

アルゴリズム体験ゲーム 「アルゴロジック」

大山 裕

日本電気 (株)

IT・エレクトロニクス業界が直面する 四重苦

IT・エレクトロニクス業界にとってソフトウェア人材の不足は深刻な問題である。その背景には、当業界が直面する四重苦の構造がある。

1. 少子化
2. 小中学校におけるもの作り離れ，理科・数学離れ
3. 高校生に電気・電子・情報系の学部学科が不人気
4. 大学生の就職先としてIT・エレクトロニクス業界を敬遠

IT・エレクトロニクス関連を専攻した学生が就職先として当業界を希望しないのは、当業界が新3K（きつい，厳しい，帰れない）など悪い印象で受け止められていることも大きな原因である^{☆1}。新3Kイメージは実態と異なるという調査結果¹⁾も示されており，大いに反論したいところであるが，いずれにせよ，IT・エレクトロニクス業界に魅力を感じない若年層が増えている事実は大きな問題である。

IT・エレクトロニクス業界を代表する業界団体である一般社団法人電子情報技術産業協会（通称JEITA）は，将来の就職先として当業界を希望する人材を増やしたいとの思いで人材育成活動を行っている。この活動の一環で開発したのが，2010年3月に公開を開始したアルゴリズム体験ゲーム「アルゴロジック」である²⁾。

☆1 3Kについては「きりがない」「休暇が取れない」「結婚できない」「化粧がのらない」「給料が安い」「規則が厳しい」など諸説がある。

アルゴロジックとは

アルゴロジックは，プログラミングの基本となる論理的思考（アルゴリズム）をゲーム感覚で習得するための課題解決型ゲームソフトである。プログラミング経験がまったくない人でも，楽しく「プログラミングをするための考え方」＝「アルゴリズム」を知ることができる。

アルゴロジックは，コマンドブロックでロボットに動き方を命令して与えられた問題をクリアするゲームである。マウスを使ってコマンドブロックを並べ，STARTをクリックすると，画面上のロボットがコマンドブロックの指示通りに動作する。使用するコマンドブロックは，以下の通りである。

- ◆前進：指定した数だけ前に進む
- ◆右進（左進）：向きを変えずに指定した数だけ右（左）に進む
- ◆回転：縦横斜めの8方向のいずれかに向きを変える
- ◆繰り返し始め・終わり：始めと終わりのコマンドブロックには含まれたコマンドブロックを指定した数だけ繰り返す

後退のブロックがないことがアルゴロジックの特徴の1つである。また，前進，右進，左進のブロックを横に2つ並べることでベクトル方向に移動させることができる。

壁にぶつからないようにしてすべての旗を取ることで問題クリアとなる「フラッグパターン問題」（図-1）と，与えられた線を外れずになぞりスター

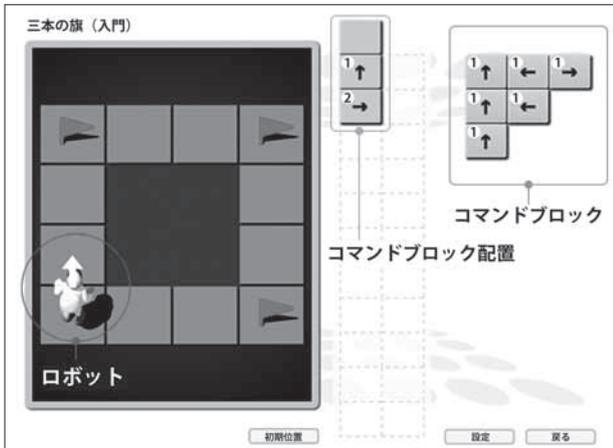


図-1 アルゴロジック画面（フラッグパターン問題）

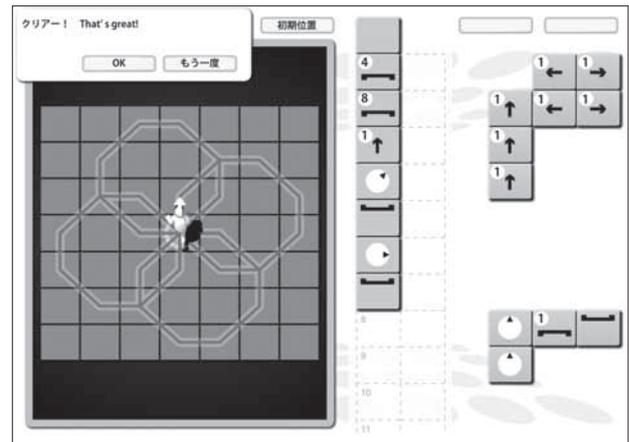


図-2 問題クリアの例（図形パターン問題）

ト位置に戻ることで、問題クリアとなる「図形パターン問題」(図-2)の2種類があり、入門編から上級編までさまざまな難易度の問題が用意されている。

アルゴロジックの開発に際して、以下の方針をとった。

- ◆教育の場（授業、クラブ活動など）で使えるコンテンツの提供を目指す
- ◆学校や家庭など、インターネット接続されたPCならどこでも使用できるようにする
- ◆特別なソフトウェアのインストールやハードウェアを必要としない
- ◆無償で使用可能とする
- ◆ヒントや解答は出さない（ただし、要求があれば先生方には提供する）
- ◆問題クリア結果として選択画面に◎（最善解）と○（次善解）を表示する（図-3）

主ターゲットユーザとして、プログラミング経験のない高校生レベルを想定した。プログラミング学習の最初の段階では、プログラム言語（構文）を意識させずに制御構造の概念を習得させることが望ましく、アルゴロジックはそれに適していると考えたからである³⁾。

アルゴロジックでは、問題の正解は1つとは限らない。○が得られれば正解（クリア）であるが、特に◎の獲得にこだわることでもう一段上の難易度を提供している。何をもって◎とするかについてはさまざまな考え方があがるが、アルゴロジックでは初心者が一番分かりやすいように、つなげたブロックの長



図-3 選択画面

さが最短の場合を最善解と定義している。

誤解のないように補足すると、アルゴロジックで学習するとプログラミングができるようになるというわけではない。アルゴロジックはプログラミング学習の導入段階で使用し、その後でプログラミング言語を用いた学習をすることが望ましい^{☆2)}。

アルゴロジック Jr. と お絵かきアルゴロジック

アルゴロジックを公開したところ、「入門・初級レベルの問題を増やしてほしい」という要望が多数寄せられた。そこで、問題の難易度を少し下げプログラムの基本的考え方の習得に重点を置いた「アルゴロジック Jr.（ジュニア）」を開発した。アルゴロジック Jr.を「初心者問題」、アルゴロジックを「チャレンジ問題」と位置づけ、理解度や習熟度に合わせて選択できるようにしている。

また、「自由に図形を描きたい」という要請に応え、

☆2) 逆にプログラム言語による学習の後でアルゴロジックに取り組むことで、復習の機会や成功体験を与えるといった使い方もある。

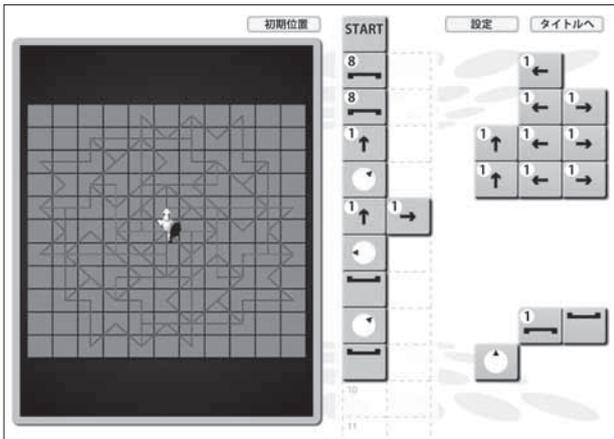


図-4 お絵かきアルゴリズム画面

アルゴリズムのコマンドブロックを使用し、ロボットの動く軌跡で自由自在に絵を描く「お絵かきアルゴリズム」を開発した(図-4)。もともと「キャンパス上に自分の好きな図形を描画する」や「コマンドブロックの並びを変更することで描画される図形がどう変化するかを調べる」といった使い方を想定していたが、「人が描いた図形を見て同じ図形を自分で描画する(描画問題を出し合う)」や「教師が生徒向け課題プリントを作成する」のようにも使われている。

アルゴリズム 2

アルゴリズムは、プログラムの3つの制御構造のうち「順次」と「繰り返し」を実現している。「分岐」についても実現を要望される声が多かったことから、「ゲーム感覚で気軽に」というアルゴリズムの特徴を活かしつつ、「順次」「繰り返し」「分岐」を実現するというコンセプトで、「アルゴリズム 2」を開発し2011年10月に公開を開始した(図-5)。

アルゴリズム 2で使用するコマンドブロックは、以下の通りである。

- ◆前進：指定した数だけ前に進む(アルゴリズムの右進、左進は廃止)
- ◆回転：縦横4方向に向きを変える(アルゴリズムの斜め方向回転は廃止)
- ◆繰り返し始め・終わり：始めと終わりのブロックには含まれたコマンドブロックを指定した数だけ

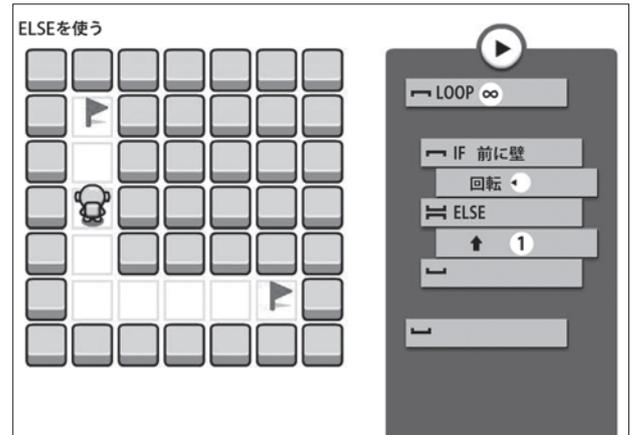


図-5 アルゴリズム 2 問題の例

け繰り返す。回数として「無限」も指定できる

- ◆分岐：「IF 前が壁」「終わり・ELSE」と「終わり」を新設

アルゴリズム 2では、斜め方向の移動(45度方向の回転、ベクトル方向の移動)を廃止した。また、フラッグ問題のみとし、最後の旗を取った時点で問題クリアとした。

分岐については、アルゴリズム 2では、「前が壁があるか」だけを分岐判定条件としている。具体的には、

【IF 前が壁】

(ブロック列 A)

【終わり・ELSE】

(ブロック列 B)

【終わり】

の構造で、前が壁があれば(ブロック列 A)を、なければ(ブロック列 B)を実行する^{☆3}。

普及活動

—教育の場での使用を目指して—

教育関係者のご厚意により、学校での特別授業や研究会のポスターセッションでの発表などを行ってきた⁴⁾。今後もこの活動を続けていく所存であるが、もともと目指しているのは、教育現場の先生方が授業で使えるアルゴリズム環境の提供である。そこで、アルゴリズムのWebページに「教育関係者の皆様へ」のコーナーを作成し、これまでに行った授

^{☆3} 「(ブロック列 A)」や「【終わり・ELSE】 + (ブロック列 B)」は省略可能。

アルゴロジック解答集計シートB

学年・クラス _____ 日付 _____
 チーム名 _____ 氏名 _____
 _____ 氏名 _____

入月 ○ ○ ○ 初級 ○ ○ ○ 中級 ○ ○ ○ 上級 ○ ○ ○
 旗を取れ 十字 四隅の回廊
 方向転換 廊下の奥 十字と旗八つ ピーナッツ
 ナナメに進む ★ 田 ★ スコープ ★ 線香花火
 ★ 複雑な模様

アルゴロジック Jr. 解答シート

結果

結果	名数	縦の旗	縦2列の旗	縦3列の旗	四角の旗	小判	旗の円	解答例
①								旗2
②								旗2
③								名90
④								名1
⑤								名1
⑥								名180
⑦								旗
⑧								
⑨								
⑩								

結果

結果	名数	縦の旗	縦2列の旗	縦3列の旗	四角の旗	小判	旗の円	解答例
①								旗2
②								旗2
③								名90
④								名1
⑤								名1
⑥								名180
⑦								旗
⑧								
⑨								
⑩								

図-6 教具

業事例に関する情報提供や、授業で使用できる教具(図-6)のダウンロードサービスなどを行っている。

また、「インターネット環境がない教室でも使いたい」という要望に応え、アルゴロジックをパソコンのスタンドアロン環境で使用できるダウンロード型コンテンツも提供している。

アンケートの実施

2011年9月に中学一年生の技術家庭科で、同10月に高校一年生の情報Bにおいて、50分2コマ連続の特別授業を実施した^{☆4}。授業では、アルゴリズムの説明(講義)の後で、中学生はアルゴロジック Jr. 中心に、高校生にはアルゴロジックとアルゴロジック2の両方を用いた。アルゴリズムは生徒の得意不得意の差が大きい単元であるため、それぞれが自分に合った難易度の問題を選んで挑戦できるようにした。

生徒たちの反応を見るために授業直前と直後に同じ質問によるアンケートを実施した(表-1)。「プログラミング」についての設問となっているが、実際には「アルゴロジックはプログラミングの考え方を学ぶ入門段階に位置づけられる」と説明している。

今回のアンケート結果では、「プログラミングに対する興味」や「面白いと思う気持ち」の評点が大幅に上がっており、アルゴロジックで生徒たちの興味

☆4 芝浦工業大学中学高等学校 Web ページ
http://www.shibaura-it.ac.jp/itabashi/contents/news_2011_09_11.html
http://www.shibaura-it.ac.jp/itabashi/contents/news_2011_10_22.html

項目	学年	平均評点		評点4 or 5の割合	
		授業前	授業後	授業前	授業後
プログラミングに対する興味	中1	3.42	4.26	46.6%	86.3%
	高1	2.94	3.65	36.4%	61.1%
プログラミングを難しいと思う気持ち	中1	3.51	3.65	48.6%	61.0%
	高1	3.73	3.74	59.5%	59.4%
プログラミングを面白いと思う気持ち	中1	3.45	4.36	45.9%	89.0%
	高1	2.90	3.72	28.9%	64.7%

生徒による評価: 5. 非常に強い 4. 強い 3. どちらとも言えない
 2. 弱い 1. 非常に弱い
 対象: 中学1年生 146名, 高校1年生 170名

表-1 アンケート結果

が高まったことが確認された。一方で、「難しいと思う気持ち」の評点にあまり変化がないのは、できる子は始めから難しい問題にチャレンジするなど、自分に合ったレベルの問題を選択していたからであると考えられる。今後、さらに事例を増やして分析していく。

今後目指していくもの

現場の先生方との会話やインターネットを通じて、アルゴロジックの利用者が増えつつあることを実感している。また、自分で授業を行っているときに、生徒たちが休憩時間になっても誰も席を立たず問題に熱中している姿や、問題をクリアして歓声を挙げハイタッチする姿を見るのは、うれしい限りである。

今後も、現場の先生方を支援するというスタンスに変わりはないが、アルゴロジックが以下のように使われるよう目指していく。

● 小学校向け

ゲームとして遊びながらアルゴリズム体験をすることで、論理的思考力を高め、考えることの楽しさを実感できるツールとして使用されることを願っている。

● 中学校向け

新学習指導要領における中学校の技術家庭科で「プログラムによる計測・制御」の履修が必須となる。数多くの履修必須単元がある中で、「プログラムによる計測・制御」に充てられる時間はごく限られる。

本格的なプログラム言語の習得から始めるのでは時間が足りないし、教師に要求される知識やスキルは高いものとなる。一方、現在でも組み立て型ロボットを使用して授業を行っている学校もあるが、コスト面およびハードウェアメンテナンスの煩雑さなどの問題もあり、実施できる学校は限られている。アルゴロジックがプログラムの制御構造を教えるための道具として容易に使用できるよう、情報提供を充実させていく。

● 高等学校向け

新学習指導要領になると、情報ABCが「情報の科学」と「社会と情報」に組み替えられる。どちらを選択するかは学校の判断となるが、「社会と情報」を選択する学校が圧倒的に多く、その比率は2:8とも1:9とも言われている。また、高校の数学においてアルゴリズムに関する単元がなくなることから、将来プログラムやアルゴリズムについての知識や経験の乏しい理系大学生が大量に増える恐れがある。これには当業界でも危機感を感じている。

このため、「情報の科学」を選択する学校向けには、これまで通りプログラミング学習の導入段階でアルゴロジックを使用していただけるような環境の提供を目指すとともに、「社会と情報」を選択する学校に

は、短時間だけでもよいのでアルゴロジックでプログラミングの考え方(アルゴリズム)に触れる機会を設けていただきたいと考えている。そのための環境整備を行っていく。

アルゴロジックは、多くの先生方のアドバイスで改良を重ねるとともに、クチコミベースで普及活動をすすめてきた。今後は、より多くのユーザに使ってもらうことを目指し、アルゴロジックの改良や情報の提供に加え、フィードバックを受け取るための方策などを導入していく。

参考文献

- 1) IT人材白書2010, (独)情報処理推進機構(2010).
- 2) JEITA アルゴロジック Web ページ,
<http://home.jeita.or.jp/is/highschool/algo/index.html>
- 3) 兼宗 進: 専門教育に向けたプログラミング入門教育への期待, 情報処理, Vol.52, No.8, p.1019 (Aug. 2011).
- 4) 大山 裕: アルゴリズム体験ゲーム「アルゴロジック」—概要, 機能拡張および授業実践—, 第4回全国高等学校情報教育研究会大阪大会ポスターセッション(2011).
(2011年11月18日受付)

大山 裕 y-ohyama@ab.jp.nec.com

1980年早稲田大学大学院理工学研究科博士前期課程修了。同年日本電気(株)入社。日本語文書処理やユーザインタフェースの研究、電子書籍や放送受信システム等の技術開発に従事。1985-86年MITメディアラボ客員研究員。現在政策調査部シニアエキスパート。