

2. スマート配水技術の確立－個別型 ICT 水管理 機器と集約型水管理システム－

農研機構農村工学研究部門 農地基盤情報研究領域
新村 麻実

問い合わせ先：農研機構農村工学研究部門

Tel : 029-838-7551

E-mail : shimmuram398@affrc.go.jp (担当：新村)

スマート配水技術の確立 -個別型ICT水管理機器と 集約型水管理システム-

農研機構農村工学研究部門 新村麻実

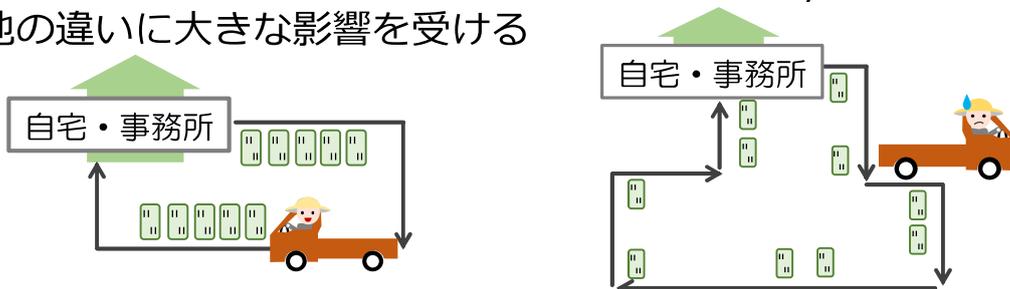
1. 研究背景-水田の水管理作業とは-



- 耕作者の高齢化・減少に伴う農作業の労力削減が喫緊の課題
- 特に、水田の水管理作業は機械化が困難であり、省力化が遅れている

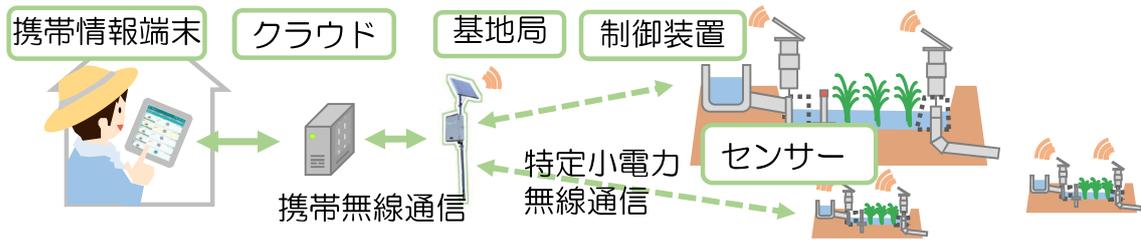


- 水田の水管理労力は耕作圃場の筆数や配置、分散/集約圃場等の立地の違いに大きな影響を受ける



1. 研究背景-水田水管理の省力化技術-

- 近年、頻繁な水管理作業(特に、水位確認・給水口の開閉操作)の省力化を目的としたICT水管理機器が開発・普及



- 自動給水栓…給水口の開閉操作を装置が代替
従来のフロート式やタイマー式の機器も含まれる

近年では、ICT (情報通信技術) による遠隔操作機能の実装、落水口 (水尻) の遠隔操作をおこなう機器が開発・普及

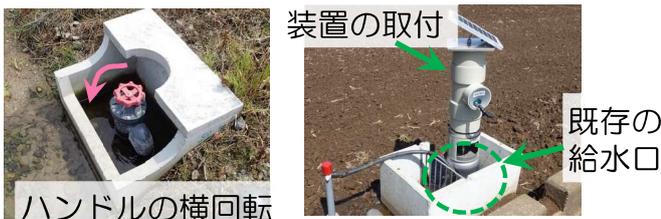
- **ICT水管理機器**…給水口・落水口の操作をICT端末を通じておこなう機器

1. 研究背景-ICT水管理機器の課題①-

- 先行研究では、パイプライン地区を中心にICT水管理機器による水田の水管理労力の省力効果が実証済
- ① 一方、開水路地区ではICT水管理機器の研究・普及が遅れている

パイプライン：地中の管路

- 給水口の開閉構造が一様、標準化が容易
- 既設の給水口に機器が取付可能で設置が容易



一般化されたパイプラインの給水口とICT水管理機器

開水路：水面を持つ水路

- 国内水路7割シェア
- 給水口の開閉構造が多様、標準化が困難
- 取付場所の状況に応じて給水口の新規取付が必要となる場合や機器の設置方法が多様



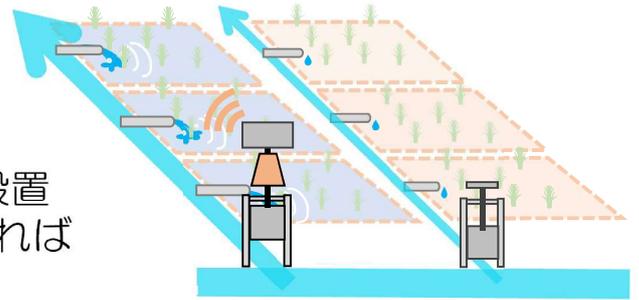
開水路の多様な給水口

開水路でのICT水管理機器の適用性の検討・課題の抽出を実施

1. 研究背景-ICT水管理機器の課題②-

② 多くの圃場にICT水管理機器を導入する際はコストが課題

- 従来のICT水管理機器：1筆に1台設置
- 1台の機器で複数の圃場を管理できれば低コスト化に期待



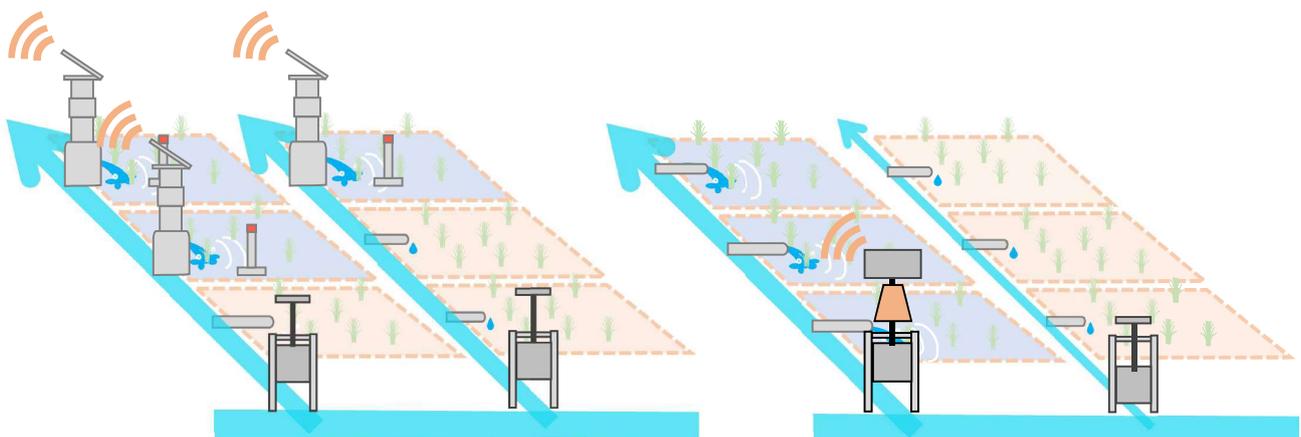
**用水路の分水ゲートの遠隔操作し
集約ほ場の水管理を一括でおこなう集約型水管理システムを開発**

- ## ③ ICT水管理機器を用いた給水は、用水が確保されていることが前提
- 「ICT水管理機器を導入したものの
用水路に水がなく水田に給水できなかった」という事例も

**集約型水管理システムにより、地区内の水需要量に応じて
用水路の複数の分水ゲートの遠隔操作をおこない
地区内での用水量の均等配分を行う技術について検証を実施**

2. 研究内容と実証事業での達成目標

1. 開水路地区において個別のICT水管理機器の実証試験をおこない水田の水管理作業にかかる労力を50%削減
2. 集約型水管理システムの実証し、導入コストを個別型ICT水管理機器に比べてコストを50%減



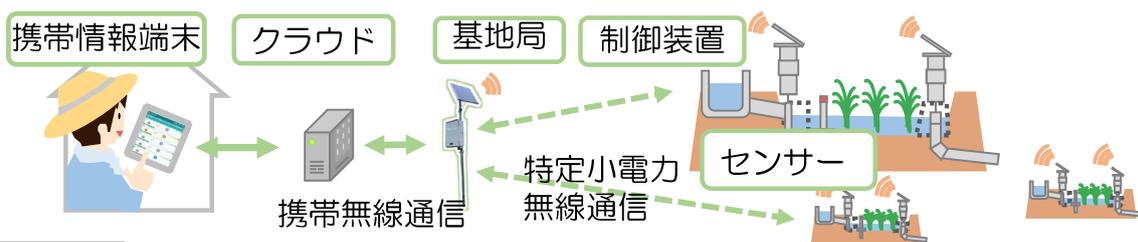
個別のICT水管理機器

集約型水管理システム

3. 開水路地区における 個別型ICT水管理機器の 省力効果の実証

3-1. ICT水管理機器の概要

- 開水路型ICT水管理機器（クボタケミックス社 WATARAS）



主な機能

1. 給水口・落水口を遠隔で操作
2. 水位・水温の観測値が閲覧可能
3. 4種類の取水に関する制御命令
(一定湛水、給水、間断灌漑、スケジュール)
4. 停止の命令や灌漑時間・バルブ開度の設定



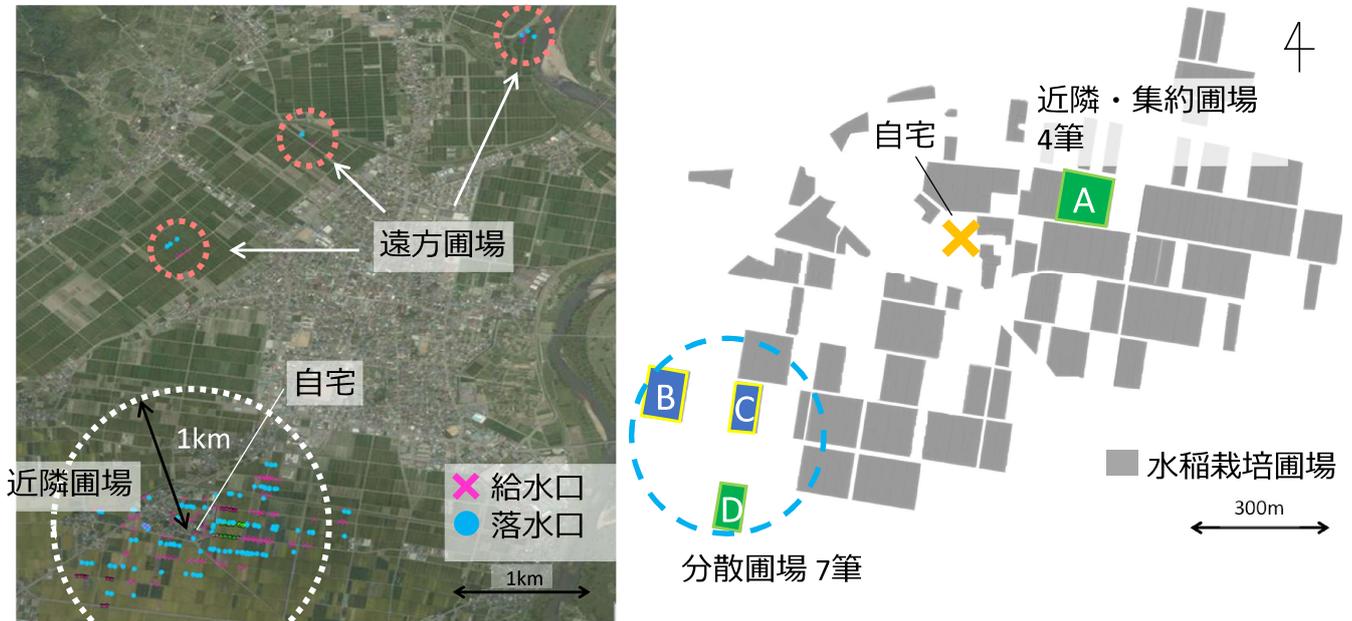
達成目標

水田の水管理にかかる労力を最大50%削減

3-2. 方法

実証経営体の概要と試験区位置図

- 実証経営体の水稻作付圃場：約100筆30ha
- 栽培品種：コシヒカリ、つや姫、雪若丸など8品種
- 11筆(3.3ha)に個別のICT水管理機器を設置し試験区とした
集約圃場：4筆(つや姫) 分散圃場：7筆(雪若丸)



3-2. 方法

試験区の地区別の特徴

	設置筆数	ICT水管理機器の分類	栽培品種	自宅からの距離	周辺慣行圃場の有無	車道からの見易さ
A地区	4	ゲート	つや姫	近	有	◎
B地区	3	バルブ	雪若丸	遠	無	○
C地区	2	バルブ		遠	有	○
D地区	2	ゲート		遠	無	×
						車道から遠い

農道



A地区



B、C地区



D地区

3-2.方法

水田の水管理労力の測定

- 日常的・頻繁に実施される
- 湛水深の確認
- 給水口の開閉操作
- ゴミの除去
- に着目し水管理操作



GPSロガーによる水管理操作頻度の計測

- 水田の見回りの際は車両で移動
- 必要があれば給水口付近に車両を停止して水管理操作を実施
- 給水口周辺で移動が停止した場合を水管理操作を実施していると仮定
- GPSロガーを用いて耕作者の位置情報を計測し水管理操作頻度を求めた

分析期間：R3年5月21日～8月26日
R4年5月21日～7月12日



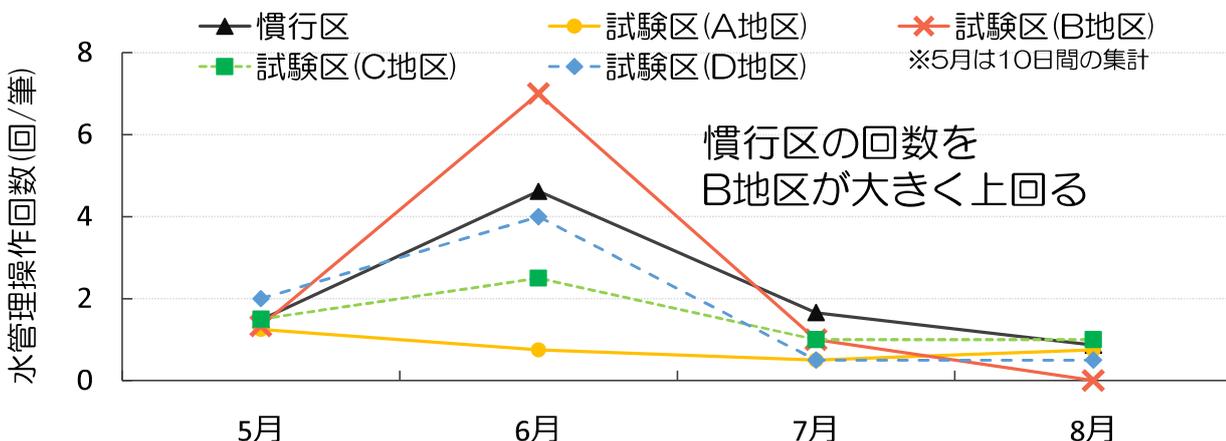
3-3. 結果

R3年の水田の水管理操作回数(回)の分析結果

灌漑期間における1筆あたりの合計の水管理操作回数と時間

試験区	A地区：3.3回 (2.6min)	B地区：9.3回 (7.4min)
	C地区：6.0回 (4.6min)	D地区：6.5回 (8.8min)
慣行区	8.6回 (4.7min)	

月別の1筆あたりの合計の水管理操作回数



- B地区ではゴミ詰まりによる取水障害が頻発(B地区:バルブタイプ) → ごみ詰まりへの対応により水管理操作回数が増加

3-3. 結果

開水路地区のゴミ詰まり対策の実施

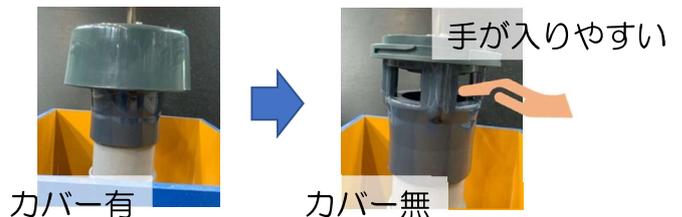
取入口：ゴミ取りネット

- ネットの目を粗いものに変更
目詰まりによる取水量の減少を抑制する構造に変更



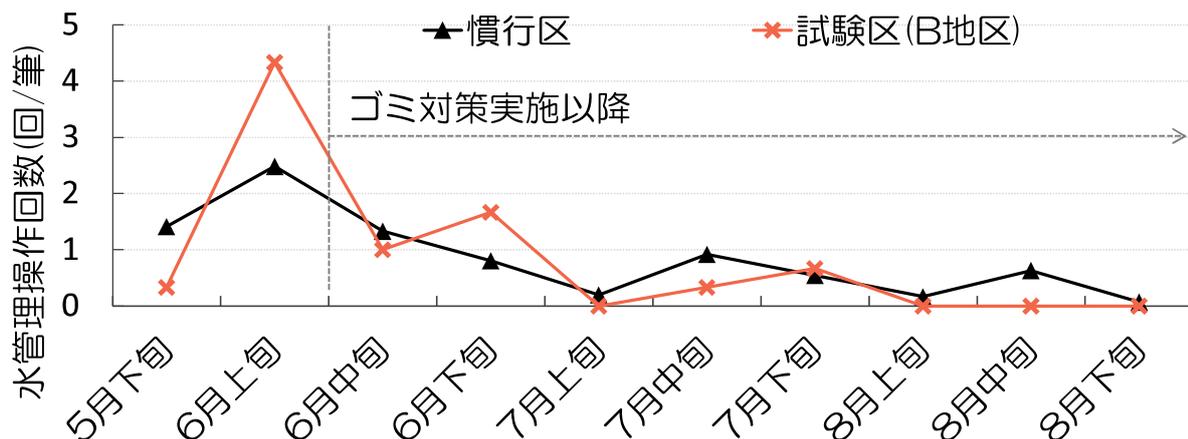
給水口：バルブカバーの取り外し

- バルブ：減勢対策にカバーを装備
- 水圧：パイプライン > 開水路
- カバーを外し、ゴミ除去を簡便化
- カバーの代わりにアクリル板を設置



3-3. 結果

R3年の旬別の1筆あたりの合計の水管理操作回数



- 5月下旬～6月上旬はゴミ除去作業を定期的を実施
- ごみ詰まり対策実施日以降(6月10日以降)の合計見回り回数
B地区：3.7回/筆 慣行区：4.7回/筆
- ゴミ詰まり対策の実施により、水管理労力の省力効果が高まる可能性が示唆

R4年全試験区でごみ詰まり対策を実施



3-3. 結果

R4年開水路地区のゴミ詰まり対策の効果

- ICT水管理機器のゴミ詰まりによる開閉障害エラーの通知頻度
R3年 3件 → R4年 0件
ゴミ詰まりによる開閉障害の発生頻度を削減
- 聞き取りによると、ゴミ避けネットver.1では絡まった異物除去に苦慮
- 異物の絡み解消のため、亀甲状のver.1からくし状のネットに改良
異物の付着量がver.1に比べて速減

ICT水管理機器の効果を損なわず、管理の手間を増やさない対策が肝要



ゴミ避けネットver.1

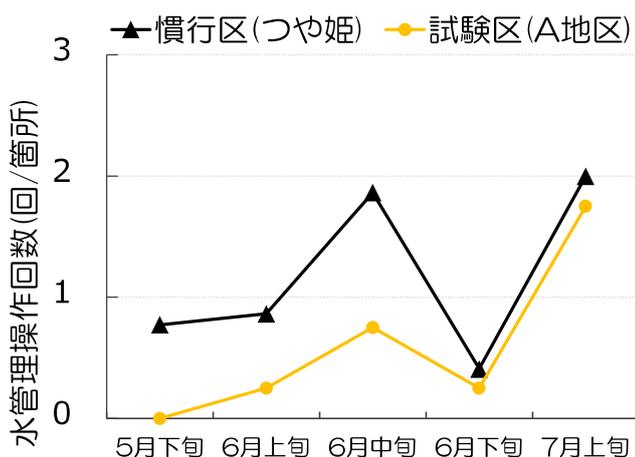


ゴミ避けネットver.2

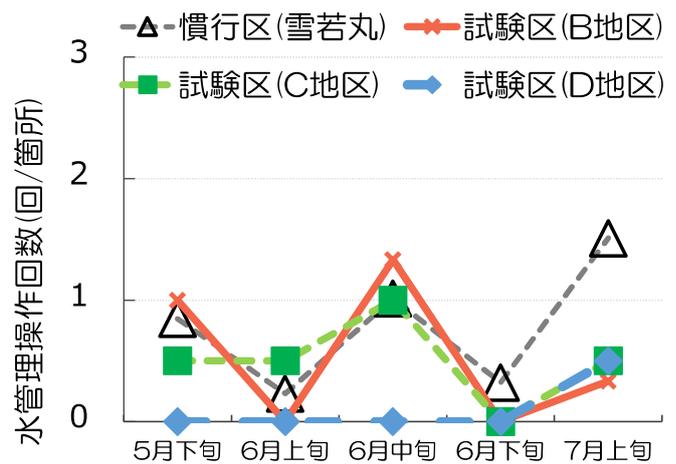
3-3. 結果

R4年の旬別の1筆あたりの合計の水管理操作回数

つや姫栽培圃場



雪若丸栽培圃場



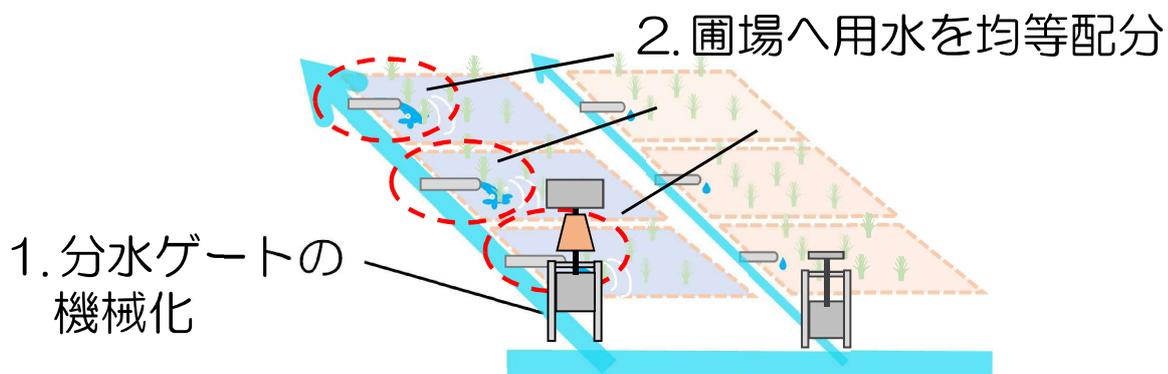
R4年度の1箇所あたりの水管理操作回数の平均値は
試験区 : 2.7回 慣行区 : 6.7回 → 実証目標を達成

**用水中のゴミが多い開水路地区ではゴミ対策の実施により
ICT水管理機器の省力効果を高めることができる**

4. 集約型水管理システムの実証

4-1. 集約型水管理システムの概要

- 分水ゲートの遠隔操作により
複数の圃場への一括給水を実現するために必要な要素
 1. 分水ゲートの開閉機構の機械化し、末端用水路の用水量を調整
 2. 用水路の流量の多寡によらず均等に圃場へ用水を供給



4-1. 集約型水管理システムの概要

自動フラップ式ゲート

- 分水地点に既設のスライドゲートがない場合フラップ式ゲートを新設



自動フラップ式ゲート



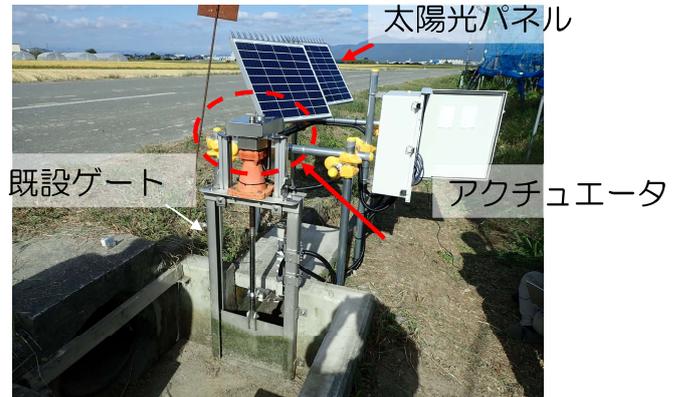
水管理システム

ゲート
カメラ

集約型水管理システム

既設ゲート駆動用アクチュエータ

- 既設のスライドゲートの回転軸部に設置可能なゲート駆動用アクチュエータを開発

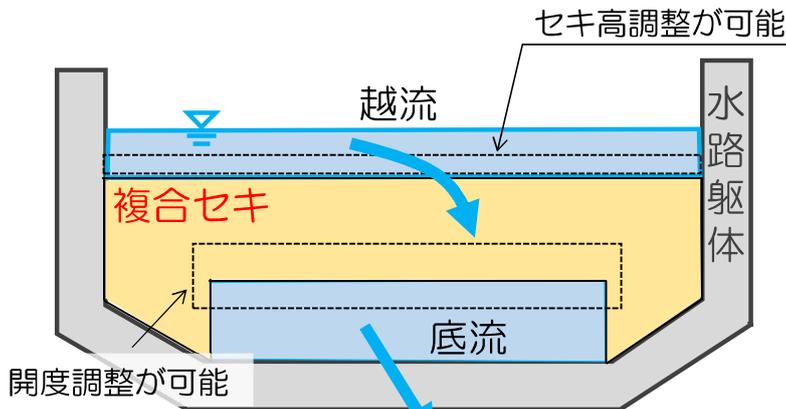


既設ゲートへの施工例

4-1. 集約型水管理システムの概要

均等給水を可能にする複合セキ

- 従来の堰板：板上部から下流用水路へ越流
- 複合セキ：
 - 板下部に切り欠きを設け、底流と越流を併用し流量調整能力を向上
 - 用水路の流量変動に対し一定水位を維持



低水位の場合も底流により下流へ用水を供給



従来の堰板による給水



複合セキによる給水

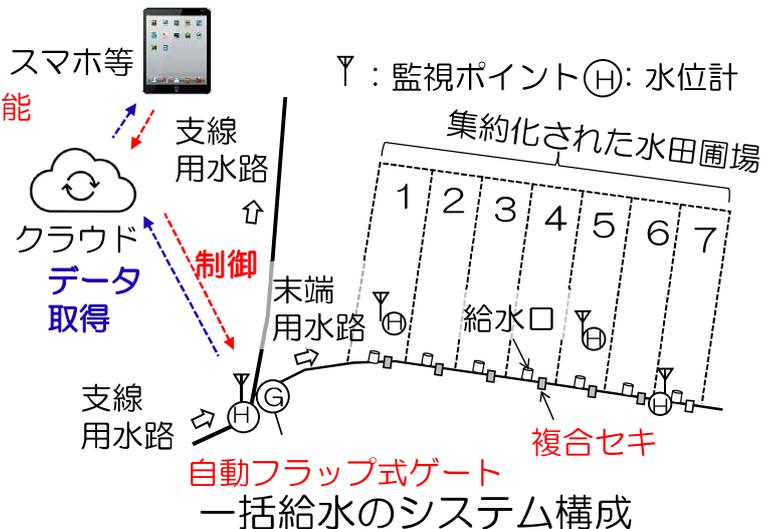
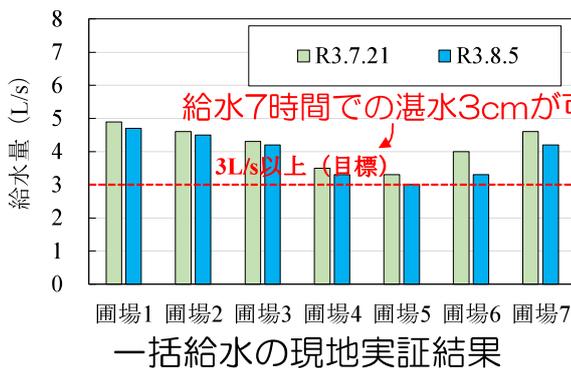
4-2. 機器設置地区の概要



4-3. 実証成果

①一括給水機能の検証

- 自動分水ゲートと複合セキの組合せによる、
- 一括給水技術**を7筆の集約圃場にて検証を実施



遠方操作機能

- 自動による一定湛水
- 手動による給水・停止 (スマホ利用)

4-3. 実証成果

② 1圃場当たりの導入コストの評価

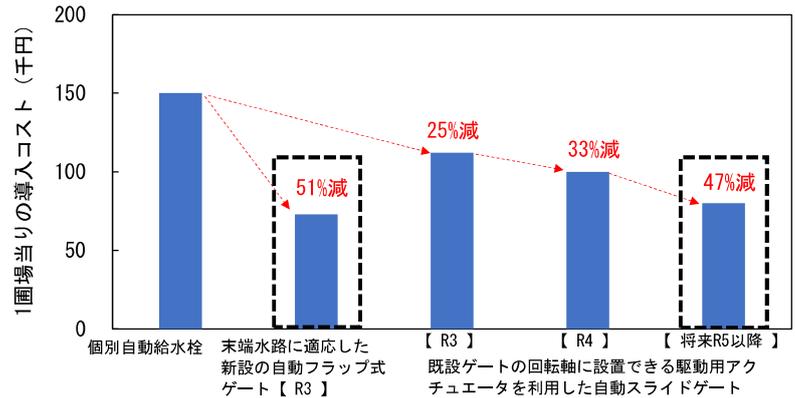
- 自動フラップ式ゲートによるシステム（※一括給水の現地実証）
1圃場当たりに換算すると73千円で、個別の自動給水栓に比べて51%削減
→ 目標の50%削減を概ね達成
- 駆動アクチュエータによるシステム
圃場10枚の一括給水エリアに導入した場合には、1圃場当たりに換算すると、25%減（112千円）の削減効果



消費電力が大きいPLCの削減により、33%減（100千円）



今後さらに、制御システム部の基板化等により、47%減（80千円）の見込み【将来R5以降】

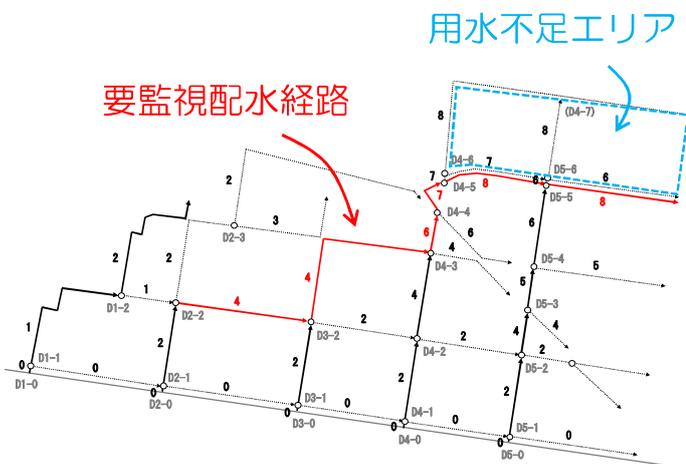


集約型水管理システム導入によるコスト削減効果

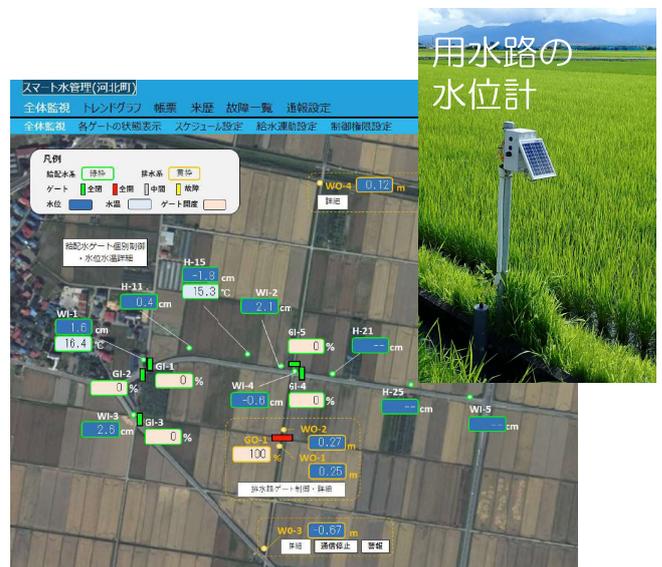
4-3. 実証成果

③均等配水技術の構築

- 地区内の複数の分水ゲートを制御し、用水不足を軽減するための配水経路の確保を可能とする均等配水技術を開発
- **分析結果に基づき監視制御ポイントを選択し、遠方監視・制御を行える水管理システム（クボタ社製のKSISを利用）を構築**



水利システムの階層構造評価を特徴とする用水路位数の考え方をを用いた、監視制御ポイントの分析結果の例



水管理システム（スマホ閲覧画面の例）

4-3. 実証成果

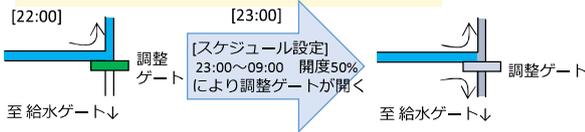
③均等配水技術の構築

スケジュール制御（供給主導型配水）

農業用水の供給が少なく、経営体など管理・供給側の計画で配水制御する場合に利用

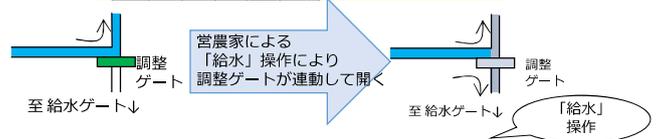


配水経路を選択できる2種の制御が可能な給配水管理システムを実装

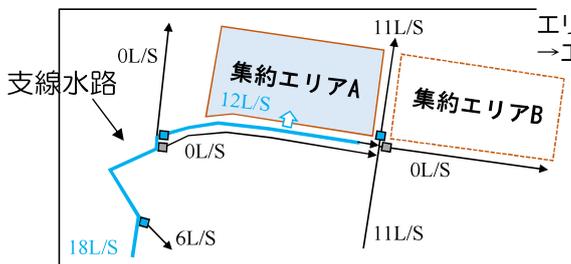


給水連動制御（需要主導型配水）

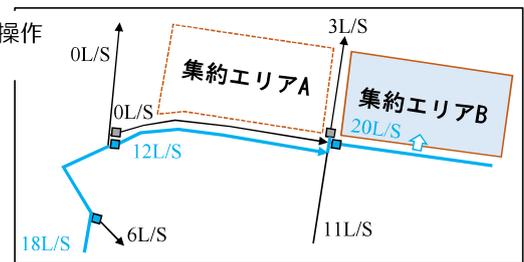
農業用水が十分あり、個別農家（給水側）の要求に従って配水制御する場合に利用



■ : 開状態のゲート □ : 閉状態のゲート



(a) エリアAへの給水



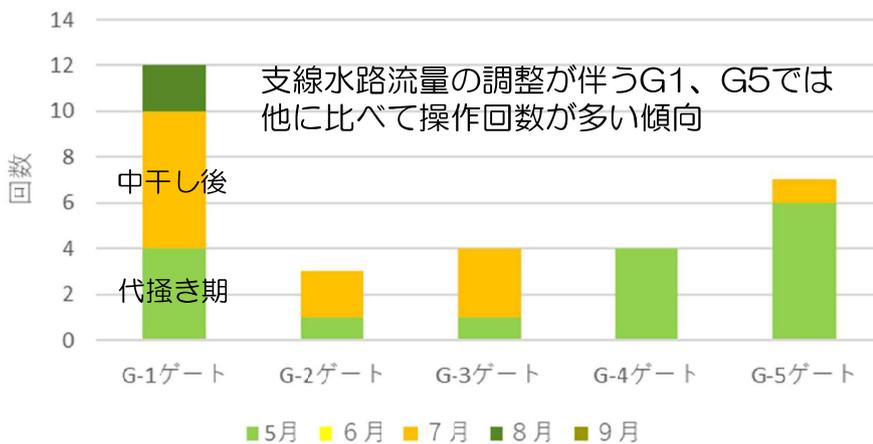
(b) 配水経路変更によるエリアBへの給水

配水経路変更のための配水技術の現地実証結果 (R4.9.12)

4-3. 実証成果

④ゲート管理者の管理労力の評価

- 方法：水管理システムの操作履歴に基づき、操作回数を集計
- 結果：最も操作回数が多いG1ゲートでは、末端水路への分水を停止し支線水路流量を増加させることで、下流圃場での給水を確保 → 支線水路流量の調整機能を有するゲートの遠方操作により、管理労力削減の効果の増大が見込める



水管理システムを利用した各ゲートの操作回数

各ゲートの機能

	末端水路への分水	支線水路の水位・流量調整
G1	○	○
G2	○	—
G3	○	—
G4	○	—
G5	—	○

個別のICT水管理機器

- 個別型ICT水管理機器の導入により水田の水管理操作の頻度を**約6割程度削減**
- ゴミ詰まり対策の実施や耕作者の“慣れ”により、R3年よりR4年の方が省力効果が現れた
- 開水路地区ではICT水管理機器導入圃場に**ゴミ対策の実施**することで**省力効果を高める**ことができる
- 特に、慣行の水管理においてゴミが混入する地区への導入は注意が必要

集約型水管理システム

- 自動分水ゲートと複合セキの組合せによる**一括給水機能**はおおむね**7筆に生育に十分な水量を供給**できることを確認
- **導入コスト**も個別のICT水管理機器に比べ**51%削減**し課題目標を達成した

Q：どちらの機器を導入する方がいいのか？

A. 現地の水田の減水深、立地等の状況次第

- 個別のICT水管理機器を導入したB地区の減水深は各圃場で差が大きい(6.1、7.8、18.3mm/d)
- 集約型水管理システムの導入圃場の減水深は6.3~9.7mm/d
集約型水管理システムは各圃場へ均等に給水を行うため、減水深のばらつきのある圃場では過小/過大に給水を行う恐れがある
- 実証経営体の耕作圃場は集約・集積が進んでいるものの、圃区内の勾配が大きく、大区画化が困難
- 集約圃場での水管理労力の省力化については集約型水管理システム、遠方・分散圃場では個別のICT水管理機器の導入など条件に応じた導入が重要と言える

参考：ゴミ避けネットver. 2の作り方

必要なもの：メッシュのネット、アンカー、ケーブルクリップ、クサビ、ハンマドリル、ハンマー



メッシュのネット
※市販のメッシュ棚を解体・切断して調達



ケーブルクリップ
アンカー
クサビ

作業手順

①ドリルで下穴を開ける



水路幅が小さいとドリルで作業しづらいので要注意

②ケーブルクリップにメッシュネットをはさみクサビを下敷きにしてアンカーを打ち込む



ネットに下にクサビを挟むことで水路壁面に対し傾けてネットを設置

注意事項：水路に下穴を開ける際は水路管理者へ許可を取っておこなうこと
上記は、ゴミ詰まり対策の一例として紹介

無断転載禁止



ご清聴ありがとうございました

本研究は、農林水産省スマート農業技術の開発・実証プロジェクト「通年対応型のスマート水管理による農村地域の減災・生物多様性保全機能向上の実証」により実施されました。