

判断事例蓄積・活用による栽培指導者育成支援システムの開発

Development of a cultivation leader upbringing support system by judgment case accumulation and utilization in tomato cultivation

神谷俊之*¹
Toshiyuki Kamiya

久寿居 大*¹
Dai Kusui

沼野 なぎさ*¹
Nagisa Numano

板倉 宏幸*¹
Hiroyuki Itakura

*¹ NECソリューションイノベータ株式会社
NEC Solution Innovators, Ltd.

In the agricultural field, an organization accumulates, organizes, and systematizes the knowledge of cultivation managers as a whole, and by sharing the knowledge among the managers, it is expected to equalize the cultivation technologies and to utilize the knowledge for training cultivation managers. In order to achieve these goals, we installed a system which records cultivation environment, growth situations, and task contents as case examples, extracts the situations which requires instructions, and send an alert to such situations. Furthermore, we evaluated the learning based on the typical case examples and its effectiveness of the learning.

1. はじめに

農業の現場では、栽培指導者の知識を組織として蓄積、整理、体系化し、指導者間で知識を共有することによる栽培技術の均質化や、指導者の育成への活用が期待されている。

これを解決するため、作業を行った環境や生育状況と作業内容など判断事例として記録し、事例から指導が必要な状況を抽出し、状況に合わせたアラートを配信するシステムの実装を行った。また、典型的な事例を元に事例を教材とした学習と定着度の評価を行った。

2. 従来の取り組み

国内の農業現場では、家族経営による小規模な経営体による生産が中心となっている。平成 27 年において国内の農業経営体数は 137 万 7 千経営体、そのうち家族経営体数は 134 万 4 千経営体を占めている[農林水産省 2016]。一方で、法人経営体数は 1 万 9 千経営体で、10 年間で約 2 倍の増加を見せている。これにより常時雇用の農業従事者も 2005 年の 13 万人程度から 2015 年の 22 万人程度と増加し、全体として法人化・大規模化が進捗しつつある。このような中で、従来行われていたような個人・家族ごとの経営体を、JA あるいは部会などの中で栽培指導、栽培知識の共有を図るだけではなく、他の産業と同様に、法人の中で栽培管理のノウハウの形式知化、見える化し、それによって組織的な共有を行うことが生産法人の競争力維持、向上のために重要となってきた。

これに対し、従来の農業における IT 活用は例えば、フィールドサーバのような環境情報センシング[深津 2014]や農業生産工程をデータで管理するシステム[伊藤 2014]など環境や作業自体を記録することに主眼が置かれ、農業生産における作業者の技能、ノウハウに注目している研究は少ない。

神成は熟練農家の経験や勘に基づく「暗黙知」を、「形式知」にする AI 農業を提唱している[神成 2017]。AI 農業システムの基盤プラットフォームは、「視覚情報分析ツール」、「判断入力ツール」、「対象作物・圃場環境の定量的測定ツール」から構成され、熟練者の気づきを解析する。

本研究では、神成の取り組みと同様に、センサー等による環

境情報、生育情報の入力と作業情報を基礎となるデータとして取得しつつ、それらがどのような栽培指導者の判断に結びついたのかを事例として蓄積管理し、過去の事例を検索するなどして再利用すること、さらには事例データとして流通をさせることに主眼を置いたシステムを構築している点が神成の研究と異なる。

本研究では具体的な対象として、トマト栽培を行う太陽光利用型の植物工場を運営する農業法人向けに、気づき事例の蓄積、活用を行うシステムを試作し、運用を行った。

3. 気づき事例の表現

トマトの植物工場におけるトマトの大規模栽培では、法人の関わる組織は出荷や販売先との交渉などを経営的な面を含めた全体の判断、指導を行う工場の管理者と栽培の部分について具体的な計画、技術指導を行う栽培指導者及び実際の作業を行う作業員などから構成される。規模によっては出荷等の判断を行う管理者と栽培指導者は同一人物であることもあるが、いずれの場合も作業を行う作業員は、第二次産業の工場における作業員と同様に明確に栽培指導者の指示の元に作業を行う。

このような体系の場合、植物工場内の作物の栽培に関する様々なノウハウは、栽培指導者に暗黙知として蓄積される。経営体が経営規模を拡大するために栽培指導者を増やす場合、あるいは栽培指導者が辞める場合などを想定すると、この暗黙知を企業における栽培の知識、蓄積、共有し、栽培指導の内容・レベルを均質化することや、若手の栽培指導者を早期に育成することに活用することが望まれる。

我々は、栽培指導者へのヒアリングに基づき、実際の栽培の現場での作業とそのあとの栽培指導者たちでの振り返りの作業で記録、議論されている内容を整理して「気づき事例」として定式化した。

「気づき事例」では、まず、通常の作業日誌等に記録される作業内容そのものを「対処」という形で、また、その判断のもととなる直接の理由を「事象」という形で記録する。

さらに、作業指導者たちの週次の振り返りミーティングなどでは、その週の育成状況などを確認しながら、作業についてのより深い分析と共有による学びが行われている。これは、事象が起こる原因の分析と、実際の対処を行った後、その結果がどのようなだったか、正しい判断だったか否かの結果の分析の二つの要素に分解される。この「原因」と「結果」の項目を加えて、以下の 4 つの項目として整理した。

- ・事象: 圃場での観察やセンサーデータの異常など栽培指導者が栽培を行っている場合に何らかの対処が必要/不要であると判断する元となる情報. 圃場での観察におけるいわゆる気づきを含む

- ・対処: 事象をもとに, 実際に行われた作業, 作業指示の内容
- ・原因: 事象(気づき)を分析しときに, 表れた現象(例えば茎が想定より細い)の元となった操作や環境などの要因に対する推測(例えば, 日射や温度が想定より少なかったなど)
- ・結果: 対処を振り返って, その結果, 状況が良くなった・悪くなったなどの結果と対処の良否に対する判断

栽培管理上は, 一つの気づきから複数の対処が行われる場合, あるいはある対処が別のトラブルの原因になる場合など, 事例表現は互いに関連するネットワーク構造となり得るが, 検索や表現の容易性から本研究では, 各気づき事例をこれら 4 つの項目からなるタプルとして扱うこととした。

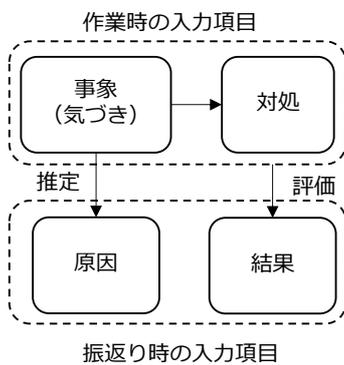


図 1. 気づき事例の表現

それぞれのデータの内部表現については, 実際のシステムによって異なると考えられるが, 栽培指導者がどのような点に着目したかを記述するためのテキストによる記述や現場の写真, あるいは気象, 土壌などセンサーデータのうち注目した範囲などが記述可能な構造とした。

これらのデータについては将来的な複数のシステム間, 利用者間でのデータの共有, 売買を含む流通を想定してデータの外部表現形式を XMLSchema として定めている[神谷 2016]。

4. 気づき事例の記録・活用システム

4.1 システムの全体構成

気づき事例を実際の栽培現場で日々, 記録を行うためのシステムとして, 気づき事例の記録・活用システムを開発した. システムはクラウド上に構築し, 利用者は圃場内での写真撮影やデータの記録はタブレットを持ち歩いて行い, 振り返り作業でのデータ閲覧, 更新は PC 上の Web ブラウザで行うこととした. タブレットでのデータ入力画面, Web ブラウザでの事例表示画面の例をそれぞれ図 2, 図 3 に示す。

圃場内外の温度, 湿度, 日射量, 風量・風向, 土壌 EC などのデータはセンサーを設置して自動的に収集される。また, 生育情報については, 作業者が手で計測するが, 計測項目, 計測方式については実験参加の利用者間で共通となるように定義を行った。



システムの各利用者は, 圃場の見回り時に気が付いた内容「事象」とそのことに対応して行った作業「対処」をタブレットまたは Web 画面で記録を行う. さらに, 農業法人内の利用者のグループは週次のミーティングを実施し, その週, あるいはその前の

図 2. 気づき事例記録・活用システム (事象・違和感登録画面)

図 3. 気づき事例記録・活用システム (事例一覧画面)

週の作業について振り返りを行い, なぜそのような事象(一般的にはトラブル, 問題事項)が発生したのか, 発生を未然に予防するためにはどのようなオペレーションを行うのが望ましかったのか, あるいは以前に行った対処の結果がどうなったのか(順調に回復した, など)についての指導・議論を通じて互いの栽培指導のスキルを向上させていく。

図 4. 週次の振り返りミーティングの様子

4.2 システムの利用促進

本システムでは, 事例の蓄積を継続的に行うために, 日常の利用においても, 事例の活用が行えること, あるいは事例の蓄積が容易に行えることが必要となる. そのため, 蓄積した事例を



活用して, 何らかの事象が発生したときに過去の類似事例を検索する機能及び類似原因の事例が複数ある時に同様の原因となる現象が発生したときに利用者にメールでアラートを通知する機能[沼野 2016]を実装した。

- ・類似事例検索

本システムで事例の活用方法は、事例をまとめて教材として扱う以外に、現在起こっている状況に対する対処方法を考えるための参考として参照するという用途がある。

本システムでは、各事例内のコメント中の単語に対し、全事例の中で利用頻度が低い用語を特徴語として定義した。検索時には、この特徴語をもとに現在発生している事象に対して過去の事例の検索を行い、さらに抽出された事例に対して、事象、対処をそれぞれグルーピングして利用者に提示する機能を提供した。

・アラート機能と事例からのアラート生成支援

本システムでは、圃場内の気温、湿度などはセンサーによって自動的に収集される。このデータを活用して異常状態が発生した場合に利用者にメールで通知する。判定条件としては、利用者へのヒアリングに基づき、ある温度以上、以下など単純な条件の他、積算データに基づく判定などが簡単に記述できるよう実装した。

さらに、類似検索機能と同様の検索を用いて、何らかのトラブルが発生した場合に、その事象と同様の事例を検索し、その原因において類似の環境条件が原因となっているもの複数ある場合に、その環境条件を新規にアラートとして提案するアラート生成支援の機能を提供した。

これらの実装により、日々の事例入力を促進し、組織全体の形式知となる事例を継続的に蓄積する仕組みを提供する。システム全体の利用の流れを図5に示す。

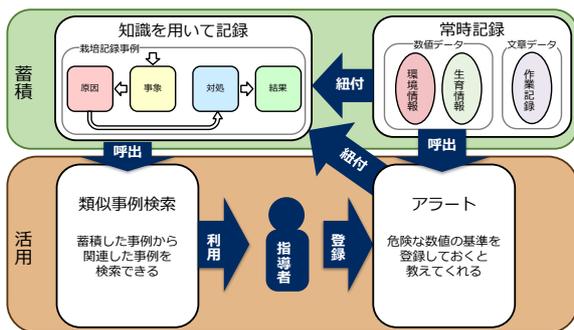


図5. システム全体の運用フロー

5. 気づき事例の記録・活用システムの運用と評価

本システムを3つの農業法人で2016年8月から導入し継続して運用を行った。その結果、2017年2月までに3社合計で約300件の事例、200件のアラートが登録された。

本システムで蓄積された事例は、各社で実際に発生したトラブルの事例集となっており、これを学習素材として活用することで、非熟練の栽培指導者の技能向上に役立つことが期待される。この効果を確かめるため、ある事象が発生したとき、どのような原因が考えられて、どのように対処すればよいかを、以前は回答できなかったのにシステムを利用することで回答できるようになれば、教育的効果があったと判断するという形で簡易に評価することとした。蓄積された事例から他社に公開可能で汎用性の高い事例を3事例ずつ選択し、事例うち「事象」を問題文とし、「対処」と「原因」を回答させる共通のテスト問題を作成した。

これに対し、以下のように3回のテストを実施することで教育的効果を検証した。

- (1) 何も見ずにテストに回答する
- (2) 同じテストに対して事例検索システムを使って回答する
- (3) 一定期間後、再度何も見ずにテストに回答する

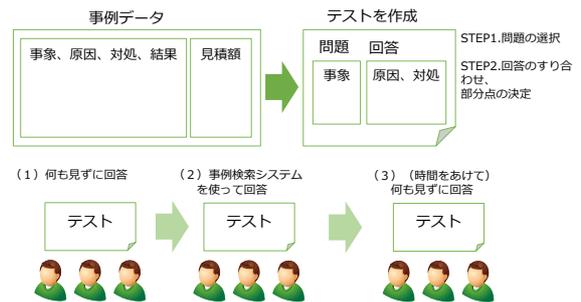


図6. 事例学習効果の評価

1問につき、「対処」と「原因」を各10点とし、9問で180点満点のテストとし、「対処」と「原因」は一部が書かれていれば部分点を与えるものとした。各農業法人から3名ずつ合計9名の後継指導員を被験者とし、評価を行った結果、第一回のテストで平均48.8点であったのに対し、システムを使った事例学習の2週間後のテストでも平均134.8点という結果が得られ、事例を使って学習することで一定の学習効果が得られることを確認した。

6. まとめ

農業の栽培管理において栽培指導者の暗黙知を組織として共有すること栽培管理のレベルの均質化、教育への活用を行う気づき事例の表現の定式化を行い、クラウドベースのシステムとして実装、評価、運用を行った。また、その効果について簡易的な評価を行い有効性を確認した。

本研究は農林水産省革新的技術創造促進事業(異分野融合共同研究)の「情報工学との連携による農林水産分野の情報インフラの構築」の一部として実施したものです。

参考文献

- [農林水産省 2016] 農林水産省: 平成27年度食料・農業・農村白書, 農林水産省, 2018.
- [深津 2014] 深津時広, 遠藤玄, 伊東祐太, 小林一樹, 斉藤保典: 広域・精細モニタリングのための移動作業型フィールドサーバーの開発, 農業情報研究, 農業情報学会, 2014
- [伊藤 2014] 伊藤, 遠藤, 平藤: クラウドサービス型農業生産工程管理システム「apras」の開発, 農業情報研究, 農業情報学会, 2014
- [神成 2017] 神成淳司: ITと熟練農家の技で稼ぐAI農業, 日経BP社, 2017
- [沼野 2016] 沼野なぎさ, 板倉宏章, 久寿居大, 神谷俊之: 栽培記録事例に基づく栽培トラブルの原因探索システムの提案, 農業情報学会 2016年度年次大会予稿集, 農業情報学会, 2016
- [神谷 2016] 神谷俊之, 堤啓彰, 板倉宏幸, 久寿居大: 栽培判断事例蓄積・活用のためのデータ記述方式に関する検討, 農業×計測×情報通信ワークショップ 2016, 計測自動制御学会アンビエント・センシング応用部会, 2016