

日本語プログラミングによる算数教育 Mathematics Education by Japanese Programming

大岩 元[†]
Ohiwa, Hajime

1. はじめに

2020年から小学校でプログラミング教育を行なうことになったが、新しい科目を設けることはできないので、既存の科目の中で行なうことになった。一番やり易そうに見えるのは算数の中で行なうことであろう。算数は、数の計算のアルゴリズムを具体的に行なう訓練が大きな部分を占めている。

現行の算数の教科書を調べてみると、1年次の整数の概念と加減算から始まり、その成果をもとに次々と複雑な計算に進んで6年次には小数と分数の計算に至る教育体系は、ブートストラッピングの典型例であって、computer scienceの教育と極めて親和性が高い。そも、本稿では算数教科の中でプログラミング教育が行なう場合の問題点について検討する。

日本で行なわれてきたプログラミング教育は、何らかのプログラミング言語の使い方を習得することとしてとらえられている場合が多いが、このような教育は今後あまり必要でない。

情報処理学会は、平成5年3月に文部科学省に対して専門家育成ではない一般情報処理教育について調査研究報告書を提出したが、その中で一般的なプログラミング教育とは別の「プログラミング」教育を次のようなものとして提案している[1]。

「プログラミング」とは、

問題を発見して、それを解決する」システムを創り出し、さらに出来上がったシステムの使用を通じて新たな問題を見発するという、いわばシステム進化の過程全体である

であるとしている。その後 UNESCO から発表された Introduction to Programming”の内容は、

Design a Task-Oriented Algorithm
Translating the Design into a Program
Bringing the Program to Life

であって、プログラミング言語の習得ではないことが分る[2]。

2. 「プログラミング」教育

日本で行なわれてきたプログラミング教育は、何らかのプログラミング言語の使い方を習得することとしてとらえられている場合が多いが、このような教育は今後あまり必要でない。

情報処理学会は、平成5年3月に文部科学省に対して専門家育成ではない一般情報処理教育について調査研究報告書を提出したが、その中で一般的なプログラミング教育と

は別の「プログラミング」教育を次のようなものとして提案している[1]。

「プログラミング」とは、

問題を発見して、それを解決する」システムを創り出し、さらに出来上がったシステムの使用を通じて新たな問題を見発するという、いわばシステム進化の過程全体である

であるとしている。その後 UNESCO から発表された Introduction to Programming”の内容は、

Design a Task-Oriented Algorithm
Translating the Design into a Program
Bringing the Program to Life

であって、プログラミング言語の習得ではないことが分る[2]。

3. 教科「算数」における数と計算

現行の指導要領によれば、小学校の教科「算数」には
A 数と計算
B 量と測定
C 図形
D 数量関係

の4つの領域があり、その他に算数的活動がつけ加わる。これは、児童が目的意識を持って主体的に取り組む算数にかかわりのある様々な活動を意味している。

この中で、「数と計算」は中心的な位置を占めており、1年次では整数の意味と加減算、2年次では1万までの整数と簡単な分数が扱われる。ここで、 n 桁の整数のことを n 位数と呼んでいる。掛け算九九と簡単な2位数のかけ算まで扱う。

3年次では、整数の加減乗除算を扱った後、小数と分数、それに「そろばん」が導入される。

4年次では、億、兆などの大きな数と概数、四捨五入などを扱って、整数の四則演算を完成する。また、小数と分数の加減算を行ない、そろばんによる加減算も行なわれる。

5年次では、最小公倍数、最大公約数などの概念を導入した後、小数、分数の相互関係や乗除計算が導入されて、その意味づけが行なわれる。第6年次では、分数の乗除算と分数・小数の混合演算が完成され、文字を用いた式も導入される。

全体に高度な内容を、意味をともなって教えようとしているため、教師に内容の深い理解が求められる。

4. 筆算による整数の加算

2年次の2桁の整数計算では、筆算の仕方を図解しながら説明している。その例を図1に示す[3]。

この筆算作業を pascal 風プログラムで表現すると以下のようになる。

```
//筆算での N 桁整数の加算をシミュレートする
program integer_addition_by_places;
begin
  const N = 2, n1 = 38, n2 = 27;

//筆算での N 桁整数の加算をシミュレートする手続き
function sum(n1:integer, n2:integer):integer;
//整数の各桁の数値を入れる配列
type place[N] = array{ 1..N} of 0..9;

var carry, s : place[N+1],
    n1p, n2p : place[N];
    i : integer;

//加算する数の各桁に該当する数値を入れる
begin
  for i := N down to 1 do begin
    n1p[i] := n1/10**i; n2p[i] := n2/10**i;
    n1 := n1 - n1p[i]*10**i;
    n2 := n2 - n2p[i]*10**i;
  end;
//各桁の数値を計算する
  for i := 1 to N do carry[i] := 0;
  for i := 1 to N do begin
    s[i] := n1p[i] + n2p[i] + carry[i];
    if s[i] > 9 then begin
      s[i] := s[i] - 10; carry[i+1] := 1;
    end
    if carry[N+1] = 1 then s[N+1] := 1;

//各桁の数値から結果の整数を計算する
    sum := 0;
    for i := 1 to N+1 do
      sum := s[i]*10**(i-1);
    end;
    writeln(n1, "+", n2, "=", sum);
  end;
end;
```

筆算による整数加算のシミュレーション

図1の筆算を日本語プログラムで表現すると下記のようなものになる[4].

整数加算の筆算をするプログラム

整数型の入れ物「数1の1桁」を作り、8を入れる。
 整数型の入れ物「数1の10桁」を作り、3を入れる。
 整数型の入れ物「数2の1桁」を作り、7を入れる。
 整数型の入れ物「数2の10桁」を作り、2を入れる。
 整数型の入れ物「合計の1桁」、「合計の10桁」、
 「合計の100桁」を作る。
 整数型の入れ物「くり上り」を作り、0を入れる。

「数1の1桁」に8を、「数1の10桁」に3を入れる。
 「数2の1桁」に7を、「数2の10桁」に2を入れる。

「数1の1桁」と「数2の1桁」を足す。
 結果が9より大きければ、結果から10を引き、
 「くり上り」に1を入れる。
 結果を「合計の1桁」に入れて、「くり上り」に0を入れる。
 「数1の10桁」と「数2の10桁」を足す。
 結果が9より大きければ、結果から10を引き、
 「くり上り」に1を入れる。
 結果を「合計の10桁」に入れる。
 「くり上り」が1なら、合計の100桁に入れる。

これを解釈実行する言語処理系「敷島」を作り、「入れ物」のトレースを行なうことで、プログラムの働きが理解できるであろう。

5. おわりに

Pascal 風プログラムを小学生の授業で扱うのは困難であるが、教師はこの程度のプログラムを理解した上で、プログラミングの授業を行ってほしい。

このプログラムを作ってみて分かったことは、まず算数用語が整理されていないことである。n位数という用語を初めて知ったが、その他に各桁の数値を表す用語が欲しい。筆者は日本語プログラミングの有用性を主張しているが[5]、この程度のプログラムでも、日本語で名前をつけると、読みにくいことが予想される。英文字の変数名が使いたくなる。この程度のプログラムはやはり、代数を学んだ中学生以後に教えたほうがよさそうである。その際、小学校の算数を教材としてとりあげることは復習にもなってよい効果が期待できる。

参考文献

- [1] 情報処理学会, “大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究”, (1993)
- [2] UNESCO, Information and Communication Technology in Education A Curriculum for Schools and Programme of Teacher Development, (2002), <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129538e.pdf>.
- [3] 一松 信, 岡田 緯雄, 算数2年上, 学校図書(2015)
- [4] 大岩 元, 中鉢 欣秀, 文法最小化を目指した日本語プログラミング言語「敷島」, FIT2015(2015)
- [5] 大岩 元, “識字教育としてのプログラミング”, 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ (TCE) Vol.1, No.2(2015)

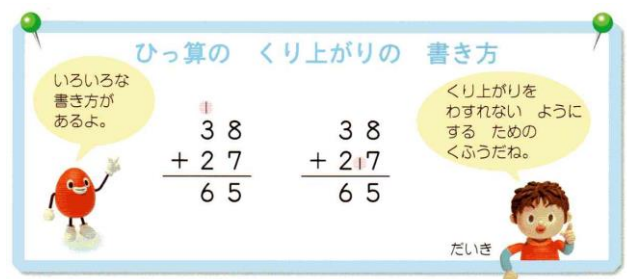


図1 筆算による2桁整数の加算