Vol.2018-CE-147 No.3
2018/12/1

農業実習における経験則継承を目的とした農作業記録支援機能の開発と評価

菅野祐馬[†1]　高木正則[†2]

本研究では農業高校での作物栽培における経験則の継承を目的とし，経験則の蓄積・活用支援システムを提案する．本システムでは，農業実習ごとに蓄積された農作業記録から経験則として継承すべき記録内容を抽出し，次の学年の学習材料として活用する．本システムにより，農作業に必要な知識や技術の把握，次の農業実習の対策が可能になり，作物の収量や品質の向上が期待できる．本稿では，農作業と作物の成長の様子を記録する農作業記録支援機能を開発し，農業高校の農業実習で生徒が利用した結果を報告する．

キーワード：農作業記録，農業情報，経験則，農業実習

Development and Evaluation of a Farm Operation Recording Tool for Construction of Empirical Rules at Practical Training in an Agricultural High School

YUMA KANNO[†1]　MASANORI TAKAGI[†2]

1. はじめに

1.1 背景

農業高校では，体験的な学習を通して農業の総合的な知識と技術を習得させ，経営と管理についての理解を深めさせている[1]．岩手県立盛岡農業高等学校では，毎年授業の一環として農業実習を実施しており，1 年間を通してりんごの農作業の体験を行なっている．生徒は実習前の事前学習として教室で教科書を利用した基礎知識を学習する．そして，校内の圃場で担当の先生や外部指導者の指導のもと，季節や状況に対応した農作業を実施する．農作業後には，学習記録簿と呼ばれる A4 サイズの用紙にその日に行った農作業内容やりんごの成長の様子を記入して担当教員に提出している．

一方，農業分野では，世代間での知識や技術の継承は重要な課題である．農業における知識や農作業での動作やノウハウに関する知識や経験は暗黙知に分類されるものが多く，経験則となりうる[2]．また，一般的な農業における経験則は地域や圃場環境によって異なり，農家ごとに伝承されていることが多い．

しかし，毎年生徒の入れ替わりのある農業高校では，一人の生徒が 3 年間学んできた体験やノウハウを次の学年へ継承する環境が整っておらず，経験則が蓄積・活用されにくい傾向がある．そこで，農業高校での作物栽培における経験則の蓄積と活用を目的とし，農作業時の経験則の継承モデルを提案し，このモデルに基づく経験則の蓄積・活用支援システムを提案する．本稿では，本システムの一部の機能である農作業記録支援機能を開発し，岩手県立盛岡農業高校の農業実習で活用した結果について報告する．

2. 関連研究

2.1 農作業記録

株式会社セラクが開発した農作業記録・管理サービスのみどりノート[3]では，作業者ごとの農作業内容や作業時間を管理することが可能であり，作業予定の進捗状況を共有できる．また，富士通が開発した Akisai[4]では，作業実績を記録し表示する機能やサービス利用者が撮影した圃場の写真やコメントを記録し表示できる機能がある．しかし，記録された情報を経験則として継承することは想定されておらず，本研究とは農作業記録の利用目的が異なる．

2.2 学習支援

農業分野への ICT 活用の最新動向[5]では，学習者の農作業時の判断技能の向上を目的とした学習支援システムが紹介されている．熟練者がアイカメラ等を用いて果樹の一定範囲を示し，どの果実を摘果すべきかを学習者が判断すると，その判断についてシステムからフィードバックされる．複数の問題を繰り返し解くことで，判断技能の習熟化を図る．また，NEC ソリューションイノベータでは，熟練農家と非熟練農家の作業を比較・分析し，熟練農家の状態把握と判断のポイントを抽出して学習コンテンツの作成を支援

†1 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University.
†2 岩手県立大学
Iwate Prefectural University.

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

するサービスがある[6]．これらの学習支援は客観的な農作業技術の学習に利用することができる．一方，本研究は学習者自身の作業内容を振り返り，経験則を蓄積する点に特徴がある．

2.3 農業技術の伝承

村上らの研究[7]では，農業技術の継承に関して熟練農家の農作業判断を圃場に設置したセンサから得るデータ等と，記録した農作業履歴を用いて農業技術を指標化する取り組みが行われている．また，原田らの研究[8]では，学習システムを利用したノウハウの形式知化を行い，学習者の技術の向上を目指した取り組みが行われている．本研究とは，農作業記録から生徒自身が経験則を抽出し，次の学年へ活用・改善していく点で異なる．

3. 経験則の継承モデルの提案

本研究では，経験則を蓄積・活用するために，農業生産活動における各工程の管理・改善を行う取り組みである農業生産管理（以下，GAP とする）と，経験的な学習に特化した経験学習モデルを参考にして経験則の継承モデルを提案する．

3.1 PDCA サイクルによる GAP の実施体制

GAP（Good Agricultural Practice）[9]とは，農業生産管理の持続性を確保する上で必要な食品安全・環境保全・労働安全に関する法令等を遵守し，これら事項の実施・記録・点検・評価の PDCA サイクルを回すことにより，農業生産活動における各工程の管理・改善を行う取り組みである．図 1 に GAP の実施体制を示す．国内における GAP の取り組み状況は年々増加しており，都道府県や農業協同組合ごとに異なる体制で行われている．この PDCA サイクルに基づいた GAP を導入することで，食品安全や環境・労働安全の確保，資材のコスト削減が期待できる．

3.2 経験学習モデル

「経験学習モデル」[10]はデービット・コルブによって提唱され，実際の経験を省察することで深く学べるという考え方を，経験・省察・概念化・実践という 4 段階の学習サイクルで構成したモデルである．図 2 に経験学習モデルの概念図を示す．

3.3 経験則の継承モデルの概要

図 3 に本研究で提案する農業高校の農業実習における経験則の継承モデルを示す．経験則の継承モデルは，現状の農業実習の学習サイクルに基づき，事前学習，農業実習，事後学習，作業記録の抽出，経験則の作成の 5 つのステップから構成されている．このサイクルを通して，過去の農業実習で得た経験をデータとして蓄積し，管理・改善を繰り返しながら学習を行う．事前学習では，今まで教室内で教科書を利用した基礎学習に加え，過去の生徒が農業実習で得た経験をもとに，次回の農業実習で行う取り組みの予習を行い，どのような農作業を行えば作物の成長につながるかを考察する．農業実習では事前学習で予習した内容をもとに農作業を実践し，作物の成長の様子を記録する．事後学習では，農業実習で体験した農作業や作物の成長の変化についての振り返りや考察を記録する．また，作物の成長の記録や振り返り，考察の記録を 1 つの農作業記録データとして蓄積を行う．農作物の収穫後には，これまでに蓄積した農作業記録データの中から経験則として継承すべき記録を抽出する．

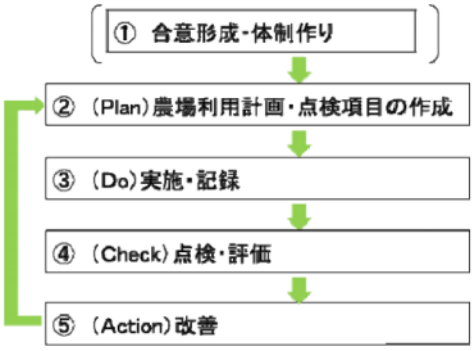

図 1　PDCA サイクルによる GAP の実施体制[9]

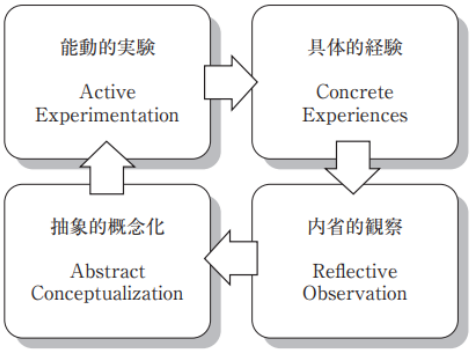

図 2　デービッド・コルブの経験学習モデル[10]

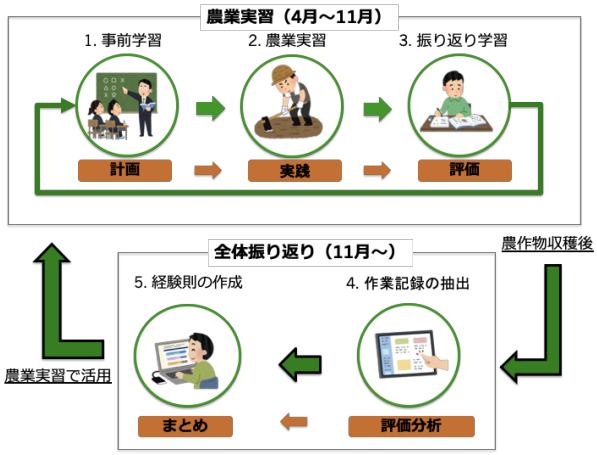

図 3　経験則の継承モデル

4. 経験則の蓄積・活用支援システム

本研究では，農作業者が行った様々な作業から農作物の

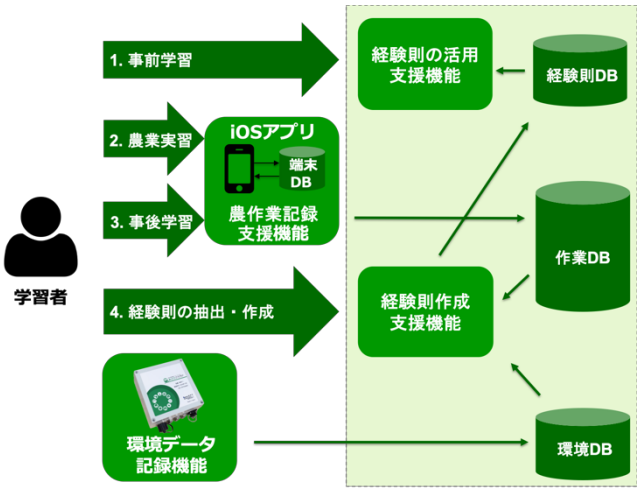

図 4　システム構成図

品質向上や収量の増加等に結び付いた農作業を経験則として蓄積するシステムを提案する．図 4 に提案システムの全体構成図を示す．提案システムは図 3 の経験則の継承モデルの過程に沿って利用されることを想定している．

本システムは，実習時に農作業や作物の成長を記録するスマートフォン専用の農作業記録支援機能，圃場の温度や日射量等を記録する環境データ記録機能，経験則の抽出作業を支援する経験則作成支援機能，経験則の活用支援機能の 4 つの機能を提供する．

4.1 農作業記録支援機能

農作業記録支援機能では，生徒が日々の農作業の内容を記録し，記録したデータをシステムにアップロードできる．また，定点観測したい農作物を選び，自分のスマートフォン等で定期的に農作物の写真を撮影し，撮影された写真をアップロードできる．アップロードされた農作業記録や撮影画像は作業 DB に保存される．

4.2 環境データ記録機能

本研究では，株式会社セラクが開発した温室内環境遠隔モニタリングシステム「みどりクラウド」[11]を利用し，圃場の環境データ（温度，湿度，日射量など）を記録する.記録されたデータは株式会社セラクが管理するクラウドサービス上にアップロードされ，PC やスマートフォンなどから閲覧できる．環境データ記録機能では，このクラウドサービスから API で環境データを取得し，本システムの環境 DB に保存できる．

4.3 経験則作成支援機能

経験則作成支援機能では，農作業記録支援機能で登録された農作物の定点観測画像を連続再生させたり，並べて表示させたりすることによって，作物の成長過程を分かりやすく可視化する．また，年度間での成長の差異を比較できるようにする．さらに，気温等の環境データをグラフ等で可視化し，成長の変化と環境との関連を分析しやすくする．生徒はこの機能を利用して，どんな農作業が品質の改善や

図 5　写真一覧画面（左）と農作業記録の入力画面（右）

図 6　管理画面（左）と画像のアップロード画面（右）

収量の向上等につながったかを考察する．また，これらの考察の結果，次の学年の生徒に継承すべき内容を経験則として登録する．

4.4 経験則の活用支援機能

経験則の活用支援機能では，生徒が実習前に実習で行う予定の農作業や，農作業の実施時期と同時期に登録されている経験則を閲覧できるようにする．これにより，生徒は蓄積された経験則から農作業の具体的な説明や過去の失敗や成功および改善点などを事前に把握し，実習時に活用できる．

5. 農作業記録支援機能の開発

本研究では，農業実習中の農作業の様子や作物の成長変化を記録する農作業記録支援機能を iOS アプリとして開発した．本機能の開発には iOS アプリケーション開発言語の Titanium を利用し，データベースには MySQL を採用した．開発した機能の画面例を図 5，図 6 に示す．以下に開発した各画面について説明する．

5.1 写真一覧画面

アプリ起動時に表示されるユーザ登録を完了すると，写

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

真一覧画面が表示される．写真一覧画面では，生徒自身が登録した農作業記録を日付順で閲覧できる．画面の左上にあるカメラボタンをクリックすることによってカメラが起動し，作物の成長や農作業の様子を撮影できる．

5.2 農作業記録の入力画面

カメラで写真を撮影すると農作業記録の入力画面が表示される．入力画面では，作物名や農作業名，考察などを入力して 1 つの農作業記録として端末内 DB に保存される．端末 DB に保存することで，電波状況の良くない圃場でも本機能を利用できるようにした．また，生徒の多くはスマートフォンで契約しているデータ通信量の上限制限があるため，本機能の利用によるデータ通信量を極力抑えるようにした．

5.3 管理画面

管理画面では，アプリ初回起動時に登録したユーザ名の変更やアップロード画面を表示，みどりクラウドから取得されたリアルタイムの圃場の写真を閲覧したりすることができる．また，テーマ入力では，それぞれの生徒が農業実習での目標を入力する機能を用意した．

5.4 アップロード画面

アップロード画面では今までスマートフォンの内部に登録された農作業記録を Web サーバにある DB にアップロードすることができる．アップロードされた農作業記録は今後 Web アプリケーションとして開発予定の経験則作成支援機能等で活用する．

6. 農作業記録支援機能を利用した授業実践

6.1 実践概要

本研究で開発した農作業記録支援機能が農業高校の農業実習で生徒が利用可能かどうかを評価するために，岩手県立盛岡農業高校の植物化学科果樹班の 3 年生 9 名に農業実習で利用してもらった．機能の利用スケジュールを表 1 に示す．3 年生は週 2 日の農業実習の他に課題研究としてリンゴの葉の枚数やサイズを計測している．

まず，2017 年 9 月 4 日に盛岡農業高校のリンゴ農園にみどりボックスを設置した．設置時の様子を図 7 に示す．その後，スマートフォンを所有している生徒に DeployGate（開発中のアプリをテスト配布するサービス）[12]を利用して，農作業記録支援機能（iOS アプリ）を配布し，一定の期間において農業実習後に農作業を記録してもらった．スマートフォンへのアプリのインストールの様子を図 8 に示す．なお，農作業記録支援機能は iOS アプリとして開発したため, iPhone 以外のスマートフォンを所有している生徒 5 名にはアプリをインストールせずに，スマートフォンのカメラ機能を利用して農作物の写真のみ撮影してもらった．また，生徒それぞれの視点での作物の写真や考察を記録してもらった．その後，農業実習を終えた 1 月に記録してもらった農作業記録の収集を行った．農作業記録の収集時の様子を図 9 に示す．iPhone を所有している生徒は農作業記録支援機能のアップロード画面から今まで登録された農作業記録を Web サーバにある DB にアップロードしてもらった. iPhone 以外のスマートフォンを所有している生徒は著者らのノート PC にスマートフォンを

表 1　農作業記録支援機能の利用スケジュール

2017 年 9 月 4 日	みどりボックスの設置
2017 年 9 月 15 日	アプリのインストール
2017 年 10 月～ 2017 年 12 月	農作業の記録
2018 年 1 月 16 日	農作業記録の収集 利用後のアンケート

図 7　みどりボックス設置の様子

図 8　スマートフォンへのアプリのインストールの様子

図 9　農作業記録収集時の様子

接続し，スマートフォン内に保存されている写真をノートPC にコピーして収集した.

6.2 農作業記録の結果と分析

表 2 に収集した農作業記録と写真データの集計結果を示す. 農作業記録は 4 名の生徒から 40 件収集し，写真データは 9 名の生徒から 133 枚収集できた. 図 10 に生徒が撮影したリンゴの実の写真を示す.

表 2　農作業記録と写真データの数値

概要	農作業記録	写真データ
User1	11 件	15 枚
User2	6 件	17 枚
User3	13 件	35 枚
User4	10 件	19 枚
User5		1 枚
User6		2 枚
User7		17 枚
User8		27 枚
User9		1 枚
最高	13 件	35 枚
最低	6 件	1 枚
合計	40 件	133 枚
平均	10 件	14 枚

図 10　生徒が撮影したリンゴの写真

6.3 農作業記録の詳細

表 3～6 に生徒別の農作業記録の詳細を示す. 生徒には農作業記録支援機能をインストールする前からスマートフォンに写真を保存することを依頼していたため，6 月から 10 月までの記録があった. 記録された内容は全体的に抽象的な表現での記述が多かった. 原因として，農作業中にスマートフォンを用意して入力することに対して手間がかかることや，規則性のない自由な入力欄にしたことが考えられる. 特に，技術的補足に関しては 1 件も入力が確認できなかったため，今後は入力方法や入力欄の改善が必要であると考えられる.

表 3　農作業記録の詳細（生徒 1）

入力項目	内容
記録期間	2017 年 6 月 6 日～2017 年 10 月 13 日
作物名	リンゴ（11 件）
農作業	摘果（8 件），観察（2 件），育成（1 件）
作業理由	りんごの実の成長を向上させるため
技術的補足	なし
考察	・2 週間の間が空き，実の成長が大きく見られた（9 月 15 日） ・赤みがついた（10 月 13 日） ・比較的大きくなった（10 月 13 日）

表 4　農作業記録の詳細（生徒 2）

入力項目	内容
記録期間	2017 年 6 月 6 日～2017 年 10 月 13 日
作物名	リンゴ（6 件）
農作業	摘果（6 件）
作業理由	なし
技術的補足	なし
考察	・大きくなった（7 月 7 日） ・かなり大きくなって，赤くなってきた（9 月 15 日） ・収穫しても良さそう（10 月 13 日）

表 5　農作業記録の詳細（生徒 3）

入力項目	内容
日付	2017 年 6 月 6 日～2017 年 10 月 13 日
作物名	リンゴ（13 件）
農作業	摘果（13 件）
作業理由	なし
技術的補足	なし
考察	実が小さい（6 月 6 日）

表 6　農作業記録の詳細（生徒 4）

入力項目	内容
日付	2017 年 6 月 6 日～2017 年 10 月 15 日
作物名	リンゴ（10 件）
農作業	摘果（10 件）
作業理由	なし
技術的補足	なし
考察	なし

6.4 利用アンケート結果

農作業記録を収集後，農作業記録支援機能についての利用アンケートを実施した. アンケートは本機能の有効性を

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

表 7　アンケートの質問項目

No	質問
1	実習中に農作業記録支援機能を利用することで新しい気づきや学びがありましたか？
2	1 で「とてもそう思う」，「ややそう思う」と答えた人はその理由を記述してください．
3	農作業記録としてわかりやすい写真の撮影や記述ができましたか？
4	今後，あなたが農業を仕事として作物の栽培を行うにあたって，今回のような農作業記録支援機能を利用してみたいですか？
5	農作業記録支援機能を利用した際に操作がしにくかったことはありましたか？あった人は具体的に記述してください．
6	農作業記録支援機能を利用してよかったことがあれば記述してください．
7	農作業記録支援機能に登録できたら良いと思う情報や機能・改善点があれば記述してください．

評価するための質問を用意し，3 年生 8 名に回答してもらった．アンケートの質問項目を表 7 に，アンケート結果を図 11～13 に示す．

図 11 から約 6 割の生徒が本システムを利用した上で新しい学びや気づきがあったと回答していた．表 8 にその理由を質問した結果を示す．表 8 のコメントから農作業記録支援機能の活用による学習支援の有効性が示唆される．図 12 の結果では，8 割以上の生徒がわかりやすい写真の撮影や記述ができた回答しているが，記述に関しては抽象的な表現が多かったため，経験則を抽出するための振り返りの記録としては不十分であると考えられる．図 13 の結果より，約 8 割の生徒が農業を仕事とした場合でも利用したいと回答しており，本機能は実際の農作業場面でも活用できる可能性があることが推察できる．

表 9 に本機能の不具合に関するアンケート結果を示す．表 9 から，処理が重かったり手間となる入力方法があったりと操作性で改善が必要であることが確認できる．表 10 に本機能の良かったことに関するアンケート結果を示す．表 10 から，振り返りとして本機能を有効的に活用できている生徒が多かったことが確認できる．表 11 に本機能の改善点に関するアンケート結果を示す．表 11 では，Android 版の開発や追加機能の要望があり，これらの要望についても今後のシステム開発時に検討する．

7.　おわりに

本研究では，農業高校の実習時における経験則の継承を目的とし，農作業記録支援機能を開発した．実際に農業高校の農業実習時に本機能を利用してもらった結果，本機能を

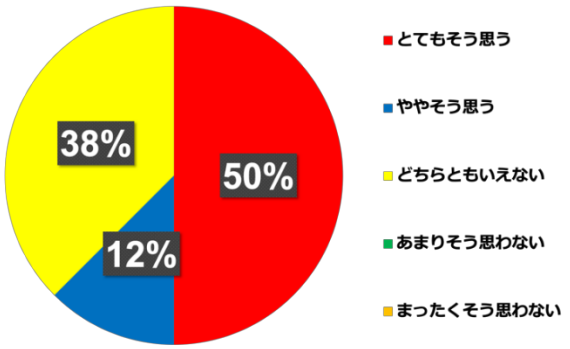

図 11　新しい気づきや学びがあったか（表 7，No.1）

表 8　学びがあったと答えた理由（表 7，No.2）

No	コメント
1	りんごの成長がよくみられる
2	とても便利だと思った
3	端末 1 つで管理できるのはすごいと思った
4	成長の変化を比べて比較できるのがよい
5	今まで記録というのは手で書くものだと思っていたので，端末を使って記録できるということがすごいと思った
6	だんだんりんごが大きく成長していく過程がみられた

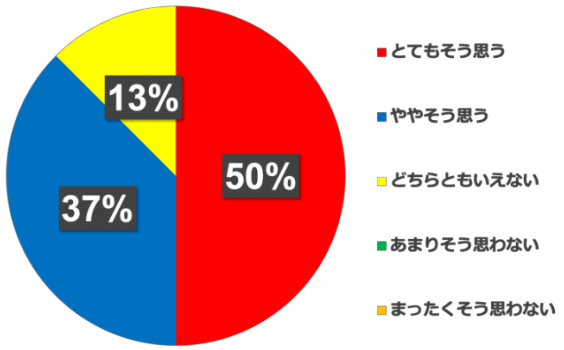

図 12　農作業記録としてわかりやすい写真の撮影や記述ができたか（表 7，No.3）

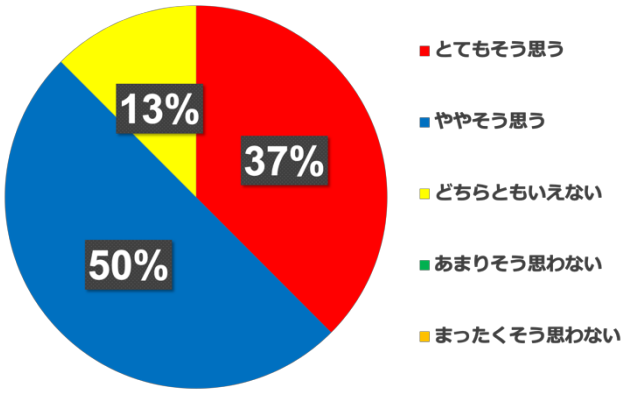

図 13　実際の農業でも本機能を利用したいか（表 7，No.4）

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan

表 9　本機能の不具合について（表 7，No.5）

No	コメント
1	処理が重く感じた
2	文字として入力する際に，例文の削除が面倒だった

表 10　本機能を利用してよかったこと（表 7，No.6）

No	コメント
1	いつ、どこで、どの作業をしたのかすぐわかる
2	振り返るのが簡単で、忘れたりしないでとても便利だなと思った
3	作業記録がすぐに確認できるので今後も使ってみたいと思った
4	成長していく過程がわかりやすく確認できるので良いと思った

表 11　本機能の改善点・追加機能について（表 7，No.7）

No	コメント
1	Android 版でも開発してほしい
2	1 つの農作業記録に複数の写真を貼り付けると便利だと思う

利用することで生徒が記録した作物写真や考察等をデータとして蓄積することが可能になり，蓄積された情報から今までになかった新しい発見や気づきを見つけることができたことが確認できた.

本機能により，農業実習において，生徒それぞれの視点で撮影された作物の成長や農作業の様子，考察をデータとして記録できるため，生徒間での農作業記録の共有や継承が期待できる．また，蓄積された農作業記録を次年度以降の実習前の事前学習へ活用したり，研究課題の材料として利用したりすることが期待できる.

今後は，農作業記録支援機能の操作性の不具合修正や機能の追加を行う. また，現状入力されている農作業記録は，経験則の候補となる入力内容ではなかったため，入力内容の改善も行う. また, 農作業記録支援機能で得られた農作業記録から経験則を抽出し，継承を支援するシステムを開発する. さらに, 今回記録された農作業記録は一部の期間で記録した農作業記録であるため，1 年間の農作業記録を蓄積することも検討する.

参考文献

[1]　文部科学省：高等学校学習指導要領 農業編 第 2 章 農業科の各科目 第 3 節 総合実習 第 1 目標，p.18 (2010).
[2]　磯江陽生，仲谷善雄：農業における失敗事例に基づく経験・知識の継承支援の試み，情報処理学会第 73 回全国大会，pp.325-326 (2011).
[3]　株式会社セラク：農作業記録アプリ みどりノート，入手先〈https://midori-cloud.net/note/〉（参照 2018-11）.
[4]　FUJITSU：FUJITSU Intelligent Society Solution 食・農クラウド Akisai（秋彩），入手先〈http://jp.fujitsu.com/solutions/cloud/agri/〉（参照 2018-11）.
[5]　神成淳司：農業 ICT-IoT・ビックデータ・AI 活用で農業を成長産業へ農業 ICT の最新動向，情報処理学会論文誌，Vol.58，No.9，pp.818-822 (2017).
[6]　NEC ソリューションイノベータ：NEC 農業技術学習支援システム，入手先〈https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/press/20161005/index.html〉（参照 2018-11）.
[7]　村上惇，中村嘉隆，稲村浩，高橋修：農業技術伝承のための圃場画像を用いた農業従事者の負担の少ない農作業記録方法の検討，研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム（MBL），Vol.2018-MBL-86，No.25，pp.1-6 (2018).
[8]　原田高大，大場みち子，高森満: “学習システムを活用した農業技術の形式化プロセスの提案”，第 80 回全国大会講演論文集，pp.853-854 (2018).
[9]　農林水産省 生産局 農業環境対策課：農業生産工程管理（GAP）の普及・拡大に向けて，p.2 (2016).
[10]　中原淳：経験学習の理論的系譜と研究動向，日本労働研究雑誌，Vol55，No.10，p4.14 (2013).
[11]　株式会社セラク 温室内環境遠隔モニタリングシステム みどりクラウド，入手先〈http://midori-cloud.net/〉（参照 2018-11）.
[12]　株式会社デプロイゲート：アプリ開発者向けテスト配信サービス DeployGate，入手先 〈https://deploygate.com/〉（参照 2018-11）.

ⓒ 2018 Information Processing Society of Japan