

中学生に栽培技術におけるトレードオフの 理解を促すシナリオゲーム教材の開発[†]

村松浩幸^{*1}・原山千秋^{*2}・原山康則^{*3}

信州大学^{*1}・松川町立松川中学校^{*2}・松本市立清水中学校^{*3}

本研究は、中学校技術・家庭科技術分野を対象に、ゴールベースシナリオ（GBS）理論を用いて、栽培技術におけるトレードオフの理解を促すことのできるシナリオゲーム教材の開発を目的とした。開発教材は、GBSに基づき、主人公が社長から高収量・高品質かつ環境負荷の少ないミニトマトの栽培を目指すというストーリーで各構成要素を設定し、開発をした。開発した教材を用いて中学校1・2年生203名を対象にした授業実践において評価をした。事前の質問紙および事後ワークシートの記入結果から、開発した教材は、生徒らにトレードオフの理解を促せたことが確認できた。また、事後の質問紙調査の結果から、設定したGBSの構成要素が有効に働いたことが確認できた。以上のことから、目的とした教材が開発できたことが確認された。

キーワード：栽培技術，生物育成，シナリオ教材，中学校，技術・家庭科

1. はじめに

中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）では、従来の栽培の内容が「生物育成に関する技術」として必修化され、生物育成に関する技術を適切に評価し、活用する能力と態度の育成が求められている（文部科学省 2008）。作物の栽培技術では、単位面積当たりで最大の収量をあげることが重要である（野口 1972）。収量増大には化学肥料や農薬が大きな役割を果たすが、その過度な使用が環境に与える影響も懸念される。持続可能な社会の観点からも、両方の視点を考慮した上で栽培技術を適切に選択していく必要がある。栽培技術による収量の追求と環境とのトレードオフ（以下、トレードオフ）を考えることは、生物育成に関する技術を適切に評価・活用する上でも役立つと考えられる。

こうした収量と環境とのトレードオフにおける関係性や選択の結果については、現実的な文脈の中で実際に試行錯誤しながら学習することが有効であると考えられる。しかし、条件を変えて複数回の栽培を試みることは、限られた授業時間内では難しい。そこで、「現実的な文脈の中で『失敗することにより学ぶ』経験を擬似的に与えるための学習環境として物語を構築するゴールベースシナリオ（以下、GBS）理論（根本・鈴木2005）」を用いることにした。片桐ほか(2011)は、農作物の育成を通した疑似体験型ソフトウェアを開発し、農業従業者の工夫や努力に関する学習への有効性を報告しているが、トレードオフについては扱っていない。

以上のことから、本研究は、技術科を対象に、GBSを用いて栽培技術におけるトレードオフの理解を促すことのできるシナリオゲーム教材（以下、教材）の開発を目的とする。

2. 方法

2.1. シナリオ教材の開発

2.1.1. GBS 構成要素と教材の構成

GBS 構成要素と教材の構成の対応を表 1 に示す。トレードオフへの意識を促すために、高収量・高品質かつ環境負荷を押さえてミニトマトを栽培するという「使命」を設定した。この「使命」を課題として位置付けるために、主人公が、社長からミニトマト栽培の

2016年4月4日受理

[†] Hiroyuki MURAMATSU^{*1}, Chiaki HARAYAMA^{*2} and Yasunori HARAYAMA^{*3}: Development of Scenario Games Teaching Materials to promote the Understanding of the Trade-off in Cultivation Technology to Junior High school Students

^{*1} Shinshu University, 6 Nishinagano, Nagano, 380-8544 Japan

^{*2} Matsukawa Junior Highschool, 3293, Motooshima, Matsukawa, Nagano, 399-3303 Japan.

^{*3} Shimizu Junior Highschool, 2-7-12, Shimizu, Matsumoto, Nagano, 390-0805 Japan.

新部門を成功させるよう命じられるという「カバーストーリー」および、学習者には会社の新部門を任せられた新入社員という「役割」を設定した。この「役割」自体は非現実的であるが、ミニトマトは中学生にとって馴染みがあり、栽培実習作物としても一般的であることから、肥料や農薬等の栽培への影響の実データを用いることで、ミニトマト栽培を中学生にとって現実的な文脈として位置付けられると考えた。「学習目標」は、「栽培技術の基本的な知識を得るとともに、品質・収量と環境負荷とのトレードオフについて考えることができる」とした。「シナリオ操作」では「ミニトマトの栽培の進行に応じ、対応する栽培方法等を選択」と共に、「フィードバック」として「選択結果に応じ収量、品質、環境負荷のパラメータおよび栽培結果が変化」する設定にした。学習者の選択結果の影響をパラメータの変化として明示することで、学習者が選択の適切性について考えられるようにした。また、選択の前提となる必要な栽培技術に関する知識を「情報源」として適宜与えることで、学習者が選択の際の判断の根拠を持てるようにした。この試行錯誤の中で、トレードオフについて理解を深められるように設計した。最後に、選択結果を概観し、補足説明を付加することで、学習目標達成を支援できるようにした。

2.1.2. 教材各部の構成と開発

教材の開発は、PC室においてインストール作業不用で使用できることから、Flashによるシナリオゲーム制作ツール「TACS for Flash (鷹 2010)」を用いた。

教材は Stage1, Stage2, 評価補足の3部構成とした(図1-3)。Stage1では、栽培の流れや用語を示し、トレードオフの視点を与えるために、環境負荷の低減として極端な選択により栽培に失敗する構成とした。

Stage2では、Stage1での失敗を踏まえ、例えば農薬の使用の有無だけでなく、その使用量の決定等、多様な選択ができるようにした。評価補足では、選択結果を踏まえ、栽培結果を各パラメータの観点から評価し、対応した賞を与え、トレードオフについて補足説明を提示した。シナリオ操作での選択結果に応じ、各パラメータや栽培結果を適切に変化させるために、ミニトマトもしくは近い種であるトマト栽培に関する研究を参考にした(農山漁村文化協会 2004)。例えば、標準の灌水量に比べ多い灌水では収量が約1割減、少ない灌水では約5割減となることが報告されている。同様に農薬の効果や環境・健康への影響等の研究を参考に、栽培モデルを設定し、教材に組み込んだ。また、ミニトマト栽培で摘芽や誘引をしない場合、水が不足した場合、害虫に食われた場合等を設定して実際に栽培し、

表1 GBS要素と教材の設定

要素		教材での設定
シナリオ文脈	使命	高収量・高品質かつ環境負荷を押さえ、ミニトマトを栽培すること。
	カバーストーリー	主人公が、社長からミニトマト栽培の新部門を成功させるよう命じられるストーリー。
	役割	会社の新部門を任せられた新入社員の役割。
学習目標		栽培技術の基本的な知識を得るとともに、品質・収量と環境負荷とのトレードオフについて考えることができる。
シナリオ操作		ミニトマトの栽培の進行に応じ、対応する栽培方法等を選択。選択結果に応じ収量、品質、環境負荷のパラメータおよび栽培結果が変化するので、それを確認し、次の栽培法を選択。
シナリオ構成	フィードバック	選択の結果に応じ、予想される収量、品質、環境負荷をパラメータに表示。収穫したミニトマトを出荷し、収量、品質、環境負荷の観点から評価。
	情報源	Stage1では、栽培計画の流れを提示し、栽培の流れを理解させる。 Stage2では、各選択場面で栽培技術についての基本的な知識やポイントを解説。

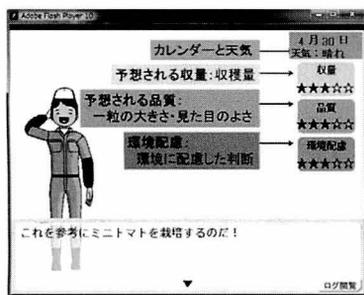


図1 Stage1での教材画面例



図2 Stage2での教材画面例

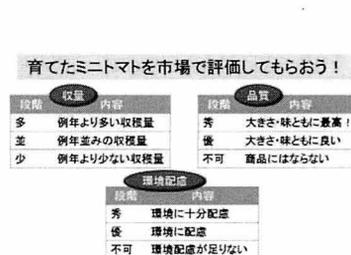


図3 評価補足での教材画面例

それらの記録写真を教材内で使用した。

2.2. 調査の手続き

調査は、1)事前調査として、栽培作物の経験状況およびトレードオフに関する質問紙調査、2)事後調査として、ワークシート内での同トレードオフに関する記述内容の分析および教材評価の質問紙調査、の3つを実施した。

1)事前調査でのトレードオフについては、「栽培と肥料について自分の考えを書いてください」「栽培と農薬について自分の考えを書いてください」の2項目を設定し、自由記述で回答させた。2)事後調査でのトレードオフの調査では、教材の使用後に同項目で自由記述させた。教材評価では、「教材の構成や設計についての評価」7項目、「栽培技術の説明の有用性についての評価」3項目、「栽培技術の説明のわかりやすさについての評価」7項目の計17項目を5件法により調査した。事前調査は授業の1週間前に実施し、事後調査は授業時間内に実施した。

3. 結果と考察

3.1. 実践の概要

実践は、N県T中学校1年生2クラス71名とM中学校2年生4クラス132名の計203名を対象に、2011年12月-2012年1月に実施した。両校共、生物育成の学習は未実施であった。授業は、各校技術科教員が1時限50分でPC室にて実施した。一人1台でデスクトップ型PCを使用した。教材は教材用サーバの共有フォルダに置き、生徒がそこにアクセスして実行した。

授業の最初に過去の栽培を想起させながら、事前調査での各自の意見を共有し、肥料・農薬使用について関心を持たせた。次に教材の使用法の説明をし、教材を開始させた。ワークシートには各選択肢での選択結果をメモさせると共に、操作終了時刻および2.2.調査の手続きに示した、肥料および農薬について各自の意見を記入させた。記入し終わった段階で、各自の感想・意見を共有し、補足説明にあるトレードオフの内容を再度確認してまとめた。最後に事後調査を実施した。

両校とも、教材の進行に伴い、操作の結果に驚いたり喜んだりしながら、意欲的に取り組む生徒の様子が観察された。教材の操作方法等についての生徒からの質問は無く、スムーズに進められていた。操作開始から補足説明表示完了まで、最も早い生徒で8分、最も遅い生徒で22分、平均15分であった。

3.2. 結果と考察

回答203名中、データの欠損や記入不備を外した有効回答196名(男子91名、女子105名、有効回答率96.6%)を分析の対象とした。

事前調査での栽培経験のある作物で最も多かったのは、ミニトマト(180名、91.8%)であった。ほとんどの生徒が栽培経験を有していたことから、現実的な文脈としてミニトマト栽培を設定したことは、妥当であったと考えられる。

事前・事後におけるトレードオフの調査結果を表2に示す。事前調査では「肥料についての自分の考え」について、「栽培に不可欠」等プラス評価のみの記述生徒が117名(59.7%)と最も多く、「環境に影響」等マイナス評価のみ7名(3.6%)、「使い過ぎに注意して使う」等両面考慮は3名(1.5%)に留まった。「農薬についての自分の考え」については、「害虫や病気のために必要」等プラス評価のみ20名(10.2%)対し、「環境や健康に悪い」等マイナス評価のみ107名(54.6%)と最も多く、「農薬は必要だが、環境も考えて使用量に注意する」等両面考慮は26名(13.3%)に留まった。一方、事後では、肥料についてプラス評価が54名(27.6%)と約半数に減少した反面、両面考慮は103名(52.6%)と大幅に増加した。農薬については、肥料同様に事後でマイナス評価が44名(22.5%)と半数以下に減少した反面、両面考慮が125名(63.8%)と大幅に増加した。

事後での教材評価に関する5件法の回答について、「まったく思わない」1点から、「かなり思う」5点として平均値を求めた結果を表3に示す。

トレードオフの調査結果において、事後で両面考慮の記述が大幅に増加したこと、および不明の生徒が大幅に減少したことから、生徒らに肥料や農薬の使用に関するメリット・デメリットの両面考慮を促せたこと、すなわち目的としたトレードオフの理解を促せたと判断した。教材評価においても、特にトレードオフに関連するQ05、06、07および「情報源」に関連するQ08、09、10が平均3.7以上と高い結果であったことから、GBS構成要素として設定した「使命」や「フィードバック」「情報源」が有効に働いたと考えられる。

一方、「カバーストーリー」に対応するQ04は3.4で43名(22.0%)が否定的な回答であった。これは社員という設定が中学生にとっては非現実的であったためではないかと考えられる。そこで、「カバーストーリー」を学校内での設定にする等、生徒にとってより現実的な文脈に設定変更することも考えられる。同様にQ02

表2 栽培技術におけるトレードオフに関する生徒の意識の事前・事後調査結果

調査項目	プラス評価のみ		マイナス評価のみ		プラス・マイナス両面考慮		不明	
	事前(%)	事後(%)	事前(%)	事後(%)	事前(%)	事後(%)	事前(%)	事後(%)
肥料についての自分の考え	117 (59.7)	54 (27.6)	7 (3.6)	31 (15.8)	3 (1.5)	103 (52.6)	69 (35.2)	8 (4.1)
農薬についての自分の考え	20 (10.2)	16 (8.2)	107 (54.6)	44 (22.5)	26 (13.3)	125 (63.8)	43 (21.9)	11 (5.6)

N=196

表3 教材についての生徒の評価

質問項目	1	2	3	4	5	Mean	SD
教材の構成や設計についての評価							
Q01 シナリオゲームは面白かったと思う	7	18	40	78	53	3.8	1.1
Q02 シナリオゲームをしたことで栽培に興味を持ったと思う	5	25	61	73	32	3.5	1.0
Q03 ミニトマト栽培という設定でゲームを身近に感じられたと思う	4	20	46	87	39	3.7	1.0
Q04 社員になったという設定は面白かったと思う	12	31	47	72	34	3.4	1.1
Q05 収穫・品質・環境配慮を目指す設定は面白かったと思う	4	22	40	71	59	3.8	1.1
Q06 栽培技術の良い面と問題点を知ったことで、栽培技術についてより深く考えられたと思う	8	21	43	76	48	3.7	1.1
Q07 表彰により自分の選択の様子がよくわかったと思う	6	12	44	69	65	3.9	1.0
栽培技術の説明の有用性についての評価							
Q08 会長の栽培のポイントの説明は役に立ったと思う	6	17	31	72	70	3.9	1.1
Q09 社長の環境についての説明は役に立ったと思う	6	13	44	68	65	3.9	1.0
Q10 副社長の収量・品質についての説明は役に立ったと思う	7	21	47	77	44	3.7	1.1
栽培技術の説明のわかりやすさについての評価							
Q11 栽培計画の説明はわかりやすかったと思う	8	10	55	80	43	3.7	1.0
Q12 元肥の説明はわかりやすかったと思う	4	14	52	85	41	3.7	0.9
Q13 マルチの説明はわかりやすかったと思う	4	14	44	85	49	3.8	1.0
Q14 追肥の説明はわかりやすかったと思う	5	16	47	85	43	3.7	1.0
Q15 適心の説明はわかりやすかったと思う	3	18	48	84	43	3.7	1.0
Q16 誘引の説明はわかりやすかったと思う	6	15	45	87	43	3.7	1.0
Q17 農薬の説明はわかりやすかったと思う	4	17	33	86	56	3.9	1.0

N=196

が3.5と、本教材が栽培に対する興味の高める効果は十分とは言えなかった。これは、生徒はミニトマト栽培自体の経験をしており、新鮮さがなかったためではないかと考えられる。

4. おわりに

本研究は、技術科を対象に、GBSを用いて栽培技術におけるトレードオフの理解を促すことのできるシナリオゲーム教材の開発を目的とした。開発した教材を用いた実践の結果、事前の質問紙および事後ワークシートの記入結果の結果から、生徒らにトレードオフの理解を促せたことが確認できた。また、事後の質問紙調査の結果から、設定したGBSの構成要素が有効に働いたことが確認できた。以上のことから、目的とした教材が開発できたこといえる。なお、栽培に対する興味を高められるようにする改善は課題である。害虫発生等、実際の栽培の場面における生徒らの判断・行動への効果については、今後取り組む予定である。

謝 辞

本教材を開発するにあたり、実践にご協力いただいた松村勉教諭、小松裕貴教諭に感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 片桐亘博, 川島芳昭, 石川賢 (2011) 疑似体験型ソフトウェア教材の開発と評価: 農作物の育成を通して, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 34: 7-24
- 文部科学省(2008) 中学校学習指導要領解説技術・家庭科編: 28-31
- 農山漁村文化協会 (2004) 野菜園芸大百科 第2版 2 トマト, 農山漁村文化協会
- 野口弥吉(1972)栽培原論, 養賢堂, 東京: 1
- 根本淳子, 鈴木克明 (2005) GBS理論の適応度チェックリストの開発, 日本教育工学会論文誌, 29(3): 309-318
- 鷹彰(2012) C のアトリエ, <http://atelier-c.fiw-web.net> (参照日 2016.3.20)

(Received April 4, 2016)