

熟練農業者の技能を伝承する 教育学習支援環境の開発及び導入事例研究

小林信三^{†1} 藤田浩司^{†2} 江見圭司^{†3}

概要：農業に従事する若手生産者人口の減少と熟練農業者の高齢化による伝統的な農業技能が伝承されないことは大きな課題である。熟練農業者が経験的に蓄積・伝承してきた栽培や生産に関わる属人的な技術や知識をウェアラブルカメラやドローンカメラ等のテクノロジー機器を利用して次世代農業者に効率的かつ発展的に継承するための反転学習教材を作成する方法論を以前発表した。今回は、イチゴ栽培における熟練者の技能の伝承において、こうしたハードウェア的な要素に加え、ソフトウェアや手法/方法の要素を取り入れた統合的な教育学習支援環境（「技能伝承システム」）の開発及び導入事例について考察する。

キーワード：アクティブ・ラーニング、農業技能伝承、ICE モデル、LMS、水平投写型電子黒板

Case Study: Development and Implementation of the ICT Platform that can Facilitates Transferring Skills and Knowledge of Experts in the field of Agriculture.

SHINZO KOBAYASHI^{†1} KOJI FUJITA^{†2} KEIJI EMI^{†3}

1. はじめに

1.1 農業技能の伝承環境の現状

一般的に、農作業に関する技術や知識を伝承する「方法」としては、実際の圃場での作業体験を通じた直接的な研修方法、いわゆる OJT (On the Job Training) が主流である。一方、室内での座学指導や各種農業関連の組織や団体、また教育研修機関によって提供される研修・教育カリキュラムは Off-JT (Off the Job Training) として、OJT を補完するかたちで実施されている。Off-JT における研修の「手段」としては、主に教科書やマニュアル、手順書、栽培日誌、画像、動画などが用いられている。

1.2 農業技能の伝承環境の課題

農業分野に限らず、漁業や製造業、建設業等の実務や作業を多く伴う分野では OJT が重要な役割をしているが、特に農業分野の OJT においては、栽培・収穫時期（季節）による制約の他、栽培地域/環境（場所）や栽培品種（生産物）にもとづく多様性が顕著であり、これらの点が農業における技能の伝承の大きな課題となっている。

2. 「技能伝承システム」の開発

上記の課題を解決する一つの手段として、熟練者の実作業をウェアラブルカメラやドローン等で撮影し、その映像を座学研修（Off-JT）での教材として活用する方法と事例

について前回報告した[1][2]。今回の事例研究では、イチゴの栽培研修において、こうしたデジタル化された教材コンテンツを活用し、OJT をより効果的、効率的に補完する統合的な教育学習環境システム（以下、「技能伝承システム」と呼ぶ）の開発、導入の取り組みについて実践事例を交えて考察する[3]。

2.1 「技能伝承システム」に求められる要件

システムの設計・開発にあたって、まずは、実際のイチゴ栽培研修における指導者および研修生からの要望や課題をヒヤリングし、双方の利用者が理想とする「技能伝承システム」としての要件を以下の5項目にまとめた[3]。

「技能伝承システム」に求められる5つの要件

- (1) 学修・検討に必要なデジタルコンテンツをつくる。
- (2) 速やかに仲間と共有する。
- (3) 仲間とのリアルな議論や情報交換をする。
- (4) 対象コンテンツに新たな情報（暗黙知となっている知識やノウハウ）を付加する。
- (5) その付加された情報コンテンツを保管・共有・伝達する。

これら5つの要件項目に基づき、実際の研修現場での実装に向けたシステムの設計、開発を行なった（図1）。以下、このシステムについて「ハードウェア/Hardware」、「ソフトウェア/Software」、「手法/Method」の3つの観点からその概要と主な使用ツール、および導入結果について報告する。

^{†1} 京都情報大学院大学/一般社団法人野菜プラネット協会
The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics/Vegetable Planet Association

^{†2} 日立マクセル株式会社
Hitachi Maxell, Ltd.,

^{†3} 京都情報大学院大学
The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics

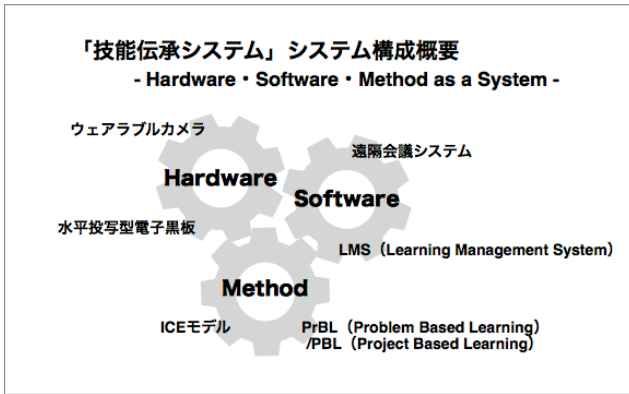


図1 「技能伝承システム」システム構成概要

3. システムの開発と導入結果

3.1 Hardware: ハードウェアの観点

(1) ウェアラブルカメラ

指導者と研修生が共にウェアラブルカメラを装着し、実際の作業現場（OJT）での動作を作業員目線から撮影する（図2）。これにより、一連の作業プロセス及びOJTの研修プロセスの全容を動画と音声によって記録/デジタル化することができるようになった。

このツールにより、本システム要件で求められる「(1) 学修・検討に必要なデジタルコンテンツ」の実装が可能となる。

図2 ウェアラブルカメラによる作業員目線での撮影[3]
(左: 指導者, 右: 研修生)

(2) 水平投写型電子黒板

ウェアラブルカメラで撮影した作業員目線の映像を水平投写型電子黒板によって机の上に写し出し、その映像コンテンツに対し、当該作業のポイントや解説、解析といった関連知識や情報を付加し、デジタル化していく（図3）。この水平投写型電子黒板の最大のメリットは、作業員の目線映像を机の上に同じアングルとスケールで動画として再現できることにある。

これにより、時間的・物理的な制約により現場のOJTで

は伝えきれなかった知識やノウハウ、あるいは課題や問題点を、より現場に近いかたちで、時間をかけてじっくりと研修生に伝えることができるようになった。例えば、定植作業（図2）では、実際の作業時間は1株あたり10秒ほどであるが、指導者はその1株の作業映像に対して20分以上にわたって解説を加えた（図3）。このことは、単調で短時間の作業や動作の中にも作業を行ううえで重要な熟練技能が暗黙知として多く潜在していることを示唆している。

このツールにより、本システム要件で求められる「(2) 速やかに仲間と共有」、「(3) 仲間とのリアルな議論や情報交換」、「(4) 対象コンテンツに新たな情報（知識やノウハウ）を付加」の実装が可能となる。



図3 水平投写型電子黒板によるOff-JTの様子[3]

3.2 Software: ソフトウェアの観点

(1) 遠隔会議システム

水平投写型電子黒板に接続されたPC内に遠隔会議システムを稼働させ、インターネットを介して教材や研修内容自体の共有、同期を行う（図4）。遠隔会議システムのサービスにはZoomを使用した[4]。Zoomの特徴は、通常のビデオ音声会議が複数拠点で行える他、共有されたコンテンツに対してテキストや描画によるデジタル情報の追加、保存、共有が行える。



図4 遠隔会議システムによる教材と研修内容の共有[3]

この結果、農業分野での技能伝承の際に大きな課題であった遠隔での研修や栽培時期から外れた期間での実技指導も容易に実施することが可能となった。

このツールにより、本システム要件で求められる「(2) 速やかに仲間と共有」、「(3) 仲間とのリアルな議論や情報交換」、「(5) その付加された情報コンテンツを保管・共有・

伝達」の実装が可能となる。

(2) LMS (Learning Management System)

研修教材や研修プログラム等の統合的な管理プラットフォームとして大学等の教育機関で広く用いられているLMSを導入した(図5)[5]。LMSを導入することによって、デジタル化された教材コンテンツを体系的に管理し、研修プログラム/コースのなかで指導者と研修生がともにそれらのコンテンツを効率的に利用することができるようになった。

また、LMSに設置されたコース内で教材や課題、研修履歴等の関連情報を統合的に管理することによって、単に指導者と研修生が教材を効率的に利用するだけでなく、教材に関連して修得した技能や知識に対する評価や熟達度も明確に測定、管理することができるようになった(図6)。

このツールにより、本システム要件で求められる「(1) 学修・検討に必要なデジタルコンテンツ」、「(4) 対象コンテンツに新たな情報(暗黙知となっている知識やノウハウ)を付加」、「(5) その付加された情報コンテンツを保管・共有・伝達」の実装が可能となる。



図5 LMSに開講されたイチゴ栽培研修コース[3]



図6 研修生の実作業映像を用いた技能評価の例[3]

3.3 Method: 手法の観点

(1) PrBL (Problem Based Learning: 課題解決型学習) と PBL (Project Based Learning: プロジェクト型学習)

実際の作業現場以外で研修生が自身の技能面での課題や問題に気付く機会は少ない。そうした点を補うため、Off-JTの演習において、研修生自身による作業映像と指導者(熟練者)による映像を比較検討することで、研修生は自身の

課題や問題点に気づき、技能の向上や改善を促すきっかけとなる(図7)。

さらに、研修生がOJT/Off-JTを通して修得した一連の技能を他者への確に伝達/伝承するためのグループ演習を上記の映像コンテンツや水平投写型電子黒板を使って実施する(図8)。このグループ演習(PBL: Project Based Learning)により研修生は自らが修得した知識やノウハウを仲間たちとの議論を通して融合、補完するとともに、将来の指導者としての視点や意識を育てることができる。

この手法により、本システム要件で求められる「(2) 速やかに仲間と共有」、「(3) 仲間とのリアルな議論や情報交換」、「(4) 対象コンテンツに新たな情報(暗黙知となっている知識やノウハウ)を付加」、「(5) その付加された情報コンテンツを保管・共有・伝達」の実装が可能となる。



図7 PrBL (Problem Based Learning) の例
比較映像を用いた教材[3]

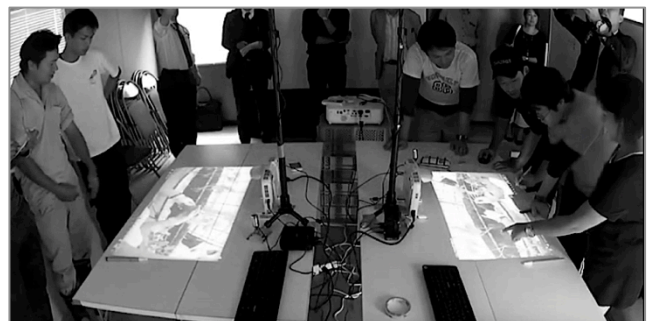


図8 PBL (Project Based Learning) の例
修得した技能を的確に伝承するためのグループ演習[3]

(2) ICE モデル

ICEはカナダで開発・実践されてきた評価モデルで、初心者(Beginner)が熟練者(Expert)に至る学習/熟達の過程をI: Ideas (基礎知識), C: Connections (つながり), E: Extensions (応用)の3フェーズに分け、それぞれのフェーズでの特徴的な学びの目標行動を具体的な「動詞」を用いて表現、定義する(図9)[4]。このモデルを実際の栽培技能に適用し、具体的な「動詞」をもとに、研修で用いる教材や課題、評価基準を設計、作成した(図10)。

このICEモデルの導入によって、単なる栽培マニュアルの学習ではなく、一連の栽培プロセスに基づいた関連技術と知識を研修生の熟達度に合わせて修得できる実践的な学

修体系を構築することが可能となった。

この手法により、本システム要件で求められる「(4) 対象コンテンツに新たな情報（暗黙知となっている知識やノウハウ）を付加」、 「(5) その付加された情報コンテンツを保管・共有・伝達」の実装が可能となる。

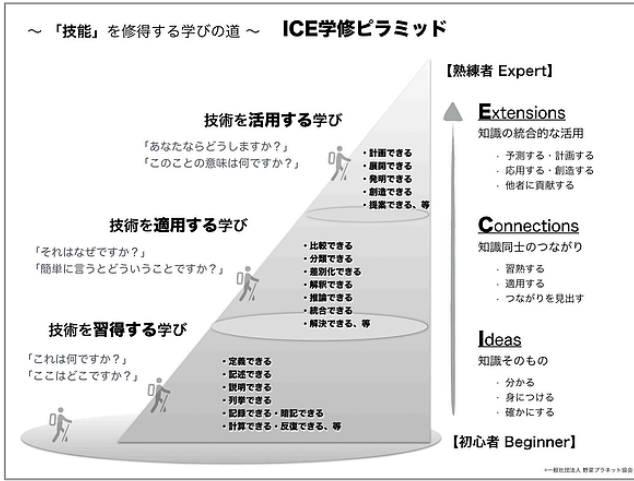


図 9 ICE 学修ピラミッドのイメージ図[3]

学修分野	B.育苗管理															
学修項目	6.挿し苗															
学修目標	b. 苗挿し作業ができる															
学修観点	<table border="1"> <thead> <tr> <th>【Ideas】 知識そのもの</th> <th>【Connections】 知識どうしのつながり</th> <th>【Extensions】 知識の統合的な活用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>真似できる、模写できる ・苗挿し作業を真似ることができる。</td> <td>関連性を特定できる ・育苗期間の長さ、培地容量、定植日の関連性を特定することができる。</td> <td>計画できる、デザインできる ・作業から逆算して苗取りの計画を立てることができる。</td> </tr> <tr> <td>列挙できる、整理できる ・挿し苗の作業のフロー、ポイントを列挙できる。</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>説明できる、引用できる ・重要なポイントについてその理由を説明できる。</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>反復できる ・苗挿し作業を反復することができる。</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	【Ideas】 知識そのもの	【Connections】 知識どうしのつながり	【Extensions】 知識の統合的な活用	真似できる、模写できる ・苗挿し作業を真似ることができる。	関連性を特定できる ・育苗期間の長さ、培地容量、定植日の関連性を特定することができる。	計画できる、デザインできる ・作業から逆算して苗取りの計画を立てることができる。	列挙できる、整理できる ・挿し苗の作業のフロー、ポイントを列挙できる。			説明できる、引用できる ・重要なポイントについてその理由を説明できる。			反復できる ・苗挿し作業を反復することができる。		
【Ideas】 知識そのもの	【Connections】 知識どうしのつながり	【Extensions】 知識の統合的な活用														
真似できる、模写できる ・苗挿し作業を真似ることができる。	関連性を特定できる ・育苗期間の長さ、培地容量、定植日の関連性を特定することができる。	計画できる、デザインできる ・作業から逆算して苗取りの計画を立てることができる。														
列挙できる、整理できる ・挿し苗の作業のフロー、ポイントを列挙できる。																
説明できる、引用できる ・重要なポイントについてその理由を説明できる。																
反復できる ・苗挿し作業を反復することができる。																

図 10 イチゴの栽培技能における ICE モデルの適用例[3]

4. 研修現場におけるシステム利用実態の調査

この「技能伝承システム」を実際の研修現場で使用しているイチゴ栽培施設にて、下記の概要にてその利用実態の調査を行い、研修指導者および研修生からの評価コメントをとりまとめた。

（調査対象とした研修の概要）

【1日目】

午前：農場でのイチゴの定植作業実習（OJT）にて研修指導者と研修生がウェアラブルカメラを装着し、実習内容を双方の目線映像として収録した（図2）。

午後：午前に収録した映像を教材として、水平投写型電子黒板を用いた室内研修（Off-JT）を実施した（図3）。

【2日目】

研修生が1日目に修得した定植作業に関する技術やノウハウをグループ演習をとおして再確認し、知識の定着化を行った（図8）。

（研修指導者からの評価コメント）

イチゴの定植作業の場合、一人前になるのに2～3年か

かるほど高度なノウハウが詰まっている。しかしこれまではそのノウハウを実作業以外で的確に伝える方法がなかった。今回、この「技能伝承システム」を Off-JT として取り入れることで、ベテラン作業者の視線から撮影した映像教材を研修プログラムの中で適切なタイミングで利用することができるようになり、作業のポイントが的確に伝えられるようになった。その結果、定植作業においては、これまで2期（2年）かかっていた定植作業の修得が1期（3ヶ月）に短縮することができた。

（研修生からの評価コメント）

水平投写型電子黒板を用いることによって、通常ではモニタやプロジェクト等で前方（壁面）垂直に投写される映像を眺めるだけだが、その映像を机の上に投写することによって臨場感が格段に向上した。あたかも自分がイチゴの定植をしているような感覚になる。映像に映る作業者の手に、自分の手を重ね合わせて、角度の微妙な違いなどを確認することもできる。また、研修生同士が机上に映し出された映像を囲んで自由に意見を出し合ったり、議論する雰囲気自然に作られるようになった。

5. まとめ

近年、日本の農業分野では栽培や生産における ICT や IoT, AI といった先端テクノロジーの実用化が進む一方、農業従事者の育成や熟練農業者の技能の伝承といった人的な側面においては、こうした先端テクノロジーがまだまだ十分に活かされているとは言えない[7]。今回の事例研究では、こうした農業分野における技能伝承の課題を、先端テクノロジーと実践的な教育/学習手法を効果的に組み合わせることによって解決しようとする試みについて考察した。

今後テクノロジーの進化がますます加速するなかで、こうした技能伝承における統合的な「教育学習支援環境」は、農業分野に限らず、漁業や製造業、建設業、スポーツ、工芸、芸能等々、現場作業を中心とするさまざまな産業や分野において求められると考えられる。

参考文献

- [1] 江見圭司, 名川知志, 小林信三, ウェアラブルカメラなどを用いた次世代農業人材育成の反転学習用コンテンツの開発.
- [2] 江見圭司, 名川知志, 小林信三, 次世代農業人材育成を事例とした反転学習用教材の開発と実践.
- [3] “平成 28 年度 人工知能未来農業創造プロジェクト推進事業 熟練農業者の技術を継承するシステムの横展開”. <https://www.hidden.pro/>, (参照 2017-05-17).
- [4] “Zoom”. <https://zoom.us/>, (参照 2017-05-17).
- [5] “Canvas”. <https://www.canvaslms.com/>, (参照 2017-05-17).
- [6] Sue Fostaty Young, Robert J. Wilson, 土持ゲーリー法一(翻訳), 小野恵子(翻訳). 「主体的学び」につなげる評価と学習方法—カナダで実践される ICE モデル. 東信堂, 2013, p6-9.
- [7] “革新的技術開発・緊急展開事業のうち人工知能未来農業創造プロジェクト推進事業に係る公募要領（農林水産省）”. http://www.maff.go.jp/j/supply/hozyo/seisan/161012_1.html, (参照 2017-05-17).