

ブラックボックス亡技論

プロジェクト BootStrap に寄せて

●柳川誠介●

高度に発達した技術というものは、すべてブラックボックスという形をとるもののようなのです。それは、「使いかた」さえわかってしまえば、その中で何が行われていようがかまわないという発想にもどづいています。「使いこなすことこそ重要なのであって、細かいことは気にしないでよい」という考え方は、新しい技術をマスタし、自らの世界を切り開くために応用していこうとする私たちにとっては無用のものです。ブラックボックスをそのままにしておくことは、技術を減らすことにつながるのではないのでしょうか。

ブラックボックスの世界

ー「しくみ」を知りたい

ひと昔以上まえのことですが、家庭に電卓が普及しはじめたころ、「電卓を使うと計算能力が落ちる」、「子供に使わせるのはよくない」という議論がありました。そのとき、教育評論家だったと思いますが、ある人が「子供に電卓を使わせてもよいが、分解させてみよ」と訓を垂れました。メカ式計算機ならともかく、電卓なんぞICが入っているだけ、分解したところで教育効果などあるかしらんと、筆者は思ったものです。

案の定、電卓を分解して計算のしくみをさぐる子供のことは聞かませんでした（もちろん、当時の電卓は分解して遊ぶにはとても高価だったせいもありますが...）。それどころか、その後、電卓以上に

いろいろな機能を盛り込んだマイコン搭載の家電製品がどこの家庭にも現れ、使いかたはわかってても、なかの構造はわからないという「ブラックボックス」が大手を振ってまかり通る時代になってしまいました。

この傾向は、もとをたどればエレクトロニクスの世界がブラックボックス指向にあることに起因しているのかもしれませんが。

はじめのころ、スイッチはすべて目で見てその動きがわかるものでした。真空管のなかを飛び回る電子は目で見えることはできなくとも、赤々と光るヒータを見ていると、そこから出た電子がグリッドの間をかくくぐってプレートに飛んで行くのがありありと想像できました。今では、それら真空管の何万本分もの回路が数ミリ角のICチップに収まってしまいました。回路図を書くにも、長方形を何

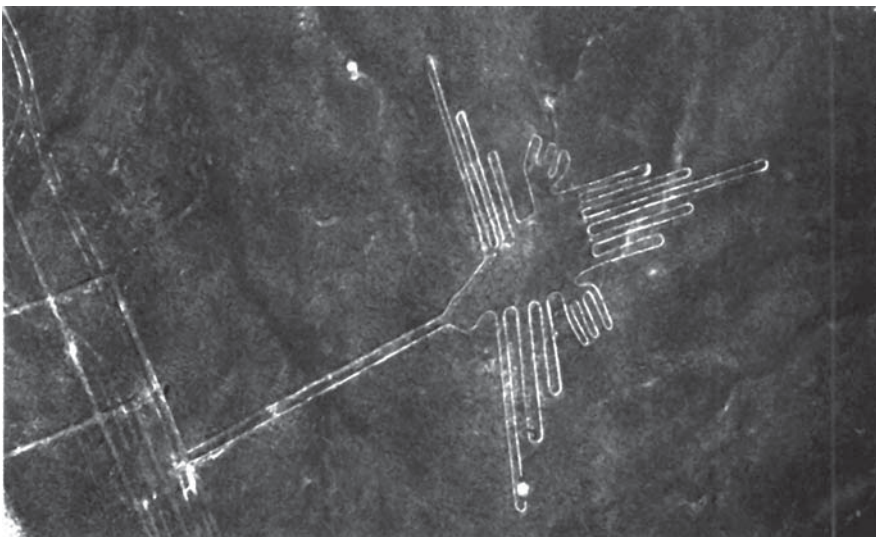
個か並べて線で結べば終わりです。

けっして懐古的になってこうしたことをなげいているわけではありません。この「ブラックボックス化」がもっともっと進んだらどうでしょうか。たとえば千年くらいたったとしましよう。そのころ、技術の世界は先人たちの残しち膨大な規模のICチップ（シリコンはまだ使われているだろうか）に支えられていることでしょう。しかし、そのなかを知る人はだれもいません。それどころか、電気や電子という言葉も忘れられています。

ある根源的なトラブルが起こったのを機に、ひとりの天才的科学家がチップを解析（今でいうところのリバース・エンジニアリング）、その結果、動作に重要な役割をはたしているのは電子というもので、千年前まではその微妙なコントロール方法が知られていて、その結果このようなチップが残されているのだと推測、トランジスタを発明—なんていうSFはどうでしょうか。

実際、この宇宙を「神の作品」とするならば、そのしくみを探る自然科学は「150億年後のリバース・エンジニアリング」みたいなものかもしれません。テレビや雑誌で「ナスカの地上絵」を目にするたびに、「あれはきっと古代人の残したLSIの設計図に違いない」と思ってしまふのは私だけでしょうか。

筆者が知りたいのは、「基礎から考えることがなければつぎの進歩はない」ということです。かのアインシュタインが「私は、特別な才能などもっていません。ただ、極端に詮索好きなのです」と語ったというのが印象に残ります。だから、



筆者はベストセラーの宇宙論の本は手を出さず、ローレンツ変換から微分幾何、量子論と学ばべき...と、本心だか懂れだかわかりませんが、そう思っています。しかし、悲しいかな、私にとってはすでに生きる糧となっている「ブラックボックス」をいじるのもそれなりに面白くて、今日に至ってしまいました...

基礎から学ぶマイコン技術

一「専門用語」の意味するもの

少々脱線してしまいましたが、『ブートストラップ』はマイコン技術を基礎から学ぶために企画されました、図1のブロック図を見てください。これを相手に基本的なことからひとつずつ学んでいくわけです。

このシステムには、マイコン応用システムの中核となる機能をすべて盛り込んであります。いうなれば、「手作りパソコン講座」ともいえるでしょうか。各号の特集記事では、テーマとしてはCPUのしくみはもとより、デジタルICの使いかたからプログラムの作成方法まで、

レベルとしては基礎から応用まで、詳しく解説されます。

読者の皆さんが、記事を読み進めながら、少しずつでもかまいませんから、実際にハードウェアを製作したりプログラムを組んで動かしてみたりすることによって、必ずシステムの完成へ到達できるように配慮されています。

基礎から学ぶ—これはエレクトロニクス、とりわけマイコンの分野ではなかなかむずかしいと思います。まず、基礎とは何かという問題です。AND回路やOR回路について勉強しているうちはともかく、それらを用いたICとなるとたちまち知らない用語が出てきます。さらに、技術者仲間特有の「方言」があったりして、これらに出くわすことは心理的にもかなりの負担になると思います。

数学では、線とは何か、自然数とは何か...と少数の公理を定め、それらを知ってさえいれば、その公理系から導き出されたどんな複雑な数学的事象も(論理的には)理解できるようになっています。ところが、「花」とは何か、「笑」とは何かとなっていくとそうはいきません。これらの用語は「公理系」という考えかたに

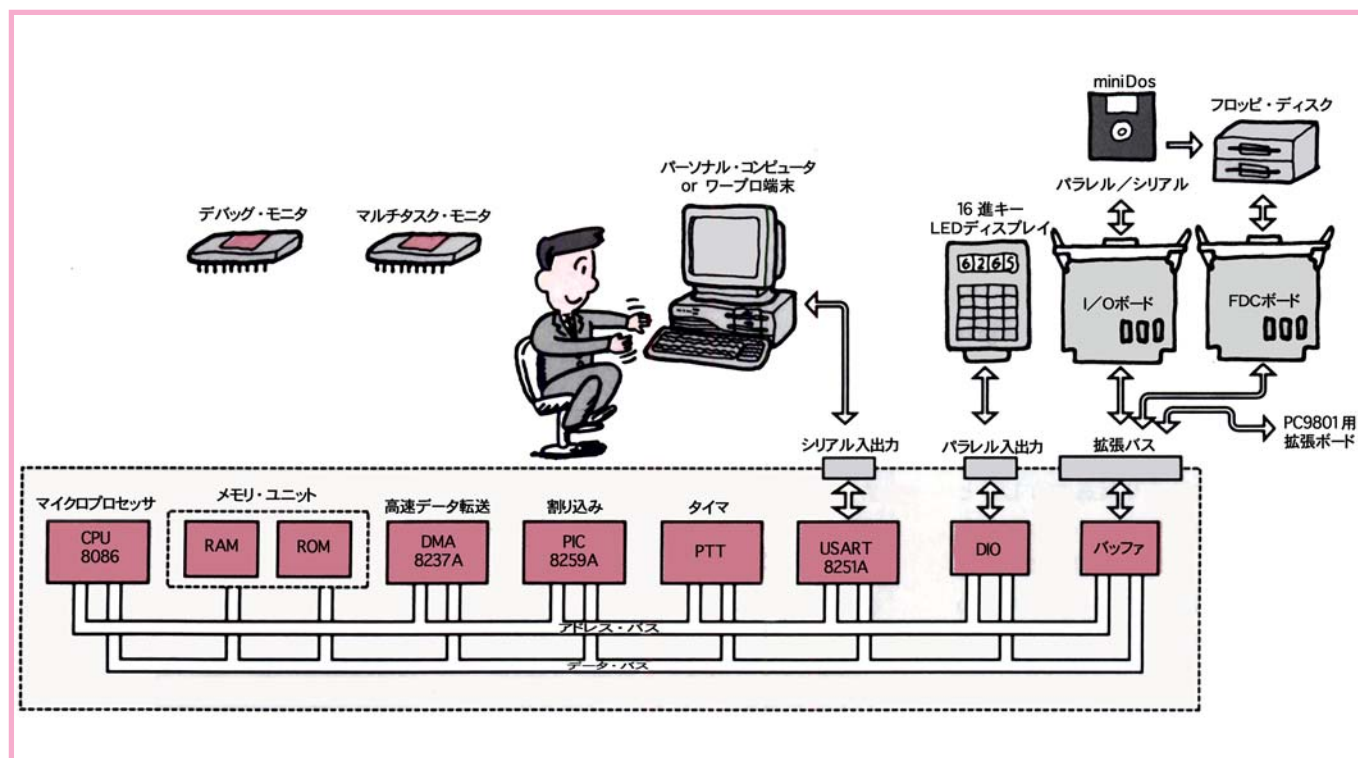
立って定義されていないからです。物理学には数学がふんだんに出てきますが、数学のような体系はできません。これは自然を相手にする以上、しかたのないことかもしれません。

コンピュータは人間の論理的思考によって生み出されたものであり、自然科学が扱う対象とは違います。したがってその用語は、本来ならば、数学のように厳密に定義され、広く通用するものであってよいはずですが。

しかし、現在のマイコン用語を見聞きしていると、その雑多な使われかたゆえに、これらも「花」や「美」と同様、自然の物を指しているかのように思えることがあります(「りんご」というコンピュータもありますし...)。しかし、これは好ましいことではありません。数学が好きでいながら、コンピュータ用語の「でたらめさ」に嫌悪感をもつ人もいることでしょう。また、耳学問でぼんやりとしか理解しないまま使うのに慣れてしまい、きちんと論理的に理解することを怠る場合もあることでしょう。

『ブートストラップ』では、突然知らない用語が出てくることのないよう、い

[図1]「ブートストラップ」で製作するシステム



[図2] マイコン応用システム製品の開発の流れ

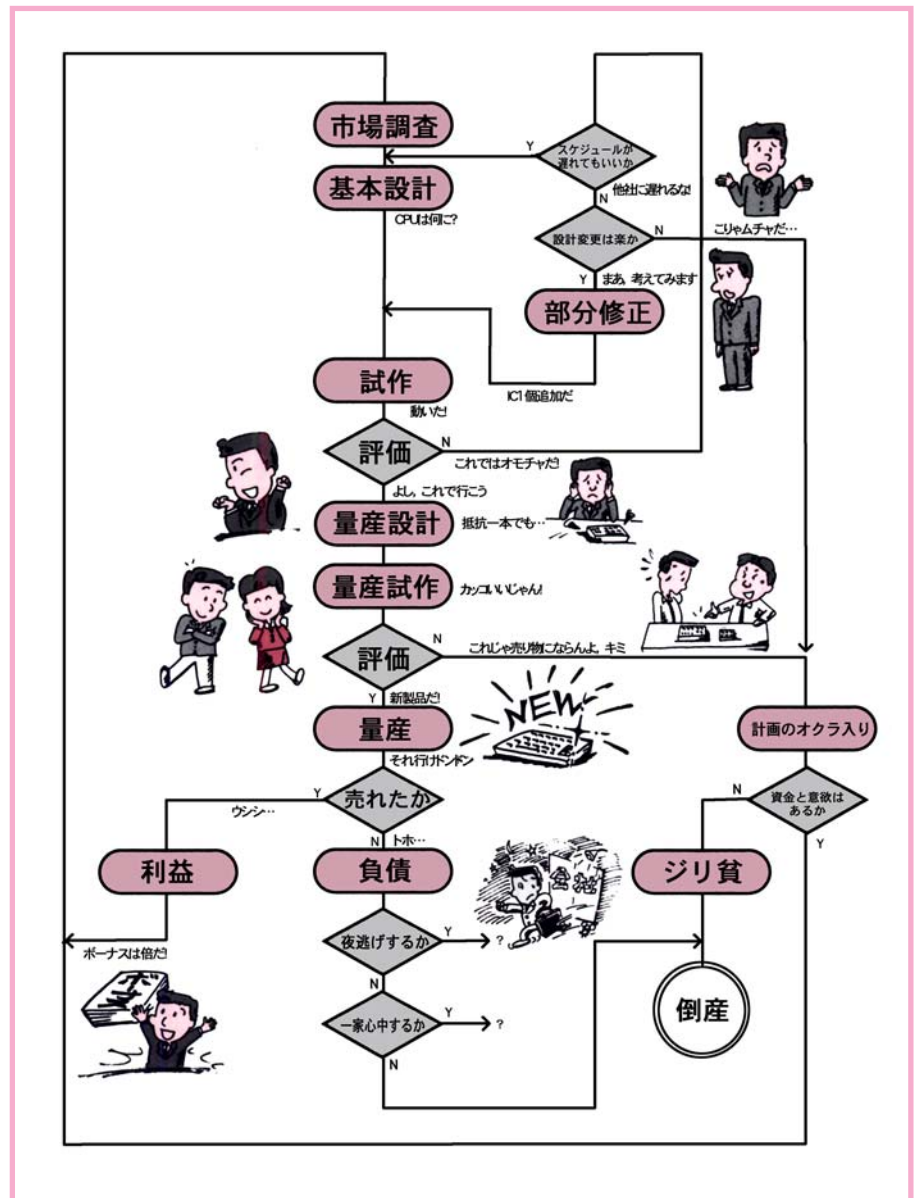
いかえれば「始めから読めばわかる」ように努めます。ただ、上にも述べたように、マイコン用語は雑多であり、それを完璧に包含することはなかなかむずかしいかもしれませんが、ときには他の書物を拾い読み、ということも必要かもしれません。でも、そのように「寄り道」をされても、いつかは『ブートストラップ』に帰ってきてくださることを信じています。

システムの思考 —「部分」と「全体」

『ブートストラップ』で扱う範囲はマイコン・システムの中核をなすもので、いろいろな分野と関係しています。シリアル入出力はあらゆる通信の基本ですし、パラレル入出力は種々の制御には欠かせないものです。フロッピー・ディスクにより大量のデータの読み書きが可能で、他のコンピュータ・システムとデータのやりとりもできます。また、これらの動きはマルチタスク・モニタにより管理されていて、使いかたしだいではそこらのパソコンには及びもつかない仕事をさせることもできそうです。

これらをすべて同レベルに学ぶ必要は必ずしもありません。とっつきやすいところ、あるいはまず必要になるところから入って徐々に守備範囲を広げていくのもよいでしょう。要するに、登山口はいくつもあります。ただ、最後にはすべてが見渡せるようになってほしい、そう思います。

まず、どの部分から入ってもその部分の全体における役割をよく知らないといけません。フロッピー・ディスクを例にとれば、これはDMAコントローラというCPUとは独立にメモリ転送するLSIと関係します。そのDMAコントローラをつけると、メモリまわりのICの方向制御に気を配る必要が出てきます。すなわちマイコン・システムは、それぞれ自治権をもったいくつかの周辺LSIを、CPUが統括する連邦国家になぞらえることもできるでしょう。



部分と全体、この考えかたはソフトウェアではさらにたいせつです。プログラムを独立した機能をもつモジュールに分けること、これはハードウェアではCPUの仕事周辺LSIに分担させることに対応します。こうすればプログラムは「部品」として便え、応用がききます。「部品」らしくあるためには、外部との信号のやりとりは最小限に抑え、統一がとれていなければなりません。これには変数やシンボルの局所化という手法を用います。

マイコン・システムを計画する際に、一人ですべて設計する場合は全体をどう組み合わせたら効率がよいかを判断でき

なければいけませんし、何人かで分担して設計する場合は自分の担当した部分から出た信号がほかではどう扱われるかということに常に気を配る必要があります。それができてこそ、マイコン・システムがまとめられ、確実な動作ができるのです。

『ブートストラップ』をある程度まで読み進められたら、なぜこの信号が必要なのか、なぜこのICでなければいけないのか、そうしたことをながめ直していただきたいと思います。

また、記事中で作成したプログラムは付録のフロッピー・ディスクに収録されま



す。これは、あとでシステムを拡張したときも「部品」として役立つことと思います。

さて、マイコン・システムの開発過程は、実務的にまとめれば、つぎのように書き表せます。

概念設計

詳細設計

試作

評価

量産設計

ところが現実には、このように一直線に進むことはむしろまれです。計画途中に競合他社の新製品の情報が入ったり、パーツの入手が困難になったり、と設計変更を余儀なくされることは日常茶飯事です。そのたびに計画は遅れ、ついには開発計画もご破算にということもあります。

そのような変更に対しても対応できるように、いくばくかの汎用性を設計時にもたせておくのも設計者のセンスです。また、全体を統括する立場にある人は計画の最初から、そのシステムがどの範囲の応用に適しているか見定め、変更の際はどこを手直しすれば対応できるか把握している必要があります。

正直いってこれはたいへん難しいことで、技術的知識だけでかたづくことではありません。しかし、これがうまくいくことで技術の世界は進んでいけるのです。図2に製品開発の流れを描いてみました。

ここから「利益」を生み出すループを、できるだけ速く回りつづけなければ「倒産」してしまうという、「切実」な状況を読み取っていただけたでしょうか。願わくはこの図で大きなループの動きをつかさどる、いわゆる「上」の立場にいる方々にも『ブートストラップ』を読んでいただけたらと思っています。

もちろん、商売のための「製品開発」などといわずに、純粋な趣味としてマイコン応用技術をマスタしたいという方もいらっしゃるかもしれません。そういう方には、存分に『ブートストラップ』を楽しんでいただければよいと思います。

むしろ、そのくらいの精神的なゆとりをもって接してもらえれば、マイコン応用技術なんかむずかしくもなんともない

のです。今では多くの人々が趣味として楽しんでいる「魚釣り」の技術などは、古代社会では「生きるための重要な手段」だったのですから。

柔軟な発想

ー『ブートストラップ』の先のこと

これまで『ブートストラップ』を読むことにより、マイコン・システムの基礎から定石までが身につくように書いてきましたが、少なくとも筆者は『ブートストラップ』にあげたシステム構成例など、早く過去のものになればいいと思っています。これから腰をすえて読み進もうと意気揚々とされている読者にはひっかかるいいかたかもしれません。

というのは、システム構成はその目的が同じでもいろいろ考えられてよいものです。しかも、もっともポピュラーなものが最良とはかぎりません。システム構成の話を通り越してCPUアーキテクチャの話になりますが、技術者だれもが16ビットCPUは8086より68000のほうがすっきりしていると、両CPU登場以来10年近くも言いつづけているのに、パソコンは相も変わらず86系の天下です。だからこそ、この『ブートストラップ』でも86系を選んだのですが...

同様に、パソコンでもっとも使われているMS-DOSも、マン・マシン・インターフェースを考えると、もっとほかによいものはたくさんあります。しかし、やはり私たちは『ブートストラップ』のソフトウェア開発環境として使うパソコンにはMS-DOSを想定しています。

忘れてならないのは、よく知られている技術はそれが優秀だから広まったとはかぎらないということです。CPUにするパソコンのOSにする、発展途上の段階にはもっと多彩なアイデアがありました。そのなかから、さまざまな事情により現在使われているものが残ったのです。技術的に優秀だから残ったとはいいきれません。

今日マイコン・システムを扱う我われにとって、生活のために「長い物に巻か

れる」のはある程度しかたないとしても、発想のしかたまで奴隷になる必要はありません。『ブートストラップ』でシステム的思想を養ったら、つぎはまったく別のものを考えていただきたいと思っているのです。

要するに、技術というもの、人間が生み出したものである以上、ほかのあらゆる文化と同様、気まぐれで、誤りやすく、時に始末に負えない人の営みの一部なのです。それハイテク王国だ、技術立国だ、などと気負わず、たかがマイコン技術、気楽にいくのもよいか、と思ったりします。

やながわ・せいすけ

◆編集部から

『ブートストラップ』は、「マイクロプロセッサ応用技術」を基礎から理解したい、眼前の問題を解決するために応用したい、という方々のために企画された新しいシリーズです。隔月刊の当初6号のメイン・テーマとしては、「各号のテーマと特集内容」でご紹介したように、8086マイクロプロセッサ・システムのハードウェアとソフトウェアが選ばれています。

各号ではそれぞれの担当筆者が、初心者の方にもわかりやすいように工夫して、ハードウェアからソフトウェアまで、すべて手作りのシステムを実例として解説していきます。メインとなる8086CPUボードの詳細についてはNo.1で解説されますが、プリント基板や部品セットなどのサポートも行われます。

編集部としては、このシリーズをとおり、ひとりでも多くの読者の方々が、マイコン応用技術をマスタし、さまざまな分野で活躍されるように期待しています。

6号通して1年間、私たちといっしょに、『ブートストラップ』というプロジェクトに参加してみませんか。そして1年後には、貴方自身のアイデアによって、貴方自身のためのプロジェクトをスタートさせていただきたいのです。