

アルゴリズム学習を支援する JPADet の評価と教材開発

斐品 正照, 松瀬 賢太, 河村 一樹*

概要: プログラミング言語を用いたアルゴリズム学習は, 高校生や非理工科系の大学生にとって難しいことがある。そこで, 筆者らは JPADet (Japanese PAD editor and interpreter) と呼ぶ学習支援システムを設計・開発した。JPADet は, プログラミング言語に依存しないで, 日本語と構造化チャート (PAD: Problem Analysis Diagram) を用いた図解によるアルゴリズムの作成と実行が可能である。また, 筆者らは JPADet を用いて学習を行うときに同時に使用する教材として演習テキストも開発した。これらを実験・検証するために, 筆者らはアルゴリズム学習において, プログラミング言語を用いた場合と, JPADet を用いた場合の学習効果を比較した。この論文では, JPADet や教材として開発した演習テキストの概要と, それらの評価・検証について述べる。

Evaluation of "JPADet"-system and Development of Textbook for Algorithm Learning

*Masateru HISHINA, Kenta MATSUSE and Kazuki KAWAMURA**

Abstract: *Algorithm learning by programming language is difficult for high school students, non-science and non-engineering undergraduates. To assist learners, we have designed and developed a learning support system, called "JPADet (Japanese PAD editor and interpreter)", which supports implementation of algorithm by using Japanese and structured chart (PAD: Problem Analysis Diagram). We have developed the textbook using JPADet. Moreover, we have compared the learning effect of "Learning by Programming Language" and "Learning by JPADet". This paper describes JPADet, the textbook for algorithm learning and its evaluation.*

1. はじめに

非理工科系大学のいわゆる一般情報処理教育におけるプログラミング教育は, 実用言語の習得よりも, コンピュータサイエンスの基本的な概念, 問題解決手順などを理解させるための方策が必要になってくる。また, 2003 年度から高等学校普通科において教科「情報」が新設されるが, ここでも, 問題解決という言葉が随所に用いられ, 特に「プログラミング言語の習得が目的とならないよう

に」という留意点が明示されている箇所もある⁽¹⁾。

プログラミング言語に依存しないアルゴリズム学習の方法として考えられるものとして, 図を用いたアルゴリズムの表現がある。文章のみを用いた問題解決に比べると, 図を用いた問題解決は様々な面で効果的である⁽²⁾。プログラミング教育においては, 流れ図や構造化チャートなどを用いることが一般的であろう。

流れ図や構造化チャートなどの図を用いたプログラミング教育の研究事例にはいくつかある⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾。図をアセンブリ言語や Prolog, COBOL, C 言語などに変換する過程があり, 最終的には何らかの形でプログラミング言語に依存しているものが多い。プログラミング言語に全く依存しな

*東京国際大学

*Tokyo International University

E-mail: hishina@tiu.ac.jp, kawamurk@tiu.ac.jp



図1 JPADet の初期画面

い形でアルゴリズムの学習が可能なものであっても、図に用いられるシンボルの表現が一般的な規格に準じていないようなもの等がある。

このようなことから筆者らは、大学での一般情報処理教育および高等学校での教科情報教育を視野に入れて、プログラミング言語に全く依存せず、かつ一般的な規格に準ずるシンボルの表現を用いてアルゴリズムの学習が可能になる学習支援システムを設計・開発して研究を行っている⁽⁸⁾。

本論文では、2章で筆者らが設計・開発した学習支援システムの概要を述べる。3章ではそのシステムを用いて行った実証実験の概要を述べて、4章ではその考察について述べる。更に5章では実証実験で用いたプリントを加筆・修正し開発した演習テキストの概要を述べる。

2. JPADet の概要

筆者らは(株)日本科学技術研修所と共同してJPADet(Japanese PAD editor and interpreter)と呼ぶ学習支援システムを設計・開発した。JPADet は、プログラミング言語に依存しないで、日本語と構造化チャート(PAD: Problem Analysis Diagram)を用いた図解によるアルゴリズムの作成と実行が可能である。PAD は、1970 年代後半に、川合敏雄氏と二村良彦氏により考案されたものであり、処理の流れである基本線を上から下に、アルゴリズムの構造を左から右に、合計 2 方向だけのシンプル

なアルゴリズムの展開が可能になる。ちなみに、流れ図では、矢印と流れ線により上下左右と 4 方向にアルゴリズムが展開できることから、アルゴリズム全体の制御構造が複雑になりやすいといえる。

なお、JPADet が動作する OS は、Windows95/98/Me/NT4.0/2000/XP であり、必ず CD-ROM から起動する仕様である。

2.1 操作手順

ここでは、JPADet の操作手順を通して、JPADet のシステム構成や表示デザインについて取り上げる。

(1) 起動

JPADet の実行ファイルへのショートカットアイコンをダブルクリックする。

(2) 初期画面の表示

JPADet が起動すると、図1のように、タイトルバー、メニューバー、ツールバー、シートウィンドウ、ステータスバーから構成される初期画面が表示される。

このうちのツールバーは、通常よく使われるメニューコマンドとシンボルを配置するコマンドをアイコンとして登録している(図1の中の 印で囲んだ部分と同じ段)。

これより、JPADet では、図2のように、7つの PAD シンボルとして、処理箱、前判定繰返し箱、後判定繰返し箱、条件値判定繰返し箱、分岐処理箱、

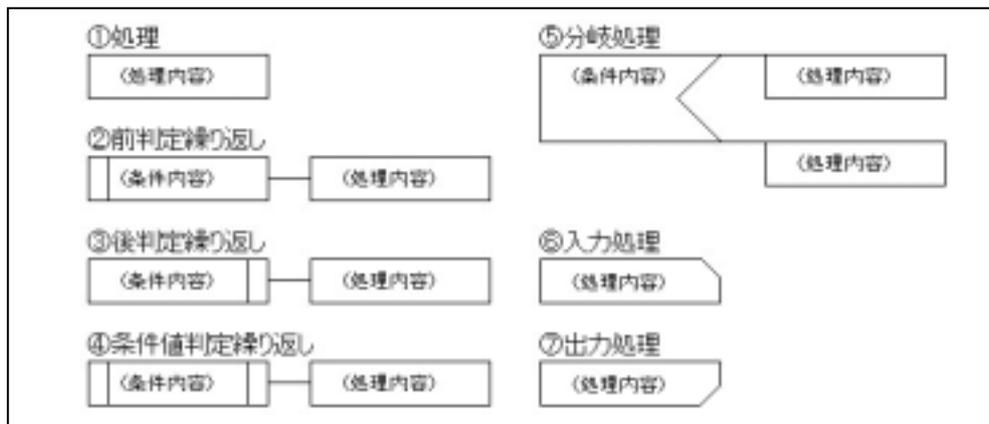


図2 JPADet の7つのシンボル



図3 JPADet の[変数の編集]ダイアログ

入力箱,出力箱を採用している。これらをシート上に配置してアルゴリズムを作成していくことになる。

(3) 変数の作成

使用する変数は、あらかじめ変数一覧ダイアログを用いて宣言する。「追加」を選ぶと、図3のような[変数の編集]ダイアログが表示され、ここで変数を作成する。変数名には、日本語を指定できる。変数の型には、数値(整数か浮動小数点)と文字[列](単一文字か文字列)と配列(添字の開始番号は0から)を指定できる。

(4) PAD シンボルの記入

シンボルを配置するには、シート上のシンボルを配置したい位置にカーソルを移動し、シンボルバーの中から配置したいシンボルのアイコンをクリックする。または、[命令の追加]メニューから配置したいシンボルを選択する。

位置の指定

シンボルを配置したい位置は、マウスまたはキーボードの方向キーで選択できる。実際にシンボルを配置する箇所は、短形()で表示される(図1の中の 印で囲んだ部分)。シンボルが配置可能な場合は、ツールバーの各シンボルボタン(図1の中の 印で囲んだ部分)、および、[命令の追加]メニューの各シンボルがアクティブになる。



図4 JPADet の[出力]シンボルの例

シンボルの上下へ挿入する場合は、左隅やシンボルをつなぐ線をクリックする。

各[繰返し]シンボルや[分岐]シンボルで、アルゴリズムを右に展開する場合は、シンボルの右端をクリックする。

シンボルの配置

シンボルが配置可能な状態で、[命令の追加]メニューから配置したいシンボルを選択すると、短形で表示されていた箇所にシンボルが配置される。

(5) PAD シンボルの編集

PAD シンボルの編集には、次のようにそれぞれ該当するダイアログが表示され、その中に記述する。図4に[出力]シンボルの例を示す。

- ・[処理]シンボル: [式]ダイアログ(代入式や計算式を記入)
- ・[前 / 後判定繰返し]シンボル: [式]ダイアログ(繰返し条件と、条件が真のときの処理を記入)
- ・[条件値繰返し]シンボル: [式]ダイアログ(繰返し制御変数名: 開始値, 終了値, 増減分値, , お

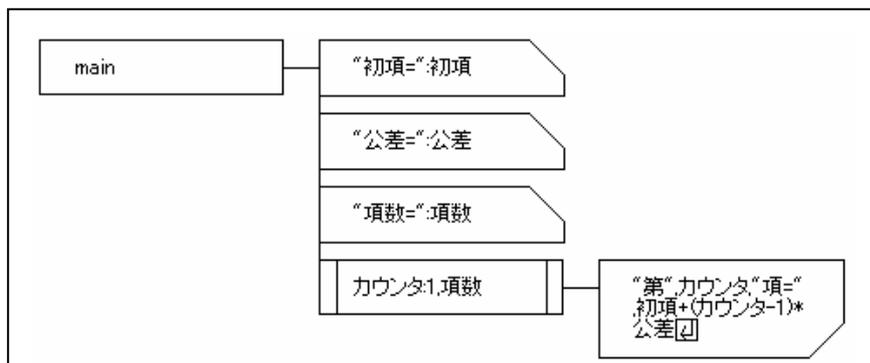


図6 サンプルのメインシート

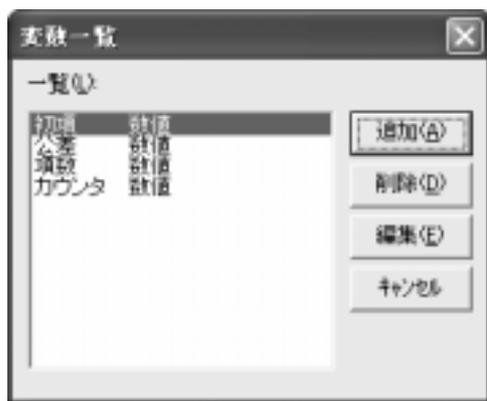


図5 サンプルの変数一覧ダイアログ

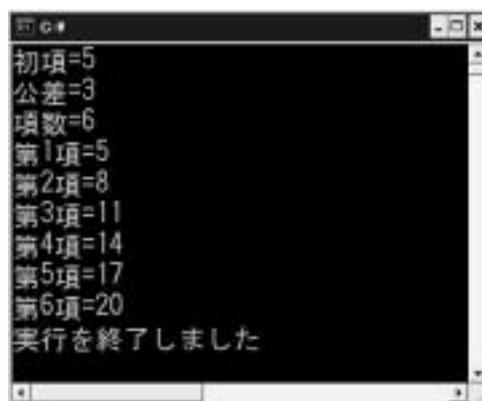


図7 サンプルの実行結果

よび、条件は真のときの処理をそれぞれ記入)
 ・[分岐]シンボル:[分岐]ダイアログ(省略時は分岐が1個だけ、多岐選択のため分岐を増やすことも可能。選択条件を記入)
 ・[出力]シンボル:[出力]ダイアログ(画面かファイルかを選択した上で、出力したい変数や式を記入)
 ・[入力]シンボル:[入力]ダイアログ(キーボードかファイルかを選択した上で、入力する変数を記入)

(6) プログラムの実行

作成したプログラムの実行を行う場合は、[実行]メニューの[実行]を選択する。また、ツールバーの[実行]ボタンをクリックしてもよい。これによって、実行ウィンドウが開き、プログラムが実行される。

また、プログラムを実行した際に、プログラムに記述エラーが含まれている場合は、エラーメッセージが表示され、エラー箇所のあるシートを開きシンボルを選択状態にする。その後、エラーメッセージにしたがい、プログラムのエラー箇所を修正する。

(7) プログラムの印刷

プログラムの印刷については、印刷するシートのウィンドウをアクティブにして、[ファイル]メニュー

の[印刷...]を選択する。これにより、[印刷]ダイアログが表示されるので、各項目を設定し、[OK]ボタンをクリックする。なお、印刷プレビューも可能である。

(8) プログラムの保存

プログラムの保存については、[ファイル]メニューの[名前を付けて保存...]を選択し、[ファイル名]ダイアログボックスにシートの名前を入力し、[保存]ボタンをクリックする。

2.2 サンプルの例

ここでは、等差数列のサンプルをJPADetで作成した例を示す。

(1) サンプル課題

等差数列の初項(a)、公差(d)、項数(n)を入力して、初項から第n項(nは項数)までの各項の値(a_n)を求める。具体的には、 $a_n = a + (n-1) \times d$ という関係になる。

(2) 変数一覧ダイアログ

サンプルの変数一覧ダイアログは、図5のようになる。

(3) JPADet のメインシート

実際の PAD は図6のようになる。変数一覧の変数を用いて、シンボルをメインシート上に配置してアルゴリズムを作成する。なお、この実行では初

表1 学習内容の記録

回数	日付	C言語クラス	JPADetクラス
第1回	4月15日	オリエンテーション, 事前アンケート調査, パソコンの使い方	
第2回	4月22日	C言語とは, ソースファイルの編集方法, コンパイル・実行の方法	流れ図・構造化チャート(PAD)の解説, JPADetの使い方
第3回	5月13日	出力処理	出力処理
第4回	5月20日	数値の変数, 文字の変数	数値の変数, 文字の変数
第5回	5月27日	入力処理	入力処理
第6回	6月3日	選択構造	選択構造
第7回	6月10日	前判定繰り返し構造	前判定繰り返し構造
第8回	6月17日	後判定繰り返し構造	後判定繰り返し構造
第9回	6月24日	条件反復構造	条件反復構造, 配列
第10回	7月1日	配列, 簡単なアルゴリズム1	簡単なアルゴリズム, 選択ソート1
第11回	7月8日	簡単なアルゴリズム2	選択ソート2, バブルソート1
第12回	9月30日	選択ソート	夏休み前までの復習, バブルソート2
第13回	10月7日	バブルソート1	順次探索
第14回	10月21日	バブルソート2	(出張につき休講)
第15回	10月28日	順次探索1	バイナリ探索
第16回	11月11日	順次探索2	これまでの総復習
第17回	11月18日	最終テスト	

項は 5, 公差は 3, 項数は 6 を入力した。このように, main 箱の右側に, PAD シンボルを, 上から下へ(順次処理), 右から左へ(選択処理か繰り返し処理), 展開していくことになる。

(4) 実行結果

[実行]メニューから実行すると, 実行ウィンドウが開き, 初項の入力待ち状態となる。初項・公差・項数を入力すると, 図7のような実行結果が表示される。

3. 実証実験の概要

筆者らは JPADet を用いて実証実験を行った。JPADet の想定する学習者は, 一般情報処理教育を受ける大学生, および教科情報の教育を受ける高校生である。今回, 実証実験の対象としたのは文科系の大学生であり, 筆者のうち河村と斐品がそれぞれ担当する演習科目を受講した1年生である。この2つの演習を実証実験の対象にすることにより, プログラミング言語を用いた場合と, JPADet を用いた場合の学習効果を比較しようと考えた。なお, 事前にアンケート調査を実施した結果, 両クラスの学生はプログラミング言語やアルゴリズムを図解化するなどの経験がほとんどなく, 両クラスがほぼ等質であることを確認した。

3.1 両クラスの演習の内容

河村と斐品がそれぞれ担当する演習科目では, 共通してアルゴリズムの学習を目標にしたが, 一方のクラスはプログラミング言語(C 言語, 以下 C 言語クラスと記す)を用いて, 他方のクラスは図解

(JPADet, 以下, JPADet クラスと記す)を用いて演習を行った。実験の対象とした学生数は, C 言語クラスは 11 名, JPADet クラスは 13 名の合計 24 名であった。表1は期間中に実施した両クラスの学習内容の記録である。実証実験の期間は, 2002年4月15日から11月18日までであった(途中夏休み期間は実施せず)。各演習時間は90分間であり, 合計17回実施した。

3.2 毎回の課題

毎回の演習において, 各教員から学習内容の説明と例の提示, 練習問題が課題として出題され, 学生は例の実行確認と課題の解答, およびその結果の提出を行った。なお, 練習問題の解答は要求されるアルゴリズムの表現方法が, 一方は C 言語で他方は PAD というように異なるものの, 同じアルゴリズムのものを両クラスに用意した。課題の提出にあたっては, C 言語クラスでは C 言語のソースとその実行結果, JPADet クラスでは PAD の図とその実行結果を印刷したものの提出を義務づけた。

3.3 アルゴリズムの最終テスト

第17回の演習では, 両クラスとも最終テストを実施した。最終テストは, C 言語クラスでは C 言語を用いたアルゴリズムの問題, JPADet クラスでは PAD を用いたアルゴリズムの問題を出題した。一方は C 言語で他方は PAD というように, アルゴリズムの表現方法は異なるものの, 問題の質や量は同じになるように設定し, 両クラスが学習した共通の内容から出題した。最終テストは, 付録1と付

表2 課題提出状況

	C言語クラス	JPADetクラス
課題出題数	22	24
平均提出数	17.6	20.7
平均正解数	17.6	19.7
平均提出率	80.2%	86.2%
平均正解率	100.0%	94.9%

表3 最終テストの結果(平均正解数)

	C言語クラス	JPADetクラス
問題番号1	2.36	2.31
問題番号2	0.73	1.46
合計	3.09	3.77

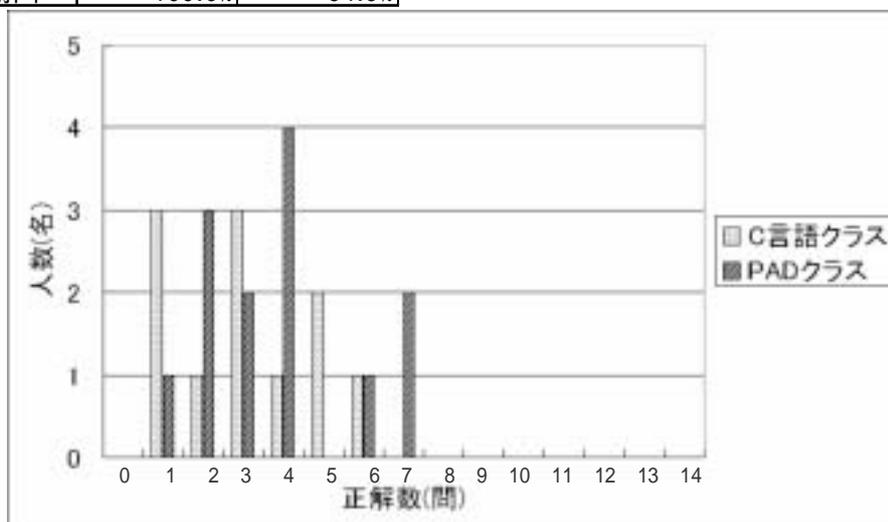


図8 正解数の分布

録2のように穴埋め問題(問題番号1)とアルゴリズムを作成させる問題(問題番号2)の、大きく分けて2種類を出題した。問題番号1が8つの設問、問題番号2が6つの評価ポイント(以下6つの設問とする)、合計14題とした。

なお、問題番号1の穴埋め問題は1997年度大学入試センター試験「数学・数学B」の第6問で出題されたBASICを用いた問題を、それぞれC言語とPADを用いたものに改題したものである。元々のBASICを用いた問題は、BASICプログラムからしかアルゴリズムの意味が理解できないようにしてあり、解答するためには、アルゴリズムをトレースできることと、整数の除法を理解し正解を絞っていくことの2点が必要だと指摘されている⁽⁹⁾。問題番号2の評価ポイントは、無限ループとその終了機能の実現、分岐構造を利用した判定機能、カウンタの役割、合計計算の仕組み、平均計算の仕組み、全体として仕様に沿っているかどうか、以上の6つを考慮し採点することにした。

4. 考察

ここでは、3章で述べた実証実験の考察について述べる。演習担当者としての感想や、課題提出状況、最終テストの結果について、プログラミング言語を用いた場合と、JPADetを用いた場合を比較して述べる。

4.1 演習担当者としての感想

表1の期間中に実施した両クラスの学習内容の記録をみても分かるように、両クラスの演習の実施スピードに差が出た。JPADetクラスに比べて、C言語クラスでは、アルゴリズムの説明だけではなく、細かい文法の説明(例えば文字列処理)などに時間がかかり、学生の意識がアルゴリズムよりも文法に集中するよう感じられた。

4.2 課題提出状況

表2に両クラスの課題の提出状況を示す。演習の実施スピードに差が出たため、課題の合計出題数が異なる結果になったので、以下の式で平均提出率を求めた。なお、 X_i は1人の学生のデータ、 n はそのクラスの学生数である。

$$\text{平均提出率(\%)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i \text{の提出数}}{\text{そのクラスの出題数}} \times 100 \right)$$

また、更に提出された課題の平均正解率を以下の式で求めた。

$$\text{平均正解率(\%)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i \text{の正解数}}{X_i \text{の提出数}} \times 100 \right)$$

以上の結果から、C言語クラスよりもJPADetクラスの方が課題の提出率が若干高いことが分かった。また、提出された課題の正解率は、C言語クラスよりもJPADetクラスの方が若干低いことが分かった。

C 言語クラスの学生は、完璧な正解にこだわったため提出率が比較的低くなった反面、提出したものは正解率が 100%になったと思われる。一方、JPADet クラスの学生は、完璧な正解にこだわらなかったため提出率が比較的高くなった反面、提出したものは正解率が 100%に達しなかったと思われる。

4.3 最終テストの結果

最終テストの結果を表3に示す。全体的に少ない正解数であったことから、出題した問題が学生にとっては難解であったと推測される。しかし、個々の問題に対する結果の違いに注目すると、問題番号1(8つの設問)の平均正解数は両クラスとも似たような結果であったが、問題番号2(6つの設問)の平均正解数は、C言語クラスよりもJPADetクラスの方が多いたことが分かった。更に、C言語クラスとJPADetクラスの正解数の分布を図8に示す。C言語クラスの分布よりもJPADetクラスの分布が右寄りにあることが分かった。

C言語クラスとJPADetクラスでは、アルゴリズムをトレースする能力には違いがなかったが、アルゴリズムを作成する能力には違いが現れた。

5. 演習テキストの概要

実証実験のJPADetクラスでは、説明に使用した例や練習問題などは全てプリントにして学生に配布した。筆者のうち河村と斐品は、これらプリントを更に加筆・修正して、JPADetを用いて学習を行うときに同時に使用する教材となる、演習テキストを開発した⁽¹⁰⁾。河村は1章と2章を、斐品は3章を担当した。なお、この演習テキストはJPADetを収録したCD-ROMも添付している。演習テキストの章立てを以下に示す。

- 第1章 問題解決手順としてのアルゴリズム
 - 1.1 アルゴリズム
 - (1) 問題解決手順とは
 - (2) アルゴリズムとは
 - (3) 問題解決手順としてのアルゴリズム
 - 1.2 構造化プログラミング
 - (1) 誕生の経緯
 - (2) 構造化定理
 - (3) 構造化プログラミングとは
 - (4) 構造化プログラミングとプログラミング言語
- 第2章 構造化チャートとPAD
 - 2.1 流れ図と構造化チャート
 - (1) 流れ図
 - (2) 構造化チャート
 - 2.2 PAD
 - (1) PADとは
 - (2) PADの表記
 - (3) PADによるアルゴリズムの表わし方
 - 2.3 JPADet
 - (1) 開発経緯
 - (2) 基本方針
 - (3) チャート仕様
 - (4) 言語仕様
 - (5) 文法定義
 - (6) 動作環境

- (7) 教育での適用
- 第3章 JPADetによるアルゴリズム演習
 - 3.1 JPADetの基本操作
 - (1) JPADetの起動
 - (2) JPADetの終了
 - (3) 初期画面の説明
 - (4) アルゴリズムの作成(PAD図の編集方法)
 - (5) JPADetの実行方法
 - (6) PAD図の保存方法
 - (7) PAD図の印刷
 - 3.2 基本的な制御構造と代表的なアルゴリズム
 - (1) 出力、接続処理と数値変数
 - (2) 入力処理と文字変数
 - (3) 選択構造
 - (4) 前判定繰返しと後判定繰返し構造
 - (5) 条件値判定繰返し構造と配列
 - (6) 整列アルゴリズム
 - (7) 探索アルゴリズム
 - 3.3 その他のアルゴリズム
 - (1) 文字列処理
 - (2) ファイル操作
 - (3) 関数操作
 - (4) 再帰処理

6. おわりに

JPADet や教材として開発した演習テキストの概要と、それらの評価・検証について述べた。

今回の実証実験の結論として、プログラミング言語を用いた場合と比較して、JPADetを用いた場合のアルゴリズム学習の学習効果は高いという結果が得られたと考える。

しかし、4章で述べた最終テストは問題が学生にとっては少し難解であったようなので、演習内容に合った最適な問題を使用して検証する必要がある。次年度以降も引き続き実証実験を行ってきたい。

なお、5章で述べた演習テキストが、大学での一般情報処理教育および高等学校での教科情報教育におけるアルゴリズムの学習に役立てば幸いである。

謝辞:本研究のシステム"JPADet"は、(株)日本科学技術研修所の営業本部の高田克美氏、佐々木 潔氏、香川智彦氏、ならびに先端ソフト開発部の酒井融二氏、徳岡健一氏、佐藤敬之氏のご協力を得た。ここに記して深く感謝する。

また、演習テキストの出版には、(株)日刊工業新聞社の出版局書籍編集部の方野展和氏のご協力を得た。ここに記して深く感謝する。

更に、プログラミング言語やJPADetを用いた演習に参加してくれた東京国際大学の学生諸君(河村ゼミ、斐品ゼミ)にも感謝する。

参考文献

- (1) 文部省編:高等学校学習指導要領解説情報編,文部省(2000年)
- (2) 山崎 治,三輪和久:図を用いた問題解決,教育システム情報学会誌,Vol.19, No.1, pp.38-45(2002)
- (3) 河村一樹:構造化プログラミングエディタPADET/CBLの開発と教育での適用,教育システム情報学会誌,Vol.14, No.4, pp.151-160(1997年)
- (4) 神村伸一:構造化チャートを利用したアセンブリ言語教育の提案,情報処理学会研究報告, Vol.99, No.17, pp.1-7 (1999年)

- (5) 石田真樹, 桑田正行: C プログラミングの学習支援に関する研究, Vol.2000, No.117, pp.41-48 (2000年)
- (6) 矢野将之, 藤崎邦博, 平嶋 宗, 竹内 章: 再帰構造の図式を導入した Prolog プログラミング学習支援システム, 教育システム情報学会誌, Vol.18, No.3・4, pp.319-327(2001)
- (7) 中村 孝, 大垣 斉, 高根慎也: 図的言語 programa を用いた初級プログラミング教育の試み, 平成 14 年度情報処理研究集会論文集, pp.217-218 (2002年)
- (8) 河村一樹, 斐品正照, 徳岡健一: 文科系向けプログラミング教育支援システム JPADet の設計と開発, 情報処理学会研究報告, Vol.2001, No.122, pp.9-16 (2001年)
- (9) 情報教育学研究会(IEC)編: 情報教育からみた入試センター試験(数学), 第 9 回情報教育フォーラム配付資料(1997年から1999年の3年間にわたって, 教育工学関連学協会連合や教育システム情報学会の全国大会で研究発表されたものをまとめた冊子), <http://www.psn.ne.jp/iec-ken/> (1999年)
- (10) 河村一樹, 斐品正照: **よくわかる日本語 PAD によるアルゴリズム演習**, 日刊工業新聞社(2003年1月30日発刊予定)

付録1:最終テストの内容(C言語クラス用)

1. 次のようなC言語によるアルゴリズムの記述がある。以下の各設問の空欄を埋めなさい。

```
#include <stdio.h>
void main(void){
    int A,B,Q,R,sw=0;
    printf("A=");
    scanf("%d",&A);
    printf("B=");
    scanf("%d",&B);
    do{
        Q=A/B;
        R=A-Q*B;
        printf("%d\n",Q);
        if(R!=0){
            A=B;
            B=R;
        }
        else sw=1;
    }while(sw==0);
    printf("%d\n",B);
}
```

- (1) 「A=」に対して「12」、「B=」に対して「4」を入力したとき、ディスプレイに数を新たに()個表示して、アルゴリズムの実行を終了する。表示される最初の数は(), 次の数は()である。
- (2) 「A=」に対して「548」、「B=」に対して「148」を入力したとき、図中の 印の矢印が指す先のところは()回実行してからアルゴリズムの実行を終了する。ディスプレイに表示される最初の数は(), 次の数は(), 3番目の数は()である。
- (3) 「A=」に対してはある数K、「B=」に対して「100」を入力したところ、ディスプレイに表示された最初の3個の数は順に「2」、「4」、「2」であった。このとき、ある数Kは()である。

2. 以下の仕様説明文をよく読み、それを実現するアルゴリズムを作成しなさい。なお、作成するアルゴリズムは、C言語によるプログラムを記述すること。

仕様説明文

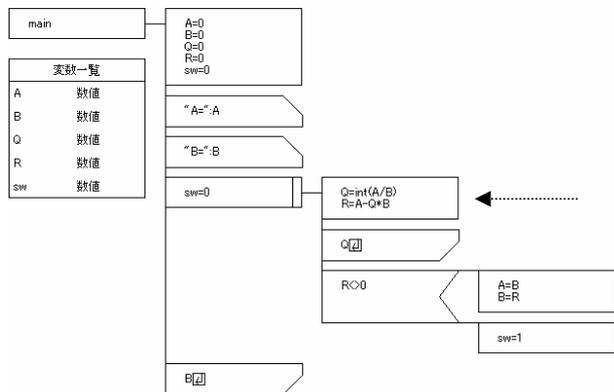
- そのアルゴリズムは、成績(100点満点)をキーボードから入力するとその評価を表示する。ただし、その評価は、80点以上は優、70点以上は良、60点以上は可、59点以下は不可とする。
- そのアルゴリズムは、「9999」をキーボードから入力すると実行を終了する。ただし、実行終了時には、それまで入力された成績の合計と平均を表示する。
- 以下にアルゴリズム終了時のディスプレイの状態例を示す。なお、キーボードから入力した数値は「67」、「78」、「82」、「98」、「59」、「9999」である。

```
成績は?(終了は 9999)67
可
成績は?(終了は 9999)78
良
成績は?(終了は 9999)82
優
成績は?(終了は 9999)98
優
成績は?(終了は 9999)59
不可
成績は?(終了は 9999)9999
合計は 384 点でした。平均は 76 点でした。
実行を終了しました
```

付録2:最終テストの内容(JPADet クラス用)

1. 次のような PAD によるアルゴリズムの記述がある。以下の各設問の空欄を埋めなさい。また、「int()」は小数点以下切り捨ててを行う演算である。

- (1) 「A=」に対して「12」、「B=」に対して「4」を入力したとき、ディス



プレイに数を新たに()個表示して、アルゴリズムの実行を終了する。表示される最初の数は(), 次の数は()である。

- (2) 「A=」に対して「548」、「B=」に対して「148」を入力したとき、図中の 印の矢印が指す先のところは()回実行してからアルゴリズムの実行を終了する。ディスプレイに表示される最初の数は(), 次の数は(), 3番目の数は()である。
- (3) 「A=」に対してはある数K、「B=」に対して「100」を入力したところ、ディスプレイに表示された最初の3個の数は順に「2」、「4」、「2」であった。このとき、ある数Kは()である。

2. 以下の仕様説明文をよく読み、それを実現するアルゴリズムを作成しなさい。なお、作成するアルゴリズムは、PAD による図解表現を用いること。

仕様説明文

- そのアルゴリズムは、成績(100点満点)をキーボードから入力するとその評価を表示する。ただし、その評価は、80点以上は優、70点以上は良、60点以上は可、59点以下は不可とする。
- そのアルゴリズムは、「9999」をキーボードから入力すると実行を終了する。ただし、実行終了時には、それまで入力された成績の合計と平均を表示する。
- 以下にアルゴリズム終了時のディスプレイの状態例を示す。なお、キーボードから入力した数値は「67」、「78」、「82」、「98」、「59」、「9999」である。

```
成績は?(終了は 9999)67
可
成績は?(終了は 9999)78
良
成績は?(終了は 9999)82
優
成績は?(終了は 9999)98
優
成績は?(終了は 9999)59
不可
成績は?(終了は 9999)9999
合計は 384 点でした。平均は 76.8 点でした。
実行を終了しました
```