

熊本県 IOT 推進ラボ 2019 成果報告書

活動期間：2019.12.16－2020.3.13

外国人等企画室 4名 / メンバー 17名

徐 光 (中国)

熊本大学 大学院 自然科学研究科

李 雨璇 (中国)

熊本大学 社会文化科学教育部

涌田 椋也 (日本)

熊本高等専門学校

Magdalena Tresky (オーストリア)

母国大学では農業経済専攻

HATMA Suryotrisongko (インドネシア)

熊本大学 大学院

Suresh Greshan Ananda (スリランカ)

九州工科自動車専門学校 講師

Quang phan (ベトナム)

熊本県立大学環境共生学科

Hoang Cao (ベトナム)

新日本ステンレス工業

Rolland Tresky (オーストリア)

熊本大学医学部研究員

開田十夢 (日本)

熊本県立大学 総合管理学部

川本 あかね (日本)

九州看護福祉大学看護福祉学部看護学科

米田 智紀 (日本)

熊本県立大学 総合管理学部

PEIRIS (スリランカ)

九州工科自動車専門学校 国際自動車科

張 凱威 (台湾)

熊本大学 大学院 物質生命科学

吉田 晃太郎 (日本)

崇城大学 工学部

園田 心里 (日本)

ルーテル大学 新理学部卒

P.v.R.gayanatha dilshan pahalavithana (スリランカ)

熊本工業専門学校

【目的】 外国人等企画室を立ち上げ、この企画室に県内在住外国人の留学生や社会人等に参加してもらい、検討テーマごとに参加者をグループ分けし I o T 等を切り口に、母国の文化や習慣を踏まえた多様なビジネスアイデアを提案してもらおう。提案に向けては、協議を継続して行うこととし、地場企業等からも適宜助言等を得ながら、提案されたアイデア等については、地場企業等において新たな商品や、サービスの創出などにつなげていくことを目的とする。

【概要】 2019 年度のテーマは「スマート農業」。I o T やロボットを活用したスマート農業の実現にむけた検討ワークショップを農業従事者、技術者と共に複数回開催し、農業の抱える問題や課題抽出、現場見学、解決策の検討、調査、検証、まとめを行う。

【活動スケジュール】 全 5 回の活動

- ① キックオフセミナー (2019.12.26)
- ② PRE セミナー (2020.1.10)
- ③ 現場見学ツアー (2020.1.18)
- ④ ワークショップ (2020.2.10)
- ⑤ 成果発表会 (2020.3.13)

【全5回の活動報告】

■①キックオフセミナー (2019.12.26)

メンバー及び、県関係者、外国人等企画室、関係団体、計19名でキックオフイベントを開催。本事業の概要やメインテーマの「スマート農業」の概要、関係団体の紹介、これから行うイベントの解説等を行った。参加メンバーには熊本県から正式な「任命証」が授与され、参加意欲が高められた。

PIC：農事組合法人 成田様

PIC：KT オーガニックファーム 緒方様

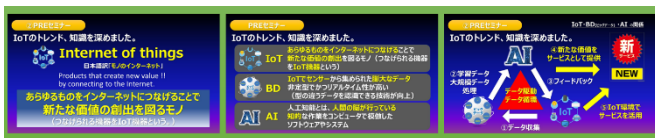


PIC：任命証授与



■②PRE セミナー (2020.1.10)

各農業団体から、団体概要や農業における課題などの説明を受けました。IoT システムなどの知識を得るためのガイダンスを実施しました。



PRE セミナー時、様々な意見を聞いた上で、検討方針を決定しました。

■③現場見学ツアー (2020.1.18)

セミナーやインターネット上の情報収集や想像のみで検討するのではなく、農業団体の現状を確認するため、専用のバスをチャーターし、阿蘇市内牧、御船

町七滝を見学・体験。国際交流会館を朝 9:00 に出発し、17:30 までの丸1日かけ現場見学ツアーを開催。農業工程の説明、トラクターなどの試乗体験、就農体験などを行いました。

PIC：現場見学ツアー出発時



PIC：見学・試乗・就農体験



■④ワークショップ (2020.2.10)

現場見学ツアーの体験をおえて、得られた知識や体験から、何を解決すべきかワークショップを開始しました。PRE セミナー時に決定した検討方針に沿ってサブテーマを選定し、技術者のアドバイスを頂きながら、機器の構成やシステムの概要について検討を行いました。

PIC：ワークショップ/技術者からのアドバイス



■⑤成果発表会 (2020.3.13)

PIC：成果発表会開催後



熊本城ホール大会議室 A3 にて、関係者 18 名のみ感染防止を十分に配慮した上で開催いたしました。

【目次】

- 第1章 日本のスマート農業政策の現状(海外事例等)
- 第2章 農業の抱える課題／問題点
- 第3章 IoTシステムによる具体的な解決策の検討
- 第4章 実現可能性／総合評価
- まとめ

第1章 日本のスマート農業政策の現状

(海外事例等)

農林水産省：「スマート農業」

ロボット技術や ICT を活用して超省力・高品質生産を実現する新たな農業を実現

農業従事者の減少が見込まれる中、農業の生産性を飛躍的に発展させるためには、機械メーカーやITベンダー等と農業者が連携して、発展著しいロボット、AI、IoT、ドローン等のスマート農業に活用できる新たな技術を生産現場に積極的に導入していくことが不可欠です。(農林水産大臣所信表明演説(抜粋)令和元年6月21日に閣議決定された農林水産業の成長戦略において、令和2年2月農林水産業全体にわたる改革とスマート農林水産業の実現の新たに講ずべき措置が発表されました。

スマート農業の本格的な現場実装を着実に進める環境が整うよう、「農業新技術の現場実装推進プログラム」にも即し、以下の取組を一体的に進める。

ア) 研究開発

- ・スマート農業技術を現場で導入可能な価格で提供
- ・農業版 ICT 人材バンクの構築、農研機構の AI 人材を強化

イ) 実証・普及

- ・全農業大学校でスマート農業のカリキュラム化
- ・農業者のスマート農業技術の入手機会の拡大
- ・スマート農業技術の生産から出荷までの一貫した体系としての実証

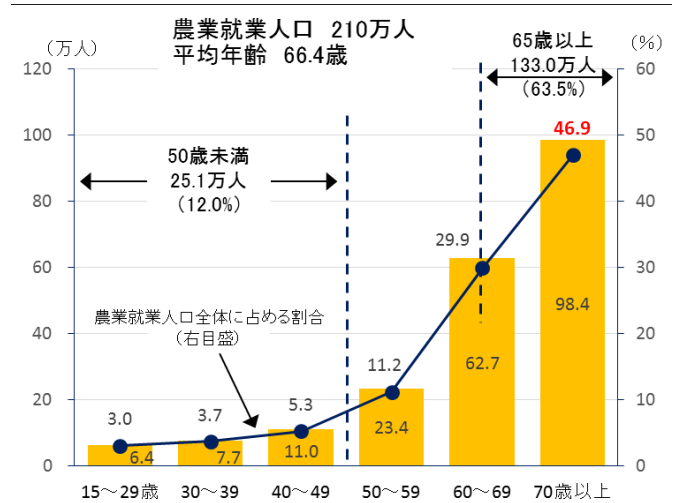
- ・産地・品目単位のスマート農業技術体系の構築
- ・スマート農業機械・システムの共同利用や作業受委託等の効率利用モデルの提示
- ・農業従事者のスマート農業に関する相談対応に向け、普及指導員等による知識や技術活用方法の習得
- ・スマート農機の実用化に合わせ、必要な安全性ガイドラインの整備

ウ) 環境整備

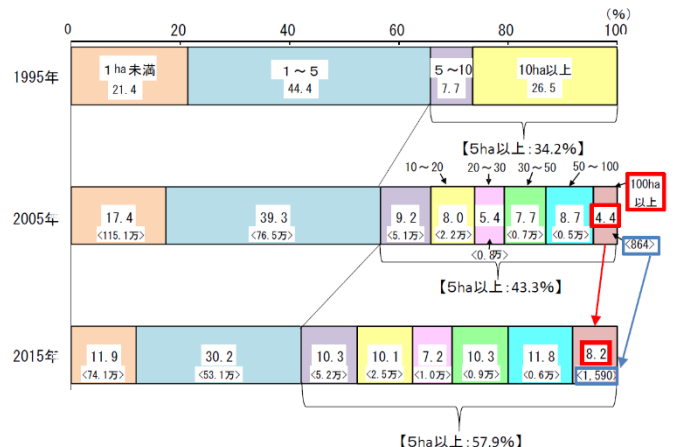
- ・自動走行農機や ICT 水管理等のスマート農業に対応した農業農村整備
- ・情報ネットワーク環境整備
- ・農業データ連携基盤において多様なデータの蓄積・提供
- ・スマートフードチェーンシステムの構築
- ・食品流通プラットフォームの立上げ

■DATA:

農業就業人口 (2015年農林業センサス)



規模別の経営耕地面積の集積割合



海外事例：

農業大国アメリカのスマート農業は「AgTech」（アグテック）と呼ばれている。これは、Agriculture（農業）と Technology（科学技術）とを組み合わせた造語。広大な農地でいかに効率よく大量生産するか、「農作業の作業効率向上」がメインの政策となっており、ドローンによる農薬散布や作物の生育状況や栄養状態、土壌の水分状況などを行う先進的な機械を活用した「農作業の作業効率向上」を目指している。

世界第 2 位の農業大国オランダでは、農場の雑草の生えている場所を正確に割り出し、連動する芝刈りロボットがおもむいて除草する。農地からセンサーで吸い上げられたデータが別の場所にあるオフィスへと送られ、24 時間体制で作物にとって適切な環境を保ち、天候に関わりなく通年で作物を育てることができる。害虫や病気とは無縁であり、農薬を使うこともない。「自動制御技術」に力を入れた最先端の工業化に向けた政策となっている。

日本では、スマート農業の教育や、スマート農業を遂行できる ICT 人材の強化など、次世代の農業を担う人材が、効果的・効率的に農業を行うことができる環境整備の成長戦略等、これからの農業発展に向けた政策となっているが、次世代の農業人材の参入増加が結果的に「農業就業人口の高齢化の課題解決」につながるため、課題解決に重点が置かれていると言える。

TPP により試される日本のスマート農業は労働力の減少や狭い国土といった問題点を抱えているが、今後、TPP 協定の発効を迎えると同時に、外国産の農作物と激しい競争にさらされることが予想されている。



第 2 章 農業の抱える課題／問題点

全国の農林業の共通課題として、人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く、省力化、人手の確保、負担の軽減が挙げられている。日本は作付け面積の区画が比較的小さく、棚田のような複雑な形状も多いため、アメリカのように大規模な機械化や自動化は難しい。また高齢化については最新の農林業センサスによると農業就業人口 210 万人のうち 133 万人が 65 歳以上で、実に 63% 占める。農林業センサスは 2015 年の統計となっているので、5 年経過した 2020 年は 133 万人がそのままシフトしていると想定した場合、65 歳以上は 76.7% の 169 万に増加する。

高齢化による弊害は 重労働・長時間作業による健康被害、危険作業による怪我などにより、農作物を「安定的に生産していくことが困難」な状況になっているという事である。

農作業イメージは、田植え、肥料散布、稲刈りなどが一般的であるが、これらの工程はトラクターやコンバインを利用した機械化が進んでおり、生産工程のほんの一部に過ぎない。またこれらの工程は、短期間の作業であるため、更に機能が高まったとしても劇的な効果は上がらない。実際大変なのは「目に見えない農作業」、「オフシーズンの準備作業」であり、イメージが薄い工程である。「手間」な作業は、代々受け継がれている原始的な手法が多く、ここ数十年当たり前のよう継続している。一例：土づくり、水管理、用水路清掃、草刈り、監視、品質管理、農作業事故防止、環境保全、農薬管理作業機械清掃、整備、メンテナンス、有害鳥獣防止情報の記録・保管、廃棄物処理等。

農作物の工程管理を積極的に行っている農家では、「見える化」のために作業工程の細分化を行ったところ、実に 118 もの工程が存在していたという事例もある。農作物により工程は違うものの、農家以外の人では知り得ない「目に見えない農作業」が存在している。機械による自動化のみならず、これらの工程を 1 つずつ検証していくことが、課題解決のための近道である。

【！REPORT】

政府の基本方針、成長戦略からスマート農業についての政策を踏まえ、熊本県 IoT 推進ラボでは、「IoT によるスマート農業の実現」に向け、検討方針を決定しました。

検討方針

- 1) 農業従事者の年代に関係なく、簡単に操作できる IoT 機器と仕組みを考える。
- 2) 新たに農業に従事する人材でも、理解しやすい仕組みを考える。
- 3) スマート農業に有効な機器や仕組みを導入しやすい価格で実現できるように考える。
- 4) 修理やメンテナンスが、農業従事者のみで行えるような IoT 機器と仕組みを考える。
- 5) メンバー出身国の、様々なアイデアや効果的な仕組みがあれば、積極的に反映させる。

以上 5 項目

今年度、熊本県内の 2 つの農業団体にもご協力頂き現状を理解しながらワークショップを進めました。

熊本県内と全国区の比較や、ニーズ、課題のバリエーションを持たせるため、2 つの農業団体の地域を検討エリアとしてサンプリングしました。

●熊本県阿蘇市内牧小倉地区

1 米農家ではなく、ある程度の作付面積を有し IoT 化した場合の効果が大きいと思われる米農家集団(農事組合法人)

団体名	農事組合法人あそ小倉
住所	熊本県阿蘇市小倉 947-1
設立	令和元年 6 月 15 日
代表理事	成田一秋
資本金	140 万
構成員数	28 人
事業内容	農業全般

作付け面積約 50 ヘクタール(東京ドーム約 11 個分)の水田で米、酒米、麦などを生産。

阿蘇市中央部の北外輪山麓に位置し、大半の水田が基盤整備されており比較的条件に恵まれた地区で、

水稲を中心とした営農活動が行われてきた。

先人が守ってきた農地は食糧生産の優れた資源であるだけでなく、環境保全や文化の継承にもつながる多面的機能を有すると言われている。地域の財産とも言える農地を将来に渡り守り、活かしていくことは、今小倉に住まう私たちの責務であると考えます。

このような中、農業政策の一大転換と言われる「経営所得安定対策等大綱」が平成 17 年 10 月に制定され、水田及び畑作物の所得安定を目的とし、平成 19 年から品目横断的経営安定対策が実施されることとなった。

この政策を契機として、組合員の効率的な農業経営及び地域農地の利用集積を目的に、平成 17 年 4 月に小倉集落営農組合を組織した。集落営農組合では、米・麦・大豆の栽培により経営の効率化・多角化を進め、収益の確保や地域農業の安定を図ってきた。

しかしながら、農産物価格の下落や資材費の高騰、更には平成 28 年の熊本地震による農地や農業用施設の被災により、個々の農家の努力だけで採算を確保することが極めて厳しい状況となっている。

加えて、農業者の高齢化、後継者不足が地区の喫緊の課題であり、農地の維持管理を将来に渡り行っていくための打開策を講じる必要性に迫られている。

15 回の役員会、4 回の組合員会議を経て、法人設立の発起人会を立ち上げた。

効率的営農を進めるうえで重要な要素となる農地の所有や利用権が得られ、かつ様々な支援制度の活用や税制の優遇措置が利用できる「農事組合法人」とし、事業の運営はそれぞれが置かれた状況も異なることから、各組合員の作業量等に無理が生じないように調整を行う。また、法人経営のスケールメリットを活かし、後継者育成を進め、地域に引き継がれてきた農地や農業技術の継承を行う事に同意が得られ、農事組合法人(あそ小倉)の設立に至った。

●上益城郡御船町七滝地区

山岳部の農作物多品種(オーガニック)という一般的な規模の農家。特にこだわりの手法

団体名 KT オーガニックファーム

代表： 緒方 健

有機農業歴：50 年

栽培品目：約 30 種

主要品目：米、麦、野菜、その他

有機水稻面積：2ha／有機畑面積：1.5ha／

総面積：3.5ha

有機 JAS 取得／生産者グループ熊本愛農会メンバー

生産品目：米・もち米・麦・雑穀等、野菜、小規模養鶏

□農園について

熊本県の東部、市街地から約 30 分のところに位置する御船町七滝地区で有機農業を営む。七滝という地名は、近くに七段の滝があることから名付けられた。

となりの山を越えればすぐ阿蘇山。田畑は標高 300メートルに位置し、寒暖の差が大きく、身のひきしまった作物が育つ。日本の名水百選のひとつである吉無田(よしむた)高原の湧水の恵みを受けている。父の代から 50 年間、無農薬・無化学肥料・土壌消毒を行わず、米・麦、野菜を育てている。

主に「旬の野菜セット(約 12~16 種類)」の契約販売、熊本~九州、関西、関東の個人のお宅への宅配を行っている。栽培形態は「少量多品目」生産。毎回野菜と一緒に、農園の野菜生育記録やその日に入れる野菜のレシピと保存法などの情報誌を入れている。また、畑を荒らすイノシシ対策で箱ワナに捕らえられたイノシシの解体も行っている。これは、援農(町から農繁期や週末に来てくれる、農作業の応援、体験をしたい非農家の方)に参加する皆さんと、畑にて行う収穫から調理、試食まで含んだランチ会(畑カフェ)で食している。

□農畜連携農業

まずいちばん手間ひまをかけるのが土づくりである。同じ地域に住み、養豚を営む愛農会メンバー清村養豚。豚のエサはトウモロコシ、押し麦、魚粉に納豆菌や乳酸菌を加えた自家製の発酵飼料を与え、抗生物質や配合飼料は一切使用しない。

豚たちの胃腸は健康で強くなり、排泄物には良質の菌が多く含まれる。豚のフンと尿をそれぞれ別の工程で処理。フンは稲の「もみがら」を加えて 1 年かけて発酵・完熟、尿はバクテリアとミネラルを添加して空気を送り、BMW 水(バクテリア・ミネラル・ウォーター：生物活性水)が出来上がる。その液体を 2 カ月

に一回田畑に散布。

また、除草剤の代わりに、たっぷりの稲わらと麦わらを土にかぶせる。そうすることで草が生えない、そして時間がたてば土中の微生物が働いて、自然と土に戻る。追肥として、自家製の米ぬかと鶏糞、そしてたっぷりの炭と土着菌を多く含んだ山の土を混ぜ、一年かけて発酵させたボカシを一年に一回、7 月に畑に施肥。

ミネラルと土壌微生物の多い、健康でバランスのとれた土で育つ野菜はとても元気で病気や虫に強い。虫や鳥、生き物と共存できるような持続可能型農業を目指している。

「オーガニック野菜」と「無農薬野菜」の大きな違いは、オーガニック野菜(有機野菜)が国の定めた厳しい基準をクリアしたもの。以前までは、「オーガニック」や「有機」と表示されていても、その定義は明確ではなく、本当に信頼できるものとそうでないものの区別があいまいだった。そのため、いわゆるニセモノのオーガニック品が市場に出回っていた。そのような状況を受けて、つくられたのが有機 JAS 法。

オーガニック検査員の検査を受け、国の定めた厳しい基準を満たしていると認められた野菜は、「有機 JAS マーク」を表示することができ、正真正銘の「オーガニック」「有機」となる。

□CSA=Community Supported Agriculture:

地域支援型農業

CSA とは、地域支援型農業のこと。英語は「Community Supported Agriculture」。特定の消費者が、生産者と農産物の種類、生産量、価格、分配方法等について、代金前払い契約を結ぶ農業のこと。地域が支える新たな農業の一形態。

日本では、生産者の高齢化が進み、農業に多様な人材の参加が求められている。こうしたなか、生産者と消費者が連携し、多様な人材の参加によって実現される新たな農業のモデルとして、CSA が注目されている。CSA はアメリカで 1980 年代に最初に始まったとされ、現在では欧米を中心に世界的な広がりをみせている。農作業や出荷作業などの農場運営に消費者が参加する特徴をもち、生産者と消費者が経営リスクを共有し、信頼に基づく対等な関係によって成立。CSA はコミュニティ形成や有機農業の振興など、地域への多

様な効果をもたらす新たな農業モデルとして注目されている。

これまでの農業は経済効率を優先するあまり、プランテーション等で地域の環境に適さない作物の栽培などが横行していた。そのため農薬・化学肥料が大量に使用され、地域の生態系や環境への悪影響が懸念された。それらを改善する取り組みが世界各地で実施されており、徐々に広がりつつある。これまで消費するだけだった消費者が農作業や出荷作業などの農場経営に参加する特徴だけでなく、リスクシェアリングパートナーとして生産者と消費者が経営リスクを共有し、信頼に基づく対等な関係によって成立する。

□BMW 水=バクテリア・ミネラル・ウォーター技術以前、畜産排せつ物による水質汚染、農薬による土壌汚染などの問題が深刻になったことがある。BMW 技術は、農畜産物の排せつ物や残さなどのバイオマスを「生き物によい水、よい土」に変え、農薬をはじめとする科学物質に頼らない本来の自然循環の仕組みをつくった。BMW 技術の働きを地域づくりに活かすために、考え出されたのが地域循環システムである。これは、ひとつのモデルであるが、実際は地域の実情に合わせてさまざまなシステムがある。

以上 団体紹介

この2つの農業団体から熊本県における農業の課題や現状のヒヤリングを行い、IoT や AI 等専門的な知識のガイダンスを受けた上で、スマート農業の実現に向けた、IoT システムによる課題解決のワークショップを実施しました。

PRE ワークショップでは、大規模管理、重労働軽減、コスト低減、特殊工程、品質低下防止、害獣被害 害虫被害 高齢化 生態系の変化 森林伐採 森林管理 荒地開墾など様々な項目が出されましたが、項目に対する意見を深く掘り下げ話し合った結果、

1) 作業工程を分解し、「特に手間」がかかる、目に見えにくい工程を抽出。特に効果が高いと見込まれるモノ。

2) IoT を使ったシステム全体はシンプルで、農業従事者も仕組みを理解できるモノ。

とし、2つをサブテーマとして設定しました。

サブテーマ① 害虫による米の品質低下被害解決

カメムシ捕獲システム

サブテーマ② 水張の効率化と管理の手間低減

水田の水管理システム

第3章 IoT システムによる具体的な解決策の検討

(2つのサブテーマの解説)

●サブテーマ ①

害虫による米の品質低下被害解決

「カメムシ捕獲システム」

○設定の経緯

日本に生息する数十種類のカメムシの中で熊本県はクモヘリカメムシの被害が特に多く報告されています。カメムシの吸汁加害による斑点米の黒変は、品質等級を1～2低下させるため被害の度合は高いとされています。

また、被害時の行動やその時期の生態については解明されていない事も多く、いつ活動しているのか、いつ食べているのかさえわかりません。農作業中カメムシ自体を目撃する事がほとんどなく、これまでも害虫駆除剤の散布等、一般的な防止策が取られてきました。

PIC：カメムシ被害による斑点米

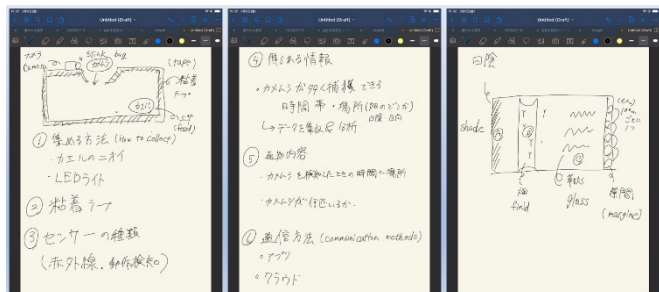


※乳化したころカメムシが吸汁することにより発生

○解決策の検討

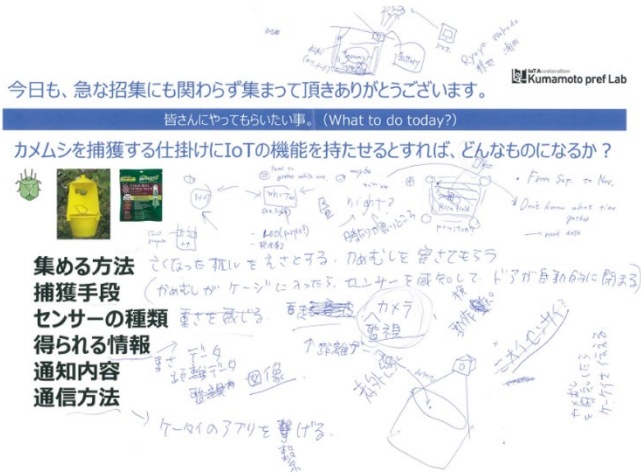
IoT システムを活用してカメムシによる被害を抑

えるための解決方法として、水田に近づけない方法、幼虫の駆除、羽化させないための方法、駆除方法、稲を守る方法等を検討した結果、目撃することが少ない事、生態や被害時の行動等未知の部分が多い事等からまず「敵を知る」ことで行動の解明やより効果的な手段が得られる可能性もあるため、「捕獲」する事を目的とした方法を選択しました。



○推測要素 (システムを考えるにあたって)

- ・いつ (時間帯) 水田に現れるのか?
- ・気温や湿度などの気象条件との関連性はあるか?
- ・どれくらいの数が発生しているのか?
- ・生態通りの活動をしているのか?
- ・広大な水田で発生分布にばらつきがあるのか?
- ・近くの川や山林等、環境による関連性はあるのか?



○捕獲システムの2つの機能

[捕獲器に集まるカメムシの個数計測機能]

捕獲器地点の情報、捕獲時間の情報、捕獲数の情報等水田に発生する状況を確認するための機能。

- ・モーションセンサー
- ・カメラセンサー

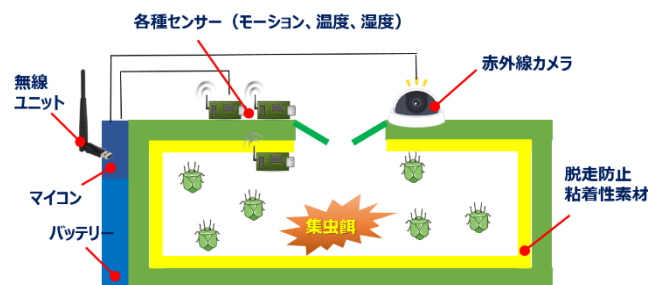
[気象条件計測機能]

捕獲器地点の情報、時間毎の温度・湿度の情報等気象

条件や環境の影響や関連性を確認するための機能

- ・温度センサー
- ・湿度センサー

○IoT 捕獲器概要



捕獲器は箱形状のプラスチック容器を代用して、脱走防止のための機構や内側に粘着剤を張り付けるなど簡単な工作品とします。色や効果的な形状等はわかっていないため、後日検証事項とします。

集虫餌は、カメムシが好む餌を調べたところ、アメリカ、東南アジアで実績の高い「カエルの死骸」が有効であるとの情報がありましたので、まずはその既製品の餌を利用します。餌は Amazon で購入することが可能です。

PIC : (参考) Amazon で購入可能な集虫餌



搭載機器は、SIM スロットと無線ユニットを搭載したマイコン、個体識別のためのカメラ、各種センサー、バッテリー等。当初は1週間程度稼働させることが可能なバッテリー(電池、充電電池)を電源とします。

設置方法は、金属の支柱を土台として水田の土の中に立て、地面から1メートルほど上に設置し、地上の虫が入らないように工夫する。

○IoT システムの概要



最低限の機能を実現するため、試作は既製品を活用し、ロジックが確認できる程度のシンプルな仕組みとする。技術サポートと共に検討した機器。

マイコン (IoT デバイス)

- ・ Raspberry Pi Zero W (¥3,980)
- ・ Beaglebone Black Rev.C (¥9,480)
- ・ Wio LTE JP Version (LTE モジュール内蔵) (¥9,800)



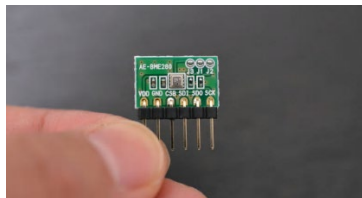
何れも、手のひらに収まる程度のサイズで軽量なものをセレクトしました。

その他、Arduino などを使用することも可能です。「Wio LTE JP Version」を除けば、単体では通信できないので、別途通信モジュールを準備する必要があります(後述)。「Raspberry Pi Zero W」と「Beaglebone Black Rev.C」はプログラム言語に「Python」を使用することができるため、複雑な制御が可能で、かつ、既存の資産を活用することが可能です。センサー類を接続する IO ポートも 32PIN 準備され多くのデバイスを接続可能です。一方「Wio LTE JP Version」は、Arduino 互換です。こちらも多くの開発事例があり、既存の資産を活用することが可能です。しかしながら、接続できるセンサー類は GROVE コネクタに対応したもののみであり、接続数も 6 つに制限されます。候補の中では唯一 LTE モジュールを内蔵しており、SIM カードを準備するだけで通信が可能です。

センサー類

- ・ AE-GYSFDMAXB ラズパイ用 GPS モジュール (¥2,100)
 - ・ AE-BME280 ラズパイ用温湿度センサー (¥1,080)
 - ・ RS-2673 ラズパイ用赤外線カメラ (¥2,785)
- 今回は、種類が豊富なラズパイ用センサーで検討。

PIC: 温湿度、気圧センサーデバイス



通信モジュール

- ・ 4G Pi (¥27,500) ラズパイ用 4G 通信モジュール
- ・ Huawei MS2372h-607 (¥9,980) SORACOM 用 USB 通信モジュール

「4G Pi」は、ラズベリーパイ専用の 4G 通信モジュールです。対応 SIM は、標準 SIM。3G 用の通信モジュールも存在し、「3G Pi」として購入可能です。

「Huawei MS2372h-607」は、SORACOM 用の USB 通信モジュールです。

対応 OS は、Windows, MacOS, Linux に対応しており、様々な環境に対応することが可能です。

通信サービス

- ・ SORACOM

「SORACOM」は IoT 向けの専用プランを設けている通信業者です。通信したデータ容量あたりでの課金であるため、センサーの出力結果や、「ON」「OFF」などの簡単な指令であれば、通信費を格安にすることが可能です。

あわせて「SORACOM Funne」のサービスを使用して、センサーの出力を後述するクラウドサービスに直接転送することができます。

クラウドサービス

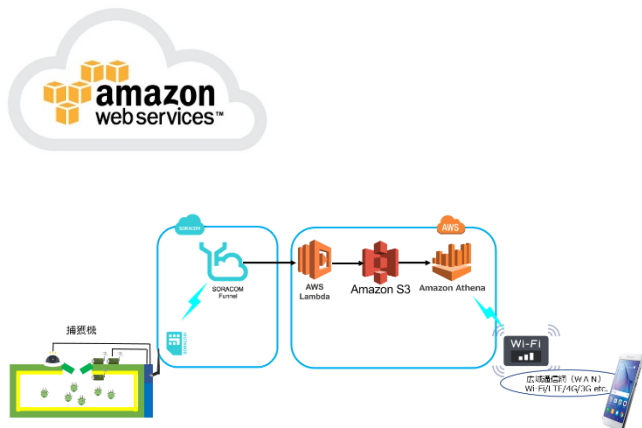
- ・ AWS

「AWS」は Amazon により提供されているクラウドサービスです。受け取ったセンサーのデータの変換、保存が可能です。

センサーの出力であるバイナリーデータを、後述する

JSON 形式に変換し、データベースに保存するために使用します。

簡単な構図



データ配列

- ・JSON 形式

JavaScript Object Notation の略で、Java スクリプトの表記法をベースとしているデータ記述言語です。しかし、Java 専用のデータ形式ではなく、Python など様々なプログラム言語で使用できます。

センサーデータを JSON 形式に変換して保存しておくことでユーザー側のアプリ開発が容易になると考えます。収集したデータは簡単な記述でデータを送信する事ができます。

```
1. var json = [  
2.   {  
3.     "name": "太郎",  
4.     "age": "30",  
5.     "tel": "090-0123-4567"  
6.   },  
7.   {  
8.     "name": "花子",  
9.     "age": "23",  
10.    "tel": "080-4567-8901"  
11.  },  
12.  {  
13.    "name": "三郎",  
14.    "age": "18",  
15.    "tel": "070-3456-7890"  
16.  }  
17. ]
```

IoT システム設置

出現場所、周辺環境の影響を確認するため、設置場所を下記の 5 か所に設置します。カメムシの生態に関してわかっている事は、白いものを好む、外気より暖かい場所を好む、狭い隙間を好む程度なので、水田周

りで、その環境を満たしている場所を選定しました。

- ・水田の真ん中
- ・水田に隣接した畑
- ・水田とあぜ道の隙間
- ・水田の日陰部分
- ・水田に隣接した叢

〇まとめ

「カメムシ捕獲システム」は捕獲を目的とした IoT 機器です。被害時の生態が解明されるまでは、気象状況との関係性などを調査するため、データを収集し分析します。捕獲器は安価な材料で作成し、デバイスは情報収集に必要な最小限の構成とします。農業従事者でも理解して頂ける簡単な仕組みです。

また、集めた情報を分析して生態が解明されれば、より多くのカメムシを捕獲するため、電子デバイスや機器を巧みにコントロールする機能を追加し、被害を最小限に抑えることができる画期的な機器にしたいと思います。

以上です。

●サブテーマ ②

水張の効率化と管理の手間低減

「水田の水管理システム」

〇設定の経緯

米作りにおいて水は大変重要なもので、水利権等地域の決め事や、管理方法等昔から受け継がれています。しかし境界線の薄い田畑では、水をめぐってのトラブルも多く、生産工程の中でも「手間で余計な労力」は続いています。

〇何が手間なのか？

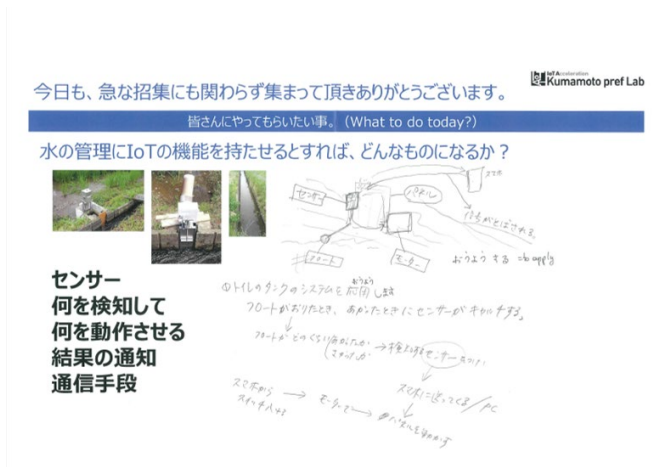
- ・ 1 区画あたり、平均 3 ケ所の水門弁がある。
(地域毎にみると数百ヶ所におよぶ)
- ・ 1 区画を満水にするためには半日～1 日を要する。
- ・ 満水か否かを巡回しながら、水量の微調整が必要。
- ・ 夜間に及ぶこともある。
- ・ 大雨の時など、現場の目視が必要

〇何をどう解決すれば手間が減るのか？

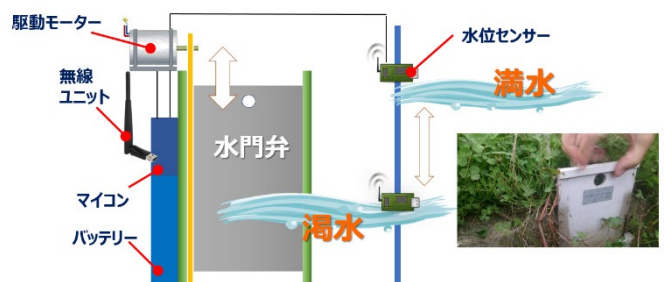
地域ごとに水管理当番を決め、水が効果的に使えるように運用されている場合が多い。しかし高齢化も進み完全な管理ができない状況であるため、現在の水田の「水の状態を知る」ことが必要ではないかと考えました。

○解決策の検討

川からポンプで汲み上げた水を一旦貯水し、用水路を流れ、U字溝を通り水田に流れ込むまでの一連の状態を把握する方法、水田の水位を計測する方法、用水路やU字溝の水量を調整する方法等を検討しましたが、まず知りたいのは「水田が満水か渇水か」の何れかの状態とこのことなので、水位の具体的な量や流量の細かな値ではなく、満水か渇水か「0と1」で判断する簡単な仕組みを選択しました。またその情報はインタラクティブにやり取りし、スマホなどの端末から遠隔で水門弁を機械的に操作する機能を付加した方法を選択しました。IoTシステムの中に、制御する機能を追加するため複雑なシステムになります。



○自動水門弁の概要



元々の水門弁は金属製の板をコンクリートの切り欠き状の溝に差し込んで調整するもので、高さ約25センチ、厚さ5ミリ程度のサイズです。

上下しやすい様に、つまみや穴が開いており、ある

程度の水圧が加わっているため、中途半端な位置で固定することができます。(水量の微調整が可能)

現在も全て手動で行われていますが、上げ下げの重量、抵抗は殆どなく子供でも引っ張りあげられる程度の負荷しかありませんので、操作自体は手間でも重労働でもありません。

自動水門弁で上下する機構は、モーターを利用しギアやワイヤーを使って巻き取りにする簡単なものを想定しています。機構部分は電気接点も多いため特に防水するためのカバー等が必要になると思います。

この自動水門弁は、水田が満水の状態を“1”、渇水の状態を“0”とした、2つの状態を確認できればいいので電磁センサーをフロート形状の容器の中に入れ、満水位置までフロートが押し上げられると通電し、水位が下がれば遮断する簡単な仕組みとしました。

通電すれば満水と判断し自動で水門弁が下がり、通電していなければ、渇水と判断し水門弁を上げる仕組みです。水位計測のセンサーを追加すれば、量の微調整も可能ですが、その調整は熟練者のノウハウもあるため、今回は満水・渇水の状態のみ状態を把握します。基本的に状態を判断し自動で上下を行う仕組みですが、その状態をスマホなどの端末で確認できるため、任意で給水、排水（自動水門弁の上下）する必要がある場合、遠隔で操作する事ができるものです。手動でも操作する場合もあるため、駆動する機構の設計の際は考慮します。

○IoTシステムの概要



最低限の機能を実現するため、試作は既製品によるロジックが確認できるシンプルな仕組みとします。遠隔で操作する双方向のシステムとなっていますが、制御は自動水門弁の上下動作のみとします。

技術サポートと共に検討した機器。機械的に自動開

閉弁を上下する際、アクチュエータにモーターを利用する可能性があります、制御機能を追加します。

マイコン

・ Beaglebone Black Rev.C (¥9,480)

・ Wio LTE JP Version

(LTE モジュール内蔵) (¥9,800)

「Raspberry Pi Zero W」と「Beaglebone Black Rev.C」はプログラム言語に「Python」を使用することができるため、複雑な制御が可能で、かつ、既存の資産を活用することが可能です。センサー類を接続する IO ポートも 32PIN 準備され多くのデバイスを接続可能です。一方「Wio LTE JP Version」は、Arduino 互換です。こちらも多くの開発事例があり、既存の資産を活用することが可能です。しかしながら、接続できるセンサー類は GROVE コネクタに対応したもののみであり、接続数も 6 つに制限されます。候補の中では唯一 LTE モジュールを内蔵しており、SIM カードを準備するだけで通信が可能です。

センサー類

・ 液体レベルセンサー[WS-9525] (¥340)

・ 超音波距離センサーモジュール[US-015] (¥500)

「液体レベルセンサー」はセンサーの液浸深度に応じて出力される電圧レベルが変わります。これにより、水位を測定できますが、ラズパイはデジタル値しか入出力できないので「MCP3208(¥300)」のような A-D コンバーターを間に入れる必要があると考えます。

「超音波距離センサーモジュール」は超音波で水面までの距離を測定することができます。水面に対して鉛直方向からしかセンシングできないので、設置方法を工夫しないとイケないと思われれます。

通信モジュール (カメムシ捕獲システムと同様)

・ 4G Pi (¥27,500) ラズパイ用 4G 通信モジュール

・ Huawei MS2372h-607 (¥9,980) SORACOM 用 USB 通信モジュール

「4G Pi」は、ラズベリーパイ専用の 4G 通信モジュールです。対応 SIM は、標準 SIM。3G 用の通信モジュールも存在し、「3G Pi」として購入可能です。

「Huawei MS2372h-607」は、SORACOM 用の USB 通信モジュールです。

OS は、Windows,MacOS,Linux に対応しており、様々な環境に対応することが可能です。

通信サービス (カメムシ捕獲システムと同様)

・ SORACOM

「SORACOM」は IoT 向けの専用プランを設けている通信業者です。通信したデータ容量あたりでの課金であるため、センサーの出力結果や、「ON」「OFF」などの簡単な指令であれば、通信費を格安にすることが可能です。

あわせて「SORACOM Funne」のサービスを使用して、センサーの出力を後述するクラウドサービスに直接転送することができます。

クラウドサービス (カメムシ捕獲システムと同様)

・ AWS

「AWS」は Amazon により提供されているクラウドサービスです。

受け取ったセンサーのデータの変換、保存が可能です。センサーの出力であるバイナリーデータを、後述する JSON 形式に変換し、データベースに保存するために使用します。

データ配列 (カメムシ捕獲システムと同様)

・ JSON 形式

JavaScript Object Notation の略で、Java スクリプトの表記法をベースとしているデータ記述言語です。しかし、Java 専用のデータ形式ではなく、Python など様々なプログラム言語で使用できます。

センサーデータを JSON 形式に変換して保存しておくことでユーザー側のアプリ開発が容易になると考えます。

○IoT システム設置

水田 1 区画 (約 1 ヘクタール) に 3 ケ所の水門弁が設置してあるので、3 ケ所を 1 セットとして連動させます。基本的な給水側は 1 辺に直線状に並んでいるため、3 つは同じ条件で動作させやすいように設置します。3 つの機器を並列にして 1 つのシステムで動作させることも可能ですが、今回は故障やメンテナンスの事も考慮し、1 つずつ単体でコントロールできるようにしました。

○まとめ

水門弁は、安価な材料で作成できるものを考えました。センサーは満水・濁水がわかるだけの安価なモノを選定し、システムも分かりやすい構成にしました。

最大の手間な作業である「相当数の水門弁を巡回」をしなくても済むようになれば良いと思います。

将来は水門弁場所や状態を、より分かりやすくするため、地域の縮尺した模型（ジオラマ）を作成し、そのもの自体をコントローラーとして現状を確認しながら、遠隔で操作ができるようにしたいと思います。

PIC：ジオラマコントローラー（イメージ）



また、満水になったら自動で判断し、次の水田の場所も特定させ効果的に水を行きわたらせる機能や、熟練者による水量の微調整などのノウハウも組み込んで、本当に、人間の代わりに人間と同じような事ができるような機器にしたいと思います。

【！Reference】技術者の意見

（電子設計技術者・ソフトウェア技術者）

※「カメムシ捕獲システム」に関して

[システム概要の所見]

- ・気象条件計測機能に、照度測定も追加するとより良いかと思いました。
- ・おそらく昆虫は哺乳類ほど熱を発していないので、一般的なセンサーでは検知には向かないような気がします。
- ・捕獲数のカウントは、一定時間ごとに箱の中を画像認識でカウントしても良いのかと思いました。
- ・害を与えない在来昆虫まで殺傷してしまう可能性があるかもしれませんので、入口の大きさをカメムシサイズにするなどの工夫が必要と思いました。

[システム構成の評価と積算]

捕獲器：／箱状のもので耐水性のある素材であれば、特に可動部もないため加工は容易にできると思います。

制御マイコン：／ワークショップで検討された数千円程度の基盤は年々高性能になっており、容易に入手可能で、動作させるための基本的なプログラムがあらかじめ搭載されていたり、他のデバイスをコントロールするためのライブラリが準備されていたりするので、センサーのコントロールプログラム言語と相性が良いメーカーを選定すれば良いと思います。

バッテリー：／センサーのみ1週間程度の駆動であれば乾電池でも十分な電力が確保できると思いますが、カメラモジュールは消費電力が高いため、リチウム電池のモバイルバッテリー等で代用することでバッテリー問題は解消すると思います。

気象情報センサー：／温度センサー、湿度センサーは計測器として一体化となっている数千円から数万円のものから、数百円程度の電子部品、選定したマイコン搭載基板に接続する専用センサー部品まで数百種類のセンサーが販売されていますが、測定値を得るための簡単なプログラムが既に準備されているモノもありますので、そのようなシステム構成の手間を省けるような機器を選定すれば良いと思います。

通信モジュール：／SIM 搭載基板を選定してありますが、プロトコル設定、サーバー接続情報等の簡単な設定で接続が可能なので問題はないと思います。携帯電話のように出力が大きくないので、山間部からダイレクトに接続可能か否か確認が必要です。中継器等の設置が必要な場合もあります。

通信手段：／SIM カードと接続契約をセットにして販売しているプロバイダの多くは、IoTのための通信サービスを行っています。データ量に応じて課金する仕組みが主流となっておりますが、今回のデータ量は相当少ないため、1分に1回、1秒に1回スパンのデータ通信を行った場合でも、毎月数百円程度の負担で実現できると思います。

（モバイル端末）：／データ確認はブラウザ確認できるものも多く、特別なインターフェイスやアプリケーションなどを開発する必要はないと思います。

概算ですが、すべてインターネット通販で入手可能

ですし、特に高額は部品もないようなので、接続するソフト的な工数は別とすると、機器だけで約 30,000 円～40,000 円程度で購入・製作ができると思います。

[まとめ及び拡張のアドバイス]

捕獲器自体を IoT 機器にしたことは、生態を知るうえで有効だと思います。被害の度合いが群を抜いているため、完成すれば効果は高いと思います。捕獲が目的の IoT 機器であれば、捕獲数を増やすための仕掛けが必要になっていくので、集虫餌（カエルの死骸）と合わせて、LED 発光体や音、熱源等の電子部品を追加搭載する事で効果が上がる可能性があります。機能性能を上げるため、様々なセンサーや電子部品を試してみるも良いと思います。

※「水田の水管理システム」に関して

[システム概要の所見]

ネット調べたところ、既に同様のシステムが農研機構や株式会社クボタケミックス等で研究／開発され販売を開始しているようです。

水田の水管理を遠隔・自動制御化する「ほ場水管理システム」という名称。

おそらく、ここに限らず農業機械メーカーや農機具のメーカー等農業関連企業では将来を見据えた事業戦略として取り組んでいると思われます。

給水ポンプの制御から、水門弁の自動開閉までシステム化されたものも多く、初期費用が想像以上に高額な印象があります。

[システム構成の評価と積算]

既に販売されているシステムでは、地下水位、土壌水分、育成状況などの多機能のものが多く、センサーも 6～7 個程接続されているようです。また別機能として気象災害警告やデータ閲覧等ソフトウェアアプリケーションも充実しており、今後発生すると思われる追加機能をあらかじめ搭載した拡張性の高いシステムとなっているようです。

おそらく、全国の様々な使用環境を想定すると、全てを網羅した汎用システムを作らざるを得ないためだと考えられます。個々に対応しカスタマイズするとなるとメンテナンスも煩雑になるため、大手メーカーは不得意な部分かもしれません。

自動水門弁：／耐水性のある FRP や他の樹脂素材で軽く丈夫な材料も容易に入手する事ができますし、駆動部分も軽い力で上下することができる事から、ホビー用モーターの出力程度で上下させる機構が実現できると思います。ギア比を計算しコンパクトに工作する事も、そう難しいことではないと思います。

制御マイコン：／ワークショップで検討された数千円程度の基盤は年々高性能になっており、容易に入手可能で、動作させるための基本的なプログラムがあらかじめ搭載されていたり、他のデバイスをコントロールするためのライブラリが準備されていたりするので、センサーのコントロールプログラム言語と相性が良いメーカーを選定すれば良いと思います。

バッテリー：／センサーのみならず、駆動部分のモーターの電力確保が問題となりますが、水田の環境では確保が難しいため、ソーラーパネルを設置し、蓄電池を用いた方法が現実的かもしれません。

センサー：／水位の状態を計測する簡易的なセンサーの他、自動水門弁が確実に上下しているか、状態をセンシングするセンサーも必要だと思います。検討した制御マイコン基板に接続可能なセンサーを選定すれば良いと思います。

通信モジュール：／SIM 搭載基板を選定してありますが、プロトコル設定、サーバー接続情報等の簡単な設定で接続が可能なので、特に問題はないと思います。カメムシ捕獲システム同様、水田に設置するものなので、水田からダイレクトに接続可能か否か確認が必要です。中継器等の設置が必要な場合もあります。通信手段：／こちらもカメムシ捕獲システム同様、今回のデータ量は相当少ないため、1分に1回、1秒に1回スパンのデータ通信を行った場合でも、毎月数百円程度の負担で実現できると思います。

端末から自動開閉の命令を送る場合も基本 ON-OFF の簡単な値を送信するためデータ量は殆ど変わりません。

(モバイル端末)：／データ確認のみならず、状態を確認し、指定した自動水門弁に対し、自動水門弁の開閉を遠隔で操作する必要があるため、専用画面(インターフェイス)の開発が必要になります。機器を選択し、開閉ボタンを配置する程度なのでそう難しい開発ではないと思います。

概算ですが、すべてインターネット通販で入手可能

ですし、ソーラーパネルを設置した場合、接続するソフト的な工数は別とすると、機器だけで約 40,000 円～60,000 円程度で購入・製作ができると思います。

[まとめ及び拡張のアドバイス]

既に販売されている大規模なシステムではなく満水・渇水の状態を確認し、自動水門弁の開閉制御のみを行い、余計な機能を省いているシンプルなシステムですので、導入時の負担を大幅に減らすことができると思います。

防災対策の機能はありませんが、状態を遠隔で確認する事が可能になれば、台風の日に「ちょっと田んぼを見てくる」といって亡くなる方を減らせかもしれません。

それぞれ単体で動作させればそのように設定する事ができ、ネットワークを組みたい場合は随時個数を増やしていくことができるフレキシブルなシステムにしておけば、導入時もランニング経費も共に負担も抑えられ、導入を検討する農家が増えてくるのではないかと思います。

【！ Reference】 農業関係機関の意見

(阿蘇振興局 農業普及・振興課)

阿蘇地区の米栽培は、現状 J A が推奨する「コシヒカリ」がここ十数年安定的に生産されている。九州北部災害時も大きなダメージとはならなかった。

害虫被害では、通年「ウンカ」・「イネドロオイムシ」によるものがあるが、防虫剤の散布程度の対策を行っている。昨年は熊本県内全域にカメムシが異常発生している。水田周りの発生要因として畦畔の雑草の手入れ不足による環境不備が温床となっていると考えているが、推測の域を出ていない。

阿蘇地区がカメムシによる被害の発生が確認されたのは割と近年で、等級を下げてしまう（斑点米になる）ほどの悪影響があるにも関わらず、未だ効果的な防止策はなく、カメムシを捕獲して被害を防止するような仕組みの例は、これまで聞いた事がないとのご意見を頂きました。

水管理では、川から水をくみ上げて用水路を通じて U 字溝から水田に水をためる方法と、パイプラインと言われる布設された給水管を利用して水田に水を供給する方法があるが、後者は導入費用が掛かるためあ

まり普及していない。（阿蘇地区でも数えるほど）用水路、U 字溝の給水の場合は草がつまる課題があるが、定期的に草とりを行っている。（強いて言えばこの作業が手間になっている。）

水田に公平に水を供給するためには、未だ人手に頼る手段しかないのが現状。



水田が満水・渇水の状態だけをセンシングし、遠隔で給水・排水する仕組みには期待感がある。低コストでそのような仕組みが実現できるのであれば、現地での実証実験やデータ収集など、積極的に協力したいとのご意向を伺いました。

第 4 章 実現可能性／総合評価

技術者の見解から、「カメムシ捕獲システム」は最小限の機能で構成したシステムの試作器の製作、設定、設置に係る期間は、およそ 1 ヶ月程度で実施可能と判断しました。「水田の水管理システム」は、水門弁等製作品も多いため、試作器の製作、設定、設置に係る期間は 3 セット 1 システムとした場合、およそ 2 ヶ月程度で実現可能と判断しました。

今回検討した通信に関わるシステム構成は両システムで共通する部分が多く、その他のシステムでも応用することが可能です。

約 3 ヶ月の短期間に、PRE セミナー、現場見学ツアー、ワークショップ開催、最終成果発表会まで予定通り実施できました。

ワークショップ開催回数が少なかったため、メンバー全員が揃うことはありませんでしたが、検討途中の内容を引き継ぎながら進める事ができました。

メンバーのほとんどが、現役の学生だったため、ワークショップは夕方 6 時から約 2 時間程度しか実施できませんでしたが、毎回真剣に取り組んでくれた

ため、2つのシステムの成果発表まで完遂する事ができたことは大きく評価できます。

まとめ／外国人等企画室より

今年度、熊本 IoT 推進ラボの事業の検討テーマは「スマート農業」でした。現場見学ツアーイベント時、高齢化に悩む農家の事情を直接お聞きした事で、これから迎える超高齢化社会や人口減少などの弊害を身近に感じる事ができました。

事業スタート時期が12月で、農作業がオフシーズンだったこともあり、現場見学でもすべての稼働状況を確認することはできませんでしたので、サブテーマ選考のワークショップでは、アイデアの幅が少し狭まってしまった可能性があります。

実施期間や時間の関係で検討まで至らなかった、サブテーマをご紹介します。

- ・水田の重要な工程「代かき」の工程改善及び効率化
- ・農耕地隣接の森林管理及び保全
- ・工作準備から出荷までの効率化
- ・農耕地の大規模管理
- ・農業における生産工程の見える化
- ・荒地の開墾、自然環境管理
- ・鳥害獣被害の低減

等

今年度の最大の事業成果は、農業従事者の話や、直接現場で体験したことにより「目に見えない農作業」が多数存在している事を確認できたことです。

まだあまり知られていない細かな作業工程の1つ1つは、大掛かりな仕組みも必要がないため、IoTを活用する事で解決できる可能性が高いと思います。その集合体は、まさにIoTによるスマート農業を実現する重要な要素となります。

農業の機械化は進んでおり、高齢化の対策に充分なっていると思っていましたが、現実には「目に見えない農作業」が高齢者の相当の負担になっており、代々受け継いだ手法で、数十年大きな改善も行われなままの作業が数多く存在していることを知る事

ができました。

ドローンによる、農地管理や肥料散布や土壌の成分分析等大掛かりな仕組みではなく、細かな工程を1ずつ再検証しIoT・ICT化、自動化が可能なるものを積み重ねていくことが重要です。

各工程であれば、導入しやすい価格で実現できる可能性も高く、全国的にも浸透しやすくなるのではないかと思います。

全国の全農家が抱えるこの「目に見えない農作業」の問題解決が、安定的な生産を継続させ更に生産性を向上させる事につながります。

農商工連携は、十数年前から全国的に進められていますが、全国の小規模農家まで工業化の恩恵を受けられていないため、作業の軽減や重労働の回避等ほとんど解決していないのが現状です。スマート農業の成功事例などインターネット上で検索しても、さほど情報は掲載されていません。ロボットスーツや自動収穫機械などは、ほんの一部でのみ活用されているだけです。導入費用も高額なため、その工程の為に導入することができる農家はそう多くはありません。

また、農作業は二期作、二毛作といった農法も含め、年間を通して時期や順番がおおよそ決まっています。田植えや稲刈りはほとんどの農家が機械を使って行われていますが、稼働はほんの数週間です。そのために数百万から数千万のトラクターやコンバインを各農家が導入する事などできません。

日本のスマート農業推進のためには、下記の3項目を十分に理解することが、大きく発展させるための重要なポイントであると思います。

(農業従事者でなければ思い及ばない事)

- ・目に見えない農作業が多数存在している事
- ・機械化が可能であっても通年使うわけではない事
- ・自然が相手である事(想定通りにはいかない)

是非、各社の技術を活かし農業における課題解決のため、IoT・ICT化、機械化のお力添えを頂ければ幸いです。

ご検討宜しくお願い申し上げます。

外国人等企画室コーディネーター