

Visual Basic を活用したプログラミング学習における 生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果

宮 川 洋 一*
森 山 潤**

(2011年1月11日受理)

1 はじめに

中学校技術・家庭科技術分野（以下、「技術科」）における「プログラムによる計測・制御」の学習では、コンピュータシステムにおけるプログラムの役割やコンピュータを用いた計測・制御の基本的な仕組みを理解できるようにしたり、簡単なプログラムの作成ができるようにしたりするとともに、情報処理の手順を工夫する能力を育成することをねらいとしている¹⁾。このような能力を形成するには、生徒が課題の内容を論理的に分析し、その機能を、プログラム言語を用いて実現するという問題解決の過程を大切にする学習が必要となる。そして、この学習を効果的に行うためには、生徒に対して「情報の科学的な理解」²⁾を促し、技術的な問題解決能力の育成を図る適切な題材と、学習を支援する教材の開発が重要となる。

近年、代表的なプログラムの一つとして、イベントドリブン型がある。これは、一般的に、Windows などグラフィカルユーザインタフェース（以下、「GUI」）を使用するプログラムにおいて、マウス操作やキーボード操作に対する処理に利用されている。そのうち、Microsoft Visual Basic（以下、「VB」）は、BASIC 言語の流れをくみつつ、オブジェクトベースの GUI を活用したイベントドリブン型の言語環境（以下、「イベントドリブン型の言語環境」）の代表的な一つである。VB を活用したプログラム作成の学習（以下、「プログラミング学習」）では、生徒は、製品版のソフトウェアと同じようなインターフェイスをもち、同じような感覚で操作することができるソフトウェアを作成できることから、プログラミング学習の意義を認識しやすく、「普段使っているようなソフトが自分でつくれてしまうなんてすごい！感動！！」（生徒の感想）に代表されるように、自己効力感を抱きやすいという教材としての大きな価値がある。

一方、イベントドリブン型の言語環境として VB を用いた研究では、例えば、Clark³⁾、三河⁴⁾、横山ら⁵⁾の研究のように、高等教育機関の学生を対象とした実践研究は存在するものの、中学校技術科において、VB などのイベントドリブン型の言語環境を活用したプログラミングの学習に関する実践報告は、管見の限りほとんど見られない。

* 岩手大学教育学部

** 兵庫教育大学大学院

筆者らは、教材として大きな価値があるイベントドリブン型の言語環境を利用した学習題材(以下、「題材」)がほとんど開発されていない問題について、VBを取り上げ、題材「スロットゲームづくり」を新たに開発した。そして、生徒の問題解決を支援するために、知識参照を支援するオンライン教材⁶⁾、生徒の互恵的な相互作用を促すオンライン教材⁷⁾をそれぞれ開発し、事例検討を中心として活用状況の把握及び製作品の質的向上に寄与する効果等を検討してきた。しかし、題材展開の中において、2種類のオンライン教材を同時に導入した場合の、①問題解決過程に対する効果、②学習指導において重要となる生徒の情意面に与える影響、については検討できていない。

そこで本研究では、従来のプリント教材のみを使用できる群(統制群)と、プリント教材に加え上記2種類のオンライン教材を同時に使用できる群(実験群)とを設定して学習指導を実践し、問題解決過程と情意面についての比較を行い、上記2種類のオンライン教材の具体的な効果の検討を行うことにした。さらに、2種類のオンライン教材の特徴を把握するため、どの問題解決過程が学習後の生徒の情意面に影響を与えているかを明確にするために、因果関係进行分析することにした。なお、本研究では、イベントドリブン型の言語環境を活用したプログラミングを、表記を簡略化するために、以後「イベントドリブン型のプログラミング」とする。

2 研究の方法

2.1 調査対象

調査対象は、A中学校3年生6クラス230名。このうち、調査期間の授業を一度でも欠席をした生徒、質問紙記入に欠損が認められる22名の生徒は除外し、分析対象を208名とした。その上で、統制群(プリント教材のみを使用できる群)3クラス102名、実験群(プリント教材に加え、2種類のオンライン教材を使用できる群)3クラス106名とした。なお、本群分けにより、統制群としたクラスの生徒に学習上の不利益が生じないように、学校側の理解を得つつ、事後指導については、教材を使用する時間を追加する等、十分な配慮を行った。

2.2 題材の展開

VBを用い、学習指導要領に示されている学習内容を満たし、なおかつ生徒の多様な工夫・創造力を育成する観点から題材「スロットゲームづくり」を設定した。本題材展開を表1に示す。

表1 題材展開の概要 (全18時間扱い)

段階	生徒の活動内容と扱う主な概念	◇教師の主な指導	時間
導入	①昨年度の3年生が作成したスロットゲームを行うことにより、これからの学習への目標をもつ。 -学習目標の立案-	◇最終的に作成するスロットゲームへの目標をもたせ、その目標を基にして、「題材の学習問題」を設定する。 -題材の学習問題-	2
	②プログラム言語の役割を理解し、VBを使用する。 -プログラム言語の役割-	◇コンピュータシステムにおけるプログラムの役割を理解させ、VBの基本操作を指導する。	
	③ボタンを押すと文字や絵柄が表示されるプログラムを作成する。 -イベントドリブンの基礎-	◇フォームの作成方法と、イベントに対して処理を記述していく、イベント駆動型プログラムの基本的な考え方を指導する。 ◇オブジェクト名、プロパティの意味を理解しやすくするため、Image オブジェクトを額縁に置き換えて説明する。	
基礎的学習	④1個のボタンで絵柄を表示したり消したりするプログラムを作成する。 -分岐処理-	◇If～Then 構文を使うと、条件に応じて処理を変えるプログラム(条件分岐)が作成できることを理解させる。	2
	⑤ボタンを押さずに、絵柄を自動的に切り替えるプログラムを作成する。 -タイマーイベントの基礎-	◇「時間の刻み」というイベントを発生させることのできるタイマーイベントを取り上げ、プログラムを作成させる。	2
	⑥ハートが表示されると100点が加算されていくプログラムを作成する。 -変数・演算子・式の基礎-	◇得点の必要性を意識させた上で、変数、演算子、式を数学と対比させて指導するとともに、変数の宣言方法と得点を累計する式についての基本形を指導する。	2
	⑦あたりのアクションに生かすため、絵を描くプログラムを作成する。 -反復処理-	◇絵柄を表示する位置の値を変化させて、命令を繰り返すことに着目させ、For～Next 構文を提示し、反復処理を理解させる。	2
応用的学習	⑧絵柄がそろって得点が入るスロットゲームの試作品を作成する。 -プロトタイプの実験-	◇ボタンを押し続けると得点が入り続ける不具合(バグ)を取り上げ、解決への見通しをもたせて追究させ、プロトタイプを作成させる。	2
	⑨オリジナルスロットゲームを設計・作成する。 -工夫・創造力の育成-	◇あらかじめどのようなゲームにしたいのか、計画書を作成させてから、プログラムを記述させる。また、試作品や昨年度の3年生のゲームを参考とさせ、機能を工夫するよう促す。	4
発展的学習	⑩外部機器を制御するプログラムを作成したり、演示実験を見たりして、これまでの学習を振り返り、まとめをする。 -計測・制御の基礎-	◇社会では、コンピュータで機器の動きをコントロールしているものが数多くあることや、プログラムが重要な役割を担っていることを理解できるようにする。	2

導入の段階では、最初に昨年度の3年生が作成したスロットゲームを実際に行わせ、本題材に対する学習目標を立てさせた。そして、コンピュータシステムにおけるプログラムの役割を理解させるとともに、VBの基本的な操作を指導した。

基礎的学習の段階は、四つの学習活動（表1：④～⑦）で構成し、順次、分岐、反復処理という情報処理の基本的な手順と、簡単な変数・演算子・式について扱った。この段階では、市川が示すプログラミング指導での4Mの原則⁸⁾に基づき、問題提示→必要事項の説明→サンプルの作成→達成問題→発展問題→まとめという学習過程で構成した。

応用的学習の段階では、これまでの学習で身につけたことを生かして、最初に全員共通のスロットゲームのプロトタイプを作成させた（図1）。プロトタイプでは、スロットの絵柄が一致した後、ストップボタンを押すと得点が入り続けてしまう不具合に気づく生徒がでることから、この問題を学級で取り上げ、技術的な問題として学級全体で扱うことにした。ここでは、技術科における問題解決的な学習過程でよく行われる、問題への遭遇→情報収集→仮説立案→実践的検証という学習過程⁹⁾で構成した（表1：学習活動⑧）。

その後、各自の設計に基づくスロットゲームづくりを4時間（2時間×2週）実施した（表1：学習活動⑨）。図2は、オリジナルスロットゲーム作成に向けた構想図、図3は、応用的学習を経て最終的に生徒が作成したスロットゲームを示す（いずれも例）。また、表2には、スロットゲームづくりの際に、生徒が追加する代表的な機能を示す。なお、調査対象となる生徒を統制群と実験群とに分け、使用できる教材に差異を設定した期間は、表1の応用的学習の場面における、学習活動⑨の時間とした（以下、この時間を「検証授業」とする）。

2.3 使用したプリント教材

統制群と実験群とも使用するプリント教材は、主に基礎的学習の段階で配布した。



図1 スロットゲームのプロトタイプ

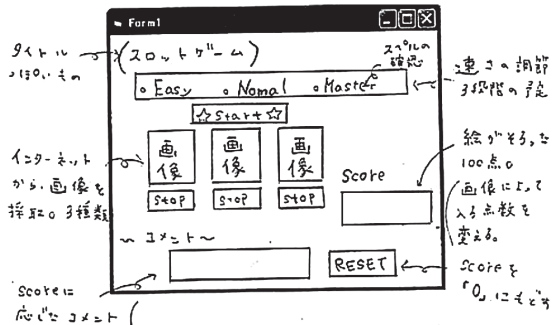


図2 スロットゲームの構想（生徒作品）



図3 オリジナルスロットゲーム作品例

Visual Basic を活用したプログラミング学習における生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果
その内容は、毎時間の学習問題に関連した VB におけるプログラミングの基本的な内容の説明
と、サンプルプログラムのコードを具体的に記したものである。

表2 応用的学習で生徒が追加する機能例

① ゲームの機能を多様にする
A : スロットの窓を3個以上にする B : 一つの窓で切り替わる絵柄を3個以上にする C : スピードのレベル設定ができるようにする
② 絵柄の状態に応じたアクションを多様にする
D : そろろ絵柄によって入る得点を変え、そろわない場合は減点する E : 絵柄がそろったときなどにコメントを表示する F : 絵柄がそろったときなどに絵や模様を表示する G : スピードに応じて得点の加減方法を変化させる
③ 操作画面のデザインを多様にする
H : スロットの絵柄を変更したり、背景の画像を入れたりする I : コントロールの背景や文字色を変更する

2.4 導入したオンライン教材

(1) 知識参照を支援するオンライン教材

本教材は、生徒が学習をした基礎的内容のコンテンツを提供するものであり、プログラムコードとともに、実際にプログラムを実行できる機能を有する。また、生徒がつまづくポイントをメニューにより導き、支援するトラブルシューティングのコンテンツを有する。実践では、本教材を「困った時の VB 辞典」と名づけた。図4に本コンテンツの一部を示す。

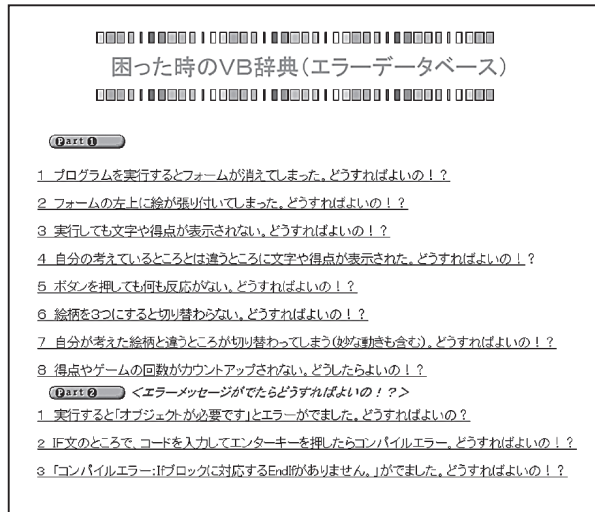


図4 困った時の VB 辞典 (一部)

(2) 互恵的な相互作用を促すオンライン教材

本教材は、生徒が他の生徒の取り組み状況を、自席のコンピュータで確認することができるシステムである。教師側では、生徒の問題に対する開始、終了時刻を授業後に確認することができ、評価活動に生かすことができる。本教材を「学びあい検索システム」と名

づけた。図5は、生徒が他生徒の取り組みを確認する画面を示す。写真は、本教材を活用し、同一の問題を解決している級友を検索し（図6）、級友からアドバイスを得ている様子（図7）を示したものである。

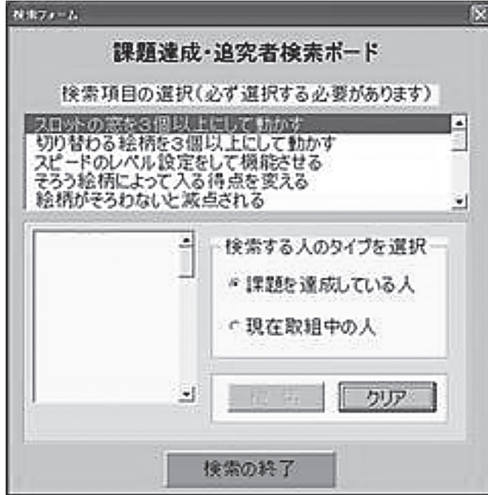


図5 学びあい検索システム（一部）



図6 級友を検索する

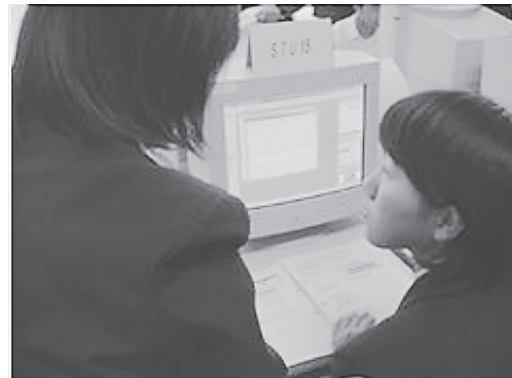


図7 級友からアドバイスを得る

2.5 調査の手続き

調査全体の流れを図8に示す。

(1) 群間の等質性の確認

検証授業を行うにあたり、統制群、実験群におけるプログラム作成能力の等質性を確認した。まず、基礎的学習（表1：学習活動④～⑦）の、それぞれ「サンプルプログラムの作成→達成課題の作成→発展課題の作成」における場面で、生徒の作成したプログラムを、教職経験10年以上の教員3名で採点した。採点にあたっては、サンプルプログラムまで作成できていれば1点、達成課題のプログラムまで作成できていれば3点、発展課題のプログラムまで作成できていれば5点とする配点基準を用いて得点化した（満点は20点）。以下、これを個人の「作成能力点」とし、プログラム作成能力の指標とした。次に、群間において作成能力点を比較した（表3）。Leveneの検定を実施したところ、等分散が仮定され、分散分析の結果、条

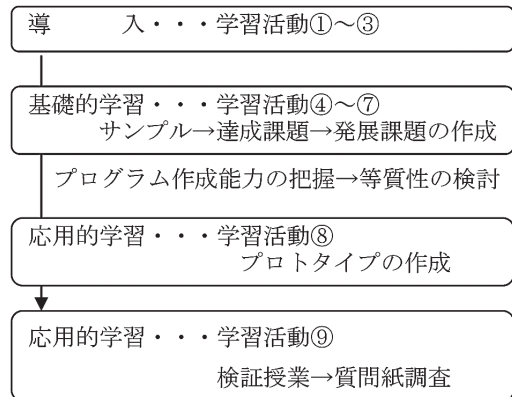


図8 調査全体の流れ

Visual Basic を活用したプログラミング学習における生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果

件の要因は有意ではなかった ($F_{(1,206)} = .06$ n.s.)。このことから、両群の作成能力点に、有意な差は認められず、一応の等質性が確認された。

(2) 検証授業と質問紙調査

検証授業において、統制群ではプ

リント教材のみを、実験群ではプリント教材に加え開発した2種類のオンライン教材を使用できるようにした。この授業の終了後、イベントドリブン型のプログラミングにおける問題解決過程を把握する尺度（以下、「問題解決過程尺度」）を用いた調査を実施した。なお、表4に、問題解決過程尺度から抽出されている6因子（問題解決過程因子）を示す¹⁰⁾。

表3 各群における作成能力点の平均と標準偏差

群	N	Mean	S.D.
統制群	102	14.20	3.94
実験群	106	14.34	4.27
$F_{(1,206)}$		0.06	n.s.

表4 イベントドリブン型のプログラミングにおける問題解決過程因子

因子名	因子の解釈
I オブジェクト機能化因子	オブジェクトに対するレイアウト、プロパティの設定及びコーディング等に対する全体的なイメージを持って、各部分の機能を構成する過程
II エラー修正因子	目的とするプログラムを作成する際に発生する様々な不具合に対する修正の過程
III 論理エラー探索因子	プログラムの処理の流れの誤りとして生じる論理エラーを探索する過程
IV 構文エラー探索因子	構文の間違い等によって起こるシンタックスエラーを探索する過程
V 動作チェック因子	プログラムの動作とプログラムコードとが一致しているかを自分自身で確認する動作チェックの過程
VI 知識要求因子	知識の不足によるエラーの生起と、知識を得ようとする参照行動の過程

また、この時、学習を終えた生徒の情意的な評価を把握するために、質問紙による調査も実施した（以下、「情意評価」）。質問項目は、生徒が毎時間記入するワークシートの内容を参考に、①学習内容でわかったことや不十分なこと、②授業への取り組みに対する見返し、③充実感や自信、④もっと学習したいことに関係する内容について、24項目を作成した（以下、「予備尺度」）。

(3) 分析の手続き

分析に先立ち、予備尺度を用いて実施した情意評価について、質問項目に対する探索的な因子分析を行い、項目の精選を行うとともに下位尺度を再編した。続いて、分析では、情意評価と問題解決過程因子の下位尺度得点を求め、①問題解決過程因子の群間の差異、②情意評価における群間の差異、③問題解決過程と情意評価との関連性における群間の差異をそれぞれ検討した。また、質問紙による調査結果とともに、ワークシートに記述された生徒の感想文等も質的な事例として抽出した。

3. 結果と考察

3.1 情意評価の因子分析

情意評価についての予備尺度について、因子分析（主因子法、バリマックス回転）を行った。因子数は、固有値1以上の基準を設け、さらに因子の解釈の可能性を考慮して4因子とした。項目の精選を行うために、因子負荷量が.40に満たない場合は、該当項目を削除しながら因子分析を数回実施し、最終的に4因子解18項目を得た（表5）。抽出された4因子の内的整合性をクロンバックの α 係数を用いて算出したところ、第1因子 α =.88、第2因子 α =.86、第3因子 α =.78、第4因子 α =.68となった。

表5 因子分析の結果

質 問 項 目	F1	F2	F3	F4	共通性
VB を使用してのプログラムの作り方が理解できた。	0.79	0.12	0.23	0.21	0.74
IF ~ THEN の分岐処理について理解することができた。	0.73	0.12	0.29	0.16	0.67
変数の使い方が理解できた。	0.60	0.30	0.29	0.14	0.54
オリジナルスロットゲームづくりの授業を通して、プログラムがどういうものか理解できた。	0.58	0.28	0.22	0.00	0.46
オリジナルスロットゲームづくりの学習は易しかった。	0.54	0.24	0.03	0.04	0.35
プログラムについてもう少し詳しく学習したいと思った。	0.19	0.82	0.12	0.09	0.73
プログラムについてもう少し長く勉強したいと思った。	0.16	0.68	0.15	0.08	0.52
VB が家があれば、さらに深めて学習したいと思う。	0.29	0.59	0.25	0.13	0.51
ゲームの機能など工夫する内容をたくさん増やしたいと思った。	0.29	0.53	0.29	0.10	0.45
オリジナルスロットゲームづくりの学習は楽しく学習できた。	0.27	0.23	0.68	0.14	0.62
授業の中で「おもしろいな」と感じるがあった。	0.22	0.25	0.56	0.08	0.53
オリジナルスロットゲームづくりの学習へ意欲的に取り組めた。	0.27	0.16	0.54	0.34	0.53
この学習を通して、自分もやればできるという気持ちになれた。	0.33	0.23	0.41	0.07	0.33
授業中、もう少し集中して取り組めば良かった。	-0.22	0.04	0.00	-0.63	0.40
授業中、がんばって取り組もうとしていた。	-0.01	0.11	0.35	0.58	0.49
授業中、友だちと余分な話をするがあった。	0.04	-0.10	0.10	-0.58	0.37
授業中、先生の説明をよく聞くことができた。	0.16	0.12	0.20	0.46	0.31
授業中、何もせず時間が過ぎてしまうがあった。	-0.08	-0.04	-0.27	-0.46	0.30
因子寄与率	15.52 %	12.70 %	10.64 %	9.63 %	

ここで、第1因子は、「VB を使用してのプログラムの作り方が理解できた」、「IF ~ THEN の分岐処理について理解することができた」、「変数の使い方が理解できた」という項目の因子負荷量大きい。これらは、生徒自身が学習内容を理解したと認識している様相と解釈できる。そこで、第1因子を「知識の習得感」因子（F1）と命名した。

第2因子は、「プログラムについてもう少し詳しく学習したいと思った」、「プログラムについてもう少し長く勉強したいと思った」、「VB が家があれば、さらに深めて学習したいと思う」という項目の因子負荷量大きい。これらは、プログラムの学習に関心をもち、さらに学習を継続したいという欲求をもった姿であると解釈することができる。そこで、第2因子を「継続への欲求」因子（F2）と命名した。

Visual Basic を活用したプログラミング学習における生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果

第3因子は、「オリジナルスロットゲームづくりの学習は楽しく学習できた」, 「授業の中で『おもしろいな』と感じることがあった」, 「オリジナルスロットゲームづくりの学習へ意欲的に取り組めた」という項目の因子負荷量が大きい。これらは、生徒が学習に対して興味をもって取り組み、学習内容に対して楽しかった、おもしろかったという充実感を得た姿と解釈することができる。そこで、第3因子を「充実感」因子 (F3) と命名した。

第4因子は、「授業中、もう少し集中して取り組みれば良かった」(逆転項目), 「授業中、がんばって取り組みようとしていた」, 「授業中、友だちと余分な話をするることがあった」(逆転項目) という項目の因子負荷量が大きい。これらは、課題に対する取り組み状況の集中度の様相と解釈することができる。そこで、第4因子を「課題への集中度」因子 (F4) と命名した。また、本尺度を「プログラミング学習における情意評価尺度」とした。

以下の分析では、情意評価を、F1「知識の習得感」, F2「継続への欲求」, F3「充実感」, F4「課題への集中度」という四つの下位尺度に再編して検討することとする。なお、4因子をまとめて「情意的評価因子」と表記する。

3.2 学習指導におけるオンライン教材の効果

(1) 問題解決におけるオンライン教材の効果

表6は、統制群、実験群における、問題解決過程因子の下位尺度得点の平均と標準偏差を示したものである。

表6 各群における、問題解決過程因子の下位尺度得点の平均と標準偏差

群	N	因子 I		因子 II		因子 III		因子 IV		因子 V		因子 VI	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
統制群	102	2.90	0.65	3.22	0.72	2.76	0.73	3.39	0.76	3.12	0.80	2.98	0.85
実験群	106	3.07	0.56	3.43	0.60	2.99	0.59	3.40	0.62	3.25	0.81	3.01	0.77
$F_{(1,206)}$		4.25*		5.26*		6.57*		0.01 n.s.		1.21 n.s.		0.12 n.s.	

* p<.05

Levene の検定を実施したところ、等分散が仮定され、分散分析の結果、因子 I 「オブジェクト機能化」、因子 II 「エラー修正」、因子 III 「論理エラー探索」については、条件の要因が有意であった。一方、因子 IV 「構文エラー探索」、因子 V 「動作チェック」、因子 VI 「知識要求」については、有意でなかった。このことから、開発したオンライン教材の使用は、オブジェクトのレイアウトやプロパティの設定、コーディング等、機能構成のプロセスとともに、論理エラーの探索とその具体的な修正というトラブルシューティングのプロセスの両者を促す効果のあることが示唆された。

(2) 情意評価におけるオンライン教材の効果

表7は、統制群、実験群における情意的評価因子の下位尺度得点の平均と標準偏差を示したものである。Levene の検定を実施したところ、等分散が仮定され、分散分析の結果、F1「知識の習得感」、F2「継続への欲求」、F3「充実感」については、条件の要因が有意であった。一方、F4「課題への集中度」については、有意とならなかった。

このことから、開発したオンライン教材の使用は、生徒の知識の習得感、学習継続への欲求、学習の充実感を高める効果のあることが示唆された。

表7 各群における、情意的評価因子の下位尺度得点の平均と標準偏差

群	N	F1 [知識の習得感]		F2 [継続への欲求]		F3 [充実感]		F4 [課題への集中度]	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
統制群	102	2.47	0.69	2.73	0.69	3.12	0.60	2.98	0.50
実験群	106	2.80	0.72	3.01	0.80	3.37	0.56	3.04	0.51
$F_{(1,206)}$		11.80 **		6.98 **		9.86 **		0.67 n.s.	

** p<.01

(3) 問題解決過程と情意評価との関連

一般的に、学習が順調に進んでいると学習者が認識できれば、事後の情意的な評価はよくなると考えられる。よって、本研究におけるプログラミング学習では、プログラミングにおける問題解決過程の良否が、情意評価に影響を与えるという因果関係が想定される。そこで、統制群、実験群における問題解決過程が、生徒の情意評価にどのような影響を与えているかを明らかにするために、問題解決過程因子の下位尺度得点を説明変数、情意的評価因子の下位尺度得点をそれぞれ基準変数とした重回帰分析を行った (表8)。

表8 重回帰分析の結果

問題解決過程因子	標準偏回帰係数 β							
	F1 [知識の習得感]		F2 [継続への欲求]		F3 [充実感]		F4 [課題への集中度]	
	統制群	実験群	統制群	実験群	統制群	実験群	統制群	実験群
I オブジェクトの機能化	0.36**	0.34**	—	—	0.35**	0.40**	0.43**	0.45**
II エラー修正	—	0.26**	—	0.32**	—	0.33**	—	—
III 論理エラー探索	—	—	—	—	—	—	—	—
IV 構文エラー探索	—	—	—	—	—	—	—	—
V 動作チェック	—	—	—	—	—	—	—	—
VI 知識要求	—	-0.28**	—	—	—	—	—	—
重相関係数 R	0.36**	0.61**	—	0.32**	0.35**	0.63**	0.43**	0.45**

**p<.01

まず、F1 [知識の習得感] では、統制群、実験群ともに因子 I [オブジェクト機能化] の影響力が認められ、標準偏回帰係数は同程度であった (統制群: $\beta = .36$ p<.01, 実験群: $\beta = .34$ p<.01)。また、実験群においては、因子 I [オブジェクト機能化] に加え、因子 VI [知識要求] ($\beta = -.28$ p<.01), 因子 II [エラー修正] ($\beta = .26$ p<.01) の影響力が認められた。F2 [継続への欲求] については、実験群において、因子 II [エラー修正] の影響力が認められた ($\beta = .32$ p<.01)。一方、統制群におい、問題解決過程因子の影響力が認められなかった。F3 [充実感] については、統制群、実験群ともに因子 I [オブジェクト機能化] の影響力が認められ、標準偏回帰係数は実験群が若干高くなった (統制群: $\beta = .35$ p<.01, 実験群: $\beta = .40$ p<.01)。また、実験群においては、因子 I [オブジェクト機能化] に加え、因子 II [エラー修正] ($\beta = .33$ p<.01) の影響力が認められた。一方、F4 [課題への集中度] については、統制群、実験群ともに因子 I [オブジェクト機能化] のみの影響力が認められ、標準偏回

帰係数は同程度であった（統制群： $\beta = .43$ $p < .01$ ，実験群： $\beta = .45$ $p < .01$ ）。

これらの結果から、次の2点が指摘できる。第一に、F1「知識の習得感」、F2「継続への欲求」、F3「充実感」において、実験群のみに有意な因子Ⅱ「エラー修正」の影響力が認められたことから、オンライン教材がエラー修正のプロセスに活用され、このことが、生徒の知識の習得感、学習をさらに継続したいという欲求、学習に対する充実感の向上に寄与したものと考えられる。オンライン教材では、多くの生徒がつまづく内容について、それを見返すためのポイントを示したトラブルシューティングのページがある。これは、プリント教材には掲載されていない内容であることから、主にこのページ部分の効果であると考えられる。なお、トラブルシューティングに関連して、表6において条件の要因が有意であった因子Ⅲ「論理エラー探索」と、F1「知識の習得感」、F2「継続への欲求」、F3「充実感」との関連性が示されなかった。これは、生徒にとって論理エラーを探索する際に、2種類のオンライン教材が役立ったことを示す一方、論理エラーの探索のみでは情意面への影響が期待できないことを示している。言い換えれば、論理エラーの探索から具体的な修正に至って、初めて情意面へ影響を与えられるのではないかと考えられる。

第二に、実験群におけるF1「知識の習得感」に、因子Ⅵ「知識要求」（ $\beta = -.26$ $p < .01$ ）の負の影響力が認められたことから、知識の不足によるエラーの生起と、知識を得ようとする参照行動が少ない生徒ほど、知識の習得感が高まることが示唆された。これは、生徒がオンライン教材を使用できる環境にありながら、それに過度に頼ることなく自力で問題を解決できた場合に、生徒自身が「学習内容をよく理解できた」と実感するのではないかと考えられる。

3.3 オンライン教材に対する生徒の感想

表9は、知識参照を支援するオンライン教材を活用した生徒の感想を事例として示したものである。I生とS生は、本教材の「トラブルシューティング」のページを参照し、それぞれの問題点を解決した生徒である。また、T生は、授業で共通に扱わなかったオプションボタンについて、オンライン教材を活用して調査し、自分のプログラムに組み込んでいる。これらの感想はいずれも、「やり方がわからない」という問題状況の中で、生徒が本教材を使用し、自力で適切に問題を解決し得たことを示している。

表9 知識参照を支援するオンライン教材への感想例

～I生～ 絵柄の切り替えを三つとも終わらせることができた。途中で画像の番号を間違えてしまい、少し失敗してしまったところもあったけれど、困った時のVB辞典の方を見ながら、一人でやることができてよかった。
～S生～ 得点が入るプログラムでマイナスやプラスを使うことはできたけれど、累積することができませんでした。VB辞典の「得点やゲームの回数がカウントアップされない。・・・」の項目を見たら、変数の宣言が抜けていることに気づき、今日の目標を達成することができました。
～T生～ 今日は、タイマーのスピードレベル設定をしました。VB辞典「オプションボタンはどのように使えばいいの!」を使って、調べてプログラムコードを入力し、3段階のスピードレベルの設定ができました。これまで、知らなかったオプションボタンの使い方をマスターできてよかったです。

表10は、相互的な相互作用を促すオンライン教材を活用した生徒の感想を、事例として示したものである。N生は「ハートの絵柄が三つそろろうとコメントを表示する」、W生は「3段階にスピードが変わる」という課題に取り組んだ。しかし、自分の力では解決することができず、本教材を活用した。そして、それぞれ、K生とA生からアドバイスを得て、問題を解決していった。これらの感想はいずれも、より難易度の高い課題に挑戦する際、本教材が生徒間の相互作用を促し、アドバイスしあうことによりエラー修正がなされていったことを示している。

表10 相互作用を促すオンライン教材への感想例

～N生～

今日は、ハートの絵柄が三つそろろうとコメントを表示するというプログラムを作りました。自分で考えて、試したけれどうまくいかなかったので、検索システムを活用してK君にアドバイスをもらいました。このアドバイスをもとに解決することができました。

～W生～

今日は「3段階にスピードが変わる」ということをやりました。最初は自分でできると思っていたけれど、やっているうちにわからなくなって、検索システムを使いました。Aさんができていたので、相談に行きアドバイスをもらって考えたら、解決することができました。

以上、①統制群と実験群間における問題解決過程因子の分散分析、②統制群と実験群間における情意的評価因子の分散分析、③問題解決過程因子を説明変数、情意的評価因子を基準変数とした重回帰分析、④2種類のオンライン教材を活用し、問題を解決している生徒の事例分析から、生徒の問題解決過程における2種類のオンライン教材の具体的な有効性が示された。

また、本研究における2種類のオンライン教材は、学習者個々における知識の個人内の構成、及び学習者間の相互作用による知識の共構成を支援する教材であった。本研究から、問題解決の質的な向上を支援するためには、個々の学習者における知識の個人内構成と、学習者間の相互作用による知識の共構成の輻輳的な展開が重要であることが示唆された。仮に、個々の学習者における知識の個人内構成がなされないまま、学習者間の相互作用を促したとしても、互いに新たな問題解決への見通しを得ることはできず、堂々巡りに陥ってしまう可能性がある。一方、個々の学習者が、知識を個人内に構成していたとしても学習者間の相互作用による知識の共構成がなされなければ、学習者間の最近接発達領域が刺激されず、より発展的な問題解決に至らない危険性がある。言い換えれば、プログラミング学習の指導においては、生徒の学習状況に応じて、二つのタイプの学習支援を適切に導入することが重要であると考えられる。

4. まとめ

以上、本研究では、中学生を対象に、イベントドリブン型の言語環境としてVBを取り上げ、題材「スロットゲームづくり」の応用的学習において、①知識参照を支援するオンライン教材、②生徒の相互的な相互作用を促すオンライン教材を同時に導入し、その効果を検討した。その結果、以下の点が示された。

- ① 開発した2種類のオンライン教材には、オブジェクトのレイアウトやプロパティの設定、コーディング等、機能構成のプロセスとともに、論理エラーの探索とその具体的な修正というトラブルシューティングのプロセスの両者を促す効果が認められた。

Visual Basic を活用したプログラミング学習における生徒の問題解決を支援するオンライン教材の効果

- ② 開発した2種類のオンライン教材には、特にエラー修正のプロセスに活用され、このことが、生徒の知識の習得感、学習継続への欲求、学習の充実感などの情意を高める効果が認められた。

今後は、プログラミング学習において、異なる題材に対応したオンライン教材のバリエーションを増やし、教育現場での活用を促進していくとともに、その効果を継続的に追試していく必要がある。これらについては、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭科編，教育図書株式会社（2008）
- 2) 文部科学省：情報教育の実践と学校の情報化 ～新「情報教育に関する手引」～（2002），
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/020706.htm（参照日：H23.1.12）
- 3) B.Clark, Cathy：Comparing Understanding of Programming Design Concept Using Visual Basic and Traditional Basic, Journal of Educational Computing Research, V18, n1, pp.37-47（1998）
- 4) 三河佳紀：プログラミング教育の改善に関する研究 ―Visual Basic を導入時に適応する効果―，コンピュータ&エデュケーション，Vol.14, pp.71-78（2003）
- 5) 横山節雄，中村直人，玉木真幸，飯田裕子：Visual BASIC を使ったコンピュータ言語入門教育，教育システム情報学会研究報告，Vol.95, No4, pp.65-68（1995）
- 6) 宮川洋一，森山潤，松浦正史：ビジュアルプログラミングの学習を支援する Web コンテンツの開発 ―プログラム作成時の問題解決過程に果たす役割に焦点を当てて―，学校教育学研究（兵庫教育大学），Vol19, pp.87-96（2007）
- 7) 宮川洋一：追究者検索システムの開発と活用の事例研究，教育実践研究（信州大学教育学部附属教育実践総合センター紀要），No.5, pp.1-10（2004）
- 8) 市川伸一：コンピュータ入門教育における原則論をめぐって，日本教育工学会第4回大会発表論文集，pp.209-210（1987）
- 9) 馬場信雄他編集：技術科教育辞典，東京書籍，p.40（1983）
- 10) 宮川洋一，森山潤，松浦正史：オブジェクト指向イベントドリブン型のプログラミングにおける問題解決過程の構造分析，教育情報研究，第22巻第2号，pp3-11（2006）