

目 次

1 プログラミングツールとは

1.1	プログラミングの歴史	1
1.2	ソフトウェア工学の発展	4
1.3	ソフトウェアの構造	11
1.4	ソフトウェアの開発作業	14
1.5	プログラミングツールの体系	19
1.6	プログラミング環境	25

2 要求定義

2.1	概 要	29
2.2	要求定義技法	31
2.3	構造化分析法	44
2.4	フローネット法	51
2.5	要求定義と論理型言語	64

3 設 計

3.1	概 要	70
3.2	設計の一般的な枠組み	72
3.3	設 計 技 法	74
3.4	複合設計法	85
3.5	データ抽象化法	91

4 プログラミング

4.1 概 要	99
4.2 プログラミング言語	100
4.3 テキスト編集	114
4.4 言 語 処 理	134
4.5 静的プログラム解析と文書化	146

5 テ ス ト

5.1 概 要	148
5.2 テストデータ作成	152
5.3 テスト実行	171
5.4 デ バ ッ グ	177
5.5 動的プログラム解析	181
5.6 プログラム検査	182

6 プログラミングツールの今後の方向

6.1 山モデルの実現	186
6.2 新しいソフトウェアパラダイム	188

参 考 文 献	193
索 引	198

参 考 文 献

＜全体＞

- 1) R. Balzer et al. : Software Technology in the 1990's : Using a New Paradigm, Computer, Vol.16, No.11, pp.39-45, 1983.
- 2) B. W. Boehm : Software Engineering, IEEE Transactions on Computers, Vol. C-25, No.12, pp.1226-1241, 1976.
- 3) B. W. Boehm et al. : Prototyping Versus Specifying : A multi-project Experiment, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-10, No. 3, pp. 290-303, 1984.
- 4) 中所武司 : 汎用計算機のソフトウェア開発環境, 電気学会雑誌, Vol.106, No. 1, pp. 9-12, 1986.
- 5) 中所武司 : 読書案内「ソフトウェア工学」, コンピュータソフトウェア Vol. 1, No. 2, pp. 92-93, 1984.
- 6) B. W. Kernighan and P. J. Plauger : Software Tools, Bell Telephone Laboratories, Incorporated, and Yourdon Inc., 1976.
木村泉訳 : ソフトウェア作法, 共立出版, 1981.
- 7) D. D. McCracken et al. : Life Cycle Concept Considered Harmful, SIGSOFT SEN, Vol. 7, No. 2, pp. 29-32, 1982.
- 8) 野木兼六 : ライフサイクルⅠ—構想から設計まで—, 第6回ソフトウェア工学国際会議講習会資料, pp. 1-25, 1982.
- 9) 落水浩一郎ほか (編集) : 特集「ソフトウェア工学の現状と動向」, 情報処理, Vol. 28, No. 7, pp. 844-939, 1987.
- 10) P. Zave : The Operational Versus the Conventional Approach to Software Development, CACM, Vol. 27, No. 2, pp. 104-118, 1984.

＜要求定義＞

- 11) M. W. Alford : A Requirements Engineering Methodology for Real-Time Processing Requirements, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-3, No. 1, pp. 60-69, 1977.
- 12) T. DeMarco : Structured Analysis and System Specification, Prentice-Hall, Inc., 1979.
高梨智弘ほか監訳 : 構造化分析とシステム仕様, 日経マグローヒル社, 1986.
- 13) M. A. Jackson : System Development, Prentice-Hall International, 1983.
- 14) T. Nishio, K. Nogi et al. : A Requirements Definition Method based on

- Flow-net Model, International Symposium on Current Issues of Requirements Engineering Environments, pp.41-49, 1982.
- 15) 野木兼六：要求定義技術の動向，情報処理，Vol.20, No.6, pp.487-494, 1979.
 - 16) 野木兼六：要求定義技術の最近の動向，情報処理，Vol.27, No.1, pp.21-30, 1986.
 - 17) 野木兼六ほか：パネル討論会「要求技術の目指すべき方向」，情報処理，Vol.27, No.12, pp.1415-1429, 1986.
 - 18) D.T.Ross et al. : Structured Analysis for Requirements Definition, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-3, No.1, pp.6-15, 1977.
 - 19) D.Teichroew et al. : PSL/PSA : A Computer-Aided Technique for Structured Documentation and Analysis of Information Processing Systems, IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. SE-3, No.1, pp.41-48, 1977.
 - 20) P.Zave : An Operational Approach to Requirements Specification for Embedded Systems, IEEE transactions on Software Engineering, Vol. SE-8, No. 3, pp.250-269, 1982.

＜設計＞

- 21) R.M.Burstall and J.Darlington : A Transformation System for Developing Recursive Programs, JACM, Vol.24, No.1, pp.44-67, 1977.
- 22) 古川康一，溝口文雄編：プログラム変換，共立出版，1987.
- 23) M.A.Jackson : Principles of Program Design, Academic Press, 1975, 鳥居宏次訳：構造的プログラム設計の原理，日本コンピュータ協会，1980.
- 24) R.A.Kowalski : Logic for Problem Solving, North-Holland, 1979, 論理による問題の解法，培風館，1987.
- 25) 車谷博之ほか：E・Rモデル仕様データベースエディタ，情報処理学会第40回ソフトウェア工学研究会報告，1985.
- 26) B.Liskov and J.Guttag : Abstraction and Specification in Program Development, The MIT Press, 1986.
- 27) G.J.Myers : Composite/Structured Design, Litton Educational Publishing, Inc., 1978, 國友義久，伊藤武夫訳：ソフトウェアの複合／構造化設計，近代科学社，1979.
- 28) J-D.Warnier : Les Procedures de Traitement et Leurs Donnees, 鈴木君子訳：ワーニエ・プログラミング法則集，日本能率協会，1975.
- 29) N.Wirth : Algorithms+Data Structures=Programs, Prentice-Hall, 1976, 片山卓也訳：アルゴリズム+データ構造=プログラム，日本コンピュータ協会，

1979.

<プログラミング・言語・コンパイラ>

- 30) A. V. Aho et al. : Principles of compiler design, Addison-Wesley, 1977.
- 31) T. Chusho et al. : Performance analyses of paging algorithms for compilation of a highly modularized program, IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-7, No. 2, pp. 248-254, 1981.
- 32) 中所武司 : プログラムのモジュール化技法, 電子通信学会誌, Vol. 62, No. 1, pp. 91-94, 1979.
- 33) 中所武司, 野木兼六ほか : 段階的詳細化, データ抽象化を支援する言語 SPL のコンパイル技法, 情報処理学会論文誌, Vol. 21, No. 3, pp. 223-229, 1980.
- 34) 中所武司ほか : 知的プログラミング, 計測と制御, Vol. 25, No. 4, pp. 368-373, 1986.
- 35) E. W. Dijkstra : Notes on Structured programming, Structured Programming, Academic Press, 1972.
野下浩平ほか訳 : 構造化プログラミング, サイエンス社, 1975.
- 36) B. Liskov et al. : Programming with abstract data types, ACM SIGPLAN Notices, Vol. 9, No. 4, pp. 50-59, 1974.
- 37) 中田育男 : コンパイラ, 産業図書, 1981.
- 38) 佐渡一広ほか : 抽象データ型言語, 情報処理, Vol. 22, No. 6, pp. 525-530, 1981.
- 39) 徳田雄洋ほか (編集) : 大特集「プログラミング言語の最近の動向」, 情報処理, Vol. 22, No. 6, pp. 444-597, 1981.

<エディタ・プログラミング環境>

- 40) T. Chusho : A good program = a structured program + optimization commands, Proc. 8th World Computer Congress IFIP' 80, pp. 269-274, 1980.
- 41) T. Chusho et al. : A language-adaptive programming environment based on a program analyzer and a structure editor, Proc. 9th World Computer Congress IFIP' 83, pp. 621-626, 1983.
- 42) 中所武司 : プログラミング言語とその会話型支援環境, 情報処理, Vol. 24, No. 6, pp. 715-721, 1983.
- 43) V. Donzeau-Gouge et al. : A structured-oriented program editor, Research Report 114, IRIA-Laboria, 1975.
- 44) 二村良彦 : 構造化プログラム図式, コンピュータソフトウェア, Vol. 1, No. 1, pp. 64-77, 1984.
- 45) 原田賢一 (編集) : 構造エディタ, 共立出版, 1987.

- 46) 石田晴久：UNIX システム入門⑧ どんな CRT 端末からでも使える画面エディタ (vi), bit, Vol. 13, No. 14, pp. 1778-1783, 1981.
- 47) 前澤裕行ほか：図面を用いたプログラム開発方式と支援ツール "SDL/PAD", 日立評論, Vol. 68, No. 5, pp. 13-16, 1986.
- 48) R. Medina-Mora et al. : An incremental programming environment, IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-7, No. 5, pp. 472-482, 1981.
- 49) 永田守男ほか(編集)：特集「エディタ」, 情報処理, Vol. 25, No. 8, pp. 758-874, 1984.
- 50) E. Sandewall : Programming in an interactive environment : the "Lisp" experience, ACM Comp. Survey, Vol. 10, No. 1, pp. 35-71, 1978.
- 51) 田中厚, 中所武司ほか：計算機誘導形構造エディタ, 日立評論, Vol. 68, No. 5, pp. 49-54, 1986.
- 52) T. Teitelbaum et al. : The Cornell program synthesizer : a syntax-directed programming environment, Comm. ACM, Vol. 24, No. 9, pp. 563-573, 1981.

<テスト・デバッグ・検査>

- 53) 中所武司：ソフトウェアのテスト技法, 情報処理, Vol. 24, No. 7, pp. 842-852, 1983.
- 54) 中所武司：ソフトウェアのテスト技法, 電子通信学会誌, Vol. 64, No. 5, pp. 549-552, 1981.
- 55) 中所武司：バステストに本質的な分岐に着目した網ら率尺度の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 23, No. 5, pp. 545-552, 1982.
- 56) T. Chusho et al. : HITS : a symbolic testing and debugging system for multilingual microcomputer software, Proc. National Computer Conf. Ncc' 83, Vol. 52, pp. 73-80, AFIPS, 1983.
- 57) T. Chusho : Test data selection and quality estimation based on the concept of essential branches for path testing, IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-13, No. 5, pp. 509-517, 1987.
- 58) J. B. Goodenough et al. : Toward a theory of test data selection, IEEE Trans. Software Eng., Vol. SE-1, No. 2, pp. 156-173, 1975.
- 59) 古賀恵子ほか：ソフトウェア品質評価システムの開発, ENGINEERS, 455号, pp. 18-21, 1986.
- 60) 國井利泰ほか(編集)：小特集「ソフトウェアツール 2—製造・評価・保守」, 情報処理, Vol. 20, No. 8, pp. 672-724, 1979.
- 61) E. F. Miller, W. E. Howden (ed.) : Tutorial : software testing and validation techniques, IEEE Catalog, No. EHO 138-8, 1978.

- 62) G.J.Myers (松尾正信訳) : ソフトウェア・テストの技法, 近代科学社, 1980.
- 63) 野木兼六ほか : ソフトウェアテスト項目作成支援システム, 日立評論, Vol.66, No.3, pp.199-202, 1984.
- 64) S.Rapps et al. : Data flow analysis techniques for test data selection, Proc.6th International Conf. Software Eng., pp.272-278, 1982.
- 65) E.J.Weyuker et al. : Theories of program testing and the application of revealing subdomains, IEEE Trans. Software Eng., Vol.SE-6, No.3, pp.236-246, 1980.
- 66) L.J.White et al. : A domain strategy for computer program testing, 同上, pp.247-257, 1980.
- 67) 保田勝通 : テスト・品質保証技術の現状と課題, 情報処理, Vol.28, No.7, pp.873-879, 1987.

索引

(五十音順)

ア 行

アセンブリ言語	103	机上テスト	146
アナライザ	23, 61, 90, 97	机上レビュー	146
移行性	108	木操作言語	123
1パス方式	137	機能階層	12, 38, 47, 75
一括コンパイル	138	機能階層モデル	31, 34, 64
意味解析	142	機能図式	157
インタプリタ	24, 62, 98, 135	機能テスト	153
インプリメンテーション	110	逆トレース	178
受け入れテスト	151	逆ポーランド記法	141
エディタ	22, 50, 60, 89, 114	行エディタ	115
エンドユーザ言語	102	共通式の削除	146
オートマトンモデル	32	クロスコンパイラ	140
オブジェクト指向型		クロスリファレンスリスト	143
プログラミング言語	101	計算機言語	100
オブジェクトリスト	143	計測用コード	169
		決定テーブル	155
		原因結果グラフ法	155
		限界値	154
		言語処理プログラム	134
		検査	151
		検証容易性	108

カ 行

外部インタフェース	110	構造エディタ	116, 120
カプセル化	112	構造エディタジェネレータ	129
画面エディタ	115, 116	構造化アプローチ	2, 8
環境模擬機能	173	構造化コーディング	128
関数型言語	101	構造化プログラミング	2, 81, 108
機械語	103	構造化プログラミング言語	108
記号実行	21, 181	構造テスト	159
木構造	141	構造テストツール	169
擬似文	126	構文解析	142
記述容易性	108	構文規則	142
機種独立性	108	コードオーディタ	146

コード生成	142
コードレビュー	146
コンパイラ	24, 135
コンパイル単位	138

サ行

最適化	142
最適化コンパイラ	136, 144
坂モデル	8
3段階法	14, 75

ジェネリックパッケージ	114
字句解析	141
システム階層	13, 75
システムテスト	151
実現方式	110
実現容易性	108
実行型コンパイラ	136
実行型 FORTRAN	136
実行不可能パス	165
自動インデントーション	147
自動証明	148
自動プログラミング	3, 148
ジャクソン法	41, 78
修得容易性	108
仕様記述言語	64, 66, 148
仕様テスト	153
状態遷移図	156
情報隠蔽	109
シンボリックデバッガ	179

推定残存不良件数	184
数値制御用言語	102
図式エディタ	116, 130
スタブ	174
ステップ実行	178
正規表現	46, 53, 78
制御トレース	144

制御フローグラフ	147, 160
成長曲線	184
静的アナライザ	23, 146
静的プログラム解析	146
選択処理	109
全アーク網ら	162
全文網ら	161
全定義参照パス網ら	163
全ノード網ら	161
全パス網ら	162
全分岐網ら	162
全変数参照網ら	163

操作的アプローチ	8, 30, 39, 43, 44, 188
相統子アーク	167
相統子簡約グラフ	168
ソフトウェア危機	2, 108
ソフトウェア工学	2, 108
ソフトウェアパラダイム	188

タ行

代数の仕様	93
第4世代言語	102
滝モデル	4
多パス方式	137
段階の詳細化	110
段階の詳細化法	81
探針	184
単体テスト	18, 150
ダンプ	177

チェック型コンパイラ	136
逐次処理	109
中間語プログラム	141
抽象化階層	29, 47, 75, 81, 82
抽象化関数	187
抽象機械	81
抽象構文木	123
抽象性	65, 72

抽象データ型	82, 91, 112, 187, 192
中断点設定	178
直接実現	98, 187
ツールボックス	26
定義参照パス	163
定数の伝播	146
テストケース	153
テスト工程	150
テスト項目	153
テスト実行支援システム	173
テスト十分性	166
テスト仕様書	180
テスト手順	176
テストデータ	149
テストデータ作成	152
テスト手続き	175
テスト手続き記述言語	175
テストハーネス	171
テストベッド	171
テスト網ら基準	159
データジェネレータ	24
データ辞書プロセッサ	50
データ操作手続き	112
データ抽象化	112
データ抽象化法	82, 91
データトレース	144, 178
データフロー	162
データフロー解析	147
データフロー性	66, 72
手続き型高級言語	103
手続きトレース	178
手続き呼び出しグラフ	147
デバッグ	24, 63
デバッグ	177
デバッグ用コンパイラ	143
展開／畳み込み法	189

統計的手法	184
統合プログラミング環境	121
同値分割法	153
動的アナライザ	23, 181
動的テスト法	149
動的プログラム解析	181
独立コンパイル	139
トップダウンテスト	174
ドライバ	173
トランスレータ	23
トレース	178

ナ行

流れ図	129
名前テーブル	143

ハ行

バグ	177
バス解析	159
バス条件	159
パッチ	179
反復処理	109
非決定性	65, 72, 190
被相統子アーク	167
表明	181
品質管理	183
品質評価技法	183
フェーズ	141
フォンノイマン型計算機	100
複合設計法	77, 85
ブラックボックステスト	153
ブリティプリンタ	147
ブリプロセッサ	138
不良記録票	185
不良発生予測曲線	184
不良分析	185
不良予測技術	184
プログラミング	99

プログラミング環境.....27
 プログラミング言語.....100
 プログラミングツール.....1, 3, 19, 186
 プログラミングパラダイム.....100
 プログラミング方法論.....121
 プログラム検査.....182
 プログラム検証.....148
 プログラムテスト.....150, 159
 プログラム複雑度.....147
 プログラム変換.....189
 プロセス制御用言語.....102
 プロセスモデル.....32, 39, 41, 43, 64
 フローチャート.....129, 159
 プロタイピング.....7, 43, 188
 フローネット記法.....52, 64
 フローネット法.....43, 186
 プロフィール解析.....181
 分割コンパイル.....139
 分岐条件変数参照網ら.....162
 分岐トレース.....178
 文書ジェネレータ.....24, 90

 並行性.....66, 72
 変形山モデル.....11, 29, 186

 方法論支援システム.....25
 ボトムアップテスト.....174
 ホワイトボックステスト.....159

マ行

三つ組形式.....141

無効同値クラス.....154
 虫取り.....177

 命令トレース.....178
 メモリマップ.....143

 文字エディタ.....115
 モジュールテスト.....150
 モジュール分割.....110

ヤ行

山モデル.....11, 29, 186

 有効同値クラス.....154

 四つ組形式.....141

ラ行

ライフサイクル.....3, 4

 理解容易性.....108
 領域法.....170

 累積不良予測.....184
 ループ制御変数の除去.....145
 ループ内不変式の移動.....145
 レジデントコンパイラ.....140

論理型プログラミング言語.....101

ワ行

ワーニエ法.....78

(A B C 順)

abstract data type112
 Ada113
 AGENT157
 ALGOL104
 ALOE125

Alphard113
 APT102
 assertion181

 BASIC106

C	107	PAISLey 法	39, 65
C ₀ メジャ	161	PARSE	126
C ₁ メジャ	162	PARSE-G	129
class	112	Pascal	106
CLU	92, 112	PASDAP	182
clnster	113	PERFECT	125
COBOL	104	PL/I	105
Cornell Program Synthesizer	124	prof	182
		Prolog	66, 101
		PSL/PSA	35, 37, 38
data abstraction	112		
EMACS	116	QC	183
encapsulation	112	QED	115
ER モデル	31, 35, 37, 88	Quality Control	183
FORDAP	182	reliable	153
FORTTRAN	103	revealing	171
goto 文	109	SA	38, 43, 44, 64
		SADT	33, 38
HITS	173	SCORE	168
		SDL/PAD	131
information hiding	109	SIMULA	100
Interlisp	123	SL	68, 94
		SMALLTALK_80	102
JSD	41, 43, 64	SNOBOL	100
JSP	41, 78	SREM	37, 38
		stepwise refinement	110
LISP	101		
		TECO	115
MENTOR	123		
		U 字モデル	5
NS チャート	130	UNIX	26
Package	113	V 字モデル	5
PAD	130	valid	152
		vi	118