# 中級情報処理技術者育成指針

基礎編

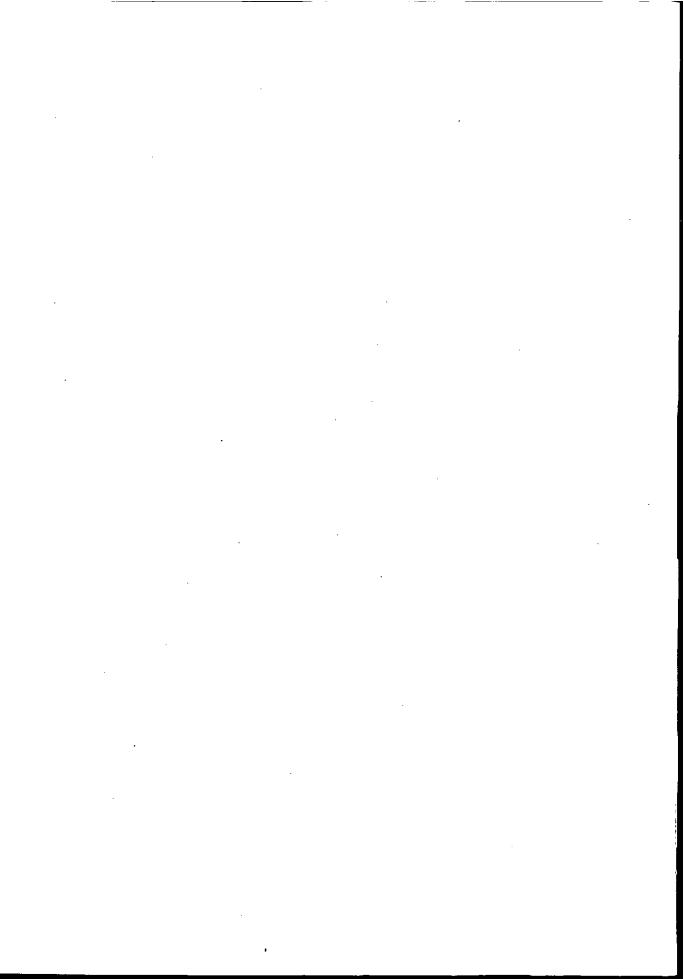
昭和49年3月

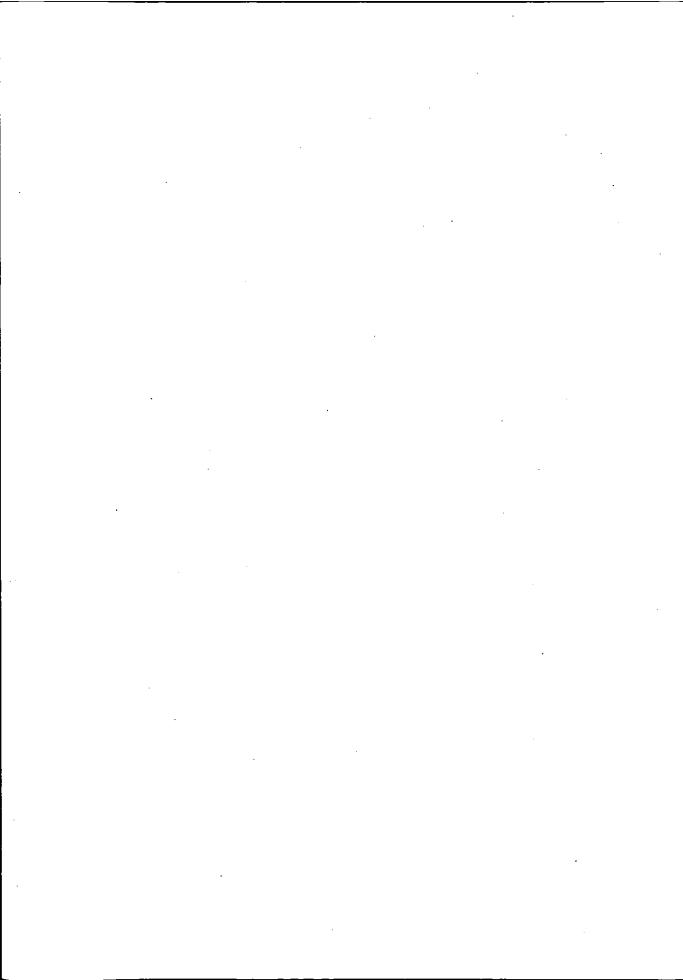


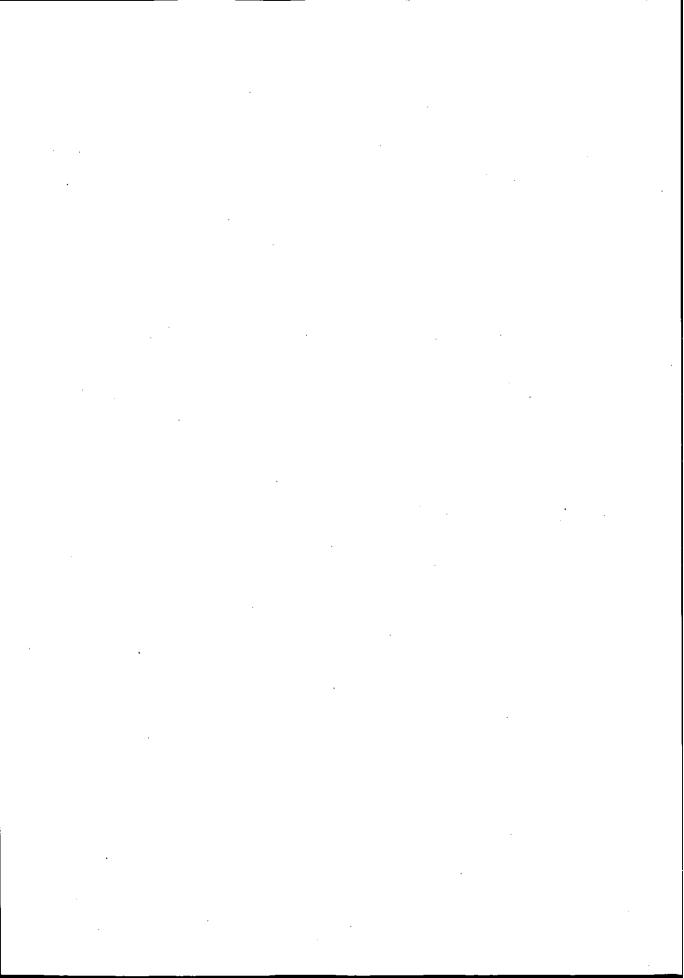
財団法人 日本情報処理開発センター

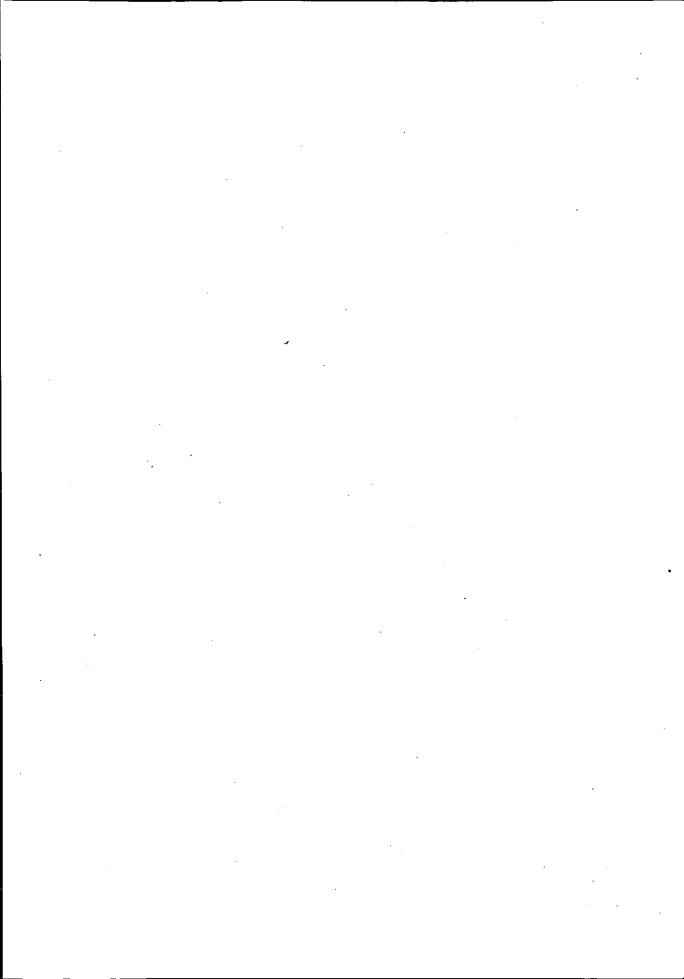
この報告書は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の 補助を受けて、昭和48年度に実施した「情報処理の普及促進に関する事業」の一環 としてとりまとめたものであります。

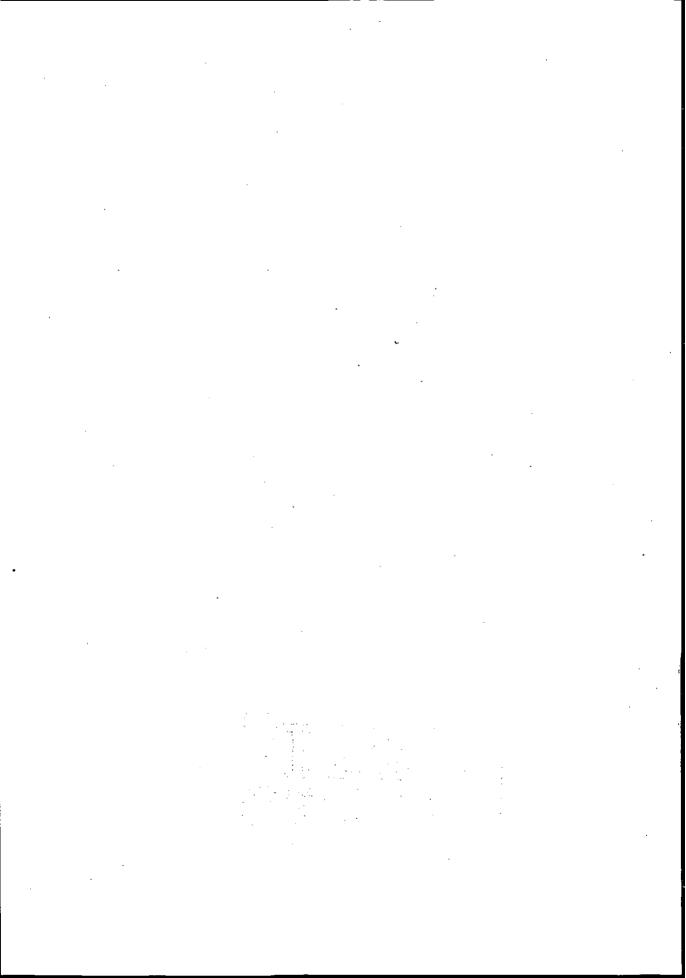
I /8 基礎











当財団では、昭和43年以来数年にわたり、情報処理技術者育成事業の一環として、まずはじめに上級技術者を対象とする「上級情報処理技術者育成指針」、次に初級技術者を対象とする「初級情報処理技術者育成指針」を作成し、それぞれのレベルにおける情報処理技術者の教育目標とそれに至るための教育内容、方法を示してきました。

しかし、情報処理の分野では、これらの上級と初級との中間ともいうべき層の情報処理技術者を養成する教育カリキュラムもまたきわめて重要であり、これの完成によって、はじめて初級から上級までの一貫した情報処理教育のカリキュラム体系が完成できるといえましょう。

このような考えにもとづき、当財団では昭和47年より「中級情報処理技術者育成指針」の作成に着手しましたが、幸い各界の多数の専門家のご協力を得てこゝに完成のはこびとなりました。

この事業実施にご尽力いただいた関係各位に心から感謝の意を表しますとともに、 この中級育成指針が各方面で利用され、わが国における情報処理技術者育成の一助 となりますことを念願する次第であります。

昭和49年3月

財団法人 日本情報処理開発センター 会 長 **難 波 捷 吾** 





# 中級情報処理技術者育成指針委員会 .

(敬称略,50音順)

委	員	長	山	内	<u> </u>	郎	東京大学
委		員	石	川	利	男	日本航空(株)
	"		今	村	茂	雄	(財)情報処理研修センター
	″		魚	木	五	夫	広島修道大学
	"		鵜	沢		和	青山学院大学
	"		木	幡	竲	郎	日本電信電話公社
	"		向	阪		浩	通商産業省
	"		小	林	健	<del>-</del>	日本電気(株)
	"		南	條		優	日産プリンス自動車販売(株)
	"		間	野	浩ス	太郎	青山学院大学
	#		篠	崎		敬	(財) 日本情報処理開発センター
	"		中	嶋	栄え	之助	(財) 日本情報処理開発センター
	"		EE3	褞	127	ゥ	(財) 日本情報処理闘発センター

. . 

# 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会

(敬称略,50音順)

委員長 魚木五夫 広島修道大学

委員赤木耀介(株)日立製作所

″ 石井信司 日本電気(株)

″ 石川利男 日本航空(株)

″ 大日方 真 日本コンピュータ (株)

"上條史彦情報処理振興事業協会

" 杉山 進 日本電信電話公社

〃 南條 優 日産プリンス自動車販売(株)

**"** 服 部 幸 英 日本鋼管(株)

〃 原田睦明 (株) ソーシャル・サイエンス・ラボラトリー

" 平尾信正 東京互斯(株)

" 平 松 啓 二 東京電機大学

" 間 野 浩太郎 青山学院大学

〃 甲 賀 将 之 (財)日本情報処理開発センター

〃 山本欣子 (財)日本情報処理開発センター

# 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会第1分科会

(敬称略,50音順)

主 査 魚 木 五 夫 広島修道大学

委員 赤尾嘉治 (財)情報処理研修センター

″ 塩 田 俊 朗 (財)情報処理研修センター

" 元 植 郁 夫 広島修道大学

## 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会第2分科会

(敬称略,50音順)

主 査 甲 賀 将 之 (財)日本情報処理開発センター

委員島野滋雄トピー工業(株)

*"* 高森 寬 青山学院大学

が 成 田 誠之助 早稲田大学

〃 東口 寛 東京大学

**"** 藤代侑宏 東京理科大学

// 矢田光治電子技術総合研究所

w 若 松 清 司 電子技術総合研究所

## 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会第3分科会

(敬称略,50音順)

主 査 石 井 信 司 日本電気(株) 委 昌 石川宏明 日本電気(株) 折 出 岩 男 日本電気(株) 鈴木 蕃 日本電気(株) 田中 烙 日本電気(株) 吉 田 敬 一 日本電気 (株)

# 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会第4分科会

(敬称略,50音順)

主 査 大日方 真 日本コンピュータ (株)

委 員 岩 城 三 郎 (株) フジミック

" 戸 田 英 雄 電子技術総合研究所

## 中級情報処理技術者育成指針作成小委員会第5分科会

(敬称略,50音順)

主 査 原 田 睦 明 (株)ソーシャル・サイエンス・ラボラトリー

委員穂、鷹良介(株)ソーシャル・サイエンス・ラボラトリー

" 渡辺 功 (株)ソーシャル・サイエンス・ラボラトリー

事 務 局 (財)日本情報処理開発センター

技術部 教育課

# 総 目 次

	·	·	

## 中級情報処理技術者育成指針

# 総 目 次

## 第1分冊「基礎編」

T		詥
1	#GT-63	= 100

		1.	情報処理技術者の育成	1
		2.	中級情報処理技術者育成指針の位置づけ	10
		3.	中級育成指針の構成内容とカリキュラムの編成	16
		4.	学習指導計画と指導法	27
		7.	于日1月等可四01日等位	21
Ι.	基	礎	科 目	
	情	報処	0.理概論	37
		1.	情報処理概論	37
	_	š =	ュニケーション技法	47
		1.	コミュニケーション技法	47
	Ė	ンヒ		-55
		1.	コンピュータ・システムの構成と発展動向	56
		2.	データ通信システムの概要	64
		3.	コンピュータ導入概要	70
	<i>/</i> \	· — ŀ	「ウェア(I)	79
		1.	システム構成	80
		2.	演算処理装置	87
		3.	記憶装置	93
		4.	入出力装置	102
	ソ	フト	ウェア	109
		1.	ソフトウェアの概念	110
		2.	オペレーティング・システムの概念	113

		115
3.	プログラム言語の概要	119
4.	COROL言語の概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
5.	FORIKAN言語の概要	123
6.	ソフトワェテの評価****	126
プロ	クラミング言語(FORIKAN)	129
1.	FURTRAN 概要	130
2.	FORTRANプログラム形式 ····································	131
3.	データ	133
4.		135
5.	実 行 文	137
6.		141
7.	. 子祝さと耐ノレノノム	144
8.	. その他	146
9.		147
プロ	ログラミング言語(COBOL)	149
1		151
2		152
3	見出し部と環境部	154
4	データ部	156
5	. 手続き部	159
6	。 報告書機能	164
7	7. 分類機能	165
8	3. 区分化	166
ç	9. 登録集	167
10	). 予約語	168
11	1. 練習問題	169
プロ	ログラム設計(I)	171
. 1	l. プログラム開発の手順	172
2	2. プログラム開発方法	176
3	3. プログラムの構造	181
4	4. ファイル処理	190
	5. ジョブ制御とオペレータ制御	198

6.	サービス・プログラムの利用	201
7.	プログラムの基本設計	207
8.	プログラム流れ図の作成とコーディング	211
9.	プログラム・テスト	218
1 0.	プログラム設計と文書化	222
経営	実 務	227
1.	企 業	228
2.	経 営	234
3.	計 画	240
4.	組 織	. 243
5.	統制•管理	248
6.	事 務	256
シスラ	テム分析・設計(I)	261
1.	システム・アプローチ	262
2.	システム分析・設計の手順	264
3.	システム分析・設計チーム	267
4.	業務設計	269
5.	コード設計	271
6.	入出力設計	273
7.	ファイル設計	279
8.	プロセス設計	285
9.	システムの評価	287
10.	文書化と標準化	290
	プュータ室の運用管理····································	295
1.	コンピュータ室の運用管理	295
	ウェアの生産管理····································	307
	ソフトウェアの生産管理	307
	プラドウェアの生産官壁 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	315
	集合と論理	316
1.		
	ベクトルと行列	320
3,	徴分と積分	323
4.	確率と統計	326

	-		•	·	
	5.	コンピュータと数値計算		3	30
シ.	ステ	ム概論		3	33
	1.	システム工学概論	*************	3	34
		システムのモデル化			38
	3.	システム・シミュレーション	************	3	42
	4.	システムの最適化		3	48
	5.	システムの信頼性		3	53
経	営利	¥学(I)····································		3	57
•		経営科学の基礎			58
	2.	経営科学の諸手法などの紹介	•••••	3	68

,

### . 第2分冊「専門編」

## 専 目 科 目

数	値言	十算法	1
	1.	数値計算と誤差	2
ě	2. ·	常微分方程式······	5
	3.	線形および非線形,建立代数方程式と固有値	10
	4.	代数方程式	17
	5.	補間法と数値微分・数値積分	25
統	計	解 析	29
	1: •	母集団と試料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	30
	2.	検定と推定	36
	3.	実験計画法	42
	4.	·統計的解析·····	53
シ	Š 2	. レーション	57
	1.	コンピュータ・シミュレーション	58
	2.	シミュレーション・モデルの作成	67
	3.	モデルの運用	75
	4.	シミュレーション言語・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	79
	5.	演 習	89
コ	ント	ロール・システム	97
	1	制御工学の基礎	98
	2.	情報の収集・変換・伝送	104
	3.	コントロール・システムのモデル化	108
	<b>4</b> .	最適化と適応化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	110
	5.	コントロール・システムにおけるコンピュータの機能と構成	114
	6.	制御用コンピュータのソフトウェア	118
	7.	コントロール・システムの実例	123
	0	コントロール・ショニノケかけてソフトカーマーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー	120

経	営	科学(II)	135
	1.	線形計画法	136
	2.	経済評価	144
	3.	ダイナミック・プログラミング (動的計画法)	
	4.	ネットワーク分析と計画管理	152
	5.	在庫管理	161
	6.	予 測	167
· シ	ステ	ム分析・設計(II)	171
	1.	問題発見の技術	172
	2.	システム分析の技術	176
		システムの組立で	
	4.	業務システムの設計	194
	5.	経営管理システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	199
	6.	システム思考	
	7.	オンライン・システムの設計	204
	8.	システムの評価技法	210
	9.	各種システムの具体的設計例	220
;	10.	演 習	223
2	ンピ	'ュータ導入計画	225
	1.	コンピュータ導入計画のたて方	226
	2.	導入組織と人員計画	231
	3.	教育計画	234
	<b>4</b> .	機械化計画とプログラム開発計画	236
	5.	設備計画	238
	6.	コンピュータ用品と消耗品	243
	7.	機械化移行計画	245
<b>経</b>	区営	情 報	247
1	1.	経営活動と情報システム	248
	2.	経営情報システム・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
	3.	経営における情報システムの例	258
,	4.	経営情報システムの開発 (演習)	269

<i>₹</i> '-	· - タ・ベース ······· 283
1.	
2.	
3.	200
4.	11.212211
5.	
6.	
7.	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
8.	
デー	タ通信システム 315
1.	
2.	· · · · · · · · · · · ·
3.	通信回線
4.	
. 5.	
6.	オンライン・システムのファイル 351
7.	信 頼 性
ハー	・ドウェア(II)・・・・・・・ 363
1.	処理方式
2.	性能評価 379
3.	信 頼 性 388
4.	互 換 性
5.	実  習
オペ	レーティング・システム
1.	オペレーティング・システムの基本 398
2.	プログラム管理 401
3.	ジョブ管理404
4.	タスク管理412
5.	データ管理416
6.	通信管理 423
7.	障害管理 433
8.	タイムシェアリング・システム 435

言語プロセッサーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーーー	• 443
1. 言語の記述	
2. 基礎技法	449
3. プロセサ	452
4. コンパイラの構成	455
5. 設計演習	467
アセンブリ言 語	. 469
1. プログラミングのためのハードウェア	471
2. アセンブリ言語の構成	• 475
3. 実行命令およびアセンブリ命令	· 478
4. プログラムの分割と連絡	· 482
5. マクロ言語	· 484
6. 実習のためのオペレーティング・システム	. 489
7. 実 習	. 491
プログラム設計(II)	497
1. プログラム構造とモジュール設計	·· 498
2. データ構造	·· 505
3. 分類と組合せの技法	· 509
4. 操索の技法	·· 513
5. ファイル処理	. 515
6. オペレーティング・システムの利用	. 521
7. オンライン・システムのプログラミング	. 526
汎用プログラム・パッケージ	529
1. 汎用プログラム・パッケージ	
2. 実 習	534
•	

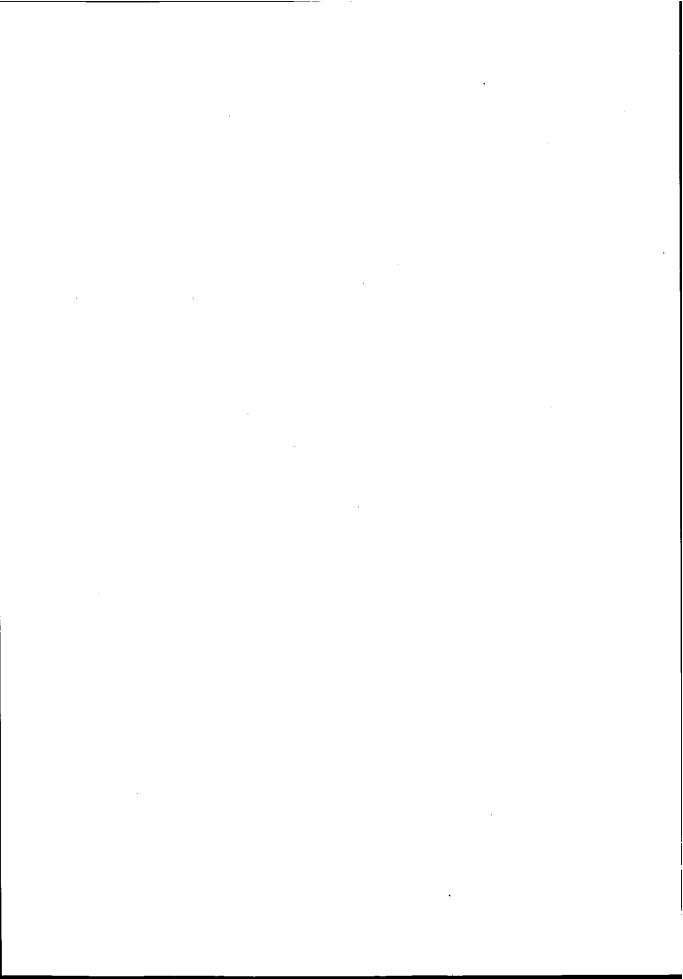
総

論

 		_				
					-	
					,	
•						
					•	
				i		
			•			

# 自 次

1.	情報処理技術者の育成		1
	1. 1	技術者に要請される知識・能力の拡大化	1
	1.2	技術者育成のシステム	2
	1.3	教育の質的向上	8
2.	中級	情報処理技術者育成指針の位置づけ	10
	2.1	中級育成指針の対象者	10
	2. 2	中級情報処理技術者に期待される資質	11
	2.3	中級育成指針の目標	12
	2.4.	教師となる人に望ましい資質	13
3.	中級	育成指針の構成内容とカリキュラム編成	16
	3. 1	中級育成指針の構成内容	16
	3.2	カリキュラム編成	22
4.	学習	指導計画と指導法	27
	4.1	学習指導計画	27
	4.2	学習指導法	33



### 1. 情報処理技術者の育成

#### 1.1 技術者に要請される知識・能力の拡大化

#### (1) 従来の技術者教育

従来の情報処理技術者教育において対象となった知識の主要な領域を整理すると、

- コンピュータ・システムの原理・構造についての工学的知識。
- ② 各種言語、プログラミング技法などの習熟。
- ③ 数値計算などの技法に代表される応用数学の知識。

となろう。これら三つの領域の知識を、かなりの深さまで修得した情報処理技術者を育成すること自体が相当の年月と費用のかかる事業といえよう。

コンピュータのユーザである各組織体では、コンピュータの業務にたずさわる要員について、上記の 三つの領域にわたる知識の程度や経験などによって、オペレータ、プログラマ、システムズ・エンジニ アなどの職種とキャリア・パスを設けている。

わが国の情報処理技術者教育の問題に関して、従来とのような職種にある要員を取上げて、現在および将来の技術者数を推定し、充足あるいは不足といった議論がなされてきた。しかしながら、最近では、 とのようなかなり限定された意味での情報処理技術者をもってわが国の企業や諸組織のコンピュータリゼーションに関連した人的資源の問題を論ずることの意味がうすれつつあるといえる。その背景として、コンピュータ利用の高度化・応用領域の拡大に伴って、コンピュータの動作原理、構造、言語、計算法などの専門知識を身につけたスペシャリストとしての情報処理技術者のみならず、幅広い分野にわたっての関連知識と素養を身につけた創造的人材が求められる最近の傾向を指摘することができる。

#### (2) 今後の技術者に期待されるもの

前述の背景のもとに、最近では、情報処理技術者に期待される知識・能力の境界が拡大して、新しいものの考え方、システム思考などをはじめ、コンピュータ応用領域を新しく開拓して行ける創造的能力が要請されるようになってきた。システムズ・エンジニア(SE)の仕事も、従来は、現行業務の機械化や定常的大量処理のシステム設計など省力化や費用削減を目標にしたものが多かったといえる。しかし、今後は現行業務の機械化は当然それだけにとどまらず、その合理化、業務体系そのものの整備、再編成、システム化への要請へとつながって行くものと予想される。したがって、情報処理技術者に要求されるものもコンピュータに直接関連した技術的専門知識の枠を越えて、たとえば、次のような素養と知識・能力が要請される度合が増すであろう。

- ① 現行手作業業務の調査・分析から最適の処理方式を決定できる思考・判断能力。
- ② これまで個別に機械化がすすめられた主要業務の統合化のために、各種業務を体系的に理解、把握できる能力。
- ③ 省力化のための定常的業務システムにとどまらず、分析・計画・意思決定に役立つシミュレーションなどのモデルを開発しプログラミングできる能力。

- ④ 従来存在しなかった処理内容についてもシステム化できる能力。
- ⑤ プロジェクト・マネージメントなど計画・管理・予測などの技法やものの考え方についての素養と能力。

#### (3) 今後の情報処理教育

わが国の企業その他の組織体において情報処理技術者を育成するに当たっては、系統だったカリキュラム編成による教育というよりは、OJT (On the Job Training)に依存している度合が高いのが現状である。OJTも明確な目標と計画のもとでのローテーションなどで多くの経験を積ませるならば、かなりの教育効果を望める。しかし、実際は、あるシステムが開発されると、その開発に中堅的役割を担った中級技術者要員たちはそのシステムの保守などのためにその現場に長期にわたって凍結され、新しいシステム開発の経験や自己啓発・教育の機会から、むしろ遠ざかってしまうというような実情さえしばしば見受けられる。また、OJTはその性格上現行業務機械化などを通して、プログラミング技法や計算技術の習熟などには効果的であるが、これだけでは、上に述べたような新しい、コンピュータ応用領域の開拓にイニシアチブをとれるような開発型の創造的情報処理技術者の育成は期待できない。

限られた教育量で、一人の要員がそんなに多くのことを深く習得することは不可能であるうが、少なくとも、原理、構造、言語、 計算の知識に偏重した専門技術者の数を増やすだけでは、時代的要請にこたえられなくなっていることは事実である。したがって、コンピュータに直結した基本的専門知識のほかに、特定の業務や応用領域に関しても知識と素養を備えた種々の特色ある情報処理技術者の育成が望まれる。そのためにも、目標や重点を異にする種々の特色あるカリキュラムで系統的に指導する必要があろう。また今後の新しいシステム開発は、社内で学ぶ同種の先例が見出し難い領域を含む傾向も強く、OJTだけに依存するのは危険になりつつある。

まだコンピュータ・マインドの定着しきっていないわが国の企業や諸組織において、コンピュータ応用領域の拡大、またさらには業務体系の整備、システム化推進においても先導的役割を担いうる情報処理技術者の養成が期待される。

#### 1.2 技術者育成のシステム

#### (1) 教育システムの実現

#### (a) 「システム」的教育

本育成指針では、研修生に対して「システム」を教えることが、重要な目的となっている。ところで「システム」的な考え方は、「システム」的な環境の中において、はじめて十分な理解に到達しうるものである。

そこで当然のことながら、この中級情報処理技術者教育もまた、「システム」的に行なわれることが望ましい。つまりここで行なう教育の目的は、企業の目的と矛盾するものであってはならず、

両者の目的は常に合致していなければならない。また教育活動は、他の企業活動と分離して考えられれるものでなく、常に全企業活動との関連において考えられねばならない。

#### (b) 教育システムの3機能

中級情報処理技術者育成のための教育システムを、その持つべき機能の面から観察すると

- ① 計画機能 (Plan)
- ② 実施機能(Do)
- ③ 評価・統制機能 (See.)

の三つが考えられる。 これらの機能は、 相互に調和の取れた「規模」や「強さ」を持つのが理想である。 また、これら 3 機能の相互間には、 図1-1 に示すような関係がつけられるべきである。 図中の矢印は、主要な情報の流れを示したものである。

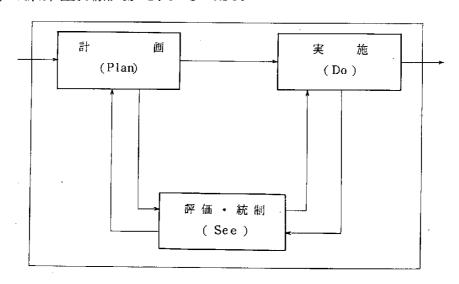


図1-1 教育システムの3機能

#### (c) 教育の実態

これまでに行なわれて来た。多くの企業教育の実態を観察してみると、次のような点が顕著である。

#### ① 実施機能中心

こと教育に関しては、とかく「行なうこと」のみに走り勝ちであり、「行なったこと」によって 安心する傾向が強い。しかし、このような状態では、この教育が企業にとって適切であったかどう か、また仮に適切であったとしても、それが果して効果的に行なわれたかどうかなどは、全ぐわか らぬことが多い。

② 計画および評価・統制機能の弱体教育の計画に関しては、だとえそれが一応は行なわれていたとしても、実施側につごうのよい形にまとめられる傾向が強い。また、評価に関しては、これがもしあるとするならば、それは何らかの失策の有無についてのチェックであることが多い。さらに統制

活動についても、とうした失策が認められた場合に、それに関連したアクションとして存在する例が目立ち、本来的な統制活動とはいい難い。

とうした面を反省し、教育のあるべき**姿**へ近づくためには、以下に述べるような努力が必要となる。

#### (2) 計画機能の充実

#### (a) 全企業的計画

わが国の企業のような、終身雇用を前提とした社会の中では、いかなる職種に対する教育も、その職種のみの事情だけを考慮していたのでは不十分である。特に中級情報処理技術者は、企業体から眺めた場合にも、将来その経営の改善に大きな力となるべき存在である。

従ってその教育に際しては、一人の技術者の養成という観点のみでなく、企業の将来像の設定という観点からも、長期的かつ総合的な計画を立てる必要がある。この総合的計画の意味は、企業内部で教育活動のみが遊離してはならぬという意味であり、他の企業活動との関係を十分に考慮し、これと矛盾せぬものでなければならぬということである。

#### (b) 計画担当者の専任

以上のような計画を具体的に立案するには、他の業務担当者が片手間的に行なう姿勢では、到底不十分である。このためには、中級情報処理技術者に対する教育の内容や技術者の役割についての 適切な認識を持ちながら、企業の目標や将来像についても十分理解している、専任の教育計画担当 者が必要となる。

また、この教育計画が、少くとも他の企業教育計画と調和を保つためには、企業教育担当部門と の連係も、密接に保っておかねばならない。さらに、計画が実施側に傾かぬようにするためには、 計画担当者は実施担当者とは分離し、独立に動ける立場を用意するのが理想である。

#### (c) 参考資料の活用

教育計画の立案に際しては、単にその企業固有の事情や、過去の実績などだけに依存してはならない。企業を取巻く外部環境は絶え間なく変化しているし、情報処理の分野だけについて考えても急速な技術革新は今後も続くであろう。そうした状況下では、限られた人たちの考え方だけで判断するのは危険である。

できるだけ権威のある文献や、この道の専門家・経験者などの意見も参考にして、極端な偏りのない計画を立てるのが好ましい。こうした目的には、本育成指針が大いに役立つものと考えられる。もちろん、これは標準的なカリキュラムを示したものであるから、その思想や内容を理解した上で、研修生や企業に適した計画を立てるのがよいだろう。

#### (3) 評価・統制機能の充実

#### (a) 評価の必要性

教育の成果に関しては、次のような錯覚や誤解が生じやすい。

- ① 教育した内容は、完全に研修生に理解されているはずである。
- ② 理解された教育内容は、研修生によって必要な場合に完全に活用される。

③ いったん理解されたことがらは、いつまでも完全に保持される。

こうした錯覚や誤解が生ずるのは、教育の実施活動に際して、適切な評価活動が伴わぬためであるといっても過言ではない。これらの錯覚や誤解を取除き、教育の効果を高めると共に、教育計画の改善を行なうために、評価の果たす役割は大きい。

#### (b) 評価の方法

具体的な評価としては、主として次の二つの面から行なう必要がある。つまり期待される知識・ 技術について、研修生がこれを

- ① どの程度「理解」しているか
- ② どの程度「活用」できるかということについての評価である。

評価は、しばしば実施機能の一部分として行なわれるが、これでは正当な評価とはなり得ない。実施側に手間のかからめ評価方法が取られたり、またその結果の解釈に際しても、実施側に都合のよい見方が取られる危険性が大きいからである。後で述べる統制活動に十分生かすためにも、評価は計画や実施機能とは独立したものであることが望ましい。

この意味では、例えば①に対する評価方法として、毎年通産省により実施されている、「情報処理 技術者試験」を利用するなど、企業外の客観的基準に従うのも効果的だろう。②の面からの評価は、 一般に①の方より困難であるが、研修生の研修後における職場での業績による評価などによらねばな らない。

#### (c) 統 制

教育の評価を行なった結果は、計画および実施面に対する統制に活用しなければならない。

企業教育は学校教育とは異なり、個々の研修生の成績を評価し、それによって研修生の序列をつけることなどは本質的ではない。特に、終身雇用の企業内では多数の研修生の中から、少数の中級情報処理技術者を育成するような教育は、実際的でない。むしろ、なるべく多くの中級情報処理技術者を育成する教育が求められるだろう。このためには、研修生が教育を受けたのちに、期待される知識や技術をどの程度体得できたかを評価し、もしそれが期待された水準に到達していないとすれば、その原因を追求すべきである。

ある場合には、計画の内容に無理な部分があったり、研修生に不適切なものがあったためかも知れない。そうした場合には、直ちに計画の修正を行なわせるアクションが必要となる。またある場合には、計画が適当であっても、実施面での弱体、たとえば教師の能力不足、教材・教具の不備などによる結果かも知れない。そうした場合には、当然これらの原因を除去したり改善したりする必要が起る。

#### (4) 教育の体制づくり

#### (a) 教育環境の整備

企業内は学校などとは異なり、教育の専門機関でないために、一般には教育環境について考慮すべきことが多い。たとえ企業が教育には強い関心と熱意を持っていたとしても、企業教育のための専門組織や設備を完備させている例は多くない。

例えば教室を取上げてみても,他の目的で作られた会議室などを,一時的に流用していることが多

い。また視聴覚器材なども、企業教育専用ではなく、宣伝用などといった他の目的のものを、借用している例もしばしばある。

とうした環境下では、教育を効果的に行なうことが困難である。器材が利用の目的に適切でなかったり、教室が騒音や照明などに関して使いにくかったりすることもある。また、設備や器材の主たる目的活動に影響されて、教育を計画通り進めにくくなることもありうる。

従って、企業の教育活動を効果的なものとするには、できる限り専用の設備や器材を用意する努力が必要である。やむを得ず他の目的のものと共用あるいは流用する場合にも、教育活動が妨げられる ことのないよう、あらかじめ対策を講じておくべきである。

#### (b) 外部教育機関の利用

企業教育は、必ずしもすべての体制を企業内部で用意する必要はない。特に、中級情報処理技術者 教育のように、広範囲かつ長期間にわたる教育を、特定の企業内だけで完全に実施するには、相当な 困難が伴うだろう。 さらに、幾つかの科目については、その企業内部の教師に依存することが、必 ずしも教育効果上好ましくはないとすらいえる。

とうした場合には、企業外部の教育機関を利用することも、積極的に考えるとよい。この場合の教育機関としては、

#### ① 企業人教育の専門機関;

例えば、「(財)情報処理研修センター」(東京、浜松町、世界貿易センター内)などのような 公益法人で権威のある機関を利用すれば、中立的な立場の教育が経済的に行なえる。

② 学校法人(大学など)

特に企業内部では実施しにくい科目について、大学などで関連科目の聴講を受けさせる。

③ その他

各種教育機関からの講師派遣や、通信教育などを利用する方法もある。こうした外部教育機関を 利用する場合にも、基本的な教育計画は企業内部で立案し、またその実施面についても、企業と外 部機関とは連係を保つ必要がある。

外部教育機関による教育だからといって企業側がその内容や実施状況について無関心であれば, 企業内部での教育内容との矛盾を生じたり、研修生のモラールを低下させる危険がある。

#### (5) 履修後の問題点

#### (a) O J Tの必要性

本育成指針の基本思想としては、対象者が中級情報処理技術者となるためには

- ① 育成指針に従った教育
- ② ①による教育終了後、2年程度の情報処理に関する実務経験

の両者が必要であると考えている。

この②は、単に関連のある職場で2年間過ごせばよいというような、消極的な意味ではない。これはむしろ、①の教育を通してだけでは研修生に与えにくいような知識・技術、OJ T(On the Job Training)を通して与えようという、積極的な意味である。

#### (b) OJTの進め方

わが国でも、OJTということばは、しばしば使われて来た。しかしその実態は、訓練期間中の従業員を、関連職場に配置しておくといった、形式的かつ消極的なものが多い。組織的な教育体制がないために、新人をいきなり職場に投入して、見よう見まねで知識・技術を得させるやり方のことを体裁よくOJTと表現している例も、少くはない。

しかし、本来OJTとはそのような投げやりの教育方法をいっているのではない。企業的に考えるならば、この場合の効率が無視されてよいはずはない。効果的な現場教育の意味にOJTを解釈するならば、OJTに対しても次のような点に留意しなければならないだろう。

#### ① 計画的であること

OJTを行なう前には、当然のことながらこれについての具体的な計画がなければいけない。

OJTは、しばしばその職場における本来の業務遂行と両立しにくいので、まずこの問題に関しては実際的な解決策を、その職場の事情を十分考慮して、立案しなければならない。

またOJTの内容は、本育成指針の目ざしている中級情報処理技術者育成の方針に沿ったものであることは、当然の要件である。

#### ② 実施面での努力

あまり理想を追求することは、実現の可能性を失わせる原因となる。しかし、OJTが形骸化しないようにするためには、職場の事情が許す限りにおいてOJTに適した指導者を配置し、計画に従った訓練が実施できるよう関係者の努力が望まれる。

#### ③ 評価・統制への配慮

OJTに関してもまた、評価・統制への配慮を怠れば、これが竜頭蛇尾の結果を生むことになる だろう。ただこの問題については、教育上の問題ばかりでなく、関連職場の業務上の問題も関係し てくる。そのために両方の関係者による協議組織を作ることなども必要となるだろう。

#### (c) 昇准経路

中級情報処理技術者の育成は、育成そのものが最終目的ではない。企業的立場で考えるならば、育成された技術者を活用することが、本来の目的となるはずである。

育成された技術者を活用するためには少くとも情報処理関係の各職種について、その具体的な職務 内容が標準化され、またその昇進経路(Career Path)についても、標準的なものが文書で明示 されていることは望ましい。

また、人事管理面では、育成前での各個人の学歴・職歴・経験・業績・特徴などに関するデータのみでなく、育成期間中に示された教育評価なども加えた、個人別の履歴ファイルが必要である。そして、この種のファイルを活用して、OJTの効果的な運用を考慮し、またその後における各個人の昇進経路を決定する必要もあるだろう。

# 1.3 教育の質的向上

#### (1) 教師の問題

#### (a) 教師の意義

教育の面で、教師の果たす意義が大きいことは、今さら繰り返す必要もないだろう。しかしその反面、企業教育においては、しばしばこの問題が見逃されているのも事実である。

教師の影響力が、教育の成果に大きく現われることを考えるならば、教育の実施前に、まず教師の 選定を慎重に行なうべきことは、明らかであろう。そして、教育の質的向上を図ろうとするならば、 何よりもまず適切な教師の選定と、その教育による積極的な指導の実現とに、努力しなければならない。

カリキュラム、テキスト、教材、その他の教育設備などを整えることには、多くの教育関係者はすぐ気付くだろう。しかしこれらは、教育の場面においては、いずれも「静的」な準備としてしか役立たない。これらを「動的」なものにする中心的要素は、「教師」にほかならいのである。

#### (b) 教師の選定

ある業務についての知識や技術を持つ者は、後進に対して教師となりうるとか、上司は部下の教師となりうるといった、安易な考え方で企業教育の教師が選ばれていることが多い。教師となる人に望ましい資質としては、2.4項で具体的に詳しく述べるが、このような条件をみたす人材は、必ずしもその業務の熟達者や、管理監督の立場にある者とは限られていない。

ある業務に熟達している者は、初心の研修生に対して、その立場が理解しにくいものである。そこで教育に際しても、一方的な説明や指導を行なう危険がある。しかも、この種の人たちは、初心者が教育内容の理解に苦しむのを見て、それは研修生の不適性のためであるとか、モラール不足のためであるときめつけている場合が多い。

教師の選定に際しては、こうした事情を考慮し、また「教師となる人に望ましい資質」についても 十分に検討しなければならない。この種の人事では、余り理想を追求し過ぎるのは、かえって実際的 ではない。基本的な姿勢としては、どちらかといえば教師に対して不適当と考えられる人物を選定せ ぬよう、留意するのがよいだろう。

# (c) 教師のレベルアップ

こと教師の問題に関しては、適切な人材が選ばれるだけで十分とはいえない。教師の任につく者が、 理想的な資質を持つことはないだろうが、資質以上に努力が求められるべきである。

同じことがらを、繰り返し異なる相手に教える立場の教師は、しばしば現状維持に陥りやすい。しかし、たとえどんなささいなことを同程度のレベルの研修生に教えるにしても、より効果的な教育方法は、常に存在しているだろう。そこで教師となる人は、常に自己に対し批判的・反省的であり、レベルアップへの努力を怠らぬ人でなければならない。

一人の教師の努力は、多数の研修生のレベルアップとなって現われるだろう。そしてこのことが企業全体に対して、直接的あるいは間接的に、大きな貢献をもたらすだろう。こうしたことを考えると、

教師のレベルアップが、企業に対して持つ意義は大きいといえる。

#### (2) 今後の企業教育

#### (a) 終身雇用と企業教育

従来、多くの企業における教育は、各企業独自の思想にもとついて、それぞれのやり方で行なわれてきた。わが国のような、終身雇用を原則とした社会では、企業内部の人材を育成しその水準を向上させることは、そのまま自企業の体質改善に直結することとなる。従って、人材流動性の高い米国の企業などに比較すれば、わが国の方がはるかに企業教育が充実していて当然であろう。

また、「終身」雇用の原則下では、この教育は周到な計画のもとに、長期かつ継続的に実施されるべきであり、同時に要員配置・昇進計画や企業組織などと十分に関連づけられた、体系的なものでもなければならない。

#### (b) 企業教育の現状反省

ひるがえって、多くの企業における企業教育を観察すると、諸種の教育活動が一応形式的には実行されていることがわかる。 しかしその実態は (a) で述べたような、計画的・長期継続的・体系的といった理想状態からは、まだはるかに遠いものだといえるだろう。

わが国の企業は、新規採用者の学歴に対しては大きな関心を持ち、高い学歴を持つ者を、最初から 給与や待遇上で優遇する傾向がある。これは、企業が教育の効用を十分に認めているからであると考 えてもよい。しかし、いったん企業にはいってしまうと、この態度は基本的に変化し、その後の企業教育 にはそれほど強い関心を示さなくなることが多い。

#### (c) 生産活動としての企業教育

T. J. ワトソンの「教育には飽和点がない」ということばを持出すまでもなく、教育は企業入 社前に完結しているわけではない。また、今日の企業は、目まぐるしく変化する社会情勢の中に置か れていることにも、注目しなければならない。急速な技術革新、国内的ばかりでなく国際的にも激化す る企業間競争についても、無視することはできない。

教育は、こうした変化に対処し得る能力を身につけるためにも必要であるが、それとは違った必要性もある。それは、「人間の生産性向上」のための活動であるという見方である。従来、機械の生産性や、機械を中心とした人間集団の生産性を向上する活動は、活発に行なわれて来た。しかし、これからの企業が必要とするのは、人間中心の生産性を向上させることである。そしてこのことは、教育によってのみ実現し得るのである。

この意味において、企業教育は今後の企業内では、生産活動として考えられるべきである。このような立場からすれば、「時間がさければ教育を行なう」とか「人手がさければ教育を行なう」とかいった、片手間的教育は考えられない。企業に直接大きな利潤をもたらす活動であると考えるならば、いかなる企業も企業教育に関して、大きな努力を傾けざるを得なくなるだろう。

# 2. 中級情報処理技術者育成指針の位置づけ

さきに作成した,「上級情報処理技術者育成指針」(以下,上級育成指針という)や「初級情報処理 技術者育成指針」(以下,初級育成指針という)によって,それぞれのレベルにおける情報処理技術者 の教育目標や、それに至るための教育内容、方法を示した。

ての両者のほぼ中間のレベルに位置する中堅的要員としての情報処理技術者(以下,中級情報処理技術者という)に対する教育カリキュラムの標準を整備することが、この中級情報処理技術者育成指針: (以下,中級育成指針という)の狙いである。

この中級育成指針の作成によって、情報処理技術者教育のための一貫したガイダンスが完成したことになる。

したがって、本章では上級育成指針及び初級育成指針との関連で、この中級育成指針がどのように位置づけされるかを解説する。

# 2.1 中級育成指針の対象者

#### (1) 中級情報処理技術者の役割

上級育成指針によれば、上級情報処理技術者とは、マネージャーの総括的指示にしたがって、システムの分析と設計を 行なう者である。

初級 育成指針によれば、 初級情報処理技術者とは、 情報処理業務を遂行する主担当者の補助者として、 コンピュータのプログラムを作る作業や、 コンピュータ操作の作業などを 行なう者である。

育成指針のそれぞれのレベルに想定されているイメージを補間すれば、上級と初級の中間にある中級情報処理技術者の役割はおのづからあきらかになる。

中級情報処理技術者には、上級プログラマ、上級オペレータ、システムズ・エンジニア、などと呼ばれる者のイメージが該当する。

上級の場合は、システム分析について分野別の専門知識を必要とする。初級の場合も、プログラム 作成について、プログラム言語や、コンピュータの専門知識を必要とする。いずれの場合も、それぞれのレベルでのスペシャリストとしての知識に重点がおかれるが、これらの中間に位置する中級情報処理技術者の場合は、中堅的要員として、特定の狭い範囲の専門分野に片寄ることのないゼネラリストの性格も要望される。

すなわち初級情報処理技術者で構成されるチームを指導して、関連部門と折衝し、システム開発を 遂行し、あるいは情報処理業務の運用と保守を組識的に行なうのが、中級情報処理技術者の仕事で ある。

したがって中級情報処理技術者は、上級および初級の上、下二階層での専門知識を理解するための 基礎知識を必要とするとともに、システムの開発およびその運用に必要な管理・統率の能力や、情報 処理技術の教育やシステム内容の伝達や発表のための技術を身につけなければならない。 ここで、中級情報処理技術者の位置づけを業務の分担の面からまとめた表2-1を掲げておく。

表 2-1 中級情報処理技術者の位置づけ

	業 務 の 分 担
上級技術者	<ul><li>システムの分析,調査,計画,開発</li><li>手法の評価,選択</li><li>新機種の導入,システム改善</li></ul>
中級技術者	<ul> <li>上級技術者の指導のもとで上記業務を部分的に分担する</li> <li>サブシステムの開発</li> <li>プログラムの工程管理</li> <li>システムの保守(日常業務)</li> <li>初級技術者の技術指導,教育</li> </ul>
初級技術者	中級技術者の指導のもとで補助者として上記業務を部分的に 分担する。     プログラムの作成

# (2) 中級育成指針の対象者のレベル

中級育成指針の(被教育者としての)対象者は、具体的には次のレベルの者である。

初級情報処理技術者教育を受講後1年の実務経験をもち、かつ大学教養課程修了程度の一般的学力を有する者。

即ち

「初級情報処理技術者」=「初級情報処理技術者教育」+「実務経験1年」+ (大学教養課程修了程度の学力)

が、中級育成指針による情報処理技術者教育を受ける資格をもつ者である。

したがって中級育成指針は、学力のレベルでいうと、大学における情報処理関係の専門教育と同程 度のカリキュラムである。

# 2.2 中級情報処理技術者に期待される資質

中級情報処理技術者は情報処理システムの開発のための中核要員である。あるいは情報処理システム の運用のための実務責任者である。

上記の具体的な姿は、開発チームのリーダ、システムの設計者、実施の推進責任者などである。 これらの仕事を行なうには次のような資質が必要になる。。

- システムの設計能力
- システムの管理能力
- ・システムの説明能力

このような能力は、むしろ中級育成指針にもとづく教育を受けた後に、数年の実務経験を経て、は じめて獲得されるものである。したがって中級育成指針では、このための基礎知識と応用力とが、何 であるかを述べている。

上級育成指針は、専門領域別のカリキュラムになっていて、各専門のセクター毎に、システム計画者にとって必要な知識が何であるかを整理してある。

一方,初級育成指針は、まだ専門領域といった問題意識はないレベルでの、共通的基本的な知識と 代表的なプログラミング言語 (COBOLと FORTRANいずれか一つ) の最低水準を修得させることを狙いとしており、主担当者の補助として、情報処理業務を遂行する実務者を養成することを目的としている。

そこで、中級情報処理技術者は、上級技術者の専門的な計画案を基にして、初級技術者を指揮しな がら、具体的なシステム開発や実施を行なうととが期待されている。

したがって、中級情報処理技術者に期待されているものは、専門領域の微細な知識ではなくて、専門分野の技術問題を理解するととができる能力であり、システム計画者の意図を適確に把握する能力である。さらにはシステムのキイポイントや問題点を発見し、実行可能なシステム設計として、具体化する能力である。

中級情報処理技術者は、上記二つの能力に加えて、システム開発の要員に対して、チームリーダとして、システム設計の内容を正確に伝えたり、システム連用部門の人々に、システムの目的や効果を正確に説明する能力もそなえていなければならない。

上級、中級、初級の情報処理技術者の資格として、共通に要求されるものは、それぞれのレベルに対応した、情報処理システムそのものに対する知識をもつことであるが、能力面では、それぞれ多少異なる資質が要求される。即ち、上級では分析力と創造性が要求され、初級では実務者としての実行力が要求される。これらに対比して中級では総合性がもっとも強く要求されることになる。

#### 2.3 中級育成指針の目標

中級情報処理技術者の活躍分野は

- ・情報処理システム(応用プログラムシステム)の計画、設計、開発、運用、管理、保守などの 実行の中堅要員として、
- ・情報処理機器の装置あるいはシステムとしての選択、システム・プログラム(オペレーティング・システムなど)の評価、設計、開発、保守にたずさわる中核要員として、

などの状況が想定される。中級育成指針ではこれらの中堅要員養成のための教育の指針を与える。

育成指針の内容は,情報処理システムに関する基礎知識,企業経営の実務知識,開発業務や運用保 守に必要な技法などのうち,基本的な項目を教育可能な範囲に限定して選定してある。 との指針に提示してある教育項目および時間数は、中級情報処理技術者として修得すべき知識とその 学習時間の最小限度である。

ここに述べた教育を履習した後に2~3年の実務経験を終えて、前節にのべたような能力を獲得した 者は、中級情報処理技術者としてのレベルに達したとみなされ、次のステップとして、上級育成指針にも とづく教育を受けることが可能になる。即ち上級専門教育への水準の準備にも該当している。

中級育成指針の教育内容は、大学における情報処理関連の専門課程と同等の科目を教科内容としているが、企業内の実務教育という面に重点をおいて、指針のねらいとしては情報処理の面よりも、システム指向の面の比重が高くなっている。

なお、初級から上級へ至る一貫した教育体系を図に表わすと次のようになる(図2-1、2-2参照)。

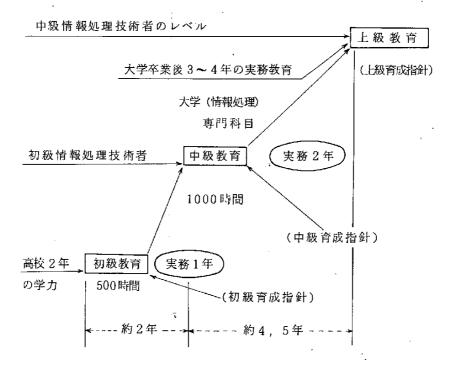


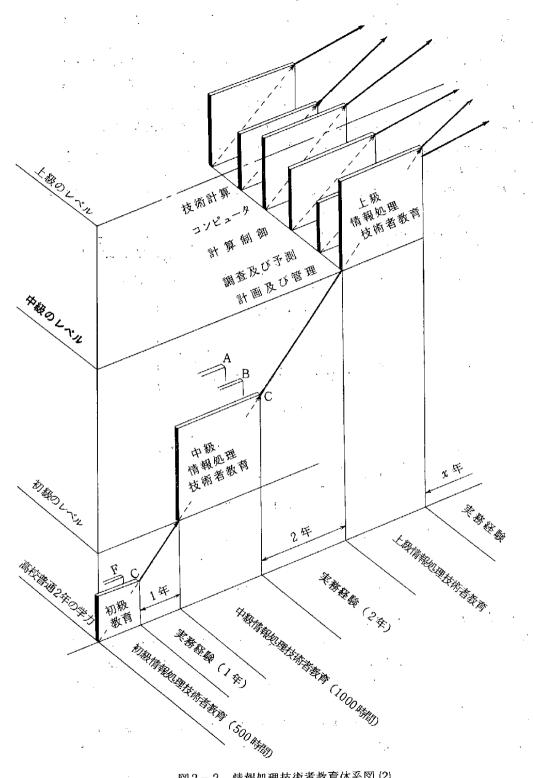
図 2-1 情報処理技術者教育体系図 (1)

# 2.4 教師となる人に望ましい資質

知識と経験の豊かな人でも、その知識や経験を人に伝えたり教えたりするための能力や資質の面で適当でない人もいることは事実であろう。しかし、情報処理技術というかなり専門の知識と技術に関しての教育にふさわしい教師となると、やはり、教師としての一般的資質をそなえていても、専門知識や経験に乏しい人は望ましくない。

企業内教育などで、社内から講師をえらぶときは、該当科目に関しての知識と経験を第一の基準としてそろえたあとは、教師としての適性などについては、選択の余地がないのが実情であろう。知識と経験





情報処理技術者教育体系図(2) 図2-2

があっても、教えるということのトレーニングを受けている人はまずないであろう。(これは大学における教授にしても同じである。)しかし、選択の余ゆうがあるとしてその中からえらぶときの一応のガイドラインとしては、まず、教えるということに興味と関心を持っている人が望ましい。そのような人は自分の経験を分析し、一般化して教育に生かす能力を備えていることが多い。知識や分析能力を備え、経験を積んだ人のなかにも、教えるということについて何の関心も意欲も持たない人がいる。このような人は、その豊富な経験をあまり教育に生かすことはできない。知識と経験が豊かで自分で仕事をする面では有能な人でも、いやがるのを無理やり教師に仕立てるようなことは避けるべきであろう。しかし、教えることに関心があるといっても、人の前でただ自分のペースで語るのが好きなだけで、研修生の理解度、モチベーション、教育や経験の度合などに合わせて講義の進度や詳しさを調節することのできない人などは望ましい人とはいえない。あくまで指導、育成できる人、またそのことにある程度意欲をもっている人が望ましい。

社内の現存の要員のなかから教師をえらぼうとする,短期的な教師陣編成では,望ましい資質の人を そろえようとしても,そんなに何から何まで整った人ばかりえらべない。しかし,長期的な観点に立つ と,かなりなすべきことはあるといえる。それは情報処理の教育・訓練期間の間に,将来教師として育 ちそうな人,自分の経験を分析し,自己教育して行く能力や意欲をもったものをある程度見分けておく ことである。それは,教えながら研修生にレポートを書かせたり,ヒアリングを行なうなどの方法で可能 である。そのような要員を見分けながら,早い時期に人を指導したり,教えたりすることの機会を与え 経験を積ませて,教師としての素養を育成して行くことが可能となろう。

教師として指導する立場にたつ人の努力目標としては、同一カリキュラム内の他の科目を担当する教師たちとの間の協調をよくとることである。科目間の関連性を大切にして教育効果を高めるためには、他の科目と共通の例題を用いる必要もあるであろう。自分にとって不慣れな例題や概念であっても、進んで自ら学び、他の教師と協調することは重要なことである。次に大切な努力目標としては、研修生のレベルに合わせて指導すべき内容の範囲や深さを加減するということである。適当に演習やテストをやらせて、研修生の理解度を確認しながら、進度や範囲を調節することである。

教師としては、研修生が学ぶことを自分の現場の経験に結びつけられるように指導できる人が望ましい。また、研修生が各自の現場の作業経験などを受講中に発表したり、学習中の内容との関連を発言するように啓発できる、あるいは、研修生に各自の職場の仕事と、学んでいることを役立たせようという意欲をもたせるよう啓発できる。ような教師は貴重な資質の持ち主といえよう。

# 3. 中級育成指針の構成内容とカリキュラム編成

# 3.1 中級育成指針の構成内容

#### (1) 教育科目の設定

中級情報処理技術者に対する教育内容を決定するにあたっては、まず中級情報処理技術者に要請される知識・能力(ニーズ)と教育終了後の到達点(目標)が明確になっていなければならない。しかしながら、現実の企業などの実態をみると、中級のレベルに位置づけされている技術者の担当する職務や個々の業務内容はきわめて多岐に亘っているため、ニーズや目標を画一的に定めることは困難である。そこで、この中級育成指針では、上級・中級・初級の各技術者の業務分担については、先の表 2-1 を前提にするとともに、中級情報処理技術者の職務としてA、B、Cの三つを想定することによって教育科目の設定を行なった(表 3-1 参照)。

#### (2) 教育科目と履習時間

教育科目は、まず各コースに共通して必要となる基礎的科目(本育成指針の基礎編を構成している、「情報処理概論」ほか14科目)と各コースの特性に応じて必要とされる専門的科目(本育成指針の専門編を構成している「数値計算法」ほか15科目)から構成されている。

表3-2は、各教育科目とこれの履習時間を示したものである。 履習時間は、基礎科目が約500時間、専門科目が各コースとも約500時間で1コースあたりほば1,000時間が設定されている。これは1日6時間(午前3時間、午後3時間)と仮定すれば1週間で30時間であるから、全体で約33週を要する勘定となる。企業などでこれだけの時間を教育にさくということになると、一見大変のことのように感じられるかも知れない。しかし、この中級育成指針では、すでに第1章(1.3教育の質的向上)でも述べたように、今後の企業などにおける教育の重要性からみて、この時間数は必要最小限のものであると考えている。したがって、現実の諸条件に妥協して安易に履習時間の削減を行なったのではこの育成指針が目標としている中級情報処理技術者の育成は果たし得ないことを鈍記すべきである。ただし、この中級育成指針にもとづくカリキュラムの編成に当たっては、研修生の予備知識あるいは企業などにおける特殊性から、ある程度の弾力性ある工夫がなされるべきことは当然である。これについては、本章の第2節および第4章で述べられているので参照されたい。

#### (3) 教育科目の履習順位

この中級育成指針には、基礎・専門を合わせて全部で31科目が設定されているが、これら教育科目の履習順序を標準的に図示したのが図3-1、図3-2、および図3-3である。 履習順序といった場合、ある教育科目の履習に先立って、他の特定の教育科目を履習しておく必要のあるとき(図では縦の系列)と幾つかの科目群の中で特に前後関係がないとき(図では横の系列)の二通りに分かれる。この中級育成指針では、前者の順序については、これを考慮して内容が組まれているので、カリキュラムの編成や指導計画の立案に当たっては十分配慮されることが望ましい。

表 3-1 中級情報処理技術者の職務からみたコースの分類

	コース A	コース B	コ — ス C
コースの性格	企業におけるコンピュニータ利用効果を更手に高いて、予測や最近で、予測や最近であれるとのである。これで、このは、では、では、では、では、では、では、では、では、では、では、では、では、では	このコースはコンピュータにより企業内の事務ないし管理業務を迅速,正確かつ円滑に行なうためのシステム開発などを主として担当する者のためのものである。	このコースは前二者に較べるとハードウェアおよびOSに最も近く,情報処理システムをハードウェアおよびOS面から効果的に稼働させるための業務(計算機の機器構成やOSなどの評価,選択,大容量ファイルの設計障害時の対策など)やリアルタイム・システムなどの高度のプログラム技法を必要とするソフトウェアの作成などを主として担当する者のためのものである。
コース修了者の目標	・情報の ・情報の ・情報を ・情報を ・技を ・数で ・数で ・数で ・数で ・数で ・数で ・数で ・数で	・情報処理の各分野に 一つなどもののなどもののなど、 一のなど、 一、上ででは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きながいでは、 一、大きなができる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。 できる。	・情報処理の各分野について基礎的な知識, 技能をもつ ・スタック処理,リスト処理,表操作などのプログラム技法、ファイルの編成。アクセス法などに関する高度な知識を有し,各種の要求、制度(処理速度,記憶容量、入出力装置の合数/種類など)を満足するプログラムを作成できる。 ・処理効率を評価の基準として計算機の機器構成、OS、ソフトウェアの評価ができる。 ・OSのシステム・ジェネレーション、企業の目的にあったOSの改造、アカウンティング・ルーチンを作成することができる。 ・OSに関する高度の知識を有し、オンライン・システムのプログラムの設計、作成ができる。
通理制度 全省情報 型数 を は 大変 の 関連	特種情報処理技術者試 験に向かうもの	特種情報処理技術者試 験に向かうもの	第1種情報処理技術者試験に向かうもの

表 3-2 中級育成指針各コースの教育科目と履習時間数

		Aコース	Bコース	Cコース
1	科目	時間数	時間数	時間数
	情報処理概論	20		
	コミュニケーション技法 コンピュータ・システム	15 30		
基	ハードウェア(I)	50		
	ソフトウェア	50		
礎	プログラミング言語(FORTRAN, COBOLの二者択一)		A	A
	プログラム設計[I] 経営実務	60+30 60	L と	٤ ا
科	在呂天樹 システム分析・設計(I)	60	通通	共通
17	コンピュータ室の運用管理	10	~	
	ソフトウェアの生産管理	10		
目	情報処理用数学	30+10		·
	システム概論	30 20	. [	
	経営科学(I)	20	)	)
	基礎科目小計	545	545	545
	数值計算法	60+30		
	統計解析	60+30		
車	シミュレーション	60+30		
	コントロール・システム	60 60+10		
	経営科学(II) システム分析・設計(II)	60+30	60+50	
門	コンピュータ導入計画		_ 60	
	経営情報		40+40	
科	データベース		60+30	40+20
	データ通信システム		60	60 40+20
	ハードウェア(II)			70
=	オペレーティング・システム 言語プロセッサ			40+20
	音冊 / ロセッサ   アセンブリ			35+145
	プログラム設計(II)	1		40+50
	汎用プログラム・パッケージ	6 + 4	6+4	6+4
	専 門 科 目 小 計	500	410	590
	· 금 하	1,045	955	1,135

<sup>(</sup>注¹) 「+」の後の時間数は実習または演習をあらわす。 (注²) 教育科目の記載順と履習順位とは必ずしも一致してない。

図3-1 中級育成指針 A コース教育科日履習順序

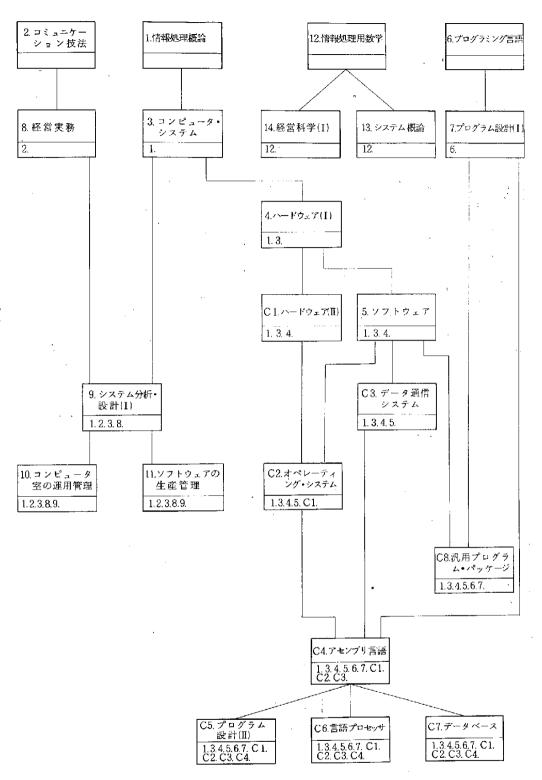


図3-2 中級育成指針Bコース教育科目履習順序

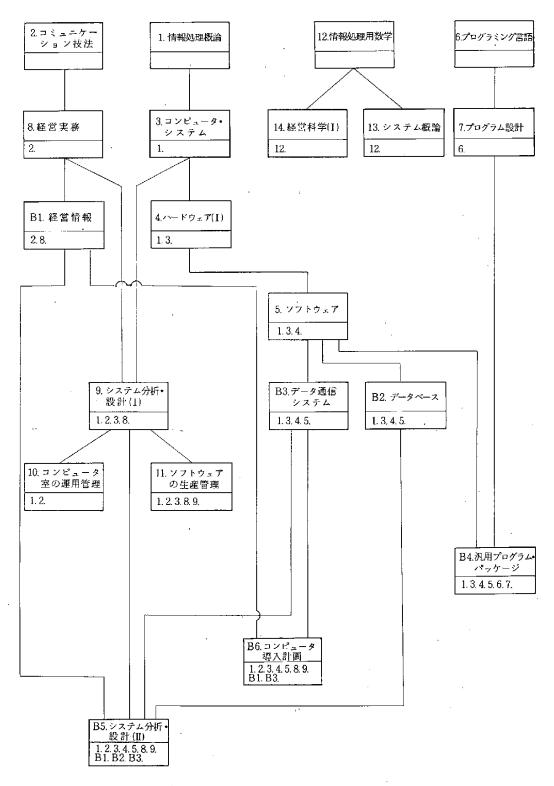


図3-3 中級育成指針Cコース教育科目履習順序

. . - . - - . . .

#### (4) 各教育科目における構成内容

この中級育成指針では、初級育成指針や上級育成指針とほぼ同様に、各教育科目ごとに以下のよう な構成内容となっている。

#### ① 教育の目標

その科目で履習するととが期待されている内容のあらましと履習後到達すべき理解度を示している。

#### ② 時間配分

その科目の履習時間を各章ごとに配分し、それぞれの章について講義。演習、実習の時間配分を示している。

#### ③ 用 語

各章ごとに、その章の履習において教えるべき用語を掲載してあり、これらは本文の該当個所ではゴジック体であらわしてある。ここでいう用語とは、当該教育科目の履習に当たって、その概念を明確に把握させる必要のある基本的な術語である。各コースによって履習する科目が異なるため、この用語が二つの科目に重復して登録されているケースもある。

#### 4) 目標

各章ごとに、その章で履習することが期待されている内容のあらましと履習後到達すべき理解度 を示している。

#### ⑤ 内 容

その章で教えるべき内容や指導方法などが具体的に展開されている。

# ⑥ 指導上の留意点

その章を教えるに当たって、特に留意すべき事項や他の科目との関連などを述べてある。

#### (7) 参考文献

その科目を教えるに当たって、具体的な学習指導案、テキストおよび演習問題を作成するなど教師にとって参考となる文献を列挙してある。

#### 3.2 カリキュラム編成

カリキュラムは、教育目標を達成するための教育計画である。カリキュラムを編成するときには、次のような手順が必要になる。

- ① 教育の具体的な到達目標を決定する。
- ② それぞれの教育目標を達成するのに必要な指導内容を明らかにする。
- ③ 指導内容をさらに吟味して、カリキュラムを構成する各項目を選定する。
- ④ 最後に、各項目の適切な配列と、時間数を決める。

以上によって特定の環境や条件下で実施できるカリキュラムが編成される。

ここでは、カリキュラム編成にあたって一般的に留意すべき事項およびこの中級育成指針に基づく具体的なカリキュラム編成例などについて述べることとする。

#### (1) カリキュラム編成上の留意点

教育内容の選定にあたっては、どの科目を選択してひとつのカリキュラムを編成するかということと、カリキュラムに選択された各科目において各用語やトピックをどの程度まで詳しく学習させるか、また、どれを重点的に教育するかという問題が検討されねばならない。また、ひとつのカリキュラムでカバーする諸科目が定まったあと、それらをどんな順序で学習させるのが最も効果的であるかということも考慮される必要がある。

教育内容を選定するに際し、あまり多くの科目を網羅的にえらんだり、また、どの科目においても、各章に列挙された用語をすべて網羅的に平面的に解説するというようなことは避けるよう心がけるべきであろう。一般の学校教育においては、経験、興味や将来の職種、進路などきわめて多種多様な研修生を対象としているため、教科が網羅的になる傾向を避けられず、特定の研修生だけに合わせて重点的に教えるということはしにくい。しかし、企業内教育が情報処理技術者教育などのように、経験・職種などにかなり類似点が多く共通性の強い研修生を対象とした教育のカリキュラム編成においては、研修生の要望、期待や将来従事する職種や作業内容などについて資料を集めたり調査した上で教育項目を取捨選択し、重点的に抽出するのが効果的であろう。その際、「指導の重点をどこに置くか」を検討しながら、どんな概念、原理、知識、技能をどの程度まで詳細に教えるかについて具体的目標をたてることが大切である。そして、そのような指導目標を達成するために、必要な「基礎的な知識技能はどんなものであるか」をよく吟味して、正しい理解を持たなければならない。

ひとつのカリキュラムに含めるべき教育科目が抽出選定されたうえで、もっとも大切なのはカリキュラム内の教育科目間の相互の有機的な連携関係である。いくつかの教育科目はそのカバーする領域がオーバーラップしており、トピックや用語も重複している。その重複は無駄であり避けるべき場合もあれば、重要な概念や原理は異る角度から重複して学習するのが望ましいこともあろう。他の科目と重複しているからといって、各担当者が単独の判断であるテーマを省略してしまうと、それがどの教育科目においても省略されて学習されないという結果も起りかねない。

特定の教育科目、あるいは用語、トピックを学習するための予備知識としてどんな科目、知識がすでに修得されているのが必要であるか、あるいは望しいかを十分検討した上で、科目間の前後関係や学習順序の系列をきめなければならない。研修生にかゝる労働、心理的負担、また学習効果は教育科目の履習順序の適否に大きく影響される。

# (2) 具体的なカリキュラムの編成

中級育成指針は、標準的なガイダンスであって、絶対的な基準でも、理想的な目標でもない。したがって、企業内教育としてカリキュラムを編成するには、それぞれの企業の環境や特性に適合したものを、より具体的に盛り込んで、実効のあがるものになるように計画しなければならない。即ち次のような諸点に留意して、カリキュラムを編成するのがよい。

- ① 研修生の資格をより具体的に決める。(○○部△△課の社員,□□年度入社の社員のうち,将来 とれてれの業務を担当する予定のもの)
- ② 科目項目を収捨選択し、つけ加えるべき科目なども決める。中級育成指針に示された各科目毎の 教育時間数も増減する。

- ③ 科目毎の到達すべき目標を決める。(習得すべき知識のレベルなど)
- ① 教育方法についても具体的に予定をたてる。(外部教育機関の利用や自学自習の分なども含めて)
  一般に将来に対する期待の面のみから考えて、カリキュラムを編成すると、盛沢山になって、各科目のつまみ食いになり、かえって教育効果をうすめてしまう危険もある。企業内教育には、重点主義的なカリキュラム編成をしなければならなくなる場合もある。しかしての場合にもどのような分野を研修すべきかが、研修生にわかるようにすべきである。このためには、その分野の参考書を明示したり、各人の自習の目標をさだめたりする必要がある。社内資格試験制度などと関連させて、これらの知識レベルをさだめる方法もある。教室での集合講義のみが、教育であると考えるのは間違である。中級育成指針に準拠したカリキュラムの編成概要の一例を次に示す。
- ① 基礎編に該当する部分を、2ヵ年にわたって教育する。 第1年度は「集合教育」と各人の「個別自習」で構成する。 第2年度は「グループ研修」と、社外の「専門教育機関」の利用で構成する。
- ② 専門編に該当する部分を3年にわたって教育する。専門編は、4コースを定める。コース別に教育の履習時間は異なる。ただし、「集合教育」と「グルーフ研修」の時期は全コース同一とする。 上記4コースは中級育成指針に述べてあるA、B、Cのコースとは異なる。
- ③ カリキュラム編成上のポイントとしては、集合教育あるいはグループ研修の期間は年間2ヵ月以内におさめる。社外機関の利用は1コースについて5日以内におさめる。知識の取得は、自学自習 、によるものを主体とするが、その学習期間は十分にとる。年間学習時間は200 ~ 300時間とする。
- ④ 基礎編のみでとどめる者と、専門編まで進む者のグループ分けをする。

上記のカリキュラム例を図解すると、図3-4および図3-5のようになる。

以上に例示したカリキュラムは、階段を登るように、「基礎」→「全般知識」→「専門」とステップの体系による教育システムである。技術需要に対する企業側からの要求を、各個人に画一的に強要する傾向を内在している。技術習得の動機の面からみた時、このようなカリキュラムがかならずしも成功するとはいえない。画一的にカリキュラムを編成することは、教育環境の制約、教育資原の制約などからやむを得ずおこなうものであるという反省も忘れてはならない。カリキュラム編成は、限られた予算や限られた教育担当者を最大限に利用するための方策である。

中級育成指針履習順序図が図 $3-1\sim$ 図3-3に示されているが、これも各科目毎の教育内容の重複を最小限度にとどめるために必要な順位であるので、教育担当者の側で、重複教育の労をいとわなければ、この順位を変更することも可能である。

教育効果の面からみれば、むしろ重要なものが重複していることの方が望ましい。あるいはこれとは 逆に中間をジャンプして、習得するのに苦労した方が、真に身についた技能習得ができて、応用力もつ く。流れにそって何んの抵抗もなくうけいれた知識は忘れるのも早い。

. 場合によっては不規則,逆順のカリキュラム編成による特殊教育法もあってよい。

スペシャリストの教育の場合には、外側からの「おしきせ」教育よりも、内側からの要求に適合した 履習順序の方が望ましいこともある。

年度	半期	教育方法			正味学習時間	期間	時間計			
	上	集合教育	コミュニケーション社経 営 実 務	法	6時間×5日	3週間	90			
1	半期	自学自習	情報処理概論	(1)	20 時間	(2カ月)	50			
*    -   年			コンピュータ•システ. システム分析 • 設計	د(2) 	30 時間 6時間×10日					
度	下半	集合教育	コンピュータ室の運用 ソフトウェアの生産管		4時間×5日	3週間 .	80			
	期	自学自習	ハードウェア(I)	(3)	50時間	(4カ月)	100			
	上	グループ研修	ソフトウェア プログラミング言語	(4)	50時間 3時間×20	4週間	60			
2	半 期				社外機関	システム概論	(5)	30時間	5 日間	30
年.	下	グループ研修	プログラム設計(1)	-	90時間	1ヵ月	90			
度	半 期	礼外機関	経営科学(I)	(6)	20時間	5日間	20			
	全期	通信教育又 は自学自習	情報処理用数学	(7)	50 時間	1ヵ年	50			

合 計: 570時間

# 〔教育のための準備〕

#### 〔テスト方法〕

(1): 参 考 書 (レポートを要求)

(2): テキスト…毎年改訂 (レポートを要求)

(3): 参考書、カタログ、マニュアル (当社の機器構成表を作製させる)

(4): 参 考 書 (レポートを要求)

(5): 参考書 (講習会受講レポート,発表要求)

(6): 参 考 書 (プログラム利用の実習)

(7): 問題集 (テスト)

図3-4 カリキュラム編成例(基礎編)

年度	教育方法	O R グループ 企産	ブループ 生産	システムグループ 設計	システムグループ
		数值計算法		数値計算法	,
	社外機関 	30	<u> </u>	30	30
1	主として	統計解析 (注)		コントロール・	システム
年	白学自習	シミュレーション		60	60
度	部分的に	100		ドウェア ( <b>Ⅱ</b> )	
	社外機関	経営科学(II)	60	60	60
	利用	経営情報	デー	タ通信システム	
· 		60	60	60	60
		( **		システム及びアセンフ	ブリ言語
	- 集合教育		90	90	90
2	din A M nd	データベース			
年度	集合教育	50	50	90	90
172.	グループ	シスラ	- ム分析・設計 ()	π>	
	研 修	90	90	90	90
3		汎用プログラム・パック	rージ プ <sup>*</sup>	ログラム 設計(Ⅱ)	語プロセッサ
年	│ │ 社外機関	10	10	60	60
度	1112 1100 100	ا ا	ュータ導入計画 シン		- ドウェア(II) <sup>(注3)</sup>
L			60	60	60 
	正味研修 時間	. 340	420	600	600

(注¹) 次のような科目でおきかえた「数値解析グループ」も設ける。ORグループおよび数値解析 グループはスペシャリストである。



(注 $^2$ ) 部品管理,日程計画などの特定テーマに関するもの。

(注³) コンピュータ・グラフィックス、ミニコンピュータ、インターフェイスの設計など特殊端末に関するもの。

図3-5 カリキュラム編成例(専門編)

# 4. 学習指導計画と指導法

教育の実施は、その前段階の準備が適切でないと、教育の実効があがらないばかりでなく、教育に費 やした時間の浪費となる。

教育時間の浪費ということは、教育担当者側と被教育者側の両者に対する時間の損失である。被教育者が多数の場合は、浪費時間は累積値となり、軽視できない。

また効果のあがらない教育を行なうことは、教育を行なうこと自身にも批判がはねかえってくることになる。

したがって、不十分な準備のもとで行なう場当り的教育は、百害あって一利なしといってもよい。 教育時間、教育担当者の確保などに制約の多い企業内教育の場合は、教育計画に特に慎重でなければならない。

企業内教育は、一般に非生産的活動であると考えられがちであるが、これは時間的制約のもとに無計画で教育を行なうことからもたらされる幣害であり、誤解である。時間的制約がきびしい場においてこそ、計画や準備に十分な時間をかけるべきである。無計画、無準備のもとで行なわれる教育によって、教育は非生産的活動であると考えられるようになった風潮こそいましめられなければならない。

日本における終身雇用を基調にした就業状況を考えると、企業内教育はもっとも有効な生産活動である。

情報処理システムは、情報価値の増幅を行なう役割をもつものである。したがって、そのシステムの設計や実施に従事する中堅要員の能力をのばすことは、二重の意味で、教育効果の増幅が期待される。

企業内における一般業務の場合は、長年の経験によって定着したルーチン化した仕事のやりかたによって、作業が流れている。この場合は、特に意識された形での計画や準備は行なわれていない。 経験の集積が計画の役割を吸収しているためである。

一般業務のやりかたが、このように見かけ上、無計画、無準備であることから、その類推で、教育活動に対しても、それに先立つ学習指導計画の意味が軽視されることが多い。そのうえ企業内教育は、学校教育のように教育環境や教育条件も十分でないことが多い。

以上のような条件を考慮すると、企業内教育の場合は、特に意識的に行なう学習指導計画の立案、 指導法の研究。教育器材の整備、教材サンプル等の蓄積などが特に必要になる。

無手勝流はいましめられなければならない。

以下に、カリキュラムに基づいて教育を行なうに先立って立案する学習指導計画ならびにその際考慮 すべき学習指導方法について述べる。

#### 4.1 学習指導計画

学習指導計画には、次の三つの段階がある。

概要計画

詳細計画

#### 学習指導案

次にそれぞれについて簡単に説明する。

#### (1) 概要計画

- テキストの選定
- 参考書の整備
- 教育環境の検討
- 教育担当者の選定
- 教育日程
- テストの方法,教育履歴管理
- 教育効果の測定
- · 教育時間配分 · 教育担当者割当
- 教育者の養成

#### (a) テキストの選定

中級育成指針では、科目範囲が広いため一冊のテキストで教育を実施することは不可能である。したがって数冊のテキストを選定する必要がある。被教育者に無用の混乱を与えないためには、レベルのあったテキストを選定する必要があるが、専門別の教育担当者の都合や、企業の特性も考慮しなければならない。適当なテキストが見出せない場合には、前もってテキストを編集する準備も必要となる。練習問題の準備は特に重要である。教育時間の制約を考えて、テキストの選定と練習問題の準備とは平行して検討しておくべきである。

# (b) 参考書の整備

参考書については、各科目毎に十分用意して、学習者の便をはかることが、親切でもある。情報処理分野は発展途上にある分野であるので、新しい概念、新技術なども適時に吸収しなければならない。 そのため参考書の選定や整備は、テキストの選定とは別途に、よりこまかいピッチで行なわなければならない。

企業内教育の場合、やむをえず、自学自習によって教育の補充をせざるをえない部分もあるであろう。 したがってその不備をおぎなう意味でも、参考書の充実には専門分野の人々の意見をもとめて注意する必要がある。

#### (c) 教育環境の検討

教育環境とは、教室、実習用設備、教育器材などである。特に教室などが専用に確保されていない時には、そのスケジュールの検討も必要になる。

教育専用のコンピュータがあることはまれであろう。したがってコンピュータの使用をともなう科目については、その使用時間の予定は綿密に計画する必要がある。視聴覚教育用器具や教材の準備には、かなりの時間が必要である。

これに対する十分な配慮もはらわれなければならない。

#### (d) 教育担当者の選定

企業内教育では教育担当者が専任で得られないことが多いが、その場合でも少なくとも一人は専任

者を確保する必要がある。複数の教育担当者のコミュニケーションの確保のためと、教育方針の徹底のためにこの条件は重要である。

#### (e) 教育日程

概要計画としては、長期的な日程に関する方針を決める必要がある。即ち、基礎編と専門編の学習を平行して行なうか、基礎編終了後、専門編を行なうかの区別、集中教育で行なうか、実務との組合せで行なうかの区別、社内教育で行なう部分と、外部教育機関を利用する部分との仕分け、などに関する方針を決定しなければならない。

教育を実際に行なう担当者のほかに、教育計画および実施の管理を行なう事務局が必要になる。教育日程の作成、その変更などの連絡などの事務を行なうためで、これらの仕事を教育担当者が兼務で行なうことは望ましくない。

学習者の側にとっても、実務のかたわら教育をうける場合は、正確な日程表を得ることは、教育を 受ける時間と、仕事を行なう時間とのけじめがつけられることになり、教育の実効もあがる。

#### (f) テストの方法,教育履歴管理

テストの方法は科目毎に異なるであろうが、テストを行なうことを、各科目の担当者に依頼しておくことが必要になるであろう。 成績記録の管理は一元管理することが望ましい。 日本の企業の場合は終身教育の傾向が強いので、個人別教育履歴管理としての整理も必要となる。外部教育機関の利用が混用されて、教育体系全体が構成される場合、被教育者から見て、科目の重複や脱落などの偏りがないようにすることも必要である。

#### (g) 教育効果の測定

教育は「これこれの科目の教育をこれこれの時間だけ実施した」という形で、その効果が測定されるべきものではない。しかし企業内教育として、教育部とか教育訓練課などの、教育専門部署で実施される情報処理関係の教育の場合、このような機械的な量的基準で教育効果が測定される場合の多い傾向にあるのは残念な現象である。教育効果の測定は質的なものでなければならない。そのためには、客観的立場にある人々に対するアンケートその他の形での、教育効果の測定を行なうことも考えておく必要がある。外部からの批判をおそれずうけいれるとともに、教育計画者みづからも、量的測定のみによって自己満足せず、独自の教育効果測定の方法を考案工夫して、(例えば、被教育者に対するインフォーマルな形での質問や懇談など)次期教育計画にフィードバックするべきである。

#### (h) 教育時間配分·教育担当者割当

概要計画の骨子は、実際的には教育時間配分と、教育担当者割当になる。基礎編と専門編の教育科 目間の魔習順序の関連なども考慮するとこの計画の作成は難しいし、重要である。教育担当者に十分 な準備時間を与えない概要計画になると、教育効果は半減する。

#### (i) 教育者の養成

教育者は再生産されなければならない。教育担当者を固定することは、教育技術として洗練されるという利点の反面、教育内容の固定化、陳腐化があるという危険がある。その欠点を補うものは、教育者自身の教育(自己教育を含めて)であるが、それとは別に教育担当者の新陳代謝も必要である。概要計画では、このような長期的な教育者の養成も、制度的に考えておくべきである。

#### (2) 詳細計画

各単位科目毎に

- 教育時間
- 教育目標
- 教育上の留意点
- ・テキスト及び参考書
- 教材(サンプル,視聴覚器材の利用方法)
- テスト用問題(採点基準,解答)

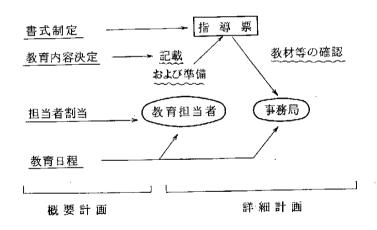
について 記入してある指導票を つくるとよい。 これらは科目毎に異なる点があって、一定の様式に まとめることが難しい部分もあるが、できるだけ一定の記載形式を定めておくことが望ましい。

指導票の記載は 教育担当者が行ない,教育実施後は,その実績を加味して,改訂も適時に行な う。したがって指導票の書式はこれらが自由に行なえるカード式のものが便利であろう。

教育メディアの整備には、教育担当者にとって、教育の実施時間よりも多くの時間(約20倍)が必要になる。したがって常々教育用という観点から、その材料の蓄積に心がけていなければ即席でできるものではない。

詳細計画の作成(具体的には指導票の記載)と同時に、テキスト、参考書、教材、テスト用問題などの整備を行なって、それらの利用手続、使用手順の確認(指導票との照合)を行なう。

これらの関係を図式化すると次のようになる。



# (3) 学習指導案

詳細計画にもとづいて教育する小項目でとに指導内容と指導方法や手順を決める。一日分あるいは、数日分(教育内容が連続している場合)を単位にして、実際的な指導上の留意点のメモを作るとよい。 特に視聴覚教材(掛け図、OHP、映画、ビデオ)などは、手順、使用時間などの配分をあらかじめ考えておかないと、教育時間を無駄に浪費して、心理的にも教育効果を減殺することがあるので注意を要する。 教育担当者間の連絡事項を記入するための連絡票に、標準的なフォームがあると、コミュニケーションが確実になるし、教育記録が残る。

即ち学習指導案は次のような事項に対する様式である。

- ① 小項目ごとの指導上の注意点 (教育実施上の虎の巻)
- ② 教材使用上のメモ (手順,時間)
- ③ 教育記録(出欠簿,宿題,自習項目,レポート,テスト等)
- ④ 連絡事項(担当者→事務局,担当者→担当者)とれらについて、各企業などの特性に応じ、様式を工夫してほしい。なお、①についての様式の一例を図4-1に示す。

					月	B		
項 E	名	ハードウェア(I)						
中項	<b>1 1 1 1</b>	システム構成			時	間	11	
目 <b>一</b>	(3) 標準化,互換性の必要性を理解させる							
小马	目	主な指導項目	指 導 内 容	指導	方	法	指導時間	
1, 構成要 機能	要素と	(1) ハードウェアの 構成	指導項目(2)~(5)の 全体 構成	オーバー 図を使い		,	30分	
		(2)センター装置	(a)入出力装置の機能 (b)記憶装置 (c)演算処理装置	詳細は後 ので,簡 度にとど	単に相	夏要程	50 分	
		(3)オフライン装置	(a)データ作成用 (b)データ媒体変換用	掛け図なる 装置の種類 覧にして記	領と機能	能を一	50分	
		(4)端末装置及び 通信回線	端末装置と回線の種類, 利用目的など	簡単に概だけにす		ふれる	20 分	
		(5) 付帯設備 • 装置	(a) 電源関係 (b) 空調設備	付帯設備 類を黒板 明する			30 分	

(次ページへつづく)

図4-1 学習指導案の様式例

小項目	主な指導項目	指導內容。	指 導 方 法	指導時間
2. 処理方式	(1) バッチ処理方式	(a) 利 点 (b) 欠 点	図を用いて,処理形態を判り易く説明するとともに,その特	40 分
	(2)オンライン処理 方式	(a) 利 点 (b) 欠 点	徴を発問形式により 黒板にまとめる。	50分
	(3) リアルタイム 処理方式	リアルタイム処理の 特徴と有効性		50分
	(4) 多重プログラム 処理	多重プログラム処理の 概念		40 分
3. 標準化 .	(1) 互換性	<ul><li>(a) プログラムの互換性</li><li>(b) データの互換性</li><li>(c) 装置の互換性</li></ul>	どのような互換性が 必要となるかを発問 形式で生徒から引き 出し、それを黒板を使 い説明する	60 分
	(2) 標準化	ISO規格と JIS 規格	黒板に書いて説明 する	30 分
4.性能と 評価	(1) 演算装置の処理 時間	(a) 命令ごとの演算 時間 (b) 平均命令実行 時間	ギブソンミックス について実際にデー タを与えて評価さ せる。	80分
	(2) 周辺装置の処理 速度	周辺装置の処理 速度	具体的な装置を例に とり、比較しながら 説明する	30 分
	(3) スループット	スループットの概念と 測定方法・	測定方法の概要を 簡単にふれる。	40 分
	(4) その他の機能	適合性、信頼性、 運用性など	黒板にかいて説明する。	30 分
5. アーキテ クチャ		アーキテクチャの定義と概要	黒板にかいて 説明する。	30 分
用意するもの	<ul><li>テキスト</li><li>掛け図</li><li>オーバーヘッド</li><li>黒板</li></ul>			

#### 4.2 学習指導法

# (1) 教材・教具

#### (a) テキスト

との中級育成指針は、カリキュラムの解説書であって、研修生に与えるテキストや教師のためのマニュアルではない。また各科目ごとに示されている参考文献も、教師となる人のための指導上の参考書であり、テキストに使うととを意図したものではない。

従って、この中級育成指針に示された教育を実行するには、多くの科目に関してテキストが必要となるだろう。テキストは、教師にとっては負担を軽減し、研修生にとっては理解を助けるための、有効な教材である。できれば各企業での教育関係者が、この指針にそったテキストを作成して、教育に臨まれるよう希望する。

中級情報処理技術者の育成に当たっては、初級の場合に比べて、さらに業務との結びつきが強くなってきているので、テキストの作成にはそうした考慮が必要となる。つまり各科目に関しては、そこで学ぶべき特定の知識だけでなく、これと業務や企業とのつながりが、なるべく明確になるような工夫が望ましい。例題や演習問題の選択には、できるだけ業務との関係を示すようなものを取り入れるとよい。

こうした実務的表現は、研修生に対して、この教育と業務との関係をより明確に意識させ、勉学への動機づけを強めると共に、実務に際しては、身につけた知識の活用を容易にさせる効果を持つだろう。コンピュータに関する科目においては、職場で利用可能な機種を中心に取上げ、その機種に関連したマニュアルなどを、テキストとして利用するのも一つの方法である。

一つの分野や一つの科目が、一冊のテキストで完全に語りつくされることを、 教師自身が期待したり、 研修生に印象づけたりしてはいけない。 むしろ話題に応じて、 何冊ものテキストやサブテキストを併用することも勧めたい。 わが国の学校教育の弊害とされる、 「テキストを教える」 教育ではなく、 先進国で行なわれる「テキストで教える」 教育へと向かう姿勢が、 特に中級情報処理技術者の育成には 望ましい。

#### (b) 参 考 文 献

さきに説明した通り、この中級育成指針の各科目ごとに記載してある「参考文献」は、教師が具体的な学習指導家 テキスト、演習問題などを作成するときに活用されることを意図している。しかし、中には、そのままテキストとして使用できるものもあるので、必要に応じて十分検討のうえ利用されたい。

これらの参考文献については、著者、発行所など入手するに必要な事柄はすべて記載されてある筈であるが、中には資料として一般には入手し難いものも含まれている。これについては、この中級育成指針の発行元である(財)日本情報処理開発センター技術部教育課(電話、東京434-8211、内線475、473)へ照会いただければ、入手についての協力が得られる。

また、各科目の履習に際して、その概念を十分身につけることが期待されている「用語」について も、育成指針の「内容」の中で説明されている。しかし、用語の定義については、国内的にも国際的 にも一義的に定まってないものが少なくないので、この指針の説明が絶対的だとはいえない面もある。 さらに、情報処理の関連分野はきわめて広範囲にわたっているため、すべての関連用語については カバーしていない。そこで、教師となる人は、以下のような事典やハンドブックを利用して、明確な 概念規定を行なうよう心掛けてほしい。

- ① コンピュータ,情報処理関係
  - ・日本規格協会編「JISハンドブック情報処理」 1973
  - ・情報処理学会編「情報処理ハンドブック」オーム社 昭和47年
  - ・日本ユニバック総合研究所編著「総合コンピュータ辞典」日本経営出版会 昭和47年
- ② 経営,情報関係
  - 日本事務能率協会編「MISハンドブック」日本経営出版会
  - 藻利重隆編「経営学辞典」東洋経済新報社
  - 高宮晋編「体系経営学辞典」ダイヤモンド社
- ③ 数学関係
  - ・ 炎中忠郎編「数学ハンドブック」朝倉書店 (昭和41年第6版,昭和36年初版)
- 40.その他
  - John. G. Truxal 編「Control Engineer's Handbook」
  - ・沢井善三郎監修「シーケンス自動制御便覧」オーム社 (昭和42年第2版,昭和39年初版)

·MCGRAW - HILL 1958年

(c) コンピュータ設備

中級情報処理技術者は、コンピュータを使いてなせる技術者でなければならない。このために、中級情報処理技術者育成上、コンピュータは不可欠の教育設備である。本育成指針では、最低次に示すような規模のコンピュータ設備を必要と考えている。

(1) ハードウェア機能

#### 中央処理装置

主記憶としては、32キロバイトの容量を持っていること。また多重プログラミング機能(割込機能,記憶保護機能,その他)や、浮動小数点演算機能を備えていること。

カード読取装置

1 台

ラインプリンタ

1 台

磁気ディスク装置

2 台

磁気テープ装置

· 2 台

② ソフトウェア機能

オペレーティング・システム

アカウンティングのできる、ディスク・オペレーティング・システムであること。

#### 言語仕様

アセンブリ言語, COBOL, FORTRAN がそれぞれ用意されており, いずれもこの指針中

にある条件をみたしていること。特に各言語ごとに注意すべき条件としては、

アセンブリ言語 — マクロ機能を持ち、外部記号の定義・参照ができること。また原始プログラムは1回のアセンブリに1回の入力で済むこと。

COBOL — JISの最高水準にほぼ相当するもの。ただし区分化、連結、ライブラリ、デバッギング機能はなくてもやむを得ない。

FORTRAN--- JISの水準7000に相当するもの。

以上は、最低限度の機能に対する要求を列記したもので、これらの条件はすべて満たされる必要がある。具体的なコンピュータとしては、いわゆる中形機以上が必要ということになる。ただし、これが教育を行なおうとしている企業内部に設置されていることは、必ずしも要求していない。科目によっては、特殊な入出力装置などに触れる部分もあるので、目的に応じて企業外部の設備なども利用することを考えるのがよいだろう。

また、中級情報処理技術者は、現在の業務をとなせる技術者として教育しているわけではない。 育成には相当な時間がかかるととから考えても、将来の業務に対処できる人物として教育すべきで あろう。従って、コンピュータについても、たまたま職場にあるもので間に合わせておくのではな く、この機会により進んだ装置や機能にも接触させておくのがよいだろう。

#### (d) 視 聴 覚 器 材

教育の効率を高めるには、教師による口頭の説明だけではなく、視聴覚器材(特に視覚器材)による解説を加えるのがよい。本育成指針中、基礎編の科目「コミュニケーション技法」にもあるように 黒板、フリップチャート、〇HP、スライドなどの器材を利用して、伝達の効果を高める努力が好ま しい。

また、帳票や入出力媒体などのように実物で示し得るものについては、できる限り研修生に実物を 見せるのも効果的である。

#### (2) 教師

#### (a) 教師の専科方式

中級情報処理技術者育成指針に含まれる科目は、かなり広範囲に及んでおり、これらをすべて一人の教師によって担当させるには無理がある。むしろ、それぞれの科目によって、適切な人材を教師に 起用して、教育を実施するのがよい。

との場合の教師は、必ずしも企業内部の人材である必要はない。科目の内容によっては、企業外の 人材に依存する方が、かえって効果的なものもある。たとえば、「経営実務」などの場合は、企業活動に対する客観的観察と、種々の企業活動の比較を行なわねばならぬからである。

#### (b) 教師間の連係

複数の教師による教育は、各科目に適切な人材を教師に配置できる利点がある。しかしその反面、 教師の数が多くなることは、一つのまとまったコースの中では、それだけ教師間のコミューケーションが悪くなり、統一を欠くおそれが出て来る。

従って、複数の教師による教育を実施する場合には、次のような具体的配慮が必要であろう。

# (1) コーディネイタ(教務主任)

多科目の担当教師間の連係を高めると共に、各科目の教育が相互に矛盾なく、しかも密接に関連つけながら実施されるようにしなければならない。このことにたえず留意し、必要に応じて教師に指示を与えるための専任者を置く。

#### (2) 教師間連絡会

特定の教師が発見した、教育上の一般的な問題点についての討議や、教育技術の相互研修といった目的で、教師間の連絡会を必要に応じて行なう。

# (3) 研修生の個人別指導記録

個々の研修生について、その各科目に関する履修状況や理解状況などを、関係のある各教師が知り、適切な指導が行なえるよう、指導記録を作り活用する。

#### (3) 科目の運用

#### (a) 履習時間

本中級育成指針に示してある各科目の履習時間は、標準的な教育時間である。従って実施に際しては、企業の事情や研修生の理解状況などにより、適宜伸縮することも考えてよい。特に、実習を含む課目については、実習設備の利用可能性などによっても、研修生の理解度はかなり変化するから、それに応じて履習時間も変化せざるを得ないであろう。

# (b) 複合履習

元来,業務は多くの要素(分野)がからみ合ったシステムとして活動している。しかし、これに 関連した教育は、基本的には個々の要素(分野)に分解して、実施されるのが普通である。この両者 間のギャップを埋めて、研修生がシステムとしての業務に取り組めるようにするには、教育の場にお いても、各科目の相互関連性を理解できるしくみが必要である。

本中級育成指針でも、記述の必要上各科目は個別に取扱われてはいるが、実施面ではこれにこだわららなくてよい。研修生の理解上、不要な混乱を招くおそれがなければ、適宜数科目にまたがる教育を 進めることも考えるとよい。

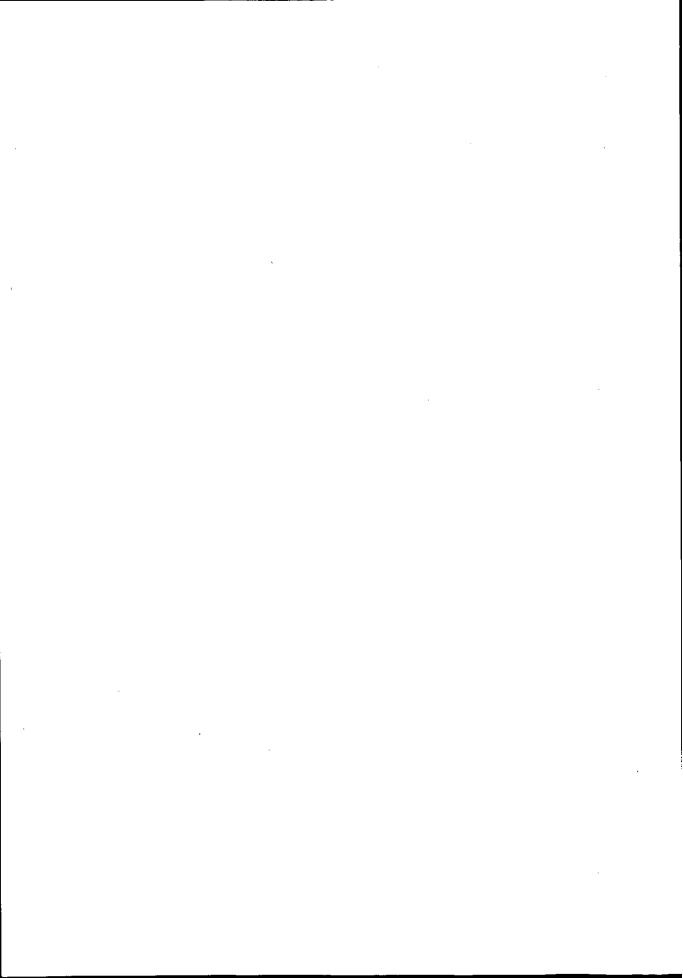
#### (4) 評 価

研修生の、各科目についての理解度の評価は、全コース終了時に行なうだけでは不十分である。個々の科目履習中あるいは履習直後などに、きめてまかく評価するのが良い。評価の方法としては、こまかい断片的なことがらをテストするのではなく、要項をつかんでこれを必要に応じて利用できる姿勢にあるかどうかを問うようなテストが、好ましいといえる。

この評価は、研修生に序列をつけるものではない。企業内では研修生のすべてが、ある一定水準以上の理解に到達することが、基本的に要求される。そこで、果して期待通りの成果が得られたかどうかを確認し、もし期待の水準に到達できぬ者がいれば、それをさらにレベルアップさせる方法を考えねばならない。

ことでの評価はまた、教育効率についての評価ともなる。同じ程度の研修者に対して、同程度の知識を与えるのに、更に効率のよい教育方法があるかどうか、逆に教育の計画や実施面において何らかの欠陥がなかったかどうか、などについて知るためにも、評価を役立てる姿勢が望ましい。

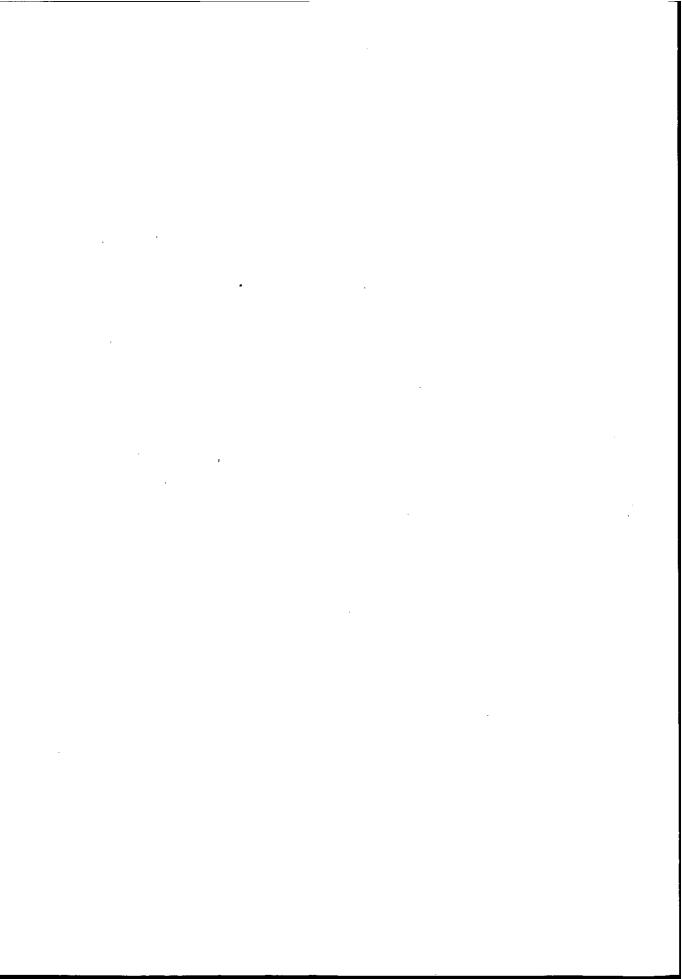
# 基 礎 編



# 情報処理概論

# 目 次

1.	コンピュータの出現	38
2.	コンピュータとその役割	38
3.	情報処理の現状の紹介	- 40
4.	企業における情報処理の普及	
5.	情報処理と理論	41
6.	情報処理の歴史的考察	• 42
7.	情報化社会への課題 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	- 42
8.	情報処理産業	- 44



# 科目「情報処理概論」

用 語 この科目では次の用語を教える。

情報処理,	情報処理技術者,	情報処理産業

# 教育の目標

人間社会の歴史の中で、現代は情報と情報処理という言葉ですべてを表現してみようと試みている。 これはまだ理論的にも確立されたことでなく、ともすれば、一方的な偏見を生むことさえある。しか しあえてこの視点に立つことによって、他の視点との相対的な物の見方や考え方が成立ち、かつ効果的 な問題解決がなされると考える。この科目では人類の歴史をこの視点で見る意識とコンピュータの出現 による情報の扱かわれ方の変遷と、情報処理に関する理論を消化することによって、現代の社会や企業 における「情報とは」を問い質すことを意図している。それに続いて現在の情報処理の現状と情報処 理産業の展望をすることによって、情報処理の世界を見下ろすことができるようにするとともに、これか ら何を学んでゆくのかを大局的に捉ませることを目標としている。

# 時間配分

内	内 容		凝習時間 (時間)				
•	<u></u>	講義	演習	実 習			
1. コンピュータの出現							
2. コンピュータとその役割							
3. 情報処理の現状の紹介							
4. 企業における情報処理の普及							
5. 情報処理と理論		20					
6. 情報処理の歴史的考察				1			
7. 情報化社会への課題							
8. 情報処理産業	-		-				

# 内 容

# 1. コンピュータの出現

コンピュータの歴史については、今までの知識のまとめと復習の意味で説明する。従ってコンピュータの発達の流れを体系的に眺める態度を養うような説明であってほしい。

コンピュータ出現以前の計算機といわれているものについては、計算の機械化、連続処理化の考え方を紹介しながら、その創始者(例えば、Babbage、Turing、Shannon、Von Neumann など)と 成功例、失敗例を上げて、その原因と必要性(例えば社会的なものとして戦争、技術的なものとしては 科学の進歩など)を簡単に説明すればよい。

コンピュータの出現は、歴史的事実としてその背景とともに説明する。ハードウェアの発達は、コンピュータ世代論などを通して素子(リレー、真空管、トランジスタ、I C等)、利用対象、ソフトウェアなど、外国、日本などで開発されたものを紹介しながら、コンピュータの設計思想の変化を理解させることが必要である。ソフトウェアについては、歴史としてはまだ体系的に説明できるとは思われないので現在のソフトウェアの体系を提示し、ソフトウェアの開発されている適用業務の説明をする。また、ハードウェアと密接な関係にあるソフトウェアは特に説明に注意すること。ミニコンピュータ、マイクロ・コンピュータなどについても触れておく。

コンピュータ利用の拡大についても、特に通信技術の利用などを適用業務のニーズを通して説明する とよい。

#### 2. コンピュータとその役割

情報処理におけるニーズとツールの関係を整理して理解することは、情報処理技術者の仕事上不可欠 のことであるので、ここでは、コンピュータの性能のうち特徴的なものと、コンピュータ利用目的とい われるもののうち主なものを上げ、その関係をまとめさせる。結果的には、高速度化、高信頼性、適時 性、高安定性などの一致点がでればよいであろう。

- (1) コンピュータの特徴および性能
  - ① 入出力関係
    - 人間に近い入出力として文字,マーク,図形,音声などの処理装置
    - 大量データの入出力としてカード, 紙テープ, 磁気テープ, 磁気ディスクなど
    - •遠隔地との通信のための電話、テレックスなど
    - 会話型の入出力としてディスプレイ(グラフィック、キャラクター)
  - ② 処理関係
    - データの蓄積としてのマスストレージ,バーチャルメモリなど
    - ・呼出しの高速化、例えばダイレクト・アクセスなど
    - ・演算の高速化、マルチプロセシングなど

- ・即時処理、オンライン、リアルタイム
- 多重利用, タイムシェアリング, マルチ・プログラミングなど
- 操作の簡素化、システム・プログラム、ユーティリティ・プログラム
- ③ その他
  - ・移動性のある磁気テープ、磁気ディスク、移動用端末
  - 技術進歩が速い
  - コストが高い
- (2) 主な利用目的
  - ① 事務の自動化
    - 単純繰返し作業からの開放
    - 事務量の増加に対応
  - ②・経費の削減
    - 人件費, 事務経費削減
    - 活動範囲の広域化
  - ③ 管理の向上
    - ・人間による誤りの追放
    - 管理資料、経営資料の充実
  - ④ 判断処理の補助
    - 企業, 社会の組織の複雑さを単純化
    - ・単純な意思決定への応用
    - シミュレーション
  - ⑤ 複雑な処理の自動化,高速化
    - 計算精度の向上
    - ・ 手作業で困難な情報の加工・分析
    - 自動設計,構造解析など複雑な計算
  - ⑥ その他
    - 同時性, 即時性
    - 心理的な影響
- (3) 機械化の必要性

これについてはできるだけ理論的根拠を持つように指導する。そのためには研修生自身の所属している情報処理システムの機械化の根拠を立証させるような演習を持つのもよい。

(4) 情報化社会におけるコンピュータの役割

企業内での機械化に関連づけて、情報化社会でのコンピュータの役割についても技術の進歩と利用 目的の変化を対応させながらその可能性、将来の予測などを簡単に説明しておく。

## 3. 情報処理の現状の紹介

コンピュータを利用した情報処理について、以下に示す代表的なシステムの中から一、二選んで、や や詳細に事例の紹介を行なう。

- ① 座席予約自動化システム
- ② オンライン・バンキング・システム
- ③ プロセス・コントロール・システム
- ④ データバンク
- ⑤ 流通情報システム
- ⑥ 医療情報システム
- ② 教育情報システム
- ⑧ 行政情報システム
- ② 企業情報処理システム(財務,会計,販売,統計,調査,研究開発,経営情報,在庫,生産,人事など)事例の紹介に当っては次のことに注意しながら説明をするとよい。
- ① 業種の特殊性について・
- ② 問題解決のプロセスについて 一般的な問題解決のプロセスと対比させて、この事例ではどのようなステップをとったか、その 理由、方法論上の問題点と解決、システムズ・アプローチの紹介
- ③ 将来の予測について予測のための方法論,その精度,評価などの紹介
- ④ コンピュータ利用の動機コンピュータをどのように評価し、位置づけているか
  - ⑤ 適用業務の選定 機械化の限界,業務とコンピュータのバランスなどについて
  - ⑥ コンピュータ利用による変化業務内容,部門間の事務手続,情報の流れなどの変化
  - ⑦ コンピュータ利用の効果 予定していた効果、予定外の効果、内部および外部に対する効果、評価 なお、教師は紹介事例のシステム開発担当者であることが望ましい。

## 4. 企業における情報処理の普及

現在コンピュータによる情報処理が最も利用されているのは企業である。情報処理のもつ特徴をその 普及していった過程 (データ処理から情報管理そして経営情報システムへの変遷) で説明する。すなわ ち、企業におけるものの価値に対する考え方が情報処理の発達により物、金などとともに情報にまでも およんできたことを説明する。一般的な話をする前に、できれば研修生自身の所属している情報処理の適 用業務,担当部門,規模,現状の問題点など調査させておく方がより効果的である。

企業における情報処理の普及の過程を一般化させて理解することによって、これからのコンピュータ 利用の拡大、コンピュータ利用の位置づけ、コンピュータ利用にともなう新しい情報の概念の流行など がどのような過程を経るかをある程度予測できること、さらに今後の情報処理の位置づけや方向づけをし ていく上で役立つことを説明する。

## (1) 開発導入期

導入期の業務例は単能的業務が主であり、利用に際しては実験的、試験的であったことを紹介する。 担当部門としては技術関係、研究開発部門などがあり、規模も小さく担当者も1人が数人で導入期 を終る企業も多い。

特徴としては、ややもすると一部の趣味的なもので終る可能性が強いので、どのように企業全体へのPRなり教育なりを行なっていくべきかを説明する。

## (2) 拡 張 期

業務の増加がコンピュータ利用の効果とともにあらわれる。また、企業の主幹とされる業務への適用が行なわれる。この時期のコンピュータ部門の紹介に当っては、この部門が対象業務部門の業務までも吸収する可能性が大きいこと、また利用技術の進歩によってあらゆるものへの適用が考えられ、ちょうどコンピュータは「人工頭脳」であるなどと一世を風びしたことが社会的普及の中での拡張期の特徴であったことなどを例に上げると理解しやすいと思われる。この時期から脱することのできない企業がきわめて多いことも特徴である。

## (3) 過渡期

前期に対する反省とコンピュータに対する限界が一応理解されることによる、コンピュータ利用の 再検討の時期である。例えば1970年代の日本がこの時期であるといわれている。特にこの時期での 対策について研修生を中心に討議など行なうとよい。解決策として「教育」などがあることを説明す る。

## (4) 定着期

コンピュータを有効なる手段として企業経営に応用している例としてデシジョンルームの話題など を紹介しながら、これからの利用の可能性なり展望を説明する。

## 5. 情報処理と理論

情報処理の発達をうながした理論や関係の深い理論の説明をする。これを行なうに当って、説明が抽象的になりやすいので、なるべく具体的な事例を示しながら理解を深めて行くのがよい。特に理論的なものを実践の場で生かすことは、情報処理技術者にとってはかかせない技術であり、基本的態度でもある。従って理論の必要性を認識させること、自ら努力して実践してゆくことをあわせて自覚するよう指導する。

始めるに当って JIS情報処理用語などを利用して、必要な用語 (特に情報、データ、データ処理、情報処理など) の定義を理解させる必要がある。

情報処理がたずさわる分野は社会活動のあらゆる部分におよんでいるので、それらを全て紹介していると総花的におちいるので、例えば、情報理論、通信工学、管理工学、経営学、制御工学、システム工学、心理学、生態学、サイバネティクス、コミュニケーション理論、統計理論、ゲーム、オートマトンなどの中から教師が自分の専門とする分野を二、三中心に説明するとよい。

情報理論における情報量の把握、エントロピーの増加、減少などのように、具体的な計算などの演習ができるものが含まれていれば、さらに理解を助けると思われる。

また、経済学、経営学における情報処理の必要性と、システム工学における情報処理は、研修生自身の環境と関連づけ、討議などして単なる講義で終らないようにするのがよい。

## 6. 情報処理の歴史的考察

情報処理の歴史をことでとりあつかうのは、これから学習してゆく教育の全体をどの視点に立って 見るかの説明のためである。人間社会の歴史を情報と、情報処理という視点で見ることによって、これ からの**情報化社会**で情報化がもたらすものが何かをよく理解させる。

今日いわれる情報処理として、データの収集、伝達、記録、分類、計算、印刷、判断の補助などがあ げられるので、これらを歴史上の各時代で研修生が興味を示すエピソード(例えば、戦争、商業史、政 治史、新技術、航海術、事故、災害時など)における事例を取り上げ、情報処理の目で見るとどのように 映るか説明する。

情報処理や情報のはたらきが、身近な問題として日常生活の中で捉えられるように指導する。

## 7. 情報化社会への課題

情報処理は新しい学問分野として、また利用技術としても過渡期にある。従ってこれからの情報処理の果す役割は、産業革命による人間社会の変革などより上回ることを一般的な題材を通して説明する。題材としては、次のような項目をとり上げる。

## ① 単純 化

機械工業は過激労働から人間を開放し、人間の労働を単純な作業の反復といったものへ変えてきた。さらにコンピュータはこの単純作業をも代行しうるようになったことを説明する。従って、単純化の目的は、複雑なものをコンピュータで処理するために、単純な形へ変換してゆくことがコンピュータの高度利用の基本であることを説明する。また単純化により共通性、変更の容易さ、理解の早さ、生産性の向上など、一般的な特色をあげるとともに、情報処理の中での単純化の例をあげて説明する。

#### ② 専門 化

専門化については、次の事項をあげながら、その長所、短所など基本的な考え方を説明する。

- 汎用機と専用機
- ・ジェネラリストとスペシャリスト
- プロジェクト・チーム(専門家集団)

・機能の拡大と効率の向上

情報処理においては、例えば

- 汎用言語と専用言語
- 情報処理技術および情報処理技術者

などを研修生と討議するとよいと思われる。

また、単純化と専門化の相互関係についても説明する。

## ③ 標 準 化

標準化の目的としては、国際間の通商、将来、経済など諸般の協力、品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純化、公正化、使用または消費の合理化などが一般的にはいわれていることを説明する。

情報処理に関しては、まず、国際標準機関、国家標準機関、業界、団体などの標準機関の名称と 業務を紹介する。

つぎに企業内の標準化では、標準化の手順、標準化の対象、標準化する上での注意事項を説明する。

## ④ 評 価

コンピュータの利用効果の定量的な把握を具体的に計算して理解できるように指導する。

- コンピュータの評価尺度の決定時の注意事項の説明をする。
- コンピュータ・システムの評価手法の紹介をする。
- ・コンピュータ・システム(マン・マシン系)の評価として利用者側,システム設計者側,より上位のレベルからみた評価などを、例えば「オンライン・バンキングで利用者は便利になったか」といった質問形式で進めて行くとよい。

以上のことの一方では、情報洪水、情報公害などといわれていることも事実であり、次のような弊害の あることも理解させる。

① 秘密の保護

企業秘密の漏洩、例えば日経マグロウヒル事件やプライバシーの侵害の問題にふれるとともに、情報処理に携わる人間の倫理についても説明する。

- ② コンピュータ犯罪の防止 コンピュータ犯罪は無形の情報に関するものであるという特色と、現行法制度上での扱いについ て説明する。
- ③ 誤処理,誤情報の発生防止 誤処理や誤情報の発生など例をあげながら、情報公害の恐れと、防止の施策の検討を説明する。
- ④ 情報処理要員の育成 学校における情報処理教育,企業における情報処理教育の実態を簡単に説明する。 情報処理技術者養成のための施策としての、情報処理技術者育成指針の作成、情報処理技術者試

験の実施、情報処理研修センターの設立、情報処理技術研修費の税額控除制度などを紹介する。

## 8. 情報処理産業

情報処理産業の特殊性、将来の予測など、情報処理技術者として必要な知識を説明する。情報処理産業の分類は、情報処理サービス、知識産業、例えば、放送、新聞等のマスコミ、教育、弁護士などを含むとする見方もあるが、ここでは、コンピュータ・ハードウェア産業、ソフトウェア産業、情報処理サービス業の三つとする。

① ハードウェア産業としては、コンピュータ本体、周辺機器、関連機器などの業種の説明をする。 日本電子計算機 (株) (JECC) の機能の概要を説明する。

外国メーカと国産メーカ、およびコンピュータの自由化等の問題の紹介をする。 業界の再編成、産業政策についても簡単に説明する。

ハードウェアとソフトウェアとの価格分離の問題、メーカの役割の変化などの説明をする。

- ② ソフトウェア産業としては業界の特質、企業規模と安定性、ソフトウェアの法的保護、特許、ソフトウェアの流通および情報処理振興事業協会の業務について説明する。
- ③ 情報処理サービス業の実態としてサービスの内容,利用条件,利用状況,普及状況について説明 する。
- ④ 情報処理産業および情報処理技術に携わる者として、自分も含めて情報処理をどう見るか、情報 処理技術者とは何かを各自が考えられるよう指導する。

教育にあたっては、話が一方的にならないよう研修生自身が身近な問題として捉えるようにするとともに、情報処理産業独得のテーマ(例えば情報処理技術者と一般ビジネスマンとの違いは何か)などを調査する演習をとり入れると効果的である。

## 指導上の留意点

- (1) なるべく、図、絵、写真など視覚的教材を用いる。
- (2) 経験からくる問題なり特質をまとめて、情報処理の体系づけを試みる態度を育てるようにする。
- (3) 研修生の所属している分野の専門知識を利用すること。

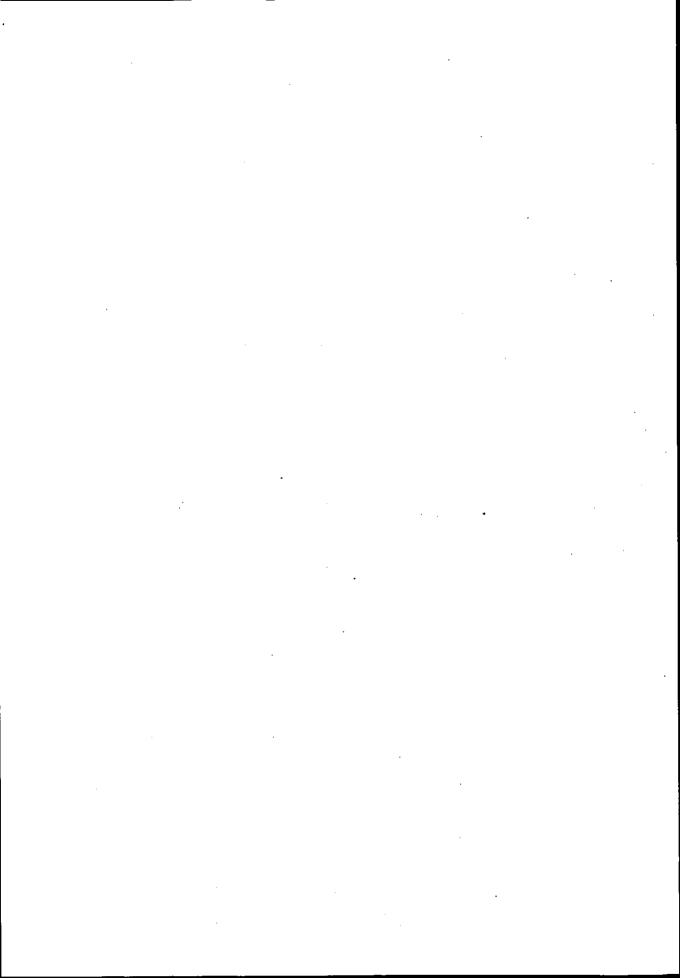
## 参考文献

- (1) 日本情報開発協会編 「コンピュータ白書」 日本情報開発協会 情報産業の動向、各種統計諸表、情報化社会への課題、コンピュータ政策および情報産業政策、 データブックとしての利用 .
- (2) 通産省工業技術院編 「超高性能電子計算機」 日本産業技術振興協会 コンピュータの特徴および性能の資料
- (3) グッド、メイコール共著、森口繁一訳 「システム工学」 日科技連 情報のはたらきや情報処理の役割、情報処理の関連理論の紹介

- (4) 高橋 秀俊著 「電子計算機誕生」 中公新書 コンピュータの歴史
- (5) 大村 平著 「情報のはなし」 日科技連 情報と情報理論の紹介,情報についての話題
- (6) 三浦 大亮編 「SE講座」全5巻 オーム社 システムの役割,情報システムの分類,要件,形態,評価に関すること
- (7) 日本放送協会 「NHK情報科学講座」全8巻 情報化社会への課題,全体的な話題として,情報という立場からの記述。情報と各種学問の関連
- (8) 産業構造審議会情報産業部会 「情報化社会へ向って」 情報産業の将来、情報化社会への課題
- (9) ミューラータイム,石川四郎,守岡道明編,「組織の生理学」「ビジネスの生理学」 ダイヤモンド・タイム社

情報処理史、コンピュータの利用例、情報と組織に関する話題、視点を変えて見る例として

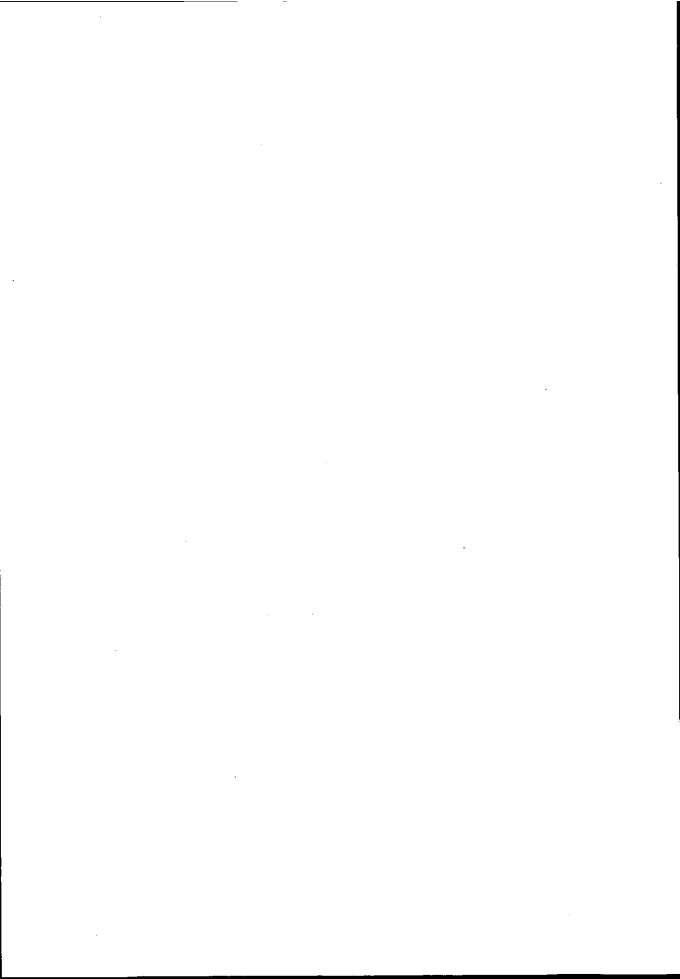
- (LID) 監修 山下英男・雨宮綾夫 「コンピュータサイエンスシリーズ」 産業図書 情報システムの実例として
- (11) Cyrus.F.Gibson, Richard. L. Nolan 「Managing the for Stages of EDP Growth」 Harvard Bu: ness Review Junuary-February 1974 情報処理普及の歴史
- (12) 日本経営情報開発協会 「情報社会計画の概要」 情報化社会への課題,情報産業について



# コミュニケーション技法

## 目 次

1.	コミュニケーション改善の必要性47
2.	コミュニケーションの基礎48
3.	日本語の話し方48
4.	口頭による発表49
5.	日本語の書き方50
6.	報告書の作成



## 科目「コミュニケーション技法」

## 教育の目標

中級情報処理技術者に要求される能力の一つとして、人間相互間の意思伝達を効果的に行なえる能力が、専門家によりしばしばあげられている。本科目では、技術者の業務遂行上におけるコミュニケーション技法の必要性をまず認識させると共に、その原理に立脚した基本的立場について説明する。

続いて、コミュニケーションの場面のうち、時間的に大きな割合を占める、口頭によるものを取上げる。時間が限られていることや、職務の性格などから考えて、口頭による発表を例に取って説明を進めるのが効果的であろう。

次に、もう一つの重要な場面として、文書によるコミュニケーションを収上げる。この方法についても、 多くの具体的分野に触れるよりも、報告書の作成に的を絞って説明を進めるとよいであろう。

## 時間配分

				履習時間 (時間)				
İ	内	容 .		講	義	演習	実 習	
1.	コミュニケーション賞	(善の必要性						
2.	コミュニケーションの	基礎						
3.	日本語の話し方				15			
4.	口頭による発表							
5.	日本語の書き方				-			
6.	報告書の作成							

## 内容

## 1. コミュニケーション改善の必要性

コミュニケーションの技法は、きわめて日常的な問題を取扱うためのものであり、しばしば「常識」として片付けられる傾向がある。そこで、これについて学ぶ必要性を、研修生にあらかじめ十分に意識させておくのがよい。動機づけが徹底しているかどうかは、学んだことがらの積極的利用ができるかどうかにも通じる。.

このことは,次のような項目に分けて説明するとよいであろう。

## (1) 時間的比率

人間的活動の中で、最も多くの時間がコミュニケーションに使われていることを、統計データなどで示す。またそれに反して、この問題についての教育・訓練は、これまで積極的になされていなかったことも指摘しておくとよい。

(2) 集団的活動の推進力

単に時間的比率の多いことばかりでなく、これが人間の集団的活動を行なう上で、必須のものである こと。

(3) 情報渋滞の解決

人間・機械システムによる情報処理に際して、人間対人間の情報伝達の改善が今後望まれること。

(4) 改革のための説得力

中級情報処理技術者の取組むであろう業務は、多くの場合旧来のシステムから新しいシステムへの 改革である。そこでしばしば要求される「説得」とは、ここでいう効果的なコミュニケーションに他 ならない。

## 2. コミュニケーションの基礎

コミュニケーションにおける、情報の送り手と受け手、またその間の情報通路と利用される媒体、 フィードバックなどの関係について簡単に解説する。

その後、コミュニケーションの改善における、基本的な注意事項に触れる。

(1) 相手に関する理解

相手の性格,予備知識,関心度,環境などについて知る。

(2) 適切な通路や媒体の選択

これは, 相手と, 伝達したい情報, 送り手の能力などに関係する。

(3) フィードバックの活用

情報の一方通行でなく、できるだけ相手からの情報も得て、伝達効果を高める。

この考え方に立った、コミュニケーション実現のためには、なるべく多くの感覚器官に訴えるような 伝達方法を考え、また従来からあった単なる意思表現の技法ばかりでなく、さまざまな知識や技術を総 合的に利用する必要性もあることを指摘しておく。

## 3. 日本語の話し方

口頭によるコミュニケーションの基礎となる重要な技法は、話し方である。場面の種類を問わず、共 通的に必要とされる注意事項と、特に口頭による発表に際して重要な事項とにつき説明する。

(1) 発声法

日本語の発音についての基礎知識をまず与える。母音および子音の標準的な発音を示し、発音上犯しやすい誤ちについても指摘する。アクセントについては、いわゆる「共通語」のそれについて解説する。発声法に関する最も重要な注意事項は口の開け方であり、このための訓練方法にも触れるとよい。

## (2) 物理的表現法

話の抑揚・速さ・区切りなどに関する事項を説明する。特にこれらが、聞き手に対する理解度を高 、める上で、どのような関連性を持つかにつき、具体的な知識を持たせるようにする。

## (3) 論理的表現法

基本的には共通語の利用をすすめ、方言・俗語を避けさせる。専門用語や術語の利用は、きき手の知識を考慮した上で行なうととや、言いかえ・解説などの手法についても触れる。さらに、印象の具体的表現方法や、強調部分の収扱い方についても述べておく。

## 4. 口頭による発表

## (1) 発表の準備

#### (a) 目標の設定

すべての準備に先立ち、まず発表の主題や発表の型、さらに聞き手の性格・予備知識、さらに発表の環境などについて、明確に掌握することの必要性を示す。

#### (b) 材料の選択

話を構成する材料 (素材) の選択にあたっての基本的姿勢を示す。また、一般的に説得力を高める 材料としていわれる、公知の事実・統計データ・引用・経験などの特徴と効果についても説明する。

#### (c) 話の構成

序論・本論・結論の3部分から成る構成方法について説明する。序論においては、特に聞き手に対する動機づけの重要性に触れる。本論に関しては、一般的な注意事項として、話があまり多岐にわたらず、また深入りを避けるといった点を指摘する。最後の結論では集約の意義に触れ、また質問時間の取扱いにも注意しておくとよい。

#### (d) 発表原稿

効果的な発表を行なうためには、メモカードによる原稿準備が最適であることを示し、その作成要領なども説明する。

## (e) リハーサル

準備には静的なものばかりでなく、動的な準備も必要である。動的準備としてのリハーサルの意義を述べ、さらにそれを行なうに際して、発表環境、筋書き、視覚器材などを総合的に確認しておくよう、注意を喚起しておく。

#### (f) 発表直前の点検

特に発表環境・視覚器材などに関する、発表直前の点検の意義について述べる。

#### (2) 視覚器材

口頭発表でのコミュニケーション効果を高める手段としての視覚器材だついては、特にその特徴・利用方法・使用上の注意などについて、個々の器材中心に説明するとよい。まず最初に、視覚器材利用の意義について触れたのち、共通的注意事項として、適切・簡潔・正確・明瞭・容易といった点につき説明する。

つぎに、個別の器材について解説するが、一般的に利用度の高い、次のような器材に触れておくこと

が望ましい。

#### (a) 黒 板

特にとれの使い方についての注意事項として、文字の書き方、大きさ、書く時の姿勢など、平素軽 視され勝ちなことがらについて触れる。

## (b) フリップチャート

経済的で、しかも効果的な器材として、フリップチャートの利用方法を紹介する。特に黒板に対する利点として、清潔・記録性・可搬性といったことをあげ、事前準備のチャートによる発表時間の短縮効果や説得力の向上についても触れる。

## (c) 配布資料

配布資料は、一般に発表の効果を高めるものでない点をまず指摘する。そして、発表後における利用可能性の高いものと、他の器材で表現困難な事項に限って、配布資料を利用するよう指導する。 従って、こうした事情をわきまえて作成する場合の留意点についても述べておく。

## (3) 発表の実施

## (a) 視線の接触

口頭による発表において、聞き手から話し手の方へのフィードバック情報を捉えるためには、両者 相互問の視線の接触が必要である。この意義と、実施の方法について述べる。

## (b) 視覚器材の利用

あらかじめ準備した視覚器材の、発表の場における利用方法と、注意事項。

## (c) 姿勢と動作

発表者が「あがる」のを防ぎ、効果的な発表を行なえるような姿勢について述べる。また、ゼス チュアについては、意識的にこれを行なおうとすると、かえって成功しないことも指摘しておく。

#### (d) 強調方法

発表内容中,特に強調したい部分については、単に論理的表現だけでなく、そのほかのいろいろな 方法を収り入れると、効果的であるととを説明する。

#### (e) 心構え

人間対人間の情報交換の場所では、形式的な問題ばかりでなく、心理的・感覚的な要素も重要である。口頭による発表では、発表者の心構えが、聞き手に大きな影響を与えることについて、注意を促しておく。

## 5. 日本語の書き方

文書によるコミュニケーションを支える重要な技法は、国語の書き方である。特に実務値での問題を 考えると、現代国語の書き方について、正確な知識を身につけておくことが重要である。

## (1) 用字と用語

まず、現代国語の基礎となっている。つぎの事項について解説し、その基本原則を概略説明する。

#### ① 当用漢字

(教育漢字、音訓表、字体表についても簡単に触れる)

#### ② 現代かな使い -

#### ③ 送り仮名の付け方

また、情報処理分野では、しばしば多くの外来語が使われているので、国語審議会による外来語表記の原則や、情報処理学会、日本工業規格などでの表記法につき、紹介しておくとよい。

つぎに、数字の使い方についても、漢数字とアラビア数字との使い分けを中心とし、一般的な方向を解説しておく。日本語の文章で使われる諸種の符号(句読点やかっとなど)についても、それぞれの使い方の標準を示しておく。

用語に関しては、しばしば使用されるまぎらわしい用語について、その意味や使い分けを示す。 また、専門用語については、標準化されているものは努めてそれに従い。自己流の定義や俗語に流れぬよう注意しておく。特に情報処理関係の用語については

JIS С6230 「情報処理用語」を参照させる。

## (2) 文章の書き方

一般的な作文の基本方針としては、つぎの3点をあげる。

#### (a) 読み手に対する考慮

コミュニケーションの基本的立場からして、まず読み手の学力・知識・関心度といったことをできるだけ知った上で、作文する。専門用語の使い方や、表現方法などはこれによって大きく左右されるだろう。

#### (b) わかりやすく

ともすれば難解な文章が書かれるので、この努力が必要である。

#### (c) 正確に

日本語の文章が陥りやすい、あいまいな表現を避けるための努力もまた必要。

つぎに、文体に関する注意として、「である体」と「です、ます体」の使い分けを明確にさせる。 文の長さについては、これが読みやすさと関連しており、しかも学歴の低い人に対するものほど、短 かくする必要性のあることも指摘しておく。

文章をわかりやすくするために、簡潔な論理的表現を取り入れることも重要であるが、これについては不適切な実例を幾つか示し、その改善方法を考えさせるのも効果的であろう。

まとまった文章全体の読みやすさを改善する方法として、段落 (パラグラフ) に分割すること、箇条書きを取り入れること、小見出しをつけること、などについても説明する。

日本語の書き方についての注意事項は、余りにも日常的で身近な問題であるため、研修生はしばしば自分の欠点に気付かないでいる。これを気付かせるためには、研修生に適当な作文を書かせておき、これを自分で添削させるなどの演習を行なわせるとよい。

#### 6. 報告警の作成

## (1) 報告書の意義

文書によるコミュニケーションの事例として、ことでは特に企業内報告書(ビジネスレポート)の 作成を収上げる。企業活動を支える文書として、報告書の意義は大きく、これを正確にしかもわかり やすく、また利用しやすく作成することは重要である。こうした点について、まず一般的に研修生の 注意を喚起しておく。

- (2) 一般的構成 つぎの3部分に分けて解説する。
- (a) 前置部分
  - ① 表紙 標題・作成者名・作成日付・コードなど。
  - ② 目次 内容目次と図表目次。
  - ③ 契約要約の必要性と作成要領について。
- (b) 主要部分
  - ① 序論 業務の目的や概要,報告書のねらいなど。
  - ② 本論
  - 3 結論単に結果のまとめだけでなく、提案も加えるのが好ましい。
- (c) 補足部分
  - ① 付録本論で引用した詳細データなど。
  - ② 参照情報参考文献、面接記録など。
  - ③ 索引
- (3) 図や表

文章のみで書いた報告よりも、図や表を適当に挿入したものの方が、読み手にとってより印象的であることを述べ、これらの利用に関する注意事項を個別に示す。

- 数表
- ② グラフ
- ③ 図 (説明図,流れ図など)
- (4) 写真

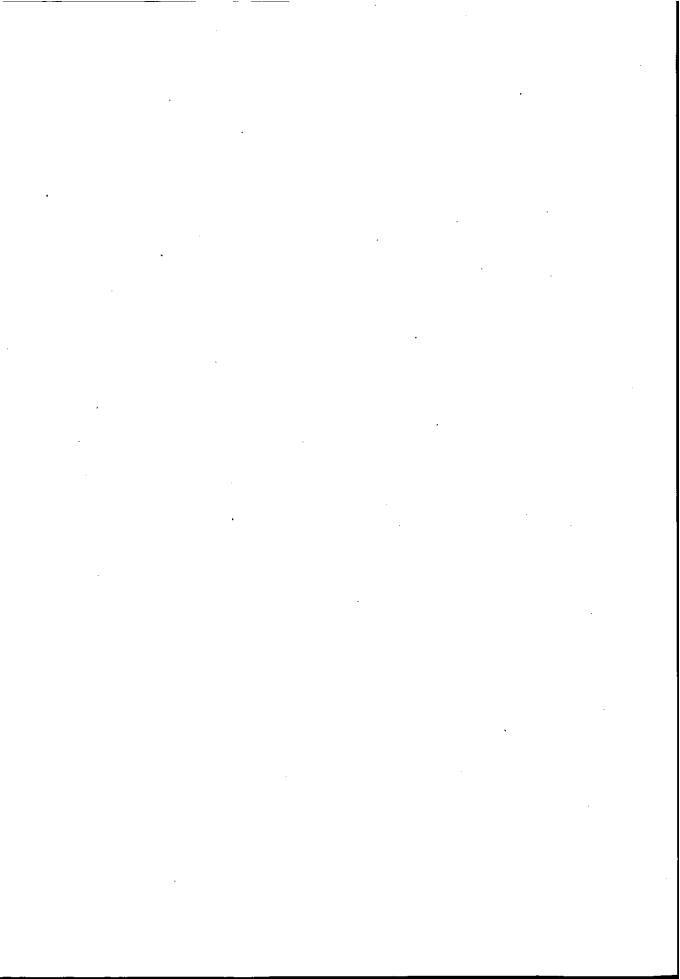
## 指導上の留意点

本科目では、狭い意味での(機械による)情報処理技術とはやや異なる問題を取扱っている。従って、 特に新しい衛語を教えることを避け、これまでに知っている用語の中で説明するように努める。

コミュニケーションの技法については、研修生がこれを単なる知識として知っているだけでは、ほと んど意味がない。そこで、それぞれの技法の説明に際しては、できるだけ実演を行なって見せるとか、実 例の引用を豊富に取り入れる努力が必要である。事情が許すかぎり、適当な演習を課し、研修生に技法 を体得させるのが望ましい。

## 参考文献

- (1) 人事院研修担当官会議編 「接遇」(国家公務員研修教材第2分冊)大蔵省印刷局,昭和46年。
- (2) 大田周夫 「説得する技術」(現代のビジネス技術 8) 日本経営出版会, 昭和 46年。
- (3) 斎藤美津子 「話しことばの科学」, サイマル出版会, 昭和47年(普及版)。
- (4) JIS Z8301-1973 「規格票の様式」, 日本規格協会, 昭和48年。



# コンピュータ・システム

## 目 次

Atte 4 ster	
第1草 コ	ンピュータ・システムの構成と発展動向
1.1 =	ンピュータの歴史56
1.2 ^	ードウェアの発達 57
1.3 ソ	フトウェアの発達
1.4 =	ンピュータ・システムの構成59
第2章 デ	ータ通信システムの概要64
2.1 デ	ータ通信システムの概要64
2.2 デー	- 夕通信システムの構成65
2.3 利用	B状况 ······68
第3章 コニ	ンピュータ導入概要70
3.1 =:	ノピュータ・システムの導入手順70
3.2 導力	·基本計画 ·······70
3.3 シス	、テム計画74
3.4 プロ	7/ アグラム計画
3.5 運用	計画管理

		,	
,			

# 科目「コンピュータ・システム」

## 教育の目標

コンピュータ・システムを利用するために必要な基礎知識として、ハードウェア、ソフトウェアの構成および発展動向を体系的に理解させるとともに、最近特に急速に発展しつつあるデータ通信システムについて、その概念、構成、利用状況等の概要を理解させる。さらにコンピュータ・システムを導入する場合の手順、導入計画、組織、システム計画、プログラム計画、運営管理等の概要について理解させる。

## 配分時間

		履習時間 (時間)			
	章 	講義	演習	実習	
1.	コンピュータ・システムの構成と 発展動向	10			
2.	データ通信システムの概要	10			
3.	コンピュータ導入 概要	10			
	A 타	30			

## 第1章 コンピュータ・システムの構成と発展動向

## 用 語 この章では次の用語を教える。

第一世代, 第二世代, 第三世代, プログラミング言語, オペレーティング・システム, 管理プログラム, 言語処理プログラム, 非手続き向き言語, 問題向き言語, 診断プログラム, サービス・プログラム, アプリケーション・プログラム

## 目標

コンピュータ・システムを構成するハードウェア、ソフトウェアの構成要素としてどのようなものがあり、それらがどのように働くかを体係的に理解させるとともに、現在までのコンピュータ・システムの発展過程として、ハードウェア、ソフトウェアの両面からとらえ、コンピュータの歴史、ハードウェア、プログラミング言語、オペレーティング・システム、アプリケーションの発達について理解させる。

## 内容

## 1.1 コンピュータの歴史

コンピュータの歴史には、計算の機械化、情報の符号化、計算手順の自動化、電子技術の採用という四つの流れがあることを例をあげて説明する。

- (1) 計算の機械化 パスカルの計算器、ライプニッツの計算器について説明する。
- (2) 計算手順の自動化 バベジの自動計算機をあげ、現在のコンピュータの基本思想を確立したことを説明する。
- (3) 情報の符号化 ホレリスの統計機からPCSへと発展しEDPSの基礎になったことを説明する。
- (4) 電子技術の採用

以下のものについて説明する。

- ASCC Mark I ……… リレーを応用, 紙テープ制御方式
- ENIAC …………………… 真空管を使用,配線盤による制御方式
- ・プログラム内蔵方式の概念 ……… プログラミング技法の生成.
- ・EDSAC …………… プログラム技術の進歩, プログラム内蔵方式
- E DV A C ················ 2 進法を採用, 今日のコンピュータの基礎
- (5) コンピュータの実用化時代

EDSAC、EDVAC以後各種の商用コンピュータが開発され現在にいたっているが、その間の発展過程を特徴的にとらえる言葉として世代が用いられる。ことでは各世代の特徴について説明する。

## ① 第一世代 (1950年代)

コンピュータの商品化された時代

• 論理素子 …… 真空管

・記憶素子 …………遅延管,磁気ドラム

•新しい機構、装置 ……… 浮動小数点演算、インデックス・レジスタ、磁気テープ

•ソフトウェア ………… 機械語, アセンブリ 言語, FORTRAN

② 第二世代 (1960年代前半)

第一世代のコンピュータが改良され、性能の高いものへと発展していった時代

• 論理素子 …………… トランジスタ

・記憶素子 ...... 磁気コア

・新しい機構,装置 ………… 入出力チャネル,割込み,磁気ディスク

•ソフトウェア ··············· COBOL, RPG, アプリケーション•システムの開発。 データ通信システムの実用化

③ 第三世代 (1960 年代後半)

コンピュータの利用の面でも装置の面でも高度な発展をとげた時代

• 論理素子 ············· トランジスタ、IC

• 記憶素子 ……… 磁気コア, 磁気薄膜, ワイヤ・メモリ

新しい機構,装置 …… 標準インターフェイス,データ通信機器,ワンマシン・コンセプト

ソフトウェア…………… PL/I, オペレーティング・システムの開発, タイムシェアリ

ング・システム,経営情報システム

#### 1.2 ハードウェアの発達

EDSAC, EDVAC以後コンピュータは急速な進歩をとげたが、ここではハードウェアの面からその発展過程を説明する。

- (1) 演算速度の向上
  - ① 論理素子の発展過程
  - ② 記憶素子の発展過程
  - ③ 演算方式の発展過程
- (2) 高能率化
  - ① チャネル装置
  - ② 入出力の並行処理
  - ③ 割込み

#### 1.3 ソフトウェアの発達

(1) プログラミング言語の発達

プログラミング言語の発展過程にしたがって各言語が開発された背景、意義について説明する。 (図1-1参照)

- ① 機械向き言語
  - 機械語
  - アセンブリ言語
- ② 問題向き言語
  - コンパイラ言語

FORTRAN

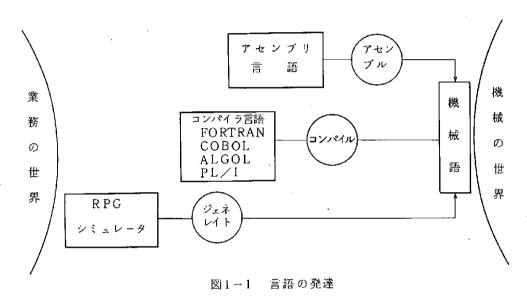
COBOL

ALGOL

- PL/I
- その他の言語

RPG

シミュレーション書語



- (2) オペレーティング・システムの発達 オペレーティング・システムの言葉の意味を説明し、発展過程の概要を説明する。
- (a) バッチ処理用オペレーティング・システム
  - ① 連続処理の発達

バッチ処理用オペレーティング・システムとして最初に使われたものはFORTRANモニタ・システムである。当時の大型高速コンピュータは、主として2進法を用いた科学技術用であり、そのプログラム言語としてFORTRAN IIが多く使われており、FORTRANプログラムの翻訳、実行を連続的にむだなく行なおうとしたものである。

#### ② 入出力制御の発達

FORTRANモニタ・システムの連続処理に続いて行なわれた大きな進歩は、入出力制御である。 高速といっても磁気テープ装置は当時さらに高速化した中央処理装置から見ると遅く、このため入出 力処理と実行を併行して行なおうとするもので、2つのバッファを交互に使ういわゆるダブルバッ ファリングを制御し、またロジカルレコードの使用が可能となるなど、体系的な入出力制御機能が開 発された。これらの機能を持ったオペレーティング・システムとしてはSOS (Share Operating System) があげられる。

## ③ バッチ処理用オペレーティング・システムの完成

1962年ごろIBMで完成をみたIBSYS/IBJOBはこれまでの技術の集大成として今日のバッチ処理用オペレーティング・システムの基本体系を作り上げたといえるものである。さらにモニタ、IOCS、ローダ、ライブラリ、言語処理プログラムなどと各種サブシステムの集合として初めてオペレーティング・システムが体系づけられ、またシステムのモジュール化を図って必要な機能だけが得られるシステム編集の考えが採用され、入出力チャネルの割込みによってジョブと入出力処理との同期化も取り入れられた。

## (b) リアルタイム処理用オペレーティング・システム

一方これらと併行してリアルタイム・システムが1950年代の初めより開発され、同年代の終りには大規模な指令制御リアルタイム・システムとしてSAGE (Semi — Automatic Ground Environment)が完成し、また1963年には商用の本格的な座席予約リアルタイム・システム SABER (Semi — Automatic Business Environment Research)が完成した。 リアルタイム・システムではジョブの順次連続処理の考え方は通用せず、外部からの割込みに対応して 優先度にもとづいた即時処理が必要となる。 これらのリアルタイム・システムは、ある特定の分野を対象とする専用システムとして開発されたものであるが、通信回線、端末の制御、磁気ドラム、ディスクを用いるランダムアクセス処理、特合せ管理、多重プログラム制御など、幾多のソフトウェア技術が開発された。

## (c) 汎用オペレーティング・システム

第3世代に入ると中央処理装置の高速化、主記憶装置の大容量化、大容量ランダムアクセス・ファイル装置の開発、記憶保護機能、リロケーション機能の開発などハードウェアの進歩、アプリケーションの複雑、多様化を背景として、バッチ処理とリアルタイム処理を統合したオペレーティング・システムが誕生し、タスクの概念の明確化によって各処理は統一的に制御されるようになった。今日のオペレーティング・システムの基本的思想はハードウェアと同じく多種多様な業務分野、システム構成に適用できる汎用性といえる。

## 1.4 コンピュータ・システムの構成

コンピュータ・システムを構成するハードウェア、ソフトウェアの構成要素について説明する。まず 初めにハードウェアとソフトウェアの関連を例をあげて説明し、ハードウェアとソフトウェアとの間に密 接な関連があることを理解させる。

## (1) ハードウェア

ハードウェアの構成について説明し、初級技術者として履習した事柄の復習をかねて各装置の機能、特徴の概要を説明する。ハードウェアの構成については次のような図を用いて説明するとよい。

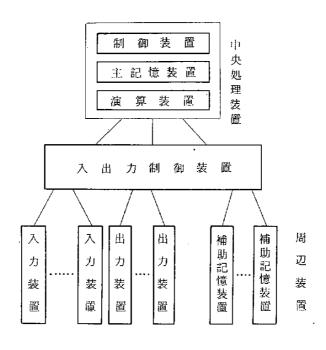


図1-2 ハードウェアの構成

## (a) 中央処理装置

中央処理装置を構成する以下の装置の機能について説明する。

- 主記憶装置
- 制御装置
- 演算装置

## (b) 入出力制御装置

周辺制御装置の機能について説明する。

#### (c) 周辺装置

各周辺装置の機能と媒体の特徴について説明する。

- ・入力装置…… カード読取装置,紙テープ読取装置,光学文字読取装置,光学マーク読取装置等
- ・出力装置…… カード穿孔装置、紙テープ穿孔装置、高速製表印字装置等

・補助記憶装置 …… 磁気テープ装置, 磁気ディスク装置, 磁気ドラム装置等

## (2) ソフトウェア

ソフトウェアの体系について説明し、ソフトウェアの構成要素のうちプログラムを中心に,各構成要素 の機能の概要について説明する。

ソフトウェアの体系の説明には次のような図を用いて説明するとよい。

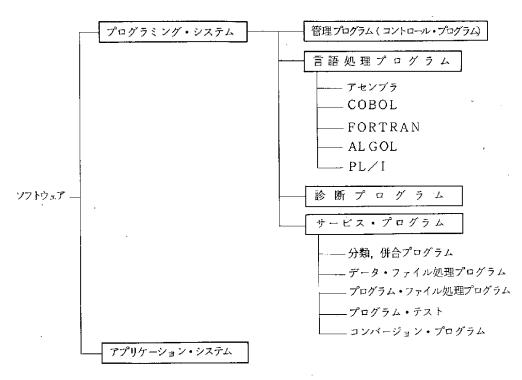


図1-3 ソフトウェアの構成

## (a) 管理プログラム

管理プログラムの機能について説明する。一般に管理プログラムの機能といっても規模によって異なるので、ことでは基本的な次のものについて説明する。

- ・ローダ
- 入出力コントロール
- •割込みコントロール
- (b) プログラミング・システム プログラミング言語の種類、特徴、**言語処理プログラム**の機能について説明する。
  - ① プログラミング言語
    - アセンブリ言語
    - コンパイラ言語

- ② 言語処理プログラム
- ③ その他の言語
  - 非手続き向き言語
  - ・問題向き言語
- (c) 診断プログラム

診断プログラムの機能について説明する。診断プログラムには種々のものがあるが、基本的なものと して以下のものについて説明する。

- ・メモリ・テストプログラム
- 各周辺装置テストプログラム
- (d) サービス・プログラム

サービス・プログラムの種類、機能について説明する。サービス・プログラムには種々のものがあるが、一般によく使用されるものとして以下のものについて説明する。

- 分類・併合プログラム
- チープ・ハンドリング・プログラム
- マスメモリ・ハンドリング・プログラム
- プログラム・テスト (デバグ・プログラム)
- プログラム メンテナンス
- 各種コンバージョン・プログラム
- (e) アプリケーション・プログラム

**アプリケーション・プログラム**にはユーザ作成プログラムとアプリケーション・パッケージがあるが、ことでは一般によく使用されるアプリケーション・パッケージの種類、機能を中心に説明する。

- ① ユーザ・プログラム
- ② アプリケーション・パッケージ
  - 各種科学技術計算
  - 線型計画
  - シミュレーション
  - 予測
  - プロジェクト管理
  - 在庫管理
  - 情報検索

最後に今迄説明した各種プログラムの関連を次のような図を用いてまとめるとよい。

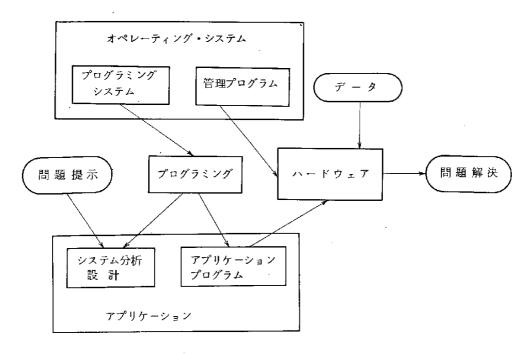


図1-4 各種プログラムの関連

## 指導上の留意点

- (1) 1.1~1.3 まではコンピュータ・システムの発展過程を体系的に理解させればよく、その意味で個々の用語の説明も簡単にどういうものであるかを理解させる程度でよい。
- (2) 1.4については初級技術者として履習した事柄の復習と科目「ハードウェア(I)」および「ソフトウェア」へのつなぎであるから個々のものの詳細な説明はさけ、コンピュータ・システムにおけるこれらの位置付けと役割に重点を置いて説明し、これ以後の科目への通路をつければよい。
- (3) ハードウェアの説明には各装置の写真を生徒に配布し媒体の実物を見せながら説明するとよい。

## 第2章 データ通信システムの概要

## 用 語 との章では次の用語を教える

データ通信システム、オフライン・システム、オンライン・システム、リアルタイム・システム、ディレードタイム・システム、タイムシェアリング・システム、リモート・バッチシステム、デュプレックス・システム、デュアル・システム、通信制御装置、通信制御方式、通信回線、変復調装置、通信方式、端末装置、処理プログラム、支援プログラム。

## 目 標

最近産業の発達ならびにコンピュータの利用分野の拡大にともない,広い地域にわたる多種,多量のデータを収扱うデータ通信システムが急速に普及しつつある。本章ではデータ通信システムの概念,構成,分類 およびデータ通信システムに必要なハードウェア,ソフトウェア,利用状况等について,その概要を理解させる。

## 内容

## 2.1 データ通信システムの概要

データ通信システムの例をあげ、データ通信システムの概念、種類、特長、および基本的な用語について 説明する。

#### (1) データ通信システムとは

データ通信システムの概念を例をあげて説明する。例としては座席予約、預金業務等いろいろあるが 一例として伝票発行業務を以下に示す。

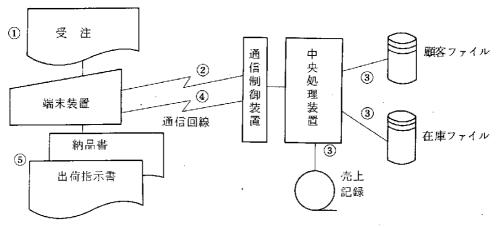


図2-1 伝票発行業務

データ通信システムに関連してよく用いられる基本的用語として次のものについて概要と特徴を身近な 具体例をあげて説明する。

- オフライン・システムとオンライン・システム
- リアルタイム・システムとディレードタイム・システム
- タイムシェアリング・システムとりモートバッチ・システム

## (2) データ通信システムの分類

データ通信システムの分類については、いろいろな観点からの分類方法があるが、ことではその一例として次のような分類を行ない、その特徴を説明する。

- データ収集システム
- データ分配システム
- データ交換システム
- 問合せシステム

データ通信システムの場合は特に障害に対する考慮をはらう必要があることを説明し、信頼性を考慮した システムとして次のものを簡単に説明する。

- デュプレックス・システム
- デュアル・システム

## 2.2 データ通信システムの構成

データ通信システムを構成するハードウェア,ソフトウェアの構成および構成要素の機能の概要について説明する。

## (1) ハードウェア

ハードウェアの構成要素としてどのようなものがあるかを図を書いて説明し、ハードウェアの体系を 理解させる。次のような図を書いて説明するとよい。

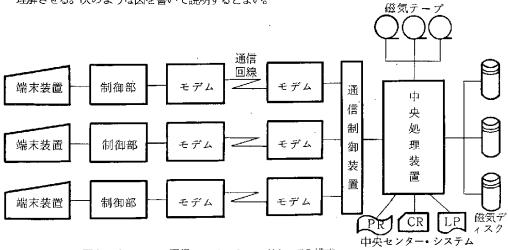


図2-3 データ通信システムのハードウェアの構成

## (a) 中央センター・システム

バッチ処理のコンピュータ・システムの各装置のほかに次の装置が必要になる。

① 通信制御装置

通信制御装置の機能の概要について説明する。

- バッファリング
- 直並列変換
- CPUとのデータ転送
- 誤り制御
- 制御符号検出
- 割込み

#### ② 通信制御方式

通信制御の言葉の意味について説明し、制御方式の種類にどのようなものがあるかをあげ、それぞれの概要について説明する。

- 無確認通信方式
- 応答確認方式
- ポーリング方式
- (b) 通信回線装置

通信回線およびそれに関連した装置について説明する。

- ① 変復調装置 (MODEM)
- (2) 通信回線
  - 回線の種類

  - 通信方式

## (c) 端末装置

端末装置の種類としてはいろいろなものが使用されるが、ことでは一般によく使用されるものについて、その機能、媒体の特徴および用途について簡単に説明する。実物の写真等を用いて説明するとよい。

- 紙テープ・ターミナル
- オフライン・タイプライタ
- CRTディスプレイ装置
- マークセンス・ターミナル
- キーセット・ターミナル
- データ・ステーション
- エージェント装置
- (2) ソフトウェア

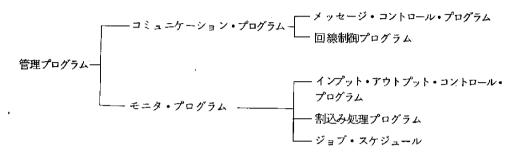
データ通信システムで使用されるソフトウェアとしてどのようなものがあるかをあげ、それぞれの構成要素の機能の概要について説明する。データ通信システムに必要なソフトウェアとして大きく分と

ると次のものがある。

- 管理プログラム
- 処理プログラム
- 支援プログラム

## (a) 管理プログラム

管理プログラムとしてどのようなものがあるかをあげ、それぞれの機能を簡単に説明する。管理プログラムの構成の一例を次に示す。



各プログラムの関連を次の図のようにまとめて説明するとよい。

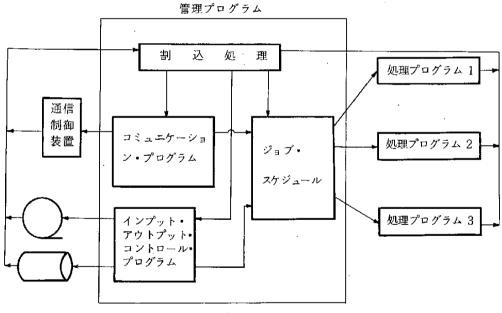


図 2-4 管理プログラムの制御の流れ

## (b) 処理プログラム

**処理プログラム**の機能およびデータの流れについて説明する。データの流れについては管理プログラム との関連も含めて次のような図を用いて説明するとよい。

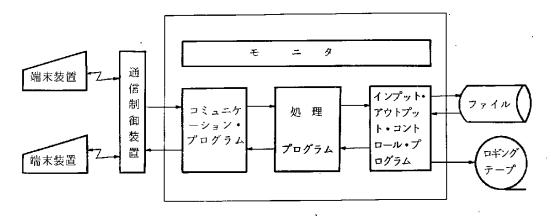


図 2-5 データの流れ

## (c) 支援プログラム

**支援プログラム**には種々のものがあるが、ことでは一般的によく使用されるものについて、その機能および用途について簡単に説明する。

- (1) システム診断プログラム
- ② テスト・データ・ジェネレータ
- ③ デバ グ 用プログラム
  - シミュレータ
  - ・メモリ/ファイル・ダンプ・プログラム
  - トレーサ
- (4) リカバリ・プログラム (障害回復プログラム)

## 2.3 利用状況

データ通信システムがどのように利用されているかを説明する。データ通信システムの利用分野は非常に広範囲にわたっているが、ここでは代表的なものをあげ、その特徴について説明する。

## (1) 事務の分野

- (a) 航空,列車等の座席予約システム
- (b) 預貯金口座、保険等の窓口業務システム
- (c) 債証券売買, 手形交換システム等
- (2) 公衆サービスの分野 ·
  - (a) 病院 開業医の医療診断システム
  - (b) 大学, 研究所等の共同利用システム
  - (c) 中小企業等の共同利用システム
- (3) 企業経営の分野

## MIS (Management Information System)

## 指導上の留意点

- (1) 2.1 の基本的な用語、データの流れによる分類の説明は構成図をあげて説明するとよい。
- (2) 端末の説明には各装置の実物の写真、媒体を明示するとよい。
- (3) 利用状況の中から一つ選んで具体的な構成、利用方法等を説明するとよい。

## 第3章 コンピュータ導入概要

#### ----用 語 この章では次の用語を教える。

導入基本計画,システム導入組織,システム運営組織,導入運営経費,予備調査,現状調査,現状分析,概要設計,出力設計,入力設計,ファイル設計,コード設計,処理手順の設計,詳細設計,帳票設計,プログラム仕様書,流れ図の標準化,プログラムの標準化

## 目 標

企業が繁栄し存続するためには利益の追求蓄積が基盤となる。そして企業が何か新しい試みを行なおうとする場合はすべて利益への還元につながっていなければならない。コンピュータ・システムの導入においてもまったく同様なことがいえる。しかもコンピュータ導入の企業に与える影響は単にその関連部門にととまらず企業全体に及ぼすものであるから慎重かつ詳細に行なう必要がある。ことではコンピュータ・システムを導入する場合の手順および導入に必要な導入基本計画、システム計画、プログラム計画、運用計画管理について、その概要を理解させる。

## 内容

## 3.1 コンピュータ・システムの導入手順

コンピュータ・システムの導入手順の主な項目を列挙し、その流れを概略的に説明し、導入手順の概要を 把握させる。次のような図を用いて説明するとよい。

## 3.2 導入基本計画

コンピュータ・システムの導入には慎重な種々の調査、研究に基づく計画の立案が必要であり、また との計画の立案にのっとった地道な企業内の体制づくりこそシステム導入のカギを握るものである。 ここでは**導入基本計画**を立案する上で検討する必要のある事項についてその概要を説明する。

## (1) 導入方針の確立

コンピュータ・システム導入にあたっては、少なくとも次の項目を明確化しておく必要がある。

#### (a) 導入目的

システム導入にあたって従来とられてきた導入目的へのアプローチにはどのような型があるかを示し、一般に導入する場合の目的としてどのようなものがあるか例をあげて説明する。

#### (b) 期待効果

システム導入により期待される効果として一般にどのようなものがあるかを説明する。

#### (c) 適用業務と範囲

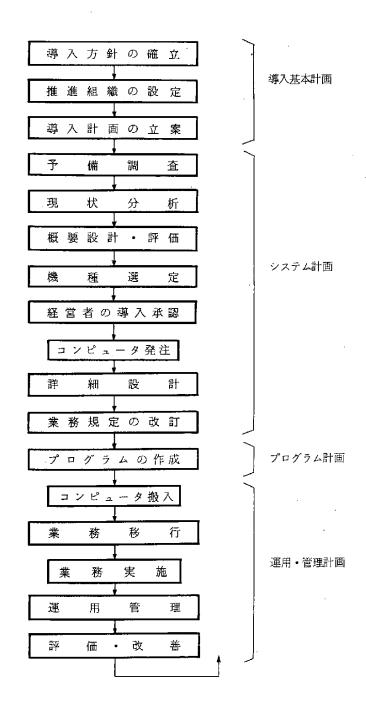


図3-1 コンピュータ導入手順例

コンピュータ・システムをどのような分野に適合させるかは非常に重要な問題であり、一般にコンピュータ・システムを企業情報システムにどのように適用するかをマクロ的にみると次のようになる。

- ① 企業の機能でとにコンピュータ・システムを適用する。
- ② 企業を総合的なシステムとして経営の意思決定に直結した管理システムの確立を進めるためにコンピュータ・システムを適用する。

#### (d) 将来構想

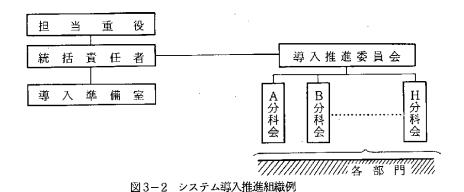
将来構想を立てる場合の要点について説明する。

#### (2) 推進組織の設定

導入を推進していくためには推進母体の組織化が重要であることを説明し、一般にはシステム導入 準備段階での組織とシステム分析設計および運用段階での組織が必要であることを説明する。

## (a) システム導入準備段階での組織

この段階での組織、つまり**システム導入組織**の役割と設定の理由について簡単に説明し例をあげる。 (図3-2参照)



#### (b) システム運営段階の組織

この段階での組織、つまりシステム運営組織の役割について簡単に説明し例をあげる。(図3-3参照)

#### (3) 設置条件

コンピュータを導入し十分活用するためには、運用面や将来の拡張のことも考え、そのコンピュータ・システムに適した設置に関する諸条件を十分検討し、設備を整えておかなければならない。これら諸条件は導入するコンピュータ・システムにより差異があるので、ここでは一般的な基本事項について説明する。

- コンピュータの設置に要する室と面積
- コンピュータ室内の設備条件,空調設備,電源設備,
- ・ 備品および消耗品

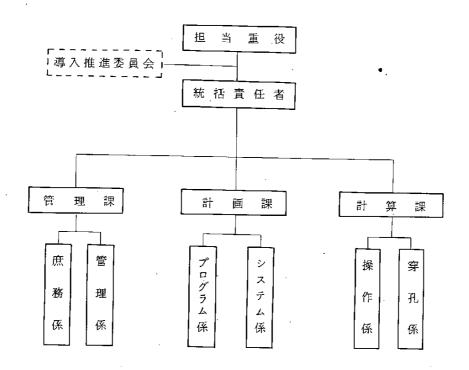


図3-3 システム運営組織の例

## (4) 導入運営経費

コンピュータを導入し、それを維持して行くにはコンピュータの規模に応じた費用、つまり**導入運営経費**が必要である。ここではこれらの費用について説明する。

- 導入経費(一時費用)
- 経常費用

## (5) 要員教育

コンピュータ・システムの導入を効果的に行なうためには、目的に応じた種々の教育が必要である。 ととではこれらの要員教育について説明する。

- ① 協力体制作りの教育
  - •経営者に対する教育
  - ・管理者に対する教育
  - ・担当者に対する教育
- ② 専門要員育成の教育
  - ・システム設計者に対する教育
  - ・プログラマに対する教育

- オペレータに対する教育
- キーパンチャに対する教育

これら要員の育成に対する教育内容、期間についてはコンピュータ・システムの規模によって異なるが一例をあげると図3-4のようになる。

	教育内容			専 門 知 識						実務知識		関連知識				
				ハードウェア			ソフトウェア				关757和政			内色和献		
				概	詳	操	概	詳	応	管	業	管	調分	経科	経組	
睢	種			要	細	作	要	細	用	理	務	理	査折	営学	営織	
		必要	更度	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	/ステム設計者	期	間	1			1			1	1	6	1	. 6	6	L
		場	所	内②	,		Ø			Ø)	<b>(</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>(D)</b>	(B)(B)	できれば 3年以上
		必要	要度	0	0	Ó	0	0	0	0	0			0		
-	プログラマ	期	間	1			1	3	3							
,		場	所	内例			<b>(D</b> Ø)	<b>6</b>	<b>(3/43)</b>					<b>6</b> 0		6ケ月 ~1年
		必	更度	0	0	0	0			Ó	0					
7	ナペレータ	期	間			1										
		場	所		l	例例										3~6 ケ月
		必	更度	0	0	0										
	キーパンチャ	期	間			3										
		場	所			内例										3~6 ケ月

必要度: ◎……必須 場 所: 単位は月 ○……ある程度必要

内……社内

外……社外

○……重点

キーパンチャのハードウェアは穿孔機、検孔機をさす

図3-4 コンピュータ要員教育基準例

#### 3.3 システム計画

システム計画ではシステム設計の手順およびシステム設計の各ステップの作業についてその概要を説明する。一般にシステム設計の方法については種々のものがある。特に各ステップにおけるドキュメンテーションについては種々の形態が使用されているので身近な形態を選択して説明に用いるとよい。

## (1) 予備調査

予備調査の目的、作業内容についてその概要を説明する。

- ① 企業の背景調査
- ② 企業情報システムの研究

(2) 現状分析

現状分析の目的、作業内容についてその概要を説明する。

- ① 現状調査
- ② 現状分析
- ③ 基本構想の設計
- (3) 概要設計

概要設計の目的、作業内容について概要を説明する。

- ① 基本システムの設定
  - 基本システム図
  - •コンピュータの機器構成の想定
- ② コンピュータ・プロセスの設計
  - 出力設計
  - ・入力設計
  - ・ファイル設計
  - ・コード設計
  - ・処理手順の設計
- ③ 処理時間の見積と検討
- ④ 提案書の作成
- (4) 詳細設計

詳細設計の目的、作業内容について概要を説明する。

- 各種帳票設計
- ② プログラム仕様書の作成

#### 3.4 プログラム計画

短期間で多数のプログラムを作成するためには、プログラミング作業での管理およびプログラミングの 技術、方法、手続き等についての標準化が重要になってくる。ととではプログラミング作業の管理、標 準化について簡単に説明する。

- (1) プログラミング作業管理
  - ① 作業計画管理

短期間で多数のプログラムを作成するには、どうしても綿密な作業計画に沿って、作業を行なう必要がある。そのため図3-5のような図をあげて作業計画立案の手順について説明するとよい。

- ② 進捗管理
  - ・プログラミング進捗管理表
  - ・プログラミング進行状況総括表
- (2) プログラミング作業の標準化

プログラムを変更・修正する場合、標準化が行なわれていれば、その作業は、容易なものになる。

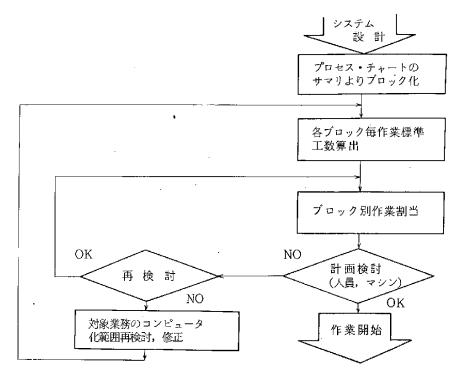


図3-5 作業計画立案手順

O

そこで、プログラミング作業の標準化として次のことを説明する。

- ① 流れ図の標準化
- ② プログラミングの標準化
  - プロセスの標準化
  - ・コーディングの標準化
- (3) 移行作業

ここでは、次のような機械化移行に必要な作業を中心に説明するとよい。

- ① プログラムテスト完全完了の確認
- ② テスト・データによるチェック
- ③ オペレーション・マニュアルの作成
- ④ ファイルの整備
- ⑤ 並行処理による本番実施

#### 3.5 運用計画管理

コンピュータが実稼動に入った以後、業務を能率的に運営するために考慮しなければならない次の事項について簡単に説明する。

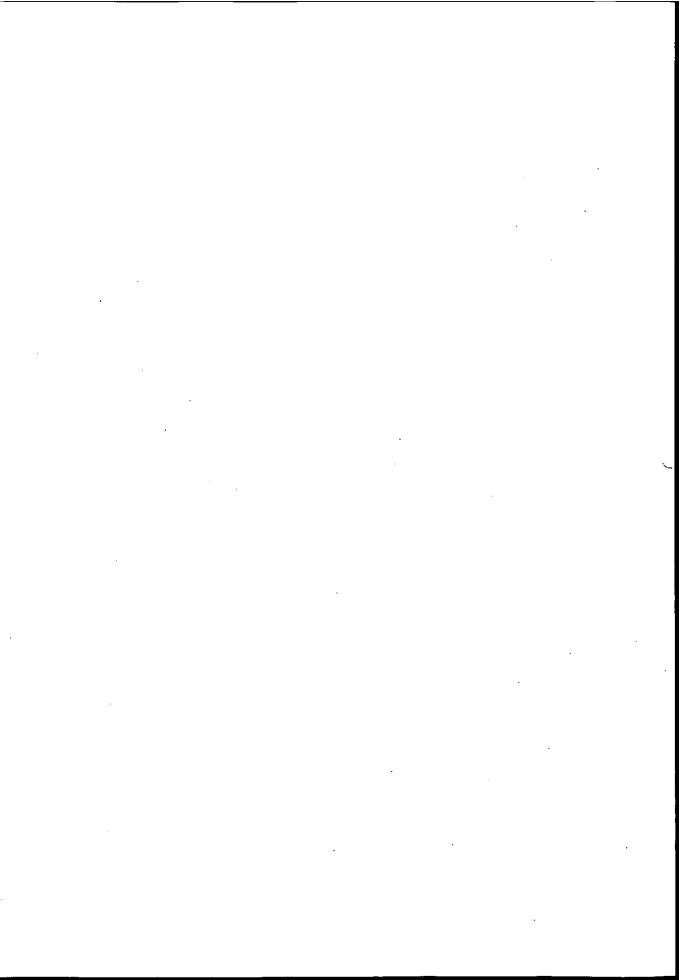
- ① コンピュータおよび諸設備の保守
- (2) 要員管理
  - 要員の確保
  - 教育訓練
  - モラールの維持
- ③ 勤務体制
- ④ 稼動計画
- ⑤ 事故対策
- ⑥ ファイルの管理
- ⑦ プログラムの維持

## 指導上の留意点

- (1) 全体にあまり詳細な説明はさけ、できるだけ具体例をあげて説明する。
- (2) システム計画での各ステップのアウトプットのドキュメントの形式は種々のものがあるが、適当なものを選択し明示するとよい。
- (3) 一通り説明が終ったら最初の手順にもどり全体をまとめる。

## 参考文献

- (1) 日本電気情報処理教育部編 「コンピュータ入門」 日本能率協会
- (2) 日本電気情報処理教育部編 「データ通信システム入門」 日本能率協会
- (3) 産業能率短期大学システムデザイン研究会編 「電子計算機導入ガイドブック」 日刊工業新聞社
- (4) 日本電気講習会用テキスト 「概要コンピュータ・システム」
- (5) 日本電気講習会用テキスト 「コンピュータ導入概説」
- (6) 日本電気講習会用テキスト 「データ通信システム」
- (7) 竹下亨著 「最新のプログラミング」 日本経営出版会
- (8) (附)日本情報処理開発センター編 「情報処理技術者初級テキスト(基礎と応用)」 日刊工業新聞社



# ハードウェア (I)

# 目 次

第1章	システム構成80
1.1	構成要素と機能80
1.2	処理方式82
1.3	標準化83
1.4	性能と評価方法84
1.5	アーキテクチャ85
第2章	演算処理装置87
2. 1	演算処理装置の機能概要87
2. 2	<b>論理回路 ······</b> 87
2. 3	制御装置90
2. 4	演算装置91
第3章	記憶装置93
3.1	記憶装置の種類と特徴93
3. 2	主記憶装置96
3.3	補助記憶装置
3. 4	外部記憶装置101
第4章	入出力装置102
4.1	入出力装置の種類と特徴
4.2	チャネル装置104
4.3	入出力インターフェイス ・・・・・・・106



# 科目「ハードウェア (I)」

## 教育の目標

初級技術者のレベルでは、コンピュータ理解の基礎となるハードウェアの概要を初め、データ処理、ソフトウェア、コンピュータの利用等について一通り履修しているが、中級技術者として、コンピュータを効率良く高度に利用するためには、更にハードウェア知識について広く深く理解させる必要がある。そとで、ここではハードウェアの詳細について説明し、ソフトウェアと併せてコンピュータに対する概念を確実に把握させ、応用力を養わせる。

## 時間配分

		履習時間 (時間)					
	章	講義	演習	実 習			
1.	システム構成	11					
2.	演算処理装置	16					
3.	記憶装置	13					
4.	入出力装置	10					
	合 함	50		·			

## 第1章 システム構成

## 用語 この章では次の用語を教える。

オフライン装置、バッチ処理、オンライン処理、リアルタイム処理、多重プログラミング、互換性、標準化、演算時間、平均命令実行時間、アーキテクチャ

## 目標

ハードウェアを構成する要素及びそれらの機能につき説明し、ハードウェアの動作、機能及びソフトウェアとの関連の概略を理解させるとともに、実際にコンピュータが使用される処理方式や性能と評価法等を理解させる。

また利用分野の広がり、コンピュータの普及に伴い、重要性をおびてきた標準化、互換性、更にコンピュータのアーキテクチャについても時代の変化をふまえながら理解させる。

## 内容

## 1.1 構成要素と機能

(1) ハードウェアの構成

次のような図を示して、広義の意味でのコンピュータのハードウェアを分類説明する。 一般的にコンピュータといった場合、センター装置を指すが、その他種々のハードウェアが一体

となってコンピュータ・ハードウェア・システムを構成することを理解させる。

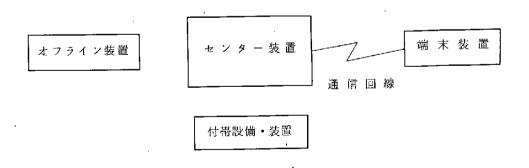


図1-1 ハードウェア構成

- (2) 各装置の機能・動作
- (a) センター装置

センター装置とは、一般的に狭義の意味でコンピュータと称される演算処理装置、記憶装置、入出力装置等コンピュータ室に一緒に設置使用される装置を指す。

これらの装置の構成要素と動作概略については初級育成指針第2部「コシピュータのハードウェア」 の復習をかね、特に次の点に重点を置いて再度説明する。

ただし、詳細については次章以降で説明する。

① 入出力装置の機能

多種多様性があること。演算処理装置に比較して格段に速度が遅い。この結果、演算処理装置と複数台の入出力装置の併行動作を行なうことが出来る。

② 記憶装置

記憶の原理。アドレス、主記憶装置と補助記憶装置の関係。

③ 演算処理装置

演算の原理, 演算の種類, 制御装置の機能・動作。

(b) オフライン装置

**オフライン装置**には目的によって次のような装置が使用されるが、これらの機能、動作概略につき説明する。

- ① データ作成用
  - カードせん孔機
  - 紙テープせん孔タイプライタ
  - キーツーテープ (Key-to-tape)
  - キーツーカセット (Key-to-cassette)
  - OCR 印字用タイプライタ
- ② データ媒体変換用
  - カード→磁気テープ変換機
  - 紙テープ→磁気テープ変換機
  - 磁気テープ→ラインプリンタ変換機
  - カセット磁気テープ→磁気テープ変換機
- (c) 端末装置及び通信回線

端末装置及び通信回線に関して種類、利用目的、機能・動作概略を説明する。詳細については「データ通信システム」の科目で行なう。

(d) 付帯設備・装置

コンピュータに付帯する設備・装置に関して次のような事柄の概略につき説明を行なう。

- ① 電源関係
  - 商用電源直結方式
  - AVR ( automatic voltage regulater )

- MG (motor generater)
- 無停電形定周波定電圧電源装置
- ② 空調設備

## 1.2 処理方式

コンピュータによるデータ処理方式として次のような方式があることを説明する。

(1) バッチ処理方式

本方式の意味, 利害得失を説明し理解させる。

本方式は処理したいデータを一定時期に一定個所に収集し,一括処理 (バッチ処理)する方式である。

- ① 利 点
  - データ収集が比較的容易に、経済的に行なえる。
  - コンピュータ処理が比較的簡単に行なえる。
  - コンピュータ処理のスケジュールが立てやすい。
- ② 欠 点
  - 原始データを一度カードや紙テープ等に媒体変換する必要がある。但し光学文字読取装置や光学マーク読取装置を利用すればこの限りでない。
  - 処理のターンアランド タイムが遅い。

従って本方式は、例えば給料計算処理等,一定期間毎に一括して処理する必要のある業務に適していることを理解させる。

(2) オンライン処理方式

オンライン処理方式は、データ発生個所から人手を介さずに通信回線を通して直線コンピュータに に入力され、また処理結果も必要な個所に通信回線を介して直接端末装置に出力される方式である。

- ① 利 点
  - 発生したデータを即刻コンピュータに入力することが出来,また処理された結果を即刻必要な個 所へ出力することも出来る。
  - ・データ入力途中で人手を介したり、媒体変換の必要がないのでデータ誤り率が減少し、人手も減らすことが出来る。
- ② 欠 点
  - データ入出力のためにデータ発生個所及び出力個所に端末装置を設置する必要があり、コストアップとなることがある。
  - データ転送のために通信回線を利用する必要があり、コストアップとなることがある。
  - 通信回線では大量データの高速転送は技術的に難かしい。

本方式は処理目的によって**リアルタイム処理**, リモートバッチ処理, タイムシェアリング 処理 など があることを説明する。リアルタイム処理については更に時間をさいて次の説明を行なう。

#### (3) リアルタイム処理方式

オンライン処理の中で、特に入力データに対する処理を即刻実施する方式をいう。

本方式の応用例として各種の座席予約システム、銀行システム、各種制御システム、生産・在 庫 管理システムなどを例にあげて、その特長、有効性を説明する。

リアルタイム処理を実現するコンピュータの必要条件について説明する。

#### 必要条件

- 応答時間が、システムによっても異なるが、数ミリ秒から数秒程度と高速演算処理が必要
- 割込機能,多重プログラム処理機能,優先処理機能を持つこと。
- 大容量補助記憶装置を持つこと。
- 信頼性の高いハードウェア、ソフトウェアであること。
- (4) 多重プログラミング

**多重プログラミング**の概念,多重プログラミングのためのハードウェア機能等の概略に つき 説明する。

多重プログラミングとは、演算処理装置が入出力装置の処理速度より格段に速いので、入出力装置を使用する複数個のプログラムを併行して処理することであることを理解させるとともに、多重プログラミングに必要なハードウェア機能としては次のことを説明する。

- 割込機構
- 記憶保護機構
- ・ 特権命令及び特権モード
- ・プログラム・ステータス情報のロード/ストア機能
- ・プログラムの再配置機能

#### 1.3 標 準 化

#### (1) 互換性

コンピュータの普及に伴ない異種コンピュータ間でのデータの受け渡しの必要性が高まり、また コンピュータをより処理能力の高いものに変更する場合、プログラムの互換性についても重要であることを説明する。

**互換性**について次のような観点で説明する。またプログラム及びデータの互換性を保った小、大規模 コンピュータより構成されるファミリマシンの概念についても理解させる。

- (a) プログラムの互換性
  - ① ソース・プログラムでの互換性ソース・プログラムをそのコンピュータ用にコンパイルあるいはアセンブルすることにより使用する。主としてソフトウェアの互換性が必要
  - ② オブジェクト・プログラムでの互換性 機械語レベルでハードウェアの互換性が必要
  - ③ エミュレータによる互換性

本来のハードウェア機能では互換性を持たないが、エミュレート・モードをハードウェア機能として持たせることによりオブジェクト・プログラムでの互換性を持たせる。

④ シミュレータによる互換性ソフトウェアでプログラムをシミュレートすることにより互換性を保たせる。

⑤ コンバータによる互換性 プログラムを一旦そのコンピュータ用に変換することにより互換性を保たせる。

#### (b) データの互換性

紙テープ、カード、磁気テープ等のデータの互換性

① 媒体そのものの互換性 例えば磁気テープの幅,質、記録方式、トラック位置、リール規格等

#### ② 符号体系

媒体上に記録される符号体系の互換性、これはある程度ソフトウェアで変換して取り扱うことが 可能。

③ 記録方式 例えば磁気テープのラベル,ブロック長、テープマーク等の互換性。これもある程度ソフトウェ

- (4) 装置の互換性
  - 装置を切り換え使用する場合等

アで変換し取り扱うことが可能。

- 浦算処理装置だけを取り換え入出力装置をそのまま使用する場合等
- 装置の操作性の互換性等

## (2) 標 準 化

互換性は、異なるメーカのコンピュータ間でも必要となることを理解させ、このため国際的には、ISO (International Standardization for Organization) 及び国内的には、JIS (Japanese Industrial Standard) として標準化が計られつつあることを説明する。

## 1.4 性能と評価法

コンピュータの性能を評価する方法につき、次のような観点で説明する。

#### (a) 演算処理装置の演算時間

(1) 命令ごとの演算時間

個々の命令ごとの**演算時間**の算出法を理解させるとともに、同一命令でもデータ長、アドレス修飾、命令語及びデータ語の主記憶内での位置、前後の命令の種類等により演算時間が異なることを理解させる。

② 平均命令実行時間

一般的に演算処理装置の演算速度を指すときの**平均命令実行時間**について、例えばギブソンミックスの例をあげ、その意味を説明する。

表1-1 ギブソンミックス

命令の種類	比率(%)
固定小数点加•减算	33.0
固定小数点乗算	0. 6
固定小数点除算	0.2
浮動小数点加•減算	7.3
浮動小数点乗算	4.0
浮動小数点除算	1.6
条件付飛越	6.5
比 較	4.0
無条件飛越	17.5
シフト	4.6
論理演算	1.7
インデックス	19.0

#### b) 周辺装置の処理速度

周辺装置の処理速度について代表的装置を例にとり説明する。このとき JIS-C-6272 "電子計算組織構成機器の性能表示"(日本規格協会発行)を参照するとよい。

#### c) スループット

コンピュータ・システムの総合処理能力をスループットといっているが、これは各装置の処理速度,機能,処理プログラム、オペレーティング・システムなどの複雑な要素の影響を受け、簡単に求めることは困難であることを理解させる。

スループットの測定については、机上計算、シミュレーション、ベンチ・マーク・テスト等がある。

## (d) その他の機能

コンピュータの性能は、演算速度あるいはスループットのみでは決められないことがある。これらは何れも重要な要素の一つではあるが、次の点にも考慮すべきことを説明する。

- ① 処理形態への適合性
- ② 信頼性,保守性
- ③ 運用性,設置性
- ④ 拡張性,互換性

## 1.5 アーキテクチャ

コンピュータの機能,性能,特徴などを議論するときに,しばしばアーキテクチャ (architecture) という言葉が使われる。

ことではアーキテクチャの意味を説明し、コンピュータをアーキテクチャ的観点より見る能力を養う。 アーキテクチャの語源は 1969年に IBM JOURNAL、April で "Architecture of the IBM/360" として述べられていらい広く使われている。

IBM JOURNALではアーキテクチャを"プログラムから見たシステムの属性、即ちデータの流れや制御の構造、論理設計及び物理的実現方法とは別の概念的構造及び機能的動作"と定義している。即ち、コンピュータをプログラム・ビジブル (program visible)な面にのみ注目したもので、ハードウェア構成素子、演算速度、論理回路の構成など、プログラム・ビジブルでない点は全てブラック・ボックス化したものである。

コンピュータを評価する場合に、このアーキテクチャの良し悪しは非常に重要な要素を占めるが、また一方 "アーキテクチャはアートである"といわれるようにその絶対基準はない。またアーキテクチャもコンピュータの物理的実現性、例えば素子、回路技術等とも密接な関連を持つので、時代変化と共にその判断基準も推移するものである。

従って、アーキテクチャの良し悪しの判断については、ある程度個人の経験にもとずかざるを得ないであるう。

## 指導上の留意点

- (1) 本章は初級育成指針第2部「コンピュータのハードウェア」の復習をかね 本科目第2章以下の導入部分であるので説明は総括的に行ない、幅広い概念を理解させ、詳細に関しては各章にゆずる。
- (2) ハードウェア・システムを単なるハードウェア構成機器としてだけでなく、それらが集合して様々な処理を行なうコンピュータ・システムの一員としての位置付けを理解させる。

## 第2章 演算処理装置

## **用語** この章では次の用語を教える。

論理回路、論理設計、逐次処理、記憶保護、可変長データ

## 日 標

演算処理装置の構成、機能、動作原理の概略をざっと説明し、次に実際のハードウェアを構成する部品、回路、回路設計、論理設計等を説明し、演算処理装置のイメージを物としても理解させる。 更に演算処理装置内の各構成要素の機能と動作をプログラム処理と関連させて深く理解させる。

## 内容

## 2.1 演算処理装置の機能概要

ことでは初級育成指針の第2部「コンピュータのハードウェア」第4章・演算制御装置の中の特に次の点を復習し、更に理解を深めさせる。

- 命令語及びデータ語の記憶と変更
- 命令語とプログラムの関係
- 命令語の抽出と解読及び実行
- 逐次処理
- 命令及びデータの種類と必要性

#### 2.2 論 理 回 路

#### (1) 基本回路

ディジタル・コンピュータの演算処理装置は**論理回路**により構成され、論理回路は次の基本回路の組み合わせにより構成されることを説明する。

- ① 論理演算回路
  - · AND回路 (論理積)
  - OR 回路(論理和)
  - NOT 回路 (論理否定)

これらはブール代数と関連させて説明する。

- ② 再生增幅回路
- ③ 遅延回路
- ④ 一時記憶回路(フリップ・フロップ回路)

これらの機能動作を次の図を用いて説明するとよい。

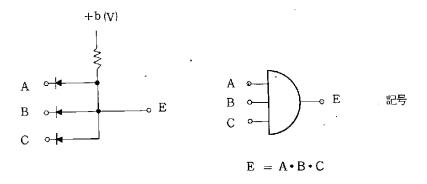
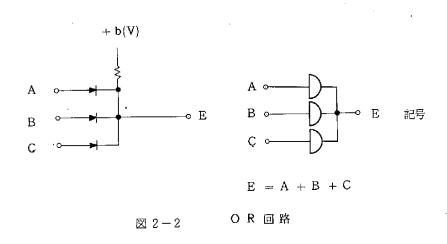


図 2-1 AND 回路



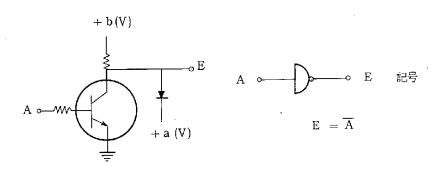


図 2-3 NOT 回路

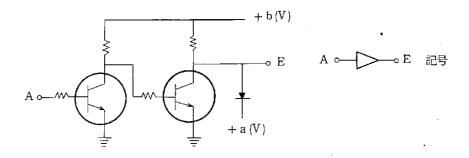


図 2 ー 4 再生増幅回路

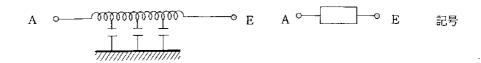


図2-5 遅延回路

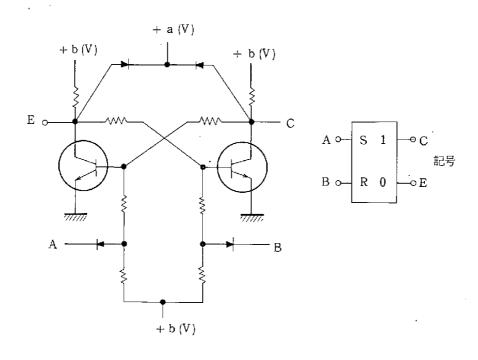


図 2-6 一時記憶回路

基本回路を実現する素子としては、トランジスタ、集積回路、磁心記憶、遅延線など種々考えられるが、何れも0と1の2値要素を取り扱う。これら代表的素子の特徴を簡単に説明する。

## (2) 論理設計

基本回路を種々組み合わせて目的の論理回路を構成するが、**論理設計**をする場合の基本的な論理回路としてシフトレジスタ、カウンタ、2進加算回路等について説明を行なう。

またワイヤード・ロジックとマイクロプログラム・ロジックについても説明を行なう。

## 2.3 制御装置

## (1) 演算制御

主記憶装置に格納されているプログラムに従って演算処理が実行される動作を次の点につき説明する。尚このとき、特定のコンピュータを設定して、イニシャル・プログラムロード時点より制御装置の内部フローを図示し、プログラム処理手順を説明するとよい。

## (a) 命令語の構造

① 命令コードの機能

どのような命令があるかをあげ、その命令コードを説明し、制御装置が命令コードを解読し指定された命令動作を実行する仕組を説明する。

② アドレス部の機能とアドレス方式,アドレス修飾

アドレス部がオペランド・アドレスまたはイミーティエイト・アドレスを指定し、アドレス方式によりアドレス部の数が $0 \sim 3$  個あることを説明し、個々のアドレス部の機能を理解させる。また各アドレス部は種々のアドレス修飾を受ける場合があることも説明する。

尚, これらの詳細説明は第3章で行なうとととする。

- ③ 固定長命令と可変長命令 コンピュータによって命令長が一定の固定長のものと可変長のもの及びその中間的なものがある。 これらの利害得失をあげ説明を行なう。
- ④ 命令の種類と動作 命令の種類を次のように大分類し、各々の動作概略を説明し、次に具体的コンピュータの命令をあ が動作説明を行なう。
  - 四則演算(加減乘除算)
  - 論理演算(AND, OR, NOT, 分岐,比較 等)
  - 移送演算 (Move 等 )
  - 入出力演算 (Start I/O, Halt I/O 等)
  - 複合演算 (Edit, Code Translation 等)
- (b) 命令の読出しと実行
  - ① 各種レジスタの機能

命令アドレス・レジスタ、オペランド・アドレス・レジスタ、オペランド・レジスタ、汎用レジ

スタ,インデックス・レジスタ,機能動作につき説明する。

(2) 処理の流れ

主記憶内のプログラムより命令語の読出し、その命令の指示によるオペランドの読出し、オペランドの演算装置への送出し、演算結果のレジスタあるいは主記憶への格納など、制御装置の動作フローを図示し、命令読出し実行の仕組み及び**逐次処理**の流れを説明する。

(c) 演算制御方式

演算制御方式について次の方式を説明する。

- (1) 直接制御方式 (ワイヤード・ロジック方式)
- ② マイクロプログラム方式
- ③ 高速演算制御
  - 先迴り制御
  - パイプライン制御
- (2) 時分割処理制御
  - 主記憶装置の時分割使用 演算処理と入出力処理とで主記憶を時分割使用することを説明する。
  - ② 演算装置を入出力処理で使用することもあり、演算処理と入出力処理が演算装置を時分割使用することを説明する。
- (3) 割込制御

割込制御の概略につき説明する。詳細は科目「ハードウェア(II)」で行なう。

- ① 割込みの概念
- ② 割込みの種類と機能
- ③ 割込処理モードと優先順位
- (4) 記憶保護

**記憶保護**として、以下の方法につき、その動作概略の説明を行ない、詳細説明及び他の方式については科目「ハードウェア(Ⅱ)」で行なう。

- (1) レジスタ方式記憶保護
- (2) ページ方式記憶保護

以上の説明については、先ず1種類のコンピュータを例にとり詳細を説明した後、種々の方式、概念につき述べるようにするとよい。

## 2.4 演 算 装 置

(1) データの種類

コンピュータの取り扱うデータについて、次の分類で概念を明確に把握させ、各々例をあげて、種々のデータはこれらの組み合わせで表現されることを理解させる。

• 数値データ、論理データ、文字データ

- 2進データ,10進データ
- 固定長データ(単精度、倍精度)、 可変長データ
- 固定小数点データ、浮動小数点データ(指数部、仮数部、基数)
- (2) 演算の種類

演算の種類は一般のコンピュータでは命令の種類と一致しているが、命令とデータが各独立した機能を持つコンピュータもあることを説明する。

例) 命令: 加算 (ADD)

データ: 固定小数点, 2進固定長

このときは固定小数点, 2進固定長加算が行なわれる。

· 命 令 : 加算 (ADD)

データ : 固定小数点,10進可変長

とのときは固定小数点10進加変長加算が行なわれる。

このようなコンピュータは命令とデータの属性が独立しているので、例えばデータベース・システムやCOBOL言語処理に適しているといえる。

- (3) 演算器(アキュームレータ)の働き 演算器の機能,動作を加算命令を例にあげて説明し、その他の演算も同様に実行されることを理解 させる。
- (4) 演算方式

演算処理の高速化のための各種方式について説明する。

- 直列演算と並列演算
- 高速加算, 減算, 乘算, 除算法

## 指導上の留意点

- (1) 本章で学習する演算処理装置はコンピュータの中枢機能であり、その機能、動作が複雑で難解であるので、出来るだけ一種類のコンピュータを例にとり具体的に説明を行ない、理解させた上で種々の方式、概念につき説明するとよい。
- (2) 論理装置に限らないが、理解を助ける意味で実際のコンピュータを見せ、パッケージ、ワイヤリング、実装などの知識を持たせるとコンピュータを概念のみならず物として理解出来るようになるであろう。

## 第3章 記憶装置

## 用語 この章では次の用語を教える。

固定記憶装置、半固定記憶装置、主記憶装置、バッファ記憶装置、記憶装置の階層構成、アドレス指定方式、スタック方式、バッファ方式、連想記憶方式、直接アドレス、間接アドレス、アドレス修飾、インデックス修飾、ベース修飾、リロケーション、相対アドレス

## 日 標

コンピュータにおける記憶装置の機能及び重要性を理解させるとともに、記憶装置を有効に利用する ために種々の装置が考えられ、また種々の利用方法が考えられることを理解させる。

## 内容

## 3.1 記憶装置の種類と特徴

コンピュータにおける記憶装置の役割と重要性につき説明した後、次の観点から記憶装置の各種方式 と階層構成につき理解させる。

(1) 記憶装置の種類

現在考えられている各種の記憶装置をあげ、これらの方式の特徴について説明する。

- ① 固定記憶装置
  - ダイオード・マトリックス型
  - .• トランス型
  - コンデンサ型
  - 抵 抗 型
  - •磁 気 型
  - インダクタンス型
  - 半導体型

等があり、記憶内容は固定的である。マイクロプログラムや固定情報の記憶等で使用。

- ② 半固定記憶装置
  - 半導体型
- 固定記憶装置のうち、差し換え可能なシートなどで内容変更の可能な型等があり、 記憶内容はある程度書き換えが出来る。マイクロプログラムや固定情報の記憶等で使用。
- ③ 主記憶装置

プログラム、データ等が格納され演算は専ら本装置を対象として実行される。

種類としては、磁気コア型と集積回路 (IC) 型が大勢を占めるが、最近は後者の方が多くなりつつある。

## ④ バッファ記憶装置

主記憶装置より高速、小容量の主として半導体で構成される記憶装置で、プログラムやデータの --時記憶に使用される。

次の例を説明する。

• 高速演算用バッファ記憶装置

主記憶装置の一部を写しとしてバッファ記憶装置に持ち、演算はバッファ記憶装置を対象として実行する方式

ローカル記憶装置あるいはキャッシュ (casche) 等と呼ばれることもある。

・入出力バッファ記憶装置 主記憶装置の有効利用として周辺装置に各々必要な入出力バッファ記憶装置を持たせることがある。

## ⑤ 各種補助記憶装置

ここでは種類をあげる程度とし、詳細は後で説明する。

## ⑥ 各種外部記憶装置

ここでは種類をあげる程度とし、詳細は後で説明する。

## (2) 記憶装置の階層構成

コンピュータでは各種の記憶装置をそれぞれの目的で階層構成として使用している。すなわち、記憶装置の階層構成とは高速記憶装置のみを使用した場合には、処理速度は向上するが価格が高くなるので、各種の記憶装置を種々組み合わせて処理速度と価格のバランスをとることである。記憶装置の速度と価格の関係を次のように図示して説明するとよい。

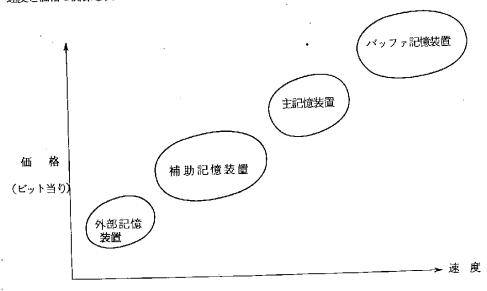


図3-1 記憶装置の速度と価格の関係

## (3) 記憶装置のアドレス

記憶装置に対する情報, 書込み, 読出しは次の方式で行なわれており, これらを説明し, 理解させる。

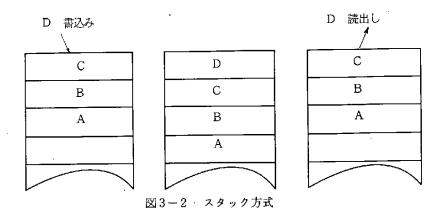
#### ① アドレス指定方式

この方式は主記憶装置、補助記憶装置などで使われている最も一般的な方式であり、情報の書込み、読出しは記憶装置の番地 (アドレス) を指定して行なわれる。

主記憶装置の番地、磁気ディスク装置のシリンダ番号、トラック番号などが該当する。

## ② スタック方式とバッファ方式

スタック方式はプッシュ・ダウン・スタック、ラストイン・ファースト・アウト方式ともいわれ次の 図のように行なわれる。



バッファ方式はファーストイン・ファースト・アウト方式ともいわれ次の図のように行なわれる。

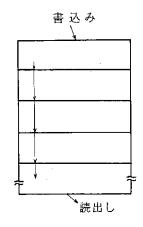


図3-3 バッファ方式

スタック方式は Polish Notation, バッファ方式はキューイング等で使用すると効果的であることを説明する。

## ③ 連想記憶方式

記憶内容の一部により読出し位置を決める方式であり、高速読出し用として、例えば仮想記憶方式のアドレス変換 (3.2節参照)等に採用されている。

## 3.2 主記憶装置

## (1) 記憶素子

現在のコンピュータで使用されている主記憶装置の記憶素子は磁気コアと半導体メモリが主流を占めている。

ことではこれらの概要,特徴等につき次の観点から説明する。

## (a) 主記憶装置の特性

- ① 記憶性能
  - •速 度(サイクルタイム,アクセスタイム)
- 記憶容量
  - 設 置 性(寸法重量,消費電力,発熱量等)
- ② 経済性
- ③ 信頼性

#### (b) 磁気コア

磁気コア記憶装置の記憶原理を次図を例により説明する。

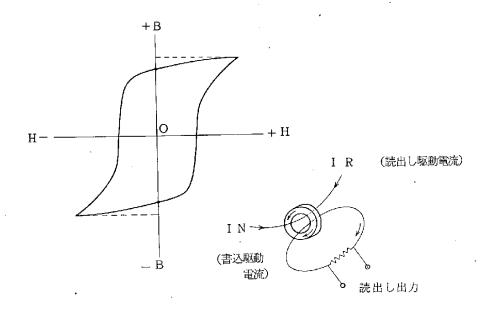


図 3-4 磁気コア記憶装置の記憶原理

また読取り方式により破壊読出し(DRO、destructive read out)と非破壊読出し(NDRO、non destructive read out)の方式があり、アドレス選択方式として電流一致方式(Current Coicidence)と線形選択方式(linear selection)があることを説明する。電流一致方式はビット配列方式、3D方式(3dimensional)と呼ばれることがあり、また後者は語配列方式、2D方式(2dimensional)と呼ばれることがある。また読出しは3Dで、書込みは2Dで行なう2切力方式もある。

磁気コア素子の性能、経済性、信頼性についても説明する。

#### (c) 半導体メモリ

半導体集積回路による半導体メモリはこと数年間に目覚しい発展を遂げ、今や主記憶装置の主流となって来ている。

これは集積回路の本来持つ高速性に加えて集積技術の向上に伴なう実装の小型化と価格の低下によるものである。

半導体メモリには次のような種類があり、その機能概要と特徴につき説明する。

#### ① バイポーラ型

DTL (Diode Transistor Logic), TTL (Transistor Transistor Logic), CML (Current Mode Logic)などの種類がある。これらは名前をあげる程度とし、バイポーラ型の説明を行なう。

#### ② MOS型 ~

P-MOS (Positive Channel - Metal Semiconductor), N-MOS (Negative Channel - MOS) などの種類がある。これらは名前をあげる程度とし、MOS型の特徴につき説明する。何れも半導体メモリは記憶内容が揮発性を持ち、また一定時間毎にリフレッシュの動作が必要であることを説明する。

#### ③ 記憶素子の信頼性

主記憶装置に使用される記憶素子は普通数百万ビットにものぼり、とれらの信頼性保持のためにパリティ・チェックやECC (Error Check and Corection) が実施されていることを 概略説明する。

### (2) 主記憶装置のアドレス

#### (a) アドレスと記憶単位

主記憶装置の情報の書込み及び読出しはアドレス指定により行なうのが一般的である。1個のアドレスに記憶できる情報量としては4ビット~4バイトあるいはそれ以上のコンピュータがあり、その大きさは次の事項を考慮して決められていることを説明する。

#### ① 命令語長との関係

命令語も主記憶装置に記憶されるので、その語長との関連、また命令語の中のアドレス部の長さ との関連。

#### ② データ語長との関係

数字・記号、文字、固定語長、可変語長等の大きさとの関係

#### ③ 処理速度と効率との関係

1個のアドレスに記憶できる情報量を多くとれば処理速度は向上するが、一方不必要な情報の処理 も伴ない効率が悪くなる。

#### (b) アドレス方式

1個の命令が持つアドレス部の数により、

- ・0 アドレス方式 …… アドレス部 なし
- 1 アドレス方式 …… アドレス部 1個
- 2アドレス方式 …… アドレス部 2個
- 3アドレス方式 …… アドレス部 3個

があることを説明し、各々の動作、特徴につき説明する。

#### ① 0アドレス方式

前述したスタック方式とバッファ方式も0アドレス方式として考えられる。

また、レジスタ対レジスタ演算命令でも主記憶アドレスを指定する必要がないのでとの分類に入れられる。

この方式では、主記憶をアドレスする機能を持たないので、この方式の命令のみで構成されるコンピュータはなく、他のアドレス方式と併用されて用いられる。

#### ② 1アドレス方式

この方式では、アドレス部を1個持ち、演算はこのアドレス部で指定された主記憶のオペランド と指定されたレジスタとの間で実施される。従ってメモリ対レジスタ演算の場合に使われる。

との方式は、一つのデータに対して多くの演算を実施し、結果を求めるレジスタ間の演算が多い科 学演算処理などで多く採用されている。

#### ③ 2アドレス方式

この方式はアドレス部を2個持っており、演算は両者のアドレス部で指定されたオペランド同志で実施し、結果を何れかのオペランドの格納されていたアドレスに格納する。即ち演算及び結果の格納は全て主記憶を対象として実施させ、メモリ対メモリ演算が実施される。

この方式は、比較的単純な演算を多くのデータに対して実施する事務処理演算などでよく採用されている。

#### ④ 3アドレス方式

との方式は、2アドレス方式に更に1個のアドレス部を加え、演算結果の格納をそのアドレス部で指定する方式であるが、一般の演算ではその必要性が少なく、逆に命令の長さが増加するために 最近ではあまり採用されていない。

但し、歴史的には、3アドレス方式が登場し、次に2アドレス方式へ移行したものである。

#### (c) アドレッシング

命令のアドレス部により主記憶をアドレスする際に次のような方式があることを説明し、各々の機能,動作,利用法などを理解させる。

#### ① 2進アドレスと10進アドレス

第1世代,第2世代のコンピュータでは,10進数でアドレス指定を行なうものが多かったが,最近ではほとんどが2進数で実施している。そのため主記憶容量は,2のべき乗例えば 16,384 バイト ( $2^{14}$  バイト) ,262,144 バイト ( $2^{18}$  バイト) などとなっていることを説明する。

### ② 直接アドレスと間接アドレス

#### 直接アドレス

直接アドレスの場合、命令のアドレス部で与えられるアドレスが求める情報の格納されている主記憶のアドレスを直接指定する。このとき後述のアドレス修飾等が実施される場合があっても、アドレス部の値がアドレス指定の直接的要因となっている。

#### 間接アドレス

命令のアドレス部で与えられるアドレスに格納されている情報が更に主記憶の他の場所を指定するアドレスとして使用され、求める情報はそのアドレスで指定された主記憶内容として間接的に指定される。

間接アドレスは2回以上行なわれることもあり、そのときの回数を間接アドレス指定のレベル数と称している。間接アドレスも後述のアドレス修飾と併用して使用することがある。

間接アドレスの利点としては、アドレスの変更を命令のアドレス部を変更することなく実施出来る。即ち同一命令で間接アドレスの内容のみを変更してやれば種々のアドレスが指定出来、また、間接アドレスは主記憶の任意のアドレスを利用出来、そのレベルも多重化出来るなど大変融通性に富んでいるが、一方間接アドレスの度に主記憶の読み出しを必要とし、演算速度が多少犠牲となる。

#### ③ アドレス修飾

#### 絶対アドレス

命令のアドレス部で指定されたアドレスが何の変更も受けずに主記憶アドレスを指定出来る方式を絶対アドレス方式と称している。即ち、アドレス部は全主記憶容量を指定するのに必要なビット数を持つ必要があり、例えば、1メガバイトの主記憶容量では最低20ビットが必要となる。

従って大容量主記憶装置を持つコンピュータではアドレス部が長くなり、命令語長が増大し演算 速度の低下及びプログラムの占める主記憶容量の増加が悪影響を招くことがある。

従って、次の如くアドレス修飾により、アドレス部の長さを短縮する方法がよくとられている。

#### インデックス修飾

インデックス・レジスタによりアドレス部に対して修飾(加算)を実行し、実際にアドレスする主記憶アドレス(実効アドレス)を生成する。

インデックス・レジスタは普通複数個あり、命令でそれらの何れかを選択することが可能である。 インデックス修飾の目的は、本来同一命令でアドレス部の単純な増減を簡単に行なう方法として考えられたものであり、これの説明を例をあげ詳細に行なう。

#### ・ベース修飾

本質的には、インデックス修飾と同一であるが、以下のとおり利用目的が多少異なることを説明 する。

- ・命令のアドレス部のビット数の節減の目的
- リロケーションの目的
- インデックス修飾の目的

#### • 相対アドレス

命令のアドレス部はある基準のアドレスより 相対的なアドレスを指定することにより実効アド レスは(基準アドレス+相対アドレス) として指定される。

基準アドレスを指定するものとしては次のものがある。

- 命令自身の格納されているアドレス
- バンク・レジスタの指定

尚,ベース・アドレス修飾は一種の相対アドレス方式と見なされる。

(3) バッファ記憶

- コンピュータの演算処理速度の高速化は主記憶装置の高速化と密接な関係がある。

主記憶装置の高速化には経済性の面で限界があり、これを補なう一方法としてバッファ記憶装置の 利用があることを説明する。バッファ記憶装置を使用している コンピュータを、一例により概念、動作 原理を説明するとよい。

(4) その他の主記憶装置

主記憶装置としては、磁気コア、半導体メモリが主流を占めているが、その他にワイヤメモリ、磁気ドラム装置の利用、更にはバブルドメインメモリなど将来の可能性等につき概略を説明する。

## 3.3 補助記憶装置

(1) 補助記憶装置の役割

補助記憶装置の役割について説明する。

- ① 主記憶装置の延長
  - バッキング・ストア
  - SRV (System Resident Volume)
- ② 大容量データ記憶
  - ダイレクト• アクセス処理
- ③ ワーク・ファイル
  - 処理過程での一時記憶

各種の補助記憶装置は目的によって次の観点より使い分けられる。

- 記憶容量
- •速 度
- 価格
- (2) 補助記憶装置の種類と特徴

初級育成指針の「第2部 第3章 3.3 補助記憶の項」を復習するとともに更に次の点を

- (a) 磁気デイスク装置
  - ① シーク動作とアクセス動作
    - 必要性
  - . 時間
  - ② シリンダ・トラックの概念
    - シリンダの意味
    - トラック内での記憶方式(セクタ,可変長)
  - ディスク・パック
    - 媒体交換の意味
    - ・媒体の種類(カートリッジ、パック、枚数等)
  - む 記憶容量
- (b) 磁気ドラム装置

磁気ディスク装置との相異、特徴

- ・シーク動作不要
- 媒体交換可
- (c) 磁気テープ装置

入出力装置としての色彩が強いので、第4章で説明する。

#### 3.4 外部記憶装置

外部記憶装置は周辺装置の記録媒体として情報を記憶するものをいい,次のようなものがあり、これらの概要と特徴を説明する。

特に初級育成指針で説明しなかった媒体の特徴や使用目的につき説明する。

- 紙テープ …… さん孔タイプライタ,印刷電信との関連
- •カード …… PCS (Punched Card System) との関連
- ・磁気テープ …… 情報交換媒体,情報保存媒体
- カセット磁気テープ ……キーツーカセットとの関連
- ・磁気 ディスク・パック (カートリッジ) …… 情報保存媒体
- ・光学文字読取装置等のドキュメント …… 直接入力媒体

#### 指導上の留意点

- (1) 記憶装置について種々の方式、時代変化を説明し、記憶装置の本質的な概念を理解させ、コンピュータにおいては記憶装置を如何に有効利用するかが重要な問題であり、従ってコンピュータ・アーキテクチャを大きく支配する要素となることを説明する。
- (2) 記憶装置の構成素子として磁気コアや半導体メモリが絶対的なものではなく、時代の技術進歩に合わせて変化するものであり、これに伴ないコンピュータ・アーキテクチャも変化を受けることを理解させる。

## 第4章 入出力装置

## 用語 この章では次の用語を教える。

符号変換, メモリ・サイクル・スチール, 固定チャネル, 浮動チャネル, マルチプレクサ・チャネル, セレクタ・チャネル, コマンド・チェーニング

## 目 標

現在ある入出力装置の概略を種々説明して、その多様性と階層の必要性を認識させるとともに、代表的 入出力装置について機能、動作を理解させる。

また中央処理装置と周辺装置の処理速度の相異により、周辺装置の同時動作の概念が生れたことや、チャネル装置の重要性及びその機能、動作、方式につき理解させる。

## 内容

#### 4.1 入出力装置の種類と特徴

(1) 種類と多様性

初級育成指針第2部第2章入出力装置の復習をかねると同時に更に深く説明する。

- ① カード読取穿孔装置
  - 紙カードの種類,符号,符号変換…80欄,96欄,51欄等
  - ・速度の多様性… 100枚/分 ~ 3,000枚/分
  - ホッパとスタッカの機能
  - •エラー・チェック方式 … ミスフィード, ジャム, ホールカウント・チェック等
- ② 紙テープ読取装置及び紙テープせん孔装置
  - ・紙テープの規格と符号,符号変換 … 6単位,8単位,JIS,テレックス等
  - ・速度の多様性 … 100字/秒~1.500字/秒
  - ・エラー・チェック方式 … 二重読取照合, スプロケット孔チェック等
- ③ 磁気テープ装置
  - •媒体及び記録方式 … 7トラック,9トラック,NRZ,PE, 200~6250 RPI
  - 速度の多様性と実効データ転送速度 … 10 K B / S ~ 1250 K B / S
  - エラー・チェック方式 … パリティ・チェック、CRC等
- ④ 印刷装置 (ラインプリンタ)
  - •印字方式 … ドラム式,チェーン式,トレイン式,ベルト式活字の変換
  - ・速度の多様性 … 100行/分~3,000行/分

- エラー・チェック方式 … エコー・チェック、サイクル・チェック等
- 複写能力 … 1 ~ 8枚
- ⑤ 制 御 卓
  - タイプライタとCRT
- (2) 装置の動作概略

代表的な入出力装置として次のものの動作概略を説明する。このとき実物を見せ説明するとよい。

- ① カード読取穿孔装置
  - ホッパからカードの取り出し
  - ・装置内でのカードの送り(縦送り,横送り)
  - 読取・穿孔ステーション上での動作
  - ・スタッカへの送出 (エラー・リジェクト等も含めて)

等を図解し説明する。

- ② 紙テープ読取装置及び紙テープ穿孔装置
  - 紙テープのスタート・ストップ
  - リールの有無
  - ・読取、穿孔ステーション上での動作
- ③ 磁気テープ装置
  - •リールの着脱(手動式、オートスレッディング、プロテクトリング等)
  - 磁気テープの走行通路(真空コラム,キャプスタン,ヘッド等)
  - ・走行動作(順方向,逆方向,巻戻し,スタート・ストップ等)
- ④ ラインプリンタ
  - •活字ドラム (ベルト、チェーン、トレイン) の構造
  - 日字ハンマの構造
  - ・紙送り機構(改行制御、スキップ・テープ等)
  - インクリボン
  - 印字動作

実際の例をあげ、図解等をしながらラインプリンタ、動作概要を理解させるとよい。

(3) 入出力制御装置

人出力制御装置について機能、動作を説明する。

人出力装置は非常に多種多様性を持っており、多くの場合独自の機械的動作を伴なっている。 このため中央演算処理と入出力装置間のインターフェイス、機能、例えば中央演算処理装置の命令 を解読し指定された動作を入出力装置に指示したり、データの送受を司さどるなど入出力制御装置が 必要となることを理解させる。この装置には次のような機能がある。

- ・中央演算処理装置の命令(コマンド)の解読
- 入出力装置への動作開始指示
- 入出力装置の動作制面

- データ転送(符号変換、エラー・チェック等も含む)
- ・入出力装置への動作終了指示
- 中央演算処理装置への動作終了報告
- •装置によっては複数台の入出力装置を接続制御するための機能

入出力制御装置の機能動作は、接続される入出力装置の種類により大幅に異なるので、具体的な例を2, 3 あげて説明するとよい。

また次に説明するチャネル装置との機能分担についても少し説明しておくとよい。

## 4.2 チャネル装置

多種多様な入出力装置を効率良く制御し、中央演算処理装置の有効利用を可能とするためにチャネル 装置が使用される。

ここではチャネル装置の機能、動作について次のように説明を行なう。

(1) 主記憶装置と入出力装置間のデータ転送

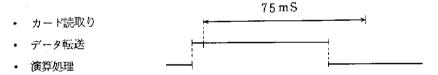
入出力装置に対する動作指示に伴ない、主記憶装置と入出力装置間でデータ転送が実行されるが、 とのとき、データ転送を制御する方式として大きく分けて次の2通りがある。

(a) 油算処理装置が制御する方式

この方式では入出力装置が動作中は演算処理装置は演算処理を停止して入出力動作の制御を行なう。 従って演算処理速度は入出力動作の影響を受けて著しく低下する。このために入出力制御装置に適当 な容量のバッファ記憶を設けて、このバッファ記憶と主記憶装置間のデータ転送のときにのみ演算処理装置を使用することにより演算処理速度の低下を防ぐ方式が考えられている。

以上の方式を次のように図解し説明する。

- 例 カード読取装置 800枚/分 カード1枚の読取り時間 75ミリ秒
  - ① バッファ記憶を使用しない場合



② バッファ記憶を使用した場合

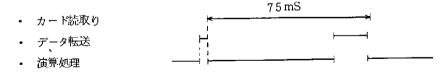


図4-1 演算処理装置による制御

この方式では、データ長が一定の長さで比較的短かいもの、例えばカード読取装置、カードせん孔 装置、ラインプリンタなどの場合には比較的有効であるが、データ長が磁気テープ装置、磁気ディスク装置などのように可変長や長い場合にはバッファ記憶の価格が高くなり、経済的に構成出来ない難点がある。

従って最近では以上の方式は超小型コンピュータ(ミニ・コンピュータも含めて)など以外ではあま り多く採用されておらず、次のチャネル装置を利用する方式が多い。

(b) チャネル装置により制御する方式

演算処理装置と機能的に独立したチャネル装置を設け、入出力動作制御はチャネル装置に委ねる方式である。チャネル装置は次の動作を実行する。

- ① 演算処理装置よりの入出力動作指示は全てチャネル装置に対して出される。
- ② チャネル装置はその入出力動作指示を解読し、指定された入出力装置に対して指定された入出力動作を開始させる。
- ③ 入出力装置と主記憶装置間でデータ転送の必要が生ずると、その時点でチャネル装置は演算処理 装置の演算処理を一時中断させ、主記憶装置をデータ転送のために使用する(主記憶装置のチャネル装置と演算処理装置の時分割使用)。この中断時間はチャネル装置の方式によっても異なるが、1回のデータ転送(普通1回に1字または1語が多い)で主記憶装置の1メモリ・サイクル・タイム~数 10メモリ・サイクル・タイム と極めて短時間であり、この中断動作を メモリ・サイクル・スチール (me mory cycle steal)と呼んでいる。

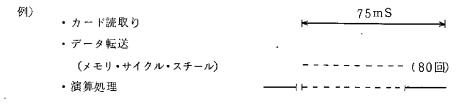


図4-2 チャネル装置による制御

- ④ チャネル装置はまた入出力動作が終了した時点でとれを演算処理装置へ知らせる。
- (2) チャネル装置の種類と機能・動作
- (a) 固定チャネルと浮動チャネル

主記憶装置と入出力装置のデータ転送通路が固定されている**固定チャネル**方式とプログラムで変更出来る浮動チャネル方式につき説明する。

- ① 固定チャネルの利害得失
  - ハードウェアが簡単
  - ・入出力装置に適したチャネル装置の設計可能
  - ・入出力装置を利用しない時はチャネル装置が遊ぶ
  - システム構成の自由度が少なくなる

- ② 浮動チャネルの利害得失
  - ハードウェアが複雑となる
  - ・チャネル装置の有効利用が計れる
  - ・システム構成の自由度が大きい
- (b) マルチプレクサ・チャネルとセレクタ・チャネル

1個のチャネル装置を複数台の入出力装置で時分割的に共有し同時動作させるマルチプレクサ・チャネルと1時には1台の装置のみが占有動作するセレクタ・チャネルについて説明する。

- ① マルチプレクサ・チャネル
  - ・低速周辺装置の多重制御(マルチプレクサ・モード)
  - 高速データ転送 (バースト・モード)
- ② セレクタ・チャネル
  - ・高速データ転送
  - ブロック・マルチプレクス・モード
- (c) チャネル・プログラム

中央演算処理装置よりチャネル装置を通して入出力装置に対する動作指令を出す際の命令について次の説明を行なう。

- ① 命令により直接動作指令を出す。
- ② コマンドにより動作指令を出す。
  - 利 点
  - チャネル・プログラム
  - ・コマンド・チェーニングとデータ・チェーニング

チャネル・プログラムのコーディング例をあげ、命令とコマンドの関係、コマンドの実行とチャネル・プログラムの関係を説明する。

#### 4.3 入出力インターフェイス

普通入出力インターフェイスといった場合、チャネル装置(中央演算処理装置に内蔵されることもある)と入出力制御装置間の接続の物理的及び論理的インターフェイスをいう。

最近のコンピュータ・システムでは入出力制御装置の種類に拘わらずこのインターフェイスが統一されていることが多いので、JISインターフェイス等を例にあげて機能・動作概要を説明する。

- ・標準入出力インターフェイス
- ・同期式と非同期式
- ・ケーブル接続方式(並列、直列)

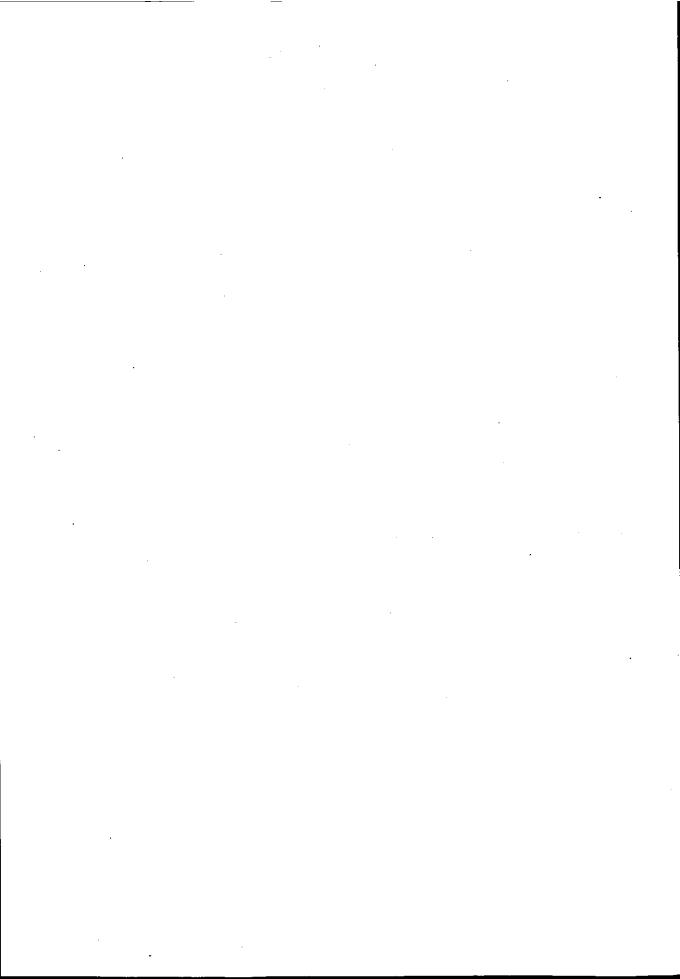
#### 指導上の留意点

- (1) 4.1項は出来るだけ実物を見せ、実際に動かしたりして理解させるようにする。
- (2) 4.2項は論理回路の動作であるので概念的説明となり理解が困難となる恐れがある。従って出来る

だけ図解し説明を行なう。

## 参考文献

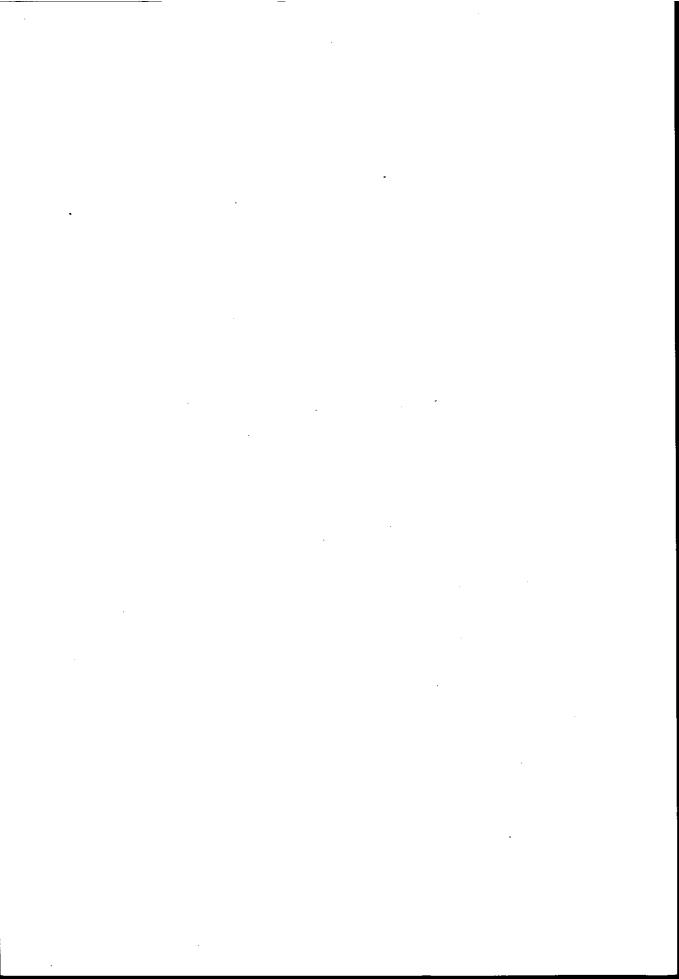
- (1) 金田 弘著 「電子計算機(1)」, コロナ社, 昭和45年
- (2) 石井 善昭著 「電子計算機の基本方式ーコンピュータ・アーキテクチャー」, 共立出版, 昭和48年
- (3) [IBM SYSTEM JOURNAL], International Business Machine, April 1969
- (4) 日本電子工業振興協会 「周辺端末装置ガイド・ブック」、昭和48年
- (5) 情報処理学会 「電子計算機の国際標準化」, 昭和46年
- (6) 産報 「わかりやすい周辺装置」,昭和46年
- (7) 日本情報処理開発センター 「海外における大型電子計算機の技術動向調査報告書」、昭和48年
- (8) 日本電子工業振興協会 「電子計算機の新技術動向調査ー電子計算機技術における I C. L S I 等の動向一」、昭和47年
- (9) 日本電子工業振興協会 「マイクロプログラミングー新技術動向調査報告書ー」、昭和48年
- (10) 日本電子工業振興協会 「電子計算機の新技術動向調査-新機種動向調査報告書」,昭和47年
- (1) 日本規格協会 「JIS ハンドブックー情報処理」,昭和46年
- (12) 情報処理学会 「情報処理ーシステムの性能評価特集号ー」,昭和47年,VOL 13
- [13] 日本規格協会 「各種情報処理関係 JIS」
- (14) 高橋 茂著 「ディジタル電子計算機」, 日刊工業新聞, 昭和40年
- (15) 「コンピュータ・メーカ各種ハードウェア・マニュアル」



# ソフトウェア

# 且 次

第1章	ソフトウェアの概念110
1. 1	ソフトウェアとハードウェア110
1. 2	ソフトウェアの体系110
1. 3	言語処理 プログラム112
第2章	オペレーティング・システムの概念113
2. 1	オペレーティング・システム発生の背景と目標113
2. 2	オペレーティング・システムの体系と機能113
第3章	プログラミング言語の概要115
3, 1	プログラミング言語の体系115
3. 2	プログラミング言語
第4章	COBOL の概要 ······119
4. 1	COBOLの歴史119
4.2	COBOL概要 ···········119
第5章	FORTRANの概要 ·······123
5. 1	FORTRANの歴史123
5. 2	FORTRAN 概要 ········123
第6章	ソフトウェアの評価
6. 1	ソフトウェア評価の対象126
6.2	評価の方法



# 科目「ソフトウェア」

# 教育の目標

コンピュータ利用の大きな原動力となっているソフトウェアについて、体系的に把握させると共に、 体系を構成する各要素の機能を概略的に理解させ、ソフトウェアのより高度な内容を理解するための基礎 とする。また、ハードウェアに対してソフトウェアのもつ意義をも理解させる。

# 時間配分

	· 章	履	覆習時間 (時間)		
	<b>무</b>	講義	演 習	実 習	
1.	ソフトウェアの概念	12			
2.	オペレーティング・システムの概念	8			
3,	プログラムの概要	• 17			
4.	COBOLの概要	5			
5.	FORTRANの概要	. 5			
6.	ソフトウェアの評価	3			
	合 計	50			

# 第1章 ソフトウェアの概念

## 用 語 との章では次の用語を教える。

シンタックス、セマンティクス、バッカス記法、構文解析、ポーランド記法、木構造

## 日 標

ソフトウェア全体を体系的に把握させ、各構成要素のそれぞれの役割と相互の関連性、必要性について理解させる。

# 内容

### 1.1 ソフトウェアとハードウェア

ソフトウェアとハードウェアの関係を日常の身近なことを例にあげて説明する。そして、両者がうまく一体化してはじめてコンピュータ・システムがなりたつことを強調する。

以前はハードウェアを機能させるものとしてソフトウェアが設計されたが、近年では、あるソフトウェアを機能させるのに必要なものとして ハードウェアが設計されるようになってきているということについて触れ、ハードウェアに対するソフトウェアの関係を説明する。

#### 1.2 ソフトウェアの体系

### (1) ソフトウェアの体系

ソフトウェアの分類の仕方は人によって多少の差異があるが、たとえば次のような体系図をつかってソフトウェアの体系を説明するとよい。

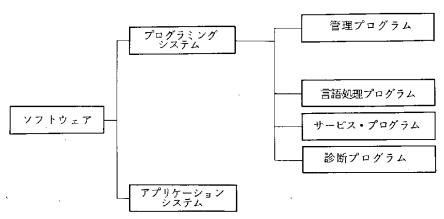


図1-1 ソフトウェアの体系

#### (2) プログラム

プログラムは、その機能、用途によっていくつかに分類されるが、最も大きな分け方の一つに、他の プログラムを管理するプログラム(管理プログラム)と、管理されるプログラム(処理プログラム) という分け方があり、後者は前者に対して、データとして位置づけられることを説明し、相互間の関係を明確化する。

(1) 管理プログラム

管理プログラムの機能について、その概略を説明する。次の三つの観点から説明をする。

- ジョブ管理
- タスク管理
- データ管理(ファイル管理)
- ② 言語処理プログラム

まずはじめに言語処理プログラムとプログラミング言語との関連性を説明し、次いで言語処理プログラムの機能を次の点から説明する。

- 機械語への翻訳
- プログラム・エラーの検出
- コンパイル結果のリスト作成
- 実行の準備
- ③ サービス・プログラム

サービス・プログラムの機能、用途について次のようなものを取り上げて、その概略を説明する。

- 分類プログラム
- 併合プログラム
- デバッギング・プログラム
- 各種変換プログラム。
- ④ 診断プログラム

診断プログラムの機能、用途について次のようなものを取り上げて、その概略を説明する。

- メモリ診断プログラム
- ・ 各周辺装置診断プログラム
- ⑤ アプリケーション・プログラム

アプリケーション・プログラムの機能、用途についてその概略を説明する。一般にアプリケーション・プログラムというときは、メーカの作ったアプリケーション・パッケージのみをさす場合と、ユーザのプログラムまで含めていう場合とがあるが、ここでは主として前者に重点を置いて説明する。

- ・ 需要予測プログラム
  - 例. CENSUS, GPFS
- ・情報検索プログラム

例. DIA

・構造設計プログラム

例. STEP

• 在庫管理プログラム

例. TABS

#### 1.3 言語処理プログラム

言語処理プログラムの機能的なことは1.2-②で述べてあるので、ことでは言語処理プログラムの構造、記述法、構文の解析などについて、その概要を説明する。

- ① シンタックスとセマンティックス
- ② コンパイルの手順
  - ソース・プログラムを読み込む
  - ソース・プログラムを基本的要素に分ける。
  - 表の操作
  - 構文解析
  - ・命令語を作り出す
  - 番地割り付け
  - オブジェクト・プログラムを出力する
- ③ 言語の記述法
  - ・バッカス記法
- ④ 構文解析
  - ・ 演算の優先順位
  - ・ポーランド記法と木構造
  - ソース・プログラムからの変換
- (5) オブジェクト・プログラムの生成
  - ・ポーランド記法の解釈実行
  - 木構造から機械語への変換
- ⑥ 最適化

## 指導上の留意点

- (1) ハードウェアとソフトウェアの関係を示す身近な例としては、カメラと撮影技術、楽器と楽符など をあげればよい。
- (2) アプリケーション・パッケージを説明する際、パッケージ名が各メーカで異なることに注意し、代表的なものをいくつかあげて説明する。

# 第2章 オペレーティング・システムの概念

## 用 語 この章では次の用語を教える。

スループット,ターン・アラウンド・タイム,アベイラビリティ,ジョブ管理,ジョブ制御言語,連続処理,スケジューリング,タスク管理,割込処理,非同期処理,多重処理,データ管理,IOCS

# 目 標

コンピュータの性能は、オペレーティング・システムの性能に依存するところが多い。ソフトウェアの中でも最も難解なオペレーティング・システムの機能について、その概略を理解させる。

# 内容

# - 2.1 オペレーティング・システム発生の背景と目標

(1) オペレーティング・システム発生の背景

初期のコンピュータにはオペレーティング・システムらしきものとしてはわずかに入出力制御プログラム (IOCS) があったのみで、あとは全てユーザのプログラムやオペレータにたよっていた。とうした背景をもとにオペレーティング・システムの起源とその必要性を次の点から説明していく。

- CPUの速さと周辺装置の速さとのギャップによる空き時間の利用に対する要求
- プログラムとプログラムの間の運転準備時間の節減に対する要求
- ・メモリーの効果的な利用に対する要求
- ・オペレータの介入削減に対する要求
- 周辺装置の効果的な利用に対する要求など
- (2) オペレーティング・システムの目標

オペレーティング・システムの目標はつまるところ、次のような点にあることを説明する。

- スループットの向上
- ・ ターン・アラウンド・タイム(応答時間)の短縮
- 処理形態の汎用性の向上
- 使いやすさ
- アベイラビリティの向上

# 2.2 オペレーティング・システムの体系と機能

(1) オペレーティング・システムの体系 オペレーティング・システムの解釈は人によって多少の相異があるが、広義には図2-1のようにな り、狭義には管理プログラムのみをさすことを説明する。

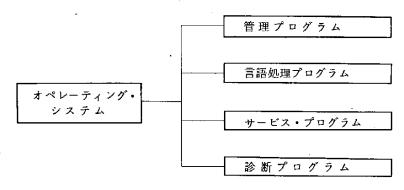


図2-1 オペレーティング・システムの構成

- (2) オペレーティング・システムの機能 とこでは管理プログラムのみの機能をとりあげ、次のような管理機能について説明する。
  - ① ジョブ管理
    - ・ジョブ制御言語
    - ・連続処理
    - リソース・アロケーション
    - ・スケジューリング
  - ② タスク管理
    - 割込処理
    - 非同期処理
    - 多重処理
    - ダイナミック・アロケーション
  - ③ データ管理 (ファイル管理)
    - · IOCS
    - ファイル制御
    - データ制御
    - デバイス・ボリウム制御

#### 指導上の留意点

- (1) オペレーティング・システムの概念は理解しにくいので、できるだけ具体例をあげて説明するとよい。
- (2) オペレーティング・システムの概念を理解させるのがこの章の目標であるから、細かいところを深 追いせずに機能単位の説明に重点をおくこと。

# 第3章 プログラミング言語の概要

## 用 語 この章では次の用語を教える。

コンピュータ向き言語,手続き向き言語,シミュレーション言語,リスト処理言語,数式処理 言語

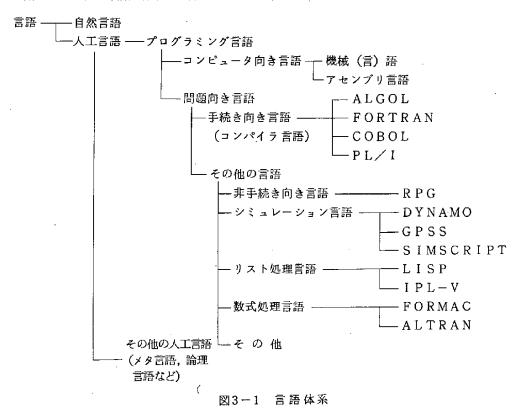
# 日 標

プログラミング言語の体系を示し、各言語の特徴、用途についてその概略を説明し、プログラミング 言語の多様性を認識させる。

# 内容

## 3.1 プログラミング言語の体系

図3-1を用いて言語の体系と種類について説明し、言語体系の概要を把握させる。



## 3.2 プログラミング言語

ここでは3.1で説明されたプログラミング言語について、その特徴、用途などの概略について以下の事項について説明する。

#### ① コンピュータ向き言語

## 特 徴

- ・歴史的に最も古い言語
- 命令の記号、記述の形式などがコンピュータに左右される
- ・修得に多くの時間を要する
- メモリの使用効率がよい
- 処理時間が短くてすむ

## 用途・その他

- ・現在ではコンパイラの作成や超小型のコンピュータ、オンラインのプログラムなどで用いられる 以外あまり使用されていない。
- ・機械言語、アセンブリ言語がこの言語に属する。
- ② 手続き向き言語(コンパイラ言語)

#### 特徴

- ・次に実行されるべき命令の順序がユーザによって指定される
- ・プログラムに書かれている順序と実行の順序とがほとんど一致している
- ・記述形式等がコンピュータにほとんど左右されない(互換性)
- ・コンピュータ向き言語に比べて、短時間で修得できる
- プログラムの修正が容易である
- ・文書化が容易である
- ・目的プログラムは、コンピュータ向き言語で作られたプログラムより、メモリ使用効率、処理時間効率の点でいずれも劣ることが多い

## 用途・その他

・手続き向き言語には次のようなものがある

ALGOL

FORTRAN

COBOL

PL/I

- ・COBOLは事務計算、ALGOLとFORTRANは科学技術計算に適している。PL/Iは事務計算、科学技術計算いずれにも向いている。
- ③ 非手続き向き言語

#### 特微

・プログラムに書かれている順序と実行される順序とが必ずしも一致しない

• その他は手続き向き言語の特徴とほぼ同じである。

## 用途・その他

- ・報告書の作成業務に適している
- RPGがとの言語に属する
- ④ シミュレーション言語

### 特 徴

- システムの変化の状態が連続系であるか離散系であるかにより異なる言語を用いる
- ・記述形式は流れ図式のもの(たとえばGPSS)とステートメント式(たとえばSIMSCRIPT)があるが、いずれもコンピュータの機種にはほとんど左右されない

### 用途・その他

- システムの状態の変化を調べるのによく使われる。
- これには次のような言語がある

DYNAMO

GPSS

SIMSCRIPTなど

## ⑤ リスト処理言語

## 特 徴

- 日常語とかけはなれているので文書化には適しない
- ・ごく一部の人にしか使われていない
- •情報の挿入,削除が容易にできる

#### 用途・その他

・との言語の代表的なものとしては次のようなものがある

IPL-V (Information Processing Language-V)

LISP (LISt Processing)

L<sup>6</sup> (Bell Telephone <u>Laboratories Low-Level Linked List Language</u>)

## ⑥ 数式処理言語

## 特 徴

- ・数式を直接処理できる
- FORTRANの影響を受けているところが多い

#### 用途・その他

- ・数式を処理するのに適している
- との言語の代表的なものとしては次のようなものがある
   FORMAC (FORmula MAnipulation Compiler), ALTRAN
- ⑦ その他の言語

いままで紹介してきた言語のほかに、次のような言語もあることに触れる。

オンライン・システムで使用される数値計算用言語

JOSS (JOHNNIAC Open Shop System)

QUIKTRAN

BASIC (Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code)

MAP (Mathematical Analysis Program)

ストリング処理言語

SNOBOL

COMIT

• 数値制御用言語

APT (Automatically Programming Tools)

・ 土木工学で用いられる言語

COGO (COrdinate GeOmetry)

STRESS (STRuctural Engineering System Solver)

## 指導上の留意点

- (1) 言語体系は人によって差異があるので説明の際は注意を要する。図3-1の体系は、情報処理用語 J I S原案作成委員会WG 2 の第 15 回委員会(S 48.12.2.1)の席上で認められ、それに多少の手を加えたものである。
- (2) 各言語の特徴,用途を説明するときはその言語で書かれたプログラムを例示しながら説明するとよい。
- (3) 日常あまり耳にしない言語を説明するときは、原語を附加することにより用途がより一層明確になるものがある。

例 MAP (Mathematically Analysis Program)

- (4) 言語の種類が数多く存在する理由として次の点から説明するとよい
  - ・コンピュータ利用の多様化
  - ・使い易さに対する要求
    - → 日常言語への接近
    - → 汎用言語から専用言語への移行
  - ・修得の容易さに対する要求
  - 処理効率の向上に対する要求
  - ・プログラム作成効率の向上に対する要求

# 第4章 COBOLの概要

# 用 語 この章では次の用語を教える

乱呼出し、SEEK命令、RELEASE命令、RETURN命令、SORT命令、報告書作成 LINE-COUNTER、PAGE-COUNTER、報告書節、REPORT句、GENE-RATE命令、INITIATE命令、TERMINATE命令、区分化、SECTION句、登 録集

# 目 標

事務計算用の代表的な言語としてCOBOLの歴史的背景およびCOBOLのさまざまな機能および COBOLプログラムの特徴、構成についてその概略を説明する。

# 内容

# 4.1 COBOLの歴史

次の項目に触れながらCOBOL言語の発展過程を説明する。

- ・CODASYLの設立目的と構成
- COBOL -- 60
- COBOL 61
- · COBOL-61 EXTENDED
- · COBOL-65
- COBOL-68
- · JIS COBOL

## 4.2 COBOL 概要

(1) COBOLの特徴

COBOLの特徴を次の点から説明する

- 機種間の互換性がある(標準化)
- 文書化に適している
- 修得が容易である
- ・プログラムの作成効率がよい
- ・プログラム修正が容易である

- ・目的プログラムの実行効率(処理時間効率)は機械語、アセンブリ言語より劣る。
- ・事務処理用の言語として向いている。
- ・各センテンスは、原則として必要語 (Key Word) と補助語 (Optional Word) より構成されている。

## (2) COBOL規格の構造

COBOL規格の構造について図4-1 (JIS規格)をもとにして説明する。

- ・機能単位の水準
- 表の見方

			機 前	į į	位 位		
中 核	表操作	順呼出し	乱呼出し	分 類	報告書作成	区分化	登録化
2中核1,2	3 表操 1, 3	2順呼1,2	2乱呼0,2	2分類0,2	2 報告 0, 2	2区分0,2	2登録0,2
6	9 2 表操 1, 3	11	13	15	17	19	21
1 中核 1, 2	8	1順呼1,2	1 乱呼 0, 2	1分類0,2	1 報告 0, 2	1区分0,2	1登録 0, 2
	1 表操 1, 3		12	14	16	18	20
5	7	10	空	空	空	空	空

図4-1 COBOL規格の構成

## (3) COBOL機能概要

COBOL機能の概要について、図4-1の太わくの部分について次の点からその概要を説明する。

- ① 乱呼出し
  - 概 要
  - ・ 乱呼出しとはどんなことか、その機能と目的を中心に説明する。
  - ・環境部の書き方

入出力節

ファイル管理段落

入出力管理段落

データ部の書き方

ファイル節

ファイル記述項

レコード記述項

BLOCK句

DATA RECORD句 LABEL RECORD句

RECORD CONTAINS句

VALUE OF句

・手続き部の書き方

CLOSE命令

OPEN命令

READ命令

SEEK命令

WRITE命令

- ② 分類
  - •概 要

分類とはどんなことか、その機能と目的を中心に説明する。

・環境部の書き方

入出力節

ファイル管理段落

• データ部の書き方

ファイル節

分類用ファイル記述項

・手続き部の書き方

RELEASE命令

RETURN命令

SOR T命令

- ③ 報告書作成
  - 概要

報告書作成とはどんなことか、その機能と目的を中心に説明する。

言語の概念

報告書作成機能を理解するのに必要な言語として、とくに次の2つを説明する。

LINE-COUNTER

PAGE-COUNTER

データ部の書き方

ファイル節

#### 報告書節

報告書記述項

報告集団記述項

COLUMN NUMBER句

データ名句

LINE NUMBER句

NEXT GROUP句

PAGE LIMIT句

REPORT句

SOURCEおよびVALUE句

TYPE句

・・手続き部の書き方

GENERATE命令

INITIATE命令

TERMINATE命令

- ④ 区分化
  - 概 要

区分化とはどんなことか、その機能と目的を中心に説明する。

プログラムの区分

固定部分

独立区分

常駐区分

- ·SECT | ON句
- ⑤ 登 録 集
  - 概 要

登録集とはどんなものか、その機能と目的を中心に説明する。

- COPY命令
- (4) プログラム例の解説

簡単なプログラムを例示しながら、各文のもつ意味の概略を説明する。これによりCOBOLの概要を復習するのに役立つ。

#### 指導上の留意点

- (1) 図4-1 において、中核、表操作、順呼出しの部分は「初級情報処理技術者育成指針」の中で取扱われているので、ことでは図4-1 の太わくの部分をとり扱う。
- (2) (4)を説明するときは、①~⑤の機能を適当に使用したプログラムを例示しながら、用法を理解させるとよい。
- (3) (4)を説明するときは、単独な命令の文法を中心としたものではなく、その命令 (機能) と、中核との関連性などを説明していく。

# 第5章 FORTRANの概要

# 用 語 この章では次の用語を教える

倍精度実数型,複素数型,論理型,文字型,論理代入文,ASSIGN文,割当て形GO TO文,論理IF文,REWIND文,BACKSPACE文,ENDFILE文,EXTERNAL文,型宣言文,DATA文,E変換,G変換,D変換,L変換,H変換,X変換,A変換

# 目 標

科学技術計算用の代表的な 言語としての FORTRANの歴史的背景および FORTRAN (水準7000) の機能および FORTRANプログラムの特徴、構成についてその概略を説明する。

# 内容

#### 5.1 FORTRANの歴史

次の項目に触れながら FORTRANの発展過程を説明する。

- 704 FORTRAN
- FORTRAN I
- FORTRAN II
- ( FORTRAN II )
  - FORTRAN IV
  - · ISO FORTRAN
  - · JIS FORTRAN

#### 5.2 FORTRAN概要

## (1) 特 徵

FORTRANの特徴を次の点から説明する

- 機種間の互換性がある(標準化)。
- 数式がほとんどそのままの形で記述できる
- 修得が容易である
- プログラムの作成効率がよい
- プログラムの修正が容易である
- 目的プログラムの実行効率(処理時間効率)は機械語,アセンブリ言語より劣る
- 科学技術計算用の言語として向いている

## (2) JIS FORTRANの構成

JIS FORTRANについて次の点から概略を説明する

- ・三つの水準(3000,5000,7000)を設けた理由
- ・三つの水準 (3000,5000,7000) の内容
- 各水準間の主な相異点
- (3) FORTRAN機能の概要

JIS FORTRAN 3000になくて、水準 5000または 7000にはある機能を中心に、その概要を説明する。

- ① データの型
  - 倍精度実数型
  - ・複素数型
  - ・論理型
  - ・文字型
- ② 代入文
  - ・論理代入文
  - ・ASSIGN文
- ③ 制御文
  - ・割当て形GO TO文
  - ・論理IF文
  - · DOの拡張範囲
- ④ 入出力文
  - · REWIND文
  - · BACKSPACE文
  - ENDFILE文
- ⑤ 整合寸法
- ⑥ 宣言文
  - ·EXTERNAL文
  - 型宣言文
- ⑦ DATA文
- ⑧ FORMAT文
  - 欄区切り
  - 反復
  - けた移動数
  - 数値の変換

E変換, G変換, D変換

論理型の変換

#### L変換

・文字の変換

## H変換, X変換, A変換

- ⑨ 組込み関数
  - 最大値
  - 最小値
  - 切捨て
  - 剰 余
- (10) 基本外部関数
  - 常用対数
  - 剰 余
  - 絶対値

# 指導上の留意点

- (1) 「初級情報処理技術者育成指針」は JIS FORTRAN 3000を対象としているので、ことでは水準3000になくて、水準5000または7000にはある機能について説明する。
- (2) 5.1のFORTRANの歴史のところでは、とくにFORTRAN ILと FORTRAN IVの言語 機能の相異点、互換性をさまたげている点などを説明するとよい。また、ISO FORTRANとJIS FORTRANを対比させて、標準化の現状についてもふれる必要がある。
- (3) (3) ① 「データの型」を説明するときに、それぞれの型の定数名、変数名についても触れるとよい。

# 第6章 ソフトウェアの評価

## 用語 この章では次の用語を教える

分類・比較法、インストラクション・ミックス法、ギブソン・ミックス、コマーシャル・ミックス、カーネル法、ベンチマーク法、SCERT、CSS、PACSS

# 目標

ソフトウェアの評価がどのような方法でなされるのか、その評価方法の種類と概要を理解させる。

# 内容

## 6.1 ソフトウェア評価の対象

評価の対象として次のようなものがあることを説明する

- ・スループット
- 応答時間
- ジョブの実行時間
- · 信頼性
- 使い易さ

#### 6.2 評価の方法

評価を行なう場合、上記のような様々の観点があり、これらはいちがいにソフトウェアだけの評価とは、いい難いが、次の評価の方法についてその概要を簡単に説明するとよい。

- ・分類・比較法
- ・インストラクション・ミックス法
- ・ ギブソン・ミックス (科学技術計算)
- ・ コマーシャル・ミックス (事務計算)
- カーネル法
- ベンチマーク法
- ・数学モデルによる理論的解析手法
- シミュレーション解析手法

SCERT, CSS, PACSS

## 指導上の留意点

- (1) 評価の方法は上記のほかにいろいろなものが開発されている。
- (2) ソフトウェアの評価といっても、評価をする際にはハードウェアとのからみがあって、通常コンピュータ・システムとして評価されることが多い。

## 参考文献

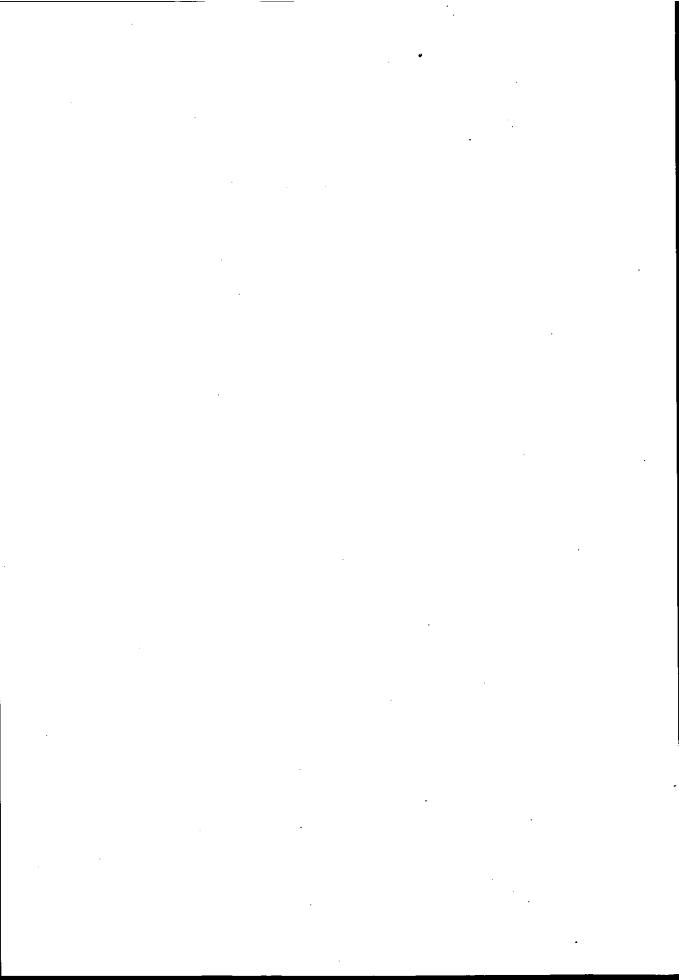
- (1) 日本ユニバック総合研究所編「総合コンピュータ辞典」、日本経営出版会
- (2) 「コンパイラ特集号,情報処理,VOL 11, No. 6, 1970」、情報処理学会
- (3) 「プログラミング言語ハンドブック」日本経営出版会
- (4) 「JIS COBOL」、オーム社
- (5) 「JIS C 6205 電子計算機プログラム用言語」、日本規格協会
- (6) 「JIS C 6201 電子計算機プログラム用言語 FORTRAN (水準 7000)」、日本規格協会
- (7) 「JIS C 6202 電子計算機プログラム用言語 FORTRAN (水準5000)」、 日本規格協会
- (8) 「JIS C 6203 電子計算機プログラム用言語 FORTRAN (水準3000)」、日本規格協会
- (9) 「宮口忠義; JIS FORTRANの非局所的文法について,

情報処理 VOL 11, No. 4, 1970 」, 情報処理学会

(10) 「石田 晴久; 、ギブソンミックスの起源について!

情報処理, VOL 13, No. 5, 1972」, 情報処理学会

(11) 「システム評価特集号 ; 情報処理, VOL 13, No. 11, 1972」, 情報処理学会



# プログラミング言語(1) FORTRAN

# 目 次

第1章	FORTRAN概論 ·······130
第2章	FORTRAN プログラム形式131
2. 1	行131
2.2	文
2. 3	文の番号132
2.4	英字名
第3章	データ
3.1	データの型
3.2	定 数133
3, 3	変数と配列
3. 4	演習問題 (1)
第4章	式
4. 1	算術式135
4.2	関係式
4.3	論理式135
4.4	演習問題 (2)
第 5章	実行文
5. 1	算術代入文と論理代入文
5. 2	GO TO文とASSIGN文137
5.3	算術 I F文137
5. 4	論理 I F文 ······137
5, 5	CALL文
5. 6	RETURN文137
5. 7	CONTINUE文138
5.8	STOP文とPAUSE文138
5. 9	DO文 ·138
5.10	READ文とWRITE文 138

	100
5.11	補助入出力文
5.12	演習問題(3)139
第6章	非実行文141
6.1	配列の宣言
6.2	型宣言文とDIMENSION文 ······141
6.3	COMMON文 ······141
6.4	EQUIVALENCE文 ······141
6.5	EXTERNAL文142
6.6	DATA文 ······142
6.7	FORMAT文142
6.8	演習問題 (4)142
第7章	手続きと副プログラム144
7.1	文閔数144
7.2	組込み関数と基本外部関数144
7. 3	手続き副プログラムと外部手続き144
7.4	初期値設定副プログラム
7.5	演習問題(5)
第8章	その他146
8.1	効率のよいプログラム146
8.2	精 度146
第9章	まとめ147

.

# 科目「プログラミング言語(1) FORTRAN |

# 教育の目標

JIS水準7000の FORTRAN言語でプログラムを作成する能力を修得させる。

まず、プログラムの第一条件は正しいことであるから、文法規則の不十分な理解のために誤った使い方をすることのないようにする。そのため、特に誤解し易いところ、記憶があいまいになりがちなところなどは、重点的に説明する。この際、文法規則は勝手に決められたものではなく、すべて意味を持っていることを教え、何故そのような規則になっているかを説明すると理解し易くなる。

次に、単に正しいだけでなくすぐれたプログラムを作るためには、言語のすべての機能について習熟させねばならない。そのため、各機能はどのような場合に使用すると有効であるかを具体例で示し、実際の問題にあたって常に最適の機能を選択できる能力を修得させる。

また、プログラムをわかり易く書くということは非常に重要であり、誤りを少なくするのに役立つと同時に、プログラム自体の価値をも高めることを教える。ここで、わかり易いプログラムとは、論理・技法が平明であること、プログラムの構造が単純であることの他に、プログラムの実行には関係ない形式的な記述法(コーディング形式)の工夫にも大きく左右されることを理解させ、正しいコーディングの仕方を身につけさせる。

# 時間配分

章	履習時間 (時間)		
	講義	実 習	
1. FORTRAN 概論	. 1		
2. FORTRANプログラム形式	2		
3. データ	3		
4. 式	5		
5. 実行文	5	10	
6. 非実行文	6	10	
7. 手続きと副プログラム	4	10	
8. その他	2		
9. まとめ	2		
合 計	30	30	

# 第1章 FORTRAN概論

# 目標

FORTRANの概略を理解させ、プログラミング言語としての位置づけを行なう。.

# 内容

FORTRANの概略をどく簡単に説明し、プログラミング言語としての位置づけを行なう。また、FORTRANの歴史、現状、国際規格やJISについても説明する。

# 第2章 FORTRANプログラム形式

# 目標

FORTRANプログラムの形式について正確な知識を与え、わかり易いプログラムを書くための基本的な手法を教える。

# 内容

## 2.1 行

注釈行、END行、開始行、継続行を説明する。

注釈行の適切な使い方を教える。FORTRANプログラムでは,注釈を書けるのは注釈行の中だけであり(継続行の第 $1\sim5$ けたにも書けないことはない),注釈行を豊富に書くことによってプログラムはいちじるしくわかり易くなる。プログラムに関する説明は,ドキュメントや流れ図に十分に記述されているだろうが,重複をいとわずプログラムの中にも注釈として書く習慣をつけさせたい。

注釈に書くものとしては、次のようなものが考えられる。(もちろん、これを全部書く必要はない)

- ① プログラム名称
- ② プログラムの目的または機能の概略
- ③ 作成日,作成者名
- ④ 言語水準,使用機種
- ⑤ プログラムの使用法 特に、呼出し時のパラメータ、入出力データの形式、入出力装置を示す整数値とファイルとの対 応
- ⑥ 使用している外部手続き
- (7) 論理の概略
- ⑧ 変数や配列などの説明
- ⑨ プログラムがいくつかの段落に分けられるとき、各段落の始めに書くその段落の説明
- ⑩ 使用する処理系に左右される個所の説明
- ① その他注釈行は、継続行の前には書けないことを注意する。

#### 2.2 文

文と行との関係を説明する。

文の中では、文字定数の中などを除いて空白は意味を持たないので自由に使ってよい。空白を適当に使うとプログラムが見易くなることを教える。空白の用い方には、例えば次のようなものがある。

- ① 継続行は第7けたから始めず、左端を数けたあける。
- ② DOの範囲の中の文も、左端を数けたあける。DOが入れ子になつているときには、あけるけた数を増やしていく。
- ③ 型宣言文などでは、各英字名の左段が縦に揃うようにする。

### 2.3 文の番号

文の番号の書き方を説明する。

文の番号は、統一した書き方をするのがよいことを教える。第 $1\sim5$  けたのどこに書いてもよいことになっているが、左詰め(第1 けたはあけるのがよい)か右詰めのどちらかに決めた方が見易い。あるいは、ある規則を設けて左詰めと右詰めとを混用するような工夫を示唆してもよい。先行する0 についても同様である。先行する0 については、(GO TO文などで)参照する方も同じにする。

番号のつけ方についても、いろいろの方法を教える。例えば、番号は昇順になっていると探し易いので、大きな段落ごとに1000番台、2000番台などと決め、その中で10づつ増やしていくようなやり方がある。FORMAT文やDOの端末文などには特別なつけ方をすることも考えられる。

# 2.4 英字名

英字名の書き方を説明する。

英字名はできるだけ意味を持ったつけ方をするように指導する。整数型や実数型の英字名は、暗黙の 型宣言と一致することが望ましいし、実数型、倍精度実数型、複素数型が混在するときには、最初の文 字などで型が判別できるようにするのがよい。

## 指導上の留意点

コーディング手法については、まず、研修生に工夫させ、それからいろいろな方法を教えるのがよい。

# 第3章 データ

用 語 この章では次の用語を教える。

倍精度実数型、倍精度実定数、複素定数

# 目 標

データの型と定数、変数、配列を教え、それらを自由に使えるようにする。

# 内容

#### 3.1 データの型

データの六つの型を説明する。

整数型,実数型,倍精度実数型のデータのとれる値の範囲や,実数型,倍精度実数型のデータの値の 精度,および一つの記憶単位に入る文字型データの文字数などは,処理系によって異ることを注意する。

## 3.2 定数

各型の定数の書き方を説明する。

特に、実定数、**倍精度実定数、複素定数**の書き方はていねいに説明する。たとえ有効けた数が多くとも指数部に文字Dを書かない限り倍精度実定数にはならないことを注意する。また、文字定数の中の空白は意味を持つことを注意する。

## 3.3 変数と配列

変数と配列について説明する。特に、配列がコンピュータ内部では通常どのような形をとるかの具体的なイメージを持たせる。変数や配列の型は、暗黙の型宣言による以外に型宣言文によって宣言できることを教え、五つの型宣言文を簡単に説明する。変数や配列を文字型と宣言する方法はなく他の型で代用すること、その際、実数型などで代用すると代入文などでは正規化などにより内容が変えられる危険があることを注意する。

DIMENSION文や型宣言文による配列の宣言の方法を簡単に説明する。整合寸法についてはこ こでは触れない。配列の添字と添字式を説明し、添字の値と配列要素との対応、添字式の書き方などを 教える。

## 3.4 演習問題(1)

(a) 各型の定数の例をいくつかあげさせる。

- (b) 各型の定数として正しいものと誤ったものとの区別をさせる。
- (c) 2次元や3次元の配列について、配列要素の並び方を図に書かせる。
- (d) 添字式として正しいものと誤ったものとの区別をさせる。

## 指導上の留意点

2次元、3次元の配列の構造を理解させることは重要であり、具体的な例を多くあげて説明する。

# 第4章 式

用 語 との章では次の用語を教える。

関係式,複素数型,論理式,論理1次子,論理因子,論理項,関係演算子,論理演算子

# 目 標

FORTRAN言語の中心的機能である式を教え、それがどのように構成され、どのように評価されるかについて十分に理解させる。

# 内容

### 4.1 算術式

算術式の書き方と構成規則を説明する。1次子、因子、項などの概念を完全に把握させる。演算子の結合の強さは式の構成規則によって定まることを教え、それが日常の演算子の優先順位の概念と一致することを確認させる。異なった型どうしの演算が許される場合をあげ、それ以外の演算は禁じられていることを注意する。

## 4.2 関係式

**関係式**を説明する。実数型や倍精度実数型の値どうしを等しいかどうか比較するには精度の問題があり、必ずしも期待した結果が得られないことを注意する。

**複素数型**の値どうしの比較は,等しいかどうかの比較だけでも禁じられているととを注意する。

# 4.3 論理式

論理式の書き方と構成規則を説明する。論理1次子,論理因子,論理項などの概念を完全に把握させる。 演算子の結合の強さは式の構成規則によって定まることを,算術演算子,関係演算子も含めて教える。

論理演算子の優先順位は、算術演算子と違ってあまり慣れていないことが多いので、NOTはAND、ORより優先すること、ANDはORより優先することを徹底させる。複雑な論理式の場合には、たとえ必要でなくてもかってを用いて、見易くまた誤りを少なくするように指導するのもよい。

ANDやORを含んだ論理式の値が評価されるときには、必ずしもその中のすべての要素が評価されるとは限らないことを説明し、特に「副作用」を持つ関係を引用する場合についての注意を与える。

#### 4.4 演習問題(2)

(a) 1次子や因子など式の要素の例をいくつかあげさせる。

- (b) 式の要素を示し、1次子や因子などに分類させる。
- (c) 複雑な式を示し、かってを入れさせて要素に分解させる。また、各要素や式の型も答えさせる。 この際、誤った例(例えば連続したべき演算子、あるいは禁じられた型の混合演算など)も含める。
- (d) 多くのステップに分けられた計算を、一つの式にまとめさせる。
- (e) 論理問題を与え,一つの論理式にまとめさせる。

## 指導上の留意点

式の構成規則の厳密な説明は敬遠されがちだが、これを十分に理解しないと、複雑な式を書いたとき に、禁じられた型の混合演算の誤りをおかしたり、中間結果のオーバフローを見過ごしたりするので、 納得のいくまで説明しなければならない。

# 第5章 実行文

## 目標

各実行文の働きを十分理解させ、その有効適切な使い方を修得させる。

# 内容

## 5.1 算術代入文と論理代入文

- (a) 算術代入文について特に左辺と右辺との型が異る場合の割当て規則に重点を置いて説明する。
- (b) 論理代入文を説明しその有効な使い方を具体例で示す。

## 5.2 GO TO文とASSIGN文

- (a) 単純GO TO文を説明する。
- (b) 計算形GO TO文を説明し、その有効な使い方を具体例で示す。
- (c) 割当て形GO TO文とASSIGN文とを説明し、計算形GO TO文との違いを理解させる。

## 5.3 算術 I F 文

算術IF文を説明する。

実数型および倍精度実数型の値のゼロ判定については、精度の問題があることを注意する。

算術IF文は3方向への分岐であるが、一般には2方向への分岐として使われることが多く、しかもその一つは直後の文であることが多いので、そのような場合には、(低水準の言語との互換性を考えなければ)論理IF文とGO TO文を使ってもよいことを教える。

#### 5.4 論理 I F 文

論理IF文を説明する。

論理式や論理代入文と関連させて、有効な使い方を説明する。また、論理IF文の中に書いてはならない文について注意する。

#### 5.5 CALL文

CALL文を説明する。

サブルーチン副プログラムとの関連については、簡単な説明にとどめる。

## 5.6 RETURN文

RETURN文を説明する。

サブルーチン副プログラムの中で実行する場合と、関数副プログラムの中で実行する場合との違いを 理解させる。

#### 5.7 CONTINUE文

CONT I NUE文を説明する。

CONTINUE文の有効な使い方、すなわち文の番号をつけてラベル専用に使う使い方、特にDO文に対応する端末文として使う場合について説明する。

## 5.8 STOP文とPAUSE文

(a) STOP文を説明する。

STOP文は副プログラムの中にも書けることを注意する。

(b) PAUSE文を説明する。

実行の途中で手動操作を必要とするような例をあげて、PAUSE文の使い方を示す。 ジョブの実行途中で手動操作を行なうと計算機システムの使用効率を下げるため、PAUSE文を 禁止または無視している処理系も多いことを注意する。

## 5.9 DO 文

DO文を説明する。

DOの範囲,DOの入れ子について説明し、DO文によってプログラムの制御がどのようになるかを 理解させる。

次の点を注意する。

- ① DOのパラメータは正でなければならない。
- ② DOのパラメータに、N-1のような式を書くことはできない。このような場合には、式の値を 一度他の変数に代入しておく必要がある。
- ③ 制御変数やパラメータを、DOの範囲の中で再定義してはならない。
- ④ DOが満足されたときの制御変数の値は不定である。
- ⑤ 端末文に書ける文には制限がある。

DOの拡張範囲を説明する。

## 5.10 READ文とWRITE文

書式つきおよび書式なしのREAD文とWRITE文とについて説明する。

入出力並びについて、特にDO形並びに重点を置いて説明する。配列名だけを書いた場合と、それに 同等なDO形並びを示し、その効率の違いを教える。入力並びの中のDO形仕様の制御変数やパラメー タは、対応する並びの中では添字の中にしか書いてはならないことを、DO文の場合と関連させて注意 する(ただし、入れ子をなす内部のDO形並びの中のパラメータとして書くのは許されるのが普通であ る)。 FORMAT文は、ここではごく簡単に説明するにとどめる。

書式つきREAD文はカード読取装置に、書式つきWRITE文は行印字機に対して用いられるのか普通であり、歴史的にそれぞれの装置が5と6で識別されていることを教える。データの処理と結果の出力とを別々のジョブでやるために、行印字機でないファイルに対して書式つきWRITE文を用いるような例も示す。

書式なしREAD文とWRITE文は、処理の途中でデータをファイルに保存し、のちに参照したり、ジョブからジョブへデータを受け渡したりするのに適していることを説明する。

入出力装置を識別する整数は変数としても与えることができることを教え、その有効な使い方を分類 プログラムなどの例で示す。

## 5.11 補助入出力文

三つの補助入出力文を説明する。

REWIND文やBACKS PACE文は、磁気テープに限らず直接アクセス装置上のファイルに対しても使用できること、またカード読取装置や行印字機などに対しては通常は使用できないことを教える。WRITE文を実行すると「次の記録」は存在しなくなることを、REWIND文やBACKS PACE文の使用と関連させて注意する。

#### 5.12 演習問題(3)

- (a) 各種の簡単な数値計算問題を与え、プログラムを作らせる。
- (b) 複素数型の演算を行なう簡単な問題を与え、複素数型のデータを用いる場合と、実数型のデータだけで処理する場合の両方の解き方を試みさせる。
- (c) 二つの論理値の排他的論理和を求める方法を考えさせる。
  - 一般には、一つの式で求まるが、それぞれの論理値が非常に複雑な論理式で表わされる場合を想定して、論理代入文や論理 I F 文を用いる方法も考えさせる。
- (d) 端末文を共有して二つのDOの範囲が入れ子をなしているようなプログラムを、DO文の代りに算術IF文または論理IF文を用いて書き換えさせる。
- (e) nとkを与えられて  $\sum\limits_{i=1}^{n}i^{k}$  を求めるようなプログラムを作らせる。ただし、kは1, 2, 3の どれかとする。
- (f) 2次元の配列があるとき、その行を行の中の絶対値が最大なものの値の順に並べかえるプログラムを作らせる。
- (g) 固定形式のデータ・カード群を読んでマスタ・ファイルを作成し、更に他のデータ・カード群を読んで最初のマスタ・ファイルと照合しながら各種の計算をして計算結果を印刷すると同時に、新しいマスタ・ファイルを作成するようなプログラムを作らせる。ただし、カードやファイルは、あるキーで昇順に分類されているものとする。
- (h) ファイルの中の記録を逆順に並べかえるようなプログラムを作らせる。ただし、記録の大きさは固定とする。

## 指導上の留意点

- (1) 実行文は比較的わかり易いが、計算型 GO TO文、DO文、入出力並びなどを重点的に説明するのがよい。
- (2) プログラム内部での分岐はプログラムを複雑にするもとなので、最小限にとどめるように指導する。

# 第6章 非実行文

用 語 との章では次の用語を教える。

整合寸法、共通ブロック

## 目 標

各非実行文の書き方と意味を十分理解させ、その有効適切な使い方を修得させる。

## 内容

### 6.1 配列の宣言

配列は、DIMENSION文、型宣言文、COMMON文で宣言できることを教え、配列宣言子について説明する。

整合寸法について説明し、その有効な使い方を行列の積を求めるサブルーチンなどの例で示す。

## 6.2 型宣言文とDIMENSION文

型宣言文では、変数、配列、関数の型を宣言し、同時に配列の寸法も宣言できることを説明する。 DIMENSION文は、配列の宣言だけを行なうことを説明する。

## 6.3 COMMON文

COMMON文の書き方と意味を説明する。

**共通ブロック**を持った複数のプログラムが結合されると、通常どのような配置になるかを説明し、共通ブロックの概念を把握させる。

ある共通ブロックの中の構成(変数や配列への分割の仕方)やその中の変数名,配列名は,異るプログラムの間では違っていても構わないこと,ただし必要がない限り同じ名前にしておくと間違いが少なくなることを教える。

#### 6.4 EQUIVALENCE文

EQUIVALENCE文の書き方と意味を説明し、特にCOMMON文と関連させて使用したときを注意する。

EQUIVALENCE文は、記憶場所を節約させるために記憶場所を共有させる場合と、同じデータ に別の名前をつけたり、配列に異った構造を与えたりしたい場合とがあることを教え、具体的な例を示す。 EQUIVALENCE文を多用すると、矛盾や混乱を生じ易いので、必ず対応関係を図などで表わす 習慣をつけさせる。

#### 6.5 EXTERNAL 文

EXTERNAL文の使用法を説明する。

具体的な例(数値積分を行なう簡単なプログラムを作り、それを種々の関数について使用する、など)で理解させる。EXTERNAL文で宣言するのを怠るとどのような不都合が起るかを説明する。

#### 6.6 DATA文

DATA文の書き方と意味を説明する。

変数名や配列要素名の項目と一般の定数の項目とは1対1に対応しなければならないことを注意し、 また文字定数の場合を除き型も一致させておくのが普通であることを教える。

配列名を書いたときには、そのすべての要素を順に書いたのと同等になることを注意し、配列の中の一部の連続した要素に初期値を与えるには、小さな配列とEQUIVALENCE文で結合させて行なうと便利であることを教える。

DATA文による初期値設定が、代入文による設定に比べてどう違うか、その利点(実行時の時間を必要としないこと、定数領域やプログラム領域を節約できること、文字定数が書けることなど)などを説明する。

文字定数を対応させるときは、対応関係は処理系に左右されることを注意する。

共通ブロックのデータに初期値を与えるのは初期値設定プログラムの中に限ること、無名共通ブロックには初期値を与えられないことを、プログラムの結合の仕組みを説明して理解させる。

#### 6.7 FORMAT文

FORMAT文の書き方と意味を説明する。

欄区切りや欄記述群を説明し、書式制御を十分理解させる。

数値の変換については、特に入力データに許される形式、出力データの形式、欄の幅などの制限など を注意する。

入力時のH変換では、書式仕様が書き換えられることを注意する。また、A変換では処理系により異ることを注意する。

配列内の書式仕様を説明し、入力や出力の書式が実行時に定まるような場合に有用であることを、具体例で示す。

#### 6.8 演習問題(4)

- (a) 行列の和や積を求めるサブルーチンを作らせて、整合寸法を利用させる。
- (b) 関数を与えられてそのグラフを印刷するようなサブルーチンを作らせる。ここで、独立変数の値の範囲や刻み、関数値の目盛などは共通ブロックで渡すこととし、関数名だけを引数として渡すよう

にする。

- (c) 3次元の配列のすべての要素を実行時に帰零するプログラムを作らせ、1次元の配列とEQUIVA-LENCE文で結合しておくと簡単にできることを学ばせる。
- (d) 寸法の同じ二つの対称行列に対していろいろな演算を行なわせる。ただし、記憶場所を節約するために、二つの対称行列は三角部分を重ね合せて記憶するような工夫をさせる。
- (e) 種々の欄記述子や欄記述群を用いるような入出力データの形式を与えて、プログラムを作らせる。
- (f) 2次元の実数型配列を見易く印刷するサブルーチンを作らせる。ただし、配列の寸法、1行に印刷する要素の個数、1個のデータの出力欄の幅などは、引数として渡されるものとする。

## 指導上の留意点

- (1) 非実行文は単独で説明してもわかりにくいので、できるだけプログラムの中に位置づけて説明する。
- (2) 書式仕様については、慣れることが肝心であり、多くの練習を積ませる。

# 第7章 手続きと副プログラム

## **用語** この章では次の用語を教える。

初期値設定副プログラム、名前付共通ブロック、

## 日 標

文関数、組込み関数、外部手続き、副プログラムについて十分理解させ、自由に使えるようにする。

## 内容

#### 7.1 文 関 数

文関数の定義の方法と、その引用の仕方を説明する。

文関数の型は、型宣言文で宣言できることを教える。文関数定義文の式には配列要素名や配列名を書いてはならないことを注意する。

文関数定義文は、一見して文関数とはわかりにくいので、前後に注釈行を入れるように指導する。

#### 7.2 組込み関数と基本外部関数

各組込み関数と基本外部関数について、その機能と使用法を説明する。

#### 7.3 手続き副プログラムと外部手続き

関数副プログラムとサブルーチン副プログラムの定義の方法を説明する。

関数副プログラムでは必ず引数が必要だが、サブルーチン副プログラムには引数はなくてもよいこと、 関数値の型はFUNCTION文で宣言するか暗黙の型宣言に従うことを注意する。

外部手続きの引用の中の実引数として書けるものを説明し、外部サブルーチンの場合には文字定数も 書けることを注意する。

実引数と仮引数との関係を説明し、実引数が文字定数の場合を除いては、型が一致しなければならないことを注意する。また、仮引数が配列名のときには、対応する実引数は配列要素名でもよいことを教え、その場合の要素の対応関係を示す。

暗黙の型宣言に従わない外部関数で基本外部関数でないものを引用するときには、型宣言文で型を宣言しておかねばならないことを注意する。

#### 7.4 初期値設定副プログラム

初期値設定副プログラムは名前付共通ブロック内のデータに初期値を設定するためのものであること

を説明し、その中に書ける文を説明する。

#### 7.5 演習問題(5)

- (a) 極座標を示す二つの実数型引数から複素数を求める文関数を作らせる。
- (b) 二つの論理値の排他的論理和を求める文関数を作らせる。
- (c) 各組込み関数や基本外部関数を使うような問題を与える。
- (d) 1次元の配列と寸法とを与えられて、絶対値が最大の要素の添字を求める関数副プログラムを作らせる。
- (e) 2次方程式の係数を与えて、実根を持つかどうかを判別する文関数を作らせる。
- (f) 3次元の配列と寸法とを与えられて、絶対値が最大の要素の添字を求め、引数に渡してやるサブルーチン副プログラムを作らせる。1次元の配列として求めた方が能率がよいので、更にサブルーチンを呼出すような方法を考えさせる。

## 指導上の留意点

大規模なプログラムを作るときには、それをいくつかの副プログラムに分割することが重要になる。 副プログラムにすることを負担に感じなくなるように、十分に理解させ慣れさせる。

# 第8章 その他

## 目 標

効率のよいプログラムを書くために知っておいた方がよい事柄や、精度に関する知識などを教える。

## 内容

#### 8.1 効率のよいプログラム

次のような点を注意する。

- (a) 同じ計算式が何度も現れ、その結果が同じであるようなときには、最初の結果を記憶しておいてそれを使うようにする。
- (b) DOループの中に、ループに無関係な計算があれば、ループに入る前に計算しておく。 ただし、(a) (b) ともに、処理系自身が最適化を行なうような場合には、このような配慮は不要である。
- (c) 2次元,3次元の配列の多用を避け、できるだけ1次元の配列ですませる。
- (d) 繰返し回数の多いDOループの中の効率化に努力する。(例えば、行列に関する計算のループの中で、対角要素のときだけ特殊処理をするようなときでも、ループの中では一般処理にとどめて、ループを終えてから対角要素だけ処理するのがよい。また、ループの中でサブルーチンを引用するような場合に、そのサブルーチンがあまり大きくなければ、ループの中に展開すると、実行速度は相当あがる。)

その他いろいろ考えられるが、処理系に依存するものが多いので、処理系を調べて教える必要がある。

#### 8.2 精 度

精度に関する説明をし、それが処理系により異ること、必要なら倍精度で計算を行なうこと、繰返し 回数が非常に多い計算では精度が失なわれ易いことなどを注意する。

# 第9章 まとめ

## 日 標

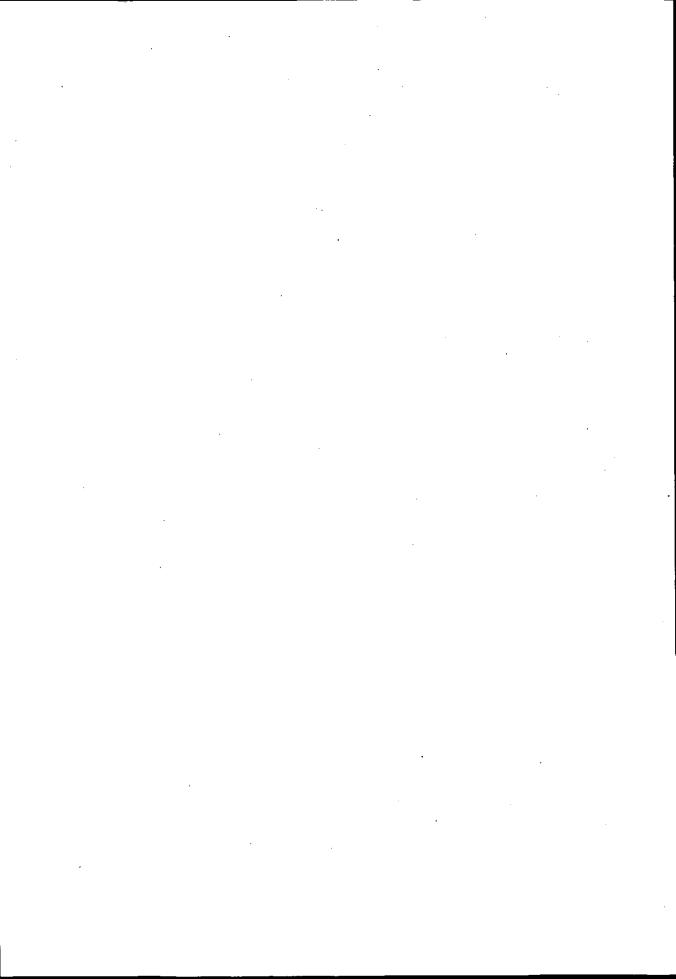
これまで説明してきた事柄をまとめるとともに、 補足説明を加える。

# 内容

文法上の復習をする。

プログラムの構造、文の順序、実行可能プログラム、オペレーティング・システムと FORTRAN プログラムとの関連などについて説明する。

現在実用に供されている各処理系を紹介し、デバグ機能についても説明する。



# プログラミング言語(2) COBOL

# 目 次

第1章	COBOLの概要 ····································	51
1. 1	l COBOLの歴史1	51
1. 2	2 JIS COBOL1	51
1. 3	3 COBOLの特徴 ····································	51
第2章	言語の概念	
2.1		
2. 2		
2.3		
2. 4	データ記述の概念1	53
2.5		
2. 6		
第 3 章	見出し部と環境部	
3. 1		
3. 2		
3. 3		
第4章	データ部	
4. 1	概 説15	
4.2	ファイル節	
4.3	ファイル記述項15	
4.4	レコード記述項	
4.5	作業場所節	
4.6	データ記述項 ····································	
4.7	連結節	
4, 8	演習問題 (3)	
第 5 章	手続き部	
5. 1	概 説	
5. 2	命令と文	
5. 3		

r 1	条件160
5.4	入出力命令
5.5	入出力命令 ····································
5, 6	演算命令 160
5. <b>7</b>	データ操作命令160
5.8	制御命令
5. 9	条件命令
5.10	表操作命令
5.11	使用命令162
5.12	デバグ命令162
5.13	副プログラム連結命令162
5.14	翻訳指示命令162
5.15	演習問題 (4)162
第6章	報告書機能164
6. 1	データ部
6.2	手続き部164
第7章	分類機能165
7. 1	概 説165
7.2	環境部165
7.3	データ部165
7. 4	手続き部165
第8章	区分化166
8.1	概 説166
8.2	プログラム区分の構造166
8. 3	
第9章	登録集167
9. 1	登録集の機能167
9. 2	複写命令167
第10章	予約語168
第11章	練習問題169

# 科目「プログラミング言語(2)COBOL」

## 教育の目標

最高水準のJIS COBOLと同程度のCOBOL言語を使用して、実務に使用できるプログラムが作成できる能力を修得させることを目標とする。

そのためには次のことが必要である。

(a) JIS COBOL (JIS C 6205) の文法規約の主要な部分について、構文規則、機能、正しい使い方を修得させる。

しかし、必ずしもJIS COBOLにこだわらず、実習に使用するコンピュータ・システムで現実に使われているCOBOL言語の仕様を含めてよい。

- (b) 実務によくあらわれるタイプの演習問題をプログラミングさせて、事務処理の特徴と、COBOL 言語を活用する技術を修得させる。
- (c) 実行速度、所要記憶容量、読みやすさの観点から効率のよいプログラムを作成するポイントについて、具体的な例を示して理解させ、実践できるようにする。
- (d) 実務に使用されるプログラムは企業にとって価値ある財産であり、かつその効用を保全し増進するため、必要に応じて維持改良がなされることを認識させ、プログラムの標準化に努め、維持し易く、拡張性の高いプログラムを作成する能力を修得させる。

## 本科目を履修すれば、

- (a) JIS COBOLの文法規約の全領域について独力で修得し応用できる。
- (b) 特定機種のマニュアルを参照して、COBOL文法のうち機種の違いによる影響をうける部分について的確と対処できる。
- (c) チームでプログラムの作成に従事する場合、初級程度のプログラマに対し、COBOLプログラミングについて指導的役割を果たせるようになる。
- (d) 2~3年の実務経験で、第1種情報処理技術者と同程度の能力に達する。

# 時間配分

		履 習	時	間(時間)	
章		講義		実	習
1.	・. COBOLの概要	1.5			
2.	言語の概念	4.5		2	
3.	見出し部と環境部・	4		3	
4.	データ部	6		5	
5.	手続き部	8.		5	
6.	報告書機能 -	1.5			
7.	分類機能	1.5			
8.	区分化	1			
9.	登録集	1			
10.	予約語	1			
11.	練習問題			15	
	合 計	30		30	l

# 第1章 COBOLの概要

用語 この章では次の用語を教える。

CODASYL, ANSI

## 目 標

初級教育で修得したCOBOLの歴史、特徴等を復習する。 JIS COBOL制定の意義、役割を理解させる。

## 内容

### 1.1 COBOLの歴史

- (a) CODASYLの設立と現在までの活動及び今後の計画について簡単に説明する。
- (b) ISO(国際標準化機構)のTC97が国際標準COBOLを制定するに至った経緯を簡単に説明する。
- (c) ISOの作業と平行して、米国ではANSI(米国規格協会)COBOLが、日本ではJISC (日本工業標準調査会)によるJIS COBOL規格が制定された経緯を簡単に説明する。

#### 1.2 JIS COBOL

- (a) JIS COBOLがISO推薦規格と内容は同一であるが、(ただし、通貨記号の相違 $\$ \rightarrow \Psi$ を除く)、規格の構成に若干の相違があることを説明する。
- (b) JIS COBOLの中核・機能単位分け、水準分けの設定とその便益について説明する。
- (c) JIS COBOLは、1967年以降にCODASYLが行なったCOBOLの改訂を含まないが、その理由と、現在までの主な相違点を説明する。

#### 1.3 COBOLの特徴

初級情報処理技術者育成指針に準拠した 初級教育の内容を復習し、その利点を活用するよう心がけ させる。

## 指導上の留意点

JIS COBOLに含まれないが、このコースで履習する機能を列挙しておく。 索引順編成ファイル処理、デバグ用パケット、REWRITE、CALL等。

# 第2章 言語の概念

## 用語 との章では次の用語を教える。

分離符,直定数,予約語,表意定数,特殊レジスタ,呼び名,連結語,一般形式。修飾,一意参照, 一意名,正書法

## 目標

文法書、説明書の記法及び正書法になじませる。

初級教育で修得したCOBOLの言語体系を復習し、かつ補足する。

データ記述の概念につき十分に理解させ、プログラム設計、データファイル設計ができるようにする。

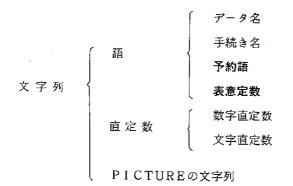
## 内容

## 2.1 文字の組

- (a) 文字の組を文字の類に分けて、体系的に説明する。
- (b) 分離符の用法を説明する。

## 2.2 文字列

(a) 文字列を語, **直定数** PICTURE句の文字列及びNOTE文の文字列に分けて体系的に説明する。 例えば,



(b) さらに、特殊レジスタ、呼び名、連結語について説明する。

#### 2.3 一般形式と規則との記法

- (a) 句や命令が一般形式及び規則によって規定されることを文法書等で例示する。
- (b) 句や命令を構成する各要素を体系的に示す。

#### 2.4 データ記述の概念

- (a) データの性質や特性は標準データ形式で記述されることを説明し、機種の違いによってプログラム が異なることをできるだけ避けることの有用性を説く。
- (b) データを適切に参照するためレコードを細分化する方法を説明する。
- (c) **修飾**及び**一意参照**の必要性を説明し、その方法を具体的に示す。 一意名の用法を例示する。

## 2.5 正 書 法

コーディング用紙の標準的な記入のしかたを説明する。

一連番号領域はたんに昇順であればよく、コーディングを追加しやすくするため10番ないし50番おきにすることを教える。

任意領域(カードの73欄以後)は、カードの目印しとか注釈、プログラムの修正日、改訂版番号の記入等プログラマが自由に活用できることを教える。

プログラムは作成した本人だけではなく他の人によっても参照されるので、文書化が非常に大切であることを説明し、さらに、プログラムを見易くするためにも、データ名や手続き名は省略をさけてわかりやすい名前をつけること、空白や注釈行を適宜使用することを教える。

例えば、レコード記述項を書くときに、レベル番号のレベルによって、書き出し欄を揃えてずらすとか、PICTURE句の書き出し欄を一斉に揃える等の手法を具体的に説明する。

## 2.6 演習問題 (1)

- (a) 語,直定数,PICTUREの文字列の例をあげて,正誤を判別させる。
- (b) 文字列及び**正書法**の誤りを含むプログラムを示して、その誤りを修正させる。

#### 指導上の留意点

- (1) コンピュータのプログラムは、人間が頭で考えたとおりではなく、手で書いたとおりに動くものであることを認識させ、言語体系を正確に理解するように努めさせる。
- (2) 既成のプログラムのリストを配布して解読させてみるのがよい。

# 第3章 見出し部と環境部

## 用 語 この章では次の用語を教える。

順編成,直接編成,索引順編成,順呼出し,乱呼出し,再運転

## 且 標

見出し部と環境部の役割と書き方を理解させる。

大記憶ファイルの種々の編成法と、それらに対する順呼出しと乱呼出しの関連づけを正しく記述できるようにする。

## 内容

## 3.1 見出し部

見出し部の役割と書き方を復習するだけでよい。

#### 3.2 環境部

- (a) 構成節の役割と書き方を復習する。特殊名段落について簡単に説明する。
- (b) 入出力節について、次のことを理解させる。
  - ① **順編成ファイル**,**直接編成ファイル,索引順編成ファイル**の構成と特徴,初期設定,追加,更新, 削除といった基本的な使用法
  - ② 各ファイル編成について,順呼出しまたは乱呼出しを行なわせるための正しい記述
  - ③ 再運転(RERUN)の指定、ファイル間の記憶領域の指定
- (c) ファイル編成と入出力管理技法の組合せについて、もれなく正しい記述ができるよう、ファイル編成、呼出し法、装置の型、ASSIGN句、ACCESS MODE句、ACTUAL KEY句、使用できる入出力命令を対応づけた表を示して説明する。

#### 3.3 演習問題(2)

- (a) カード読取装置、印刷装置、磁気テープ装置について環境部のコーディングをさせる。
- (b) 大記憶装置の種々のファイル編成と呼出し法の組合せについて環境部のコーディングをさせる。

#### 指導上の留意点

(1) 環境部では、特定のコンピュータのハードウェア特性とソフトウェア機能、特にジョブ制御言語と

COBOL 翻訳ルーチンの規約をCOBOLの標準的な記法に結びつける意義と方法について理解させる。

- (2) 索引順編成ファイル及びREWRITE命令はJIS COBOLには含まれていないことを明示する。
- (3) 分類及び登録集(LIBRARY)に関する記述はことではふれなくてよい。

# 第4章 データ部

## 用 語 この章では次の用語を教える。

ラベル・レコード、独立作業場所、基本項目、集団項目、独立項目

## 目標

データ部の構成と各部の役割を理解させる。

データファイルの構成とCOBOLにおけるその記述の仕方を理解させる。データの階層的記述になじませる。ファイル設計書を見て、入出力データの記述を正しく書けるようにする。 COBOLを前提としたファイルの設計ができるようにする。

## 内容

#### 4.1 概 説

データ部が、実行用プログラムの入出力及び中間作業場所のデータについて記述するものであり、次のような節から構成されることを説明する。

- ・ファイル節 (FILE SECTION)
- 作業場所節 (WORKING-STORAGE SECTION)
- ・連結節 (LINKAGE SECTION)
- ・報告書節(REPORT SECTION)

#### 4.2 ファイル節

ファイル節は、ファイル記述項とレコード記述項からなり、ファイル記述項はファイル節の中で最高のレベルであること、ファイル名は環境部の入出力節で必ず指定しておくこと、レコード記述項は、レコードの性質を記述する一群のデータ記述項で構成することを説明する。

#### 4.3 ファイル記述項

- (a) データ ファイルの構成図を示して、ファイル記述項の各句について具体的に説明する。 特に、**ラベル・レコード**、可変長レコードの概念と記述の仕方、2種類以上のレコードが混在するファイルの記述について説明する。
- (b) 大記憶及び磁気テープにおけるレコードのブロック化について、機械の処理時間の比較表等を示しながらその効用を説明。 さらに、大記憶の記憶領域を効率的に利用するため、最適ブロック化 因子の選定法を計算式と表を用いて説明する。

#### 4.4 レコード記述項

レコード記述は階層構造をもち、その順位はレベル番号で規定されること、レコード記述の要素はデータ記述の一般形式に従うことを説明する。

#### 4.5 作業場所節

独立作業場所と作業場所について説明し、レベル番号の用法と作業場所節の骨組を理解させる。 基本項目、集団項目、独立項目について説明する。

## 4.6 データ記述項

- (a) データ記述項の各句について詳細に説明する。特に、各句の組合せによって生ずる、記述の順序指定、禁止条件を明確に理解させる。例えば、
  - ① REDEFINE S句は必ずデータ記述項のデータ名の直後に書き、かつ01,66,77,88の 各レベルには書けない。
  - ② OCCURS句は01,66,77,88の各レベルには書けない。
  - ③ 66 レベルのデータ記述項はRENAMEしようとする記述項を含む一群のデータ記述項の直後 に書かなければならない。 等を説明する。
- (b) 内部 2 進数、内部 10 進数、内部 7 内部 7 列本 内部 7 内部 7 列本 内部 7 内部 7 列本 内部 7   - ① 通常の数値演算が内部10進数で処理される翻訳ルーチンをもつシステムでは、数値演算対象項目 は内部10進法にすると演算のときに変換ルーチンを必要としなくてすむ。

  - ③ 内部 2 進数の項目には SYNCHRON I ZE 句を用いると境界合せのルーチンを必要としなくてすむ こと 等を説明する。
- (c) PICTURE句について説明する。特に、編集用PICTURE句について具体例を多数用意し、編集用文字の組合せに関する順序規則を示す表を利用して説明する。例えば、
  - ① 小数点(,) とコンマ(,) の挿入
  - ② 小数点位置の想定 (V) による桁合せ
  - ③ 通貨記号や符号の単純挿入及び浮動挿入
  - ④ ゼロ抑制等を説明する。

<sup>\*</sup> 機種に依存する表現型式である。

#### 4.7 連結節

プログラムの連結の概念とプログラムの分割によって得られる効用を簡単に説明する。例えば、

- ① 頻繁に使用されるルーチンは、一つの共用可能な副プログラムとする。
- ② 一つのプログラムを複数のプログラマで分担して同時に作成する。
- ③ 他のプログラム言語で作成されたルーチンをCOBOLに連結して使用できるようにする。

#### 4.8 演習問題(3)

- (a) 誤りを含む一群のデータ記述項のコーディングを示し、誤りを修正させる。
- (b) ファイル設計書を示して、ファイル記述項及びレコード記述項をコーディングさせる。

## 指導上の留意点

- (1) 実務的なプログラム作成のさいには、データ部に誤りが多く検出されており、正確なコーディング 能力を身につけさせるため、説明と演習に十分の時間をかける。
- (2) 機能単位分け、水準分けによる履行範囲について、簡単にふれるとよい。
- (3) コンピュータ内部におけるデータ型式は機種に依存するので、実習に使用するコンピュータがもつ データ型式について説明するのがよい。
- (4) 標準データ形式で数えた文字数と、それが現実にコンピュータに占める記憶域の文字数が一致しないということは、研修生にとって理解しにくいことがらなのでていねいに説明する。
- (5) 報告書節はここではふれなくてよい。
- (6) 連結節は JIS COBOLには含まれていないことを明示する。

# 第5章 手続き部

## 用語 この章では次の用語を教える。

宣言部分、作用対象、論理演算子、表操作、デバグ機能

## 目標

手続き部の構成と命令及び文の記述法を理解させる。

式、命令の一般規則になじませる。

問題記述書を見て、手続部の記述を正しく書けるようにする。

COBOLを前提としたプログラム設計ができるようにする。

デバグ機能を活用して、効果的なデバグを行なう能力を身につけさせる。

## 内容

## 5.1 概 説

・手続き部分が**宣言部分**と手続き部分から構成されることを説明し、さらに、手続き部における節、段落、文、命令の構成を図示して理解させる。

プログラムを見やすくするために、プログラムの概括的な流れが手続き部において1ページ程度のプログラムリストを構成するようにコーディングをまとめるとか、プログラムのより詳細な部分のコーディングは節または段落を分けて記述するとととし、節の大きさがやはりプログラムリスト1ページ以内におさまるようにすると、プログラムの解読やデバグに効果的である。

さらに、プログラムを平易にするため、

- ① 条件命令によって分岐したプログラムが合流する場所を示す 手続 き名は名前のつけ方に苦労するととが多いので、節毎に一連番号を使う。
- (2) 節の枠を超えて頻繁に飛越しをしない。
- ③ 複雑な式,複合された I F文、P E R F O R M命令の無定見なつなぎ合せ等,複雑な表現をしない。 等の工夫を研修生自身にも考えさせる。

#### 5.2 命令と文

命令及び文が次の3種類からなることを、その定義を示して説明する。

- ① 無条件命令と無条件文
- ② 条件命令と条件文

#### ③ 翻訳指示命令と翻訳指示文

一つ以上の命令を並べて文を構成、終止符と空自を連ねて文を区切ることを示す。

条件命令を含む文については、文の区切り方によってプログラムの論理的な流れが変ることを説明する。

## 5.3 算 術 式

算術式の定義を示し、演算子の用い方、評価規則、**作用対象**の最大けた数について説明する。 算術式で許される演算子、変数およびかっこの組合せを示す表を用いながら、正しい算術式、正しくない算術式を例示する。

さらに、評価規則に従って、式の値を計算してみる。

## 5.4 条 件

- (a) 条件の用途、分類を示し、分類された各条件について演算子の用い方、評価規則を説明する。
- (b) 条件・論理演算子・真理値の関係表、条件と論理演算子の組合せを示す表を用いて、やゝ複雑な条件について説明する。
- (c) 比較条件について、大小関係の判定法と作用対象のけた数が異なる場合の比較法について説明する。 さらに、項類の異なる作用対象の比較について、そのすべての組合せについて比較の可否と規則を 示す表をつくり説明するとよい。

#### 5.5 入出力命令

- (a) 順呼出しと乱呼出しに関する命令と小入力と小出力に関する命令に分けて構文規則と一般規則を説明する。
- (b) 順呼出しと乱呼出しについては、環境部の記述との関連が深いので、環境部(3.2 (C))で学んだファイル編成と呼出し方法を基本にした関連する句の対応を示す表を復習するとよい。
- (c) 行印刷装置への出力については、用紙送りと制御文字について説明する。

## 5.6 演算命令

四則演算命令とCOMPUTE命令について構文規則と一般規則を説明する。 命令の形式における共通指定について合わせて説明する。

#### 5.7 データ操作命令

データ操作命令の働きと構文規則ならびに一般規則について説明する。

特にMOVE命令については、データの編集規則や異なるデータ表現形式間のデータの変換を詳しく説明する。

データの転記(MOVE)ルールの理解不足は、プログラム誤り発生の大きな要因であるので、送出

し側と受取り側の項類のすべての組合せについて、転記の可否及び規則を示す表を用意して、正しく理解できるように努めさせるとよい。

#### 5.8 制御命令

制御命令の働きと構文規制及び一般規則について説明する。

特に、PERFORM命令はプログラム誤り発生源の一つであり、PERFORM命令の複雑な形式については流れ図をつけて説明すると共に、PERFORM命令を多用してプログラムを複雑にすると、プログラムが読みにくくなるだけでなく、実行の前後にPERFORMの対象となる段落等の出口における次の行先を示す機械語命令がいちいち変更されるので、実行速度にも影響を与える弊害を説く。

#### 5.9 条 件 命 令

条件命令の典型であるIF命令について構文規則と一般規則を説明する。

複数の I F命令で構成される文を例示し、流れ図を書いてその働きを説明する。

プログラムリストを見て、プログラムの概括的な流れを把握したり、プログラムのデバグを行なうには、プログラム中の条件命令の存在を正確に検出する必要があり、そのために、条件命令としてIF命令の他に次のような命令があることを認識させる。

四則演算	}	ON	SIZE		
COMPUTE				ЕÞ	ROR
GO TO		DEI	PENDI	١G	ON
READ	}				
SEARCH	}	ΑT	END		
RETURN	J				
WRITE		ΑТ	END-C	)F	PAGE
READ					
WRITE.	}	INV	ALID	ΚE	Y
REWRITE	J				
PERFORM		UNT	CIL		
SEARCH		WHE	N		

条件命令を含む文について、文の区切り方を誤ると直ちにプログラム誤りとなることを指摘し、プログラム誤りの有力な発生源であることを再度認識させる。

## 510 表操作命令

(a) まず、表操作に必要なデータ部の記述(OCCURS句及びUSAGE句)を繰返して説明する。 2次元以上の添字付データ名が記憶域にどのような順番で格納されているかを図示し、その配列法が FORTRAN言語とは異なることを教える。 (b) 表操作命令の働きと構文規則ならびに一般規則について説明する。 複雑なSEARCH命令を例示し、流れ図を書いて理解させるとよい。

#### 5.11 使 用 命 令

宣言部分の役割と、USE命令の構文規則ならびに一般規則を説明する。

#### 5.12 デバグ命令

**デバケ機能**がプログラムの生産性向上及び信頼性の向上のために果たす役割と効用について説明する。 テスト実行時の詳細なプログラムの流れと、特定の作業場所の内容を知るこによってデバグが効率的 に行なわれることを例示する。

デバグ命令の働きと構文規則ならびに一般規則について述べる。

デバグ命令の用い方として、手続き部中の命令として記述する方法と、デバグ用パケット(本来プログラムに要求された機能とは関係なく、デバグのために記述された命令群の集まり)として原始モジュールの最後につけ加える方法を示す。

デバグ用パケットを用いるとプログラム完成時にデバグ用命令カードの削除が簡単で確実である。

#### 5.13 副プログラム連結 命令

データ部の連結節(4.7)で学んだことがらを復習する。 副プログラム連結命令の働きと構文規則ならびに一般規則について説明する。

#### 5.14 翻訳指示命令

翻訳指示命令の働きと規則について簡単に説明する。

#### 5.15 演習問題(4)

- (a) COBOLで書かれた算術式を与えて、その正誤を判定させる。
- (b) 算術式を与えてCOBOLのコーディングをさせる。
- (c) 送り出し側と受取り側について項類、長さをいろいろ組み合せたMOVE命令を与えて、演算結果がどうなるかを説明させる。
- (d) 複雑な条件を与えて、その論理値を評価させる。
- (e) PERFORM命令及び条件命令を多く含むプログラムを示して流れ図を書かせる。

#### 指導上の留意点

- (1) 真偽二値を扱う論理演算は、研修生にとってなじみのうすいことがらなので、単純な例を用いてていねいに説明し、演習問題を出して研修生の理解度を十分に確認すること。
- (2) どんな場合でも流れ図を書いてプログラムの流れを確認する習慣を身につけさせる。

- (3) JIS COBOLにおける機能単位分け、水準分けについても必要の都度ふれるとよい。
- (4) 連結節、CALL命令、REWRITE命令はJIS COBOLに含まれていないことを明示する。

# 第6章 報告書機能

## 目標

報告書機能の書き方と効用を理解させる。

# 内容

## 6.1 データ部

ファイル記述項、報告書記述項、報告書集団記述項の機能と構文規則及び一般規則を説明する。 報告集団の配置制御図を示して、報告書機能特有の句の意味を理解させる。

## 6.2 手続き部

GENERATE命令、INITIATE命令、TERMINATE命令の働きと構文規則及び一般 規則を説明する。

## 指導上の留意点

報告書機能特有の用語が理解できていれば特に問題はない。

# 第7章 分類機能

## 日 標

分類機能の利用法を理解させる。

# 内容

#### 7.1 概 説

分類機能はファイル内のレコードの順序をそろえると同時にレコードの内容を修正できることを説明 する。

## 7.2 環 境 部

フィイル管理段落の必要記述事項、入出力管理段落の任意記述事項について説明する。

## 7.3 データ部

分類用ファイル記述項の機能及び構文規則を説明する。

## 7.4 手続き部

分類専用命令の働きと記述要領を説明する。

## 指導上の留意点

分類は事務処理の基本的な仕事としてよく使われるが、中型機では記憶容量の制約もあってユーティリティ・プログラムにより単独に処理されることが多いことを説明する。

# 第8章 区分化

# 目 標

実行用プログラムのオーバレイ化の技法を修得させる。

## 内容

## 8.1 概 説

区分化 (SEGMENTATION) の機能,対象,構成,基準,制御について説明する。

## 8.2 プログラム区分の構造

優先番号、常駐区分の範囲の記述法を説明する。

## 8.3 プログラムの流れにおける制限

ALTER命令とPERFORM命令について必要事項を説明する。

## 指導上の留意点

オーバレイ構造を示す図を併用して説明すれば簡単に理解させることができる。

# 第9章 登録集

## 目 標

登録集(LIBRARY)機能の利用法と効用を理解させる。

## 内容

## 9.1 登録集の機能

登録集の機能と登録集原文の登録の仕方ならびに登録集原文の範囲について説明する。

## 9.2 複写命令

COPY命令の一般形式と構文規則ならびに一般規則について説明する。

## 指導上の留意点

標準化事項として、同一のデータファイルにはすべて同一のデータのレコード記述項を用いるとか、ファイルが設計変更になった際登録集を手直ししてコンパイルしなおすだけですむプログラムが多いことなどを例示して、登録集機能を活用するよう教える。

# 第 10 章 予 約 語

## 目 標

予約語の役割を認識させ、誤って予約語を使用しないような工夫を身につけさせる。

## 内容

COBOL言語になれないうちは、データ名や手続き名に予約語を誤って使用しないよう常に予約語表を参照しながらコーディングをすることを教える。

予約語表を毎度参照するのは不便だが、経験をつむに従ってひとりでに覚えられることを知らせる。 さらに、一 (ハイフン) がついた予約語と、~ INGがついた予約語は数が少ないので予め完全に覚え ておけば、予約語かどうか疑わしいときは一 (ハイフン) を使って単語をつなぐとか~INGをつける とかして簡単に予約語から逃れることができることを例示して、研修生がそれぞれ独自の安全な名付け 方を会得するよう工夫させる。

## 指導上の留意点

予約語は翻訳ルーチン毎に若干の相違があるので注意する。

# 第11章 練習問題

## 目 標

この科目の重点目標は、実務に使用できるプログラムを作成できる能力を函義することである。そこで、この章ではこれまで学習した結果をふまえて、練習問題に取組まさせ、完全な一個のプログラムを研修生自身の力で記述できるようにさせる。

## 内容

(1) 突合せ処理の問題

マスタファイルと取引きファイルを突合わせて残高の更新を行なうと共に報告書を印刷させる。 研修生の能力によっては、取引きファイルを2種類のレコードで構成させたり、不突合レコードの 処理ルーチンの作成や、マスタファイルと取引きファイルのいずれかが終りに達した後の正しい処理 ルーチンの作成等を練習させるとよい。

(2) 多段階のデータ制御を処理する問題

多段階の制御用データ項目に関連して、小計、中計、大計等を印刷させる。 ページあふれや見出し文字の印刷を夫々特定の制御用項目に関連づけると問題を複雑にできる。

(3) 副プログラム作成問題

汎用の副プログラムを作成する問題として次のような問題を提出する。

- ① 交換分類法による内部記憶域でのデータ分類
- ② 二分探索法による表索引
- ③ ブロック化された可変長データの文字列をデブロックして各項目を固定長の配列へ転送する。

#### 指導上の留意点

- (1) 必ず流れ図を書かせる。
- (2) プログラムの誤りは安易に指摘せず、研修生自身で検出し修正するよう指導する。
- (3) 研修生がお互いのコーディングを説明しあって、上手な技法を修得しあう。

## 参考文献

(1) JIS 電子計算機プログラム用言語 COBOL (JIS C 6205)日本規格協会 昭和47年11月 1700円

- (2) American National Standard [IBM System/360 Operating System] COBOL GC 28-6396
- (3) (財) 日本情報処理開発センター「初級情報処理技術者育成指針」 昭和46年3月
- (4) 竹下亨著 「電子計算機最新プログラミング」 日本経営出版協会 昭和43年2月 2400円
- (5) 大駒誠一著 「COBOL 入門」 培風館 昭和46年9月 700円

# プログラム設計 (I)

# 目 次

第1章	プログラム開発の手順
•	
1.1	1/2
1. 2	1(4
1. 3	114
1. 4	114
1. 5	114
1. 6	710
1. 7	実 習175
第2章	プログラム開発方法176
2. 1	プログラムの特性176
2. 2	プログラム開発要員177
2. 3	プログラム開発の管理
2.4	プログラム開発の手段
2.5	既存成果の利用
2.6	プログラム記述用言語の選択179
2.7	実 習180
第3章	プログラムの構造181
3. 1	プログラムのモジュール化181
3. 2	単純構造とオーバレイ構造
3. <b>3</b>	動的構造185
3. 4	再配置可能プログラム
3. 5	再使用可能プログラム ・・・・・・・・186
3, 6	プログラムの編集187
3. 7	プログラム・ライブラリ188
3. 8	実 習189
第4章	ファイル処理190
4.1	ファイルと記憶媒体
4. 2	ファイル編成とファイル処理
4.3	アクセス技法と緩衝域制御の技法194
4. 4	
4.5	実 習197

· .	・ 5 5 章 ジョブ制御とオペレータ制御	198
	5: 1 ジョブ制御	
	5.2 オペレータ制御	199
	5.3 会計情報の処理	200
	5.4 実 習	200
) S	6章 サービス・プログラムの利用	201
	6.1 連係編集プログラム	
	6.2 a-\$	204
	6.3 ユーティリティ	205
	6.4 分類組合せプログラム	206
	6.5 デバッギング・エイド	206
	6.6 その他のサービス・プログラム	206
	6.7 実習	206
勞	7章 プログラムの基本設計	207
	7.1 モジュール化の技法	207
	7.2 設計仕様書の作成	208
	7.3 誤り回復処理と例外処理の扱い方	209
	7.4 実 習	210
第	8章 プログラム流れ図の作成とコーディング	211
	8.1 プログラム流れ図	211
	8.2 コーディングの技法	211
	8.3 実 習	216
第	9章 プログラム・テスト	218
	9.1 プログラム・テストの仕様書	218
	9.2 プログラム・テストの方法	219
	9.3 実 習	220
第	10章 プログラム設計と文書化	222
	10.1 文書化の重要性	222
	10.2 プログラムの文書	
	10.3 文書の管理と保守	225
	10.4 実 羽	226

# 科目「プログラム設計(I)」

### 教育の目標

システム設計書にもとついてプログラムを設計し完成するまでの手順として、問題発生から完了までの作業の流れと各段階における作業内容について、その概要を理解させるとともに、フログラム作成上必要な基本的知識を修得させる。また、本科目を学ぶことにより、数人のグループによる共同作業でプログラム完成までの一貫した作業を行なうための知識と技術を身につけることも期待される。

なお、本科目を学ぶ前に基礎編の「情報処理概論」、「ハードウェブ[]」、「ソフトウェア」、「コンピュータ・システム」、「プログラミング言語」の各科目を受講しておくことが必要である。

### 時間配分

	章	履習時間 (時間)					
	<del>早</del>	講義	実 習				
1. 7	プログラム開発の手順	5 時間	3 時間				
2. 7	プログラム開発方法	8	4				
3. 7	『ログラムの構造	8	4				
4. 7	アイル処理	8	4				
5. ジ	ショブ制御とオペレータ制御 ニュー	5	2				
6. +	ービス・プログラムの利用	5 .	. 2				
7. 7	『ログラムの基本設計	6	3				
8. フ	"ログラム流れ図作成とコーディング	5	3				
9. 7	°ログラム・テスト	5	2				
10. ブ	゜ログラム設計と文書化	5	3				
	合 計	60	30				

### 第1章 プログラム開発の手順

### 用語 この章では次の用語を教える。

機能仕様書、設計仕様書、プログラム設計仕様書

### 目 標

システムの設計と開発の中で占めるプログラム開発の意義と役割を理解させる。また、システム設計 書にもとづいてプログラムを設計し、完成するまでの手順を追いながら、各段階の作業内容や、そこで 作られる文書類の概要を説明する。とくに、プログラム作成が、1人の専門家の頭の中だけで考えられる無形のものでなく、通常の人間が複数もしくは多数集って共同作業で行なわれるものであることを強調し、共同作業のために文書化や標準化が重要な意味を持つことを認識させる。

### 内容

### 1.1 プログラム開発の手順

システムの設計と開発の手順を簡単に述べ、その一部としてのプログラム開発手順の概要を説明する。 次の図を参考にする。

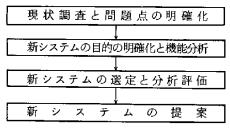


図1-1 システムの仕様を決める手順

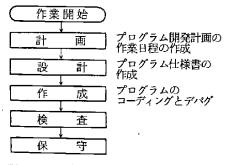


図1-2 プログラム開発作業の手順

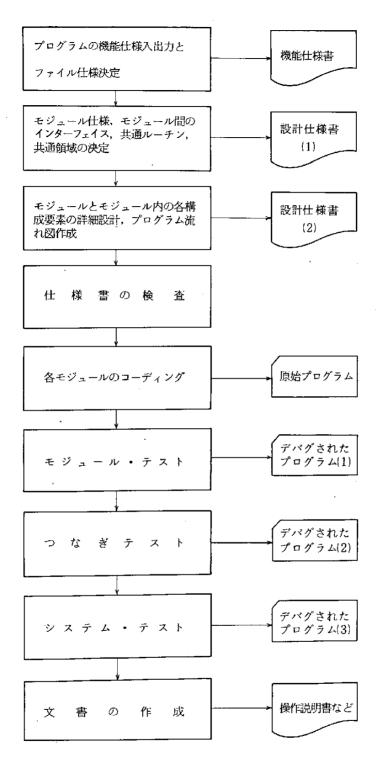


図1-3 プログラムの設計と作成の手順

#### 1.2 プログラム開発の作業開始

プログラムの開発は、外部や他部門からの開発依頼や開発部門の長からの作業指示にもとずいて開始される。依頼や指示の内容は文書で伝達されるととが望ましい。文書には、作業名、作業の概要、提出すべき物件、使用言語、作業期間、予定作業時間、予定計算機使用時間、その他決められている前提条件を記載する。それぞれについて簡単に説明し、開発依頼者との打合せ、開発依頼や指示の分析、確認、評価の仕方についても触れる。

### 1.3 プログラム開発計画の立案

開発計画に盛り込むべき内容や、記述の仕方について簡単に説明する。内容として次のようなものが考えられる。なお、作業工数や必要なコンピュータ使用時間の求め方など詳しい内容は、第2章プログラム開発方法に説明をゆずる。

- ① 開発の内容
- ② 完成時に提出するプログラムや文書の種類
- ③ 開発に要する日数と作業工数
- ④ 開発グループの編成
- ⑤ 必要なコンピュータ使用時間
- ⑥ 必要消耗品,外注の有無と内容
- (7) 作業工程表

### 1.4 プログラムの仕様書

プログラム仕様書には、プログラムの**機能仕様書**(プログラムの外部仕様書ともいう)とプログラムの**設計仕様書**(プログラムの内部仕様書ともいう)がある。プログラムの機能仕様書は、プログラム設計作業のはじめの時期に作成されるが、ときには作業依頼者から与えられることもある。

プログラム設計仕様**書**は、プログラム、ファイル、制御ブロック、テーブル類などの仕様を含んだプログラムの詳細な内訳仕様書である。それぞれについて具体的な例をあげて、盛り込むべき内容、記述の仕方などを説明する。

### 1.5 プログラムの開発

プログラムを設計し作成しテストする作業を一般にプログラムの開発とかプログラミングという。 図1-3を引用して、プログラムの開発について説明する。次のそれぞれについて、作業の内容や特徴などを簡単に述べる。

- ① 機能仕様書の作成 この作業は、システム設計の一部と考えて、プログラム開発の作業とは区別する場合もある。
- ② 設計仕様書の作成
- ③ 仕様書の検査

- ④ コーディング
- ⑤ プログラム・テストとデバグ
- ⑥ 文書の作成

#### 1.6 文書化と標準化

プログラム作成における文書化と標準化の概要を説明しその重要性を理解させる。文書化と標準化を 行なうことによって期待される効果について、次のような点を説明する。

- ① 個人の成果が組織全体の共有物となる。
- ② 開発したプログラムに関する基本的な情報の所在が明らかになる。
- ③ プログラム開発の生産性が向上する。
- ④ プログラム作成における技法や用語の標準化が進み、組織内の情報交換が円滑になる。
- ⑤ 経験が蓄積され、情報の伝達に役立つ。

プログラムについての文書には、次のような特殊性があるので、これらの点を考慮しながら、できる だけ具体的に説明する。

- ① 文書を書く人は、一般に文章の専門家ではない。
- ② プログラム開発にあたって、時間的に余裕のない場合が多く、文書化に十分な時間がさけない。
- ③ 文書の中で使われる用語に、外国語や説明を要する新語が多く、日本語としての適切な表現がなかったり、意味や表記法が統一されていない用語を使わなければならないことが多い。
- ④ 標準的な編集方式や表記法が一般的になっていない。
- ⑤ 日々改訂が必要である。

#### 1.7 実 習

自社内、他企業や官公庁、コンピュータ・メーカ、専門のソフトウェア開発会社、計算センタなどから特定の訪門先を選び、グループで訪門して、プログラム開発がどのような手順で行なわれているかを調査し、レポートにまとめさせる。 レポートは調査の結果出てきたり予想される問題点があればそれも記載させる。

### 指導上の留意点

別の科目「システムの分析・設計(I)」 「ソフトウェアの生産管理」との関連を考えて指導すること。

## 第2章 プログラム開発方法

用語 この章では次の用語を教える。

プログラム・ライブラリ

### 目標

プログラムの開発方法は、開発するプログラムの特性、利用できるハードウェアやソフトウェア、人 的資源などによって異なる。 ここでは、プログラム開発についての一般的な方法を理解させることを目標 とする。

まず、プログラム開発にあたって、事前に検討しておくべき、そのプログラムの特性は何かを理解させる。次に、プログラム開発にたずさわる人間の技術水準の検討、選定方法、プログラム開発における各種の生産管理、プログラム開発のための各種の手段、言語の選択方法などについて説明を行なうとともに、一つないし複数の事例を取り上げてこれらについて具体的に説明し理解を深める。

### 内容

### 2.1 プログラムの特性

作成するプログラムに関連して、次のような項目を検討しなければならないことを説明する。

(1) 業務の特性

業務の特性がプログラムの特性に影響を与える特徴的な業務をいくつか示し、その業務についてのプログラムの特徴をあげる。

- (2) データの特性
  - 入出力データや基本ファイルの特徴をあげる。入力データの誤り検査や例外処理の度合がプログラムの複雑さに大きな影響を与える。
- (3)機能上の特性 プログラムに盛り込む機械を例示し、その機能を実現するための技術上の問題を分析する。
- (4) ハードウェアとの関連 記憶容量、入出力装置の台数や容量、アクセス時間や転送時間などハードウェア上の制約がプログ ラムに影響を与える。
- (5) プログラムの性能 業務の特性と関連し、プログラムに期待される実行速度など性能上の要求を明確にする。

(6) 互換性と拡張性

他のシステムとの互換性をどの程度期待されるか、プログラムの更新や拡張がどの程度ひんぱんに要求されるか。

(7) 既存ルーチンの利用 プログラムの一部あるいは全部に、すでに開発されているルーチンを利用できるかどうか。

(8) プログラムの規模 大規模なプログラムになるか小規模なプログラムか。

(9) その他の制約条件や前提条件 プログラムの特性を決める条件がその他にも種々考えられる。

### 2.2 プログラム開発要員

プログラム開発にたずさわる人の選定の仕方,技術水準や人数などの検討。チーム編成の仕方,教育 訓練の仕方などについて説明する。

プログラムの設計段階は小人数ですむが、開発段階では多くの人数を投入しなければならない場合が多い。

チーム・リーダの役割や担当者の作業分担の仕方によって、開発作業の効率が大きく違ってくるとと を説明する。具体例を紹介すると良い。

能力評価の仕方や適性などについても触れる。評価や適性については、必ずしも定説があるとはいえないので、代表的な考え方を二、三紹介する程度にとどめる。

ジュニア・プログラマ、シニア・プログラマ、システムズ・エンジニアなどの能力や経験の程度を示す呼称については、定義が不明確なので、あまり立ち入らない方がよい。

### 2.3 プログラム開発の管理

プログラム開発の管理についての要点を簡単に説明する。必要に応じて科目「ソフトウェアの生産管理」を参照する。次のような点に触れるととが望ましい。

- ① プロジェクト・チームもしくはグループの管理
- ② プログラム開発の工程管理
- ③ プログラム開発のコスト管理
- ④ プログラム開発の品質管理
- ⑤ プログラム開発中に作成される文書の管理
- (a) プロジェクト・チームもしくはグループの管理では、チームやグループの運営管理、作業管理、人事管理について概要を説明する。
- (b) プログラム開発の工程管理では、グループ全体の工程管理と、作業者自身による自己の管理の仕方を説明する。作業計画の立案の仕方を説明する。具体的なプログラム開発例を示して、開発に要した人数、総作業時間、コンピュータ使用時間、作業分担の仕方など説明するとよい。PERTの基本的

な技法を用いて日程計画を作成できるように指導する。アロー・ダイヤグラムやバーチャートを使い こなせるようになることが望ましい。

- (c) プログラム開発のコスト管理では、作業費、コンピュータ使用料、作業外注費、コンピュータの消耗品費などのプログラム開発コストの要素を説明し、これらの各費用の算出の仕方と管理の仕方を説明する。
- (d) プログラム開発の品質管理では、検査仕様書の作り方、検査仕様書にもとずく検査の仕方などを、 実際例を示しながら説明する。
- (e) プログラム開発中に作成される文書の管理については、必ずしも定まった方法があるわけではなく、 実際に開発を行なうときに工夫しなければならないことが多い。この開発途上でどんな文書が作られ ていくか、その文書はそれぞれどんな特徴をもっているかを説明し、現在一般問題になっていること がらを述べる。

#### 2.4 プログラム開発の手段

プログラム開発のために利用できる手段や資源の種類に関連して、次のことを説明する。

- ① プログラム・テストに使用するハードウェア
- ② 利用するオペレーティング・システム
- ③ 利用可能な資源 (ファイル・プログラムなど)
- ④ プログラム・デバグ用の手段について、復習をかねて次の内容を簡単に説明する。
  - ダンプ・ルーチン .
  - データ牛成ルーチン
  - ・追跡ルーチン
  - ・エミュレータ
  - プログラム変換ルーチン
  - ・オペレーティング・システムの持つ各種ユーティリティ・プログラム

### 2.5 既存成果の利用

既成のプログラムやファイルを利用することの重要性を認識させる。また作成するプログラムの中で他でも利用できる可能性のあるルーチンはできるだけ汎用性のあるルーチンとして作成するよう指導する。次のような検討をする必要があることを理解させる。

- ① メーカの提供するプログラムやサブルーチンに利用できるものはないか。
- ② 市販されているソフトウェア・パッケージに利用できるものはないか。
- ③ ユーザで作成したプログラムやサブルーチンに利用できるものはないか。
- ④ ユーザで作成するプログラムやサブルーチンの汎用的なものを他人が使用できるような形で保存できないか。
- ⑤ プログラム・ライブラリの制度化。

### 2.6 プログラム記述用言語の選択

一般のコンピュータには、使用できるプログラム記述用言語がいくつか用意されており、作成するプログラムの特性によってそれに適した言語を選んで使用するようになっているのがふつうである。 とこでは特定のプログラムに対して最適のプログラム記述用語を選択する場合の選定基準について知識を与える。ただし、プログラム記述用言語の種類や各言語の機能概要については予備知識を持っていることを前提としてよい。

次のような選定基準について説明する。

### (1) 問題への適合性

必要な問題解決の手順を記述するのに適しているかに関して、例えば次のような内容についてプログラムの記述例などを示して説明する。

プログラム記述用言語を選択するときに重要なことは、問題解決の記述をするのに必要な機能をすべて含んでいるかどうかを見分けることである。例えば、計算式記述に向いたプログラム記述用言語は、事務計算処理に重要な文字の取扱いや入出力についての機能を十分持っていないことが多い。 逆に、プログラム記述用言語に必要以上の機能が含まれていることも、必ずしも良いとは言えない。 この場合、プログラムの翻訳や実行が遅くなったり、記憶容量などを余分に必要としたりするおそれがあるからである。また、演算の精度や配列の処理などについてどの程度の能力を持っているかも問題になる。

#### (2) 利用者への適合性

使用するプログラマにふさわしい 言語であるかどうかの問題である。 つまり、プログラマのおかれている状況や技術的な水準に合っている言語であるかどうかが問題となる。経験豊かな専門のプログラマの場合と、通常の事務のかたわらプログラムも書くという兼業的なプログラマの場合とでは、選択するプログラム記述用言語は異なってくる。 こうした点に触れながら適用分野やプログラマのレベルに応じた言語の選択を検討する。

#### (3) ハードウェアの適合性

使用するハードウェアで有効に使えるプログラム記述用言語かの問題である。

問題解決に最適の言語が見つかったとしても、使用するハードウェアがその言語を処理する能力を もっていなかったり、処理効率を悪くしたりする場合は、多少不便であっても他のつまりプログラマ の負担が大きい言語を使わなければならないこともある。ここではハードウェアとの関連でプログラ ム記述用言語の利害得失を比較検討する。

#### (4) 使用実績の程度

適当なプログラム記述用言語が見つかった場合、その言語の使用実績を調べる必要がある。使用実績について二、三のモデルを想定してその言語が経験的に、期待どおりの能力を発揮しているか、十分安定しているか、性能を高めるための改善がしばしば行なわれているか、機能を拡張する計画があるか、教育訓練や文書化に問題点がないか、他のコンピュータでもすぐ使えるような互換性があるか

どうかなどの検討をさせてみるとよい。

(5) プログラム記述用言語の効率

問題解決の手順を記述するには便利であっても、その言語で書かれたプログラムを翻訳して実行する場合の効率が悪いことがある。あるいは翻訳の効率はよくても翻訳されてできた機械語のプログラムを実行するときの効率が悪い場合がある。また、その逆の場合もある。効率は単に処理速度だけでなく、必要とされる記憶容量や装置の種類、翻訳時や実行時に出すメッセージの良し悪しなどとも関連する。

同じ言語に対して、数種類の言語翻訳プログラムが用意されていてコンピュータの規模によって選択できる場合もある。

- (6) その他の選定基準
- (a) 拡張可能性

将来、業務の拡張にともなって、プログラムの機能を拡張しなければならないこともある。プログラムの拡張が容易にできる言語であるほうがのぞましい。

(b) 言語習得の難易度

プログラム記述用言語の文法を習得するのにどれくらいの日数がかかるか、自然語に近い表記法か、 簡潔な表記法か、読み書きが容易かなどを考える。

(c) 言語のその他の特徴

プログラムの分割や結合が容易にできるようになっているか、オペレーティング・システムのサービス機能を簡単に利用できるか、他の言語で書かれたプログラムと結合できるか、利用できるサブルーチンや関数がたくさんあるか、どんなデータやファイルがあつかえるかなど。

#### 2.7 実 習

給与計算,人事管理,在庫管理,売掛金管理,利息計算などから,特殊な知識や経験を必要としない問題を選んで,数名のグループでプログラム開発計画を立案させてみる。作業工数は6人分以内におさまる程度のものがよい。開発計画には,少なくとも,開発に要する作業工数,必要なコンピュータ使用時間,必要な消耗品の量,日程計画を盛り込ませる。日程計画はPERTのアロー・ダイヤグラムを用いて書かせるとよい。作業の成果を発表させて、比較検討する。

#### 指導上の留意点

別の科目「ソフトウェアの生産管理」との関連を考えながら指導すること。

### 第3章 プログラムの構造

### 用語 この章では次の用語を教える。

モジュール化, 原始モジュール, 目的モジュール, ロード・モジュール, 単純構造, オーバレイ構造, 再配置可能プログラム, 再入可能プログラム, プログラムの編集, 連係編集プログラム, 一時的ライブラリ, 秋用ライブラリ, システム・ライブラリ

### 目 標

コンピュータの初期の時代には、プログラムは、プログラマが独力で最初から最後まで書きあげるものであった。しかし、コンピュータの進歩により複雑な業務がコンピュータで処理されるようになるにつれ、多くの人の共同作業によらなければ開発できない、プログラムが多くなった。そとで複数人のプログラマが分担して行なう開発作業や開発したあとの保守作業を容易にするために、プログラムのモジュール化という概念が生まれた、またオペレーティング、システムの発達とどもに、動的構造のプログラム、再配置可能プログラム、再入可能プログラムなども作られるようになった。

またプログラムを補助記憶のライブラリに登録したり、複数個のプログラムを連絡させたり切り離したり、部分的にさしかえたりするプログラムの編集を行なわれるようになった。ことではこうしたプログラムの構造についての変化と、現在用いられている代表的な手法を説明しそれぞれの用い方を身につけさせる。

#### 内容

### 3.1 プログラムのモジュール化

最初にプログラムのモジュール化の概念と意義を十分に理解させる。

大きなプログラムを小さな機能単位に分割し、それぞれが小さな一つの機能だけを実行するようなプログラムを作るとき、分割されてできた小プログラムがモジュールである。

プログラムをモジュール単位に作り、それを積み重ねて全体として大きな機能を果すようなプログラムにする方法がプログラムのモジュール化である。モジュール化の利点について次のようなことを説明する。

- ① 主記憶容量が小さくても、小プログラムの組み合わせ方をうまくすれば、単一の大きなプログラムと同等の処理ができる。
- ② 単一機能を持った小プログラムを組み合わせているので、全体のプログラムの論理構造がわかり やすくなる。

- ③ 必要な全機能を持ったプログラム全体を必ずしも同時に作成しなくてもよい。
- ④ プログラムのある部分を、既存の小プログラムでまにあわせることもできる。作成されたプログラムを、後で、他のプログラムが利用することもできる。
- ⑤ プログラムの誤りや、処理手順の変更が起こったとき、該当する小プログラムだけを取り出して 修正することができるので、プログラム修正が容易になる。
- ⑥ 複数人のプログラマが分担して、プログラムを作成することが容易になる。 プログラムのモジュールは、機械を組立てる場合の部品に似ていることにも触れておきたい。 プログラムのモジュールは、一般に利用できるような形式や内容で作成されると、それだけ利用範囲が広くなる。

モジュールに関連して次の用語とそれぞれの関係を説明する。

#### 原始モジュール、目的モジュール、ロード・モジュール。

次に、プログラムをモジュール構造にする場合、各モジュールを連絡させるときの規則について次のような点を説明する。必要に応じて図3-1を参考にする。

- ① 呼び出すプログラムと呼び出されるプログラム
- ② 呼び出し方, 呼び出され方
- ③ パラメータの受け渡し方
- ④ 共通記憶域の扱い方
- ⑤ レジスタ類の保管
- ⑥ モジュールを結びつける時点

次のような四つの時点が考えられる。

- 原始モジュールの段階
- 原始モジュールの翻訳時
- 目的モジュールの編集時
- •ロード・モジュールの実行時

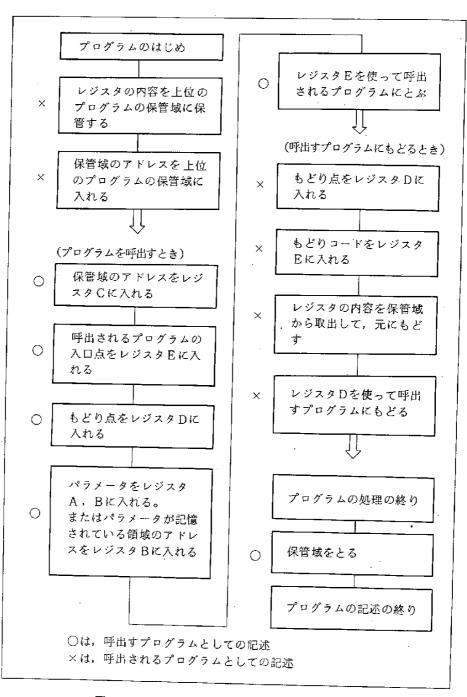


図 3-1 プログラムの構造と連結

#### 3.2 単純構造とオーバレイ構造

プログラムが実行されるとその形態に関連して、単純構造とオーバレイ構造を説明する。

#### (1) 単純構造

単純構造とは、プログラムの実行時に、プログラム全体が一つの単位として、まとまって主記憶にロードされるような構造のことである。単純構造では、プログラムは複数の原始モジュールや目的モジュールから構成されていることもあるが、ロード・モジュールとしては、1個になっているものである。

単純構造の場合にモジュールを連結するために用いる命令として、分岐命令や、CALLマクロの機能を説明する。

#### (2) オーバレイ構造

**オーバレイ構造**とは、特定の機能をはたすために一つの単位としてまとまっているプログラムが必ずしも全部は同時に主記憶にロードされない。プログラムの中のそのときどきに必要なモジュールだけが順番にロードされて実行されるようにできている構造である。

オーバレイ構造について次のようなことを説明する。図3-2のような図を用いるとよい。

- (a) 計画オーバレイ構造のロード・モジュールは、いくつかのセグメントから構成される。
- (b) セグメントは、ロード・モジュール内のより小さな機能を果たすモジュールでするが独立したプログラムとしては実行できない。
- (c) 単純構造とちがって、モジュール全体は同時には主記憶に続み込まれない。 ルート・セグメントと呼ばれるセグメントだけが主記憶に常駐し、プログラムの制御の流れにした がって、必要な他のセグメントが読み込まれる。
- (d) オーバレイ構造にするには、プログラムを書くときにプログラムの中でオーバレイ構造になるよう 指定しなければならない場合と、プログラムの編集の段階で指定すれば連係編集プログラムが処理し てくれる場合とがある。

後者の方が、プログラマの負担が少ないので進んでいるといえるが、後者を区別して計画オーバレイ構造と呼ぶこともある。

- (e) オーバレイ構造の特長のような点を説明する。
  - ① 使用できる主記憶の大きさより大きいプログラムを実行できる。
  - ② セグメントをロードするときローダを必要としないので、次の動的構造よりセグメントをロード する時間が少なくて済むことが多い。
  - ③ プログラマはあらかじめ各セグメント順序や配置を決めておかなければならない。
  - ④ 各セグメントを独立したプログラムとして使用することはできない。またセグメントを他のプログラムで利用することはできない。
  - ⑤ オーバレイ構造でセグメントを連結させるために使われる命令として分岐命令, CALLマクロ を説明する。その他にコンピュータによってオーバレイ構造特有のマクロ命令が用意されている場合もあるので,必要なら触れておく。

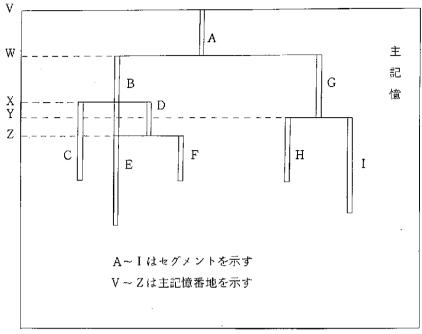


図3-2 計画オーバレイ構造

### 3.3 動的構造

プログラムが実行されるときの形態と関連して第3の形態として動的構造のプログラムについて説明 する。次のような点に触れる。

- (a) 動的構造のプログラムは、いくつかのロード・モジュールから構成される。
- (b) このプログラムが実行される場合,プログラムの制御の流れにしたがって,必要なロード・モジュールだけがその都度主記憶に読み込まれる。
- (c) 実行中にロード・モジュールを読み込む場合前に読み込まれたロード・モジュールに重ねて、新しいモジュールを読み込むこともできるし、前のモジュールの次の番地から読み込むこともできる。
- (d) それぞれのロード・モジュール自身は単純構造であっても、オーバレイ構造であってもよい。
- (e) マルチプログラミングが可能なオペレーティング・システムの場合には、同じプログラムの中で複数個のロード・モジュールを並行して実行させることもできる。
- (f) 動的構造の特長として次のものを説明する。
  - ① 使用できる主記憶領域より大きいプログラムを実行できる。
  - ② ロード・モジュールを作成して使用する場合の自由度が大きく、既存のロード・モジュールや、他人が作成したモジュールを利用しやすい各ロード・モジュールを独立したプログラムとして使用することもできる。

- ③ プログラミングの機能を利用してプログラムの処理効率を上げることができる。
- ④ あるロード・モジュールから他のロード・モジュールを呼び出す場合には制御プログラムの援助が必要になるので、単純構造やオーバレイ構造より時間がかかる。
- ⑤ 動的構造のプログラムで、他のロード・モジュールを呼び出すために使われる命令として、LOAD、LINK、XCTL、ATTACHなどのマクロ命令を説明する。
  - LOAD命令 指定したロード・モジュールを主記憶に読み込む。
  - ・LINK命令 指定したロード・モジュールを主記憶に読み込み、そのモジュールを実行した後、 呼び出したモジュールに制御を戻す。
  - XCTL命令 指定したロード・モジュールを主記憶に読み込み、そのモジュールに制御を渡すが、呼び出したモジュールには戻らない。
  - ATTACH命令

指定したロード・モジュールを主記憶に読み込み,そのモジュールを,呼び出したモジュールとマルチプログラミングの状態で,実行させる。

### 3.4 再配置可能プログラム

プログラムの再配置とは、プログラム編集の結果ロード・モジュールに割り振られた番地を、主記憶装置の実際の番地に変換することである。プログラムを再配置する利点と必要性を説明し、さらに次のようなことを説明する。

- (1) 再配置不能プログラム ロード・モジュールを実行できる番地が固定しており、ロード・モジュールの作成時に割り振られた番 地以外では実行できないモジュール。
- (2) 再配置可能プログラム **再配置可能プログラム**は、ロード・モジュールの作成時に割り振られた番地と異なる主記憶番地に読 み込んで実行できるモジュール。
- (3) 静的再配置と動的再配置
  - ① 静的再配置 ロード・モジュール全体を最初にロードするときにだけ行なわれる再配置で、与られた主記憶番地は、そのモジュールの実行が終るまで変更できない。
  - ② 動的再配置 ロードモジュールの実行中に常時行なわれる再配置で、そのモジュールの実行中でも、違った主 記憶番地を割り振ることができる。
- (4) ローダと基準レジスタの役割

### 3.5 再使用可能プログラム

ロード・モジュールは、通常、磁気ディスクや磁気ドラムなどの補助記憶装置から、主記憶に読み込まれて実行されるが、繰り返し用いられるロード・モジュールを、実行の都度、毎回読み込むと、入力時間

の浪費となる。

したがって、必要とするロード・モジュールが、既に主記憶にある場合は、それを使うようにする方法 を考えなければならない。既に主記憶にあるロード・モジュールが、繰り返し使用できる場合、それを再 使用可能プログラムと呼ぶ。ここでは、プログラム再使用に関して、つぎのことを説明する。

(1) 再使用不能プログラム

これは、使用するたびに、そのコピーを補助記憶から読み込む必要のあるプログラムである。

- (2) 逐次再使用可能プログラムと再入可能プログラム
  - ① 遂次再使用可能プログラム

プログラム内で自力で初期設定するように作られたロード・モジュールで、実行中に変更された部分は、再使用されるまでに、元の状態に復元されるようになっている。したがって、このモジュールは、順番に使用されるのであれば、何回用いてもかまわない。

② 再入可能プログラム

とのロード・モジュールは、マルチプログラミングのもとで、同時に、複数個のプログラムによって使用することのできるモジュールである。

このモジュールは, 実行中に, その内容を変更しないように設計されている。

### 3.6 プログラムの編集

プログラマが書いた原始モジュールは、言語翻訳プログラムで翻訳されて目的モジュールとなる。 いろいろな言語翻訳プログラムによって翻訳された目的モジュールを、コンピュータが実行できる形式。すなわち、ロード・モジュールに変換することを**プログラムの編集**という。

この編集は**,連係編集プログラム**(linkage editor) と呼ばれるプログラムで行なわれる。 ここでは,プログラムの編集の過程や,その役割などについて,説明する。

- (1) 原始モジュールからプログラムの実行までの過程 これは、図3-3のようになる。
- (2) 各モジュールの記憶される場所
  - ① 原始モジュール紙カード、紙テープ、磁気テープ、磁気ディスク上のライブラリ
  - ② 目的モジュール紙カード,紙テープ,磁気テープ,磁気ディスクや磁気ドラム上のライブラリ
  - ③ ロード・モジュール磁気ディスクや磁気ドラム上のライブラリ
- (3) プログラム編集の役割
  - ① 別々に作られ翻訳されたプログラムを,一つにまとめ、相互の連結を行なう。
  - ② 別々のプログラム記述用言語で作られ翻訳されたプログラムを、一つにまとめ、相互の連結を行なう。
  - ③ ライブラリにある既存の目的モジュールをプログラムに組み込み、連結を行なう。

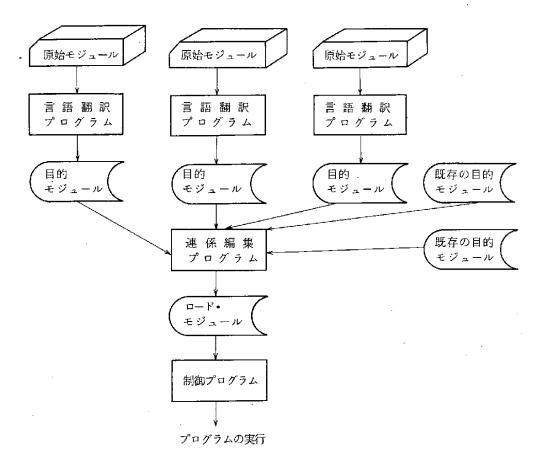


図3-3 原始モジュールからプログラムの実行までの過程

- ④ ライブラリにある既存のロード・モジュールをプログラムに組み込み連結を行なう。
- ⑤ オーバレイ構造のロード・モジュールを作る。
- ⑥ 入力目的モジュールの一部を、置き換えたり、削除したり、配置変えしたりして、プログラムの 修正を行なう。

具体例を示して、連係編集プログラムの使い方や、連係編集プログラムへの入力、連係編集プログラムからの出力について説明する。

### 3.7 プログラム・ライブラリ

ことでは、オペレーティング・システムを利用する場合を中心にして、プログラム・ライブラリの必要性と種類について説明する。

繰り返し使われるモジュールは、人手をわずらわさずに、コンピュータが直ぐ取り出せるような形式で、保管しておくことが多い。このようなモジュールは、通常、磁気ディスクや磁気ドラムなどの補助

記憶上の、ライブラリと呼ばれる区分ファイルにまとめて保管される。

ライブラリは、原始モジュール用、目的モジュール用、ロード・モジュール用と別々に作られるが、一・般のオペレーティング・システムでは、原始モジュールと目的モジュールに対するライブラリは、言語 翻訳プログラムや連係編集プログラムなどの処理プログラムに対して、ユーザが自由に定義し、指定できるようになっている。

ロード・モジュールの場合は、ライブラリの中から、制御プログラムが、必要に応じて、所定のロードモジュールを探し出して、主記憶にロードし、それを実行する必要があり、言語翻訳プログラム、連係編集プログラム、ユーザ・プログラムなどの処理プログラムや、制御プログラムの各ルーチンもすべて、ロード・モジュールとなっているので、これら多数のモジュールを効率よく管理しなければならない。ロード・モジュール用のライブラリとして、次の4種類のライブラリを説明する。

#### (1) 一時的ライブラリ

**一時的ライブラリ**はプログラムを翻訳、編集し、実行して結果を求めた後は、そのロード・モジュールは不要になるという場合に、使用される。このライブラリには、編集後のロード・モジュールが実行されるまで、一時的にたくわえられ、実行後には消去される。

- (2) 私用 ライ ブラ リューザが自由に定義でき、個人的に使用するロード・モジュールをたくわえておく。 これを**私用ライブラリ**という。
- (3) システム・ライブラリ **システム・ライブラリ**とは、言語翻訳プログラムのように頻繁に用いるロード・モジュールをたくわえ ておくライブラリである。
- (4) オペレーティング・システム用専用ライブラリ これは、オペレーティング・システムの各種のルーチンをたくわえておく専用ライブラリである。

#### 3.8 実 習

- (a) 特定のコンピュータで、単純構造、オーバレイ構造、動的構造、再配置可能プログラム、再使用可能プログラム、再入可能プログラムの構造を調べ図示してみる。
- (b) 特定のコンピュータで、モジュール間のインタフェースや連結がどのように行なわれているか調べてみる。
- (c) 特定のコンピュータのオペレーティング・システムで、連係編集プログラムやプログラム・ライブラリに関連するユーティリティ・プログラムを実行してみる。

#### 指導上の留意点

この章は、講義もさることながら、特に実習には十分時間をかけて、実際に研修生にやらせてみることが必要である。

### 第4章 ファイル処理

### 用 語 この章では次の用語を教える。

ファイル編成, 順編成ファイル, 索引順編成ファイル, 直接編成ファイル, 区分編成ファイル, データ管理

### 目標

コンピュータへのデータの入出力の仕方を検討することは、プログラム設計をする際重要である。い ろいろなプログラムで使われる大量データをどらしたら効率的に収容し、管理し、処理できるか。ここ では、データ・ファイルやプログラム・ライブラリを編集したり、記録したり、呼出したりする処理に ついて理解させる。

補助記憶に記憶されたファイルの形式をファイル編成という。ファイル編成の仕方は、コンピュータの利用の仕方が複雑になるにつれて変化してきた。記憶されたファイルを補助記憶の登録簿に登録して管理することをファイルをカタログするという。ファイルのカタログという機能は、コンピュータのユーザが、ファイルの記憶されている物理的な場所を知らなくても、ファイルを呼出して使用できるという点で、重要な意味をもつている。遠隔地の端末機からジョブを入力し処理するリモート・ジョブ入力やタイムシェアリング・システムの利用がファイルをカタログするという概念を普及させた。また、機密を要するデータをコンピュータで扱うようになると、ファイルの読み書きを制限する機密保持の機能が必要になる。こうしたファイルのカタログや機密保持の機能は、コンピュータ利用の高度化が進むとともに考え出された新しい機能である。本章では、このようなファイル編成の仕方とそれの発展に伴う各種の機能をも理解させることを目標としている。

### 内容

### 4.1 ファイルと記憶媒体

次のような内容を説明する。

- (1) ファイルとレコードの構成 レコード、論理レコード、物理レコード、ブロックなどについて簡単に復習する。
- (2) レコードの形式 固定長レコード、可変長レコード、不定長レコードの形式を復習する。
- (3) 記憶媒体との関係 直接アクセスが可能な記憶媒体と、直接アクセスができない記憶媒体を復習する。

- (4) ボリュームとファイル ボリュームの概念とボリュームとファイルの関係を説明する。
- (5) ファイル処理のための情報

ファイル処理のための情報は、オペレーティング・システムの利用いかんや、オペレーティング・システムの種類によって異なる。ことでは、標準的なオペレーティング・システムを前提にして、説明する。必要であれば、特定のコンピュータのオペレーティング・システムの例を具体的に述べてもよい。時間があれば、オペレーティング・システムを利用できない場合や、初歩的な入出力制御システムを使用する場合についての説明を加えてもよい。次のような点を説明する。

- ① データ定義ステートメント データ定義ステートメントは、ジョブ制御ステートメントの一種で、プログラムの実行時にユーザ が指定する。データ定義ステートメントの主な内容を例をあげて説明する。
- ② ボリューム・ラベルとファイル・ラベル

JIS規格にもとずいて、磁気テープのボリューム・ラベルとファイル・ラベルを説明する。磁気ディスクや磁気ドラムのボリューム・ラベルやファイル・ラベルについてはJIS規格がないが、たとえば図4−1などを用いて説明するとよい。ファイル・ラベルの主な内容とラベルの更新について説明する。

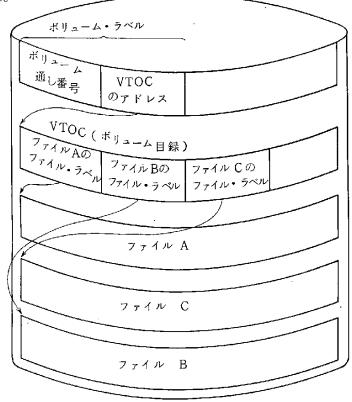


図4-1 直接アクセス記憶装置のボリューム・ラベルとファイル・ラベル

- ③ データ制御ブロック データ制御ブロックは、ユーザ・プログラムの中でデータ制御ブロック定義マクロ (DCBマクロとかFCBマクロという) で定義される。データ定義ブロックの役割と内容を説明する。
- ④ データ定義ステートメント、ファイル・ラベル、データ制御ブロック定義マクロ、データ制御ブロックの関係

オペレーティング・システムのデータ管理プログラムの役割と関連させて、相互の関係を図示 ( $oxed{\mathbb{Q}}(4-2)$ ) して説明する。

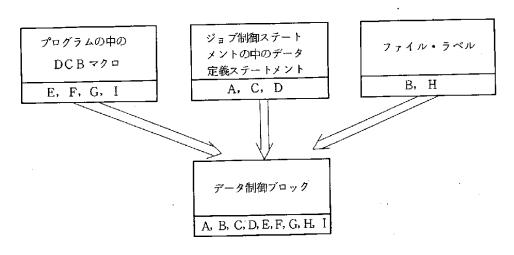


図4-2 データ制御ブロックの完成

### 4.2 ファイル編成とファイル処理

オペレーティング・システムが登場するまでは、ファイルの設計や処理や管理はすべてプログラマに任されていた。しかしオペレーティング・システムが発達するにつれ、ファイルをオペレーティング・システムが管理し、処理するようになり、次第に標準的なファイル編成ができあがった。ここでは次の4種類の代表的なファイル編成を説明する。

- 順編成ファイル
- ・索引順編成ファイル
- ・直接編成ファイル
- 区分編成ファイル
- (1) 順編成ファイル 次の点を説明する。
  - ① 順編成ファイルの定義
  - ② データの形成と装置の関係 紙カード,紙テープ,印刷装置,磁気テープ,磁気ディスクをとりあげて説明する。

- ③ 順編成ファイル処理のコーディング、GET、PUT、READ、WRITE命令、カード読取せん孔装置、印刷装置、磁気テープ装置の入出力制御命令、データ制御マクロなどの使い方をコーディング例を示して説明する。
- (2) 索引順編成ファイル 次の点を説明する。
  - ① 索引順編成ファイルの定義
  - ② 索引順編成ファイルの構成 プライム・データ・エリア、索引エリア、トラック索引、シリンダ索引、マスタ索引、オーバフロー・エリアなどを図を用いて説明する。
  - ③ 索引順編成ファイルの制御 索引順編成ファイルの作成、索引順編成ファイルの更新、順次処理と直接処理のコーディング例 を示して説明する。
- (3) 直接編成ファイル 次の点を説明する。
  - ① 直接編成ファイルの定義
  - ② 直接アドレス法と間接アドレス法
  - ③ 間接アドレス法におけるアドレス変換の仕方
  - ④ 直接編成ファイルの制御 直接編成ファイルの作成と更新についてコーディング例を示して説明する。
- (4) 区分編成ファイル

次の点を説明する。

- (1) 区分編成ファイルの定義
- ② 区分編成ファイルの構成
  - (3) 区分編成ファイルの制御

ファイルの処理について,ファイル編成に関連して説明した内容を整理し,オペレーティング・システムのデータ管理機能に関連させて,次の点を説明する。

- データを読む。
- データを書く。
- データをブロック化したり非ブロック化したりする。
- 読み書きとCPUの処理を並行して行なう。
- ボリューム・ラベルやファイル・ラベルを読み内容を調べる。
- ファイル・ラベルを書く。
- ・読み書きエラーを調べ、誤りがあれば誤り回復をはかる。

### 4.3 アクセス技法と緩衝域制御の技法

主な命令はすでに説明してあるので、ことでは主としてアクセス技法と緩衝域制御の技法について説明する。

### (1) アクセス技法

アクセス技法には、待ち行列を使ったアクセス法と、基本的なアクセス法とがある。 待ち行列を使ったアクセス法について次のような点を説明する。

- GET命令とPUT命令でデータを入出力する。
- ② 順編成ファイルの処理だけに使用できる。
- ③ ブロック化、非ブロック化が自動的に行なわれる。
- ④ 一定の緩衝域制御技法が採用され、入出力とCPUのデータ処理とが並行処理される。
- ⑤ GET命令とPUT命令が実行されるときのデータの動きを図解する。 基本的なアクセス法について次のような点を説明する。
- (1) READ命令やWRITE命令でデータを入出力する。
- ② 直接編成ファイルを処理するときや、待ち行列を作ったアクセス法の機能を使いたくないとき使用する。
- ③ ブロック化や非ブロック化は自動的に処理できない。
- ④ READ命令やWRITE命令では、入出力の開始を指示するだけで、入出力の完了を確認できない。
- ⑤ 入出力の完了を調べるために、CHECK命令やWAIT命令を使う。
- ⑥ READ命令、WRITE命令が実行されるときのデータの動きを図解する。
- ⑦ 基本的なアクセス法と用いたコーディング例を示し、READ命令、WRITE命令、CHECK 命令、WAIT命令、入出力域。緩衝域などの関係を示す。

### (2) 緩衝域制御の技法

待ち行列を使ったアクセス法では、緩衝域の制御は自動的に行なわれるので、緩衝域制御の技法を プログラマが用いなければならないことは少ない。例外的に REL SE命令やT R UN C命令で緩衝域 をプログラマが部分的に制御することもあるが、特に触れなくてもよい。

基本的なアクセス法では多くの場合緩衝域の制御をプログラマが直接行なわれなければならない。 次の点を説明する。

- ① 待ち行列を使ったアクセス法の場合の順編成ファイルを中心にした単純緩衝域法と交換緩衝域法
- ② 入出力域,緩衝域,作業域の関連
- ③ 緩衝域と緩衝域プール
- ④ 緩衝域を割当てる方法、緩衝域をとり去る方法 静的な制御(たとえばGETBUF、FREBUFなどの特別な命令を用いる) と動的な制御 (READ、WRITE命令で制御する) について述べる。

#### ⑤ 緩衝域プールの作り方

BUILD命令を使って静的に作る。GETPOOL命令を使って明白に作る。ファイルを開く ときに動的に作るなどいくつかの方法があるので、具体的なコーディング例を示して説明する。

- ⑥ 処理モード
  - ムーブ・モード、ロケート・モード、サブスティチュート・モードの3種類についてそれぞれの 特徴と、データ、動きを図を用いて説明する。
- ⑦ 緩衝域の技法と処理モードの関連を示す。

緩衝域の技法については少なくとも、表4-1が十分に理解できる程度の説明をする必要がある。

表4-1 待ち行列を使った場合の緩衝域の技法と処理モード

出力ファイル			単純緩衝域法						交換緩衝域法							
		F	PUT ロケート			PUT ムーブ			PUT ムーブ			PUTサブ スティチ ュート				
出红烟塞牡油	GETムープ	0				0				0				0		
単純緩衝域法	GETロケート		0				0				0				0	
	GET ロケート			0								0				
交換緩衝域法	GETサブスティ チュート				0				0				0			
プログラムでレコードを移す			0	0	0										0	
システムがレコードを移す		0				0	0	0	0	0	0	0	0	0		ŀ
レコードは動かない											-					
作業域が必要					0	0			0	0			0	0		

### 4.4 プログラム記述用言語とファイルの処理

アセンブリ言語、COBOL、FORTRAN、ALGOL、PL/I、レポート・ジェネレータなどのプログラム記述用言語について、処理できるファイルの範囲とファイル処理の仕方を説明し、その特徴を比較する。

説明する場合、ファイル処理についてそれぞれが持っている機能を中心にして説明する。 文法や記述の仕方にあまり深く立ち入る必要はない。

表4-2のような比較表を用意して説明することが望ましい。

表 4-2 プログラム記述用言語とファイル処理の機能

	ALGOL	COF	BOL	F	ORTRA	D1 /1	D.D.C.	
データ 管 理		Ē	F	Е	С	Н	PL/I	R PG
自動的な緩衝域 プールの設定	可	可	可	可	可	可	可	<u>iī</u> ]
基本的なアクセス法	可	可	可	可	可	可	可	可
緩衝域の制御	可	可	可	可	可	可	可	不可
緩衝域プールの設定	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
入出力操作の連鎖 スケジューリング	不可	不可	可	可	可	不可	可	可
順編成ファイルの連結	可	可	可	可	可	可	可	可
機密データの制御 : 合言葉による保護	ন্য	可	可	可	可	गु	可	<b>可</b>
複数ボリューム <b>,</b> ファイルの処理	可	可	可	可	可	可	,可	可
世代ファイル群の カタログへの登録	可	可	可	可	ΞÍ	可	可	可
交換緩衝域法	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
直接編成 ファイルの処理	不可	可	. 可	可	可	不可	可	可
区分編成 ファイルの処理	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可	不可
索引順編成 ファイルの処理	不可	可	. 可	不可	不可	不可	可	可
待ち行列を使った アクセス法	不可	可	可	不可	不可	不可	可	可
順編成ファイル 装置の制御	可	可	可	可	可	可	可	可
順編成ファイル 装置からの独立性	可	可	可	可	可	可	可	可
単純緩衝法	可	可	可	可	可	可	可	可
レコードあふれ	不可	不可	不可	可	珂	不可	可	不可
書込み妥当性検査	可	不可	可	可	可	不可	可	可

### 4.5 実習

特定のオペレーティング・システムのアセンブリ言語を用いて、ファイル処理のプログラムを書いて、 テストしてみる。入力と出力の部分があればよいので処理の部分はできるだけ簡単にする。

時間の許す限り、オペレーティング・システムの**アータ管理**の機能をできるだけ多く使ってみる。時刻装置が使用できたら、いろいろなアクセス技法や緩衝域制御の技法を用いてみて、実行時間を比較してみるとよい。

### 指導上の留意点

この章は、講義もさることながら、特に実習には十分時間をかけて、実際に研修生に、やらせてみる ことが重要である。

# 第5章 ジョブ制御とオペレータ制御

### 用語 この章では次の用語を教える。

操作員指令(オペレータ・コマンド)

### \_\_\_\_

オペレーティング・システムのもとで、ジョブ制御やオペレータ制御がどう行なわれているか、プログラム設計の際ジョブ制御やオペレータ制御についてどのような配慮をしなければならないかを中心に説明し、理解させる。

オペレーティング・システムにはジョブを管理する機能があり、一つもしくは複数個のジョブがコンピュータ・システムの中を流れるのを指揮し管理している。プログラマや操作員は、ジョブ制御言語を用いて、ジョブの内容やジョブの扱い方について、オペレーティング・システムに指示を与えることができる。

### 内容

### 5.1 ジョブ制御

オペレーティング・システムは、ジョブ制御言語で記述された操作員からの指示の内容を分析して、 次のようなことを行なう。

- ①・ジョブの構成要素であるジョブ・ステップ単位で、実行をスケジュールする。
- ② 入出力装置を割当てる。
- ③ ジョブ・ステップの実行を始める。
- ④ ジョブ・ステップの実行を停止させる。
- ⑤ ジョブ・ステップ実行中の操作員との連絡をとり扱う。

最初に以上のような機能を中心に、一般的なオペレーティング・システムのジョブ管理機能を説明する。 ジョブ制御について、プログラマや操作員が行なうべきことがらについて次のような点を説明する。

- (a) ジョブ制御言語を用いて、ジョブとジョブ・ステップについての情報をよこす。
- (b) ジョブ制御言語を用いて、使用するプログラム、データ、入出力装置などの情報を与える。
- (c) プログラムによる指示とジョブ制御言語による指示との関連性

特にファイル処理についての指示の仕方は重要なので、前章に説明したデータ制御ブロックをもう一度とりあげて、相互の関係を十分説明する。

オペレーティング・システムによっては、プログラム実行時に、ジョブ制御言語を用いて、操作員が外部からパラメータをプログラムに送り込むことができるものもあるので、時間があれば説明してもよい。

まとめとして、オペレーティング・システムが発達するにつれ、ジョブを実行する段階で、ジョブ を実行するのに必要な条件を確定させるという概念が確立し、プログラムを設計する段階には、使用 するハードウェアの条件など絶対的な条件を考えなくてもよくなったことを強調する。

### 5.2 オペレータ制御

プログラム実行中のコンピュータ・システムを操作員の間の応答について説明し、プログラム設計との関連で考慮すべきことがらを述べる。コンピュータ・システムと操作員との間の応答には、次の2つの場合が考えられる。

- ① ユーザ・プログラムと操作員と直接的な応答
- ② オペレーティング・システムと操作員との応答・

・ユーザ・プログラムと操作員との直接的な応答は、使用するプログラミング言語によっては、できない場合もある。アセンブリ言語の場合には、通常操作員への出力マクロ命令(たとえばWTORマクロ)を使用して応答を要求する操作員への出力マクロ命令(たとえばWTORマクロ)を使用して応答を処理する。

WTOマクロやWTORマクロのコーディング例を示し、具体的に説明するとよい。

WTOマクロやWTORマクロをうまく使うとプログラムの実行状況が正確にわかるので、プログラム・テストの際や、プログラムの効率を調べる場合などにも有効に利用できる。しかし、通常の処理でこのマクロをあまり使うと、プログラムの実行時間やコンピュータの使用効率がいちじるしく低下する。

オペレーティング・システムと操作員との応答はひんぱんに行なわれる。

オペレーティング・システムは独自の判断で、随時操作員にメッセージを出力し、ジョブやジョブ・ステップの進行状況を知らせたり、指示をあおったりする。

操作員は、操作卓を用いてジョブやジョブ・ステップの実行中オペレーティング・システムに対し次のような指示を与えるととができる。

- ① ジョブ動作についての指示 ジョブの取消し、保留、優先順位の変更など。
- ② システム動作についての指示 ・ システムが使用できる入出力装置や使用できない入出力装置を知らせる。
- ③ 情報の要求 ジョブの状況やシステムの状況を知らせるよう要求する。
- 情報の入力日付、時刻、その他プログラムが要求している情報を与える。

以上のような指示は、操作員が操作員指令(Operator Command )を操作卓やその他の場所か

ら入力して行なう。

よく使われる操作員指令について例を示して説明する。操作員指令を用いて入力した情報は、オペレーティング・システムが持っている定められた領域に保存されるので、その場所を知っていれば、ユーザ・プログラムもその情報を使用することができる。時間があればこの点についても触れておきたい。

アセンブラ以外のプログラム記述用言語について操作員とコンピュータ・システムとの応答機能を 説明する。

### 5.3 会計情報の処理

オペレーティング・システムは、通常ジョブ管理機能の一部として会計情報を処理する機能をもっており、ジョブ実行時の資源使用状況を記録してくれる。ユーザがその記録を利用したいときは、会計情報を編集し印刷するプログラムを作り、会計情報を印刷出力させて利用する。ユーザは必要ならオペレーティング・システムがもっている会計情報を記録するルーチンを修正することもできる。次の点を説明する。

- ① オペレーティング・システムの会計情報処理機能の内容
- ② 管理できる資源の種類と内容
- ③ 会計情報の編集印刷ルーチンのコーディング
- ④ 会計情報記録ルーチンの修正オペレーティング・システムが異なれば会計情報を処理する方法はかなり異なる。

また通常会計情報の処理には、オペレーティング・システムが持ついくつかの制御ブロッタが関係 するので特定のオペレーティング・システムを取りあげて、図示しながらできるだけ具体的に説明す る必要がある。

#### 5.4 実 習

- (1) ファイル処理の実習で作成したプログラムがあればそれにWTOやWTORマクロ命令をそう入して、操作卓を用いて実行中のプログラムとの情報交換をしてみる。
- (2) 操作卓から操作員指令を入力して、オペレーティング・システムに情報を与えて、オペレーティング・システムの処理をみる。
- (3) 会計情報を記録してあるオペレーティング・システムが用意されていたら、会計情報の一部を編集して印刷する簡単なプログラムを書いて実行してみる。

### 指導上の留意点

この章は、オペレーティング・システムそのものを教えることが目的ではなく、(これに関しては専門編の科目「オペレーティング・システム」参照) プログラム設計に際し、特にプログラマと関係の深いオペレーティング・システムの機能であるジョブ制御やオペレータ制御を理解し、実際にこれらを用いて操作できることをねらいとしている。

### 第6章 サービス・プログラムの利用

用 語 との章では次の用語を教える。

デバッギング・エイド

### 目 標

オペレーティング・システムは、各種のサービス・プログラムを持っており、ユーザのプログラム開発の負担を軽減するのに貢献している。ここでは、サービス・プログラムの種類とそれぞれのサービス・プログラムの機能を説明し、ユーザ・プログラムとサービス・プログラムとの関連を理解させる。

#### 内容

#### 6.1 連係編集プログラム

第3章プログラムの構造の内容を簡単に復習し、連係編集プログラムの機能と使い方を説明する。

- (1) 連係編集プログラムの機能 次のような点を説明する。
  - ① モジュールの連結
  - ② ライブラリにある汎用サブルーチンの連結
  - ③ オーバレイ構造のプログラム
  - ① プログラムの変更連係編集プログラムを用いると制御セクション単位でロード・モジュールを変更したり共通域を まとめて使用する記憶域を節約したりすることができる。
  - ⑤ 連係編集プログラムの出力, エラー・メッセージと診断メッセージ
- (2) 連係編集プログラムに関連する一般的な知識 次のような点を説明する。
  - ① 目的モジュールとロード・モジュール目的モジュールとロード・モジュールの構成を説明する。次の図6-1は、構成の一例である。

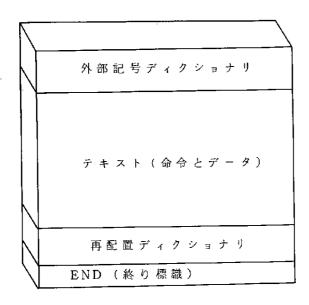


図6-1 目的モジュールとロード・モジュールの構成

制御セクション名,入口名,外部名,外部参照などにも触れる。 たとえば 図6-2のような図を示して説明する。

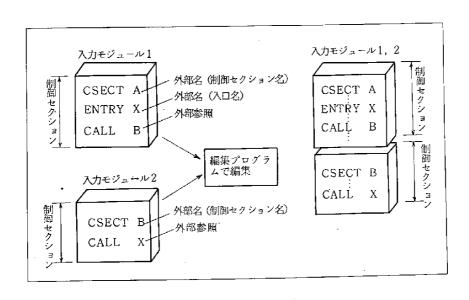


図 6 - 2 外部名と外部参照

(3) 連係編集プログラムの入力源,作業域,出力域 図6-3~図6-5を用いるとよい。

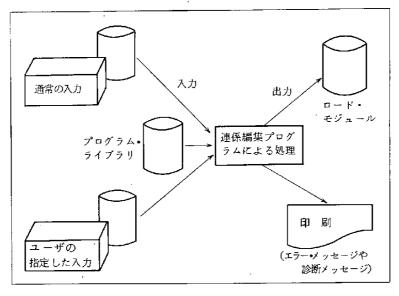


図6-3 リンケジ・エディタの入力と出力。

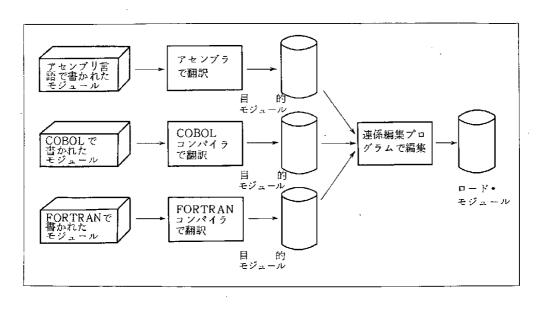


図6-4 モジュールの連結

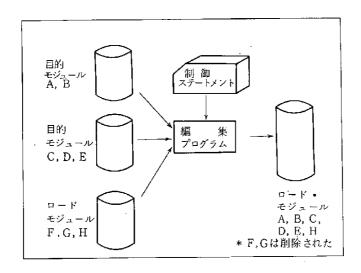


図6-5 モジュールの編集

### (4) オーバレイ・モジュールの設計

連係編集プログラムによるオーバレイ・モジュールの設計と編集について説明する。オーバレイ・モジュールにおける各セグメントの呼出し方と、ロードの仕方にも触れる。

(5) 連係編集プログラムに対する指示

連係編集プログラムに対する指示は、制御ステートメントを用いて指定する。具体的な例をあげて、 通常の入力、ユーザが与える追加入力、出力についての指定の仕方を説明する。

(6) プログラム記述用言語との関係

プログラムを連結したり、編集したりするときに重要な制御セレクション、入口名、外部参照、共通域などに、プログラム記述用言語によって多少扱い方が異なる。アセンブリ言語、COBOL、FORTRAN、PL/Iについて扱い方の違いを説明する。

#### 6.2 ローダ

セルフ・ローダ、再配置ローダについて説明する。オペレーティング・システムに管理されている 再配置ローダを中心に、プログラムのローディングについて説明する。

LOAD命令、LINK命令、XCTL命令、ATTACH命令などをとりあげて、モジュールの動的ローディングを説明する(表 6-1参照)。

表6-1 ローディングの説明例

LOAD命令	指定したモジュールを主記憶にロードする。
LINK命令	指定したモジュールを主記憶にロードし、かつそのモジュールに制御を 渡すモジュールを実行したあと、もとの主プログラムに制御を戻す。
XCTL 命令	指定したモジュールを主記憶にロードし、そのモジュールに制御を渡す。 モジュール実行したあと、もとのプログラムに制御が戻らない。
ATTACH 命令	指定したモジュールを主記憶にロードし、もとのプログラムと並行的に そのモジュールを実行する。マルチプログラミングのときに使用する。

## 6.3 ユーティリティ

プログラム設計をする際に、知っていた方がよいと思われるユーティリティ・プログラムについて、 その機能を中心に説明する。

次のようなユーティリティについて説明する。

- ① ファイルやメンバーの消却
- ② ファイルやメンバー名の変更
- ③ ファイルのカタログ処理
- ④ ファイルの移動と複写
- ⑤ カタログ・エントリ,区分編成ファイル,ボリューム目録のリスト作成
- ⑥ 磁気テープの標準ファイル・ラベルの作成
- ⑦ 磁気ディスクや磁気ドラムの初期設定
- ⑧ 磁気ディスクや磁気ドラムのダンプ
- ⑨ 磁気ディスクや磁気ドラムのダンプした内容からの復元
- ⑩ ファイルの複写
- ⑪ ファイルの短縮と拡張
- (2) ファイルのブロック長、レコード長の変更
- 13 順編成ファイルと区分編成ファイルの相互変換
- ⑭ バックアップ用コピーの検査
- ⑤ ファイルの印刷とせん孔
- ⑩ メンバーの印刷とせん孔
- ⑰ プログラム・ライブラリの作成と更新
- ⑱ 索引順編成ファイルの処理

## 6.4 分類組合せプログラム

分類組合せプログラムの機能と使い方、ユーザ・プログラムからの呼出し、ユーザ・ルーチンの挿入などについて説明する。

## 6.5 デバッギング・エイド

アセンブリ言語、COBOL、FORTRAN、ALGOL、PL/Iについて、それぞれの言語の **アバッギング・エイド**を説明する。

- アセンブリ言語のデバグ用命令
- COBOLOTRACE
- EXHIBIT
- ON ステートメント
- PL/Iの ON ステートメント

などを説明する。

ユーザ・プログラムと操作員との応答やユーティリティもデバッギング・エイドとして役立つことを述べる。

デバグ用の情報を提供してくれる主記憶ダンプに関連して、

- スナップショット・ダンプ
- ② コア・イメージ・ダンプ
- ③ 表示ダンプ
- ④ 単独ダンプ

について説明する。

# 6.6 その他のサービス・プログラム

科学技術計算用サブルーチン・ライブラリその他使用範囲の広いサービス・プログラムがあれば紹介 しておく。

#### 6.7 実習

- (a) 連係編集プログラムの各種の機能を使用してみる。
- (b) ユーティリティの中から、ファイルの複写、ファイルの印刷とせん孔などを選び、ユーザ・ルーチンをコーディングして挿入し実行してみる。

# 指導上の留意点

サービス・プログラムの機能については、「オペレーティング・システム」の科目の復習をがねて説明し、ユーティリティの利用やユーザ・プログラムとの関係を述べると良い。

# 第7章 プログラムの基本設計

## 目標

第3章プログラムの構造で学んだことを振り返りもう一度プログラムのモジュール化についての概念 を明確にする。

モジュール化されたプログラムを作成するには、

- (a) 木構造の設計仕様書をコーディング以前に作成し,
- (b) 設計仕様書の木構造の最下位のレベルの記述では、論理的な構造が一意的に定まる程度まで、作成するプログラム各部の内容を記述し、
- (c) コーディング開始後設計変更が必要になった場合は、その都度設計仕様書を更新する。 という原則を守り、プログラムのコーディング以前に木構造の設計を完成させるという手順を貫かなければならない。

ととでは以上のような原則に立って、モジュール化の技法と設計仕様書の作成を中心に説明する。時間が許す範囲で、誤り回復処理や例外処理についても触れることが望ましい。

# 内容

## 7.1 モジュール化の技法

プログラムのモジュール化の概念は、閉じたサブルーチンの概念を拡張させ発展させたものだという ことができる。

閉じたサブルーチンの考え方を拡張し、主ルーチンも一つの閉じたサブルーチンとして作る。つまり プログラムをいくつかのサブルーチンの集合という形態にし、必要に応じて、サブルーチンが別のサブ ルーチンを呼出すようにする。各サブルーチンは、別々に翻訳して、目的モジュールやロード・モジュー ルの段階で結びつけることができる。このようにして、プログラムのモジュール化の概念に近ずいたの である。

サブルーチンには、開いたサブルーチンと閉じたサブルーチンがあるが、最初に閉じたサブルーチン を使用するときの呼出し手順について説明する。

呼出し手順 (calling sequence) とは、主ルーチンがサブルーチンを呼出すプログラム手順である。

次の点を説明する。

- ① 主ルーチンで使用している領域の値を保存する。
- ② サブルーチンに主ルーチンへの戻り点を知らせる。
- ③ パラメータを受け渡しする。
- ④ 共通作業域を使用する。

- ⑤ サブルーチンに制御を渡す
- ⑥ 主ルーチンに制御を戻す。

「モジュールの構造」で学んだことを復習しながら、特定のオペレーティング・システムを取りあげて、モジュールの形式とモジュールを構成している要素について述べる。モジュールの連係の仕方について復習する。

モジュール化されたプログラムの設計手順と、設計上の留意点について説明する。 設計仕様書の位置づけをし、次の設計仕様書の作成の導入とする。

# 7.2 設計仕様書の作成

モジュール化されたプログラムを設計し開発するには、ソフトウェアの工程管理と文書管理の確実な 実行を期す必要があり、管理方法や組織などの体制が確立していなければならない。文書については特 に設計仕様書が重要な役割をはたす。

次の点を説明する。

- (a) 設計仕様書に、プログラムの設計思想、機能、構成などを記述した構成および機能仕様書にもとずき、適当な機能単位ごとに作成する。
- (b) 設計仕様書では上位の構成および機能仕様書と下位の設計仕様の関連を示し、最下位のレベルの構成および機能仕様に相当する設計仕様を記述する。
- (c) 各設計仕様書には次のような内容を盛り込む。
  - . (1) 見出し部

文書名,手続名,上位のプログラム単位の名称,記述言語,作成日,作成者,検査および保守責任者,改訂履歴など

② 接続部

入口点と戻り点、パラメータの型と値、プログラムの連結についての特記事項、呼び出すモジュールの名称、呼び出されるモジュールの名称、関連するテーブル類など

- ③ 論理部 プログラムの目的、機能の概要、モジュールの特徴や使用した手法、パラメータ全部の意味の説明、コーディングについての特記事項、誤り処理とついての特記事項など
- ④ デバグ部

デバグに使用するダミー・モジュールの説明,プログラム開発手段との関連,必要なチェック頃目,チェック困難な項目,パラメータの代表的な組合せについての実行時間の推定値,主記憶占有容量など

- ⑤ 流れ図部
- (d) 設計仕様書の権威付けを更新の手続き設計仕様書の実例を示して説明するとよい。

## 7.3 誤り回復処理と例外処理の扱い方

一般にプログラムを分析してみると、通常処理に比較して、誤り回復処理や例外処理に占める比重が 非常に大きい。プログラムによっては論理部分の90%以上が誤り回復処理や例外処理だという場合すら ある。

また誤り回復処理や例外処理は、起こる可能性の少ないものまで含めると、ほとんど無限にあるので、 誤り回復処理や例外処理を厳密に行なおうとするとそのための負担がいちじるしく大きくなる。

プログラム開発の負担と、完成されたプログラムの各ルーチンの使用頻度には図7-1のような相関 関係がある。

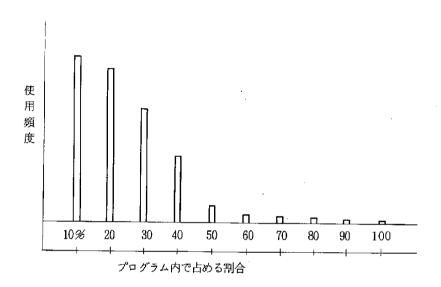


図7-1 プログラム内の各ルーチンの使用頻度

したがって、プログラム設計にあたっては、誤り回復処理や例外処理をどこまでとり入れるか、どの 程度の処理をするかという検討が重要になる。

次のような点を説明する。

- ① 誤り回復処理や例外処理についての考え方
- ② 誤り回復処理や例外処理のプログラミング負担
- ③ 誤り回復処理や例外処理の限定の仕方 記憶装置の容量、開発の作業工数と作業期間、開発に利用できるコンピュータ使用時間などから 制約を受ける。
- ④ 誤り回復処理や例外処理のプログラム開発技法 オーバレイ構造の採用、ロール・イン、ロール・アウト技法の採用、誤りを発見したときや例外時のメッセージの出し方、操作員との応答などを説明する。

# 7.4 実 習

ファイル処理で作成したプログラムを発展させて、モジュール構造のプログラムを作ってみる。その 設計仕様書を作成して提出させる。

# 指導上の留意点

この章は、講義もさることながら、特に実習には時間をかけて、実際に研修生にやらせてみることが 重要である。また、実際にその企業等で作成された事例等を研修生に示して説明するのがよい。

# 第8章 プログラム流れ図の作成とコーディング

# 用語 との章では次の用語を教える。

原始プログラム・リスト

# 目 標

JIS規格にもとずき、流れ図記号とプログラム流れ図の書き方の復習をすることによりあらためて理解させることと、コーディングの技法を理解させる。

# 内 容

## 8.1 プログラム流れ図

次のような点を説明する。

- (1) 流れ図記入用紙 A3またはA4版標準用紙に統一して記入するよう指導する。
- (2) 一つの流れ図の大きさ たとえば、一つの流れを2ページ以内に納める。ある流れの一部をさらに詳細に示す流れを書く場合には、相互の関係を両者の余白に注記し容易に対照できるようにする。
- (3) 流れ図と原始プログラム・リスト 流れ図のターミナルやブロックのラベルを**原始プログラム・リスト**のステートメント・ラベルと一 致させる。
- (4) 粗い流れ図と詳細流れ図の関係
- (5) プログラム流れ図と判断表 流れ図のブロック内の記述の仕方については、JIS規格でも定められておらず、標準化されて いないので、書きやすく読みやすい記述の仕方について説明を加えしたい。

プログラム流れ図の書き方は、使用するプログラム記述用言語によって異なることがある。アセンブリ言語、FORTRAN、COBOL、PL/Iなどの言語を使用したときのプログラム流れ図の例をあげて、記述の詳細度を説明する。流れ図自動作成プログラムにより、原始プログラムからコンピュータで自動的に作成される流れ図について簡単に説明する。

#### 8.2 コーディングの技法

最初に次のような技法を説明する。

・プログラムのループ

- ・プログラム・スイッチ
- ・指標レジスタの使用
- 算術演算と計算誤差
- テーブルの使い方
- ・ 分類の技法
- 原始プログラムリストを見やすくする方法
- (1) プログラムのループ

たとえば、図8-1のようなプログラム流れ図とコーディング例を用いて説明する。

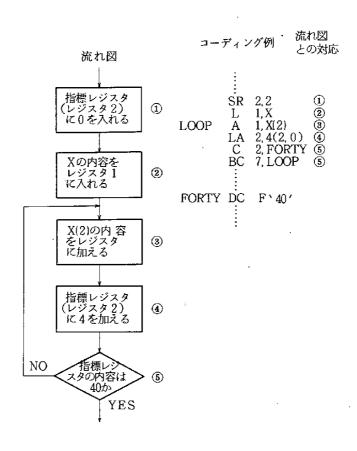
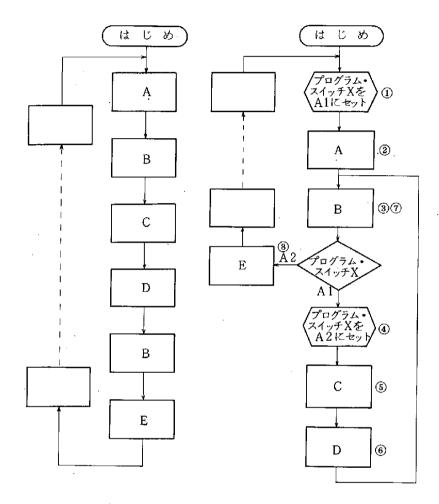


図8-1 プログラムのループ

# (2) プログラム・スイッチ

たとえば図8-2,図8-3などの例を用いてプログラム・スイッチのコーディングを説明する。



(a) 実行順序どおりに書いた流れ図

(b) プログラム・スイッチを使って処理 手順Bを2回実行させる流れ図

図 8-2 プログラム・スイッチを使った場合 と使わない場合の流れ図

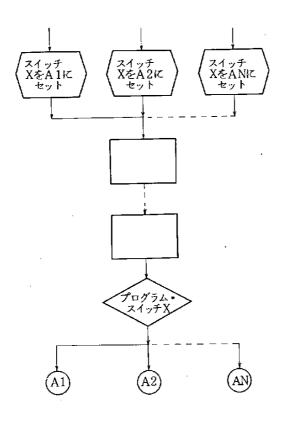


図8-3 プログラム・スイッチのセット

# (3) 指標レジスタの使用

たとえば図8-4のような例を示して、指標レジスタを使用したコーディングについて説明する。

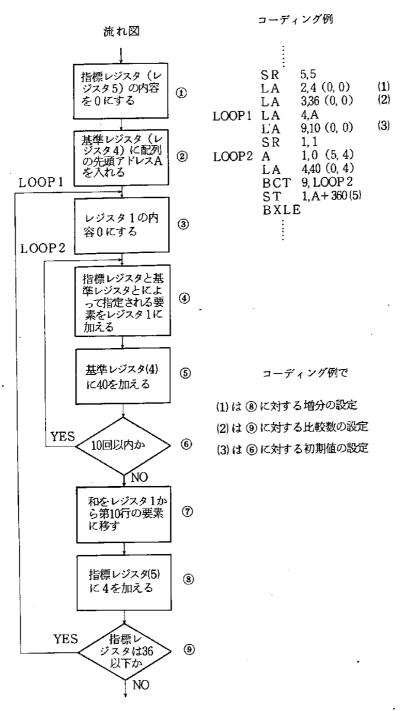


図8-4 基準レジスタと指標レジスタを用いた  $\sum_{i=1}^{10} a_{ij} \rightarrow a_{10j}$  ( $j=1, 2, \cdots 10$ ) の プログラム例

## (4) 算術演算と計算誤差

10進数演算、固定小数点演算、浮動小数点演算について説明し、それぞれの演算で発生する計算誤差とその対応策について説明する。アセンブラ言語でコーディングする場合を例にして、次のような場合の処理の仕方を説明する。

- ① 10進数演算で計算できる最大けた数とけたあふれを起こしたときの処理
- ② 固定小数点演算で計算できる最大けた数とけたあふれを起こしたときの処理
- ③ 10進数から2進数に変換するときの変換誤差の処理
- ④ 浮動小数点演算で処理できるけた数と実数部及び指数部のけたあふれを起てしたときの処理
- ⑤ 演算の前後や演算の途中でのけたの切上げ、切捨て、四捨五入などの処理から生ずる計算誤差の 処理
- ⑥ 印刷するときの編集上の必要からの数値の修正により生ずる誤差に対する処理 FORTRAN、COBOLなどのプログラム記述用言語でコーディングした場合に生ずる計算誤差 とその対策を説明する。
- (5) テーブルの使い方 テーブルの概念を説明し、テーブルを探索する技法として、順次探索、二分探索などの方法を説明 する。
- (6) 分類の技法

主記憶内で行なう内部分類の手法を中心に説明する。次の3つの分類法を用いたコーディングの仕方を説明する。

- ① 順次探索法
- ② 組合せ法

はじめに小さな分類単位に分割し,各分類単位について順次探索法を用いて分類し,最後に各分類単位を組合せで分類を完成させる。

③ 基数法 分類項目を1けたづつ分類していく方法で、カード分類機の分類と同じ方法である。

- (7) 原始プログラム・リストを見やすくする方法 次の点を説明する。
  - ① 一つのコーディング単位の大きさ
  - ② 使用する記号の統一
  - ③ コメントとリマークの挿入の仕方
  - ④ コメントとリマークの表現の仕方
  - ⑤ リストの最初に入れる総括コメントの挿入の仕方

#### 8.3 実習

(a) けた数、特に小数点以下のけた数が不ぞろいな比較的けた数の大きい数値を加減乗除して答を求める問題を、アセンブリ言語、COBOL、FORTRANなどの言語を用いてコーディングして実行

してみる。その結果を比較検討して計算誤差の大きさと、考えられる原則を分析してみる。

(b) 数10個の5けたないし10けた程度のデータを主記憶内で内部分類するプログラムをコーディングしてみる。プログラム記述用言語はなにを用いてもよい。そのプログラム流れ図と原始プログラム・リストを提出させ、主として読みやすさ、利用しやすさ、書きやすさという点から、その内容を評価してみる。

# 指導上の留意点

- (1) ブロック内の記述の仕方については、いろいろな例を示し、比較検討させてみるとよい。また、時間があればユニークな記述の例として、アイバーソン言語による記述の例を説明してもよい。
- (2) プログラム設計の内容や技法は、利用するオペレーティング・システムの規模やコンピュータ・システムの種類によってかなり違う。また使用される用語や概念には必ずしも標準化されていないものや一般的でないものもある。したがって指導の仕方がむずかしいが、中規模のオペレーティング・システムとアセンブリ言語の使用を中心にして、できるだけ一般化されているものを主としてとりあげるようにしたい。
- (3) 実習には特定のコンピュータを利用しなければならないので、(2)の点に留意しつつ実習に使用するコンピュータについての具体的な説明を追加するようにするとよい。

# 第9章 プログラム・テスト

## 

統合テスト, プログラム・テスト仕様書

# 日 標

プログラムの誤りは、プログラムを作成した人が自分で見つけ出さなくてはならない。プログラムの 誤りを見つけて、誤りを訂正する作業をデバグといっているが、プログラムのデバグを効率的に行なう ためには、次のようなことを考えておくと有効である。

- (a) プログラムをモジュール化し、モジュール内の各構成要素はできるだけ単純なわかりやすい構造に する。
- (b) プログラム・テストを部分テスト, つなぎテスト, 統合テストの順に段階的に行なう。
- (c) 机上デバグを十分に行なう。
- (d) テスト・データを単純なものから複雑なものへと、順を追って用意し、プログラムの機能を一つづつ確実にテストできるように配慮する。
- (e) テスト・データとして、誤りのデータや例外事例などを用意する。
- (f) プログラム・テスト用のユーティリティを活用する。

# 内容

# 9.1 プログラム・テストの仕様書

プログラム・テストをはじめる前に、次のような内容を含むプログラム・テスト仕様書を作成するよう指導する。テスト仕様書を作り、それにもとづいてプログラム・テストをするという考え方は一般に必ずしも十分には浸透していないので、その重要性を理解させることが必要である。

- ① プログラム・テストのスケジュール
- ② プログラム・テストの手順
- ③ プログラム・テストの方法
- ④ 指定されているテスト条件
- ⑤ テスト・データやダミー・モジュールの準備 プログラム・テストが完了したら、次のような内容の成績書を作る必要があることを説明する。
- (1) テストした範囲
- ② テストに使用した入力データのリスト

- ③ 出力データのリスト
- ④ 動作状態の記録
- ⑤ 検査時の操作卓ログ・シート

## 9.2 プログラム・テストの方法

プログラムの開発にあたっては、問題の分析、流れ図の作成、コーディングなど作業のすべての段階で誤りをおかすおそれがある。しかし問題の大まかな分析から細かい分析へ、さらにコーディングと細心の注意を払って進めば誤りを最小限度にとどめることができる。誤りをプログラムの中にまぎれてませないためには、細心の注意を払うとともに、一段階の作業が終ったあと、その内容を机上で十分チェックしてから先に進む必要がある。このような人手による机上でのチェックを机上デバグといっている。机上デバグの仕方、机上デバグの特徴、机上デバグで発見されやすい誤りの内容などを説明する。論理的な誤り、コーディングの誤り、物理的な誤り(プログラム・カードを取り違えたり、順序が違っていたりなど)など、ほとんどの誤りが机上デバグで発見されることを強調する。

机上デバグでは、一度に複数個の誤りを発見することも困難でないことを説明する。

おかしやすい論理的な誤りや物理的な誤りを説明する。

コンピュータによるテストとデバグに関連して次の点を説明する。

- 文法誤りのチェック
- プログラムのテスト
- プログラム記述用言語とデバグ機能
- オペレーティング・システムのもとでのテスト方式

それぞれについて、説明する内容を次に述べる。

(1) 文法誤りのチェック

翻訳時に発見される誤りについて触れる。たとえば、アセンブリ言語で書かれたプログラムを翻訳するときに、次のような誤りが発見される。

- ① 定義されていない記号や、多重定義の記号
- ② 誤った命令コードの使用
- ③ その他の予約語の書き違い
- ④ 擬似命令の使い方の誤り、2進法、10進法、16進法などの誤り
- ⑤ 演算記号の使い方の誤り
- ⑥ アドレスが抜けていたり正しく書かれなかったりした場合
- ⑦ エリアの指定違い

アセンブル・リストの内容を説明する。

COBOL, FORTRAN, PL/I などについて、翻訳されたときに出力されるリストと検出される誤りの範囲を説明する。

(2) プログラムのテスト

コンピュータでプログラムを実行したときに発生する状態、その原因などをまとめて説明する。

たとえばコンピュータでプログラムを実行すると次のいずれかの状態になる。

- ① なにもしてくれない
- ② 最後まで実行しないで止まる
- ③ 無限のループにはいる
- ④ 終りまで実行するが正しい結果がでない
- ⑤ 終りまで実行して正しい結果が出る それぞれに対する対処の仕方を説明する。

アセンブリ言語、COBOL、FORTRANなどについて、プログラムのテスト方法を説明する。 プログラムに誤りがあり最後まで実行できないで止まった場合には、主記憶ダンプが自動的に出る とともある。アセンブリ言語で書かれたプログラムをデバグするときは、主記憶ダンプが役立つこと が多い。しかし、COBOL、FORTRAN などで書かれたプログラムの場合は、主記憶ダンプ を利用してデバグすることは大変むずかしい。したがってこれらの言語の場合は、それぞれの言語が 持つデバグ機能をできるだけ活用することが望ましい。

- (3) プログラム記述用言語のデバグ機能 サービス・プログラムのところで説明してデバッギング・エイドを復習し、具体的な例を示してそれ ぞれの活用の仕方を説明する。
- (4) オペレーティング・システムのもとでのテスト方式 オペレーティング・システムの制御プログラムやサービス・プログラムの諸機能をうまく組合せて 使用すれば、プログラム・テストの手順を標準化し簡略化してテストを能率的に行なうことができる。 次のような点を述べる。
  - ① どの言語で書かれたプログラムも翻訳されると同一の形式になるから、プログラム連結の規則さえ守ればそれを自由に組合せて実行できる。
  - ② 各種のプログラム・テストを連続的に行なうことができる。
  - ③ テスト中のプログラムを磁気ディスクや磁気ドラムに収容し管理できる。
  - ④ テスト用のジョブ制御カードやデータも磁気ディスクや磁気ドラムに収容できる。
  - ⑤ 以上の機能をうまく使えば、プログラム・テストの操作が簡単になる。 しかし オペレーティング・システムのもとでのテストでは、テストしようとするプログラムとは直 接関係のない制御情報が大量にでてきたり、制御プログラムのルーチンがユーザ・プログラムにまじって存在していたり、主記憶の内容が制御プログラムの影響で変化したりするので、慣れないと困難 な点もある。例を示してこれらの点も理解させたい。

## 9.3 実 習

- (a) とれまで実習で行なったり経験したりしたプログラム・テストを思い起としながら、特定のプログラムを取りあげて、そのプログラム・テスト仕様書を作成させる。
- (b) 各自に机上デバグ、プログラムの翻訳時、プログラムのテスト時に発見された誤りを書き出させて、 全体をまとめて、おかしやすい誤り一覧表を作成させる。

# 指導上の留意点

実習を通じて、机上デバグはもとより、特にマシンデバグを十分体験させる。自分でいろいろな エラーを経験し、これをデバグしこれらを自分で整理してゆくうちに、自然に能力をつけてゆくように 指導したい。

# 第10章 プログラム設計と文書化

**用語** この章では次の用語を教える。

利用者マニュアル、検査仕様書、検査成績書

# 日 標

プログラムが開発されると、プログラムに付随して種々の文書が作られる。コンピュータが実用化さればじめた初期の時代には、文書は、もっぱら操作の仕方の説明やプログラムを改訂するときに役立つ 記録として作られた。

しかし、開発されるプログラムが複雑になり、プログラムが多くの人の共同作業で作られるようになり、現在では、プログラムを開発する過程で、開発の1ステップとして作られる文書が多くなった。 ここでは、プログラムを開発する際に欠かせない文書を作るという作業の重要性を認識させるととも に、実際に実行できるよう指導することを目標とする。

# 内容

## 10.1 文書化の重要性

一般にプログラムにはこの文書は読みにくく理解しにくい。またプログラムを作る作業に追われて文書化のために時間がとれず、文書に十分な情報を盛り込めなかったり、正確性に欠けたりすることになりやすい。

プログラムは特殊な場合を除いて、文書によってしか内容を正確に伝達することはできないし、その 価値を評価することもできない。

またプログラム開発過程での文書化を軽視すると、誤解にもとづく誤った**開発**が行なわれたり、開発 過程でしばしばプログラムの手直しが必要になったりする。

以上のような点を強調し、また文書化の具体的な例を示して文書化の重要性を理解させる。

## 10.2 プログラムの文書

# (1) 文書の種類

次のようなプログラム開発に関連した文書化を独力で作れるよう指導する。

- ① プログラムの構成及び機能仕様書(プログラムの外部仕様書)
- ② プログラムの設計仕様書(プログラムの内部仕様書)
- ③ プログラムの利用者マニュアル

- ④ 原始プログラム・リスト
- ⑤ 検査仕様書
- ⑥ 検査成績書
- ⑦ 開発計画書の日程表
- ⑧ 進行状況報告
- ⑨ 技術報告

以上の内容については、すでにプログラム開発の手順、プログラムの基本設計、プログラム流れ図作成とコーディング、プログラム・テストで説明している部分が多いので、説明してある内容についてはポイントを簡単に触れる程度にする。

#### (2) 文書の書き方

文書の書き方について次の点を説明する。文書を書く人は通常文書の専門家ではないので、文書を書くとについての基礎的な指導が重要である。次のような点を説明する。

- ① 文書を書くときの心構え
- ② 使用する用紙の統一 一般にはA4版横書きが使われている。
- ③ 文書の構成

章節と個条書について触れる。結論を先に書き、その後に細かい説明を加えるように指導する。

- 番号付けについて 章節番号と個条番号のつけ方を説明する。
- ⑤ 記人位置について章節番号,個条番号,見出し,文章などの記入位置を説明する。
- ⑥ 用字と用語次のような点について説明する。
  - 常用漢字
  - 現代かなづかい
  - •送りがな
  - かな書きと漢字の使いわけ

代名詞, 助詞, 助動詞, 接続詞, 副詞, 接頭語, 接尾語, あて字などはかな書きをするよう指導する。

#### ⑦ 外国語の扱い

情報処理用語には外国語に由来するものが多いため、表記の統一がむずかしい。しかし、これを統一しなければ、プログラムの文書は非常に読みにくいものになってしまう。

一般には次のような5種類の表記の仕方があるので、この使いわけ方、一つの表現への統一の仕方をできるだけ具体的に説明する必要がある。

・日本語による表記

物理レコード, 論理レコードなど

片かなによる表記

カード・ファイル、オペレーションズ・リサーチなど

- 日本語またはかたかなと外国語の併記記入項目 (entry) など
- 外国語による表記

Who are you? (WRU) など

・略語による表記

OR, IR, OSAE

(8) かたかなの表記法

かたかなの表記法については、まだ国内で統一された規格がない。したがって出版社、新聞社、 コンピュータ・メーカがそれぞれ独自の規則を持っており、たとえば次のように複数の表記法が 混在している。

例. レジスタ, レジスター

ジェネレーション, ゼネレーション

デバグ, デバッグ

マネジャ, マネジャー, マネージャー

チェイン, チェーン

リポート, レポート

たとえば次のような統一の仕方が考えられる。

・英語の語尾がer, or, ar の用語は、かたかなの表記が2音(字)を超える場合は終りに一をつけない。

例。モニタ,ユーザ

・まだ十分に日本語化されていない外国語のかたかな表記は、なるべく原語の発音に近い表記にする。

例。ジェネレーション

- ⑨ 原語をもちいる場合の原語の表記の仕方
- (10) 文章と文体

日常性,平明性,簡潔性,明白性,正確性などを強調する。 特に文語系のことばを避け,国語系のことばで書くよう指導することが望ましい。

- (11) その他書き方の基本について次のような点を指導する。
  - 左横書
  - アラビア数字と漢数字の使いわけ
  - 配列,五十音順とアルファベット順
  - コンマ(,)と句点(。)の使い方
  - 踊り字(Rやx)
  - 中点の用い方
  - 受身形と能動形

## 10.3 文書の管理と保守

プログラムについての文書は、プログラムの内容がたえず変化するので、書かれた瞬間から改訂が必要になることが多い。文書の改正を常時行ない、文書をたえず最新の状態に維持しておかなければ、文書の価値はいちじるしく低下してしまう。

しかし文書を管理するために、あまり細かく規則を作り、規則でしばりつけようとすると、作業の効率を低下させることになり規則は守れなくなる。したがって文書化の仕方や管理についての規則は、まず重要なことだけを実施し、実施した結果については、守られているかどうか、問題がないかどうか常に関心を持つことが必要である。

よい文書を作るために重要な点として次のことを説明する。

- ① 必要最低限度の標準仕様を作る。
- ② 文書化の作業費を適切に見積る
- ③ 文書の検査体制を作る
- (4) 文書の登録、保管、改訂の手続きを作る
- ⑤ 文書化の教育を行なう

文書の編集や表記法の標準化について、国内外の標準化の動向を説明する。

国内では、JIS規格、情報処理学会、電気学会、電気通信学会などの動向、国外ではISOの動向を説明する。

作成された文書の登録、保管、利用、改訂に関連して次の点を説明する。

- (1) 文書登録の手続き
- ② 文書の見出しと抄録
- (3) 保存用ファイル、複写用原本ファイル、利用ファイルなどの作成と保管
- (4) 文書の利用の仕方
- ⑤ 文書の貸出し,返却,廃棄
- ⑥ 文書の改訂の手続きと改訂の承認
- ⑦ 改訂個所の表示,改訂回数の表示,改訂履歴の作成

時間があれば、コンピュータによる文書の作成と管理について触れてもよい。次のような点を述べる。

① 一般的な文書の管理

検索用の情報を入れて管理する。

種々のキーを用いて文書一覧を作る。関連する文書の検索を行なう。

② 設計仕様書の管理

コンピュータをうまく利用すれば、全モジュール、各プログラムごとに呼出すモジュール、呼出 されるモジュールのリスト、指定したモジュールの検索、木構造の作成などが作れる。

③ 流れ図の自動作成

#### 10.4 実 習

(a) A 4版タイプ印刷で20ページないし30ページ程度のプログラムについての文書を課題として与え、 各人にその評価をさせレポートを提出させる。

評価をまとめるときには、次の点に注意してまとめるよう指導する。

- ① 評価をする際もし前提条件を設定したら、それを明示する。
- (2) どういう立場で評価したか。またその文書を読む対象者を誰と考えて評価したか
- (3) 特にどういう点を重視して評価したか、それはなぜか
- ④ どういう点を改善すればさらによい文書になるか
- (5) 全体的にみてよい文書と言えるか
- (b) 上記の提出されたレポートもしくは、適当なテーマを選び4000字から6000字程度のレポートを 提出させて、その内容を調べ、よい文書にするための具体的な助言を行なう。

## 指導上の留意点

プログラム設計については、設計作成全般にわたって文書化が非常に重要なので、文書化の重要性を 一貫して強調した方がよい。プログラム設計と文書化の章は、随所で説明してきたことのまとめという 形で説明することが望ましい。

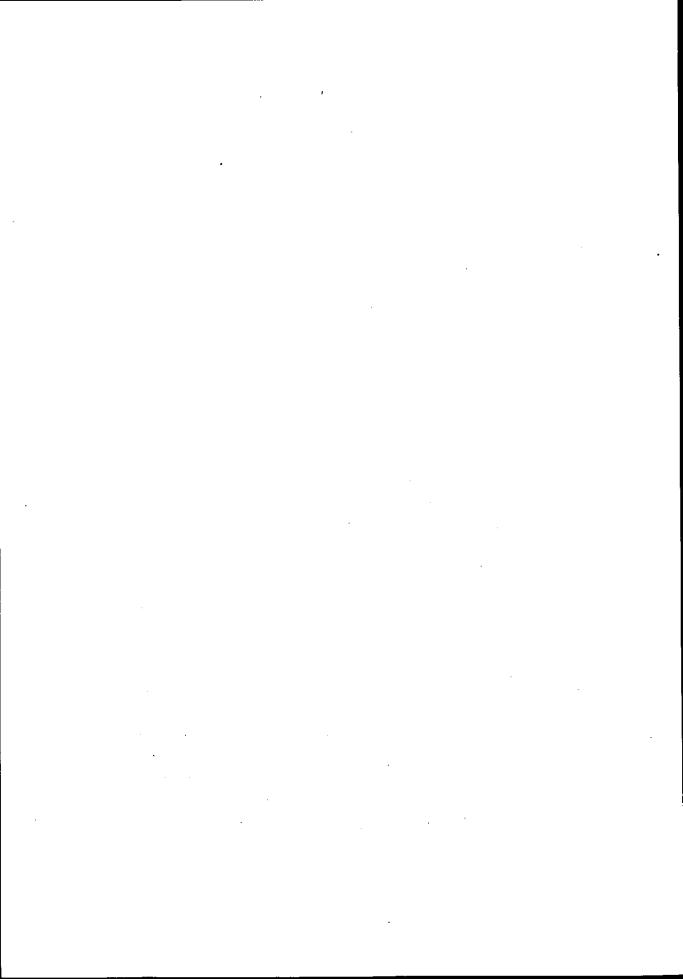
## 参考文献

- (1) 大日方真著「プログラムデザイン」 オーム社 昭和47年 2,200円 実用的に書かれており全体的に参考になる。
- (2) 情報処理学会規格委員会S C 1 専門委員会編「英和 和英 情報処理用語標準対訳」 オーム社 昭和 48年 1.800 円
- (3) コンピュータ・メーカの次のような各種のユーザ・マニュアル
  - (1) オペレーティング・システムの概念と諸機能を説明したもの
  - ② オペレーティング・システムの監視プログラムとデータ管理プログラム用のマクロ命令を説明したもの
  - ③ オペレーティング・システム用のユーティリティを説明したもの
  - ④ オペレーティング・システムのリンケージ・エディタを説明したもの
  - ⑤ オペレーティング・システムのジョブ制御言語を説明したもの

# 経営実務

# 自 次

第	1章	企_業22	28
	1.1	現代社会と企業	28
	1.2	近代企業発展の歴史的背景22	29
	1.3	経営管理の重要性	30
	1.4	システム概念の重要性2:	31
第	2章	経 営2	34
	2.1	経営の意義	34
	2. 2	経営の理論	35
	2.3	経営のシステム構造2	35
	2.4	経営システムのモデル	37
第	3章	計 画	40
	3, 1	計画の意義2	40
	3, 2	経営と計画・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	41
第	54章	組 織2	
	4.1	経営組織の概念2	43
	4.2	経営組織の構成上の原則2	44
	4.3	経営職能の分化と組織の類型2	44
	4.4	委員会2	45
	4.5	プロジェクト型組織	45
第	5 章	統制・管理	48
	5. 1	統制の意義と必要性 2	48
	5.2	 統制の機能	249
	5.3	オペレーショナルな管理	350
	5. 4	内部統制2	251
	5.5	<b>簿記の考え方2</b>	
	5. 6	予算統制 ·······2	
	5.7	標準原価計算2	254
舅	第6章	事務	
	6, 1	事務の定義	256
	6.2	事務のための機能	258 -
	6.3	事務機械	
	6 4	事務分析技法	259



# 科目「経営実務」

## 教育の目標

中級情報処理技術者に相当する人たちは、企業の合理化などを進める活動のなかで、さまざまな実務 について、管理者や担当者から、仕事についての説明をきいたり、文書を読んだり、話をきいたり調べたことを整理させられたりする。時によっては、システム化の推進グループやプロジェクト・チームに参加して、すでに分析や設計ずみといわれる実務を理解するよう要請される。したがって、このような場合、経営の実務についての、物の考え方やコトバ(用語)がわかっていないと困ることが多い。

そのうえ,実務を説明する側の管理者や担当者の人たちも,適切な用語を使えなかったり,十分な概念づけや体系化をしないままに,体験だけにもとづいて話をすることが多いから,いっそう話がわかりにくい。

したがって、情報処理技術者は、他の実務家の人たちと、仕事の上で接触するとき、「この人のいっているのは、あれだな」とか、「この仕事は、一時的にいわれるあの業務にあたる」というように、ほん訳したり整理できる能力を身につけていることが必要になる。

この科目では、このような能力をつけさせるのを目標としている。そこで、研修生に対して、単に用語をならべるのでなく、考え方や意味あいを理解させることが大事になる。

## 時間配分

章	履習	履習時間 (時間)		
<i>독</i>	講義	演習	実 習	
1. 企 業	5			
2 経 営	15		,	
3. 計 画	6			
4. 組織	8			
5. 統制・管理	13			
6. 事 務	. 13			
合 計	60			

# 第1章 企業

# 用語 この章では次の用語を教える。

企業,近代企業,所有と経営の分離,専門経営者,システム的な考え方,システムズ・アプローチ

# 目標

企業や経営管理について学習することの意義をはっきりさせる。

中級情報処理技術者に相当する社会人なら経営やその実務について, すでに色々な話を聞いているはずである。社内教育などを受けたり, 実務の中での体験もあろう。ある意味で, 研修生にとって身近なテーマである。

しかし、同時に、これと同じ理由から、つぎのような問題がある場合が多い。

- あまりにも身近すぎて、客観的に理解したり分析しようとする態度が失なわれてしまう。
- 誤った先入感を持っていることがある。
- ・知識が断片的で、個々の概念や知識との間の関連づけに欠け、システム的な把握が不十分なことがある。
- 体験にもとづく理解が個別的なレベルにとどまり、一般化されていない。
- ・特定の企業や部門, 場合によっては, 特定の個人においてだけしか通用しないコトバ (用語) が使われる。

したがって、ここでは、新しい角度からの "ビジネス入門 (An Introduction to Business)" が必要であり、新しい気持での再認識が大切であることを理解させるとともに、これによって、経営管理について学ぶように動機づける。

# 内容

## 1.1 現代社会と企業

経済活動の重要なにない手である企業の、国民経済における機能や役割を再認識させ、理解を深めさせる。現代の経済社会を構成する基本的な単位が企業であること、われわれの日常生活が、ふかく企業にかかわりあっており、必要な財やサービスの生産や供給のほとんどが企業によって行なわれていることを、具体的なかたちで再確認させる。

さらに、企業が、政治や文化など、現代社会の数多くの側面に直接的あるいは間接的に影響している ととにもふれ、経営の意思決定が現代社会に与える影響の大きさを理解させる。

例として,次のような項目のいくつかを研修生のレベルや関心度に応じて,取りあげ,解説をしたり 研修生に議論をさせるとよい。

- ① 企業が、日本の経済の中で占める位置 総理府統計局の「事業所統計調査」をはじめ、さまざまな統計があり、これらを使って数量的な 位置づけができる。
- ② 研修生が所属する企業あるいは身近な企業について考える。
- ③ 地域社会と企業 地方都市によく見られるように、住民の半分以上が、特定の会社や工場と関係をもっているよう な場合の問題、地域開発と企業の関係など。
- ④ 特定の個人やグループの日常生活と企業の関係、衣食住、文化活動、スポーツ、レジャー、福利 厚生、冠婚募条、生活意識、価値感など。
- ⑤ ビッグ・ビジネスの権力 経済的権力,社会的権力,社会的責任。
- ⑥ 公害問題都市公害、産業公害、社会的費用の負担。
- (7) 情報産業の意義

# 1.2 近代企業発展の歴史的背景

近代企業における,"経営管理の重要性"を解説するための予備作業として,近代企業の発展過程と これに関連する主要な要素を歴史的に説明する。

とりあげる項目の例を、図1-1に示す。これらの解説は、細かい点にまでわたる必要はなく、経営管理の重要性に大きな影響を与える要素として

- ① 生産方法の機械化と技術の高度化
- ② 経営規模の増大
- ③ 所有と経営の分離による専門経営者の登場

などに重点をおいて解説する。図1-1であげたような項目の主要なものは、研修生がすでに知っていることが多いから、研修生との議論を通じて図を作りあげるようにしてもよい。

時代の動き	特 徵	できごと
農業社会 二工業 ▼ 化	軍隊,教会,統治体 工場制生産のはじまり 交通・輸送機関の発達	産業革命( 1760 )
企業経済	株式会社制度 資本と経営の分離	株式会社法( 1844 ) テイラー
組 織 化	大規模生産 経営管理技術の発達 電信・電話の発達	(20世紀はじめ) フェイヨル (20世紀はじめ) 第一次大戦(1914-1918) ホーソン実験(1924 ~) 恐慌(1929)
国家 情報 化	エレクトロニクス技術の 発達 エネルギー革命 コンピュータ革命 ビッグ・プロジェクト	バーナード(1938) 第二次大戦(1939–1945) ENIAC(1946) ・
国際経済		

図1-1 近代企業発展の歴史的背景

# 1.3 経営管理の重要性

現代の企業で経営や管理の重要性が増してきているのはなぜかを次の項目によって説明する。

# (1) 生産方法の機械化

ここでは、科学技術の生産現場での応用だけでなく、輸送手段の大形化、通信技術の発達、OR (Operations Research), QC (Quality Control), IE (Industrial Engineering), システム工学のような管理技術の発達などについてもふれる。

#### (2) 経営規模の増大

まず、企業の集中や企業の結合を通じて、企業が大規模化してゆく過程を説明する。これらの形態 — カルテル、コンツェルン、トラストなど — についても、事例によって特徴を説明する。 さらに企業の多角化についても説明し、経営管理が企業経営の中心問題になってくることを解説する。

## (3) 所有と経営の分離

生産方法の機械化、経営規模の増大などが、所有と経営の分離をもたらすことをのべ、これによって専門経営者(Professional Manager)が形成されることを説明する。そして、多層化された現代の社会環境の中で、企業を維持したり発展させるために、多様な課題が与えられることをのべる。また、産業構造や社会の変化、経済の国際化などをとりあげ、企業がめまぐるしく変ってゆく環境に適応してゆくことが不可欠になっていることを説明する。労使関係についてもふれるようにする。研修生は、個々の項目については知識をもっていることが多いから、なるべく発言させたり議論させるようにして、その結果を教師が整理してやるのもよい。

#### 1.4 システム概念の重要性

前節で扱ったことがらを、さらに展開させ現代の企業での経営管理において、システム的な考え方 (Systems Concept) や、システムズ・アプローチ (Systems Approach)が重要になってきていることを説明する。

理論的な基礎として、システムの定義やシステム工学での基本的な知識などが必要であるが、これは 別に科目「システム概論」でカバーされる。したがって、ここでは

- ① システム概念が重要になってきたことの時代的な背景
- ② システム概念が重視される理由
- の解説にとどめる。

まず、前節につづけて、企業の経営管理が大規模化し複雑化していること。そのため適応や管理のためのシステム的な見方や情報システムが重要になったことをのべる。例として

- ① 流通の近代化が要請され、推進されている理由
- ② さまざまな産業の分野を横断的に結びつけるシステム産業や商社の活動
- ③ 産業界全体について、技術や機能の相互関係をチェックし、新しい位置づけをはかろうとする テクノロジー・アセスメントや業種間の機能の移行
- ④ 国際間の為替レートの変動とこれが及ぼす影響
- (5) 知識産業の役割

などをとりあげるとよい。 特定の企業や、研修生が所属する業界や企業をとりあげて、環境の変化や とれに適応するための活動が、どのようになっているかを検討するととがのぞましい。

つぎに、システム概念によって、これらの問題にどう答えようとするかを、目的論的に解説する。 ここでは、方法については立ちいらず、つぎのような特徴を説明する。

① 社会や経済などの環境(外部システム)の中で企業をダイナミックにとらえる。

- ② 統一体を識別することによって問題の位置づけを明らかにしようとする。
- ③ 目的論的である。
- ④ 上記のフレーム・ワークの中で、構成要素 (Component) の相互関係をみる。
- ⑤ 構成要素の相互関係は、情報である。
- ⑥ 人間が自由につくり変え、操作し、設計しようとする現代合理主義的立場である。
- ⑦ したがって予測,計画,意思決定が重視される。

説明にあたっては、研修生にとって身近なシステムについて、\* すでに作られた " システム・モデル図を例として用いるのがよい。

# 指導上の留意点

- (1) この章では、研修生がすでに持っている知識を整理したり補足したりするようにする。 すなわち、再認識させることと動機づけに力を入れるようにする。
- (2) 抽象的な用語から説明をはじめるのでなく、教師が問題を提起する → 研修生に関連のあることが らをあげさせたり、思い出させるようにする → なるべく研修生を中心にしてこれを整理する → ―般化……のように進めるのがよい。
- (3) 研修生が所属する企業や業界を例にとるのがよい。できれば、具体的な実例や統計をあげたり、研修生に調査させるのがよい。
- (4) 一般的なテキストを使うと、説明や議論が抽象的になり、研修生は用語だけをおぼえてしまったり、 縁遠いものだと感じてしまう危険がある。
- (5) 研修生が、コトバ (用語)を知っているというだけの理由で、よく知っているつもりになっていたり、誤った形で記憶したり、先入感を持っている場合が少なくない。教師は、このようなことがないかをチェックし、もしあればなるべく早い段階で、このことを研修生に気づかせるようにする。

# 参考文献

この科目の各章で紹介する参考文献は、主として教師じしんが、復習・整理・学習に役立てるための ものである。

教育の場によって、研修生の興味や知識の度合はまちまちであろうし、教師のバック・グラウンドもさまざまであろう。したがって、特定の本が、つねに、テキストとして適していることにはならない。また多くの場合、実務家が実務家に教えるのであるから、参考文献やテキストに書いてあることを紹介するのではなく、これらを補助的な用具として使うように努力することがのぞましい。

辞典は、つぎの二つが代表的であり、どちらかを手近に使えるようにしておくと便利である。

また、ここで紹介する文献はごく限られているので、さらに深く調べたいときは、辞典の巻末にある 参考文献を見るようにするとよい。

高宮 晋編,「体系経営学辞典」,ダイヤモンド社

藻利重隆編,「経営学辞典」,東洋経済新報社

経営情報システムについては,山下英男・北川一栄・庄司茂樹・松田武彦・N・J・リーム監修.

「MISハンドブック」、日本経営出版会がある。

- (1) 朝日ジャーナル編集部, 「世界企業時代」上・下, 朝日新聞社
- (2) アレン (Allen, L.) 高宮 晋訳, 「管理と組織」, ダイヤモンド社
- (3) アンゾフ (Ansoff, H.I.), 広田寿亮訳, 「企業戦略論」, 産業能率短期大学出版部
- (4) 岩尾 裕純, 「企業・経営とは何か」, 岩波書店
- (5) 唐津 一, 「経営と情報」, NHK情報科学講座1, 日本放送出版協会
- (6) 小松 左京、「未来の思想文明の進化と人間」,中央公論社
- (7) スローン (Sloan, A.P.), 田中融二・狩野貞子・石川博友訳, 「GMとともに」, ダイヤモンド社
- (8) ボールディング (Boulding, K. E.),清水幾太郎駅,「二十世紀の意味」,岩波書店
- (9) 宮崎義一, 「現代の日本企業を考える」, 岩波書店
- (10) Rudelius, W. Erickson, W. B Bakula, Jr., W., An Introduction to Contemporary Business, Harcourt Brace Jovanovich

# 第2章 経 営

用語 この章では次の用語を教える。

経営,経営目的,経営諸要素,経営理論,管理過程,組織の垂直的分化,組織の水平的分化,機能的サブシステム,稟議制度

# 目 標

この章では、「経営」や「経営のシステム」についての見方や考え方をまとめる。同時に、これを次章以降における学習のためのガイダンスと見取図にする。

まず、経営(management )とは何かを、システムズ・エンジニアにとって有用であるような形で定義する。

つぎに、経営のとらえ方について、さまざまな見方があることと、それらの特色はどのようなものか を理解させる。

また,経営のシステムの構造について,いろいろな見方やとらえ方があることを,いくつかの角度から紹介し,経営の特性についての理解を深めさせるようにする。

# 内容

# 2.1 経営の意義

**経営**の概念を説明する。これについては種々の見解があるが、ここでは、情報処理技術者にとって、操作しやすいような形でとりまとめる。たとえば、次のような項目について定義する。なるべく、研修生じしんで考えたり議論をさせるようにして、教師は不十分な点を補足するようにする。補足にあたっては、できるだけ具体的な例をあげて、研修生にこれの位置づけをさせるようにする。

- ① 組織的な活動であること 調達, 製造, 販売などの一連の諸活動を継続して統一的に営む組織体であること。
- ② 目的性があること(**経営目的**) 上記の活動は、目的(objectives)をめざすものであることを説明する。「最大利潤の獲得」 は、一つの見解であることをのべ、つぎのような考え方を紹介する。
  - 最大利潤の獲得
  - 企業自体の存続発展
  - 顧客の創造

ا مالاتتنام

公共目的と社会的責任

- 多元的目的
- ・企業の目的と経営者の目的との関係

また、現実の企業について、これらがどのようになっているのか、どのようにして定まり、なぜ変化するかを討論などによつて理解させるのもよい。

- ③ 経営諸要素つまり資源(人、もの、かね)の間にバランスを確保することが必要なこと
- ④ 経営諸要素を結合するための組織が必要であること
- ⑤ 意思決定があること
- ⑥ その他

## 2.2 経営の理論

今日の産業社会で経営問題が重要性をますにつれて、各種の立場や方法論から、数多くの**経営理論**がとなえられており、発達しつづけている。このことを、"いろいろな見方や考え方がある"、"角度を変えて物を見ることが大切"という立場から、簡潔に説明する。

どこまでくわしく説明するかは、研修生の知識や関心の度合に応じて変えてよい。くわしすぎると、研修生が混乱することがある。

以下、その例を示すが、もちろん、これらのすべての分類について説明する必要はない。

① 多様さの説明

各国(アメリカ、ドイツ、ソ連、日本など)で、多種多様な経営理論が発達していること。 クーンツ (Koontz H.)の「ジャングル戦」という言葉や「経営の統一理論」への試みを引用するなど。

② 学派の特色

たとえば、以下のようなものがある。.

- ・ " システムズ・アプローチ " にもとづくものと " 原則 ( principles ) " によるものとに分ける。
- 近代理論(近代管理論, 意思決定論, 企業行動科学) とそれ以外に分ける。
- クーンツの6分類にしたがう。つまり、

管理過程学派 (management process school)

経験学派 (empirical school)

人間関係学派 (human behavior school)

社会的システム学派 (social system school)

意思決定論派 (decision theory school)

数理学派 (mathematical school)

である。

## 2.3 経営のシステム構造

現実の経営には、いろいろな要素や特性があり実情がちがう。これを見る目も、前節で説明したよう

に、多種多様である。したがって、対象とする経営の多様さと、これを把握する立場や必要性のちがいによって、経営のシステムの構造づけの方法の種類も多くなる。—— サブシステムとして、何をとりあげるかもちがってくる。

てこでは、経営のシステム構造のとらえ方の代表的なものをあげて説明する。これによって、さまざまな把握の方法があることを理解させ、経営についての多角的な物の見方を養う。

## (1) 管理過程による職能

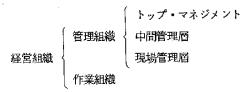
経営の目的を達成するための経営管理の職能として、次の四つの要素をあげ、それぞれの特性を説明する。

- •計画 (planning)
- ·組織 (organizing)
- •指揮 (directing)
- •統制 (controlling)

その後で、これらは通常、計画、組織、指揮、統制の順序で、実行される一つのまとまりのあるもので、いずれも相互に関連しあっていることに注意させる。管理過程の職能として何をあげるか、どこまで細かく分類して説明するかは、教師の考え方による。

## (2) 組織の垂直的分化と水平的分化

#### 組織の垂直的分化については



のような構造について説明する。

組織の水平的分化については、人事、労務、総務、企画、調査、販売、生産、設計、研究開発、経 理などの分類も、サブシステムとしての把握であることをのべる。

## (3) 機能的サブシステム

前項で説明する水平的分化は、組織についてのものであるが、開発管理、生産管理、販売管理、原価システム、人事システム……のように、組織を横断するような把握によってとらえられた機能的サプシステムについて説明する。

まず、機能という立場から把握することの意義を説明する。つぎに、研修生にとって身近かな産業や企業におけるシステム・モデルを見せ、これがどのような背景や目的の下で作られたかを説明する。システム・モデルは、簡単なものでよいが、企業の全体にわたるようなものがのぞましい。

#### (4) 稟議制度

現実の経営に目を向けさせるために**禀議制度**の検討を通じてわが国の経営の現状と今後のあり方を 考えさせる。

最初に、稟議制度とはどんなものかを簡単に説明し、これが、わが国独得のものであることをのべる。

つぎに、研修生に、次のような角度から検討または討議させる。

- 統制
- ・代替案 (alternatives)の考え方
- 意思決定
- \*\* リーダンツァイルス アンガー ロー・イブログラン・エート

検討や討議にあたっては、はじめから「古い」とか「欠陥だらけ」というような態度をとらず、分析によって意見や結論を導きださせるようにする。また。この制度の背景について教師がコメントを与えるのもよい。

·图式 电流影響

6.00

1--76 (3)

B 17 - 12

( \*\*\* S)

 $\label{eq:constraints} \mathcal{H}_{ij} = \frac{1}{2} \mathcal{H}_{ij} + \frac{1}{2} \mathcal$ 

83 36 G

,1、 泛語 中華

1 1 1 1 A

最後に、これらのシステム構造は、現実の企業行動の分析のなかから、独自に作られてきたものであり、すでに作られたモデルだけに頼って経営を把握すべきではないことをのべる。

いって 合物な装飾さんにいかく

## 2.4 経営システムのモデル

(1) インダストリアル・ダイナミクス

インダストリアル・ダイナミクスを技法として学習させるのでなく、考え方や問題の扱いかたを説 "明するための用具として使う。したがって、現実の企業を単純化したものか、仮空の企業を題材としてとりあげ、教師がこれを扱ってみせるのがよい。

最初に、レベル、レイト、決定機能の概念を簡単に説明する。つづいて、遅れの概念について説明 \*\* する。

システムの方程式とDYNAMOの関係を説明した後で、題材について、フロー・ダイアグラムを実施に書いてみせる。

時間があれば、研修生に、別の事例についてプロー・ダイアグラムを書かせたり、簡単なものをコージャンピュータにかけてみせるのがよい。

- (2) ビジネス・ゲームとコンピューダ・ジミュレーション また、その他のシミュレーション・モデルやビジネス・ゲームを使うのもよい。
- また、その他のシミュレーション・モデルやビジネス・ゲームを使うのもよい。 (3) 代表的な理論とモデル・ニュー・ニュー・ニュール
  - 研修生の関心や理解に応じて、つぎのような理論やモデルの要点を簡単に説明する。
  - ・バーチード(Barnard, C.I.)の理論

有可能的 医性性性切迹 医二氯甲酚 经有效 医多种性 医多种性

サイモン (Simon, H.A.) の理論
 サイアート (Cyeart, R.M.) とマーチ (March, J.G.) の理論

医外侧线 经营业

## 指導上の留意点

との章では、多様な見方や考え方を紹介するので、"多様さ"からおこる問題点についての注意が必要である。

一つは、なぜ多様な見方や考え方があるのかを理解しないで、「色々な見方がある」という結論だけ を早のみこみしてしまうことである。

もう一つは、混乱である。——あまりにも多様な理論が存在することを、学習の初期に知ったために、 迷いが生じる。学習意欲を失うことの原因になることもある。

だからといって、これには全くふれないことにしても、研修生が現実において、この問題に出合うことは避けられない。また、教師が完全に包括的な説明をするのは、時間的あるいは技術的にむずかしい。したがって

は、これに、投入は終め、3月

- ① いくつかの代表的な考え方のポイントを簡潔に紹介すること。
- ② 研修生じしんが、自主的な判断を下すこと、適切な判断を下せるような能力をつけるために努力すること、の重要性を強調すること。
- ③ できれば、教師自身の考え方や立場を明確に示し、それはなぜかを説明することなどが必要である。

## 参考文献

- (1) 秋葉 博,「戦略的意思決定」,中央経済社
- (2) アベグレン (Abegglen, J. C.), 占部都美訳, 「日本の経営から何を学ぶか」。 ダイヤモンド社
- (3) アンソニー (Anthony, R. N.), 高橋 吉之助訳, 「経営管理システムの基礎」, ダイヤモンド社
- (4) 占部都美,「経営管理論」,白桃書房
- (5) 大村 平,「システムのはなし」,日科技連
- (6) クリーランド (Cleland, D. I.), キング (King, W. R.), 上田 淳生訳, 「システム・マネジメント」, ダイヤモンド社
- (7) クーンツ(Koontz, H.) ・オドンネル(O'Donnell C.), 大坪 檀訳,「経営管理の原則<I> 一経営管理と経営計画―」,ダイヤモンド社
- (8) クーンツ(Koontz, H.),鈴木 英寿訳,「経営の統一理論」,ダイヤモンド社
- (9) 後藤幸男・小林靖雄・土屋守章・宮川公男, 「経営学を学ぶ」, 有斐閣
- (10) サイアート (Cyert, R. M.)・マーチ (March, J. G.), 松田武彦・井上恒夫訳、「企業の行動理論」, ダイヤモンド社
- (11) サイモン (Simon, H. A.), 高宮 晋監修, 「システムの科学」, ダイヤモンド社
- (12) サイモン (Simon, H. A.), 松田武彦・高柳暁・二村敏子訳, 「経営行動」, ダイヤモンド社
- (13) 高宮 晋, 「現代経営学の系譜」, 日本経営出版会
- (14) 高宮 晋, 「新しい経営」 三訂版, 一橋出版

- (15) デール (Dale, E.), 木川田一隆・高宮晋監訳、「経営管理 (その理論と実際)」, ダイヤモンド社
- (16) ドラッカー (Drucker, P. F.), 野田 <u>夫監修・現代経営研究会</u>訳, 「現代の経営」上・下, ダイヤモンド社
- (17) バーナード (Barnard, C.), 田杉 競監訳, 「経営者の役割」, ダイヤモンド社
- (18) 三浦大亮編,「システムの分析と設計(1)」,オーム社
- (19) 三浦大亮。「シミュレーション入門」,オーム社
- (20) 山本安次郎・田杉競、「バーナードの経営理論 一経営者の役割の研究一」、ダイヤモンド社
- (21) リッカート (Lickert, R.), 三隅 二不二訳, 「経営の行動科学 一新しいマネジメントの 探求ー」, ダイヤモンド社

# 用語 この章では次の用語を教える。・

計画、計画の意義、経営と計画、長期計画、短期計画、戦略計画、戦術計画、個別計画、利益計画

# 目標

この章では、個々の計画の説明や、計画を作成するための技法には重きをおかず、"計画"という側面を通して、管理の過程や経営のシステムの性格を理解させる。

まず、計画の基礎的な考え方を習得させた上で、管理過程や経営のシステムなどの中での計画の機能や役割を理解させる。

つぎに、企業における基本的な計画の性格の検討を通じて、経営における計画の役割をあきらかにする。

#### 3.1 計画の意義

まず、個人の日常生活などをもふくめて、広い意味での、計画の意義を整理しておくとよい。したがって、計画という言葉を使っていなくても、仕事や行動の中で、計画機能を果しているような活動やことがらも取りあげるようにするとよい。たとえば、日程表、時間表、見取図、仕様書、プログラムなど…計画の意義を整理するにあたっては、次のような角度から研修生に考えさせたり、発言させたり、議論させて、とりまとめるようにすればよい。

- ① どのような状況の下で計画が必要か 計画が必要な状況や不必要な場合などの例を通じて、不確定な要素を含むような状況の下での意思決定との間の関係を理解させる。
- ② 計画の役割

もし計画がないとどうなるか、計画がある時とない場合との間には、どのような差が生じるか……などの検討を通じて、行動(action)や評価、統制などの機能と、計画の機能との関係を把握させる。

- ③ 計画は何をもとにして作るか データや情報、予測、方針、政策などとの間の関係を学習させる。
- ④ 計画には、どんな要素が含まれるべきか

作成された計画には、どんなものが盛りてまれているべきか、それはなぜか、ある要素が脱落していると、どのような不都合が生じるか…などの議論を通じて、計画に含まれるべき基本的な要素をあきらかにする。

たとえば、

目的の妥当性

- 手段の可能性
- 資源(人,物,金)の裏づけ
- 実施の見通し
- 計画をつらぬくための施策

などである。

また、これらの要素の間には、どのような関係があるか、ある要素を操作すると、このことが他の要素にどのような影響を与えるか、また、このような影響を無視すると、どんな不都合が生じるかを、 実例について確認させておくのがよい。

### ⑤ 計画の作成過程

計画が、どのようにして作られるかを検討させる。この場合、作成の手続には深入りしない方がよい。むしろ、データ収集、情報の操作、比較、意思決定……などのように、基本的な機能のかたちで整理してみせるのがよい。

#### 3.2 経営と計画

前項での議論を発展させて,経営と計画の意味や役割について,検討をくわえるようにする。

#### (1) 計画の種類

### 長期計画と短期計画

構造計画と活動計画

# 戦略計画と戦術計画

を,相互に比較したり関係を検討しながら,基本的な性格を理解させる。身近かな例があれば,研修 生にこれを調べさせる。

#### (2) 長期経営計画

長期経営計画を例としてとりあげ、計画の意義や役割、計画の体系などを理解させる。同時に、この例によって、環境の中での企業の行動についてのマクロなモデルを与えることができる。

#### (a) 長期経営計画の必要性

企業の将来における環境予測の重要さを、政治経済の動向、社会環境の動向、技術革新の動向、資源問題などの観点から把握させるようにする。研修生の所属する企業や業界について、今までに、どのようなものが企業に可能性やリスクを生みだしてきたかを整理させたり説明するようにする。また、これに関連して、企業における外部情報と内部情報のちがい、外部情報の意義についても、簡単に説明しておくのがよい。

### (b) 長期目標の役割

外部環境の予測や問題点の分析などによって適切な目標を設定することの重要さを把握させる。 環境の予測については、予測の種類について、代表的なものを整理する。たとえば、外部環境の予 測、自社の予測(売上高、総資本利益率……)など。また、これに関連させて、基本的な予測の方法 について、その特色や考え方を簡単に説明する。たとえば、回帰分析、時系列分析、標本調査など。 目標については、その機能や体系についての基本的なことがらを整理する。 (c) 長期計画の立案過程

実在の企業における例などをあげて説明する。流れ図やプロセス・チャートなどを使うとよい。 また、研修生が所属する企業での、おおまかな過程を整理させ、これを発表させるという方法もある。

(d) 個別計画

長期経営計画にふくまれる個別計画について、代表的なものを説明したり整理したりする。たとえば、設備計画、要員計画、資金計画、利益計画など。前項と関連させて、計画の体系図を示すことができるとよい。

# 指導上の留意点

- (1) 日々の業務の中では、"計画" という言葉は、"計画だおれ" とか "机上の計画"の よう に、あまり役にたたないもの、現実的でないものとしてとらえられていることが少くない。 研修生が、計画についてどんなイメージをもっているかに注意し、仕事をする上での計画機能に目を向けさせるようにする。
- (2) 現実の企業において、計画システムが形骸化しており、タテマエ化していることがある。実例を教材として使うときには、この点に注意しておかないと逆効果になることがある。
- (3) 計画は計画として、独立した形でうけとらないように、管理過程の中での位置づけ、意思決定との 関係など、システム的な見方をさせるように工夫することが大事である。

# 参考文献

- (1) 会田雄次、「日本人の意識構造,風土,歴史,社会」,講談社
- (2) 秋葉 博,「戦略的意思决定」,中央経済社
- (3) アンゾフ (Ansoff, H.I.) 広田 寿亮訳,「企業戦略論」,産業能率短期大学出版部
- (4) 加藤 昭吉, 「計画の科学」I. II, 講談社
- (5) クリーランド (Cleland, D. I.)・キング (King, W. R.) 上田 惇生訳, 「システム・マネジメント」, ダイヤモンド社
- (6) クーンツ (Koontz, H.)・オドンネル (O.' Donnell, C.) 大坪 檀訳、「経営管理の原則 <I> ── 経営管理と経営計画 ──」、ダイヤモンド社
- (7) 河野豊弘, 「経営計画の理論」, ダイヤモンド社
- (8) サイモン (Si mon, H. A.) 高宮 晋監修, 「システムの科学」, ダイヤモンド社
- (9) 刀根 薫, 「PERT入門」, 東洋経済新報社
- (10) 松田 武彦,「計画と情報」 NHK 情報科学講座 3,日本放送出版協会
- (11) プリンス (Prince, T. R.) 宮川公男監訳、「計画と管理のための情報システム」、 ダイヤモンド社
- (12) Ackoff, R. L., A Concept of Corporate Planning J., Wiley—Interscience

# 第4章 組 織

### **用語** この章では次の用語を教える。

組織化,経営組織,経営組織構成上の諸原則,経営職能の分化,組織の類型,委員会,プロジェクト・ チーム,プロジェクト,責任、権限

# 目 標

現実に動いている経営システムを、分析したり調査する活動の中で組織について必要な考え方や用語 を理解させる。

中級情報処理技術者に相当する実務家の場合、組織の設計や改善にあたったり、プロジェクトの中で 組織化を受けもつ機会は少ない。したがって、ここでは、まずすでに作られたり作られつつある組織や 組織化の活動について、説明を受けたり、仕様書を読む上で、考え方や用語が正しく理解できるように することを目標とする。

また、中級情報処理技術者じしん、組織の中で仕事をするのであるから、仕事の環境、制約条件、あるいはフレーム・ワークとしての組織について、知識や理解をもたせるようにする。

# 内容

#### 4.1 経営組織の概念

まず、すでにあるものとしての組織(Organization)と、計画を達成するための活動としての 組織化(Organizing)のちがいを説明する。すでに作られた組織について、現状を調査分析する場合と、新しい仕事をはじめる時にチームのメンバの役割を決める場合などを、相互に対比させるなどして、組織と組織化のちがいを明確に把握させるようにする。

つぎに、なぜ組織があるのか、どうして組織化するのかなどの説明によって、**経営組織**についての概念を形成させるようにする。たとえば、つぎのような項目が浮び上ってくるように、議論をさせたり整理させたりする。

- ① 目的性一明確に示されていることもあるし、参加者によって暗黙のうちに了承されていることもあるが、とにかく、なんらかの目的(Objectives)があること。
- ② 合理的な活動 上記の目的を達成するために秩序づけられた、広い意味での合理的な活動の結合であること。
- ③ 組織の構成原理 どんな原理にもとづいて構成するか、あるいはすでに作られた組織を理解するのに色々な見解があること。 たとえば、
  - 責任と権限から見る

- 人間関係を中心におく
- 職能を中心として見る
- 意思決定過程を中心に見る

整理にあたっては、研修生が所属する部門やクラブなど身近な例を選ぶようにして、具体的な事象から一般的な概念をみちびき出させるようにする。

#### 4.2 経営組織の構成上の原則

前節と同じ要領で**,経営組織の構成上の原則**の代表的なものをとりあげ、これを説明したり、研修生に整理させたりする。 たとえば、

- ① 命令一元化の原則
- ② 専門化の原則
- ③ 監督範囲適正化の原則
- ④ 階層短縮化の原則
- ⑤ 委譲の原則
- (6) 調整の原則
- ⑦ その他

これらの例のすべてを使わなくてもよい。また、説明や整理にあたっては、これらの原則がどのような背景や必要性からうまれてきたのかに目を向けさせたり、このような原則が守られている状況とそうでない状況とではどのような差異が生じるか、ある原則が守られなかったり守られてくかったりするような場合、それは、どんな理由によるのか、など……、さまざまな角度から見させるようにするのがよい。

#### 4.3 経営職能の分化と組織の類型

**経営職能の分化と組織の類型**についての説明は、研修の場の状況や、研修生の知識の度合や関心の度合に応じて、ちがった方法によることにする。たとえば、

- ① 単に、項目をあげるにとどめ、再確認だけですませる。
- ② 研修生が所属する部門で、重要視されている項目を重点的にとりあげて検討する。
- ③ まったく,ふれない
- ④ ここでは、とりあげないで、後で事務分析の手法などと関連づけて説明するようにする。 ここで扱うことがらの例を示すと、つぎのようになる。
- ① 分 化 1次的分化 2次的分化 3次的分化
- ② ラインとスタッフ ライン,スタッフ,ライン部門,スタッフ部門,専門スタッフ,管理スタッフ
- ③ 組織構造の形態 ライン組織(直系組織), ライン・アンド・スタッフ組織(直系参謀組織), ファンクショナル

組織 (職能組織)

- ④ プロフィット・センタとコスト・センタ
- ⑤ 分権的組織と集権的組織
- ⑥ 事業部制組織

説明をする場合は、なるべく研修生に身近な実例を使うようにする。特定の企業や部門をとりあげて、 これを歴史的なかたちで、変化の過程、変化の背景となったことがらなどを調べさせてもよい。

### 4.4 委 員 会

中級情報処理技術者に相当する実務家が、委員会やこれに準じる会議とかかわりあいを持つ機会は少なくない。たとえば、メンバとして参加する、代理出席を命ぜられる、事務局としての仕事を担当する、委員会に報告したりそのための準備をする、委員会やこれに準じる会議での決議結果にもとついて行動する、などである。

このような場合、委員会の性格や意義が不明確なために、誤解・混乱・非能率さなどが生じることがある。一つは、委員会やこれに準じる会議の目的や性格づけが不十分であることによる場合があり、もう一つは、個人が自分勝手な意義づけや理解をすることが原因となる場合である。

したがって、ことでは、つぎのような項目について説明したり、研修生相互の議論を整理させたりする。

- ① 公式に制度化されたものと、そうでないもののちがい
- ② グループ意思決定や共同の意思決定の意味あい その長所と短所
- ③ 調整やコミュニケーションの場としての委員会
- ④ 助言・勧告の場としての委員会
- (5) その他

説明や議論の方法の例としては、つぎのようなものがある。

- ① 研修生や教師の体験をのべあう。
- ② 研修生が所属する組織について調査させる。
- ③ 意思決定,調整,コミュニケーションなどの機能について,他のやりかたと対比させる。
- ④ 委員会が多いような企業に属している研修生には、その背景となることがらを分析させる。
- (5) その他

説明や議論にあたっては、たとえば、意思決定という側面だけから見るのではなく、調整やコミュニケーションの場としても扱わせるというように、多角的に考えさせるようにする。

#### 4.5 プロジェクト型組織

中級情報処理技術者は、プロジェクト・チームに参加したり、なんらかの形で、プロジェクト型の組織とかかわりあうことが多いから、つぎのようなことがらについて説明する。

- プロジェクト
- ファンクショナル組織とプロジェクトの関係
- プロジェクト型の組織の特色と問題点

まず、プロジェクトというとらえ方についての考え方を整理する。例としては、新製品開発、工場建設、支店開設、海外への進出、コンピュータの導入、情報処理システムの改善、社員の慰安旅行などの中から、研修生に身近なものをいくつか選ぶようにするとよい。またもっと広く、都市再開発、公害対策、資源対策のように社会的なレベルのもの、あるいは、アポロ計画、SAGEなどのようなビッグ・プロジェクトをとりあげてもよい。例としでとりあげたプロジェクトについての説明や研修生相互の議論などを通じて、つぎのようなことが明らかになるようにする。

### ① 変化と目的志向型の活動

社会環境や企業環境の変化にともない、目的や目標、価値感などが、どんどん変ってきていること。このために、新しい見方に立っての見直しがおこなわれ、新しい目的志向型の活動がとられるようになること。

#### ② 横断型の見方と活動

このような見方に立ったり、活動をとろうとすると、それまでの活動形式や組織体を横断するような形で再編成する必要が生じることが多いこと。

③ システム・ライフ・サイクル

とれらの事情のために、システム的な見方や、システム・ライフ・サイクルの概念が有用になってきていること。

①と②については、すでに説明されているので、再確認する形で話を簡単に進め、重点をシステム・ライフ・サイクルにおくようにしてもよい。システム・ライフ・サイクルの説明においては、たとえば <コンセプトの設定→問題の定義→作成→運用→廃止→…>のような諸段階(P hases)があること に注意を向けさせた上で、それぞれの段階において、相異なる種類の設備、資源、技術、技能などが、異なる量で必要になることを理解させるようにする。

つぎに、図4-1のようなものを使って、プロジェクトと、ファンクショナル組織(職能組織)との関係において、どんな問題がうまれるかを説明したり研修生に議論させたりする。図4-1の、部門A、部門B、……や、プロジェクトa、プロジェクト bおよびプロジェクト c については、研修生にわかり

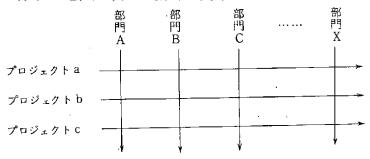


図4-1 ファンクショナル組織とプロジェクトの関係

やすい具体的なものを入れるようにするとよい。タテ割り(Vertical)とヨコ割り(Horizontal)のフレーム・ワークにおける責任と権限の性格をのべることによって、矛盾が生じることを説明する。。そして、このような矛盾を、部分的に解決するための方策としてプロジェクト・チームが編成されるよ

うになる事情を説明する。

つぎに、プロジェクト・チームという組織のしかたが有効に機能するためには、どんな条件がそなわっていなければならないかを検討する。たとえば、プロジェクト・マネージャーと職能部門の長との間において、責任や権限がどのように配分されるか、プロジェクト・マネージャーのチーム・マネジメントにおける主要な職務は何かなどを説明する。

この説明は細部にわたる必要はなく、研修生にマクロで正確な構造図を与えることに重点をおくよう にするのがよい。

### 指導上の留意点

- (1) 抽象的なコトバ(用語)の紹介だけに終らないようにする。とくに、組織化における考え方や原則についての理解が不足だと、システムズ・アプローチについての理解も表面的なレベルにとどまってしまう。
- (2) あるべき姿と現実の姿のいずれかだけを説明するのはよくない。両者を対比させつつ、もし両者の間にギャップがあれば、これを、まず冷静な眼でとらえさせるよう努力する。

### 参考文献

- (1) アベグレン(Abegglen, J. C.) 占部 都美 訳, 「日本の経営から何を学ぶか」,ダイヤモンド社
- (2) 占部都美, 「経営管理論」, 白桃書房
- (3) 川喜田二郎, 「パーティー学」, 社会思想社
- (4) 川喜田二郎、「チーム・ワーク」、光文社
- (5) クリーランド (Cleland D. I.)・キング (King W. R.) 上田 淳生訳,「システム・マネジメント」,ダイヤモンド社
- (6) クーンツ (Koontz, H.) ・ オドンネル (O'Donnell, C.), 高宮 晋・中原伸之訳,「経営管理の原則 〈Ⅱ〉 -経営組織- 」, ダイヤモンド 社
- (7) スローン (Sloan, A. P.), 田中融二, 狩野貞子, 石川博友 訳,「GM とともに」, ダイヤモンド 社
- (8) 高宮 晋, 「新しい経営」三訂版, 一橋出版
- (9) デール (Dale, E.), 木川田 一隆・高宮 晋監訳, 「経営管理(その理論と実際)」, ダイヤモンド社
- (10) マグレガー ( McGregor, D. ), 高橋 達男 訳, 「企業の人間的側面」, 産業能率短期大学出版部
- (11) 三浦大亮編, 「システムの分析と設計」 (1), オーム 社
- (12) 森 政弘, 「制御と情報」, NHK情報科学講座 4, 日本放送出版協会
- (13) 吉谷 竜一, 「システム設計」, 日本経済新聞社
- (14) Cleland, D. I. King, W. R.,
  [Management: A Systems Approach], Mc Graw-Hill.

# 第5章 統制・管理

### 用語 この章では次の用語を教える。

統制,マネジメント・コントロール,管理サイクル,基準,例外による管理,プロジェクト・コントロール,オペレーショナルな管理,生産管理,販売管理,内部統制,管理会計,簿記,予算統制,標準原価計算

# 目標

ことでは、経営管理の中での統制の役割を理解させる。あわせて、今までに個別に説明してきた計画、 組織化などの諸機能といっしよにとりまとめてマネジメントについてのシステム的な理解を深めさせる ようにする。

まず、統制の意義や必要性について説明し、つづいて統制の機能は何かを、いくつかの角度や立場から説明する。このとき、情報との間の関係についてものべるようにする。

内部統制についての一般的な性格についてのべ、財務的な物の見方や考え方の基礎を整理した上で、 予算制度、標準原価計算、報告制度などについて説明するようにする。

# 内容

# 5.1 統制の意義と必要性

まず、統制とは何か、なぜ必要になるかについて、基本的な見取図を与えるようにする。経営における他の機能との間の相互の関連づけや位置づけをする。その後で、統制という機能の内容やその過程についての説明にうつる。

統制の位置づけをするときは、すでに説明をおえた経営管理、計画、組識化などの項目との間の位置 関係にポイントをおくようにする。統制をどこに位置づけるかによってその中味についての考え方も、 当然ちがってくるので説明にあたっては工夫を要する。

代表的なフレーム・ワークの例として、つぎのようなものをあげる。

① 管理過程の中での位置づけ

統制(Control)を、管理過程の最終段階に位置づける。つまり、統制を、計画→組織化→ 調整→動機づけ……などの一連のプロセスの最終の段階において、経営者や管理者による評価や是 正彷動のような活動にポイントをおいて説明するやりかた。

② /計画との対比

もっと広く考えて、計画と対比するやり方。統制が必要になるのは、経営管理のほとんどすべて の局面だという立場から説明する。そうすると、計画を遂行するのに、いろいろな活動や資源をと りまとめる機能や、これをおこなうシステムが必要だといういいかたになる。

③ オペレーショナルなレベルでの説明

まず、経営活動を意思決定と作業 (オペレーション) の二つのレベルにわけてしまう。 その上で、(2)と同じように、計画の統制の役割を説明する。

④ アンソニーの分類

大きい企業や複雑な組織などについて説明するときは、アンソニー (Anthony R.N.)の分類にしたがうと便利なことが多い。

つまり、計画と管理の階層を,

- 戦略計画
- ・マネジメント・コントロール
- オペレーショナル・コントロール

の三つにわける。これらの三つを比較して、そのちがいを理解させた上で、マネジメント・コントロールとオペレーショナル・コントロールの特色を説明する。

⑤ その他

説明にあたって、これらのフレーム・ワークのすべてをあつかう必要はないであろう。また、統制の機能の説明を上記のフレーム・ワークの中で、いっぺんにやってしまうというやり方もあるし、次節でのべるような形で、いちおう切り離した形で説明しておいてから、ふたたびフレーム・ワークに持ちこむという行き方もある。どちらにするかは教師の判断による。

#### 5.2 統制の機能

ここでは、統制する、コントロールするとはどんなことかを説明する。できるだけ、たくさんのモデルを使って、統制の原理を説明するようにする。また、これらのモデルの間で共通な点はどこか、ちがう点は何かについても目を向けさせることができるとよい。また、情報・コミュニケーション・システムとのかかわりあいは、必ず説明するようにする。

統制の機能について、基本的な理解を与えるのが目的であるから、それぞれのモデルにおけるくわしい説明はしなくてよい。つまり、全体的なシステム的な理解をさせる方が大事だから、そちらに力を入れるようにする。

モデルの例は、つぎのとうりである。

#### ① 管理サイクル

Plan - do - see の古典的で基本的なモデル。計画、実施、統制という三つの基本的な機能 が、大きくは一つの企業、小さくは一つ一つの業務にまでみられること、計画、実施、統制が一つ のシステムを形成すること、計画、実施、統制のそれぞれがシステムとしての性質をもつこと、などを具体例をあげながら説明する。

② フィード・バックを持つシステム

前記のモデルを拡張して、フィードバックの考え方を説明する。その場合、企業の中で実例をさ がしてもよいし、そうではなく日常生活で身近なものを例にとってもよい。簡単な例だけでなく、 やや複雑な例をあげて時間をかけて話し、その中で、フィード・バックの機能がどう働いているか を発見させるのもよい。

③ 基準 • 標準

基準の設定→基準と実際の活動との比較→矯正活動の過程を説明する。標準原価や標準時間の果たす役割について、原理的な説明をするようにする。

④ 例外による管理

例外による管理の考え方を説明し、つぎにこれが適用されるいくつかの例をあげる。

⑤ プロジェクト・コントロール。

計画と管理のための用具として**プロジェクト・コント**ロールをとりあげて、その考え方や内容のあらましをのべる。技法的な部分に深入りしすぎないよう注意する。

⑥ その他

教師の考え方によっては、ここで、「目標による管理」について説明してもよい。

#### 5.3 オペレーショナルな管理

・ ととでは、企業の中のオペレーショナルな管理には、どんなものがあるかを紹介する。全体的な見取 図を、研修生に提供することを目標とする。

いまのところ、コンピュータは主としてこの分野で使われており、関心もこちらに向いている。そして、企業の形態や、業種によって、実に多種多様であり、ポイントのおきかたもかなりちがう。したがって、オペレーショナルな管理にどんなものがあるかを、あらいざらい紹介するのは、時間的にも技術的にもムリである。また、そうしようとする必要もない。

だが、いっぽう、中級情報処理技術者は、自分が直接にはたずさわっていない分野での管理について の考え方や技法から、多くのものを学びとるチャンスがある。マネができ、またしなくていい苦労をさ けられる可能性がある。この育成指針が書かれている時点では、たとえば生産管理などは、先発隊の一 つといえ、他の分野での管理は、ここから学べる可能性があるといえよう。

したがって、ここでの説明は、つぎのようにする。

① 多様さについての認識を高める

様々な管理の名前を、単に列挙するだけでもよいから、とにかく、世の中には、いろいろな問題があることを印象づける。そして、それらがうまく解決できたり、まあまあであったり、重大なことでも、まだ、さしたる解決策が見つからなかったりするような現状を理解させるよう工夫する。

② 共通性への関心度を高める

つぎに、現象や症状のほうだけからみると、実に多種多様に見え、混沌としており、固有なこと だらけで、ケース・バイ・ケースで片付けるしかなく、経験だけしか役立たないように見えるけれ ども、管理・情報・システムなどの物の見方や考え方を導入すると、共通性や似たような解決策が うかんでくることに気づかせるように努力する。

以下、一つの例として、オペレーショナルな管理といわれるものをあげる。どう分類するか、何をどう紹介するかは、研修生に何が期待されているかによって、教師が判断するようにする。

#### ① 生産管理

デイラー以来の伝統があるだけに話題は豊富である。広い意味の生産管理と狭い意味の生産管理 があるし、体系づけのしかたもさまざまである。まず、**生産管理**や生産管理システムについて、い ちおうのフレーム・ワークを与えたうえで、たとえば、つぎのような項目を紹介する。

- 工 場 計 画
- 生 産 計 画
- ・スケジューリング
- 工 程 管 理
- •品 質 管 理
- 作 業 管 理
- 資材管理
- 在 庫 管 理
- 購 買 管 理
- 外 注 管 理
- .•そ の 他

とのほか、生産情報管理システムの考え方を紹介したり、研修生が働いている企業について、その実態を調べさせる方法もある。

#### ② 販売管理

**販売管理**についても生産管理におけるのと同じようなやり方で話を進める。とりあげる項目の例は、つぎのとうりである。

- •製 品 計 画
- 販 売 計 画
- 販 売 員 管 理
- 販 売 実 務
- •物的流通管理
- マーケティング調査

#### ③ その他

技術管理、研究開発、オーダー・エントリー・システムなどをとりあげるときも、同じようにする。

### 5.4 内部統制

これまでで、経営の中のさまざまな管理の活動をとりあげて説明した。これに対して、ここでは、 トップ・マネジメントが、経営について全般的な管理をするのに使うツールとして、内部統制制度をと りあげ、これの性質や内容を理解させるようにする。

#### (1) 内部統制の意味

まず**内部統制**の意味を説明し、総合的・間接的管理の用具としての役割を理解させる。そのためには、直接的な管理と間接的な管理のちかいをのべる。会計数字という媒体を入れることによって、問

接的にではあるが、企業の活動を全体的にとらえられることを説明する。

この場合、研修生は、しばしば「カネであらわす」ことの意味を誤解する傾向があるから、会計数字という物の見方を理解させるように注意するとよい。また、研修生の関心や理解の度合に応じて、 会計制度の性格や管理の事務化が可能になることを説明するようにする。

#### (2) 内部統制のための制度

前項の説明をもとにして、**管理会計**の考え方を整理する。あわせて、財務会計についても簡単なコメントを与えて、管理会計の性格を理解するのを助けてやるとよい。

つづいて,その具体的な内容として,予算統制,標準原価計算,経営比較,内部監査などの制度や 技法があることをのべる。個々の制度や技法についての説明は,もっと後でするから,ここでは「こ んなものがある」ていどの説明でよい。

つきに、これを実際にやるには、会計、監査、予算、統計などの機能が必要になり、これを行なうための組織が必要になることをのべる。必要に応じて、コントローラー制度やコントローラーについて説明する。

#### 5.5 簿記の考え方

ここでは、予算統制や標準原価計算を学習し、これを正しく理解させるために、**簿記**について、基本的な考え方や知識を提供するようにする。

したがって、研修生がすでにこのような基礎を身につけているときは、この節での説明はまったくは ぶいてしまってもよい。しかし、現実において、中級情報処理技術者に相当する人たちについてみると、 そうでない場合が少なくない。時には、教師じしんについても、同じことがいえることすらある。

簿記は、企業の経理係がやる特殊で専門的な知識や技法だという意識が、まだまだ残っている。したがって、説明を省略できるようなしあわせな場合は別として、ひとたび説明が必要となれば、考え方や知識を与えるのに、相当の努力が必要である。簿記の考え方は、たとえば、つぎのように説明する。

#### (a) 資本と資産

これの説明のしかたには、いろいろなものがある。たとえば、

- ① 何か具体的な実例をあげる。たとえば、A君が、事業をはじめるとき、お金をどう使ったり、借りたお金をどんなに扱ったり、現金出納帳をつけたり……というような例の中から、資産・資本・負債・利益・損失などの考え方をつかませるようにする。
- ② 経理部員や課員の実務手続を、単純化した形で研修生にやらせる。じっさいに計算したり考えた りする過程を通じて、前項のような考え方が浮かび上ってくるようにしむける。
- ③ マルクス (Marx K.) が提唱した資本循環式を使って説明するなどである。研修生のレベルと教師の好みによって選択する。

#### (b) 資本と資産の構成

資本については、自己資本、元入資本、付加資本、他人資本などを紹介する。いっぱう、資産については固定資産、流動資産などについてそのあらましを説明する。

(c) 複式簿記の原理

勘定科目,借方,貸方の考え方を説明する。説明のしかたは,(a)に準じたかたちで工夫する。

(d) 仕訳帳と試算表

起票、仕訳、記帳、転記などの過程を説明し、仕訳帳や試算表の役割を理解させる。

(e) 財務諸表

貸借対照表と損益計算書について説明する。

### 5.6 予算統制

ことでは**予算統制**について説明する。研修生が所属する企業体で、予算制度が大きな役割を果たしているときには、説明に時間をかけ、管理のツールとしての役割についての理解を深めさせるようにするとよい。

(1) 予算, 予算統制, 予算制度

まず、つぎのような観点から、予算や予算統制の意義をあきらかにする。

- ① 金額で表現された経営計画であること 金額で表現されない経営計画との間の関係、金額で表現することの意義、限界など。
- ② 企業経営の総合管理との関係
- ③ 期間計画であること
- ④ 予算制度における,計画,調整,統制の機能
- ⑤ 総合管理と個別管理
- ⑥ 予算統制のための組織
- (7) その他

研修生や教師が属している企業体で、予算制度がとられているときには、これを例としてとりあげ、特徴、長所、短所などを議論するようにするとよい。

(2) 予算の編成

まず、予算の体系について簡単に説明する。予算の体系は企業や業種によってさまざまだから、研修生に身近なものを例にとればよい。また、研修生が所属する企業や業種が、まちまちであるときには、自分で調べさせるようにするのも一つの方法である。つづいて、予算を編成するにあたっての基本的な行きかたを紹介する。たとえば、

- ① トップ・ダウン ---- 天下り式に、トップから、各部門に予算を指示するやりかた
- ② ボトム・アップ——各部門から予算原案を出し、これを積みあげて、全体的な予算にとりまとめる やり方

などである。それぞれについて、なぜそんなアプローチをとるのか、利点と欠点は何かなどを議論させるようにするとよい。その場合、どちらか一方の屑だけを持つのでなく、なるべく客観的な目で得失をくらべさせるようにする。

販売予算,製造予算,財務予算,見積財務諸表などについては,研修生の関心度や必要度に応じて, 説明するようにする。その場合,くわしくのべてもよいし,こんなことがらについて予算を編成すると いうふうに単に項目を列挙するだけでもよい。

さいごに、とりまとめとしての総合予算の編成について説明する。どんな担当者が、どうやって調整 するかをのべる。ここでは、総合予算の編成が、単なる集計ではないことを強調するとよい。見積貸借 対照表や見積損益計算書についても、簡単にふれる。

#### (3) 予算による管理

ここでは、統制という機能にポイントをおいて説明する。したがって、ここで、統制の機能についてのモデルを、もう一度とりあげるのも、一つの方法である。

また、予算期間中の中間管理については、記録や報告などの公式的な側面だけでなく、"動機づけ"など人間的な要素に対しても目を向けさせるようにするとよい。

予算差異分析については、まず簡単な説明をした上で、原因分析や是正のための活動の重要性をのべるようにする。予算報告書の性格についてあらましをのべ、責任の所在や組織のありかたとの関連を説明する。とれを通じて、予算制度が、管理のための生きたツールとして機能するための条件は何かを議論させてみる。

#### 5.7 標準原価計算

標準原価計算について、管理のためのツールとしての役割を簡単に説明する。できれば実例を使うと よい。

### 指導上の留意点

研修生は、しばしば、情報の提供量やコミュニケーションの機会が多くなれば多くなるほど管理の水 準が向上するような誤解をいだくことがある。

ェイコフ (Ackoff R.L.)のいう、経営情報システムの設計における、五つの誤った前提を紹介して、研修生に注意をうながすのは、一つの方法である。彼は、つぎのような誤った前提があり、これが多くのシステムの欠陥の原因になるといっている。

- ① 管理者に、より多くの情報を提供するとよい。管理者は、仕事をする上で、関連情報が不足しているために困っている。
- ② 管理者は、自分が必要とする情報が何かを知っている。管理者にきけば、どんな情報が必要かが わかる。
- ③ 管理者に、彼が欲しいという情報を提供してやれば、彼の意思決定は改善される。
- ④ コミュニケーションが向上すればするほど、仕事の業績が向上する。
- ⑤ 管理者は、情報システムがどんなふうに働くかを知らなくてよい。—— 使い方さえ知っていればそれでよい。

これらについて研修生と議論するのは、教師じしんにとっても有益である。

## 参考文献

- (1) アンソニー (Anthony, R. N.) 高橋 吉之助訳, 「経営管理システムの基礎」, ダイヤモンド社
  - (2) 占部 都美, 「経営管理論」, 白桃書房
  - (3) 唐津 一, 「システム工学」, 講談社
  - (4) 後藤 弘, 「ビジネスマンのための会計学教科書」, 日本能率協会
  - (5) シュレー (Schleh, E. C.) 上野一郎訳, 「結果のわりつけによる経営 —— リザルツ・マネジメント」, 池田書店
  - (6) 高橋和己, 「わが解体」, 河出書房新社
  - (7) 高宮 晋, 「新しい経営」,三訂版,一橋出版
- (8) 沼田 嘉穂, 「簿記入門」, 光文社
- (9) 松田 武彦, 「革新への貴務」, 明日への経営4, 鹿島研究所出版会 ・
- (10) 三浦大亮編, 「システムの分析と設計」,(1)·(2) SE講座 2·3, オーム社
- (11) 吉谷竜一・中根甚一郎、 「オーダー・エントリー・システム」, 日刊工業新聞社
- (12) Ackoff, R. L., A Concept of Corporate Planning J, Wiley-Interscience

# 第6章 事務

用語 この章ではつぎの用語を教える。

事務,事務管理,事務機械,事務分析技法

# 目標

事務というのは、よくよく考えてみると、分っているようなつもりでいて、 その実よく分らないことばかもしれない。

たとえば、研修生に、「事務とは何ですか?」と質問を受けたとする。多くの教師は、そのとき、内心はたと困るのではないか。

困るのは当然といってよく、いまのところ事務の考え方、受けとり方はさまざまである。混乱がおこるのは、あたり前かもしれない。事務を見る角度が違えば、解釈も違ってくるのは当然ではなかろうか。したがって、教師が研修生と一緒に、事務とは何かを考えたり工夫することによって、事務とは何か、なぜ大事か、これを身につけていたら、どう得をし、分っていないとどう損をするかが、おぼろげながら分ってくるのではなかろうか。

本章では、このような事務について、その意義、機能、事務のための機械および事務作業の分析技法 を理解させることを目標としている。

# 内容

### 6.1 事務の定義

「事務とは何ですか?」と聞かれて、しばしば多くの教師が困惑するのは、つぎのように**事務**についていろいろな考え方があるためである。

#### (1) 個人の生活技術

全く,個人の身辺整理的な角度から見て説明してみよう。たとえば,人に会って話をしたり,受けとった名刺や手紙・文書などをどう扱ったり整理するか,集めた資料をどうやって保管したり整理するか,物を書き写すのはめんどうなことであるから,どうやってそれを合理化するか,自分が知っていることや人に知ってほしいことを,どうやって人にうまく伝えるようにすればよいかなど,研修生にとってごく身近なことがらをとりあげて,研修生に事務の原理を納得させるように努力する。

中級情報処理技術者に相当する実務家は、案外このあたりの事情がのみこめていないのが珍らしくない。また、よくよく分った気持ちではいても、現実の実務の中ではちっとも実行していないケースも珍らしくないようである。

そこで、この角度から説明すると、事務というのは各個人が仕事をして行く上での情報処理作業

ということになるのではないか。

たとえば、"販売"という職務を取上げたとする。それをやるための実際の行動としては、見込客にアプローチするための方法を考える―― 手紙を書いたり電話をかけたりする、取引条件を決めるのにカタログを見せたり話をしたり現物を見せたりする。……など。

とのようなとまごました作業が、たとえば "販売 "といわれている仕事を裏づけている事実を研修生に認識させ、事務の重要性やとれをうまく実行するための技術を身につけていることが大切なことを説得するというやりかたは効果的であろう。

この論法を進めて行くと,事務とは情報化社会で暮しをたてる現代人の生活技術ということになるか もしれない。

#### (2) 行動集団としての見方

とはいえ、それだけでは不十分だという見方もあろう。人間は、企業だとか職場だとか近所づきあいだとか、さまざまな生活集団の中で暮しているから、これを円滑にするための作業や技術として 事務 "をとらえることもできよう。

たとえば、人に正しく伝える、人との約束を守れるようにメモをする、お互に話しあったり決めた ことを、うっかりして忘れてはいけないから議事録としてとどめる。人に何かをきちんとやってほし いから、してほしいことを間違いなく文章に書きしるす。人の集まりで意見を出しあったり、それを まとめあげるのになるべく時間をむだにせず、かつ、話しあった人たちがお互いに納得できるような 方法はないかと自分で工夫したり互いに工夫し合うなど。

この角度からみると、「会議」一つ取上げてみても、意思決定の角度からこれを扱うこともできるし、行動科学的な観点もあるだろう。また、社会心理学の立場からうまく説明することができるかもしれない。あるいは、世間の中で暮しをたててゆく人間の心得やコツというふうに語り進めるのが効果的であるような場があるかもしれない。

#### (3) 企業のなかの情報処理

今のところ、事務だの**事務管理**ということばや考え方は、企業の中の情報処理のことをいっている ことが多いように見える。

そして、その原理はしてく明快で、テイラー以来の広い意味での生産管理の考え方が、事務だの事 務管理の考え方に少なからざる影響を与えているという見方もあるようである。

ところが、中級情報処理技術者に相当する実務家の人たちは、すでに作られた事務だの事務管理だのを、与えられたり教えられたり、ときとしては押しつけられたりする立場にたたされたり、あるいはみずからその立場を志向することもあり、そのため "事務" という考え方をことばでとらえ、これを解釈してゆこうとし、そうすればそうするほど機械だの具体的な意味あいだのからどんどん遠ざかるばかりで、何が何やら分らなくなると主張するような考え方もあるようである。

#### (4) マネジメントと事務

管理(総合管理でも個別管理でもよい)や組織をおもてにたて、これを実現する手段として、事務 を説明するやりかたもあるようである。

このような説明のしかたは、一見、広い視野からのトータルなビジョンを与え、論旨明快のように

みえるが、目的のほうにポイントをおくと手段としての事務の説明がぼやけてくるし、一方事務のあり方を強調しすぎると手段がいつのまにか先行し、管理だの組織は事務の論理にあわせるべきだというアベコベの主張をしかねないこわさがあるようである。

### (5) 情報処理と事務

いままでに紹介したいろいろなやり方は、それぞれある種の価値観が入っていて、そのために説明が 困難になるという考え方をする教師もいる。むしろ情報とか情報処理ないしデータ処理という観点か ら、仕事をするための作業を見直し、再構成できるのではないかと考える人もいるようである。

この考え方をさらにおし進めてゆくと、システムの分析と設計を行なうにあたって、事務という概 念を手がかりにして管理や組織や作業について、より深い理解が可能になるチャンスがあるのではな いか。

#### (6) いろいろな見方がある

一方ある種のお役所では事務というのは仕事そのものを意味している。また、民法第697条以下では、法律上の義務がないのに他人のため他人の事務を処理することが事務管理であるといっている。したがって、どれを事務と考えるかは、教師自身がよくよく考え、場合によっては研修生を含めた議論の場の中で、一緒に結論を探して行くしかないことになるような場合もあろう。

#### 6.2 事務のための機能

いままでに述べたように何のための事務かを決めるのはなかなか楽ではないが,ひとたび事務についての考え方を決めてしまうと,これを実行するのにどんな作業や行動が必要かの説明は,わりあい簡単である。

つぎに、説明する上でのフレーム・ワークの例をあげる。

- ① 例1 個人の行動を例にとるやり方たとえば、つぎのようなことがらをあげて研修生に考えさせる。
  - •読む, 書く, まとめる, 分る, 写す
  - ・話す,聞く,伝える,分る,納得する,納得させる,ピンとくる,シラける
  - ・ (文書などを) 受けとる, しまう, 探す, みつける, みつからない, めんどうになる
  - ・分ってもらう, 喜ばれる、いやがられる、いやでもわかってもらわないと困る
  - その他

こんな説明のしかたは、研修生ひとりひとりにとってごく身近な行動にポイントをおいているから、分りやすい説明になるのではないかと思われる。ところが、実際にあってみると案外むずかしいようだ。原因はいろいろあろうが、そのひとつは今のような情報化社会のはじまりの時期では、研修生自身がどこまでが自分自身としての個人の領域で、どこから先が社会人としての領域であるかについての判断がつきかねているようなことがあるのではなかろうか。

- ② 例2 --- フォーマルな説明
  - データの発生
  - 記録

- 収集
- 複写
- 保管
- •計算
- 伝達
- •配布

のように、フォーマルな基本動作をあげ、それぞれについて具体例などをあげながら説明をする やり方である。

このやり方をとる時は、研修生にことばを記憶させるよりも、なぜそのような考え方やとらえ方をするのかを説明するほうがよい。

### 6.3 事務機械

事務というのはたいへんな作業なので、これを楽にするためにいろいろな機械や装置が工夫されている。 中級情報処理技術者というとらえ方は、今のところ情報処理とコンピュータとがショート・サーキットしたようなかたちの意識はなかろうか。

いいかえると、ディジタル的な情報だけが情報であるかのような錯覚がないとはいえないのではなかろうか。

したがって、"情報処理"技術者であるなら、コンピュータでやるのか適切なこと、コンピュータではなくて別種の事務機械を使ったほうがよりうまく問題がとけるケース、コンピュータにするかそれとも他の事務機械を使うかの利害得失をよくよく考えるべき場合などを研修生に考えさせるようにするとよい。いいかえると、コンピュータにのるかのらないかというのは、一つの価値判断――数多くの価値判断の中の一つの価値判断であることを、研修生に気づかせることができるとよい。

どんな機能を果たすのにどんな機械があるかは、文献やカタログが豊富だからことではいちいちとり あげない。参考文献を参考にしていただいてもよい。

すべての機械についてくわしい説明をするのは不可能だから、むしろこういう分野についても関心を もち、調べ、試すことの大切さをうまく印象づけられたらそれでよい。

同時にこれらはすべてツールであること、ツールはツールであり、それ以上でもそれ以下でもないことを、いくつかの"たとえ"などを引用しながら説明できるとよい。

#### 6.4 事務分析技法

広い意味での「システム分析と設計」を事務という角度からみるためのテクニックとして、いくつかの事務分析技法が作られ使われている。いろんなものがあるが時間とのバランスを考えると、それらのうちいずれか一つを身につけさせるのも容易でない。

したがって、ことではさまざまな事務分析手法のうち代表的なものをいくつか紹介し、その考え方や 特徴などを簡潔な形でコメントしてやるのがよい。

研修生はこれらの手法の名前をおぼえただけでも、その中身がわかったような誤解をいだきやすいか

ら、そうならないように努力する。

代表的な手法には、たとえばつぎのようなものがある。(これらについては、後に科目「システム分析・設計(II)」で取上げられることになっている。)

- 産業能率短期大学式事務分析手法
- ·SOP (Study Organization Plan)
- 島田式事務分析手法

# 指導上の留意点

- (1) 事務や事務管理などは、とらえ方や考え方がどんどん変っているので、教師自身がよく調べ、よく考えて、講習の場にのぞむことが大切であろう。
- (2) これからの傾向として、脱活字化だの図形処理などに関心かむけられようとしている。こちらにも注意をむけられるとよい。

# 参考文献

- (1) 三浦大亮編,「システムの分析と設計(2)」,オーム社
- (2) 産業能率短期大学、最新文書実務」、一橋出版
- (3) 三沢 仁、「ファイリングの要領」、実業之日本社
- (4) 鵜沢昌和「事務機械利用の手引き」,日本経済新聞社

# システム分析・設計(I)

# 目 次

第1章	システム・アプローチ
1. 1	システム・アプローチの必要性 262
1. 2	システム・アプローチ
1. 3	ソフトウェア開発におけるシステム・アプローチ
第2章	システム分析・設計の手順
2. 1	システム分析・設計の手順
第3章	システム分析・設計チーム267
3. 1	プロジェクト制267
3,2	チーム・メンバー267
第4章	業務設計269
4. 1	業務設計の進め方269
4. 2	システム流れ図269
第5章	コード設計
5. 1	コード設計271
第6章	入出力設計273
6.1	出力設計273
6.2	入力設計275
第7章	ファイル設計279
7. 1	ファイルの概念の復習
7.2	ファイルの設計
7. 3	ファイル設計上の技術282
7. 4	データ・ベース
7.5	ファイルの評価 284
第8章	プロセス設計285
8. 1	プロセス設計の考え方285
8.2	プロセス・チャートの書き方
83	思済プロセスの際ウ

第9章	システムの評価	287
9. 1	システムの評価の考え方	287
9. 2	システムの効果の評価	288
9.3	システムの能力の評価	288
9. 4	単位処理あたりのコスト	289
第10章	文書化と標準化	290
1 0. 1	文書化と標準化の意味・・	290
10. 2	! JIS での標準化	290
10.3	システム分析設計の標準(	化と文書化292
	• • •	•

.

.

 $\kappa_{\bullet}^{\prime}$  .

.

.

# 科目「システム分析・設計」(1)

# 教育の目標

データ処理を効率よく行なうためには、どの範囲をどうEDP化するかを事前に十分検討しておかなければならない。またこのシステム分析が的確に行なわれるかどうかは、このあとの段階で行なうシステム設計の成否をも決定する。そこで本科目では、こうしたシステム分析の重要性やその方法と基本的概念について習得させるとともに、EDP化の方法を詳細に決めるシステム設計の作業について、システム流れ図、入出力設計およびファイル設計を中心に、その考え方と方法を学ばせる。なお、これらの分析・設計の作業を通して重要となるシステム・アプローチについての考え方を身につけさせておく。

次にシステムの評価やシステム分析と設計の段階を中心とした文書化と標準化がいかに大切であるか。 を理解させ、これらをどう進めていったらよいかについても学ばせる。

本科目では多くの知識を与えることに重点を置くのではなく、むしろンステム分析・設計について基本的な考え方を身につけさせ、基礎的な手法を使いこなせるように訓練することを重点に置く。

したがって、単なる講義形式にとどまることをできるだけ避け、研修生に自発的に考えさせるよう指導 する。質問や簡単な演習を多く与え、研修生に答えさせるような工夫がほしい。

教師から提示する例は、できるだけ具体的で創造性あるものが望ましい。

# 時間配分

章	複習時間 (時間)
1. システム・アプローチ	2
2. システム分析・設計の手順	. 2
3. システム分析・設計チーム	2
4. 業務設計	12
5. コード設計	4
6. 入出力設計	11
7. ファイル設計	10
8. プロセス設計	6
9. システムの評価	8
10. 文書化と標準化	3
<u>수</u> 計	60

# 第1章 シスチム・アプローチ

#### 用 語 この章では次の用語を教える。

システム開発。システム・アプローチ

# 目標

データ処理システムの開発に際しては、システムの分析・設計に限らず、EDP化の作業全体を通してシステム・アプローチの立場をとらなければならない。

そこで、ここではシステム・アプローチについて、その必要性、意義、すすめ方を理解させる。

# 内容

# - 1.1 システム・アプローチの必要性

データ処理システムの開発に際してのシステム・アプローチの必要性を明らかにする。そのため、まずシステム開発のむずかしさを理解させる。

システム開発のむずかしさとは次の諸点である。これらについて具体的に説明する。

- 各種の要因が複雑にからみ合っている。
- ② 未知または不確定の要素が多い。
- ③ 期限と予算に制約がある。
- ④ 多人数の共同作業である。
- ⑤ 技術的にむずかしい。

ここではシステムを部分として捉えるのではなく、与えられた目標を達成するための統合体全体として捉えることが大切である。

#### 1.2 システム・アプローチ

システム・アプローチとは次のようなものである。

- ① 扱う対象をシステムとして捉え、その目標確認と目標達成のための方法を固定観念にとらわれず 考え出す。
- ② システムとその構成要素を機能的に捉え、代替的方法のなかで費用を考慮してもっとも効果的なものを選んで採用する。
- ③ 計画性と合理性にもとずいた考え方をする。

④ 不確定要素については、その不確定性の範囲を想定し、それを前提に作業を進めると同時に、状況の変化に応じて速やかな対応策をとる。

システム・アプローチを採用した場合としない場合とで、どのような違いが出るかを例示しながら 説明する。システム・アプローチを採用した場合の例としては、次のようなものがある。

- ① メーカからのすすめもあって、大型機を導入してオンライン・システムを開発する計画がスタートしかけたが、業務を詳しく分析したところ、むしろ必要なのは業務改善で、入力方式を工夫することにより、中型機によるバッチ処理で十分なことが明らかになり、その方向で開発が進められることになった。
- ② 二つの大きな業務を同時にEDP化する計画を変更し、一つずつ順番にEDP化することにした。 その代りに安易な妥協を行なわず、十分に効果のあるシステムを作り上げることにした。
- ③ 社内のスタッフ不足を補うため、内容的に問題のない既成のパッケージ・プログラムの採用を決定した。

# 1.3 ソフトウェア開発におけるシステム・アプローチ

ソフトウェア開発におけるシステム・アプローチとして重要な次の二つの項目について理解させる。

- ① 標準化とモジュール化
- ② 文書化

これらは、複雑にからみ合った大きな仕事を多数の単純な要素に分解し、おおぜいの非熟練者により 作業を進めることができるようにするためのかぎとなるものである。

# 指導上の留意点

- (1) ことで取扱うシステムは企業内におけるデータ処理に限定する必要はなく、日常の生活環境の中で気付いたシステム的な事象を取上げて分り易く説明するとよい。
- (2) との章で取扱う内容は、ややもすると抽象的になり勝ちであるから、できるだけ具体的な事例を示しながら理解させるように配慮するととがのぞましい。

# 第2章 システム分析・設計の手順

#### 用 語 この章では次の用語を教える。

現状調査、外部仕様、内部仕様、システム仕様の凍結

# 日 標

システム分析・設計の手順について、一通りの流れを説明するとともに、各段階における作業の概念を認識させる。

# 内容

#### 2.1 システム分析・設計の手順

システム分析・設計の手順は次のとおりである(図2-1)。 ここで①~④はシステム分析であり、 ⑤~⑪はシステム設計である。

### ① 現状調査

現行システムの調査と評価がすべての基本になること、およびデータ量の把握が定量的な分析の ために不可欠であることを強調する。問題点の明確化とは、いいかえればシステムの目標を再確認 し、明確にすることでもあることを理解させる。

- ② 新システムの目的の明確化と機能分析 新システムの目的が明確化され確認されたあと、新システムが持たなければならない機能を検討 し、それらを体系的に整理することの必要性を理解させる。
- ③ 新システムの選定と分析評価 新システムの選定にあたっては、各種の代替案の立案と、そのコスト対効果分析が重要なことを 学ばせる。システム分析ではシステム・アプローチがとくに重要であることを理解させる。
- ④ 新システムの提案新システムの提案に際しては分析結果の文書化が重要であることを教える。また、新システムの 提案の採否はあくまでSEとは別の意思決定者が行なうことも理解させる。
- ⑤ 業務設計

これは外部仕様の決定である。

まず、システム設計は意思決定者の指示にもとずくシステム分析結果をもとにして行なうことを 学ばせる。業務設計は、業務内容について熟知している担当者の参加または全面的な協力のもとに 行なわれなければならないことを認識させる。

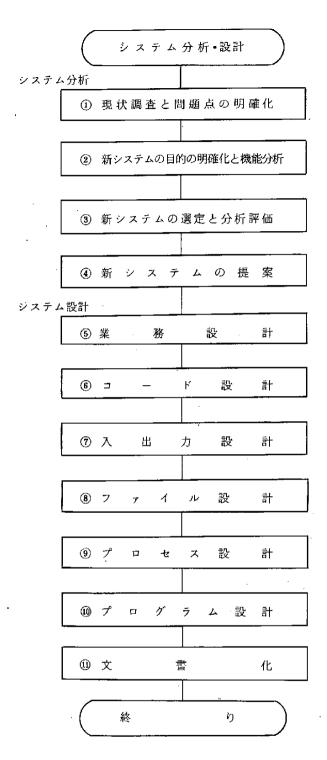


図2-1 システム分析・設計の手順

- ⑥ コード設計
  - コード設計は、誤りの防止と使いやすさを十分考慮して行なわれなければならないことを学ばせる。
- ⑦ 入出力設計

入出力設計は、処理のためにどのようなデータを入力し、また処理の結果どのような出力をさせるかを定義することである。入力設計にはカードや紙テープなどの媒体設計のほかに原始伝票の設計も含むことを理解させる。

- ⑧ ファイル設計
  - ファイル設計の良し悪しがプログラムに大きな影響を与えることを理解させる。
- ⑨ プロセス設計 システム流れ図(処理の流れ図)の作成結果がプログラム設計に大きな影響を与えることを理解 させる。
- ⑩ プログラム設計

これは内部仕様の決定である。

良いプログラムを作成するには、良いプログラム設計が前提となることを理解させる。なお、この段階で**システム仕様の凍結**を行なう。これはスケジュールと開発予算を守るためにぜひ必要なことである。

① 文書化

システム設計の結果は,かならず文書化されなければならないことを理解させる。

# 指導上の留意点

システム分析・設計の手順は、実際に作業を進める段階で、前後が逆になったりすることはあるが、それは基本的な手順を無視してよいということではない。基本的な手順を想定してできるだけ手順にそって作業を進めなければ能率的な作業にならないことを理解させる。

# 第3章 システム分析・設計チーム

用 語 との章では次の用語を教える。

プロジェクト制 アナリスト,システムズ・エンジニア

# 目 標

システム分析・設計にあたっては、しばしばプロジェクト制が採用される。そこで、ここでは、プロジェクト制の特徴やこの制度で仕事を進めてゆく際の留意点について理解させる。

# 内容

### 3.1 プロジェクト制

プロジェクト制はふつうの体制では処理のむずかしい仕事のために考えられたもので、業務中心の新 しい仕事の進め方である。

プロジェクト制の持つ次の特徴について説明する。

- 目標がきわめて明確である。
- 使用できる資源(予算、要員、設備など)とスケジュールの限界が定められている。
- ・危険負担が大きい。
- ・プロジェクト・マネジャーがすべての責任と権限を持つ。
- ・メンバーは通常の役職や地位の上下にこだわらず、能力と条件に応じて役割が定められる。
- ・完全なチーム・ワーク作業であり、仕事の上での人の和がきわめて大切である。
- ・仕事の評価は実績によって評価されるが、仕事に対する積極性が強く要求される。

### 3.2 チーム・メンバー

システム分析・設計のチーム・メンバーとしてどのような人が適当であるかを説明する。

チーム・メンバーとしては、次の2種類のスペシャリストが必要である。

- ① 対象業務についてのスペシャリスト
- ② システム分析・設計についてのスペシャリスト(システムズ・アナリスト、システムズ・エンジニア (SE))

チーム・メンバーに必要な資質は、次のとおりである。

- 固定観念にとらわれないでものを考えることができる。
- ・評論家的にいいたいことをいうだけでなく、建設的にものごとをまとめていく能力を持っている。
- ・必要なことを調べながら、自分でどんどん仕事を進めていく。

・独断的ではなく、他人の意見をよくきき、客観的な事実を重視するような態度。 チーム・リーダは、 リーダシップと協調性に富み、責任感の強い人が適している。

### 指導上の留意点

研修生が目指している中級技術者は、プロジェクト制がとられた場合、そのプロジェクトの規模によっては、チーム・リーダあるいはチーム・メンバーとして参加することが考える。そこで、各ケースについて具体的な事例を示しながら説明するとよい。

# 第4章 業務設計

# 目標

業務処理手順の設計の進め方について理解させる。また、システム流れ図について、プログラム流れ 図と対比させながら、その概念を理解させるとともに、実際に流れ図が書けるようになることを目標と する。

# 内 容

#### 4.1 業務設計の進め方

新しい業務処理手順の設計の進め方について説明する。

新しい業務処理手順の設計に関連して注意すべきことは次の諸点である。

- ・業務処理の標準化をどう定めるか。
- ・基本的な処理手順を明確に定めること。
- 例外処理の扱いを定めること。
- バックアップ処理を定めること。

#### 4.2 システム流れ図

(1) システム流れ図の概念

ンステム流れ図がどういうものであり、プログラム流れ図とどう違うかを理解させる。

- ・システム流れ図とは、ファイルがどう変るかを中心にして処理の流れを記述した流れ図である。
- ・プログラム流れ図がアルゴリズム中心に記述を行なうのに対し、システム流れ図はどういう処理 を行なうべきかを規定するものであると考えることもできる。
- ・プログラム流れ図と同じように、システム流れ図も詳しさの段階を変えて書くことができる。
- (2) システム流れ図の書き方

システム流れ図の書き方を次の各項目について具体例を示して説明する。

- ① 処理記号とファイル記号(各種媒体記号)の関係、開始端子と終了端子はなくてもよい。
- ② くわしさはプログラム流れ図に比べ、一般に概括的である。
- ③ 流れ線の書き方について次の点を復習する。
  - 矢印の使い方
  - ・流れ線の交差と合流の書き表わし方
  - 粗い流れ図と詳細流れ図とを分けて階層構造的に表現する方法
  - ボックス内とボックス周辺の表記のしかた

- コメントの入れ方
- ・処理名,ファイル名との関連性

# 指導上の留意点

システム流れ図について、その概念や書き方を説明するだけでなく、具体的な問題を示して書かせる。その場合の問題は実際の業務に近いものがよいが、あまり複雑なものは避けた方がよい。

# 第5章 コード設計

用 語 この章では次の用語を教える。

コード設計

### 目標

コード設計のしかたについて学ばせる。とれによって、研修生が実際によいコードの設計ができるようになることを目標とする。

# 内容

### 5.1 コード設計

コード設計についての諸注意を説明し、コード設計のしかたについて学ばせる。

- (1) コードの種類
  - コードには次の2種類がある。
  - ① 入力データとして、人間系と機械系とのインターフェイスとなるコード
  - ② 機械内部でのファイル処理や処理過程の手段として用いられるコード このうちで、後来はファイル型骨はたけばプログラムではない。 それはない

このうちで、後者はファイル設計およびプログラム設計で扱われ、記憶領域の節約と処理効率がもっとも重要な問題点となる。

前者については、扱いやすさが重要である。

具体的なコードを示して、次のいずれのコードを使用しているかを説明させる。

- ・順番コード (sequence code)
- ・区分コード (block code)
- ・けた別コード (group classification code)
- ・表意コード (mnemonic code)
- ・合成コード (combined code)
- •誤り検査コード (error check code)
- (2) コード設計の手順
  - コード設計に必要な手順として次の説明を行ない,またコードの文書化のしかたを説明する。
  - ① 対象項目の性質の分析
  - ② 性質ごとの変動範囲(現在と将来について)
  - ③ 性質でとの最適なコード方式の選定とけた数の決定
  - ④ 一つの項目コードとしての決定

- (5) 総合的検討
- ⑥ 文書化(コード化の方式とコード・ブック)
- (3) コーディングの自動化と運用上の注意 コードの利用段階では、コード化の誤りや手間をはぶくために、コーディングの自動化が行なわ

コードの利用段階では、コード化の誤りや手間をはぶくために、コーディングの目動化が行なわれる。これについて、次のような項目を説明する。

- ゴム判の利用
- 帳票へのコードの印刷
- プリパンチカードの利用
- 識別カードの利用
- ・プログラムによるコードの補充 さらに運用上の注意として、次を説明する。
- コードブックの整備
- ・ コードを参照しやすいようにするための配慮
  - 帳票レイアウトの工夫
  - 教育訓練
  - コードの保守体制と手続きの明確化

### 指導上の留意点

- (1) 適切でないコードを使用したときの不便さを実例で説明して、コード設計の重要性の理解を高めさせるようにするとよい。また、研修生のレベルに応じ、あまり基礎的な説明は省略する。
- (2) 演習問題として、具体的な問題を示してコード化をさせ、でき上ったものについて、理由を明示させながらどれがよいかを議論させる。また文書化させたものを提出させチェックする。

# 第6章 入出力設計

用 語 この章では次の用語を教える。

出力設計,入力設計,間接媒体入力方式。直接媒体入力方式。直接入力方式。原始帳票

# 目標

入出力設計に必要な知識を与え、その進め方を理解させる。それによって、研修生がよい入出力設計 を行なえるようにすることを目標とする。

# 内容

### 6.1 出力設計

(1) 出力帳票の種類と使い方の決定

入出力設計については、**出力設計**を最初に行ない、ファイル設計、**入力設**計という順序で設計を行なう重要性をまず理解させる(図 6-1)。

出力設計については、まず出力すべき全帳票について、その種類と使い方を決定しなければならない。

ことで配慮しなければならない手順として、次の各項について 説明する。

- ① 関連各部門でどんな出力帳票を必要としているかを調べる。
- ② それらを整理統合して、できるだけ種類を少なくする。
- ③ 帳票を作成する時期を考慮し、さらに整理統合する。
- ④ 各帳票のなかの主要項目について、それらが支障なく出力できることを確認する。
- (2) 出力方法の決定

出力方法の決定のしかたについて説明する。これはたとえば、各 報告書を

- ① ラインプリンタからバッチで出力させるのがよいか
- ② 遠隔地で直接出力させるのがよいかを決定することである。

出力設計

図6-1 入出力設計の順序

次に出力の形態について、印字帳票か、CRT表示か、紙カードか、紙テープかなどを決定する方法を説明する。この場合の主な選択条件はたとえば表6-1のとおりである。

表 6 - 1 出力型態と主な選択条件

形 態	主な選択条件	装 置
印 字 帳 票	人間が読取れる出力で大量のデータで あり、かつ記録の必要のあるもの	ラインプリンタ COM装置
印字帳票	人間が読取れる出力で少量のデータで あり、かつ記録の必要のあるもの	タイプライタ
CRT 表 示	人間が読取れる出力で, 記録の必要 のないもの	映像表示装置 文字表示装置
紙カード、OCR文字によ る印字帳票	ターンアラウンド方式のための出力	カードせん孔装置 ラインプリンタ
紙カード, 紙テープ, 磁気テープ, 磁気ディ スク	機械で読収るととのできるような出力	カードせん孔装置 紙テープさん孔装置 磁気テープ装置 磁気ディスク装置

### (3) 出力項目の決定

これは各帳票につき、どのような項目をどう配置するかを決定することである。さらに検討すべきこととして、次の点を説明する。

- ① 合計は何について、何を制御条件としてとるか
- ② 項目の出力形式はどんなかたちにするか、またそのけた数はどのくらいとるか
- ③ 項目の配置はどのようにするか

### (4) 出力レイアウトと用紙の決定

各出力帳票のレイアウトと使用する用紙の決定を次に行なうが、これに関しては出力帳票設計用紙 (spacing chart)を使用する。

この場合,次の手順で行なう。

- ① 一般用紙と特定用紙のどちらを用いるかの決定
- ② 明細項目の配置の決定
- ③ 合計項目の配置の決定
- ④ 項目見出しの配置の決定
- ⑤ ページ上印刷、ページ下印刷の項目と位置の決定
- ⑤ 各項目のけた数、編集方法(ゼロ抑制,小数点,コンマ,合計記号,正負符号,固定円記号,浮動円記号など)の決定
- ⑦ 第1印刷行から最終印刷行までの合計項目,見出しの正確な位置の決定
- ⑧ 検討と修正

なお、説明に際しては、特定用紙の場合、コンマやピリオドなどをプログラムで印刷する場合と該当

する位置にけいなどをあらかじめ入れておく場合があることもつけ加える。

### 6.2 入 力 設 計

(1) 入力項目の決定と入力時期の決定

入力設計に関連し入力項目の決定と入力時期の決定について理解させる。

入力項目すなわち入力に必要な項目とは、ファイル上や出力帳票上の項目のうち内部の計算や他 の項目からはみちびきだせない項目のことである。

入力する項目は、人間が直接そのデータを作成しなければならないから、不必要に多くしてはならない。必要最少限度の基本的な項目と、それに付随した項目という考え方で扱う必要がある。その意味で入力に必要な項目の決定に際しては、関連する項目を総合的に検討し、決定する必要がある。また関連する各項目はそれぞれ入力時期が異なることがあるので、処理の必要性から考えて条件を明確にする。

(2) 入力データの発生場所と発生時点の認識

入力データは人間が直接作成しなければならないので、どの部門でいつどういうかたちで入力データが発生するのかを明確にする必要がある。入力データの発生場所と発生時点について、たとえば次のような例をあげて説明する。

- ・ 売上げ伝票は取引きの成立した時点で営業所で作成される (データが発生する)。
- ・在庫データは入庫データと出庫データから計算して出される。入庫データ、出庫データはそれぞれ倉庫でおいて入庫や出庫が行なわれるときに発生する。
- ・給与計算の入力データとして必要な動意データは毎月タイムカードや出勤表が完成し、責任者の チェックが終了した時点で発生する。
- (3) 入力方法の決定

入力方法としては

- ・間接媒体入力方式
- ・直接媒体入力方式
- ・直接入力方式

の三つがある。とれらについて説明する。

#### (a) 間接媒体入力方式

間接媒体入力方式とは伝票からいったん間接的な入力媒体にデータの変換を行ない、そのあとで入力を行なう方法である。この場合の間接媒体としては、紙カード、紙テープ、磁気テープ、磁気ディスクが使われる。

間接媒体入力方式の優れている点は大量のデータのバッチ処理に対してもっとも効率がよいこと、 もっとも広く使われており、手順が定型化されているのでトラブルが少ないことなどである。

### (b) 直接媒体入力方式

直接媒体入力方式とは、間接媒体を用いないで、原始帳票をそのまま媒体として直接入力する方式で、これにはOMRやOCR、それにMICRなどがある。これらのもっとも大きな特徴は、間接媒

体を作成する手間がないので工程が短縮され、エラーの発生が少なくなり時間も短縮されることである。

#### (c) 直接入力方式。

直接入力方式とは、直接タイプライタなどから入力する方式で、媒体を使わず通常はデータが発生した時点でただちに入力をしてしまう方式である。この方式の長所として発生したデータの担当者が入力についてのいっさいの責任を負うため、中央での管理上の負担が少なくなることがある。この方式はオンライン・リアルタイム方式などにおいて用いられる。

これらの方式のうちのどれを採用するかを決めることは、入力方法の決定条件として重要である。これらの選択条件について、たとえば表6-2を参考にし理解させる。

### (4) 原始帳票の設計

原始帳票 (伝票)の設計について、次のことを理解させる。

#### (a) 設計項目

原始帳票の設計にあたって必要となる設計項目は次の通りである。

- ① 起票者,承認者,回送順序
- ② 記入項目, 記入けた数
- ③ 入力項目と項目の順序
- ④ 用紙の色,紙質,印刷の色,コピー枚数
- ⑤ 保存期間
- ⑥ レイアウト

原始帳票は次の種類によってその設計のしかたに違いがあるので注意を要する。

- ① 紙カードせん孔用原始帳票
- ② 紙テープせん孔用原始帳票
- ③ OMR用帳票
- ④ OCR用帳票
- ⑤ MICR用帳票

#### (b) 入力帳票の記入の種類

入力帳票には単記式、連記式、複記式がある。単記式とは1葉に1件のデータを記入する方式である。 連記式とは1葉に関連項目を2件以上記入する方式である。

複記式とは1葉の帳票に同一様式でない項目を2件以上記入する方式である。

#### (c) 内容項目の配置と帳票の設計(紙カード入力の場合)

紙カード入力の場合の内容項目の配置と帳票の設計について、次のような設計上の配慮事項について 実例を使って説明する。なお、できれば同時に紙テープの場合、OCRの場合についても設計上のポイントを教えることが望ましい。

- (1) 記入頻度の高い項目の順に、左から右へ配置する。
- ② 相互に関連する内容をもつ項目は隣接させる。

表 6-2 入力形態と選択条件

方式	形態	選		択		データ作成		入力装置
刀氏	形態	長	所	短	所	装	置	八刀衣回
		<ul><li>追加訂正がる</li><li>検孔が容易</li><li>ラー率が少</li></ul>	なのでエ	・1枚80けた ない ・コスト面で より高い		装置	せん孔検孔装	カード読取 装置
間	紙カード	・そのまま帳 も使用でき	る	・現場での機 能に近い	械化が不可			
接		<ul><li>孔をみて、</li><li>読が比較的</li><li>ある</li></ul>						
媒		・機械による 能である						
体	,	・けた数の制 ・コスト面で より安い		<ul><li>追加修正か</li><li>紙テープ・</li><li>統一されて</li></ul>	コードが			紙テープ読 取装置
入	紙テープ	<ul><li>より安い</li><li>伝票の発行</li><li>紙テープが</li></ul>		- 祝一されて - 一般的に検 ない				
カ		<ul><li>データ伝送</li><li>ある</li></ul>	が容易で	<ul><li>読込みが比ある</li></ul>				
方		•		・弱く破れや 作がめんと				
式	キーボードから磁気テープ 作成または磁 気ディスク作 成	<ul><li>紙カードよ面で有利ででも大量データであったよりが安い</li></ul>	ある D場合	<ul><li>少量データ きである</li><li>データの手 りである。</li></ul>		キーツ プ キーツ スク		磁気テープ 装置 磁気ディスク 装置
		<ul><li>高速入力が</li><li>4.手の会ろ</li></ul>		1	SUL#ANA AT	h / -0		الر علام الرامان
直入		<ul><li>人手の介入。</li><li>できる</li></ul>		•コスト面で い		ライン	プリン	光学文字読 取装置
接力媒方	直接読取り	・正確性・迅む	速性に富し	<ul><li>・ 文字数の制</li><li>いに難点が</li></ul>		タ 手作業	+	光学マーク 読取装置
体式				<ul><li>コーディン</li><li>が発生しや</li></ul>	グ・エラー			
直力 接方 入式	キーイ <i>ン</i> 直接 入力	<ul><li>情報発生源</li><li>接インプッ</li><li>きる</li></ul>		<ul><li>入力装置の 限る</li><li>コストが高</li></ul>	設置場所に			キーボード 式端末入力 装置

- ③ 見出し項目やキー項目などの重要項目はなるべく最初に置く。
- ④ せん孔項目と無せん孔項目はなるべくまとめる。
- ⑤ 帳票番号もせん孔項目に加えるのが望ましい。
- ⑥ せん孔された場合に関連カード間で同じ項目のけたが一致するようにする。

- ⑦ せん孔項目は太線でかこみ、せん孔項目はけたがわかるように1けたごとのます目を設ける。
- ⑧ 不変項目はあらかじめ印刷しておく。
- ⑨ あたまのゼロを書く必要があるかどうか、負の場合に符号を明示する必要があるかなどについて 帳票上に明示する。
- ・ 帳票は全体として記入しやすく、かつ誤記入が少くなるように配慮し、またせん孔しやすいようにする。
- ⑩ 複写のある帳票についてはそれぞれがどういう目的で使われるかを明示する。また印刷の色をわける。

## (d) OMR用帳票の設計

OMR帳票の設計上の配慮事項について、たとえば次のようなととを具体例を示しながら説明する。 OMR用帳票については記入のしやすさをとくに配慮する。また用紙上に記入例を示したり記入上 の注意 (たとえば マーク欄を汚さないようにとか、HBの鉛筆で記入するようにとか)を明示する。基本項目については漢字での記入もさせて、あとでチェックできるようにする。

(e) ターンアラウンド方式の帳票の設計上の注意

ターンアラウンド方式の帳票の設計上の注意について、下記のようなことを説明する。

- ① 出力項目は左端または右端にまとめ、目ざわりにならないように配慮する。
- ② 帳票には大量のデータを記入しないですむように配慮する。
- ③ 帳票が汚れたり、書きなおされたり、紛失されたりしないようにとくに配慮する。
- (5) 入力媒体の設計(紙カード入力の場合)

紙カード入力の場合の入力媒体の設計について、次のような注意事項を説明する。またできれば紙 テープの場合、キーツーテープの場合、およびキーツーディスクの場合についても設計上のポイント を教えることが望ましい。

- ① カード番号やデータ番号の設計
- ② 項目の配列順序は重要項目を左にする。
- ③ 非選択項目は左へ、選択項目は右へおく。
- ④ 複写項目を左におく。
- ⑤ 可変項目は右におく。
- ⑥ カードの色、コーナ・カット、印刷の色はデータの種類ごとに区別する。
- ⑦ なるべく標準化ルールを定め、それを用いるようにする。

#### 指導上の留意点

- (1) 説明に際しては、できるだけ具体例をあげながら行ない、研修生が自力で設計ができるように導く。
- (2) 説明の終ったところで例題を与え、簡単な設計を実際に行なわせるようにする。
- (3) 研修生のレベルに応じ、あまり基礎的な説明は行なわいようにする。

# 第7章 ファイル設計

用 語 との章では次の用語を教える。

基本ファイル、取引ファイル、ファイル抜出し、

# 目 標

まずファイルの概念について復習させた後、ファイル設計に必要な事項を十分詳細に理解させる。 これによって、研修生が実際にファイルの設計や評価ができようにすることを目標とする。

# 内 容

# 7.1 ファイルの概念の復習

(1) ファイルの概念

ファイルの概念について復習し、導入とする。それについてはたとえば次のような説明をする。

- ① ファイルとはデータを体系だてて外部に一時的に保存し、必要なときに利用できるようにしておくものである。
- ② ファイルはブロックで構成され、ブロックはレコードで構成され、レコードは項目(またはフィールド)から構成される(図7-1)。
- ③ ファイルは、読取られるだけのプログラム・ファイル、テーブル・ファイル、書込み専用の記録 用ファイル、読み書きが行なわれるファイルや作業ファイルがある。
- ④ ファイルの媒体としては、紙カード、紙テープ、磁気テープ、磁気ディスク、磁気ドラム、磁気カードなどがある。

ファイルに関連してボリュームの概念を説明する。磁気ディスク、磁気ドラム、磁気カードなどの媒体は、直接アクセス装置によって制御されることを説明する。

ファイルは論理的概念としては、入力データおよび出力データと区別されるが、プログラム上ではこれらはすべて同等に扱われることについても説明する。

(2) ブロック化の効果についての復習

ブロック化の意味と効果について説明する。

ブロック化をすると入出力の総合計時間が短縮され、入出力の処理に対する相対時間も短縮される。 しかしブロック化を行なうとユーザのプログラムで、緩衝域を大きくとらなければならないし、また IOCS (データ管理) 機能の助けを借りなければならないことになる。

(3) 編成法とアクセス法のまとめ

ファイルの編成法とアクセス法についてまとめ復習する。

#### 編成法には、

- ① 順編成
- ② 直接編成
- ③ 索引順編成
- ④ 区分編成

などがあり、アクセス法には、

- ① 順アクセス
- ② 直接アクセス

がある。それぞれの長所、短所を説明する。

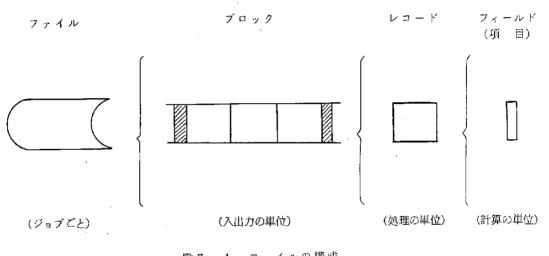


図7-1 ファイルの構成

### 7.2 ファイルの設計

(1) 基本ファイルの設計

基本ファイルの設計に必要な次の項目について説明する。

(a) 編成方法の決定

基本ファイルの編成方法は、その処理の方法に密接に関連している。基本ファイルの編成方法としては、順編成、索引順編成、直接編成が考えられるが、一般にバッチ処理の場合には順編成、リアルタイム処理の場合には索引順編成や直接編成が広く用いられている。これらについてその理由を説明する。

編成方法をどうするかの決定は基本ファイルの構成をどうするかとも関連し、重要な決定であり、 使用できる装置の種類やスペースとも関連することを説明する。

#### (b) 項目の決定

基本ファイルを構成するレコードにどのような項目を含ませるかを決定する。

ある項目を基本ファイルに入れるべきかどうかは、その項目がそのつど入力する必要がない固定的 な項目、累積的な項目かどうか、別の目的に使われる項目かどうかによって判定する。

#### (c) キー項目の決定

キー頃日は普通一つしか使えないので、何をキー項目にするかは慎重に決定する。とれも処理方法 と関連する。キー項目はファイル、レコードを識別するために各レコードに対しユニークでなければ ならない。

### (d) レコードの設計

レコードの設計とは、各項目のコード、けた数、形式を決定し、さらに余裕けた数をどのくらいとるかを決定することである。コードについては処理の便利さと必要なスペースという二つの相反する要素を調和させて、決めなければならない。けた数については余裕を見ておく必要があるが、必要以上のけた数をとると、スペースの損失をまねく。余裕をどのくらいとるかはファイルの全体のスペースとの関連と、そのファイルが将来変更される可能性がどのくらいあるかによって決まる。

# (2) その他のファイルの設計 その他のファイルの設計について説明する。

#### (a) 取引ファイルの設計

取引ファイルは使い方を考慮し、編成法、アクセス法を定め、レコードを設計する。取引ファイルは、一般に簡単な形式変換やチェックを行なうだけで、入力媒体上での形式をほとんどそのまま採用すればよい。

### (b) 作業ファイルの設計

ファイル抜出しなどに用いられる作業ファイルは基本ファイルの補助的なものである。また主記憶の拡張として用いられる作業ファイルは、主記憶の機能の一部を一時的に持つものなので、主記憶の領域をほとんどそのままレコードにしたものである。

#### (c) テーブル・ファイル

主記憶のプログラムで直接持てないような大きなテーブルをファイルにしたもので、これは主記憶上のテーブル (表) の内容をそのままファイルとして持つような場合と、ファイル上で探索を行なえるようなものの2種類がある。ファイル上で探索を行なうのはファイルの大きさが大きい場合で、直接編成や索引順編成が使われる。

# (3) ファイルの割当

ファイルの割当について次のようなことを説明する。

#### (a) 磁気テープ・ファイル上での割当

磁気テープ・ファイル上でのファイルの割当は、ファイルの大きさによって異なる。ファイルが非常に小さな場合には、1本の磁気テープにたくさんのファイルを割当てることにより、使用する磁気テープ装置の台数などの節減ができる(マルチファイル)。この場合の各ファイルの順番は、それらのファイルの使用する順序や使用頻度に応じて決める。

ファイルが非常に大きな場合には、複数の磁気テープに一つのファイルを割当でなければならない。 (マルチリール・ファイル)。この場合には標準ラベルを用いるべきである。

# (b) 直接アクセス・ファイルへの割当

直接アクセス・ファイルへの割当は、ファイルをどのボリュームに割当てるかという問題と、一つのボリュームのどこに割当てるかという問題が重要である。

どのボリュームに割当てるかはファイルが特定のジョブでしか使わない私用ファイルか,いくつかのジョブで共通に使う共用ファイルかに応じて異なる。私用ファイルの場合には私用ボリュームに, 共用ファイルの場合は共用ボリュームに割当てる。

一つのボリュームのどとにファイルをおくべきかは、そのファイルの大きさと使用頻度、他のファイルとの関連性によって決まる。大きなファイルは、あまり選択の余地がないのでそれほど問題はないが、小さなファイルの場合には、アームの動きがもっとも少なくなるように、すなわちアクセス時間がもっとも少なくなるような割当をするのがよい。これらについて具体的な例を示しながら説明を行なう。

#### (4) ファイル・ラベル

ファイル・ラベルには標準ラベル、非標準ラベル、ラベルなしの三つがある。これらについて説明する。

#### (a) 標準ラベル

直接アクセス・ボリュームでは、すべて標準ラベルが使われるので、ユーザはとくに意識する必要はない。

磁気テープ・ファイルの場合には、基本ファイルについてはできるだけ標準ラベルを用いるべきである。標準ラベルを用いることによって操作上の誤りが防げるし、保管も管理も容易になる。

#### (b) 非標準ラベル

非標準ラベルは、他のコンピュータ・システムとの関連で標準ラベルが使えない場合に用いるが、なるべくさけた方がよい。非標準ラベルを用いる場合には、ユーザが自分でその処理ルーチンを用意しなければならないので負担が大きくなる。

#### (c) ラベルなし

取引ファイル、作業ファイルなどではラベルなしのファイルを用いることがある。これらはあくまで一時的なファイルで、あまり長期間保存する必要がないようなファイルに限定すべきである。

### (d) カタログ

直接アクセス装置のファイルはカタログすることができるが、この場合にはファイルをカタログしておくと共同ファイルを複数のジョブで便利に使いこなすことができる。

### 7.3 ファイル設計上の技術

次のようないくつかのファイル設計に関する技術について、例をあげながら説明する。

#### ① 連鎖ファイル

連鎖ファイルとは、複数個のファイルにまたがって一つのデータを構成するようなファイルの使い方である。これはレコードの長さがレコードごとに大きく変る場合や、あとでレコードに対する たくさんの項目の追加が行なわれたりする場合に使われる。連鎖ファイルを使うと処理プログラム が複雑になるので注意を要する。

### ② 索引ファイル

索引ファイルとは、本来ファイルが持っている索引以外に、余分の索引を持ちたい場合に使用するファイルである。索引ファイルを使用するときは索引の保守に十分注意しなければならない。

### ③ ファイルの保護

ファイルの保護は特別な場合に必要になるが、ファイル全体の保護については オペレーティング・システムがその機能を持っている場合はそれを利用するのがよい。レコードごとの保護は、レコード上にビットを立ててプログラムでそれをチェックして保護する方法をとる。これもプログラムが複雑になるので、使用するさいは注意する。

### ④ バックアップ用ファイル

バックアップ用ファイルには、チェックポイント・ファイル、ロギング・ファイル、リカバリー用ファイル、コピー・ファイルなどがある。チェックポイント・ファイルは処理の区切りで再始動時に必要な累積データなどの情報を一時たくわえるファイルであるが、チェックポイントをとるデータの量をできるだけ小さくし、チェックポイントをとる頻度をなるべく少なくするのがよい。 実際のファイルの領域は直接アクセス装置上の二か所を定めて、交互に書くなどの方法をとる。

ロギング・ファイルは、オシライン・システムで中断した処理を再開する場合などに必要な入力メッセージなどを記録しておくもので、通常は書出し専用のファイルとなる。これは書出しの量があまり多くならないように配慮をする。

コピー・ファイルとは、高度の信頼性を要求されるオンライン・システムで使われるもので、使用中のファイルと同一内容、形式のファイルである基本ファイルに対して作られるファイルである。バッチ処理の場合はコピー・ファイルを作ることはまれで、通常は現在使用中の基本ファイル、更新前の旧基本ファイル、さらにその前の旧基本ファイルという、いわゆる3世代のファイルを保存して、ファイルの破損その他の事故に備えるのがふつうである。

#### 7.4 データ・ベース

データ・ベースについては別の科目で学ぶのでことでは多くを述べない。データ・ベースという概念があり、将来のファイルでは、データ・ベースとの関連が重要になると方向づけをしておくとよい。

- ① データ・ベースの考え方は、プログラムとファイルとの完全な分離ということである。 従来のファイルは処理プログラムと密接に関連していたが、データ・ベースにおいてはプログラムはファイルから独立して書かれる。
- ② データ・ベースにはさらに項目間で階層構造を持つようなレコードの扱いや、索引を複数個持つ こと、項目ごとの保護などの機能が備わっている。

③ データ・ベースの処理には、専用のアクセス・ルーチンが用意されているので、ユーザは必要なマクロ命令やサブルーチンを呼び出して使用することができる。

### 7.5 ファイルの評価

ファイルの評価のしかたにつき,実例を用いて説明する。ファイルの評価には,ファイルのスペース、アクセスの速さ、使いやすさなどを評価の対象にする。

### (a) ファイルのスペース

他の方法を用いて完全に圧縮できた場合とくらべて現在のファイルがどの程度冗長なスペースを使用しているかを評価する。これを比率で表わせば、定量的な評価が可能である。

#### (b) オーバフロー

索引順編成などの場合には、オーバフローがどのくらいあるかが一つの評価の基準となる。これはアクセスの速さに関連する。

### (c) シノニム

直接編成の場合には、シノニムがどのくらいあるかが重要な問題である。これはアクセスの速さに 関連する。何%という形で数字で表現できればよい。

#### (d) アクセスの速さ

ファイルのアクセスの速さとは、あるレコードをとり出す命令をプログラムが発してから、そのレコードが実際に使える状態になるまでの時間のことである。これは媒体の種類、ファイル装置の種類、ファイル編成法、ファイル・アクセス法によって変る。

アクセスの早さをはかる尺度としては、平均アクセス時間と最大アクセス時間が問題になる。 順編式、順アクセスの場合には磁気テープが速く、直接アクセスの場合には磁気ディスクや磁気ドラムが速い。 これらについて例をあげて十分に説明する。

#### (e) 使いやすさ

ファイルの使いやすさとしては処理段階での操作のしやすさ、開発段階におけるプログラムの書きやすさ、ファイルの変更に対する適応性などがある。ファイルの読み、書き、更新、保守のそれぞれの場合について使いやすさの問題を説明する。

ファイルの編成方法,アクセス方法について、プログラムの機能との関連を考えることも大切であるが、これについては必要に応じてプログラム設計の科目を参照する。

# 指導上の留意点

- (1) 演習問題として、具体的な問題を与えて、磁気テープ上の順編成ファイル、磁気ディスク上の直接編成ファイルの設計をさせ、評価させてみるとよい。
- (2) 説明はなるべく具体的に行なうが、研修生のレベルに応じ、あまり基本的な項目の説明は行なわない。

# 第8章 プロセス設計

用 語 この章では次の用語を教える。

プロセス設計

# 目 標

プロセス設計のしかたを学ばせ、それによって研修生が自分でプロセス設計を行なえるようにする。

# 内容

### 8.1 プロセス設計の考え方

プロセス設計とは、データ処理の手順を処理単位の流れとして構成することである。また、こうして 設計された一連の処理の流れをプロセスという。ここではプロセス設計のしかたについて理解させる。 大量データ処理のプロセスは、一般に次のような段階から成る。これらについて、その概念を説明する。

- ① 入力段階
  - インプット・データの読込み
  - インプット・データのチェック
- ② 処理段階
  - ファイルの更新
  - 演算• 集計 表探索
  - ファイルの維持
  - ファイルの更新
  - 分類 組合わせ
- ③ 出力段階
  - 出力編集
  - 作 表

大量データ処理におけるプロセス設計は、目的とする処理を達成するために、

- できるだけ短時間で
- 確実な処理を
- プログラムを複雑にしないで
- 操作を複雑にしないで

行なえるようにすることをねらいとする。

### 8.2 プロセス・チャートの書き方

プロセス・チャートとは、各処理記号が一つのラン (ジョブ・ステップ) になるように書かれたシステム流れ図である。プロセス・チャートの書き方として、次のことを説明する。

- ① システム流れ図の原則を守ることファイル記号(媒体記号)によって処理記号をはさむという、サンドイッチの原理を守る。
- ② 記号の選択

処理記号は、すべてふつうの処理記号(長方形)を使い、分類・組合わせなどの記号はなるべく使わない。処理記号には横線の入ったものを使い、上部にラン番号などを入れてもよい。ファイル記号としては、媒体記号を用いる。各記号には、処理内容やファイルの内容(またはファイル名)を書く。

### 8.3 最適プロセスの選定

一つの処理目標を達成するためには、一般にいくつかのプロセス・チャートが考えられる。その中で、 与えられた条件から判断して最適なものを選定することが必要である。それに関連して、次のことを理 解させる。

- 各種代替案の作成 いろいろのプロセス・チャートを考えてみる。
- ② 処理時間からの検討 どの案がもっとも処理時間が短くなるかを、データの量、ファイルの大きさなどの現実的な条件 を考慮して検討する。
- ③ 処理の確実さからの検討 データの一部遅れやミス操作などがあった場合、どれがもっとも確実かを検討する。
- ② プログラムの容易さどの案がプログラムが容易か、あるいは既成のプログラムが使えるかを検討する。
- ⑤ 操作の容易さ どの案がもっとも操作が容易かを現実的な条件を考慮して検討する。 以上の諸条件を考慮し、最適なプロセス・チャートを選定する。

なお、主記憶容量の不足などの理由で処理の分割を行なったり、処理効率の向上や汎用性で持たせる などの理由から逆に処理の総合化を行なったりすることもあることも説明する。

# 指導上の留意点

- (1) 演習問題として、具体的な問題を与えて、プロセス・チャートの設計をさせ、ディスカッションさせるとよい。
- (2) 説明にあたっては、具体的事例を多くする。

# 第9章 システムの評価

# 用 語 この章では次の用語を教える。

ターンアラウンド・タイム,スループット

# 目標

システム評価の重要性や基本的考え方を理解させるとともに、システムの効果および能力についての評価方法を一通り理解させることを目標とする。

# 内容

# 9.1 システムの評価の考え方

システムの評価の考え方について次の点を理解させる。

(a) システムの目標と評価の立場の確認

システムは複雑なので、それに期待する目標が何かをまず明確にしなければならない。目標が2つ 以上ある場合(複合目標)もある。

評価の立場とは、たとえばそのシステムを運用する立場か、利用する立場か、経営者の立場かなどである。これらについて例をあげながら、目標と立場により、いかに評価結果が変るかを説明する。

(b) 効果による評価と能力による評価

システムを評価するには、そのシステムのもたらす効果にもとずいて評価する場合と、そのシステムの能力にもとずいて評価する場合とがある。これらはいずれも投入したコストとの対比で考えられる。効果の評価ができないときは能力で評価する。

このような効果主義的立場と能力主義的立場について、例をあげながら説明する。

(こ) 構成要素の能力とシステム全体としての能力

システムの評価を行なうのに、そのシステムの構成要素の能力または特定の機能について評価する場合と、そのシステムの全体としての能力または機能を評価する場合がある。システム全体としての評価ができないときは、部分的評価を行なう。

(d) 開発過程の評価と運用段階の評価

開発過程と運用段階とでは、システムの目標、立場が異なるので、評価の方法や基準が変わる。 とれについて、例をあげて説明する。

(e) 評価の尺度

評価はできるだけ定量的なものがよい。それが不可能な場合にかぎって定性的な評価を行なう。

### 9.2 システムの効果の評価

### (1) 直接効果と間接効果

システムの効果で当初の目標と比較する場合、システムのもたらす効果としては、直接的効果と間接的効果がある。直接的効果とは、金額に換算して費用節減、売上増大、または利益増大としてとらえることのできるもののことで、間接的効果とは金額に換算してとらえることのできないもののことである。これらについて、次の項目を説明する。

- ① 直接的効果としての項目
  - •一般管理費(人件費など)の削減
  - 製品コスト (設備原材料費,外注費,人件費など)の削減
  - 流通コスト (設備費, 外注費, 人件費など) の削減
  - 利益の増大
  - 売上げの増大
  - サービスの改善
- ② 間接的効果としての項目
  - 機会損失の減少
  - ・意思決定過程の改善(所要時間の短縮、精度の向上など)
  - 企業イメージの向上
  - 合理化の促進
  - ・競争力の強化
  - ・スペシャリストの育成と経験の蓄積
- (2) システムの効果のしかた

投入したコストに対して、それからもたらされる利益(または経費節減)がどのくらいになるか を比率で表わす。

### 9.3 システムの能力の評価

システムの能力についての評価に関連し、次の項目を説明する。

### (1) 機能の評価

なにが出来てなにが出来ないかを評価する。これにはチェックリストを用いるとよい。具体的な例を示して説明する。

なお、機能はシステムの目標と比べ、

- ぜひ必要な機能
- 望ましい機能
- 直接関係しない機能

の三つが考えられる。2番目と3番目を重視しすぎてはならない。

#### (2) 効率の評価

システムの効率を評価する尺度として例をあげて次の場合を説明する。

• バッチ システム

**ターンアラウンド・タイム** (turnaround time ジョブを受付へ提出してから受領するまでの時間)

オンライン・システム

ターンアラウンド・タイム (メッセージの入力が終ってから、処理されたメッセージの出力が 開始されるまでの時間、応答時間とも呼ばれる。)

スループット (throughput,単位時間あたり、何件のメッセージが処理されるか)

# (3) 使いやすさの評価

使いやすさの評価としては次の項目がある。

- ・システム運用者の立場(操作員保守を担当するプログラマ、レベルアップを担当する設計者、システム管理者)での使いやすさ
- システムの利用者の立場での使いやすさ

### (4) 信頼性の評価

信頼性の評価として、次の項目について説明する。

- ・データミス、操作ミスなどの発生する程度とその対策
- プログラム上のトラブルの発生する程度とその対策
- ・ハードウェアの故障の発生する程度とその対策
- 不正防止、データ保全に対する対策と管理体制

# 9.4 単位処理あたりのコスト

仕事の単位処理あたりのコストの算定が可能な場合、それによって評価を行なうととがある。しかし、これは計算のしかたで数値がかなり変るので慎重に行なわなければならない。例えば、1件あたりの処理コストについては、バッチ処理の場合データ1件あたりいくらかかるか、オンライン処理の場合1メッセージの処理にいくらかかるかを評価する。これは総開発コストの償却費用と運用コストとから計算する。ただし、この数値の評価にあたっては、手作業など従来の方法についても同じようにコスト評価をし、それとの比較を行なわなければならない。

すでに述べたように、この数値を出すに際しては、たくさんの仮定を設定しなければならないので、 得られる結果の解釈にあたっては慎重な配慮が必要である。またこの場合関連する他のメリットが、一 切考慮されていない点にも注意しなければならない。

#### 指導上の留意点

- (1) システム評価にあたっては、システムの目標と評価の立場の違いによって、いろいろのケースがあるので、できるだけ具体的な事例を多く用いて説明する。
- (2) システム評価の技法は、科目「システム分析設計[II]」で学ぶので、ここでは、考え方を中心とし、 技法等については一通りのものを理解させるだけでよい。

# 第10章 文書化と標準化

**用語** この章では次の用語を教える。

提案書、システム仕様書、標準化マニュアル

# 日 標

文書化と標準化の意味やシステム分析と設計の段階におけるこれらの重要性を理解させるとともに, 文書化、標準化の進め方を習得させる。

# 内容

## 10.1 文書化と標準化の意味

文書化と標準化の意味について次のことを説明する。

- ① 形式的な文書化や標準化はほとんど意味がないばかりでなく弊害を生ずる。
- ② 十分に工夫された標準化と文書化は全体の効率を高めるばかりでなく、作業者個々人の能率をい ちじるしく向上させる。
- ③ 文書化と標準化は必要以上に厳密に指定しすぎない方がよい。その厳格さの程度が各個々人がそれを守れるかどうか、およびそれにもとづいて確実な運用ができるかどうかによって判断する。
- ④ 場合によっては段階的な文書化と標準化の管理スケジュールを設定する。

### 10.2 JISでの標準化

国際的な標準化とJISにおける標準化の最近の状況を説明する。

JISについては次の項目が現在までに定められている。

- ① 一 般
  - C 6230-70 情報処理用語
  - C 6270-70 情報処理用流れ図記号
  - C 6272-72 電子計算組織構成機器の性能表示
- ② キャラクタセットとコーディング
  - C 6220-69 情報交換用符号
  - C 6221-69 情報交換用符号の紙テープ上の表現
  - C 6222-69 情報交換用符号の磁気テープ上での表現
  - C 6223-72 情報交換用符号の紙カード上での表現
  - C 6245-70 情報交換用磁気テープのラベルとファイル構成

#### (3) 文字認識

- C 6250-70 光学式文字認識のための字形(英数字)
- C 6251-71 磁気インキ文字読取用字体および印字仕様(E13B)

### ④ 入出力媒体

- C 6233-72 情報処理系けん盤配列
- C 6240-70 情報交換用磁気テープ
- C 6241-72 NRZI方式による情報交換用磁気テープの情報記録様式
- C 6242-71 情報交換用紙テープリール
- C 6243-70 情報交換用紙テープ
- C 6244-72 情報交換用紙カード
- C 6246-71 情報交換用紙テープの孔の位置と寸法

### ⑤ プログラム用言語

- C 6201-72 電子計算機プログラム用言語FORTRAN (水準 7000)
- C 6202-72 電子計算機プログラム用言語 FORTRAN (水準 5000)
- C 6203-72 電子計算機プログラム用言語 FORTRAN (水準 3000)
- C 6205-72 電子計算機プログラム用言語 COBOL
- C 6210-72 電子計算機プログラム用言語 ALGOL (水準 7000)
- C 6211-72 電子計算機プログラム用言語 ALGOL (水準 6000)
- C 6212-72 電子計算機プログラム用言語 ALGOL (水準 5000)
- C 6213-72 電子計算機プログラム用言語 ALGOL (水準 4000)
- C 6214-72 電子計算機プログラム用言語 ALGOL (水準 3000)
- C 6215-72 電子計算機プログラム用言語ALGOLの入出力 (水準70)
- C 6216-72 電子計算機プログラム用言語ALGOLの入出力 (水準60)
- C 6217-72 電子計算機プログラム用言語ALGOLの入出力 (水準50)
- C 6218-72 電子計算機プログラム用言語ALGOLの入出力 (水準40)
- C 6219-72 電子計算機プログラム用言語ALGOLの入出力 (水準30)

### ⑥ データ通信

- C 6360-71 伝送回線上のキャラクタ構成と水平パリティの用法
- C 6361-71 モデムの通信制御装置およびデータ端末装置とのインタフェース

#### ⑦ データコード

- C 6260-70 都道府県コード
- C 6261-70 (47.4.1現在) 市区町村コード
- C 6262-70 日付の表示 (コード)
- C 6263-70 時刻の表示 (コード)
- C 6264-71 性別コード
- C 6265-71 産業コード
- C 6266-72 職業コード

#### ⑧ 数値制御

B 6310-71 数値制御工作機械の座標軸と運動の記号

JISに定められている標準的な用語や流れ図記号などはできるだけ守るべきである。データ・コードについても、可能な限り守るのが望ましい。

一般に上位の段階で定められている標準化はできるだけ守るという心がまえの必要性について説明する。しかしプログラム用言語については機種ごとに決められているので、それをはなれて勝手にJISなどの標準的なものを使うわけにはいかないことについても注意をうながす。

### 10.3 システム分析・設計の標準化と文書化

### (1) 標準化

システム分析と設計の標準化について、次の事項を説明する。

- (1) システム分析と設計についてはあまり詳細を決めずに記入すべき事項をまず定める。
- ② システム分析の結果はEDP化のための提案書のかたちをとることがある。
- ③ システム設計の標準化は文書化と非常に深い関係がある。システム設計の標準化は標準的な文書 化の用紙を用意し、それを使用するように徹底することによって行なう。

### (2) 文書化

システム設計についての文書には、**システム仕様書**がある。システム仕様書には次のような項目を 含ませる。

- ① システムの目的、設計方針、機能システムがどういう目的を持つものであり、それはどういう考え方で設計されたか、また使用する立場からみてどのような機能を持つか、すなわちシステムの外部機能について記述する。
- ② システムの構成システムがどういう構成要素によって組立てられているかについて、全体から部分へと構造で記述する。
- ③ 入力データと入力帳票 どういう入力データと入力帳票が用いられるかについて記述する。
- ④ 出力帳票どういう出力帳票を用いるかについて記述する。
- ⑤ ファイルどのようなファイルが用いられるかについて記述する。
- ⑥ システム流れ図システムの処理についてシステム流れ図を用いて記述する。
- ② 運用手順と使い方システムの運用手順と使い方について記述する。
- 割 約 前提条件や制約を記述する。

⑨ 使用するハードウェア、ソフトウェア言語 使用するハードウェアとその対象を機器構成、主記憶の大きさ、ソフトウェア、使用する言語などについて記述する。

### ⑩ その他

その他必要と思われることを書く。

システム仕様書では流れ図の書き方その他各項目の書き方についてあらかじめ規則を設けておき, 標**準化マニュアル**でそれを徹底させる。

またコードについても、その使い方を定める。JISなどの上位のレベルで定められているものはできるだけ使用するようにする。

システム仕様書は、システムが大きい場合にはシステム概要仕様書とシステム仕様書の二つに分けて作られることがある。システム仕様書はシステムの構成および機能仕様書と呼ばれることもある。

(3) 分析・設計と文書化の演習問題

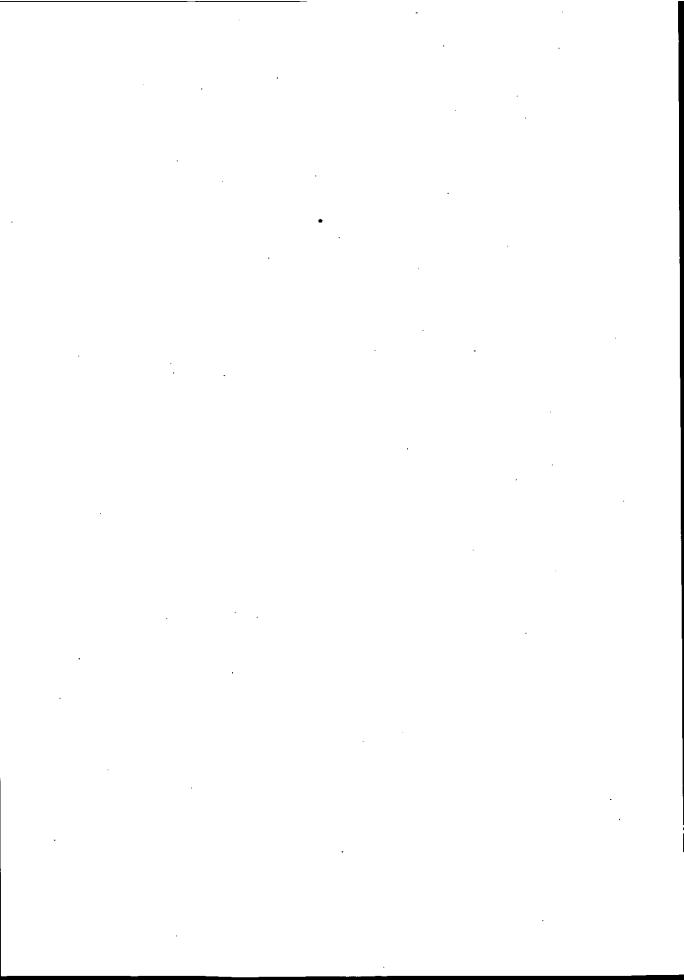
具体的な条件設定をして、チーム編成により提案書を作成させる。条件設定としては、できるだけくわしい状況想定とデータを与える。でき上った提案書はチームごとに時間を限定して発表させ、質疑応答およびディスカッションをする。

# 指導上の留意点

文書化は形式主義的な観点で必要なのではなく、作業の効率化のために必要であることを認識させるように配慮する。

# 参考文献

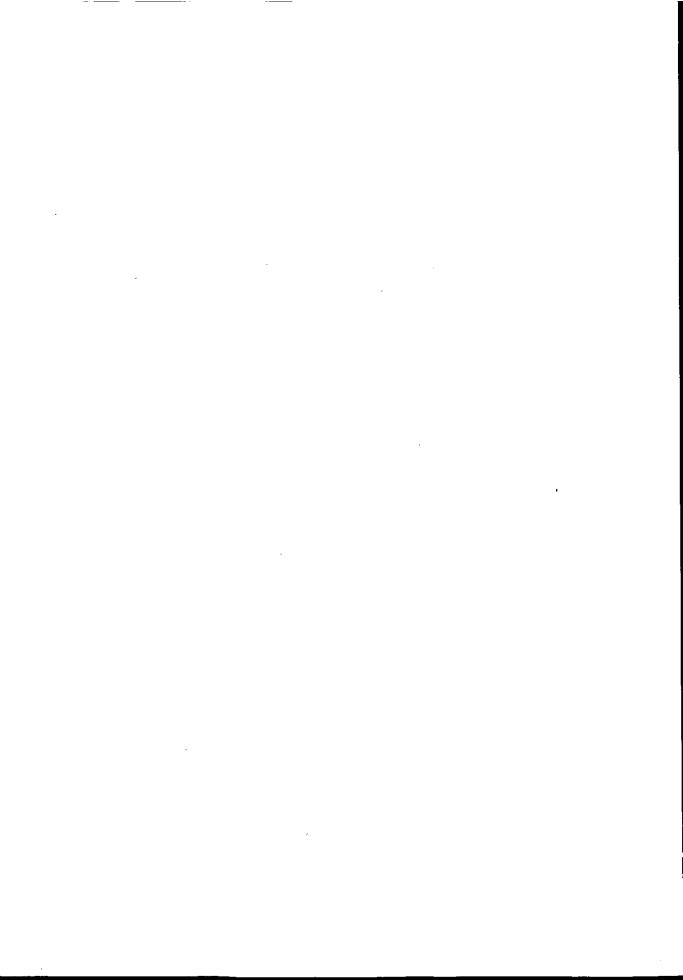
- (1)「JISハンドブック」情報処理 1973日本規格協会, 昭和47年 , 1,700円
- (2) 三浦大亮編,「システムの分析と設計(1), (2)」昭和48年オーム社, 1,600円, 1,400円
- (3) 日本電気情報処理教育部,「システム設計入門」昭和45年,日本能率協会



# コンピュータ室の運用管理

# 目 次

1.	コンピュータ室の運用方式	296
2.	要 員 管 理	296
3.	コスト管理	298
4.	コンピュータの使用計画	298
5.	ファシリティ管理	299
6.	コンピュータ室の品質管理	302
7.	運用管理の文書化と標準化	303



# 科目「コンピュータ室の運用管理」

# 教育の目標

管理者の補佐として、コンピュータ室の運用管理を行なうために必要な知識と能力を修得させる。コンピュータ室を効率的に運用するには、コンピュータの管理だけでなく、コンピュータを利用する立場からもシステムの運用を検討することが、効果的なコンピュータ運用につながることも理解させる。

コンピュータ室の運用方式は、コンピュータのハードウェア、ソフトウェアの進歩とともに変化してきた。またコンピュータの規模やコンピュータ室の性格によっても、運用方式は異なる。ここではできるだけ共通な事項を取り出して運用の考え方や方法を理解させる。

### 時間配分

項 · 目	履習時間(時間)
1. コンピュータ室の運用方式	2.0 時間
2. 要 員 管 理	1.0 "
3. コスト管理	1.5 "
4. コンピュータの使用計画	1.0 "
5. ファシリティ管理	2.0 "
6. コンピュータ室の品質管理	1.5 "
7. 運用管理の文書化と標準化	1.0 "
合 . 計	10 "

# 用語 ここでは次の用語を教える。

オープン方式, クローズ方式, オペレータ, キーパンチャ, チェッカ, CE, アカウンティング, ファシリティ管理 (FM), バージョン (版)

# 内容

### 1. コンピュータ室の運用方式

コンピュータ室の運用の仕方には次のような方式があることを述べる。

- ・バッチ方式
- リモート・バッチ方式
- デマンド方式
- オンライン・リアルタイム方式

操作方式や処理方式やシステム構成などによって、次のように分けることができることにも触れる。

- 操作方式
  - ・オープン方式
  - ・クローズ方式
- ② 処理方式
  - ・マルチ方式
  - TSS方式
- ③ システム構成
  - ・マルチプロセッシング
  - パラレルプロセッシング
  - ・ホストプロセッシング
- ④ オンライン方式
  - ・単一方式 (シンプレックス方式)
  - ・二重化方式(デュアル方式)
  - 待機方式 (デュプレックス方式)

必要があれば次のような方式に触れてもよい。

- コンピュータ複合体
- コンピュータ・ネットワーク
- コンピュータ・ポリプロセッサ
- コンピュータ・フロントエンドシステム
- ・コンピュータ・ハイアラキシステム

#### 2. 要 員 管 理

コンピュータ室の作業の特徴を説明し、コンピュータ室の運用に必要な要員の種類、適性、技術水準、作業管理、健康管理について理解させる。

### (1) コンピュータ室の要員

次のような要員について、適性、技術レベル、仕事の内容を説明する。

- •管 理 者
- ・システム・アナリスト
- ・システムズ・エンジニア (SE)
- プログラマ
- ・オペレータ
- ・キーパンチャ
- ・チェッカ
- ・ライブラリアン
- 事務担当
- 保守員(CE)
- 外注要員
- ・スケジューラ

### (2) 適性と技術レベル

次の点について簡単に説明する。

- 適性の考え方
- ・必要な能力,知識,経験
- 必要な初期教育と再教育
- 技術力の評価と基準の教え方
- 適性検査と資格試験

以上の内容については、コンピュータ・メーカや専門のソフトウェア会社で採用している方法を紹介しながら説明すると理解しやすい。

#### (3) 作業管理と健康管理

コンピュータ室の要員は超過勤務、深夜勤務、変則勤務などが多くなりやすい。健康管理をおこたるとキーパンチャが、腱鞘炎などの職業病にかかることもある。コンピュータ室の作業管理と健康管理は互に関連が深いことを理解させ、次の点について説明する。

- ジョブ・ローテイション
- 交替制勤務
- 時 間 帯
- 拘束就業時間と実労時間
- 体 憩 時 間
- •職 業 病
- モラル管理と動怠表
- 定期健康診断

- 病状の早期発見と勤怠表
- 本人の自覚
- ・プログラミングやオペレーションの外注管理

### 3. コスト管理

コンピュータは一般に高価であるため、むだのないよう有効に活用する必要がある。そのためには、 コンピュータを使用する場合のコストとその効果について、関心をもたせることが大切となる。

コンピュータのコストについて、次の点を説明する。

- ・コンピュータのレンタル料(購入の場合は償却費)
- プログラムの開発費
- 要員の人件費
- 消耗品費
- 回線使用料
- 部屋の賃借料, 電気料その他の経費

一般にコンピュータ室のコストはコンピュータのレンタル料の2ないし3倍といわれている。 時間があれば 実際の例を示して、コンピュータの月当りの使用時間を設定して (例えば200時間) コスト計算を行なわせてみるのもよい。

現在計算センタなどで実際に行なわれているコスト管理の方法を紹介すれば理解の助けとなるだろう。 オペレーティング・システムの1機能であるアカウンティング・ルーチン(会計ルーチン)と関係させて、コスト管理の方法を説明してもよい。

### 4. コンピュータの使用計画

(1) コンピュータの使用計画

運用方式により使用計画の立て方は異なるので、各運用方式について、次の点を説明する。

- 日程計画の立て方
- ・定期的な処理、臨時処理、随時処理の時間の割り当て方、優先順位のつけ方
- ・コンピュータ使用申込みの方法と受付け
- 多重処理に対する考慮
- コンピュータ故障時のスケジューリング
- (2) 時間管理

次の管理方法を説明する。

- ・操作日誌による管理方法
- ・アカウンティング・ルーチンによる管理方法
- ・コンピュータ利用者に対してコンピュータ利用時間を割当てる方法 次のような時間が管理されることも説明する。

- 電源投入時間
- コンピュータ稼動時間
- アイドル時間
- ・ハンドリング用時間
- 工事時間
- 故障時間
- 保守時間
- 平均稼動時間
- 運転日数

### 5. ファシリティ管理

ファシリティ管理は、コンピュータを運用していくため、コンピュータおよびコンピュータに付属する各装置、プログラム、データ、コンピュータ用品、消耗品などを維持管理していくために重要であることを理解させ、次の点を述べる。

- 装置の管理
- プログラムの管理
- データの管理
- ・消耗品の管理
- (1) 装置の管理

コンピュータおよび、コンピュータに付属する各装置は常に正しく動作しなければならない。 そのため には日常どのような管理が必要なのか、故障時にはどう対処したらよいかを述べる。

次の点を説明する。

- ・コンピュータおよび付属装置の種類
- 装置操作法の管理
- 日常の点検と手入れ
- 定期点検
- 故障時の対策
- (a) コンピュータおよび付属装置の種類

次の装置について説明する。

- · コンピュータ
  - •電源
  - 空 調
  - データ・エントリ装置(カードパンチ・キーツーテープ、キーツーディスクなど)
  - •補助機能(分類機,連続用紙切断機,あて名印刷機など)
- (b) 装置の操作法管理

次の点を説明する。

- 操作法の文書化
- 責任者の明確化
- 操作法の訓練と教育
- ・異常時の原因想定と応急処置の明示の仕方、故障に対する応急処理
- (c) 日常の点検と手入れ

故障を防止するため、オペレータなどが行なっている日常の点検と手入れについて説明する。 次の点に触れる。

- ・装置のための環境条件の点検
- ・ 装置点検の具体例
- 手入れの具体例
- (d) 定期点検

次の点を説明する。

- サービス会社の体制
- ・定期点検の方式または形態
  - コンピュータ使用計画への組込み
  - 装置履歴書
- (e) 故障時の対策

次の点を説明する。

- ・サービス会社の体制
- 故障時の記録と報告
- 装置の環境(温度、湿度、じんあいなど)が許容範囲をとえた時の措置
- 停電対策と停電時の措置
- 夜間の故障対策
- 平常時の故障対策
- 災害時の対策
- (2) プログラム管理
- (a) プログラムの種類

次のようなプログラムを体系だてて整理する。

- ・システム・プログラム
- ・サービス・プログラム
- アプリケーション・プログラム
- ・ユーザ・プログラム
- 原始プログラム
- 目的プログラム
- 相対形式プログラム

# (b) プログラムの管理方式

次のような管理方式について説明する。

- 記録媒体の管理方式
- プログラム登録制
- ・プログラムの修正、変更、(改訂と改版)の管理(モディフィケーション、バージョン(版)など)
- ・プログラムの文書化
- プログラム障害時の対策
- (3) データの管理
- (a) データの種類

次のデータについて説明する。

- ・原始データ
- ・スクラッチ・データ
- 歴史データ
- ファイル
- (b) データの管理方式

次のような管理方式について説明する。

- ・台帳管理方式(整理番号別台帳,業務別作成日別台帳、ラベルによる方式など)
- ・ロケーション管理方式(強制循環方式,3世代ロケーション格納,6世代累積方式,年間ローテーション,週間ローテーションなど)
- ・異状時バックアップ(デュアル方式、ジェネレーション方式など)
- 機密保持
- 災害対策
- データ受渡し時の管理
- データのチェック方式(検孔,データ数のチェック、チェッカ、データ送付票と受取票、チェック文字など)
- ・データの作成管理(不良原票の問題、データ作成誤り率、データ作成方法、データ作成者の作業 管理など)
- (4) 消耗品の管理
- (a) 消耗品の種類

次のような種類について説明する。

- ライン・プリンタ用紙
- 紙カード
- 紙テープ
- 磁気テープ
- 各種リボン

- (b) 消耗品の管理のしかた
  - 次の点について説明する。
  - 消耗品に対する温湿度の許容範囲、日あたりの影響
  - 消耗品の在庫管理 (入出庫管理,棚卸,最低保有量など)
  - 災害対策

## 6. コンピュータ室の品質管理

コンピュータ室の品質に対する考え方は、コンピュータ導入目的,経営方針により,いろいろな考え方が存在することを説明する。いろいろな例をあげて具体的に説明するとわかりやすい。

次の点を説明する。

- ・コンピュータ室運営の品質管理
- データの品質管理
- ・システムの品質管理
- プログラムの品質と生産性管理
- 安全性の品質管理
- (1) コンピュータ室運営の品質管理

次の点を説明する。

- ・採算性と効果(コスト・パフォーマンス (価格性能比) , 直接効果と間接効果の新旧比較法, 指標管理法, サービス率など)
- 合目的性
- 信頼性
- ・組織に対する適合性と貢献度
- 教育の効果
- 技術の均質化
- (2) データの品質管理

次の点を説明する。

- ・データの信頼性
- ・誤り率
- ・データ作成回転率
- ・データの保守性
- データのコスト
- (3) システムの品質管理

次の点を説明する。 ・合目的性

・環境への適合性

- 機能と性能の適合性
- •経済性
- 信 頼 性
- •柔 軟 性
- •保守性
- (4) プログラムの品質と生産性管理 次の点を説明する。
- (a) プログラムの品質
  - 合目的性
  - •採 算 性
  - •信頼性
  - •柔 軟 性
  - 保 守 性
  - プログラムの機能と性能
- (b) プログラムの生産性
  - ・作業コスト,人数,日数
  - プログラムの標準化
    - プログラムのステップ数
    - プログラムの機能と性能
    - プログラムの正確性
    - プログラムの柔軟性
- (5) 安全性の品質管理 次の点を説明する。
  - 機密保持
  - 災害対策
  - 故障対策
  - ・データ処理の安全性

### 7. 運用管理の文書化と標準化

文書化、標準化の重要性を理解させながら次の点を述べる。

- 文書化の目的と標準化
- ・文書化,標準化の対象
- ・文書化のしかた
- (1) 文書化の目的と標準化 次の点を説明する。

- コンピュータ室の作業の流れと作業の影響
- ・作業の誤まり、トラブルの影響
- 作業間のコミュニケーション
- 作業熟練の移転
- 作業能率の向上と円滑化
- 作業の記録保存
- 品質管理
- 教育資料
- ・作業管理と統一化
- (2) 文書化,標準化の対象
  - 次の点を説明する。
  - ・システム 分析
  - システム設計
  - ・プログラム
  - ・オペレーション
  - ・作業日誌 (コンピュータ運転日誌, 受付日誌など)
  - ・付属装置、機器の操作・取扱い
  - •計画書, 指示書
  - •報告書
- (3) 文書化のしかた

次の点を説明する。

- ・作成時期と作成者
- 表現方法
- ファイリング
- コピー
- 修正変更
- 用 紙
- 文書の保存

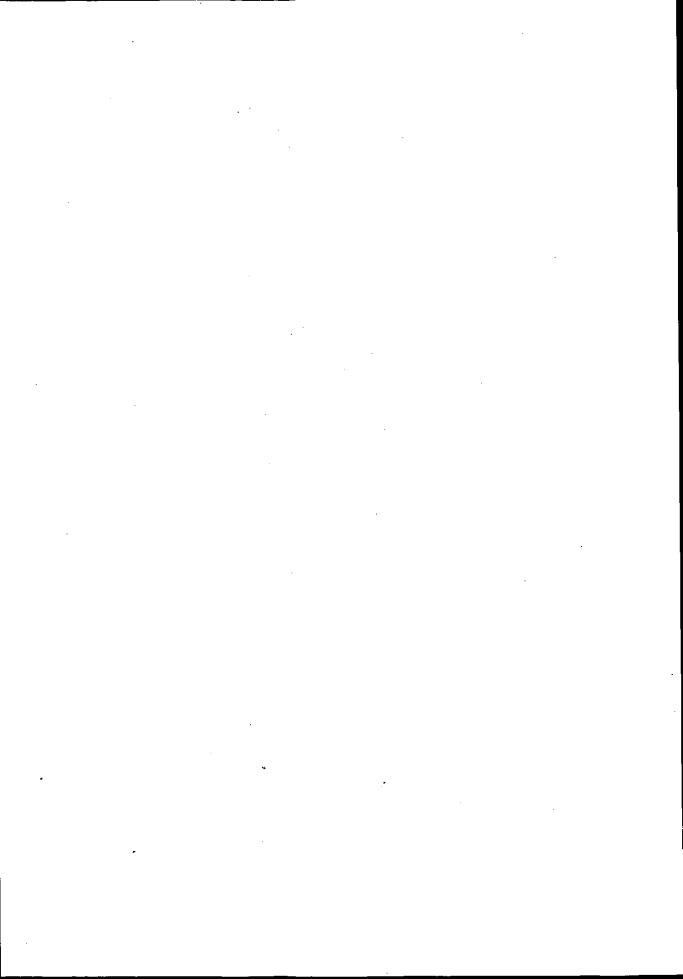
### 指導上の留意点

- (1) コンピュータ室の運用管理は、コンピュータの導入目的、経営方針や運用方針によりさまざまな方法がとられている。したがってできるだけ具体的な例を示しながら、コンピュータ室の組織上の位置、運用方針、規模、作業範囲を明確にしてから管理に対する考え方や方法を考えるようにするとよい。
- (2) コンピュータ室の運用方式について、コンピュータ室を運用するという立場と、コンピュータ室を利用するという二つの立場から運用方式について検討させる必要がある。

- (3) コスト管理については、自社にコンピュータ室があれば、それを例としてとりあげて原価計算などをしてみるとよい。
- (4) ファシリティ管理については、実例を紹介し、できるだけ具体的に管理の仕方を説明する。時間があればファシリティ管理の会社の紹介などもして、ファシリティ管理の考え方の基準を示すと有効である。
- (5) コンピュータ室の品質管理はこれからの重要なテーマである。コンピュータ室の運用管理の今後のあり方と関連させて説明するとよい。

### 参考文献

- 1. 土岐秀雄著,「電子計算機/機械室管理」日本経営出版会,昭和42年,1,500円,全般的に参考になる。
- 2. 南条優、保坂岩男共著、「システムの開発と運用」オーム社、昭和47年、1,800円、実用的に書かれており、運用管理についての問題が具体的によくわかる。
- 3. 社団法人日本能率協会出版事業部,「EDPスペシャル・リポート®」昭和43年,実費,コンピュータ室の実例が示してあり,運用管理について具体的によくわかる。



# ソフトウェアの生産管理

# 自 次

1.	ソフトウェア開発計画	307
(1)	開発計画立案の重要性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	308
(2)	開発依頼の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	308
(3)	開発計画のたて方	308
(4)	見積書の作り方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	308
2.	プロジェクト管理	309
(1)	プロジェクト・チームとプロジェクト・リーダ	309
(2)	標準化とモジュール化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	309
(3)	作業指示書	309
(4)	各種報告書	309
(5)	外注の管理	309
(6)	プロジェクト管理の実例	310
3.	工程管理	310
4.	コスト管理	<b>31</b> 2
5.	品質管理	312
6.	文書の管理	313

			•	,	
		·			
,					
			,		
				•	

# 科目「ソフトウェアの生産管理」

# 用 語 この科目では次の用語を教える。

作業工数、作業工程、見積書、作業指示書、品質管理、バーチャート

### 教育の目標

コンピュータが普及し、大規模なシステムや複雑なシステム、さまざまな新しいシステムが開発される 過程で重要視されるようになったソフトウェアを開発する際の生産管理という概念を理解させ、小規模な ソフトウェア開発プロジェクトを管理できる能力を養成する。

ソフトウェア開発の管理には、管理者や管理部門による管理と担当者の身による自己管理という二つの 面があるので、この両面を正しく理解させる。

本章を学ぶことにより、数人の部下をひきいて、小規模なシステムについてシステムの概説書にもとづき、そのシステムが必要とするソフトウェアを設計し開発し完成させるまでの一貫した作業を行なう技術と知識を身につけることができる。

# 時間配分

	項	目	履修時間(時間)
. 1.	ソフトウェア開発計画		2
2.	プロジェクト管理		2
3.	工程管理		2
4.	コスト管理		1.5
5.	品質管理		1.5
6.	文書の管理		1
	合 計		10

# 内容

#### 1. ソフトウェア開発計画

最初に科目「プログラム設計(I)」,「システム分析設計(I)」などで学んだプログラム開発の手順,システム分析・設計の手順を復習し導入とする。

一般に生産管理を行なう場合には、最初に生産計画を詳細に作成することが必要である。ソフトウェア

の生産管理を行なう場合には、最初にソフトウェア開発計画を立案しそれにもとづいて生産工程を管理する。 
ここでは、開発計画の内容とその作り方について指導する。 
次のような点を説明する。

- 開発計画立案の重要性
- 開発依頼の検討
- 開発計画のたて方
- 見積書の作り方

それぞれの項目で説明すべき内容を次にあげる。

#### (1) 開発計画立案の重要性

ソフトウェア開発作業に先立って、ソフトウェア開発計画を立案することの必要性を理解させる。開発 依頼者、開発計画立案者、開発計画の承認などにも触れる。

#### (2) 開発依頼の検討

通常ソフトウェア開発計画は、組織内の他部門、外部などからの開発依頼にもとついて担当部門の管理者やプロジェクト・リーダが立案する。したがって開発計画を立案するときは、まず開発依頼の内容をよく検討し、情報が不備だったり矛盾している点があればそれを補い、依頼の内容を十分に掌握しなければならない。開発依頼者との打合せ、開発依頼の分析の仕方、評価の仕方について説明する。

#### (3) 開発計画のたて方

開発計画には、少なくとも次の内容を盛り込む必要があるので、それぞれについて記述の仕方や算出の 仕方を説明する。

- ① 開発の内容
- ② 完成時に提出するプログラムや文書の種類
- ③ 開発に要する日数と作業工数
- ④ 開発グループの編成
- ⑤ 開発に要するコンピュータ時間
- ⑥ 開発に要する消耗品,外注の有無と内容
- ⑦ 作業工程表

開発作業が理想的な条件や環境のもとで行なわれることはまず期待できない。多くの場合制約された条件のもとでの作業を前提として開発計画をたてなければならないことを説明する。

#### (4) 見積書の作り方

見積書の意味。見積書作成の目的を説明する。開発計画にもとづいて見積書を作る際の方法を述べる。 ・見積りには、使用するハードウェアやソフトウェアの能力、担当者のプログラミング能力、プログラムの 複雑度、担当者の業務知識、作業環境、経験値などを反映させる。作業工数、コンピュータ時間、開発コ ストなどの算出の仕方を説明する。ソフトウェアは、完全性、安定性、拡張性、信頼性、使いやすさなど 必ずしも仕様書の表面にあらわれない要素によって、作業工数が大きく変化することに触れる。できるだ け具体的な例を紹介する。

#### 2. プロジェクト管理

ソフトウェア開発を管理するという考え方が生まれたのは、こと数年のことである。それまでは、ソフトウェア開発の作業は特殊技術を必要とするものとされ、技術を身につけた人の個人技にすべてが託されていた。情報処理技術の発展とともに情報処理システムに対する多様な要求が生まれ、ソフトウェアが高度化し複雑化した。そしてソフトウェア開発の生産性を高め、その品質を向上させるために、開発を管理することが必要になったのである。

ソフトウェアの開発はグループ・プロジェクト・チームで行なうことが多いので、ここではプロジェクトを編成してソフトウェアの開発を行なう場合を中心にソフトウェア開発の管理の問題を説明する。

次の点を説明する。

- プロジェクト・チームとプロジェクト・リーダ
- 標準化とモジュール化
- 作業指示書
- 各種報告書
- 外注の管理
- プロジェクト管理の実例
- (1) プロジェクト・チームとプロジェクト・リーダ

チームの組織の仕方、チーム内の作業計画のたて方、チームの運営の仕方、作業の分担の仕方、プロジェクト・リーダの役割などを説明する。ソフトウェア開発の作業はほとんどがチームを編成してグループ作業で行なわれるので、グループ作業の意義と作業の仕方をよく理解させる必要がある。

#### (2) 標準化とモジュール化

標準化とモジュール化について、その意義を説明する。標準化については他の科目でも何度か出てきたので、ことではそのまとめをし、プロジェクト管理で標準化の問題をどう扱ったらよいかを説明する。標準化に無関心であっては適切なプロジェクト管理はできないが標準化の管理を徹底させすぎてもプロジェクト管理はうまくいかない。プロジェクトの実体にあわせて、作業の効率化と一般化をはかるための努力の一つとして標準化の問題に取り組む姿勢を身につけさせる。モジュール化については、プログラム設計で学んだ内容を復習し、その意義を説明する。モジュール化はプログラム開発だけでなく、文書化やプログラムの保守にとっても重要な武器であることを理解させる。

#### (3) 作業指示書

作業指示書は開発作業の開始に先立って、担当部門の管理者からプロジェクト・リーダやグループ・リーダに作業の内容を指示した文書である。作業指示書には、開発計画に盛り込まれた内容が調整され管理者により承認されて記載されている。作業指示書の内容と作業指示書の取扱いについて説明する。

#### (4) 各種報告書

開発作業の過程で提出すべき各種の報告書類とその活用の仕方を説明する。

#### (5) 外注の管理

ソフトウェア開発の作業量が増え、また専門のソフトウェア企業が生まれたことにより、ソフトウェア

開発の作業を外注することが多くなった。

作業外注の概要を説明し、次の点に触れる。

- ① 外注作業の選定外注作業の選定の仕方,選定する際の留意点など
- ② 外注の仕方 見積りのとり方,契約の仕方,外注仕様書の作り方,打合せの仕方など
- ③ 外注の管理外注の工程管理と品質管理を中心に述べる。
- ④ 完成品の検収の仕方
- (6) プロジェクト管理の実例

実例として数人で数か月作業する程度の作業をとりあげて、管理の仕方について具体的に説明する。

#### 3. 工程管理

ソフトウェア開発の工程管理をするには、最初に、作業工程を検討し適切な日程計画をたてることが必要である。しかし、どのような日程計画をたてても作業をとりまく状況はたえず変化するので、計画どおりに作業を進めることがむずかしい。そうした状況の変化を客観的にとらえる手法の一つにネットワーク技法がある。一般にネットワーク技法は、PERTで代表されるので、PERTの基本的な技法を用いて、計画の記述の仕方と工程管理の説明をする。PERT自体の説明を詳しくする必要はない。主としてアロー・ダイヤグラムとバーチャートの使い方を説明する。

作業計画の立案について、次の二つの考え方を説明する。

- (1) 各作業担当者に作業に必要な時間数を報告させ、それをもとに全体計画をたてる。
- ② 要求される完成日から逆算して日程計画をたてる。

いずれの場合にも、楽観値、最可能値、悲観値を出して、それから期待値を求める三点見積りと呼ばれる方法がとられることがある。余裕があれば三点見積りについて簡単に説明する。

担当者の人選と教育訓練に要する時間の見積り方について説明する。

工程管理のためには、一定の間隔で作業者各人から作業状況の報告を求めることが必要である。例えば 図3-1、図3-2などを示して、各チェックポイントにおける報告の求め方、報告の仕方、報告内容についての適切な処置の仕方などを説明する。PERTのアロー・ダイヤグラムと関連して、クリティカル・パス (最長経路) の管理について述べる。

コンピュータが大きな比重を占めるシステムを開発するときは、プログラミングの工程管理、中でもデバッギングの工程管理が重要である。デバッギングの効率をあげる方法として、設計仕様書などの文書を通してプログラムのデバグを行なう方法を説明する。

工程管理と関連して、完成途上のプログラムそのものの管理が重要である。作成中のプログラムの保管管理の仕方、プログラム仕様の変更をよぎなくされたときの情報の流し方などを説明する。

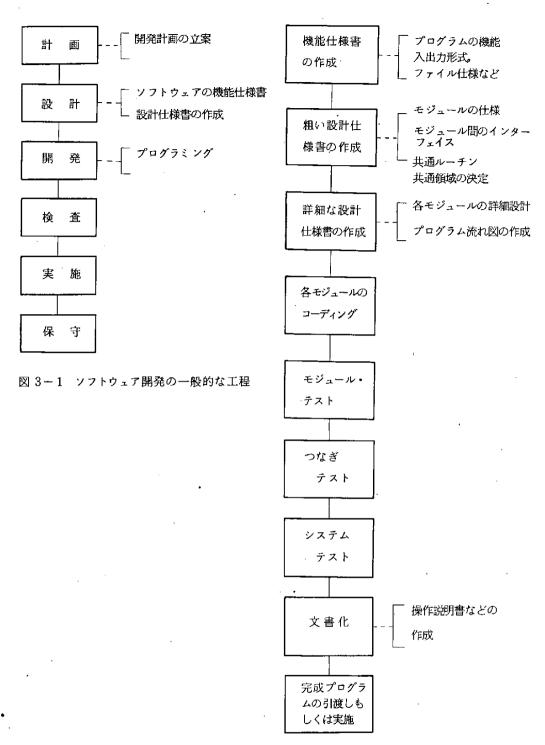


図3-2 プログラム開発工程の例

#### 4. コスト管理

ソフトウェアの開発コストについて説明する。開発作業においてどのようなむだが発生しているかを検 討させる。

ソフトウェア開発コストの要素には次のようなものがある。

- 作業費
- ② コンピュータ使用料 .
- ③ 作業外注費
- (4) コンピュータの消耗品費

これらの各費用の算出の仕方とコスト管理の方法を説明する。

作業の時間単価は、作業担当者の年収を2倍ないし4倍した値の約2000分の1程度である。作業単価は、実際には、企業の規模や開発部門の運営の仕方などによって異なる。

コンピュータ使用料は、使用したコンピュータ時間に時間単価をかけた値である。時間単価は、コンピュータのレンタル料の 2 倍ないし 3 倍程度の金額を約 200 時間で割った値が基準になる。近くのコンピュータ室を見学して、コンピュータの時間単価をどう算出しているか調べさせてもよい。

外注作業について、外注費の管理の仕方と品質管理について説明する。カードせん孔を外注する場合の 費用についても触れる。

コンピュータの消耗品については、紙カード、印刷用紙がどの程度必要かを見積れるように指導する。

### 5. 品質管理

ソフトウェア開発の品質管理について説明する。ソフトウェアは、他の生産物と異なり、同一のものを 2度以上作ることはなく、試作品的な性格をもっている。ソフトウェア開発の作業は、研究開発的な要素 が強い。したがってソフトウェアの品質管理では、研究開発的な作業の質をどう管理するかが重要になる。

一般に品質管理の過程には三つの段階がある。仕様を決めること、仕様を満たすものを作ること、作られたものが壮様を満たしているかどうか調べることである。この三つの段階のいずれが不完全であっても 開発されたソフトウェアの品質はよくならない。

次の点を説明する。

- ① 信頼性管理
- (2) 機能管理
- ③ プログラム検査の仕方

信頼性の管理は、設計、作成、保管、保守など、開発作業の全工程を通じて考えなければならない。コンピュータのハードウェアの不安定や故障はソフトウェアが発見し、適切な事故処理を行なうことになる。したがってシステムの信頼性を高めるためのソフトウェアの役割は重要である。システム運用の面では、正確性、安全性、経済性などに対する配慮が必要である。これらの点について事例を紹介しながら、具体的に説明する。

機能管理は、当初期待した機能をできるだけ実現させるようにするための管理である。通常、ソフトウ

ェア開発過程のさまざまな障害のために、当初期待した機能は必ずしも 100 %達成されない。したがって、達成された機能の確認とともにその達成度の評価も必要になる。

プログラムの検査は検査仕様書にもとづいて行なう。プログラムを検査するときは、用意するテスト・ データの範囲や組合せが重要である。

検査仕様書の作り方、検査の時期、検査の方法についても説明する。

#### 6. 文書の管理

ソフトウェア開発の担当者には一般に文書管理についての認識が乏しいので,最初に次のような文書管理 一般の説明を導入とする。

- ① 文書の利用,参照を便利にする。
- (2) 有効な文書と保存のための文書とを区別し、最新の文書を利用できるようにする。
- ③ 文書の私物化を防ぐ。
- ④ 単に参照すればよいような資料を個人に所有させない。
- ⑤ 個人が所有する文書を、作業用として常時必要なものに限定させる。
- (6) 個人が所有した文書は、作業上常時必要でなくなったとき廃棄させる。
- ⑦ 文書の紛失を防ぐ。
- (8) 文書の歴史を保存する。
- (9) 文書の探索を容易にする。
- (10) 機密を保持する。

ソフトウェアの文書について、ソフトウェアの機能仕様書、設計仕様書、操作説明書などを例にとり、 次の点を説明する。

- (1) 文書の登録
- ② 文書の保管管理
- ③ 文書を利用するときのとりきめ
- ④ 文書改訂の規則

文書の管理は、できるだけ簡単な守りやすい規則を作って行なうことが大切である。時間があれば、コンピュータを使って文書作成をする方法や管理の自動化について触れてもよい。

#### 指導上の留意点

- (1) ソフトウェアの生産管理の問題をできるだけ身近な問題として考えることができるよう指導することが望ましい。そのために具体的な事例や教師の体験談などを紹介するのがよいだろう。抽象的な原 制論や理想論だけでは研修生を引きつけることはできない。
- (2) ソフトウェアの開発計画については、適当な課題を与えて、3~4名のグループで見積りを作る作業をさせてみたい。課題としては、例えば給与計算問題、条件を限定して単純化した在庫管理問題などが考えられる。研修生が共通に理解が得られるような対象業務を選ぶとよい。次のような点を見積らせる。

- ① 作業者の人数
- (2) 作業工数
- ③ 必要コンピュータ時間
- ④ 作業期間

見積りの結果については、グループ間でかなりの相違が予想される。見積りができたら グループどとに内容を発表させ、討論させたい。

- (3) 工程管理、コスト管理、品質管理、文書の管理などは、現実には必ずしも十分行なわれていない。 したがってこれまでの開発の仕方についての反省と今後のあり方に触れ、できるだけ具体的に問題を 検討するようにしたい。あまり理想論に走ると現実的な問題にならない。あまり大規模なものを考え ず、5~6名程度のグループ作業の管理に役立てるような内容にする。
- (4) これまでソフトウェア開発の作業は、管理の対象になりにくかった。そのため開発を担当する技術者には、管理を不要と考えたり管理アレルギーを持ったりするものがいるかもしれない。そこで指導するときには、こうしたアレルギーを取り除き、生産性をあげることが開発担当者の作業の負担を軽減することにつながることを理解させ、開発管理の必要性をよく理解させることが重要である。ソフトウェアの生産管理の必要性を認識できれば、管理のための具体的な方法の検討はさほど困難ではない。

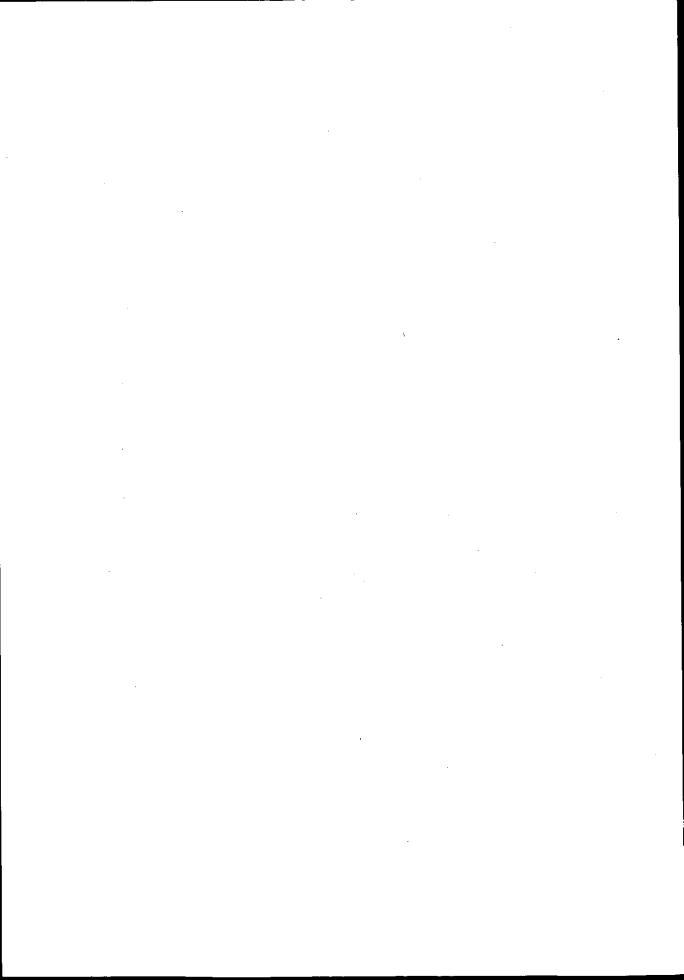
# 参考文献

- (1) 情報処理学会編、「情報処理ハンドブック」 オーム社、昭和47年、9,000円、7編システム開発 とシステム運用管理の5章システムの開発管理、9章のプロジェクト管理などが特に参考になる。
- (2) 大日方真、「プログラムデザイン」 オーム社、昭和47年、2,200円、9章プログラムの開発の進め方が参考になる。

# 情報処理用数学

# 目 次

第1章	集合と論理316
1. 1	集合
1.2	関係
1.3	論理318
1.4	演習問題319
第2章	ベクトルと行列320
2. 1	ベクトル320
2.2	行列320
2.3	行列式321
2.4	連立一次方程式
2.5	演習問題322
第3章	微分と積分323
3.1	数列と級数323
3. 2	<b>異数</b> 323
3.3	微分と積分324
3.4	<b>徽分</b> 方程式
3. 5	演習問題
第4章	確率と統計326
4. 1	度数分布
4. 2	確率論
4. 3	確率分布
4. 4	標本分布
4.5	演習問題
第5章	コンピュータと数値計算330



# 科目「情報処理用数学」

### 教育の目標

この科目では、コンピュータを使って情報処理を行なうときに必要となる数学の基礎的な知識を修得させる。

このため、数学の定理を詳細に説明するのではなく、高等学校で学んだ事項を復習させることに主眼を置いて簡単に説明する。

また、具体的な数値を使って授業を進め、研修生がコンピュータを使って実際の仕事を進める場合に 直接役立つよう、できるだけ実用的な問題をとりあげて、数学の活用を身近かなものにさせる。

とこでは線形代数の全般に関する知識よりは、むしろ ブール代数に関する知識を確実に身につけさせなければならない。

#### 時間配分

	章	履習	引時間(月	時間)	
	<del>모</del>	講義	演 習	実	習
1.	集合と論理	8	2		
2.	ベクトルと行列・	. 8	2		
3.	微分と積分	4	2		
4.	確率と統計	4	. 2	,	
5.	コンピュータと数値計算	6	2		
	숨 밝	30	10		

# 第1章 集合と論理

# 用語 この章では次の用語を教える。

集合,要素,有限集合,無限集合,空集合,全体集合,補集合,和集合,積集合,ド・モルガンの法則,カージナル数,関係,順序対,直積,関数(写像),グラフ,命題,否定,論理和,論理積,命題の裏,対偶,真,偽、真理値、条件文

# 目標

まず、集合の定義について説明し、集合と要素およびそれらの関係を理解させる。つぎに集合間の関係や法則について説明し、より広く集合に関する概念を理解させる。同時に、集合を取扱うのに必要な各種記号およびベン図式などの表示法を説明し、利用できるようにする。続いて、単にものの集まりである集合から更に進んで、ある集合の要素のあいだの関係についての概念を理解させるため1対1対応の考えから生まれる関数の定義を説明する。さらにある集合から他の集合への対応としての写像の概念まで拡張して理解させる。同時に関係の概念を理解し、表現するのに便利なグラフについての基礎的事項についても説明する。最後に、われわれの日常生活は情報処理活動を言語という記号体系によって行なっており、情報の伝達という点から、そこには一定の規則が必要であり、その基本的なものが論理であることを説明し、ディジタル型コンピュータの構造の基礎となっているブール代数の基礎を理解させる。

# 内容

# 1.1 集 合

ここでは、まず集合とはどのようなものかについて説明し、続いて数のあいだに四則演算が成り立つように、集合のばあいにもある種の演算が可能であることを述べる。最後に集合の要素の個数の概念を説明する。

まず、集合の概念は、現在では数学のあらゆる分野の、基本的な概念となっているが、数学だけでな く情報処理技術やその他のいろいろの応用分野でも、広く使用されていることを例をあげて説明する。

**集合**ということばは、われわれの日常生活でもよく使われているが、その場合はたんにある種の物の 集まりを指すにすぎない。ここで使う集合は数学的なもので、「はっきり定義されたものの集まり」で あることに注意して、さらに進んだ説明を加える。

この場合、考えている対象が、その集合の中に入っているかどうかを判定するための、はっきりした 定義あるいは条件が与えられていることが特に必要であることを強調する。たとえば次のような例をあ げて集合とそうでないものの相異を理解させる。

- 例1 次のものの集りは集合である。
  - (a) 1 から10までの整数の集り
  - (b) 背が170 cm以上ある人の集り
- 例2 次のものの集りは、範囲がはっきりしないので、集合とはいえない。
  - (a) ひじょうに大きな数の集り
  - (b) 背の高い人の集り

ここで集合を構成する「もの」を要素(元)といい、要素としては上にあげたように数。人その他抽象的なものまでふくめたあらゆる「もの」を考えてよいことを述べる。ここで、集合を構成する要素の個数が例1(a)のように有限なもの(有限集合)と、無限にあるもの(無限集合)とがあることをことわっておいた方が、集合の概念をより明確に理解できよう。要素が集合に「属する(含まれる)」とか、集合がある要素を「含む」などの、集合と要素とのあいだの包含関係へと説明を進め、更に集合と集合のあいだの包含関係「集合の集り」もまた集合になること、二つの集合が等しいということの意味などを説明する。ここで集合の表現に、ベン図式を使うと視覚的により理解を容易にするであろう。

集合の定義のしめくくりとして、数における「零」の概念と対比させて、**空集合**の概念を説明する。 また、全体集合と補集合(余集合)を集合のあいだの包含関係の延長として説明すれば理解は容易であ ろう。

つぎに集合においても数の間の四則演算に類似の演算が可能であるが、ここでは集合の あいだの 和 (和集合、結び)、積集合(共通集合、交わり)、集合の差(差集合)といった基本的演算を 説明し、続いてそれらの演算の間に成り立つ各種法則を説明する。

法則としては、ベキ等律、結合律、交換律、分配律、ド・モルガンの法則などをあげればよい。

これらの演算を説明するにあたっては、いきなり A  $\cup$  ( B  $\cap$  C ) = ( A  $\cup$  B )  $\cap$  ( A  $\cup$  C ) などといった記号式をもち出すことはやめて、物や人などの具体的な身近かな集合の例をあげていちいち説明し、続いてベンの図式などにより図形的に抽象化した場合で説明し、最後にそれらを記号式で表わすといった 3 段階程度の説明がぜひ必要である。

また数の間の四則演算との類似点と相異点を具体例をあげて説明し、よく理解させておくことが必要であり、これは後述の行列の演算などとも関連し重要である。

さらに集合の要素の個数の概念を説明する。有限集合の場合、その集合の要素の個数は、その要素を一つ一つ数えることによって知ることができる。しかし、ある二つの集合の要素の個数がいくつあるかではなく、それらの個数が同じかどうかだけを知りたい場合があることを示し、その場合はそれらの集合の個数をいちいち数えなくてもよいことを説明する。

たとえばあるクラスの生徒の集合とそのクラスの机の集合の要素の個数が等しいかどうかを知りたい とき、生徒を机て着席させて、机の過不足だけを確かめればよいなど、具体的身近かな例をあげて理解 させる。

このような生徒と机の対応といった形で、1対1対応や二つの集合の対等カージナル数などの概念を理解させる。

最後に通常クラスや生徒に番号をつけることが多いことなどを例にあげて無限集合における可付番集

合と可付番ではない集合の例を説明し、無限集合の要素の個数の概念を理解させる。

#### 1.2 関係

てこでは集合の要素のあいだの関係という概念を説明する。まず1.1で述べた1対1対応の考えの基礎となる2項関係の概念を説明し、次にこの考えをより一般化した写像または関数についての説明を行なう。 最後に点と線だけからなる図形の関係を扱うグラフについての基礎的事項を説明する。

まず、「関係」について説明する。数の場合、二つの数a, b の間には、 a = b,  $a \neq b$ , a > b などといった関係があることなどの例をあげて2項関係について説明し、続いて、平面上における座標などの例をあげて順序対と直積について説明する。

つぎに 1 対応の考えをより一般化させて関数(写像) の概念を説明する。たとえば自然数と偶数は  $1 \leftrightarrow 2$  ,  $2 \leftrightarrow 4$  ,  $3 \leftrightarrow 6$  , …… といった手続きで対応できるが,この対応は関数の概念を使うと,自然数mにたいして偶数は 2 mと表わされることから,簡単に f(m) = 2 m と表わすことができる といった例をあげて具体的な形で理解させ,普段あまり深く考えずに使っている関数というものの概念を再認識させる。いうなれば,関数とは,ある入力を出力に変換する機械のようなもので,一種のブラック・ボックスであるという認識をいだかせる。

続いて順序対は、平面上の座標の点と対応していることから話しを進め「関数のグラフ」についての概念を説明する。われわれが例えば y=f(x)としてxy平面に描くグラフがそのような意味をもつことを再認識させる。

さらにグラフの説明をするわけであるがことではグラフ理論の基本的事項を説明するにとどめる。オイラーのケーニヒスベルク(Königs berg)の橋の問題を例にグラフの概念を認識させる。グラフの頂点、辺、端点、隣接、孤立などの性質に関連した用語や空グラフ、完全グラフ、補グラフ、平面グラフ、連結グラフなど各種のグラフがあることを認識させる。

最後に木(tree)の概念と方向グラフの特徴を説明する。

#### 1.3 論 理

情報処理活動の媒介をしている言語体系における論理の概要と論理的推論を一つの計算規則として構成する論理代数であるブール代数の基礎を説明する。

われわれが、日常さまざまな主張を含む文章または口頭の形で意志伝達を行なっているが、その単位 ともいうべき主張の例をあげて命題の概念を説明し、命題に関連して**否定、論理和、論理積、命題の裏、** 対偶などといった関係を理解させる。続いて命題の真、偽、真理値、真理表を説明する。また複合命題 の一種として**条件文**をあげておく。

最後にディジタル型コンピュータの基礎をなしているブール代数の基本的演算である NOT, OR, AND の内容、スイッチ回路との対比を説明する。

#### 1.4 演習問題

次の例と示す程度の演習問題を選ぶとよい。

- 問1(1) A = { 2, 4, 8, 16 }, B = { 2, 4, 6, 8 }, C = { 3, 6, 9, 12 }とするとき
  - ① A U B ② A ∩ B ③ (A U B) ∩ Cを求めよ。
  - (2)  $S = \{ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \}$ ,  $S_1 = \{ 1, 2, 3, 4 \}$ ,  $S_2 = \{ 2, 4, 6, 8 \}$ ,  $S_3 = \{ 3, 4, 5, 6 \} \emptyset \ge 3$ 
    - ①  $S_1^c$  ②  $S_2^c$  ③  $(S_1 \cap S_3)^c$  ④  $(S_1^c)^c$  を求めよ。 なお  $S_1^c$  とは Sに対する $S_1$  の補集合のことである。
- 問2 あるクラスの学生42人のし好を調べたところ、次の結果を得た。
  - 30人はコーヒーを好む・17人は紅茶を好む・12人はココアを好む
  - 7人はコーヒーと紅茶を好む・3人は紅茶とココアを好む
  - 2人はコーヒー、紅茶およびココアを好む・5人はコーヒーとココアを好む
  - (1) コーヒーだけを好む者の数を求めよ。
  - (2) コーヒーは好むがココアは好まない者の数を求めよ。
  - (3) コーヒーと紅茶を好むがココアを好まない者の数を求めよ。

#### 指導上の留意点

- (1) 集合の概念はこの科目の中でもとくに重要な概念である。現在は小学校の算数教育ですでに取上げられるようになっているが、研修生の知識のレベルに応じて内容をさらに具体的にするなどの配慮が必要であろう。たとえば、トランプその他の具体的教材を示し、説明することも有効であろう。
- (2) 通常使われている集合と数学での集合の相違を具体例をあげて理解させる。また、研修生の知識レベルが高い場合には、ザデーが集合をより通常のものに拡張したアイマイ集合(Fuzzy Set)という概念もあることをつけ加えてもよい。
- (3) 集合と集合の間の各種の関係(和,積,差など)はなかなか理解しにくいし、使われる記号も覚え にくいので、本文に述べたように確実とマスタできるように、何段階かの重複が必要であろう。
- (4) 集合における要素間の関係は、システム工学における要素間の相互関係が重要な意味があるように、 情報処理において重要であることを特に認識させたい。また1対1対応の考えが関数というものの概 念の本質にあることを再認識させる。
- (5) 1.3の論理を説明するとき、命題は、「空は青い」とか「人は死ぬ」など具体的な例をあげて話しを 進め、AとかBなどの記号化はなるべく先のほうで行なう。論理和、論理積などは集合との対比で行ない、 抽象的説明にならないように注意する。 直理表もわかりにくいものの一つなので、なるべく図形的に 説明するよう心がける。

# 第2章 ベクトルと行列

# 用語 この章では次の用語を教える。

ベクトル, 行ベクトル, 列ベクトル, 内積, 行列, 対角行列, 単位行列, 転置行列, 対称行列, 逆行列, 行列式, 余因子, クラメルの公式

# 月 標

最近の大規模、複雑な問題を解く場合、表現形式のみならずディジタル型コンピュータによる数値計算をするうえでも、行列はもっとも重要な数学的道具である。このような認識に立ってベクトルと行列式の概念を説明し、これらの数学的道具を使って問題を定式化できる能力を修得させる。具体的には多元の連立一次方程式に関連した問題の定式化と解法に関する基礎的知識を身につけさせる。

# 内容

### - 2.1 ベクトル

身近な例をあげて、空間のなかのある方向をもった矢線がベクトルであるという説明を行う。このほか、生徒の身長と体重といった二つ以上の量の組合せの形など、幾つかの別の面からの例示も必要である。

ベクトルについて理解させたら、つぎに**行ベクトル、列ベクトル**があること、ベクトルの成分などの 説明をする。

つついてベクトルの加算, 減算および**内積**について説明する。さらにベクトルの絶対値と単位ベクトルについての概念を説明する。なお, ベクトルの演算においてとくに内積のもつ意味とその結果がベクトルではなくスカラーになることに注意を与えておくとよい。

#### 2.2 行 列

行列の定義をいろいろな次数のもので示し、ベクトルからの発展した形で認識させる。つづいて行列 の加算、減算、積についての方法を説明する。とくに積については積が可能な行列の次数が定まってい ること、交換律が適用できないことを、具体例を示してよく認識させる。

行列の種類として**対角行列,単位行列,転置行列,対称行列,逆行列**などを,具体例をあげて説明する。

さらに行列の固有値と固有ベクトルについての基本的考え方を説明する。ここでは固有値が特性方程 式の根となることを示すにとどめ、ヤコビ法とかべき乗法などの固有値の求め方までは立ち入らないも のとする。

#### 2.3 行 列 式

まず2次の行列式を示し、行列式が行列と同じような形で与えられるが、これは数であることを示し、 続いて小行列式。余因子について説明し、行列式の展開の形で、一般の行列式の定義をした方が理解し やすい。そのあと余因子を使わない方法で一般の場合の定義をして、余因子の意味を明確にさせる。

3次の行列式を二つの定義で比較してみせ、その結果がサールスの公式に従った簡単な方法で表示できることを示す。この方法は2次の行列式にも適用できることを示す反面、4次以上の行列式の場合は適用できなくなることを明確に説明する。3次の場合をうのみして4次の行列式の計算もサールスの公式で行なう者が多いのでくれぐれも注意しておきたい。

行列式を定義に従って求めると大変な計算量が必要であることを述べ、行列式の性質を利用すれば比較的簡単に求められることを説明する。

行列式の性質としては次のようなものをあげればよい。

- ① 行と列を入れかえても行列式は変わらない。
- ② 行列式の一つの行(または列)の要素をすべてK倍した行列式はもとの行列式のK倍に等しい。
- ③ 任意の二つの行(または列)を入れかえてできる行列式は、もとの行列式の符号をかえたものに 等しい。
- ④ 行列式の一つの行(または列)の各要素が二つの数の和であれば、この行列式は和の各項をその 行(または列)においてできる二つの行列式の和に等しい。
- ⑤ 行列式の一つの行(または列) に定数Kを掛けて、これを他の行(または列) に加えても行列式 は変らない。

とれらは行列式の計算をするうえで基本となるもので、できるだけ演習などを行ない、単に理解するだけでなく、活用できるようにする。また、とれらの性質が成り立つ理由も簡単にふれておいたほうがよい。

#### 2.4 連立1次方程式

連立1次方程式とはどのようなものかをまず3元程度で示し、一般的な形は行列を使うと簡単な形で表現できることを示す。

続いて、連立1次方程式の解の形について説明し、解が一意的に求められる場合とそうでない場合があることを示す。さらに一意的に解が求められないときにも不定の場合と不能の場合があることを、具体的な式を与えて理解させる。

続いて行列の形式で解を求める**クラメルの公式**について説明する。但し、この方法で実際に解を求めるのには膨大な計算量が必要であることを示し、実際的に解く方法の一例としてガウスの消去法をあげておく。それ以外の各種の方法についてはここでは触れない。

# 2.5 演習問題

つぎに示す程度の問題を使って手計算とプログラミングを同時に行なうとよい。

間1 つぎの行列の逆行列を求めなさい。

$$\begin{bmatrix}
1 & 2 & 3 \\
2 & 4 & 8 \\
4 & 1 & 1
\end{bmatrix}$$

間2 つぎの連立方程式を解きなさい。

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 3 \\ 3x_1 + 2x_2 - 2x_3 = -2 \\ x_1 - x_2 + x_3 = 6 \end{cases}$$

# 指導上の留意点

この章は全般的に高等学校の数学の復習的性格をもっているので、研修生のレベルに応じて不要のものはカットし、必要ならば、高校レベルまで下げて教える必要がある。

各項は数学的に追求すると大変むずかしいので、一応の概念をつかむようにすればよい。

# 第3章 微分と積分

用 語 この章では次の用語を教える。

数列,極限,収束、級数、微係数、導関数、微分,テーラの定理,テーラ級数、積分,微分方程式

# 月 標

各種の関数を数値的に求めるのに級数展開したり、微分方程式を解くのにやはり数列や級数の概念が必要であり、そのための基礎的知識を理解させる。極限や、収束などに関する厳密な数学的説明はさけ、それらを活用できる能力を身につけさせることを目標とする。

また、微分、積分について、必要に応じて概説し、動的問題を表現するのに微分方程式が有効である ことを説明し、その数値計算をどのように進めたらよいかを、差分、差分方程式の概念を簡単に紹介し て、理解させる。

**この章は部分的には高校の数学ですでに学習したものもあり、研修生のレベルに応じた教育が必要とされる。** 

#### 3.1 数列と級数

まず**数列**についてのべ、数列には増加数列、減少数列、単調数列があるととを説明する。 つぎに数列の特徴として上に有界、下に有界などの概念を説明し、続いて極限の定義を与える。 極限の定義は「任意の正の数( $\epsilon>0$ )に対して、整数 $n_0$ を適当に定めると、 $n>n_0$  なるすべてのnに対して  $+a_n-a$   $|<\epsilon$  かなりたつならば、a を数列  $\{a_n\}$  の極限という。」という形で説明されるが、 $\epsilon$  というものの実感、 $+a_n-a$   $|<\epsilon$  ということの内容が仲々つかみにくいので身近かな数列をあげ

極限に関連して、収束、発散、収束数列、発散数列などを説明しておく。

数列が**収束**するための必要十分条件であるコーシーの定理を示しておく。その際証明はしなくてもよい。 続いて**級数**を示し、数列との違いを明確にする。数列と同様に収束、発散、振動の概念を説明する。 この場合もできるだけ例をあげて説明したい。

#### 3.2 関数

説明する。

まず関数における極限の概念を説明する。これは数列における極限と対比させて述べると理解させや すい。関数の場合は右と左の極限があることを図示して説明するとよい。

続いて関数の連続の概念を簡単にふれる。学問的にほりさげる必要はなく、簡単な例をあげ、図で示す程度でよい。

最後に関数の種類をあげておく。整関数、有理関数、代数関数、超越関数、三角関数、指数関数、双曲線関数、対数、複素関数 などを例示する程度でよい。 またランダウの記号O (f(x)), O (f(x)) を 説明しておきたい。

#### 3.3 微分と積分

**微係数**についてまず説明し、微分可能の概念を述べ、そのような**関数を導関数**と呼ぶてとを説明する。 微係数には右と左の2種類あることを図で説明する。

微分の概念も図で説明することが重要である。また微分の概念を接線、角点との関連で説明すると理解させやすい。

導関数の性質として、平均値の定理を図で示し、関数の極大、極小の概念とそれを求めるのに微係数が有効であることを認識させる。

級数との関連で、テーラの定理の証明とその式をよく理解させる。その場合剰余項とその意味を説明しておく。このようにしてできる級数がテーラ**級数**であることを教える。

幾つかの初等関数をテーラ展開し、その級数を示しておくと、あとで数値微分などを**行なうときに意**がある。

積分については不定積分、定積分を高校程度のレベルで概要を理解させればよい。微分の操作の逆の プロセスで不定積分ができること、それのもつ意味を図で示してやればよい。また定積分との関連で、 積分定数が必要なことを教える。

#### 3.4 微分方程式

1階の簡単な微分方程式で定式化できるような問題をあげて、動的特性が微分方程式で表現できること、ステップ入力が出力としては1次遅れの形で表われることを図で示してやる。例題としては研修生の専門を考慮して、熱の流れ、水の流れ、電気のLR回路などいろいろな例が考えられる。

微分方程式の意味、入力、出力の関係が理解できたら、その解法を説明し、解析的に解く方法をまず説明する。その場合初期値のもつ意味をよく理解させる。続いて、微分方程式を数値的に解く方法を説明させる。解析的に解くことと数値的に解くことでは考え方の前提に大きな相違があるので、違いをよく理解させることが必要である。数値的に解く方法では、実際に幾つかの例をあげ、計算してみてその解法を十分に理解させなければならない。また、その場合誤差についての概念を簡単にふれ、実際に打切り誤差、累積誤差などのあることを説明すればよい。

#### 3.5 演習問題

つぎに示す程度の演習問題を使って十分な演習をすることが必要である。

$$y' = \frac{2x-1}{x^2}y+1$$
 を初期条件  $x_0 = 1$ ,  $y_0 = 2$  のもとで解きなさい。

#### 指導上の留意点

との章は第2章と同じように全般的に高等学校の数学の復習的性格をもっているので、研修生のレベルに応じて不要のものはカットし、必要ならば、高校レベルまで下げて教える必要がある。

各項は数学的に追求すると大変むずかしいので、一応の概念をつかむようにすればよい。その意味でなるべく身近かの例をあげ、図示するような学習法が効果的であろう。場合によっては高等学校の数学のテキストから引用して説明するのも有効である。

最後の微分方程式は高校ではなられなかった研修生もいることを考え、システムの動特性との関連で、 そのもつ意味をよく理解させたい。また、微分方程式の数値計算法は考え方のうえで解析的に解く考え 方から一つの転換を必要とするので、よく理解させるように説明する。

# 第4章 確率と統計

# 用 語 この章では次の用語を教える。

度数分布表、ヒストグラム、標準偏差、平均値、確率、確率過程、母集団、確率分布、計量値、 正式分布、計数値、二項分布、ポアソン分布、標本分布、標本平均の分布

# 目標

てこでは、推測統計学を学ぶにあたって必要とする基本的な概念すなわち、確率の概念と分布の概念 を理解させるだけにとどめ、いろいろな手法の説明は簡単に行なう。

### 内容

# 4.1 度数分布

データを収集し、なにも手を加えなかった場合は、データは単にまとまりのない数字の集合である。 そこでとのデータが持っている統計的な意味すなわち、データの特性を表現する方法として統計表や 統計図法について説明する。とくに統計図表は、データのもっている広汎な統計的事実が視覚に訴えられ、手軽にデータの予備的な考察ができ、これからどういう問題を考えるべきかといったことが示唆されることを強調しなければならない。そして、**度数分布表**のつくり方、計算方法や**ヒストグラム**の作り方について説明する。このとき、級間隔のとり方が適切でなかったら、ヒストグラムを描いても、有益な考察が加えられないので、級間隔のとり方については十分注意する必要がある。

.33 91 55 

表4-1 成績データ

ての説明をするとき、具体的なデータがあったほうが理解しやすいので、表4-1のようなある学級のテストの結果を並べたデータを示し、これだけでは、学級の成績がよいのか、悪いのかは明確に示されていないが、表4-2のような度数分布表を作らせ、図4-1のようなヒストグラムを描くと、学級の成績の状態がひと目でわかることを強調したほうがよい。

表4-2 度数分布表

級 (class)	集 計(tally)	度 数(frequency)
30 — 39	///	1
40 — 49	HH-1	6
50 59	HH-111	8
60 — 69	HH##11	12
70 — 79	HH-////	9
80 — 89	###//	7
90 — 99	////	4

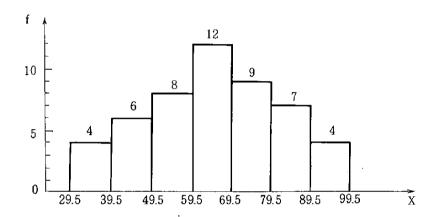


図 4-1 ヒストグラム

つぎに、度数分布を代表する値として、位置に関する代表値として、算術平均やメジアンやモードを 説明し、バラツキに関する代表値として、範囲、標準偏差を説明する。そして、それぞれの計算方法に ついて述べるが、とくに、度数分布表を利用し、変数変換を行なって、平均値、標準偏差を求める方法 については、完全に理解させなければならない。このことを不明確にして、先に進むことは絶対に避け なければならない。

#### 4.2 確率論

推測統計学を理解するにはどうしても**確率**に関する基礎知識は必要である。ことでは、確率論に関する本格的な説明は避け、確率とはいったい何か、あるいは、ある事象における確率の意味は何か、などといった確率の考え方と、確率の基礎的な公準から、確率論に関するいろいろな定理を導くことを主とした確率の計算について説明するとよい。

・ここでは、黒板に数字を書いて、確率の概念を説明するより、サイコロやトランプなどを使い実験を しながら説明するとよい。

なお、確率過程についても簡単に触れておいたほうがよい。

### 4.3 確率分布

まず、母集団という概念を理解させ、母平均、母標準偏差について説明する。そして、確率分布とは、 統計解析で取扱う推測の対象とする母集団のモデルであることを解説し、この確率分布は統計解析にお ける基礎として重要であることを認識させる。よく使われる分布として、データが計量値である正規分 布と、データが計数値である二項分布やポアソン分布などについて、それぞれの分布の形や平均、標準 偏差について説明する。このとき計量値のデータと計数値のデータの区別を具体例をあげて明確にする 必要がある。

# 4.4 標本分布

推測統計では、問題とした確率分布の母数は未知であり、この母数を推定するため、母集団から、標本を抽出しなければならないことを説明する。このため、標本から抽出した統計量の標本分布の概念は、推測統計学を学ぶためには不可欠な基礎的な概念であるから、充分時間を費して講義をする必要がある。まず、簡単な現実のデータを使って母集団から抽出される可能な全標本数の説明から始め、ついで、母集団から標本を抽出する確率を求める。つぎに、母集団から抽出した標本の平均値を求め標本平均の分布について説明し、同時に中心極限定理を理解させる。そして、標本平均の分布の平均、標準偏差や、標本の大きさと標本平均の分布の間の関係について説明するとともに、t 分布、x²分布、F分布などについても、分布の形や、正規分布との関係を説明する。

# 4.5 演習問題

演習問題としてはつぎに示す程度の問題を行なえばよい。

下記のデータより、平均値、標準偏差を求め、ヒストグラムを書きなさい。

									- 1	
	513	500	497	474	506	494	481	499	491	500
	487	496	489	498	506	515	479	479	477	507
	482	492	491	512	497	508	508	509	484	506
	477	519	495	477	498	481	487	490	492	485
	502	486	509	512	480	494	487	492	490	485
ļ						•				

なお、クラスの幅は、 $470\sim479$ 、 $480\sim489$ 、 $490\sim499$ 、 $500\sim509$ 、 $510\sim519$ とする。

# 指導上の留意点

この章では概念の説明が中心になるので、講義中心になってしまい、授業内容がつまらなくなってしまう危験があるため、実際に実験をしながら、実験を通じて体験的に概念を修得させなければならない。 たとえば、サイコロを使って確率の概念を明らかにしたり、チップ実験を行って実際にデータを作り標本分布の概念を明らかにしたほうが教育効果は期待できる。また、具体的なデータをあげるときには、なるべく身近なデータをあげたほうがよい。

# 第5章 コンピュータと数値計算

用語 この章では次の用語を教える。

切り捨て誤差,標数,四捨五入,有効析,絶対誤差,相対誤差,数値微分,補間法,数値積分, 常微分方程式

# 目 標

コンピュータ内部でいかなる算法が使われているかを、10進法、2進法、8進法などをあげて説明し、 さらに整数変換、小数変換の仕組みを理解させる。

つぎにコンピュータ内での演算の途中で生ずる各種の誤差を説明し、どのようにして生ずるかの理由 を理解させる。

最後に具体的数値計算の手法の基本的なものを方程式の根、連立 1 次方程式、補間法、数値微分、数値積分および常微分方程式について、例をあげて 1 ~ 2 の数値計算を紹介し、数値計算の概念を理解させる。数値計算の詳しい方法は専門編で説明するので、ことでは方法よりは、各種の問題を数値的に計算するとはどのようなことかを理解させることを主眼とする。

# 内容

まず身近にある数値系、たとえば時間が60進法であるとか、日本の通貨が10進法に基づいているといったことを説明し、それがわれわれの生活にとって都合のよい数値系であることを理解させる。つぎにわれわれの生活に都合のよい数値系があるのと同様に、コンピュータにおいて都合のよい数値系があり、普通のコンピュータでは2進法がそれにあたることを以下に述べるような事項を通して理解させる。

また整数変換として10進法、2進法、8進法などの基本数(10,2,8)を用いた表記法を示し、2進、8進法を10進法に変換する方法、10進法を2進、8進法に変換する方法を理解させる。このとき二、三の例題を使って実際に計算をさせるとよい。とくに2進法、8進法 相互変換では $8=2^3$  という関係を利用した便法があることを理解させる。つぎに小数変換として、2進、8進法の数もそれぞれの数値系の小数点を持っていることを示し、これもまた基本数を用いた表記法により簡単に10進系に変換でき

ることを説明する。逆に10進法の小数を他の数値系に変換する場合には、もちろん基本数を用いた表記法 で変換できるわけだが10進法の0.6は2進法の0.1001001 ……といった無限小数になる場合もあ り、コンピュータは有限個の2進数しか扱わないので小さな誤差が生ずる場合があることを示し、これ が切り捨て誤差であることを説明する。つぎに2進法の数値の算術演算の方法を説明し、減法に補数を 用いると引き算は加算になることを示し、補数計算を理解させる。また補数もコンピュータでは都合がよいこ とを理解させる。浮動小数点をコンピュータ内部で表現する方法にはいろいろあるが、一般的な表現方 法は浮動小数点を符号,指数,小数の3部分から構成し,〔指数=ベき数+定数〕の形で定数を加え合 わせ、標数に符合部分を持たせずに正負の標数を表現することを理解させる。つぎに数値計算では無限 数の演算ができないので、各演算ごとに**四捨五入**とか切り捨ての操作を行なうので誤差が早じてくるこ とを説明し、誤差、すなわち真値と近似値の差は切り捨て誤差のほうが四捨五人の誤差より大きくなる ことを示す。さらに浮動小数点を整数に変換するときに匹捨五入により誤差を小さくする方法(切り捨 てる前に 0.5 を符号を考えて加える) とか,コンピュータでは10進小数の四捨五入法は不可能で あると いったことを説明する。これに関連して誤差を小さくする方法と**有効桁**の関係を説明する。つぎに**絶対** 誤差と相対誤差の定義を説明し、誤差の評価法として和と差の演算の時の絶対誤差が個々の絶対誤差の 和となり、積と商の相対誤差が個々の相対誤差の和になることを理解させる。最後に具体的な数値計算 の基本的なものとして、方程式の根を求める反復法の原理と収束性の問題、連立1次方程式の解法とし て消去法の原理、数値微分に用いる補間法が差分を利用していること、数値積分として用いるシンプソ ン法の原理と分割数と精度の関係。常微分方程式の初期値問題の数値解法として、オイラー法とその精度 の問題などを説明する。 説明するときに使う例題として手計算が可能な式を選び理解を容易にするととも に、実際に演習問題として扱わせる。ここではとくに数値計算が近似計算であるから誤差と精度の問題 が重要であることを理解させる。

つぎに示す程度の演習問題を行なうとよい。

- 問1 次の10進数を2進数に変換しなさい。
  - 25 , 2607 , 103.45 , 5.75
- 問2 次の2進数を10進数に変換しなさい。
  - 0.1 , 0.01 , 0.001
- 問3 補数を用いて次の計算をしなさい。
  - $(1) \quad 39_{10} 11_{10}$
  - (2)  $121_{10} 153_{10}$
  - (3)  $11010_2 101_2$
  - (4)  $110_2$  --  $1111_2$

#### 指導上の留意点

コンピュータにおける仕組みを理解させることに重点をおき、誤差とか精度というものを評価し得る ように指導する。この章では各種数値計算法が、演算の組み合わせとしてどのような仕組みで行なわれ るかを理解させれば十分であり、個々の数値計算法に対して徹底したアルゴリズムの指導は避けたほう がよい。

また理解を容易にするために、手計算が可能な例題を研修生に与え、コンピュータで行なう論理に基づいて演習させるとよい。

### 参考文献

- (1) 山内二郎共著, 「電子計算機のための数値計算(I)」, 培風館
- (2) 森口繁一,「初等数理統計学」,培風館
- (3) 吉田洋一, 「綠形代数学」, 培風館

# システム概論

# 目 次

第1章	システム 工学概論 33	34
1.1	システムの語義33	34
1. 2	システム工学の発展の歴史的背景33	5
1.3	システム工学の目的と定義33	5
1. 4	システム工学の実施手順33	6
1.5	システムズ・エンジニアの役割・33	6
1.6	システム工学と関連工学との関係33	7
1.7	システム工学の適用例33	7
第2章	システムのモデル化33	8
2.1	システム・モデル33	8
2.2	基本的なシステム・モデルの分類と解説33	9
2. 3	実際的なシステム・モデル34	0
第3章	システム・シミュレーション34	2
3. 1	システム・シミュレーション34	2
3.2	シミュレーションの実行手順34	3
3, 3	アナログ・シミュレーション34	3
3.4	ディジタル・シミュレーション34	4
3. 5	モンテカルロ・シミュレーション34	5
3.6	シミュレーション言語34	5
3.7	シミュレーションの精度34	6
第4章	システムの最適化34	8
4.1	有効さの尺度34	8
4.2	最適化システムと最適化手法の分類・・・・・・34	9
4. 3	線形化モデルによる最適化34	9
4.4	非線形化モデルによる最適化	0
4.5	動的システムの最適化35	0
4.6	システム最適化の実際35	
第5章	システムの信頼性35	3
5. 1	信頼性の概念35	
5. 2	構成要素の信頼性35	
5. 3	システムの信頼性35	
5. 4	システムの状態推移35	5
5.5	システムの信頼度設計の実際35	5

·			
	,		

# 科目「システム概論」

# 教育の目標

との科目では、情報処理システムに限らず、一般的な「システム」の概念と「システム工学」の一般的知識を習得させる。

第1章では、システム工学の実施手順、システム分析からシステム保守の各段階でシステムズ・エンジニアが果すべき役割について理解させる。

第2章以降において、「システム」のモデル化、シミュレーション、最適化、信頼性などの問題をとり上げ、システム工学の基礎知識を習得させる。

# 時間配分

	章	履習時間 (時間)				
	<del></del>	講義	演 習	実 習		
1.	システム工学概論	6				
2.	システムのモデル化	5				
3.	システム・シミュレーション	7				
4.	システムの最適化	7				
5.	システムの信頼性	5				
	合 計	30				

# 第1章 システム工学概論

# 日 標

まず、システムおよびシステムの環境について述べ、システム工学の対象とするシステムを限定してシステム研究の対象を明確化する。つぎにシステム工学の発展の歴史的背景を説明し、システム工学の目標とするところ、システム工学の定義、システム工学の対象とすべきシステムの範囲について理解させる。引き続いて、システム工学の実施手順、すなわち、システム分析、システム計画、システム設計、システム製作(Manufacturing)、システム据付(IInstallation。)、システム運用、システム保守の各段階を単純化されたモデル・システムを通して具体的に理解させる。更に、システム分析からシステム保守の各段階でシステムズ・エンジニアが果すべき役割について解説し、この目的のために関連工学技術を結集したプロジェクト・チームの必要性を理解させる。最後に適当なシステムを例にとって、復習の目的も兼ねて、本章の内容を総括的に修得させる。

### 内容

#### 1.1 システムの語義

システムという言葉は、莫然とした意味で非常に広汎な分野で用いられているが、一応、次のように 定義されるものとして、この定義文をもとにさらに進んだ説明を加える。

「システムとは、幾つかの要素の集合体であり、これらの構成要素の間、あるいは要素のもっている 属性 (Attribute) の間に相互関係のあるものをいう。

(上の定義文で、要素の属性とは、要素のもっている性質を特性づけるものであるが、具体的な例について説明をした方が理解されやすい。)

ての定義文の範ちゅうに属するシステムは、生物システムから宇宙システムまで、ほとんどすべての 集合組織体はシステムと呼びうることになるが、「システム工学の対象とするシステム」は更に次のような条件を満すものであることを説明する。すなわち、

- ① 人工的装置,あるいはもっと一般にいって,いわゆるハードウェアを含んでいる。
- ② 統一目標をもっている。
- ③ 大規模で、かつ複雑である。
- ④ 半自動的(すなわちマン・マシン・インターフェイスを含む)である。
- ⑤ 確率的入力をもつ。
- ⑥ 多くの場合,他に競合するシステムがある。

次に、システムの環境(Environment)の定義、システムと環境の境界の規定方法の問題について述べる。ことでは、例えば次のような定義文に従った抽象的な説明をまずおこなう。

「ある与えられたシステムについて、その環境とはシステム外部にあるすべての要素の集合であり、

その属性の変化がシステム化影響を及ぼし、システムの動作によってその属性が影響をうけるという相 互関係をもつものである |

次にこの定義文の内容を具体的に示すために環境を次の三つに分けて例を通して説明する。

- ① 物理的および技術的な環境
- ② 経済的および経営的な環境
- ③ 社会的な環境

# 1.2 システム工学の発展の歴史的背景

システム工学の必要性や定義を何らの予備的な解説なしで最初に説明することは、抽象的になりがちであるので、まずシステム工学の発展過程を歴史的に眺めて説明をおこなうとよい。\* この場合、システム工学的手法が意識的に用いられなかったシステムの開発や、歴史的に古い大規模プロジェクト (例えば、エジプトのピラミッド建設、日本の中世における戦略や築城など)を例に、教師の興味や理解度に応じて、物語り風でもよいから研修生に興味をもたせるように説明する。たゞし、1.4で述べるシステムの開発の各段階を出来るだけ多くカバーできるような解説が必要であり、単なる断片的挿話やエピソードの説明であってはならない。

引き続いて、比較的最近のシステム開発の例、例えば、1940年代の米国におけるRCA社のカラー・テレビおよびこのために全米放送ネットワークを開発するためのプロジェクト、ベル電話会社の米国全土を結ぶマイクロ回線のネットワーク(TD-2)の開発例、ランド(RAND)・コーポレーションを中心とした米国空軍の国防プロジェクトなどをやゝ詳細に説明するとよい。この場合、「システム分析」、「システム的接近(アプローチ)」などの用語の説明を適宜織り混ぜ、その意味を研修生に理解させる努力が必要である。また以上の解説において、システムをとりまく社会的背景、すなわち「環境」の問題についても説明が必要である。

#### **1.3** システム工学の目的と定義

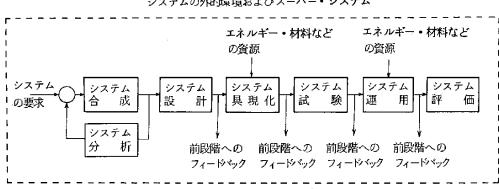
システム工学の目的を厳密に述べ、正確に定義づけするととは困難ではあるが、関連分野(例えば OR、I Eなど)と区別するためにも、形式的ではあるが、J. A. Morton 等の定義や、システム 工学の目標を列挙するとよい。また日本でもOR用語として、システム工学が定義されているので (JIS-8121)、これらを参考にする。システム工学の目的を説別することは、同時にシステム 工学の必要性を述べることにもなる。必要性を理解させるには、システム工学(あるいはシステム的接近法)を用いなければどのような不都合が生ずるか、という点から、例えば公害、交通、住宅問題など、システム的接近が不足していたため不都合が生じた例を解説する方法を採るとよい。この場合、例えば 公害問題を例にとると、公害を生ずる原因となる各企業体において用いられている科学技術は高度のものであるにも拘わらず、システムの限られた目標(生産性、経済性)のみを追求した結果、複合体とし

<sup>\*</sup> 初期のシステム工学的アプローチの例としては、例えば文献(1)、第2章、あるいは文献(4)、第10章を参考にするとよい。

ての「諷和」の欠けたシステムとなったことを説明し、「サブシステム」と「サブゴール」の単純な結 合が「大局的目標」を達成し得ないことを強調する。

#### 1.4 システム工学の実施手順

システム工学を実際に適用する段階、すなわち、「システム分析」、「システム計画」、「システム 設計」、「システム製作」、「システム据付け(Installation)」、「システム運用」、「システム保 守!(いわゆるカレント・エンジニアリング)について説明する。この一連の仕事の流れを説明するに は、流れ図の形で表現するとよい(図1-1 参照)。 ただし、各ブロックの間には前段階へのフィー ドバックがあり、またとのフィードバック・ループも、システムの「特性」,「費用」,「信頼性」な どからなる多重フィードバックになることを強調する必要がある。実施手順の説明は出来るだけ具体的 におこなうことが望ましいので、比較的単純なシステム・モデル、例えば製造システムを例に、新製品 の開発から顧客に対するサービスまでの各段階を述べるとよい。



システムの外的環境およびスーパー・システム

図1-1 システム工学の手順

時間の流れ ―

#### 1.5 システムズ・エンジニアの役割

システム開発にあたって、研究者と技術者、その他関連する専門家の意見をとりまとめてプロジェク トを推進していく立場にある「システムズ・エンジニア」の果すべき役割および要望される素養につい て述べる。

ことでは、「システム分析と設計」の問題に限定してシステムの分析,構成,評価などの各段階にお ける業務の大要を述べる。ことで重点を置くべきことは、システム分析や設計の具体的な方法ではなく、 1.3 で説明したシステム工学の実施手順の各段階で、複数人のグループの意見調整と協調を如何にして 成し遂げるかを理解させることである。またシステムズ・エンジニアとして要求される素養の質および 程度の問題は、対象とするシステムによって異なってくるので、単に必要とされる関連科目を列挙する ようなことは避け、未知の分野に対して短時間でその概略を把握出来る能力の必要性を強調すべきである。

## 1.6 システム工学と関連工学との関係

システム工学は他の多数の分野と関連をもつものであることを認識させ、特に「オペレーションズ・リサーチ」と「インダストリアル・エンジアリング」との類似性と相異を説明する。このためには、 ORやIEの主として対象とする事項を、典型的な問題(例えば在庫管理とか作業測定などの個別の問題)を例に説明すると理解されやすい。

#### 1.7 システム工学の適用例

- 1.6までの内容を復習し総括する目的で、適当なシステムを例に以下の項目を具体的に解説する。
- ① システムとその環境を定義する要素を抽出し、できるだけ定量化すると共化、それらの関連性を明らかにする。
- ② システムの目的を選定する。
- ③ システム合成の内容を明らかにする。
- ④ システム合成の結果,得られた仮説システムについて性能,費用,信頼性その他の面から評価する。
- ⑤ 「最適システム」として選定されたシステムの具現化、試験方法について説明する。
- ⑥ 完成したシステムの連用、保守および改良の方法を説明する。

次に研修生に適当なシステムを一つ選択させ、上述の①から⑥までの段階の内容を記述したレポートを提出させる。この場合、研修生にすでにある程度の実務経験がある場合には、それに関連した例題を選択させればよく、そうでない場合には、教師の専門とする分野からモデルを考えて提示する。

## 指導上の留意点

システム工学のアプローチの方法に説明の重点を置き、第3章以下に説明するシステム工学に用いられる具体的な技法についての立ち入った説明は避けるようにする。またこの章の目的はシステム工学の一般論であるが、一般化のための抽象化を回避するために、例題による解説を出来る限り織り混ぜる努力が大切である。

# 第2章 システムのモデル化

## 用語 この章では次の用語を教える。

システム・モデル,構造モデル,構成図,信号流線図,システム・グラフ,アロー・ダイアグラム,ディシジョン・ツリー,節点グラフ,確定的モデル,確率的モデル,静的モデル,動的モデル

# 日標

システム工学で用いられるモデル、すなわち、システム・モデルの目的と内容を理解させることが本章の目標である。

まず、システム・モデルを単純なスケール・モデルから、ORモデル、更には大規模システムのシミュレーション・モデルへと段階的に説明し、実システムのシミュレーションの目的に利用出来る段階までを示す。次にシステム・モデルをその図的表記法によって分類して、各表記法の特徴を理解することによってシミュレーションの目的に合った方法を選択できる能力を養成する。更に線形性、確率的要素、時間的要素の有無によって、どのようなシステム・モデルが用いられるべきか、また各モデルがどのような特徴をもっているかを理解させる。最後に、このような基本的モデルを複合して実際的なシステムのモデルを作成できる能力を養成させる。

# 内容

# 21 システム・モデル

システム工学が対象とするような複雑でかつ大規模なシステムに限らず、対象となるシステムのモデル (模型) を作り、このモデルを用いて解析をし、実験をおとなうという方法は工学の歴史の初期の段階から行なわれてきたことである。この節では、特にシステム工学において用いられるモデルの特徴および種類について、その大要を理解させる。

システム・モデルの意味を理解させるためには、「モデル」とは「縮尺模型 (scale model)」であるというような単純な設定から出発して、段階的に実際的なモデルの説明に移行するとよい。例えば航空機の縮尺模型について、実際の航空機と模型の縮尺率、相似性(各部の縮尺率の一様性)、粗密性(細部まで忠実に模擬されているかどうかの度合)がモデル化の目的によってどのように決められるべきかを説明する。すなわち、単なる展示用のミニアチュア模型の場合には、機能的な相似性は特に要求されず、外観の仕上げの粗密が主要な要素になるのに対して、空気力学的な実験(例えば風洞実験)で用いられる縮尺模型は外型の縮尺率の正確さ以上に材料力学的な相似性の配慮が必要とされる。(流体力学系における相似律の問題など)この例題を通して、システム・モデルは、モデルの用いられ方、すなわち、システム・シミュレーションの方法と目的によって変ってくることを理解させる。

次にやゝ実際的なシステム・モデルの例として、ORモデルを解説する。ここでは、一見、モデル化が不可能であるように見える戦略決定という仕事をいかにして定量化するか、またコンピュータの発達によって、モデルの内容も、単に数式のみならず、論理関係や確率事象なども、対象とする実システムのふるまいと同様にモデル化できるようになったことを強調する。

# 2.2 基本的なシステム・モデルの分類と解説

システム工学には各種のモデルが用いられているが、それらを整理する。ことでは以下のような点から基本的なシステム・モデルを分類し、それぞれについての概要を例をあげて説明する。

# (1) 図的表記法による分類

主としてシステムの構造的(幾何学的)な性質を図的に表現したのが**構造モデル**で、代表例として 以下のものを説明する。

- ① 流れ図 (フローチャート, フローダイアグラム=Flow Chart, Flow Diagram)
- ② 構成図 (ブロック図 = Block Diagram)
- . ③・信号流線図(シグナルフロー図 = Signal Flow Diagram)
- ④ システム・グラフ (System Graph)
- ⑤ アロー・ダイアグラム (Arrow Diagram)
- ⑥ ディシジョン・ツリー (Decision Tree)
- ⑦ 節点グラフ (Node Graph)

## (2) 線形性の有無による分類

システムの線形性の有無(あるいは線形化の適否)によって線形システム(Linear System)と非線形システム (Nonlinear System)に分類する。

線形システムについては、比例性、加法性、重ね合せの性質を説明し、システムの解析が如何に単純化されるかを解説する。これは逆に単純な非線形システム(例えば Van der Pol の微分方程式)を例に非線形システムの解析の困難さや特異性を説明すると理解されやすいであろう。引き続き、非線形システムを線形化モデルにするための手法、すなわち、ある運転点のまわりでテーラー展開によって線形化する手法である小信号線形化(あるいは微小増分の原理)、および区分的線形化(区間別の折れ線近似法 = Piecewise Linearization)について説明する。

#### (3) 確率的変動要素の有無による分類

システム中の要素,あるいは環境に確率的に変動する要素があるかどうかにより,システム・モデルを次の二つに大別して説明する。

- ① 確定 (論) 的モデル (Deterministic Model)
- ② 確率 (論) 的モデル (Stochastic Model)

現実のシステムは、はとんどすべてが確率的であり、従って確定的モデルが用いられるのは、サブシステムのモデルとしてか、あるいは確率的変動を無視したモデルとしてである。この点を強調する ためには、例えば水力発電のシステムについて次のような説明をするとよいであろう。 降水量のモデル……確率的(対数正規分布)

河川流量のモデル……確定的(たゞし、ただ時間を含む非線形系で固定しにくいパラメータを含む) 貯水量のモデル……確定的(単純な積分系)

導水管・水車、タービンにおける水の流体力学的モデル・・・・・確定的(動的モデル)等々 更に、確率的モデルで確率変数の期待値を用いて確定論モデルに簡単化したモデル(期待値モデル= Expected Value Model)についても説明する。

#### (4) 時間的変動要素の有無による分類

ある時間断面における静態的モデルか、時間的推移を考慮した(すなわち過渡状態を問題とする) モデルかによって、次の二つに大別し、例をあげて説明する。

- ① 静的モデル (Static Model)
- ② 動的モデル (Dynamic Model)

静的モデルは動的モデルの過渡状態が時間経過と共に消滅した後の定常状態(平衡状態)のモデル, あるいは比較的長期間の問題を扱う管理制御や長期計画のモデルとして用いられることを例をあげて 説明する。また数学的表現としては、線形あるいは非線形の代数方程式で表わされることを 理解 させる。

動的モデルについては、モデルに含まれる変数が特変数となり、時間に関する微分方程式、差分方程式あるいは積分方程式などで与えられることが多いことを説明する。このうち、微分方程式はもっともひんぱんに用いられるので、簡単な例について微分方程式のたて方(状態がはゞ一様と見なせる小部分についてのエネルギー、質量、運動量などの収支に関する代数式から得られる)について説明する。特に1次遅れ系、および2次遅れ系について時定数、応答時間、減衰率、固有振動数(同周期)について説明する。

更に高次の微分方程式系でモデル化されるシステムについては、これを連立の1階微分方程式系として表示する方法を説明し、状態空間(2次系については位相面)の考え方を理解させる。

## 2.3 実際的なシステム・モデル

実際的規模のシステムに対するモデルは、2.2で解説した種々のモデルを複合したものであることを説明し、シミュレーション・モデルを中心に、待ち行列モデル、インダストリアル・ダイナミックスのモデルなどの例を具体例について解説する。実際的なシステム・モデルでは、多くの場合、解析的な解を得ることは困難であり、従ってシステム・モデルを用いた机上実験、すなわち、システム・シミュレーションが重要になってくることを理解させる。

以上の説明にあたって特に次の項目についてはやゝ詳細に述べる必要がある。

- ① シミュレーションの目的に合致するモデルをつくるためには、対象システムのどの部分をその環境と考えるかというモデル化の境界の問題。
- ② システム・モデルが対象システムをどの程度, 詳細に模擬すべきか, すなわちシステム・モデル の規模の問題。

- ③ 対象システムのどの部分を精密に模擬し、どの部分を簡略化するか(すなわち、等価モデル表現をする)というモデル化の粗案の問題。
- ④ 作成したシステム・モデルによってシミュレーションを行なうとき必要となる情報(モデルのパラメータや入力データなど)が実際に得られるかどうか。得られるとしたときのデータ収集の費用はどの程度になるか。また精度やバラツキはどうか。
- ⑤ シミュレーション結果とモデルのパラメータや入力データの相互関係が抽出しやすいものかどうか。すなわち、必要以上に複雑なモデルを作成して、モデル化の本来の目的を見失なってはいないかどうか。

# 指導上の留意点

- (1) 流れ図については、科目「プログラム設計 (I)」で詳細に説明されるので、ことでは、手続きブロック (Procedure Block)、分岐ブロック (Branch or Decision Block)、システム流れ図 (System Flow Chart)、プログラム流れ図 (Program Flow Chart) などの用語の意味を簡単な例を通して説明するに留める。
- (2) 構成図に関しては、専門編「コントロール・システム」で制御システムの面から、伝達関数、加合せ点、引出し点などの用語およびブロックの簡略化方法などの問題と関連して解説されているので、 ここでは入力情報(信号)が伝達要素(処理要素)によって出力情報(信号)に変換(加工)される というより一般的な立場から例題(単純なサーボ機構あるいは情報処理機構)を用いて説明する。
- (3) 信号流線図は構成図など一般的ではないが、サブシステムのブロック間に相互作用がある場合や、 待ち行列モデル、マルコフ過程などの表記法にも便利であることを構成図と対比させて解説する。
- (4) システム・グラフは、システムの構成要素が一組の変数(横断変数と通過変数)で表わされ、広義のエネルギーの伝達を伴うシステムの解析に極めて有効な方法であるが、グラフ理論の基礎知識を必要とし、また邦書に適当な解説書がすくないので省略してもよい。
- (5) 2.2(1)の⑥および⑦については簡単な説明にするか、あるいは省略してもよい。
- (6) 確率的モデルでは、既存の確率分布にあてはめて解析やシミュレーションをおこなうことが多いので、基礎的な確率論・統計学の知識が不可欠である。この点に関しては、基礎編「情報処理用数学」および専門編において「統計解析」を受講する者はこの科目との関連を十分考慮する必要がある。したがって必要に応じて、代表的な確率分布(二項分布、ポアソン分布、指数分布、正規分布など)、統計的推定法(最大推定、区間推定)などについて説明する。
- (7) 状態空間における動的システム・モデルの解析は、現代システム理論の基本的接近法であるがその 内容は広汎なものであるので一般論を展開することは避け、単純な系(2次系程度)について、応答 の計算法、安定性の判別などを説明するに留める。

# 第3章 システム・シミュレーション

# 用 語 この章では次の用語を教える。

システム・シミュレーション、構成単位、属性、活動、アナログ・シミュレーション、演算増幅器、ディジタル・シミュレーション、モンテカルロ・シミュレーション、乱数、中心極限定理、事象同期型、時刻同期型、CSMP、DYNAMO、GPSS、SIMSCRIPT

# 目標

システム・シミュレーションの目的、その内容および具体的な手段を理解させるのが本章の目的である。まずシミュレーションの意義と目的を通して理解させる。次にシミュレーションの実行手順を説明することによって、システム・シミュレーションの実施手順の技術面を修得させる。引きつづき、アナログ・シミュレーションの各種の例の説明を通して、システム・モデルがアナログ的に与えられたときのシミュレーション技法を修得させる。ディジタル・シミュレーションでは、特に数式モデルの応答計算およびモンテカルロ・シミュレーションに重点をおき、シミュレーション・プログラムの流れ図が作成でき、シミレーション結果の評価ができる程度の能力を養成する。

## 内容

#### 3.1 システム・シミュレーション

シミュレーションとは元来、真似をするという意味であるが(a simulation of sleep = 寝る真似をする=狸寝入り)、システム・シミュレーションとは何か、その目的は何かを簡単な例(例えば単純な待ち行列モデル)を用いて説明する。次に、システム・シミュレーションとは何かをやゝ厳密に定義する。定義づけには幾つかの方法が考えられるが、例えばG. Gordonによる次のような定義文を採用してもよい。

「システム・シミュレーションとは、第2章で述べたシステム・モデルをモデル化の対象となる実際のシステムが置かれる状況(環境)を想定して、システム・モデルによって実際のシステムが生ずると予想される結果を類推し、それらの結果をある与えられた目的に照して、解析・検討することである。」シミュレーションを実施するにあたって、システムの構成単位(entity)、その属性(attribute)および活動(activity)が何であるかを適確に把握する能力を養成することが重要である。このためにはいくつかの異なった分野のシミュレーション・モデルを、文章の形で研修生に与えて、構成単位、属性、活動が何であるかを抽出させ、更に構成単位の集合論的な包含関係を明らかにする能力を修得させるとよい。

次に、シミュレーションの程度、数学的抽象化の度合、対象システムとの相似性、シミュレーション条件の変更の難易(パラメータ変更の容易さ)などの観点から、各種のシミュレーションの総合的な内容を理解させるようにつとめる。例題としては次のようなものから適当に取捨選択する。

- ・単純な在庫管理モデル
- ・単純な待ち行列モデル
- ・単純な力学系(慣性、スプリング、ダンパーから成る系)のアナログ・シミュレーション
- ・交通流の管路網モデル
- ・電力系統のアナログおよびディジタル・シミュレーション(模擬送電系統、交流計算盤、ディジタル型コンピュータによるシミュレーション)
- 単純なビジネス・ゲーム
- フライト・シミュレータ(あるいは自動車、化学プラント、火力発電所、アポロ着陸船などのシミュレータ)

# 3.2 シミュレーションの実行手順

3.1 に例示したシミュレーションの一つをとりあげ、シミュレーションの実行手順を次の順序で説明する。

- ① 問題の明確化 (定式化)
- ② システム・モデルの作成
- ③ 原始データの収集,検定,処理
- ④ モデルのプログラム化(汎用言語あるいはシミュレーション言語によるプログラミング、アナログ型コンピュータの結線図の作成)およびエラー・チェック(デバッギング)
- ⑤ 実 行
- ⑥ 実行結果の整理と検討(特にシミュレーション精度の検討)

以上の説明にあたって、問題の明確化、すなわち、シミュレーションの目的が、システム・モデルの精細さや、原始データの量と質に大きく影響することを強調する必要がある。

#### 3.3 アナログ・シミュレーション

シミュレーションが主として連続的な信号によって、あるいは連続的な変数についてなされるとき、 このシミュレーションを**アナログ・シミュレーション**と呼ぶ。これに対してシミュレーションの大部分 が離散的な信号によってなされるとき、これをディジタル・シミュレーションと呼ぶことを説明する。 アナログ・シミュレーションに関しては次の事項を簡単に説明する。

(1) アナログ・モデルとアナログ型コンピュータ

実システムの変数をある縮尺率で変換したもの、熱電導現象を電解槽を用いたり、電気伝導性のある紙の上に、模擬すべき熱電導システムの形状の縮尺模型の輪郭を電気伝導度のよい銀のインクで抽き、そこに電位差を与えることによって等温線を求める熱システムと電気システムのアナロジイを用

いる方法、アナログ型コンピュータによるシミュレーションの例などを説明する。アナログ型コンピュータおよびそれによるシミュレーションについては以下の事項を説明する。

- ① 電圧相似型と電流相似型
- ② 低速型と高速型(くり返し型)
- ③ 線形演算増幅器(加算器,符号変換器,積分器),ポテンショメータ(係数器),非線形要素 (乗算器, 関数発生器, 飽和, 不感帯など),制御機構(演算,計算保持, リセット機構など)
- ④ 線形演算増幅器と各種入出力インピーダンス素子のくみ合せによる伝達関数の作成
- ⑤ 逆関数発生(割算, 微分要素)
- ⑥ アナログ・シミュレーションのプログラミング(時間および振幅スケールの変換, 結線法,デバッギングの方法など)
- (2) アナログ・シミュレータ

フライト・シミュレータ、原子炉シミュレータなどを例に人間がシステムの重要な一要素となる人間機械システム (man-machine system)におけるアナログ・シミュレータの役割と特徴を説明する。ことでは特にマン・マシン・インターフェイスの問題に重点を置く必要がある。

(3) アナログ型コンピュータとディジタル型コンピュータ
両コンピュータのもつ機能の特徴と欠点を説明すると共に、ハイブリッド型コンピュータについて
も概説する。すなわち、アナログおよびディジタル型コンピュータの特徴、欠点(並列演算、アナロ
が情報のグラフィック表示、精度、記憶容量、自動プログラム、論理判断、ルーチン化、計算速度、
デバグの 難易の問題など )を比較表の形で研修生に提示し、いくつかのシミュレーションの例に
ついて、研修生に両コンピュータの利点、欠点を指摘させる。またこの比較検討を通してハイブリッ

ド計算方式の有用性およびハイブリッド型コンピュータの構成、利用例を説明する。

#### 3.4 ディジタル・シミュレーション

シミュレーションが、離散的な値をとる。あるいは離散化した現象を対象とするとき、これをディジタル・シミュレーションと呼ぶ。ディジタル・シミュレーションを次の三つの場合に分けて説明する。

(1) 物理的ディジタル・シミュレーション

シミュレーションすべき対象システムを、数学的表現を用いずに直接シミュレートする方法(例えば、交差点における自動車の滞留時間を、フリップ・フロップ回路を主体とした各種のディジタル回路で直接シミュレーションする)を説明する。

(2) 解析的な数式モデルが与えられた場合のディジタル・シミュレーション 機械運動系、電気系、流体系など比較的小規模の工学システムで、モデルが代数方程式、微積分方程式など解析的な数式モデルで与えられた場合のシミュレーションの方法(主として与えられた入力に対する出力応答の計算)を説明する。このシミュレーションは、シミュレーションというより、むしろ与えられた数式モデルの数値計算法の問題となり、その詳細は専門編「数値計算法」にゆずり、ここでは数値積分法の初歩を述べるに留める。

#### (3) その他のディジタル・シミュレーション

サブシステムのモデルは単純な代数式や論理式で与えられるが、サブシステム間の相互関係が複雑で、かつ比較的規模の大きい実際的なシステムのディジタル・シミュレーションの方法(例えば工程管理、待ち行列、システム・ダイナミックス、インダストリアル・ダイナミックスなどのシミュレーション)について概要を説明する。尚、モンテカルロ・シミュレーションはこの分類の中心をなすものであるが、その詳細は次節で説明する。

#### 3.5 モンテカルロ・シミュレーション

#### (1) モンテカルロ法の応用

モンテカルロ法には、確定論的問題を乱数を用いて解く場合(円周率や多重積分の計算)、システム自体が確率過程である場合(酔歩問題、生態学、疫学におけるシミュレーション)、確定論的モデルに確率変動する入力がある場合(待ち行列、生産管理、在庫管理、交通、通信のシミュレーション、システム・ダイナミックスなど)など広汎な応用範囲があることを、それぞれの場合について説明する。

# (2) 擬似乱数の発生と検定

モンテカルロ・シミュレーションの基本となる乱数の意味,乗算合同法による擬似一様乱数の発生法, 乱数の検定法, 与えられた確率分布をもつ乱数発生法(一様乱数を変換する方法, 中心極限定理を利用する方法など)を説明する。一様乱数や与えられた分布をもつ乱数発生には多くの方法があるが, 代表的なものを説明するに留める。

(3) 待ち行列モデルのモンテカルロ・シミュレーション

簡単な待ち行列モデル(一つのサービス窓口と一つの行列)を用いて、待ち行列モデルとはどのようなものであるかを説明する。次に待ち行列理論をこの簡単なモデルについて説明し、ポアソン到着、指数サービス、利用率などの用語を理解させると共に、待ち行列理論の適用限界とモンテカルロ・シミュレーションの有効性を説明する。引き続き、ディジタル・シミュレーションの方法として、事象同期型と時刻同期型の2通りがあること、および両者の利点、欠点を説明する。

#### 3.6 シミュレーション言語

シミュレーション言語の詳細については別に説明があるので(専門編「シミュレーション」), CCでは,以下の事項の説明に留める。

- ① 連続システムのシミュレーション言語の例として工学系の**CSMP** (Continuous System Modelling Program) とインダストリアル・ダイナミックスで用いられる **DYNAMO** (Dynamic Models)の概要
- ② 離散システムのシミュレーション言語の例として、時刻同期型のGPSS (General Purpose System Simulator) および事象同期型のSIMSCRIPT (Simulation Scriptor) の概要

#### 3.7 シミュレーションの精度

シミュレーションは、実際の複雑なシステムのふるまいを、限られた規模のシミュレーション・プログラムで、限られた時間内で模擬するものであり、また入力データの精度や量、確率的入力変数の分布の近似などによって、程度の差とそあれ、実システムの動きとは異なった結果しか得られないことを説明する。また精度に関して、ある程度の定量的な検討が出来る項目、たとえば次のようなものについて説明する。

- ① シミュレーションの試行回数と信頼区間の関係
- ② 入力データの必要精度

## 指導上の留意点

- (1) シミュレーションを実施するには、必ずシミュレーション・モデルが必要となる。しかし、このモデルを研修生に与えるとき、それがあまりにも教科書的に単純化され、整理されたモデルであると、実際のシステムのシミュレーションが、すべてそのように明確にモデル化されたものが準備された段階から出発できるという誤解をまねきやすい。したがって、シミュレーション・モデルを研修生に文章の形で提示するときは、シミュレーションの目的に本質的には無関係な事項をも文章中に含め、その中から、シミュレーションに必要な構造的情報やパラメータなどを研修生が抽出できるような訓練をさせる必要がある。このことに留意しないと、特に後述するシミュレーション言語を用いたディジタル・シミュレーションを行なうとき、例題システムの各要素や事象を機械的にシミュレーション言語で用意された機能ブロック(例えばGPSSのブロック)にあてはめるだけの能力を養成するに留まってしまう恐れがある。
- (2) システム・シミュレーションの実施手順は、システム工学の実施手順と、実際にシステムを作成し、運用するという点を除いては全く同一のものであり、システム分析、計画、設計、製作、据付、運用、保守という、システム工学の手順に対する総合的な理解が必要となる。特に実際のシステム問題に関する業務経験をもたない研修生にとっては、システム工学に対する総合的な理解力を得るには、3.2で説明するシステム・シミュレーションという「システム工学の手順の机上実験」が唯一の総合的説明を与えられる機会であるので、1.4の"システム工学の実施手順"との関連を考慮しつつ、十分な時間をさいて説明をする必要がある。
- (3) アナログ型コンピュータによるシミュレーションをおこなうには、まずシステム・モデルをアナログ型コンピュータの演算要素に対応して構成図の形で表現する必要がある。またプログラミングおよび実行の段階におけるスケール変換やデバッギング、誤差の減少対策などの問題は、ディジタル型コンピュータによるシミュレーションと異なった固有の技術を必要する。このような技術を修得させるには、単純なシステム・モデル(例えば単純な速度制御系)を研修生に与え、生のデータ(すなわち、スケール変換されていないデータ)から、構成図の作成、時間および振幅スケールの変換、パッチ板上の配線、演算制御機構の操作、デバッギング、演算結果の検討などを実習させる必要がある。もし、研修生の人数が非常に多数の場合、あるいは、アナログ型コンピュータが利用できない場合は、ディ

- ジタル型コンピュータによる構成図シミュレータ (例えばCSMPなど) によって、これに代えても よいであろう。
- (4) アナログ型コンピュータおよびアナログ技術については、専門編の「コントロール・システム」で 部分的に説明があるだけであるから、前掲の基本的事項の説明は十分な時間をさく必要がある。
- (5) この分類のシミュレーションは専門編「シミュレーション」で詳しく説明されるものであるが、専門編では、具体的なシミュレーションの技法やプログラミングの方法の説明が主となるので、ここでは出来るだけ広汎な分野でのいくつかの実際例を説明するように努め、シミュレーション言語の問題などに深い入りすることは避ける。
- (6) 歴史的には、モンテカルロ法は、確定論的問題の乱数による求解の問題に対して発展したものであるが、現在ではむしろ、この考え方は薄れているので、さきの問題についてあまり詳細に説明することは避けた方がよい。たゞし「 Buffon の針の実験」などは、研修生が簡単に試行できるので、実際に実験させてみるのもよい。
- (7) 事象同期型と時刻同期型の区別を理解させるためには、単純なモデル(例えば小規模な電話の呼びと交換のモデル)を用いて、研修生に、シミュレーション・プログラムの流れ図を両者の場合について書かせることが最も効果的である。これはシミュレーション言語(特に事象同期型のSIMSCRIPT)を使う前の基礎訓練ともなる。
- (8) シミュレーション言語は同一の各称がつけられていても、メーカや Version によって細部では異なっている。従って各言語の代表的な機能と入出力の形式を説明するに留める。

# 第4章 システムの最適化

# 用語 この章では次の用語を教える。

有効さの尺度,費用効果比,最適化システム,極値法,探索法,非線形計画法,ダイナミック・プログラミング,最大原理,代替案比較法,ネットワーク・フロー,クーン・タッカーの鞍点定理,勾配法,分解原理,発見的手法

# 目標

システム最適化の目標と各種の最適化手法の概要および実際的なシステム最適化にあたっての問題 点を理解させる所が本章の目標である。

まず最適化の目標,すなわち、システムの有効さの尺度を作成するときの考慮すべき要因を理解させ、 最適化の目的を正しく把握する能力を養成する。次に最適化すべき対象システムの性質を分類して説明 した後、代表的な最適化手法の概要と利点、欠点を説明することによって、最も適切な手法を効率的に 利用できる能力を養う。具体的な手法のアルゴリズムと適用例については、線形計画法、非線形計画法、 勾配法、ダイナミック・プログラミング、および最大原理を重点的に説明し、各分野で行なわれている 最適化の内容の大略が理解できるように指導する。

# 内容

#### 4.1 有効さの尺度

システムの計画、設計、運用にあたって、どのような状態を達成するのが望ましいのか、すなわち、システムの**有効さの尺度** (measure of effectiveness) とは何であるかを説明する。具体的には次の事項を説明するとよい。

- ① システムの目指すいくつかの目標(性能、信頼性、費用、保全性、製作日程など)をどのように 調和して考えるか、すなわち、どのような重みづけをすればよいか、
- ② システムの担当者の嗜好や積極度をどのように定量化するか(嗜好曲線など),
- ③ 確率的変動要素の多いシステムでの有効さの尺度をどのように考えるか(期待利得の最大化、ミニマックス、マキシミンの考え方など)
- ② システムの価値 (value) が性能、費用、納期、信頼性などによってどのような形のグラフになるか。

次に、システムの有効さを高めるためのシステム投資の効果(費用効果比)に関して次の項目の概要 を説明する。

- ① システム投資……現在価値法,利益率,資本回収の考え方
- ② システム更新……価値減少,陳腐化によるシステムの更新の考え方,経済革命,システム保全費の問題

## 4.2 最適化システムと最適化手法の分類

システムの最適化にあたっては、最適化すべきシステムのもつ性質を正しく把握して、それに適合した最適化手法を適用することが重要であることを強調し、まず最適化システムを次のような面から分類して特徴を説明することにより、最適化すべきシステムの性質を分析する能力を養成するようにする。

- ① 自律系と非自律系
- ② 連結系と離散系
- ③ 線形系と非線形系
- ④ 単純系と複雑系
- ⑤ 確定系と確率系
- ⑥ 制御拘束と状態拘束の有無

次に最適化手法のうち、特殊なものを除いて一般的に用いているものを、目的関数、制約条件、適用上の利害得失などの点から 覧表の形で研修生に提示して、比較しながら説明する。ここでの主要な目的は個々の最適化手法の詳細な説明ではなく、最適化手法の相互の相対的な利害得失を理解させ、具体的な最適化問題が与えられたとき、研修生に、最も適切な最適化手法を選択できる能力を身につけさせることである。代表的な最適化手法としては以下の手法を説明する。

- ① 極値法(単純な微分法およびラグランジュ乗数法)
- ② 探索法(区分法,フィボナッチ数法)
- ③ 線形計画法(輸送問題、線形ネットワーク・フロー問題も含む)
- ④ 非線形計画法(Kuhn Tucker の鞍点定理, 2次計画法,整数計画法)
- ⑤ ダイナミック・プログラミング
- ⑥ 最大原理 (離散形最大原理を中心に)

以上の6手法のほかに、数学的にはエレガントな方法ではないが、不確定性の多い、あるいは情報不 足の場合の最適化の方法として、次の項目についても説明を加える。

- ① 代替案比較法 (Method of alternative plans )
- ② ディシジョン・ツリー (Decision tree)
- ③ デルファイ法 (Delphi method)

#### 4.3 線形化モデルによる最適化

線形計画法(Linear programming)および関連した手法の概要を次の項目について説明する。

① 線形計画問題への定式化の方法

(非負条件,スラック変数、人工変数、構造変数,実行可能解,基底解などの用語も併せて説明する。)

- ② 改定**シンプレクス法**の簡単な例題による説明(シンプレクス乗数、シンプレクス判定基準、ピボット操作などの用語も併せて説明する。)
- ③ 双対問題と双対定理
- ④ 輸送問題の定式化と解法 (これに関連して積替問題、割当て問題についても簡単に説明する。)
- ⑤ 線形ネットワーク・フロー問題の定式化と解法(最大フロー問題についてはソース,シンク,チェイン・フロー,余裕容量、ラベリング法など、また最適フロー問題については最短径路問題,巡回セールスマン問題などの概要を説明する。)

# 4.4 非線形モデルによる最適化

制約条件式または目的関数が非線形の場合の最適解を求めるアルゴリズムを非線形計画法(nonlinear programming) と総称する。非線形計画法に関連して次の事項を説明する。

- ① 極値法(微分法)とラグランジュ乗数法
- ② クーン・タッカーの鞍点定理
- ③ 勾配法
- ④ 探索法(区分法,フィボナッチ数法)

#### 4.5 動的システムの最適化

動的システムの最適化手法として、動的計画法(ダイナミック・プログラミング = dynamic programming ) と最大原理 (the maximum principle)を説明する。

- (1) 動的最適化システムの定式化 目的関数が各時点の評価関数の積分あるいは総和の形で、また制約条件は微分方程式あるいは差分 方程式であらわされることを説明する。
- (2) ダイナミック・プログラミング 多段決定過程,汎関数方程式。最適性の原理、単純な例題(例えば生産計画における平滑化問題など)を用いて計算アルゴリズムの説明、ダイナミック・プログラミングの長所、欠点を述べる。
- (3) 最大原理

応用上の見地から、離散形最大原理について、定理のダイナミック・プログラミングによる誘導、単純な例題についての説明を行なう。

#### 4.6 システム最適化の実際

実際のシステムを最適化するにあたって遭遇する問題点を次の項目について説明する。

- ① システム規模の増大に伴なって、最適化すべきモデルの変数の次元が加速度的に増加することによる最適化の困難さ、および、この問題を解決する方法として、
  - ・サブシステムの等価表現法(等価モデル)
  - ・システムのサブシステムへの分解と統合(分解原理,マルチレベル手法)を説明する。
- ② システムの最適化に要する費用(すなわち、データ収集と前処理、プログラム作成などの最適

化のための固定費および計算回数や計算ケース数に比例した可変費)と最小化すべき目的関数の最適化による減少分の和が、システムの総合的なコストになることを説明する。

- ③ 数学的記述が困難なシステムやサブシステム間の相互関係が複雑なシステムでは、代替案比較法やシミュレーションによる試行錯誤法、あるいは**発見的手法**(ヒューリスティック手法)が実際的であることを説明する。
- ④ 最適化による利得(コストの減少分)は対象システムを大きくとらえた方が大きく、部分システムの最適化は準最適化(suboptimum)に過ぎないこと、しかしながら最適化は対象システムが大規模になるほど数値計算的にも困難になってくること、更に実際のシステムでは外乱や種々の付加的条件によって最適化による利得の評価が困難になることを説明する。

# 指導上の留意点

- (1) システムの経済的評価に関連した問題は、基礎編「経営科学(II)」および専門編「経営科学(II)」で説明されるので、ととでは基礎的概念の説明に留める。
- (2) 有効さの尺度の問題は一般には価値分析、価値工学で取り扱われ、また統計的決定理論の問題とも関連するが、あまり深く論及する必要はない。
- (3) 4.2 の目的は、最適化手法の概要を説明することであり、具体的なアルゴリズムの詳細な説明はすべて省く。従って各手法が得意とする典型的な例題をそれぞれについて示し、最適化問題としての定式化と解法のあらましを説明するに留める。なお例題を示すとき、最初から数式モデルで与えることは避け、具体的な問題を文章の形で示すことから説明を開始する。(例えば線形計画法の説明で、最初から標準形式の数式モデルで例題を示すことは、定式化能力の養成という点から、適切な方法ではない。)
- (4) 線形計画法に関する詳細な説明は、専門編「経営科学(II)」でなされるので、ここではあまり立入った説明は省く。
- (5) 従来、シンプレクス法のアルゴリズムを説明するのに、シンプレクス表(タブロー)を用いるのが 慣習になっているが、線形計画問題を手計算でおこなうことは極めて稀であり、またコンピュータに よる線形計画性のアルゴリズムは改定シンプレクス法(逆行列法)なので、シンプレクス表の説明は 省略した方がよい。
- (6) 線形計画法およびそれに関連した標準的な最適化手法は、例えばMPS (Mathematical Programming System) のように、アプリケーション・プログラムが完備しており、実際問題の最適化計算はほとんどすべての場合これらのプログラムを使用することになるので、MPSを使用する場合の入出力形式の例を研修生に示すとよい。
- (7) 極値法については、極大値、極小値の判定、多変数の場合への拡張、またラグランジュ乗数法では 特にラグランジュ乗数の物理的意味(増分費用、限界費用の考え方)を説明する。
- (8) クーン・タッカーの鞍点定理の証明はかなり数学的厳密さ(拘束資格条件の問題など)が必要とされるので、物理的意味の説明に留める。
- (9) 勾配法については、単純な一定ステップの勾配法、可変ステップの勾配法、共役勾配法の基礎を説

明する。

- (10) 探索法については、数式モデルの作成が困難な場合(化学プラントなど)の最適化に有効であり、 実際にプロセス・コントロールで広く使われていることを強調する。
- (11) ダイナミック・プログラミングについては、多数の例題を通して、最適性の原理に基づく汎関数方程式(漸化式)の導出の方法および一般に用いられている計算テーブルのつくり方を習得させるように努める。
- (12) 最大原理は、特殊な問題には非常に良い見通しを与える手法であるが、実用的な応用範囲は必ずしも広いとはいえないので、あまりに数学的な部分は単純化して説明するか、省略してもよい。

# 第5章 システムの信頼性

## 用 語 この章では次の用語を教える。

信頼度、保全度、稼働率、フール・プルーフ、フェイル・セイフ、フェイル・ソフト、故障率、残 存確率、直列システム、並列冗長システム、待機冗長システム、状態推移

# 目標

システム設計や運用において、信頼性が最も重要な要素の一つであることを認識させ、高信頼度のシステムをつくるための定量的な工学手法である信頼性工学の概要を理解させることが本章の目的である。まず信頼性を定量的に評価する尺度である信頼度の数学的な定義を与えることによって信頼性評価の基本的な立場を理解させる。次に構成要素の信頼性と結合方法が与えられたとき、システムの信頼度をどのように計算するかについての具体的な技法を習得させる。更に信頼度設計の実際面を具体的なケース・スタディを通して理解させる。

## 内容

#### 5.1 信頼性の概念

システム工学の大きな日標の一つは、信頼性のあるシステムをつくることである。システムの信頼性 に関して、まず次の事項を説明する。

- ① システムに課せられる任務や機能が高度化し、その故障が社会生活に大きな影響を及ぼすようになったこと。
- ② 新しいシステムの信頼性評価を工学的に行なう技術が必要になったこと。
- ③ 信頼性の定量的な尺度、すなわち、**信頼度**の定義と解説。次の定義文でアンダーラインを付した 単語のもつ意味について説明する。

「信頼度とは、対象とするシステムが規定の条件のもとで意図する(あるいは規定の期間、規定の機能を故障なく遂行する確率である。」

- ④ 保全性の定量的な尺度, すなわち, 保全度 (maintainability)の定義と解説。
- (5) 稼働率(アベイラビリティ)の定義と解説。
- ⑥ 信頼性設計の考え方(フール・プルーフ、フェイル・セイフ、フェイル・ソフトの考え方)

#### 5.2 構成要素の信頼性

システムの信頼性を評価するためには、まずその構成要素やサブシステムの信頼度を明確にする必要 がある。ことでは次の事項を説明する。

- ① 基命試験(ライフ・テスト)と信頼度関数
- ② 故障率の定義と解説
- ③ 初期故障,一定偶発故障,摩耗故障
- ④ 残存確率の定義と計算法
- (5) 寿命の推定法と信頼限界(最尤推定と信頼限界)

# 5.3 システムの信頼性

システム全体の信頼度は、それを構成しているサブシステム(あるいは構成要素)の信頼度の組合せと して求められることを説明する。サブシステムの結合状態に従って次の事項を説明する。

#### (1) 直列システムの信頼度

直列システムとは、システムの機能を果すサブシステム(ブロック)が串形に結合されているシステムであり、システム全体の信頼度が各サブシステムの信頼度の積で与えられること(信頼度の乗積則)を説明する。また単純な数値例(簡単な電子回路など)を用いて、直列システムの信頼度が、システムを構成するサブシステムのうち、最も信頼度の低いサブシステムによって決定的に支配されること、この問題を解決するために並列冗長システム、あるいは待機冗長システムの必要性を理解させる。

#### (2) 並列冗長システム

**並列冗長システム**の信頼度の計算法(不信頼度の乗積則)および冗長性をもつてとによる信頼度の向上を数値例をもって説明する。具体的には冗長度を増加させることによる信頼度の向上および故障間平均時間の延長を簡単な例をもって説明する。

次に組合せ論的考察(combinatonial approach)の必要な例として、例えば航空機エンジンの信頼度(4基のエンジンのうち3基以上故障しなければ失速しないという仮定に基づいた数値例)の計算法について説明する。

また冗長構成には、基本的に構成要素冗長構成 (コンポーネント冗長構成) とチャネル冗長構成があり、前者の方がより高い信頼度が得られるととを説明する。

#### (3) 待機冗長システムの信頼度

**待機冗長システム**はどのようなものであるかをあげて説明する。簡単な例として、デュプレックス構成のコンピュータ・システムや無停電電源装置などを説明する。次に待機冗長システムの信頼度の計算法を説明し、並列冗長システムと信頼度の比較を行なう。

#### (4) 複雑なシステムの信頼度

単純な直・並列システムの信頼度は以上の(1)から(3)までの方法で計算されるが、サブシステムが 複雑に機能的にからみあっているシステムではベイズ (Bayes) の定理を用いる必要がある。まず ベイズの定理について簡単に説明し、次にあまり複雑でないシステム (単純な直・並列システムでは ない、機能ブロックが4~5個程度のシステム) についてシステム全体の信頼度の計算式の導き方を 説明する。

# 5.4 システムの状態推移

システムやその構成要素が正常動作 → 故障 → 修理 → 復旧という**状態推移**をくり返していく過程を 状態推移図で表現し、これにもとずいて過渡的および定常的な信頼度関数や稼働率を評価する方法を説 明する。具体的には以下の事項について説明する。

- ① システムの状態推移とマルコフ過程
- ② 状態推移図の作成法
- ③ 状態推移方程式と推移確率(行列)
- ④ 推移方程式の定常解として、システムの稼働率の評価 次に単純なシステムを例に、上記の①、②、③、を具体的に説明する。

#### 5.5 システムの信頼度設計の実際

システムを高信頼度に設計し、運用するための要点を実際上の立場から説明する。具体的には次の事項を説明する。

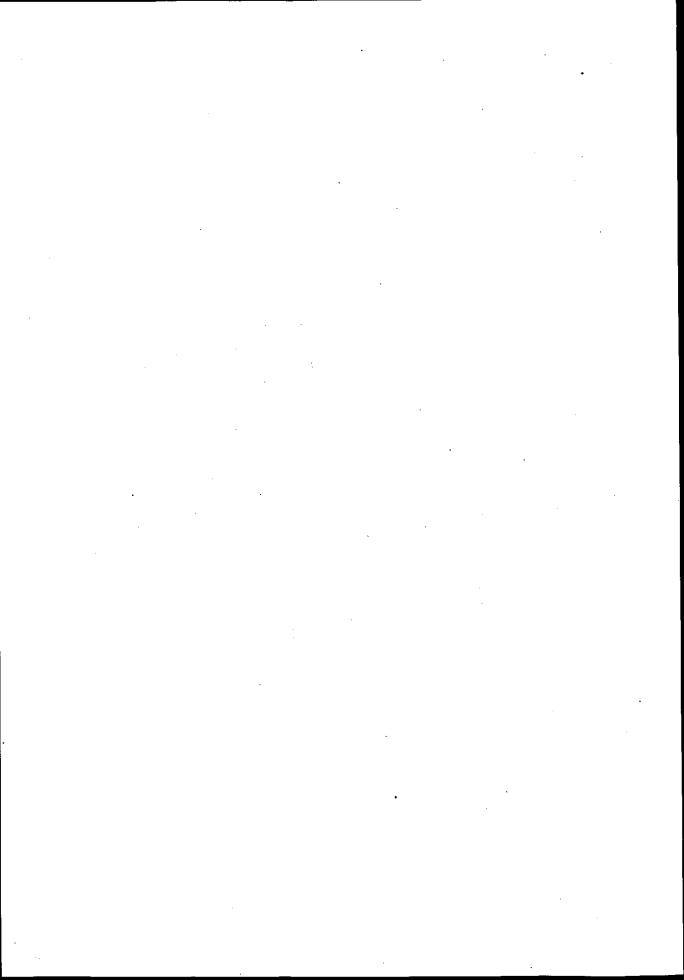
- ① 設計上の立場から、システムの信頼性、保全性要求の明確化、モジュール化、標準化などの問題
- ② 環境の面から、防振、対衝撃性、防湿、防塵などの問題
- ③ 理論面から、信頼度と保全度の配分、安全余裕、点検・修理周期、人間工学的な問題

# 指導上の留意点

- (1) 信頼性工学は、構成要素の信頼度評価や比較的単純な構成のシステムについてはかなり体系だった 理論や実用的な手法が開発されているが、このような意味での信頼性工学にあまり深入りすることは 避け、システムとして所望の機能を果し得るかという問題が中心になることに留意する必要がある。 また単に機器(ハードウェア)の信頼性のみならず、ソフトウェアやシステムの一構成要素としての 人間の役割りとの関連についても考慮を払った説明をおこなうべきである。
- (2) 5.2の内容は、通常、単純な電子部品(例えば抵抗器)の寿命試験などを例題に説明するとよい。
- (3) 5.3の内容は、航空機の開発などに比較的良く整理され、筋道の通った信頼度設計の例が多く紹介 されているので、これらの例を単純化して、ケース・スタディとして説明するとよい。

# 参考文献

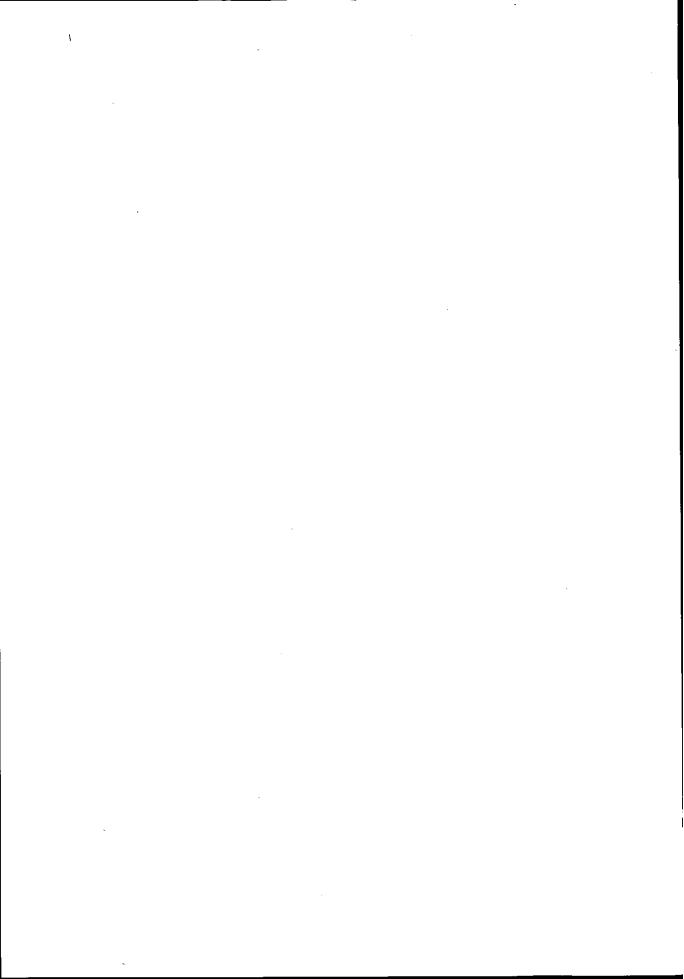
- (1) A.D.ホール、「システム工学方法論」態谷三郎監訳 共立出版 (昭和44年) 環境研究に関する文献で、第五章が参考になる。
- (2) H.H.グッド, R.E.メイコール,「システム工学」森口繁一監訳 口科技連出版社(昭和 35年)
- (3) H、チェスナット、「システム工学の方法」糸川一夫監訳 日本経営出版会(昭和44年)
- (4) 近藤次郎,「システム工学」丸善 (昭和 45年)



# 経 営 科 学 (I) ,

# 目 次

第1章	経営科学の基礎	358
1. 1	経営科学とオペレーションズ・リサーチの定義	358
1. 2	ORの歴史	359
1. 3	ORの特徴と一般的アプローチ ······	359
1. 4	時代的背景と経営科学の役割	363
第2章	経営科学の諸手法などの紹介	368
2.1	在庫理論	368
2. 2	待ち行列理論	369
2. 3	ゲームの理論 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	369
2. 4	シミュレーション	370
2. 5	緞形計画	370
2.6	ORとコンピュータ	370



# 科目「経営科学(I)」

# 教育の目標

この科目では経営意思決定における経営科学の役割、定義、歴史、特徴を説明しながら、経営科学の 概念を修得させ、経営活動における科学的、合理的な考え方を身につけさせる。

さらに、オペレーションズ・リサーチの代表的な手法について、具体的に分かりやすく紹介し、手法 を通して、オペレーションズ・リサーチによる具体的な問題の解決方法を理解させる。

またオペレーションズ・リサーチは今後、より一層コンピュータの利用技術と密接な関連をもちながら 発展していくことが予想されるので、その手法をコンピュータで処理するのにはどうすればよいか、ど のような使い方をすればより効果があがるのかを理解させる。

# 時間配分

		履	習時間 (	時間)
	<b>章</b>	講義	海習	実 習
1.	経営科学の基礎	10.		
2.	経営科学の諸手法などの紹介	10		
	合 計 .	20		

# 第1章 経営科学の基礎

# 用語 この章では次の用語を教える。

オペレーションズ・リサーチ,経営科学,意思決定,モデル構築,意思決定モデル,戦略的決定問題,戦術的決定問題,システム思考,最適化,学際的接近法

# 日 標

経営意思決定における経営科学の役割と定義、歴史、特徴を説明しながら、経営科学の概念を修得させ、科学的、合理的な考え方を養う。

まず,経営科学が意思決定問題への合理的・科学的接近を指向するものであることをしっかりと理解させる。科学的というとき、とくに、モデル構築の重要性を強調し、モデルを用いることの利点をよく理解させる。

意思決定の問題を意識的にとり上げる経営科学が要請される時代的背景を説明するとともに、コンピュータの普及によって、経営科学が実施される可能性とその領域が拡大しつつあることを認識させる。

意思決定といってもその複雑性、規模などいくつかの特徴で分類できること、それには戦術的決定あるいは戦略的決定という基準が有用であることを説明する。

# 内容

# 1.1 経営科学とオペレーションズ・リサーチの定義

オペレーションズ・リサーチ (Operations Rasearch, OR) と経営科学 (Management Science, MS) は,ほぶ同義語と考えてよい。軍事における戦術や戦略の立案のための科学的接近法として,ORは生れたが,第2次大戦後は企業経営や管理にもORの考え方を適用しようという研究・努力が繋んになり,経営科学という言葉もつかわれるようになった。

システム科学、行動科学、情報科学、その他の領域と同じように、「経営科学とかORとはなにか」について厳密な定義を記述することは難しいが、モースとキンボール(P.M. Morse and G.E. Kimball)によるものと、チャーチマン、エイコフ、アーノフ(C.W. Churchman、R.L. Ackoff、 and E.L. Arnoff)による定義を示しながら、説明する。モースとキンボールは、「ORとは執行部に、その管轄下にあるオペレーション(運用)に関する意思決定に対して、計量的な基礎を与える科学的方法をいう」と定義する。(1) また、チャーチマン、エイコフ、アーノフは「ORとは、システムの運用に関する問題に、科学的な方法、手法および用具を適用して解析し、運用を管理する人に、可能な限りに最適解答を提供することである。」と述べている。(2) このほかにも、いろいろな定義の仕方があるであろうが、ORの定義における重要な共通項は、意思決定とか問題解決

ということを対象としていること、そして正しい、あるいは、効果的な意思決定や問題解決のために、 合理的、科学的な態度や考え方で対処しようとするということを理解させる。したがって、経営管理の 問題だけを対象とするわけではない。線形計画の効率的な計算手順を研究することだけが、ORではないことを指摘する必要がある。

#### 1.2 ORの歴史

ORの歴史をみる場合、ORの適用対象の面とORの開拓者の面との二つの発展の流れに分けてその推移を知ることができる。この中からORの発展の方向を理解させる。ORの発展過程やORの使い方について、興味をもつように歴史を説明する。

典型的な手法を開発した開拓者を歴史的に知ることによって、手法になじむ機会にもなるし、手法の 使い方を理解させることにもなる。

#### (1) 歷史的推移

O Rが適用されてきた範囲は時代とともに移り変ってきた。それを仮りに次のように区分して説明する。

- ① 幕明け期
- ② 軍事的利用期
- ③ 産業的利用期
- ④ 発展拡大期

①は有名なランチェスター(F. W. Lanchester)の方程式を取上げて、数量化の妙味を紹介する。②は第2次大戦での防空、防潜、輸送などでORらしい活用の例を説明する。③は第2次産業革命ともいえる産業の発展に、在庫管理や日程計画法の例などが寄与し始め、今やORは産業界に引きつがれた面を説明する。④はORが国家経済や外交のような国家的スケールで研究され実用化され始めた面を説明する。

#### (2) ORの開拓者

ORの典型的な手法を開拓し発展させた幾人かの人々を紹介し、ORの発展の跡をみて行く。とりあげる人々は、前のランチェスター、待ち行列理論のアーラン(A.K. Erlang)、ゲームの理論とモンテカルロ法のノイマン(J. Von Neumann)、線形計画法のダンツィグ(C.B. Dantzig)、ダイナミック・プログラミングのベルマン(R. Bellman)、在庫理論のアロー、ハリス(K. Arrow & T. Harris)、取替理論のディーン(B.V. Dean)、PERTのアメリカ海軍、OR集大成の始祖として、前述のモースとキンホールなどがあげられよう。

逸話などがあればそれも含めて、これらの手法の開発された動機、時代的背景、簡単な概要、その後の発展などを説明する。

できれば、年代表でも示して時代的背景が一目瞭然に分ることがのぞましい。

# 1.3 ORの特徴と一般的アプローチ

ORのもつ特徴から共通的なものを整理すれば、ORの輪郭も明らかになりORの定義も生きてくる。

このように明らかにされたOR 像を理解させる。

とくに、他の代表的な科学と比較することにより、色々な面で他とちがったORの特徴が浮彫りにされ、ORをより深く理解させることができる。

これらの理解を通して、手法だけに偏らない本来のORの使命も理解させる。

#### (1) モデルと意思決定

経営科学ORの定義において、すでに経営科学は企業組織、政府における意思決定のやり方を問題とするものであること、しかも、合理性、科学性を指向していることを説明した。しかし、経営科学の「科学」の内容意味については、もうすこしくわしく説明する必要があろう。一般に科学というときに、すぐ頭に浮ぶものは、化学や物理などの自然科学であり、現実の自然現象を正確に測定し、観察し現象の因果関係や構造についての仮説をたて、現象を管理しながら実験をし、仮説を実証して行くことである。しかし、意思決定における政策の検討などで、現実の場で実験したりすることなどはできないことが多い。その例として、自分の会社がある新製品を市場にだしたどき競合相手の会社がどう反応するか、戦争の作戦計画立案において、自国のある戦略実施に対して、相手の国々や連盟国がどう反応するかなど実験はできない。経営科学における「科学」という言葉の部分は、現実世界の現象を管理しながら実験するという科学の側面を指向しているのではなくて(それはやりたくてもできないことが多い)、科学的方法のもうひとつの側面を指向していることを強調すべきである。それは、モデル構築(Model Building)を行ない、それを操作する(Manipulate)ということである。すなわち、意思決定モデルをつくることが試みられる。

自然科学においても、現実現象を操作したり、管理して実験ができない分野があることを指摘する。 たとえば、天文学である。天文学者は天体の運行や現象に関するモデルをもっており、それを操作す ることによって日食を予測したり、人間が火星の上では何キログラムぐらいの体重になるかを知って いる。そこで、モデルとは何か、それを使うことの利点や難点を説明する。

モデルは、現実現象や物事、事態について当面の問題に関連性のある(relevant)要素、関係、構造、論理だけをぬき出して表現したものであることを例にあげて説明する。例としては、模型飛行機、地図、プラネタリウム、振り子の棒の長さと周期の関係を表現した数式などを取りあげる。

モデルは現実からの抽象である以上、必ず現実そのものよりは簡略化されていること、そのためには何らかの仮定が設けられていること、したがって現実現象の近似表現であることを理解させる。あるモデルの土台となっている仮定が現実に完全に一致しないからといって、モデルの有用性を非難するのは正しい態度でないことを説明する。当面の意思決定に関連性のうすい要素、要因はできるだけ捨象されたモデルの方が役に立つことが多いものであることを理解させる。

例としては、経済発注モデル(Economic Lot – Size Model)などで説明する。 とのモデルでは、単位時間当り需要は決定論的(Deterministic)に既知で定数であるとする。 現実にはそのようなことはない。しかし、その不確定性を無視したこのモデルは最も一般に用いられている。

モデルの利点を整理して、

- ① 経済的である。実物の飛行機を飛ばして実験するよりは、木で作った模型飛行機をつかって風洞トンネルの中で実験するなど。
- ② 現実現象を操作したり、管理したりして実験できないが、モデルで現実現象を模擬して、そとで 種々の意思決定の効果を実験できる。

企業行動の意思決定や、軍事戦略の立案、社会計画の実施などにおいては、政策の失敗やミスは 許されないが、モデルの場での実験では失敗は許される。そして、その失敗からよりよき代替案を 学びとることができる。

③ モデルを操作して、モデルが表現している限りの事態について最適の意思決定を導き出すことができる。

#### (2) OR の一般的手順と方法

ORで問題を解決するとき、一般的にどんな手順と方法とですすめられるかを理解させる。そのさい、各々の項目で重要な点を具体的な事例をまじえて理解させる。

個々の項目が理解できたら、適切な事例をとりあげて、一般的な手順と方法に従い、問題が解かれて行く過程を説明し、ORのアプローチの仕方を身につけさせる。

問題を明確にすること、問題の解決に適したモデルを作成すること、それを解くこと、その解が正しいかどうかを評価すること、それを実施し、維持することなどORを解く過程で共通にみられる一般的な手順や方法について説明する。

他にORに関係する人々、すなわち、ORチームやORを実施する人々についても参加するさいの 注意事項などについても説明する。時間が許されるなら一般的なアプローチをよりよく理解させるた めに、簡単な問題を出して、それが解決されるまでどんな手順と方法をとるか討議させながら指導し、 レポートを書かせる。

#### (a) 手順1: 問題の明確化

問題を明確化することの重要性およびその困難性について、例をあげて説明する。

てれをさらに詳しくみて行くと、問題を構成している要素、例えば、人、物、金、時間、エネルギーなどの状態およびそれらの相互の関係、問題を制約している条件、操作の可能性、可能なアクションの中から選択する意思決定の重要性などについて、具体的な例を引用しながら説明する。

ORの一つの特徴として数学的に問題を解決することがあげられているが、効用の測定、定性的なものの数量化、目的の重みづけ、効率の尺度、費用と有効度との分析、他の尺度に読みかえる変換関数など数量化に必要な事項について具体的に説明する。ここの説明は後述の評価と関係が深いことも付言しておく。

ORで解く問題として例えば、確定的な問題、確率的な問題を簡単な事例で示し、それを見究める とも問題を明確にする一つの方法であるととを説明する。

問題を明確にする手段として、問題の調査方法、例えば、データの収集・分析、観察、討議、創造工学などについて、その使い方と重要性について説明する。この段階においては、KJ法の有用性などにも注目すべきであろう。

#### (b) 手順2: モデルの作成

意思決定のモデルに含まれる典型的要素と構造を説明する。まず、意思決定変数(decision variable)と呼ばれる変数  $X_i$  を含んでいる。これは、意思決定における選択の可能性、すなわち、各代替案を表現する変数である。次に、意思決定者が操作できないか意思決定の結果に何らかの影響をおよばす変数  $Y_j$  、を含んでいる。そして、一般に U=f ( $X_i$  ,  $Y_j$ ) の形になる。

Uは決定の効果を表現する尺度であり、f は  $X_i$  と  $Y_j$  をUに結びつける関数関係である。また、決定変数  $X_i$  、 $X_2$  、 … や  $Y_1$  、 $Y_2$  … がとり得る値の領域が制約されるときは、 $X_i$  と  $Y_j$  の 方程式や不等式で表現されることが多い。

問題を表現するモデルには、画像モデル(iconic model)、記号モデル(symbolic model)、類似モデル(analogue model)など各種の表現様式を各々具体的な例で説明する。 この他にJISでいう数学モデル( mathematical model )、質的モデル( qualitative model )、 骨的モデル( quantitative model ) の分類の仕方もある。とくに数学的モデルの中では確率的モデル( stochastic model )、確定的モデル( deterministic model )なども具体的な例について説明し、その使い方を修得させる。

この他に一般的に用いられる用語であるシミュレーション・モデル, 静的モデル, 動的モデル, 線 形モデル, 非線形モデルについても具体的で簡単な例で説明する。

過去において、ORで用いられた多くのモデルについて、いくつかの代表的類型に分類することができる。また、それらに対しての数学的操作の手法についての研究もかなり進んでいる。実際の問題の特徴を把握しつつ、それら手法の確立したモデルに定式化するよう試みることが有益であることを認識させる。

#### (c) 平順 3: モデルを操作して、望ましい解を求めること

ORでモデルを解くには数学的手法を使って解を求める数学的解法、繰返し計算を行なって解を求める反復計算解法、モデルによる実験で解を求めるシミュレーションなどを各々簡単な例をあげて説明する。

解にはその評価の水準によって、最適解と満足解とがあり、また、解の範囲によって全体解と部分解とがある。OR的な特徴ともいえる、これらの解の違いについて各々説明する。

#### (d) 手順4:解の実施と効果

評価の仕方によって全く異なる結論に導かれることを実例をまじえて説明する。ORにおいては、 評価の問題はむづかしいが、これを避けるわけにはいかないことを指摘し、手順1の問題を明確化する 際の測定や尺度とも深い関連のあることを説明する。

次いで、測定の方法、標本調査の仕方、データの解析や推定など一連の評価作業、さらにテストから実施に移る過程について説明する。

最近、評価の問題は大きな意味をもってきている。例えば、開発と公害のようなものを総合的に評価する必要性が高まってきている。テクノロジー・アセスメントのような技術が開発されているが、 今後、評価こそORが解決すべき大きな課題であることを指摘する。 以上に述べたORの一般的手順と方法は、講義して聞かせるだけでは教育効果はうすい。特に、問題の明確化や、どのような評価基準で意思決定の効果を測定するかの問題、また、モデルに定式化するプロセスなどは、実際の問題状況を与えて演習させることが望ましい。例えば、交通機関を使って、目的地へ行く際、選択可能な交通機関、時間と費用とをからめた費用有効度分析など行なって、評価をして行く例など分かりやすい。

## 1.4 時代的背景と経営科学の役割

#### (1) 時代的背景

当初軍事的目的で開発されたORが、産業界、さらに広く政治、経済、社会に普及して行く過程をよく理解してもらうために、先ず、産業上の必要性を中心に説明する。

第2次産業革命が起こり、これを引金として、経営規模の拡大と合理化とから、経営革新が叫ばれ、経営の科学化が要請されてきた経過を説明する。

経営科学 (OR) が経営や管理における意思決定、問題解決に対する現代的な接近法の一つであることが説明されたが、意思決定や問題解決そのものは、決して現代的でも新しいものでもなく、人間の歴史を通じて、個人の生活、集団や組織、社会の行動も、見方によれば、問題解決と意思決定の連続であったといえる。しかし、意思決定 (decision) とか問題解決 (problem solving) ということが、現在のように意識的に取り上げられ、それに対するよりよき接近 (approach) の重要性が認識されてきた時代的背景として、次にあげるような点を指摘する。

- ① 人間の活動、社会環境などの変化のペースが、以前と比較にならぬほど速くなってきた。
- ② 変化のペースの遅い環境における意思決定は、経験の蓄積や勘による決定でも十分に用が足りたが、不安定な環境や流動的な情勢においては、過去に蓄積された経験、知識があまり役に立たない。
- ③ 変化の速い情勢下では、問題解決や決定も迅速で正確なものが要求され、意思決定の失敗によるペナルティが大きい。
- ④ 解決すべき問題, 意思決定の規模は巨大化し, 極度に複雑化しており, 人間の経験や勘だけでそれらに対処することが頼りなくなってきた。
- ⑤ 上にのべたように、意思決定の重要性の認識と、経験や勘にかわる、あるいはそれらの補助的な 道具としての、新しい意思決定の方法への要請と相まって合理性、科学性を重んずる態度が一般に 浸透し、意思決定に対してもそのような接近が試みはじめられた。
- ⑥ コンピュータが普及し、膨大な情報の高速処理が可能になった。 意思決定のための情報処理を コンピュータにやらせようという要請は、意思決定そのものの合理化への圧力となってきた。

#### (2) 意思決定問題の規模

駅の出札口から出て行く乗客の切符を見て乗り越していないかどうか判定する駅員の判断も意思決定であれば、企業のトップが他社と合併しようかどうかを判断するのも意思決定である。しかし、決定の困難さ、規模において次元が違う。そこで、意思決定の困難さ、スケールなどを判断する一応の目安となる基準を理解させることが望ましい。そのために、戦術的決定問題(tactical decision problem)か、戦略的決定問題(strategic decision problem)かという

観点が有用であることを説明する。そのためには、 問題の性格を次の三つの次元から比較するとよい:

- ① 範囲 (range)
- ② スコープ (scope)
- ③ 目的指向性 (ends orientation)

問題の範囲とは、決定の効果が時間的にどの程度持続するかに関連している。たとえば、明朝何時に起きようかという決定は、その成功、失敗の効果は一日が過ぎれば感じられなくなるのが普通であろう。これに対し、アパートをどこに借りて住もうかという決定は、いったん、決断しアクションをとってしまったら、当分の間はその決定の成功、失敗とともに生きなければならない。したがって、この二つの問題を比較して、前者はより戦術的、後者はより戦略的な問題であるという。スコープの方は、決定の効果が組織内のどのぐらいの部門や人々に影響をおよばすかに関するものである。目的指向性とは、その決定の目的がどの程度明確に与えられ、定義されているかに関するもので、戦略的問題になるほど、目的がばくぜんとしていたり、決定の目的の明確化そのものが問題の一部となる傾向が強い。どのような代替案があるのかも、当初はわからない。これらの概念をはっきりさせるために、時間の余裕があれば演習として、二つの決定問題を与えて、どの基準にたてばどちらの問題がより戦略的であるかを検討させる。また、企業の新製品開発問題や長期計画は、戦略的問題としてのあらゆる特徴を備えているから、これらと在庫問題と比較しながら理解させるとよい。

戦術的問題と戦略的問題の性格を区別するもう一つの基準は、意思決定状況の反復性である。これは、上の範囲と関係深いが、多くの意思決定の問題状況は、比較的安定した条件で、ある時間的周期をもって反復して現われる。例えば、品質管理において、サンプルを観察しては、工程を一時止めて異常原因を調べるか、あるいは工程に異常なしと判定して、生産を続行するかの意思決定は、サンプルをとるでとにやつてくる。在庫管理における、発注しようかどうかの決定もそうである。このような問題状況は比較的安定しているので、モデルをつくってそれから意思決定ルール(decision rule)を設けておけば、反復してつかうことができる。これに対して、工場をどこに建てたらよいか、どんな新製品を開発しようかなどの問題状況は、一回かぎりの繰返しのない意思決定である。繰返しがあったとしても、問題状況は各回固有であり、その度ごとに新しい情勢判断がなされなければならない。このような性格の問題はど戦略的といえる。

# (3) 従来のOR活動とORの認識についての注意事項

戦略的性格の問題よりも、戦術的問題のほうが、問題の明確化、モデルの構築などすべての点で取り組みやすいことは容易に理解される。事実、従来のORが成果を収めているのは、その多くが、戦術的問題であったことを指摘する。経営の分野でいえばミドル・マネジメント程度のルーチンな(反復的)意思決定問題に対して、OR活動が盛んに行なわれてきた。

このこと自体は、きわめて自然なことで、コンピュータや機械でもやれるような単調でルーチンな意思決定問題の負担から、ミドル・マネジメントを解放して、高度の創造性と柔軟な知識が要求される、より戦略的な問題のために人間の能力を活用できるようにするのもORの主旨であることを研修生に理解させなければならない。しかし、かなり恣意的に限定した狭い問題領域を定義し、現実性に乏し

い仮定にたってモデルを構築し、モデルの数学的操作だけを厳密に行なうという努力のアンバランスな配分に起因するORの失敗例が多いことも説明する必要がある。すなわち、1.3のORの手順の手順3だけに重点がおかれると、成功のチャンスは乏しい。ORに関する多くの書物にも、いわゆる手法集が多い。大学におけるORの科目も、手法だけを教えているケースが多い。

以上のような原因から、一部の研修生のなかにはORに対して不信感をもつものや、ORを応用統計学や応用数学と同一視する傾向があることも、教師は念頭においておく必要があるであろう。また、システムズ・アナリシスなどと対比されるときには、ORとは与えられた代替案の集合のなかから、どれを選択すれば与えられた目的(あるいは与えられた目的関数)を最適に実現するかを数学的に解析することであるというように、きわめて狭義にORが定義づけされることもないではない。これらはいずれも正しい認識ではないことを指摘する。

## (4) 今後の経営科学領域のフロンティア

戦術的な意思決定問題はそのモデル構築が容易な場合が多く、問題が戦略的様相を呈するにつれて、モデル構築が困難になることを指摘した。しかし、戦略的問題に対しては、モデル構築を試みないということではないし、それが成功しないということでもない。問題の一部であるにしろ、その構築が明確化したものからモデルがつくられて行く。ある問題のモデルができないということは、それだけその問題についての理解、知識が不完全であることのあらわれにすぎないし、問題がより理解され、把握されるにつれてなんらかのモデルができるはずであるという観点をとるのが経営科学の立場であることを説明する。

ORの従来の成果がどちらかといえば比較的戦術的なルーチンな意思決定や、数学的手法に限られていたことを指摘しつつも、問題解決の重要性からいって、今後ORのフロンティアとして挑戦すべき領域は、より戦略的な問題であることを強調する。そのような問題へのよりよき接近法の要請は高まりつつある。そのような問題に対しては、1.3の手順3の数学的手法の重要度よりも、問題の明確化と正しい認識、決定された目的の再点検、評価、代替案の発見のプロセスの重要性が高まる。そして、このようなプロセスにおけるOR的接近法の重要な特徴として、エイコフとサシェーニは(2)、システム・アプローチと学際的接近法(interdisciplinary approach)をあげる。この二つの考え方、態度をよく理解させる。

#### ① システム思考

組織における問題や、経営・管理における意思決定は、ひとつの問題が他の諸々の問題から独立して単独に存在するということはまずない。一つのモデルが定義する問題は、サブ問題(subproblem)を定義しているにすぎないことが多い。サブ問題の最適化を追求するあまり、他の諸問題との関連についての配慮を怠ると、かえって組織全体、企業全体としての成果に悪影響をもたらす。そのようなサブ最適化(suboptimization)の弊害を理解させる。諸問題間の関連と相互作用を正しく把握しながら、全体としての最適化を企てるシステム的接近法が最近の経営科学ではとくに重要視されてきていることを説明する。計画問題などの戦略問題においては、いくつものサブ問題が集りをなしたものであり、それらのサブ問題が個々に孤立して解決されるのではなく、相互に関連し合う問題のシステムを形成したものとして、取り扱われるべきであるという観点である。

#### ② 学際的接近法

今後経営上の問題を科学的に解決するさい、ORだけではなく、いくつかの周辺科学も当然必要とされるし、それらとの位置づけを明らかにすることはORをすすめる上で有効である。

従って、その大略を理解させるとともに、常に周辺科学の専門家とORの専門家とが協同で問題を解決して行く態度を身につけさせる。

人間はだれでも、自分にとって慣れ合いの問題にぶつかったとき、経験から、どのような観点や 知識でその問題に取り組むのが効果的かを知っているが、不慣れな問題や複雑で当惑するような状況にぶつかると自分の得意な観点、知識からのみその問題を理解しようとする。

公害問題,都市問題,企業長期計画などの複雑、大規模な問題に対しては,経済・心理・工学など細分化された知識・観点だけでは無力なことが多いことを理解させる。したがって,なるべく広範な専門知識を動員して、多種の領域からの専門家よりなるチームを編成して,問題を理解し,評価し,検討・解決を試みるアプローチを理解させる。

ORの周辺科学として、例えば、IE、QC、経営数学、統計推計、実験計画法、計量経済学、システム工学、情報理論、信頼性工学、コンピュータ、ソフトウェア、多変量解析、行動科学、固有専門科学などがあげられる。これらの各々の概要、特徴、ORとの関係、位置づけなどを説明する。

今後巨大化して行くシステムを考えた場合、いくつかの周辺科学を組合せてこれに対処した方が よい。

ORの対象が企業から、政治、経済という社会現象にも色々応用されている例を指摘し、これらか巨大化複雑化している具体的事例を示し、ORの今後果たすべき一つの方向を説明する。

てのような問題に対処するためには、ORばかりでなく、各種技術・知識の発展や結合が要請されている著名な事例、例えば、アポロや国産YX機の開発例でも使って紹介する。さらに、最近は資源問題にみられるように、国家を超える問題が山積しており、学際的な協力のもとに、ORを始め、諸科学の果たす役割が拡がって行くことを具体的な例をあげながら、説明する。

説明の過程で研修生自身にもとれらの問題について個々人の考えを討議する場を作って指導する。

# 指導上の留意点

- (1) この章は抽象論におちいらないように、できるかぎり実例や例題を用いて説明する必要がある。 実際の問題状況を与えて、討議を行ったり、レポートを書かせたりして、経営科学的方法の演習を行 なわせることにより、基本的態度を身につけさせることができる。
- (2) 企業における実際的な問題状況を記述して、その問題に対する接近法を  $2\sim3$ 人のチームで考察・検討させ、レポートをかかせたりする方法も有効であろう。

# 参考文献

- (1) Churchman, C, W., R. L. Ackoff and E.L. Arnoff, 森口繁一訳、「オペレーションズ・リサーチ入門」、上下、紀伊之国屋、1957 長い間、ORの古典的なテキストとされてきた。
- (2) Ackoff, R.L. and M.W. Sasieni, 「Fundamentals of Operations Research」, Wiley, 1968 (邦訳, 松田武彦, 西田俊夫訳, 「現代ORの方法」, 日本経営出版会) ORの一般的アプローチと方法論がよく書かれている。また, ORにおけるシステム・アプローチと 学際的アプローチが強調されている。その意味で第1章から第4章までが大切。また, 最後の第7章でORのフロンティアとして, 今後の課題, 役割が論じられている。
- (3) 春日井博,加瀬谷忠美,「解説 O.R 入門」,電気書院,1965 第2章のORの変遷史は興味深い。
- (4) 額田厳,「経営科学入門」,日本経済新聞社,昭和45年(1970) 経営科学に関するエピソードや話題が豊富である。しかし,統一性に欠け、解説に深さがなく表面 的なきらいはある。
- (5) Bross, I.D.J., 犬田充訳「デシジョン・メーキング」, 講談社 モデル構築の意味, 意思決定におけるモデルの役割について見事に解説されている。
- (6) 鈴木栄一,高森寛,「情報科学の基礎」,青学出版,1973 モデルの意味と役割,意思決定や,システム的アプローチを解説。
- (7) Engineering Curriculum Project (平松啓二訳)「Man Made World」、技術評価の工学的入門、オーム社、モデル構築、意思決定、コンピュータなど、現代の特に、ソフト・テクノロジーに関する解説がすぐれている。
- (8) 日科技連OR演習部会編,「初等ORテキスト」,日科技連,1972 ORの代表的手法を簡潔に解説。最後の「第11章定式化」では例題を使ってOR的アプローチを演習させている。
- (9) 川喜田二郎,「発想法」中公新書,1967 ORの一般的手順の中の問題の明確化,問題状況の正しい認識への接近,構造の発見などのプロセスにおいて,との本の提唱する K J 法は試みる価値がある。
- (II) Morse, P. M. and G.E. Kimball, 「オペレーションズ・リサーチの方法」, 日科技連, 1955 (絶版)

# 第2章 経営科学の諸手法などの紹介

**用語** この章では次の用語を教える。

在庫問題、待ち行列問題、ゲームの理論、シミュレーション、線形計画、最適解

# 目 標

ここではORの代表的な手法について具体的に分かりやすく紹介する。手法を通してORを具体的な 形で理解させる。

まず各手法について、その概要、簡単な原理、操作例、簡単な適用範囲などを理解させる。手法の理解 がすすめば、それが現実にどのように応用されているのかを理解させる。応用例を紹介するさい、常に ORの考え方やORに取組む態度を身につけさせる。

ORは今後益々コンピュータと密接な関連をもちながら発展して行くことが予想されるので、ORをコンピュータにのせるのにはどうすればよいのか、どのような効果があるのかを理解させる。

# 内容

# 2.1 在庫理論

- ① 在庫理論の目的、概要について説明する。
- ② 企業における在庫の重要性、ABC分析、発注点方式、定期発注方式など在庫模型を理解するの に必要事項を前もって説明する。
- ③ 在庫模型を作成の上で必要な条件、例えば、発注費、品切れ損失、在庫保管費、調達期間、安全 余裕などを教え、それらを使って在庫模型の構造、経済発注量の代表的な算定式および図解したも のを説明する。
- ④ 発注点方式の概要を図解しながら説明する。次いで需要が確定している場合の簡単な在庫模型から、経済発注量を求める算定式およびその過程を説明する。需要が正規分布で変動する場合の発注点方式についても上と同様に説明する。
- ⑤ 定期発注方式の概要を図解しながら、発注点方式と比較の上説明する。
- ⑥ s − S 方式の概要を説明する。
- ⑦ 在庫の問題には各種の事例があって、解き方も、シミュレーション、確率理論、ゲームの理論などがあることに触れておく。

**在庫問題**は詳細には経営科学(II)でも学習するので、こゝではモデルの簡単な紹介程度にとゞめる。

#### 2.2 待ち行列理論

- ① 待ち行列の歴史、目的、概要について説明する。
- ② 待ち行列とは客の到着の仕方、サービスの窓口数、サービスの時間から成立つ模型であることを 説明する。

待ち行列には到着間隔,サービスの時間分布,窓口数の組合せにより,各種模型が開発されていることをケンドールの記号も合わせて紹介する。

- ③ いわゆるM/M/S型についてはその公式や変数の定義をくわしく説明する。説明する範囲は平均到着率、平均サービス時間、平均サービス率、ポアソン分布、指数分布、トラフィック密度やそれを使った各種公式、例えば、利用率、待ち率、待ち時間などが含まれる。
- ④ 窓口が1と2以上の場合のように、具体的な数値で計算した例を示し、その違いを説明する。
- ⑤ 公式を導き出す説明は必要でないが、理解を深めるために、簡単な基本的公式、例えば系にn人 いる確率Pn程度は説明するのもよい。
- ⑥ 到着またはサービスがアーラン分布,一定時間,一般分布のものを各々組合わせた待ち行列の模型 については公式などを示すことなく、簡単に紹介するに留める。
- ⑦ 待ち行列をシミュレーションで解く方法はその存在を付言するとともに、シミュレーションのと ころで扱うことを断っておく。

**待ち行列問題**は経営科学(II)では取り扱わないから、こゝではかなりの時間をさいて、ていねいに教えることが望ましい。待ち行列問題は在庫問題と並んで、かなり普遍的に存在する問題であり、難しい数学的理論は教える必要はないが、研修生にこれらの問題になじませるように心がけること。

待ち行列理論は歴史も古く、ORの中でもよく普及していることに触れておく。

# 2.3 ゲームの理論

- ① ゲームの理論の歴史、目的、概要について説明する。
- ② ゲームの理論で使う基本的な用語,例えば,参加者,選択,支払い手番,人的手番,偶然手番, 戦略,試合などをあらかじめ説明する。
- ③ ゲームの樹形図および展開型ゲームを簡単な例で説明する。
- ④ 標準型ゲームを例えば、ゼロ和2人ゲームの分かりやすい例を使って説明する。
- ⑤ 標準型ゲームには、参加者人数によって1人ゲーム・n人ゲームに、各参加者の得る利得によってゼロ和ゲーム・非ゼロ和ゲームに、戦略の中の確率の有無によって純粋戦略ゲーム・混合戦略ゲームに、戦略の数によって有限戦略ゲーム・無限戦略ゲームに分けられることを例をつけて説明する。
- ⑥ ゼロ和2人ゲームの例を示し、支払行列、ミニマックス原理、マクシミン原理、鞍点、ゲームの値、ゲームの解を説明する。
- ⑦ 混合戦略を純粋戦略と対比しながら、例をつけて説明する。
- ⑧ 非ゼロ和ゲームについて囚人のジレンマのような例を使って簡潔に説明する。
- ⑨ ゲームの理論と線形計画法との関係については示唆する程度にとどめる。

ゲームの理論がそのま > のかたちで実際問題に役立つケースは少いが、競合下の意思決定、不確性に対する対処の仕方などについて研修生の考え方やアプローチを訓練するよう心がけること。

#### 2.4 シミュレーション

経営科学(OR)の適用において、モデルが構築されても、操作変数、非操作変数の個数が多すぎたり、モデルの構造が複雑すぎて、数学的操作では最適解を導くことができないことも多い。目的関数や評価関数が複数個あったりする場合も多い。このようなときは、モデルで操作変数に値を与えて種々のポリシーを実験してシステムの挙動を調べるというシミュレーションの方法が有効であることを理解させる。

シミュレーションの歴史、目的、概要について説明する。とくにORでいうシミュレーションの特徴、 数学的模型であることとモンテカルロ法について簡単に指摘しておく。

シミュレーションには確定的シミュレーションと確率的シミュレーションのあることを述べ、確定的 シミュレーションについて例をあげて説明する。また、豊富な演習問題を用意して、理解を高めるよう 指導する。

コンピュータ利用の普及と相まって、経営科学が今後、複雑大規模な問題と収り組むに際しては、シミュレーションは経営科学の主要な道具として重要度を増すであろうことを認識させること。

シミュレーション特有の技術上の問題、原理、手法に関しては、独立に科目「シミュレーション」が 設けられているから、そちらにゆずる。

# 2.5 線形計画

**線形計画**の詳細は経営科学(II)で学習するから、ことでは、線形計画モデルを紹介し、文章で与えられた問題を線形計画モデルに定式化できる程度の能力を身につけさせる。

数理計画法の目的,概要,適用,一般的構造、性質、制約条件、目的関数などについて説明する。

線形計画法については簡単な事例により定式化を行ない、その制約条件や目的関数を示す。それを実際に算術的な方法や図表で解き、可能解(feasible solution)や最適解(Optimal Solution)を述べ、逐次的な反復過程による解の求め方や各変量の経済的意味を以後の説明の導入に役立つように説明する。

線形計画法には配分問題、輸送問題、割当問題などがあることを紹介し概略説明する。

線形計画法は資源配分の数学的模型なので、この考え方がさらにすすむと産業関連分析にも連結して 行くことも紹介する。

数理計画法はORの中でも最もよく普及している点に触れる。

#### 2.6 ORとコンピュータ

- ① ORとコンピュータの結びつきについての歴史,必然性,概要および将来性を説明する。
- ② ORの手法のうち、コンピュータで処理できる範囲と結びつきの濃淡について説明する。
- ③ コンピュータで処理できるORの代表的なソフトウェアについて、概要、ゼネラル・フローチャー

- ト,入出力,特徴,処理能力,特殊処理,名称(有名なものに限る)などを説明する。 これには線形計画法、PERT、需要予測,計量経済分析,シミュレーション,インダストリア ル・ダイナミックスなどを含む。
- ④ 代表的なソフトウェアから、シミュレーションのGPSS、インダストリアル・ダイナミックスのDYNAMOなどを選び、ORの模型の作成から、実際にコンピュータで処理するまでの過程の 概要を説明する。コンピュータの使用が可能であれば、実際簡単な例を使って実習し、処理方法を 修得させる。

著名なソフトウェアについては特定メーカのものも紹介する。

ORとコンピュータとの関係を概略理解させることが目的なので、余り専門的にくわしくならないようにする。

## 指導上の留意点

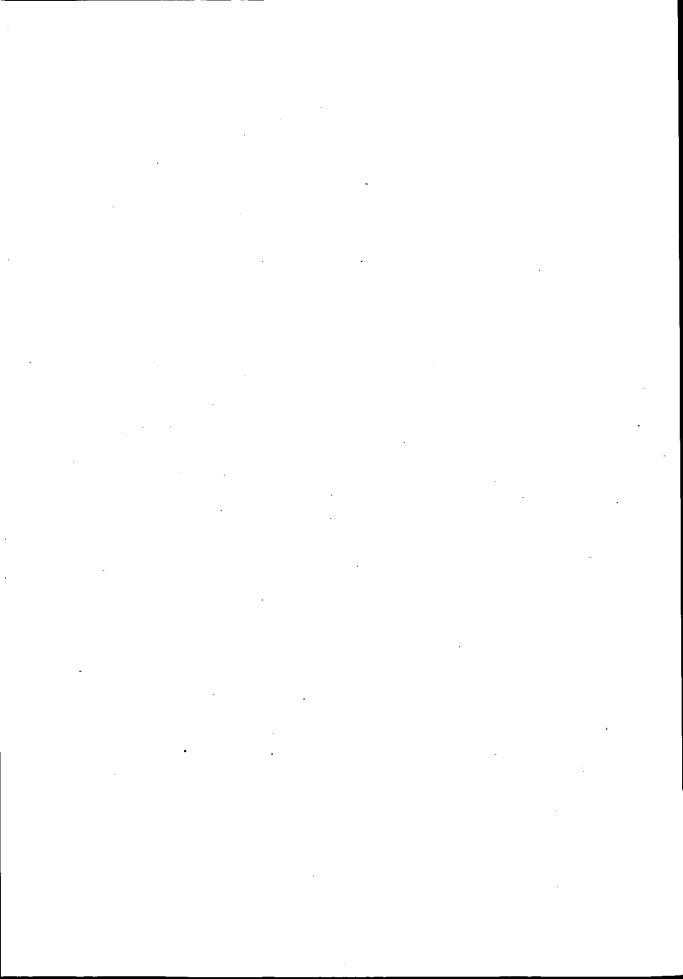
この章では、経営科学の諸手法のうち、代表的なものについて、その概要を理解させれば十分であり、 詳細については、専門編の「経営科学II)」、「シミュレーション」にゆずってよい。ただし、待ち行列 理論とゲーム理論については、他では取扱ってないので、この科目で詳しく触れておく必要がある。

## 参考文献

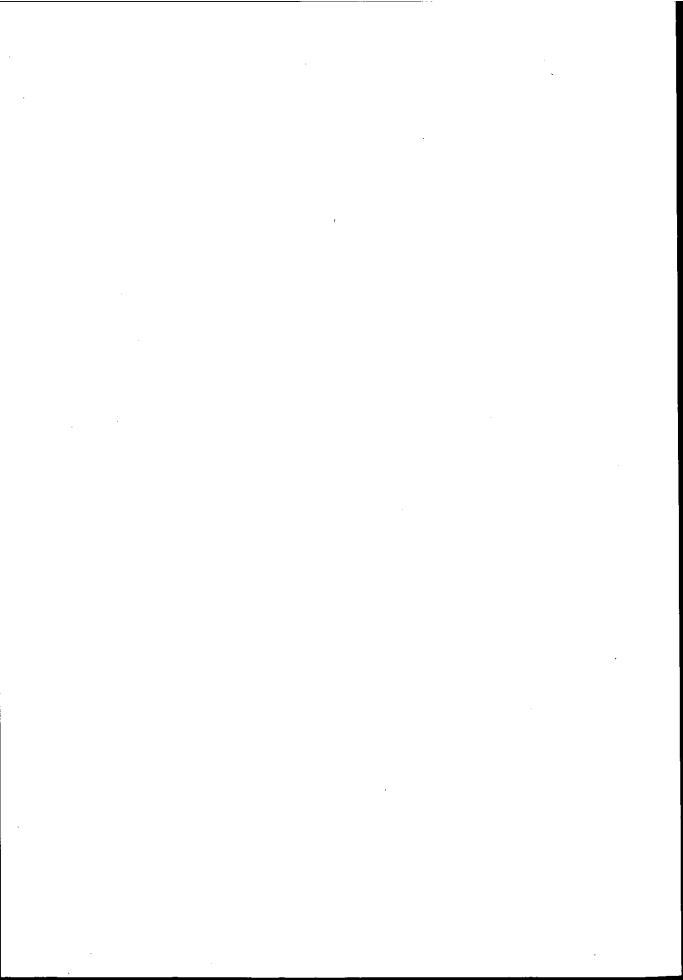
- (1) Churchman, C.W., R.L. Ackoff and E.L. Arnoff, 森口繁一訳, 「オペレーションズ・リーチ入門」, 上下, 紀伊之国屋, 1957
- (2) Ackoff, R.L. and M.W. Sasieni, Fundamentals of Operations Research], Wiley, 1968

(邦訳,松田武彦,四田俊夫訳,「現代ORの方法」,日本経営出版会)。 各章末には、演習問題がたくさん与えられている。

- (3) 近藤次郎、「オペレーションズ・リサーチの手法」、日科技連、1973 初心者向けのやさしい解説書で、標準的なテキストとして使用しうる。
- (4) Thierauf, R.J. and R.A. Grosse, 「Decision Making Through Operations Research」Wiley, 1970 (邦駅、斉藤嘉博駅、「オペレーションズ・リサーチ概論」、日科枝連) ORの手法を経営意思決定への応用を中心として解説している。各章の終りにはよい演習問題が与えられているから、利用価値がある。
- (5) 佐治信男,白根礼吉、横井満、大前義次、「オペレーションズ・リサーチ、理論と実際」、培風館、昭和38年(1963)。 O Rの手法が中心だが、かなりていねいに書かれている。
- (6) Wagner, H.M.「Principles of Operations Research With Applications to Managerial Decisions」Prentice Hall, 1969. OR手法の辞書のような本で、実際家向けにやさしく解説してある。アメリカのビジネスマンの間でベストセラーになった。まだ邦訳はない。OR分野のほとんどの手法が解説されている。
- (7) 日科技連〇R演習部会編,「初等ORテキスト」,日科技連,1972



## 索引



【ア 行】	オ ヘレーションス・リサーチ ··············· 3 5 8
アーキテクチャ	オペレータ
アカウンティング・ルーチン298	オンライン・システム 65
アドレス指定方式 95	オンライン処理 82
アドレス修飾 9.9	
アナリスト267	【カ 行】
アナログ・シミュレーション343	カーネル法 126
アプリケーション・プログラム 62	カージナル数317
アベイラビリティ113	確定的モデル 339
アロー・ダイアグラム339	確率 3 2 7
ASSIGN文124	確率過程328
IOCS114	確率的モデル
インストラクション・ミックス法126	確率分布
インデックス修飾	型宣言文 1 2 4
E変換	活動
INITIATE 命令 ···································	稼働率
委員会245	可変長データ 92
意思決定358	関係 318
意思決定モデル360	関係演算子
一意名1 5 3	関係人 1.35
一意参照153	関数(写像) 318
一般形式153	間接アドレス 99
一時的ライブラリ189	間接媒体入力方式
ANS I1 5 1	<b>管理会計</b> 252
A変換125	管理過程236
EXTERNAL文124	管理サイクル 249
END FILE文 ··················124	管理プログラム61
H変換125	外部仕様 2 6 4
L変換125	概要設計
SCERT126	学際的接近法 3 6 5
X変換125	キーパンチャ
演算增幅器344	ギブソン・ミックス
演算時間 84	記憶装置の階層構成 94
オーバレイ構造184	記憶保護 91
オープン方式296	企業 228
オフライン・システム	木構造
オフライン装置 81	基準250
オペレーショナルな管理250	機能的サプシステム 236
オペレーティング・システム 58	<b>機能</b> 但樣書 174

1	
基本ファイル	コマーシャル・ミックス126
基本項目157	コンピュー 夕向き言語 ・・・・・・・・・・・・116
切り捨て誤差	故障率354
極限323	勾配法350
極値法349	構成図339
共通ブロック141	構成単位342
級数323	構造モデル 339
近代企業	構文解析 ······· 112
<b>公</b> 3 18	固定チャネル105
逆行列320	固定記憶装置 93
行ベクトル	個別計画 24 2
3 2 0	互換性
3 2 1	
行列式	f + a
クラメルの公式	【サ 行】
クローズ方式	サービス・プログラム
クーン・タッカーの 鞍点定理	再運転
グラフ 3 1 8	再入可能プログラム 187
<b>空集</b> 合 317	再配置可能プログラム186
区分化122	最適解370
区分編成ファイル 192	最適化365
ゲームの埋論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	最大原理319
経営234	最適化システム349
経営科学358	索引順編成ファイル192
経営諸要素	索引順編成154
経営組織243	作用対象 160
経営と計画	作業工数308
経営目的234	作業工程308
経営理論235	作業指示書309
経営職能の分化	在庫問題
経営組織構成上の諸原則244	残存確率
計画 240	システム・モデル 338
計画の意義240	システム・グラフ
計量値328	システム・シミュレーション
計数値	システム・ライブラリ
権限	システム思考3.65
検査成績書	
検査仕様書 · · · · · · · · · 223	システムズ, エンジニア
(表記   1   1   1   1   1   1   1   1   1	システムズ・アプローチ 231,262
原始帳票276	システム運営組織
	システム導入組織 72
原始モジュール 182	システム仕様の凍結 266
原始プログラム・リスト 21.1	システム仕様書
現状調査75,264	システム開発
現状分析	システム的な考え方
コード設計75,271	シミュレーション
コマンド・チューニング106	シミェレー ション言語 ・・・・・・・・・・・・ 117
•	. *

ジョブ管理	順序対318
ジョブ制御言語	スケジューリング
シンタックス	スループット
シンプレクス法	スタック方式 95
C SMP 3 4 5	数列323
C E 2 9 7	数值微分331
CODASYL151	数值積分
SIMSCRIPT 345	数式処理言語
CSS1 2 6	セマンティックス 112
SEEK 命令 ···································	
GPSS	セレクタ・チャネル106 SECTION気
	SECTION句 ····································
G 変換 124	正書法
GENERATE命令122	正規分布 328
支援プログラム	静的モデル340
四捨五入331	生産管理251
私用ライブラリ 189	整合寸法141
主記憶装置 93	青任247
出力設計75,273	積集合317
修飾153	積分 324
集団項目157	節点グラフ 339
収束323	設計仕様書
所有と経営の分離 2 2 9	専門経営者
初期値設定副プログラム	戦術的決定問題
処理プログラム 67	戦略的決定問題 363
処理手順の設計 75	戦略計画
情報処理	戦術計画
情報処理技術者38	宜言部分 159
情報処理産業	全体集合 3 1 7
真318	詳細設計 75
真理値318	絶対誤差
診断プログラム	相対アドレス 100
信頼度	相対誤差 3 3 1
信号流線図339	双対定理
事務256	操作員指令(オペレータ・コマンド) 200
事務管理257	組織化 243
事務機械259	組織の垂直的分化
<b>事務分析技法259</b>	組織の水平的分化
事象同期型345	組織の類型244
時刻同期型 ·····345	風性 342
状態推移355	SORT命令 ······ 121
条件文318	【夕 行】
常徽分方程式331	タイムシェアリング・システム 65
順編成154	ターンアラウンド・タイム
順呼出し154	ダイナミック・プログラミング349
順編成ファイル192	タスク管理114
resmines. / ·	

TERMINATE 命令 122	DATA文 ······· 1 2 4
DY NAMO 3 4 5	提案書
対偶318	手続き向き言語 ・・・・・・・・・・・・・・・・116
対角行列320	転置行列320
対称行列320	統制 248
多重プログラミング	統合テスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 218
多重処理	登録集
待機冗長システム 3 5 4	特殊レジスタ
単位行列 320	取引ファイル281
単純構造	導関数324
探索法 349	動的モデル
端末装置	導入運営経費 73
短期計画241	導人基本計画 72
第一世代 57	独立作業場所 157
第二世代 5 7	独立項目157
第三世代 5.7	度数分布表326
代替案比較法 349	ド・モルガンの法則317
チェッカ	
直積 318	【ナー行】
直接アドレス : 99	内積320
直接入力方式275	内部仕様266
直接媒体入力方式275	内部統制 251
直接編成154	流れ図の標準化 … 76
直接編成ファイル 192	名前付共通ブロック
直定数	二項分布 328
直列システム	入力設計 75,273
中心極限定理	ネットワーク・フロー350
長期計画	
帳票設計 7.5	【ハ 行】
逐次処理 87,9	バージョン(版)301
通信回線	バーチャート310
通信制御装置	バッカス記法112
通信制御方式 6 6	パッチ処理
通信方式 6 6	バッファ方式 95
ディシジョン・ツリー	バッファ記憶装置 94
ディウタル・シミュレーション	PACSS 126
デバッギング・エイド	BACKSPACE文124
デュアル・レステム	発見的手法
デュブレックス・システム 65	販売管理 251
ディレードタイム・システム	半固定記憶装置 ···· 93
データ管理	倍精度実数型 124,133
テーラの定理	倍精度実定数 133
テーラ級数324	ヒストグラム 326
データ通信システム	標準化マニュアル
デバグ機能 162	標準化 84
D 変換 1 2 4	標数331

	•
標準偏差	変復調装置
非線形計画法	ポアソン分布328
否定 318	ポーランド記法112:
非手続き向き言語	報告書節
非同期処理114	報告書作成124
標本分布 3 2 8	補間法 3 1
標本平均の分布	補集合 317
表意定数152	保全度
表操作 161	<b>簿</b> 記
品質管理	母集団 3 2 8
<b>徽</b> 係数	<u>.</u>
	The second secon
<b>微分</b>	- <sup>1</sup> マ 行】 - 1 5500 (マ 行)
微分方程式 324	マネ ジメント・コントロール2 4 9 ;
フェイル・セイフ	マルチプレクサ・チャネル10:6::
フェイル・ソフト	待ち行列問題3.69
フール・プルーフ353	見積書308
プロジェクト	無限集合317.
プロジェクト・コントロール	メモリ・サイクル・スチール105 .
プロジェクト・チーム	命題
プログラム・ライブラリ	命題の裏318
ファシリティ管理(FM) 299	モンテカルロ・シミュレーション345.
ファイル編成	モジュール化
ファイル抜出し	モデル構築 36.0 :
ファイル設計 75	目的モジュール 1.8.2 %
ブログラム設計仕様書	文字型 124点
プログラム・テスト仕様書	問題向き言語・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
プログラムの編集 187	Provide Main
プログラミング言語	[ヤ 行]
プログラム仕様書 75	有限集合317
プログラムの標準化 76	
	有効析 331
プロジェクト制	有効さの尺度348
プロセス設計 285 符号変換 102	余因子
to the state of	要素
	予算統制 253
複素定数	予備調査 7.5
	予約語152
分解原理350	呼び名152
分離符152	
分類・比較法126	【ラ 行】
ベクトル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 2 0	ラベル・レコード
ベンチマーク法126	LINE-COUNTER 121
PAGE-COUNTER ····································	乱数345
ペース修飾 9 9	乱呼出し 120,154
平均值327	リアルタイム・システム
平均命令実行時間 84	リモート・バッチ・システム 65
並列冗長システム354	リロケーション100
	100 Indian

リアルタイム処理	8 2
リスト処理言語	1 1 7
利益計画	
利用者マニュアル	222
禀議制度	
REWIND文	
REPORT句 ······	
RELEASE命令 ····································	
RETURN命令 ······	
例外による管理	
列ベクトル	
連係編集プログラム	
連結語	
連続処理	
連想記憶方式	
ロード・モジュール	
論理和	
論理積	
論理型	
論理項	
論理式	
論理因子	135
論理回路	8 7
論理設計	90
論理1次子 ····································	
論理演算子	
論理 I F 文	
論理代入文	124
【ワ 行】	
和集合	
割込処理	
割当て型 GO TO文	124

## - 禁無断転載 -

昭和49年3月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発センター 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機 械 振 興 会 館 内 TEL (434) 8211 (代表) 印刷所 株式会社 ジュコー

東京都品川区北品川4~8-15・Mビル TEL (449) 2264

10 mm

