

研究成果報告書

研究開発課題名	水管理労力軽減に資する多機能自動給水栓の開発
研究総括者	積水化学工業株式会社 環境・ライフラインカンパニー 総合研究所 エンジニアリングセンター 田中 正
研究開発組合	積水化学工業株式会社 株式会社クロスアビリティ
試験研究機関	国立大学法人 東京大学大学院

1 事業の実施内容

1. 1 事業の背景及び目的

1. 1. 1 事業の背景

昨今の公共事業の効率的・効果的な実施への要請に応えるとともに、国際化の進展に耐え得る競争力の高い農業を育成していくためには、農業農村整備事業の分野においても新技術の導入等に積極的に取り組む必要がある。

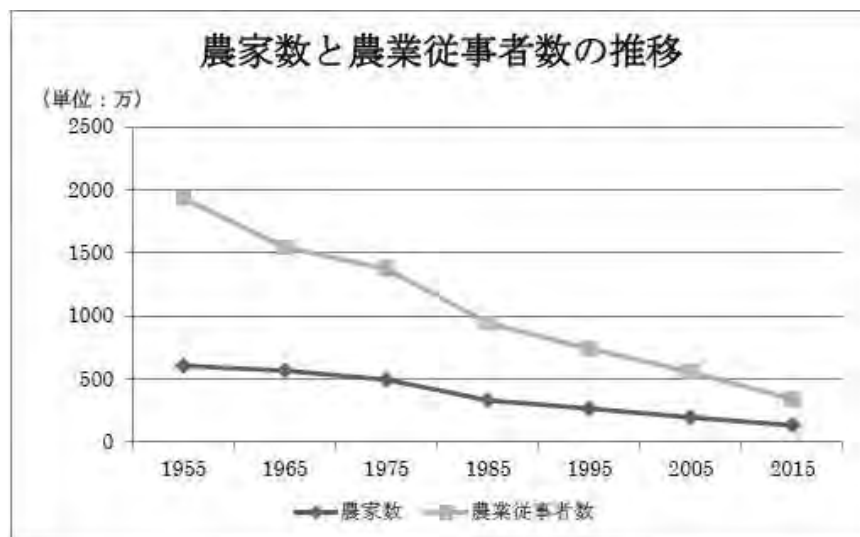
農業経営の実情として、以下に示すとおり、(1) 農家数及び農業従事者の減少、(2) 農業従事者の高齢化、(3) 荒廃地及び耕作放棄地の増加、(4) 水田作の農業所得、(5) 農地集積を進める上での水管理が課題と考えられる。

中でも、基幹作物である水稻栽培においては、今後経営規模が拡大して一人当たりの耕作面積が増大した場合、毎日の各区画での水管理の労力は飛躍的に増大する。担い手への農地の集積・集約化に向け、農地中間管理機構とも連携した農地の大区画化・汎用化を推進するためには、水利用の面でも、担い手が安心して経営規模の拡大を図ることができるよう、合理化、省力化を推進することが必要である。

このためには、水田での水管理の自動化、遠隔監視・操作化を一層進めるとともに農業経営の自由度を更に確保できる需要主導型の水利用を可能とする「新たな水田水管理システム」への転換を図ることが必要である。

(1) 農家数及び農業従事者の減少

1955 年から 2015 年の間に、農家数は約 600 万戸から 100 万戸、農業従事者は約 2,000 万人から 400 万人と 5 分の 1 程度まで減少している。

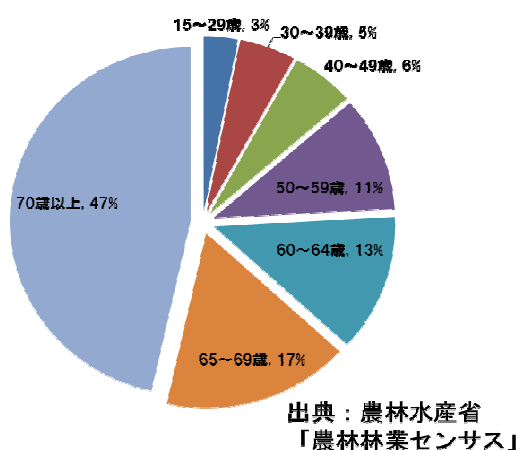


(出典：農林水産省「農林林業センサス」)

図 1.1.1 農家数及び農業従事者の推移 (1955 年～2015 年)

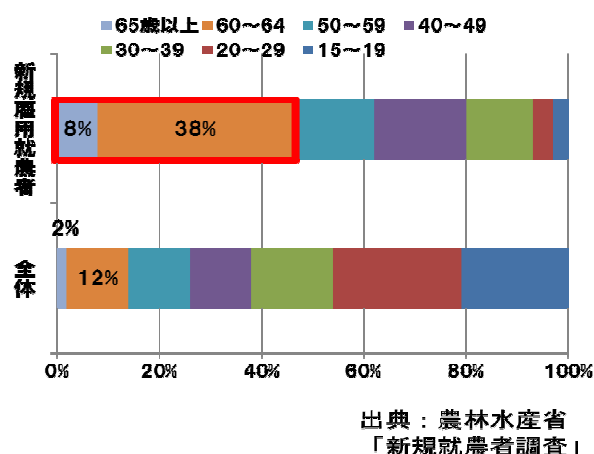
(2) 農業従事者の高齢化

(1) であるとおりの農業従事者の人口が減少していることに加え、2015 年には、農業従事者のうち 47% が 70 歳以上であり、新規雇用就農者の 47% が 60 歳以上となっている。



(2015 年度)

図 1.1.2 農業従事者の年齢構成



(2014 年度)

図 1.1.3 新規就農者の年齢別割合

(3) 荒廃地及び耕作放棄地の増加

(1)(2)のように農業従事者の減少と高齢化が進むなか、荒廃農地面積のうち、再生利用が困難と見込まれる荒廃農地（B分類）も少しずつ増加しており、耕作放棄地の面積は、昭和50年から3倍の42.3万haにまで増大してきている。

○荒廃農地面積の推移

(単位: 万ha)

	荒廃農地面積計	再生利用が可能な荒廃農地(A分類)	再生利用が困難と見込まれる荒廃農地(B分類)
平成20年	28.4	14.9	13.5
平成21年	28.7	15.1	13.7
平成22年	29.2	14.8	14.4
平成23年	27.8	14.8	13.0
平成24年	27.2	14.7	12.5
平成25年	27.3	13.8	13.5
平成26年(実績値)	27.6(27.3)	13.2(13.0)	14.4(14.3)

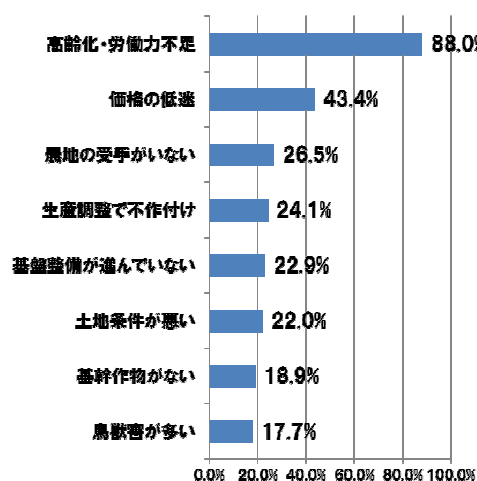
○耕作放棄地面積の推移



(出典：農林水産省「農林業センサス」)

図 1.1.4 荒廃農地面積の推移及び耕作放棄地面積の推移

荒廃地の発生要因



耕作放棄地の発生状況

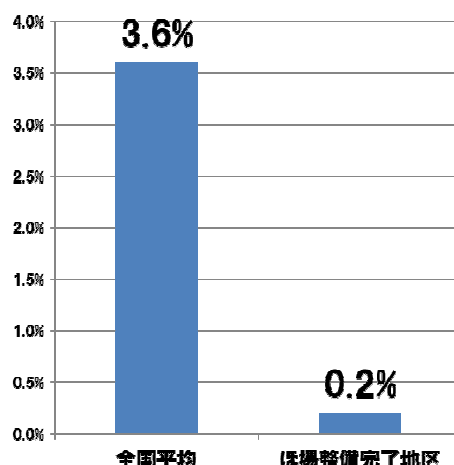
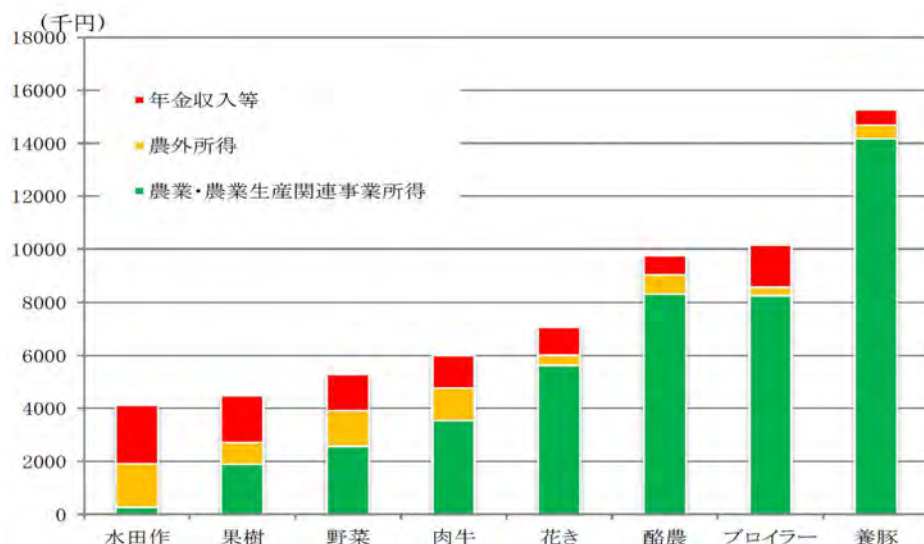


図 1.1.5 荒廃地の発生要因及び耕作放棄地の発生状況

(4) 水田作の農業所得

水田作の農業従事者の年間所得は、他の農業従事者と比較しても最も少なく、農家あたり 400 万円程度である。さらに、ほとんどが年金収入や農外所得である。

水田面積と農業所得の相関から、水田面積が 5ha 以上から農業所得が農外所得を上回り、水田作の農業所得を向上させるには経営規模の拡大することが必要である。



(出典：農林水産省「平成 26 年営農類型別経営統計」)

図 1.1.6 営農類型別の年間所得と内訳

(単位: 万円)

面積規模	年金等収入	農外所得等	農業所得	総所得	経営耕地面積 10アール当たり 農業所得	本所農業労働 1時間当たり 農業所得 (円)	総所得に占める 農業所得の 割合 (%)
0.5 ha 未満	239.2	256.5	-9.9	485.8	-1	-196	-2.0
0.5~1.0	209.4	292.0	1.5	502.9	0.4	26	0.3
1.0~2.0	153.8	246.4	47.6	447.8	2.6	557	10.6
2.0~3.0	110.2	218.5	120.2	448.9	4.6	876	26.8
3.0~5.0	113.2	180.8	191.0	485.0	4.6	1,159	39.4
5.0~7.0	68.2	147.5	304.5	520.2	5.6	1,428	58.5
7.0~10.0	77.9	115.9	375.6	569.4	5.0	1,478	66.0
10.0~15.0	48.9	151.1	549.3	749.3	4.2	1,856	79.1
15.0~20.0	45.1	69.7	707.4	822.2	3.8	2,550	86.0
20.0 ha 以上	52.8	116.2	1227.2	1396.2	4.6	3,150	87.9

(出典：農林水産省「農林林業センサス」)

図 1.1.7 水田面積と農業所得の相関

(5) 農地集積を進める上での水管理に関する課題

(4) のとおり水田作においては経営規模の拡大をおこなうためには、農地集積を進めることが必要である。

農地集積を進める上での課題は、管理に係る労力負担の集中が最も大きな課題と考えられる。また、稲作労働時間の推移より、水稻作労働時間が昭和 55 年の 64.4 時間から平成 22 年の 25.1 時間と半減以下となっているのに対し、水管理時間は、昭和 55 年の 9.5 時間から平成 22 年の 6.3 時間と 70% 弱にしか低減されていないことが分かる。

したがって、農地集積を進める上で水管理労力の省力化が必要であることが分かる。

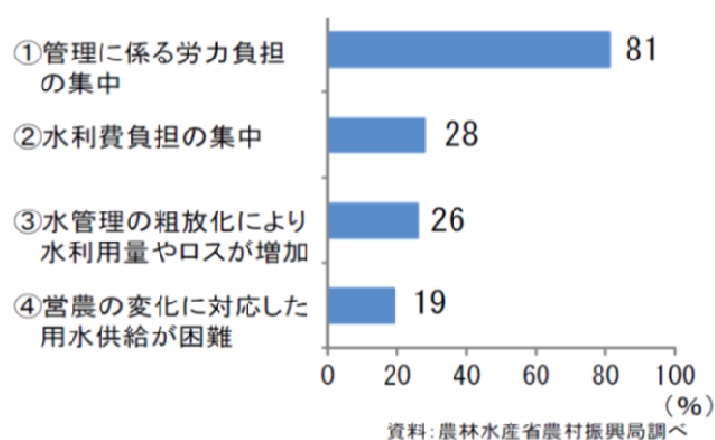


図 1.1.8 農地集積を進める上での水管理に関する課題

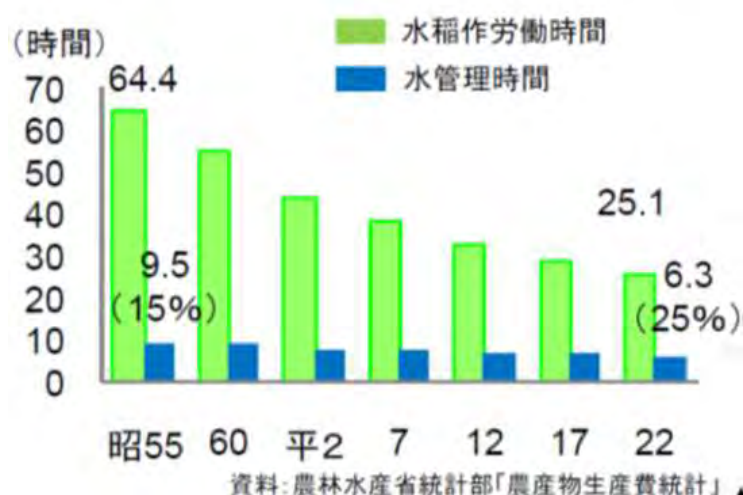


図 1.1.9 水稻作労働時間に対する水管理時間の割合の推移

1. 1. 2 事業の目的

本研究開発事業では、担い手農家の水管理の省力化や多様な水管理が可能となる水田用の多機能自動給水栓を開発するとともにパイプライン化やICTの導入による「新たな水田水管理システム」を構築する新技術を開発することを目的とした。

1. 2 事業の内容及び実施方法

水田での水管理の省力化をもたらすと同時に多様な水管理を可能にする水田用の多機能自動給水栓を開発するとともに、パイプライン化や I C T 化の導入に連動した新たな水田水管理システムを構築することを目的とした。

1. 2. 1 多機能自動給水栓の開発

角落とし式の水口や従来型の給水栓といった末端給水装置が用いられている水田では、適切な水深を維持するために頻繁な圃場見回りが欠かせません。分散した多数の水田での水管理作業は、担い手農家への農地集積を進める上での障害となる。

そこで、経営規模拡大を目指す水稻作農家の水管理労力を軽減するため、現地圃場の湛水深、湛水温、気温などに応じて自動で給水が行われたり、給水栓を遠隔操作したりすることが可能な多機能自動給水栓を開発し、現地圃場にて実証試験を行った。

- ①遠隔操作設備開発
- ② I C T 連携設備開発
- ③水管理情報センシング手法検討（水位・水温）

1. 2. 2 水田水管理システムへの I C T の導入

1. 2. 1 の多機能自動給水栓の開発に合わせて、水管理作業の自動化及び遠隔操作が可能となるよう、水管理施設の I C T 化を検討し、現地圃場にて実証試験を行った。

- ①リモコン操作プログラム開発
- ②遠隔監視操作プログラム開発
- ③センシング技術によるデータの見える化（給水栓開閉、水位、水温）

1. 2. 3 需要主導型水管理システムの開発

1. 2. 1、1. 2. 2 により蓄積される水管理情報、担い手農家による営農情報、圃場内気象情報などを活用した需要主導型水管理制御システムの技術開発の検討を行うとともに、現地圃場にて実証試験を行い、新たな需要主導型水管理制御システムを検討した。

- ①水管理情報の集約と利活用
- ②需要主導型水管理システムの検討
- ③需要主導型水管理マニュアル（案）の作成

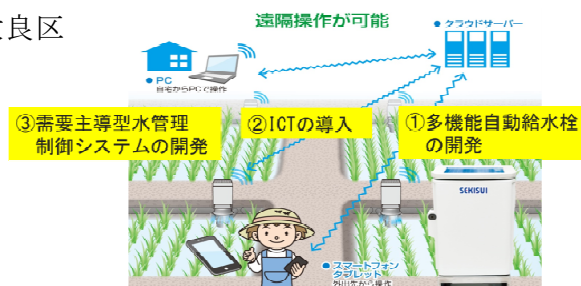
1. 2. 4 実証試験

1. 2. 1 から 1. 2. 3 により開発した需要主導型水管理制御システムを現地圃場に適用し、その実現の可能性について実証試験を行った。

【現地圃場】長野県木島平村大塚沖土地改良区

滋賀県野洲市中道農園

福井県坂井市春江地区



1. 2. 5 機能監視（開発した技術について、実証試験後も継続して監視）

1. 2. 4 にて実証評価を行った現地圃場で、継続して機能監視を行った。

【現地圃場】長野県木島平村大塚沖土地改良区

滋賀県野洲市中道農園

福井県坂井市春江地区

1. 2. 6 研究開発成果の活用

1. 2. 1 から 1. 2. 5 にて得られた新たな需要主導型水管理制御システムを活用することにより、担い手農家の経営の自由度の確保、経営規模拡大の進展、農業の競争力の強化につながるシナリオを具体化し、需要主導型水管理制御システムの普及促進を図った。

（1）平成 27 年度成果

北陸農政局九頭竜川下流農業水利事務所 説明会実施

（2）平成 28 年度成果

関東農政局土地改良技術事務所 新技術情報展示実施

北陸農政局土地改良技術事務所 説明会実施

東海農政局土地改良技術事務所 新技術・新工法説明会実施

九州農政局土地改良技術事務所 説明会実施

（3）平成 29 年度成果

関東農政局土地改良技術事務所 新技術情報展示実施

九州農政局土地改良技術事務所 説明会実施

1. 3 事業着手時に想定した技術的問題点への対応

技術的問題点	対応
1. 多機能自動給水栓の開発 ①遠隔操作設備開発 ② I C T 連携設備開発 ③水管理情報センシング手法検討 (給水量、水位、水温等)	・遠隔操作機能及び有線水位センサーの試作実施 (H27) ・遠隔操作機能及び有線水位センサーの現地圃場実証実施 (H28) ・遠隔操作機能と無線水田センサーの試作及び現地圃場実証 (H29)
2. 水田水管理システムへの I C T の導入 ①リモコン操作プログラム開発 ②遠隔監視操作プログラム開発 ③センシング技術によるデータの見える化	・タブレットによるリモコン機能プログラム製作及び連携機能の作動確認実施 (H27) ・WEB アプリによる遠隔監視操作プログラムの製作及び連携機能の作動確認実施 (H27) ・タブレットによるリモコン機能プログラム製作及び連携機能の現地圃場実証実施 (H28) ・WEB アプリによる遠隔監視操作プログラムの現地圃場実証実施 (H28) ・WEB アプリにおけるマッピング機能、蓄積データの見える化機能などの機能の現地圃場実証実施 (H29)
3. 需要主導型水管理制御システムの開発 ①情報の集約と利活用 ②需要主導型水管理システムの検討の検討 ③需要主導型水管理マニュアル (案) の作成	・定周期設定、週周期設定、カレンダー設定機能のプログラム製作及び連携機能の作動確認実施 (H27) ・定周期設定、週周期設定、カレンダー設定機能の現地圃場実証実施 (H28) ・WEB アプリにおけるマッピング機能、蓄積データの見える化機能などの機能追加を作成 (H28) ・遠隔操作機能の追加機能として、強制給水栓開閉機能を作成 (H28) ・異なる圃場形態 (集約型、分散型) での営農状況調査と運用状況調査の実施。(H28) ・定周期設定、週周期設定、カレンダー設定機能と無線水田センサーとの連携機能の現地圃場実証実施 (H29) ・遠隔操作機能の追加機能の強制給水栓開閉機能の現地圃場実証実施 (H29) ・水管理マニュアル (案) の作成。(H29)

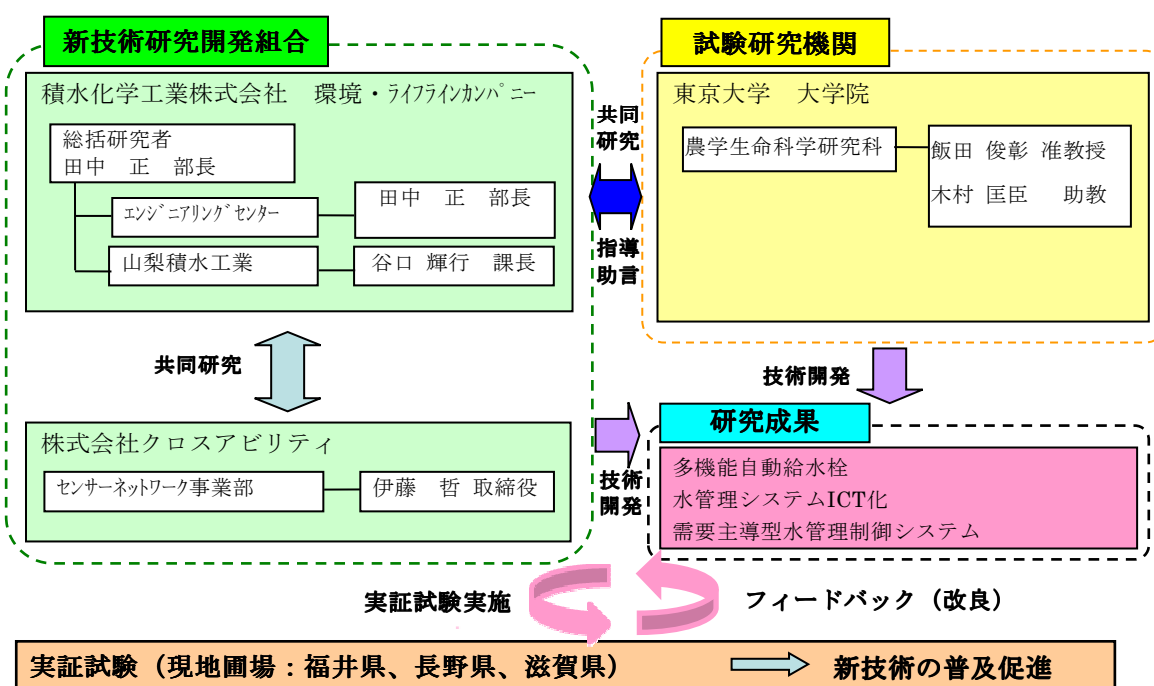
1. 4 事業の実施体制

1. 4. 1 研究開発組合内の役割分担

研究開発の項目	事業実施主体 (新技術研究開発組合)		試験研究機関
	積水化学工業(株)	(株)クロスアビリティ	東京大学
多機能自動給水栓の開発	◎	○	○
水管理システム I C T 化	○	◎	○
需要主導型水管理システムの開発	◎	○	○
実証試験	◎	○	○
機能監視	◎	○	○

(注) ◎は主担当、○は担当

1. 4. 2 試験研究機関と研究開発組合の役割分担



1. 5 事業の年度計画と実績

【年度計画及び実績表】

研究開発の項目	平成 27 年度		平成 28 年度		平成 29 年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
多機能自動給水栓の開発						
①遠隔操作設備開発						
② I C T 連携設備開発						
③水管理情報センシング手法検討 (水位、水温)						
水管理システム ICT の導入						
①リモコン操作プログラム開発						
②遠隔監視操作プログラム開発						
③センシング技術によるデータの見える化						
需要主導型水管理システムの開発						
①情報の集約と利活用						
②需要主導型水管理システムの標準化						
③需要主導型水管理マニュアル(案)の作成						
実証試験						
長野県木島平村大塚沖土地改良区						
滋賀県野洲市中道農園						
福井県坂井市春江地区						
機能監視						

注) — は計画、 — は実績。

1. 6 研究開発の概要、結果、課題等

1. 6. 1 多機能自動給水栓の開発

(1) 製品概要

今回開発した多機能自動給水栓は、タイマー型、リモコン型、遠隔操作型のバリエーションを持ち、主な機能としては、給水栓の開度、給水時間及び給水周期の設定機能、スマートフォンやタブレット等の端末を利用した操作機能、機器間を省電力無線で相互通信する機能、水位センサや水温センサなど、センサ情報に従った自動制御機能を有する装置である。

(2) 多機能自動給水栓一覧及び主な機能

表 1.6.1 に多機能自動給水栓タイプ一覧及び主な機能を示した。

表 1.6.1 多機能自動給水栓タイプ一覧及び主な機能

	タイマー型	リモコン型	遠隔操作
			
開始時間設定	スターボタン	カレンダー設定	カレンダー設定
周期設定	1～9日周期	1～30日周期	1～30日周期
開時間設定	1～9時間	1～24時間	1～24時間
開度	0～9段階(54秒)	0～60秒任意	0～60秒任意
手動開閉	○ BOX内のみ	○ BOX内、リモコン	○ BOX内、リモコン(遠隔×)
設定方法	ボリューム及びタクトスイッチ	リモコン(スマホ)	リモコン(スマホ)、PC
カレンダー機能	×	○	○
リモコン機能	×	○	○
携帯リモコン	×	×	○
遠隔操作	×	×	○
有線水位センサ	○	○	○
無線水位・水温センサ	×	×	○
アラーム機能	○	○	○ (遠隔通報)
アラーム履歴	○	○	○ (遠隔通報)

(3) 多機能自動給水栓製品構成

(3-1) 全体構成



表 1.6.2 多機能自動給水栓の主な仕様・構成一覧

	タイマー型・リモコン型・遠隔操作型
外形寸法 (プラボックス)	202×200×440mm
本体重量 (プラボックス)	4.3kg
筐体構造 (プラボックス)	ABS 樹脂／強化ガラス
ソーラーパネル	多結晶シリコンセル
バッテリー	DC6V4.5Ah (※1)
モーター	6V-3.5W
減速／トルク／回転	1/700／18.4kgf・cm／8.4rpm
モード切替	切／手動／自動
使用条件	屋外設置 (外気温－20℃ (120 時間)～60℃ (120 時間))
バルブ部	エアダスバルブ φ50～φ100 (専用)

※1:無日照日数 10 日程度間で対応可能(モーター作動回数 2 回／日、通信頻度 15 分／回の場合)

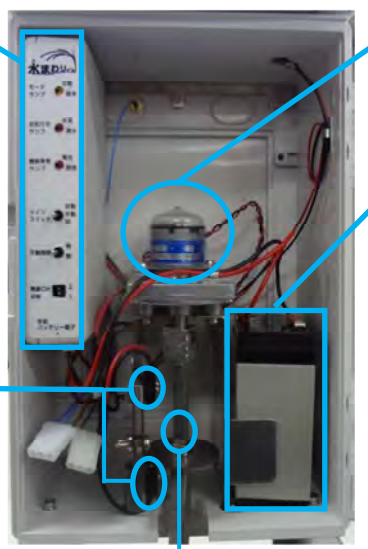
(3-2) プラボックス内部

電気 BOX

タイマ、センサ、無線通信の
操作用 BOX です。電気回路
が入っています。

リミットセンサー

バルブの全開・全閉時にモーター
が過負荷とにならないようにする
ためのリミットスイッチです。
取付け時に適当な位置にあわせ
ます。



モーター

バルブ開閉用のモーターです。

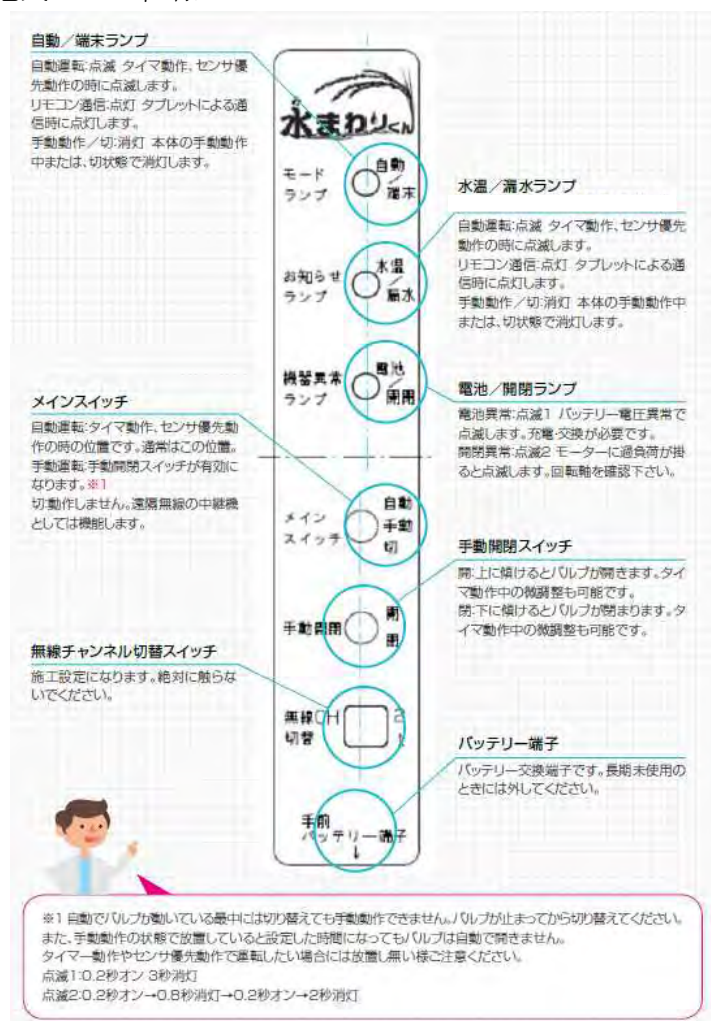
バッテリー

駆動用バッテリー 6V (NP4.5-6.5V
4.5Ah) 専用のもの以外は使用しない。

回転軸

エアダスバルブとの接合用
回転軸です。

(3-3) 電気BOX仕様



1. 6. 2 水田水管理システムへの I C T の導入

本研究開発事業では、水田水管理システムへの I C T の導入として、下記の通り、特定省電力無線（920MHz 帯、マルチホップ方式）のツリー型のネットワーク構成を有するシステムを導入した。

①リモコン操作プログラム開発

Bluetooth 通信機能をもつスマートフォン及びタブレット端末を用いたリモコン操作アプリによるリモコン操作プログラムを開発した。（通信距離 3 m）

②遠隔監視操作プログラム開発

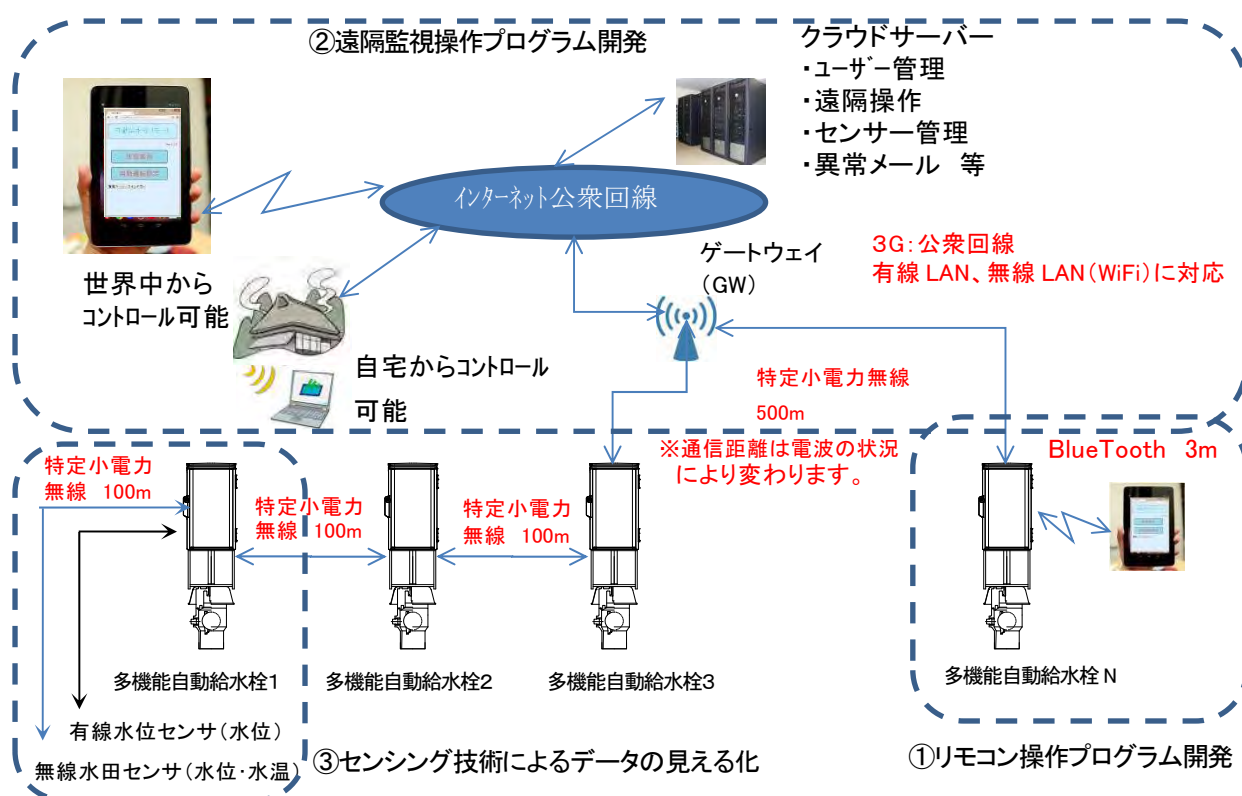
特定小電力無線ネットワーク機能をもつ多機能自動給水栓をスマートフォン及び PC を用いた WEB プログラムによる遠隔操作監視プログラムを開発した。

③センシング技術によるデータの見える化（給水栓開閉、水位、水温）

有線水位センサ、無線水田センサのデータを、多機能自動給水栓の特定小電力無線ネットワークを通じ、WEB プログラムを用いて、クラウドサーバーに蓄積し、見える化を行った。

下記に水田水管理システムの詳細を示す。

（1）システム概要（遠隔操作型）



1. インターネット公衆回線への接続：有線 LAN、無線 LAN、3G（公衆回線）に対応可能
2. 圃場内データ通信：特定小電力無線
3. 個別リモコンデータ通信：Bluetooth（アンドロイド端末、iOS 端末両方に対応可能）

図 1.6.4 システム構成図概要

(2) ネットワーク構成

ツリー型の構成とし、最大ホップ数は15ホップ。最大端末数は33台（中継装置＋各2台のセンサーユニット（最大66台））とする。

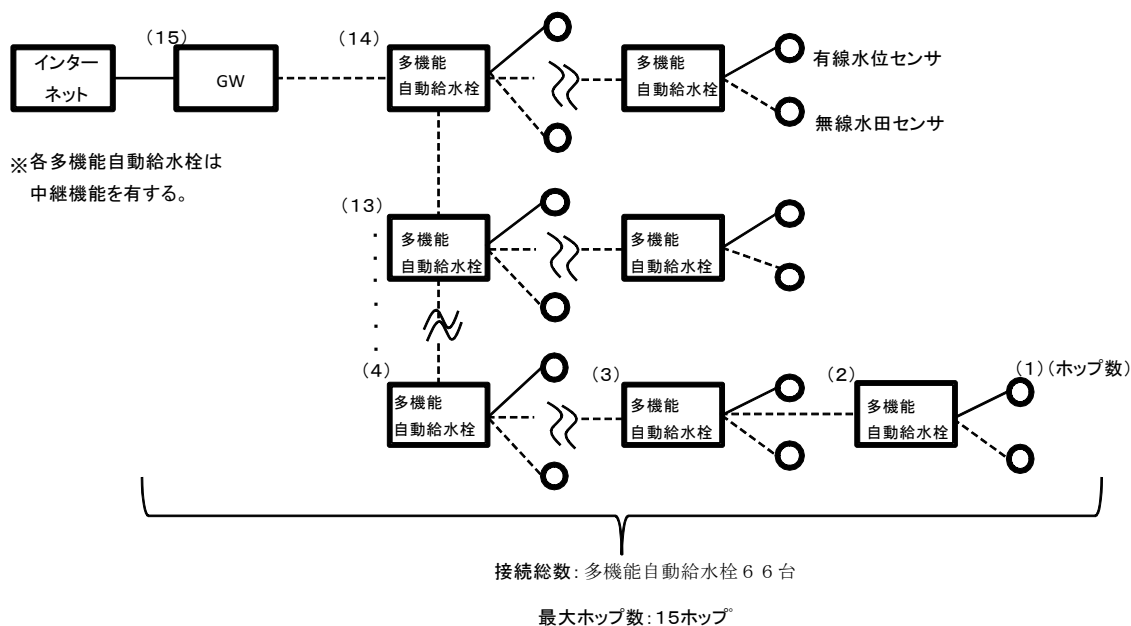


図 1.6.5 ネットワーク構成図概要

(4) ハードウェア構成

ハードウェアの主な構成は、以下の通りである。

- ・通信方式：920MHz 帯の小電力無線、マルチホップ方式
- ・水位・温度センサー：有線型と無線型を有する。
- ・リモコン機能：アンドロイド端末及び iOS 端末両方対応（BlueTooth 通信）
- ・インターネット公衆回線への接続：

有線 LAN、無線 LAN、3G（公衆回線）に対応可能

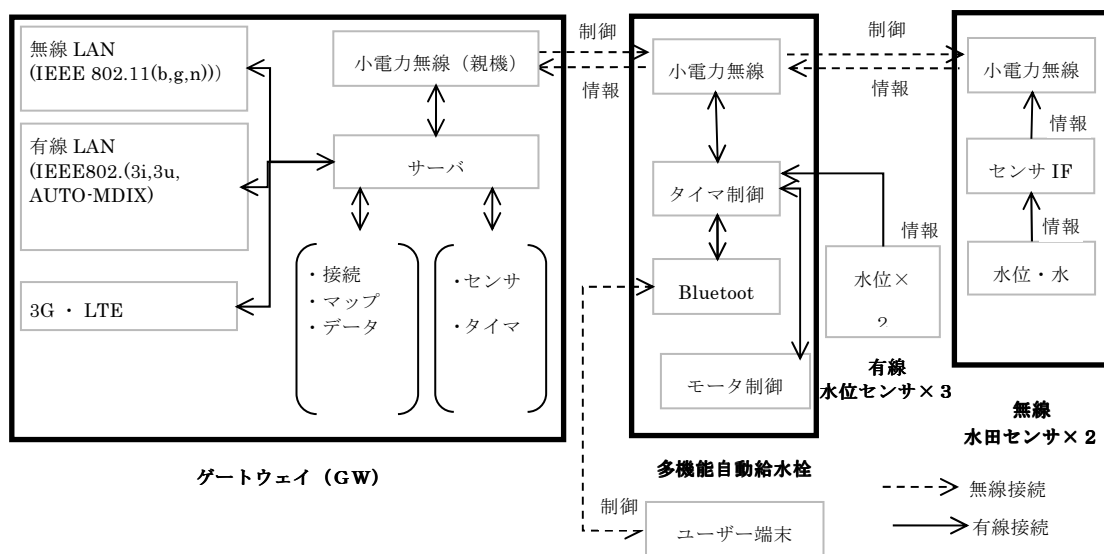


図 1.6.6 ハードウェア構成図概要

1. 6. 3 需要主導型水管理システムの開発

水田の水位変動による自動給水だけではなく、水稻栽培におけるさまざまな水管理方法に対応することができるよう、農業従事者が遠隔監視をおこないながら、栽培ステージにあわせた水管理操作が可能な需要主導型水管理システムを開発した。

表 1.6.3 水管理システムの主な機能一覧

大項目	中項目	小項目	備考
状態表示	一覧表示	給水栓動作状況	
	地図表示	給水栓位置情報	
環境グラフ	水位・水温	水位・水温履歴	
	運転・給水計画	給水栓動作履歴 給水栓計画履歴	
給水計画	センサー優先	水位上限下限 バルブ開度設定	水位による自動開閉
	スケジュール優先	定周期・週周期・カレンダー バルブ開度設定 給水時間設定 ※上限水位制限可	日時指定による開閉
	強制開閉機能		
メール配信	警告メール配信	モータ過負荷	
		バッテリー電圧低下	
バルブ設定	開閉値設定	水位上限・下限	
		警告水温・入水水温	

1. 7 実証試験（現場適用）の概要、結果、課題等

以下に示す現地圃場において自動給水栓を用いた水田水管理システムを設置し、システム運用状況及び営農状況調査を実施した。

1. 7. 1 現地圃場に設置した水管理制御システム構成概要

現地圃場として、圃場形態が集約型圃場のケースと分散型圃場のケースを選定し、圃場形態に合わせたシステム構成を構築設置した。

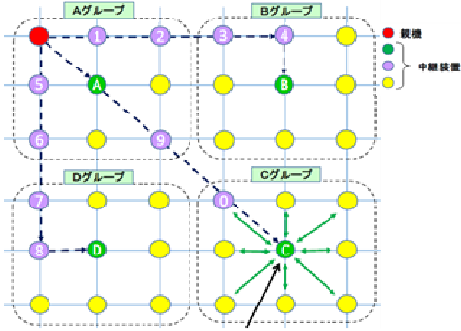
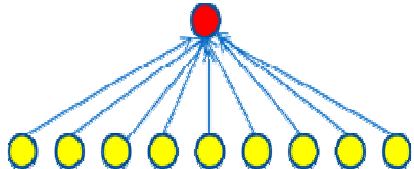
平成 28 年度は、農地集約化による経営規模の拡大に対応した水管理システムとして、実用化の進んでいる特定小電力マルチホップ方式を用いた水管理システムの構築を行った。また、農地集約化のおこないにくい分散型圃場に対応した水管理システムとして、実用化に向け検討されている長距離無線 LPWA を用いたスター方式の水管理システムの検討を行った。

平成 29 年度は、平成 28 年度に実証した遠隔操作機能に加え、センシング技術を用いたデータの見える化機能を実用化し、現地実証を行った。

表 1.7.1 現地圃場概要

	経営 形態	経営 規模	圃場面積 設置数	圃場形態	水管理システム	実施 時期	備考
木島平村 大塚沖土地改良区	個人 経営	10ha	40a/区画 6ヶ所	集約型 (隣接圃場)	特定小電力 マルチホップ方式	H28 ～H29	図 1.7.1
滋賀県野洲市 中道農園	農業 法人	30ha	50a/区画 3ヶ所	分散型 (距離 3km)	LPWA スター方式	H28 ～H29	図 1.7.2
福井県坂井市 春江地区	個人 経営	11ha	50a/区画 5ヶ所	集約型 (隣接圃場)	特定小電力 マルチホップ方式	H29	図 1.7.3

表 1.7.2 水管理システム構成比較

	特定小電力 マルチホップ方式	LPWA スター方式
システム構成	マルチホップ方式 	スター方式 
帯域・規格	特定小電力：920MHz 帯 IEEE802.15.4g	特定小電力：920MHz 帯 LoRa 方式（拡散方式）
データ容量	1,980Byte／グループ （1システムのグループ制限は無し）	100Byte／台
通信方式	マルチホップ：間欠送受信 （最大ホップ数 15）	スター方式：間欠送受信 （通信衝突許容 8 台）
接続子機数	100 台	1,000 台
通信距離	GW～多機能自動給水栓：500m 多機能自動給水栓間：100m ※通信用アンテナ設置高 GW：7.5m 多機能自動給水栓：0.5m	GW～多機能自動給水栓：3km ※通信用アンテナ設置高 GW：7.5m 多機能自動給水栓：0.5m
長所	シェア型で通信料安い	通信距離が長い 通信機器数の増減変更が容易
短所	通信機器数の増減変更に手間がかかる（通信の再マッピング必要）	個別契約、通信に冗長性あり

※特定小電力無線：特定小電力無線とは、1989年に旧・郵政省により制度化された、免許や資格・登録なしで使用できる低出力タイプの無線のこと。電波の出力は空中線電力 0.01W 以下で、近距離の通話や通信、データ送信に手軽に利用できる。14 種類の用途が定められ、それぞれ使用できる周波数帯が細かく指定されている。

※LPWA:Low Power Wide Area の略称。少ない電力消費で数 km の長距離通信が可能になる無線通信のこと。

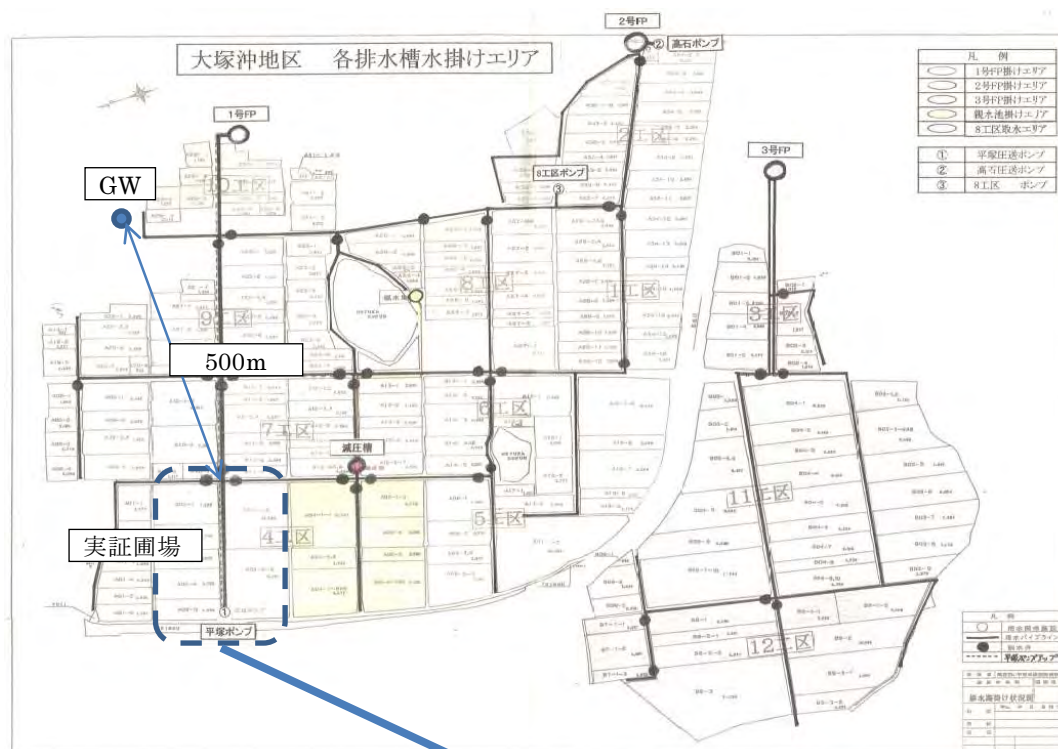
※マルチホップ方式：複数のノードを経由（ホップ）することで目的地までパケットを送る伝送方式。

※スター方式：中心となる機器に対し、複数の周辺機器を集中して接続する方式

※IEEE:Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.（電気電子技術者協会）の略称。

※LoRa:LoRa Alliance（米の SMETECH 社が中心となり 2015 年に設立、IBM、シスコ、オレンジなどの大手 IT 企業や通信事業者がメンバーになっている）により策定されているオープンな無線技術仕様。仕様は Sub-GHz 帯（日本では 920MHz 帯）、Ultra Narrow Band 方式の無線技術を使い、通信速度はおよそ 250kbps 程度、通信距離は最大およそ 10 キロメートルとなる。

※通信衝突：ネットワーク上で複数の端末から同時にデータを送信した際に発生するパケットの衝突のこと。



拡大図

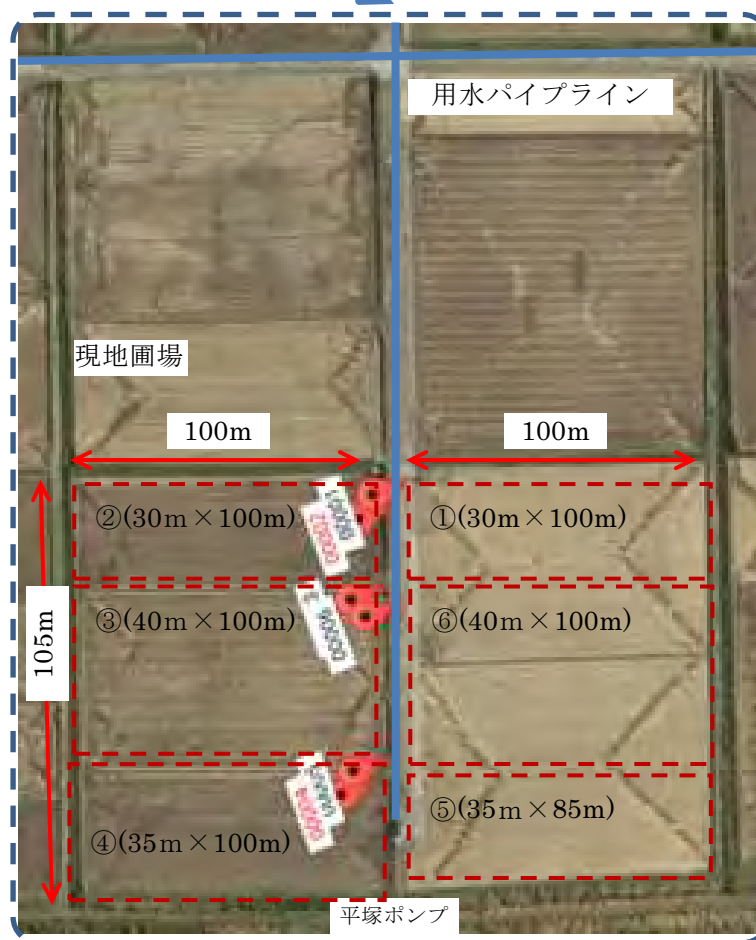


図 1.7.1 現地圃場概要（長野県木島平村大塚沖土地改良区）：集約型

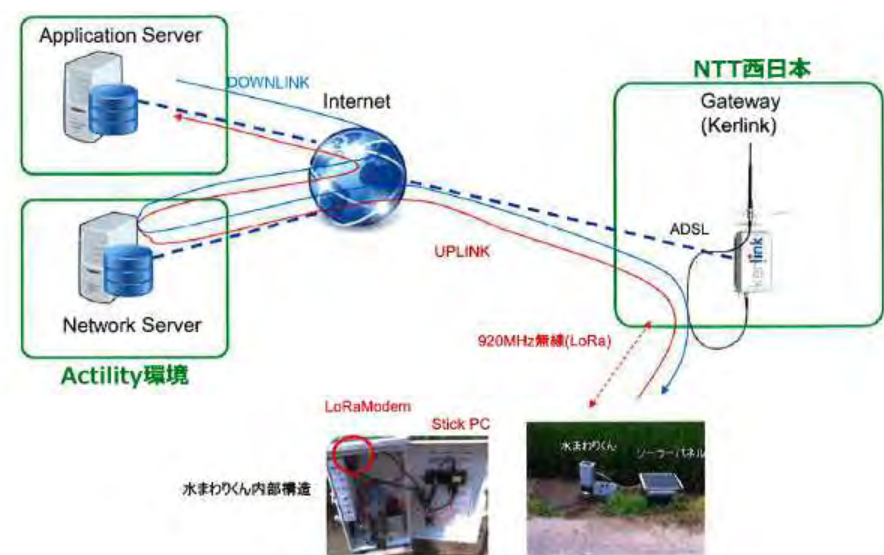


図 1.7.2 現地圃場概要（滋賀県野洲市中道農園）：分散型



図 1.7.3 現地圃場概要（福井県坂井市春江地区）：集約型

1. 7. 2 水管理制御システム設置状況

(1) 多機能自動給水機設置（長野県木島平村大塚沖土地改良区）



- ・多機能自動給水栓
エアダスバルブ φ 75
遠隔操作型

写真 1.7.1 多機能自動給水機設置



- ・多機能自動給水栓
無線通信距離：100m
- ・Bluetooth 通信距離
(リモコン操作範囲)：3m

写真 1.7.2 多機能自動給水栓現地実証（動作状況確認）

(2) ゲートウェイ設置状況（長野県木島平村大塚沖土地改良区）



・ゲートウェイ

アンテナ設置高さ 7.5m

アンテナ～多機能自動給水栓間

無線通信距離:500m

拡大図



写真 1.7.3 ゲートウェイ設置状況
(無線通信距離確認)

1. 7. 3 実証調査結果

下表に、実証調査結果を示した。

表 1.7.3 実証調査結果概要

実証調査項目	結果	主な実証場所
① Bluetooth による操作性の確認 多機能自動給水栓とタブレット間距離	通信距離 3m	長野県木島平村 滋賀県野洲市 福井県坂井市
② 省電力無線による遠隔操作性の確認 多機能自動給水栓間通信：	通信距離 100m	
多機能自動給水栓とゲートウェイ間通信	通信距離 500m	
③ メール通報機能の確認	PC・携帯メール通報確認	
④ 有線水位センサーとの連動性 (上限水位センサ)	上限水位到達時 給水栓閉動作実施確認	
⑤ クラウドサーバーへのデータ蓄積	データ項目 給水栓開閉動作 水位・水温 データ頻度 15 分ごと	長野県木島平村 滋賀県野洲市 福井県坂井市
⑥ 長距離省電力無線による通信性能の確認	通信距離 2km	
⑦ 農作業日誌	手動給水栓による 水管理時間 10 分～20 分	
⑧ 営農状況アンケート調査	多機能自動給水栓の 利便性については十分得 られた。 10ha 以下の経営規模 居住区域と圃場間距離が 近い場合、遠隔操作型の 活用する機会が少ない。 10ha 以上の経営規模、居 住区域と圃場間距離が 3km 程度と分離している 場合、遠隔操作型の要望 が高くなった。	
⑨ 無線水田センサーとの連動性	給水栓との通信確認 上限水位到達時 給水栓閉動作 実施確認	
⑩ 水位・水温データの見える化	水位水温データ WEB プログラム内 でのグラフ化 実施確認	

(1) 農作業日誌

今回の現地実証において、通常の水管理作業時間を確認したところ、給水栓の開作業及び給水量確認に 5 分～20 分／箇所、給水栓の開作業に 5 分程度かけていることが分かった。したがって、給水栓の開閉作業時間としては、1 箇所あたり 10 分から 20 分程度であることが分かった。

表 1.7.4 農作業日誌例（長野県木島平村）

■農作業記録簿 (嘉部様)

月 日	天気	開始時刻	終了時刻	作業時間	対象圃場	作業内容
8/1	晴	6:50	7:00	10分	2.4	給水設定 水入山 (現地) 見回り
"	"	7:00	7:40	40分	2.4	除草 (草刈坂)
"	曇り	17:25	17:30	5分	2.4	水止み (現地) 見回り
8/2	曇り	11:40	11:45	5分	2.	給水設定 水入山 予部
	雨	17:50	17:55	5分	2.	水止み (現地) 見回り
8/3	晴	6:45	7:25	20分	2.4	給水設定 水入山 (現地) 見回り
						鮮見廻り、除草 (草刈)
	曇り	18:45	18:50	5分	2.4	水止み (現地) 予部
8/4	晴	19:00	19:05	5分	2.4	給水設定 水入山 (現地) 予部
	"	18:30	18:45	15分	2.4	水量確認 (現地) 目視

(2) アンケート調査状況

本研究開発事業における現地実証においては、多機能自動給水栓の使用による利便性については十分得られたとの回答が得られた。

長野県木島平村大塚沖土地改良区においては、農業従事者が保有している圃場面積が 10ha 以下程度で農地の集積が進んでいる場合、自動給水栓がついていない圃場の農作業にあわせて、自動給水栓のリモコン機能をつかって水管理を実施することが可能なため、遠隔操作機能を活用する機会が少ない結果となった。(表 1.7.5 参照)

また、雨天時などで給水を停止する機能については、上限水位センサーの活用により実現することが可能となった。

滋賀県野洲市中道農園においては、農業従事者が保有している圃場が集積されている圃場のほかに、3km 程度はなれた圃場も委託生産しており、分散した圃場の農作業の効率が悪く、とくに水管理作業の負担が大きいため、長距離無線通信タイプあるいは屋外設置型ゲートウェイによる遠隔監視・操作型の水管理システムが要望された。(表 1.7.6 参照)

福井県坂井市春江地区においては、農業従事者がこれから耕作面積を現在の 11ha から 30ha まで拡大することを目標としており、水管理システムへの ICT 化の導入に積極的で、遠隔操作機能を積極的に活用し、水管理省力化が十分活かされる結果が得られた。

自動給水栓導入前は、圃場面積 11ha 圃場数 40 ヶ所の水管理時間は、1 日 4.5 時間以上要していたところ、自動給水栓 5 ヶ所導入したところ、水管理時間 30 分以上短縮され、省力化効果が得られた。(表 1.7.7 参照、図 1.7.4 参照)

表 1.7.5 アンケート調査（長野県木島平村大塚沖土地改良区）

■自動給水栓（水まわりくん） 営農者質問内容

	質問事項	回答		
		(Positive) ←		→ (Negative)
全般	自動給水栓があると便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	⇒どういう時に便利ですか？ 気象条件（雨とか）？	春先の代掻き時期、止めにいかなくてもよい		
	一般的な操作方法はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	どのタイプが使いやすいですか？	遠隔操作型	リモコン型	タイマー型
	水管理の省力化できましたか？	できた	変わらない	出来なかった
	⇒空いた時間で何をしましたか？ したいですか？			
	圃場に行く回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	バルブを操作する回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	周辺圃場で水管理変化、地区への影響ありましたか？	あった	わからない	なかった
	排水側も自動操作で管理したいですか？	したい	どちらでもない	不要
	盗難される心配はありますか？	ない	どちらでもない	ある
	バルブは問題なく作動していましたか？	問題ない	わからない	問題あり
	⇒どんな問題がありましたか？			
	ゴミ詰まり等のトラブルがありましたか？	なかった	わからない	あった
	今後も設置したいと思いませんか？	設置したい	どちらでもない	設置したくない
	水まわりくんとエアダスバルブは取り付けやすいですか？	取り付けやすい	普通	取り付けにくい
	取り付け工具は使用しやすいですか？	使用しやすい	普通	使用しにくい
	通常の農作業に支障はありましたか？	なかった	どちらでもない	あった
	大きさは邪魔になりませんでしたか？	問題ない		問題あり
	冬場の取り外しと屋内保管は面倒ですか？	面倒ではない	どちらでもない	面倒
	樹脂、ガラス製の筐体が破損する不安はありますか？	ない	どちらでもない	不安
	どんな設定項目があればよいと思いませんか？ 給水量、水田ごとの水位			
	どんな情報が監視できるとよいと思いませんか？ カメラ、センサ（温度、水温、水位、水分、雨量）			
	どんな情報を記録・データ化できるとよいと思いませんか？ 管理情報、気温、水温			
	どんな機能があったらよいと思いませんか？	雨天時に給水ストップさせたい⇒水位センサで対応可能か、		
遠隔操作型	給水計画の入力操作はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	計画項目（周期、カレンダー）はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	給水開始時刻は定時設定でよいですか？	曜日毎に変えたい	日毎に変えたい	一定で良い
	バルブ開度は9段階で十分ですか？	十分		不十分
	監視、測定項目数はいかがですか？	多い	適当	少ない
	警告メールは使いましたか？	使用した		使用していない
リモコン型	アプリは使いやすいですか？	使いやすい	どちらでもない	使いにくい
	手動（ハンドル操作）に比べ便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	バルブ開閉時間は問題ないですか？	問題ない	速い	遅い
	通信範囲は十分ですか？	十分		不十分
〈その他〉雨天時に車から操作できてよかった。開度の目安があればよい。タブレットではなく簡易リモコンほしい。				
タイマー型	給水周期は毎日～9日で十分ですか？	十分	9日以上必要	1日以下必要
	給水時間は1～9時間で十分ですか？	十分	9時間以上必要	1時間以下必要

表 1.7.6 アンケート調査結果（滋賀県野洲市中道農園）

■自動給水栓(水まわりくん) 営農者質問内容				
質問事項		(Positive) ←	回答 → (Negative)	
全般	自動給水栓があると便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	⇒どういう時に便利ですか？ 気象条件(雨とか)？			
	全般的な操作方法是わかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	どのタイプが使いやすいですか？	遠隔操作型	リモコン型	タイマー型
	水管理の省力化できましたか？	できた	変わらない	出来なかった
	⇒空いた時間で何をしましたか？したいですか？			
	圃場に行く回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	バルブを操作する回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	周辺圃場で水管理変化、地区への影響ありましたか？	あった	わからない	なかった
	排水側も自動操作で管理したいですか？	したい	どちらでもない	不要
	盗難される心配はありますか？	ない	どちらでもない	ある
	バルブは問題なく作動していましたか？	問題ない	わからない	問題あり
	⇒どんな問題がありましたか？			
	ゴミ詰まり等のトラブルがありましたか？	なかった	わからない	あった
	今後も設置したいと思いますか？	設置したい	どちらでもない	設置したくない
	水まわりくんとエアダスバルブは取り付けやすいですか？	取り付けやすい	普通	取り付けにくい
	取り付け工具は使用しやすいですか？	使用しやすい	普通	使用しにくい
	通常の農作業に支障はありましたか？	なかった	どちらでもない	あった
	大きさは邪魔になりませんでしたか？	外しやすい	普通	外しにくい
	冬場の取り外しと屋内保管は面倒ですか？	面倒ではない	どちらでもない	面倒
	樹脂、ガラス製の筐体が破損する不安はありますか？	ない	どちらでもない	不安
	どんな設定項目があればよいと思いますか？ 給水量、水田ごとの水位			
	どんな情報が監視できるとよいと思いますか？ カメラ、センサ(温度、水温、水位、水分、雨量)			
	どんな情報を記録・データ化できるとよいと思いますか？ 管理情報、気温、水温			
	どんな機能があったらよいと思いますか？	居住エリアと圃場が離れているため屋外設置型ゲートウェイの要望あり		
		分散した圃場向けの遠隔操作型自動給水栓の要望あり。		
遠隔操作型	給水計画の入力操作はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	計画項目(周期、カレンダー)はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	給水開始時刻は定時設定でよいですか？	曜日毎に変えたい	日毎に変えたい	一定で良い
	バルブ開度は9段階で十分ですか？	十分		不十分
	監視、測定項目数はいかがですか？	多い	適当	少ない
	警告メールは使いましたか？	使用した		使用していない
リモコン型	アプリは使いやすいですか？	使いやすい	どちらでもない	使いにくい
	手動(ハンドル操作)に比べ便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	バルブ開閉時間は問題ないですか？	問題ない	速い	遅い
	通信範囲は十分ですか？	十分		不十分
タイマー型	給水周期は毎日～9日で十分ですか？	十分	9日以上必要	1日以下必要
	給水時間は1～9時間で十分ですか？	十分	9時間以上必要	1時間以下必要

表 1.7.7 アンケート調査結果（福井県坂井市春江地区）

■自動給水栓(水まわりくん) 営農者質問内容				
質問事項		(Positive) ←	回答	→ (Negative)
全般	自動給水栓があると便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	⇒どういう時に便利ですか？ 気象条件(雨とか)？	遠方への外出時など		
	一般的な操作方法はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	どのタイプが使いやすいですか？	遠隔操作型	リモコン型	タイマー型
	水管理の省力化できましたか？	できた	変わらない	出来なかった
	⇒空いた時間で何をしましたか？したいですか？			
	圃場に行く回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	バルブを操作する回数が減りましたか？	減った	変わらない	増えた
	周辺圃場で水管理変化、地区への影響ありましたか？	あった	わからない	なかった
	排水側も自動操作で管理したいですか？	したい	どちらでもない	不要
	盗難される心配はありますか？	ない	どちらでもない	ある
	バルブは問題なく作動していましたか？	問題ない	わからない	問題あり
	⇒どんな問題がありましたか？			
	ゴミ詰まり等のトラブルがありましたか？	なかった	わからない	あった
	今後も設置したいと思いますか？	設置したい	どちらでもない	設置したくない
	水まわりくんとエアダスバルブは取り付けやすいですか？	取り付けやすい	普通	取り付けにくい
	取り付け工具は使用しやすいですか？	使用しやすい	普通	使用しにくい
	通常の農作業に支障はありましたか？	なかった	どちらでもない	あった
	大きさは邪魔になりませんでしたか？	外しやすい	普通	外しにくい
	冬場の取り外しと屋内保管は面倒ですか？	面倒ではない	どちらでもない	面倒
	樹脂、ガラス製の筐体が破損する不安はありますか？	ない	どちらでもない	不安
	どんな設定項目があればよいと思いますか？ 給水量、水田ごとの水位			
	どんな情報が監視できるとよいと思いますか？ カメラ、センサ(温度、水温、水位、水分、雨量)			
	どんな情報を記録・データ化できるとよいと思いますか？ 管理情報、気温、水温			
	どんな機能があつたらよいと思いますか？	盗難防止機能		
遠隔操作型	給水計画の入力操作はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	計画項目(周期、カレンダー)はわかりやすいですか？	わかりやすい	普通	わかりにくい
	給水開始時刻は定時設定でよいですか？	曜日毎に変えたい	日毎に変えたい	一定で良い
	バルブ開度は9段階で十分ですか？	十分		不十分
	監視、測定項目数はいかがですか？	多い	適当	少ない
	警告メールは使いましたか？	使用した		使用していない
リモコン型	アプリは使いやすいですか？	使いやすい	どちらでもない	使いにくい
	手動(ハンドル操作)に比べ便利ですか？	便利	どちらでもない	不便
	バルブ開閉時間は問題ないですか？	問題ない	速い	遅い
	通信範囲は十分ですか？	十分		不十分
タイマー型	給水周期は毎日～9日で十分ですか？	十分	9日以上必要	1日以下必要
	給水時間は1～9時間で十分ですか？	十分	9時間以上必要	1時間以下必要

営農支援

水管理の自動化で 作業時間の大幅削減へ

福井県・認定農業者 中嶋吉英さん

中嶋吉英さんは、J A 所にて点検しており、これをはるえ(福井県坂井市)管内で11人の稲作を営む認定農業者。5月末から水田に積水化学工業株式会社の多機能型自動給水機「水(み)まわりくん」を試験導入し、省力化を図っている。

中嶋さんの水田は40カ

「水まわりくん」をスマートフォンで操作して給水する中嶋さん

のため見回りを省力化できる。「最初は機器を信用していなかったのですが見回ったよ」と中嶋さんは笑う。導入から1週間、機器を信じることにした。「正確に動作していた。給水時間も流量も自分の稲作に適した設定ができる。スマートフォンも初めてだったが、積水化学の丁寧なサポートですぐに慣れた」と満足気。この5カ所の導入でも30分は省力化できているという。時間と気持ちに余裕ができ、先月には地元J Aの視察旅行にも参加してきた。

地元に愛着が強い中嶋さんの目標は、地区の水田を受託し合計30畝まで規模を拡大することだ。高齢化が進み、周辺農家はもとより近隣の地区からCやスマートフォンの作業委託の相談が絶えない。「朝から晩まで働いて1人では10〜15畝が限界。しかし『水まわりくん』の活用で規模拡大が見えてきた」と手応えを把握できる。そう感じている。

図 1.7.4 福井県坂井市春江地区実証圃場状況 (日本農業新聞記事 2017.7.25)

1. 8 機能監視の概要、結果、課題等

1. 8. 1 概要

監視画面の概要は下図とおり、状態表示メニューとして、多機能自動給水栓の開閉状況など表示する「一覧表示」、位置情報を地図上に表示する「地図表示」、環境グラフメニューとして、多機能給水栓の給水計画、運転を時系列でグラフ表示する「給水計画・運転」、水位・水温センサー情報を時系列でグラフ表示する「水位・水温グラフ」などの機能を有している。



1. 8. 2 機能監視結果

今回の現地実証において、無線水田センサーによりセンシングした水位・水温データ、多機能自動給水栓の実際の開閉動作したデータ及び遠隔操作 WEB プログラムやリモコン操作アプリにより入力した多機能自動給水栓の開閉動作設定データをクラウドサーバーに蓄積すること、また、遠隔操作 WEB プログラムから水位・水温データや多機能給水栓の開閉動作データをグラフ化して水管理情報を確認することを現地実証することができた。

また、水位・水温データの実測値を確認することで、水管理作業の要否を判定でき、合理的な水管理作業を図ることが可能となり、水管理作業の頻度そのものを減らすことも可能であることが分かった。



月間グラフ (2017/7/1～7/31)

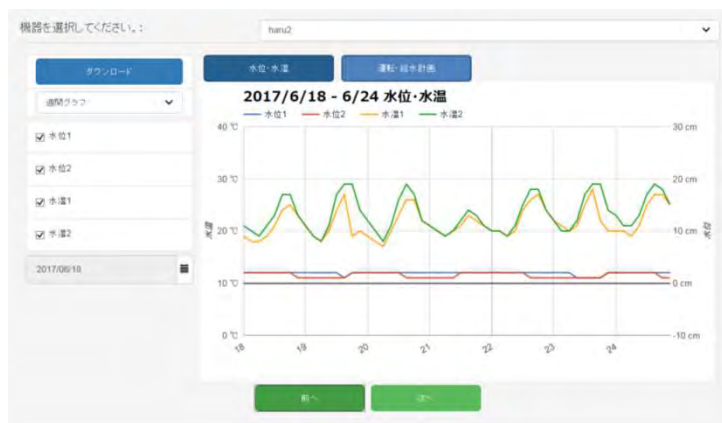
横軸目盛：日

水位 1：青ライン (水口)

水位 2：赤ライン (水尻)

水温 1：黄ライン (水口)

水温 2：緑ライン (水尻)



週間グラフ (2017/6/18～7/24)

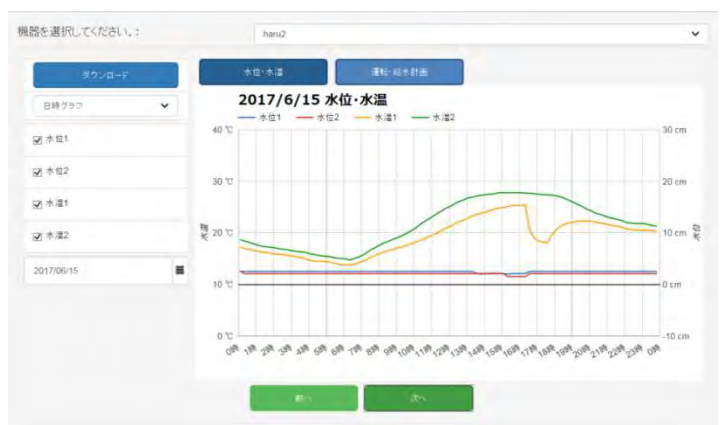
横軸目盛：日

水位 1：青ライン (水口)

水位 2：赤ライン (水尻)

水温 1：黄ライン (水口)

水温 2：緑ライン (水尻)



日グラフ (2017/6/15)

横軸目盛：時間

水位 1：青ライン (水口)

水位 2：赤ライン (水尻)

水温 1：黄ライン (水口)

水温 2：緑ライン (水尻)

図 1.8.1 環境グラフ (福井県坂井市春江地区)



月間グラフ（2017/6/1～6/30）

横軸目盛：日

上部グラフ：実稼動履歴

下部グラフ：給水計画

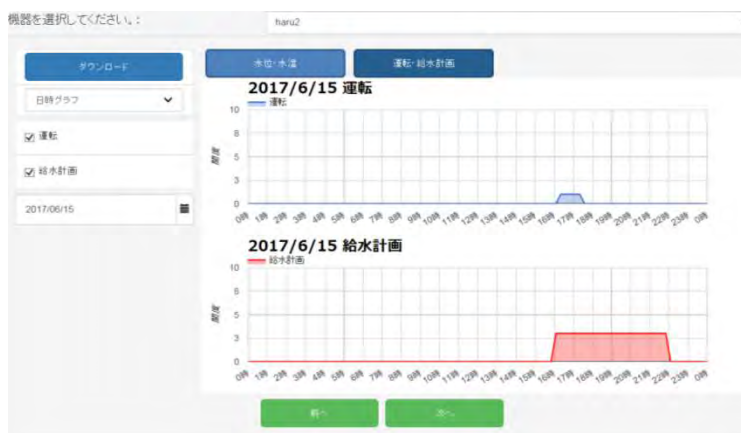


週間グラフ（2017/6/25～7/1）

横軸目盛：日

上部グラフ：実稼動履歴

下部グラフ：給水計画



日グラフ（2017/6/15）

横軸目盛：時間

上部グラフ：実稼動履歴

下部グラフ：給水計画

図 1.8.2 運転・給水計画グラフ（福井県坂井市春江地区）

2 事業の成果

2. 1 成果の内容

(1) 多機能自動給水栓の開発

多機能自動給水栓本体として、タイマー型、リモコン型、遠隔操作型の3種類の製品の開発するとともに、多機能自動給水栓との連携機能を有する有線水位センサー、無線水田センサーを開発し、現地圃場において実証試験を行った。

本研究開発事業では、水田の水位変動による自動給水だけではなく、水位・水温などのセンサー情報による自動給水機能とスケジュール作動機能を追加し、さまざまな栽培方法に対応した水管理システムを実現可能な多機能自動給水栓を開発し、現地圃場での現地検証を行い、実用化することができた。

(2) 水田水管理システムへの ICT の導入

(1) で実用化した多機能自動給水栓と連動した WEB 遠隔操作プログラムを開発し、現地圃場において実証試験を行った。

本研究開発事業では、特定小電力無線（920MHz 帯、マルチホップ方式）のツリー型のネットワーク構成を有する水管理システムを構築し、現地圃場での現地検証を行い、実用化することができた。

また、分散型圃場形態を経営している営農者から、分散した圃場における水管理の省力化の要望があり、長距離省電力無線の通信性能の検証として、特定小電力無線（920MHz 帯、LoRa 方式（拡散方式））のスター型のネットワーク構成を有するシステムの適用性の現地実証も行い、多機能自動給水栓から基地局までの距離 2.8km～3km での通信確認ができ、同様の遠隔操作が可能なが確認できた。

この結果より、農地集積率の低い地域における水田水管理システムへの ICT の導入も可能であることが分かった。

営農状況調査により、遠隔操作型自動給水栓により、給水栓開閉作業のうち、開閉作業が遠隔操作で自動化できることで、現地圃場への移動時間及び開閉作業が削減できることが、営農者からのアンケート調査により実際に得ることができた。

したがって、水田水管理の省力化効果として、給水栓の開閉作業の自動化による農作業の多忙な代掻き期の水管理作業の省力化効果、営農歴に準拠した間断かんがい、高温障害対策としての夜間かんがいなど繰り返し給水栓の開閉作業を自動化することによる省力化効果、水位センサーを活用した湛水かんがいを自動化することによる省力化効果を確認することができた。

(3) 需要主導型水管理制御システムの開発

(1)(2) で実用化した水管理システムにより、水田での水管理の自動化及び農業従事者による遠隔監視・操作が可能となる需要主導型水管理システムを開発し、現地圃場における実証試験を行った。

本研究開発事業では、既存の自動給水栓の機能である水田の水位変動による自動給水だけではなく、水稻栽培におけるさまざまな水管理方法に対応することができるよう、農業従事者が水田の水位・水温などの遠隔監視をおこないながら、栽培ステージにあわせた水管理操作が可能な需要主導型水管理システムを開発し、現地圃場での現地検証を行い、実用化することができた。

2. 2 目標の達成度

水田用の多機能自動給水栓を活用した需要主導型水管理システムを構築し、現地圃場において水管理システムの実施検証及び水管理状況の比較検討を行い、導入効果（省力化・合理化）を検討した。

2. 2. 1 導入効果

(1) 水管理省力化

本研究開発事業で開発した多機能自動給水栓を活用した水管理システムの ICT の導入後の水管理時間を算定し、水管理省力化効果として、水管理時間を 9 割以上可能なことが分かった。

※表 2.2.2(1)は稲作労働時間 25 時間/10a、水管理時間 6.3 時間/10a での算定、

※表 2.2.2(2)は稲作労働時間 14.32 時間/10a、水管理時間 2.73 時間/10a での算定

また、間接的効果として、給水栓開閉作業が手作業から機械化されることや移動作業の削減により、農業従事者の高齢化対策への一助になることが考えられる。

表 2.2.1 水管理システム導入後の水管理時間の算定例

	タイマ型	リモコン型	遠隔操作型	備考
操作時間	15 分	15 分	5 分	PC・タブレット起動時間等含む※1
操作回数	6 回	6 回	6 回	図 2.2.1 参照
繰り返し動作機能	○	○	○	
遠隔操作機能	—	—	○	移動時間削減
設定複写機能	—	—	未使用	※3
水管理時間(時間) ※2	45	45	15	経営面積 10ha、圃場面積 30a(30 区画)
	30	30	10	経営面積 10ha、圃場面積 50a(20 区画)
	15	15	5	経営面積 10ha、圃場面積 1ha(10 区画)
	90	90	30	経営面積 20ha、圃場面積 30a(60 区画)
	60	60	20	経営面積 20ha、圃場面積 50a(40 区画)
	30	30	10	経営面積 20ha、圃場面積 1ha(20 区画)
	225	225	75	経営面積 50ha、圃場面積 30a(150 区画)
	150	150	50	経営面積 50ha、圃場面積 50a(100 区画)
	75	75	25	経営面積 50ha、圃場面積 1ha(50 区画)

※1：タイマ型：現地移動時間＋制御盤操作時間（15 分）

リモコン型：現地移動時間＋アプリ操作時間（15 分）

遠隔操作型：遠隔操作 WEB プログラム操作時間（5 分）

※2：水管理時間（時間）＝設定時間（分）×設定回数×区画数／60

※3：設定複写機能を用いることで、複数個所の操作時間の短縮が可能

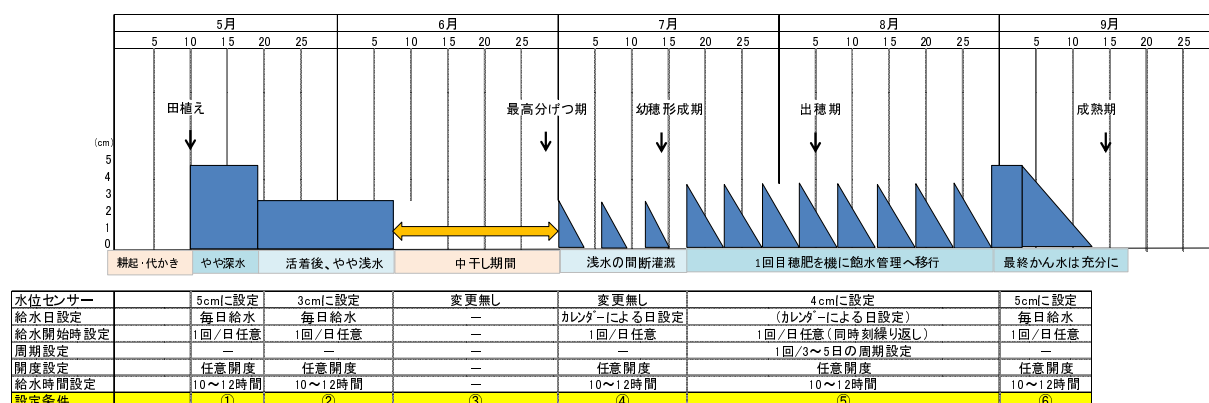


図 2.2.1 水田水管理（栽培暦）と多機能自動給水栓の適用（例）

表 2.2.2(1) 水管理省力化効果算定結果（その 1）

圃場形態		経営体	多機能自動 給水栓	水稻作 労働時間 ※1	水管理時間		水管理省力化効果 水管理時間削減 ※4	
					ICT 導入前 ※2	ICT 導入後 ※3		
経営面積	区画面積						率	時間
10ha	30a	個人	タイマー型	2,500 時間	630 時間	45 時間	93%	585 時間
	50a	個人	タイマー型	2,500 時間	630 時間	30 時間	95%	600 時間
	1ha	個人	タイマー型	2,500 時間	630 時間	15 時間	98%	615 時間
	30a	個人	リモコン型	2,500 時間	630 時間	45 時間	93%	585 時間
	50a	個人	リモコン型	2,500 時間	630 時間	30 時間	95%	600 時間
	1ha	個人	リモコン型	2,500 時間	630 時間	15 時間	98%	615 時間
	30a	個人	遠隔操作型	2,500 時間	630 時間	15 時間	98%	615 時間
	50a	個人	遠隔操作型	2,500 時間	630 時間	10 時間	98%	620 時間
	1ha	個人	遠隔操作型	2,500 時間	630 時間	5 時間	99%	625 時間
20ha	30a	個人	タイマー型	5,000 時間	1,260 時間	90 時間	93%	1,170 時間
	50a	個人	タイマー型	5,000 時間	1,260 時間	60 時間	95%	1,200 時間
	1ha	個人	タイマー型	5,000 時間	1,260 時間	30 時間	98%	1,230 時間
	30a	個人	リモコン型	5,000 時間	1,260 時間	90 時間	93%	1,170 時間
	50a	個人	リモコン型	5,000 時間	1,260 時間	60 時間	95%	1,200 時間
	1ha	個人	リモコン型	5,000 時間	1,260 時間	30 時間	98%	1,230 時間
	30a	個人	遠隔操作型	5,000 時間	1,260 時間	30 時間	98%	1,230 時間
	50a	個人	遠隔操作型	5,000 時間	1,260 時間	20 時間	98%	1,240 時間
	1ha	個人	遠隔操作型	5,000 時間	1,260 時間	10 時間	99%	1,250 時間
50ha	30a	法人	タイマー型	12,500 時間	3,150 時間	225 時間	93%	2,925 時間
	50a	法人	タイマー型	12,500 時間	3,150 時間	150 時間	95%	3,000 時間
	1ha	法人	タイマー型	12,500 時間	3,150 時間	75 時間	98%	3,075 時間
	30a	法人	リモコン型	12,500 時間	3,150 時間	225 時間	93%	2,925 時間
	50a	法人	リモコン型	12,500 時間	3,150 時間	150 時間	95%	3,000 時間
	1ha	法人	リモコン型	12,500 時間	3,150 時間	75 時間	98%	3,075 時間
	30a	法人	遠隔操作型	12,500 時間	3,150 時間	75 時間	98%	3,075 時間
	50a	法人	遠隔操作型	12,500 時間	3,150 時間	50 時間	98%	3,100 時間
	1ha	法人	遠隔操作型	12,500 時間	3,150 時間	25 時間	99%	3,125 時間

※ 1：水稻作労働時間：25 時間/10a（図 1.1.9 参照）

※ 2：水管理時間（ICT 導入前）：6.3 時間/10a（図 1.1.9 参照）

※ 3：水管理時間（ICT 導入後）：表 2.2.1 参照

※ 4：水管理時間削減(時間)＝水管理時間（ICT 導入前）－（ICT 導入後）

水管理時間削減率＝水管理時間削減(時間)÷水管理時間（ICT 導入前）

表 2.2.2(2) 水管理省力化効果算定結果（その 2）

圃場形態		経営体	多機能自動 給水栓	水稻作 労働時間 ※1	水管理時間		水管理省力化効果 水管理時間削減 ※4	
					ICT 導入前 ※2	ICT 導入後 ※3		
経営面積	区画面積						率	時間
10ha	30a	個人	タイマー型	1,432 時間	273 時間	45 時間	84%	228 時間
	50a	個人	タイマー型	1,432 時間	273 時間	30 時間	89%	243 時間
	1ha	個人	タイマー型	1,432 時間	273 時間	15 時間	95%	258 時間
	30a	個人	リモコン型	1,432 時間	273 時間	45 時間	84%	228 時間
	50a	個人	リモコン型	1,432 時間	273 時間	30 時間	89%	243 時間
	1ha	個人	リモコン型	1,432 時間	273 時間	15 時間	95%	258 時間
	30a	個人	遠隔操作型	1,432 時間	273 時間	15 時間	95%	258 時間
	50a	個人	遠隔操作型	1,432 時間	273 時間	10 時間	96%	263 時間
	1ha	個人	遠隔操作型	1,432 時間	273 時間	5 時間	98%	268 時間
20ha	30a	個人	タイマー型	2,864 時間	546 時間	90 時間	84%	456 時間
	50a	個人	タイマー型	2,864 時間	546 時間	60 時間	89%	486 時間
	1ha	個人	タイマー型	2,864 時間	546 時間	30 時間	95%	516 時間
	30a	個人	リモコン型	2,864 時間	546 時間	90 時間	84%	456 時間
	50a	個人	リモコン型	2,864 時間	546 時間	60 時間	89%	486 時間
	1ha	個人	リモコン型	2,864 時間	546 時間	30 時間	95%	516 時間
	30a	個人	遠隔操作型	2,864 時間	546 時間	30 時間	95%	516 時間
	50a	個人	遠隔操作型	2,864 時間	546 時間	20 時間	96%	526 時間
	1ha	個人	遠隔操作型	2,864 時間	546 時間	10 時間	98%	536 時間
50ha	30a	法人	タイマー型	7,160 時間	1,365 時間	225 時間	84%	1,140 時間
	50a	法人	タイマー型	7,160 時間	1,365 時間	150 時間	89%	1,215 時間
	1ha	法人	タイマー型	7,160 時間	1,365 時間	75 時間	95%	1,290 時間
	30a	法人	リモコン型	7,160 時間	1,365 時間	225 時間	84%	1,140 時間
	50a	法人	リモコン型	7,160 時間	1,365 時間	150 時間	89%	1,215 時間
	1ha	法人	リモコン型	7,160 時間	1,365 時間	75 時間	95%	1,290 時間
	30a	法人	遠隔操作型	7,160 時間	1,365 時間	75 時間	95%	1,290 時間
	50a	法人	遠隔操作型	7,160 時間	1,365 時間	50 時間	96%	1,315 時間
	1ha	法人	遠隔操作型	7,160 時間	1,365 時間	25 時間	98%	1,340 時間

※ 1 : 水稻作労働時間 : 14.32 時間/10a (農作物生産費統計参照 10ha 以上平均)

※ 2 : 水管理時間 (ICT 導入前) : 2.73 時間/10a (農作物生産費統計参照 10ha 以上平均)

※ 3 : 水管理時間 (ICT 導入後) : 表 2.2.1 参照

※ 4 : 水管理時間削減(時間) = 水管理時間 (ICT 導入前) - (ICT 導入後)

水管理時間削減率 = 水管理時間削減(時間) ÷ 水管理時間 (ICT 導入前)

(2) 水管理合理化

水田用多機能自動給水栓を活用した水田水管理システムを導入することによる合理化効果として、水位情報、水温情報などの圃場の状況を事前に把握することにより、水管理作業を含む農作業全体の効率的に行い、農作業の省力化につながるなどが考えられる。

さらに、間接的な効果として、水管理を効率化することによる用水使用量の調整や夜間かんがいなど新たな水管理手法を導入する一助となると考えられる。

2. 2. 3 費用対効果

水田用多機能自動給水栓を活用した水田水管理システムの導入による水管理省力化効果である水管理時間削減をもとに、費用対効果を算定した。

費用対効果算定結果から、水管理時間削減分の工数を規模拡大（稲作面積増分）に換算したところ、1ha あたり 3 箇所以下に集約することで、回収期間が 10 年以下となることが分かった。

したがって、水田水管理システムを導入するには、圃場の大区画化（50a 以上）を進めるとともに、設備導入費の低コスト化を図ることが課題であることが分かった。

表 2.2.3 設備導入費（多機能自動給水栓 1 箇所あたり工事費）

多機能自動給水栓			区画面積 バルブ径		備考
			30a φ 75	50a/1ha φ 100	
タイマー型 (万円)	設備導入費	材料費	13.00	14.00	バルブ含む
		設置費	3.50	3.50	
		直工費	16.50	17.50	
		工事費	24.75	26.25	直工費×1.5
	維持管理費/年	システム管理費	0.12	0.12	参考価格
	部品交換費/年	バッテリー等	0.10	0.10	参考価格
	耐用年数		10	10	本体（バッテリー除く）
リモコン型 (万円)	設備導入費	材料費	14.00	15.00	バルブ含む
		設置費	3.50	3.50	
		直工費	17.50	18.50	
		工事費	26.25	27.75	直工費×1.5
	維持管理費/年	システム管理費	0.12	0.12	参考価格
	部品交換費/年	バッテリー等	0.10	0.10	参考価格
	耐用年数		10	10	本体（バッテリー除く）
遠隔操作型 (万円)	設備導入費	材料費	15.00	16.00	バルブ含む
		設置費	3.50	3.50	
		直工費	19.50	20.50	GW 材工費含む
		工事費	29.25	30.75	直工費×1.5
	維持管理費/年	システム管理費	0.12	0.12	参考価格
	部品交換費/年	バッテリー	0.10	0.10	参考価格
	耐用年数		10	10	本体（バッテリー除く）

※GW：材料費 15 万円＋アンテナ工事費 15 万円（GW 屋内設置型）とした。

※GW の通信費は別途。（参考：GW 通信費 640 円/月・箇所（SIM3G 回線 1GB[※]ランNifMo））

表 2.2.4(1) 費用対効果算定結果（その 1）※労働時間全国平均

圃場形態		多機能 自動給水栓	水管理省力化効果 水管理時間削減※4		稲作面積 増分※5	所得増分 ※6 (万円)	設備導入費 ※7	回収期間 ※7 ÷ ※6
経営 面積	区画 面積		率	時間				
10ha	30a	タイマー型	93%	585 時間	3.05 ha	115 万円	969 万円	8 年
	50a	タイマー型	95%	600 時間	3.16 ha	119 万円	691 万円	6 年
	1ha	タイマー型	98%	615 時間	3.26 ha	123 万円	348 万円	3 年
	30a	リモコン型	93%	585 時間	3.05 ha	115 万円	1,028 万円	9 年
	50a	リモコン型	95%	600 時間	3.16 ha	119 万円	730 万円	6 年
	1ha	リモコン型	98%	615 時間	3.26 ha	123 万円	368 万円	3 年
	30a	遠隔操作型	98%	615 時間	3.26 ha	123 万円	1,164 万円	9 年
	50a	遠隔操作型	98%	620 時間	3.30 ha	124 万円	818 万円	7 年
	1ha	遠隔操作型	99%	625 時間	3.33 ha	125 万円	410 万円	3 年
20ha	30a	タイマー型	93%	1,170 時間	6.11 ha	229 万円	1,939 万円	8 年
	50a	タイマー型	95%	1,200 時間	6.32 ha	237 万円	1,382 万円	6 年
	1ha	タイマー型	98%	1,230 時間	6.53 ha	245 万円	696 万円	3 年
	30a	リモコン型	93%	1,170 時間	6.11 ha	229 万円	2,056 万円	9 年
	50a	リモコン型	95%	1,200 時間	6.32 ha	237 万円	1,461 万円	6 年
	1ha	リモコン型	98%	1,230 時間	6.53 ha	245 万円	736 万円	3 年
	30a	遠隔操作型	98%	1,230 時間	6.53 ha	245 万円	2,328 万円	9 年
	50a	遠隔操作型	98%	1,240 時間	6.60 ha	248 万円	1,636 万円	7 年
	1ha	遠隔操作型	99%	1,250 時間	6.67 ha	250 万円	820 万円	3 年
50ha	30a	タイマー型	93%	2,925 時間	15.27 ha	574 万円	4,847 万円	8 年
	50a	タイマー型	95%	3,000 時間	15.79 ha	593 万円	3,454 万円	6 年
	1ha	タイマー型	98%	3,075 時間	16.31 ha	613 万円	1,741 万円	3 年
	30a	リモコン型	93%	2,925 時間	15.27 ha	574 万円	5,140 万円	9 年
	50a	リモコン型	95%	3,000 時間	15.79 ha	593 万円	3,651 万円	6 年
	1ha	リモコン型	98%	3,075 時間	16.31 ha	613 万円	1,840 万円	3 年
	30a	遠隔操作型	98%	3,075 時間	16.31 ha	613 万円	5,819 万円	9 年
	50a	遠隔操作型	98%	3,100 時間	16.49 ha	619 万円	4,089 万円	7 年
	1ha	遠隔操作型	99%	3,125 時間	16.67 ha	626 万円	2,050 万円	3 年

※ 5：稲作面積増分＝水管理時間削減（時間）÷（（25－6.3×水管理時間削減率）/10）

※ 6：所得増分＝稲作面積増分×1haあたりの農業所得

図 1.1.6 の 7.0ha～10ha の農業所得 375.6 万円より、

10ha 当りの農業所得を 375.6 万円とし、1ha 当りの農業所得を 37.56 万円とする

※ 7：設備導入費：直接工事費（材料費＋設置費）×1.5（表 2.2.3 参照）

表 2.2.4(2) 費用対効果算定結果 (その 2) ※経営面積 10ha 以上労働時間全国平均

圃場形態		多機能 自動給水栓	水管理省力化効果 水管理時間削減※4		稲作面積 増分※5	所得増分 ※6 (万円)	設備導入費 ※7	回収期間 ※7÷※6
経営 面積	区画 面積		率	時間				
10ha	30a	タイマー型	84%	228 時間	1.89 ha	71 万円	883 万円	12 年
	50a	タイマー型	89%	243 時間	2.04 ha	77 万円	632 万円	8 年
	1ha	タイマー型	95%	258 時間	2.20 ha	83 万円	320 万円	4 年
	30a	リモコン型	84%	228 時間	1.89 ha	71 万円	937 万円	13 年
	50a	リモコン型	89%	243 時間	2.04 ha	77 万円	668 万円	9 年
	1ha	リモコン型	95%	258 時間	2.20 ha	83 万円	338 万円	4 年
	30a	遠隔操作型	95%	258 時間	2.20 ha	83 万円	1,070 万円	13 年
	50a	遠隔操作型	96%	263 時間	2.25 ha	85 万円	753 万円	9 年
	1ha	遠隔操作型	98%	268 時間	2.30 ha	86 万円	378 万円	4 年
20ha	30a	タイマー型	84%	456 時間	3.79 ha	142 万円	1,766 万円	12 年
	50a	タイマー型	89%	486 時間	4.09 ha	154 万円	1,265 万円	8 年
	1ha	タイマー型	95%	516 時間	4.40 ha	165 万円	640 万円	4 年
	30a	リモコン型	84%	456 時間	3.79 ha	142 万円	1,873 万円	13 年
	50a	リモコン型	89%	486 時間	4.09 ha	154 万円	1,337 万円	9 年
	1ha	リモコン型	95%	516 時間	4.40 ha	165 万円	677 万円	4 年
	30a	遠隔操作型	95%	516 時間	4.40 ha	165 万円	2,141 万円	13 年
	50a	遠隔操作型	96%	526 時間	4.50 ha	169 万円	1,507 万円	9 年
	1ha	遠隔操作型	98%	536 時間	4.60 ha	173 万円	757 万円	4 年
50ha	30a	タイマー型	84%	1,140 時間	9.47 ha	356 万円	4,416 万円	12 年
	50a	タイマー型	89%	1,215 時間	10.22 ha	384 万円	3,161 万円	8 年
	1ha	タイマー型	95%	1,290 時間	10.99 ha	413 万円	1,601 万円	4 年
	30a	リモコン型	84%	1,140 時間	9.47 ha	356 万円	4,683 万円	13 年
	50a	リモコン型	89%	1,215 時間	10.22 ha	384 万円	3,342 万円	9 年
	1ha	リモコン型	95%	1,290 時間	10.99 ha	413 万円	1,692 万円	4 年
	30a	遠隔操作型	95%	1,290 時間	10.99 ha	413 万円	5,352 万円	13 年
	50a	遠隔操作型	96%	1,315 時間	11.25 ha	423 万円	3,767 万円	9 年
	1ha	遠隔操作型	98%	1,340 時間	11.51 ha	432 万円	1,891 万円	4 年

※5：稲作面積増分＝水管理時間削減（時間）÷（（14.32－2.73×水管理時間削減率）/10）

※6：所得増分＝稲作面積増分×1haあたりの農業所得

図 1.1.6 の 7.0ha～10ha の農業所得 375.6 万円より、

10ha 当りの農業所得を 375.6 万円とし、1ha 当りの農業所得を 37.56 万円とする

※7：設備投資費：直接工事費（材料費＋設置費）×1.5（表 2.2.3 参照）

2. 2. 4 従来技術との比較

(1) 比較する従来技術：水田用自動給水栓

(2) 従来技術に対する優位性

①経済性：設備導入費の回収期間 10 年以内

※水管理時間削減を稲作面積増分による所得増をもとに設備導入費を回収

※1 区画あたりの設置数の低減や設備費の低減により更なる費用対効果が期待できる。

②効 果：水管理時間削減効果 9 割

③品 質：スケジュール動作機能と自動動作機能の連動性

データの蓄積・見える化（動作履歴・センサーデータ）

④安全性：異常時リトライ機能及び異常時通報機能による不具合時対応力

⑤施工性：給水栓サイズ拡大による大区画圃場に対応（φ50、75、100）

表 2.2.5 従来技術との比較一覧

		新技術	従来技術	比較根拠
工法名		多機能自動給水栓 「水まわりくん」+「エアダスハルフ」	水位検知式自動給水栓	カタログ
経済性		遠隔監視型（φ75） 単価：約 13 万円	水位検知型（φ75）のみ 単価：約 5 万 5 千円	価格表
性能	制御方法	ICT遠隔操作方式	水位検知方式	カタログ
		①スケジュール制御 ②センサー制御（水位・水温等） ③上記①②複合制御 ④制御設定複写機能 ⑤遠隔開閉機能 ※弁開度、給水時間、インターバル	上限下限水位検知による 弁開閉のみ	カタログ
	データ 管理機能	データ蓄積・見える化機能 （弁動作・センサーデータなど）	なし	カタログ
	駆動動力	太陽光発電＋蓄電池	パイプライン水圧（差圧）	カタログ
	給水能力	水圧 0.02MPa 時 φ75：12リットル/s φ100：21リットル/s ※給水可能水圧 φ75：0.01MPa φ100：0.005MPa	水圧 0.02MPa 時 φ75：8.5リットル/s φ100：なし ※給水可能水圧 φ75：0.02MPa φ100：なし	カタログ
	アラーム 機能	異常時通報機能 異常時リトライ機能（3回）	なし	カタログ
施工性		管口径 50、75、100	管口径 50、75	カタログ
周辺環境への影響		特に問題なし	特に問題なし	カタログ

2. 3 成果の利用に当たっての適用範囲・留意点

(1) 適用条件：パイプライン導入地区（給水栓サイズ 50、75、100）

経営面積 10ha 以上／区画面積 30a 以上

(2) 留意点：省力化効果を活かして、圃場面積の規模拡大を推進するなどによる農業所得の向上を図った費用対効果の検討をおこなうことが必要。

3 普及活動計画

3. 1 想定される利用者

経営体			自動給水栓 タイプ	効果の検証	提案内容
営農者	圃場形態・規模				
個人	集約型	10ha	タイマー型 リモコン型	省力化効果	経営規模拡大(→12ha)
個人	集約型	20ha	リモコン型 遠隔操作型	省力化効果 生産性向上	経営規模拡大(→25ha) 農業生産性データ管理
大規模 法人	集約型	50ha	遠隔操作型	省力化効果 生産性向上	経営規模拡大(→65ha) 農業生産性データ管理
個人	分散型	10ha	タイマー型 リモコン型 遠隔操作型 (遠距離通信)	省力化効果 今後の課題として 商品化検討	経営規模拡大(→12ha) 分散型圃場水管理の省力化

3. 2 利用者への普及啓発等の方法

国営事業・県営事業での圃場導入調査の実施
 土地改良区・農業法人・農家向けの説明会の実施
 各種展示会での広報活動
 各種学会での成果発表

3. 3 利用者に対するサポート体制、参考資料等

(1) サポート体制

維持管理業者・通信事業者との地域連携体制
 メール通報機能によるサポートツールの充実

(2) 参考資料

Webマニュアル、Q&A

3. 4 特許・実用新案等の申請予定

(1) 申請者予定者

(2) 申請予定時期

4 研究総括者による自己評価

審査のポイント	着眼点	申請時計画目標	自己評価	自己評価の理由
目標の達成度	・効果 (従来技術に対する優位性)	・ICT 遠隔制御機能 ①スケジュール制御 ②センサー制御 ③上記①②の複合制御 ④制御設定複写機能 ⑤遠隔開閉 ※弁開度、給水時間、インターバル ・データ管理機能 - データ蓄積・見える化 - 水管理省力化効果 9 割以上	A: 優れている B: 概ね妥当 C: 不十分	・ICT遠隔制御、データ管理機能実用化 ・水管理省力化効果 9 割以上 ※多機能自動給水栓 2017 年度全国発売
	・信頼性 (品質、精度、安全性、耐久性等)	・駆動動力 - 太陽光発電＋蓄電池 ・給水能力 - 大区画圃場まで対応 ・アラーム機能 - 異常時通報機能 - 異常リトライ機能 (3回)	A: 優れている B: 概ね妥当 C: 不十分	・駆動動力、給水能力、アラーム機能実用化
	・適用範囲・適用条件等	・給水管口径 - φ 50、φ 75、φ 100 ・経営面積 10ha 以上 - 区画面積 30a 以上	A: 広範囲に適用 B: 概ね妥当 C: 限定的	・給水管口径 φ 50～φ 100 対応により、給水能力を拡大可能 ・多機能自動給水栓 品揃え 3 タイプにより、様々な経営体に対応
普及の可能性	・想定される利用者への普及啓発の方法	・国営事業・県営事業での圃場導入調査の実施 ・土地改良区・農業法人・農家向けの説明会の実施 ・各種展示会での広報活動 ・各種学会での成果発表	A: 十分な利用が見込まれる B: 概ね妥当 C: 限定的	・さまざまな圃場形態、経営形態への適用範囲を広げることにより、国営事業、県営事業から、10ha 程度の農業法人経営体への提案が可能
	・利用者に対するサポート体制 (設計・積算・施工等の参考資料、相談窓口等)	・サポート体制 - 維持管理業者・通信事業者との地域連携体制 ・メール通報機能によるサポートツールの充実 ・参考資料 - 各種マニュアル、Q&A - Webマニュアル	A: 十分に整備されている B: 概ね妥当 C: 改善が必要	・維持管理業者、通信事業者との連携体制整備済み ・設計積算施工関係の資料作成
総合コメント	水田用の多機能自動給水栓を活用した需要主導型水管理システムの実用化とともに、ICTを活用した「新たな農業水利システム」の実用化を実現できた。 多機能自動給水栓の品揃えとして、タイマ、リモコン、遠隔操作型、給水能力の向上により、広範囲な圃場形態及び農業従事者への適用を実用化できた。 水管理省力化効果として9割以上が見込める。			

5 今後の課題及び改善方針

本研究開発事業により、担い手農家が安心して経営規模の拡大を図ることができるよう、多機能自動給水栓を用いた新たな水田水管理システムの実用化するとともに、集約型圃場、大規模営農法人への普及のための体制を構築する。

今後の課題として、導入コストの低減を進め、導入可能な営農経営体を広げることでより更なる普及可能性を図ることを目指す。また、集約型圃場のみならず、分散型圃場への普及も視野に入れ、長距離無線技術を取り入れた多機能自動給水栓の実用化、ICTの導入により得られたデータによる水管理合理化、節水による経費削減、米の品質向上や生産性の向上などによる収益向上などに発展させることを目指す。

汎用化水田への展開として、畑地かんがいでの利用については、給水栓の分岐口を活用した灌水チューブによる散水かんがい、暗渠排水管と接続することによる地下かんがいなどが考えられる。普及については公共機関（農業試験場）との共同研究や農業法人での試験施工にて栽培方法等の実地検証を踏まえて普及を検討している。

水田、畑作に加え、果樹、園芸作物などの ICT 技術との連携を図ることで、農作物全体の ICT 化による生産性向上を目指し、担い手農家の農業競争力強化に貢献できるものと考えている。