

(8) ほ場給水設備

ア) 自動給水栓、水位計

- ① 大規模経営体の大きな労働負担となっている水管理労力を軽減するため、自動給水栓を導入することが有効である。従来フロートにより水位を管理する機器が主流であったが、現在はセンサーで水位を計測し、スマートフォン等による水位等の遠隔監視、給排水の遠隔操作及び設定値に基づく給排水の自動制御が可能となる機器が開発されている。現在、実用性、耐久性、費用対効果などの実証や機器の改良が行われているところであり、これらの状況を勘案し、導入の是非を判断することが望ましい。
- ② また、自動給水栓を導入する場合は、盗難防止対策、冬場の機器の保守管理（保管方法）等をどうするか、将来的な維持・更新費用の負担をどうするかなど費用負担を含めた維持管理方法を決定する必要がある。特に、バッテリーや電子部品は定期的な更新が必要になること、機器によっては1台ごとに通信費用がかかることから、農家の意向を十分踏まえつつ、慎重に検討する必要がある。
- ③ 代かきなどの最大用水量を取水するのに必要な箇所数とする基本的な考え方に基づき1耕区に複数の給水口を設置する場合は、自動給水栓の数を通常の用水管理に必要な最低限の箇所数（例えば、必要となる用水量を半日でかん水できる数）に絞り込み、1耕区において自動給水栓と手動給水栓を組み合わせで設置することが望ましい。
- ④ また、自動給水栓の設置まで必要ではなくても水田の水位、水温等を遠隔で監視する機器も販売されている。ほ場の条件（倉庫や自宅から近い、開水路の堰上げが必要等直ちにパイプライン化することが困難な場合など）に合わせて、導入する自動給水栓、水位計を検討することが望ましい。

[資料6(8)ア)－1 自動給水栓の施工実績]

[資料6(8)ア)－2 ほ場水管理システムの概要(SIP)]

[資料6(8)ア)－3 市販化されている自動給水栓の事例]

[資料6(8)ア)－4 自動給水栓と手動給水栓を組み合わせた設置(ケーススタディ)]

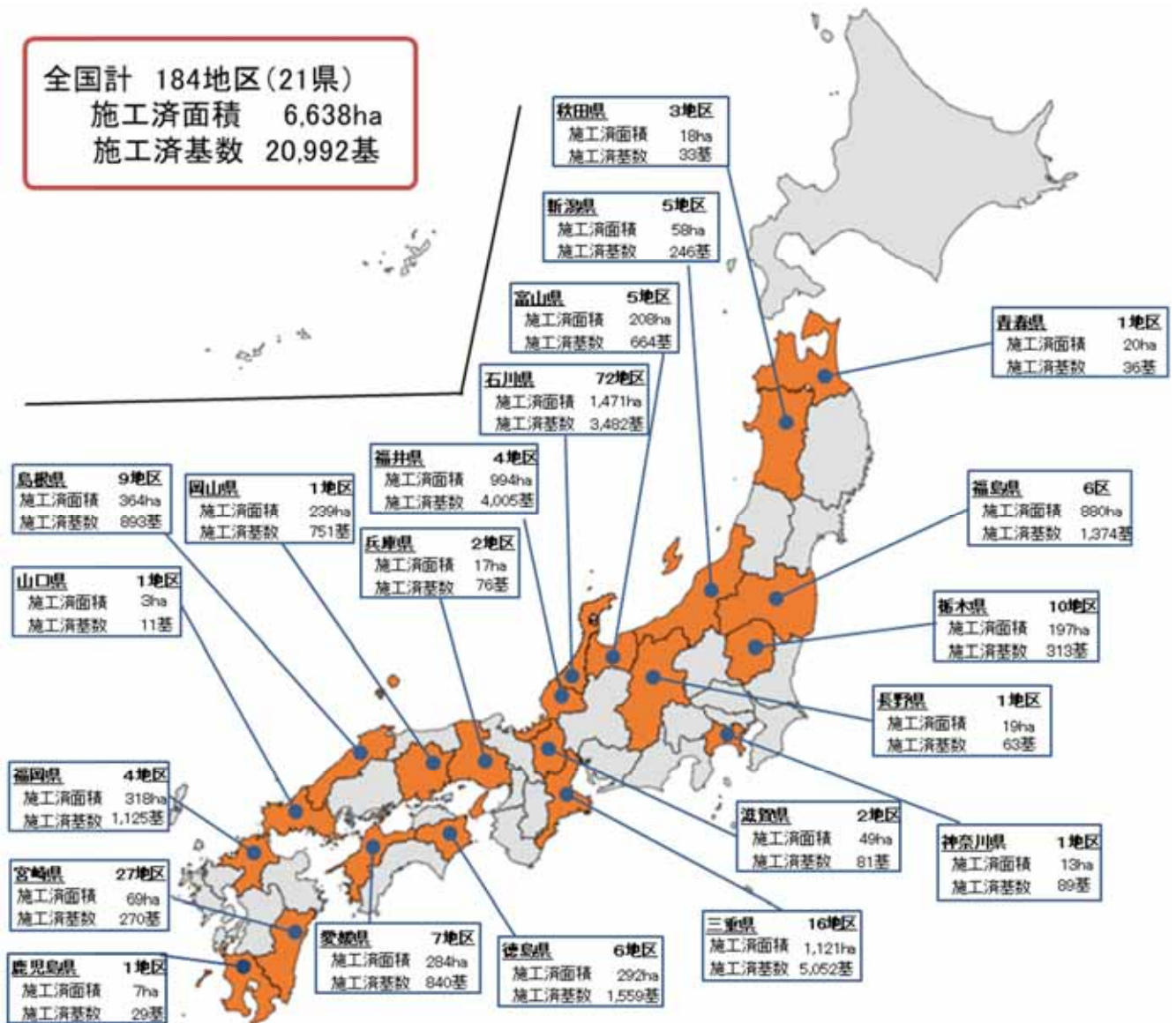
[資料6(8)ア)－5 遠隔監視用水位計(ケーススタディ)と通信方式]

[資料6(8)ア)－6 水位、水温等の遠隔監視の事例(兵庫県豊岡市)]

- ⑤ これら自動給水栓等の構造物を設置する際には、自動走行農機の走行を妨げないように設置場所に留意することが望ましい。

[資料6(8)ア)－7 ほ場への出入りを妨げない給排水栓の設置事例(秋田県)]

○資料6(8)ア)－1 自動給水栓の施工実績(令和3年度までの実績)



資料：農林水産省農地資源課調べ(対象事業は、農地整備事業(国営・補助))

○資料6(8)ア) - 2 ほ場水管理システムの概要(SIP)

水田の水管理を遠隔・自動制御化する圃場水管理システム

- ・水田の水管理は水稲作労働時間の約3割を占める⇒規模拡大の障害
- ・水田の水管理をスマホやPCでモニタリングし、遠隔または自動で給水と排水ができるシステムを開発
- ・実証試験において、水管理労力を約8割削減し、用水量は約5割減少
- ・Web APIを活用し、最適水管理スケジュールを自動で作成・更新するアプリを作成

圃場水管理システムの概要



スマートフォン操作画面



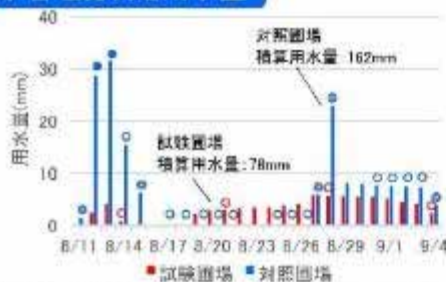
開発した装置の特徴

- ソーラーパネル・アンテナ・操作パネル・制御盤・バッテリー・モーターを一体化したアクチュエータを開発(小型化・低コスト化を実現)
- 特殊アタッチメントと回転軸により、各社のバルブに対応(汎用性の向上)
- バルブの開度レンジの設定や開度調整が可能
- 既存の給水バルブに後付けが可能となり、大規模な工事が不要(低コスト化)
- 初期設定の自動化により農家による設置も可能
- 給水口と排水口のアクチュエータを共用可能とした(生産費の低コスト化)

H29年度中販売開始
※約10万円/機



水管理労力と用水量



- 【圃場】農研機構農林工学研究所門内 試験圃場: 20ha 対照圃場: 20ha
【水管理労力】試験圃場: 2.7h(モニター確認時間を含む) 対照圃場: 14.6h
- 手動バルブ操作(2回) ●手動バルブ操作(1回) ○水回りのみ
 - 手作業による水管理を行った対照圃場に比べ、システムを利用することで、水管理労力を約8割削減
 - 同様に用水量は約5割削減し、日用水量の平準化も可能

導入コストとメリット

- 大規模経営農家(10ha,20筆,水管理労力4時間/日)が、本システムを導入し、省力化及び規模拡大(20ha,40筆)することを想定

●導入経費 約500万円/10年
給水バルブ: 40機 × 10万円/機 = 400万円
基地局: 3機 × 20万円/機 = 60万円
維持管理費(通信・サーバ): 2万円/年
その他: 20万円

●導入効果 約2,000万円/10年
水管理省力化: 100日 × 4時間 × 1,500円 = 60万円/年
減収抑制・高品質化: 2,000円/10a × 20ha = 40万円/年
経営規模拡大*: 10,000円/10a × 10ha = 100万円/年

約4年で減価償却し、1,500万円/10年の効果が期待できる

最適水管理アプリ

- 品種、移植日、地点の登録で最適水管理が可能



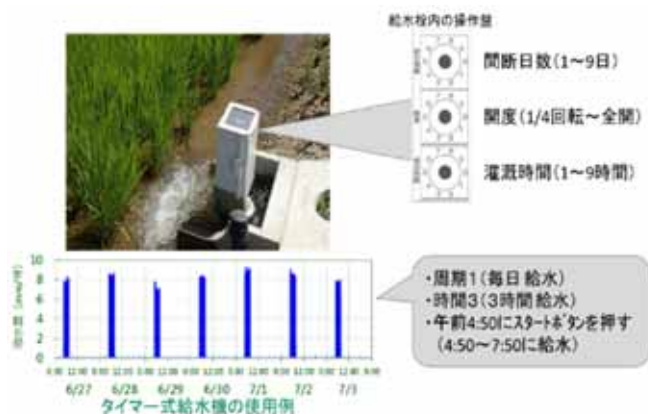
○資料6(8)ア)－3 市販化されている自動給水栓の事例

積水化学工業株式会社：水まわりくん

- ・ 3つのタイプ(タイマー型、リモコン型、遠隔操作型)が選択可能
- ・ 動力は太陽光パネルとバッテリー

①タイマー型

- ・ 時間を調整して給水を開始・停止



②リモコン型

- ・ ほ場で給水栓の付近からスマートフォン等でバルブの開閉や給水時間の設定が可能



③遠隔操作型

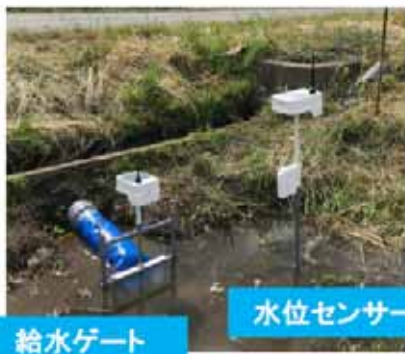
- ・ 自宅等からインターネット回線を通してスマートフォンやパソコンで水位の確認、バルブの開閉、給水時間の設定等が可能



開水路に設置可能な遠隔操作給水栓の事例



(株式会社笑農和 : Paditch gate02+)

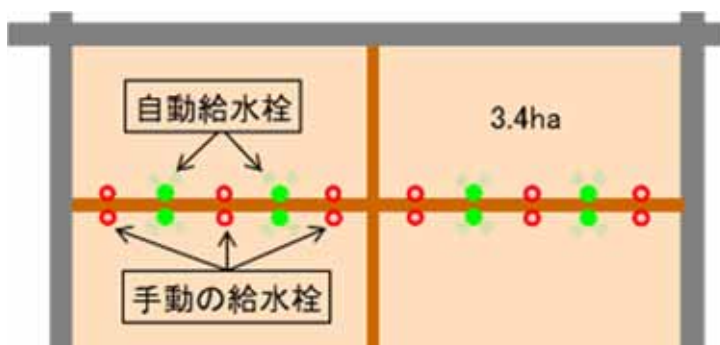


(株式会社ぶらんこ : farmo)

○資料6(8)ア) - 4 自動給水栓と手動給水栓を組み合わせた設置(ケーススタディ)

- ・ 1 耕区 (3.4ha) に 5 箇所 の給水栓を設置 (代かき時に 1 日で満水になる量)
- ・ 通常時の 1 日の単位用水量 (36mm^{*}) を半日で回復するための給水量
 $3.4 \times 100 \times 100\text{m}^2 \times 0.036\text{m} / 43,200\text{sec} = 0.0283\text{m}^3 / \text{sec}$
 ※通常期の減水深 : 事業計画書より引用
- ・ 通常時 1 日の単位用水量 (36mm) を半日で回復するための給水栓の箇所数
 $0.0283\text{m}^3 / 0.022\text{m}^3 = 1.29 \dots \cdot$ 2 箇所 → 自動給水栓の箇所数
 ※給水栓 1 箇所当たりの給水量 : 事業計画書より引用


(イメージ図)



○資料6(8)ア)－5 遠隔監視用水位計(ケーススタディ)と通信方式

圃場の見える化

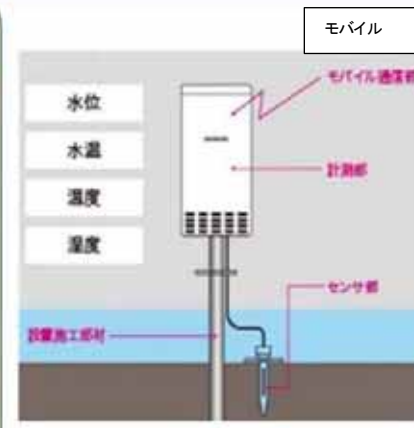
ほ場へ出向くことなく、ほ場に関するデータ、給水状況、ほ場環境をPCやスマホで把握することができるため、ほ場の見回りの時間の削減だけでなく、それに伴う燃料費や労働者の人件費を抑えることができます。



水紋や水漏れの状態変動を視覚的に把握することで、必要な水管理を予測しやすい

ほ場の状況(水位・水温・地温・湿度・降水量)を一元で確認でき、適切な給水・水管理が可能に

ほ場データをPCやスマホで管理するイメージ



モバイル通信機

計測部


センサー部

設置施工部材

資料：ほ場レベルでの営農作業省力化技術の紹介(北陸農政局)

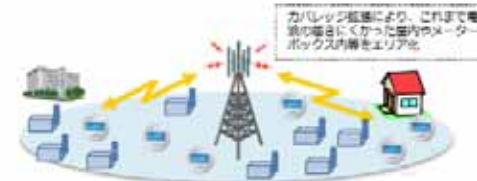
背景

- ✓ IoT (Internet of Things) 社会の本格的な到来に向け、従来よりも低消費電力、広いカバーエリア、低コストを可能とするIoT時代の無線通信システムであるLPWA (Low Power Wide Area) の実現が期待。
- ✓ 新たな無線通信システムであるLoRa、SIGFOXや、携帯電話ネットワークを利用するeMTC (enhanced Machine Type Communication)、NB-IoT (Narrow Band IoT) などが提案され、導入に向けた検討が本格化。



消費電力
高
無線LAN
携帯電話(3G/4G)
BLE, ZigBee etc.
LPWA (Wi-SUN, SIGFOX, LoRa, eMTC, NB-IoT...)
低
1m 10m 100m 1km 通信距離
BLE: Bluetooth Low Energy, Wi-SUN: Wireless Smart Utility Network

図：LPWAと既存の通信技術の違い



カバーエリア拡張により、これまで電線が敷きにくかった田舎やメーターボックス内蔵エリアに

図：LPWAの利用例(スマートメーター)

システム	新たな無線通信システム		携帯電話システムベース	
	SIGFOX	LoRa	eMTC	NB-IoT
推進団体	SIGFOX (仏)	LoRa Alliance (米)	3GPP	3GPP
使用周波数	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	920MHz帯 (免許不要の周波数帯)	携帯電話の帯域	携帯電話の帯域
通信速度	上り：100bps 下り：600bps	上り/下り 250bps～50kbps程度	上り/下り 300kbps～1Mbps	上り：62kbps 下り：21kbps
カバーエリア	数km～数十km	数km～数十km	数km～数十km	数km～数十km
ビジネスモデル	SIGFOX又はパートナー事業者がネットワークを展開し、世界51か国でIoTサービスを展開(2018年1月時点)	LoRa Allianceの認定機器を用いることで、誰でもネットワークを構築可能。67の通信事業者がLoRaを展開しており、世界100ヶ国以上、300ヶ所以上で実証・運用(2018年1月時点)	3GPPリリース13(2016年6月)で仕様が、各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施	3GPPリリース13(2016年6月)で仕様が、各国・地域の携帯電話事業者が商用サービス開始に向けた実証等を実施

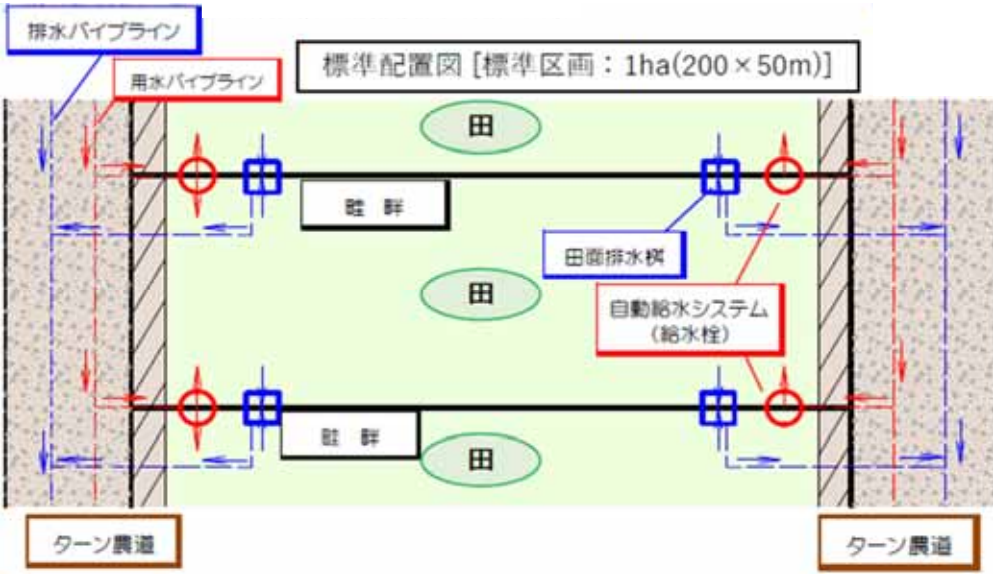
出典：LPWAに関する無線システムの動向について(平成30年3月)(総務省)

○資料6(8)ア)－6 水位、水温等の遠隔監視の事例(兵庫県豊岡市)

水田作 水管理システムの導入による無農薬米生産の効率化		13
<p>経営体の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所在地:兵庫県豊岡市 ・経営体名:コウノトリ育む農法(無農薬) 栽培農家 4戸 ・栽培作物・作付面積:水稲13.5ha ・従業員数: - 	<p>導入経緯</p> <ul style="list-style-type: none"> ○豊岡市で取り組んでいる「コウノトリ育む農法(無農薬栽培)」は、田植えから中干しまでの間、通常よりも深く水を張る深水管理(約8cm以上)による雑草対策を実施している。また、生物多様性を育むため、カエルやヤゴが変態するまで中干しを延期する取組を行っている。そのため、農家にとって水管理の労力削減が課題となっていた。 ○水管理労力の削減による無農薬米生産の効率化を目指し、KDDIと連携して「豊岡市スマート農業プロジェクト」を平成30年5月末から開始。水田センサーとセルラーLPWAを組み合わせた国内初のシステムを導入。 	
<p>導入技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・MHARAS(ミハラス)[ニシム電子工業(株)製] 水位・水温・地温の測定を行う水田センサー 60本 ・LTE-M[KDDI(株)製] 水田センサーから直接クラウドと通信する携帯電話網を活用した省電力かつ広域的なエリアをカバーが実現できる新しい通信技術 <p>・圃場の現行の水管理の写真 ・管理者用タブレット</p>  <p>・圃場のミハラスを設置している写真</p>	<p>取組の特徴・効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ○水田センサーを60筆の水田に設置し、タブレット等の携帯端末から圃場の水位・水温・地温を確認できるようになった。そのため、自宅から離れた場所(車で10分程度)に圃場がある農業者にとっては、かなりの労働時間の省力化につながっている。 (ほ場見回り回数の例:導入前の1/3に減少) ○取組1年目で、水管理労力削減については、一定の効果を確認できた。次年度以降は、4月からの早期湛水や代掻き作業での活用及び水温・地温データの品質向上対策への活用について実証していく予定。 ○今後も、コウノトリ育む農法(無農薬栽培米)の収量と品質向上のため、スマート農業に取り組んでいく予定。 	

出典:スマート農業取組事例(平成30年度調査)(農林水産省)

○資料6(8)ア)－7 ほ場への出入りを妨げない給排水栓の設置事例(秋田県)



標準配置図 [標準区画: 1ha(200×50m)]

排水パイプライン

用水パイプライン

畦畔


田

田面排水栓


自動給水システム(給水栓)

ターン農道

ターン農道

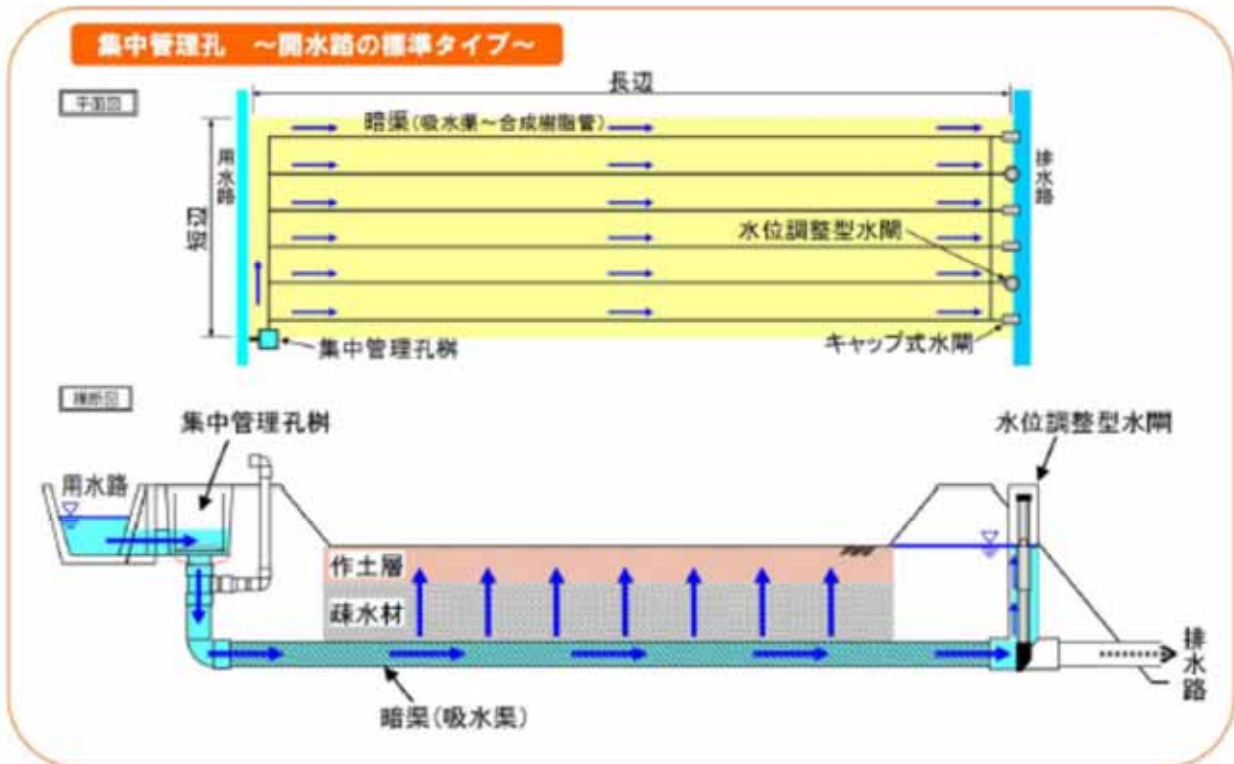


畦畔に設置した自動給排水栓



施工後のターン農道

○資料6(8)イ) - 2 集中管理孔工法の概要



- ・ 乾田直播の初期成育での水管理
- ・ 排水性の向上により豪雨でも畑作物への被害を最小限に抑える事ができる
- ・ 畑作物で干ばつ時や生育に応じた地水位のコントロールで露地でも施設のような水管理が可能となる

資料：岩見沢市におけるスマート農業の取り組み

○資料6(8)イ) - 3 地下かんがいにより加圧を行わずパイプライン化した事例

その1 U字溝をパイプライン化することで自然圧による管路を作ります

●無効放流がなく、下流水田まで安定的な用水供給

①土水路や老朽化したコンクリート水路では、漏水が発生して用水が末端水田まで到達しないことがあります。また、幹線水路から支線水路に流入した用水が、全量利用されない場合には排水路に放流されてしまいます。これらをパイプライン化で解消できます。

●道路の拡幅

②フォアスは、水源と田面との標高差が40cm以上あれば、加圧を行わなくてもパイプライン化が実現します。現況水路の中にパイプ敷設を行うことも可能であり、このことによって農道の拡幅が図れます。

●用水不足の解消

③パイプライン化は、支線水路において必要とする量のみが、幹線水路から取水されることから、水不足の解消につながります。

●動力が不必要

④自然圧パイプラインは、揚水ポンプを必要としないため、ランニングコストの削減が図れます。



現況水路にパイプを敷設

一般的な農道





フォアス施工後





資料：株式会社クボタケミックス パンフレット

○資料6(8)イ) - 4 排水路を浅くして省力化した事例

地形や暗渠施工方法により異なるが、FOEAS 施工において小排水路の深さを従来明渠よりも浅くすることにより、排水側の草刈り等、維持管理作業を軽労化。

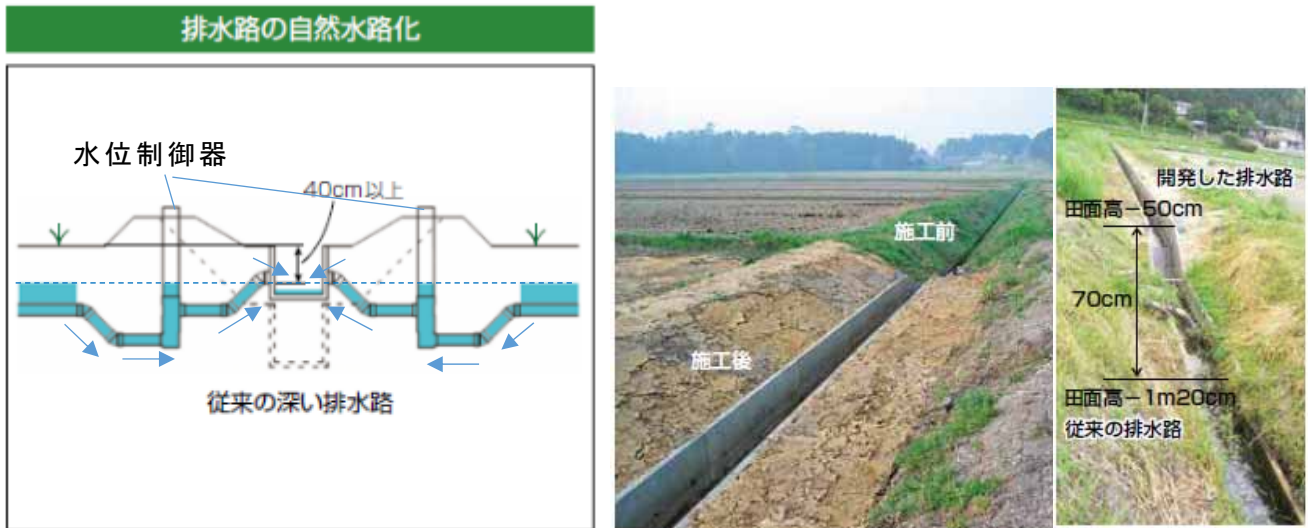


図 小排水路での草刈り作業比較(左:従来施工圃場 右:FOEAS 施工圃場)

表3 排水路草刈り作業の比較

	小排水路の 法面積 (㎡/ha)	所要時間 (分/ha)	草刈作業に 係る労働費 (円/ha)	光熱水費 (円/ha)	年間管理 費用 (円/ha)
FOEAS施工	52.5	26.6	594	99.5	2,773
従来施工	93.5	30.9	690	135.6	3,303

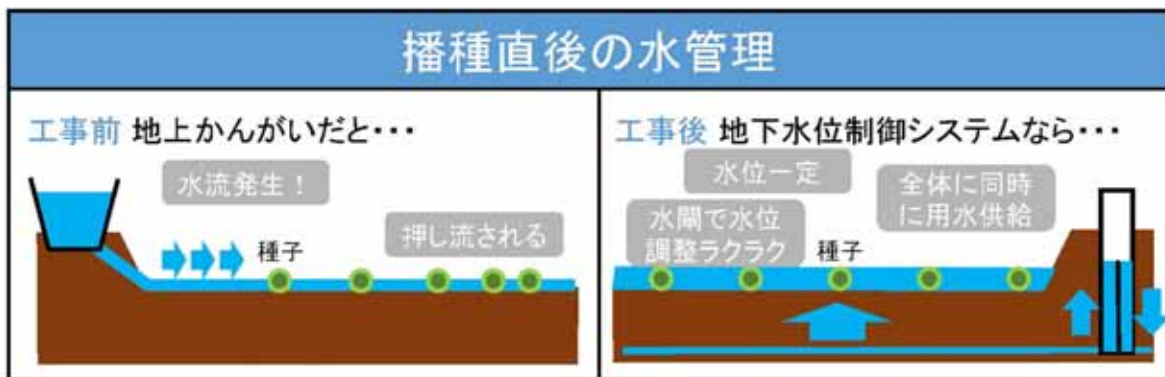
※小排水路の長さを1ha当たり100mとして算出した。
労働費は1340円/hrとした。

資料(上): 株式会社クボタケミックス パンフレット

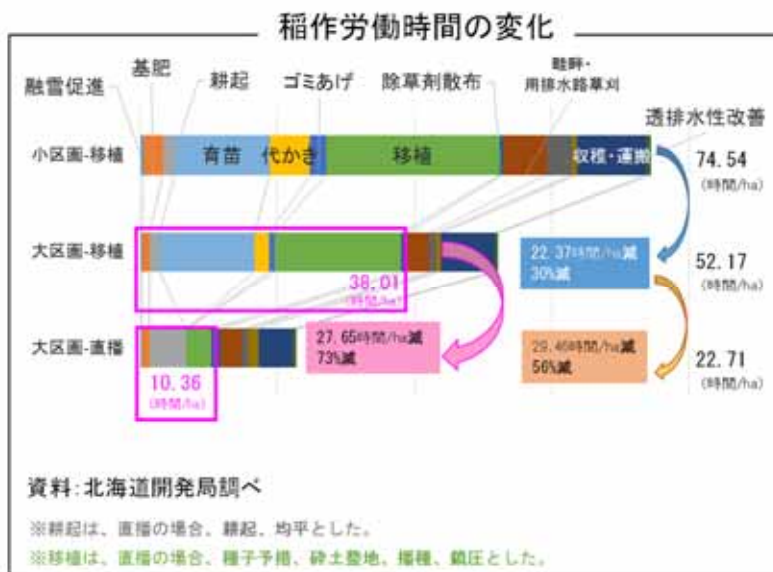
資料(下): 「水田輪作における 地下水位制御システム 活用マニュアル(増補版)」(農研機構、H28)

○資料6(8)イ) - 5 地下かんがいによる乾田直播の効果

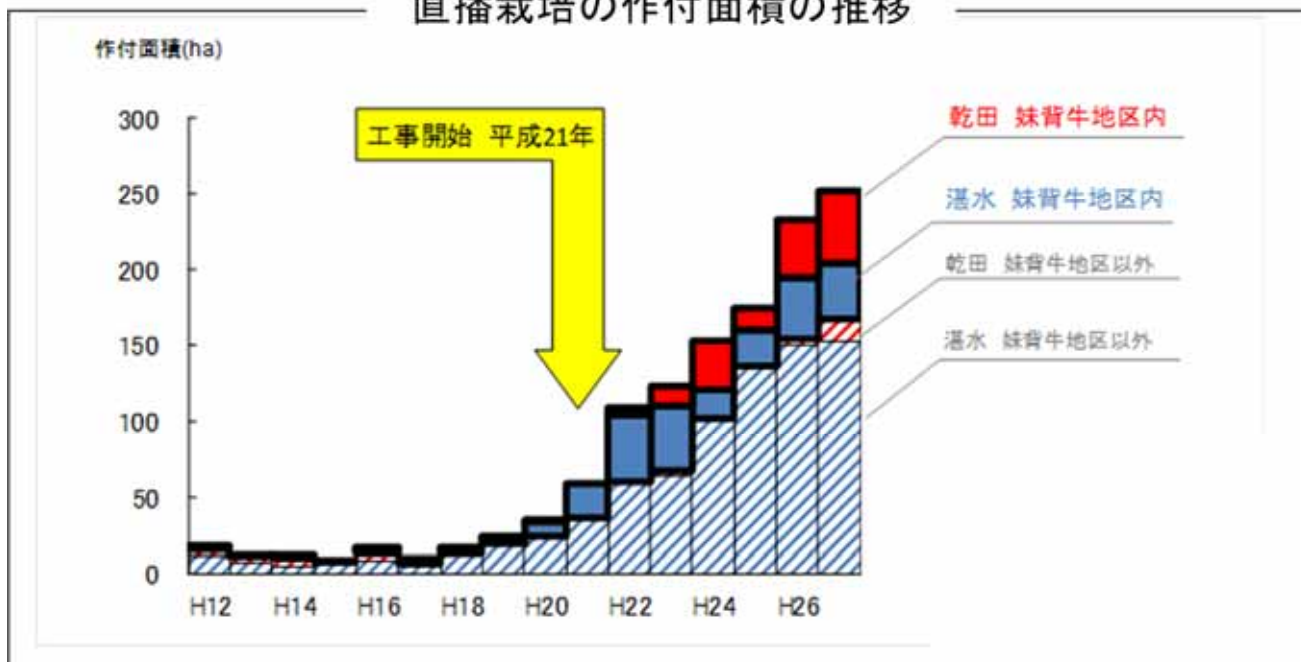
① 地下かんがいによる乾田直播の効果



② 地下かんがいによる乾田直播の効果 (国営妹背牛地区 (北海道) の事例)

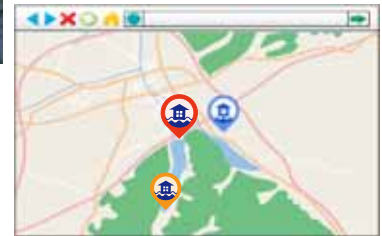
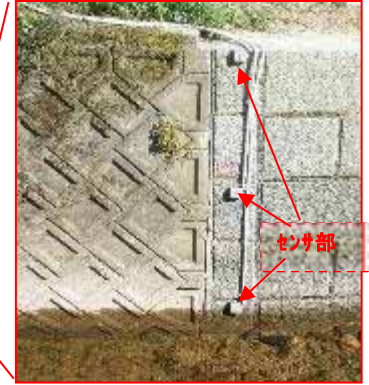
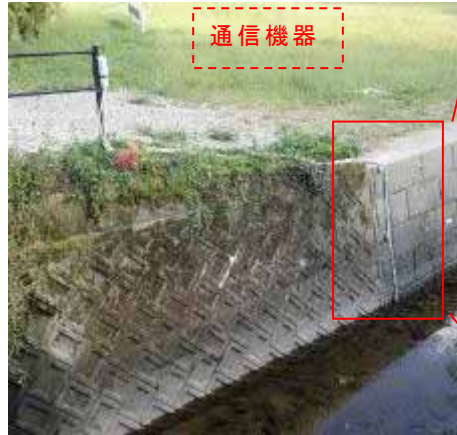


直播栽培の作付面積の推移



〔コラム〕

水田や水路に水位計/冠水センサー、監視カメラを設置することで、頻発/大規模化する自然災害（特に豪雨災害）時にも、各地の水位等を面的に把握することが可能となる。豪雨等による水路の転落事故を防止し、水田等の洪水調整予測にも役立つことから、防災・減災の観点も踏まえ、これらの活用を検討することが望ましい。



バッテリーで稼働する水田水位計を水路に設置した活用事例（上段：ベジタリア株式会社、下段：株式会社 Amaterz）

1 端末に最大 3 個のフロート式の水位計（冠水）センサーを設置し、ため池、小河川、水路の水位を 1～3 段階（写真左：全体・中：センサ 3 段階設置）でコストを抑え遠隔監視する事例（応用地質株式会社）



液晶モニターで各種設定や、撮影画像の確認ができます。市販のアルカリ単三乾電池を利用します。利用には、SIM カード、SD カードが必ず必要になります。

乾電池式で稼働するカメラ（LTE 通信）（ベジタリア株式会社）



遠隔監視カメラの活用により豪雨災害時に避難先等安全な場所では場や水路の状況を確認

遠隔監視カメラの活用により鳥獣害対策、盗難防止などにも活用

【電源確保が不要な屋外乾電池式 IoT カメラのイメージ】

- ・ 単三乾電池駆動
- ・ モーションセンサー機能
- ・ LTE データ通信
- ・ 夜間赤外線 LED
- ・ 防水防塵
- ・ 簡単設置

※白黒・低画質な画像を LoRa 通信（低価格通信）で転送されるカメラも市販されている。