

早稲田大学数学科におけるコンピュータ教育*

藤野喜一**

1. はじめに

数学科における電子計算機の教育の目標は何かといったとき、他の学科のように実験または数値処理のためにすぐに計算機を利用することを目的とする割合は比較的少ないので（早大数学科では別に数値計算法があり、数値解析および計算機による数値計算を扱っている）、この数年間にわたって実施してきた電子計算法（3年4単位）の教育目標は、コンピュータおよびその利用方式に関する体系的な理解を第1としてきた。すなわち、FORTRAN などの特定の言語の使用法の修得のみでなく、より基本的な立場からのコンピュータサイエンスの学習を目標としている。最近のように非常に広い分野にコンピュータが利用されるようになると、基礎的な概念の把握が一段と重要になる。したがって、電子計算法という名前からは計算するというイメージが強いのであるが、もっと広い意味の情報処理の基礎概念の修得をねらいとするべきであろう。

まず初めに、コンピュータを利用して問題を解決する場合に考えるべきことについて述べ、さらに計算の対象となるデータの種類と構造についてできるだけ詳しく扱う。このことは、コンピュータによる計算を実行するために必要な基本要素には、

- ・ 対象となるデータの集合
- ・ データを処理するプログラム
- ・ 計算を実行する際のコンピュータ装置等に関する環境条件
- ・ これらの全体をコントロールするオペレーティングシステム (OS)

の4つから構成されるという考え方に基づいている。

データ構造に関する論理的な構成について十分な理解ができれば、当然次はデータおよびその演算を記述する言語の問題が生じてくる。これらを通してコンピ

ュータで問題を解くときの計算のモデルが構成できる。また論理的なモデルと、実際のコンピュータの物理的特質との間の関係の理解も大切である。この問題の詳細についてはオペレーティングシステムの項目で取り扱う。

さて実際の講義内容については、昭和45年度と昭和46年度の講義内容を中心として説明するが、実際に行なっているものと多少違う部分も含まれている。

なお電子計算法の講義は週90分授業で、前期を藤野喜一、後期を小島 倬の両名が担当している。

2. 講義内容

(1) コンピュータによる計算について

まえがきで述べたように、この講義の初めに、情報処理の概念の把握を目的として、コンピュータシステムとは何かを理解させる。そのためにはまず、

- ・ 問題解決の過程の説明 (図1参照)
 - ・ 問題解決の過程における評価としてのフィードバック
 - ・ サイクルの説明
- の説明から始める。

全体的に概念の把握ができたあとで、図2に示されるコンピュータによる情報処理で使用されるソフトウェア、ハードウェアの種類とそのレベルおよびそれぞれの役割について述べる。外側の環ほどユーザに直接関係があり、内側にいくほど直接的には見えなくなる。ここではコンピュータ、オペレーティングシステムの全体の構成とおのおの各機能について概説する。ねらいは各機能の相互的な位置関係の理解である。

(2) プログラミングとその実行

プログラミング言語は人間とコンピュータとの情報交換の役割をするものとしての立場から取り扱う。機械語、アセンブラ言語、コンパイラ言語および専門分

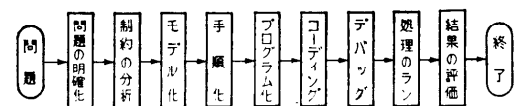


図1 問題処理の過程

* Computer Education in Mathematical Department of Waseda University, by K. Fujino (Central Research Lab., Nippon Electric Co. Ltd Faculty of Science and Engineering, Waseda University)

** 日本電気中央研究所, 早大理工学部講師

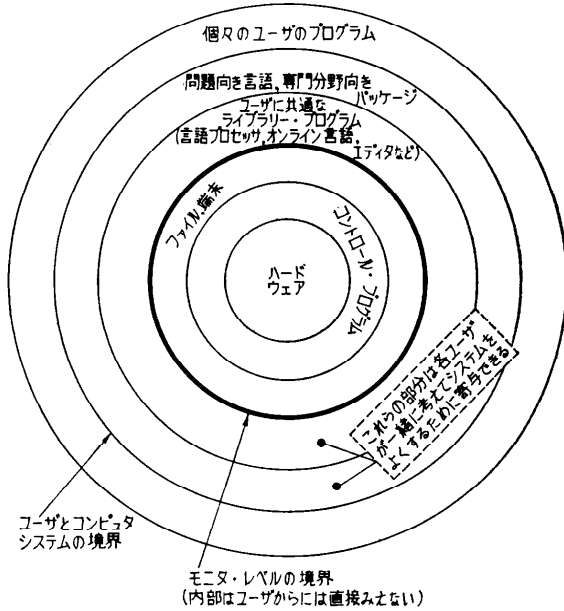


図 2 コンピュータシステムによる問題解析における階層化した表現

野向き言語の内容と相互関係を説明する。いくつかの現存する言語の特徴と比較も述べる。またオペレーティングシステムの必要性和その意義について述べ、リソースの割当て、スケジューリング、システムの制御の役割について概説する。OS については後期でかなり詳細に講義する。

(3) データの種類、性質、構造と基本演算

計算の対象として扱うことのできるデータの種類について一般的に説明する。この際データの表現法は、特定の言語によるよりも、Iverson 言語のような表現を採用して説明する。これによって、個々の言語でのデータの種類、性質と表現の相違が、基本的なものからの変形をして理解することを可能にする。また構造化されたデータの説明も重要なポイントであって次の項目を扱う。

- 各種のデータ構造とその表現法 線型リスト、ネットワークデータ、配列、構造体
- 情報の構成要素と相互関係
- 構造化データの処理方式 リスト処理の基本演算、ネットワーク計算などを論理的な処理を中心として説明し同時に応用面についてもふれる。

(4) アルゴリズムの表現の基本要素

アルゴリズムを表現するのに必要な基本的な演算を表わす式および文とそれらの実行順序、すなわち計算

の制御の表現法について説明する。基本演算については Iverson 言語によって説明し、それらとたとえば FORTRAN, (ALGOL, PL/1 でもよい)をえらんだときの相違についてふれ、どれくらい使いやすくなるかなどを理解させる。サブルーチン、関数などのプログラムの機能分割による使用法なども説明する。

(5) 計算の流れの表現法

問題解決のアルゴリズムを表現するための手段として従来は、① フローチャートがもっともよく使われているが、このほか、② 状態図 (State Graph), ③ 遷移表 (Transition table) および、④ 決定表 (Decision table) などの機能と使用法およびそれらの相違点を比較して説明する。またこれらの表現法と関連してオートマトンの概念についてもふれる。

この際できれば手続的言語と非手続的言語も扱う。

(6) 情報処理言語としての LISP 1.5

情報処理用の言語の 1 つの典型である LISP 1.5 をえらび、構造化データの処理の方式について検討する。これと同時に言語の形式的な定義の方法、言語の Syntax, Semantics の問題の説明を行なう。また形式言語のインタプリタ、コンパイラなどの内部処理方式についてもふれることにする。

(7) FORTRAN による実習問題

FORTRAN についてはこれまでの講義と並行して、言語説明書の予習をさせておき、ここで一般的にその機能の概説を行なう。ここでは、実際にコンピュータを使うための実習問題を説明しプログラミングについては、例題を説明し学生自身が自分で興味のある分野から類似の問題を作らうにできれば、バラエティに富んだプログラム手法もおのづから現われて面白いであろう。

例題のクラスとして、

- ① オートマトンのモデルとしての「切符販売機のシミュレーション」、「カウンター」、「エレベーターのシミュレーション」
- ② リスト処理の問題としての「数式のポーランド記法への変換」、「数式の 2 木表現 (の図形的な打出しも含める)」、「データ要素のグループ化、要素のグループへの編入、削除、検索、データ要素に対する演算の実行などの問題」
- ③ 各種の統計を作る計算と表の作成などの問題

をとりあげる。

これらの問題を中心にして1人3題(各クラスから1題)を2人~3人のグループで完成させる。この際問題によってはPL/1あるいはLISPなどを使うと容易にできるものもあるが、練習のためすべてFORTRANで実習する。

(8) 各種の言語について

汎用言語としてPL/1をえらびその言語機能について学習する。文法を詳細に説明するのではなく、PL/1のもつ機能がなぜ必要か、またその利用法について、他言語(ALGOL, COBOL, FORTRAN)との比較も行ないながら考察するという立場をとる。特にPL/1がもっている豊富なデータの種類については前期との関連のもとに説明し、またAutomatic Controlled, Based Dataなどの性質と記憶域制御の関係、ファイルの問題などもよく理解させることが必要である。また時間があれば問題向き言語について代表的なものを取り扱う。

(9) オペレーティングシステム(OS)

すでに前期の初めに述べたOSの機能と目標をより具体的に説明することによって、ハードウェア、ソフトウェアを総合したコンピュータシステム全体の理解を明確にすることがねらいである。ユーザには直接にはみえないOSの各種の技法についてわかりやすく説明する。またコンピュータの利用形式の中典型的なも

のとして、バッチ処理、オンライン処理およびTSSなどの各形式についても比較検討を行なう。

3. おわりに

以上早大数学科における電子計算法の内容について述べたが、コンピュータに関する実際的な問題から原理的な問題まですべてを網羅することは困難であり発散することにもなるので、現在の週90分の授業ではできるだけ焦点をしぼることが必要である。しかし今後、データ構造論あるいは情報構造論などが別に設置されるようになればかなり余裕ができると思われる。将来コンピュータサイエンス全般に関するはっきりした理念または指導の方向を打ち出すことができれば、コンピュータに関する授業の方向の決定にも役立つのではないかと期待される。

参考文献

- 1) Helleman, H.: Digital Computer System Principles, Mcgraw-Hill, 1967.
- 2) Kunuth D. E.: The Art of Computer Programming 第1巻, Addison Wesley Publishing Company, 1968.
- 3) Iverson K. E.: A Programming Language.
- 4) Hopgood, F. R. A.: Compiling Techniques.
- 5) 上級情報処理技術者教育指針(基礎編)