

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—

宮川 洋一

(兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科・院生)

森山 潤 松浦 正史

(兵庫教育大学)

本研究の目的は、イベントドリブン型のビジュアルプログラミング環境における生徒の問題解決を支援するWebコンテンツを開発し、その効果を実践的に検討することである。Microsoft VisualBasicを環境とした題材「オリジナルスロットゲームづくり」を事例に、基礎・応用・トラブルシューティング等のカテゴリで構成される動的なWebコンテンツを作成した。中学3年生110名を対象とした実験授業において開発したWebコンテンツを使用した結果、①学習内容の確認とトラブルシューティングという二つのアプローチから参照行動が生起すること、②プログラミングの各場面での問題状況に即して必要な情報をピンポイントで収集していること、③参照行動には、一部のコンテンツを数回のみ使用するタイプと、多くのコンテンツを繰り返し使用するタイプに分けられること、④Webコンテンツの使用が、オブジェクトの機能化や動作チェック、エラーの修正等の問題解決過程に有効であることがそれぞれ示唆された。

これらの知見は、今後のオンライン参照型学習リソースの開発・活用に向けて基礎的資料となる。

キーワード：プログラミング、「情報とコンピュータ」、イベントドリブン型プログラミング、Webコンテンツ、技術科

宮川 洋一：兵庫教育大学大学院連合学校教育学研究科・院生，〒381-2217 長野県長野市稲里町中央4丁目8-2-203,

E-mail: rs3y@yahoo.co.jp

森山 潤：兵庫教育大学大学院・自然・生活教育学系・准教授，〒651-2275 兵庫県神戸市西区檜野台2-7-5,

E-mail: junmori@life.hyogo-u.ac.jp

松浦 正史：兵庫教育大学大学院・自然・生活教育学系・教授，〒673-1421 兵庫県加東市山国2006-48-6-612,

E-mail: matsuur@life.hyogo-u.ac.jp

Development of Web-Contents for Supporting Students' Learning of Visual Programming: Focusing on an Effect of it on Problem Solving in Programming

Youichi Miyagawa

(Science of School Education, Hyogo University of Teacher Education)

Jun Moriyama and Masashi Matsuura

(Hyogo University of Teacher Education)

The purpose of this paper is to develop web-contents for supporting students' problem solving in learning of event driven visual programming. The web-contents that was constructed from three parts of Basic, Advanced and Trouble-shooting contents were developed for a case of "Programming of the Slot Game by MS-Visual Basic". As a result of trial use on 110 3rd-grader junior high school students, following findings were gained. 1) Students used the web-contents in order to confirm basic knowledge and to shoot their troubles. 2) Students used the web-contents in order to get necessary information, depending on the situation of problem solving. 3) Two types of usage style were observed; type of using a little contents for a little number of times, and type of using a many kinds of contents for a lot of number of times. 4) Using the web contents was effective on students' problem solving of constructing objects, testing and debugging. These results might be useful for developing the effective learning support tools by using online systems.

Key Words: Programing, "Information and Computer", Event driven Programming, Web contents, Technology Education

Youichi Miyagawa: Graduate School Student, Joint Graduate School (Ph.D.Program) in Science of School Education, Hyougo University of Teacher Education, 4-8-2-203, Cyuou, Inasato-machi, Nagano-city, Nagano, 381-2217 Japan. E-mail: rs3y@yahoo.co.jp

Jun Moriyama: Associate Professor, Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education, 2-7-5, Kashinodai, Nishi-ku, Kobe, Hyogo, 651-2275 Japan. E-mail: junmori@hyogo-u.ac.jp

Masashi Matsuura: Professor, Graduate School of Education, Hyogo University of Teacher Education, 2006-48-6-612, Yamakuni, Kato-city, Hyogo, 673-1421 Japan. E-mail: matsuura@hyogo-u.ac.jp

I. はじめに

本研究の目的は、イベントドリブン型ビジュアルプログラミング環境（以下、ビジュアルプログラミング）における生徒の問題解決を支援するWebコンテンツを開発し、その効果を実践的に検討することである。

平成10年度に告示された学習指導要領において、技術・家庭科技術分野（以下、技術科）では、従来の領域が再構成され、「A：技術とものづくり」「B：情報とコンピュータ」という2つの内容に統合された¹⁾。このうち、プログラムの作成に関する学習は、内容B「情報とコンピュータ」(6)「プログラムと計測・制御」に位置づけられ、問題解決的な学習として実践されている。

一般に問題解決的な学習では、学習の目標達成に向けて生徒が主体的に解決行動を展開することが求められる。松浦ら（1997）²⁾ は、技術科における問題解決的な学習を分類する中で、プログラミングを「構造化された知識の豊富な問題解決」と位置づけている。これは、プログラミングの学習において生徒が、基礎的なプログラム作成の知識・技能を習得すると共に、アルゴリズム的思考を駆使しつつ、プログラム言語の文法的ルールに則って、課題を適切に解決しなければならないことを意味している。

このような学習過程では、生徒が自らの問題状況に即して、その都度必要とされる知識・技能に関する学習資料を自由に参照できる学習環境を構築することが重要である。従来、このような学習支援として、担当教員による自作プリントやワークノートなどが活用されてきた。しかし、紙ベースの資料では、情報量を増やせば増やすほど、アクセス性が低下し、生徒が必要な情報を的確に素早く探し出すことは難しくなる。特に、プログラミングのような題材の場合、紙ベースで動的な実行結果を表現することは至難と言わざるを得ない。

そのため、コンピュータ室での実習を前提とするプログラミングの学習では、Webコンテンツなどオンラインによるマルチメディア型の学習資料を利用することが求められてきている。このような学習資料では、複雑な手順を視覚的、構造的に示すことができるだけでなく、動的なサンプルをインタラクティブに提示することが可能である。また、担当教員にとっては、学習資料の印刷等の業務を軽減できるだけでなく、生徒の学習状況に即してコンテンツを修正・更新することができる。

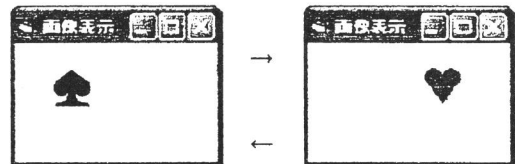
そこで、本研究では、Microsoft VisualBasic（以下、VB）を環境とした題材「オリジナルスロットゲームづくり」において、生徒の問題解決を支援するWebコンテンツを開発し、その効果を生徒の問題解決への支援という観点から実践的に評価することにした。

II. 題材の展開

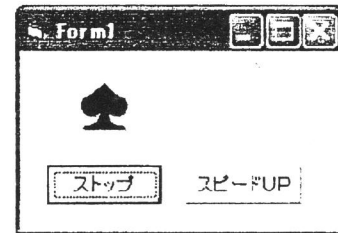
表1に、本研究で取り上げるVBを用いた題材「オリジナルスロットゲームづくり」の展開を示す。

表1 題材「オリジナルスロットゲームづくり」展開

学習内容	時数
1 VBの基本操作を学習する。	1
2 ボタンの配置と機能化について学習する。	2
3 画像表示と非表示の方法について学習する(分岐処理)。	2
4 画像を自動的に切り替える方法について学習する。	2
5 得点の表示方法について学習する(変数・カウンタ)。	2
<本研究における評価授業>	
6 スロットゲームの試作品を作成する。	2
7 試作品から機能を追加し、オリジナルスロットゲームを作成する。	4
8 模型を接続して、計測と制御の概念を学習する。	3



サンプルプログラム



達成問題のプログラム



発展問題のプログラム

図1 画像を自動的に切り替える学習

本題材では、最初にVBの環境について学習させた後、基礎的なプログラム作成手法を習得させるための授業を8時間（2時間×4週）実施した（展開2～5）。なお、展開1を含め、展開1～5を以後「基礎的な学習」と記述する。基礎的な学習における授業の進め方は、①「学習内容の説明→必要事項の説明」を行った後、②「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」と進めさせ、最後に③「学習のまとめ」を行った。

図1に、一例として画像を自動的に切り替える学習(タイマーイベントの使い方)におけるサンプル, 達成課題, 発展課題のプログラム例を示す。

Ⅲ. 開発したWebコンテンツの概要

1. コンテンツの構造

開発したWebコンテンツは、基礎、応用、発展、トラブルシューティングの4領域から構成されている(以後、これらをカテゴリと記述する)。まず、トップメニューにおいて、基礎、応用、発展とトラブルシューティングの各リンクが構成されている。次階層では、基礎、応用、発展の各コンテンツへのリンクと、トラブルシューティングのコンテンツのメニューが構成されている。図2に開発したWebコンテンツの構造を示す。

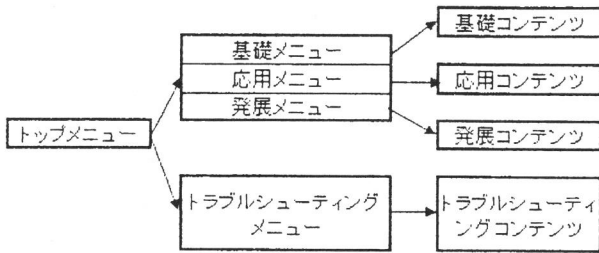


図2 Webコンテンツ構造図

2. 各カテゴリのコンテンツ

(1) 基礎カテゴリのコンテンツ

基礎カテゴリのコンテンツには、スロットゲームのプログラムを作成するために必要となる基本的な事項が提示される。プログラミングの基本形となる順次、反復、分岐の各処理に関わる内容や、変数の概念などプログラミングの基礎的な内容に対応するとともに、題材に寄せた固有の内容に関する情報を、計8項目を用意した。

Part ①

- 1 ボタンを押すとラベルに文字を表示するにはどうしたらよいの!?
- 2 ボタンを押すと画像を表示したり非表示にしたりするにはどうしたらよいの!?
- 3 ボタンを表示・非表示にするにはどうしたらよいの!?
- 4 ボタンの機能を有効・無効にするにはどうしたらよいの!?
- 5 変数を押すと画像の表示・非表示を切り替えるようにするにはどうしたらよいの!?
(分岐処理:IF~THEN構文の使い方)
- 6 2つの画像の表示・非表示を自動的に切り替えるにはどうしたらよいの!?
(2つの絵柄を切り替えるプロットをつくるには)
- 7 得点を累計するためにどうすればよいの!?(変数の使い方)
- 8 ~以上・以下という条件をつくるにはどうすればよいの!?
(演算子の使い方)

図3-1 基本カテゴリのメニュー

図3-1に基本コンテンツのメニューを、図3-2に、基本カテゴリのコンテンツの一部を示す。基本、応用、トラブルシューティング各コンテンツのメニューに共通していることとして、生徒の心情に寄せて文末を「~にはどうすればよいの!?!」という表現にしている。また、静的な情報を提示するだけでなく、説明しているプログラムを実行できるようにしてあり、プログラムコードと実際のプログラムの動きを動的に確認できるようにしている。

(2) 応用カテゴリのコンテンツ

応用カテゴリのコンテンツには、基礎的な学習において扱うことがなかった応用的な内容が提示される。オプションボタンやチェックボタンなどのコントロール(オブジェクト)の解説と利用方法、プログラム実行時に変数の初期化を行う方法など、計6項目を用意した。

本コンテンツは、コントロールの働きの説明、フォームへの配置方法、代表的なプロパティの説明と設定方法からなる説明部と、サンプルプログラムのコードの説明、サンプルプログラム(動的)からなるプログラム提示部という二つのブロックで構成されている。図4-1に応用カテゴリのメニューを、図4-2に応用カテゴリのコンテンツにおける説明部、図4-3に応用カテゴリのコンテンツのプログラム提示部の一部を示す。

(3) 発展カテゴリのコンテンツ

発展カテゴリのコンテンツは、生徒の発展的な学習への手引きとして、外部のフリーウェアおよびリンクフリーのWebサイトへのリンク集を設定した。

具体的には、「ビジュアルベーシック覚え〜る」(フリーソフト Nobuyuki作)、「やさしいVisual BASIC講座」(<http://www.g.dendai.ac.jp/ecture/vbasic/vb01.html>)など、VBに関する基礎的・発展的な内容を系統的に紹介しているサイトへのリンクを設定した。

このプログラムを実行する ↓

```

Private Sub Command1_Click()
  If Image1.Visible = True Then
    Image1.Visible = False
    Image2.Visible = True
  ElseIf Image2.Visible = True Then
    Image2.Visible = False
    Image2.Visible = True
  End If
End Sub

```

プログラム部分

…実際に実行させたプログラム

図3-2 基本カテゴリのコンテンツ一例

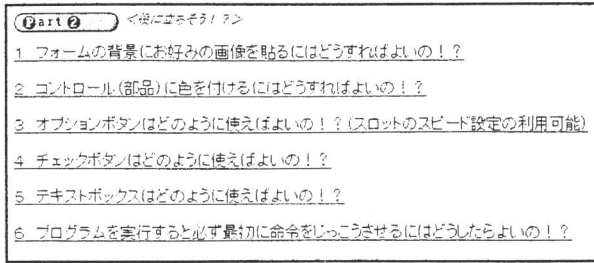


図 4-1 応用カテゴリのメニュー

オプションボタンはどのように使えばよいの！？

この問題を解決するには、

VBのコントロールツールボックスにある「オプションボタン」は、通常2個以上のセットで使います。たとえば、3個配置した場合、3個の内どれかが選ばれている状態をつくりだします。

また、セットで使用するためにフレームの上におプションボタンは位置するところがポイントです。(右の図)

この問題を解決するには、

- ①「フレーム」(右図の左の○)を選択して、フォームに配置する。
- ②フレームの上に、オプションボタンを必要な個数配置する。
- ③オプションボタンのプロパティCaptionを変更する。
(表示される文字が変化します。上の図では「赤(R)」など)
- ④フレームのプロパティCaptionを変更してもよいでしょう。

この問題を解決するには、

・オプションボタンが選ばれている状態にしたければ、プロパティウィンドの「Value」を「True」にします。

・プログラムコードでは、Option2.Value=True とすれば、Option2という名前のオプションボタンをチェック状態にできます。

図 4-2 応用カテゴリのコンテンツ –説明部–

この問題を解決するには、

各オプションボタンをクリックするとチェックされ、右のラベルに文字が表示されるプログラム

(サンプルプログラムコード)

```
Private Sub Option1_Click()
    Label1.Caption = "赤"
End Sub

Private Sub Option2_Click()
    Label1.Caption = "緑"
End Sub

Private Sub Option3_Click()
    Label1.Caption = "青"
End Sub
```

図 4-3 応用カテゴリのコンテンツ –プログラム提示部–

(4) トラブルシューティングカテゴリのコンテンツ

トラブルシューティングカテゴリのコンテンツは、スロットゲームのプログラミングの際に発生する具体的なトラブルに対して、解決に向けたアドバイスとなるような情報を提供している。

図 5-1 にトラブルシューティングカテゴリのメニューを、図 5-2、図 5-3、図 5-4 にトラブルシューティングカテゴリのコンテンツの一部を示す。

トラブルシューティングカテゴリのメニューは、次の二つのブロックで構成される。一つは、論理エラーに対処するためのブロックであり、もう一つは、文法エラーに対処するためのブロックである。これらのブロック内において、生徒のつまづきが予想される論理エラー 8 項目、文法エラー 3 項目への対処方法を取り上げている。

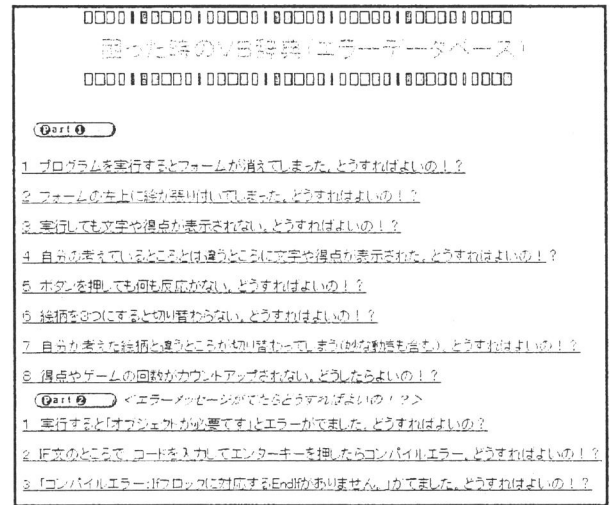


図 5-1 トラブルシューティングカテゴリのメニュー

絵柄を3つにすると切り替わらない、どうすればよいの！？

<どんなエラーなの！？>

絵柄を3つにすると切り替わらなくなってしまうエラーです。

<何が原因なの！？>

このエラーは、いろいろな原因がありますので、まずは2つの絵柄の切り替わり原理を確認しましょう。

図 5-2 トラブルシューティングカテゴリのコンテンツ①

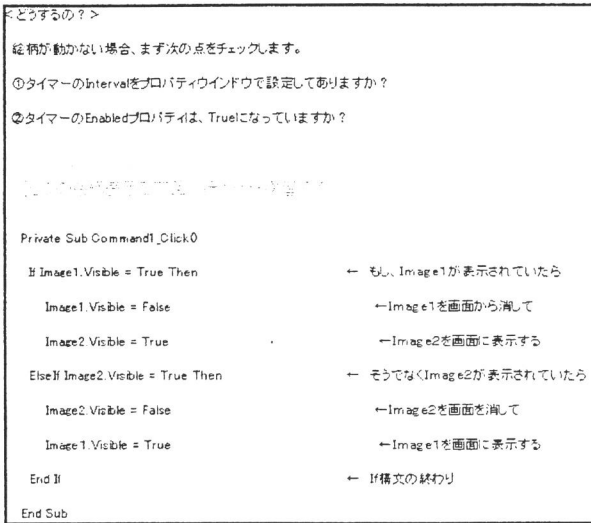


図5-3 トラブルシューティングカテゴリのコンテンツ②

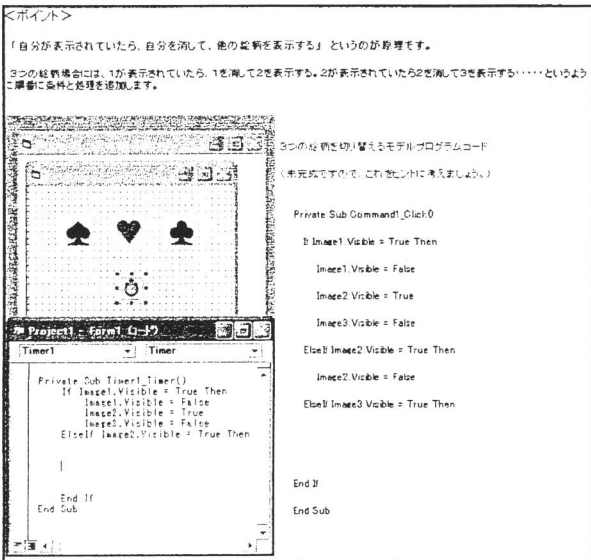


図5-4 トラブルシューティングカテゴリのコンテンツ③

各ページの構成は、エラーの概要、対処方法、ポイントアドバイスから構成されている。エラーの概要では、プログラムの実行時に生じる具体的な症状が説明されている。また、生徒がつまずきやすいと考えられる部分では確認を促すようなコメントを付加している。対処方法では、プロパティの設定などの確認を促す内容やプログラムコードとその解説を掲載し、トラブル解決のための情報を提供している。ポイントアドバイスでは、対処方法の背景となる基本的な考え方を示し、基礎・応用カテゴリで取り上げた学習内容との関連づけを行っている。

IV. 実践による評価の手続き

1. 被験者
長野県内M中学校3年生110名
2. 実施時期
2005年10月～11月
3. 手続き

前述した題材の展開において、基礎的な学習終了から一週間のインターバルを経た後、表2に示す課題を生徒に提示し、Webコンテンツを使用させて個別にプログラムを60分間で作成させた。この時、各生徒のWebコンテンツに対する参照状況を、サーバー上でログに記録した。課題終了時に、作成したプログラムを保存させるとともに、筆者らが作成した「イベントドリブン型プログラミングにおける問題解決過程尺度」³⁾及びWebコンテンツに関する意識調査を行った。図6に生徒の回答例、図7に「イベントドリブン型プログラミングにおける問題解決過程尺度」及び「Webコンテンツに関する意識調査」を示す。

表2 生徒に示した実験課題

<p>次の条件を満たすプログラムを作りなさい</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 スロットの窓は2つ 2 絵柄は3つ切り替わる 3 スペードでそろそろ 300点 ハートだと 500点加算され、これ以外はすべて 100点減点される。 4 ゲームをやる人が左から順にボタンを押すように誘導する。 5 再スタートボタンを押すとゲームの再スタートができる。また、ゲームの回数がカウントされ、フォーム上に表示される。 6 絵柄の切り替わりのスピードは2段階に設定できるようにする。 <p><作成の条件></p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで作成したプログラムとプリントは見ないでやる。友と相談もしないこと。 ・教師が用意したWeb資料は参照してよい。 ・作成時間は60分とする。
--

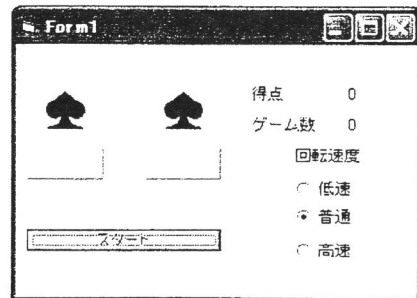


図6 生徒が作成したプログラム例

このアンケートは、成績には関係ありません。思った通りに答えてください。あなたがプログラムを作る時を振り返って、次の質問項目に当てはまるかどうかを、次の尺度で答えてください。

3年 組 氏名

		a: とてもあてはまる	b: 少し当てはまる	c: あまりあてはまらない	d: まったくあてはまらない
1	プログラムの目的を実現するために、どんなオブジェクト(部品)が全部必要かをイメージした。	a	b	c	d
2	作成したプログラムコードが正しく動作するかどうかを、自分で判断することができた。	a	b	c	d
3	オブジェクト(部品)が思った通りに機能しないので、適切に働くよう、プログラムコードの書き方を修正した。	a	b	c	d
4	エラーが発生した時、打ち込みのミスがないかどうかを確かめた。	a	b	c	d
5	エラーがないかどうかを、プログラムを試しに実行して、その結果から確かめた。	a	b	c	d
6	プログラムの仕方やコマンドの使い方が、プログラムコードの書き方などについて、資料等を使って調べた。	a	b	c	d
7	それぞれのオブジェクト(部品)が適切な働きを持つように、プログラムの内容を考えた。	a	b	c	d
8	エラーが発生した時、プログラムコードとオブジェクト(部品)名の対応に誤りがないか確かめた。	a	b	c	d
9	作成したプログラムコードに誤りがないかどうかを、プログラムコードを読んで実行結果を予想しながら確かめた。	a	b	c	d
10	プログラムコードの書き場所を、間違えて表示してしまうことがあった。	a	b	c	d
11	フォーム全体にオブジェクト(部品)が適切に配置できているかどうかを気配した。	a	b	c	d
12	エラーが発生した時、コマンドの書き方に誤りがないかどうかを確かめた。	a	b	c	d
13	うまく動作しないオブジェクト(部品)が、適切に動くよう、プログラムの内容を修正した。	a	b	c	d
14	作成したプログラムが正しく動作しているかどうかを、自分で判断することができた。	a	b	c	d
15	エラーが発生した時、コードの処理の流れに誤りがないかどうかを確かめた。	a	b	c	d
16	それぞれのオブジェクト(部品)の機能を果たするために、どのようなプログラムコードを書けばよいかをイメージした。	a	b	c	d
17	フォームにそれぞれのオブジェクト(部品)をどのように配置すればよいかを考えた。	a	b	c	d
18	それぞれのオブジェクト(部品)について、プログラムコードとオブジェクト(部品)名との関連を考えた。	a	b	c	d
19	それぞれのオブジェクト(部品)に、どのような働きや動作を持たせればよいかをイメージした。	a	b	c	d
20	それぞれのオブジェクト(部品)が適切な働きや動作を持つように、プログラムコードの書き方を考えた。	a	b	c	d
21	エラーが発生した時、なんでもプログラムを実行させて、起こっているエラーの症状を調べようとした。	a	b	c	d

図7-1 イベントドリブン型プログラミングにおける問題解決過程尺度

このアンケートは、成績には関係ありません。思った通りに答えてください。

3年 組 氏名

<1>
あなたがプログラムを作る時を振り返って、「VB辞典」の使い方について、次の質問に答えてください。
プログラムを作成していて困ったとき、「VB辞典」をどのように活用しましたか、以下の3つから、一番よく当てはまるものを選んで○をしてください。
① わからないところがあった時に、その部分だけを参照した。
② わからないことだけでなく、わかっているところも確認しながら参照した。
③ わからないことがあっても、あまり参照しなかった。

<2>
あなたがプログラムを作る時を振り返って、「VB辞典」の役立つ点について、次の尺度で答えてください。
1 わからないところが、「VB辞典」を参照することにより自力で解決できた。
a: とても思う b: まあまあ思う c: あまり思わない d: まったく思わない
2 ①または②で答えた人は、「VB辞典」にどんな情報があればよいと感じたか、下欄に記入してください。

<あればよいと思う情報>

図7-2 Webコンテンツに関する意識調査

IV. 結果と考察

1. Webコンテンツに対する参照数

実践の結果、課題プログラムの作成中に行われたWebコンテンツへの参照行動は、一人当たりの最大延べ回数36回、平均延べ回数10.27回(S.D.=6.87)となった。表3に、Webコンテンツのカテゴリ別参照延べ回数を示す。ただし、これらの集計数には、各カテゴリのメニューページは含まれない。したがって、集計数は各カテゴリのコンテンツ参照延べ回数と動的プログラムの実行数との合計である(以後の集計数も同様)。

表3 各カテゴリ別参照度数

カテゴリ	基礎	応用	発展	トラブルシューティング	合計
参照延べ回数	790	122	55	207	1174

各カテゴリのごとの参照延べ回数では、基礎カテゴリへの参照延べ回数をもっとも多く、続いてトラブルシューティングカテゴリの参照延べ回数が多かった。

そこで、これらのカテゴリにおける各コンテンツの参照状況を表4に示す(表4-1:基礎カテゴリにおける各コンテンツの参照延べ回数、表4-2:トラブルシューティングカテゴリにおける論理エラーコンテンツの参照延べ回数)。その結果、基礎カテゴリのコンテンツでは、「タイマー」や「得点」に関する内容の参照延べ回数が最も多くなった。また、論理エラーコンテンツでも、「絵柄が3つ切り替わらない」がもっとも多く、「カウントアップされない」がそれに続いた。また、「ボタンを押しても反応しない」、「文字や得点が表示されない」の参照延べ回数も同様に、得点やゲームの回数表示に関する障害が含まれていた。

これは、課題となったスロットゲームを作成するためには、まず最初に、絵柄を三つ切り替える課題をクリアしなければならないこと、基礎的な学習で学んだ二つの絵柄を切り替える分岐処理の知識を三つの絵柄の切り替えに応用する作業の難易度が高かったことによると考えられる。また、得点の参照延べ回数が多かったのは、変数の概念が生徒にとって難しかったことや、ゲームの回数をカウントアップする反復処理の概念に戸惑った生徒が多かったことが考えられる。

これは、言い換えれば、比較的、難易度が高く、基礎的な事項を自ら応用しなければ解決できないような課題状況においては、基礎カテゴリを用いた学習内容の確認とトラブルシューティングカテゴリを用いた障害への対策という二つのアプローチから、学習資料への参照要求が高まるのではないかと推察される。

表4-1 基礎カテゴリにおける各コンテンツの参照延べ回数

コンテンツ	ラベル (文字表示)	画像の 表示非表示	ボタンの 表示非表示	ボタンの 有効無効	画像表示の 切り替え	タイマー	得点 (変数)	演算子
参照延べ回数	67(6)	66(4)	56	83(6)	109(19)	187(36)	167(22)	60

※○内は動的なプログラムの参照数。内数にて表示。

表4-2 トラブルシューティングカテゴリにおける論理エラーコンテンツの参照延べ回数

コンテンツ	フォームが 消える	背景に絵柄 が表示される	文字や得点が 表示されない	文字や得点が違う 場所に表示される	ボタンを押して も反応しない	絵柄3つが切 り替わらない	絵柄が奇妙 な動きをする	カウントアップ されない
参照延べ回数	21	13	28	8	30	35	12	41

2. Webコンテンツに対する参照形態

次に、本実践におけるWebコンテンツ参照の仕方の傾向性を把握するために、横軸に参照したカテゴリ数、縦軸に参照回数（参照延べ回数）をとったクロス集計表を作成した（表5）。

その結果、これらの要因間に有意な連関が認められた（ $\chi^2(4)=29.31, p<0.01$ ）。残差分析の結果、1カテゴリに対する5回以下の参照（頻度18）及び3カテゴリ以上に対する11回以上の参照（頻度22）が有意に多くなった。

また、Webコンテンツに関する意識調査で回答された参照の仕方を表6に示す。その結果、全体の69.1%の生徒がつまづきなど、障害が発生した場合に不明部分を参照しようとしていた。

表5 参照カテゴリ数×参照回数のクロス集計表

	参照したカテゴリ数		
	1カテゴリ参照	2カテゴリ参照	3カテゴリ以上参照
参照回数 5回以下	18 **	15	3
参照回数 6~10回	12	17	12
参照回数 11回以上	3	8	22 **
計	33	40	37

$\chi^2(4)=29.31, p<0.01$

表6 Webコンテンツの参照の仕方

参照の仕方	不明部分のみを参照	確認して他も参照	あまり参照しない
度数	76	31	3
割合	69.1%	28.2%	2.7%

n=110

これらのことから、Webコンテンツへの参照の仕方は、各々の学習状況に即して必要な情報だけをピンポイントで収集する形態が多いものの、その中でも一部のコンテンツを数回のみ使用する生徒と、多くのコンテンツを繰り返し使用する生徒という二つのタイプに分けられるこ

とが示唆された。

3. Webコンテンツ利用と問題解決過程との関連

Webコンテンツに関する意識調査より、問題の自力解決に「役立った」かどうかを集計した。その結果、110名中、40名（36.4%）が「とても思う」、56名（50.9%）が「まあまあ思う」と回答し、両者をあわせると全体の87.3%がWebコンテンツを有効と評価していることが明らかとなった。そこで、頻度の少なかった「あまり思わない」、「まったく思わない」と回答した生徒（14名、12.7%）を統合し、全体を3群に分けた。そして、群間で「イベントドリブン型ビジュアルプログラミングにおける問題解決過程尺度」の各因子の水準を比較した。表7に本尺度を構成する問題解決過程因子の構成を、表8に各因子における各群の下位尺度得点の平均と標準偏差を示す。

分散分析の結果、因子I、因子II、因子Vにおいて、群の主効果が有意であった。各因子においてLeveneの検定を実施したところ、すべてにおいて、等分散が仮定されなかったため、DunnettのC法による多重比較を行った。多重比較の結果を表9に示す。

その結果、因子Iと因子Vにおいては、Webコンテンツに対して有効性を感じている2群（「とても思う」群「まあまあ思う」群）と、「思わない」群との間に有意な差が認められた。また、因子IIでは、「とても思う」群と他の2群との間に有意な差が認められた。

これらのことから、Webコンテンツの有効性を高く評価している生徒ほど、オブジェクトの機能化や動作チェック、エラーの修正等の問題解決を適切に遂行していたことが示唆された。言い換えれば、Webコンテンツの活用が、これらの問題解決過程の支援に有効であったのではないかと推察される。

表7 ビジュアルプログラミングにおける問題解決過程因子

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(エラー)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 (Logic Error) を探索する過程
IV	「構文エラー探索」因子	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

表8 各因子の尺度得点における平均と標準偏差

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.
「とても思う」群	40	24.40	3.59	10.43	1.55	11.50	2.45	7.00	1.26	6.75	1.08	5.78	1.54
「まあまあ思う」群	56	24.11	4.24	9.54	1.93	11.14	2.68	6.88	1.31	6.30	1.51	6.07	1.62
「思わない」群	14	16.79	7.11	7.86	3.09	9.57	4.07	5.43	2.28	4.64	1.99	5.93	2.43

表9 多重比較の結果

因子	F 比	有意水準	Mse	有意水準	多重比較の結果
因子I	F(2,107) = 16.92	**	20.07	*	「とても思う」群=「まあまあ思う」群>「思わない」群
因子II	F(2,107) = 8.86	**	3.94	*	「とても思う」群>「まあまあ思う」群=「思わない」群
因子III	F(2,107) = 2.49	n.s.	-	-	-
因子IV	F(2,107) = 6.65	n.s.	-	-	-
因子V	F(2,107) = 11.14	**	2.08	*	「とても思う」群=「まあまあ思う」群>「思わない」群
因子VI	F(2,107) = 0.35	n.s.	-	-	-

* p<.05 ** p<.01

4. Webコンテンツ活用の事例

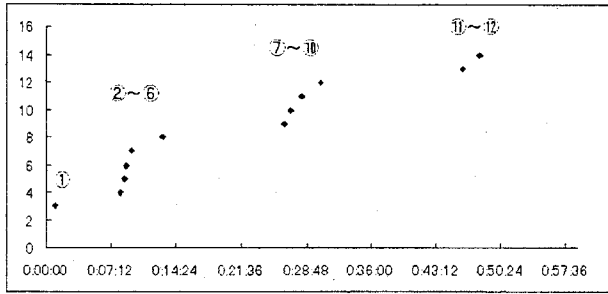
以上の結果を踏まえ, 具体的に生徒がどのようにWebコンテンツを活用して, 課題とされたプログラムを作成していたか, その事例を検討した。ここでは, 課題プログラムの全ての機能を作成することができ, かつWebコンテンツの参照延べ回数が平均的であった生徒として, 生徒A (以下, A生) を事例として抽出した。

A生は, 60分間に基礎及びトラブルシューティングカテゴリの2カテゴリに, 延べ12回の参照を行った。意識調査における評価では, Webコンテンツの有効性を「とても思う」と回答している。表10は, A生のWebコンテンツに対する参照ログである。また, 図8は, 参照時間の経過を示した散布図である。

表10 A生のWebコンテンツ参照状況

参照順	カテゴリ	参照コンテンツ	参照時間
1	トラブル	背景に絵柄が表示される	0:00:59
2	基礎	ボタンの表示・非表示	0:08:16
3	基礎	ボタンの有効・無効	0:08:43
4	基礎	画像表示の切り替え	0:08:55
5	基礎	演算子	0:09:31
6	基礎	タイマー	0:12:55
7	基礎	画像の表示・非表示	0:26:22
8	トラブル	文字や得点が表示されない	0:27:05
9	トラブル	ボタンを押しても反応しない	0:28:19
10	基礎	得点(変数)	0:30:23
11	トラブル	カウントアップされない	0:46:09
12	基礎	タイマー→動的コンテンツの実行	0:48:03

※表中「トラブル」は, 本文中の「トラブルシューティング」の略表記



※図中①～⑫は、表12の参照順を表す

図8 A生のWeb参照の状況—時間散布図—

A生は、課題に取り組みだした最初に、トラブルシューティングカテゴリの「背景に絵柄が表示される」(0:00:59)を参照した(①)。これは、スロットの絵柄をImageコントロールのプロパティを利用して設定しようとしたところ、フォームのプロパティに画像ファイル名を指定してしまったエラーを起こしていたことによる。続いて、約7分間コンテンツの参照はなく課題となるプログラムの作成を行っている。

8:16には、基礎カテゴリの「ボタンの表示・非表示」、「ボタンの有効・無効」、「画像表示の切り替え」を参照している(②～④)。これは、スロットの画像を切り替えるプログラムを作成しつつ、プレイヤーが左からボタンを操作する方法を検討したためである。

9:31には、「演算子」、12:55には、「タイマー」を参照(⑤⑥)して、得点の機能の作成に入っている。この後約14分間、Webコンテンツの参照はなく、スロットゲームの得点機能の作成を進めている。

26:22には、「画像の表示、非表示」を参照している(⑦)。これは、画像の表示、非表示の切り替え方法を確認したのではなく、得点にかかわるIF構文の確認をしたためである。直後の27:05～30:23の比較短時間の間に、トラブルシューティングカテゴリ「文字や得点が表示されない」、「ボタンを押しても反応しない」、基礎カテゴリ「得点(変数)」を参照している(⑧～⑩)。これは、得点機能及びゲームの回数表示に関わるつまずきが生じたためである。この後の約16分間、得点機能、ゲームの回数表示のプログラミングに取り組み、参照は行われていない。

46:09には、トラブルシューティングカテゴリの「カウントアップされない」、48:03には、基礎カテゴリの「タイマーの動的コンテンツ実行」を行い、コンテンツ参照は終了となる(⑪⑫)。

上記の事例からは、前述した3つの傾向を確認することができる。第一に、⑦～⑩の参照行動及び⑪～⑫の参照行動では、IV.1で述べたように、基礎カテゴリを用いた学習内容の確認とトラブルシューティングカテゴリを用いた障害への対策という二つのアプローチから、

Webコンテンツを使用している。第二に、図8に示す通り参照行動に一定な波があることから、IV.2で述べたように、つまずきや方法がわからないなど、各場面での学習状況に即して必要な情報をピンポイントで収集している様相が伺われる。その際、A生は、IV.2で述べた「多くのコンテンツを繰り返し使用するタイプ」だと考えられる。第三に、IV.3で述べたように、A生はWebコンテンツの有効性を高く評価しており、実際に課題の条件を満たす適切なプログラムを作成することができている。また、その過程において適切にオブジェクトを機能化し、動作チェックとエラーの修正を展開している。

これらのことから、本研究で開発したWebコンテンツが、VBを環境とした題材「オリジナルスロットゲームづくり」において、生徒の問題解決を適切に支援しうる効果的な教材として機能したことが示唆された。

V. まとめ

本研究では、ビジュアルプログラミングにおける生徒の問題解決を支援するWebコンテンツを、題材「オリジナルスロットゲームづくり」の事例において開発し、その効果を実践的に検討した。その結果、動的なコンテンツを含むオンライン型の学習資料が、生徒の問題解決を適切に支援しうることを明らかにした。

今後は、プログラミングの学習におけるその他の題材についても同様のWebコンテンツを開発し、その充実と流通を図る必要があると思われる。また、本研究では、主として問題解決過程とWebコンテンツへの参照状況との関連性に焦点を当てたが、このような学習支援が生徒の知識形成に及ぼす影響については検討できていない。より効果的なWebコンテンツを開発するためには、この点についてもより体系的な検討が必要となろう。これらについては今後の課題とする。

参考文献

- 1) 文部省(1999) 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説—技術・家庭編—, 東京書籍,
- 2) 松浦正史編著(1997)「生徒の認識過程に基づく技術科の授業形成」, 風間書房, pp.75-86
- 3) 宮川洋一, 森山潤, 松浦正史(2006) 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—プログラム作成能力との関連に焦点をあてて—, 日本教育情報学会誌「教育情報研究」第22巻第2号, pp.3-11

(2006.9.1 受稿, 2006.10.17 受理)