

ソフトウェア可視化モデルによる インターネット上のCAIコースウェア -Java言語習得コースウェア-

Implementation of CAI Courseware on the Internet by Software Visualization

船橋 洋之

Hiroyuki FUNAHASHI

あらまし 学習者が個々のペースで無理をせずに学習していくようコンピューター向けにプログラムを構築したソフトウェアを CAI コースウェアと呼ぶ。本研究ではインターネット上にて実際に見て学習できるような Java 言語に関する CAI コースウェアを HTML 言語で構築する。

キーワード CAI, コースウェア, Java, HTML

1 はじめに

CAI システムとはコンピューターが学習者に直接指示を出したり、教える内容を示したりすることによって学習者が自分のやりやすいペースで学習を進めていく方式である。つまり、CAI コースウェアというのは学習者にいろいろな教科を教える際のカリキュラムなどをコンピューター向きにプログラミングしたソフトウェアを構築した教育支援システムである [11]。学校が情報教育を重視している現代においてインターネット上における CAI コースウェアは重要なものに成りつつあると考えこのテーマに注目した。今回作成するコースウェアでは、ネットワーク上で扱えることを目的としているので HTML などを用いて作成する。また、学習者が自分のペースで進めて行けるように工夫する。プログラムの経験がない方でもこの「Java 言語入門」をやり遂げることである程度の Java プログラムを書けるようになることを目標とする。 [8][9][10]

2 CAI

2.1 用語の説明

- CAI(Computer Assisted Instruction) システム : コンピューターに支援された教育システム。個人の学習を助け、教師の負担を緩和する。
- コースウェア : 算数や数学、英語などのカリキュラムをコンピューター向きにプログラミングしたソフトウェア。
- CMI(Computer Managed Instruction) システム [学習運用管理システム] : 教師が指導の際に活用できるように、学習者一人一人がどのような解答をしたか、またどのような問題を間違えたかといった学習パターンを記録・蓄積・統計化して提供する機能。
- オーサリング・システム [教材作成支援機能] : コンピューター初心者の教師であっても比較的容易

にコースウェアを作成できる機能.

- HTML(Hyper Text Markup Language) : WWW のホームページ等を作成する際に使用する言語.
- KR(Knowledge of Results) 情報 : 学習者の解答によって, 生徒の能力と学習パターンに最も適した情報を与えること.
- ICAI(Intelligent CAI) : 学習者との問答をしていく中で, プログラムされていない学習者の反応に対しても, 自分の中の知識ベースから解を組み立てて, KR 情報や問題を作成するシステム.
- プログラム学習 : テキストブックやスライドなどにより学習プログラムを提示し, 学習者一人一人に個別学習させながら一定の課程を無理をさせず, 確実に終了させる学習の方法.
- CBE(Computer Based Education) システム: 学習者の「能力を引き出す」とか, 教師に「教育上における補助手段あるいは増幅手段をもたらす」といった柔軟性や適応性をもった教育システム.

2.2 CAIの歴史

いち早く コンピューター を教育に応用しようと考えたのは米国 イリノイ 大学の D.Bitzer (ドナルド・ビットザー) 博士で, 1959 年に研究を始めた. 彼は, コンピューターの機能を十分に生かして CBE(Computer Based Education) システムを構築することに取り組んだ. この CBE は 1960 年代に教育の近代化として脚光を浴びたが, やっていることはただ単に教科書を記憶させたにすぎないのではないかとということで世間一般の関心は冷え切ってしまった. ところが, 1980 年代になって再び注目を浴びるようになった. その大きな要因として, 次のことが挙げられる.

- 技術進歩と経済性の発達によって, 技術的には単に学習者がコンピューターと対話しながら行う CAI 機能だけに留まらず, 教師が生徒個人の学習パターンを記録, 蓄積, 統計化して提供する

CMI(Computer Managed Instruction)[学習運用機能] 機能に加えて, コンピューター初心者の教師でも, 比較的容易にコースウェアを作成できるオーサリング・システム [教材作成支援機能] 等の発達によりユーザーの関心が再び集まった. また経済面においては, CAI が汎用大型コンピューターからパソコンへと変わってきたことがいえる. そもそも CAI が普及しなかった最大の原因は, 大型もしくは中型の汎用コンピューターを設置して, しかも端末機を導入するだけのお金に余裕のあるユーザーでない限り利用が出来なかったからなのである.

- 安いパソコンの出荷数増大で, 毎年たくさんのパソコンが出荷され大衆の身近な存在になってきた. しかも, いまや 32 ビットパソコンが一般化し光りディスクなどの応用も可能になった.
- 通信市場の完全自由化によりパソコンを持っている塾や家庭にしながら CAI のオンライン学習ができる可能性がでてきた.

以上のような環境変化に応じて文部省の社会教育審議会教育放送分科会が「教育におけるマイクロコンピューターの利用について」の報告書を提出. これをきっかけに, 各都道府県教育界でもパソコン導入に対する関心が高まったのである.

2.3 CAI システムの目的

- 学習者の能力や理解度によって, それぞれに合った教育を行う. (学習の個別化)
- コンピュータの利点を最大限に生かし, 今までには表現できなかったシュミレーションによる講義の充実化.
- 教師の負担緩和.

等があげられる.

2.4 CAIの特徴 [1]

メリット

- ・ 普通の授業ではできないことをコンピューターを使ってやることにより、学習者の学習意欲を高めることができる。
- ・ 個別に指導しやすくなる。
- ・ 各自の能力や理解度によって授業を進めることができる。
- ・ 教師は学習者への指導方法の刺激となる。

デメリット

- ・ 人間同士の対話がなくなるため、人間性に問題が生じる可能性がある。
- ・ コンピューターに頼りがちになってしまう。
- ・ 思考過程の軽視。
- ・ 経済的負担が増す。
- ・ CAI のソフト作りの負担が増す。

これらのことから考えなければいけないのは、CAI を教師の変わりにするか、もしくは教師の指導の補助手段とするかどうかである。

2.5 CAIの分類 [7]

CAIの分類には以下のものが一般的な分類方法である。

- (1) アドホックフレーム型 アドホックというのは「その場限りの」という意味である。一つの画面をフレームとして考え、そのフレーム単位での教材の提示や生徒の応答を受け付けて次のフレームへと分岐していく。教科書のイメージからくる典型的なCAIレッスンであり、ドリル型のレッスンもこれに属する。しかし、この型は反復練習といった非人間的なものを連想させたために批判されるものでもあった。ところが、時期や対象によっては暗記が必要なものもあるという考えもある。
- (2) アドリブ型 生徒に勉強する手段としてコンピューターやプログラム言語を与えて、それを自由に使い勉強してもらうという方式である。思考力が低下しつつある現代において思考過程を重視した教育にはこの型が向いている。しかし、時間に余裕がある場合には有効的であるが短時間のなかで成果を出したいときなどには不向きである。また、教科内容としては基礎概念などの理解には良いが、高度に発達した内容または多くの知識を系統的に覚えるなどといったことにも不向きであるといえる。
- (3) ゲーム&シュミレーション型 これは、最近のゲームブームからも分かるように子供達がコンピューターと競い合うものに興味を示しているところから、そのおもしろさを取り入れようとしている型のことである。従来の「教える」といったものから「楽しく学ぶ」といった発想を取り入れようとするものでもある。シュミレーションというものは、模擬実験と訳されるように本物とそっくりに似せて作るのを目的としている。現実のもののように似せて作ることがいいといわれてきたが、教育用のシュミレーションでは以下の点に留意する必要がある。生徒の間違いやすい箇所や理解しにくいところなどは、現実のものよりやさしくしたのから段階的に理解できるようにするといったことである。また生徒が自然に身につくように、その箇所を理解している人がどのようにして理解したかを調べて取り入れたりする。
- (4) 知識ベース型 教師が持っている知識を、データベースとして貯えておこうとするものである。パソコンの性能の向上によりこの方法が重要視されてきている。技術的には「知識の表現とデータ構造」と「推論・検索などのアルゴリズム」が重要とされ、今後ますます研究開発される方法でもある。
- (5) 知識獲得型 知識獲得型というのは、知識ベースを持つがその内容を使用者である生徒が付加していく型である。次々に別の生徒がやっていくことにより、パソコンが学習していきそれが再び生徒

への学習へとつながっていくのである。

- (6) 質問応答型 質問応答型は知識ベースをもち、それを利用して自然語に近い文で質問応答を行おうとするものである。CAI システムとは、対話を通じて自分自身に不足している知識を得ることでもあるが、今後はコンピューター自身は使用者の姿を写しただけで使用者自身が問題を解決させていく方法もふえてくるものと予想されている。

以上のものを明確に区別することはできないが、現場の状況に応じてそれぞれ良い部分を取り入れて開発していくと良い。なお、(4)～(6)を ICAI (Intelligent CAI) と呼ぶこともある。

2.6 学習方法について [3]

2.6.1 プログラミング学習の原理について

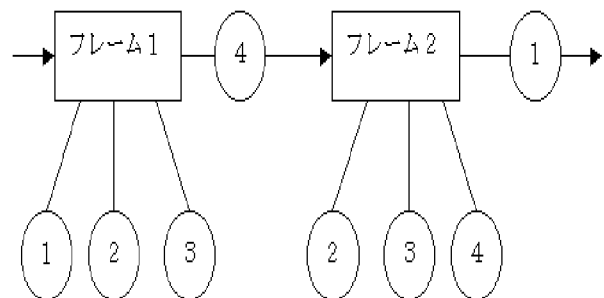
プログラム学習 (Programmed instruction, Programmed learning) とは、ティーチング・マシンやスライドによって学習プログラムを提示し、学習者に個別学習をさせながら一定の課程を無理なく、確実に終了させる学習の方法である。この方法に問題となってくるのが、学習内容のプログラムへの展開の技術あり、その内容と組み立て方によって効果が変わってくるのは明白である。プログラムへの展開の原理として次のものが最低限必要とされているものといわれる。

- (1) スモール・ステップの原理 学習プログラムというのはフレームと呼ばれる情報の最小単位の継続からできていて、学習者が各フレームを一つ一つ理解していけば苦労が少なく、しかも効果的で、永続的に学習ができるというものである。つまり、フレームとフレームの間の知識の展開に大きな差がないことが基本となる。
- (2) 積極的反応の原理 各フレーム毎に、質問を含んでいるものを作り学習者がそれに答えることで、積極的にプログラムに働きかけ、思考するようなものになっていなければならない。

- (3) 応答の正誤の即時確認と強化の原理 応答の正誤がただちに確認できる場合に、もっとも学習効果が上がるということが心理学の実験によって実証されている。だから、プログラム学習においても、解答の正誤の判断をすぐに出すようにさせる。正しい答えに関してもあるコメントを与えることにより、学習者に成功感を味あわせ、それが学習意欲を振興させるようにする。
- (4) 自己ペースの原理 学習者が今までに行ってきた項目をテストするステップや、これから学習しようとする部分に対する学習者のレベルが明示されるステップを含んだものをやらせることにより、理解力があるものについては、内容を適当にステップさせるといった各自のペースで学習ができるようにすること。
- (5) 反復練習の原理 過去に正しく学習が行われていたとしても、時間がたつと忘れてしまうことがあるので一度の学習だけでなく同じ行為を何回も繰り返させることによって記憶させる方法。

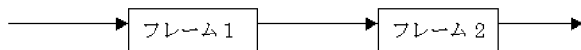
2.6.2 学習プログラムの形状について

- (1) プレッシュャー形プログラム 各フレームは、知識を提示する部分とそれに関する質問が含まれ、同時にもっともらしい選択肢が用意されている。学習者が選択した解答が正答の場合のみ次のフレームに進むことができるようになっている。

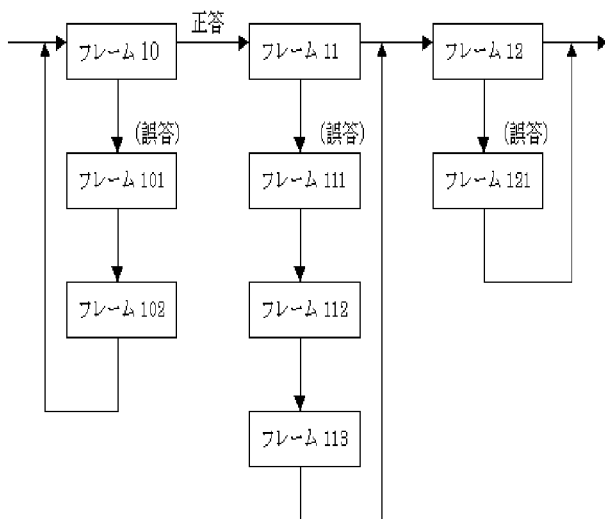


- (2) スキンナーの線形プログラム スキンナーの学習プログラムは各フレームが直線的に配列され、1 ステップずつ確実に進んでいく方法である。つまり、

誤答はただちに訂正されることを原則としてプログラムの途中で誤答を出さないように各フレーム間の知識の飛躍をできるだけ少なく、手がかりとなるような情報を適度に付け加えておく



- (3) クラウダの分枝形プログラム スキンナーのプログラムでは、できるだけ誤答をしないように工夫していたのに対し、クラウダのプログラムでは誤答が他のフレームへと分かれていくものである。学習者が解答を選び、正答ならば次のフレームに進むが誤答であったならば他のフレームへと進み誤りを訂正する情報を得て正確に理解したならば元の流れに戻るというものである。つまり、フレーム数は個人によって進む回路も変わってくるので当然異なってくる。



3 Java のコースウェア作成

3.1 作成にあたり

今までにさまざまな言語が発明され使用されてきた。現在のコンピューター業界というのは、マイクロソフト社が Windows を開発し、パソコン市場を独占しつつある。サンマイクロシステムズ社は、ワークステーションを中心とする市場開発を行っていた。そして、それと同時にインターネットも普及してきた。インターネットの最初の基盤はワークステーションであり、UNIX であった。したがって、サンマイクロシステムズ社としては、ワークステーションを中心とした分散処理の手法の確立とそこで容易に利用できるプログラミング言語が必要になり、インターネットにも応用できる Java に関心が集まるようになった。今後 Java 言語の必要性が出てくると思い、本コースウェアの作成を考える。

3.2 構成

3.2.1 作成内容

コンピューター初心者が 1 単元 60 分の授業を 12 コマ勉強する事によって、ある程度のプログラミングが作成できるようなコースウェアを作成。形としては 2.6.2 の (3) で述べたクラウダの分枝系プログラムを利用する。また、スモールステップの原理により、フレームとフレームの間の知識の展開に大きな差がないようにし、応答の正誤の即時確認と強化の原理により、問題の回答の正誤の直後には解説が見られるようにつなげる。また、誤答の場合はそのまま解説に移行するようになっており、別の問題に流れる。文字だけでは理解しづらいこともあるので図を gif ファイルを用いてフレーム内に入れる。プログラムの経験がない方でもこの「Java 言語入門」をやり遂げることである程度の Java プログラムを書けるようなコースウェアを作成する。今回作成するコースウェアは <http://www.am.chs.nihon-u.ac.jp/~yaku/archive/thesis/a5497069-cai/> で実際に使用することが可能である。

3.2.2 コースウェアの流れ [1][2]

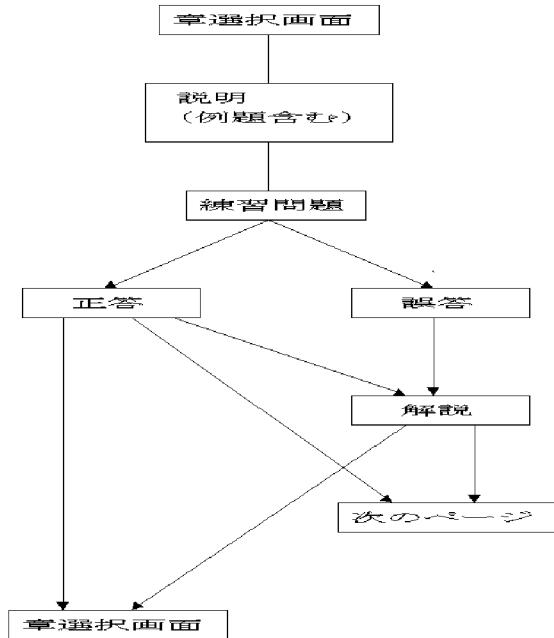


図 3.1 コースウェアの流れ

3.2.3 作成内訳 [4][5][6]

・約 350 フレーム作成

Java アプリケーションを主に学習できるように作成.
[4][5][6]

章	フレーム数	問題数	GIF
第 1 章	24	4	4
第 2 章	15	3	3
第 3 章	94	18	10
第 4 章	107	22	6
第 5 章	64	12	6
第 6 章	44	6	2
第 7 章	1	0	0
その他	3	0	2
合計	352	65	33

表 3.2 コースウェアのフレーム数

ただし、フレーム数の欄はその章の総フレーム数

各章の学習内容

1 章：はじめに

- 1－1 コンピューターについて
- 1－2 Java の歴史
- 1－3 プログラム言語
- 1－4 主な用語説明

2 章：Java プログラムの作成手順

3 章：Java の書き方

- 3－1 識別子
- 3－2 予約語
- 3－3 基本データ型
- 3－4 演算子

4 章：制御構造について

- 4－1 if, if-else
- 4－2 switch
- 4－3 for
- 4－4 while
- 4－5 do-while
- 4－6 return
- 4－7 break
- 4－8 continue

5 章：配列

- 5－1 変数について
- 5－2 型の種類
- 5－3 基本データ型
- 5－4 参照型
- 5－5 型の変換について

6 章：例外処理について

- 6－1 例外と例外オブジェクトについて
- 6－2 例外処理
- 6－3 例外の宣言

7 章：おわりに

※変更する可能性あり

算術代入演算子 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 検索 お気に入り 履歴

アドレス(O) C:\Documents and Settings\user\デスクトップ\算術代入演算子.htm
移動 リンク

算術代入演算子

代入演算子とは、2つのオペランドを演算した結果を右のオペランドに代入する演算子です。
代入演算子には以下に示すように算術代入演算、ビット代入演算、ブール論理演算のようにそれぞれ用意されています。

代入演算子

- 算術代入演算
- ビット代入演算
- ブール論理演算

算術代入演算子をまとめると次のようになります。

意味	演算子	記述方法	通常の方法
単純代入演算	=	A=B	B を A に代入
和代入演算	+=	A+=B	A=A+B
差代入演算	-=	A-=B	A=A-B
積代入演算	*=	A*=B	A=A*B
商代入演算	/=	A/=B	A=A/B
剰余代入演算	%=	A%=B	A=A%B

算術代入演算子の例

[練習問題](#)

ページが表示されました

マイコンピュータ

例外処理の練習問題 - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

戻る 月 日 時 分 秒 検索 *お気に入り 履歴 移動 リンク

アドレス(D) C:\Documents and Settings\user\Desktop\s72q0.html 移動 リンク

次のプログラムをみて下の問に答えなさい

```

class reigai{
public static void main(String args[]){
try{
int i[ ]=new int[3];
i[0]=0;
i[1]=1;
i[2]=2;

System.out.println("print i[3]...");
System.out.println(i[3]);
System.out.println("no error");
} catch(ArrayIndexOutOfBoundsException e){
System.out.println("caught ArrayIndexOutOfBoundsException");
} finally{
System.out.println("Here is finally");
}
}
}

```

問 実行させたとき、print i[3]の後にくる一文は次のうちどれでしょうか？

1. i[3]
2. no error
3. caught ArrayIndexOutOfBoundsException
4. Here is finally

ページが表示されました マイ コンピュータ

4 まとめ

今後多くのアプリケーションが Java 言語で記述され
ると考え、当初はアプレットの作成に関するコースウ
ェアも組み込む予定だったが、じつくりと Java 言語を知
ってもらうために基本でもあるアプリケーションを中心
にコースウェアを作成した。今回はコースウェア作成に時
間がかかってしまったため、実際にこのコースウェアを
やった人がどれくらいの技術を習得出来るかは不明であ
るが、これではまだ完全に個人の学習の補助をしてい
るとは言い切れない。今後は学習者のやる気を高めさせ
るような一層の工夫が必要であると思われる。

参考文献

- [1] F.Terada, M.Matsuyama, T.Syakushi, K.Sukoh,
and
T.Yamamoto, English education Using multi-
media CAI system ... Use of the system in meet-
ing the needs of English languages education, MI-
CROCOMPUTERS IN SECONDARY EDUCA-
TION, (1986), 319-324
- [2] 柳本昌也, ETA/CAI88, Ver2.10, 研究報告書
- [3] 教育工学, 夜久研究室資料 (コピー)
- [4] 池田誠, "Java 言語 ハンドブック", ナツメ社,
1998, 東京都, 383
- [5] 赤間世紀, "Java によるプログラミング入門", コ
ロナ社, 1999, 東京都, 194
- [6] Sun Microsystems Inc., "JAVA プログラミング講
座", アスキー出版局, 2000, 東京都, 367
- [7] 山本米雄, CAI の活用法, 夜久研究室資料 (コピー)
- [8] 村井右洋, HTML によるインターネット上の CAI
コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学
科夜久研究室資料, (1995)
- [9] 富山聖宣, HTML によるインターネット上の CAI
コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学
科夜久研究室資料, (1998)
- [10] 佐々木俊, HTML によるインターネット上の CAI
コースウェアの実現, 日本大学文理学部応用数学
科夜久研究室資料, (1999)
- [11] K. Sugita, Y. Adachi, Y. Miyadera, K.
Tsuchida and T. Yaku, Advanced Software Mech-
anisms for Computer-Aided Instruction in Infor-
mation Literacy, APEC-CIL'97, (1997)