

先端IT利活用促進事業

学ぼう！創ろう！ITを活用した新しい沖縄の農業

長野県小谷村における棚田に対するデータ活用事例

エクスポリス合同会社 CTO / シニアリサーチャー

東京電機大学 システムデザイン工学部

情報システム工学科

松井 加奈絵

matsui@expolis.net

自己紹介：松井 加奈絵

現在の役職

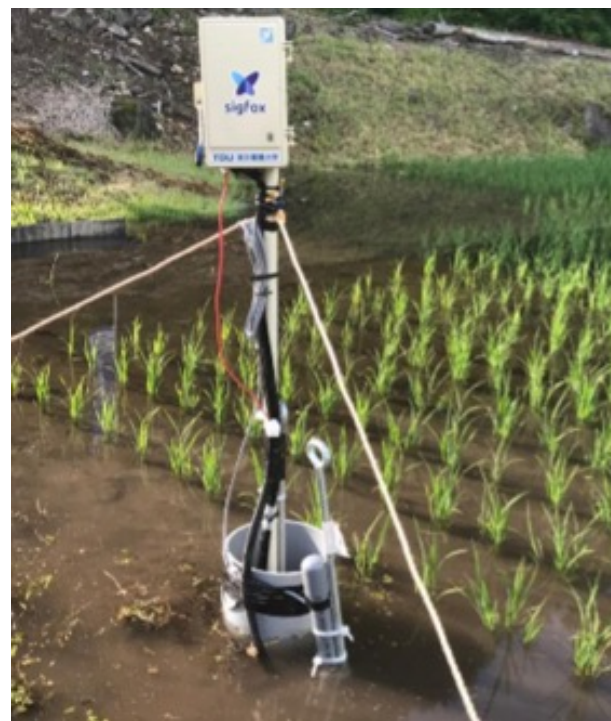
- 東京電機大学 システムデザイン工学部 情報システム工学科
 - 知的情報空間研究室（松井研究室）運営（2021年現在）
- エクスポリス合同会社 CTO / シニアリサーチャー
- 慶應義塾大学KMD研究所 リサーチャー
- アーバンデザインセンターみその（UDCMi）監査

研究課題

- スマートシティ、IoT、データ流通プラットフォーム
- データ駆動型システム、アプリケーション研究開発

これまでの参加プロジェクト

- 長野県小谷村 水田水位計測デバイスプロジェクト
- 神奈川県開成町 土壌センサ活用プロジェクト
- 熊本県南小国町 農業IoT人材プロジェクト



長野県小谷村

基本情報

人口 3,221人

人口減少率
(2010~2015) 9.8%

高齢化率 37.6%

面積 267.91km²

年間平均気温 10.2℃

年間降水量 2,010mm

年間積雪量 901cm



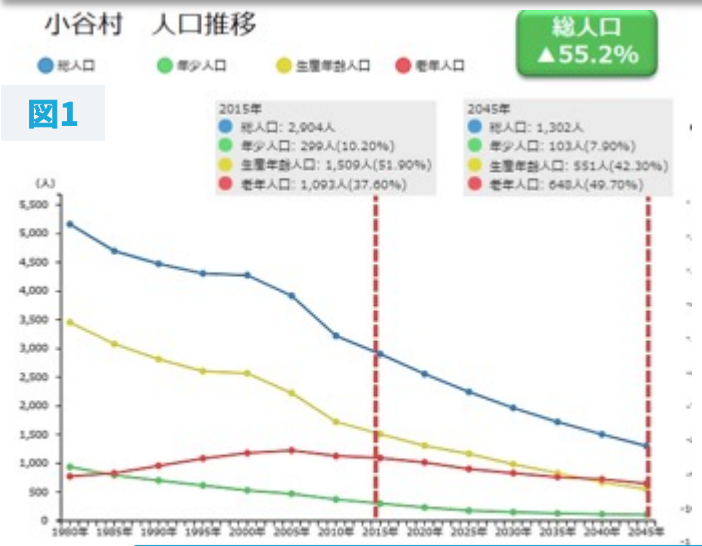
- 長野県の最北西部に位置 (県内で日本海に最も近い)
- 少子高齢化が深刻な中山間地
- 日本海気候の豪雪地域
- 観光が基幹産業
- 隣接している自治体
長野県：長野市・白馬村
新潟県：糸魚川市・妙高市

日本の典型的な
中山間地

地域課題解決のためのおたりスマートソン

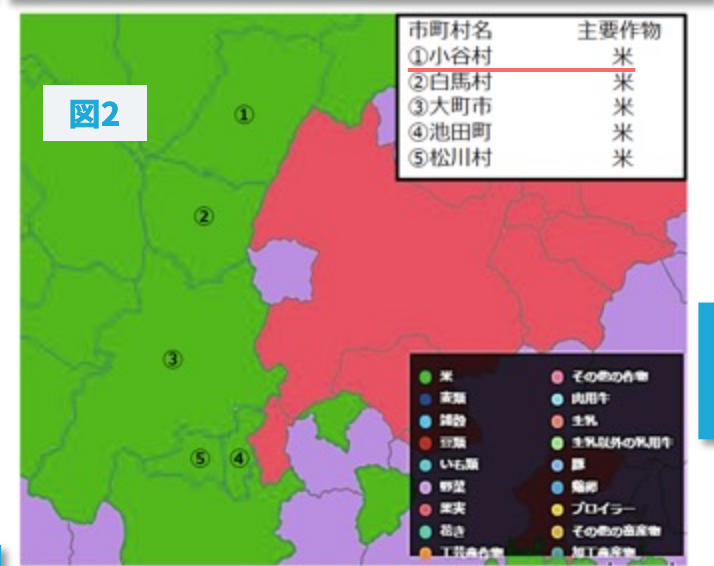
- おたりスマートソンとは、地域の課題解決を促進するためにIT (IoT、AI) の支援を導入し、少人数でも地域課題解決を行うための体制を整えることにある (図1)
- 小谷村の地域課題のひとつとして、地域の主要産業のIT支援による産業活性化のために、農業をサポートするためのIoTベースの水田水位監視システムを導入する (図2)

人口減少が進む中地域課題の担い手を人だけではなく、IT支援による人×ITにすることで人口減少に適応していく



人口減少は日本全体の問題、IoT、AIによる人手不足解消は必須です

まずは小谷村内で主要な作物である稲作の現場における地域課題解決をIT支援



主要作物マップ (2016)
出典：農林水産省「農林業センサス」再編加工

地域課題解決へのIT支援イメージ

健康の困った…

農業の困った…

天気予報データから台風、冷害等の予測します!

睡眠が足りていません!

天気の困った…

台風が来ています、今は外に出ないでください!

ITは全てを解決できませんが、人の代わりに365日24時間実施できます

人だけだったら…

人手がないけれど人力で調べます!

調べた結果を伝えます!

調べた結果を伝えます!

おたりスマートソンププロジェクト1期

- 長野県北安曇郡小谷村、KCCSモバイルエンジニアリング株式会社（以下、KCME）、東京電機大学との産官学連携プロジェクト
- エリアネットワークSigfoxを導入済みの小谷村が、IoT技術を利用して地域課題を解決しようとするプロジェクト
- 今回は、水田の水位監視を省力化する為の安価なIoTシステムを開発し、高齢化や人手不足の進む農家の負担を軽減
- 2019年7月12日から9月20日まで村内3地区9水田においてセンサデバイス9台を導入



水田水位監視システム システムの設計・構築

© 2019 Tatsuhiko KASAI

通信

sigfox
sigfox基地局
小谷村インフラの活用



信州
小谷村

をフィールドとして実験

ソフトウェア



ハードウェア



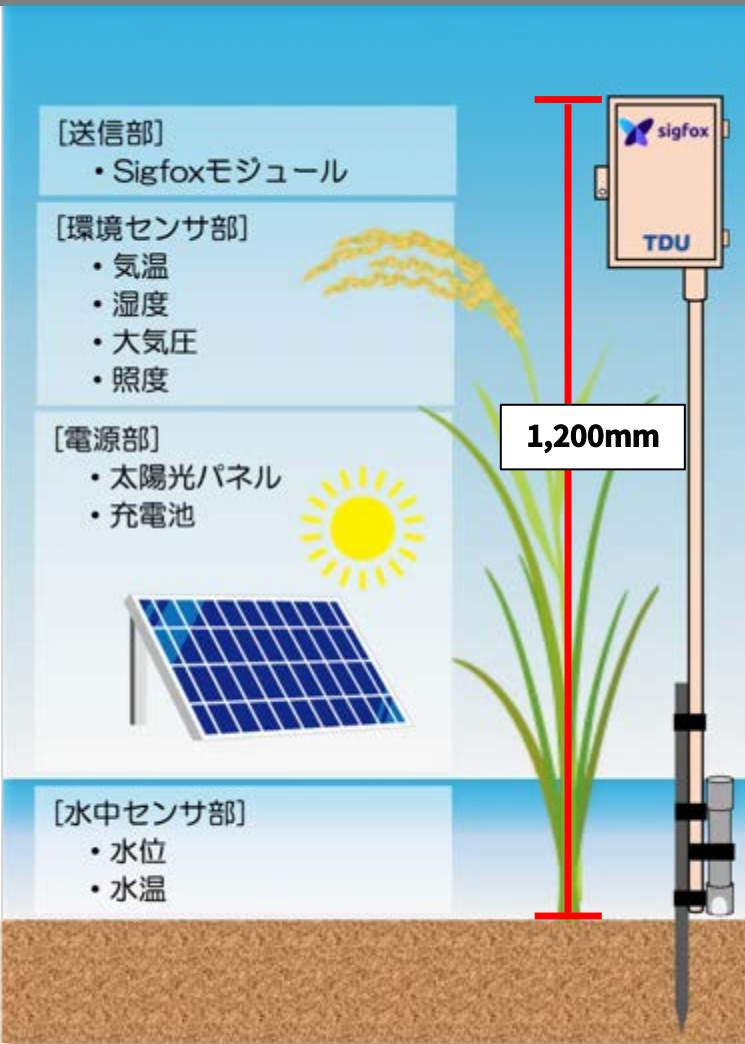
• 運用、可視化

• 水位計測機器の開発、設置

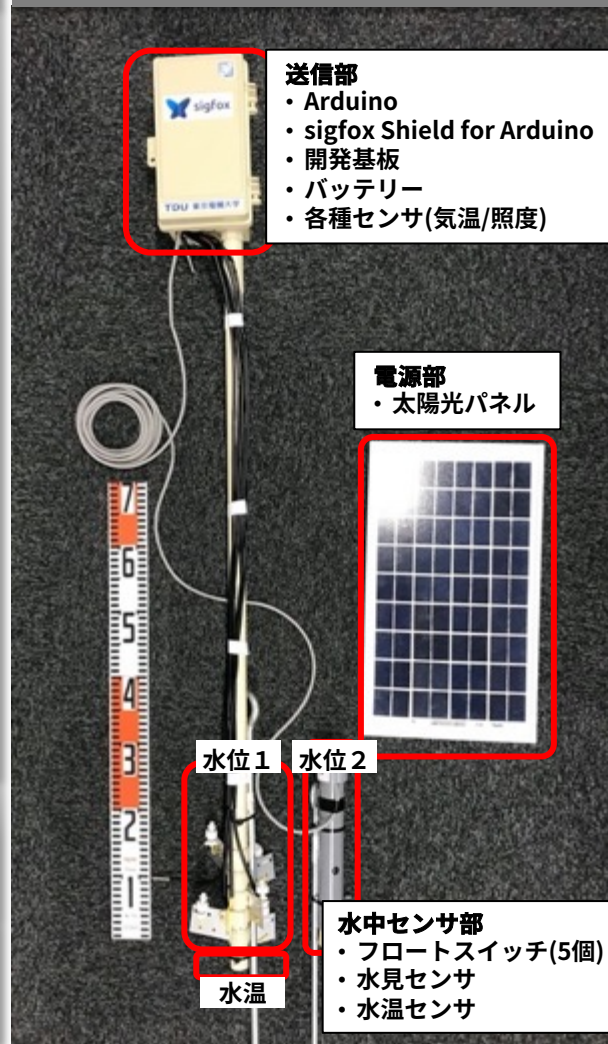
水田水位監視システム センサデバイス概要

© 2019 Tatsuhiko KASAI

センサデバイス設置イメージ図



第一期センサデバイス外観



水田監視デバイス取得データ一覧

項目	表記
水位1	フロート5段階 (最小値3cm~最大値4cm)
水位2	0.5cm間隔 (最大12cm)
水温	水田水温 (°C)
気温	地面から約1.2m位置の気温 (°C)
湿度	基板上の湿度 (%)
大気圧	基板上の気圧 (hPa)
基板温度	基板温度 (°C)
照度	0~255段階照度
バッテリー電圧	(V)

センサデバイス設置状況



水田水位監視システム 見える化機能概要

© 2019 Tatsuhiko KASAI

● ログインページ

PRODY

水田管理システム
ユーザ画面認証

ID

taro

パスワード

サインイン

[お問い合わせ](#)

ログインID・パスワードの入力

● メインページ

PRODY 水田管理 ユーザー KCME

IOT PADDY

最新データ

グラフ表示

過去のデータ

地図

最新データ

N1 (772010)

最終更新
2019年09月06日(金)17時03分31秒

送信間隔目安 毎日約18分

水位	温度	環境
水見センサー 1.5cm/12cm フロートセンサー 0 /5段階 水位の表示	水温 24°C 水温 気温 29.1°C 気温 本体温度 36°C	湿度 39% 湿度 大気圧 960.7hPa 大気圧 日照レベル 30/255段階 日照度

N2 (7719A0)

最終更新
2019年09月06日(金)16時58分42秒

送信間隔目安 毎日約13分

水位	温度	環境
水見センサー 0cm/12cm フロートセンサー 0 /5段階	水温 24°C 気温 28°C 本体温度 36°C	湿度 36% 大気圧 961.1hPa 日照レベル 10/255段階

水田水位監視システム 開発システム概要

© 2019 Tatsuhiko KASAI

● ログインページ

水田定期通知

水田システム <info@paddy.datadriven-bc30.mixh.jp>
2019年8月4日 日曜日 21:13
KASAI TATSUHIKO
[詳細を表示する](#)

河西 様

水田状況のお知らせです、

N1 (772010):
2019年8月4日 20時58分時点
水位: 3cm (フロートレベル5段階中: 0)
水温: 25°C
気温: 24.2°C

N2 (7718A0):
2019年8月4日 21時09分時点
水位: 5cm (フロートレベル5段階中: 1)
水温: 27°C
気温: 24.3°C

詳細はWebページをご確認ください。
<https://iot-qa@herokuapp.com/user>
※通信料はご利用者様負担となります。

このメールは、水田管理システムから送信しています。
今後、このメッセージが不要な場合は水田管理システムにサインインし、設定からご変更ください。
設定の変更は以下のリンクから可能です。

ユーザーID: insell
<https://iot-qa@herokuapp.com/user>

サービスに関するお問い合わせは本メールへご返信、または以下の電話番号へご連絡ください。
Tel: 080-7697-0274
(C) 2019 CMS for Paddy.

● メインページ

- ヒアリングを通じて通知方法をカスタマイズ
 - 1日3回：6時・12時・18時メール送信
 - 1日1回：12時メール送信
- 通知内容
 - 水位・水温・気温の3項目



実験協力者の意見

- 水位の増減少が分かるので見回りに行くかどうかの判断ができた
- 遠方からでも情報を確認可能になったことで、その情報から近くにいる人に見回り作業をお願いできるので安心できた
- 見回るための参考(見回り順番決め)になった

設置デバイスの様子 (2019)



重要なポイント

プロジェクトを進めるに
あたって…

技術の
共有

知識の
共有

データの
共有

2019年：小谷村から生まれた水田水位監視システム CMS for Paddy

- CMS for Paddyは3つの構成要素から成り立っています

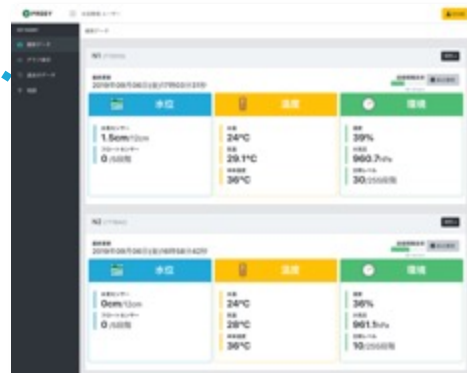
ハードウェア



田んぼに設置し、稲作に必要なデータを計測



ソフトウェア



お持ちのPC、スマートフォン、タブレットからご自身の水田に設置センサーからデータを閲覧可能

ネットワーク

Sigfox通信を採用し、低価格なIoTネットワークを小谷村内で運用、ハードウェアからのデータをデータベースへ運搬

本システムが貢献できること

水管理において必要な水位、水温の15分ごとのデータがWebページから閲覧できます

データによって、棚田に行く、行かないの判断材料を農業従事者の方にお届けします

2020/05/15 水位 5cm

今は水田に行かなくても良いな



Sigfox通信対応のシステムのため、低コストの通信費、山岳地帯においても比較的安価に整備が可能のため、様々な地域に導入可能です

これまで目視やご自身で収集していたデータを、システムが計測し、データベースに保存します。これらのデータを今後の稲作プランに役立てることが出来ます

→水管理を総合的に行うIoTシステムは存在するが、大規模農業向けの自動化システムが多く、導入が難しい。本システムは水田の水位、水温といった水監視に注力（超低コストを目指す）

→棚田や小規模農家向けのIoTシステムで水管理を支援し、離農の防ぎに貢献する

2020年：水田水位監視システムと気象ダッシュボードのデータ活用事例

・ 小谷村での気象データ活用 センサーデータと気象ダッシュボードのデータとの融合

水田水位監視システム
目的：稲作の作業の省力化



お持ちのPC、スマートフォン、タブレットからご自身の水田に設置センサーからデータを閲覧可能

田んぼに設置し、稲作に必要なデータを計測

水田水位監視システム取得データ

- ・ 水位 (0.5cm) 15分間隔
- ・ 水温、室外温度、湿度、気圧 15分間隔

気象ダッシュボード
目的：村内における細かいメッシュの気象情報の提供



The Weather Company取得データ

- ・ 天気 (8区別)、室外温度、湿度、気圧、紫外線強度、風向き、風速

小谷村役場



	梶池・川内・黒川地区	伊折・下里瀬地区	戸石・瑞穂地区	阿原地区
2020/8/1	-	-	-	-
2020/8/2	-	-	-	-
2020/8/3	-	-	-	-
2020/8/4	-	-	-	-
2020/8/5	-	-	-	-
2020/8/6	-	-	-	-
2020/8/7	○	○	○	○
2020/8/8	-	-	-	-
2020/8/9	-	-	-	-
2020/8/10	-	-	-	-
2020/8/11	-	-	-	-
2020/8/12	○	○	○	○
2020/8/13	-	-	-	-
2020/8/14	-	-	-	-
2020/8/15	-	-	-	-

- 好適条件 葉いもち病の大量感染に好適な気象条件(葉面湿潤時間が10時間以上、平均気温が15°C以上25°C以下、前5日間の平均気温が20°C以上25°C以下が出現した時)
- 準好適条件1 当日の条件(葉面湿潤時間が10時間以上、平均気温が15°C以上25°C以下)を満たしているが、前5日間の条件を満たしていない
- △ 準好適条件2 葉面湿潤時間の条件のみ満たしている
- 好適条件なし 条件を満たしていない

新しい価値のデータ生成

小谷村の稲作の課題（困りごと）

農林水産業の基本指標

■ 面積

総土地面積	26,791 ha(2.0%)
耕地面積	401 ha(0.4%)
田耕地面積	325 ha(0.6%)
畑耕地面積	76 ha(0.1%)
林野面積	23,079 ha(2.2%)

■ 人口

総人口	2,904 人(0.1%)
農業就業人口	173 人(0.2%)
漁業就業者数	...

■ 世帯等

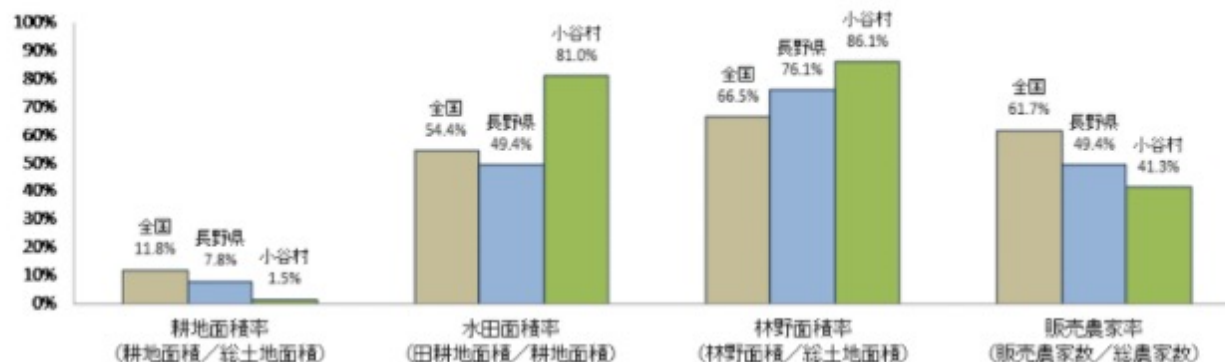
総世帯数	1,195 世帯(0.1%)
農業経営体数	152 経営体(0.3%)
総農家数	341 戸(0.3%)
自給的農家数	200 戸(0.4%)
販売農家数	141 戸(0.3%)
主業農家数	3 戸(0.0%)
準主業農家数	25 戸(0.3%)
<u>副業的農家数</u>	<u>113 戸(0.4%)</u>
林業経営体数	5 経営体(0.2%)
漁業経営体数	...

■ 地域

農業集落数	49 集落(1.0%)
農産物直売所数	5 施設(1.1%)
漁港数	-
漁船隻数	...

注1：漁港数はH31年値、耕地面積はR元年値、農業就業者数、漁業経営体数、漁船隻数についてはH25年値、農産物直売所数はH22年値、それ以外はH27年値。

注2：（ ）内は都道府県内でのシェア。



- 総農家数341戸に対して、113戸が副業的農家数
- 小谷村における稲作の主要な現場は棚田
 - 山の斜面にあるので、台風の影響を受けやすい（稲が倒れるなど）
 - 土に水がしみ込みやすく、水もちが悪い
 - 用水の確保が難しく、用水が行き渡りにくい
 - 水田の区画が小さく、形が揃ってないため、作業がしにくい
 - あぜ道が多く、機械を入れにくい
 - 用水の確保や移動など、手間と時間がかかる

→このような、水管理に棚田における稲作の課題が存在する（一般的に稲作における時間が必要な作業は「水管理」3割）

→水管理を総合的に行うIoTシステムは存在するが、大規模農業向けの自動化システムが多く、導入が難しい

→棚田や小規模農家向けのIoTシステムで水管理を支援し、離農の防ぎに貢献する

棚田の意義

【日本の里山の風景保全】

- 農林水産省では、中山間地域において農業生産の場としてだけでなく国土・環境の保全、農村の美しい原風景の形成、伝統・文化の継承等の多面的機能を有している棚田について、その保全や、保全のための整備活動を推進し、農業農村に対する理解を深めるために優れた棚田を認定しています。棚田を観光資源としている地域も多く、インドネシアのジャティルウィ、フィリピンのバナウエの棚田群は世界中から多くの観光客を集めています

【棚田が果たす防災としての役割】

- 棚田には景観保全以外にも、洪水防止、水の涵養地としての役割、すべり防止、土砂崩壊防止、地滑防止など、防災的観点からも地域には欠かせない存在です。現在多くの稲作は整備済みの土地で効率的に行われることが多くなり、効率性の観点から存続が難しい棚田が多くあります。そこで本システムはIoTは人の代わりとなり自動でデータを収集する役割を果たし、人の省力化を測り、棚田の存続に貢献することを目的にしています



唐津の棚田事例

- ・水田
 - ・カキ養殖
- は循環している

珍しい天然のマガキがとれる浜の背後に広がる山と棚田と海がなだらかにつながる水の大絶景を持つ佐賀県唐津の大棚田

山の湧き水が棚田で様々な命も育み、海に豊富なミネラルを運んでカキが育つため、棚田の水田を維持

URL : <https://www.pref.saga.lg.jp/kiji00320933/index.html>

SDGsへのアプローチ

11 住み続けられるまちづくりを



目標 11

都市と人間の居住地を包摂的、安全、レジリエントかつ持続可能にする
11.4 世界の文化遺産および自然遺産の保全・開発制限取り組みを強化する

15 陸の豊かさを守ろう



目標 15

陸上生態系の保護、回復および持続可能な利用の推進、森林の持続可能な管理、砂漠化への対処、土地劣化の阻止および逆転、ならびに生物多様性損失の阻止を図る

15.1 地域コミュニティの能力向上を通じた持続的な生計機会の追及などにより、保護種の密猟および違法な取引を撲滅するための取り組みに対する世界的支援を強化する。

重要なポイント

技術の
共有

知識の
共有

データの
共有

様々なステークホルダーに
情報共有する

ポイント1：システムの可用性

水田水位監視システムを小谷村内9箇所に設置

初期計画：

- Ver1を10台導入
- Ver2を10台導入

現状：

- Ver1を9台導入
 - 1台動作確認が取れず（反省点）
- Ver2を10台導入
 - Covit-19の関係で基盤が届かず、当初の開発から大幅は遅れる
 - 現状は9月初旬での短期実証実験実施のために特設の水田を作成。約2週間の実証実験を予定

水田水位監視システム設置位置



9台は安定稼働中

- 夕刻に発電量が足りずに動かないシステムあり（地形と合わせて解析中）
- Ver2以降から太陽光発電ではなく電池駆動を想定として開発しているため、上記はVer2以降は検討事項から除外される予定

ポイント2：Webアプリケーションの可用性

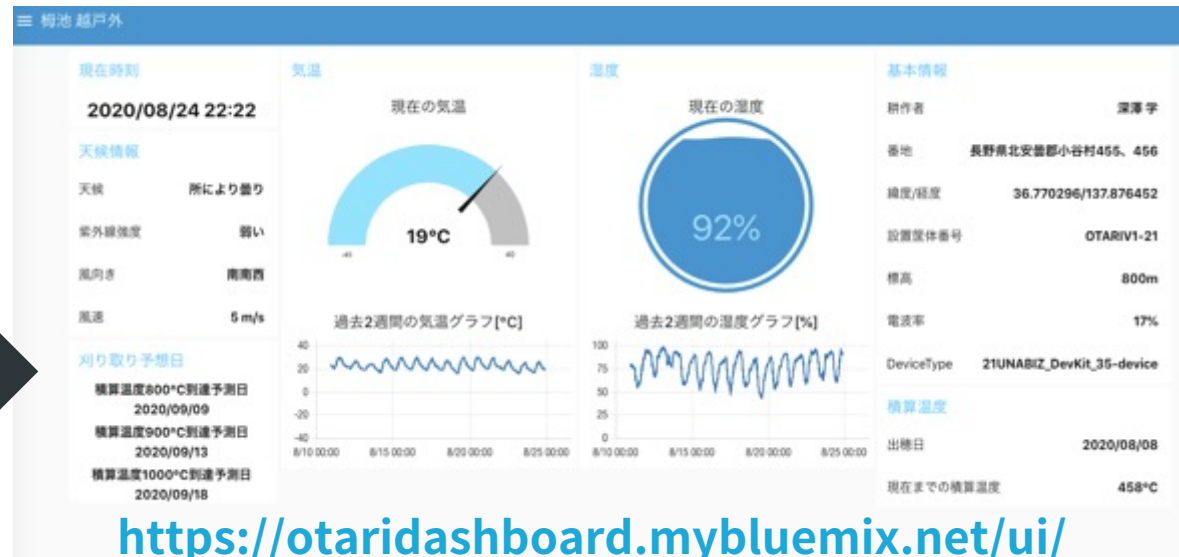
- 水田水位監視システム（CMS for Paddy）
 - 安定稼働中



<https://iot-paddy.herokuapp.com/user/dashboard>

- 高密度気象ダッシュボード

- 今後のVer2、3ではセンサ数が減ることから他の環境データが必要な場合、他のAPI（データ提供）と連結できないか検証するために導入したThe Weather CompanyというAPIを可視化したもの
- 必要であるか要検証



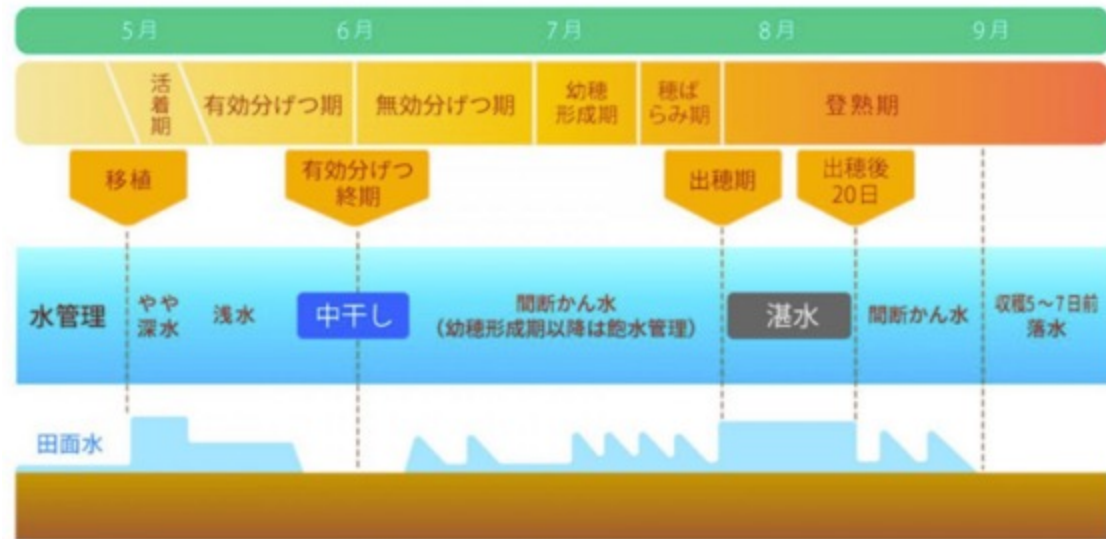
<https://otaridashboard.mybluemix.net/ui/>

ポイント3：データの可用性

今年から導入したデータ解析

- **水位管理判定 -> 現在実施中（本システムでなければ不可能な機能）**
 - 活着期…4、5cm必要（深水）
 - 有効分けつ期…2、3cm（浅水）
 - 中干し
 - 出穂期
 - **に適切な水管理ができていたのかを判断 -> 機能ができるか判断**
 - 現在各期において適切な水温について調査中（12℃以下は冷害の影響を受ける可能性あり）
- **適正刈取り時期予測**
 - 各地点の出穂日から積算温度800、900、1,000℃を算出。現在Webページから閲覧可能
- **いもち病発生予測**
 - 降雨日データが必要なため、センサデータのみでは難しいものの、他のデータ提供サービスを使用することで、県の出している予測（BLASTAMというソフトウェアを使用）に近い予測が可能
 - 現在は葉いもち病、稲いもち病に対応

水管理のイメージ



引用：お米未来塾 水管理講座より

- 天気、温度、湿度等は高解像度データを使用可能であれば転用可能
- 水田水位、水温はセンサでのみ収集可能な貴重なデータ。貴重なデータを得るためにはセンサが必要、というストーリーづくりをデータから行う

ポイント4：産業創出の可能性確認

- Ver3ではおたりスマートソンププロジェクトでのアウトプットを盛り込みつつ、小谷村での組み立て工程を意図した設計を希望
- 将来的に当社のお付き合いのある他自治体への拡販も意識したプレマーケティングを行いながら、サービス設計を並行して実施
- **スマート農業推進協会の動向確認**
 - スマート農業はロボット化、フルオートメーション化の実現が視野に -> 大規模、専業農業に特化
 - 今後は兼業農家向けの徹底的な低コストな商品と、兼業農家向けの高価格帯のIoTデバイス、システム、サービスが展開されることが予想される
 - Ver3の位置付けは徹底的な低コスト
 - 棚田活性化等、小谷村の地形や環境を活かした展開をサポート

大人向けIoT教材

- 人口減少や高齢化等の進行が著しい地方において、地域外の人材を積極的に受け入れ、地域協力活動を行う精度である地域おこし協力隊に対し、IT人材の育成を実施
- 地域課題の抽出、解決の適応、運用を行う技術習得の実社会にて行う環境を提供
- **事例**：熊本県南小国町地域おこし協力隊の農業IoTへの取り組みをサポート
 - 南小国町における農業の課題をIoTデバイスを用いて解消する地域おこし協力隊の活動を支援
 - 水田水位センサを利用した実証実験を通じて、IoTを利用した地域課題解決をサポート



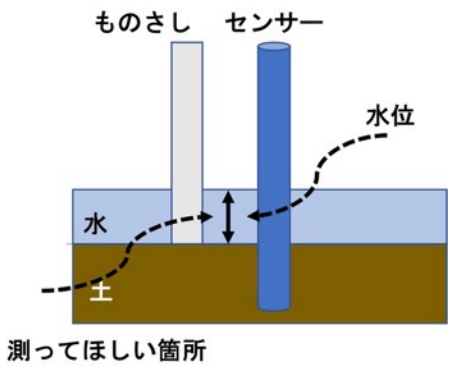
地域ネットワークの導入検討

デバイス選定支援

ソフトウェア開発支援

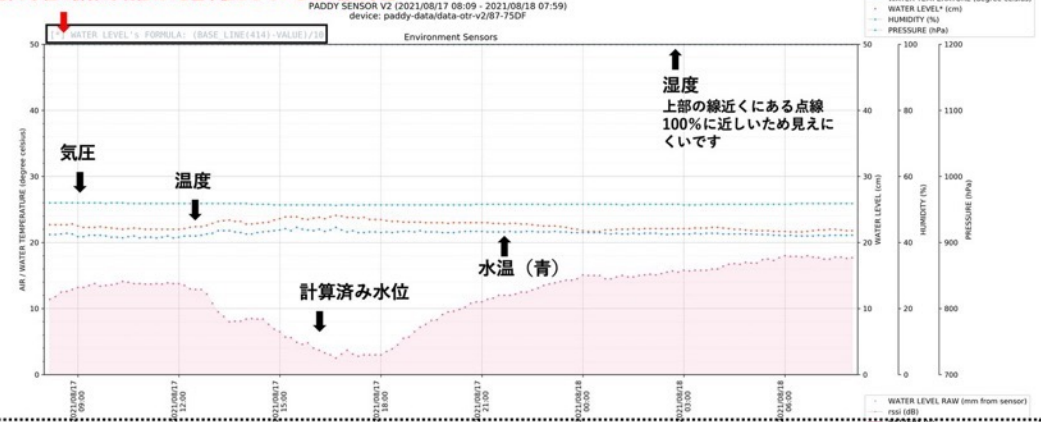
IoT、AIを利活用する
地域課題解決型人材の
育成へ

設置デバイスの様子 (2021)



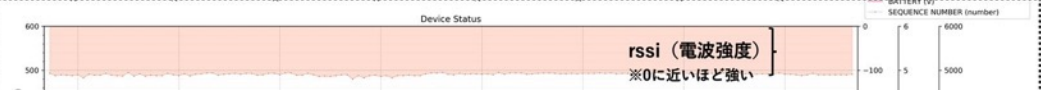
ICTで農業に活気を ベルギー出身女性、南小国町へ移住 コメ作り、センサー管理で省力化
 熊本日新聞 | 2021年08月25日 11:00

計算済み水位の計算式 現在414を基準値としているため訂正予定



注意：
 ナタリーさん、佐藤さんは上部のグラフをご覧ください！

開発者向けデータ



重要なポイント

技術の
共有

知識の
共有

データの
共有

農家の皆さんも
エンジニアも！

ご清聴ありがとうございました