

2 ICT導入における基本事項、留意点等

用水の供給側である水管理組織及び需要側である農家にとって、農業水利施設の管理労力及び運転経費の軽減、無効放流の削減は、水管理における基本的課題といえる。

また、近年では、農業従事者の減少、農業経営の大規模化といった農業・農村の変化や、それに伴う農業用水の需要の変化により、利水調整や水管理方法の見直しなどが求められている。

それらの課題への対応のため、施設の機能向上や取水ルールの変更などを検討しつつ、ICT技術を導入することが重要である。

本章では、まず、基幹施設から末端施設までを含む水管理システムにICTを導入する目的、効果、導入における種々の留意点等を整理した上で、多機能型自動給水栓の設置に係る技術面での留意事項等を整理している。

(1) 基本事項

○ 地区の水管理システムにICTを導入するに当たっては、地区によって条件（農業水利施設、水管理組織、水利秩序など）が異なるため、農業用水の不公平配分、無効放流の発生、維持管理労力の負担等の課題を整理した上で、これらの課題を解決する方策として、ICT水管理の導入が有効かどうかを事前に確認する必要がある。

○ ICTの導入により、例えば、揚水機場や分水ゲートの遠方監視・制御（幹線レベル）とほ場に設置した多機能型自動給水栓（末端レベル）を連動させて運用することも考えられる（本章（3）のタイプB1、B2、C）。その際、施設を効果的に連動させるためには、上流レベルの施設は、対象の末端受益地の正確な用水需要を把握し配水する必要があることから、末端レベル側からは上流レベル側に対し、適切に需要量をフィードバックさせる必要がある。

また、ICTの導入により、末端の用水需要に応じた送配水が可能となるが、これに伴い取水量のピークが変化するような場合は、幹線水路の送水量の調整や、無効放流を削減するための施設の工夫等を検討する必要がある。

○ ICT機器は、様々なメーカーが販売しているため、メーカーごとにシステムの規格・仕様が統一されておらず、互換性がない場合が多い。このため、同じ地区内で複数の互換性のないシステムを利用する場合は、個々のシステムごとに別々の画面を確認しなければならないなどの手間が生じる事例が見られる。ICTを導入する際は、管理者と農家とで調整し、可能な限り互換性のある機器を導入することが望ましい。また、機器の操作に不慣れである場合、ICT導入の効果が十分に発揮されない可能性がある。このため、操作の習熟の

ためのサポート態勢の整備の検討や、ユーザーインターフェースの改良などにより操作が簡単なシステムとすることが必要である。

- ICT機器を設置する際は、設置場所に留意する必要がある。良好な通信環境を確保できるように、基地局やサーバーの設置・使用状況を事前に確認するほか、機器の電力を太陽光発電とバッテリーで確保する場合などは、日当たりや天候にも留意する必要がある。また、営農者の農作業に支障がないことにも留意する必要がある。
- ICT機器は、一般的に高額であるため、地区内のすべての施設に設置するのはコスト面で難しい場合もある。このため、地区にとって効果的な導入範囲を検討する必要がある。水源から末端ほ場まで需要に応じて送配水するためには、手動で操作する施設があったとしても、部分的にICTを導入することにより、需要に応じた効率的な水管理を行うことができれば、ICT導入の効果が発揮されているといえる。
- 基幹施設、送水施設、末端施設のそれぞれがデータ連携することで、効率的な送配水やほ場での適時適量の給水が同時に実現する。ただし、このようなデータ連携による理想的な整備が、現状の課題に対してオーバースペックにならないかを十分に検討する必要がある。ICT導入範囲の検討に当たっては、施設の重要度、将来の管理体制、地元の意向などを十分踏まえ、施設間のシステムの互換性や管理水準の調和、セキュリティの確保に留意しつつ、経済性に配慮することが必要である。
- 中山間地域は、耕作条件が悪いため担い手が集まりにくい状況であり、耕作放棄地が生じやすい。通信環境が整備されやすい平場でICT導入を進めるだけでなく、中山間地域においても、農村地域の通信インフラの整備との連携等により、ICT導入を検討していくことが望ましい。
- 多機能型自動給水栓の故障や水位・水温センサーの不具合などが報告されている。ICT導入による効果を十分に発揮させるためには、ユーザー自身によるICT機器の適切な維持管理も求められる。

(2) ICT導入時の確認事項

ICTの導入に当たっては、地区の課題を整理した上で、導入目的や期待する効果を明確化させることが重要である。

ア 課題の把握・整理

図 2-1 のように、ICT機器（TM・TC、多機能型自動給水栓等）の導入後の課題としては、設置費用に加え通信、部品交換等に対する継続的な維持管理予算の確保、機器の操作方法に精通した管理者の配置、農業水利システム全体の管理体制の整備などが重要であるため、ICTを導入する際、地区としてICTを導入できる準備が整っているのかを事前に確認する必要がある。

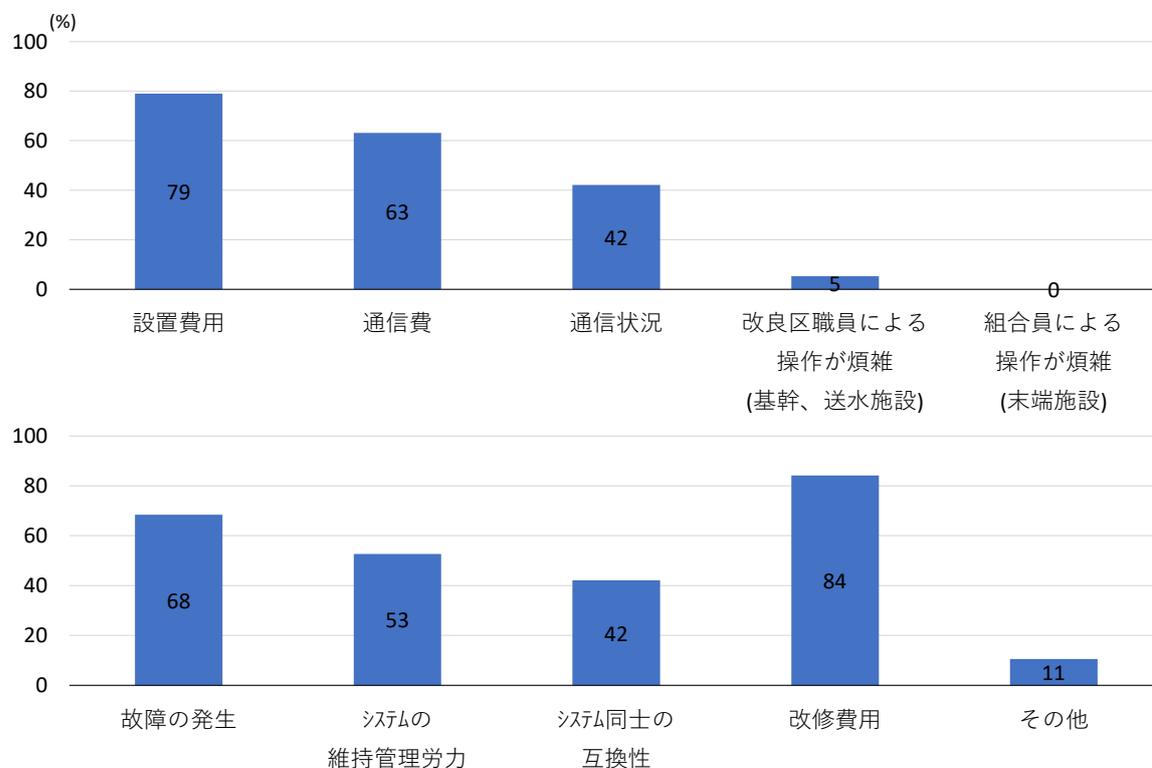


図 2-1 ICT導入後の課題 (ICT導入状況等調査より)

※ ICT導入状況等調査：令和4年度に農林水産省が実施した土地改良区に対するアンケート調査

ICT導入について事前確認を行うため、かんがい施設の自動化システム導入マニュアル (Brian, W. and Darell, Z.: Canal Automation for Irrigation System: ASCE Manuals and Report on Engineering Practice No.131, ASCE (2014)) に記載されている内容を参考にしながら、課題の把握・整理のための事前確認事項を以下のとおり整理したので、例として示す。

1. 予算は十分にあるか。
2. I C T導入の経験が足りないにもかかわらず、急速に実装を行おうとしていないか。
3. 操作者が装置の維持や操作に精通しているか。プロジェクト実施者は長期間をかけて操作者を教育することへの十分な予算を確保しているか。
4. 大きな節水効果や楽な操作への過大な期待はないか。
5. 性能や必要性を考慮せず、責任者が低コストな機器を使いたがっていないか。
6. 明確に定義された操作目的があるか。
7. 計画段階から新しいシステムを維持する実際の人に参加しているか。
8. 設計者に灌漑システムの設計の経験があるか。

イ ICT導入の目的・効果

実証調査結果等を踏まえ、ICTの導入による主な目的・効果について、以下のとおり整理した。

① 水管理労力の軽減

ICTによりポンプ場や分水ゲートなどの配水施設、ほ場給水栓の自動化・遠方操作を行うことにより、土地改良区や水利組合などによる施設監視や農家によるほ場の見回りなどの水管理のための移動を減らすことができ、大幅な水管理労力の削減が図られる。この効果は実証などによって広く明らかにされており、導入の動機づけとなることが多いと考えられる。

② 節水、節電効果

ICTにより末端の水需要を的確に把握し、適時適量の給水を行うことで、無効放流の削減や配水ブロック間の不均衡解消が図られる。また、揚水機場においては配水期間の見直しや無効送水の削減により、節水や節電効果も期待できる。無効放流の削減や正確な分水管理の実現といった節水効果は、実証などによっても明らかにされている。一方、節電効果については、水管理方式や地区内の施設配置状況によって異なる可能性がある。

③ 事故時・災害時における対応業務の効率化

ICTによる揚水ポンプなどの施設の遠方監視により、故障発生時に土地改良区などの迅速な対応が可能となる。また、大雨・洪水時に排水ポンプなどの遠方操作が可能となり、管理者の事故防止に寄与する。これらの効果は実証などによっても明らかにされている。

④ 収量・品質の向上

ICTにより従来よりも精緻な水管理が可能となり、作物の収量・品質の維持・向上に資する効果が期待できる。この効果は、実証などによっても明らかにされている。

(3) ICT技術を導入した水管理のタイプ

水管理におけるICT技術の活用については、

- ・ 幹線レベル、支線レベル、末端レベルの水路システムにおける遠方監視
 - ・ 遠方操作・自動制御システムの導入
 - ・ ほ場における多機能型自動給水栓・バルブの設置
 - ・ これらシステム同士の相互連携
 - ・ 各施設の管理者間や農家との間での用水需給情報の共有
- などが挙げられる。

これらのようなICT技術を活用したシステムを導入する際、その対象となる水路システムのレベル（幹線レベル、支線レベル、末端レベル、ほ場）やその範囲、また各レベル間でのデータ連携の有無により、ICT技術の導入が水管理全体に及ぼす影響や効果は異なってくる。

ここでは、ある程度場合分けして議論する素地ができるよう、「次世代型水管理システム導入ガイド」（内閣府：戦略的イノベーション創造プログラム「次世代農林水産業創造技術」（2014～2018年度））において整理されている次世代型水管理システムに対応する展開レベルの分類を参考とし、「ICT技術を導入した水管理タイプ」として、以下の5種類に分類した。

- ・ 幹線水路・支線水路のシステム整備・連携に注目したタイプA1・A2
- ・ 末端水路システムの整備、末端と支線との連携に注目したタイプB1・B2
- ・ 幹線・支線・末端の全てが連携したタイプC

水管理タイプは、農家と土地改良区等の水管理組織の間で運用される水管理方式（供給主導型、半需要主導型、需要主導型）や地域の農業水利システム（農業水利施設、水管理組織、水利秩序）の状況によって異なってくる。

ICT導入に係る検討は、農業水利システムが適切に機能を発揮できるように水管理システムや水管理方式を考慮しながら進める必要がある。

5種類のタイプ間に優劣はなく、地域の水管理の現状に応じて、適切にICTを導入することが望ましく、ICT導入が課題解決策になり得るかを関係者間で十分に議論する必要がある。

表2-1 ICT技術を導入した水管理のタイプ

概要	タイプA1	タイプA2	タイプB1	タイプB2	タイプC
	幹線又は支線に TM・TC整備	幹線・支線が データ連携	末端に遠方操作 給水栓及びそれ らの連動	ほ場—支線間で データ連携	ほ場から幹線ま でデータ連携
幹線レベル (送水系)	×/○	◎	×/○/◎	×/○	◎
支線レベル (送配水系)	×/○	◎	×/○/◎	◎	◎
末端レベル (配水系/ほ場)	×	×	○ (△)	◎	◎

×：システム未整備

○：水管理システムが整備済み

◎：各レベルとのデータ連携も可能

△：ほ場の多機能型自動給水栓は整備されているが、分土工・水門・ポンプ等を通じて末端ブロックとして一体的な動きをしない場合

次頁以降に各タイプの概要を示す。

※ ここで示す各タイプは概念的なものであり、地区内に複数ある支線水路系統又は末端水路系統における水管理のICT化の状況は全て同じと仮定している。

他方、実際には、それぞれの支線水路系統や末端水路系統のICT化は互いに異なる場合が多い。このため、任意の地区は必ずしもA1～Cのタイプには当てはまらず、実際は各タイプのハイブリッドとなっていることが多い。

※ 表3-1は各レベルにおけるICT技術の導入について単純化し、◎、○、△などで表現しているが、実際にはそれぞれにおいても度合がある。

例えば幹線水路において水管理システムが導入されている場合（○又は◎）であっても、以下のようにその様態は様々である。

- ・全ての分土工の流量を遠方監視（TM）で把握している
- ・幹線水路の要所の流量を遠方監視（TM）で把握し、区間毎に差引計算し、各区間に複数ある分土工分の流量をまとめて把握している
- ・全ての分土工を遠方操作（TC）している
- ・主要な分土工のみ遠方操作（TC）とし、残りは手動としている

【タイプA1：現在の一般的な水管理システム】

水路システム	ICT技術の導入		データ連携
幹線レベル	目視・手動	又は 遠方監視・遠方操作・自動制御等	なし
支線レベル	目視・手動	又は 遠方監視・遠方操作・自動制御等	
末端レベル	目視・手動		—

- 幹線レベル若しくは支線レベル又はその両方で遠方監視・遠方操作・自動制御等が導入され、これらは互いにデータ連携していないタイプ（図2-2）。なお、末端レベルでは目視・手動の従来方式。
- 現在、多くの地区で導入されているタイプ。国営造成幹線水路のレベルでは遠方監視・遠方操作・自動制御等が整備されているが、水利組合等が管理する支線水路レベルではまちまちというケースが多いと考えられる。

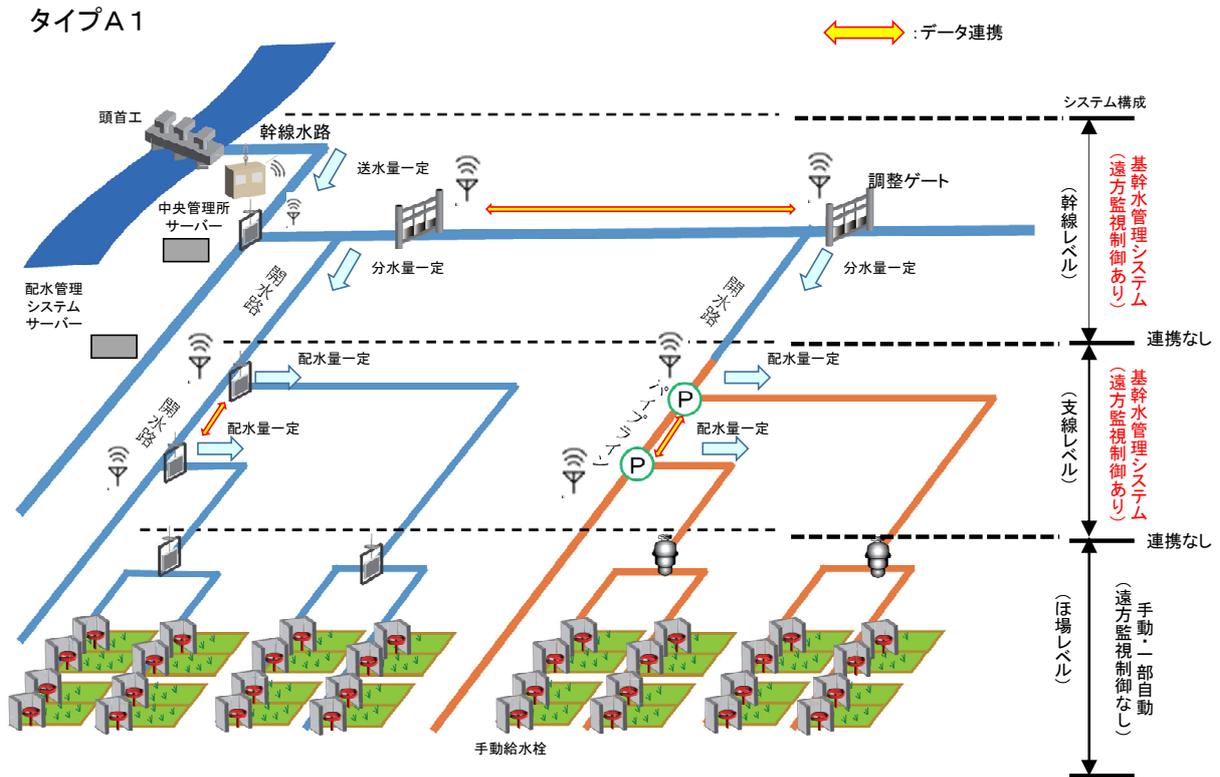


図2-2 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプA1）

【タイプA2：現在の一般的な水管理システム】

水路システム	ICT技術の導入	データ連携
幹線レベル	遠方監視・遠方操作・自動制御等	あり
支線レベル	遠方監視・遠方操作・自動制御等	
末端レベル	目視・手動	—

- 幹線レベル及び支線レベルで遠方監視・遠方操作・自動制御等が導入され、それらの間でデータ連携しているタイプ。なお、末端レベルでは目視・手動の従来方式（図2-3）。
- 幹線水路と支線水路のデータが連携することにより、
 - ・ 例えば支線水路が先使用の独自水源を有し、幹線水路からは不足分を補水する場合、支線の水源水量の不足を幹線側で感知し、迅速に幹線水路から供給するなどにより、需要への迅速な応答と労力節減が期待される。
 - ・ 例えば幹線水路からの分水に関し、上流側優先の慣行がある場合、上流側の幹線分水工及びその先の支線水路の各箇所の流量を遠方監視することにより、上下流間の取水量が適正化され、用水配分の公平化が期待される。
- さらに、究極的には、幹線レベルが全ての支線レベルと連携すれば、幹線水路を介して支線ブロック間の水融通を円滑に行うことが期待される。

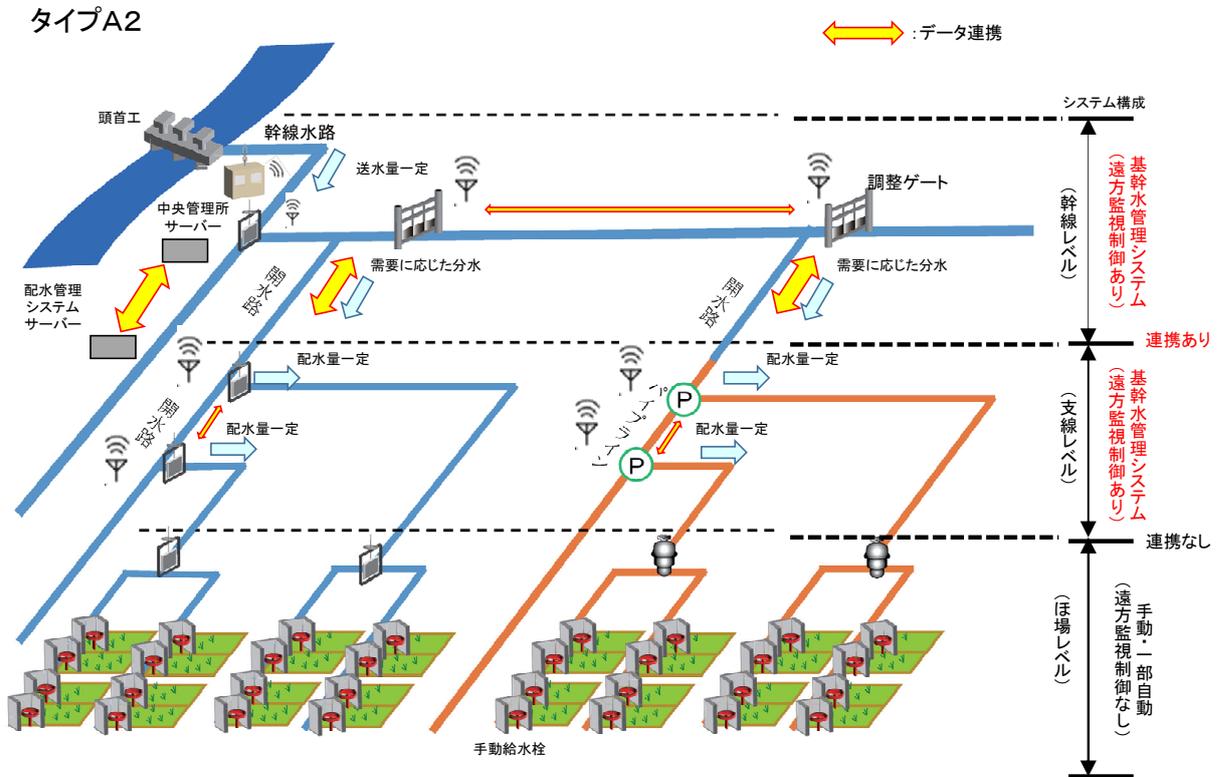


図 2-3 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプA2）

【タイプB1：ほ場水管理システムの導入】

水路システム	I C T 技術の導入		データ連携	
幹線レベル	目視・手動	又は	遠方監視・遠方操作・自動制御等	なし 又は あり
支線レベル	目視・手動	又は	遠方監視・遠方操作・自動制御等	
末端レベル	△：ほ場における多機能型自動給水栓等の導入 ○：複数ほ場の多機能型自動給水栓の需要を末端ブロック起点の分水工・バルブ等が感知し自動制御			なし

○ 幹線・支線レベルについてはタイプA1又はA2のいずれかに該当し、末端レベルについては、幹線・支線の制御システムとのデータ連携はなく、以下のいずれかのシステムが整備されている場合（図2-4）。

【「△」のレベル】（個々のほ場への多機能型自動給水栓等の設置）

- ・ 末端ほ場において多機能型自動給水栓等が導入されており、遠方監視・遠方操作、自動制御が可能となる状態。
- ・ 農家の水管理労力が削減され、湛水や生育状況の遠方監視、気象・生育データに応じたスケジュール管理など、ほ場レベルでの高度な水管理が期待される。

【「○」のレベル】（複数ほ場のシステム連携させた末端水路ブロック）

- ・ 複数の末端ほ場に設置された多機能型自動給水栓を連携させる水管理システムにより、末端水路ブロックの起点である給水バルブ、分水門又はポンプが、各ほ場の水需要に応じ自動制御される状態。
- ・ 農家による水管理、末端水路ブロックへの給水バルブ等の管理者の労力削減と、当該末端水路ブロックにおける無効放流の削減が期待される。
- ・ 幹線・支線レベルの水管理者とのデータ連携は無いため、水源や支線水路の流量、他の末端ブロックの需要を考慮した配水時間・取水量の調整機能はない。

タイプB1

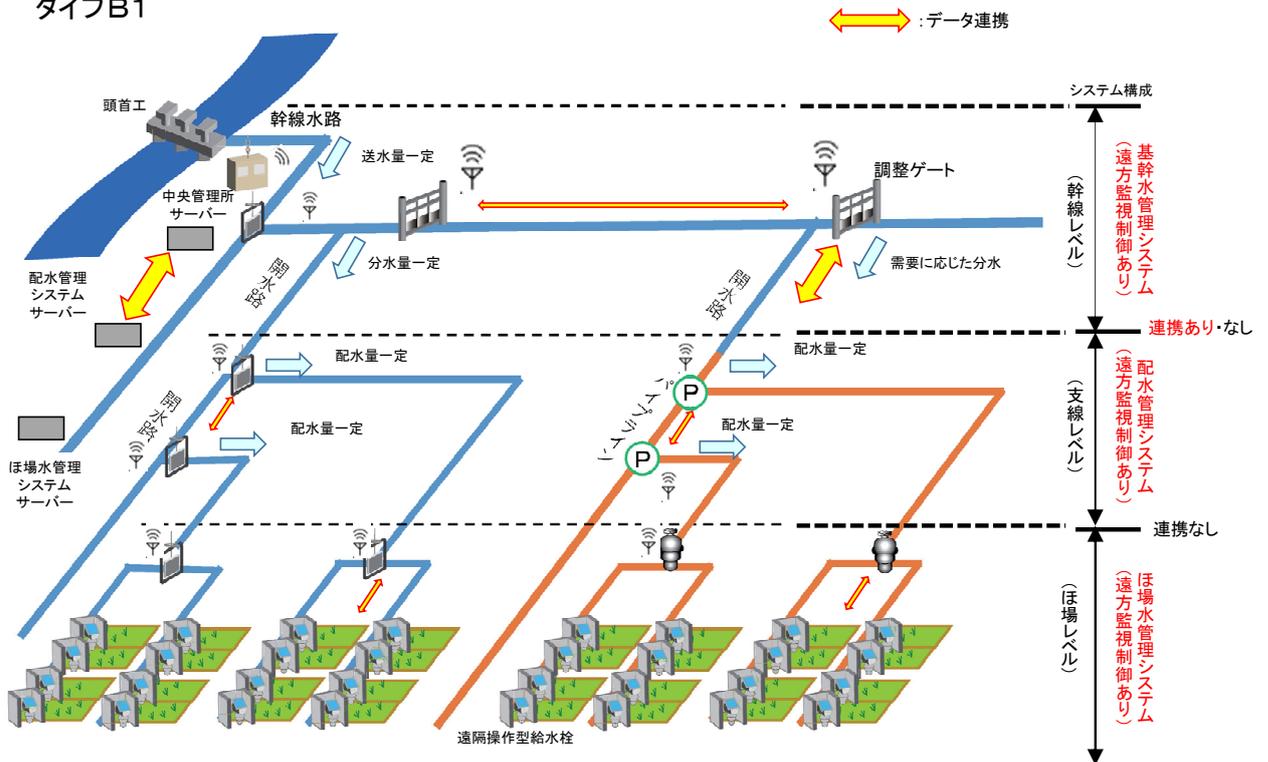


図 2-4 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプB1）

【タイプB2：ほ場－支線間でのデータ連携】

水路システム	ICT技術の導入		データ連携
幹線レベル	目視・手動	又は 遠方監視・遠方操作・自動制御等	なし
支線レベル	遠方監視・遠方操作・自動制御等		あり
末端レベル	・ほ場における多機能型自動給水栓 ・複数ほ場の多機能型自動給水栓を連動させたシステム （末端水路ブロックへの分水の自動化）		

- 幹線レベルの制御システム導入状況にかかわらず、支線・末端レベルにおいて、以下のシステムを導入し、それらがデータ連携している場合（図2-5）。
 - ・ 支線水路レベルの調整池・機場・分水工等でのTM・TC等の導入
 - ・ 末端水路／ほ場レベルでの多機能型自動給水栓等＋複数ほ場の多機能型自動給水栓等のデータ連携による末端ブロックへの起点（分水箇所）の自動化
- 末端の各ほ場の取水状況データを支線レベルで把握することが可能となり、末端のスケジュールや需要に応じた適切な配水が可能となる。
 また、ほ場側でも、支線レベルの調整池やファームポンドの配水スケジュールを確認し、必要に応じて配水の調整を行うことが可能となる。
- 幹線レベルの水管理者とのデータ連携はないため、幹線の水源や幹線水路の流量、他の幹線分水工ブロックの需要を考慮した、幹線分水工ブロック間の配水時間・取水量の調整機能はない。

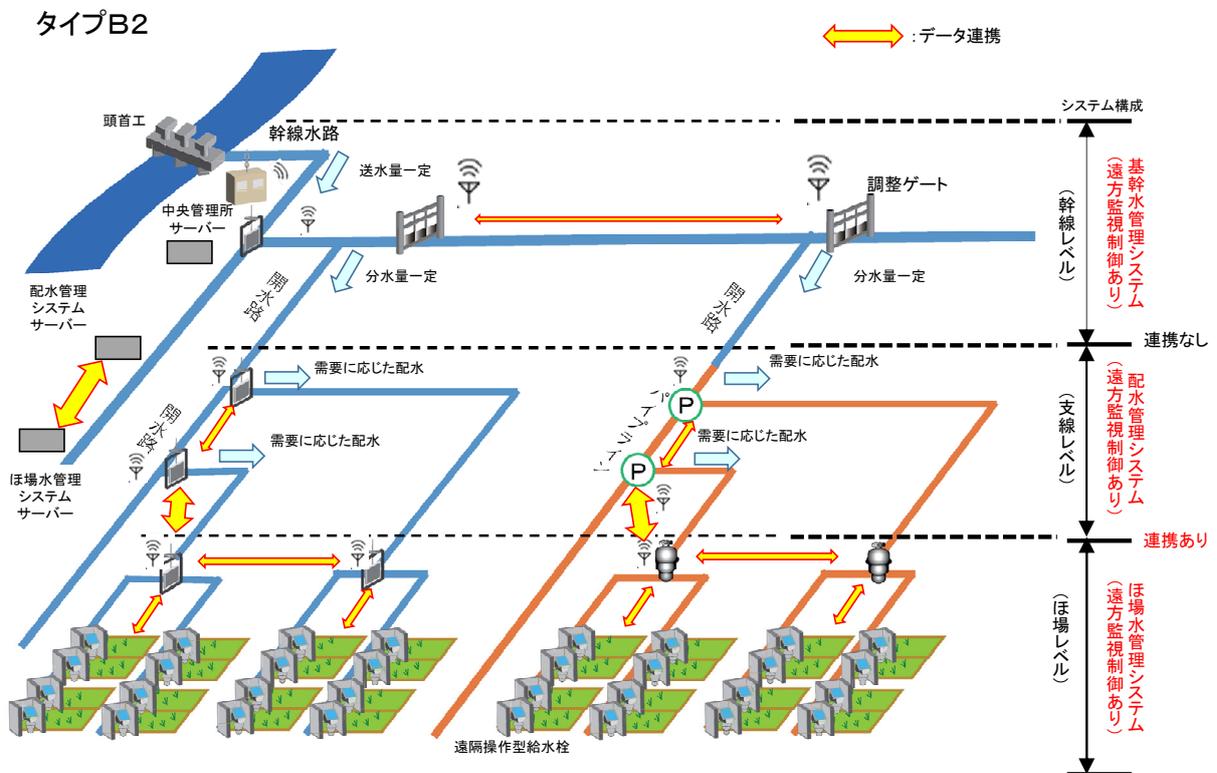


図 2-5 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプB2）

【タイプC：ほ場から幹線までのデータ連携】

水路システム	ICT技術の導入	データ連携
幹線レベル	遠方監視・遠方操作・自動制御等	あり
支線レベル	遠方監視・遠方操作・自動制御等	
末端レベル	・ほ場における多機能型自動給水栓 ・複数ほ場の多機能型自動給水栓を連動させたシステム (末端水路ブロックへの分水の自動化)	

- 幹線・支線・末端レベルにおいて、以下のシステムを導入し、それらがデータ連携している場合（図2-6）。
 - ・ 幹線水路レベルの取水口・機場・分水工等でのTM・TC等の導入
 - ・ 支線水路レベルの調整池・機場・分水工等でのTM・TC等の導入
 - ・ 末端水路／ほ場レベルでの多機能型自動給水栓等＋複数ほ場の多機能型自動給水栓等のデータ連携による末端ブロックへの起点（分水箇所）の自動化
- 末端の各ほ場の取水状況データを支線・幹線レベルで把握することが可能となり、ほ場から幹線水源までの一貫した水管理が実現する。
また、ほ場側でも、幹線・支線レベルの取水量、分水工、調整池やファームポンドの配水スケジュールを確認し、必要に応じて配水の調整を行うことが可能となる。

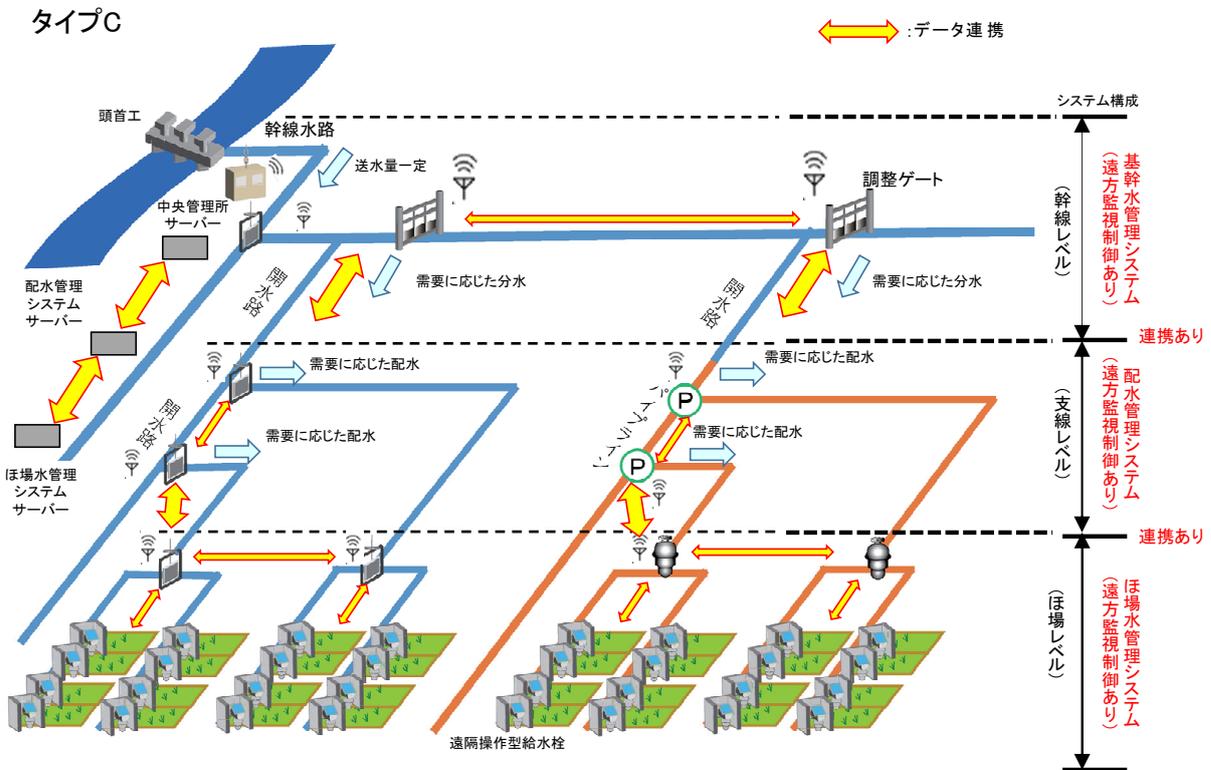


図 2-6 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプC）

コラム ～ 次世代型水管理システム ～

平成 26 年度から 30 年度にかけて実施された内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（S I P）「次世代農林水産業創造技術」において、ICTを活用した新たな水管理システム（次世代型水管理システム）の概念が整理されている。

ここでは、上記プログラムで整理されている「次世代型水管理システム導入ガイド」にて記述がある「次世代型農業水利システム」及び「次世代型水管理システム」について簡単に紹介する。

1 次世代型農業水利システム

次世代型農業水利システムとは、少数の大規模経営の担い手が水利用の大宗を占める構造への転換を図る中で、水管理を土地改良区と担い手が中心となって担えるよう省力化・効率化し、農業経営戦略に基づく水の弾力的な利用を可能とするシステムであり、パイプライン、調整施設、ICTを導入し、末端需要主導型の水管理システム及び省力的な水管理を実現するものである。

同システムの構築は、少数の担い手と土地改良区との二層管理によって水管理を省力化及び効率化するとともに、これまでの供給主導型の水管理から水利用者の用排水需要に的確に対応できる需要主導型水管理への転換をもたらす。

次世代型農業水利システムをICT導入により管理する水管理システムを次世代型水管理システムとし、次項に示す。

2 次世代型水管理システム

次世代型水管理システムは、次世代型農業水利システムを情報通信・制御技術で支えるものであり、①ほ場水管理システム、②配水管理システム、③基幹水管理システム（TM・TC）を合わせたものである（コラム図 2-1）。ほ場水管理システムは、ICTを活用して、ほ場レベルの湛水深等の遠方監視、給排水栓の遠方操作・自動化を可能とする。配水管理システムは、土地改良区等が管理するポンプ場などの配水施設の遠方監視・制御の導入、配水・分水の自動化、最適配水シミュレーションによる効率的な配水管理を実現する。農家が管理する水田の給水栓と配水施設を、ICTを活用して双方向で共有することで新たな水管理体制を整備する。

①、②の水管理システムの上位には、基幹水利施設による地域の水管理を行う③基幹水管理システムが位置し、さらに支線レベルで集約した情報を共有することで流域全体の水管理につなげることができる。



コラム図 2-1 次世代型水管理システムの概念図

(1) 次世代型水管理システムの運用主体

次世代型水管理システムを運用する主体は、担い手と土地改良区である。担い手は従来個別農家が持っていた水需要者の要望を集約し地域の水需要を代表する新たな役割と権限を持つ。一方、土地改良区は、これまでの用水供給者の役割に加えて、担い手との協調を通じてより高度な需給調整を実現する役割と権限を持つ。

次世代型水管理システムが目指すのは、担い手の自由度（需要）と土地改良区の水事情による制限（供給）の間のスムーズな需給調整の実現である。担い手と土地改良区の間で運用される水管理方式は、**コラム表 2-1** に示すように、大きく3つの方式に分類できる。

コラム表 2-1 次世代型水管理システムにおける水管理方式の分類

方式	内容
需要主導型	担い手が水管理の主導権を持つ方式
需要供給混在型	担い手と土地改良区が調整して水管理する方式
供給主導型	土地改良区が水管理の主導権を持つ方式

(2) 対象とする施設と水管理システムの構成

対象とする施設は送水施設（幹線レベル）、配水施設（支線レベル）、末端かんがい施設（ほ場レベル）であり、施設に対応して水管理システムが構成される（**コラム図 2-2**）。

次世代型水管理システムの導入により、水田の水管理は需要主導型になる。土地改良区主導型の基幹水管理システムと調和をとりつつ、水の需要と供給を調節する仕組みを構築する必要がある。

大規模経営体が新たな水管理システムを導入する場合（遠方操作の導入、ICT導入による水管理の高度化など）、土地改良区が管理する幹線・支線レベルの水管理にも影響が及ぶことが想定される。しかし、大規模水管理システムの整備・更新はすぐにはできないため、既存システムの有効活用を前提として対応を検討する必要がある。

施設に対応した水管理システムの概要を以下に示す。

○ 幹線レベルの水管理システム（基幹水管理システム：土地改良区が管理）

基幹水管理システムは、国営・県営土地改良事業で整備された水利システムで、土地改良区が管理している。ダム、頭首工、ポンプ場等の水源施設と幹・支線水路、大規模分土工等の配水施設から構成されている。これらの施設を監視・操作する水管理システムは、単独で運用するものから複雑なシステムを構築したものまで多彩であるが、基本的には、用水計画に基づき、供給側（土地改良区）が水の供給量を調整する方式がとられている。この中には、農家の需要を積み上げ、翌日の水供給量を調整する事例もみられる。需要が重なり、需要量が供給可能量を超過するときは、供給時間を調整する場合もある。

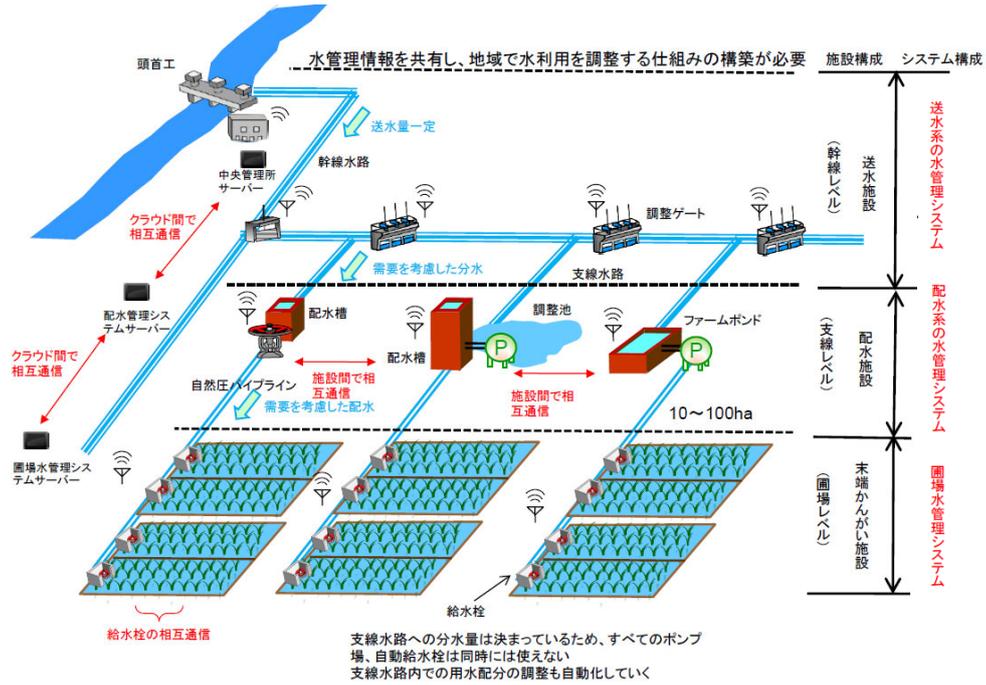
○ 支線レベルの水管理システム（配水管理システム：土地改良区・水利組合が管理）

配水管理システムは、基幹水管理システムを引き継ぎほ場に送水するためのシステムで、大規模土地改良区傘下の地域の土地改良区や水利組合で管理されている。ここでは、基幹水管理システムから水の供給を受け、配水施設を中心とした水利システムを想定し、地域の土地改良区や水利組合により管理されているものとする。大規模な担い手（数10ha以上を経営）が単独で管理する場合もある。TM・TCは整備されていないため、農家の水需要に合わせ手動で運転されている。早朝に運転を開

始し、夕方に運転を止めることが多い。一方、吐出水槽を設置し、水位管理による自動運転や圧力タンクを設置し需要（圧力）に応じた自動運転機能が付加された施設もある。

○ ほ場レベルの水管理システム（ほ場水管理システム：担い手による水管理）

支線レベルの水管理システムから用水の供給を受け、ほ場レベルでは、担い手（大規模経営体）による水管理が行われる。ほ場整備の進展、農業機械の大型化等により水稲作の直接労働時間は減少してきているが、水管理を含む管理労働時間の削減は進んでいないため、担い手（大規模経営体）の水管理負担は相対的に重くなっている。



コラム図 2-2 次世代型水管理システムの概念図

(4) 技術面

ア 機器の連動

実証事例から、特に近年注目されている多機能型自動給水栓の効果的な設置範囲や用水の有効利用のための調整施設の設置について挙げられた留意事項を以下のとおり示す。

①多機能型自動給水栓の設置範囲

ICTを導入する配水施設（揚水機場や分水ゲートなど）と末端レベルの多機能型自動給水栓を効果的に連動させるためには、配水施設の給水範囲にある全てのほ場に多機能型自動給水栓を設置し、ブロック内のすべての用水需要を配水施設に適切にフィードバックすることを検討する必要がある。

大区画ほ場のように1区画に複数の給水栓がある場合は、すべての給水栓を多機能型自動給水栓にする必要はなく、普通期に使用する給水栓のみを多機能型自動給水栓にすることも考えられる。

表 2-2 多機能型自動給水栓が一部のほ場のみを設置されていた事例

- 揚水機場を自動制御化し、当該揚水機場掛りの各ほ場に多機能型自動給水栓を設置することにより、各ほ場の用水需要に応じて揚水機場を稼働させて給水を自動化する計画
- 実証の途中段階では、多機能型自動給水栓が一部のほ場のみを設置され、残りのほ場は手動で取水する状況となっていたため、揚水機場からはその取水量を踏まえた用水供給ができず、ブロック全体への適切な配水ができなかった。
- なお、現在は、ブロック内全てのほ場において多機能型自動給水栓への切り替え工事を了している。

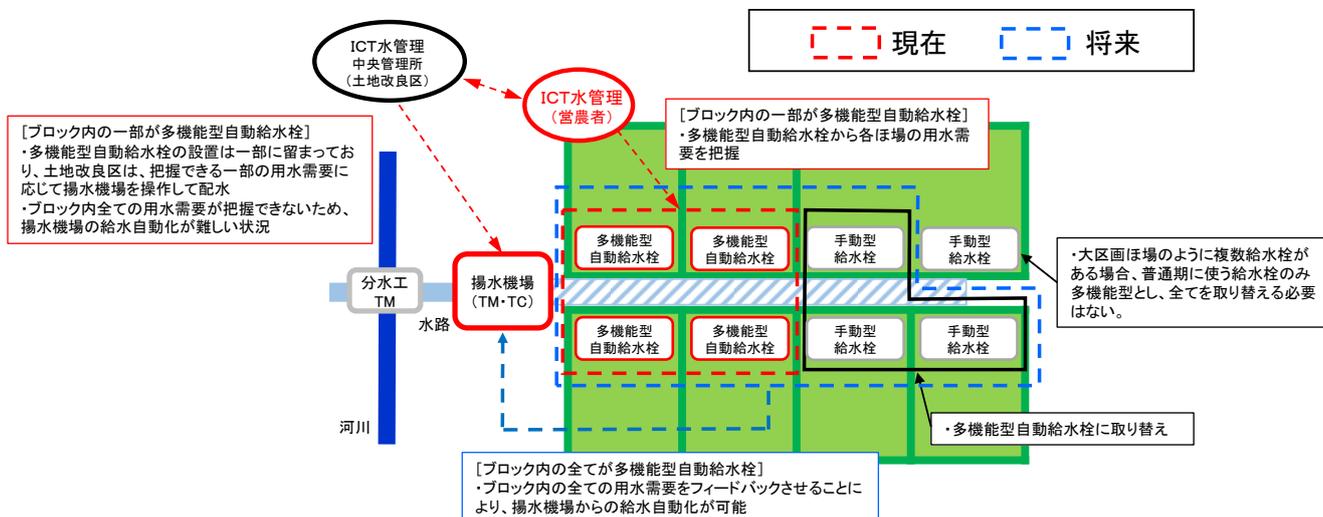


図 2-7 多機能型自動給水栓の設置範囲（切り替え工事完了前）（イメージ）

②用水の有効利用のための調整施設の設置

ICTを導入する配水施設（揚水機場や分水ゲートなど）の自動制御化を行うことにより、末端ほ場の用水需要に応じたきめ細やかな送水が可能となると、従前と比べて、各ブロックにおける用水需要のピーク時に分水量が大きくなることが想定される。水利権等の制約により、水源からの幹線水路への供給量が末端の用水需要に連動しない場合、上流側の配水施設の分水量が用水需要のピークに合わせて大きくなると、下流側の配水施設で必要量を分水できないなどの影響が生じる可能性がある。

このため、下流側への影響を緩和する方法として、既設の調整施設を有効活用するほか、取水ルール調整による用水需要ピークの分散やICTを活用した番水の効率化などの工夫を行うことが重要である。また、水尻の排水口を遠方自動監視制御型の排水口とすることも無効放流の発生を抑制し、下流側への影響を緩和することに有効と考えられる。

表 2-3 ICT導入により用水需要のピーク時の分水量が大きくなった事例

- ほ場の需要に関わらず一定水量を分水していたことにより、用水需要のピーク時には用水不足、用水の需要が少ない時期には無効放流が発生していたため、分水工バルブを自動制御化し、ほ場と用排水路に水位計を設置することにより、バルブ開度を地区内水位等と連動させ適切な分水量となるよう計画。
- バルブの自動開閉による調整頻度が多くなることにより、分水総量は減少したが、用水需要のピーク時の分水量は従来よりも大きくなった。

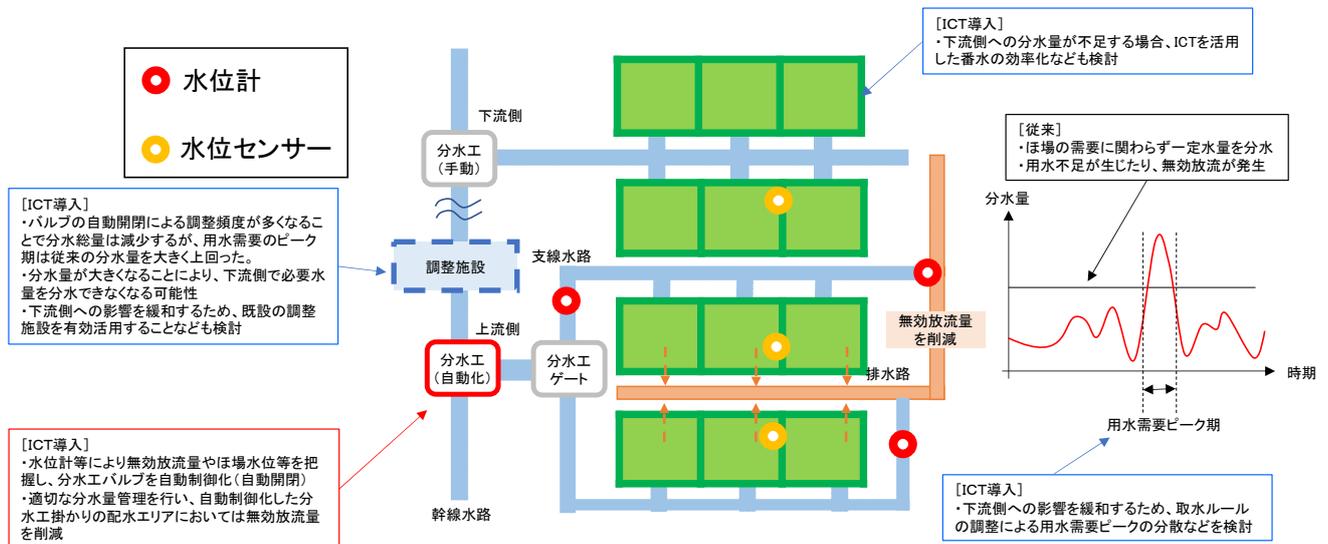


図 2-8 用水の有効利用のための調整施設の設置（イメージ）

イ システムの互換性

実証事例から、ICT機器のシステムの規格・仕様がメーカー間で必ずしも統一されておらず、同一地区で互換性のないシステムが混在すると、システム毎に別々の画面を確認する必要が生じてしまい、管理者と農家の双方にとって不便であることが挙げられている。

過年度調査*においても、互換性のない複数のシステムを導入する場合の懸念事項が下表のとおり整理されており、ICT機器を導入する際は、管理者と農家とでICT導入の目的を明確化し、必要な機器を事前によく検討した上で、可能な限り互換性が確保されるシステムとすることが望ましい。

*平成30年度農業水利制御システムに係る標準化実証調査検討業務報告書（平成31年3月、株式会社日水コン）

表 2-4 複数メーカーのシステムを導入する場合の懸念事項

- ほ場に設置された給水栓・落水口等のシステムが複数の互換性のないものとなり、データの集約が困難になる。
- それぞれ農家が互換性のないシステムの給水栓・落水口等を使用する場合、水管理操作が煩雑になる場合があり、解決するための費用がかさむ。
- 農家がシステムの異なる給水栓・落水口等に変更する際、旧システムで蓄積したデータを新たなシステムに移行することができない場合があり、そのための費用がかさむ。

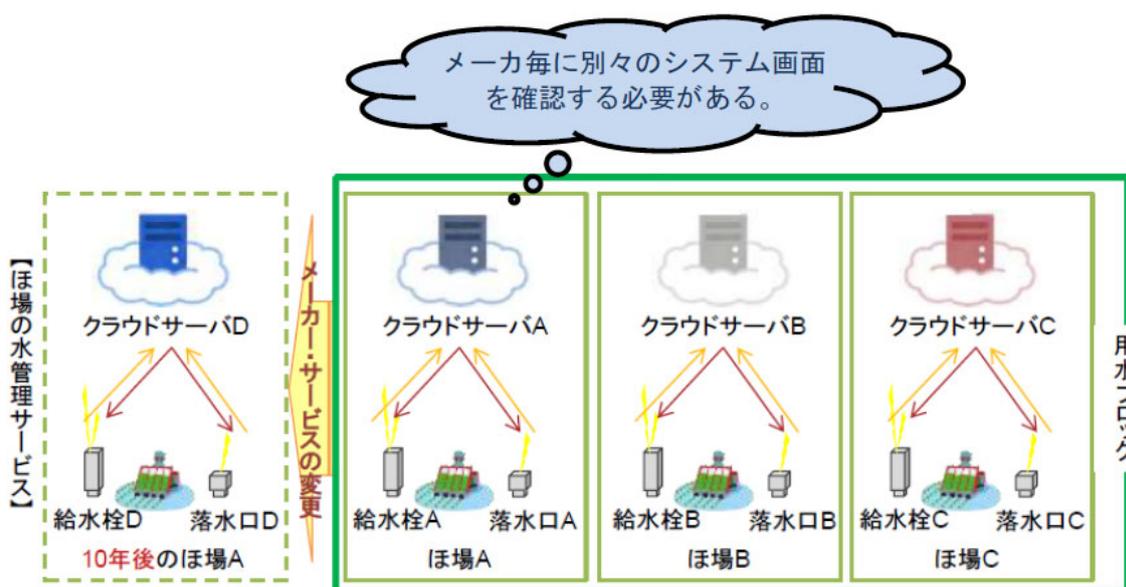


図 2-9 ICT機器導入に当たっての懸念事項の例

ウ 開水路への多機能型自動給水栓の設置

実証事例から、開水路に多機能型自動給水栓を設置する場合には、図 2-10 のように水路の流量不足や深水管理期間に用水停止期間があることなどにより、ほ場へ給水できない期間が生じるケースがあるため留意が必要である。

このため、末端ほ場の用水需要を適切に配水施設等の管理者にフィードバックして、多機能型自動給水栓の稼働に必要な配水量を確保する必要がある。

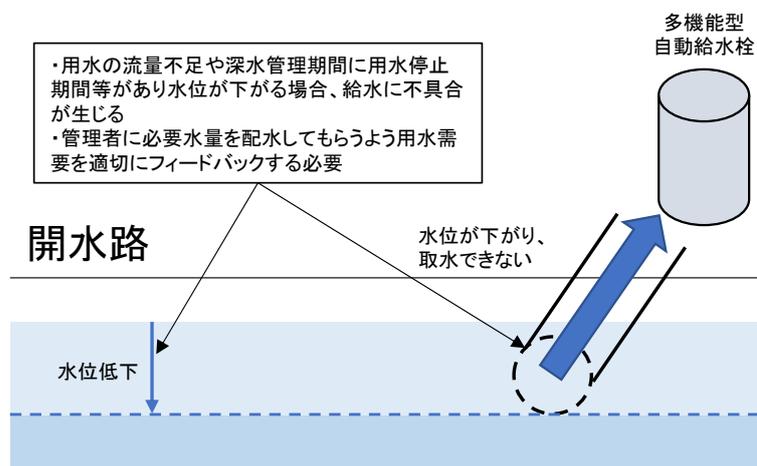


図 2-10 水位不足による給水の不具合（イメージ）

(5) 立地・設置条件

ア 通信環境の確保

実証事例から、多機能型自動給水栓について、山影に設置された場合や天候不順が続いた際に、太陽光発電ができずにバッテリーの電圧低下が起こり、充電や機器の設定を変更する必要があったこと、設置を検討していた場所の通信環境が不安定であり設置が難しい場合があったことなどが挙げられている。

I C T導入に当たっては、基地局やサーバーの設置・使用状況を事前に把握するとともに、これを踏まえた設置場所の検討や通信環境の整備が必要であり、I C T機器（制御装置）、基地局、サーバー及び携帯情報端末の間で良好な通信環境となるように導入計画を立てる必要がある。

基地局は、複数の制御装置から通信が可能な位置に設置するように計画し、できるだけ高い位置になるようにすることにより通信環境を向上できる。基地局をI C T機器（制御装置）と同様の標高面に設置する場合には、作物の草丈を考慮した高さを確保するよう留意する必要がある。

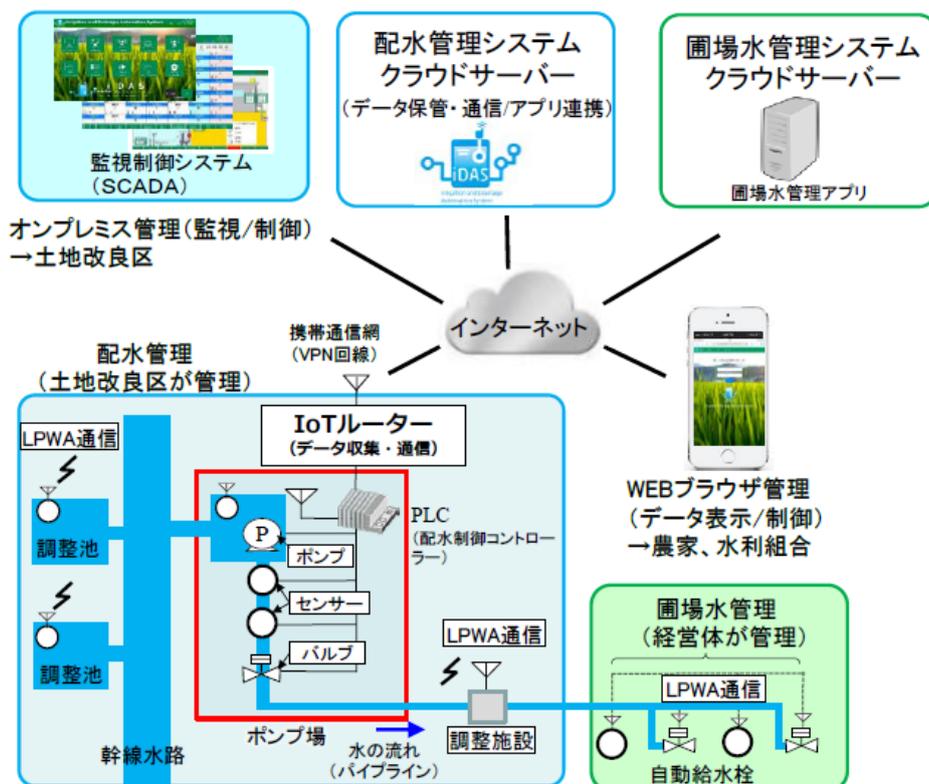


図 2-11 通信環境の整備 (イメージ)

イ 維持管理のしやすさ

実証事例から、ICT機器の維持管理において、水位・水温センサー等の設置場所、ゴミ流入・詰まり及び食害などに係る課題が挙げられている。これらの課題の事例を表 2-5 に示す。

ICT導入による効果を十分に発揮させるためには、これらの課題に留意しながらICT機器を設置して維持管理を行う必要がある。

表 2-5 ICT機器の維持管理における課題事例

■ 水位・水温センサー等の設置場所

- ・ ほ場内に設置するため、農機などの障害物となることがあり、設置場所や時期についても考慮する必要がある。
- ・ 末端給水栓が大きくなり草刈りがしにくい。
- ・ 水位センサーが泥で埋まってしまうため、水位センサーをただ刺すだけでなく、周囲を掘るなど土砂が溜まりにくい工夫を行う必要がある。
- ・ 波により正確な水位を計測できない可能性があるため、水位センサーを保護する波板や水位計を格納する保護柵（有孔またはスリット付きのもの）の設置が有効。
- ・ 水位センサー（圧力式）において、センサー部に土粒子が付着することで異常値が発生することがあり、エラー時はセンサー部を洗浄して対応する必要があった（現在は、保護管を設けることで異常値が生じなくなり、軽労化につながった）。
- ・ カラスが太陽光パネルを汚してバッテリーの充電に支障が生じた。
- ・ ほ場が均平でない場合、水のかかりにくい標高の高いところがあるが、給水栓の水位センサーが有線であるためそちらで水位管理ができなかった。

■ ゴミの流入・詰まり

- ・ 開水路での使用のため、流草や土砂によるつまりなどの問題が発生した。故障の原因になりやすく、ゴミ除去の点検も煩雑である。
- ・ 大雨による開水路への土砂流入による故障が発生したため、トラブル防止対策を検討する必要がある。

■ 食害

- ・ ネズミの食害による多機能型自動給水栓のコードの切断が生じたため、トラブル防止対策を検討する必要がある。

(6) 管理体制

農家の高齢化や大規模経営体の増加に伴い、従来単区土地改良区・水利組合等といった組織が管理していた配水システムの管理体制が脆弱化してきており、きめ細やかな用水需要への対応が難しくなっている。このため、図 2-12 に示すように、ICTの導入により、土地改良区・土地改良区連合等の施設の管理範囲を拡大することや、大規模経営体が主体となって配水システムの管理を担ってもらうことなどが考えられる。ICT導入を検討する際は、事前にICT導入による新たな水管理にむけた体制づくりを検討する必要がある。

実証事例から、ICT導入に当たり、新たな水利用のルールについて地元説明会を複数回行うことや、用水量が少ない場合は取水が競合しないように地域内での調整が必要であることを関係者で共有することなどが、管理体制づくりに向けた取組として挙げられている。

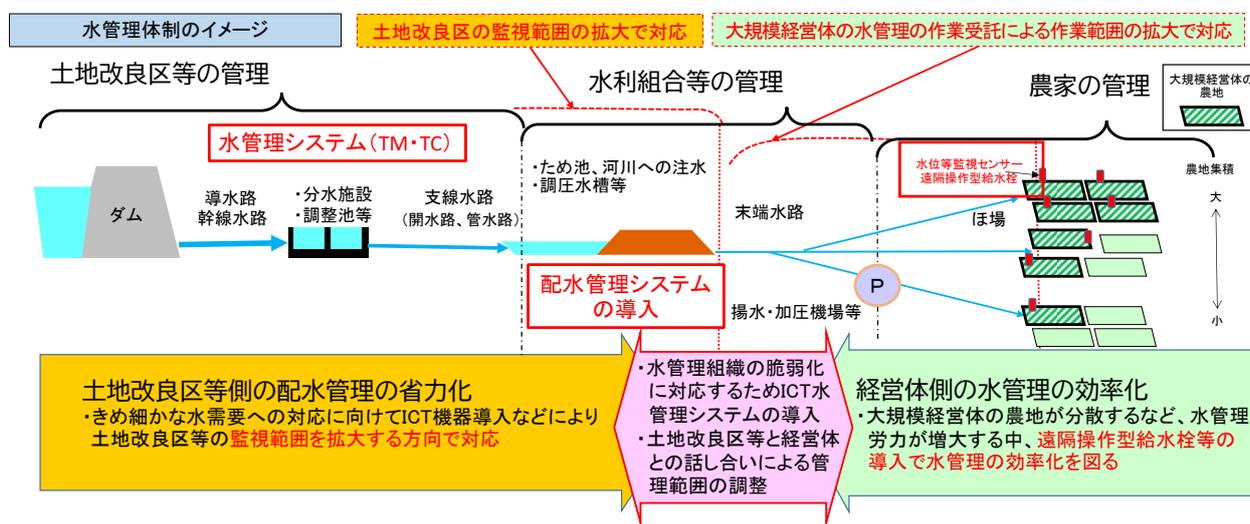


図 2-12 土地改良区等と農家の管理範囲の変更 (イメージ)

(7) 機器操作性

I C T機器を導入しても、操作が不慣れである場合、その効果が十分に発揮できない可能性がある。

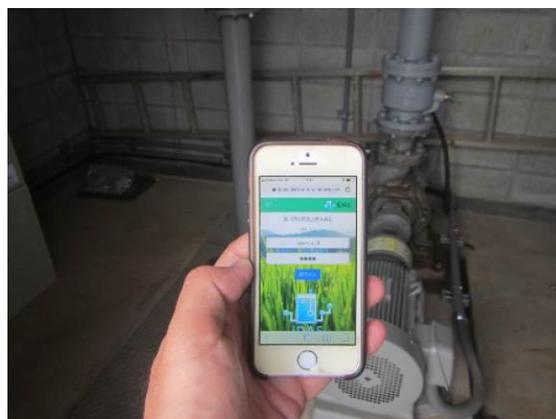
実証事例から、スマートフォン等の端末を使用して水管理を行う際、機器の操作に不慣れで営農に利用することへ抵抗がある場合があるため、制御ソフトウェアの使い方のサポート態勢についても検討が必要であることが挙げられている。

また、今後さらにI C T導入を進めていく際には、高齢者が新たにスマートフォン等の端末を保有することやその操作に慣れるための訓練なども求められることなどが課題として挙げられている。

一例として、当初は番水ルールに基づき手動で農家が給水栓操作を行っていたが、I C T導入（多機能型自動給水栓の設置）により、番水ルールを自動制御に組み込んだ地区がある。当該地区においては、スマートフォンを使って番水ルールに基づいた操作を行っており、農家が操作に習熟することによりI C T導入の効果が十分に発揮されている。



農家への操作説明会



農家・施設管理者用スマートフォン

(8) 経済性

ア 初期費用、更新費用

実証事例から、多機能型自動給水栓や施設の電動化等にかかる I C T 導入の初期費用が高いことに加えて、通信費等（基地局の UPS バッテリーや子局の蓄電池等の部品交換、パソコンや通信機器等の点検、プロバイダ料金等）をはじめとした維持管理等の費用も高いため、土地改良区等や農家にとって大きな負担になっていることが多い。

また、輪作を行う農家では、水稻を作付けするほ場が毎年変わるため、多機能型自動給水栓の設置時の工事費用負担が増すことが挙げられている。

I C T 導入に当たっては、見回り労力や操作労力の節減及び無効放流の縮減等の導入効果、施設の管理形態、導入後の管理体制等について、農家、水利組合及び土地改良区を交えて十分に検討する必要がある。いたずらに高度なシステムを導入するのではなく、I C T 導入の効果、ライフサイクルコストなどの経済性、将来の管理体制及び地元の意向などの観点を十分踏まえて、現場状況を踏まえた最適な I C T 整備水準を検討する必要がある。

* I C T 導入を支援する補助事業については第 6 章を参照

イ 通信費用

地域の条件に応じて適切な通信方式を選択することで、経済的負担を軽減させることが期待できる。雷や予期せぬ断線などによる通信障害を避ける必要がある通信経路や、動画などの比較的大容量のデータを送受信する通信経路では、通信安定性・通信能力が高く迂回経路が整備された、通信キャリアを利用する必要があるが、一般的にその通信費は高い。一方、ほ場レベルで日常の情報収集を行う通信経路では、送受信される情報密度は低く、通信障害によって被るリスクも小さいため、安価な通信環境を自営で整備することで、経済的負担の軽減を図ることができる。

したがって、水管理システム内の各通信経路で、通信費、通信能力、通信障害によるリスク、維持管理労力などを適切に評価して最適な通信方式を選択することが重要である。

(参考 2-1) 低コスト通信規格の活用事例

○ ほ場の水管理の自動化の事例

静岡県では、水田センサーと多機能型自動給水栓の通信方式として、低コスト通信規格であるLPWA（第3章参照）を利用し、水管理の省力化と精度向上を図った。



資料：「ICTを活用した日本最大級の水田水管理システムの実証研究（静岡県農地局）」

図 2-13 水田水管理システム

○ 農業水利施設の遠方監視の事例

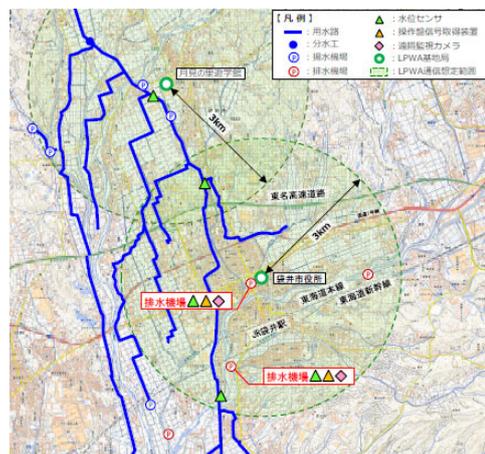
静岡県袋井市では、農業水利施設の遠方監視などにICTを活用し省力化に取り組んでいる。監視対象施設数やデータの送受信容量を踏まえ、通信方式としてLPWAを採用し、通信費の削減を図った。



袋井市役所屋上からの見通し



アンテナ



資料：「農業農村における情報通信環境整備のガイドライン（農林水産省農村振興局地域整備課）」

図 2-14 通信施設の設置状況

ウ 効果的なICT導入範囲

(ア) 水管理方式を踏まえたICT導入範囲

ICT導入状況等調査の結果から、次の傾向が見られた。

- ① 基幹レベルから送水レベルが供給主導型又は半需要主導型、末端レベルが需要主導型の水管理方式においては、ICT導入済の地区が多く、データ連携なしで基幹レベル、送水レベルにICTを導入する【タイプA1】でも、配水の改善、水管理の労力軽減が期待できると考えられる。また、TM・TCが未導入の基幹施設、送水施設へのICTの導入や、末端の多機能型自動給水栓導入により、さらなる配水の改善、水管理の労力軽減が期待できると考えられる。
- ② 全線が供給主導型又は半需要主導型の水管理方式においては、ICT導入済の地区は上記①の水管理方式に比べて少ないものの、データ連携なしで基幹レベル、送水レベルにICTを導入する【タイプA1】でも、配水の改善、水管理の労力軽減が期待できると考えられる。また、TM・TCが未導入の基幹施設、送水施設へのICTの導入や、末端の多機能型自動給水栓導入により、さらなる配水の改善、水管理の労力軽減が期待できると考えられる。
- ③ 全線需要主導型の水管理方式においては、水利用・水管理にあまり支障を感じておらず、配水の改善、水管理の労力軽減については、供給主導型に比べるとICT導入による効果が大きくないと考えられる。

(イ) 多機能型自動給水栓の設置範囲

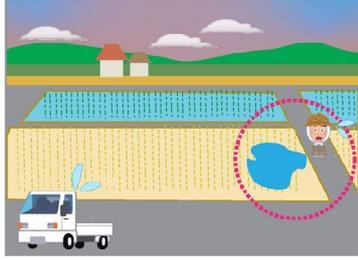
実証事例から、多機能型自動給水栓の設置を検討する際は、給水対象範囲（多機能型自動給水栓の種類によるが給水範囲が1ha程度の機器もある）に見合った設置数とすることが経済的であることが指摘されている。

また、水管理の省力化に関して、日中に行う作業労力をICT機器の導入により軽減することを目的とする場合は、効果を発揮させるために比較的まとまったほ場のほとんどに多機能型自動給水栓を設置することが必要であると考えられる。一方、導入費用の面から一部のほ場にしか導入できない場合であっても、夜間・早朝の灌漑等手動では困難な水管理を行うことが目的であれば、省力化の効果がみられることが指摘されている（図2-15）。ただし、設置は基地局から電波の届く範囲で行うことに留意する必要がある。

日中の水管理

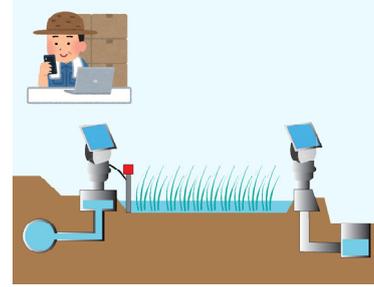
【水管理の労力】

- ・水管理の時期は毎日操作をしなければならず、ほ場に行くのも大変です。
- ・特にほ場が遠い場合は、移動時間もかかり、水管理の労力が大きくなってしまいます。



【遠方操作による管理労力の軽減】

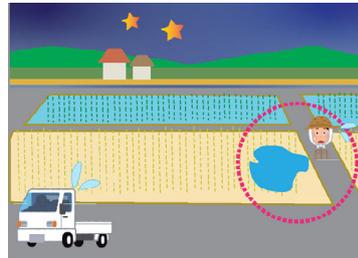
- ・多機能型自動給水栓を導入することで、自宅からでもほ場に給水できるようになり、移動時間や給水操作時間が軽減されます。



夜間・早朝の水管理

【夜間の作業】

- ・水管理にかかる作業は、夜間や早朝にも発生します。視界が悪いため、ケガなどの危険性があります。



【タイマー機能や自動停止の機能】

- ・タイマー設定による給水停止や水位センサーによる給水の停止が可能になることで、夜間や早朝の水管理の労力が軽減されたり、事故の防止につながります。

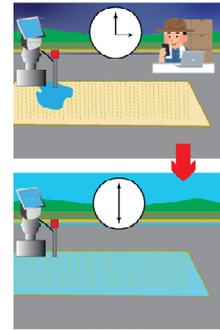


図 2-15 多機能型自動給水栓の事例

(9) その他

ア 気候変動への対応について

気候変動の影響として、高温による水稻品質への影響が西日本等を中心に発生している。品質への影響を抑えるため、深水かんがいや掛け流しかんがい等が推奨・実施される地区もある。深水かんがいや掛け流しかんがい等は、土地改良区等と水利権量や配水能力を考慮・調整した上で実施しないと、用水需給のバランスに影響をきたす可能性がある。また、昨今の米価下落等の影響や米の生産・消費の需給バランス（供給過多の傾向）を踏まえ、水稻の作付動向は絶えず変化しており、水需要も増減を予測することが難しい状況となっている。

このような水需要の変化に対して、施設規模の一律の増大による対応は困難であったとしても、調整施設の設置やICT導入によるきめ細やかな水需要の把握及び送配水操作により、柔軟な対応が可能となることが期待される。また、水位・水温センサーを導入し水路やほ場の用水温度を把握することで、水稻の高温障害対策としての深水かんがいや掛け流しかんがい等を、より効果的に実施可能となることが期待される。

イ 水資源の制約について

実証事例から、ICT導入による水管理について、各地域への導入に当たっては、水利権の制限があるため、利用できる水資源には制約があることが指摘されている。

ウ ICT導入により生まれた時間の有効活用について

ICT導入による遠方監視や遠方操作により削減できる維持管理に要する時間を有効活用していくことが望ましく、高収益作物の栽培、有機栽培、6次産業化に取り組んでいくなどの営農展開が期待される。

コラム

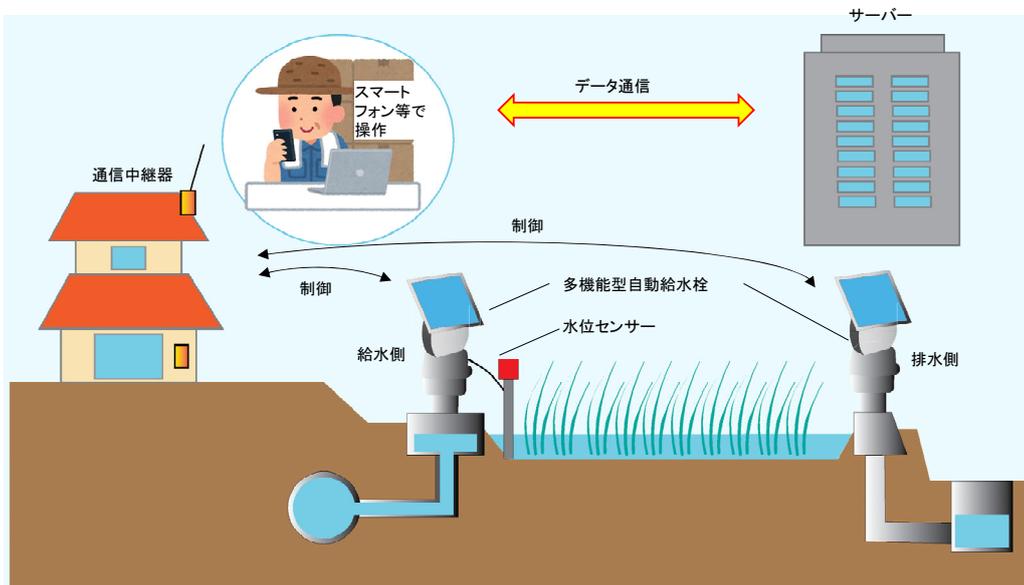
～ ICT導入により発揮される多面的機能 ～

ICTの導入により、見回り労力や操作労力の節減、無効放流の縮減等の効果が期待されるほか、以下に示す事例のように、農業の多面的機能の発揮に資する場合もあるため、そうした点にも留意するとよい。

○ 田んぼダムについて

スマート田んぼダムとは、水田の水位に応じて自動制御する排水装置を用いて、豪雨前の一斉落水、豪雨中の一斉貯留や流出抑制、豪雨小康状態時の排水等を行う方式である。給排水装置と通信中継機を無線で接続し、クラウドサーバを通じて、スマートフォンやパソコンで制御を行うことができる（コラム図 2-3）。

近年の災害状況を踏まえ、ICT導入による田んぼダムを活用した流域治水へ貢献するなどの付加価値も期待できる。



コラム図 2-3 スマート田んぼダム（イメージ）

○ 環境保全への貢献について

農業用水路や田んぼには多様な生き物が生息している。水位・水温センサーなどのICT導入により、田んぼや農業用水路の水位や水温の把握が可能となるとともに、きめ細やかな水管理を行うことにより多様な生き物にとって好ましい生息環境への配慮が期待できるなど、環境保全への貢献も期待できる。

