

ソフトウェア危機と プログラミング パラダイム

“わかりやすさ”の追求

中所武司・著

啓学出版

まえがき

“あかるくらい” 情報化社会

果てしなく進展する情報化社会は、「あかるくらい社会」である。世の中のソフト化、サービス化の背景の中で、産業の情報化と情報の産業化が急速に進んでいる。情報サービス産業の市場の伸びはコンピュータのハードウェア市場の伸びを大きく上回っており、80年代は年率20%に近い2桁成長を続け、ソフトウェア産業の将来は極めて明るい、ように見えた。しかし、バブル経済崩壊と共に、ソフトウェア産業は不況業種の代表となってしまった。これはソフトウェア産業が労働集約型産業形態を脱する好機でもあり、そのためには情報化社会のキーテクノロジーであるソフトウェアのパラダイムシフトが必要である。

ソフトウェア危機

しかしながら、現状は、最近の情報化社会の進展の中でコンピュータシステムが益々重要になってきているにもかかわらず、ハードウェア技術の進歩に比べ、ソフトウェア技術の遅れが目立つ。過去30年間、ハードウェアの性能は10年で100倍の伸び率であるが、ソフトウェアの生産性は10年に2~3倍程度である。この問題は「ソフトウェア危機」といわれ、次のような課題の解決が急務である。

「規模」の問題：100万ステップオーダの大規模ソフトウェアをどのように作るか？

「量」の問題：バックログをどう解消するか？

「質」の問題：故障すれば社会的影響が大きいソフトウェアの信頼性をどのように確保するか？

ソフトウェア工学

このような課題を解決するために、ソフトウェア危機が言われはじめたのとはほぼ同時期の1970年頃から「ソフトウェア工学」の研究が活発に行われてきた。この20年の間にいろいろなツールや技法が開発され、ワークステーション主体の開発環境が充実してきた。にもかかわらず、残念ながらソフトウェア危機は果てしなく続くように見える。

それは何故であろうか。実は、フォン・ノイマンが提案したプログラム内蔵方式の最初のコンピュータEDSAC-1が1949年に完成して以来、コンピュータへの命令を1ステップずつ手続的に記述するというプログラムの作り方は、この半世紀近くの間、まったく変わっていないのである。

パラダイム転換

筆者は、この手続きのプログラミングスタイルこそが基本的問題であると考ええる。すなわち、プログラミングスタイルに関するパラダイムシフト（パラダイム転換）が必要である。

トーマス・クーンの「従来のパラダイムが行きづまり、危機的状況になったとき、新しいパラダイムが生まれ、科学革命が起こる」という科学史観を借りれば、ソフトウェア革命は、ソフトウェア危機が新しいプログラミングパラダイムによって打破されたときに起こると言える。トーマス・クーンは、パラダイムを次のように定義している。

パラダイムとは：

一般に認められた科学的業績で、一時期の間、専門家に対して問い方や答え方のモデルを与えるもの

本書では、プログラミングパラダイムを以下のような意味で用いる。

プログラミングパラダイムとは：

プログラムの作り方に関する規範で、プログラムの設計手順やプログラムの構造の決め方、プログラムの記述方法を規定するもの

これまで、種々のものが提案され、その幾つかは実用になっている。多くの場合、各プログラミングパラダイムに対応するプログラミング言語や設計ツール

が提供される。

“わかりやすさ”の追求

著者は、1970年代の初めにソフトウェア生産技術の研究に身を投じて以来、種々のプログラミング言語、処理系、方法論、技法、ツールを開発してきた。この20年間の経験を通じて、手続き型のプログラミングパラダイムからの脱却の必要性を痛感している。

本書では、著者が20年間、追い求めてきた「プログラムのわかりやすさ」の観点から、プログラミングパラダイムに関するキーテクノロジーについて述べる。

本書の構成

第1編の「ソフトウェア危機とパラダイム転換」では、いま何がソフトウェアの問題となっているかについて述べる。まず第1章で、現在の社会状況について述べる。第2章では、過去20年のソフトウェア危機の歴史について述べる。第3章では、そのソフトウェア危機回避のためのいくつかのシナリオ案と関連技術について述べる。第4章では、パラダイム転換の必要性について述べる。

第2編の「プログラミングパラダイム」では、従来の手続き型パラダイムに代わる新しいプログラミングパラダイムの候補について紹介する。第5章から第9章までは、実用性の観点からの代表的なプログラミングパラダイムとして、構造化プログラミング、論理型プログラミング、関数型プログラミング、オブジェクト指向プログラミング、人工知能を紹介する。第10章では、これらのプログラミングパラダイムを融合するマルチパラダイム型言語に言及する。

なお、この他にも、現在、研究途上にある多くの有望な新しいプログラミングパラダイムがあるが、紙面の都合で省略した。

第3編の「ソフトウェア展望」では、今後の動向について私見を述べる。第11章では、急激な発展が予想されるエンドユーザコンピューティングについて言及する。第12章では、著者の願望も含め、やぶにらみ(?)的な雑感をエッセイ風に書き留める。

想定する読者

本書の記述に当たっては、本書の副題である「わかりやすさの追求」に自己矛盾しないように心がけ、図表を多くするなどの工夫をしたつもりである。ソフトウェアの分野の若手技術者、若手研究者への先輩からの入門書としての位置付けと共に、学部学生や大学院生への肩の凝らない教科書としても役立つものと思う。

読者の中から新しいプログラミングパラダイムの申し子がいでて、ソフトウェア革命の先駆者となることを期待している。パラダイム論者トーマス・クーンの指摘を待たずともなく、新しいパラダイムに移行して革命をもたらすのは、伝統的ルールに縛られない若い人たちである。

謝辞

本書の基となった基本的知見については、東京大学の斎藤正男教授、筑波大学の中田育男教授、日立製作所システム開発研究所の石原孝一郎工学博士、渡邊坦工学博士、同社基礎研究所の野木兼六氏、同社大みか工場の林利弘氏および日立西部ソフトウェア株式会社の青山義彦氏をはじめ、著者の20年あまりにわたる研究を支援して下さった多くの方々のご指導の賜物である。また、本書で取り上げた言語やシステムには、著者等が開発したものが含まれるが、その開発には、森清三、増位庄一、田中厚、芳賀博英、來間啓伸の各氏をはじめ、多くの方々のご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

最後に、本書の執筆の機会を与えていただいた上智大学の伊藤潔助教授および本書の刊行にご尽力いただいた啓学出版の江幡尚之氏に深謝する。

1992年7月

中所 武司

ソフトウェア危機と プログラミング パラダイム “わかりやすさ”の追求

中所武司・著

啓学出版

- ・ 図 2.1 は米国 IEEE 学会の許可を得て掲載。
 - ・ 図 2.2 は (社) 電子情報通信学会と著者の許可を得て掲載。
 - ・ 図 5.8 は (社) 情報処理学会と著者の許可を得て掲載。
 - ・ 図 5.9, 5.10 は (財) 日本規格協会の許可を得て掲載。
 - ・ 図 6.8, 9.9, 9.10 は (株) 昭晃堂の許可を得て掲載。
 - ・ 図 8.15 は (社) 人工知能学会と著者の許可を得て掲載。
 - ・ 図 8.16 はアップルコンピュータジャパン (株) の許可を得て掲載。
 - ・ 図 8.17(c) は米国 OSF の許可を得て掲載。
 - ・ 図 8.18 は米国 Hewlett-Packard 社の許可を得て掲載。
 - ・ 図 10.11 は日経 BP 社の許可を得て掲載。
-
- ・ UNIX オペレーティングシステムは UNIX System Laboratories, Inc. が開発し、ライセンスしている。
 - ・ Smalltalk-80 は米国 ParcPlace System 社の商標です。
 - ・ Objective-C は米国 Stepstone 社の商標です。
 - ・ HyperCard は米国アップルコンピュータ社の商標です。
 - ・ OSF/Motif は OSF の商標です。
 - ・ NextStep は米国 Next 社の商標です。
 - ・ NewWave は米国 Hewlett-Packard 社の商標です。

R <日本複写権センター委託出版物>

本書の全部または一部を無断で複写複製 (コピー) することは、著作権法上での例外を除き、禁じられています。本書からの複写を希望される場合は、日本複写権センター (03-3269-5784) にご連絡ください。

目次

まえがき iii

第1編 ソフトウェア危機とパラダイム転換

第1章 ソフトウェアの光と影 ————— 3

- 1.1 グローバル化とパーソナル化 3
- 1.2 情報化社会の技術動向 5
- 1.3 「あかるくらい」情報化社会 8

第2章 ソフトウェア危機の歴史 ————— 11

- 2.1 ソフトウェア危機とは 11
- 2.2 規模の問題 12
- 2.3 量の問題 14
- 2.4 質の問題 15
- 2.5 ソフトウェア生産技術の課題 15

第3章 危機回避のシナリオ ————— 19

- 3.1 ソフトウェア工学の誕生 19
- 3.2 生産性の定義 19
- 3.3 基本的解決方法 21
- 3.4 標準化シナリオ 22
- 3.5 自動化シナリオ 23
- 3.6 情報処理技術者の自由業化シナリオ 25

3.7	エンドユーザコンピューティングシナリオ	26
第4章	パラダイム転換	27
4.1	パラダイムとは	27
4.2	プログラミング言語の歴史	30
4.3	パラダイム比較論	38
 第2編 プログラミングパラダイム 		
第5章	構造化プログラミング	43
5.1	プログラムの構造	43
5.2	プログラムの理解容易性	45
5.3	段階的詳細化技法	50
5.4	データ抽象化技法	55
第6章	論理型プログラミング	65
6.1	宣言的表現	65
6.2	Prolog	66
6.3	論理型プログラミングの特徴	80
第7章	関数型プログラミング	83
7.1	宣言的表現	83
7.2	Lisp	84
7.3	関数型プログラミングの特徴	96
第8章	オブジェクト指向プログラミング	99
8.1	オブジェクト指向概念	99
8.2	ソフトウェア生産技術への適用	109
8.3	C++	112

8.4	オブジェクト指向パラダイムの応用分野	125
-----	--------------------	-----

第9章 人工知能 141

9.1	知識ベースシステム	141
9.2	プロダクションシステム	144
9.3	フレーム表現	155

第10章 マルチパラダイム 161

10.1	マルチパラダイムのメタファ	161
10.2	マルチリンガルの実現方式	164
10.3	マルチパラダイムの実現方式	167
10.4	オブジェクト指向とフレームの融合方式	174
10.5	オブジェクト指向とプロダクションシステムの融合方式	181
10.6	オブジェクト指向と述語論理の融合方式	188
10.7	マルチパラダイム型協調推論の記述例	194

第3編 ソフトウェア展望

第11章 エンドユーザコンピューティング 201

11.1	構文的パラダイム	201
11.2	日本語プログラミング	204
11.3	ビジュアルプログラミング	207
11.4	第4世代言語	211

第12章 パラダイム雑感 213

12.1	科学革命としてのソフトウェア革命	213
12.2	ソフトウェア産業論	216
12.3	第4のソフトウェア危機	219
12.4	インテリクローン	222

参考文献	226
略号一覧	233
あとがき	236
索引	238