分野：水田作

ICT を活用した水田水管理システムの開発

試験研究計画名：低コストで省力的な水管理を可能とする水田センサー等および水管理の合理化システムの開発
地域戦略名　　：国際競争力のある経営体の実現に向け、営農の省力化に資する気象、土壌、給水、排水条件を把握、制御する全体システムの構築
研究代表機関名：（株）インターネットイニシアティブ

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

水稲栽培の労働時間は、機械化や大区画化がすすんだことで、大幅に減少していますが、そのうちの水管理に係る時間は、未だ手作業によるところが多く、全体に占める負担割合は増加しています（図１）。近年、離農の増加によって担い手の経営面積は拡大していますが、更なる大規模化を図るためには、水管理作業の省力化が必要となっています。

また、稲作経営の規模拡大に伴い、作付品種の多様化が進み、水管理が複雑化しています。加えて、実証地域の静岡県中遠地域では、頻発する渇水（図２）や経営体の多様化による粗放的な水使用により、水不足が慢性化しており、水管理システムによる効率的かつ適時適切な水管理への期待も高まっています。

今回の実証研究では、これら課題に対応するため、ICT を活用した水田の水管理システムの開発に取り組み、稲作経営の水管理労力の軽減と水利用の効率化に資することを目的としています。

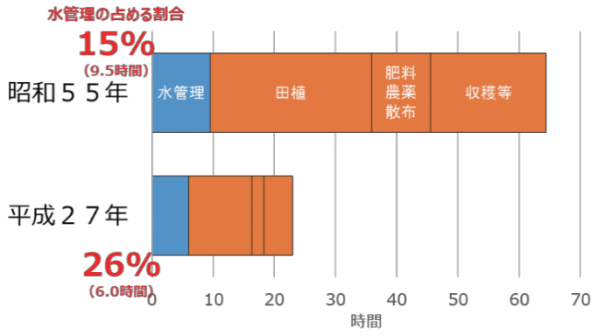


図１　水稲栽培労働時間の推移（年間 10a あたり）
出展：農林水産省統計部「農産物生産費統計」

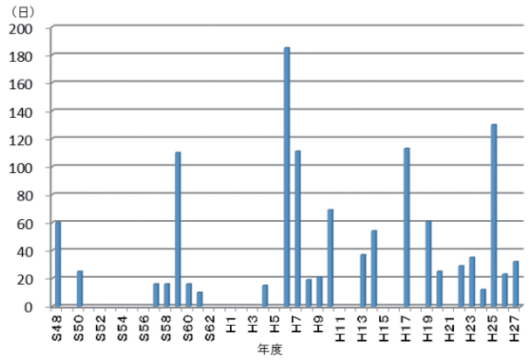


図２　節水日数（天竜川＆大井川節水対策）
出展：H29 天竜川・大井川節水対策（静岡県水利用課）

技術体系の紹介：

１．ICT を活用した水田水管理システムの概要

開発する水管理システムは、経営体が導入可能でなくてはなりません。このため、導入や運用管理にかかる費用を抑え、かつ、経営体でも操作がしやすいシステムとしました。

開発した水管理システムは、水位・水温の遠隔監視ができる水田センサー、給水栓の開閉が遠隔操作できる自動給水栓、低コストな通信規格（LPWA）の一つの「LoRaWAN®」で通信を行う無線基地局、経営体が容易に操作可能なアプリから構成されています（図３）。

機器の開発にあたっては、コスト縮減を第一として、機能を限定し、部品点数を削減するなどして、従来よりも大幅に安価な製品開発を実現しました。同時に、これまでは各圃場を見回り、手作業で給水栓の開閉を行っていた水管理作業を、自らのスマートフォン等で遠隔監視・遠隔操作することが可能となり、設定水位や時間での自動管理も可能で、水管理労力の大幅な削減に寄与できるシステムとなっています。

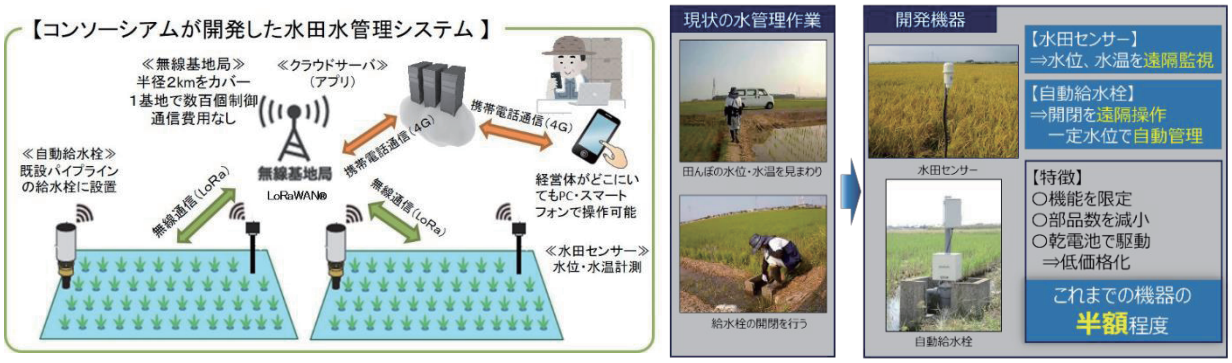


図３　開発した水管理システムの概要

２．開発した機器

・水田センサー「LP-01」

水位・水温を 30 分間隔で測定し単三電池 2 本で 1 シーズン（6 ヵ月）稼働させることができます。センサーボックス部と通信ボックス部に分かれており、センサーボックス部は完全防水構造となっており、直接、田面に合わせることで水位を測定します。通信ボックス部は電波特性を考慮しパイプで 1.5m 程の高さに設置します。設置にあたって特殊な工具等は不要です（図４）。通信方式に LoRaWAN® を採用し製造コスト低減及び省電力を実現しました。

図４　水田センサー
（㈱IIJ）

・自動給水栓「Paditch Valve 01」

低圧式パイプラインのバルブを遠隔操作で開閉します。モーター部は単一電池 6 本、通信部は単三電池 4 本で水田センサーと同様、1 シーズン（6 ヵ月）の駆動が可能です。既存のバルブに後付けで設置します（図５）。対応バルブはマサル工業㈱製フィールドバルブの他、数社のバルブに対応し専用のアタッチメントを用いて設置を行います。通信方式に LoRaWAN® を採用し、LPWA を用いる際、制御を行うための下り通信制御に独自のリトライを行う方式を取り入れることで、バルブ制御成功率ほぼ 100%を実現しています。

図５　自動給水栓（㈱笑農和）

・無線基地局

1 ～ 2 ㎞程度通信可能な無線基地局を利用して圃場に設置した水田センサー及び自動給水栓との通信を行うため LoRaWAN® 無線方式による通信を実現しました。省電力で通信可能な Kiwi Technlogy 社製 LoRaWAN® 対応基地局を取り入れました。他社の様々なセンサー・デバイスを一つの基地局で統合的に運用することが可能です。

・管理アプリ「paditch cockpit」

水田センサーで測定した水位・水温データや自動給水栓の状態把握と制御のためにパソコンのブラウザの他、スマートフォンからのも操作できるよう専用のアプリを開発しました。水位・水温等のデータをグラフや地図でリアルタイムに確認することができます（図６）。

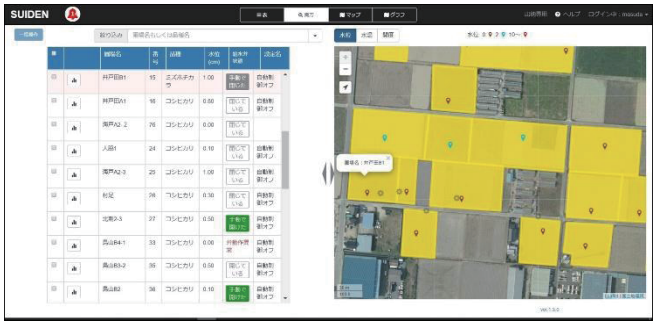


図６　管理アプリ「paditch cockpit」（㈱笑農和）

技術体系の経済性は：

経営改善効果

システムを使用することで、給水栓の開閉が自動もしくは遠隔で操作が可能となり、また、水位や水温の見える化で見回り経路の縮減も可能となり、総合的に水管理労力の縮減が図られます。効果を分類すると、①水管理回数、②移動距離及び③給水栓操作時間の低減が期待されます。また設定水位にて自動開閉とすることで、無効給水の防止や給水時間の設定による地域内の用水需要のピークカットなど効率的な水利用等の効果も見込まれます。

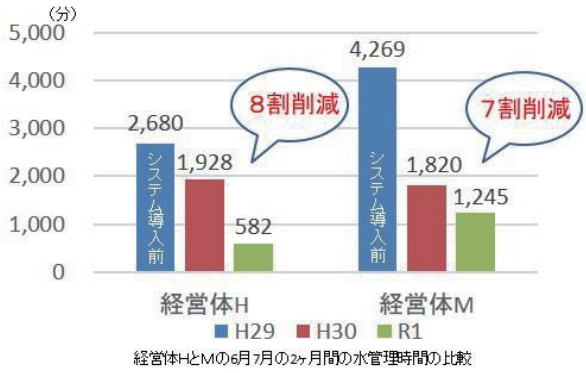
実証研究では、自動給水栓 100 基と水田センサー 300 基を約 75ha（280 枚以上）の圃場に設置して、５経営体が実際に２年間営農に使用して効果を検証した結果、システム使用前と比較して水管理時間（給水栓開閉、移動時間等の合計）を約７割削減することが可能となりました（図７、８、表１）。経営体Ｍ（30ha の稲作経営）の場合、導入コストは以下のとおりです。

初期費用　3,110 千円

自動給水栓＋水田センサー　2,960,000 円（80,000 円（R2.4 時点）× 37 箇所）

無線基地局（１箇所　ソーラーパネルによる設置）150,000 円

年間経費　60 千円　自動給水栓＋水田センサーの電池代（40,000 円）＋基地局通信費（20,000 円）



経営体HとMの6月7月の2ヶ月間の水管理時間の比較

図７　作業日報を元にした水管理時間の比較

表１　作業日報を元にした給水栓手動開閉回数

«給水栓手動開閉回数の比較»

区分	自動給水栓あり		なし	
経営体名	H	M	H	M
ほ場数	6	20	6	22
総面積（ha）	1.2	7.6	2.0	5.5
給水栓手動開閉回数	2	6	26	48
ほ場あたり開閉回数	0.31		2.64	

経営体Hは6/20-7/31まで 経営体Mは7/28-8/15までの期間で同一品種、同時期田植えのほ場群で比較

8割削減

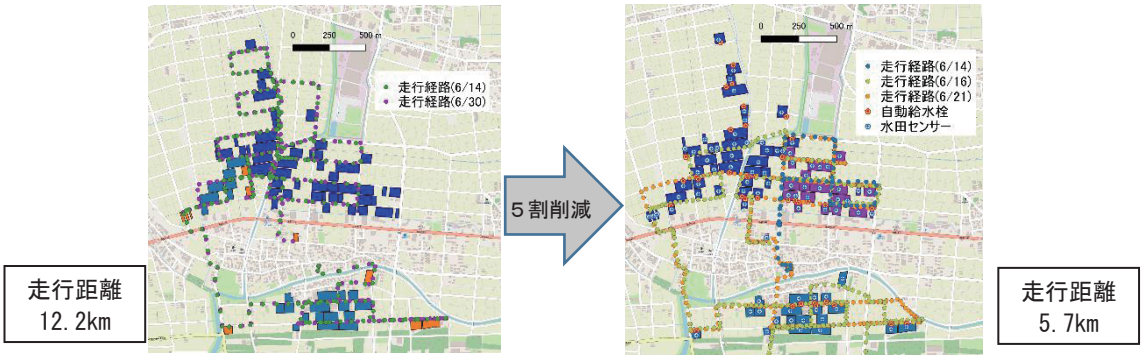


図８　農業経営体Ｍの水管理移動距離の変化（水管理１回あたり）

左：2017 システム導入前　　右：2019　システム導入後

経済的な波及効果

水管理コスト1/2を目標としてきましたが、実証の結果、水管理時間を7割程度削減できたことから、水管理労力の削減に大きく寄与することが期待できます。

実施地域である静岡県での水稲法人経営の水管理作業時間は、10aあたり1.3h（県作物別技術原単位（水稲－法人））となっており、県内のパイプライン実施圃場4,000haのうち、6割の経営体で本システムを導入し（県内大規模稲作経営体に対するアンケート結果（水管理システム導入意向））、水管理時間を1/2縮減できたと仮定すると、県内で15,600hの作業時間が削減可能となり、雇用労働者金額（1,900円/h）に換算すると29,640千円となります。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

耕作する水田の枚数が100を超えるような大規模経営体はもちろん、特に圃場が広範囲に分散している経営体、水田が住宅地と混在しているために移動ルートや早朝作業などに支障がある経営体、野菜や果実等と水田作を並行しているために夏の水回り時間を極力減らしたい経営体などの水管理時間の省力化に適しています。

一方で、狭い範囲に圃場が集約されている経営体は、省力化効果が限定されるため、機器の設置費用との費用対効果が得られない可能性があるため、導入には十分な検討が必要と思います。

導入コストは随時低減を図っており、最新の状況については別途お問い合わせください。

技術導入にあたっての留意点：

１．周囲の農家の理解と調整

水管理システムを導入するにあたり、水不足で悩まされてきた地域では、自動給水栓設置による下流側流量の減少について不安視されることがあります。システムの導入に際し、周辺の農家や用水組合に対して、システムの必要性や効果等を説明するなど、導入に向けて広報を行っていく必要があります。

２．基地局共用化の検討

同じ地区内で多数の機器を利用する際には、通信コストや基地局設置コストを縮減するため、基地局を共用することが望まれます。無線通信に世界共通規格で運営し、様々な機器で共用できる通信規格LoRaWAN®を使用しており、水田の水管理だけでなく河川の水位観測や気象データの観測、高齢者や子供の見守りなどに使用することができます。

研究担当機関名：（株）インターネットイニシアティブ、（株）笑農和、（株）トゥモローズ、（研）農研機構農村工学研究部門、静岡県経済産業部農地局、静岡県磐田市・袋井市の５経営体

お問い合わせは：（株）インターネットイニシアティブ
E-mail　agri-info@iij.ad.jp
静岡県経済産業部農地局農地計画課
電話　054-221-2715　　E-mail　noukei@pref.shizuoka.lg.jp

執筆分担（静岡県経済産業部農地局農地計画課　河村 将雄、（株）インターネットイニシアティブ　齋藤　透）