

# 水利システム管理における問題点と ICT利用の現状，今後の展開方向

2019/11/03

シンポジウム「ICTが変える食料・農業・農村」

農研機構 農村工学研究部門

水利工学研究領域 高木強治

- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

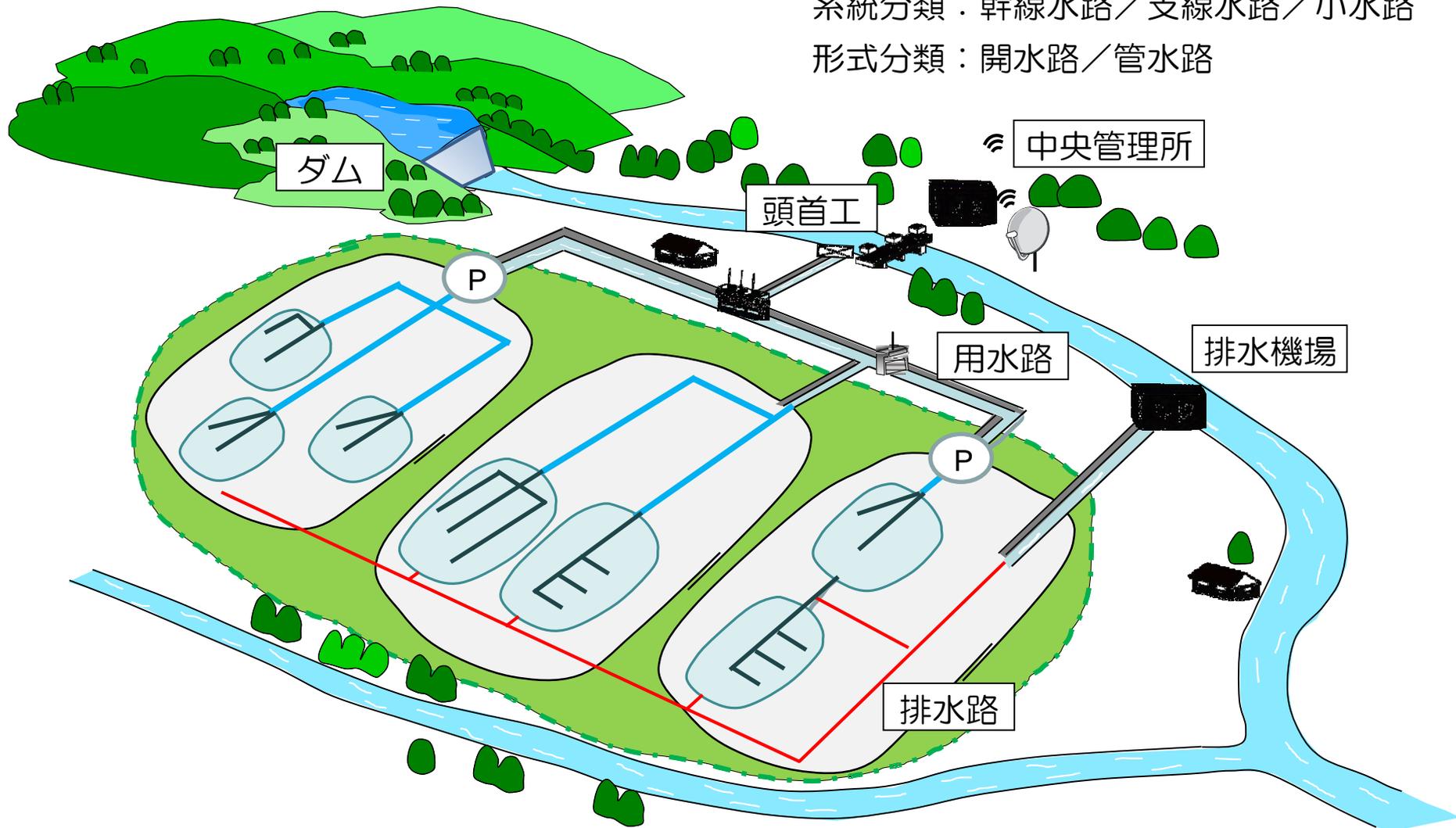
# 水路組織

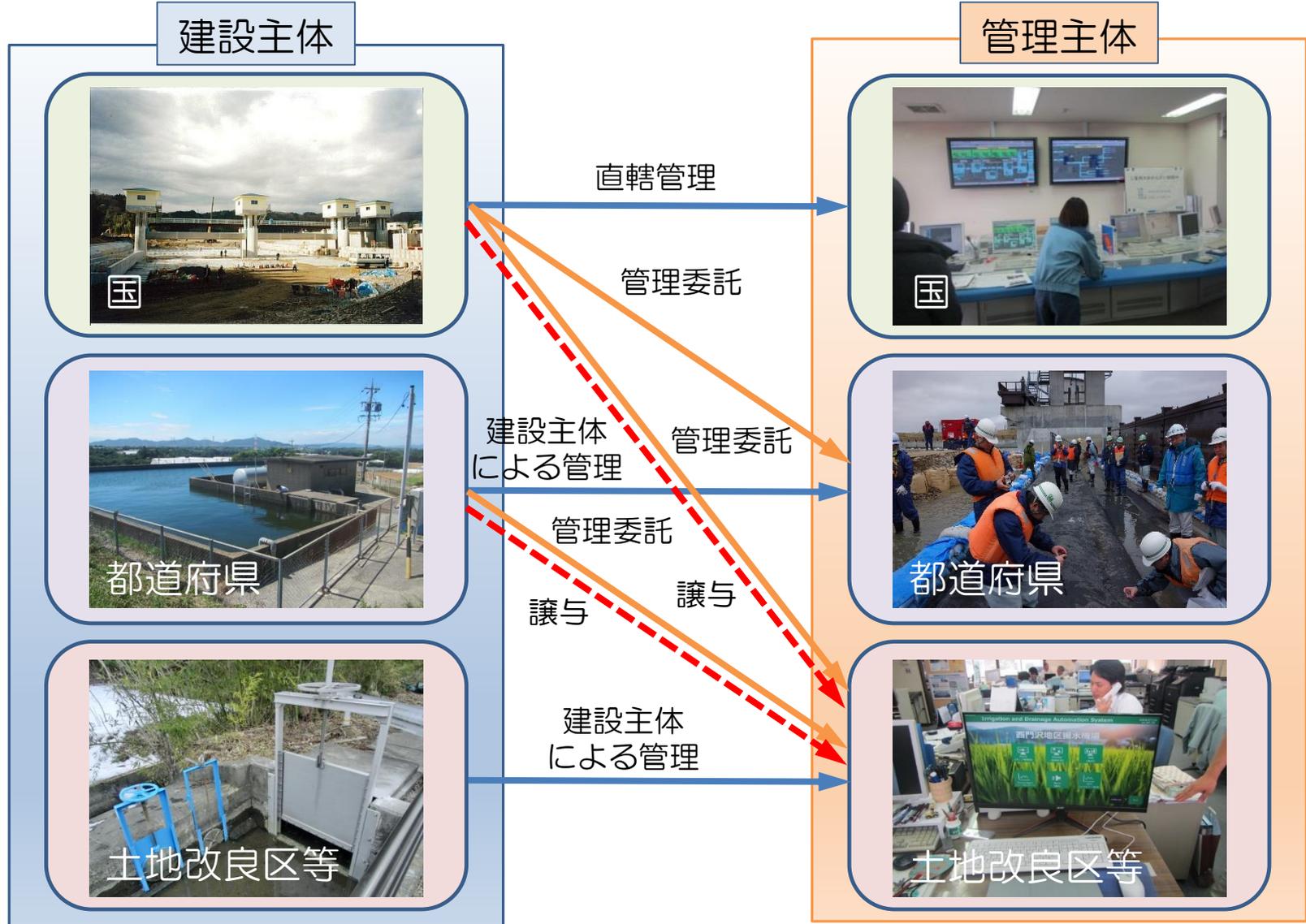
農業水利システムは水路組織により構成される

目的分類：用水路／排水路

系統分類：幹線水路／支線水路／小水路

形式分類：開水路／管水路

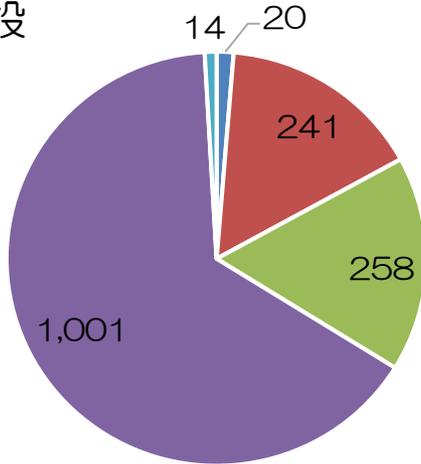




# 農業水利施設の管理状況

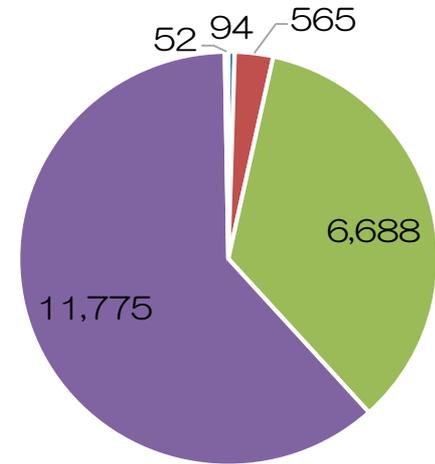
国営造成基幹施設  
(1,534箇所)

- 国
- 都道府県
- 市町村
- 土地改良区
- その他



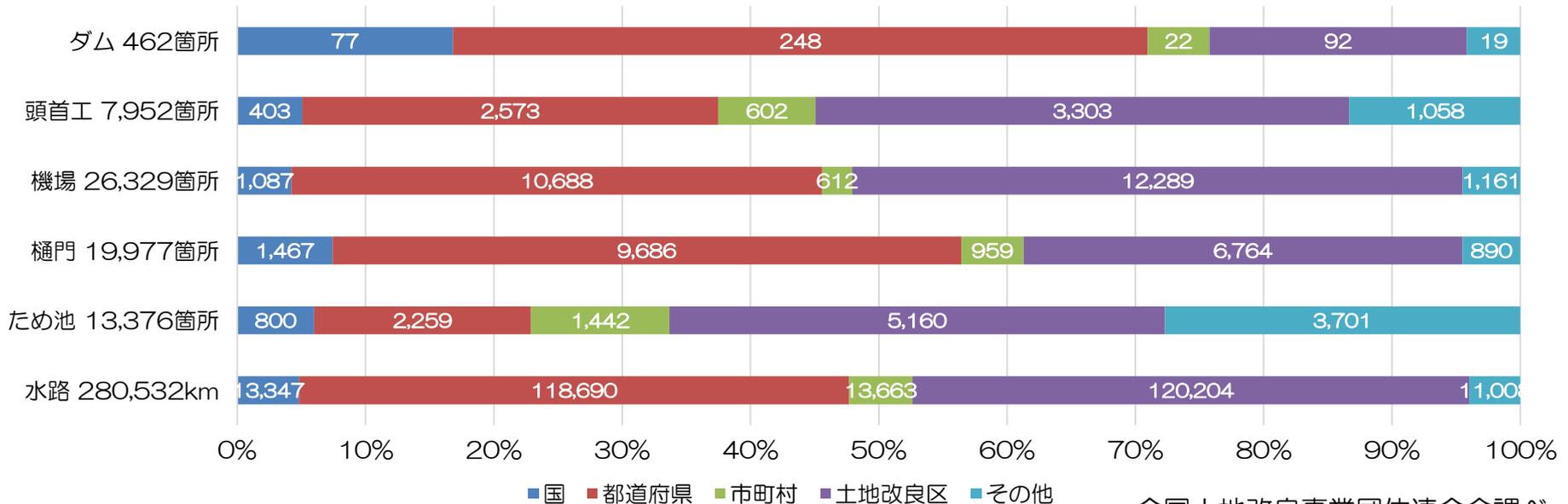
国営造成水路  
(19,174km)

- 国
- 都道府県
- 市町村
- 土地改良区
- その他



## 土地改良区のみ管理施設

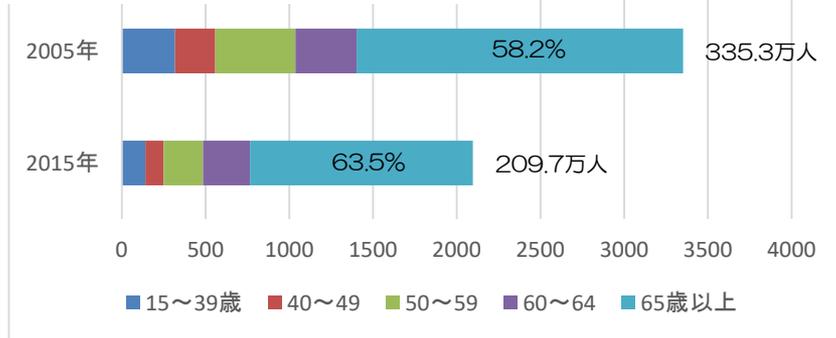
農林水産省調べ



全国土地改良事業団体連合会調べ

- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

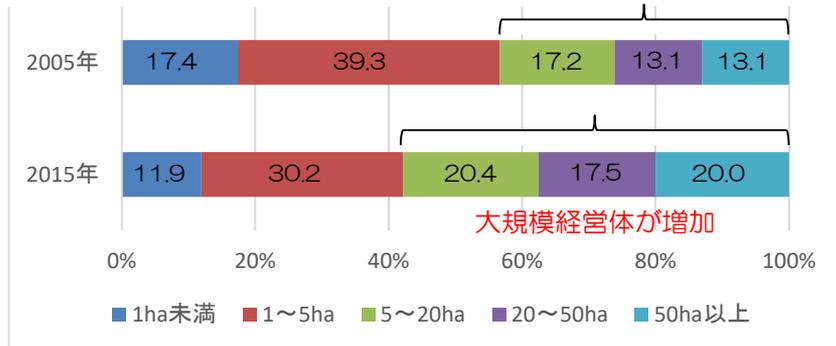
年齢別農業就業人口の構成（千人）



専兼業別農家数（販売農家，千戸）



経営耕地面積規模別の面積集積割合（％）



- 農業就業人口の減少と高齢化が進み、歯止めがかからない。
- 農村の混住化が進行し、生業の面では農業中心であるものの、生活の面では農業者中心とは言えなくなっている。
- 地域住民の合意形成が難しくなっており、水利施設を管理する土地改良区の負担が増加している。
- 専業農家は横ばいであるが、第1種兼業農家、第2種兼業別とも大幅に減少している。
- 担い手への農地の集積が進展し、大規模経営体が増加している。
- 大規模経営体（担い手農家）が管理する農地・施設の規模が増大している。

# 維持管理費の高騰

土地改良区における維持管理費（全国平均）

維持管理費	電力料金
2,254円／10a	554円／10a

2017年 農林水産省調べ

土地改良区における賦課金額（全国平均）

経常賦課金	特別賦課金
3,187円／10a	1,637円／10a

2016年 農林水産省調べ

非 公 開

- 農業水利施設の主な動力源として、電力（農事用電力）が利用されている。
- 農事用電力の料金は、震災を契機に30%程度高騰している。
- 土地改良区が管理する農業水利施設の維持管理費における電気料金の占める割合は25%程度（全国平均）。
- 米価低迷の中、経常賦課金はほぼ横ばいの状況が続いている。
- ポンプの利用が多い土地改良区では、事態はさらに深刻である。
- A土地改良区では、経常賦課金が全国平均より1,000円／10a程度高いが、それでも40%が電気料金に消える。



- 担い手農家への圃場水管理労力の集中
  - 調査地区では、多数の谷地田内の圃場が担い手農家に集中。平地に比較して、管理のための移動距離が長く、病害防除のための綿密な水管理が必要。
- 水利施設管理の広域化と需給調整
  - ため池放水量の設定やパイプラインの水圧維持のための圃場給水栓の開度調整など、広域にわたる水利施設の手動操作による水の需給調整が困難。
- 水管理の労力削減（要望）
  - 水利施設のICT化へ期待。自動給水栓は、圃場の遠方監視や生育管理など。ポンプ場のICT化は、インバータ制御による流量調整機能付き自動運転。
- 維持管理費用の削減（要望）
  - 特に電気代の削減が期待されている。一方で、新たな機器の導入には慎重な面も。ICT機器の導入が農業経営に与える長期的な影響を検討する必要。

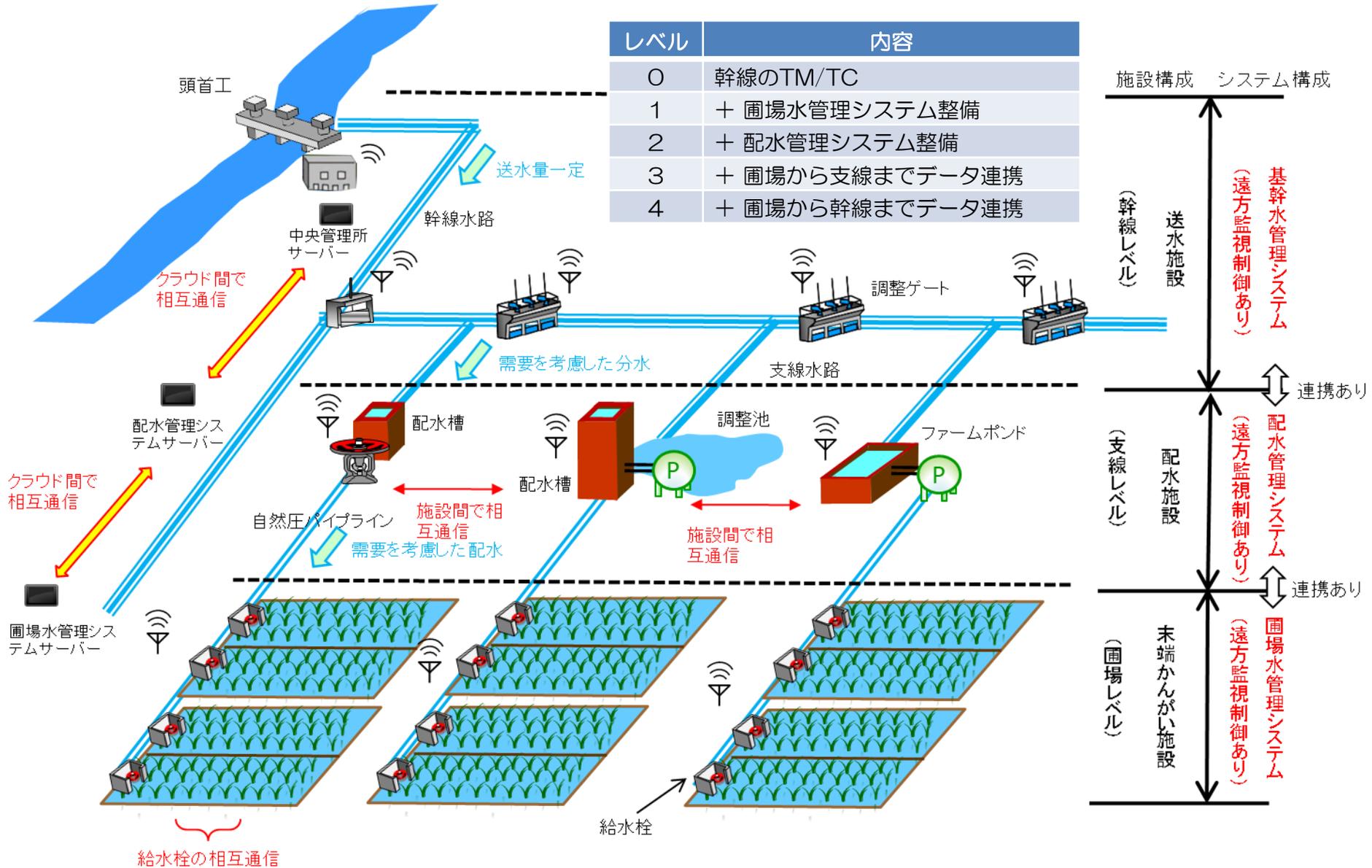
# 施設管理作業の回数と時間

非 公 開

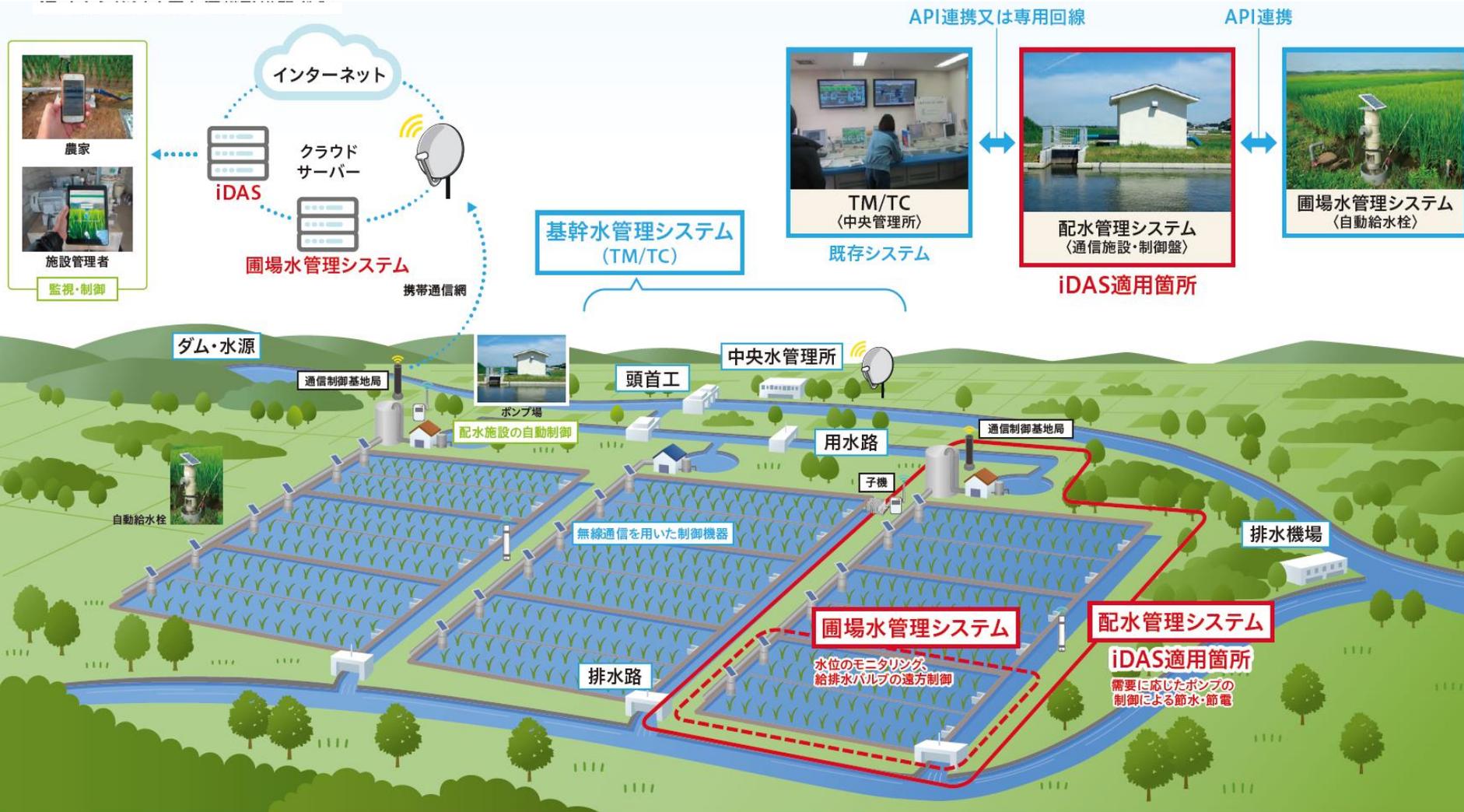
非 公 開

- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

# ICT水管理システムの導入レベル



# 現行システムの適用範囲



- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

◆ICTを活用した圃場と水利施設が連携した配水管理システムであり、土地改良区等が管理するポンプ場などの配水施設から、農家が管理する水田の給水栓までをICTを活用して連携し、遠方監視・制御することで、農業用水の最適な配水、水管理の省力化、節水・節電を行う。

(iDAS : Irrigation and Drainage Automation System)

①担い手農家が管理する給水バルブから、取水源のポンプ場までを一つのシステムとして扱え、パソコンやタブレット、スマートフォン上で簡易な水管理・制御が可能

②水需要に応じたポンプ場からの配水による節水制御により、用水の適正配分や節水・節電が可能

③汎用性の高い監視制御システム（SCADA, PLC）をクラウド、LPWAで運用するため、低コストで拡張性が高いシステム構築が可能

④事務所サーバー管理（オンプレミス管理）とWEBブラウザ管理（クラウド管理）の両方の利用が可能なハイブリッド型システムであり、大幅な管理費の低下を実現

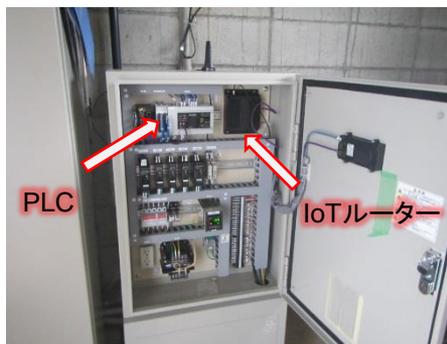


# 監視制御機器

- ①遠方監視制御装置 : PLC, 制御機器情報をIoTルーターで集約
- ②通信基盤 : LPWA (Wi-SUN, LoRa) と携帯通話網を併用
- ③監視制御・データ収集システム : クラウドをベースとしたオンプレミス-WEBブラウザ併用型システム
- ④監視画面表示用端末 : iPad, スマホ, パソコン等



自動バルブと水位計



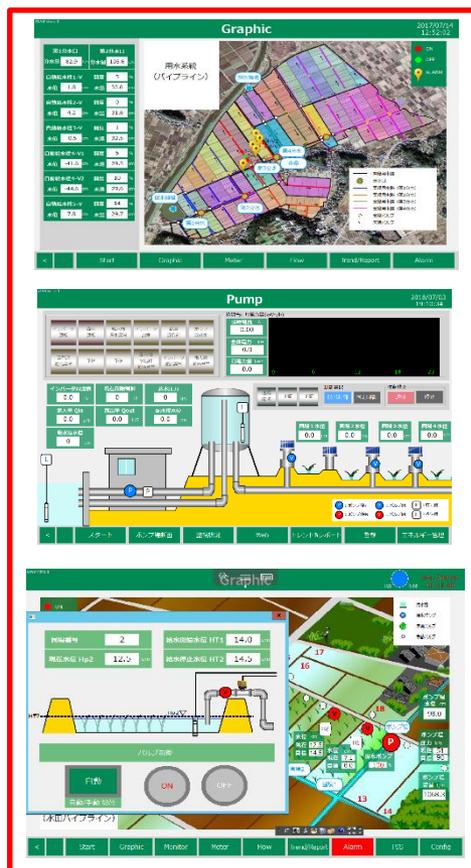
PLC  
(農業水利施設用 IoTルーター付)



配水槽の水位監視機器  
監視制御機器



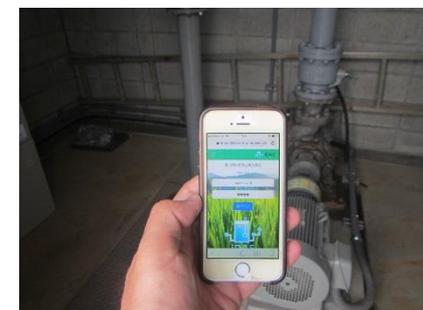
Wi-SUNによる配水槽水位の通信  
通信基盤  
(LPWA, 携帯通話網対応)



監視制御システム



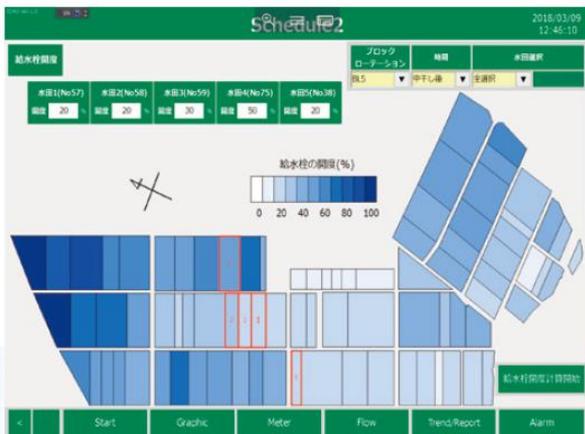
オンプレミス管理→土地改良区



WEBブラウザ管理→農家, 水利組合

監視画面表示端末  
(オンプレミス-WEBハイブリッド型クラウドシステム)

## 最適配水シミュレーション機能



### 最適給水栓開度のシミュレーション結果

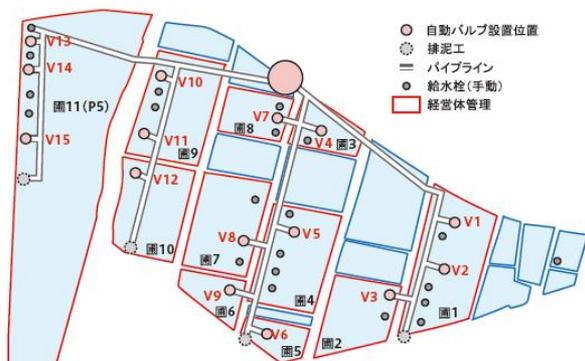
iDASではパイプラインの分水口からの分水流量に応じた最適な給水栓開度解析機能を実装しております。

## スケジュール管理機能

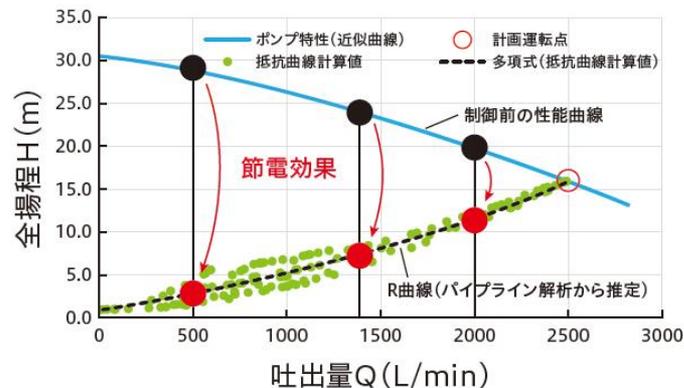


ポンプ運転スケジュールや運転時間の入力により長期間の配水制御が可能です。

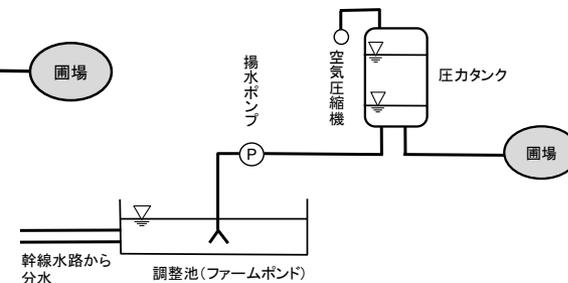
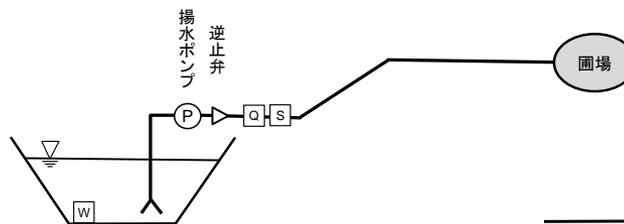
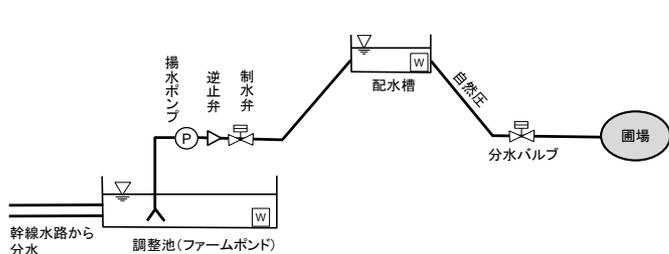
## 最大損失点圧力一定制御



パイプライン解析に基づいた監視ポイントの設定



パイプライン解析に基づいた最適運転点計算結果



反復水路(用排兼用水路)、調整池

## <P1 配水槽方式> 開水路～調整池～ポンプ場 (配水槽)～パイプライン

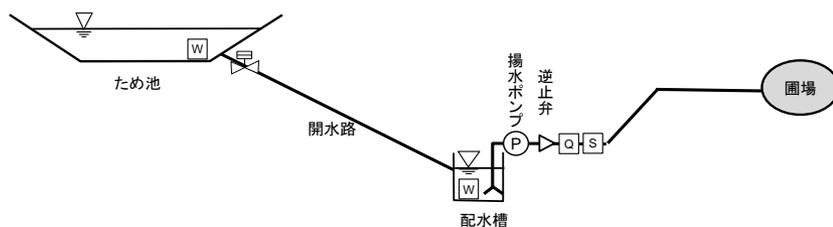
- 最も一般的
- 供給主導型が多い
- 調整容量が十分な場合は需要主導型

## <P2 ポンプ直送方式> 反復利用水路～ポンプ場(直送) ～パイプライン

- 小～中規模の水田パイプライン
- 付帯施設が不要
- 供給主導の場合は電気代が高い

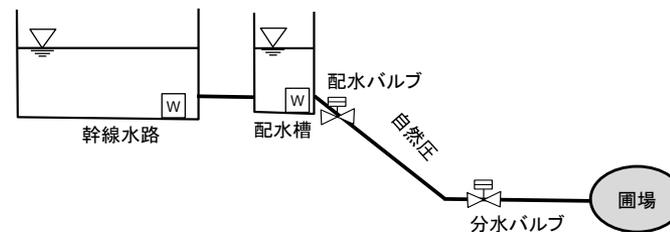
## <P3 圧力タンク方式> 開水路～調整池～ポンプ場(圧力 タンク)～パイプライン

- 平坦地の比較的小容量の灌漑施設
- 畑かん施設に多い
- 需要主導型になる



## <P4 小規模水源方式> ため池～開水路～ポンプ場(直送)～ パイプライン

- 小規模水源としてため池を利用
- ため池の管理も配水管理と連動
- 渇水時にため池からの取水調整が必要



## <P5 自然圧方式> 幹線水路～配水槽～パイプライン

- ポンプを使用しないため最も管理コストが低い
- 幹線水路のゲート制御が必要

# 自動給水栓を用いた圃場水管理

 **SIP 戦略的イノベーション創造プログラム**  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

内閣府 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」  
(管理法人：生研支援センター) により実施

携帯無線通信  
(3G回線)

基地局

給水側  
制御装置

②各装置に操作を伝達 (数分ごと)

省電力無線通信  
(Wi-SUN)

水位計

落水側  
制御装置

①水位の確認・操作

- 給水側と落水側を同時制御
- 任意の幅を持たせて湛水深管理
- 間断灌漑・時間制約にも対応

操作画面

間断灌漑周期 1 [日]

時間灌漑  OFF  ON

灌漑開始時刻 6:00

灌漑終了時刻 18:00

制御幅 (減水深) : 設定水位に達した後、再びバルブを  
開放する設定水位からの差分の水位

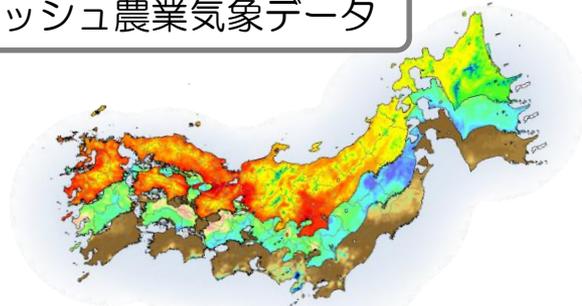
落水マージン : 設定水位と落水口高さの差分

制御設定実行

ほ場に戻る

# スマート水管理ソフトとの連携

メッシュ農業気象データ



1kmメッシュで気象予測

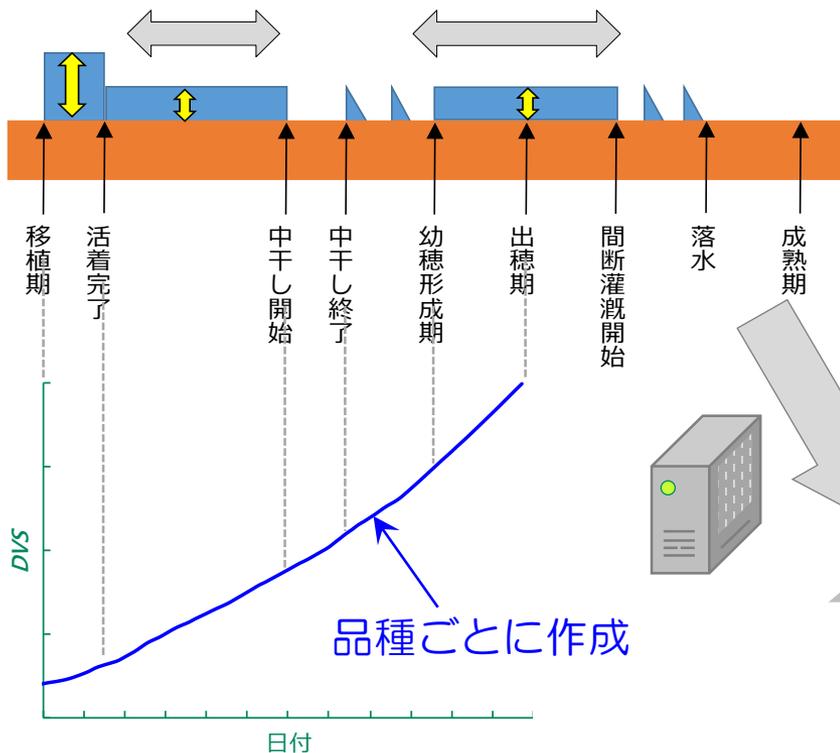
$$\begin{cases} DVS=SDVR \\ DVR = \frac{\max[0, \exp\{-B(L-L_0)\}]}{1+\exp\{-A(T-T_h)\}} \dots (DVS \geq DVS^*) \end{cases}$$

日長 (red arrow pointing to L-L<sub>0</sub>)  
日平均気温 (green arrow pointing to T-T<sub>h</sub>)

堀江・中川 (1990)

発育予測モデル

日々の気象データに基づき自動調整



生育ステージとモデルの関係



サーバー  
内で計算



圃場水管理システム

- 143品種のモデルパラメータを作成 (他のSIP成果を活用)
- 気象データを基にスケジュールを調整
- 耕作者の湛水深管理を支援

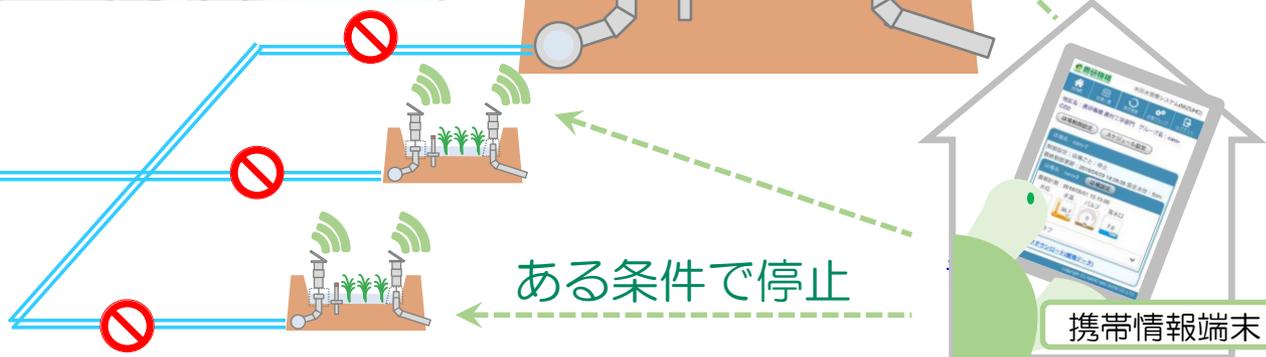
# iDASとの連携

**SIP** 戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

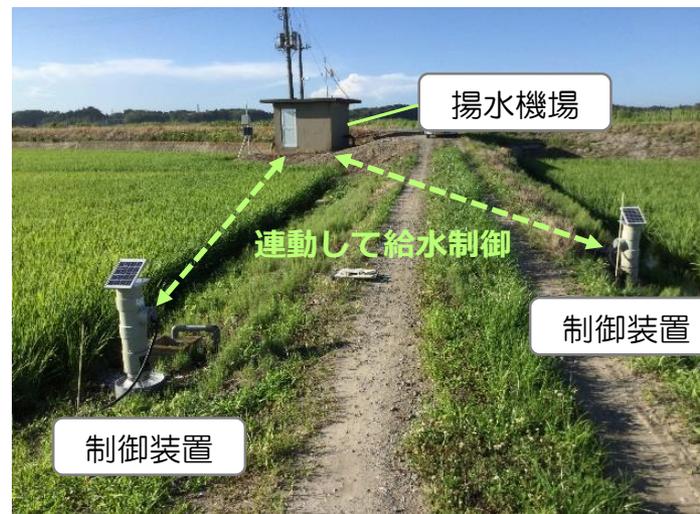
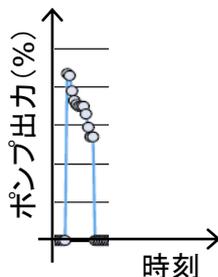
内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)  
「次世代農林水産業創造技術」  
(管理法人：生研支援センター) により実施



配水量調整



1. ある条件（湛水深，時刻）になれば給水が停止
2. iDASによりポンプの水圧，配水量を調整
3. 電力使用の削減

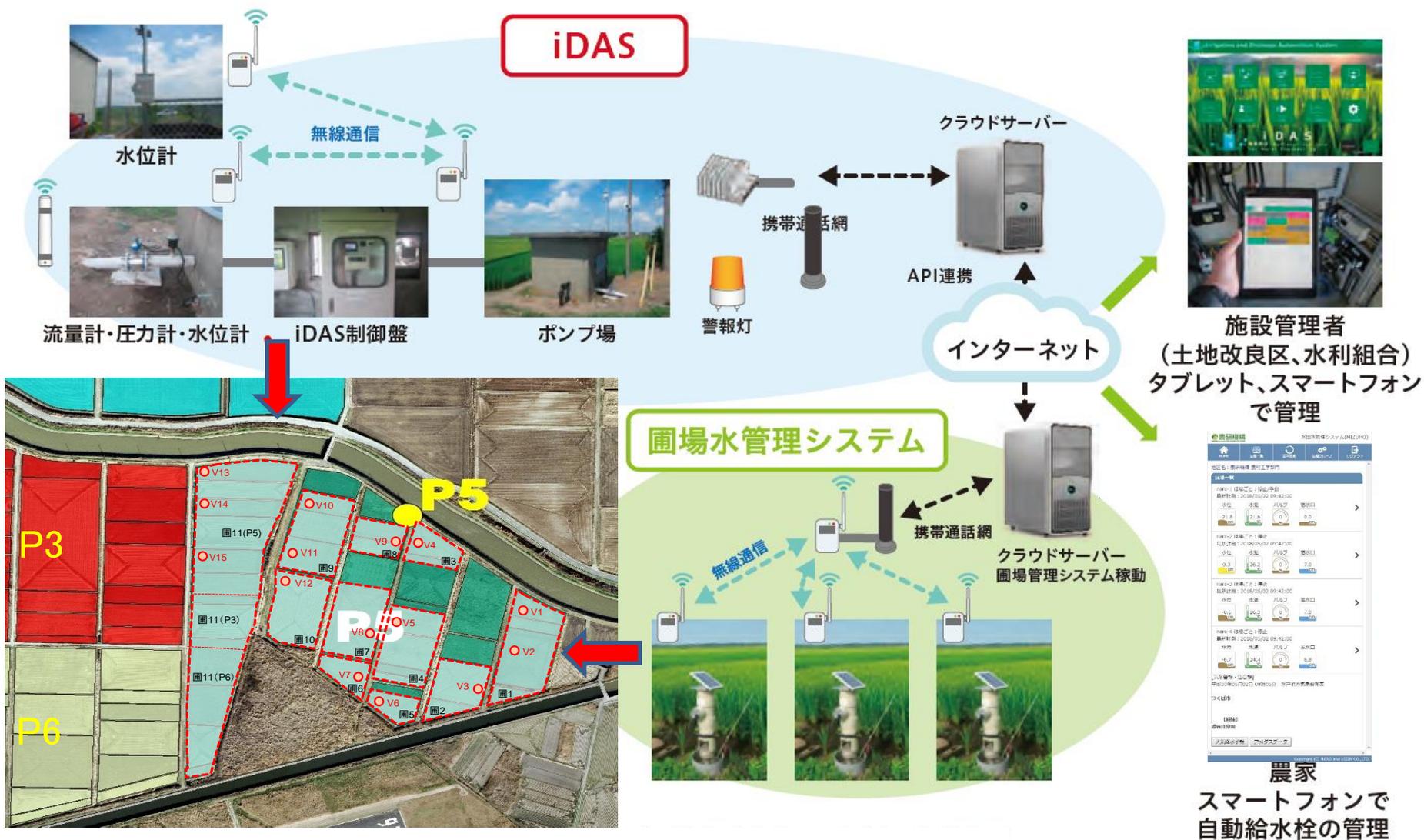


現地試験の様子

- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

非 公 開

# 実証地区のシステム概要



# システム運用画面

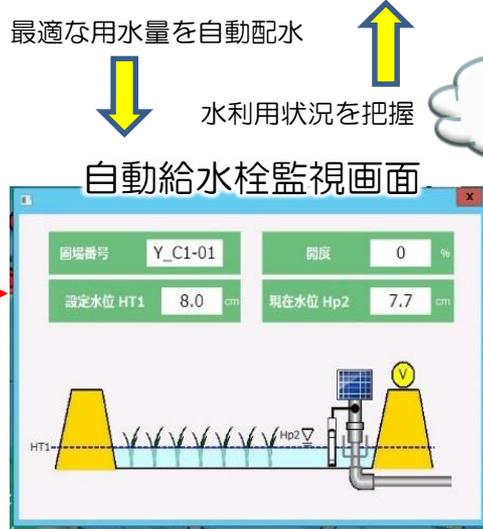
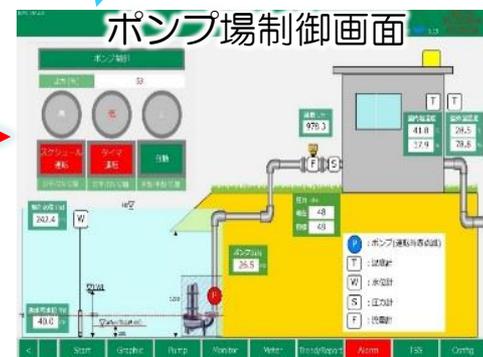
○15箇所の自動給水栓とポンプ場を連携し、  
水管理労力の削減と節水・節電効果を検証

ポンプ場	番号1	番号2	番号3	番号4	番号5	番号6	番号7	番号8	番号9	番号10	番号11	番号12	番号13	番号14	番号15
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106
107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154
155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170

スケジュール機能



## 水田パイプライン地区監視画面



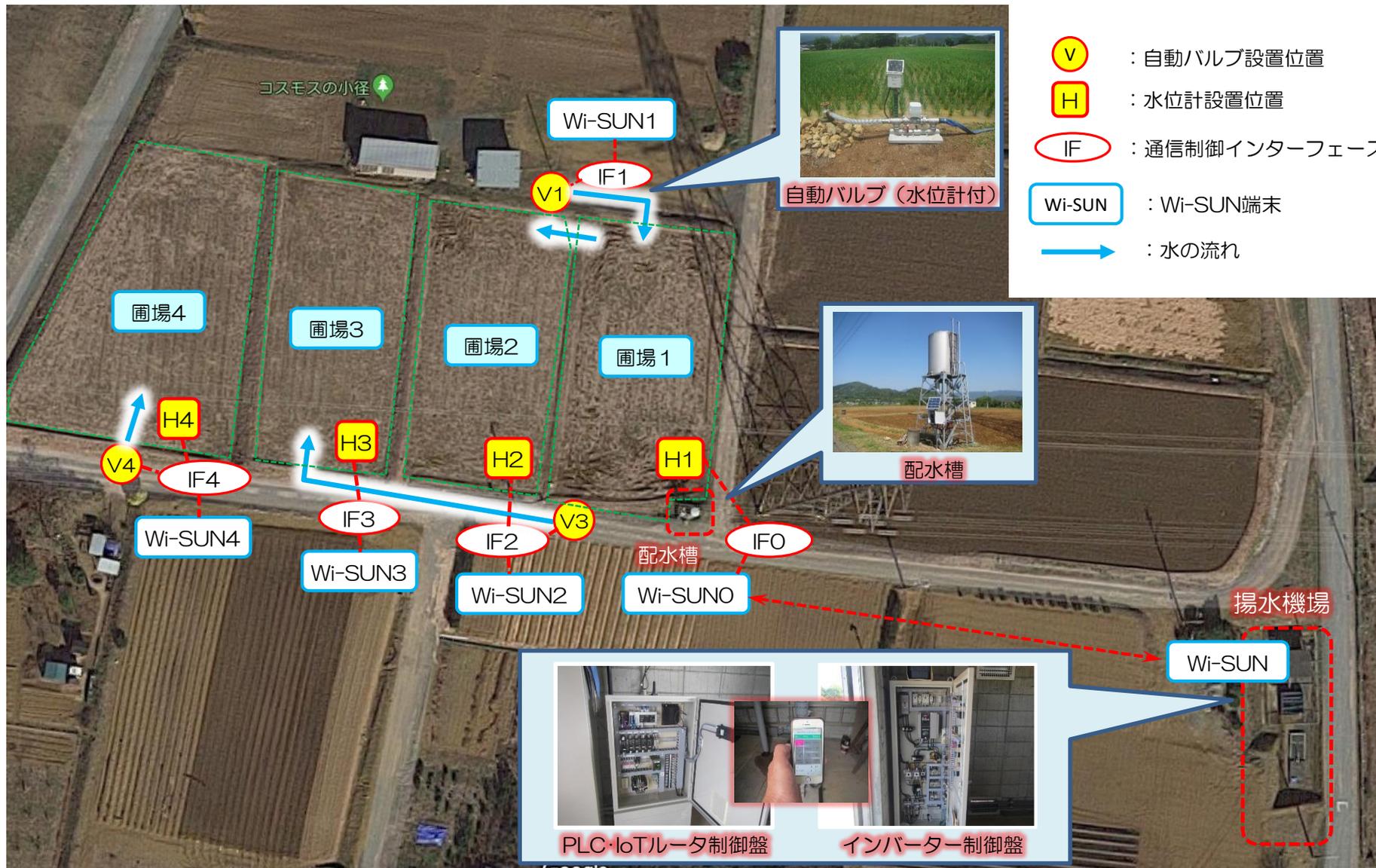
INTERNET  
Web API



非 公 開

非 公 開

# 実証地区における機材配置



# 実証地区の機材設置状況



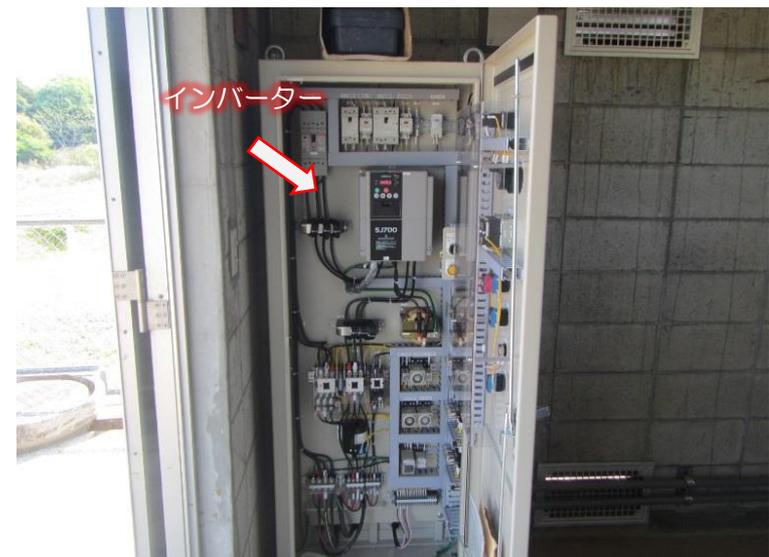
配水槽の監視状況



ポンプ場の全景



自動給水バルブ（圃場3）



インバーターを収納した制御盤

非 公 開

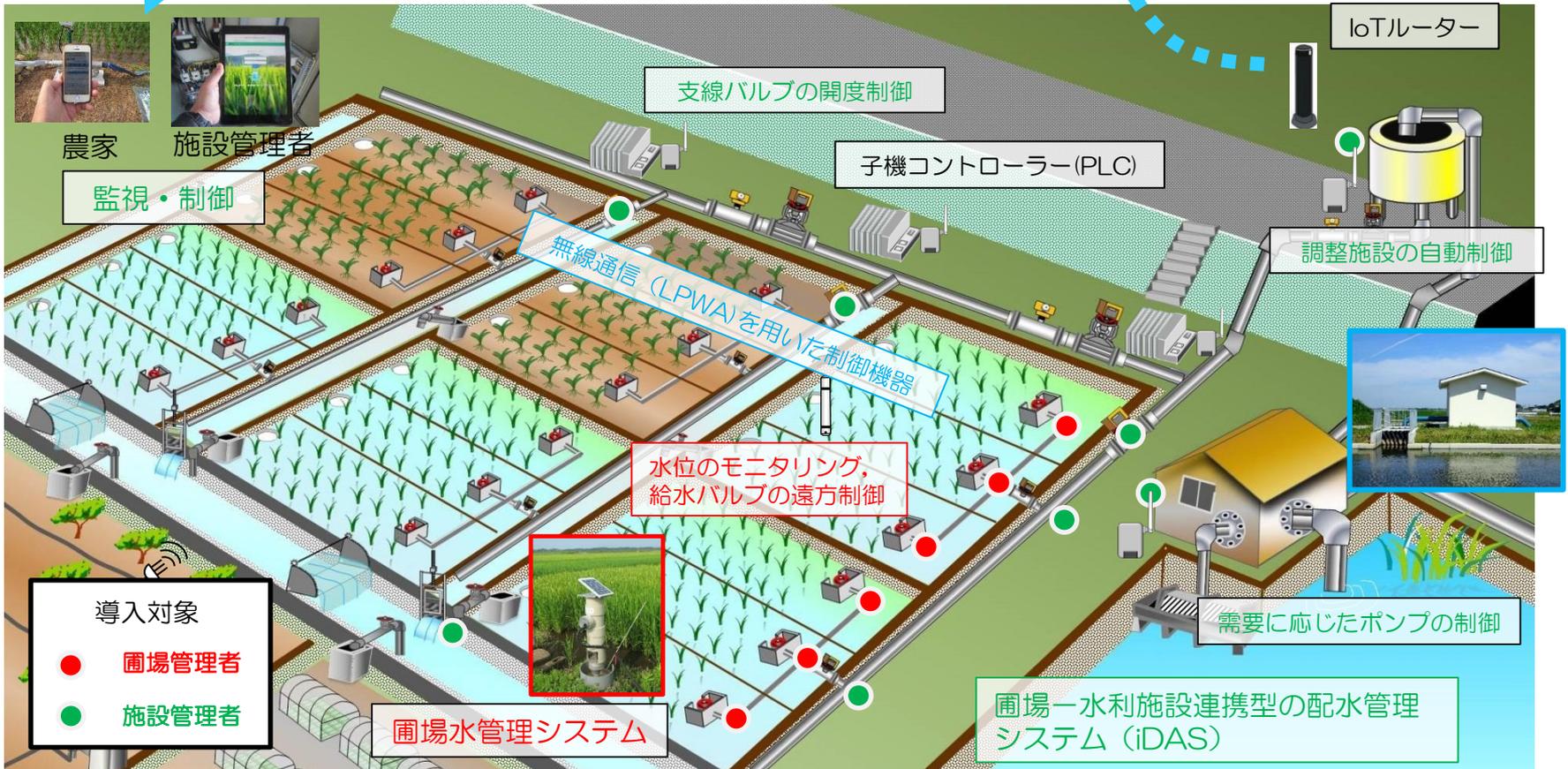
- 1 農業水利システムとは
- 2 水管理の現状と問題点, ICT化へのニーズ
- 3 ICT水管理システムの全体像
- 4 圃場-水利施設連携型水管理システム (iDAS)
- 5 ICT水管理システムの導入例
- 6 まとめと今後の課題

# 配水システムへのICT導入

圃場－水利施設連携型の水管理システムが構築され、水管理の遠方監視制御・自動化が可能になった。

スマホやタブレットの利用で、管理労力は大幅に軽減された。

圃場の電力消費は従来の40%と見込まれ、管内圧力も50%以上軽減された。



## ICT水管理システム全体

- 導入費と維持管理費の低コスト化
- 導入条件の明示

## 圃場-水利施設連携型水管理システム

- 幹線水管理システムとの連携方策の検討
- 複数の配水施設連携による水管理エリアの拡大
- 取り扱える水利システムの拡大
- 圃場水管理システムの機能に連動した配水調整
- 広域の需要予測に基づいたシステムの構築
- 農家／施設管理者への水利情報提供方法の整理

## 圃場水管理システム

- 用水需要の予測手法の提案
- 搭載するスマート水管理ソフトの高度化