

技術科生物育成における 生徒の理解を深める ICT 教材の開発 —アクティブ・ラーニングを取り入れた授業実践を通して—

原田信一^{*1}・中村悠那^{*2}

Development of ICT Teaching Materials to Deepen Students'
Understanding in Teaching Technology:
Through Class Practice Incorporating Active Learning
Shinichi HARADA・Haruna NAKAMURA

抄 録:生物育成の授業において、生徒の学習理解を深める ICT 教材の開発を行い、アクティブ・ラーニング（対話的な活動）を取り入れた授業実践を通して生徒の授業の理解度について分析を行った。その結果、生徒の自由記述の回答や授業前後の得点平均などから、普段は土で見えない根の成長などについて、ICT 教材を活用することでイメージがしやすくなったという回答が得られた。そして、ICT 教材でダイコンの成長を具体的にイメージできたことで、グループ討議や教師からの発問といったアクティブ・ラーニングを取り入れた授業において、学習の理解を深めるための要因の一つになったことを確認できた。

キーワード: 生物育成, ICT 教材, アクティブ・ラーニング, 授業実践

I. はじめに

2008 年に改訂されたたれた中学校学習指導要領技術・家庭編では、それまでは選択必修となっていた「作物の栽培」が、「C 生物育成に関する技術」として必修化された。

2016 年に原田らが行った調査によると生物育成において、教師の経験不足や題材準備で苦労しているという現状がある。生物育成が必修化されて 9 年が経過した現在でも、生物育成に関する経験・知識が不足していると感じ苦労している教師が多い。また生き物を取り扱うため、場合によっては実物が準備できないこともあると思われる。そのため、生物育成の授業で活用できる教材を制作することは意味があると考えた。

また、筆者は教育実習において、生徒に学習内容を理解させることの難しさを実感した。その時の授業は、半導体部品をはんだづけで基板に取り付けていく作業を含むものであった。この作業を初めて行う生徒にはんだ付けの方法を説明したが、教えた内容が十分な理解につながらなかったため、作業の際に再度説明をしなければいけなかった。このように生徒への説明がうまくいかなかった原因は 2 つあると考えている。1 つ目は、はんだづけについて、はんだごてを見せな

^{*1} 京都教育大学

^{*2} 元京都教育大学（学生）

がら黒板に絵を書いて説明したが、その動作が見えにくい生徒がいたことである。2つ目は、生徒がはんだづけの作業をする前に、手本となるものを見せなかったからである。そのため、はんだづけの方法は説明したものの、生徒があまりイメージを持っていない状態で作業を開始させてしまったことが原因であると考えている。これらのことから、生徒に学習内容を理解させるためには、より具体的にイメージを持たせることが重要であることを学んだ。

そこで本研究では、生物育成の授業において生徒が学習内容についてイメージを持ち、授業理解を深めることができる、ICT 教材の開発、授業実践を行うこととした。

Ⅱ. 教材開発

2.1 ICT の活用

ICT とは Information and Communication Technology の略であり、コンピュータやインターネット等の通信技術のことである（文部科学省，2011）。

政府や文部科学省でも教育の情報化は推進されており、平成 28 年度から 32 年度までの 5 年間を対象として、2020 年代に向けた教育の情報化に対応するための今後の対応方策について示している。また文部科学省は（2016）、未来社会を見据えて育成すべき資質・能力を育むための新たな「学び」や、それを実現していくための「学びの場」を形成するために、ICT を効果的に活用すると述べている。

ICT を活用した授業が生徒の学力を高める効果があることは、2006 年に文部科学省委託事業により実施された調査研究において、全国で実施された検証授業を分析評価したことで明らかになっている。

生徒の学力を高める ICT 活用のためには、授業における教師の指導技術との関連を意識することが重要である。生徒の学力を向上させるためには、「学習のねらいの把握」「授業におけるタイミング」「発問」「指示や説明」といった従来からの指導技術との融合も必要不可欠である（文部科学省，2010）。

本研究では、生物育成の授業において、生徒が学習内容についてイメージを持てるよう、ICT を活用した教材開発を行うこととした。

2.2 ICT 教材の開発

授業実践に活用する ICT 教材は、PowerPoint2013 を使用した。そして、ICT 教材を使用する理由として、以下の 3 点が挙げられる。

- 視覚から得る情報により、具体的なイメージを持たせることができる。
- 視覚から得る情報により、学習の内容理解を深めることができる。
- 視覚から得る情報により、生徒に興味・関心を持たせることができる。

このように視覚から得る情報の学習効果については、図 1 のようにアメリカ国立訓練研究所がラーニングピラミッドとして示している。この研究によると、半年後の学習定着率について比較した結果、講義形式は 5% であるのに対し、視聴覚を用いた場合では 20% あり、視覚から得る情報を授業中で活用することは、生徒の学習理解を促す有効な手段であると考えられる。

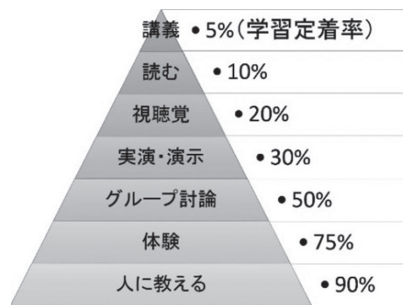


図1 ラーニングピラミッド

2.3 制作した ICT 教材

今回制作した ICT 教材は、「ダイコンの栽培」について説明を補助する内容となっており、アニメーションなどの効果を活用して、植物（根など）の成長を動きのあるものに加工した。

授業の導入時に図2を用いて、生徒に「ダイコンの葉は何番のものであるか」と発問を行った。まず個人で考えさせ、その後それらを班で話し合わせた結果を、その葉を選んだ理由も加えて発表させた。また、選ばなかった葉がダイコンの葉ではないのなら、何の植物の葉であるかといった発問を発表の際に行った。このように個人の考えをグループで深め、そして班の意見を自分の考えに反映させ、さらに考えを深めることのできる授業構成とした。ここで示した葉は、すべてダイコンの葉であり、生徒には、ダイコンには多くの種類があり、それぞれ特徴があるということを示した。

図2は、教科書に掲載されていたものをデジタルデータに変換して、PowerPoint に組み込んだ（塩谷ら、2006）。また、生徒がどの葉の説明かわかるようにそれぞれの葉に番号をつけ、生徒のグループ討議が円滑に進むよう工夫した。授業の導入部を検討するにあたり、生徒が実践授業の内容について興味を示し、また、生徒自身の過去の経験や既習した内容から答えが導き出せるものはないかと考えた。ダイコンは、新聞紙に包んで冷蔵庫に入れておかない限りは鮮度が落ちてしまい、葉は萎びる。葉の特徴をわかりやすく示す場合には、実物ではなく図2のようなイラスト、もしくは写真を用意すると、わかりやすい教材になると思われる。生物育成の授業において植物を取り扱う際には、実物を見せた方が良い場合と、今回制作した ICT 教材のようにわかりやすいイラストや写真を用いた方が良い場合があり、これらの使い分けを行うことが重要であると考え

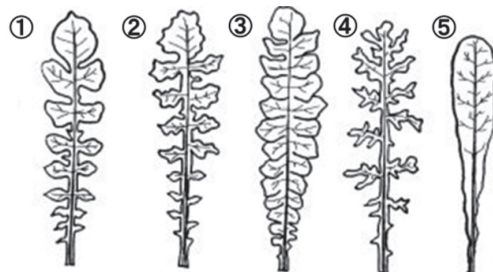


図2 ダイコンの葉についての ICT 教材

図 3 は、実践授業の展開時に全国各地で栽培されている特長のあるダイコンと、生徒が栽培するダイコンの収穫時期が栽培される土地によって異なることを示したものである。形や味に特徴のあるダイコンを数種類抜粋し、それらのダイコンのイラストを日本地図と共に示すことで、生徒の理解がより深まるようにした。また、ダイコンの栽培地を区別できるようにその土地の気温をイメージする色に置き換え、寒冷地では青色、中間地では黄色、温地では赤色といったような色分けを行った。視覚から得る情報をわかりやすいものにした場合、教師がそれらの説明を行う時間が短縮されるだけでなく、生徒に与える情報がシンプルで記憶に残りやすいものになるのではないかとと思われる。

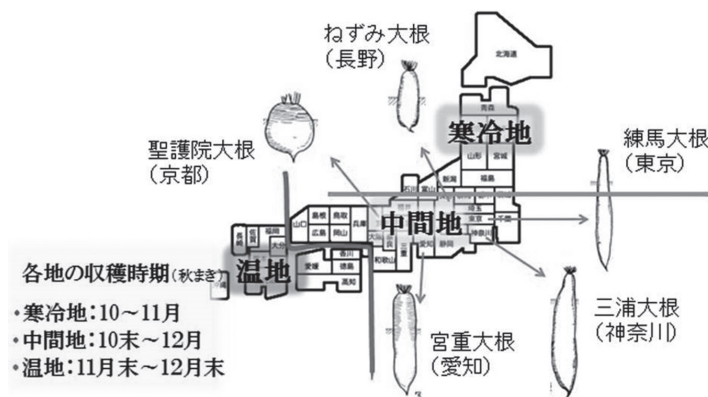


図 3 全国各地のダイコンと収穫時期についての ICT 教材

図 4 は、実践授業時に、ダイコン栽培における土のはたらきを説明する際に使用したものである。これは、岐根の原因をアニメーションを用いながら説明することで、生徒がイメージを持ち授業理解が深まるようにした。

ダイコンの栽培における土のはたらきを説明するにあたり、まず初めにダイコンは根が下に伸びることを示した。そして、その後根が伸びる過程で小石などがあった場合、根の成長はそこで妨げられることになる。このようにダイコンの生長を妨げない（岐根とならない）ためにも土は重要である、といった流れを授業で説明するために制作した。

この画面を制作するにあたり、PowerPoint のアニメーションを複数組み合わせることでスムーズな根の成長を表現した。使用したアニメーションは、「フェード」「軌跡」「ワイプ」である。まずフェードを使用することで、ダイコンや小石を違和感なく画面上に浮かび上がらせた。軌跡は、下向きに移動するものを用いてダイコンの根が下に伸び、成長していく様子表現した。ダイコンの根が下に伸びたところで小石がある場合、根の先が小石に当たっているために成長が妨げられていることがわかるようにした。その後、ダイコンの根の先から二又に分かれる様子表現するために、上からのワイプを使用した。二又の部分は、左と右をそれぞれ半円のような形でつくり、その 2 つを分岐点の部分で重ね、ワイプの効果をつけたアニメーションが同時に開始するよう調整を行った。

このように、植物（根）の成長を教材がない状態でイメージさせることは難しい。なぜなら植

物は時間をかけて成長するため、特に土の中にある根を細かく観察することはできないからである。授業で用いる植物の成長の様子を収めた映像がない場合は、本研究のように PowerPoint のアニメーションを用いて植物の成長の様子を表現できることがわかった。

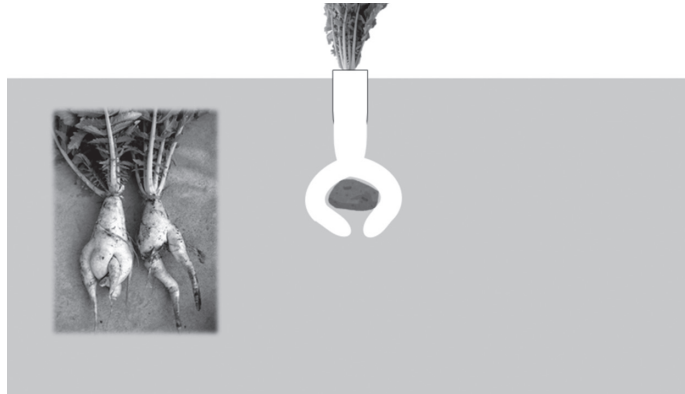


図4 岐根の原因についての ICT 教材

図5は、実践授業において、ダイコン栽培における土や水といった生育環境について説明するために用いたものである。

ダイコンは硬い土で育つと、根が回転しながら下へと伸びていくため、側根がらせん状に生えていることがある。さらに、土が固いと、根が下に伸びる際に皮を厚くする。ダイコン特有の辛みは、皮が硬く・厚くなると強くなってしまいうことを生徒に説明した。ダイコンおろしにする場合は辛いダイコンの方が好ましいかもしれないが、今回は、生徒に美味しい（甘くて瑞々しい）と思わせるダイコンを作らせたいと考えた。

この側根の生え方の違いを説明するときに、生え方が異なる2つのダイコンを実際に生徒に見せると理解が深まると思われるが、ダイコンは日持ちが悪いため授業時に用意ができない可能性も考えられる。植物は生き物であるため、教材を準備するのが難しい際には、本研究のように写真と記号や文字を組み合わせでわかりやすい教材をつくることができるのではないかと推察される。

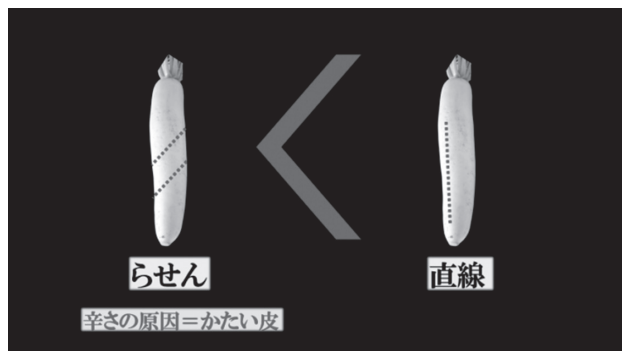


図5 美味しいダイコンの見分け方についての ICT 教材

美味しいダイコンの見分け方についての ICT 教材を図 6 に示す。この授業場面では、木質化した網入りダイコンを紹介した。網入りダイコンは、乾燥が主根の肥大を妨げ、高温になると根の維管束が木質化する網入りが発生する。

この教材を用いて、ダイコンは乾燥を嫌うため、栽培時は水をしっかりと与えることで木質化を防ぐことができると写真を示しながら説明を行った。

生物育成の授業において植物を栽培する際に注意しなければならないこととして、害虫や病気、生理障害があげられる。これらの被害については事前に調べておき、どのような症状があらわれるのかを確認しておく必要があると思われる。図 6 のように症状がわかりやすいものを授業時に用意しておく、実際にこのような症状が確認された場合には、それまでの学習内容の復習として振り返りをすることができると考えられる。



図 6 美味しいダイコンの見分け方についての ICT 教材

Ⅲ. 研究方法

今回の調査では、京都教育大学附属 K 中学校（以下、K 中学校）の第 8 学年の生徒計 85 名（男子 44 名、女子 41 名）を調査対象とした。また、制作した ICT 教材を活用して、K 中学校の技術科担当教師が授業を行った。調査時期は、2016 年 10 月である。

3.1 アンケート調査

アンケート調査は、事前事後の全 2 回実施した。表 1 は、アンケート調査で質問する内容を示したものである。

質問紙の回答として、学習内容の理解度については自由記述を求める質問を設けた。生徒の自由記述に全て目を通してから、内容が似ているものや特徴的な記述から「授業内容に関する記述」「ICT 教材に関する記述」「今後の授業に関する記述」に分けた。

また、生徒の経験を尋ねるものは 2 件法での回答を求めた。2 件法は、「はい」を 2、「いいえ」を 1 としてアンケート結果を集計した。生徒の栽培への意識を尋ねるものは 4 件法での回答を求

めた。4 件法では、「そう思う」を 4 ポイント、「少しそう思う」を 3 ポイント、「あまりそう思わない」を 2 ポイント、「そう思わない」を 1 ポイントとして、アンケート結果を数量化した。

表 1 アンケート調査の内容

	調査内容
事前（授業前）	栽培の経験，栽培への意識，ICT 教材の使用経験
事後（授業後）	栽培への意識，ICT 教材を使用して学習したことへの感想，ICT 教材への意識，学習内容の理解度

3.2 授業中の生徒の様子

授業中の生徒の様子を分析するために、授業を見学し、映像と写真で記録したものをデータ化した。

IV. 結果と考察

4.1 アンケート結果

4.1.1 生徒の授業理解に関する自由記述の抽出

ICT 教材を活用した授業を行うことで生徒の授業理解が深まったかを、授業前後に行ったアンケートの自由記述から推察する。次の表 2 は自由記述から抜粋した授業理解に関連する回答を、「授業内容に関する記述」「ICT 教材に関する記述」「今後の授業に関する記述」に分類したものである。

表 2 の、授業内容に関する記述から分析を行う。特徴的なものをあげる。1 項目に「ダイコンを育てるには土と水が大切だということがわかった。」という回答が得られた。実際の生徒の回答を図 7 に示す。本研究における授業実践では、ダイコンの栽培では土や水が大切であると、生徒自らが気づき、理解することで、その後の授業につながることを目標としていた。この回答から、生徒にダイコンの栽培における土や水といった生育環境について理解させることができたと考えられる。

次に 6 項目で「ダイコンの収穫時期は場所によって違う。」と答えている。これは、全国各地で栽培されている特長のあるダイコンと、生徒が栽培する青首系ダイコンは土地によって収穫の時期が異なることを説明した場面のことについて書かれたものだと思われる。この回答に関する生徒の記述を図 8, 9 に示す。またこの場面では、特長あるダイコンのイラストや、日本地図を用いて収穫時期を説明するなど、ICT 教材を活用した。ICT 教材を活用して説明を行ったことで、その土地によってダイコンの収穫時期が異なること、また同時に、生徒自身にこれから栽培するダイコンの収穫時期がいつ頃であるかを理解させることができたと考えられる。

8 項目の「ダイコンについて、あまり詳しくは知らなかったが、今回の授業を通して少し理解することができたと思う。」という回答もあり、ダイコンについて基礎的な知識を理解させることができたと考えられる。実際の生徒の回答を図 10 に示す。

表 2 授業理解に関する自由記述

授業内容に関する記述	・ダイコンを育てるには土と水が大切だということがわかった。 ・岐根になる理由がわかった。 ・ダイコンは多くの種類がある。 ・ダイコンが人間の足みたいになることに驚いた。 ・美味しい大根の見分け方を初めて知った。 ・ダイコンの収穫時期は場所によって違う。 ・岐根にならないように気をつけている農家の人は大変だと思った。 ・ダイコンについて、あまり詳しくは知らなかったが、今回の授業を通して少し理解することができたと思う。
ICT 教材に関する記述	・葉の種類やダイコンの種類も画像で見れたのでわかりやすかった。 ・岐根のダイコンは形がおもしろかった。 ・画像を使っの勉強は、いつもとは違って新鮮な感じがした。 ・写真でわかりやすかったです。 ・画像があるとどのようなものかわかりやすいので良いと思います。
今後の授業に関する記述	・栽培するのが楽しみになってきたので気合を入れて授業を頑張りたい。 ・美味しく食べられるように一生懸命水をやって育てたい。

ダイコンを育てるのに、水と土が大切だということがわかりました。京都の聖護院大根だけでなく、100 種類ほどの諒の大根があるのに驚きました。土のこともちゃんと考える必要があると思いました。

図 7 授業理解に関する生徒 A の自由記述

ダイコンにはたくさんの種類があり、そのダイコンの名前はダイコンができた土地の名前がついている。ダイコンは110数種類ある。ダイコンはアブラナ科である。根菜類である。ダイコンを育てるには土が最も大切！

図8 授業理解に関する生徒Bの自由記述

ダイコンにはいろんな種類があることが知れたし、ダイコンの収穫時期も、場所によって時期がけっこう違うのにびっくりしました。

図9 授業理解に関する生徒Cの自由記述

大根について、あまり詳しくは知らなかったが、今回の授業を通して、少し理解することができたと思います。日常でだされるおでんや、各地のスーパーには、どんな種類の大根があるのか、少し注目してみようと思います。それぞれの種類の違いや、少し変わった大根、外国の大根などについて調べて見ようと思います。これから大根を栽培するのが楽しみです。

図10 授業理解に関する生徒Dの自由記述

次に、ICT教材に関する記述から分析を行う。1項目目に「葉の種類やダイコンの種類も画像で見れたのでわかりやすかった。」とある。これは授業の導入時において、ICT教材を活用した場面についての回答であり、実際の回答を図11に示す。「わかりやすかった」という意見が複数みられたことから、生徒は授業内容について具体的にイメージを持つことができたと考えられる。

最後に、今後の授業に関する記述から、分析を行う。1, 2項目目に「栽培するのが楽しみ」「一生懸命水をやって育てたい」という回答がある。実際の生徒の回答を図11, 12に示す。この回答は、授業内容を理解したからこそのものであると考える。授業ではどのようにダイコンは栽培するのか、またダイコンの栽培には水が欠かせないと説明を行った。またダイコン栽培における水の重要性については、生徒が自ら気付けるように、教師から生徒に発問を行い、「水が重要」という答えを引き出した。

これらの結果から、ICT教材を活用した場面の学習内容について85名中68名の80%の生徒が記述をしていたことから、画像やアニメーションを用いた情報を示したことで、生徒は教師の説明している授業内容について具体的にイメージを持つことができたと考えられる。さらに授業中、ICT教材で示したイラストや写真を自主的にワークシートにメモしている生徒が大半であった。従って、学習のねらいを理解していると思われる自由記述の回答も多く見られたことから、生徒の授業理解は深まったと推察される。

だいこんとかの知識は全くなかったけど、葉っぱの種類やだいこんの種類も画像で見れたからわかりやすかったです。

図 11 ICT 教材に関する生徒の自由記述

僕は切り干し大根が好きなので、美味しく食べられるように、一生懸命、水をやって育てたいです。

図 12 今後の授業に関する生徒Eの自由記述

大根について、今までより多く知ることができた。土を合わせて、自分で作るなど、次の授業が楽しみです。

図 13 今後の授業に関する生徒Fの自由記述

4.1.2 栽培に対する興味・関心

アンケートの結果や実践授業の様子から、生徒の授業前後の興味・関心について図 14 に示す。

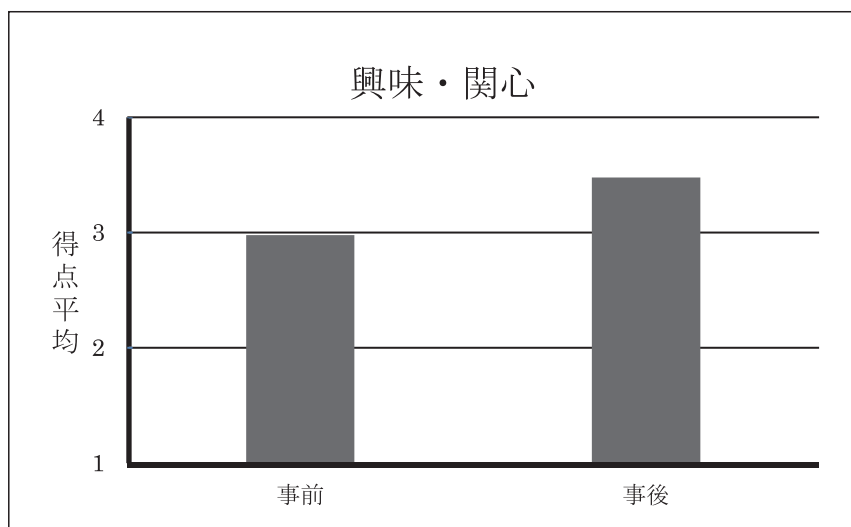


図 14 栽培に対する興味・関心（授業前後）

事前に行った結果は 3.0 であったが、事後に行った調査では 3.5 と、生徒の興味・関心の数値が 0.5 ポイント上昇し、t 検定の結果、1%水準で有意差が認められた。また、事前事後で得点が増えた生徒は、85 名中 41 名であった。さらに、事前では栽培に対する興味・関心において、1 または 2 と回答をした 19 人の生徒のうち、事後では 15 名の生徒が 3 または 4 の回答を示した。このことから、栽培への興味・関心が低かった生徒に対して興味・関心を高めることができたのではないかと推察される。

4.2 授業中の生徒の様子

生徒は授業中、教師の説明や ICT 教材に反応を示しながら活発な学習活動を行っていた。

ダイコンの葉の形についてグループで討議する場面では、液晶テレビに ICT 教材を映し出し、それを生徒に示しながら説明を行った。グループ討議の際には、ICT 教材を見ながら班のメンバー全員で討議している様子がみられた。また、生徒自身が今まで見てきたダイコンはどのようなものであったかを考え話し合っている生徒も見られた。グループで討議した結果、どの番号がダイコンであるかを選んだ葉の番号と、その葉の形を選んだ理由を発表させた。大半の班は、1 番または 2 番の葉がダイコンの葉であると答えた。答えを発表すると、生徒が考えていた一部の葉だけでなく、全てダイコンの葉であったため、考えていた答えと異なることに声を上げて驚く生徒が多数みられ、さらにこの内容について自由記述にも回答があった。

ICT 教材を使用した授業場面では、教材が映し出された画面に生徒は注目しているようであった。さらに、アニメーションを効果的に使用して、岐根の説明を行った際には、多くの生徒が根の動きに注目し、「なるほど」という声も聞こえてきた。アニメーションを効果的に用いたことから、生徒は、「根が伸びている。」「二又にわかれた。」といった、岐根ができる原因と過程を理解することができたと推察される。

また授業中の様子から、ICT 教材で示した図や写真を、ワークシートにメモしている生徒が多くみられた。中には、日本各地のダイコンの特徴を上手く掴みながら絵を描いている生徒もいた。さらに、教師の発問によって再確認することができた「ダイコン栽培における土や水といった栽培条件」についても、メモをしている生徒が多くみられた。さらに、生徒はグループ討議を通じた対話的な活動の学習内容や、教師が ICT 教材で示しながら説明を行った内容、また、教師が生徒に発問をした内容について特に印象に残っていることが、アンケートの自由記述の回答からわかった。生徒の授業理解が深まったと推察される ICT 教材の活用だけでなく、授業形態にグループ討議や教師からの発問といったアクティブ・ラーニング（対話的な活動）を取り入れたことで、このような結果が得られたと考えられる。

V. おわりに

生物育成の授業において、生徒の学習理解を深める ICT 教材の開発を行い、アクティブ・ラーニングを取り入れた授業実践を通して生徒の授業の理解度について分析を行った。

その結果、実施したアンケートから得た生徒の自由記述の回答や授業前後の得点平均などから、普段は土で見えない根の成長などについて、ICT 教材を活用することでイメージがしやすくなったと考える。そして、ICT 教材でダイコンの成長を具体的にイメージできたことで、グループ討議や教師からの発問といったアクティブ・ラーニング（対話的な活動）を取り入れた授業において、学習の理解を深めるための要因の一つになったと推察される。

今後の課題として、学習内容の理解はできているものの、授業前後で興味・関心の得点に変化のない生徒がいたため、授業中の教師の発言による情報量が適切であったかについて見直しを行いたい。また、授業理解や興味・関心がより高まる授業を再検討するため、教師への聞き取り調査も行いたいと考える。さらに本研究では、授業内容の説明を補助するものとして、生物育成の

学習内容について ICT 教材を開発し活用した。生物育成以外の、例えば「B エネルギー変換に関する技術」の学習内容であっても、目に見えない電気の流れを図示する等、ICT 教材の活用方法は考えることができると思われる。そのため、様々な授業内容に適した、授業での具体的な ICT 教材の活用方法についても検討を行いたい。

謝辞

本調査の実施にあたり、ご協力賜った京都教育大学附属京都小中学校の小澤雄生先生、第 8 学年の生徒の皆様に感謝申し上げます。

引用・参考文献

All About ビジネス・学習

<https://allabout.co.jp/gm/gc/449536/>（最終閲覧 2018 年 11 月 15 日）

塩谷哲夫・青木正敏ら，2006，農業科学基礎 新訂版（文部科学省検定済教科書），実教出版，p.180，p.178-185

原田信一ら，2016，技術科学学習指導の実施状況についての調査研究，日本産業技術教育学会第 59 回全国大会講演要旨集，p.150

文部科学省・独立行政法人メディア教育開発センター，2006，「教育の情報化に関する手引」検討素案 第 5 章，教育の情報化の推進に資する研究（ICT を活用した指導の効果の調査）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1244851.htm（最終閲覧 2018 年 11 月 15 日）

文部科学省，2006，「教育の情報化に関する手引」検討素案 第 5 章

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1244851.htm（最終閲覧 2018 年 11 月 15 日）

文部科学省，2008，中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，教育図書，p.9

文部科学省，2011，教育の情報化ビジョン～21 世紀にふさわしい学びと学校の創造を目指して～，p.3

文部科学省，2016，教育の情報化加速プラン～ICT を活用した「次世代の学校・地域」の創生～，p.1