

パズル「数独」の解法の流れを利用した プログラミングの基礎的学習過程の構築

兵庫県立社高等学校 山上 通 恵

1. はじめに

前任校（兵庫県立神戸甲北高等学校）が総合学科であったため、平成 15 年度の教科「情報」開設以前から、表現力やコミュニケーション能力の育成といった観点から情報教育を実践してきた。その実践を振り返ると、情報教育の 3 つの柱「情報活用の実践力」「情報の科学的な理解」「情報社会への参画」のうち、「情報の科学的な理解」についての取り組みが不十分であるという反省がある。いわゆるコンピュータサイエンスやプログラミングといった領域に立ち入ることに対し、全員履修させることに躊躇していた時期があったが、コンピュータに関心の高い生徒を集めたクラブ活動では、プログラミングに対する高校生の関心が決して低いものではなく、またコンピュータへの関心がそれほど高くない生徒であっても、題材によっては十分指導できる手応えを感じ始めてもいた。

そこで、ルールが比較的シンプルであり、小学生から老人までが容易に取り組めるパズル「数独」を解く過程をプログラムで実現することで、プログラミングの基本要素である「逐次処理」「繰り返し処理」「分岐処理」を理解させるとともに、解法に対するさまざまな改善の提案をさせ、その提案を実現することを身につけさせる実践を試みた。

	3	5	9				8	
		7		4	3	1		2
	1				2	3		
9	2				4			3
	8			1	7		4	
4			6				5	8
		8	3				7	
3		9	1	7		5		
	6				5	8	3	

プログラミングについては、現在プログラミング言語を前面に出さず、利用者はグラフィカルなイメージの組み立てで作業を分析し、実際のコーディングはバックグラウンドで自動的に行われているものがある。しかし、入力した語句の綴りの間違いその他によるエラーの体験もまた貴重であり、プログラムの完成品を

効率よく作成することではなく、問題点を見つける力、それを解決する力の育成にもつなげるために、敢えて文字ベースのプログラミングを指導することにした。

2. ありふれた環境での実践

この実践を行うにあたって、指導者や学校の立場からも、実践のハードルが低くなることを考えた。例えば、実践の準備として高価なハードウェアやソフトウェアを必要としないことは必須である。また授業に先立って複雑な設定が必要であったり、他の授業に影響が出ないように授業後に設定を元に戻したりといった作業も避けたい。さらに、多くの生徒が各家庭に PC などの情報通信機器を持つようになってきた実態も踏まえ、意欲的な生徒が自ら家庭で学ぼうとすることを想定し、生徒に経済的・技術的な負担を求めないことも必要である。

一方で、パズルのイメージが表計算ソフトと親和性が高いことは一目瞭然である。

結果として、有償ではあるが多くの学習環境ですでにインストール済みである Microsoft Excel およびそこに実装された VBA を使うことが現状では最も適切であると考えた。設定もマクロの実行を許可するだけでよく、指導者および学習者に過度な負担とはならないと判断した。

3. 教材開発の過程

教材が実践に活用できるレベルになるまでに、いくつかの段階を踏んだ。

まず、コンピュータ部の 6 名の生徒を対象に、日常の活動の中で週に 1 回だけはこの実践に当てた。具体的には毎回まず手作業で数独を解き、その思考の過程を意識することから始まり、どのようなことが自動化の対象になりうるかを言葉で表現させること、その対象が複雑な場合は、どのように細分化されるかといったことを文章で記述させた。例えば、

・「1」が入れるセルを見つける

という大きな対象は

- ・すでに何か数字が入っているセルを除く
- ・すでに「1」が入っている行にあるセルを除く
- ・すでに「1」が入っている列にあるセルを除く
- ・すでに「1」が入っているブロックにあるセルを除く

という 4 つの動作に細分化されることを見付けさせた。

プログラミングとその実行にあたっては、セルの座標の指定の表現方法や着色する命令など最小限にとどめ、変数の宣言や型などには言及しなかった。

さらに、「次にどんなことが出来るようになることを期待するか」を生徒に考えさせ、無理がなければそれを次の課題とした。この発想は、できあがった実習教材の課題の配列や使い方に大きく影響した。

こうしてできあがった実習教材を用いて、引き続き「マルチメディア表現」を選択した生徒13名を対象に実践を行ない、実習教材の有効性の検証およびその改善を図った。その後、何度かの改訂を経て現在使用しているものに至る。多くの生徒の「次にこんなことをしたい」がほぼコントロールできる教材に仕上がったため、授業においても個々の生徒の進度のばらつきが出て、指導者が解説することはあまりなく、ほぼ自習のような学習形態で進行させることができるようになった。実践と並行して現在も実習教材の改訂を続けているが、「逐次処理」「反復処理」「分岐処理」「反復・分岐の入れ子構造」「文字列の置換」「文字列の連結」「配列の概念」「手続きとサブルーチン」「プロパティとメソッド」「課題の細分化と統合」といった要素が埋め込まれた教材になりつつある。

4. おわりに

この実践を通じて、素材によってプログラミングへの興味・関心を持たせ、解決すべき問題の細分化や統合といった考え方へとつながる学習の方策を確立することができることがわかった。従来の「科学的な理解」の指導においては、現行の学習指導要領では、プログラミングにはほとんど立ち入らず、表計算ソフトの関数を使って合計や平均を求め、条件分岐関数で判断させる程度のものでしかない。その題材は生徒にとって教科書に掲載されているという必然性しかなく、強く興味をかきたてられるものではなかった。また、個々の課題は独立しており、関連性や継続性を見つけることは難しいものが多い。しかし、今回の実践で用いたようなパズルという遊びの要素を感じさせる題材は、興味・関心の持続という点で大いに勝るとともに、さまざまな学習要素をひとつの教材を舞台に繰り広げようという点でも優位である。また、まず自分の頭・手作業で解を求める過程を体験し、その過程を書き出し、その書き出したものを定式化し、コーディングするという手順を経験することで、その工程で何度も発生するフィードバックや複数の考え方の候補を思いつくこと、複数の候補から一つを選び出す判断の根拠を考えるとなどさまざまな寄り道があり、なかなか完成には至らないこともあるが、「どこかで見切りをつける」という判断を含め、問題解決の過程としてとらえることも体験させることができる。

こうした実践を1年間の「情報」の中に位置づけることによって、情報教育の3つの柱「情報活用の実践力」「情報の科学的な理解」「情報社会への参画」がよりバランスよく配置され、次期学習指導要領への取り組みも見据えて、より科学的な領域へスムーズに移行できることを示せた。

一方で、この単位を通じてすべての生徒が高いレベルでプログラミングのスキルを身につけるといったことは考えておらず、全くプログラミングに接したことのない生徒に対して、プログラミングの面白さを伝授できれば大きな成果があったと判断した。

プログラミングの指導の意義は、効率よく完成品を作るのではなく、その取り組みの過程の寄り道にあると考え、あるプログラムの作成において苦労したことが、全く異なるプログラム開発場面で役に立つことがあるように、誤りを重ねたことで得る経験知が重要になる。思い通りに動かないプログラムに対してデバッグを行う際に、膨大なソースのどのあたりを見るべきかといった「勘どころ」が身につけば望外である。

そうした知見を重ねることで、担当する教師が生徒のどこを見ればよいか、どの程度の間違いは放置して生徒に気付かせるべきかなどの授業の展開方法にも影響を及ぼす。単なる知識の伝達や技術の向上といった授業ではなく、生徒自身が他に応用できる問題解決能力としてプログラミングを位置づけたい。

参考文献

- (1) 文部科学省：“高等学校学習指導要領”
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/kou/kou.pdf (2009)
- (2) 山上通恵：“パズルの解法を通じて学ぶプログラミングの基礎”，日本情報科教育学会第1回全国大会講演論文集，pp.67-68 (2008).
- (3) 山上通恵：“パズルの解法を利用したプログラミングの基礎学習のための教材の開発”，日本情報科教育学会第2回全国大会講演論文集，pp.119-120 (2009).
- (4) 山上通恵：“パズルの解法を利用したプログラミングの基礎学習～「情報の科学的な理解」への取り組み～”，情報コミュニケーション学会第6回全国大会発表論文集，pp.50-51 (2009).
- (5) Yamagami, M. (2009). Basic Learning of the Programming with "SUDOKU". In I. Gibson et al. (Eds.), Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference 2009 (pp. 1603-1610). Chesapeake, VA: AACE. Retrieved from <http://www.editlib.org/p/30844>.