

# 遠隔栽培支援ロボット教材の開発

岩本 正敏<sup>†</sup>, 大村 道明<sup>‡</sup>, 福井 恵子<sup>§</sup>

<sup>†</sup>東北学院大学工学部

<sup>‡</sup>東北大学大学院農学研究科

<sup>§</sup>宮城教育大学情報処理センター

持続可能な新しい農業のあり方について、農業情報学(Agriculture Informatics :AI)に期待と関心が集まっている。高齢な熟練農業生産者が暗黙知として持つ高度な栽培技術を若い農業生産者に引継ぐ仕組み作りが課題となっている。筆者は遠隔栽培支援ロボットを利用することで、栽培の様子を自動的に記録し、その記録データを振り返ることで、若い農業生産者に栽培技術が伝承されるのではと考え、その情報環境の整備を目指している。遠隔栽培支援ロボットの利用場面は特に決めておらず、スタンドアロンでの利用、ネットワークでの遠隔利用、ハウスでの利用、屋外圃場での利用のように様々な環境に適応するための拡張性を重視し開発を進めた。Linux ボードコンピュータ、Raspberry Pi に気象センサーやカメラを搭載し様々な利用場面にあわせてソフトウェア環境を準備した。Raspberry Pi は教育用コンピュータとして普及しており、多くの学習参考資料があり、AI 教育における ICT 実習での利用に期待している。現在、データ収集のため、宮城教育大学情報処理センター他、複数の圃場に遠隔栽培支援ロボットを設置し、様々な利用について模索している。

キーワード: 農業情報学、Agriculture Informatics、AI 教育、Linux シングルボードコンピュータ

## 1. はじめに

東日本大震災からの復興がきっかけとなり、新しい農業スタイルを考えている Agri future 代表の女川氏から、ITを活用する IT 農業への研究協力依頼があった。2011 年秋には実証実験として鹿島台の農場に気象センサーと定点カメラを設置し、それらのデータをインターネット経由で収集・閲覧、さらにパイプハウスの換気、廃熱用巻上げ装置の遠隔制御が行えるシステム[1]を構築した。

震災直後に東北大学農学研究科では、「菜の花プロジェクト」[2](フード・アクション・ニッポンアワード 2014 優秀賞)が立ち上がり、大村はプロジェクトに参加し被災農地の復興に取り組んだ。地元の農業従事者、IT企業、大学が連携し、復興後の農業について考える、東北スマートアグリカルチャー研究会が 2012 年に組織され、大村・岩本も、その活動に参加している。2014 年には東北大学大学院農学研究科に東北復興農学センターが設立され、復興に取り組む農業人材育成を始め、大村・岩本も指導を担当している。

鹿島台での実証実験の経験を元に、多賀城圃場(東北大学菜の花プロジェクト)、東北大学川度フィールドセンター内圃場(東北復興農学センター)での実証実験を行ってきた。同時に、実証実験での経験を基に、IT技術を活用した農業人材育成のための教材開発も始めた。

また、我が国においては農業者の高齢化と農業者数の減少が進んでいる。農林水産省ではアグリ・インフォマティクス(農業情報科学)を基礎に『今後急速に失われていく可能性のある篤農家の「匠の技」(暗黙知)を、IT 技術を用いて「形式知」化し、他の農業者や新規参入者等に継承していく新しい農業』を AI 農業と位置づけ推進している[3]。AI 化により、農業以外の分野と農業が結びつくことにも期待が集まる。

## 2. 遠隔栽培支援ロボット

鹿島台に設置したシステムの概要を図1に示す。



図1 遠隔栽培支援システム

圃場に設置したセンサーのデータは Zigbee の無線ネットワークを使い、webカメラ画像はwifi ネットワークを使い収集される。これら気象データとカメラ画像はインターネットに接続する Windows マシンを経由し、クラウド情報共有サービスである Dropbox に集められ、インターネット上で共有している[4]。農業者との打ち合わせから遠隔栽培支援システムには次の機能が求められた。

- ・気象データの収集

温度、湿度、気圧、照度、CO2 等

- ・定点カメラによる撮影

育成状況の確認

撮影した画像をコマ撮り動画に変換

- ・遠隔制御

照明、灌水、換気等

また、圃場に設置する際、IT 技術の検討だけではなく、電力の確保についての検討も必要となる。鹿島台のシステムでは圃場で AC100Vを使用することができたので、Windows マシンや無線ルータ、web カメラの電力供給は安定して行われたが、気象データ収集は電池駆動の Zigbee ネットワークを利用したため長期間の安定動作が課題となった。

### 3. Linux シングルボードコンピュータの利用

鹿島台で実証した遠隔栽培支援システムの経験か

ら、可搬性があり容易に設置でき、自然エネルギーで動作する自立した簡易システムが求められていると考えた。また、農業のIT化の教育や啓蒙活動に遠隔栽培支援システムのデモンストレーション、教材化が必要だと考えた[5][6]。そこで、容易に入手可能で低消費電力で動作するLinux シングルボードコンピュータを利用することにした。OS にLinuxを採用することで、インターネットとの親和性、システムとしての拡張性、豊富なオープンソフトウェアの利用、柔軟なシステムの開発が可能となった。また、Linux シングルボードコンピュータは Raspberry Pi (図2左上)を始め、BeagleBone (左下)、PCDuino (右下)、Cubieboard2 (右上)等、数千円で容易に入手でき、参考書やインターネット上の資料も多く、自学自習の環境も整いやすいと考えた。LinuxOS で動作しており、ソフトウェア資源を共通に使うことができることから、学び合いにも期待できる。また、処理能力に合わせて CPU も選択できるので目的に合ったボードを選択することができる。さらに、1枚のSDカードで起動から動作までが可能であり、システム構築、コピー、バックアップ等の管理が容易に行える。



図2 Linux シングルボードコンピュータ

今回は、この中で最も普及している Raspberry Pi を用いて遠隔栽培支援ロボットを開発することにした。ポータブルで自立し、外部機器制御を行うことから、システムと呼ぶことよりも、ロボットと呼ぶほうが今後の改善に相応しいと考えた。図3に露地圃場で動作し

ている遠隔栽培ロボットの様子を示す。この例では電力はソーラーバッテリーで供給し、モバイルネットワーク(NTTdocomo)で気象データや 2 台のカメラ画像を 30 分ごとに DropBox に転送している。



図 3 川度圃場の遠隔栽培支援ロボット

#### 4. 遠隔栽培支援ロボット概要

遠隔栽培支援ロボットの基本的な構成を図4に示す。2台のカメラ、気象センサー(温度、湿度、照度、気圧)、外部機器制御モジュール(照明、灌水、換気)、液晶表示装置、Wifi、有線 Ethernet を装備している。

ソフトウェアの開発を容易にするため、気象センサー、外部機器制御モジュール、液晶表示装置はすべてPC インターフェースで接続し、カメラはUSB 接続とした。

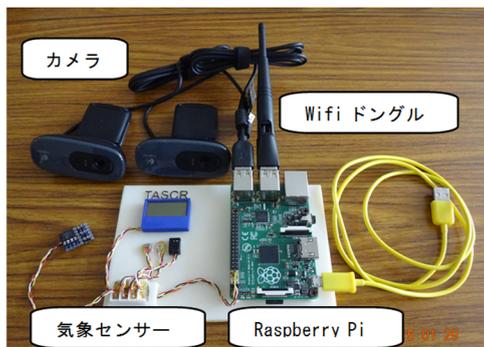


図 4 遠隔栽培支援ロボット

遠隔栽培支援ロボットは小型で持ち運びが容易で簡単に設置することができる。さらに、Linux シングル

ボードコンピュータのハードウェア仕様は公開されており、機能拡張が容易に行える。また、ソフトウェア環境は OS が Linux であるため、Web サーバ、Wifi アクセスポイントを立ち上げれば、カメラ、センサー情報をスマートフォンで閲覧したり、外部機器を制御することができる。遠隔栽培支援ロボットの Web サーバからの制御画面を図5に示す。



(a) Web ブラウザーからの制御画面



(b) 湿度計測グラフ(1日)

図 5 遠隔栽培支援ロボットの制御

#### 5. 情報処理センターでの取り組み

宮城教育大学情報処理センターには演習室利用者の機器操作をサポートする、テック・サポーターという制度がある。テック・サポーターは情報機器操作を得意とする学生を情報処理センターが任命し、利用者サービス向上のために活動している。また、彼らの技術力と知識を深めるために情報処理センターではワークショップを開催している。

テック・サポーターの中には植物の栽培に興味を持ち、情報処理センターの花壇の世話を自発的に行う者もあり、遠隔栽培支援ロボットの設置・管理が彼らの活動を支援し、IT のスキルアップにも繋がるものと考えた。そこで、ワークショップの一環としてロボットを花壇に設置し、気象データ、花壇の定点撮影を行う取り組みを始めた。機器を花壇に設置するにあたりテック・サポーターを対象に、IT と農業についての講習会(9名の参加)を開催した。講習会では遠隔栽培支援ロボットの開発経緯や、圃場上空からの管理に期待が集まる、マルチコプタの飛行デモを行った。



図6 ITと農業のワークショップ

遠隔栽培支援ロボットの演習では、学生が日常的に利用しているスマートフォンから灌水装置を制御したり、気象データを取得してグラフ表示を行った。彼らは驚きとともに今後の遠隔栽培支援ロボットの運用管理に期待を寄せたようだ。また、カメラを搭載したマルチコプタが安定しホバリング飛行する様子に、ITの可能性と未来の農業を重ね、興味を示していた。

## 6. まとめ

遠隔栽培支援ロボットはLinux上に構築されており、Linuxのシステム管理の練習に適していると考えられる。ネットワーク技術、web管理技術、外部機器制御、自動制御技術等を、植物栽培といった具体的な課題を通してコンピュータの基本技術を学ぶことができる。

また、植物栽培は気象変化や病害虫対策と日々様々な問題が発生するが、ゆっくりとした時間をかけて植物が生長していく様子には心が癒される。遠隔栽培支援ロボットは植物栽培の自動化を目指しているように思われがちだが、遠隔栽培支援ロボットを導入したことで、植物栽培に興味を持つようになったとの声も聞かれる。筆者らのAI農業への取り組み<sup>[7][8]</sup>は、まだ始まったばかりであるが、AI農業により農業者と農業を支援する人々のネットワークコミュニティが生まれ、豊かな農業を育む環境が整備されることを願っている。

## 参考文献

- [1] 岩本正敏,菅原大樹,女川源: 震災時の農業における無線センサーネットワークとメカトロ技術の応用,101,日本機械学会東北支部大会(2012)
- [2] 東北大学菜の花プロジェクト編: 菜の花サイエンス,東北大学出版会(2014).
- [3] 天野英二郎:スマート農業の推進,立法と調査, No.359,pp.44-57 (2014)
- [4] 岩本正敏: クラウド型共有フォルダーとZigbeeネットワークの連携による遠隔制御について,東北学術研究インターネットコミュニティ秋季研修会(2012)
- [5] 鎌田玲於奈,岩本正敏: 植物栽培ロボット教材の開発ー震災復興からの新しい農業への試みと理解ー, F2, 全日本教育工学研究協議会全国大会 (2013)
- [6] 岩本正敏,大村道明: 遠隔操作可能な栽培支援ロボット教材の開発, F3F-3,大学ICT推進協議会全国大会(2014)
- [7] 大村道明,岩本正敏: コンポスト総合評価・IT導入による新展開の可能性,東北大学農学部 PICS 研究成果報告会(2014)
- [8] 岩本正敏: スマートアグリ推進へ繋げる2つの視点,日本LCA学会研究会,一次産業における生産段階のLCA研究会第6回研究会(2013)