



ハッカーのたのしみ

—本物のプログラマはいかにして問題を解くか—

ヘンリー・S・ウォーレン, ジュニア 著

滝沢 徹, 鈴木 貢, 赤池英夫, 葛 毅, 藤波順久, 玉井 浩 訳

(株)エスアイビー・アクセス/(株)星雲社(2004), 321p., 3,400円+税, ISBN: 978-4434046681



「ハッカー」という呼称は私が学生のころには魔術的なプログラミングテクニックで問題を解決する憧憬の対象を意味していた。残念なことに、最近ではコンピュータに不正に侵入して企業情報を不正取得するなど、犯罪的な行為を行う人物を意味することが多いようである。本書における「ハッカー」は前者を指しており、「ハッカーのたのしみ」とは、前者のハッカーがプログラミングに使う魔術的なアルゴリズムを意味している。

本書で扱われているアルゴリズムは、アルゴリズムとはいっても一般的なアルゴリズムの教科書に出てくるようなものとは毛色が異なり、計算機に近い低レベルのプログラムを行う際によく必要とされる比較的小規模な問題をコンパクトなコードでエレガントに解く方法に主眼を置いている。

本書で紹介されているアルゴリズムからこのようなコードの簡単な例を1つ挙げると、余分なレジスタ(変数)を利用しないで2つのレジスタの値を交換するコードは次のように表現できるとされる(「 $\oplus$ 」は排他的論理和演算とする)。

```
x ← x ⊕ y
y ← y ⊕ x
x ← x ⊕ y
```

一般的なアルゴリズムの教科書で紹介されるアルゴリズムが、オーダで表される計算量に焦点を当てているのに対し、本書では命令レベルの実行コストに焦点を当てている。

利用可能なリソースに強い制約があるプログラミングでは、ここで挙げたようなコードパターンを知

っておくことは非常に有用である。一方で、近年ではハードウェア性能やメモリ容量が大きく増加し、このようなある意味「せせこましい」プログラミングを必要とする場面はほとんどなくなっているものと思われる。OSの一部や高性能が求められるライブラリ、組み込みシステムにおける低レベルプログラミングなどはこのようなコーディングスキルが現在でも要求される分野の例であろうか。

私はコンパイラなど言語処理系関係の研究開発を生業としているが、本書で示されているようなコードパターンを活用することは一サイクルでも高性能な生成コードを得るという目的を達成する上で必須である(なお、コンパイラ本体で本書に示されているようなコードを利用することは、保守性などの観点からほとんどない)。著者のHenry S. Warren, Jr.氏はIBMの研究部門でコンパイラとコンピュータアーキテクチャの研究を行っているとのことであり、本書で示されているアルゴリズムの数々はその過程で集められたものであろう。

以下、本書で扱われているトピックスを簡単に紹介すると、「基本操作」に関する章では、符号拡張、オーバーフロー検出、多倍長演算といった整数データを扱う際によく使われる典型的な演算に関するアルゴリズムが説明されている。「2の冪乗の境界」および「算術的な境界」では、2の冪乗への切り上げなどの整数値の境界の扱い、境界値の検査の効率の良いアルゴリズムなどが提示されている。これらは、アドレス計算や添え字検査の助けとなる。「ビットの数え上げ」ではデータ中の特定の値(0/1)の効率的な数え上げ方法が示されており、集合のビット表現などで有用であろう。「ワードの探索」で

はワード中の特定値の出現位置を効率的に求める方法が説明されている。これは文字列処理で頻出する。「ビットやバイト単位の並べ替え」では、ビット逆転などデータ並べ替え方法が示されている。ビットフィールドの処理で有用なパターンである。「乗算」「整数除算」「整数定数による除算」では、効率的な乗除算の方法が示されている。このうち除算は多くの計算機でコストの高い演算であり、整数定数による除算をコストの低い演算で代替する方法は特に重宝する。「いくつかの初等関数」では平方根、整数対数などの基本関数の実現方法が示されている。「数の表現のための一風変わった基数」では、2進／10進以外の基数表現が議論されている。著者は「たぶん実用的でない」と述べているが、うまい活用先はないものだろうか。「グレイコード」も別の数値表現で、こちらは回路設計などにも応用されている。「ヒルベルト曲線」では、再帰アルゴリズムでおなじみのヒルベルト曲線を扱うためのアルゴリズムが取り上げられている。この章では、解を効率的に求める論理回路にまで立ち入っている点が興味を引く。「浮動小数点」は整数演算を用いた比較演算など興味深いアルゴリズムが示されているが、紹介されているアルゴリズムはそれほど多くない。もう少しページ数が割かれていると良かったのではないか。「素数に関する式」では素数を求めるアルゴリズムについて述べられている。

このように本書で扱われるアルゴリズムは多岐にわたる。取り上げられている分野やその濃淡に少々

まとまりがない気がしなくもないが、先に述べたような応用分野でこういったアルゴリズムの効率的実現方法を必要としている読者にとっては非常に有益な文献となるであろう。

ところで、こういった実務的な用途を期待する読者に加え、本書は純粋な知的興味としてエレガントなコードを追求すること自体に楽しみを見出す読者にもお勧めである。むしろ、本書のタイトルからすると、こちらのほうが本来の目的に沿っているといえるかもしれない。そういった観点からは、本書で紹介されている以外のアルゴリズムを収集するという方向性もあるだろう。本書のサポートページ^{☆1}では、原著の正誤表などに加え、読者から寄せられたアルゴリズムのうち本書に記載されなかったいくつかのアルゴリズムが紹介されている。本書で紹介されているアルゴリズムに加え、それらを鑑賞するのも楽しい。

なお、2012年に出版された原著第二版では、先に示した項目に加え、巡回冗長検査（CRC）、誤り訂正符号（ECC）がトピックスとして追加されている。また、各章に演習問題が追加され（回答例は巻末に示されている）、本書を読む読者の楽しみが増している。

（2015年11月1日受付）

☆1 <http://www.hackersdelight.org>

西山博泰（正会員） hiroyasu.nishiyama.uq@hitachi.com

1993年筑波大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。（株）日立製作所研究開発グループ主管研究員。最適化コンパイラ、Java実行環境等言語処理系の研究開発に従事。ACM、IEEE各会員。

