

I C T を活用した水管理システム導入 の手引き

令和 5 年 3 月 31 日

農林水産省 農村振興局 整備部 水資源課

目 次

1	はじめに	1
(1)	背景	1
(2)	手引きの位置付け	11
(3)	I C T技術の活用の具体例	12
2	I C T導入における基本事項、留意点等	15
(1)	基本事項	15
(2)	I C T導入時の確認事項	17
(3)	I C T技術を導入した水管理のタイプ	20
(4)	技術面	30
(5)	立地・設置条件	34
(6)	管理体制	36
(7)	機器操作性	37
(8)	経済性	38
(9)	その他	42
3	農村地域の通信インフラとの連携	45
(1)	農村地域の情報通信インフラの現状と課題	45
(2)	農村地域の情報通信インフラ整備に係る各種施策 の位置付け	47
(3)	水管理におけるI C T導入と農村地域の情報通信 インフラとの連携	50
4	水管理に係る課題と農業水利システムの再構築	51
(1)	農業水利システムとその構成	51
(2)	水管理に係る基本的課題	59
(3)	農業・農村の変化に伴う水管理に係る課題	60
(4)	農業水利システムの再構築と水管理におけるI C T 技術の活用	68
5	近年の実証調査結果の概要	83
(1)	I C T水管理モデル事業	83
(2)	スマート農業実証プロジェクト	94
6	参考資料（I C T導入を支援する補助事業）	97

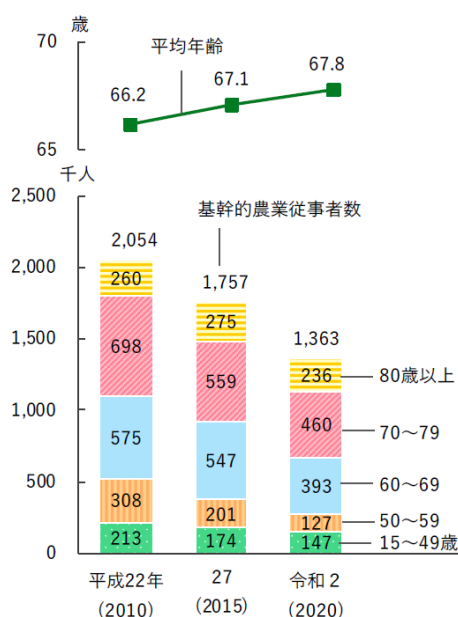
1 はじめに

(1) 背景

ア 近年の水管理を取り巻く状況の変化

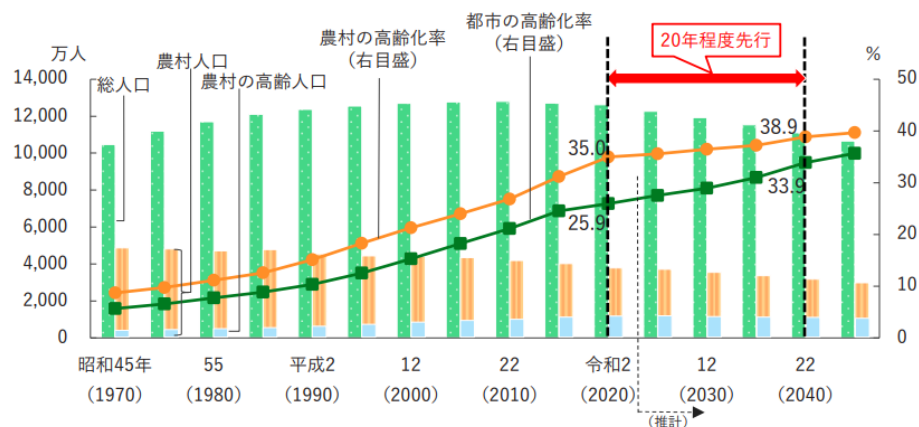
高度経済成長期以来、農村の人口減少と高齢化が進行するとともに、農業従事者の減少・高齢化が進行している。

一方、担い手への農地集積・集約化により、1農業経営体当たりの経営耕地面積は増加傾向にある。



資料：農林水産省「2020年農林業センサス」、「2015年農林業センサス」(組替集計)、「2010年世界農林業センサス」(組替集計)
注：各年2月1日時点

図 1-1 基幹的農業従事者数と平均年齢



資料：総務省「国勢調査」、国立社会保障・人口問題研究所「日本の地域別将来推計人口(平成30(2018)年推計)」を基に農林水産省作成
注：1) 国勢調査における人口集中地区を都市、それ以外を農村とした。
2) 高齢化率は、総人口に占める高齢人口(65歳以上の高齢者)の割合
3) 昭和45(1970)～令和2(2020)年は「国勢調査」、令和7(2025)～令和27(2045)年は「日本の地域別将来推計人口(平成30(2018)年推計)」を基に作成
4) 令和2(2020)年までの高齢化率は、分母から年齢不詳人口を除いて算出

図 1-2 農村・都市部の人口と高齢化率

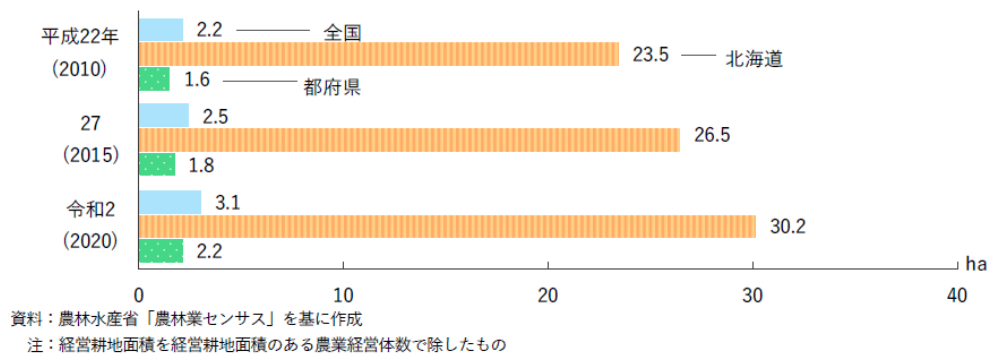


図 1-3 1 農業経営体当たりの経営耕地面積

また、農業構造の変化に伴い、大規模経営体と小規模農家への二極化や土地持ち非農家の増加等が進行し、集落機能の低下による農業水利施設等の保全管理にも支障をきたす状況である。

このような中、配水を管理する土地改良区では、人員不足による水管理労力の増大が深刻化し、広大な面積を耕作する担い手では、多数の末端ほ場の給水栓等の操作に多大な労力を要していることが課題となっている。

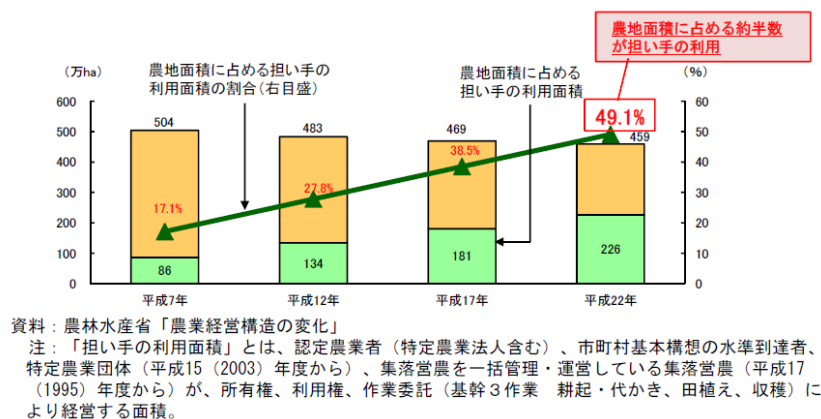


図 1-4 農地面積に占める担い手の利用面積の推移

イ 水管理の政策的位置付け

（ア）「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月31日閣議決定）

食料・農業・農村基本計画（参考 1-1）において、施策推進の基本的な視点としてスマート農業の加速化と農業のデジタルトランスフォーメーションの推進が位置付けられている。

また、農業の持続的な発展に関する施策として、自動走行農機や I C T 水管理等の営農の省力化等に資する技術の活用を可能にする農業生産基盤整備の展開や、農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践するための望ましい環境整備、また、I C T 水管理等の新技术に対応するための土地改良区の運営基盤の強化が位置付けられている。

(イ)「土地改良長期計画」(令和3年3月23日閣議決定)

土地改良長期計画(参考1-2)において、スマート農業の推進による生産コスト削減を通じた農業競争力の強化が政策目標として掲げられ、その中で、水需要の多様化に対応可能なICT水管理等によるスマート農業の推進が位置付けられている。

また、ICTなどの新技術を活用した農業水利施設の戦略的保全管理と柔軟な水管理の推進が政策目標として掲げられ、その中で、柔軟な水管理を可能とする整備等の推進が位置付けられている。

(ウ)「みどりの食料システム戦略」(令和3年5月農林水産省策定)

みどりの食料システム戦略(参考1-3)において、農業データ連携基盤(WAGRI)を通じた農機、デバイス等のデータ共有・連携、ICT水管理による労働生産性の向上が位置付けられている。

また、農業水利施設の省エネ化・再エネ利用の推進や、農業農村インフラの管理の省力化・高度化を図るとともに、地域活性化、スマート農業の実装を促進するために、農村地域の情報通信環境の整備を推進することが位置付けられている。

(エ)「成長戦略実行計画」(令和2年12月1日成長戦略会議とりまとめ)

成長戦略実行計画(参考1-4)において、「成長戦略会議においても、スマート農林水産業について検討を行う場を設け、審議を進める。」とされており、令和3年2月～4月にスマート農林水産業ワーキンググループを4回開催している。令和3年2月のスマート農林水産業ワーキンググループ(第1回)(参考1-5)において、スマート農業の社会実装に向けた工程表を提示しており、工程表の中で、ICTモデル事業を実施する13地区について、2022年度までに効果検証を実施(予定)することが位置付けられている。

また、成長戦略フォローアップ(令和3年6月18日閣議決定)(参考1-6)において、スマート農業の実装を促進するため、ICT水管理施設等の整備の推進が位置付けられている。

ウ 効率的な水管理に向けたこれまでの検討経緯

水管理においては、配水を行う土地改良区の人員が不足する中、少数で効率的に配水管理できること、また、担い手の経営規模が大きくなる中、担い手が農業経営に集中するためにも取水管理を省力化できることが求められている。営農現場における持続性確保と生産性向上を両立するためには、水位や水温等のデータを効率的に活用できる環境を整備して効率的な配水・取

水管理を行うことが不可欠である。

I C T水管理システムの構築に係るこれまでの検討経緯は、図 1-5 及び図 1-6 に示すとおりである。平成 26 年度から平成 30 年度にかけて実施された戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」において、I C T省力化技術により効率的な配水・取水を行うための新たな水管理システム（次世代型水管理システム）の概念を整理している。また、散在する様々なデータを集約・統合して有効活用するため、データ連携や集約化を行うための農業データ連携基盤（WAGRI）の構築等を実施している。

その後、平成 29 年度から令和元年度にかけて、農林水産省は、農業データ連携基盤（WAGRI）を用いてデータの相互連携を実証調査により検証するとともに、データ連携を図るための I C T規格の標準化について「水管理情報のデータ項目に関する情報（暫定版）（案）」を作成している。

現在は、モデル事業による現場実証を行っているところであり、I C T導入の社会実装に向けた課題を整理しているところである。

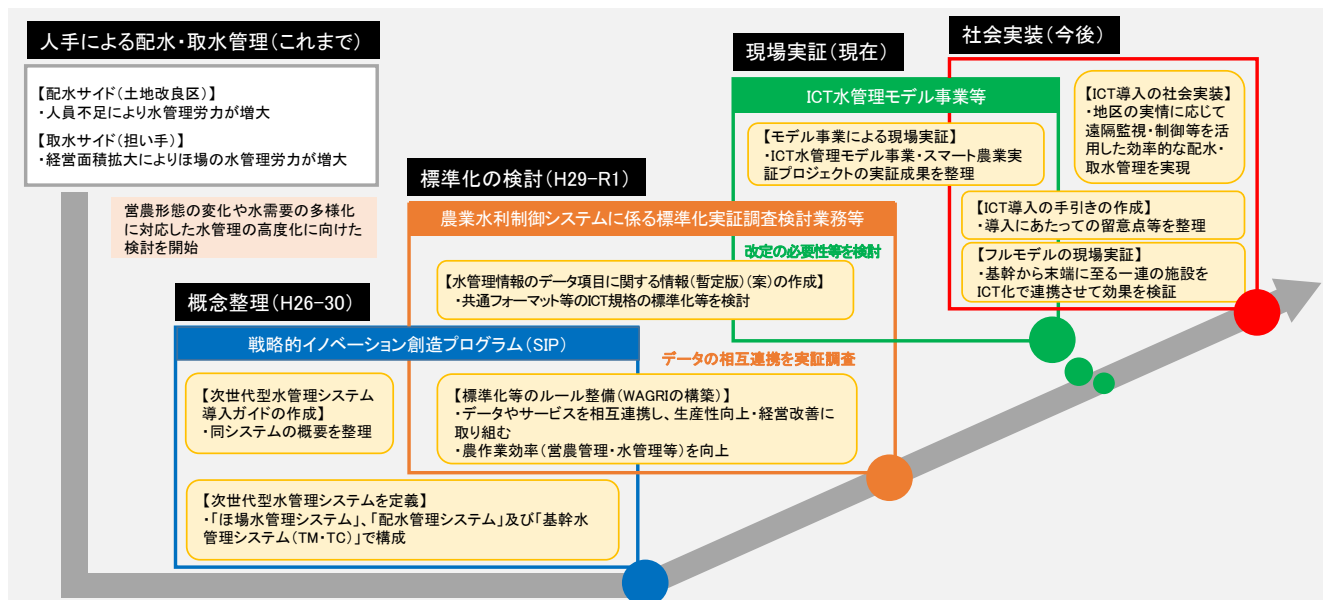


図 1-5 ICT水管理システムに係る検討経緯

○ 平成 26 年度から平成 30 年度にかけ、内閣府は産官学が連携した戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）を実施。

⇒ この中で、ほ場-広域連携型の次世代水管理システムの開発や導入ガイドの作成、データ連携や集約化を行うための農業データ連携基盤（WAGRI）の構築等を実施。

○ 平成 29 年度から令和元年度にかけ、農林水産省は、同プログラムの進展や ICT を活用した水田センサー等の普及を見据え、水管理分野において、幹線からほ場まで一連の農業水利制御システムとしてデータ連携を図るための共通フォーマット等について検討。

⇒ この中で、複数メーカーの農業水利制御システム（自動給水栓、水位センサー等）による水管理情報について、農業データ連携基盤「WAGRI」を通じた共有（提供、集約、閲覧）の可能性について実証調査。その結果を踏まえ「水管理情報のデータ項目に関する情報（暫定版）（案）」を作成。

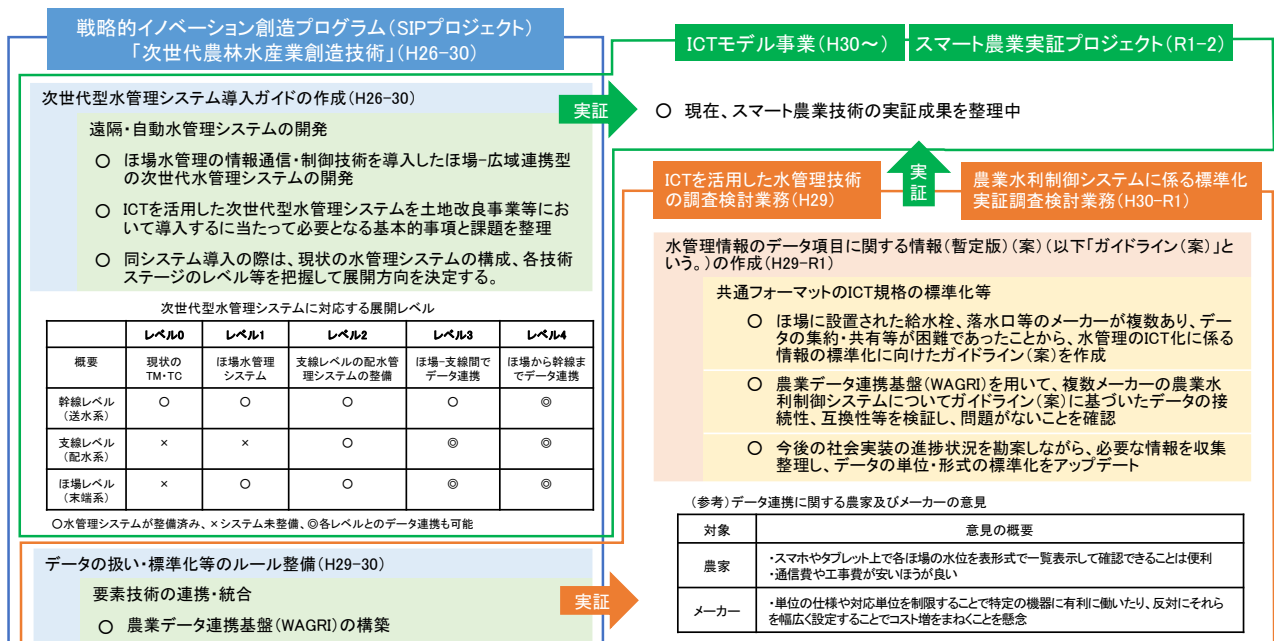


図 1-6 各プロジェクト、業務等の関係性

○ これまでの「SIP」（内閣府）や「農業水利制御システムに係る標準化実証調査検討業務」（農林水産省）等における検討では、実際にICTを農業用排水の管理に導入するに当たり、適切な機能発揮のための設備、コスト、現場状況・利用者の慣行に応じた調整など、引き続き検討すべき課題（下図参照）を提示。

○ これら課題については、現在実施中であるICTモデル事業やスマート農業実証プロジェクト等の成果等を通じ検討が必要。

戦略的イノベーション創造プログラム(SIPプロジェクト)「次世代農林水産業創造技術」(H26-30)

【次世代型水管理システムについて】

【ほ場水管理システムに係る課題】

- ほ場水管理システムを利用するには、給水口と排水口を操作できる制御装置のほか、基地局、サーバー及び携帯情報端末が必要。
- 高齢者が携帯情報端末を使用する場合には、制御ソフトウェアの使い方サポート体制についても検討が必要。

【配水管理システムに係る課題】

- 配水管理システム導入の際、単に高度なシステムを導入するのではなく、システムの最適整備水準について、以下を十分に踏まえる必要。
 - ・管理者の従来の管理方法、現状の問題点
 - ・ライフサイクルコストなどの経済性、将来の管理体制、地元の意向

【社会的・制度的課題】

- 土地改良制度と関連した課題
 - ①多様な水管理を可能にする用水の確保
 - ②水需要の調整のあり方と事業計画のあり方
 - ③経営農地の連担化
 - ④施設維持管理に対する賦課方式
- これらは農業構造の変化の状況、地域の慣習や慣行、農地の条件とも関連するため、十分な議論と調整が必要。

【農業データ連携基盤（WAGRI）について】

- ベンダー間の公正な競争の下で農家が適切なサービスを受けられるよう、WAGRIデータの利活用に係るルール作りの検討が必要。

ICTを活用した水管理技術の調査検討業務（H29）

農業水利制御システムに係る標準化実証調査検討業務（H30-R1）

【標準化について】

- 今後も標準化に係る実証調査継続が必要。
- その内容・調査時期については、農業農村地域における人手不足等に対応した水管理体制や配水ルールの構築、ほ場における自動給水栓等の社会実装の推進などを踏まえて検討する必要。

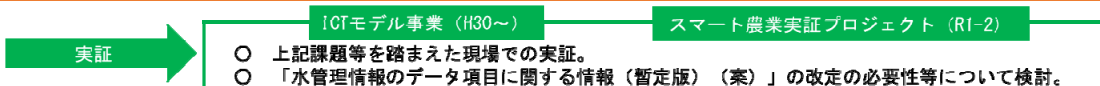


図 1-7 各プロジェクト・業務等で出された引き続き検討すべき課題

食料・農業・農村基本計画(一部抜粋)

(令和2年3月31日閣議決定)

2. 農業の持続的な発展に関する施策

(5) 農業の成長産業化や国土強靱化に資する農業生産基盤整備

① 農業の成長産業化に向けた農業生産基盤整備

・・・自動走行農機やICT水管理等の営農の省力化等に資する技術の活用を可能にする農業生産基盤の整備を展開するとともに、関係府省と連携し、農業・農村におけるICT利活用に必要な情報通信環境の整備を検討し、農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践するために望ましい環境整備に取り組む。

④ 農業・農村の構造の変化等を踏まえた土地改良区の体制強化

土地改良区の組合員の減少、ICT水管理等の新技術、管理する土地改良施設の老朽化に対応するため、・・・「土地改良法の一部を改正する法律」の改正事項の定着を図り、土地改良区の運営基盤の強化を推進する。

基本的な方針

「産業政策」と「地域政策」を車の両輪として推進し、将来にわたって国民生活に不可欠な食料を安定的に供給し、**食料自給率の向上と食料安全保障を確立**

施策推進の基本的な視点

- ✓ 消費者や実需者のニーズに即した施策
- ✓ 食料安全保障の確立と農業・農村の重要性についての国民的合意の形成
- ✓ 農業の持続性確保に向けた人材の育成・確保と生産基盤の強化に向けた施策の展開
- ✓ スマート農業の加速化と農業のデジタルトランスフォーメーションの推進
- ✓ 地域政策の総合化と多面的機能の維持・発揮
- ✓ 災害や家畜疾病等、気候変動といった農業の持続性を脅かすリスクへの対応強化
- ✓ 農業・農村の所得の増大に向けた施策の推進
- ✓ SDGsを契機とした持続可能な取組を後押しする施策

講ずべき施策

1. 食料の安定供給の確保

- 新たな価値の創出による需要の開拓
- グローバルマーケットの戦略的な開拓
(農林水産物・食品の輸出額：5兆円を目指す(2030))
- 消費者と食・農とのつながりの深化
- 食品の安全確保と消費者の信頼の確保
- 食料供給のリスクを見据えた総合的な食料安全保障の確立
- TPP等新たな国際環境への対応、今後の国際交渉への戦略的な対応

3. 農村の振興

- 地域資源を活用した所得と雇用機会の確保
(複合経営、地域資源の高付加価値化、地域経済循環等)
- 中山間地域等をはじめとする農村に人が住み続けるための条件整備
(ビジョンづくり、多面的機能の発揮、鳥獣被害対策等)
- 農村を支える新たな動きや活力の創出
(地域運営組織、関係人口、半農半X等のライフスタイル等)
- 上記施策を継続的に進めるための関係府省で連携した仕組みづくり

6. 食と農に関する国民運動の展開等を通じた国民的合意の形成

2. 農業の持続的な発展

- 担い手の育成・確保
(法人化の加速化、経営基盤の強化、経営継承、新規就農と定着促進等)
- 多様な人材や主体の活躍
(中小・家族経営、農業支援サービス等)
- 農地集積・集約化と農地の確保
(人・農地プランの実質化、農地中間管理機構のフル稼働等)
- 農業経営の安定化
(収入保険制度や経営所得安定対策等の着実な推進等)
- 農業生産基盤整備
(農業の成長産業化と国土強靱化に向けた基盤整備)
- 需要構造等の変化に対応した生産基盤の強化と流通・加工構造の合理化
(品目別対策、農作業等安全対策の展開等)
- 農業生産・流通現場のイノベーションの促進
(スマート農業の加速化、デジタル技術の活用推進等)
- 環境政策の推進
(気候変動への対応、有機農業の推進、自然循環機能の維持増進等)

4. 東日本大震災からの復興・復興と大規模自然災害への対応

5. 団体に関する施策

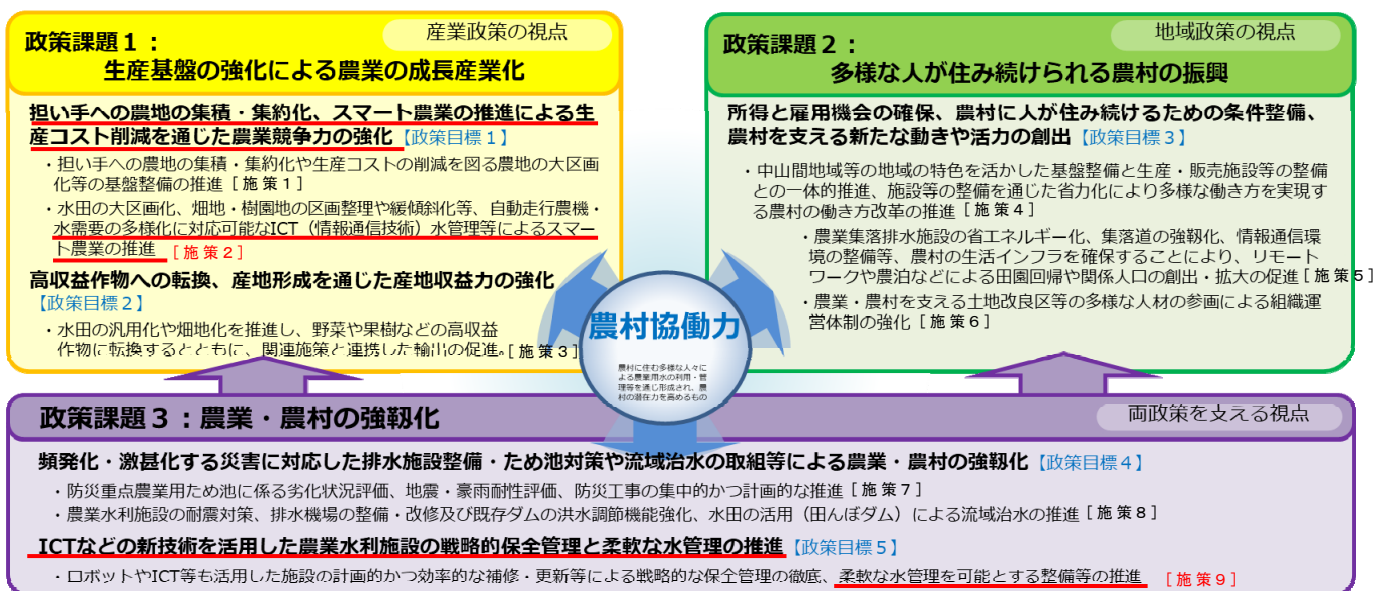
7. 新型コロナウイルス感染症をはじめとする新たな感染症への対応

土地改良長期計画(一部抜粋)

(令和3年3月23日閣議決定)

[施策2] 水田の大区画化、畑地・樹園地の区画整理や緩傾斜化等、自動走行農機・水需要の多様化に対応可能なICT水管理等によるスマート農業の推進
 ・ ・ ・ 農業者の高齢化・減少等農業を取り巻く情勢の変化を踏まえ、自動走行農機や、多様化する水需要に柔軟に対応するICT水管理等の活用を可能にする農業生産基盤整備を推進していくとともに、情報化施工で得られた座標データから地図を作成し、自動走行農機等の運転に活用する手法の具体化を推進していく必要がある。

[施策9] ロボットやICT等も活用した施設の計画的かつ効率的な補修・更新等による戦略的な保全管理の徹底、柔軟な水管理を可能とする整備等の推進
 ・ ・ ・ 農業者の高齢化・減少が進む中でも農業水利施設の機能が安定的に発揮されるよう、施設の集約や再編、統廃合等のストック適正化、柔軟な水管理を可能とするICTを活用した整備を推進し、維持管理費の節減を図っていく必要がある。



みどりの食料システム戦略(一部抜粋)

(令和3年5月農林水産省策定)

4 具体的な取組

(2) イノベーション等による持続的生産体制の構築

⑤ 労働安全性・労働生産性の向上と生産者のすそ野の拡大

農業データ連携基盤(WAGRI)を通じた農機、デバイス等のデータ共有・連携
農地の大区画化、ICT水管理による労働生産性の向上

(5) 食料システムを支える持続可能な農山漁村の創造

① 基盤整備の推進

・・・農業水利施設の省エネ化・再エネ利用の推進

② 農山漁村発イノベーションの推進

農業農村インフラの管理の省力化・高度化を図るとともに、地域活性化、スマート農業の実装を促進するために、農村地域の情報通信環境の整備を推進

(参考) スマート農業推進総合パッケージ ②

3. 実践環境の整備

データ活用や農地整備などソフト・ハード両面から環境を整備

① 農業データの活用促進

- ・農業データ連携基盤におけるデータの充実や農機から得られるデータのシステム間の連携促進
- ・「農業分野におけるAI・データに関する契約ガイドライン」の普及によるデータの利活用促進
- ・生産から加工・流通・消費に至るまでのスマートフードチェーンの構築

② スマート農業に適した農業農村整備

- ・自動走行に適した農地の大区画化や衛星測位データを補正する基地局の整備、傾斜地の多い中山間地域での勾配修正などスマート農業に対応した農業農村整備を展開
- ・農業農村インフラの管理の省力化・高度化を図る中で、地域活性化やスマート農業の実装を促進するための情報通信環境の整備にも寄与



スマート農業に適した農地形状



傾斜草刈機の運用に対応した傾斜



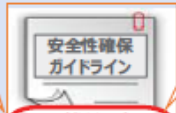
情報通信環境の整備

③ 技術進展に応じた制度的対応

- ・ほ場内での遠隔監視によるロボット農機の自動走行や小型ロボット農機にも対応するよう「安全性確保ガイドライン」を見直し



ほ場内での遠隔監視



対応機種を拡大



小型ロボット農機

(参考 1-4) 成長戦略実行計画(令和2年 12 月 1 日成長戦略会議とりまとめ)(一部抜粋)

成長戦略実行計画(一部抜粋)

(令和2年 12 月 1 日成長戦略会議とりまとめ)

第6章 「新たな日常」構築の原動力となるデジタル化への集中投資・実装とその環境整備

(2) スマート農林水産業

・・・。

成長戦略会議においても、スマート農林水産業について検討を行う場を設け、審議を進める。

(参考 1-5) スマート農林水産業ワーキンググループ(第1回)(令和3年2月9日開催)
資料(一部抜粋)

環境整備

スマート農業に対応した農業農村整備

- 自動走行農機等の導入・利用に対応した農地整備の手引きを作成(2019年度)、電源設備、RTK-GNSS基地局等の設置を含む事業制度を検討(2019年度)、自動走行農機等のスマート農業に対応した農地整備を展開(2020年度)
- ICTを活用した農業農村整備で得られた詳細な座標データから高精度の地図を作成し自動走行農機やドローンに活用する手法を検討(2022年度)
- 農地区画のデータ情報(筆ポリゴン)を最新の情報に更新(2020年度)し、ドローン等の自動航行のガイドデータとして活用する実証実験を実施(2021年度)
- ICTを活用した用水配分システムを検証(2020年度)、ドローンを活用した水需要把握・水路の適正管理等(他団体が行う営農支援への協力を含む)について検討
- 農業・農村におけるICT利活用の基盤となる情報ネットワーク環境整備の推進について検討 ※総務省と連携
- 「自動走行農機等に対応した農地整備の手引き」に即し農地整備を推進。今後、本手引きについては、研究開発の進展や「農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン」の取定を踏まえて必要な見直しを行う。基盤整備と併せ、RTK-GNSS基地局等の整備を行う事業を創設(2020年度)
- ICT活用工事実施地区において自動運転用地図を用いた自動走行農機の無人走行を実演(2020年度)
- ICT活用工事等で得る詳細な座標データを自動運転に活用するためのデータの受け渡しのあり方について、有識者委員会を設置し検討を開始(2020年度)
- ICTを活用した水管理システムのモデル地区を複数追加し、計13地区で実証事業を実施中。効果検証を実施予定(2022年度)
- AIやドローン等新技術を活用し、農業水利施設の管理を省力化・高度化するための実証事業を5地区で開始。実証事業の結果等を踏まえて、「農業水利施設の機能保全の手引き」の必要な見直しを実施予定
- 総務省と連携し、農業・農村における情報通信環境整備に関する有識者検討会を実施(2020年度)。農業農村インフラの管理の省力化・高度化を図るとともに、地域活性化やスマート農業の実装を促進するための情報通信環境の整備を行う事業を創設予定(2021年度)

自動走行農機やICT水管理等のスマート農業に対応した農業農村整備を展開

(参考 1-6) 成長戦略フォローアップ(令和3年6月18 日成長戦略会議とりまとめ)
(一部抜粋)

成長戦略フォローアップ(一部抜粋)

(令和3年6月18 日成長戦略会議とりまとめ)

1. 新たな成長の原動力となるデジタル化への集中投資・実装とその環境整備

(7) スマート農林水産業

i) スマート農業の推進

2022 年度までに、生産基盤の強化を技術面から支えるスマート農業の本格的な現場実装を着実に進める環境が整うよう、以下の取組を一体的に進める。

(スマート農業の推進)

・スマート農業の実装を促進するため、自動走行農業機械に適した農地の大区画化や ICT 水管理施設等の整備を推進する。

(2) 手引きの位置付け

ア 手引きの作成方針

本手引きは、農業用水の送水・配水・排水に関わる施設の維持管理を担う行政組織、土地改良区、水利組合、農家等を対象読者として想定しており、これらの組織が水管理を省力化・効率化し、用水の節減、正確な分水管理、事故・災害対応の効率化等を図るための手段として、ICT導入を検討する際の基本的な考え方や留意点を整理している。本手引きでは、近年注目されている多機能型自動給水栓を中心に水路システムにおけるTM・TC、システム同士の相互連携等のICT技術を対象としている。

また、水管理におけるICT導入に係る課題や効果については現在実証段階であり、ICT導入の基本的な考え方や留意点については、今後の実証成果等を踏まえて更新していくものとする。

イ ICTを活用した水管理システムの整備促進に向けた検討委員会の設置

手引きを作成するに当たり、ICT導入に当たって検討する必要がある基本的な考え方や留意点について専門知識を有する有識者から意見及び助言を得るため、「ICTを活用した水管理システムの整備促進に向けた検討委員会」を設置した。

(3) ICT技術の活用の具体例

一口に「水管理におけるICT技術の活用」と言っても、その内容や効果は様々である。水管理におけるICT技術の活用事例として代表的なものを表1-1に挙げる。

表 1-1 ICTの活用事例

水路システム			無効放流の縮減、電気代の節減	計画的な営農、需要に応じた供給
	<u>【水位・流量等の遠方監視】</u>	・見回り労力の節減 ・無効放流の縮減		
	<u>【遠方操作・自動操作】</u>	・操作労力の節減 ・無効放流の縮減		
ほ場				
	<u>【遠方監視】</u>	・見回り労力の節減		
	<u>【取水の遠隔化・自動化】</u>	・操作労力の節減 ・無効放流の縮減		
システム同士の相互連携				
用水需給情報の共有				
・用水供給側と用水需要側の需給情報等のオンライン共有				

○ 水路システム

遠方監視（TM）・遠方操作（TC）や分水の自動化、さらに最適配水シミュレーション等の導入により、水路システムを管理する土地改良区等・水利組合等の見回り・操作労力の節減や無効放流の縮減などが図られ、効率的な送配水管理が可能となることが期待される。

○ ほ場

水位の遠方監視装置や多機能型自動給水栓の導入により、農家の見回りや水管理操作労力の節減が図られることが期待される。

○ システム同士の相互連携

例えば、ほ場の多機能型自動給水栓の作動状況に応じ、ポンプの自動運転を可能とするなどのシステム連携により、無効放流の縮減や電気代の節減等が図られることが期待される。

○ 用水需給情報の共有

農家と土地改良区等・水利組合等が双方の情報をリアルタイムで共有し、水管理の双方向化を図ることによって、半需要主導型システムとなり、土地改良区等・水利組合等による需要に応じた供給と、農家による計画的な営農が図られることが期待される。

さらに、中・長期的には、以下の効果も期待される。

- ・ 水管理組織の運営強化や水利秩序の改善
- ・ 土地改良区等、水利組合等、農家等の多層構造について、新たな体制への再編

(参考) ICT技術の活用事例

特徴・効果	留意事項等
○水路システム 【水管理システム】 ● 遠方監視・制御が可能となり土地改良区等の取水・送配水管理の労力の軽減 ● 監視対象に支線水路を含めることは水管理組織の利水調整労力の軽減に貢献 ● 無効放流を縮減することで上下流の不均衡の解消に貢献  ○ほ場 【多機能型自動給水栓】 ● 給水栓の遠方監視・自動制御が可能となり見回りや操作労力などの経営体の水管理労力を軽減 ● 無効放流を縮減することで上下流の不均衡の解消に貢献  ○システム同士の相互連携 【水管理システムと多機能型自動給水栓の連携】 ● ほ場の用水需要に連動したポンプや支線水路等の遠方監視・自動制御による土地改良区等・水利組合等の送配水管理等の労力の軽減  ○用水需給情報の共有 【情報の提供・見える化】 ● 土地改良区等が、経営体が入力する作物の生育ステージ情報から用水需要を把握 ● 末端水路の水位のリアルタイムデータを利用し地区内の用水需給バランスを把握 ● 経営体が、土地改良区等からの配水計画や取水・送配水のリアルタイムデータを利用し営農計画や日々の水利用計画を検討 ● 上下流の不均衡の解消に貢献 	● 土地改良区等が用水配分を“水量”で確認できることは望ましい。 ● 大雨・洪水時等に遠隔制御でき、現場操作の必要がないため、土地改良区等（管理者）の事故防止にも貢献。 ● 揚水機等の故障発生時に警告表示機能を遠方監視でき、迅速な対応・対策に貢献。 ● 導入コストに加え、日常的な通信費、短いサイクルでの更新費の課題がある。 ● ゴミ詰まりの対応（スクリーンの設置等）が必要。 ● 用水が十分に到達しない場所では利用が困難。 ● 凍結が生じる地域では機器の取外しが必要。 ● 持続可能な意見集約システム構築のために、土地改良区等が経営体からの情報を用水配分にどう活用しているか共有することも必要。 ● 土地改良区等からのデータ提供は、経営体に確実に届く方法を検討する必要。土地改良区等ホームページ・SNSをはじめ、回覧・広報など複数の方法を組み合わせることも効果的。 ● 土地改良区等は、情報公開・開示の請求に対応できることが必要。 ● 関係者が用水配分を“水量”で確認できることは望ましい。

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。

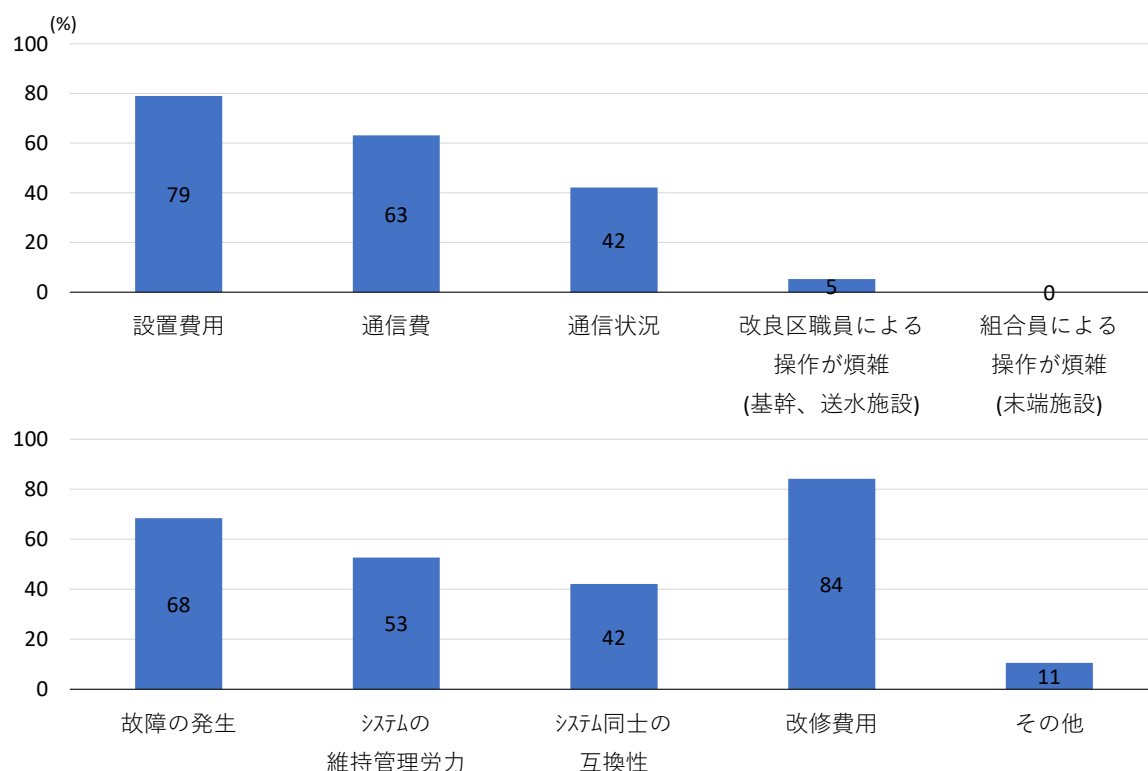


図 2-1 ICT導入後の課題（ICT導入状況等調査より）

※ 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 I C T 技術を導入した水管理のタイプ

概要	タイプ A 1	タイプ A 2	タイプ B 1	タイプ B 2	タイプ C
	幹線又は支線に T M・T C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 I C T 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 I C T 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 A 1～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 I C T 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。

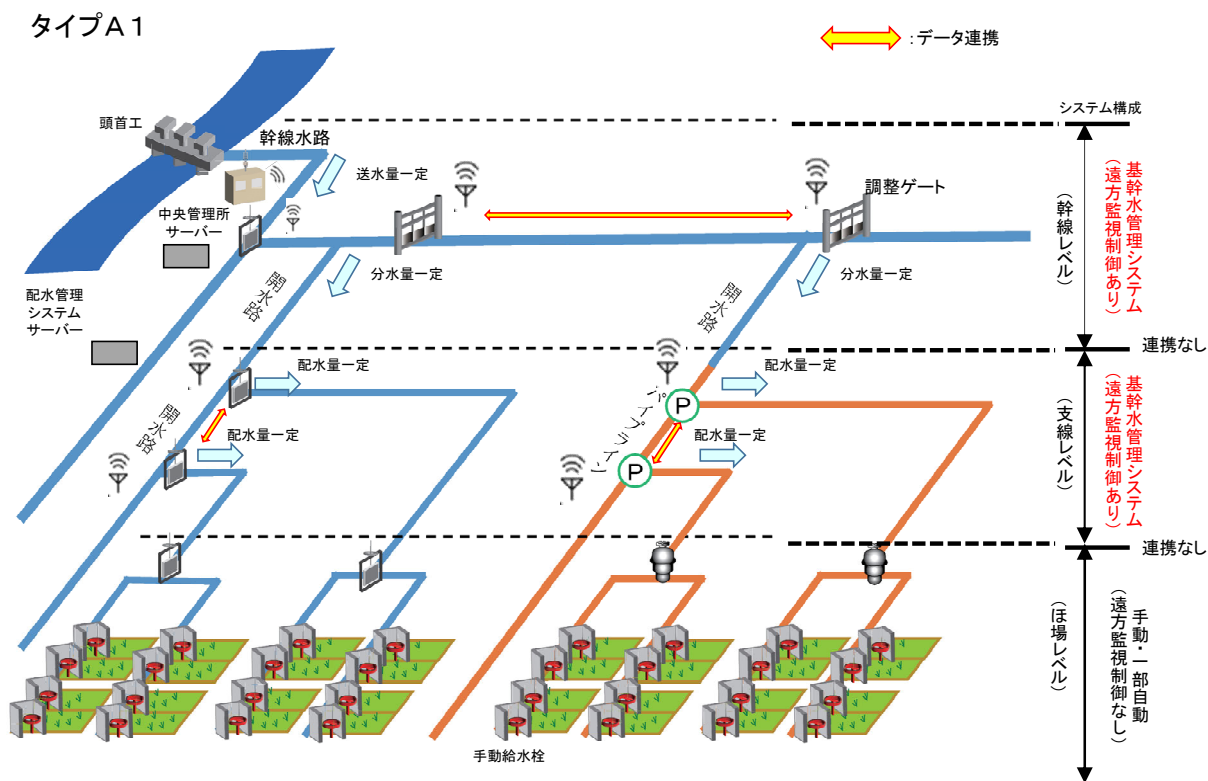
- ・全ての分土工の流量を遠方監視（T M）で把握している
- ・幹線水路の要所の流量を遠方監視（T M）で把握し、区間毎に差引計算し、各区間に複数ある分土工分の流量をまとめて把握している
- ・全ての分土工を遠方操作（T C）している
- ・主要な分土工のみ遠方操作（T C）とし、残りは手動としている

【タイプA1：現在の一般的な水管理システム】

水路システム	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
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。



【タイプA2：現在の一般的な水管理システム】

水路システム	I C T 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。

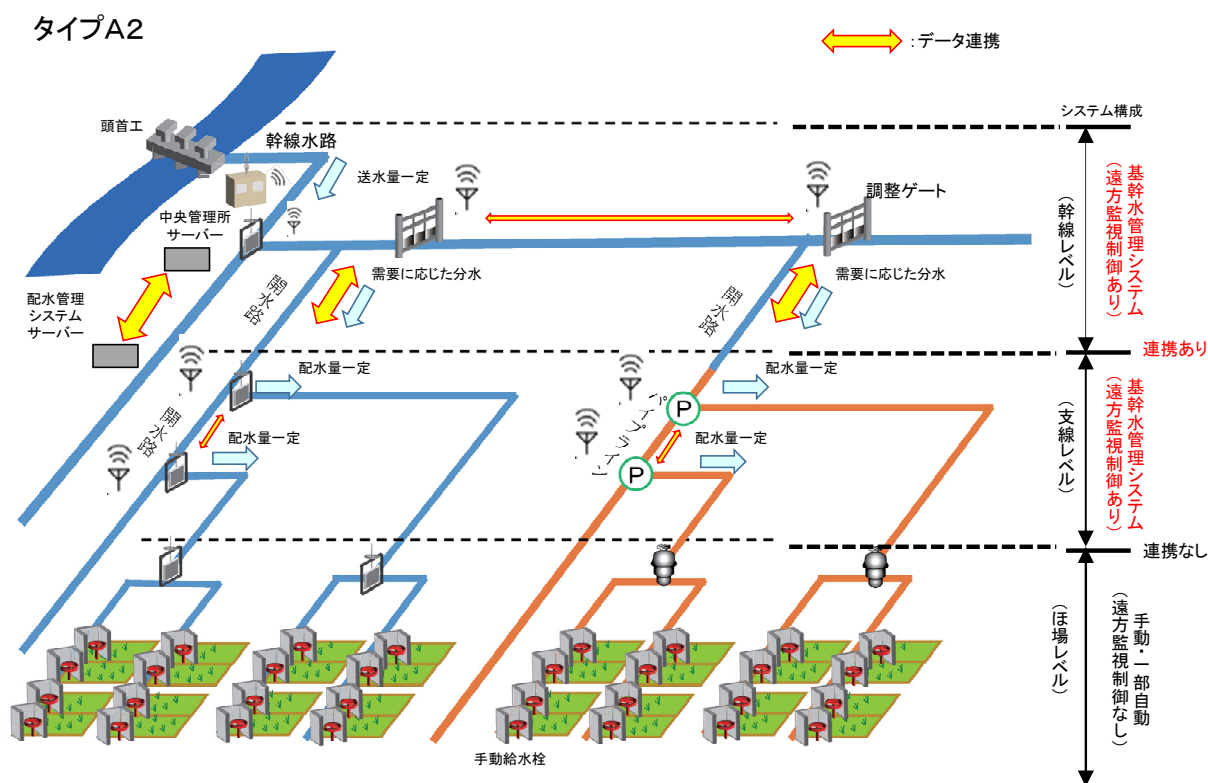


図2-3 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプA2）

【タイプB 1：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 A 1 又は A 2 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

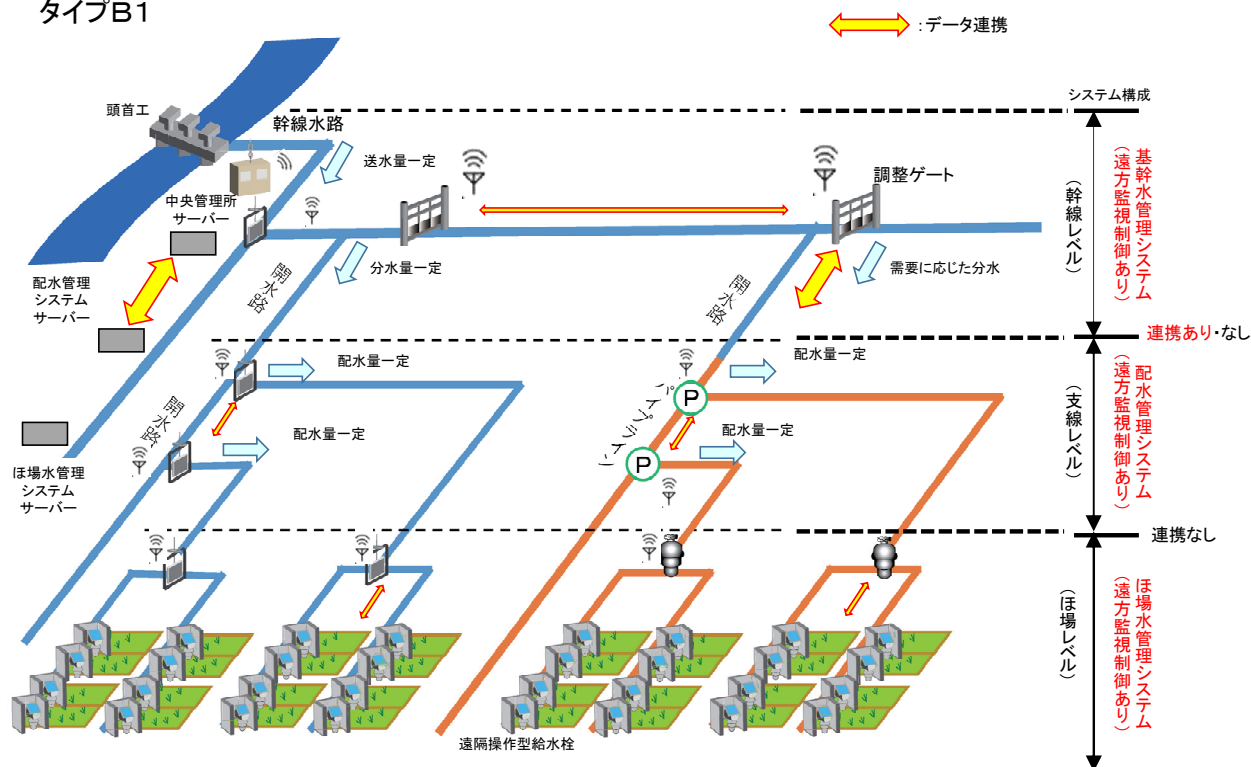


図 2-4 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプ B 1）

【タイプB2：ほ場－支線間でのデータ連携】

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
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 T M ・ T C 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。

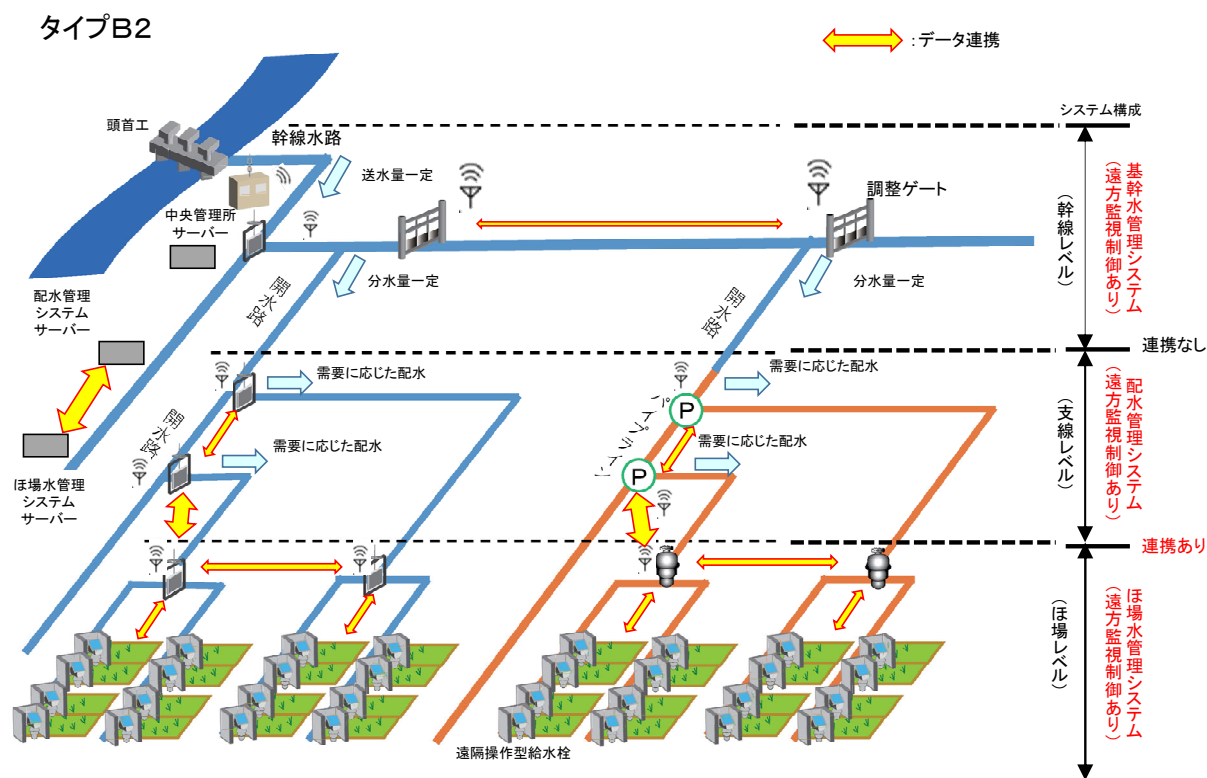


図 2-5 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプ B 2）

【タイプC：ほ場から幹線までのデータ連携】

水路システム	I C T 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 T M ・ T C 等の導入
- ・ 支線水路レベルの調整池・機場・分水工等での T M ・ T C 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。

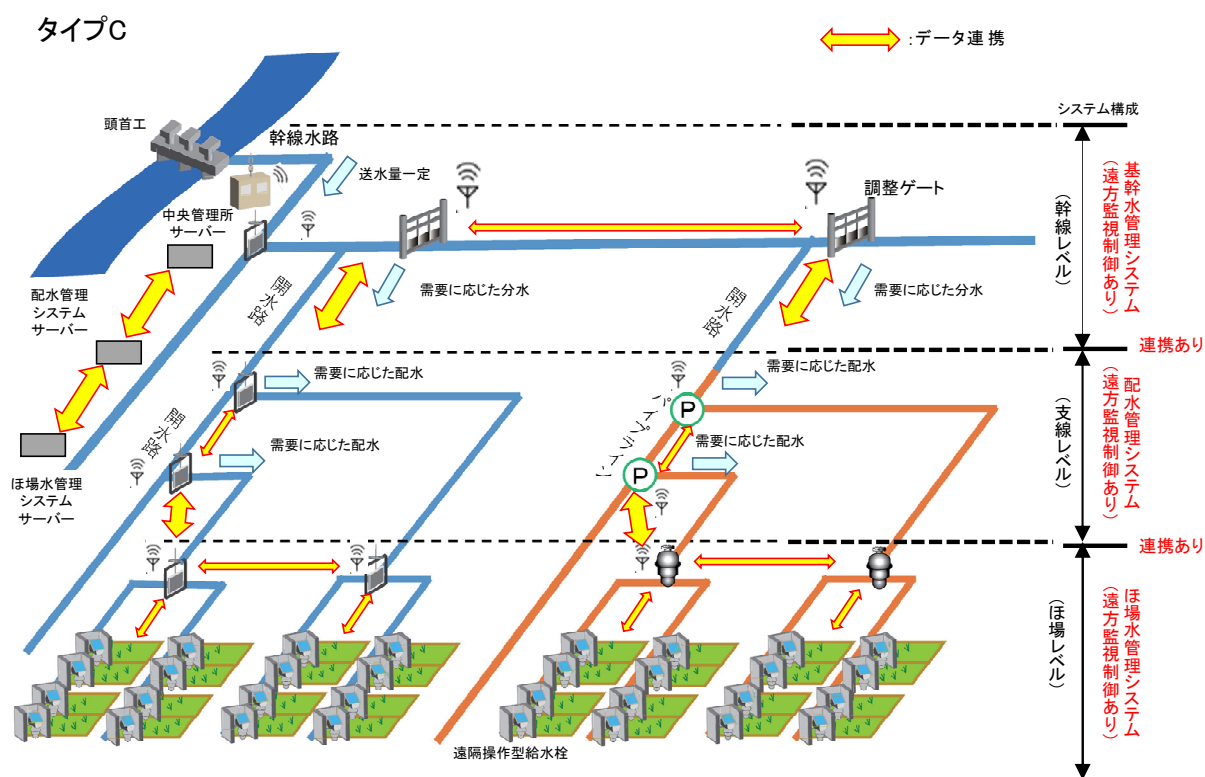


図 2-6 現状の水管理システムと対応する施設構成とシステム構成（タイプC）

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、I C T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、I C T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I C T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（T M・T C）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、I C T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、I C T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、大規模分木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。

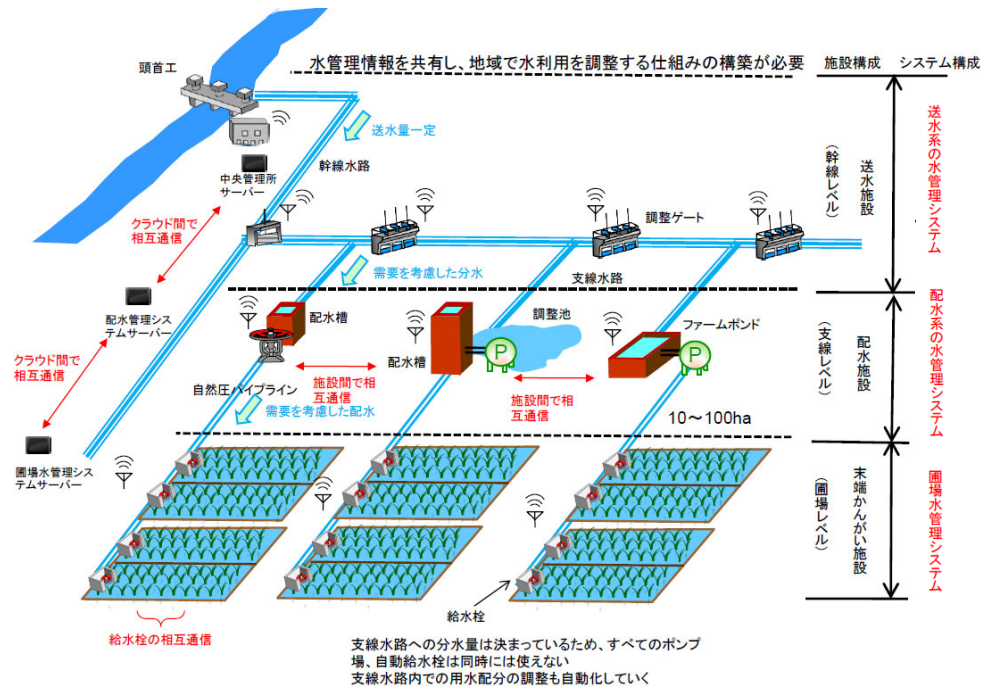
○ 支線レベルの水管理システム（配水管理システム：土地改良区・水利組合が管理）

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稻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

I C T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に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に設置され、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。

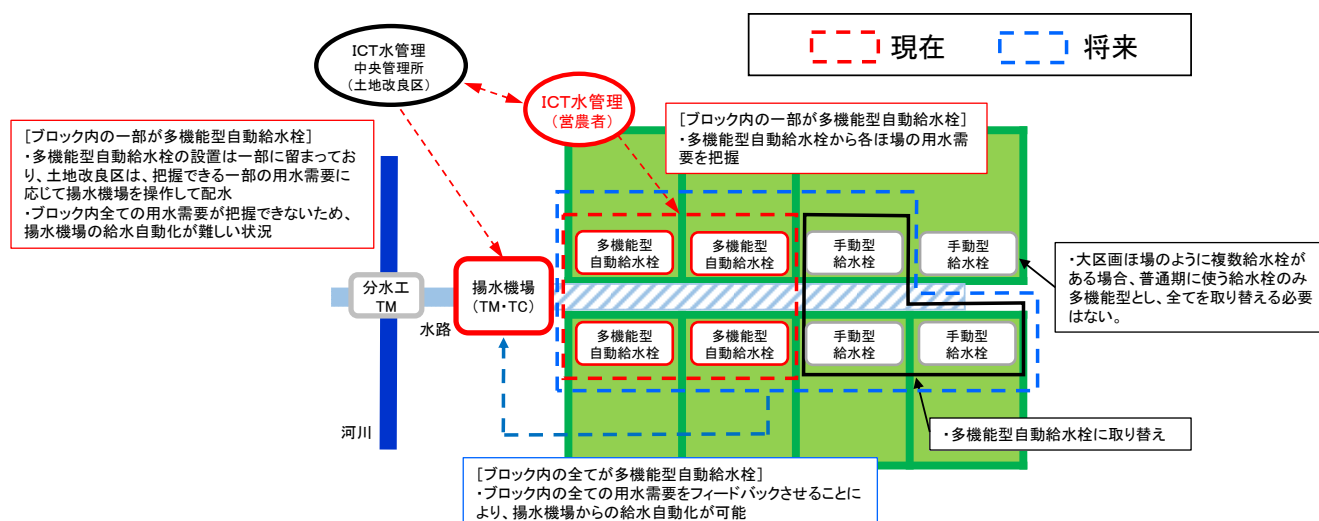


図 2-7 多機能型自動給水栓の設置範囲（切り替え工事完了前）（イメージ）

②用水の有効利用のための調整施設の設置

I C T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I C T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 I C T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。

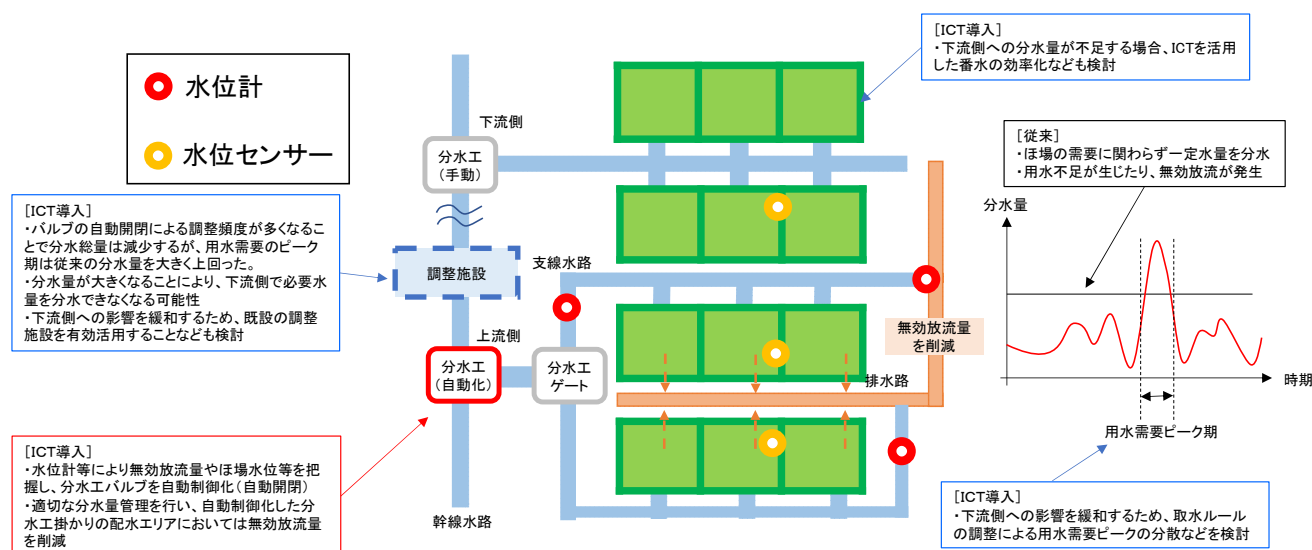


図 2-8 用水の有効利用のための調整施設の設置（イメージ）

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。

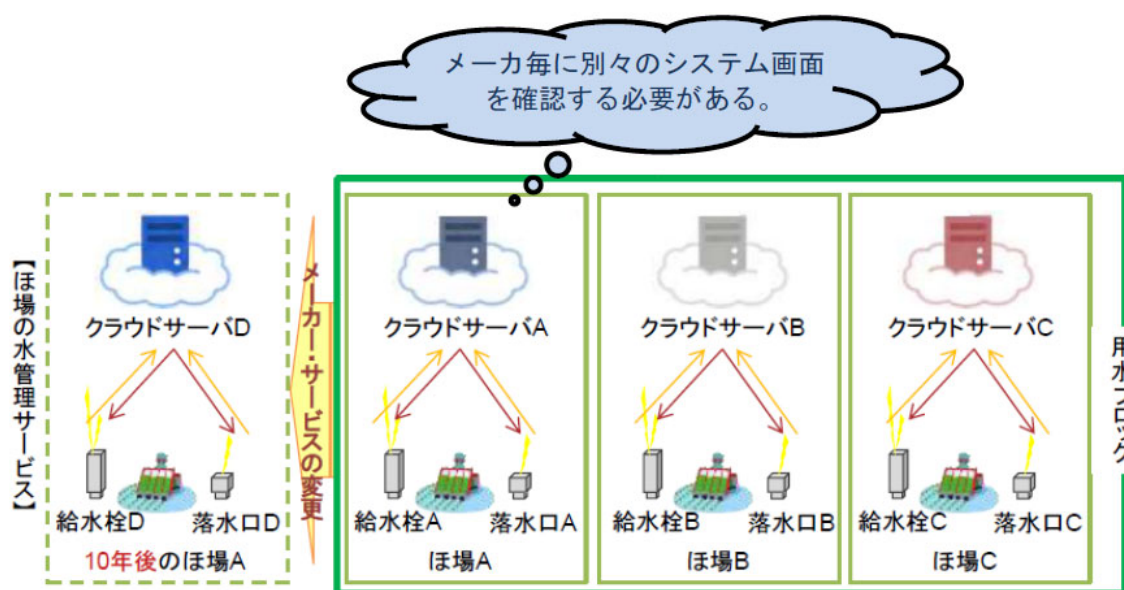


図 2-9 ICT機器導入に当たっての懸念事項の例

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。

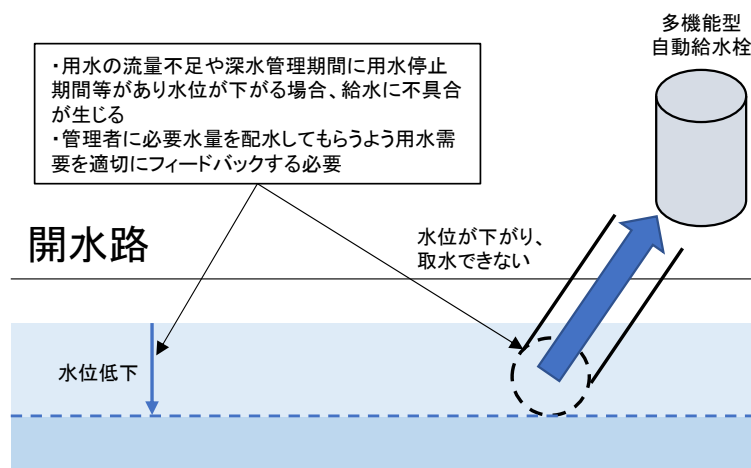


図 2-10 水位不足による給水の不具合（イメージ）

(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に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。

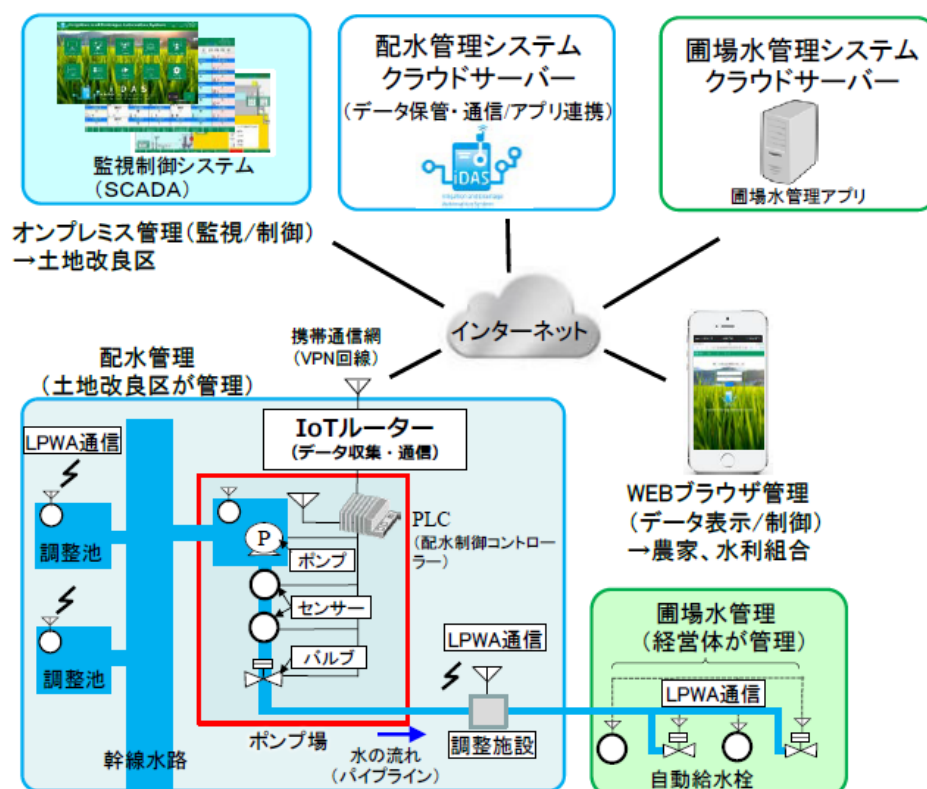


図 2-11 通信環境の整備（イメージ）

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。

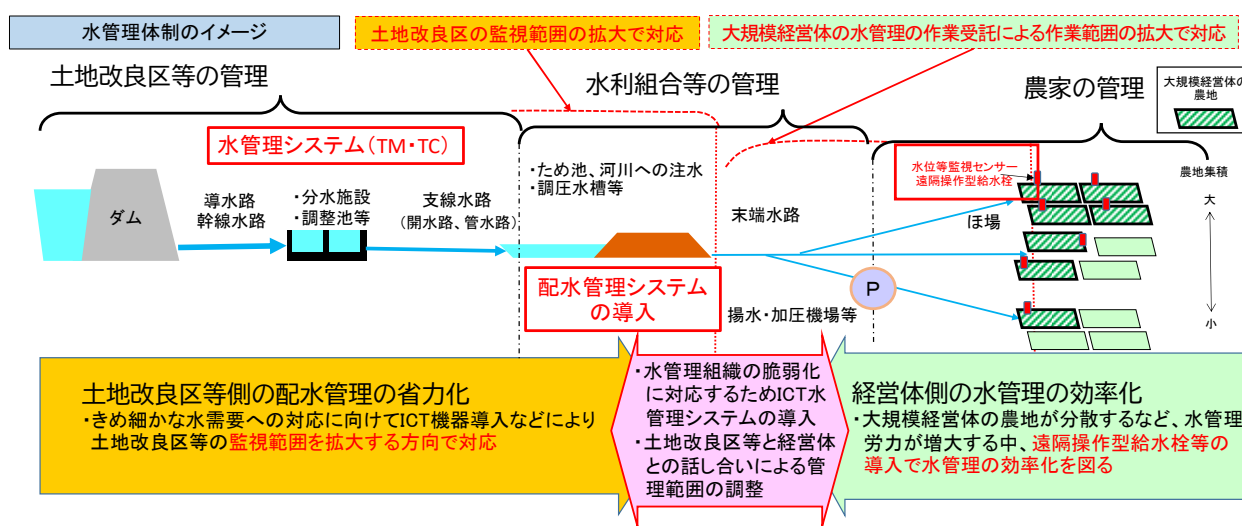


図 2-12 土地改良区等と農家の管理範囲の変更（イメージ）

(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。

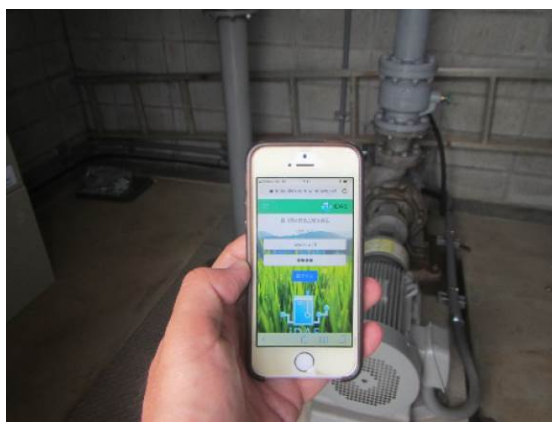
実証事例から、スマートフォン等の端末を使用して水管理を行う際、機器の操作に不慣れで営農に利用することへ抵抗がある場合があるため、制御ソフトウェアの使い方のサポート態勢についても検討が必要であることが挙げられている。

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 L P W A （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

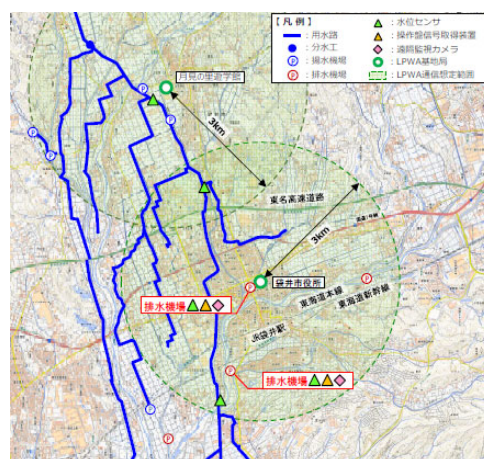
静岡県袋井市では、農業水利施設の遠方監視などに I C T を活用し省力化に取り組んでいる。監視対象施設数やデータの送受信容量を踏まえ、通信方式として L P W A を採用し、通信費の削減を図った。



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 I C T 導入範囲

(ア) 水管理方式を踏まえた I C T 導入範囲

I C T 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、I C T 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 I C T を導入する【タイプ A 1】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、T M ・ T C が未導入の基幹施設、送水施設への I C T 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、I C T 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 I C T を導入する【タイプ A 1】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、T M ・ T C が未導入の基幹施設、送水施設への I C T 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 I C T 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

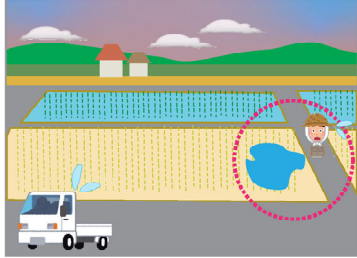
実証事例から、多機能型自動給水栓の設置を検討する際は、給水対象範囲（多機能型自動給水栓の種類によるが給水範囲が 1ha 程度の機器もある）に見合った設置数とすることが経済的であることが指摘されている。

また、水管理の省力化に関して、日中に行う作業労力を I C T 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

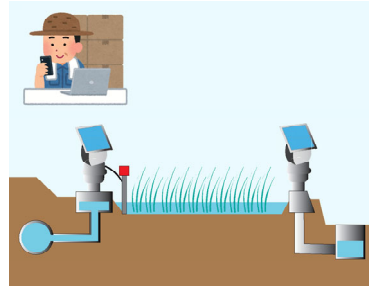
【水管理の労力】

- ・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】

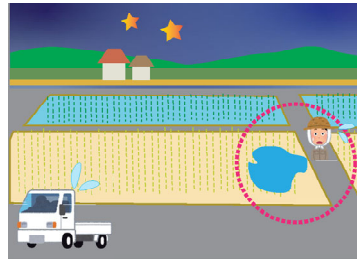
- ・多機能型自動給水栓を導入することで、自宅からでもほ場に給水できるようになり、移動時間や給水操作時間が軽減されます。



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。

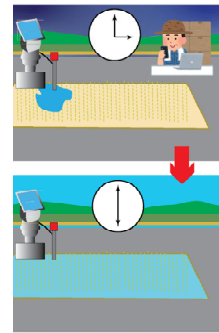


図 2-15 多機能型自動給水栓の事例

(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用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

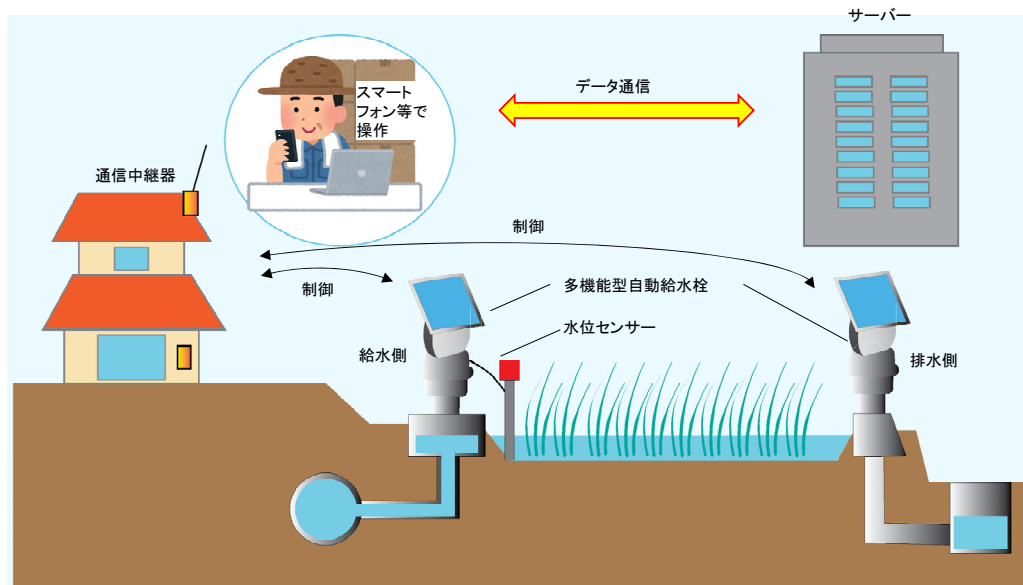
～ ICT導入により発揮される多面的機能 ～

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。

3 農村地域の情報通信インフラとの連携

(1) 農村地域の情報通信インフラの現状と課題

近年、情報通信インフラは社会・経済活動に不可欠なものとなっている。農業分野においても、農業者の減少、高齢化などが深刻化しており、ICTを活用した水管理や自動運転などのスマート農業の導入推進を通じて生産性の向上、付加価値の向上、人手不足等への対応を図っていくため、ICTなど先端技術の活用に期待が寄せられている。

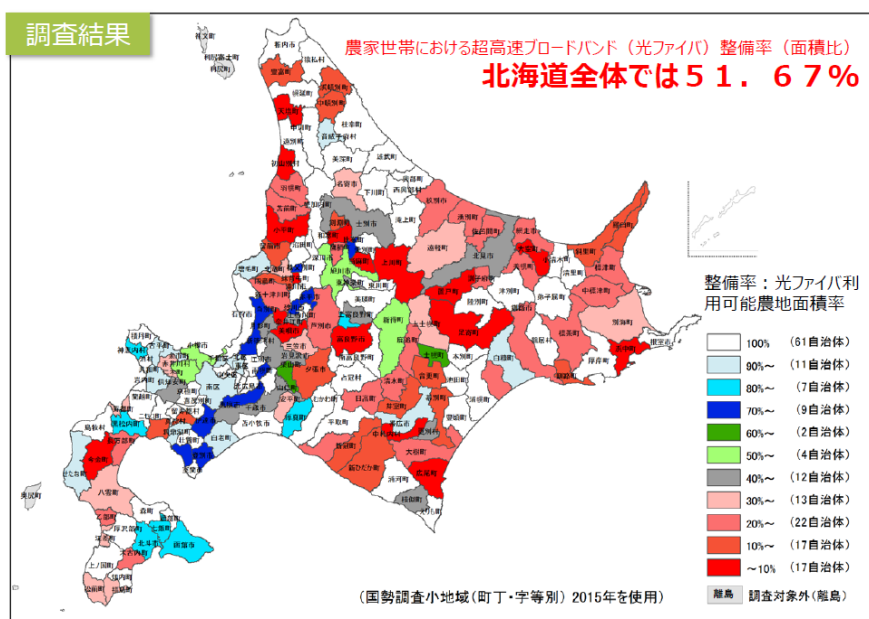
また、高齢化と人口減少が著しい中山間地域を含む農村地域においては、地域の活性化を図るため、多様な人材の活躍を支えるものとして情報通信インフラの整備が必要となっている。

しかしながら、農村地域においては、低密度の人口と幅広いカバーエリア等による採算性等の問題から情報通信インフラの整備が十分に進んでいない状況となっている。

(参考 3-1) 北海道における光ファイバー利用可能農地面積率

ICTなど先端技術の活用に必要な通信規格（ローカル 5 G 等）の無線基地局は、光ファイバーに接続されている必要がある。

光ファイバーの整備は市街地などの居住エリアを中心に進んでおり、居住エリアの光ファイバー整備率（世帯カバー率）は 99.1%（令和 2 年 3 月末時点）となっている。一方、農地における光ファイバーのカバー率については、正確な数字はないものの、「北海道 ICT/IoT 懇談会」の推計によると北海道では約 52%（利用可能農地面積率）となっている（図 3-1）。



資料：北海道 ICT/IoT 懇談会報告書（R1.3.13）

図 3-1 北海道における光ファイバー利用可能農地面積率

(参考 3-2) ICTの活用に必要な情報通信インフラ

農村地域において、低密度の人口や農地を面的にカバーするためには無線通信が適しており、光ファイバーに接続されている必要がある。通信規格としては、LPWA、BWA、ローカル5Gが代表的である。図3-2に示すように、通信規格によって通信速度、通信距離、消費電力などが異なることから、利用目的に応じて、適切な通信方式を組み合わせ、地域にあった情報通信インフラを整備することが重要である。

■LPWA (Low Power Wide Area)

センサーで収集した気温や、水路・水田の水位等のデータをインターネットに繋げることができ、農地でのIoTを実現するために適した無線通信。通信速度は低速だが、低消費電力、カバーエリアは数km～十数kmと広域であり低コスト。

■BWA (Broadband Wireless Access)

農地や水路などの水利施設を映像でも監視したい場合など、容量の大きなデータの送受信に適した無線通信。1つの基地局で半径2～3kmの範囲をカバー。

■5G (第5世代移動通信システム)

超高速、超低遅延、多数同時接続といった性能を持ち、通信の低遅延性が求められる農業機械の無人走行の遠方監視や、高画質な映像とAIを組み合わせた作物の生育診断などに利用。

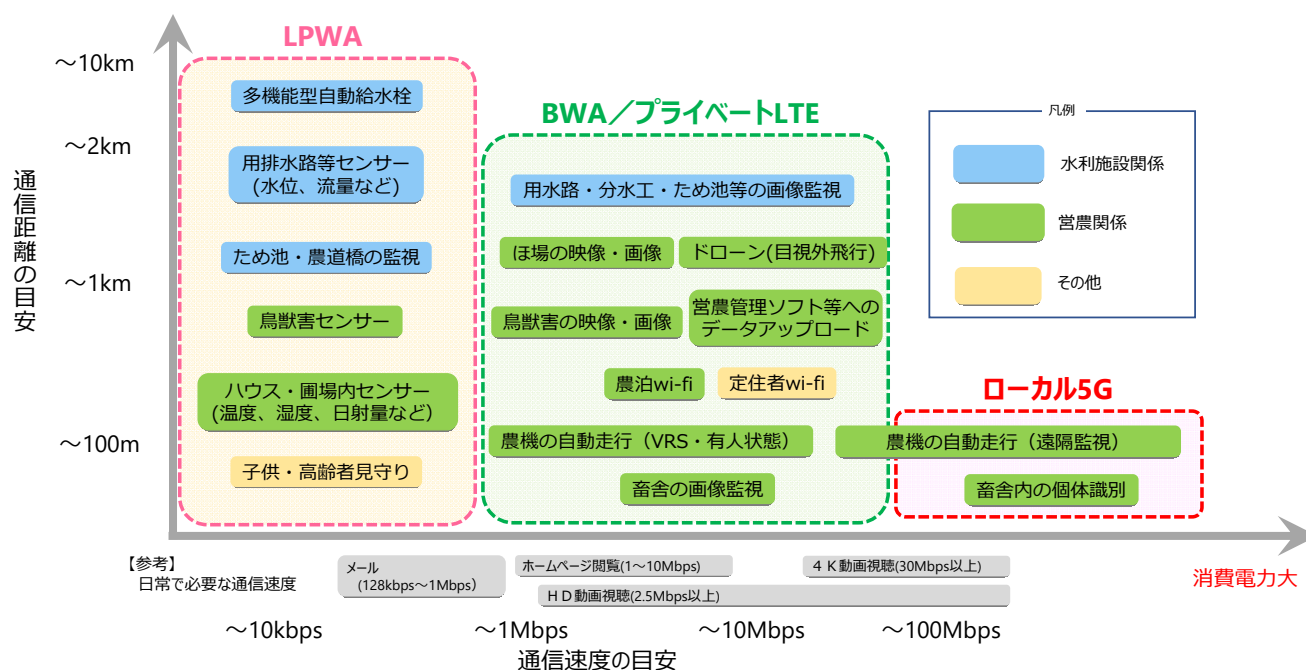


図 3-2 代表的な無線通信と主な利用方法

（２）農村地域の情報通信インフラ整備に係る各種施策の位置付け

政府は、農村地域の情報通信インフラ整備を各種施策に位置付けている。

農林水産省では、「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整備部地域整備課（令和５年４月））の策定や総務省との連携等を通じて、その整備を推進している。また、農山漁村振興交付金（情報通信環境整備対策）により、農業農村インフラ（ほ場、農業用排水施設、農道等の農業生産基盤及び農業集落排水施設、農業集落道、営農飲雑用水施設、農業集落防災安全施設等の農村生活環境基盤）の管理の省力化・高度化を図る中で、地域活性化やスマート農業の実装にも活用できる情報通信インフラを整備する取組を支援している（図３-３、３-４）。



図 3-3 農山漁村振興交付金（情報通信環境整備対策）PR版【令和５年度予算概算決定】

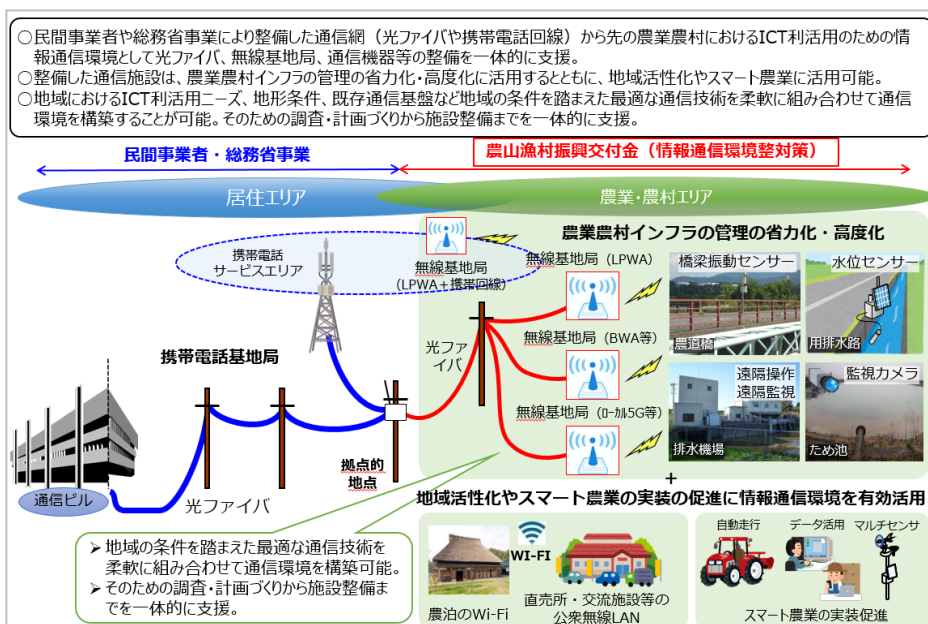


図 3-4 農山漁村振興交付金（情報通信環境整備対策）のイメージ

2. 農業の持続的な発展に関する施策

（５）農業の成長産業化や国土強靱化に資する農業生産基盤整備

① 農業の成長産業化に向けた農業生産基盤整備

（略）加えて、農業構造や営農形態の変化に対応するため、自動走行農機やＩＣＴ水管理等の営農の省力化等に資する技術の活用を可能にする農業生産基盤の整備を展開するとともに、関係府省と連携し、農業・農村におけるＩＣＴ利活用に必要な情報通信環境の整備を検討し、農業の担い手のほぼ全てがデータを活用した農業を実践するために望ましい環境整備に取り組む。

（７）情報通信技術等の活用による農業生産・流通現場のイノベーションの促進

① スマート農業の加速化など農業現場でのデジタル技術の利活用の推進

スマート農業のための農地の基盤整備や整備で得る座標データの自動運転利用、農業データ連携基盤（WAGRI）等を活用したデータ連携、関係府省と連携した農業・農村の情報通信環境の整備、技術発展に応じた制度的課題への対応を図るため、「スマート農業プロジェクト」を立ち上げ、生産性や収益性の観点からも現場実装が進むよう、必要な施策を検討・実施する。

3. 農村の振興に関する施策

（２）中山間地域等をはじめとする農村に人が住み続けるための条件整備

③ 生活インフラ等の確保

ア 住居、情報基盤、交通等の生活インフラ等の確保

中山間地域等をはじめとする農村に安心して住み続けられるようにするため、住居、情報基盤、交通等の生活インフラ等を確保するための取組を推進する。具体的には、「農地付き空き家」に関する情報提供や取得の円滑化、農業・農村におけるＩＣＴ利活用に必要な情報通信環境の整備の検討、コミュニティバス・移動販売等の地域内交通・食料品アクセスの確保・維持、小規模校等における教育活動の充実等の取組を推進する。

(参考 3-4) 成長戦略実行計画（令和 3 年 6 月閣議決定）

第 2 章 新たな成長の原動力となるデジタル化への集中投資・実装とその環境整備

7. スマート農林水産業

デジタル技術や衛星情報を活用し、地方創生の中核である農林水産業の成長産業化を推進するため、通信環境整備やデジタル人材の育成等を進める。

具体的には、通信環境整備を進めるため、農村での調査、整備手法等をまとめたガイドラインを本年度中に策定する。

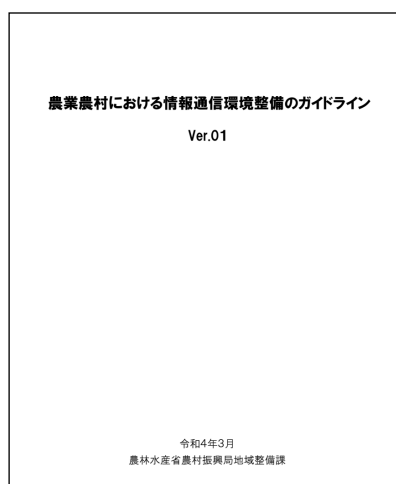


図 3-5 策定されたガイドライン（農山漁村における情報通信環境整備のガイドライン）

(参考 3-5) 成長戦略フォローアップ（令和 3 年 6 月閣議決定）

1. 新たな成長の原動力となるデジタル化への集中投資・実装とその環境整備

（7）スマート農林水産業

i) スマート農業の推進

2022 年度までに、生産基盤の強化を技術面から支えるスマート農業の本格的な現場実装を着実に進める環境が整うよう、以下の取組を一体的に進める。

（スマート農業の推進）

- ・スマート農業の推進に資する 農村周辺での通信環境整備のため、現場の状況に応じて、農林水産省の関連事業と総務省の関連事業を効果的に活用する。
- ・農林水産省と総務省の間で、スマート農林水産業を加速化する必要性についての危機感、農林水産業の各分野・地域横断的な課題、各分野における取組の進捗状況などを共有し、民間会社の協力も得ながら解決に向けた対応策を検討するための連絡会議を設置する。

（３）水管理におけるＩＣＴ導入と農村地域の情報通信インフラとの連携

農村地域においてＩＣＴを利活用するためには、その基盤となる情報通信インフラの整備が必要である。導入する技術やその水準によって必要な情報通信インフラの内容は異なり、地域によって利用目的、地形条件、既存の光ファイバー網の整備状況なども異なる。

これらの要素を考慮して、将来のＩＣＴ利活用の幅広いニーズを見据えながら、地域の実態に合った汎用性の高い情報通信インフラを効率的に構築していく必要がある。

農村地域において情報通信インフラの整備を推進していくに当たり、過年度の実証結果*から、個々のＩＣＴ利活用の取組に応じてバラバラに情報通信インフラを整備する場合、初期費用と通信費が高く大きな負担となってしまうため、その解決策として、情報通信インフラを多用途利用（複数目的の農業利用や農業以外（地域の課題解決）の利用）して、無線基地局などを共同利用することにより、その設営・維持管理に係るコストを利用者で共同負担すること等が挙げられている。

水管理におけるＩＣＴ導入において情報通信インフラの整備の検討が必要な場合は、複数目的の農業利用や、農業分野にとどまらず防災、交通、教育、医療など様々な分野で地域が抱える課題やＩＣＴの利活用ニーズの把握に努め、情報通信インフラの多用途利用を踏まえた整備（ジョイントサプライ）の必要性を検討することに留意が必要である。

*天竜川地区情報基盤整備実証調査業務報告書（令和３年３月、関東農政局土地改良技術事務所、若鈴コンサルタンツ株式会社）

*農村の情報ネットワーク環境整備に関する調査検討業務報告書（令和２年３月、株式会社情報通信総合研究所）

4 水管理に係る課題と農業水利システムの再構築

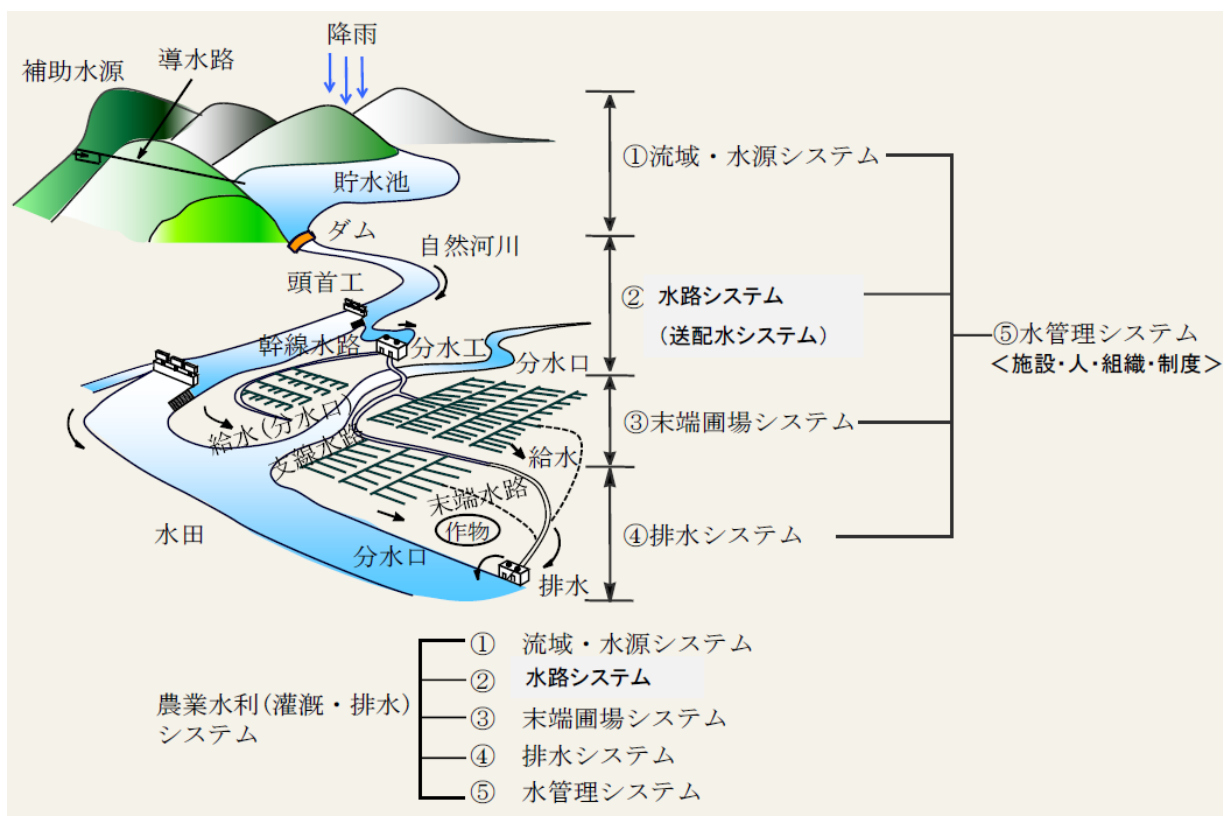
本章では、農業水利システムにおける水管理システムの位置付け等について解説するとともに、農業・農村の変化を踏まえた農業水利システムの再構築の在り方とICT技術の活用について整理する。

(1) 農業水利システムとその構成

農業用水に関わる系全体を包含する概念である農業水利システムは、

- ・ 自然物や物理的な施設である以下①～④のシステムと、
 - ① 流域・水源システム（自然河川・ダム・導水路など）
 - ② 水路システム（頭首工・揚水機場・水路など）
 - ③ 末端ほ場システム（給水栓など）
 - ④ 排水システム（排水路・排水機場など）
- ・ これら①～④が本来の機能を発揮するよう配置・組織化された⑤ 水管理システム（水管理施設・水管理組織・水利秩序）

により構成されている（図4-1）。



中・樽屋著:水路システム工学 より引用

図4-1 農業水利システムにおける水管理システム

この中で、⑤の水管理システムは、①から④にわたる農業水利施設を通じて用水の供給・配分又は農地からの排水などの用排水制御を行うため、それぞれの施設の維持・管理を担当する行政組織、土地改良区・土地改良区連合等（以下、「土地改良区等」）、水利組合等、農家等の水管理組織が、地域の慣行

や合意等により形成された水利秩序の中で、水管理施設又は現場の操作盤等において監視・操作を行うものである。

水管理が適切かつ円滑に行われるには、

- ・ 地域における営農や農業用水需要・水管理の現状
- ・ 高齢化に伴う農業者の減少や、担い手への農地集積等に伴うこれら営農や水管理に係る地元の意向を踏まえた今後の見通し

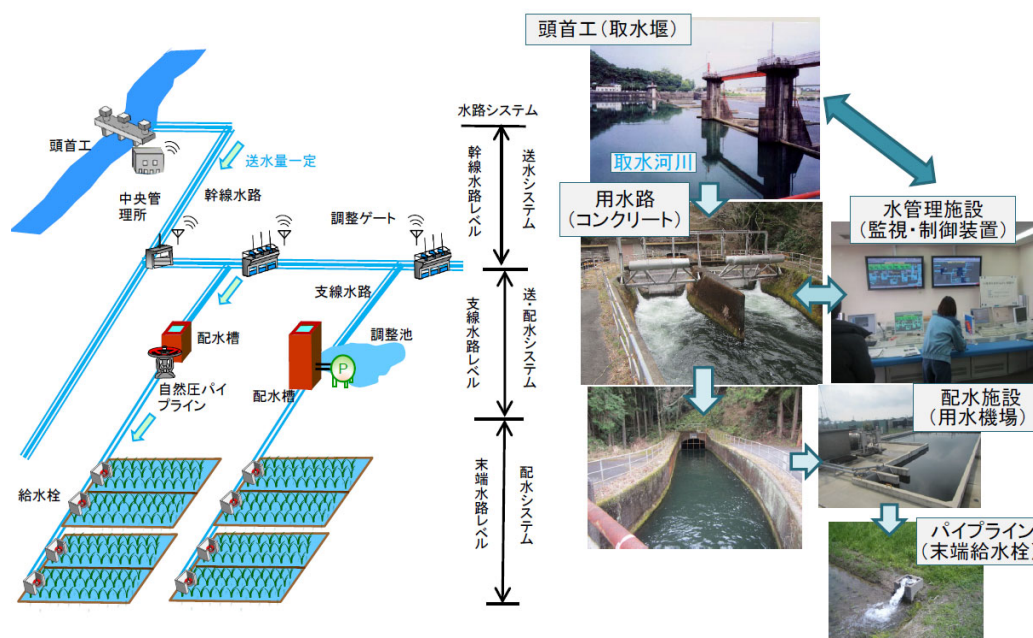
等を踏まえ、農業水利システムにおける農業水利施設、水管理組織及び水利秩序をバランス良く見直ししていくことが必要である。

ア 流域・水源システム・水路システムと幹線・支線・末端水路レベル

用水系の農業水利施設に着目すると、

- ・ 流域・水源システム（図 4-1 の①）には、ダム、補助水源からダムへの貯水を可能とする導水路が含まれ、
- ・ 水路システム（図 4-1 の②）には、用水を河川から取水し、ほ場まで送水・配水するための頭首工、揚水機場、幹線水路、分水工、支線水路、調整池、配水施設、末端水路などが含まれる。

②の水路システムについて、幹線水路、支線水路、末端水路の形式には、開水路と管水路があり、これらの施設が適正に組み合わさって、水源からほ場まで農業用水が送水・配水される（図 4-2）。



資料：令和 2 年度農業土木事業協会 WEB 研修会資料「ほ場及び広域を対象とした水管理システムの現状と課題（中矢哲郎）」

図 4-2 水路システムの構成（例）

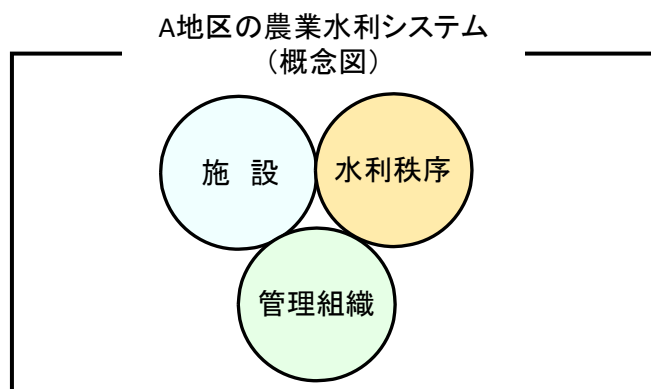
これら農業水利施設の規模や取水量については、日消費水量と受益面積

を基に用水需要量を積み上げ、ほ場での需要集中を想定せず、24 時間かけてほ場に用水供給されることを前提に決定されている。

イ 水管理組織と水利秩序

水管理は、施設（農業水利施設）に加え、土地改良区等・水利組合等・末端農家組織などの管理組織と、これら組織内及び組織間の水利秩序（制度・慣行等のルール）が相まって機能する（図 4-3）。

※ 図 4-1 に照らせば、①～④の施設と、⑤に含まれる土地改良区等や水利組合等、制度・慣行等のルールが相まって水管理が機能するということを意味する。



※施設には、水路の物理的構造（制御場所、水路形式）が含まれる

図 4-3 農業水利システムを支える 3 要素

施設規模や取水量の制約の下、典型的な例として、土地改良区が幹線レベル、水利組合や集落が支線レベル、地域の多数の農家がほ場レベルの水管理を担うといった重層的な役割分担の上、上位からの供給量を基に水利用のルールが構築され、用水配分がなされてきた（図 4-4）。

農業水利施設の管理と用水配分(これまでのイメージ)

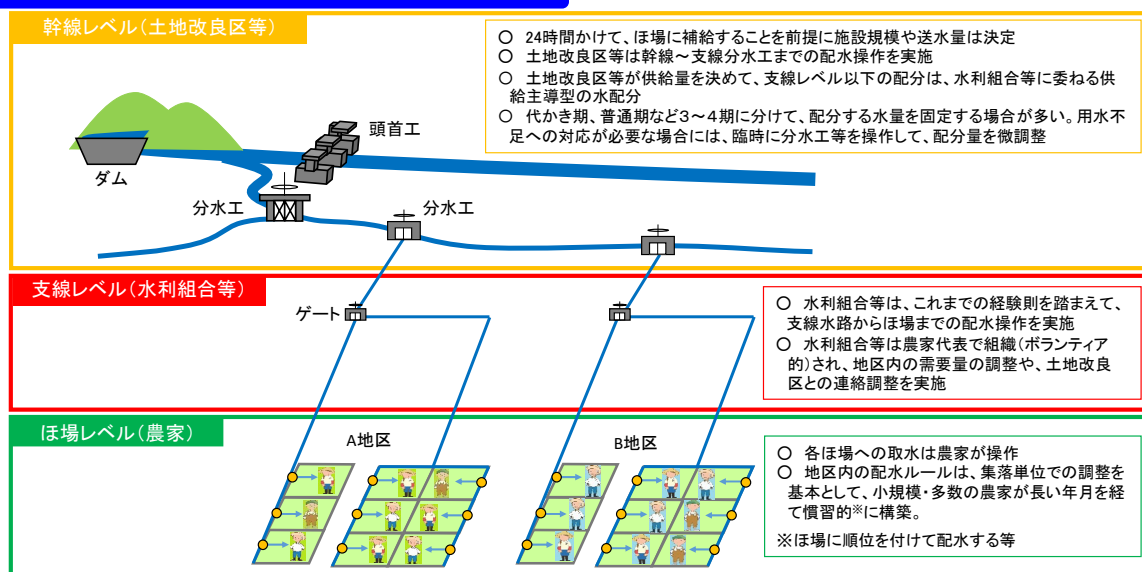


図 4-4 農業水利施設の管理と用水配分（これまでのイメージ）

土地改良区等が管理する幹線レベルにおける用水配分は、土地改良区職員が自ら実施する場合や、幹線から支線への分水操作等を配水管理委託者に依頼して実施する場合が多い。

支線に配水された用水は、水利組合等が、地区内のルールに則り利水調整を行うが、地区内のルールについて、慣行によるルールはあるものの明文化されていない地区が大宗を占めている。また、新規就農者や集落外からの入作農家に対して、地区内のルールを周知・伝達する機会を持たない地域もある。

幹線レベル、支線レベル、ほ場レベルにおける水管理の例を以下に示す。

【幹線レベル（土地改良区）】

- ・ 24 時間かけて、ほ場に補給することを前提に施設規模や送水量は決定
- ・ 土地改良区等は幹線～支線分土工までの配水操作を実施
- ・ 土地改良区等が供給量を決めて、支線レベル以下の配分は、水利組合等に委ねる供給主導型の水配分
- ・ 代かき期、普通期など 3～4 期に分けて、配分する水量を固定する場合が多い。用水不足への対応が必要な場合には、臨時に分土工等を実施して、配分量を微調整

【支線レベル（水利組合）】

- ・ 水利組合等は、これまでの経験則を踏まえて、支線水路からほ場までの配水操作を実施
- ・ 水利組合等は農家代表で組織（ボランティア的）され、地区内の需要量の調整や、土地改良区等との連絡調整を実施

【ほ場レベル（農家）】

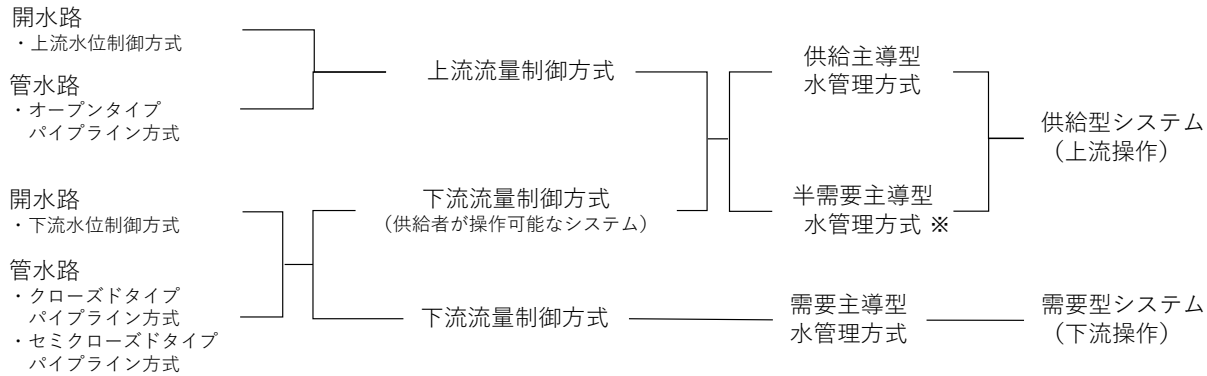
- ・ 各ほ場への配水は農家が操作
- ・ 地区内の配水ルールは、集落単位での調整を基本として、小規模・多数の農家が長い年月を経て慣習的※に構築。

※ ほ場に順位を付けて配水する等

ウ 水管理方式

水路システムに着目したとき、一般的には図 4-2 のように幹線水路レベル、支線水路レベル及び末端水路レベルにより構成されるが、これらそれぞれの水管理の方式は、それぞれの施設の物理的構造、制御箇所を操作する者、下流の需要側との調整頻度などにより、供給主導型・半需要主導

型・需要主導型の3タイプに分類される（図4-5、表4-1）。



※需要者からの申し込み水量を基礎に供給側が供給量を決定・操作する方式

資料：農業水利のための水路システム工学（中・樽屋著：2015）の図を基に編集

図4-5 水管理方式と水路形式

表4-1 水管理方式と水路形式

【施設】 水路の物理的構造		【組織・人】 組織的側面	【制度】 水利秩序	水管理 方式
制御場所	水路形式	制御場所を 操作する者	需要者との 調整頻度	
水路の 上流部で 流量制御	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路	供給側の者 （供給型システム）	低い	供給 主導型
			高い	半需要 主導型
水路の 下流部で 流量制御	・クローズドタイプ管水路 ・セミクローズドタイプ管水路 （・開水路（下流水位制御方式））		低い	供給 主導型
			高い	半需要 主導型
		需要側の者 （需要型システム）		需要 主導型

○ 上流側で流量制御するタイプ

幹線水路システム内において、水源から取水した用水を自然流下で通水させ、各分木工から末端ブロックへの必要水量を取水する形式。水源からの供給量が実需要量を上回る場合には、その差が水路流末部から余水として放流される。

頭首工
水路壁天端
最大流量時水面

コントローラー
センサー

Q_{in}

静水位

放水木工 Q_{out}

分水口 q_{out} (需要量)

分水口

分水口

供給側の需要量
予測などによる送水

実需要が供給を
下回った場合の余水

図 4-6 開水路（上流水位制御方式）概要図

パイプラインに沿った要所要所に自由水面を持つスタンドを配置した形式。本形式は水田かんがい用水に多く用いられ、開水路に準じた水路形式であり、余水はすべて放流されるため、節水の必要がある地域では、調整池等を設けて無効放流を防ぐ必要がある。

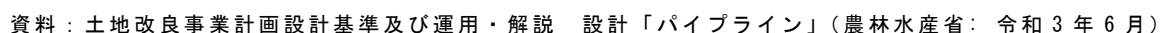
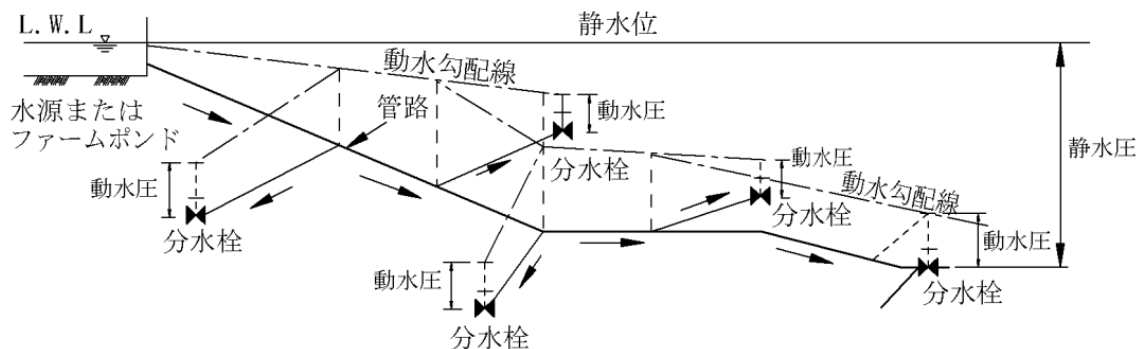


図 4-7 オープンタイプ管水路概要図

○ 下流側で流量制御するタイプ

・クローズドタイプ管水路（図 4-8）

上流から末端まで閉管路で流水が連続し、末端の給水栓を開くことにより所要の水量及び水圧を得る方式。特に給水圧力を必要とする用水路に最適である。

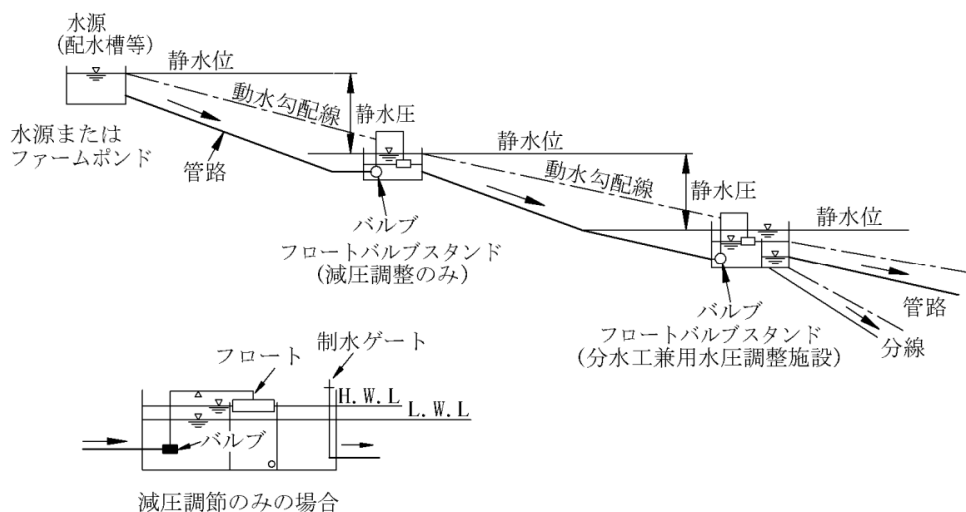


資料：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」（農林水産省：令和 3 年 6 月）

図 4-8 クローズドタイプ管水路概要図

・セミクローズドタイプ管水路（図 4-9）

フロート弁類を連続的に用いることにより構成される形式であり、下流側のバルブを開閉しない限り水の流動は生じないため、オープンタイプのような無効放流はない。水田かんがい用水路として、オープンタイプに代わって利用されるほか、クローズドタイプでは管路にかかる静水圧が大きくなり過ぎる場合に、静水圧を切る目的で用いられることが多い。



資料：土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「パイプライン」（農林水産省：令和 3 年 6 月）

図 4-9 セミクローズドタイプ管水路概要図

・開水路（下流水位制御方式）

支線水路の始点に設けられた水位調整ゲートによって、その下流水位を一定にし、分土工の下流で流量を制御する方式。制御方式としては優れた面を持ちながらも、水路構造の変更や工事費の増嵩から、勾配のある開水路系で採用された例は限定的である。

【制御場所の操作者、需要者との調整、水管理方式】

○ 供給主導型

供給側が、水資源状況及び作付け状況と過去の管理経験などから需要量を想定して水の供給（量）を決定し、施設を操作する方式である。

施設が開水路（上流水位制御方式）やオープンタイプ管水路の場合、供給側が上流の取水口等を操作する。施設が開水路（下流水位制御方式）やクローズドタイプ・セミクローズドタイプ管水路の場合、供給側が分土工等の下流施設を操作する。

○ 半需要主導型

需要者からの予定の申し込み水量を基礎に、供給側が水の供給（量）を決定し、操作する方式である。申し込み水量についてのデータの処理時間と制御システムの応答特性の時間により、実際の用水供給に遅れが生じる。

施設が開水路（上流水位制御方式）やオープンタイプ管水路の場合、供給側が上流の取水口等を操作する。施設が開水路（下流水位制御方式）やクローズドタイプ・セミクローズドタイプ管水路の場合、供給側が分土工等の下流施設を操作する。

○ 需要主導型

水資源量及び施設容量の範囲内で需要者が水の配分を決定し、また即座に供給を受けることができる方式である。

施設は開水路（下流水位制御方式）やクローズドタイプ・セミクローズドタイプ管水路であり、需要者が分土工等の下流施設を操作する。

(2) 水管理に係る基本的課題

水管理に係る基本的な課題は、各ほ場に必要な時期に必要な水量を供給するために、用水の供給側である土地改良区等や水利組合等、そして用水の需要側である個々の農家について、それらの労力や電気代などのコストの縮減と、無効放流の縮減を、どのように達成するかということとなる。

【用水供給側：水管理組織の負担】

農業水利施設の規模により水源容量、取水量、水路の送水・配水能力などは制約されるため、水管理組織は、これらの制約の下、需要に応じて農業用水を効率的にほ場まで送水・配水する必要がある。

農業水利施設が位置する範囲は広域に及ぶため、水管理組織は、多数の施設を操作する労力を要する。特に水資源に制約のある地域においては、水不足や無効放流が生じないように適切に施設を操作する労力を要する。

また、地形条件、施設条件等により、揚水機場、排水機場、電動ゲート、除塵設備等の施設機械設備を設置している場合、その運転にかかる電気代負担は小さくない。

【用水需要側：個々の農家の負担】

ほ場で農業用水を利用する農家の水管理についても、営農の多様化、かんがい期間の前後倒し等に対応するため、きめ細やかな分水量・水位制御を行う労力を要する。特に、大規模経営体については、分水量・水位制御を広範囲で行う必要があるため多大な労力を要する。

(3) 農業・農村の変化に伴う水管理に係る課題

少子・高齢化、人口減少の本格化、ライフスタイルの変化や海外市場の拡大、農地面積や農業就業者の減少による生産基盤の脆弱化、地域コミュニティの維持に対する懸念など、我が国の農業・農村をめぐる情勢は大きく変化している。

このような農業・農村をめぐる情勢の変化、そしてこれに伴う農業用水の需要の変化により、農業用水の需要と供給の不一致が発生する可能性がある。

ここでは、以下のような農業・農村の変化を例とし、これに伴う農業用水の需給及び水管理に係る課題について述べる。

- ・ 農村社会の変容（農業従事者の減少や農村の混住化・都市化）
- ・ 農業構造の変化（農業経営の大規模化）
- ・ 営農の変化や農地面積の変化
- ・ 農地整備の進展

ア 農村社会の変容に伴う利水調整・送配水管理の効率化

【ポイント】

農業従事者の減少や農村の混住化・都市化により、水管理組織の空洞化が進む可能性があるため、利水調整や送水・配水管理の見直し・効率化が必要となる。

我が国では農業を支える基幹的農業従事者の減少、高齢化が進行している（図 4-10）。

また、農村地域では、混住化・都市化の進行により、農家と土地持ち非農家の比率が、昭和 60 年では 9 : 1 であったものが、平成 27 年では 6 : 4 となり、土地持ち非農家が増加している（図 4-11）。

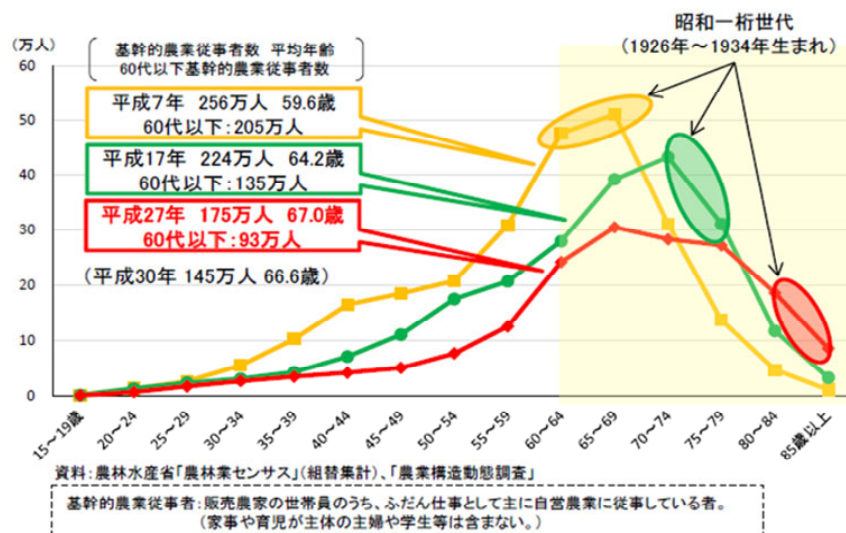


図 4-10 基幹的農業従事者の年齢構成の推移

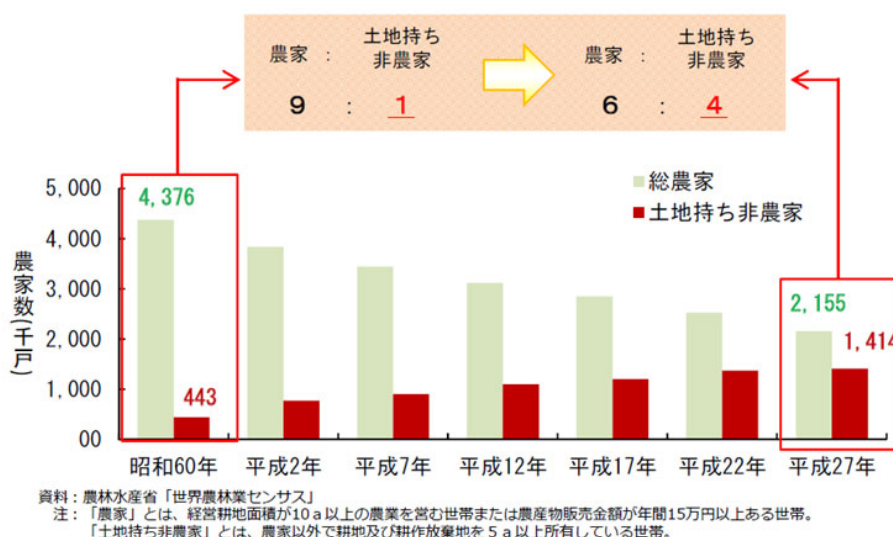


図 4-11 総農家及び土地持ち非農家数の推移

このような農業従事者の減少や農村の混住化・都市化がさらに進行すると、支線水路レベルを管理する水利組合や、末端水路レベルを管理する農業従事者同士の互助体制を維持できないなど、水管理組織の空洞化が進む可能性がある。

このような場合、従来の水管理体制（土地改良区等、水利組合等、農家の三重構造の体制）の下、それまでは集落全体として慣行的に取り組まれてきた利水調整や送水・配水管理について、新たな状況に対応し、更なる効率化や体制の見直し等が求められることが考えられる。

イ 農業構造の変化と集落内・集落間の利水調整

【ポイント】

農地集積が進み、集落をまたぐ大規模な農業経営体が増える中、以下のような集落内・集落間の利水調整に係る課題に対応する必要がある。

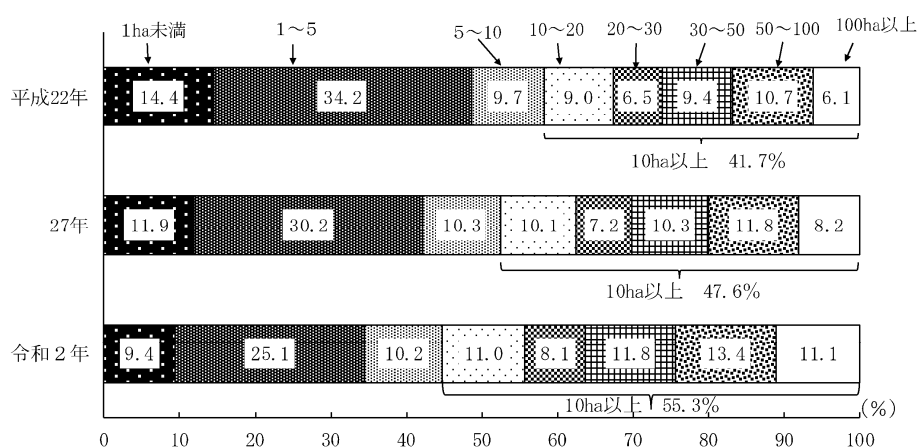
- ・ 大規模経営体が他集落に入作する際、その集落において、集落外の居住者に対し集落の利水調整ルールを周知する仕組みとなっていない場合、入作した大規模経営体は計画的な営農に支障をきたす可能性がある。
- ・ 集落をまたぐ大規模経営体の水需要に対し、複数集落間での利水調整が困難な場合がある。

【大規模な経営体の増加】

少子高齢化・人口減少が本格化し、農業者が減少する中であっても、我が国の農業が持続的に発展していくためには、一層効率的かつ安定的な農業構造に転換していくことが重要である。このため、農林水産省は、地域計画の策定による将来の農地利用の姿の明確化、農地の集積と集約化、農業生産基盤整備、次世代の担い手への農地をはじめとする経営基盤の円滑な継承を推進している。

このような中、大規模な農業経営体や集落営農組織が全体に占める割合が大きくなっている。

図 4-12 に示すように、農業経営体の経営耕地面積規模別に経営耕地面積の割合をみると、30ha 以上の農業経営体は平成 22 年には 26.2%だったところ、令和 2 年には 36.3%に増加している。一集落当たりの耕地面積は一般的に 30～50ha 程度と考えられることから、このような 30ha 以上を経営する経営体は集落全域あるいは複数の集落をまたいだ農業経営を行っていると考えられる。

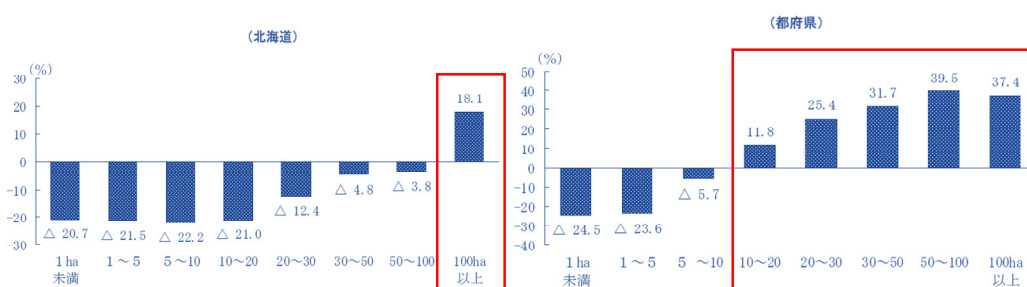


資料：農林水産省「2020年農林業センサス」

図 4-12 経営耕地面積規模別経営耕地面積の割合（全国）

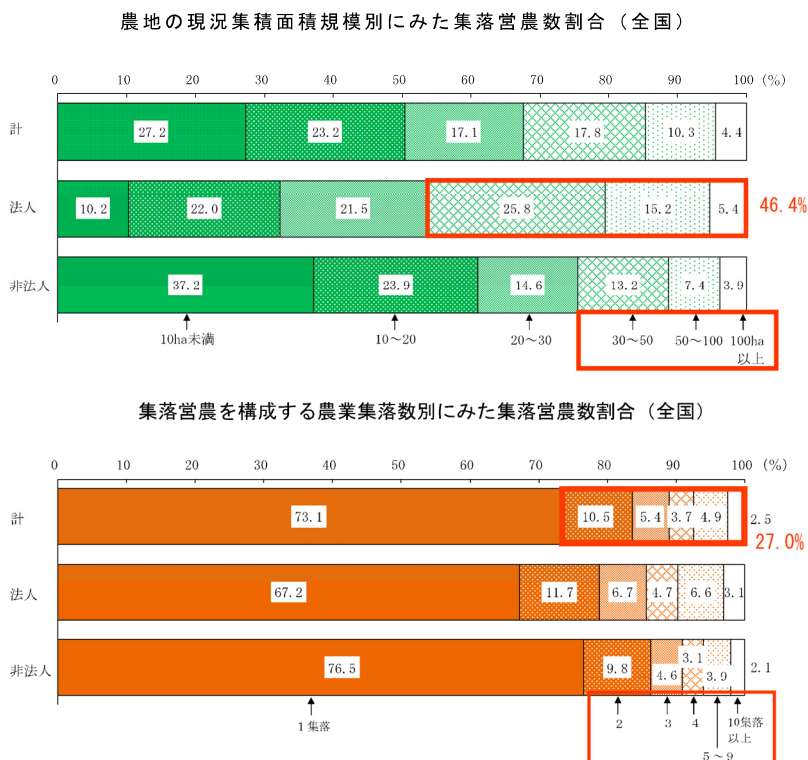
図 4-13 に示すように、経営耕地面積規模別の農業経営体数は、平成 27 年から令和 2 年までの 5 年の間に、北海道では 100ha 以上が増加、100ha 以下が減少、都府県は 10ha 以上が増加、10ha 以下が減少するなど、5 年間で大きく変化している。

図 4-14 に示すように、集落営農組織のうち法人格を有する集落営農組織の耕作面積（経営面積＋農作業受託面積）については、1 集落の規模（30～50ha 程度）より大きな 30ha 以上の組織数が令和 2 年において全国平均で 46.4%を占めている。また、集落営農に取り組む範囲に着目すると、2 集落以上の規模で広域化に取り組む組織が、令和 2 年において全体の 27.0 %となっている。



資料：農林水産省「2020 年農林業センサス」

図 4-13 経営耕地面積規模別農業経営体数の増減率（平成 27 年から令和 2 年の比較）



資料：農林水産省「令和 2 年集落営農実態調査報告書」

図 4-14 集落営農組織の変化

【集落内・集落間の利水調整に係る課題】

このように農業経営が大規模化すると、所在集落の外の集落において、入作する形となる農業経営体も出てくる。その際、入作農家に対して集落内の利水調整ルールを周知する方法を有していない地域や、土地改良区組合員ではない耕作者（貸借地の所有者が継続的に組合員である場合）に対して利水調整ルールを周知する方法を有していない地域の場合には、入作農家となる大規模経営体が地域の利水調整ルールを把握できず、水管理を含む計画的な営農に支障をきたし、また地域の他の経営体と利水調整に関しトラブルに発展する可能性が考えられる。

また、複数の集落間での利水調整の課題も生じる場合が考えられる。従来、支線レベルを担う水利組合等などの水管理組織は、集落内での利水調整を担ってきた。しかし、複数の集落をまたぐ大規模経営体が増加する中、水管理組織がこれら大規模経営体による多様な用水需要を的確に把握し、集落内部の利水調整を行いつつ、他の集落の水管理組織との利水調整を同時に行うことは困難と考えられる。このため、大規模経営体サイドが集落組織単位の用水配分に合わせて営農を行っている等の状況も生じる。

大規模経営体としては、地域の利水調整ルールに精通した集落内の農家等に水管理を委託することも考えられるが、この場合、水管理の委託先の継続的な確保が課題となる。

ウ 営農の変化や農地面積の変化への対応

【ポイント】

農業経営規模の拡大や消費者ニーズの多様化等に伴って営農が変化し、用水需要にも変化が生じる。これに対応して農業水利システムを見直す中で、水管理についても見直す必要が生じる。

【営農の変化】

経営規模を拡大した経営体においては、労働時間の分散・省力化として作期の異なる水稻品種の導入、直播栽培の導入等の動向が確認されている（図 4-15）。また、多様化する消費者ニーズへの対応、経営戦略から新たな水稻品種の導入、高収益作物への転換等の動きもみられる。

こうした営農の変化に伴い、水利用が多様化し、かんがい期間の延長、使用水量の変化、冬期用水の確保など、用水需要の変化が生じている。特に、中～大規模経営体においては使用水量が多い。

このような用水需要の変化に対応するには、その程度に応じて施設の見直しや水利権の見直しが必要となり、水管理についても、幹線、支線、末端の各レベルにおいて、施設、水利権、用水需要の変化に合わせた対応が求められる。

<地区事例：H法人（新潟県）>

○ 経営規模の拡大（9ha（H18）→106ha（H27））に伴い、農作業の効率化を図るため、水稻品種を多様化。

収穫時期		作付品種	
月	旬	従来	現在
8月	下旬		ゆきん子舞（主食用米）
			五百万石（酒米）
9月	上旬		こしいぶき（主食用米）
	中旬	コシヒカリ（主食用米）	コシヒカリ（主食用米）
	下旬		
10月	上旬		笑みの絆（兼用米）
	中旬		みずほの輝き（主食用米）
			北陸193号（飼料用米）
11月	上旬		みつひかり（兼用米）

資料：農林水産省農村振興局「土地改良法の改正について（土地改良区の在り方）」

図 4-15 多様化する作付品種

【農地面積の減少】

我が国の農地面積は、近年一貫してゆるやかな減少傾向が続いている（図 4-16）。各地区では、受益面積は減少するものの、開水路による用水システムの場合、幹線水路から支線水路、支線水路から末端水路、末端水路からは場に分水する際、円滑に配水するための水位維持用水（ゲタ水）などの配水管理用水の確保が新たに必要となる場合がある。

このような変化に対応し、水管理における送配水量の見直しが生じる。

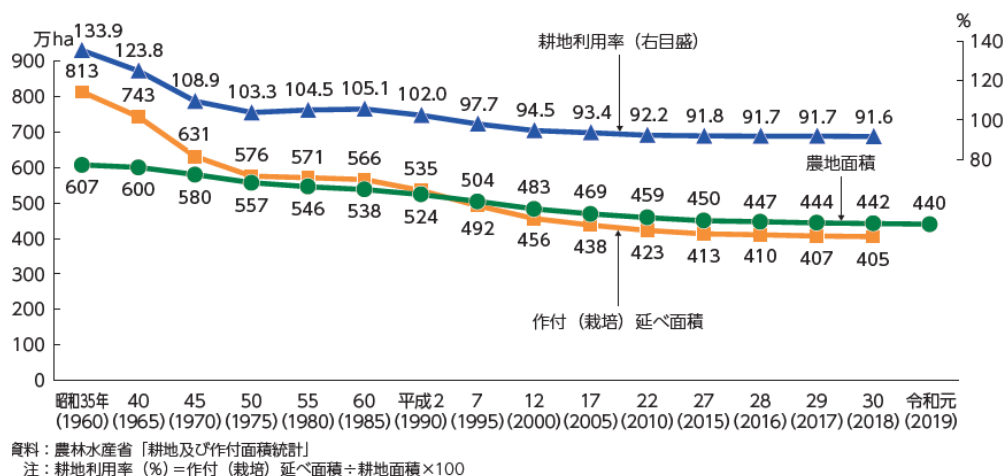


図 4-16 農地面積、作付（栽培）延べ面積、耕地利用率

エ 農地整備による用排分離に伴う変化への対応

【ポイント】

農地整備による大区画化・用排分離に伴い、水管理の見直しが生じる場合がある。

【営農の変化】

農業競争力の強化に向けて効率的かつ安定的な農業経営を確保するため、農地整備事業による農地の大区画化・汎用化が進められている。農地整備により用水と排水が分離されると、従来の田越しかんがいから、ほ場単位での給排水が可能となり、個々のほ場の水利用の自由度が向上する（図 4-17）。

他方、これにより用水需要の集中が見込まれる場合、水利権の見直しとともに、水管理についても合わせて見直すことが必要となる。

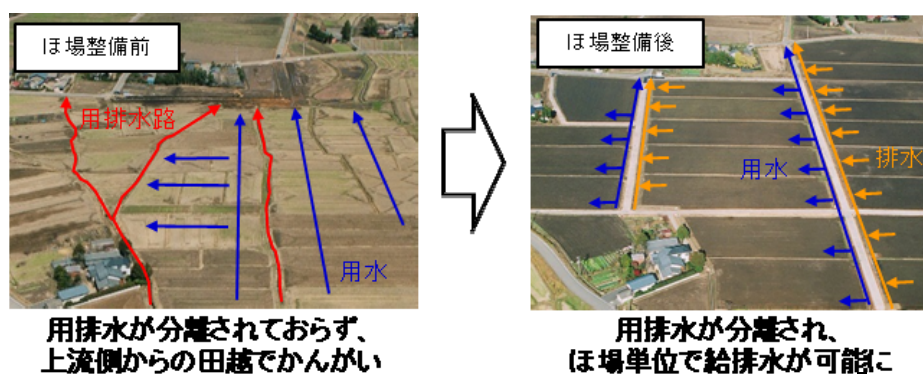


図 4-17 ほ場整備による用排分離（イメージ）

(4) 農業水利システムの再構築と水管理におけるICT技術の活用

ア 状況に応じた農業水利システムの再構築

(2) で示したように、現況の水路システムを用いつつ、現在の農業経営に合わせた効率的な水管理を行う際、無効放流を縮減しつつ、土地改良区等、水利組合等、農家等に生じる労力や電気代などの負担を軽減することが基本的な課題となる。

農業水利システム(図4-1)を構成する現況の水路システムを所与としてこれらの課題に対応する場合、農業水利システムのうち、水管理に係る組織や秩序(ルール)を再構築することで対応することとなる。

他方、(3)で示したように、農業用水の需給に不一致が生じると、供給側である土地改良区等・水利組合等には送配水管理労力や電気料金の増大などが生じ、また、需要側である農家等には計画的な用水補給に支障が生じるなど、双方の負担が増加する。

これに対し、水管理に係る組織や秩序(ルール)の再編のみで対応できない場合は、水路システムの再編や水利権の変更を含めて農業水利システムを再構築して用水需給の不一致を解消しつつ、土地改良区等・水利組合等による計画的な用水供給、管理労力の軽減、農家による計画的な営農などを目指す必要がある(図4-18)。

このように、農業水利システムの再構築に当たっては、地域の実情や地元の意向を踏まえつつ、今後の担い手への農地集積の進展に伴う営農の変化等を見据え、農業水利システムを構成する水路システム、それを運用する組織や秩序をバランスよく変更することが重要となる。

現 状

現状の農業水利システムでは農業構造の変化や用水需要の変化に対応した用水配分ができておらず、土地改良区等、水利組合等、農家等に生じる労力や電気代などが負担になっている。

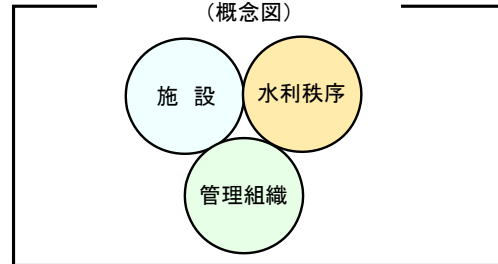
土地改良区

- 見回り等、配水管理に多大な労力
- 無効放流の発生に伴う高額な電気代の負担
- 用水配分に対する農家からの苦情への対応

農家

- 予定どおりの取水ができず、ほ場において必要以上に水管理に労力がかかる
- 作物が必要なときに用水補給ができない
- 無効放流の発生により、賦課金が上がる

A地区の農業水利システム
(概念図)



※丸の大きさは、その要素の相対的な比重を表現。

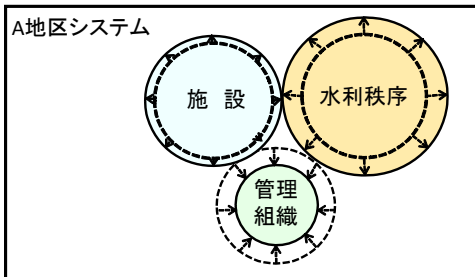


農業構造等の変化に応じて、施設、管理組織、水利秩序を見直し

見直し後

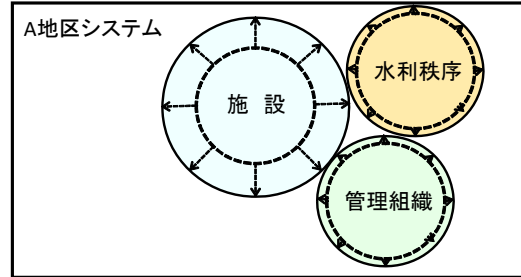
農業構造の変化や用水需要の変化に対応した用水配分を実現するためには、農業水利システムを構築する水路システム、それを運用する組織や秩序をバランスよく変更することが重要

(パターン1)施設改修と水利秩序で対応する場合



(例)配水管理に多大な労力を要している課題に対して、電動ゲート(機側操作)の設置等により操作労力を軽減しつつ配水を円滑に行うとともに、取水ルールの変更を行うことにより配水管理労力を削減して対応するケース

(パターン2)主に施設の機能向上で対応する場合



(例)無効放流が発生している課題に対して、調整施設の設置により用水の有効利用を図りつつ、調整施設を設置したことによる管理労力の微増と取水ルールの変更を伴うケース



将来像

水路システム、それを運用する組織や秩序をバランスよく、変更することで、配水にかかる課題の解消につながる。

土地改良区

- 計画的な用水の供給
- 調整や施設操作に係る労力の軽減
- 無効放流の削減による電気代の軽減

農家

- 営農の予定が立てられる用水の配分(配分と合わせた水配分に係る情報の提供)
- 計画的な配水に基づく水管理労力の軽減
- 無効放流の削減による賦課金の軽減
- 適切な水管理による作物の品質確保
- 用水供給の状況等の情報が双方に平等に共有されることにより、農家間の不公平感が解消

図 4-18 農業水利施設の再構築のイメージ

イ 水管理における I C T 技術の活用

【 I C T 技術を活用する際の基本的な考え方】

水管理における基本的な課題や、用水需要の不一致などの課題に対し、農業水利システムの各構成要素（水路システム、組織、秩序等）を状況に応じバランスよく変更し再構築することが重要と述べた。

この再構築を行う中で、より効率的な水管理に向けて、I C T 技術を活用することが今後一層重要となる。例えば図 4-19 に示すように、現状の課題に対し、施設の機能向上に加え I C T 技術を活用することにより、用水需要の変化に対応しつつ、水管理組織の負担軽減・水利秩序の改善が期待できる。

I C T 技術の活用に当たっては、地域農業の将来像や、それを支える水路システムと水管理システム（組織・秩序など）の在り方等について、コスト、効果、効率性を踏まえながら、関係者とともに検討することが重要である。

また、上流側の幹線水路から末端のほ場までを一度に I C T 化すると、現行の水管理システムにおける組織や秩序に混乱をきたす可能性があることから、段階的に導入することが望ましい。

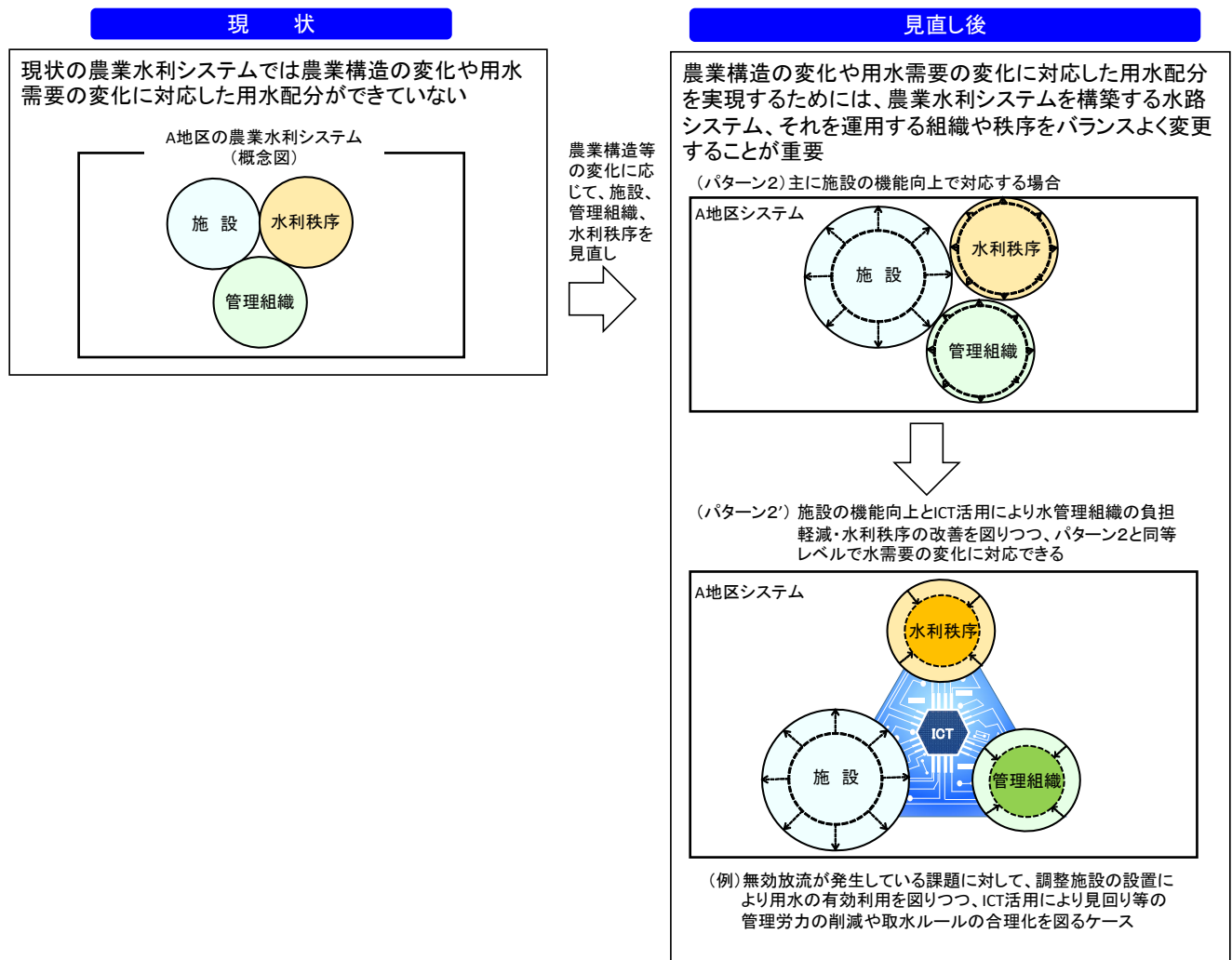


図 4-19 I C T を活用した農業水利システムの再構築のイメージ

コラム

～水路システムの幹線・支線・末端レベル毎の水管理方式の組合せと特徴～

概念的なパターン分け

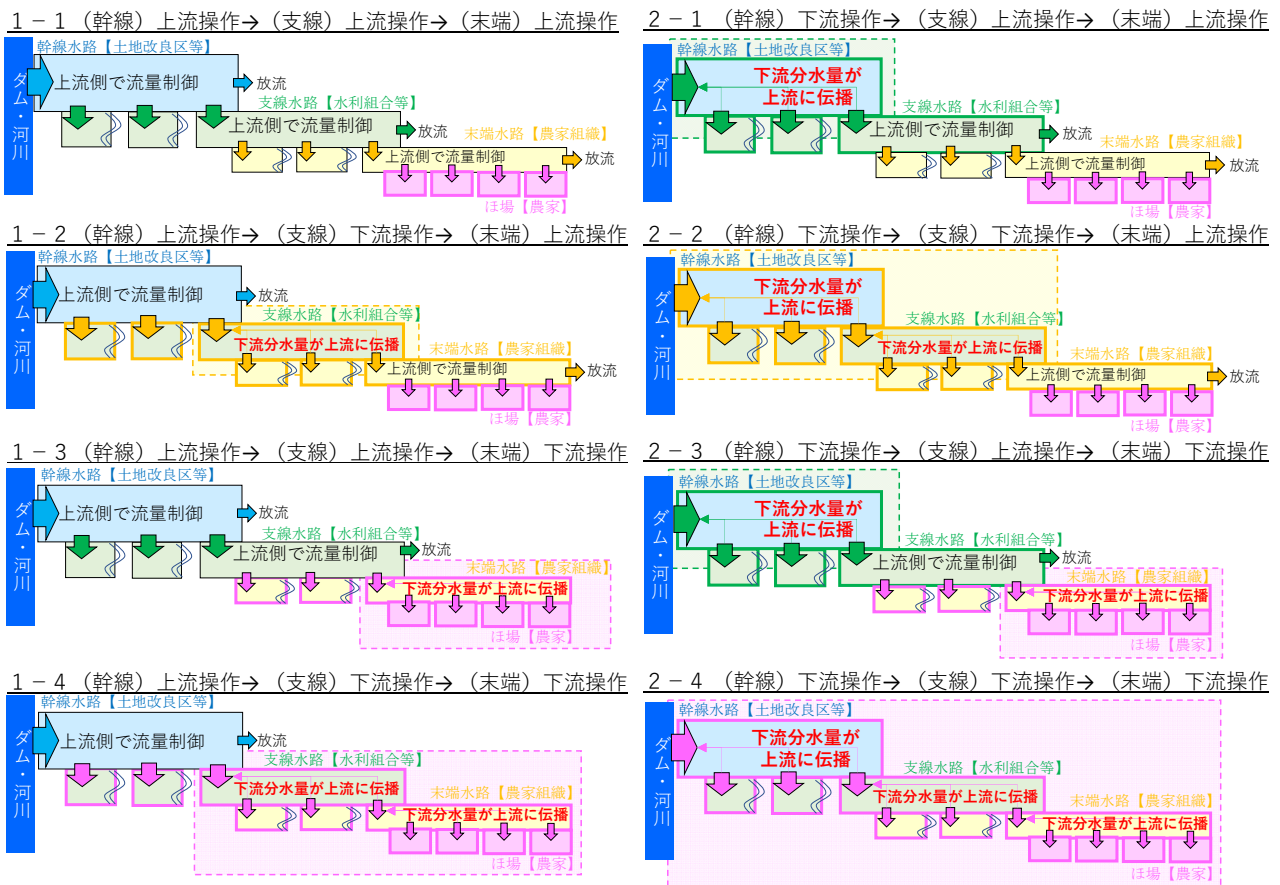
(1) ア及び(1)イに示したように、水路システムは概念的に幹線水路レベル、支線水路レベル、末端水路レベルに分類され、それぞれにおいて、典型的には土地改良区等、水利組合等、地元農家の組織などにより、水管理が行われている。

そして、(1)ウに示したように、それぞれのレベルにおける水管理の方法は、水路の物理的構造(水路形式・制御場所)や、上流側・下流側の組織との関係において、供給主導型・半需要主導型・需要主導型に分けられる。

ここでは、幹線・支線・末端レベルの水路システムの各構成要素の水路形式・制御場所とその組み合わせにより、水路システム全体としての水管理方式がどのような特徴を有するかについて論じる。

コラム図 4-1 は、幹線・支線・末端水路レベルにおける水路形式・操作場所の概念的パターンを示している。幹線・支線・末端水路レベルは、それぞれ上流側操作での流量制御(例えば上流制御型の開水路)又は下流側の分土工操作での流量制御(例えばセミクロードパイプライン)のいずれかとし、 $2 \times 2 \times 2 = 8$ 通りのケースを想定している。

ただし、現実には地区内に複数ある支線水路系統又は末端水路系統は、必ずしも開水路(典型的には上流側操作)又はパイプライン(典型的には下流側での流量制御)に統一されていない。このため、実際は水路システムの各系統が別々のパターンに該当し、地区全体としてはこれらのハイブリッド構造になっていることが多いと考えられる。



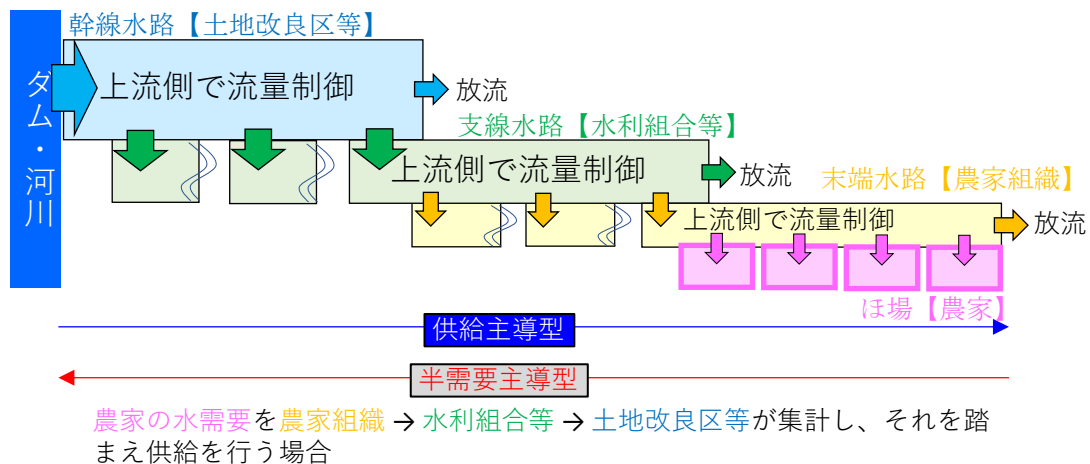
コラム図 4-1 水路システムの各レベルにおける形式・操作場所の組合せ

コラム図 4-1 における留意点は以下のとおりである。

- ・ 各パターンの見出しについて、「上流操作」としているところは、上流水位制御方式の開水路又はオープンタイプの管水路、「下流操作」としているところは、下流水位制御方式の開水路又はセミクローズドタイプ若しくはクローズドタイプの管水路である。
- ・ ある水路が上流操作の場合、必ずしも上流の河川又は水路からの取水量の全量を下流側の水路に分水しないため、（無効）放流が生じる。
- ・ 下流操作の場合、下流側の水路又はほ場からの取水量の合計が、上流側の水路からの取水量となる（ただし、上流側の水路に十分な流量があることが前提）。図において、このことは矢印の色で表現されている。

以下に各パターンの特徴を示す。水管理に I C T 技術を活用することを検討する際、対象とする地区がいずれのパターンに該当する又は近いのか、そしてその管理上の特徴・課題を検証した上で、何を目的とし、いずれの場所に、どのような I C T 技術を導入すべきか検討することは有効であると考えられる。

【1-1】（幹線）上流操作→（支線）上流操作→（末端）上流操作

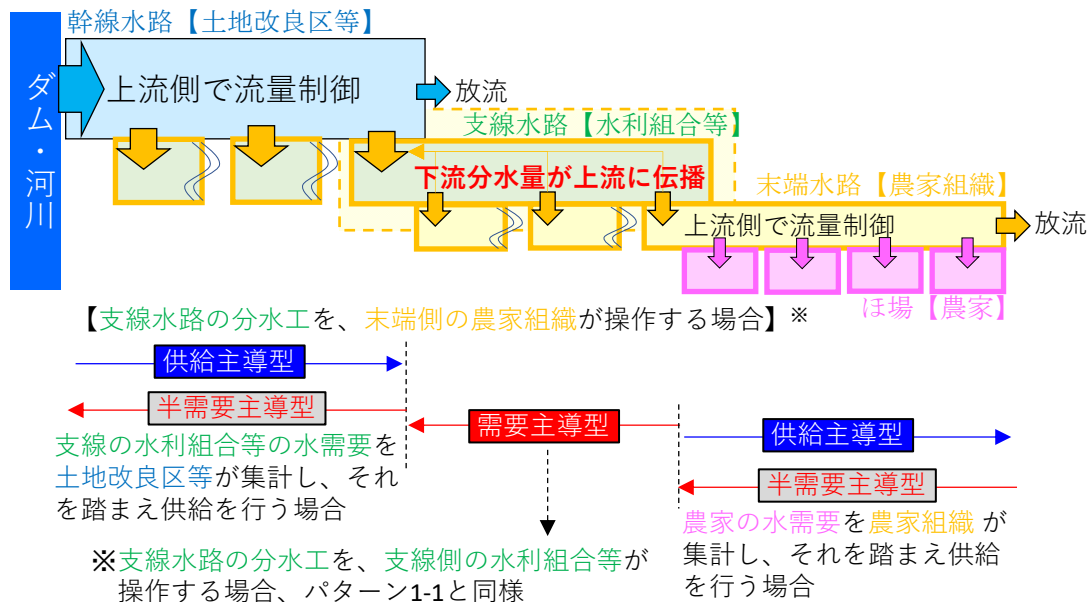


幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・最上流のダム又は河川の取水口を操作・流量制御し取水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	【基本的には供給主導型】 【下流側の水利組合等の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型】
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には供給主導型となる ・他方、下流側の農家組織の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型となる
末端水路	農家組織	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には供給主導型となる ・他方、下流側の農家の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型となる
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-1-1

我が国において最も基本的なパターンであり、基本的には系全体として供給主導型の水管理となる。他方、下流側から収集した需要情報を反映し、上流側が供給を行う場合、半需要主導型の水管理となる。

【 1 - 2 】（幹線）上流操作→（支線）下流操作→（末端）上流操作

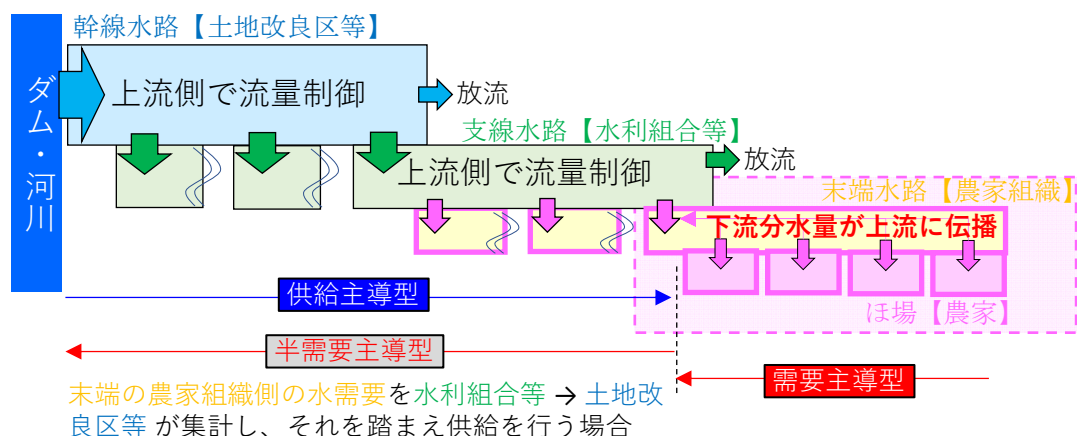


幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・最上流のダム又は河川の取水口を操作・流量制御し取水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	【基本的には供給主導型】 【下流側の水利組合等の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型】
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クローズドタイプ管水路・セミクローズドタイプ管水路
		制御/水収支	・下流の分水工で取水された量が上流側に伝播し、幹線分水口から取水する（ただし、幹線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【分水工を下流側の農家組織が操作する場合、需要主導型】 ・水利組合等は幹線分水口からの分水量監視と、土地改良区等・農家組織との連絡調整 【分水工を水利組合等が操作する場合、実質的に供給主導型】 （下流の農家組織の需要情報を踏まえる場合、半需要主導型）
末端水路	農家組織	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には供給主導型となる ・他方、下流側の農家の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型となる
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-1-2

開水路の幹線水路よりも標高が高い台地に揚水し、水槽から支線管水路で送水し、台地の末端開水路に注水するようなパターンである。地区全体がこのようなパターンというよりも、一部受益地への支線水路システムがこのパターンとなっていることが想定される。

【 1 - 3 】（幹線）上流操作→（支線）上流操作→（末端）下流操作



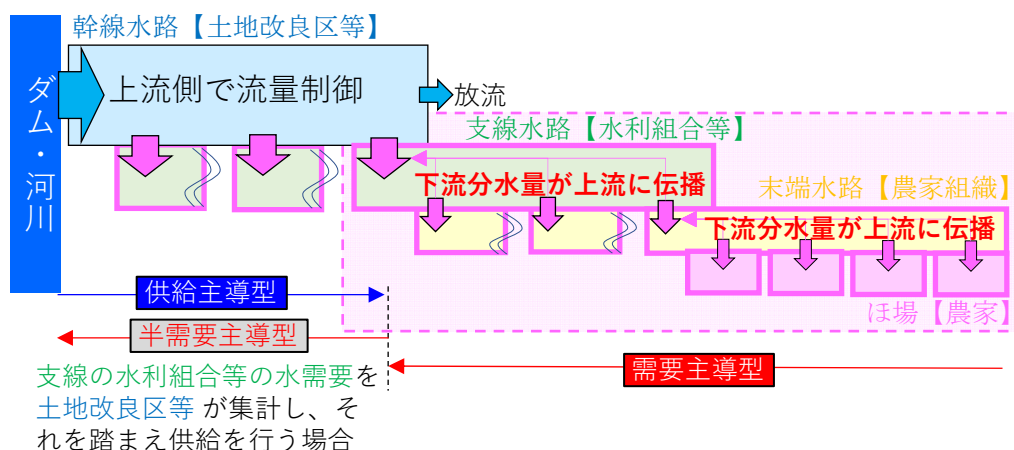
幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・最上流のダム又は河川の取水口を操作・流量制御し取水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	【基本的には供給主導型】 【下流側の水利組合等の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型】
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には供給主導型となる ・他方、下流側の農家組織の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型となる
末端水路	農家組織	水路形式	・クローズドタイプ管水路・セミクローズドタイプ管水路
		制御/水収支	・末端ほ場で取水された量が上流側に伝播し、支線水路の分水口から取水する（ただし、支線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に需要主導型】 ・農家組織は支線分水口からの分水量監視と、水利組合等・農家との連絡調整
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-1-3

最末端の水路がパイプライン化され、需要主導型となっているパターンである。末端水路最上流部が接続する支線水路の分水工からは、末端ほ場の需要合計量をそのまま取水するが、開水路の支線水路には必ずしも必要量が流れていない可能性がある。

このため、供給主導型と需要主導型の結節点である末端水路最上流部に調整施設を設置するか、各末端水路ブロック間での番水制などの需要調整が行われることが望ましい。

【 1 - 4 】（幹線）上流操作→（支線）下流操作→（末端）下流操作



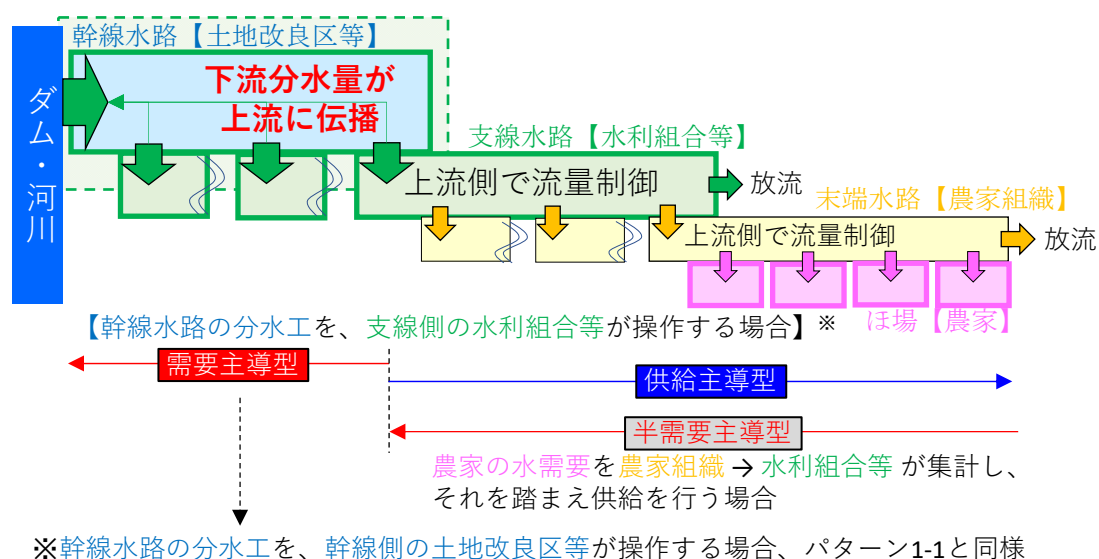
幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・最上流のダム又は河川の取水口を操作・流量制御し取水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	【基本的には供給主導型】 【下流側の水利組合等の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、半需要主導型】
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クローズドタイプ管水路・セミクローズドタイプ管水路
		制御/水収支	・下流の分水工で取水された量が上流側に伝播し、幹線分水口から取水する（ただし、幹線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に需要主導型】 ・水利組合等は幹線分水口からの分水量監視と、土地改良区等・農家組織との連絡調整
末端水路	農家組織	水路形式	・クローズドタイプ管水路・セミクローズドタイプ管水路
		制御/水収支	・末端ほ場で取水された量が上流側に伝播し、支線水路の分水口から取水する（ただし、支線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に需要主導型】 ・農家組織は支線分水口からの分水量監視と、水利組合等・農家との連絡調整
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-1-4

最末端から支線までの水路がパイプライン化され、需要主導型となっているパターンである。支線水路最上流部が接続する幹線水路の分水工からは、末端ほ場の需要合計量をそのまま取水するが、開水路の幹線水路には必ずしも必要量が流れていない可能性がある。

このため、供給主導型と需要主導型の結節点である支線水路最上流部に調整施設を設置するか、各支線水路ブロック間での番水制などの需要調整が行われることが望ましい。

【2-1】（幹線）下流操作→（支線）上流操作→（末端）上流操作



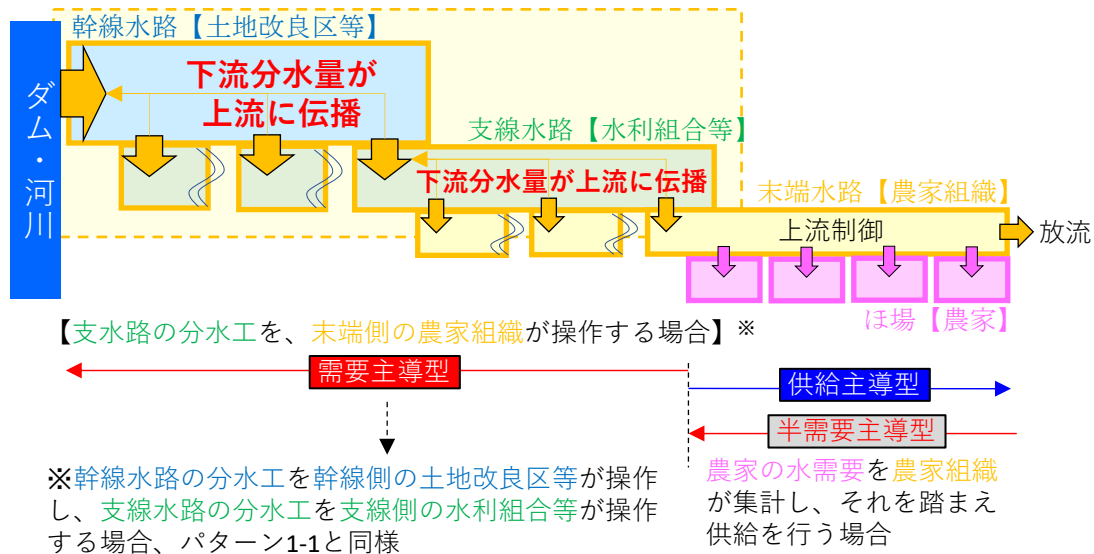
幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・分水工で取水された量が上流側に伝播し、取水口から取水する
		水管理方式	【分水工を下流側の水利組合等が操作する場合、 需要主導型 】 ・土地改良区等は取水口の取水量監視と水利組合等との連絡調整（各分水工の期別最大取水量を設定・指示） 【分水工を土地改良区等が操作する場合、実質的に 供給主導型 】 （下流の水利組合等の需要情報を踏まえる場合、 半需要主導型 ）
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には 供給主導型 となる ・他方、下流側の農家組織の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、 半需要主導型 となる
末端水路	農家組織	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には 供給主導型 となる ・他方、下流側の農家の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、 半需要主導型 となる
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-2-1

幹線水路がパイプライン化され、既存の開水路支線に分水するようなパターンである。畑地かんがいを中心とし、一部水田受益地（補給水）を持つ用水系統の場合、水路システムの一部系統が当該パターンとなっている場合がある。

幹線からの分水量を下流の水利組合等の任意とし需要主導型とすると、河川取水口の場合、水利権超過の可能性がある。このため、分水工を土地改良区が操作し実質的な供給主導型とするか、幹線水路の分水工を水利組合等が操作する場合でも、期別最大量の設定・遵守が必要となる。

【2-2】（幹線）下流操作→（支線）下流操作→（末端）上流操作



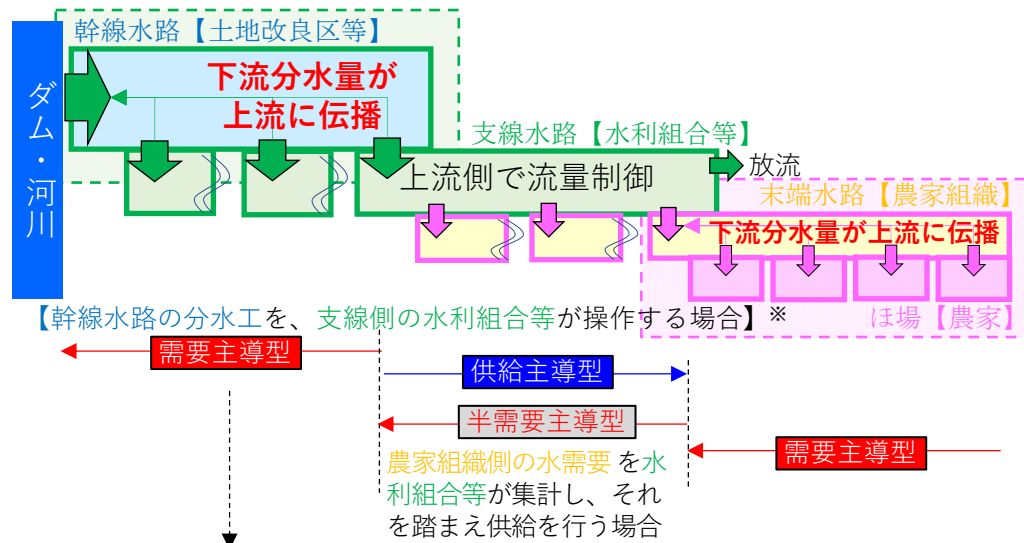
幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・分水工で取水された量が上流側に伝播し、取水口から取水する
		水管理方式	【支線水路の下流分水工の需要量が支線水路を介し伝播する場合、 需要主導型 】 ・土地改良区等は取水口の取水量監視と水利組合等との連絡調整（各分水工の期別最大取水量を設定・指示） 【分水工を土地改良区等が操作する場合、実質的に 供給主導型 】 （下流の水利組合等の需要情報を踏まえる場合、 半需要主導型 ）
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・下流の分水工で取水された量が上流側に伝播し、幹線分水口から取水する（ただし、幹線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【分水工を下流側の農家組織が操作する場合、 需要主導型 】 ・水利組合等は幹線分水口からの分水量監視と、土地改良区等・農家組織との連絡調整 【分水工を水利組合等が操作する場合、実質的に 供給主導型 】 （下流の農家組織の需要情報を踏まえる場合、 半需要主導型 ）
末端水路	農家組織	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には 供給主導型 となる ・他方、下流側の農家の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、 半需要主導型 となる
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-2-2

幹線・支線水路が管水路化され、既存の末端開水路に分水するようなパターンである。末端水路ブロックからの需要量がそのまま伝播する需要主導型とすると、河川取水口の場合、需要集中時に水利権を超過する可能性がある。

このため、幹線水路の分水工を土地改良区が操作し分水量を制御し、実質的な供給主導型にすることも考えられる。

【2-3】（幹線）下流操作→（支線）上流操作→（末端）下流操作



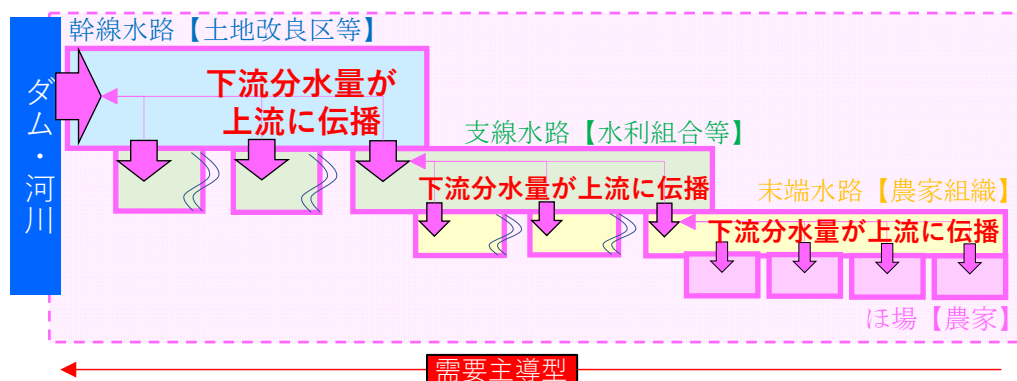
※幹線水路の分水工を、幹線側の土地改良区等が操作する場合、パターン1-3と同様

幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・分水工で取水された量が上流側に伝播し、取水口から取水する
		水管理方式	【分水工を下流側の水利組合等が操作する場合、 需要主導型 】 ・土地改良区等は取水口の取水量監視と水利組合等との連絡調整（各分水工の期別最大取水量を設定・指示） 【分水工を土地改良区等が操作する場合、実質的に 供給主導型 】 （下流の水利組合等の需要情報を踏まえる場合、 半需要主導型 ）
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（上流水位制御方式） ・オープンタイプ管水路
		制御/水収支	・水路の最上流で操作・流量制御し分水された量が水路を流下 ・下流側で取水されなかった残量は放流
		水管理方式	・基本的には 供給主導型 となる ・他方、下流側の農家組織の需要情報に基づき、最上流を操作・流量制御する場合、 半需要主導型 となる
末端水路	農家組織	水路形式	・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・末端ほ場で取水された量が上流側に伝播し、支線水路の分水口から取水する（ただし、支線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に 需要主導型 】 ・農家組織は支線分水口からの分水量監視と、水利組合等・農家との連絡調整
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-2-3

幹線水路が管水路化され、既存の開水路支線に分水するが、最末端の管水路ブロックが需要主導型となっているパターンである。地区全体というよりも、一部の末端ブロックへの水路システムが当該パターンとなっているケースが想定される。（特徴としては2-1と1-3のハイブリッドである。）

【2-4】（幹線）下流操作→（支線）下流操作→（末端）下流操作



幹線水路	土地改良区等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・分水工で取水された量が上流側に伝播し、取水口から取水する
		水管理方式	【基本的に 需要主導型 】 ・ 土地改良区等 は取水口の取水量監視と 水利組合等 との連絡調整
支線水路	水利組合等	水路形式	・開水路（下流水位制御方式） ・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・下流の分水工で取水された量が上流側に伝播し、幹線分水口から取水する（ただし、幹線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に 需要主導型 】 ・ 水利組合等 は幹線分水口からの分水量監視と、 土地改良区等 ・ 農家組織 との連絡調整
末端水路	農家組織	水路形式	・クロードタイプ管水路・セミクロードタイプ管水路
		制御/水収支	・末端ほ場で取水された量が上流側に伝播し、支線水路の分水口から取水する（ただし、支線分水工地点の流量の範囲内）
		水管理方式	【基本的に 需要主導型 】 ・ 農家組織 は支線分水口からの分水量監視と、 水利組合等 ・ 農家 との連絡調整
ほ場	農家	取水	・農家は末端水路に流水がある際に取水

コラム図表 4-2-4

幹線から末端までパイプラインがフル装備された畑地かんがいダム地区において見られるパターンである。

幹線水路の取水口からは、末端ほ場の需要合計量をそのまま取水する。取水口がダム取水塔である場合、取水口が調整施設に直結されている形となり問題が生じない。他方、取水口が河川である場合、需要ピーク時に水利権超過となる可能性があるため、水路系の中に調整施設を設置するなどの工夫が必要となる。

異なるパターンの組合せの例

上述のように、実際には、地区内に複数ある支線水路や末端水路について、管水路や開水路が混在する場合が多い※。

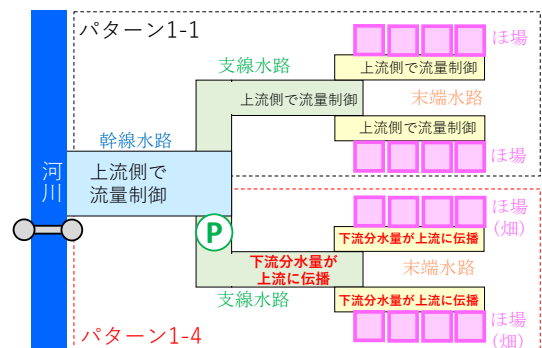
※ これは、例えば、ある幹線水路系の支線水路や末端水路を管水路化する場合、個々の支線水路系統や末端水路系統ごとに別の都道府県営事業や団体営事業により実施され、それらの進捗状況が異なるためである。

このような場合、同一の地区において、幹線水路の形式は同一であるが、それぞれの支線水路系統が別のパターンとなり、地区全体としてはそれらの組み合わせとなる。そして、地区全体の特徴は、組み合わせられる複数ケースの特徴を併せ持つこととなる。

以下に組合せの例を示す。

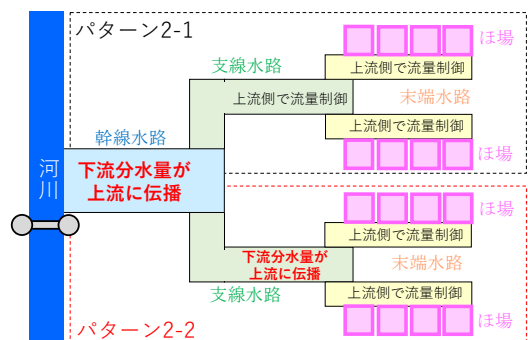
【パターン 1-1、1-4 の組合せ】

- 河川から取水する幹線水路は上流操作型の開水路。
- 多くの水田受益地には上流操作型の開水路である支線水路・末端水路により配水。
- 畑受益は台地にあり、幹線水路の分水工に揚水機場が設置され、揚水された水は高台の水槽に吐水。
- 高台部分の水槽の先の支線水路・末端水路はクローズドパイプラインの需要主導型であり、水槽水位に応じ揚水機場のポンプが稼働。



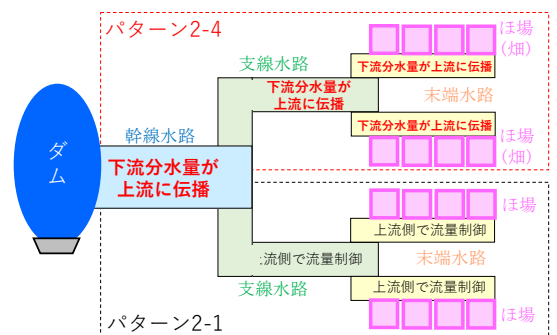
【パターン 2-1、2-2 の組合せ】

- 河川から取水する幹線水路は国営事業で整備されたセミクローズドパイプライン。
- 各水利組合等が管理する水路は、支線水路として幹線水路の分水工から取水。
- 支線水路や末端水路は、旧来の開水路が多いが、中には県営事業等で管水路化されたものもある。



【パターン 2-4、2-1 の組合せ】

- 幹線水路は国営事業で整備された下流操作型のクローズドパイプラインであり、ダムから直接取水。
- 畑地受益までは、完全に管水路化された支線・末端水路により配水（完全な需要主導型）
- 水田受益には、補給水として既存の開水路に補水（水田の主水源は他にある）



5 近年の実証調査結果の概要

(1) ICT水管理モデル事業

ア 概要

調査した事例は、水路システムの基幹・支線・末端レベルの施設の送配水システムや末端の多機能型自動給水栓等の連携、豪雨への対応等を可能にする効率的な水管理システムの整備などにより、地区内における水管理の省力化、農業用水の適正配水、水源の有効利用等に取り組んだ地区である。

具体的には、ほ場・水路の農業用水量を把握（見える化）し、分水ゲート等の配水施設や揚水機場を自動化・遠方操作する水管理システムや上流の河川水位を把握し排水施設を遠方操作する水管理システム等を整備している。

表 5-1 調査した事例地区の概要

ICT 管理 対象	実証地区	水管理に係る課題（聞き取りによる）					ICT整備内容			
		改良区			農家		改良区		農家	連動状況
		管理 労力 コスト	維持管理 コスト （電気代）	各用水ブロック への配水 適正化	管理労力 コスト	ブロック内 での取水 適正化	基幹施設	送水施設	末端ほ場	
用水 管理	地区A	◎	◎	◎	◎	◎	TM・TC	機側、自動化	TM・TC	送水⇄末端
	地区B	◎	◎	◎	◎	◎	TM	TM・TC、自動化	TM・TC	送水⇄末端
	地区C	◎		◎	◎	◎	機側	自動化	TM・TC	送水⇄末端
	地区D	◎	◎	○	◎	◎	機側	自動化	TM・TC	送水⇄末端
	地区E	◎		◎	○	○	TM	TM・TC、自動化	TM	送水⇄末端
	地区F	◎		◎		◎	TM・TC	TM・TC	TM・TC	
	地区G	○		○	◎	◎	TM	TM	TM・TC	
	地区H	◎		◎	○	○	TM	TM・TC	手動	
	地区I	◎		○	○	○	機側	TM	手動	
	地区J	◎		◎	○		TM	TM・TC	手動	
	地区K	◎	◎	◎	○	○	機側	(TM、自動化)	(TM・TC)	
	地区L	○		○	○	○	TM・TC	TM・TC、機側	手動	
排水 管理	地区M			◎ (緊急時対応)			TM・TC	TM		

◎:ICT整備に関連するもの

赤字:近年新たに整備した内容

表 5-2 事例地区に導入されている I C T 技術

地区名	幹線レベル (送水系)	支線レベル (配水系)	ほ場レベル (末端系)	2章表2-1 における タイプ分け		4章コラムに 基づく パターン分け	
				前	後	前	後
地区A	・取水口の遠方監視・制御	・ポンプの自動制御化	・多機能型自動給水栓の設置、番水ルールの組み込み	A1 幹：○ 支：× 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：○	1-1	1-3
地区B	・取水口の遠方監視・制御	・分水エゲート・ポンプの遠隔制御化 ・配水量の見える化 ・分水バルブの自動制御化	・多機能型自動給水栓の設置	A1 幹：○ 支：× 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：○	1-1	1-3
地区C	-	・分水バルブの自動制御化 ・支線水路の流量の見える化	・多機能型自動給水栓の設置	- 幹：× 支：× 末：×	B1 幹：× 支：○ 末：○	1-1	1-3
地区D	・取水口の遠方監視	・ポンプ場にほ場-水利施設連携型の配水管理システム(iDAS)を設置	・多機能型自動給水栓の設置	A1 幹：○ 支：○ 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：○	1-1	1-3
地区E	・取水口の遠方監視・制御	・分水バルブの自動制御化	・無効放流量やほ場水管理の遠方監視	A1 幹：○ 支：- 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：○	1-1	1-3
地区F	・ダムの遠方監視 ・調整池の遠方監視・制御	・幹線用水路分水工の遠隔制御 ・井堰の遠方監視	・多機能型自動給水栓の設置	A1 幹：○ 支：× 末：×	B2 幹：◎ 支：◎ 末：△	1-3	
地区G	・頭首工の遠方監視	・ポンプ場の遠方監視	・末端かんがい施設に、電磁バルブと遠方操作システムを導入	A1 幹：○ 支：○ 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：△	1-3	
地区H	・ダムの遠方監視 (国造、県造)	・幹線用水路の遠方監視(主要箇所) ・ポンプ場の遠方監視制御	-	A1 幹：○ 支：○ 末：×	A1 幹：○ 支：○ 末：×	1-1 (田) 2-4 (畑)	
地区I	-	・幹線用水路ゲートの遠方監視	-	A1 幹：○ 支：× 末：×	A1 幹：○ 支：× 末：×	1-1	
地区J	・頭首工の遠方監視	・幹線分水工の遠方監視・制御 ・支線分水工の遠方監視	-	A1 幹：○ 支：× 末：×	A2 幹：◎ 支：◎ 末：×	1-1	
地区K	-	・幹線用水路分水工の自動化(関連取組で実施) ・加圧機場の遠方監視	・多機能型自動給水栓の設置(関連取組で実施)	A1 幹：× 支：○ 末：×	B1 幹：○ 支：○ 末：△	1-1	1-3
地区L	・揚水機場の遠方監視・制御	・加圧機場の遠方監視・制御	-	A1 幹：○ 支：○ 末：×	A1 幹：○ 支：○ 末：×	1-1	
地区M	・排水機場の遠方監視・制御 ・ゲート設備の遠方監視・制御	・排水路の遠方監視	-	A1 幹：○ 支：○ 末：×	A1 幹：○ 支：○ 末：×	-	

※ 赤字は近年新たに導入した I C T 技術

※ 2章表 2-1 及び 4章コラムに基づくパターン分けは、事例地区における水路システムのうち、I C T 技術を用いた水管理に取り組んだ支線水路系及び末端水路系を含む部分を示す(地区全体を指すわけではない)

イ 代表的な地区の紹介

【① 地区 A 概要表】

(1/2)

地区概要	受益面積 (時点)		水田	普通畑	樹園地	合計	
			10,054 ha	0 ha	0 ha	10,054 ha	
	主要作物		水稲、大豆、えだまめ、赤カブ				
	農業水利施設	基幹施設	施設名	延長・台数		形式・規格	
			A 頭首工	堤長 166.9m 堤高 3.1m		フローティング 一部フィックスドタイプ全可動堰	
			幹線用水路	6 路線 L=48.4km		開水路、管水路、トンネル	
		整備状況等	◆頭首工は土砂吐・洪水吐の堰柱補修やゲート設備の更新等を実施済み。 ◆幹線用水路は全 6 路線の改修、内面補修、嵩上げ等を実施済み。 ◆用水管理センターを新設し、主要施設の水管理を行っている。				
		水管理システム	◆用水管理センターにおいて、頭首工や幹線用水路分水路の水位・流量の監視、ゲート設備の遠方監視操作など、一元的な水管理が可能となっている。				
	施設管理者		管理者	管理施設(国営分)			
			県	頭首工、幹線用水路			
			土地改良区	幹線用水路			
	管理組織		◆県－土地改良区－地元水利運営協議会の 3 階層となっており、県は頭首工及び幹線用水路、土地改良区は幹線用水路及び支線用水路を管理し、水利運営協議会はそれ以降の用水路を管理している。				
	水利秩序		◆農家の番水計画について、水利運営協議会において決定し、地区だより等により関係農家に周知している。				
従前の水管理の課題	施設管理者		◆上流ブロック優先の水利用により、地区の下流ブロックにおいて用水が不足。 ◆各農家の給水状況の把握が困難なため、ポンプを固定運転する必要があり、維持管理費が高額。				
	農家		◆番水ルールに基づき手動で給水栓操作を行っており、水管理作業に労力がかかる。				

【① 地区 A 概要表】

(2/2)

取組内容（地区内の一部）	ICT導入内容	配水系	ポンプの自動制御化								
		末端系	多機能型自動給水栓の設置、番水ルールの組み込み								
	概要図	【導入前】 ・ポンプ場の維持管理費が増高 ・水管理に労力を要する 【導入後】 ・ポンプ場の維持管理費を削減 ・自動給水栓の設置により水管理労力を軽減									
		発現効果	◆ 各ブロックの面積に応じて均等配水し、水利用順序を自動化。（平均配水量が75%に改善） ◆ 水管理労力を軽減。 <table><tr><td></td><td>ポンプ設備 操作時間</td><td>給水栓 操作時間</td></tr><tr><td>ICT整備前</td><td>162時間</td><td>1.9時間</td></tr><tr><td>ICT整備後</td><td>56時間 △65%</td><td>0.9時間 △53%</td></tr></table>			ポンプ設備 操作時間	給水栓 操作時間	ICT整備前	162時間	1.9時間	ICT整備後
	ポンプ設備 操作時間	給水栓 操作時間									
ICT整備前	162時間	1.9時間									
ICT整備後	56時間 △65%	0.9時間 △53%									
地区での声	◆ 機器の導入に係る経費が高額であることが課題。 ◆ ブロック内すべてが自動給水栓に切り替わることで、ポンプ設備と連携した運用ができる。 ◆ ほ場の用水管理はスマートフォンで管理できるが、効果が最大限発揮されるには、耕作者が操作に慣れる必要がある。										

【② 地区 B 概要表】

(1/2)

地区概要

受益面積 (時点)		水田	普通畑	樹園地	合計
		5,832 ha	0 ha	0 ha	5,832 ha
主要作物		水稻、加工用米、大豆			
農業 水利 施設	基幹施設	施設名	延長・台数		形式・規格
		ダム	堤高 48.6m 堤長 317.9m 有効貯水量 9,200 千 m³		ロックフィルダム
		A 頭首工	堤長 97.0m		フローティング形式
		B 頭首工	堤長 82.0m		フローティング形式
		幹線用水路	5 路線 L=34.1km		開水路、トンネル
	整備 状況等	◆適切な頻度で補修等を行っており、用水不足となるような漏水はない。 ◆パイプライン化率はほぼ 100%である。			
	水管理 システム	ダム及び主要な 13 の頭首工、分土工等の遠方監視が可能。			
施設管理者		管理者	管理施設(国営分)		
		県	ダム		
		土地改良区連合	頭首工、幹線用水路		
管理組織		◆土地改良区－自治区－農家の 3 階層となっており、土地改良区が幹線水利を管理、自治区が揚水機場の管理を行っている。			
水利秩序		◆農家への節水要請や輪番の方法等は、総代会で議決後「改良区だより」で周知している。			
従前の 水管理 の課題	施設管理者		◆営農形態の変化に伴う用水需要の多様化により、用水の需要と供給が不均衡となり、かんがい不良や無効放流が発生。また、用水需要に応じたきめ細かなバルブ開度調整など、水管理労力が増加。 ◆揚水機場の維持管理費の増嵩が生じている。		
	農家		◆経営規模拡大に伴い、各経営体の水管理労力が増加。		

【② 地区 B 概要表】

(2/2)

取組内容（地区内の一部）	ICT導入内容	配水系	分水工ゲート・ポンプの遠隔制御化、配水量の見える化、分水バルブの自動制御化															
		末端系	多機能型自動給水栓の設置															
	【導入前】 【導入後】 モデル地区																	
発現効果	◆ ブロック間の不均衡配分を改善。 (不均衡配分割合が2割⇒1割へ改善) ◆ 水管理労力を軽減。 <table><tr><td></td><td colspan="2">給水栓操作時間</td></tr><tr><td></td><td>代き期</td><td>普通期</td></tr><tr><td>ICT整備前</td><td>18.0時間</td><td>78.7時間</td></tr><tr><td></td><td>△10%</td><td>△26%</td></tr><tr><td>ICT整備後</td><td>16.2時間</td><td>58.1時間</td></tr></table>				給水栓操作時間			代き期	普通期	ICT整備前	18.0時間	78.7時間		△10%	△26%	ICT整備後	16.2時間	58.1時間
	給水栓操作時間																	
	代き期	普通期																
ICT整備前	18.0時間	78.7時間																
	△10%	△26%																
ICT整備後	16.2時間	58.1時間																
地区での声	◆ 機器の導入に係る経費が高額であることが課題。 ◆ 異なるメーカー間でシステムの互換性がないため、管理者側の利便性を確保するには、同一地区でシステムが統一されることが望ましい。																	

【③ 地区 E 概要表】

(1/2)

地区概要	受益面積 (時点)		水田	普通畑	樹園地	合計	
			6,877 ha	0 ha	0 ha	6,877 ha	
	主要作物		水稲、小麦、大豆				
	農業水利施設	基幹施設	施設名	延長・台数		形式・規格	
			ダム	堤高 73.5m 堤長 392.0m 有効貯水量 21,984 千 m ³		重力式コンクリート及びロック フィルダム	
			幹線用水路	8 路線 L=54.4km		開水路、管水路、トンネル	
		整備 状況等	◆30a 区画が全体の 70%を占め、パイプライン化率は 10%程度にとどまる。 ◆幹線水路は国営事業により漏水箇所の補修を概ね実施済み。				
		水管理 システム	◆主要な幹線分水路の流量は遠方監視できるが、操作は全て現場機側で行う必要がある。				
	施設管理者		管理者	管理施設(国営分)			
			県	ダム			
			土地改良区	幹線用水路			
管理組織		◆土地改良区－集落－農家の 3 階層となっており、土地改良区は国営幹線・県営支線水路までを管理し、各分水路での水管理まで行う。					
水利秩序		◆毎年、農業改良普及所、JA 関係者や営農組合長も参加した用水管理合同委員会を開催して送水計画を作成している。					
従前の水管理の課題	施設管理者		◆営農形態の変化に伴う用水需要の多様化により、用水需要が不均衡となり、無効放流が発生する場合がある。 ◆地区内分水路が幹線水路 133 箇所、支線水路 300 箇所と極めて多く操作管理に多大な労力を要している。				

(2/2)

取組内容（地区内の一部）

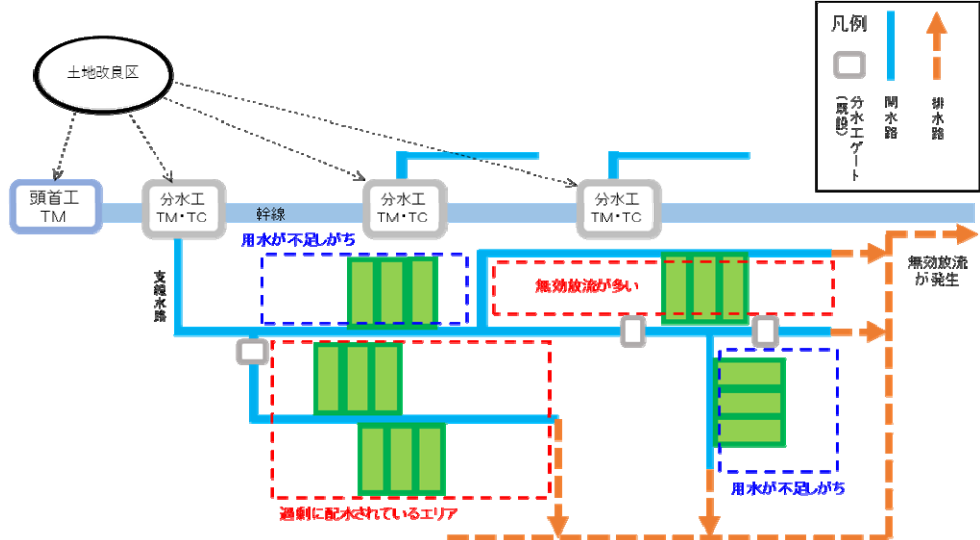
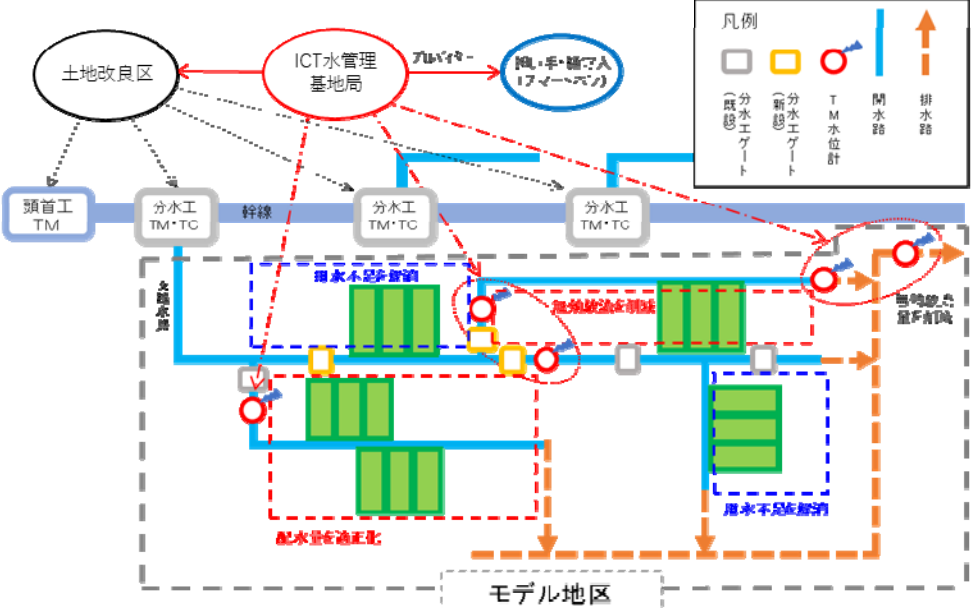
【④ 地区 J 概要表】

(1/2)

地区概要	受益面積 (時点)		水田	普通畑	樹園地	合計	
			4,867 ha	635 ha	0 ha	5,502 ha	
	主要作物		水稻、麦類、ぶどう、かぼちゃ、キャベツ、はくさい				
	農業水利施設	基幹施設	施設名	延長・台数		形式・規格	
			A 頭首工	堰長 220.0m		フローティングタイプ全可動堰	
			B 頭首工	堰長 279.2m		フローティングタイプ全可動堰	
			A 揚水機場	φ 300mm × 2 台 φ 250mm × 2 台		渦巻ポンプ	
			B 揚水機場	φ 200mm × 2 台 φ 150mm × 2 台		渦巻ポンプ	
			C 揚水機場	φ 200mm × 2 台		渦巻ポンプ	
			D 揚水機場	φ 150mm × 2 台		渦巻ポンプ	
			幹線用水路	6 路線 L=48.8km		コンクリート三面張、トンネル、サイホン	
		整備状況等	◆本地区の用水路は主に用排兼用水路であり、幹線用水路から分水された支線水路及び末端水路のほとんどが開水路となっている。 ◆末端水路の老朽化が顕著であり、目地等からの漏水が確認される。				
		水管理システム	◆主要な幹線分水工の流量は遠方監視できるが、操作は全て現場機側で行う必要がある。				
	施設管理者		管理者	管理施設(国営分)			
			県	A 頭首工			
土地改良区			B 頭首工、A～D 揚水機場、幹線用水路				
管理組織		◆取水口、幹線水路を土地改良区が管理しているが、一部幹線水路は水利組合が水管理を行っており、樋守人等の役員を配置し、支線水路への分水、支線水路内の番水操作等を行っている。					
水利秩序		◆毎年、かんがい期前に、取水開始時期、番水スケジュール、中干期間等を記載した年間取水計画(案)を作成し、各地域の役員と協議の上、取水管理を行っている。					
従前の水管理の課題	施設管理者		◆各支線の取水ゲートは手動操作のため細かな開度調整が難しく、必要以上の取水とともに、ゲート操作(取水量調整)に係る樋守人の負担が大きくなっている。				
	農家		◆農業者の減少と高齢化等により、地域による共同管理が難しくなっている状況。				

【④ 地区 J 概要表】

(2/2)

取組内容（地区内の一部）	ICT導入内容	配水系	支線分土工遠方監視
		末端系	-
	概要図	【導入前】	
			
		【導入後】	
			
発現効果	◆ 幹線水路からの分水量を適正化し無効放流量を削減。（最大2割） ◆ 各ゲートの操作・設定を効率化し、ブロック間の不均衡配分を改善。		
地区での声	◆ ランニングコストが課題。（親局の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、プロバイダ料金など、新たな費用負担が発生）		

ウ 事例調査を通じて得られた課題

I C T技術を活用した取組を行った地区では、管理労力コストや維持管理コストが削減された一方、課題も挙げられた。

例えば、管理労力について、

- ・ 土地改良区サイドからは、ほ場における多機能型自動給水栓を管理するシステムが混在することにより新たな管理労力が発生する事例
- ・ 農家サイドからは、習熟度不足や操作の煩雑さ等により管理労力が低減されない事例

等が報告された。

また、配水・取水の適正化については、

- ・ 土地改良区サイドからは、配水施設を末端ほ場の給水栓と連携させて管理するには、末端ほ場全体が多機能型自動給水栓化されるなど、ブロック内の用水使用状況を的確に把握することが必要
- ・ 農家サイドからは、多機能型自動給水栓のゴミ詰まりや故障による効率化の低下についての事例

等が報告された。

表 5-3 実証を通じて得られた課題

課題項目		内容	横展開を図る上での課題
土地改良区	管理 労力	【複数のシステムが混在する場合】 ・ 複数のシステムの管理画面を開き操作する手間が発生 (管理労力の負担が別途発生)	・ メーカー間でのシステムの互換性確保が必要
	配水	【送水～末端を連携させる場合】 ・ 円滑な運用のためには、I C T化対象のブロック内で、全て多機能型自動給水栓に切り替わる必要	・ 末端ほ場での水管理システム導入に係る経済性の向上が必要（導入コストの低減、効果への理解度の向上）
		【送水～末端を連携させる場合】 ・ 手動の場合、一定量を配水。自動化した場合、需要に応じ配水し、変動が大きくピーク流量が従来よりも増大 ・ 上流側ブロックでI C T化すると、ピーク量の増を下流で吸収可能だが、パuffersの少ない下流側ブロックでI C T化すると、更に下流側での吸収が困難	・ ブロック内、又は地区全体で用水需要を平準化する仕組み・システムの検討が必要
農家	管理 労力	・ 用水管理システムをうまく使うには、スマートフォン等の機器操作に慣れる必要 ・ 毎日何度もほ場を確認する農家の場合、管理労力が低減されず －多機能型自動給水栓の動作に不安 －専業農家の場合、水管理以外にも現地に行く	・ ユーザーである農家の操作習熟度向上が必要 ・ 操作が簡単なシステムとする必要 ・ ユーザーである農家による、多機能型自動給水栓への信頼向上が必要 ・ 専業・兼業農家の別や経営規模により、I C T水管理の導入効果に差異があるか検証する必要
	取水	・ 給水栓の故障（給水栓のセンサーが浸水するなど）	・ ユーザーである農家による適切な管理（センサーの保護）が必要 ・ 設備の耐性向上が必要

(2) スマート農業実証プロジェクト

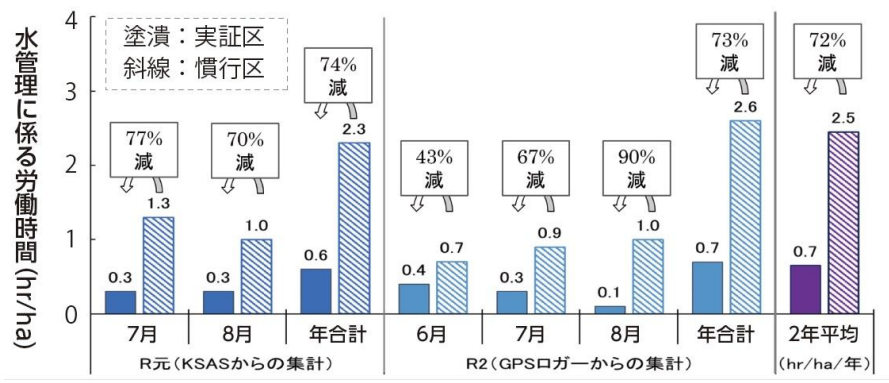
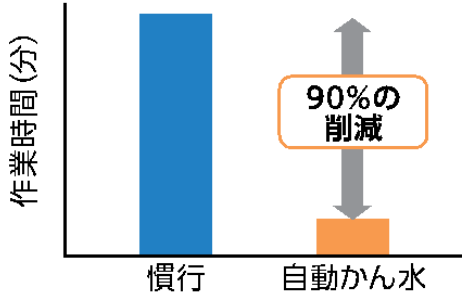
ア 概要

ロボット・AI・IoT等の先端技術を活用した「スマート農業」の社会実装を図るため、先端技術を生産から出荷まで体系的に組み立て、一貫した形で実証研究を行い、データの分析・解析を通じ、最適な技術体系を確立する取組を支援することを目的に、令和元年度から「スマート農業実証プロジェクト」がスタートした。

このうち、令和元年度から令和2年度までの間に、全国26地区において、多機能型自動給水栓等の設置により、ほ場における水管理の省力化や営農の効率化等の効果について実証を行った。

実証の結果、ICT水管理機器の導入により、作業時間の低減や収量の増加の効果が見られた。

表 5-4 実証結果概要

導入した機器	効果											
多機能型自動給水栓	○作業時間の低減 多機能型自動給水栓を導入したことで、水管理に係る労働時間を約80%低減できた。  図 5-1 実証地区における労働時間の低減効果の一例											
	自動かん水機	○作業時間の低減 ウメ栽培において、2か月分のプログラムを組み自動でかん水する方法を実証したところ、従来のかん水作業より、90%の作業時間を低減できた。  図 5-2 実証地区における作業時間の低減効果の一例 ○収量増加 なすの栽培に使用したところ、収量が最大14%増加した。 表 5-5 実証地区における収量増加の効果の一例 <table><tr><th colspan="2"></th><th>R1年9月～6月収量(t/10a)</th><th>R2年9月～1月収量(t/10a)</th></tr><tr><td rowspan="2">農業者B</td><td>実証区</td><td>21.9(約105%)</td><td>7.2(約114%)</td></tr><tr><td>対照区</td><td>20.8</td><td>6.3</td></tr></table>			R1年9月～6月収量(t/10a)	R2年9月～1月収量(t/10a)	農業者B	実証区	21.9(約105%)	7.2(約114%)	対照区	20.8
		R1年9月～6月収量(t/10a)	R2年9月～1月収量(t/10a)									
農業者B	実証区	21.9(約105%)	7.2(約114%)									
	対照区	20.8	6.3									

イ 実証を通じて得られた課題

多くの地区で巡回、水位調整等の人的作業時間等の削減が確認された一方、今後、社会実装を進めるためには、導入コストのほかに主として以下のような課題を解決する必要性が挙げられた。

表 5-6 実証を通じて得られた課題

項目	課 題（ユーザーからの要望）	
多機能型自動給水栓	技術面	● 多機能型自動給水栓間で連動して作動するとより効率的になる（上流・下流の連携） ● ブロック内のほ場の水位を一括で設定することができれば、さらなる省力化につながる ● （特に開水路設置の）自動給水弁開閉時に泥詰まりが発生
	設置条件	● 電波状況によっては通信不能になる ● 山影や天候不順が続いた際、バッテリー低下が発生
	機器の操作	● 機器の設定や操作に慣れていないと効果が現れないため、わかりやすい操作マニュアルの作成や操作の簡便化を図ることが必要
	その他	● ネズミの食害によるコードの切断が発生 ● 農地の集約が進んでいる地区では水管理が効率化され見回り労力が少ないため、費用対効果が出にくい可能性 ● 輪作を行う農家では水田ほ場が毎年変わるため、設置時の工事費用負担が増すのではないかな
水位・水温センサー		● 農機の障害物にならないよう設置位置や時期を検討することが必要 ● 水位・水温センサーのみでは、現地で給水操作をするため、労働時間の削減効果が小さい
自動かん水機		● 異常発生時にアラート機能があれば、巡回頻度をさらに減らすことができる ● 冬場のかん水しない時期でもシステムの利用料がかかる ● わかりやすい操作マニュアルの作成や操作の簡便化を図ることが必要

6 参考資料

水管理におけるＩＣＴ導入を支援する農村振興局関連の主な補助事業については、表 6-1 のとおり。

表 6-1 ＩＣＴ導入を支援する主な補助事業（農村振興局関連）（R4 概算決定ベース）

事業名	内容
水利施設整備事業	給水栓・ゲート・分土工の自動化など、管理の省力化等に資する簡易な整備を支援
農業競争力強化農地整備事業	農地の大区画化・汎用化等の基盤整備（自動給水栓等の設置を含む）を支援
農地中間管理機構関連農地整備事業	農地の大区画化・汎用化等の基盤整備（自動給水栓等の設置を含む）を支援
土地改良施設維持管理適正化事業	土地改良施設に係る遠隔制御機器の導入等を支援
農地耕作条件改善事業	基盤整備と一体的に行うＧＮＳＳ基地局の設置等、スマート農業の導入について支援
農業水路等長寿命化・防災減災事業	分水ゲートの自動化、パイプライン化、水管理のＩＣＴ化、自動給水栓の導入などによる水管理・維持管理の省力化を支援
農山漁村振興交付金（情報通信環境整備対策）	農業農村インフラの管理の省力化・高度化に必要な光ファイバー、無線基地局等の情報通信施設の整備等を支援