

Visual Basicから視る一貫したプログラミング教育の可能性

筑波大学附属駒場中・高等学校 技術・家庭・芸術科
渡邊 隆昌

Visual Basicから視る一貫したプログラミング教育の可能性

筑波大学附属駒場中・高等学校 技術・家庭・芸術科
渡邊 隆昌

要約

本研究は、平成 28 年度指定文部科学省 生涯学習政策局 情報教育課『情報通信技術を活用した教育振興事業「情報教育推進校 (IE-School)」調査研究』および平成 29 年度指定『次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関する調査研究』』の取り組みに関する成果と平成 29 年度、平成 30 年度に実施した本校テーマ学習「ソフトウェア開発環境 (Visual Studio) を活用したプログラミングによる問題解決」の実践報告および分析である。3 年にわたる単元計画づくり、教育実践は、プログラミング教育を広範囲に捉えることができ、様々な示唆をえた。具体的な実践として、中学 3 年生の選択制講座を対象に、「開発向けツール (Visual Basic) の活用」、「ライントレースカーの計測・制御」、「ゲームプログラムの設計と製作」、「Visual Basic for Applications を利用したアプリケーションの開発」について、計 17 時間の内容として取り組んだ。これらの活動を通して、一貫したプログラミングに関する教育の有用性と可能性を検討した。

キーワード : Visual Basic、ライントレースカー制御、ゲーム開発、Visual Basic for Applications

1 はじめに

平成 27 年度に行われた、第 42 回筑波大学附属駒場中・高等学校教育研究会公開授業にて、開発向けツール (Visual Basic) を活用した電子機械 (ライントレースカー) の制御学習を行ったところ、限られた時間内で生徒に知的な刺激を与え、参加された他校の先生方から技術科、情報科が目指す本質的な内容であるとの感想が寄せられた。この公開授業の内容についてさらなる教材の改善および一貫したプログラミング教育の整理を行いながら、全国の学校でスムーズに授業が展開できる、すなわち再利用可能な指導計画を作成することが本研究のスタートである。この取り組みの柱となった開発向けツール (Visual Basic) は BASIC 言語がベースとなっており、初学者にとって学びやすく、開発者にも利用されている本格的なツールである。そのため、教育現場で活用されることが期待できる。

以上のことから本研究では Visual Basic を柱とした一貫した単元開発・教育実践を行い、今後のプログラミング教育の可能性を考察したい。

2 テーマ学習

2.1 テーマ学習のねらい

平成 29 年度、平成 30 年度に実施した、総合的な学

習の時間 (テーマ学習 後述) での実践に向け、平成 28 年度と平成 29 年度の 2 年間にわたり、単元開発を行った。プログラミング言語については、ソフトウェア開発環境 (Visual Studio) の中でも、初学者が学びやすい、開発向けツール (Visual Basic) を対象とした。Visual Basic は 30 年近い歴史があり、社会的に普遍的な技術となっており、生徒は実社会で使用されているプログラミング言語をあつかうことができる。また、無償および有償のソフトウェア開発環境 (Visual Studio) は学校で有償版を購入する際もアカデミック価格があり、非常に安価で導入しやすい。そのため、プログラミング実施環境を学校で用意しやすいのが特徴である。テーマ学習の特徴としては、Visual Basic の学習で一本化されているところである。具体的には、「ライントレースカーの計測・制御」に加え、プログラムを直接あつかう「ゲームプログラムの設計と製作」、さらに「Visual Basic for Applications を利用したアプリケーションの開発」と、一貫したプログラミング学習の単元開発を行った。Visual Basic for Applications を用いた授業については、Microsoft Office Excel、Microsoft Office Word といった学校や生徒に身近なアプリケーションの上でもプログラミングを学べることに加え、Microsoft Office Excel、Microsoft Office Word をあつかうことの多い高等学校共通教科情報科へのカリキュラムに引き継ぎがしやすい。

提案する授業は、技術科、情報科の授業実践事例と

して、広く参照・再利用が可能なものとした。1年目の平成28年度は指導計画、教材開発を中心に進め、2年目の平成29年度、平成30年度にそれらを活かした授業実践を行った。単元開発における情報活用能力の育成の視点については、「情報の科学的な理解」を柱として進めることにした。また、例えば小惑星探査機と計測・制御や、アプリケーションソフトの開発的視点など、社会で使われている制御技術・情報技術の活用についても目を向けさせ、「情報社会に参画する態度」を育成することも含めた。さらに、実際にアプリケーションソフトに機能を持たせるプログラミングを開発するなど、「情報活用の実践力」を高めていくことも考慮した。

2.2 教科（技術・家庭）・Visual Basic を中心としたプログラミング学習の単元開発

2年間にわたり「ソフトウェア開発環境（Visual Studio）を活用したプログラミングによる問題解決」における単元開発を進めてきた。この単元は平成29年度、平成30年度に開設した、中学3年生を対象とした総合的な学習の時間（テーマ学習：全17時間）での選択制講座の中で行われた。具体的には、平成20年度版中学校学習指導要領（技術・家庭）に準拠させた「Visual Basicによるライントレースカーの計測・制御」を基盤として、プログラムを直接あつかう「ゲームプログラムの設計と製作」、さらには「Visual Basic for Applications を利用したアプリケーションプログラムの開発」に研究を発展させ、一貫したプログラミング学習の教育効果と可能性を検討した。



写真1 テーマ学習

平成28年度の『情報通信技術を活用した教育振興事業「情報教育推進校（IE-School）」調査研究』、平成29年度の『次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関する調査研究」』には多くの方から助言・協

力をえて進めていった。市川道和氏（平成28年度：東京農業大学講師（非常勤））には技術科、情報科の立場から指導・助言、教科教育法指導者の立場から指導・助言、指導計画共同作成して頂いた。富沢高明氏（平成28年度：日本マイクロソフト）には、プログラム開発者としての視点から指導・助言を頂いた。宮崎翔太氏（日本マイクロソフト）にはIT企業の視点から指導・助言を頂いた。杉田和久氏（テック・ステート）からはプログラム開発者としての視点から指導・助言を頂き、プロジェクトの骨格ともなる制御モジュールの開発もお願いした。滝田裕三氏（日本マイクロソフト）には、研究に関わる情報の収集、IE Schoolの事務手続きに関するをお願いした。長者原亨氏（共立電子産業）にはインタフェースの開発と無線バージョン開発・検討をお願いした。筆者は主として授業設計、教育実践者を担当し、植村徹氏（筑波大学附属駒場中学校・高等学校情報科教諭）には指導計画共同作成、情報科の立場からの指導・助言、対外的な活動に関するご協力を頂いた。

2.3 教材開発の方法

2.3.1 企業と連携した教材開発

教材開発・単元開発の研究推進委員会には、現職教員に加えてプログラム開発を専門とする企業の方にも協力を仰いだ。その結果、教材・指導計画の段階で、専門的な意見が加えられ、教員だけでは生み出せない「プログラミングに関する考え方」や「授業のアイデア」を取り入れることができた。特に「プログラミングに関する考え方」では、どのような資質・能力を高めていくべきか、どのような視点が必要かの示唆をえた。また、実際の授業にも、杉田和久氏にチーム・ティーチングの形で参加して頂き、授業のサポートをお願いした（平成29年度のテーマ学習では全17時間、平成30年度のテーマ学習では計5時間）。専門家と連携し授業を構築することで、教員だけでは説明しきれない細部の内容についての講義が可能となり、生徒も学習を深めることができた。また、今回の実践では、専門家の方のみの講義ではなく、教員がイニシアティブを取りながら、チーム・ティーチングの形を取った。ここでは、専門家と教員によるコラボレーションのバランスが必要であった。専門家は自身の専門性を活かして内容を深めることができる一方、対象となる生徒への示し方がわかりにくい。対照的に教員は教える専門家として、日々生徒と関わっているため、生徒にわかりやすく説明することができる。今回は教員と専門家がチームを組んで授業を行ったが、それぞれの役

割を理解して、深い説明が必要な部分は専門家に、全体的な説明に関しては教員が進める形を取ることができた。今後につながる指導方法であったと考えている。

2.3.2 教材開発・単元開発のオンライン会議

教材開発・単元開発の研究推進会議は、無償のオンライン会議システム（Skype for Business：令和2年1月現在はMicrosoft Teams）でのやり取りを中心に、2か月に1度程度、定期的なミーティングを行った。オンライン会議の参加者は、中・高教員2名、大学関係者1名、企業の方4名の、合計7名である。

オンライン会議の特徴は3つあると考えている。1つ目は場所を問わないことである。そのため、職種や職場の異なるメンバーが容易に顔を合わせることができる。実際、大阪、千葉、神奈川、茨城、東京のメンバーで会議を行い、参加者の多くが自宅からの参加となった。オンライン会議は、移動する必要がないため、時間も柔軟に決めることができる。働き方が見直されている現在、オンライン会議の活用は、学校関係者にも広がっていくものと思われる。2つ目はPowerPointなどのプレゼンテーションツールを交えての会議進行が可能となることである。必要に応じて資料を示し、文部科学省に提出する報告書についても、作成した文書を見ながら会議を進めることができた。操作に慣れれば、通常の会議と変わりなく話し合いができる。3つ目は記録を残せることである。コメント機能を使えるため、全員が発言を容易に記録することができる。テキストによる記録を残し、それを共有することで、より具体的なアイデア・方針につながると考えられる。



写真2 オンライン会議

2.4 総合学習（テーマ学習）

平成29年度、平成30年度 中学3年生 総合学習（テーマ学習）の内容は次の通りである。

- ・講座名「ソフトウェア開発環境（Visual Studio）を活用したプログラミングによる問題解決」

- ・担当教諭：技芸科（技術・情報科） 渡邊隆昌
- ・協力者：テック・ステート 杉田和久氏
守谷工房 市川道和氏
- ・受講生：10名（選考によるもの）
- ・全17時間の単元として実施

受講対象者として掲げたのは、プログラミングに関心がある生徒、高級言語を用いてライントレースカーを制御してみたいと考えている生徒、Office365（クラウド環境）を利用して、PCに関する視野を広げたいと考えている生徒である。また、プログラマの方のサポートがつくこと、初学者でも構わないという条件を事前に伝えた。

選考により決定した10名の受講生にはOffice365のクラウド環境を積極的に利用させた。また、平成29年度は受講者10名全員にSurface Pro（WindowsタブレットPC）を与えて授業に参加させ、平成30年度の受講者10名にはコンピュータスペースで1人1台のWindows PCが使える環境を準備した。授業評価は毎回Office365のSharePointチームサイトの掲示板に記録させた。掲示板に記録させることで、生徒の変容が文書として記録され、学びの可視化につながった。このため、自己の学習の振り返りや他者の学びを毎時間、確認できた。

テーマ学習の実習形式については以下の形をとった。

- (1) 課題が終わった場合は各自で学習してもよい。
- (2) わからない場合は自分でWeb検索を用いて自由に調べてよい。
- (3) 授業後は必ず掲示板に感想・意見を述べる。



写真3 SharePoint チームサイト

次にテーマ学習全体の流れについて以下に示す。
平成 29 年度も平成 30 年度も、ほぼ予定通り進めることができた。

【第 1 回】

Microsoft Office365 の使い方、Visual Studio、Visual Basic の使い方、ラベルの貼り付け色の変換、フォントサイズの変換、入力・出力

【第 2 回】

無線仕様ライントレースカーの構造、使用している電子部品の解説

ライントレースカーの計測・制御①、前進・停止・右折・左折・後退・後退右折・後退左折
黒のラインまで前進、後退でコントロール

【第 3 回】

プログラム開発環境の裏側 (LTC)、ライントレースカーの計測・制御②、右トレース、左トレース
トレースする条件の変更

【第 4 回】

ライントレースカーの計測・制御③
ライントレース、スムーズなライントレース
白黒抜け、白黒白黒抜け、十字抜けプログラム
その他 LTC 機能紹介、自由制御

【第 5 回】

着陸ゲームの開発 (画面完結するゲームの制作の中で Timer、画面の貼り付け等の学習)

【第 6 回】

Word VBA、普段使用している文書処理ソフトウェアの内部の仕組み、高級言語 (Visual Basic for Applications) でコントロールする仕組み

3 Visual Basic ライントレースカーの制御

3.1 Visual Basic ライントレースカーの概要

テーマ学習の導入題材として、Visual Basic ライントレースカーを用いた計測・制御の授業実践を行った。ライントレースカーを制御するための環境として、教育機関向け支援プログラム (Microsoft Imagine)、開発向けツール (Visual Basic)、動作を可能とする制御モジュール (LTC)、Visual Basic ライントレースカーを用意した。この中で、教育機関向け支援プログラム (Microsoft Imagine) と開発向けツール (Visual Basic) に関しては、Microsoft が提供しているサービスを使用した。制御モジュール (LTC)、Visual Basic ライントレースカーに関しては、先述したプロジェクト (IE-School など) のメンバーによって作られたも

のである。これらの環境、機器を準備することにより、テーマ学習が実現できた。授業の中では、単にライントレースカーを動作させるだけではなく、制御モジュール (LTC) の内部構造がどのようにプログラムされているかについても触れるように授業を展開した。制御するために作られたプログラムを概観することでプログラマの思考を読み取り、プログラミングの感覚を高めることを目指した。

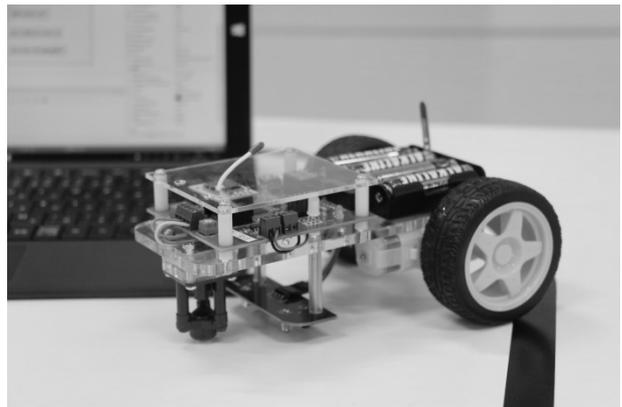


写真 4 Visual Basic ライントレースカー

Visual Basic ライントレースカーのプログラミング学習の大きな特徴は、容易に入手可能である開発者用のソフトウェア Visual Basic で制御可能という点である。テーマ学習は、平成 29 年度および平成 30 年度の 2 年間行ったが、どちらも有線仕様のライントレースカーだけでなく、無線仕様での取り組みにも成功している。さらに、ライントレースカーの車体部分の開発者である守谷工場の市川道和氏が Skype および大型スクリーンを用いて、遠隔講義を担当した。ライントレースカーを製作する際の技術的な配慮について、説明をえた。



写真 5 Skype による遠隔講義①



写真6 Skypeによる遠隔講義②

3.2 Visual Basic ライントレースカーの仕様

Visual Basic ライントレースカーとは、開発向けツール (Visual Basic) で制御可能となるライントレースカーである。本体にはインタフェースが搭載されており、コンピュータ (プログラム) とセンサ (フォトダイオード)・アクチュエータ (モータ部) の間でデータを送っている。センサ部分には、左右にフォトダイオードを2つ搭載している。フォトダイオードは明るさによって電気抵抗が変化する部品である。また、アクチュエータ部分には、左右にモータ2つを搭載している。このモータは通常の模型用モータを使用している。なお、センサ、モータ共に、事前にどちらが右でどちらが左か確認する必要がある。この右左がプログラムに影響が出てしまうためである。インタフェース後方部の乾電池はモータへの電力供給のみに使用している。

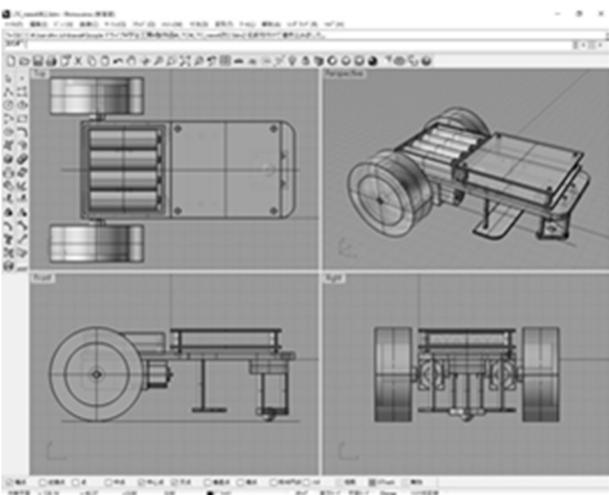


写真7 ライントレースカーの車体部分

LED 部分は明るさを安定させるために設置している。また、LED とフォトダイオードの距離は一定になるように調整済みである。インタフェース上にある左右の可変抵抗器は、走る場所の明るさとセンサの感度を調節するための部品であり、閾値の測定 (調整) の際に必要となる。

3.3 閾値の設定

Visual Basic ライントレースカーを制御するために、「TraceCarRemoteControl」というコマンドを実行し、閾値の調整を行う必要がある。ON と OFF の境界線を閾値といい、ライントレースカーが判断する白と黒の基準になる。閾値の上限・下限の調整は、インタフェース上の可変抵抗器をドライバーで回すことで可能となる。閾値の設定は、例えば白の値が40で黒の値が10ならば、閾値はその中間の25程度がよい。



写真8 TraceCarRemoteControl

3.4 制御モジュールの内部構造について

制御モジュール (LTC) はソフトウェア開発環境 (Visual Studio) や開発向けツール (Visual Basic) に用意されているものではなく、Visual Basic ライントレースカーの制御のために開発されたものである。開発にあたっては、様々なプログラミング言語を使用しており、生徒には実際のプログラムを見せながら以下の内容を簡単に紹介した。

- (1) USB にモータ制御信号を送信する命令を知るプログラム (Visual C#)
- (2) センサからデータを取得する命令を知るプログラム (Visual C#)

また、2.3.1 で述べたように、制御モジュール (LTC) の開発者である、テック・ステートの杉田和久氏も生徒に直接解説を加えた。生徒は、モータを制御するためのプログラミングを直に感じることができ、より発

展した学習となった。

3.5 ライントレースカー制御のプログラミング

ライントレースカーの制御に関しては、以下の課題を設定した。徐々に難易度をあげるように工夫し、最終的にはライントレースするプログラムの理解につながるように段階的に課題を用意した。

【順次プログラムの作成】

- 課題①「前進・停止させるプログラムの作成」
- 課題②「右折・左折させるプログラムの作成」
- 課題③「後進させるプログラムの作成」
- 課題④「スピードをコントロールするプログラムの作成」

【反復・分岐プログラムの作成】

- 課題⑤「黒のラインまで前進するプログラムの作成」
- 課題⑥「ループを抜けるプログラムの作成」

【ライントレースのプログラム作成】

- 課題⑦「右トレースするプログラムの作成」
- 課題⑧「左トレースするプログラムの作成」
- 課題⑨「ライントレースするプログラムの作成」
- 課題⑩「スムーズにライントレースするプログラムの作成」



写真9 ライントレースカーの制御

課題①～③は順次処理で実行させるものであり、生徒にとってもわかりやすい。また、課題④もスピードを変えるためのプログラムであり、視覚的にライントレースカーの動きの変化を理解しやすい。

課題⑤の「黒のラインまで前進するプログラムを作成」では、順次処理と分岐処理、反復処理を組み合わせたプログラムとなる。このプログラムは右センサと左センサのどちらかが黒と判断したときに、ライントレースカーが停止するものである。課題⑥「ループを抜けるプログラム」では、Form そのものに細工を加えスムーズに動作するようにプログラムの工夫を行う。

課題⑦～⑨までの「ライントレースのプログラム」では、右トレース、左トレース、ライントレースのプログラムと段階的に学習を進めている。右トレースでは、右センサが黒を読み取った時に、黒のラインを回避して右折するプログラムを作成し、左トレースはその反対の動きとなるプログラムを作成する。この右トレースと左トレースのプログラムを組み合わせることにより、ライントレースのプログラムが完成する。

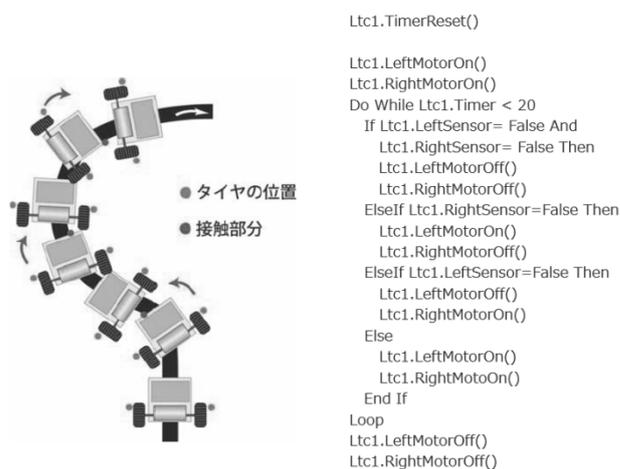


写真10 ライントレースのプログラム

最後に、ライントレースカーがスムーズに動くための工夫を考えさせた(課題⑩)。ライントレースカーはセンサが黒線上にある時に一度モータを止め、逆側のモータが動き、旋回するようになる。そのため、モータを「止める」「進む」を繰り返すことになり、少々ジグザグに動くようになっている。これをプログラムによって解決するためには、MotorSpeed を活用することが有効である。MotorSpeed はプログラム上でデータを与え、ライントレースカーに必要なモータ回転数を制御しているものである。この MotorSpeed を活用して、完全に止めずに、少し動かしながら走行する工夫を行えば、安定した走行ができるようになる。条件に合わせて対応していくことこそ、計測・制御のプログラミング学習において重要な考え方である。

4 着陸ゲームの開発

4.1 着陸ゲームの概要

ライントレースカーの計測・制御の後は、ゲーム開発を教材とした着陸ゲームの授業実践を行った。テーマについては「物理パラメータとアルゴリズムの改良に着目した着陸ゲームの開発」と設定した。着陸ゲームはスタートボタンをクリックすることにより、着陸

船が降下し始め、点火ボタンを押すと着陸船が減速(上昇)する仕掛けを利用したゲームである。降下と上昇は適当な係数を用いて、画面の中での動きの収まり具合で決定しているが、これらの変数(物理パラメータ)を変更することでゲームの難易度が変わり、自分だけのゲームを開発することが可能となる。ゲームのプログラミングは、プログラミングの視点を変え、拡張性のある教材になることが考えられる。

授業のねらいとしては、着陸ゲームに必要な合理的な考え方を知り、プログラミングによる技術的な問題解決を図ることである。また、画面完結型のプログラミングを通して「順次」「分岐」「反復」のアルゴリズムを理解させることもねらいである。着陸ゲームで重要となる「変数(物理パラメータ)」と「アルゴリズム」の意味を理解し、データを改良することによって合理的な考え方を理解できるように授業を展開した。

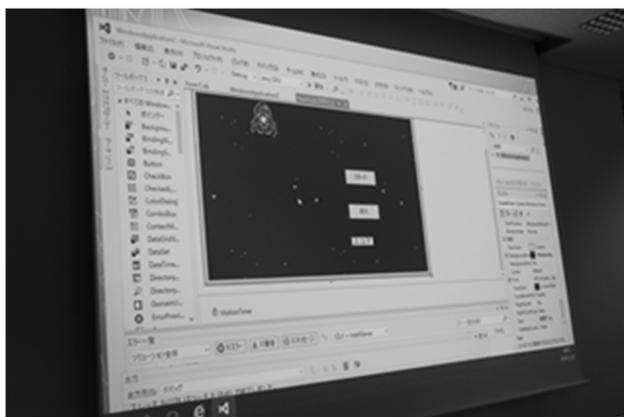


写真11 着陸ゲーム

4.2 ゲーム開発プログラミングの教育的意義

プログラミング学習では主として身近にある「計算」を題材とする場合が多く見られる。初學者向けのプログラミングでは段階的に学習を進めるため、この分野を避けては通れない。実際、本テーマ学習でも「Visual Basic によるライトレースカーの計測・制御」の学習の前に Visual Basic で「計算のプログラム」を実施している。一方、コンピュータは「計算」に限らず、様々なデータを処理することができる。そして、コンピュータで学ぶ1つの分野が「ゲーム」となる。本校の部活動(中・高パーソナルコンピュータ研究部)でも初學者には簡易的なゲームから学習を始めることが多い。簡単な動作をより複雑にさせることで、段階的にプログラミングの技量を高めているのである。また、本校中学校技術・家庭科で実施している4bitコンピュータの学習も同様にゲームを制作している。ここでは、

LEDの点滅、7セグメントによる数字の表示、ブザー音などを利用し、簡易的なゲーム作りを行っている。

この着陸ゲーム開発の学習到達目標については、「変数(物理パラメータ)とアルゴリズムを理解することができる」「プログラムの仕組みを理解しようとしている」および、「着陸ゲームを改良するための合理的な考え方を知り、プログラミングによる技術的な問題解決を図る」とした。

4.3 着陸ゲームの開発

はじめに開発向けツールでプロジェクトを開き、実際の着陸ゲームを行わせ、難易度を変える、条件を変えることによってゲームがより複雑になっていくことに気づかせた。

以下、着陸ゲームの開発に必要な手順を記載する。

課題1【宇宙・着陸船の用意】

- ・「宇宙」「着陸船」「爆発」の画像をファイルから読み込む。Visual Basic メインメニュー→プロジェクト→プロパティ→リソース→リソースの追加→既存ファイルから「宇宙」「着陸船」「爆発」を選択。
- ・Formに戻り、「宇宙」「着陸船」をForm、PictureBoxに読み込む。プロパティで「宇宙」「着陸船」のNameを変更する。
「宇宙」→「ScreenForm」(Name)
「着陸船」→「ShipPictureBox」(Name)
- ・「着陸船」はSizeを64×64とし、BackColorをBlackに変更する。

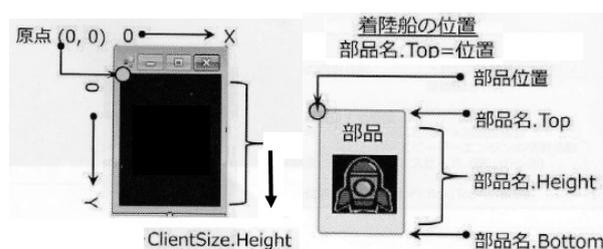


写真12 着陸船の位置と座標

課題2【Timerの用意】

- ・画像を動かすための仕掛けである「Timer」を張り付ける。10m秒単位で動作させている(デフォルトは100m秒)。
- ・ツールボックスからTimerをドロップ、貼り付け。
- ・Timerをダブルクリックし、プログラムの記述欄を出す。プログラムを入力し、10m秒毎に処理を繰り返す。「Timer」のNameを「Motion Timer」に変更する。Intervalを「10」に変更する。

課題3【ボタンの用意】

- ・ゲームをするための「スタート」「点火」「結果の表示」を張り付ける。「スタート」と「点火」は「button」で作成する。「結果の表示」は「Label」を張り付け表示させる。「button1」の表記を「スタート」に変更する。Name を「StartButton」に変更する。「button2」の表記を「点火」に変更する。Name を「EngineButton」に変更する。「Label1」の表記を「スコア」に変更する。Name を「StatusLabel (ステータスラベル)」に変更する。

4.4 変数の定義、下降・上昇・設置制限速度の初期値設定

課題4【変数の定義】

- ・Form をダブルクリックし、Public Class Form の下にプログラムを記入する。
- ・「Dim Altitude,Speed,Descend,Ascend,Hold As Single」...2つ以上の変数を指定している。
- ・「Dim Score As Integer」...小数点がない数値を扱う場合に用いる整数型に定義する。

課題5【下降・上昇・設置制限速度の初期値設定】

- ・Form をダブルクリックし、Private Sub Form_Load の下にプログラムを記入する。
Descend = 0.03...加速度係数 (下降方向の係数)
Ascend = 0.08...エンジンの噴射係数 (上昇方向の係数)
Hold = 0.6... (着陸時の速度の許容値: 大きければ、より簡単なゲームとなる)
- ・StartButton をダブルクリックし、スタートを押したときの初期値を設定する。

課題6【スコア・点火速度の計算、接地の判断】

- ・Timer のアイコンをクリックしプログラム記述画面を表示する。
- ・Score (スコア) = Score + 1
Speed = Speed + Descend (ディセンド) ...
重力に相当する係数 (Descend)、段々と速くなる。
Altitude (アルティテュード) =Altitude + Speed...
着陸船の高度 (着陸船の下の位置)

以上のプログラムをふまえて、スコアの計算、点火速度の計算、接地の判断、爆発の表示など、メインとなるプログラムを完成させ、実行させた。

4.5 学びの共有

着陸ゲームの授業実践からは、様々なプログラミング教育の可能性が見られた。今回制作したゲームは座標と着陸船の高さなどを考慮した単純なものであった

が、それでもゲームの仕組みを知り、プログラムを工夫することができ、ゲームそのものを変化させることは有意義な活動となった。また、授業後の反省でも見られたが、プログラミングのテクニックを学ぶことはもちろん、それに加えて、プログラミングに関する考え方を学んだと答える生徒が多数見られた。これは、学習の最後に生徒間で学んだことを共有する場面を意図的に設けた効果であり、他の意見を聞くことは、プログラミングの考え方を広げる意味で有効であったと思われる。

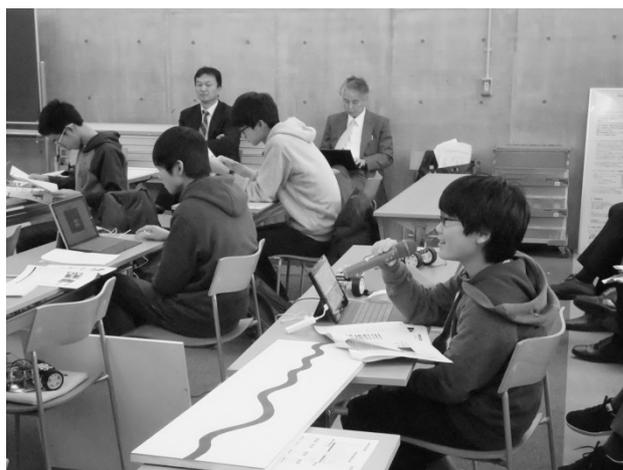


写真13 プログラミングの考え方の共有

5 Visual Basic for Applications

5.1 Word VBA (Visual Basic for Applications)を活用した文書処理の効率化

テーマ学習の最終段階として「Word VBA (Visual Basic for Applications)を活用した文書処理の効率化」のテーマのもと、文字変換、文書データのマージのプログラミングを行った。VBA (Visual Basic for Applications) はこれまで学んできた Visual Basic がもととなっているため、学習者にとっては取り組みやすい。はじめに、文字置換をマクロで実行した。フォントサイズやフォントカラーを意図的に細かく設定することで、普段の作業が効率的にできている仕組みを学んでいる。また、本校中学2年生、3年生で実施している地域研究 (校外学習) の報告書をモデルとした文書データのマージプログラムを実行させた。

5.2 授業のねらい

Visual Basic for Applications の授業では、主として Microsoft Office Word の VBA を用いた授業を行った。高等学校情報科における Microsoft Office Excel VBA の授業実践は多くみられるが、中学生段階では Excel

を十分に活かしてきていないことが考えられる。従って、中学生でも比較的イメージが付きやすく、小学校でも学習経験の多い Word を関連させて VBA の学習を行った。この授業では Word という多くの生徒が知っているアプリケーションソフトウェアでも、効率化を図れることを学ばせたいと考えた。

5.3 Visual Basic for Applications

はじめに「Visual Basic for Applications」についての授業を実施した。具体的には Visual Basic for Applications が Word、Excel、PowerPoint、Access、Outlook、Publisher など、Office 製品のコントロールが可能であり、これまで学んできた Visual Basic の応用のできることを示した。次に「マクロ」についての説明を行った。マクロは、通常の作業を効率的に実施できるものであり、Visual Basic で記述し、記録することもできる（再利用可能）。また、作業化、効率化がキーワードとなり、厄介なことはコンピュータに任せてしまおうという発想であることを伝えた。授業を実践する際に何のためにこの授業を行うか伝えることで、学習意欲が向上するものと考えた。また、これらの内容は、Visual Basic for Applications のほんの一部であり、学習後は自分自身で深めていくことが大切であることを伝えた。受講生徒を観察すると、アプリケーションソフトをコントロールする、効率化を図るという作業そのものが初めての場面が多く見られ、こちらの指示通りに進めるだけでも、興味を持って参加していた様子が見られた。

5.4 計算のマクロ

Visual Basic for Applications についての概要を学んだあとには、「計算のマクロ」を実施した。プログラミングを実施するときには計算のプログラミングから進めることが、学びやすいと考えられる。具体的には InputBox、MsgBox を用いてプログラム動作の確認を行った。Word VBA は基本的に Visual Basic の記述で行われるため、生徒は躓くことなく学習を進めることができた。次に問題を自分で考え、何か計算するためのプログラムを作成させた。さらには総和のプログラムを InputBox、MsgBox で再現する課題を与えた。慣れてきたところで、Excel または PowerPoint でも同じことができることを説明した。Office 製品であれば、どのアプリケーションでもプログラミングが行えることに気付かせた。

5.5 文字の置換

Word VBA の学習の柱の 1 つが「文字の置換」である。新しいものを開発するという考え方もあるが、こ

こでは Word に含まれているツールの内部を自らが記述する学習とした。どのようにアプリケーションが工夫されているかを知り、プログラムの内部を理解する学習につながった。一般的に長い文章を作成するときには「誤字」「脱字」が多くなる。そこで活かされるのが「文字の置換」機能である。「文字の置換」についてマクロを作成すると作業の効率が良くなることに加え、効率的にするための考え方を学ぶ機会となる。基本的な文字の置換を行った後は、「1 行目を太字にするマクロ」「太字を戻すマクロ」「文字置換のマクロを作成」「半角を全角にするマクロ」「半角にするマクロ」「全角数字半角変換するマクロ」「全角英字を変更するマクロ」を行った。どのプログラムも既にツールとして存在しているものであるが、自ら命令を与えることで、プログラムを改良するという次のステップにつながると考えた。全角変換に関しては 2 種類の方法を実施し、処理の違いについて確認した。具体的には「.MatchWildcards = True」という、ワイルドカードを有効にしたプログラムと、そうではないプログラムを実行させ、プログラムの比較実験を行った。

5.6 マージのマクロ

Visual Basic for Applications の学習の 2 つ目の柱は「マージのマクロ」である。Word VBA を活用した、中学生の課題としては、難易度の高い学習課題である。この学習は、本校中学 2、3 年生、高校 2 年生で実施している校外学習に結び付けることができる。具体的には、毎年班ごとに作成している校外学習の報告書を、マージのマクロで学年全体を結合させている。バラバラのデータを集め、約 80 頁のデータを瞬時に結合する技術を目にすることにより、生徒は「効率化」を考えるようになる。本格的に Word VBA の威力が発揮され、実用的なプログラミングであると考えられる。

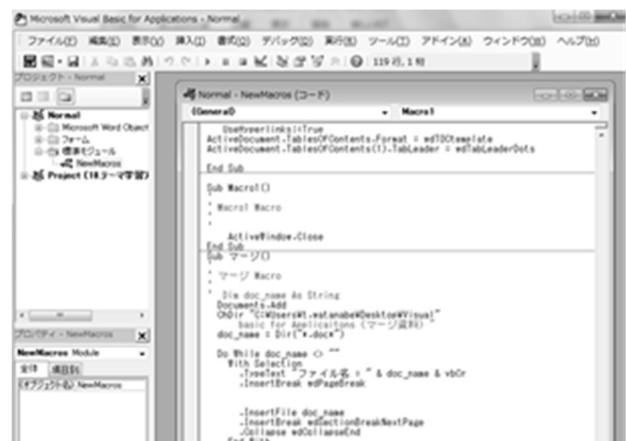


写真 14 Visual Basic for Applications

実習の際には、事前にマージさせるための資料を教員が用意しておき、その資料をマージさせた。報告書を作成する場合、マージをしなければ、1班1班コピー&ペーストを繰り返していかなければならないが、ファイルを整理し、VBAを活用すれば瞬時に作業を行うことができる（但し、正確にマージさせるためには様々な工夫が必要となり、今回の学習ではデータをつなぐということの説明止まりであった）。マージのマクロを経験した受講生徒の多くは、自分の作ったデータが一瞬で結合されたことに感動し、VBAの活用方法の一例を理解していた様子が見られた。

5.7 Excel VBA、Access VBA へのつながり

最後に学習のまとめとして、VBAの考え方について生徒に伝えた。ここでは、VBAが本当に力を発揮するのはExcelそしてAccessであるということ伝えてある。実社会の中でExcel VBAやAccess VBAは効率化を図る意味でも実用的である。今回Word VBAを用いたのは、学習者の発達段階、学びの深め方を考慮したものであり、本来的にはExcel VBA、Access VBAの学習が望ましい。テーマ学習での学習はWord VBAで行い、最後に「何に学習が繋がっていくか」を教師が補足する形をとった。

6 授業評価・アンケートの実施

全17時間のテーマ学習を終えた後は、授業評価として、Microsoft Formsを用いてアンケート調査を行った。ここでは3つの質問について、平成29年度、平成30年度受講生徒全員の意見を紹介する。

写真 15 Forms

質問 1 : テーマ学習の受講理由を教えてください。

【平成 29 年度受講生徒 10 名】

- ・プログラミングに興味がありテーマ学習がとてもいい機会だと感じたため。
- ・将来就きたいと思っている職業に結び付くと思ったから。
- ・プログラミングを少しかじっていたのですがライントレースカーをプログラミングで動かすことという事はレゴでしかやったことがなく、興味を持ったので受講しました。
- ・機械いじりが好きなので、プログラミングにも一定の興味があった。小学生のころに1回かじったときに興味を持ったが、そのころは将棋やら何やらで、深めるまでには至らなかった。そのため、今の時期に再チャレンジして、知識を深めたいと思ったため。
- ・プログラミングの技術を学ぶこと。
- ・プログラミングには少しも触れたことがなかったもので、いい経験になると思ったから。
- ・パソコンに関心があり、様々なアプリケーションを使えるようになりたいと思ったため。また、G Suiteなどと比較しつつOffice365を使ってみたいと思ったから。
- ・それまでは全くやったことがなかったプログラミングというものを体験してみたかったから。
- ・プログラミングに初めて興味を持ったのは2017年の4月くらいなのですが、どのように初めていいかが分からず特に何もしていなかった時にテーマ学習でプログラミングを扱う講座があると分かったのでこれはスタートするいい機会になるかもしれないと思い受講しました。
- ・プログラミングがどんなものなのか興味があったから。

【平成 30 年度受講生徒 10 名】

- ・おもしろそうだと感じた。また、父がプログラミング系統の仕事をしているので惹かれた。
- ・独学で勉強してきたので、ほかの人と同じコードを書いたり、システム開発者の方にあたり、ハードウェアの制御を試みたかったから。
- ・プログラミングに興味があったため。
- ・物理的なものをプログラミングで制御するのは面白そうだったから。
- ・プログラミングの基本的な原理や、どうやってライントレースカーを動かすかなどの構造を知りたかったから。
- ・プログラミングというものに関心はあり、自分でやろうと思ったが、ネットで見ても情報がありすぎて、

始めるまえにあきらめてしまった。今回この講座のことを知って、再度やってみようと思った。

- ・小さいころに父に教えてもらってやっていた VB を扱うとのことだったので、再びやってみたいと思ったから。さらに、これからの時代でプログラミングについてある程度の知識を持っているということはどの場面においても有利になると思ったから。
- ・もともとロボティクスに興味があり、将来もそれに関係した職業に就きたいと考えているから。
- ・ロボットの感覚でなにかを自分の手で動かせるのが楽しそうだったから。
- ・今までプログラムに関することを全くやっていなかったが、将来必要になると思った。このテーマでは分かりやすくゆっくりと教えていただけるということで、受講したいと思った。



写真 16 Forms を用いてアンケート調査

質問 2 : テーマ学習で得た成果をどのような場で活用したいですか？または、活かせると思いますか？

【平成 29 年度受講生徒 10 名】

- ・また違った形でプログラミングをするときに今回学んだ知識や感覚を活かしたいと思った。
- ・大学やその先でマクロを組んだりもっと高度なシミュレーションをしたりするのに活用したいです。
- ・これからのパ研（パーソナルコンピュータ研究部）での部活に役立つかはわかりませんが、家は Visual Studio なのでどんどん活用していきたいです。
- ・今回の体験で、自分でもプログラミングをやってみる気になったので、自分のパソコンを新しく買ってプログラミングを本格的に始めてみようと思った。様々な事柄において実際にやる前にシミュレーションできる点や、難解な計算などをコンピュータに行わせることができるようになりたい。
- ・プログラミングの技術を学ぶために参加しましたが

細かい技術よりも考え方のほうが今後役に立つと思った。

- ・将来プログラマになるわけではないにしても、プログラミングの技術を少しでも身に付けたことは自信になった。また、プログラムを自分なりに工夫するうえで発想力が鍛えられたように思うので、将来どの仕事に就いても活かされると思う。
- ・プログラミングそのものについては「マクロ」などの限られた場での活用になると思われるが、学習を通じてえることができた物事の見方などは今後大いに役立ってくると思う。
- ・将来、様々な形でパソコンを使う時に Office365 に慣れていくほうがよいので、今回のテーマ学習は役に立つと思う。
- ・基本的なプログラミングの考え方を学んだのもっと知識をつけてより高度なプログラムをかけるようになっていきたいです。
- ・鉄道部品をプログラミングで動作するように改造したい。あとは高 3 文化祭でプログラミングの力を活かせるといいなと思う。

【平成 30 年度受講生徒 10 名】

- ・文化祭などの作業で活用したい。
- ・Teams。
- ・活用はしてみたい。
- ・パ研（パーソナルコンピュータ研究部）でドローンなど何かを制御して文化祭などで実演をすることを少し考えているので、その参考になったと思う。また、プログラミングの教え方なども（新入生に教えるときなどのために）参考になった。
- ・ほかに受講した虎の穴（SSH 講座）とも関連して、プログラム関連はもちろん、オンラインでのプレゼンなど幅広く活用できると思う。
- ・これからどのような場面でプログラミングを使うか定かではないが、マクロなど IT 関係の仕事にも役立つようなこともできるうえ、元々知らなかったので、可能性が広がったという点から、とても有意義だった。
- ・今現在将来の夢は未決なのですがもし、将来 IT 業界に進むことになったとき 0 からのスタートではなくある程度積み上げたプログラムの知識があれば勢いになると考えています。
- ・VBA は自分のパソコンに入れて普段から使っていく予定だ。また、今回ある程度 VB が使えるようになったので、もっと使っていこうと思った。
- ・自分でなにかしら電子制御のものを作ってみたい。

プログラミングはある程度勉強したのでいけると思うが電子回路は2学期にやって以来なのでこれから勉強していきたい。

- 特に Word で使えるマージは、普段のレポートの作成でも大いに助かる機能なので、できれば積極的に使用していきたい。

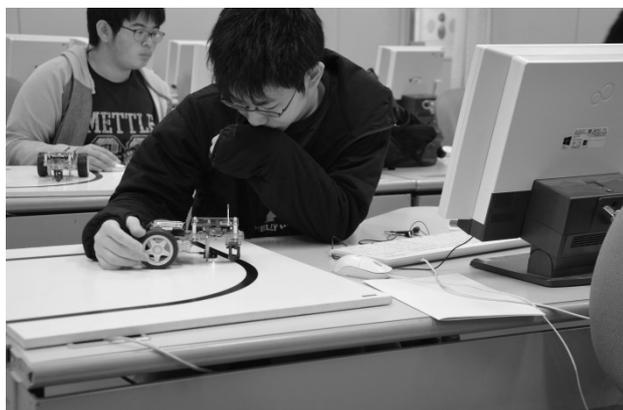


写真 17 ライトレースカーの仕組みを分析

質問3：テーマ学習を終えた感想、意見などをできるだけ詳しく書いてください。

【平成 29 年度受講生徒 10 名】

- 理解できてなくてついていけなかったときに渡邊先生や杉田さんに個人的に教えていただいてとても分かりやすかったです。パソコンなどの環境はもちろんいろんな発想を持っているほかの受講者の意見も聞くことができとても恵まれた環境だと思いました。今回の講座で得た知識をプログラミングではないにしてもどこかで活かしたいと思いました。ありがとうございました。
- プログラミング、とても複雑で難しいものと思っていましたが、原理を理解していくと比較的容易に理解できたので敷居が下がりました。これをきっかけにさらにプログラミングを学んでみたいです。
- 最初はあまり深く考えずどうせ倍率高いので当選しないと思いながら希望を出したのですが、いざやってみるととても面白かったです。プログラミングに対する造詣が深まったうえ、先生方も僕もあまり気にしていなかったのですが、タイピングの速さがいつの間にか速くなったと思いました。3つの講座はどれも面白く参考になりました。ありがとうございました。
- 充実したテーマ学習で、17時間で終わってしまうのがもったいなく感じた。これからも機会があればこのような企画に参加したい。また自分でプログラミ

ングをやってみて、いよいよ知識を深めていきたい。

- 17時間とかなり長い期間があったので、かなり深めることができたと思う。慣れていなかったなので office の機能を生かしきれなかったのが残念でした。
- 毎回、授業のペースに追いつくのに必死だったが、それこそが本当に自分のためになっているように感じた。苦手なことにあえて挑戦したからこそその達成感のようなものを終えてみて改めて感じている。新たな視点を得ることができよかった。
- まったく別のものにとらえていた Adobe の *illustrator* などとも、「同じ条件で複数ものを選択する」など、似ている部分が多々あることに気づくことができた。また、パソコンについて多くのことを知れたので、この講座を受けた目的を達成することができたと思う。
- 0からの出発だったのでとてもやりがいがあった。うまくいかないこともたくさんあったが、その分自分の思い通りにプログラミングが動いたときは達成感が大きかった。また、完成後も自分で新しい要素を考えて付け足してゆくの面白かった。さらに、ライトレースカーのときは、自分だけのプログラムで人のものと対戦できたので楽しかった。
- 1回目の講座の後夏くらいからは自分でプログラミングの勉強を始め、また2学期の技術の授業でもコンピュータを扱ったのでそれらが同時並行でかなり勉強になったと思います。
- 半年前はプログラミングの知識が全くなかったのに今では高級言語を使ってプログラミングができるようになった。こんなに早いうちにプログラミングに触れられる機会を作っていただいて感謝している。将来プログラミングの力を必要とする仕事に就くかは分からないが、プログラミングの考え方や発想を生活に生かしていけたらいいなと思う。



写真 18 プログラムの改良

【平成 30 年度受講生徒 10 名】

- 受けてよかったと強く感じた。ぜひこんな感じの授業を続けてほしい。
- コードを書くときの自信が上がったと思う。
- 楽しかったです。全体的に面白かったので良かったです。
- とても楽しかったがもう少し時間があれば、より深いことまでできて面白かったのではないかと思った。
- とても楽しかったです。特に実際に無線でトレースカーを動かして、センサによって止まったときは感動しました。虎の穴 (SSH 講座) ともつなげて将来おそらくかなりの分野で役に立つものだと思うので、これからもプログラミングを楽しんでやっていきたいです。2 学期間ありがとうございました。
- 実際に機械、プログラミングの設計をした方の話を聞いて、なぜこうしたのかや、あり得るすべての事態を考えていることを知った。普段使っている機器もいろいろな試作を経ていることを実感し、自分も作りたかった。
- 私は非常にタイピングが遅いのですが、文量が多くてコピーペを使えて非常にありがたかったです。将来この学習で得た知識が役立ってくれるとうれしいです。ライントレースカーの反応もとてもよかったのでスムーズに動かすことができました。渡邊先生、ありがとうございました！！
- 今まであまりハードとソフトを両方いじる機会は少なかったが、同時にやるならではの難しさが分かり、また、回路の部分にも興味がわいたので、もっとハードを勉強して、両方わかるようにしたい。また、今回使ったライントレースカーはまだまだたくさんの方ができそうだったので、個人的に購入したいとも思った。テーマ学習は新たな発見や驚きがあり、これからの学習や将来にもつながりそうでとても有意義だった。先生方、長い期間ありがとうございました。
- M 君が言っていたがボードのラインをもっと増やしてほしい。色々アイデアが湧いていいと思う。テーマ学習を完走した感想だが、とても貴重な体験となった。技術の活用の仕方、その楽しさを教えるために広範囲にカリキュラムを組んでくれてありがたかった。自分の勉強へのモチベーションも得られて良い機会になった。重ね重ねになるんですが 1 年間本当にありがとうございました。
- アンケートにも書きましたが、以前抱いていたプログラミングに対する怖さのようなものが、実際に扱

ってみて和らいだと思います。LTC はガチガチにコードを打ち込むというより、自分の思い通りの動きができた時の面白さや達成感があって、楽しみながら取り組むことができたので、今後のテーマでも扱ってほしいです。

7 おわりに

7.1 Visual Basic から視る教育の可能性

最後に、本実践からわかったプログラミング教育への示唆を述べてまとめとしたい。現在プログラミング教育の必要性が広く叫ばれているが、本研究では Visual Basic を柱とした「実機の制御」「ゲーム開発」「VBA」という 3 つのプログラミングの視点を変えた授業について提案してきた。

Visual Basic は初学者にとって学びやすく、一方で実用的なアプリケーションを開発することも可能である。また、プログラミングの学習は言語を覚えることではなく、プログラミングの考え方を学ぶものであると捉えれば、初学者向けの言語をあつかうことは有効であったと考えている。

今回、テーマ学習で行った導入題材は Visual Basic を利用したライントレースカーの計測・制御の学習であった。これまでの、ライントレースカーなどの計測・制御学習では専用のプログラム (主に Graphical User Interface) で制御する教材が多数見られていたが、本プロジェクトのメンバーがインタフェースの開発、制御モジュールの開発を行ったことで、開発向けツール (Visual Basic) での制御が可能となった。実機をプログラムで動かすことは、直感的にわかりやすく、自分で作成したプログラムで電子機械が動くことは、生徒の印象に残り、次の学びにつながりやすい。

実機での制御の後は、ゲーム開発に題材を発展させ、プログラミングにおける視点を変えた授業を行った。ゲーム全体の構造を理解する必要があるものの、これまで学んできた Visual Basic での学習が可能となる。また、ゲーム開発はライントレースカーの計測・制御以上にプログラムを拡張しやすく、様々な可能性を持っていることがわかった。

VBA の学習では、実用性というキーワードが加わり、生徒にとっても目的がわかりやすい題材であった。特に Word VBA では、文字置換とマージの取り組みにより、Office 製品の効率化を知り、ライントレースの計測・制御、ゲーム開発とも違う視点でプログラミングを学ぶことができた。VBA で行うアプリケーションの

開発は、最も Visual Basic の基礎的学習を活かせる題材であると考えられる。

7.2 Visual Basic を柱とした一貫性

本取り組みは Visual Basic を柱として、プログラミングの視点を変えた授業を実践してきた。Visual Basic は初学者にとって学びやすいことに加え、汎用性のあるプログラミング言語であるため、様々なものにつなげやすい。今回、Visual Basic で行ったものとして、「文字の表示」「計算のプログラム」の基礎学習を行ったうえで、「実機の制御」「ゲーム開発」「VBA」の学習を進めてきた。これらの学習は、内容を広げること、深めることがいくらかでも可能である。Visual Basic を取りあつかう場合、広範囲で、学びやすい教育活動ができると考えられる。

また、終始 Visual Basic で授業を展開したからこそ、これだけ視点を変えて進めることができたと考えている。もし、これを Ruby や Python など、プログラミング言語を変えながら進めていった場合、学習内容が多くなり過ぎてしまい、何を学んでいるかわからなくなる可能性がでてくる。プログラミングの視点を変えろという意味では、Visual Basic で一貫して進めたことで、プログラミングの考え方の学習に焦点ができたと考えられる。

さらに、Visual Basic は汎用性があり、わからないことは自分たちで調べることが容易にできる。加えて、Visual Basic で実現できることは、「計算のプログラム」、「実機の制御」、「ゲーム開発」「VBA」全てにおいて、そのまま記述することができる。開発向けツールを用いることで、世界中で使われている記述方法やプログラミングの考え方で進めたことは、一貫して Visual Basic を活用した成果であった。

7.3 Visual Basic から Visual C#への展開

今回は Visual Basic を柱とし、初学者でも学習しやすい環境を用意した。しかし、プログラミング教育のさらなる可能性を考えるのであれば、この学習から Visual C#や Visual C++につなげていくことが望ましい。Visual Basic でも実用的なものが制作可能であるが、より細かいもの、より発展的なものを制作するときには Visual C#などのプログラミング言語のほうが適している。Visual Basic はプログラミングを学ぶ第一歩であり、今回提案した単元はそのためのものであると考えられるし、全 17 時間の長時間であっても、プログラミングの基礎に過ぎないと考えている。

今回行った、「実機の制御」「ゲーム開発」に関しては、そのまま Visual C#で実現することも可能であり、

同じ手続きをとって学習する場合、難易度もそれほど変わるものではない。初学者にとって学びやすいものが Visual Basic であって、プログラミング言語だけ変えればよいのである。Visual Basic をきっかけとしてプログラミング学習を広げていくことは、効果的であると考えられる。

7.4 プログラミング教育の方向性

テーマ学習で実施した、Visual Basic で進めたプログラミング学習全体の実践から、プログラミング教育に必要な考え方や方向性がわかった。

第 1 に、プログラミング学習では経験を積ませることで、その世界観に引き込むことが可能になることがわかった。また、学習を進めるにつれプログラミングの考え方を学ぶことがわかった。そのため、ライントレース制御、ゲーム開発、VBA と様々な形で経験させることは有効であった。

第 2 に、様々な経験を積み、内容を深めていくほど、学習者はプログラミングの幅の広さを学ぶことがわかった。特に着陸ゲームや VBA の学びには上限がなく、創意・工夫の観点で大きな可能性を持っていた。受講者は、講座内の内容は十分に理解できたとしても、プログラミングそのものについての考え方の幅の広さを感じている生徒が多く見られた。このことから、小・中・高などにおいて、長期的なプログラミング教育が求められる。

第 3 に、中等教育において高級言語をあつかうことで、プログラミング学習が発展的になることがわかった。今回は開発向けツール (Visual Basic) を用いたが、プログラミング言語を直接あつかえるため、プログラムの仕組みがわかりやすい。現在、初等教育中心として、プログラミング的思考の育成を中心に学習が進められているが、生徒の発達段階、知的好奇心に合わせながら、少しでも高級言語にふれる授業展開が望ましいと考えられる。

【参考文献】

1. 渡邊隆昌. 筑波大学教育学会自由研究発表. 「ソフトウェア開発環境 (Visual Studio) を活用したプログラミング学習の実践」. (2018.3.10.筑波大学附属駒場中・高等学校)
2. 次世代の教育情報化推進事業 (情報教育の推進等に関する調査研究) 成果報告書. 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイナー—平成 29 年度情報教育推進校 (IE-School) の取組より—. 文部科学省.