

# アルゴリズム工学に関する図書紹介

加藤 直樹

昨年末にマドラス(インド)で開かれたアルゴリズムと計算理論に関する国際会議 (ISAAC'99) に参加して来た。ISAAC は東アジア地区を中心に毎年開催され、今年で 10 回目である。この 10 年間を見るとアルゴリズム理論がカバーする領域も拡がり、アルゴリズム関係の国際会議も急激に増加している。そのためアルゴリズムと一口に言っても、間口も広く奥も深い。OR がその誕生からずっと理論と実践は不可分の関係にあるように、アルゴリズムも理論と実践 (コンピュータソフトウェアとしての実装) は不可分の関係にある (はずである)。企業で日頃の問題解決に取り組んでいる方達は、そのためのソフトウェアの開発にあたって役に立つアルゴリズムの知識が必要だし、大学などでアルゴリズムの教育に携わる人達は体系的、効果的なアルゴリズムの教科書が必要である。これまでに出版されたアルゴリズム関係の書物は数々あれど本当にその人の必要とする本を見つけるのは一般に難しい。アルゴリズムを実際来实现して動かしてみようと思っても、書物にはアルゴリズムの詳細な記述はあるもののプログラムコードがないので使えそうなアルゴリズムでもなかなか使えないケースも多い。アルゴリズムを完全に理解している人でさえもそうである。

さて本稿のタイトルは「アルゴリズム工学に関する図書紹介」となっているが、一体何を書いたらよいか迷いながら書いている。結局、私がこれまで読んだり教科書として使ったりした本の中から気に入った書物をピックアップして紹介することにする。ただ、アルゴリズム工学という立場から、アルゴリズムの実装という観点を重視して解説することにしよう。私が最初に読んだアルゴリズムの教科書は

1) A. V. Aho, J. E. Hopcroft and J. D. Ullman: The Design and Analysis of Computer Algorithms, Addison-Wesley, 1974. (邦訳: 野崎昭弘, 野下浩平

他『アルゴリズムの設計と解析 I, II』, サイエンス社, 1977.)

で、アルゴリズムという学問が確立されはじめた頃に出版され、その当時の標準的教科書である。私が読んだのもまだ訳本が出る前の話である。これ以降のアルゴリズムの教科書はほとんどこの本のスタイルを踏襲しているように思われる。計算幾何学や確率的アルゴリズムと言った比較的最近の話題はないものの依然として色褪せていない名著である。

この本より前に Knuth 先生が書かれた名著 “The art of computer programming” がある。Knuth 先生といえば一般には  $\text{\TeX}$  の考案者としての名前の方が若い人達には通っているかも知れないが、なんといってもアルゴリズムの体系を世にはじめて著した大御所で、これまでに以下の第 3 巻まで出版されている。

2) Vol.1 — Fundamental Algorithms (3rd ed.), Addison-Wesley, 1997. (邦訳: 広瀬健, 米田信夫他『1: 基本算法/基本概念, 2: 基本算法/情報構造』, サイエンス社, 1978.)

3) Vol.2 — Seminumerical Algorithms (3rd ed.), Addison-Wesley, 1998. (邦訳: 渋谷政昭, 中川圭介他『3: 準数値算法/乱数, 4: 準数値算法/算術演算』, サイエンス社, 1981.)

4) Vol.3 — Sorting and Searching (2nd ed.), Addison-Wesley, 1998.

この本の序文にもあるように、7 巻まで発行予定で、Knuth 先生が 1996 年に来日されたとき、“残りの執筆に全力を傾ける。幸いに自分の家系は長生きだから完成できる” と言っておられたので期待したい。各巻とも非常に分厚く、中身も極めて精緻でじっくり読む本である。簡単にアルゴリズムを学びたい人には勧められないが、アルゴリズムの専門家を目指す人には是非目を通してほしい本である。アルゴリズムは彼が考案した MIX という機械語で書かれている。

最近書かれたアルゴリズムとして評判の高いのは

かとう なおき 京都大学大学院工学研究科  
〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

次の本で、これも大作で良い本である。一つのトピックに対して初歩から本当にじっくり解説があり、分からせるための工夫が随所に施されている。ただ日本におけるアルゴリズムの教科書としては大部なだけ使にくい点があることは否めない。

5) T.H.Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest: Introduction to Algorithms, The MIT Press, 1990. (邦訳: 浅野哲夫, 岩野和生, 梅尾博司, 山下雅史, 和田幸一 訳: 『アルゴリズムイントロダクション, 第1巻: 数学的基礎とデータ構造, 第2巻: アルゴリズムの設計と解析手法, 第3巻: 精選トピックス』, 近代科学社, 1995.)

以上の本はいずれも基礎をじっくり学びたい人には推薦できる良書であるが、アルゴリズムを手っ取り早く勉強したい人にはどちらかといえば不向きであろう。

次の本もよく読まれている本である。数学的厳密さを遠ざけて直感的に理解できるよう図などに工夫が施されている。もともとは PASCAL で書かれていたが、C や C++ に変更したのも別の本として出版されている。

6) R. Sedgewick: Algorithms (2nd ed.), Addison-Wesley, 1988. (邦訳: 野下浩平, 星守, 佐藤創, 田口東 訳: 『アルゴリズム: 第1巻: 基礎・整列, 第2巻: 探索・文字列, 第3巻: グラフ・数理・トピックス』, 近代科学社, 1991, 1992, 1993.)

最近筆者等が翻訳した次の教科書は米国ではよく売れている本で、基礎部分の説明、解析にページ数を割いて丁寧に解説している良書である。

7) S. Baase: Computer Algorithms: Introduction to Design and Analysis, Addison-Wesley, 1989. (邦訳: 岩野和生, 加藤直樹, 永持仁 訳: 『アルゴリズム入門 - 設計と解析 -』, アディソン・ウエズレイ日本 1998.)

日本人が書いたアルゴリズムの本はないのかと疑問に思うかも知れないが、これも確かに沢山世に出ている。日本語の教科書としては次の4冊が優れている。

8) 浅野孝夫, 今井浩 著: 『計算とアルゴリズム - 計算機の科学』, オーム社, 1986.

9) 茨木俊秀 著: 『アルゴリズムとデータ構造』, 昭晃堂, 1989.

10) 平田富夫 著: 『アルゴリズムとデータ構造』, 森北出版, 1990.

11) 浅野孝夫 著: 『情報の構造, 上下』, 日本評論社,

1994.

いずれの本もコンパクトにまとめられていてお勧めである。11) は PASCAL プログラム付きである。最近 9) の著書に対して C プログラムを加えた『C によるアルゴリズムとデータ構造』が同じく茨木先生によって同出版社から出版された。C をベースにプログラムの開発や勉強をしている人には有難い本である。

また、C によるアルゴリズムを数多く集めた以下の書物が出版されている。

12) 河西朝雄 著, 『C 言語によるはじめてのアルゴリズム入門』, 技術評論社, 1992.

13) 奥村晴彦 著, 『C 言語による最新アルゴリズム事典』, 技術評論社, 1991.

どちらの本も非専門家向けである。これまで挙げたアルゴリズムの教科書によく現れる多くの基本的アルゴリズムの C プログラムが、アルゴリズムの正当性や時間解析などの難しい部分は省略して、なおかつアルゴリズムの動作の解説付きで掲載されている。専門家にも便利な本で、よく売れるはずである。

アルゴリズムを学ぶ、教育するということについて、インド出張の際、日本における最先端をリードする研究者で、アルゴリズムの教育にも造詣の深い A.T. 氏 (Algorithm Teacher) と意見の交換をおこなった。意見をまとめると、まず、教育で大事なものはアルゴリズムの威力を見せることが必要だと思う。アルゴリズムの知識を用いることによって今まで解けなかった問題が解けるような問題例をうまく提示することができたら素晴らしい。また計算効率が相当改善できるという例題も必要である。データ構造の知識はアルゴリズムの教科書の最初の部分に出て来るが、初心者にはその重要性を認識するのが困難である。その知識を知ることの素晴らしさを教えることができればよい。また、アルゴリズムの解析の重要性を理解してもらうことも重要である。

最後にアルゴリズムの教科書に関する以下の記事を参考にされるとより詳しい情報が得られる。

14) 浅野哲夫 著: 『-わたしの書棚から- アルゴリズム編』, bit 29 巻 7 号, 1997 年 7 月.

じつは A.T. 氏とは浅野哲夫先生のことである。