

43—R 002

情報処理技術の将来

昭和 44 年 6 月

財団法人

日本情報処理開発センター

序 に 代 え て

電子計算機による情報処理は、社会、経済の発展にともない、各種情報の蓄積・加工・供給を最も有機的・効果的に進める担い手として、最近とくにその役割の重要性が認識されてきております。

また、情報処理そのものも、第3世代電子計算機の登場以来、その利用分野の拡大とともに経営の意志決定システム、電子計算機の不特定多数による共同利用といった高度化の方向が検討されつつあり、従来の事後处理的な利用から見ると、現在の情報処理は、大きな発展期を迎えているともいえます。

このような情勢において、情報処理および情報処理産業の前途には、解決を要する幾多の課題があります。すなわち、情報処理産業発展の要件およびそれが他産業に与える影響といったわが国経済社会の動向に関連する諸問題をはじめ、情報処理方式、ハードウェアおよびソフトウェア等の技術開発、各種の標準化、情報処理技術者の養成などであります。

当財団は、情報処理に関するこれらの諸問題解決のため、各種の事業を実施しておりますが、この調査報告書は、日本自転車振興会の機械工業振興資金による「昭和43年度情報処理に関する調査研究補助事業」のうち、「情報処理および情報処理産業の動向と影響調査」の一環として、わが国における情報処理技術の将来予測を技術予測小委員会が実施したものであります。

ここに本報告書取りまとめにご尽力下さった技術予測小委員会の委員および御支援を賜った関係各位に心より感謝の意を表しますとともに、本報告が各方面に利用され、わが国情報処理産業発展の一助として寄与できますよう念願いたす次第であります。

昭和44年6月

財団法人 日本情報処理開発センター
会 長 難 波 捷 吾

技術予測小委員会

(敬称略・順不同)

委員長	野田克彦	電気試験所
委員	石井治	電気試験所
	伊藤栄一	第一生命保険相互
	大石錦吾	東京 E D P 計算
	石井康雄	日本ソフトウェア
	松尾士郎	日本電信電話公社
	山内確郎	国際電信電話
	西岡英也	富士通
	谷恭彦	日立製作所
	石井善昭	日本電気
	若曾根和之	通商産業省
	松井宏	日本情報処理開発センター

目 次

1. 総 論	1
1.1 は じ め に	1
1.2 情報処理技術動向の概要	1
1.2.1 システムの進歩の方向	1
1.2.2 システムの機能を支える技術の動向と問題点	2
1.3 む す び	4
2. アーキテクチャとシステム構成	5
2.1 アーキテクチャ	5
2.1.1 使 い 易 さ	5
2.1.2 ハイパフォーマンズ	10
2.1.3 診断機能と保守の容易性	11
2.2 システム構成	12
2.2.1 稼 動 性 (Availability)	12
2.2.2 ファイルオリエンテッドシステム	13
2.2.3 タイムシェアリングシステムとコンピュータユーティリティ	14
2.3 今後10年以降の動向	17
3. ハードウェア	19
3.1 演算・制御部	19
3.1.1 集積回路技術の進歩と実装法の変化	19
3.1.2 L S I の影響	22
3.2 記 憶 部	26
3.2.1 記 憶 の 階 層	26
3.2.2 内部記憶装置	27
3.2.3 ファイル記憶装置	30
3.2.4 将 来 の 展 望	33

3.3 入出力装置	34
3.3.1 展 望	34
3.3.2 入力装置	35
3.3.2.1 さん孔媒体入力装置	36
3.3.2.2 直接入力装置	37
3.3.2.3 直覚型入力装置	39
3.3.2.4 その他の入力装置	41
3.3.3 出力装置	41
3.3.3.1 印字型出力装置	42
3.3.3.2 さん孔型出力装置	43
3.3.3.3 直覚型出力装置	43
3.3.4 端 末 装 置	45
3.3.4.1 印字型端末装置	46
3.3.4.2 直覚型端末装置	47
3.3.4.3 直接入力型端末装置	47
3.3.4.4 その他の端末装置	48
4. ソフトウェア技術	49
4.1 ソフトウェアの動向	49
4.2 第4世代ソフトウェアの概要	53
4.2.1 ユーザーが期待するソフトウェア	54
4.2.2 第4世代ソフトウェアの傾向と問題	58
4.2.2.1 汎 用 言 語	58
4.2.2.2 会話型汎用言語	58
4.2.2.3 特 殊 言 語	59
4.2.2.4 特殊ハードウェアむきの言語	59
4.2.2.5 管理プログラム(一般)	61
4.2.2.6 管理プログラへ(通信)	63

4.2.2.7	応用ソフトウェア	65
4.2.3	ソフトウェア開発技術	66
4.2.3.1	作業用言語	66
4.2.3.2	ソフトウェアのハード化	66
4.2.3.3	デバッキングの手法	67
4.2.3.4	コンパイラコンパイラなど	68
4.2.4	ソフトウェア製作者	68
4.2.5	ソフトウェア標準化	70
4.2.5.1	標準化の動向	70
4.2.5.2	ある第4世代計算機の標準化の試み	71
4.2.6	若干の重要分野についての予測	73
4.3	ソフトウェアの価格と生産性	76
4.3.1	価格についての概説	76
4.3.2	ソフトウェアの開発費の流動性	77
4.3.3	見積りの仕方の現状	78
4.3.4	別な見積りの手法	80
4.3.5	ソフトウェアの生産性	81
4.3.6	ハードウェアの生産方式との対比	84
4.3.7	プログラムの管理の重要性	86
4.3.8	管理情報の報告システム	87
4.3.9	5～7年後の管理システム	88
4.3.10	5～7年後のソフトウェア価格	89
4.4	より将来の展望	90
5.	データ伝送	93
5.1	将来必要とされるデータ伝送速度	93
5.2	高速度データ伝送技術	95
5.2.1	音声帯域回線における高速度データ伝送技術	95

5.2.2	広帯域回線における高速度データ伝送技術	97
5.3	データ伝送技術に関する海外の動向	99
5.3.1	CCITTの動向	99
5.3.1.1	概 要	99
5.3.1.2	200 ビット/秒までの電信形回線交換網	102
5.3.1.3	1,200 ビット/秒を超える高速度データ伝送および広帯域伝送	102
5.3.1.4	再伝送方式(蓄積交換)	103
5.3.1.5	統合通信網方式	104
5.3.2	米国などにおける高速度データ伝送技術	104
5.3.2.1	広帯域回線でのデータ伝送	104
5.3.2.2	米国における状況	106
5.3.2.3	欧州における状況	110
5.3.3	国際間での問題の要約	110
6.	情報処理網	111
6.1	情報処理網の現状と動向	111
6.1.1	概 論	111
6.1.2	わが国の現状	116
6.1.2.1	労働省職業紹介システム	116
6.1.2.2	NHK TOPICSシステム	118
6.1.2.3	国鉄の座席予約システム	119
6.1.2.4	国鉄貨物情報処理システム	119
6.1.2.5	銀行業務のオンライン化	120
6.1.2.6	全国地方銀行データ通信システム	123
6.1.3	諸外国の現状	124
6.1.3.1	アレンバブcock計算会社	124
6.1.3.2	コムシエア社	127
6.1.3.3	GE社のTSSシステム	127

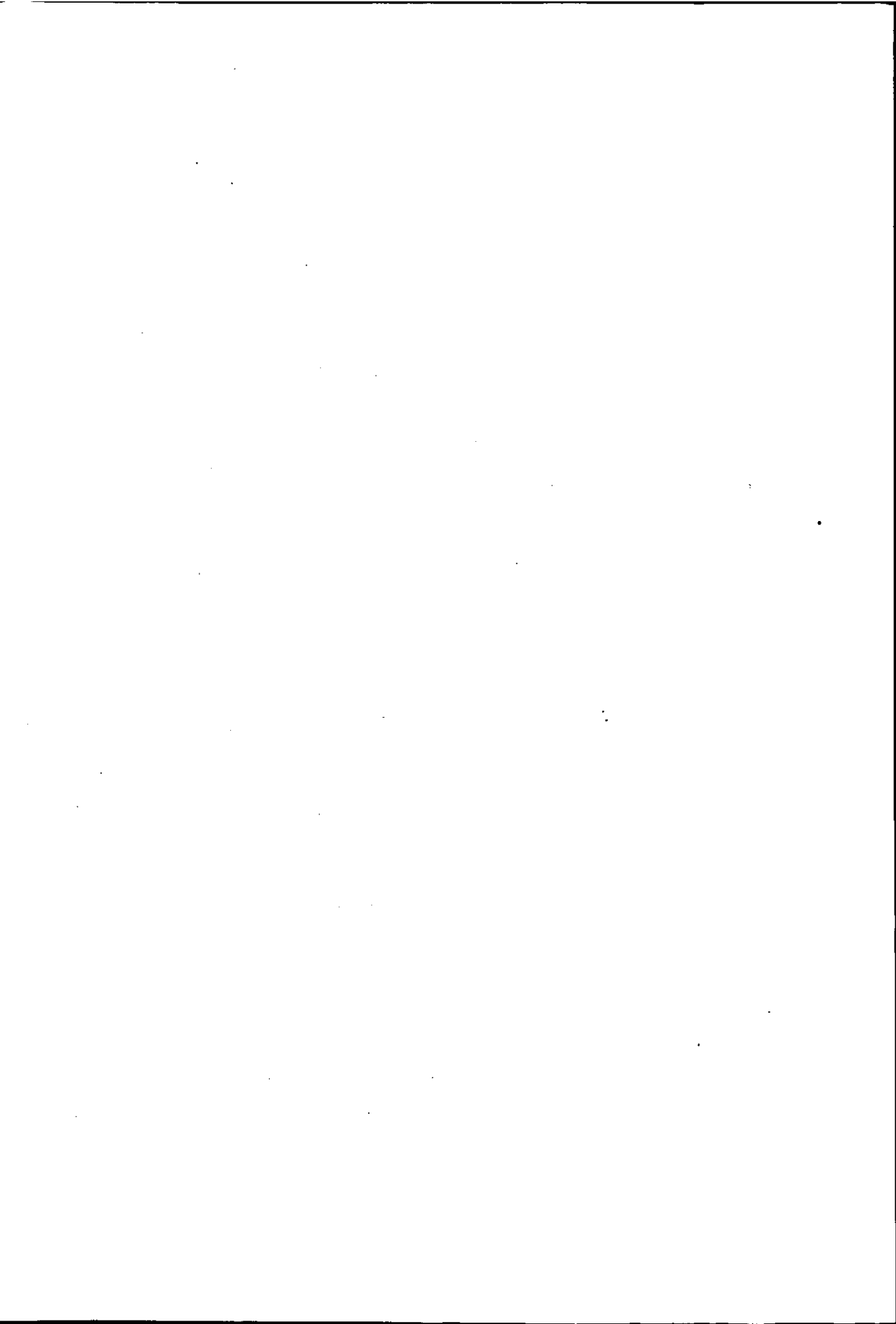
6.1.3.4	サービスビューロー社 (S B C)	127
6.1.3.5	タイムシェア社	128
6.1.3.6	その他のシステム	128
6.1.4	将来の動向	129
6.1.4.1	金融システムにおける発展形態	129
6.1.4.2	情報サービスの可能性	130
6.1.4.3	人と計算機の共同計算	130
6.1.4.4	ハードコピー	131
6.2	情報処理網の形態	131
6.2.1	専用線による情報処理網	131
6.2.2	電話交換回線による情報処理網	132
6.2.2.1	必 要 性	132
6.2.2.2	電話交換網を利用したオンライン情報処理システムの構成	132
6.2.2.3	処理装置の配置	135
6.2.2.4	電電公社の加入データ通信方式	135
6.2.2.5	電話交換網を利用した情報処理網の特徴	136
6.2.3	情報処理の総合システム	136
6.3	データ交換方式	137
6.3.1	データ交換方式の現状	137
6.3.2	回線交換と蓄積交換	139
6.3.3	データ交換機能	140
6.3.4	データ交換機的方式	141
6.4	情報処理網の展望	142
6.4.1	計算機網の導入	142
6.4.2	センタの局階位	143
6.4.3	センタの集中と分散	144
6.4.4	共同ファイルの分散	145
6.4.5	負荷分配 (ロード・シェアリング)	145

6.4.6	網による信頼性の向上	146
6.5	端 末 装 置	146
6.5.1	端末装置の動向	146
6.5.2	端末装置の種類	147
6.5.3	必要な伝送速度	149
6.5.4	端末装置の問題点	151
6.6	デ ー タ 伝 送	158
6.7	通信サービスの総合網	161
6.7.1	通信網の役割	161
6.7.2	新しいサービスと所要周波数帯域幅	161
6.7.3	広帯域通信網	161
6.7.4	将来の総合網	163
7.	標 準 化	165
7.1	標準化活動の将来	165
7.2	標準化の 対 象	165
7.2.1	開発的性格の標準化対象	166
7.2.2	整理的性格の標準化対象	167
7.2.3	標準化対象の比重	167
7.3	新に標準化が予想されるもの	173
7.3.1	マンマシンインタフェイス	178
7.3.2	漢字に関するもの	178
8.	処 理 コ ス ト	181
8.1	原 価 の 推 移	181
8.1.1	過 去 の 原 価	181
8.1.1.1	機械の借用料	181
8.1.1.2	人 件 費	181
8.1.1.3	その他の経費	183

8.1.2 将来の原価	184
8.1.2.1 機械借用料	184
8.1.2.2 人件費	184
8.1.2.3 その他の経費	184
8.2 稼働時間の推移	185
8.2.1 時間短縮と稼働時間	187
8.3 原価の算出	187
8.3.1 中型機の場合	187
8.3.2 大型機の場合	188
8.4 勤務時間との関連	189
8.4.1 2交替服務の場合	189
8.4.2 3交替服務の場合	190
8.4.3 非交替服務との比較	190
8.5 ハードウェアの能力とコスト	191
8.5.1 中央処理装置	191
8.5.2 磁気テープ装置	192
8.5.3 ランダムアクセスファイル装置	192
8.5.4 入出力装置	192
8.6 ソフトウェアの能力とシステムコスト	192
8.7 処理コスト	193
8.8 タイムシェアリングシステム(TSS)と処理コスト	194
8.9 むすび	194
9 電子計算機要員	197
9.1 調査結果の内容	197
9.1.1 要員の職種	197
9.1.2 ユーザにおける職種別にみた1台当り規準要員数	198
9.1.3 メーカー及び輸入販売業者における要員数	198

9.1.4	交代制と要員数	199
9.1.5	交代制実施の現状	200
9.1.6	各種機種 of 設備状況及び生産並びに輸入額予測	200
9.1.7	昭和47年及び昭和50年における電子計算機要員数	201
9.1.8	調査結果のまとめ	202
9.2	調査資料	203
9.2.1	電子計算機の要員予測と実態調査	203
9.2.2	調査の対象	203
9.2.3	調査項目	204
9.2.4	調査票回答状況	204
9.2.5	要員の職種別構成及び要員数	204
9.2.5.1	小型機	205
9.2.5.2	中型機 A	205
9.2.5.3	中型機 B	206
9.2.5.4	大型機	206
9.2.6	職種別の充足状況	207
9.2.6.1	全機種一括による充足状況と要員数	207
9.2.6.2	各機種の職種別要員充足率	208
9.2.7	女子要員の活動状況	209
9.2.8	職種間のローテーション	209
9.2.9	計算センターの利用	210
9.2.10	電子計算機運営と勤務体形	210
9.2.10.1	交代制勤務について	210
9.2.10.2	横割方式・縦割方式	211
9.2.11	職種と経験年数の関連	212
9.2.12	技術革新と要員並にその構成の関係	213
9.2.12.1	要員の質	213
9.2.12.2	要員数	214

9.2.13	機種の変遷	214
9.2.14	1台当り平均レンタルの趨勢	215
9.2.15	設置予測	216
9.2.16	技術革新と職種別規準要員数	218
9.2.17	交代制による要員数の割増	218
9.2.18	要員数の予測	219
9.2.18.1	交代制による機種別規準要員数	219
9.2.18.2	交代制勤務実施状況予測	220
9.2.19	昭和47年3月末予測要員数	221
9.2.20	昭和50年3月末予測要員数	223
9.2.21	むすび	223



第 1 章

総

論



1. 総 論

1.1 はじめに

情報処理技術の飛躍的な進歩発達に裏付けられて情報処理の需要は増大の一途を辿り、世界各国で Nation Wide の情報処理網の開発が国の重要施策として計画されつつある。またこれに先駆けて民間企業では企業単位の情報処理システムが続々と設備される一方、情報の集約、蓄積、処理ならびに伝送配布を行なういわゆる情報産業が新しく生れ出つつある。

情報処理技術はその研究開発速度が非常に早いこと、研究開発から実用化までの期間が極めて短いことなど、幾つの特徴があり、その技術動向を正しく予測することは非常に難しい。併し逆に言えば、予測が困難だからこそ此の新産業の裏付けとなる技術の動向を正しく捉えてその将来を誤り無く見透すことが肝要になってくる。

この要請に答えるべくわれわれは過去2年余に亘って「情報処理技術の現状と将来」に関する調査を行い、昨年9月には中間報告書として「情報処理技術の現状」を取纏めた。この中間報告で調査した・現状・を出発点として今後5～7年、即ち1975年頃を目標とする情報処理技術の予測を引き続き実施し、今回その成果を取纏めてここに「情報処理技術の将来」と題する報告書を印刷する運びとなった。従って前回の中間報告書と今回の報告書とは併せて「情報処理技術の現状と将来」と云う調査目的に答える報告書を構成するものである。

このような関係から今回の報告書も前回と殆んど同じ構成とし、夫々に対応する章を設けている。只、技術的問題以外の影響が著しい情報の伝送コストの予測を省略し、将来の問題として極めて重要な広域情報処理システムについて一章を加えることとした。

以下に各章で詳細に述べられている技術動向予測の概要を取纏めて総論に代えたい。

1.2 情報処理技術動向の概要

1.2.1 システムの進歩の方向

凡そ科学技術の研究の結果生み出されたものが世の為、人の為に実際に役立つには高尚な感じを持たれていたものを技術的にも経済的にも極く身近の気安く馴染めるもの、安心して使えるものに移し変えてゆく努力が必要である。

現在の電子計算機は勿論研究室のレベルを既に卒業しているが、未だ充分素人が親しみをもち、信頼して気軽に利用出来る段階には到っていないし、その使用料或は情報処理に要するコストも決して安いとは言えない。換言すれば情報処理技術は「より使い良い方向へ」と動き且つ処理能力の割に処理コストの安いシステム即ちパフォーマンス/コストの高いシステムへと発展しつつある。

またこれからの5～7年間に最も大きな影響を生ずると予想されるものにオンライン利用の

普及がある。元来通信技術は距離の概念を忘れさせるものであるから「何処でも使えるシステム」と言う素朴な要求を満たすものとして大いに期待が掛けられる訳であるが、そのハードウェア、ソフトウェアならびに標準化への影響は極めて大きなものがあるかと予測される。

次の大きな方向としてマン・マシン・システムとして見た場合の情報処理システムの進歩が挙げられる。この方向は先に述べた「使い易いシステムへ」と言うアプローチと考えても良いが特に対話形式による利用の際にその要求が顕著になる。この影響は当然入出力装置の進歩に大きく表われることになる。

対話形式に依る利用の典型的なものとしてタイムシェアリング方式による利用があるが、次の5～7年を考えた場合その普及発達は絶対に見逃せないし、これがハードウェア、ソフトウェア、端末装置、データ伝送技術あるいはシステム構成等々に及ぼす影響は計り知れない位大きい。ただし、タイムシェアリングによる利用は「何時でも使える計算機システムへ」と言う素朴な要求に合致しているからであろう。

種々の用途に電子計算機システムが利用されることは当然予想される所であるが、情報処理システムが広く使われるためにはソフトウェアの開発が最大の要件となることは申すまでもない。ソフトウェアは単に情報処理システムの利用面の拡大だけに限られることなく、既に述べた各種の要求を実現するためにも欠くことが出来ない。そこでソフトウェアは処理システムの「使い易さ」、「処理コストの低減」即ち「経済性」を重視した性格のものになってゆくことが予想されるが、更に情報処理システムにおいてソフトウェアの占める比重が質的にも量的にも余りに増加して来るのでソフトウェアの生産性の向上が新たな問題として大きく浮ひ上り、将来のソフトウェアの性格の中に生産性の良さ或は生産性向上のためのソフトウェアの開発が織込まれるものと予想される。

以上述べた種々の傾向は次に記すハードウェアの動向と組合わさって電子計算機のシステム構成、或はアーキテクチャに集約され、織込まれる。即ち本節の冒頭に述べた使い易さ、信頼性、経済性を考慮し、更に新しく拡大される需要に備えるため、通信系統とのインターフェースに対する配慮や大容量ファイルの機能を重視したシステムが出現することが予測される。そして、この方向を助ける具体的な方法としてファームウェアによるソフトウェア・ハードウェア・インタフェースの改善が試みられることも何人も異存の無い所であろう。

1.2.2 システムの機能を支える技術の動向と問題点

(1) ハードウェア技術

技術的にシステムの機能を最も決定的に支配するものは何と云ってもハードウェアの技術であろう。ハードウェアの面で予想される最も大きな影響は集積回路(IC)技術の発達、特に大規模集積回路(LSI)の発達であろう。LSIの発達がシステム構成の上ではファームウェアの出現を可能にし、並列処理システムを予想させ、更にICメモリの実現を約束している。LSIの活用はシステムの信頼性の向上と価格の低減にも大きな貢献をするであろう。

記憶装置の関係では将来のシステムの大形化を支えるため数十億字以上の容量を持つ巨大メモリ(マス・メモリ又はファイルメモリ)の開発が予想されており、新しい記憶素子としては光学的記憶装置や薄膜技術、LSI技術を生かした高密度記憶装置の出現が期待されている。また記憶装置の体系としては連想記憶や固定記憶を活用したハイパーキーシステムが予想されている。

(2) 入出力装置

入出力装置関係では2.1で述べたマンマシン・インタフェースの改善として文字読取装置、ブラウン管表示装置、音声応答装置等の視聴覚系入出力装置の発達が顕著な傾向になりそうである。またオンライン利用の普及に備えて低価格の簡易端末装置の開発が可成進むものと予想されている。

(3) 標準化の推進とその問題点

標準化は一般の技術進歩に見られる様な花々しさは無いが既に述べた各種の技術進歩、特に通信回線を通して異種の電子計算機を絡いでシステムを構成するような場合には欠くことの出来ない重要性を持つ。将来の広域情報処理網を実現し、これに多くの情報を載せる場合、計算機と入出力装置のインタフェースの標準化、コードの標準化、日付、住所等の記載法の標準化、ソフトウェア言語の標準化、文字・記号、特に日本では漢字の標準化等特にわが国では標準化に期待しなければならないものが非常に多い。

情報処理における標準化はシステム構成要素であるハードウェアならびにソフトウェアの標準化になる場合が多いので、標準化を達成しないとシステムが構成出来ないと云う致命的な欠陥につながるので特に強力に推進する必要がある。

また、情報処理システムは通信技術の進歩に依って世界的な関連性が強くなって来ているので、国際的視野に立って標準化を進めなければならない。

標準化はその本質的性格として技術の進歩を凍結する作用を持っているが、反面情報処理技術は日進月歩を続けているので技術進歩を阻害しないようにし乍ら標準化を進めるよう工夫する必要がある。この点が情報処理に関する標準化の難しい所であろう。

(4) 処理コストの将来

計算機そのものの経済性は従来計算機の最も重要な性能評価指数の1つとしてパフォーマンス/コストの形で論じられて来た。しかし、計算機で情報処理を行う際のオーバオールのコストは余り考えられて来なかった。その意味で処理コストを扱ったことは今回の調査の大きな特色の一つであろうと思う。

本報告書では処理コストはその約64%を占める計算機の借料、21%を占める人件費および約75%の消耗品費から成っているものとし、これらの要素が将来どう変るかを推定している。

調査によれば処理需要の伸びを計算機のパフォーマンス/コストの向上で吸収し、主に

人件費の変動分だけコスト高になるとの見方が強いが、人件費の変動の外に計算機を二交替制で使うのか三交替制にするのかにより計算機借料、人件費の双方が変化するので予測は困難である。将来更に社会的な面の予測を正確に捉えつつ此の種の努力を続ける必要がある。

(5) 要 員 問 題

本報告ではブランドン氏の手法に準拠して機種別、職種別に所要人員を推定し、計算機の設置台数の伸びや計算機生産額の増加率などを考慮して計算センタ(ユーザ側)、計算機メーカー、輸入業者における所要人員数を推定している。要員数はコスト以上に交替制による差異が出るので三交替制、二交替制の普及度別に昭和47年3月と昭和50年3月の計算機要員(計算機ハードウェア製造関係を除く)を推定した。今回の作業は200に近いセンタにアンケート調査を行なって慎重を期したものであるが、予測結果は相当数の企業が交替制を採用するとすれば昭和47年3月末に約13万人、昭和50年3月には約27万人が必要となり、これはわが国の労働力需給能力がこれを許すか否かにまで波及する大きな問題であろう。更に職種別に見たとき、経験を必要とするシステムアナリストなどの養成は絶望的に近い困難を伴うことを示している。

そして、昭和43年3月における日本の計算機要員数が約8,300人であることを考えると計算機要員の養成が如何に焦眉の急であるかが判る。

1.3 む す び

前節に述べた情報処理技術の動向の予測と問題点が以下の各章で夫々専門的な立場から詳細に論じられているが、情報処理技術はそれ等の組合わさった総合技術であり、一個処で発生した問題点は多くは殆んど全部の章で扱っている問題に関連している。

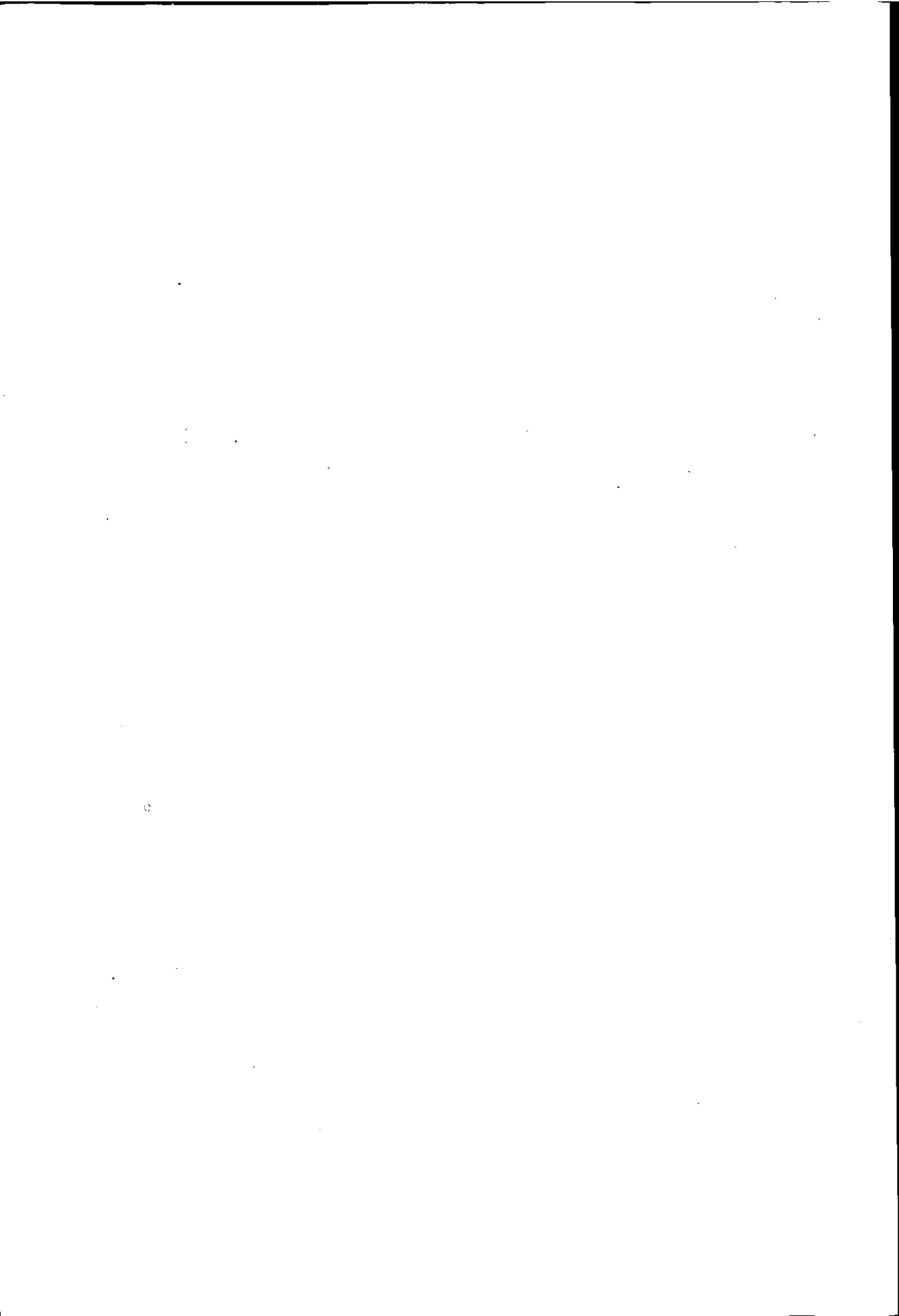
今回の調査は常々顔を合わすことの多い人々が比較的回数多く集り、相互の関連性についても可成考慮して実施したが不十分な点無しとしない。此の点はこの調査報告を利用される際に御考慮願ひ度いと思う。

情報処理技術の予測は技術が未だ若いだけに困難が多く、特に今日から5～7年の予測は計算機の世代(Generation)の交替期に跨るので予測の外れる危険が多い。以下の各章の終りに今後10～20年先までを含めた見透しを可能な限り記してあるが、特に夫れらについては敢えて大胆に記したものであることを附記し度い。

情報処理技術の各々の断面での予測を総合してみると当然の事ながら情報処理技術は「誰でも」「何時でも」「何処でも」「何にでも」使えるシステムを実現する方向に進みつつあることが相当明確に汲み取れるのは興味深いことである。また今回浮彫りにされた数々の問題点に対しては今後真剣な対策が打出されることが肝要であり、これが行なわれてこそ今回の作業の意義が生れると言うべきであろう。この点、要路の方々の御努力を特にお願い度い。

第 2 章

アーキテクチャとシステム構成



2. アーキテクチャとシステム構成

2・1 アーキテクチャ

計算機のアーキテクチャに対する考え方、思想はめざましく、進歩、発展しているが、今後5～7年後のアーキテクチャを考察した場合、まず第1に非常に使い易い計算機の出現が考えられる。

計算機の使用は急激に増大しており、使用法も複雑化していて、システム技術者の要求が急速に増大するものと考えられるが、将来、この急激な計算機の使用の拡大に応じて計算機の専門家を確保することは困難であるとみられる。更に、専門家でない人が計算機を使用する(Computer Utility)という方向が指向されており、これからみて将来は使い易いと云うことが重要なポイントとなるであろう。

第2に、極めて高いパフォーマンスが実現されるであろう。

これは、LSIなどの使用による高速回路の実現、管理プログラムのオーバーヘッドロスの減少、Illiac IVなどに見られる複数ケの演算制御回路を持つ計算機(並列演算方式)など、幾多のパフォーマンス向上の方向が見られている。更に、後述する如く、高レベルのプログラム言語の普及によって高レベル言語プログラムの処理速度の向上がはかれるであろう。

第3に、診断機能の発展、保守性の向上があり、更に特にタイムシェアリングシステムに於て、情報の機密の保持と安全性に考慮が払われるものと思われる。

以下、将来のアーキテクチャとして考えられる上記の点について考察してみる。

2・1・1 使い易さ

高レベル言語オリエンテッド

計算機が開発された当初は、主として、機械語によるプログラミングがなされ、次に、アセンブラ言語が多く使用され、更に、高レベル言語としてのFORTRAN, COBOL, 或いは、PL/Iが使用される様になった。

特に、最近では、FORTRAN, COBOLが多く使用される様になって来ていて、1968年には、米国では使用プログラムの42%が、高レベル言語で書かれているというデータがある。

(COBOL; 29%, FORTRAN; 12%, PL/I; 1% ... EDP Industry Report, June, 14, 1968)

前にも述べた如く、将来、計算機需要の増大と用途の複雑化、更に、TSSの普及によって、計算機の専門家が不足し、専門家でない人々が計算機を使用する様になると考えられるので、今後ますますこの傾向が、助長されるであろう。

しかし、現在は、例えば、計算機の演算速度を表現するにしても、機械語の命令の実行時間で表現されており、これは必ずしも、高レベル言語で書かれたプログラムの実行時間とは比例していないことがあり、この場合、機械語の命令実行時間は、実質的な動作速度の測定とはならない。

又、オブジェクトプログラムの実行は高速でも、コンパイルーションは、必ずしも、高速でない場合もある。

第2-1表、第2-2表は、これを実例で示したものである。

従来、とかくオブジェクトプログラムの実行時間が問題にされているが、同時に、コンパイルーションの時間も重視されなければならない。

将来の計算機のアーキテクチャは、高レベル言語で書かれたプログラムのコンパイルーションと実行の両方が高速に行なわれる様に考慮されたものとなるであろう。

第2-1表^{*} コンパイルーション時間

システム プログラム	A	B	C	D
W	2.53	2.47	1.27	1.00
X	3.19	2.67	1.00	1.30
Y	2.57	2.29	1.11	1.00
Z	3.19	2.79	1.00	1.03

第2-2表^{*} 実行時間

システム プログラム	A	B	C	D
W	1.00	1.10	2.10	2.57
X	1.36	1.00	2.09	2.00
Y	1.00	1.32	2.76	1.35
Z	1.12	1.00	2.12	4.05

* 第2-1表、第2-2表の時間は各システムに用意されたそれぞれのソフトウェアを使用したものであり、時間の絶対値で示したのではなく、比率で示したものである。
(Computer & Automation, January, 1966より)

人間と機械の通信の緊密化

人間と機械との通信がより緊密に行なわれる様に考慮されるであろう。

すなわち、使い易さと云う観点にたつと、人間と計算機との間の情報の交換は、人間が通常社会生活に於て接している形式での情報を、計算機がそのまま認識できること、及び情報の交換が必要に応じて円滑に行なわれることが重要である。

その為に、特に重要とみられるものに、OCR、CRT(漢字を含む)ディスプレイ、音声

応答装置、漢字プリンタなどがあり、更にオンラインシステムに於けるデータ端末装置がある。

O C Rは、制限が小さく、融通性に富む手書き文字の認識が可能となり、一般に使用される様になるう。

これは、現在の、通常のデータ入力手段である紙テープ、紙カードによる情報の入力手段におきかえられる性格をもつものであり、データ端末装置からのキーボード入力と共に最も一般的な入力手段となることが期待される。

グラフィックディスプレイは、現在、まだ価格も高く、アプリケーションの開発も進んでいないが、図形処理は、人間—機械の相互通信を緊密にする上で非常に有効な手段であり、大きく発展しよう。

キャラクタディスプレイは、現在すでに計算機システムの端末装置としてかなり広く使用されているが、今後もその需要が増大しよう。

これらのC R Tディスプレイ（グラフィック及び、キャラクタ）は、T S Sの普及、M I Sなど高度のアプリケーションの発展に伴って、ソフトコピーの重要性が増大することもあり、その用途が急激にひろがるものとみられる。

又、音声応答装置は、オンライン処理に於ける簡単な問合せシステムの代表的な出力手段として使用されている。

技術的にも現在、通常使われている音節録音(Compiled Speech)方式から音声合成(Terminal Analog)方式に移って、融通性が増大することと相まって、特に、タイムシェアリングシステムに於て、押印電話機と組合せて、最も普通の出力となるであろう。

漢字の取扱いは、アプリケーションによって必要文字数、文字の品質、文字の大きさなどの条件が異なり、現在は技術的及びコスト的にまだ必ずしも確立されないが、将来、漢字プリンタ、漢字ディスプレイ装置は重要な装置として発表しよう。

業種別に多様化した端末機器

オンラインシステムは、急速にひろがりつつあり、1975年以降に於ては、我が国に於ても50%以上が、オンラインシステムであるとみられるが、データ端末装置としては、各インダストリごとに、特有なものが要求され、実現される可能性が大きい。

現在のオンラインシステム設計に於ける問題点の1つは、端末装置が不十分な点にある。

又、システムを有効なものとする為には、適用業務に最も適合した安価なものでなければならない。

その意味において、データ端末装置は多様化の方向をとると考えられるが、それらは、コスト

の低減化と使用の標準化のため、インダストリオリエンテッドに、統合されるものとみられる。

現在使用されている端末装置のうち、例えば、銀行の普通預金業務用の窓口装置（テラーズマシン）、生産工程管理の為のデータ収集装置、オンラインの金銭登録機、などは、その傾向を示すものの1つであろう。

工業標準への適合性

第4に、互換性に富み、工業標準に適合した計算機が考えられる。

現在の計算機ユーザにとって、各計算機メーカーから出される計算機が異った思想、異ったソフトウェアシステムをもつことは、システムの拡張、置き換え、及び、併置、データ、プログラムの交換などの面に於いて、融通性が無くなり、不都合なことであろう。

これに対して計算機メーカーは、それぞれファミリーとして、計算機の階層を考え、これら相互間の互換性を保たせる傾向にあり、この様なワンマシンの考え方は、将来に於て、一層確立されたものとなると考えられる。

この互換性については、システムのインテグレーションが進めば進む程、ユーザは、多種多様の計算機を統合化する必要があり、各計算機メーカーの製品相互間に少くともデータの互換性が要求されてくる。

ここに、工業標準化の必要性が生じて来る。中でも特に重要な意味をもつものに、

- ・記録媒体（紙カード、紙テープ、磁気テープ、ディスクパック、OCR関係媒体）
- ・入出力インターフェイス
（デバイスレベルと入出力チャンネルレベル）
- ・プログラミング言語
（FORTRAN, COBOL, PL/I）
- ・コードと媒体の記録の方法

があり、将来の計算機は、これらの標準を満足する形で実現されよう。

しかし、工業標準は一面に於て、技術の進歩を阻害するものであってはならず、そこに柔軟性が必要であり、また、時期を選ぶことが必要である。

ハードウェアとソフトウェアの機能分担の改善

第3世代の計算機は、ソフト面におけるオペレーティングシステム概念の確立が大きな特色の一つであり、管理プログラムの持つべき機能は計算機システムの有効且つ効率の良い使用を行なうのに必要不可欠のものである。

しかし、これはすべて、ソフトウェアベースで実施されていて、これにより、内部記憶を非

常に大きく占有すること、及びオペレーティングシステムが高度化すればする程オーバーヘッドロスが大きくなり、中央処理装置の時間を実際のジョブプログラムが使用出来る比率が小さくなってしまふという問題をもっている。

従って、オーバーヘッドロスを減少させるために、これらの機能をハードウェア化することが考えられており、これをマイクロプログラミング技術を利用して実施させようと云う考え方がある。これをファームウェア(firmware)と称している。

マイクロプログラミング技術は、現在すでに機械語のレベルの命令実行及びその制御手段として採用されており、これにより、任意の命令セットを容易に拡張、追加可能としているが、更にこれをファームウェアに発展させることにより、計算機の中央処理装置は異ったオペレーティングシステムのレベル、異った動作モードをモジュールの組合せにより実現させることができる。

これにより、メーカーは、自社及び他社の計算機のプログラムを将来の計算機で実行できるハードウェアを供給できるようになると考えられる。

将来の計算機は、ファームウェアの技術が特色の一つとなるであろうし、論理素子、記憶素子の高速化、低廉化、小型化の動向と相まって、現在のソフトウェアのかかなりの部分がファームウェア、ハードウェア化されることとなるであろう。

オペレーティングシステムの高度化に伴って、オペレータは異常状態以外干渉の必要はなくなり、ハードウェア面でもオペレータの介入をできるだけ減らす考慮が払われるであろう。

例えば、磁気テープの自動装填などは、一般に用いられることとなるであろう。

オペレーティングシステムは、種々の言語で書かれたプログラムセグメントを結びつけ、最適の方法で、その解を与えてくれよう。

これは将来の計算機にとって、標準のものとなっていると考えられる。

モジュラリティ

第3世代の計算機では、いわゆる“ワンマシンコンセプト”が採用されて、任意の処理装置に、同一の周辺装置、周辺制御装置が接続される様になっており、又、同一のソフトウェアが使用出来る様になっていて、ユーザの広範囲のアプリケーションに応じられるように考慮されている。

この考え方は更に進められてユーザの目的に出来る丈ピッタリしたシステム構成がとられるようハードウェア、ソフトウェアのモジュラリティが取入れられて行くことが考えられる。

この場合は、ハードウェア、ソフトウェアともに機能に着目したモジュールで、構成され、

これらのモジュールがシステム設計、システムジェネレーションの段階でユーザの目的に応じて組合され、出来る丈、その要求に適合したハードウェア、ソフトウェアがつくられる。

この様に高度のモジュラリティが取入れられることにより、ユーザには、経済的で有効なハードウェア、ソフトウェアが提供され、メーカは生産性を高めることが出来るであろう。

2・1・2 ハイパーフォーマンス

計算機のハードウェアの高速は主として素子の進歩により急速に高速化し、第一、第二及び第三世代と発展する過程において、それぞれ4～8倍のパフォーマンスコストの向上が見られた。

1975年における計算機は素子の進歩によって矢張り数倍のハイパーフォーマンスが実現されるであろう。

この中央処理装置のハイパーフォーマンスをシステムとして活用するために、入出力装置とのバランスを考えて、多重プログラミングが更に一般的に用いられることとなろう。

この場合、今日の多重プログラミング制御方式では、管理プログラムの動作する、謂ゆるオーバーヘッドロスが大きく、特にTSSにおいては90%以上の時間が、オーバーヘッドロスとして費されているのが現状である。

従って、このオーバーヘッドロスの減少がシステムとしてのハイパーフォーマンスの実現にとって重要な要素であり、これを解決する方法としては、前にも述べた如く、フォームウェア技術を利用して、オペレーティングシステムの一部分をハードウェア化する(ハードウェア・ソフトウェアの機能分担の改善)ことにより実現される。

更に連想記憶(associative memory)(注1)の技術が中～大型計算機のパフォーマンスを増大させる手段として使用される可能性がある。

連想記憶の用途としては

- ・コンパイル
- ・ジョブアサインメント
- ・併行処理
- ・リーチオペレーション
- ・優先割込処理
- ・入出力コマンドの識別
- ・情報の蓄積と検索

などが考えられる。

次に将来の計算機はより通信制御能力の大きなものとして実現されるだろう。

これは入出力チャンネルの制御方式と関連をもつが、入出力チャンネルは現在よりも複雑な判断、制御機能をハードウェア機能としてもつことにより、プログラムによる制御は減少すると考えられる。

又、入出力チャンネルレベルでの標準化とデバイスレベルでの標準化とが相まって、他のメーカーの入出力装置が接続され得ようになる方向に向うものと考えられる。

一方、パフォーマンスの高いシステムを実現する手段の一つとして多重プロセッサ方式がある。

この場合、ハードウェア及びソフトウェアの両面において、システム全体の効率を最も高くするための最適設計が問題であり、将来はこれに対する解が得られるものと考えられる。

2・1・3 診断機能と保守の容易性

システムを構成するユニットの数が多くなり、システムが大規模化、複雑化する程、構成ユニットの一つが故障することによってシステム全体の受ける影響は大きくなり、またその故障回復時間を短縮することがシステムの高い稼働性、或いは高い信頼性を確保するのに重要となる。

従って、容易に保守を行なうことができ又、できるだけ短い時間に故障を修復できるようにハードウェア、ソフトウェア的に診断機能を持たせること、及び、ユニットの故障がシステム障害にならない様にシステム設計において考慮が払われる。

現在システムを構成するユニットが故障した場合、保守者は次の作業を行なっている。

- (1) 異常動作の確認
- (2) 故障装置の確認及びシステムからの切離し
- (3) 故障個所の発見
- (4) 故障個所の修理
- (5) 機能回復の確認

このうち、(1)(2)(3)の作業に大部分の時間が費されているのが現状である。

従って、故障時間の短縮には故障個所の発見と切離しを短時間に実施させることが重要である。

この為、将来の計算機は異常動作の確認を行なうための診断ルーチンの他に故障個所を検出する為の機能を持ったものとなるだろう。

診断ルーチンは正規のオペレーション中に同期的に或は外部からの指示により、構成ユニッ

トの診断を実施する方式が広くとられるものと思われる。

多重プロセッサシステムにおいては、プロセッサ同志での診断が可能となり、自己診断により診断能力は更に高められよう。

1975年における計算機は故障個所の発見のために、ハードウェア、ソフトウェアの技術がフルに使用される様になり、FLT (Fault Location Technique) の考え方は広く応用されているものと考えられる。

診断プログラムとFLTは保守者の保守作業への介入を少くすると共に、故障回復時間を短縮する手段として活用されよう。

他方、計算機システムの故障率が減少し、MTBF (Mean Time Between Failure) の延長がはかれるであろう。

すなわち、ICの高集積度化が進むことにより論理素子寿命が延び又機械部の電子化などの方策によって、システムのMTBFの延長が達成されるであろう。

更に、将来、計算機システムのネットワークが組まれるとみられ、この場合においては或るシステムの障害に対して他のシステムがこれをバックアップする事により、全体の機能を停止させない様なフェイルソフトシステムの考え方が広く適用されると考えられる。

2・2 システム構成

2・2・1 稼動性(Availability)

システム構成は、計算機のアプリケーションの発展に伴って急激にオンライン化の方向に進んでいる。

これは計算機がライン業務と直結し、企業、組織体、或は個人の生活に深く入り込むことであり、計算機のシステムの障害がこれらに大きな被害を与える可能性を持っている。

従って、計算機システムの稼動性がますます重要になってきて、100%アップタイムの要請は大きくなって来るであろう。

これはMIS (経営情報システム)、タイムシェアリングサービス、更に将来のチェックレス或はキャッシュレスソサィエティの実現にとって重要な要素である。

アベイラビリティを高めるためには電子計算機システムの各ユニットのMTBFを大にし、MTTRを小さくすることが重要であるが、同時にシステムとしてこれを改善するために、現在とられている考え方は二重化システム、待機システム、衛星計算機システムなどがあり、待機システムは経済性の高いシステムとして将来も広く適用されよう。

しかし、将来は多重プロセッサ方式の普及によって、これによるフェイルソフトシステム構成がとられるようになるであろう。

一般に、フェイルソフトシステムはシステムに一部障害が生じた場合、システムのもつ100%の業務処理は出来なくても、或る程度効率を落したかたちで業務を遂行させ、謂ゆるシステムダウンに至らない様にしようとするものであるが、負荷分割を行なわせる多重プロセッサ方式をとることにより、これが有効に実現される。

これらのシステムを運用する場合の問題点は、ソフトウェアが複雑化することであるが、これはソフトウェアの一部分をハードウェアにする或はソフトウェアが容易になるハードウェア機能を附加することなどで解決されるであろう。

更に前にも述べた如く、計算機システムのネットワーク全体として稼働性を高める方策がとられるであろう。

すなわち、或る計算機システムがダウンした場合、ネットワークに構成されている他の計算機システムがそれをバックアップすることによりネットワーク全体としての稼働性を高める方式がとられるようになる。

2・2・2 ファイルオリエンテッドシステム

計算機システムの構成は磁気テープオリエンテッドシステムからランダムアクセスファイルオリエンテッドに変遷してきている。

これらはランダムアクセスファイルとして記憶媒体をとりはずしできるディスクパック装置が経済的に使用し得る様になったことによるところが大きい。

それに伴って従来からの磁気テープランダムアクセスファイルに対する考え方の概念が変わりつつあるのが現状であろう。

計算機システムの動向の一つは即時処理方式の増大である。

これらのシステムにとってランダムアクセスファイルは必要不可欠のものであるが従来磁気テープが主として用いられてきたバッチ処理においても、ランダムアクセスファイルが一般に使用される傾向にある。

将来においては更にこのファイルオリエンテッドの傾向は大きくなり、磁気テープは主としてデータ処理用としてよりもデータ保存の手段として使用される様になろう。

この傾向はファイルの構成方法、アクセスの方法等の改良、進歩発展と大いに関連がある。今日ランダムアクセスファイルの使用法としては一般に、次の方式がとられている。(注2)

(1) シークエンシャル(Sequential)

- (2) パーティション・シークエンシャル (partitioned sequential)
- (3) インデクス・シークエンシャル (indexed sequential)
- (4) ダイレクト (direct)

この様なファイルアクセスの方式はレコードのファイルへの記憶、ファイルからの読出し、レコードの検索が基本的なものであり、システムによって処理方法が定まってしまう。

これに対して最近の動向として以上の様な個別システムから従来アプリケーション毎に管理されていた種々の構成のデータを総括的に管理しようとした総合システムへと発展しつつある。

データマネジメントシステムとして現在IBMのGIS (Generalized Information System), GEのIDS (Integrated Data Store), UNIVACのIMRADS (Information Management Retrieval and Dissemination System), 日本電気のCIS (Consolidated Information Storage System) 等があるが、これら総合ファイルシステムの発展は将来実現が予測される大容量ファイルを使用した有効な情報検索システムの実現を指向し、更にMISにおけるデータバンクの確立の基礎となるものである。

一方ファイルシステムの動向として重要なものの一つにTSSのファイルシステムがある。このファイルシステムでは、

- (1) ユーザがファイルを使用する場合、ファイルへのアクセス方法についてハードウェアを知らなくても容易に使用できること。
- (2) 情報のプライバシーの保護
- (3) ファイルの共有
- (4) ファイルの安全性の確保 (保護と救済)

が要求され、MITにおけるMULTICSはこの要求を満たすファイルシステムを設計する試みの代表的な例であるが、効率の点において問題を含んでおり、実用的なシステムとして確立される迄には今後も種々の考え方が生じて来ると思われる。

何れにしても各種のアプリケーションを対象とし、これらの目的・性格・処理形態に合致したファイルシステムは将来の計算機システムに要求される最大の要素の一つであり、情報の大量化と情報処理網の広域化につれて、各種の情報を検索、処理できるファイルシステムが指向されることとなる。

2・2・3 タイムシェアリングシステムとコンピュータコーティリティ

タイムシェアリングと言う概念ができた背景には、2つの点があると考えられる。

第1は電子計算機の内部演算速度が高速化したのに対して端末装置 (入出力装置) のスピー

ドとの間にアンバランスを生じたこと。

第2は手軽に電子計算機を使いたいと言うユーザ側の要望である。

このTSSの概念は一般に「遠隔地の多数ユーザに対して、互に独立してオンラインリアルタイム的使用が認められていて、かつユーザが必要とする時間はいつでも必要に応じて処理時間が与えられるようになっており、又、予め与えられている優先順位に従ってスケジュールを調整する管理プログラムを備えているシステムである。」と定義されている。

タイムシェアリングシステムは、今日すでに計算機の利用方法として、その地位を固めつつあるが、まだ技術的に確立されたものとはなっておらず、次に述べるような多くの問題をかかえている。

(1) 効率のよいハードウェア、ソフトウェア及びシステム構成

現在のシステムは極めてオーバーヘッドロスが大きく、これを解決するためにTSSとして、ハードウェアとソフトウェアの機能分担を如何に考えるかが重要な問題である。

(2) プログラム言語の標準化

通常のバッチ処理モードのFORTRAN, COBOLの標準化だけでなく会話モードに於ける言語の標準化を必要とする。

(3) 経済的な大容量ファイルの実現性

データバンクとしての大容量ファイルはタイムシェアリングシステムに不可欠であり、現在のランダムアクセスファイル(2〜3億字)よりも大きく、かつ低廉なファイルの実現が望まれる。

(4) システムの信頼性

大規模なネットワークを構成するタイムシェアリングシステムでは、100%アップタイムが要求される。

(5) 情報の安全性の確保

タイムシェアリングシステムでは、多数のユーザがシステムを共用するので情報の安全性と秘密保護が重要になる。

(6) 処理コストの経済性と課金方式

課金方式として中央計算機システムの使用料、通信回線の使用料、端末装置の使用料につき種々の課金方式が考えられるが、最も合理的な方式の研究が必要であり、又、ユーザから見て小型計算機との競合を含めて使用料が魅力のあるものでなければならない。

(7) 最適な端末装置

低廉で経済的な端末装置が重要であり、これはアプリケーションにより異なってくる。

(8) 効率の高いオペレーティングシステムとシステムの運用

これらは、いずれも1つずつ地道な努力によって解決が計られなければならない問題であるが、本質的にタイムシェアリングシステムの前途も阻害する問題ではなく1975年には、タイムシェアリングシステムは一般的な計算機の利用方法となっていると考えられる。

タイムシェアリングシステムは、その適用業務によって、システムの処理形態も異なってくると思われるが、米国のコンサルト会社の1つであるArthur D. Little は、すでに1967年2月のレポートで10~15年後の動向につき、ユーザのEDPSに対する経費の比率で次の如く予測している。

(1) 科学技術計算サービス

これはユーザが端末装置から、科学技術計算プログラムを入力し、必要な計算サービスを受けられる様な形態で、これによりユーザは大型電子計算機を保有しているのと同様の効果を期待できる。

これは全社の10%程度を占めると予定している。

(2) 照合検索サービス

これは情報検索サービスであり、現在でもクレジットサービス、予約業務、個人の履歴照合サービス、判例サービスなどが実施されているが、将来は矢張り全体の10%程度を占めるとみている。

(3) ファンクショナルデータ処理サービス

これは特定のパターンからなる業務計算サービスで、例えば税金計算、在庫管理業務、等の計算サービスを、リモートバッチの形式で実施させようとするもので、全体の15%程度を占めるとみている。

ADL社では10年~15年後には、この様なタイムシェアリングシステムが全体の約1/3を占めると予測しているが、我国に於ても既に電々公社が、タイムシェアリングサービスを実施しようとしていることなどから見て1975年にはすでに実験の域を脱しているであろう。

MITのMULTICSはページングやセグメンテーションの機能を持ち、更にフェイルソフトシステムを構成出来るシンメトリックシステム^(注3)構成がとられているが現在まだ解決されなければならない問題があるようである。

例えば、multicsの如き2次元アドレスの方式は、管理プログラムの占めるオーバーヘッ

ドrossを極めて大きなものとしており、効率の点に於て、必ずしも満足されるものではないように思われるが、将来この点に対する改善がなされると考えられる。

2・3 今後10年以降の動向

計算機技術はめまぐるしく、進歩発展しており、1980年以降のアーキテクチャ及びシステム構成を予測することは、極めてむずかしいが、大きな流れとしてとらえてみると、そこにみられるものは所謂、情報化社会の実現であろう。

これは例えば次のような点で考えられる。

- (1) 情報処理網の拡大
- (2) 経営情報システムの高度化（戦略レベル迄の）
- (3) 計算機制御システムの各分野への普及

情報処理網は、その確立に恐らく数10年を要すると考えられる大きな問題であり、これは遠い将来国際間の情報網の確立へと結びつこう。

しかし、タイムシェアリングサービスは、可成り近い将来に一般家庭を対象としたところまで普及すると考えられる。

これは十分に経済的なシステムを構成できるようになっていると考えられるからであり、そのために極めて安価なデータ端末装置、電子的大容量ファイルが実現されよう。

企業、組織体に於ける計算機の利用は経営情報システム（MIS）の高度化であろう。

オペレーションレベルから先ず取入れられると言われる経営情報システムが戦術レベル、戦略レベルへと高度化される動向をとるであろう。

更に、将来の計算機システムは制御系の管理運用に広く利用される様になるであろう。

現在でもすでに交通管制、生産工程のプロセス制御等に利用されているが、是はLSIを中心として、素子の極小化と信頼性の向上、高速化等により極めてコンパクトで堅固なものとして実現され、あらゆる部門の運用管理に適用されることになるう。

計算機システムの将来の発展は広範囲且つ高度な内容を期待でき、アーキテクチャの面で見ると学習能力をもつ計算機の出現が期待される。

学習能力とは経験の蓄積とそれによる最適な判断能力であり、これは何う大なファイルの実現と、データの入力手段としての音声認識、パターン認識の実現により可能となるう。

（注1）連想記憶とは記憶内容の一部を指定して全体の内容をひき出せる記憶方式をいい、

これによりインデックステーブルを必要とすることなく特定のキーをもつ内容をひき出し得る利点をもっている。

(注2)

1) シークエンシャル

各レコードが連続して記入されているもので、磁気テープの記録方式はこの方式である。

この方式は記録容量が有効に、無駄なく使用できる利点があるが、特定のレコードが必要な場合、全レコードを調べなければならず、またレコードの追加、削除を必要とする場合部分的な更新では済まない。

2) パーティション・シークエンシャル

前記のシークエンシャルなファイルをメンバと呼ばれる単位に分割し、各メンバの開始場所を示すディレクトリを作ったもので、ライブラリ作成などに便利である。

3) インデスク・シークエンシャル

各レコードの格納番地をインデスクで示したもの。

インデスクにより、シークエンシャルな処理と、ダイレクトアクセスが同時にできるが、常に2回以上のアクセスが必要であり、且つ更新処理ではレコードとインデスクの両方の更新が必要である。

4) ダイレクト

レコードのキーを或る変換式によって変換して、格納番地を決定するもの。

キーが与えられれば、インデスクを用いずにダイレクトアクセスができる。

この場合、キー変換式の選択により処理能力がかわる。

(注3) シンメトリックなシステム構成とは、全く同一のコンポーネントをもつ2組のシステムが有機的に結合されたものをいう。

MULTICSの場合は、2組の中央処理装置は互いに他の中央処理装置に接続されているコンポーネントにアクセスできる構成になっている。

第 3 章

ハ ー ド ウ ェ ア

3. ハードウェア

3.1 演算・制御部

演算、制御部のハードウェアに関してこれからの数年間に最も大きな影響が予想されるものは集積回路技術の進歩である。集積回路における集積規模はますます大きくなり、ICからMSI (medium scale integration) へ、さらにLSI (large scale integration) へ進むと考えられる。このことは単に回路が変わるということに止まらず、実装法、論理構成、設計手段等に大幅の影響を与えることになるだろう。したがって本節の主題はLSIの影響ということが大きな部分を占めることになる。

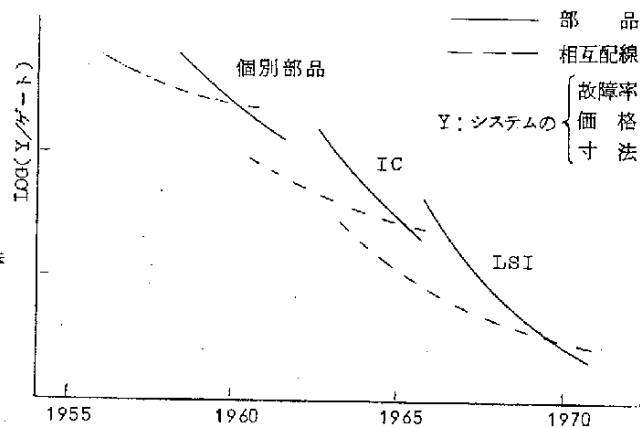
3.1.1 集積回路技術の進歩と実装法の変化。

(1) さきの調査報告⁽¹⁾において国産計算機の論理回路が、昭和43年以降にはじめて設置される機種についてはそのほとんどがIC化されるということを述べた。これらのICのうち、レジスタなどの繰返し性のよい回路には現在でもかなり集積度の大きなものが使われはじめている。MSI、LSIの定義は確定していないが一応の目安として1個のパッケージに収容されるゲート数が10～100程度をMSI、100以上をLSIとよぶことが行なわれている。

個別部品からICへ、そしてICからMSIを経てLSIへという進展の過程は、単に後者が前者よりも考え方において高度なものであるというようなことで具体化されるのではなく、実用上の利点にもとづくものである。その利点に関係する評価の項目は極めて多く、また明確でもないが、マクロに考えれば部品の技術と、部品を組合せてシステムにまとめる技術の両者間における妥協の問題とみることができよう。

第3-1図

部品とシステム性能の進歩

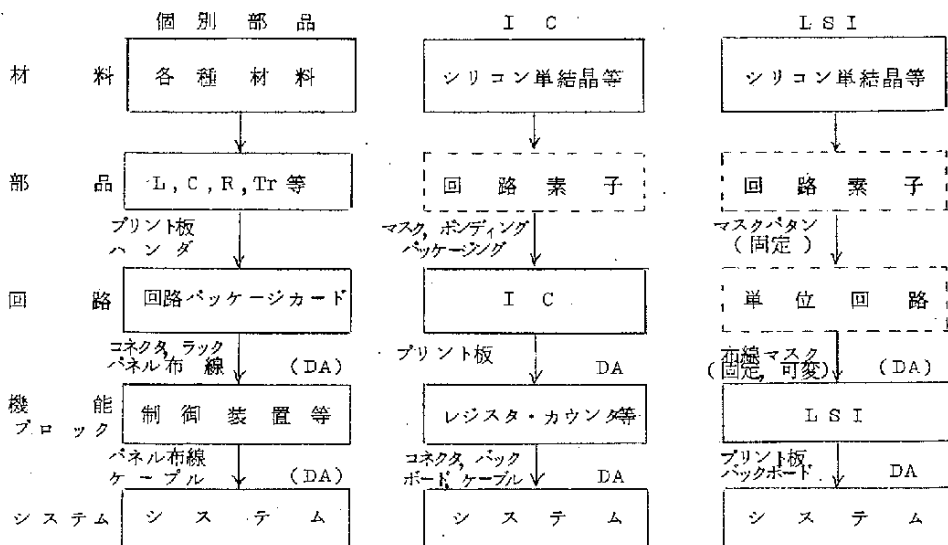


(1) 情報処理技術の現状と展望, 42-R003, (昭和43.9)

第3-1図はこの関係をかなり定性的に示したものであって、システムの故障率、コスト、寸法といった“性能”が年次とともに進歩する状態を示すものである。⁽²⁾第3-1図中には部品技術と、部品を組合せる結線、組立技術をそれぞれ実線と点線で示してある。第3-1図で顕著なことは次の2点である。すなわち(1)曲線が個別部品、IC、およびLSIの3群に分れること、(2)それらの移り变りの直前には実線と点線が交叉していること——これはシステム全体の性能が組立技術によって制限される状態となり、新しい形態の部品を要求していることを意味する。そして新しく導入された高集積度の部品は当初やや高価であるが急速に前段階の部品の性能を上まわるようになる。もちろんLSIの段階となっても個別部品や低集積度のICもなくなるという性質のものではなく、第2-1図のLSIの曲線はその導入に適した部分から使用されはじめるものとみるべきである。その最初の応用分野はメモリーであると考えられる。これはメモリーマトリクスにおける構造の均一性がLSIに適するためであり、制御部への導入は設計コストへのはねかえりを考えると多少時期的に遅れるであろう。現在はIC種類はほぼ出そろって、さらにMSIが実用分野を広げつつあり、LSIは初期の実用段階にあるがこの過程は急速に進展するものと考えられる。

ICからLSIへ進むことによって演算・制御装置の実装方式にかなりの変化が予想される。

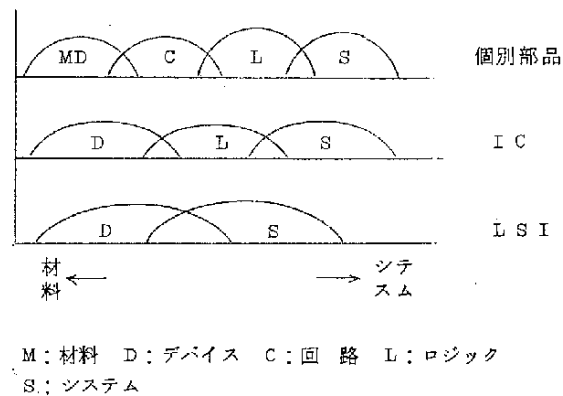
第3-2図 個別部品、IC、LSIにおける実装レベルの比較



(2) C. J. Walter et al, Computer Design, 7, No. 10, p. 48
(Oct. 1968)

第3-2図は材料から装置までの間における実装法の諸段階を、個別部品、ICおよびLSIの3者について比較したものである。実装レベルとしては材料、部品、回路、ロジック（または機能ブロック）および装置の5段階とした。この場合、ICでは材料から回路の段階までがIC技術として作られるのに対して、LSIではロジックの段階までがLSI技術の範囲に含まれる。それでこれらを広義に部品技術と考えれば、部品技術に含まれる範囲がますます増大することになる。第3-3図はこの関係を模式的に表わしたものである。

第3-3図 ハードウェア技術の階層



このことは計算機的设计製作過程に大きな影響を及ぼすものと考えられる。すでにその変化は個別部品からICへの過程において急速に起りつつあるとみられる。その大きな特徴の一つは设计製作の手段として計算機を利用することであり、すでに現在でも計算機を使用することなしに设计不能と考えられる部分も多い。

またこのような実装段階の統合によって、部品技術者、回路技術者、システム設計者が独立に仕事を進めることが困難となってきた。このため計算機メーカーはセット・メーカーの立場に止まらず自社でLSIを作る必要性が増大し、ICメーカーは計算機の製造分野に進出する傾向を生じてきた（日本では計算機メーカーとICメーカーの分業がアメリカほどに成立していないのでこの点企業単位ではやや明確さを欠く）。

これをLSI製造ならびに使用上の制約という面でみれば、製造者はシステム機能が確定しなければ製作できない場合が多くなり、使用者は回路形式、組合せ等に関する標準化や制限事項が多くなる。これらの制約は一面で設計の自由度を限定するものであるが、それによって得

られる利点は、第3-1図に総合的に示したようにその進展の必然性を主張するものである。次項にその影響を近い将来への予測とともに検討しよう。

3・1・2 LSIの影響

部品としてどういうことが期待されるかということと、それが演算制御システムにどのような影響を与えるかという2項に分けて記載する。

(a) 部品としての特徴。小形化、高信頼性、低価格、高速、というような面が考えられる。

小形化ということはLSIにとって極めて本質的なものであるが、現在ではこれをシステムに組立てるための実装技術がそれに見合うだけ進歩していないためにLSI個有の高密度性が十分発揮できない状態にある。具体的にいえばコネクタとプリント配線板の問題が大きな部分を占めている。これらの改良は続けられるであろうが短期間における大幅の性能向上は困難と思われる。むしろLSIの中である程度のまとまった機能が処理されて、外部との結線を少なくするような形式の機能ブロックを用いることの方が有利であろう。デコーダを含んだメモリ回路、シフトレジスタなどはその一例である。

LSIの信頼性については未知の要素が甚だ多いが、トランジスタやICにおいて信頼性を局限する要因の中の大きなものはワイヤボンディングの部分であり、LSIは機能当りのボンディング数が小さいから高信頼度が期待できるといわれている。

高速性については、LSIにおける回路素子が個別素子よりも本質的に高速に適するということはないが、機能回路の速さは素子の性能だけに依存するものではなく、素子間の配線に依存する部分もかなり多い。LSIではこの種の配線が極度に小形化されるために高速化が容易となる場合がかなり多いと考えられる。

価格については、LSIそのものが機能当りにして個別部品や集積度の小さいICに比べて低価格になるという面と、LSIを導入することにより組立、配線の価格が小さくなるという両面がある。

LSIの価格は、多くのLSIが試作的な性格をもっている現状ではその評価が困難であるが、LSIに限らぬ集積回路一般に関して数種の機関によって行なわれた価格予測例を第2-4に示す⁽³⁾。集積度については、定性的にいつてはじめはそれがある値以上になると歩留りが低下することによって再び高価となってくる。この最適点は製造技術と需要量によって異なるが、年次とともに集積度の大きな方へ移行するものと考えられる。第3-5図は具体的な

(3) 集積回路ハンドブック p460: 丸善(昭43.11)

MOSメモリー回路に関する評価の一例であり⁽⁴⁾、第3-6図はかなり総合的、平均的な集積度の、年次による進展を示したものである⁽³⁾。

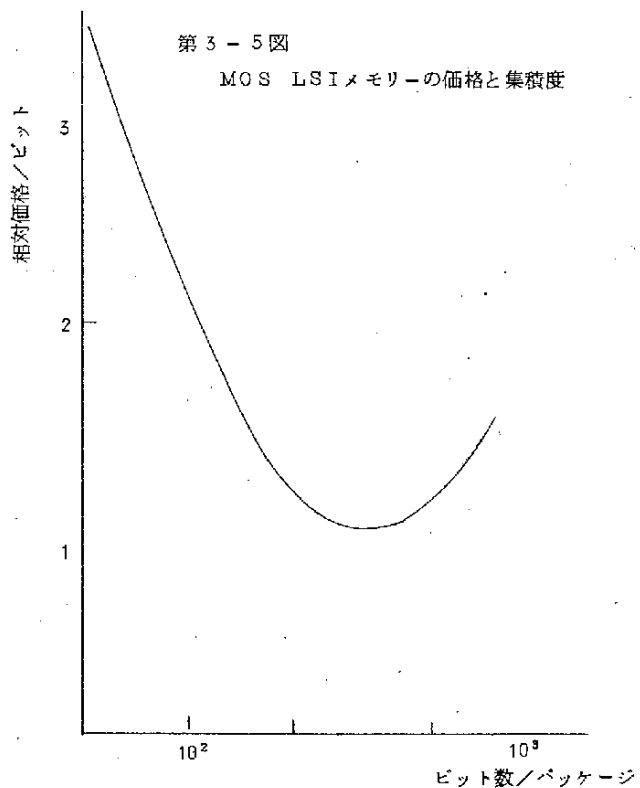
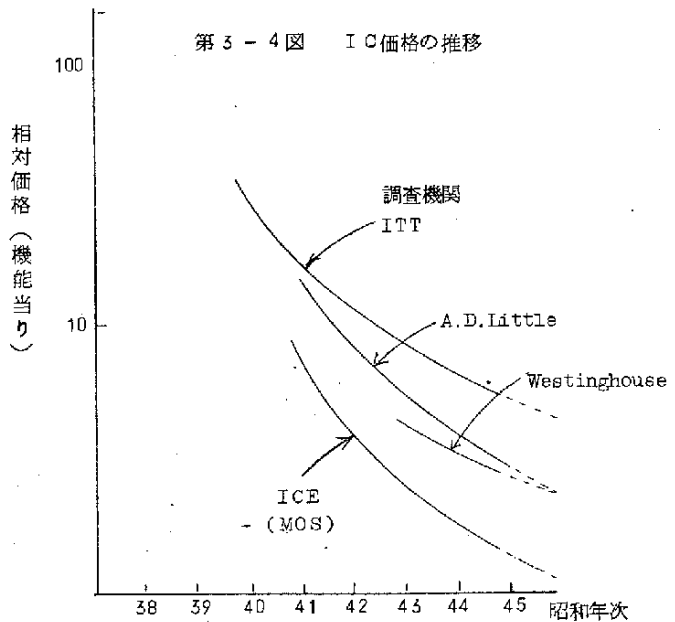
一方論理回路の速度についても改良は続けられると考えられるが、立上り時間1ns程度以上の高速になると回路技術上の困難性が大きくなるのでこの方面での進歩はやや鈍化すると予想される。第3-7図は論理回路の立上り時間の年次による進歩の一例である⁽⁵⁾。

(b) 演算、制御システムへの影響

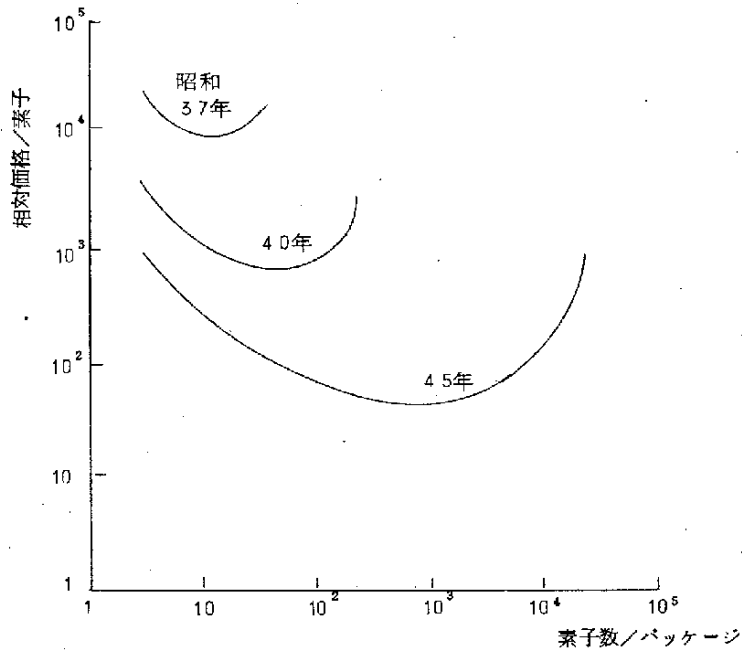
前項に記載したLSIの特徴のうち、小形、高信頼度、低価格ということから

(4) L.J.Seirn et al, Digest of IEEE Computer Group Conf. p.38 (June 1968)

(5) J.J.Digiacocono Computer Design 7 No.4 p88(April 1968)



第3-6図 C価格、集積度の進展

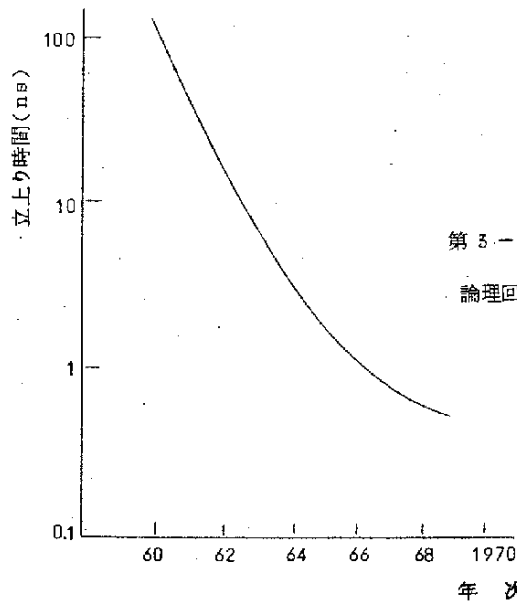


多数の論理素子を使用することが可能となってくる。またシステム全体に対する論理、記憶等の価格配分が変ってくるのでこれに適した構成ということが新らしく考えられるようになるであろう。

第3-8は平均的な計算機の中央処理装置ハードウェアにおける種々な部分の価格配分と、それをそのままLSIに置きかえたときの配分を示すものである⁽⁶⁾。これより論理回路の占める価格が著しく小さくなることがわかるが、ここでもLSIについては同一構成の回路がどの程度使われるかが問題であり、繰返し性の低いものについてはその設計、製造の初期コストを考えると大幅の価格低減は期待できない。この点ではむしろ製造台数の多い小形機がLSI導入にとって有利となる場合も考えられよう。ともかく概括的にいえばLSIの導入による現在よりも多数の論理回路が使われるようになると思われるべきであろう。

多数の論理素子を使用することによって現在ソフトウェアで処理されている機能のかなりの部分がハードウェア化されると考えられる。この方向でのハードウェアは特定機能の論理回路

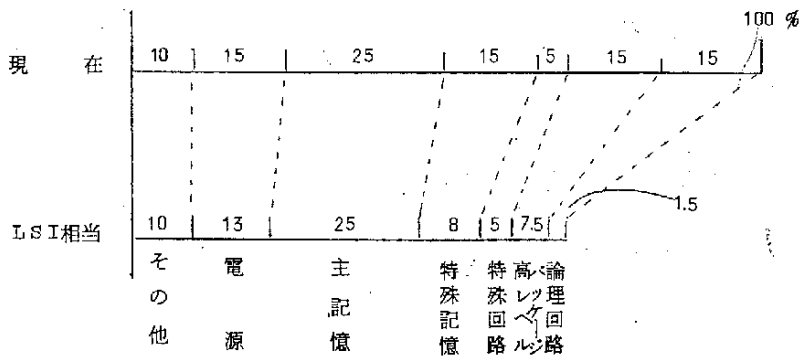
(6) M.G. Smith et al, Proc.FJCC'67, p.87 (Nov.1967)



第 3 - 7 図

論理回路の立上り時間の進歩

第 3 - 8 CPU の価格構成



第 3 - 1 表 計算機性能の推移

	1960	1965	1970	1975
加 算 時 間 (アクセス時間を除く)	4 μ s	0.8 μ s	8ns	1ns
記 憶 サ イ ク ル	4 μ s	0.5 μ s	100ns	30ns
コアメモリ1ビットの 価 格 (ドル)	0.85	0.20	0.~0.05	0.005

よりも連想記憶、固定記憶といったアレー構成をもつものが、より適すると考えられるので、次節記憶の部分で言及することにする。

この種のハードウェア化によって計算機の総合的な処理能力は著しく増大すると考えられる。第3-1表はこのような観点からの計算機の能力の進展に関する予測の一例であって⁽⁷⁾、これからの数年間における演算速度の向上は記憶サイクル時間の向上をかなり上まわるものと予想されているがこれには高度の並列性の導入による実効的処理時間の短縮が大きな役割を果すものと考えられる。

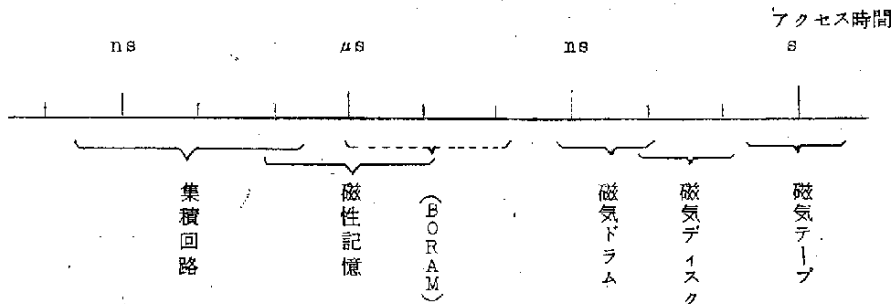
さらに長期にわたる将来展望において、演算・制御は現在よりも記憶と密接な形態をとると思われるので3・2節の最後にまとめてふれることにする。

3・2 記憶部

3・2・1 記憶の階層

記憶の階層構成についてはさきの調査報告⁽¹⁾においても技術の現状について記載した。記憶装置が階層構成をもつことは、これからの数年間の予測においても基本的には変わらないであろう。

第3-9図 記憶の階層



う。けれどもそれぞれの階層を構成するハードウェアとその性能分野には多少の変化が予想される。その概要は、第3-9図を参照して、つぎのような項目となる。

- (1) 高速の分野に集積回路が広く用いられるようになるだろう。現在磁性記憶によっている主記憶の、容量の小さな分野にまでICが進出する可能性が大きい。

(7) E.L.Horder, Communications of ACM, 11 p.231 (April 1968)

- (ii) 連想記憶など特殊機能の記憶は、演算・制御などの論理装置の中間領域にかなり実用されるであろう。
- (iii) LSI技術による固定記憶は広い実用分野をもつこととなる。
- (iv) 磁性記憶の性能向上は連続的に続けられる。この分野ではフェライト磁心の独占から、磁性薄膜との共存という方向に進むものと考えられる。
- (v) 磁気ドラム、磁気ディスクの改良は継続されるであろう。何れかといえば磁気ディスクの使用分野がドラムよりも多くなると思われる。
- (vi) 磁性記憶とドラム、ディスク間のアクセス時間の不連続を埋める記憶装置としては、磁性記憶の大容量化ということが続けられるが、新しい形式の記憶としてBORAM(Block Oriented Random Access Memory) という提案が為されている。ハードウェアとしては数種の試みが行なわれているがこれらについてはかなりの見通しが得られる段階に到達すると考えられる。
- (vii) 磁気テープに代る外部記憶は近い将来には出現しないであろう。光を用いたものは情報の書きかえにやや困難があるが現在よりもかなり広汎に使用されるようになると考えられる。

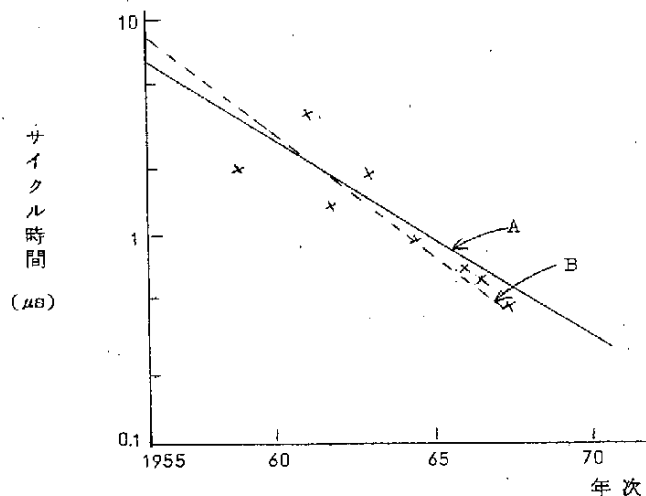
3・2・2 内部記憶装置

主記憶装置のハードウェアは、現在はほとんど磁性記憶(その中でも大部分がフェライト磁心記憶)によって

占められている。

この種の記憶装置のサイクル時間が年次とともに減少してきた状態は第3-10図に示すようである。第3-10図のA、Bは調査機関の別であるが大略一致しているとみなすことができよう。こ

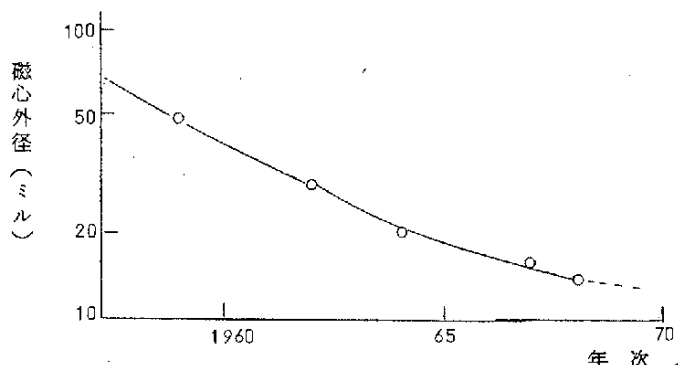
第3-10図 主記憶サイクル時間の進展



の傾向はある程度延長を予想することができるが、つぎの2点を考慮する必要がある。すなわち、フェライト磁心記憶の速度向上は磁心外径の小形化と密接な関連を有しており、その外径は現在において取扱いにかなり困難な段階にまで到達していること、換言すれば磁心記憶の速度向上は続くであろうがその進歩は現在までの傾向よりも鈍化するだろうと考えられる。第3-11はフェライ

ト磁心外径の小形化の推移を示したもので、20ミル（1ミルは1/1000インチ）程度以下になると取扱いの困難性が目立ちはじめ、15ミル以下では著しく困難となる。

第3-11図 記憶磁心外径の小形化



一方、フェライ

ト磁心と競争する立場にある磁性薄膜記憶は、現在実用されはじめた段階にあるが、記憶素子が高速動作に適することと一括生産に有利な形態をもつことにより、製造技術の向上とともに、内部記憶の分野にフェライトと共存するようになることが予測される。磁性薄膜には平面形の薄膜構造をもつものと、線状のもの2種があり、現在いずれも実用されはじめてい

が、5年以内の将来では線状のもの（ワイヤメモリ）が多く実用の段階に入ると思われる。⁽⁸⁾ 1970～75年の期間で内部記憶の約10%がこの種のものとなるだろうという予測がある。第2-12図は過去および将来の数年間について、ランダムアクセス内部記憶の需要を示すもので、需要量中に占める比率をサイクル時間によって分割して表わしてある。これよりサイクル時間が3μsよりも大きい装置は極めて少なくなるということがわかる。

磁性記憶のもう一つ分野として主記憶の10倍以上の記憶容量をもち、速度のやや遅い記憶装置がある。ここではバルク記憶とよぶことにする。この分野は日本では大形のシステムに使われはじめた段階であるが、近い将来に広く用いられるようになると考えられる。

(8) G.A.Fedde, 1968 INTERMAG Conf. (April 1968)

集積回路について

では3・1節に

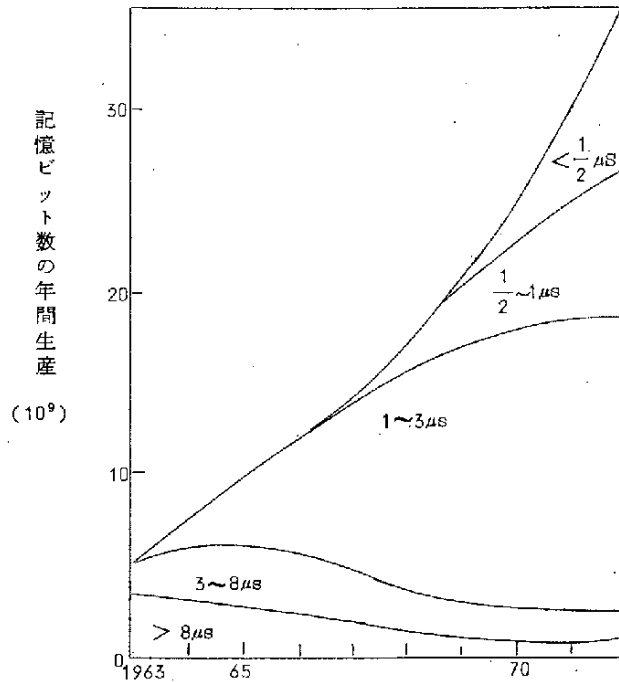
L S Iの問題を記

載したが、L S I
が最初に実用され
る分野は記憶の関
係と考えられ、現
在でも数百ビット
から2 Kビット程
度のL S Iが試作、
または実用に用い
られはじめている。

M O SまたはS O S
(Silicon on
Sapphire) の技
術による固定記憶
は現在でもビット
数の大きいものが
試作されており、
このような固定記

憶の利用は演算・制御のみでなく入出力制御や小形計算機分野に大きな影響を与えるものと予
想される。またかなり容量の大きいバッファ・メモリがI Oによって実現されると記憶階層での
磁性記憶の位置が現在より大容量の方向へ移動することも予想される。

第3-12図 内部記憶の年間生産量の推移
(アメリカ)



第3-2表 スクラッチパッドへ主記憶性能

種 類	サイクル時間(μs)	容 量(ビット)
集 積 回 路	0.03 ~ 0.2	$< 10^6$
磁 性 薄 膜	0.1 ~ 0.6	$10^5 \sim 10^7$
フ ェ ラ イ ト 磁 心	0.3 ~ 1	$10^5 \sim 10^7$

(5年後)

第3-2表は5年程度の将来における主記憶の性能の大略を推定したもので、数種の文献を⁽²⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾参考とした。

バルク記憶として現在研究段階にあるものの一つに超電導記憶がある。この種の記憶は最近の10年間以上研究が続けられている。これが実用になるかどうかは未知であるが、5年以内にはかなりはっきりした見通しが得られるであろう。予想される超電導記憶の性能も含めて、⁽²⁾⁽⁹⁾バルク記憶の性能予測を第3-3表に示した。

第3-3表 バルク記憶性能

種 類	サイクル時間(μ s)	容 量(ビット)
磁 性 薄 膜	0.5 ~ 1	$> 10^7$
フ ェ ラ イ ト 磁 心	1 ~ 2	〳
超 電 導	1 ~ 10	〳

(5年後)

3・2・3 ファイル記憶装置

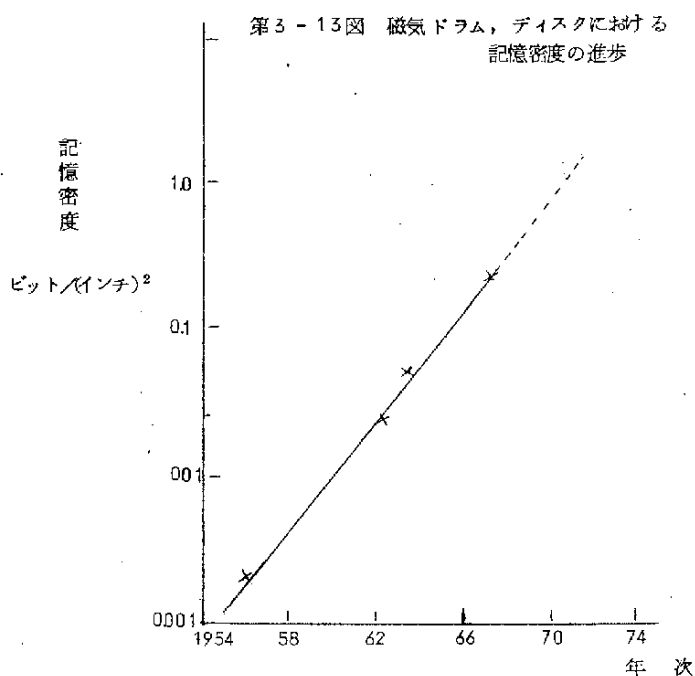
現在のファイル記憶はほとんどすべてが連続的な磁性体の表面に磁気ヘッドで情報を読み書きする“磁気記録”の技術によるものである。この種の装置の性能は機械的な問題によって制限されることが多い。すなわち、磁気ヘッドの構造(ヘッドギャップ等)、ヘッドと記録媒体との間の空隙の保持、ヘッドの位置決め、ドラム、ディスクの回転機構、および磁気カードなどにおける媒体の移動機構等である。これらについての連続的な改良は精力的に続けられており、初期の装置にくらべると著しい進歩が認められる。これは将来も続けられると考えられる。けれども改良の著しいものは記録密度に関するものであって、媒体の移動速度に関する改良はそれほど著しくはない。情報転送速度の向上も、密度の増大によるものが多いから、アクセス時間の短縮はそれほど著しくない。第3-13図はこの種ファイル記憶の記憶密度の、年次による進歩を示したものである。⁽¹¹⁾

この種のファイル記憶装置は構造上数種のレベルに分けられ、ヘッドがトラックごとに固定されているか、移動によってトラックを選択するか、また記録媒体が交換可能であるか固定で

(9) L.O.Hobbs, IEEE Trans. EC-15 p.534 (Aug.1966)

(10) D.A.Hodges, Proc. IEEE 56 p.1148 (July 1968)

(11) F.D.Risko, Proc. Fall Joint Computer Conf 1968, p.1361 (Dec.1968)



あるか等によって性能および使用方法にかなりの相異がある。第2-4表は近い将来におけるこの種⁽⁹⁾の予想性能の数例である。

第3-4表 電気・機械式ファイル記憶の性能 (1970年)

装置の種類	1台の記憶容量	アクセス時間	転送速度
移動ヘッド磁気ドラム	2×10^8 ビット	60ms	2ビット/秒 $\times 10^6$
固定ヘッド磁気ディスク	1	15	3
移動ヘッド磁気ディスク	10	60	2
媒体交換形磁気ディスク	0.5	80	2
磁気カード	10	200	0.7

前述したように電気・機械式ファイル記憶のアクセス時間はフェライト磁心等の全電子式

記憶装置にくらべて $10^4 \sim 10^5$ 倍程度大きい。この違いは余りに大きいので情報処理上の一つの難点となっている。したがって記憶階層上この空隙を埋める装置の実現に対する期待は大きい。このような要求を、特定のハードウェアに限ることなしに、やや抽象的に表わしたものがBORAMである。その性能の主なものを列挙すれば以下のようである。

- (i) 情報はある程度のブロックを単位としてアクセスされ、それらのブロック単位ではランダムに呼出される。その呼出しに関して機械的運動を伴わず、電子的に実行される。
- (ii) ブロック内の情報転送は逐次的であってもさしつかえない。
- (iii) 記録媒体は交換可能であり、媒体だけを取り出して保存できる。

このような性質を有する記憶装置が数種類研究段階にあるが、現在はそれらのうちの何れが近い将来に実用されるか推定が困難である。5年以内にはかなりはっきりした見通しが得られるものと考えられる。

その具体例を挙げると、磁性体と超音波の組合せによるものがある。これは磁わい遅延線のような動的なものではなく、情報は磁性体の磁化方向として静的に保持され、読出し書込みに超音波による磁わい効果を用いるものである。前述のBORAMの性質(i)~(iii)は満足するがどの程度の記憶容量が実用的に作り得るかよくわかっていない。

別の方式として磁気光学効果を用いるものがある。磁性体の磁化方向を光学的に読取り、また書込みを行なおうとするもので、アクセスは光ビームの偏向により実現しようとするものが多い。レーザ光源、光半導体技術の進歩により現実性がかなり大きくなってきたものであるが、磁気光学的な材料の研究からとりかかる必要があり、この数年以内には見通しをかなりはっきりさせるという段階に止まるものと考えられる。

光を利用した記憶または処理技術については、上述した磁気光学以外にもかなり広汎な研究開発ならびに実用化が予想される。その背景にはやはり、光源および関連技術の進歩があげられよう。この中でマイクロフィルムのような形の記憶について現在もかなり利用されており、この種の装置の性能向上はかなりの程度が期待できるが、これらと異なるものとしてホログラフィーに代表される数らしい光学技術が現在精力的に研究されており、数年の間には実用分野もかなり明確になるものと考えられる。この分野はディスプレイ、計測等にも広い応用を有しており、記憶はその中のかなり重要な一分野ということになる。

以上、光学技術を含んだ将来のファイル記憶の分野では本稿での取扱いが定性的となったが、光学技術において多くの場合に強調されるものはビット密度であり、ミクロン単位の記憶領域、または光の干渉が関与する記憶密度の可能性が論ぜられる。けれどもそのような原理的問題を

はなれて、工学的または実用的な領域を論ずるとすれば、制限事項はまた別のところにあることが多い。このような問題も含めて、5年程度の将来予測においては、この種記憶技術に関して、より確実性のある見通しを得るということが必要でありまた可能な範囲であると考えられる。

3・2・4 将来の展望

5年以上、10年程度の将来展望においてハードウェアがどのような形態をとるかを予測することはむづかしい。過去の経過を例にとるならばIC技術がいつから実用の段階に入ると考えるかによって著しく異なるものとなったであろう。このようなことを将来にとるならば技術がいつから実用の段階に入るかによって予測の形態はかなり違ってくる。

将来の処理装置において、論理部と記憶部はますます統合されたものとなるであろう。現在連想処理 (Associative processor) とか記憶論理 (Logic in memory) といわれている処理方式は具体的な形態をとり、現在の計算機が不得手とする図形処理、パターン認識などの分野の能力が格段に強化されるであろう。

また現在固定記憶にその芽生えるみるファームウェアはかなりの書きかえ性をもつ固定記憶 (または非破壊読出し記憶) によりその適用範囲を著しく広めるであろう。ファームウェアを入れかえることにより処理装置の論理的構成を変更することは容易となり、応用に適した形をとることも可能となるであろう。学習機械といった概念もこのようなところから実現されてくるかも知れない。

ファイル記憶については著しい量的な進歩が予想される。写真フィルムのような読出し専用のものでは光学的ファイル記憶は広く実用されるであろう。書きかえも読出しと同じレベルで行なうことのできる装置は極めて多くの技術的問題を含んでおり、実用化の時期を予想することは困難である。光学系を用いない現在の廻転形磁気記録は10年くらいの将来においてもファイル記憶の主要なものとして使用されるであろう。記憶容量について現在のものの100倍程度のものは実用されると思われるが、このような量的拡大は使用面での質的な変化を可能とするものであろう。

3・3、入出力装置

3・3・1 展 望

将来の入出力装置を現在のものと対比せしめるならば

現存機器の改善によるもの

現存機器の技術を更に発展せしめたもの

新しい概念に基く新規なもの

の三つの範ちゅうの何れかに属するものとなるであろう。

本来入出力装置は情報処理組織とこれを扱う人間との接点に位するものであるので入出力装置と人間との間の情報交換の手法には人間の感覚に基く自らの限界が存在する。

特に人間に近く位置すると考えられる原始データ又は原始媒体作成用入力装置（例えば鍵盤カードさん孔機、さん孔タイプライタの如き）出力媒体作成用出力装置、（例えばカードさん孔機、ラインプリンタ等）出力情報表示装置（例えばディスプレイ装置）等の如きものに於ては人間と装置間の情報交換の手法と形態即ちマンマシンインタフェイスに本質的な飛躍はあり得ないと考えられるのでこれらの分野では現存機器の改善によるもの及び現存機器の技術を更に発展せしめたものが依然主要なる地位を占めるものと予想される。

又媒体の面から考察すると既存のさん孔媒体（紙テープ、紙カード）の占める位置は多年の実績に基く安定性と経済性の故に先づ揺がぬものと見て差支えなく、其の上これ等の媒体が現在の情報処理システム設計の思想に与えて居る決定的な影響力からも、これを重ねて裏付ける事が出来ると見られるので、既存さん孔媒体を使用する入出力装置の地位に大きな変革は生じないものと考えられ、この種装置も亦、現存機器の改善されたものと現存機器の技術を発展させたものが主要なる地位を占めるものと予想される。

斯かる予想は、この種装置には全く新しい概念の芽生えが期待出来ないかの如き観を与えるが、それは飽く迄装置としての性格に就ての事であり、装置の細部に就ては今後幾つかの新しい考え方に基く手法が開発され、機能対価格比の向上に相当の寄与をなし続けて行くものと思われる。

即ち入出力装置として同一の機能を実現せしめる為のより良い手法の開発と謂う事に関しては未だ数多くの可能性が残されて居るので、たとえ機能的には現存のものと本質的な相違は無くとも、これを実現する手法としては全く新しい概念によるものが実用に供される可能性は極めて高いと言ひべきであろう。

一方全く新しい概念に基く新規なものとしては新しい入力装置の登場に最も大きな期待がか

かけられる。

その根拠は現在の情報処理組織に就て最も原始的な形態を留めて居るのは入力手法特に入力媒体作成の手法であると謂う事実に基づく。

即ち原始データに基づく入力媒体作成は人手によるさん孔作業特にカードさん孔作業によるものが其の殆んどを占めて居り、情報産業の発達に伴う情報処理量の増加に其のまま略々比例して媒体作成の為の人手の増加を必要とする有様である。

換言すれば情報産業の発達を支える主要なる基盤の一つが媒体作成の為の人手であると謂う甚だ非近代的な要因が存在する。

第三世代から更に第四世代へと進みつつある最近の目覚ましいハードウェアの発展とは正反對に、電算機が実用に供され以来何等進歩する事なく使用し続けられて来た点で革新の激しい情報産業分野に於ける唯一の例外的存在と言えるこの入力媒体作成手法の近代化は情報産業の将来の発展に不可欠の条件であると考えられるので、入力媒体作成の為の新しい装置又は入力媒体作成を必要としない新しい入力装置即ち原始データを其儘入力し得る直接入力装置の実用化は、関係分野が全力を挙げて実現に努力すべき課題と謂うべきであろう。

勿論現在光学的文字認識装置（以下OCRと略記）と謂う形で直接入力の手法は実現されて居るが機能／価格比に於て極めて不満足な状態であり、汎用性のある実用機による直接入力手法の実現は尙将来に期待しなければならない。

この他に新しい概念に基づく新規なものとしてはより良いマンマシンインタフェースを提供し得る機能／価格比の新しい端末装置を挙げる事が出来る。

現在の端末装置は殆んどが既存の機器を若干変形した程度のものであり且つ機能／価格比が極めて不満足な状況にある事と、リアルタイム処理、タイムシェアリングシステム等の急速な普及に伴いより高い信頼性とより良い保守性が絶体の要求条件となる事とを併せて考える時、端末装置に関する新しい概念と手法の登場が期待される。

以下入力、出力、及び端末の各装置に分け将来に就ての考察を試みる。

3・3・2 入 力 装 置

入力装置はさん孔紙テープさん孔紙カード等のさん孔媒体上に記録された情報処理システムに読込む所謂さん孔媒体入力装置と、この様な中間媒体を使用せず情報が通常の形（印字）で記録され其儘で人対人の情報交換に使用して居る帳票等の原始媒体を其儘読込む事の出来る所謂直接入力装置、及び直接に人手を使用して入力する直覚型入力装置とでも言うべきもの、の3種に大別し得るであろう。

前二者に就て見るならば現在迄の処ではさん孔媒体入力装置が入力装置の殆どすべてであるが将来は次第に直接入力装置の占める比重が増して来るものと考えられる。

その根拠は3・3・1に述べた如く入力手法が情報処理手法の中で最も近代化が遅れて居るものであり、これを解決する最も有効な手段が直接入力方式であると考えられる点にある。

又第三の直覚型入力装置に就ては新しい形式のものが現れ始めた処であるが将来の発展が大いに期待されるものである。

以下これ等三種の入力装置の将来に就て考察する。

3・3・2・1 さん孔媒体入力装置

さん孔媒体はその確実性と経済性の故に長い使用実績を有し、現在の情報処理組織はこれ無くしては考えられないと云って差支ない程重要な地位を占めて居り、ソフトウェア、ハードウェアの思想に支配的な影響力を持って居るのが現状である。

そしてこれ等の媒体は国内的には勿論国際的にも標準化が極めて進んで居り、情報交換媒体として不動の座を確保して居る。

従って近い将来にさん孔媒体そのものの地位に大きな変化が生ずる事は先づあり得ないと考えて差支えないであろう。

又仮に将来さん孔媒体に代る新しい媒体が出現したとしても現在の状態に大きな変化を与えるには非常に長い時間を要するであろう。

この為さん孔媒体を使用する入力装置即ちカード読取装置、紙テープ読取装置等は今後も依然として使用され続け情報処理組織中に占める比重にも急速な変化はないものと見て良いと考えられる。

これ等の点を総合してさん孔媒体入力装置は将来共機能的には現在のものと大差ないものが依然多量に使用され続ける事になるものと考えられる。

そして標準化された一定の寸法と質量を有する媒体を使用する関係上媒体の取扱速度、具体的には情報の読込速度には大きな進展は無いものと考えられる。

これは現在の機構が速度の点では限界に近い処迄達しており、製品の経済性を考える場合、大きな飛躍は期待出来ないと見る結果による。

然し情報産業の発展に伴って情報処理組織に対する機能／価格比改善の要求は止まる所を知らず時と共に益々強まる事が予想されるのでこの種の比較的定形化した入力装置に就てもハードウェアとしての機能／価格比の絶ざる向上は将来の市場に於て尚高い商品価値を維持して行く為には不可欠の要素となろう。

この為同じ機能を実現する為のハードウェアをより安い価格に於て実現し而も信頼性と保守性は更に向上せしめると謂う新手法の開発は将来益々活潑に行なわれる事となる。

例えば最近実用化の兆しを見せて居る各種の半導体機能素子の如きものは入力装置の中核機能である読取部に最も多く現用されて居る光→電気変換方式に代る新しい読取方式を提供する可能性を学んだものの一つであろう。

又媒体を送る機能に就ても尚幾つかの新しい手法が確立される可能性を蔵して居ると見るべきであろう。

価格に就ては正確な予見は困難であるが過去の機能／価格比の改善経過から見て将来を予想するならば読取部及び送り機構部に新しい手法を開発して現用のものに比しより簡潔な手法により同一機能を実現し得た場合、IC化の進展による周辺回路の低廉化傾向と併せ考え5年後に約30%の価格低下は十分に期待し得る値ではないかと考えられる。

3・3・2・2 直接入力装置

a) 直接入力の意味と現状

さん孔媒体の如き中間媒体を使用せず通常使用されて居る印字された原始記録体(帳票等)を其儘情報処理組織に読込む事が出来れば最も理想的な入力形態を確立する事が出来媒体作成の為の膨大な人手(具体的には現在情報産業労働人口の底辺を形成して居る大量のキーパンチャー)を一挙に削減し得る点で情報産業の近代化に最も大きく貢献し得る事は明かである。

従ってこれを実現せしめる手段を与える直接入力装置の実用化は最も大きく期待される処である。

既述の如くこの種装置としてはOCRが既に実用されて居り、将来の直接入力装置の形態は技術の現状に基いて予測するならば矢張りOCR系統のものになるものと考えられる。

然し現用のOCRは何分にも機能／価格比に於て現在のさん孔媒体入力装置に比し極めて大きな格差があり、同一機能(読取速度)に対し10倍以上の価格である為直接入力方式による利点が著しい分野に於て積極的に利用されて居る他は、現用さん孔媒体入力装置(カード読取装置)に代って汎用される迄には至って居ない。

又印字に対する制約(字形、印字品質)も汎用化を妨げて居る要因の一つである。

将来の直接入力装置は機能／価格比の壁を破る事が第一の課題であり、さん孔媒体入力装置に代って汎用される為には同一読取速度に於てカード読取装置の2～3倍程度の価格を以て商品化する事が必要であろう。

但し読取可能な字種に制約を附するならば価格を低下せしめ得る可能性は十分にあり、読取

可能な文字を数字と少数の記号程度に制限してこの程度の価格で商品化したものも現れて居る。

b) 解決の方途と予測

読取可能な文字に大きな制約を与える事無くこの様な機能／価格比を実現せしめる事は現用 O O R の単なる改良を以てしては期待すべくもないのでそこには当然新しい技術的手法の導入と開発が前提とされなければならない。

これには二つの可能性が考えられる。

その第一は新しい認識手法の開発である。

現在印字された文字を認識するには幾つかの手法が実用されて居るが何れも文字の特徴抽出を行なう部分と、この特徴に基いて文字の判別を行なう部分とに極めて多量のハードウェアを必要として居る。

これはこれ等のハードウェアが情報及び信号をすべてデジタルな形で取扱う電算機技術の思想を背景として構成されて居る結果と考えられる。即ち現在の電算機は字形乃至は図形の認識に就てはハードウェアの効率が極めて悪いのである。

それ故より簡潔なハードウェアを以て同じ機能を果し得るような新しい認識手法の開発は O O R の機能／価格比の飛躍的改善に直接寄与し得る点で重要な意義を有するので積極的に推進せらるべき課題であらう。

第二は認識手法は現在の儘の方式を踏襲するがこれを実現する為のハードウェアそのものの価格低減を図らんとするもので具体的には新しい光電検出素子の開発、より安価な周辺回路の開発（I C 化等による）、送り機構の簡潔化等現用装置の思想は其儘受け継いで素子、回路等の改良によって機能／価格比の改善を図らんとするものである。

実際にはこれら二つの相異なる性格のものが何れも夫々の特徴を以て、3～5年後の直接入力装置の標準形態を作り上げる事となるものと予想されるが時間的には第二の方式のものがより早く、3～5年後に商品化され、第一の方式がこれに続き5～7年後となり、最終的には第一の方式に次第に統合される可能性も考えられる。

その根拠は第二のものは実現の確度が可成り高く時間と共に段階的に着実に成果を積重ねて行く事が期待出来るのに対し第一のものは概念と手法の飛躍を前提としなければならぬ為実現の確度に於て第二のものに比して劣る可能性を蔵し開発の為の時間もより長いものと考えられるからである。

機能／価格比改善の効果は勿論第一の方式の方が優るべきで若しこの条件を満し得ない場合にはこの方式は実用化に至らず消滅するものと考えられる。

o) 新しい課題

OCRの今一つの課題として手書文字を扱う装置の実用化がある。

我国ではタイプライタが欧米に於ける如く日常生活に密着しては居ないので原始記録体が手書きで作成される場合が極めて多い。

この為手書文字の直接入力を実現する事は国内の情報処理組織の発展に図り知れぬ大きな貢献をなすものと考えられる。

然し現在の認識手法を以ってしては手書きの自由字体の読込みには極めて高度の認識用ハードウェアが必要とされて居るので手書文字用OCRは認識用特定活字のみを扱うものに比し高価になり且つ読取速度も遅くなるのが通常である。

而も手書文字を扱う入力装置は其の性格上データ発生箇処に於て捉える事を必須条件とする用法が殆どと考えられるので認識速度は遅くても良いから極めて低廉な価格である事が要求されるものと予想され、具体的には現在の端末機器に似た性格と価格が要求される事となろう。

これは技術的には現用の高速OCRとは異った性格のものとなり認識の手法と機器の構成について全く新しい概念のものを開発せねばならなくなる。

この種のものは実現された場合の価値は絶大であるが実現の可能性に就ては尚検討を要する点が多く遽に予断は出来ないので開発を推進すべきか否かに就ても大いに議論の岐れ処である。

茲では早ければ5~7年後に商品化を期待し得る可能性ありとの見通しに留めざるを得ない。

d) 簡易な直接入力装置.....OMR

認識の極めて容易な簡単なマーク(単純な直線が最も多く用いられる)を入力情報の構成要素として使用するならば比較的簡易な入力装置により直接入力を行なう事が出来る。

この場合入力情報は媒体上のマークの位置によって表わされ、マーク自体は手書き又は印刷の何れによるものでも良いのが通常である。

これを光学→電気変換して読取る光学的マーク読取装置(OMR)が最も多く用いられて居る。

OCRの発達により光学→電気変換による読取機能は著しく高められ確度も良好になって来て居るので今後は手書の場合の筆記具、インク、印字品質等の制約の極めて少いOMRの実用化は比較的容易となるものと考えられるので将来簡易型直接入力装置として広く使用される事となろう。

3.3.2.3 直覚型入力装置

ここで直覚型入力装置とは人間の直接的な感覚に基く操作によって情報を、情報処理組織に

入力するものを謂う。

前記二種の入力装置（さん孔媒体入力装置直接入力装置）は何れも読取媒体上の情報を読取るのに対しこの直覚型入力装置は媒体を介する事無く、直接に操作する人間の意志に従って入力情報を与えるもので人間と機械の直接的な情報授受に於ける入力の役目を引受ける装置である。

この装置で最も重要な要素は人間と機械の間の情報授受の手法と形態即ちマンマシンインタフェースで、人間と機械の間の情報の授受を人間の感覚に違和感を与える事が最も少い形で円滑に行ない得る様な良いインタフェースを実現せしめる事がこの種装置の最大の眼目である。

今後情報産業の発達に伴って最も端的に人間と機械の接点に位するこの種装置は益々多様性を増し幾つかの新しい形式のものが次々に実用に供されて行くものと思われる。

現在使用されて居るこの種のものとしては鍵盤による入力と手の描込操作による入力とが最も代表的である。

鍵盤による入力装置としてはタイプライタ系機器及び文字表示用ディスプレイ装置の入力鍵盤を挙げる事が出来、タッチトーン電話機に於ける押釦も亦この範囲に属する。

手の描込操作による入力装置としては図形表示用ディスプレイ装置の入力機構であるライトペンを挙げる事が出来る。

将来の直覚型入力装置は矢張り鍵盤型（押釦を含む）と手描込操作型が最も多く用いられるものと考えられる。

鍵盤はタイプライタ、キーパンチ装置等に長い歴史と実績とを有し人間工学的見地からも最終的な段階に迄煮詰められ既に完成の域にあるものと考えられて居るがこれに就ても今後は更に新しい発展が期待出来るものと予想される。

具体的には機構を伴はない鍵盤の開発である。従来の鍵盤はタイプライタに於て代表される如く鍵盤の操作により或程度の機能を果す機構部が直接駆動される形が採られて居た為操作する人間には常に機構部を人力駆動して居ると謂う感覚を持ち得る様に操作時或程度の荷重を感じる如き構造になって居た。

然しこれはタイプライタに於ては機能上必要な条件であるがディスプレイ装置の入力鍵盤の場合は荷重のある機構部を駆動する必要性は本来は無い。そこで新しい直覚型入力装置用としては操作時に駆動さるべき機構部の荷重を考える必要のない、人間工学的に最も理想的と考えられる操作時の荷重感のみを考慮した新しい鍵盤開発の必然性が生じて居る。

この種の新しい鍵盤の開発は現在では緒についたばかりと考えられるが3～5年後には幾つ

かの新方式鍵盤及び類似の機構が実用に供せられる事となろう。

手の描込操作による入力方式に就ては現在可成り高度のハードウェア、ソフトウェアを要して居るが使用目的に応じてより簡易な方式から、高精度用の高度の方式に至る、機能に応じた各種の方式が開発される事となろう。

音声による入力方式に就ては現在の段階では音声認識に関する多くの困難な問題が存在し、其の解決の目途に就ても確たる見通しを得るには至って居ないので3～5年後の予測を行ない得る段階にはないものと考ええる。

3・3・2・4 其の他の入力装置・・・・・・入力媒体作成装置

厳密には入力装置とは云えないがこれと密接な関係を有する入力媒体作成装置に就ての概観をここに附加する。

入力媒体として最も普遍的なものは紙テープ、紙カードで代表されるさん孔媒体でありその作成装置としては夫々さん孔タイプライタ及び鍵盤さん孔機がある。

これ等に就ては既に良く知られて居るので特に説明を要しない処であり、この種媒体の標準化の確立状況から見て将来これ等の入力媒体作成装置に大きな変革はないものと考えられる。

入力媒体作成装置として新しく出現し、今後可成りの普及が期待されるものとしては磁気テープ型媒体作成装置を挙げる事が出来る。

これは鍵盤により入力した情報を磁気テープに記録し、この磁気テープを情報処理組織の入力媒体として使用する為のもので、入力媒体としての磁気テープは1/2吋幅の標準のものを使用し記録形式も電算機用の標準に準拠し、電算機の磁気テープ装置により其儘入力し得る事を特徴とするものである。

この種のものはさん孔媒体の如き入力速度の低い中間媒体を介する事なく、高速入力の可能な磁気媒体に入力情報を直接に書き込み得る点に特徴があり、さん孔媒体入力方式と、直接入力方式との中間のメリットを有するものと考えられるので今後さん孔媒体入力作成装置に代って使用される可能性がある。

3・3・3 出力装置

出力装置は

印字型出力装置

さん孔型出力装置

直覚型出力装置

の3種に大別し得るものと考えられる。

以下これらの将来に就ての考察を行なうがこれに先立って概括的な展望を行なうならば、情

報処理組織に於ける出力手法は現在では夫々に使用者の要求を満し得る段階に達して居ると見る事が出来、入力手法に於ける如き著しく近代化の遅れた部分を残しては居ないと考えて差支なからう。

従ってこの種装置の将来は漸進的な改善による機能／価格比の向上が絶えず続けられて行くと謂う経過を辿る事となろう。

但し機械的手法によらぬ印字方式及び直覺型出力装置に於て新しい方式の開発実用化が期待される。

3・3・3・1 印字型出力装置

高速で移動する活字を高速度ハンマーで叩く機械的印字方式を採用するラインプリンタがこの型の出力装置として代表的なもので、現用印字出力装置は殆ど全部この形式である。

この機械的方式による印字型出力装置は印字に必要なとするエネルギー、ハンマーの速度、活字の移動速度等から見て現在の印字速度1000～1500行／分が経済性をも併せ考えた場合の限界と考えられるので将来共この方式のものの印字速度の向上は殆ど期待出来ないものと考えられる。

然し同一機能を実現する為のより低価格の機構及び周辺回路の開発は今後も引続き行なわれ、機能／価格比の漸進的な向上への努力は絶えず払われる事となろう。

特に実効印刷速度を大きく支配して居る紙送り速度の向上には一段の改良が図られる事と考えられる。

この種装置の価格は印字部及び紙送り機構部により簡潔な手法を開発し得た場合はIC化による周辺回路部の低廉化と併せ5年後に約30%程度の価格低下は期待し得るのではなからうか。

将来実用化されると考えられる新しい印字型出力装置として非機械式印字方式によるものに最も大きな期待がかけられるであろう。

これは機械的叩字方式に依らぬ電子的又は電子光学的手法による印字方式を使用するもので機構部の動作を伴わぬ為印字速度が極めて早く、機械式の10倍以上の速度迄期待出来る点で将来の超高速出力装置として大きな可能性を有するものである。

機械式の場合と同様な複数枚の同時印字能力を有する方式の開発と、印刷用紙価格の低減(特殊用紙を使用し通常用紙の数倍を要して居るのが現状)に成功するならば出力装置として大巾な普及を期待出来よう。

この他に期待される新しい出力装置としては漢字の印字可能な高速印刷装置がある。

従来の情報処理組織は日本文に関しては仮名を使用する事を原則として来た。これは劃が複雑で而も字数が極めて多い漢字（仮名50字に対し少く共2000字、実用的には4000字を必要とする）を使用する事は現在のハードウェア特に出力装置を以てしては不可能である為で、吾々の日常生活に密着して居る漢字は情報処理の対象物からは完全に疎外された儘で現在に至って居り、これに対する違和感も存在しない位普遍化して了って居る。然し情報産業の発展に伴い情報処理が多くの人々の日常生活に迄次第に大きな影響を及ぼし始めるであろうと考えられる1970年代初頭頃からは漢字を情報処理の対象に加えるべしとの要求が次第に高まって来る事が予想される。

これを実現せしめ得る可否かは殆どハードウェアの成否にかかって居り特に出力装置に依存する所が多い。

これに應えるものとして電子的又は電子光学的手法による高速印字装置の開発に期待する所は極めて大きく、むしろ前述の超高速度印刷装置としてより漢字出力装置としての要求の方が上位にあるものと考えられる。

早ければ3年後、遅く共5年後にはこの種のものの商品化を見る事となろう。

この場合漢字2000字種乃至4000字種で現在のラインプリンタと同様1000行/分程度の印字速度を与える事が出来るならば事務用の分野で使用されるラインプリンタの10%程度がこれに代る可能性も考えられる。

3・3・3・2 さん孔型出力装置

さん孔媒体入力装置に於けると同様さん孔媒体の標準化に大きな変化が見られない以上この種装置にも亦基本的な変化はあり得ないものと見て差支なく、現在の形式のものが引続き多量に使用される事となろう。

特にさん孔手段そのものに関する飛躍的な新手法の登場は経済性の点から見て殆ど期待薄と考えられるので入出力装置を通じて将来迄最も変化の少ない機種がこのさん孔型出力装置であろう。

機能/価格比の向上に寄与するものとして送り機構の改良と周辺回路のI/O化等による価格低下と信頼度向上が期待出来る。

価格の経過及び予測をすれば5年後に約30%の価格低下は十分に期待してもよいものとおもわれる。

3・3・3・3 直覚型出力装置

直接人間の五感に訴える形で情報を出力するものを茲では直覚型出力装置と称する事とする。

この種の出力装置は最近漸く普及し始めたもので出力装置の中では最も新しいものであるが

非常に良いマンマシンインタフェースを備えて居る為、今後の情報処理組織には非常に数多く用いられる様になるものと予想される。

最も代表的なものは視覚に訴える文字又は図形ディスプレイ装置である。

これは陰極線管の螢光面に出力情報（文字又は図形）を表示するもので表示速度が早く、表示内容の修正、編集、再入力等が極めて容易に、眼で確認し乍ら行ない得る点で他の装置に見られない特色のある良好なマンマシンインタフェースを備えて居るので将来その使用量は急速に増加するものと予想される。又他の形式の出力装置に比し漢字等の複雑な字形の表示を容易に行ない得るのでこの種の用途も多くなるものと考えられる。

この種の装置に於ける最大の問題点は価格であろう。現用のハードウェアは機能に比較して割高であると考えられるので、これを解決する為の幾つかの新しい手法が開発される事となる。

具体的には現在のCRTを中心とした構成を其儘踏襲し、その周辺回路と、情報記憶部とに新しい手法を開発せんとする方向に進むものと、全く新しい表示素子を中心とした新しい概念のハードウェアを開発せんとする方向のものと、の二つが夫々の特色を競い合って共存する事になるのではないかと考えられる。

前者は現在の技術を推し進めて改良を積重ねる性格のものであり、期待し得る成果に就ても可成り確度の高い見通しを立てる事が出来るので3～5年後に現価格の1/2程度となるものと考えられる。

これに対し後者は、全く新しい表示素子を取上げんとするだけに見返しに就ては正確を期し難い。現在この種のものとして幾つかの新しい物理現象を利用する事が各方面で試みられて居り、ガス放電、エレクトロミネセンス、或は液晶等が検討されて居る様であるが何れも機能／価格比に於て妥当な値に達しない限り此の種装置としては意味がないので見通しに就ては尚今後の発展の経過を待たざるを得ない。

図形表示装置については表示の精度に就て一層の向上が図られる事となる。この種のものは表示部以外の、処理部に非常に膨大なハードウェアとソフトウェアを要するので装置としての機能／価格比は図形処理システムとして考える事となるが其の改善は容易ではないと考えられる。

音声出力装置は情報処理組織よりのデジタル出力を音声出力に変換する部分に問題の焦点がある。

具体的には文章を音声信号の形で記憶装置に収容して置き情報処理組織よりのデジタル出

力により所要の文章のアドレスを指定してこれを取り出した上、適当に編集して所要の音声出力信号を得るもの、文章の代りに単語を記憶装置に収容し情報処理組織よりの出力によりこれを取り出し編集するもの、或は音節のみを記憶装置に収容しこれを出力信号により合成して音声出力とするもの、又は音声合成により出力を得んとするもの等々。

現在迄各種の方式が試みられて居るが尙開発途上にあるものと考えられる。

これも、図形表示装置と同じく、一つの処理システムと考えらるべきもので、入出力装置と謂う範囲を超えた規模に於て扱われるものである。

3・3・4 端 末 装 置

情報処理組織の形態は当初のバッチ処理中の謂わば点の形から逐次オンライン処理を行なう謂わば線の形に発展し更に最近では多くの処理組織を有機的に結合する情報処理網と謂う面の形を整えつつある。

この為今後の情報処理組織は其の規模の大小と機能水準の如何を問わず情報処理網中に於ける位置付けを以て律せられる事となろう。

この様な発展の動向に伴って端末装置が情報処理組織のハードウェア中に占める比重は飛躍的に大きくなるものと考えられる。

然し現在の端末装置は従来の電信機器又は事務用機器に多少の改善を加えた程度のもので大部分でありこれに加えて最近では陰極線管(CRT)を使用する直覺型のものが用いられ始めて居る程度で、情報処理組織の端末として特定の訓練を受けた操作員のみを対象とせず不特定多数の一般大衆の手に委ね、機械と人間の接点に位して十分に其の機能を発揮せしめる為には機能と安定度に於て必ずしも満足すべき状態にはない。

特に問題なのは機能／価格比で現在の端末装置は他のハードウェア(周辺装置)に比較した場合、その果し得る機能に比し価格が甚しく高い事、即ち機能／価格比が悪い事である。

情報産業の発展に伴い情報処理網に自己の意志による情報を入力した上、その結果を受取って利用する人の数は急速に増加してその属する階層と分野は際限なく広がって行くものと予想されるので、原始情報の入力及び最終形態での出力を行なう端末装置は発達究極に於ては現在通信網の末端に位して居る電話機の如く極度に分散された形に於て一般大衆の直接の操作に委ねらるべきものと考えられる。

然しこの様な事態は端末装置の機能／価格比が妥当と考えられる迄改善される事によって実現を期待し得るものであり、機能／価格比の改善が期待通りに実現し得ない場合は今後の情報処理網の形態を特に端末組織の構成思想に可成りの影響が現われて、究極的な形に端末装置

を分散配置する事が出来なくなり、ひいては情報産業の普及の速度に大きな制約を与えるに至るものと考えられる。

この様な点から端末装置の将来は専ら機能／価格比の改善にかかって居り、これを実現する為の方式上の新しい概念の確立と、ハードウェア上の新しい手法の開発とに力を傾注する事が主たる課題であると言うべきであろう。

以下に端末装置を主なる機能により

印字型端末装置

直覚型端末装置

直接入力型端末

の3種に分類し、夫々に対する考察を行なう事とする。

3・3・4・1 印字型端末装置

出力の為に印字機能を備える端末装置を茲では印字型端末装置と称する事とする。

将来共出力情報を印字の形で記録する事は最も多く用いられる手法と考えられるので印字型端末装置は依然として端末装置の主流を占めるものと予想される。

将来のこの種端末装置では前述の如く機能／価格比が良い事が第一の必要条件となり、現在のものと同じの機能を2/3～1/2の価格を以て実現する事が要求されるに至るであろう。

又信頼度が高く障害の少い事が第二の必要条件となり通常の使用条件に於て少く共6ヶ月に1回、理想的には1年1回程度の定期保守によって無障害で使用し得る程度の信頼度が要求され、同時に1回の保守時間も極めて短く30分前後に留める事が要求されるであろう。

これは情報産業の発展に伴って急速に増加する端末装置の数と、確保し得る保守技術者の数との懸隔が益々甚しくなる事は必至で、信頼性と保守性の低い装置は存在し得なくなると考えられるからである。

この様な二つの条件を満足せしめるため印字型端末装置は二つの発展の動向を迎えるものと予想される。

その一つは現在のタイプライタと同様の機械的印字方式を使用し、印字機構部に適用し得る新しい手法を開発して低価格高信頼性の印字型端末装置を美現せんとするもの。

他の一つは機械的印字方式を棄て、新しい非機械式の印字手法を開発し、これにより信頼度の劃期的な向上を図らんとするものである。

特に後者は静電的印字方式によるもの、インクの噴流を制御するもの等幾つかの新しい方式のものが実用化される可能性がある。

一般的には価格の点で前者が優り、信頼性の点では後者により期待が持てると考えられるが新しく開発される手法如何による事であり現在では何れとも断定は出来ない。

然し機械式印字方式は用紙が低廉で一般性があり複写が容易であると謂う特徴を有するので、使用される数量としては将来共機械式が依然大きな比重を保ち続けるものと予想される。

印字型端末装置の入力機能は鍵盤によるものが最も多く、一部マークリーダの如き簡易な直接入力型の入力機能が併用される事となろう。

3・3・4・2 直覚型端末装置

ここで直覚型端末と謂うのは人間の五感に訴える出力機能を中心として構成された端末装置を指す。

具体的には陰極線管(CRT)を使用して視覚に訴える出力を与えるディスプレイ装置と音声出力を与える音声端末装置とが挙げられるが後者は端末装置としてはさしたる特異性はないのでここではCRTディスプレイに就て考察する。

文字表示を主体とするCRTディスプレイは今後直覚型端末装置の中心をなすものと考えられるがその為には機能/価格比の大巾な改善が強く要求される事となろう。

具体的にはディスプレイ装置の持つ機能から見てその価格は印字型端末装置と大差ない程度が妥当と考えられるので現価格の1/2~1/3たる事が要求される事となろう。

これを実現する為にはハードウェアに関する幾つかの新手法の開発が必要であろう。

特にこの装置に適した安価な記憶機能の開発を進めるならばそれは最も大きな寄与を期待し得るものとなろう。

この装置は入力機能として鍵盤を併用する場合が最も多いと考えられるので信頼性保守性に就ては本質的に問題はないものと見られる。

尚CRTに代る表示素子の開発は現在各方面に於て活潑に進められて居る様であるがこれ等は、更に将来の課題であろう。

3・3・4・3 直接入力型端末装置

直接入力機能を有する端末を茲では直接入力型端末装置と称する事とする。

直接入力に関しては既に3・3・2の入力装置に於て述べてあり、端末装置に於ても全く同じ考え方を適用し得るので重複は避けるが機能/価格比の妥当なものが商品化されるならば入力装置と同様に次第に直接入力端末装置が普及する事となろう。

具体的には簡易型直接入力手法とも言うべきマーク読取によるものは價格的にも十分に端末装置に使用し得る条件を備えて居るので次第に用いられる事となろう。

但し媒体の設計に制約が多く且つ媒体の単位面積当り収容し得る情報の量が少いので、その長所を十分に生かし得る割切った用途に活用されるものと見られ汎用性に就ては過大な期待はなし得ないのではないかと考えられる。

一方文字認識機能を有する直接入力端末の可能性に就ては目下の処では予測は困難であるが印字された文字を読込むものに就ては認識速度を極度に低くする事によって価格を下得る様なハードウェア方式が開発されるならばその可能性は大きくなるものと云えよう。

手書文字を扱い得る端末装置の実用化に就ての予測は現在の処では極めて困難である。

3・3・4・4 その他の端末装置・・・・・・磁気テープ型端末装置

端末装置で扱う媒体としては紙テープが比較的多いがこれは紙テープ機器がカード機器に比して低価格で構成出来る事と、通信用媒体として扱い易い事が主たる理由である。

然し紙テープは情報量に比し媒体の量が多い為（単位媒体量当りの情報収容量が少い）取扱上必ずしも便利でない点もあり、且つ反復使用が出来ないので、これ等の欠点を有しない媒体として磁気テープに着目する事は自然の成行きと考えられる。

この為磁気テープを使用する端末装置を実用化する事は、可成り早くから試みられて居り、既に幾つかの商品が売出されて居る。

然しこの種の磁気テープ型端末装置には磁気記録特有の問題（書込のチェック、塵に対する考慮、書替の困難さ等）を端末装置としての要求に適合させる決定的な手法が仲々確立せず機能の割合に高価なものとなる傾向があり、現在迄は紙テープ装置に其の儘代替し得る程の所迄達して居ない様であるが将来これ等の問題が解決されるならば紙テープ装置に代って普及する事が考えられる。

第 4 章

ソフトウェア技術

4. ソフトウェア技術

4・1 ソフトウェアの動向

1944年に、ハーバード大学の自動計算機が動きはじめてから、今日までの25年間で、3つの世代に分けて、考えることが行なわれている。それは、大体において第4-1表のごときものであろう。*

第1世代は、いわば、れい明期である。この時期は、1950年のユニバックⅠの完成によって、アルファベットの導入が行なわれたとはいえるものの、主として機械語によるコーディング、あるいは、機械語とほとんど同等の、基本的なシンボリックアセンブラによるコーディングの時代であった。したがって、この時期には、特別の才能をもった人々だけが、コーディングを行なえると、一般に考えられていたようである。今日、このようなことは、ソ連の一部で行なわれているに過ぎない。

第4-1表

世 代	時 期	ハードウェアの特徴		ソフトウェアの特徴	
I	1944～ 1954	継 電 器 真 空 管	演 算 機 構 の 発 達	機 械 語 から シンボリックへ	技 術 計 算 中 心
Ⅱ	1955～ 1963	パラメトロン トランジスタ	入 出 力 機 器 の 発 達	コンパイラの 完 成	事 務 処 理 の 発 達
Ⅲ	1964～ 1971?	I C 化	機器の多様化 記憶装置の発達	O S の 発 達	情 報 処 理 と し て の 統 合
Ⅳ	1972?～	L S I ?	システム規模の 拡 大	応 用 ソ フ ト ウエアの発達	綜 合 的 発 展

しかし、この時期でも、一部では、今日のコンパイラの源流となるべきものが、模索されていたことは、一つの特記すべきものである。

第2世代といわれる時期は、**、パラメトロンや、トランジスタが登場し、また、入出力装置の性能が向上し、安定で良好なサービスを期待できるようになった時期である。

* 他にも、世代について、記したものがある。

松谷泰行：日科技連発行、第1回データ処理プログラム入門コーステキスト(1968-8)

** たとえば、IBM 701(1953)、IBM 650(1954)からIBM 704(1955)へ移
ころをその始めと考える。

参考資料：電子計算機ハンドブック pp168～(事務管理1968-11)

ハードウェアの安定と、市場の拡大にともなう、ソフトウェアの技術にも、大きな革新が行われ、基本的な技術が、一応の完成を見た時期であると考えられる。

すなわち、この時期の前半に、シンボリックコーディングの技術の実用化と、コンパイラの開発とが成功し、また、各種のサービスプログラムも整備され、ハードウェアを有効に利用するための管理プログラムの源流が生まれている。

第2世代に入って、計算機の普及は、いちじるしいものとなり、応用ソフトウェアの開発も、あちこちで行なわれるようになった。

すでに、第1世代の時期に、各種の応用に対応して、プログラムの汎用化とその蓄積の努力とが見られるが、第2世代に入って、プログラムを書くという手間が、いわゆる自動プログラミングの完成とともに、かなりの程度、軽減されるようになったため、応用ソフトウェアのあり方も、大きな変化が見られるようになった。

プログラムが簡単に書けるようになったため、かつては大切に保管されていたプログラムの多くは、保管の必要がなくなった。その代りに、より使いやすいプログラムを書くことの重要性が強調されるようになった。

たとえば、LP(リニャプログラミング)についていえば、LPの処理の、もっとも中核的な部分のプログラムだけが、第1世代においては保管されており、すべて、そのプログラムを使うために、いわゆる前処理と後処理のプログラムを、場合に応じて作るという習慣があったが、その前処理、後処理の部分の少ないプログラム、すなわち、より問題向きに作られ、システムとして完成したプログラムが、応用ソフトウェアとして、望ましいものであるという考え方が、具体的に、普及した。この趣向を、仮に、インスタント利用への傾向とよぶことにする。

別の傾向としては、問題ごとに、問題向きの言語を開発して、いわば、術語によるプログラミングを可能とする傾向が生まれてきた。たとえば、シミュレーション関係の、GPSSや、SIMSCRIPTなどは、その典型的なものである。このように、新しい応用のためのプログラミングのために、汎用言語で記述せず、新しい特別な言語を作ってから、その言語で、その応用プログラムを記述しようという傾向を、術語開発の傾向とよぶことにする。

第3の傾向としては、その応用分野を標準化した手法によって、ある程度、割り切ってゆこうとする傾向がある。

これは、インスタント利用の傾向と、術語開発の傾向に、つながるものであるが、たとえば、IBM社が開発したRPG(リポートプログラムジェネレータ)のような、簡単な内容で、利用範囲の広い、応用分野のプログラムを、いくつかのパラメタの内容を規定するだけで、自動

的に作り出そうとするものであって、ある限定された、標準的な使い方の範囲で満足する限りきわめて便利なものであるということが出来る。これを、手法の標準化傾向とよぶことにする。

第2世代は、いわば、基本的なソフトウェアが一応完成した時期であるが、たとえばCOBOLについていえば、1964年頃に米国での普及率は、数%以下であったと考えられる。それが、アセンブラに代って、広く使われるようになったのは、やはり第3世代に入ってからのことであり、第3世代は、基本的なソフトウェアが、常識化し、普及してきた時期であると、いうことができる。

しかし、第3世代を特徴づけるものは、新しい概念である。オペレーティングシステム(OS)の登場であろう。

ハードウェアを、効率よく働かせるための、ソフトウェアは、すでに、第2世代においても、たとえば、IBM7090などにおいて、その先駆が見られるが、その重要性は、ハードウェアの価値が増したことによって、いよいよ大きくなった。

計算機の時間は、目的とする情報処理のために消費される部分と、その情報処理を行なうために、用意されたプログラムを制御し、ハードウェアを管理し、また、連続的に情報処理を行なわせるための準備を行ない、必要なメッセージを操作者の発信に従ってシステムを制御し、もし、エラーが発生すれば、あらかじめ定めたルールに従った処置も行なうなど、いろいろの間接的な消費時間の部分、すなわち、オーバーヘッドとよばれる部分とにわかれる。この他、いわゆる、あそびの時間もあるが、その多くは、入出力装置の情報の出し入れのための、待合せ時間である。

計算機の性能が上昇しても、オーバーヘッドの割合が高くなるならば、情報処理の能力としては、上昇分が意外に小さいという結果になる。たとえば、これまで10分かかっていたジョブが100倍の速度である。6秒で処理できるようになったとする。かつてのオーバーヘッドを30秒とすれば、新しいオーバーヘッドを0.3秒に押さえきれないで、仮に0.6秒になってしまったとすると、全体の効率としては、95倍程度になったということになる。

オーバーヘッドの中には、人間に頼る部分もあるが、その場合は、計算機が100倍の能力になっても、旧のままである。そこで、人間に頼る部分は、できるだけ影響の小さな部分におさえておかねばならない。

このような点は、計算機の性能と、人間の能力とのギャップの増大とともに、ますます、重要性を増すから、ハードウェアと、情報処理を目的とするプログラム(処理プログラム)とを効率よく管理するためのプログラム(管理プログラム)が、第3世代の一つの中心問題となっ

たのは、当然であろう。

OSは、管理プログラムの下に、各種の処理プログラムとハードウェアとが統括される形である。もちろん、オペレーターとシステムとの交信、オペレーションの節約などの配慮がなされていることは、いうまでもない。OSは、システムの使い方に応じて、何種類の種類が考えられている。バッチ処理専用のOS、リアルタイム処理専用のOS、TSS用のOS、これらのものを組合せることを予定したOSなど。

第3世代は、コンパイラが普及した時期であることは、すでに述べた。普及とともに、何種類のコンパイラが、同じハードウェアのために作られるようになった。

コンパイラには、その特長となるべき性質が少くとも6つ以上ある。

- (1) コンパイル速度
- (2) オブジェクトプログラムの効率
- (3) コンパイラの大きさ、とくに、それが占める主記憶領域
- (4) 言語仕様の大きさ
- (5) 再入可能性 (Reentrant) または再使用可能性 (Reusable) への配慮。たとえば、コンパイラ自体の配慮の問題と、オブジェクトプログラムに対する配慮。
- (6) コンパイルの仕方として、バッチ的なコンパイルと、会話的なコンパイラの問題。

これらの性質は、相互に関係があり、どれも最良のものを求めることはできない。そこで、いろいろの場合を想定して、各種のコンパイルを提供することが、行なわれている。

第3世代においては、サービスプログラムの充実と、その体系化が行なわれている。デバッグ用のルーチンを、数種用意すれば事足りた時期は、すでに過ぎてしまって、現在、それを充分の適応能力をもった、デバッグシステムへと体系化しなければならない。何種類かの分類併合プログラムを用意すればよいということでは、ユーザーが満足なくなり、与えられたデータの構造、量、使用するハードウェアの特性などの条件によって、最良と考えられるルーチンを引き出したり、生成したりするような、分類併合処理システムへと体系化しなければならない。

この傾向は、まだ、始まったばかりであるので、おそらく、次の世代で完成するであろう。これを体系化の傾向とよぶことにする。

応用ソフトウェアについては、どうであろうか？すでに、第2世代において見られていた3つの傾向、すなわち、インスタント利用への傾向、術語開発の傾向、手法の標準化傾向は、ますます、その傾斜を強めている。

応用ソフトウェアの中には、数学的な技術を基礎にしているものも多く、たとえば、整数計画法(Integer LP)、混合計画法(mixed integer LP)などをはじめとして、種々の計画法については、まだ、充分な解決のないものが多くあり、これからは、数学的な研究とプログラムによる実験とが、並行して進められている段階である。

これに対して、個々のプログラムを作ること自体は、容易であるが、汎用的なシステムとしてまとめあげることの困難なもの、たとえば、生産計画、在庫管理、予算編成などの分野で体系化とインスタント利用の研究が進んでいる。

ディスプレイ・マイクロフィルム・マイクロフィッシュプリンタ、漢字プリンタなどを例とする新入出力装置の利用方法についての応用ソフトウェア、新しいファイル記憶装置などについても、この1~2年で急速な進展が行なわれている。

教育への応用などについて、CAI(Computer Assisted Instruction)システムを構成するためのプログラムの研究、そのプログラムを書くための新言語の研究なども始められている。

第3世代に入って、活発になってきた研究の一つは、ソフトウェア開発技術の研究であり、ソフトウェア開発のためのソフトウェアの研究、開発が行なわれている。

これらについては、後でくわしくのべる。これらは、直接ユーザーに関係ない部分でのソフトウェアという点で、第2世代には、あまり注目されなかった。

最後に、ソフトウェアの標準化であるが、発展途上の技術であるだけに、その標準化については、何が望ましいものであり、何が困難な点であるか、という点について、明確な認識が必要である。ソフトウェアの多様性は、ソフトウェアの標準化が増したことと、ソフトウェアとデータとの互換性の重要性を増したことによって、第3世代の重要なテーマになりつつある。

4・2 第4世代ソフトウェアの概要

ソフトウェアに限らず、すべての技術分野においては、長期の予測は、「どうなるか」ではなく、「どうするか」という方針として行なわれるべきであろう。しかし、数年先の予測としては、現在までの傾向が、そのまま持続するものとして、その延長上を予測の解答とするのが妥当である。

このような観点から、第4世代のソフトウェアを予想し、それを概括的に調べてみることにする。

なお、この予想の確度を、少しでも高めるために、別紙のようなアンケートを、全国ユーザー協議会

にお願いし、177通の回答を得た。ここに、同協議会のご協力を感謝するとともに、アンケートの集計結果については、次節にご報告する。

4・2・1 ユーザーが期待するソフトウェアについて

前述のように、ソフトウェアについての、アンケートを第4-1図のような形式でお願いした。

この問1は、メーカーに期待するソフトウェアの種類を、ユーザーがどのように考えているかを、しらべたいと思ったもので、メーカーが当然供給すべきであると考えられるものは○、ユーザーが多少手直しすると考えられるものは△をつけ、このいずれでもないものは、空白とするように、お願いした。

集計の結果は、第4-2表のようになった。

これをみると、コンパイラ、ソートマージのほか、各種言語間のトランスレータなどは当然メーカー供給であるべきだと考えられていることがわかる。また、APT システムなども、約7分の1のユーザーが、メーカー供給すべきであると考えており、全体として、かなりの期待を、メーカーによせているということがわかった。

問2は、4つのコンパイラについてどれを重視するかを聞いたものであるが、この結果は、COBOLが第1で、以下、PL/I, FORTRAN となった。

これは、事務処理部門がユーザーの大きい割合を占めていること、FORTRANとALGOLが競合していることから、当然とみてよい結果である。なお、見やすさのため、第3-3表では、1位を4点、2位を3点、3位を2点、4位を1点として、ウエイトづけして集計した結果を、点数として出しておいた。

問3は、コンパイラの4つの性格についてどれを重視するか、また、それらの、それぞれを強調したコンパイラを供給すべきか、それとも、大体において4つの満足するものを供給すべきかをきいたものである。

この後者は、第4-4表に集計したが、問のきき方が、はっきりしていなかったためか、ユーザー意見は、2つに分れた形となった。

この前者については、第4-5表に集計したが、オブジェクトの効率を重視するユーザーが圧倒的で、次に言語の機能であった。コンパイル速度や、コンパイラの大きさなどは、下位になった。これも、問2と同様のウエイトをつけて集計した。

第4-1図

- 1 次のプログラムの中で、メーカーが当然供給すべきであると考えられるものは○，またメーカーが供給すべきであるが、ユーザー側で多少の手直しをすることを考えるものは△をつけて下さい。(このいずれも該当しないものは、何のしるしもつけないで下さい。)
なお、主として言語プロセスと応用ソフトウェアに関して、下記以外で、メーカーが供給すべきであると考えられるものがありましたら、余白にお書きこみ願います。

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| • PL/Iコンパイラ | • ソートマージプログラム |
| • FORTRAN コンパイラ | • 科学技術計算ライブラリ |
| • ALGOLコンパイラ | • 経済モデル分析プログラム(統計計算ライブラリを含む) |
| • COBOLコンパイラ | • リニャプログラム |
| • RPG(リポートプログラムジェネレータ) | • PERTプログラム |
| • 会話型コンパイラ | • 旧式計算機プログラムを利用するためのシミュレータ |
| • 会話型アセンブラ | • 情報検索用プログラム |
| • 各種言語間のトランスレータ | • 文書編集用プログラム |
| • シミュレーション言語コンパイラ | • 汎用在庫管理プログラム |
| • 予測用言語コンパイラ | • 汎用生産管理プログラム |
| • リストプロセッシングのための言語コンパイラ | • 汎用データ変換プログラム |
| • 図形処理用言語プロセッサ | • 設備投資計画プログラム |
| • フローチャートの自動作成用プログラム | • APTシステム |
| | • 土木建築用設計プログラム |

- 2 次の4種のコンパイラについて、5年～7年後に、最も良く思うと思われるものから、順に、最も使わないと思われるものまで、 の中に順位を1,2,3,4と記入して下さい。(最も良く使うものを1とする。)もし差がなければ、たとえ1,2,3,4というように、記入して下さい。

ALGOL, COBOL, FORTRAN, PL/I

3. コンパイラの特長として a) コンパイル速度が速い b) オブジェクトの効率がよい
c) コンパイラのコア占有領域が小さい d) 言葉の機能が大きい という4点を考えます。
(問1) 上記4つの性質を、大体において満足するコンパイラを1種供給してもらうことと、
どれかに重点をおいたコンパイラを何種か供給してもらうことと、どちらかのぞましいですか。
(答) (一種だけ 何種か)を供給してもらいたい。
(問2) 上記4つの性質の内、最も重要なものから1,2,3,4と順位をつけて下さい。(最も重要なものを1とする。)もし差をつけられなければ、たとえば1,2,3,4というように記入して下さい。

性質aの順位は , 性質bの順位は , 性質cの順位は
性質dの順位は

第4-2表

	○	△	—
PL/Iコンパイラ	155人	2人	20人
FORTRANコンパイラ	166		11
ALGOLコンパイラ	149	1	27
COBOLコンパイラ	167	4	6
RPG (リポートプログラムジェネレータ)	114	14	16
会話型コンパイラ	93	13	71
会話型アセンブラ	71	12	94
各種言語間のトランスレータ	121	28	28
シミュレーション言語コンパイラ	94	32	51
予測用言語コンパイラ	76	36	65
リストプロセッシングのためのコンパイラ	55	25	97
図形処理用言語プロセッサ	74	18	85
フローチャートの自動作成用プログラム	79	33	65
ソーマジプログラム	144	20	13
科学技術計算ライブラリ	87	51	39
経済モデル分析プログラム 統計計算ライブラリを含む	44	90	43
リニャプログラム	81	52	44
P E R Tプログラム	81	59	37
旧式計算機プログラムを利用するためのシミュレータ	56	15	106
情報検索用プログラム	40	92	45
文書編集用プログラム	15	59	103
汎用在庫監理プログラム	20	95	62
汎用生産管理プログラム	15	78	84
汎用データ変換プログラム	38	70	69
設備投資計画プログラム	12	82	83
A P T システム	29	25	123
土木建築設計プログラム	11	37	129

第4-3表

	1	2	3	4		点 数
ALGOL	1人	10人	34人	120人	12人	222
COBOL	79	49	35	4	10	537
FORTRAN	27	71	63	7	9	454
PL/1	73	33	33	29	9	486

第4-4表

一種だけ	77人
何種か	89
	11

第4-5表

	1	2	3	4		点 数
コンパイル速度が早い	29人	41人	46人	55人	6人	386
オブジェクトの効率がよい	79	57	24	11	6	546
オブライルのコア占領域が小さい	26	35	48	62	6	367
言語の機能が大きい	58	41	41	31	6	468

4・2・2 第4世代のソフトウェアの傾向と問題

現在のソフトウェアのもっている傾向が、ほとんどそのまま、第4世代においても引きつがれるものと考え、次のような傾向が見られるであろう。

4・2・2・1 汎用言語

汎用言語は、現在4種が使われている。このいずれも5年～10年の歴史をもっており、したがって、あと5～7年の内に、もし追加される言語があるとしても高々1種であろう。PL/Iは、コンパイラの良いものができれば、かなり普及するであろう。これは、COBOLの普及を妨げた一因が、効率の悪い初期のコンパイラであったと考えられる点からも推定できる。また、会話型の汎用言語としても使えること、第4世代のソフトウェアのための作業用言語となる可能性などを考えると、粗くいって、IBM社の現行シェアの50%、すなわち30～35%のユーザーが、PL/Iを部分的に使用するのではないかと考えられる。

FORTRANは、その言語的制約にもかかわらず、かなりのシェアをもつであろう。技術計算の80%以上が、依然としてFORTRANで書かれ、のこり20%を、PL/IとALGOLとで分けることになる。ALGOLは、IBM社でも提供を始めたけれども、そのシェアは、ますます少なくなると思われる。

COBOLは、汎用言語による事務処理の70～80%を占めることになるであろう。ユーザーで、アセンブラでプログラムする所は、めったに見られぬことになるであろう。

4・2・2・2 会話型汎用言語

会話型汎用言語としては、いわゆる汎用言語をベースにしたものが有力になるであろう。そう考えると、PL/Iと、FORTRANをベースにしたものが、有力な候補になると考えられる。(COBOLは、その言語の性質上、会話型言語として不向きである。)

しかし、会話型言語は、提案されている種類が多いことと、そのどれをとっても、決定的だと思われるものがないことなどから、果して統一的な言語が生まれるかどうかに疑念もある。

会話型の場合は、それを用いて表現すべき内容が単純なことが多く、また、汎用言語をベースにしている場合や、単純な表現法だけを認めている場合には、言語の習得が容易であるから、いろいろの言語が提案されても、それをこなすことに無理が少ない。更に、完成したプログラムを、新型機に適用するために必要とされる。いわゆる、リプログラミングの問題は、バッチ処理においては、重要なテーマであるけれども、会話型言語については、まだ、その歴史が新しいために、さして問題とはなっていない。

これらの理由は、すべて統一的な言語が、生まれないことを支持するが、1952年ごろの動き

が、1958年ごろにFORTRANとして成立したことを考えると、やはり、統一的言語が生まれてくる可能性も強いと思われる。

言語は、その仕様が良いかどうかだけで、その普及がきまるものではなく、どれだけの金と人と時間を投入して、そのコンパイラ作成と言語普及の努力をしたかということの方が、より重要である。

言語としては、BASICのような簡単なものが有力な統一候補であるが、汎用言語と併用できるものも、他の有力な統一候補となる。

4・2・2・3 特殊言語

LISPのように汎用性の強い言語で、コンパイラの効率などの点で、ユーザー用の汎用プログラムに昇格しないものを除くと、いわゆる汎用言語以外の言語は、何かの応用分野のための言語である。応用種別を数えると、1968年ですでに2000種になっているといわれ、したがって、作ろうと考えれば、いくらでも多くの言語を作れることになる。事実、これまで、特殊言語の種類は増える一方であったし、今後も増えつづけるであろう。

特殊言語の中には、特に会話型に適した言語も含められる。RPGに代表される。パラメトリックな情報だけを与えれば、プログラムが構成（または生成）されるような形の言語も、今後有望な特殊言語の、一グループである。

いわゆるビジネス用のデータ処理は、現在我国で、全情報処理の85%、米国で70%といわれている。5年後には、わが国においても70%近くに低下するであろう。このプログラムの大部分は、現在COBOLで生産されているが、将来もその形であるかどうかは疑問である。現在の小型機に見られるような、手法の標準化の傾向が、大型機においては特殊言語の開発となって表われてくるであろう。たとえば、米国のあるソフトウェア会社*が製作した事務用の特殊言語“MARK IV”は、COBOLとくらべて10倍の高速処理ができ、プログラミングの手間も、全然問題にならないといわれる。このような、パラメトリックなジェネレータ形式のソフトウェアは、5～7年後には、現在よりも、もっと一般に普及しているに違いない。

4・2・2・4 特殊ハードウェアむきの言語

汎用のハードウェアを、特定の分野に利用する場合の、特殊言語が重要であることを、前節では述べた。別の場合、つまり、特殊のハードウェアを巧妙に使うための、特別なソフトウェアも重要である。応用という観点からすると、必要ならば特別なハードウェアを計算機に連動

* Informatics Inc.

したというだけのことで、本質は、前節と何ら変るところがないが、便宜上、ここで、特殊なハードウェアを利用する応用に触れることにする。

特殊なハードウェアとしては、現在の感覚で特殊と考えているが、5～7年後には、一般的なハードウェアと見なされうるもの、たとえば、図形あるいは特殊文字の、読取りあるいはプリント、表示などの機器、マイクロフィルムやマイクロフィッシュ用の、読取りあるいはプリント機器などもあるが、あきらかに特定の機器に対する制御装置、あるいは、測定装置がその中心であると考えられる。中には電子計算機と連動させるために、いろいろの工夫をした機器があるが、本質的には、人間の監視または制御のときに使われたものと、変わっていないと思われる。

これらのすべてをつくすことは無論できない。また、現在すでに計算機と連動していないものでも、5～7年後には、かなりのものが連動可能となり、また、経済的にも引合うものになるであろう。

二、三の例をあげよう。たとえば、工作機械の制御装置などは、すでに現在でも実用の域に入っており、また、石油精製プラントにおいては、石油の需要報告と、原油の入荷状況などをLPで解析し、最適の生産計画を毎日、精製機械にオンラインで指示することも、米国では行なわれており、すでに無人工場の感を与えている。

鉄鋼の平炉の制御、航空機の自動発着陸、X線による結晶解析の自動化など、多様な応用分野が技術的に解決されつつある。

また、ゲームについても、たとえばケルン大学では“ロビイ”とよばれるヒューリスティックなプログラムを内蔵したシステムの開発研究が行なわれており、かなりの成果をおさめているとも伝えられているが、このようなヒューリスティックなプログラムが、新しい機器の連動に関して、より深く研究されてゆくことは確実である。

測定と制御の問題について、人間にとって危険な職場、たとえば放射能、毒性ガス、あるいは爆発の可能性のあること、超高温、超高湿、超低温、極めて強い異臭、酸素の不足、その他の悪環境から人間を解放し、機械の手によって安定な作業をする問題がある。その他、人間がもはや、ついて行けないほどの敏速な判断、反応、あるいは大量の情報を消化し、大量の場所に指示を送るなどの、いわば人間の機械的な限界をカバーすることについての問題もある。

また、逆に、人間が最も得意とする部分、たとえば、パターン認識、規定できない状態の認識、処置の判断などを、最も人間に適した方法で、機械的制御系の中に、とり入れてゆく方式についての問題もある。

これらの問題は、まだ、現段階では、手さぐりの域を出ていないが、次の世代においては、かなり見通しをよくする理論、あるいは実験的な成果などが出てくるものと思われる。

4・2・2・5 管理プログラム(一般)

管理プログラムが、ハードウェア管理、データ管理、タスク管理、ジョブ管理という形に整理されたのは第3世代に入ってからである。これでも、TSS関係の管理プログラムを考えると、再編成の必要性も考えられる。

管理プログラムについても、コンパイラなどと同じく、いくつかの要点がある。たとえば、

- a 管理のためのオーバーヘッドが小さいこと。
- b 管理のサービスがゆきとどいていること。
- c 管理プログラムの大きさ、特に、それが占める主記憶領域が小さいこと。
- d 管理範囲が広く、いろいろの使い方に対処できること。
- e 管理条件の指示方法が簡単で、できれば、何も指示しなくても、適切な管理を行なえること。

これらの各条件は、やはり、ある程度まで、互に矛盾しており、それを解決するために、現在、次の3つの方法が行なわれている。

a システムジェネレーション

基本となる汎用のシステムを開発しておいて、現実のハードウェア機器構成や、ユーザーの使い方に応じて、システムを編集、生成、変更して、目的に応じたシステムを作り出す方法。

b デフォルトルールの設定

基本となる使い方を設定し、何も指示を与えなければ、その使い方で行われるというルール。この考え方は、広く用いられている。

c 目的物のシステムの設計

システムジェネレーションは、実際に行なわれているが、やはり、小規模の管理プログラムと大規模のそれとは、かなり異なるし、またたとえばFORTRANだけの連続処理を企図した、バッチ用の管理プログラムと、TSS用の管理プログラムとでも、全然違ったシステムだと考える方がよい。

そこで磁気テープ中心のバッチ用のOS(TOS)、磁気ディスク中心のバッチ用のOS(DOS) TSSもバッチも行なえる汎用のOS(OS)、最も単純な、連続バッチ処理用のOS(PCP)などの区別が、IBMの現行の管理プログラムにも見うけられる。

以上3つの方法は、多くの場合、併用されている。5~7年後になっても、このことは変ら

ないと思われる。

しかし、システムジェネレーションの方法は、現在よりも、もっと拡張されるであろう。現在、このジェネレーションのために、数時間の計算機時間を使うために、必要なシステムが何種もある場合は、あらかじめ、それらをジェネレートしておいて、それをファイルに入れておく必要があり、したがって、ファイルの量と、OSの切替え時間の制約をうけており、また、各種の管理プログラム間づ、データや処理プログラムの扱い方が異なるための不都合もあったけれども、第4世代のシステムでは、これらの問題点をなくすために、次のような方法がとられるであろう。

a 今よりも、もっと、ユーザーの意向を入れやすいような、システムジェネレーションを実行できるようにする。

b システムジェネレーションを2段階にして、たとえば、半製品と、その再加工という考え方を採用し、ダイナミックなジェネレーションを可能にする。

デフォルトルールの採用は、今後も行なわれるが、現在、一度きめたルールは、なかなか変更できない。その理由は、プログラム上の制約と、使う人間の教育上の制約（つまり、人間は、なかなか、ものを覚えにくくまた、一度、習慣になったことから、なかなか脱却できない）という点である。

プログラム上の問題は解決できるが、人間の問題は難かしいので、今後は、全体のユーザに対するデフォルトルールとは別に、ユーザーのローカルな影響範囲内で、任意にデフォルトルールを設定することの可能性が与えられ、そのような形で、ユーザーの個人的な要求を満たすことになると思われる。これは、乱用すると、新しい障害になる点、注意が肝要である。

この手法は、すでに、いわゆるカタログ手続きとして知られている手法によって、実現は可能であるが、経済的に可能かどうか、無用の混乱を生じないかどうかについて、5～7年後における解決を要する問題である。

個々の管理プログラムを、何種も作るということは、おそらく、やめるわけにはゆくまいと考えられる。むしろ、情報交換の必要のあるユーザー同士で、交換情報のインタフェースを合わせることを行ないながら、管理プログラムそのものは、まったく別の、そのユーザーごとに最適のプログラムによって構成されているという形が、5～7年後の、管理プログラムの形ではないかと、考えられる。

現在の管理プログラムは、タスクあるいはジョブが中心となっている感が強いが、第2世代のIOCSが、今日のほう大な、データ管理に成長したという傾向と、将来、ますます重要と

なる互換性の問題とを考え合わせると、第4世代の管理プログラムは、データ管理が中心となるものと考えられる。

データ管理の部分は、ユーザーが使うデータの件数、データの構造、データの種類、使用頻度、使用方式(Read, Write, Delete, Append, Execute) など、現実の条件によって、最適性が変動する。したがって、データ管理の方式自体も、ユーザーの使い方を調査して、ヒューリスティックに変更してゆくことも検討されねばならない。この調査のために余分のオーバーヘッドがかかるが、これを考えるべきかどうか、もし調査を行なうべきならば、それをハードウェア化してはどうか、などについて、早期に研究が行なわれ、必要となれば新しいデータ管理が生み出されると思われる。

データ管理と、ハードウェアのファイル・主記憶・レジスタ等の管理とは密接な関係がある。また、プログラムもデータの一つであるから、将来のデータ管理は、今のデータ管理をかなり拡張した、情報管理と名づけるべき、管理プログラムに成長すると思われる。*

4・2・2・6 管理プログラム(通信)

バッチ処理用のシステムは、第4世代になると全体の約50%になり、何らかの関係で通信機構をもつシステムが多くなってくる。

この時点で、特に通信に関しての管理プログラムが重要となってくる。

現在の通信手段そのものについては、すでに、技術的にはほとんどの困難を排除できたといえるかもしれない。しかし、TSSという観点から見ると、次のような点が、まだ未解決である。

a オーバヘッドの増大

現在の大型TSSでは、使用者数が増すとマルチプログラミングの効率は急激に低下する。たとえばIBMの一研究所長**は、200の端末を使うとシステムの効率は10%に落ちてしまう例があると述べている。

b 超高速伝送の問題

現在わが国で行なわれている伝送速度の10ないし100倍の伝送路が開発され、活用される必要がある。これは、端末機器として、小型の計算機を考えたり、大型機同士の通信を考えた

* これとともに、データベースを中心とする、情報管理システムという考え方が成長して、そのシステムの一部に、OSが埋没した形も、勢力を得てくるであろう。あるいは、これが将来の管理プログラムの、止揚した形かも知れない。

** M.C. Andrews: チューリッヒ研究所長

りすると、当然のことであるが、この新しい通信の場合の諸問題を解決するには数年間は少くも必要であろう。

c 通信の機密保護

通信された情報が、物理的には共通のファイルに蓄積されることから、ファイルおよび通信の機密保護に難かしい問題を生ずる。

また安全性・信頼度という観点からいっても、いろいろの問題が提起されている。大体解決の方向にあるけれども、問題がないわけではない。

その一つは、これまでは、機密保護の対策は、主としてユーザー端末からの、不心得者に対して考えられていたけれども、5～7年後の問題としては、プログラム作成者や操作者の誤りを犯したり、あるいは、その中から不心得者が発生したりすることも考えておかねばなるまい。

これは、格段に難かしい問題である。

現行の通信システムでは、オペレータが関与する情報量が小さいことと、重要情報を扱う場合には、それなりに特別の処置をとりやすいという利点がある。すべてが自動化すると、極端な中央集権型の通信制御が行なわれているのと同じことであるから、中央での意識的な不正行為や、無意識的な誤りの影響は極めて大きなものとなる。

d ターミナルの問題

5～7年後には、便利なターミナルが多種開発されてくるであろう。必然これらをラインにつなぐときの、物理的なインタフェース、いいかえれば、変復調や、通信制御のための標準化は行なわれるであろうが、情報の実体には、手をつけることは難かしい。

そこで、データの変換という問題が、大きくクローズアップしてくるであろう。

e 診断と自動回復

バッチ処理においても、診断と自動回復は重要な問題であるが、通信系を含む場合は、ローカルな再試行ができないので、更に重要な問題になる。

診断のためにマルチプロセッサにすることが行なわれるかも知れないが、マルチプロセッサにしたための問題も大きい。そこで5～7年後の大型のシステムは、マルチプロセッサシステムについての問題の解決にあるとも考えられる。

また、診断のために、通常の障害記録は勿論、障害として表にでなかったような、トランスミットした障害も、ハードウェアによって記録させ、それを人間や、ヒューリスティックな診断保守プログラムが活用するということも必要になってくるであろう。

f その他

この他、費用の計算などにかからんで、経済学的な、あるいは政治的な問題もある。またこのような通信システムの規模、効果などが大きくなると、重大な政治的、社会的な問題として、技術面を超えた配慮が必要となり、その配慮を、何らかの形でプログラムの中に具体化する必要がでてくるであろう。

4・2・2・7 応用ソフトウェア

ユーザーが書くプログラムは、まず、最も簡単な、会話型の言語か、あるいは、パラメトリックなジェネレータ（つまり、特殊な言語、たとえばRPG）などによって作られることが多くなるであろう。おそらく、一般の言語によってプログラムすることは少くなり、言語を習ってプログラムするという感覚ではなく、与えられたフォーマットの中に、必要なパラメタを書きこむだけでよいという場合が多くなるであろう。会話型の場合も、あたかも空所に適当な文字数字などをいれればよいという、テスト問題のようになる可能性もある。

したがって、ユーザーは、言語について、未熟なうちからプログラムを作ることにも可能になるであろう。

もちろん、何回も使うプログラムを作ったり、汎用性のある大きなプログラムを作ったりする人は、会話型のFORTRANやPL/Iを使うことになるであろう。

更に本格的なプログラムを組もうということになると、本格的な汎用言語を使うことになるであろう。

小さなプログラムだから特殊の言語で組むということが行なわれるとは限らない。たとえば特殊言語の効率のよさは、汎用言語がなかなか追いつけないから、特定の分野の仕事については、大きなものほど、特殊言語を作って、それでプログラムすべきだということも行なわれるであろう。

そこで、ある程度広い層で使われるということがわかれば、特殊言語が、次から次と生産されることになるであろう。これらは、後に記すように、ソフトウェア会社から、いわゆるカンジメソフトウェア(canned software)として売り出されることになるであろう。

また、数学的モデルをプログラム化したソフトウェア、たとえば、スケジューリングプログラム、予測用プログラム、数学的プログラミングシステム、経済計画プログラムなどは、内容的に現在よりも発達したものになるとともに、プログラムの構造としても、今よりも、もっとインスタント利用の傾向を打ち出したものになるであろう。

たとえば、LPシステムというようなものは、極端に言えばなくなってしまい、石油産業における生産調整・販売計画システムとか飼料工業における最適生産プログラムなどというよう

に、特定の用法ごと、プログラムやLPについての最小の知識で、LPシステムを利用できるようになるであろう。むしろ少ない知識で利用しようというよりも、利用者の専門知識、たとえば、石油の需要とブレンドの知識、飼料の種類と原材料の関係などの知識をフルに使えるような形で、そのLPシステムを運用できるようになるであろう。

このように、ソフトウェア側を拡大してゆくことによって、システムへの適合性を高めるといふ傾向とは逆に、システムそのものをソフトウェアに合わせることで、あるいは、既製のソフトウェアとシステムとのギャップをうめるためのソフトウェアを製作することは、やはり、つづくであろう。したがって何でも既製品でというわけにはいかないが、ちょうど、洋服が既製品でほとんど間に合うように、第4世代の応用ソフトウェアは、すぐれた既製品、イージーオーダーの時代になることであろう。

4・2・3 ソフトウェア開発技術

4・2・3・1 作業用言語

ソフトウェアの開発は、ユーザー側については、第3世代までに、かなり整備され、更に第4世代において、一層の進歩が見られると予想される。

システムズソフトウェアについては、第3世代において、はじめて、ハードウェアに依存しないソフトウェア開発用の言語(machine independent language)が開発され、それによって、システムズソフトウェアを記述しようということが試みられている。これは、現段階では、能率の点、すなわち、この種の作業用言語で書かれたシステムズソフトウェアの効率が、アセンブラによって書かれたものにくらべて劣ると考えられているが、第4世代に入ると、オブジェクトの効率を特別に配慮したコンパイラを作ることによって、汎用性のある作業用言語でシステムズソフトウェアを記述するということが行なわれると考えられる。

その結果、一度確立された技術は、確実にプログラムとして保持されることになるので、システムズプログラマーのマンパワーの節約に大きな貢献をするものと考えられる。

4・2・3・2 ソフトウェアのハード化

たとえマルチプログラミングの場合でも、ミクロに見ると、1つのプロセッサは、同時に2つの命令を消化しているわけではない。(アドバンステクニックのことは無視する。)これに対して、ハードウェアの場合には、マクロに見ると順次処理のようでも、ミクロに見るとかなりの同時処理を行なっている。

そこで、ソフトウェアの効率を高める手段としては、ソフトウェアをハード化することが、

もっとも手取り早い方法である。ソフトウェアのハード化の障害は、ハード化されると、システムの初期コストが高くなることと、プログラムのゆうつ性がなくなってくるということである。とくに、あとから変更することが、ソフトウェアの通例のようにになっている現在では、ハード化は、一般には困難である。

しかし、第3世代においても、ディスプレイ関係のソフトウェアは、短期間のうちに、次から次にハード化された*。これは、きわめて短い時間(33 ms)に、基本の操作をすべて処理するという至上命令があったために、他の障害を無視してハード化が行なわれたものである。

しかし、同様なことは他の応用ソフトでも発生するであろうし、また、絶対的な時間的制約がない場合でも、時間の節約は大きなメリットであるから、ソフトウェアのハード化の可能性は、常に検討されるにちがいない。しかも、第4世代においては、ハードウェアのコストの低減が期待されており、OSの中心部分は必ずハードウェア化されると考えられる。

4・2・3・3 デバッグングの手法

デバッグングが困難とされる理由は、どういうテストをすればよいか、あるテストを行ったときに、期待される正しい解はどんなものか、もし正しい解でないものがでたら、どのように処置すべきか、という問題が、あまり明らかでないためである。

第4世代においては、テスト用の情報、テストの方式、誤りの原因を速やかにつきとめるための道具、誤りを起しにくいような作業方式などが考え出されて、デバッグングについては、かなり改善された状態をもたらすと期待される。

テスト用の情報を、どのように集めたらよいかという問題は、これまでは、あまりにも個々のプログラム間で相異があったため、解決への方向が困難であったが、今後は、汎用性のある、したがって、テスト情報として何を用意すべきかをきめにくいものについては、標準問題、標準データが整備されてくる見込みがある。また、特殊な分野の応用ソフトウェアについては、問題を簡単化して、テストしやすいものにもってゆくことが行なわれる。そして、プログラムを結合したときに、何をテストすべきかという点で、新しい研究が進むであろう。

会話型のプログラム作成方法が進歩すると誤まりのチェックは容易になり、また、いわゆる不注意によるエラーは、計算機側によって検出されるようになるであろう。この結果、プログラムの誤りは、おかしにくくなる。一方、プログラム開発手順についても、整備されてゆき、

* CACM June, 1968 (vol 11, No. 6)

On the design of display processors

T. H. Myer, I. E. Southerland

プログラム仕様を明確に記述する方法が確立すれば、与えられたプログラムが、その仕様と合致しているかどうかのチェックを、かなり自動的に調べることができるであろう。これは、プログラムの自動開発の一手手前である。

なお、デバッグを経済的に行なうために、昔おこなわれたオープンジョブは、これを排除し、クローズドジョブまたは、TSSモードでデバッグするのがよいが、この場合の問題点、とくに、プログラマーの立場からの要求を満足させるようなデバッグシステムが、提供されるようになるであろう。

デバッグについては、これまでは、ただやみくもに、仕様とプログラムとテストデータとの関係をつついていた感があるが、プログラムが、どのようなアルゴリズムによって作られているかということを、はっきりと意識した、新しいデバッグの方法が行なわれるようになるであろう。

4・2・3・4 コンパイラコンパイラなど

ソフトウェアの自動作成の研究として、たとえばコンパイラについて、コンパイラコンパイラの研究が行なわれている。これが、どの位、のり多い成果をあげるかについては、まだ、はっきりした見通しはないが、第4世代のうちに、その結論がでると思われる。

ソフトウェア制作上、欠くことのできない文書化の問題は、たとえば、プログラムからフローチャートを自動的に作り出すこと、プログラムの説明書の自動編集、プログラムデバッグ用のテスト情報の自動生成と管理、プログラム試験の自動化と、記録の自動化、プログラムの部分修正の自動化、などの機械化手法の開発によって、大きく改善されるが、この内、簡単なものは、第3世代のうちに実用化され、やがてディスプレイ装置や漢字プリンタなどの新しい入力装置の実用化と並行して、第4世代において次々と試作され、完成されてゆくものと考えられる。

4・2・4 ソフトウェア制作者

ソフトウェアの供給者としての、ハードウェアメーカーの負担は、今後ふえることはあっても減ることはないであろう。

およそ汎用性のあるソフトウェアは、ことごとく、ハードウェアメーカーが提供してきた実績があるので、第4世代になっても、そのサービスを続けなければゆかないであろう。

しかし、ハードウェアだけの計算機を買いたいという意見、または、一部のソフトウェアのサービスを不要だとするユーザーの意見が、もし強くなり、次第に一般的意見になるよう

あれば、あるいは、一部または全部のシステムプログラムを供給しない代わりに、少し安くハードウェアを供給することもありうるであろう。

実際に、このような試みをした例もあったけれども、ソフトウェアは、一度開発をすると、そのコピーを作り保守をしてゆく手間は開発の手間とくらべると、かなり安いから、一部のユーザーだけに、ソフトウェアをなしでハードウェアを安く提供するということは、いづくして行ないがたい。(あまり安くならない)

ある種のソフトウェアを全然開発しないで済ます代りに、安い費用で、効率の低いものを用意しておくことも考えられるが、ソフトウェアを、販売の重要なポイントにおく傾向からすると、そのようなものは、あまり受け入れられないであろう。

汎用性のあるもので、メーカーが供給しないことを宣言できる可能性のあるものは、たとえば、FORTRAN を供給する代りにALGOLを供給しないこと、などのように、何かの代替機能がすでに供給できる場合である。

応用ソフトウェアについては、ユーザー側で要求の小さいうちに、メーカー側が、有償提供、または提供しないことを宣言しない限り、実績が作られてゆけば、供給しないわけにはゆかなくなるであろう。しかし、特別な分野の応用ソフトウェアについて、メーカー側の有償提供という宣言が行なわれることは充分に考えられる。その場合、メーカーの足並みがどうそううかに問題もあるが、もし、その宣言がユーザーの認める所となれば、新しい関係が生まれることになる。このようなことがないとしても、将来、ユーザー側の負担は、どうなるかといえば、ユーザーが自分の費用で作るべきソフトウェアの質も量も、ますます大きくなるであろう。たとえば、汎用言語の価値は、いわば、伝家の宝刀のようなものになり、通常は、もっと効率のよいシステムで組むべきであるということが、はっきりしてくれば、そのようなシステムを開発するか、買うかする必要がでてくる。

メーカー提供のソフトウェアを、今でも、全然手を加えずに使っているユーザーは、大ユーザーの中には少ないであろうが、その傾向は、むしろ強まってくる。

そこで、ユーザー側で準備すべきソフトウェア、ユーザーが準備すれば、それだけユーザーの利益になるソフトウェアの種類が多くなる。

ユーザーは自分で開発したソフトウェアを何らかの手段で、ソフトウェアの市場に出して販売しようと思えるようになる。

一方、ソフトウェア会社はユーザーから開発を委託されたり、または、需要を見こして開発をすすめることに力を入れるようになる。現在は、ソフトウェアの市場が小さく、したがって

需要予測が困難であり、しかも投資金額が大きいから、ソフトウェア会社が、自費で研究開発をすることは、ほとんど行なわれていない。むしろユーザーからの委託で開発したものに手を加えたり、すでにどこかで作ったソフトウェアに手を加えたりして、それを一般に販売しようという例がかなり増えている。

ソフトウェア会社は、計算機時間を売ることと兼ねているので、計算機時間販売に寄与するようなソフトウェアについては、自費で開発することも行なわれているし、今後も増えると思われる。

現在、ソフトウェアの市場は小さく、また市場の紹介も、ソフトウェア会社の販売努力や、一、二の雑誌による連絡、大学・研究所の季報などに頼っているが、次第に、その規模は大きくなり、また、ソフトウェアの紹介についても、現在の文献紹介業のような形で行なわれる可能性がある。

5～7年後の、ソフトウェア関係の市場は、わが国においても、現在の米国なみになる可能性がある。

わが国においては、小型機が、大部分の台数を占めている関係から、今日の米国に見られるような発達は、難しいとする向きもあるが、ソフトウェア技術者の効果的な利用という観点からいっても、メーカーの技術者は別として、ユーザー側の技術者が、自社のための個有ソフトウェアの生産に従事するよりも、ソフトウェア会社を通じて、その技術を広く社会に提供しようとする可能性は大きい。

4・2・5 ソフトウェア標準化

4・2・5・1 標準化の動向

FORTRAN, ALGOL については、すでに JIS が制定され、流れ図用の記号とその用法や、COBOL などの JIS も、近く制定の気運にある。

PL/I についての JIS も、3～4年のうちに制定される可能性は考えられる。こうして汎用言語の言語仕様の標準は制定されると、実際に、それに準拠したコンパイラがどれだけ作られるかということが問題になる。これはメーカー、ユーザーの考え方と政府の指導方針によって、きまってくる問題である。しかしおそかれ早かれ、JIS と現実との一致が見られるようになることは、明らかである。

汎用言語以外で重要なものは、会話型の言語、会話方式の制御で用いられるコマンド、管理プログラムへの指示となる。ジョブ制御言語などがあるが、これらは歴史が浅いだけに発展の

途上にあり、下手にきめるわけにも行かないが、操作の仕方に関することが多いから、標準化できれば要員教育上などの効果大きい。これらの標準化が JIS 化へつなげる動きになるためには、少くとも3年間の時間がかかるであろう。この種の問題については、何を、どこまで、どのように標準化するかを検討し、そして、標準化した内容を、現実の普及へと持ってゆくための、具体的な施策が必要である。

一方、TSS サービスが、わが国においても始められると、最初に、大規模にスタートするサービスの方式が、そのまま定着して、一つの標準になる可能性がある。

TSS サービスについての標準方式のあり方については、米国などの例を充分調査し、いかにあるべきかを慎重に検討して、最ものぞましい形をとりあげてゆくべきである。

いわゆる応用ソフトウェアについては、その標準化は、ほとんどあり得ないであろう。

むしろ、ローカルなユーザーグループを対象とする、一種の標準的なソフトウェアパッケージが販売されるという形が、5～7年後の姿であると思われる。

管理プログラムやサービスプログラムについては、ハードウェアとの関連もあり、標準化することによって、システムの進歩発展を阻害する可能性もあり、また、実際問題として標準化が困難である。しかし、データの構造や、プログラムの結合、呼び出しなどの基本的な互換性については、標準化のための努力が続けられ、また今後5年間のうちにはかなりの標準化が進むものと考えられる。

完成品としてのソフトウェア以外の面で、たとえば、プログラマー、オペレータなどの教育の面、プログラムの説明書の書き方や、プログラム自体の書き方など、いわゆる文書化の面などで、標準的な考え方や実施の方法が具体的な目標として、とりあげられるようになるであろう。

4・2・5・2 ある第4世代計算機の標準化の試み

標準化をすすめると、データやプログラムの互換性が増し、無駄な投資が減り、プログラマーや利用者相互間での、情報交流が容易になり、教育効果も大きくなるといわれている。

しかし、標準化は、前節にも述べたように必ずしも容易なものではない。この困難さを認識した上で、しかも標準化によって、長い目で見て、コストを軽減しようとしている例として通産省の、超高性能電子計算機の開発を目標とする、大型プロジェクト（以後、単に大型プロジェクトという）のソフトウェアについて述べる。このハードウェアは、第4世代機の一つであると考えられ、日立製作所、日本電気、富士通の3社が結成した、超高性能電子計算機研究開発組合（以後、組合という）が、1970年度完成を目標として開発を担当し、ソフトウエ

アは、日本ソフトウェアが、ハードウェアに依存しない部分を、組合が、ハードウェアに依存する部分を、それぞれ分担して開発している。

通常、試作のソフトウェアは、試作のハードウェアだけに有効なものであるが、大型プロジェクトでは、ハードウェアを商品化するために、多少変更しても、その影響によるソフトウェアの手直しは、最小限にとどめたいと考えている。

もちろん、大型プロジェクトのソフトウェアは、試作システムであるから、そのプログラムに虫がいなくても、そのままを商品として利用できるとは、考えていない。しかし、すでに虫のいないソフトウェアが、商品化の初期において、使えるということは、大きな利点であることは、間違いない。

大型プロジェクトでは、ソフトウェア開発の手順を標準化し、ソフトウェア機能の拡張性を著しく高めたので、試作ソフトウェアの機能拡張は、従来よりも容易であり、したがって、商品としてふさわしい所まで、無理なく成長させうるものと考えている。

具体的には、このソフトウェアは、次のような方針によって開発中である。

- (1) 開発すべきソフトウェアの仕様をきめると、それを、ハードウェアに依存する部分と、ハードウェアに依存しない部分とに分割する。
- (2) この分割の境界は、明確なものとする。
- (3) ハードウェアに依存する部分は、組合が、そのソフトウェアの開発を担当する。
- (4) ハードウェアに依存しない部分は、日本ソフトウェアが担当する。この部分は、ハードウェアが変化しても、その理由だけで、変更しなければならぬということはない。

従来は、この部分は、応用ソフトウェアに限定されていたが、大型プロジェクトでは、サービスプログラム、コンパイラをはじめ、管理プログラムの主要な部分も、ハードウェアに依存しない形で、開発をすすめられるという見通しをたてている。したがって日本ソフトウェア担当分は、かなり大きいといえる。

- (5) ハードウェアに依存しないソフトウェアを共通ソフトウェアと呼ぶ。共通ソフトウェアを記述するための言語（作業用言語）としては、ハードウェアに依存しない形のコンパイラ言語を制定した。それをPL/I*（ピーエルワンスター）とよぶ。
- (6) コンパイラのオブジェクトとしては、これもハードウェアに依存しない言語として、中間言語とよばれる言語をきめつつある。この中間言語におとすことによって、通常のコンパイラの機能の80%近くまでをカバーすることができると考えられる。（20%は、ハードウェアに依存するので、共通ソフトウェアの範囲から出てしまう。）

大型プロジェクトのソフトウェアは、以上の方針によって開発されているので、ハードウェアが変化しても、次のような効果がある。

- (1) コンパイラなどは、その20%程度を書きかえるのみで、新しいハードウェアに対応できる。
- (2) 応用ソフトウェアやサービスプログラムは、そのまま利用できる。(機能上の改良が必要かどうかは、別の問題である。)
- (3) 管理プログラムでも、かなりの部分がそのまま利用できる。おそらく、管理プログラムの40~60%の部分が、そのまま利用できることになると思われる。

更に重要なことは、大型プロジェクトのソフトウェアは、開発を継続することによって、ハードウェアからみても、利用者からみても、寿命の長いプログラムとして利用できるという点である。

すなわち、大型プロジェクトのソフトウェアの開発は、できるだけ、ハードウェアに依存しない形をとっているだけでなく、プログラムは、読みやすい言語で開発されていることと、モジュール化をすすめることによって、改良の影響が広範囲に拡大することがないことなど、改良の開発継続を容易にするための条件がそろっており、したがって、効率の点でも、機能の点でも、長期にわたる成長を期待することができる。

4・2・6 若干の重要分野についての予測

第1世代のソフトウェアの中心を技術計算、第2世代のソフトウェアの中心をコンパイラの完成、第3世代のソフトウェアの中心をコンパイラの普及とOSの発達と見るとき、第4世代の中心は何であろうか？

これについて、予測をすれば、OSの分化と応用ソフトウェアの発達であると考えられ、また、徹底した汎用化ソフトウェアと、徹底した効率の追求の結果としての、特殊ソフトウェアという、2元化したソフトウェアの時代ということができよう。

第4世代において、新しく開花するものは何かについて、大胆な予測をしてみよう。

これまでは、1つの世代の中心となるものの芽は、必ず、その前に成長をはじめている。そこで、第3世代において生えつつある芽を考えてみると、次のようなものがある。

- (1) 超大容量の記憶装置(100億バイト級)を活用するファイル検索システム
- (2) 超高速のマルチプロセサを利用する、超マルチプログラミングの制御
- (3) 計算機網の動作を管理する計算機

- (4) 非常にコンパクトなコンパイラ
- (5) いかなる計算機でもシミュレートする万能プログラム
- (6) プログラムの矛盾を摘出するプログラム
- (7) 計算機またはプログラムの評価をするプログラム
- (8) プログラムの仕様書からプログラムをつくり出すプログラム
- (9) 計算機の仕様書から設計図をつくり出すプログラム
- (10) 人間を教育するプログラム
- (11) 計算機を教育するプログラム

このうち、最後のプログラムが完成すれば、あらゆる分野に対して、強力な応用が可能である点に注目してみよう。もし、これができれば、自然言語の翻訳（現在、ゆきづまっているといわれている）も、人間とのゲームのやりとりもできるであろう。

その他、応用方面は広いが、果して可能であろうか？これには難かしい点があるが、多々あるので、一般的な解決は不可能と思われる。けれども、プログラムの良否の評価が、比較的定量化できるような例題については、かなり希望が持てるようである。

その意味で、単純なゲーム（たとえば儲けごと）や、単純な機械系の制御、簡単な認識問題などでは、ここ数年で、かなり高度の成果が見られるに違いない。

また、意味は少し異なるが、人間による、計算機の教育ということになると、実用性のある応用が期待できる。つまり、プログラムの書きかえのための情報を、人間に便利な形で計算機に入れば、計算機が、その指示を自動翻訳して、プログラムの修正を行なうだけのことであるから、実現させることは充分の見こみがあり、また、それだけに、高級な応用もできるというものである。

いわゆるデザインに関するもの、操縦・運転に関するもの、スケジューリングや管理に関するもの、単純大量の情報検索、または、特殊な情報の検索などは、この種の応用に入ると考えられる。

5～7年後には、人間の認識・思考の活動について定量的に把握できる分野、比較的明確な判定の出来る分野については、計算機によるシミュレートが可能になるであろう。

次にソフトウェアの効率と限界について述べる。すでに、4・2・3・2節でも述べたように、ソフトウェアの効率には限界がある。しかし、コンパイラのようなものでは、コンパイル時にかなり、ていねいなコンパイルを行なえば、オブジェクトの効率は、充分満足すべきものになる。そこで、コンパイル時に、与えられたプログラムを、できるだけ分析して、無駄のな

いオブジェクトプログラムを作るようにさせれば、コンパイルの時間と、コンパイルのための記憶領域などは、非常に大きくなるかもしれないが、その効率は、すぐれたプログラムが、アセンブラ言語でプログラムしたものよりも、良くなる可能性さえある。

このようなコンパイラを用意することによって、ソフトウェア的には、限界に近いプログラムを、個人差の少ない方式で生産することができる。

一方、オブジェクトプログラムの効率は問題にせず、ただ、コンパイルの速度と、主記憶領域の圧縮と、文法上の誤りの検出を狙ったコンパイラを作ることによって、プログラムの作成の時間は、最短にできる。

この2種のコンパイラを、徹底して追求*したならば、コンパイラに関する効率と限界とはがはっきりしてくる。5年後には、普通のプログラムの翻訳には、僅々、1秒で充分ということが、大形機の常識になるであろう。

* KDF.9におけるALGOL compiler は、この試みの一つである。

4・3 ソフトウェアの価格と生産

4・3・1 価格についての概念

ソフトウェアの価格は、普通の物品の価格とは、性質が異なっている。強いていえば、録音済のテープや撮影済の映画のフィルムなどに似ている。すなわち、材料費の占める部分が小さく、人件費と加工費とが高く、しかも複製の費用が、オリジナル製作費よりも、はるかに安い。

ソフトウェアのコストは、製作完了後に、実費を計上することは、できるが、それだけで販売価格をきめるというわけにはゆかない。どれだけの複製を販売できるかという点が、販売価格をきめる一つのポイントである。

市場価格というものも、ソフトウェアの場合は、わかっているようで、わからぬものである。FORTRAN のコンパイラのように、すでに、同種のソフトウェアが、多数生産されていて、その価格が安定している時には、市場価格が形成されているといってもよからう。市場価格をもっているソフトウェアは、古くから知られたソフトウェアに限られている。全く新しいソフトウェアについては、市場価格などはなく、従来のものからの漠然たる比較感から、大体的見当をつけることしかできない。

たとえば、FORTRAN コンパイラは、その大小によって、30,000ドルから200,000ドル位に、バラツキをもっているが、COBOL コンパイラならば、大体、この2倍ぐらいの価格になるであろう。PL/Iならば、もし、安定期に入れば、COBOL コンパイラの、更に2倍ぐらいの価格で、供給されることになると思われる。

このような予想は、専門家の間では、かなり良い一致がみられるようであって、見積りのための条件が明らかになれば、最高と最低の見積値の差異は、2対1程度を出ることは少ない。(時には、数割の差になることもある。)しかし現実には、見積りの条件が不確定のことが多く、とくに、新しいソフトウェアでは、条件が確定しないままに見積らねばならぬために、最初の予想の2倍以上の費用を使ってしまうことがある。

5～7年後には、見積りの技術も、現在よりも、はるかに進んだものとなるであろう。しかし、現在は、一種の反省期である。

1960年代の初頭においては、ソフトウェアの製作は、請負方式(fixed price)によるものが多かったが、現在は、見積りのための損失が多いことに気づいたため、純粹の請負方式は、少なくなっている。現在の主流は、正確な見積りを出せる状態になるまでの間は、実費方式(time and labor)で契約し、条件が安定した時点で請負方式に切換えるか、あるいは、最後まで実費方式にするかのいずれかの方法である。

3～5年後には、仕様の安定したソフトウェアも多くなってくるので、再び請負方式が多くなるとも考えられる。

現在は、ソフトウェアを見込生産して、それから多くの顧客をさがすという形は、危険なので、ほとんど採用されていないが、どこかの委託で生産したものを、形を変えて、汎用化し、それを、一般に販売する形は、次第に多くなっている。この傾向は、今後も続くと考えられる。

4・3・2 ソフトウェアの開発費の流動性

ソフトウェアの開発費は、人件費、計算機使用料、材料費、材料加工費に区分できる。人件費と、材料加工費は、年々、単価が上昇する性質をっており、計算機使用料と材料費とは、その逆である。

同一の仕様のソフトウェアを、同じ時期に同じ程度の能力と同じ程度の経験をもった人達で作成する場合でも、開発費は、いろいろの条件で変動する。(もちろん、人件費の単価は、差がないものとする。)

第1に、納期の問題がある。ソフトウェアの開発には、最適人数、最適計算機時間、最適納期というものがあり、ある程度、どこかの要因を、最適値から動かすことはできるが、その場合には、開発費が増大するか、納期が著しく遅れるか、何らかの望ましくないことがある。納期を無理して短かくしようとすると、かなり高いものになる。たとえば、ハードウェアが未完成のうちに、ソフトウェアを先行させるためには、シミュレーションを行なう必要があるが、シミュレーションは、実際のハードウェアの数百倍の計算機時間を消費する。

また、人を多勢投入して、納期を圧縮しようとしても、相互の連絡などの損失が大きくなって、思ったほど、納期圧縮ができない割に、コストは高くなってくる。

また、使う計算機が、使いやすいものかどうかによって、納期も、計算機の消費時間(すなわちコスト)も、大きく影響されてしまう。

ソフトウェアの仕様といっても、機能面だけをきめただけの仕様であれば、実際には、何もきめてないのに近い。どれだけの性能をもたせるかという点で、設計の仕方が違ってくるし、開発費もちがってくる。ところが、最低限、どれだけの性能を保証できるかという点になると、少し検討しただけでは、わからぬことが多い。そこで次のような準備ができてから、はじめて見積りを作るようになってというべきである。つまり、よいと思われる機能を定め、希望的な性能を定め、希望的な性能を定め、その実現可能性を、充分検討して、実行可能な機能と性能とを定め、次に、その作成計画を検討し、必要とする条件を満足する計画を定めなければならない。

ところで、これまでの経験によると、このような段階、すなわち、プランニングの段階は、全体の製作期間の40%近くを占めることが多いといわれている。^{*} いいかえると、全体の期間の半分近く過ぎないと、あとの位大変なのか、なかなか検討がつかないというのが現状である。5～7年後には、このプランニングの期間が多少縮まることも考えられるが、むしろプランニングを終える以前に、かなりの精度で、全体の見当をつけるようになるものと考えられる。

4・3・3 見積りの仕方の現状

現在、ふつうに行なわれている見積りの仕方は、次のような手順である。

- (1) 大体の仕様と納期が呈示される。
- (2) その仕様は、機能的な面が表に出ていて、性能的な面は、多くの場合、あまり強く表に出ていない。
- (3) この仕様から、およそのプログラムの大きさの見当をつける。
- (4) このプログラムが、(a)全く新しいものであるか、(b)一応確立した技術であるが、かなり困難な、あるいは高級な仕様であるか、(c)見通しのよい小型の、あるいは単純な仕様であるかによって、このプログラムを完成させるための、マンパワーに、ある重みをかける。
- (5) 使用する計算機時間についても、マンパワーにかけたと同様に、プログラムの性質に応じて、ある重みをかける。
- (6) マンパワーと計算機時間をきめ、納期との関係で、必要と思われる安全率を乗じ、最終的なマンパワーと計算機時間を出し、それに、材料費、材料加工費を加えて、コストとする。

* プログラム論理	35	%
コーディングとテストデータの開発	25	%
テストとデバッグ	35	%
最終的な文書化	5	%
	100	%

第4-6表 プログラム開発の労力配分
(その1)

IBMデータ処理基準書作成の手引き

NC 18-0094-0 から修飾引用

分析と設計	34.5	%
プログラムのコーディングとチェック	18	%
チェックアウトとテスト	47.5	%

第4-7表 プログラム開発の労力配分
(その2)

{ Farr, L.
V. Labolle
N. E. Willmorth
"Planning Guide for Computer Program Development."
System Development Corporation, TM-2314/00Q/00 より修飾引用

このコストに、必要ならば、利益を含めて見積り価格とする。

もし、ここで見積ったソフトウェアが、多数のユーザーに販売されることを前提としているならば、販売見込数で、見積り価格を割って、販売価格を出すことになる。また、この場合は、コストの中に、かなりの販売経費を織り込む必要がある。

さて、この普通の見積り方式は、大きな問題点を含んでいる。見積りの基本となるのは、このプログラムについて

- (1) 大体のプログラムの大きさの見当
- (2) 大体の困難さの見当

をつけることである。これが正しく行なわれれば、あとの手順は、一般に認めやすい形式なので、問題はない。上記の2つの見当は、経験を積んだプログラマーであれば、かなり正確につけることができるといわれているが、かなり主観的なものである。

通常、次のような手順で、プログラムの大きさの見当をつける。

- (1) これから開発すべきプログラムと類似したプログラムが、もしあれば、その大きさを調べる。
- (2) 開発すべきプログラムの仕様と、その類似プログラムの仕様との差異を明らかにする。
- (3) その差異が、プログラムの大きさに、どのように影響するかを考える。

たとえば、一部の新しい機能の追加であるのか、全体的に機能や性能を、改善または簡単化するものなのか等。

- (4) この結果を、プログラムの大きさの上で、何%と見るかを考えてみる。
- (5) もし、類似したプログラムが、全然ないならば、そのプログラムの構成を、できるだけ細分化してみる。細分化されたモジュールはなるべく均等と思われる程度に分割する。
- (6) 大体の大きさを見当づけうる程度に細分化された仕様をもったモジュールになったならば、各モジュールの平均的な大きさを推定して、それに、モジュールの個数を乗じて全体の推定値とする。

こうして作られた見当が、正しいかどうかを決めるための、決め手というものはない。

プログラムの大きさが決まったあとの、マンパワーの推定方法や、計算機時間の推定方法として、第4-8表のような数字がある。

この数字は、今後、ソフトウェア開発の手順を、統計的に解析してゆくにつれて、次第に確度の高いものに整備されるものと考えられる。

	Programmer Productivity
Production Programming*1)	6,000 - 10,000
Established technology*2)	1,000 - 3,000
New Technology *3)	500 - 600

第4-8表 プログラムの生産性

(年間に生産できるプログラムの大きさとプログラムの種類との関係。

これは、プログラムのエラーを完全に取りのぞき、完全な文書化を行なうための時間も考えた上での平均生産ステップ数である。)

IBM Users (昭和43年1月10日号)より修飾引用

4・3・4 別な見積りの手法

あるアイデアを考えついたとき、それを文章化するのに要する時間を t_1 とし、それをプログラムの形にまとめる時間を t_2 とすると、 t_2 と t_1 の間には、次のような関係があると考えられる。

$$t_2 = t_1 \cdot f(t_1)$$

ただし、文章は、すべて客観的に記述されているものとしておよそ、プログラムするためにあいまいな言葉、たとえば、「似ている」とか、「適当な」とか、「充分大きな」などという言葉を含んでいないものとする。

f の形は、常数または t_1 の一次式と考えられるが、この形は、具体的な研究によって定められねばならない。この f の形をきめられれば、プログラムを作らなくても、かなりよい見積りを得られるであろう。現時点での小規模な経験によれば、 $f(t_1)$ は、文章の質によって変化する常数で、およそ5~20ぐらいの値をもっているようである。

なお、すべてが客観的な記述とする以前の段階として、通常用語によって、プログラムに対して、かなり明解な指示を与える文章を作るものとし、その指示を作る時間を t_0 とすると、 t_0 と t_1 との比は、およそ、数十倍という値がでるであろう。

このような関係が明らかとなり、推定の確度が明らかになれば、たとえば、 t_0 から t_2 を

*1) 簡単な応用プログラムなど、見通しのよい、単純なプログラミング

*2) すでに、技術的には基本が確立しているもの、たとえば、よくわかったコンパイラの作製、分類併合プログラムの作製など。

*3) 技術的に未知なものをプログラムする場合。

推定できるならば、労力としては全体の数百分の1の作業をしてみることによって、全体を想定できることになる。

この種の簡便な見積り法の欠点は、ある要因が全体のコストを左右するかのように扱われるため、その要因の確度が、直ちに全体の確度になったり、要因と全体との相関が、安定しているかどうか、重要な問題であるにも拘らず、論理的な保証なしで（ただ統計的な裏づけだけで）それを容認せねばならぬという点である。

これに対して、SDC^{*}が行なっている研究は、コストの決定に関与する要因と、その要因の影響を、統計的に把握しようとする点では、新味はないが、多くの要因をとりあげているので、一つの要因の見積り確度に、多少の疑問があっても、他の要因を正しく見積ることができれば、全体としては安定した値を得られるので、いわば本格的な見積り方式である。

この紹介は省略するが、約100種の要因について、1966年までに、169個のプログラムを分析して、そのプログラムに適合する、要因と人月、要因と計算機使用時間、要因と経過時間に対する、相関方程式を作っている。

また、プログラムの種別を分類して、各々のサブグループごとに同様の相関方程式を作っている。この方程式の各々は、12～14種程度の要因で作られており、おもしろいことに、プログラムの命令総数などは除外されており、各要因の値は、推定しやすい形に整理されている。

この種の研究は、もっと広く行なわれ、作られた相関方程式を、実際にあてはめた場合の適中の模様なども公表されるべきである。なお、このSDCの研究による相関式を、そのままある例にあてはめて見たが、4・3・3節の見積り方式とはあまり一致しなかった。実際の結果はまだわからないので批評することはできない。プログラムの開発手順と、その見積りに関する研究は、今後5～7年間に、著しく進むものと考えられる。

4・3・5 ソフトウェアの生産性

ソフトウェアの生産性を高めるためには、次のようないくつかの方向がある。

(1) 担当するプログラムの経験を深める。

全く新しいテーマを担当したときと、すでに経験のあるテーマを担当したときとでは、似た問題の場合に、分析と設計の段階で、2倍乃至4倍の生産性の向上が見られる。（第4～8表参照）

(2) 作業用言語をわかりやすくする。

アセンブラ言語でプログラムを組む場合とコンパイラ言語でプログラムを組む場合とを比べる

* たとえば Management handbook for the estimation of computer Programming costs.

と、大体において、1日平均のコーディングステップ数は、あまり変わらないようである。^{*}

しかし、コンパイラ言語で書くと、同じ内容のアセンブラ言語のプログラムよりも、2分の1ないしは3分の1のステップ数で、表現できるから、コンパイラ言語で書くと、アセンブラ言語で書くよりも、clerical workの場合は生産性が、2〜3倍上昇することになる。もし、内容のある場合でも、コンパイラで書く方が、50%〜100%の能率上昇をもたらすであろう。

この例は、本来、アセンブラ向きの場合を、PL/I で書いた場合のことであって、ふつうの応用プログラムのように、本来がコンパイラ言語向きの問題の場合は、この比率はもっと大きくなるであろう。たとえば、本来FORTRAN 向きのプログラムにおいては、アセンブラ言語で書く場合の3分の1〜5分の1ぐらいの大きさをもっているであろう。計算尺の複雑な場合には、アセンブラ言語で書くときの10分の1ぐらいに小さくなるであろう。

(3) 既成のプログラムを利用する。

いわゆる書き写しに近い作業、ほとんど頭を使わずに済むプログラムは、通常の（オリジナルを必要とする場合の）プログラムとくらべて、3〜10倍も楽であり、したがって既製のプログラムを、そのまま機械的にコピーすることができなくても、頭を使わずに利用できれば、見かけのプログラムの大きさによらず、かなり速くプログラムを作れる。

また、オリジナルを、コンパイラ言語で書いておいて、それを必要な所だけ、与えられた機械向きのアセンブラ言語に書き直す方法によって、全体の手間を大きく省いて、しかも、かなり効率のよいプログラムを供給することができる。（効率に大きく利く部分は、意外に少ないのが普通であるから。）

(4) デバッグ用のソフトウェアの充実

デバッグに使う計算機の、ソフトウェアがそろっているかどうかは、デバッグの能率を大きく左右する。

たとえば、原始的なダンプリストだけしかないような状態と、任意の時点に、任意の部分のトレースを、能率よく行なうことができる状態を考えてみても、その差は明らかである。

カード、テープ、ディスクバック、プリントなどの媒体変換、コード変換のプログラムや、

* clerical workでは、コーディングはステップ数に比例するからコンパイラで100ステップのものと、アセンブラで100ステップのものは、同じくらいの手間である。内容のあるものでは、コンパイラで100ステップのものと、アセンブラで、100ステップ（つまりコンパイラでは20〜30ステップ）のものでは、コンパイラの方が密度が濃いだけに時間がかかる。しかし、それは大したことはない程度であろう。

カードの部分差し換えと同等のことを、テープやディスクなどについて行なえるかどうか、なども、能率に大きく利いてくる。

特にデバッグ用というのではないが、アセンブルやコンパイルの時間が速いかどうかもある大きな問題であるし、いつでも計算機が使えるかどうかに至っては、能率と直結した大問題であり、TSSの機能があるかどうか、あるいは、OSが、いかにうまく運用されているか、などにも関係した点である。

(5) 文 書 化

プログラム作成者が、途中で交替すると、能率が10分の1に低下するという。^{*}もし、プログラムに関する充分な説明を与えるための文書がなければ、交替は、途方もない損失をもたらすであろう。

文書化のための訓練や、方式の樹立と励行とは、生産性向上のための、地味ながら重要な手段である。我国では、人の交替という問題が、あまり発生しないために、文書化は、あくまでも将来の保守や、仕様の拡張、変更などにおける、生産性の向上のための問題であると受取られ勝ちであるが、今後、プログラマーの流動性が増す可能性、システムの規模が大きくなるために、どこかでだれかが作業を続けられなくなるものの可能性などがあるので、真剣に考えねばならない。

文書化を正しく励行すると、デバックまでの準備に落ちがなくなり、デバックが能率よく推進できる点も、大切な点である。

文書化のために、それを容易とするソフトウェアを開発することによって、全体的な生産性を高めることができる。たとえば、流れ図の自動製図、文書の編集の自動化、プログラムの自動編集と註の挿入、文書の自動登録と配布システム正規文書の形式の自動検定、などが実用化されつつある。5～7年後においては、文書化関連のシステムは、重要なシステムとして必須化しているであろう。

(6) 検査用のデータの集積

プログラムの検査を、能率よく行なうためには、系統だった検査用データを、あらかじめ、充分検討の上、用意しておかねばならない。これが用意されていれば、検査後、もしなにかの修正をしたときにも、そのデータを全部通してみても、その修正が正しかったことを、手順よく確認できる。

コンパイラなどの検査のためには、文法にあった標準的なプログラムと、人間が犯すと考え

* D. H. Brandon; Management Standards for Data Processing
(van Nostrand発行)

られるあらゆる誤りをもりとんだ、検査用のプログラムとを、充分に用意せねばならない。これらは、次第に整備されており、検査は、数年前から見ると、格段に能率よくなった。これと同様のことは、分類プログラム、各種の変換プログラム、応用ソフトウェアなどにも行なわれており、5年後には、基本的ソフトウェアのための、標準的な検査データが整備され、その一部は、ソフトウェアの評価のためにも利用されるものと思われる。

(7) そ の 他

この他、プログラムチームの管理、スケジュールのたて方、計算機のわりあての方法、あるいは、仕様を明確な人工言語で記述することによって、誤をなくすことなど、いろいろの手段が考えられる。

このような、生産性向上の方向を、すべて着実に追ってゆくことによって、5～7年後には現在のレベルのソフトウェアについては、現在の3倍以上の生産性を確保することは容易であると考えられる。しかしそのころには、現在よりも、はるかに要求の難かしいソフトウェアについて、その生産性を高めるための努力が、続けられていることであろう。

4・3・6 ハードウェア生産方式との対比

ソフトウェアについても、ハードウェアの製造と対比させて、設計、製造設計、部品手配、部品生産、組立て、検査、試験という順序を考えて見ることはできる。

設計は、アナリシスであり、製造設計は、流れ図の作成、部品設計は、論理的なプログラムとハードウェアとの対応づけ、たとえば、主記憶装置のわりつけなど、具体的な内容をもりとんだ、サブプログラムの作成、部品の手配や生産は、カードパンチ、組立ては、サブプログラムの結合検査は、外観検査、プログラムシートとのよみ合せ、机上のデバッグなど、試験は、計算機を使つてのデバッグである。

このような対応づけができるので、ハードウェアの生産に関係する人々と、ソフトウェアの生産に関係する人々との対応づけも考えられている。

簡単にいえば、ハードウェアの場合は、設計、製造、試験の3者が分離しており、ソフトウェアでは、プログラマーと、パンチャーとオペレータとを、この3者に対応づけて、再編成してはどうかという考え方がある。

通常は、プログラマーを3分して、設計担当のプログラマー（アナリスト）と、製造担当のプログラマー（コーダー）と、試験担当のプログラマー（試験係）とに分け、パンチャーは、プログラマーとは別部門であるが、分類するならば製造担当に、また、オペレータも分類としては試験係に編入する。

米国においては、アナリストとコーダー（これを狭義のプログラマーと呼ぶ）は、給与体系も別になっているようである。

このように、プログラマーを分けると、よい点としては、

- (1) 各職種が独立するから、熟練しやすい。
- (2) 文書化が、自然に行なわれる。
- (3) 責任が明確になるので管理しやすい。

また、欠点としては、

- (1) 日本の場合、アナリスト希望が多くて他の職種の士気を高めるための措置が必要かもしれない。
- (2) 文書化しないで済む所も文書化せねばならない。
- (3) 全体的な責任という考え方がなくなるかもしれない。たとえば、明らかに流れ図が間違っているにもかかわらず、そのままコーディングすべきであるという事がおきるであろう。

ソフトウェアの場合、誰も知らぬうちに、その内容を1人のプログラマーが変えられるということのために、管理上、問題を起しやすいとされているが、このように設計、製造、試験を分離すると、そのようなことはできなくなる。そこで、もし、設計上に何か小さな変更があっても十分に管理できるようになる。

ソフトウェアの開発では、製作といってもすべて頭脳労働であるから、手作業のような代替性がない。そこで、設計者が、自ら製作者を兼ねる方が有利だという考え方もある。また、むづかしいソフトウェアの場合には、設計の労力と製作（コーディング）の労力との比率は、3対1程度になることもある。（通常は、製作の労力は、設計の労力の50～70%である。）すなわち、設計の労力の方が、製作の労力よりも、かなり大きいから、製作を分離してもつまらないという考え方もある。

現状では、この分離を充分行なっている所は、もしあってもごく少数であると考えられる。5～7年後の傾向としては、もし、今日の米国のようになるものならば、アナリストとプログラマーの分離ということになるが、米国では10年以前でも、現在と似た形であったことから見て、この点では、米国の形を追っているとは思えない。

むしろ、我国では、中学卒業者が減少して高校卒業者が増え、並行して大学卒業者も増えている点から考えると、プログラマー志望者は、大体において同質の人々が集まるものと想定される。

したがって、我国では、もし設計・製作・試験にプログラマーを3分しても、これは同質の人

々を、経験年数などの関係で分けたものとなり、つまり、1つの職種で、長い間働くというよりも、次々と、職種が移って行って、最終的には、アナリストとして定着するという形が、とられるものと思われる。

現在でも一つのチームの中では、このような形になっているが、そのようなチームの集合を設計グループ、製作グループ、試験グループに再編成することが、我国で広く採用されるかどうかは、チーム人数が、もともと大きくない所が多いだけに疑問であろう。^{*}

しかし、ハードウェアのメーカーの場合には、すでに、この再編成方式の利点に気付いていて、これの採用をしているところもあり、全体的な生産性という利点からいえば、設計・製作・試験の形をとるべきであろうと考えられるので、一部には、採用されて好結果を生む例も見られるであろう。

4・3・7 プログラムの管理の重要性

プログラマといえども、特別な人間というわけではないから、その管理についての一般的な法則は、人間関係や集団についての、すでによく研究されている法則が、そのまま適用されるであろう。

ここでは、特に、プログラミングという作業について考え、5～7年後について、その考えを延長してみる。

プログラミングは、頭脳労働であるから、働いているかどうかは、はたからみていたのでは、よくわからない。また、能率があがっているのかもわかりにくい。

そこで、どうやって、プログラマの現状を把握するかということが問題になる。これは、単に、プログラマの作業状況を知ること自体が目的なのではなくて、プログラマに対して、もし必要ならば、早目に、適切な助言をしたり、適当な処置をとれることを目的としていることは、いうまでもない。熟練したプログラマの場合には、ほとんどないことであるが、未熟なプログラマの中には、当然、上司に報告すべき状態であるにもかかわらず、ひとりで苦心していて、そのために、日数がどんどん経過してしまうことがある。このようなことのないように、報告のシステムを、よく訓練しなければならないが、それと同時に、仮に、報告がおくれても、問題がおきていることを、管理者に、早目に気づかせるようなシステムは、大切なものである。

チームが働いていると、最初のうちは、だれか1人がおくれても、チームとしては目立たないが、やがてプログラムの結合を始める時期がくると、おくれた人の影響は、はっきりと表に

* 米国では、1事業所で数十人以上のプログラマーをもっているところが、かなり存在している。

であるが、その時には、もう打つ手がない。たとえば、その人を交替させることはもちろん、その人に、だれかをつけることにしても、急にはどうしようもない。そこで、チーム全体が、スケジュールを変更したり、また手明きができたりして、大きく損をしてしまう。

また、もし、チーム全体が、一様におくれているならば、チーム内での乱れはないが、事は、ますます重大となる。そこで、スケジュールのおくれは、すぐにそれを検出して、何かの処置をしなければならない。

4・3・8 管理情報の報告システム

通常行なわれている報告システムは、定期的報告を義務づけるもの、たとえば、月報、週報、日報などを、書式をきめて提出させるものと、何かの活動に伴う伝票などを、報告の代りに利用する、不定期的報告とがある。

定期的報告は、習慣づけすることと、仮に特報すべきものがなくても報告書は提出するという点が大切である。おそらく、長期の開発に関しては、週報が最適であろう。

伝票を整理すると、活動が表面に出る。伝票の内容は、カードさん孔の依頼と計算機使用、他に、残業の申請または報告がある。

カードさん孔が、同一プログラムで、くり返し出ている時は、何かのやり直しをしていることを表わしており、また、計算機時間は、その量、頻度、時間帯などを見て、プログラム進行の状況をチェックすべきかどうかを知るたすけとなる。

残業も、チームの平均、全プログラマの平均と比較してみると、特に注目すべき場合がわかる。

伝票活動は、その開始の時期が、最初の予定とくらべて、おくれているかどうかを注意しておくべきである。

この他に、文書化の推進によって、早期に活動の状況を知ることができる。たとえば、プログラムの内部仕様を文書化することに、1週間のおくれがあれば、そのおくれは、全体のスケジュールで、5～20人週のおくれをもたらすであろう。つまり、5人のチームで1週間～4週間のおくれを確実に生ずるであろう。もし、その内部仕様を、1人で書いているのではなくて、チーム全員で作っているのであれば、1週間のおくれは、5～20週間のおくれを引きおこすと考えられる。

このようなことがおきたならば、計画そのものの正しさから、再検討して、必要な手を打ってゆかねばならない。

あいまいな点をのこしたまま、作業をすすめることもあるが、きめられることは、つまりぬ

ことでも、早目にきめねばならない。あいまいなままに残してもよいものは、内容が困難であって、しかも、分担の境界に関係のないものでなければならぬ。文書の内容をチェックして、見かけのスケジュールと、実質のスケジュールとを、よく見わけなければならない。

文書化が進まなければ、たとえば、計算機を使えないという形の制約をつけることによって文書化の重要性を、習慣として定着させることもできる。本末てんとうにならぬようにして、習慣として身につけさせることが重要である。

4・3・9 5～7年後の管理システム

ソフトウェアの工程を、PERTで行なうという試みも、すでに、我国で行なわれているが、5～7年後には、大規模なソフトウェア生産の場では、この種の管理システムが採用されることが、普通となるであろう。

機械化することによって、特に注意すべきものだけを、機械的にとり出すことができ、管理者が重要な点に、集中できることが、この種システムのねらいである。また、機械化のために、わりきった報告が必要となるので端的な評価を、プログラマ自身が試みるようになる。

また、伝票についても、その管理を、単に経理的観点から集計するのではなく、プログラマの進捗管理の観点から、計量するようになってゆくと考えられる。

他方、計算機時間の管理にも、計算機が使われる。たとえば、米国の社会保険庁などでは、IBM360/65を5セット、IBM7080を5セットなどをはじめ、大小あわせて26台の計算機を、バルチモアのセンターにおいているが、ここでIBM360/30を1台、時間管理用に専用している。このように、プログラム完成に必要な資材の管理に、計算機を使ってゆく傾向は、管理対象の規模増大とともに強まるであろう。（この例のように、1台の計算機を専用するか、あるいは、TSSの1台の端末を専用するかは、大きな問題ではない。）

この種の、機械的な管理手段の他に、プログラマの環境についても、もっと人間工学的な配慮が考えられているであろう。たとえば、各個人の勤務時間、勤務場所、計算機の使い方について、もっと、個人の特性に合ったシステムが考えられるであろう。

集団的なチームワークと、規則的な勤務条件を好まないプログラマーがいることと、また、その種のプログラマーの中には、かなり優秀な人がいるということは事実であるが、その逆に、規則的な勤務の仕方を好むプログラマーも多数いるということ。個室での作業を好むものも、好まぬものもいるということ、また、自分が好む条件が満足されるならば、他人と異なった条件でもよいと考える人々と、自分の好みは一応もっているが、それよりも、全体との一致を大切にすると考える人々とがいる。このような、プログラマの集団を、どのようなチームに組むべきか？

また、プログラマの中には、面白いテーマであれば、一生懸命に、誰も見ていなくても仕事をしてゆくというタイプの人が多い。しかし、面白いかどうかに関係なく、仕事は仕事として、キチンと処理してゆく人もいる。

この逆に、面白味がまだわからないという人もいる。できるだけ、すべての人が、自分の仕事に興味と魅力を感じるように、仕事を配分し、スケジュールしてゆくには、どうしたらよいのか？

このような難かしい問題に対して、5～7年で、完全な解決ができるとは、とても思えないが、次のような点で、今よりも良い状態になる可能性がある。

- (1) 機械的な作業が減ってくる。
- (2) 新しい分野が出現し、プログラマの対象業務が広がってくる。
- (3) プログラマごとに、適当な負荷が、計量できるようになり、負担が大きすぎたりするための、意欲低下は減ってくる。
- (4) リーダーの層が厚くなり、適当な指導が得られやすくなる。

このような諸点を、重要な問題として、取り上げてゆくこと自体が、現在よりもよい状況をつくり出してゆくことになるであろう。

4・3・10 5～7年後のソフトウェア価格

ソフトウェアの生産性についての第3～8表の考え方はあまり変るものではなく、つまり、新しいプログラムの開発は何年たっても、そんなに能率よく行なわれるものではあるまい。しかし、現在未知の分野も、やがては確立された技術とされるようになり、また、現在すでに確立された技術の応用にすぎない分野のものは、やがては見通しのよい、単純なプログラムとして扱われるようになると思われる。

この後者の方向は、プログラムの自動製作技術の推進、文書化技術などの努力なしでは進展困難であろうが、これは充分見こみのある道である。

そこで、現在知られているソフトウェアの開発は数年後には数分の1のコストで行なわれていってよい。

市場の広さも拡大されるから、ソフトウェアのパッケージの価格は現行の価格の $\frac{1}{10}$ になると思われる。

もちろん、5～7年後にはソフトウェアの機能と性能についての要求が高まるであろう。そのような高度のソフトウェアの開発のためには、むしろ現在の最高度のソフトウェアよりも高いコストを必要とすると思われる。

いかえると、ソフトウェアの価格の中はかなり広いものになるであろう。

一例として、現在すでに確立された技術と見られているFORTRANコンパイラの価格は、3万ドルから20万ドルといわれているが、これは5～7年後には3,000ドルから供給されると思われる。

上限は特別な性能をもたせる場合など、10万ドル以上の価格になるであろう。

また、別な例として大規模な^{*}ファイルシステムについて考えてみると、現在はその開発は未知の部分が多く、したがってその開発には数百万ドルを要するのが普通と考えられる。

しかし、これも、一度その開発が完成した後で、再び類似のシステムを開発するならば、おそらく百万ドル以下で開発できるであろう。そこで、現在は困難だとされているシステム、たとえばファイルシステム、TSS、マルチプロセサの制御システムなども、5～7年後には安定した技術として扱われることになり、コストも現在の見積りの数分の1になるであろう。

4・4 より将来の展望

目を10年～20年先に転じてみよう。そのとき、ソフトウェアはどのように発達しているであろうか。

まず考えられることは、そのときには、ソフトウェアも、ハードウェアも、まったく問題にならなくなってしまうっており、いわゆる効用(utility)だけが意識されているであろう。丁度、今日、我々は、電力、ガス、水道、電話、テレビ、ラジオのいずれにおいても、その効用と、身近かなハードウェアについてだけを意識しているように、情報処理を一つの効用として認識しているであろう。

次に考えられることは、ハードウェアとソフトウェアとが、コンパクトにまとまった、一つの小さいシステムを、多くの人が占有しているという状況である。たとえば自家発電装置、プロパンガス、井戸などのように、あるいは、公共交通機関に対する自家用車のように、個人が誰にも煩わされずに、効用を占有するという形がある。このためには、安いコストのハードウェアの提供が必要であるが、その見込みは、ある程度、現実的になってきた。一般の効用の多くが、公共利用と私的占有との共存であることから、情報処理においても、公共システムと私

* 小規模なものは、既製の管理プログラムの下で動かすが、大規模なものは、そのファイルシステム向きの管理プログラムを持つものがある。どのような応用のためのシステムであるかによって、そのソフトウェアコストは、大巾に変動するので、ソフトウェア開発費用が10万ドル級のファイルシステムもあれば、数千万ドル以上のファイルシステムも考えられる。

的システムとの共存が続くと見るのが妥当であろう。

この時点で、システムの内容、すなわち、ハードウェアとソフトウェアがどうなっているかを、考えて見ることは困難である。ソフトウェアは、自己学習機構によって、急速にその内容を改良し、学習方式そのものも、新しい学習によって変更しているかも知れいからである。

ハードウェアも、生物学的なエレメントを採用しているかも知れないし、ソフトウェアとの区別もなくなっているかも知れない。

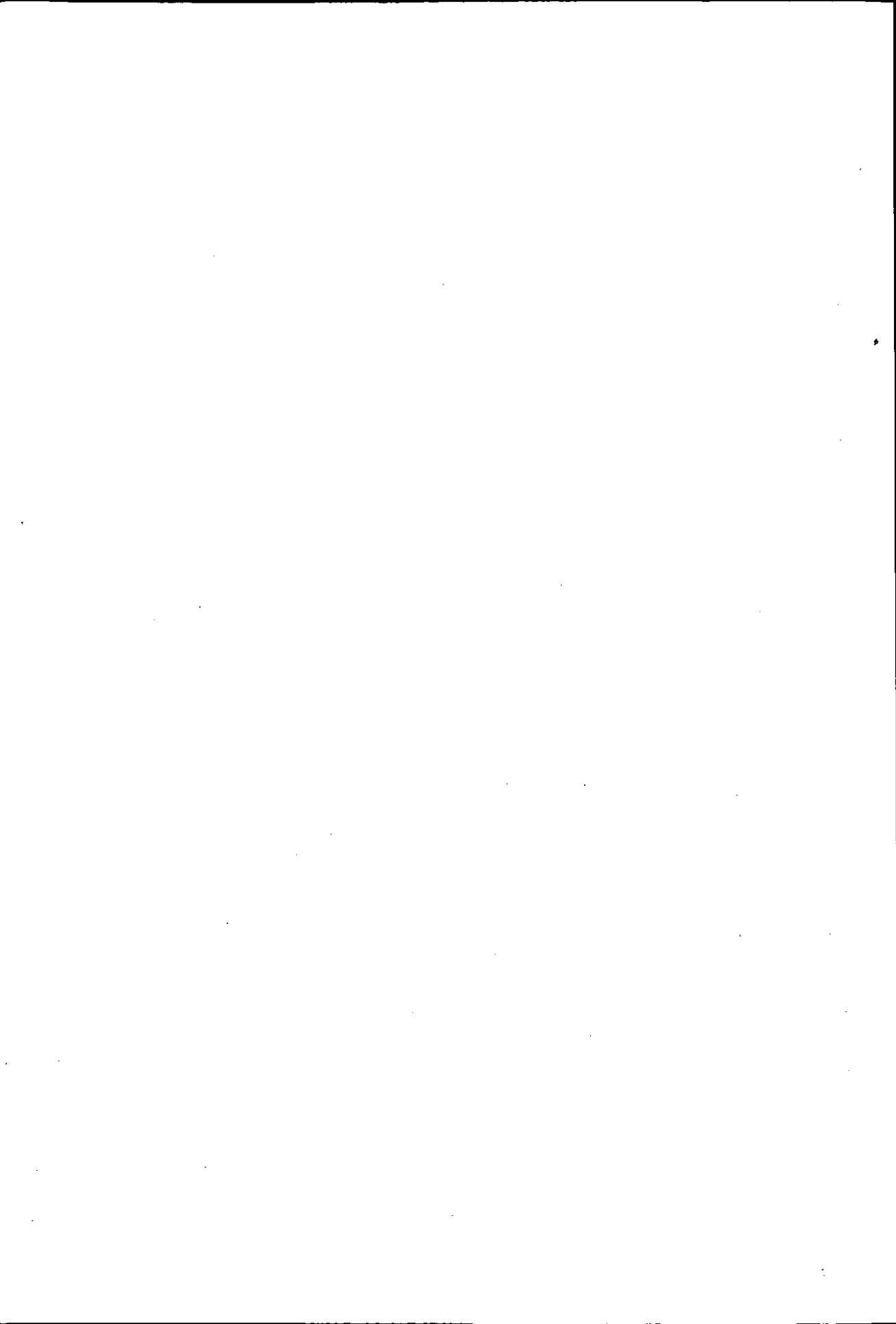
しかしまた、意外に遅い進みを認めることになるかもしれない。たとえば、ある本^{*}をみても20年後に、ある人は、学習機能の十中八九が解決されと考え、ある人はとても難かしいと考えているが、楽観的な人でも、計算機に本当の意味で創造性を備えさせようとしてみたところでいろいろな理由からそんな試みは結局全部失敗してしまうであろうといっている。

実際、人間の思考は個人の頭脳内では速いが、チームとしての思考は遅くて不完全であり、しかもチームの大きさには限界があるのであまりにも大規模な、思考の奥行きが深いテーマに対しては個人の力でも、チームの力でも、僅か10年ぐらいで解決することはできないと思われる。

したがって、現在と本質的に変わらないであろうとする方が、確実な予想であろう。

* 「二十年後の世界Ⅰ」

ナイジェルコールダー編、赤木昭夫、須之部淑男訳の185ページから200ページ



第 5 章

データ伝送

5. データ伝送

5・1 将来必要とされるデータ伝送速度

データ処理技術の発展にともない、データ伝送の対象となる情報量は増大し、データ処理システムはますます大規模なものとなることが予想される。

国内においては、現在までに1,200ビット/秒以下の各種速度および2,400ビット/秒のデータ伝送速度が実用化されている。之を利用面からみると、いずれの速度に関してもオンライン・データ通信システムを構成する端末装置として、あるいは端末装置相互間の通信用として用いられる。即ち、200ビット/秒以下の速度は主として紙テープ送受信、キーボードプリンタによる会話通信、帳票通信等に用いられ、200ビット/秒以上1,200ビット/秒以下のデータ伝送速度は、紙テープの送受信、高速度印字受信等、オンライン・ターミナル的な使用法、およびCRTディスプレイ装置等に利用される。さらに、2,400ビット/秒のデータ伝送速度はオンライン・ターミナル的な利用方法のほか、磁気テープ伝送、CRTディスプレイ装置等への利用が期待される。今後、データ処理システムがますます発展することは十分予想されることであり、必然的に処理装置相互間を高速度データ伝送回線で結ぶ事等、処理装置周辺の諸装置（例えば、磁気テープ装置、磁気ディスク等）の有する高速性を損なうことなく、極めて効率良くデータ伝送回線を介して接続したいという要求が生じてくることと思われる。さし当って要求される高速度の限界としては処理装置相互間を接続する際の転送速度を考えておけば十分であろうから、その面から必要な速度を検討すると次のようになる。

(1) 磁気テープ装置

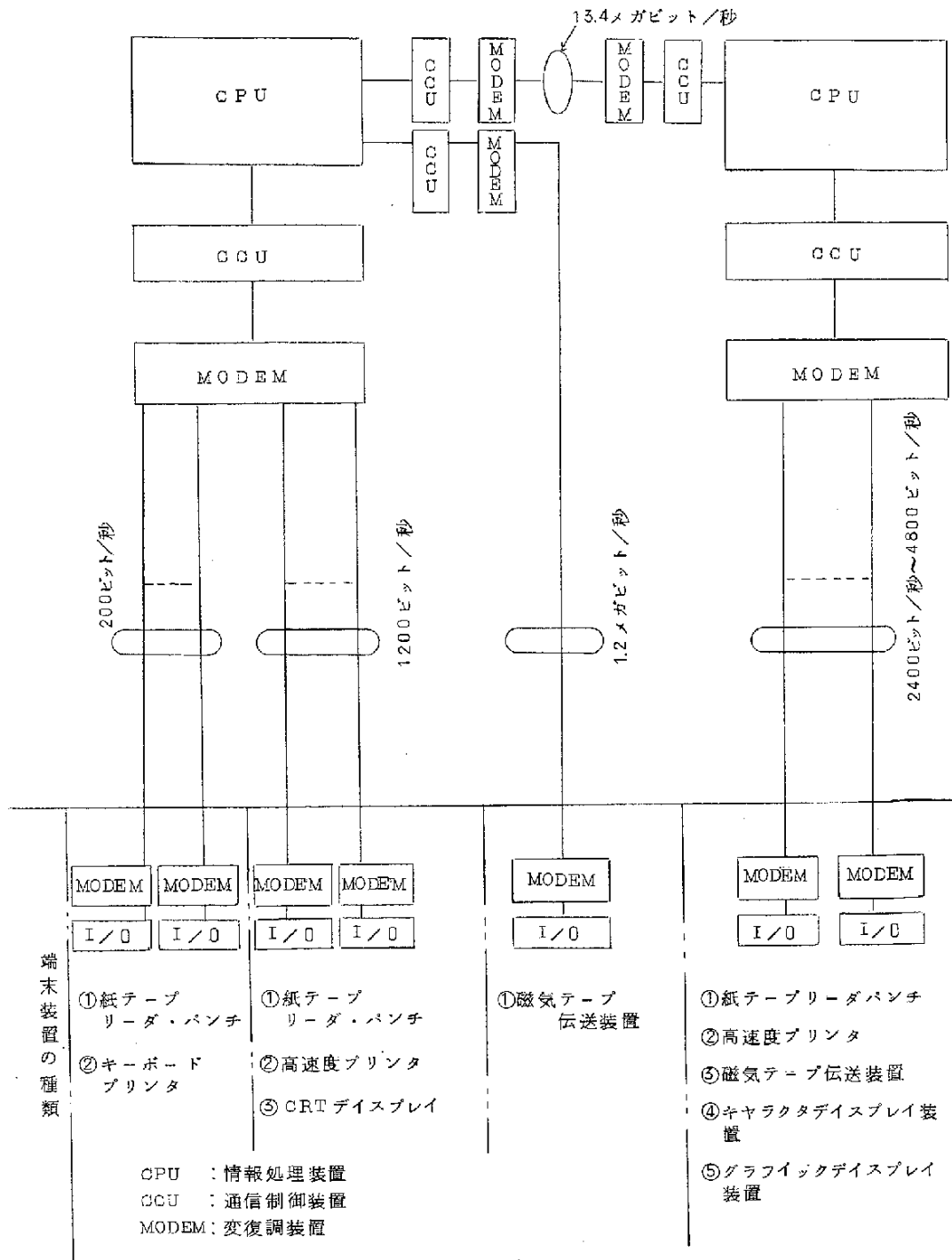
現在、磁気テープ装置の転送速度は速いもので150キロバイト/秒であるから、これを通信速度にすると1.2メガビット/秒となる。

(2) 処理装置のチャネルの転送速度

転送速度を1.67メガバイト/秒とすると、通信速度は13.4メガビット/秒となる。

第5-1図および第5-1表にデータ伝送回線構成の1例と、速度とその利用種別を示す。

第 5-1 図 データ伝送回線構成の 1 例



第5-1表 音声帯域内のデータ伝送速度とその利用種別

通 信 速 度	使 用 さ れ る 端 末 装 置 の 種 類		
200ビット/秒	キ ー ボ ー ド	紙 テ ー プ リ ー ダ ・ パ ン チ	
1,200ビット/秒			
2,400ビット/秒			
4,800ビット/秒			
		高 速 度 プ リ ン タ	
		C R T デ ィ ス プ レ ィ 装 置	
			磁 気 テ ィ プ 伝 送 装 置

5・2 高速度データ伝送技術

5・2・1 音声帯域回線における高速度データ伝送技術

伝送帯域幅0.3～3.4 KHzの音声帯域回線における伝送速度としては、理想的伝送路を対象として、変調速度と信号速度が等しい場合を考えると、変調速度は、6,200 ボー/秒を超えることができないことは通信理論によって良く知られているところである。

国内においては、之までデータ信号速度1,200ビット/秒までの通信速度を周波数変調方式により実用化して来た。理論的には、6,200ボー/秒までの変調速度が実現可能であるにも拘らず、実際の伝送回線の諸特性（周波数特性、群遅延歪特性、雑音特性等）は理想的ではないから、周波数変調方式のように変調速度（ボー/秒）、とデータ信号速度（ビット/秒）が等しい変調方式においては、1,200ビット/秒のデータ伝送速度が上限と考えられ、CCITTの勧告においても、周波数変調方式は1,200ビット/秒以下のデータ伝送速度に適用されている。

このように、変調速度とデータ信号速度とが等しい変調方式を採用する限り音声帯域回線の回線特性から考えて1,200ビット/秒のデータ伝送速度が上限となるので、この帯域幅でさら

に高速のデータ伝送速度を得るためには、1回の変復調に対応して複数のデータ信号の送受信が可能な変復調方式を採用することが必要となってくる。

国内においては、2,400ビット/秒のデータ伝送速度がこの考えにより4位相変調方式を採用して既に実用化されている。即ち、1回の変復調に4つの位相の状態を対応させる。信号は1, 0の2種類であるから、それを2つずつ組合せて各々の位相の状態に対応させる。この対応を第5-2表に示す。

音声帯域回線において今後、近いうちに実用化される高速度データ伝送速度としては、4,800ビット/秒の速度があり、現在、日本電信電話公社において45年度を目途に、実用化の作業がすすめられている。

第5-2表 位相の状態とデータ信号との組合せ対応表

位 相 の 状 態		信号の組合せ
状 態	1	0 0
"	2	0 1
"	3	1 0
"	4	1 1

このほか、さらに高速度の回線としては、9,600ビット/秒が考えられるが、この可能性についても現在検討がすすめられている。この速度に関しては、もし音声帯域回線内で実現不可能な場合には音声帯域回線3回線分に相当する帯域でサービスされることとなるであろう。

このように、音声帯域回線を用いて高速度データ伝送を実現するためには、1,200ビット/秒以下のデータ伝送速度に対して採用して来た周波数変調方式に代って位相変調方式を採用することが必要となる。これを、使用者側の立場からみた場合、この両者の大きな違いは、周波数変調方式を採用したデータ伝送回線における変調速度は、端末装置が必要とする最高速度までの任意の速度が選べる(このような変復調装置をTransparentな変復調装置と称する)のに対して、位相変調方式を採用したデータ伝送回線では1回の変調に対して複数個の信号を対応させるため、変復調装置とデータ宅内装置との間で、タイミングの授受を行なって同期をとる必要がある。

現在、国内で実用化された方式では内部同期方式を採用しており、従ってこの同期用パルスは変復調装置側から供給されているので端末装置側で任意の速度を選ぶことはできない。(このような変復調装置をNon-Transparentな変復調装置と称する)

第5-3表に音声帯域回線を使用するデータ伝送速度を一覧表として示す。

第5-3表 音声帯域回線におけるデータ伝送速度

データ伝送速度	変調方式	記 事
1,200ビット/秒以下	周波数変調方式	実 用 化 済
2,400ビット/秒	位相変調方式	実 用 化 済
4,800ビット/秒	位相変調方式	実 用 化 中
9,600ビット/秒		検 討 中

5・2・2 広帯域回線における高速度データ伝送技術

データ伝送の伝送路として使用される通信回線は、電話回線を主体として設計されて来たものであり、多重回線群も一定の群別で構成されている。従って、データ伝送において必要とする速度を決定する際には、この群構成を十分考慮して最適の速度を選定する必要がある。第5-4表にデータ伝送回線として適用可能な通信回線の伝送帯域幅と可能なデータ伝送速度との関係を示す。

一方、データ伝送用諸装置の必要とする高速データ伝送速度は、第1表に示した範囲のものであると予想される。第5-5表にデータ伝送速度とデータ伝送用諸装置との対応を示す。

国内における広帯域回線を利用した高速度データ伝送回線の実用化は、現在積極的にその検討が行なわれており、目下48キロビット/秒の速度に関して45年度を目途に、日本電信電話公社の手により実用化がすすめられている。この方式に関しては、既に国際的にもCCITTにおいて勧告(案)が作成されており、その方式に準拠している。さらに、それ以上の速度に関しては、ひきつづいて、240キロビット/秒、500キロビット/秒等について、実用化のための検討がすすめられていく予定である。

第5-4表 通信路帯域とデータ伝送速度の関係

通 信 速 度	伝 送 路	
	F D _i M 方式	P C M 方式
4,800 ビット/秒	4 KHz (音声帯域 1 CH)	音声帯域1 CH
9,600 ビット/秒	12 KHz (前群; 音声帯域 3 CH)	—
48 キロビット/秒	48 KHz (群; 音声帯域 12 CH)	24 CH PCM
240 キロビット/秒	240 KHz (超群; 音声帯域 60 CH)	24 CH PCM
500 キロビット/秒	480 KHz (音声帯域 120 CH)	24 CH PCM
1.2 メガビット/秒	1,200 KHz (主群; 音声帯域 300 CH)	24 CH PCM
7.87メガビット/秒		1,200 CH PCM
15.74メガビット/秒		2,400 CH PCM

第5-5表 広帯域回線におけるデータ伝送速度とその利用種別

通 信 速 度	使用される端末装置の種類	
48 キロビット/秒	磁気テープ伝送装置	処理装置相互間の伝装
240 キロビット/秒		
500 キロビット/秒		
1.2 メガビット/秒		
7.87メガビット/秒		
15.74メガビット/秒		

5・3 データ伝送技術に関する海外の動向

5・3・1 CCITTの動向

5・3・1・1 概 要

データ処理とデータ伝送は同一基礎技術に立脚しているだけでなく、業務上においてそれぞれ不可分な相補的關係を持っている。しかしながらこの両者における技術革新度には相当な差が認められる。すなわちデータ伝送の母体である通信事業は、その公共性広域性という特性のため施設が巨大となることより新技術の導入は漸進的とならざるを得ず、また常に現存システ

ムとの統合を考慮しなくては新技術の適用も簡単に許されない。

現在国際間においては専用線形態でのデータ伝送または高速度メッセージ伝送が主となり、またデータ伝送交換網も同様に専用交換網として若干サービスが提供されているという実情であり、後者のサービスは未だ赤字経営で今後相当の期間この状態が続くものと予想される。

以上の理由から、将来の国際間のデータ伝送技術は概して前節までに述べられた国内網におけるデータ伝送技術に時には遅れることもあるが、大体追隨していくことになろう。したがってこれからの記述においてはある程度重複が存在するかも知れないが、国際間の動向を総合的に眺めてみよう。

CCITT (国際電信電話諮問委員会) では主として一般回線網 (交換回線) における通信速度 1,200 ビット/秒までのデータ伝送に関する種々の問題について大体標準化勧告を完了したところである。専用線におけるデータ伝送に関しては余り標準化を急いでおらず、むしろ現状で標準化を急ぎ過ぎるとデータ伝送技術の発展を阻害するかもしれないとの配慮をしている。かかる立場で CCITT が今後のデータ伝送に対して当面している主要問題または技術動向を支配すると考えられる項目は次のものと認められる。

- (1) 200 ビット/秒までの電信形回線交換網
- (2) 1,200 ビット/秒を超える高速度データ伝送
- (3) 広帯域回線におけるデータ伝送および 40~50 キロビット/秒伝送交換網
- (4) 再伝送方式 (蓄積交換)
- (5) データ、電報、模写、電話等に対する統合通信網

なお、今日までに設定されたデータ伝送関係の CCITT 勧告を参考のため第 4-6 表に示す。

第 5 - 6 表 C C I T T 勧告一覧

(1 9 6 8 年末現在)

項 目	題 名	高速伝送 との関連
V ₁	バイナリ表示シグナルと 2 進状態コードの有意状態の対比	○
V ₂	電話回線へのデータ伝送電力レベル	○
V ₃	国際アルファベット No 5	○
V ₄	アルファベット No 5 に対する符号構成	
V ₁₀	5 0 ボー データ伝送に対するテレックス網の使用法	
V ₁₁	テレックス網で自動起呼及び応答	
V ₁₃	アンサーバック・コード・ジュミレータ	
V ₂₁	電話回線に使用する 2 0 0 ボー モデム	
V ₂₂	一般電話交換網での同期データ伝送の変調及び信号速度	○
V ₂₃	一般電話交換網用 6 0 0 / 1 2 0 0 ボー モデム	
V ₂₄	インターフェースの機能と特性	○
V ₂₅	一般電話交換網での自動起呼応答手順	
V ₂₆	四線式専用回線での 2 4 0 0 ビット/秒 モデム	○
V ₃₀	電話回線での並列データ伝送	
V ₃₅	6 0 ~ 1 0 8 K H Z 群帯域回線での 4 8 キロビット/秒データ伝送	○
V ₄₀	電気機械装置の誤り	○
V ₄₁	サイクリック・コード誤り制御	○
V ₅₀	データ伝送品質限界の標準	○
V ₅₁	データ伝送用国際電話回線の保守組織	○
V ₅₂	データ伝送用歪および誤り測定装置の特性	○
V ₅₃	データ伝送用電話回線の保守限界	○
V ₅₅	データ伝送用インパルス性雑音測定器	○
A ₂₀	データ伝送に関する他の国際組織との協同研究	○

(注 : ○印 関連あり)

5・3・1・2 200ビット/秒までの電信形回線交換網

現在のテレックス交換網は未だ発展拡大が続けている実情であるが、50ビット/秒という低い通信速度、5単位符号専用および半2重通信方式などという根本的制約より、データ伝送には余り歓迎されないシステムである。このため現在の印刷電信機器技術の応用と端末にMODEMを必要としない電信形回線構成で可能である。200ビット/秒までのデータ伝送用の交換網は、当面しているデータ伝送需要に対し最も現実的経済的なシステムではなからうかと考えられ、すでに西ドイツにおいてはこのサービスの提供が開始され各国の注目をあびている。

しかしながら、この交換網は現存のテレックス交換網と別個に設立しなければならないことと、またデータ伝送としては200ビット/秒を超える速度のものが本格的需要になるとの予想も否定出来ないことよりこのサービスを国際間に標準化することは比較的困難が考えられる。

この問題は国内網におけるこの種サービスの必要度と関連するが、技術的には異なる通信速度のシステムまたは電信形回線と電話形回線などの相互接続の可能化に依存していると言える。後者については改めて述べる。

5・3・1・3 1,200ビット/秒を超える高速度データ伝送および広帯域伝送

前述の如く一般電話回線網を主体とする分野においては1,200ビット/秒以下のデータ伝送の諸問題を一応標準化し、この分野については若干活動が緩慢となるであろう。したがって1,200ビット/秒を超えるデータ伝送については専用線サービス分野に対し関心が積極的となる。またこれらの結果を一般交換網に適用する努力が当然続けられることも疑われない。

この方面において確定的なものとしては2,400ビット/秒のデータ伝送がある。これはMODEMに4相の位相変調を使用しDibitという符号2単位分でその位相変化量を決定する。また位相変復調については差堂同期方法が有利と結論が得られている。この方法はさらに比較的容易に3,600ビット/秒、4,800ビット/秒、7,200ビット/秒の通信速度へ発展することを考慮しつつあり、出来れば9,600ビット/秒までもという意欲も存在する。

上記の高速度化技術は2元符号すなわち2値で表わされる状態が伝送路上の信号状態であることが大體原則となっているが、伝送路は必ずしも2値条件のみに限定される必要はないので、3値、4値という多値の信号を利用しての高速度伝送も種々実用に移されるであろう。

データ処理が要求するデータ伝送速度の最高値を簡単に限定することは許されない。このためこれまでの一定の帯域巾例えば音声帯の4KHz巾を如何に有効に利用しようかということよりの高速度化より、むしろ本質的に高速度データ伝送のためには必要とされる十分な帯域巾を

提供出来る広帯域回線の規格化を急ぐことになってきた。

広帯域回線の帯域巾としては種々なものが想定されるが、伝送路構成技術上よりは搬送電話多重方式における標準化単位としての群単位すなわち、48KHz帯域巾がまず対象となる。現在この広帯域回線では40.8キロビット/秒がすでに一部では実用されているが、規格化としては残留側帯波方式での48キロビット/秒および72キロビット/秒などが取り上げられている。これに続く広帯域回線はやはり超群単位としての240KHz帯域内である。

これらの広帯域回線はコンピュータ相互間の直接データ伝送の用途にも十分対処可能となる。

一方、広範囲な使用便宜上よりは、例えば、

データと電信の伝送

データと通話の伝送

データとファクシミルの伝送

等のように、使用形態に応じて分割して使用することを要求されることが考えられる。これに対処するためには、周波数分割技術乃至時分割技術が存在するので、技術的にはそれほど困難はないが、通信回線の伝送特性を十分考慮に入れて分割装置を設計する必要がある。従って、一般的サービスとして標準化することにはなお検討の余地がある。

また、高帯域回線の交換網が必要となることも大きな課題で今後真剣に取り上げられるであろう。

5・3・1・4 再伝送方式(蓄積交換)

信号の伝送は本来、信号(またはその意義を少し拡大して情報)をそのまま正しい伝達することを意味する。すなわちデータ伝送においては何時いかなる場合にも、そのデータ内容やタイミングを修正しないで端末から端末への伝送することが重要である。

この原則は両端末を直接固定接続している場合にはそのまま成立する。また一方交換網構もこの原則遂行を唯一の目標とし、また技術上の困難性もあって交換装置に回線交換接続機能のみに大部分が設計されている。しかしデータ処理の多方面への拡大利用に従い、種々特殊な便宜も要請され、特に次の事項についてはデータ伝送途上で解決する必要性が増している。

- (1) 異なる通信速度、または異なる符号を使用する端末間の相互接続。
- (2) 多重宛名、放送、会議などに関連する同時多数への伝送。
- (3) 中継線および特に相手端末の話中などの場合には起呼側の要求により交換側で一時代理受信を行ない、責任をもって後刻それを被呼側に送達する。

このような要求は、従来技術的困難のため敬遠されていたが、全く高度の機能を発揮出来る電子式交換装置も実用段階に達し、また複雑な交換機能の制御には電子計算機システム自体の実用も開発されてきた現在においては、交換装置側でデータの一時蓄積を行なう再伝送方式の交換網を設立することにより、これらの諸要求を比較的容易に満足することが出来る。この場合伝送される情報自体には本質的変更や処理は行なわれない。データ伝送網における再伝送方式の導入の検討が行なわれるであろう。特に国際間においては、中継線が貴重な存在であり、再伝送方式はこの中継線の使用効率を高めるので興味を持たれている。

5・3・1・5 統合通信網方式

前節においては異なる通信速度や符号の問題を取りあげたが、電子計算機の入出力信号は今後ますます多様化に進み、電信信号すなわちデジタル信号のみでなくアナログ信号もまた重要なデータ媒体として使用される。

どんな使用条件の端末にも対応可能なデータ伝送網を設立すること、また他方各種用途別として分割損を生ずる効率的でない通信網経営を避けることが最も基本的条件であるが、これまでは単に理想として考えられていたが、今やパルスコード変調（PCM）技術や電子計算機技術などの確立により統合通信網というデータ、音声、ファクシミリ、テレビその他種々の用途に何等制約を与えず共通に自由に使用出来る回線網設立も可能の見通しが得られるところとなった。この種回線網の成立により、国際間のデータ伝送にも飛躍的革新がもたらされるであろう。

5・3・2 米国などにおける高速度データ伝送技術

5・3・2・1 広帯域回線でのデータ伝送

今後の高速度データ伝送の技術は広帯域回線を対象にして進展する。音声帯域すなわち4KHz巾を超える帯域の回線は広帯域回線と言ってもよいであろうが、前述の如く標準的には群帯域の48KHz巾や超群帯域の240KHz巾のものが考慮される。現在、広帯域回線の用途としては、磁気テープ相互間または電子計算機相互間のデータ伝送や、新聞関係の高速ファクシミリ伝送が存在する。国際間においては大西洋上の通信衛星を経て欧米間で40.8キロビット/秒のデータ伝送が試行的に実施されている外、米国内の広帯域回線サービスがカナダに延長されているなどで国内でのサービス状況に較べて相当遅れているが次第に増加しつつある。

48KHz帯域回線の諸元を参考として第5-7表に示しておいた。データ伝送技術上、如何なる変調方式を標準とするか相当多くの議論が存在したが、多相変調は同期方式のものに限定されるので、ファクシミリなどの非同期方式の信号伝送も可能であり、また多重レベル（多

値) 伝送により一層の高速化も見込まれ、装置自体も比較的簡易となることなどより、残留側帯波方式 (VSB: Vestigial side Band) を採用するところとなっている。

高速伝送には高品質の伝送路が必要であり、伝送路の特性補償、瞬断インパルス性雑音、位相の急変等の規正が望まれる。広帯域伝送については大西洋衛星系での実績より A.T. & T が回線設計の基礎としている特性を第 5-8 表に示す。

国際的にはパイロット信号の規準も未だ合意に達していないなど問題が残っており、特に将来一般的広帯域回線交換網の国際的設定にはかなり時期を要する問題が多いのでこの種サービスの具体化に検討研究が集中するであろう。

第 5-7 表 60~108 KHz 帯域による 48 キロビット/秒
端末装置の主な特性

入出力信号	矩形複流バイナリ直列信号
伝送速度	同期式 48,000±1 ビット/秒
変調方式	残留側帯波振幅変調方式 Ⅰ) 搬送波, 10.0 KHz ± 2 Hz Ⅱ) 信号レベル, -5 dBm ₀ Ⅲ) パイロットレベル, 信号レベルより 9 dB 減 Ⅳ) パイロットの位相同期, ± 0.04 ラジアン以内
電話打合	使用帯域 60~108 KHz のうち 104~108 KHz を電話打合回線とする
隣接チャンネルへの影響	15~58.5 KHz 又は 105.5~178.5 KHz への漏洩 -60 dBm ₀ 以下 (3 KHz 巾)。また、上記帯域よりの 60~108 KHz 帯域への漏洩 -40 dBm ₀ 以下 (3 KHz 巾)
その他	104.08 または 104.14 KHz に基準波パイロットを伝送する設備を有すること。

注: 次の伝送も必要に応じ可能とする。

- a) 同期式 48,000±1 ビット/秒
- b) 白黒ファクシミリ伝送の調歩同期のための 20~200 ミリセカンド長のエレメント

第5-8表 48 KHz 広帯域データ回線の特性

(A T Tにおける技術目標値)

	中 央 局 間	中 央 局 と 利 用 者 間
損失・周波数特性	65~100 KHz間 2dB以内	データセットの周波数帯域内で 2dB 以内
群 遅 延 歪	上記帯域内偏差±15μsec 以内 スロープ 15μsec 以内	上記帯域内 偏差±5μsec 以内 スロープ 5μsec 以内
雑 音	54dBRNO (平坦)	50dBRNO (平坦)
インパルス雑音	77dBRNO. (平坦)を越える 回数45回以下/30分	同左 90回以下/30分
単周波信号成分	-44dBm0 以下	-50dBm0 以下

5.3.2.2 米国における状況

(1) A T & T会社

1961年より専用線サービスの一種として、テルパック・サービス(Telpak: Telecommunication Package Service)という呼称で、48KHz、96KHz、240KHz、960KHzの4種の広帯域回線の提供を開始した。しかし、米国内料金制度上の問題より、現在ではこのうち48KHzと96KHz帯域のサービスは廃止している。このサービスにおいては、利用者は自己の賃貸した広帯域回線を単一通信路として使用することだけでなく、使用目的に応じ電話や電信の回線群に帯域を分割使用することが出来る。ただし、回線分割のための端末設備はA T & Tが提供する。

高速度データ伝送として現在よく専用されている広帯域回線は48KHz帯域のもので、これにはMODEM 301-Bを提供しているが、これは相変調方式で通信速度40.8キロビット/秒のものである。

今後の広帯域回線用にはMODEM 303-Aシリーズが開発されており、これは4KHzの音声帯域の整数倍の帯域利用に対応し、同期、非同期の何れにも、また音声サービスチャンネル付加なども考慮して設計されているが、代表通信速度としては19.2キロビッ

ト/秒, 50キロビット/秒, 200キロビット/秒, 230.4キロビット/秒, 250キロビット/秒がある。参考としてこのシリーズを第5-9表および第5-10表に示してある。

第5-9表 データセット303Aモデルショップの一覧表

データセットコード (Model shop)	速 度 (2)	同期 非同期	受信器低減炉 波器の状態(1)	通過ブロック
X303A10A(M10)	半 群	非 同 期	50%	-
X303A10B(M10)	半 群	同 期	50%	内 部
X303A20A(M10)	群	非 同 期	50%	-
X303A20B(M10)	群	同 期	50%	内 部
X303A20C(M10)	群	非 同 期	100%	-
X303A20D(M10)	群	同 期	100%	内 部
X303A30A(M10)	超 群	非 同 期	50%	-
X303A30B(M10)	超 群	同 期	50%	内 部
X303A30C(M10)	超 群	非 同 期	100%	-
X303A30D(M10)	超 群	同 期	100%	内 部
X303A20A(M11)	群	非 同 期	50%	-
X303A10B(M12)	半 群	同 期	50%	内 部
X303A10E(M13)	半 群	同 期	50%	内 部

注 (1) Cosin roll offの値で, 100%は帯域制限のないT1搬送とか中継Cable の場合で50%は帯域制限ある場合で搬送装置を使用する場合である。

(2) 半群は最高19.2KB/S 群は最高50KB/S 超群は最高250KB/S

第5-10表 データセット303Aシリーズの性能

項 目	内 容
データ信号速度	半群 19.2KB/S 群 50.0KB/S 超群 200.0KB/S 250KB/S ク 230.4KB/S
直列データモード	非同期(ファクシミリ伝送す) 同期 交互使用
送信クロック	内部 外部
再 生	受信側のみ 送受信側
エネルギー分散	スクランプリング
線路信号	微分された両極ベースバンド VSB(半群)
信号波形整形	帯域制限(N _L 搬送路) 帯域制限なし(T ₁ 中継(sbb))
加入者インターフェイス	平衡 不平衡

(注) 非同期式はファクシミリ伝送にも使用出来る。

(2) W. U. 会社

この通信会社では音声用でなく記録通信用として建設した75,000マイルにおよぶ大陸横断マイクロウェーブ回線と、ベル・システムよりワシントン-アトランタ間その他一部の区間および市内部分を超群単位で借用した回線などで、1964年より広帯域回線交換網サービスを開始した。現在、米国内39都市およびカナダの一部地方に至る交換網となっており、2KHz, 4KHz, 8KHz, 16KHzおよび48KHzの回線の交換サービスが提供されている。ただし、8KHz, 16KHz帯域は未だ完全サービスになっていないので広帯域回線としては48KHz帯が代表となっている。この交換網サービスをダイヤル・パックとも呼んでおりプッシュボタン式の7桁ダイヤル(交換局番号3桁, 使用帯域指定番号1桁, 加入者番号3桁)で加入者と使用帯域が自由に選べるようになっている。またこれには自動起呼, 自動応答, より狭い帯域利用の端末への接続, 全二重通信, データと音声の同時通信なども可能であるよう配慮されており, 端末のMODEMとしてもAT&TのMODEMとの互換性が十分考慮されている。

(3) その他

米国には上記以外に多数の通信会社があるのでそれぞれデータ伝送サービスを提供している。しかし、このサービスの将来の動向は前記会社が最もよく表わしていると考えるのでこれ以上述べないが、I. T. T. 会社で開発されたInterpolated Data and Speech伝送方式は少し一般方式と異なっているのもう一度ここに取り上げてみる。現在この方式はデータ伝送としては高速度伝送とは言えないものであるが、音声とデータの同時伝送という中継回線(又は長距離回線)の使用効率を高める方式であるため国際間などでは特殊な用途に対して興味ある方式と言える。

電話による会話も一般と同じく必ず話の間合いがあり、このような通話に存在する沈黙時間にデータ情報を挿入して、一つの回線を通話とデータ伝送に同時に利用させる重畳方式である。すなわち音声をあらかじめ600ミリ秒の間隔で磁気記憶装置に記憶させ、ボタン処理を行なって、音声情報が知覚に影響しない区間を抽出し、ここにデータ信号を挿入伝送する。したがって会話者には音声とデータの両方の信号が送られるがデータ信号の影響は十分少ないよう設計されている。

他方、賃貸サービスにおいては、1967年12月より米国の国際通信業者はF. C. C. (連邦通信委員会)より音声級専用回線を利用者が自営による端末設備を使用して利用者自身が分割使用出来る業務の提供を認可されたので、各通信業者ともこの方面のサービスを積

極化している。

英国ではいままでは国際間ではファクシミリ1回線と電信3回線までの程度の分割自営を認めていたが、他の国では殆んどこのサービスを実施していなかった。しかし米国のこの状況に対応するためこのサービスの検討も進展するだろう。

5・3・2・3 欧州における状況

英国では48KHzおよび240KHz帯域のサービスを開始しているが、とりわけて記す特徴がないと考える。特徴を持っているものとしては1970年代に実用化を目指している西ドイツのEDW₁システムである。このシステムはテレックス、デネットックス、ダテックスおよび広帯域網などのすべてのデジタル伝送網を統合する電子式交換システムで、電話交換網を利用して加入者がデータを伝送することも可能にしている。このシステムに接続される網は、伝送速度に従って3つのクラスに分類され、加入者からのすべての呼に対し被呼加入者がクラス識別符号を返送することにより、クラス間の誤接続が防止される。このグループの一つに高速度データ伝送があり、この中には、2,400ビット/秒、4,800ビット/秒、10キロビット/秒、50キロビット/秒、250キロビット/秒が計画されている。

このEDW₁には低速度から高速度にわたる各種デジタル交換網を統合する構想が結実したと認められる。

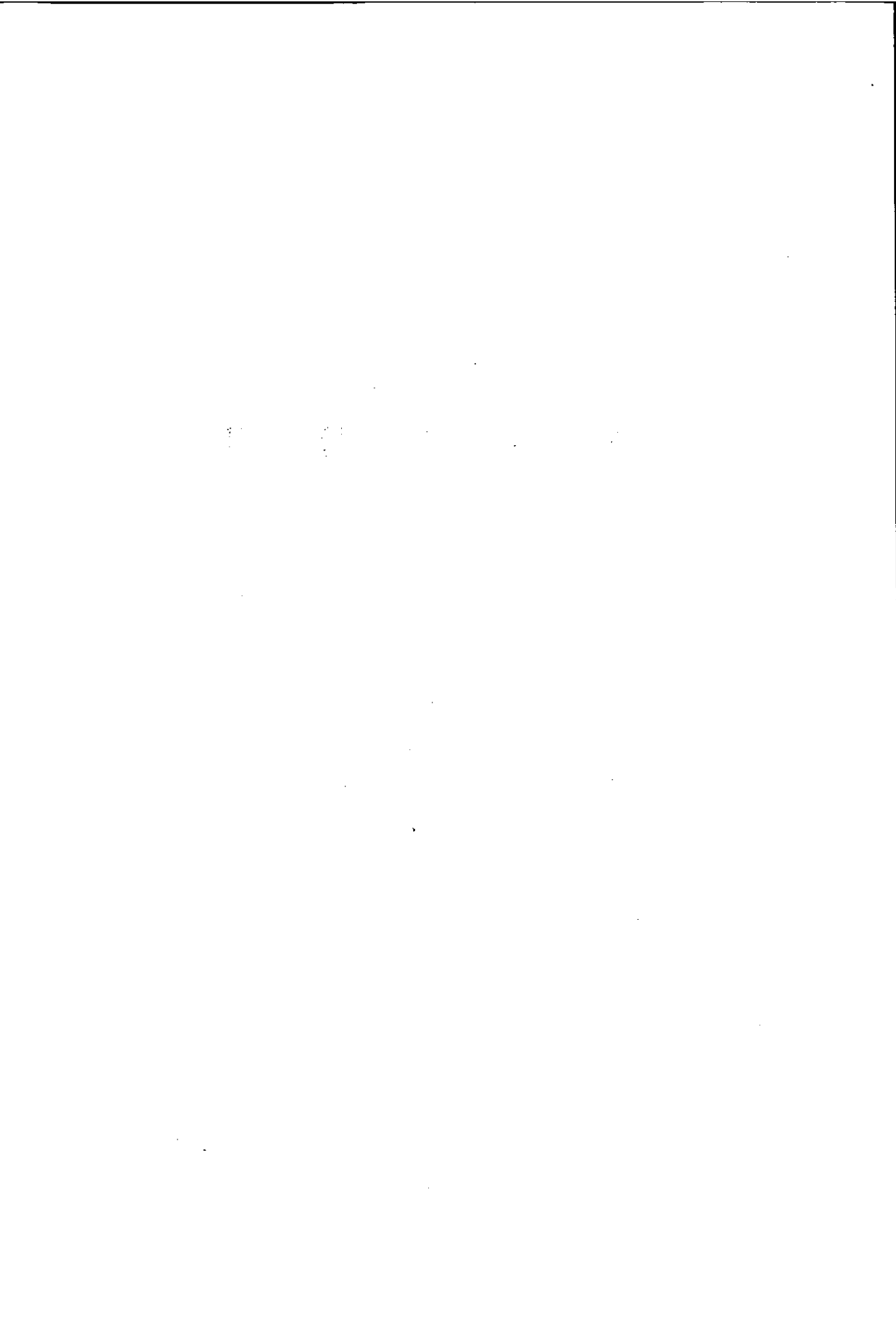
5・3・3 国際間での問題の要約

国際間のデータ伝送技術については上述のところで大体の傾向は諒解され则认为るが、一応要約を記すことにする。

大陸内はもちろんのこと、大陸間においても大洋横断海底ケーブル回線や通信衛星回線により比較的容易に広帯域回線が設定されるようになった今日では、高速度データ伝送に対して特別な技術的困難は存在しなくなったと言える。もちろん国際間の規格標準化の細部についてはいろいろと問題がないではないが、これらは容易に解決されるであろう。むしろ今後真剣に検討されるべき本質的問題は、これらの回線を端末側より如何に自由な使い方が出来るかということ、通信速度などが異なるシステム間の相互接続などを可能にすること、必要なとき必要な時間使用出来る広帯域回線交換網であることなどであろう。これらの国際間の問題も、回線網の拡充が通信媒体よりの制約を受けなくなったことと、制御その他に電子計算機技術を大巾に応用することなどより、案外解決されることが早いと予想される。

第 6 章

情 報 処 理 網



6. 情報処理網

6.1 情報処理網の現状と動向

6.1.1 概 論

最近における情報の質と量の重要性は、社会経済機構の複雑化、広域化に伴ってますます高まっている。特にわが国では、全面的な国際競争を通じての高度工業化、あるいは労働力のひっ迫等による先進国経済への改編など多くの問題を抱えている。これをのりきるために、企業内における電子計算機の利用も盛んで、現在利用台数は西独に次いで世界第3位にランクされている。このようなし烈な情報処理の要求は次の各項のような要因に原因があるものと考えられる。

- (1) 官公庁、企業における情報の統合システムに関する要請。
- (2) 科学技術の進歩に不可欠な、膨大、かつ複雑な計算の必要性。
- (3) 情報の体系化と検索の必要性。
- (4) 各家庭、商店、中小企業等における情報の有効利用の必要性。

表6-1 オンライン情報処理の適用業務例

分 類	例	分 類	例
事 務 計 算	予 算 管 理 財 産 管 理 料 金 調 定 発 注 業 務 販 売 管 理 輸 送 計 画 在 庫 管 理 預 金 業 務 為 替 交 換 保 險 証 券 徴 税 業 務 自 動 車 登 録 業 務 運 転 免 許 証 業 務 信 用 取 引 業 務 (例えばクレジット カードによるもの)	案 内	株 価 ニ ュ ー ス 職 業 紹 介 ニ ュ ー ス サ ー ビ ス 気 象 サ ー ビ ス 電 話 番 号 案 内 電 気 ・ ガ ス ・ 針 水 道 ウ 検 イ 報 ハ 管 理 情 報 汚 染 情 報
		自 動 計 測	
		遠 隔 制 御	発 送 電 系 制 御 工 場 生 産 制 御 航 空 交 通 制 御 道 路 交 通 制 御 放 送 番 組 切 替 制 御 通 信 網 制 御 自 動 植 字 操 作 場 制 御 駐 車 場 管 理
科 学 技 術 計 算 等	実 験 室 計 算 設 計 計 算 簡 易 計 算	医 療	血 液 銀 行 管 理 病 院 情 報 シ ス テ ム 臨 床 記 録 シ ス テ ム 計 算 機 に よ る 診 断
イ ン ク ワ イ ヤ リ	判 例 検 索 函 書 検 索 特 許 管 理 犯 罪 捜 査 医 学 情 報 検 索 テ ィ ー チ ン グ マ シ ン		
予 約	座 席 予 約 旅 館 ・ 劇 場 予 約 貨 車 予 約		

表6-2 専用線によるオンラインシステム

(昭和43年6月末)

業 務 種 別	利 用 状 況	
	システム数	主 な ユ ー ザ 名
為 替 ・ 預 金	22	東海, 三井, 住友, 群馬, 地銀
株 式 取 引	2	日興, 野村証券
販 売 ・ 在 庫 ・ 生 産 管 理	10	富士フイルム, 東洋工業, 川鉄
運 輸 管 理	1	名 鉄 運 輸
料 金 集 計	2	道 路 公 団
座 席 予 約	3	日航, 全日空, 近畿日本ツーリスト
旅行関係メッセージ	1	交 通 公 社
職業紹介・失業保険	1	労 働 省
流 通 管 理	1	東 京 都
技 術 計 算	2	三井造船, 石川島播磨
計	45	

以上のような要請に対して、オンライン情報処理システムが対象とする適用業務の内容は、大略表6-1のようになる。現在までに利用されているシステムについて、業務別分類を行なうと表6-2のとおりである。現状では金融、販売等の事務処理が大部分を占めているが、情報処理技術の進展にともなって情報検索、医療診断、教育サービス、航空管制、予約サービスなど幅の広いひろがりを見せるものと予想される。またタイム・シェアリング技術の発展とともに、多くの利用者が大型の情報処理装置を共同利用することも試みられており、次第に需要も旺盛になるものと思われる。

第6-3 オンライン情報処理システムの現況

43.7.30現在

専 用 者 名	対 象 業 務	回 開 年	線 通 月
近 鉄	座 席 予 約	35.10	
日 本 航 空	"	39.3	
国 鉄	"	39.2	
東 海 銀 行	為 替	39.7	
全 日 空	座 席 予 約	39.7	
日 興 証 券	株 式 取 引	39.12	
三 井 銀 行	普 通 預 金	40.3	
労 働 省	求人失業保険職業照会	40.4	
富士写真フイルム	在 庫 管 理	40.8	
農 林 中 央 金 庫	為 替	40.9	
八 十 二 銀 行	"	40.11	
静 岡 銀 行	"	40.12	
防 衛 庁	補 給 情 報 処 理	41.3	
トヨタ自動車販売	在 庫 ・ 販 売 管 理	41.5	
岡 村 製 製 所	在 庫 管 理	41.7	
大 西 衣 料	販 売 管 理	41.7	
東 洋 工 業	在 庫 ・ 販 売 管 理	41.8	
平 和 相 互 銀 行	為 替 ・ 普 通 預 金	41.9	
名 鉄 運 輸	運 輸 管 理	41.10	
富 士 銀 行	普 通 預 金	41.10	
住 友 銀 行	為 替 ・ 普 通 預 金	41.11	
東京産業信用金庫	為 替 ・ 融 資	42.1	
近畿日本ツーリスト	座 席 予 約	42.3	
川 崎 製 鉄	生 産 管 理	42.3	
駿 河 銀 行	為 替	42.3	

専 用 者 名	対 象 業 務	回 開 年	線 通 月
東 京 都	農 産 物 流 通 管 理	4 2	5
三 和 銀 行	為 替	4 2	7
八 千 代 信 用 金 庫	普 通 預 金	4 2	7
親 和 銀 行	為 替	4 2	1 0
旭 硝 子	生 産 管 理	4 2	1 1
三 菱 レ イ ヨ ン	在 庫 ・ 販 売 管 理	4 2	1 1
北 海 道 拓 殖 銀 行	為 替	4 2	1 2
中 国 銀 行	"	4 3	1
三 井 造 船	技 術 計 算	4 3	1
倉 敷 レ イ ヨ ン	在 庫 ・ 販 売 管 理	4 3	2
日 産 デ ィ ー ゼ ル 工 業	在 庫 管 理	4 3	3
横 浜 銀 行	為 替	4 2	3
石 川 島 播 磨 重 工	技 術 計 算	4 2	3
中 央 相 互 銀 行	為 替	4 2	3
日 本 道 路 公 団 (中 央 道)	料 金 集 計	4 3	4
" (東 名 道)	"	4 3	4
野 村 証 券	株 式 取 引	4 3	4
日 本 勧 業 銀 行	普 通 預 金	4 3	5
京 都 銀 行	為 替	4 3	5
住 友 銀 行 (大 阪)	為 替 普 通 預 金	4 3	5
日 本 交 通 公 社	旅 行 関 係 メ ッ セ ー ジ	4 3	5
本 田 技 研	販 売 管 理	4 3	5
群 馬 銀 行	為 替	4 3	5
岩 手 銀 行	"	4 3	6
山 口 銀 行	"	4 3	6
全 国 地 方 銀 行	"	4 3	1 0

6.1.2 わが国の現状

わが国において現在稼働中のオンライン情報処理システムは表6-3に示すとおりである。対象業務としては、諸外国の例と同じく列車、航空機の座席予約および金融機関における為替預金業務が初期の頃多かったが、次第に製造工業の分野でも利用されはじめていきている。またその規模も一企業内のものから、国家機関や同一企業グループ内における全国的な大規模システムの計画が目立ってきている。

回線の通信速度は50ビット/秒、200ビット/秒、1200ビット/秒の3種類が利用できるが、2400ビット/秒回線もサービス間近であり、多彩なオンライン情報処理が可能となってきた。

わが国のオンラインシステムの現状の一例として、労働省における職業紹介用オンラインシステム、NHK TOPICSシステム等現在稼働している5種のシステムについて以下にその概要をのべる。

6.1.2.1 労働省職業紹介システム

労働市場センタにおけるオンラインシステムは、全国460の公共職業安定所、46の都道府県職業安手主務課とセンタの処理装置との間を専用線で接続している。各都道府県の職業安定主務課には集配信装置をおき、管内各安定所からの回線を集約し、また札幌・仙台・名古屋・大阪・広島・福岡の6都道府県には中継装置をおいて50ビット/秒回線から、1200ビット/秒回線に乗せかえている。

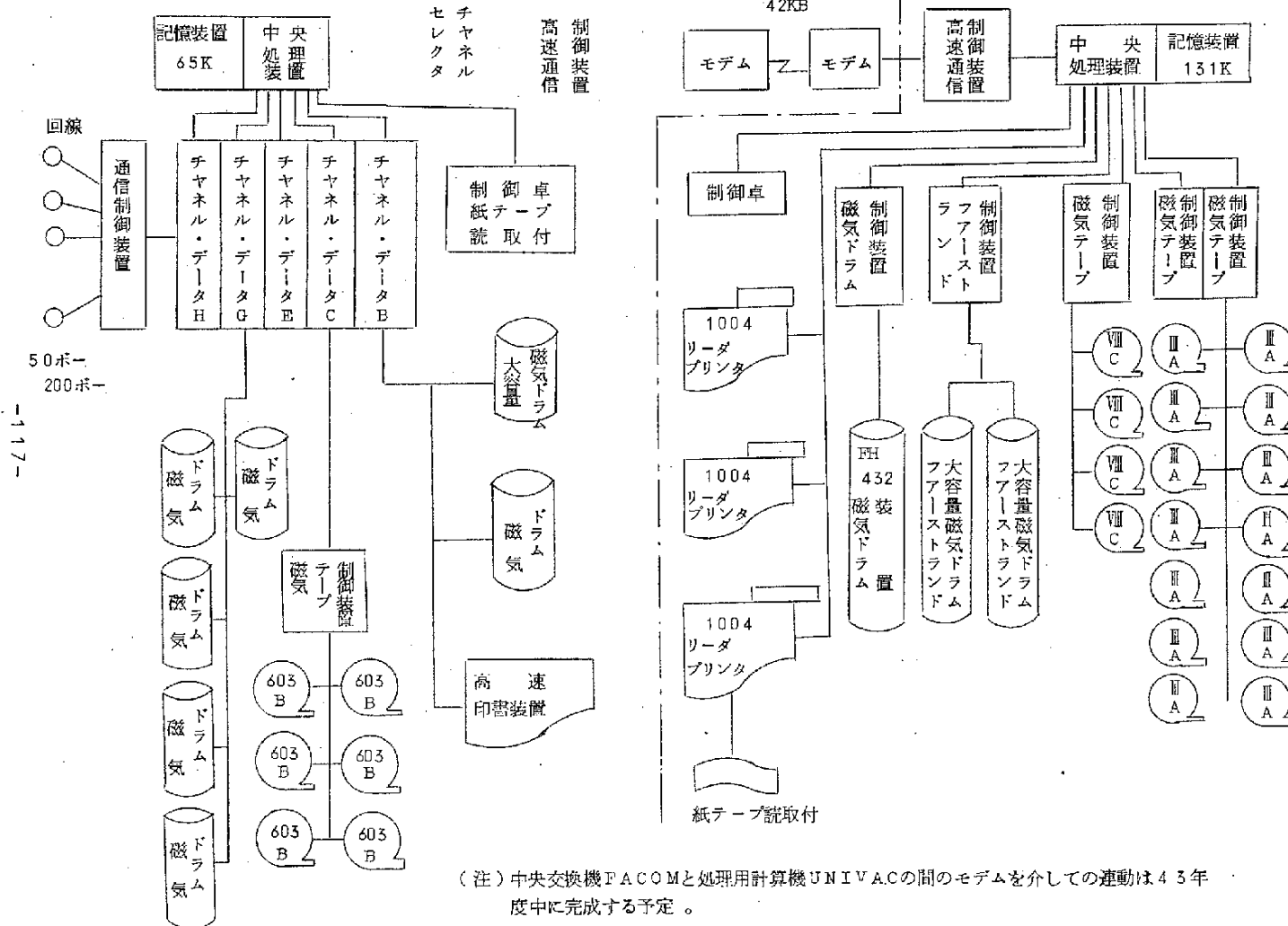
センタ装置は図6-1に示すように大型電子計算機(FACOM 230-50)を出入り用の交換機の如く使い、集約したデータは別の大型電子計算機(UNIVAC 1108)で処理する。

業務処理の概要はつぎのとおりである。職業紹介関係、失業保険関係のデータは、端末安定所において各種の届書からさん孔タイプライタによりデータ票を作成し、端末の控をとるとともに作成された紙テープを伝送装置によりセンタに送信する。失業保険徴収関係のデータは、各都道府県庁において会計機により紙テープを作成し、センタに送信する。

センタの処理装置は、送信されたデータを磁気テープに記録し、通信終了後この磁気テープを業務別に分類する。ここで人手を介して以後の処理をUNIVAC計算機で行なう。処理された結果は各端末に伝送される場合と、郵送される場合とがある。伝送網を通して、一般の連絡電文を送ることができる。センタあての連絡電文は、出入り側の計算機の高速印字装置に打出される。またあて先コードによって、一通の電文を地域内あるいは全国的に送信す

中央交換装置 (FACOM230-50)

UNIVAC1108



(注) 中央交換機FACOMと処理用計算機UNIVACの間のモデムを介しての連動は43年度中に完成する予定。

図6-1 労働市場センタシステム

することもできる。電文のチェックは、センタを通過する際厳重に行なわれ、電文形式の誤ったものは直ちに発信端末にその旨付加して返信する。伝送上の誤りは、無誤字伝送方式によって排除される。各端末の通信状況は随時高速印字装置に打出することができるので、その状況を把握することができる。

6.1.2.2 NHK-TOPICSシステム

このシステムは、日本放送協会（NHK）における番組制作業務をオンライン化したもので、編成企画、制作、送出進行、聴視者動向、番組情報などを含んでいる。すなわち、番組制作担当グループと制作実施グループの間の複雑な情報交換処理を、計算機で一元的に管理するものである。

このシステムの動作概要を示すと、大略つぎのとおりである。

番組制作担当者が、制作に関する情報を入力すると、主計算機はこれらの情報を一番組単位として処理し、スケジュール計算、施設機材、要員の割当、予算見積の算定を行なう。要員、予算等の算定は、あらかじめ登録された番組マスタの指定制作日程、予算枠を参照して行なわれ、処理結果はファイルに記録される。このファイルは制作実施部門ごとにまとめられ、作業順に分類されてオンラインターミナルに作業指示として表示される。また、各ファイルに記録された情報を利用し、プロセス計算機を介して番組送出および制作に必要な集中機器群（ビデオテープレコーダ、フィルムプロジェクタなど）の自動運転、スタジオおよび回線の接続交換、放送系統の切替を制御している。

なお、番組制作過程で計算機系に判断できない事態が発生すると、例外処理事項として通報され人間の判断にまかされる。

システムの特長は、信頼性を十分考慮したこと、会話方式で操作できる端末装置を豊富にそろえたことである。

システムの信頼度としては、各装置の平均修理時間を1時間以内としたとき、次のように定められている。

主計算機系	MTBF	1年以上
システム	中断許容時間	10分以内
プロセス計算機系	MTBF	10年以上
システム	中断許容時間	3秒以内

現在までのところ、これらは十分満足されているといわれている。

会話形式で端末機から情報を授受するために、このシステムでは文字ディスプレイ装置と図形

ディスプレイ装置はライトペンを具えた21インチのもので、任意の文字と図形を表示できる。これらは番組総括センタに設置されており、放送番組の編成・制作・送出に関する管理者の意志決定を助けたり、指令を計算機より必要方向に伝達するのに使われている。

6.1.2.3 国鉄の座席予約システム

国鉄の座席予約システムは、全国の主要駅や交通公社などの「みどりの窓口」370ヶ所と地方の拠点にある販売センタとに端末装置約850台を設置し、主要列車の座席券、寝台券の予約販売に関する業務を処理している。中央の処理装置はMARS-101, MARS-1U2, MARS-103, と呼ばれるもので、1,000本に近い列車の座席に関する情報を管理するファイルをもっている。

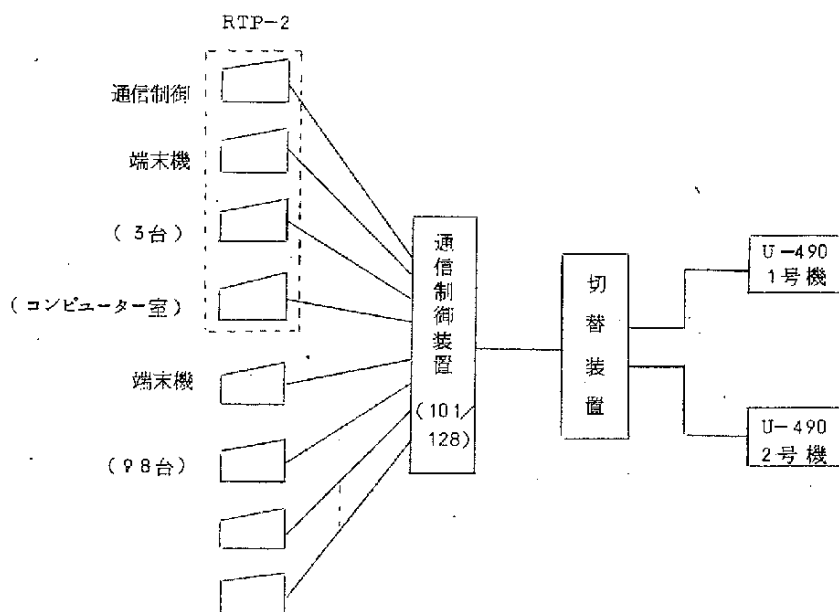
このシステムの特長は、中央処理装置の主要部分を完全に2重化し、常時並列運転するいわゆるデュアル方式を採用していることである。デュアル方式は、2台の処理装置の結果を照合できること、ファイルを2重にもっているので、一方の内容が破壊されても他方のファイルから容易に回復でき、切替時間を短縮できるなどの長所をもっている。またファイルの障害に対しては、これを自動回復するプログラム(ARPS)も開発されている。

6.1.2.4 国鉄貨物情報処理システム

国鉄では、鉄道貨物輸送の横ばい状態に対処するため、42年4月から地域間気行貨物列車を運行している。この急行列車は貨物の速達と到着日時の明確化をねらった輸送方式であってヤード(鉄道構内)で貨物を分解組成せず、主要駅相互間を直接急行で結んでいる。主要駅においては急行列車と地域内列車との乗継ぎを、あらかじめ定められた計画に従って行ない、特殊な中継作業によって待ち時間を短縮する。

このように地域間急行を販売し、輸送を円滑に行なうためには空車手配、整正作業(停車駅で貨車の解放作業をやりやすくするため連結順序を予め整える作業)、継送作業、到着予報等多くの情報が必要である。この情報の管理を迅速正確に行ない、申込受付業務をスピードアップするために、電子計算機を用いたオンラインシステムの導入が計画されたのである。

本システムの構成は、図Aに示すとおり、中央の処理装置(ユニバックU-490)と端末機(印刷電信機RPT-2)を50B/S回線で結んでいる。43年10月現在、地域間急行列車は全国で168を運転されているが、そのうち86本がこのシステムで処理され、成果をあげている。



- a 伝 送 速 度 50 ボー
- b 通 信 方 式 半二重方式
- c 同 期 方 式 調歩同期式
- d 使 用 コ ー ド 6単位国鉄標準コード
- e 回 線 国鉄自営回線

図A 地域間急行貨物情報システム

6.1.2.5 銀行業務のオンライン化

大量消費時代を迎えている昨今、銀行業務はこれまでの企業金融中心から、消費者金融の拡大へと移行しつつある。この傾向は、普通銀行はもとより、信託銀行、長期信用銀行、相互銀行、信用金庫等においても顕著になってきている。具体的な業務としては消費者金融の拡大、クレジット・カードの普及、各種料金の自動口座振替制度等であり、このように業務が多様化し、小口取引が増大する事に対処するため、最近各銀行では業務のオンライン化による集中処理体制の確立が急速にさげばれている。

消費者金融の拡大は、昭和40年頃から本格化してきた。たとえば住宅、自動車、電化製品、ピアノ等の購入に際して、メーカーやディーラーと提携した消費者ローン方式がとられ、非常な勢いで普及している。全国銀行でみた消費者金融残高は、40年12月末の599億円

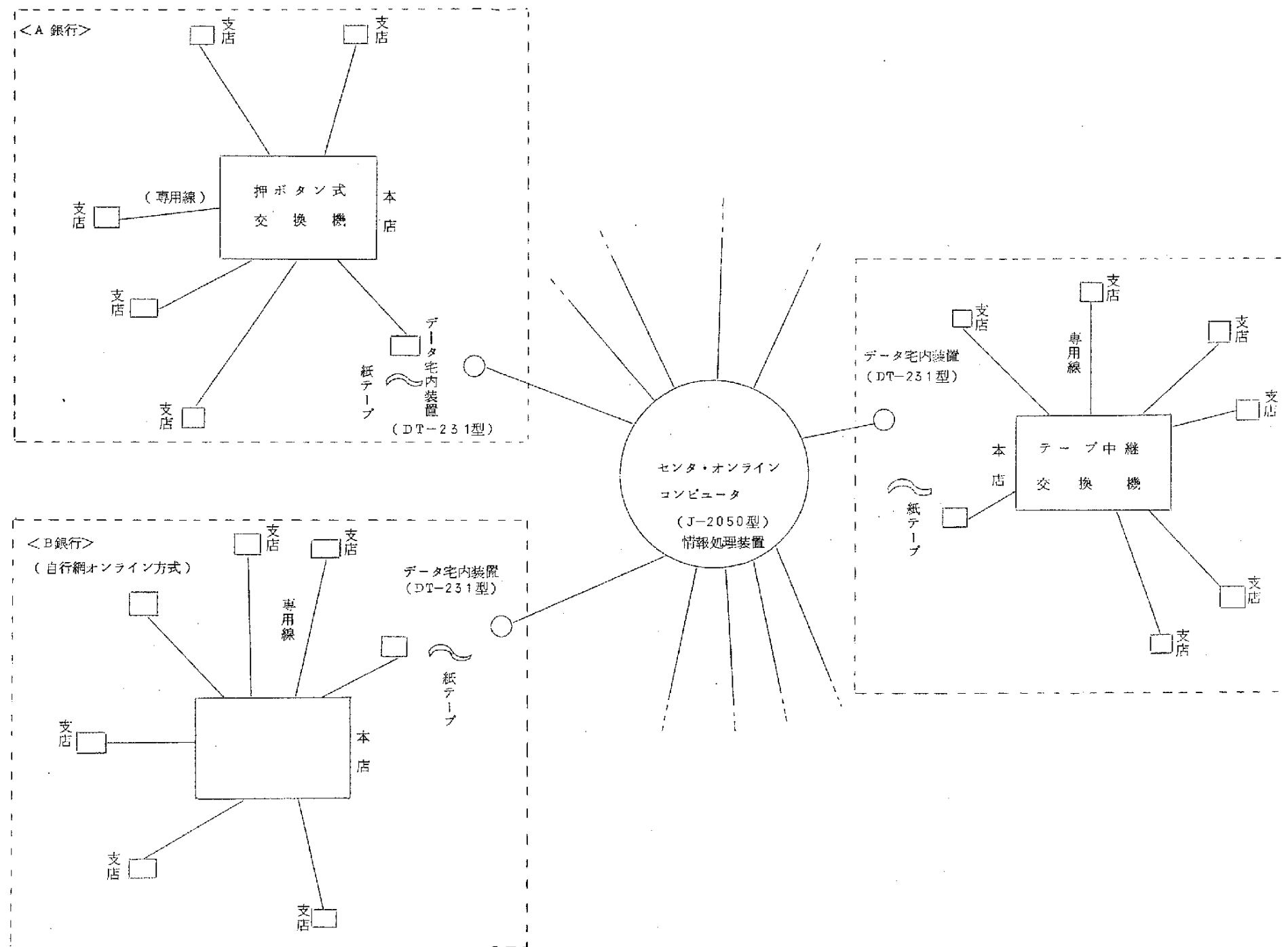


図 6 - 2 全国地方銀行データ通信システム構成図

に対して、42年9月末には1,621億円に達したといわれている。

クレジット・カードは消費者の間で次第にひろまってきている。銀行がクレジット・カード業務に進出する理由としては、預金口座数が増え、固定客が増大すること、支払われた金額がづねに銀行の中で回転するため、口座は違ってても預金は銀行に滞留することである。

自動口座振替度は、昭和30年に電信電話料金について実施したのを嚆矢とし、現在税金、社会保険料、ガス・水道・電力・電信電話等の料金、NHK受信料、公団家賃など非常に広範囲にわたっている。これらは各消費者を相手とした小口のものであるが、数が多くなるため取扱総額としてはかなりの高額になることが期待されている。

以上のような小口業務の増大につれて、銀行事務は機械化の必要性にせまられたのである。まずそのはじめは、営業店、本店等で会計機、電動計算機等が導入されたが、次第に事務の集中処理の要望が高まり、PCBをへて電子計算機によるバッチ処理が行なわれるようになった。さらに、電子計算機的能力が向上し、即時処理の必要性が高くなるにつれ、内国為替のオンライン化が40年ごろからはじめられたのである。そして今日、預金、貸付、為替、当座事務を含めた総合オンラインシステムの採用が、各銀行にとって必要欠くべからざるものとなっている。

6.1.2.6 全国地方銀行データ通信システム

全国地方銀行協会に加盟している銀行は現在62行あり、その店舗総数は約4,100店にのぼっている。これら各銀行相互間にわたる為替通信の量は、近年増加の一途をたどっており、これを正確かつ迅速に処理するためにデータ通信を利用することが協会内で熱望されるにいたり、本システムの設計が電電公社に依頼された。

センタ装置は東京の東銀座電話局に設置され、全国地方銀行協会加盟の62行内にある代表1店舗とセンタ間は専用線で接続されている。各銀行はそれぞれ自行内の通信網をもっているため、紙テープを媒介にして接続することにより4,100店相互間の為替通信が可能である。接続図の一例を図6-2に示す。

サービスは43年10月より開始されたが、取扱われる業務はさしむき地方銀行相互間の為替通信およびその付帯業務とし、つぎの4種類にわけて処理される。

- フリコミ 依頼人の預金口座から、受取人の預金口座に対する振込の依頼内容(金額など)を相手取扱銀行に通知するもの。
- トリタテ 代金取立手形の入金報告あるいは不渡通知を個々に依頼銀行に行なうもの。
- イッカツ 代金取立手形の入金報告または不渡通知を一括して取扱うもの。

- ツウシン 本システムで取扱う業務に関して銀行相互間、あるいは銀行とセンタ間で
行なわれる各種の連絡、依頼通知、問い合わせ等を扱うメッセージの送達。

中央の電子計算機はJ2050形(富士通製品)を基本としたシステムである。信頼性をあげるため②系統(duplex)で構成され、オンライン系が障害となったときは、すみやかにオンライン系に切替えられる。

各加盟銀行内の店舗におかれる装置は、DT-231形データ伝送装置といい、世界最初の200ビット/秒プリンタを実装している。端末装置、中央局間のデータ伝送はISOコードで行なわれるため、本端末装置は必要に応じてISOコードに変換する機能を有している。

なお、本システムの運営は地方銀行協会が行ない、設計、建設、保守は電電公社が行なっている。

6.1.3 諸外国の現状

ここではオンライン情報処理の先駆者的役割りを果たした米国の現状についてのべる。米国の情報処理網は、その発展過程においてつぎの3段階にわけることができる。

第1段階(1954~1959)は、軍事目的のためにオンラインシステムが開発された時代で、電子計算機網とレーダ網を結んだSAGE防空システム等はその代表的なものである。

第2段階(1959~1965)は、科学技術のためにオンラインシステムが利用されはじめた時代でマサチューセッツ工科大学のMAGシステム、電子計算機メーカーの各種オンラインシステムなどが有名である。

第3段階(1965年以降)は、事務処理にオンラインシステムが活発に利用されだした時代で、経営上の意志決定のためのMIS計画、さらに政府民間の広い範囲にわたる情報交換のための国内情報システムなどが議論され、実行に移された。表6-4に米国の商用オンライン情報処理システムの代表例を示す。このうち、アレン・バブcock計算会社、コムシェア社等の業務内容について概要をのべる。

6.1.3.1 アレン・バブcock計算会社

本社はロスアンゼルスにあり、RUSH(Remote Use of Shared Hardware)タイムシェアリング・システムという名でサービスを販売している。

センタはカリフォルニア州のパロアルト(1966年9月開設)とロスアンゼルス(1967年9月開設)にあって、パロアルト地域、ロスアンゼルス地域およびニューヨーク地域(ロスアンゼルスへ接続)にサービスを提供している。近く東海岸にセンタを開設する模様である。

中央処理装置はIBM360モデル50Hを使用しており、大容量記憶装置として集合磁気

表 6-4 米国の商用オンライン情報処理システムの例

会 社 名	計 算 機	会 話 言 語	データ宅 内 装 置	利用 者 数	最低 月 額 料 金	使用時間(デー タ宅内装置)あ たりの平均料金 (1)	使用時間(処 理装置)あた りの 料 金	ユーザあたり の使用メモリ (ディスク)量	備 考
アレン・バブコック 計 算 会 社	IBM360/50	PL-1	IBM2741 TT, TLX (4)	60	575ドル (2)	—	4~8ドル	100K+	
アプライド・ロジック社	DEC PDP-6	FORTRAN IV MACRO-6	TT33, 35 CRT	20	—	5ドル	6ドル	—	
ボルト・ベラニック・ アンド・ニューマン社	DEC PDP-1	TEI-COMP	TT33	32	—	15.5ドル	—	—	マサチューセッツ総合病院で患者の看護活動と臨床的研究に利用
C E I R 社	GE235 DATANET30	BASIC	TT33, 35	40	250ドル	5ドル	—	120K	
コ ム シ ョ ン 社	SDS940	FORTRAN, CAL ALGOL, BASIC	TT33, 35	32	40ドル (3)	15.5ドル	2.5ドル	60K+	
ダイヤル・データ社	SDS940	BASIC, CAL ALGOL FORTRAN	TT33, 35	32	100ドル	13.5ドル	3ドル	60K+	
G E 情報サービス部門	GE235 DATANET30	BASIC ALGOL FORTRAN	TT33, 35	40	350ドル	10ドル	3ドル	60K+	
G E 社	GE235 DATANET30	FORTRAN MOPSYS COGO	TT33, 35	18	300ドル	20~30ドル	—	192K	
I B M 社	IBM7044	QUIKTRAN	IBM1050	50	325ドル	12ドル	—	410K	ニューヨーク市内の大学研究機関などからの科学計算
キ イ デ ー タ 社	UNIVAC491	KOP-III	TT28	200					中小企業の送り状作成、在庫チェック、注文書作成など
レナウン・プロパティス社	GE225 DATANET30	ALGOL, BASIC FORTRAN	TT33, 35	40	350ドル	10ドル	3ドル	0+	
タ イ ム シ ョ ン 社	SDS940	FORTRAN CAL, ALGOL BASIC	TT33, 35	60	100~ 390ドル	13ドル	—	60K+	
V I P シ ス テ ム 社	IBM1440	IBM	IBM2741	40	375ドル	7.5ドル	—	100K+	
コンピュータ・サイエンス社	UNIVAC 1108	VARIANT OF BASIC	KSR35 IBM2241 2780 U 1004	200				65KW	回線接続時間によって課金する。
S B C	IBM 360/50, 65	CALL BASIC DATA TEXT	IBM2740 1050	10~20					受講コースによって課金する。

注1 1 月50時間利用する場合のもの。

2 データ宅内装置、通信料として月195ドル追加。

3 1時間あたりの料金、最大2,200ドル。

4 TTはテレタイプ社の加入電信宅内装置

注2 通信料金は含まず。

ディスクバック(IBM2314)8台、データセル1台を設置しているのが特徴である。

宅内装置はIBM2741, 1050各種テレタイプ, CRTディスプレイ装置などが接続可能であるが, 2714またはテレタイプを電話回線を通して使うのが最も標準的である。

収容能力は初期のシステムでは同時接続数60, 科学技術と事務計算では150~200端末にサービスできるようである。使用言語はPL/1が主体である。

6.1.3.2 コムシェア社

本社はミシガン州アンアールバ(Ann Arbor)にあり, センタはアンアールバ, シカゴ, ヒューストン, ニューヨークの各地にある。

中央処理装置はSDS-940を使用し, 大容量ファイルとして1台当り67百万字の装置を使用している。

宅内装置はキーボードプリンタ, テレタイプ, プロッタ, カードリーダーなどがあり, 電話回線に接続される。サービス仕様としては, 応答時間3秒, 加入者ファイルは無制限, ファイルの保護はパスワードによっている。

使用言語はCAL, BASIC, FORTRAN IV, SNOBOL等非常に豊富である。またライブラリも豊富で線型重回帰, 逆行列計算, プロットングプログラム, 分散分析などがある。

適用業務の例としては, 各種技術設計計算, 生産管理, 会計事務計算, 学習計画等広い分野にわたっている。

6.1.3.3 GE社のTSSシステム

このシステムは, 中央処理装置にGE235を使用し, 入出力および監視用にデータネット30を使用している。はじめは, ダートマス大学の研究用として開発されたが, 1964年秋に設備を拡張し一般に開放されるようになった。

システムは2系統で運転され, 1系統はTSS専用に運転されるが, 他の1系統はTSS利用の多い昼間帯だけTSSで稼動し, 夜間はバッチ処理に切替えられる。業務内容はTSSの場合, 数値計算, 科学技術計算などの計算業務が主体である。利用者はほとんどGE関係以外の人であるといわれている。バッチ業務は給与計算, 在庫計算, 技術計算等各種の業務があり, GE関係者が60%, その他が40%の割合で使用している。

使用言語は, ダートマス大学で開発されたBASICのほか, GE開発した会話型FORTRANおよびALGOLがあり, 実行時に割込むことができる。

6.1.3.4 サービス・ビュロー社(SBC)

IBMの子会社であるSBCは, 一般利用者のための教育およびプログラムの講習会を行な

っている。またその他の利用者にオンラインで計算機を使わせている。これらはいずれも有料で提供されている。

SBCのセンタは、IBM360/50と360/65を直接結合し、全米にIBM360/20にターミナルを設置して計算機時間と、その付帯サービスを売っている。

使用言語はCALL BASICとDATATEXTであり、前者はQUICKTRANを360用に改訂したものである。DATATEXTは遠隔端末から編集などを行なう時に使用される。

端末機はIBM2740(タイプライタ)、IBM1050などが使われている。

6.1.3.5 タイムシェア社

センタはニュージャージー州イングルウッドにあり、サービスエリアは東部海岸地区である。情報処理装置は、SDS社とカリフォルニア大学(バークレイ)の共同開発によるSDS940(SDS930の改造)を使用しており、このほか補助記憶装置として高速ドラム装置、6500万字の磁気ディスク装置が用意されている。

業務内容は主として科学計算であり、そのためのソフトウェアが各種用意されている。代表的なものとしては、CAL言語がある。これはタイムシェアリング用として開発されたタイムシェア社独特の言語で、FORTRANのようなシーケンス言語ではなく、人間の思考順序に従ってプログラムできるように設計されている。CALの特徴をまとめると大略つぎのとおりとなる。

- プログラムをほとんど無制限にリンク(結合)することができる。
- 複雑な論理分析を簡単に処理するための豊富なロジカルオペレーションが用意されている。
- ディメンジョンの規定を自動的に行なうことができるので、プログラムが非常に容易である。
- ピクチャ・フォーマット機能により、出力形式を規定する作業が簡略化されている。

このほか、会話形式でプログラミングできるタイムシェアFORTRANIV、スーパーベシク等のすぐれた言語を有している。

6.1.3.6 その他のシステム

このほか、計算業務のコンサルタント会社として、CEIR、CSCなどが著名である。

CEIR社はコンサルタント業界では最も歴史が古く、(1954年設立)、またはじめてMAC(Multi-Access Computer)を商用化している。利用者は大部分ワシントン地区であるが、一般電話回線を用いた全国的なサービス計画をすすめている。

CSC (Computer Science Corp.) は CEIR と同等の地位をきずいており、近年急激な成長をみせた会社である。現在2つの大きなサービス・ビューローを持っており、その一つは原子力関係、他はリッチモンドを中心としたサービスセンタである。

CSC は ITT の子会社を買収したことで、通信サービス業にかなり進出している。先にのべたサービスセンタの領域を、シアトル～アイダホ～バンクーバーに拡大する計画あり、これが実現したあかつきには、世界における最大のオンライン情報処理システムになるであろうと推測されている。

6.1.4 将来の動向

オンライン情報処理による社会的変革は、現在の計算機の常識ではまったく予想もつかないものとなると思われる。しかしオンライン情報処理による変革は、自然発生的なものではなく、その過程は十分計画された合目的的なものとするができるはずである。そこで遠い将来を論ずることはさけ、現状をふまえた将来の動向について考察してみることにする。

オンライン情報処理に関して、現時点で可能と思われる技術はつぎのとおりである。

(1) オンライン技術。遠隔地の端末装置から、オンラインで大規模な計算機を利用することは、技術的にすでに可能である。

(2) TSS 技術。計算機の共同利用により、個人(企業)で計算機をもつよりは、はるかに安く計算機を利用できる。これにより計算機の潜在需要を、大幅に喚起することができる。

(3) 大容量ファイルの使用。利用者は、非常に大容量でかつ即時アクセス可能なファイル使用をすることができる。また個人のファイルの秘密保護は保たれ、異常なアクセスに対して守られている。

また、多くのグループや個人の研究成果によって集積されたデータは、公共ファイルに貯わえられ、必要によっては他の利用者がこれを使用することができる。

(4) 人間と計算機との会話。タイムシェアリングの技術により、人間と計算機の直接の会話が経済的にも実用的なものとなりつつある。これにより専門技術者が直接プログラミングすることが容易となり、工学設計、医学的の診断、問題解決等に広く活用され、技術の進歩に貢献することが期待される。

以上のような項目を骨組みとして、やや具体的に将来形態のいくつかの断面を予想してみよう。

6.1.4.1 金融システムにおける発展形態

この分野は、オンライン情報処理を最も早くとり入れたところの一つであり、今後とも横

極的にオンライン情報処理を利用してゆくであろう。為替・預金関係のオンライン化は大規模にすすめられる傾向にあり、文字読取装置等の開発は、新しい分野のオンライン化をそく進するだろう。一方、クレジットカードの普及に伴って信用取引がオンライン化され、やがては、cash less時代が来ることになろう。MITのグリーンバーガ氏は「マネーギ」という個人識別カードが作られ、これが現在のお金に代って取引の媒体をなすことを示唆している。また、このためには銀行相互間の通信網が必要なわけで米国のハイパーニア・ナショナル銀行では5つの州にまたがる他の銀行を統合したオンラインを計画している。わが国では、すでに全国地方銀行協会加盟の銀行相互間を結んだオンラインによる為替通信システムについても実現の可能性が考えられよう。

6.1.4.2 情報サービスの可能性

データをいつでも使えるように格納しておき、必要な人が必要な時にこれを引き出すという、データバンクの思想は、あらゆる分野で発展するであろう。たとえば医用データバンクでは、多くの患者の個人別記録、病状、診断の結果、処置とその効果、副作用など詳細なデータを記録させておき、医師は自分の患者のデータばかりでなく、これらの先例を大容量記憶装置から検索し、自分の判断の手掛りとすることができる。このほか裁判の判例に関するデータバンク、図書あるいは特許に関するデータバンク、犯罪捜査用のデータバンク等応用はいろいろ考えられる。さらに将来、汎用のデータバンクが作られ、技術者、教師、サラリーマン、デザイナーなど会社のあらゆる人々がこれを利用でき、要求する情報を最も効率よく検索できるようになれば、教育の概念も一変するであろう。以上のようなデータバンクを実現するためには、安価で信頼性の高い大容量ファイルが必要である。

6.1.4.3 人と計算機の共同作業

橋梁の設計とか宇宙船の設計のように、いろいろの要因が組合っている場合は、外部条件の変更によって設計も大幅に変わることが多い。したがって設計の途中で外部条件に変更があっても、すぐにシミュレーションできたり、計算結果が得られるように、人間と計算機の共同作業が必要となる。一つの方向として、図形ディスプレイを用いた方法が種々検討されており、GM社の自動車デザイン部門等で成果をあげている。

この分野で威力を発揮するものの一つに教育がある。学生が計算機と対話をしながら問題をとくことによって、計算機は学生一人一人の学習レベルを判断し、問題を選択し、適確な指導を行なう。これはあたかも学生一人一人に家庭教師がついて、個人の能力に応じた学習を指導していくのと同じであり、画一的なマスプロ教育による弊害は除かれ、また学年とい

という概念すら不要となる可能性がある。教師は学生との人間的なつながりに重点をおくことができ、よりよい人間関係を作ることができよう。

人間と計算機の共同作業を容易にするには、ディスプレイ装置等の端末機を必要とする。

6.1.4.4 ハードコピー

情報検索の結果は、最終的な形でハードコピーされることが望ましい。たとえば図書検索において、自分のほしい文献が何という雑誌の何月号の何頁にのっているという情報よりは、文献そのものが全部宅内装置に打ち出される方が便利である。そのためには、宅内装置に高速のプリンタか、電子式プリンタが必要となる。また自動出版という考えもあって、著者は自宅から原稿をセンタにタイプインすると、情報は原稿ファイルに登録される。読者は読みたい本を自宅からアクセスすると、本の内容が宅内装置にプリントされる。印税等は同じ計算機で自動的に課金され、銀行ファイルに指示される。

以上、将来の動向について、いくつかの例をのべたが、これらはいずれも現行の社会制度に大きな変革をもたらすものである。オンライン情報処理が広く活用されるについて、人間社会の慣習、道徳、信念に変化をもたらすとすればそれらとの関係も十分考慮して導入してゆかねばならないだろう。

6.2 情報処理網の形態

オンライン情報処理システムの発展過程をみると、はじめは利用者の範囲がシステムの所有者の組織内に限られている。いわゆるプライベート（専用）システムから出発した。わが国における鉄道・航空の座席予約システム、米国におけるSAGE等の軍事システムはすべて専用方式である。

しかしその後、オンラインの利用者を任意の範囲に拡大し、提供すべき業務も利用者の要望に答えるような共同利用システムが誕生するようになった。米国においては、前述のように数社が商用のTSSを提供しておりわが国でも電電公社が加入データ通信サービスの開始を準備している。

このようなサービス形態に対応して、情報処理網も大きく変わろうとしている。すなわち、専用システムにおいては、利用頻度が高いため、もっぱら専用線が使われてきた。一方共同利用システムでは、任意の加入者から接続できるように、電話回線が主として使われることになる。以下、回線網に着目して、専用線を利用する場合と電話交換回線を利用する場合についてのべる。

6.2.1 専用線による情報処理網

初期におけるオンライン情報処理方式の多くは、専用システムとして開発された。これは利用目的、利用者層がはっきり限定されていたことからみても当然である。従って情報処理網として

も、端末装置とセンタ間を専用線で結合する専用網が利用された。鉄道・航空の座席予約、自銀行内の為替通信システムなどは現在ほとんどこの方式で運用されている。

専用網の良い点は、特定の利用者だけが専用的に利用するということから、システムの構成、プログラムの作成などが比較的容易なことである。

このような利点がある反面、専用網を使用するとトラヒックの高い端末とセンタ相互間では経済的な網構成が可能であるが、トラヒックの低い端末までサービスを拡張する場合には高価につく。そこで回線を集束したり、分岐方式を導入することが考えられはじめた。分岐方式については、昭和43年8月から実用に供せられている。

専用網に関する需要は、上記のような利点から、今後量的に増加するとともに、利用形態も次第に複雑化するものと思われる。すなわち、1つのセンタと多数の端末を結んでいた単一の専用オンライン網から、複数のセンタ相互間と、これに属する端末相互間を結ぶ複合専用網へと発展してゆくであろう。これに伴って、高速高規格回線の要望も高まるものと思われる。

6.2.2 電話交換回線による情報処理網

6.2.2.1 必 要 性

電子計算機の大容量・高速化と、多重処理技術の進展に伴って中央にある電子計算機を通信回路線を通して遠隔端末から共同利用しようというオンラインサービスの要求が高まってきた。計算機の共同利用は、多くの利用者に計算機を専用的に使わせることを前提としており、このような広範囲の層に対してサービスを提供するためには、端末のセンタの接続手段として電話交換網を使用せざるを得ない。

この傾向はすでに米国においてもあらわれてきており、米国のオンライン情報サービス会社の大部分は、電話交換網を利用して加入者宅内装置とセンタ装置を結合している。わが国では現在準専用方式として、電話交換網を通したデータ通信サービスを行なっているが、昭和45年度からは、電電公社が加入データ通信方式として、本格的に電話交換網を使用したサービスを実施するはこびとなっている。

6.2.2.2 電話交換網を利用したオンライン情報処理システムの構成

網構成の一案として、図6-3に示す方式が今後のオンライン情報処理サービスの発展拡大のために適切であると考えられる。

データ宅内装置とセンタ処理装置との間の回線網は、既存の電話交換網によって十分サービス可能である。現在、自動電話交換機はステップバイステップ方式とクロスバ方式が採用されているが、現行の市内交換網について考えても伝送帯域は50~100KHzまではとれるの

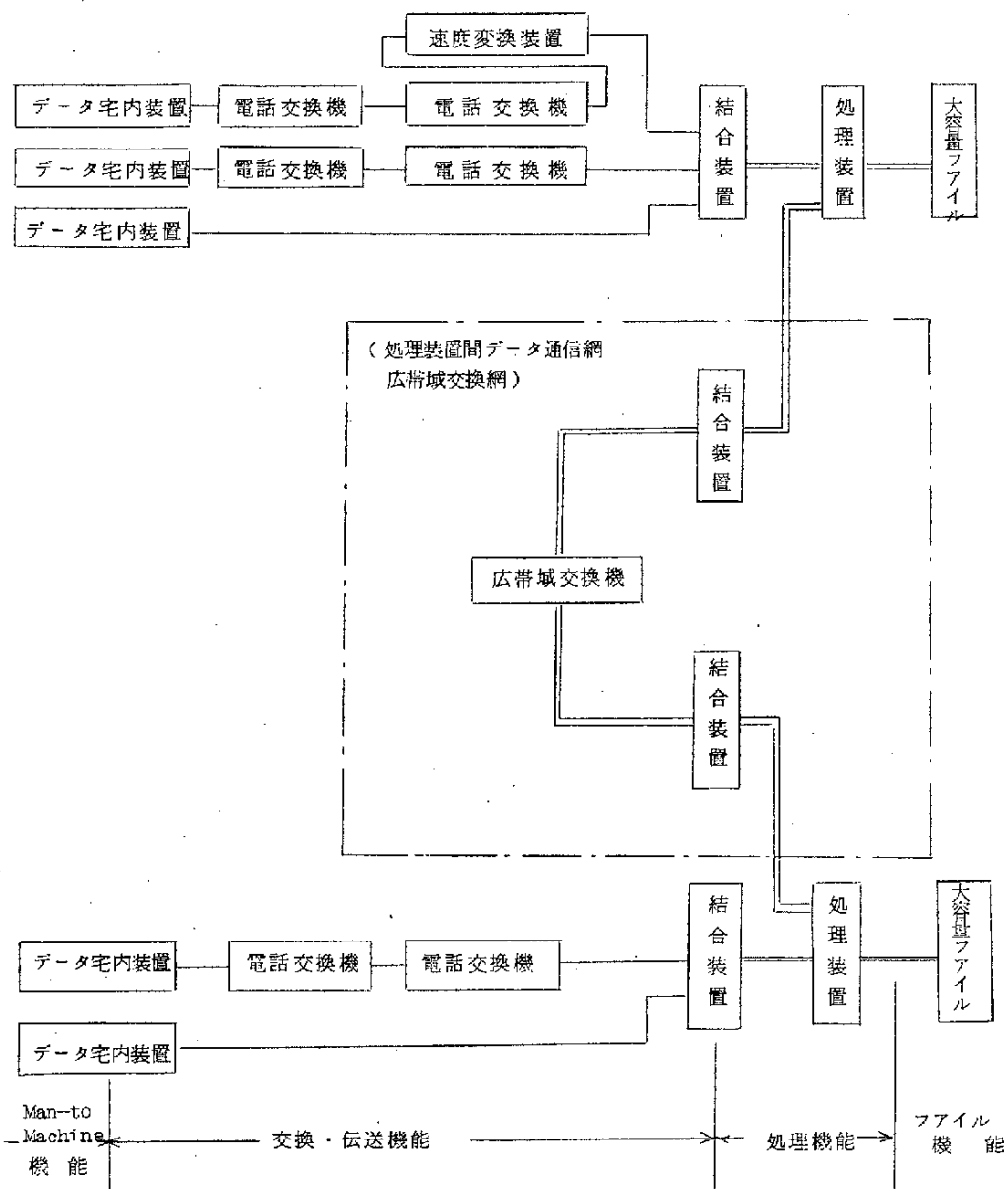
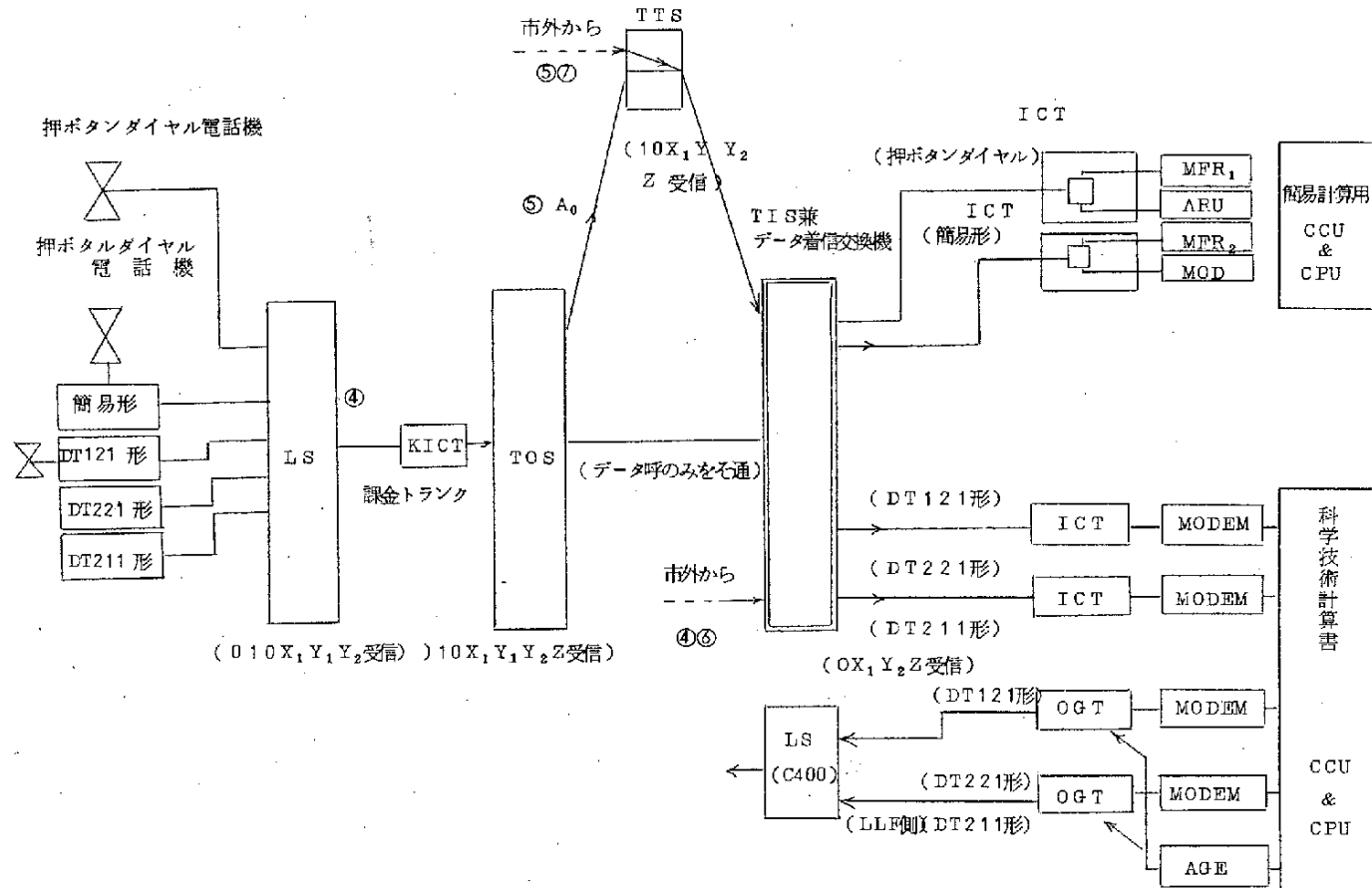


図 6 - 3 電話交換網を利用した
オンライン情報処理網



販売・在庫管理に関する中継方式は科学技術計算と同じである。

(出典 施設 1968年10月号)

宅内装置の伝送速度が向上してもこれに応ずることができる。また交換機雑音の点では、誤り防御機能を付加するので、交換方式如何に拘らず誤り発生率も充分実用に供し得る範囲に抑制できる。将来、電子交換機が導入されれば、これまでのような回線交換ばかりでなく、ある程度の蓄積交換も可能となる。そうすると、電話交換網を使って、いろいろなレベルのサービスが提供されるであろう。

低速のデータ宅内装置は、電話交換機である程度集束した後、速度変換装置によって高速伝送を行ない、回線の効率的な使用ならびにセンタ処理装置の能力向上を図ることも考えられる。この場合宅内装置の機能を、一部交換機側に持たせることによって、宅内装置の価格を下げる可能性も生ずる。

処理装置相互間の回線網は、伝送速度の点から広域伝送路が必要であり、広帯域交換機を用いた回線網を作ることが望ましい。

この網を使用することにより240 キロビット/秒あるいはこれ以上の高速伝送が可能となる。

6.2.2.3 処理装置の配置

上述のシステムにおいて、センタ処理装置をどのように配置し、加入者からどのようにアクセスさせるかをきめるのは非常にむづかしい問題である。処理装置の配置計画をきめるための要因としては、網構成、サービスの種類、サービスの品質、データ処理量、ファイルの取扱い、料金制、経済性、信頼性などがあり、これらが相互にからみあった関係にある。具体的な配置計画をたてるためには、上記の要因のうちの大部分が決まらなければならない。このほか端末回線の能率向上方法、交換系の接続時間短縮方法、信号方式、番号体系についても考慮しなければならない。

6.2.2.4 電電公社の加入データ通信方式

昭和45年度サービス開始が予定されている電電公社の加入データ通信網の一例を図6-4に示す。図6-4は簡易計算用センタ装置ならびに科学技術計算用センタ装置と加入者宅内装置の接続を示している。

宅内装置は、一般の電話機と同様に最寄りの市内交換機(LS)に收容される。市内交換機からセンタまでは、一般電話交換網をそのまま利用し、この網の最終段階で加入データ通信着信交換機に接続される。ここで、サービスごとにセンタ装置の選択および通信制御装置の選択を行なう。この交換機は、呼量が少ないときは既設の電話用交換機(TIS)を利用することができる。

センタ側から宅内装置を呼び返すために、センタ発信回線は最寄りの市内交換機に収容される。この回線による接続は、一般の電話接続と全く同じである。

6.2.2.5 電話交換網を利用した情報処理網の特徴

このシステムは、既存の電話交換網を利用するため、網構成上では非常に有利である。この特徴を利用して、顧客に完全なサービスを提供するためには、特定ユーザーのための専用線による情報処理網の場合に比して、さらに宅内装置、センタ装置等の設計上、次の各項について考慮を払うこととなろう。

(1) パスワードならびに加入者番号の送出

この網によると、誰でもセンタに接続される可能性がある。情報の保護、機密の保持の点からするとセンタの特定のファイルは、特定の資格を持った人以外には使わせたくない場合が生じるであろう。

特定の資格を持った人であるか否かの判定は、一般に宅内装置からパスワードを送り、これをセンタで照合している。このパスワードの送出は、簡単にして誤用（あるいは盗用）がさけられるものでなければならない。

また、処理装置による集中課金のためには、加入者番号が必要である。この番号は加入者交換機から送出することも考えられるが、上記のようにパスワードを送る必要のあることから、これと組にして宅内装置から加入者番号を送ることが有利と考えられる。

(2) 交換機と処理装置のインタフェース

処理装置と交換機の間には、接続、選択、識別、通話、切断等の接続制御機能が必要である。特にセンタ側から発信の場合、途中話中の状況、着信側応答の確認、相手番号の確認（誤接の防止）、相手切断の確認など、かなり技術的に高度の機能が要求される。

(3) 選択番号方式

センタ装置を選択する番号は、電話交換上不都合のないものであることは絶対条件である。そのためには、電話加入者番号と同じように0～9の10個の数字の組合せでなければならない。選択番号は、センタの将来ののびを考えて、拡張性のあるものとし、途中で変更しないようにすること、おぼえやすいように規則性をもたせることが必要である。また1つのセンタに多種類の宅内装置を収容する場合は、制御手順の相異、伝送速度の相異があることから、通信制御装置を選択するための番号も必要である。

6.2.3 情報処理の総合システム

将来のオンライン情報処理システムの形態を考えると、情報処理の総合システムは非常

に重要な問題である。クレジットサービス、小売店等の販売管理、為替交換、座席予約等の管理を考えると、現在のように各企業ごとに個別にデータ通信網を構成していく形から、さらに総合的なシステムに発展させることが望ましい。したがって、これらの業務を少くとも用途別に集約し総合したシステムを作ることによって、端末装置の統一と操作の標準化が可能となり、利用度も飛躍的に向上するものと期待される。このためには、共通のファイルを含む情報処理装置を電話交換網を利用した情報処理網と結合するシステムを確立することが必要と考えられ、このシステムによって利用者は必要の都度データを送り込み、あるいは照会したデータを受けるとともに、これを関連システムへ転送して総合処理することができる。

総合システムを実現するためには、巨大な電子計算機と複雑多岐にわたる制御プログラムが必要であり、ほう大な要員と工数を要すると思われる。また安価でかつ操作の簡便な宅内装置の開発が不可欠である。

6.3 データ交換方式

6.3.1 データ交換方式の現状

現在用いられているデータ交換は、サービスの形態上から公衆的（不特定多数）なものと、専用的なものに大別でき、専用網、加入電話網あるいは加入電信網などの既設交換網が利用されている。

データ交換システムを、交換機能別に分類するとつぎの3つの形態となる。

- (1) 回線交換によるデータ交換
- (2) 蓄積交換によるデータ交換
- (3) 回線、蓄積の両機能を有するデータ交換

現在の公衆網の多くは回線交換の形であり、専用網では3種全部の形がある。公衆網では、既設の交換網の多くが回線交換であること、加入者数のきわめて大きい交換機には回線交換の方が適しているために、回線交換の形式をとっている。

表6-5は、上記3つの分類に従った実例を示す。データ交換といえば狭義には蓄積交換を示すこともあるが、これは現在の専用データ通信網の多くがこの形をとっているからである。また回線、蓄積の両機能をもった方式は現在未だ特殊の場合でわが国にはない。

表 6-5

データ交換の形	実 例
(1) 回線交換によるもの	○ 加入電信 TWX, TELEX(W.U) ○ データ・ホーン ○ W.Union Wide-band Exch Service 等
(2) 蓄積交換によるもの	○ 電報中継(TX), 機械式為替交換(機械式) ○ KDD, 電報自動処理システム ○ W.U. 301 Computer Switching System ○ Data Communication Computer System (RCA, 電信100ℓ) ○ ADXシステム(ITT: 電信, 電話, 広帯域の各回線) ○ VADE(ITT: 電信128ℓ, データ16ℓ) ○ 東海銀行為替交換システム(日立3030: 電信250ℓ) ○ 八十二銀行電子中継システム(FACOM230-30: 60ℓ) ○ 三和銀行(HITAC4010: 電信データ計405ℓ) ○ 農林中金為替中継交換(FACOM230-30×2, 60ℓ) ○ 日興証券(FACOM323, 200~350ℓ) ○ 労働省(FACOM230-50, 530T) - etc.
(3) 回線, 蓄積両交換機能を有するもの	○ AUTODIN システム(W.U. データ交換網: 100ボ-, 1200ボ-, 2400ボ-[4800ボ-]550ℓ), 交換局5ヶ所(×2) ○ ARSシステム(W.U: テレプリンタ1600T, Narrow band, 150ボ-, Wide band 4RC, 8RC, 16RC, 48RC: Messge SW Center3ヶ所 [UNIVAC 418]: District off Office 25ヶ所)

6.3.2 回線交換と蓄積交換

回線交換方式と蓄積交換方式を概念的に示すと、図6-5のとおりである。

回線交換は、回線を直接に相互接続して交換機能を行なう方式であり、これに対し蓄積交換とは入回線データを一旦交換機の適当な記憶装置に蓄積した後、出回線が使用できる時期になって、記憶装置から読み出して送出するもので、store and forward systemといわれる。

両方式の機能を比較すると、本質的な差はデータ蓄積機能の有無であるが、それにとり両者の機能差は表6-6のとおりである。

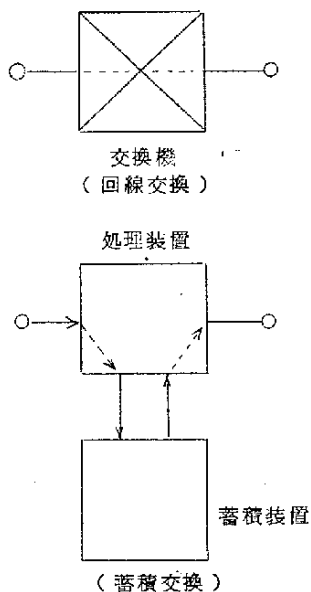


図 6 - 5

表 6 - 6 回線交換と蓄積交換の比較

比較項目	回線交換	蓄積交換
回 利 度	低能率	高能率
速 度 変 換	不 可	可
コ ー ド 変 換	一 般 に不可	可
多 宛 先 送 信	不 可	可
ジ ャ ー ナ ル	不 適	適
デ ー タ 保 護	簡 単	複雑
データ形式変換・編集	不 可	可
会 話 的 通 信	適	不適 { 但し伝送速度および受信端末のアウトプット 速度が高速になった場合は必ずしも不適ではない。
電話交換機との共通性	大	小

一般に、回線交換は低呼量、同一速度、同一伝送符号のデータ交換網あるいは会話的通信を必要とするシステムの交換網に適し、蓄積交換は回線を高能率で使用して多量のデータを処理する回線網、また伝送速度および伝送符号等の融通性を要求されるシステムに適しているといえることができる。

6.3.3 データ交換機能

データ交換の機能は、基本的には発呼端末からえた接続情報にしたがって相手端末を見出し、発呼被呼両端末間で、符号化された(2進)データを交換することである。このためには、電話と同じく両端末をオンラインに接続すれば目的は達せられる。しかし、データ交換の場合は端末の種類機能、情報の種類が多く、これを簡単に統一することはむずかしいので回線交換による方法だけでは一般に十分でない。すなわち、データ通信では異速度の端末間、異符号の端末間の通信、同報通信、優先度通信等が要求される場合が多いので、発呼者からのデータを一旦蓄積し、要求にあった形で被呼者に送出する、いわゆる蓄積交換が有利となる。この場合、通信は待合せ方式となり、回線能率、端末機器の利用率は向上する。

蓄積交換方式は以上のような特徴をもつが、同時につぎのような場合には回線交換方式のほうが有利となる。

- (1) 会話性の要求
- (2) 大量、高速のデータ伝送の要求
- (3) End-to-end の制御の必要性(誤り制御、相手確認)

(1)の会話性が要求される場合は、蓄積方式による交換のおくれは欠点と考えられる。(2)の大量、高速伝送の場合は、蓄積交換機のメモリが非常に大きくなり経済的に成り立たない。(3)については、たとえば誤りの制御の場合、蓄積交換では中継するたびに制御回数が増すため、データの確度がさがるので、より安全性を保つためにはEnd-to-end の制御が必要である。また相手確認も、End-to-end のほうが確実である。

以上、データ交換機として回線交換と蓄積交換の各機能の特徴をのべてきたが、それぞれ利点および欠点をもっている。これがAUTODIN方式やARS方式で両機能をもった網が作られたゆえんであろう。なお、AUTODIN方式のように端末の能率使用という条件をのぞけば、回線交換網の一部に、蓄積交換機能を有する局を置くことにより、データ通信網に対するほとんどの必要条件は満たされる。このことは公衆データ交換網を作るうえで十分考えなければならない。

蓄積および回線交換併用機の一例を図6-6に示す。回線交換の場合は、送受両回線の接

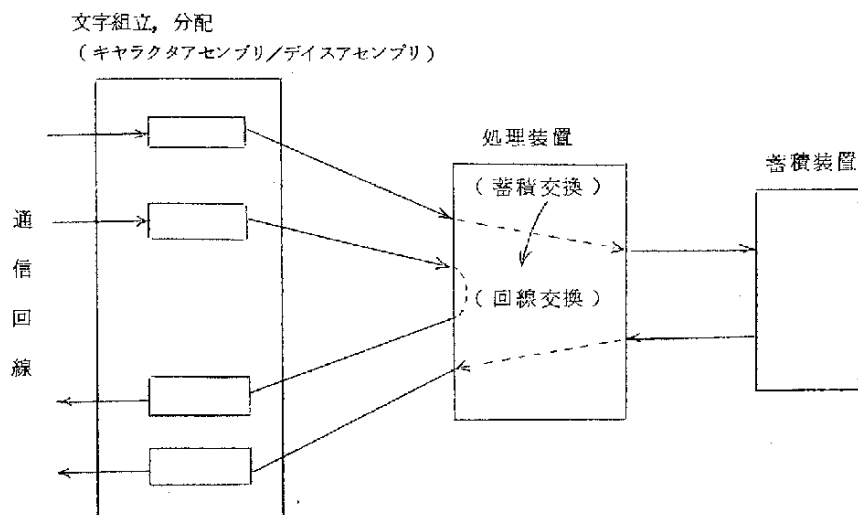


図 6 - 6 蓄積および回線交換併用交換機

統をハードウェア的に行なうが、軽呼量のときは処理装置を仲介することも考えられる。処理装置は、回線の種類、データの先行符号および回線の輻 状況等に応じて、回線交換を行なうべきか、蓄積交換にすべきかを判定する。この場合、一字伝送時間程度の遅れはあるが、実質的には回線交換と同様の交換が可能であり、また必要に応じて蓄積交換による回線の高エネルギー使用、速度変換を行なうとともに、回線交換に対して符号の変換、ジャーナル記録などをとることも可能である。

6.3.4. データ交換機的方式

データ交換機的方式を分類するとつぎのようになる。

〔回線交換〕

- ① 電話交換併用方式
- ② データ交換専用方式

〔蓄積交換〕

- ③ 全蓄積式交換方式

④ 準回線交換方式

⑤ 蓄積および回線交換併用方式

電話交換併用方式では、電話の呼とデータの呼が一つの交換機を通るが、両者の呼の性質が異なるため、交換機の設置計画のときに、この点を考慮する必要がある。すなわち、データ呼の保留時分が短く、しかも連続して発生する可能性がある場合は、共通制御装置の台数を増やすこと、また呼数は少いが、保留時間が長い場合には、データ通信加入者を分散收容する等の考慮を払えばよい。

データ交換専用の場合は、サービスの内容に応じた融通性のある設計ができる。一例として国際電々で試作されたパラメترون式時分割電信交換機がある。この交換機は、論理素子としてパラメترونが使用され、通信回線の状態記憶にもパラメترونの遅延回路が使用されている。用途はテレックス等の交換であり、信号条件としてはCCITTの規格に準じている。時分割方式の交換機は、広帯域の交換が可能であるから、計算機網の交換用として、今後広く用いられることが予想される。

全蓄積式交換方式は、交換機として汎用の電子計算機が利用できるもので、適用例も多い。ただ、純然たる交換用としての装置に汎用電子計算機を用いることは、その性質からみて得策とばかりは言えず、やはり蓄積交換用としての装置が開発されて然るべきであろう。

準回線交換方式というのは、物理的な通話路は持たず、一字程度のバッファを介して論理的に回線交換を行なうもので、STCで開発されたSTRADなどはこの例である。STRADとはSignal Transmission Reception And Distributionの略であり、文次通りの機能を持っている。この方式は磁気ドラム等の記憶装置を用いる点に特徴があり、従来の紙テープ等の蓄積媒体を利用した方式にくらべて局内経過時分が小さく、多局あての同文データの送出も可能である。

以上、データ交換の概略をのべたが、データ交換は総合情報処理系統の一環をなしており、その将来の発展は情報処理技術の進歩に依存するところが大きい。また、電子交換技術と密接な関係を持っていることも注目される。

6.4 情報処理網の展望

6.4.1 計算機網の導入

現在の情報処理網の多くは、一つのセンタ装置にいくつかの端末装置が接続され、それがあ
る目的のために運用されている。情報処理網は、いわばそれぞれ独立しているとみることがで

きる。しかし将来情報処理網が拡大されていくと、これまで独立していた網相互のコミュニケーションが必要となり、センタとセンタが通信回線で相互に接続され、計算機網が構成されるようになるであろう。このように、複数の端末と1つのセンタで構成されていた網のうえに、センタ相互間の網が構成されるようになると、独立網の場合とはちがった面から、信頼性、保守性等を考えなければならない。

計算機網をうまく設計すれば、非常に経済的な網構成ができる可能性がある。また信頼性については、個々のセンタの信頼性をあげるだけでなく、網全体でみた信頼性の向上をはかることにより、新しい考え方が生まれるかもしれない。しかしこれを実現するためには解決を要する種々の問題があるので、以下に検討を加えることとする。

6.4.2 センタの局階位

一般に各国の電話交換網には、原則として数段階の局階位があって、階位ごとに網が構成され、これが組合わされて、全国のどの加入者に対しても接続可能な通信回線が作られている。このようなシステムはCCITTにおいても標準化されており各局階位は一次～四次センタ^{*}と命名されている。

日本においても電話交換網は同様な考え方で構成されており、局階位は端局、集中局、中心局および総括局の4階位からなっている。

即ち、すべての電話加入者は、端局という階位の局に収容されていて、自分の町村内といった、ごく近くの相手に電話する場合は、端局の交換機だけで接続される。しかし、それより広い範囲、たとえば他の市町村の加入者に電話するときは、端局相互間の直通接続のはかに端局より一つ階位の高い集中局を経由する接続も行なわれる。さらに近県にまたがるような通話は中心局を、遠く離れた県を結ぶ通話は、総括局を経由するというように遠距離通話になるに従って、局階位の高い局を経由して接続される場合も生ずる。

オンライン情報処理センタにおいても、同様な階位を作ることによって、能率的な情報処理を行なわせることが考えられる。簡単な問い合わせは地方の計算機で処理させ、高度な計算になるにつれて、次第に階位の高いセンタで処理するようにすれば、計算機の使用を非常に能率よくすることができる。また地方の計算機は高度な機能を持たなくてすむので、創設費の低減、保守費の節減等が可能となる。なお、電子交換機の導入がすすめば、地方の計算機として、電子交換機を使用することもできる。そうなれば、電話サービスとオンライン情報処理サービス

^{*} primary centre, secondary centre, tertiary centreおよびquaternary centre.
CCITT GASI

が一体となり、効率的な網構成が可能である。

6.4.3 センタの集中と分散

オンライン情報処理システムの初期においては、一般にセンタは1ヶ所に集中設置され、加入者は1つのセンタと接続される。しかしながら、加入者の数が増え、処理量が増大してくると、トラフィック密度に応じてセンタを分散設置し、加入者をいくつかのセンタにわけて収容することが回線網構成上経済的となるであろう。図6-7にセンタの集中設置(a)と分散設置(b)の場合を示す。

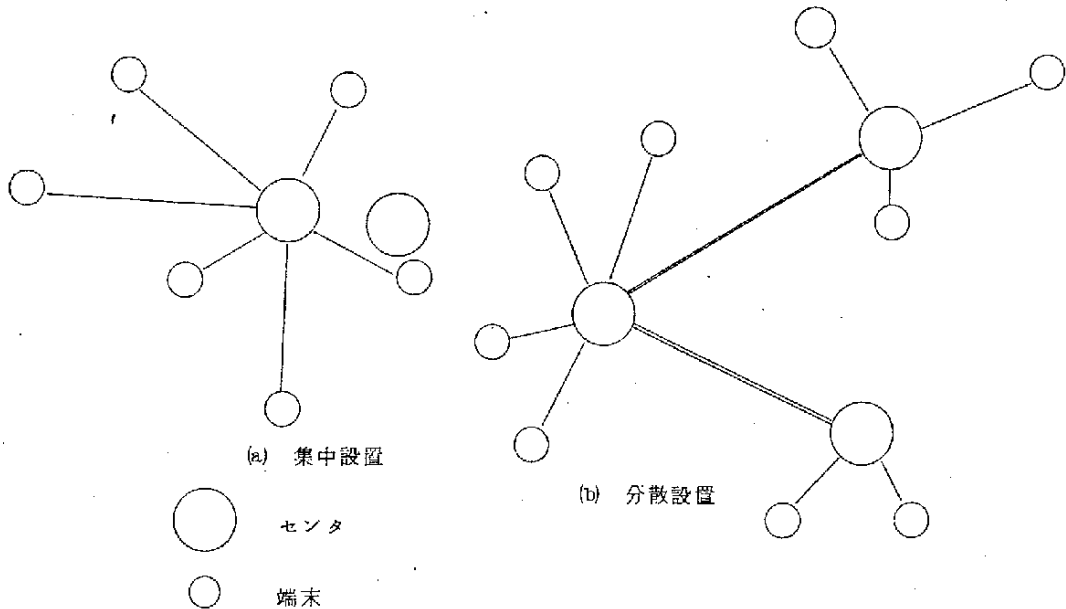


図 6-7 センタの集中設置と分散設置

センタを分散設置する場合、処理内容あるいは情報すべてを分散することは得策ではない。すなわち、処理内容、情報によっては集中しておくほうが望ましい場合がある。

たとえば、特許情報検索のように、非常に大容量のファイルを必要とする場合とか、高度な計算で年に数回しか使われないプログラムは、一ヶ所のセンタに集中設置したほうが得策である。一方ひんぱんに使われる計算あるいは情報は、集中することによってセンタ間のトラフィックが増大するので、トラフィックによっては各センタに分散する方が有利な場合も生ずる。

しかしながら、座席予約サービスのよう、同じ内容の問い合わせが多いと同時に、情報を

更新する必要がある場合は、集中・分散の議論が非常にむずかしくなる。すなわち、同じ内容の問い合わせが多いという点では、情報をセンタごとに分散したほうがよいが、情報を更新することを考えると、集中することが望ましくなる。情報の更新方法については次の項で検討する。

センタを分散設置すると、次第に複雑な情報網へと発展してゆく。

6.4.4 共用ファイルの分散

1つの情報サービスにおいて、共用ファイルを分散設置する場合を考えてみよう。端末からファイルにアクセスするとき、2通りの場合がある。1つは問い合わせで、アイテム(情報の単位)の内容を調べるが、中味を変更することのない場合である。他の1つは更新で、このときはアイテムの内容は新しい情報におきかえられる。

共用ファイルを分散したとき、端末からの問い合わせや更新の要求は、最寄りのセンタで処理されるので、問い合わせの場合は問題ないが、更新の場合は非常に複雑な問題が生ずる。

たとえばいま、異なったセンタで、同じアイテムに対して問い合わせと更新が同時に起った場合を考えよう。更新の要求を受けとったセンタが、自局のファイルを更新し、さらに他のセンタのファイルに対して、同じアイテムの更新を要求するためには、情報伝送などのおくれ時間が入る。従ってこのおくれ時間内に問い合わせ要求を受けとったセンタは、端末に対して誤まった情報を与える可能性を生ずることになる。この事態は、問い合わせのかわりに、同時に更新が要求された場合も同じである。

このように、共用ファイルを分散した場合には、完全に同時に全ファイルを更新できないので、誤まった情報を端末に知らせたり、二重に更新したりすることを避けなければならない。この方法については、いくつかの案が検討されているが、その一つとしてはつぎの方法がある。

①更新の要求が発生すると、受けつけセンタは、ただちに他のセンタに対して以後の問い合わせならびに更新の要求を禁止させる。②この指示が全センタにとどき、実行されたことを確認するまでは、受けつけたセンタは更新をしないで待つ。③更新できる状態であれば、受けつけたセンタは更新を行ない、同時に更新した結果を他のセンタに送る。他のセンタでは、情報の更新を確認して禁止状態をとく。

このようにして、共用ファイル更新の問題は一応解決されるが、管理の技術は相当むずかしいであろう。

6.4.5 負荷分配(ロード・シェアリング)

計算機の利点として、センタに仕事を等分に振り分けること、一つのセンタが過負荷状態に

なったとき、他の手空きのセンタがこれを救うことができること等がある。

一つのセンタで受けつけた仕事を、他のセンタでやらせる場合、その仕事に関するデータもしくはプログラムを全部送らなければならない。送るデータ量が多ければ、伝送時間がかかりターンアラウンド時間が増大する。また他のセンタで処理して得た計算機使用料と、センタ間情報伝送のための費用とが相殺され、全体的にみたとき、あまり得をしないかもしれない。勿論データ転送量が少ないときは、負荷分配は効果があるが、一般事務計算はファイル中心のシステムになる傾向にあるので、負荷分配はむずかしい要素を持っている。また負荷分配を管理するプログラムなり、計算機システムなりが複雑であり、期待されたとおりの効果をあげるためには更に検討を要する。

6.4.6 網による信頼性の向上

計算機網のもう一つの利点として、1つのセンタが障害となった場合、緊急を要する情報処理については、通信線を介して他のセンタに依頼することができる。こうすることによって、センタ個々についてフェイル・ソフトの対策をとる必要はなく、網全体からみてフェイル・ソフトな対策がとれることになり、経済的な網構成が可能となる。また逆な面からみれば、センタの信頼性が向上したことになる。

ただこの場合も、ロードシェアリングのときと同じく、ファイルを持った加入者の処理については問題が残る。すなわち、障害になったセンタの重要加入者について、そのファイルを一時的に他にあずけ、恢復したのちそのファイルをもとにもどす必要がある。

6.5 端 末 装 置

6.5.1 端末装置の動向

電話による通信の時代は、情報の伝達手段が音声に限られていたため、端末装置は送受話機を主体とする電話機に限られていた。しかしデータ通信の時代になると、情報の伝達手段は“見る”，“書く”，“話す”のいずれでも可能となり、それに応じて端末装置の種類は千差万別の感を呈するにいたった。また伝送速度もいろいろあり、同じキーボードプリンタでも、目的に応じて50ビット/秒から200ビット/秒までの各種の機器が開発されている。

このような端末装置の多様化は、新技術、新方式の開発と相伴って今後ますます進められていくであろう。またオンライン情報処理サービスに対する需要の急増も、新しい端末装置の開発に拍車をかけることになると思われる。

先にも書いたとおり、オンライン情報処理サービスは非常に広範囲な応用面を秘めており、

サービスに対して端末装置の占める位置は大変重要になってきている。サービスによっては、その提供の可否が端末装置の開発にかかっている例も少なくない。窓口装置を例にとっても、預金業務、収納業務、予約業務等で、それぞれ要求される機能が異なり、利用目的に適した機器の開発が望まれている。このような点からみても、端末装置の多様化は避けられないという勢にあると考えることができる。

端末装置の開発は、大きくわけて2つの方向に進められるであろう。一つは低廉大衆化の方向であり、多くの加入者に利用してもらうために、機能は多少犠牲にしても価格の安い端末装置が必要である。他の一つは高性能高級化の方向であり、トラヒックの高い利用者のために、できるだけ操作性を良くし、人手をはぶくための高級機能を有する端末装置を開発することである。そしてこの両極端の端末装置の間に、各種の目的に応じた端末装置が作られ、これらが階層的に利用されてゆくであろう。

6.5.2 端末装置の種類

端末装置を使用目的から大別すると、専用機と汎用機にわけられる。専用機は国鉄の緑の窓口とか、銀行の預金窓口機器のように、限定された使用のために使われるもので、その種類は千差万別となるであろう。従ってここでは専用機についてはふれずに、汎用機についてのべることにする。

汎用端末装置の種類は、機能上からつぎのように分類できる。

- (1) 押ボタンダイヤル系
- (2) キーボードプリンタ系
- (3) 表示装置（ディスプレイ）系
- (4) テープ・カード入出力系
- (5) 高速端末系

以下それぞれの機器について概略をのべる。

(1) 押ボタンダイヤル系

最も簡単なデータ端末装置として、押ボタンダイヤル電話機がある。これは図6-8に示すように、0-9の数字ボタンと、2種類の機能ボタンを組合せて情報を伝送するもので、簡単な計算式、問い合わせ情報を送ることができる。返答は音声で受けとる。

押ボタンダイヤル電話機は、電話サービスの向上を目的に開発されたもので、電話と併用でき、安価であり、今後一般住宅用としてもどんどん導入されるので、データ端末としては有力な機種である。しかし何と云っても、電話サービス用に開発されたものであり、データ送受す

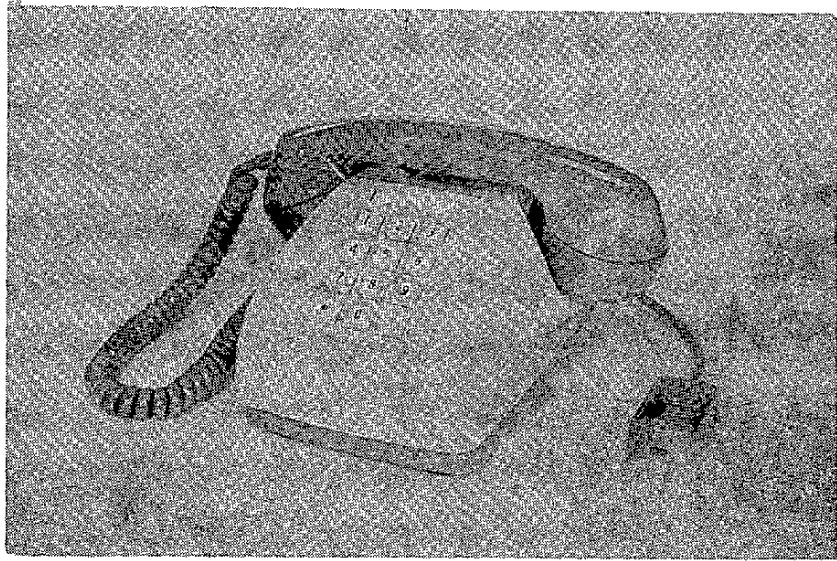


図 6-8

る場合に大きな制限を受けることはやむをえない。この点を改良するために、機能ボタンをふやしたり、簡単な印字機構をもうけてハードコピーがとれるようにする等の考慮をはらう必要がある。

(2) キーボードプリンタ系

データ端末装置として、最も広く利用される機種である。その種類も高級な機能をもつものから、普及形に至るまで各種考えられ、印字速度も5字/秒、10字/秒、20字/秒の各段階のものがすでに実用化されている。

高級機の仕様としては、端末装置にバッファを置き、誤りのない情報だけを打ち出すいわゆるクリーンアウトプット方式、不在通信機構、全二重通信方式等を採用することによって、多彩なサービスを可能にしている。一方普及形としては、クリーンアウトプットの不可、誤りの手動訂正、不在通信機構なし、半二重通信方式といったように、機能面ではやや劣るが、経済性を重視したものである。それぞれ、目的に応じて使われるであろう。

伝送速度の面では、わが国では現在200ビット/秒のキーボードプリンタが稼働しているが、これは世界の注目をあつめている。200ビット/秒の装置は当分の間、主流を占めるも

のと思われる。

(3) 表示装置系

表示装置には、文字表示装置と図形表示装置があるが、いずれも man-machine interface の点で好ましい装置であり、今後の発展が期待されている。入力の方法はキーボードから行なうものが多いがライトペン等を用いてスクリーン上へ直接アクセスする方式が検討されており、応用面の広さからこの方式は将来の有力なものとなっている。現在、価格面に難点があるが、これが解決されれば非常な勢いで普及するものと思われる。またテレビ電話も、データ端末装置として見逃すことができないであろう。

(4) テープ・カード入出力系

紙を媒体としてこれにさん(せん)孔された情報を扱う装置は現在でも広く利用されている。今後はマークシートリーダー、光学文字読取装置(O C R)磁気インク文字読取装置(M I C R)のように、媒体上に記録された情報を読取る装置の開発がすすめられるであろう。安価な O C R 端末装置ができれば、事務管理の面で飛躍的な改善がなされるものと思われる。

(5) 高速端末系

端末用ラインプリンタ、端末用磁気テープ装置といったような、高速の端末装置が検討されている。これらは高速に対する要求が増大することが予想されることから、検討は急角度に進められており、近い将来実用に供されると思われる。

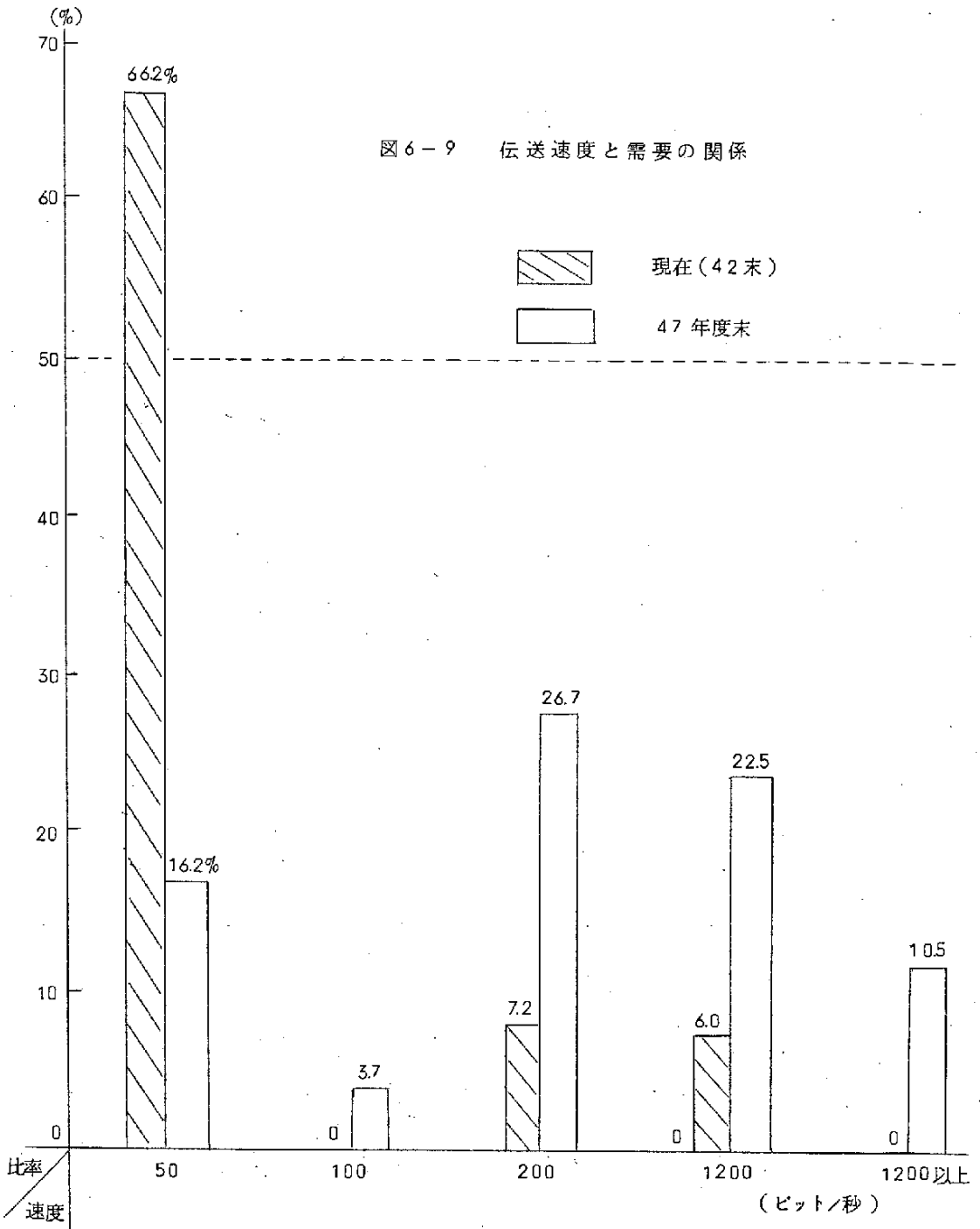
6.5.3 必要な伝送速度

人間にとって、速度ははやい程よいというのが一般通念である。しかし他の例にもみられる如く、速度があがる程装置は高価となり、また装置の速度にはなはずから限界が生ずる。したがって、端末装置として必要な伝送速度を検討する場合は、目的、経済性、装置の内容等を十分考慮しなければならない。

伝送速度は、C C I T T の勧告によると、50, 75, 100, 200, 600または1,200, 2,400 (単位はいずれもビット/秒)がきめられており、それ以上の速度についても勧告案が検討されている。わが国では、C C I T T の勧告に準拠しており、電電公社では、音声帯域内の伝送速度として50, 100, 200, 1,200, 2,400, 4,800 (各ビット/秒)の段階のものが使用できるようにとりこんでいる。また高速用としては、4.8キロビット/秒2.40キロビット/秒のものの実用化が予定されており、これだけの種類があれば当面の需要に応ぜられるものと思われる。

データ伝送速度について、利用者の需要を電電公社で調査したところ、図6-9に示すような

図 6-9 伝送速度と需要の関係



現在(42末)；現在データ伝送を実施している82社に対する比率

47年度末；47年度末伝送を希望する191社に対する比率

結果が得られた。これによると、将来の伝送速度としては200ビット/秒と1,200ビット/秒が主流を占めることが予想される。200ビット/秒はキーボードプリンタ系に適しており、1,200ビット/秒は表示装置、複合端末の伝送速度に適していることを考えれば、上記の結果は当然といえることができる。

つぎに伝送速度と価格の問題であるが、印字装置についてこの関係を求めた結果を図6-10に示す。価格は伝送速度の1/2乗にはほぼ比例して増大しているが、運動形直列方式はやや割高になっている点が注目される。将来、光電または静電方式による電子式印字方式が実用化されれば、印字速度はかなりあがり、かつ価格的には相対的にそれほど高価でない装置が得られるものと期待される。

6.5.4 端末装置の問題点

前述の如く、端末装置はその性質上ますます多様化の傾向をたどることは避けられない。一方、オンライン情報処理の発展にもなって、端末装置は各企業にとどまらず、家庭内にも浸透する時代がくるといっても過言ではないと思われる。そうなるためには、端末装置としてどのような問題を解決しなければならないか、以下その概略について検討する。

(1) 低廉化の問題

端末装置の低廉化は、大きな課題であり、オンライン情報処理の発展に大きな影響を与えることは言うまでもない。低廉化の方法として

- i) 機能の簡素化による低廉化
- ii) 構成素子の低廉化
- iii) 量産による低廉化

が考えられる。

機能の簡略化は操作性と密接な関係にあり、オンライン情報処理のように人対機械あるいは機械対機械の情報交換が主体の場合は、非常にむずかしい面をもっている。これを解決する一つの方法として、電話交換網を利用する場合には、電話交換機に一部機能を集中することが考えられる。これにより、端末装置の機能をそれ程落さずに低価格化が達成されるものと期待される。

構成素子に関しては、電子化あるいは安価で丈夫な素子の実用化が期待されるので、これに関する地道な努力が必要であろう。また端末装置の需要がのびてくれば、量産ラインにのせやすくなり、生産態勢の合理化と相まって相当な価格ひきさが可能であると思われる。

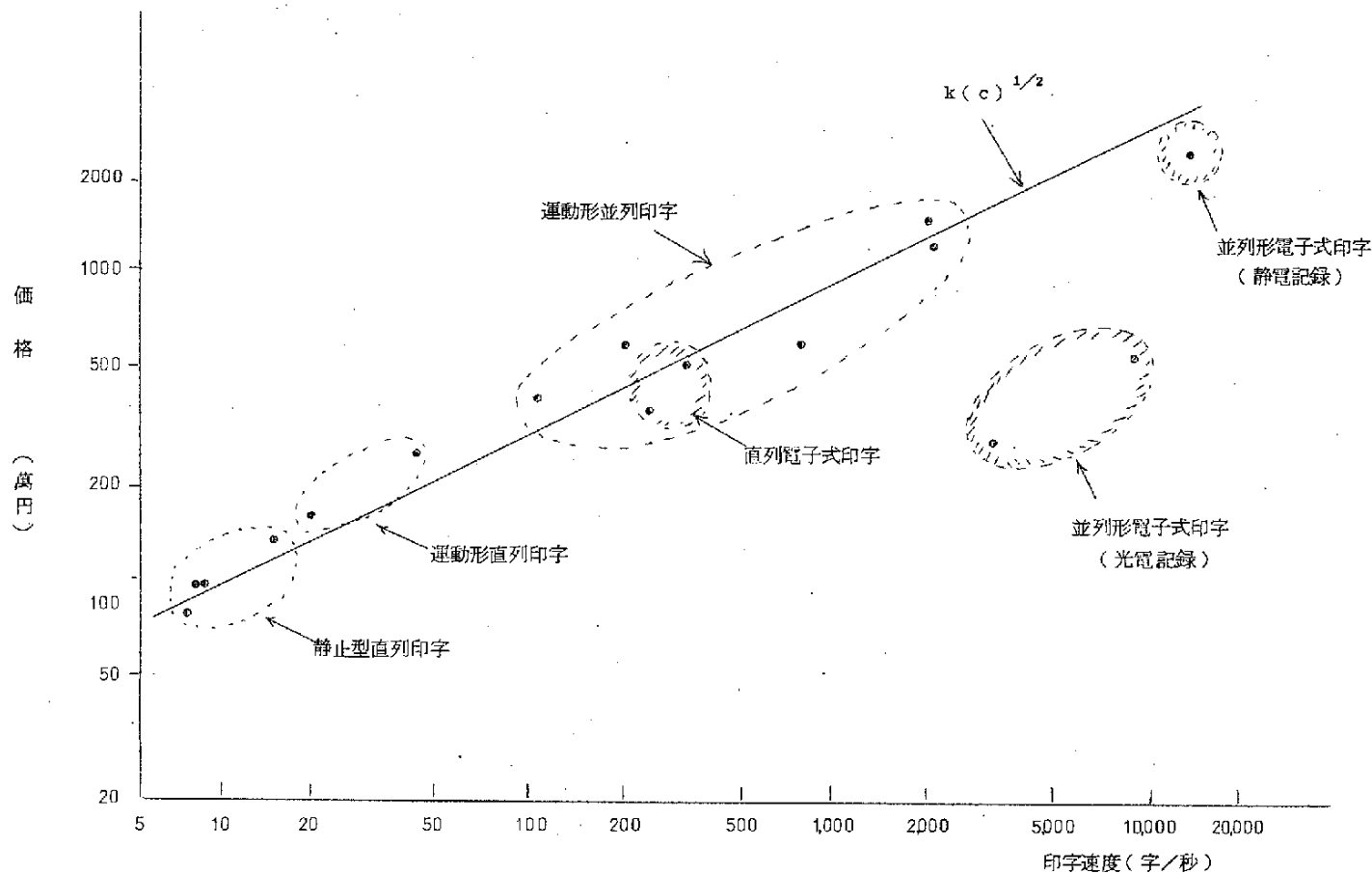


図 6-10 印字装置の印字速度と価格

(2) 標準化の問題

端末装置の標準化に関して、最低限必要なものは伝送制御方式の標準化、符号の標準化、変復調装置のインタフェースである。

伝送制御方式は、単方向、半二重または全二重の通信路によって構成される2地点間あるいは多数地点間の回線を運用するものとして規定される。これには最低限の通信運営を維持するための基本制御方式と、複雑な応用動作を行なう高次制御方式とがあり、基本制御方式については国際的に標準草案作成にまで至っており、ほぼ方式がかたまってきた。今後は高次制御方式について、標準化の検討を進めなければならない。

符号データの生命であり、情報の受渡し点において、その意味するところが完全に一致しなければならない。情報交換に際しては、符号の乱立による無用の混乱を避け、利用者に最大の便宜をもたらすための合理性をもった符号の標準化が必要である。現在ISOのTC97では、情報処理交換用新国際標準符号が審議されている。この符号は8単位2進符号で、情報はその中の7単位で表現され、残りの1単位は原則として偶数パリティ・チェックのために用いられる。わが国においては、国際符号としてのラテン・アルファベットのほかにカタカナ等を含める必要があり、情報処理学会などで検討した結果表6-7に示すような標準符号の最新案ができています。

変復調装置とのインタフェースは、CCITTの第3回総会において標準化の案が勧告された。現在のところ、この勧告は通信速度30キロビット/秒以下の装置に適用し、端末装置と変復調装置の間の接続コード長は15m以下としている。接続は29回路示されており、さらに数回路の追加が検討されている。わが国では、変復調装置を電電公社が提供しており、装置はいずれもCCITTの勧告に準拠している。また接続ケーブルとのコネクションは25ピン2列のDタイプコネクタである。

このほか利用者に便利なようなキーボードの配列の標準化、秘密保護のための操作(パスワード)の統一など、今後ともきめこまかい検討が必要である。

(3) 信頼性の確保と保守の容易さ

端末装置は、加入者宅内に分散設置され、使用環境条件も良い処ばかりとは限らないから、機器の信頼性、保守性は重要な問題である。

機器の信頼性と価格とは相反する条件である。この2つを満足させるためには、量産の道しかない。端末装置に多様化はつきものだとおぼたが、部品だけはできるだけ統一し、量産することによって信頼性を高める必要がある。部品の信頼性が高まれば、装置全体の信頼性をあげることはそれ程むずかしい事ではない。また複雑な機構部はできるだけ除き、不可欠の部分は集中化す

ること、機械部分は無調整方式を採用するなどの工夫が必要である。

信頼性をいくら高めても、障害を皆無にすることはできない。そこで一度発生した障害はできるだけすみやかに回復させること、すなわち、平均罹障時間(M T T R)を短縮することが大切である。このためには、試験機類の整備、チェック端子の完備などが必要であるが、保守体制を強化することは更に重要である。保守技術の向上をはかり、予備品類をそろえて、定期ならびに予防保全を徹底させることによって、障害の発生頻度、罹障時間は減少する。

オンライン情報処理サービスも、信頼性の高い端末装置の出現によって発展することは言うまでもない。

(4) 人間工学上の問題点

これまでの端末装置は、どちらかというと専用手で運用されていた。しかしオンラインシステムの進展にともなって、誰でも容易に使えらる端末の要求が高まるであろう。キイの配列、キイの間隔、装置の形状など、だれでも親しみやすいように、人間工学的な検討を行なっていく必要がある。また日本という国情に適した装置の開発も望まれる。

表 6-7 情報処理交換用標準コード

								SHIFT IN 側								SHIFT OUT 側							
								0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
								0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
								0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ユニット (ビット)								0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
b 7	b 6	b 5	b 4	b 3	b 2	b 1	列 行																
0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	(TG ₇)	DLE	SP	0	(a) ③	P	④	p	空白	間隔	ー	タ	ミ		
0	0	0	1	1	1	1	1	(TC ₁)SCH	DC ₁		!	1	A	Q	a	q		。	ア	チ	ム		
0	0	1	0	0	0	0	2	(TC ₂)STX	DC ₂		" ⑥	2	B	R	b	r		「	イ	ッ	メ		
0	0	1	1	1	1	1	3	(TC ₃)ETX	DC ₃		£ ②⑦	3	C	S	c	s		」	ウ	テ	モ		
0	1	0	0	0	0	0	4	(TL ₄)EOT	DC ₄		\$ ②⑦	4	D	T	d	t		,	エ	ト	ヤ		
0	1	0	1	1	1	1	5	(TC ₅)FNQ	(TC ₈)	NAK	%	5	E	U	e	u		・	オ	ナ	ユ		
0	1	1	0	0	0	0	6	(TC ₆)ACK	(TC ₉)	SYN	&	6	F	V	f	v		フ	カ	ニ	ヨ		
0	1	1	1	1	1	1	7	BEI	(TC ₁₀)	ETB	⑥	7	G	W	g	w		マ	キ	ヌ	ラ		
1	0	0	0	0	0	0	8	FE ₀ (BS)	CAN		(	8	H	X	h	x		イ	ク	ネ	リ		
1	0	0	1	1	1	1	9	FE ₁ (HT)	EM		)	9	I	Y	i	y		ク	ケ	ノ	ル		
1	0	1	0	0	0	0	10	FE ₂ (LF)①	SUB		*	:	J	Z	j	z		エ	コ	ハ	レ		
1	0	1	1	1	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC		+	:	K	() ③	k	③		オ	サ	ヒ	ロ		
1	1	0	0	0	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₄	(FS)	,	<	L	③	l	③		ャ	シ	フ	ワ		
1	1	0	1	1	1	1	13	FE ₅ (CR)①	TS ₃	(GS)	—	=	M	() ③	m	③		ュ	ス	ヘ	ン		
1	1	1	0	0	0	0	14	SO	IS ₂	(RS)	・	>	N	④⑥	n	—④⑤		ヨ	セ	ホ	ハ		
1	1	1	1	1	1	1	15	SI	IS ₁	(US)	/	?	O	—	o	E		ッ	ソ	マ	。		抹消

表6-7の注

- ① 制御符号CRとしFは復帰と改行を別々に行なり必要がある印字装置で用いられる。この二つの動作を、ひとつの制御符号で行なり装置については、F E₂が“New Line”(NL)として用いられる。
- ② 国際間の情報交換では\$と£記号は特定国の通貨を示すものではない。
- ③ 国家固有の使用に保留されているものである。
- ④ 5/14, 6/0および7/14 は本来発音用“変長音符”“抑音符”および“オーバライン”のために設けられたものである。
- ⑤ 国際間の情報交換では7/14 は-(オーバライン)記号に用いる。
- ⑥ 2/2, 2/7および5/14の文字はそれぞれ“引用符号”“アポストロフィ”および“上向矢印”の意味をもつ。しかしこれらの文字が“後退”の前または後にくるときはそれぞれ発音用の“分音符”“鋭音符”および“変長音符”の意味をもつ。
- ⑦ 国際間の情報交換では2/3単位は£の意味をもち、2/4の位置は\$の意味をもつ。£と\$の不必要な国では、同意により、“番号記号(#)”と通貨記号(o)”をこれらの位置に使用できる。

6.6 データ伝送

データ伝送の将来については、本資料の第5章でもふれているので、ここでは概略について記す。

オンライン情報処理のこれからの伸びはめざましく、AT&Tのカベル前会長はつぎのようにいっている。「ベルシステムの回線においては、1970年までにデータの伝送量が音声の伝送量を超えてしまうだろう。」

わが国のデータ通信の発展を、現時点で定量的に推定することはむずかしいが、経済成長の驚異的な進展ぶりからみて、早晚同様な傾向をたどることは間違いないであろう。しかしながら、かりにオンライン情報処網通信と電話の情報量が同程度近づくとしても、これを回数線でみた場合、電話による情報伝送の早さは毎秒8字程度であるのに対して、200ビット/秒のデータ伝送回線は毎秒20字であり、さらに電話1回線について200ビット/秒回線を6回線のせることができるので、データ伝送回線の占める割合は電話回線のたかだか数パーセント程度であると思われる。

わが国では、現在データ伝送方式として通信速度50ビット/秒以下（普通第1規格）、200ビット/秒以下（普通第2規格）および1,200ビット/秒以下（普通第3規格）の3種類のサービスを提供しているが、さらに、近く2,400ビット/秒（電話回線1回線）のサービスを開始する予定である。この方式は電話回線1回線分の帯域をより効果的に利用し、伝送能率を上げることを目標として、4位相変調方式を採用している。また、変復調装置は、これまでサービスされてきた1,200ビット/秒以下のものと大きく異なっており、伝送速度をきめるタイミングは変復調装置からデータ端末装置に供給する同期伝送方式をとっている。

広帯域のデータ伝送に関しては、今後のオンライン情報処理サービスの発展に伴って相当需要が生ずるものと思われる。たとえば、情報処理装置相互間のデータ伝送、通信回線を介して行なわれる高速入出力機器（高速紙テープ、磁気テープリーダ、高速プリンタ等）と情報処理装置との接続、あるいは高速入出力機器相互間のデータ伝送等の要求が生ずるであろう。したがって、これらの要求に対処するために、高速データ伝送用としてつぎの各方式の実用化が進められている。

4.8キロビット/秒（所要帯域 4 KHz）

9.6キロビット/秒（所要帯域 12 KHz）

4.8キロビット/秒（所要帯域 48 KHz）

さらに今後ひき続いて実用化を進めるべき伝送速度として

250キロビット/秒(所要帯域240KHz)

500キロビット/秒(所要帯域480KHz)

等がある図6-11はこうした回線の通信速度をまとめ、諸外国と比較したものである。わが国の伝送速度は、CCITTの勧告に準拠しており、世界的な標準をすべてそろえるよう実用化を行なっている。

データ伝送回線の分岐方式については、これまで検討はされていたが、最近市外区間を含む専用線のうち、200ビット/秒および1,200ビット/秒のデータ伝送速度に関して4線式による分岐回線を構成し、サービスが開始されることとなった。この場合、1回線に設置できる分岐装置の数は5個までである。

近時、電話回線に適用される搬送方式として、PCM搬送方式が採用され、しだいに中長距離区間にも適用される方向にある。現在、データ伝送回線の品質はエレメント誤り率にして 1×10^{-6} 程度であり、PCM回線はこのエレメント誤り率を一般のデータ回線と同程度に確保することが可能なので、データ回線として使用することに問題はない。

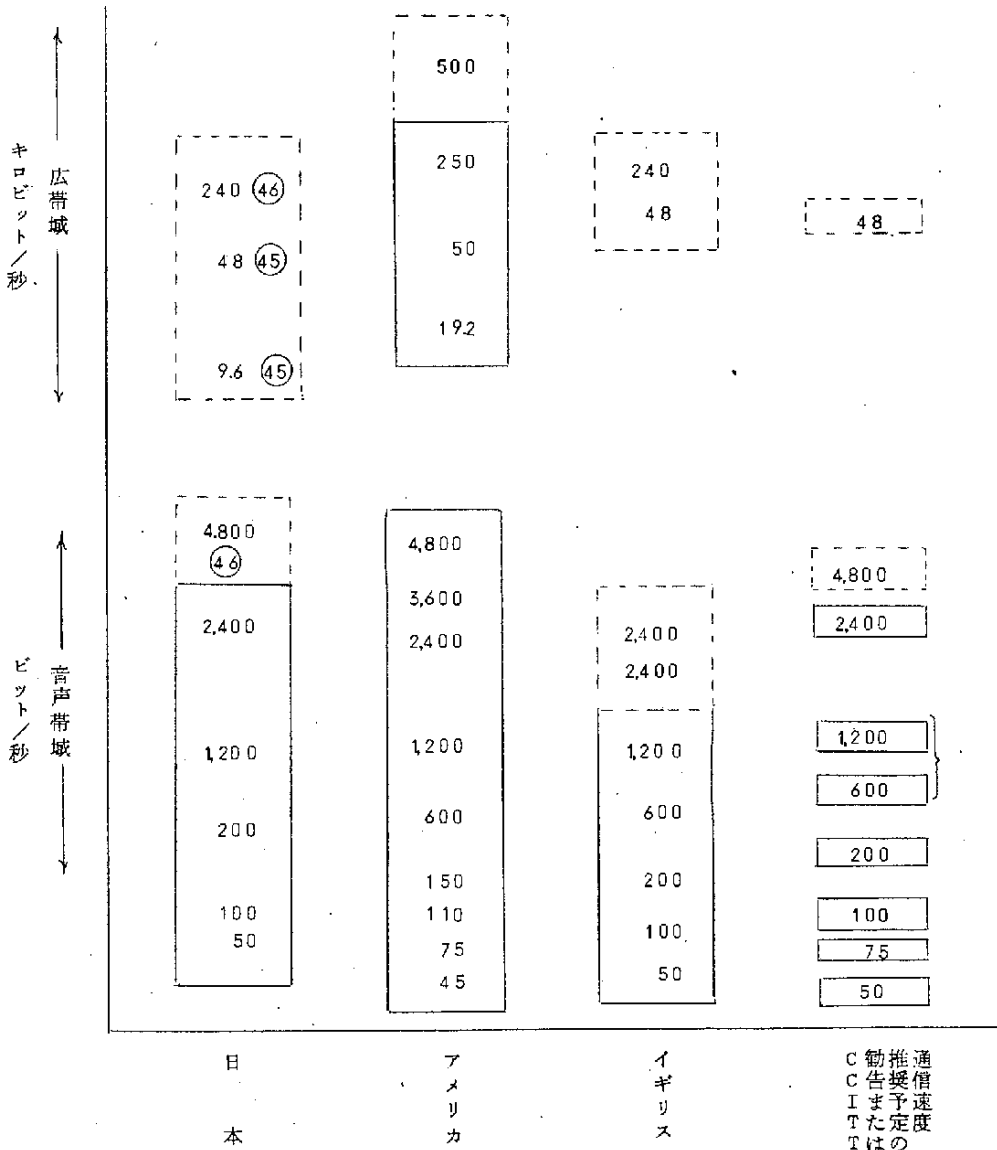
PCM方式において、実現可能なデータ伝送速度の限界について考えてみると、データ伝送符号とPCM符号の間に完全なビット同期が得られるとするならば、PCMの伝送容量がそのままデータ伝送速度となるが、その実現は未だ困難とされている。実用的には、データ伝送符号1ビットにPCM符号2ビットまたは3ビットを対応させ、符号の伝送を行なうことが考えられている。

24チャンネル容量のPCM方式について、データ伝送符号1ビットに対してPCM3ビットが対応するものとすれば、500キロビット/秒データ伝送速度が実現可能となる。

データ伝送回線の品質は、前にも述べたとおり、エレメント誤り率が 1×10^{-6} 程度であり、これ以上の品質を要求する場合には誤り防御機能が必要となる。誤り防御の方式としては、国際的にもISOから勧告されている水平、垂直パリティが適しており、電電公社でもこの方式を採用している。しかし誤り制御を端末装置にもたせると、端末装置の価格があがるので、伝送誤りをできるだけ少くする高品質回線の要求も当然出てくることが予想される。

以上、デジタル伝送方式についてのべてきたが、アナログ伝送方式も重要な分野である。アナログ伝送方式の需要は、心電図、テレコントロール等応用分野が広く、デジタル伝送と同様に将来広く利用されることが予想されるので、アナログ用変復調装置の実用化も並行してすすめる必要がある。現在電電公社では、心電図等の伝送を目的としたアナログ用変復調装置の実用化をすすめており、近く商用に供せられるはこびとなっている。

図 6 - 1 1 伝送スピードの諸外国との比較



注: 1. 実線枠内は実用化されている伝送スピード
 2. 点線枠内は開発中の伝送スピード
 3. ○印数字は実用化見込年度

6.7 通信サービス総合網

6.7.1 通信網の役割

日本の電話通信網の規模は42年度末で加入者総数989万、市外回線総数433,500回線、自動化率91.5パーセントである。このようなばう大な電話網は、これからのデータ通信網を考えていくうえで、決して無視できるものではない。

一方、電話に対する要望は、従来の“話す”だけのものから“見る、話す、書く”の三位一体のサービスへと変わっていくであろう。したがって、電話網そのものも、“話す”ためのものだけでなく、“見る、話す、書く”という条件を満足しなければならなくなり、ここに通信サービス総合網の必要性が強調されてくるわけである。

現在の通信方式においては、周波数分割方式が主体であり、多重化は急速にすすめられていて、すでに2,700チャンネル用の12メガ同軸方式が実用化されている。この多重化は、さらに大口径同軸、ミリ波導波管へと続き、経済的にみても多重化された信号を伝送しうる可能性は非常に高まってきている。

6.7.2 新しいサービスと所要周波数帯域幅

現在要求されているサービスと、所要周波数帯域幅との関係を示すと、図6-12のようになる。ここでは網を4つの段階にわけているが、これらの網は夫々独立に存在しうるものではなく、帯域が広くなるにつれて、回線網としては、それより狭い帯域幅の網を包含することになる。これらの網を広帯域の網から順に特徴をのべるとつぎのとおりである。

ビデオ網：現在ある施設としては、東京の電電公社テレビ中継センタを中心としたマイクロ波テレビ中継網である。将来、超高速データ伝送回線として、計算機相互間の通信に使われる可能性がある。

超広帯域通信網：テレビ電話交換網として役割りが期待されている。データ通信の分野でも、高速宅内装置用として使用されるであろう。

広帯域通信網：記録通信、各種データ伝送用として広く使われる可能性がある。

一般電話通信網：電話機とともに、データ端末装置を収容して、多様な情報処理サービスが行なわれるであろう。

6.7.3 広帯域通信網

オンライン情報処理サービスを考える場合、図6-12からもわかるとおり、交帯域通信網を考えておけば、一応のサービス条件は満足される。そこで、現用電話網を用いたときの可能性について検討してみることとする。

図 6-12 サービス種別と占有帯域

名称 帯域幅 (KHz) サービス例	電話交換網	広帯域交換網	超広帯域交換網	ビデオ網
	2, 4	8, 16, 48, 96	240, 480, 960	1,000 以上
サービス種別	Western Union BBS		Telpak	
		A B	C D	
① 音響通信	電話 スロースキャンテレビ	放送	中間帯域テレビ (対面通話)	商業テレビ 教育テレビ
② TV	ビュースコープ 一般ファクシミリ			
③ 記録通信	X-Yレコーダ	長距離ゼログラフィ		
④ データ伝送	紙テープカード	新聞伝送	電子計算機対電子計算機通信	
		磁気テープ		

出典：電子通信学会 42年6月号

(通信サービス総合網-熊谷ほか)

市内通信網を分類すると、一般に加入者線路、交換機および中継線路の3種に分けられる。

加入者線路の伝送特性は、近端漏話により大きく影響されるが、各種の条件を考慮した場合、現在の配線方式を多少改良すれば50~100KHz程度までの広帯域が可能であると結論されている。ただし加入者線は現在2線であるために、全二重サービスを行なうためには、往復に異なる周波数を用いなければならないので、利用できる周波数帯は半分の25~50KHzとなる。このため50KHz以上の帯域で全二重サービスを行なうには、その加入者だけ4線化するなどの処置が必要である。

さらに、局からの距離の近い加入者、またはケーブル心線径、カッドの使用法を改良すれば500KHzまで可能である。従って、加入者線路に関しては、現在のままで広帯域通信がほぼ完全にサービスできると考えてよい。

交換機については、実験の結果かなりよい伝送特性がえられている。ステップバイステップ交換機、電子交換機にくらべると、伝送特性は劣るが、それでも100KHz以下に対しては十分な特性を有している。さらにクロスバ交換機、電子計算機のすぐれた特性をいかせば、広帯域交換網の実現は非常に有望である。

中継線路では、加入者線路と同じく漏話が伝送品質を劣化させる原因となるが、検討の結

果、既存のケーブルを用いても多重化された信号を伝送しうる可能性が十分ある。また中継線の搬送化も考えられる。

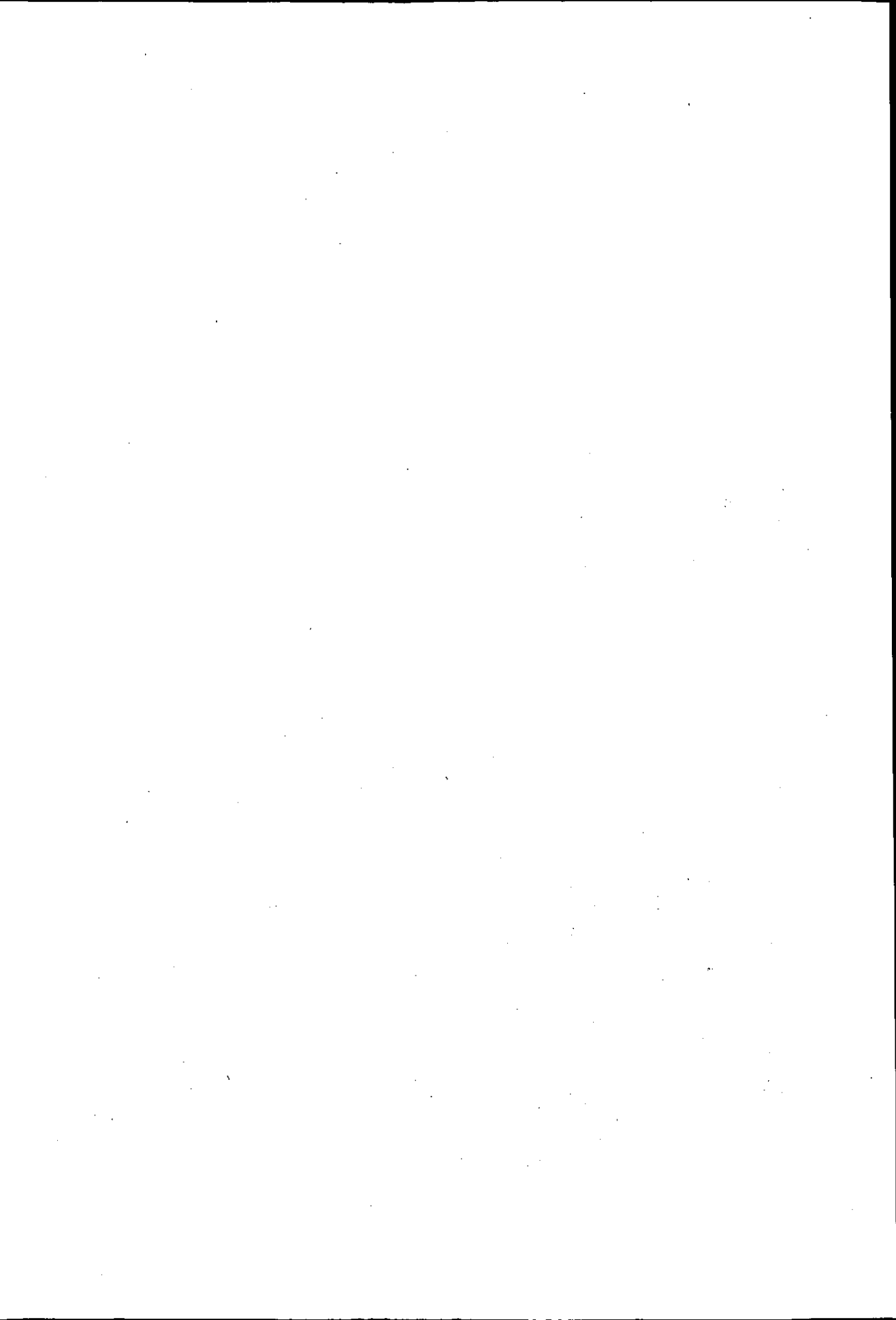
以上のべたとおり、多重化通信は既存の電話通信網を使用して十分可能であり、広範囲な応用が期待されるところである。

6.7.4 将来の総合網

前節で広帯域通信網についてのべたが、将来はさらにテレビ電話等の発達によって、超広帯域通信網へと拡大されてゆくであろう。

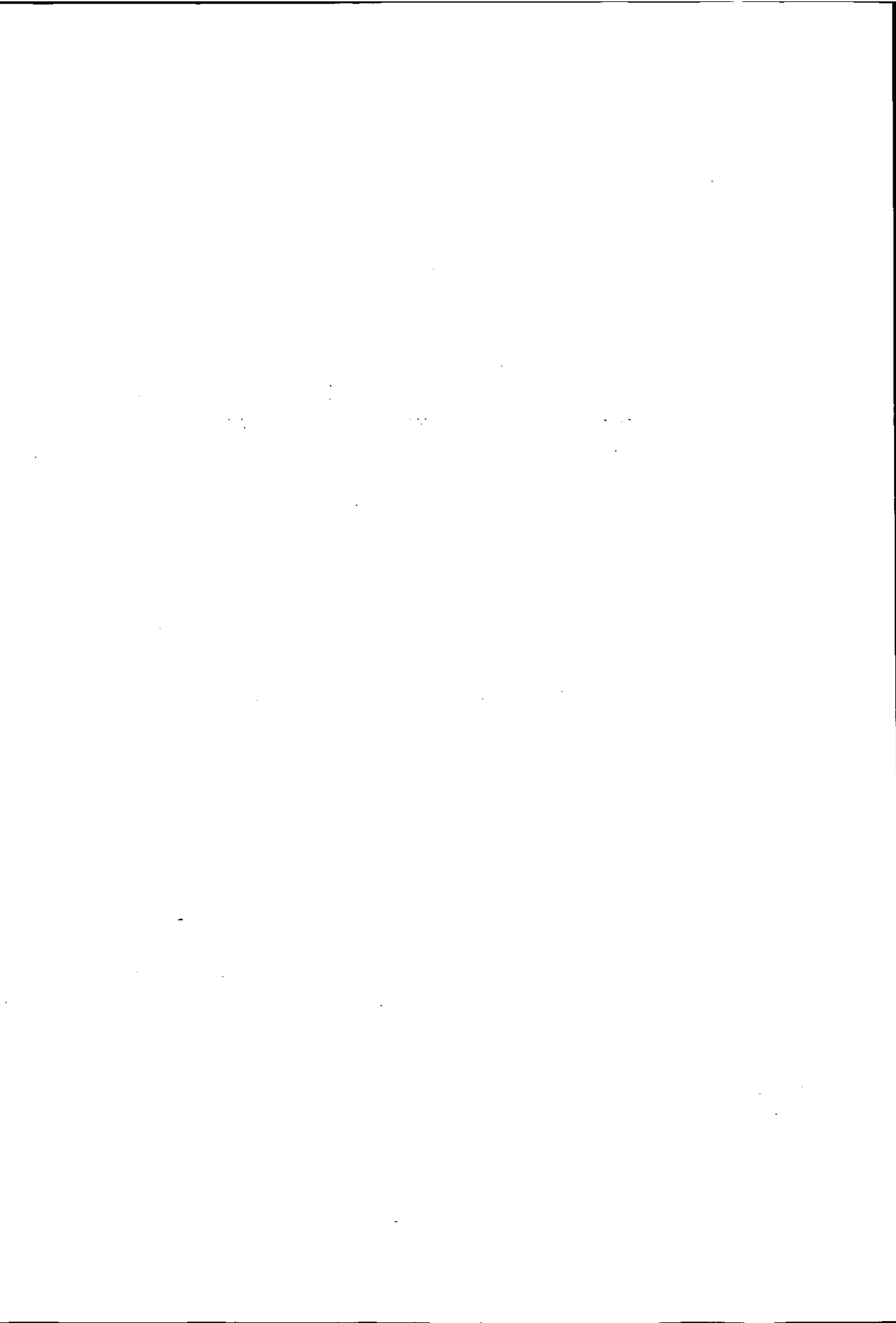
将来の通信技術の方向として、PCMがディジタル伝送に適しているので、PCM方式がデータ通信の分野に広くとり入れられるであろう。PCMは現在24チャンネル方式が実用化されているが、これでデータ伝送を行なうと、約750 キロビット/秒の高速伝送が可能である。さらに120チャンネルのものが開発されているが、これを使うと約3.7メガビット/秒の超高速伝送が可能である。この速度は、現段階における計算機と補助記憶装置間の転送速度に匹敵するもので、センタ・センタ間のメモリシェアの可能性を示唆するものといえよう。

一方、PCMの特徴は、時分割方式の電子交換機を用いることによって、多重交換が可能となることである。伝送路を多実化したまま交換できれば、現在のように交換点で音声帯域に復調する必要がなく、端末から端末まで4線化が可能となり、1回の変復調ですむため伝送路の価格を低減しうる。そのほか、距離の長短にかかわらず低損失回線を作れること、雑音に対して強く、高品質のサービスを提供できることなどから、多目的に利用されるであろう。そしてPCMという変調方式による全体網の統一が可能となるかもしれない。



第 7 章

標 準 化



7. 標 準 化

7.1 標準化活動の将来

情報産業分野に於ける標準化の目的は情報の互換性の確立にある。

随って標準化の対象となるものはすべて情報の互換性に何等かの関連を有するものであると考えられる。

そして現在迄の情報産業の急速な発展の経過から見て今後は更に発展の速度が高められ極めて急激な伸長を遂げるものと予想されるので近い将来に、すべての社会活動は勿論個人の日常生活に至る迄情報産業とは無縁であり得ない所謂情報化社会が出現するものと考えられる。

この様な社会に於ては情報の交換がすべての活動の源泉となるので、情報の互換性に関連した標準化の持つ意義は極めて大きい。

この為標準化が既存の実績の積重ねを基本として自然発生的な形で行なわれる如き事では其の意義は殆んど失われる。

発達速度が異常に早い事が最も大きな特徴であるこの産業分野では標準化は極めて計画的に、而も発展に先んじて行なわれる事が望ましい。

この事は標準化を進めるに当って最も困難な条件であり、これを解決するには多大の努力を要するものと考えられる。

この為将来の標準化活動は重点指向型に徹し、重要度の高いものから順次手際良く処理して行く事が要求されるであろう。

そして標準化活動を進める為の組織は極めて機動性の高いものが必要とされるであろう。

情報交換の範囲は国際的に迄拡張されるので標準化は常に国際的視野に於て進められなければならない事も此の分野の特色であり国際化の程度は将来益々高められるであろう。

標準化組織のあり方に就いては前報告「情報処理技術の現状と展望」の第6章に指摘した通りである。

7.2 標準化の対象

標準化に対する情報産業分野独自の重要性和特殊性に就いては既に前報告「情報処理技術の現状と展望」の第6章に於て具体的に考察した処であるが、其の最たるものは情報産業分野の発達速度が極めて早い事であろう。

技術革新の極めて激しいこの分野に於ては標準化は対象となる事象の技術的な発展に先立って

行なわれ、その発展の方向付けに寄与し得る事を以て理想とすべきであろう。

そしてこの様にして標準化が進められる場合、その成果に最も大きなものを期待する事が出来ると考えられる。

随って将来の標準化の対象は情報の取扱いに関する基本的な思想又は手法を体系づけるもの即ち情報処理の方式又は形態等を規定し得る基本的普遍的なものに重点が置かれる事となる。

そしてこの様な謂はば開発的性格の標準化対象が重視される一方に於て、情報交換用媒体の如き極めて具象的なものに就いての標準化謂はば整理的性格の標準化が、開発的性格のものと相補う形で活発に推し進められるものと考えられる。

7.2.1 開発的性格の標準化対象

開発的性格の標準化対象としては

i) 情報の形式に関するもの

……コード等

ii) 情報の表現に関するもの

……データコード等

iii) ハードウェア間の情報授受条件に関するもの

……インタフェイス

iv) ハードウェア間の制御手順に関するもの

……デジタルデータ伝送等

v) 情報処理方式の表現に関するもの

……新しい汎用プログラム言語の開発、流れ図記号とその用法（計算機を用いた場合も含む）

等がある。

これ等は何れも論理的に考察し得るもので実存するハードウェア、ソフトウェアの具体的な諸条件乃至は実績等に煩される事が比較的少く、将来の発展の動向を見通して考察を進め得る関係上、将来の情報産業のあるべき姿を想定し乍ら一つの理想像を創り上げる事が即ち標準化活動そのものになると謂う点に際立った特色がある。

そして情報産業分野の標準化活動の根幹となるべき最も重要な対象が多く含まれて居る。

これ等開発的性格の標準化対象に就いては現在でも既に可成り活発な標準化活動が国際的にも又国内的にも進められて居るが将来は更に大規模且つ迅速な活動が要求される事となる。

7.2.2 整理的性格の標準化対象

整理的性格の標準化対象としては

i) 媒体の規格に関するもの

…… カード、紙テープ、磁気テープ、ディスクパック等の媒体に対する情報の互換性確保に関する規格

ii) 用語に関するもの

…… 用語の統一

iii) プログラム言語に関するもの

…… 従来広く用いられてきた汎用のプログラム言語等

iv) 媒体への書込・形式に関するもの

…… データラベル等

等がある。

これ等は現存する事象乃至は事物と密接な関連があり将来を見通して現状より飛躍したあり方を規定する事が困難な条件のものが多く、むしろ標準化の消極面即ち規格の統一乃至は整理的な要素が比較的多い。

これ等整理的性格の標準化対象の持つ重要性は情報の互換性確保の見地から将来共益かも知る事はないと考えられる。

これ等に就いては現在国際的には勿論、国内的にも活発な標準化活動が続けられて居るがその内容は比較的現在又は過去の既定事実の統一乃至整理と謂うべきものが多い。

然しこれ等の作業も次第に終了しつつあるので今後は単なる整理の域を脱し、将来に備えての標準化と謂う方向に次第に進むものと見られる。

7.2.3 標準化対象の比重

情報産業分野に於て最も活発な標準化活動を行なっているのは前報告「情報処理技術の現状と展望」に述べた如く国際標準化機構——ISOの第97技術委員会(TC97)であるが、その下部組織である8個の小委員会——SCおよび1個の作業グループ——WGの活動分野を前記二つの標準化対象に分類すれば表1の如くなる。

これにより標準化対象の動向と比重の一端を見る事が出来る。

標準化活動はややもすれば整理的性格のものに重点が移り易い性格を有するので開発的性格のもの標準化活動を活発に進めて行く事は一般に相当な困難を伴うものである。

特に情報産業関係分野は技術革新の速度が極めて早い為一層困難性が大いと考えられる。

表 7-1 に示す如く、ISO-TC 97 の現状は開発的性格のもの占める比率が可成り高い。

この事実は標準化団体としての ISO の将来に対する姿勢が積極的なものである事を示して居るものと考えられる。

現に 1968 年度の ISO-TC 97 第 5 回総会に於ける報告では今後の作業計画の一つとして標準化作業の中期及び長期計画を立てる為の計画専門委員会を設立すべき事を勧告して居り、近い将来開発的性格の標準化対象に就いての組織的な活動を期待し得る状況にある。

表 7-2 に TC 97 に於て取上げて居る標準化対象を勧告済及び審議中のものに分けて示す。

尚将来標準化を希望されて居る対象事項の具体例として電子工業振興協会の JIS 化のための体系調査報告書に挙げられて居るものを表 7-3 に示す。

この表には標準化時期を昭和 43 年 4 月を基準として示してあり、標準化時期による対象数は次の如くである。

A₁ : 1 年以内に JIS 化を希望するもの 6 件

A₂ : 2 年以内に JIS 化を希望するもの 9 件

A₃ : 3 年以内に JIS 化を希望するもの 16 件

B : 5 年以内に JIS 化を希望するもの 14 件

C : 5 年以内に JIS 化の準備を希望するもの 8 件

表 7-1 ISO TC 97 の標準化対象分類

小委員会及作業グループ名	担 当 事 項	分 類	
		開発的	整理的
SC 1	用 語		○
SC 2	文字の組合せと符号表示	○	
SC 3	文 字 認 識	○	
SC 4 / WG 1	入出力 磁気テープ		○
SC 4 / WG 2	〃 紙カード		○
SC 4 / WG 3	〃 紙テープ		○
SC 4 / WG 4	〃 インタフェイス	○	
SC 4 / WG 5	〃 計測用磁気テープ		○
SC 4 / WG 6	〃 ディスクパック		○
SC 5	プログラム言語	○	
SC 6	デジタルデータ伝送	○	
SC 7	情報処理問題の定義と解析	○	
SC 8	工作機械の数値制御	○	
WG - X	データコード	○	
		計 8	計 6

表7-2 ISO/TC97の審議項目

審 議 項 目	分科会および 作業グループ
(勧告ずみのもの)	
• 6ビットおよび7ビットの情報交換用コード(ISOコードと略称する)	SC2 DR1052
• ISOコードを紙テープ(25.4mm, 8ビット)上に表現する方法	SC2 DR1418
• ISOコードを磁気テープ(12.7mm, 7トラック)上に表現する方法	SC2 DR1320
• ISOコードを磁気テープ(12.7mm, 9トラック)上に表現する方法	SC2 DR1321
• 7ビットコードに対する4ビット文字セット(サブセット)	SC2 DR1322
• 情報交換用磁気テープのラベルとファイルの構成	SC2 DR1523
• 磁気インク文字認識(MICR)用印刷仕様(E13B, CMC7)	SC3 DR 893
• 光学文字認識(OCR)用文字セット(OCR-A, B)	SC3 DR 996
• 光学文字認識(OCR)用数字サブセットAの数字サブセット	SC3 DR 890
• プログラム用言語ALGOL(言語4レベル, 入出力2レベル)	SC5 DR1538
• プログラム用言語FORTRAN(3レベル)	SC5 DR1539
• 情報処理用流れ図記号	SC7 DR1299
• 数値制御機械用コード	SC8 DR1314
• 数値制御機械の軸と運動の記号	SC8 DR1315
• 数値制御機械の穿孔テープ用ブロック形式(準備機能とその他の機械のコード化)	SC8 DR1316
• 数値制御機械の位置決めと直線カット用互換性穿孔テープ可変ブロック形式	SC8 DR1317
• 数値制御機械の位置決めと直線カットのための穿孔テープ用可変ブロック形式	SC8 DR1318

数値制御機械の位置決めと直線カットのための穿孔テープ用固定ブロック形式	SC 8 DR 1 3 1 9
(審議中のもの)	
電子計算機と情報処理関係用語	SC 1
穿孔カード上にISOカードを表現する方法	SC 2
文字認識用特殊文字の符号化	SC 2
文字認識用字体と印刷品質	SC 3
未記録磁気テープの寸法, 性能, 試験方法など	SC 4 / WG 1
記録された磁気テープの記録位置, 性能, 試験方法など	SC 4 / WG 1
7トラック 200 RPI	
9トラック 200 RPI	
9トラック 800 RPI	
高性能磁気テープ(1200 RPI, 1800 RPI)の性能, 試験方法	SC 4 / WG 1
未穿孔カードの寸法, 物理的特性, 試験方法など	SC 4 / WG 2
穿孔カードの孔の位置およびその寸法, 検査方法など	SC 4 / WG 2
カードの保管条件	SC 4 / WG 2
特殊用途のカードの調査	SC 4 / WG 2
未穿孔テープの寸法, 物理的特性, 試験方法など	SC 4 / WG 3
穿孔テープの試験方法	SC 4 / WG 3
リールの寸法	SC 4 / WG 3
紙テープの巻き方, 紙テープのつなぎ合わせなど	SC 4 / WG 3
入出力装置のインターフェース	SC 4 / WG 4
計測用磁気テープの性能, 試験方法	SC 4 / WG 5
ALGOL表現用記号, 文字	SC 5
プログラム用言語 COBOL	SC 5
数値制御用プログラム言語	SC 5 / WG 1
システム・パフォーマンス	SC 6
伝 送 速 度	SC 6

- ・ システムの分類と定義 S C 6
- ・ デジタル・データ伝送における文字構成 S C 6
- ・ デジタル・データ伝送における制御手順 S C 6
- ・ デジタル・データ伝送における誤り保護 S C 6
- ・ 情報処理用流れ図の使い方 S C 7
- ・ 数値制御機械の輪かくは切削，輪かく切削／位置決めのための穿
孔テープ可変ブロック形式

なお，WG Kは現在，審議項目を調査中である。

第7-3表 電子計算機と情報処理に関する標準化体系

1. 用語関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A 3	情報処理用語	・ オペレーティング・システム関係 ・ タイムシェアリング・システム関係 ・ 新しい端末機器関係	用語関係は，既に一般的なもの がJISまたはJIS原案が作成されているが，最近および将来の新しい分野として左記を取り上げることとしたい。

2. 符号関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A 1	文字と符号(JISコードと略)	・ 数字用・英字用	ISOで勧告 DR 1052
A 1	文字と符号(JISコードと略)	・ カナ文字用，英・数・カナ文字用	JIS原案作成済み

C	文字と符号(JISコードと略)	・漢字用	
A ₁	JISコードの媒体上での表現法	・磁気テープ関係 12.7mm 9トラック	9トラックにつきJIS原案作成済み
A ₁		12.7mm 7トラック	9トラックと同時にJIS化を要する
A ₁	JISコードの媒体上での表現法	・紙テープ関係 25.4mm 8単位	ISOで勧告 DR 1418 JIS原案作成済み
A ₃	JISコードの媒体上での表現法	・紙カード関係 80欄	ISO/TC97/SC2で審議中
B	JISコードの媒体上での表現法	・ディスクおよびディスク・パック関係	ISOでは、まだ取り上げていないが、需要が盛んなので、ISOの動向を見て取り上げる必要がある。
A ₃	JISコードの表現法	・伝送回線 直列伝送 並列伝送	紙テープ、磁気テープ上での表現法との関連にて取り上げる必要がある。
A ₁	JISコードのサブセット	・4ビット・サブセット	{ ISOで勧告 DR 1322 JIS原案作成済み
A ₃	JISコードとその表現法	・磁気テープ上でのバイナリ ・データ、数字データの表現	ISO/TC97/SC2で審議中
A ₂	磁気テープのラベルとファイル構成	・ラベルの形式、桁数、内容など	ISOで勧告 DR 1322
A ₃	OCR記号の符号化	・OCR用特殊記号の符号化	ISO/TC97/SC2 および3で審議中

3. OCRおよびMICR関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特殊事項
A ₂	OCR(光学文字認識)用文字字体	・数字用サブセット(FONT Aのサブセット)	ISOで勧告 DR 890
A ₃	OCR用文字字体	・英数字(FONT AおよびB)	ISOで勧告 DR 996
A ₂	OCR用印刷仕様	・印刷位置, 形式など	ISO/TC97/SO3 で審議中
A ₃	MICR(磁気インク文字認識)用文字字体	・数字・記号(E-13B GMC-7)	ISOで勧告 DR 893
A ₂	MICR用印刷仕様	・印刷位置, 形式など	ISOで勧告 DR 893
B	OCR用文字字体	・カナ文字	現在, 米国で審議中であるが, わが国の個有文字につき, 技術の発展と合わせ検討を進めたい。
B	MICR用文字字体	・カナ文字	
C	OCR用手書字体	・英数字, カナ文字	

4. 情報交換用媒体

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A ₃	紙カード	・媒体自身の仕様 ・記録方法	ISO/TC97/SC4/WG2 で審議中
A ₂	紙テープ	・媒体自身の仕様 ・記録方法 ・リール	標準化の要望は強いが, 実際には共通した試験方法がないので, 早急にJIS化することとは困難と思われる。 ISO/TC97/SC4/WG3 で審議中

A ₂	連続伝票用紙	・形式、品質など	J I S 化審議中であるが、情報処理用として高性能のものを希望
A ₃	磁気テープ	・媒体自身の仕様 ・記録方法 ・リール	ISO/TC97/SC4/TC1 で審議中 200RPI, 800RPI
C	ディスクおよびディスク・バック	・媒体自身の仕様 ・記録方法	I S O では、取り上げていないが、将来のために審議を進める必要がある。
C	磁気カード	・媒体自身の仕様 ・記録方法	I S O では、取り上げていないが、将来のために審議を進める必要がある。

5. 入出力インターフェースおよび入出力機器

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A ₂	通信線 (MODEM) と通信制御装置のインターフェース	・直列の場合、並列の場合、自動応答の場合	COITT-SPA で原案審議済み
B	装置制御とチャネル間のインターフェース	・たこ足の場合、いもずるの場合	一部電子協で原案審議済み
C	入出力機器と装置制御間のインターフェース	・オンライン・タイプライタ ・ディスプレイ ・紙テープ装置 ・紙カード装置 ・磁気テープ装置 ・その他入出力機器	ISO/TC97/SC4/WG4 で審議中
A ₃	ケン盤配列 (タイプライタ、カード穿孔機など)	・数字用 ・英数字用	ISO/TC97/SC2 および ISO/TC95 で審議中

		・カナ文字用 ・カナ，英数字並用	タイプライタについては， JIS B9509 と関連
--	--	---	-------------------------------

6. プログラム関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A ₂	プログラム用言語 COBOL	・基本セット，フルセット	ISO/TC97/SC5 で審議中
B	プログラム用言語 PL/I	・基本セット	ECMAで審議中
C	プログラム用言語 PL/1	・フルセット	ECMAで審議中
A ₃	日本語による事務用プログラム用言語（日本語コボル）	・基本セット	
B	アセンブラ用言語表記法	・命令，記号，アドレス表現など	
C	タイムシェアリング用コマンド	・タイムシェアリングにおける会話用として	
C	シミュレーション用言語		シミュレーションのプログラムの目的によって種々の言語がある。例，GPSS，SIMSCRIPT その他自動設計用
B	システム性能評価基準法	・GIBSON MIX に類するもので，もっと合理的なもの	性能評価をして，カタログなどに記入するもの

7. データ伝送関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A ₃	データ伝送制御手順	制御符号機能の定義, 伝送時の使用手順	CCITTおよびISO/TC97/SC6で審議中
B	伝送データの形式	- メッセージの構成 - キャラクタの構成	CCITTおよびISO/TC97/SC6で審議中
B	データ伝送方式の分類と記述	分岐, ボーリングなどの方式およびその記述方法	CCITTおよびISO/TC97/SC6で審議中
A ₃	誤り制御方式	誤りの制御方式およびその制御手順	CCITTおよびISO/TC97/SC6で審議中
A ₃	データ伝送速度	信号速度	CCITTおよびISO/TC97/SC6で審議中

8. 記法関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
A ₂	論理回路記法	AND, OR, NOT, NAND, NORなどの論理回路の記述方法	ISO/TC3で審議中
A ₂	流れ図記法	流れ図記号とその使い方 システム用, プログラム用	ISO/TC97/SC7で審議中 流れ図はISOで勧告
A ₃	ブロック図記法	システムをブロックにより記述する方法と記号	DR 1299
B	PERT記法	PERT図で使用する記号とその使い方	

9. データ・コード関係

標準化時期	標準化項目	標準化内容	標準化の必要な理由または標準化に当たっての特記事項
B	時間コード	年, 月, 日, 時, 分, 秒の表現法	ISO/T097/WGKで審議予定
B	地域コード	国, 都, 道, 府, 県, 市, 町, 村などの表現法	
B	産業コード		
B	商品コード その他		

7.3 新たに標準化が予想されるもの

現在既に標準化の対象として取上げられて居るものの他に将来新たに標準化の対象となる事が予想されるものは数多くあるがそれ等の中で特に重要な意義を有すると考えられる幾つかの対象に就いて考察する。

具体的には

- i) マンマシンインタフェイスに関するもの
- ii) 漢字に関するもの
- iii) 計算機用手書き文字に関するもの

手書き文字は、人間の誤読を避けるための標準化と、文字読取装置のための標準化との二つの標準化が考えられる。

前者は、たとえば

- 英字の O (オー) と数字の 0 (零)
- 英字の I (アイ) と数字の 1 (イチ)
- 英字の O (オー) と英字の D (ディー)
- 英字の U (ユウ) と英字の V (ヴィー)

などや

数字の 1, 7, 2

数字の 5 と英字の S (エス)

などの相互間での誤読をさけるために、たとえば、英字の D を θ, 数字の 0 を Ø と書くなどの、

特殊記法を標準化しようとするものである。

後者は、手書き文字の読取装置に対して、字の大きさや記法のバラツキを少なくし、判読できる率を高めようとするものである。

である。

7.3.1 マンマシンインタフェイス

情報産業の発展と共に情報処理組織に接触する人間の数とその属する分野とは飛躍的な増加を来すものと予想される。

この為将来の情報処理機器、就中情報処理組織と人間との接点に位置する入出力装置および端末装置に於ては人間対装置の情報の授受の形態と手法、即ちマンマシンインタフェイスが極めて重要となって来る。

そして誰が必要とする時に何時でも情報処理組織との間の情報の授受を容易に而も確実になし得る為には、操作する人間について、感覚的な違和感が極めて少く而も効率の高い情報の授受を可能ならしめる良いマンマシンインタフェイスを持った機器が要求される事となろう。

この為操作の手順、入力情報の与え方、出力情報の取出し方等を標準化し、何れの情報処理組織に使用されて居る機器も全く同じ操作によって使用し得る如くする事が要求されるに至るであろう。

特に今後は視聴覚等の五感に訴えて直接に情報の授受を行なわんとする入出力装置又は端末装置、例えばディスプレイ装置、音声応答装置等の如きものが次第に多くなって来る事と考えられるのでマンマシンインタフェイスの標準化は重点的に取上げられるべき標準化対象であろう。

具体的な対象としては極めて多くのものが現われるであろうが、身近な例として鍵盤の感触（キータッチ）の如きものも重要な対象となるであろう。

7.3.2 漢字に関するもの

現在の情報処理組織は、漢字処理を目的として特別に設計された処理組織を除けば漢字を扱う事を考慮したものはない。

然し情報産業の発達に伴って我々の日常生活に欠く事の出来ない漢字を取扱い度いとの要求は高まるものと考えられ、ハードウェアの面で漢字の取扱いが容易化されるならば、多くの情報処理組織がこれを取入れる事となろう。

この場合には

使用する漢字の範囲

漢字用コード

入力機器用鍵盤配列

出力字形

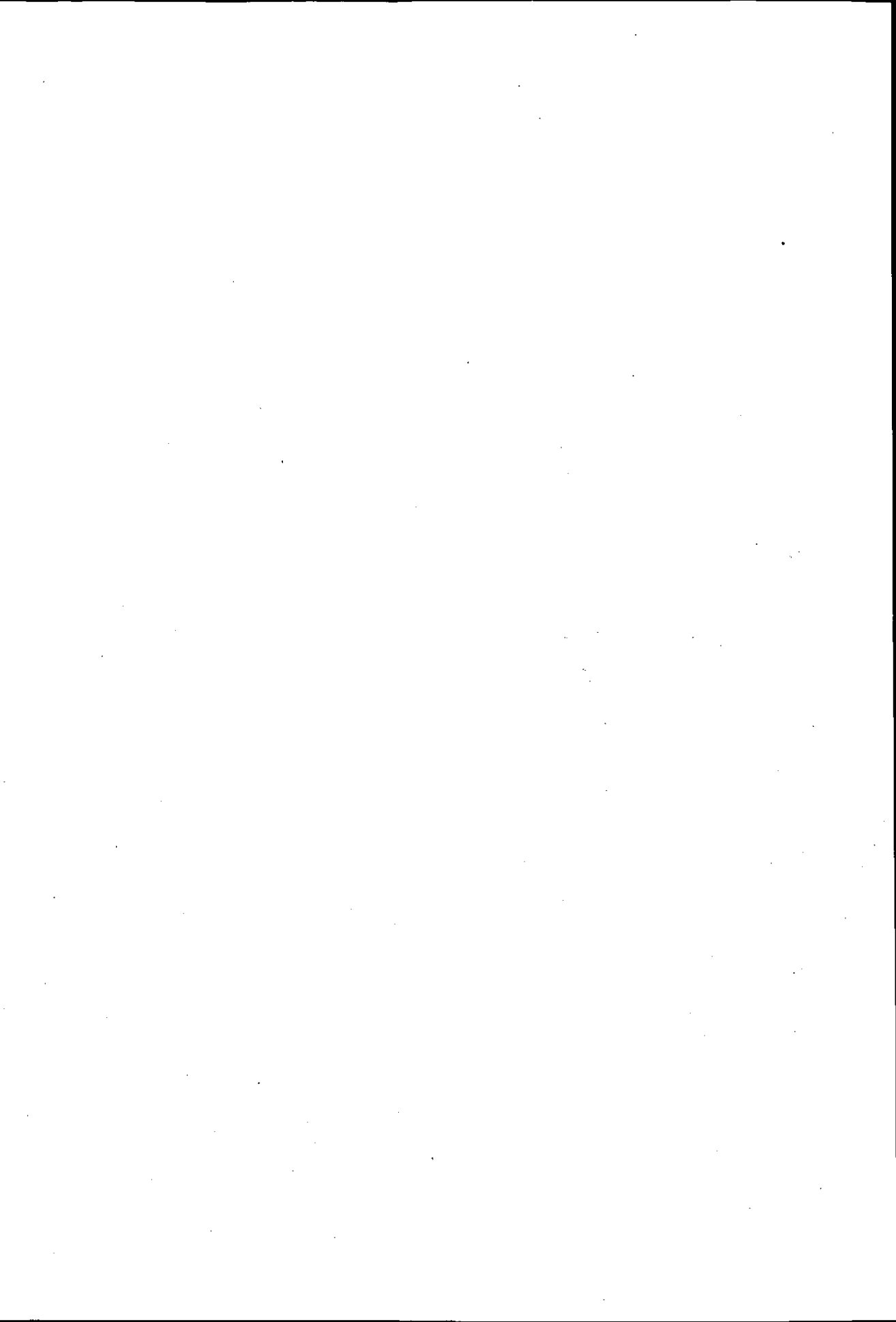
入力字形

等が標準化の対象となろう。

これ等に就いては或程度ハードウェアの開発状況に俟たねばならぬ条件が多いので標準化には或程度の時間を要するものと考えられるが、継続した推進の為の努力が必要であろう。

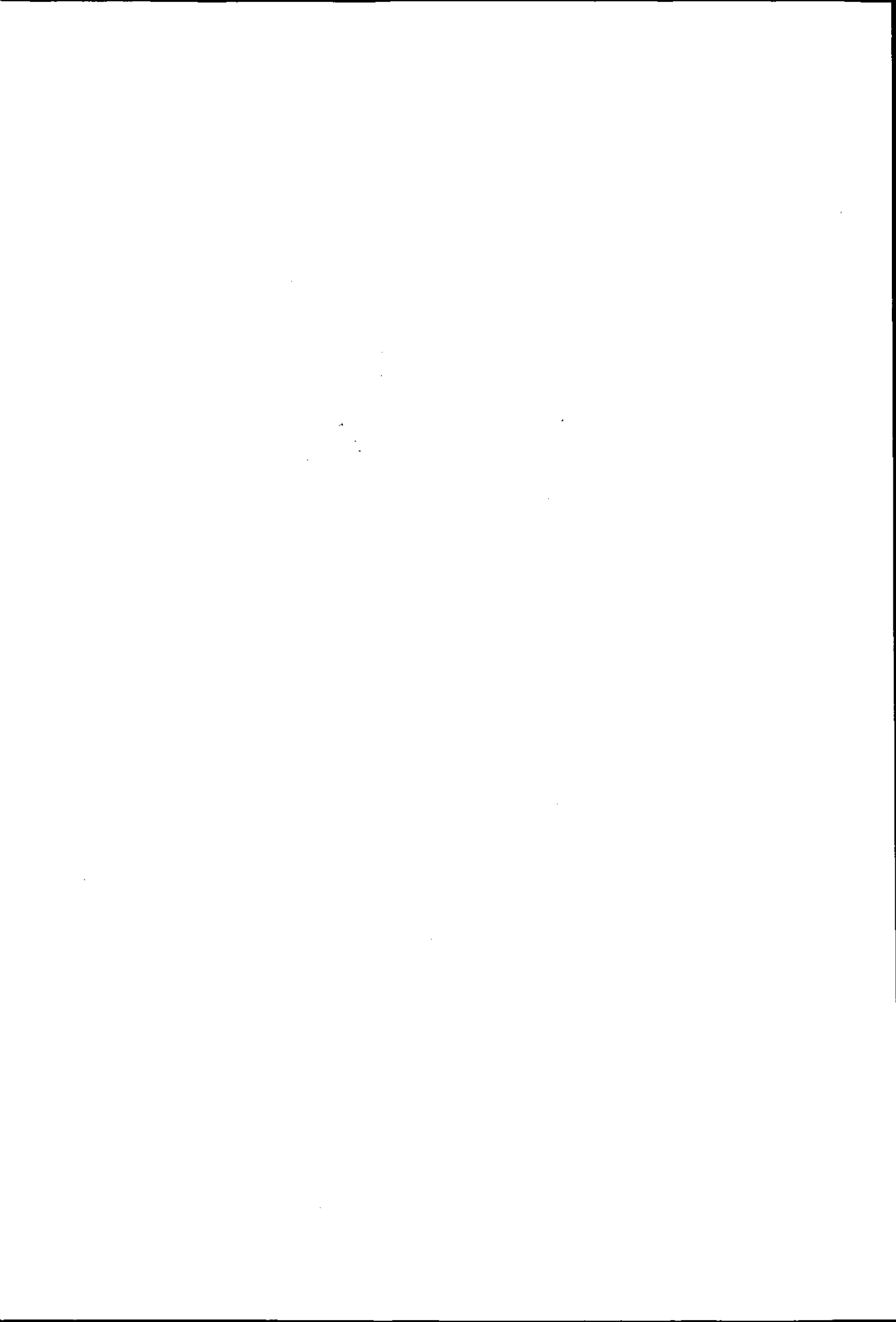
特に出力字形に就いては印字の際の品質を或程度以上に保持する為に必要な字形の標準化と、ディスプレイ装置等に於ける出力表示の際出来るだけ見易くする為の字形の標準化とがあり、従来の英数字およびカナ文字より遙かに複雑な字形を対象とする事による全く新しい問題を含んで居る。

入力字形は将来文字認識を行なう事を考えての標準化でこれはハードウェアの発達と直接に関連するものであり、認識の為に若干の字形の変形を考慮に入れたものとなろう。



第 8 章

処 理 コ ス ト



8. 処理コスト

8.1 原価の推移

原価の現状についてはさきに「情報処理技術の現状と展望」において述べたとおりであるが、将来の原価を予測するにあたって、如何なる方法によってこれを算出するかは甚だ困難なことである。

そこで本稿においては過去の原価の経過から将来を類推する方法によることとした。

以下これにより機械の借用料、人件費、備消耗品費等各項目に沿って記述する。

8.1.1 過去の原価

8.1.1.1 機械借用料

機械借用料について原価の定義には、その効果から見た原価と、唯単に料金の面からみたものの2種類に大別される。前者は性能からみた原価であって一定の作業量を処理する時間から割出された原価で次の式によって算出される。

$$\frac{\text{機械借用料}}{200\text{時間}} \times \text{処理時間} \div \text{作業量}$$

かくして算出された原価は過去から現在に至る経過を見ると、作業の質、量、機種により区々であり、甚だ複雑であるが唯一般にはこの原価は低下の傾向を示している。

これに対して後者は、機械借用料そのものであり単に借用料を契約時間で除したものであるもので、機種が変わるか、料金に変動があったか、或は月間契約使用時間に変化があったかによって原価に変動が現われる。過去の経過は一般にP.C.Sと呼ばれるユニット・レコード機械類に見られた程度で、電子計算機については同一機械を使用している限り変化はなかった。

8.1.1.2 人件費

電子計算機の原価のうち人件費の占める割合は比較的に大きい。さきの現状と展望に述べた原価の比率からみると第8-1表のようになる。

第8-1表

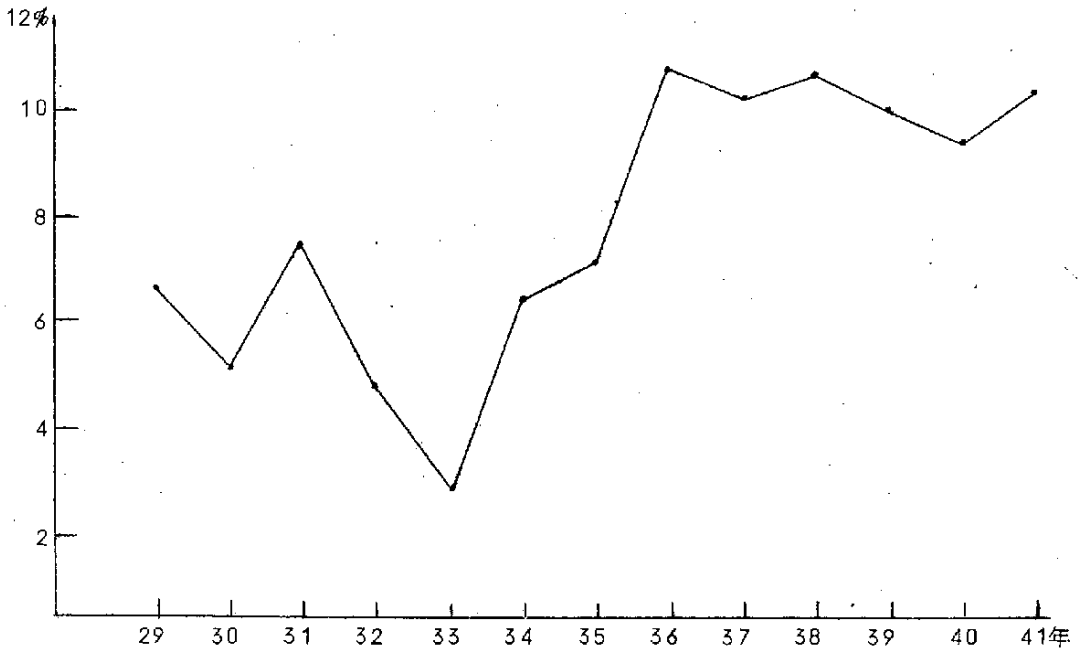
機械借用料	64%
人件費	21%
その他の経費	15%

従って前項の借用料を一定とするならば、この人件費の変動は電子計算機の原価を変動させる最も大きな費目となる。

周知の如く人件費の変動は、大きく社会経済、景気の変動に影響され、将来の我が国の経済状態を正確に把握し、労働人口を見透しその上でないと正確なる将来の予測は出来ないこととなる。

本稿では一応の見透しとして労働白書から過去の人件費の推移を調べ、もって将来の傾向を推察することとした。

労働省の毎月勤労統計による過去の現金給与の上昇率の年間推移は第8-1図のとおりである。



第 8 - 1 図

第8・1図は経済の戦前水準への回復が一応終った昭和29年以降の年平均賃金の上昇率であって、昭和29年から昭和35年までの上昇率は2.5%~7.8%の範囲にあり、昭和36年から41年の間は9.5%以上を維持しつづけている。

さらにこれを給与項目別に調べてみると第8-2表のようになる。

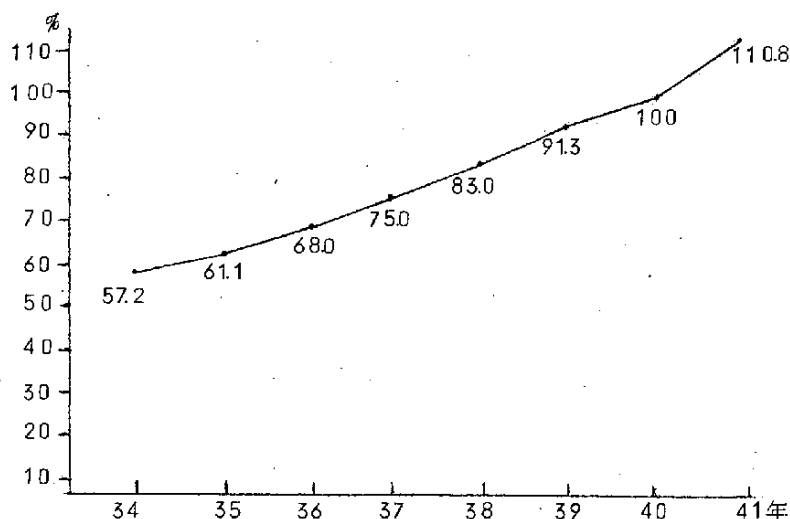
第8-2図のように最近における給与の上昇率は景気の回復、上昇に伴う生産活動の活発化を反映した超過勤務手当の増加や企業収益の好転に影響された賞与など、特別給与の大巾な増加という景気循環的要因が強い。

我が国における全産業の平均賃金上昇率は以上のような経過を辿っており、将来の予測にあたっては36年~41年における上昇率が36年以前の上昇率よりも、より現実的な数字として採

用し得るものとする。

第8-2表

年	現金給与 総額 上昇率%	定期給与 上昇率%	定期給与をさらに下記 のとおり分ける		特別給与 上昇分%
			所定内給与 上昇率%	超過勤務給与 上昇率%	
39年	10.0	8.8	7.7	1.1	1.2
40年	9.5	7.0	7.1	0.1	2.3
41年	10.8	7.9	6.6	1.3	2.9



第8-2図 賃金指数 (40年平均=100)

更に景気変動に影響され易い特別給与、超過勤務手当などは安全を考慮して最少限度の数値に止めるべきと考える。

8.1.1.3 その他の経費

その他の経費のうち将来(5~7年位)、変動の少ないものとしては、減価償却費、家賃地代、電力光熱費、通信費、保険料、等があり変動あるものとしては、消耗品、会議費、寄付金、雑費等があり、更に旅費交通費、運搬発送費、通信費中の電話料、公租公課などはどうも値上りの恐れ充分な経費と見られる。

備品、消耗品のうち特に電子計算機用作業用物品類は、諸般の費用が値上りの傾向にあるうちこの費目だけは先づ下降をつづけるものと予想される。

即ち、統計カードを例にとれば昭和25年頃1枚1円25銭2厘5毛であったものが現在では60銭と半分以下となっており、さらに下降の傾向をつづけている。

磁気テープ等も、特に最近は値くずれの様子で、ある条下の下では実勢価格は数年前の6～7割程度までに下降して来ている。用品用紙類も同様で、電子計算機の普及に比例しこれ等の物品類の価格は更に低下しつづけるものと予想する。

8.1.2 将来の原価

8.1.2.1 機械借用料

機械借用料の将来は、過去の原価の項にて述べたとおり、機種変更なしとの前提で予測するならば、将来共現状の儘変化なしとする。

ただし、現在使用中の機械を今后共変更することなく使用する例は実際には極めて少ないものと予想され、大多数のユーザーは、何等かの方法によりレベルアップを行なうであろう、この場合は当然コストアップ、或はダウンが生じる。

然し乍ら、本稿にこれを探り入れることはある機種の時間当りコストの変動を予測する前提から外れるので、これは除外した。

8.1.2.2 人件費

7.1.1.2項において述べた人件費の上昇率は9～10.8%の範囲にあり、この内超過勤務等を除いたものは6.6～7.7%の範囲となる。除外したこれ等景気変動により影響を受け易い経費の最少限度として1.2%をこれに加えると、その上昇率平均は7.2%となり、これを将来の上昇率として採用することとした。

8.1.2.3 その他の経費

電子計算機で使用する備品、消耗品については、電子計算機の利用範囲が広まるにつれ、或は過去におけるが如き極く限られた数少ない業者による市場独占から取扱業者が増加するに従って、その価格は低下の途を辿るであろう。その限界はどこにあるかは予測出来ぬが、ここ数年は低下の傾向を示すであろう、又その反対にこれ等以外の経費には上昇を示すものもかなりあろう。今后新たに設置するユーザーに於ては8.1.1.3項において述べた減価償却費、家賃地代なども変わてこよう。従って以上を総合すると全体ではやはり若干のコストアップになるものと予想される。以下項目を追って述べる。

(1) 消耗品費

この費目の殆んどが、値下りの可能性を持ったもので、極く内輸に見積っても昭和49年度で現在の15%程度は期待できよう。

(2) 減価償却費

既に設置済のユーザーにおいては、定額法を採る限り変化はない。

(3) 電力光熱費

特に電力科については我が国の政策により決定され、将来如何なる料金になるかは予測不可能であるが、そう度々改訂すべき性質のものでないので、現在の儘とする。

(4) 家賃地代

これも減価償却費と同様に既に設置したユーザーにおいては、先づ変更のない経費であろう。

(5) その他の経費

この経費は値上りの傾向を持っているが、前回の現状分析の際は総計費の5%として算出しているが、この比率の儘でよいものと思われる。

8.2 稼働時間の推移

電子計算機の稼働時間の将来は、さきに稼働時間の現状に述べたとおり、借用料・勤務時間の関係に於て決定されるものと考え、レンタル面からの月間使用時間の制限は今后も変更はないであろう。但し超過使用時間の課金方法に当っては、積算計の採用により今后厳格なものになり、実質的にはコストに若干の変動があるものと思われる。

勤務時間については、人件費と同様社会経済と密接な関係をもっており、最近においては労働時間は短縮の傾向にあり、これについて労働者の調査結果を参考に記す。

昭和41年には敬老の日、体育の日の設置に伴う休日増があり、所定労働時間は昭和36年以降短縮傾向をつづけた。一方所定外労働時間は景気回復に伴う生産活動の増大で人件費の項において示した統計のとおり大巾な増加となったため総実働時間ではほぼ保合となった。

然し乍ら、ここ数年来労働組合の要求や、労働力の確保、定着などのため労働条件改善の一環として労働時間の短縮を行なう事業所が増加している。賃金労働時間制度総合調査によれば、昭和39年～41年の3ケ年間に労働時間短縮を行なった事業所の割合は全調査事業所の25.2%となっている。

その内容をみると1時間以上3時間未満の短縮をした事業所が約50%を占めている。

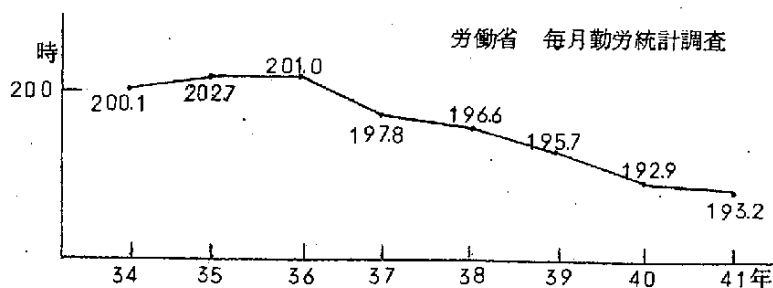
第8-3表 週当り所定労働時間短縮状況別事業所構成比

(単位 %)

産業規模	短縮時間				短縮方法						
	1時間未満	1時間以上3時間未満	3時間以上6時間未満	6時間以上	①始業時刻の繰り下げ	②終業時刻の繰り上げ	③休憩時間の延長	①②③の総合	半日休制の実施	週休2日制の実施	その他
産業規模計	23.6	49.0	24.4	3.0	17.1	45.2	11.2	4.4	7.1	19.6	10.1
5,000人以上	22.3	48.5	26.7	2.4	9.7	18.9	12.6	0.5	5.8	52.9	14.6
30～99人	24.5	51.0	21.4	3.1	21.4	54.1	16.3	10.2	6.1	1.0	6.1
製造業規模計	24.3	50.6	22.8	2.3	16.2	44.2	12.5	4.2	5.2	23.3	9.1
5,000人以上	20.3	53.4	26.4	-	6.1	17.6	9.5	0.7	3.4	62.2	12.2
30～99人	29.4	52.9	15.7	2.0	21.6	60.8	27.5	3.9	2.0	-	2.0
以下省略											

労働省（賃金労働時間制度総合調査）41年10月

第8-3表の如く最近労働時間短縮の動きが強まっているが、今後の労働時間短縮の方法としては一日当りの労働時間短縮から週休2日制など、週或は年単位とする短縮を行なわんとする事業所が多くなって来ている。



第8-3図 1人平均月間労働時間数

これを1ヶ月1人の実労働数の年間推移を示したものが第8-3図である。

このように年々労働日数は短縮されているが、電子計算機の稼働時間に及ぼす影響は如何なるものであろうか。

8.2.1 時間短縮と稼働時間

電子計算機の稼働時間は、200時間使用の場合、借用料のみでも1時間当り15,000円程度であるから超過使用料を払っても長時間稼働させた方が経済的であることは既に述べたところであるが、前述のように職員の勤務時間が短縮されていった場合、稼働時間に影響を及ぼさないであろうか。

如何に経済的とは言えやはり稼働時間には影響があると見るのが自然である。然し乍ら貿易自由化の嵐の中にある企業としては経済性追及のために何等かの方法により両者の調和策を考え、そしてこれを解決して行くものと推察する。その一例として休日、夜間の電算機の運用を請負う会社も現われて来ており、一部の企業では既にこれを利用しているところもある。或は交替サービス時間外労働等により切抜けるところも現われるであろう。

故に職員の勤務時間の短縮が直ちに電子計算機の稼働時間の短縮とはならないであろう。

8.3 原価の算出

以上の調査結果から将来の原価の算出を行なえば下記のとおりとなる。

8.3.1 中型機の場合（月間）

(1) 機械借用料

現在の機械の儘とする。

$$3,263,000円 = 3,263,000円$$

(2) 人件費

人件費の上昇率は毎年7.2%とすると、

$$\text{昭和47年度では、} 81,000円 \times 15名 = 1,215,000円$$

$$\text{昭和49年度では、} 92,000円 \times 15名 = 1,380,000円$$

(3) 消耗品費

昭和49年で15%の値下りが予想されるので、

$$\text{昭和47年度} \quad 140,000円 \times 0.9 = 126,000円$$

$$\text{昭和49年度} \quad 140,000円 \times 0.85 = 119,000円$$

(4) 減価償却費

現在の儘とする。

$$69,800円 = 69,800円$$

(5) 電力光熱費

現在の儘とする。

$$86,000円 = 86,000円$$

(6) 家賃地代

現在の儘とする。

$$250,000円 = 250,000円$$

(7) その他の経費

上記総計費の5%とする。

$$\text{昭和47年度} \quad 250,490円$$

$$\text{昭和49年度} \quad 258,390円$$

(8) 合 計

$$\text{昭和47年度} \quad 5,260,290円 \div 200時間 = 26,301円$$

$$\text{昭和49年度} \quad 5,426,190円 \div 200時間 = 27,130円$$

上記の如く47年度では時間当りのコストは26,301円、49年度に於ては27,130円となった。これを現状の原価の5,508円と比較すると47年度では3.1%増、49年度で6.3%増となる。

8.3.2 大型機の場合 (月間)

(1) 機械借用料

$$8,520,000円 = 8,520,000円$$

(2) 人件費

$$\text{昭和47年度} \quad 81,000円 \times 22人 = 1,782,000円$$

$$\text{昭和49年度} \quad 92,000円 \times 22人 = 2,024,000円$$

(3) 消耗品費

$$\text{昭和47年度} \quad 168,000円 \times 0.9 = 151,200円$$

$$\text{昭和49年度} \quad 168,000円 \times 0.85 = 142,800円$$

(4) 減価償却費

$$85,800円 = 85,800円$$

(5) 電力光熱費

$$172,000円 = 172,000円$$

(6) 家賃地代

$$375,000円 = 375,000円$$

(7) その他の経費

昭和47年度 554,300円

昭和49年度 565,980円

(8) 合計

昭和47年度 11,640,300円 ÷ 200時間 = 58,201円

昭和49年度 11,885,580円 ÷ 200時間 = 59,427円

上記の如く大型機の時間当り原価は58,201円と59,427円になった。これを現状の原価55,660円と比較すると、47年度で4.5%増、49年度では8.5%増となる。

中型機の場合の増加率が3.1%、6.3%であるので、大型機の前増は、中型機に比べて、やや割高になっている。これは前提として機械借用料を一定としているので、人件費、その他のアップが、中型機に比べて人数も、経費も増加するためかかる現象を示したものである、従って大型機の場合は、中型機以上にコスト低減の配慮がなされねばなるまい。

8.4 勤務時間との関連

さきに職員の勤務時間は、今後益々短縮されて行くが、これが電子計算機の稼動状況に及ぼす影響は企業における何等かの対策により現状とあまり差はないとの推察したが、交替勤務時における原価はどのようになるであろうか、中型機を例に採ると、

8.4.1 2交替勤務の場合

原則として増加する経費は、

機械借用料が

$$3,263,000円 \times 0.25 = 815,750円$$

人件費は、オペレーター、管理者のみとし、

昭和47年度 5名 × 81,000円 = 405,000円

昭和49年度 5名 × 92,000円 = 460,000円

電力光熱費は 86,000円

その他の経費は、上記の5%とし、

昭和47年度 65,337円

昭和49年度 88,087円

合計で

昭和47年度 1,372,087円

昭和49年度 1,449,837円

となり、1時間当り原価は、

昭和47年度では、 $(5,260,290円 + 1,372,087円) \div 400時間 = 16,580円$

昭和49年度では $(5,426,190円 + 1,449,837円) \div 400時間 = 17,190円$

となる。

8.4.2 3交替服務の場合

現状と展望に於て述べたとおり、3交替服務には、唯単に24時間稼動で算出は出来ない。これは超過勤務、ピーク時の処理等2交替の場合には問題とならなかった要素が加わってくる、その一番目立つものとして3交替は2交替に比べ交替要員を増加する必要がある。

機械借用料 $3,263,000円 \times 0.5 = 1,631,500円$

人件費 これは上記の如く増加要員を見込んで

昭和47年度 $(5名 + 5名) \times 1.25 \times 81,000円 = 1,012,500円$

昭和49年度 $(5名 + 5名) \times 1.25 \times 92,000円 = 1,150,000円$

電力光熱費 $86,000 \times 2 = 172,000円$

その他の経費、上記の5%とする。

昭和47年度 140,800円

昭和49年度 147,675円

合計で

昭和47年度 2,956,800円

昭和49年度 3,101,175円

となり、1時間当りのコストは、

昭和47年度では $(5,260,290円 + 2,956,800円) \div 600時間 = 13,711円$

昭和49年度では $(5,426,190円 + 3,101,175円) \div 600時間 = 14,212円$

となる。

8.4.3 非交替服務との比較

上記のコストを非交替の原価と比較してみると、2交替の場合は昭和47年度及び49年度共非交替の1時間当り原価は63.3%に当り、3交替の場合は、昭和47年度で52.1%、49年度では52.3%となっている。

これを現状の2交替、3交替のメリットと比較すると、

現状では2交替のとき62%

3 交替のとき 5.1 %

であるから

2 交替のときで 1.3 % 増

3 交替のときで 1.1 ~ 1.3 % 増

となっている。

即ち、2 交替、3 交替サービスのメリットは、将来共変りなく依然として充分なメリットを持っていることとなる。

更に 2 交替と 3 交替との差は現状で 1.0 % 程度、将来に於ても 1.0 ~ 1.1 % 程度なので、現状同様あまり大きな経済的効果は期待出来ない。

8.5 ハードウェアの能力とコスト

計算機システムの処理能力の評価については「情報処理技術の現状と展望」に述べたとおり各種の方法が考えられているが、適確な能力値は得られていない。従来は人手によって行っていたデータ処理を単に計算機に置き換え正確に早く処理をするといった考え方で大部分の機械化が行なわれて来ておりここ数年はやはりそれが基調とはなるが、計算機台数の増加、価格の低下、各種の新しい機能をもった入出力装置の出現、ランダムファイル装置の進歩、処理技術およびソフトウェアの発展等によって今迄とは変った処理方式に次第に移行し、かつ適用分野もますます多様化していくもの考えられる。

8.5.1 中央処理装置

中央処理装置の内部演算能力は内部処理に必要な命令の実行時間と使用頻度の積から求められる平均命令実行時間によって表すことができる。この使用頻度については種々のものが提案されているが、何れのものをとっても従来同一価格の計算機で 2 ~ 2.5 年で 1/2 になっておりこと当分はこの傾向が続くものと考えられている。なお同一価格の計算機では内部メモリ容量が 5 年間で 2 ~ 4 倍となることが期待されかつ入出力チャネルの強化による入出力の同時処理能力の向上が行なわれるであろう。これらを処理装置の能力としてどのように評価するかは問題のあるところではあるがより大きな処理の可能性およびマルチプログラミング能力の向上を考慮すれば 5 年後にはコスト/能力は 1/5 ~ 1/6 にはなると考えてよいであろう。ただし計算機にはいわゆる Grosch の法則があり能力はコストの 2 乗に比例するので上記は同一価格の計算機についての考察であり、同一能力の計算機では価格の低減は 1/2 ~ 1/2.5 程度と考えられる。

8.5.2 磁気テープ装置

磁気テープ装置の公称移送速度はテープ速度と記録密度の積で表される。テープ速度は機械的な制約によって余り大きなコスト低下は見込めないが記録密度は5年後には2倍程度の増加はそれ程のコスト増加を伴わずに期待できよう。しかし実際にシステムで使用する場合はブロック間のギャップを走行する無駄時間を考えた実効移送速度となる為密度の上昇がそのまま能力の上昇とはならない。5年後で30～40%のコスト低下と考えられる。なおテープの着脱の為の操作を減ずるような機構をつけて操作性を向上し、システム使用上の実効能率を上げることによってコスト低減を計ることが与えられる。

8.5.3 ランダムアクセスファイル装置

磁気ドラム、磁気ディスク、磁気カード等であるが機械的な運動を伴っている為アクセスタイムに関する能力増はそれ程期待できないが記録密度の向上によるビット当りの単価はかなり低下するものと思われる。これは大量のファイルを常にオンラインに接続しておいてより有効な処理を行うという新しい処理方式の採用への大きな原動力になると考えられる。又一方中央処理装置の高速化によるコスト低下を有効に利用する為にも貢献するものと思われる。

8.5.4 入出力装置

入出力装置の個々の装置については第2章ハードウェアで詳述されているのでここでは述べないが、一般的にいて従来標準的な入出力機器ではそれ程大きなコスト/能力の低下は期待できないがより良いマンマシンインタフェイスを提供する新しい機器の出現とそのコスト低減が期待されている。

8.6 ソフトウェアの能力とシステムコスト

ソフトウェアについても第3章ソフトウェア技術の項に詳述されているがソフトウェアの進歩はシステムとしての効率を上げる方向で考えられている。計算機的能力は前述の如く急激に増大しているのでもはや人間の能力ではシステムを能力一杯に働かせるよう制御することは不可能になった。したがってソフトウェアは目的とする情報処理以外にそれを実行するための各種の準備作業、管理作業に計算機的能力の一部を費消してシステム的能力が人間の能力によって制限されることを防止しシステムの実効効率の向上を計っている。

また3.3.10に述べられている如く個々のソフトウェアの価格は急激に下っていくものと考えられるがより多くより高度のソフトウェアが次々と要求されてくると考えられるので、システムで負担すべきソフトウェアコストの全システムコストに占める割合はますます大きくなってい

くと思われる。従ってシステムのコスト低減は上記のハードウェアのコスト低減よりかなりゆるいものとなるであろう。

8.7 処理コスト

計算機システムを構成する各要素のコストの動向は上述の如きものであるが或る特定の問題を処理するコストはどうなるであろうか。これは極めて難かしい問題であるが、ざっと考えて殆んど変わらない或いは幾分高くなるものから数分の1になるもの迄非常に大きな巾がでて来ると思われる。科学技術計算やオペレーショナルなオンラインリアルタイム処理の如く処理装置の内部演算能力とファイル処理能力を充分に活用する処理に於てはそれらの装置のコスト/能力の低減がそのまま処理コストの低減となって表れるが「情報処理技術の現状と展望」の処理時間算出例で用いた在庫管理業務の如き小さなファイル更新と報告書作成のみをやったのでは70~80%の時間が出力印刷に費消されているが出力機器のコスト/能力の低減は最も期待値の小さいものであるのものでそれ程大きなコスト低減は期待できない。特にこの例のように入力カードを作成していたのでは現在でもカード作成費の方が機械時間よりも3倍もかかっており、これは人件費が半分程度を占めているので人件費の上昇によって機械時間のコスト低減分以上になって了う。この点が入力媒体を特別に要しない入力機器の出現が特に望まれる点であり、さらに一度入力された情報を最大限に活用するよう処理システムを統合することが目標とされる。

以上のことから5年後の処理コストを概括的に大胆に予想するならば第8-4表の如くなる。

(現在所要のコストを1とする)

第8-4表

処理の内容	処理コスト
入力媒体作成	1.2~1.3
入力処理	0.7~0.8
出力印刷	0.7~0.8
ファイル更新	0.6~0.7
分類	0.6~0.7
数学的処理 (科学技術計算シミュレーション)	0.2~0.3

これは典型的なバッチ処理をほぼ同一価格のシステムで処理をした場合である。操作性の向上マ

ルチプログラミングの適用等によりシステム全体ではもう少しコスト低下が見込めるかも知れない。

8.8 タイムシェアリングシステム(TSS)と処理コスト

TSSに関する技術動向については1.2.3タイムシェアリングシステムとコンピュータユーリテイおよび3.2.2.6管理プログラム(通信)の項で述べられている。TSSの基本概念は「遠隔地の多数ユーザに対して必要な時にいつでも他人を意識することなくシステムを独占している如く必要な時間使用することのできるシステム」ということであり、これには大形システムの高級な処理能力を短いターンアラウンドタイムで利用することを可能とするという計算能力の共用という面とシステムの保持する情報を多数の人間で共同利用することによってその情報の効用を増大させようという2つの面をもっている。

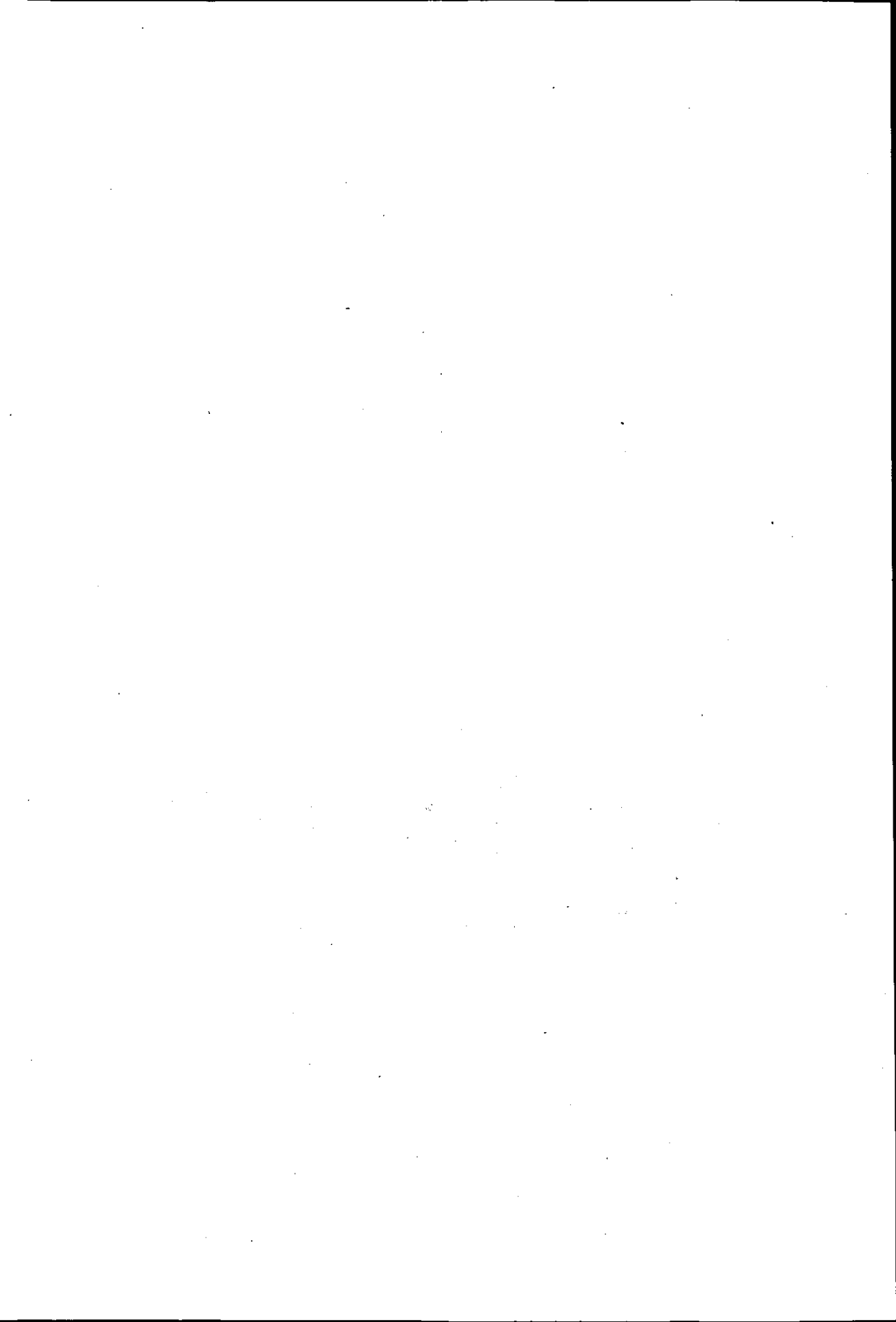
TSSは将来の計算機の利用方法と目され、現在すでに実用化されているものもあるが、まだ種々の問題点をかかえている。これには共同利用をするということから起る本質的な問題もあるが経済的な問題もある。現在の技術では大形計算機を多数のユーザで使用する場合システムの効率が10%になる程極度にオーバーヘッドが増大してしまう。そのため現在商用で成功しているTSSは殆んど中形のシステムである。しかし5年後にはハードウェアのコスト低減によるハードウェア、ソフトウェアの機能分担の改善、ソフトウェアの技術の進歩等により技術的にかなり確立したものとなり、TSSが確固としたシェアを有することとなるであろう。このときの能力/コストは相当改善されることが期待されるが定量的予測は極めて困難である。

8.9 むすび

情報処理は社会の活動をより有効適切にするための手段であって、それ自体が目的ではない。処理結果を利用した社会活動があって初めてその意義があるので、その処理に対する経済的時間的制約によって処理の質が決まってくる。例えば科学技術計算であることが理論的に計算可能であったとしても実際に適用する場合の数値計算が非常に高価であったり、時間がかかって、結果のでたときには役に立たなくなったりする場合には、それに見合った程度に簡略化された近似式による計算でことが処理されて了うことになる。一方事務の本質は組織の経営および管理に必要な情報を作成することであるが、当初はむしろ誤った活動方針により組織に混乱と不利益をもたらさないようにという防衛的なものであったように思われる。しかるに交通、通信の発達によって社会は巨大化、複雑化し、それに伴って事務量も飛躍的に増大して、もはや情報処理を

そのような消極的にとらえることはできなくなり、積極的に利益をもたらすべく活用すべき機運となってきた最近では経営情報システムの重要性がさげばれている。

電子計算機の発達は今迄人手をもってしては不可能であったことを可能とし、それによってより大きな利益をもたらすことが実証されつつあるので計算機のあることを前提とした情報システムが開発され、それによって更に計算機の発達を促すような循環過程に入っている。従って一つの社会活動に対する情報処理コストの割合は急激に増加していくであろう。今後は計算機システムの能力／コストということに止まらず情報処理システムのメリット／コストということがより重要な評価尺度としてとり上げられていくであろう。



第 9 章

電 子 計 算 機 要 員

9. 電子計算機要員

序

情報産業の中で、電子計算機の占める地位、またそれに関連して、電子計算機が果さなければならない分野で、遺憾なくその機能を発揮するために必要な、機械を中心とする組織の運営・管理及び将来の計画樹立等のための、要員に関するあらましの報告は、中間答申として既になされた。

この報告では重複をさせて、中間答申以後の、新たな実態と、これに伴う調査資料を基礎として、結論をまとめた。

編集にあたっては、これを2つに分け、9.1 は通読することにより、要員数に関する調査結果の、結論的内容が把握され、9.2 では、アンケートの結果に主眼をおきながら、9.1 の内容に対して、裏付けとなる資料と、現段階における、要員に関する実態を説明することとした。

本報告が現状認識の資料として、また将来への対策樹立の一端として役立てば幸である。

9.1 調査結果の内容

9.1.1 要員の職種

電子計算機要員は、これを職種別に取上げた場合、その種類は一般に次のように区別される。

(1) ユーザーの場合

システムアナリスト

プログラマー

オペレーター

(2) メーカー及び輸入販売業者の場合

システムアナリスト

教育エンジニア

セールスエンジニア

プログラマー

これらの他に、ユーザーの場合には、マネジャーの職種が考えられるが、マネジャーについては、職務内容の点で、その適性は必ずしも、技術経験のみに依存するものでない。

9.1.2 ユーザーにおける職種別にみた1台当り規準要員数

ユーザーにおける要員数は、設置される機械の、機種別構成台数によって決まってくる。現在では、一般に電子計算機の機種は、その標準価格により、超大型機から、超小型機に至る6機種に区別され、各機種1台当りの、1交代に要する人員はほぼ一定している。第9-1表、第9-2表は、機種の区別と、その各の機種に要する職種別規準要員数を示している。

第9-1表 電子計算機種別区分

機種(型別)	標準価格
大 型 A	5億円以上
大 型 B	2.5億円以上5億円未満
中 型 A	1億円以上2.5億円未満
中 型 B	4千万円以上1億円未満
小 型	1千万円以上4千万円未満
超 小 型	1千万円未満

第9-2表 機種別・職種別規準要員数

機 種	オペレーター	プログラマー	システムアナリスト	マネジャー	合 計
大 型 A	3.0人	7.0人	6.0人	2.0人	18.0人
大 型 B	2.0	5.0	4.0	2.0	13.0
中 型 A	2.0	4.0	3.0	1.5	10.5
中 型 B	1.5	2.5	2.0	1.0	7.0
小 型	1.5	1.5	0.5	0.5	4.0
超 小 型	1.0	1.0	0.5	—	2.5

9.1.3 メーカー及び輸入販売業者における要員数

メーカー及び輸入販売業者の場合の要員数は、主として機械の生産高、あるいは輸入額によって決められる。

調査の結果によると、メーカーにおける生産高1億円当りと、輸入販売業者における輸入額1億円当りの要員数は、システムアナリストを除いてはほぼ等しく第9-3表、第9-4表の通りである。

(1) メーカーにおける生産高1億円当りの要員数

第9-3表

プログラマー	セールスエンジニア	教育エンジニア	システムアナリスト	計
25人	1.1人	0.3人	2.0人	5.9人

(2) 輸入販売業者における輸入額1億円当りの要員数

第9-4表

プログラマー	セールスエンジニア	教育エンジニア	システムアナリスト	計
25人	1.1人	0.3人	1.5人	5.4人

9.1.4 交代制と要員数

ユーザーにおける電子計算機の使用状況は、年々交代制を採用する職域が増加している。交代制が行われれば、1台当りの要員の総数が増加することはいうまでもない。

今日一般に行われている、交代制による勤務体系は、2交代制または3交代制が主体をなしている。

2交代制及び3交代制の場合における、1台当りの要員数は、必ずしも1交代要員、すなわち規準要員数の2倍及び3倍ではない。職種により異って、その割増率は第9-5表の通りである。

第9-5表 交代制による要員数の割増

	オペレーター	プログラマー	システムアナリスト	マネジャー
交代制なし	100	100	100	100
2交代制	200	120	120	100
3交代制	300	140	140	100

9.1.5 交代制実施の現状

最近における交代制の実施状況を調査し、その結果に基づいて昭和47年及び昭和50年における、交代制実施状況を予測すると、次の通りである。

第9-6表 昭和47年3月末交代制実施状況予測

	1 交 代	2 交 代	3 交 代
大 型 A	10 %	55 %	35 %
大 型 B	20	55	25
中 型 A	40	50	10
中 型 B	50	40	10
小 型	80	20	0
超 小 型	100	0	0

第9-7表 昭和50年3月末交代制実施状況予測

	1 交 代	2 交 代	3 交 代
大 型 A	8 %	50 %	42 %
大 型 B	10	50	40
中 型 A	20	60	20
中 型 B	30	60	10
小 型	50	50	0
超 小 型	80	20	0

交代制の実施状況が、上表の示すように機種によって異なるのは、交代制の必要性及びその効果が、それぞれ異なるためである。

9.1.6 各種機種の設置状況及び生産並びに輸入額予測

電子計算機要員数を推定するに当たって、最も重要な要素の一つは、ユーザーにおける機種別の設置台数及び設置予定の機械台数である。

一方メーカーと輸入販売会社にとっては、生産高及び輸入高が、重要な要素としてあげられる。

これらについて、昭和47年3月末及び昭和50年3月末における推定台数は、通産省電子工業課の調査した結果によると、次の通りである。

(1) 昭和47年3月末のユーザーにおける実動及び設置予定台数

第9-8表

	実 動 予 定 台 数	設 置 予 定 台 数
大 型 A	270 台	76 台
大 型 B	790	221
中 型 A	2,120	594
中 型 B	2,570	920
小 型	4,230	1,184
超 小 型	2,130	596
計	12,110	3,591

(2) 昭和47年度における予測生産高 4,880 億円

(3) 昭和47年度における予測輸入高 480 億円

(4) 昭和50年3月末のユーザーにおける実動及び設置予定台数

第9-9表

	実 動 予 定 台 数	設 置 予 定 台 数
大 型 A	590 台	50 台
大 型 B	1,650	130
中 型 A	4,350	340
中 型 B	5,420	420
小 型	8,890	680
超 小 型	4,560	350
計	25,460	1,970

(5) 昭和50年度における予測生産高 9,270 億円

(6) 昭和50年度における予測輸入高 927 億円

9.1.7 昭和47年及び昭和50年における電子計算機要員数

電子計算機の設置状況、使用状況及び生産並びに輸入状況を予測して、昭和47年3月末及び昭和50年3月末のユーザー、メーカー及び輸入販売業者における要員数の算定は、次の方法で

行った。

すなわちユーザーにおける要員数の予測は、9.1.2による職種別規準要員数、9.1.4による交代制の為の要員の割増率、9.1.5による交代制の実施状況等を前提とすると同時に、更に中間答申において引用したブランドン氏手法を考慮に入れて算出するものである。

またメーカー及び輸入販売業者における要員数は、9.1.3における生産高と要員数の関係、9.1.6における生産及び輸入額の推定予測高を前提として算出する方法である。

これらの計算結果を一表にまとめ、更に昭和43年3月末要員数の推定値と比較したものを、倍率で示したものが次の表である。

第9-10表 昭和47年3月末及び昭和50年3月末における職種別要員数一覧表

		オペレーター	プログラマー	システムアナリスト	セールスエンジニア	教育エンジニア	計
43年3月末	ユーザー	8750人	7560人	3900人	—人	—人	20210人
	メーカー	—	2450	1960	1080	290	5780
	輸入販売業者	—	230	140	100	30	500
	計(A)	8750	10240	6000	1180	320	26490
47年3月末	ユーザー	35000	41000	27000	—	—	103000
	メーカー	—	12000	9700	5400	1500	28600
	輸入販売業者	—	1200	730	530	140	2600
	計(B)	35000	54200	37430	5930	1640	134200
50年3月末	ユーザー	77920	81560	56110	—	—	215590
	メーカー	—	23000	19000	10000	2800	54800
	輸入販売業者	—	2300	1400	1000	300	5000
	計(C)	77920	106860	76510	11000	3100	275390
倍率	B/A	4.0倍	53倍	62倍	5.0倍	5.1倍	5.1倍
	C/A	89倍	104倍	128倍	9.3倍	9.7倍	10.2倍

9.1.8 第一章のまとめ

前掲の一覧表に示されているように、数年後に迫っている昭和47年3月末における電子計算機要員の数は、昭和43年3月末の推定要員数と比較すると、プログラマーにあっては、その増加率は最低であるに係らず4倍を示し、倍率の高いシステムアナリストにあっては、実に6倍強に

に達している。

また更に昭和50年3月末にあっては、システムアナリストのようを、電子計算機要員の中で、特に高度の技術と、長期にわたる経験を必要とする、いわば短期間にその養成の実をあげることの困難な職種において、12.8 倍にも達する多くの技能者の必要が予測されている。

このことは、電子計算機の円滑且つ合理的な運営を計画するにあたり、重視されなければならない大きな問題である。

一般に電子計算機を囲むあらゆる分野の技術開発は、ややもすれば将来の電子計算機要員に対して、質的・量的条件が、やがて緩和されるかの如く考えられがちであるが、実態は決してそのようなものではなく、人材の質と量こそ最も重要な条件に変わりつつある。

要するに、社会活動の中にあって、電子計算機の果さなければならない役割が、より広範囲に、より高度に、より合理的になるに連れ、電子計算機要員に対する質的・量的の条件は、いよいよ厳しくなることを、改めて認識されなければならない。

9.2 調査資料

9.2.1 電子計算機の要員予測と実態調査

電子計算機要員の重要性が、現実の問題として認識されるにつれて、大きく取り上げられたことは、種々の面から、要員に関する実態が、質的・量的にどのようなものであり、更にそれらは、あるべき期待像と、どんな関係にあるかという点の解明にあった。現時点では、このような問題については、必ずしも充分に明らかにされていない。

しかもこういった現状は、あながち我が国のみに限られたことではない。恐らくその理由は、電子計算機が一般社会に使われ始めてから十余年に過ぎないに係らず、その間に社会活動の中で果す役割りの変化は、極めて急激であるために、その実態が把握し難いことによるものであろう。

従ってこの報告では、我が国の現状を、アンケートによって把握し、その結果を検討しながら、将来への予測を進めることとした。

9.2.2 調査の対象

この報告の基礎となった調査対象は、昭和43年10月末において、全国EDP連合会に加盟を認められている、電子計算機使用者団体に属する公共企業体、地方自治体及び民間諸企業体である。

また電子計算機の機種及び規模等については、現在我が国で使われている、殆んど全ての機種を網羅している。

地域的には、前回の中間答申が、東京都及びその周辺地区と、限られた地域を対象としたのに対し、今回は北海道から九州に至る、18都道府県を対象としている。

業種別では、全産業を35業種に区分したもののうち、主要産業29業種を包含している。

これらのことから、現時点で電子計算機の導入が考えられる産業は、その大部分が調査の対象に取り入れられたと考えられる。

9.2.3 調査項目

調査項目は添付見本の示す通りである。この内容は、提出期限に主眼をおきながら、回答上の便宜、集計整理等の段階における処理事情を考慮し、併せて内容の重要性を勘案して決定した。また機種の決め方については9.1.2によって区別した。

9.2.4 調査票回答状況

調査票の回答状況は、期限までに回収出来たものは177回答であって、照会数の44%にあたるが、それらの中には、電子計算機導入後の期間が短いため、内容的には、完全でないものも一部に存在した。従ってその分については、調査項目に応じ、適宜取捨せざるを得なかった。

このように企業の中には、電子計算機の運営・管理の面で、未だ実態が確立していなかったり、あるいは充分な管理資料が整うに至っていない例が少なからず見られたことは、我が国の急速に高まりつつある電子計算機導入の気運を、端的に示しているとみることが出来よう。

9.2.5 要員の職種別構成及び要員数

要員の職種区分にはオペレーター、プログラマー、システムアナリスト及びマネジャーの4職種があり、これらの職種の作業内容の説明は、中間答申で既に為された。しかし中間答申では、電子計算機を運営するに当って、これら職種の人員構成の実態が、どのような状態にあり、また如何なる構成が望ましいかという点については触れず、ブランドン氏手法による構成を、参考として紹介し、それを引用した程度に止まらざるを得なかったが、この報告では、この点を明らかにすることができた。

註 ブランドン氏手法

電子計算機要員数を算定する方法として、次のように行なおうとするものである。

- (1) 電子計算機をレンタルにより、小型より超大型に至る4種類に分け、各種類毎に職種別要員数を9-11表のように仮定する。
- (2) 要員算定のための機械台数dは、現在設置台数をa、設置予定台数をbとして、9-12表の算式による値を用いる。

第9-11表

	オペレーター	プログラマー	アナリスト
小 型	1.5人	1.5人	0.5人
中 型	2.5	5.0	2.0
大 型	5.0	8.0	4.0
超大型	8.0	15.0	9.0

第9-12表

小 型	$d = 0.75a + 0.8b$
中 型	$d = 0.7a + 0.7b$
大 型	$d = 0.95a + 0.6b$
超大型	$d = a + 0.6b$

9.2.5.1 小 型 機

調査の対象となった機械台数27台によると、機械を運営している職種別要員数及び1台当りの構成人員は、第9-13表の通りである。

第9-13表

職 種 要員数	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
27台に対する 要員数合計	63人	50人	23人	16人	152人
1台当たり平均要 員数	2.4	1.9	0.9	0.6	5.7

9-13表による1台当りの要員数は、中間報告におけるブランドン氏手法による、小型機の要員数より稍多いが、機種種の区分に多少のずれがあるので、今回の調査が、前回に比べ要員数の増加を示しているとは考えられない。

9.2.5.2 中 型 機 A

調査の対象となった機械台数は25台である。これから得た職種別要員数は、第9-14表の通りである。

第9-14表

職 種 要員数	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
25台に対する要 員数合計	80人	86人	25人	26人	217人
1台当たり平均要 員数	3.2人	3.4人	1.0人	1.0人	8.7人

第9-14表による1台当りの要員数を、ブランドン氏手法による算定要員数と比較すると、オペレーターの人数においては稍多いが、プログラマー及びシステムアナリストに於ては少い。しかし後に述べるように、希望要員数と実際要員数とを比較した、充足率を考慮に入れると、中間答申のブランドン氏手法による要員数と、略一致しているとみることが出来る。

9.2.5.3 中型機 B

調査の対象となった機械台数は57台である。これらに基づく要員数は、第9-15表の通りである。

第9-15表

要員数 \ 職種	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
57台に対する要員数合計	290人	388人	144人	120人	942人
1台当り平均要員数	5.1人	6.8人	2.5人	2.1人	16.5人

第9-15表による1台当りの要員数をブランドン氏手法による大型機の要員数と比較すると、オペレーターに於ては略同じであるが、プログラマーに於ては85%、システムアナリストに於ては約62%と、共に低い数字を示している。

この率は後述するプログラマーの充足率の81%、システムアナリスト59%及び平均充足率の78%等を考慮に入れると、中型機Aと同様に、ブランドン氏手法による算定要員数に、近い結果を示しているとみることが出来る。

9.2.5.4 大型機

大型機の使用台数は、現段階では必らずしも多くない。なかんずく大型機Bに分類される、いわば超大型機に属するものは、アンケートに回答してきたものは7社に過ぎない。しかもそれらの中には、使用実績は導入直後のため、安定性に欠ける点があって、職種別要員数の規準を、算定するのに適当でないのがみられた。よって大型機に関しては、大型機Aについてのみ対象として取上げ、大型機Bについては除外した。

大型機Aについて調査した結果は、第9-16表の通りである。

第9-16表

職種 要員数	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
10 台に対する 要員数合計	90人	135人	69人	37人	331人
1 台当り平均要 員数	9.0人	13.5人	6.9人	3.7人	33.1人

この結果を他機種と同様に、ブランドン氏手法による要員数と比較すると、次のように考察される。

わが国の現状は、大型機に関しては、オペレータの人員は稍多く、システムアナリストは稍少い。このような職種間における要員の過不足現象は、導入後の期間が短い上に、一方に於ては、この種大型機の場合は、要員の教育に相当期間を要することから、成長過程における当然のこととみることが出来る。すなわち、現時点に於ては、将来システムアナリストになるべき要員が、その過程として、オペレーターの技術習得課程にあると見るものである。

9.2.6 職種別の充足状況

9.2.5 では、職種別要員数の実状について述べたが、これらは、電子計算機を運営するに当って、各企業が希望する要員数と、どのような関係にあるのであろうか。すなわち、要員の充足率を考えると、現状はどうであろうか。この点について、調査の結果をまとめてみよう。

9.2.6.1 全機種一括による充足状況と要員数

小型機より大型機に至る全機種を通じて、職種別に希望要員数と、現実に作業している実働要員数とを、アンケートに基づいて比較すると第9-17表の通りである。

第9-17表

職種 要員数	実働要員数 A	希望要員数 B	充足率 $\frac{A}{B} \times 100$
オペレーター	602人	718人	84%
プログラマー	678人	842人	81%
システム アナリスト	275人	469人	59%
マネジャー	204人	230人	89%
合 計	1,759人	2,259人	78%

この結果から、現在の電子計算機要員充足状況は、全職種を平均すると、8割弱に過ぎないこととなる。

また職種別でみれば、充足率の最も悪いのは、システムアナリストの6割弱である。

技術的に多くの知識と経験とを必要とする、システムアナリストの充足率が、最も低率を示していることは、示唆に富むものといえよう。すなわち後述する如く、近年における機種の大規模化の傾向から来る、システムアナリストへの需要増大に対して、技術・経験を特に必要とするこの種技能者の養成が、追付かない実情を示していると考えられる。

次に全機種を一括して1台当りの希望要員数を、職種別に調べてみると、第9-18表の通りである。

第9-18表

職 種	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
人 員	5.6人	6.6人	3.7人	1.8人	17.6人

9.2.6.2 各機種の職種別要員充足率

小型機より大型機Aまでの4機種について、機種別の要員充足状況を調べると第9-19表の通りである。何れの機種、何れの職種に於ても、充足率80%以上を示している例は少ない。

第9-19表

機種別充足率 \ 職種		オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー
小型機 (21社)	80%以上	53%(11社)	57%(12社)	48%(10社)	48%(10社)
	60%以上	24%(5社)	24%(5社)	10%(2社)	0
	60%未満	24%(5社)	19%(4社)	43%(9社)	52%(11社)
中型機A (20社)	80%以上	50%(10社)	40%(8社)	15%(3社)	85%(17社)
	60%以上	30%(6社)	35%(7社)	25%(5社)	0
	60%未満	20%(4社)	25%(5社)	60%(12社)	15%(3社)
中型機B (53社)	80%以上	59%(31社)	59%(31社)	31%(16社)	76%(40社)
	60%以上	23%(12社)	30%(16社)	23%(12社)	11%(6社)
	60%未満	18%(10社)	11%(6社)	48%(25社)	14%(7社)
大型機A (9社)	80%以上	44%(4社)	77%(7社)	33%(3社)	77%(7社)
	60%以上	33%(3社)	22%(2社)	33%(3社)	0
	60%未満	22%(2社)	0	33%(3社)	22%(2社)

9.2.7 女子要員の活動状況

電子計算機要員としての女子の地位は、逐次向上しつつある。かつては、電子計算機に関連した女子の職種は、インプットデータの作成段階における、キーバンチャーに止まっていたが、最近では電子計算機の操作に直接携わるオペレーター、プログラマー等の職種に従事するものが見られるに至った。

このように女子要員進出の理由のひとつに、電子計算機自体のハードウェア及びソフトウェアの進歩改善による“使い易さ”があげられよう。

アンケートの結果によってみると、現段階では、オペレーター、プログラマーとしての女子の活動範囲は、中型機までのようである。大型機の場合には、“使い易さ”がある程度充されたとしても、全機能の合理的な運営には、困難が残されているようである。

アンケートによると、女子を電子計算機要員として採用している企業は、114社のうち78社で68%に当る。これら78社の要員数合計は1627名であるが、そのうち女子は440名である。従って女子の占率は27%にあたる。この27%の女子の中には、オペレーター、プログラマーとしての作業のほかに、キーバンチャーを兼務する者が少くない。

9.2.8 職種間のローテーション

電子計算機要員は、その職種の如何を問わず、専門的な技術と経験とを必要とするものである。従ってオペレーター、プログラマー及びシステムアナリスト等は、それぞれ異なる技術の保持者である。しかし、これらの技術には、共通の部分が少くない許りでなく、システムアナリストの如きは、一般にオペレーター及びプログラマーの技術と経験とを前提とし、またプログラマーはオペレーターの経験を前提とすることが、合理的とされている。

このような事情から、電子計算機要員には、職種間のローテーションが、計画的に行われるべきだとする意見が少くない。また一方ローテーションのもたらす別の効果として、同一職種に長期間勤務することから来る能率低下、単調性に基づく欲求不満等の解消に役立つものとする意見もある。

しかし反対意見として、ローテーションは要員の教育期間を長びかせ、惹いては要員数の増大を余儀なくし、それでなくても要員不足に対処しなければならない現段階では、適当でないとする意見も少くない。

ローテーションに関する意見として、171社からの回答によれば、次の通りである。

A 各職種は独立分離していてローテーションは行なわない……13%(22社)

B 各職種は独立分離しているが、経験期間及び能力を考慮して、オペレーター→プログラマ

→システムアナリスト→マネジャーの順に昇進する……42%(71社)

0 各職種を特に独立分離することなく、ローテーションにより全職種(除マネジャー)を習得させる……43%(74社)

D その他……2%(4社)

この結果をみると、大多数の企業が、単一職種に定着させることに反対であり、何等かの形で、ローテーションは行なわれるべきである、としていることが分る。

9.2.9 計算センターの利用

計算センターは、電子計算機に対する一時的需要、あるいは需要が急激に変化する作業に対処するために、また、時には導入前後の応急対策として、その利用価値は大きい。同時にまた、要員問題に関連して、企業にオペレーター、プログラマー等を派遣して、その不足を補ったり、あるいは要員の教育に携わるなどして、別の面からも広く利用されるに至っている。

計算センターについて、177社を対象としたアンケート調査によると、計算センターを何らかの形で利用している会社は、177社中49社で28%にあっている。

またこれら49社について、計算センターへの月間平均支払額を調べてみると、2千万円を超す高度利用の企業もあるが、平均では159万円である。

次に計算センターの利用目的によって区別し、主として要員の派遣という形で利用している企業は、166社中13社で8%にあたる。要員派遣の場合の職種は、多くはオペレーター及びプログラマーであって、その勤務時間は夜間が多い。

要員派遣の場合、計算センターへ支払われる料金は、昼夜の別による作業時間数を規準として、計算されるのが通例のようである。

9.2.10 電子計算機運営と勤務体形

電子計算機要員の勤務体形は、二つの面から考察することができる。一つは、一般に勤務の交代制と呼ばれ、他の一つは、作業の進め方における縦割方式・横割方式と呼ばれて区別されているものである。

9.2.10.1 交代制勤務について

電子計算機を使用する場合、大多数は賃貸借契約に基づくレンタル方式である。このレンタル方式にあつては、日々の作業において、機械を長時間使用することが、料金の割引制度のために経済的である。またそれ許りでなく、稼動時間の延長は、処理能力を著しく高めるため、近年は交代制勤務に多くの関心が持たれるに至った。従って交代制を実施する企業の数も、急激に増大しつつあり、その結果制度化されてはいないが、実質的に交代制勤務と同主旨に則って、運営さ

れている企業までを含めるならば、その数は過半数を占めるまでに一般化されている。

しかし交代制勤務に反対する意見がないわけではない。代表的なものとしては、オペレーター要員の不足している現在にあっては、労働過重につながるという意見と、労務管理の困難性を主張するものである。

アンケートの集計結果によると、交代制の現状は次の通りである。

- A 交代制を行わない……32%(55社)
- B 2交代制……16%(28社)
- C 3交代制……6%(10社)
- D 制度として交代制は行っていないが、随時
必要に応じて交代制勤務を行う……47%(81社)

この結果から、実質的には約70%が交代制を行っていると見られるばかりでなく、この割合は、今後は更に増大するものと考えられる。

交代制を採用した場合、要員はどのように増員すべきかという点については、作業の内容によって一概に云えないが、一般的な例は9.13に掲げてある。2交代制の場合の要員は、4割前後の増員が一般に必要とされている。

9.2.10.2 横割方式・縦割方式

電子計算機によって情報処理を行なう場合、作業はオペレーター、プログラマー、システムアナリスト等の技能者の手を経て行なわれるが、これらの段階を、それぞれ異なる作業員によって、分業的に処理される方式を横割方式と呼んでいる。

これに反して、作業過程は横割方式と全く同じであるが、それぞれの段階を、同一人が、時にはシステムアナリストとして企画し、ある時はプログラマーとして、プログラムを編成し、その結果をオペレーターとして操作するなどして、同一人が一貫して処理に当る方式を、縦割方式と呼んでいる。

これらの2方式は、それぞれに長短両面を持つが、要員の教育、所要人数及びその他について比較してみると、次のような相違がある。

縦割方式にあっては、要員の養成に長期間が必要であり、その必然の結果として、要員数が増加する。しかし横割方式と縦割方式の比較検討は、要員数のみでなく、処理内容の質・要員に対する登用の道、長期間にわたる同一作業に起因する不満等の人間性への配慮など、種々の面からも検討すべきであり、特に要員に対する人間性への配慮は、今後充分留意さるべきものであろう。

横割方式と縦割方式の現状は、アンケートの結果によると、次の通りである。

A 横割方式を採用している……24%(39社)

B 縦割方式を採用している……24%(39社)

C 両者を併用している……52%(84社)

この結果から分るように、両者併用が過半数を占めている現状は、横割方式・縦割方式それぞれの長所を、運営の面で活用しているということである。

9.2.11 職種と経験年数の関連

電子計算機要員の職種はオペレーター、プログラマー、システムアナリスト及びマネジャーの4種類に分けられることは、前述の通りである。これらの職種は、それぞれ必要とする技術と経験、更に管理能力の有無等の諸条件が異なることから、経験年数との間に一連の関係が見られる。すなわち要員として、比較的経験年数の少いものの占率が高いのは、オペレーターとプログラマーであり、逆に経験年数の増加と共に、占率の高くなるのはシステムアナリストとマネジャーである。

アンケート調査によると、この間の事情が量的にはっきりする。第9-20表は、各職種要員の経験年数別の占率を示したものであるが、オペレーター及びプログラマーの占率が経験年数の増加と共に逐次減少していることが分る。

第9-20表

経験年数 職種	1年未満	1年～2年 未 満	2年～3年 未 満	3年～4年 未 満	4年～5年 未 満	5年以上
オペレーター	358人30%	238人20%	222人19%	173人15%	72人8%	117人11%
プログラマー	297人24%	269人22%	253人20%	144人12%	99人8%	182人15%
システム アナリスト	63人11%	65人12%	81人15%	98人18%	63人11%	187人34%
マネジャー	39人11%	32人9%	35人10%	45人13%	36人10%	172人48%

また第9-21表は、経験年数毎に各職種の占める割合を示したもので、システムアナリスト、マネジャーは経験年数が増加するに連れ、占率が高くなり、オペレーターに於ては、逆の傾向を示していることが分る。

第9-21表

職種 経験年数	オペレーター		プログラマー		システム アナリスト		マネジャー	
1 年 未 満	358 人	47%	297 人	39%	63 人	8%	39 人	5%
1 年～2 年未満	238 人	39%	269 人	45%	65 人	11%	9 人	5%
2 年～3 年未満	222 人	38%	253 人	43%	81 人	14%	35 人	6%
3 年～4 年未満	173 人	38%	144 人	31%	98 人	21%	45 人	10%
4 年～5 年未満	72 人	27%	99 人	37%	62 人	23%	36 人	13%
5 年 以 上	117 人	19%	182 人	27%	187 人	28%	172 人	26%

次に要員の平均経験年数は幾何であろう。

アンケートの対象となった要員3,349人について調査した結果、平均経験年数は3.0年である。これは前回の中間答申の、東京都及びその周辺を対象とした平均経験年数の3.6年に比べ、稍低い結果を示しているが、これは電子計算機の導入が、主として東京都及びその周辺地区から、地方に及んだことを示すものであろう。

9.2.12 技術革新と要員並にその構成の関係

電子計算機要員の現状における、職種別構成及び充足率は前述したところであるが、将来における要員数の増減及び構成比率は、どのように変るものであろうか。

技術開発が極めて著しいハード面と、これに呼応するソフト面における強力な開発態勢は、今後の電子計算機運営の中核である要員の質の面において、またその量及び構成面においても、多くの変革をもたらすことが考えられる。

9.2.12.1 要員の質

電子計算機におけるハード・ソフト両面における急速な進歩は、これを利用する立場からは、“より広い分野に涉って、より経済的に、より多能的に、より自由に、しかも、より迅速正確に”利用することが可能となる。しかし、このことは必ずしも要員の素質や、利用上の研究努力の面において、従来に比べて、条件が緩和されることを意味するものではない。むしろ、電子計算機が機能的に進めば進む程、要員の質的向上と、運営面における能力の向上が、強化されなければならないであろう。

このことは、今後の傾向として、要員に対する素質と、その素質に基盤をおく、管理運営能力の増進が、現在以上に重要課題として、取上げられなければならないことが予想される。

9.2.12.2 要 員 数

将来における要員数の予測については、前回の中間答申において、技術開発の結果として、1台当りの必要最少限の要員数は減少するものとした。この考え方は恐らく今後も続くであろう。

しかし、技術革新の下では、逆に要員数の増加を必要とする要素がないわけではない。

常に進歩を続ける機械機能を理解し、その有効な導入を実現するためには、従来あまりその必要を見なかった研究企画、既存のソフトウェアの改編及び統合等の作業が、不断に行なわれなければならないということである。

結論としては、各種それぞれの機械規模に応じて、各職種にわたって、今後幾何の人数が減少するかということは、理論的に導くことは困難であろう。

これに関連して将来における要員数について、現在電子計算機を運営している当事者は、どのように推定しているかについて、アンケートの結果をまとめてみると、次の通りである。

1台当りの要員数は別として、各企業はそれぞれ自社の要員の数が、将来どのように変るか、という問に対して

- | | |
|------------------------------|---------|
| A オペレーターに対しては、回答者の75%が増加 | }すると回答し |
| B プログラマーに対しては、回答者の82%が増加 | |
| C システムアナリストに対しては、92%が増加 | |
| D マネジャーに対しては58%が増加すると回答している。 | |

逆に減少すると回答したものは

- | | |
|--------------------------------|---------|
| A オペレーターに対しては、10%が減少 | }すると回答し |
| B プログラマーに対しては、4%が減少 | |
| C システムアナリストに対しては、減少と回答したものは皆無で | |
| D マネジャーに対しては0%が減少すると回答している。 | |

以上の結果から、現在既に電子計算機を導入している大部分の企業は、今後も増員の必要を感じており、なかでも多くの技能と経験を必要とするシステムアナリストにその傾向が著しいことは、要員育成の面で、充分配慮すべきであろう。

9.2.13 機種の変遷

電子計算機の要員数や職種別構成は、機種の大小により異なるので、各企業で将来使われる機種の趨勢を知ることが必要である。

アンケートによって、現在既に電子計算機を導入している各企業は、それぞれが、将来に対して、どのような変更を予定しているか、という点について調査した結果は、第9-22表の通り

である。

第9-22表

機種 \ 変化	増加する	余り変らない	減少する
小型機	66%	16%	17%
中型機 A	71%	10%	20%
中型機 B	76%	18%	7%
大型機 A	85%	9%	6%
大型機 B	89%	9%	2%

この第9-22表で明らかなことは、規模が大型化されるに連れて“増加する”とする割合が高まり“減少する”とする回答数の割合が著しく減ることである。このことは、今日電子計算機を導入している企業は、次の機種変更の機会には“より大規模”のものに移行していくことを示すものであろう。

また別の調査結果によっても、大型化の傾向を知ることができる。すなわち第9-23表は、現在電子計算機を導入している企業が、昭和47年3月末に設置を計画している機種をまとめたものである。これによっても、大型化への移行、特に大型機への変更がみられる。

第9-23表

	昭和43年10月 末設置台数 A	昭和47年3月 末設置台数 B	$\frac{B}{A} \times 100$
超 小 型 機	18 台	27 台	159
小 型 機	46 台	52 台	113
中 型 機 A	42 台	44 台	105
中 型 機 B	118 台	124 台	105
大 型 機 A	38 台	77 台	203
大 型 機 B	17 台	39 台	229

9.2.14. 1台当り平均レンタルの趨勢

設備の大型化の傾向は、9.2.13で述べた通りであるが、これと密接な関係にある、1台当り

の平均レンタルは、どのような変化をしているであろうか。参考としてJ E C C の調査結果と、アンケートによるものを掲げると、次の通りである。この両者は、必ずしも同一内容を意味するものではないが、同じ傾向を示している。

J E C C の調査によると、昭和40年以降における、国産機と外国機とを総括した、我が国の電子計算機的全設置状況は、第9-24表の通りである。

第9-24表

	機械台数	レンタル合計	1台当月額レンタル
昭和40年度上・下期	636台	11億4440万円	180万円
昭和41年度上・下期	845台	14億8440万円	176万円
昭和42年度上・下期	1,172台	24億1780万円	206万円
昭和43年度(上期)	(713台)	(17億2440万円)	242万円

この表によると、調査年度がたまたま、機種変更の時期に当たっている関係があるにせよ、1台当りのレンタルの増加傾向が、明らかにみられる。

またアンケートによるものとしては、既に電子計算機を導入している、いわば特定のグループを対象としたものであるが、131社からの回答に基づいて、将来設置予定の1台当りの平均レンタルを調べると、第9-25表の通りである。

第9-25表

	機械台数	レンタル合計	1台当月額レンタル
昭和43年10月末	279台	9億3496万円	335万円
昭和47年 3月末予測	363台	19億4141万円	535万円
昭和49年 3月末予測	395台	23億6087万円	598万円

この結果は、明らかに機械規模の大型化の傾向を示している。

このように、それぞれ異なる二つの調査結果は、共に1台当りの平均レンタルの趨勢として、その増加を示していると見ることが出来る。

9.2.15 設置予測

将来における、わが国の電子計算機設置状況を予測することは、重要であるが、同時に難しいことである。通産省電子工業課の調査によれば、5～7年後のわが国の電子計算機の設置状況

を、次のように予測している。

第9-26表 昭和47年3月末における実動及び設置予定台数予測

型 別	標 準 価 格	47年3月現在の 実動台数	同 左 導入準備中台数
大 型 A	5億円以上	270台	76台
大 型 B	2.5億円以上5億円未満	790	221
中 型 A	1億円以上2.5億円未満	2,120	594
中 型 B	4千万円以上1億円未満	2,570	920
小 型	1千万円以上4千万円未満	4,230	1,184
超 小 型	1千万円未満	2,130	596
計		12,110	3,591

第9-27表 昭和50年3月末における実動及び設置予定台数予測

機 種	標 準 価 格	昭和50年3月末 実 動 台 数	同左設置予定台数
大 型 A	5億円以上	590台	50台
大 型 B	2.5億円以上5億円未満	1,650	130
中 型 A	1億円以上2.5億円未満	4,350	340
中 型 B	4千万円以上1億円未満	5,420	420
小 型	1千万円以上4千万円未満	8,890	680
超 小 型	1千万円未満	4,560	350
計		25,460	1,970

更にJ E C Cは設置状況を機械台数によらずに、レンタルで調査結果を発表している。それによれば次の通りである。

昭和42年3月末現在設置済機械月額レンタル

49億9500万円

昭和47年3月末現在設置予測機械月額レンタル

150億8600万円

この結果によれば、設置機械の年間成長率は約24%にあたる。

また131社からのアンケート調査の回答によれば、次の通りである。

昭和43年10年末現在設置済機械月額レンタル

9億3496万円

昭和47年3月末現在設置予定機械月額レンタル

19億4141万円

この結果によれば、年間生長率は約22%にあたる。

これらの結果から、設置機械の成長率は、台数の面からも金額の面からも、少くとも年間約20%以上を示すことが予測される。

9.2.16 技術革新と職種別規準要員数

電子計算機に関連する技術面の革新は、その機能の面における性能の向上のみでなく、運営上必要な作業要員数の面でも、進歩が見られることは当然である。しかし、作業要員として必要な人員を、職種別に取上げた場合、技術革新の効果を比較的多く受けるものと、然らざるものとが考えられる。

第9-28表は、中間答申で報告した、ブランドン氏発表の要員数の軽減状況を参考にすると同時に、131社から寄せられたアンケートの結果と、本報告の9.4に述べられている、実体調査に基づく平均要員数を基礎として、昭和47年～昭和50年における、1交代規準要員数を予測したものである。

第9-28表

	オペレーター	プログラマー	システム アナリスト	マネジャー	合 計
超 小 型 機	1.0人	1.0人	0.5人	一人	2.5人
小 型 機	1.5	1.5	0.5	0.5	4.0
中 型 機 A	1.5	2.5	2.0	1.0	7.0
中 型 機 B	2.0	4.0	3.0	1.5	10.5
大 型 機	2.0	5.0	4.0	2.0	13.0
大 型 機 B	3.0	7.0	6.0	2.0	18.0

9.2.17 交代制による要員数の割増

交代制を実施することにより、要員数が増加することはいうまでもない。しかし、交代制が行なわれる場合の勤務の実態は、全職種の要員全部が、交代勤務に従事するものではない。この間

の実状を考慮して交代制を行なった場合の職種別要員数の算定には、第9-29表のような割増を規準とすることとした。

第9-29表

	オペレーター	プログラマー	システムアナリスト	マネジャー
交代制なし	1.00	1.00	1.00	1.00
2交代制	2.00	1.20	1.20	1.00
3交代制	3.00	1.40	1.40	1.00

9.2.18 要員数の予測

将来における電子計算機要員数を予測し、その充足をはかることは、教育に数年を要することから、早期に対策を立てなければならない重要なことである。そこで、前述した昭和47年3月末及び昭和50年3月末の、予測設置台数を基礎とし、これに規準要員数を当てはめて、交代制を行なった場合を含めて、要員数の算手を行うと、以下に述べる通りである。

9.2.18.1 交代制による機種別規準要員数

交代制を行なった場合の、1台当り機種別・職種別規準要員数は9.2.16及び9.2.17の規準に基づいて計算すると、第9-30表の通りである。

第9-30表

機 種 職 種	交 代 制 を し				
	オペレーター	プログラマ	システムアナリスト	マネジャー	合 計
超 小 型 機	1.0人	1.0人	0.5人	一人	2.5人
小 型 機	1.5	1.5	0.5	0.5	4.0
中 型 機 A	1.5	2.5	2.0	1.0	7.0
中 型 機 B	2.0	4.0	3.0	1.5	10.5
大 型 機 A	2.0	5.0	4.0	2.0	13.0
大 型 機 B	3.0	7.0	6.0	2.0	18.0

	2 交 代 制				
超 小 型 機	2.0人	1.2人	0.6人	一人	3.8人
小 型 既	3.0	1.8	0.6	0.5	5.9
中 型 機 A	3.0	3.0	2.4	1.0	9.4
中 型 機 B	4.0	4.8	3.6	1.5	13.9
大 型 機 A	4.0	6.0	4.8	2.0	16.8
大 型 機 B	6.0	8.4	7.2	2.0	23.6

	3 交 代 制				
超 小 型 機	3.0人	1.4人	0.7人	一人	5.1人
小 型 機	4.5	2.1	0.7	0.5	7.8
中 型 機 A	4.5	3.5	2.8	1.0	11.8
中 型 機 B	6.0	5.6	4.2	1.5	17.3
大 型 機 A	6.0	7.0	5.6	2.0	20.6
大 型 機 B	9.0	9.8	8.4	2.0	29.2

9.2.18.2 交代制勤務実施状況予測

9.2.18.1に於て1交代制から3交代制に至る、3種の勤務体制に基づく基準要員数を予測したが、実際問題として交代制は、どの程度に行われるものであろうか。

この点に関連して、アンケート調査に基づく現状の説明は、9.2.10.1で述べた如く、実質的

には 70% 前後の企業が、なんらかの形で交代制を行っているとしている。

このように交代制勤務は、急速に広まりつつあるが、昭和47年～昭和50年における実績は、どのような形態になろうか。

第9-31表は昭和47年3月末及び昭和50年3月末における交代制が中等度に採用された場合を想定して、実施状況を表で示したものである。

第9-31表

	昭和47年3月末			昭和50年3月末		
	1交代	2交代	3交代	1交代	2交代	3交代
超小型機	100%	0%	0%	80%	20%	0%
小型機	80	20	0	50	50	0
中型機 A	50	40	10	30	60	10
中型機 B	40	50	10	20	60	20
大型機 A	20	55	25	10	50	40
大型機 B	10	55	35	8	50	42

機械規模に応じ、各種交代制の実施割合が異なるのは、交代制のもたらす効果が、機種によりそれぞれ異なることによるものである。

9.2.19 昭和47年3月末予測要員数

昭和47年3月末における要員数を予測するに当たって、考慮しなければならない条件は、ユーザーにおける要員数としては

- A 機種別設置状況並びに設置予定状況
- B 機種別規準要員数
- C 交代制実施状況

等である。

またメーカー及び輸入販売業者にとっては

- A 生産高または輸入高
- B 1億円当りの規準要員数

である。

これらについての本報告が採用したものは、機種別設置状況並びに設置予定状況については、通

産省電子工業課の調査資料（ 9.1.6 ）を用い、これに中間答申と同様に、ブランドン氏手法を取入れて、修正設置台数を算定した。

また機種別規準要員数については、実態調査の結果に基づく規準要員数を採用し、交代制の実施状況は、実態調査の結果を参考として予測した 9.1.5 で説明した表を採用した。

メーカー及び輸入販売業者の要員数の予測については、生産高及び輸入額の予測並びに 1 億円当りの規準要員数ともに、通産省電子課調査による次の表を採用した。

昭和 47 年度における生産高及び輸入額予測

- (1) 生産高 4,880 億円／年
- (2) 輸入額 480 億円／年

昭和 50 年度における生産高及び輸入額予測

- (1) 生産高 9,270 億円／年
- (2) 輸入額 927 億円／年

第 9-32 表 生産高 1 億円に対する要員数

システムアナリスト	教育エンジニア	セールスエンジニア	プログラマー	合 計
2.0人	0.3人	1.1人	2.5人	5.9人

第 9-33 表 輸入額 1 億円に対する要員数

システムアナリスト	教育エンジニア	セールスエンジニア	プログラマー	合 計
1.5人	0.3人	1.1人	2.5人	5.4人

これらの表に則って、昭和 47 年 3 月末の要員数を職種別に算定すると次の通りである。

第 9-34 表 昭和 47 年 3 月末職種別要員数

	システム アナリスト	教育 エンジニア	セールス エンジニア	プログラマー	オペレーター	合 計
ユーザー	27,900	—	—	41,000	35,000	103,900
メーカー	9,700	1,500	5,400	12,000	—	28,600
輸入販売 業者	730	140	530	1,200	—	2,600
計	37,430	1,640	5,930	54,200	35,000	134,200

9.2.2.0 昭和50年3月末予測要員数

昭和50年3月末における要員数は、昭和47年3月末要員数予測と、同じ手法で行って差支えないと判断された。よって通産省電子工業課の調査結果による、昭和50年3月末のユーザーにおける実働及び設置予定台数を、またメーカーにおける生産高及び輸入販売会社における輸入額等についても、通産省電子工業課の調査結果を採用した。

これに9.1.5による昭和47年3月末より、更に交代制の進んだ条件の下における要員数を適用して、昭和50年3月末の要員数を予測した結果が、次の表の通りである。

第9-35表 昭和50年3月末における職種別要員数

	システム アナリスト	教育 エンジニア	セールス エンジニア	プログラマー	オペレーター	合 計
ユーザー	56,110人	—人	—人	81,560人	77,920人	215,590人
メーカー	19,000	2800	10,000	23,000	—	54800
輸入販売 業者	1,400	300	1,000	2300	—	5,000
計	76,510	3,100	11,000	106860	77,920	270,390

9.2.2.1 む す び

電子計算機要員に関する実態を、主としてアンケートにより蒐集した資料に基づいて調査すると共に、その結果を将来の予測の面に反映させて、昭和47年及び昭和50年における電子計算機要員の、質と量の面を中心として記述した。

これらの結果を要約すれば、電子計算機の運営において、極めて重要な役割りを果たす要員は、その数において予測外の人数を必要とし、しかもその養成にあたっては、今後の機器機能の高度化を併せ考えると、従来以上に長時間を要するものと判断される。

このことは、要員の育成に関する限り、将来の需要を充たすための施策は、現時点において、直に着手しなければ時機を逸する危険のあることを示唆している。

しかも養成過程における脱落者の存在を考慮に入れるならば、量的には、本報告に記載された所要人員を、大幅に上回る多くの人材を対象とする教育体制が、速かに整備されることが急務であろう。

禁 無 断 転 載

昭和 44 年 6 月発行

発行所 財団法人 日本情報処理開発センター
東京都港区芝公園 2 1 号地 1 番 5
機械振興会館内
TEL (434) 8211 (代表)

印刷所 (有) 盛 光 印 刷 所
東京都千代田区飯田橋 4 の 6 の 3
TEL (264) 1851 (代)

43-R-002



