

高等学校産業科における3学年同時のドリトル によるプログラミング実習

西野洋介[†] 兼宗進^{††} 早川栄一^{†††}

本報告では、高等学校産業科において3学年同時に行った、ドリトルを用いたプログラミング実習の内容、結果および考察について述べる。産業科における従来のJava言語を用いた演習では、プログラミングが苦手なままの生徒が多いという問題が生じていた。これに対して、ドリトルを採用した演習を全学年に対して行った。その結果、課題への関心や意欲の点で向上すること、および他言語で実習済みの高学年の生徒ほど、課題に対してより意欲的に取り組むことが明らかになった。

Experience of Dolittle Programming Practice for three Grade Classes in A Science and Industrial high school

Yosuke Nishino[†] Susumu Kanemune^{††}
and Eiichi Hayakawa^{†††}

This paper describes the curriculum, the result and the consideration of programming practice to all grades simultaneously in newly founded science and industrial high school. There is a problem that many students remain weak in programming by previous Java based practice. Therefore, we practiced all grades using Dolittle programming language. As a result, it was clear that attention and motivation to issues were increased and higher-grade students who were previously practiced using other programming language become more ambitious to the practice.

[†] 東京都立八王子桑志高等学校
Hachioji Soshi High School

^{††} 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

^{†††} 拓殖大学
Takushoku University

1. はじめに

本報告は新設された東京都立八王子桑志（そうし）高等学校産業科における3学年同時のプログラミング実習を行った報告である。同じ実習内容を3学年同時に行うことで講義後の結果に大きな違いが現れた。これらは学年差や経験によるものと推測されるが、実習後の経過に共通する点が見られた本稿では実践の内容、結果や得られた知見、共通点を考察し、導き出された仮説について延べる。

2. 従来の授業

2.1 高等学校産業科

高等学校産業科はキャリア教育を重視し、「ものづくりから販売まで」を目標とし、ものづくりの基礎的技術の学習に加え、生産、流通、消費の各過程の関連性をあわせて学ぶことを目的としている。

都立八王子桑志高校は今年で開校4年目であり新たに産業科を設置している。産業科にはデザイン、クラフト、システム情報、ビジネス情報の4分野があり、本実践はシステム情報分野にて行った。システム情報分野ではソフトウェアを中心とした学習および基本情報技術者等の資格取得を目指し授業を構成している。

本校システム情報分野へ入学希望する生徒はソフトウェア学習の意欲が高く、ほとんどの生徒が第一希望で入学している。従来の都立高校における専門課程に入学する生徒と比べ、格段に意欲が高いことが違いとして見られる。しかし、これらの生徒が入学後、プログラミング実習等において、ソフトウェア特にプログラミング嫌いになってしまう例が多く見られた。その原因として、学校目標と実践のずれや、人的資源の不足、カリキュラムの変更等があり、新設校ならではの問題点が挙げられた。専門高校において、専門分野の苦手意識は生徒にとって非常に大きな痛手であり、ともしれば進路活動にも大きな影響を及ぼす可能性がある。

産業高校を含む工業高校や商業高校などの専門高校では普通教科の他に専門教科を多く行っている。その割合は学校によって差異はあるが、概ね普通教科6：専門教科4程度である。専門教科では理論を学ぶ座学と共に、実践力を学ぶ実習科目に多く時間を費やしている。実習科目では実際に手を動かし、理論の確認や技能の習得はもちろん、課題解決力の育成や生活習慣の徹底、報告書の書き方など、その活動を通じて様々な能力の習得を目的としている。

2.2 問題分析

このように、専門高校では専門分野の比重を多くとっているため、生徒が専門分野への興味、意欲をなくすことで、学校生活への大きな痛手につながることも多くある。

特にプログラミング教育では、導入時のプログラミング経験によってその後の意欲に大きく左右する場合が多い。

本校の場合、生徒はプログラミングへの意欲を持って入学するが、導入段階のプログラミング実習においていわゆるプログラム嫌いになってしまい、学校生活そのものへの意欲をなくしてしまった生徒の例もあった。専門高校では教科情報等とは違い、3年間にわたり全体の4割程度授業時数を確保しているため、導入期でのつまずきはその生徒の進路活動も含めた人格育成に大きな影響を与える。

これらの導入期つまずきを起こす原因は多々あるが、導入期、特に初めて触れるプログラム言語の印象が大きく影響していることがあげられる。導入期において、プログラミング経験のない生徒に対しJAVAやC等の複雑なプログラム言語を利用することでプログラミングへの抵抗感や拒否反応を示す例が多く見られた。特に生徒の印象として多かったのが次の意見である。

- ・ 英語による入力がわかりにくい
- ・ コンソール等の使い方がわかりにくい
- ・ 動きが少なくつまらない
- ・ 苦労してたくさんコードを書いても地味な結果にしかならない
- ・ オブジェクト指向の考え方が理解できない

これらの意見からもわかるように、JAVAやCではそれぞれ特有の学習の困難要素があり、これらの要素が生徒のプログラム嫌いを加速させていると考えられる。教員は導入時の興味付けや課題設定において様々な方法で生徒のプログラム嫌いを避けようと努力しているが、言語特有の困難さ自体の解決にはならず、プログラミングセンスを有している生徒や興味強い生徒のみが理解でき、多くの生徒をプログラム嫌いにならないという問題解決には至っていない。

また、中学校等における若干のプログラミング経験のある生徒は、より実践的なプログラミング作業経験によって思い描く理想と現実が大きく異なっている場合があげられる。特に本校の例ではゲーム作成などに興味を持った生徒が多く入学するが、自分の思い描いている理想的な開発と、現実のプログラミング作業とのギャップに悩まされる例が多く見られた。

3. 実習の内容

3.1 実践内容

本報告ではこれらの問題点から、1, 2, 3学年同時にドリトル1)を利用した。ドリトルは兼宗と久野が開発した教育用のプログラミング言語であり、初心者への意欲を保ちながらオブジェクト指向を含むプログラミングを学習できる。ドリトルは日本語に

よってプログラミングできるので、初学者の興味を大きく引くことができるうえ、音楽等も簡単に扱うことができるため、本授業において採用した。

今回は、1学年にはプログラミングの難しさ、2, 3学年にはもう一度プログラミングの楽しさを伝えることを目的としてプログラミング実習を行った。実習の詳細な内容を次に示す。

- 実践校：東京都立八王子桑志高等学校産業科システム情報分野
- 実践対象：1学年35名、2学年32名、3学年34名 計101名
- 実習時間：4コマ連続を2週 計8コマ
- 実習内容：ドリトルを用いてゲームを作る（宝探し）4コマ
ドリトルを用いて音楽を作る（作曲）4コマ
- 展開：1クラス3展開（1班11～12名）による
- 使用テキスト：ドリトルで学ぶプログラミング-グラフィックス、音楽、ネットワーク、ロボット制御2)
- 評価方法：実習中の様子およびレポート提出による

本授業のねらいはプログラミングへの抵抗感を排除し、プログラミングの楽しさを実感させることにある。1学年にとっては初めてのプログラミング作業になる生徒も多く、プログラミング嫌いにならないように配慮する必要があった。また、2, 3学年はJAVAによるプログラミングの体験を行っているが、この段階において難しい、向いていないという先入観や抵抗感を持っている生徒が多いため、同じタートルグラフィックスを用いて作業の楽しさを伝えることに重点を置いて行った。

ゲーム、音楽両テーマもソフトウェアによるものづくりの楽しさを伝える導入として授業を設定しているため、オブジェクト指向の概念的な理解にとどめ、複雑な文法、アルゴリズムといったものは意識せず、生徒の自由な発想で作品を作成することを意識している。

3.2 宝探しゲームの授業内容

宝探しゲームを作る授業では、まず日本語でプログラミングできることを伝えることでプログラミングは難しそうというイメージを拭き去った。英語が苦手な自分でもできそうだという興味を引いているうちに、亀を題材にして簡単に、自分の思ったように両面上で動かすことを体験させる。この過程において、オブジェクト指向の概念を説明した。クラスをたい焼きの金型、オブジェクトをたい焼き本体に例えて説明することで理解しやすい様子がうかがえた。

次に、図形を描く操作を説明した。この過程において数学的思考力の重要さと、アルゴリズムの概念に気づいた生徒が多かった。さらに他のオブジェクトを操作する方

法を説明した段階で、宝探しゲームの説明を行った。この段階になるとほとんどの生徒が能動的、意欲的に作業を行っている様子がうかがえた。

最後に課題を与え、創意工夫によるゲーム作成を行った。キャラクターを変身させる、衝突ルールを変更する、宝を動かすといった工夫が見られた。ここまでの過程を4時間で行った。

授業で用いたサンプルプログラムを図1に、実行画面を図2に示す。

```
// タートルを操作する (ステップ1)
カメ太=タートル! 作る。
左ボタン=ボタン! "左" "LEFT" 作る。
左ボタン: 動作=「カメ太! 30 左回り」。
右ボタン=ボタン! "右" "RIGHT" 作る。
右ボタン: 動作=「カメ太! 30 右回り」。
// タートルを前進させる (ステップ2)
時計=タイマー! 作る 200 回数。
時計! 「カメ太! 10 歩く」実行。
// 宝物を画面に置く (ステップ3)
宝=タートル! 作る "tonbo.gif" 変身するペンなし。
宝! (乱数 (600) -300) (乱数 (300) -150) 位置。
宝! 作る (乱数 (600) -300) (乱数 (300) -150) 位置。
宝! 作る (乱数 (600) -300) (乱数 (300) -150) 位置。
// 宝物を拾う (ステップ4)
カメ太: 衝突=「| 相手 | 相手! 消える」。
```

図1. 宝探しゲームのプログラム

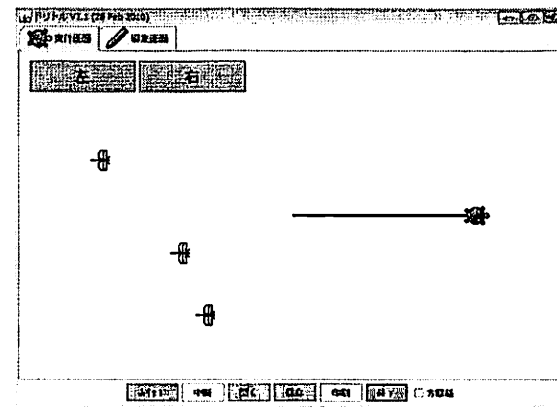


図2. 宝探しゲームのスクリーンショット

3.3 音楽作成の授業内容

一方、音楽をプログラミングする授業では、プログラムによって音を簡単に操作できる事を伝えることで、生徒の興味を大きく引くことができた。しかし若干の生徒は音楽を経験したことがない、音楽が苦手な生徒がおり、これらの生徒へのフォローが必要であった。

前回のオブジェクト指向の概念を踏まえつつ、音楽をオブジェクトとして扱うことを自然に理解している様子がうかがえた。様々なメロディを重ねあわせたり、輪唱を行ったり、ボタンによる音の操作を行った。これらの作業を2時間で行ったあと、作曲もしくは自分のテーマの曲を作成させた。この作業では普段音楽に触れている生徒は非常に意欲的に作業を行っていたが、音楽への興味がない生徒は課題曲を若干変更するのが精一杯の様子であった。何人かの生徒はグループでパートごとに作成し、最後にマージする作業を行っていた。これらの生徒は実習後も自宅にて作業を行い、大きな作品を作成していた。これらの生徒達は、プログラムによって音楽を扱う楽しさを覚えたようであったが、ドリトルによる作曲の限界を知り、より専門的な音楽作成ソフトウェアへの興味を示していた。これらの過程を4時間で行った。

音楽作成の授業で用いたサンプルプログラムを図3に示す。

きらきらぼし=メロディ!"ドソソララソ〜ファファミ
 ミレド〜" 作る。

きらりずむ=ドラム!"ドツタツドツタツドツタツドタ
 ツドツタツドツタツドツタツクチパン" 作る。

マイバンド=バンド! 作る。
 マイバンド! (きらきらぼし) 追加 (きらりずむ) 追加。
 マイバンド! (60) テンポ演奏。

図3. 音楽作成のプログラム

4. 授業結果

4.1 教員から見た成果

ここでは授業を通して得られた成果について述べる。

● 高い意欲

ドリトルを用いたプログラミング実習は、他の言語とは違い、生徒の学習、理解への高い意欲が見られた。特に普段プログラミング作業が苦手だと言っている生徒や、完全に嫌いになっている生徒も、能動的に作業を行っている様子が見られた。

● ゲーム作成への関心

プログラミング実習を行うにあたり、ゲーム作成を通じてプログラミングの理解を促した。他の言語でも共通するように、専門高校に入学する生徒の多くがゲーム作成に興味を持っており、ドリトルを用いたゲーム作成への関心の高さがうかがえた。特に、日本語によって簡単に短時間でできるという要素が大きく、自宅でも自主的にやってみようという意見が見えた。

● 課題への意欲

実習テーマの終わりに課題を出題し、自宅や放課後に作業を行う際に、他の実習テーマでは見られない課題作成への意欲が見られた。特に機材も必要なく、誰でも自宅でインストールし楽しめるという要素も作業意欲の向上につながった要因であると考えられる。

● 効率的に作業する方法を自分で考える

実習が進むにつれ、入力の手間や効率的にコーディングを行うためにはどうすればよいかということ自ら考え、試してみる様子が見られた。実習中は自ら考えることを促すため、あえて効率的な方法は教えないを行っているため、これらの行動はドリトルへの関心の高さが見られるものと考えられる。

● 理想と現実のギャップに気づく

ゲーム作成への関心の高さを見せる一方、簡単なゲームでも大きな労力や工夫が施されていることに気づく生徒が多く見られた。簡単な動作ひとつを見ても、スムーズに見せるためにはどうすればよいかといった工夫ができず、思い描いている理想的な動きに反し、本人から見てつまらないゲームにしかならない作品が見られた。これらの生徒は利用者としての視点ではなく、開発者としての視点を通じて作品に触れることができ、多くのことを学んだように見えた。

● 数学力の重要性を実感

プログラミングにおいて、論理的思考力だけではなく、数学力の重要性を実感する生徒が多く見られた。例えば、星を描くアルゴリズムをとっても、星の外郭が数学的に求められず、試行錯誤の結果、近似値を求めていく生徒が多く見られた。

4.2 生徒の感想

ここでは授業後のレポートや、授業中の雑談等を通じて得られた感想について述べる。

- 今までわからなかった他の言語の意味が今になって理解できた (3年生, 2年生)
- もっと早くドリトルを体験したかった (3年生)
- 他の言語に慣れていると日本語での入力は文法がややこしいと思った (2年生)
- ゲームを作るのがこんなに難しいとは思わなかった (1年生)
- プログラム言語もプログラムで作られていること知った (1年生)

また、授業内容に肯定的、否定的な意見、感想の学年ごとの分布を表1に示す。

表1 各学年における授業の感想分布

		1学年	2学年	3学年
肯定的	人数 (名)	26	28	30
	割合 (%)	74	87	88
否定的	人数 (名)	2	4	3
	割合 (%)	6	13	9
どちらでもない	人数 (名)	7	0	1
	割合 (%)	20	0	3

この分布からも分析できるように、学年が上がるにつれ肯定的な意見を述べる生徒が多い。これらの原因として、初めてプログラミングを行う生徒がドリトルに触れた

場合よりも、他の言語を経験してからドリトルに触れることでよりプログラミングへの興味、意欲が高くなることが考えられる。

また、1 学年の「どちらでもない」という意見が多く見られるのは、1 学年はプログラム学習を初めて経験する生徒が多く、ドリトルのほかに比較する対象がないためだと考えられる。

5. 学年ごとの違い

5.1 生徒の前提知識、実践前の印象

ここでは学年ごとの生徒の前提知識及び実践前の様子を次に示す。

●1 学年

初めてプログラミングを学ぶ生徒がほとんど
“プログラムってどういうものだろう?”という期待が大きい
ゲームを作ってみたい

●2 学年

1 学年時に JAVA (タートルグラフィックス) を体験
プログラムは難しいという偏見を持っている
自分には向かないという生徒も多い
理想と現実との差が大きく、挫折している生徒もいる

●3 学年

2 学年時に JAVA (タートルグラフィックス) を体験
プログラム嫌いも多い
進路活動への影響も出ている (ソフトウェア産業ではないところへ)

5.2 学年ごとの実践後の経過

3 学年同時同内容のプログラミング実習を通じて、学年や前提知識によって生徒のその後の経過に大きな差が見られた。

前提知識を持たない 1 学年の生徒はプログラミングを難しいと感じる生徒が多かったのに対し、一度複雑な言語を経験している 2, 3 学年の生徒は思っていたより簡単だったと感じている生徒が多い。これらの結果を踏まえ、本実践後、C 言語や JAVA 言語をプログラミング実習で行ったところ、生徒の意欲に大きな違いが生じた。

1 学年の生徒たちはドリトルから JAVA への移行に非常に戸惑い、苦勞している様子が伺えた。オブジェクト指向の概念が理解できず、人力言語の違いやユーザインタフェース、文法といったあらゆる場面で開発の難しさを実感している様子が伺えた。

一方、2, 3 学年の生徒は JAVA を経験してからドリトルを経験することで、JAVA

の意味を理解し、プログラムの共通性を見出すことができている生徒が多くみられた。さらに、その後もう一度 JAVA を経験することで、1 学年とは違い、今までプログラミング学習の意欲がなくなっていた生徒も、意欲的に JAVA を理解しようとする姿勢が見られた。

5.3 プログラミングの導入教育における仮説

本授業において、3 学年同時同内容の実践およびその後の経過から、次の仮説を見出すことができる。「

簡単な言語→難しい言語

よりも

難しい言語→簡単な言語→難しい言語

といった順にプログラミングを経験することで、より理解を促進することができる。」というものである。

この仮説が正しいとすれば始めに経験するプログラム言語の難しいという意識をどこまで持たせ、その反動による簡単な言語での気づきをどのようにもたせるのか、という点について詳細に分析することが必要である。

6. まとめ

本報告では新設された高等学校産業科において、3 学年同時同内容によるドリトルを用いたプログラミング実習の実践と、実践結果から見られた仮説について述べた。本実践においては、導入教育においてプログラミングへの意欲、関心を高め、プログラミング嫌いを育てない、プログラミング嫌いを直すことが目的である。今回の本校における実践において、専門高校でのプログラミング導入教育において、専門性を高めると同時にプログラムへの抵抗感をなくすことの重要性を確認すると共に、プログラミング嫌いの生徒をプログラミング好きにしたことは大きな成果であった。また、これらの実践からある共通点を見出し、プログラミング教育における仮説を立てることができた。3 学年同時に同内容の実習を行うことは新設校特有の立ち上げ期での試みであり、これらの実践を行える環境は非常に稀である。この経験から本仮説を導き出したことは大きな成果であり、引き続き上述の仮説の立証を行うことがある今後の課題である。

参考文献

- 1) 兼宗進, 御手洗理英, 中谷多哉子, 福井眞吾, 久野靖: 学校教育用オブジェクト指向言語「ドリトル」の設計と実装. 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.SIG11, pp78-90, (2001)

- 2) 兼宗進, 久野靖:ドリトルで学ぶプログラミング-グラフィックス, 音楽, ネットワーク, ロボット制御, イーテキスト研究所, (2008)
- 3) 兼宗進, 中谷多哉子, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖: 初中等教育におけるオブジェクト指向プログラミングの実践と評価. 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.SIG13, pp58-71,(2003)
- 4) 井戸坂幸男, 足利裕人, 紅林秀治, 鎌田敏之, 兼宗進, 久野靖:プログラミング学習の他教科への波及効果 ～数学と考える力を対象とした調査と検証計画. 情報処理学会 情報教育シンポジウム(SSS2006), (2006)
- 5) 佐藤和浩, 紅林秀治, 青木浩幸, 西ヶ谷浩史, 井戸坂幸男, 鎌田敏之, 原久太郎, 久野靖, 兼宗進: IT クラフトマンシッププロジェクト ～小中学生によるドリトルプログラミング～. 情報処理学会 コンピュータと教育研究会, CE(83), (2006)
- 6) 井戸坂幸男, 足利裕人, 紅林秀治, 鎌田敏之, 兼宗進, 久野靖: プログラミング学習の他教科への波及効果(2) ～数学と考える力を対象とした調査と検証報告～. 情報処理学会 コンピュータと教育研究会, CE(88), (2007)
- 7) 西ヶ谷浩史, 兼宗進, 紅林秀治, ネットワークを利用したプログラミングで学ぶ情報技術. 情報処理学会 コンピュータと教育研究会,CE(88), (2007)
- 8) 文部科学省:新高等学校学習指導要領 工業