

<研究ノート>

## 学生自身による論理演算の学習支援ソフトの開発

- 7セグメントLEDに文字を表示するメカニズムの利用 -

垣花 京子

The development of software by students for the learning logical operation  
-using a mechanism to light characters on a seven segment LED-

Kyoko KAKIHANA

### 概要

本論文は、現実の世界の中で利用される基本的な数学を学ぶための指導と教材開発研究のためのケーススタディーである。具体的には本学のコンピュータ工学の授業<sup>1</sup>の中で行われた回路図を書き、2つのスイッチで、7つのセグメントを持つLED (Light Emitted Diode) に文字を表示する装置を作成する学習を支援するソフトを開発した。この装置を作るときに、論理演算の知識が必要である。そこで、ソフトの中に論理演算の学習支援を組み込んだ。この作業を通して以下のような2つの効果が認められた。(1)論理演算の学習支援を組み込むとき、論理演算の必要性を強く感じる事ができた。(2)自分の不得意な部分、間違いやすい部分をあげ、友達にも分かってもらえるよう工夫し、自分自身の論理演算の理解を助けることにもつながった。(3)ソフト開発という点に関して、1年間学んだ情報処理の知識と技能を応用でき、専門家が行っている一連のソフト開発手順を体験することができた。

キーワード：論理演算、ソフト開発、プログラミング、短大生、回路図

---

<sup>1</sup>本学の高藤講師による2年生対象の授業でコンピュータ工学2の中で行われた7つのセグメントを持つLEDに4種類の文字を2つのスイッチを使って点灯させる装置の作成

## はじめに

現在、子供たちは理数科ばなれ、特に数学ばなれの傾向があり、短大に進んできた学生の多くは数学が非常に苦手である。。アメリカでは、Number for Allを目指して、識字能力とともに、数学の新しいリテラシーを考え、すべての国民に数学的な考え方が身に付くようにする教育の動きがある。一方、日本では、新しく発表された指導要領で小中高の数学の範囲は縮小されている。昨今、インターネットの利用が広がり簡単に多くの情報を得ることができるようになり、その中でも数値情報の解析をしなければならない機会も増え、数学嫌いの学生でも基本的な数学をよけて通ることはできないだろう。本ケーススタディを計画した理由は、筆者は、数学が使われている現実の場面を利用することで数学に対する興味・関心を引くことができるのではないかと、現実の世界には学生が数学の少ない知識で、数学を利用する場面は多くあるはずと考えていることにある。また、情報処理科の学生であるから、専門家が行うソフト開発(図1)を経験させたいということからである。具体的には、スイッチ2つと7つのセグメントをもつLEDを点灯し、文字を表示する装置を作成するコンピュータ工学の授業の内容を利用することにした。この回路を組み立てるためには論理演算の考えが必要である。論理演算はコンピュータを学ぶ上では重要な基礎的な考え方である。そこで、論理演算の学習を支援しながら7セグメントLEDを点灯させるための回路図を作り、作業も支援する学習

ソフトを開発することにした。

## 1. 論理演算の学習について

論理演算はコンピュータを学ぶ上で最も基礎的な数学である。本学では1年生でコンピュータ基礎の授業の中で学習している。また論理回路図についても指導されている。一般には単に公式を覚え、計算練習が行なわれる。3つの和と積と否定の演算だけからなる簡単な演算であるにもかかわらず学生にとっては困難である。さらに、論理演算と回路図を結びつけることは、より難しいようである。ここで取り上げた7セグメントLEDを点灯させる教材は、回路作成に必要な論理演算の学習と結びつけることができる興味深い教材である。

## 2. 情報処理科におけるプログラミング教育

本学では、全員にプログラミングの基礎学習を義務づけている。コンピュータ利用に関して学ぶ場合も、自分が使うコンピュータソフトの裏で動いている仕組みを知ること情報処理科の学生にとっては重要であると考えているからである。しかし、プログラミング教育は、学生にとって困難であることと、日々社会の要求が変化しているためこの10年間試行錯誤を繰り返している(表1)。たとえば、10年前は全員がCOBOL、Pascal、Basicという3つの言語を指導していた。しかし、現在はCOBOLとVisual Basicを全員が学び、



図1 専門が行うソフト開発の流れ (Rogalski J. and Samurcay R. (1993))

表1 本学におけるプログラミング教育

年度	1993年	1994年～1995年	1996年～1997年	1998年～現在
全員必修	COBOL, Pascal	COBOL	COBOL	COBOL, Visual Basic
選択必修	CASLEとBasic	CASLEとBasic	上級COBOLと	
			Visual Basic	
選 択		C選択	C選択	C選択

C言語や人工知能のための言語などは選択になっている。COBOLは時代おくれではないかという懸念もあるが、実際社会では多くの事務計算がCOBOLを使って行われていること、数学が得意でない学生にとってプログラミングの基礎を学ぶには理解しやすいと考えていることにある。Visual Basicは最近はコンピュータソフト会社では多く使われるようになり、情報処理技術者を目指す学生にとっては重要な言語になっている。

プログラミング教育はもちろんプログラミング言語の教育ではないが、2年間という短い期間にシステム設計からプログラミングまで、開発に必要な考え方や一連の仕事を体験することは一般の授業の中で難しい。そこで卒業研究の中でVisual Basicを使ってソフト開発を行い、短大でのプログラミング教育の可能性を探ることにした。

### 3. 結果と考察

ソフト作成者は短期大学部2年生の女子5人、うちVisual Basicの授業を履修した学生2人、他3人はアドバンスCOBOLを履修している。コンピュータ工学を履修した学生4人である。

#### 3.1 学生の行ったソフト開発の流れ

ソフト開発の専門家たちは図1のように現実の問題の中から問題を出し、表現する。次にそれらをもとにソフトを設計し、プログラ

ミングを行う。できたものに対してメンテナンスを行う。さらに、現実の問題に戻り、問題を洗い出すという仕事を繰り返す。

学生自身が書いた報告書と教師の観察から分類すると学生が行った作業は以下のようである(図2)

(1)課題の設定：何を作るかを決定する。作ったソフトを使用する場があるような問題をソフト化したいという動機から、自分たちの体験の中でどんなソフトが必要かを検討した。どんな数学が自分たちの回りにあるかなどを議論した。何を作るかを決めるまでに2ヶ月以上かかった。

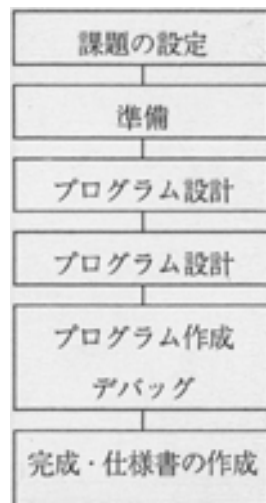


図2 作業の流れ

(2)準備

- ・ Visual Basicの学習：履修している学生が中心に Visual Basicの基礎を学ぶこととした。
- ・ 学習支援ソフトに必要な要素や考え方の学習を行った。

(3)プログラム設計：どんな手順で、どんな基本的な学習が必要であるか、どんな道具が必要であるかなどを書き出し、プログラム設計を行った。

プログラム作成にあたっては、学生の報告書の中に考慮した点が以下のようにあげられていた。

- ・ できるだけ説明を短くする。
- ・ 学習者とのインタラクティブな場面を多く取り入れる。
- ・ 基礎知識の理解は練習問題を通して得られるように工夫する。
- ・ 画面の設計は：写真やイラストを活用する。

(4)プログラミング作成とデバッグ

- ・ コーディング、画面作成
- ・ 写真の取り込み：実際に作業を再現し写真を取り、ソフトに組み入れることとした

(5)完成と仕様書の完成、実践

1年間という短い間で、設計し完成させ、仕様書まで仕上げることは非常に困難であった。卒業式前日までかかってしまったが、実際にいろいろな人に試してもらった機会がなかった。

3.2 ソフトの内容

本ソフトは、スイッチが2つと7つのセグメントからなるLED（図3）をスイッチの位置により4種類の文字を表示するための回路を組み立てるための基礎知識と実践のための学習支援ソフトである。

大きく分けて次の3つの場面（図4）から成り立っている

- (1)論理演算の基礎練習場面
- (2)論理式と回路図の学習場面

(3)実際の組み立ての場面

それぞれの場面は以下のようになっている。

(1)論理演算の基礎練習

①真理値表の意味の理解；スイッチの状態を示す真理値から入り（図5）、さらにいろいろな文字を点灯するための真理値表を作成する練習をする（図6）。真理値表の中の1を



図3 2つのスイッチと7セグメントLED

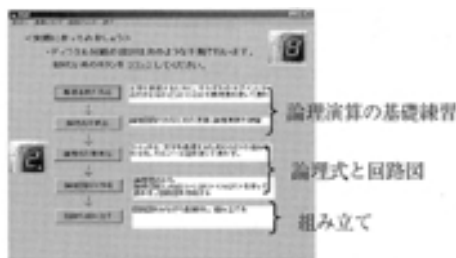


図4 メニュー

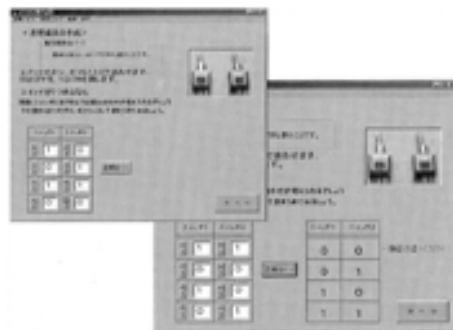


図5 スイッチと真理値の関係



図6 文字と真理値の関係

クリックすると文字のその位置が赤く点灯するように工夫しており、ある文字を表示するためにはどのセグメントを点灯しなければならないかが分かる。

この練習は真理値表の中の1と0は、スイッチをオンまたはオフにする意味と、LEDを点灯するかしないかの意味があることを理解できることを目標としている。

(2) 論理演算の練習

回路図を作るために、論理演算を使ってスイッチと文字の真理値を組み合わせなければならない。そこで、論理演算が重要になる。論理演算は基本的には和と積と否定の3つの演算の組み合わせである。作成者自身が自分の不得意な部分を考え、順序立てて複雑な論理演算の組み合わせの計算ができるように画面をくふうしている。たとえば、図7のように自分たちが間違いやすい問題を集め、論理演算を行うためにステップを踏んで行えるように工夫してある(図8)。間違えて押したときは間違いを指摘し、考え直すように、KR (Knowledge of Result) 情報を表示している。

(3) スイッチとLEDを結ぶ論理式

スイッチのオン、オンの組み合わせとLEDでの文字表示のための真理値表をまとめると図9のようになり、論理回路を作るために、

最も簡単な論理式で表わせるようにカルノー図を使う。スイッチの状態から4種類の文字を表示するために、1つ1つのセグメントに対しどのようなカルノー図ができるかを確認する(図10)。さらに、カルノー図を使って、最も簡単な論理回路を作るために論理式を作る練習をする(図11)。



図7 論理演算の練習問題

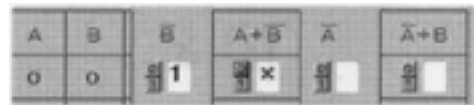


図8 ステップごとに論理演算の練習 (図7の で囲まれた部分を拡大)



図9 カルノー図

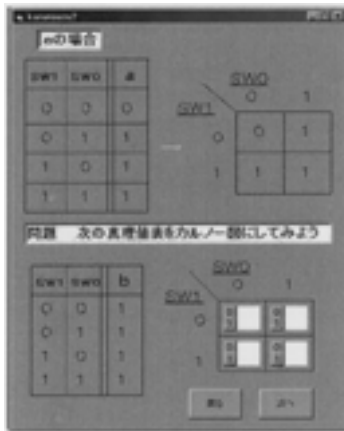


図10 セグメント別カルノー図

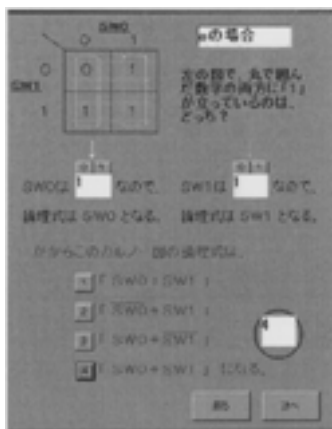


図11 カルノー図と論理式

(2)論理式と回路図

スイッチと各文字を点灯させるための論理式が出来上がった後は回路図にしなければならない。回路図にするためにはそれぞれの論理演算に対応する回路図を学ぶ必要がある。まず、基本の和・積・否定の論理式と回路図を学び、次にその組み合わせを考えていくようになっている(図12)。

また、論理式を見て、それぞれのセグメントに対して論理ゲートや線を選択し回路図を作る練習もできる(図13)。最後に自分の文字を表示するための回路図を仕上げ、自分の書いた回路図と比較できるようにしてある(図14)。

(3)実践編

実践編では回路図を見ながら、それぞれの論理式を確認し、それぞれのピンの位置をみながらハンダ付けができるようになっている(図15)。また、作成するときのハンダ付けの仕方などは写真を見ながら行えるようになっている(図16)。

4. 考察と結論

以上本ソフトの開発を通して、以下のような効果が示唆された。

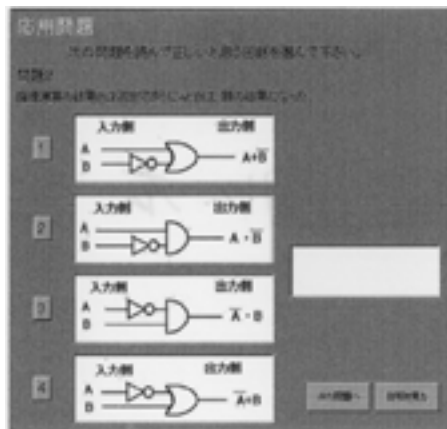
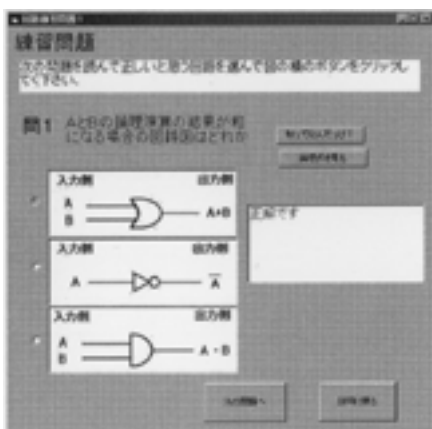


図12 回路図の基礎練習



図13 セグメント別に論理式から回路図

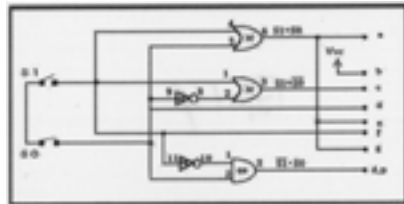


図14 1, 2, A, Bと表示する回路完成図

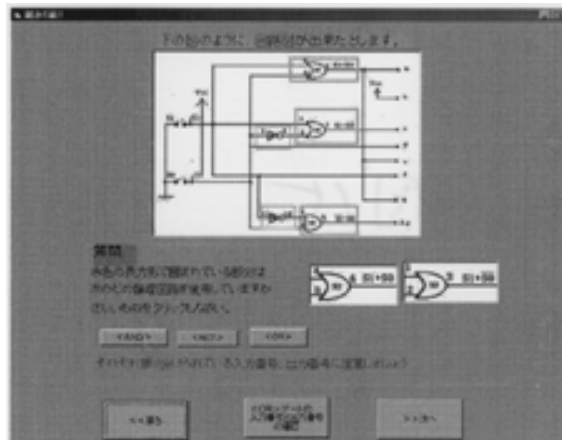


図15 回路図を確認しながら配線

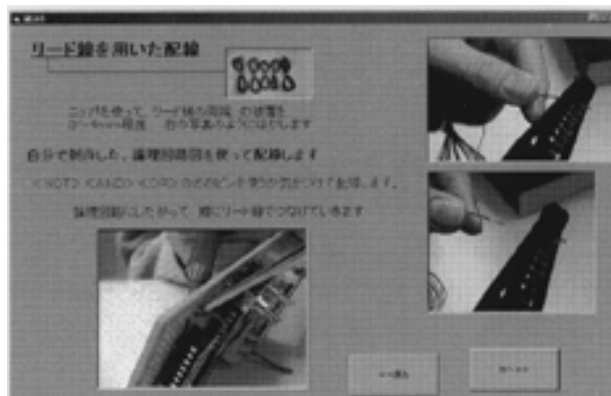


図16 道具の使い方やハンダのつけ方などは写真を見ながら作業ができる

### (1)論理演算の学習支援効果

学生は論理演算の学習をソフトに組み込むとき、この作業の中で論理演算の必要性を強く感じる事ができた。また、自分の不得意な部分、間違いやすい部分をあげ、友達にも分かってもらえるよう工夫し、作成者自身の論理演算の理解を助けることにもつながった。

### (2)ソフト開発の体験

1年間学んだ情報処理の知識と技能を応用でき、専門家が行っている一連のソフト開発手順を体験することができた。

このような指導を行うことは、学生は自分のアイデアから、計画、設計、プログラミング、デバッグを含む一連の活動を通してソフト開発をする面白さや完成の喜びを知ることができるだろう。

プログラミングに関してははじめての言語でも、必要に応じ調べながら自主的に学ぶ活動が見られた。プログラミング学習は言語を指導するより、何か目的を持ったソフトをグループで作るように指導したほうが効果があるようである。

本ケーススタディーは2つのスイッチと7セグメントのLEDによる文字表示装置を作成する時に必要な論理演算の学習を、装置作成の作業の中で取り入れていった。回路図を書くために論理演算が必要であるということを実感させることができ、ソフト開発を通して苦手の数学も自分なりに工夫し、理解を助けることが分かった。

## 5. 今後の課題

今後、このケーススタディーをもとに、一般の学生にソフトを利用した場合、実際の場面と論理演算を結びつけて考えられるか。その効果を調べていく必要がある。

また、より多くの学生が数学に少しでも興味を持つように、他の話題での数学を利用する場面のソフトの開発を行い、教材を増やしていく予定である。

謝辞 本ソフトを作るにあたり、高藤清美講師の支援をうけて、7セグメントLEDの文字表示装置作成を再現しながらソフト開発を行うことができました。

また、本研究は、平成10年度私立大学等経常費補助金特別補助「特色ある教育研究の推進」によるものである。

## 参考文献

- Rogalski J. and Samurcay R.(1993), Task Analysis and Cognitive Model as a Framework to Analyse Environments for Learning Programming, Lenut E., Boulay B & Dettori G (ed.) Cognitive Models and Intelligent Environments for Learning Programming, Springer-Verlag, pp.6-19
- PROJECT 2061 (1990), The Mathematical World, Science for ALL Americans, Oxford University Press, pp.129-144
- 中山和彦・木村捨雄・東原義訓(1990)、コンピュータ支援の教育システムCAI、東京書籍