盤、操作卓、データ処理装置、表示記録端末装置、プリンタなどを組み合わせて構成する。

一方、子局は親局からの制御信号を受信し水文状況の計測信号や設備の状況を示す監視信号を親局へ送信するテレメータ・テレコントロール子局装置と、受配電盤、ポンプ・バルブ設備などの制御盤・計装盤などと接続して構成する。

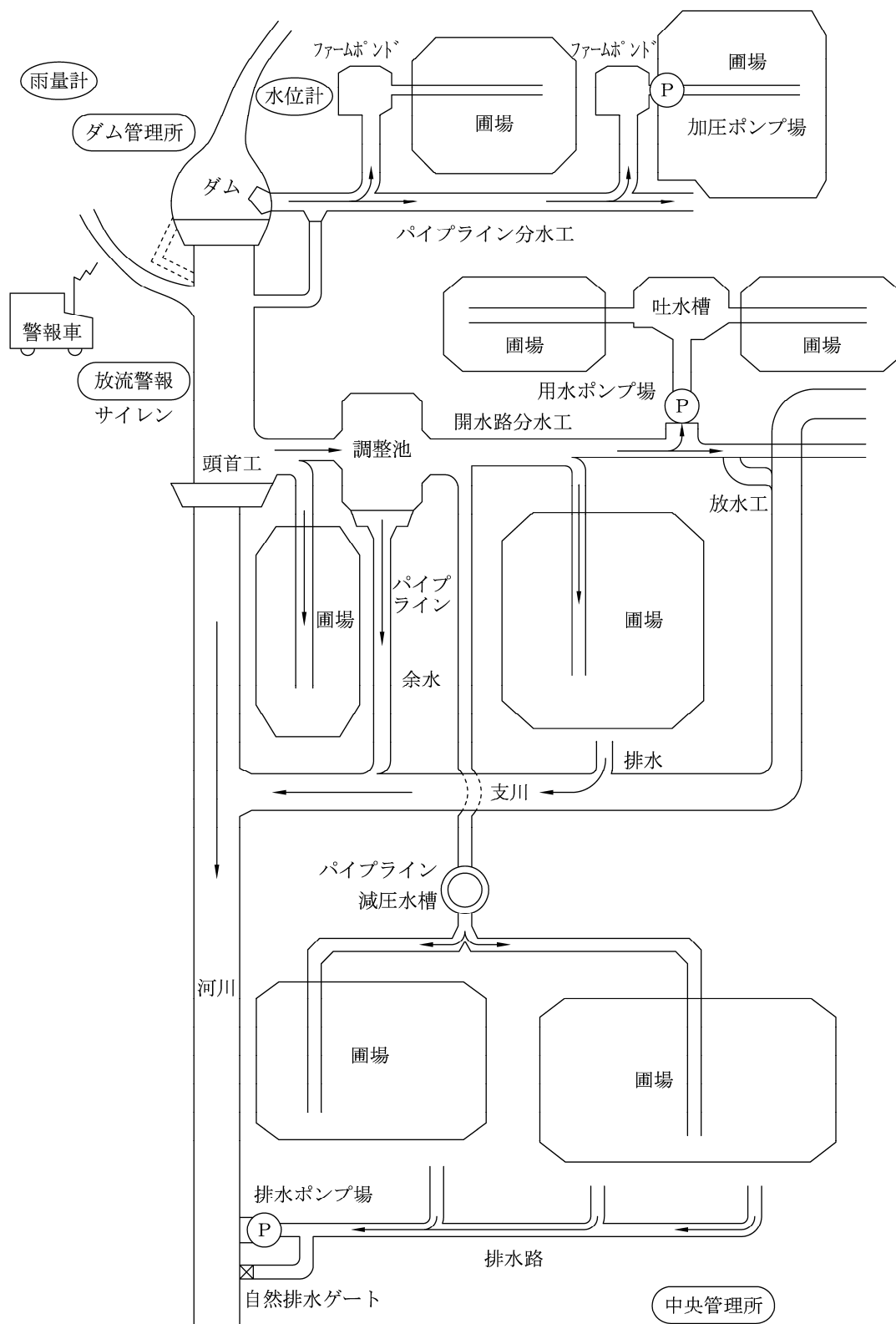


図 1.1-1 農業水利施設の模式図

1.1.3 水管理制御システムの構成

水管理制御システムの構成は管理対象とする施設の監視・操作・制御機能、管理方法など（巡回監視でよいか、機側操作・遠方操作のどちらか、中央管理が必要か、手動か自動かなど）及びデータ処理・記録の程度等によって適切に組み合わせる。

(1) データ処理装置

水位、流量をはじめ各種のデータの収集、演算、記憶、表示記録、警報及び制御処理を行うもので、その主要な装置はコンピュータである。



図 1.1-2 データ処理装置外観（例）

(2) 監視・制御装置

システム全体の状況を把握しゲート、ポンプなどの機械設備の操作、制御を行う装置で、ミニグラフィックパネル、操作卓、大型表示装置等で構成される。

近年では大型表示装置の採用が多くを占めミニグラフィックパネルはほとんど使用されない。また、操作卓はダムや頭首工などを管理する重要度が高いシステムにおいて今でも採用されることがある。

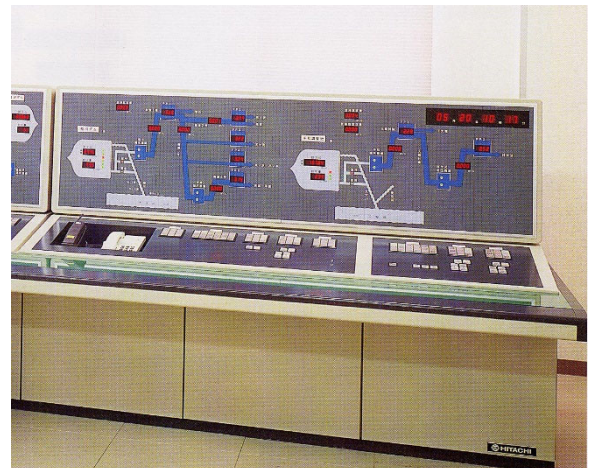


図 1.1-3 ミニグラフィックパネル・操作卓外観（例）



図 1.1-4 大型表示装置外観（例）

(3) テレメータ・テレコントロール装置

テレメータは遠方監視といわれシステムの監視・操作に必要なダム、頭首工等の水位、流量、ゲート開度、雨量、状態信号等のデータを遠方から監視するものであり、テレコントロール装置はそのデータに基づいて機器の制御操作を遠方から行うものである。



図 1.1-5 テレメータ・テレコントロール装置外観（例）

(4) 放流警報装置

ダム等から放流する場合に、下流の住民等に対して水位上昇の危険を通知するための装置で、管理所の操作卓からの操作で下流に設置された警報局からサイレン、擬似音、音声放送によって警告する。

また、警報局で発しているサイレン音、擬似音、吹鳴音を返送信号で確認するために操作卓に制御確認のランプ表示をするとともに、プリンタで月日時分、局名、制御内容を記録する。



図 1.1-6 放流警報装置外観（例）

(5) CCTV 装置

ダム、頭首工等の運用の安全と操作の確実を図るため監視を行う装置で、カメラ、モニターテレビ、それらの制御装置及び信号を伝送するケーブル等で構成され、伝送画像によって「準動画」と「動画」に区分される。

図 1.1-7 に CCTV 装置外観例を示す。

近年はカメラとカメラサーバ及び LAN 伝送部が一体となり、画像監視・カメラ操作がパソコンで行える IP カメラを使用することが増えてきている。伝送回線は画像伝送が IP 通信で行われるため、地域 IP 網接続サービスや無線 LAN アクセスを使用する場合が多い。カメラ画像の表示・操作には専用表示端末を設置する方法や表示端末装置等を共用する方法がある。

図 1.1-8 に IP カメラと無線 LAN アクセスの取付例を示す。



図 1.1-7 CCTV 装置外観（例）



図 1.1-8 IP カメラ&無線 LAN アクセス 取付（例）

1.2 オンプレミス方式とクラウド方式の比較

1.2.1 オンプレミス方式とクラウド方式の概要

オンプレミス方式とは、一般的にシステムを構成する設備を自らの拠点に構築し運用・管理を行う方式であり、水管理制御システムにおいては、親局設備の機能を中央管理所等に設置するハードウェアで実現する従来からの方式を指す。一方でクラウド方式とは、一般的にクラウド事業者が運用・管理するクラウドサーバを利用しシステムを構築する方式であり、水管理制御システムにおいては、中央管理所の親局設備が担っている機能をインターネット上のクラウドサーバで構築する方式を指す。クラウド方式では、中央管理所に設置する親局設備のハードウェアが不要になるため、機器の老朽化に伴う更新費用や OS サポート終了に伴う専用ソフトウェア更新費用などのライフサイクルコストの低減が期待できる。

また、利用者は中央管理所、自宅等から汎用のパソコンやスマートフォン等の携帯端末を用いて、インターネット経由で監視制御操作を行うことができ、利便性の向上も期待できる。

一方、クラウド方式は、インターネットを介したシステムであることから、監視制御操作のリアルタイム性や確実性が担保できないといった課題がある。

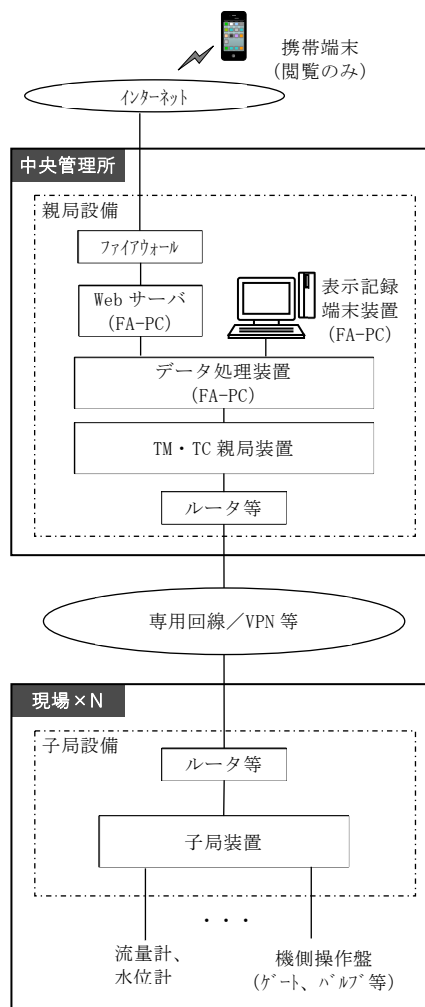
また、機能や性能はクラウド事業者の既存の標準ソフトウェアに依存する部分が多いため、地区毎の要望への柔軟な対応にも課題があり、クラウド方式の導入に当たっては、その課題や留意事項、管理対象施設や施設規模、地区毎の現地特性や運用方式等を十分に考慮した上で、適否を検討する必要がある。

1.2.2 オンプレミス方式とクラウド方式の概念図

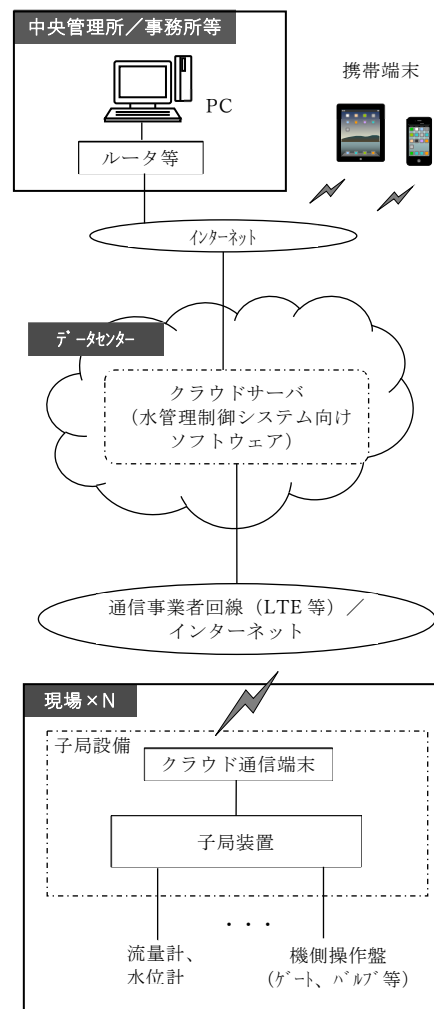
オンプレミス方式の水管理制御システムは親局設備の機能を中央管理所等に設置するハードウェアで実現する方式であり、クラウド方式の水管理制御システムは親局設備の機能をインターネット上のクラウドサーバで実現する方式である。

また、オンプレミス方式とクラウド方式とを組み合わせた方式としてハイブリッド方式がある。ハイブリッド方式では、例えばリアルタイムな監視制御が必要な局をオンプレミス方式で、それ以外の局をクラウド方式で監視制御する水管理制御システムを指す。

オンプレミス方式とクラウド方式のそれぞれの水管理制御システムの概念図を図 1.2-1 に示す。



a) オンプレミス方式



b) クラウド方式

図 1.2-1 オンプレミス方式/クラウド方式 概念図

1.2.3 オンプレミス方式とクラウド方式の比較表

オンプレミス方式とクラウド方式の比較表を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 オンプレミス方式とクラウド方式の比較表 (1/3)

項 目	オンプレミス方式	クラウド方式
1. 概要	中央管理所等に設置される TM・TC 親局装置、入出力処理装置、データ処理装置、Web サーバ端末等の機器と、地区毎の要求仕様に対応して設計・製作されるソフトウェアにより 監視・操作・制御を行う方式	中央管理所の親局機能を、民間のクラウド事業者が運用するクラウドサーバ上に構築し、汎用のパソコン、スマートフォン等から監視・操作・制御を行う方式
2. 機能・性能 1) ディスプレイ等への監視情報表示の更新間隔	計測情報：通常、数秒から 1 分以内の周期で表示を自動で更新 監視情報：通常、状態変化時に表示を自動で更新	計測情報：通常、1 分から 10 分周期で表示を自動又は手動で更新 監視情報：通常、状態変化時又は 1 分から 10 分周期で表示を自動又は手動で更新
2) 操作・制御の即応性	独自仕様機器のため、即応性は高い。	処理はインターネット、クラウドサーバを経由して行うため、オンプレミス方式に比べ即応性は劣る。インターネット回線混雑時には遅延が大きくなる。 また、回線障害時の対策として、将来的には携帯通信事業者の二重化（2 キャリア）による対策も考えられるが、対応可能なクラウドサービスが限られ、また費用面も課題がある。
3) 機能異常通知、帳票出力機能等、監視、操作・制御メニューの設計自由度	地区毎の要求に応じて個別に設計・調達するため、設計の自由度は高い。導入後のメニュー変更は、ソフトウェアの変更を要し、費用が高額。	クラウド事業者が提供する標準機能からメニュー選択するため、オンプレミス方式に比べ設計自由度は劣る。 標準メニューはクラウド事業者毎に異なる。
4) システム規模 ①対応できる子局等の数	特に制約なし	特に制約なし
②対応できる監視点数	特に制約なし	特に制約なし (ただし監視点数に応じて利用料(月額)が異なる場合がある。)
③対応できる制御点数	特に制約なし	特に制約なし (ただし制御の有無、点数に応じて利用料(月額)が異なる場合がある。)
5) 子局追加時の対応	導入後の子局の追加は、ソフトウェアの変更、構成によっては親局ハードウェアの変更が必要となり、それに伴う費用と設計～導入期間が必要となる。	導入後の子局の追加は、クラウドサーバのソフトウェアの変更が必要となり、それに伴う費用と設計～導入期間が必要となる。なお、親局機能をクラウドサーバ上に構築していることから、親局ハードウェアの変更は不要。
6) 携帯通信サービス終了時の対応	(携帯通信サービスを利用する場合) 通信機器(モバイルルータ等)の更新で対応が可能。	通信機器(モバイルルータ等)の更新で対応が可能。

表 1.2-1 オンプレミス方式とクラウド方式の比較表 (2/3)

項 目	オンプレミス方式	クラウド方式
7) 監視制御場所	中央管理所等、操作卓を設置する場所から監視制御。 出先等からの監視を行う場合は Web サーバの設置が必要。	インターネットに接続された汎用パソコンやスマートフォンから監視制御が可能のため、場所的な制約が無い。
3. 安全性・信頼性 1) セキュリティ対策	中央管理所への入室は管理されており、通常、外部からのログイン機能はない。 専用回線、公衆回線 (VPN) を利用する場合、セキュリティは高い。	携帯電話回線 (閉域網や暗号化通信) を利用したサービスにより、セキュリティを確保。 汎用のパソコン、スマートフォン等からインターネットを利用するため、ID とパスワード等での認証によりセキュリティを確保。
2) 可用性	演算処理を行うデータ処理装置などの装置の二重化、停電対策のための UPS 及び非常用発電装置を自ら設置・管理することにより信頼性を確保。 中央管理所等に設置した親局が被災したり、専用回線が断線したりした場合、監視、操作・制御が不能となる (復旧には相当の費用と期間が必要)。 サービスの保守・メンテナンスにより、不定期に短時間のサービス停止は発生する。	クラウドサーバは通常、耐震性に優れたデータセンター内に設置されており、UPS や非常用発電装置による停電対策もクラウドサービスに含まれており信頼性が高い。 多くのクラウドサービスではクラウドサーバは複数拠点化されている。 クラウドサーバの保守・障害、インターネットの障害や輻輳により、監視、操作・制御ができない場合がある。
3) システムの継続性	機器が故障するまでは使用可能。利用継続には定期的な機器の更新が必要。 システム納入業者の経営状況に依存せず、継続使用可能。	子局に関しては機器が故障するまでは使用可能。利用継続には定期的な機器の更新が必要 (オンプレミス方式と同様)。 クラウドサービスによる運用は、上下水道部門でも導入されており、将来的にも継続性が見込まれる。 ただし、クラウド事業者の経営状況等によっては、サービス終了のリスクもあることから、社会インフラ分野において継続的に実績のある事業者やクラウドサービスを選定する等、に留意する必要がある。
4. 機器設置スペース	中央管理所に TM・TC 親局装置、入出力処理装置、データ処理装置、Web サーバ、操作卓等の設置スペースが必要。	中央管理所には汎用パソコンやプリンタ等の設置スペースのみ必要。
5. 経済性 1) イニシャルコスト	地区毎の要求仕様に基づいて製作される機器のため高価。 親局設備として TM・TC 親局装置等の専用装置や、データ処理装置等の複数台の FA-PC、収容筐体等が必要なため、その分のハードウェア費用が必要。	親局のハードウェアは、データセンターの機能となるため不要であり安価。また、ソフトウェアはクラウド事業者が提供する標準的なソフトウェア仕様で製作した場合は比較的安価。ただし、地区毎の要求仕様によって、標準的なソフトウェア仕様で対応できない場合は、設計・ソフトウェア開発等の費用が必要となる場合がある。 クラウドサーバは、多くのユーザで利用する形態であるため、個別の設置費用は不要。

表 1.2-1 オンプレミス方式とクラウド方式の比較表 (3/3)

項 目	オンプレミス方式	クラウド方式
2) ランニングコスト	システム利用料：不要 通信費：事業者回線（VPN）の場合、月次の回線利用料。 定期交換部品：中央管理所等に設置される TM・TC 親局装置、入出力処理装置、データ処理装置、Web サーバ等の機器の定期部品交換が必要。 また子局に設置される TM・TC 子局装置、入出力中継装置等の機器の定期部品交換が必要。 OS サポート終了時の対応：FA-PC 上に専用ソフトウェアを構築するため、OS サポート終了に伴う更新費用、システム改造費用が必要。	クラウドサービス利用料：監視点数や機能等に応じた月次の利用料。カメラ映像を監視する場合は、別途回線やサービスの契約が必要になる場合がある。 通信費：携帯電話回線の費用はクラウドサービス利用料に含むことが多い。有線回線（VPN）の場合、別途必要。 定期交換部品：親局（中央管理所等）に TM・TC 親局装置、入出力処理装置、データ処理装置、Web サーバ等の機器が設置されないため、これら機器の定期部品交換は不要。 また子局に設置される TM・TC 子局装置、入出力中継装置等の機器の定期部品交換はオンプレミス方式と同様に必要。 OS サポート終了時の対応：操作用の OA-PC の更新が必要。OA-PC 上に専用ソフトウェアを構築しないため、OS サポート終了に伴うシステム改造費用は不要。

1.2.4 ハイブリッド方式の概要

一般的にハイブリッド方式のクラウドシステムとは、オンプレミス方式とクラウド方式とを組み合わせたシステムや、プライベートクラウド（特定の組織・企業専用にサーバ等の環境を構築するクラウド）とパブリッククラウド（複数の利用者でサーバ等の環境を共有するクラウド）とを組み合わせたシステムのことを指す。水管理制御システムでは、前者をハイブリッド方式の水管理制御システムと呼ぶ。

水管理制御システムにおいては、管理対象施設や施設規模、地区ごとの現地特性や運用方式等によってクラウド方式の適用が困難な場合がある。その対策の一つとして、クラウド方式の適用が困難な施設はオンプレミス方式で監視制御し、それ以外の局はクラウド方式で監視制御するハイブリッド方式の適用が考えられる。

ハイブリッド方式の水管理制御システムの基本的な構成を図 1.2-2 に示す。

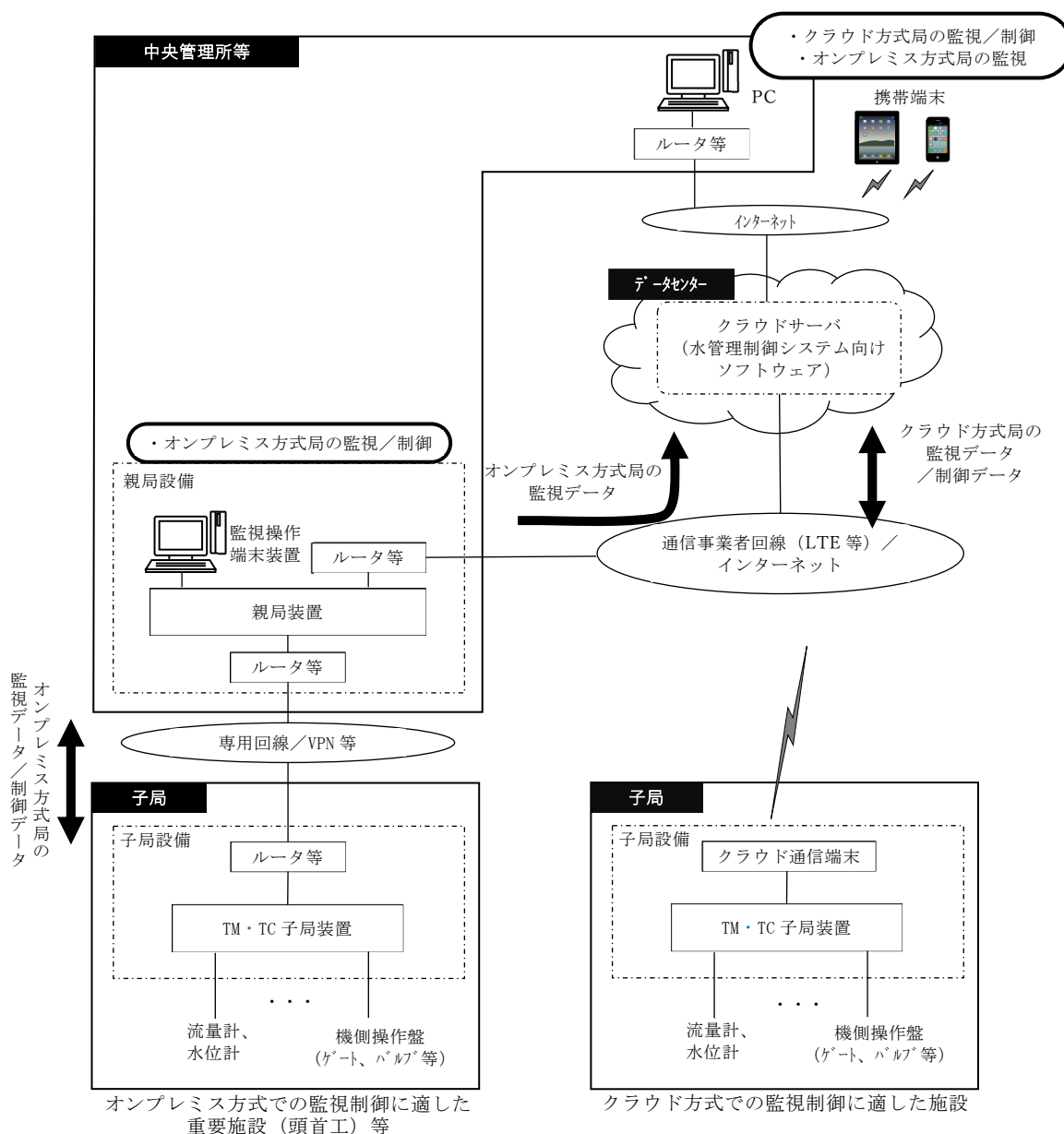


図 1.2-2 ハイブリッド方式の水管理制御システムの概念図

1.2.5 水管理制御システムに適用する方式の選定について

水管理制御システムに適用する方式の選定に当たっては、監視制御対象施設の特性や施設規模、地区毎の現地特性や運用方式等を十分考慮し、各方式（オンプレミス、クラウド、ハイブリッド）の適否を検討する必要がある。

なお、検討に当たっては、第Ⅳ編 1.1 項参照。