

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成28年度実装活動報告書

研究開発成果実装支援プログラム
「大規模稲作農家への農業水利情報提供システムの実装」

採択年度 平成27年度

実装責任者氏名 飯田 俊彰

(東京大学大学院農学生命科学研究科、准教授)

1. 要約

1-1. 現地水田圃場での実装活動

平成27年度に実装対象として選定した、茨城県坂東市勘助新田にある農業生産法人有限会社アグリ山崎（以下、実装対象農家と呼ぶ）において、引き続き実装活動を行った。実装対象農家が実際に営農している水田圃場の中から、実装区として計16区画、対照区として計4区画を選定した。実装区の各区に、水位計、Bluetooth通信機、記録計、ソーラーパネルを設置した。また、フィールドルータ（FR）を計6台設置した。対照区の各区に水位計を設置した。

平成28年灌漑期に、実装区および対照区の圃場に実際に作付けし、各区画の湛水深の経時変化の10分間隔での実測データを得た。実装対象農家近隣の気象庁アメダス観測点を調査し、観測項目を把握した。得られた実測データと実装対象農家への聞き取り調査の結果をもとに、各区画での用水管理の実態を把握した。灌漑期終了時点までに、実装区および対照区において、水田湛水深の実測データがそれぞれ複数の水田区画で得られたことにより、第1のマイルストーンのひとつが達成された。

ハード類の実地での性能については、見通しの良い水田地帯でも直線距離で270m程度以上離れると本システムの通信の安定性が低下することが把握され、FRにアンテナを増設することにより、この問題を克服した。

1-2. ソフトウェアの開発と改良

（株）イマジックデザインおよび実装対象農家と議論を重ね、ソフトウェアおよびインターフェイスの案を決定した。これを「農業水利情報サービス提供システム」と呼ぶこととし、Web上から利用できるようにした。

1-3. 水管理労力の測定

実装対象農家へGPSロガーを計6台貸与したが、貸与時期が遅かったため水田水管理作業にほとんど携行されることが無く、第1のマイルストーンとしていたGPSによる見回り状況の実測データは、十分には得られなかった。実装対象農家より平成28年作の営農日誌を入手した。聞き取り調査によっても、今灌漑期には本システムに頼らずに営農が行われており、余剰時間も意識されていなかったことが把握された。

1-4. UAVの利活用

UAVで取得した画像から水田の湛水深を読み取る手法を検討した。実装対象農家の耕作圃場で測量用のスケールを湛水の残存しているところに置き、これをドローンから撮影した。このときの視認状況や飛行条件などを整理し、ドローンの高度の違いによるスケールの目盛りの視認状況を確認した。また、ドローンから水深を計測するための「水深スケール」を考案し、判別が付きやすいスケールの色、目盛りの形状を探るために、さまざまなパターンについて、室内実験によって目盛りの読み取り精度を検証した。

1-5. 湛水深データの相互運用性についての検討

フィールドセンサーデータの標準化案が総務省によって進められているが、データの交

換に用いられるSensor Observation Service (SOS)を、本プロジェクトでもシステムの構築に採用するべく、検討を行った。

ListenField社が提供するcloudSenseフィールドセンサネット基盤を利用した。実装対象農家に設置した6台のFRを、cloudSenseに設定した。FR配下に設置されているすべての水位計のデータは個別のFRに配置され、SOSを通してアプリケーションへ提供される。この設定により本実装活動における湛水深データは特定のアプリケーションからだけではなく、他のアプリケーションからも容易に利用できる、つまり相互運用性が確保されている状態となった。

1-6. 実装活動の改善

現地圃場での実測、システムの点検、聞き取り調査の結果を踏まえ、実装されて1灌漑期を経たシステムの、ハード、ソフトの改善を行った。平成28年灌漑期には、実装の効果を把握するための実測データが得られ、とりあえずは第1のマイルストーンを達成できたものの、当初期待したとおりに達成できなかった。この結果を踏まえて、うまくいかなかった点の原因を究明し、平成29年灌漑期へ向けて対策を検討した。

1-7. アウトリーチ活動およびその他の活動

- ・水の週間中央行事：8月16日（火）に、東京国際フォーラムで開催された、「水のワークショップ・展示会」で、「田んぼの水の恵み」と題したワークショップを行った。
- ・印旛沼流域環境・体験フェア：10月29日（土）に、佐倉ふるさと広場（千葉県佐倉市）で開催された、第14回印旛沼流域環境・体験フェアで、農業水利情報サービス提供システムについての展示を行うブースを出展した。
- ・アグリビジネス創出フェア：12月14日（水）～16日（金）に、東京ビッグサイト（東京都江東区）で開催された、アグリビジネス創出フェア2016で、農業水利情報サービス提供システムについての展示を行うブースを出展した。
- ・坂東市立飯島小学校：2月6日（月）に、実装対象農家の最寄りの坂東市立飯島小学校で、アウトリーチ活動を行った。
- ・実装対象農家に対するシステム説明会：3月2日（木）に、（有）アグリ山崎の事務所で、従業員4名に対してシステム説明会を行った。

2. 実装活動の具体的内容

2-1. 現地水田圃場での実装活動

（1）観測水田区画の選定と観測装置の設置

平成27年度に実装対象として選定した、茨城県坂東市にある農業生産法人有限会社アグリ山崎（以下、実装対象農家と呼ぶ）において、引き続き実装活動を行った。図1に実装対象農家の耕作圃場の分散状況および事務所の位置を示す。耕作圃場は事務所を中心として東西約13km、南北約15kmの広範囲に分散している。図1には示されていないが、この範囲内には利根川、鬼怒川などの大きな河川があつて橋まで迂回しなくてはならなかったり、市街地を通過しなければならなかったりする箇所があり、遠隔に孤立した圃

場への通作には多大な労力を要する。

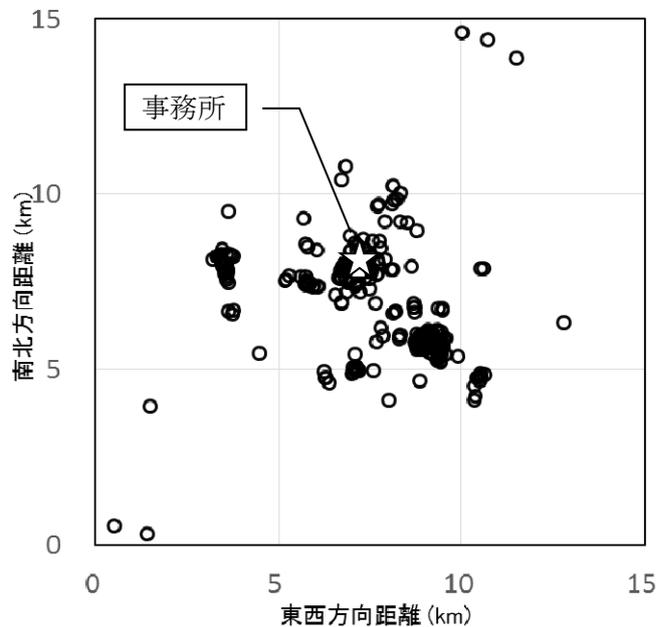


図 1 実装対象農家が耕作する圃場の分布

実装対象農家が実際に耕作している水田圃場の中から、平成27年度に実装区と対照区の候補を選定したが、平成28年灌漑期に、それらの候補のうち、下記の水田区画に観測装置を設置した。なるべく事務所から遠く、実装の効果が表れると予想される水田区画を選定した。また、複数の圃場が近接している場合には、ひと固まりの圃場すべての情報を得られるよう、ひと固まりの圃場すべてを実装区として選定した。

① 実装区 計16区画

- ・弓田の江川左岸の一群の水田の中から4区画（以下、弓田地区と呼ぶ）
- ・野田市内の利根川右岸の水田2区画（遠方に孤立した2区画）（以下、野田地区と呼ぶ）
- ・中妻の国道294号線脇の水田1区画（遠方に孤立した1区画）（以下、中妻地区と呼ぶ）
- ・豊岡町の一群の水田9区画（以下、豊岡地区と呼ぶ）

② 対照区 計4区画

- ・石下の水田3区画（遠方に孤立した3区画）（以下、石下地区と呼ぶ）の中から1区画
- ・中根（延命寺の周り）の水田3区画（以下、中根地区と呼ぶ）

図2に平成28年灌漑期に選定した実装区および対照区の位置を、事務所の位置と合わせて示す。

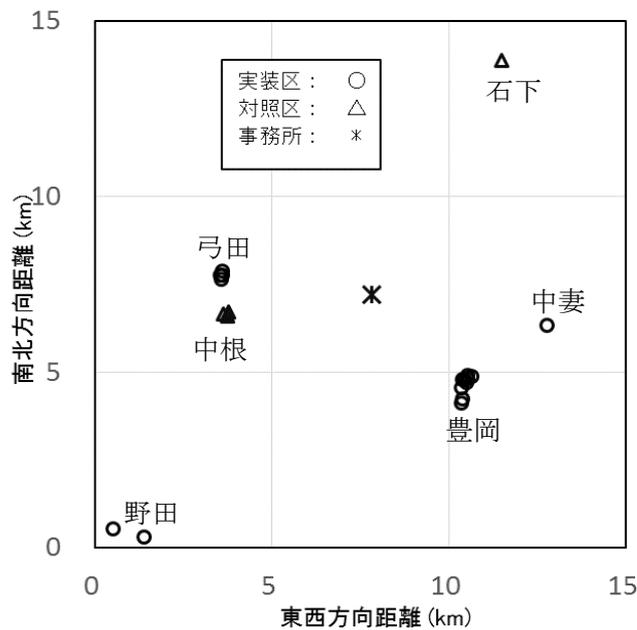


図 2 平成28年灌漑期に観測器を設置した水田圃場

実装区の各区に、水位計 (eTape、MILONE Technologies Inc.)、Bluetooth通信機 (NABT、(株) クロスアビリティ)、記録計 (Em5b、Decagon Devices Inc.)、ソーラーパネルを設置した。また、フィールドルータ (FR) を、弓田地区と中妻地区にそれぞれ1台、野田地区と豊岡地区にそれぞれ2台設置した。野田地区の2区画に対してはそれぞれFRを1台ずつ、中妻地区の1区画に対してFRを1台設置した。弓田地区の4区画に対してFRを1台設置した。豊岡地区については、水海道有料道路の北側の7区画に対してFRを1台、南側の2区画に対してFRを1台設置した。

対照区の各区に、水位計 (HOBO Water Level Data Logger U20L-04、Onset Computer Corporation) を設置した。

実装対象農家に田植えの進捗状況を逐次打診し、田植えが終わった水田から順に観測装置の設置を5月2日 (月)、6月9日 (木)、6月20日 (月)、7月7日 (木)、7月11日 (月)、7月28日 (木) の6回に亘って行った。図3に設置状況を示す。

庄右衛門新田地区の東仁連側左岸の一群の水田、同右岸の一群の水田、古間木新田地区の水田2区画については、時間の都合で平成28年灌漑期の観測装置の設置を断念した。

(2) 湛水深の測定と観測データの解析

平成28年灌漑期に、実装区の圃場実際に作付けし、各区画の湛水深の経時変化の10分間隔での実測データを得た [第1のD]。また、対照区の圃場実際に作付けし、各区画の湛水深の経時変化の10分間隔での実測データを得た [第1のD]。



平成28年6月9日、中妻



平成28年7月11日、豊岡

図3 観測機器の設置状況

実装対象農家近隣の気象庁アメダス観測点を調査し、アメダス常総（北緯：36度6.8分、東経139度58.8分）では降水量、風向風速、気温の3要素、アメダス坂東（北緯36度2.1分、東経139度53.6分）では降水量の1要素のデータが公開されていることを把握した。なお、実装対象農家の事務所は、北緯36度4分12秒、東経139度55分54秒にある。

得られた実測データと実装対象農家への聞き取り調査の結果をもとに、各区画での用水管理の実態を把握した。

一例として、中妻地区での湛水深の観測結果を、アメダス坂東での時間降水量とともに、図4に示す。この区画では5月26日に田植えが行われ、湛水深の観測は6月9日から開始された。営農記録によると6月17日から7月4日までの18日間に7回圃場が訪問され、この時期には見回りの頻度が高いことが把握された。6月23日には畦畔に穴が発見された。前日の6月22日に見回った際には湛水が無くなっていたため給水を行っていたが、湛水深の変化をみるとこの穴は6月21日には開いていたものと思われ、6月22日の給水は無駄だったと思われる。また、7月4日には区画の1か所のコーナーに畔シートを張る補修を行っていたが、7月1日からの湛水深の低下はこの部分からの水漏れによるものと思われる。聞き取り調査によると今灌漑期には耕作者は湛水深の遠隔監視システムを利用していなかったが、湛水深を遠隔監視することにより、上記のような作業を遅滞なく効率的に行ったり、他の作業との調整を行ったりすることができ、稲への水分ストレスの軽減や耕作者の労力削減を図ることができるとと思われる。

一方、湛水深の変動が降水の変動と一致していない箇所が多く見られた。この区画とアメダス坂東とは直線距離で約9.5km離れているが、降水の平面分布が無視できないものと思われる。今後は他の降水量観測点を加味して各圃場での地点降水量の推定を行う必要があると思われる。また、晴天時に湛水深が複雑な変動をしている箇所があり、気象観測データからの蒸発散量の推定値を加味したさらなる解析が必要である。

灌漑期終了時点までに、実装区および対照区において、水田湛水深の実測データがそれぞれ複数の水田区画で得られたことにより、第1のマイルストーンのひとつが達成された。

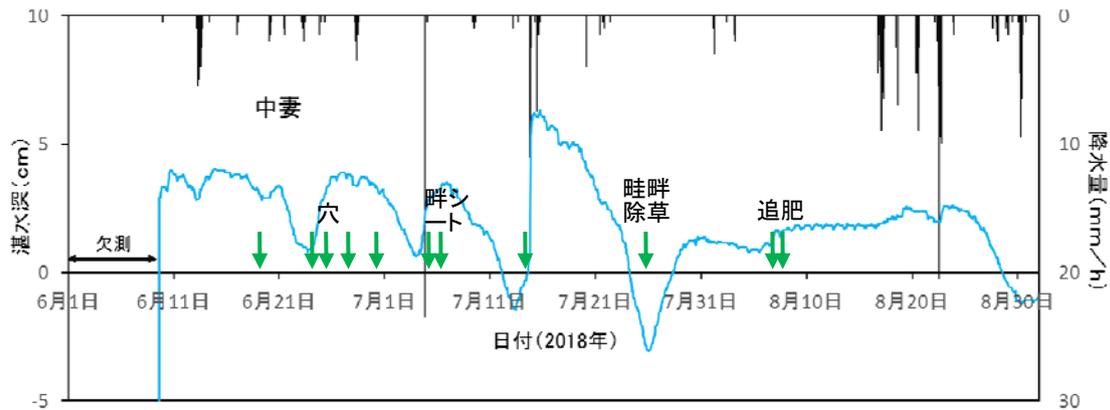


図 4 中妻地区の実装区における湛水深の変化
↓: 営農記録に記された作業

(3) ハード類の性能試験

ハード類の実地での性能については、設置当初、豊岡地区の水海道有料道路の北側において、最東端の圃場からのBluetoothの送信がFRへ届かなかった。そこで、FRにアンテナを増設し、これによって通信が可能となった。この圃場とFRとの距離は274mであり、見通しの良い水田地帯でも直線距離で270m程度以上離れると、本システムの通信の安定性が低下することが把握された〔第1のC〕。

2-2. ソフトウェアの開発と改良

(株) イマジックデザインより提供された実装対象農家の圃場を組み込んだソフトウェアのプロトタイプについて、6月27日(月)に打合せを行い、全体構成からインターフェイスの細かい表示法まで含めて、改良が必要な点を議論し、リストアップした。

その後、8月2日(火)に再度打合せを行い、さらに改良が必要な点を議論してインターフェイスの案を決定した。実装対象農家の意見を取り入れ、ログイン直後の最初の画面で、16区画の実装区の概況が一目でわかるようにした。これを「農業水利情報サービス提供システム」と呼ぶこととし、Web上から利用できるようにした。

図5に、ログイン直後の最初の画面の例を示す。ただし、図5では、弓田地区の1区画と豊岡地区の2区画を除く13区画の概況が表示されている。画面上の正方形のタイル1つが1つの区画を示し、左側に湛水深の現況がグラフで表示され、右側の矢印で直近の湛水深の変動状況を示す(ただし、図5は非灌漑期の状態であるため、湛水は無く、湛水深の変動も一定と示されている)。各タイルをクリックするとそれぞれの区画の詳細情報が示される。一例として、非灌漑期中妻地点の詳細情報を示した画面を図6に示す。上段には湛水深の変動のグラフが表示され、FRが設置してある区画では、1日1回撮影した圃場の画像が表示される。左欄には、他の区画を含めて湛水深データが数値で示される。

実装対象農家の事務所へ大型モニターを設置し、8月12日(金)にソフトウェアの説明会を行った〔第1のD〕。



図 5 「農業水利情報サービス提供システム」のログイン直後の画面

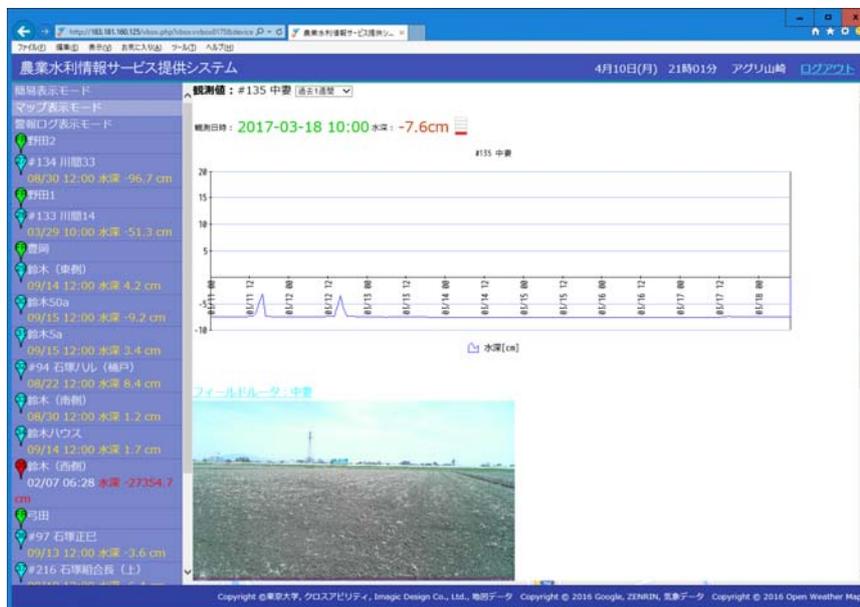


図 6 区画の詳細情報の例

2-3. 水管理労力の測定

実装対象農家へGPSロガーを計6台貸与したが、貸与時期が遅かったため水田水管理作業にほとんど携行されることが無く、営農活動状況についての有用なデータを得るには至らなかった〔第1のD〕。

実装対象農家より、平成28年作の営農日誌を入手した〔第1のD〕。

第1のマイルストーンとしていたGPSによる見回り状況の実測データは、十分には得られなかった。そこで、水田湛水深の増減やその経時変化の速度を詳細に検討することにより、給水栓の開閉時刻を推定する方針とした。

12月17日（土）に、実装対象農家からの聞き取り調査を行い、今灌漑期の営農活動状況を把握した。本システムの実装によって得られた余剰時間をどのように有効活用したかを聞き取ったが、今灌漑期には、本システムに頼らずに営農が行われており、余剰時間は意識されていなかった〔第1のD〕。

2-4. UAVの利活用

UAVで取得した画像から水田の湛水深を読み取る手法を検討した〔第1のD〕。ドローンから水深を計測するための「水深スケール」を考案し、これを水中に設置して撮影した画像を解析する実証実験を行って、得られる湛水深の精度を検証して実装に資することを目的とした。

湛水深は通常水深センサによって計測されるが、水深センサを数多くの圃場に設置することはコストの面から不利である。一方、本研究で考案する水深スケールは、プラスチック製の板を想定しているため安価であり、数多くの圃場に設置することが現実的となる。水深スケールの目盛りを読みとることにより水深が計測されるが、多くの大規模稲作農家の耕作圃場は広範囲に分散しているため、人が巡回することによる計測ではなく、ドローンによる視認が効率的である。

今年度には、実装対象農家の耕作圃場の1区画において、測量用のスケールを湛水の残存しているところに置き、これをドローンから撮影した。ドローンからの視認の状況や、そのときの飛行条件などを整理し、ドローンの高度の違いによるスケールの目盛りの視認状況を確認した。その結果、ドローンの飛行高度15m程度で、十分に目盛りが確認できることがわかった。

一方、判別が付きやすいスケールの色、目盛りの形状を探るために、図7に示すようなさまざまなパターンを考案し、室内実験によって、目盛りの読み取り精度を検証した。色のパターンについては、図8に示す通り、色の組み合わせに補色を用い、水際線に対して斜めに目盛りを描くと、読み取りの精度が高くなることが検証された。この方法により、約10mの高度から、3.5mmの精度で湛水深を計測することが可能であった。

UAVによる水田区画群の画像の利便性を、実装対象農家への聞き取り調査により検証した〔第1のC〕。

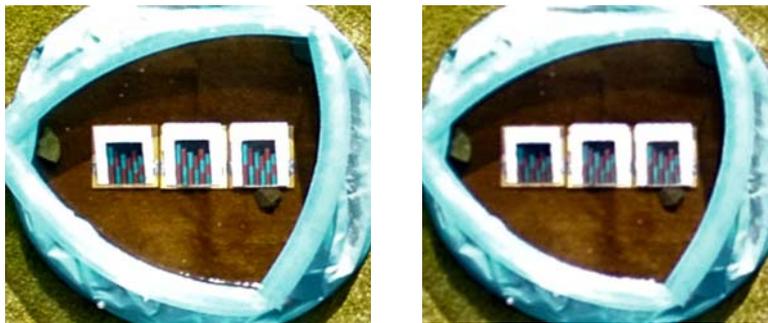


図 7 ドローンの高度による目盛りの読み取り状況の違い
(左図:高度10m 右図:高度15m)



図 8 斜め目盛りの水深スケール

2-5. 湛水深データの相互運用性についての検討（国際標準Web Serviceによる水位データの相互運用性の確保）

（1）農業ICTにおける相互運用性

ICTを活用する農業では、圃場データ、営農記録、農業機械運用情報、生育情報、センサで収集される農業環境情報、UAVや衛星から得られる画像情報、出荷情報など実に多種多様な情報が入力・生成され、流通し、利用される。農業従事者へ情報を届けるためにはこの多種多様な情報を統合するアプリケーションが必要であるが、そこで問題になるのがアプリケーションがいかにデータを取り込むかである。

センサデータを例にとると、従来、観測されたセンサデータはサーバーのデータベースやCSV、HTMLファイルに蓄積され、アプリケーションはネットワークを通じてデータへアクセスしていた。そのアクセス手順はデータベースの構造（スキーマ）やCSV、HTMLのフォーマットに個別に合わせる必要があった。また、観測項目名や観測場所、データの単位、いわゆるメタデータについては記述が無かったり、有ってもその記述方法は多種多様であった。

IoT技術の進展によりフィールドセンサネットワークの一部として配置されるセンサの数、オペレーターの数が爆発的に増加する現在、アプリケーションが個別にアクセス方法を設定したり、ましてやメタデータの内容についてメールなどで問い合わせたりすることは現実的でない。そこで、データの記述方法、アクセス方法を規定、標準化し、多様なデータへのアクセス・取得をWeb上で可能にすることで、データの流通性を高める取り組み、すなわち相互運用性を確保する取り組みが進んできた。

国内では吉田が農作業にかかわる相互運用性確保の取り組みを進めている¹⁾。また、気象データに関してはNinomiya et al. が先進的な取り組みを行った²⁾。センサデータに関してはSOS (Sensor Observation Service)³⁾に基づくフィールドセンサ基盤をHondaらが開発し⁴⁾、利用・開発が進んでいる^{5)、6)}。SOSは、アプリケーションからのセンサメタデータ、データへのWeb上でのアクセス方法を規定、標準化することによってセンサ情報の相互運用性をWeb Serviceとして確保する。SOSは主に以下の3つの問い合わせとレスポンスで規定される。

GetCapabilities: アクセス可能なセンサデータのリスト、センサの観測項目、センサの位置などを取得する。

DescribeSensor: センサの詳細情報をSensor MLで取得

GetObservation: 指定したセンサデータをO&M (Observation and Measurement) 文書で取得

以上の問い合わせをアプリケーションがサーバーへ送ることにより、センサの物理的な設置状況やデータを保存するデータベースの構造とは独立して、センサを発見し、メタデータとデータを取得できるので、相互運用性を確保することが可能になる。アプリケーションの開発がセンサシステムの実装とは独立して行えるので、センサデータの流通性を高め、アプリケーションの開発コストを低減させることができる。

(2) cloudSense SOS サービスの設定

フィールドセンサーデータの標準化案が総務省によって進められているが、データの交換に用いられるSensor Observation Service (SOS)を、本プロジェクトでもシステムの構築に採用するべく、検討を行った。

Web Serviceを用いる農業ICTシステムの開発は従来の垂直統合的な開発を水平統合的な開発へと変化させている^{7)、8)}。総務省から農業ICTシステムで用いる環境情報の項目名やアクセス方法に関してガイドラインが発表されている⁹⁾。ガイドラインでは大塚・本多が提案した環境項目名も例示されており¹⁰⁾、本研究でもそれに従っている。

本研究ではListenField社が提供するcloudSenseフィールドセンサネットワーク基盤を利用した。cloudSenseはSOSによるフィールドセンサのデータ提供を含む他、実際のセンサネットワークの運用に必要な機能を搭載しており、実運用が容易である。センサデータ投入に必要なAPI、ユーザーアクセス権限の設定、センサ稼働状況の監視とアラート送出機能などが提供されている。実装対象農家に設置した6台のFRを、cloudSenseに設定した(図9)。FR配下に設置されているすべての水位計のデータは個別のFRに配置され(図10)、SOSを通してアプリケーションへ提供される(図11)。

この設定により本実装活動における湛水深データは特定のアプリケーションからだけでなく、他のアプリケーションからも容易に利用できる、つまり相互運用性が確保されている状態となっている。

The screenshot displays the cloudSense web interface for an SOS Station Group named "JST-Paddy-SOS". The interface includes a sidebar with navigation options such as "SOS Station Setup", "Platform Management", "Monitor Management", "User Management", and "Other Setup". The main content area is divided into several sections:

- SOS Station Detail:**
 - SOS Name: JST-Paddy-SOS
 - SOS Group: Default Group
 - IP Address: jst-paddy-sos.listenfield.com
 - Description: JST-Paddy-SOS
 - Latitude: 35.8010698
 - Longitude: 139.7175922
 - Altitude: 10
 - Location: JST
 - SOS Queue: JST-PADDY-SOS01_REV_CMD
 - Ping Interval: 300 Second
 - Monitor Status: Monitored
- SOS Status:**
 - Last Check Time: 2017-03-31 10:27:29
 - Last Status: Normal (Since 2 mins ago)
 - Last Sync Data: 2017-03-31 05:00:00
- Up/Down Ratio:** A pie chart showing 43.00% Downtime (red) and 57.00% Uptime (blue).
- Platform Map:** A satellite map showing the location of the station in Nakatsuma, with a tooltip displaying:
 - Name: vbox0175-Nakatsuma
 - IP: dats01.xsability.jp
 - Location: 日本, 〒300-2505 茨城県常総市中妻町
 - Monitored: Y
- Platform List:** A table listing six CSV Platform devices:

Name	Type	Model	Last Sync Data
vbox0174-Yumita	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-30 13:00:00 (21 hours ago)
vbox0175-Nakatsuma	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-31 10:20:00 (0 mins ago)
vbox0176-Toyooka	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-31 10:25:00 (4 mins ago)
vbox0177-Noda	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-31 10:25:00 (4 mins ago)
vbox0178-Noda	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-31 10:20:00 (0 mins ago)
vbox0179-Toyooka	CSV Platform	CSVFieldRouterV5Driver	2017-03-31 10:20:00 (0 mins ago)

Copyright © 2016 cloudSense by ListenField Co.,Ltd. All Rights Reserved. Version 2.0 Beta 003 (Update 2016-05-24)

図 9 cloudSenseに設定した6台のFR

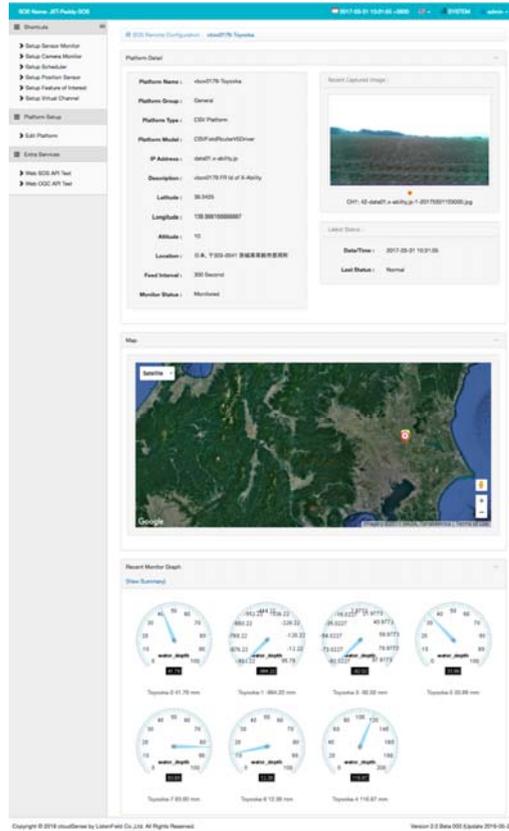


図 10 水位計データの簡易可視化（非灌漑期なので湛水深は一部マイナスになっている）

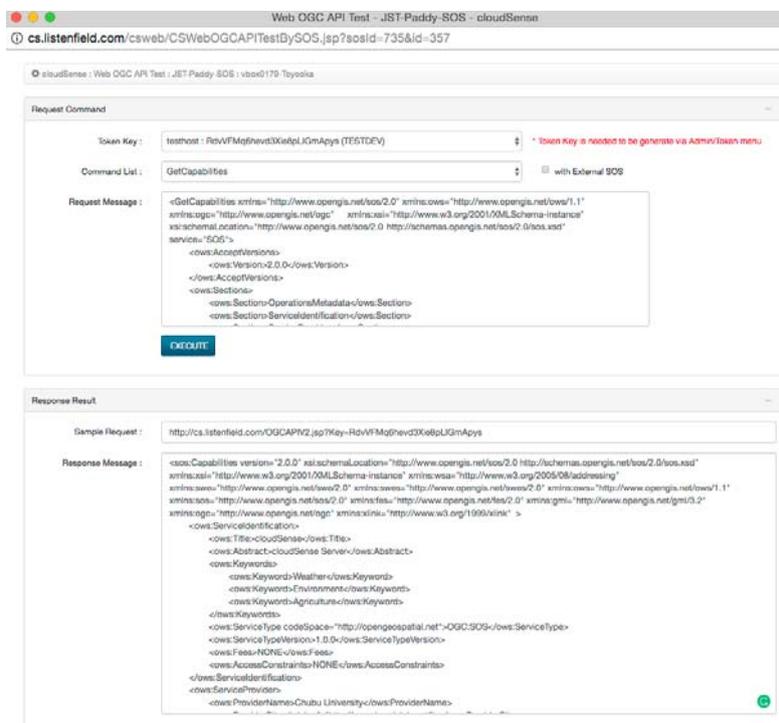


図 11 OGCのGetCapabilities の問い合わせとレスポンス

2-6. 実装活動の改善

現地圃場での実測、システムの点検、聞き取り調査の結果を踏まえ〔第1のC〕、実装されて1灌漑期を経たシステムの、ハード、ソフトの改善を行った〔第1のA〕。平成28年灌漑期には、実装の効果を把握するための実測データが得られ、とりあえずは第1のマイルストーンを達成できたものの、当初期待したとおりには達成できなかった。この結果を踏まえて、うまくいかなかった点の原因を究明し〔第1のC〕、平成29年灌漑期へ向けて対策を検討した〔第1のA〕。

2-7. アウトリーチ活動およびその他の活動

(1) 水の週間中央行事

8月16日(火)に、東京国際フォーラムで開催された、「水のワークショップ・展示会」で、「田んぼの水の恵み」と題したワークショップを行った。「水のワークショップ・展示会」は、水循環政策本部、国土交通省、東京都、水の週間実行委員会が主催する水の週間中央行事の一つであり、本年は「丸の内キッズジャンボリー」への出展として開催された。平成28年の「水のワークショップ・展示会」へは1,200名以上、「丸の内キッズジャンボリー」全体へは延べ約11万2千人が参加した(「第40回水の週間実施報告書」、水の週間実行委員会、平成28年11月)。

具体的には、実装責任者が所属する東京大学の水利環境工学研究室の大学院生が、出前授業の形式でワークショップを行った。このワークショップには約50名の小学生とその保護者が出席した。子どもたちは、クイズを交えた出前授業で、田んぼに水を流す方法や、農業用水の歴史について学んだ。所々で行われた農業用水に関するクイズでは、問題に答えようと子どもたちは積極的に手を上げていた。特に、「日本の農業用の水路の総延長はどれぐらいでしょう?」という問題で、水路総延長が地球から月までの距離(約40万km)と知ると、子どもたちは皆、驚きの声を上げていた(図12(a))。首都圏の子どもたちは普段農業用水に接することはほとんどないと思われるが、このワークショップでの子どもたちの反響は強く、農業用水に関する知識を得る場として効果的であったと思われる。

(2) 印旛沼流域環境・体験フェア

10月29日(土)に、佐倉ふるさと広場(千葉県佐倉市)で開催された、第14回印旛沼流域環境・体験フェアで、農業水利情報サービス提供システムについての展示を行うブースを出展した(図12(b))。本フェアは、千葉県と印旛沼流域水循環健全化会議が主催し、毎年秋に開催される、印旛沼をテーマとした最大のフェアである。平成28年の参加者数は29日(土)、30日(日)の2日間の合計で約3,000人だった(主催者発表)。ブースへの来場者数は計数していないが、1日でだいたい20名くらいの来場者があった。他に、展示物を見ながらブースの前を通過する人が多数あった。ブースを訪ねて下さった方はほとんど皆、農業水利情報の遠隔監視システムに関心を示した。

(3) アグリビジネス創出フェア

12月14日(水)~16日(金)に、東京ビッグサイト(東京都江東区)で開催された、アグリビジネス創出フェア2016で、農業水利情報サービス提供システムについての展示を行うブースを出展した(図12(c))。本フェアは、農林水産省が主催する日本最大の農業関連ビジネスのフェアである。平成28年の参加者数は3日間の合計で37,0

16人だった（農林水産省（主催者）発表）。ブースへの来場者数は計数していないが、3日間の合計でだいたい30名くらいの来場者があった。他に、展示物を見ながらブースの前を通過する人が少しあった。ブースを訪ねて下さった方は、民間企業の農業関連部門の方や農業法人の経営者などが多かった。ほとんど皆、農業水利情報の遠隔監視システムに大いに興味を示し、技術的な問題や、普及の可能性などについて議論した。

（４）坂東市立飯島小学校

2月6日（月）に、実装対象農家の最寄りの坂東市立飯島小学校で、アウトリーチ活動を行った。平成27年度と同様に小学校5年生を対象とし、実装責任者が所属する東京大学の水利環境工学研究室の大学院生が、出前授業と室内で出来る水を用いた簡単なゲームを行った。小学校5年生全8名と、校長先生、担任の先生、および（有）アグリ山崎の山崎代表が参加した。

出前授業では、農業水利システムとその管理の現状を解説したり、農業水利の持つ多面的機能について説明したりした（図12(d)）。その後、サイホンを用いてバケツからペットボトルへ水を移す速さを競うゲームを行った。所々で行われた農業用水に関するクイズでは、問題に答えようと子どもたちは積極的に手を上げていた。後半のゲームは3チームに分かれて行ったが、白熱したゲームとなり、子どもたちの要望を受けて3回戦まで繰り返した。子どもたちの反響は高く、農業用水に関する知識を得たり、水の流れについて理解したりする場として、効果的だったと思われる。

参加した子どもたちへ簡単なアンケートをお願いし、後日返送してもらったが、全員から、面白かった、ためになった等の高い評価が得られた。また、校長先生からも厚い謝意が述べられ、平成29年度にも継続して実施することとなった。

（５）実装対象農家に対するシステム説明会

3月2日（木）に、（有）アグリ山崎の事務所で、従業員4名に対してシステム説明会を行った。本実装活動の目的、意義、方法について説明し、「農業水利情報サービス提供システム」の使い方を、実際に画面を示しながら説明した。参加した従業員は非常に関心を持って説明を聞き、質問や意見も出された。今後の実装活動参画へのモチベーション向上に、効果があったと思われる。



(a) 水の週間中央行事
 (2016年8月16日)



(b) 印旛沼流域環境・体験フェア
 (2016年10月29日)



(c) アグリビジネス創出フェア
 (2016年12月14日～16日)



(d) 坂東市立飯島小学校
 (2017年2月6日)

図 12 アウトリーチ活動の状況

2-8. 活動記録

年月日	項目	場所	出席者
平成28年4月 23日 (土)	機器設置に関する打 合せ	(有) アグリ山崎	飯田, 山崎, 石井, 利根
平成28年4月 26日 (火)	機器設置に関する打 合せ	東京大学 水利環境 工学研究室	飯田, (株) クロスアビリティ
平成28年5月 2日 (月)	機器設置第1回	(有)アグリ山崎(弓 田)	飯田, 木村, 利根, 伊藤
平成28年6月 9日 (木)	機器設置第2回	(有)アグリ山崎(中 妻, 弓田(切断分引 き上げ))	飯田, 利根, 伊藤
平成28年6月 20日 (月)	機器設置第3回	(有)アグリ山崎(野 田, 豊岡北側)	飯田, 木村, 利根, 伊藤

平成28年6月 27日（月）	ソフトウェアに関する打合せ	東京大学 水利環境工学研究室	飯田, (株) イマジックデザイン
平成28年7月 7日（木）	機器設置第4回	(有)アグリ山崎(弓田(切断分再設置), 石下,)	飯田, 利根
平成28年7月 11日（月）	機器設置第5回	(有)アグリ山崎(中根, 豊岡南側)	飯田, 利根
平成28年7月 28日（木）	機器設置第6回	(有)アグリ山崎(豊岡南側)	伊藤のみ
平成28年8月 2日（火）	ソフトウェアに関する打合せ	東京大学 水利環境工学研究室	飯田, (株) イマジックデザイン
平成28年8月 12日（金）	ソフトウェア説明, ディスプレイ設置	(有)アグリ山崎	飯田, 溝口, 利根, (株) イマジックデザイン
平成28年8月 25日（木）～ 26（金）	JSTによるサイトビジット	(有)アグリ山崎	飯田, 木村, 徳永, 利根, (株) イマジックデザイン, (株) クロスアビリティ
平成28年9月 23日（金）	機器回収	(有)アグリ山崎(石下, 中妻, 中根, 弓田, 豊岡両側)	飯田, 利根
平成28年12月 9日（金）	プロジェクト会議 (今灌漑期のまとめと今後の方針)	東京大学 水利環境工学研究室	飯田, 溝口, 徳永, 本多, 木村, 利根
平成28年12月 17日（土）	聞き取り調査	(有)アグリ山崎	飯田, 利根
平成29年3月 2日（木）	システム説明会	(有)アグリ山崎	飯田, 利根, 山崎, 石井, (有)アグリ山崎従業員2名
平成29年3月 16日（木）	機器設置に関する打合せ	(有)アグリ山崎	飯田, 山崎, 石井, 利根

引用文献

- 1) 吉田智一、木浦卓治、南石晃明：農業生産工程管理データ表現形式FIX-pmsの開発. 農業情報研究, 22(2), 103-116, https://www.jstage.jst.go.jp/article/air/22/2/22_103/_pdf (2013)
- 2) Ninomiya, S. et al.: Seamless Integration of Sensor Network and Legacy Weather Databases by MetBroker. s. l. IEEE, 2007 International Symposium on Applications and the Internet Workshops, 2007, DOI: 10.1109/SAINT-W.2007.95 (2007)
- 3) Open Geospatial Consortium. Sensor Observation Service. Retrieved 12 11, 2016, from <http://www.opengeospatial.org/standards/sos> (2016)
- 4) Honda Kiyoshi, Aadit Shrestha, Apichon Witayangkurn, Rassarin Chinnachodteeranun and Hiroshi Shimamura: Fieldservers and Sensor Service

- Grid as Real-time Monitoring Infrastructure for Ubiquitous Sensor Networks. Sensors (ISSN 1424-8220), 9, no.4: 2363-2370. doi:10.3390/s90402363, <http://www.mdpi.com/1424-8220/9/4/2363/> (2009)
- 5) Kiyoshi Honda, Amor V. M. Ines, Akihiro Yui, Apichon Witayangkurn, Rassarin Chinnachodteeranun, Kumpee Teeravech: Agriculture Information Service Built on Geospatial Data Infrastructure and Crop Modeling. Proceedings of the 2014 International Workshop on Web Intelligence and Smart Sensing, IWWISS '14, Sep 01-02 2014, Saint Etienne, France, ACM 978-1-4503-2747-3/14/09, doi:10.1145/2637064.2637094, Sep 2014 (2014)
 - 6) Rassarin Chinnachodteeranun, Kiyoshi Honda: Sensor Observation Service API for Providing Gridded Climate Data to Agricultural Applications. Future Internet 8(3), 40, doi:10.3390/fi8030040, Aug 2016 (2016)
 - 7) 本多 潔：農業 ITプラットフォーム. アグリバイオ, Vol.1(2), 33-37 (2017)
 - 8) 名古屋大学：ICT活用農業事業化・普及プロジェクト. Retrieved Dec 11, 2016, from <http://www.aip.nagoya-u.ac.jp/industry/ict/index.html> (2016)
 - 9) 内閣官房 IT総合戦略室 (2016, Mar) : <H28-GL2>農業ITシステムで用いる環境情報のデータ項目に関する個別ガイドライン (本格運用版) 及び<H28-GL4>農業情報のデータ交換のインターフェースに関する個別ガイドライン (試行版) . Retrieved Dec 11, 2016, from http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/nougyou.html (2016)
 - 10) 大塚恭平、本多潔：農業 ICTシステムで用いる環境情報のデータ項目の相互運用性を確保する命名法の提案. 電子情報通信学会技術研究報告, 15(289), 83-84 (2015)

3. 実装成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動等

3 - 1. 展示会への出展等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成28年 10月29日 (土)	第14回印旛 沼流域環 境・体験フ ェア	佐倉ふるさ と広場 (千 葉県佐倉 市)	農業水利情 報サービス 提供システ ムについて の展示を行 った。	地元市民、営農者、 印旛沼関連の機 関・団体 (農林水産 省、国土交通省、千 葉県、流域内市町 村、大学、研究所、 高等学校、NPO、市 民団体など)	千葉県と印旛沼流域水 循環健全化会議が主催 し、毎年秋に開催され る、印旛沼をテーマとし た最大のフェアである。 平成28年の参加者数は2 日間で約3,000人だった (主催者発表)。

平成28年 12月14日 (水)～16 日(金)	アグリビジ ネス創出フ ェア2016	東京ビッグ サイト(東 京都江東 区)	農業水利情 報サービス 提供システ ムについて の展示を行 った。	民間企業、営農者、 農林水産省、各県、 大学、研究所、JAな ど	農林水産省が主催する 日本最大の農業関連ビ ジネスのフェアである。 平成28年の参加者数は3 日間の合計で37,016人 だった(農林水産省(主 催者)発表)。
-----------------------------------	--------------------------	------------------------------	--	---	--

3-2. 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成28年 8月16日 (火)	水の週間中 央行事「水 のワークシ ョップ・展 示会」	東京国際 フォーラ ム	小学生を対象 とし、農業水 利を専攻する 大学生が講師 となり、クイ ズなどを取り 入れた参加型 の模擬授業を 行った。	小学生とその保護 者	水循環政策本部、国土交通 省、東京都、水の週間実行 委員会が主催する水の週 間中央行事の一つとして、 「水のワークショップ・展 示会」が毎年開催され、平 成28年には「丸の内キッズ ジャンボリー」への出展と して実施された。その中で 「田んぼの水の恵み」と題 したワークショップに参 画した。「水のワークショ ップ・展示会」へは1,200 名以上、「丸の内キッズジ ャンボリー」全体へは延べ 約11万2千人が参加した (「第40回水の週間実施報 告書」、水の週間実行委員 会、平成28年11月)。
平成29年 2月6日 (月)	農業水利に 関する模擬 講義	坂東市立 飯島小学 校	小学校5年生 を対象とし、 農業水利を専 攻する大学生 が講師とな り、クイズな どを取り入れ た参加型の模 擬授業と、児 童全員が参加 するゲームを 行った。	坂東市立飯島小学 校の小学5年生、 小学校教員	小学校5年生9名と校長、教 員、地元農家が参加した。

平成29年 2月17日 (金)	平成28年度 利根川水系 農業水利協 議会勉強会 「次世代型 農業水利に ついて」	関東農政 局(さいたま 新都心 合同庁舎 2号館5 階, 共用中 会議室5 03)	本実装活動に 参画してい る、飯田俊彰、 溝口勝が講演 を行った。	利根川流域の土地 改良区役職員、県 土連職員、県庁農 水関連部署職員、 水資源機構、関東 農政局	利根川水系農業水利協 議会は、利根川水系における 水利情報の収集及び提供 を行い、 渇水時の対策な ど、農業水利に関する諸問 題を検討、協議するととも に 農業水利に対する国民 の理解を得ることを目的 として平成10年4月に設立 された会である。今回の勉 強会には70名が出席した。
平成29年 3月2日 (木)	農業水利情 報提供シス テム説明会	(有)アグ リ山崎事 務所	本実装活動の 目的と農業水 利情報提供シ ステムの使い 方について説 明を行い、実 装活動への協 力を依頼し た。	(有)アグリ山崎 従業員	実装対象農家である、(有) アグリ山崎の4名の従業員 が参加した。きたる平成29 年の灌漑期へ向けて、実装 活動への協力に対して理 解を得た。

3-3. 書籍、DVD

なし

3-4. ウェブサイトによる情報公開

サイト名：東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻 水利環境工学研究室

URL：http://www.suiri.en.a.u-tokyo.ac.jp/link_ss.html

概要：Web上で農業水利情報サービスに関する情報（研究概要、PR用ポスター、アプリケーションの説明書等）を公開している。

3-5. 学会以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

・招聘講演

名称：平成28年度利根川水系農業水利協議会勉強会「次世代型農業水利について」

演題：農業水利におけるICT利活用の現状と展望（飯田俊彰）
システムのデモンストレーション（溝口勝）

年月日：平成29年2月17日（金）

場所：関東農政局（さいたま新都心合同庁舎2号館5階，共用中会議室503）

3-6. 論文発表（国内誌 3 件、国際誌 1 件）

- ・Rassarain Chinnachodteeranun, Kiyoshi Honda: Sensor Observation Service API for Providing Gridded Climate Data to Agricultural Applications. Future Internet 8(3),

40, doi:10.3390/fi8030040 (Aug 2016)

- ・本多 潔：農業ITプラットフォーム，アグリバイオ，1(2)，33-37 (2017)
- ・西原是良，中嶋康博，木村匡臣，飯田俊彰：農業用水の多面的機能に対するサービス科学的考察 - 土地改良区としての潜在的需要の把握 - ．『農業経済研究』報告論文，87(4)，371-376 (2016年4月) (査読有)
- ・飯田俊彰：ICTの利活用による近代的農業水利サービスの提供，JACEM 63，5-11 (2016年11月) (査読無)

3-7. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

(1) 招待講演 (国内会議 0 件、国際会議 0 件)

- ・なし

(2) 口頭発表 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

- ・坂井睦規 (農林水産省農村振興局)，飯田俊彰 (東京大学)，久保成隆 (東京大学)，木村匡臣 (東京大学)：水田水管理労力推定に向けた圃場分散状況の定量的評価に関する研究：平成28年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集，[6-39]，仙台市，2016年9月1日

(3) ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 0 件)

- ・飯田俊彰 (東京大学)，坂井睦規 (農林水産省農村振興局)，木村匡臣 (東京大学)，久保成隆 (東京大学)：水田水管理での無効灌漑の発生への稲作農家の営農形態の影響。水文・水資源学会2016年度研究発表会要旨集，234-235，コラッセふくしま，2016年9月16日

3-8. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (0 件)

- ・なし

(2) TV放映 (1 件)

- ・平成28年7月22日(金)19:30-19:55 NHK総合「ナビゲーション」(“省力農業”が拓く未来～大量離農時代に備える～)：ICTを活用した圃場の管理が特集され、その中で、ドローンを活用した本実装活動の取り組みが紹介された(愛知，三重，岐阜，静岡，石川，福井，富山県のみ放送)。

(3) 雑誌掲載 (0 件)

- ・なし

(4) 受賞 (0 件)

- ・なし

3-9. 知財出願

(1) 国内出願 (0 件)

・なし

(2) 海外出願 (0 件)

・なし

3-10. その他特記事項

平成28年8月25日(木)に、JST RISTEXによるサイトビジットが開催された。実装対象農家(有)アグリ山崎の事務所、および水田圃場において、実装活動状況が実地に視察された。