

圃場をデータで見る農業教育

峰松 翼

九州大学 データ駆動イノベーション推進本部

スマート農業と農業教育を取り巻く状況

農業分野における課題として、農業従事者の高齢化や後継者不足が挙げられているが、その課題解決には至っていない。農林水産省の報告¹⁾によると、普段から農業に従事している基幹的農業従事者の人口は、2023年において116万人と報告されており、20年後の基幹的農業従事者の中心層は23.8万人まで減少すると推定されている。このような深刻な農業の担い手不足においても、持続可能な食糧供給を確保するための政策展開として、「生産性の向上に資するスマート農業の実用化等」が検討されている。

スマート農業とは、「ロボットやAIやInternet of Things (IoT) など先端技術を活用する農業」を指し、農作業の自動化・効率化や農作業における判断支援を期待できる。たとえば、ドローンによる薬剤の散布・トラクタの遠隔運転・農作物の生育判断のための画像解析・気温や地中水分量などの可視化が行われている。スマート農業にかかわる研究開発は国内外問わずに盛んに進められており、近年では民間企業から圃場の気温や地中水分量を測るためのセンサーや可視化アプリを購入できるまでに至っている。

一方で、スマート農業による生産性の向上を目指すためには、スマート農業を活用できる人材育成が必要である。スマート農業に関する知識には、AIやロボット、センサー、データ活用など従来の農業教育ではあまり取り扱われてこなかった内容が含まれる。特にデータ活用に関しては、これまでも農業従事者は気温や湿度等の圃場環境の観察と経験に基づいて判断したり、活動内容などを作業日誌等に残したりしてきたが、センサー機器の活用により、これまで以上

に多種多様の大量の測定値(センサデータ)を収集・活用できる状況にある。つまり、そのような大量のデータを活用し、農作業等の農業的判断を下せる能力の養成が必要であるともいえる。しかしながら、教育現場では従来の農業実習にスマート農業教育的観点をいかに組み込むかは試行錯誤の段階である。本記事では、圃場の状況に基づく農業的判断との関連の深いセンサデータを活用した農業教育の事例について紹介する。

センサデータを活用した農業教育事例

圃場に気温や湿度を測定するセンサを設置し、そこから収集されるセンサデータをダッシュボード等で可視化することで圃場環境を確認することが、基本的なセンサデータ活用例である。一般的に、各センサはインターネット経由で測定値をサーバに送信するため、リアルタイムに圃場環境を確認できる。このため、夜間や早朝、遠隔地で日常的に確認できない場合であっても、学習者に圃場環境の状況を共有することができる。たとえば、クイーンズ大学では農業教育支援のIoT基盤構築が行われており、各時間の気温と地中温度の推移や各地点の気温を地図上に可視化するダッシュボードが開発されている²⁾。

上記のセンサデータを可視化するダッシュボードは、圃場環境を確認することに有用である。一方で、農業教育の観点においては、それらのセンサデータを解釈し、座学等で学んだ内容や実習等での農作物の生育状態の観察をとおして、農業的判断を下すことが最終的に求められる。Rin-ichiroらは農業高校

において座学と実習をつなぐ学習デザインを提案し、農業高校で実践した³⁾。センサデータのダッシュボードとして図-1のSALATA⁴⁾を導入し、学習者はタブレット端末で時系列グラフとしてセンサデータの推移を確認できる。また、メモを追加する機能や他の学習者が作成したメモを確認する共有機能等を有しており、測定値のような量的データに加えて、メモ等の質的データも収集可能である。これは、農業従事者の気づきや作業報告の共有など管理運営の効率化に寄与し、農業教育的観点だけでなくスマート農業の観点からも有用であると考えられる。

上述のようにセンサデータの可視化および農業教育への展開は取り組まれているが、学習者がデータの解釈が容易にできるとは限らない。Rin-ichiroらの対象とした農業高校の生徒は、農業初学者であるため十分に農業的な知識やセンサデータの活用方

法を習得していないことが予想される。また、センサデータは継続的に収集されるため、1週間単位・1カ月単位など長い期間でデータが蓄積される。授業で圃場環境を確認する際、そのような大量のデータを解釈するために長い時間を割くことは授業運営の観点で現実的ではない。そこで初学者向けの支援機能が必要であるとして、Kanuraらは、図-2に示すセンサデータを日ごとに集約する機能とセンサデータが急激に変化した時点を提示する機能を有する圃場環境ダイジェストシステムを開発し、効率的に初学者がデータを参照するための支援を行った⁵⁾。農業高校の生徒を対象に、圃場環境ダイジェストシステムを利用して圃場内の地中水分量に関して考察する課題に取り組みさせたところ、提案機能を利用した生徒の解答が提案機能を使わない生徒に比べて、より望ましい考察を行っていたことが報告されている。



図-1 SALATA

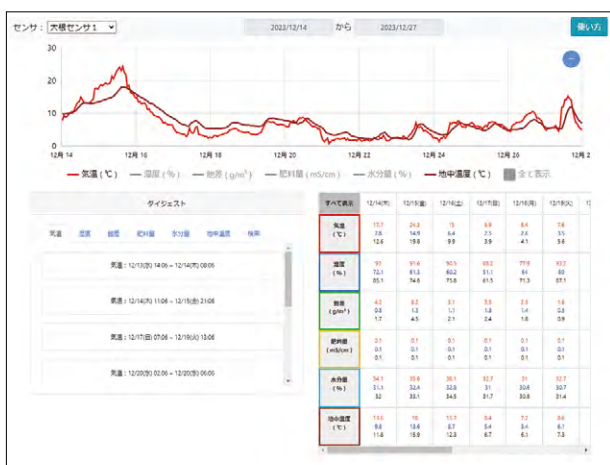


図-2 圃場環境ダイジェストシステム

センサデータを活用した農業教育の実践

センサデータを活用した農業教育にはさまざまなあるが、農作物の生育や圃場特有の状況に適した形で、ダッシュボード等のシステムを使った授業を実践していくことは容易ではない。筆者の経験上、センサデータだけで農作物の生育を判断できることはほとんどなく、現行の授業内容に適したセンサデータに関するコンテンツ作成は試行錯誤の連続である。ここでは、圃場環境ダイジェストシステムの評価⁶⁾を行った際の実践事例について、筆者の経験を交えながら紹介する。

圃場環境ダイジェストシステム評価概要

研究に協力いただいている農業高校では例年、10月から12月にかけて1年生がダイコンの栽培実習を行っている。当時、生徒たちは各班で1畝ごとにダイコンを栽培しており、図-3のように各畝にセンサを設置し、圃場環境ダイジェストシステムを構築した。その後、ダイコン収穫後に収穫したダイコンや畝の状態について圃場環境ダイ



ジェストシステムを利用して読み取れることについて考察させた。

□ 圃場環境ダイジェストシステムの実験環境構築

論文に記載されることはないが、当然のことながら実験環境の構築にはそれなりの労力がかかる。生徒が利用するダッシュボード開発のほかに、農業高校のネットワーク環境が十分であるかの調査、必要であればモバイルルータの提供、ダッシュボード利用のための端末の設定などの環境構築や畝へのセンサ設置が必要になる。ここでは、特にセンサ設置作業について紹介する。

センサ設置作業に関しては、設置タイミングの検討と設置時および継続的な動作確認が必須である。ダイコンの栽培実習では、畝づくり、種まきから始まる。当然ながら、畝づくり後にしかセンサ設置はできない。天候によっては畝づくり・センサ設置作業ができないこともあり、授業日程等について農業高校側との綿密な調整が必要となる。また、センサ設置後の動作確認・保守も気を遣う必要がある。本事例では、センサおよびクラウドサービスがパッケージとなったセンシング環境を契約して利用した。電池でセンサが動作するため、場所さえあればどこにでも設置することできる上に、データ管理サーバ



図-3 センサ設置

保守の必要がないため、重宝している。一方で、独自の通信形式をとっているため、正常動作しているか確認するために時間を要する。データ収集中にセンサ故障が生じた場合に、業者修理およびスペアセンサへの置き換え等の運用方法についても検討が必要になる。もちろん、自らセンシング環境から構築すれば、デバッグ等の自由度が高いが、保守や電源の確保等の労力がかかる。学校および研究環境に応じて、センサ設置から保守までの検討が必要になり、実験環境構築・運営にはとかく労力が必要になる。

□ 現行の授業内容における

圃場環境ダイジェストシステムの活用

センサデータの活用は圃場の状況を観察する上で有用であることは述べた。このことに加えて、圃場環境と作物の生育の間には関係があるため、農業教育の観点からセンサデータと作物の生育を絡めて授業を実施したい。しかし、残念ながらセンサデータから「なぜ作物の生育が良かったのか？ 悪かったのか？」といった考察に直接に結び付けることは容易くない。作物の種類、土壌の性質、栽培季節、農作業による作物への介入などさまざまな要因によって作物の生育が変わってくるため、センサデータから分かることはその中のほんの一部である。そこで、農業高校の教員との議論を通して、センサデータの活用を模索した結果、文献6) での評価実験となった。ここでは、そのセンサデータの活用の模索過程について紹介する。

利用しているセンサは気温・湿度・地中温度・地中水分量等を測定でき、野外の農業用センサとしては一般的である。それまでの経験から、同一圃場内での畝わけでは、センサの計測値が畝ごとにほぼ同じであるため、センサデータから畝ごとの生育の違いは分からないと予想していた。センサデータ利用の有用性についての高校の教員側との意識共有はできていたものの、そのような予想もあり、どう授業で活用できるかは模索段階であった。もちろんのことながら、システム開発側では、授業への適用は決定できないこともあり、農業高校の教員との授業展

開の打合せを開くことになった。

高校教員と授業内容とセンサデータ・圃場環境ダイジェストシステムについての情報を共有し、センサデータの活用についての議論を行った。生育に影響を与える要因や圃場独自の性質について意見交換していくなかで、「校内の土壌の性質により畝の位置によって水はけの良し悪しがある」、「土壌の水はけはダイコンの根の生育に影響を与える」との意見を高校教員からいただいた。これらの意見から、ダイコンの生育と関係がある土壌の水はけを考察するセンサデータとして地中水分量に着目することになった。この意見は協力校の圃場独自の性質であり、現場の高校教員との議論からしか得ることができない意見である。筆者は研究者と現場教員の連携の重要性を示唆する一例であると考えている。先述の実験環境構築においても共通し、考えずとも当然のことかもしれないが、現場教員との連携は研究開発および実践の双方で必須のことは念頭に置いておきたいと筆者は考える。

上記の議論をもとに、畝ごとのセンサデータを比較するための機能を開発することで、圃場の地中水分量に着目し、畝の状態とダイコンの生育について考察する評価を行うに至った。想定したとおりに畝ごとの地中水分量の違いを計測できたが、ダイコンの生育には顕著な違いは見られず、生育と地中水分量の関係について考察することはできなかった。地中水分量だけで生育が決まるものではないため、この結果も想定範囲であるが、センサデータと作物の生育と圃場の性質をひとまとめにした教材づくりの難しさを示唆する結果であるともいえる。

スマート農業教育の今後

上述の実践を踏まえると、スマート農業教育を実践する場合、教材作成・スマート農業環境の構築および運用・指導者養成などまだまだ課題は多く存在する。教材作成においては、育成する作物ごとに活用例・センサデータの実例・作物の生育結果・ダッシュボード等のシステムとの連携など考えるべきことは多岐にわ

たる。また、スマート農業環境の構築は現場教員で維持することは現状困難であると考えている。さらに、教材と環境があったとしても、それを現場で十分に活用できる人材の育成も考えなければならない。

そのような状況の中、近年のスマート農業の人材育成の取り組みとして、スマート農業教育のオンラインコンテンツの公開（農林水産省や北海道大学スマート農業教育拠点のWebページからアクセス可能）やスマート農業教育拠点校の設立が行われている。講義動画やその資料にて、スマート農業の基礎・応用やセンサ利用活用例など豊富な内容が提供されており、今後もスマート農業教育の教材や教育プログラムの開発が進められていくと期待される。スマート農業教育の障壁を下げるとともに、新たな実践から生まれた知見により、スマート農業教育を行う上で必要な教育システム・教材開発が促進する好循環が生まれることを期待したい。

参考文献

- 1) 農林水産省:スマート農業をめぐる情勢について, 2023年12月.
- 2) Gunasekera, K., Borrero, A. N., Vasuian, F., Bryceson, K. P. : Experiences in Building an IoT Infrastructure for Agriculture Education, *Procedia Computer Science*, Volume 135, 2018, pp.155-162.
- 3) Taniguchi, R.-I., Arita, D., Shimada, A., Yamada, M., Goda, Y., Yamamoto, R. and Okayasu, T. : Integrated Contextual Learning Environments with Sensor Network for Crop Cultivation Education: Concept and Design, *Proceedings of the IADIS International Conference Cognition and Exploratory Learning in the Digital Age*, pp.242-248 (2019).
- 4) Akayama, N., Arita, D., Shimada, A. and Taniguchi, R.-I. : SALATA : A Web Application for Visualizing Sensor Information in Farm Fields, In 9th International Conference on Sensor Networks (SENSORNETS 2020) (Feb. 2020).
- 5) Shiga, K., Minematsu, T., Taniguchi, Y., Okubo, F., Shimada, A. and Rin-ichiro Taniguchi : Towards a Collaborative Society Through Creative Learning, *WCCE 2022, IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Vol.685, pp.87-99.
- 6) 志賀寛羽, 峰松 翼, 谷口雄太, 大久保文哉, 島田敬士: 圃場センシング情報の推移から注目期間を捉える圃場環境ダイジェストシステムによる農業教育支援, 第39回教育学習支援情報システム研究発表会(CLE39).

(2023年12月28日受付)

峰松 翼 (正会員)

minematsu@limu.ait.kyushu-u.ac.jp

2018年九州大学大学院システム情報科学府情報知能工学専攻博士後期課程修了。博士(工学)。同年九州大学大学院システム情報科学研究助教。2023年より現職。パターン認識・教育データ分析に関する研究に従事。

