

# 第 1 章

CPUの動作のしくみから仮想電卓プログラムの作成まで

## プログラムはなぜ動く？

まず、プログラムのイメージをつかんでもらうために、「すごろく」を例に解説する。CPUの基本的なしくみから、組み込みシステムに必要なROMとプログラムの関係、そして最後に仮想的な電卓プログラムを示して、組み込みプログラムのイメージをつかんでもらう。

(編集部)

大中 邦彦

### 1. 「プログラム」とは何だろう

#### ● コンピュータという道具

人類が石を道具として使ったのは今から200万年も前だそうです。その後、人類は次々と新しい道具を発明し、3000年前には車輪が発明されました。車輪は水車へと発展し、人間が力を与えなくても勝手に動き続ける機械となりました。

近年になると人類はコンピュータを発明します。初期のコンピュータは入力された数値に対してある計算をした結果を自動的に出すというだけのものでした。しかし、電卓のような「入力した二つの値を足した値を出力」という単純な計算ではなく、「与えられた10個の数値の中から最大値と最小値を選び、その平均を出し…」というように、一連の手続きを必要とする計算ができるのです。

コンピュータの「一連の手続きをこなせる」という機能は、人類が過去に発明したほかの道具や機械とは一線を画す、非常に大きな特徴です。コンピュータ登場以前にも「からくり人形」のように一連の動作を順序どおりにこなす機械が作られましたが、それらはあらかじめ組み込まれた仕掛けによって機械的に動作しているため、製作時に予測できない動きはさせられません。

一方のコンピュータは常に同じ計算しかできないわけではなく、プログラムを入れ替えるだけで全く違った計算を行うように修正できます。プログラムを工夫すれば、設計者が考えていなかったような全く新しい機能も持たせられます。「道具(コンピュータ)を使う人」が「その道具の機能を後から変えられる」というものは人類史上初めてだった

のではないのでしょうか。

#### ● 「プログラム」で道具の機能を変える

初期のコンピュータはプログラムを電気的な配線によって表していたため、それほど複雑なものは作れませんでした。しかし、ON/OFFできるスイッチが10個あれば、その組み合わせは1024通り、30個もあれば10億通りの表現が可能です。現在のコンピュータは配線を変えるのではなく、プログラムを広大なメモリ上に表現します。そのため、無限といえるほどのさまざまな機能を実現できます。

「無限」といっても「万能」ではありません。しかし、今日のコンピュータは本当にさまざまなことを手軽に実現できるようになってきています。コンピュータは私たちエンジニアの要求に柔軟に応じてくれる、夢のような機械なのです。プログラムを作れるということは、コンピュータという優秀な部下を手に入れたのと同じです。

### 2. 「プログラム」を具体的にイメージする

#### ● 「すごろく」とプログラムの比較

「すごろく」というゲームがあります。まずスタート地点に自分の駒を置き、さいころを振って、出た目の数だけ駒を進めます。もし進んだマスに「みかんを食べる」と書かれていたら、指示通りにみかんを食べます。また、「スタート地点に戻る」と書かれていたら、駒をスタート地点に戻してまたやり直します。

ここで、図1のようなすごろくを考えます。これを、さいころの目がすべて「1」のものを使って遊んでみてくださ

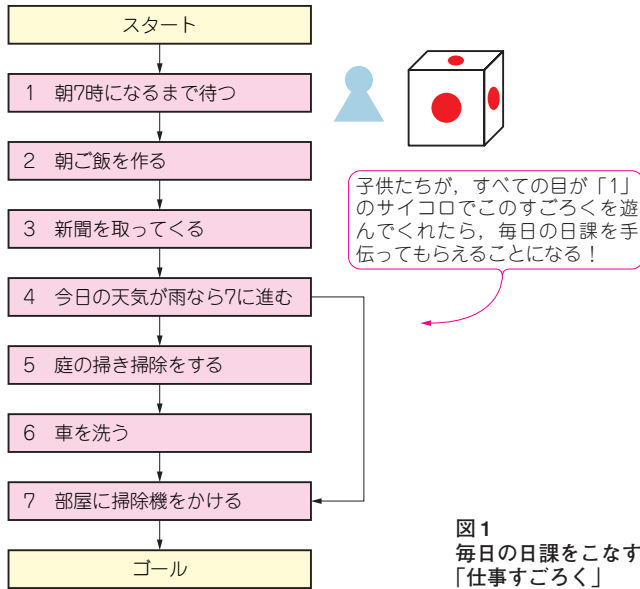


図1 毎日の日課をこなす「仕事すごろく」

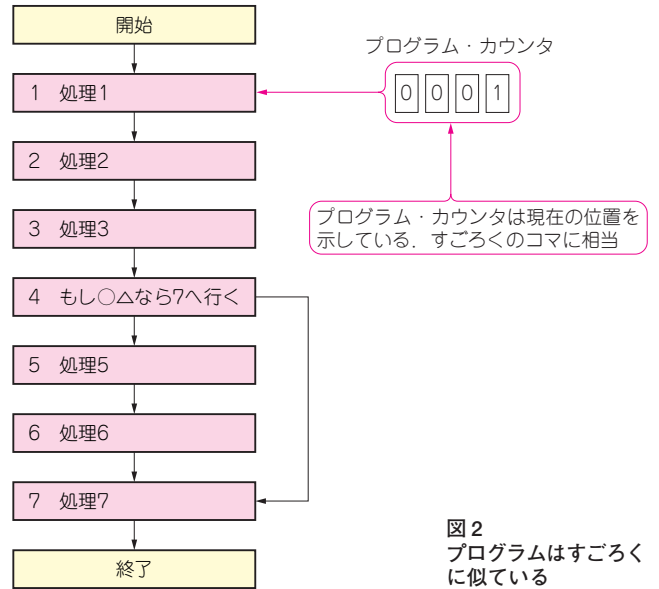


図2 プログラムはすごろくに似ている

い。想像通り、誰がやっても結果は同じになるため、ゲームとしては面白くありません。それに、毎朝の仕事を手伝う羽目になってしまいます。でももしこれを家の子供が毎日遊んでくれたら、親御さんはとっても楽でしょうね。しかも、すごろくの内容は簡単に書き換えられるので、手伝ってほしい内容に書き直せば、そのとおりに子供たちが手伝ってくれます。

実は、プログラムによってコンピュータが動くしくみはこの「1の目しかないさいころで、すごろくを黙々とやってくれる子供」によく似ています。

### ● 「仕事すごろく」とプログラムの比較

すべての目が1のさいころで遊ぶすごろくを「仕事すごろく」と名付けましょう。この仕事すごろくとプログラムはとってもよく似ています。図2を見てください。コンピュータの内部には「プログラム・カウンタ」というカウンタがあり、プログラムのどこを実行しているかを覚えています。これがすごろくの駒に相当します。

コンピュータは電源が入るとプログラム・カウンタの値を0に初期化し、スタート地点に立ちます。その後、プログラム・カウンタの値を1, 2, 3と順に増やしながら、マス(メモリ)に書かれたプログラムを黙々と実行していきます。途中、4番のマ스에書かれているように処理の結果によって行き先を変えることもあります。

プログラマの仕事はこれらのマスに適切な命令を並べ、コンピュータに期待通りの仕事をさせることです。そのた

めには、コンピュータがどんな言葉を理解できるかをきちんと理解する必要があります。

## 3. 現代のコンピュータの基本的なしくみ

### ● CPUはコンピュータの頭脳

コンピュータに適切に仕事を依頼するためには、コンピュータのしくみについてもう少し具体的に理解する必要があります。コンピュータにはキーボードやマウスなどのように人間から指示を受け入れるための「入力装置」と、ディスプレイやプリンタ、スピーカなどのように、人間に結果を教えるための「出力装置」が付いています。

入力装置が人間の目鼻、出力装置が手足のようなものだとすると、当然それを制御する「脳」に相当するものもあります。それが「CPU (=Central Processing Unit: 中央演算処理装置)」です。コンピュータに仕事を依頼するにはCPUが理解できる言葉で仕事を書いてやる(プログラミングする)必要があります。ではまず、CPUのしくみについてもう少し詳しく見てみましょう。

### ● CPUが動作するしくみを理解する

図3に代表的なCPUの構造を示します。中央にあるのがCPUで、左側にメモリ、右側に外部装置があります。

左端のメモリから見ていきましょう。メモリというのはパソコン・ショップで部品としても販売され、メーカー製の

- 1
- 2
- 3
- Ap1
- 4
- Ap2
- 5
- 6
- 7