

A Proposal for Agricultural Learning Using Information Communication Technology in Junior High School

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-12-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 室伏, 春樹, 仲田, 和隆 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00026208

中学校における情報技術を活用した農業学習の提案

A Proposal for Agricultural Learning Using Information Communication Technology
in Junior High School

室伏 春樹¹, 仲田 和隆²

Haruki MUROFUSHI and Kazutaka NAKATA

(平成 30 年 11 月 16 日受理)

ABSTRACT

This paper proposes a learning method for smart agriculture applying information technology, for technology education of junior high schools in Japan. Food production is the backbone of protecting human life. Thus, learning about agriculture is the nurture of 'zest for living'. In recent years, a strong relationship has been formed between agriculture and information technology. On the educational side, learning for "integrated problems" is required during the study of technology education. Therefore, we focused on smart agriculture integrating the technology of information processing and technology of nurturing living things. First, smart agriculture survey found that 'Easy-to-work agriculture' is suitable for learning. Next, we developed a teaching material of monitoring device which facilitates management of the habitat environment. Finally, we prepared and considered a lesson plan using the developed teaching material. As a result, we were able to propose new teaching content in the technology of nurturing living things for technology education.

Key words: Smart agriculture, Technology education, Integrated problem

1. はじめに

少子高齢化が進む我が国にとって、食料自給に関する問題は喫緊の課題であるといえる。平成 27 年 3 月に閣議決定された食料・農業・農村基本計画によれば、農業・農村の価値が国民に再認識される一方、農業就業者の高齢化や農地の荒廃などの課題が山積しており、農業の構造改革や成長産業化の必要性が待たれている[1]。平成 21 年の改正農地法施行による一般法人の農業参入比率の増加[2]や、平成 27 年の同法改正による 6 次産業化を促す[3]法的支援が進むなか、農林水産省はロボット技術や情報通信技術を活用したスマート農業を推進して超省力・高品質生産を実現させようとしている[4]。また、全国農業協同組合は食育活動に加えて農業に関する知識や体験も含んだ食農教育を推進[5]することで、国民へ農業に対する関心を抱かせよう

¹ 技術教育系列

² 附属島田中学校

としている。このような取り組みに加え、平成 29 年度に告示された中学校学習指導要領（以降、新学習指導要領と称す）技術・家庭の技術分野（以降、技術科と称す）においても、平成 20 年度の学習指導要領の改訂で必修化された「C 生物育成に関する技術」が「B 生物育成の技術」として改められ[6]、義務教育において唯一の食料生産に関する学習[7],[8]が継続して扱われている。

一方で、技術科の指導状況を調査した藤井らの研究によれば、生物育成に関する技術について環境整備に問題を抱えていたり、指導上の不安を感じていたりする教員が全国的に多いことが示唆されている[9]。また、新学習指導要領では第3学年において取り上げる「技術による問題の解決」において統合的な問題を取り扱うことが新たに規定[10]されたが、新学習指導要領の解説には具体例が示されていない。そのため、具体的な教材や題材の提案が求められていると考えられる。

そこで本研究は、統合的な問題として「B 生物育成の技術」と「D 情報の技術」を統合的に扱う教材を開発し、この教材を用いたスマート農業につながる題材展開を提案する。これにより、技術科における統合的な問題の一例が示されるとともに、今後の技術科で扱う指導内容が食料生産の技術を中心に検討されていくことが期待される。

2. 生物育成と情報の技術を統合して扱う教材の開発

2. 1 スマート農業の進展に対応した教材の検討

農林水産省はロボット技術やICTの導入によって実現されるスマート農業の具体的な姿として、次の5つの方向性を示している[11]。

- ① 超省力・大規模生産を実現
トラクター等の農業機械の自動走行の実現により、規模限界を打破
- ② 作物の能力を最大限に発揮
センシング技術や過去のデータを活用したきめ細やかな栽培（精密農業）により、従来にない多収・高品質生産を実現
- ③ きつい作業、危険な作業から解放
収穫物の積み下ろし等重労働をアシストスーツにより軽労化、負担の大きな畦畔等の除草作業を自動化
- ④ 誰もが取り組みやすい農業を実現
農機の運転アシスト装置、栽培ノウハウのデータ化等により、経験の少ない労働力でも対処可能な環境を実現
- ⑤ 消費者・実需者に安心と信頼を提供
生産情報のクラウドシステムによる提供等により、産地と消費者・実需者を直結

この方向性の提示は、上記①から⑤に向かって農作物を生産する立場（①～④）から農作物を消費する立場（⑤）の将来像を示している。また、農作物を生産する立場においても生産規模が大きいものから小さなもの（① > ② > ③ > ④）へと整理されており、農業に関係する者の立場や生産規模に応じて適用可能なスマート農業の姿が確認できる。

技術的な観点からすると、どの方向性もハードウェア的側面とソフトウェア的側面が存在するが、ハードウェア的な側面としてロボット技術と関連が強いのは①と③、ソフトウェア的な

側面として ICT の導入と関連が強いのは②と⑤、表記上どちらとも関連するのが④である。①や③は自動走行トラクターやアシストスーツといったハードウェアが主体となっており、②や⑤はセンサーから取得した作物や生育環境、気象条件等をデータとして蓄積し、情報処理するソフトウェアが主体となっている。その点、④は運転アシスト装置といったハードウェアと栽培ノウハウのデータ化といったソフトウェアの両面から提示されていることがわかる。これは④の対象が、これから農業に携わろうとする者や趣味的に農作物の育成を行おうとする者であり、ハードウェアとソフトウェアの両面の支援が必要だと判断されていると推察される。

一方、技術科では第1章で触れたように、生物育成の技術が必修であるものの課題が多い。しかし、我々が生きていくためには食料が必要不可欠であり、生物育成の技術を学ぶことは文部科学省が目指す「生きる力[12]」の育成そのものと言える。したがって、農業に関する基礎的な知識や技能の習得は欠かせないと考える。また、スマート農業については、技術史的な観点に基づくと手作業による農業体験があって初めて意義が見いだせるものであるため、歴史的な変遷を踏まえて取り扱うことが適当であると考えられる。

以上の考察より、技術科で行う生物育成の授業では、手作業による農業体験からスマート農業への進展という技術史的観点に基づき実践することが推奨される。また、スマート農業については「④誰もが取り組みやすい農業」を中心に題材を検討することで、生徒は農作物の生産者の立場や、農業用機器の開発者の立場を実感しながら技術の学習を進めることができると考えた。

2. 2 計測・制御教材の開発

農作物の栽培にあたり疎かになるのが作物の管理である。とくに、技術科の授業は週に一度しかないため、授業のみで管理することは困難である。そこで考えられるのが植物工場化による管理の自動化である。植物工場については報道や広告等で一般消費者の認知度も高い[13]ことから、生徒も興味を抱きやすいことが予想される。また、植物工場における自動化にはセンサー、コンピューター、アクチュエーターが必要であり、技術科で学習する計測・制御システムの要素[14]を具体的に指導することが可能である。そこで、小規模な植物工場を想定した計測・制御教材を利用し、生育環境の管理の実現を目指した。これまで、技術科における植物工場を題材とした研究の多くは LED による補光に着目しており[15]-[18]、ネットワークを利用したセンサーによる管理やアクチュエーターの制御に着目した研究は見られなかった。そこで、図1に示す室内に設置可能な温度・湿度監視モニタ機器[19]（以降、モニタ機器と称す）を利用したスマート農業におけるリモート制御教材を開発した。図2はこの回路図である。

このモニタ機器は無線ネットワークに接続するためのインターフェースを内蔵しており、同一無線ネットワーク上の端末に対して自らが接続しているセンサーの値を表示したり、アクチュエーターの制御をしたりできる。モニタ機器に利用しているのは Arduino 互換の計測・制御基板であり、学習者によって動作プログラムを編集することができる。図3はモニタ機器自身の動作プログラムの一部で、起動時に読み込ませる HTML ファイルの指定および後述する Web ブラウザからの操作に応じたサーボモーターに関するプログラムである。これらの動作プログラムは Arduino における `setup()` 関数に定義している。また、図4はモニタ機器に対して別の端末から接続した際に表示されるインターフェースの例である。この画面は HTML (Hyper Text Markup Language) を用いて構成されており、HTML5 規格に準拠した Web ブラウザであればパ

パーソナルコンピューターやタブレット端末、スマートフォン等の端末から利用することができる。そして、このインターフェースは学習者によって変更することが可能であり、接続するセンサーに応じて画像やボタンに表示させるテキストを編集できる。したがって、学習指導要領における計測・制御のプログラミングとネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングが1つの教具で実現できる。

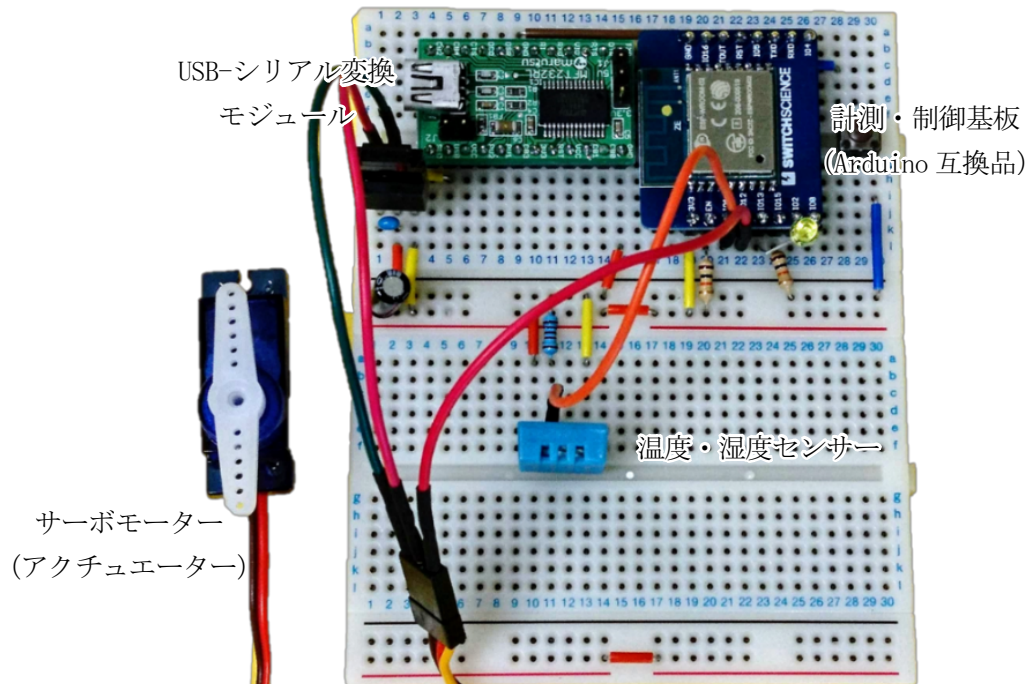


図 1 : モニタ機器の外観

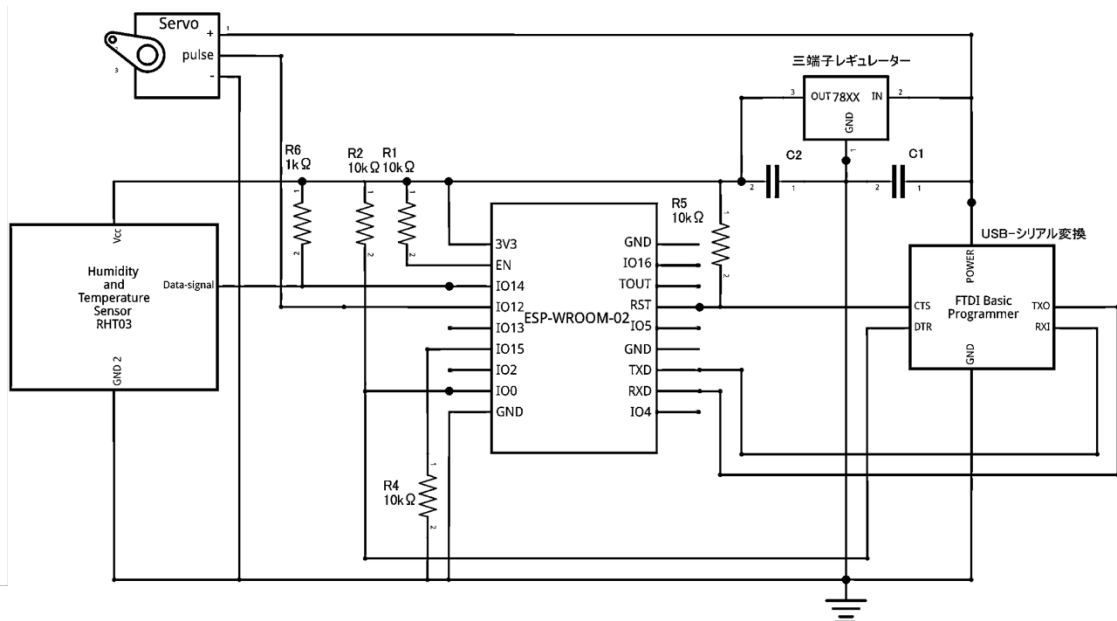


図 2 : モニタ機器の回路図

```

//読み込む HTML ファイルの指定
String html = "/index.html";
//起動時に読み込ませる HTML の指定
void onRoot() {
  server.send(200, "text/html", html);
}
//ウェブブラウザ側のイベントにより実行する命令
void onDev1() {
  Serial.println("DEVICE_ON");
  moveCW(); //サーボモーターの順方向回転指示
  server.send(200, "text/html", html);
}
void offDev1() {
  Serial.println("DEVICE_OFF");
  moveCCW(); //サーボモーターの逆方向回転指示
  server.send(200, "text/html", html);
}
    
```

図3：モニタ機器自身の動作プログラム (一部)

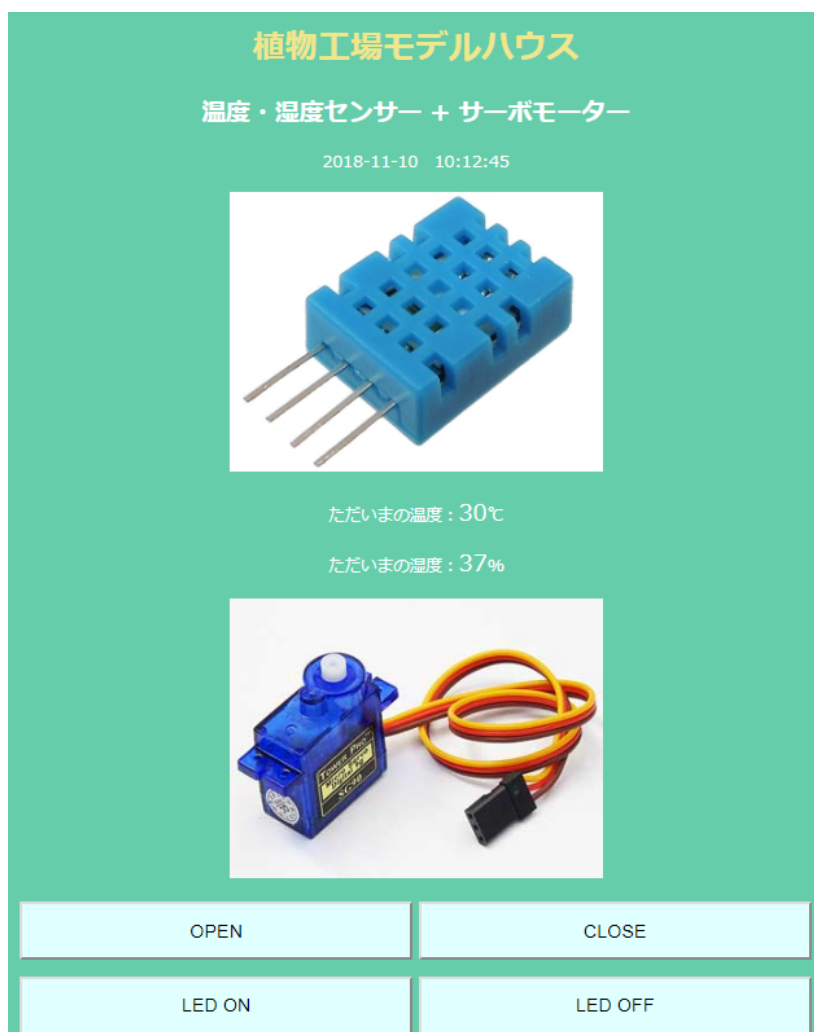


図4：Web ブラウザ上のインターフェース例

3. 開発した教材を利用する題材の提案

3. 1 題材のねらい

著者の一名が所属する静岡大学教育学部附属島田中学校(以降、本校と称す)の技術科では、「評価力・活用力・設計力が高まる授業をめざして」をテーマに授業を構成している。これまでの本校における実践を振り返ると、実際の作品を使用する活動や作品を評価する活動を題材に取り入れることで、「技術を主体的に活用・創造しようとする意欲(目指す生徒像)」の高まりが得られてきたと実感している。また、表1に示す学力の三要素[16]に基づいて本校で設定した各要素についても、要素A「加工、生産、情報等に関する基礎的・基本的な知識及び技能」と要素B「今後の社会の発展と技術の在り方について考える力」の習得を繰り返したり、同時に行ったりすることで要素Cの育成につながっていると考えている。そこで、本題材においても要素C「新たなものを創造しようとする意欲や態度」の育成を目指した実践となるよう題材を計画した。

本題材のテーマは、「これからの農業の在り方を考える」である。本校3年生対象の事前調査では、「作物を育てることに興味がある」と答えた生徒は73%、「農業に興味のある」と答えた生徒は50%程度だった(N=118)。「農業」という言葉になるだけで、生物育成に対しての捉え方が変化することがわかる。しかしながら、「農業と情報技術のつながりに興味がある」と答えた生徒は70%と高まっていた。その理由として、「どのようなつながりがあるのか気になる」、「農業の発展に影響しそうだから」等の意見が挙げられた。このことから、本題材を取り扱うことは生徒の農業に対する視野を広げ、農業に関する新たなものを創造しようとする意欲の向上につながると考えた。本校の生徒は農業に関する直接的な知識や技能がほとんどないが、農作物を日常的に摂取している。また、テレビコマーシャル等で放送される植物工場については多くの生徒が認知している。そこで、本題材では実際に作物を生育させる活動を通して農業に関する知識や技能を習得するとともに、農業の難しさや苦労を実感させていく。そして、この難しさや苦労を解消するために現代の農業に取り入れられている「情報技術(計測・制御や双方向性のあるデータ転送)」について知り、これからの農業の在り方を考えさせる活動につなげていきたいと考えた。

表1：学力の三要素[16]に基づく技術科で習得される力

<p>【要素A】加工、生産、情報等に関する基礎的・基本的な知識及び技能(知識・技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術を活用し、管理する力 ・構想を具現化する力 ・加工、生産、情報等に関する基礎的・基本的な知識及び技能
<p>【要素B】今後の社会の発展と技術の在り方について考える力(工夫し創造する能力)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術を評価し、判断する力 ・目的に合わせて構想し、設計する力 ・今後の社会の発展と技術の在り方について考える力
<p>【要素C】新たなものを創造しようとする意欲や態度(関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・課題を発見し、技術によって解決しようとする意欲や態度 ・技術を主体的に活用・創造する態度 ・新たなものを創造しようとする意欲や態度

3. 2 題材計画

題材計画を表2に示す。本題材は3年生を対象に学習指導要領（平成20年改訂版）の「C 生物育成に関する技術」と「D 情報に関する技術」を複合した内容である。実質的には、平成29年改訂版の学習指導要領に即した提案であり、「B 生物育成の技術」と「D 情報の技術」に関する統合的な問題となるよう全10授業時間（1授業時間50分）の計画を立案した。

表2：提案する題材計画

時	〈授業名〉 ・ 目標	主要要素/検証方法		
		A	B	C
第1時	〈生物育成と社会のつながり〉 ・技術が生活の向上や産業の発展に果たしている役割、技術の進展と環境との関係について関心をもつ。また、植物工場や現在の農業技術について興味をもつ。 (関心・意欲・態度)			○
		事前アンケート		
第2時	〈条件設定をして、リーフレタスを育てよう〉 ・作物の生長に必要な環境要因や生育条件を考慮し、比較する生育条件を設定することができる。また、作物の生長に必要な土壌の性質などを理解し、土壌環境などの整備ができる。 (知識・理解) (技能)	○		
第3・4時	〈植物の管理や手入れをしよう〉 ・植物の生育状況を観察し、適切な管理をしようとする。 (関心・意欲・態度) ・植物の生育に必要な栄養素などを理解し、適切な管理や手入れができる。 (知識・理解) (技能)	○		○
第5時	〈収穫をして、商品との比較をしよう〉 ・リーフレタスの収穫やこれまでの栽培の振り返りをおこない、農業の良さや課題、苦勞する点などについて、自分の考えをまとめようとする。 (関心・意欲・態度)			○
第6 8時	〈情報技術と農業をつなげよう〉 ・情報技術によって農業や栽培環境を把握するためのWebページの制作ができる。また、センサーによって外部情報を計測し、表示する情報技術について理解できる。 (知識・理解) (技能)	○		
第9時	〈情報技術を取り入れた農業を構想しよう〉 ・植物工場の担当者や農業従事者の話を聞くことを通して、情報技術と農業をつなげるイメージをもち、構想を深めることができる。 (工夫・創造) ・生物育成と情報技術のつながりを感じ、計測・制御を取り入れた農業の構想を立てようとする。 (関心・意欲・態度)		○	○
		Web ページ ワークシート		
第10時	〈これからの農業の在り方を考えよう〉 ・生物育成の中に、情報技術をどう取り入れていくか構想を立て、スマート農業が産業に与える影響について考えを深めることができる。 (工夫・創造) ・スマート農業の視点を踏まえ、新たなものを創造しようとしている (関心・意欲・態度)		○	○
		事後アンケート		

第1時から第5時までは、「B 生物育成の技術」に関する内容として、作物の栽培を実施する。栽培する作物はリーフレタスである。これは栽培期間が比較的短いことに加え、県内企業が植物工場で栽培している作物[16]であるため、第6時以降で取り上げる植物工場と関連付けるために選定した。栽培は植物工場との関連性から養液栽培で行い、播種は水耕栽培用スポンジに直接行った。肥料は発芽後に市販の液肥（ハイポニカ液体肥料）を500倍に希釈して与えた。栽培は一般教室内で行い、夜間は図5に示すようにLED照明（テープLED、昼光色6500K）によって補光した。

第6時から第10時までは、主に「D 情報の技術」に関する内容として情報技術を取り入れた農業を構想し、その一部を実際の機器を利用しながら検討する。具体的な構想方法は、センサーを搭載したモニタ機器にアクセスする可能なポータルサイトをHTML（Hyper Text Markup Language）を用いて作成することで、外部から生育環境を監視することができるシステムの理解を深め、必要なセンサーやアクチュエーターの検討を行う。



図5：教室内における夜間補光の様子

3. 3 開発した教材を利用する授業案

第2章において開発した教材について、表2の第9時で利用する授業案を作成した。この授業の目標は植物工場の担当者の話と農業従事者の話を聞くことを通して情報技術と農業をつなげるイメージをもってWebページの構想を深めることである。表3にその授業展開を示す。

3. 4 考察

モニタ機器については、遠隔地に設置したセンサーの情報を手元で確認できることに加えて、アクチュエーターを遠隔制御できることから、生徒にとって情報技術の活用による農業の簡略化が具体的にイメージされると考えられる。これは、表2における第1時から第5時までに栽培を実施しており、栽培管理の必要性とその苦勞が体感できているためである。Webページの構想については別の題材でも扱ってきた内容であるため、本題材においてはとくに「生産者にとって必要な情報を取捨選択して表示する」旨を伝えて構想を深めさせていく。この際、センサーの例として、照度センサーや距離センサー、アクチュエーターの例としてモーターやリレ

表3：開発した教材を利用する授業展開

学習活動	・支援及び留意点 ◎評価	形態・時間
○レタスの様子を確認しよう。 ・しっかり育っている。 ・育ちが悪い。 ・水が汚い。	・レタス栽培の様子を確認させる。 ・温度や湿度、日当たりなどの環境要因を意識させる。	個人 小集団 3分
○制作したWebページからセンサーにアクセスできるか確認しよう。 ・温度と湿度のセンサーにアクセスできるな。 ・温度は○○度、湿度は○○度だ。 ・他のセンサーでもやってみたい。	・温度と湿度のセンサーにアクセスできることを確認させる。 ・ネットワーク状況を踏まえて、情報を入手できていることを確認させる。	一斉 7分
○農業において、情報技術の活用で期待できる効果は何だろう？ ・作業が楽になること。 ・遠くから情報を入手できること。 ・お金はかかりそうだな…。	・情報技術を取り入れることのメリットやデメリットの両面を意識させる。 (体力面、人件費、設備費、光熱費、自動化など)	一斉 10分 (個人)
○植物工場や農家の人の話を聞こう。 ・二酸化炭素の濃度まで管理していたんだ…。 ・収穫はどうやっているのだろう。 ・どのくらい機械がやるのだろう。 ・こだわりを情報技術でどう生み出せるだろうか。	・植物工場の担当者や農業従事者の話を聞く。(動画による映像) ・温度や湿度以外にも、情報技術を取り入れていることに着目させる。 ・苦労している点やこだわっている点などに着目させる。 ・気になった事のメモを取る。	個人 7分
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 情報技術を取り入れた農業を考えよう。 </div> ・温度と湿度以外にどんなものが計測できるのだろう。 ・あのセンサーを使ったら、害虫の予防ができるかもしれない。 ・レタス栽培の時は、いろいろとうまくいかなかったな。 ・農家の人に楽をさせてあげたい。 ・農家の人の「こだわり」を形にしてあげたい。 ・AIの技術と農家の人の考えをつなげることではできるだろうか。 ・お金もかかりそう…。	・担当者や農業従事者の思いを意識し、考えさせる。(目的の意識) ・身の回りにあるセンサーについて触れる。(赤外線、人感、距離など) ・活用できそうなセンサーや情報技術を紹介する。(照度、距離、匂い、AIなど) ・レタス栽培の経験を踏まえ、必要な情報技術をイメージさせる。 ◎情報技術と農業をつなげるイメージをもち、構想を深めることができたか。【要素B】(工夫・創造) ◎計測・制御を取り入れた農業の構想を立てようとしたか。 【要素C】(関心・意欲・態度) ・ワークシート	小集団 10分 一斉 10分 個人 3分
○振り返りをしよう。 ・植物工場のようなスタイルはどのくらい浸透しているのだろう。 ・将来、この構想を実現させたい。	・振り返り用紙やワークシートにまとめを書かせる。 ・片付けの必要な生徒には、片付けを促す。	個人 3分

一を教具として準備することで、生徒に生産者的立場に基づき思考を具体化させる活動が現実
に即したものとなり、生徒が個々に捉える生物育成に関する問題を解決するための構想として
機能すると考えられる。このことは、技術科の目標である「生活や社会の中から技術に関わる
問題を見出して課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、
実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う[18]」ことに繋がるものである。これらは、
従来の植物工場教材では実現されていなかった遠隔地の計測および制御を可能としており、新
学習指導要領で新たに追加された双方向性のあるコンテンツのプログラミングにも対応する複
合的な教材であるといえる。

しかし、今回の実践ではモニタ機器自身に対するプログラミングまで扱うことができなかつた。
これはモニタ機器にプログラミングする際に必要なデバイスドライバーが校内セキュリテ
ィーのため導入できなかつたためである。また、学習難度の課題として、モニタ機器に対する
プログラミング言語と Web ページに対するプログラミング言語、双方の学習が必要になること
も実践で扱うことができなかつた理由に含まれる。したがって、今後は双方のプログラミング
言語学習に必要なテキストを作成するとともに、グループ内で学習する言語を分けて最終的に
統合する知識構成型ジグソー法[18]の活用といった指導方法の工夫を検討する必要がある。こ
の場合、教員側で双方のプログラムの基本的なルーチンを記述しておき、プログラムの動作原
理を理解させる手立てを用意するとともに、統合する際は各プログラミング言語の記述方法か
ら共通点を探らせることで、汎用的なプログラミング的思考の獲得を目指す。

実践授業について、本実践は実施前のため期待される効果について考察する。植物工場の担
当者の話を動画資料として利用することで、植物工場における自動化された生産であっても、
安定的に生産するためには温度や水質等の管理に工夫が必要であることに気づくと考えられる。
また、農業従事者の話も聞くことで「農家としての苦労ややりがい、こだわり」に触れること
で、生産者の立場という視点が獲得されると考えられる。これらは、生徒自身が持つ消費者と
しての立場だけでは想定できないものであり、経済面や環境面などの側面も踏まえた設計をさ
せるために必要な立場である。したがって、与えられた環境を情報技術によって改善する視
点が具体化する手立てとして有効であると考えられる。限られた環境や設備の中で実践するた
め、もちろん実際の植物工場のような緻密な制御はできない。しかし、具体的な機器を利用しな
がら構想を行うことで、植物工場に関する概念的な知識の獲得が期待される。このことが、こ
れからの農業の在り方を考えていくための根拠となるとともに、農業に対する課題を技術によ
って解決しようとする意欲や態度の育成につながると考えている。

4. まとめ

本研究は「B 生物育成の技術」と「D 情報の技術」を統合的に扱うことを目的にした計測・
制御教材を開発し、この教材を用いてこれからの農業の在り方を考えさせる題材の展開を提案
した。まず、農林水産省が提示するスマート農業について技術教育の観点から検討を行い、と
くに「④ 誰もが取り組みやすい農業を実現」するための方法を扱うことが重要であることを明
らかにした。次に、上記に基づきスマート農業を技術科で扱うために必要となる計測・制御教
材としてモニタ機器を開発した。この教材の新規性は、計測・制御のプログラミングとネット
ワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングが1つの教具で実現できる点に
あり、周辺の気温と湿度等を定期的に計測し、得られたデータを無線ネットワーク上にアップ

ロードして別の端末のウェブブラウザに表示したり、モーターの回転制御の指示を出したりできる。そして、この教材を用いた題材の展開として、農作物の育成環境の管理技術に焦点を当てたスマート農業につながる題材計画および授業案を作成した。したがって、本研究は技術科における統合的な問題の指導に対応した新たな題材を示すことができた。今後は作成した題材によって情報技術と農業のつながりに興味をもつ生徒が増加するか検証を行い、題材計画および授業案の有効性を明らかにしていく。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金若手研究 (B) 課題番号 15K21049 の支援によるものです。

参考文献

- [1] 農林水産省：食料・農業・農村基本計画，p.2，平成 27 年 3 月，http://www.maff.go.jp/j/keikaku/k_aratana/pdf/1_27keikaku.pdf（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [2] 農林水産省：改正農地法について（詳細版），http://www.maff.go.jp/j/keiei/koukai/kaikaku/pdf/kaisei_gaiyou.pdf（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [3] 農林水産省：平成 27 年農地法改正について，http://www.maff.go.jp/j/keiei/koukai/nouchi_seido/nouchi_27kaisei.html（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [4] 農林水産省：スマート農業の実現に向けた研究会，http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [5] 全国農業協同組合：食農教育とは？，<https://life.ja-group.jp/education/description/>（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [6] 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説，開隆堂出版，p.12 (2018)。
- [7] 橋本美保・田中智志 監修，坂口謙一 編著：技術科教育，教科教育学シリーズ 10，一藝社，pp.169-182 (2014)。
- [8] 日本産業技術教育学会・技術教育文科会 [編]：技術科教育概論，九州大学出版会，pp.184-192 (2018)。
- [9] 藤井貴広・白坂高司・野崎英明：新学習指導要領における中学校技術科の指導状況に関する調査研究，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻第 3 号 pp.155-162 (2013)。
- [10] 文部科学省，同上，p.24。
- [11] 農林水産省：「スマート農業の実現に向けた研究会」検討結果の中間とりまとめ（平成 26 年 3 月 28 日公表），http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/pdf/cmatoome.pdf（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）。
- [12] 文部科学省：学習指導要領「生きる力」http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/idea/index.htm（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）
- [13] 日本政策金融公庫：植物工場の野菜 認知度や評価は向上＜平成 29 年度下半期消費者動向調査＞，https://www.jfc.go.jp/n/findings/pdf/topics_180314a.pdf（最終アクセス：2018 年 10 月 5 日）
- [14] 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説，開隆堂出版，p.56 (2018)。
- [15] 魚住明生・牡鹿晃久：中学校技術・家庭科の作物栽培において制御技術を取り入れた教材の開発，三重大学教育学部研究紀要，第 62 巻，教育科学，pp.189-199 (2011)。

- [16] 浦山浩史・松本誠之・松本洋人ほか7名：LEDを使用した植物工場でのレタス栽培を通じた学習指導法の研究：生物育成のリテラシーを習得させる指導の工夫，東京学芸大学附属学校研究紀要，39，pp.71-84 (2012).
- [17] 田中浩之・山口祐樹・工藤雄司：太陽光発電によるLED照明を活用した生物育成教材の開発，茨城大学教育実践研究，33，pp.57-69 (2014).
- [18] 出野洋嗣・大西有・工藤雄司ほか1名：中学校技術科における白色LED補光によるイチゴ栽培の提案：寡日照下における白色LED補光によるイチゴの生育への影響，茨城大学教育実践研究，66，pp.217-228 (2014).
- [19] 室伏春樹：IoT時代を見据えたプロセスシステム教材の開発，第60回日本産業技術教育学会全国大会（弘前），p.80 (2017).
- [20] 学校教育法第30条 第2項.
- [21] 808 FACTORY，<https://www.808factory.jp/>（最終アクセス：2018年10月5日）
- [22] 文部科学省，同上，p.18.
- [23] 東京大学 CoREF，知識構成型ジグソー法，<http://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515>（2018年10月24日）