

経情協46-22(2/2)

一般管理者向け
企業内コンピュータ教育
テキスト (Bコース用)

昭和47年5月

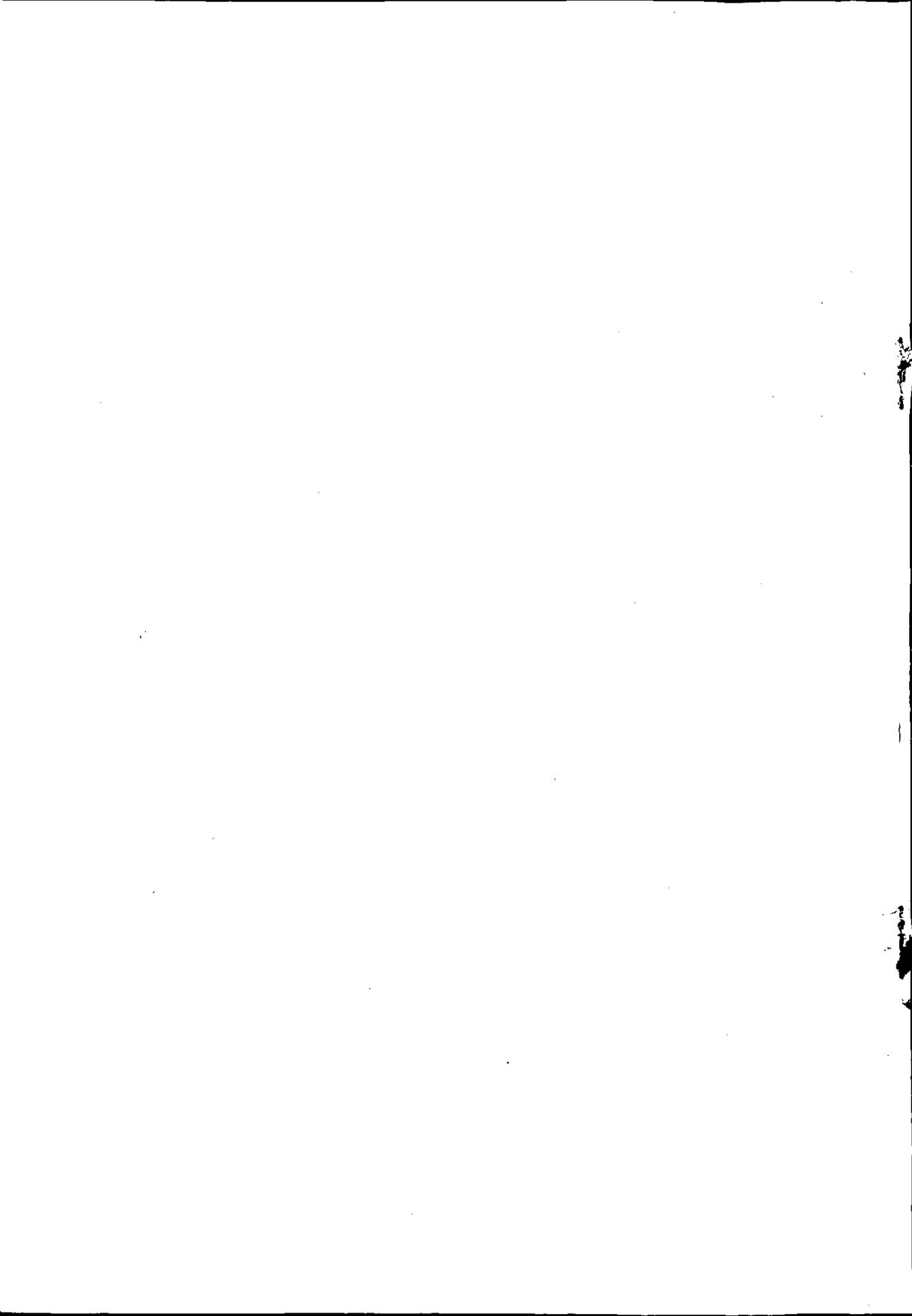
財団法人 日本経営情報開発協会



この報告書は昭和46年度における日本小型自動車振興会から小型自動車競走法に基づく自動車等機械工業振興資金の受付を受けて作成したものであります。

総 目 次

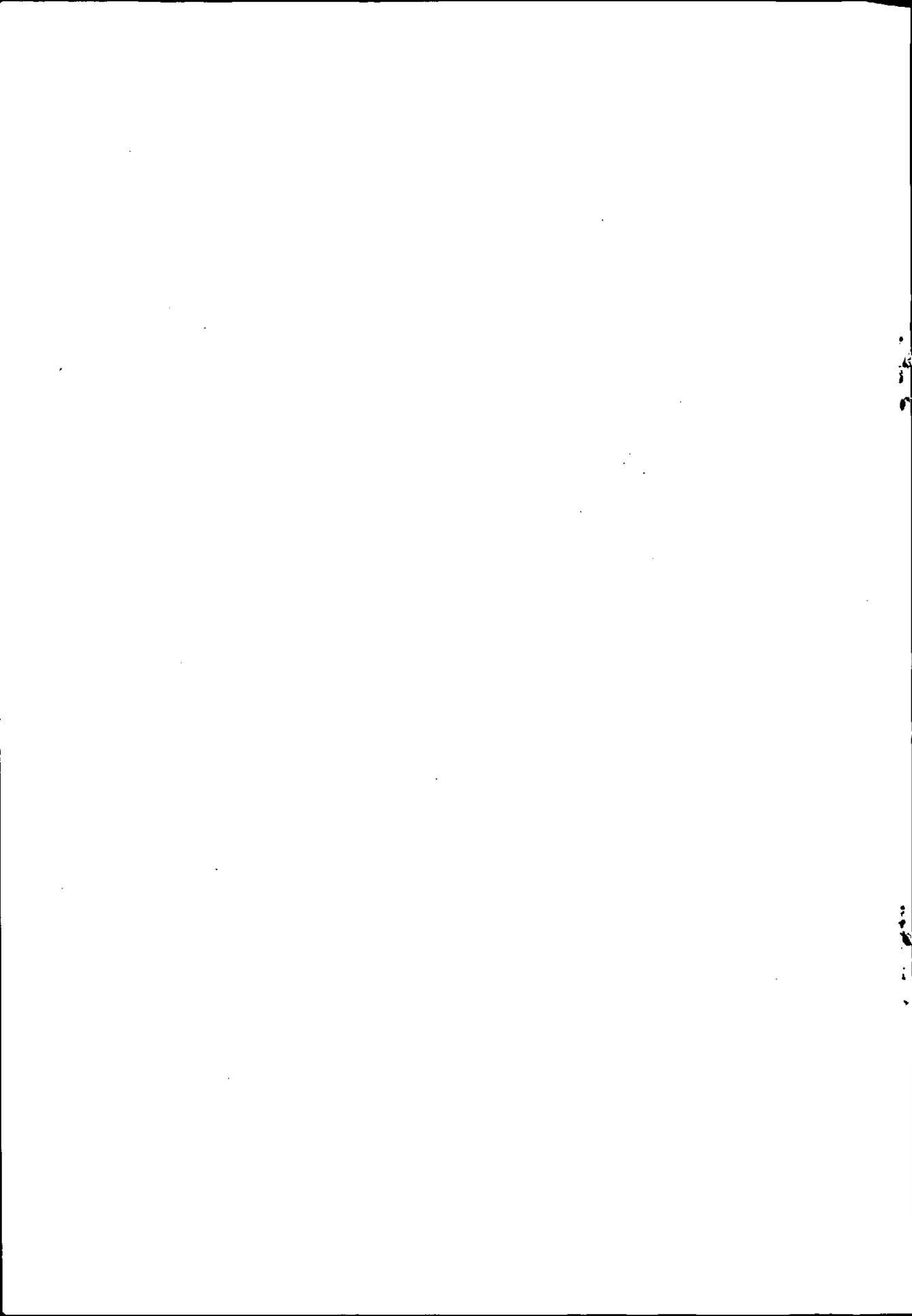
第 1 部	データ・プロセッシング概説	
	I データ処理	1
	II 事例研究	2
第 2 部	システム設計	
	I フローチャート	5 5
	II 事例研究	7 3
第 3 部	マネジメント・サイエンス	
	I オリエンテーション	8 9
	II 計画の科学	9 8
	III 予測の科学	1 0 6
	IV 管理の科学	1 2 1
	V シミュレーション	1 3 0
	VI 多変量解析	1 4 2



第1部 データプロセッシング概説

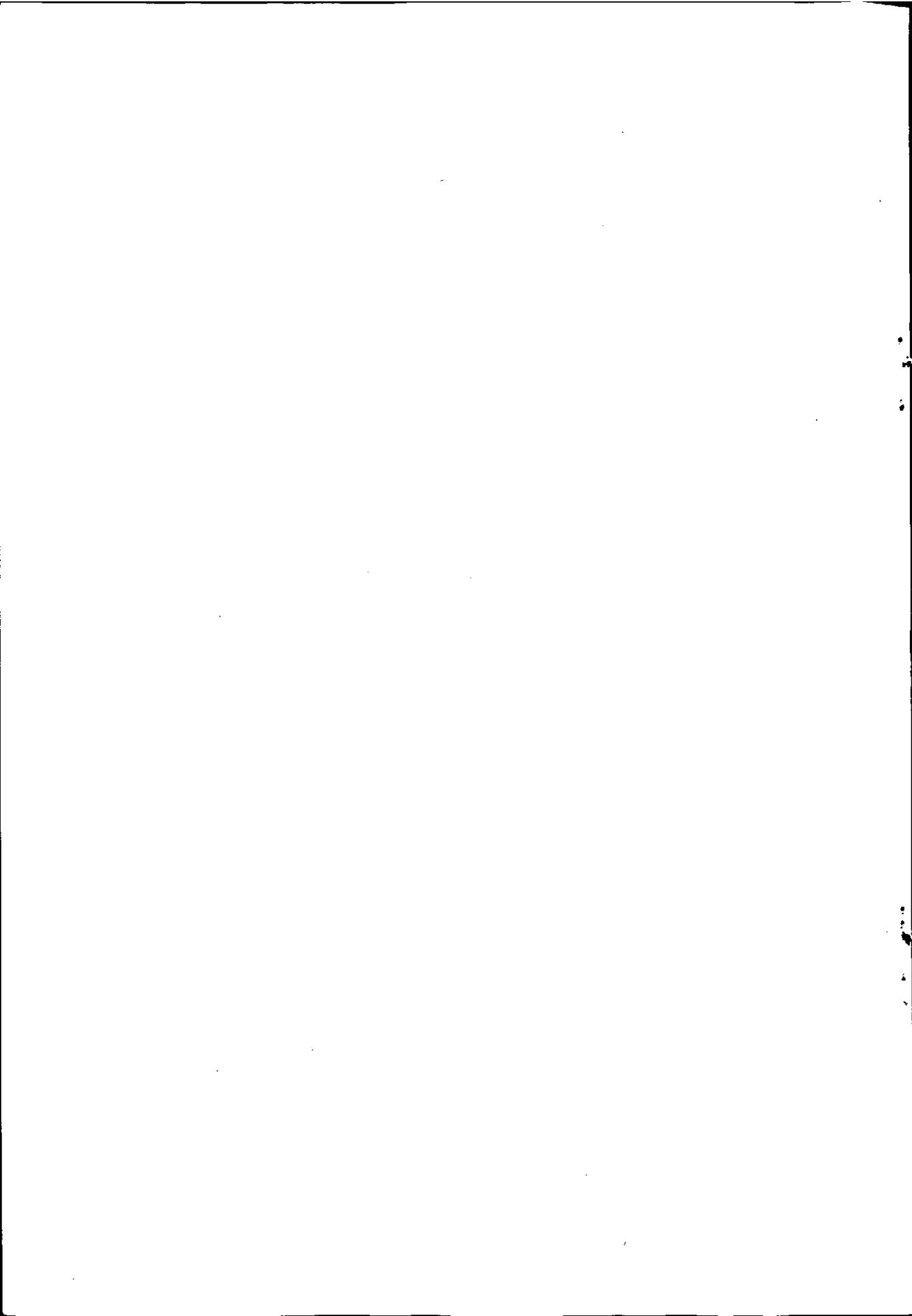
目 次

I	データ処理	-----	1
II	事例研究	-----	2
	1 情報検索システム	-----	2
	2 タイム・シェアリング・システム	-----	1 2
	3 給与計算システム	-----	2 4
	4 会計システム	-----	3 9
	5 生産管理システム	-----	4 3



第 1 部

データ・プロセッシング概説



I データ処理

情報化時代と言われている今日、情報は企業内外に氾濫している。氾濫している情報の中で、自分にとって必要な情報は何か、また、どこにあるのを見極めなければならない。企業にとって必要な情報に関しても、同様である。現在、従事している業務に関する専門書、機関誌、雑誌等の数を取り上げてみても、それらが本屋の書棚にあふれていることからわかる。発行されている書物を全部読むことは、不可能に近い。そこで、まず必要な本を選択しなければならない。本の選択の基準は、その本に必要な情報があるかということである。つまり価値のある情報と、価値のない情報に分けなければならないのである。この様に、情報が社会に氾濫している背景には、社会構造の複雑化ということがいえる。社会が複雑であることは、社会に対応していこうとする企業においても、同様に複雑化現象をとらざるを得ない。企業内部が複雑になれば、事務が複雑になってくることを意味する。

一方、事務量も増大の一途をたどっている。従来は、事務量の増加に対して、事務員の補強によって処理をしてきた。しかし、人件費の高騰を考える時、いつまでも人手によることはできず、機械化せざるを得なくなってきた。

データ量も増加する一方で、データの整理、集計等に時間がかかりすぎるようになってきた。集計等の作成に多くの時間を費すため、集計ができたころには、周囲の状況が変わっていたということにもなりかねない。

〇〇日の売上日報が、数日後に作成されたのでは、販売担当者はずぎにどのような販売戦略をたてればよいのかわからなくなる。

迅速に販売分析をすることができれば、よく売れて利益の出る製品の生産量を増し、売れない製品は、生産を中止することもできる。

計画的に生産することも、有効な情報を速やかに得ることにより、可能になるわけである。また売掛金の回収状況などが、すぐに把握できないよう

では、貸し倒れによる大きな損失を招くことにもなる。

在庫においても、正確な情報が必要である。在庫が少なすぎると、客を失なり結果になる。在庫が多すぎると、資金がねてしまい。企業としては、在庫にかかる全費用を最低にしたい。この問題を解くためには、数学的な手法も必要となってくる。今、この計算を人手で行なうと、計算結果の出たところには、在庫の状況が大きく変わっているに違いない。そこで在庫管理においても、コンピュータを利用する部分が数多く考えられるわけである。

給与計算でも、コンピュータはよく利用される。給与の計算式は、企業によって決まっている。5,000人もの従業員をかかえている企業では、その従業員の給与計算をするのに、数人の社員が数日を必要とするであろう。しかも人手による計算には、誤りが生じやすいことは言うまでもない。このような人間が最も苦痛で退屈なくり返し作業（単純作業）を、コンピュータにおきかえることにより、人間は人間らしい仕事、創造豊かな仕事をする時間を多く持つことができるようになる。

コンピュータは、事務上の作業を減らし、経営管理を改善していく道具として、各方面で利用されている。この利用のし方を、以下の事例により検討してみよう。

Ⅱ 事例研究

1 情報検索システム

情報検索が、具体的にどのようなシステムで行なわれているかを説明しよう。

（1971年版コンピュータ白書より）

A. 運輸省の自動車登録検査システム

運輸省の自動車登録検査データ通信システムのサービスが1970年3月2日から習志野と東京のコンピュータを結んで始まったが、同年6月1日には東京と関東各地の陸運事務所（支所もふくむ）11カ所のサービスが開始された。1971年10月1日に名古屋陸運局と大阪

陸運局管内に、1972年4月には札幌、仙台、新潟、広島、高松、福岡の各陸運局管内に実施地域が広がり、最終的には全国65カ所すべてオンライン化される。

わが国の自動車保有台数は1960年度には全国でおよそ340万台にすぎなかったが、1969年度には1,653万台、さらに1974年度には2,900万台に達すると推定されている。

このような自動車保有台数の急増にともなって、登録検査業務は従来のように人手による処理ではさばききれなくなり、コンピュータを導入することにより敏速に処理することが要請された。そこで自動車の“戸籍”を1カ所に集めて、コンピュータに登録しておき、全国どこでも陸運事務所からでも登録変更ができるようなシステムを電電公社が運輸省から委託を受けて設計した。このシステムは、東京丸の内の自動車登録センターにコンピュータ2セットを設置し、これと各陸運事務所、支所間を每秒1,200ビットの通信回線で結んでいる。センターのコンピュータは記憶容量524KC、周辺装置には1台あたり、およそ250万台分の自動車の登録内容がファイルできる磁気ディスク装置があり、ターミナルとしては各陸運事務所では情報を入出力するマークシート・リーダーとプリンタがある。プリンタは3枚コピー式で、1枚目は陸運事務所の控え、2枚目は登録事項と通知書などで、3枚目は自動車検査証、まっ消登録証明書、登録事項等証明書いずれにも使える。このシステムの適用業務は次のように登録関係、検査関係、管理の各業務から成っている。

〔登録関係〕 新規登録、移転登録、変更登録、まっ消登録、更正登録、抵当権登録、番号変更、登録事項等証明書発行などの業務

〔検査関係〕 新規検査、継続検査、臨時検査、構造変更検査、自動車検査証記載事項の変更、自動車検査証の再交付などの業務。

〔管 理〕 保有車輛数、市郡区別車輛数、形状別車輛数などの統計業務、各種ファイルに対する問合せ業務

このシステムは、わが国で初めてのオンライン・リアルタイムの本格的な情報ファイリング・システムである。このシステムにおいては

自動車の検査登録に関する原簿記録を格納する大容量のランダム・アクセス・ファイル（即時読み出し式ファイル）が中枢をなしており、また各事務所での情報の入力、マークシートによる申請書に鉛筆でアンダーラインを引くだけでよく、手続き方法が簡便なことが特長である。

B. 社会保険庁の年金問合せシステム

社会保険庁年金保険部で、オンラインによる年金問合せシステムが1970年11月稼動しはじめた。このシステムはバッチ処理による不備を改善し、各地にある社会保険事務所など同庁の全組織を結ぶオンライン・システムで、事務処理の能率化とサービス向上を図るのが目的である。

1970年に始まったシステムは、大規模なシステム建設計画の第1段階であり、同年6月に設置されたコンピュータ3セットのうち、2セットをより高性能の（記憶容量393KB、262KB）にかえて、処理能力を強化した。ファイルには磁気カード、端末にはビデオ・データ・ターミナル（プリンタつき）を使用して、問合せ応答形式の照合業務、諸変更業務、再交付業務を行なう。磁気カード記憶装置には、裁定原簿140万件、失権原簿10万件、氏名索引データ150万件が記録されている。

同庁は、このシステムによって裁定原簿の問合せ、諸変更業務、年金証書再交付、支払通知書再交付、支払案内書再交付などの処理を行なっている。

このオンライン・システムは、従来のバッチ・システムとくらべて、①裁定原簿につねに最新の内容を記録することができる、②氏名による問合せが可能であり、③ファイルは裁定原簿と支払いテープを統合させた形なので、回答作成が容易であるなどの利点がある。

C. 国立国会図書館の機械化

ライブラリ・オートメーションとよばれる図書館の機械化は、1960年代にはいってアメリカ、イギリス、西ドイツなどで開発されるようになった。図書館の機械化は図書・雑誌などの資料の発注・

受入・製本などにもなり帳票類の作成、資料の流れや購入費のコントロール、目録カードの作成、貸出資料のコントロールなど図書館の事務処理および受入資料速報・閲覧目録・主題別文献目録・索引・抄録などの編さんにコンピュータを利用して行なわれる。

図書館の機械化で処理すべき書名・著者名その他基本的なデータは、どの図書館にも共通している。また図書館の機械化の経費の85%は人件費であるといわれている。したがって、内外の資料を最も豊富に収集し整理している国会図書館などで、一元的にデータを入力して機械可読の文献情報を磁気テープの形で頒布すれば、他の図書館の機械化はそれだけ省力化されると同時に、磁気テープに入力された記録の標準化も確保される。1965年に発足したアメリカ議会図書館のMARC (Machine Readable Cataloging) プロジェクトは、このような考えから計画されたものであり、1969年3月から磁気テープを毎週1巻ずつ頒布している。このプロジェクトは、著作権登録のために同館に納本されるアメリカの出版物はもちろん、同館が世界各国から精力的に収集している資料のうち、英語で書かれた図書情報だけを収録しているが、独・仏その他の言語や同館所蔵の過去の出版物へとその収録範囲を広げようとしている。

アメリカ議会図書館が実験的に作成頒布したMARCテープの高い利用価値が、そのパイロット・プロジェクトによって実証されると、世界各国の国立図書館など国内出版物総目録を刊行している機関が、その目録をアメリカのMARCを互換性のある機械可読の形に変換することに大きな関心をもつようになった。イギリス・西ドイツはすでにその仕事に着手し、その他の国々もその実施を検討ないし準備中であり、将来は各国相互にその磁気テープを交換しようとする意向も強まっている。

わが国の国内出版物総目録としては、国立国会図書館が納本制によって収集した国内新刊書の情報を「納本週報」およびその年間版である「全日本出版物総目録」として刊行・提供している。また、その新刊書の目録カードを印刷カードとして頒布し、他の図書館の目録作業

の省力化を助けている。さらに国立国会図書館は、雑誌論文を検索するための「雑誌記事索引」、国会の本会議・委員会の会議録を発言者別、事項別に検索するための「国会会議録索引」、「洋書速報」「外国政府刊行物受入案内」「海外科学技術資料月報」などの受入資料速報、各種の主題別文献目録、図書館間の資料相互貸借のための「新収洋書総合目録」などを刊行している。

国立国会図書館は数年前から、これらの目録・索引類の機械編さんの調査・研究をおこなってきたが、前記のような図書館機械化の世界的動向にうながされて、1969年7月、業務機械化準備室を設け、図書館業務の機械化、日本の国立図書館としての情報処理システムの開発をめざし、1970年1月から、コンピュータと漢字出力機とを組合せたコンピュータ・システムの稼動を開始した。当初漢字をふくむ日本語の情報処理のパイロット・プロジェクトとしての「国会会議録索引」の機械編さん、アメリカ議会図書館から毎週送られてくるMARCテープを利用しての目録作業、欧文雑誌所蔵リストの機械編さんからはじめて文献情報を蓄積していき、日本における文献情報のデータ・バンクをつくりあげていくことを目標としている。

D. 日本開発銀行の財務情報分析システム (FIANSE)

日本開発銀行では1970年8月、一定の様式に適ったデータ・ファイルであれば、どんなファイルでも対象にして任意に検索を行なったりえ、いろいろな加工を施して一連の財務諸表をプリントアウトする財務情報分析システムFIANSE (Financial Information Analysis System)を開発した。

同行は長期資金の与信業務を主とする政府関係金融機関としての性格から、業務上の種々の判断に必要な経済全般、あるいは個別産業、個別企業に関する資料を作成する必要がきわめて多い。したがってコンピュータの適用業務は業務企画、調査データの蓄積利用とそのデータを基礎とする応用分析に重点がおかれ、企業の経営分析、業界動向の把握などのために欠かすことのできない基本的な情報のひとつである財務諸表のデータを長期蓄積(1955年以降)し、同行内部の利

用者の利用目的に合致したものを、欲するときに、欲する形に、整理加工して利用者に提供している。

同行がデータ・バンクに著積しているデータの収録状況は次のとおりである。

表1 データ収録状況

区 分	データ項目数	収録期間	収録社数	原 資 料	備 考
国内企業 (上場)	237 項目	1956年度以降	1430	有価証券報告書	
国内企業 (取引先)	46	1967年度以降	2079	営業報告書	完済会社を含む 700社については1961年度 以降収録
米国企業	179	1964年以降	244	SECへの年次 報告書	
コンピュスタ ット(米国)	60	20年間	1000	コンピュスタ ット	米国スタンダー ド・スタティス ティク社より導 入
英国企業	(179)	1964年以降	72	年次報告書	
フォーチュン	5	1962年以降		フォーチュン誌	

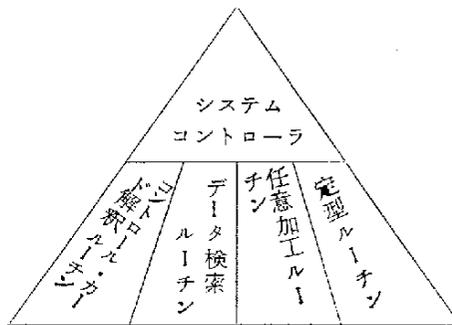
しかしながら、これらのデータの処理システムは、個々のデータにほぼ1対1で対応してシステムをもち、1システムはマスター作成、検索、加工、出力などおよそ15のプログラムからなる複雑な状態にあり、データの蓄積が増加するにつれ、プログラム管理も繁雑になる結果となっていた。

そこで、いろいろなデータ・ファイルでも汎用性をもって扱えるう
えに、操作方法が簡単なシステムとして開発されたのが、FIANSE

である。

FIANSE は、インプット項目が 300 項目以下 (キー項目 30、データ項目 270 以下) であれば、いかなるデータ・ファイルでも処理可能である。

図 1 FIANSE のプログラム構造



FIANSEプログラム構造は図1のように、システム・コントローラの管理下に全プログラムをおき、操作の簡易化をはかっているが、プログラムはそれぞれモジュール化されている。同システムによる処理は次の3つに分かれている。

(1) データ検索処理

財務データ・ファイルから任意の企業、任意の期間、任意の項目をそれぞれ抽出し、テープに出力する。

おもな検索機能は以下の通りである。

- (イ) 5つのキー(たとえば国、業種、会社、決算期など)による抽出。
- (ロ) 任意の期から任意の期数だけの抽出。
- (ハ) 任意の項目のみの抽出。
- (ニ) 生データあるいは加工データに条件を付した上での抽出。
- (ホ) 決算期調整(半年ベース・データの年換算)後の抽出。
- (ヘ) 抽出期間と出力期間とを交えることも可能。

(2) 定型的なデータ加工および出力・処理

(1)で抽出されたファイルを対象に一定の演算加工をして、損益計算書、貸借対照表、資金運用表など一定の財務諸表をプリントする。

おもな機能は以下の通りである。

(イ) 任意に次の6表の中から指定し出力。

F 1. 損益・財政状況要約表

F 2. 損益状況表

F 3. 財政状態・財務比率表

F 4. 資金運用表

F 5. 付加価値生産性指標

F 6. その他諸指標

(ロ) 企業別時系列、合計時系列、数社並列を任意に出力。

(3) 不定型的な(任意の)データ加工および出力処理

(1)で抽出されたファイルを対象に任意の演算加工をして、指定の表に編集プリントする。

おもな機能は以下の通りである。

(イ) 使用頻度の高い演算式は当該システムに登録し(100個)随時使用。

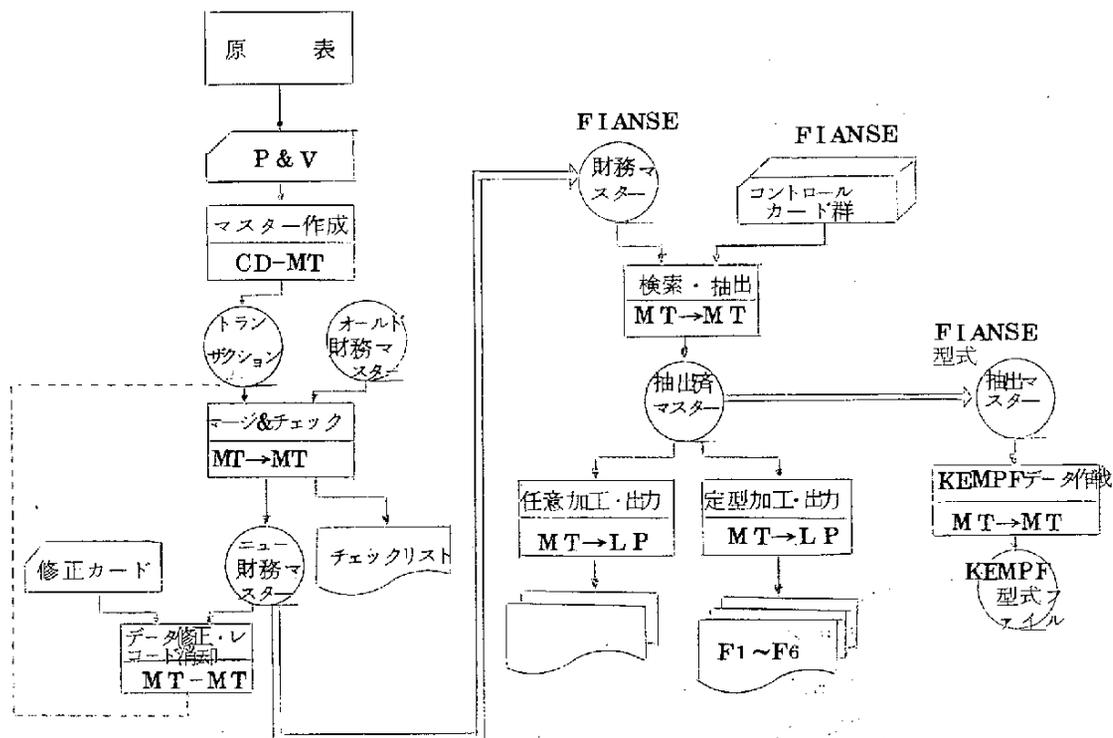
(ロ) 四則演算の範囲内であれば、演算式をカードからインプットして任意の加工。

(ハ) 出力形態としてのタイム・シリーズ型とクロスセクション型いずれかの出力。

(ニ) 抽出条件を付した場合に判定結果のいかんを示す会社別リストの出力。

(ホ) 企業別、数社合計、平均のいずれかの演算処理。

図2 FIANSE システム体系



E. カルテの情報検索

個々の患者のデータが記録されているカルテを整理し、いつでも患者の状態を知ることができるようにするとともに、多くの病例の中から似た病例の患者に対する投薬効果を示すデータなどを引き出すことにより医師の診断を治療に対する参考とする情報検索システムが始められた。

a) 国立ガン・センターの国際胃ガン情報センター

国立ガン・センターでは、1970年9月「国際胃ガン情報センター」を設立、全国規模で、胃ガン患者の登録を開始した。

この国際胃ガン情報センターはWHOの依頼によって設置されるもので、

- ① 胃ガン患者の早期診断の基準をつくる
- ② センター加盟の9カ国（日本のほか、チリ、イギリス、フラン

ス、ソビエトなど)が胃ガン患者を登録し、追跡調査をする

③ 情報交換と各国の協力

④ 研修者の受け入れ

などを主な事業としている。

国立ガン・センターでは、毎年、公私立大学病院100、国立病院100、設備の整った一般病院450の専門医(主として手術を担当した外科医)に調査表を送り、その年に胃ガンの手術、あるいは治療をした患者について①腫瘍の大きさ②胃の切除範囲③合併切除臓器④ガンの深達度⑤手術の方法⑥化学、放射線治療の方法⑦胃ガン病巣の数⑧医師の参考意見など専門的な50項目の質問に答えてもらう。

この内容はセンターのコンピュータに記憶させるか、調査後の患者の容体は各病院からセンターへ連絡され、追跡調査が行なわれる。

これらの650の病院では、わが国の胃ガン患者のおよそ80%を扱っており、調査、登録がスムーズに進めば、胃ガンの発生状態や治療状況が全国規模でわかる。

この結果、医師たちは胃ガン治療の方法を各病院の多くのケースと比較・検討することができるようになり、最も患者に適した治療方法が考えられるようになった。

このような大規模な登録は、デンマーク、フィンランド、ニュージーランド、ノルウェーなど数カ国で行なわれているだけで、わが国では初めてのことである。

b) 日本心臓血圧研究所の心臓病情報検索

東京女子医科大学付属日本心臓血圧研究所が開発した病院情報管理システムは、同研究所と富士通(株)が2年来の共同研究によって、1970年6月完成したもので、当初2万人の患者データを記憶させ、最終的には10万人分を記憶させる予定である。

患者の臨床データをすべてマークシートに記録し、磁気テープに移しかえる。1人の患者の記録内容はおよそ1万項目になる。例外病状はマイクロ・フィルムによって別個に保存する。同研究所の各

診断室には、コンピュータと結んだディスプレイ装置があり、医師は診察する患者の過去の病歴や手術経過、類似の症例、投薬効果などの必要なデータを写し出すことができる。またコンピュータによって自動編集したカルテの要約や、諸検査データの一覧表なども作成できる。将来は、全国の希望する病院にオンラインでデータを提供する計画もたてられている。

2. タイム・シェアリング・システム

タイム・シェアリング・システムについて、日本電信電話公社と石川島播磨重工業の例を説明する。

(1971年度版コンピュータ白書より)

A. 日本電信電話公社のデータ通信共同利用サービス

日本電信電話公社(以下電電公社という)は、1970年9月16日、公衆通信回線を利用した試行役務として、データ通信共同利用サービスのうち「販売・在庫管理サービス(DRESS)」「電話計算サービス(DIALS)」「科学技術計算サービス(DEMOS)」の提供について郵政大臣の認可を得た。その実施の場所および開設時期は、表2のとおりである。

表2 DRESS・DIALS・DEMOS の開設時期

種類 \ 場所	東 京	大 阪	名 古 屋
D R E S S	1970年9月	1971年1月	1971年度
D I A L S	1970年9月	1971年3月	1972年度
D E M O S	1971年3月	1971年6月	1972年度

これらのサービスは、いずれも電電公社の設置するデータ通信センターの超大型コンピュータと利用者の端末装置とを公衆電話回線で結びタイム・シェアリング・サービスを行なうものであり、3種のサー

ビス内容を比較すると、つぎのとおりである。

表 3 サービス内容の比較

サービス種別		DRESS	DIALS	DEMOS
サービス内容				
処理形式		即時処理 一括処理	即時処理	即時処理 一括処理
処 理 内 容	データ宅内装置 で受けるサー ビス	伝票作成 ファイル更新 ファイル問合せ 処理結果およびメッセ ージの伝達	直接計算、定義計算、 ライブラリ計算	利用者プログラムの 作成実行、ライブラ リ計算、ファイルの 作成
	センターで受 けるサービス	利用者プログラム作成 初期ファイル作成 日報・月報など管理資 料の印刷または磁気テ ープへの出力	な し	大量データの処理結 果の印刷
	利用者ファイ ル	専用の利用者ファイル が利用できる	定義式、定数、中間結 果を一時的に記録でき る	共用の一時ファイル に記録できるほか専 用の利用者ファイル が利用できる
	利用者がデー タ宅内装置か ら使用できる 言語	コマンド	指示(押しボタン操作 による)および特定様 式の言語	コマンドとFORT RAN(JIS 7000レベル)
	ライブラリ	共通コマンド・プログ ラムによるファイル内 容の問い合わせ変更出力 電文の再送、破棄など	高次方程式、連立方程 式、数値積分、平均、 分散、分散分析など	そのほか LP、PERT シミュレーションな ど多数

各サービスの概要はつぎのとおりである。

a) DRESS

利用者のデータ宅内装置から、センターに設置された大型コンピ
ュータにデータを入力し、売上げ伝票や入在庫伝票などを作成した
り、定期的に管理資料を作成したりするサービスである。伝票作成

やファイルの更新、メッセージの伝達などは、リアル・タイムで行ない、管理資料はバッチ処理される。

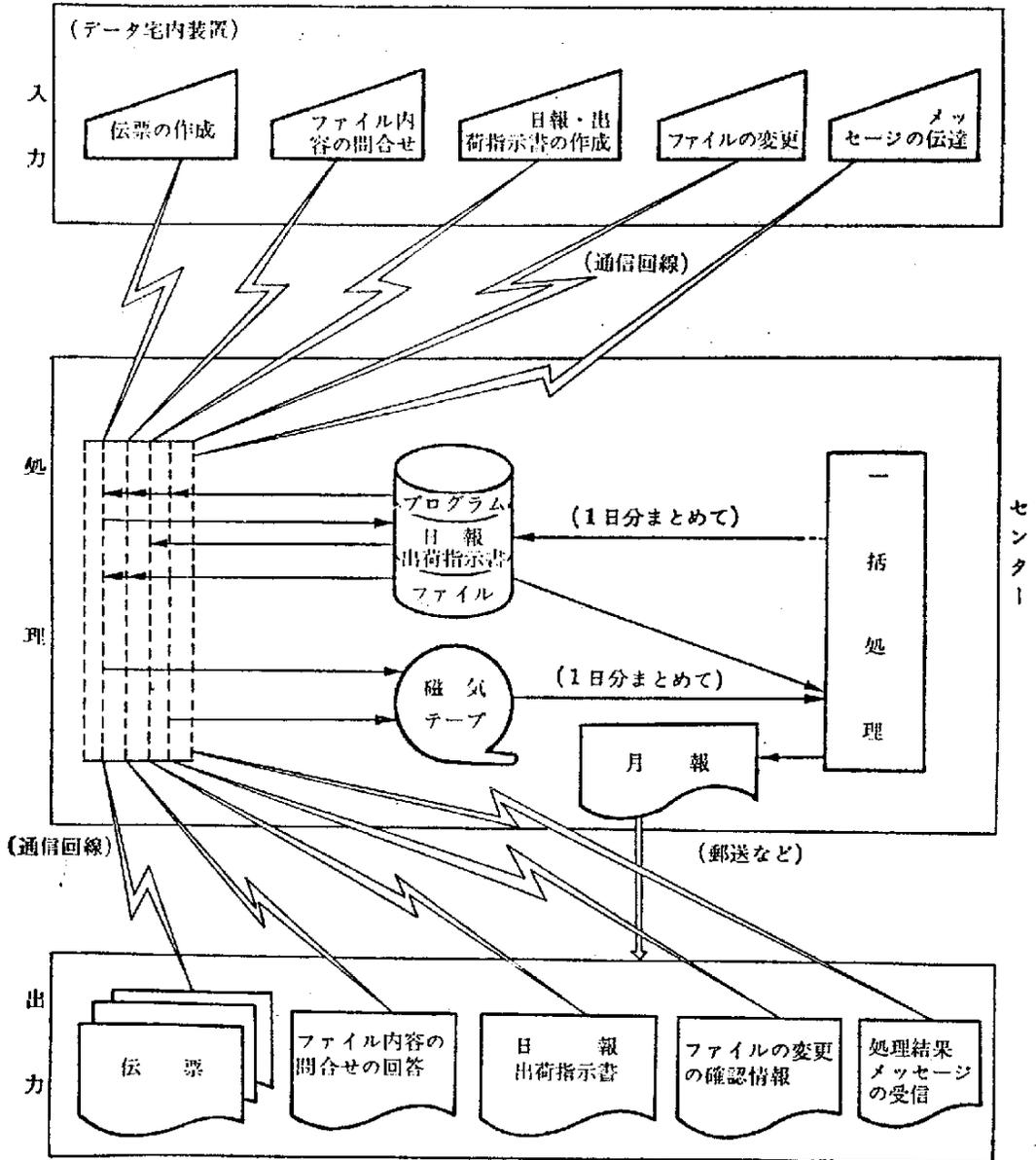
データ宅内装置は、100A、200B、200Cの3種類があり、利用者はこれを利用してセンターを呼び出し、必要なデータを入力する。たとえば、得意先コード、商品コード、数量などをキーの操作または紙テープによって送りこむと、センターでは直ちに計算して得意先名、商品名、数量、合計金額などを、データ宅内装置にセットされた伝票の各欄に自動的にタイプする。このようにして売り上げ伝票、仕入れ伝票、入在庫伝票などが作成される。

バッチ処理は、リアル・タイム処理で発生したデータを集計してファイルし、一定の期間ごとに、これを分類編集して、商品別売上管理表、得意先別売掛管理表、商品別在庫一覧表などの管理資料として作成する。

これらは、利用者の希望により、日報、週報、旬報、月報、期報、年報の形で出力される。

また、集計、処理の結果を利用者へ渡す場合は、①センターのラインプリンタに打ち出して渡す ②磁気テープに記録して渡す ③利用者のメール・ボックス・ファイルに納め、利用者のデータ宅内装置から読出すなどの方式がとられる。

図3 処理の流れ



即時処理 処理結果がただちに得られる方式で、伝票の作成、ファイル内容の問合せ、ファイルの変更などが処理される。

一括処理 処理結果があとで得られる方式で、日報・月報などが処理される。

センターの本体装置はデュプレックス構成をとり、平常1セットはバッチ処理用に使用されている。

なお、このサービスは利用者ごとに利用者の希望するシステムを電電公社が設計し、アプリケーション・プログラムを作成して提供することになっている。

b) DIALS

押しボタンダイヤル電話機(プッシュ・ホン)を端末として、大型コンピュータをリアル・タイムで共同利用するものである。

計算の種類は、直接計算、定義計算、ライブラリ計算の3つがある。

直接計算は、加減乗除算、二乗、平方根、べき乗のほかに、三角関数、対数などの基本関数や円周率 π など、基本定数を用いて、算術式を式のとおり入力して計算を行なう。

表 4 DIALS ライブラリ

ライブラリ名	ライブラリ内容	ライブラリ名	ライブラリ内容
L 1	百分率	L 33	関数値の計算(不等間隔)
L 2	百分率(度数分布)	L 34	複素数の乗除算
L 3	平均・分散・標準偏差	L 35	複素数のべき算
L 4	平均・分散・標準偏差(度数分布)	L 36	数値積分(ガウス法)
L 5	平方和・平方根	L 37	常微分方程式(ルンゲ・クッタ法)
L 6	積 和	L 38	指数曲線
L 7	相関係数	L 39	修正指数曲線
L 8	相関係数(度数分布)	L 40	ロジスティック曲線
L 9	幾何平均、調和平均	L 41	ゴンベルツ曲線
L 10	最小二乗法	L 100	変 動
L 11	線形回帰	L 101	分散分析(1元配置)
L 12	補 間	L 102	分散分析(2元配置)
L 13	平滑化(等間隔)	L 103	一様乱数
L 14	平滑化(不等間隔)	L 104	正規乱数
L 15	べき乗和	L 105	ポアソン乱数
L 16	順列・組合せ	L 106	指数乱数
L 20	高次代数方程式(3次まで)	L 150	日数計算
L 21	高次代数方程式(6次まで)	L 151	単利計算
L 23	連立1次方程式	L 152	複利計算
L 25	行列式の値	L 153	売価、仕入原価
L 26	逆行列	L 350	三角形の面積(ヘロンの公式)
L 27	固有値・固有ベクトル(パワー法)	L 351	三角形の面積(1辺と両端角)
L 29	等差級数	L 352	三角形の面積(2辺と夾角)
L 30	等比級数(有限)	L 353	三角形の面積(傾斜地)
L 31	等比級数(無限)	L 354	円と球
L 32	関数値の計算(等間隔)		

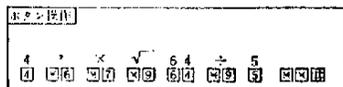
図4 プッシュ・ホンの利用方法

DIALS を利用するときは、プッシュホンのボタン面に DIALS 用マスクをかけて使用する。

ボタンには数字1, 2, 3, ……9, 0の数字ボタンおよび赤ボタン（*）と青ボタン（#）の機能ボタンがある。DIALS 用マスクにはボタン上の数字に対応した文字・記号が記入してある。



例 計算したい式 $4 \times \sqrt{64} \div 5$



数字の入れかた

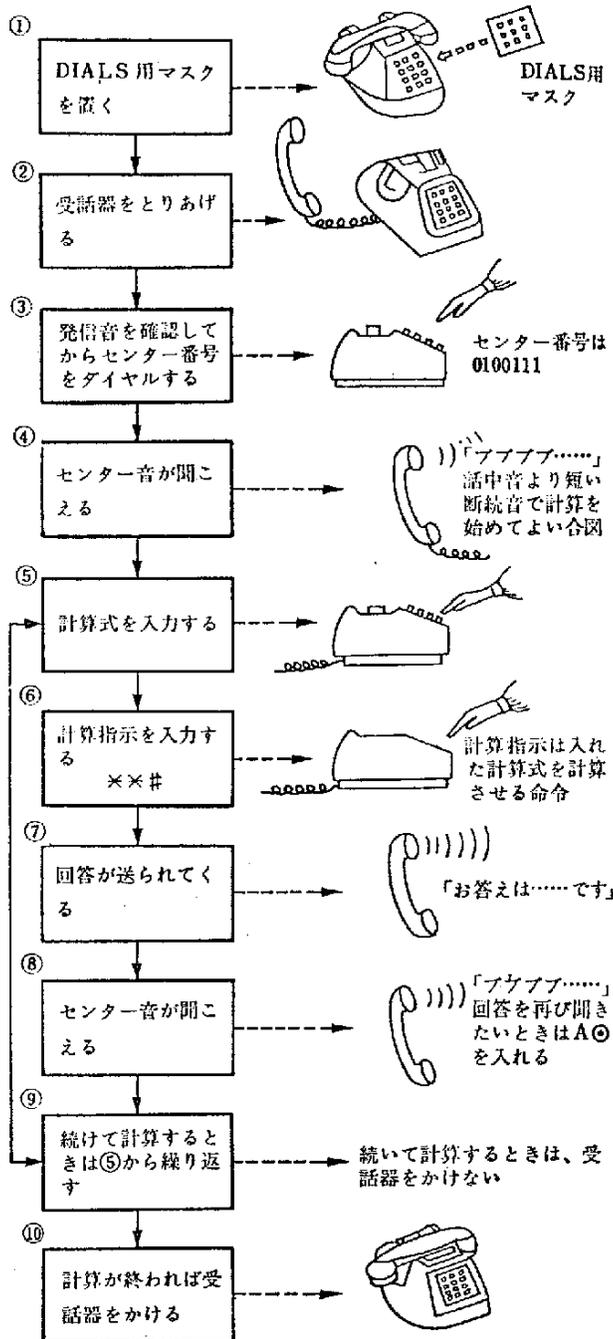
数字の入れかたは該当する数字ボタンを押す。

文字・記号の入れかた

マスクにある文字・記号の入れかたは、赤ボタンを押しつぎに文字・記号に対応する数字ボタンを押す。文字・記号とボタン操作の対応はつぎのとおりである。

文字・記号で押しかたが同じものはセンターで識別する。

数字	ボタン操作	文字・記号	ボタン操作
1	1	(A	× 1
2	2) D	× 2
3	3	: F	× 3
4	4	・ i L	× 4
5	5	・ R	× 5
6	6	² xy	× 6
7	7	×	× 7
8	8	-	× 8
9	9	√ ÷ 1	× 9
0	0	+	× 0



定義計算は、あらかじめ変数をふくんだ計算式を入力して記憶させ、あとから変数の値を入力して計算式の値を求めるものである。同一の計算式で何種類もの変数の値を指定して、くり返し計算を行なうこともできる。

ライブラリ計算は、あらかじめシステムに用意されているライブラリ・プログラムの中から、利用するプログラムを呼び出し、必要な数値を入力して計算をする。ライブラリ内容の例は表4のとおりである。

DIALSは、入力操作が簡単で出力が音声によっていることが特色である。

ブッシュホンには、数字ボタン10個、機能ボタン2個の計12個のボタンがあり、文字や記号は機能ボタンと数字ボタンとの組合わせによって表わす。操作をより簡単にするため図4のような電話計算用マスクを電話機の上に置くことによってボタンと対応させている。計算の手順は図4のとおりである。

c) DEMOS

DEMOSは、本格的なタイム・シェアリング・システムであり、本システムの提供するサービスの内容とシステムの利用方法の概要はつぎのとおりである。

サービスの内容

- ① 会社が用意するライブラリ・プログラムを利用する計算
 - ② FORTRAN言語による利用者プログラムの作成と実行
 - ③ ファイルの作成と利用
 - ④ カルキュレータによる計算
- ① ライブラリ・プログラムを利用する計算
- センターが用意しているライブラリ・プログラムには、つぎの2種類がある。

サブルーチン・プログラム………利用者が作成するプログラム

の中に呼出して使用するもの（代数方程式、分散分析など）

パッケージ・プログラム………利用者がプログラムを作成する必要がなく単独に使用できるもの（LP、PERT、シミュレーションなど規模の大きなもの）

② 利用者プログラムの作成と実行

利用者はFORTRAN言語（JIS 7000に準拠）を使用して、プログラムを作成できる。ソース・プログラムをセンターのファイルに入力し、それをFORTRANコンパイラによりコンパイルして、相対形式プログラムを作成する。次に相対形式プログラムを実行形式のプログラムに変換するが、複数の相対形式のプログラムはリンク処理によって実行形式に変換する。実行は、実行形式プログラム・ファイルのファイル名を指定して行なわれる。

③ ファイルの作成と利用

センターの大容量ファイルを、利用者プログラムやデータの格納用に利用するもので、データ宅内装置から入力してファイルを作成し、また利用者プログラムの実行結果を格納することができる。ファイル内容は入力データとして利用したり、データ宅内装置への読出しや保存、消去ができる。

④ カルキュレータによる計算

簡単な計算を、プログラムを作成することなく直接計算式を入力して計算することができる。センターは大型コンピュータ2セットを設置し1セットは即時処理用、1セットは一括処理用に使われる。

表 5 即時処理、一括処理比較表

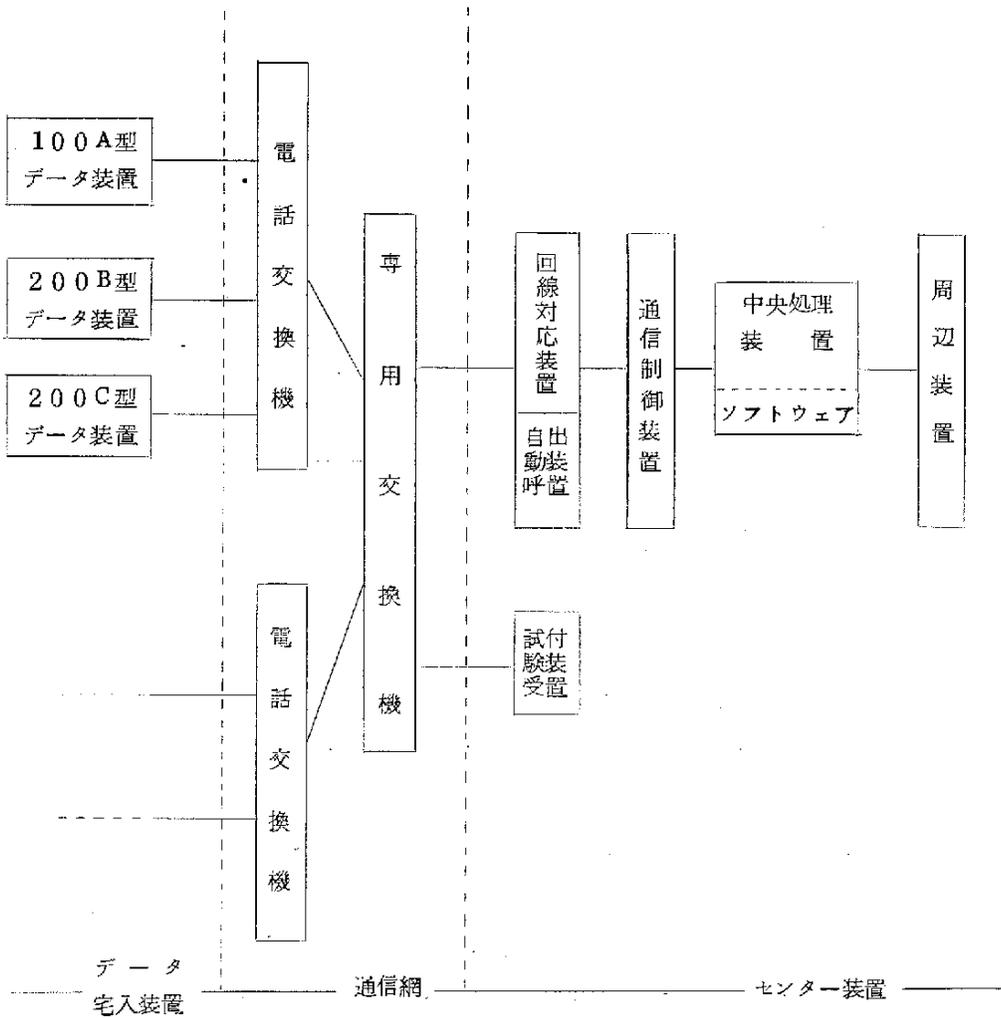
比較項目	即時処理	一括処理
処理形式の選択	利用者がコマンドで選択する	利用者がコマンドで選択する
スケジュール方式	タイム・シェアリングによる多重優先受付	申込順
ターン・アラウンド時間	処理終了次第ただちに回答が得られる	スケジュール待ち時間と送待待ち時間が加わる
実行中の処理への割り込み	一部コマンドを除いて可能	処理開始前に取消すことは可能
実行上の制限	使用できる主記憶領域、処理時間、ファイル数量が一括処理より小	使用できる主記憶領域、処理時間、ファイル数量が即時処理より大
適用業務	会話的性格の強い業務、回答を早く得たいとき	大規模、複雑な処理

一括処理では、利用者がプログラムやデータを送ったあと、一時回線を切って待機し、センターの処理が終ると、自動呼び出し装置で、センターからデータ宅内装置が呼び出され、結果が出力される。

このシステムを利用する場合、即時処理を選ぶか一括処理を選ぶかの選択は、利用者の指示によって自由に行なうことができる。即時処理と一括処理の特長は、表5のとおりである。

なおDEMOSの構成は図5に示すとおりである。

図5 DEMOS システムの作成



B. 石川島播磨重工業のタイム・シェアリング・システム

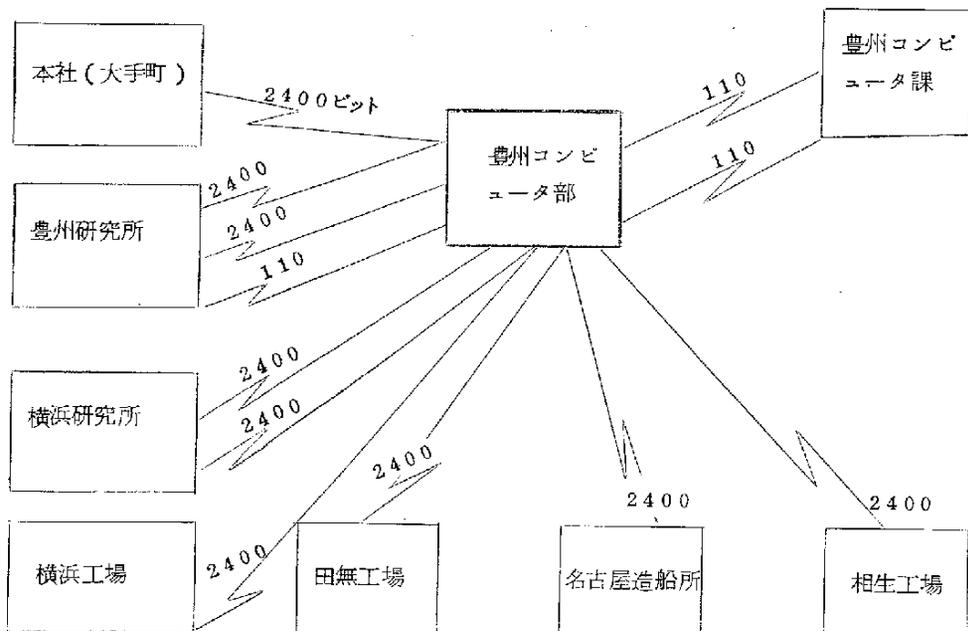
オンライン処理の一形態として、社内でコンピュータをタイム・シェアリング方式で共同利用する企業があらわれ始めた。

石川島播磨重工業株式会社では、1970年6月から超大型コンピュータを中心に、各事業部、工場、研究所などに設置した中・小型コンピュータをオンラインで結びオープン・プログラマ制をとって技術計算を主体としたタイム・シェアリング・システムを行なっている。

このシステムでは、設計研究所現場のエンジニアが直接プログラムを組み、遠隔地からでもプログラムとデータを超大型コンピュータに送り、処理する点に特長がある。同社には現在4,000人のエンジニアのうちおよそ2,000人がプログラミングを習得しており、将来はエンジニア全員がコンピュータを使用できる体制をとる方針である。

船舶、重機械類など重工業メーカーでは、技術計算の重要性が大きく生産、営業面にも影響するので、同社では船舶の設計や構造解析をはじめ各種の技術計算、プラント類のシミュレーション、生産管理業務をタイム・シェアリング・システムに組入れ、必要に応じてプロッタで図面を打ち出している。

図6 タイム・シェアリング・システム



3. 給与計算システム

A. 国税庁の事例（人事管理のコンピュータ活用実例集より）

国税庁における給与計算のEDP化は、人事管理システムのサブ・システムとして実施された。大蔵省のほか関東地区、上信越地区、大阪地区、名古屋地区にある4国税局と、その傘下約150の税務署および札幌、仙台、金沢、広島、高松、福岡、熊本にある7国税局の職員約3,200人を対象に、毎月の給与計算のほか賞与計算、ベースアップによる差額計算、年末調整、給与統計等一連の給与計算事務のEDP処理を行なっている。

入力媒体としてマークセンス・カードを使用している。これはデータの作成場所が多く、しかも広範な地域に散在しているところから、この入力方法が採用された。貸付金カード、宿舍費カード、扶養・通勤手当等カード、住民税等カード、発令事項Aカード、発令事項Bカード、超過勤務等カード、物質経理等カード、期末勤勉手当カード、そ及追給カード、年末調整カードの11種類の入力にマークセンスカードを使用している。

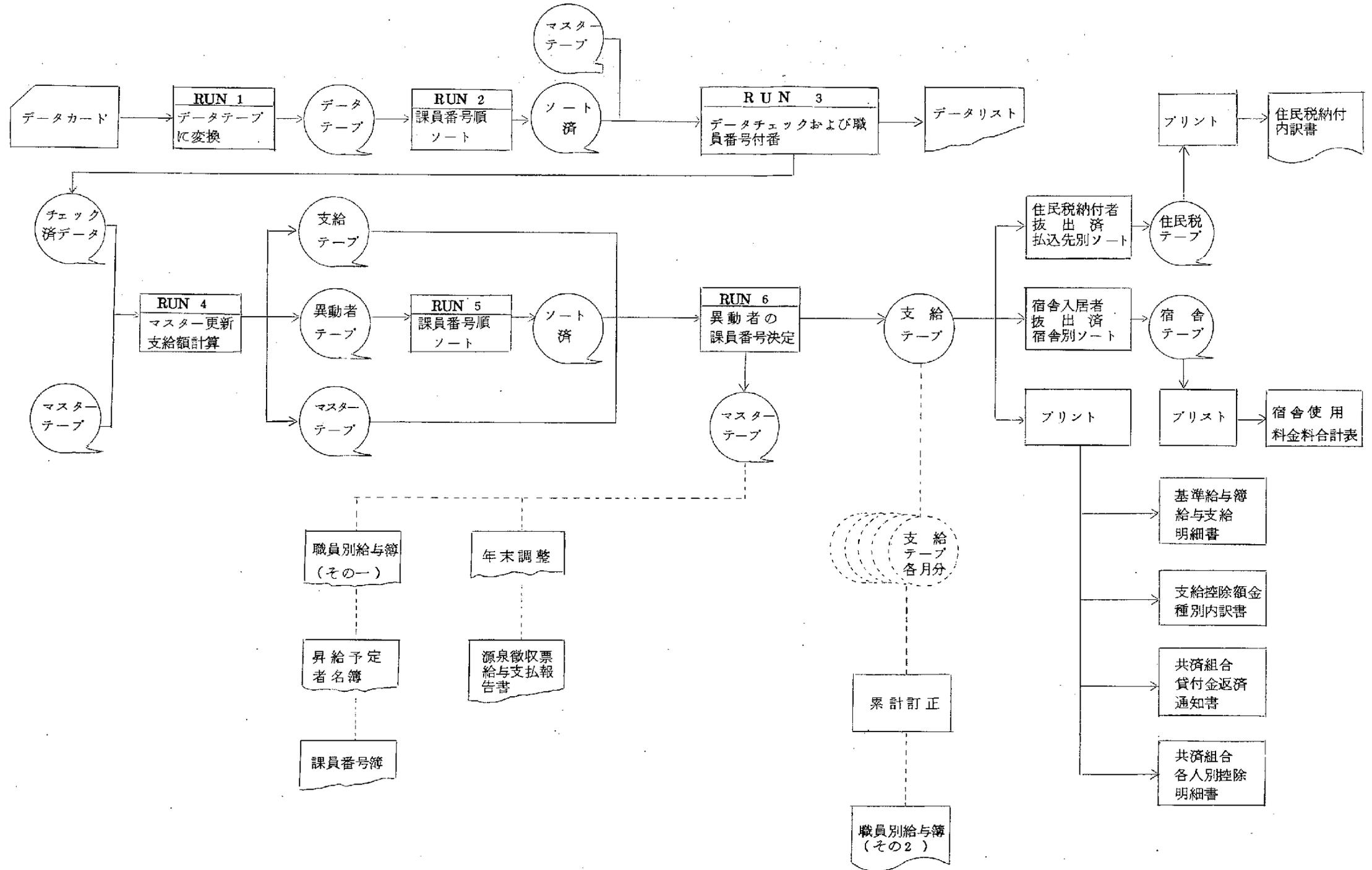
マークセンスカードのほかには氏名、生年月日等を入力するための基本報告書および修正報告書、通勤手当や扶養手当等の異動の手続が遅れた場合などに数ヶ月分の過不足を当月で精算したり機械計算の対象からはずしたものについて手計算の結果を直接入力するための特例計算結果報告書、アウトプット書類を訂正したものについて、その訂正内容を入力するための累積訂正報告書の3種類の報告書があり、この報告書にもとずき、パンチカードを作成する。

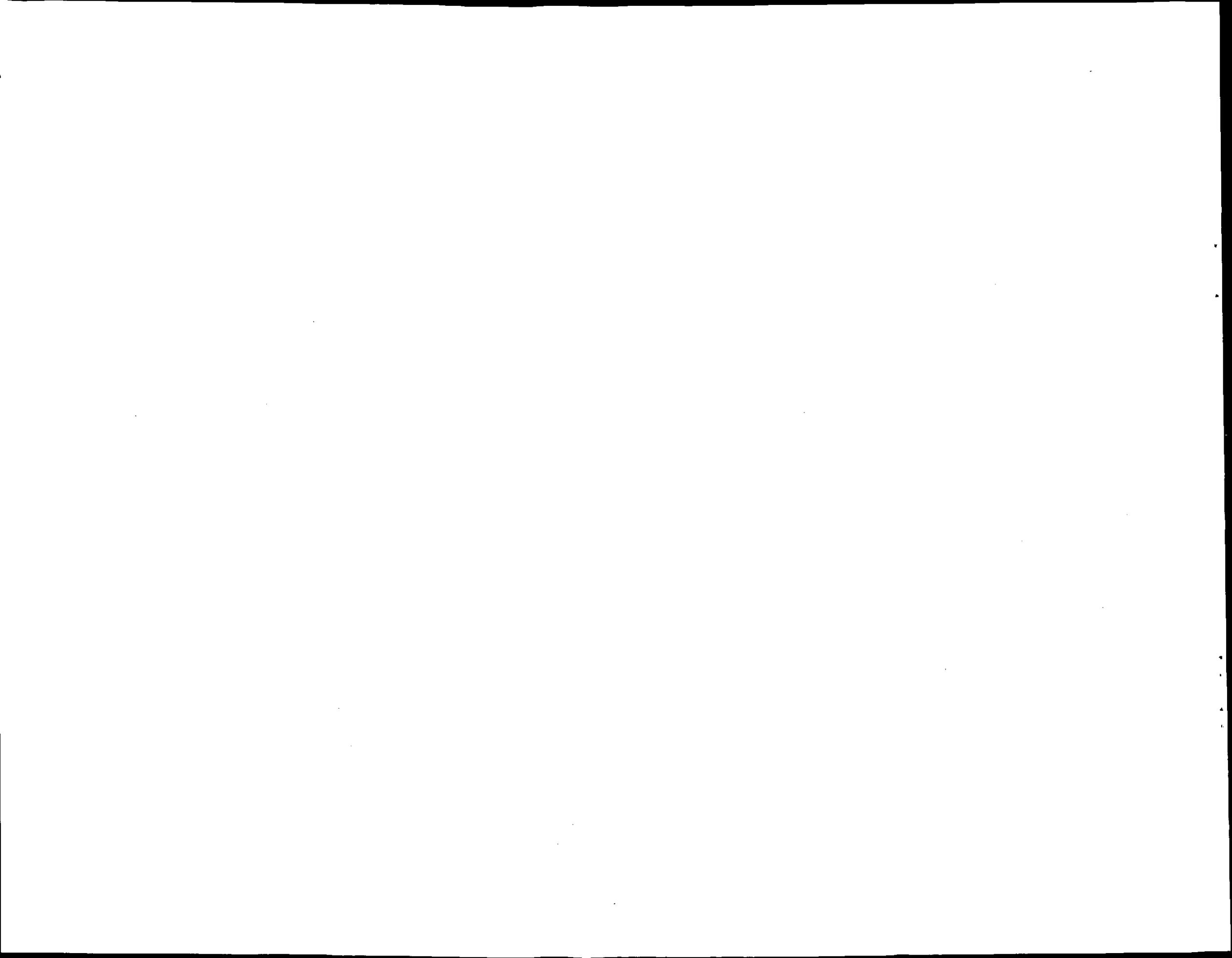
職員を識別するためのコードとして、職員番号と課員番号を併用している。職員番号は6桁のコードで構成している。これは採用から退職まで変わらないもので、給与マスタと人事管理マスタの情報結合上重要なキー・コードとなる。課員番号は3桁からなり各職員の所属部課コード(局…2桁、署…3桁、課…3桁)と組合わせて使用するもので、所属が異動した都度変更になる。

各税務署で作られたデータは、1度国税局に集められ、センターに提出される。各税務所から国税局へデータを提出する期限は、毎月4日頃である。(署局間の遠近により多少異なる)、国税局からセンターへデータを提出する期限は、土曜、日曜、祭日等のため変更する場があるが、おおむね6日頃である。センターに到着したデータは7日中にデータ・カードに作成され、計算処理されてアウトプットができる。

アウトプットには、月例給与計算用として給与支給明細書と基準給与簿、支給・控除額金種別内訳書、宿舍使用料金表、共済組合貸付金返済通知書、各人別控除明細書、払込先別住民税表、現員現給報告書の7種類がある。その他臨時的なものとして職員別給与簿(その1)、職員別給与簿(その2)、昇給予定者名簿、源泉徴収票の4種類がある。

図7. 給与計算の概要図





アウトプットは、16日の給与支給日までにセンターから国税局へ、国税局から税務署へと送られる。

インプット、アウトプットの搬送は国税局とセンター間は航空便により、国税局と税務署間は速達便または使送便を利用している。

以上の給与計算の概要をフローチャートで表わすと、つぎのようになる。

〔演習1〕

RUN2で課員番号順にソートするのはなぜか。

〔演習2〕

RUN3でのデータ・チェックにはどのようなチェックが考えられるか、またデータリストはどのように取扱えばよいか。

B. 東京電力の事例（人事管理のコンピュータ活用実例集より）

人事・労務関係業務月例処理システム

マスタ・ファイルには、各個人の現在の状況を示す諸データを磁気テープ化して記録してある。内容は所属、氏名、生年月日、入社年月日などのほか、給与支給上の項目、控除項目（社会保険料、住民税、月賦代、貸付金等）、預金関係項目など変動の少ない項目で構成している。

人事給与関係は、主として固定サイズで約80項目、360桁、厚生関係はバリエブル・サイズで、1人あたり平均4アイテムである。

インプット・データ・ファイルは、前述マスタ・ファイルと組合わせて業務処理を行なうためのものである。項目が多種で、また個人によりデータの必要性および種類の異なる点の特徴である。したがって必要なデータだけをパンチしてインプットする方式をとっている。このインプット・データ・ファイルによって、マスタ・ファイルならびにつぎに述べるヒストリ・ファイル保守を行なうわけであるから、人

事・給与・厚生・健保の業務を総合したシステムにしている場合は、
保守責任の明確化と保守方法の整合性に意を用いなければならない。

インプット・データの原票である異動票の種類と取扱項目、ならび
に保守責任個所を一覧表にするとつぎのようになる。

表 6 異動票の種類とその取扱項目
ならびに保守責任個所一覧表

1 人事関係

異動票名	取 扱 項 目
1-1 人事関係マスター・フ ァイル異動票(A) (8000 タッチ)	身分、原所属、役職、職務、資格、職級、生年月日、採用年月日、 性別、採用種別、入学時学歴、入社後追加学歴、退職金算定始期、 退職事由、退職金額、功労金、出向・派遣会社名、単身赴任
1-2 人事関係マスター・フ ァイル異動票(B)	税額算出始期、南方派遣期間、原旧事業所期間、年金中断期間、 無給休職期間
1-3 人事カード異動票兼訂 正票(70 タッチ)	身分、原所属、役職、職務、資格、職級、定昇基本給、入社後追 加学歴、表彰、懲戒、専門職、考課、出向・派遣会社名
1-4 人事カード削除票 (60 タッチ)	身分、原所属、役職、職務、資格、職級、定昇基本給、入社後追 加学歴、出向・派遣会社名、その他人事カード項目(表彰、懲戒、 専門職、考課)

2 給与関係

異動票名	取 扱 項 目
2-1 給与関係マスター・フ ァイル異動票(A) (400 タッチ)	支給所属、氏名、勤務種別、勘定科目(費目、科目)、基本給ま たは月額報酬・日給、世帯手当(地域区分、扶養区分、金額)、 住宅助成、冬當手当(地域区分、扶養区分)、職責手当(号数、 金額、勤務日数)、基準内給与追給戻入、作業手当(号数、金額) 保線手当、建設勤務手当(地域区分、(扶養区分、二割増、金額)、 特別扶任料、前月分失業保険料算出基礎額、源泉徴収税関係(適 用表、扶養数、 等 等数、支給額累計、所得税累計、社会保険料累計)

異 動 票 名	取 扱 項 目
	前月分賞与等の税率算出基礎額、住民税関係(年税額、市町村コード、初回金額、2回以降金額、カウンター)、年末調整貸付金(初回金額、2回以降金額、カウンター)
2-2 給与関係マスター・ファイル異動票(B) (給与控除用)	無給休職貸付金(未弁済額、弁済月額) その他控除金(未弁済額、弁済月額)
2-3 給与関係マスター・ファイル異動票(B)(通勤 交通費台帳用) (5400タッチ)	口座番号、券面額、種別(支給、期間)、開始月日
2-4 社員給与個人票 (符票1.2) (19000タッチ)	時間外手当(時間数、振休、時間外代休時間数)、特別労働手当(深夜分時間数、深夜以外)、普通作業手当(種別、時間数)、特殊作業手当(種別、日数)、特別当直手当(種別、回数、当直代休回数、年末年始)、当直手当(回数、当直代休回数、年末年始)、 Ⓔ当直手当(回数)、作業手当(休務日数、応援分)、特定勤務手当(種別、回数、休務回数、時間分)、賃金不払(欠勤等、争議行為)、休務日数(通常日、半休、欠勤・時代・Ⓔにより全一日休務したとき)、休務時間、休日出勤日数、振休対象日数(再掲)、振休取得日数、欠勤日数(再掲)、休職日数、所定労働(三交替勤務者の一部、月の中途の入社、復職、出向、組専休職、退職、勤務種別変更者)
2-5 社員給与個人票(A) (300タッチ)	変更コード(期間、勤務種別、基礎賃金)、普通作業手当(種別、時間数)、特殊作業手当(種別、日数)、通常勤務、当直手当(日直、宿直、半直、当直代休回数、年末年始)、特殊勤務〔時間外手

異動票名	取扱項目
	<p>当(日割分日数、減額分日数、休日出勤、振休時間数)特別労働手当(深夜分日数、深夜以外)、二交替勤務〔特定勤務手当(昼勤回数、夜勤回数、時間外時間数、振休・時間外代休時間数)、特別労働手当(深夜分、深夜以外)、終日勤務〔特定勤務手当(日割分日数、減額分日数、休日出勤時間数、振休日数)、特別労働手当〕通常・三交替勤務〔時間外手当(時間数振休・時間外代休時間数)、特別労働手当(深夜分時間数、深夜以外)、特定勤務手当(種別、回数、休日回数、時間分)、作業手当(休務日数、応援分)、当直手当(回数)〕</p>
<p>2-6 社員給与個人票(B) (500 タッチ)</p>	<p>建設勤務手当、作業手当、基準外給与追給戻入(時間外手当金額、その他手当金額)、賃金不払(欠勤等)(時間数、金額)、賃金不払(争議行為)(時間数、金額)、集金補償費、検針補償費、現調手当、せん用手当、特別赴任料</p>
<p>2-7 通勤交通費報告書 (7000 タッチ)</p>	<p>口座番号、開始月、期間、支給額戻入額</p>
<p>2-8 賞与個人票</p>	<p>支給区分、支給所属、身分、勘定科目、税率、所得税額、最低手取額、税額</p>
<p>2-9 欠勤・休職日数訂正票 (賞与計算用)</p>	<p>休務日数(病気、その他)、所定労働日数</p>
<p>2-10 年金関係マスター・ファイル異動票</p>	<p>種別年金加入、拠出元本、拠出元本積数、拠出元利合計、年金用基本給(差額補填者用)、年金脱退(事由、一時金選択コード、日付)</p>
<p>2-11 臨時給与個人票</p>	<p>支給所属、身分、勘定科目(費目、科目)、性別、氏名、支給区分、税額、税率、所得税額、最低手取額</p>

異 動 票 名	取 扱 項 目
2-12 嘱託・常員給与個人 票〔C〕 (100 タッチ)	変更所定労働日数、特別措置日数、変更コード(期間別、勤務種別、基礎賃金)、特殊作業手当(種別、日数)、せん用手当、通常勤務〔特別当直手当(種別、回数 当直代休回数、年末年始)当直手当(日直、宿直、半直、当直代休回数、年末年始)〕、通常・三交替勤務(時間外手当、深夜年末年始)、派出所勤務、〔休日手当、特殊勤務手当(日数、減額日数、休日加給日数)、深夜年末年始)、自動化発電所〔休日手当、特殊勤務手当(日数、減額日数、休日加給日数)、年末年始〕、二交替勤務〔二交替手当(昼勤回数、夜勤回数)、時間外手当、深夜年末年始)、夜警(時間外手当、年末年始)、終日勤務・水路保守〔休日手当、特殊勤務手当(日数、減額日数、休日加給日数)、年末年始〕、基準外手当追給戻入(時間外手当、その他手当)、賃金不払(時間数、金額)

3 厚生関係

異 動 票 名	取 扱 項 目
3-1 控除金個人票 (152000 タッチ)	購買代(I、II、III、IV、V、VI)電気料、医療費
3-2 諸貸付金マスター・フ ァイル異動票 (3000 タッチ)	厚生資金(1号)(未弁済額、弁済月額、据置月数)、厚生資金(2号)(未弁済額、弁済月額)、その他(食糧危機突破資金貸付額、水害関係特別資金貸付額)、学資金(利息付分)(未弁済額、弁済開始年度)、住宅資金関係利息算出条件(利息分、無利息分)、住宅資金(未弁済額、弁済月額)、住宅建設特別資金(未弁済額、弁済月額)、住宅特別融資金(未弁済額、弁済月額、減額終了年度)
3-3 割賦購買代マスター・ ファイル異動票 (4,000 タッチ)	種別コード、購買残高、割賦額、業者コード

異 動 票 名	取 扱 項 目
3-4 社会保険料、社宅使用料、年払保険料マスター・ファイル異動票 (500 タッチ)	健康保険料初回分、健康保険料、厚生年金保険料初回分、厚生年金保険料、社宅使用料、社宅使用料精算分、厚生年金保険番号
3-5 生命保険料マスター・ファイル異動票 (5000 タッチ)	取扱生保各社別
3-6 一般預金払戻申込票 (13,000 タッチ)	払戻額
3-7 一般預金マスター・ファイル異動票	非課税分(非課税限度額、預金月額、当月預金額、前月末現在額月例当期預入額、臨時当期預入額、当期一部払戻額、非課税分当期積数額、特殊)課税分(預金月額、当月預入額、前月末現在額、月例当期預入額、臨時当期預入額、当期払戻額、課税分当期積数額、特殊)
3-8 住宅積立金マスター・ファイル異動票 (77,000 タッチ)	非課税分(非課税限度額、預金月額、当月預入額、前月末現在額、当年度月例預入額、当年度臨時預入額、当年度一部払戻額、当年度積数額、目標額、特殊)課税分(預金月額、当月預入額、前月末現在額、当年度月例預入額、当年度臨時預入額、当年度一部払戻額、当年度積数額、目標額、特殊)

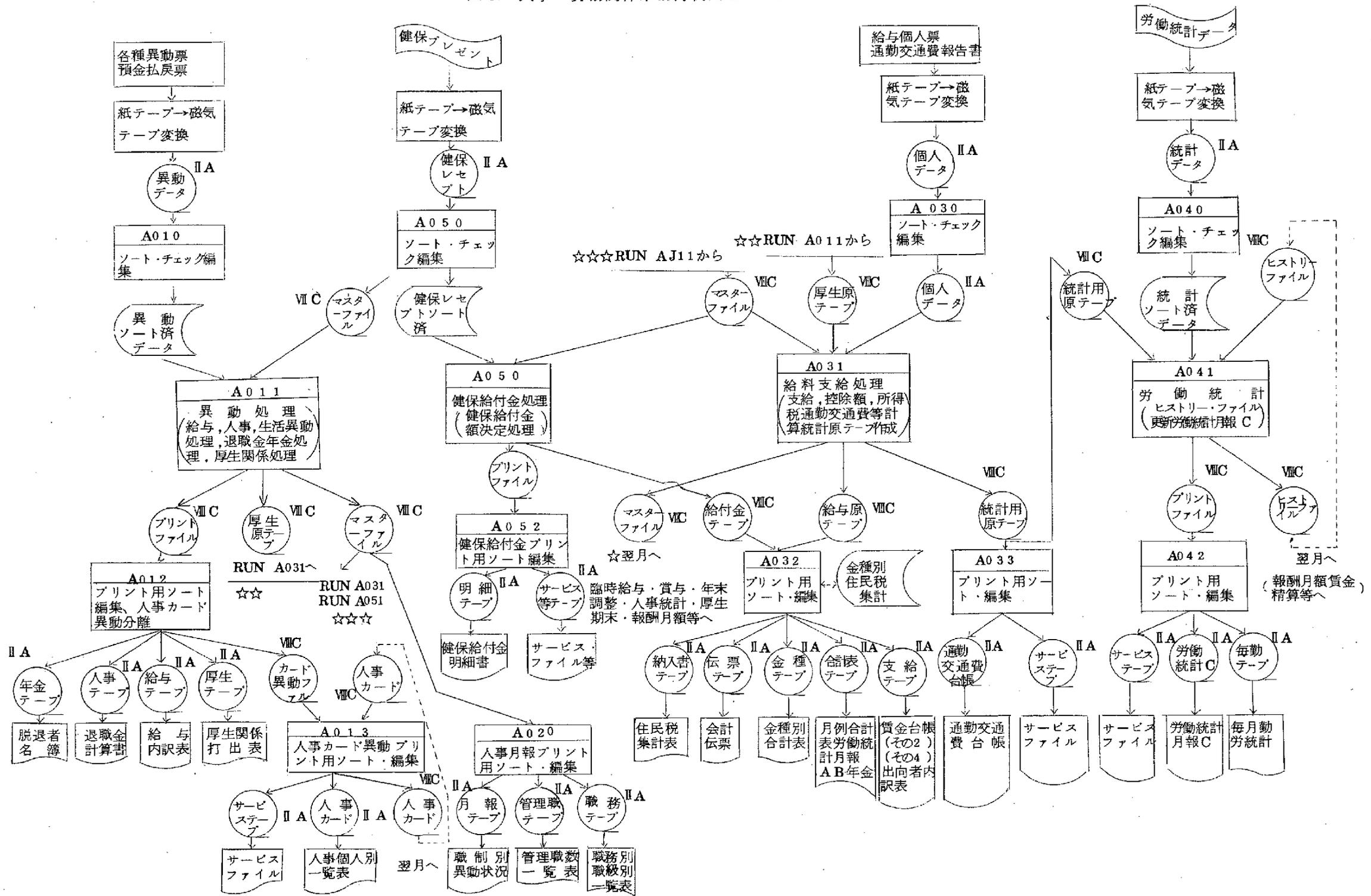
ヒストリ・ファイルは、人事カード・ファイルと給与ヒストリ・ファイルの2種類があり、前者は過去の職歴、職級、基本給、役職、職務、資格、追加学歴ならびに退職については、退職に関する諸データで通常、人事カードとしてどの企業でも作成している履歴情報のうち、マスター・ファイルに所載

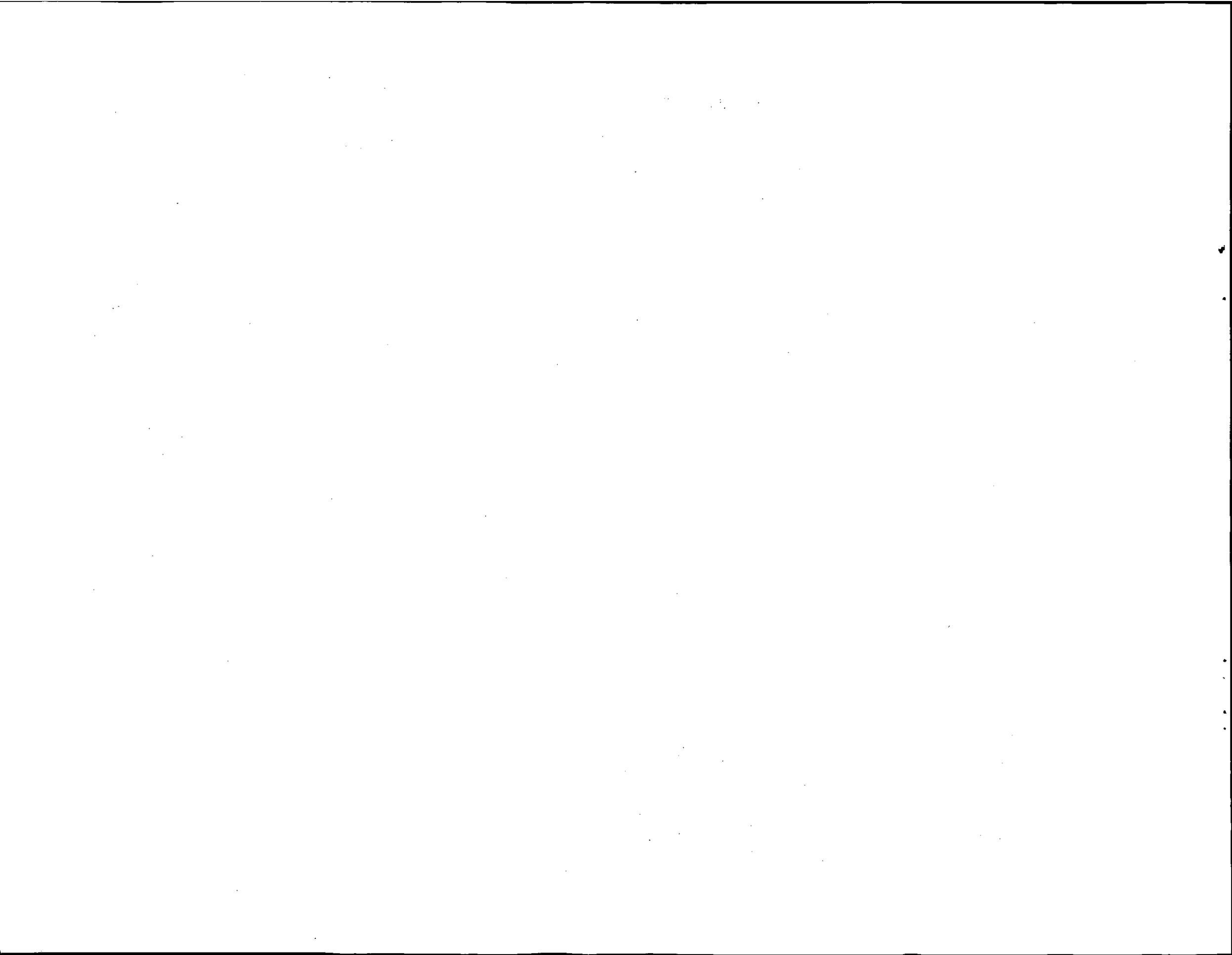
されている以外の事項を、月例処理の異動から蓄積する。給与ヒストリ・ファイルは、賃金精算に必要な過去の賃率、通勤交通費関係データ、報酬月額計算用データ等、後日使用が予定されるデータを、月例処理の中から抜き出して、1年間保存して行くためのデータ・ファイルとして使用している。

月例処理としては、給与計算および人事労務諸統計を作成し、あわせて、それに関連した異動処理とデータ収集を行なっている。すなわち、新入社員のマスタの追加、退職者分の除去、異動項目の変更などにより当月マスタを確定する。ついで支給額および控除項目、所得税、社会保険料などを算出し支給明細書、支払単位別・金種別などの合計表、労働統計、人事統計などの諸表を作成する。

以上の月例処理システムを流れ図に表わすと、つぎのようになる。

図 8. 人事・労務関係業務月例処理システム





4.4 会計システム（1970年版コンピュータ白書より）

A. 武田薬品工業におけるEDP会計システム

〔機械化の重点〕

武田薬品工業株式会社における事務の機械化は1936年PCSを導入したことに始まる。同社のPCS導入は当時においては画期的な壮举であるが、PCSからEDPへの転換は、1961年のコンピュータの導入に始まり、事業部計算および経理部計算への全面的適用が開始された。

次いで1964年には大記憶容量を有するコンピュータの導入、翌65年には東京支社への同種機器の導入が行なわれた。

同社における機械化の重点は販売諸業務の機械化であり、主な適用業務は次のとおりである。

- (1) マーケティングおよび販売管理システム
- (2) 研究開発関係技術計算
- (3) 生産管理システム
- (4) 会計システム

ここではとくに会計システムについて説明する。

〔EDP会計システムの概要〕

同社の会計制度は、事業所組織（本社、支社、支店、工場など）と事業部組織（医薬販売、製薬、食品、化学など）とから資料が得られ、財務上および管理上の要請に応えられるようになっている。たとえば試算表は、

- (1) 事業所別 — 事業部展開
- (2) 事業所別 — 事業所展開
- (3) 全社 — 事業部および事業所展開
- (4) 事業部 — Sub division 別展開

の各種のものがEDP会計処理によりアウトプットされる。

また同社ではコンピュータ導入の初期から一般会計業務のEDP化を進め月次決算に重点を置いている。経理部は、事業部および事業所に対して月々管理資料を提供することを任務としているが、財務管理

資料は「実績」すなわち財務上の実績でなければならぬとの考えから、月次決算はかなり厳密に行なわれている。月次決算制度の概要は、実績標準による組別工程別総合原価計算を行なう一方、棚卸資産の受払は品目別容量別など最も細分された単位ごとに集計され、その際の単価は原材料は移動平均単価により、その他は予定単価により、計算結果と実績との差は原価差額として損益を把握している。

現在、2セットを主力として行なわれているEDPSについて、同社では、当初本社集中管理方式を指向し、次第に分散処理方式に移行するという経過を辿ってきた。このような基本的な考え方の変化の原因として本社集中管理方式は

- ① 各事業所から送られてくるインプット・データの正確性チェックに多大な時間を要し、
- ② アウトプット・データの事業所への送付にも非常に時間がかかる。など高速度処理の効果が大きく減殺されることが挙げられている。現在は分散処理方式の立場から、本社および東京支社にコンピュータを設置し、さらに福岡支店および光工場にもコンピュータの導入が行なわれようとしているが、将来通信回線が10,000ボ-以上の高速時代になり、時間のロスがなくなれば、各地を通信回線で結ぶ集中管理方式をとることも考えられる。

[会計業務サブ・システムの概要]

同社の会計業務サブ・システムも商品・製品の販売業務と直接関連のあるものが発達している。

固定資産管理、債権債務管理など経理部門独自の分野へのコンピュータの適用もほぼ全面的に進められている。

会計業務サブ・システムを体系的に示すと次のようになる。

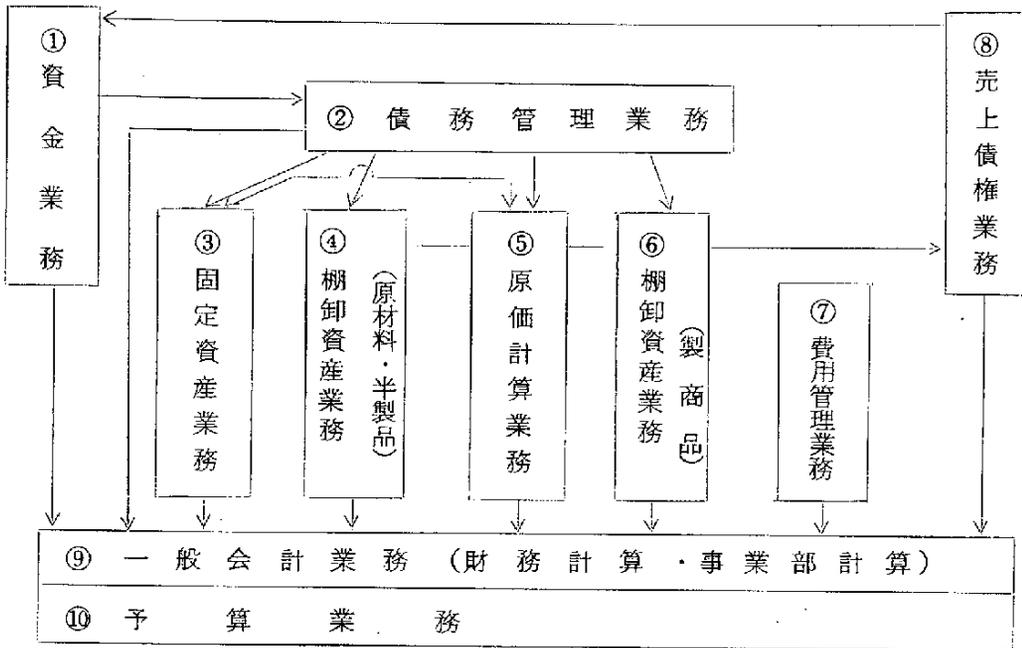
- (1) 資金業務 従来から資金業務のほとんどは手作業で行なっており、手形関係のみが機械化されている。

支払手形に関して満期日の処理は機械が自動的に行なうが、その仕訳伝票は銀行別に手作業で発行する。

資金業務機械処理の拡大高度化は今後の課題とされている。

図 9 会計システム概念図

会 計 シ ス テ ム



- (2) 債務管理業務 商品仕入および原材料購入にともなり債務を管理する業務であるが、現状ではほぼ完成している。
- (3) 固定資産業務 経理独自で機械化を進められるものの代表的な業務で、ほぼ完成し、他のサブ・システムとの機械処理による自動連結を残すのみである。
- (4) 棚卸資産業務 (原材料・半製品) 製商品関係棚卸資産業務との連繋がバッチによっている点を除いてほぼ 80～90% 完成している。
- (5) 原価計算業務 かなり機械化されているが、今後さらに拡大高度化する予定である。
- (6) 棚卸資産業務 (製商品) 同社の機械化で最も中心的部分である。同社の取扱品目数は、およそ 15,000 品目におよび、そのうちおよそ 60% が製品で、40% が商品 (他社製品) である。

売上伝票枚数は、100,000～150,000枚/月であり、1枚平均4.5品目程度の記入が行なわれている。

また10日ごとに入出力集計表の残高と実在庫との照合を実施している。

- (7) 費用管理業務 費用と同時に発生し、翌月にはそのまま支払われる債務については、債務管理業務にふくめる必要がないと考え、費用の方は月間で機械集計し債務の方は一括伝票を手作業処理して一般会計に連結している。

このサブ・システムにおける債務支払のためには銀行振込総括表および支払一覧表がプリントアウトされるが、銀行に提出するものは別途手作業で書き直して作成している。

- (8) 売上債権業務 この業務も同社機械化の中心業務であって、ほとんど完成の域に達している。

同社の売掛債権と相手先の買掛債務とは、タイムラグの調整を行えば必ず一致している。

- (9) 一般会計業務（財務計算・事業部計算） 事業所別事業部展開および事業部別事業所展開の試算表、あるいは事業部門内のサブ・ディビジョン別試算表などが月ごとにアウトプットされる制度が目される。

- (10) 予算業務 予算実績の管理・予算編成資料の作成にコンピュータが用いられている。

[E D P 会計に係る内部牽制]

インプット・データの正確性確保に重点を置くことによって内部牽制を実現している。多くの会計業務サブ・システムにおいて、処理段階でチェック・リスト（アンマッチ・リスト）が作成される。チェック項目は、たとえば、売上データ処理システムではおよそ20項目にもおよぶ。

勘定仕訳は原則として支払い、入金および振替伝票上に行なわれるが、コンピュータによる自動仕訳も若干存在する。原材料の消費払出の仕訳はその例であるが、自動仕訳の結果はプリント・アウトされる

ので audit trail の面での問題は残らない。

処理の結果はすべてプリント・アウトされるようになっている。その目的の第1は、会計数値を管理資料として経営にフィード・バックすることにあるが、それは同時に会計帳簿としての存在意義を持ち、監査および税務調査の場合にも利用できることにある。その上、前述のように原資料作成者に対する牽制の意味も持っている。

EDP会計制度下での内部牽制を維持するよう組織上、経理部、機械計算部および監査部が分立しており、機械計算部は原則としてSEおよびプログラミング、インプット、オペレーションの各機能別に課制を敷いている。

機械計算部の担当者が機能別に異なるうえ、経理部その他による審査が随所にみられるので、いわゆる one man control はあり得ず、不正の行なわれる可能性はほとんど存在しない。

5 生産管理システム（1970年版コンピュータ白書より）

B 石川島播磨重工業における生産管理システム

〔全社総合システムにおける生産管理システムの位置〕

石川島播磨重工業株式会社のEDPシステムの第1の特長は、人事管理・営業管理・原価管理・利益管理・資金管理をふくむ経営事務が、全社的な規模において統合されていることにある。

第2の特長は、これらのシステムが生産管理から出発し、かつ生産管理を最終の目標としていたということである。

第3の特長は、このシステムが実績を中心にし、最近オペレーショナル・コントロールの分野にも着手した。

このシステムは、歴史的にも原価計算のトータル化を第一の目標とし、原価計算が扇の要である。第一世代のコンピュータの導入（1957年）によって、材料費・加工費の集計を中心とする「要素別仕訳表」の作成から着手し、ついで「負担別仕訳表」へと進み、第二世代のコンピュータの導入（1961年）によって、すべての要素を包含した原価計算のトータル化を完成した。

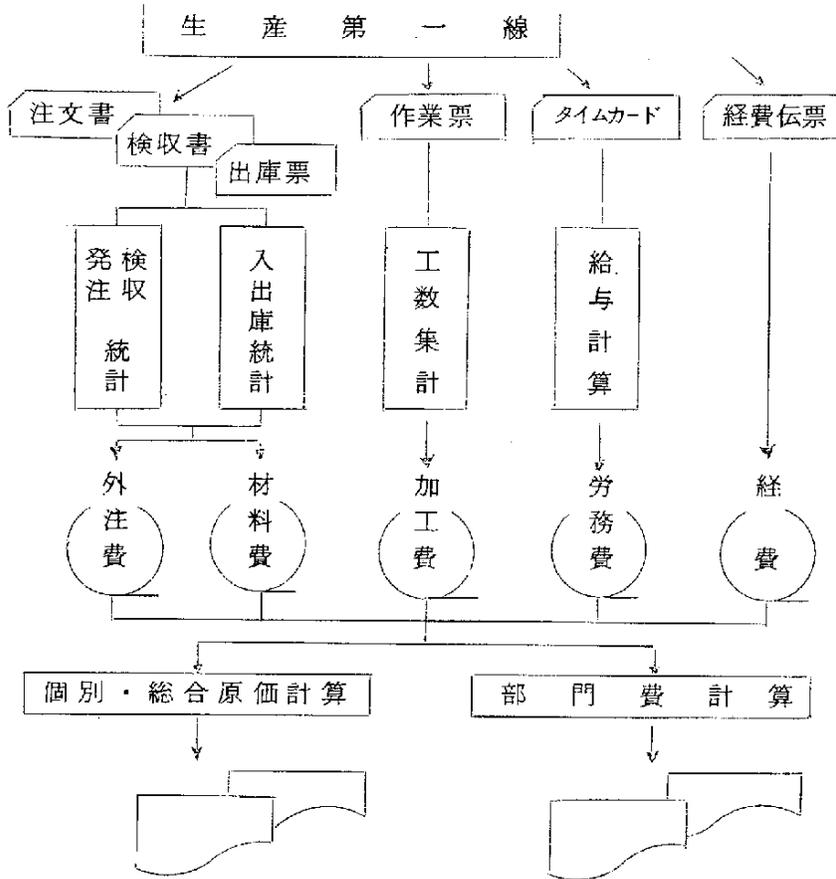
このシステムは「原価」が生産の実態を「共通の尺度」（価値）に

よって反映する唯一の「鏡」であるとの考えに基づくものであり、すべての原価要素が生産管理のための管理資料作成のサブ・システムを経てジェネレートされている。

第三世代のコンピュータを導入（1968年末）し、片や生産管理システムが事業部・工場別に大規模に発展し、他方経営事務システムが人事管理・販売管理・売掛金計上（回収）・買掛金計上（支払）などの面で、オペレーショナル・コントロールへと質的に転換を行ない、財務会計・業績評価をふくむ総合システムへと拡張した現在でも、この考え方は一貫して継承されている。

生産管理を電算化する場合、多品種少量の個別生産を中心とする企業では、汎用システムをほとんど利用することができず、実績中心の事務システム完成の過程における「経験」と「データ」の蓄積がなければならぬ。

図 10 原価管理のシステム概念図

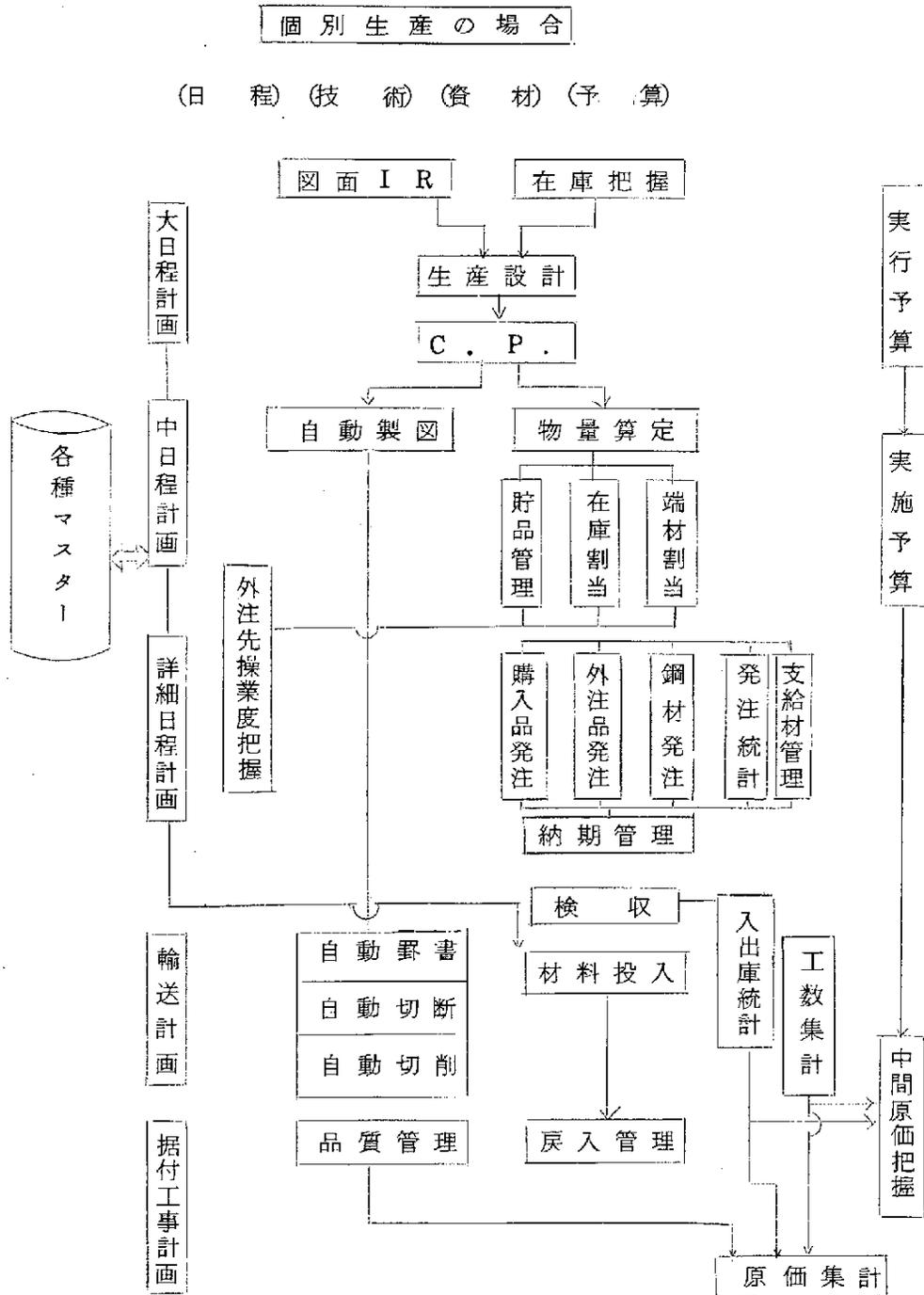


〔生産管理システムへのアプローチ〕

同社の生産管理（オペレーショナルな）のEDP化は1965年ごろに始まり、各事業部・各製品・各工場におけるコンピュータリゼーションの方法・範囲も、おのおのがトータル・システムを志向しながら、現実のアプローチあるいは重点の置き方は、置かれた環境と合理化のねらいによって必ずしも一定にしていなかった。

図11は、特定の個別生産工場および仕込生産事業部における、トータル・システムの鳥瞰図である。

図 11 生産管理のオペレーション概念図 (個別生産)



ある工場は「物量の算定」から「材料投入」までの、いわゆるマテリアル・コントロールに当面の目標を絞っており、またある工場は「図面IR」「生産設計」「NC工作」「マテリアル・コントロール」「日程計画」までの自動化を図っている。

またある事業部では、その性格上「営業システム」を中核におき、また別の事業部は「製造工程」の合理化を主たるねらいにしている。

同社はとくにトップの方針として、EDP化それ自体よりも、EDP化を契機とする経営の質的向上をねらいとしているので、開発費用運営費用が莫大に上ることを覚悟の上で、トータル・システム・アプローチに重点を置いている。

その推進に当たっては、各管理単位（工場・事業部）の費用的負担能力・管理能力・人的能力・標準化レベルなどに応じてアプローチを変えており、EDP化インパクトにより組織を危険にさらすことを避けるべく配慮している。

[標準化とデータ・ベース]

トータル・システムは、データ・ベースを要とするマルチ・ディメンショナルな総合システムであるから、システムの成否を握る鍵はデータ・ベースにどこまで汎用性を持たせて整備できるかにかかっている。

このためには製品・資材・工程・工作法・外注ルートなどの標準化が先決であり、とくに多品種・個別生産を基調とする同社においては、努力の大半をこの問題に払ってきたが、今もって解決すべき点は多い。

一例として同社の比較的標準化された製品の部品マスター・システムについて述べよう。

データ・ベースには最小単位（エンド・アイテム）の部品に至るまで次のような項目が盛り込まれており、これらが組立工程および機能設計の角度から要求に応じて即時に構成できるようにシステム化されている。

部品名・図面番号・材質・重量、工程名・標準工期・標準加工時間
治工具名、外注先納期・単価など。

たとえば、今あるユニットを製作する場合、データ・ベースからそのユニット名を呼び出し、自動的に次のような情報を知ることができ、これをEDP化システムの中に投入することによって、自動的に日程計画・資材の手配などを行なうことができる。

技術変更の場合も、工程面・機能面から、このデータ・ベースを検索し、関連した部品に関する設計変更、マニュアル・治具などの変更、製作・発注オーダーの取消・変更などを漏れなくタイムリーに行なうことができる。

さらに同社では、技術変更・工作の自動化を準備している。

〔日程計画および進捗管理に関するサブ・システム〕

同社では工場・製品の特性によって管理のポイントが異なるので画一のシステムはとっていない。

ある工場では山積みを行なって、全工程の長期的な見とおしを立てるに止めており、ある工場では、ネック・マシンの操業予定のみを出している。またある工場では、大組立工程のスペース・ローディングから逆に工程を遡って加工工程の操業計画まで行ない、これに基づいて資材の投入から発注までを自動化している。

手法としては、対象とする工程の特性により、単なる山積み、PERTと山積の結合、シミュレーションを中心とした方式などを採用している。

進捗管理の電算化は、主として機械工場に対して行なわれている。

カード・ベースによるターン・アラウンド方式とデータ・コレクターによるフィード・バック方式が併用されており、一方このシステムから、原価管理システムへのインプットが作り出されている。

〔図面IRサブ・システム〕

このシステムは過去の蓄積技術を活用するためのシステムで、図面に関する情報をファイルし、キーワードによって複数の次元から欲する図面を引き出すことができる。

将来は生産管理システムへのインプットとしての役割も果たすことを予定している。

[生産設計各種サブ・システム]

このシステムは製品の性能・仕様が確定した後、生産手順をデザインする仕事である。

このシステムは、日程計画・資材手配・自動工作など、各サブ・システムへのインプットを作成するばかりでなく、それ自体、省力・日程短縮の大きな効果を生む重要なシステムである。

骨組・本体構造に関する最適設計（強度・工作の合理化・経済性など）、配管・電路・動力・居住区などいわゆる織装に関する最適設計を行なうとともに物量の算定・工程の決定まで行なうものであるが、標準化の進み具合によって対象物ごとにEDP化のシステムも大きく異なる。

いわゆるカッティング・プラン（C・P—鋼材・パイプ・合板などを経済的にカッティングするための部材の組合せ）も一部で行なっている。

[自動製図サブ・システム]

設計および現図の段階も自動製図機に任せようと言うもので、コンピュータでの計算結果またはデータ・ベースをアレンジして幾何学形状の組合せに転換し、X—Y方向の動きに置き換え、この結果を紙テープまたは磁気テープにアウトプットし、これによって自動製図機の制御装置に命令を与えて図面を描かせるものである。

同社ではかなり広汎に使用している。

[数値制御サブ・システム]

原理は自動製図と同様であるが、コンピュータを直接工作に結びつけるシステムである。同社で適用される範囲は、切断・切削・曲げ・野書と広い活用が考えられるが、現在までに開発された切削・孔あけ・野書を除いては試行・準備の段階である。

自動倉庫・クレーン・コンベアなどを併せてコンピュータでダイレクトにコントロールする方法も近く実現する予定である。

[マテリアル・コントロール・サブ・システム]

システムの内容は、パターンとしては図11および図12に示すと

おりである。仕込生産の場合マテリアル・コントロール・システムは2段階に分かれている。

第1段階は仕込製造の時点である。

販売計画に基づいて仕込計画が策定されるが、この時どの部品をどれだけ作る（または外注する）かを決めるとともに、その発注・納期管理・入出庫指示を行なう。

第2段階は成品（または補用部品）を受注した時点である。組立日程に応じて出庫がリザーブされ、不足品があれば新たに作らなければならない。このいずれの場合もシステムは酷似している。

ベースになるのは「組付マスター」と「在庫マスター」である。組付マスターとは部品の構成を示すマスター・データであり、必要な成品を構成する部品の種類・数量およびもろもろの関連情報がファイルされているので、これから必要な部品の総量が算出される。

在庫マスターには、現在庫量・引当情報・手配状況が入っているので、これと照合することにより、新たに手配する必要の有無を知ることができる。

手配量が確定したあとは個別生産の場合と、自動発注・納期管理・材料投入のシステムに繋がる。手配の単位が品種・業者・納期をキーに行なわれるのに対し、ラインへの投入は組立単位（パレット）で行なわれている。

〔予算管理サブ・システム〕

このシステムは見積→請負金の確定→実行予算→実施予算→設計の各段階→発注金額確定→実際の出庫→工数実績と、生産が進むにしたがってコストに関する新しい情報を古い情報と置き換え、常時、最も精度の高いコストが判るようしておくことを目標としている。

〔その他のシステム〕

上述のシステムのほかに

- (1) フィールドをふくめた部品経歴管理サブ・システム
- (2) 組立記録→検査記録→梱包→発送→請求（以後全社的な売掛金回収管理システムに結びつく）の一貫したサブ・システム

(3) 代理店をふくめた製品在庫管理・サービス管理のサブ・システム

などがあり、いずれも生産管理トータル・システムの一環をなしている。

〔システム実現の背景〕

以上述べたような各種のサブ・システムがある場合は共通のデータベースを介して、またある場合はいったん人手による修正過程を経たりうえで、またある場合は磁気テープによるデータの受け渡しによって、生産管理の機能をトータル化するとともに、全社的経営事務システムとも結合しているのが、同社のシステムの姿である。

各工場・各事業部によってEDP化の範囲と密度およびトータル化の広さはまだ必ずしも統一されていないが、①トップの指導が具体的に行なわれていること、②EDP化の担当部署が統一組織であることなどによって、将来の方向としては一本化されていると云うことができる。

〔将来の方向〕

同社が生産管理の将来方向として予想していることは

- (1) 標準化の徹底によるシステム効率の向上とトータル化の拡大
- (2) 人間的思考の利点を生かすためのマン・マシン・インタラクティブ・システムの導入
- (3) 生産プロセス自体の総合的直接的自動化

などである。

図 12 生産管理のオペレーション概念図 (仕込生産)

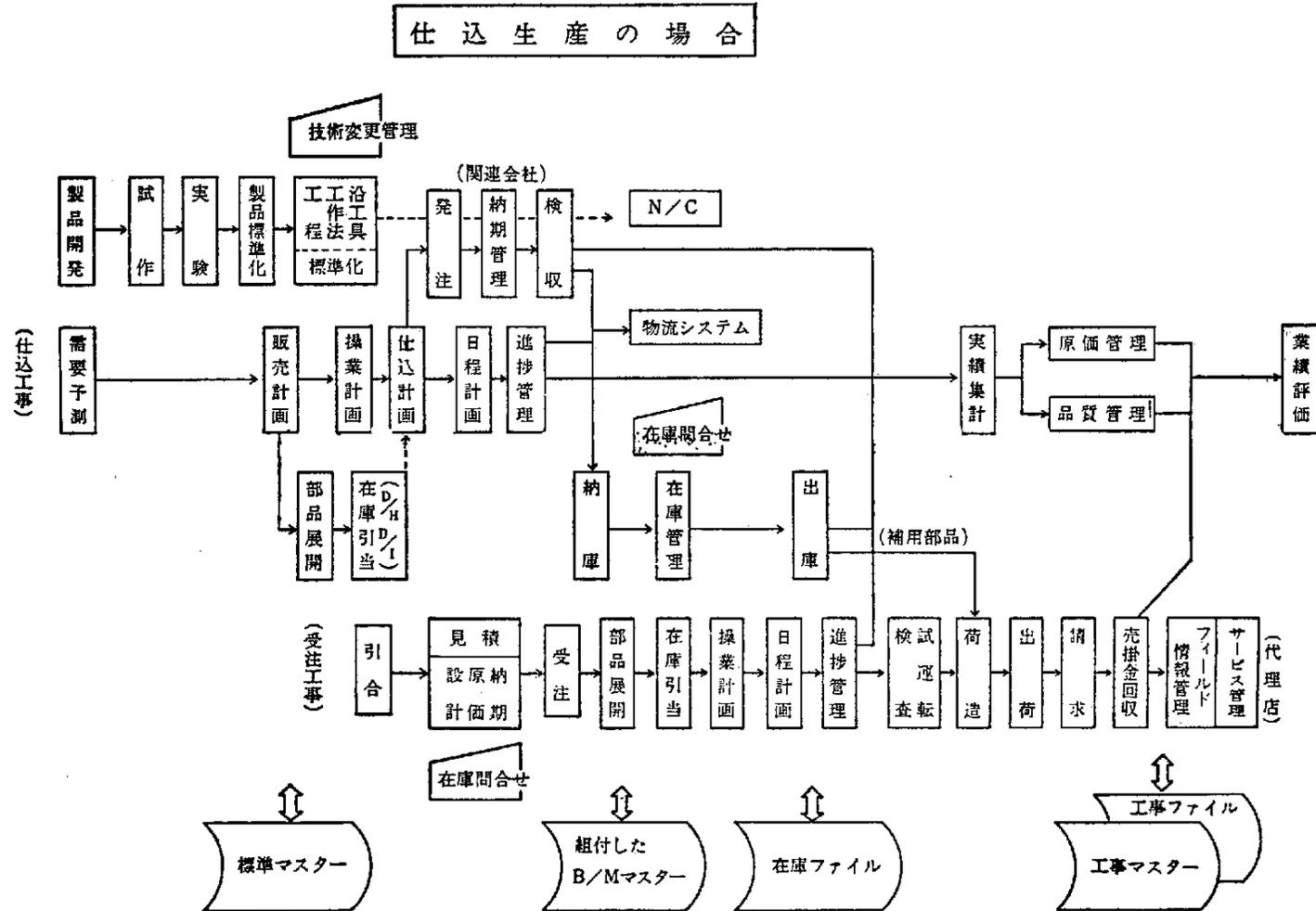
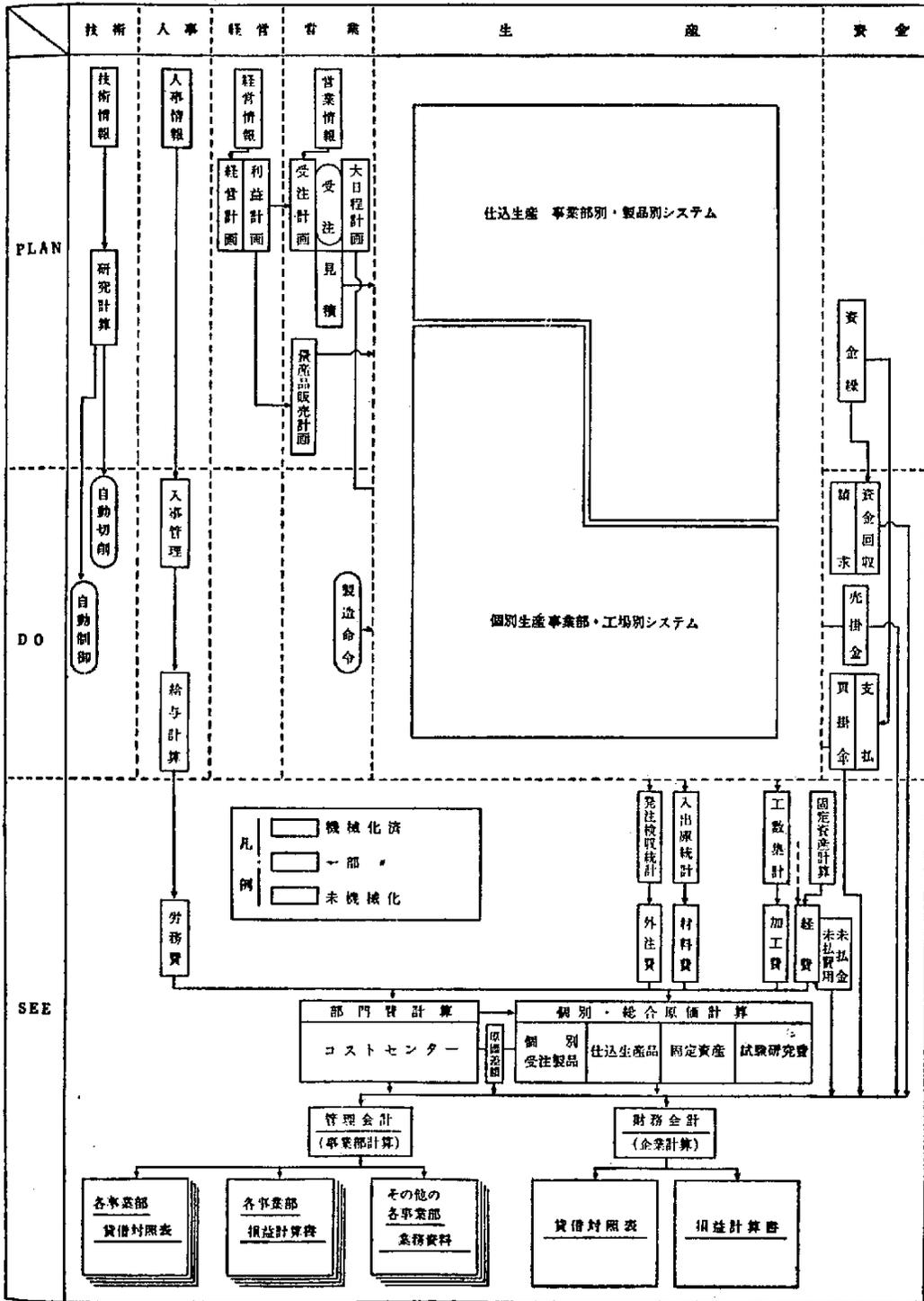
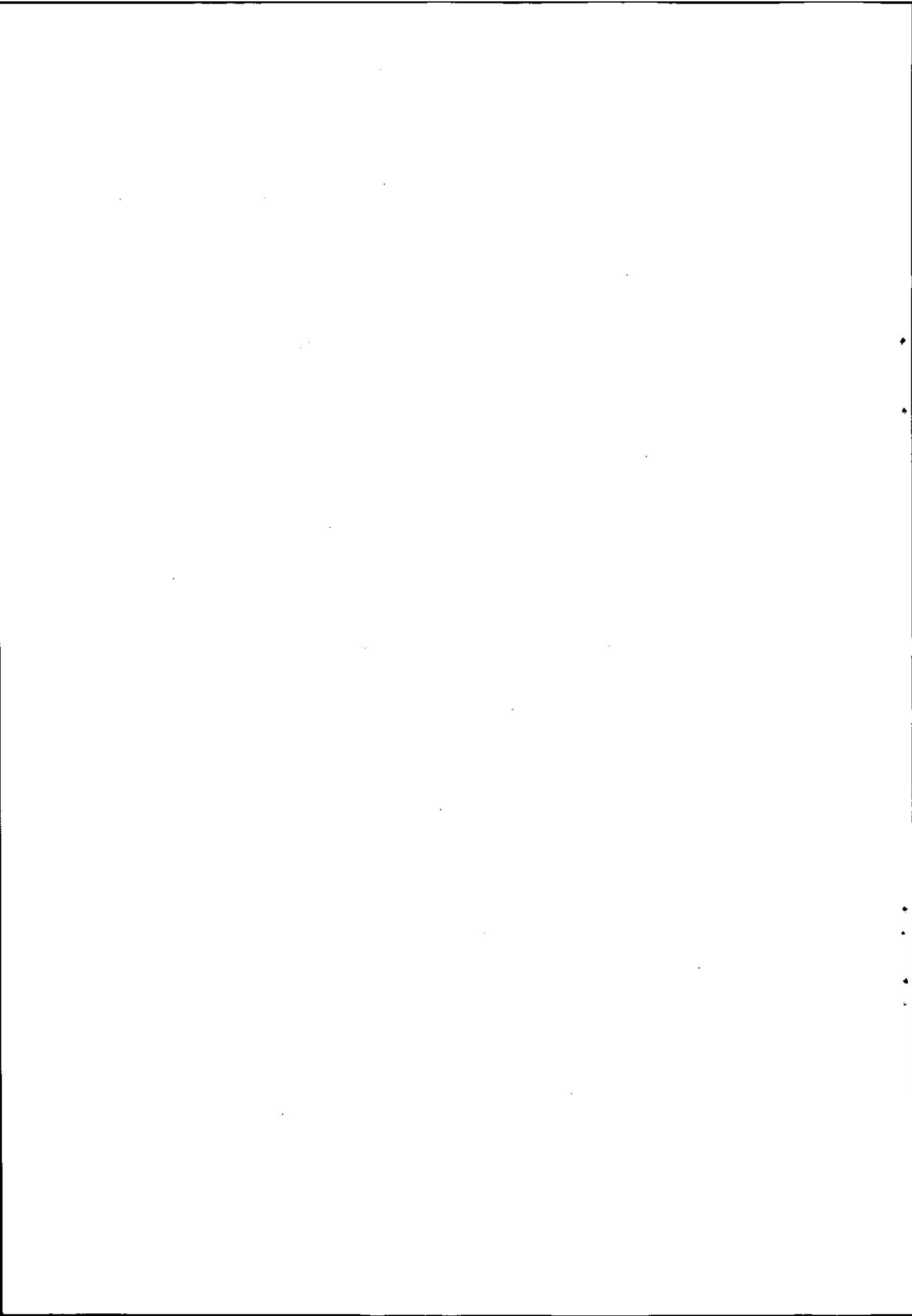


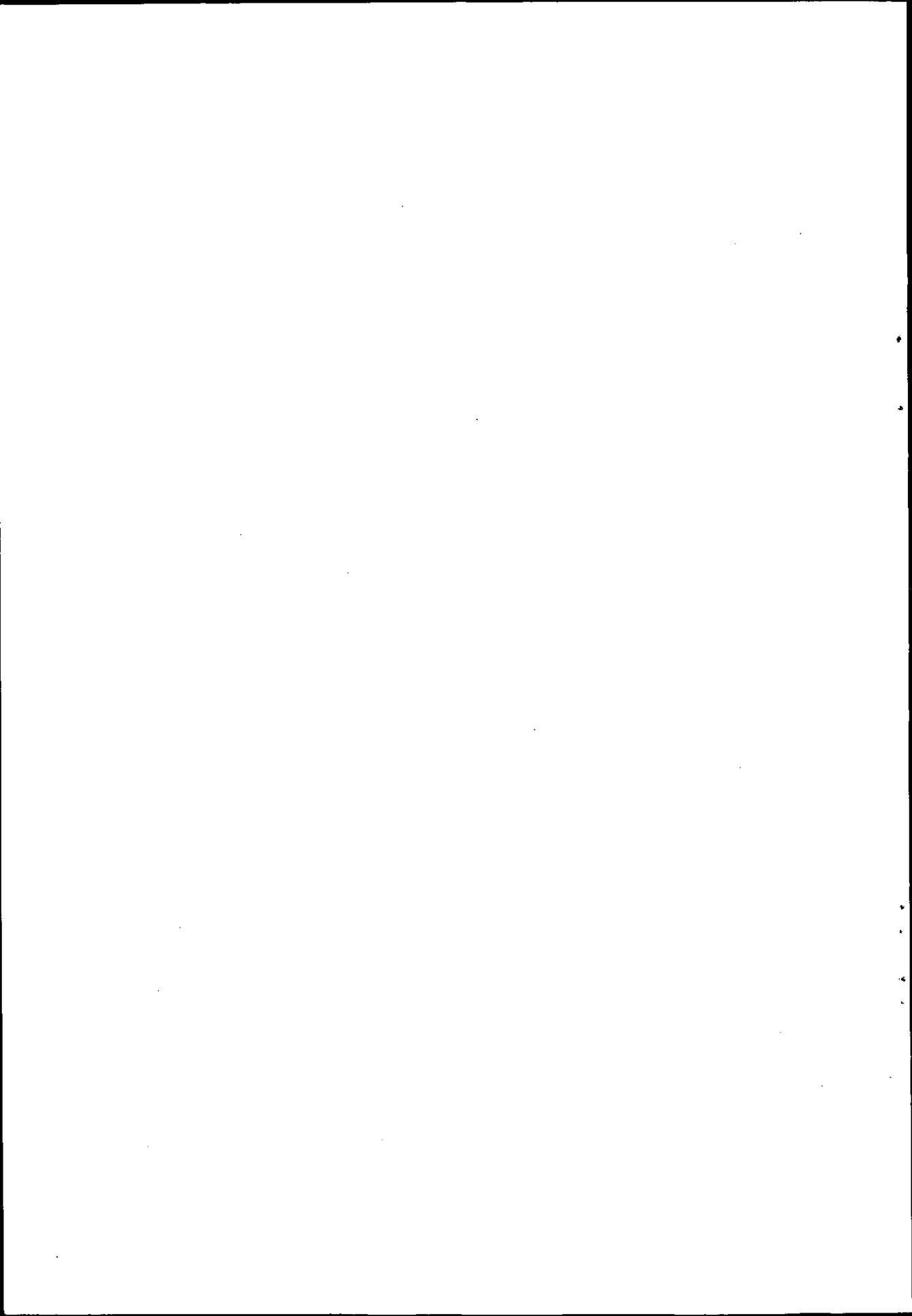
図13 IHI電算化システム





第 2 部

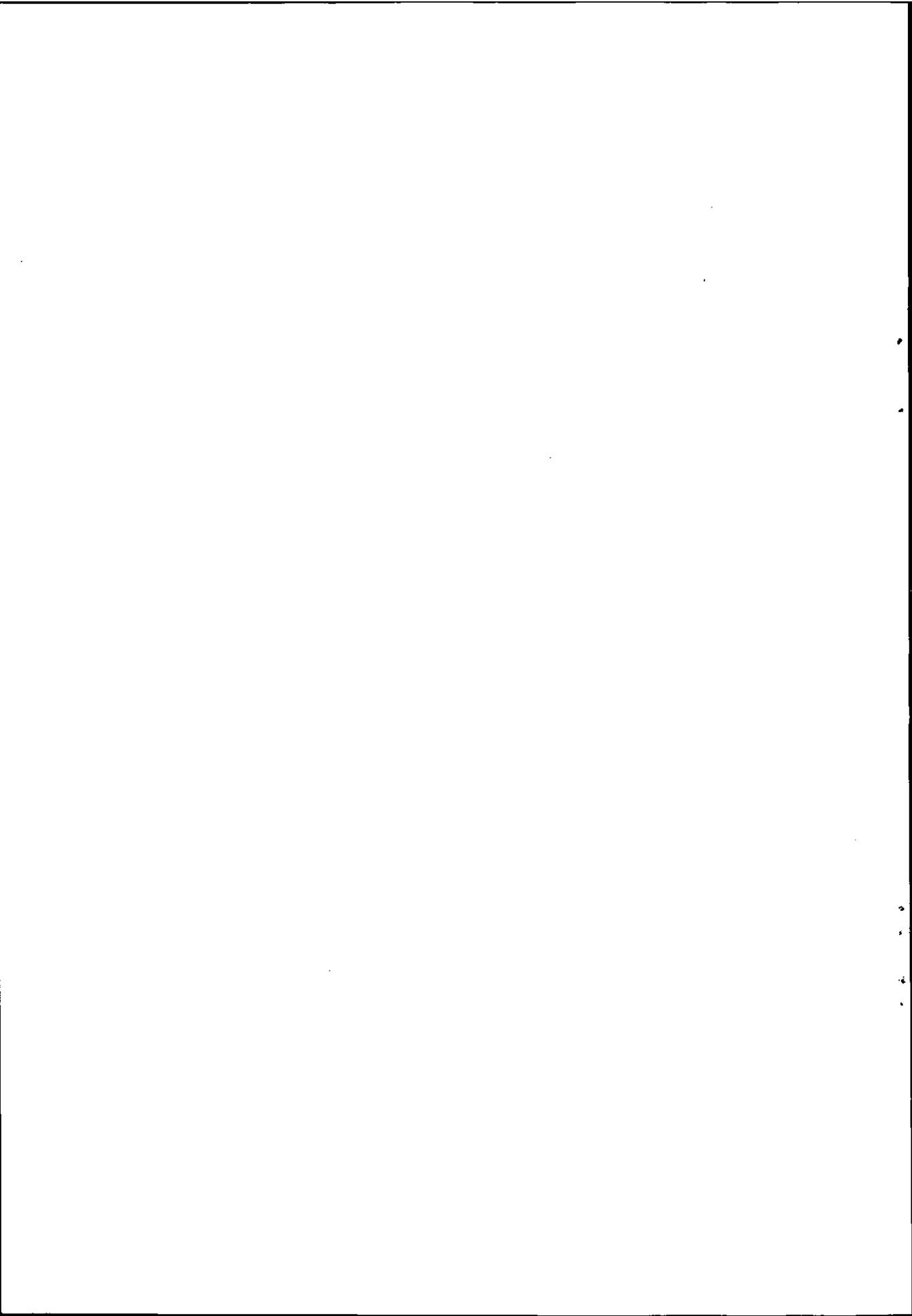
シ ス テ ム 設 計



第 2 部 シ ス テ ム 設 計

目 次

I.	フローチャート	5 5
1	フローチャートとは	5 5
2	フローチャート記号	5 7
3	フローチャートの種類	6 2
3.1	プロセス・チャート	6 2
3.2	プログラム・フローチャート	6 3
4	フローチャートの基本型	6 7
5	練習問題	6 9
II	事例研究	7 3
1	問題設定とシステム概要	7 3
2	フローチャート	7 8
3	プログラム	8 0
4	出力結果	8 3



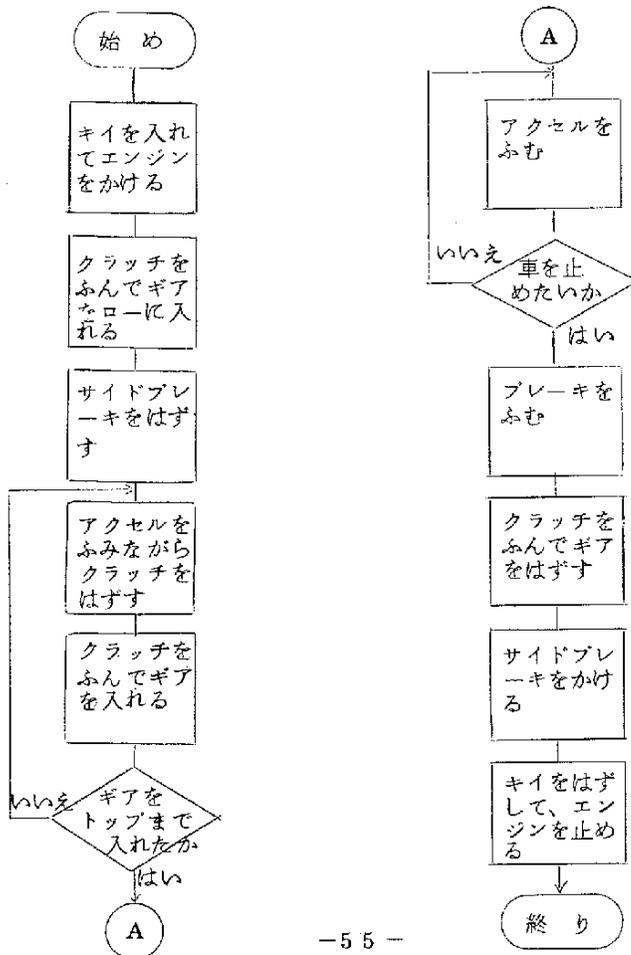
I フローチャート

1 フローチャートとは

われわれは、システム設計やプログラミングを行なう際、フローチャートという図表を作成する。これは、コンピュータで処理する手順の時間的關係や、それぞれの機能的処理手順ブロックの空間的關係を、図式化したものである。それ故に、フローチャートは、定められたブロックとそのブロック間を結ぶ矢印で表現されている。

<例>

図1 自動車の運転手順フローチャート

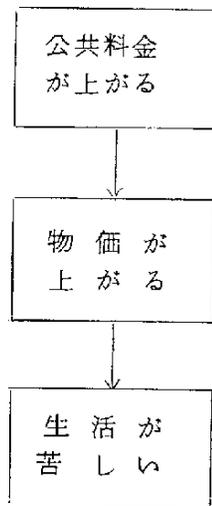


このように、それぞれの手順をわかりやすい図解の形で表現しておく
と誰が見てもよくわかり、客観化され、後で自分で、論理を追いかける
場合でも、非常にわかりやすい。

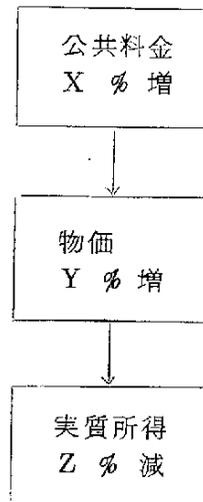
このようにフローチャートは、論理的な前後関係を表わしているが、
普通一般には定量的、つまり数量的な関係でしか使われないと考えがち
である。しかし、量や数的な関係ばかりでなく、定性的な流れを表わす
場合にもちいられる。つまり量の変化を論理的に組み上げるばかりでな
く、状態の変化も表わすことができる。

この二つを比較してみると、

〔定性的〕



〔定量的〕



定性的なフローチャートは、多くの場合、政治の問題とか、社会工学的な問題を取り上げる場合に作成される。

一般にコンピュータ・システムで用いられるフローチャートは、前の計算ででてきた数値をどのように次へもっていくか、という定量的なフローチャートである。ただし、定性的に近い形のフローチャートも作成される。前者は主に、プログラミングの際にもちいられ、後者は、システム設計の操作論理を表わす場合に作成される。

以上のようにフローチャートも用途別にその形態が異なってくるので、その目的に合わせて作成しなければならない。

2 フローチャート記号

フローチャート記号は、情報処理における操作の系列、データの流れ、作業の進行などを表現するためのものである。

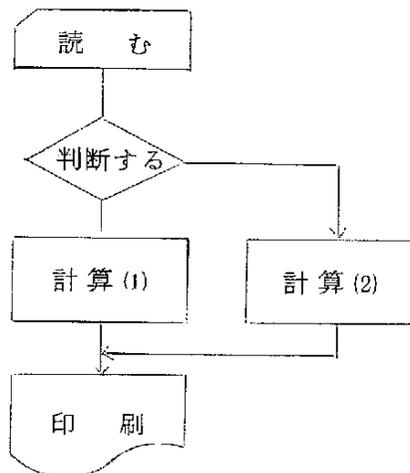
以下ここで説明するフローチャート記号およびその用法は、日本工業規格（J I S）「情報処理用流れ図記号」を参考にした。

〔書き方〕

- (1) 流れ図（flowchart）における流れ（flow）の方向は、原則として、左から右へ、上から下へとする。流れの方向がこれに合わないときは、流れを示す矢印を用いなければならない。

なお、矢印を用いたほうがわかりやすいときには、これを用いることがのぞましい。

（例）

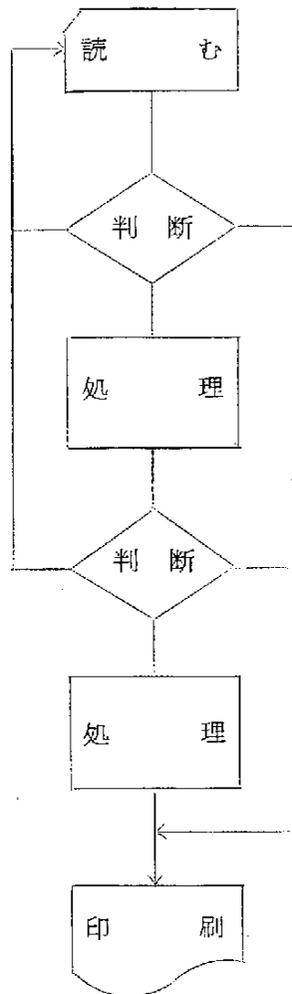


(2) 流れ線 (flow line) は互いに交差してもよい。この場合には、これらの間に互いに論理的関係はないものとする。

原則的には、流れ線の交差はなるべくさけたほうがよいが、交差させることによって、フローチャートが簡潔になる場合には、交差させたほうがよい。

(3) 二つ以上の流れ線を集めて、一つの流れ線にしてもよい。

(例)



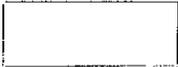
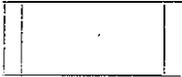
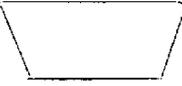
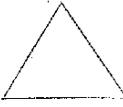
{ フローチャート記号 }

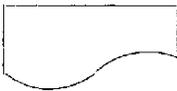
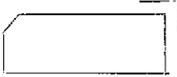
資料 1.

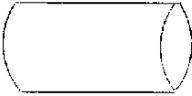
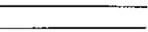
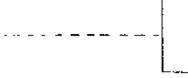
情報処理用流れ図記号

日本工業規格 J I S

C 6 2 7 0 - 1 9 7 0

番号	記号	意味
1		処理 (process) あらゆる種類の処理機能を表わす。
2		判断 (decision) いくつかの択一的径路のうち、どの径路をとらせるかを 決める判断、またはスイッチ式の操作を表わす。
3		準備 (preparation) スイッチの設定、指標レジスタの変更、ルーチンの初 期値の設定など、プログラム自身を変えるための命令、 または命令群を修飾する機能を表わす。
4		定義済み処理 (predefined process) サブルーチンなど、別の場所で定義されている命令群、 またはいくつかの操作よりなる命名された処理過程を 表わす。
5		手作業 (manual operation) 機械的な手段を用いない手作業によるオフラインの処 理過程を表わす。
6		補助操作 (auxiliary operation) 中央処理装置で直接に制御されていない装置によって 行なりオフライン操作を表わす。
7		組合せ (merge) 記録の二つ以上の集合を一つの集合に組み合わせるこ とを表わす。
8		抽出 (extract) いくつかの記録からなる一つの集合のなかから、特定 のいくつかの集合を取り分けることを表わす。
9		照合 (collate) 組み合わせたり抜き出したりしながら、記録の二つ以 上の集合から二つ以上の集合を作り出すことを表わす。

番号	記号	意味
10		分類 (sort) 集合中の記録をある定められた順序に並べかえることを表わす。
11		手操作入力 (manual input) オンラインけん盤、スイッチ、押しボタンなどを手で操作して処理中に情報を入れる入力機能を表わす。
12		入出力 (input/output) 情報を処理可能にする入力機能、または処理済みの情報を記録する出力機能を表わす。
13		オンライン記憶 (online storage) 磁気テープ、磁気ドラム、磁気ディスクなどあらゆる種類のオンライン記憶を利用する入出力機能を表わす。
14		オフライン記憶 (offline storage) 情報を任意のオフラインの記録媒体に記憶する機能を表わす。
15		書類 (document) 書類を媒体とする入出力機能を表わす。
16		紙カード (punched card) 紙カード (マーク センス カード、パーシャルカード、スタブ カード、マーク スキャン カードなどを含む) を媒体とする入出力機能を表わす。
17		カードの組 (deck of cards) 紙カードの集まりを表わす。
18		カードのファイル (file of cards) 紙カード上の関連ある記録の集まりを表わす。
19		紙テープ (punched tape) 紙テープを媒体とする入出力機能を表わす。
20		磁気テープ (magnetic tape) 磁気テープを媒体とする入出力機能を表わす。

番号	記号	意味
21		磁気ドラム (magnetic drum) 磁気ドラムを媒体とする入出力機能を表わす。
22		磁気ディスク (magnetic disk) 磁気ディスクを媒体とする入出力機能を表わす。
23		磁心 (core) 磁心を媒体とする入出力機能を表わす。
24		表示 (display) 処理中に、オンライン表示灯、映像表示装置、操作卓の印字機作図機などを通じて、情報を人間が利用できるように表示する入出力機能を表わす。
25		流れ線 (flow line) 記号を結びつける機能を表わす。
26		並行処理 (parallel mode) 二つ以上の同時操作の始まり、または終りを表わす。 (左図には流れ線は示していない)
27		通信 (communication link) 情報を通信線で伝達する機能を表わす。
28		結合子 (connector) 流れ図のほかの場所への出口、あるいはほかの場所からの入口を表わす。
29	端子 (terminal interrupt) 開始、終了、停止、遅延、中断など、流れ図の端子を表わす。	
30		注釈 (comment, annotation) 明瞭にするために、説明または注意を加える機能を表わす。

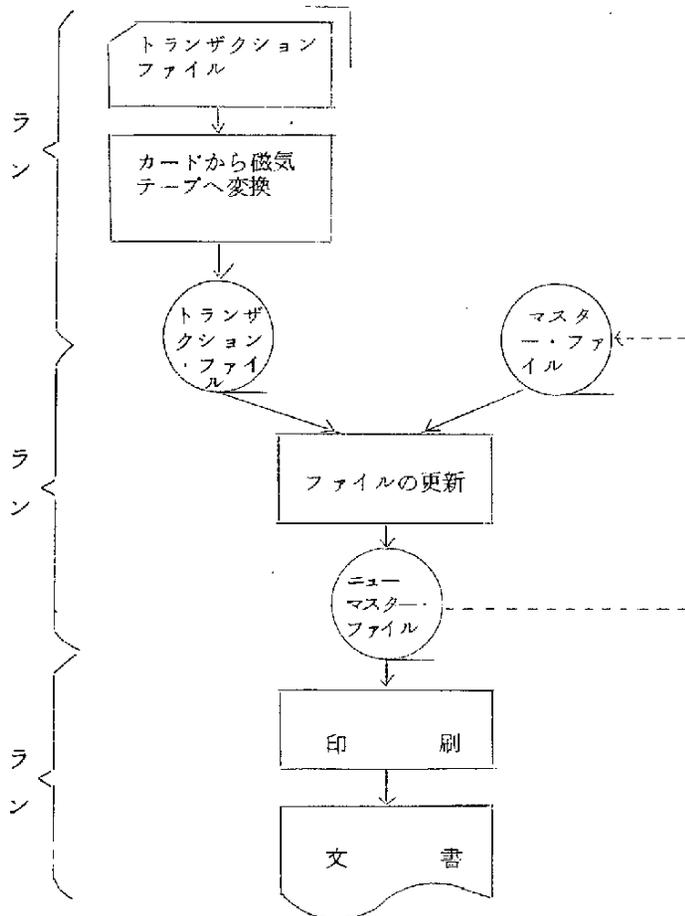
3 フローチャートの種類

フローチャートには、それぞれ異なった目的または用途別に、いくつかの種類がある。大きく分けると、システム設計の際に作られるものと、プログラミングの際に作られるものがある。

3.1 プロセス・チャート

プロセス・チャートは、システム・フローチャートとも呼ばれ、1つの情報処理を構成するユニット・プロセス相互の関係をあらわしたものである。このユニット・プロセスは別にランともいい、プログラムを1回ロードすることによって行なわれる一連のコンピュータによる情報処理のことをいう。

図2 プロセスチャートの例



前記のようにプロセス・チャートは、ユニット・プロセスごとに入力、情報処理の内容、出力の概要を図示し、一定の情報処理を行なうために必要な各ユニット・プロセスの関連をフローチャートで示したものである。したがって、プロセス・チャートを書くためにはコンピュータへ何をどのような方法で入力するか、どのような情報処理を行なうか、そしてコンピュータから何を、どのような方法で出力するかということ個々のランごとに確定しなければならない。

3.2 プログラム・フローチャート

各ランの仕様がはっきり確定したあとで、プログラミングの道具として用いられるのが、このプログラム・フローチャートである。

実際のデータ処理プログラムは、かなり複雑な論理的構造をもっているので、その表現としてのプログラム・フローチャートも、いくつかのレベルに分けられて表現されている。

① ゼネラル・フローチャート

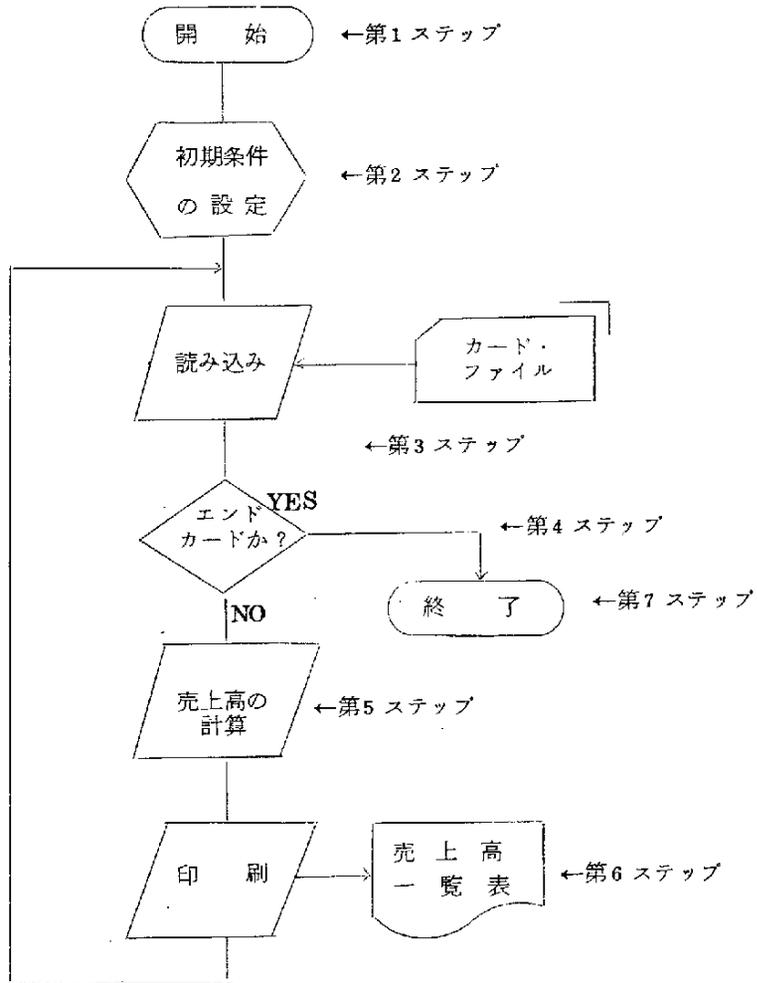
プロセス・チャートは、コンピュータにどのようなプロセスで仕事をさせるかを図示したものであるが、各プロセスごとにコンピュータの内部でどのような方法によって、情報処理を行なうのかを概括的に図示したものが、ゼネラル・フローチャートである。

ここで売上高計算を例にとってみよう。

商品コード、売上数量、商品単価がパンチされているカード・ファイルを入力することにより、商品別の売上高を計算し、その結果を印刷するまでのゼネラル・フローチャートを作成してみよう。この場合、商品別の売上数量の合計はすでに行なわれているものとする。

ただし、売上高 = 売上数量 × 商品単価とし、商品コード欄に何もせん孔されていないエンドカードが入力されたとき、処理は終了する。

図3 ゼネラル・フローチャートの例



第1ステップは開始を表わし、第2ステップの初期値条件の設定では、データを入力する前に処理に必要な準備を行なう。この処理は最初の1回だけ実行される。第3ステップでは、1枚目の売上カードがコンピュータに読み込まれ、第4ステップでは、入力カードがエンドカードであるかどうかを判定する。もし、エンドカードで

あれば第7ステップにいて処理は終了する。しかし、1枚目のカードにはデータが記録されているので第5ステップに移って売上高の計算が行なわれ、第6ステップでその結果がプリントされ、1枚目の処理が終る。1枚目のカードの処理が終ると、2枚目のカードを読み込み、また同じように処理される。このようにして、エンドカードがくるまで処理されるのである。

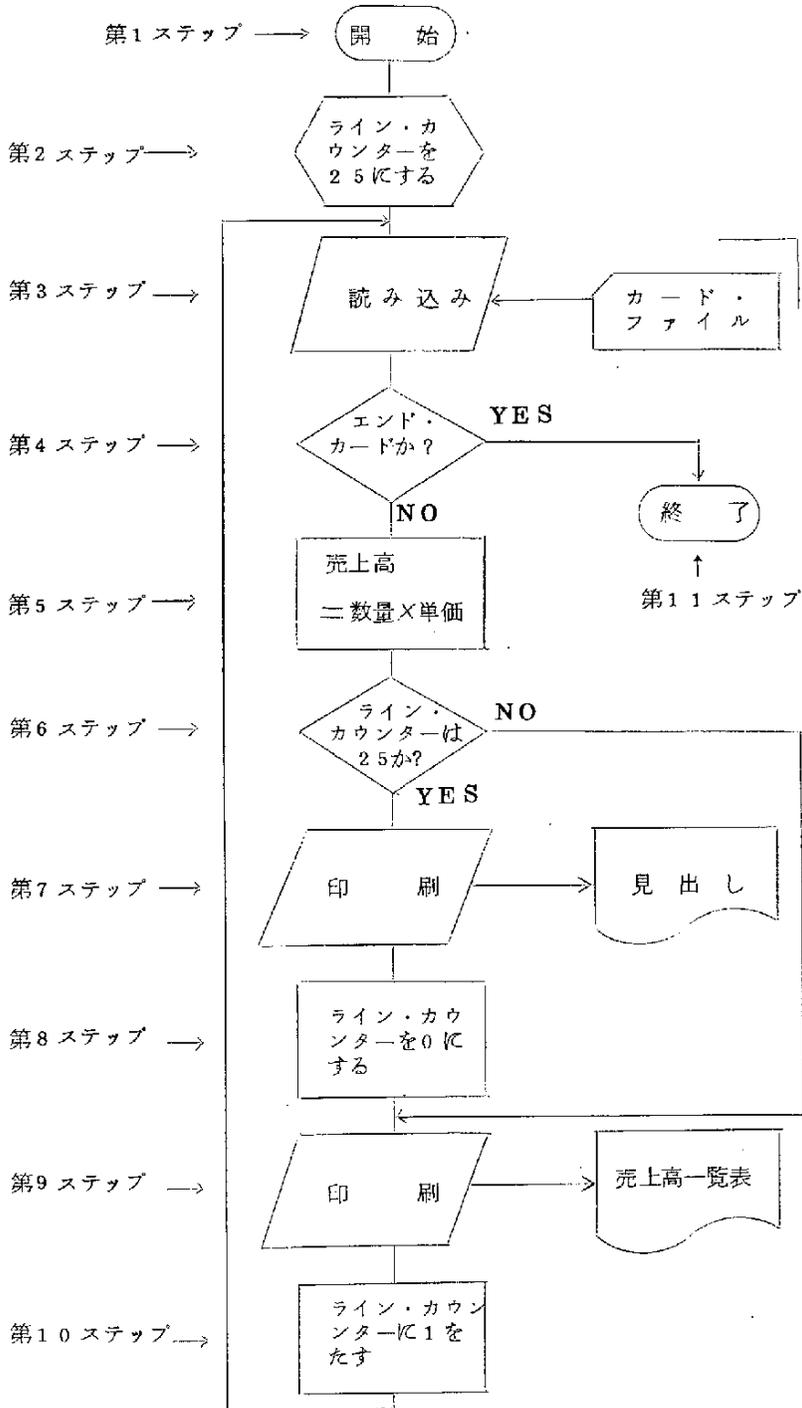
以上のようにゼネラル・フローチャートでは、細部にわたる処理手順の説明はなされておらず、一括できる部分は1つのブロックであらわされている。

② ディテール・フローチャート

ディテール・フローチャートは、ユニット・プロセスで行なう処理内容を、転送、演算、判断などの基本的なデータ処理操作に分解して、その流れを、プログラミングできる程度に詳細に図示したものである。

それでは、売上高の計算の例をディテール・フローチャートで図示して、説明してみよう。

図4 ディテール・フローチャートの例



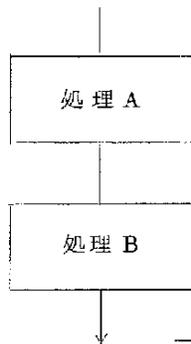
まず、第1ステップは、開始を表わすターミナル記号である。次に第2ステップでは、ライン・カウンターつまり、計算結果を印刷した行数を数える場所に25を入れる。これは、1枚目のデータ・カードを入力したときに見出しを印刷させるために行なう。そして、第3ステップで1枚目のカードが読み込まれ、第4ステップでそれが、エンド・カードかどうかを判定する。もし、エンド・カードであれば、第11ステップに移って処理は終了する。この場合、入力カードは、1枚目であるから第5ステップに移って売上高の計算が行なわれる。次に、第6ステップでライン・カウンターが25かどうかを判定し、25であれば、第7、第8ステップに移って、見出しを印刷し、ライン・カウンターを0にする。ライン・カウンターが25でなければ、第9ステップに移って、商品コード、数量、単価、売上高をプリントする。ここで1枚目の処理が終了し、第10ステップで、ライン・カウンターに1をたし、2枚目のカードを読み込む。

以上のようにディテール・フローチャートを作成するには、問題の細部にわたる検討をし、条件のもれを完全になくさなくてはならない。よって、プログラマは、このディテール・フローチャートにしたがって、プログラミングを行なうことができるのである。

4 フローチャートの基本型

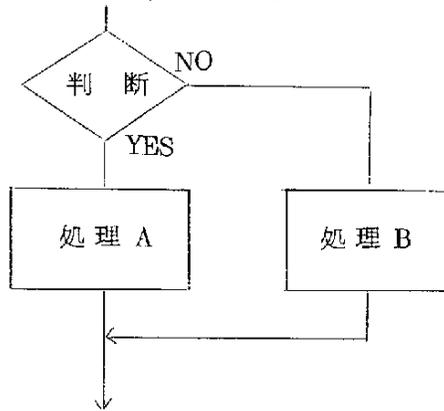
① 直線型

フローチャート記号の配列で最も単純なパターンで、2つの処理記号をその処理手順にしたがって、上下につないだもの。



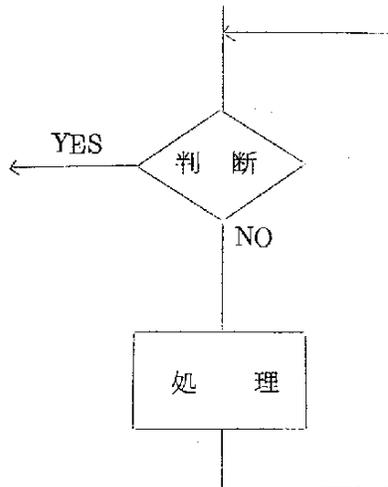
② 分岐型

あるデータの条件によって、異なる処理を行ない、その後で再び合流する型。



③ ループ型

あるデータの条件を判断し、条件が満たされていれば、次の処理へ進むが、条件が満たされていなければ、その条件が満たされるまで、処理をくり返すという型。その場合、何回か処理をくり返すことによって条件が満たされるようになっていなければならない。もしそうでなければ、ループは無限にくり返えされ、抜け出すことができない。



以上、すべてのフローチャートは、直線、分岐、ループという3種類の基本パターンの組合せによって書きあらわすことができる。

5. 練習問題

(1) ある会社の社内預金制度の利息計算業務を考えてみよう。

この会社では、入金または出金の受付けを毎週末に、まとめて処理する。その際の処理としては、入出金伝票をカードにパンチして、それを使ってマスターファイル（磁気テープ）の更新と入出金一覧表を作成する。

また、毎月の最終日には、すべての預金者の利息を、その月の残高について計算し、預金とその月の残高を計算した新残高を一覧表にして出す。

なお、一人の預金者が、入金と出金との両方を、同じ週に行なうことはないものとし、また、新しく口座を開いたり、閉じたりする業務については、とりあげないことにする。

（計算式）

$$\text{利息} = \text{旧残高} \times \text{利率}$$

$$\text{課税前新残高} = \text{利息} + \text{旧残高}$$

$$\text{課税後新残高} = \text{課税前新残高} - \text{税額}$$

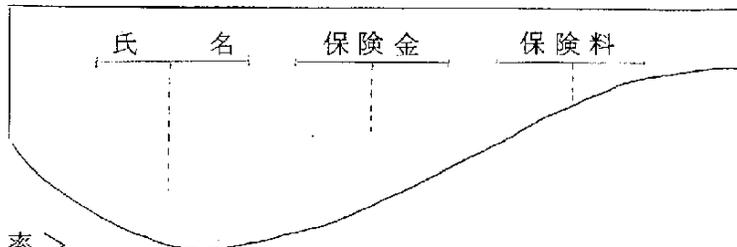
以上のことから、プロセス・チャートを作成せよ。また新残一覧表作成のゼネラル・フローチャートを作成せよ。

(2) 下記の条件から保険料計算のディテール・フローチャートを作成せよ。

<入力形式>

氏名	年令	健康状態 (良 不良)	保険金
----	----	-------------------	-----

<出力形式>



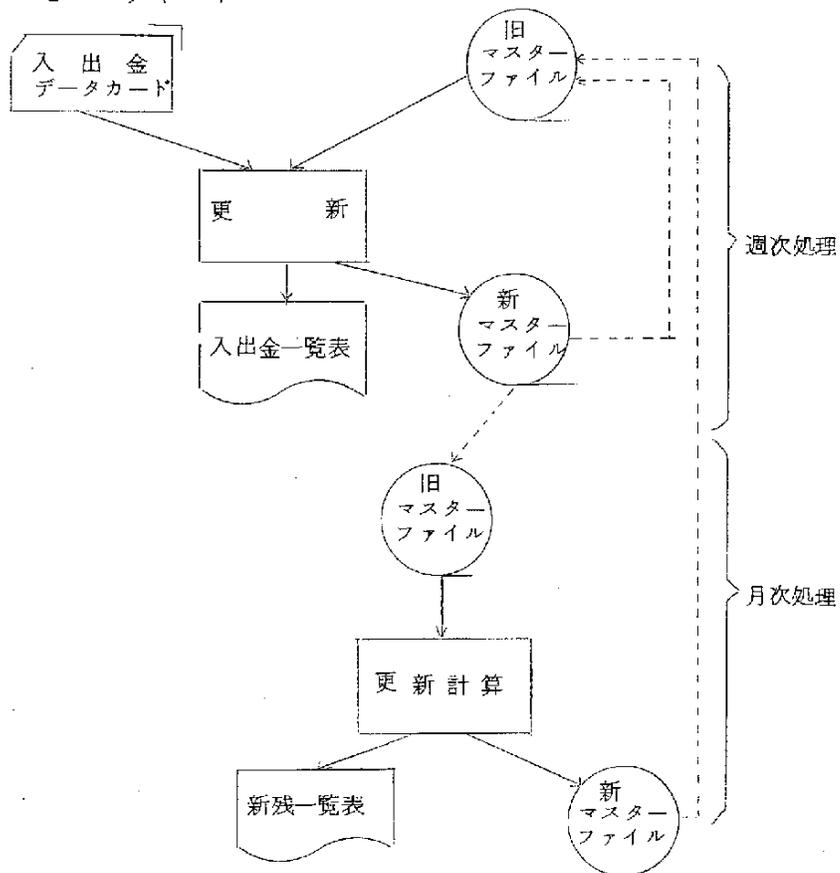
<保険料率>

	良好	不良
30才以下	1.53	2.73
30才~50才	2.94	5.26
50才以上	6.44	10.94

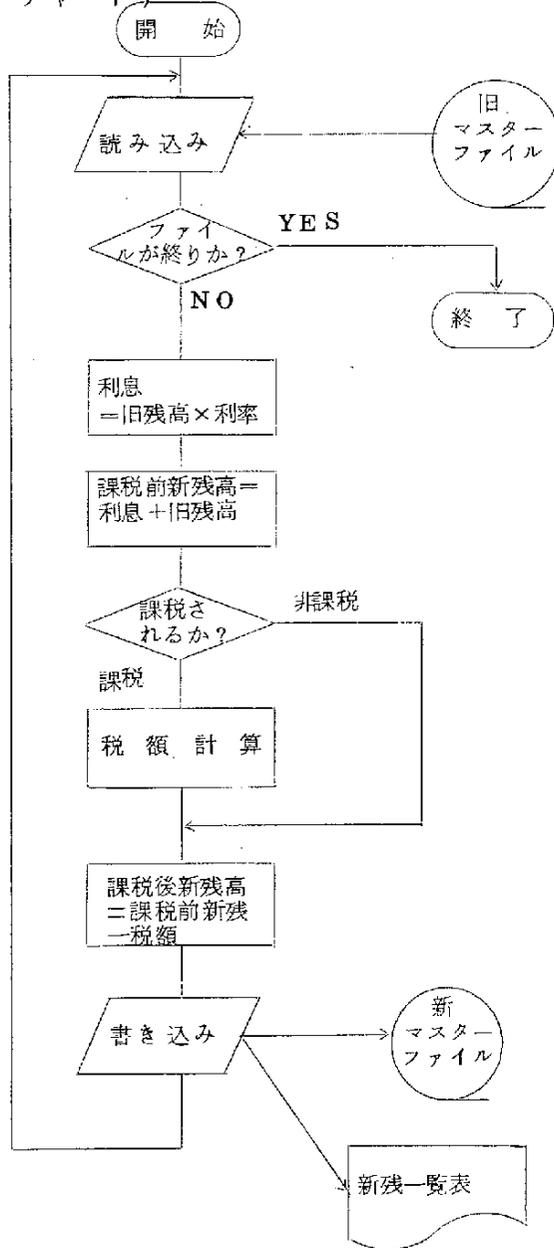
なお、終りを示すカードは氏名が空白になっている。

練習問題解答

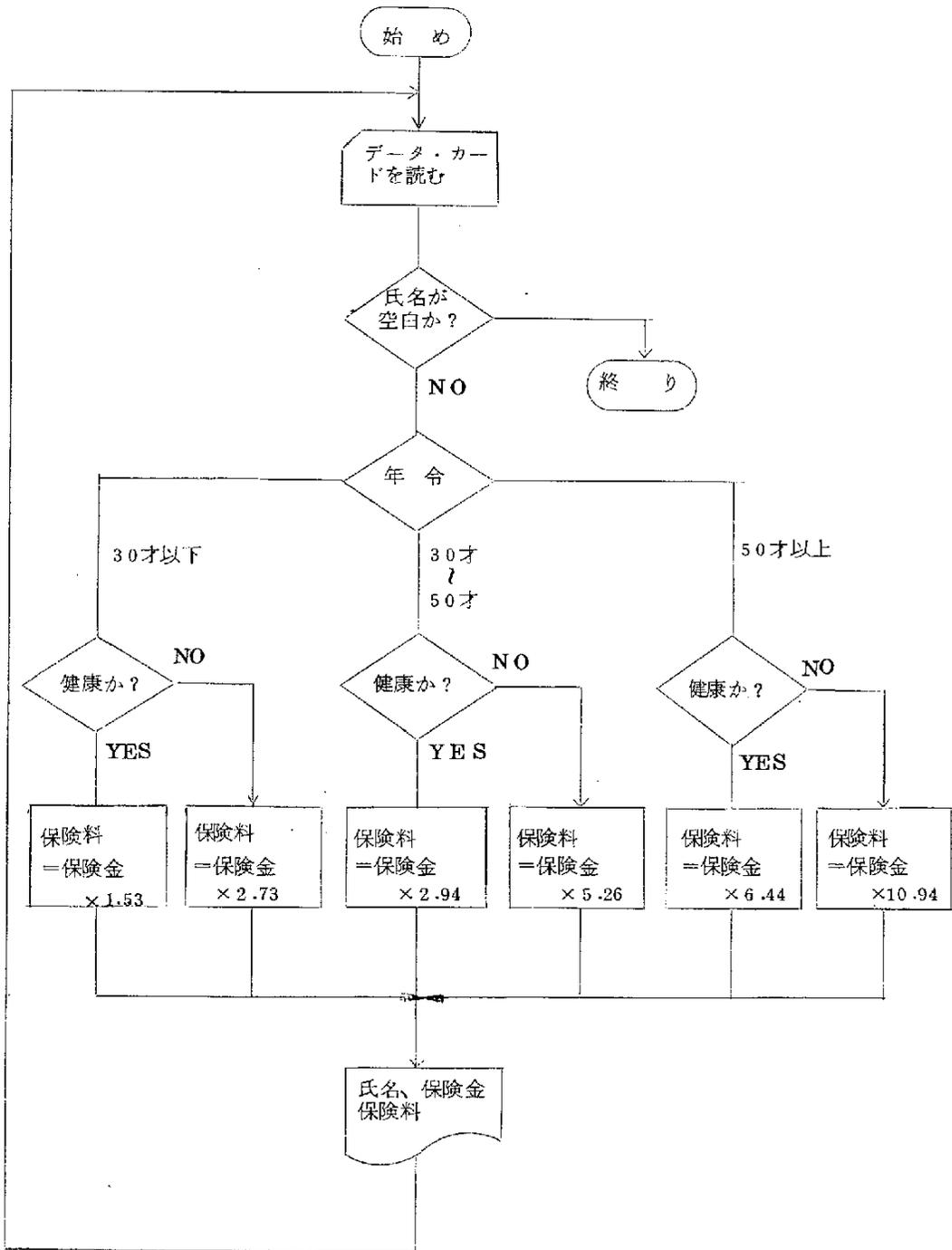
(1) プロセス・チャート



(ゼネラル・フローチャート)



(2) デイテール・フローチャート



Ⅱ 事 例 研 究

それでは、ここで今までの総まとめとして、在庫管理に関して必要としている情報（在庫管理資料）をコンピュータで問い合わせる問題を例にとって、問題設定からフローチャートを作成して、それにもとづいてプログラム（コボル言語）を作成してみよう。

1 問題設定とシステム概要

この問題は、在庫マスターファイルから、必要とする商品の、在庫状況および過去の発注状況を求めるものである。

(1) 出力資料

商品別在庫一覧表

商品コード	商 品 名	前 月 残	当月入庫	当月出庫	当 月 残	増減比率

発 注 明 細 表

商品コード	商 品 名	発注日	発注先	発注量	単 価	金 額	納入日

(2) 入 力

<コード表>

① 資料コード

商品別在庫一覧表	1
発注明細表	2

② 商品コード

テレビ(カラー)	0 1
テレビ(白黒)	0 2
ラジオ	0 3
ステレオ	0 4
テープレコーダー	0 5
冷蔵庫	0 6
電気釜	0 7
トースター	0 8
ジュース	0 9
電子レンジ	1 0
洗濯機	1 1
掃除機	1 2
アイロン	1 3
クーラー	1 4
電気コタツ	1 5

<入力要領>

入力はタイプライターでおこなう。

- ① 1桁目から10桁までに問い合わせ責任者の名前をアルファベットでタイプする。10桁目までに達しない場合は残りの桁をスペース(空白)にし、10桁をこえる名前は10桁でとどめる。
- ② 11桁目に求める資料の資料コードをタイプする。
- ③ 12桁目からその資料の中で必要な商品の商品コードをタイプする。なお、商品コードはかならず小さい方からタイプする。
- ④ データ終了の表示キーを押す。

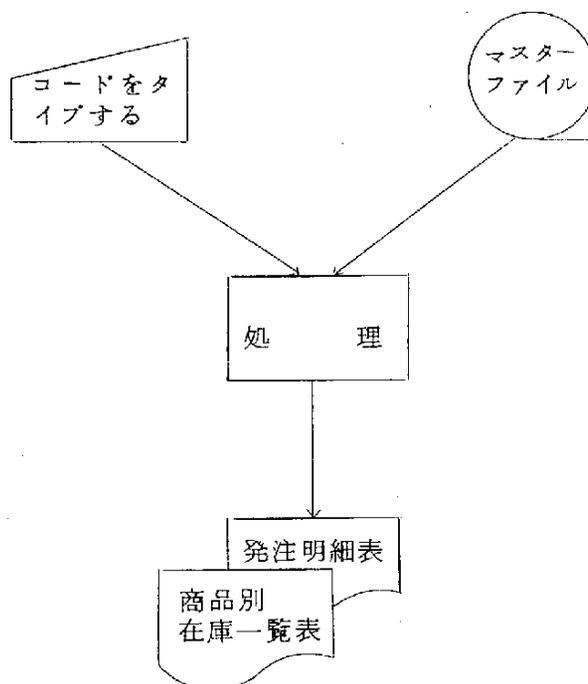
(4) マスター・ファイルの設計

商品コード	商品名	前月残	当月入庫	当月出庫	当月残	発注日	発注先	発注量	単価	納入日
XX	X (10)	9(4)	9(4)	9(4)	9(4)	MMDD	X(15)	9(4)	9(3)	MMDD

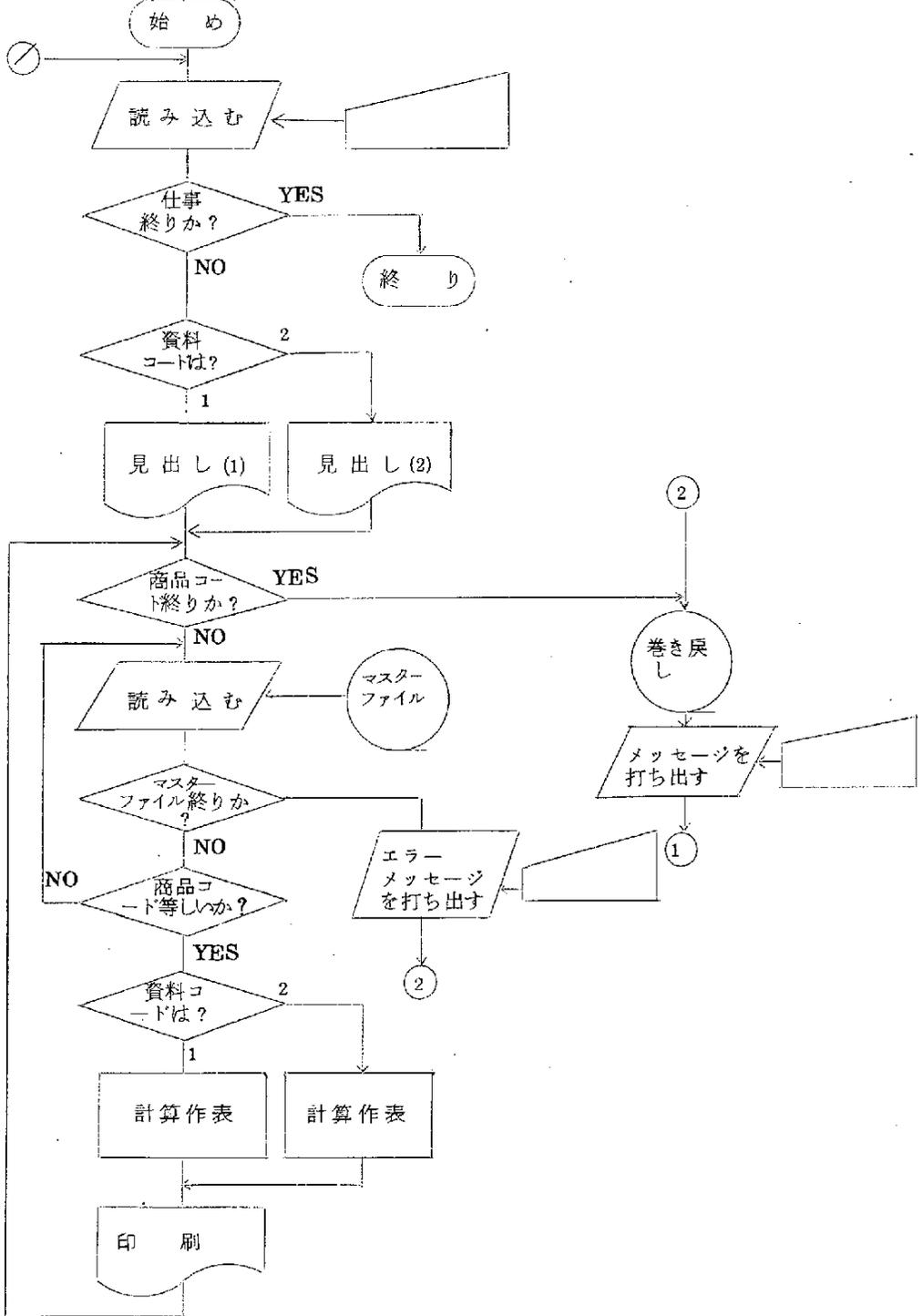
なお、上記マスターファイルは、すでに作成されているものとして、今後の処理を行なう。

2 フローチャート

(1) プロセス・フローチャート



(2) ゼネラル・フローチャート



3 プログラム

先程のフローチャートをコーディングすると次のようになる。

```
112 00701 PROCEDURE DIVISION.
113 00702 START.
114 00703     OPEN INPUT CRFILE OUTPUT PRFILE MTFILE.
115 00704     CRR.
116 00705     READ CRFILE AT END GO TO CRE.
117 00706     WRITE MTDATA FROM CRDT.
118 00707     GO TO CRR.
119 00708     CRE.
120 00709     CLOSS MTFILE.
121 00710     TIN.
122 00711     MOVE SPACE TO CRREC.
123 00712     MOVE ZERO TO I.
124 00713     OPEN INPUT MTFILE.
125 00714     DISPLAY 'TYPE-IN SEYO*OWARI NO TOKI WA END O
126 00715     ACCEPT CRREC.
127 00716     IF NAMAЕ = 'END' GO TO ENDR
128 00717     IF NAMAЕ NOT ALPHABET!C GO TO ERR1.
129 00718     IF SMEI = 1 GO TO ROOT.
130 00719     IF SMEI NOT = 2 GO TO ERR2.
131 00720     MOVE SPACE TO PRDATA.
132     WRITE PRDATA AFTER ADVANCING 16 LINES.
133 00721     MOVE NAMAЕ TO H-NAMAЕ2.
134 00722     WRITE PRDATA FROM HEAD2 AFTER ADVANCING 2 LINES.
135 00723     WRITE PRDATA FROM MBS 2 AFTER ADVANCING 3 LINES.
136 00800     OMEI.
137 008010     PERFORM MTIN THRU MTOUT.
138 008020     COMPUTE M-KING = HRYOU * TANKA.
139 008030     MOVE SCODE TO M-SCODE.
140 008040     MOVE SNAME TO M-SNAME.
141 008050     MOVE HDATE TO M-HDATE.
142 008060     MOVE HSAKI TO M-HSAKI.
143 008070     MOVE HRYOU TO M-HRYOU.
144 008080     MOVE TANKA TO M-TANKA.
145 008090     MOVE NDATE TO M-NDATE.
146 008100     WRITE PRDATA FROM MEISAI AFTER ADVANCING 2 LINES.
```

147 008110 GO TO MEI.
148 008120 ROOT.
149 008130 MOVE SPACE TO PRDATA.
150 WRITE PRDATA AFTER ADVANCING 16 LINES.
151 008140 MOVE NAMAЕ TO H-NAMAЕ1.
152 008150 WRITE PRDATA FROM HEAD1 AFTER ADVANCING 2 LINES.
153 008160 WRITE PRDATA FROM MDS1 AFTER ADVANCING 3 LINES.
154 008170 ZAI.
155 008180 PERFORM MTIN THRU MTOUT.
156 008190 MOVE ZZANE TO W-HIR.
157 008200 COMPUTE Z-HIR ROUNDED = TZANE*100 / W-HIR * 0.01.
158 009000 MOVF SCODE TO Z-SCODE.
159 009010 MOVE SNAME TO Z-SNAME.
160 009020 MOVE ZZANE TO Z-ZEN.
161 009030 MOVE TNYUK TO Z-TOUN.
162 009040 MOVE TSHUK TO Z-TOUS.
163 009050 MOVE TZANE TO Z-TOU.
164 009060 WRITE PRDATA FROM ZANDAKA AFTER ADVANCING 2 LINES.
165 009070 GO TO ZAI.
166 009080 MTIN.
167 009090 MOVE SPACE TO PRDATA.
168 009100 ADD 1 TO I.
169 009110 IF 1 > 15 GO TO PROU.
170 009120 IF TCODE (I) = SPACE GO TO PROU.
171 009130 MTRF.
172 009140 READ MTFILE RECORD INTO MTRFC AT END GO TO ERR3.
173 009150 IF TCODE (I) NOT = SCODE GO TO MTRF.
174 009160 MTOUT. EXIT.
175 010000 ERR1.
176 010010 MOVE SPACE TO PRDATA.
177 010020 MOVE ' ** ERROR1 ** ナマエ ノ ナカニ ローマジ イガイ ノ モジ ガ アル'.
178 010030 TO PRDATA.
179 010072 DISPLAY '*** TYPE-IN GA MACHIGAI DESU ***'.
180 010040 GO TO PROU.
181 010050 ERR2.
182 010060 MOVE SPACE TO PRDATA.
183 010070 MOVE '** ERROR2 ** シリョウ コード ガ マチガ イ デス' TO PRDATA.
184 011075 DISPLAY '*** SHIRYO-CODE GA MACHIGAI DESU ***'.
185 010080 GO TO PROU.

```
186 010090 ERR3.  
187 010100     MOVE SPACE TO PRDATA.  
188 010110     MOVE '** ERROR3 ** ショウヒン コード ガ オカシイ デス' TO PRDATA.  
189 011090     DISPLAY '*** SHOHIN-CODE GA MACHIGAI DESU ***'.  
190 010120 PROU.  
191 010130     WRITE PRDATA AFTER ADVANCING 5 LINES.  
192 010140     CLOSE MTFILE.  
193 010150     GO TO TIN.  
194 011010 ENDR.  
195 011020     DISPLAY '** END STUDY-1 ***'.  
196 011030     CLOSE CRFILE PRFILE MTFILE.  
197 011040     STOP RUN.  
198 011050     ENDCOBOL.
```

注) このプログラムは、「IDENTIFICATION DIVISION」と
「ENVIRONMENT DIVISION」は省略してある。

4 出力結果

***** ショウビンバツ ザイコザンダカ イチランヒョウ *****

SEMURA サマ

ショウビン コード	ショウビンメイ	ゼンゲツザン	トウゲツニューコ	トウゲツシヨロ	トウゲツザン	ソウゲンヒリツ
01	カラー テレビ	25	350	302	73	29
02	シロクロ テレビ	12	80	78	14	1.2
03	ラジオ	53	230	201	82	15
04	ステレオ	7	70	53	24	3.4
05	テープレコーダー	51	150	165	36	0.7
06	レイゾウコ	67	150	199	18	0.3
07	デンキガマ	59	70	105	24	0.4
08	トースター	33	120	138	15	0.5
09	ジュース	20	100	87	33	1.7
10	デンシレンジ	5	12	12	5	1.0
11	センタクキ	66	180	207	39	0.6
12	ソウジキ	19	155	167	7	0.4
13	アイロン	27	150	154	23	0.9
14	クーラー	10	1	6	5	0.5
15	デンキコタツ	2	25	18	9	4.5

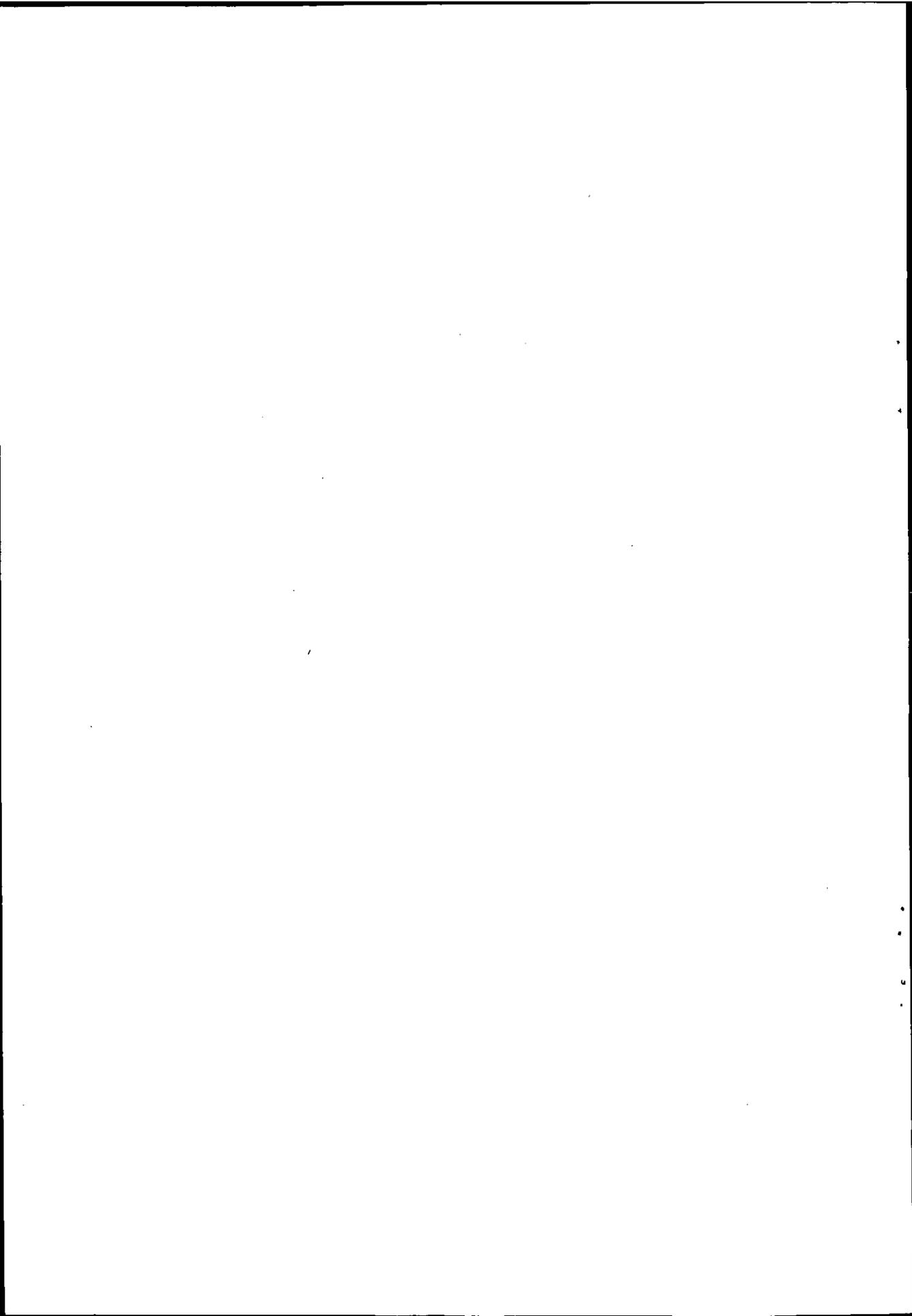
***** ハッチュウ メイサイヒョウ *****

SAKUMA サマ タンイ
1000エン

ショウヒン コード	ショウヒン メイ	ハッチュウ ビ	ハッチュウ サキ	ハッチュウ リヨウ	タンカ	キンガク	ノウニユビ
01	カラーテレビ	9. 01	ヤマダショウジ	435	136	59160	10. 01
02	シロクロテレビ	9. 03	トヤマデンキ	75	38	2850	10. 03
03	ラジオ	9. 01	ヤマダショウジ	220	7	1540	10. 01
04	ステレオ	9. 02	フジデンキ	50	53	2650	10. 02
05	テープレコーダー	9. 05	フジデンキ	135	18	2430	10. 05
06	レイゾウコ	9. 01	トヤマデンキ	185	55	10175	10. 01
07	デンキガマ	9. 02	カワサキショウジ	90	3	270	10. 02
08	トースター	9. 01	トヤマデンキ	120	2	240	10. 01
09	ジューサー	9. 03	トヤマデンキ	85	13	1105	10. 03
10	デンシレンズ	9. 02	アシダデンキソノバイ	8	77	616	10. 02
11	センタクキ	9. 04	トヤマデンキ	210	24	5040	10. 04
12	ソウジキ	9. 04	トヤマデンキ	145	15	2175	10. 04
13	アイロン	9. 01	ナカヤマショウテン	160	2	320	10. 01
14	クーラー	9. 05	トヤマデンキ	2	12	24	10. 05
15	デンキゴタツ	9. 03	ナカヤマショウテン	35	4	140	10. 03

第 3 部

マネジメント・サイエンス



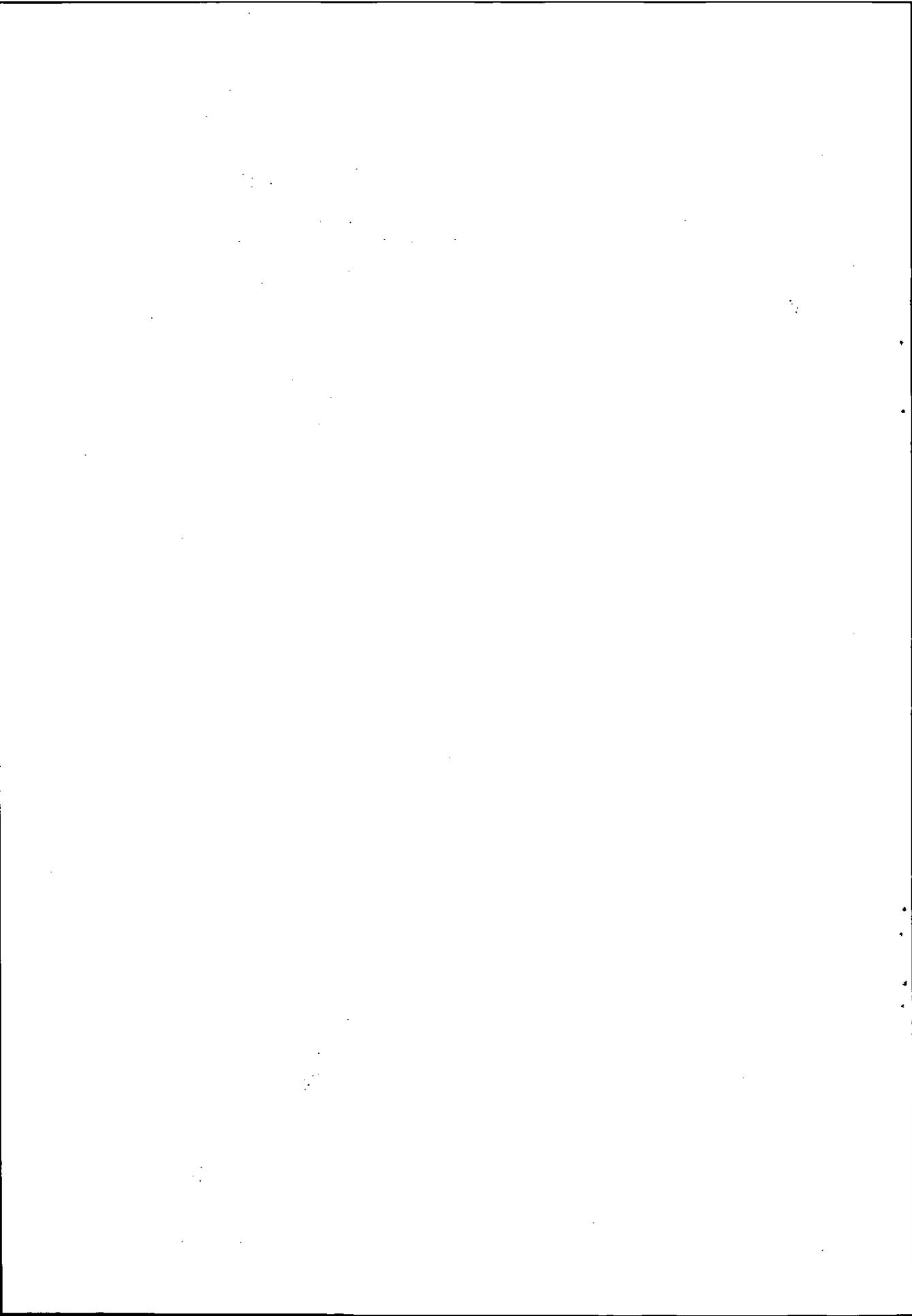
第3部 マネジメント・サイエンス

目 次

I	オリエンテーション	89
1.	経営科学の思想	90
2.	計画の科学	91
3.	予測の科学	91
4.	戦略の科学	93
5.	管理の科学	94
6.	経営科学と意思決定	95
II	計画の科学	98
1.	最適値を求める手法のいろいろ	98
2.	線型計画法の沿革	99
3.	線型計画問題の具体例	99
4.	計算方法……シンプレックス法	102
5.	線型計画法の応用分野	103
III	予測の科学	106
1.	予測と企業	106
2.	予測のステップ	108
2・1	予測の目的の明確化	109
2・2	予測対象の現状と過去の分析	109
2・3	予測モデルの構築	109
2・4	予測シミュレーション	110
3.	予測手法	111
3・1	データ分析手法	111
(1)	季節調整法	111

(2) 分散分析法	112
(3) 多変量解析、数量化理論	112
(4) スペクトル分析	112
3・2 定量的予測手法	112
(1) 内部予測	112
(2) 外部予測	114
3・3 定性的予測手法	117
(1) 先行指標法	119
(2) デルファイ法	119
(3) 関連樹木法	119
4. 予測コンピュータの利用	120
IV 管理の科学	121
1. PERTの沿革	121
2. ネットワークの作成	122
2・1 アロー・ダイアグラム	122
2・2 アロー・ダイアグラムの基本規則	123
2・3 その他の表示	123
3. 時間見積り及び計算	125
3・1 時間見積り	125
3・2 PERT計算	126
3・3 例外管理用の2つの計算	127
4. PERTの実施上の注意点及びPERTの効用	128
V シミュレーション	130
1. シミュレーションの概念	130
2. シミュレーション・モデルの分類	133
3. コンピュータによるシミュレーションの手順	137
4. シミュレーション言語	139

VI 多変量解析	142
1. 多変量解析への導入	142
2. 主成分分析	143
3. 因子分析	145
4. 判別分析	146
5. クラスタ分析	149
6. 数量化理論	152



I. オリエンテーション

現在の社会組織や管理メカニズムは日々に変化しているので、われわれのいままでの常識をもってしては、その完全な把握はえられそうにない。

したがって、もしある事象の最適値を正確に求めようと努力すればする程それは部分的なものにならざるを得ないであろう。

それでは、われわれはこのような目的を実現することは無意味であり結局は断念せざるを得ないであろうか。

この課題に対して敢然と挑戦をしているのがいわゆる経営科学（ORともいう）である。そのうちでも横綱格といえる「シミュレーション」による技法では複雑きわまりない、事象のあいまいさをそのままの姿で受けとめて、その再現されたモデル（机上またはコンピュータのうちで）の中で許される限り、正しい解答に近づこうとするものである。

しかし、それはあくまでも試みられた実験の範囲内で最善と考えられる解が得られるという意味である。したがってその事象を表わすモデルのつくり方が解答に大きく影響するわけで、勢いモデルをつくるプロジェクト・リーダーの手腕が大きく物をいうことになる。

さて、経営科学（OR）というのはこのシミュレーションだけではない。数え上げれば10種類以上の手法がある。そのために一般の人々は経営科学（OR）とはどんなものか、そのイメージをはっきりつかむのに苦慮するわけである。

いままでの類書においては、その分類として「手法別分類」と、「用途別分類」が多くとり上げられているが筆者はここに「目的の上からみた分類」をとり上げつぎの四つに大別してみたい。

- (1) 計画の科学……リニア・プログラミング（LP）、ノンリニア・プログラミング（NLP）、ダイナミック・プログラミング（DP）
- (2) 予測の科学……時系列分析、産業連関表、計量経済分析、デルファイ法

(3) 管理の科学……PERT、CPM、在庫管理

(4) 戦略の科学……シミュレーション(モンテカルロ)、ゲームの理論

以下、それぞれについて、数式をほとんど用いないで解説を試みることにする。

1. 経営科学の思想

ORは戦争のための作戦として考えられた手法であり、「得られる範囲内の情報量と時間と道具とをつかって最も適切な答えを出すこと」から始まっている。

したがって、そのプロセスに対する厳密な解析とか吟味は必要がなく、その得られた解答に対するチェックが大切なのである。

ORの発祥の地はイギリスである。第二次大戦中にイギリスはドイツの空襲に悩まされており、これを防ぐためになんらかの新しい方法を考えねばならなかった。

当時の新発明兵器、レーダーと対空砲火とをどのように配置すればよいかについて研究が行なわれた。この場合には、得られる範囲内の情報をつかい、限られた時間内で最も適切な解答を得ることである。したがって、その答えは絶対的に正しいものとは言えない。たとえば終戦間際にアメリカの海軍がわが国の神風特攻隊の攻撃をさけるためにOR的な研究を行なったのであるが、その結論というのは「小さな船はユックリと進路をかえ、大きい船は激しく首をふれ」ということであつた。

この方法を実行した場合の船の被命中率は29%であり、この勧告を守らなかった船は47%の被命中率であつた。

この数字から見てもわかるように、ORとは「科学(真理)と現実(矛盾)とのギャップを埋めるための考え方」であるといえる。

このように考えてみるとORも身近なものとなり比較的気易くとり組めるわけである。

さて、世の中では経営科学をORと同じ意味で使っている人もあれば、また、経営科学をORよりもさらに広い意味で使っている人もある。

ここでは両者を同じ意味のものと解釈して話を進めることとする。前にも述べたように経営科学（OR）はその目的から分類してみると、(1)計画用、(2)予測用、(3)管理用、(4)戦略用 — の四つの目的に使用できるのである。

まず計画の科学から話を進めることとする。

2. 計画の科学

これは「いくつかの制約のもとで、その作業の最適値を求めるときに用いる手法」である。この場合に用いる経営科学の手法としては、

- (1) リニア・プログラミング（LP）
- (2) ノン・リニア・プログラミング（NLP）
- (3) ダイナミック・プログラミング（DP）

とよばれる一連の最適値（最大または最小）を求める手法である。これによって生産計画、輸送計画および混合の計画を立てることができる。

3. 予測の科学

これには数理統計学に出てくる数学モデルを用いるのであり、その手法としては時系列分析、計量経済分析、産業連関表、回帰分析などが有名である。また5年、10年の長期計画のときには最近デルファイ法（Delphi法）が多く用いられるようになった。

一般に数学モデルによる予測には、その事象に何らかの繰り返し（くせや片より）がある場合である。

最近のコンピュータの発達とともに、これらのプログラムも整備されてきたので、これらを利用することによって簡単に解が得られるようになってきた。

「決定」とは、すなわち「予測」であるともいえる。また決定の伴わない予測は無意味である。そこで、情報の収集・貯蔵、処理→予測→決定という順序を経ることになる。

(1) 予測の目的

予測とは「時間的に変化する社会活動または自然現象を事前に推測しようとするもの」である。

とくに需要予測は自社の将来をはかる「物指し」であり、転ばぬ先の杖である。しかし、問題が時間という要素をふくむために非常にむずかしい面を含んでいるので過大評価も過少評価もつつまねばならない。そして予測手段には非常に複雑な計算を繰り返し行なわねばならないのでコンピュータの助けを借りるよりほかに途はない。コンピュータから得られる出力は「どのくらいの角度でどのくらいの幅の中にはいる」というように出てくる。精度の高い出力を得るためにはすぐれたシステム・エンジニアと経営スペシャリストの共同作業が必要である。これが予測を成功させるか否かのキー・ポイントである。そして予測にもとづいて決断を下し、実施に移すのはトップである。スタッフは予測と実績が食い違っても手を打つべき権限やはたらきはもっていない。そこでトップがみずから中心となって予測を行なうのがよい。

予測を行なう時に、最初に必要とされることは、

- (イ) 何年先を予測したいのか
- (ロ) 予測の結果を何につかうのか
- (ハ) 予測の精度はどのくらいを考えるかなどを明確にすることである。

(2) 予測の用途

予測とは、過去と現在の情報を資料にして未来のすがたを予測することであるが、その用途は大きくわけてつぎの三つになるようである。

○ 特定の企業のうける影響を予測 — 産業連関分析を用いる

経済的、技術的理由で、国の経済構造が大きく変わるときに、特定の企業がうける影響を事前に正しく予測する方法は何であろうか。

産業構造の内部にまでふみ込んで、お互いの相関関係を数量的に分析できるものは「産業連関分析」である。これは各産業部門の関係を一次式で表わしたもので、各産業の相互関係が定式化されている。今後、資本自由化の影響、技術革命による産業構造の変化に即応した経

営方針を樹立するにあたって産業連関表の果たす役割は大きいのである。

○ 需要予測をする — 計量経済モデル、時系列分析を用いる

これには短期的な予測と長期的な予測とがある。2、3年の短期的な予測の場合には「現在起きている現象から将来を知る」こと、すなわち、現実の経済の流れから“見える数字”をさがし出し、加工して将来の予測をしようというのである。これは時間的な関係ではなく情報の相互関係に重点をおいている。それには「計量経済モデル」というのが多く用いられる。

また長期予測の場合には「過去において、あるパターンをとったから今後もとるであろう」という時間的な関係を重要視している。これには「時系列分析」という手法が多く用いられている。

経済予測は多くの試行錯誤を必要とする作業である。それは入力するデータの妥当性について出力結果からの検討を重ねねばならぬからである。

そしていくつかの結果が得られたとき、その中の一つを選ぶ最終決定はやはり人間が行なわなければならない。

○ 技術予測をする — デルファイ法、技術関連分析を用いる

4. 戦略の科学

企業における事象は複雑であり、必ずしも確定的（決定論的）な事象ばかりではない。たとえば、ある原因 a、b、c によっておこされる結果がそれぞれ A、B、C であり、a の場合には結果が A、b の場合には結果が B というように因果関係が確定的につけられれば問題はない。

ところが企業体ではその逆で、むしろ偶然的な要素や、確率的な面が多いといえよう。

偶然的な現象を対象として発展した学問としては古くから発達した確率論があり、推計学がある。

もし来月の需要予測を探求することが不可能な場合には、われわれは仕

方なく確率を採用してそれによって幾つかの予備知識を得ようとする。

また、来月の需要予測ではなく何年間にもわたり需要を考える必要がある場合には確率論が強力な武器といえよう。

この確率論の助けをかりて、企業における現象を紙上実験によって追求するのがシミュレーションである。

シミュレーションでは、現実の事象をモデル化し、多くのデータを用いたり、多方面からのケース・スタディを行なうことによって（数学的手法では解明出来ないような事象まで浮彫りにし）、そのシステムの特徴を把握するものである。

確率的モデルを用いて解を求める場合には確率分布に対応する数字を乱数表から求め、（サイコロをふるのと同じ手段）それを式に入れて試行錯誤的に最良点を求めようというのである。したがって、その解は複数個得られるのである。これをモンテカルロ法と呼んでいるが、コンピュータの発達によってその計算作業が簡単になったために非常に広く使われるようになった。最近のコンピュータには、そのための乱数発生装置のついたものが設計されている。企業モデルでは「企業の活動をコンピュータの中でモデル化しておいて、環境の変化や自らのとるポリシーの変化をそのモデルに代入してみて、その結果を予測する手法」である。つまり企業のいろいろの活動を、コンピュータによる実験によって、将来のすがたを求めようとするものである。最近ではこの手法は需要予測、設備投資などに多く用いられている。

つぎにゲームの理論を用いた意思決定法についてのべる。「ゲーミング」なるものには自然を相手とするものから人間を相手とするものや、社会を相手とするものなど種々ある。つまり人間をその一部に組み入れたシミュレーションである。これは人間を訓練するための場合もあるし、人間が戦略的な決定をくだすために用いる場合もある。

5. 管理の科学

ある仕事を計画する場合に、よく管理された計画ならば、無駄な損失を

最小限に防ぐことが出来る。また、実施段階においてそのネックを最初から知っておけば、そのネックをうまく切り抜けることができる。管理の手法としてはPERTとCPMが代表格である。その応用例としては事業計画、長期計画、ダム、道路、橋梁工事、高層ビル建築、造船工事から新製品計画までがある。これらの計画に共通している点は、現在から将来に向かって行動を起こすにあたって、人員、資材、費用、設備機械、方法などが含まれており、またこの間に不安定で、不確実な要因が介在することである。これらの諸資源の運用を正しくつかみ、これを計画管理のルートにのせ、予期された目標に向かって近づけることが必要である。

6. 経営科学と意思決定

経営科学の進歩はコンピュータの活用によって保証され、またコンピュータの高度利用は経営科学の確立によって成就されつつある。以下経営科学とコンピュータを用いた意思決定の方法についてふれてみることにする。

コンピュータの特長は申すまでもなく、

- (1) 迅速な計算が出来る。
- (2) 大量のデータが処理出来る。
- (3) 数式として解くことは出来なくても、そのモデルを作ることが出来る場合に、そのモデルを働かせて最適な解をうる事が出来る。(シミュレーション)

などである。

(1)の特長は主に技術計算の場合に有効であり、とくにLPのように定式化そのものが典型的である問題では、そのプログラムを一通り用意しておくことによって、いつでもコンピュータにかけることが出来るのである。

つぎに、(3)の特長は、モデルをつくってこれに乱数を与えて試行錯誤的に問題をとくためにはコンピュータが必要不可欠である。

実際にLPやDPやシミュレーションが経営科学の有力な武器として登場した主要な原因はコンピュータが発達したからである。

意思決定とは行動(実行)を起こす前に可能な限りの情報を集めこれをも

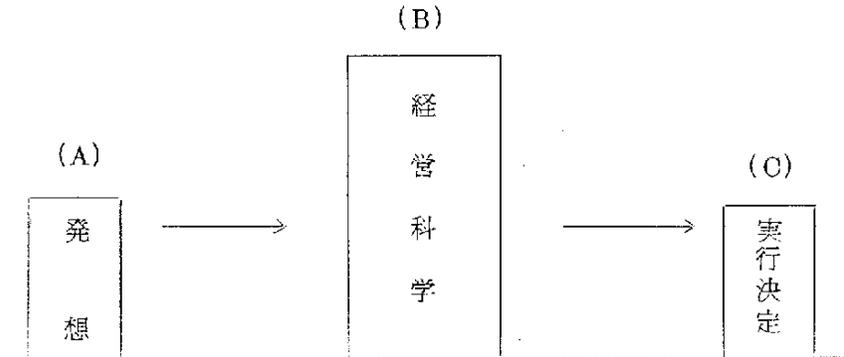
とに経営科学手法によって得られる予測値や、またトップの経験や勘を加味して、最もよい案を選ぶことである。

最近では意思決定が大変むずかしくなってきた。

それは企業をとりまく環境の変化のテンポが早く、その変化に対応して新しい決定をつぎつぎにやらねばならぬからである。つまり企業は、新製品の開発や将来の事業分野の開発など前例のない意思決定や一回限りの意思決定を多くやるが必要になって来たからである。また大きな設備投資や、合併などのように危険の大きい意思決定も多くやらねばならなくなった。

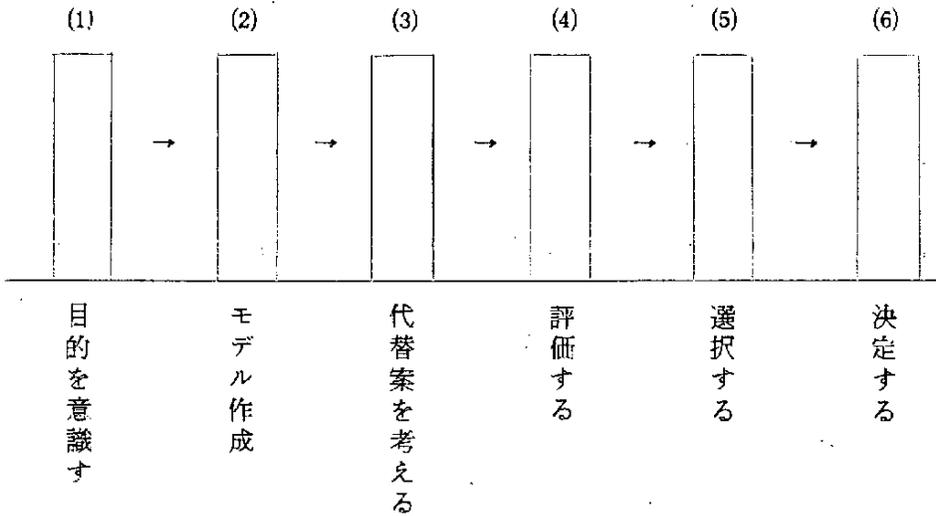
このような意思決定は遠い将来を予測し、長期間をかけて実行にふみきることが必要である。それはいったん設備投資をすると5年も10年もその設備を使わねばならぬからである。

図 I - 1 経営科学と意思決定



そのためには図 I - 1 において (A) 発想はトップのアイデア、創意、着想から生まれ、また実行にふみきる決断をするためには、(B) 経営科学によって十分な検討が必要なのである。すなわちこのプロセスを分析すれば図 I - 2 のように(1)目的を意識す → (2)情報を集めてモデル作成 → (3)代替案を考える → (4)評価 → (5)選択 → (6)決定、のようなプロセスが必要である。

図 I - 2 意思決定のプロセス



このうちで(1)と(5)、(6)はトップの役目であり、(2)～(4)はスペシャリスト特にORマンの役目である。以下

- (イ) 計画の科学としてはLPを
- (ロ) 予測の科学としてはデータ分析手法からいくつかの予測手法までを
- (ハ) 管理の科学としてはPERTを
- (ニ) 戦略の科学としてはシミュレーションを

とりあげて詳しくのべ、さらにデータの分析手法として広範囲に用いられるようになってきた多変量解析にもとくに一項を設けて解説する。

Ⅱ 計 画 の 科 学

— LP (Linear Programming, 線型計画法) の紹介 — (最適化の一手法)

1. 最適値を求める手法のいろいろ

企業経営活動の中には、限られた資源で利益や売上を最大にするとか、費用を最小にしたいといった問題が多い。このような問題をマネジメントサイエンスの分野では、「最適化問題」という。これを解くための手法を「数理計画法」Mathematical-Programming と呼んでいる。

この数理計画法の範疇に含まれる手法には、

- (1) 線型計画法
- (2) 非線型計画法 (二次計画法、整数計画法等)
- (3) 動的計画法 (ダイナミック・プログラミング)

等がある。

日本語で「計画法」というと、やゝ奇異であるが、英語で「プログラミング」といっているように「一つの一般化された標準的手順」というほどの意味である。

(1)の線型計画法は、問題に含まれる要素間の関係がすべて一次式で表現されるものに限っているということを表わすもので、二次式や対数、指数等の入ってくる問題は対象としない。

(2)の非線型計画法は、線型計画法では要素間の関係がすべて一次式で表現されたが、社会現象、企業活動は一次式で表現されないものが多い。それらに対してアプローチするものが非線型計画法である。

しかし、現在のところ非線型計画法を解くための一般的手法はないが、特殊な場合は、その解法が開発されている。たとえば、目的函数が二次式である場合は、二次計画法 (クオドラティック・プログラミング) がある。また、変数のとる値が整数であるという条件のついた場合は、整数計画 (インテジャ・プログラミング) と呼ばれる手法がある。たとえば、3.7 個の工場とか、2.5 の人員といったものは無意味な場合があり、このよう

な不合理な結果が解として出てくるのを防ぐために、整数計画法が開発された。

(3)のダイナミック・プログラミングは、線型計画法では企業活動を静的状態を考えるものであるが、そこに時間的要素を含めた手法がダイナミック・プログラミングである。

この他、最適値を求める方法には、微分による方法とか、ラグランジュ乗数法といった方法もあるが、以下これら最適化手法のうち、よく使われている線型計画法について説明したい。

2. 線型計画法の沿革

経済学とは、限られた量の資源をある目的のために、もっとも有効に配分するための理論であるといわれているが、経済の各方面には、それが消費者レベルであれ、企業レベルであれ、国家レベルであれ、資源の有効な配分の問題が多い。この経済学的背景の下で、経済学者レオンチェフは投入産出分析を展開したが、線型計画法の萌芽はここにあった。

その後、第二次世界大戦中の軍事・輸送問題に参加した数学者、ダンチックらにより、シンプレックス法という計画法が開発され、ORの代表的な手法になった。

3. 線型計画問題の具体例

線型計画法で扱う、簡単で典型的な問題例を次に示す。

今A、Bという2種類の部品を生産している工場があって、その部品を作るために必要な単位資源と時間が、以下の表の如くとする。また、材料の使用限度が50Kg、工数は最大200時間使えるとする。

各部品の利益は、Aが3,000円、Bが1,000円とする。

利益を最大にする各部品の生産量を求めよ。

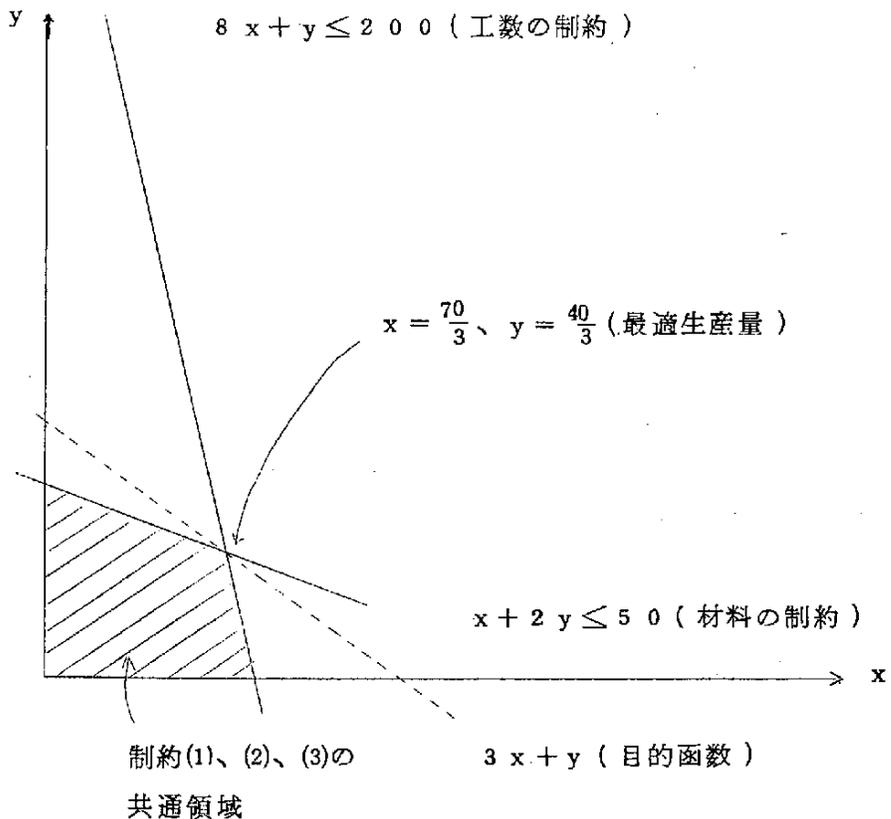
	部 品		使用限度
	A	B	
材 料	1 Kg	2 Kg	50 Kg
工 数	8 H	1 H	200 H
利 益	3,000円	1,000円	

この問題は、次のような数式で表現される。今部品A、Bの生産量を、それぞれ x 個、 y 個とする。

- | | | | |
|----------------|---------------------------------------|---|-------|
| (1) 材料の制約から | $x + 2y \leq 50$ | } | (制約式) |
| (2) 工数の制約から | $8x + y \leq 200$ | | |
| (3) 生産量という制約から | $x \geq 0 \quad y \geq 0$ | | |
| (4) 利益の式 | $3x + y \rightarrow \text{最大}$ (目的関数) | | |

この種の問題を解くには、シンプレックス法という計算方法が考案されているし、またこれを解くためのコンピュータ・プログラムも作られている。しかし、この問題は、変数の数が x 、 y の2個であるから、グラフによっても簡単にとける。(これを線型計画法の図式解法という)

結果を図示すると、次のようになる。



この問題は、図の斜線で囲んだ領域内の x と y の組み合わせの中で「 $3x + y$ 」の式の値を最大にする組み合わせを選ぶもので、ここでは工数と材料の制約式の交点が、最適値である。

線型計画法は、このような解を一般的に変数の数がふえ、制約条件がふえた場合にも得られるように考えられた解法である。

線型計画法の問題の標準型は、次の3つの部分からなっている。

- <1> 目的函数と呼ばれる上記(4)の利益の式
- <2> 制約条件と呼ばれる上記(1)、(2)の制約式
- <3> 非負条件と呼ばれる(3)の条件

そして、これらの式はすべて一次式でなければならない。

尚、前の具体例は利益を最大にする問題であった。このタイプの問題を

「最大化問題」という。

一方、「最小化問題」もある。その具体例を次に示す。

今、食品が T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 の4種あり、栄養素は蛋白質、脂肪、糖分の3種とし、それを E_1 、 E_2 、 E_3 とする。

又、各食品1単位中に含まれる栄養素の量を下表に示す。

栄養 \ 食品	食品				栄養 必要量
	T_1	T_2	T_3	T_4	
E_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	b_1
E_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	b_2
E_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	b_3
単位当り購入費	c_1	c_2	c_3	c_4	

今、各食品の購入量をそれぞれ x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 とする。問題は、最小費用で各栄養の必要量をとるには、各々いくら購入したらよいかということである。

(a) 各栄養素の最低必要量の条件より

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 \geq b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 \geq b_3$$

(b) 非負条件より

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$$

(c) 目的函数

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \rightarrow \text{最小}$$

これが栄養の問題といわれ、最小問題の代表例である。

4. 計算方法……シンプレックス法

前に図式解法を示したが、これはせいぜい2変数までくらいで、一般的にはダンチヒにより考案されたシンプレックス法で解く。シンプレックス

ス法の詳細は、ここでは省略するがシンプレックス・タブローと呼ばれる表の形にして計算を進める方法で、その手順が解明されていて、その手順どおりにしていけば最適解が得られる。

このシンプレックス法を使うと、経済学でいうシャドープライス (Shadow Price) 等も計算され、意思決定に重要な示唆を与えてくれる。しかし、このシンプレックス法でも変数の数が少し多くなると、手で計算するのは面倒である。そこで、前にふれたように最近ではコンピュータで簡単にできるようになっている。だから我々にとっては、問題をどう数式に表現するか (定式化) が中心的な問題になってきている。

5. 線型計画法の応用分野

最後に線型計画法がよく使われる応用分野について説明する。

(1) 混合問題

石油精製とか、製鉄、紡績等においてはその製品の中に含まれている各種成分の混合割合 (例えば石油の中の硫黄分が何%といった具合) により、等級が違ってくる。このように原料の成分、コストを考慮し、最小の費用で製品を作るための各種原料の混合比を求めるような問題を「混合の問題」といい、広く応用されている。

(2) 輸送問題

多数の工場と多数市場を持っている企業においては、どこの工場ですれだけ作り、どの市場へどれだけ輸送すれば、全体として輸送費が最小になるかという問題が生ずる。

この種の問題を輸送問題という。

今、式を使って説明すると以下の如くである。

輸送費のテーブル

工場 \ 市場	1	2	3
1	C_{11}	C_{12}	C_{13}
2	C_{21}	C_{22}	C_{23}
3	C_{31}	C_{32}	C_{33}

生産量のテーブル

工場 \ 市場	1	2	3	需要量
1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	b_1
2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	b_2
3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	b_3
工場能力	K_1	K_2	K_3	

需要量を満たすという条件より

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \geq b_1$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \geq b_2$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \geq b_3$$

工場能力の条件より

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} \leq K_1$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} \leq K_2$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} \leq K_3$$

非負条件より

$$x_{ij} \geq 0 \quad i, j = 1, 2, 3$$

目的関数

$$\sum_i \sum_j C_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{Min}$$

(3) 人員配置の問題

ある一定の人員を、効果が最大になるように配置する問題

その他にもいろいろ応用分野は多い。ただし、線型計画法を応用するに
当たっての注意点も多い。

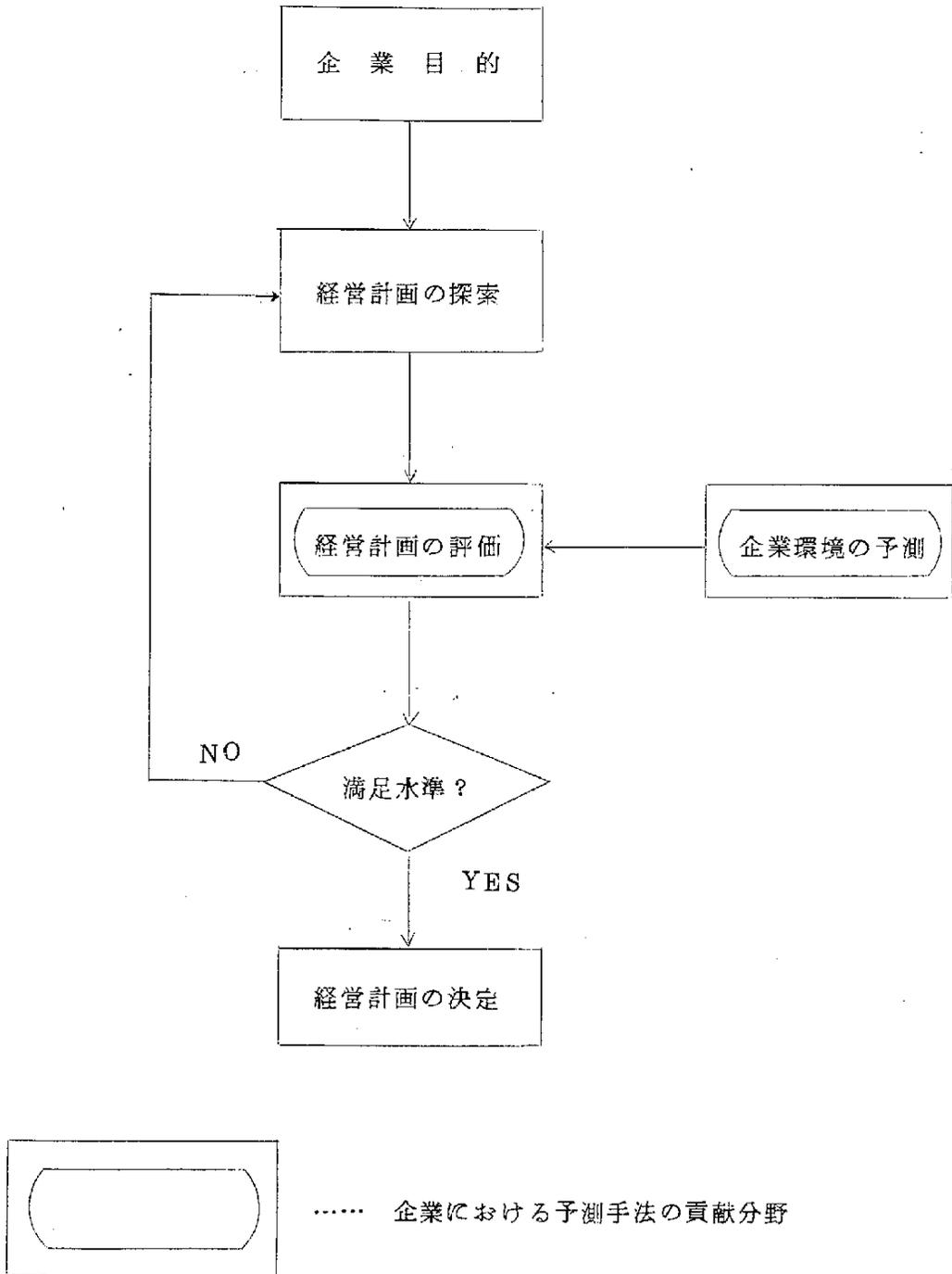
- (1) 正確に条件を表現する……定式化・数式化
- (2) 正しいデータを収集する。
- (3) 線型（一次）ということに対する配慮

Ⅲ．予 測 の 科 学

1. 予測と企業

急激な経済社会の発展のなかにあり、環境が著しく変動する現代の企業にとって、将来の経済、社会構造の変化、製品需要、技術変化などを適切に予測することは、正しい意思決定に不可欠な要素となっている。勿論、企業の将来の姿は、技術開発力、製品政策、価格政策、広告政策、人事政策、工程管理、購買政策など、多数の経営努力で決定されるわけで、将来を単に「あてる」というだけの予測では企業にとっての価値は少ない。不確定な将来に対する見通しをたて、企業目的を達成しようとする経営計画代替案の評価・策定作業に貢献するところに、企業における予測の役割がある。（図Ⅲ－1参照）

図Ⅲ-1 企業における予測の役割

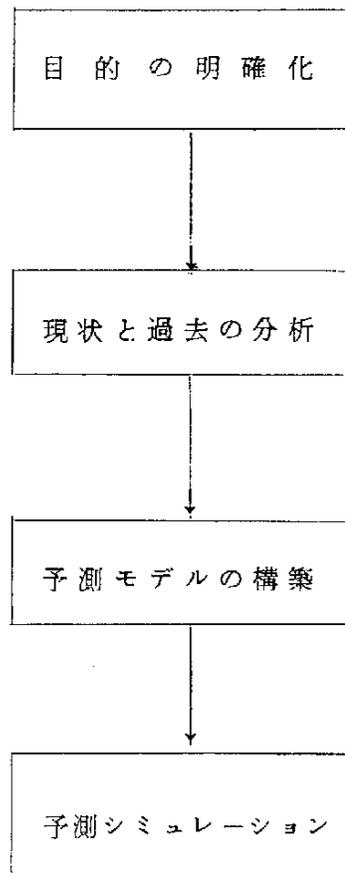


2. 予測のステップ

コンピュータの発達で多くの予測手法が考案され、実用化されてきたが、実務の中での予測作業は、予測の目的・対象・予測期間・予測の効果と費用に応じて、すぐれた予測方法を見いだそうとする試行錯誤の繰り返しを特徴としている。通常のパredict作業は次のステップを踏んで進められる。

(図Ⅲ-2 参照)

図Ⅲ-2 予測のステップ



2・1 予測の目的の明確化

作業の初めに、予測の目的・対象・予測期間・予測精度・投入費用を明確にしておくことが必要である。（業界全体の予測か、個別企業の予測か）（販売政策のためか、在庫管理のためか）（生産財の予測か、耐久消費財か、消費財か）（日々の予測か、月次か、四半期か、半期か、年度か）（短期予測か、中期予測か、長期予測か）（予測の精度は）（投入費用は）などによって予測に採用する手法がかなり違ってくる。

2・2 予測対象の現状と過去の分析

次に、予測対象の現状と過去の動向を徹底的に分析する必要がある。将来の変化は過去の事象と全く無関係ではないし、過去の類似事象の動向は将来への足がかりとなる。また、現状の需要構造や企業諸部門を種々の観点から分析してゆくと、予測対象の周辺や因果関係が明確になってくる。

このステップで重要な作業がデータの収集と分析である。予測対象に関連した数量的、あるいは定性的データを収集し、信頼性を吟味、時系列的に整理したのち、季節調整法などのデータ解析の手法を駆使し、必要に応じグラフ化して多面的に問題点をさぐる必要がある。予測作業の中で、このデータの収集と分析の過程は最も時間と労力の投入を必要とするステップである。

2・3 予測モデルの構築

予測対象の分析にもとづいて予測目的に合った予測手法を選択し、予測モデルを組み立てる。予測手法は大きく分けると定量的予測と定性的予測に分けられ、定量的予測は内部予測と外部予測に分けられる。予測の対象を数量的に取り扱い、豊富な統計的手法を駆使する予測手法が定量的予測であり、将来の変化を感覚的に把握する方法が定性的予測である。内部予測とは、予測対象そのものの過去の動きのパターンを分析し、将来に延長して予測する手法である。外部予測とは予測対象の変動を他の事象との因果関係の上でとらえ、将来の変動を予測しようとする手法である。（各予測手法の具体的な手法と内容は後記3. 予測手法を参照されたい。

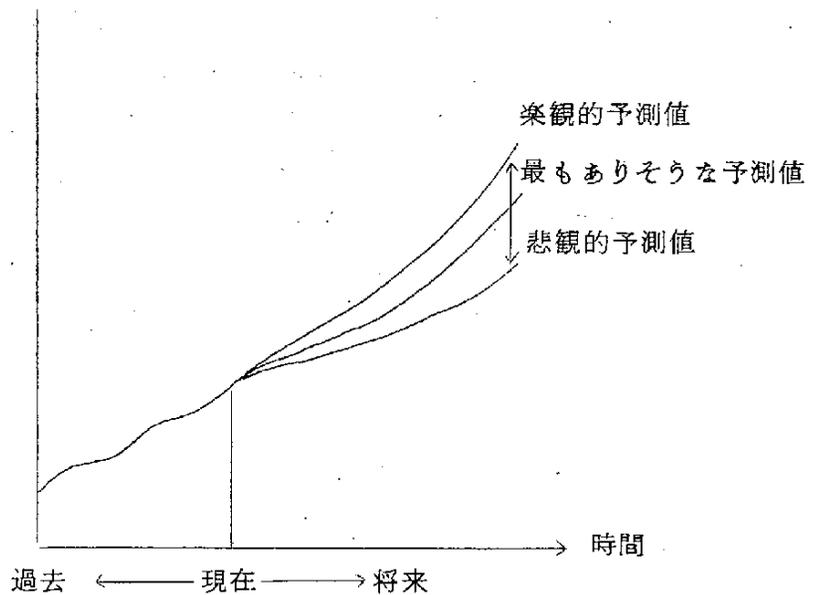
2.4 予測シミュレーション

予測モデルが組み立てられると、次のステップは予測の前提条件を想定し、予測モデルを用いて対象の将来を予測する。想定された企業環境のもとで、予測モデルを用いて各種の経営政策代替案を評価し、モデルを通じた経営政策と予測結果の間のフィードバックを繰り返して、望ましい経営政策を樹立してゆくことになる。

モデルから得られる予測結果について、現在広く用いられている統計的予測手法では、将来の事象を一点で確定的には予測せず、楽観的な予測から悲観的な予測までの範囲による予測を行なうことが多い。科学的な予測手法の一つの大きな長所は、予測にもとづく誤差をあわせて予測できるところにあるといえることができる。(図Ⅲ-3参照)

図Ⅲ-3 範囲による予測

予測対象

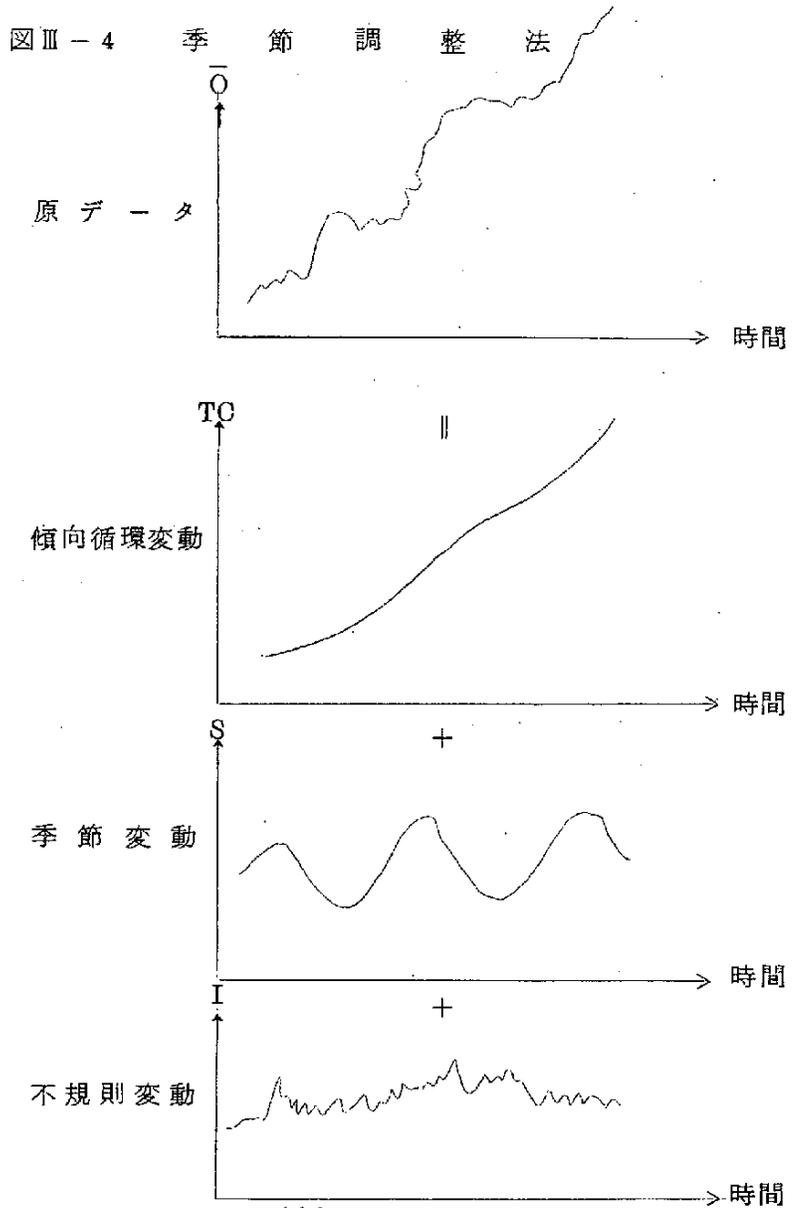


3. 予測手法

3・1 データ分析手法

(1) 季節調整法

時系列に整理したデータの変動を趨勢的な動きをみせる傾向循環変動と季節にもとづく変動と、不規則な要因にもとづく変動の3つの動きに分解する。(図Ⅲ-4参照)



$$\begin{aligned} \text{原データ} (\bar{O}) &= \text{傾向循環変動} (TC) \\ &+ \text{季節変動} (S) + \text{不規則変動} (I) \end{aligned}$$

この手法は、季節的な変動の大きい対象の月毎や四半期毎のデータの分析に用いられ、季節変動や不規則変動を除去した傾向値と、因果関係のある他の要因との関連を分析する。この手法は基礎的な分析手法であり、景気循環の予測、季節商品等の短期予測など多くの分野で使用されている。現在よく用いられているプログラムとしては、経済企画庁の開発したEPA法や、アメリカ国勢調査局のセンサス局法が有名である。

(2) 分散分析法

この手法は、時系列データの分析では、データを季節変動と年間変動に分離し統計的に分析する。また、一般的には、予測対象と因果関係にある変数の関連の度合を検定する手法として使用されている。

(3) 多変量解析、数量化理論

因果関係の不明の数多くのデータを整理する統計的な手法で、大型コンピュータの発達を背景に、最近盛んに用いられるようになってきた。主成分分析、因子分析、判別分析、クラスター分析など多くの手法があり、数多くのデータの中から、いくつかの共通の要因を抽出したり、ある基準にもとずいてデータを分類する作業に用いられる。

(4) スペクトル分析

規則的に変動する時系列データを、いくつかの周期変動に分解する。この手法は電子工学の分野で体系化されているフーリエ級数の応用であり、主として変動の激しいデータの分析に用いられる。

3・2 定量的予測手法

(1) 内部予測

(a) 最小自乗法(傾向予測)

予測対象の過去の時系列変動を最もよく説明するような方程式を最小自乗法を用いて求める。方程式としては次のようなものがある。

$$\text{1次回帰} \quad y (\text{予測対象}) = a + b t (\text{時間})$$

$$\text{2次回帰} \quad y = a + b t + c t^2$$

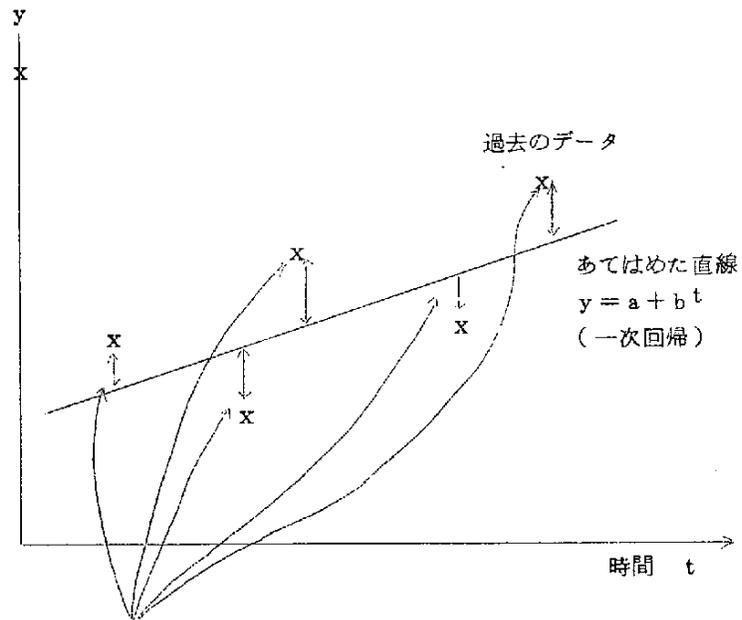
3次回帰 $y = a + b t + c t^2 + d t^3$

指数回帰 $y = a \cdot b^t$ (a、b、c、dはパラメータ)

対数回帰 $y = a t^b$

最小自乗法とは、過去の時系列データに、ある直線(曲線)をあてはめ、直線(曲線)から過去の実際のデータまでの距離の2乗和を最小にするように式を決定する。(図Ⅲ-5参照)

図Ⅲ-5 最 少 自 乗 法



この距離の2乗和を最小にするように、a、bを決定する。

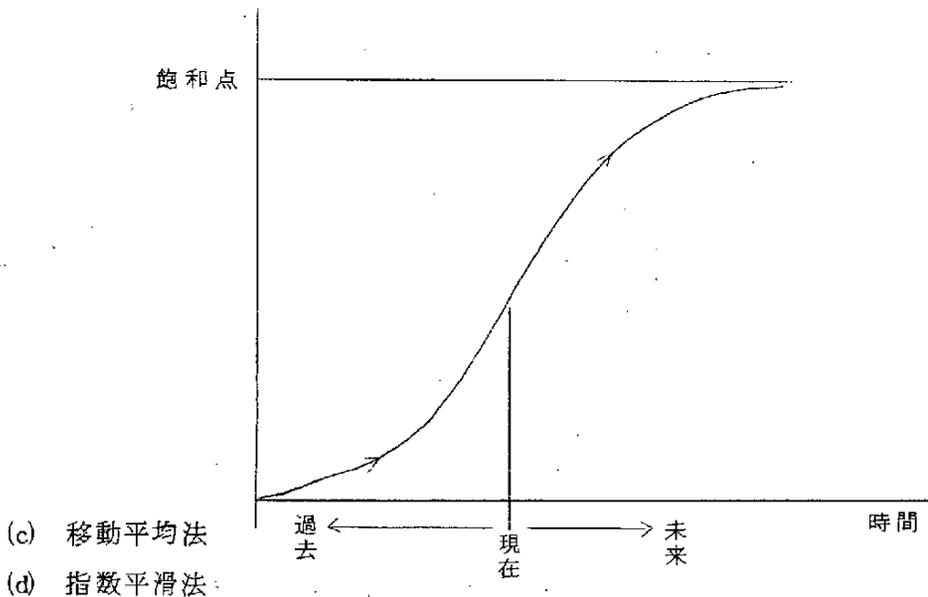
この手法は内部予測の第一段階で試みられる基礎的な手法で、一定の傾向を持って変動する対象の予測に用いられる。また最小自乗法は、後述の回帰分析、計量経済分析など、多数の予測手法の基礎となる手法である。

(b) 成長曲線分析

耐久消費財など、販売初期に徐々に商品が普及するが、ある時期

を過ぎると急激に成長し、飽和点が近づくと次第に成長が鈍化する性質を持つ対象の予測によく用いられる（図Ⅲ-6参照）。具体的には、ロジスティック曲線やコンベルツ曲線という名称の曲線を使用する。

図Ⅲ-6 成長曲線



予測対象の過去の変動を加重平均し、将来の変動の予測値とする手法で、変動がゆるやかな対象の予測に用いられる。移動平均法では、過去のデータの情報を同等に取り扱うが、指数平滑法では現在に近いデータの情報に大きな価値を与えている。

(2) 外部予測

(a) 回帰分析

予測対象と因果関係を持つ変数に、予測対象の変動を最もよく説明するような、ウェイトをつけた方程式（回帰式という）を最小自

乗法を用いて算出する。

$$y(\text{予測対象}) = a + b x_1 + c x_2 + d x_3 + \dots$$

因果関係をもつ変数

ウェイト

予測にあたっては、因果関係を持つ変数の将来を想定し、それらの変数を回帰式に代入して予測対象の変動を予測する。この手法は外部予測の基本的な手法で、広い分野で応用されており、計量経済分析の基礎となっている。

(b) 弾力性分析

回帰分析の1つの応用で、まず次の回帰式を推定する。

$$y(\text{予測対象}) = a \cdot x_1^b \cdot x_2^c \cdot x_3^d \dots$$

弾力性

因果関係をもつ変数

最小自乗法を用いて得られたパラメーター b 、 c 、 d 、……は弾力性と呼ばれ、 x_1 、 x_2 ……が1%変動したときに予測対象 y がどれだけ変動するかを予測する数字である。

(c) 計量経済分析(エコノメトリックス)

社会経済現象や企業の諸部門の間は、数多くの相互依存関係から成り立っている。計量経済分析は、相互依存関係を多くの回帰式を用いた連立方程式体系として表現する。

この分析の長所は、連立方程式体系を用い、変数間の因果関係をモデルの中に含んでいるので、予測対象を企業全体のシステムの適合性を保った形で予測できる点にある。

例えば、簡単な企業財務の予測モデルを組み立ててみる。このモデルでは、予測される変数が11個(売上高、内部留保、在庫投資、設備投資、減価償却、企業間信用、自己資本、資金調達額、現預金、

総投資、借入金)で、モデルの前提となる変数が3個(国民総生産、貸出金利、都銀貸出)使用されている。各方程式は次の通りである。

(図Ⅲ-7参照)

$f()$ は方程式を示す

売上高 = f (国民総生産)

内部留保 = f (売上高増加額、貸出金利)

在庫投資 = f (売上高、在庫ストック)

設備投資 = f (自己資本、借入金)

減価償却 = f (設備ストック、設備投資)

企業間信用 = f (売上高、貸出金利、自己資本、都銀貸出)

資金調達額 = f (売上高、総投資、現預金)

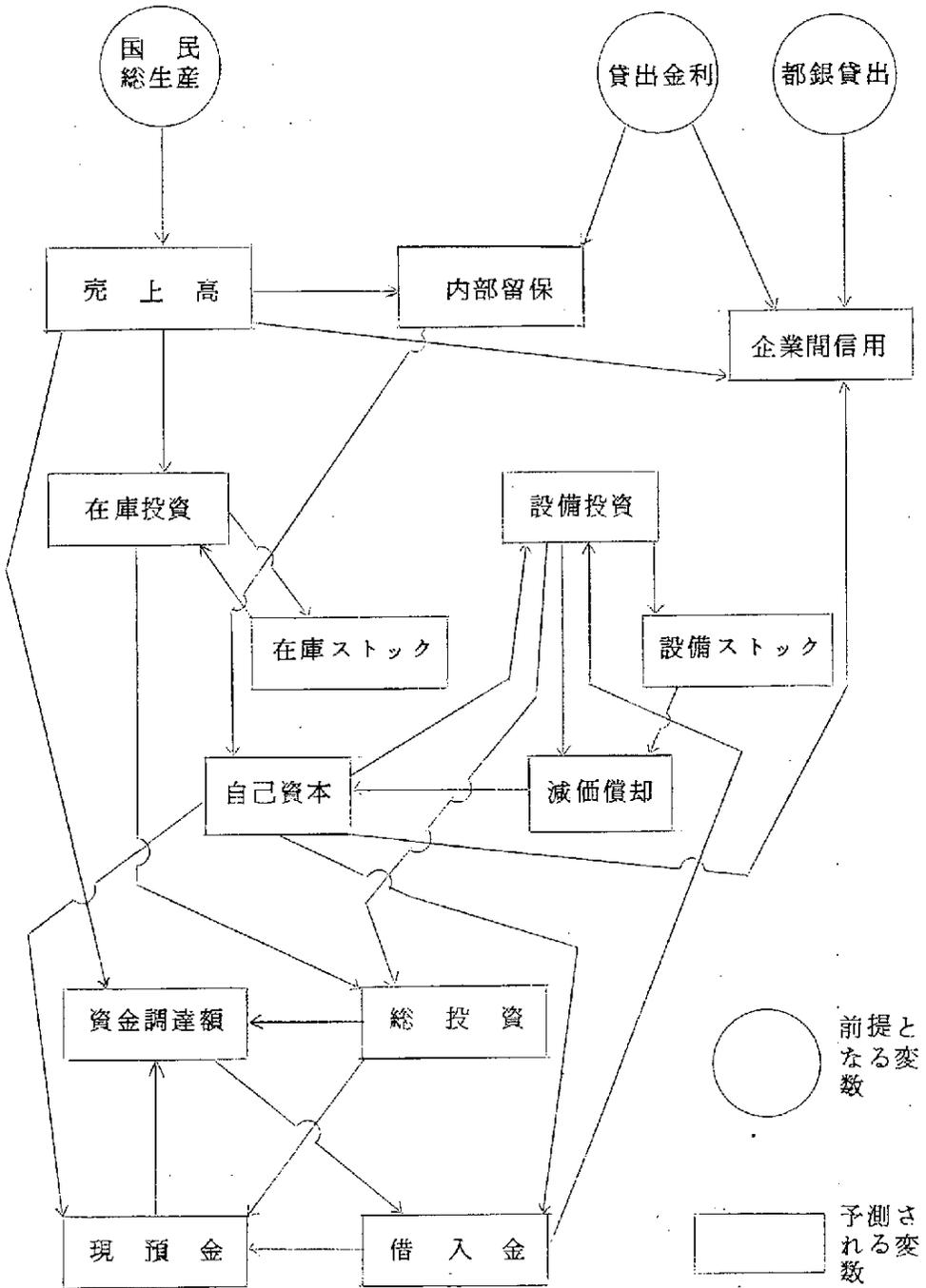
現預金 = f (総投資、借入金、自己資本)

自己資本 = 内部留保 + 減価償却

総投資 = 在庫投資 + 設備投資

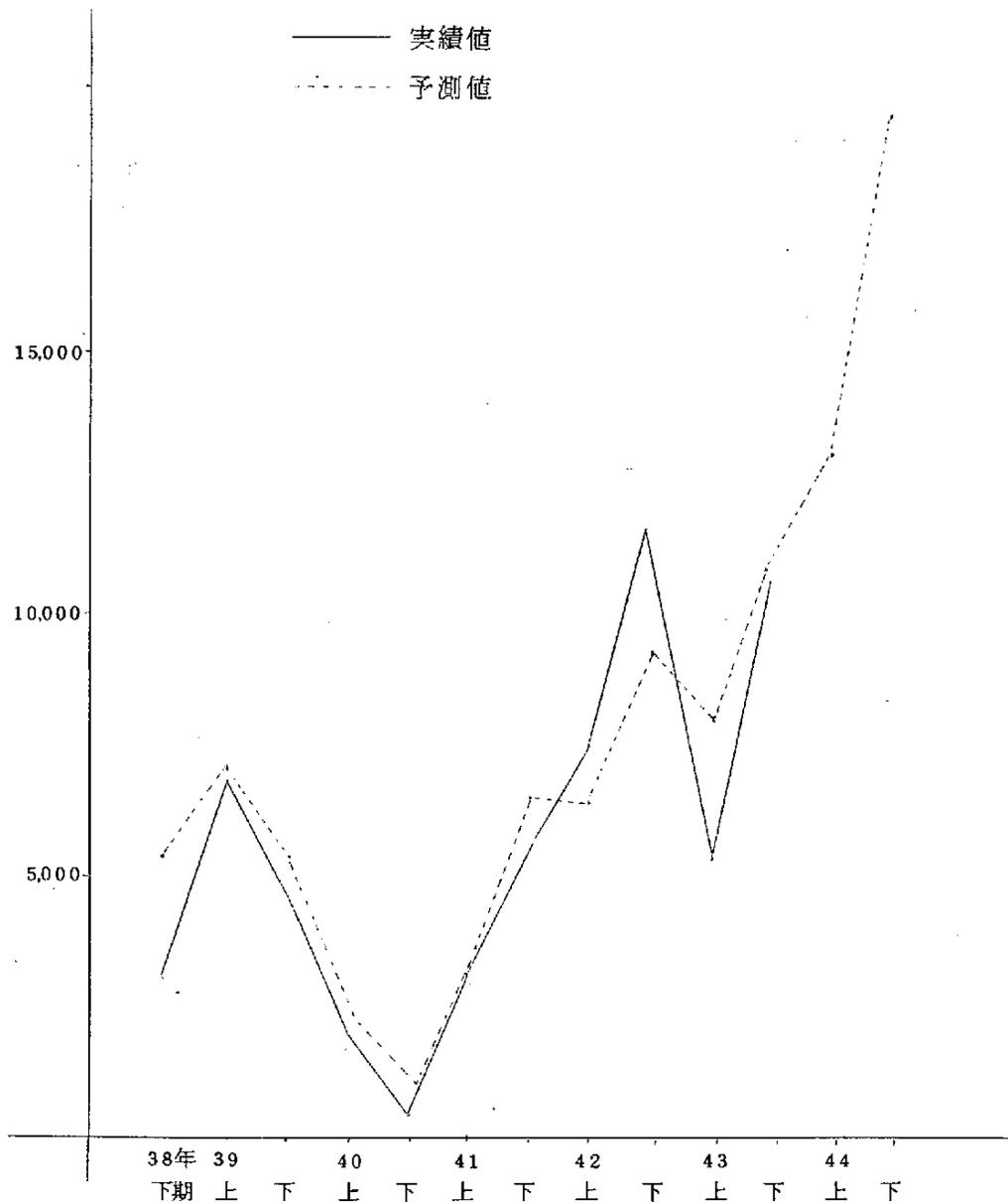
借入金 = 資金調達額 - 自己資本

図 III-7 企業財務モデル フロー・チャート



以上のモデルに、国民総生産、貸出金利と都銀貸出の3変数の将来の仮想する値を代入すると、各変数の将来の予測値が得られる。企業間信用の予測結果は次の様になっている。(図Ⅲ-8参照)

図Ⅲ-8 モデルより予測された企業間信用の実績と予測値



(d) 産業連関分析

各産業間の資源の投入・産出状態や技術水準を行列で表現し、消費費、財政、輸出などの最終需要の各産業に対する波及状態を分析・予測する。短期・中期の産業別セミ・マクロ予測や、地域予測に用いられる。

(e) マルコフ過程

消費者行動の分析を前提として、消費者の購買銘柄の移行状態をマルコフ過程で表現し、市場占拠率の予測を行なう手法である。

(f) 標本調査

消費者の動向を直接把握できる標本調査は過去の動向の不明な予測対象についても用いることができるが、費用が他の手法よりも多くなるので、予測効果と比較して用いられている。新製品の開発、需要予測、地域予測に適用される。

3・3 定性的予測手法

技術進歩のように定量的にはとらえられない対象や超長期の予測は、特殊な定性的予測手法を用いる。

(1) 先行指標法

予測の対象の変動に先行して動く変数を、過去の動向から抽出し、先行する変数の変化より予測対象の動きを予測する手法である。よく用いられている景気動向指数（ディフュージョン・インデックス）では、景気に先行する系列、遅行する系列を取りだして、景気の状態を予測している。

(2) デルファイ法

多くの専門家の意見を集約して、超長期にわたる技術進歩の予測など、現在より大巾に変化し定量的に取り扱えない対象を予測する。アメリカのランド研究所が開発した手法で、月世界への人類着陸時期などを予測している。

(3) 関連樹木法

技術予測や新製品の開発に用いられる手法で、予測対象が実現されるために必要な前提条件を因果関係にそってさかのぼってゆき、前提

条件がみたされてゆく状態から、予測対象の実現する時期を予測しようとする手法である。

4. 予測とコンピュータの利用

予測作業では大量のデータを取扱い、整理し、複雑な計算を迅速に行なうことを要請されており、予測作業におけるコンピュータの役割を無視することはできない。さらに予測手法の発達が予測作業汎用プログラムの開発をうながし、また、コンピュータの発達が、新しい予測手法の発達を可能なものとしている。

現在のカード、テープの入力、プリンターの出力という入出力装置が中心のコンピュータでは、予測担当者が予測に有効な情報を引き出すためには若干の熟練と努力が必要となっている。しかし、今後の予測作業におけるコンピュータの役割を展望すると、新しい入出力方法としてのTSS（タイム・シェアリング・システム）の実用化に注目したい。TSSの対話形式によるターン・アラウンド・タイムの短縮は、前提と予測結果の間のフィードバックの迅速化、一連の予測作業が連続的に実行できること、必要な情報が必要な時に即座に得られること、誰でも予測作業が簡単にできることなどを可能とする。このコンピュータの発達は、予測を日常の経営活動の中に定着させ、科学的な企業経営の推進の基礎を作るものになるといえよう。

Ⅳ．管 理 の 科 学

— PERT (Program Evaluation & Review Technique) の紹介 — (進 度 管 理 の 一 手 法)

1. PERT の 沿 革

PERTとは、Program Evaluation & Review Technique の頭文字をとったもので、日程管理（進度管理）の一手法として注目されている手法である。

まず、PERT手法が開発された背景を説明する。

- (1) プロジェクトが大規模化、複雑化し、スケジュール内での相互調整が困難になってきた。
 - (2) ガントチャートでの行きづまり。
 - (3) 一度しか行なわれない仕事（経験のない仕事……プロジェクト）を早く達成する必要性が生じてきた。
 - (4) 今までのプランニングは、サブシステムごとに独立で行なわれてきたが、相互関連が増し、総合化する必要性が生じてきた。
 - (5) スケジュールの変更が多くなり、それに対処する必要性が生じた。
- これらの背景のもとに、PERTの手法が開発された。

具体的な例としては、（開発された頃の適用例）

- (a) アメリカ海軍の艦船用ポラリスミサイルの開発計画。（ソ連に追いつけ、追いこせという軍事的背景により、日程短縮がさげられた）
- (b) デュポンのプロジェクト・プランニング

ここで説明するのは、PERT手法のうちでも特に、PERT/TIMEというプロジェクトの時間管理を中心とするものであるが、関連手法があるのでそれについてふれる。

PERT/COST……時間の他に費用の要因も入れたもの。

PERT/MANPOWER……時間の他に工数の要因を入れたもの。

CPM (Critical Path Method)……最適費用とか、最適工期といった概念を入れたもの。

RAMPS (Resource Allocation and Multi-Project Scheduling) ……複数プロジェクトの資源配分をも考慮する手法。

2. ネットワークの作成

PERTの一つの特徴は、プロジェクトのネットワークを書くことにある。一般に計画作業は、次の2つに大別できる。

- (1) プランニングの段階……構成する作業の順序関係をはっきり認識する。
- (2) スケジューリングの段階……作業の時間的關係を論ずる。

ここでは、プランニングの段階で問題となるネットワーク（アローダイアグラム）の作り方を述べる。

2・1 アロー・ダイアグラム

プロジェクトは、

- (1) 多数の作業（工程）からなっている。
- (2) その作業には、前後関係がある。（先行作業と後続作業がある）

すなわち、プロジェクトは作業系列の組み合わせ（ネットワーク）として表現できる。

その方法は、

（名 称） （表現方法）

作業……アクティビティ、ジョブ…… →

作業の始点、終点

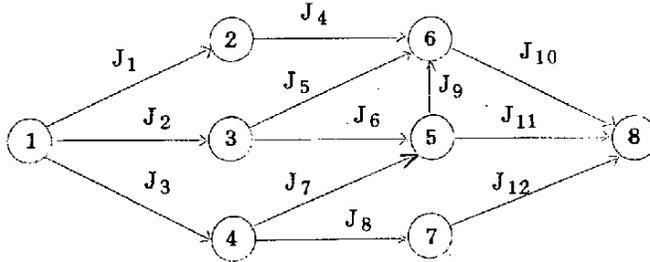
……結合点（イベント、ノード）…… ○

前後関係の明示

……ダミー（仕事、時間 0）…… - - ->

として表現する。

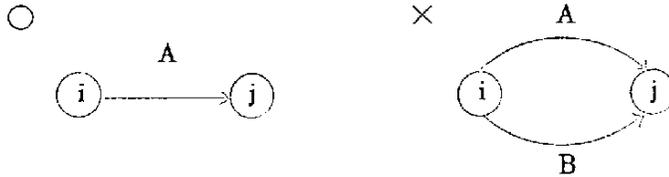
<例>



このダイアグラムを書く段階（すなわち、作業の順序を明確にする段階）をプランニングという。

2・2 アロー・ダイアグラムの基本的規則

(1) 各作業は、一意的に結合点の対として表わす。



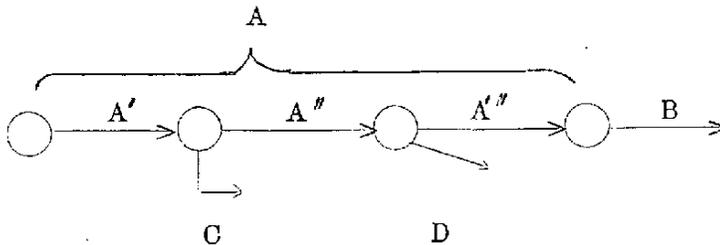
(2) 1つの結合点に入ってくる作業は、すべて同じ後続作業を持つ。

(3) 1つの結合点から出ていく作業は、すべて同じ先行作業を持つ。

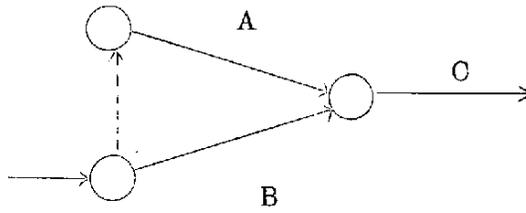
2・3 その他の表示

(1) 作業分割の表示

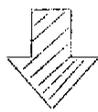
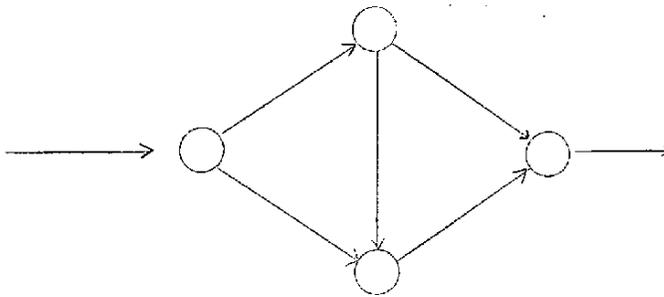
作業Aが、ある程度まで進行すれば、別の作業が始められるような場合、作業Aをいくつかに分割できる。



(2) 同時作業表示



(3) 集約作業の表示

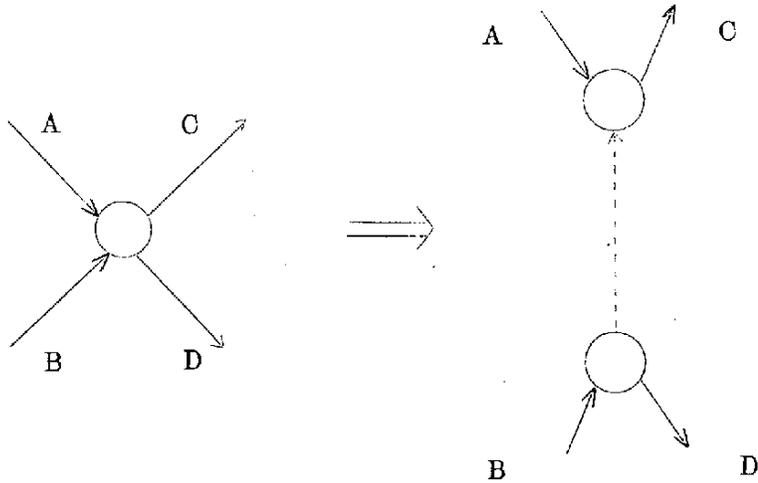


上を集約して



(4) 従属独立の表示

- (CはA、Bに従属
- Dは B に従属



これらのルールに従い、プロジェクトのネットワークを書くのが、PERT手法の第一段階である。

3. 時間見積り及び計算

3・1 時間見積り

PERTの第二段階は時間見積りである。これは、ネットワークで描いた各作業を遂行するために必要な時間を見積ることである。この時間を「所要時間」(duration, expected time)という。PERTでは、この時間見積りのやり方に2つの方法がある。

- (1) 1点見積り……かなり確実な見積り時間のとき。
- (2) 3点見積り……所要時間が確立分布しているとき。

〔楽観値 (optimistic) … a …… うまくいけば××日できる。〕

{ 悲観値 (pessimistic) … b …… “ 最悪の場合には××日かかる ”
 { 最可能値 (most likely) … m …… “ まあ××日かかるでしょう ”

この a、b、c を見積り、ベータ分布を仮定し、計算する。

3・2 PERT 計算

時間見積りが終ると、次に PERT 計算を行なう。

PERT では、通常次の 3 つの計算を行なう。

(1) 最早着手日 (Expected Start date) …… T_E

これは、各仕事 (アクティビティ) を着手できると予想される最も早い日付である。

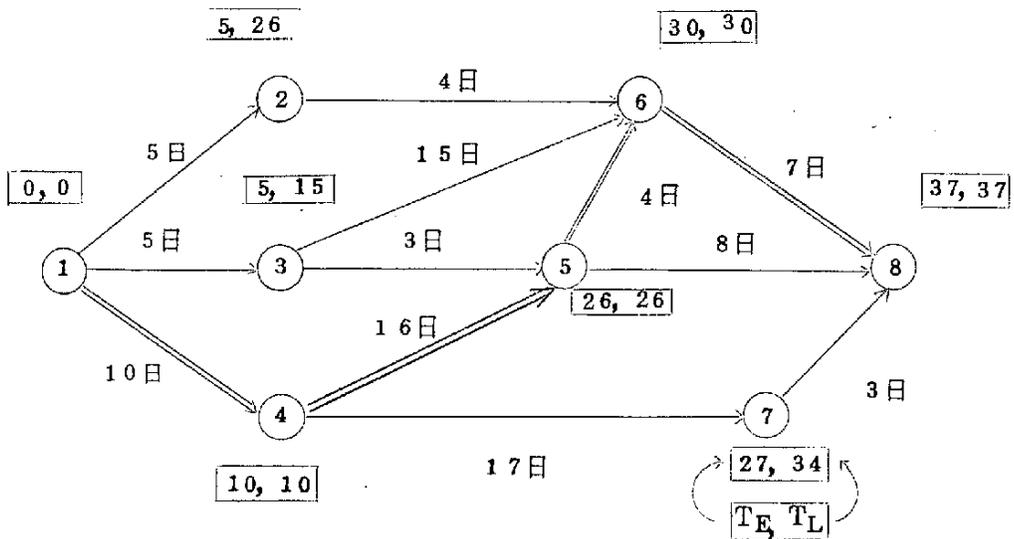
(2) 最遅着手日 (Last date) …… T_L

プロジェクトが予定日までに完了するために、各仕事が少なくとも (遅くとも) いつまでに着手されなければならないかを示す日付。

(3) 期待完了日 (Expected Completion date)

各仕事が完了すると予想される最も早い日付。

次に、具体的な例で計算を行なってみよう。



上の例では①を0として計算したが、⑧を実際の日付（期待）を入れて計算することもできる。

3・3 例外管理用の2つの計算

PERTで前の3種の計算の外に、例外管理用に次の計算をする。

(1) ユトリ（スラック、Slack）の計算

$$\text{ユトリ期間} = T_L - T_E$$

（これだけの日数は遅れても、全体の工期には影響しない。）例えば、前の具体例で④の所は

$$\text{ユトリ} = 10 - 10 = 0 \quad \text{ユトリがない}$$

③の所は

$$\text{ユトリ} = 15 - 5 = 10 \quad 10 \text{日のユトリがある。}$$

(2) クリティカル・パス

クリティカル・パスは、プロジェクトの着手イベントから最終イベントまで、ユトリ期間の最小のイベントを順次、全部たどっていけば求められる。クリティカル・パスのどこかで計画日程より遅れが発生すると、その遅れだけプロジェクトの完成も遅れ、一方早めればそれだけ早くなる。すなわち、クリティカル・パスは“管理の着眼点”といえる。

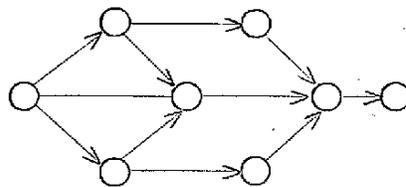
前の具体例では①→④→⑤→⑥→⑧が、クリティカル・パスである。

以上で、PERTの計算は終わったが、少し複雑なネットワークになると手で計算するのは大変である。それで、通常は電子計算機で計算する。最近ではネットワークも計算機で描いてくれるものがある。また、あるプロジェクトをPERTで管理する場合は、一定のタクトで最新の進行状況をコンピュータにインプットし、再計算を行ない進行管理を行なう必要がある。

今までの説明を図示すると次の如くである。

Projectの分析

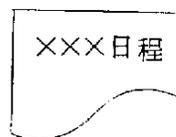
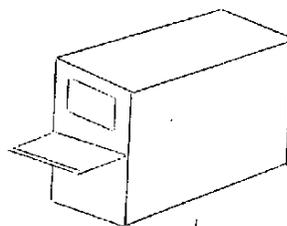
ネットワーク作成
(時間見積りを含む)



進行状況
再インプット

PERT計算
(再計算)

プロジェクトの
日程管理



4. PERTの実施上の注意点及びPERTの効用

<若干の注意点を書く>

- ① 作業はなるべく細分化した方がよい。(責任区分ごとに)
- ② プランニングの段階は、いくら時間をかけてもかけすぎることはな

い。

- ③ アローダイアグラムを書く人間は、できるだけ少人数で。
- ④ 時間見積りは、あまり厳密に推定する必要はない。クリティカルになったら厳密にやる。
- ⑤ フォローアップ（再計算）が大切。

<PERTの効用には次のものがある>

- ① プランニングの段階で大巾な日程短縮をもたらす。
- ② 管理職がプロジェクトの全貌を理解することができる。
- ③ プロジェクト実施の段階で、さまざまなトラブルに対して迅速な措置がとれる。
- ④ “例外管理”の原則に則った管理が、可能となる。
- ⑤ 全参加部署の志気（モラル）を鼓舞する。
- ⑥ 見積り技術が逐次向上する。
- ⑦ 標準ネットワークを開発しておけば、次のプロジェクトにも活用できる。

尚、PERT手法は最近各方面で使用されているが、代表的な例には次のようなものがある。

- ① 大型船の建造
- ② ビルの建設
- ③ ダム・道路建設
- ④ 自動車の新車展開
- ⑤ テレビ番組の準備

V . シミュレーション

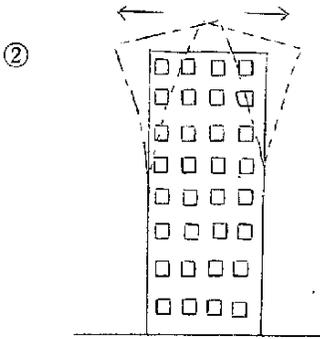
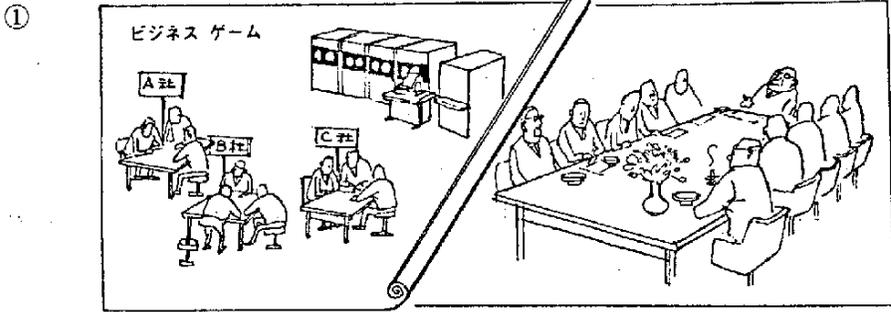
1. シミュレーションの概念

シミュレーションとは、本来いろいろな事象を「模擬すること」を意味する言葉である。従って、子供達が行なりままごと遊び、戦争ごっこもこの限りでシミュレーションといってもよいであろう。

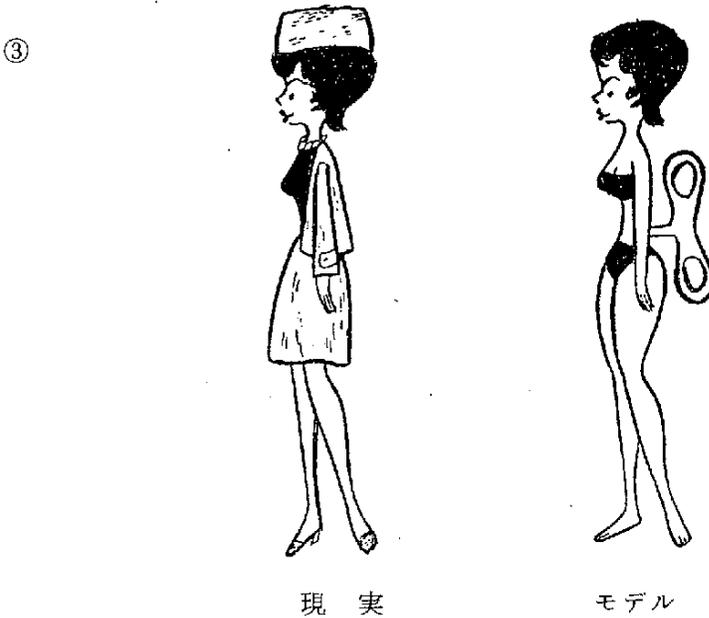
軍隊の演習は、今もなおいたる所で行なわれているが、これは莫大な損失をともなう実戦の経験を経ずして、どのような戦略、戦術をとれば最も有効であるかを、戦況を考慮しながら体得させることが目的である。

戦後は、この考え方が企業の種々の分野に適用されるようになってきた。例えば、図 V-1-①のように、競争企業との競争条件をモデル化し、新商品や新戦略を打ち出した場合の効果をいろいろとコンピュータの中で試算してみるとか、同じような考え方をを使って社員の教育に効果を上げているところも多い。当初は、モンテ・カルロ法（数値計算の過程で乱数を持ちこんで計算する方法）を用いて、問題の解を導き出す OR の 1 手法として使われていたが、現在ではむしろこのような使用方法は狭義のものとなっている。企業における典型的な例としては、待ち行列の問題（鉄道、銀行などの窓口をどれだけ設置すればよいか）などに応用されることが多い。

図 V-1 シミュレーション (模倣実験)



高層ビルの地震の揺れの実験



K. J. Cohen
& E. S. Hammer:
Operations Researchより

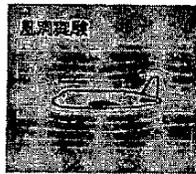
現実

モデル

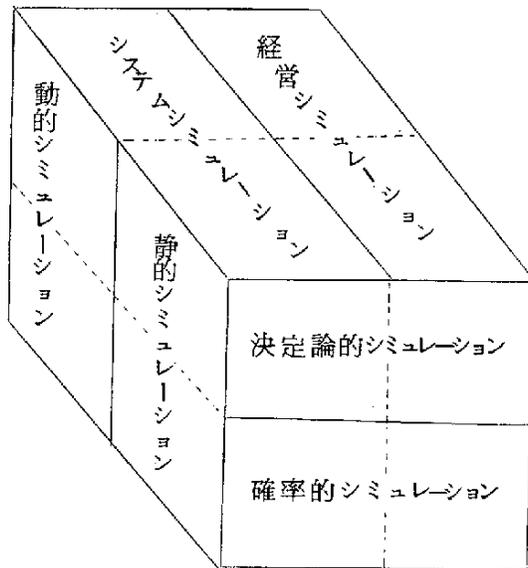
経営科学の分野でシミュレーションという場合、通常は研究対象を操作可能なモデルとして表現し、このモデルを動かしていろいろの経営上のケースを実験する過程をいっている。現在では以前よりも大規模なシステムへの適用が数多く試みられており、自然科学だけでなく社会科学の分野でも広くシミュレーション技法が利用されるにいたっている。例えば、飛行機工場での風洞実験や、ビルの耐震設計をするためにコンピュータの中でモデルを作り、いろいろの大きさの地震が来た場合のビルの揺れ具合を実験してみるなどが行なわれている。(図V-2)

図V-2 シミュレーション・モデルの分類

○ 物理モデル



○ 記号モデル



これは実際の飛行機やビルを作るのには莫大なコストがかかり、もし失敗をした場合には会社の将来を危くすることにもなりかねないからである。また大規模なものとしてアポロ計画があげられる。宇宙衛星を実際に打ち上げる前に、飛行軌道や着陸、発進の様子などをいろいろコンピュータの中で実験をして安全を期すわけである。企業ではこの他過去の実績データをもとにモデルを作り、いろいろなケースをシミュレーションしてみることによって将来を予測し、その結果に基づいて生産計画をたてている例などが多い。

シミュレーションの目的は、大きく分けて、①予測、②仮説の検定、③システムに大きな影響を及ぼす要因の発見、④教育・訓練があげられるが、特殊な目的としては数式の解を求めるために使用する場合もある。また一般にシミュレーションには、LP（リニア・プログラミング）やPERT（日程計画法）のように一定のパターンがあるわけではない。従って、1つの問題に対しても数多くのモデルが考えられる。より現実に近づけようとすればするほど、小さなテーマでも非常に複雑なモデルとなり、なかなか人手では処理できないのが普通である。ここにコンピュータが登場するわけであるが、最近では以前に人手ではとうていできなかつたような大きなシミュレーションも、コンピュータを使って非常に短時間でできるようになっている。

しかし、この場合も忘れてはならないことは、どんなに精緻なモデルを作っても、しよせん現実そのものではありえないこと、モデルは現実や将来の可能性の大きなメカニズムを把握するにとどまることである。（図V-1-③）

2. シミュレーション・モデルの分類

シミュレーション・モデルは、種々の観点から分類することができるが、2～3の例をあげて説明してみよう。（図V-2）

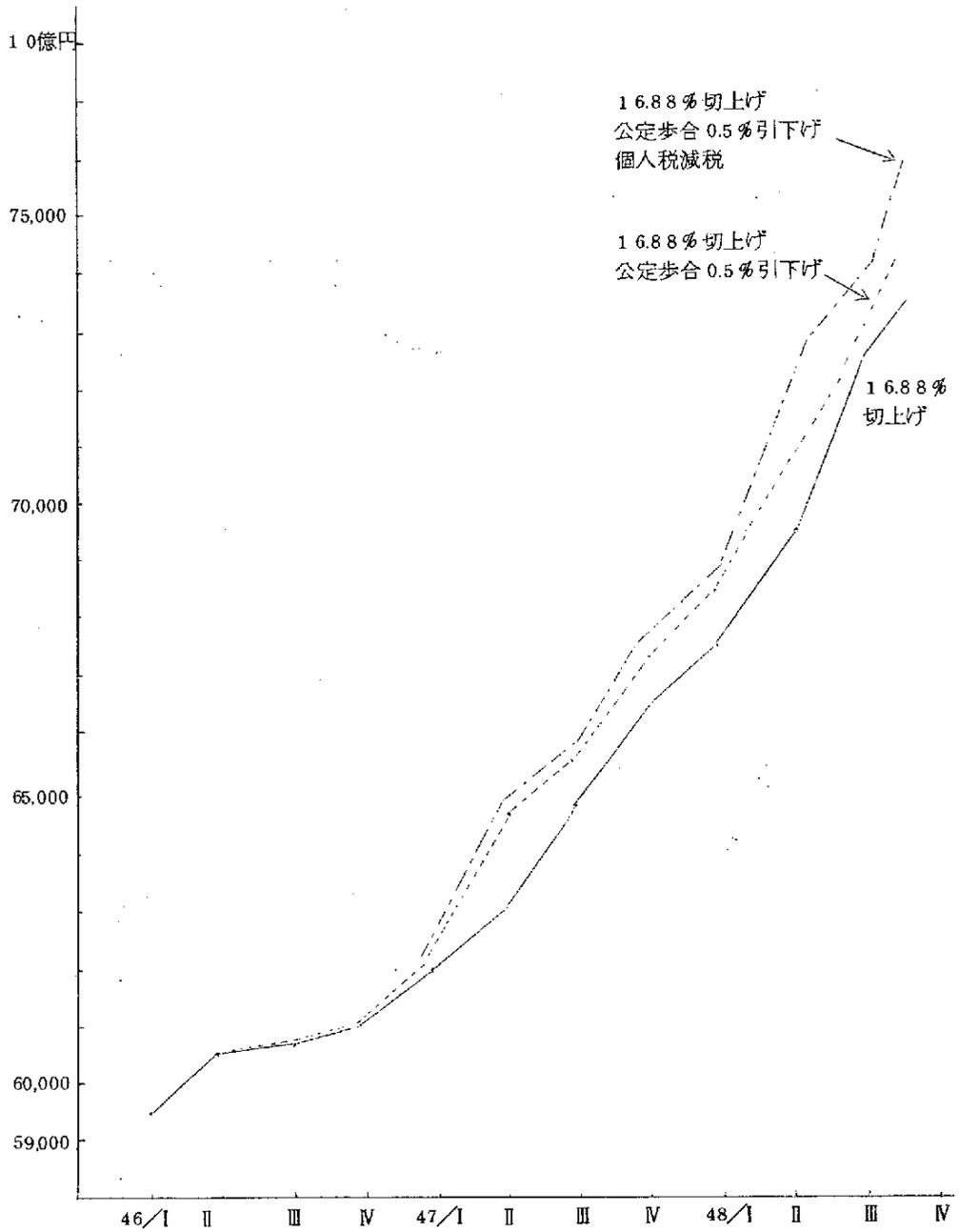
まずモデルの対象からみると、物理モデルと記号モデルに分類される。物理モデルとは、実際に存在する要素をそのままの形で利用する場合をい

う。つまり実際に存在するものを写したり、縮小または拡大したりしたものである。例えば、風洞実験などはこれに該当する。また実際のもものが非常に高価であるとか、事実上モデルとして活用できないものの場合、代替品で似たものを利用して作られるものを物理的類似モデルと呼ぶこともある。記号モデルは、種々の特性を記号で表わしたモデルである。例えば企業財務を表現する連立方程式体系のある変数（販売価格など）を実験的に動かした場合、どのように収益が変わるかを検討するモデルなどがこれに相当する。記号モデルは、ネットワーク表現などを用いる図形モデルと、状態の変化を算式を用いて表わした数学モデルに分けられる。以下述べるシミュレーションは、この数学モデルを幾つかの観点から眺めたものである。

まず意思決定の組み入れの可否により、システム・シミュレーションと経営シミュレーションとに分けられる。システム・シミュレーションは、システム全体を自動的に動かせるように、そのシステムにおける意思決定のプロセスまでをシミュレーションに組み込んだ自己完結的なモデルを指す。たとえば、前述のモンテ・カルロ法により決定変数を決めるシミュレーションなどは、その代表的なものといえるであろう。これに対して、経営シミュレーションは、システムの中に人間が入りこんで、意思決定者としての役割を演じ、それぞれの意思決定に従ってシステムを作り出していく、いわば開放型のシミュレーションを指す。例えば、ビジネス・ゲームなどがその代表的なものである。（図V-1-①）

次に、モデルの中に確率的な変数があるかないかによって、決定論的モデルと確率的モデルとに分類することができる。決定論的モデルは内生・外生ともに確率的な変数を扱わないのが特徴であり、最小二乗法などによって変数間の関係は一意に決められる。このモデルは計算が簡単であり、経済予測などによく使われる計量経済モデルなどはこれに該当する。（図V-3）

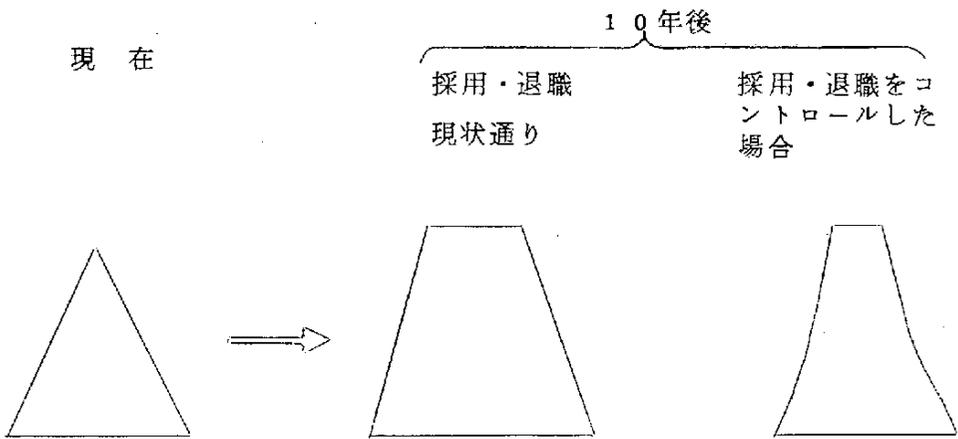
図 W-3 経済予測モデル（実質国民総支出）



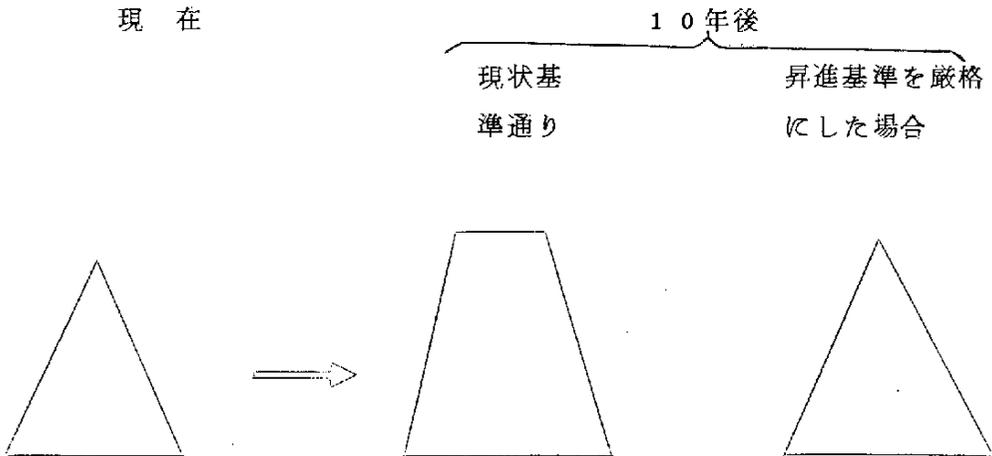
一方確率的モデルは変数間の関係が確率で決められるもので、決定論的モデルに比べて比較的複雑であり、銀行窓口のシミュレーションや人事シミュレーションなどに使われる。(図V-4)

図V-4 人事シミュレーション

○ 年齢別構成人員



○ 資格別人員構成



次に、時間的要素を考慮しているかどうかによって、静的モデルと動的モデルに分類することが出来よう。静的モデルは、時間的要素を考慮しないタイプのモデルであり、LP、NLP、ゲームの理論などがこれに該当する。またそのほとんどは、決定論的モデルである。これに対して動的モデルは、時間とともに変化する関係を取り扱うもので、経営問題のほとんどはこの領域内に入ってくる。代表的なものとしては、ポニーニの組織シミュレーション・モデル、クラークソンのポート・フォリオ・セクション・モデル、コーエンの材木市場、靴・生皮・なめし皮市場のシミュレーション・モデル、フォレストアのインダストリアル・ダイナミックスなど今までにも数多くの例が発表されている。

3. コンピュータによるシミュレーションの手順

コンピュータを用いてシミュレーションを行なうには、別に一定の手順があるわけではないが、ここでは参考までに T. H. Naylor らによる手順を示しておこう。(図 V-5)

① 問題の定式化

まず最初にシミュレーションの目的を明確にしなければならない。例えば解くべき問題は何か?、検定すべき仮説は何か?、推定されるべき効果は何か? などを最初に明確にしておくことが大切である。

② データの収集と処理

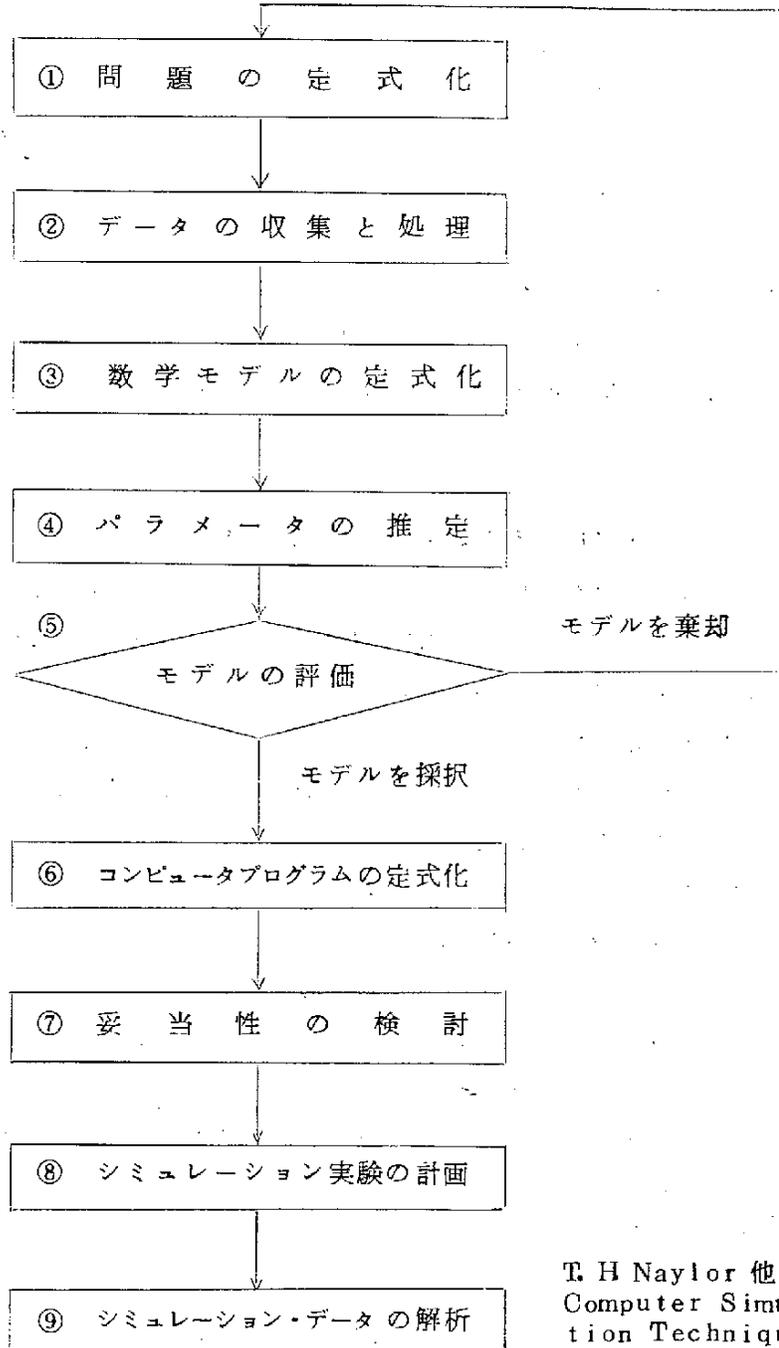
パラメータの推定、モデルの妥当性の検討のためには、有意な形にまとめられた信頼性の高いデータが不可欠である。

③ 数学モデルの定式化

次に、取り上げるべき要因の選定、変数およびパラメータの設定、これらの諸要因間の関数関係の設定がある。

ここでは特に注意すべきことは、変数をどれ位組み入れ、どの程度の内容で、いかなる言語を用いてモデルを作るかなどを体力、モデルの妥当性、プログラムの互換性などを考慮して決める必要がある。

図V-5 コンピュータによるシミュレーションの手順



T. H Naylor 他：
Computer Simulation
Techniques
より

- ④ パラメータの推定
統計的手法によってパラメータの推定を行なう。
- ⑤ モデルの評価
データから求められたパラメータをもとに、モデルの評価を行なう。
モデルの内容に問題があれば、①に戻る。
- ⑥ コンピュータ・プログラムの定式化
フローチャート、コーディング、デバッグ、テスト、
プロダクション・ランを行なう。
- ⑦ 妥当性の検討
実験結果の妥当性について検討する。
- ⑧ シミュレーション実験の計画
結果のチェックが終わると、問題解明にこのモデルをどのように使用
するかを検討する。
- ⑨ シミュレーション・データの解析
シミュレーション・データを収集、処理して解析するステップをいう。

4. シミュレーション言語

図 V-6 代表的なシミュレーション言語

○ 連続系シミュレーション言語

DYNAMO

CSMP

○ 離散系シミュレーション言語

GPSS

SIMSCRIPT

SIMULA

GASP

最近大型コンピュータを使った大規模なシミュレーションの例が数多くみられるようになってきた。シミュレーションをコンピュータで行なうには、まずモデルを作成し、プログラムを作ってコンピュータにかける必要がある。しかし、一般の統計処理と異なって、複雑な現象を時間とともにシミュレートする必要があるため、コントロールがなかなか難しく、FORTRANなどを用いて一々各プログラマが自分で作成するのは非常に面倒である。そこでコンピュータ・メーカーが中心となって、種々のアプリケーションが開発されてきた。

以下に代表的なものをあげると連続系シミュレーション言語としては、

DYNAMO (DYNAmic Models)

MITのT. W. FORRESTER教授が中心となって開発したもので、産業組織の動態を分析するための手法である。具体的には、意思決定のポリシーと、情報、金、注文、物、人、資本設備の流れを分析してモデルを作り、組織や政策の変更が経営にどのような影響を与えるかを検討し、それによって取るべき政策を見つけたすためのものである。

CSMP (Continuous System Modeling Program)

IBMで開発されたプログラムで、従来アナログ・コンピュータで処理されていた技術計算をデジタル・コンピュータで処理するためのものである。これにより従来簡易法によって求められていた機械設計上の諸計算が迅速、正確に行なわれるようになった。

これに対して離散系シミュレーション言語として、

GPSS (General Purpose Simulation System)

IBMのGORDONによって開発されたもので、プログラムの専門家でなくても比較的簡単に使用できる言語である。これはトランザクション(サービスを受けるもの)中心の考え方に沿って作られており、主として待ち行列の問題に広く適用されている。

SIMSCRIPT (SIMulation SCRIPTer)

RANDが米空軍のシミュレーション・プロジェクトの一環として開発したものである。この言語は、FORTRANをベースにしたイベ

ント（サービスをするもの）中心の言語であり、初心者にはやや難しいという点がある。

SIMULA

ノルウェー・コンピュータ・センタによって開発された。この言語はALGOLをベースにしたイベント中心の言語である。

SIMSCRIPTと同様初心者には若干難しいが、GPSSに比べて複雑なシミュレーションが行なえるという利点がある。

GASP (General Activity Simulation Program)

U・S・スティーブルが開発したFORTRANベースのシミュレーション言語である。概念的にはSIMSCRIPTと似ているが、初心者でも比較的簡単に扱える利点がある。また待ち行列の問題に対しては、GPSSと同じように使うことも可能である。

Ⅵ. 多変量解析

1. 多変量解析法への導入

われわれは、現在数多くの情報にとりまかれて生活している。そして、それらの情報は、いくつかの要因によって構成されている場合がある。たとえば、タクシー料金という情報は、走行距離と走行時間という2変量で決定される。すなわち多変量的であるといえる。この場合、ある種の問題では、それらに含まれている個々の変量を個別に分析したのでは、悪くすると誤った判断をすることになる場合がある。

次の例はある病気の発病者数を調べたものとしよう。

表Ⅵ-1がその結果である。性別と地区を同時に考えることをしないで、個々にそれぞれの情報を扱えば、表Ⅵ-2、表Ⅵ-3を得る。

もし、この2つの表から病気はA地区の男性に多いと結論したらそれは誤りであることは表Ⅵ-1からわかる。これは地区と性別の間に存在する関係（例えばB地区は男性が著しく多いこと。）を無視したことに原因がある。

表Ⅵ-1

地区 性別	A地区	B地区
男	45	95
女	90	5

表Ⅵ-2

男	女	計
140	95	235

表Ⅵ-3

A地区	B地区	計
135	100	235

ここに多変量で考える必要がある。

しかし一方、われわれの得られる情報のすべてについて取り扱うことは不可能であるし、すべての情報を同列に扱う必要もない。

“信号が赤である。”という情報と、“彼女が赤い洋服を着ている。”という情報は、はるかに前者の方が重要であろう。また、“彼女が白いセ

ーターを着てきた。”という情報と“新宿に白い高いビルができる。”という情報では、ともにわれわれにはあまり関係がない。しかし、もし彼女のハートを射とめようとする男性にとっては、前者が重要な情報となる。

われわれは数多くの情報の中より、われわれの目的とするいくつかの重要な情報をとりだす必要が生ずる。この情報をとりだすいくつかの方法についてこの後述べるが、これらの方法を総称して多変量解析法という。

2. 主成分分析

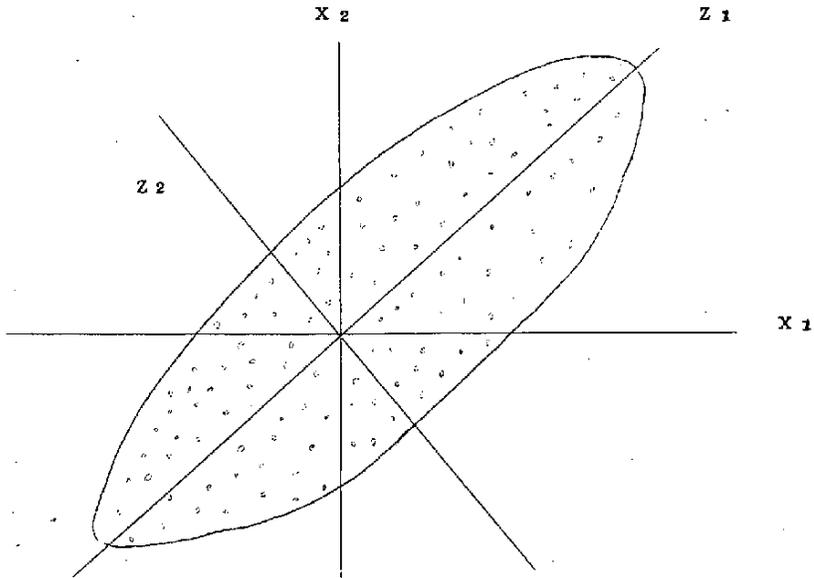
いまある事象を説明するために、それに関連があると思われるいくつかの説明変量を求めたとする。ところが説明変量の数が多過ぎて各変量の変動の影響が把握しにくくなることがある。また求めた説明変数のうち、ほとんど不要なものもある。たとえば、ある地域の米の消費量を調べるために“成人男子の数”、“成人女子の数”、“子供の数”を得たとする。これら3つのデータはそれぞれ米の消費量と高い相関がある。しかし、これらのデータ間にも、高い相関がある。本来米の消費は“人口”という変量と関係があり、上の3つの変量は人口という変量に置き変えてやれば良いことがわかる。このように全体の説明変量の変動を表わす数個の新変量をつくりだすことが成分分析の目的である。

この新変量は、説明変量の線型結合によって表わされる。

いま最も簡単な例を考えてみよう。ある事象を説明するために x_1 というデータと x_2 というデータを集めたとする。このときデータの散布図が図M-1のごとくえがける。

このとき長円の長軸方向の成分を z_1 とし、それと直交する方向の成分を z_2 とする。この z_1 、 z_2 がそれぞれ第1主成分、第2主成分となる。

図 VI-4



この第1主成分、第2主成分の軸の持つ意味は、ここでは、“説明しようとする変量を最も良く表現する軸”としかいえない。しかし、それぞれの解析結果より、推定することは可能であろう。

われわれのまわりにおいて一見複雑で、科学が立ち入るすきがないと思われるようなものでも、この方法をうまく使えば、解明できるものがあるかも知れない。たとえば“酒の味”に対して“色”、“ごくみ”、“酸味”“香り”、……等の説明変量を、また“製品の売上げ高”に対して、“広告費”、“セールスマン数”、“小売店数”……等の説明変量を得ることにより、従来カンでしか説明できなかったものの構造がわかるかも知れない。

3. 因子分析

この手法は、目的となる変量が、いずれも仮説的なものであり、人間を対象とする心理テストの結果など複雑な因子の関連性解明に心理学、医学、生物学などの分野で広く用いられて来た。現在では多変量解析の一つの手法としてよく利用されているが、他の方法が回帰分析などを中心としてきたのに対しこの方法は異なった発生をしてきている。

ところでいま、ある事象を説明するいくつかの説明変量が与えられたとする。先にも説明したように、これらの変量は全く独立であることはなく、相互にある程度の相関を有するのが普通である。そこで、これらの説明変量間に潜在する共通な何らかの内因的な因子をいくつか仮定する。

これを“共通因子”とよぶ。この因子分析法はまずこの共通因子を見つけて出し、つぎに各説明変量をこの共通因子の一次結合で表わす。さらにこのときの各因子につく重み（因子負荷量）を求める。この重みの大きさにより、多くの説明変量をいくつかの変量のグループに分類することができるし、また各サンプルの因子得点を求めることにより、サンプルのグループングを行なうこともできる。

計算の方法などにおいて、先に述べた主成分分析法と非常に良く似ている。しかしモデルの構造などに大きなちがいが見られる。たとえば、主成分分析は説明変量の組みで新しい変量を作り出したのに対し、因子分析では、新しい因子の組みで、説明変量をそれぞれ説明しようとしている。式にあらわすと次のようになる。

$$\text{主成分分析} \quad \begin{cases} z_1 = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots \\ z_2 = b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots \end{cases}$$

$$\text{因子分析} \quad \begin{cases} x_1 = a_1 z_1 + a_2 z_2 + \dots \\ x_2 = b_1 z_1 + b_2 z_2 + \dots \end{cases}$$

(但し、 a 、 b はパラメータ、 x_1 x_2 は説明変量、 z_1 、 z_2 は新しい変量（因子）である。)

因子分析法は、人間の知能など複雑な現象の解析に広く用いられてきており、新しい法則を見つけ出す場合などに有用な手法と思われるが、適用に際しては十分な注意が必要である。たとえばいま、ガンの発病構造を調べるためにガン患者を対象に、食物の嗜好や生活環境……等のデータを集め、それらの間の共通因子を求めたとする。この共通因子のうちのいくつかは、われわれが目的とするガン患者のみが持つ因子ではなく、われわれも共通して持つ因子である場合が十分にあり得る。膨大なデータをあつめ超大型電子計算機で計算し、求めた共通因子を検討した結果、“データの集めやすさ”という共通因子であったということになりかねない。われわれの科学的認識は試行錯誤によって得られるものである。因子分析法も推論の足がかりを作ってくれるかも知れないという可能性を持つだけで、あることを認識する必要がある。

4. 判別分析

いま、あるものがどのグループに含まれるかを予測しようとする。たとえば、“良品”と“不良品”や、ある商品を“購入する人”と“購入しない人”、といったそれぞれのグループのどのカテゴリーに属するかを判別しようとするものである。

すなわち、いくつかのグループがあり、このグループの分類に影響を及ぼすと思われるいくつかの説明変量の組を用いて、適当な線型関数を作る。これにより、各説明変量が各グループに与える影響を見ることができ、新しいサンプルがどのグループに属するかを判定することもできる。

いまある化粧品の“購入者”と“非購入者”のグループ分けを、“商品イメージ”というデータ(x_1)と“広告のイメージ”というデータ(x_2)の2つについて調査したとする。いまそのうちの1つの特性 x_1 だけで判別しようとする図VI-2に示すように重なり合って判別しにくい。

また x_2 だけについて見ると図VI-3のようになり、やはり判別は困難である。ところが図VI-4に示すように、購入グループと非購入グループははっきり分離していることがわかる。ここで $z = a_1 x_1 + a_2 x_2$ と

いう直線を求めると、22つのグループははっきり判別することができる。この z を判別関数と言う。

図 VI-2

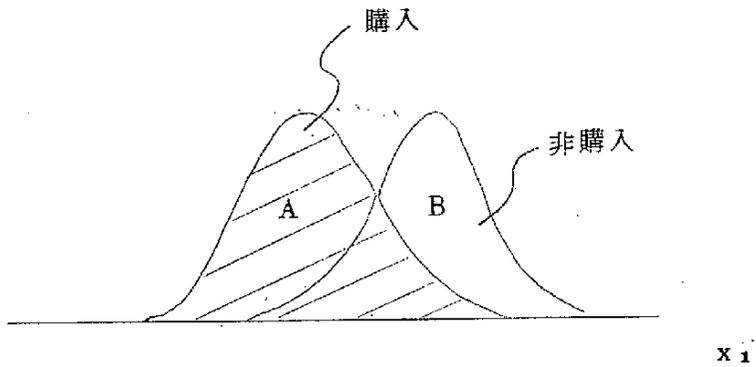


図 VI-3

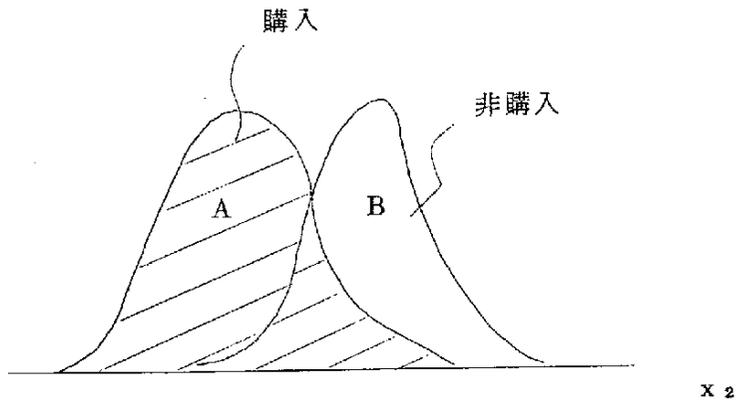
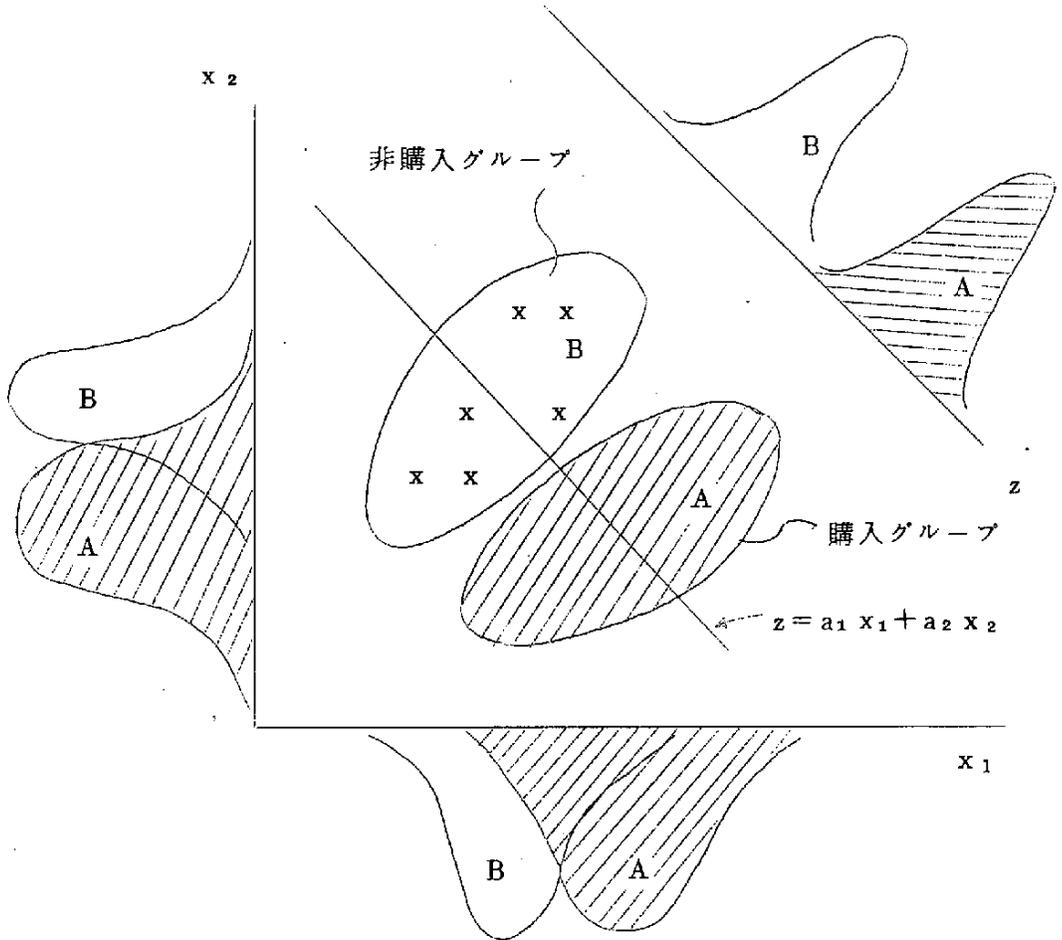


図 VI-4



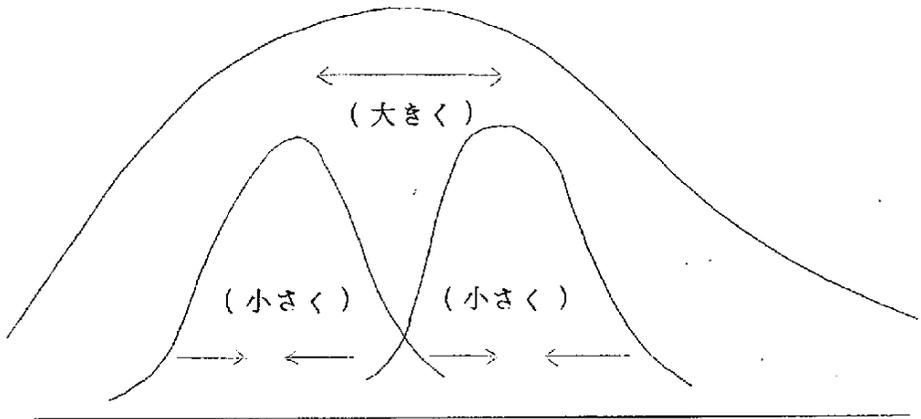
一般にはいくつかの説明変量があり、このような図は書けないから、代数演算により、

$$z = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p$$

を求める。この z の値は、群間変動と群内変動の比が最大になるように計

算されている。(図 VI-5)

図 VI-5



5. クラスタ分析

この方法は判別関数法と似ているが、それと大きく異なる点は、判別すべきグループが与えられていない点である。

いま、いくつかのサンプルがあり、このサンプルに対し、いくつかの説明変数が得られている。このサンプルをなんらかの方法で定義したサンプル間の親近性(距離)を尺度としていくつかの“かたまり”(クラスタ)に分類しようとするものである。すなわち似たものどうしでグループをつくろうというわけである。このときそのグループがどのくらいの大きさでいくつあるのか、などはなにもわからない。

したがって目的変数は仮説的であり、結果として与えられる分類尺度である。たとえば身体検査の結果身長(x_1)と体重(x_2)を得たとする。これをプロットすると図 VI-6 に示すようになる。いま空間的な距離を考え i と最も近いものが j のとき、 j と最も近いものが i であれば、 i と j

は同じクラスタであると考える。すべての i 、 j の組について計算した結果、図 VI-7 が得られる。

つぎにクラスタ間の距離およびクラスタとそれに属さない点との距離を定義し、点とクラスタとを同一にみなせば、前と同様にしていくなかのクラスタが作り出せる。何サイクルかの計算の結果、図 VI-8 を得る。

すなわち、この場合 3 つのクラスタに分類出来たことになる。

図 VI-6

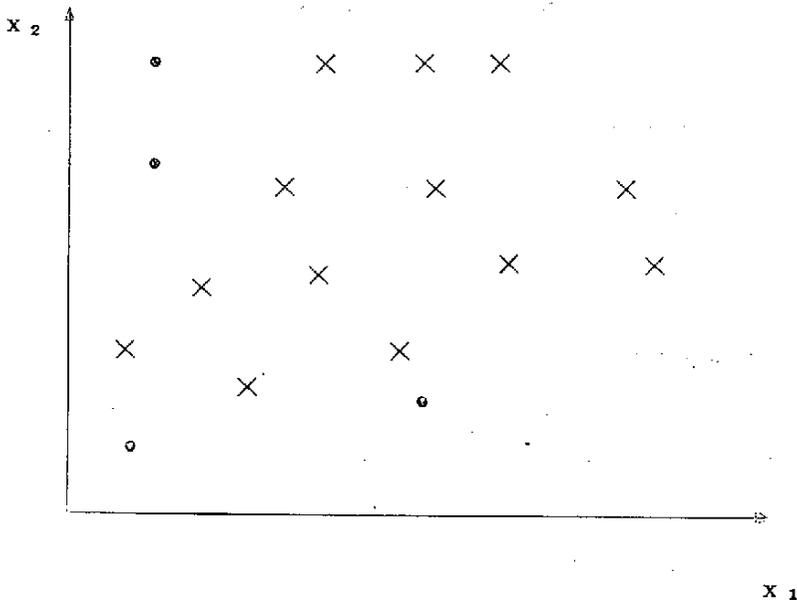


图 VI-7

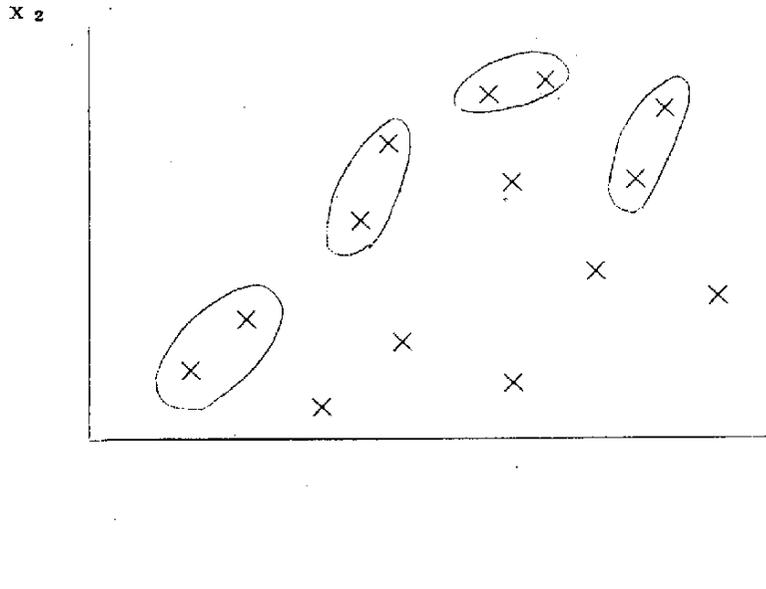
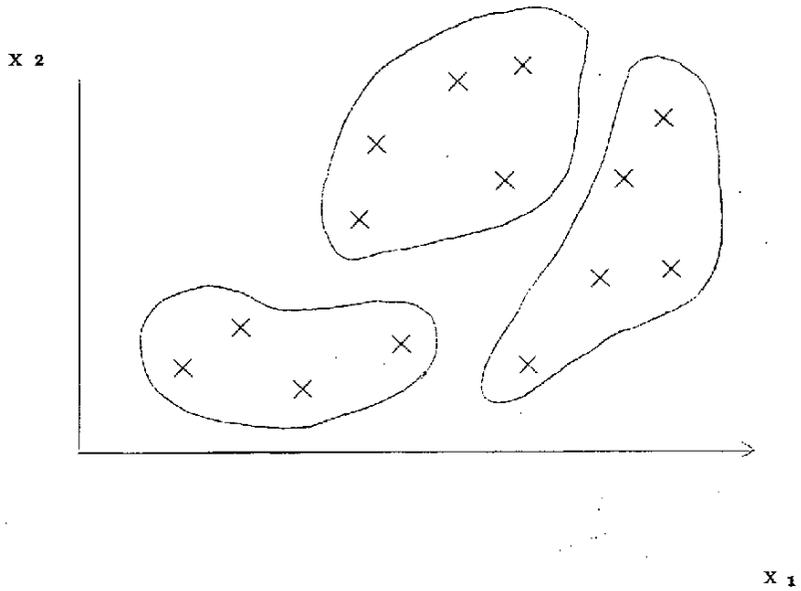


图 VI-8



6. 数量化理論

この方法は、まずデータの 카테고리化を必要としている。いまある事象を説明するためのいくつかの説明変量を与えられたとする。この方法では、これらは 카테고리化されていることが望ましい。逆に言えば数量的にとらえられないデータ、例えば天候などのデータも晴、雨、曇り、などのカテゴリで表わし、晴なら $x_i = (1, 0, 0, \dots)$ と、1 または 0 の値をとるダミー変量を用いて表わすことができる。

この行列が表 VI-4 のごとく与えられる。

表 VI-4

		カ テ ゴ リ ー										
	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
サ	2	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
ン	3	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
プ	.	1		-	-	-	-	-	-	-	-	-
ル	.	1										
.	.	1										
.	.											

このカテゴリとサンプルにそれぞれの目的により、数量を与えようとするもので、その目的により第1類～第4類の4つの方法に分けられる。

(1) 第1類

これは目的変量(外的基準)が数量で与えられているもので、重回帰分析の説明変量がダミー変量になったものと同一である。

たとえば、ある会社の清涼飲料の毎日の売上げを予測するモデルを作ると次のようになる。各カテゴリに与えた数量はカテゴリ・スコアとよばれ、合成された目的変量と与えられた外的基準との相関係数が最大となるように決められる。

$$\boxed{\text{売上高}} = \boxed{\text{天候}} + \boxed{\text{曜日}} + \boxed{\text{気温}} \text{-----}$$

各カテゴリーに適当な値を与える。

(2) 第2類

第1類と同様に外的基準を持つが、その外的基準がカテゴリーで与えられる点が異なる。

この方法は、この外的基準のグループ分けに影響を及ぼすと考えられるいくつかの質的要因の組をとってきて、適当な線型関数(判別関数)をつくるもので、先に述べた判別関数と良く似ている。

外的基準に選挙の当選及び落選を考え、説明変量に政党、地区、年齢、趣味、職業……等のカテゴリーをもってくる。

このデータの解析結果から、当選するための要因を知ることができるし、また立候補しようとする人の当落の判定も可能となるであろう。

(3) 第3類

これは外的基準のない場合で、先に説明した主成分分析、因子分析と共通するところがある。

表VI-4で与えられた行列のサンプルとカテゴリーにそれぞれ数値を与えたとき、それらの間の相関係数が最大となるようにその数値を決めるもので、サンプルの分類とカテゴリーの分類を同時に行ないパターンに表わそうとするものである。

(4) 第4類

これは第3類と同じく外的基準のない場合で、方法としてはクラスター分析と似ている。いま*i*と*j*の親近性(e_{ij})が与えられているとき、親近性のあるものが近く、その少ないものが相離れるように、*i*なるものに*x_i*なる数量を与え分類しようとするものである。

クラスター分析は目的変量が分類で表わされるのみであるのに対し、この方法はそれらの間に連続的な数量を与えている点で一歩進んでいる。

以上簡単に多変量解析の方法について述べたが、まだこの他にも数多くの方法が存在する。また各論についても、概略触れただけで、実際の問題を解くにあたっては触れなかった多くの問題点がある。しかし、ここで多変量の概略を知り、その適用可能な分野について、考察することが出来れば、十分であろうと考える。多変量解析は大げさに云えば、“カン”の数量化であり、その専門分野に於て十分な“カン”を持った人がはじめてその結果を評価出来るものと思われる。今後ますますそれぞれの分野で、色々な形でこれらの方法が用いられ発達していくであろう。しかし、計算方法が複雑であるだけに十分注意して使用し、結果に対する検討を行なわねばならないと考える。

請求 番号	経 46-22(3)	登録 番号	
著者名			
書名 一般管理者向け企業内コンピュータ教育テキスト (Bコース用)			
所属	帯出者氏名	貸出日	返却 予定日

禁無断転載

昭和47年5月

発行人 日本経営情報開発協会
 東京都千代田区霞ヶ関 3-2-5
 (霞ヶ関ビル30階)
 TEL (581) 6401

印刷 三州社
 東京都港区芝大門 1-1-21
 TEL (433) 1481 (代)

