

Title	IoT を活用した農業における知識共有 ～音声つばやきシステムを用いた農作業者の気づきの伝え方とその検証
Author(s)	高道, 駿
Citation	
Issue Date	2021-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/17274
Rights	
Description	Supervisor:内平 直志, 先端科学技術研究科, 修士(知識科学)

修士論文

IoE を活用した農業における知識共有
～音声つぶやきシステムを用いた農作業者の気づきの伝え方とその検証～

高道 駿

主指導教員 内平 直志 教授

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
(知識科学)

令和3年3月

Abstract

Knowledge Sharing in Agriculture Using IoE: Using Smart Voice Messaging System to Convey Awareness and its Validation

Shun Takado

Keywords: Knowledge Transfer, Knowledge Sharing, Awareness, Smart Voice
Messaging System

In the Japanese agriculture industry, the decrease in the number of agricultural workers and the aging of the population have become serious problems. As a result, the shortage of successors is becoming more serious, and it is feared that the skills of skilled farmers will be lost without being transferred. In response to this problem, smart agriculture is being promoted in Japan, and efforts are being recommended to realize a new type of agriculture in which farmers' know-how can be easily collected and smoothly acquired.

Many studies have tried to visualize the know-how of skilled farmers by using physical sensors. However, physical sensors alone are insufficient to reveal the know-how of experts on crop conditions and work methods. Therefore, we are using Smart Voice Messaging System to extract agricultural know-how from farmers' perceptions, which we believe will lead to knowledge sharing. Smart Voice Messaging System is capable of recording, taking, and sharing voice and photo data, as well as converting the data into text by voice recognition and capturing the location of the message by GPS. The system can record, take, and share voice and photo data, and can also convert the data into text by voice recognition and track the location of the message by GPS. The system can also collect and recognize farm workers' awareness by voice, and share it with other farmers in quasi-real time.

In this study, we examine effective awareness and its transmission in knowledge sharing using Smart Voice Messaging System. First, we interviewed 11 farmers to understand the current situation and issues in agriculture. In agriculture, there are difficulties in unifying standards due to differences in cultivation methods, climate, and soil conditions. Farming is not manualized and is handed down by word of mouth. In many cases, there are no records of farm work. Even when records are kept, they are not shared with others.

Then, we conducted a trial experiment using Smart Voice Messaging System for three months with the cooperation of four farmers: an experienced farmer, a mid-career farmer, and a young farmer. We evaluated the effectiveness of the system by interviewing 449 messages. As a result, we confirmed the effectiveness of messaging in increasing the amount

of information for communication and recording, expressing judgments and intentions, and visualizing gaps in knowledge. Based on the results, we propose an operational method of this system for knowledge sharing.

目次

第1章	序論	1
1.1	研究背景	1
1.2	研究の目的とリサーチクエスチョン	2
1.3	研究の方法	3
1.4	論文の構成	3
1.5	本論文で扱う基本用語の定義	5
第2章	先行研究レビュー	6
2.1	農業における課題	6
2.2	農業におけるIoTの活用	6
2.2.1	圃場水管理システム WATARAS	7
2.2.2	自動運転・無人化農機	7
2.2.3	畑らく日記	8
2.2.4	農業データ連携基盤 WAGRI	9
2.2.5	農業におけるIoT課題	9
2.3	知識継承	10
2.3.1	知識の概念的整理	10
2.3.2	知識共有のための知識の整理と収集方法	10
2.4	人間の気づきの収集と活用	12
2.4.1	Agri-Informatics	12
2.4.2	音声つぶやきシステム	13
2.5	先行研究のまとめ	15
第3章	農業知識の共有・継承の現状と課題調査	16
3.1	インタビュー概要	16
3.2	インタビュー結果	17
3.3	インタビュー結果のまとめ	19
第4章	音声つぶやきシステムを利用した試行評価	20
4.1	実験の目的	20
4.2	農業支援システムの概要	20
4.2	農業支援システムの特徴と知識共有・継承における役割	22
4.3	実験の概要	23
4.5	実験の結果	24
第5章	音声つぶやきの農作業による評価の分析と考察	28
5.1	インタビュー概要	28
5.2	つぶやき評価	28
5.3	つぶやき実験の考察	38

5.3.1 連絡・記録としての有効性	38
5.3.2 学習のための有効性	38
5.3.3 知識のギャップを可視化する有効性	39
第6章 音声つぶやきシステムの運用方法の提案	41
6.1 運用方法の具体例	41
6.2 運用方法の試行評価からの考察	42
第7章 結論	45
7.1 本研究のまとめ	45
7.2 リサーチクエスションに対する回答	45
7.3 本研究の貢献	46
7.4 本研究の限界と展望	46
参考文献	48
付録1 農業者へのインタビュー説明書・同意書	50
付録2 インタビューにおける質問事項	52
付録3 農業者に対するインタビュー結果の要約	53
謝辞	60

図目次

図 2-1	クボタが考える自動・無人化ステップ	8
図 2-2	知識の種類と継承の方法	11
図 2-3	農作業の知識の種類と収集方法	12
図 2-4	音声つぶやきシステムのユースケース (内平, 2014)	14
図 4-1	農業支援システムの構成	20
図 4-2	使用した農業支援システムの Web 画面	21
図 4-3	使用した農業支援システムの android アプリの画面	21
図 4-4	実際に得られたつぶやきの例	25
図 6-1	つぶやきの運用イメージ	41
図 6-2	音声つぶやきシステムによる知識共有のイメージ	42

表目次

表 3-1	インタビュー概要	16
表 4-1	農業支援システムの機能一覧	22
表 4-2	つぶやき実験の概要	23
表 4-3	実験協力企業概要	23
表 4-4	つぶやき・写真のつぶやき対象別の分類	26
表 4-5	つぶやきのタイプ別の分類	27
表 5-1	つぶやき実験後のインタビューの概要	28

第1章 序論

本章では、音声つぶやきシステムを活用した農業の知識共有の研究に取り組むに至った背景や課題について記述する。また、研究の目的とリサーチ・クエスチョンを記述し、本研究の研究手法と本論文の流れを示す。

1.1 研究背景

農業は、我々の生活に必要な食料を供給し、農地を維持することで環境を保全することにもつながる。日本の農業において、農業就労人口の減少と高齢化が深刻な問題である。農林水産省が、5年ごとに農林業を営んでいるすべての農家や林家を対象にした調査をまとめた農林業センサス(2020)によれば基幹的農業従事者は、2015年に176万人であったが、2020年には136万人に減少している。基幹的農業従事者数に占める65歳以上の割合も2015年に64.9%であったが、2020年には69.8%となり高齢化が進んでいる。

農業就労人口の減少と高齢化に伴って後継者不足も深刻化しており、平成30年度食料・農業・農村白書によれば、経営主が65歳以上の販売農家75万戸のうち半数では後継者がおらず、熟練者の技能が継承されずに失われていくことが危惧されている。農業の現場では、農業者が減少する中一人当たりの作業面積は拡大している。また、機械化が難しく手作業に頼らざるを得ないきつくて危険な作業や圃場の状況に合わせたトラクター操作など熟練者にしかできない作業が多く残されており、新規就農者が農業に参入する妨げになっている。

一方で、2000年の農地法の改正や2005年の農業経営基盤強化促進法の改正等の法制度の改正により株式会社の農業生産への参入が可能となったことで、農業法人経営体は増加している。農業法人が増えることで、従業員として農業に従事する人も増加し、新規就農者は全体で毎年5万人以上おり、49歳以下の新規就農者の数も4年連続で2万人を超えており、新規就農者に対する技術向上のための教育や営農を補う新たな技術が求められている。

営農を補う技術として世界的には、自動制御や農業IoTに関する多くの研究が行われている。センサを活用し、生育パターンと環境変化をモニタリングし、自動制御システムにより農作物に対する肥料や給水を行い、農業の全体的な効率を向上させるための研究がなされている。ICT技術を活用した農業は、海外でSmart AgricultureやAgriTechとも呼ばれ、日本でも農林水産省の掲げるスマート農業「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」の推進が推奨されている。スマート農業の5つの方向性を以下に示す。

- ①超省力・大規模生産を実現
- ②作物の能力を最大限に発揮

③きつい作業，危険な作業からの解放

④誰もが取り組みやすい農業を実現

⑤消費者・需要者に安心と信頼の提供

スマート農業では，ロボットを用いた作業の自動化や省力化や AI・IoT を用いた各種センサからのデータを分析することによる栽培管理の高度化や最適化を目指している．また，誰もが取り組みやすい農業を目指し，農業者のノウハウを手軽に収集し，円滑に習得できるように新たな農業を実現するための取り組みが推奨されている．

現在日本では，スマート農業の中でもロボットや IoT を活用した省力化や環境情報の可視化に焦点が置かれ，研究が進められている．しかし，農業の現場では，依然として人手に頼らざる負えない作業や熟練者でなければできない作業が多く残されている．また農作物によっては，年に 1 回しか作れず経験を積むために長い時間を要するものもあり，水やり 10 年といわれるように新規就農者が熟練者のように技能を身に着けるために時間を要するものもある．そこで農業 IoT により収集した環境情報に加えて，熟練者の五感による気づきを収集することで，ノウハウを収集し，継承していく必要がある．

1.2 研究の目的とリサーチクエスチョン

現状の物理センサからのデータの分析だけでは，農業における知識共有・継承には不十分であると考え．例えば，作物の状態から病気や害虫を発見することは難しく，人間が病害虫を発見，対策を講じている．人間が行っている観察や判断，対策を収集し，活用する必要がある．

日本の熟練農家の農作業中における「気づき」に注目することで，IoE(Internet of Everything)を活用した知識継承のためのナレッジマネジメントシステムを確立することは知識共有において有用な手段であると考え．IoE とは，モノとモノをつなぐ概念である IoT(Internet of Things)を拡張し，人・モノ・情報をつなぐことである(Evans, 2012)．その中でも本研究の目的は，農業における知識共有・継承の実態を把握し，音声つぶやきシステムを活用した知識共有・継承における効果的な気づきの内容と伝え方を明らかにすることである．音声つぶやきシステムは，音声や画像により農作業者の「気づき」を収集し，音声の記録を音声認識により自動文字起こしを行い，準リアルタイムで他の農作業者に共有するシステムである．

本研究においては，農業者の「気づき」を活用することで農業における知識共有を支援する．

MRQ：農業における IoE を活用した知識共有とはどのようなものか？

SRQ-1：農業における知識共有・継承の課題にはどのようなものがあるか？

SRQ-2：知識共有・継承の課題を解決する効果的な気づきとはどのようなものか？

SRQ-3：気づきを活用する知識共有・継承におけるシステムの運用方法とはどのようなものか？

1.3 研究の方法

本研究では、音声つぶやきシステムを農業現場に導入し、農業者の「気づき」を収集・活用することで、音声つぶやきシステムを用いた農業における知識継承支援の方法を模索する。

まず SRQ1 回答するために、インタビュー調査を行った。農業者、農業関係者計 11 名に対してインタビューを行い、農業の知識共有・継承の現状や課題、農業における作業などの記録方法の現状、農業における機械や IoT の活用状況を論ずる。

次に SRQ2, SRQ3 に回答するために、水稻を主として栽培している農業法人、株式会社ぶった農産において音声つぶやき実験を行った。水稻農家を対象としたのは、日本の農業産出額に占める米の割合が 1 番高く、作付面積も多いためである実験を行った後に、株式会社ぶった農産においてインタビューを行い、つぶやきの評価を行い知識共有・継承における効果的な気づきを明らかにするとともに、音声つぶやきシステムの運用方法を検討する。

最後に 3 つの SRQ の検証を通して、MRQ に対する回答を提示する。

1.4 論文の構成

本論文は本章を含めた以下の 7 章で構成する。これらの章関係をいかに示す。

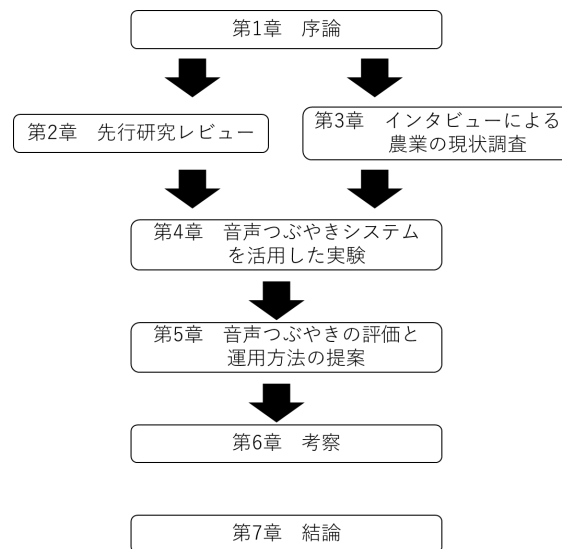


図 1-2 本論文における章構成

第1章：序章

リサーチクエスションと本研究の背景・目的及び研究方法を記述し，本研究の必要性を記述する．

第2章：先行研究レビュー

先行研究と文献を整理して示す．具体的には，農業IoT，知識継承，人間の気づきの活用について記述する．

第3章：農業知識の共有・継承の現状と課題調査

石川県の農業者，農業関係者11名に対しインタビューを実施した．インタビュー調査からは，農業における実際の業務，現状，課題を洗い出し，分析を行う．第3章で明らかになった問題に対して，第4章で音声つぶやきシステムを活用した実験を行う．

第4章：音声つぶやきシステムを活用した実験

水稻を主として栽培する農業法人において音声つぶやきシステムを活用した実験を行い，得られたつぶやき結果を示す．

第5章：音声つぶやきの評価と運用方法の提案

実験で得られたつぶやき結果を被験者4人に対するインタビューにより評価を行い，そこから音声つぶやきシステムの応用と知識共有に関しての考察を行う．

第6章：音声つぶやきシステムの運用方法の提案

得られた実験結果と考察をもとに農業における音声つぶやきシステムの運用方法を提案する.

第7章：結論

MRQ, SRQ への回答を行うとともに, 本研究の意義や本研究の限界, 未来への展望についてまとめる.

1.5 本論文で扱う基本用語の定義

本研究で取り扱う用語に関して定義する.

(1)知識継承

知識継承は, 同一組織内における世代間の知識移転を意味する. 本論文では熟練者から中堅, 若手への知識継承を指す.

(2)知識共有

個人の持つ知識を情報として表出化し他者に共有することを意味する. 知識共有は, 同一組織や世代間等は問わない.

(3)IoE

IoE(Internet of Everything)は, モノがインターネットにつながる IoT(Internet of Things)を拡張し, 人・モノ・データなどあらゆるものがつながることを指す.

(4)気づき

外界からの刺激や存在の変化に対して, 自分の内面から生じる感覚的な発見や解釈の変化のことを指す.

第2章 先行研究レビュー

現在、農業が抱える課題として知識・技能の共有・継承が挙げられる。その課題に対して IoT 技術を用いた環境情報の可視化や熟練者のノウハウを収集に関する研究を記述する。そして、農業における知識や知識共有・継承について示す。最後に人間の気づきを活用した Agri-Infomatics システムと音声つぶやきシステムを紹介する。

2.1 農業における課題

農業は、従事者の減少、後継者不足、高齢化、新規参入のハードルの高さ、新規就農者の教育等の問題を抱えている。それらの問題に対応するために日本では、スマート農業が進められている。スマート農業の中では、誰もが取り組みやすい農業を実現する取り組みも推奨されている。

かつて、異業種の参入の障壁となっていた減反政策により、米の生産は制限されていたが、2009 年の農地法の改正により、農業分野に企業が参入しやすい方向に規制緩和が進んでおり、異業種から農業に参入する企業も増えてきている(渡邊, 2018)。それに伴う新規就農者が毎年 5 万人以上いるが、その 9 割以上が高校や大学等で農業の教育を受けておらず、農業以外の職業に従事したのちに就農している。そのため多くの新規就農者が就農後に農業の知識・技術を学んでいる現状がある(南石, 2015)。さらに日本農業法人協会による会員法人に対する 2012 年の経営課題のアンケート調査によれば、「社員育成」37%、「後継者の育成」23%の企業が経営課題として挙げている。農業の形態が従来の家族経営ではなく、法人経営が増加してきたことにより、親子間で長時間、共に作業するような経験を通じて行ってきた従来の知識継承が難しくなっている。それに伴い、従業員に対しての従来と違う円滑な知識共有・継承の方法が必要とされている。

2.2 農業における IoT の活用

IoT(Internet of Things)とは、様々なものがインターネットに接続することを指します。日本語では「モノのインターネット」と訳され、PC に限らず様々なものがインターネットにつながることを意味する。

農業においても農林水産省がスマート農業と題し、IoT やロボット技術を活用することで農業の省力化や精密化、高品質化を目指している。ここでは、農業における IoT の活用事例や取り組みをいくつか紹介する。

2.2.1 圃場水管理システム WATARAS

水稲栽培において、多くの労働時間が必要となる作業の一つに水管理がある。水管理に関しては、農業者は湛水期間中毎日、全区画の水回りを行っている。水回り時に見る点としては水位と生産物の状況であり、懸念として、畦畔の崩れや小動物の穴などによる急激な湛水の消失である。そのために基本的に毎日の水位の確認が必要である。生産物の状況としては、病害や虫害の発生や稲と競合する雑草の繁茂、区画内での稲の生長のばらつきなどを確認している(飯田ら, 2015)。このような水管理にかかる労働時間は、全労働時間の約3割を占めている。さらに気象状況によって収穫量が減少することも多い。具体的には、猛暑によって土壌水分が枯渇し稲が弱ることや豪雨による想定以上の冠水により稲が腐る、土壌の肥料が流れ出すことにより、収穫が減少する可能性がある。そのため圃場の水位や水温等の水管理には注意が必要である。そこでスマート農業では、IoTを活用し、遠隔・自動制御を行い、給水・排水を行うシステムの開発が進められている。

圃場水管理システム WATARAS は、農研機構農村工学研究部が中心となり開発され、スマートフォンやパソコンからモニタリングしながら遠隔操作や自動で給水と排水を制御できる国内初の水田の水管理システムである。株式会社クボタケミックスが提供するこのシステムを利用することで、農業者は耕作する水田の水位や水温をスマートフォン等で遠隔で常時確認することができる。スマートフォン等で事前に設定した時間に合わせて給水することや農業者が設定した水位に合わせて自動で給排水を行うことが可能となる。農研機構の実証圃場では、水管理にかかる労力時間を約8割削減することができ、出穂期から収穫までの用水量を約5割削減することもできた。また水管理を最適化させることで、気象による減収を5%削減させることも期待されている。しかし、このようなシステムは、習熟度不足による誤操作により圃場で一部意図する操作ができず予定外の作業が生じることもある。

2.2.2 自動運転・無人化農機

農作業は大まかに分けて、田植え、追肥、収穫という段階の流れがある。田植えや収穫で用いられる農業機械の自動化による省力化に向けて研究開発・製品化も行われている。

農業機械の自動運転に取り組んでいる株式会社クボタの考える自動・無人化のステップを図 2-1 に示す。

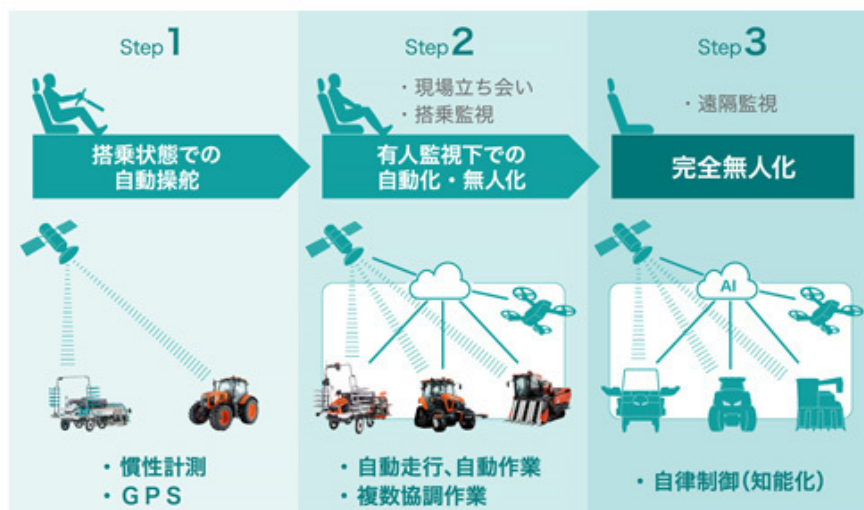


図 2-1 クボタが考える自動・無人化ステップ

（株式会社クボタ KUBOTA PRESS 2020. 05. 28 より）

すでに Step 1 に相当する直進機能付きの田植え機やトラクタだけでなく Step 2 に相当する有人監視下での自動・無人運転を行うトラクタ・コンバイン・田植え機が製品化されている。農業機械は、起伏や傾斜のある圃場で作業を行う。圃場を平坦に耕し、農作物を正確に収穫するためには、高度な車両制御技術や車体の傾き等の位置情報の誤差にも対応する必要がある。また、これらの農業機械では、位置情報だけでなく、圃場、収量等のデータを収集することが可能である。

このような高度な技術を必要とするために、スマート農機の価格は機会購入費用だけでなく、バッテリーや基地局、付属品等で高くなってしまいうという問題もある。

2.2.3 畑らく日記

農業の栽培履歴を農業者自身が記録するためのスマートフォン向けアプリケーションも登場している。そのアプリケーション例として、畑らく日記(堀, 2014)がある。従来、スマートフォンを活用し、一般的なスケジュール管理アプリや日記・メモアプリ等を活用し記録を行っている農業者もいたが、データを取り出すことができても、集計や整理に難しさがあった。そこで農業向けに開発されたのが栽培履歴専用アプリ畑らく日記である。畑らく日記は、農業者が栽培履歴として、いつ(日付)、どこで(圃場)、だれが(作業)、何を(作業)、どれくらい(数値)を記録できるものである。農作業を選択形式で選び、農作業において散布した薬剤の量等を数値で記録し、作業を数値データによって見える化することができる。記録できるものは数値データに限られ、そのデータによって農業者が判断す

るための材料を与えることを目的としている。

2.2.4 農業データ連携基盤 WAGRI

圃場水管理システムや自動運転・無人機化農機等で収集した農業データを活用するために、農業 ICT サービスを提供する民間企業が協力して整備している農業データ連携基盤が「WAGRI」である。農研機構は、2019 年 4 月から WAGRI の本格運用を開始した。

現状、スマート農業が進んでいる中で、ICT ベンダーや農機メーカー等が多様なシステムを開発している。しかし、全体では環境データや作物の情報、生産計画・管理等の幅広い農業データが収集されているのに対し、システム間の連携がされておらず、形式の違うデータが個々に存在している状態にある。そこで、統一性を図り、よりデータを活用できるようにすることが期待されている。WAGRI は農業に関わるデータを集約することで、データの連携・共有・提供を可能にし、農業者がデータを使い生産性の向上や経営改善に取り組むことを可能にすることを目指している。

2.2.5 農業における IoT 課題

スマート農業で上げられている省力化や精密化に対しては、紹介した圃場水管理システムや自動運転・無人化農機等の様々な取り組みがなされている。IoT を活用した取り組みは、比較的大掛かりな機器を必要としており、導入コストが高く導入が進んでいないということが問題となっている。

一方で、スマート農業にも掲げられている、誰もが取り組みやすい農業を目指し、農業者のノウハウを手軽に収集し、円滑に習得できるような新たな農業を実現するための研究や取り組みは、まだまだ少ないという現状がある。紹介した圃場水管理システムは、自動で給排水を行うことで設定した水位に調節するが、その水位の設定は農業者が行う必要がある。水位を設定するための農地の状態に合わせた水管理の知識は必要になる。自動運転・無人化農機についても田植えや収穫を機械が自動で行うことは可能になっても、田植えや収穫の農作業を行う時期の判断や農地に合わせた施肥の量の設定には、農業者の知識が必要となる。このように、自動化や省力化の取り組みが進んでも、まだまだ農業者の知識に依存する判断や作業が残されている。

熟練者のノウハウを、農業データ連携基盤である WAGRI と連携することで、他の農業データと合わせたさらなる活用が見込まれる。

2.3 知識継承

2.3.1 知識の概念的整理

知識は様々な観点から分類することが可能である。主要な分類として「形式知」と「暗黙知」(Polanyi, 1966)がある。形式知は、言葉や数字で表すことができる明示的な知であり、形式的・論理的に言語によって伝達可能な知である。一方暗黙知について、Polanyi は言語化することが不可能であるとしているが、野中ら(1996)は特定の状況に関する個人的な知識であり、形式化したり、言語化し他人に伝えたりすることが困難な知である。技術継承の観点からも、現在はまだ言語化されておらず、熟練者の頭の中にあり明示的にはなっていないが、やり方によっては形式知化が可能なものも含めて暗黙知ととらえる場合もある(森ら, 2008)。また、下条(2008)が、フロイトの意識と無意識の間に存在する「前意識」という概念を転用して、知らずに知っている状態「意識はできないが潜在的に知っている」という状態を前意識としている。知識は、「すでに知っている」意識領域にある知識(意識の知)と、「知らずに知っている」前意識領域にある知識(前意識の知)に分けている。前意識の知は、努力や何かのきっかけによって意識化できる領域の知識であるとしている。本論文でも暗黙知をこのように解釈する。

野中ら(1996)は、知識変換の4つのモードとして(1)暗黙知から暗黙知を創造する共同化(Socialization)、(2)暗黙知から形式知を創造する表出化(Externalization)、(3)形式知から形式知を創造する連結化(Combination)、(4)形式知から暗黙知を創造する内面化(Internalization)を定義した。そして、これら4つのモードが相互作用し、循環することにより、知識を創造するSECIモデルを提唱した。農業における暗黙知の共有や知識継承においては、SECIモデルにおける「表出化」や「共同化」が重要な過程となっている(梅本, 山本, 2010)。

2.3.2 知識共有のための知識の整理と収集方法

知識継承の観点から中山(2007)は、知識を定型的知識、経験的知識、感覚的知識に分類し、整理している。その分類の内容・特性・継承方法を図2-2に示す。定型的知識とは、技術や設計に関する基本的な知識で、明文化された形式知である。この知識は、教育やテキストにより普及することが可能である。定型的知識を実際の業務において使う能力が必要となる。経験的知識は、業務経験により獲得する知識であり、設計や作業のコツ、設計時の見積もりや洞察力など、熟練的な暗黙的知識である。この知識は、OJT(On the Job Training)や品質会議などの独自の職場活動により継承される。感覚的知識は、設計における世界観や設計を行うための感性やセンスなどの個人に依存する知識であり、継承には時間がかかる。製造業においては、定型的知識はシステム導入によりある程度継承が行われ

ている。しかし、経験的知識の継承が不十分であることが分かっている。

その中山(2007)の分類に依拠し、農作業における知識の分類とその収集方法は梅本ら(2010)により整理されている。図 2-3 に農作業の知識の分類と収集方法を示す。農作業における知識は、作業の方針・やり方・作業内容を示す「定型的知識」、実際の作業において状況や状態を把握し、機械等を意図したように操作する「経験的知識」、手順や方法を計画・修正する「感覚的知識」に分類されている。さらに定型的知識は、教科書的な定式化された一般的知識、経営の条件や経営者の考え方に応じて蓄積された経営固有知識に分類されている。経験的知識は、機械等を意図したように操作する運動系技能、感覚により作業の状況や状態を把握する感覚系技能に分類されている。

	内容	特性	継承の方法
定型的知識	・要素技術、設計 ・設計・製造企画、管理規格 ・設計・作業要領 ・設計の好事例、失敗事例 ・汎用的な設計モデル	・形式知 ・標準・汎用 ・普及	・教育、研修 ・マニュアル、テキスト ・知識データベース - ノウハウ集、ルール集など
経験的知識	・技術応用、使い方 ・設計・作業のコツ ・設計に取り組む姿勢 ・設計時の見積り力・洞察力 ・協働作業の進め方	・暗黙知 ・コンテキスト依存 ・経験により獲得 ・伝承	・OJT ・マンツーマン教育 ・職場活動 - 品質会議、技術道場など
感覚的知識	・設計に対する世界観 ・事例や現象を理解する認知モデル ・翻訳能力	・暗黙知 ・個人の資質に依存 ・ある程度先天的 ・高度な伝承	・人材の投入 ・徒弟教育 ・実務研修

図 2-2 知識の種類と継承の方法
(中山, 2007)の図を元に筆者作成

農作業の知識の種類	定型的知識		経験的知識		感覚的知識
	一般的知識	経営固有知識	運動系技能	感覚系技能	知的管理系技能
	教科書的な定式化された知識	経営条件や経営者の考え方に応じて蓄積された知識	機械等を意図したように操作する技能	感覚により作業の状況や状態を把握する技能	手順・方法を計画し修正する技能

知識の 収集方法	文献整理	聞き取り(基本的な問い)	
		観察	体得し、その後言語化
		聞き取り(聞き方を工夫)	

知識の 受け渡し 方法	マニュアル・研修	ノウハウ説明	
			共同作業
			実践

図 2-3 農作業の知識の種類と収集方法
(梅本, 山本, 2010)の図を元に筆者作成

知識共有を図るためには、「既に形式知となっている定型的知識を収集するとともに、特に、作業する熟練者の頭の中にあり、まだ形式知化されていない暗黙知を摘出・共有化する」(梅本, 山本, 2010, 39)ことが必要である。

山本(2010)は、この整理に基づき聞き取りによる発話の記録、整理により知識の収集を行っている。基本的な問いによる聞き取りとしては、作業のやり方や進め方を調査している。聞き取り方を工夫した聞き取りでは、農業者の視野映像を記録し、映像を見ながら作業中に考えたことや注意していた点を調査していた。この調査により視野映像を提示することにより収集できる知識が増えることが明らかとなったが、今後さらに知識の収集方法を工夫していく必要性を述べられている。このように視野映像を提供することで視覚と聴覚を現場の状況に近い状態にすることで知識の収集量を増やしているが、実際の農作業中において、五感を使って作業を行っている農業者の知識をその場で収集することでより多くの知識を収集できるのではないかと考えられる。そこで農業者の気づきをその場で収集するツールが必要である。

2.4 人間の気づきの収集と活用

2.4.1 Agri-Informatics

Agri-Informatics(AI)システムとは、「高付加価値型農産物の生産を安定的に実現する農家の意思決定プロセスの「形式知」化と、その普及展開を行う実証研究からなる(神成ら, 2015)」としている。このシステムは、①学習手法②目標達成型プロジェクトマネジメント手法③データ・情報の蓄積・活用基盤により構成されている。神成()は、熟練農家は事務所で聞いても出てこないが、現場でその時、その場の状況になって初めて出てくる知識があると主張している。これは、下条らが指摘した前意識にあたり、農業者は、意識しておらず、言語化されていなかったことを圃場や作物を見るというきっかけを通して、表出

化することができるということである。そして AI システムでは、この現場で初めて出てくる知識、気づきをスマートフォンやタブレットを用いて、事前のインタビューをもとに作成した選択肢を選ぶ選択形式で収集している。気づきを収集する実験は、貯蔵庫の見回りの場面にとどまっており、スマートフォンを手で触り、入力することは、農作業中には現実的ではなく、見回りの場面で両手が使える状況でしか検証されていない。また、選択形式で、気づきを収集することで熟練者の作業や注目点を定量的に明らかにしようとしている。これでは、圃場の状況や時期によって捉え方の変化する農業における知識を明らかにするには、不十分である。

2.4.2 音声つぶやきシステム

音声つぶやきシステムとは、北陸先端科学技術大学院大学、東芝、清水建設、岡山大学による産学連携プロジェクト「音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション革新」において開発された音声つぶやきによる看護・介護サービス時空間コミュニケーションシステムことを指す（内平，2013）。音声つぶやきシステムは音声認識によるインターフェースと、Twitter に代表されるマイクロブログの本質的特徴である「準リアルタイム性」と「巧妙なメッセージ配信制御」のコミュニケーションを融合したものになっている（内平，2014a）。内平（2013）は音声つぶやきシステムにおける施設内の離れた場所間で連絡・依頼する空間的コミュニケーションと記録したものを、後で共有する時間的コミュニケーションを同時に支援することを「時空間コミュニケーション」とした。音声つぶやきシステムは、看護や介護に代表される動きながら、状況変化に適応して知的かつ肉体的な業務を伴う「状況適応・行動型サービス(Physical and Adaptive Intelligent Service)」の質と効率を向上させるとしている（内平，2014b）。音声つぶやきシステムを図 2-1 に示す。

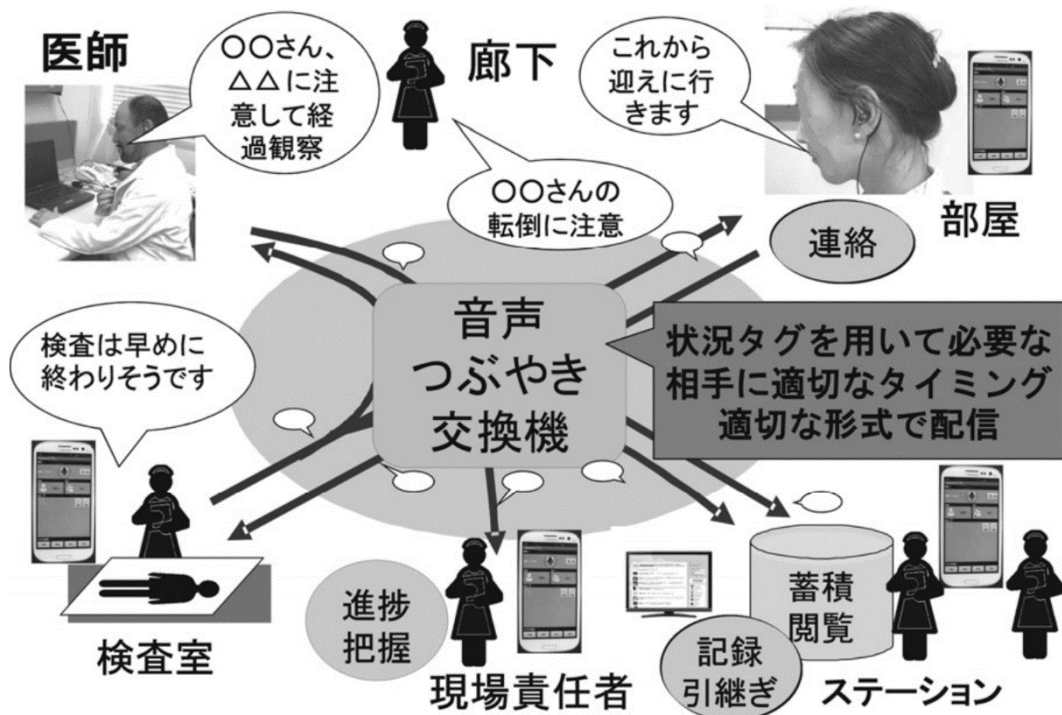


図 2-4 音声つぶやきシステムのユースケース (内平, 2014)

音声つぶやきシステムは、看護・介護の現場、警備(吉村, 2018)や農業(内平, 吉田, 2019), 漁船の機関業務(井上, 2020)における人間の気づきの収集・共有・活用に応用されている。

農業も作物を対象とした「状況適応・行動型サービス」であり、内平ら(2019)は農作業の改善と知識継承への活用ができるとして、音声つぶやきシステムを用いた実験と試行評価を行っている。農業者は、経験に基づく多くの情報と知識を有している。さらに五感によって得られた情報を基に、状況を分析し、判断や行動を行っていると考えられる。内平ら(2019)の研究では、農業者は、観察内容と実施内容だけでなく、自身の考察をつぶやきとして残している。例えば、「今時分のピーマンは芯の付け根から取れやすいので注意です。」(内平, 2019, p 131)というつぶやきを残し、農業者は、「これはもう、みんな向けですね。去年初めて気がついたので」(内平, 2019, p 131)と現場で遭遇した問題や課題を表出化して、共有化するためにつぶやいている。このように音声つぶやきシステムを活用することで注意事項等の知識の表出化が可能である。また、農業者は、音声つぶやきを残し、共有することで他の農業者からフィードバックやアドバイスが得られることを期待している。しかし、この研究では、1人の農業者が音声つぶやきシステムを使用することにとどまっており、複数人での音声つぶやきシステムの活用について言及はされているが、試行評価は行われていない。また、知識共有を行うために、つぶやきとして記録する必要がある情報や気づきの内容までは明らかになっていない。

2.5 先行研究のまとめ

ここまで、農業における課題、農業における IoT の事例、知識継承、音声つぶやきシステムについてまとめてきた。

知識継承においては、まだ形式知化されていない熟練者の知識を表出化する必要がある。しかし、スマート農業では、省力化に向けた自動化に焦点が置かれた取り組みが多く、知識継承を円滑に進めるための知識の表出化に対する取り組みが少ない。神成ら(2015)は、農業者の現場の状況に置かれて初めて出てくる気づき・知識を収集しようと Agri-Informatics システムを導入している。しかし、あらかじめ整理された選択形式で定量的な情報の収集では、状況や時期によって作業の意図や判断の変化する農業における知識を明らかにするには、不十分である。音声つぶやきシステムは、農業者の気づきを現場でそのまま収集し、農業者の状況分析や判断のノウハウを収集する有効なアプローチであり、知識を表出化することが可能である。しかし、気づきとして記録する必要がある情報や農業者の考え方等は明らかにされていない。そこで、知識共有・継承に効果的な気づきを明らかにすることが必要であると考え、本研究では、知識共有・継承をするために残す必要がある気づきを明らかにするとともに、音声つぶやきシステムの運用方法を検討する。

第3章 農業知識の共有・継承の現状と課題調査

3.1 インタビュー概要

本インタビューの目的は、実際の農業の作業や業務、知識共有・継承の方法、農業機械やIoTの導入の現状を調査し、農業現場が抱える問題や課題を明らかにすることである。

日本の農業における耕地利用は、大きく田と畑に分けられる。そこで、本インタビューでは、田で稲作を中心に行っている農業者、畑で野菜や果樹の栽培を行っている農業者を対象とした。また日本の農業において、農業協同組合(以下「JA」とする)や全国農業協同組合連合会(以下「全農」とする)が営農や生活の指導をはじめとする農業や地域の活性化に大きな役割になっている。JAや全農は、様々な農業者に訪問し、営農指導・経営指導を行っていることから、インタビュー対象とした。

具体的なインタビュー対象としては、石川県内の農業者6件と全農いしかわである。そのうち4件の農業者にはJA職員の立会のもとインタビューを実施した。インタビュー調査では、農業における知識の伝承、農業作業の記録方法、農業関係での困りごと、IoTや農業機械についての課題や現状を中心に行った。質問内容については、付録に記載する。全農には、営農指導を多くの農家に行う立場から見た農業の現状や農家への指導として行っている業務についてインタビューを行った。なお、名前は個人情報保護の観点からアルファベットの仮称とする。インタビュー概要を表3-1に示す。インタビューの同意書、農業者に対する質問事項、それぞれの農業者のインタビュー結果を要約したものは付録1, 2, 3に示す。

表 3-1 インタビュー概要

	株式会社ぶった農産	2020年1月13日(月)
--	-----------	---------------

インタビュー 調査対象	(B 社)	(13 時 30 分～15 時 30 分までの約 2 時間) 対象者：代表取締役社長 B
	全国農業協同 組合連合会 (全農)	2020 年 2 月 26 日 (15 時～16 時までの約 1 時間) 対象：全農 TAC 部長 M 課長 O 立会：B 社代表取締役社長 B
	菜園生活 風来 (H 社)	2020 年 3 月 13 日(金) (17 時 30 分～18 時 30 分までの約 1 時間) 対象者：農業者 N
	西野ファーム (N 社)	2020 年 3 月 26 日(木) (10 時～11 時までの約 1 時間) 対象者：農業者 N 立会：JA 職員 H
	ぶどう農家 (B 農家)	2020 年 3 月 27 日(金) (10 時～11 時までの約 1 時間) 対象者：農業者 T 親子 立会：JA 職員 S
	きゅうり・トマト 農家 (K 農家)	2020 年 3 月 27 日(金) (14 時～15 時までの約 1 時間) 対象：農業者 H 立会：JA 職員 H
	有限会社ばんば (B 農家)	2020 年 3 月 27 日(金) (16 時～15 時 30 分までの約 1 時間 30 分) 対象：農業者 B 立会：JA 職員 H
インタビュー 手法	半構造化インタビュー	

3.2 インタビュー結果

(1) 農業知識の学びについて

インタビューした全ての農業者が、栽培技術や知識を自身の親や師匠から一緒に作業をしながら口伝で知識を学んでいた。なかには、農業高校や農業者大学校を卒業している農業者もいたが、その農業者たちも主な知識は、学校ではなく、農業現場で作業しながら学んで

いた。次いで学びの場として挙げられたのが、地域ごとに JA が主体となり営農指導が行われている部会や農業者同士による勉強会が挙げられた。農業現場では、実際に作業しながら口伝で知識を伝えている要因として、能登地方から加賀地方にかけての砂丘地を生かし石川県でのみ栽培されているルビーロマンや金沢市打木町とかほく市でしか栽培されていない加賀野菜の太きゅうりは、産地が限られるため栽培方法が書籍等に整理されておらず、産地内にいる農業者が受け継いできた知識をもとに栽培を行っていることが挙げられる。さらに、全農によれば知識継承は、コミュニケーション不足もあり、ノウハウを上手に伝える仕組みが現状なく、ツールが出てきてもうまく活用されていない実態がある。

また、農業の問題として挙げられていた、従来の家族経営が立ち行かなくなり、法人経営や集落営農に集約されることで外部から人を雇い、親の背中を見ながら学ぶことが難しくなり、組織内で知識の共有が必要となってきたことを確認できた。

(2) 農作業の記録・共有について

農作業の記録については、ノートや Excel 等で記録している農業者もいたが、記録していない農業者もいた。Google スケジュールで作業を管理、パートタイマーに共有している農業者もいたが、記録を取っていても他者との共有を行っていない農業者がほとんどで、記録も自分で見るメモのような形で取られている。

全農も、現場で作業日誌等を書いている人はいるが、パソコンではなく手書きで、本人にしかわからないような形の記録が多く、他の人が残っている記録を見て活用するのが難しい実態がある。

(3) 農業関係で困ったときの対処法について

問題が起きた時には、ネットを使って調べている農業者もあり、そこで対処法を知ることができることもあるが、一方で、作物の病気の症状から病名がわからない時には調べるのが難しく、解決策が地域の違いにより使えない場合もある。

また、他の農業者内のつながりで問題を共有し、解決策を聞くことや農業技術の指導を行っている県の普及指導員に聞くことで、一対処する場合もある。

(4) IoT や農業機械について

水稻農家においては、IoT センサを設置しデータを取っている農業者もいるが、分析が進んでおらず、作業に生かされるものになっていない。農業機械に GPS 等をつけることでまっすぐ植え、自動運転が可能になるメリットはあるが、5～10 分程度の短縮にしかならず、費用対効果が低いと感じている農業者がいる。一方で GPS による位置情報や収穫の収量が

可視化され、次の作業の準備ができるので便利だと感じている農家もいる。

園芸農家においては、センサを用いて温度・湿度・二酸化炭素を計測し、ビニールハウスの自動開閉を行う設備を県の補助の下試験的に導入しているところもあったが、全ビニールハウスに設置するには、設備投資が高いと考えている。他にも、収穫した作物を載せるかごを載せ自動で作業者について来る機械もあるが、導入するにはこれも大きな設備投資が必要となる。また、現状手作業で農業者の判断や技術が求められる作業も残っており機械を導入することが難しい部分もある。

様々な IoT センサや自動化された農業機械はあるが、試験的・実験的な利用に留まっている現状が明らかとなった。

3.3 インタビュー結果のまとめ

インタビューより、農業現場における現状や問題の一端を把握することができた。農業においては、作物の栽培方法が気候条件や土壌条件の違いにより変化することから、基準統一の難しさがある。限定された地域でのみ栽培されている作物も存在し、作業の仕方や基準の設定がより難しくなっていることが明らかになった。その栽培方法の難しさから作業がマニュアル化されておらず、一緒に作業しながら口伝で知識や栽培方法を継承している部分が多いこともわかった。

農作業記録は、品質保証のために作業や農薬の散布量を記録はしているが、細かい作業やコツなどが記録に残されていない場合が多く。また記録してはいても、現場での作業を頭で記憶し、作業後にノートや EXCEL 等に記録し、個人で管理されている場合がほとんどで、他者との記録の共有はうまく行われていないことが分かった。

農業における IoT 技術は、まだまだ研究段階にあり、県の補助やモニターとしての試験的な形で導入されていることもあったが、費用対効果が低いと考えている農業者が多かった。機械を導入することで作業が楽になると考えているが、一方で、費用対効果が低く導入はあまり進んでいないことが分かった。

第4章 音声つぶやきシステムを利用した試行評価

第3章のインタビュー調査により、農業では、作業がマニュアル化されておらず、農作業をしながら口伝で共有されている部分が多く、記録も残っていない場合がある現状が分かった。その点を踏まえて、実際の作業中の農業者の気づきを音声つぶやきシステムを用いて収集し活用する。

4.1 実験の目的

音声つぶやきシステムを農業用にカスタマイズした農業支援システムを実際の農業現場において運用することで、農業者が作業中にどのようなことに注意し気づきとして残すか、また他人のつぶやきをどのようにとらえているのかを明らかにすることを目的として行った。そして、農業の現場において音声つぶやきシステムをどのように運用していくかの検討を行った。

4.2 農業支援システムの概要

本研究では、音声つぶやきシステムをカスタマイズし、実験用農業向けの農業支援システムを使用する。農業支援システムを図4-1に示す。

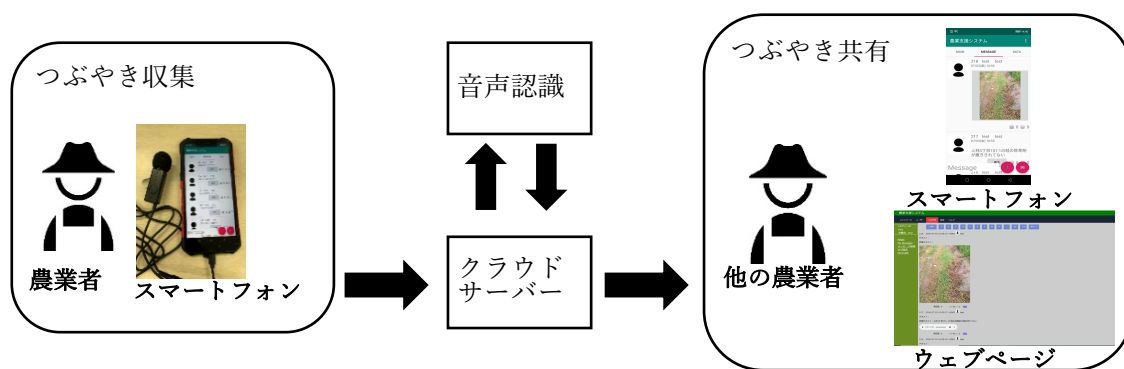


図 4-1 農業支援システムの構成

農業者の「気づき」を音声や写真によって記録・収集し、サーバー上で音声認識を行い、他の農業者への「気づき」を音声と写真、音声認識を行った文字により共有、管理者へ現場の情報提供を可能にする。

使用するシステムについて、サーバーサイドは Web アプリケーションフレームワークの Ruby on Rails を使い、データベースは PostgreSQL を利用した。クライアントのスマートフォンは Android を選定し kotlin にて開発を行った。以下に音声つぶやきシステムの Web ブラウザ上の画面図 4-2 とスマートフォンにおける画面図 4-3 を示す。

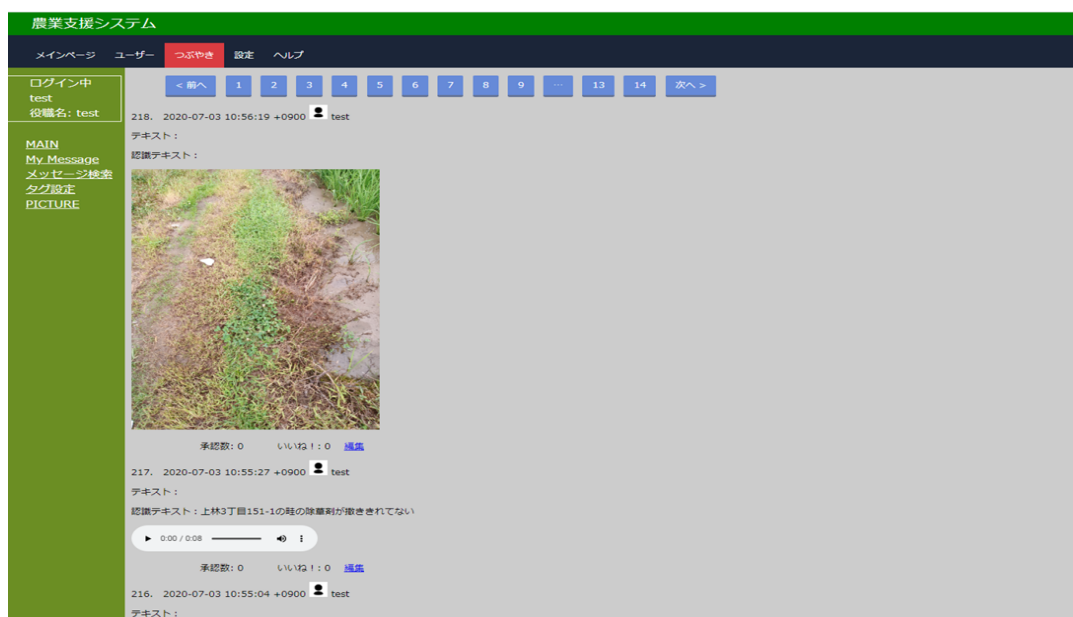


図 4-2 使用した農業支援システムの Web 画面

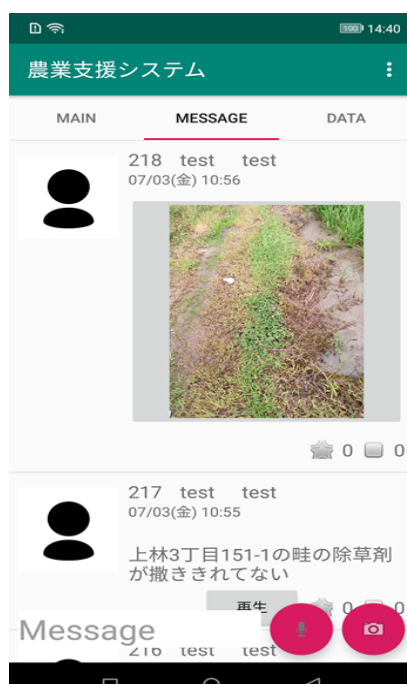


図 4-3 使用した農業支援システムの android アプリの画面

本研究においては、音声つぶやきのテキスト化を行うために、Google 社の提供する Cloud Speech-to-Text API を利用している。使用したシステムの機能を表 4-1 に示す。

表 4-1 農業支援システムの機能一覧

1	つぶやきの録音・共有
2	写真の撮影・共有
3	音声認識
4	つぶやきの検索
5	GPS によるつぶやきの位置情報の取得
6	Google Map につぶやきの位置情報の表示
7	つぶやきの承認、いいね機能

4.2 農業支援システムの特徴と知識共有・継承における役割

農業支援システムの特徴と役割について以下に示す。

① 「気づき」の収集・共有

農業現場において、一般的には生産記録として農産物に対する作業内容や散布した農薬や肥料の量が記録されていることが多い。しかし、農産物の生産においては、農作物の状態や作業内容を行う基準、作業中の注意点等が数多く存在する。現在では、農産物生産に大きな影響を与えかねない情報でない限り、記録として残っておらず、また記録されていても個人的なノート等への記録にとどまっており、共有されていない。

本システムは「気づき」を「つぶやき」という形で記録することで、農業者同士の情報共有を行うとともに、従来の作業内容や農薬散布量以外の個人の持つ知識の共有を支援する。

② 記録の正確性の担保

生産記録の管理において、農薬や追肥の散布量や作業の過程は重要な情報である。農林水産省の取り組みの一つである GAP(Good Agricultural Practice:農業生産工程管理)においても、重要視されている。GAP とは農産物の安全を確保し、より良い農業経営を実現するために、農業生産工程において、食品安全だけでなく、環境保全、労働安全等の持続可能性を確保するための生産工程管理の取組である。

異物混入の防止や農薬の適正使用と保管などの食品安全、適切な施肥や土壌汚染防止などの環境保全が順守されていることを保証する必要がある。そのための情報として、つぶやきにより情報の正確性を担保することも可能となる。

あ

③ 物理センサと人間センサの連携

近年の ICT 技術の発展により，農業現場でも様々な物理センサにより温度，湿度，CO₂ などの圃場の環境データを比較的容易に収集することが可能となった．しかし，農業者は目，耳，鼻といった五感を使い，物理センサでは収集で困難な情報も収集している．このような五感による情報を内平ら(2019)は，「人間センサ」と呼んでいる．

これらの人間センサにより収集できる情報を物理センサによる情報を組み合わせることで情報を豊かにし，活用することが可能となる．

4.3 実験の概要

農業支援システムの実験概要を表 4-2 に示す．実験協力企業の概要を表 4-3 に示す．実験は株式会社ぶった農産で行った．株式会社ぶった農産は，コンバインや乾燥施設などに IoT を導入しており，実験に対して理解があると判断したためである

表 4-2 つぶやき実験の概要

つぶやき実験協力企業	株式会社ぶった農産
実施期間	2020 年 6 月 12 日から 7 月 3 日 2020 年 8 月 3 日から 10 月 29 日
つぶやきデータの収集方法	1. 農業支援システムを活用したリアルタイムなつぶやきの収集(音声＋写真) 2. つぶやき音声データの文章化

表 4-3 実験協力企業概要

実験協力企業名	株式会社ぶった農産
設立	昭和 63 年
事業内容	・生産事業(水稲・野菜等の栽培 水稲の農作業請負) ・加工事業(農産加工) ・販売事業(農産加工品等販売) ・研究事業
従業員数	28 名

つぶやき実験は，実際の農作業中に農業者の協力の下行った．株式会社ぶった農産において農作物生産に従事しているのは，社員 4 名と繁忙期等の時期により雇用しているパート

タイマー複数名(時期により変動)であった。パートタイマーは時期により人の入れ替わりが起こるため、今回の実験の参加者は、株式会社ぶった農産において常時農作物の生産に携わっている生産部の社員4名とした。4名の農業者は、熟練者1名、中堅者2名、若手1名である。熟練者は高校卒業後1年間家業である農業に従事し、農林省農業者大学校を卒業のち38年間現在の企業で農業を営んでおり、40年以上農業に携わっている。またその間に、北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科修士MOTコース修了し、国の農政審専門委員や行政刷新会議規制・制度改革分科会委員及びWG委員等を歴任している。中堅者2名はそれぞれ現在の企業に入社するまでは農業に携わっておらず、入社後それぞれ10年と5年農業生産に従事している。若手は農業高校卒業後、入社し、現在1年目として農業生産に従事している。

株式会社ぶった農産において、作物生産に従事している熟練者・中堅2名・若手の計4名に対して、実験の概要・目的を説明し、音声つぶやきシステムの使用方法的説明も行った。そして、農作業現場への農業支援システムの導入を行った。本実験では、実験開始直後は、筆者が農業者の作業時に立ち会い、作業時の気づきや写真を農業支援システムへの記録の補助を行ったが、その後は、農業者自ら作業時、作業前後に自らの気づきを音声や写真として、農業支援システムに記録してもらった。

つぶやき実験終了後に実験参加者である4名につぶやきの評価のインタビューを依頼し、分析を行った。

4.5 実験の結果

実験により、有効なつぶやき・写真(テストや操作ミスを除く)を449個得た。実際に得られたつぶやきの一部を図4-4に示す。なお、名前は個人情報保護の観点からアルファベットの仮称とし、熟練者をAさん、中堅10年目をBさん、中堅5年目をCさん、若手をDさんとする。

記録者	日時	つぶやき内容
Bさん	6/15 16:39	末松3町目513水戸下側のみとの脇から水が漏れてました 
Aさん	6/18 6:19	田んぼの稲に露がついて葉っぱがベラっとなってますこのまま気温が低いといもち病のリスクがあるので注意が必要です
Aさん	8/3 9:24	加賀ヒカリはえっとゆめみずほより2日3日形穂期が早いですね
Bさん	8/3 10:50	上林の幼稚園付近の田んぼで薬害と思われる稲の枯れが散見されます 
Cさん	8/4 9:02	部入道で草が伸びてるところほど、農道があるんで後で時間見つけてモアします 
Bさん	8/4 14:27	農協に確認したところブラシンプロアブルとビームゾルの混用は適用薬病害名の兼ね合いで特に必要なくて、ブラシンだけをやればまずはいいいということでした。必要に応じてビームゾルを2週間後くらいにやればより効果があるということでしたので、そのようにしたいと思います。と今回ブラシンプロアブルは希釈倍率1000倍で10アール当たり200 L なので250 L 程度を B 1 の検診ところで静養する予定にしていますそれをCさんと私のダブルチェックで薬剤を作っています
Cさん	8/5 10:52	部入道で草の長い所がありましたので、昨日写真撮ったところですが、モアがけ開始します
Dさん	8/10 9:33	今農協に苦土石灰を3袋追加で取りに行き今冬野菜の圃場に向かっています

図 4-4 実際に得られたつぶやきの例

得られたつぶやき 449 個をつぶやきの対象とタイプにより分類を行った。

① つぶやきの対象

本実験で収集できたつぶやき・写真を対象ごとに分類した。今回収集できたつぶやきは、作業や農作物など異なった対象に対してのつぶやきであるため、対象ごとに分類した。分類としては、農作業、農地、農作物、農機具・農薬、天気、農作業以外の業務、その他である。その他には、システムに関する内容等が含まれる。1 つのつぶやきの中で複数の対象に触れているものもあり、その場合はそれぞれの対象のつぶやきとしてカウントした。つぶやきの個数は、表 4-2 のようになった。

表 4-4 つぶやき・写真のつぶやき対象別の分類

	つぶやきの対象	個数
1	農作業	157
2	農地	136
3	農作物	156
4	農機具・農薬	66
5	天気	26
6	農作業以外の業務	59
7	その他	5

つぶやきの傾向としては、農作業に関するものが最も多く、次いで農作物、農地に関するものが多くなる結果となった。

農作業については、作業の開始連絡や終了連絡、作業内容をつぶやきとして残していることが多く見られた。農業において生産物を複数人で栽培していくにあたり、作業の内容や進捗状況を共有する必要性があるためではないかと考えられる。

次いで、農業では農作物を栽培する特性上、農作物の状態は注視するポイントであり、農作物の病気や生育具合に関するつぶやきが多く見られた。また、農作物は農地で栽培するため、農地の状態の把握も必要であり、雑草や水管理についてのつぶやきが多かった。

② つぶやきのタイプ

本実験で収集できたつぶやき・写真をタイプごとに分類した。つぶやきに含まれる情報の種類ごとに、状況、作業、考察、意思決定に分類を行った。状況は農地や作物の状態について、作業は実施した作業内容について、考察については作物の状態や農作業から考えたことについて、意思決定は、対処や次の行動について述べているかを基準に分

類した。1つのつぶやきの中で複数の内容を含んでいるあり、その場合はそれぞれのタイプのつぶやきとしてカウントした。つぶやきの個数は、表 4-3 のようになった。

表 4-5 つぶやきのタイプ別の分類

	つぶやきのタイプ	個数
1	状況	200
2	作業	176
3	考察	152
4	意思決定	59

つぶやきの傾向としては、農地や作物の状況に関するものが多く、次いで農作業などの作業に関するものが多くなった。

農作物や農地の状況や農作業を伝えるものが多く見られ、それに合わせて農作物、農地、農作業に関して、農業者が感じたこと考えたことも合わせて記録されているつぶやきもあった。また、その状況に合わせて次に行う対処や行動も合わせて残されていた。

第5章 音声つぶやきの農作業者による評価の分析と考察

ここでは、つぶやき実験終了後のインタビュー形式で行ったつぶやきの評価の結果について言及する。インタビューでは、つぶやきをどのような意図でつぶやいたかと他人のつぶやきの評価を調査した。つぶやきの評価に関する結果を示す。

5.1 インタビュー概要

農業現場でのつぶやき実験終了後、実験参加者である農業者 4 人に対してインタビューを行った。インタビューの概要を以下の表 5-1 に示す。自分のつぶやきと他人のつぶやきを評価してもらった。自分と他人のつぶやきを別々に評価してもらうために、4 人別々にインタビューを実施した。

表 5-1 つぶやき実験後のインタビューの概要

インタビュー 調査対象	株式会社ぶった農産 (B 社)	2020 年 11 月 30 日(月) (10 時半～12 時半までの約 2 時間) 対象：B 社代表取締役社長 B (熟練者)
		2020 年 12 月 11 日(金) (14 時半～15 時半までの約 1 時間) 対象：B 社社員 I (若手)
		2020 年 12 月 11 日(金) (16 時～17 時までの約 1 時間) 対象：B 社社員 N (中堅 5 年目)
		2020 年 12 月 11 日(金) (17 時半～18 時半までの約 1 時間) 対象：B 社社員 N (中堅 10 年目)
インタビュー 手法	つぶやきの評価	

5.2 つぶやき評価

つぶやきをつぶやいた人物ごとにまとめた表を渡して、実験参加者 4 人に対して、評価を依頼した。インタビュー調査は、実験参加者にすべてのつぶやきを見ながら、いくつかのつぶやきを取り上げ、自分のつぶやきを残した意図・理由や他の人のつぶやきに関して有用

な点、不足している点の聞き取りを中心に行った。つぶやいた対象ごとに例を挙げ、農業者本人と他の農業者のつぶやきの捉え方を示す。

(1)記録に関するつぶやき

①Cさんの音声つぶやき

(8/4)部入道で草が伸びてるとこ、農道があるんで後で時間見つけてモアします。



(8/5)部入道で草の長い所がありましたので、昨日写真撮ったところですが、モアがけ開始します。

(10/14)今から上林部入道の草刈り行います。草丈 15 センチから 20 センチぐらいです。

<<自分のつぶやきについて>>

Cさん：前回8月にモアがけしたときに、2カ月くらいたったときに、どのくらいになっているかという草の成長度合いですね。これを言っとけば来年8月ぐらいやった時には、10月ぐらいにこのくらいになってるかなという予測が立てれる。

<<他の人のつぶやきについて>>

Aさん：なるべく忠実に報告しようとしています。情報提供、情報の共有化をしようとしている。これ結構大事な話なんですよ。

Cさん：長さ、cmの情報もあったらいい。いつごろ刈ればいいのかの判断の参考になる。

Dさん：大体、長靴のここぐらいとかって表現するが、それが実際どれだけなのかは人によって違ってくると思うので、具体的な数字があるといい。

つぶやきの中に数値を入れて状況を説明することで共有する情報がより分かりやすくなる。また、つぶやきにより状況を共有するだけでなく、自身の前のつぶやきと合わせて、雑草の伸び具合を記録することで、時間経過による変化をつぶやきから読み取ることが可能である。このようにつぶやきを組み合わせることで現在は把握できていない情報も記録でき、翌年の作業の際に、時期の予測や作業の改善に生かすことができる。

②Cさんの音声つぶやき

ブラシンを 250ml 入れて水 250L 入れました。計算では 1000 倍です。



<<自分のつぶやきについて>>

Cさん：GAPのための記録ですね。ブラシン 250 ml入れたと言っているが、入れた後かか入れる前に言ってるかによって違う。「入れます」と「入れた」でだいぶ文章の信用性が違うと思う。

<<他の人のつぶやきについて>>

Aさん：農薬の記録は、GAP っていうの農場のマネジメントシステムの担当者をしているから、農薬の希釈倍率をきちんと確認しましたって言う記録を残している。

Bさん：希釈倍率とか計算が得意じゃない人とか、あんまり剤について詳しくない人も最近作業をするようになってきたんで、このタンク自体に何が入ってるか、何倍で希釈してるかを書いてその写真とった方がいいなと思う。写真撮りの取り方をもっとうまく活用したらいいな。こうやって写真と言葉が残ってるとすぐ分かりやすいと思う。

生産記録を管理することは農業において非常に重要であり、GAP(農業生産工程管理)の取り組みが正しく実施されていることを保証するためにも重要な記録である。現在は、薬剤作りを複数人の農業者が共同で確認を行っているが、つぶやきシステムを使うことで、その場にいない農業者からも確認が可能となる。また写真があることでよりわかりやすいつぶやきになる。

(2)連絡に関するつぶやき

③Aさんの音声つぶやき

- ・現在 B1 の圃場に向かってます。
- ・今から農林事務所出ます。

<<自分のつぶやきについて>>

Aさん：農業って農地とかフィールド使う。この情報を聞いた人も必ずどっかいるわけでしょ。どこに行く、どこに着く、っていうのは、聞いている側の頭の中の空間情

報に座標を提供するのが大事.

<<他の人のつぶやきについて>>

Bさん：人と場所による、本当にここから離れるみたいなものは言ったほうがいいかもしれないです。今どこにいるか分かるのが、声掛けたりする時とか、あと帰ってこなかった時に「大丈夫なのかな?」って確認がしやすい。

Cさん：どこで何をしてるかっていうところですよね。向かってますとかはいそこまで遠いところではないと思うので圃場に関しては、「出ます。到着しました。」が分かればどこどこ行ってるな。確実に本人をつかまえやすい。位置情報を伝えることによって、例えば、どこにいるので、じゃあ、ついでに、どこどこエリアはどうなってるかって見てきて、状況を見てくる時に近い人がいたら、ちょっとこれ見てきてと頼める。

圃場や圃場以外の場所への出発、到着連絡が多く見られた。農業では、農地を使い複数人で作業を行うため、農地にいるときの連絡も必要であり、いないときも、各人の位置情報を共有することで、農作業中や次の農作業の連携・管理につながる。そのため、圃場移動の連絡に限らず自身の位置情報を提供するつぶやきは、有用であると考えられている。

④Bさんの音声つぶやき

かぶが結構取れそうなので冷蔵庫空けなきゃいけないんですが、農協の冷蔵庫のものが気温が高くて出せないみたいなのでちょっと加工部の人と相談して加工場の冷蔵庫空けないといけないです。

<<自分のつぶやきについて>>

Bさん：冬野菜の場合は加工部のために作ってたりとかするんです。加工部のこととか販売部のことを知ってて共有してるスペースとかも多かったりする。作業が連動してるんで、生産の状況を伝えなきゃいけないと思った。

<<他の人のつぶやきについて>>

Cさん：今日取った大根はどこで乾かして、どこで使うかってのは自分が管理している。管理側からとしても結構撮れそうで冷蔵庫を開けなきゃいけないみたいなのが入ってくると準備しなきゃなってる。

Dさん：冷蔵庫開けなきゃなとかまで考えたりとこまでいってなくて、何となく分かるだけ。

農作物の生産を行っている生産部の間で情報を共有するだけでなく、販売や加工

を行っている他部署の人にも使えるつぶやきが残っていた。つぶやきを他部署にも共有することで、今後の作業がスムーズになる可能性も示唆された。

(3) 学習に関するつぶやき

⑤Aさんの音声つぶやき

Bさん Cさん Dさんは昨日指示をした早稲の追肥あの昨日も言いましたが、葉色版を見て、葉色板で評価をしてほしい早稲加賀ヒカリ、ユメミズホは葉色が4.5以下だったら追肥を1kg、4以下だったら追肥を2kg以上ということでお願いします。今日早稲については済ませてくださいお願いします。

<<自身のつぶやきについて>>

Aさん：結構重要な事ここで喋ってますよ。基本となる。聞いた人も一応確認できる。直接聞いてるけれども確認できる。

一年経って見たらこんなこと言ってたなっていうのが結構大事。あの問題解決の基本って結構基礎的なところにあるだと思うんですよ。

<<他の人のつぶやきについて>>

Bさん：指示した人の指示が、残ってるのはいいですね。紙に残す世代じゃない指示者の方がやっぱり農業って多いと思うんですよ。そういう時に、こうだったって言ってましたよとかっていうのが結構行き違いで時々あったりとかして、言った言わないでもめたりする時があるので、逆にこうやって残っているといいですね。

Cさん：(葉色版の)基準が4.5っていうのは知っているが、ただそこに関してどれだけ撒くかっていうのは、若干年によって違う。気温等によって、ちょっと判断っていうのは個人的にはちょっと難しいというのはある。そういう基準がどういう風な意図でやってるかって分かれば分かりやすい。例えばただ単に「4.5なので1kg撒いてください4以下なら2kg」というのと、「ちょっと今年は日照時間が減りそうなので例年やったらちょっと3kg撒くのは2kgにする」とかそういうのがあれば、あそうなんだなとわかる。

Dさん：葉色は実際見て判断した方がいいので、大体こういう10a、1kgとか2kgの単位なんだなっていうのは、わかっていい。実際は見てみない判断できないと思うけど、目安にはなる。

農作業内容の指示は、現在口頭で行われることが多く、記録としては残っていないことが多い。指示内容をつぶやきとして残すことで、作業の伝達ミスが減り、作業の確認を行いやすくなる。追肥をする際の、肥料の量や葉色等の具体的な量や目安が作業指示として残っていることで、中堅者・若手が作業を行う基準を学習することにもつながる。しかし葉色に合わせて行う追肥の量は、年による気温の変化や圃場の状況

により変化する。追肥の量を決める際の判断材料や意図を残すことでより、今年の圃場状況に合わせたやり方ではなく、他の年にも対応可能な考え方を伝えることができる。

⑥Bさんの音声つぶやき

末松の墓のところの畦畔の写真です。ダイロンゾルがかなり効いていてまだ全然草が長くないところが多いです。



<<自分のつぶやきについて>>

Bさん：現状共有ですね。これダイロンゾルっていうのは剤自体が草を枯らすよりも土壌の草を次生えにくくする。しばらく生えないように土壌改良するような剤なので、しばらく経って、ここは結構しっかりダイロンゾルを撒いてたんで、ダイロンゾルをきちんと撒くとこんなに効くんだよだからみんなきちんと撒こうね。

その前の写真もダイロンゾルを撒いたところだが、草がシマシマになっていて、ダイロンゾルは効いてるけど、シマシマになってたら意味ないよ。じゃなくてきちんと撒くところだよ。自分の水回りしてて、なんじゃこの剤の散布の仕方は、と思って、こうやってちゃんと撒きましょうね。

<<前のつぶやき>>



<<他の人のつぶやきについて>>

Aさん：いつぐらいまで大丈夫か、ムラになっているところがなぜかという言及が必要。

Cさん：撒いた時のつぶやきだったり、何日前に撒いたところの写真ですってつぶやき自体で日付が確認できれば、いいと思います。これに関しては、ビフォー、アフターがあればよい。

Dさん：共有されていたら、ちゃんと掛ければ、こんな風になるのだとわかる、ゆっくりめに掛けましたとか、どうかけたかわかるという、

このような問題は、農薬の散布量などを記録する生産記録には現在残っておらず、個人の頭の中で、農薬散布の仕方が悪く、雑草が残ってしまった記憶されているにすぎない。これでは個人の経験や記憶という属人性の高い記録にしかならず、また共有されずに終わってしまうこともある。そのような問題を音声や写真で可視化することができる。

つぶやいた本人は、撒き方の良い例と悪い例を挙げて、比較していた。このように農薬の効き目や散布が上手くなされた手本も提示することができると考えられる。また、このように違いが出た原因となる作業時の撒き方やその後の変化も合わせてつぶやかれていることが望ましい。今回の実験では、このつぶやきの前後の撒いた時のつぶやきやその後の経過状態のつぶやきは見られなかったが、複数のつぶやきが集まることでより有用な情報になりえることが示唆された。

⑦Aさんの音声つぶやき

田んぼの稲に露がついて葉っぱがべらっとなってます。このまま気温が低いといもち病のリスクがあるので注意が必要です。

<<自分のつぶやきについて>>

Aさん：例えば雨は、農業から見るといくつかの出来事なんです。

- ①雨が降って濡れる、空気中の湿度が上がる
- ②雨が降ると大体曇りになるので日照が少なくなる
- ③雨が降ると大体気温が下がる
- ④間接的には雨が降ると川の水かさが増す
- ⑤雨が降ると土がやわらかくなる
- ⑥雨が降ると雨の中に窒素が含まれていて、葉っぱの色が濃くなる

環境要因の天気の種類だけでも色んなことが生じるってことをみんな農業やってる人は、知ってんすよ。天気による影響、リスクを想定するっていうのは、重要。

<<他の人のつぶやきについて>>

Bさん：いもち病のリスクがありますねって確かに涼しかったりするとそうなので、知らなかったらあったらいいと思います。あとは、このいもち病がどういう病斑なのかみたいなその写真とかもつけてあげて、これ見たら注意しなきゃダメだよとかになってた方がいい。農業の例えば、もん枯れ病とかいもち病とかって色々あったりしても病斑が慣れてないと意外と分かりにくい。

Cさん：こういうリスクはあんまり知らない。いもち病と葉っぱがべらなってるから

っていうのを関連づけるのが難しい。稲の状態を見て、これはなんか斑点ついてる。ベラっとまでやったらちょっと気を付けた方がいいかなっていうくらいで、どうい
うことが続くといもち病になったりするみたいなのもなんとなくわかる。ベラっと
なっているってどういう状態か写真があればいいですね。こういう風になってる、と
ころはこれは気を付けてねっていうのがあれば。

D さん：こういうリスクがあるっていうのは、知りません。こういう条件が揃ったら
いもち病出るんだなっていうのが分かって勉強にはなりますね。いもち病とか起き
る前にリスクがあるっていうことを知っていれば、どう対処するかという話になる
ので、大事ですね

農業において病気・害虫に対するリスクを想定することは重要である。稲の病気に
ついては経験により理解度の違いも見られた。A さん・B さんについては天気などの
環境要因から、病気に対するリスクを把握していたが、C さん・D さんは把握してい
なかった。つぶやきを活用することで熟練者の持つ外部環境からの想定されるリス
クについての知識を表出化することができる。知識を表出化し、若手にも音声やテキ
ストを使い、共有することでつぶやきからの学習が可能であると考えられる。また、
つぶやきの中に病気を判別するための病斑等の写真があることでより有効なつぶや
きになると考えられる。

(4) 知識のギャップの可視化に関するつぶやき

⑧B さんの音声つぶやき

今、ブラシンの散布をしました。今回は風もほとんど無風で、あと陽もさしていない
ので薬害の可能性は極めて低いと思われます。

<<自分のつぶやきについて>>

B さん：去年、稲に防除をしたときに、薬害が出たものがあって、その時は殆ど薬害
が出てないって言われている薬だったのに薬害が出て焦って、農林事務所に確認も
した。そういう体験があって、結構風があるかないかとか、あとはあの太陽ががん
ん当たっていると薬害になりやすい。だからちょっと日が強くない時に撒きたい。この
風がどうなのかっていうのと太陽の状態がどうなのかっていうのをここではつぶや
いた。撒いたのが民家の横なので、特に気にして風がどうなのかっていうのは記録し
ました。本当に薬害が出た時に、どういうプロセスだったのかを明らかにするにはい
いのかなと思う。

<<他の人のつぶやきについて>>

A さん：報告をすることによって、実施した業務が評価できる、報告ないと評価でき
ない、撒き終わりましたって言ったときに、他にかからなかったよね、って聞くのは

もっと初心者の段階だけど、撒きムラはどうだったかも初心者の段階。そのあと天気良かったよね。とか効果の問題とかを確認する。

あんま直射日光のことは関係ないです。理解がまだ浅い。だからその逆に言うと、日が差してない、曇ってるから湿度が高くて効果が低いかもしれませんっていうだったらまだ気の利いたレスポンスかもしんないすけど。日光でなんか焼けるかなと思ったのかもしれませんけど。

Cさん：日が差していると気温が上がる、この日は曇っていてそこまで気温が上がってないっていうんだと思う。薬剤も乾きやすいし、結局暑い時に薬剤って言うか、あんまり稲によくない。薬品がちょっといらぬ効果を、悪い方向に行っちゃう。

Dさん：報告として残しといたらいと思う。ブラシンがどんなのか薬剤なのかっていうのはぱっと出てこないです。稲の防除なら、多分薬剤撒いた後に陽が出ていたら、すぐ乾くので、効果が早い。雨で流れやすいとかあるんで、乾いてしまえばいいので、そういう関係だと思います。

熟練者から見ると、作業報告としてつぶやきがあることで、作業内容だけでなく、個人が作業中に気を付けていることや見ているポイントが可視化され、作業に対する理解度ができる。

また、農薬に関する知識としては、インタビューからも差がみられる。熟練者は、農薬による薬害について日光の影響がほとんどなく、日光が指してないことによる農薬の効果の低減を考えている。一方で中堅は、日光による薬害の可能性を自身の体験に基づき調べ述べている。また、若手はブラシンという薬剤自体への理解が低かった。つぶやきを活用することで、経験による農薬の知識の差を可視化するとともに、農業者の持つ知識を共有、すり合わせて作業の際に気を付けるべきポイントを統一することも可能になると考えられる。また従来、知識共有は、熟練者から若手へという流れで一般的に捉えられているが、今回のように中堅の方が正確な情報を持っていることも考えられるため、若手や中堅者のような下の世代から熟練者のような上の世代へ行える知識共有もあるのではないかと考えられる。

⑨D さんの音声つぶやき

スプリンクラーで灌水をして端っこの方があんまり灌水にできてないことがわかりました。はしっこ両方とも 5 M ほど灌水があまりできてませんでした。



<<自分のつぶやきについて>>

D さん：スプリンクラーでやるほうがジョウロよりもいいよ，ということだったんですけど，風が吹いてたらスプリンクラーで撒けない部分もあるので，やっぱりジョーロでやるのも必要だと思ったので残した。あとこの圃場のどこら辺だけ水がかかりにくいっていうのがわかれば，そこだけピンポイントでジョーロで撒けばいいと思ったので記録しました。あらかじめ撒きムラでそうな部分が分かっていたら，対応しやすいで残した。

<<他の人のつぶやきについて>>

A さん：なんでこれがかからなかったのか，風が強かったのか，ポンプの回転数が低かったのか，かからないとまずいとは思ってるなら，それを口に出さないまずい。この呟きには，なぜかかってないやどうやってかけたらいいかっていうような，原因と対策の話が必要。

B さん：灌水できませんでしたのあとに，手で灌水したのかどうかもあるといい。とりあえず今日は手で水を撒きましたとか，もしくは灌水してませんなのか。

C さん：報告って形だと思うので，そこで上の人間がどう見て，例えばどうした方がいいかっていう感じにつながるのかなと，このスプリンクラでも，じゃあもうちょっと延ばしてみたりとか，その微調整してみようとか，そういう形のアドバイスにつながる。若手的にはこれが分からないこうできなかったって報告も，アドバイスにつながるので，こういう結果になりましたっていう，現状の問題点を伝えるのも大事。

つぶやきとしては，スプリンクラーによる灌水の現在の状況だけが残っている。つぶやいた本人は，スプリンクラーで灌水できない状況や場所を残しておくことで，次の灌水の際にスプリンクラーではかからない箇所に関して，ジョーロを使って撒くな

どの対処をするために残していた。また他の農業者にも現状の報告としては有用である。しかし、灌水できない理由や原因といった考察、さらにはその後に行った対処に関する発言がなく、問題に対する対処や原因を共有するといった意味では、不十分である。

一方で、若手が分からない事を表出化することで、熟練者からのアドバイスや今後の指導にも生かすことができるため、つぶやきにより作業の理解度を評価するという点においては有用であると考えられる。

5.3 つぶやき実験の考察

今回の実験では、つぶやきに関する3つの有効性を確認することができた。3つの有効性とは、連絡・記録としての有効性、学習のための有効性、知識のギャップの可視化としての有効性である。それぞれ以下で説明する。

5.3.1 連絡・記録としての有効性

農業では、農地を使い複数人で作業を行うため、農作業中の連携が必要となる。③の音声つぶやきに対するインタビューにおいても連携のための作業進捗や位置情報の共有は、農業者も有用であると考えている。つぶやきにより作業者の作業内容や位置情報を共有することで、作業の進捗が共有され、農業者間の作業の連携が円滑になる。

⑥の音声つぶやきのような除草剤の散布のムラによって雑草が残ってしまったという問題について、つぶやいた中堅者は、現在記録している生産記録の農薬量などの数値情報よりも、実際に実施した作業方法や圃場で起こった問題が記録されていることが、次の年の作業の改善を考えられるため有意義であると捉えている。これは生産記録の数値情報だけでは、過去に起こった問題を記録・把握することができず、何となく頭に残っているだけになり、経験や記憶に依存する情報となってしまう。作業方法や圃場で起こった問題等の状況を記録し、中堅者や若手が問題を認識し蓄積することで、次の作業の改善につながる。また、①の音声つぶやきのようにつぶやきを時系列で組み合わせることで、従来は明示的になっていなかった作業内容、生育具合や圃場状況の変化を把握できる。さらに問題が起こった際に、問題が起こる前の作業方法や作業内容を振り返ることで、問題の原因を推察することが可能になると考えられる。

5.3.2 学習のための有効性

つぶやきとして圃場や作業の状況、それに対する判断や意図という考察、さらにその後行う行動などの意思決定について残す必要があると考えられる。

農業では、同じ作業でも時期によってやる意図や意味、状況の判断が変わる作業がある。例えば、圃場の水を排水し、圃場を乾かす作業において、農作物の根を伸ばし成長を促す場

合もあれば、藻などの雑草の発生を抑えるためのガス抜きをする場合もある。⑤の音声つぶやきにおいて熟練者は、葉色に合わせた散布する追肥の量は教えている。しかし、葉色に合わせて散布する追肥の量は、年によって変化するため、その年にどれだけの追肥を散布するかは熟練者が判断している。中堅者は、気温や日照時間などの何を考慮しているかといった判断や意図が共有されることを望んでいる。状況学習(Situated learning)においては、文脈から切り離すのではなく、特定の文脈を持つ状況下で文脈を含めて知識を伝えていく必要があると考えられている(Anderson et al., 1996)。状況と併せて、考察の中に意図や判断を残すことで、若手・中堅者が文脈を通して知識を学ぶことができ、今年の限られた状況に対応するだけでなく、次の年などの他の状況にも対応可能な考え方を伝えることができる。また、⑦の音声つぶやきのように、天候の影響により起こる農作物へのリスクさらには、インタビューにより出てきた天候の変化により起きる現象とそれが圃場に与える影響も考察として表出化することが可能である。

そして、考察から次にどのような行動・対処をとるのかという意思決定を残すことで、つぶやきを通して、生育状況や圃場状況に合わせた判断や意図から取る行動を決定するという一連の流れを学習していくことができる。

5.3.3 知識のギャップを可視化する有効性

農業者が残したつぶやきによって作物の生育や農地の状態、作業内容をどのように捉えているかが分かり、つぶやきからその人の作業の際の注意点や考え方を把握することができる。この注意点や考え方が含まれたつぶやきをきっかけに農業者間の知識のギャップを明らかにすることができる。例えば、⑧の音声つぶやきでは、中堅者 B さんが農薬散布の際に風と日光の影響による薬害の可能性を気にしている。そのつぶやきをきっかけとしてインタビューでは、中堅者は、直射日光による薬害の可能性を心配しているが、熟練者は、直射日光は関係ないと考えている。また、若手はブラシンという薬剤がどのようなものを把握していない。このようにつぶやきの共有をきっかけとして、若手・中堅者・熟練者の間の知識のギャップを確認することができる。

熟練者から見れば、つぶやきから知識のギャップを把握することで、つぶやいた人の理解度を評価することにつながる。今まで報告がない状態では、OJT(On-the-Job Training)等と一緒に作業をしている際に、熟練者が作業を観察し、作業のやり方を指導しながら作業の理解度を評価していた。そのため現場で見えていない作業は、評価が難しく、報告として挙がってくる情報も農薬の散布量といったものが多く、作業の際に若手や中堅者が気にしている注意点等は不透明だった。つぶやきにより自分より経験の浅い農業者が残した圃場の状況の捉え方や作業の際に注意している点を把握することで、その人の理解度を評価することができる。そして、つぶやいた人の理解度を把握することで、任せる作業の決定や次の指導につなげることが可能となる。

従来、知識共有は、熟練者から若手へのという流れで一般的に捉えられているが、⑧の音声つぶやきについてのインタビューように中堅の方が正確な情報を持っていることもあると考えられる。また、若手も普段は伝えるほどではないと判断し、表現しない気づきも音声つぶやきシステムを用いることで気づきメッセージとして残すことができる。このように中堅者や若手の気づきを表出化することで、若手から熟練者へ行える知識共有を行える可能性が示唆された。

つぶやきを共有することをきっかけとして農業者間の知識の差を明らかにすることができるとともに、その後の指導や農業者間の知識のギャップを埋めることや、知識共有につなげることが可能となる。

第6章 音声つぶやきシステムの運用方法の提案

6.1 運用方法の具体例

音声つぶやきシステム運用する際につぶやく方や収集したつぶやきの活用の仕方について提案する。

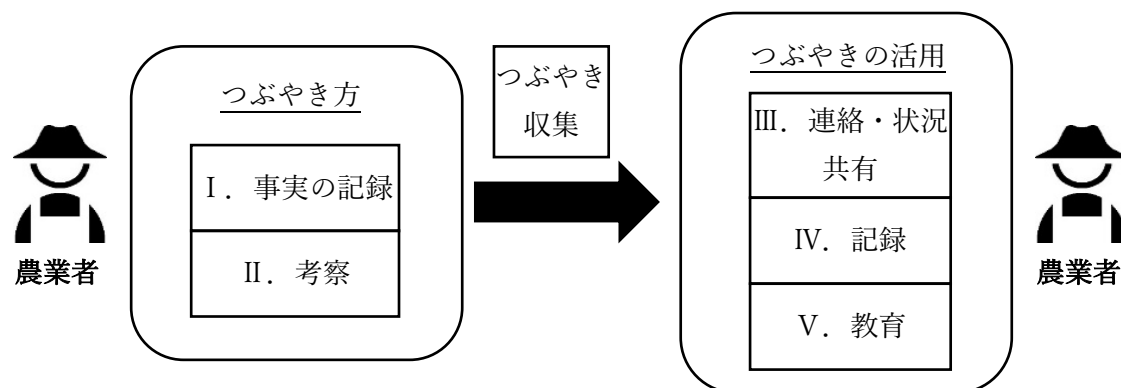


図 6-1 つぶやきの運用イメージ

つぶやき方には2種類ある。事実を記録するつぶやきと考察を残すつぶやきである。

I. 事実を記録する

事実としては、作業と状況についての情報を記録する。追肥や収穫等の行う作業については、いつ(日時)、誰が(作業者)、どこで(農地)、どんなこと(作業)を行うのかを残す。この際には、散布した薬剤や収穫された作物の量などの数値も記録する。農地の状況については、作物の草丈、葉の量や大きさ、農地の水位を数値や写真を用いて記録する。

II. 作業・農地に対する考察を残す

農作業中や農地を見て作業者自身が感じた気づきをつぶやきとして記録する。この際には、作業中に気になった農地の状況や作業方法、また作業者の考える天候の影響や作業の周りへの影響など作業中の注意点やその作業を行う意図を残す。ここで重要なのは、普段は報告や共有をしないような些細な疑問や思いでも作業中に考えたことを残すことである。作業者がどのようなことを考え作業を行っているかを表出化することが重要である。

つぶやきの活用の仕方については3種類ある。連絡・状況共有、記録、教育としての活用である。

III. 連絡・状況共有

現場で作業中につぶやきにより他の農業者への作業の連絡や作業内容や農地の状況を共有するために活用する。状況や作業を共有することで作業に関わっている作業者同士の連携を図ることができ、また直接作業に関わっていない農業者に対しても、情報や進捗状況を伝達することができる。

IV. 記録

つぶやきで残した事実を記録として活用する。つぶやきとして作業の日時や内容を残しておくことで栽培履歴を簡単記録として活用することができる。つぶやきを時系列に整理し、シーズンごとで比べることで、作業の時期の違いによる、その年の天候や作物の成長具合の傾向を把握、振り返ることができる。また、圃場ごとにつぶやきを整理することで、圃場ごとの水はけや作物の成長具合の変化や特徴を把握することができる。

V. 教育

農業者の教育のためにつぶやきを活用する。自分自身や他の農業者のつぶやきを振り返る場を設ける。熟練者のつぶやきから若手は、作業の注意点や意図を学ぶことができる。また、つぶやきから自分の改善点や他の農業者との認識や知識のギャップを見つけ、そこからどのように改善するのか、また作業や認識、知識ギャップはどこにあり、どうしてそのようなギャップが生まれているかを議論することで農業者同士のギャップを埋め、知識のすり合わせを行う。

6.2 運用方法の試行評価からの考察

上記のような運用を経ることで行われる知識共有のイメージを図 6-2 に示す。また農業者個人による活用、若手指導のための共有、知識のギャップを埋める運用について考察する。

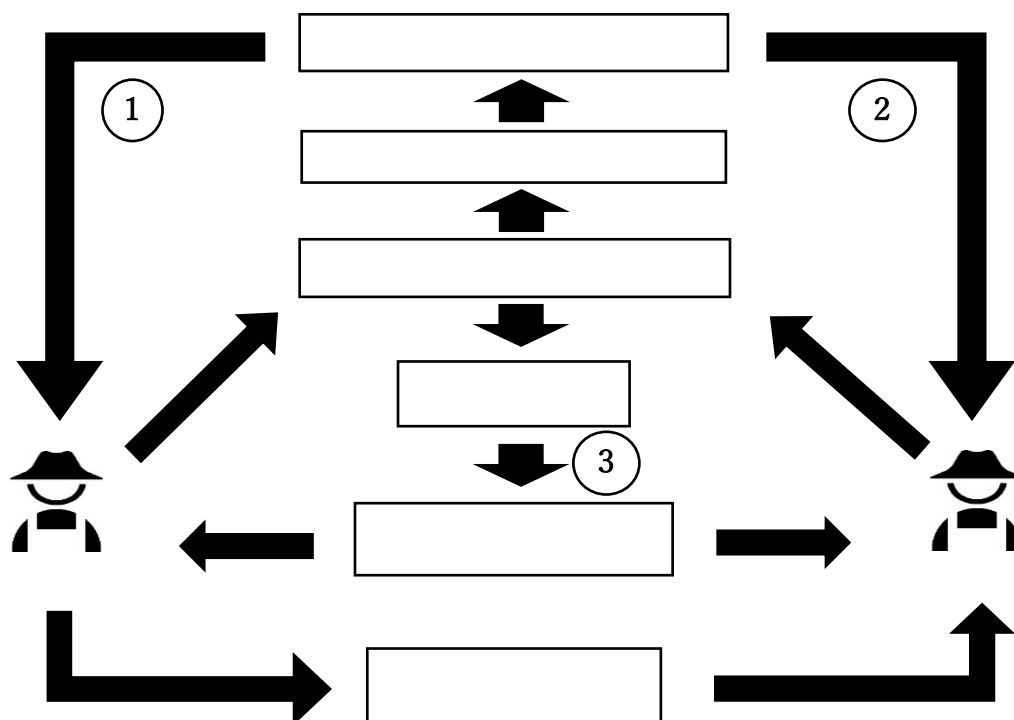


図 6-2 音声つぶやきシステムによる知識共有のイメージ

①農業者個人による活用

実験においては、自分の学びや次の作業のための記録として気づきを記録しているつぶやきも見られた。そこで、個人が農地における気づき、知識をつぶやきとして「表出化」し、つぶやきを蓄積し、個人でつぶやき記録を振り返ることにより、自分の作業中の注意点や学び、さらにそれに対する改善といった知識を「内面化」することが可能であると考えられる。インタビューの際に中堅者は、普段無意識で行っている作業を意識的につぶやくことで記憶に残りやすく、つぶやきを見返すことで圃場や作業の改善点や状況の振り返りがしやすいと述べていた。このように音声つぶやきシステムにより表出化が簡単に行えるように支援することで、個人で SECI モデルを回し、知識創造を行っていくことも可能であると考えられる。

②若手指導のための共有

南石・藤井(2015)は、水稻の代掻きを対象にした調査により、農業における教育指導は、OJT で行われていることが多く、OJT 等の教育指導に取り組むことで知識の伝達・継承が促進できるが、これらの取り組みだけでは、知識・技能の習得が不十分であるとしている。実験において、自分の農地の状態や作物の状態に対する気づきや情報を他の農業者への共有を目的としたつぶやきが残されていた。さらに知識共有を行うため表出化する必要がある要素として、作業の意図や圃場の状況に応じた判断が特に重要であると考えられる。農業の同じ作業内容でも、時期や状況により意図や判断が変わるため、そのような意図を残して欲しいと考えている農業者もいた。また、他の農業者のつぶやきの内容から知らなかったことを学ぶことができた農業者もいた。このように音声つぶやきシステムを介して農業者が気づきや知識を「表出化」して、共有することで、他の農業者がつぶやきから知識を学び「内面化」することが可能であると考えられる。したがって OJT 等の現在行われている教育指導に加えて、音声つぶやきシステムを活用することでさらなる知識共有を図ることが可能である。

③知識のギャップを埋める運用

今回の実験では、つぶやきを共有して、インタビュー形式の評価を行うことで明らかとなった熟練者・中堅者・若手の間の知識のギャップがあった。このように「表出化」された気づきを共有することで、農業者同士がつぶやきをきっかけに知識のギャップを認識することができる。さらに認識された知識のギャップを埋めるための議論や技術指導を行うことによって、共同化を促進することができ、農業者間での知識共有が可能となると考えられる。

知識や認識を共有することが、従来は家族と一緒に作業をする中で培われていた。しかし、経営が法人化し、従業員を雇用することでその場が失われていた。音声つぶやきシステムという新しい場を通して、収集されたつぶやきを、定期的に自分自身での確認や農業者や同士でお互いのつぶやきを確認することで、認識や知識の違いを把握し、それをもとに認識の違

いなぜ起こるのか、知識の差はどこにあるのかを議論することによって、認識と知識を合わせることに伴う農業者同士の知識共有を図ることが可能になると考えられる。

第7章 結論

7.1 本研究のまとめ

先行研究調査とインタビューから農業における問題を整理した。これにより農業が抱える問題である知識共有の必要性和それを解決するための取り組みが少ないことが挙げられた。これに対して音声つぶやきシステムを活用することでその問題解決を目指した。

音声つぶやきシステムを活用した長期間の実験により 449 個のつぶやきと写真を収集し、インタビュー調査により、つぶやきの評価を行った。第 5 章において音声つぶやきシステムの有効性を明らかにした。音声つぶやきシステムを農業者が活用することで知識の「表出化」を可能とするだけでなく、つぶやきとして表出化すべき気づきを明らかにできた。さらに熟練者のつぶやきから若手が学ぶことができ、つぶやきから知識の「内面化」も可能となる。そして、つぶやきをきっかけに知識の差を農業者が認識することによって、知識の差を埋める取り組みを行うことで「共同化」を促すことが可能であると考えられる。したがって、音声つぶやきシステムにより農業者を支援することによって知識共有を図れると考える。

7.2 リサーチクエスチョンに対する回答

SRQ1 への回答

SRQ-1：農業における知識共有・継承の課題にはどのようなものがあるか？

農業においては、作物の栽培方法が気候条件や土壌条件の違いにより変化することから、基準統一の難しさがある。限定された地域でのみ栽培されている作物も存在し、作業の仕方や基準の設定がより難しくなっていることがある。その栽培方法の難しさから一緒に作業しながら口伝で知識や栽培方法を継承している現状があり、作業がマニュアル化されていない。

農作業記録も作業中の多忙さもあり、取られていないことが多い。そして農作業記録が取られていた場合でも、個人で使用するメモの形が多く、共有には至っていない。

SRQ2 への回答

SRQ-2：知識共有・継承の課題を解決する効果的な気づきとはどのようなものか？

音声つぶやき実験とその後のインタビュー形式のつぶやき評価を通して、つぶやきの 3 つの有効性が明らかになった。3 つの有効性とは、連絡・記録としての有効性、学習のための有効性、知識のギャップの可視化としての有効性である。知識継承を効果的に行うためには、つぶやきにより状況に合わせた捉え方や行動とともに、熟練者の持つ判断基準や意図といった知識を表出化する必要がある。また、作業の際の判断や注意点をつぶやきとして共有す

ることで知識のギャップを認識することにもつながる。

SRQ3 への回答

SRQ-3：気づきを活用する知識共有・継承におけるシステムの運用方法とはどのようなものか？

状況や作業に対しつづやきを残すことにより、農業者の状況の捉え方を把握することできる。それにより農業者間の知識のギャップがあることを明らかにすることによって、その後の知識のギャップの埋め合わせや、知識共有につながる。これによってつづやきシステムによる知識の共有・継承が行えると考えられる。

MRQ への回答

MRQ：農業における IoE を活用した知識共有・継承とはどのようなものか？

SRQ2, 3 より、気づきに必要要素と運用方法を明らかにした。一方で農業現場では、物理センサが導入され始めているが、実効的なものになっていない現状も明らかとなった。このような物理センサで得られた情報とつづやきを組み合わせることで、現在暗黙的な農業の知識を形式知化できる可能性がある。

7.3 本研究の貢献

農業では、熟練者の頭の中にあり、まだ形式知化されていない暗黙知がある。現在熟練者が持つ暗黙知を SECI モデルにおける「表出化」と「共同化」により、若手の農業者へと知識共有を行うことが求められている。本研究では、音声つづやきシステムにより、熟練者の知識を農地において作業中に表出化できることを示し、その表出化する内容としての作業の判断や意義の重要性を確認した。さらに若手がつづやき共有による学習を通して内面化を行える可能性が示唆された。

つづやきの共有をきっかけとして、農業者間の知識のギャップを明らかにすることができた。さらに今後の音声つづやきシステムの運用方法の提案により、知識のギャップを埋めるための取り組みを行うことで、互いの知識をすり合わせ共同化を行える可能性を示唆することができたと考える。

7.4 本研究の限界と展望

本研究の限界としては、3つ挙げられる。1つ目は、実験事例が少ないことである。本研究では、水稻栽培を主とする農業法人での約3カ月間実験による、水稻栽培を主とした追肥、除草、水管理等の圃場管理に留まっている。水稻栽培には、田植えや稲刈りなど様々な農作業があり、年単位での作業中のデータ収集や園芸農家等での活用・検証をすることで、

さらなる知識の表出化が図れると考えられる。今後、さらに様々な農業者の下で、数年単位の長期間の実験を行っていく必要がある。また、今回は 1 つの法人内でのつぶやきの共有にとどまっているが、複数の法人間や個人農家での共有を行っていくことで、地域や生産地全体での知識の共有や継承も可能になっていくと考えられる。さらにこれらで収集されたつぶやきを分析していくことで、南石ら(2015)が指摘している圃場条件や生育条件に応じた多種多様な知識・技能を継承する上で、必要とされる作業の基本条件や基本的なポイントと多様な状況に合わせた行動や対処を体系的に整理することにもつながると考えられる。

2つ目としては、本研究では、つぶやきとして必要な要素を明らかにし運用方法の提案を行ったが、運用方法についての検証には至っていない。今後、農業において音声つぶやきシステムを運用し、つぶやきとして必要な要素を農業者から引き出す方法を検証していく必要がある。

3つ目として、農業 IoT などでは使われるセンサデータとの組み合わせができなかったことである。農業 IoT はまだまだ導入段階であり、センサデータの活用が進んでおらず、つぶやきにセンサデータを組み合わせることができなかった。今後は様々なセンサデータや農業データ連携基盤である WAGRI と連携することで、農業者が今まで五感で感じ、感覚的に判断を行っていた部分を数値等との組み合わせで明示的になることや農作物の能力を最大限に発揮する新たな知見が得られる可能性があると考えられる。

参考文献

- Anderson, J.R., Reder, L.M., Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. Educational Researcher, 25(4), 5-11.
- Dave Evans. (2012). The internet of everything: How more relevant and valuable connections will change the world, Cisco IBSG, vol. 2012, 1-9.
- 堀明人. (2014). 記録農業 スマホ農業 農業を「見える化」する方法. ブイツーソリューション
- 藤井吉隆. 南石晃明. 小林一. 西谷清彦. (2012). 大規模水田作経営における従業員の能力養成と情報マネジメント-水稲の育苗作業を対象にした事例分析-. 農業情報研. 21 巻. 3 号. 52-64.
- 井上杜太郎. (2020) 音声つぶやきシステムを活用した漁船向け 機関業務支援システムの開発と評価
- 株式会社クボタ. (2018). クボタ営農ナビ「圃場水管理システム WATARAS(ワタラス)」
<https://agriculture.kubota.co.jp/agriinfo/news/2018/07/wataras.html>
- 株式会社クボタ. (2020). クボタプレス
<https://www.kubota.co.jp/kubotapress/technology/agrirobo.html>
- 国立研究開発法人 農・食品産業技術総合研究機構. (2018). (研究成果) ICT を活用した圃場(ほじょう)-水利施設連携による効率的な配水管理制御システムを開発
http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nire/119976.html
- 森和夫. 森雅夫. (2007). 3 時間でつくる技術伝承マニュアル. JIPM ソリューション
- 中山康子. (2007). 知識継承のしくみづくり. 人工知能学会誌. 22-4. 467-460.
- 南石晃明. 藤井吉隆. (2015). 農業新時代の技術・技能伝承-ICT による営農可視化と人材育成. 農林統計出版
- 野中郁次郎, 竹内弘高. (1996). 知識創造企業 梅本勝博, Trans.). 東洋経済新報社
- 野中郁次郎, 遠山亮子, 平田透. (2010). 流れを経営する-持続的イノベーション企業の胴体理論. 東洋経済新報社
- 農業データ連携基盤協議会 WAGRI. (2017). ABOUT WAGRI. <https://wagri.net/ja-jp/>
- 農林水産省. (2019). 平成 30 年度食料・農業・農村白書
- 農林水産省. (2020). スマート農業の展開について
- 農林水産省. (2020). 2020 年農林業センサス.
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noucen/index.html>
- Polanyi, M. (1966). The tacit dimension. Routledge & Kegan Paul
- 下條信輔. (2008). サプリミナル・インパクト-情動と潜在認知の現代. ちくま新書
- 神成淳司. 久寿居大. 工藤正博. 小野雄太郎. 沼野なぎさ. 神谷俊之. 島津秀雄. (2015). AI(Agri-Infomatics)に基づく学習支援システムの研究開発. 人工知能学会誌. Vol. 30. No.

2.174-181.

神成淳司.(2017).IT と熟練農家の技で稼ぐ AI 農業.日経 BP

内平直志. (2013).気づきの収集と活用による看護・介護サービスの価値共創.JAIST サービス・イノベーションレポート= JAIST Service Innovation Report. 4.13-19.

内平直志. (2014a).音声つぶやきによる気づきの収集と活用で看護・介護サービスの質を向上する.サービスロジー. 1(2).14-17.

内平直志. (2014b).音声つぶやきによる気づきの収集と活用支援システム.人工知能学会全国大会論文集.JSAI2014.1L5NFC05b3-1L5NFC05b3.

https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2014.0_1L5NFC05b3

内平直志.吉田正巳.(2019).音声つぶやきシステムを活用した農業ナレッジマネジメントシステム-ハウス農業における試行評価システム数理と応用-.電子情報通信学会技術研究報告=IEICE Technical Report:信学技報.118(384).127-132.

Ummesalma, M., Subbaiah, R., & Narasegouda, S. (2020). A Decade Survey on Internet of Things in Agriculture. In Internet of Things (IoT) .351-370. Springer, Cham.

梅本雅.山本淳子.(2010).農作業ナレッジの継承に向けた課題と方法. 農業経営研究.48(1).37-42.

渡邊智之.(2018).スマート農業のすすめ. 産業開発機構

山本淳子.梅本雅.(2010).土地利用型経営における農作業ナレッジの特徴.農業経営研究.48 巻第 1 号,43-48.

吉村慎浩. (2018).警備業務におけるリアルタイム気づき組織学習の提案と有効性の評価

付録 1 農業者へのインタビュー説明書・同意書

「農業における知識継承～農作業者の気づきの伝わりやすさとその検証～」 の説明及びインタビュー同意書

北陸先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科
内平研究室
修士 1 年 高道 駿

本研究を次のように実施致します。研究の目的や実施内容をご理解頂き、本研究にご協力頂ける場合は、同意書にご署名をお願い致します。

1. 研究の意義・目的

本研究では、IoT と音声つづやきシステムを組み合わせたシステムを利用することによって、熟練農業者から若手農業者への知識継承支援、農業者の業務効率化支援を目的として、実施致します。本研究により、熟練農業者から若手農業者への知識継承、農業者の業務効率化に貢献できるのではないかと考えております。

2. 研究方法

本研究では、1 時間程度のインタビュー実施させて頂きます。インタビュー内容はスマートフォンで録音し、分析致します。インタビューは 1 回を想定しております。

3. 研究成果の公表の可能性

本研究の成果は、修士論文や学会発表論文としてまとめます。公開前には、公開内容に関して、事前に確認・了解をいただきます（公開に不適切な部分は、削除・修正いたします）。論文や発表ではお名前や勤務先情報は個人が特定できない表記に致します。ただし、ご承認をいただいた範囲では、上記情報の一部を記載する場合があります（謝辞での記載など）。

4. 守秘や個人情報、研究データの取り扱いについて

本研究でお話頂いた内容、及び実験データは研究以外に用いることはなく、守秘をお約束致します。また、個人情報を保護するため、お名前は研究データから取り除き、符号に置き換えて管理致します。

5. 研究者、及びお問い合わせ先について

本研究は、北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科修士課程の高道駿が行います。研究内容に関するご質問は以下の連絡先までお願い致します。

研究者： 高道 駿

(北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科修士1年)

住所 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1

研究参加の同意書

私は、「農業における知識継承～農作業者の気づきの伝わりやすさとその検証～」について以上の事項について説明を受けました。研究の目的、方法等について理解し、協力します。

参加者（署名）

日付： 年 月 日

付録2 インタビューにおける質問事項

インタビュー内容

①農業知識の伝え方について

現在どのように知識を後継者に伝えているか？

後継者にどのように知識を伝えていくべきだと考えているか？

自分は、農業の知識はどのように学んできたか？（学校や親からなど）

どのような経緯で農家になったのか？

②農業についての記録方法

営農日誌などの日々の作業、販売の記録は取っているのか？

圃場の管理はどのようにしているのか？

作業を記録したものなどはどのように共有しているか？

③農業関係で困ったとき

農業で困ったときはどのように解決しているか？

農業関係の情報をどこから、だれから得ているか？

（農協、寄合、知り合いの農家、インターネット など・・・）

農業関係のどんな情報を得ているか？

④IoT や農業機械について

現状データを取るために IoT を取り入れているかどうか、また取り入れようとしているか？

どのようなものなら取り入れたいか？

これから農業機械がどうなっていってほしいか？

付録 3 農業者に対するインタビュー結果の要約

株式会社ぶった農産

農業知識の 学び方につ いて	B は、幼少期から父親の背中を見て一緒に作業するという共体験を通して基本的には、農業を学んできた。農林水産省農業者大学校を卒業し、その後自家農業に従事した。農林水産省農業大学校では、日本の農業をどんなものにするか、農業者としてどんな哲学を持つかということを学び、具体的な技術は、ほんの一部で偉い先生に習ったということが財産だ。 B は、農業の知識を昼間の時間だけで伝えるのは難易度高く、またマニュアル等だけで教えるのは、無理であると考えている。B 社における知識継承については、B 自身で伝えることはあまりしない。伝えることをしてしまうことで、社員自身が考えることをしなくなり、主体性がなくなってしまうと考えている。
農業につい ての記録方 法	B は、空に自分の考えていることを書いて、自分の頭に記録する。農薬等の記録は、社員が散布した量を紙に記録し、事務所に戻って Excel で記録している。
IoT や農業 機械につい て	IoT デバイスに関しては、IoT センサでデータは取っているが、あまり分析はできていない。これからデータを何に使えるようにするかが問題となる。IoT は最近入ってきたばかりで、IoT センサでデータを取ってはいるが、実効的なものにはなっていないという。

全国農業協同組合連合会

知識継承の 現状につい て	技術継承は、コミュニケーション不足もあり、ノウハウを上手に伝える仕組みが現状ない。アイテムやツールが出てきてはいるが、活用されきれておらず、センサによって情報が入ってくるが、農家自身にそれを活用できる知識がない。 また従来は、家族経営が主の単位としてあり、見える、管理できる範囲で従来はやってきていたが、経営が大きくなり、立ち行かなくなってきたやめてしまうことが増えた。そして、法人経営に集約されたり、各家が中心となった集落営農が地域の基盤となったりしてきている。外部要因に対応するために、組織で知を共有する必要性が出てきている。これまでは親父の背中を見てやってきていたものができなくなり、法人経営で外部から人を雇って、作業の指示はするものの、全体を把握した中でその人が作業できるわけではない。企業でなく集落農業では、今まで経験がない中で組織経営をやっている。
---------------------	--

	る
農業についての記録方法	現場では作業日誌も書いている人がいるようではあるが、パソコンではなく手書きでその人しかわからない形の記録が多い。他の人がそれを見て活用できるようなものではないというのが実態である。個人経営で管理して得た情報はその人に管理される。組織によっては日報などで圃場の情報を集約しているところもあれば、他の組織では、各エリア担当が担当の圃場を経営者の視点で合理的判断ができるような形態を取っているところもある。
TAC の業務	農家に出向いて、農家の意見・要望に応える、経営的な相談に乗るのが TAC の役割である。元々は物売り、農薬や肥料を推進するところから、それだけでは農家の要望に応えられないので、農家の相談に応じることや営農指導もしている。TAC は経営指導、農家の内発的動機付けを行っている。
技術指導	国の農業改良普及事業で栽培の技術指導が始まった。戦後、国が各都道府県において農業試験場で研究、各地区において普及指導センター(農林事務所)で普及指導員が技術指導を行う。経営指導が TAC、技術指導は普及員が行っている。
IoT や農業機械について	経営導入という意味では、IoT センサ等は実験の段階である。水田センサで遠隔地から今の水位を評価して水を入れに行く等は行われているが、全圃場に設置しているようなところはない。広義の IoT としてのドローンであれば以前から活用されている。田植え機やトラクターは、限定的に自動で動くようなものは使われているところもある。

菜園生活 風来

農業知識の学び方について	農業においては経験則というのが大きいので自分でトライ＆エラーをする。師匠を見つけて、誰かに学びに行くのが一番早い。農業は、自然相手なので学び取るのが難しい。仲間内の研究会をやって学んでいた。
農業についての記録方法	農業の計画として、ノートに平面図で畝ごとの野菜を決め、時系列で野菜を植える時期を管理している。連作障害にならないような、メモや管理の仕方をしている。最近は、Google スケジュールで作業を管理している。また最近パートさんを雇い、Google スケジュールで毎日のやること(収穫量や配送量)やパートさんのやることを管理して、共有するのに使用している。
農業関係で困ったときについて	ネットで病気の症状は調べることはできる。しかし、病気の症状から病気の名前がわからないときにネットで調べるのが難しい。現状は、本でトマト病害虫全種等を調べている。仲間内の研究会をやっていたネットワークがあって、困ったときに教えてくれる人がいるのは助かる。

IoT や農業機械について	果樹の選定でどこ切るかは悩む。木の選定が AR グラスとかで選定を教えてくださいのような技術があると助かる。 作物の病気や症状が何かを直接、画像検索で直接調べることができるとうりやすい。そのまま対策の方法が分かるとやりやすい。 農作業中の連絡のロスが大きい。規模の大きい農家であれば、だれがどこで何をやっているかの情報があれば楽になる。天候によって、今までは次何するかの電話での確認が必要だったが、マップで表示できるようになると、次の指示が出しやすい。
---------------	---

西野ファーム

農業知識の学び方について	基本的には、口伝で知識を得た。1, 2 年は親の手足となり、言われたことをやるスタイルで学んだ。その中で、疑問に思ったことや気に食わないところは、少しずつ変えていった。 土地・圃場によって収量が変わることがある。親の代から必ず他の圃場と違う結果が出る圃場があり、肥料の問題なのか作り方の問題なのかを見極めるために肥料の量を変化させることで何がかわるかを実験的に確認した。 YouTube で四隅のへこまない農業機械の運転の仕方などを動画で学んでいたこともある。
農業についての記録方法	記録は、何番地に、除草剤の何を何キロ蒔いたかを Excel で記録している。他にも稲が倒伏しているなどの情報も Excel で記録している。地図は、Google マップで作物ごとに色を変えて管理している。農場の場所の確認や機械のはまる場所の位置の記録にも Google マップを使っている。 農業生産管理アプリ等も使っていたが、時間管理等の機能も付いており、入力が面倒になり使うのをやめた。前は音声でも記録を取っていたが機械の雑音が入り、聞くのが不快なため活用するのをやめた。現在は、画像や動画で記録を取ったものを家に帰り Excel に記録していることが多い
農業関係で困ったときについて	基本的な知識はネットや営農だよりで得て、何か問題が起こったらネットで調べている。大体の情報はネットで出てくる。 JA や周りの農家に聞いたことを親に相談し、やってなかったことをやってみることで変えていった。周りの農家とは、飲み会や部会などで会う場で情報共有をしている。
IoT や農業機械について	IoT に興味はあるが機能としては無駄なものが多く、元が取れない。田植え機の買い替えで GPS 機能をつけられるが、GPS をつけることで得られる効果がまっすぐ植えられることと、自動運転になるので付帯作業ができることである。しかし、密苗により田植えの際の 1 反あたりの苗つぎが 2, 3

	回しかないので、5~10分の短縮しか生まれないので費用対効果が低い。導入することで生産性が上がるものがあれば使ってみたい。 ツールを使って、複数の人で共有できるといい。今日なんの作業をしなければいけないかがわかりやすく、管理しやすくすれば、作業の記録も報告も便利になる。 他の農家とも互いの記録をオープンに見られるようになれば、知識レベルでの視野が広がる。近所の人は何の作業をしているか、どんな肥料をあげているかは、今でも見ればわかる。離れている地域の情報はわからない。他の地域を知ることによって視野が広がるのではないか。地域によって違うことを知れるのも大きな情報となる。今現在は、業者やSNSなどで同じ品種の他の地域の情報を得ている。
--	---

ぶどう農家

農業知識の 学び方につ いて	2代目：40年前からぶどうの専業でやり始めた。最初親の言われたことをやる中で学んできた。砂丘地試験場において県下の生産者30~40人が集まって研究会を行った頃から自分でも学び始めた。現在も高松では、30数名の生産者で研究会を年3回程度行っている。どうやったらおいしいぶどうが取れるかの研究会を行っている。研究会は、普及所からも教える人に来ていただいているが、ほとんどは生産者同士で行っている。 3代目：ぶどうの作り方は、2代目からと研究会から学ぶことが多い。2代目と一緒に作業をしながら、やっているのを見ながら教わっている。わからないところがあれば2代目に効いていることが多い。研究会に行ったときに2代目がやっていることの答え合わせをしている。熟練の農家から現場で指導していただくこともある。また山梨県のぶどうの栽培方法が丁寧に書かれている本もある。
農業につい ての記録方 法	記録は2代目の奥様が2代目・3代目から夜にその日やったことを聞いて、JAの販売している3年連続日記というもので記録をつけている。出荷量や何月何日にどこの圃場に何をしたかを簡単に記録している。去年何していたかを2代目・3代目が確認するため使っているが、奥様が記録しているため2代目・3代目が言っていないことは記録として残っていない。2代目は、感覚で覚えて記録は取っていない。3代目は、アプリなどを使って作業日誌を付けようと考えているが、あまりいいの見つからない。
農業関係で 困ったとき について	研究会では、普及所から指導員が来て指導してくれているが、ほとんどは生産者同士で情報交換を行って解決している。3代目は、わからないときは2代目に聞き、講義に行ったときに2代目のやり方の答え合わせをしている。

IoT や農業機械について	現在、機械を使っていることは、少なく手作業をしている。機械は、耕運機で砂を起こすくらいにしか利用していない。手作業で一番大変なのはジベレリン処理であるが、職人の技術や時期の判断が求められるため機械でするのは難しい。 3代目は加温栽培をしている畑の温度調整が自動になると、またはハウスの温度がスマートフォンなどで確認できると便利であると考えている。自動で温度管理ができれば、燃料の消費も抑えられ、温度を調節しに行く労力も少なくて済む。 2代目は機械にトラブルがあると困るので、今まで通り自分で見に行く方が安心であるという思いもある。 MR グラスを使い普及員からの指導を受けたことはあるが、画面で見ると目で見るとの違い難しさを感じた。
---------------	--

きゅうり・トマト農家

農業知識の学び方について	親が農業を営んでおり、農家の長男で生まれ、いつかは農業を継ぐのだろうなという考えもあり、農業高校に進学した。栽培技術は、基本的に親と一緒に作業しながら口伝で教わった。最初は、親が教えてくれるし、自分もわからないというときは聞きながらに学んだ。肥料のやり方は、普及所が出している指針通りにやり、木の状態に合わせて、こういう状態ならこの肥料をこれだけやらなければいけないというように教わった。最初は、見ても木の状態はわからなかったが、5~6年すれば何となく木の状態が分かるようになった。また、太きゅうりが加賀野菜で金沢市打木町とかほく市でしか栽培されていないこともあり、本になっておらず親や周囲からの口伝で伝わっている。 パートさんへの教育も一緒に作業しながら教えていた。息子さんも休み期間に自分の家でバイトしているときに一緒にやりながら教えていたため、肥料・農薬以外の栽培やハウスを建てることはできる。 JAの部会や金沢市の農業青年グループの集まりや種屋さん呼んで人のハウスを回る年数回の勉強会の中で学んだ。
農業についての記録方法	営農日誌ほどしっかりしたものではないが、大きめの手帳を日誌のようにして日々の農薬をまいた日や量などの作業記録を残している。生産記録は紙で生産者側にもJA側にも残っている。父親は何もつけておらず、母親も奥様も日誌のようなものをつけているようだが、お互いの物を見せたり共有したりしていることはない。自分の日誌は、自分で見るようなメモのような形で残っているが、自分で確認することでは使っていない。現在は思っ

	たことを家に帰り記録している。
農業関係で困ったときについて	困ったことがあれば、まずはネットで調べる。そこでわからなければ周りに聞く。知りたいことは、ネットで割と出てくるが、地域の違いで他の地域で使えている薬剤が石川県で使えないこともある。おかしいところがあれば写真を撮り、LINE のグループで他の農家に聞いたりしている。他の農家がおかしな所に気づいたことを共有していることもある。仲間内で分からなければ、県の普及員に聞いている。
IoT や農業機械について	園芸で使用している機械は、トラクターくらいである。他の作業はほとんどが手作業である。収穫した作物を載せるために自分について来てくる機械があるが、ハウス内を機械が通れるようにしなければならず、大きなガラス温室においてコンクリートで整備された大きなハウスのような環境が必要である。だが、機械があると作業が楽になるので使いたい。苗の植え付けと収穫において機械が使えるのであれば使いたい。 県の補助のもと試験的にセンサをいくつかのビニールハウスにつけて温度・湿度・二酸化炭素を計り、ビニールハウスの横を自動で開閉し温度調節してくれる設備を利用している。温度管理が自動でしてくれることで作業は楽になる。用事でビニールハウスに戻れず、葉を焼いてしまったことがあったが、そのようなときにリモートで管理できると便利である。現在は、天気予報や雲の動きを頼りにビニールハウスの開閉をしている。 ビニールハウスによって水はけの良さ等が違うので、その情報を作業者に伝える手段があるといい。

有限会社ばんば

農業知識の学び方について	幼少期から学校が終わって帰ってきてから農業の手伝いをしており、現場に入って体を使って農業を学んでいた。父親が早くに亡くなったため、自分は教えてくれる人がおらず、母親が隣の人に聞きに行きに行って教えてくれた。それを見ているうちに、自分も人に自分で聞きに行くようになった。た当時の営農指導員に技術を教えてもらい、隣や人がやっているのをまねて栽培をしていた。 高温で刈り取りが遅れ、米が胴割れになる大失敗をして、自分の失敗から胴割れ対策や栽培を見直していかなければならないと思った。様々な先生のところや勉強会に学びに行き、自分で試行錯誤した。青年農業会議所を作り、勉強会に先生を呼んだり、仲間内で話したりする中で、経営の知識を学んだ。
農業について	今まで栽培の計画は自分の頭の中で持っていた。作業実績と結果は、ノート

ての記録方法	に肥料の量や与えた時期とその理由となる天候や気づきと結果を書いていた。今回初めて、普及所のフォーマットを基に自社の栽培に合わせた栽培指針として月々の作業スケジュールを作型ごとに作った。その栽培指針に肥料の量や作業のやり方、その都度の注意事項をまとめて共有した。
農業関係で困ったときについて	困ったときも場合によるが、農協や普及員、だれにでも聞く。番場氏は、人に物を聞きくことに恥ずかしさがなく、後輩にも頭を下げて聞く。
IoT や農業機械について	クボタの収量コンバインを導入し、KSAS というクボタのサービスも利用している。食味値が出るので、自分の米の状態が分かるので品質によって乾燥機を分けることができる。収量や GPS で位置もわかるので、次収穫して乾燥機に持ってくるタイミングが分かる。また 3~4 年前から GPS を使った田植え期は自動で直進し、肥料の量は機械が知らせてくれるので便利である。GPS 等で作業状況が可視化されることで、次の作業状況の準備ができる去年から乾燥機の状態(温度、水分の割合、乾燥にかかる時間)が事務所からパソコンで見られるシステムも導入した。 ソリマチ株式会社の facefarm で生産管理や圃場管理を記録している。作業時間なども記録することができる。モニターとして無料で利用している様々な生産管理ソフトを様々な会社が出しているが、一本化して欲しい。

謝辞

本論文を作成するにあたり，数多くの方々にご協力頂き，心より感謝申し上げます。

まず，指導教官である北陸先端科学技術大学院大学 内平直志教授には，2 年間に渡り，研究の計画段階から論文執筆まで熱心なご指導と，多大なご助言を賜り，無事この修士論文を書き上げることができました。改めて心より感謝申し上げます。また，令和元年 10 月よりご着任された北陸先端科学技術大学院大学 佐藤那央助教には研究方法，論文執筆に際し，貴重なお時間を割いて熱心なご指導を頂きました。心より感謝申し上げます。研究の遂行にあたり，多くの先生方のご支援を頂き，ここで改めて感謝申し上げます。

研究の進行やインタビューや実験に際し，ご協力いただいた株式会社ぶった農産 社長 佛田利弘様，実験に参加いただいた株式会社ぶった農産 沼田新様，西田真様，石田隆弥様をはじめ，株式会社ぶった農産の皆様には，多大なご協力をいただきましたことを心から感謝申し上げます。

農業者の方へのインタビューに際しましては，インタビューに応じてくださり，インタビュー先も紹介していただきました全国農業協同組合連合会 石川県本部 松井秀憲様，折戸瑞貴様，インタビューに協力してくださった西田栄喜様，西野満治様，竹田日出夫様，竹田尋平様，本野壽一様，番場睦夫様，JA 職員の方々に厚く御礼申し上げます。

システム開発において指導，助言をいただいた内平研究室 井上杜太郎氏をはじめ，日頃から研究活動や大学院生活に際しご支援を頂いた，友人，内平研究室の皆様にお礼申し上げます。最後に，大学卒業後，後も勉学を継続させてくれた両親に心から感謝致します。