

# 一般情報教育における実用言語を用いた プログラミング教育

石巻専修大学・理工学部・基礎理学科 綾 皓二郎  
aya@isenshu-u.ac.jp

## 1. はじめに

大学の一般情報教育ではもはやプログラミングを学ばせる必要がなくなったという声を聞く。しかし、著者は一般情報教育においてプログラミングを学ぶことの重要性を訴え続けてきた。<sup>(1)~(5)</sup> 情報処理学会情報処理教育委員会の「日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005」では“手順的自動処理の構築”の教育という言葉で、プログラミング教育の意義と必要性が強く主張されている。<sup>(6)</sup> しかし、科目担当教員は、プログラミング言語には数多くの教育用言語および実用言語があるので、プログラミング教育を行う場合にどのプログラミング言語を選ばよいか迷うことが多い。<sup>(7)</sup> この報告では、最初に情報教育の目的からプログラミング言語を選択する必要があることを指摘する。次に日本語プログラミング言語と英語プログラミング言語、教育用言語と実用言語を比較して、プログラミング教育を考察する。終わりに著者の選択として実用言語を教育的に使うことを提案し、その理由を述べる。

## 2. 情報教育の母体となる学問分野からみたプログラミング教育とプログラミング言語

情報教育の母体となる学問分野を何と考えるかによって、プログラミング教育の内容も異なったものになる。従来は一般情報処理教育の母体をCS（コンピュータ科学）とし、CSの立場に立つ基礎教育としてのプログラミング教育が指向されてきた。<sup>(8)</sup> しかし、米国の計算機学会による最新の Computing Curricula 2005 では、この学問分野を Computing と定めて、CSの他に、CE（コンピュータ工学）、IS（情報システム学）、IT（情報技術）、SE（ソフトウ

ェア工学)を加えて5分科としている。<sup>(9)</sup> したがって、一般情報教育もCSに偏ることなく、これらの5分科の立場から見直す必要がある。<sup>(10)</sup> すなわち、これからのプログラミング教育は、CSの立場からアルゴリズムの理解を主目的とするもの、CEの立場から組み込み機器における制御の仕組みの理解を主目的とするもの、ISの立場から社会で動いている（大規模）情報システムの仕組みの理解を主目的とするもの、ITの立場から日常業務で使うアプリケーションソフトの理解を主目的とするもの、SEの立場から高い生産性と信頼性をもったプログラムをいかに作成するかの理解を主目的とする、というようにそれぞれの目的に応じたものになると思われる。そこで、プログラミング教育の目的に合った適切なプログラミング言語として、例えば、手続き型言語あるいはオブジェクト指向言語を選択することになるだろう。オブジェクト指向言語が最新であるからプログラミング教育に最適とか、早期導入教育が必要とかは必ずしもいえないことに注意すべきである。

## 3. 一般情報教育におけるプログラミング言語

実務ではプログラム言語は作成したいシステムの特性によりシステムを実現するのに最も適切なものが選ばれるが、一般情報教育におけるプログラミング教育でも上述のように教えた目的があり、その目的に適したプログラミング言語を選ぶべきである。ただし、一般情報教育のプログラミング教育であるから、一つの分科の目的に限ることなく、複数の分科の目的を満たすような、Computingとしての汎用的な情報教育ができるプログラミング言語を選ぶ必要がある。一般情報教育では、例えば、次のような

項目をプログラミング教育で教えることが提案されている。

- コンピュータの動作原理  
コンピュータの中でソフトウェアの果たす役割を学ばせたい。プログラムを書くことでコンピュータは命令通りに動くことを体験させたい。この目的なら、様々なプログラミング言語が使える。ただし、これはプログラミング言語を用いてプログラミングしなくても、アプリケーションソフトの使用で、ある程度は代替できる。
- プログラミングの基礎概念  
変数、データ型、代入、制御構造、手続き、構造化プログラミング、スタック、ポインタ、データ抽象、オブジェクト指向など。新しい手続き型言語およびオブジェクト指向言語が適切である。
- CPUの基本動作  
アセンブリ言語が最適である。手続き型言語の中にも使えるものがある。
- アルゴリズム  
手続き型言語の方がオブジェクト指向言語よりも学びやすい。アルゴリズムに限るなら BASIC を用いても効果的な教育はじゅうぶん可能である。
- コンピュータを用いた計測と制御  
アセンブリ言語や手続き型言語を用いることができるが、手続き型言語の方が教育的である。
- 現代的なソフトウェア  
オブジェクト指向言語を学ばせることが提案されている。<sup>(11)</sup> ただし、オブジェクト指向の考え方だけなら、クラス、インスタンス、ポリモーフィズムなどの概念は、アプリケーションソフトを使う過程でも教えることはできる。
- 情報システムの仕組み  
OSやネットワークの仕組みを理解するにはC言語のようなシステム記述言語を選ぶ必要があろう。

#### 4. プログラミング教育の幾つかの問題点

##### 4-1. 日本語教育用プログラミング言語の問題点

教育用プログラミング言語とは、プログラミングを体験するために教育用に開発された学習用のプログラミング言語で、初心者を対象にプログラミングの作成を容易にすることを最大の目的としたもので

ある。日本語プログラミング言語を用いれば、英語のプログラミング言語を用いる場合と比べて、母語である日本語を使うことで学習者の負担を減らすことができるので、表現力の育成など効果的なプログラミング教育ができるといわれている。<sup>(12)</sup> しかし、日本語プログラミング言語は学習の最初の頃には有効であってもプログラミングに慣れてくると日本語を使っているのは煩わしいことが増えすぎる。例えば

- 日本語表記は長くなりがちで、プログラムを素早く読めず、しかも本質的な部分を読み取るのが煩わしくなる。
- 日本語入力にかな漢字変換が必要など面倒である。キー入力のスピードが落ちる上に、日本語入力に間違いが起きやすく、これがコンパイルエラーに直結する。
- 記号を使わないと、プログラムの記述が煩雑になってしまう。
- 変数を明示的に定義しない言語だと、プログラムのメモリへの実装が見えない。

小中学生はともかくも、大学生以上となると、プログラミング言語学習の難易度は、言語が日本語かどうかということと無関係という意見もある。例えば、“プログラミングが日本語でできるから、学習が容易なはずという実に安直な考えのもとに始めたが、実際には処理系が持つ概念（例えば、スタックの概念）を理解・体得することの方が、単語が日本語かどうかということよりもはるかに重要であることに気付かされた”という報告がある。<sup>(13)</sup>

##### 4-2. コンパイルエラーは、初心者教育に弊害になるか

教育用言語のなかにはコンパイルエラーが起きないように構文エディタを用いるものがある。コンパイルエラーが起きると、プログラミングの論理的な思考が妨げられる、本質的なアルゴリズムに関する議論に集中できないからといわれる。これは子どもにはナイフは危ないから使わせない、川は危ないから近寄らせない、という指導に似たところがある。しかし、コンパイルエラーを体験させないと、現在のコンピュータの特性やコンピュータの本質的な欠点が見えてこない。コンパイルエラーをプログラミング教育に生かすことをもっと考えるべきではない

か。エラー（失敗）をたくさん経験させて、次の段階の学習へつなげる教育的工夫が求められている。

#### 4-3. 「情報」の大学入試問題におけるプログラム作成の課題は、教育的か

「情報」の試験ではプログラム作成の問題を課して、コンピュータを使わず頭だけでアルゴリズムをトレースさせてプログラムを完成させている。正解でないとももちろん得点は与えられない。入学試験とはいえ、こういうプログラム作成課題の方が、コンパイルエラーの発生よりもはるかに不自然で非教育的であると思われる。なぜなら、通常のプログラム開発では、アルゴリズムが完全に正しいことを頭で確認してプログラムを作成するわけではなく、コンピュータを使ってアルゴリズムを含めて試行錯誤のデバッグを繰り返しながらプログラムを完成させるのがごく普通のやり方であるからである。

アルゴリズムの教育は論理的な思考力を育成するというけれども、現在のコンピュータ上でアルゴリズムを実現するために人間には不自然な思考法を強制していることに注意を向ける必要はないだろうか。英語を用いる不自然さよりもコンピュータアルゴリズムの思考の方がはるかに不自然である。自然言語による通常の思考では多重の分岐やネストされた繰り返しが使われることはないからである。

#### 5. 一般情報教育ではなぜ英語のプログラミング言語を採用したいか

- Simple is best. 英語ならコンパクトなコードを迅速に記述できる。例えば、C 言語を学べばよくわかる。
- 限られた教育時間を有効に使いたい。日本語プログラミング言語でプログラミングを学んでから英語でプログラミングの学習では、二度手間になる。同じ時間をかけるなら、英語プログラミング言語のみで丁寧にやった方が効率的ではなかろうか。
- プログラミング言語では難しい英語が用いられているわけではない。この程度の英語は大学生なら理解できなければならない。
- プログラミング用語はカタカナの日本語よりは元の英語のまま理解した方がわかりやすく、プログラミング学習に効果的である。例えば、オブジェ

クト指向言語のクラス、メソッドは、普通の英英辞書ではどのように説明されているだろうか。例えば、Oxford Dictionary of English によれば

class: a set or category of things having some property or attribute in common and differentiated from others by kind, type, or quality

method: a particular procedure for accomplishing or approaching something

- Computing の専門分野では英語を使うことが普通であるので、最初から英語を使って学んでおけば先々役立つことが多い。

#### 6. プログラミング教育に実用言語を採用する理由

初中等の情報教育では教育用プログラミング言語を用いて教えることでよいであろうが、大学の一般情報教育で教育用プログラミング言語を採用することは適切だろうか。むしろ実用言語を採用し教育的に使用した方がよいのではなかろうか。その理由は

- 大学教育で使える教育用プログラミング言語が少ない。<sup>(14)</sup>
- 英語教育において学校英語が実社会での円滑な英語運用能力の育成につながらないように、プログラミング言語教育でも同様なことが起きる可能性がある。
- 実用言語を習得の負担が少ないように教育的に使った方が、将来的に役に立つプログラミング教育となるのではなかろうか。例えば、C++を最初は better C として手続きの基本を学ばせ、次にオブジェクト指向に拡張して教育する。
- 大学のプログラミング教育には、高い信頼性をもった大規模プログラムをいかに効率よく開発し保守するかという視点も必要である。教育用言語にはそれらが欠けている。
- 実用言語なら表現力に不足がない。自然なプログラムが書ける。
- 実用言語なら自学自習に向けたテキストや Web 情報が容易に得られる。

#### 7. プログラミング言語の進化の視点からプログラミングを学ぶ

コンピュータの利用が拡大するにつれてプログラ

ムの巨大化に伴う複雑さの克服への対応および増大するエラーの防止対策が、プログラミング言語の仕様に要求された。すなわち、プログラミングにおける生産性、信頼性、再利用性、保守性、可読性の向上が強く求められるようになり、これがソフトウェア工学の誕生を促した。<sup>(15)</sup> そこで、プログラミング教育においては SE に基づくプログラム言語概念の理解を欠かすことができない。例えば、構造化プログラミング、抽象データ型、オブジェクト指向などである。プログラミング教育では、プログラミング言語がいかんして進化してきたかを理解させる必要がある。著者の経験からいえば、プログラミングを学ぶことから得られる最大の教育上の収穫は「抽象化」の概念の理解ではないと思われる。

プログラミング言語の抽象化と進化とを学ぶなら、C/C++ 言語の選択が適切と思われる。通年の講義ならば、C/C++ を用いて、K & R の C から ANSI C、さらに ANSI C++ へと発展する過程を追うなかで、プログラミングの様々な重要な概念と、アセンブリ言語レベルを含む手続き型プログラミングから構造化プログラミングを経てオブジェクト指向プログラミングまでの言語の抽象化と進化を、さらにオブジェクト指向プログラミングの現代的必要性を学ぶことができる。

なお、オブジェクト指向は、現在ではたんなるプログラミング技術からソフトウェア開発の総合的技術に進展しているので、<sup>(16)</sup> 一般情報教育でもオブジェクト指向の考え方を学んでおくことはきわめて重要である。

## 参考文献

- (1) 綾 皓二郎：一般情報教育においてプログラミングをいかに教えるか，  
'98 PC Conference 予稿集，100-103，1998
- (2) 綾 皓二郎：高校と大学の情報教育におけるプログラミング教育の在り方を考える，  
'99 PC Conference 予稿集，89-92，1999
- (3) 綾 皓二郎：計算機科学の頻出概念の理解を目指したプログラミング教育，  
平成 11 年度 情報処理教育研究会講演論文集，  
395-398，1999
- (4) 綾 皓二郎：高校と大学の情報教育の円滑な接続を考慮したプログラミング教育，  
2003 PC Conference 論文集，307-310，2003
- (5) 綾 皓二郎，藤井 亀：コンピュータとは何だろうか 第 3 版，森北出版，2006
- (6) 情報処理学会情報処理教育委員会：  
日本の情報教育・情報処理教育に関する提言 2005，  
<http://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/proposal-20051029.html>
- (7) 情報処理学会情報処理教育委員会：  
教育用プログラミング言語に関するワークショップ 2006 報告集
- (8) 情報処理学会編：大学等における一般教育処理教育の在り方に関する調査研究，  
情報処理学会，1993
- (9) 米国計算機学会：Computing Curricula 2005  
[http://www.acm.org/education/curric\\_vols/CC2005-March06Final.pdf](http://www.acm.org/education/curric_vols/CC2005-March06Final.pdf)
- (10) 駒谷昇一：企業から見た，大学の一般情報処理教育への期待，情報処理学会第 68 回全国大会教育シンポジウム(3)
- (11) 兼宗 進，中谷多哉子，御手洗理英，福井眞吾，久野 靖：初中等教育におけるオブジェクト指向プログラミングの実践と評価，  
情報処理学会論文誌，  
Vol. 44 No. SIG 13(PRO 18)，58-71，2003
- (12) 岡田 健，中鉢欣秀，鈴木 弘，大岩 元：プログラミング言語としての日本語，  
KEIO SFC JOURNAL，Vol. 2，No. 1，114-134，2002
- (13) M. Abe：PC 処世術 - 雑感：日本語プログラミング言語の思い出で考える PC の意義，  
<http://www.kt.rim.or.jp/~abemo/pc/z20050815.html>
- (14) 中村亮太，松浦敏雄，西田知博：プログラミング環境 PEN - 入試言語 TUATLE への対応，  
2005 PC Conference 論文集 343-344
- (15) 十山 圭介：手続き型言語の将来，  
HAS ニュース，NO. 14，111-127，1996
- (16) 平澤 章：オブジェクト指向でなぜつくるのか，  
日経 BP 社，2004