

50-S 002

コンピュータ・システムの評価に 関する調査研究報告書

—コンピュータ・ネットワーク形成への課題—

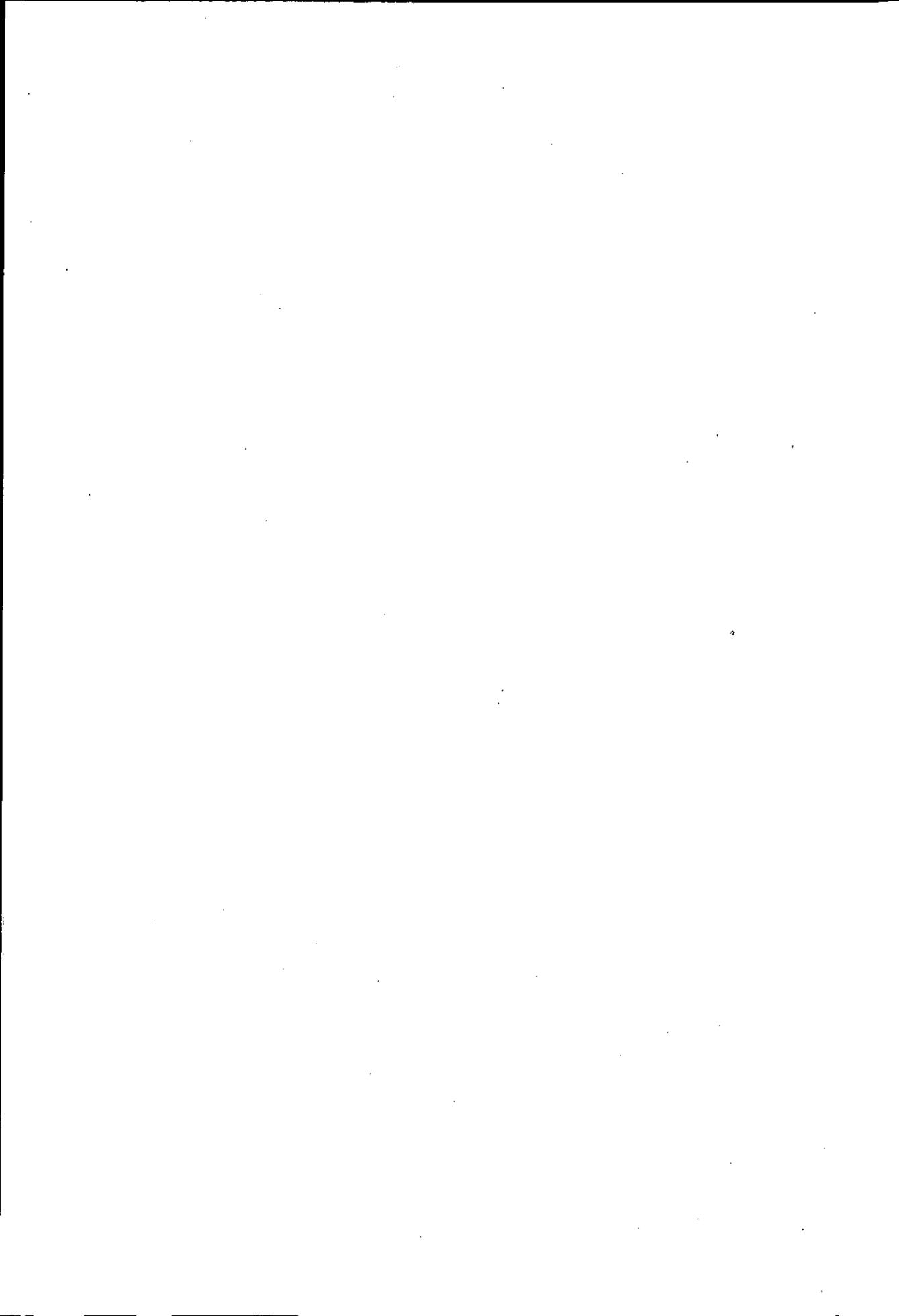
昭和 51 年 3 月

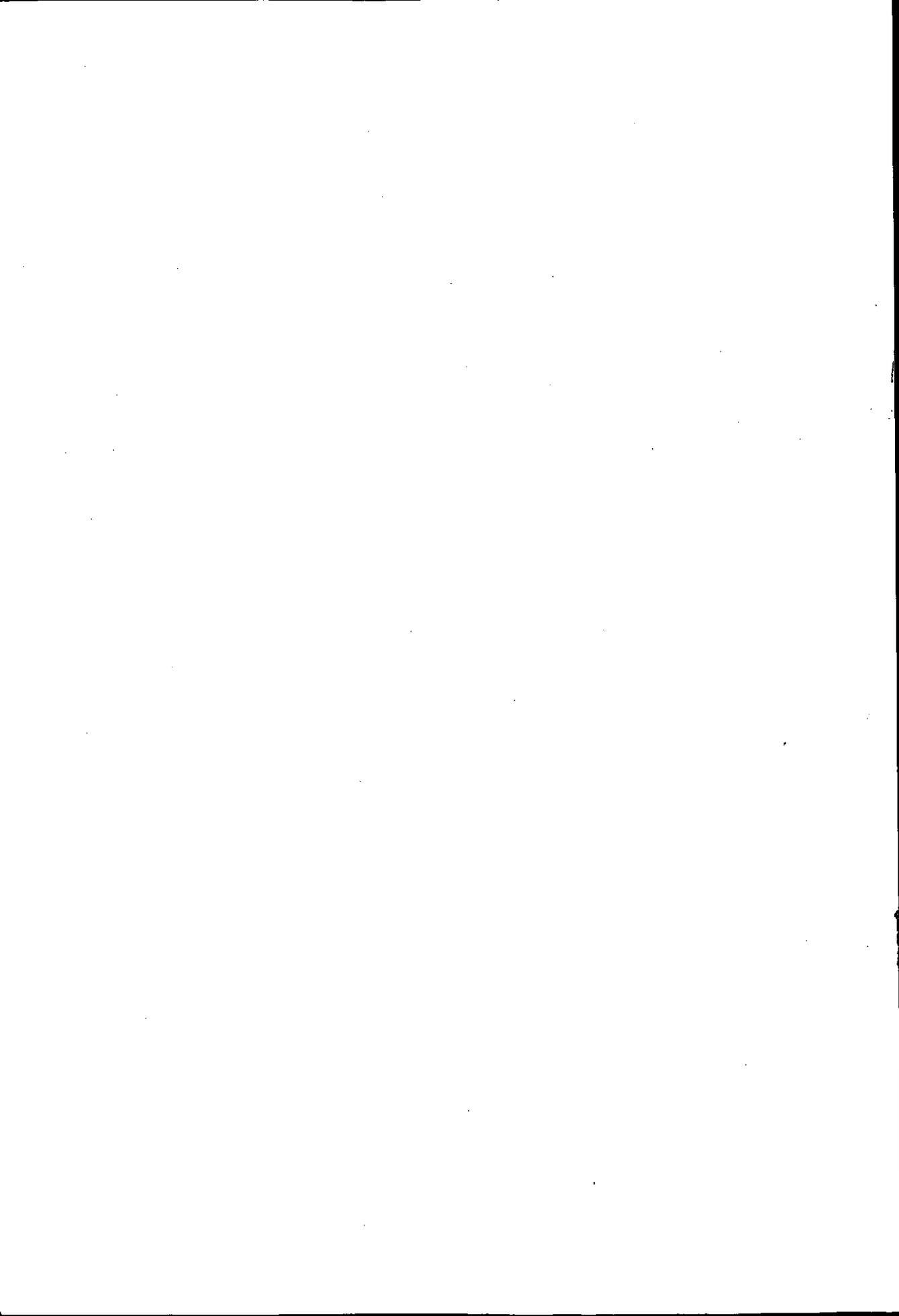
JIPDEC

財団法人 日本情報処理開発協会



この資料は、日本自転車振興会から競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて昭和50年度に実施した「コンピュータシステムの評価に関する調査研究」の成果をとりまとめたものであります。





序

わが国におけるコンピュータ利用の普及はめざましく、現代社会において日々その重要度が高まって来ております。この増大する一方の需要に応えるためコンピュータの性能面における技術開発が各方面で進められておりますが、その中に、近年、複数のコンピュータ同志を結合し、相互のリソースを共有することによる能力拡大を目的とする、コンピュータ・ネットワークの考え方が現われて来ております。

このコンピュータ・ネットワークは、今や世界的な関心事となり、様々な実験システムや商用システムが開発され、わが国においても先駆的試みが行なわれるに至っております。

併しながらコンピュータ・ネットワークは今までのコンピュータ技術の一大集成であり、その社会的ユーティリティとしての影響を考えますと、その導入には様々な問題点の発掘と検討が必要であります。

当財団では、49年度から「コンピュータ・システム評価委員会」を設け、コンピュータ・ネットワーク形成における問題点の調査研究を行っており、本報告書は、その第二年度に当る50年度の成果をとりまとめたものであります。

本報告書が、この問題に関心をもたれる各方面の方々の研究の一助ともなり、いささかなりともわが国の情報処理の発展に寄与することが出来れば幸これに過ぐるものではありません。

終りに、本調査研究にご尽力をいただきました委員ならびに専門委員の各位に対し、深く感謝の意を表する次第であります。

昭和51年3月

財団法人 日本情報処理開発協会

会長 植村甲午郎

1/2

コンピュータシステム評価委員会名簿(敬称略五十音順)

委員長	北川敏男	九州大学名誉教授
副委員長	野口照雄	(株)興亜石油取締役社長
"	河合三良	(財)国際開発センター理事長
委員	足立哲朗	(株)日本興業銀行業務開発室副参事役
"	上野滋	労働省職業安定局労働市場センター業務室技術調査官
"	大林久人	(株)東京芝浦電気電算機プログラム管理部長
"	大原謙一郎	(株)クラレ取締役社長付
"	金成洋治	(株)ジスト主任研究員
"	久保勲	電々公社データ通信本部総括部総括
"	佐々木高夫	(株)富士通ディップス部長
"	関学	(株)興亜石油業務部輸入課長
"	高瀬保	京都産業大学教授
"	竹折政敏	(株)三菱重工業社長室開発部主務
"	寺西健二	(株)関西電力情報システム部長
"	中井浩	(財)日本科学技術情報センター資料部主任情報員
"	長谷川寿彦	電々公社データ通信本部総括部企画調査
"	橋本昌幸	(株)日本電気情報処理官庁システム営業本部システム部長

委員	藤井純	(株)日本システム技術代表取締役
"	藤崎重隆	(株)日本経済新聞社データバンク局情報開発部
"	馬越善通	(財)日本車輛検査協会監事
"	水野武夫	(社)日本鉄鋼連盟調査部調査役
"	渡辺龍雄	通産省官房政策情報システム開発室長
"	山本欣子	(財)日本情報処理開発協会情報処理開発部長
専門委員	有川英夫	(株)アレア研究員
"	石田直明	(株)鹿島建設重役室建築企画部
"	内田和義	通産省官房政策情報システム開発室
"	黒部定一	(株)開発計算センターシステム第2部
"	佐藤栄	システムズ・アナリスト ソサエテイ事務局長
"	東明佐久良	(株)東京瓦斯供給センター
"	高橋信雄	(社)開西経済連合会調査部
"	高浜忠彦	(株)ユニパック総合研究所研究部
"	中嶋淳	(株)日本電気情報処理システム支援本部応用プログラム部
"	浜口友一	電々公社東京電気通信本局データ通信本部
"	松岡温彦	(株)住友信託銀行国際部
"	向井保	通産省産業政策局技術協力課

ま え が き

本報告書は、序論、第1部および第2部から成っており、序論は、本報告書についての総括的展望を、そして第1部は、コンピュータ・ネットワーク形成に至る需要と形成のための必要条件について述べ、第2部では、コンピュータ・ネットワークにおけるデータの共用について、データベースとの関連から論じている。

第1部第1章においては、コンピュータ・ネットワーク形成に必要な社会的基盤につき、欧米の事例からこれを考察し、

第2章では、ネットワークの形成に至るコンピュータの発展形態を記述すると共に、これに関連する若干の事例を紹介している。

第3章は、ネットワーク形成に必要な技術的諸問題について、ネットワーク・アーキテクチャ、伝送路、プロトコル、データベース及び体制的問題にふれ、

第4章においては、ネットワークの評価について、その効果と併せてコスト、安全性の面から検討が行われている。

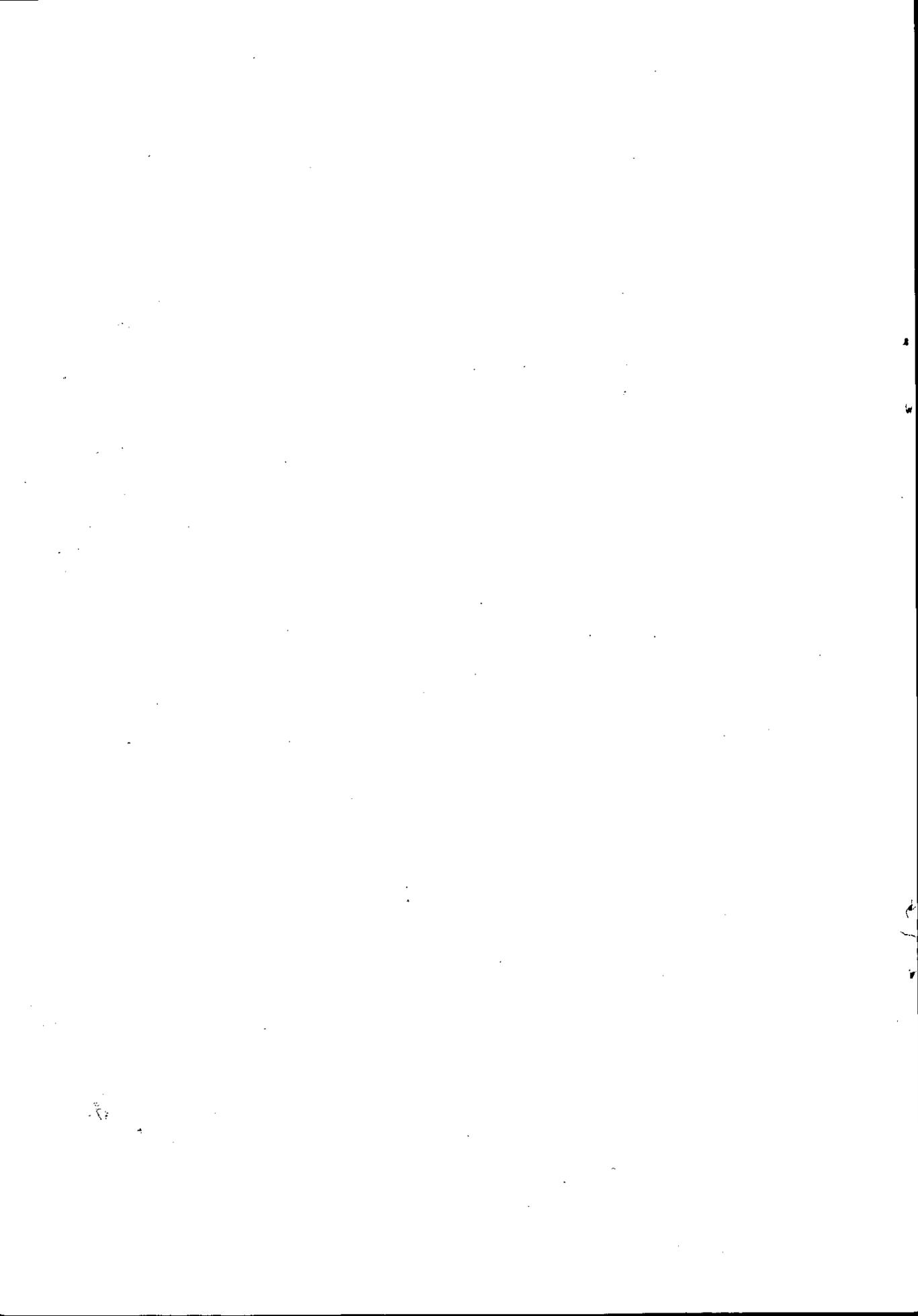
第2部第1章は、コンピュータの利用形態の変遷に伴うデータベースの構成の変化とデータベースの構造に関する基本的な概念が述べられ、

第2章では、データベースの結合レベルに応じて、データベースの変換過程を技術論的に描写し、

また、第3章においては、コンピュータ・ネットワーク化に伴うデータベースの共同利用の今後の方向を提示している。

なお、本報告書の各部各章は、それぞれ、次の委員および専門委員の分担執筆にかかわるものである。

序論	北川敏男			
第一部第1章	中川 浩			
第2章	藤井 純	東明佐久良	上野 滋	
	寺西健二			
第3章	山本欣子	久保 勲	佐々木高夫	
	橋本昌幸	竹折政敏		
第4章	大林久人	中嶋 淳		
第二部	高浜忠彦			

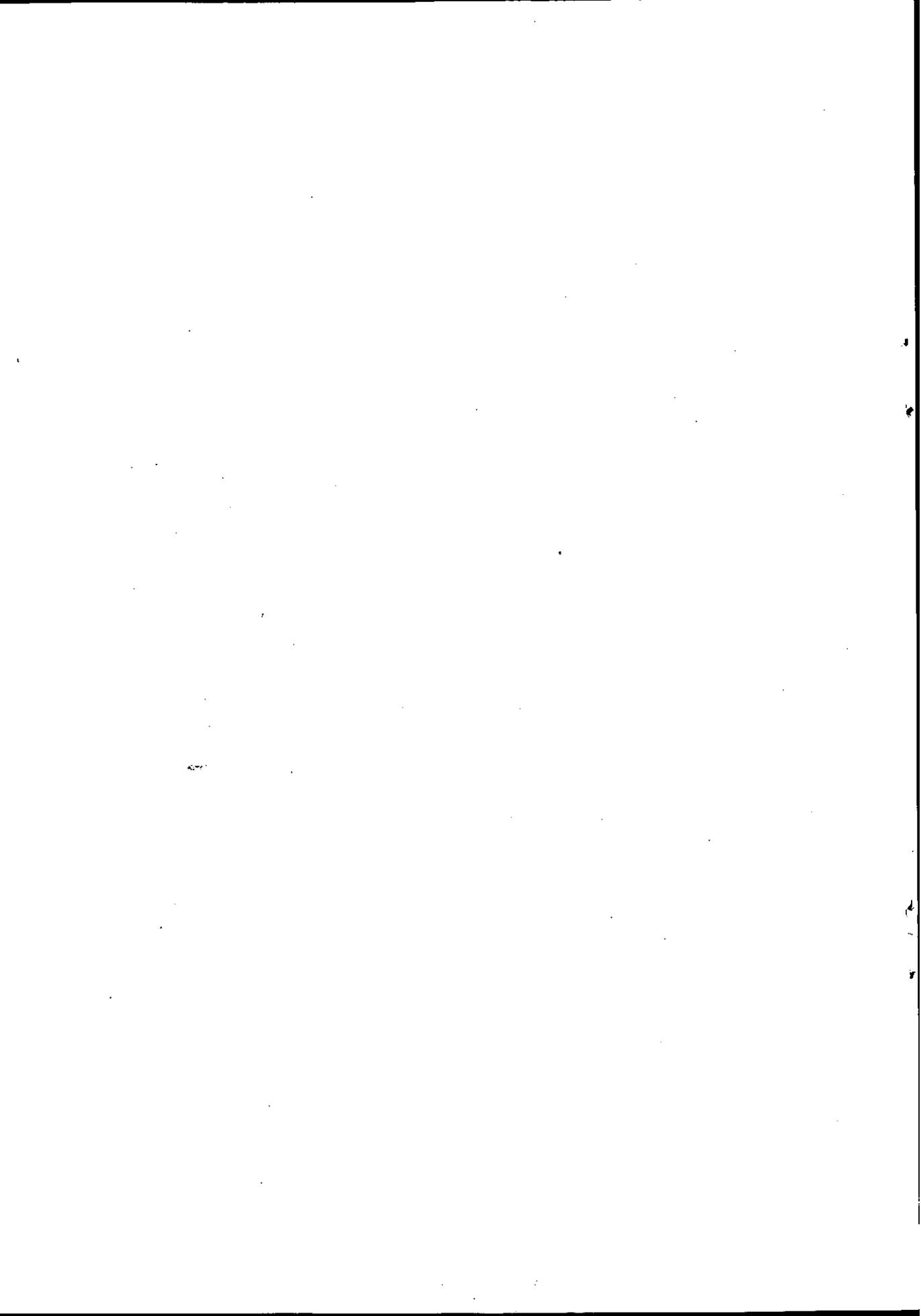


目 次

まえがき	
序 論	1
第I部 コンピュータ・ネットワーク形成への課題	17
第1章 コンピュータ・ネットワークの形成における社会的基盤	19
1.1 ネットワークの3つの区分	19
1.2 米国のコンピュータ・ネットワーク形成における政策的背景	20
1.3 欧州におけるコンピュータ・ネットワークの形成	23
第2章 コンピュータ・ネットワーク形成への動機	26
2.1 コンピュータ利用の歴史的展開	26
2.1.1 コンピュータの処理形態の変遷	26
2.1.2 コンピュータの利用分野とそのシステム	29
2.1.3 コンピュータ利用の分業化	30
2.2 コンピュータ・ネットワークへの発展と実態	33
2.2.1 ターミナル指向の集中型ネットワークについて	33
2.2.2 コンピュータ指向の分散型ネットワークについて	37
2.2.3 分散指向の集中型ネットワークについて	40
2.2.4 日本におけるコンピュータネットワークの開発の動機	40
2.2.5 日本におけるコンピュータ・ネットワークの現状と将来	43
2.3 (実例Ⅰ) 労働省ネットワーク計画	45
2.3.1 労働省における情報処理システムの概況	45
2.3.2 情報システム一元化の方向	47
2.3.3 雇用保険トータル・システムの計画と実施	47
2.3.4 労働省情報ネットワークへの発展	52
2.3.5 システム形成上の問題点	53
2.4 (実例Ⅱ) 関西電力におけるコンピュータ・ネットワーク	54
2.4.1 電力系統の階層制御システム	54
2.4.2 システムの構成	54
2.4.3 コンピュータ結合方式	59
2.4.4 将来の展望	67
第3章 コンピュータ・ネットワークへの接近	69
3.1 既存コンピュータ・ネットワークの技術的問題点	69

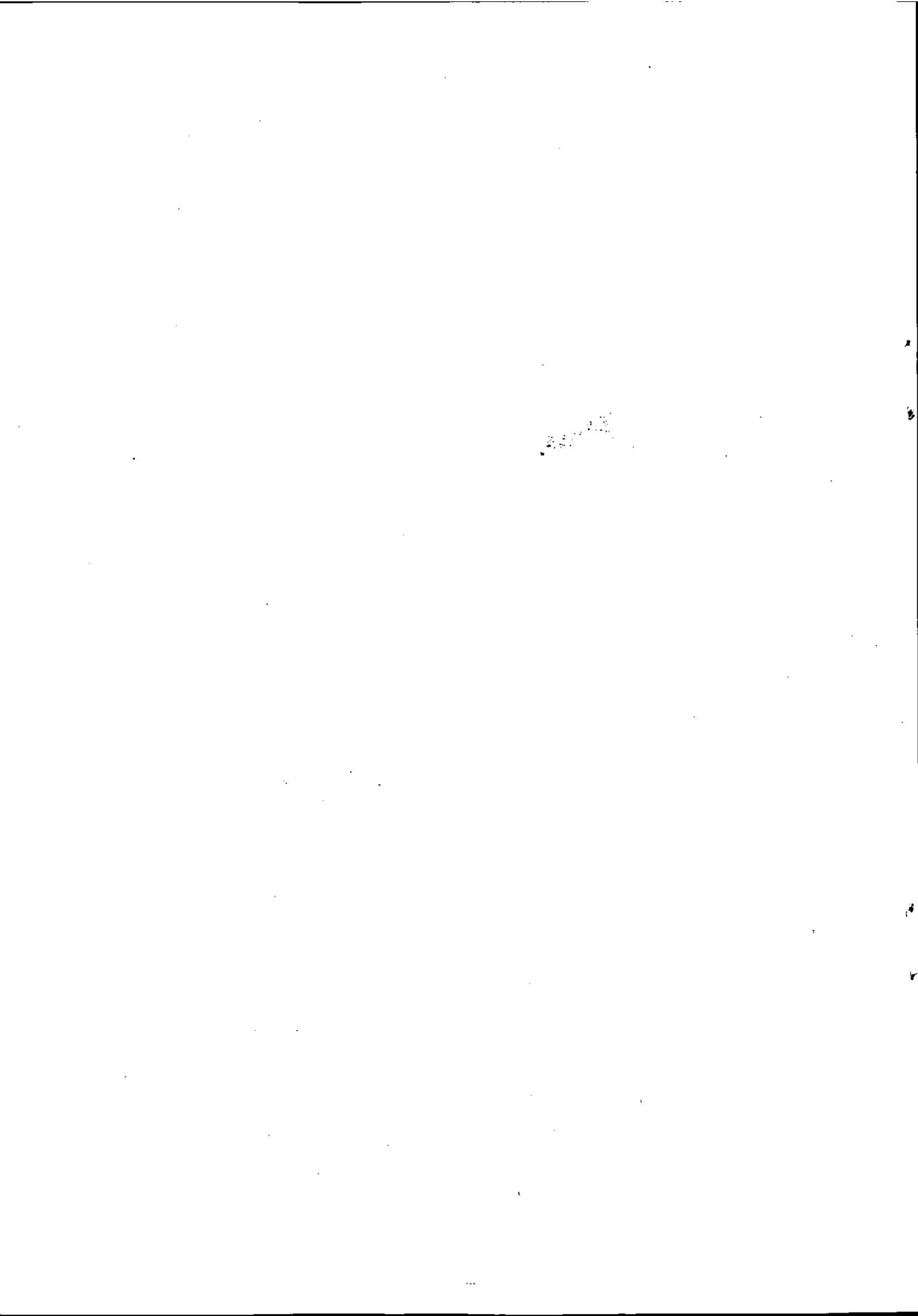
3.1.1	データ交換網とネットワーク・アーキテクチャ	69
3.1.2	ネットワークのプロトコル	72
3.1.3	仮想マシンとしてのコンピュータ・ネットワーク	74
3.2	伝送路の形成	77
3.2.1	コンピュータ・ネットワーク用伝送路の必要条件	77
3.2.2	我国における形成上の問題点	79
3.2.3	諸外国の技術開発の動向	80
3.3	汎用プロトコルの形成	82
3.3.1	汎用プロトコルの定義と必要性	82
3.3.2	汎用プロトコル設定へのアプローチ	82
3.3.3	汎用プロトコルの構造モデル	84
3.3.4	汎用プロトコル設定の問題点	90
3.4	コンピュータ・ネットワークにおけるデータベース	91
3.4.1	コンピュータ・ネットワークにおけるデータベースの意義	91
3.4.2	実現化へのステップ	93
3.5	ネットワーク稼働までの問題点	98
3.5.1	システム開発の段階	98
3.5.2	開発および運営体の組織化	98
3.5.3	事例1-LACES	100
3.5.4	事例2-SWIFT	102
3.5.5	事例3-わが国の場合	103
3.5.6	その他の問題	104
第4章	コンピュータ・ネットワークの効果測定と安全性	105
4.1	コンピュータ・ネットワークの費用と効果の測定	105
4.1.1	ネットワーク利用効果の測定に関する問題点	105
4.1.2	ネットワークに関する費用のとらえ方についての考察	107
4.1.3	効果測定の前提についての考察	110
4.2	コンピュータ・ネットワークの安全性	112
4.2.1	安全性の評価	112
4.2.2	安全性の確保	112
4.2.3	安全性確保の方法	113
第Ⅱ部	データベースとデータリンク	119
	はじめに	121
第1章	データベースの構成	123

1.1	ファイル処理技術	123
1.2	データベースの構造	125
1.2.1	レコード内構造	126
1.2.2	レコード間構造	129
1.3	データベースの操作	135
第2章	データベースの結合	137
2.1	データベース結合のレベル	137
2.2	データベースの変換	139
2.2.1	レコードとコードの変換	140
2.2.2	データベース構造の変換	143
第3章	データベースの共用	150
3.1	データベースの共同利用	150
3.1.1	スキーマと操作	151
3.1.2	コンピュータ・ネットワークとデータベース	154
3.2	「意味」を考慮したデータベースの結合	157
参 考 資 料		158
付 録		159
あ と が き		162



序

論



§1 まえがき

この序論は、コンピュータ・システム評価委員会の第2年度報告の内容を要約して説明し、特に強調すべき諸点を抽出することが、第1の目的である。

この目的のために、§2では、第I部「コンピュータネットワーク形成の課題について」、§3では第II部「データ・ベースとデータ・リンケージ」について、それぞれ各章、各節にわたって解説する。

この序論の第2の目的は、第1年度報告と対比しつつ、本年度において、委員会の調査・研究が、どういう方向に進んできたかを概観する。§4総括がこのためにあてられるのであるが、ここに4点からの注目すべき特徴をあげておく。

§5は、序論としての結びである。

§2 第I部の概要

第I部は4つの章から成り立っている。

第1章「コンピュータ・ネットワークの形成における社会的基盤」においては、何故にこのような考察が必要であるかが、先づ説明されている。コンピュータ、電気通信技術、制御技術の集大成ともいべきコンピュータ・ネットワーク形成の問題は、新しい技術の母体でもある。したがって技術的観点からの追求が当然要請されるのだが、コンピュータ・ネットワークの先進国として、米国において、それが実現してきた経緯を、公共投資、巨大プロジェクト、技術Transfer、の国民への還元の観点から綿密に辿る。これはデータ・ベース形成の要因となったことに注意しよう。これと対比して、欧州におけるコンピュータ・ネットワーク形成の動向を、社会的要請、技術的背景のもとに、見究める。ここに米国及び内部間における対立意識と依存関係が浮きぼりになっている。これらの考察は、わが国において、コンピュータ・ネットワークを実現させるために、いかなる基盤条件の形成が要請されるかを考察するのに、役立つことであろう。

なお、本章では、広くコンピュータ・ネットワークと呼ばれる社会装置を、次の三つのレベルに分けている。これは、本報告全体を理解するのに重要な意義をもつことを注意しておこう。(3.3節参照)

- (1) 伝送路網
- (2) ファシリティ・供給のサービス網
- (3) 情報資源の供給/共用網

第2章「コンピュータ・ネットワーク形成の動機」は4節にわかれている。

2.1節「コンピュータ利用の歴史的展開」では、3つの小節にわけそれぞれ、「処理形態の変遷」(2.1.1)、「利用分野とそのシステム」(2.1.2)、さらに「コンピュータ利用の分散化」(2.1.3)の三つの方面から論じている。ここで注意したいことは、三つの相異なる視点からの考察が、

何れも、何故にそして如何にしてコンピュータ・ネットワークが要請されるに至るかという理由・原因の指摘に集約されるということである。

2.2節「コンピュータ・ネットワークへの発展と実態」は、大別すると2.2.1～3の「アメリカにおける発展形態と2.2.4～5」「日本におけるコンピュータ・ネットワークの現状および発展形態」とからなっている。

前者では、アメリカにおける発展の三つの形態として次のものがあげられている。

- (i) Terminal oriented networks
- (ii) Computer to computer networks
- (iii) Distributed hierachical networks

このような分類の枠組のもとに、過去及び現在にわたり、もろもろのコンピュータ・ネットワークを位置づけ、またいかなる経済的ないしは技術的理由により、これらの形態間の遷移がおこるかを解説する。

後者では、わが国におけるコンピュータ・ネットワークの現状を、その開発の動機にも立入って、もろもろの実例について、分析している。航空、銀行、電力の関連においての例がとくに詳しく述べられている。では、将来を展望してわが国における望ましい開発の方法論は何であるか。

これについては、次のような示唆が与えられている。

- (a) 予め分散型のComputer to computer Networkを構築する。
- (b) こゝで全国的なレベルでの標準化を行う。
- (c) これに集中形の計算機を結合してゆく。

これが、(iii)のパターンに対応して、増大するニーズを考え、早急を実現が要望されている。

この考え方は、集中型ネットワークが発展して分散型コンピュータ指向ネットワークへ止揚してゆくことの見通しが、非常に難しいという見解に立つものである。その理由として、次の二つがあげられている。

- ① コンピュータ指向の分散型ネットワークの形成には、企業ニーズ、資金調達からみて、達成が困難であること。
- ② 分散型ネットワークの形成の際の標準化が産業間の試行錯誤による積上げでは難しいこと。

2.3節及び2.4節は、実例の紹介である。昭和49年度報告においても、いくつかの実例の紹介を行ったが、今年度の実例報告の力点は、上述の総論的な考察が、具体的各論において、如何にして肉付けられ、血のかよったものとなるかを実例について観察し、次の如くその機能と構造とを分析することにある。

2.3節「労働省ネットワーク計画」では、労働統計と労働行政個別業務とを担当する中央部局と各県関連機構という組織のなかから、各情報処理システムがいかにして形成され、それがいかにして一元化の方向に進み、労働省情報ネットワークへの発展を示しつつあるを、技術的側面をふくめて解説し、長期計画にもふれている。われわれは、各省庁はもちろん、各企業組織体における、ネットワーク計画の検討の一つのサンプルとして、これを見ることができよう。

2.4節「関西電力におけるコンピュータ・ネットワーク」は、コンピュータによる電力系統制御の階層的処理を述べている。これは、中央給電指令所を頂点として、多数の給電所、制御所から配置された運用組織の各階層にその規模に応じたコンピュータ・システムを導入し、これらを情報伝送で有機的に結合した階層制御システムである。この特殊例は、運用系統組織、サブシステムの専業化、自動化システムの信頼性の確保、柔軟性の保持等に力点がある。広く参考になるものであろう。

第3章「コンピュータ・ネットワークへの接近」は、実現のための技術的問題の抽出と将来への展望を論じる。その内容は3.1節より3.5節まで5節にわかれる。

3.1節「既存コンピュータ・ネットワークの技術的問題点」では、3.1.1「データ交換網とネットワーク、アーキテクチャ」からはじまる。

- (i) コンピュータ・ネットワークの構成要素は、データ交換網とHOST群、さらに端末群がこれに加わる。
- (ii) データ交換網には、パケット交換、回線交換、時分割交換等がある。
- (iii) さらに無線および通信衛星による伝送網も、わが国としては将来にそなえて検討の必要がある。
- (iv) 専用網と公共網との比較について、適応性（融通性）、経済性、信頼性、高速性、秘密保持等の諸要請について論じる。
- (v) コンピュータ・ネットワークの構成要素であるデータ交換網とHOSTとの間に、いかなる機能分担を行うべきかの問題をとりあげる。

(v)の問題は、HOSTや端末群をデータ交換網に結合するNODEの役割と、そのHOSTに対するインターフェースと、この2つをどのように決定するかという問題が核心になる。既存ネットワークにおける傾向としては、(a)専用サブネットではサブネット側に (b)公共網ではHOST側に、負荷をそれぞれもたせる傾向にある。(a)の例としてARPANET、JIPNET、(b)の例としてCYCLADESがあげられる。機能分担の項目は多々あるが、①メッセージの分割と再組立、②メッセージ決定のエラー制御、③メッセージの順序付けが基本的である。

HOSTコンピュータ内のNCP (Network Control Program) の低効率、作成の面倒は、ネットワークの有効性を減じ、参加意欲を阻害する。この現状を指摘するとともに、NCPをHOSTから切換し、NODEプロセッサとHOSTの間に、FEP (Front End Processor) をおき、FEPにNCPの殆ど性能を吸収し、かつFEPとHOSTでメモリの共同をはかる方向が望ましい。

- (vi) ネットワーク型では、集中型、分散型、リング型があり、現状は集中型が主流であろうが、今後の傾向として、これらの混合型が多く採用されるであろう。ARPANETに例をとって説明されている。

3.1.2 「ネットワークのプロトコル」では、先づ(1)で「プロトコルの重複」が、そのもつ階層構造によっておこることを示す。例えば現在のコンピュータ・ネットワークに対して大きな影響をあたえた ARPANET 又はそれに類似のネットワークでは、プロトコルを規定するのに、次のような階層構造で行っている。

- ① NODE 対 NODE 間プロトコル
- ② NODE 対 HOST 間プロトコル
- ③ HOST 対 HOST 間プロトコル
- ④ ハイレベル・プロトコル
 - 会話型処理プロトコル
 - リモートバッチ処理プロトコル
 - ファイル転送プロトコル
 - グラフィックプロトコル等

一般にプロトコルのレベル間には夫々インタフェースが存在し、その間係何しかのフォーマット変換が行われる可能性がある。ところがハイレベル・プロトコルにおける1つのプロセス間通信では、低位の同じプロトコルが何回も縦進し使用され処理効率を大きく低下させている。これをいかに解決するかについて前述の FEP (Front and End Processor) の採用により FTP (File Transfer Protocol) を FEP 内で処理し、HOST と共用しうる2次メモリに FEP が直接転送ファイルの書き込み、読み出しを行うような方式に注目している。

(2) 「プロトコルの決定と変更」では、ARPANET における HOST-HOST プロトコルの設計において経験された困難を指摘し、こゝに学ぶべきものを挙げている。HOST-HOST プロトコルに要請される必要条件として

- ① 多種類の HOST に受け入れられる汎用性
- ② 小型 HOST にも適応する単純性
- ③ NODE-NODE プロトコル、NODE-HOST プロトコル等との競合性と無矛盾性が指摘されている。ARPA においても未だ解決されていないのである。

(3) 「プロトコルの標準化」が次いで講ぜられている。これは国際ネットワーク同志の相互結合等の必要にそなえて、CCITT、ISO の場ですゝめられつゝある。その一環として1975年 I F I P の下部機構 I N W G (International Network Working Group) によって ENDT O END プロトコルが提案された。このプロトコルは CYCLADES の Transfer Protocol に類似したものとなっている。

3.1.3 「仮想マシンとしてのコンピュータ・ネットワーク」は、コンピュータ・ネットワークの究極の目的からみて要請される論題である。すなわち(i) ネット内の全リソースを統合された1つの仮想マシンとし、(ii) 入力ジョブは最適の HOST 又は HOST 群で処理され (iii) 結果が出力される、という高度のユーティリティを目途とする。この様な機能の実現には、次のような要請が当然ふくまれているわけである。

- ① HOSTのもつステイックな能力の一元的管理
- ② HOSTの負荷、リソースの使用状況を刻々ダイナミックに管理する機能
- ③ 要求の処理内容の分析、必要なリソースを判断する機能
- ④ HOST又はリソースの割当て機能
- ⑤ 標準的なネットワーク、アクセス言語の設定
- ⑥ ネットワーク、ワイドなデータ・ベース操作言語の設定

以上の機能をいかに実現するか、異機種結合のネットワークではいまだ研究レベルである。これについて、注目すべきアプローチがいくつか次のように紹介されている。

- (1) 標準NTCL (Network Job Control Language) CYCLADESの一環としての研究で、PASCAL言語をベースとする。
- (2) NAM (Network Access Machine) ARPANETの研究の一環として行われ、各種HOST個々のTSSコマンドと標準コマンドの関連を登録させるため、ユーザ端末とネットワークの間に、ミニ・コンピュータ (PDP 11/45) を介在させる。
- (3) Logical Network Machine CYCLADESの一環としてグルノーブル大学で行われている研究で各HOSTに標準的な中間言語をインタープリートするIGORというプロセスを置き、異HOST間の差異を吸収する。

また、仮想データ・ベース研究の実例として、次の3つが紹介されている。

- ① DRS (Data Reconfiguration Service) ARPANETにおける研究で、ネットワーク内で連結される異HOST間の2つのプロセス (ユーザプロセスとサーバプロセス) 間でのデータの再編成をサービスする。
- ② SOCRATE CYCLADESにおいてC 11、SIEMENS、IBM等のマシン間で使用しうるデータ・ベースシステムSOCRATEを作成して
- ③ ハイレベル言語によるデータ変換 MERITネットワークにおいてIBMマシンとHISマシン間でのデータ変換を行う。

以上の三つの実例を通じて、異機間のデータ・ベース・マネジメントのモデルは、次の二つである。

- (i) ハイレベルな標準アクセス法または言語を定め、異機種間ではすべての表現を標準形で行う方法
- (ii) データを受け取る側が送り側のデータ表現にケース・バイ・ケースに1対1の変換を行う方法

変換レベルは、物理構造レベル、論理レベル、操作言語レベルがあるが、操作言語レベルでの互換性が今後の中心課題となる。

3.2節「伝送路の形成」では、まず3.2.1において、コンピュータ・ネットワーク用伝送路の満たすべき必要条件の吟味から出発する。現在使用可能な伝送路網として、電話網は通信速度が、50 bit/s で制限されるから、コンピュータ・ネットワーク用には、使用不可能である。残る2つの

伝送路網のうち、電話網は品質面で、専用線は経済面で問題がある。従来電話網と切り離されて、新しい伝送路網の形成の必要が説明されている。電話網のもつ技術的問題は、デジタル伝送技術、デジタル交換技術を組合せてデジタル伝送路網によってかなり解決できること、ただし経済性に関しては専用線との比較が必要であることが述べられている。

総合的にいえば、(i)低トラフィックでは電話網、(ii)高トラフィックでは専用線 (iii)中間の領域としてデジタル伝送路網の、それぞれの適用領域がある。(iv)パケット交換方式を採用することにより、デジタル伝送路網の適用領域が低トラフィックへかなり拡大される、ということが指摘されている。(図 3.2-1 参照)

以上のような分析のもとで、3.2.2では我国におけるコンピュータネットワーク用のデジタル伝送網の作成の仕方を論じる。ここで提唱されている方策は次の通りである。(a)できるかぎり低廉な伝送路を高トラフィックの予想される地点で作成し、(b)長期的な展望に立って、徐々に、全国的なネットワークを形成し、(c)その際キャリアとユーザの接触から有効なフィードバックを働かせることとし、(d)とくにくどのような使用形態が主流を止めるかを見てゆくべきである。

また、我国の方向を考えるにあたり、当然考慮に入れる必要のある諸外国における技術開発の動向について最後に概観している。

3.3節「汎用プロトコルの形成」では、先ず3.3.1汎用プロトコルの定義と必要性とから論じている。ここでは情報化社会にマッチすべき国家的規模でのコンピュータ・ネットワークの必要性を力説する。3.3.2「汎用プロトコル制定へのアプローチ」では、次の4点を強調した方策をあげている。

- ① プロトコルは基本的なものからきめる。
- ② 既存のオンラインシステムのプロトコルを踏襲し、かつこれをステップアップする。
- ③ 公社新デジタル網の利用
- ④ 強力な推進母体により制定運営をはかる。

技術的側面としては、(a)通信プロパーなプロトコルと、(b)データ処理プロパーなプロトコルについて、それぞれ規制すべき点、考慮すべき点を明らかにする。(b)に関しては、(i)業務内容、(ii)OSの相違、(iii)データ形式の相違、(iv)CPUアーキテクチャの相違などが問題である。しかし、ISO等の国際的標準化機構、国内的標準化機構の活動がある。また処理レベルのプロトコルの制定が、コンピュータのサプライヤーに対して説得力を高めれば、コンピュータ・ネットワークを意識してCPU、OSの設計へ反映されうるといふ事情もあるから打開の道がある。このためにも、処理レベルの機能の基本要素への分解ならびにこれの組立てる技術、特殊解の一般解への拡張、一般解の適用範囲の検討、一般解の所要個数などの問題の考察の必要が指摘される。また、実施にあたっての留意点が述べられている。

3.3.3「汎用プロトコルの構造モデル」では、(1)プロトコルとしての考慮すべき点として、(i)ネットワークの透過性、(ii)アプリケーションの独立性、(iii)ネットワーク構成の融通性から、(2)ネットワークの機能を階層的にとらえ、各機能層に対応して、統一的にプロトコルをとらえるべきことが

指摘され、(3)汎用プロトコルの実例として、次の三例をあげている。

- (a) 大学間計算機結合 (N1 プロジェクト) 文部省特定研究「広域大量情報の高次処理」で行われている。プロトコル構造、データ送受信単位の階層が紹介されている。
- (b) 富士通による HDLC (High Level Data Link Control) 使用例 センタシステム、端末システム等のかたまりをサイトといい、サイト間プロトコルを、(イ)伝送制御レベル、(ロ)ネットワーク制御レベル、(ハ)バス制御レベルに分ける。
- (c) ARPANET の例 プロセス間の高位プロトコル、HOST-HOST プロトコル、IMP-IMP プロトコル
- (d) IBM の SNA (Systems Network Architecture) アプリケーション、機能制御、伝送制御、経路制御、回線制御からなる。

3.3.4 「汎用プロトコル設定の問題点」では、(1)技術的問題点、(2)運営のための問題点を分析している。

3.4 節「コンピュータ・ネットワークにおけるデータ・ベース」においては、コンピュータ・ネットワークにおける資源共有の思想のもとに、ハードウェアの共有、ソフトウェアの共有に対応して、ブレインウェアの共有という観点から論ぜられるべきことが明示されている。ただし、このためにはデータ・ベースの論理的な集中管理が大切であることが、3.4.1 で論ぜられている。

実現化へのステップは 3.4.2 で論ぜられているが、ここでは、次の 4 つのステップがあげられている。

- (1) ファイルの転送
- (2) ファイルの結合による仮想ファイルの設定
- (3) 同一 DBMS による仮想データ・ベース
- (4) 異種の DBMS による仮想データ・ベース

これら 4 つのステップの難易の比較、短所、長所の分析がなされている。しかし総括的にいえば従来の発想のままでは、データ・ベースをコンピュータ・ネットワークに適用するには、非常に強い制限が必要なることを認識しなければならない。むしろ新しい発想が要望されることが、3.4.2 で述べられている。

3.5 節「ネットワーク稼働までの問題点」では強調されていることは、コンピュータ・ネットワークの形成から実際の稼働までにおいて、上述の技術的問題のほか、開発体制・運営体制などの組織づくりが、大切であり、実はむしろ第一歩であることである。3.5.1 「システム開発の段階」を通例の如く、(i)フェーズ 1、分析；(ii)フェーズ 2、仕様決定；(iii)フェーズ 3、設計・製作；(iv)フェーズ 4、運用テストに従って検討する。とくにコンピュータ・ネットワークは 3.5.2 でその開発および運営体の組織化を論じるのであるが、このための視点としてはリソースの共用の問題をとる、つまり(1)ハードウェアの共用、(2)ソフトウェアの共用、(3)ブレインウェアの共用の三点から分析する。とくに(3)に関しては、さらに次の如く、流通するデータの性格によって次のように 3 つに種別して考察する。

- ① オペレーショナル・システム (例) (a)航空業務における座席予約や乗客・貨物の搭載情報交換(実例SITA(Societe International de Telecommunication Aeronautique))、(b)医療システム、(c)教育システム
- ② マネージメント・システム (例) (a)株式取引情報を提供するAut Ex社ネットワーク (b)統計データを提供するためのネットワーク・システム
- ③ インフォメーション・リトリバル・システム (a)各種文献及び同書の検索

以上において、利用者の組織化の問題点が、それぞれ異った様相をもつのである。

まず、ハードウェアとソフトウェアの共用を目的とするネットワークでは、それぞれの資源の所有者を中心として、その所有者が広く利用者を募集するという形で、組織化をはかればよい。利用者は、加入経費の問題だけを主に検討すればよい。

ソフトウェアないしデータの共用についても、上述の②及び③については、事態は、このようなハードウェアとソフトウェアの場合に類似している。しかし①の場合には、ネットワークの組織化は全く異なった側面をもつ。この場合には、利用者側の業務に直接影響を及ぼす可能性があるからである。そこではネットワークの規模に応じて問題がことなるのである。

このようなネットワークの規模を考えるのに例えば、次のような分類をとってみるのもよいであろう。すなわち(i)企業内；(ii)企業系列間；(iii)同業種間；(iv)異業種間；(v)企業・官庁間；(vi)国際間のネットワークがある。形成時に必要な開発および運営組織の設定にあたっては、参加者の性格により問題も異なる。そこで一般論よりも3.5.5以下の「実例」の考察にうつる。

3.5.3事例1 LACES(London Airport Cargo EDP Scheme)の開発の経緯の追求が詳しく述べられている。歴史的な経過の説明のなかに、上述の「システム開発の段階」の諸フェーズが具体的に述べられている。また、LACESプロジェクト体制においては利用者グループ運営委員会メンバー、計画・実施グループの三つに分けて、組織図が示されている。もう1つ注目すべきことは、コスト算出とその利用者配分額の明示によって、システム利用者に、投資効果を算出できる資料を与えることである。

3.5.4事例2 SWIFT(Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications)は、国際銀行取引メッセージの送受信手段として、郵便・電報・テレックスに代るコミュニケーション・サービスを提供するものであるが、こゝでの組織化の問題をとりあげる。こゝで前例と同じく歴史的経過が先ず述べられ、1976年以後の見込みについても説明されている。ところで、こゝで注意すべきことは、非営利団体であるSWIFTの経費は5年間ですべての開発費を償却するために、これに加入するための費用分担が明確に規定されている点である。

3.5.5事例3 わが国の場合について、前述の例と類似のものとして全銀システムが述べられている。ここで指摘されていることは、(a)電信電話公社の影響力が大きい。(b)国家プロジェクト的発想に基いて官庁指導型の方策の方が一般に受け入れやすい、という二点である。

しかし、他方において、企業では各種データが国家的立場で、集中化されることを恐れる向きも少なくない。そこで中立性に基づく非営利的団体で完全に機密保護を保障する必要がある。

3.5.6「その他の問題」では、上述の体制づくりに対して、これと並行的に進められるべきこととして、利用者に対するPRあるいは教育・訓練について述べられている。

第4章「コンピュータ・ネットワークの効果測定と安全性」は2つの節4.1節及び4.2節にわかれている。

4.1節「コンピュータネットワークの費用と効果の測定」では、まず、4.1.1でネットワークの利用効果の測定に関する問題点の指摘からはじまる。この場合、設定される観点として、次のものがある。

第1に、共用リソースを、ハードウェア、ソフトウェア及びブレンウェア別に見ること

第2に、ネットワークに関して、関係する立場の区別として、利用する立場、利用される立場ならびにネットワークの建設及び提供を行う立場があること

第3に、情報の加工手段としてのコンピュータの利用について、計算・制御・通信の各機能の組合せとして種々の場面を設定してみること

第4に、評価主体が、個人、団体、公共社会の何れであるかの区別があること

しかし、現在では、情報価値を、貨幣価値への換算表示するのには、まだほど遠いことが、根本に存在する難点である。

こうした困難にもかかわらず、より具体的に4.1.2で、ネットワークに関する費用のとりえ方を、考察することが、試みられている。抽象論よりは、検討すべき側面を、限定することによって行うとするのである。

費用についても、同様である。コンピュータ・ネットワークを社会装置の構築としてとらえ、利用者による費用回収のほかに、社会費用も考える必要が指摘されている。

4.1「効果測定の前題についての考察」では、ネットワークの形成の形態を組織内と、組織間とにわけ、閉鎖型と開放型とにわけ、さらに利用者のもつ要求を分析し、直接効果を具体化に見定める視点を明らかにしている。しかし、間接効果ないしは将来的効果の考察もこれに加えられる。社会全体からみたときの効果も検討されるべきであるとしている。

4.2「コンピュータ・ネットワークの安全性」については、システムが正常に動作し、エラーの回復が迅速であること、ソフトウェアの信頼性、通信エラーの低いこと等の問題があることは当然である。しかし、信頼性の問題の核心は、ネットワークの場合は、まさに安全性にある。つまり共通資源に対しての破壊・露出・改変から、安全でなければならない。これに対する対策を次のような場面に分け、対策の機能と費用とを明らかにしている。

- (1) コンピュータ・ネットワークへのアクセス時の対策
- (2) プログラム・ファイル・データファイルへのアクセス時の対策
- (3) 通信上の対策
- (4) 不当な侵入があった場合の対策

具体的な対策案として、(1)~(4)の各々に次のものが説明されている。

具体的な対策案として、(1)~(4)の各々に次のものが説明されている。

(1)においては、(i)単純なパスワード、(ii)可変なパスワード、(iii)パスワードの変換、(iv)機械的にコード化されたカード、(v)指紋、声紋、手相、X線図

(2)においては、(i)パスワード、(ii)ファイル各の他にファイルのキー、(iii)ファイルの可変なキー、(iv)キーの変換またはランダム化、(v)アクセス・レベルつきファイル・キー機能

(3)においては、(i)パケット・スイッチング、(ii)1つのメッセージ内の非逐次的パケット・スイッチング、(iii)1つのメッセージ内のパケットのルートを変える、(iv)データの暗号化

(4)においては、(i)ファイルの変換、(ii)使用許可キー、(iii)暗号化とパケット・スイッチングの採用による対象、(iv)ピギーバック (piggyback) パスワードおよびビットウイン・ラインズ (Between lines) パスワード機能、(v)暗号化されたピギーバック・パスワードおよびビットウイン・ラインズ・パスワード機能、(vi)会話型確認、(vii)不活動回線の一定時間の自動切り離し

§ 3 第2部の概要

「データベースとデータリネージ」は、3つの章からなりたっている。

まずはじめに、コンピュータの利用形態を、第1段階を単独利用、第2段階をタイムシェアリングの利用、そして第3段階をコンピュータ・ネットワークとしてとらえる。それが、ハードウェア、ソフトウェア、ブレンウエアの資源共同利用を本質とするものとする。

第1章「データベースの構成」では、技術的観点から、ファイル処理技術の歴史的経緯を、第1段階をI O C Sの時代、第2段階をアクセス方式、第3段階をアクセス・パスの時代としてとらえる。データベースという用語が用いられるようになったのは、この第3段階からで、この段階でのファイル処理システムをデータベースシステムとよぶ。ここでは、データ定義言語とデータ操作言語をもつことにより、データ独立を実現し、さらに「関係概念の時代」というべき現状を2.1節「ファイル処理技術」で解説し、第2章への準備としている。

1.2節「データベースの構造」では、データベースの構造には、論理構造と物理構造とがある。データ定義言語をもちいてデータベースの論理構造を定義するとき、1.2.1「レコード内構造」と1.2.2「レコード間構造」とがある。前者では、項目の型、長さ、繰返し等を、後者では線型構造、木型構造、網状構造、階層構造などを述べ、データベースの骨格 (skelton) の概念に及ぶ。

1.3「データベースの操作」は、レコードを、データベースからとり出すことと、データベースへ書き込むことからなる。ここでは、前者について述べている。このため、内容検討と構造検討とにわけて述べている。

第2章「データベースの結合」は、データベースの利用形態が閉じて組織体から開いて組織体へ拡張される場合、必然的に起こる課題への接近である。

2.1節「データベース結合のレベル」では、(i)記憶構造による結合、(ii)論理構造による結合、(iii)

汎用データ操作言語による結合を論じている。

2.2節「データベースの変換」では、2.2.1でレコードや項目の変換を、2.2.2ではデータ・ベースの構造の変換を論じる。ここでは、論理構造をもちいたデータベース変換と中間的データベースによる変換とが述べられている。

第3章データベースの共有では2つの節に分かれている。

3.1節「データベースの共同利用」では、コンピュータ・ネットワークに結合されているデータベースの共同利用あるいはデータベース間のリンケージという観点から技術的問題点と手法とを論じる。

3.3.1「スキーマと操作」では、スキーマとは、データベース利用者の定義したデータ構造である。ここでは汎用データ構造に対しておこなわれるデータ操作について述べている。すなわち(1)射影 (projection)、(2)結合 (join)、(3)商 (diviston)、(4)制限 (restriction)は、いづれも集合演算に帰せられ、「関係代数系」といわれる。この関係代数系という操作をもちいれば、データベースの内容検索も構造検索も行われる。この関係代数系と意味的に同値な関係論理系が定義される。この論理系は制限されて1階述語論理となり、豊富な表現能力をもつ。

3.1.2「コンピュータ・ネットワークとデータベース」では、コンピュータ・ネットワークを経由して、他のコンピュータに付属するデータ・ベースシステムを利用する形態として次の三つをあげている。

第1の形態は、タイムシェアリング的形態である。第2の形態はファイル転送である。第3の形態は、DDBA (Distributed Date Base Access) といわれ、分散データベースの同時アクセスをめざす。コンピュータ・ネットワークを経由した形でのデータベース利用のための汎用プロトコルの形成は、現在研究中の段階である。

3.4節「『意味』を考慮したデータベースの結合」では、項目値の選択基準の考慮が要請される。文献検索におけるソーラスという用語管理体系を例にとり、解説し、未解決の問題の多いことをこゝでも指摘している。

最後に参考資料として、いくつかの論文が紹介されている。

§4 総括

本報告は「コンピュータ・システム評価委員会」の第2年度報告である。その内容は上述の如く §2及び §3で詳細に紹介した。ここでは、第1年度報告と対比しつつ、両者の接続において、本委員会の調査・研究の結果を、総括しておく。

昨昭和49年度の報告は、3部にわかれている。第1部は情報の利用形態、コンピュータ・ネットワークとの関連および情報システム全般にわたる評価など、大局的な見地からの総論であった。第2部はコンピュータ・ネットワークに係わるやゝ細部にわたる問題点の検討結果をまとめたものであって、第3部は、文献調査にもとづいて、コンピュータ・ネットワークの現状及び今後の方向

についてまとめたものであった。

これを、今年度の報告と対比してみると、昨年度本委員会が、初年度として行ったことは、基本概念の検討、解説から、実例の検討、紹介にわたっているが、全体的には、過去の経緯をふまえて、現在の動向を、客観的にとらえるという調査に力点があったといえよう。

これに対比してみると、今回提出の第2年度報告は、同じくそこに歴史的・社会的考察もあり、実例の解説もあるし、総論的なものもあるけれども、次のような特徴が見出されよう。

第1に、より明確な問題意識のもとに、全体が方向づけられていることが一つの特徴といえよう。すなわち、わが国において、コンピュータ・ネットワークシステムを実現させるために、如何なる問題群がどのような場面において、予想されるかという設題があり、またしからば、これらの問題群に対して、どんな接近法があるかという解答を求めようとしている。このために、本報告のいたるところに、問題解決のための方法について、提案が散在している。

第2に、リソース・シェアリング(resource sharing)の理念が、全報告を通じて、明確に打ち出され、コンピュータ・ネットワーク・システムの提唱が、これと不可分に結びついていることが力説されている。この資源共用の理念を打ち出すとともに、この理念を実現してゆくために当然予想される社会的・技術的困難が、より明確に描き出され、かつこれをいかに打開するかが、とりあげられている。これが第2の特徴である。

第3に、リソース・シェアリングのなかには、ハードウェア、ソフトウェアのほかに、ブレーンウェアの共用(又は共有)の問題があるが、今回はとくに、ブレーンウェアの共用に伴う問題が、まともにとりあげられた。本文中では、あえてブレーンウェアといわず、データベースないしファイルの共用というやや控え目な表現を、現状に即して、採用しているが、目指す方向はブレーンウェアの共用であるといえよう。しかし、方向はたつたとしても、これを実現する方法論は、いまだ未解決である。本報告第2部「データ・ベースとデータ・リング」において、この方向の基礎事項を報告し、未解決の問題指摘を行っている。要するにブレーンウェアの共用問題をまともにとりあげたのが、第3の特徴である。

第4に、今回もいえるところで実例をあげて、抽象論を補強したが、具体的解決の方針を見出すための資料という意義が、より強調されていること、これが第4の特徴である。このためには、各具体例を規定する本質的な要因を、それぞれ摘出してみるのがよい。

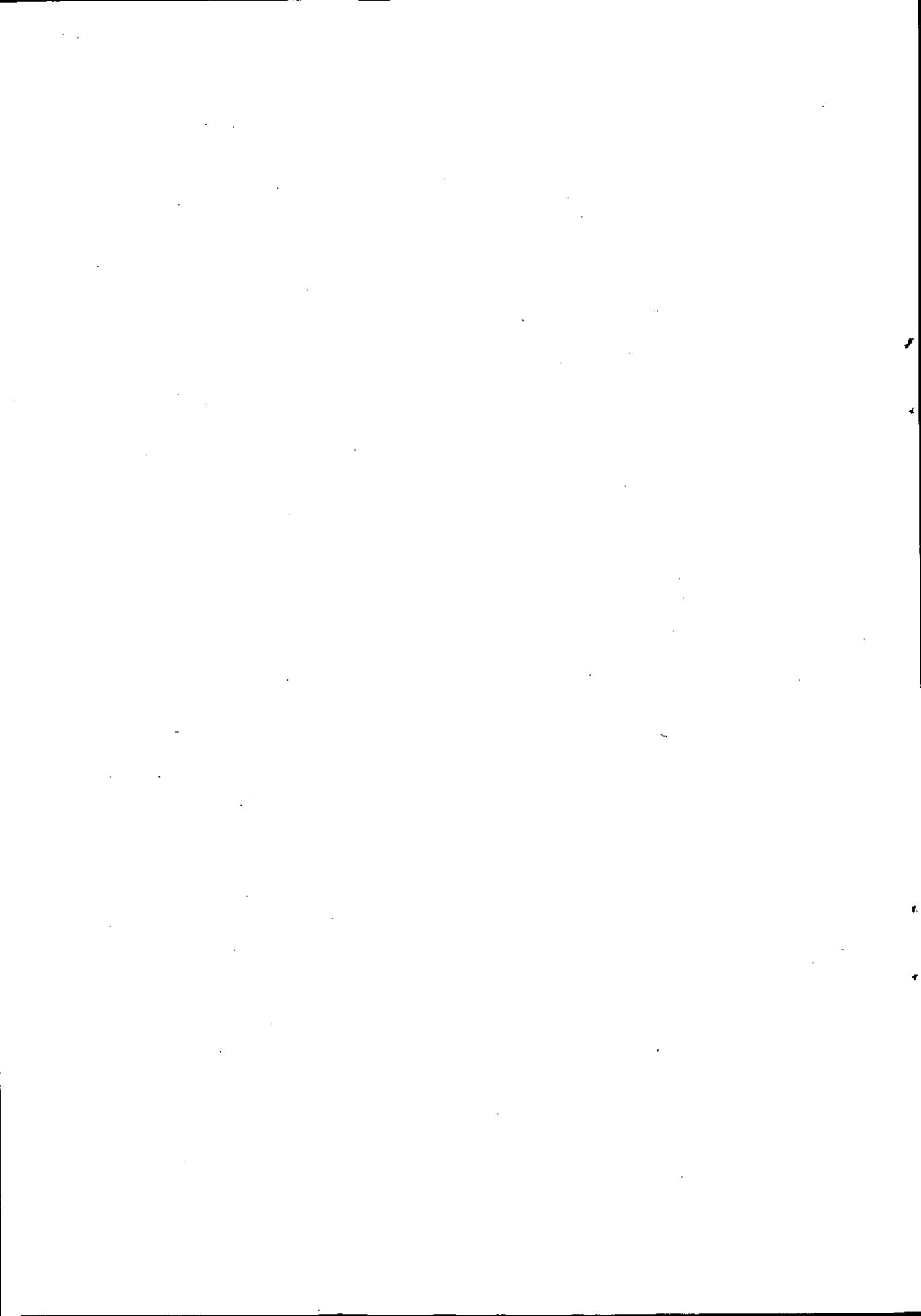
最後に当然のことながら、本委員会の調査研究は、年次的に継続したものであるから、昨第1年度の成果をふまえたものであることを附言しておかなければならない。

§5 むすび

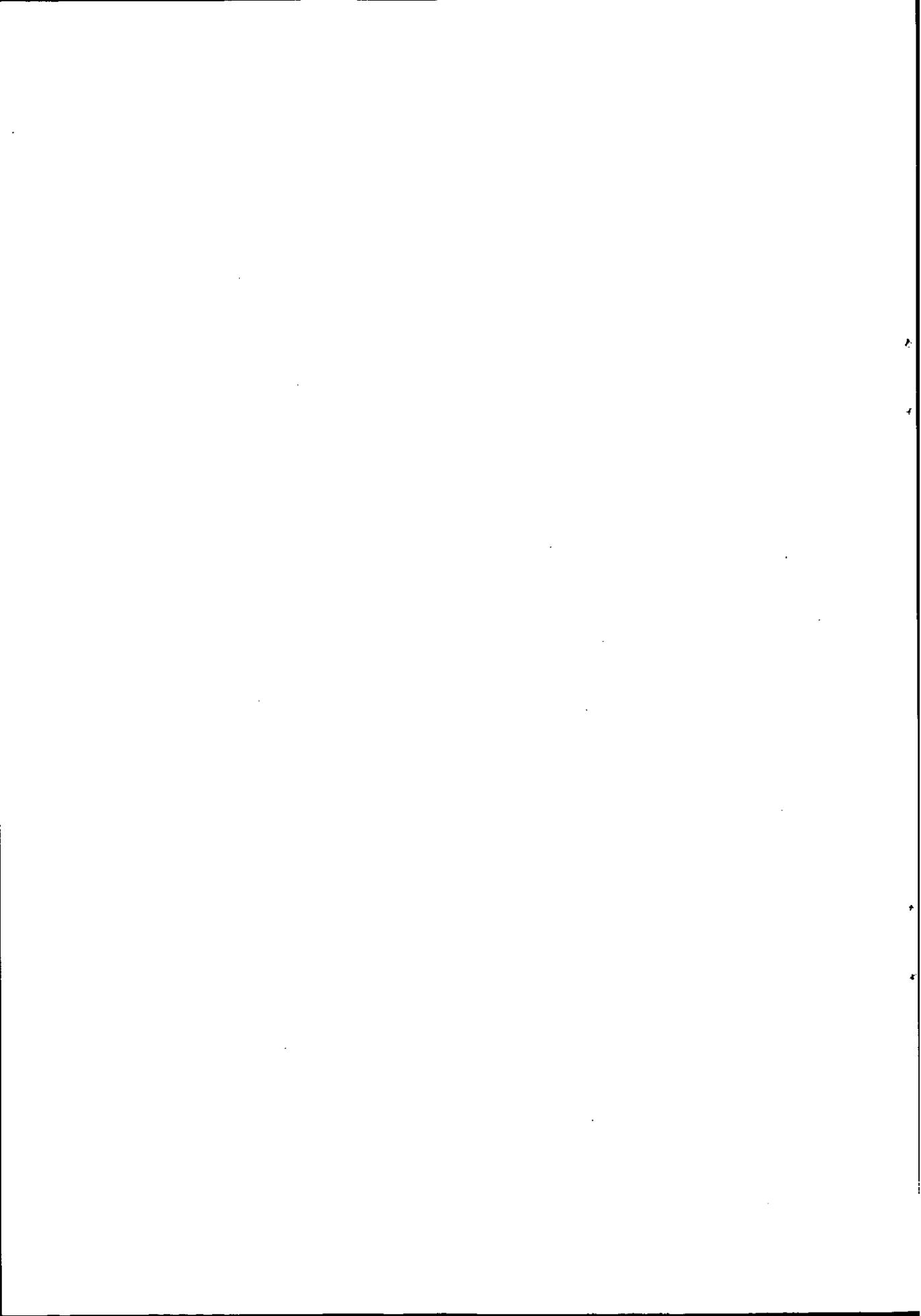
コンピュータ・ネットワーク委員会の研究調査の作業は未完成である。たゞすでに二年間にわたる委員会作業を通じて、いかなるところに問題が所在するか、これへの接近をどうするかについて、委員会は、およそ探険はひとわりおわっている。これから残された仕事は、わが国においてコンピュータ・ネットワーク形成の具体的な計画立案への歩みであるといえよう。このためには、社会的

要請の調査・分析においても、技術的課題の抽出・検討においても、一段と広さと深さが要望されるわけである。

コンピュータ・ネットワーク形成は、いまや欧米諸国において、精力的にとりあげられつつある課題である。



第 I 部 コンピュータ・ネットワーク
形成への課題



第1章 コンピュータ・ネットワークの形成 における社会的基盤

1.1 ネットワークの3つの区分

コンピュータ・ネットワークは、それを技術的にみると、今まで発展してきたコンピュータにおける諸技術、電気通信における諸技術の総合であり集大成である。と同時に、その統合化において起ったさまざまな事態を解決するために、またその実用化において要請される多くの機能を実現するために生じつつある、今後の多くの新しい技術の母体でもある。

わが国におけるコンピュータ・ネットワークに関する論評は、ともすればこの技術的観点に偏りがちである。1969年に4つの node を結んでARPANETが姿を現わしてから急速に node 数を増し全米のネットワークを形成したり、GE社のMARKやTymshare社のTYMNET が現われたと思うと着実にその業績を伸して行く姿をみて、わが国の技術者が昂奮したのは当然である。そして10年以上の地道な努力と龐大な研究費によって得られた米国の技術を2~3年で吸収しようとするあまり、技術的観点に興味集中したことは、それ自身悪いことではない。しかし、それによって起った社会的要因、これがもたらすであろう社会的影響について、観察し、分析し、今後を予測することがあまりにも少なかったのではないであろうか。わが国でも、今やコンピュータ・ネットワークの形成に向って機運が醸成されつつある。この今後を考えるに当って、米国、欧州の動向を観察することが必要であろう。

技術が急速に発展するのは、決して技術的興味からだけではない。その発展を支える社会的要因があったからである。技術的發展とその社会への定着の速度が目覚しかった例として、有線通信技術がある。1935~37年で一応の技術的完成をみた有線通信は、数年後にドーバー海峡を越える海底電線敷設という社会的投資の対象となる。更に1950年代には大西洋横断の海底電線が敷かれた。これは、それだけの投資に値する社会的有用性を、この技術が持っていたからである。

1960年代に基礎が形造られ、1970年代に入って実用化に向けて急ピッチの発展を遂げた米国のコンピュータ・ネットワークは、それを必要としていた米国の社会的要因があったからである。そして、欧州において、日本において、コンピュータ・ネットワークがどうなっていくであろうかを考えるためには、そのよって立つ社会的基盤を考えなければならない。

その観察と分析に先立って、コンピュータ・ネットワークと呼ばれる社会的な施設を、次に3つのレベルに分けて考えることが必要であろう。

- (1) 伝送路網
- (2) ファシリティ供給のサービス網
- (3) 情報資源供給/共用網

この(1)は通信回線の網である。物流におけるアナロジーを用いるならば、道路網に相当する。その道路網の上に、バス会社、トラック会社、電鉄会社等の経営する交通網、輸送網が形成される。

この交通網、輸送網に相当するものを(2)のファシリティ供給のサービス網と呼ぶことにする。この例は、ATTやCOMSATの上に乗る米国のTymshare社のTYMNET、GE社のMARK II、PTTの上に乗るフランスのCYCLADESなどである。そして実際の仕事は、これらの交通網や輸送網を介して行われる。例えば百貨店の配送がいくつかのデポジットの間をいくつかのトラック業者の輸送網を利用して行われる。また或る旅行会社の団体旅行プランは、鉄道、船、飛行機の交通網を組み合わせて企てられる。これを(3)の情報資源供給/共用網と呼ぶこととする。米国立医学図書館を中心とするMEDLINEという情報サービスがTYMNET、TWX、ATT、ARPANETの上に乗って行われているのはこのレベルのネットワークと考えられる。

以上、いささか便宜的につけた名前ではあるけれども、この3つのレベルの区分を立てることは、コンピュータ・ネットワークに関する諸問題を分析するに当って、不要な混乱を避ける上で必要である。以下、これを用いて、米国、欧州のコンピュータ・ネットワークの社会的基盤について考察を加えてみよう。

1.2 米国のコンピュータ・ネットワーク形成における政策的背景

米国における、コンピュータ・ネットワークを含む情報処理現象を観察する際に気づく、2つの大きな特徴がある。その1つは、米国における公共的な事業にあっては、それがよって起り、或いはよって立つ土壌に対し公共的な投資がふんだんに行われ、その肥沃な土壌の上に自由競争原理に基づく民営企業として公共事業が行われる点である。もう1つは、国民の税金によって、すぐには納税者の直接の利益に結びつかない公共投資が行われるとき、その投資の結果として得られた情報やノウハウを納税者に還元しようとする点である。

米国において甚大な国家的財政支出をしたその最たるものは戦争である。そして戦後、ナチス・ドイツから接收したドイツ科学技術の成果をPBレポートの中に収録して国民に公開した。これが所謂テクノロジー・トランスファーの最初である。その後甚大な公共投資を行なった事業として、原子力開発(AEC)、宇宙開発(NASA)、科学技術研究助成(NSF)、国防研究(DOD)、医学・保健(DHEW)がある。そしてそのそれぞれがその投資に基づく研究成果、技術的成果を国民に公表するだけでなく積極的に利用させるシステムを形成している。この良い例としてNASAの情報システムを概観してみよう。1958年、NASAは10年後に人間を月に送るために設立され、その10年間米国の国力のすべてがつき込まれた。米国政府のあらゆる研究機関、大学、民間のR&Dにわたり数百の異質の機関が、そしておよそ20万人以上のスタッフがこの1つの目的のために協力した。そして宇宙ロケット製造は700万以上に部品の製造工程とそのアセンブリから成るのである。すなわちこのプロジェクト遂行のためには、これらの多くの機関の、それぞれ機能を異にする活動を、1つの目的のために制御し、より良い効率を得る必要があり、より良い情報システムが必要となった。この目的のために、実に多くのシステムが開発された。その主なものをあげただけでも、全活動の長期的計画を立てるための「確率的長期計画システム」(PLRP)、そのための情報管理システムである「管理評価のための予測・見積システム」(FAME)がある。

そして実に多くの計画法（LP、IP、DP…）、評価法（MSE、CPM、PERT…）、分析モデル（PRM、MSCM…）が開発され実用化された。それらの諸活動に情報やデータを供給するため、科学技術情報施設（STIF）を設け、NASAのR&Dへの情報供給をそれらのR&Dからの成果の巨大なデータ・バンクを形成した。そしてロッキード社に会話型情報検索システムNASA-RECONを開発させ運用させた。このデータ・バンクはNASA内の情報利用に対してのみならず、国民一般の情報提供がSpace ACTにより義務づけられている。そのため全国9か所にRegional Dissemination Centerをおき、その地域に対するNASA R&Dの成果の供給を行なっている。更にこのNASA-RECONは、欧州のヨーロッパ宇宙研究機構（ESROは最近European Space Agencyと改名）の宇宙ドキュメンテーション・サービスESA/SDCにおいて用いられ、欧州での情報ネットワークのさきがけの役割を果たしている。このような事例は、AECにおいての原子力情報、国立科学財団NSFを中心とする科学技術情報、国立医学図書館NLMを中心とする医学情報、国防省DODの国防ドキュメンテーションセンターDDCを中心とする軍事研究、更にそれらを総合した連邦政府の支出による研究成果の公表機関であるNTISの活動のすべてにわたってみられるのである。

この公共投資によって得られた知識は国民のものであるという考え方は更に進み現在ではFreedom of Information と俗に呼ばれる法律によって、原子力であれ、国防研究であれ、公共資金によって得られた情報はすべて公開すべきものとされたのである。この情報を積極的に流すシステムは、図書館協力網、大学の計算センターを中心とする地域情報サービス網、NASA-RECONを通しての情報サービス網、MEDLINEを通しての医学文献サービス網など、多くの形態をもって、コンピュータを用いる前から、前述の情報資源を供給し、あるいは共用する網が形成されていたのである。

一方、上述の公共投資はコンピュータ・ネットワーク形成の技術的・社会的土壌の上にも大きな投資をしていた。先ずミサイル探知上攻撃のための国防上の必要性によって、1950年代から全米を覆う通信網の確立が何よりも急務とされた。これはコンピュータ・ネットワークにおいて「伝送路網」が公共的要請の下に形成されたことを意味する。

次に、同じ国防上の必要性から、多くの端末から、高度な科学計算を含むヴァリエティに富んだ内容の仕事、会話型、同時に多重処理するシステムの開発が、ARPAによって1963年にMITに委託された。これは1950年代に同じく国防目的で造られたオンライン・リアルタイム処理による作戦指令システムSAGEをTSSによってより機能的に拡大しようとするものである。それ以後大規模のTSSによるオンライン・システムの開発が相ついで行われた。また同じく

1963年ARPAは、会話型計算と並んで、巨大なデータ・ファイルを構成、維持し、検索するシステムの開発をSDCに委任（ORBIT）した。これからデータ・ベースの管理とオンライン検索システムの開発が次々と種々の公共的資金援助の下で行われはじめた。

また、NSFは1960年代に高等教育におけるコンピュータ利用に対して補助金を交付し、計算機メーカーも、大学に無料または低額の料金でコンピュータを提供したことにより、大学研究に

におけるコンピュータ利用が飛躍的に普及した。これは米国におけるコンピュータ利用技術の底辺を拡大し青年層に利用技術を植えつけたと同時に、米国における初期のコンピュータ・ネットワークである。

大学間でのリソース共用型（或いはクラブ形式）の小規模ネットワークの形成の比較的早い現われがTUCC（1964）である。その後1965～1972年にかけて続々とクラブ型ネットワークが現われた。その中で有名なARPANETも、MITのリンカーン研究所を中心として計画され1969年に4つのnodeを結んで登場したのである。また、この背後には、軍事目的やNASAにおけるコンピュータの小型化、高性能化の研究成果やソフト技術の民間へのトランスファーがあり、その面での土壌の形成があったことも見逃せない。

この間に、米国の行政面での情報システム化にもいくつかの動きがみられた。NASAにおける情報システムの成果は、行政や企業経営の中にとり入れられた。PERT、CPMなどはその最も顕著な例である。パフォーマンスの評価技術は予算配合の最適化の形で、ホワイト・ハウスを中心とする行政決定機構に入り込んだ。すなわちPPBSである。システムズ・アナリシスの技術は精度をあげるためには詳細で広範なデータを必要とする。このため、行政機構の中にデータ・バンクを必要とする。データの種類と範囲が拡大すると共に内容的にも量的にも多くのデータ・ファイルの連結・統合が必要となり、ネットワークに進む。そして行政府と議会の勢力争いがそれに更に拍車をかけることとなった。

行政府は、その行政目的にもデータの有効利用のため連邦政府としてのネットワーク構想を検討した。それに対し議会は、立法・司法・行政の三権分立の精神からみてこのネットワークの形成によって行政府の力が強くなりすぎることを警戒した。そのため、立法府は独自のネットワークを持つべきだという主張が起った。エドワード・ケネディ上院議員などはその推進者の一人であった。

1968年、Advisory Commission on Intergovernmental Relations (ACIR) は、「将来の成長政策」という調査レポートの中で、連邦政府のネットワークは各州の情報システムを基礎とする政府間ネットワークによって支えられるべきであり、連邦政府のネットワークは、その上に形成すべきであろうと勧告している。

このように形でのネットワーク形成も、考え方の段階から現実の問題となるにつれて多くの問題が起りつつある。たとえば、FBIと各州の警察を結ぶNational Crime Information Centerである。各州の自治体警察を全米規模で結ぶのに、かつてはテレックス網を用いていた。1970年代に入って各警察に入ったコンピュータを結ぶネットワークに切り捨てられている。これが単に警察という閉じた組織の中のネットワークである限りでは大した問題はなかった。犯罪情報の迅速な交換のために、自動車運転免許のデータバンクとリンクしようとしたとき問題が起った。それは、米国のある州では自動車強制保険制度をとっているため、その州の運転免許のデータベースは保険会社のシステムとリンクしている。このため、保険会社のコンピュータはNCICを通して、全米の警察のコンピュータ、そのデータとリンクできることとなる。これは双方のシステムのセキュリティにおいて大きい問題となったのである。

コンピュータ・ネットワークは、最初は技術的可能性と、その表面的なメリットによって、比較的安易に形成される。しかし、コンピュータ・ネットワークの持つ本質的に社会的施設である性格から、この安易さは許されない。この社会的施設の存在を許容できるだけの社会的基盤が揃わなければ、何らかの矛盾を生む。現在はその社会的基盤を形成しつつある初期の段階といえるであろう。

以上概観して米国におけるネットワーク形成の形をみると、先ず大学間の「クラブ型ネットワーク」は、コモン・キャリアの上に乗った「情報資源の供給／共用型ネットワーク」である。これがいくつか形成される中で、「ファシリティ供給型ネットワーク」である ARPANET が形成された。また GE、Tymshare 社の TS サービス網も形成された。この商業ベースでの「ファシリティ供給型ネットワーク」の出現により「情報資源の供給／共用型ネットワーク」が劇的に発展した実例を、医学情報サービス MEDLINE においてみる事ができる。

この MEDLINE はその前身を AIM-TWX と呼び、その示すように TWX の網の上に乗った実験的オンライン・システムであった。この段階での年間利用数は高々数千回であった。

MEDLINE のシステムに代り、1970年代から TYMNET に乗ってサービス開始すると、急激に利用回数が増加し、1973年には年間27万回に増加したのである。この成功は種々の意味で米国内のオンライン情報サービスに影響を与えた。そして現在、情報サービスという事業がマニュアルファクチュアからインダストリーへの変換期に來ていることを示す兆候とみられるのである。

1.3 欧州におけるコンピュータ・ネットワークの形成

欧州におけるコンピュータ・ネットワークの形成は、最近その機運が高まっているといえよう。この底流をみると、1つには、米国でのコンピュータ・ネットワークの形成、その普及をみて欧州でも実現せねばならぬという点で、EC各国の意見は一致している。第2に、かつてコンピュータのハードウェアにおいて、IBMに席巻されたにがい経験を、コンピュータ・ネットワークで再び味ありまいという点でも、EC諸国に共通した考えがみられる。第3に、コンピュータ・ネットワークは、それが商業ベースで成立するためには1つの国の中の市場では不十分であり、EC諸国をまとめてはじめて市場が形成されるという認識が確立している。第4に、欧州の通信網は各国単位で形成されており、EC諸国全体を貫くコモン・キャリアはない。それを形成するには各国の協力がなければならぬ。

この間の事情を概観してみよう。欧州各国の中に、デジタル級の形成に最も積極的であるのはフランスである。フランスの PTT は、HERMES 計画という一連の広大な計画をもっている。先ず最初の段階は DADUCEE という公共データ・ネットワークシステムが1972年からスタートした。これはとりあえずのデータ通信の需要をみたすためのものであり、従来の電話技術を利用（4線クロスバー交換）している14の都市にコンセントレータがありパリを始めとしてリヨンに交換センターをおく。2000のターミナルを接続できる能力をもつ。都市間の伝送はフル・デュプレックスで4800 bit/sec である。

これに対し、より進んだデータ通信に対しいくつかの実験的ネットワークをもっている。1つは

CYCLADES/CIGALEである。これはパケット交換ネットワークであるCIGALEの上に乗るファンリテイ供給のネットワークである。また実験的パケット交換システムであるRCPがある。これは、Paris、Romes、Ryonに結合をわいて、システム評価のため限られた専用ユーザーに対して実験期間の間だけ開設される。これらの実験を発展させて1977年には、公共パケット交換ネットワークTRANSPACを開設する計画がある。1980年までに全仏に20のノードをおく予定である。料金体系は全仏を距離によらずフラット・レートにすると言われる。交換は同期式と非同期式の両者になり、同期式では600 bit/secから50 K bit/secの範囲がとられるという。これに対し、英国は1978年までにデジタル・データ・システムを公共の用に供する計画である。交換は同期式の回線交換を主とし、必至とあればパケット交換を加える能力をもつ。パケット交換についてはExperimental Packet Switched Service (EPSS)で限られた数のユーザを対象に研究を進めている。これは前述のランスのRCPとも協同実験を行なう。西ドイツは、テレックスとワイド・バンドを一体化する公衆通信網EDSに着手している。伝送速度は200 bit/secから9.6 K bit/secまでが供給される。西独の郵政省はパケット交換機能をもつデジタル網については慎重な態度であり、かつてジーマンスと共同出資したDATEL GubHから最近手を引いてしまった。以上三国を除いて、他の国はテレックス網(イタリア、ベルギー、ルクセンブルグ等)か音声回線網(アイルランド、オランダ等)でありデジタル網への道はまだ遠いといえる。

このように中で、フランス、イタリア、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スウェーデン、スイス、イギリス、ユーゴスラビアなどの国々からの共同出資によってEuropean Informatics Network (EIN)を形成しようとしている。これは汎用の国際的コンピュータ・ネットワークで、パリ、ミラノ、チューリッヒ、ロンドン、イスラにスイッチング・ノードがおかれる。このスイッチングにはフランスCIIのMitral 5 (CYCLADESのものと同じ)が用いられ、1976年にはこの5つのノード間の結合が行われる。

このEINと重複してECは、科学技術情報に関する国際的ネットワークEURONETを計画している。これはECの中の科学技術情報ドキュメンテーション委員会(CIDST)が中心となってまとめている構想である。欧州各国では、第2次大戦が最後には科学技術力の競争となったこと。特に植民地を失った欧州諸国にとって、工業力が経済基盤として特にクローズ・アップされ、科学技術力の養成が重要課題となったこと。その中で情報の供給・流通の重要性が認識されていた。しかし、この面でも米国の進出が目立った。欧州諸国は、コンピュータ・ハードウェアにおいてIBMに痛めつけられ、また科学技術情報の流通においても遅れ、日本にも追い抜かれたことを認めざるを得なかった。これに対する巻き返しが、ここ数年間に起ったのである。

英国の教育省・科学省の一連の政策、ドイツの科学研究省の最近のInformation und Dokumentation Program、フランスの各科学技術専門分野での情報システム造りは目覚ましいものがある。その中にEuropean Space Agencyの情報サービスESA/SDSはNASA-RECONを用いて、スイッチング・センターをドイツのDarmstadtに、処理センターをイ

タリアのFrascatiにおいて欧州各国にわたってStar-typeのネットワークを形成し、多くの科学技術情報のデータベースによるオンライン検索サービスを行なっている。

EURONETは、最初は専用回線を用いてESA/SDS、DIMDI（西ドイツの医学関係のオンライン情報サービスネットワーク）、TITUSCフランスの繊維関係のオンライン情報サービスネットワーク）を結ぶことから始めて全欧州の科学技術情報ネットワークを形成しようとするものである。EINとは設計思想が異なるため、将来は結合すべきでないとしてはいるが別個に形成される模様で、その技術としてはCYCLADES/CIGALEのそれを大きく評価している。

この欧州の状況を見ると、戦後約30年間米国に押えられていた情報の世界において、そのエネルギーが一挙に爆発したかのような騒然たる空気を感ずる。その中で感ずるいくつかの問題点をあげると次のように言えるであろう。先ず欧州の伝送路網は、音声通信網、テレックス網から出られない国々が多い中で、デジタル網への先進国として英・仏はそれぞれの郵政省によって、パケット交換機能をもつ伝送路網を形成しようとしていることである。そして、そのための実験網を実際に動かしていることである。第2に、ECのCIDSTの報告をみても、欧州の情報産業は一国では市場を形成できない。EC諸国がまとまってはじめて市場が形成されることである。このことは、コンピュータ・ネットワークのような金を食う社会施設は、先ず公共的投資によらねば成立し得ず、それも欧州全体の各国の協力の下になければ不可能であることを示している。そして、各国のP T Tのレベルの格差を如何にして埋めて行くかが大きな問題である。EURONETに関する報告の中にも「各国のP T Tが公共回線網を造るとしても料金体系がどうなるか、またそれらが本来の意味での国際ベースでの働かしをするか」が問題だとしているのはもっともなことである。

しかし欧州諸国において、強力な社会施設であるだけにハードウェアにおける失敗をネットワークにおいて繰返してはならないということは、極めて強い共通した願いである。そのためには、この困難はどうしても乗り越えねばならない。ネットワークを国際ベースで動かす経験と、それに対する各国の協力によって伝送路における困難解決する突破口を、何かによって求めねばならない。その候補として

- 米国においてNLMにつきSDC、Lokheedにより現実に成功を収めている
- 欧州でもESA/SDCが動いている
- 各国の情報マーケットの推定が容易である
- データ・ベースが豊富に供給されている
- 各国間で利害が対立しない
- CERN、EURATOMですでに全欧州の協力の実情がある
- EC、OECD、ISO、UNESCO、ICSU、FID等の国際協調機関が存在し、国際協力の長い経験がある

等の理由で、科学技術情報が選ばれ、真剣な検討が行われているのである。

第2章 コンピュータ・ネットワーク形成への動機

2.1 コンピュータ利用の歴史的展開

コンピュータは自動計算機械から始まってデータ処理システムにまで、広い範囲で利用され、いまや情報のユーティリティ化の原動力となろうとしている。この発達過程は、次々と広がる利用分野からの要求に対し、ハードウェア、ソフトウェアでの両面での幾多の技術開発努力と、これを受けた利用側のためまざるシステムアプローチの歴史とすることができる。この間コンピュータ能力の飛躍的な向上と、そして極めて短時日の中に社会機構の中に浸透したその利用の拡大は、今日の機械文明にも例をみないものといえよう。

社会活動の中で占めるコンピュータ・システムの大きな役割りを考えると、今後は技術としても、産業としても、コンピュータはこれまでのような単独の展開は許されなくなってきている。ここではこれからのコンピュータの発展の鍵を握る利用環境の面から、その歴史を眺め、これまでのコンピュータ・システムの形、すなわち処理形態、利用形態が、我々が期待するコンピュータ利用の形にどのようにしてつながって行くかを見たい。

2.1.1 コンピュータの処理形態の変遷

計算と制御の自動化システムから、汎用データ処理へとコンピュータの利用が拡大する間、その利用上の処理形態は次の3つの流れが独立に異なった動機から、違う分野で発達した。すなわち計算処理の自動化を目的としたバッチ処理の形と、SAGEのような軍事的から始まり、NASAの宇宙開発システムで著しい発達をとげ、航空機の空席予約システムで一応の完成を見たオンライン・リアルタイム処理の形と、多数のユーザーがあたかも自分自身の汎用コンピュータを持っているかのように、“遠隔地”からコンピュータを同時に使用しようとしたMACシステムで始まったタイムシェアリング・システム(TSS)との3つの流れである。

この3つの処理形態でコンピュータの機能向上の努力がそれぞれつとけられ、その技術成果が相互にとり入れられて今日の汎用コンピュータができ上っている。すなわち、第1のバッチ処理での自動化からは、処理単位としてジョブの概念、第2のオンライン処理からマルチプログラミングの考え方が発達し、その開発に対して制御の流れの単位としてタスクまたはプロセスの概念が生れた。また第3のTSSからは、処理のスケジューリング・アルゴリズムの技術と、階層構造をした記憶装置に対してのバーチャル・メモリの概念が生じ、オンライン処理とTSSの双方からデータ通信の技術が発展した。

以下これら3つの処理形態の概要およびその発達過程とそれぞれの基礎技術についてのべる。

(1) バッチ処理

FORTRANで書かれたプログラムを実行するコンピュータの処理を例にとると、コンパイルのステップと、でき上がったオブジェクトをつなぎ合わせて実行できる形(ロード、モジュール)にするステップ、さらにその実行のステップと3つの段階に区分することができる。また

在庫管理処理の場合であれば、入庫データの入力、分類操作でファイルを作成するステップ、ファイルの更新、出力帳票の作成等に区分できる。

初期のコンピュータでは、これらの一連のステップを個々の問題ごとにとまとめて処理していたので、これらの区分(ジョブ・ステップ)の間での人手の介入のための時間、および遅い入出力機器が使用されている間の中央処理装置(CPU)の遊びの無駄と、操作の難かしさが問題であった。バッチ処理の形は、これらの障害を克服するためのもので、いくつかのジョブ・ステップに区分できるプログラムを複数個積みかさねておいて、これらを連続して流し、ジョブ・ステップの間での無駄と人手の介入の削減を図ったものであった。このためには自動的にジョブの流れを制御するプログラムが必要で、そのためIBM-704のために作られたFORTRAN-II モニタから始まって、OS-360等今日の汎用コンピュータに備えられているオペレーティング・システム(OS)が開発された。

第2世代から第3世代にかけてのコンピュータ利用の多くはこのバッチ処理の形で行なわれたので、その処理効率の向上はOSの最大のねらいであった。当初はジョブの連続処理、すなわち自動化が第1の目的であったが、次第にオンライン・リアルタイム処理で発達したマルチプログラミングの考え方を取り入れ、CPUの遊び時間の減少に力を入れる方向に進み、プログラム・ファイルとしてディスクの使用が一般となるに及び、DOSを代表とする標準的なOSがバッチ処理の普及を推進した。

バッチ処理では、集められバッチされたジョブの種類、すなわちCPUを多く使用するものと、入出力が多いジョブとの適当な組み合わせが効率向上の鍵で、またOSに対して指示を与えるオペレーションの適切さも重要である。

(2) オンライン・リアルタイム処理

データが入力されると、たゞちにその応答がなされる処理方式がリアルタイム処理方式で、プロセス制御、座席予約、バンキング・システム等オンラインによる使用システムでとられる処理形態である。このシステムの特徴は、入力がコンピュータの処理とは無関係に入ってくることで、この入力に対し一定の許容範囲の時間内に何等かの応答をしなければならない。CPUはこの多数の入力処理の他に、ファイルの読書き等いくつかのジョブを同時に行なわなければならないことから、マルチプログラミングの工夫が不可欠のものとなった。

具体的には通信線から入ってくる数十・数百のデータ(メッセージ)を受けて即時(リアルタイム)に処理を行なう手段の開発から始まった。1950年から始められ、1958年に完成されたSAGE(軍の作戦指令システム—Semi Automatic Ground Environment)はオンライン・システムとしてのみではなく、コンピュータ・システム発展の歴史の中でも大きな地位をしめるものであるが、多くの入力メッセージに対する処理に一定のサイクルを与えるサイクル処理方式がとられた。これは処理応答に即時性を与えるために、強制的にプロセスに時間制限を加えたものであるが、NASAのMERCURYでは処理が複雑になったので、この制限時間を越えたジョブの処理を後廻しとするマルチプログラミングの技法がとられるよう

になっている。このような軍用または宇宙開発のための大システム開発の要としてオンライン・リアルタイムのシステムがいくつか開発され、処理の即時性を確保するためのハードウェア・ソフトウェア両面のいくつかの新しい技術が実用化された。この間これらを基礎にして、アメリカ航空の座席予約システムが開発されている。このSABER (Semi Automatic Business Environment Research)システムでは、1000以上の端末を持つ最初の本格的な大規模の商用オンライン・システムで10年の開発期間を経て1964年にサービスを開始している。この間プログラムをダイナミックにメモリ上で再配置する手法等が開発され、オンライン処理用OSの基礎が作られた。

なお、現在ではこのオンライン・リアルタイム処理は、コンピュータの処理速度の向上によって、バッチ、またはTSSの何れかの処理の形をとっても実現できるようになったので、技術的には特別にこれらと区別しなくてもよくなっている。

(3) 時分割処理 (TSS)

バッチ処理でも、マルチプログラミング技術により多くのジョブが、割当てられた時間内につきつぎと処理されるのであるから、一種の時分割処理といえる。初期のオンライン処理では、遠隔地から入力されるジョブをこのようにして自動的にバッチ処理するリモード・バッチ処理形態がとられた。ここで云うTSSは、このように1人のユーザーのプログラムのあるステップが終ってから次のユーザーのプログラムが始まるのではなく、スケジュールを管理するプログラムの下で、次々とユーザーからユーザーへプログラムが走査され高速度で切換えられて行く方式である。すなわちプログラムは細切れの形で走り、全部のプログラムは連続する繰返しのサイクルで同時処理される。この繰返しのサイクル、すなわち同じプログラムの細切れの間隔が、人の応答時間より短かければ、ユーザーは自分へのサービスが断続していることには気がつかない。

このようなTSSは、1961年にコンピュータの能力をできるだけ多くの人に供給することを目的として、立案されたMITのMAC計画にその開発の源が発している。MACの開発過程で、このような多数のプログラムのスケジュール管理のためのスーパーバイザーはじめ、メモリの保護、プログラムのダイナミック・リロケーション等多くのソフトウェア上の考え方が生れた。しかしながらこのような複雑なソフトウェアによる多重処理は必然的に多くの高価なメモリを使用することになり、MACは1964年に動き出したが、経済性の面において多くの問題を残す結果となった。このため、半導体メモリの出現で、主メモリの高速化と大容量化が急速に進んだ1970年頃までは、大規模のTSSは技術開発段階から仲々抜け出せなかった。

一方RAND、ダートマス大学等で開発が進められた小型のTSSは、容易に使える会話型言語を備えて、実用化に入り、商用としても、限られた事務処理用として、IBMのQUICKTRANシステムが1965年にニューヨーク地域でサービスを開始している。また在庫管理、販売管理処理に重点をおいたKeydate社のシステム等も相次いでサービスを開始し、アメリカでは

このように限定された用途を目的とした T S S が序々に実績を積み上げ、T S S サービス企業は、ボストン地域では過当競争になるような状況にまでなった。

(4) 処理形態とコンピュータの汎用性

以上のように、バッチ、オンライン・リアルタイム、T S S の 3 つの処理形態がそれぞれ独立して発達し、その特長に応じて利用分野を開拓してきた。しかしながらこれらの基礎をなす技術は相互に影響し、1 つのコンピュータ・システムでどの処理状態でもとれる汎用コンピュータを志向する考え方がとられるようになった。バッチ処理が主体であっても、T S S の機能を併せも O S が標準的に採用されるようになり、利用する例でも、異なる処理形態を併せて持つことによって能率の向上を計るようになった。オンライン・システムで、バックグラウンド・ジョブとしてバッチ処理を行なうことが一般化したのもその例の 1 つである。

このようにして、どの処理形態に対しても強力な機能をもった汎用大型コンピュータの時代に入ったが、最近の主メモリを含め、計算機主体 (C P U) の価格の急速な低下は、マルチプログラミングの技法にも影響を与え、シェアリング (分割) の対象の重点を処理 (計算時間) から、ファイルへと変え、バーチャル・メモリの考え方に基いた O S として " V S " が一般化するに従って、処理形態は、コンピュータの内部のマイクロな問題となり、利用の形は、ユーザーのシステム構成上の問題となってきている。ミニコンピュータでも、初期の M A C 程度の T S S は容易に実現できるようになっており、コンピュータの機能の向上の目標は、処理形態に対する汎用化ではなくて、システムの中で与えられた役割に対して効率のよい処理ができることにおかれるようになってきている。

2.1.2 コンピュータの利用分野とそのシステム

コンピュータの高速計算機能を利用して、各種のデータ処理システムが開発され、また自動機能による制御システムは産業のすべての分野に及んでいる。これらコンピュータの基本的機能は、その機能の向上に従って利用分野が益々拡がり、汎用化した。コンピュータを中心としたシステムの考え方があらゆる分野で使われるようになった。この間、O R 等マネージメント・サイエンスへの利用から、予測、計画といった高度な知的活動の分野へも進出し、またデータのファイルも利用する広い意味での情報産業が発生し、また T S S の発達から、人との直接のコミュニケーションが普及した。このようにして数年前、技術的な機能の不足と、人とシステムとの調和がとれなかったことから、観念上のものとしてしか実現しなかった M I S が、社会システムの中に融け込んだコンピュータ・システムによって実を結ぶことが期待できる状況となっている。

(1) コンピューティング・パワーの利用

計算処理を主体とするコンピュータの利用は、コンピュータおよびその設置環境が高価な間は、その運用効率向上が第 1 とされ、さきにものべたようにバッチ処理の形態を発達させた。このためコンピュータ利用もセンター的な運営が行なわれ、同一組織体の中でも、コンピュータといったような独立した部門ができ、アメリカではサービス・ビューロー、日本では計算センターと呼ばれる計算処理受託企業も発達した。

オンライン・システム、TSSが発達し普及しても、この計算センターによる利用は、端末装置からの使用で大きな役割りを果しており、情報産業においても中心的存在となっている。

(2) データ・ファイルの利用

コンピュータを介して、データ・ファイルを利用することは、大規模なオンライン・システムの1つの大きな機能で、軍用、公共用の特別なシステムが発達したことは前にものべた。このようなシステムは商用にも拡がり、1966年にはメトロポリタン生命保険会社で全米をネットワークにした専用システムが完成しており、また株式交換所用のTQCS (Ticker Quotation Computer System) が1965年に、また同じ頃に病院の業務全般をTSSが処理するシステムがマサチューセッツで完成している。

このような専用システムは、それぞれの専用ファイル利用が中心で、一方サービス企業としても、リモート・バッチ処理を主体とした利用システムが次々と現れた。初期のTSSについては先にものべたが、その後も、コンピュータ・サイエンス社、UCC社等が事務処理サービス・システムを作っている。これらはユーザーの大規模なファイルを管理しているが、このファイルは特定の業務に関するものに限定されており、何れも単一レベルのファイルといえることができる。なおこれらのサービスはデータ・ベースのサービスと云われ、今日日本で使用されているデータ・ベースの概念と比べると、かなり狭い範囲のファイルの集りを指していた。

(3) マン・マシン・コミュニケーションによる利用

大規模なTSSがつまづいている間に、会話型処理を特長とした、小型のTSSはアメリカで着実に伸びていったことは前にものべた。OR等マネージメント手法の発達と組合わされて、MIS (Management Information System) がコンピュータの人間の知的活動への利用の方向とされてきた。しかしMISではいくつかの異なる種類のファイルの利用が必要であり、このマルチレベルのファイルへのアクセスに関する技術上の難かしさと、その設計上の基礎である実際のシステム運用の複雑さから期待した効果が得られなかった。

一方ユーザーが直接コンピュータと交信する利用として、コンピュータ利用の教育システム (CAI) 等、専用のシステムは着々と伸び、これに関連してそのための簡易会話型言語、ディスプレイ装置が発達した。

日本においても、国鉄、NHK、電々公社のような公共機関での専用オンライン・システムがあいついで開発され、またオンライン・バンキング・システムも急速に進歩した。一方、一般商用のTSSの普及は通信線利用の運用上の相違もあって、アメリカに比べて非常に遅れている。すなわちアメリカでは数年前、種々の大学等のTSSに、民間の商用TSSがネットワーク化され、誰でも、何処からでも、好みのTSSサービスを利用できるようになっており、このような幅広い利用の発達により、マルチレベルのファイル利用の道が自然に開かれ、広い意味でのデータ・ベース利用の方向に着実に進んでいるようである。

2.1.3 コンピュータ利用の分業化

これまでの処理形態、利用システムでは、コンピュータ利用についての分野別、すなわち縦割

りの姿をのべてきた。こゝではコンピュータ処理作業そのものの分業化を考えて見る。コンピュータ・システムに必要な仕事として、データの準備、入力媒体の作成、計算処理、コンピュータのオペレーション、機器の管理、ファイル媒体の管理、入出力媒体の供給・システムの安全保障等があり、コンピュータ・システムの拡大と共にこれらの区分できる仕事の種類も増えている。

コンピュータ利用の初期には、これらは明確に区分されないまま、1つの組織がすべてを行っていた。しかし利用の拡大と共に効率化を目指して分業化が進み、その動きは組織を越えて拡大し、これらの業務の受託が企業化される様になり情報産業として確立した。

受託の分野は入力媒体の作成等単純なものから始まり、最近ではコンピュータ本体から運用管理、システム開発まで含め、問題の発生から解決まですべてを受託するという総合的サービス企業まで出現している。

(1) 入力媒体の作成

事務処理システムでの入力媒体は最近多様化しつつあるが、その主体は未だカードである。カード入力はP C S (パンチ・カード・システム)の時から同じものが使用されており、機械も同じようなもので標準化されているので、分業化が早く、企業としてもキイパンチ専門の会社が数多くできています。極めて労働集約的な仕事であるため、近代企業になり難く、ソフトウェア開発、計算センタ業務等を兼ねる方向へと進んでいる例が多い。

(2) 計算処理

計算処理の委託は、計算機を保有するには小規模な組織から、又、保有していても能力不足な組織から、いわば予備勢力として利用されていた。しかし経験の積み重ねから徐々に特色ある技術力を発揮する様になり、単なる計算能力としてではなくソフトウェア等も含めた処理システムとして評価・利用される様になってきている。

情報産業としては日本でも年1,000億を超える規模であるが、数百の企業があり競争は激しい。また大きなコンピュータ・システムを持つ銀行等の余剰コンピュータ処理能力、電々公社の提供するT S Sサービスの影響も大きい。

(3) 技術サービス

コンピュータのオペレーション、ソフトウェアの開発等、専門技術の外部依存が漸次増えている。特にオペレーションは、作業環境、時間等の関係で専門企業からの派遣要員に依存することが多くなっている。

(4) 機械設備の管理

コンピュータ関係機器がレンタルまたはリースによる利用が多いこと、またそのオペレーションが難かしいこと、またこれらがまとまっており外部にその運用を委託し易いこと等から、オペレーションを含みこれら施設の管理を一括して引受ける専門企業がファシリティ・マネジメントという名称で登場している。

(5) システムの安全管理

コンピュータ室の安全管理、磁気テープ等のファイル媒体の保管、等を外部の専門企業に委

託する例が益々増えている。このような作業は、ルーチン業務と切離し易く、比較的大きな集団になりつつある。またファシリティ・マネージメントを含め総合的なコンピュータ・ビルのようなものも現われている。

さらにコンピュータ・システムの種々の面での災害に備えた情報化保険も、この面での分業ということができる。

(6) 外部情報の利用

ファイルの多重利用によって、コンピュータの利用の質が飛躍的に向上することは前にも述べた。このためには種々の形での共通ファイルとして外部情報の利用が必要不可欠である。しかしこの外部情報はデータとしての利用が困難であり、このような情報ファイルの提供を専業とする団体企業ができつつある。

以上のように、コンピュータ利用の分業化は、漸次進んでいるが、そのそれぞれの実体は不安定である。これは未だコンピュータのハードウェアとソフトウェアが発展過程にあり、製品が商品として固まっておらず、インターフェース等の標準化が遅れており分業にした場合の責任の明確化が難しいことに大きな原因がある。この難点の克服のためにも、また分業化によるシステムとしての機能の低下を補うためにも、異なるコンピュータ・システム、異なる処理形態のシステム、違う利用分野に対して、共通したユーティリティとしてのコンピュータ利用の考え方が適用できる工夫が必要である。コンピュータ・ネットワークにより、いくつかの異なるシステムを結合して利用するのはこの方向への1つのアプローチということができよう。

2.2 コンピュータ・ネットワークの発展と実態

コンピュータ・ネットワークの最も発達しているアメリカにおけるその発展形態を、ネットワークの発展、増殖過程という観点から見ると、2つの特徴あるカテゴリーに分割される。

その1つは、ターミナル指向の集中型のネットワークであり、もう1つは、コンピュータ指向の分散型のネットワークである。

これら2つのネットワークは、その形成過程、発展形態が各々異っており、アメリカにおける、1960年代以降のコンピュータ・ネットワークを、この観点から、追って見ることは、非常に興味深い。

2.2.1 ターミナル指向の集中型ネットワークについて

ターミナル指向の集中型ネットワークは、その萌芽を1960年代初期に見い出される。

1960年代初期のネットワークは、図2.2-1の(a)に示される如く、非常に単純で、コンピュータとインプット機器だけの結合形態であったが、それが、またたくまのうち(b)、(c)へと発展を遂げている。それは、コンピュータ全体に占めるコストを見ても明らかである。当初全体の

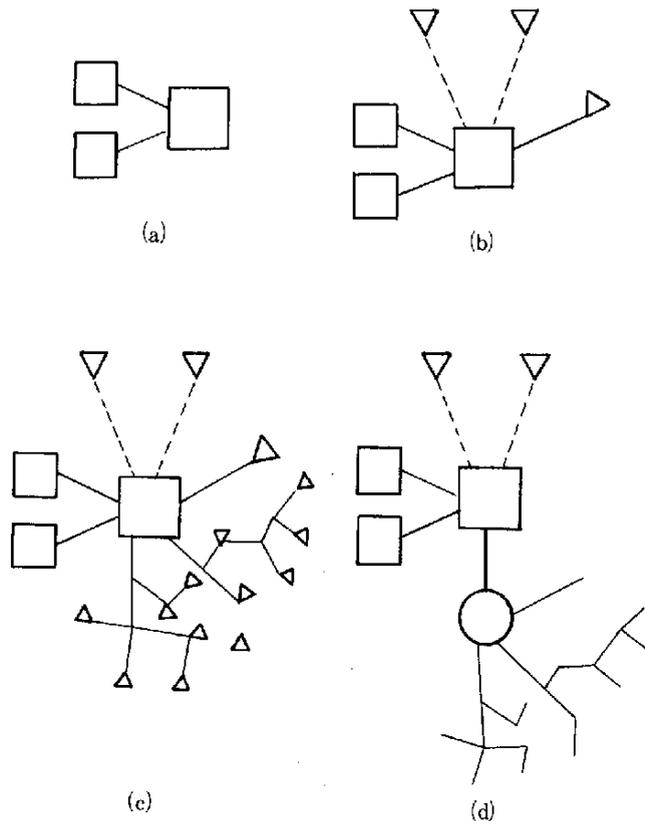


図 2.2-1 terminal oriented network の発展形態

数%であったコミュニケーションコストが、システム全体の50%を占めるように到るまでに、数年を要しなかった。このことは、その時点における技術的進歩を見ても、明らかである。ネットワークの効率的運用のためのマルチ・ドロップ方式等の技術は、この時点で急速に発展している。

さらに1960年代、後半になると、図2.2-1(c)の形態をした大規模ネットワークが、次々と出現しているが、この時点では、「フロント・エンド」という端末器が、この普及に大きな役割を演じている。

この「フロント・エンド・ユース」は、さらに、低コストのミニコンピュータの出現によって、さらに発展し、コンセントレータと名づけられているものも出現した。

又、図2.2-1(d)のごとく、コンピュータサイドにも、フロント・エンドが設置され、最終的には、コンピュータ・ネットワークの伝送機能と処理機能が、明確に分離されるになりつつある。

図2.2-2は、ターミナル指向の集中型のコンピュータネットワークの典型的な例で、NASDAQシステム(National Association of Securities Dealers Automated Quotations System)と呼ばれ、全米の証券取引所における取引情報のネットワークであり、400の都市に1700のターミナルを設置し、トランザクションとしては10⁸メッセージ/日を扱っている。

さて、このターミナル指向の集中型ネットワークを、機能面から、さらに詳細に、具体的に分類すると、ある専用目的のためのネットワークと、汎用的な、ジェネラルパーパスのネットワークに分類されている。

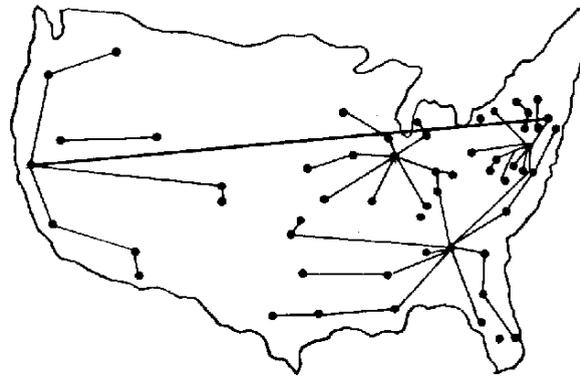


図 2.2-2 NASDAQ システム

(1) 専用目的のためのネットワーク

専用目的のネットワークの種類は、「軍事的」「銀行」「航空」「教育」等が存在し、軍事的がリーディングユースであって、その技術の多くが、商用に転用されたことは、NASA

の技術波及を見ても明白である。

「軍事目的」の典型的なネットワークは、全米の防空を目的とした、かの有名なるSAGEシステムがある。このシステムは1955年にIBMの計算機でデザインされ、1963年までに全米に普及している。これは、マン・マシン・コミュニケーションを可能にした最初のシステムとしても名高く、ここで開発されたリアルタイム技術の多くが民間へ波及した。

「銀行」における最初のネットワークは、1956年に開発されたニュージャージーのHoward Savings InstitutionによるTele file Systemが挙げられる。

「航空」におけるネットワークは、スケールの大きさという点で画期的であり、SABRE-1は、コンピュータ発達の歴史的に見ても、最初のオンライン予約システムで、かつリアルタイムの計算機利用という点で、意義深いものと云える。このシステムは、当初IBMとAmerican Airlineの共同研究という形でスタートし、1960年代初期に見事開花したものである。

「教育目的」における、初期の、著名な、ネットワークは、Dartmouth大学の学生によって1964年に開発されたDartmouth Time Sharing System (DTSS)である。

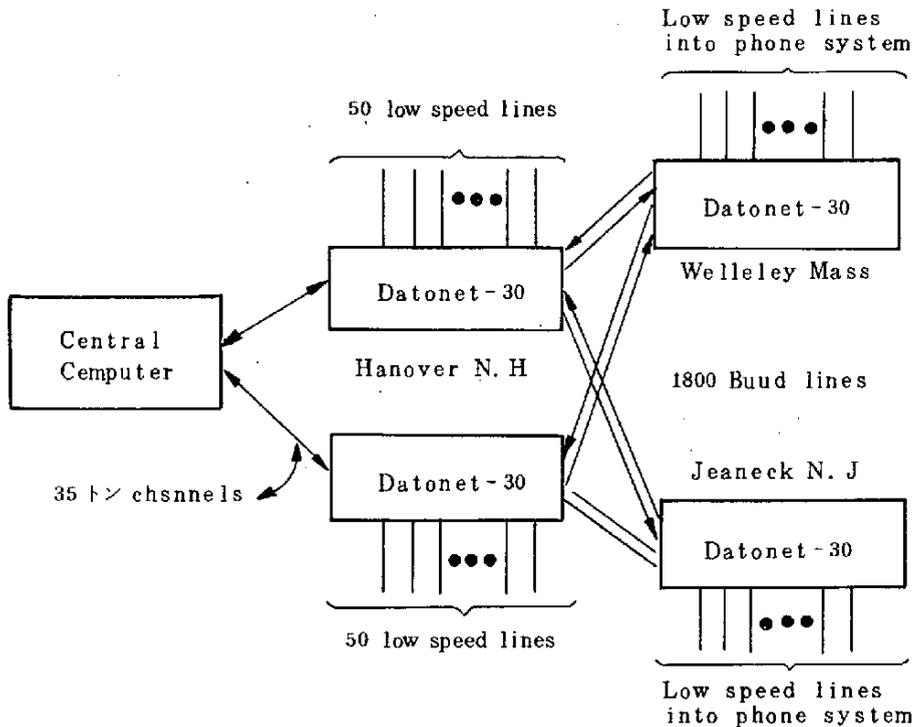


図 2.2-3 Dartmouth 大学の Time Sharing System

これは、Dartmouth 大学の教養学部で、有効に利用されていたが、1967年以降には、他大学とコミュニケーションも行なわれるに到っている。このシステムは、コーザと計算機のインターフェイスの重要性が認識され、学生と計算機間にリモートターミナル等が設置され、簡便なインタフェース方式が発明された点で意義深いと云える。

図 2.2-3 に 1968年のDTSSの構成図を示す。

(2) 汎用的な目的のためのネットワーク

汎用的な目的のネットワークは、1960年代初期に出現している。

これは、MITのMACプロジェクトとRAND、SDCによってなされている。

1960年代の中ごろまでに、タイムシェアリングのネットワークが発達し、市場が形成された。

その代表的な企業として、United computing Services Inc, Utility Network of America, etc があるが、最大かつ著名なものはGEによるMARK IIであり、それは、全米の25の都市と、カナダ、メキシコシティ、サンジェアン、ロンドン、マンチェ

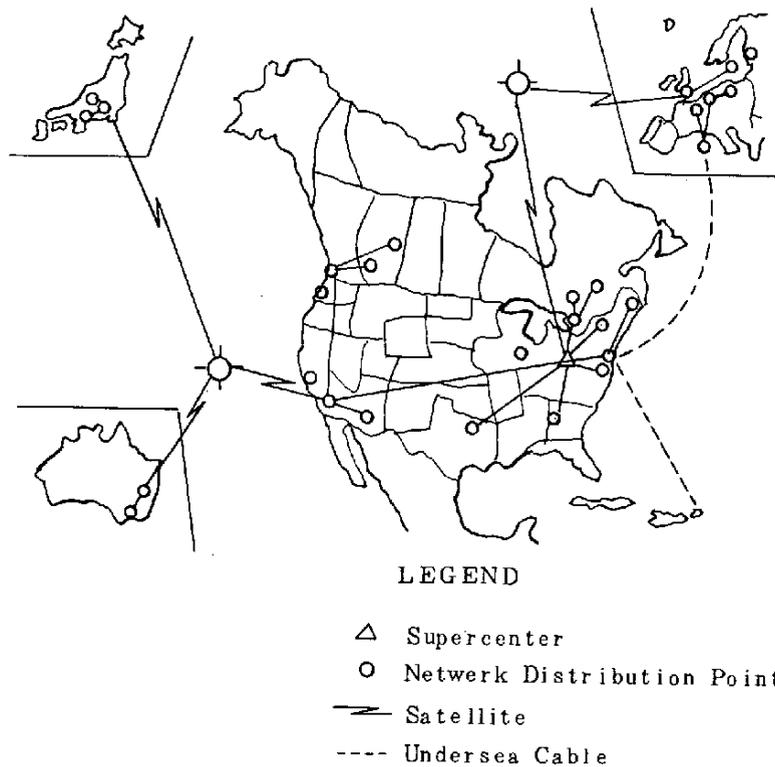


図 2.2-4 GEのTime Sharing Network

スター、ブリュッセル、アムステルダム、パリ、日本の諸国と結んでいる。このシステムは1965年にDartmouth 大学で開発されたOSを利用している点でも興味深い。

最も高度なタイムシェアリング・ネットワークは、Tymshare Inc. ,によるTYMNET であり、これは、全米に80のコミュニケーションプロセッサを有し、26のホスト計算機をアクセスできる。ネットワークの構成は、多重リング型で、星状に結合したノード群から成り立っている。

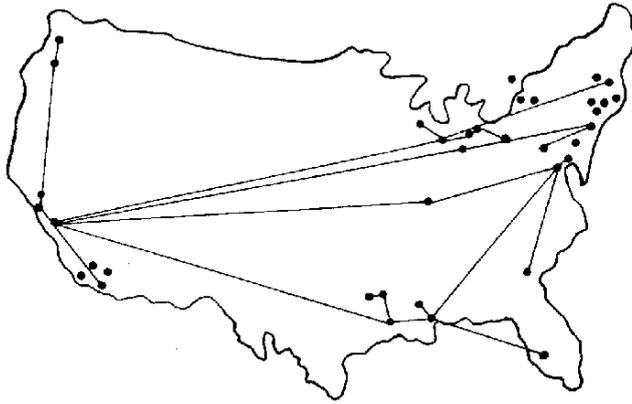


図 2.2-5 TYMNET

2.2.2 コンピュータ指向の分散型ネットワークについて

ターミナル指向の集中型ネットワークの発達と、ほぼ並行して computer 同志を結合する努力がなされている。

最初は、同じ建物内の同型のコンピュータの結合からスタートし、そのインターフェイスのためのハードウェアが開発された。

その2計算機間の結合は発展し、図 2.2-6の(b)にあるような形体になり、その主な例として AUTODIN System がある。

この形体はさらに発展し、図 2.2-6の(c)にあるような、Ring Computer Networkとなる。このネットワークでは、Networking Interface Processor というインターフェイスが、ネットワークと計算機間にとられ、データがリングの中を循環して送られる。Ring Computer Networkは、信頼性という点で、次の分散型のネットワークにとって換られるのである。

ARPANETは、コンピュータ指向の分散型ネットワークという点では、非常に著名であり、かつ非常に高度なネットワークである。

ARPANETは、1969年の終りに、West Coast に最初の4エレメントが設置され、1971年に25ノード、1973年に40ノード、1975年に50ノードに発展している。

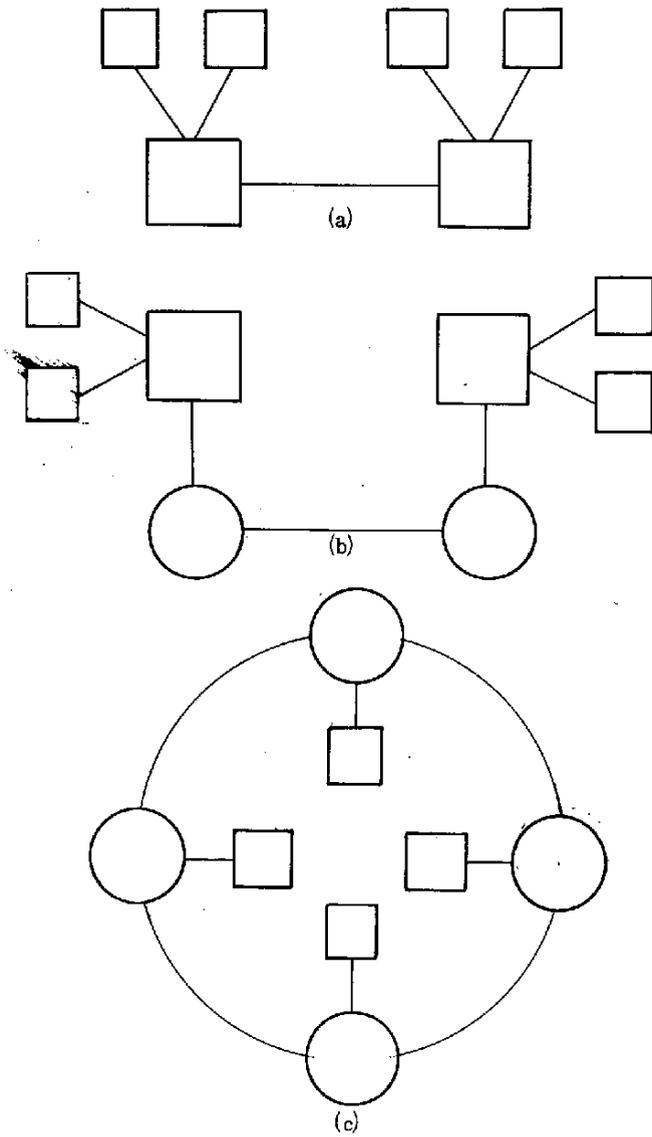


図 2-2-6 Computer to Computer Network
の発展的形態

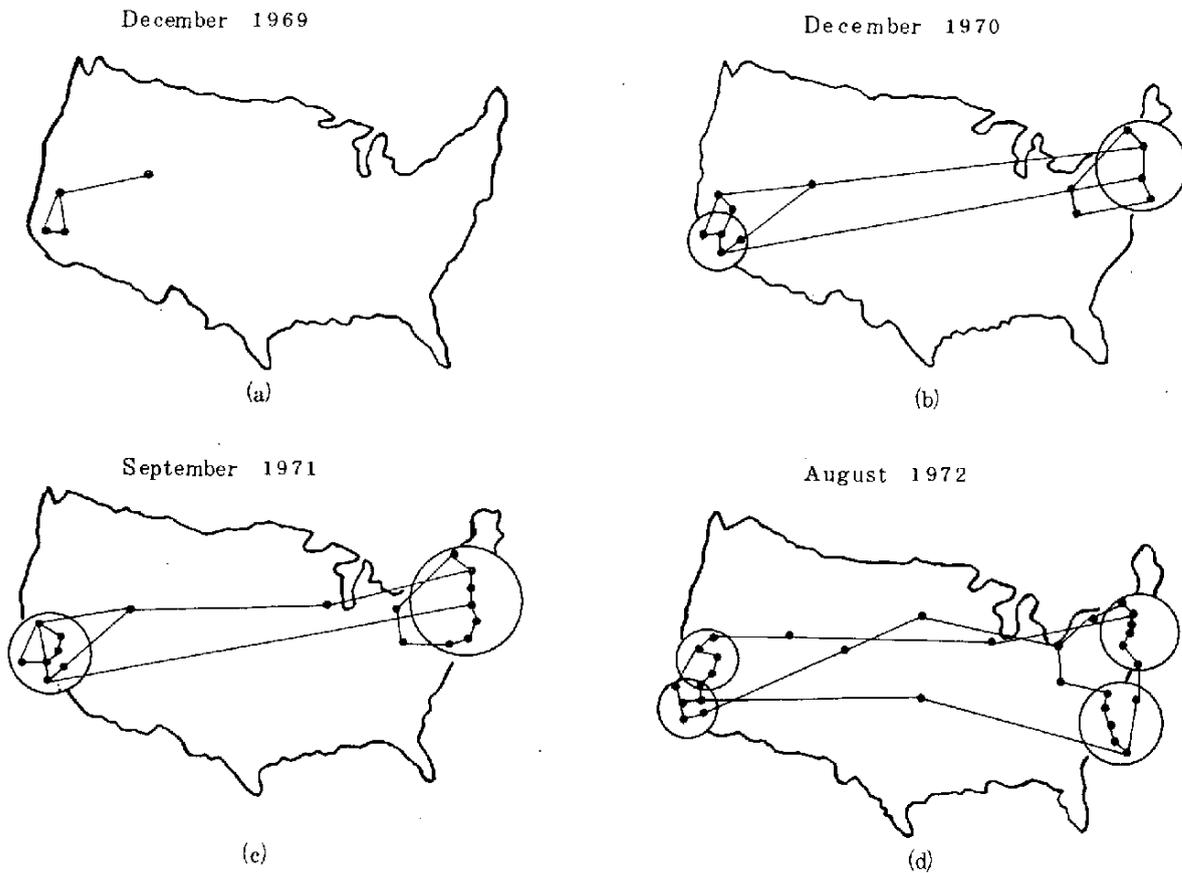


图 2.2-7 ARPANET 网络

このネットワークは、技術的には「パケットスイッチング」を採用し、データをブロックに分割し、目的の計算機へ伝送している。

2.2.3 分散指向の集中型ネットワークについて

それでは、アメリカにおける、これらの異なった発展形態は、将来どのような方向に移行していくのであろうか。これは非常に興味深い。しかも日本のコンピュータネットワークの今後の発展を考える際、見逃がせない問題である。

これに関して、今現在のアメリカにおけるネットワークの現状及び将来計画から次のようなことが云えよう。

それは、今後はコンピュータ指向の分散型ネットワークと、端末指向の集中型ネットワークとの結合がなされるということである。

このネットワークは、集中型ネットワークのターミナルが集中型の計算機に置換された形態であり、コミュニケーションは、パケットスイッチングで行う、一種の集中型ネットワークの拡張されたものである。

この例としては、FAAのAir Traffic Control Networkがあり、これは、21個のAir Traffic Controlの計算機を、適当な場所に有し、背景として、それらの計算機をネットワークループで結合している。このネットワークのノードから放射しているのは、それ自身が、ネットワークが集中したターミナル指向の集中型ネットワークである。

これらは、分散指向の集中型ネットワークと呼べよう。

2.2.4 日本におけるコンピュータネットワーク開発の動機

日本における、企業間、産業間、産業グループ内におけるコンピュータネットワークの開発の動機のほとんどは、利潤追求を目的としている。特に、サービス、売上の増大、情報量増大に基づく合理化がその目的である。

日本の航空会社と、アメリカのCredit Card会社の国際間ネットワークも、日本の航空会社にとっては、アメリカのCredit会社の北米、南米に亘る3,000~4,000のホテルの契約情報を得るというメリットがあり、一方、アメリカのCredit会社にとっては、日本の航空会社のサービス網を使うことによって、より多くのホテルの予約をとれるというメリットを得られ、相互に利益の増大を図ることが可能となったのである。

銀行間の為替システムを、コンピュータ・ネットワークによって結合した全銀システムも、コンピュータ化の目的は、情報量の増大に伴う合理化である。

すなわち、為替の取引量が増大するにつれ、手紙又は電報を介し、暗号による方式では、時間遅れが著るしく、暗号解読の手間が膨大になったことが、大きな原因であった。

コンピュータ・ネットワークを組むことによって顧客へのサービス、他行為事務の合理化、為替決裁資料の作成の自動化がなされたのである。

又、商社の支店間を、国際的に結合したGlobal Message Switching Systemも、一種のコンピュータ・ネットワークであり、人件費の合理化、処理の正確性、スピードアップが主な目

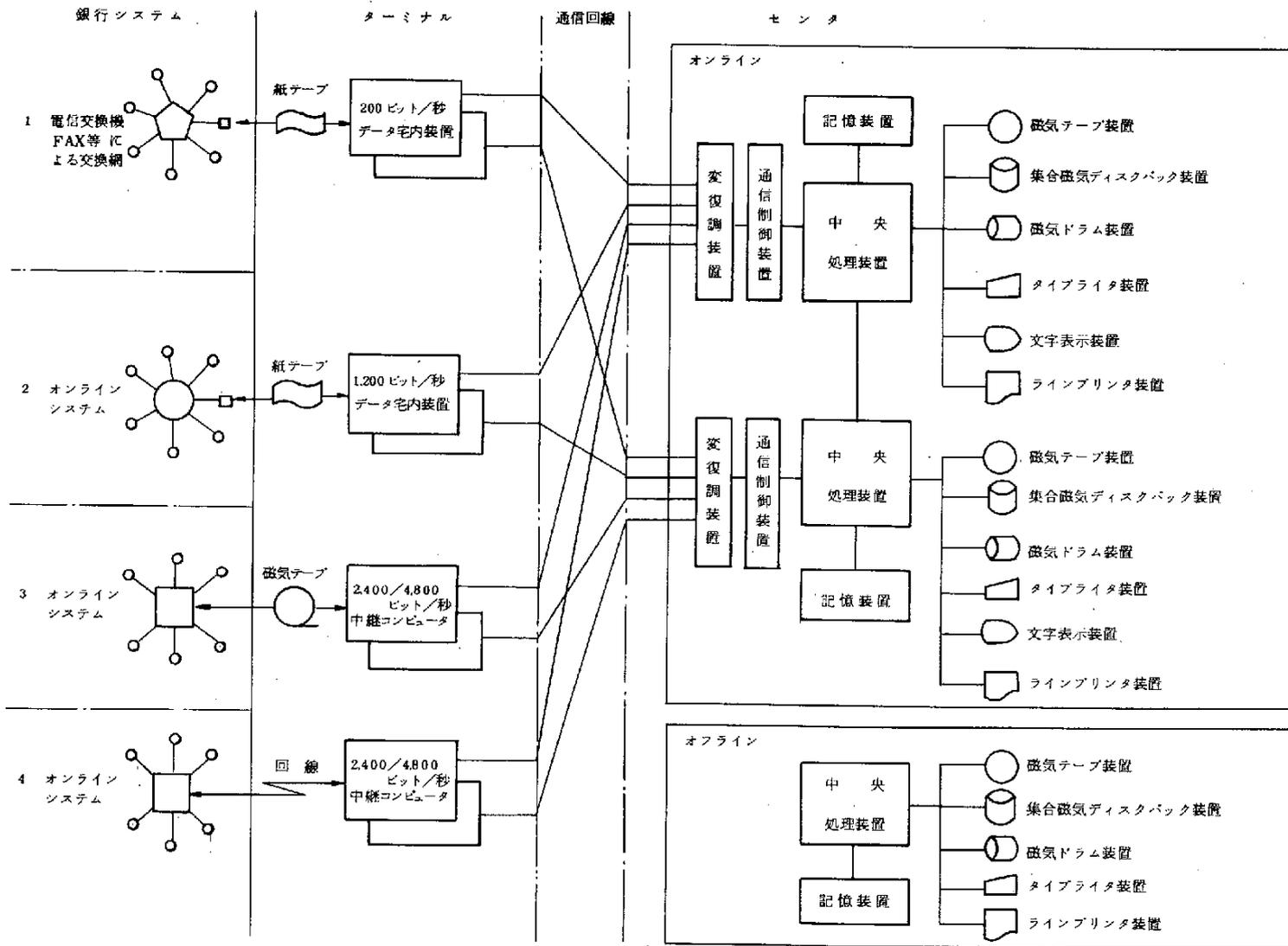


図 2 2 - 8 全銀システム

的である。

公益事業における原料の共同購入を目的とし、2社間を computer で結合し、原料の配線計画、受入、払出計画を詳細に行っている Computer network も、規模の利益がその大きな目的となっている。

KNT（近畿日本ツーリスト）、JTB（日本交通公社）、NTA（日本旅行）の各計算機と、東亜国内航空の座席予約と結合した、東亜国内航空座席予約システムも、航空会社側のニーズと、Agent 側のニーズがマッチしたケースで相互に利益の増大を図ったのである。

しかしながら、以上述べて来たことが背景のすべてではない。経済的理由というのは、どちらかといえば、表面的な事象にすぎない。これらの computer network system が構築された背景には、この system を構成してきた、産業間あるいは国際間の組織、委員会が存在し、computer 化する上での標準化等の communication に重要な役割を果たしているのである。

これの顕著な例が、航空関係である。

航空には、国際間の諸事の協定（ex. 地上施設の協定、事故に関する協定）に関する ICAO - (International Civil Air Transport Organization) なる組織があり、その下部機構に IATA (International Air Transporter's Association) がある。この IATA では、「協調と競争の分離」を原則に、航空会社間のミーティングを行い、航空会社間の運賃、整備、技術の取り決めを行っている。

IATA の主な作業の中に "Standardization" があるが、そこで航空機の着陸方式、飛行場のレイアウト、computer to computer の結合方式 (Link Control Format の設定 etc) を決定するのである。

IATA の組織は、いくつかの Conference から成立しているが、その主なものは、

- ① Traffic Conference
- ② Legal "
- ③ Financial "
- ④ Technical "

等であり、Computer Group は、①の Traffic Conference に属している。運営資金は、各航空会社から提供されており、この meeting にはメーカ、他産業も参加している。

先の日本の航空会社と、アメリカの Credit 会社間のネットワーク結合の契機も、この meeting から起っていることを考えると、この meeting の有する意義が推測されよう。

銀行間にも、航空と同様の組織が存在し、これは、全銀協と呼ばれ、昭和 20 年に創設され、各銀行協会の 75 の連合体から構成されている。

全銀システム構築の際には、事務管理部が中心になり、昭和 42 年から、帳票類の統一化等の標準化が行われ、コンピュータ化に大いに役立ったのである。

このような、事業内のシステム化における標準化促進の動きは、近年とみに高まっている。商社とメーカ間の受注情報は磁気テープで送受されているが、大手ミルについては、産業内のコー

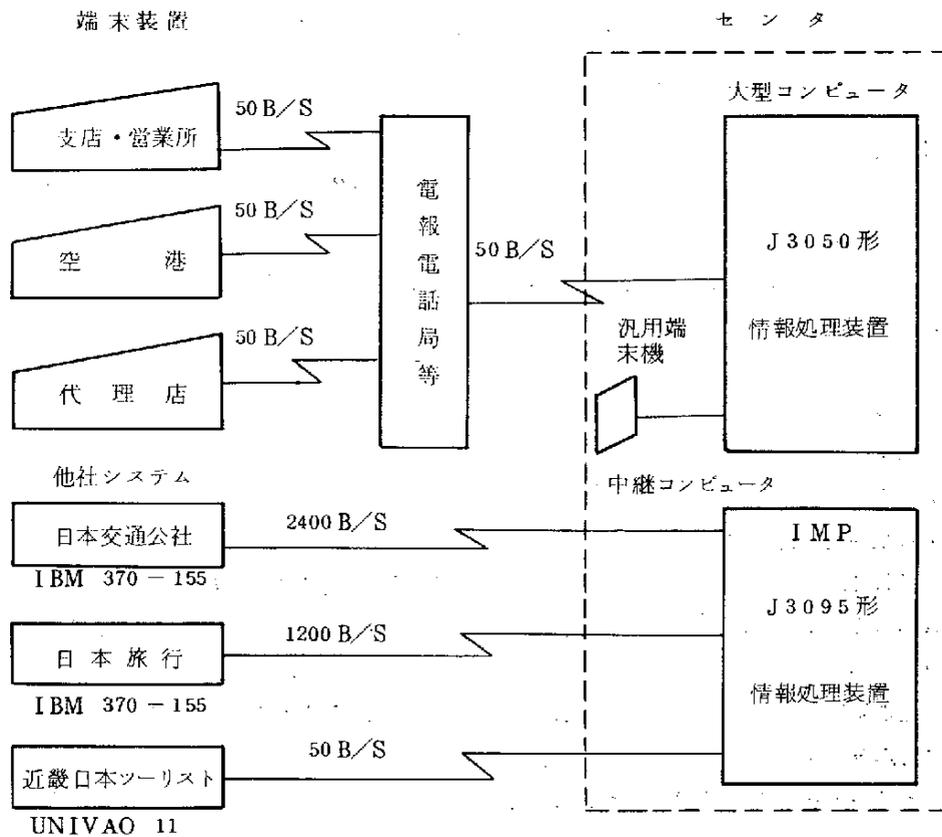


図 2.2-9 東亜国内航空システム

トは或る程度標準化されており、産業間の標準化に関しては、商社連合と、大手ミル連合の話し合いで、決まるケースも多いようである。

以上述べて来たように、産业内、産業間のコンピュータ・ネットワーク形成の背景には、単なる経済的動機だけでなく、業界全体の標準化指向の姿勢が、その基盤となっているからである。

しかし、IATAに見受けられるように、これらの標準化の指向が、国際的な機運を契機として行なわれているケースが多く、日本独自で標準化を指向し、国際間の協調を図るといふ動機が、あまり見受けられないのは、残念と云えよう。

2.2.5 日本におけるコンピュータ・ネットワークの現状と将来

それでは、日本におけるコンピュータ・ネットワークの現状は、アメリカにおける発展過程と対比して、今どの過程にあるのだろうか。

日本の航空会社—アメリカのCredit会社間のネットワーク、全銀システム、東亜国内航空シ

システム、等を調査した限りでは、日本では少なくとも、ターミナル指向型の集中型ネットワークの段階では、ほぼ最終的段階までに到っているようである。そして、その延長上で分散型の computer network 突入しつつあるように見受けられる。

しかしながら、コンピュータ指向の分散型ネットワークのカテゴリーから見れば、かなり初期の段階のようである。

公益事業間の原料輸入に関する computer network は、コンピュータ指向の分散型ネットワークの中では、図 2.2-6 の(a)に相当し、最も単純なネットワークといえる。

全銀システム、東亜国内航空システム、航空会社(日本) - Credit 会社(米)のネットワークは、いずれも異機種間を結合している点の特徴であり、かつ、いずれも、異機種間のインターフェイスをとるために、中継コンピュータ(IMP)を設置し、伝送制御手順のマッチング、コード変換、伝送速度の調整を行っている。

しかし、これらは完全なコンピュータ指向の分散型ネットワークではない。ターミナル指向の集中型ネットワークの端末が、コンピュータに置換したネットワーク形体で、分散型よりは、むしろ集中型に近いといえよう。

それでは、今後の日本のコンピュータ・ネットワークは、どのように発展していだろうか。これらの集中型ネットワークが発展し、分散型のコンピュータ指向ネットワークへ止揚していだろうか。

その見通しは、非常に難しいと思われる。また、仮に実現したとしても、膨大な時間を費やすことが予想される。

その理由としては、以下の2つが考えられよう。

- ① コンピュータ指向の分散型ネットワークの形成には、企業のニーズ、資金調達から考えて、現在の経済的動機の延長上では、達成が困難であること
- ② 分散型ネットワーク形成の際の標準化が、産業間の試行錯誤による積み上げでは、難しそうなこと

従って、今後のコンピュータネットワークの発展のためには、現在の延長上ではなく、予め、分散型のコンピュータ指向のネットワークを構築し、そこに集中型の計算機を結合していく style が、より早く目的へ到達しうるように考えられる。

これは、現在アメリカで、進行しつつある分散指向の集中型ネットワークとも同じパターンであり、今後、この方向に日本のコンピュータ・ネットワークも進んでいくと予想することが、最も妥当ではないだろうか。

2.3 (実例Ⅰ) 労働省ネットワーク計画

2.3.1 労働省における情報処理システムの概況

労働省の情報処理システムは、大別して労働統計関連のもの、労働行政の個別業務に関連したものとの2つに分けられる。前者は、大臣官房統計情報部が担当しており、後者は大臣官房保険徴収課、労働基準局保険業務室、職業安定労働市場センター業務室が夫々担当している。

労働省には、各県に労政事務所、労働基準局、労働基準監督署、婦人少年室、公共職業安定所、人材銀行等の関連機構があり、情報処理に必要な各種データは、これらの機関から地方庁の主管課を通じ、あるいは通信回線によって直接中央の所管組織に送付され、処理される。

昭和40年に労働市場センターに電子計算機が導入されてから、逐次各所管課にも電子計算機が導入され、また労働市場センターのデータ通信網の完成に伴って、他の組織も直接あるいは間接にこのネットワークを一部共用するようになってきている。(図2.3-1)

労働統計情報システムはOUK9400型電子計算機(現在上位機種にレベルアップ中)によって、毎月勤労統計調査をはじめとする各種労働統計ならびに職員の給与計算をバッチ処理で行っているほか、労働市場センターの通信網と直結して、都道府県労働基準局と職業安定主務課に対して情報の提供を行っている。これをLOIS(Labour On-Line Information System)とよんでいる。LOISでは地方庁に対するほか、省内の政策担当各課にもカラーディスプレイを設置して自由に情報の検索や加工をできるようにしている。

労災保険システムでは、UNIVACⅢおよびOUK9300型電子計算機によって、労災保険の給付業務と労災年金の支払業務を行っている。これらの関係のデータは、現在のところ労働基準監督署ならびに地方労働基準局から郵送されている。

労働保険徴収システムでは、労災保険および雇用保険の保険料の徴収に関する業務を行っている。電子計算機は労災保険システムのUNIVACⅢを共用しているが、データは地方労働基準局ならびに雇用保険課から、労働市場センターの通信網によって伝送されて中央交換機であるFACOM2230-60電子計算機の磁気テープに記録され、磁気テープ渡しとなっている。

労働市場センターシステムは、雇用保険の被保険者の台帳整備と、職業紹介業務を行うため、昭和40年に機械化され、3年計画で全国約600個所の端末とのネットワークを完成した。その後業務の進展に伴って、規模が拡大され、現在では主計算機としてUNIVAC1108、ネットワークの制御にFACOM230-60を使用している。

端末には、紙テープによるさん孔タイプライタと紙テープ送受信装置のほか、即時職業紹介用のOMR端末装置、CRTディスプレイ装置なども設置している。雇用保険関係のデータは、リモート・バッチで処理されるため、FACOM230-60の磁気テープに記録され、まとめてUNIVAC1108に渡される。職業紹介関係と雇用情報関係のデータは、リアルタイム処理のため、FACOM230-60とUNIVAC1108を連結している42Kb/sの通信回線で直ちにUNIVAC1108に引渡されて処理されるようになってきている。

また前述のように、FACOM230-60は、1200b/sの通信回線で、統計情報部の

OUK9400と結ばれているので、この電子計算機と各端末との情報交換も可能である。FACOM230-60は、データの収集配分のほか、メッセージ交換の機能も持っている。

2.3.2 情報システム一元化の動向

労働市場センター・システムは、昭和42年までの3ヶ年計画によって、一応の完成はみたものの高度経済成長の影響による業務量の増加と、システムの改善のため、年々拡大整備が必要であった。この間に、全業務の即時処理化の要望も強くなってきたので、基本的な将来構想の確立が必要となってきた。同じ頃、行政官庁間においても、行政情報システムの推進が叫ばれるようになり、行政情報網(AICON)の構想も出されてきたので、これらを勘案して、将来労働市場センター・システムを中核とした労働省情報センターに発展させようという計画が樹てられ、局議の諒承を得た。表2.3-1はこの労働市場センターの将来構想である。

この間に、労働省内各局の情報処理に対する関心が次第に高まって、各種の情報提供サービスを行うためのシステム要求が出されるようになった。これらを統合調整して労働情報センターとして一元的にサービスを行う必要が生じてきたため、昭和44年8月に労働情報センター準備室が設立された。

準備室では、昭和45年から47年までの3ヶ年計画で、省内情報体制の整備と、各局電子計算機の一元化を行おうとしたが、予算化に至らなかったため、統計情報部の情報提供機能を強化するに止まった。

このように、労働省の情報処理体制は各局毎に行われていたが、昭和48年に至って、霞ヶ関に庁舎を新設する計画が具体化するに及んで、電子計算機業務の一元化問題が再び表面に出て来た。このため、大臣官房審議官を中心とした検討委員会が作られ、労働行政における電子計算機業務の一元的処理体制を形成することとなった。

委員会において検討の結果、次のような基本的構想が策定され、労働省各局はこの方針に基づいて、夫々のシステムの拡充改善を行なうこととなった。即ち、今後のシステムは、中央と地方をオンラインで結んだものとする。この全国ネットワークは全省的立場で一元的に利用するものとする。また、業務処理のための電子計算機は超大型に集約することは必ずしも得策ではないので、業務の性質、量に見合った機能を有するコンピュータ・コンプレックスとして、関係部局の必要に応じて導入することとする。但しこの場合でも、データ・ファイルの相互利用、磁気テープの互換性等には十分留意し、使用するプログラム言語はコボル、フォートラインあるいはPL/1等の共通言語によることとした。さらに全国ネットワークについては、開発中の電々公社のデジタル・データ網あるいは行政情報網を極力利用することとした。図2.3-2はこの構想による労働省情報システムの概念図である。

2.3.3 雇用保険トータル・システムの計画と実施

労働市場センターのシステムは、雇用保険の被保険者の台帳処理の合理化のために作られたものであるが、データの入力を行う公共職業安定所の窓口業務の簡素には必ずしもなっていない。しかしながら図2.3-3に示すように、窓口の業務量は年々増加してゆくばかりでなく、数年のう

表 2.3-1 年次別労

業務等区分		計画年次	労働市場センタ			
			第 1 次 計 画 39 ~ 42 年	第 2 次 3 カ 年 計 画		
				43 年	44 年	45 年
対 象 業 務	個 有 業 務	職業紹介関係業務 求人・求職の照合 求人連絡 労働市場情報 その他 失業保険関係業務 被保険者台帳処理 照 会 給 付 業 務 徴 収 関 係 業 務 そ の 他 統 計 業 務 訓練関係・適性検査	バッチ処理 情報交換		リアルタイム 化・ランダム アクセス	
	共同業務	分 析 業 務 人 事 管 理 給 与 計 算 一 般 統 計			TSS	
行政管理	情 報 (MIS) 管 理 情 報 管 理 情 報 管 理 情 報 管 理 情 報	管 理 情 報 管 理 情 報 管 理 情 報 管 理 情 報				
機 器	機 械 シ ス テ ム 関 係	処理用電子計算機 中央交換装置 データ伝送装置 さん孔タイプライタ その他関連通信機器 等 整備	連 動	電子計算機交 換機増強リア ルタイム端末 機 9 8 台 設 置 TSS 端末設置	リアルタイム 端末機 111 台 設置 回線増強	
経 費	年次別所要経費概算	39年 8億9,000 万円 40 13億5,000 万円 41 16億6,000 万円 42 14億5,000 万円	億 万 20 9,000	億 万 24 6,000	億 万 20 7,000	
組 織	組 織	労働市場センター				

働市場センター業務計画

一の必要機能				備 考
将 来 計 画				
準 備 期 (46~47)	第 1 段 階 (48~)	第 2 段 階	第 3 段 階	
		模写電送 テレビ電話		将来は紹介のリアルタイムに併せ 事業所情報の模写電送、採用試験 のテレビ電話使用も可能となる。
	光学 文字読取 台帳検索 バンキングシ ステム			端末入力は一原票より直接行う。 台帳内容の検索は磁気テープ検索 機により即時的に行えるように なる。
ターンアラウ ンド				遠職判定のための資料を随時提供 できることとなる。
TSS				
データバンク リモートパッチ リモートパッチ		コンピュータネッ トワーク		将来は行政情報ネットワークによ り各省庁が資料を自由に交換でき るようになる。
データバンク データバンク リアルタイム				
TSS端末増 設	OCR設置 ランダムアクセスファイル増強 バンキング端 末磁気テープ 検索機	サブセンター 設置 省内各計算機 連動	行政ネットワ ークとの連続	リアルタイム端末機はマークリー ダ・プリンタから構成される。一 部の機器にはテーブリーダーが附設 される。 なお全端末のリアル化には残り約 250所にオンライン・プリンタ の設置を要する。
各年 億 21~22	新規分 各年10億	新規分 各年15億		
	労働省情報センター			

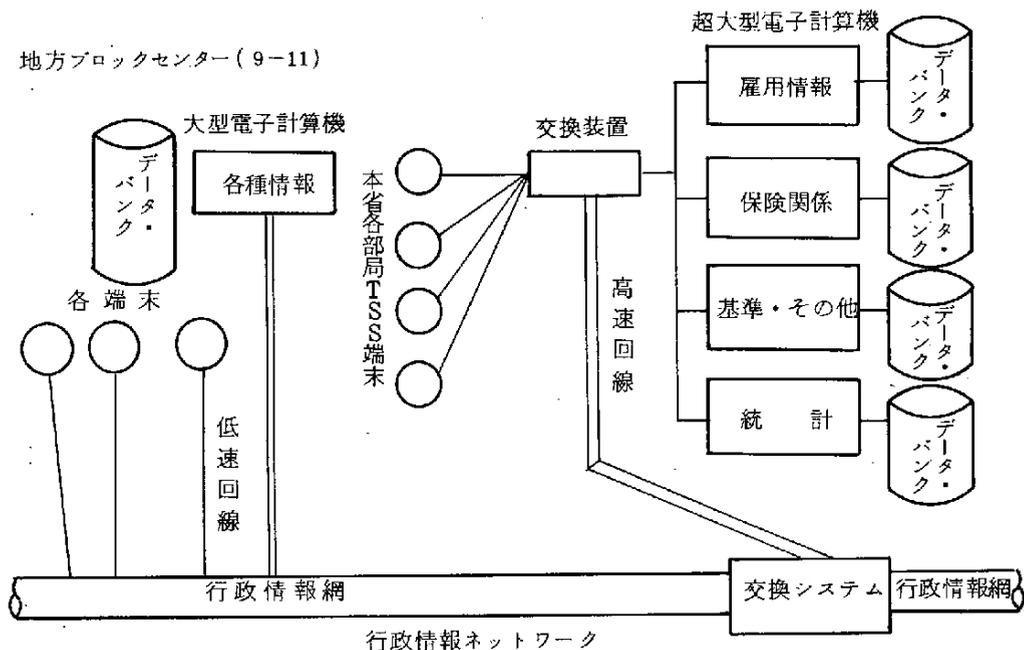


図 2.3-2 労働省情報システム構想

ちに雇用保険を全事業所に適用することが決まったので、従来のように窓口事務を手作業で行うことは不可能になる見込となった。これを解決するために、新たに雇用保険トータル・システムを計画し、安定所の窓口業務を全面的に機械化し、リアルタイムで処理することとなった。このためには、新しく安定所の窓口に応用業務および給付業務に適した端末装置を設置する必要があり、またセンターには6千万人の被保険者台帳、3百万人分の支給台帳、3百万所分の事業所台帳を、ランダム・アクセス・ファイルに収容した超大型電子計算機の導入も必要となった。

これらの導入には、端末装置だけでも百億近い経費が見込まれ、電子計算機および回線の借料も年間50億円程度が必要であろう。しかも、この新しいシステムと労災保険で計画している新電子計算機を設置するには、電子計算機庁舎を新築しなければならなくなった。

労働市場センターでは、これらの計画を昭和48年度からの7ヶ年計画で達成することとし、とりあえず48年度には、東京・大阪・神奈川の3都府県について、給付のみの即時処理システムを先行的に実施することとした。

先行システムの電子計算機としては、FACOM 230-45Sを使用し、給付の窓口装置としては、銀行預金機に似た専用の給付窓口機を新たに開発して使用することとし、昭和50年度より実施された。これによって前記3都府県における失業保険金の支給業務は著るしく軽減されるに至

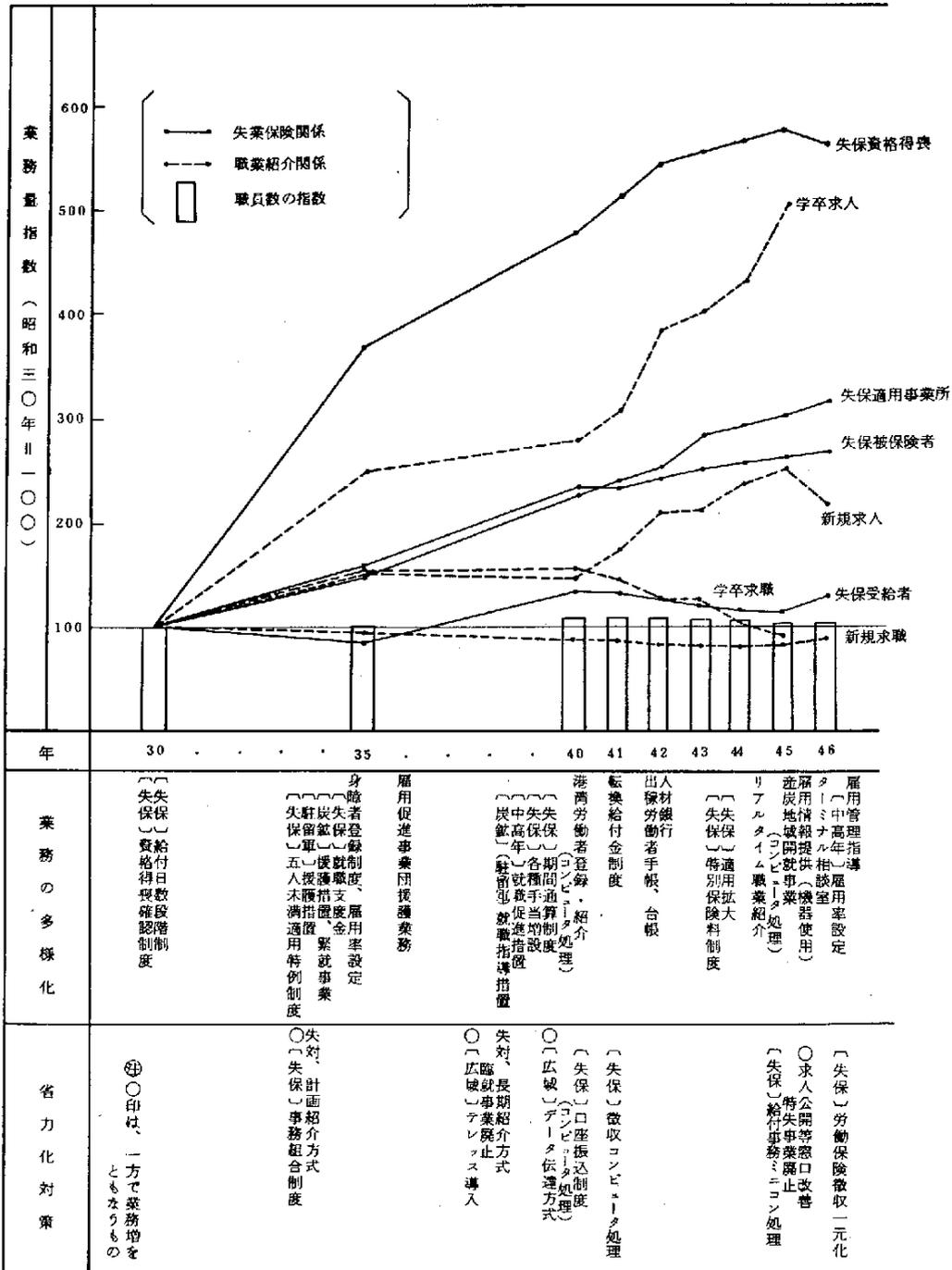


図 2 3 - 3 公共職業安定所主要業務量の推移

ったのである。

先行システムの成功に勢を得て、労働市場センターは、新庁舎の建設予算獲得に全力をあげると共に、窓口業務の方式検討、新端末装置の開発に、電々社はじめ各メーカーの援助を得て努力してきたのである。幸いに新庁舎は51年度予算で認められ、トータル・システムへ一歩前進することとなった。

雇用保険の窓口業務に使用する端末装置については、48年以来部内で検討して来たが、業務の簡素化のためには、どうしてもカナ文字を含めた手書きOCR端末装置の開発が必要と考えられた。これについては、各メーカーに打診したところ、52～53年頃には相当のものが実現可能との意志表示があったので、実現化に努力することとし、共通仕様を電々公社に委託するとともに、約3万6千事業所について、手書き文字のサンプルを採集することとした。OCR端末機については昭和51年度中に、実験をし、試作機を作成する準備をしている。このようにして、現在検討開発中の端末装置は、端末制御装置（ミニコン）を中心として、これにOCRをはじめ、業務に適した各種窓口機を接続したものとなる。こうした端末装置は経費が相当かかる見込で、全国800の端末に設置するには膨大な予算が必要となる。したがって、極力コストを下げることに、業務量の少ない端末には、簡易安価な装置を開発することを検討している。

さて、中央の電子計算機についていえば、業務処理の形態からみれば、地方ブロック毎に電子計算機を設置し、コンピュータ・ネットワークを組むほうが効果的であるとの意見が以前から出されていたが、行政の組織、要請、あるいは庁舎の問題等を考慮すると、これは現状では実現が非常に困難と予想されたので、やむなく中央集中方式を採用することとなった。このため中央の電子計算機は非常に巨大なものとなる見込である。

この電子計算機の機能・構成については、昭和48年に既に電々社はじめ各メーカーに提案を求め、提案書を受けているが、IBM以外は大同小異の内容であり、とくに膨大な磁気ファイルの障害対策については、満足できるものは1社もなかった。庁舎建設が51年度に延期されたのに伴って、電子計算機の導入も1年延びる可能性が出たため、51年度において再度提案書を求めることを考慮している。

通信ネットワークについては、実現化の見通しが怪しい公社のデジタル・データ網を利用することとし、公社に申し入れを行なった。デジタル・データ網の内容が明確になり次第、プロトコルやIMP（Interface Message Processor.）の問題についても検討を開始する計画である。

雇用保険トータルシステムの完成には、約100億の経費が必要とみられるので、現在のような低経済成長下においては、54年から、2乃至3年の期間を要するものと思われる。しかし、完成までの期間が長いと、現行システムからの移行は容易ではないであろう。

2.3.4 労働省情報ネットワークへの発展

前述のように、労働省内の各情報システムが一元的に総合化された労働行政情報システムへと発展することが、労働省における永年の希望であったが、現実には、担当各部局の予算化努力、

技術格差、あるいは組織間の問題等もあり、足並がそろわなかったのであった。

しかしながら、労働市場センターの雇用保険トータル・システム化の構想が樹てられた時点から、このトータル・システムが労働省情報システムの中核とならなければならないことを痛感し、システム設計に当っては、常に省全体のシステムとして考慮することとした。また、他部局のシステム変更やレベル・アップについても、この方向で委員会から強力な助言を行っている。

即ち、デジタル・データ網によるネットワークの共用ばかりでなく、端末装置の仕様や、端末のアドレス、プロトコル、データ形式、プログラム等全般に亘って、極力共通化を図ることとしている。さらに、システム完成の見通しが立つ頃までには、ホスト・ホスト間プロトコルの確立による、リソース・シェアリングの体制も整備してゆく計画である。また、将来はデジタル・データ網を通じて、他省庁とのコンピュータ・ネットワークにも参加することを考えている。

以上のような体制が整備されるのは、恐らく昭和57～58年頃と見込まれる。

2.3.5 システム形成上の問題点

昭和51年から54年にかけて、労働省情報ネットワークの基礎が形成される見通しであるが、デジタル・データ網の完成時期等を考えると、多くの問題が残されている。

まず、端末装置や中央電子計算機の規模や機能の決定が急がれているが、デジタル・データ網の各種条件が未だ明確にされていないため、詳細仕様をきめられない状況にある。

つぎに、業務の中心となる端末OCRが、希望どおりの性能を持つか、価格が安くできるか等も、一つの賭けであり、これによってシステム完成時期が左右されるであろう。

また、中央における龐大な磁気ファイルの障害対策をどのようにすればよいか、ということは、システム運用上重大な問題であるが、これについても未だ検討中で、確信の持てる対策がない。

さらに現行システムからの移行は極力短期間に行わなければならないが、これをどのようにすれば円滑にできるか、また、現行システムの端末装置を将来どうするかなどの問題もある。

このほか、多数の問題点が想定されるけれども、限られた要員でこれらの問題をどのように解決してゆくかも、大きな問題である。

2.4 (実例Ⅱ) 関西電力におけるコンピュータ・ネットワーク

関西電力では、電力の生産・流通ラインのオートメーションの分野において多数の制御用コンピュータの導入を進めている。これはコンピュータによる電力系統制御の階層的処理をねらいとするもので、いわゆるARPA型ネットワークとはいささか趣を異にするものであるが、各階層間のコンピュータをデータ伝送回線で結んだ一種のコンピュータ・ネットワークを構成しつつあり、これを階層制御システムと呼んでいる。以下この階層制御システムについて紹介する。

2.4.1 電力系統と階層制御システム

電力系統は電気エネルギーを生産し、これを輸送、配給し、消費するという一連の機能をもった巨大なシステムであり、その構成は水力・火力・原子力発電所、送配電網、変電所および工場や一般家庭の負荷などから組立てられており、地域的に大きな広がりを持っている。したがってコンピュータによって電力系統制御を自動化する場合、全系統のすべての情報を中央に集めて処理する集中方式では情報の伝送路が極めて大がかりとなるうえ、万一計算機が故障した場合すべての機能が停止するので、経済性からも信頼性からも得策ではない。

幸い電力系統は500KV - 275KV - 77KV - 6KVといった電圧階級に応じた階層構造をなしており、その運用組織も図24-1に示すように中央給電指令所を頂点として、その下に多数の給電所、制御所が配置された形となっているので、これを自動化するにあたって、上記運用組織の各階層にその規模に応じたコンピュータ・システムを導入し、これらを情報伝送で有機的に結合した階層制御システムの構成が望ましい。

階層制御システムの有利性をまとめれば次のようになる。

(1) 電力系統の構造に適したシステムであること

電力系統が電圧階級に従った階層構造をもち、かつ地域的に分散しているので、地域単位あるいは局地的に判断処理できる事項が多く、分散されたシステムで処理可能である。

(2) サブシステムの専門化によるシステム応答性の改善

電力系統制御システムの動作は迅速な応答性が要求されるが、一ヶ所に集中した制御システムでは同時発生した複数の制御要求に対し直列的な処理を行うため処理時間の遅延を招く危険性がある。これをサブシステムの分業、専門化により改善しようとするものである。

(3) 自動化システムの信頼性を確保しやすいこと

連続稼動を原則とした自動化システムにおいて部分的な停止がシステム全体に影響しないように、また階層間あるいは人によるバックアップが部分的に可能なように分散したシステム構成が望ましい。

(4) 電力系統の拡大、変更への柔軟な対応が可能

電力系統ではさけることのできない系統の拡大、変更あるいは運用機能の変更、システムの拡張などを部分的かつ段階的に容易に行うことができる。

2.4.2 システムの構成

階層制御システムにおける各所の自動化内容は運用組織の上位レベルでは全系の最適運用をは

中央給電指令所

500KV系統の操作指令ならびに需給調整など、
全系的全社的に総合判断を必要とする業務。

系統給電所

275KV・主要154KV系統の操作指令
ならびに 給のバック・アップ業務。

地方給電所

支店内負荷供給系統の操作指令
ならびに支店内負荷の管理。

負荷制御所

管轄する負荷供給発電電群の
運転および資産管理。

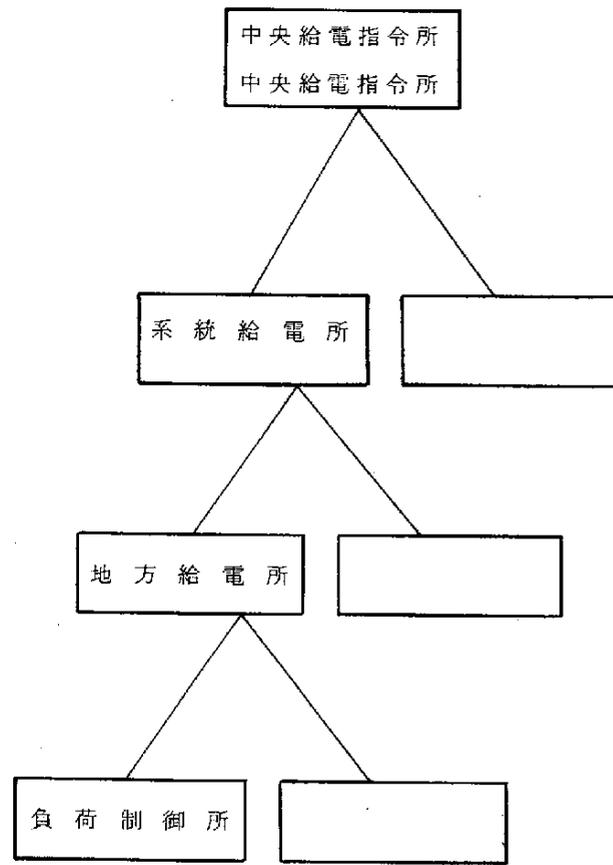


図 2.4 - 1 電力系統運用組織

かるための運用計画および全系に関する制御に重点があり、下位レベルに従って個別機器の運転操作の比重が高くなる。

これを計算機システムの面からみれば、上位レベルに行くほど処理内容が複雑となり、取扱うデータも大量となるので、大型計算機の能力が要求されるようになる。逆に下位レベルに行くほど処理内容が単純でデータ量も少くなる反面、処理周期が短くなるなど制御用小型計算機に適した性格を帯びてくる。

とくに階層制御システムの頂点となる中央給電指令所においては、翌日の運用計画計算、全系の電力需給経済制御などの複雑、大規模な計算能力が必要とされる。しかしながら、中央給電指令所にこれ専用の大型計算機を設置することは設備利用率、投資効率の点からみて得策ではない。このため、関西電力では全社業務総合機械化のために中央計算所に設置した大型汎用計算機と、中央給電指令所に設置した小型衛星計算機を高速伝送回線で結んだトータル・コンピュータシステムを完成し、昭和42年から今日迄良好な運用実績を収めている。

一方、階層制御の下位レベルにおける自動化は、電力システムの自動監視や自動記録など単純定型的な業務の省力化が主体となる。関西電力では将来の発電所数の増加に対応して行くため、電力系統運用の長期的な自動化構想をたて、昭和48年から第1次5カ年計画に基づいて系統給電所、地方給電所、負荷制御所など系統運用組織の各階層に小型制御用計算機の導入を順次進めており、現在その数は50台にのぼっている。これらは、各所内の個別の自動化から出発して順次データ伝送回線でコンピュータ相互間を結んだ総合的な自動化へ発展しつつある。

図2.4-2は関西電力における階層制御システムの構成図であり、トータル・コンピュータシステムを頂点とするコンピュータ・ネットワークを指向している。

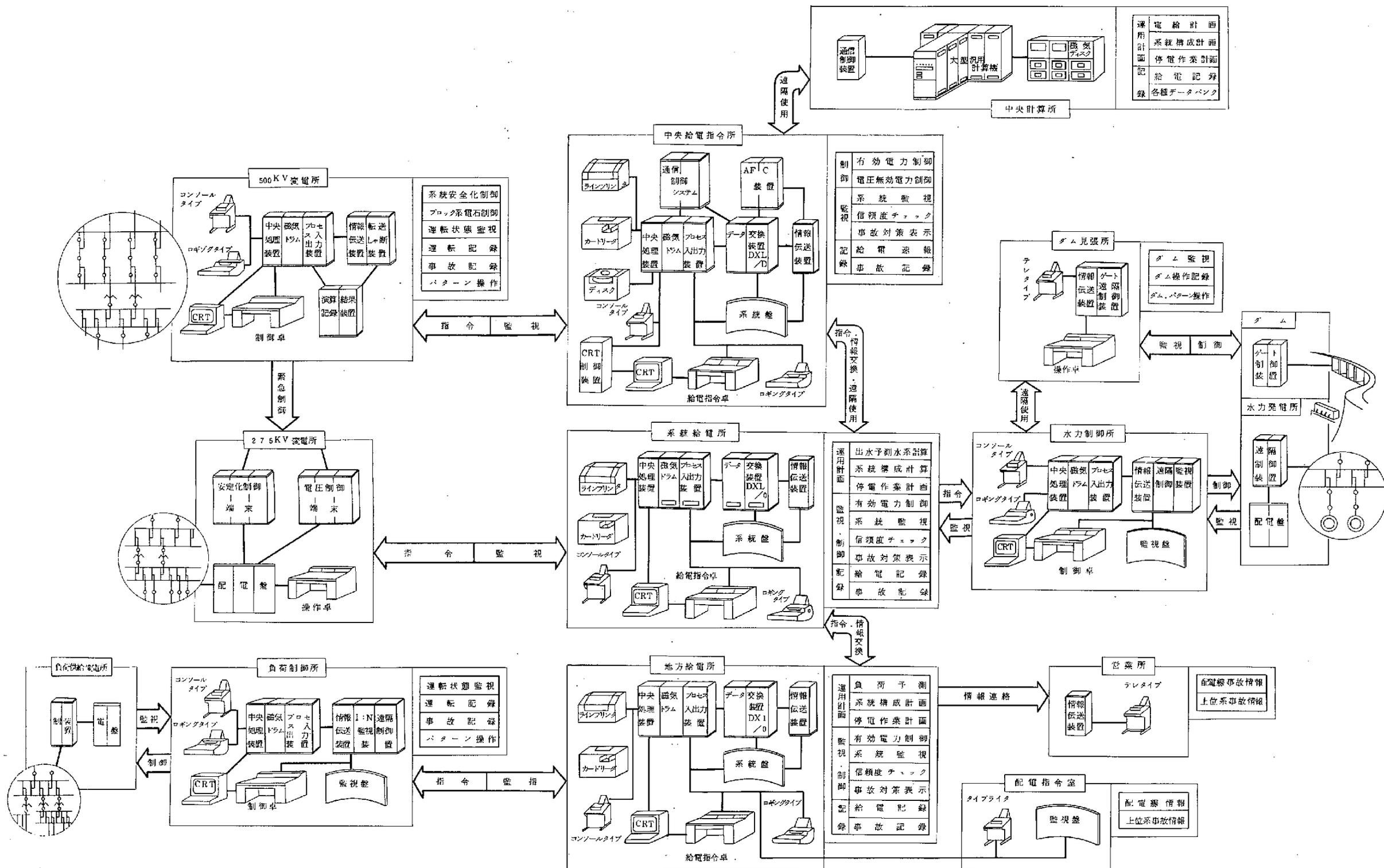
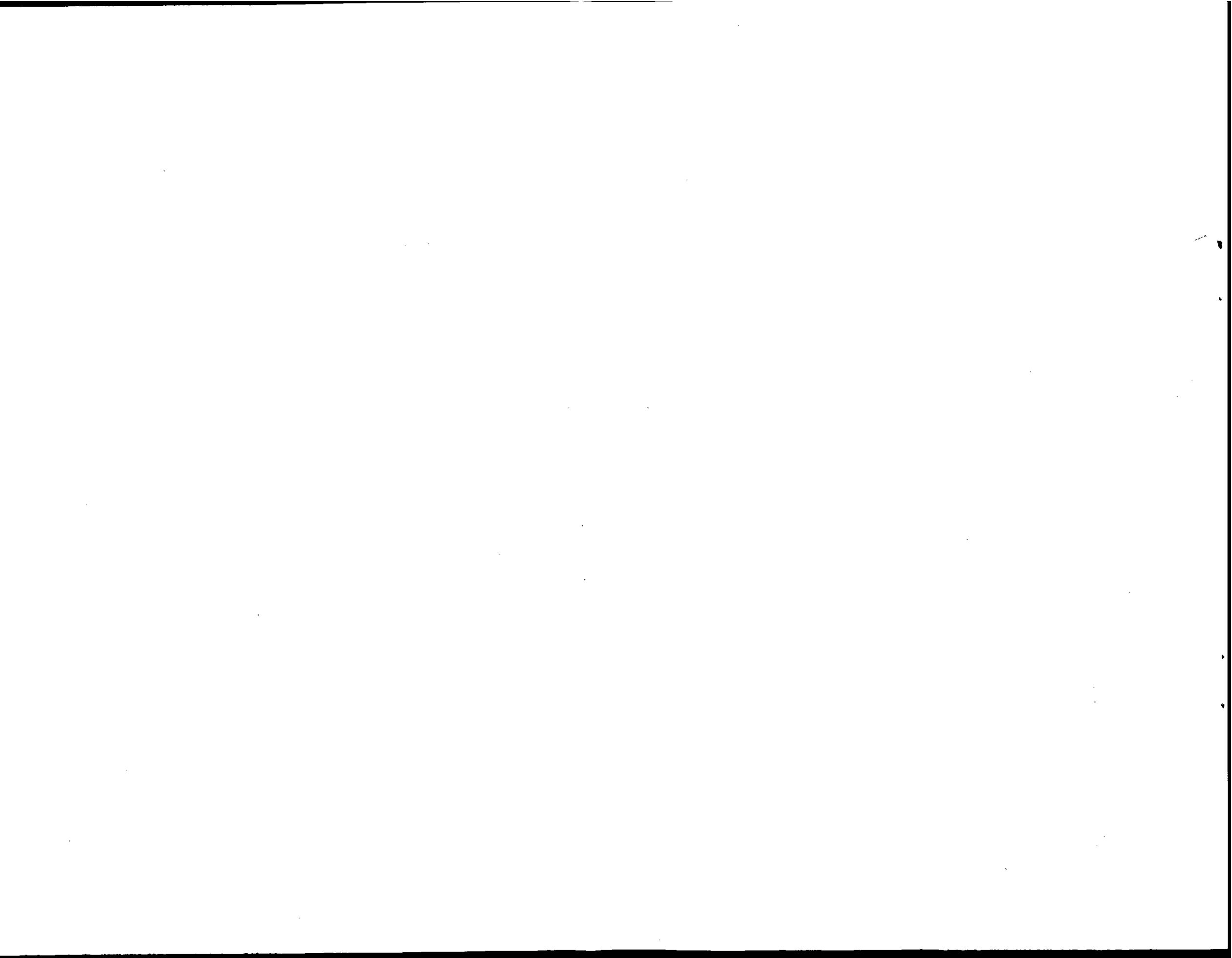


図 2.4-2 電力系統階層制御システムの構成



2.4.3 コンピュータ結合方式

階層制御システムのコンピュータ結合方式を大別すると、

- (1) 中央計算所と中央給電指令所のコンピュータ結合方式
- (2) 各階層の制御用コンピュータ相互間の結合方式

の2つに分けられる。

(1) 中央計算所と中央給電指令所のコンピュータ結合方式

中央計算所の大型計算機IBM370/158(これを主計算機CPU: Central processing unit と呼ぶ)と中央給電指令所の衛星計算機HITAC-8300(これを衛星計算機、RP: remot processing unit と呼ぶ)の間は約8kmの距離があり図2.4-3に示すように2400ボートルートの伝送回線で結合されている。

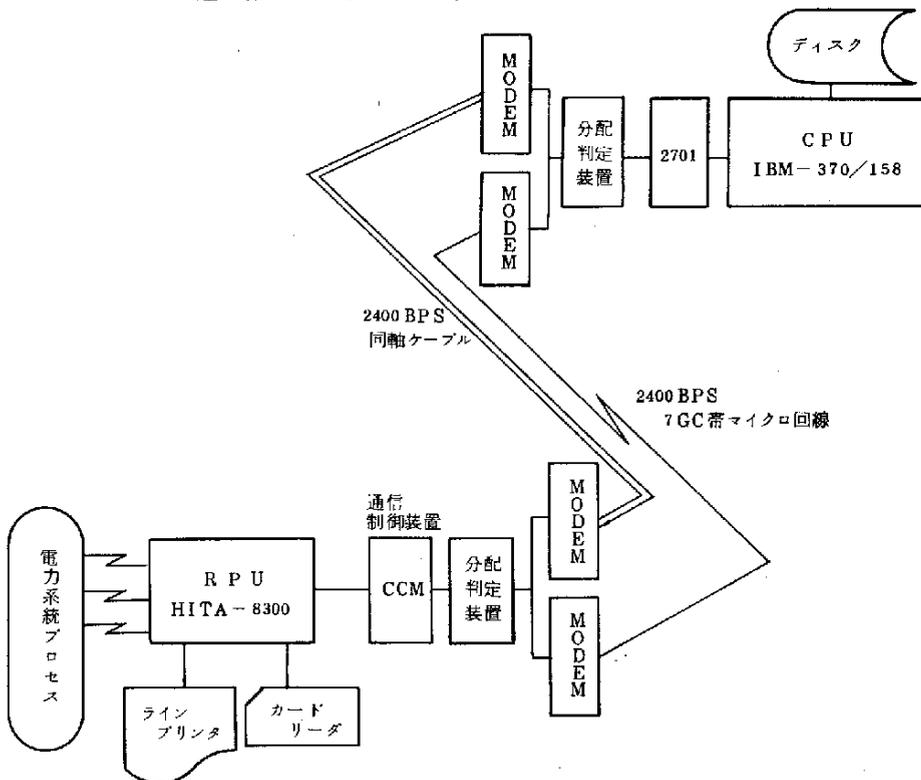


図 2.4-3 CPU-RPU 伝送結合

このコンピュータ・ネットワークのねらいはCPU、RPU夫々の計算機の特徴を活して機能を合理的に分担し、処理効率を向上させようとするものである。すなわち中央給電指令所の計算機システムは表2.4-1に示すように極めて巾の広い性格、能力が要求されるもので次の分担によってこれを解決している。

表 2.4-1 中央給電指令所システム処理業務

業務名	処理周期	処理周期	処理内容	変更頻度	データファイル	計算機
系統オンライン情報および事故検出	30ms	↑短	↑単純	↑小	↑小量	衛星計算機
自動周波数制御	3秒					
系統監視	10秒					
C R T	20秒					
予備力・総需要計算表示	30秒					
オンライン電力需給経済制御	3分	↓長	↓複雑	↓大	↓大量	主計算機
信頼度チェック計算	20分					
当日補正計算	数回/1日					
翌日予想計算	1回/1日					

a. 主計算機システム

演算処理能力の大きな主計算機は、大容量ファイルが必要な計算、複雑な処理を必要とする計算を分担している。この計算機は、事務・技術・経営管理など全社にわたる業務を処理しており、このうち電力系統制御関連業務は1日延べ60分程度しか計算機を使用しないが、いつ業務が発生しても直ちに処理しなければならないという条件から、いつも高いプライオリティをつけて他の業務と同一計算機で多重処理することによって計算機の有効利用をはかっている。

b. 衛星計算機システム

衛星計算機システムは計算に必要な入力データの集約、交換および計算結果の配分など電力系統プロセスとの接点、マン・マシン・インターフェイス、データの前処理、タイマヤ外部入力による割込み処理など制御用計算機的な役割を受持っている。

CPU~RPU間のデータ伝送方式は調歩同期型、ポーリング方式で通信の開始はCPUがイニシアティブをとりCPUからRPUへPolling(受信選局)およびSelection(送信選局)が行なわれる。伝送コードは7ビットASCIIを基準とし、伝送コードテーブルをSHIF1、2、3の3つとすることにより、英数字・カナ文字の外にカラーCRディスプレイ用特殊記号の伝送を可能なようにしている。

この伝送システムでは、伝送する業務の内容によって次の2つに分けている。

- a. レベル1業務………オンライン電力需給経済制御のような優先度の高い業務
- b. レベル2業務………運用計画計算のような比較的優先度の低い業務

a はリアルタイム制御のための3分ごとの計算など速いレスポンスを要求されるものであり、b はリモート・バッチ的な性格のものである。高順位業務は低順位業務のメッセージを送信中、受信中あるいはCPUにおいて計算中のいずれの場合でも優先割込処理可能となっている。

(2) 各階層間の制御用コンピュータ相互間の結合方式

系統給電所以下のレベル自動化は未だ初期の段階であり、コンピュータの役割は現在のところ系統状態監視や運転記録などの情報自動収集とCPTディスプレイ等を通じて人間への提示が主体である。従ってコンピュータ・ネットワーク構成のねらいも、先の中央給電指令所—中央計算所システムがコンピュータ間の機能分担であったのに対して、この場合はむしろ情報の共用化による情報収集体系の効率化が主眼となる。

従来電力系統の情報は情報発生個所から必要個所へと直接電送されることが多かったが、これらの情報は多目的に利用されることが多く、同じ情報が階層制御システムのいくつかの階層で同時に必要とされることが多いので情報の伝送路を個々のシステムごとに作っていたのでは伝送網は膨大なものとなる(図2.4-4)。そこで階層制御システムでは各階層のコンピュータで一たん情報を収集し、ここから各階層で必要となる情報、上位系へあげる必要のない情報などを整理統括して必要な情報をコンピュータ間で授受することによって伝送体系の効率化をはかろうとするものである(図2.4-5)。

階層制御システムは多数の異メーカーの制御用コンピュータで構成されており、しかもそこに流れる情報も電力系統プロセス特有の性格をもっているので、コンピュータ間の情報伝送方式として次のような独自の方式を採用している。

- a. サイクリック情報伝送装置(CDT: Cyclic data transmitter)
 - b. ランダム情報伝送装置(RDT: random data transmitter)
- a. サイクリック情報伝送装置による結合

サイクリック情報伝送装置(CDT)は、発電機出力、電圧、電流など連続的に変化する複数個のデータを一定の順序に従って、一定の周期でくり返し伝送する装置である。この方式によれば、ごく短い時間間隔(1~10秒程度)で情報が更新されるので、電力系統のプロセス情報のように連続的な監視・制御を必要とするシステムに適している。

図2.4-6はCDTの伝送フォーマットである。1ワードはアドレス部(ワードの順番を示す)とデータ部およびパリティビット、フラグビット(データが正常か否かを示す)の計32ビット挿入と誤り検出のための反転2連送部32ビット、合わせて64ビットからなる。15ワードで1フレーム、2フレームで1サイクルを構成し、フレームごとに同期ワードを設け送信側と受信側の同期を保っている。

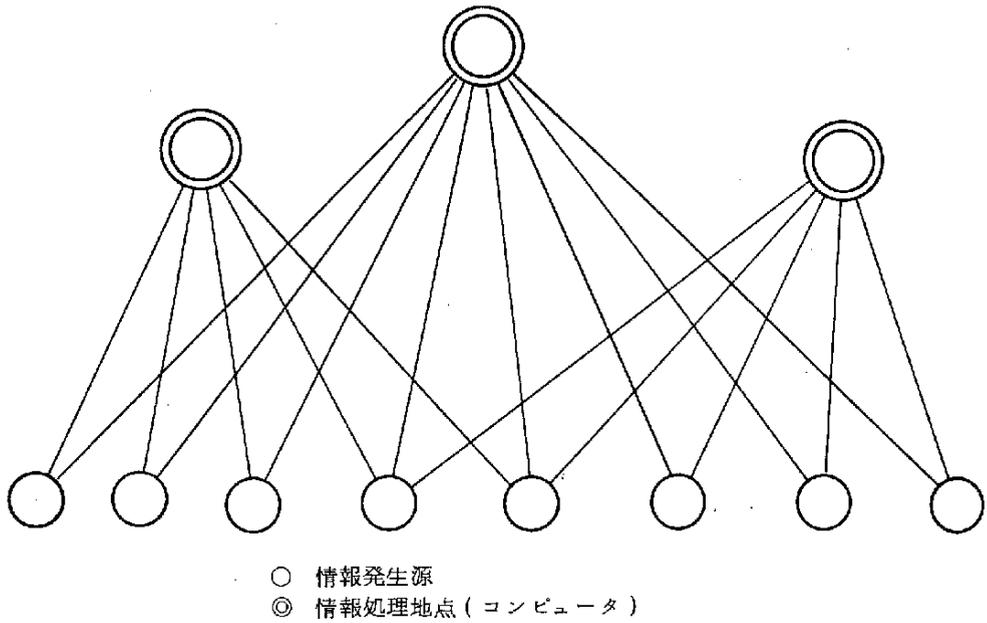


図 2.4-4 情報発生源と情報処理地点を結んだ伝送システム

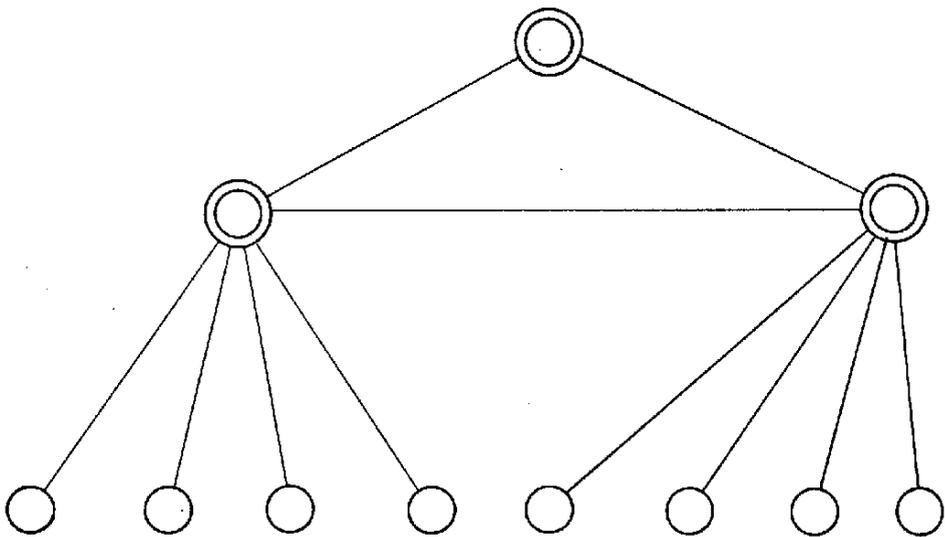


図 2.4-5 情報集約地点のある伝送システム

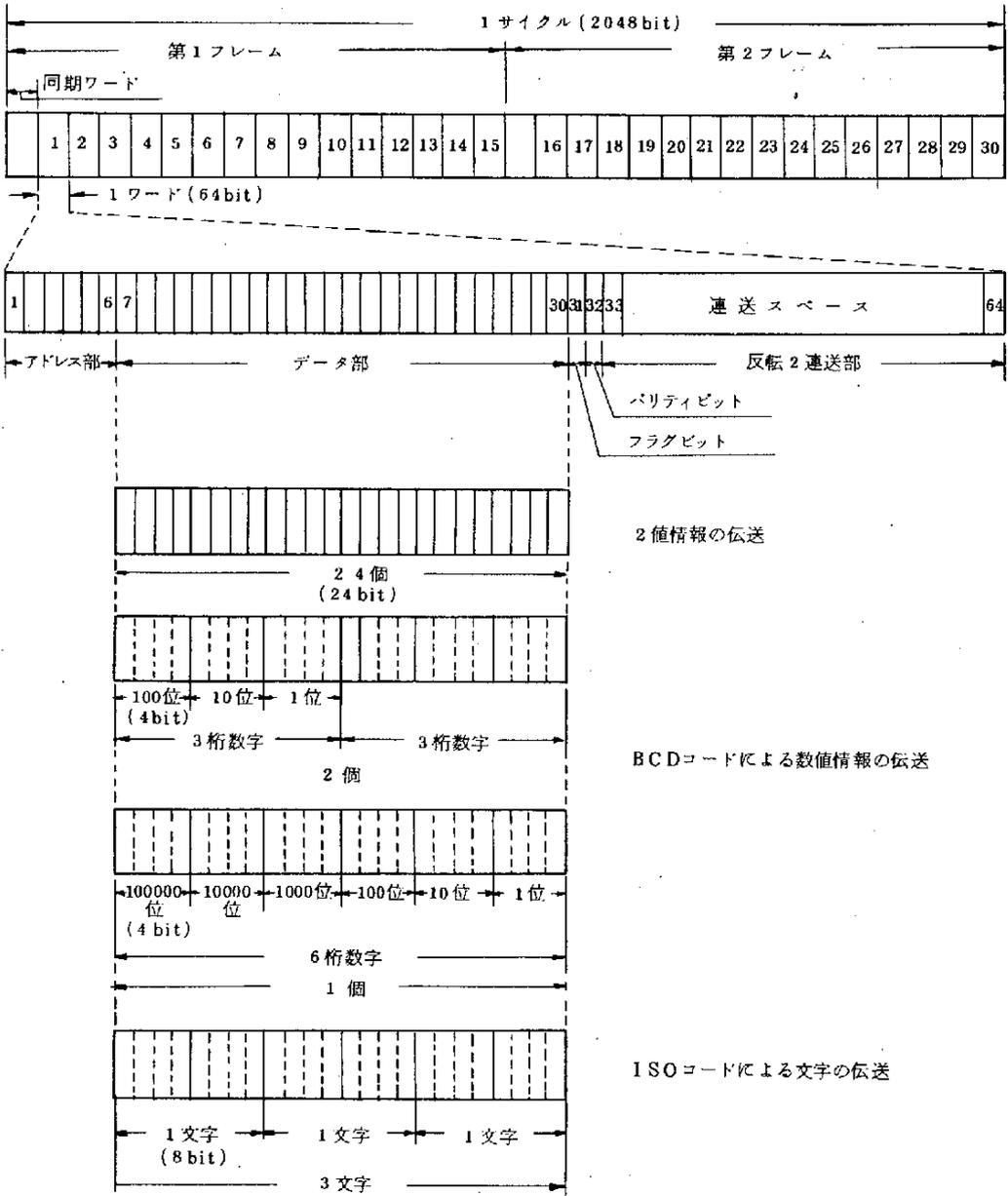


図 2.4-6 CDTの伝送フォーマット

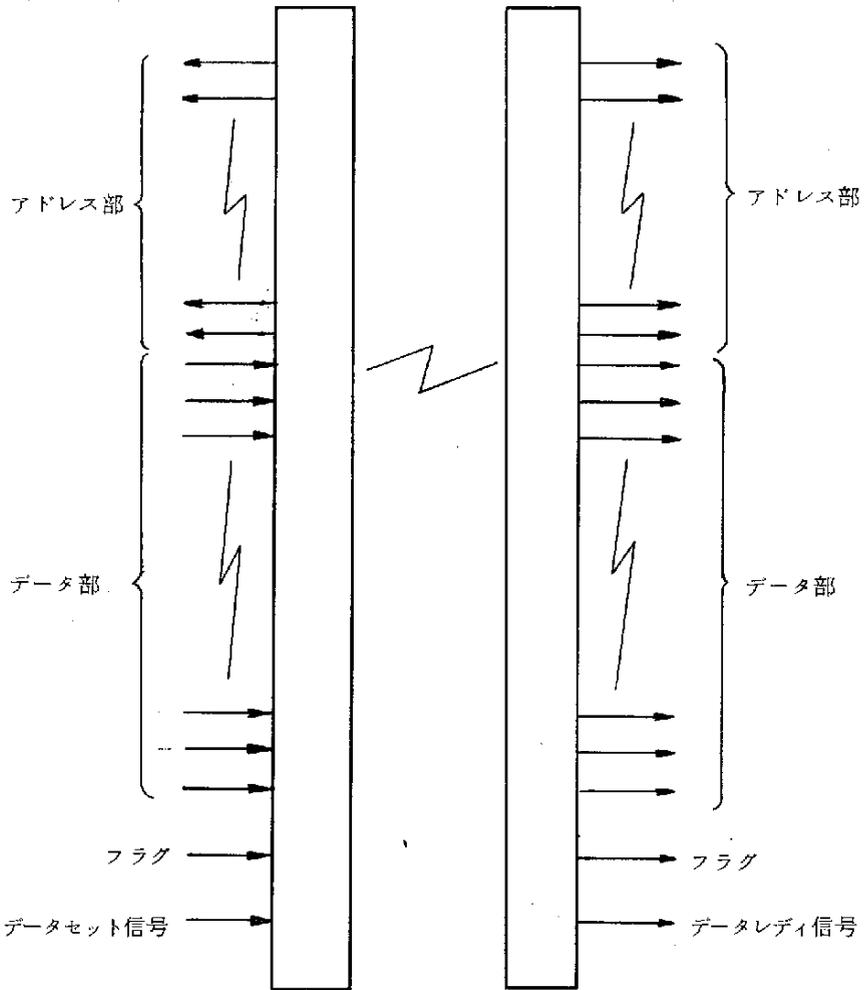
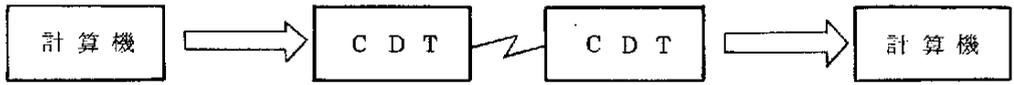


図 2.4-7 C D T と 計 算 機 の 結 合

データ部には1ワードで2値情報なら24個、数値情報ならBCDコードで3桁の情報1個、文字情報ならISOコードで3文字が伝送できる。

伝送速度は200ボーまたは1200ボーを採用しており情報更新サイクルは夫々10.2秒、1.7秒である。CDTとコンピュータの情報受渡しは図2.4-7のようなワード直列ビット並列方式である。

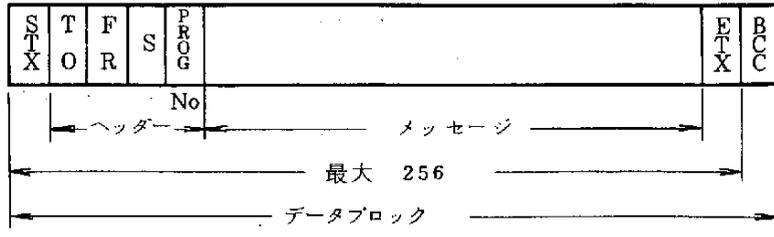
この結合方式の最大の特徴はCDTがコンピュータとは全く独立した周期で動作している点であり、ACK/NAKによる確認方式と根本的に異っている。

b. ランダム情報伝送装置による結合

これは、CDTが一定の情報群を一定周期でくり返し伝送するのと異なり、任意の内容の情報が必要に応じて随時伝送するもので、サイクリックに対する意味からランダム情報伝送装置(RCT)と名付けている。これは通信制御装置により行われる汎用のオンラインシステムのデータ伝送と基本的には同じであるが、電力系統階層制御システムのコンピュータ間の伝送に適用する場合には次の点に留意する必要がある。すなわちコンピュータ・システムは制御用計算機が大部分を占めており、これらの制御用計算機に適した伝送制御を考える必要があること。電力系統制御のためのメッセージ情報の種類、量について十分調査し、それに適したブロック長、フォーマットなどの設計を行う必要があること。既設のCDTを中心とした情報伝送網と十分協調のとれたシステムとする必要のあること、などである。

関西電力ではこれらの点について国産制御用計算機メーカー各社の協力を得て種々検討した結果、独自の標準仕様を定め順次導入を進めている。

基本方式は調歩同期型、コンテンション方式で通信速度は200ビット/秒、または1200ビット/秒、伝送コードはISOを基本としている。図2.4-8にデータフォーマットを示す。「TO」コードは複数個の局にわたってデータの送受を行う場合に必要となるコードで最終的な受信先をあらわす。計算機がメッセージを受けると「TO」コードを見て自システム宛であれば「PROG. NO.」が調べられ当該の処理プログラムにメッセージが渡される。メッセージが自システム宛でなければ送信すべき通信回線が決定されその方向にメッセージが送出される。このようにして順次メッセージが伝送網を中継されて最終的な受信先に送られる。この様子を図2.4-9に示す。



TO：データの受信先を示すコード
(2 キャラクタ)

TO：データの受信先を示すコード (2 キャラクタ)

FR：発信元を示すコード (2 キャラクタ)

S：送信方向別に一電文送信ごとの 0～9 の繰返し一連番号 (1 キャラクタ)

PROG NO：業務種別に対応したメッセージの処理プログラムを示すコード
(3 キャラクタ)

(例)

AXX：異常警報データ

TXX：状態記録データ

RXX：定時記録データ

BCC：キャラクタのビットごとの水平パリティ

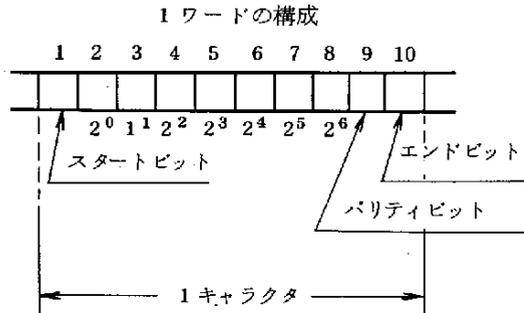


図 2.4-8 ランダム伝送装置の伝送フォーマット

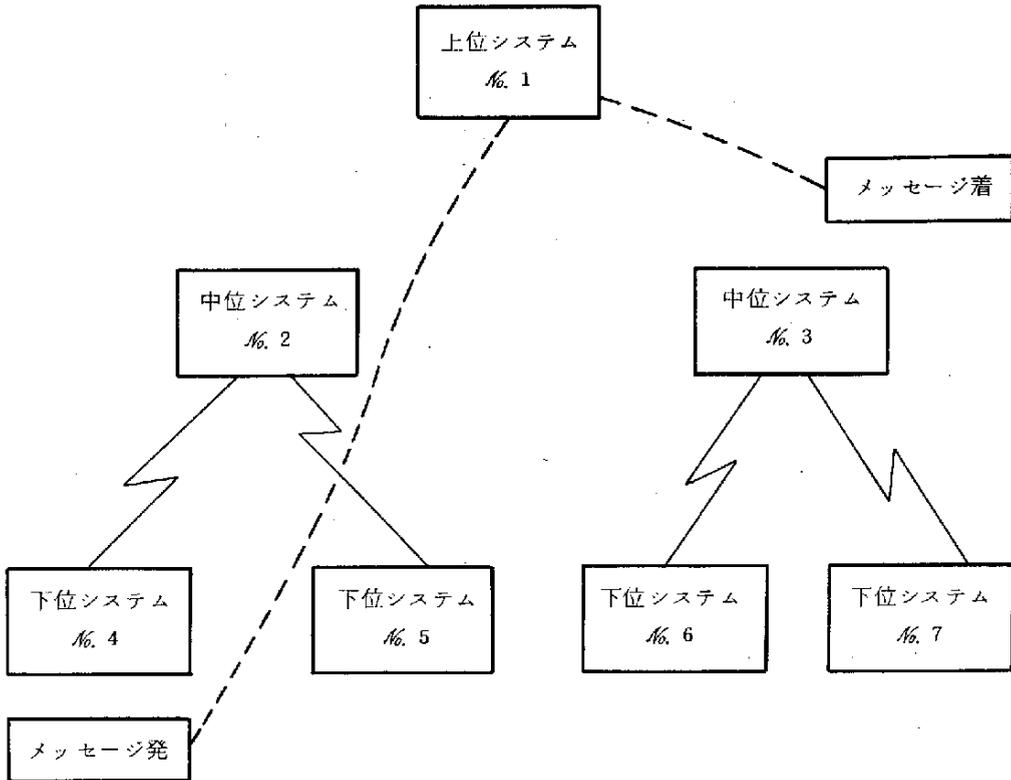


図 2.4-9 階層システムにおけるメッセージ中継例

データブロック長は 256 キャラクタであり、これに収まらない場合は複数メッセージに分割伝送される。「S」コードは送受信別によりくり返し一連番号をつけ、送信メッセージの脱落をチェックするためのものである。

RDT 伝送網は階層制御システムの自動化内容が高度化するにつれて、メッセージ情報が増すため、CDT と並んで重要なものとなりつつある。

2.4.4 将来の展望

以上関西電力の階層制御システムについて述べて来たが、コンピュータ・ネットワークとしての面からみれば、まだその端緒についたにすぎない。階層制御システムを図 2.4-10 のようなマン・マシン・システムとしてとらえた場合、現在の自動化レベルはまだ初期の段階にあるので、階層間の情報連絡もマン・ツー・マンがまだ大きなウェイトを占めている状態である。

今後、自動化レベルが高度化するに従ってしだいにコンピュータ・ツー・コンピュータへと主体が移り本格的なコンピュータ・ネットワークが実現するものと予想される。

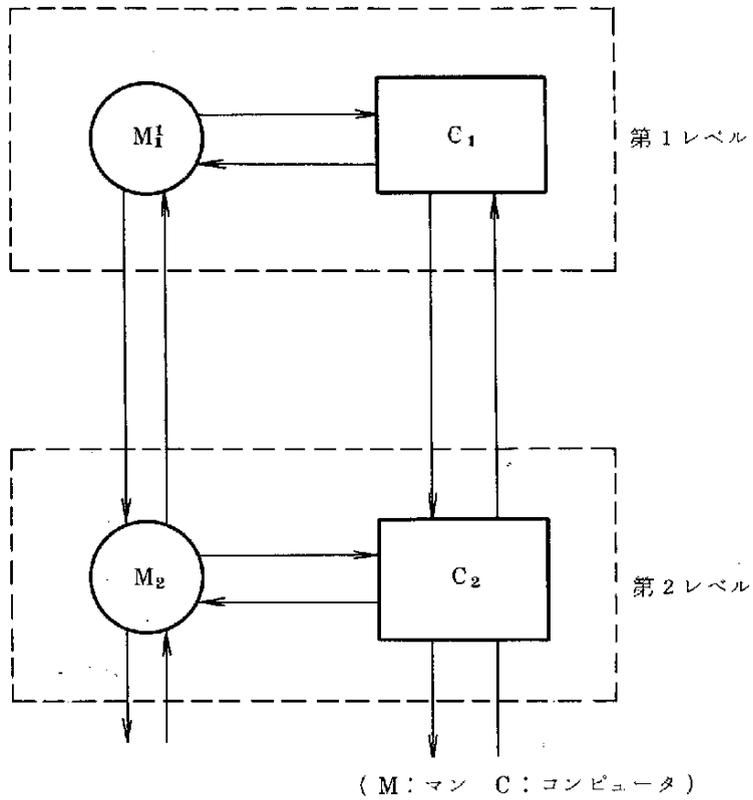


図 2.4-10 マン・マシン・システムとしてとらえた
階層制御システム

さらに将来はこうした階層制御のコンピュータ・ネットワークが各電力会社間で相互に連系されることによって全国的な広域運営のコンピュータ・ネットワークへと発展していくであろう。

第3章 コンピュータ・ネットワークへの接近

3.1 既存コンピュータ・ネットワークの技術的問題点

コンピュータ・ネットワークがソーシャル・ユーティリティとして機能してゆくには、まだ幾多の障害あるいは問題点が存在するが、これらの問題解決の糸口としてその技術的問題点を次のような観点から取り上げてみた。

- ① データ交換網とネットワーク・アーキテクチャー
- ② ネットワーク・プロトコル
- ③ 仮想・マシンとしてのネットワーク

3.1.1 データ交換網とネットワーク・アーキテクチャー

(1) 交換方式

コンピュータ・ネットワークの構成要素はデータの高速、正確な伝送をつかさどるデータ交換網と各種リソースの供給源となる独立したコンピュータ・システムであるHOSTコンピュータ群とからなる。またネットワークにアクセスするための端末群をこれに加える場合もある。

データ交換網の交換方式としては現在パケット交換、回線交換、時分割交換等があるが、ネットワークの利用目的、伝送のリアルタイム性、回線の利用率、伝送遅延、交換機の負荷、経済性、信頼性等の諸点に於て大々特長があり、今後の汎用網の方向としてはこれ等の交換方式の複合した通信網が考えられつつある。

しかしながらこの複合網の場合でも同一ユーザが、例えばファイル転送の場合は回線交換を、会話型処理の場合はパケット交換をといった使いわけを必要とするようなものでは実用にならず、交換方式の切換えを出来る限りユーザには意識させずに済むことが必須条件となる。

(2) 無線および通信衛星による伝送網

従来の有線による伝送網に対し、無線あるいは通信衛星によるパケット交換が現在1つの焦点となっている。これらの方式では次の様な利点があげられている。

1. 接続時間の短縮
 2. チャンネル使用率の向上
 3. 同一チャンネルの両方向共用性
 4. 信頼性の向上
 5. 同一情報の一斉送出が可能
 6. 必要時のみチャンネルを専有
- 特に衛星による通信では
7. 経済的に広域伝送が可能
 8. 拡散により発信側の確認が容易

国際ネットワークを含む広域のネットワークでは通信衛星による交換方式が、また多数の端

末をNODEやコンピュータセンタに結ぶローカル、ネットワークでは無線方式が夫々適しており、今後、我国の地理的条件も加味した、これら無線交換方式およびそれに適した端末類の検討が必要であろう。

(3) 専用網と公共網

現在稼働中のコンピュータ・ネットワークの中には専用のデータ交換網(サブネット)を持つものが多いが、これは各国が計画しつつある公共網の建設が間に合わなかったため専用網を独自に開発せざるを得なかったというのが現状であろう。

データ交換網の必須条件は、信頼性、適応性、経済性にある。とくに高速のデータ網では経済性が1つの焦点となり、その意味では専用網であるよりも、多くのネットワーク同志の共用が可能な公共網が有利となる。しかしながら、公共網では多彩なユーザのニーズに適応させ得る融通性という点では問題を多々抱える事となる。例えば、すべてのユーザがいずれも同じような高速性を望むわけではない。夫々のユーザのニーズに見合った機能、品質のサービスを夫々適切なコストで供給しうる融通性、適応性が必要となる。

一方公共網に付帯する最も厄介な問題は、秘密保持に関してである。恐らく第一段階としては閉域接続の機能がサポートされるべきであろうが、網における暗号文解読の機能等も考慮する一方、データ伝送の効率低下と交換装置の負荷を最低限におさえ、なお且つ不安のない防衛体制を保持する方式の開発が望まれる。

(4) データ交換網とHOSTコンピュータの機能分担

HOSTコンピュータや端末群をデータ交換網に結合するNODEの役割りと、そのHOSTに対するインタフェースとをどの様に定めるかは、現在1つの問題点となっている。

基本的にはデータ交換網とHOSTの機能分担の問題であり、これはそれぞれのネットワークの設計思想に関わってくる。

既存、ネットワークにおける傾向は、データ交換網として専用サブネットを対象とするものはサブネット側にかなりの負荷を持たせ、公共網を対象とするものはHOST側に負荷を持たせるようになっている。後者はデータ交換網の役割としてデータ伝送の効率性と回線共用による経済性を重視した結果であり、前者はHOSTの負荷の軽減に重点を置いた結果と言えよう。

現在機能分担の項目としては次の様なものがあげられる。

- ① メッセージの分割と再組立
- ② メッセージ伝送のエラー制御
- ③ メッセージの順序付け
- ④ 伝送量のアカウンティング
- ⑤ ユーザ資格のチェック
- ⑥ 異機種間データ交換
- ⑦ メッセージフローの制御

コンピュータ・ネットワークに於てはHOSTコンピュータ同志が相互に交信を行い、リソースをシェアし合つて目的を達するが、そのためのコントロール機能は次節で述べるプロトコルに基づくNODEプロセッサ内のソフトウェアと、各HOSTコンピュータ内のNCP (Network Control Program) で分担される。

専用のサブネットを指向し、上記①、②、③、をサブネットの分担としている ARPANET や JIPNET (日本情報処理開発センターのコンピュータ・ネットワーク) におけるこれらのソフトウェアの大きさは、NODEプロセッサ内が8~10 KW (16 bit/word)、NCPが約80 KBとなっている。公共網を指向したといわれるCYCLADES (フランス) では①、②、③、をHOSTが分担しており、NCPが約1~2割大きいと言われる。しかしながらNCPが特に問題となるのは、その大きさよりもむしろ効率と作成の面倒さであろう。

HOSTの負荷の軽減を配慮したARPANETやJIPNETに於てさえも、NCPの効率は必ずしも満足のゆくものではない。この主たる原因は既存OSの影響をモロに受けることにあり、現在までの各HOSTのOSは他コンピュータとの交信を前提としたものは殆んどないという事情にもよる。

ところでNCPをユーザ・プログラムの形で作るにしろ、サブモダの形で作るにしろ、作成にあたっては既存OSとのインタフェースを少なからず考慮せねばならない。諸外国ではともかくとして少なくとも我国では、これらインターフェースを記述したユーザ向けのドキュメントは殆んど公開されていない。

NCPの低効率さや作成の面倒さはネットワークの折角の有効性を減じ、且つユーザの気軽な参画への意欲を阻害する大きな原因ともなり兼ねない。

恐らく今後の傾向は、NCPをHOST本体から切り離し、NODEプロセッサとHOSTの間にもう1つFEP (Front End Processor) を置く形になってゆくであろう。FEPにNCPの殆んど機能を吸収し、加えて、FEPとHOSTでメモリ共用が出来る形が望ましい。

また汎用FEPを考え、HOSTオリエンテッドなモジュールを適宜交換するだけでNCPのサポートが可能となれば、NCPによるHOSTリソースの節約によりFEPおよびその接続機器のコストは充分カバー出来、その上、NCP作成のコストも大巾に節減し得るとというのが一つの理想となろう。この様になればたとえ公共網の機能に限定があつても、かなりの機能をHOST側、即ちFEPで分担し得ることとなる。

(5) ネットワークの型

コンピュータ・ネットワークの代表的な型としては集中型、分散型、リング型等があり、広域のネットワークでは分散型が多く採用されて来た。これは分散型が他に比べ信頼性にすぐれている利点を持つ故であるが、ARPANETが分散型のサブネットでパケット交換に成功した影響と見る向きもある。

今後の傾向は前述の種々の型の混合型が多く採用される様になるであろう。例えば、ハイレ

ベル ネットワークは分散型で信頼性を重視し、ローカル ネットワークは集中型で効率に重点を置くという構造や、メインリングとローカルリングといった階層性等、いずれにしろ幹線と支線という階層構造が実用的なニーズから発達してゆくものと考えられる。

このことは、ネットワークが広域になればなる程、全域にわたるトラフィックよりも夫々のローカル系エリア内でのトラフィックの割合が増加するであろう必然性に基づくものと言えよう。

一方、ARPANETの経験によれば、NODEの分散によるホップ数の増加が伝送の効率を低下させ、またNODEプロセッサ (IMP: Interface Message Processor) が各サイトに分散して設置されているため、管理上の信頼性の低下を引き起している事実をあげている。これは例えばNODEセンタのようなものを設置し、数個のNODEをまとめて管理すると共にNODEの総数を減少させ、且つ1つのNODEに結合し得るHOSTの数を増加させる事で解決されよう。

これはある意味では分散型の欠陥あるいは分散型の集中型への歩み寄りとも言える現象であるが、リソースの分散とコントロールの分散、集中の度合との関連をどの様に矛盾なく調和させるかが1つの課題となる。

3.1.2 ネットワークのプロトコル

ARPANETがコンピュータ・ネットワークにおけるプロトコル体系を確立し、その後のネットワーク設計に大きな影響を与えたことは周知のことであるが、それとともにいくつかの尊い教訓をもたらした。ここではそのうちプロトコルの階層構造による重複の問題とソーシャル・ユータリティとしてのプロトコル決定および変更の困難さの問題をとりあげる。

(1) プロトコルの重複

ARPANETあるいはその類似ネットワークではプロトコルを次の様な階層構造で規定している。

① NODE間プロトコル

隣接NODE間プロトコルと、発信地NODE 目的地NODE間プロトコルに分ける場合もある。

② NODE-HOST プロトコル

③ HOST間プロトコル

④ ハイレベル プロトコル

会話型処理プロトコル

リモートバッチ処理プロトコル

ファイル転送プロトコル

グラフィック プロトコル 等

プロトコルの階層性により、下位のプロトコルはすべてトランスペアレント (Transparent) となり、体系として明確に整理され且つインプリメントも容易となる。しかしながら、NODE

間プロトコルとHOST間プロトコルのEND TO END制御やフロー制御の重複により伝送効率がかかり低下しているという批判や、ハイレベル、プロトコル同志の重複を次の様に指摘する意見もある。

例えばARPANETに於てはRJE P (Remote Job Entry Protocol) は、FTP (File Transfer Protocol) とTELNETプロトコル(会話型処理プロトコル)を使い、TELNETプロトコルはIC (Initial Connection) プロトコルとHOST-HOSTプロトコル、HOST-IMPプロトコルとを使い、またFTPは、TELNETとICPとHOST-HOSTとHOST-IMPプロトコルを使う…、という様な類である。即ち、ハイレベル・プロトコルにおける1つのプロセス間交信に於て、同じプロトコルが何回も繰返し使用され処理効率を大きく低下させているという。

一般にプロトコルのレベル間には夫々インターフェースが存在し、その都度何がしかのフォーマット変換が行われる可能性がある。その重複は確かに効率低下の原因となろう。

これを防ぐ手段としてハイレベル・プロトコルをHOST間プロトコルを経由させずにIMP-HOSTプロトコルに直接連結させる方法が提案されている。特にFTPに関してはJIPNETの効率測定結果によれば、予想以上のHOSTのCPU負荷を生じ、前述のFEPの採用によりFTPをFEP内で処理し、HOSTと共用し得る2次メモリにFEPが直接転送ファイルの書き込み、読み出しを行う様な方式が実用上望ましいと言える。

(2) プロトコルの決定と変更

ARPANETにおけるHOST-HOSTプロトコルの設計は、初めての試みでもあり、且つ多くのサイトからの代表者による討議が重ねられた末に決定されたと言われており、その設定は極めて難事業であったと推察される。HOST-HOSTプロトコルは、

- ① 多種類のHOSTに受け入れられる汎用性
- ② 小型HOSTにも適応する単純性
- ③ NODE間プロトコル、NODE-HOSTプロトコル等との整合性と無矛盾性

等が必要条件となる。特にARPANETの場合は①に示す点で、夫々異ったHOSTを持つ各サイトの代表者の意向はさまざまであり、できる限り多くの主張を取り入れねばならぬという立場から、ある程度は妥協的性格も持たざるを得なかったかも知れない。現在プロセス間のコネクション設定やHOST内のバッファ管理などに関し、やや問題があると言われているが、HOST間プロトコルの変更は各HOSTのNCPの変更を引き起し、現状では各サイトのNCPの大巾変更は不可能に近いと、プロトコルの変更自体きわめて困難であると言われている。他のネットワーク計画に於ても、この貴重な経験は充分活かすべきであろう。

(3) プロトコルの標準化

コンピュータ・ネットワークに関連した各種の標準化案は、国際ネットワークやネットワーク同志の相互結合等のニーズにそなえてCCITTあるいはISOの場で進められつつあるが、その一環として1975年にIFIDの下部機構であるINWG (International Network

Working Group) によって END TO END プロトコルのプロポーザルが作成された。

END TO END プロトコルとは ARPANET における HOST-HOST プロトコルと発信地 IMP-目的地 IMP プロトコルの一部を包含したものであり、主な機能は、

- ① プロセス間通信とその多重化サービス
- ② プロセス間のフロー制御
- ③ メッセージの分割と再組立
- ④ メッセージ伝送のエラー処理と順序制御
- ⑤ HOST間の割込み処理

等に関し規定している。

結果的にこのプロトコルは CYCLADES の Transfer Protocol (ARPANET の HOST-HOST プロトコルに相当する) にきわめて類似しており話題となっている。

特に現在問題となっている点、即ち

- ① プロセス間コミュニケーションとして、Liaison (Virtual Coll) と Lettergram (Datagram) の両方式を含んでいる。
- ② Letter (メッセージ) の最大長を 27648 オクテット (バイト) とし、ARPANET や他の類似システムが 1000 バイト前後であったのに比べ大巾に大きくし、ユーザレベルにおけるデータの分割を避けている。

など、会話型処理対ファイル転送といった異なる特性を持つ処理形態のいずれにも適応させ得る包含性を持たせた点、データ交換網と HOST の分担に対してある種の示唆を与える案となっている点等が象徴的と言える。

今後のネットワーク計画はこれら国際標準との関連を配慮して行く事が必要となる。

3.1.3 仮想マシンとしてのコンピュータ・ネットワーク

コンピュータ・ネットワークの究極の目的は、ネットワーク内の全リソースを統合された一つの仮想マシンと見なし、入力されたジョブが最適の HOST または HOST 群で処理され、その結果が出力されるというきわめて高度なユーティリティであるべきだという。例えばネットワーク・ユーザは使用する HOST 名や固有の JCL など知らなくとも標準の手続きにより処理依頼が行われる。またデータベースに関しても集中、分散の如何を問わず、物理的なデータ・ベースの存在場所を考慮する事なく自由なアクセスを可能とする仮想データ・ベースを実現する事となる。

この仮想マシンの実現には、次のような機能が必要である。

- ① 各 HOST の持つハード、ソフト、データ・ベースのリソースのスタティックな能力を一元的に管理する機能
- ② 各 HOST の現在の負荷の状態やリソースの使用状況をダイナミックに管理する機能
- ③ 要求された処理内容を分析し、どの様なリソースが必要であるかを判断する機能
- ④ ①、②、③ の情報を統合し、その時点で最適の HOST またはリソースを割り当てる機

能（一般にはコスト要素も含む）

- ⑤ 標準的なネットワーク・アクセス言語の設定
- ⑥ ネットワーク・ワイドなデータベース操作言語の設定

同機種結合のネットワークに於てはさほど困難でないこれらの機能も、異機種結合のネットワークに於てはまだ研究レベルであり、実用のメリットも検討しつくされていない。最近みられる2、3のアプローチには以下のようなものがある。

(1) 標準NJCL

CYCLADESの一環として行われている研究であり、Pascal言語をベースとしたNJCL (Network job Control Language) を提案している。従来のアセンブラ言語レベルのJCLをハイレベル言語化し、且つ異機種間のJCLの相異を吸収させている。

(2) NAM

NAM (Network Access Machine) はARPANETの一環としてNBSで研究されているもので、ユーザ端末とネットワークの間にミニ・コンピュータ (PDP 11/45) を介在させ、各種HOST固有のTSSコマンド標準コマンドの関連を登録しておけば、ユーザがその標準コマンドを入力することにより、NAMシステムが各HOST固有のコマンドをジェネレートしてくれることによりネットワーク内の各種のTSSを利用できる。またシステムからのレスポンスもNAMが翻訳し、ユーザとのインターフェースをつかさどる。

(3) Logical Network Machine

CYCLADESの一環としてグルノーブル大学で行なわれている研究であり、各プログラムにどのマシンでも実行可能なポータビリティを持たせる。即ち各HOSTに標準的な中間言語をインタープリントするIGORと呼ぶプロセスを置き異HOST間の差異を吸収する。

スタティックなリソース情報の管理はある程度可能であってもダイナミックな情報の管理は情報収集の方法、タイミング、負荷等の十分な検討が必要である。いずれにしろ、情報の管理を集中的に行うか分散的に行うかが議論されねばならぬ。分散型ネットワークにおけるリソース情報の集中管理はかなり矛盾を含んだものとなる。

リソースの最適アロケーションは特に難かしい問題である。恐らく実用上は前記のリソース情報をクリアリング・センタのような役割でネットワーク内の何処かに持たせユーザの要求とリソースの現状をマッチさせるべく対話型で人間の介入をある程度許す形で実現させるべきであろう。完全な自動割当ての実現は、あるいは夢であるのかも知れない。

また、仮想データベースの実現への努力は研究段階ではあるがいくつか行なわれている。

① DRS

DRS (Data Reconfiguration Service) は、ARPANETにおける研究の1つでネットワーク内でコネクションされる異HOST間の2つのプロセス (ユーザプロセスとサーバプロセス) 間でのデータの再編成 (Reconfiguration) をサービスするもので、予め作成された再編成を記述したフォームと呼ぶプログラムをそのネームと共

にストアしておき、必要な時にそのネームと2つのプロセスを指定し、プロセス間のデータにリアルタイムにその再編成をほどこすものである。このためには、プロセス間コネクションを実行するモジュールとこのフォームを合成するCompilerと2プロセス間にそのフォームをリアルタイムに適用させる interpreter とが必要となる。

ARPANETではRandとUCLAにDRS CompilerがありUCCBとMITに interpreter がある。

② SOCRATE

CYCLADESにおいてはCII, SIEMENS, IBM等のマシン間で使用し得るデータ・ベース・システムSOCRATEを作成した。

これはデータ・ベース・システムをlogical access levelとPhysical access levelにわけ、両者のインタフェースを一種のプロトコルとして定める。logical access levelには下記のような標準のRequest languageを処理する機能をもたせ、Physical access levelにはネットワークを通じてのデータ転送機能を含む。

例 Request Language

```
Form : begin
      name of all persons having a red car ?
      types of all cars ?
end
```

ここで例えばpersonsはHOST Aに、carsはHOST Bに夫々データ・ベースとして存在する事も可能であり、夫々のHOST用にpsude-codeがジェネレートされる。

③ ハイレベル言語によるデータ変換

MERITネットワークにおいて、IBMマシンとHISマシン間でのデータ変換を2つのハイレベル言語で行なうもので、SDDL(Stored Date Description Language)でSource fileとTarget fileの構造を記述し、TDL(Translation Description Language)でSDDLによる両ファイルの記述を関連づけ、Source Date構造をTarget Date構造に変換する規則を定義する。

以上の様な例からもわかる様に異機種間のデータ・ベース・マネジメントのモデルは

- ① ハイレベルな標準アクセス法または言語を定め、異機種間ではすべての表現を標準形で行う方法
- ② データを受け取る側が送り側のデータ表現を自分側の表現でケース・バイ・ケースに1対1の変換を行なう方法の2つに大別される。

また変換のレベルは物理構造のレベル、論理構造のレベル、操作言語のレベルの三通りが考えられるが、今後は操作言語レベルでの互換性が中心となろう。標準のデータ・ベース言語の出現が期待される所以である。

3.2 伝送路の形成

3.2.1 コンピュータ・ネットワーク用伝送路の必要条件

コンピュータ・ネットワーク用伝送路は、従来の伝送路に較べて、品質の向上と、経済性の向上の2つの点が要求される。

従来わが国において使用可能であった伝送路網は、電話網、電信網およびこれらの伝送網の一部を専用的に使用する専用回線の3種類があるが、このうち、電信網は通信速度が50 bit/sに制限されており、コンピュータ・ネットワークには、ほとんど使用不可能であるため、比較の対象から除外して考えると、電話網とは主として品質面で、また専用線とは主として経済性の面での比較が問題となる。

(1) 伝送品質上の問題点の解消

電話網を使用して、データ伝送を行う場合には、現在、以下のような点が問題となっている。

① データ伝送速度の制限

電話網で利用できる速度は一般に2400 bit/s程度であり、これ以上の速度はほとんど使用できない。

② モデムの必要性

データ伝送を行う場合、データ信号を音声信号の形式に変換するため、両端に高価なモデムが必要となる。

③ 加入者線による制約

電話網の加入者線はZ線式であるため、1200 bit/s以上では、同時に一方の通信しかできない。従って一般にデータは半2重方式に制限されてしまう。

④ 接続遅延時間

電話網では、一般の交換網を使用しているため、回線の設定を行うまでに、最悪の場合10秒以上の時間が必要であり、この間の監視・制御は、コンピュータにとって大きな負担となる。

⑤ 雑音、反響、歪

電話網では、交換機から発生するインパルス性雑音、伝送過程で発生する反響(エコー)、歪、雑音等が不可避であるため、伝送品質の劣化が生じる。また、選択経路が、その都度異なるため、伝送品質が一定しないといった問題がある。

⑥ 帯域巾の制限

電話網は公称4 KHzの帯域巾に制限されており、これ以外の帯域巾を利用することはできない。

これらの問題を基本的に解決するためには、従来の電話網とは切り離された、新しい伝送路網を作成する必要があると考えられるが、現在実用化されつつある①デジタル伝送技術、②デジタル交換技術、の2つの技術を組合せたデジタル伝送路網によって、かなりの解決がはかれるものと思われる。

① デジタル伝送技術

デジタル伝送技術は、パルス符号化変調方式 (Pulse Code Modulation 略称PCM) を用いて、データ機器から発生するデジタル信号を、アナログに変換することなく、そのまま伝送する技術であり、これを用いれば、先に述べた、モデムの必要性がなくなり、かつエコー、歪、伝送路雑音の問題が解決できる。また伝送速度の向上もはかれ、従来の一回線で48Kbit/sまでの伝送が可能となる。

② デジタル交換技術

従来の交換技術はアナログ回線を主体としたものであり、空間分割形交換機を用いていたが、デジタル伝送路では時分割多重方式と組合せた時分割交換機が有効に機能を発揮する。これらの技術を用いれば、接続時間の中巾な短縮がはかれるとともに、すべて電子部品で構成することが可能となり、インパルス性雑音を解消し、多重化搬送装置を用いる必要がなくなるため伝送品質の劣化はほとんど生じない。

また、デジタル伝送路網を新たに作成する場合には、当然加入者線路を4線式にすることによって、常に全2重通信が可能となるようにすることが望ましい。

(2) 経済性の向上

コンピュータ・ネットワーク用伝送路には、多種多様な条件があり、厳密な経済性の論議を現時点で行なうことは困難であるが、比較的高価であるといわれている専用線との比較においては以下のようなことがいえる。

- ① 特定地点間における高トラヒックのデータ伝送需要は、専用回線が有利であるが、専用回線の場合、多数の相手と接続する場合には、個々に回線を設定する必要があるため、回線費用が割高となり、そのようなケースにおいては、交換機能を有したデジタル網の経済適用領域が拡大される。
- ② 一般的にデジタル伝送方式は、電話1回線分で運べるデータ伝送量が多いため、伝送コストの低減が可能であり、また全体として距離に比例する要素の占める割合が小さいため、長距離伝送路においては、かなりの経済性の向上が期待できる。しかしながら、4線式の方式を採用すると、加入者線路の負担が大きくなり、また加入者毎に多重化装置を設備することになるので、加入者あたりの固定コストは高くなるものと考えられる。

したがって一般的には、伝送品質の問題等を無視した場合、低トラヒックの場合には、電話網の利用が有利であり、高トラヒックの場合には専用線の利用が有利であり、その中間の領域として、デジタル伝送路網の適用領域が存在するわけであるが、パケット交換方式をも採用することにより、低トラヒックの適用領域をかなり拡大することが可能になる。

これらの関係を図示すると、図3、2-1のようになる。

以上の論議を総合して考えると、コンピュータ・ネットワーク用伝送路の必要条件として、以下の点を考慮する必要がある。

- ① 従来の電話網に必然的に付随した、雑音・歪・エコー等の問題がない高い品質を有した

伝送路が確保しうること

- ② 接続遅延が極力少なく、しかも経路選択の影響が少ない伝送路であること
- ③ コンピュータ側にとって負担となる、高価なモデムが不要となるように、デジタル伝送が可能であること
- ④ 帯域中の制限を拡大するとともに、伝送路容量の多様な選択が可能であること
- ⑤ 回線交換、パケット交換の選択が可能であり、伝送量、電文長の組合せに対して、できるかぎり広い経済適用領域を有すること
- ⑥ 全二重通信（双方向通信）が可能な伝送路であること

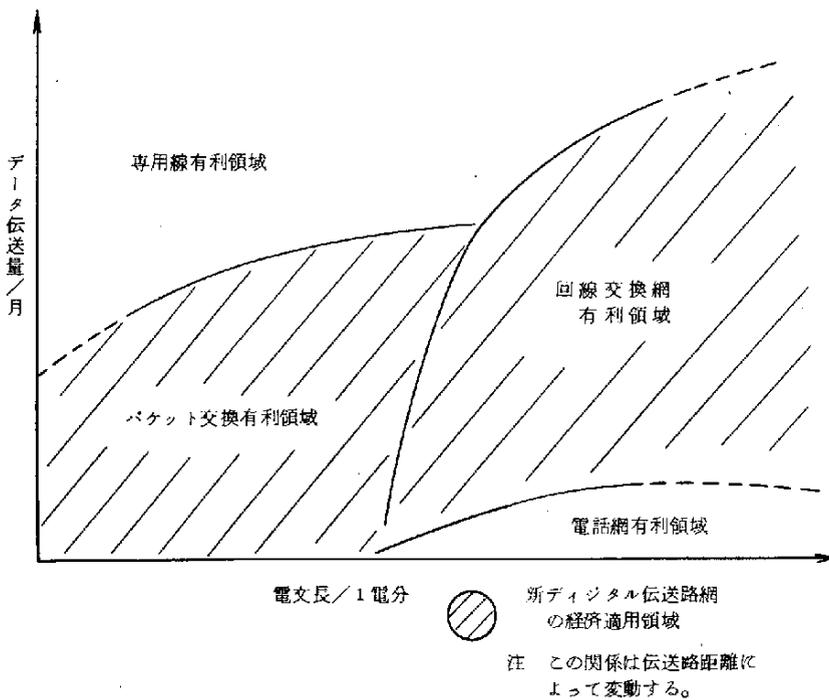


図 3.2-1 伝送路経済適用領域

3.2.2 我国における形成上の問題点

我国における、データ伝送に対する需要の増加、コンピュータ間結合の機運の増大を勘案すると、近い将来、前項で述べた条件を満たす伝送路網の形成が必要となってくることは明らかであるが、形成の過程において、以下のような問題点が考えられる。

- ① 現在想定しうる利用形態を考えた場合でも、データのトラフィックは多種多様であり、最適な伝送路網を構成するのは容易なことではない。
- ② ①に関連して、網の構成、用いる技術内容にも不確定な要素が多く、設備投資規模が不明確

であるため、個々のケースについて、経済適用領域をどの程度にしうるかの想定が困難である。

- ③ 全く新しい伝送路網であるため、需要の想定が困難であり、当初からどの程度の伝送路容量を確保すればよいか、またどの地点に回線を設定すべきかの判断がむづかしい。また需要は、回線コストとも密接な関連があるため、問題は複雑である。
- ④ 新しい伝送路の建設には、多額の初期投資を必要とするので、当初から、全国的な網を形成することは困難である。また近距離や、極端にトラフィックの低い需要に対しては、新伝送路網は経済的にひきあわないので、形成過程においては、電話網あるいは専用線との混在は避けられない。
- ⑤ コンピュータ・ネットワークの形成につながる伝送路網は、全国的な拡がりを持つことは勿論、将来国際的な接続も考慮しなければならないので、統一された、また国際的な動向にもマッチするインターフェイスを有するものでなければならない。

これらの問題は一朝一夕に解決できるものではないが、将来に対する発展性を考慮すると、現時点で利用可能な技術によって、できるかぎり低廉な伝送路を高トラフィックの予想される地点間に作成し、長期的な展望に立って、徐々に全国的なネットワークを形成してゆくことが現実的であろう。その際キャリアとユーザの接触を深め、有効なフィードバックを働かせることによって日本の実情にあった伝送路網が形成されることが望ましい。また、効率的な伝送路網は、トラフィックの形態に大きく左右されるので、今後の動向として、どのような使用形態が主流を占めてゆくかの見極めも重要なポイントである。

いずれにせよ、今後10年間程度は、デジタル伝送路網の運ぶトラフィックは、全データ伝送需要の1~2割程度ではないかといわれており、最初からあまり過大な期待をかけることは危険であるが、長い視野に立った、適正な伝送路網の形成を考えてゆくことが必要であろう。

3.2.3 諸外国の技術開発の動向

欧米諸国においては、データ伝送需要の増大と、既存の回線網利用の行詰りが問題となり、かなり早くから、新しい伝送路網作成の計画があるが、それぞれの国情によって、いくつかの異なった方式がとられている。

- ① 第1のグループは、現在の通信網がデータ伝送に適さないことに対処するため、既存の技術だけでも暫定的な新データ網を作ろうとするものであり、現在の通信網の伝送品質が比較的よくない欧州諸国で具体化されている。テレックスを高度化したものとしては、西ドイツのデータ交換用電子交換機EDS (Electronic Data Switching System)の開発が代表的である。このEDSは西ドイツだけでなく、アメリカを始めとする多くの国々ですでに使われている。

一方、電話網と同じようなモデルを使い形式のものとしては、フランスのカデュセ網があり、1972年からサービスを提供している。

- ② 第2のグループは、デジタル伝送技術の進歩を取り入れ伝送コストの低下と品質の向上をねらうもので、デジタル・データ・サービス(DDS)と呼ばれる。これは長距離伝送の需

要が多いアメリカにおいて、まず実用化された。代表的なものはカナダの電話会社が提供するデータルートで、時分割多重化装置の活用により、低速回線を大巾に経済化した点が特徴的である。

③ 第3のグループは、デジタル伝送技術に時分割交換の技術を組み合わせ、豊富なサービスを提供しようとするものである。この方式は、現在各国で計画が進められているが、本格的なサービス開始したものはまだない状態である。

④ 第4のグループは、いわゆるパケット交換方式で、米国のARPA網、英国のNPL網、フランスのシクラードとRCPなど多数の実験網が稼動中であり、スペイン、オーストラリアなどでは、やや特殊な方式であるが、既に商用サービスも行なわれている。また英国では、近くEDSSと呼ぶパケット交換方式による公衆網サービスを開始すると伝えられている。なお最近、衛星を利用したパケット交換技術の研究も盛んになり、国際通信にもパケット交換が利用される傾向がある。

各国の技術動向とネットワーク形成の方向をまとめたものを表3.2-1に示す。

表 3.2-1 各国における新データ網の開発状況

技術開発の動向	新データ網の必要性	新データ網の形式	諸外国の代表例
既存技術	データ需要増大	→ 高速テレックス形	EDS (西ドイツ) カデュセ網(フランス)
	→ 電話網の限界	→ 電話網形	
	→ 専用線の問題		
デジタル伝送技術	TDM多重化装置	→ TDM形	データルート(カナダ) データフォン・デジタルサービス(アメリカ)
	PCM伝送路			→ DDS形
	PCM-FDM	移行	
時分割交換機	→ 伝送と交換の統合	→ 回線交換形	DATRAN(アメリカ)
	高度な機能の要求		
パケット交換	→ 付加価値網	→ パケット交換形	(オーストラリア) (スペイン)
	→ プロトコル標準化	→ 一部移行	
	→ 衛星通信	→ 国際通信の要求	→ 衛星パケット網形	EDSS (イギリス)

我が国は、これらの諸国の動向を見つつ、これから新しい伝送路網の作成を行なってゆくわけであるが、新伝送路の必要性についてはほぼ各国と同じ状況であり、技術水準としても十分比肩しうるものであると考えられるので、できるかぎり広い要求条件をカバーしてゆく方向で進めばよい。

3.3 汎用プロトコルの形成

3.3.1 汎用プロトコルの定義と必要性

ここではコンピュータ・ネットワークを実現する為の各種の取り決めとなる汎用プロトコルの必要性設定へのアプローチ、条件、構造モデル、予想される問題点について主に技術的側面から考察する。

(1) 汎用プロトコルの必要性

コンピュータ・ネットワーク内の各リソースのアーキテクチャ、テクノロジー、OS(Operating System)等は全て異っている事が前提となる(ヘテロジニアス・コンピュータ・ネットワーク)。

また、ネットワークに加入するCPU、端末、網装置などのハードウェアとソフトウェアは、サプライヤーが標準的にサポートしている物を極力そのままの仕様で利用できる事が望ましい。(もちろん加入する為の変更追加は当然であるが、ネットワークに関係のない部分には影響を与えないようにすべきであろう。)

これらの異種のリソースを結合し、加入者が網内の全てのリソースをコンピュータ・ネットワークを意識する事なく利用できる事(バーチャル・ネットワーク)を可能とする為には、広範囲にわたった取り決めとその実行が必要とされる。

3.3.2 汎用プロトコル設定へのアプローチ

コンピュータ・ネットワークを実現する為には、技術的側面ばかりでなくその社会性、経済性、政治性など多くの側面を考えなければならない。

従って、コンピュータ・ネットワークの利用面からハード・インターフェースにいたるプロトコルを設定する事には、かなりのむずかしさがあると予想される。

現在の状況では、汎用プロトコルを形成するには次のようなアプローチを取る事が有効であろう。

- ① プロトコルは、基本的なものから順次決めていく。
- ② 機能的には既存のオンラインシステムのプロトコルを踏襲しつつ、ネットワークのプロトコル自身は、既存のものからステップアップしたものとする。
- ③ 実施は今後形成されるであろう新デジタル網のサービス状況を考慮する。
- ④ この為、国民的なコンセンサスの上に推進母体を置き、これらの設定、運営の方向を検討する。

以下では①、②を補足する形で技術的側面から汎用プロトコルを眺めてみよう。

(1) 汎用プロトコル制定の技術的側面

コンピュータ・ネットワークを構成するプロトコルは概念的には以下の2種に大別できよう。

- ① 通信プロパーなプロトコル
- ② データ処理プロパーなプロトコル

大規模ネットワークにおけるプロトコルを考えた場合に汎用プロトコルとしてどこまでを

規制するかは、加入者に対する制限／影響、有効期間等を考える上で重要な問題となる。

①の通信プロパーなプロトコル (ex. HOST - HOSTプロトコル、伝送制御手順等のプロトコルを想定している。) はネットワークの業務内容、加入CPUのアーキテクチャ／テクノロジー、OSの相違などはかなり独立に設定が可能と考えられる。

従って、汎用プロトコルとして多くの機種での実現が可能と考えられ、まず、このレベルから設定するのが得策であろう。このレベルのプロトコルはネットワーク全てのプロトコルの基本部になるので、設定に当たっては、次の事を考慮しなければならない。

- 上位プロトコルとの独立性
- 変更が網全体に与えるインパクト
- 仕様の拡張性

この場合、通信プロパーな機能を実行するのはヘテロジニアスなコンピュータである事を忘れてはならない。(同種の装置でインプリメントされている仕様の変更は、その仕様が他と完全に独立していれば、変更はかなり容易に行える。例としては、ARPA NETのIMP - IMPプロトコルのレベルアップがある。)

一方、②のデータ処理レベルのプロトコルは

① 業務内容

- 例えば
- TELNET
 - RJE
 - File
 - Information Network 等

② OSの相違

- 例えば
- JCL
 - 言語
 - File構造／アクセス法／シェア
 - 資源管理の方法
 - オペレータ操作コマンド 等

③ データ形式の相違

- コード系
- フローティングデータの形式
- データ長
- データ構造 等

④ CPUアーキテクチャの相違

- インストラクションセット 等

などの種々の要因により、設定上の制限事項は増大し、全てのユーザの要求を満たすようにオールマイティーな汎用プロトコルを制定する事は非常に困難である。

しかし、要因としてあげた個々の項目の中には、部分的に、ISO等の国際標準化機構や、国内での標準化機構、単独のサプライヤー内において標準化の努力が行われているものがある。

従って、データ処理プロトコルに関しても範囲を限定してステップを踏んで行けば、ある程度汎用的にプロトコルを作成する事も将来は可能になるであろう。

既存のCPUを利用して、そのアーキテクチャ/テクノロジー、OSを極力そのままの形で利用するという前提も、処理レベルのプロトコルがコンピュータ・サプライヤーにとってかなりの説得性を持って設定されれば、コンピュータ・ネットワークを意識したCPU、OSの設計が行われるというコンピュータ・サプライヤーへのフィードバック機能を果たす事も十分に考えられる。

処理プロパティをプロトコル設定のアプローチは、通信プロパティをプロトコル設定のアプローチと方法を多少異にすると予想されるが、他の標準化機構の動向を眺めながら、次の事柄を考える事が今後の大きな課題となると思われる。

- ・処理レベルの機能をいかに基本要素に分解し、又これを組み立てる技術を発達させるか。
- ・特殊解をいかに一般解に拡張するか？
- ・どのような範囲に一般解を適用させるか？

3.3.3 汎用プロトコルの構造モデル

コンピュータ・ネットワーク・システムでは、各種の計算機、各種の端末が、各種の形態で接続される様になり、ネットワークのプロトコルの明確化が必要である。

ここでは、プロトコルとして考慮すべき事項、プロトコルの階層構造の妥当性について述べ、その実例を紹介する。

(1) プロトコルとしての考慮点

今までのネットワーク・システムの大部分は、通信と処理との機能がいりくんでおり、通信の機能もシステムごとに異なっていた。

従って、プロトコルとしては、次の点を考慮する必要がある。

- ネットワーク(網)の透過性
- アプリケーションの独立性
- ネットワーク構成の融通性

以上の点を満足させるためには、ネットワークの本質的な種々の機能に着目し、それ等の機能が、互いに干渉しない様にすべきである。その方法として、ネットワークの機能を階層的にとらえ、各機能層に対応して統一的にプロトコルを設定すべきである。

(2) 汎用プロトコルの階層構造

上述した様に、汎用プロトコルは階層的にとらえるのが妥当である。コンピュータ・ネットワークの汎用プロトコルを一般的に模式化として図3.3-1に示す。

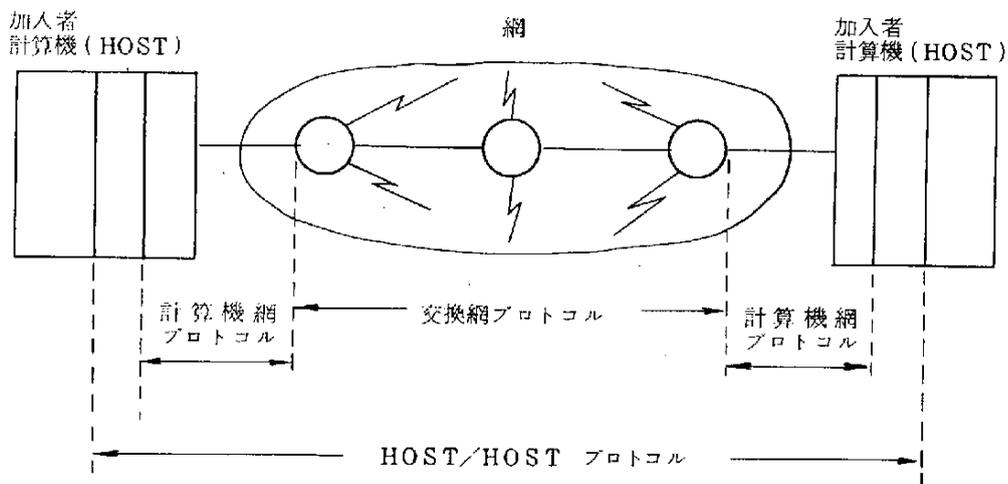


図 3.3-1 汎用プロトコルの階層構造

(3) 汎用プロトコルの実例

汎用プロトコルが、階層構造になっている実例として、大学間計算機結合、富士通、IBM (メーカーにおいても、プロトコルの汎用化が行なわれている。)、ARPANETの各プロトコルの構造について紹介する。

ここで、共通的にいえる事は、次の点である。

- 処理プロパーな部分と、通信プロパーな部分に分かれている。
- 処理レベルからみた場合、介在ネットワークは、フィジカルな装置構成及び機能にとられないネットワーク全体の仮想化をもたらす方向を目指している。

① 大学間計算機結合 (N₁ プロジェクト) の例

複数の大学間大型計算機を結合するコンピュータ・ネットワークの計画が進行している (N₁ プロジェクト)。

これは、電電公社・新データ網を介する全国的な学術情報ネットワークを目指すものである。このために、システム構成、ハードウェア及びソフトウェアの開発を行い、実証実験を通じて、その実現性を確認するとともに、問題点の抽出ならびに、その解決をはかろうとするものである。

このシステムは、目下開発中のインハウス・ネットワーク及びローカル・ネットワークや、今後開発される予定の学術用の汎用及び専用データベースを大型計算機センタを介して、接続する様に計画されている。

ここにおいても、プロトコルの階層構造が、とられており、図 3.3-2 の様になっている。

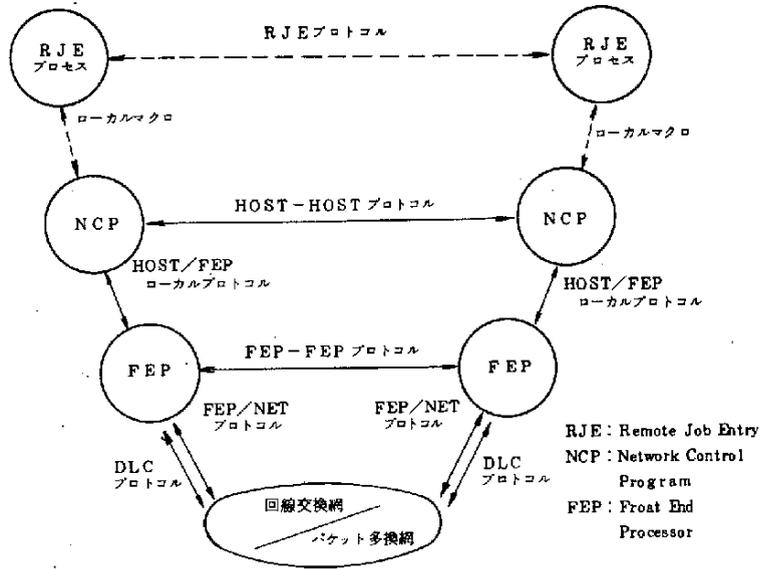


図 3.3-2 N プロジェクトのプロトコル構造

また、データ送受信単位を各階層毎に図 3.3-3 の如く設定している。

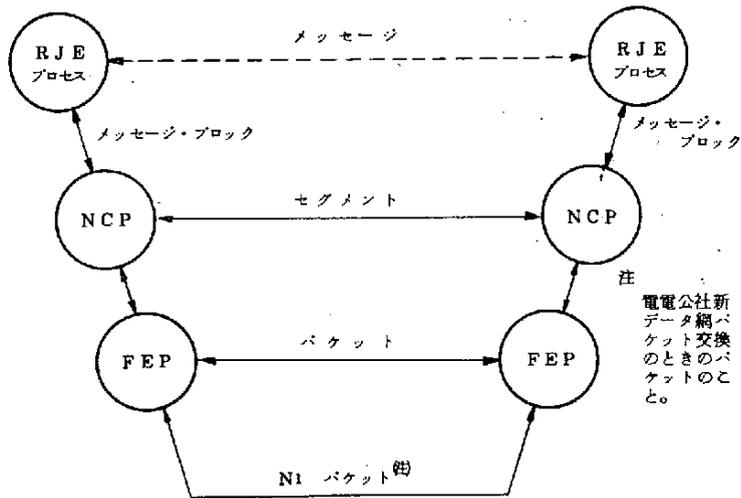


図 3.3-3 N1 プロジェクトのデータ送受信単位の階層

② 富士通によるコンピュータ・ネットワークの例

ここでは、HDLC (High Level Data Link Control) を使っている例を示す。

通信回線を経由して、2台以上のコンピュータ等が接続される場合、各々サイト(従来慣用的に使われているセンタシステム、端末システム等の言葉で呼ばれているかたまりをサイトと呼ぶ)が、別のサイトを通信するための、サイト間プロトコルを、次の様に規定している。

○ サイト間プロトコル

- (イ) 伝送制御レベル (Lレベル)
- (ロ) ネットワーク制御レベル (Nレベル)
- (ハ) バス制御レベル (Pレベル)

サイト間プロトコルのレベルの概念を図 3.3-4、プロトコルの構造を図 3.3-5 に示す。

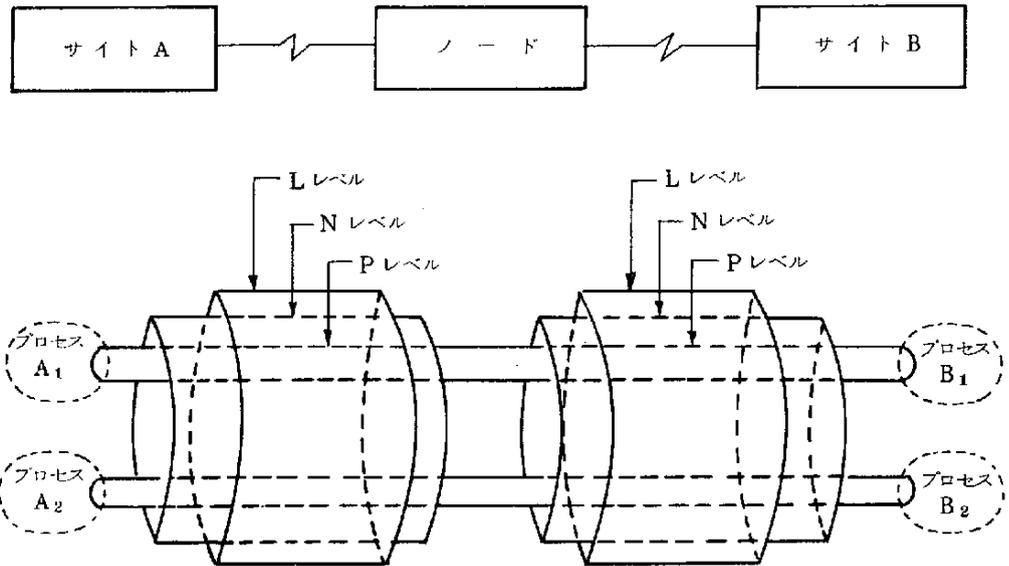


図 3.3-4 サイト間プロトコルのレベルの概念

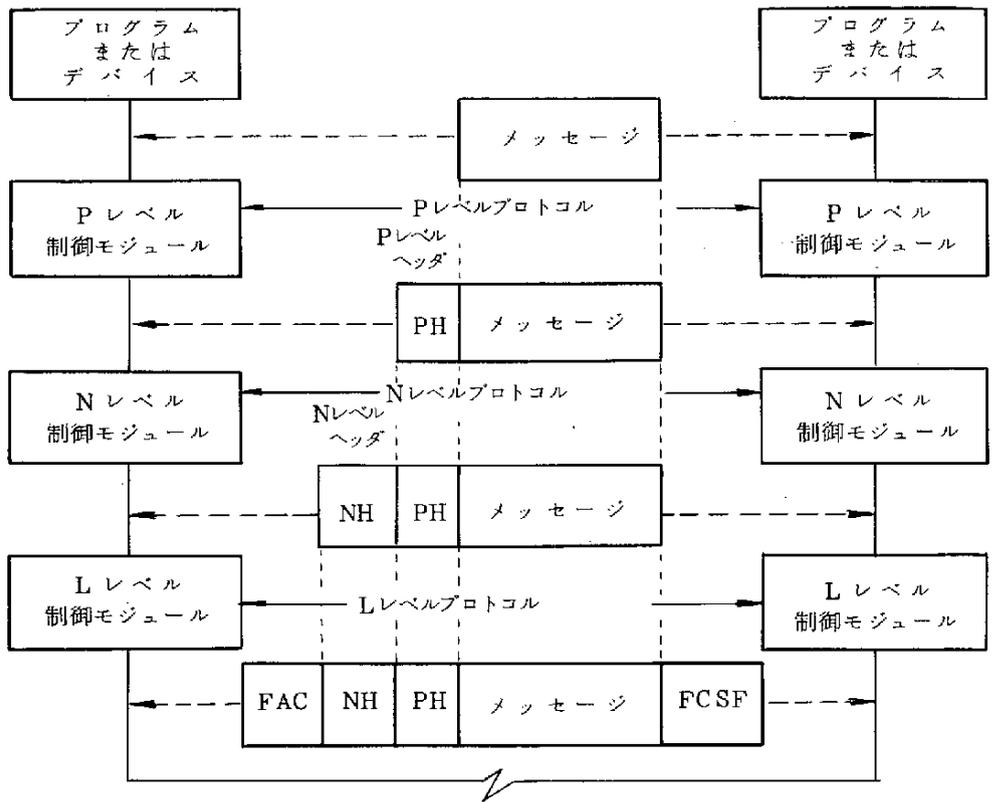


図 3.3 - 5 プロトコルの構造

③ ARPAネットの例

米国に於いては、ARPAネットに代表されるコンピュータネットワークが実用化されている。ARPAネットでは、プロトコルをどの様にとらえているかを図3.3-6に示す。

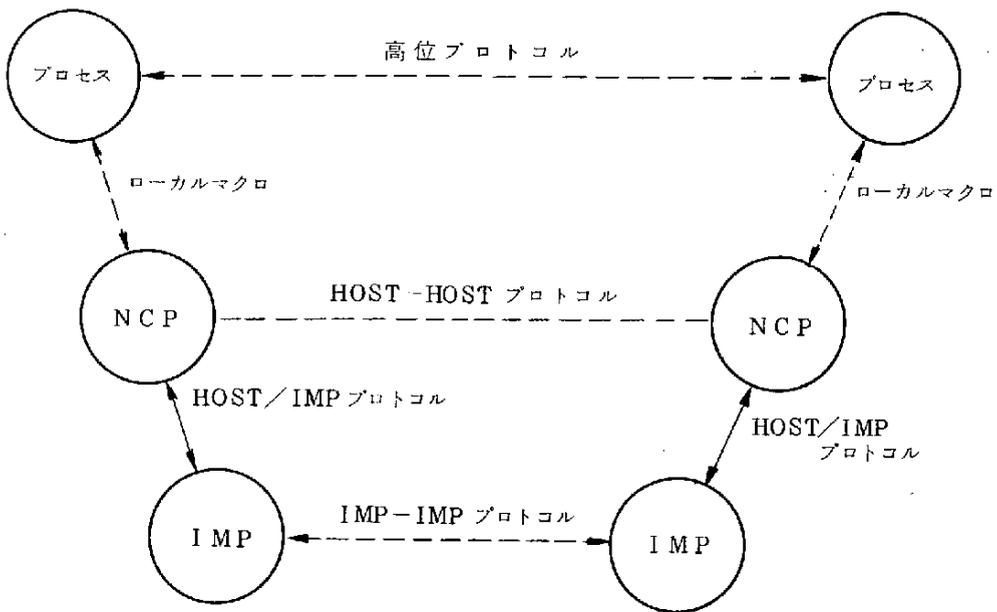


図 3.3-6 ARPANET のプロトコル構造

④ IBM の SNA (Systems Network Architecture) の例

SNA の目的とか、フィロソフィ面は、富士通のものと似ているが、インプリメント方法、プロトコルの内容はかなり異なる。

以下、SNA の概念を図 3.3-7 に示す。

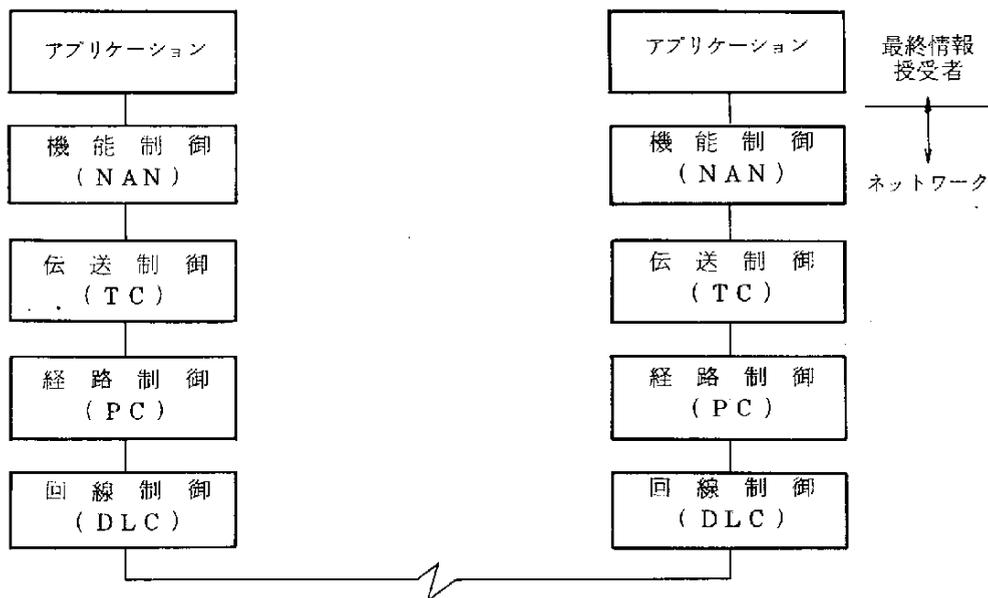


図 3.3-7 SNA の概念

3.3.4 汎用プロトコル設定の問題点

これまで述べた事も含めて、汎用プロトコル設定の問題点についてまとめておく。

(1) 技術的問題点

汎用プロトコルの設定のうえで、技術的に考慮しなければならない点としては、次の様なことがいえる。

- ① プロトコルの信頼性——各種特殊状態に対するリカバリが十分可能か。
- ② プロトコルの効率——オーバーヘッドが少なく、効率良くデータ転送が可能か。
- ③ プロトコルの拡張性——階層化が十分で新インタフェースの追加、及び国際的ネットワークとの接続に対しても配慮されているか。
- ④ プロトコルの評価——評価手段が十分用意されているか。

(2) 運営のための問題点

規約設定には開発母体、作成のための参加者、参加者の考え方の違い、事情により非常に困難な面があるが、運営のための考慮点を列記しておく。

① 開発母体（公的機関のバックアップ）

- ・初期投資への耐力
- ・拘束力が必要
- ・利潤追求型の反省

② 開発順序

- ・既存規約の開発と実施
- ・新規約の開発と実施
- ・新規約の既存規約の吸収

3.4 コンピュータ・ネットワークにおけるデータベース

3.4.1 コンピュータ・ネットワークにおけるデータベースの意義

コンピュータ・ネットワークにおけるデータベースの問題は、単に情報流通の問題にとどまらず広くコンピュータ利用上の最も重要なテーマの1つとしてあげられている。

これまで、コンピュータ・ネットワークとデータベースとは、それぞれの場において研究、試行、開発が重ねられているにもかかわらず、両者の結合の問題については、まだ議論の域を出ていないように思われる。

コンピュータ・ネットワークは、ハードウェア、ソフトウェア、データなどの資源を共用し合うことができるように結合され、それぞれ独立した機能をもコンピュータシステムの集まりとしてとらえることができる。

また、データベースは複数業務による共用が可能となるように、集中的に編成、運用、管理、維持される相互に関連のあるデータの集合体としてとらえることができる。これらコンピュータ・ネットワークとデータベースとの目標には、両者に共通的なものがあげられる。それには複数の利用者に対する資源の有効利用をはかる機能である。すなわち、コンピュータ・ネットワークでは、ハードウェアの共用（ロード・シェアリング）、データの共用（データ・シェアリング）などがはかられている。また、データベースでは、情報の共用という観点から、データの有効利用がはかられている。

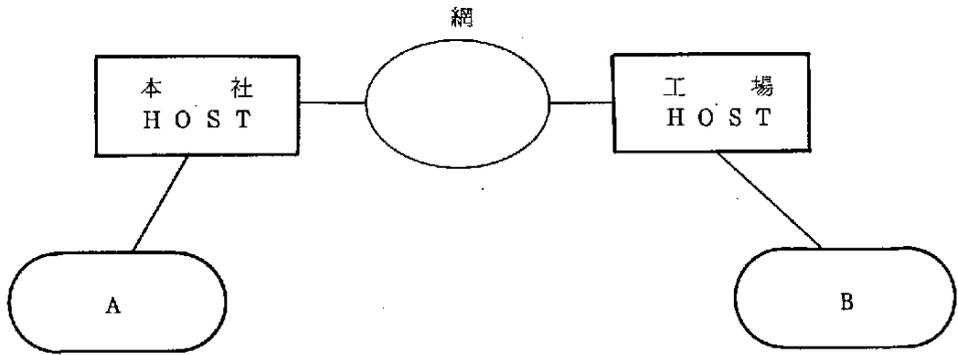
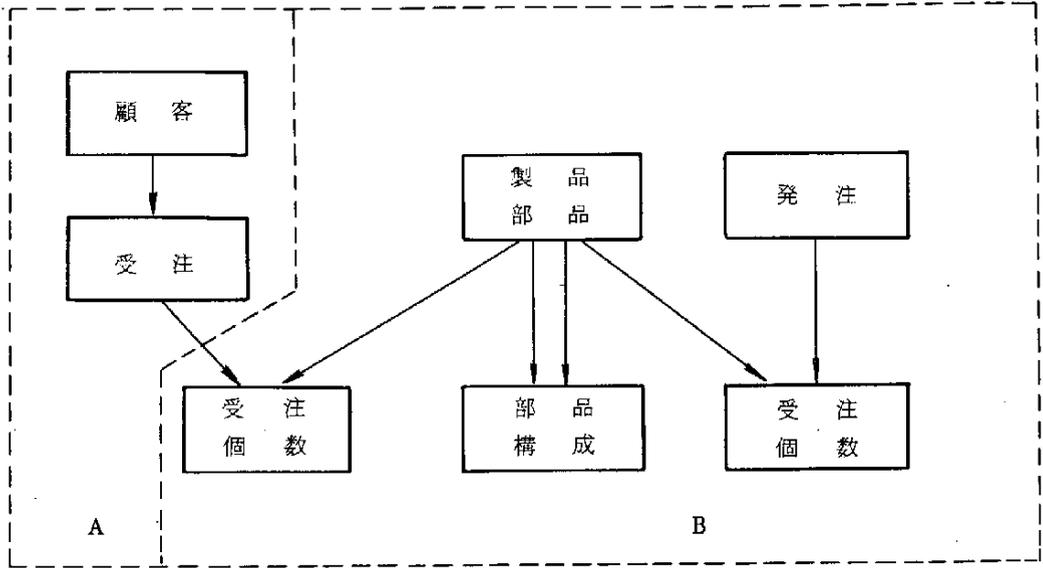
しかし、データベースでは、その機能を全うするために、データ管理機能を不可欠としている。この管理は、データベース管理者によって行われる。

データベース管理者の役割は、データベースを使用する各ユーザの要求を収集し、分析し、それに基づいてデータベースの設計ならびに作成を行い、さらにその運用の監視を行い、必要に応じて、データベースの再編成や再構成を行うことである。つまり、データベースは、作成と保存とに責任と権限をもったデータベース管理者によって集中管理されるのである。

ここに、データベース管理者によるデータベースの集中管理は、論理的に集中管理することを意味しており、必ずしも物理的な集中管理を意味していない。

例えば、いま、図3.4-1 Bに示す如く、ある企業の本社と工場とにそれぞれコンピュータ・システムが存在し、これらによってコンピュータ・ネットワークが構成されている状況のもとに、当該企業の受注・生産システムのデータベースが、図3.4-1 Aに示す如く構築されていると想定しよう。この想定のもとでは、各々のコンピュータシステムのエンド・ユーザが、データベースを利用する場合、ユーザから見えるのは、データの論理構造である。このデータベースは、ユーザから見れば論理的に1つのデータベースであるが、実際には、コンピュータ・ネットワーク内の都合のよい場所に格納されている。

一般的にいえば、コンピュータ・ネットワークは、いくつかの機関・企業の互に対等な立場にある個々のコンピュータシステムによって構成されている。また、利用しようとするデータベースは、コンピュータ・ネットワークに参画している機関・企業によって、それぞれ独自に集中



管理されている複数個のデータベースが対象となる。

ここに集中管理を必要とするデータ・ベースと分散管理と資源の共用を目指すコンピュータ・ネットワークとの思想のギャップが問題となる。

理論的、長期的なことを別として、現実的な問題としてとらえるならば、コンピュータ・ネットワークにおけるデータベースについては、さしあたりその実現に対する現実的な限界を見出すことが重要課題といえよう。

3.4.2 実現化へのステップ

コンピュータ・ネットワークにおけるデータベースの実現化のステップとして考えられるものをあげると次のようになる。

- (1) ファイルの転送によるデータの共用
- (2) ファイルを結合した仮想ファイルによるデータの共用
- (3) 同一DBMS (Data Base Management System) による仮想データベースでのデータの共用
- (4) 異種のDBMSによる仮想データベースのデータの共用

(1)については必ずしも本格的なデータベースの共用とはいえないが、コンピュータ・ネットワークにおけるデータの共用という意味で、これを第一段階として考察する。

上記(1)~(4)の難易度と、それらの発展段階は図3.4-2に示すごとく想定される。

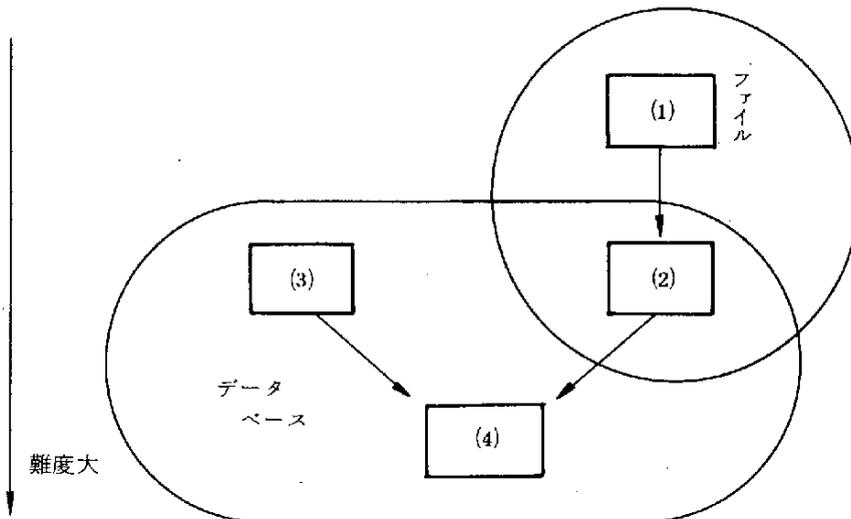


図 3.4-2 コンピュータ・ネットワークにおけるデータベース段階

(1) ファイルの転送によるデータの共用

この段階では、他HOSTに存在するファイルそのものをユーザが指定するHOSTのファイルとしてコピーを行い、これによってファイルの共用という機能を保っている。

この方法によってデータの共用を行っている例としてARPAネットワークがあげられる。

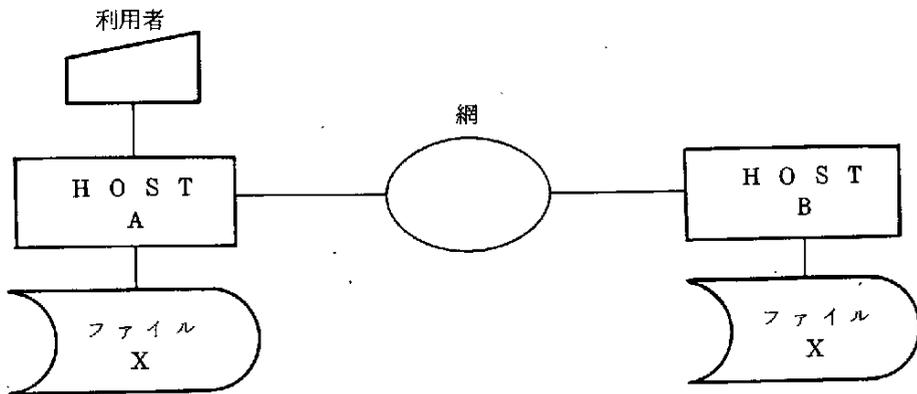


図 3.4-3 ファイル転送によるデータの共用

図 3.4-3 において、HOST A で HOST B の保有しているファイル X を使用したい場合、ユーザレベルのプロトコルである FTP (File Transfer Protocol) によって、ファイルの転送を行う。これによって、HOST A にファイル X がコピーされる。

この方法による長所・短所を次に示す。

長所

- ① 技術的に実現が容易である。
- ② ファイルのコピー後は、早いアクセスが保証される。

短所

- ① ファイルのすべてをコピーするため、大量データの格納されているファイルを取扱うことは、時間的に不利である。
- ② データの変更があればもう一度コピーしなくてはならない。頻度の多いデータには不向きである。
- ③ ファイル全体を 2 重化の対象とするので多量の記憶スペースが必要となる。

(2) ファイルを結合した仮想ファイルによるデータの共用

この方法は、複数の異った HOST に格納されている複数のファイルを、ユーザに対しては、あたかも 1 つのファイルであるかのように見せ、これによって処理可能とする方法である。

この方法も (1) と同様に、必ずしも本格的なデータベースの共用とはいえない。 (1) のようにファイルすべての転送を必要とするのではなく、必要な部分のみの転送によってデータの共用を計る方法である。

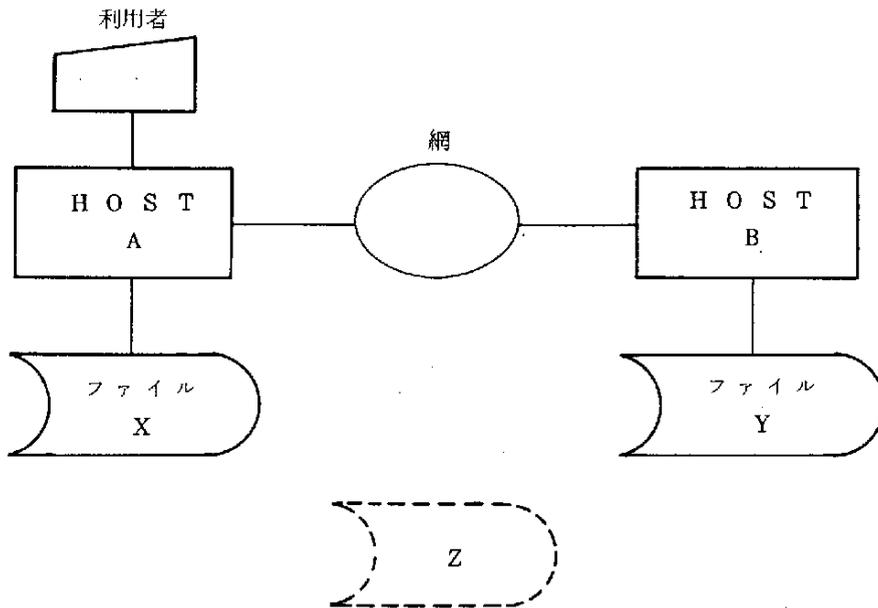
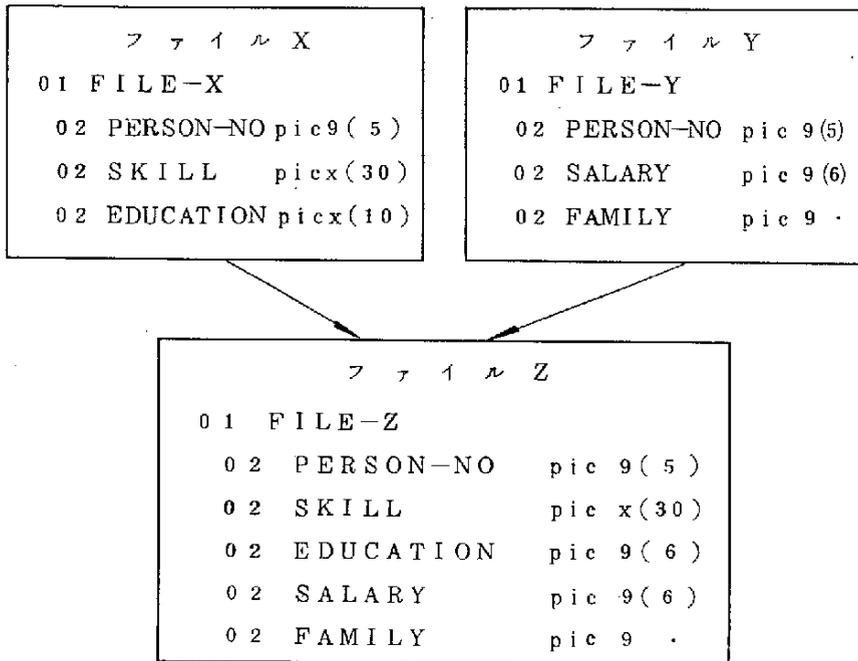


図 3.4-4 仮想ファイルによるデータの共用

図 3.4-4 の様に HOST A のファイル X、HOST B のファイル Y につきのデータが格納されている場合、ユーザは仮想ファイル Z を想定して処理を行うものである。



この処理を可能とするために次のいずれかが必要である。

- (a) 同じ仕様のアクセス・メソッドを使用するか、または標準化されたアクセス・メソッドを使用する。
- (b) アクセス・メソッド・ディクショナリをもって、他HOSTからのデータを自己のアクセス・メソッドで解釈できるようにその都度変換を行う。

長所

- ① ファイル全体の転送は不要である。
- ② アクセス言語を標準化する事によって、異機種にも適応可能である。

短所

- ① ソフトウェア開発が困難である
 - ② ファイル更新についての制御が困難である。
- (3) 同一DBMSによる仮想データベースでのデータ共用

この方法は、物理的には分散して格納されているが、それらを同一のDBMS (Data Base Management System) で制御しているケースにおけるデータの共用方法である。

1例として図3.4-5のようなケースを想定しよう。

図3.4-5のデータ構造中の顧客レコードと受注レコードを本社のコンピュータシステムに格納させ、その他を工場コンピュータシステムに格納させ、全体としては1つのデータベースとして取り扱いデータの共用を計るのがこの方法である。

この方法も解決せねばならない問題のうち主なものあげれば、まず、コンピュータ・ネットワークがハードウェアの異った機種 of HOSTによって構成されている場合には、それらのHOST共通のDBMSを開発せねばならない。

つぎに、データベースの構造の記述 (スキーマ) の所在の問題がある。これについては、特定のHOSTにデータベースの記述をもたせるか、すべてのHOSTに同一のデータベースの構造の記述をもたすかを選択しなければならない。また、データの構造に変更が生じた場合、それに対する構造の記述の変更方法も重要な問題となる。

さらにデータベース管理者は他HOSTのもつデータすべてについての、その責任を負うことになるため、負担は大変なものとなるであろう。

このようにデータベースが物理的に分散された場合には、より強力なデータベース管理に対するツールの研究・開発が必要とされる。

この方法の長所、短所は

長所

- ① 実際にはデータが分散されて、格納されているが、ユーザはあたかも1つのデータベースとして利用可能となる。
- ② コンピュータ・ネットワークの各HOSTは同一のDBMSを使用するため、開発、

運用に標準化のメリットがある。

短所

- ① コンピュータ・ネットワークの各HOSTが同一DBMSを限定して使用するため、他の特徴あるDBMSを使用できない。
- ② 一般に、コンピュータ・ネットワークの各HOSTが異機種で構成されている場合統一したDBMSの開発(たとえコンパートにしても)を必要とすること。

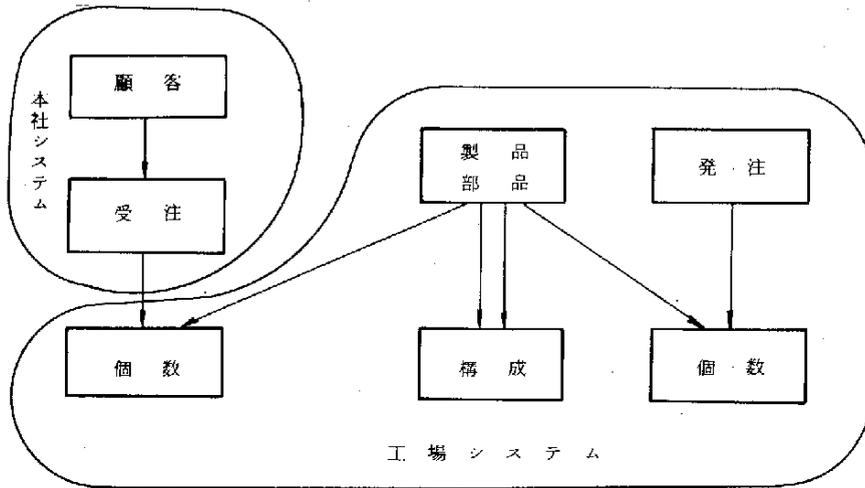


図 3.4 - 5 同一DBMSによるデータの共用

(4) 異種のDBMSによる仮想データベースでのデータ共用

現時点において、コンピュータ・ネットワークを構成する、各HOSTが独立に作成したデータベースの共用をはかることは非常に困難である。

たしかに、データベースの標準化はCODASYLのデータベース作業班(DBTG)によって早くから進められており、そしてその言語仕様が発表されたことは、広く知られている。

しかし、その仕様が発表される以前に開発されたDBMSが多数あり、またCODASYLの仕様におおむねよっているが、そのサブセットであるシステムも数種ある。

この様に、まったく同一のDBMSは存在しないのでコンピュータ・ネットワークにおいては、これらをさらに標準化して記述するシステムが必要とされる。

コンピュータ・ネットワークの各ホストについては、それらのいずれかが網の中で管理的な立場にあるのではなく、本来平等であろう。このコンピュータ・ネットワークに、管理機能を必須とするデータベースを適用することに強い抵抗がある。

今まで述べたように、従来の発想のまま、データベースをコンピュータ・ネットワークに適用するには非常に強い制限が必要となり、むしろ、原点に戻りコンピュータ・ネットワークにおけるデータベースの新しい展開が必要と思われる。

3.5 ネットワーク稼動までの問題点

コンピュータ・ネットワークが形成され、実際に稼動するまでの過程には、技術的問題点の他に開発体制や運営体制等のいわゆるネットワークを形成しその利用者となる人々の意志統一を計る組織造りが最も大きな問題となる。また、この組織化を目論むことがネットワーク形式の第一歩である。

3.5.1 システム開発の段階

システム開発は、その過程を一般的に次のような4つのフェーズに分割し、この各々のフェーズ毎に評価し、意志決定を行い次段階に開発を進めていく方法が採られている。

- | | |
|--------|------------|
| フェーズ 1 | システムの分析 |
| フェーズ 2 | システムの仕様決定 |
| フェーズ 3 | システムの設計 |
| フェーズ 4 | システムの運用テスト |

フェーズ1ではシステムの目的を明確に打ち出すために、現状分析を行い、これをシステム化した場合の基本的機能を決め、同時に機能分析に基づき実現の可能性を見極める段階である。

フェーズ2ではシステムの目的を充足する詳細な機能分析および必要ならばシステム・モデルを作成し、シミュレーションを実施しシステムの機能仕様を決定する。またこの仕様を満足するシステム構成機器の選択等も行いシステム開発費および運営費の見積を行ない、システム具体化の最終結論を出す段階である。

フェーズ3はシステム設計・製作の段階でコンピュータ・ネットワーク形成の場合であれば、コンピュータおよび端末装置の製作あるいは発注が行われる。一方ソフトウェア面ではファイルおよび入出力データの詳細設計、DSの設計等引続き各種プログラムの製作・デバックが実施される段階である。

フェーズ4はシステムの総合テストであるが、一般には実際の運用状況に見合ったテストを行うと同時にシステム利用者のオペレーション訓練が実施される。

以上のような4つの段階を経てシステムの実稼動が始まる。

3.5.2 開発および運営体の組織化

コンピュータ・ネットワークの形成を利用目的に従って分けてみると、次のような3つに分けられる。

- (1) ハードウェアの共用
- (2) ソフトウェアの共用
- (3) データの共用

(1)のハードウェアの共用は個々のコンピュータ・システムの持っている処理能力すなわち中央演算処理装置・記憶装置および周辺装置の共用で、処理業務量の増大、コンピュータの高度利用、ユーザの拡大あるいは大型機導入等の問題解決を目的としたものである。

(2)のソフトウェアの共用はネットワーク内のコンピュータ・システムが持っているソフトウェ

アを手近かなコンピュータあるいは端末装置から利用しようとするもので、高度なソフトウェアに対する需要の増大およびその開発負担の重複排除を目的としたものである。

(3)のデータの共用はネットワークを媒体として種々のデータを共同利用しようとするもので、流通するデータの性格で次のように分けることができる。

- ① オペレーショナル・システム
- ② マネージメント・システム
- ③ インフォメーション・リトリvable・システム

①のオペレーショナル・システムの例としては航空業務における座席予約や乗客・貨物の搭載情報交換等を目的としたSDTA (Societ International de Telecommunication Aeronautique) という機関のネットワークがある。その他医療システム・教育システム等がこの分野に入るであろう。

②のマネージメント・システムには株式取引情報の提供を目的としたAut EX社のネットワークや、その外、統計データを提供することを目的としたネットワーク・システムがある。

③のインフォメーション・リトリvable・システムは各種文献および図書の検索を目的としたネットワークである。

以上のような利用目的によりネットワークを形成するときの利用者の組織化の問題点は異なってくる。

すなわち、ハードウェアおよびソフトウェアの共用を目的としたネットワークにおいてはそれぞれの資源の所有者を中心とし、その所有者が広く利用者を募集するという形で組織化が計られ比較的組織化時の問題は少ないと言える。すなわちそのネットワークへの加入経費の問題のみを利用者は検討すれば、加入の可否の判断が出来ることから組織化は容易であると同時に、その組織からの脱退も容易であるので利用者としても気軽に結論が引き出せるからである。

これと同じような形態のデータの共用の②および③において、考えられるが、①のオペレーショナル・システムを目的としたネットワークの組織化は全く異なった問題を持っている。すなわち、このような目的を持ったネットワークに参画することは利用者側の業務に直接影響を及ぼすところから、そのネットワークの規模に応じ問題も異なってくる。

ネットワークの規模としては次のようなものが考えられる。

- 企業内ネットワーク
- 企業系列間ネットワーク
- 同業種間ネットワーク
- 異業種間ネットワーク
- 企業・官庁間ネットワーク
- 国際的ネットワーク

また、以上の組合せによるようなネットワークの形成も考えられるが、その形成時に必要な一つの目的を持った開発および運営組織を設立することは、その参加者の性格によって問題も、解

決方法も異なり、一様に一般解を求めることは困難であり、以下の事例により、いかに開発および運営体が形成されてきたかを見てみたい。

3.5.3 事例— LACES

データ・ベースの共用を狙った流通情報システムとして将来国際的規模での展開が期待される輸出入業務の自動化を目的とし、その一部が稼動しているロンドン・ヒースロ空港の輸入貨物の通関システムであるLACES (London Airport cargo EDP Scheme) についてその開発の経緯を追ってみたい。

LACESはロンドン・ヒースロ空港の英国税関(9部門)、航空会社(19社)、航空貨物代理店(174社)に対し、航空貨物の在庫管理と自動通関処理サービスを提供するオン・ライン・リアルタイム・システムであるが、将来各航空会社および銀行等とコンピュータ・ネットワークを形成して行く計画を持っている。前述の分野でいえば、官庁、異業種間のデータの共用を目的としたオペレーショナル・システムである。

このシステムの開発構想はヒースロ空港に乗り入れている外国航空会社(エア・フランス、パンアメリカ航空等)により提案されたコンピュータの共同利用計画に端を発している。1966年から2年間、システムの調査・分析が行なわれ、システムを形成することにより各航空会社はメリットを受けることが確認された。更にこの計画に英国税関が参画し、システム機能の拡張および効果が税関、航空会社相互に供受されることが確認されLACES具体化に大きく踏み出した。

この場合、利用者のシステムに対する要望は次のような手順でまとめられている。

1966年に税関研究会(Customs Study Group)が組織され、通関の省力化について検討を始めている。また、同年ヒースロ空港に乗り入れている航空会社が貨物の自動取扱いに関する総合システムの可能性を研究すべくAirline EDP Working Groupを発足させた。

そしてこの両者の共同研究グループとしてJoint Study TeamとJoint Steering Committeeを同年末に発足させた。1967年5月上記Joint Study Teamにより総合情報処理システムの構想が完成し、Joint Steering Committeeで承認され、1967年6月広く航空貨物代理店およびマスコミ関係に発表され、英国政府および航空会社当局も原則的にこの提案を認め、さらに開発を続けてゆく必要性を確認している。

さて、この段階での提案書は現状分析に基づいたジョブ・モデルを作り、これによりシステム仕様を設定し、開発に必要な予算額を算出すると同時にこの開発費を9年間で償却することとし、年間稼動コストを算出し、これを次のように利用者へ負担させることとしている。

英国税関	40%
航空会社	34.3%
航空貨物代理店	25.7%

また、これら負担額は各利用者に設置される端末装置1台当りの費用として配分されることが基本的に了承された。

以上のようにコスト算出とその利用者配分額を明示することにより、各企業は参加の可否および端末設置台数の決定の判断が可能となっている。このようにシステム利用者にとって投資効果を算出できる資料が提出されることは最も重要なことの1つである。

さてこの提案書を仕様として、コンピュータ・メーカーに提示しシステム設計・製作者の募集を行っている。一方このプロジェクトの管理および運営を英国郵政省内の国立情報サービス(National Data Processing Service:NDPS)に委託することを決めている。

LACESの本格的システム設計・製作に当っては図3.5-1に示すように英国税関、NDPS、航空会社、航空貨物代理店を構成メンバーとする運営委員会が設置され、この委員会の運営および事務作業全般をNDPSが担当している。

なお、NDPSの下にコンピュータ・ハードの設計・製作を担当したICL(International Computer Ltd.)およびソフトウェアを担当したCSI(Computer Science International)が組織されている。

利用者グループNDPSの代表からなる運営委員会はLACESの運営、管理、財政およびPRについて総合的管理を行うと同時に、機能要件の設計明細を承認したり、訂正したりする権限を持っていて構成は次のようになっている。

航空会社代表	3名
代理店代表	2名
税関代表	1名
NDPS代表	2名

議長はNDPSの局長が行い、あらゆる決定はメンバー全員の賛成が必要であり、LACESに加盟している政府機関および業者はこれら決定に従わなければならない。

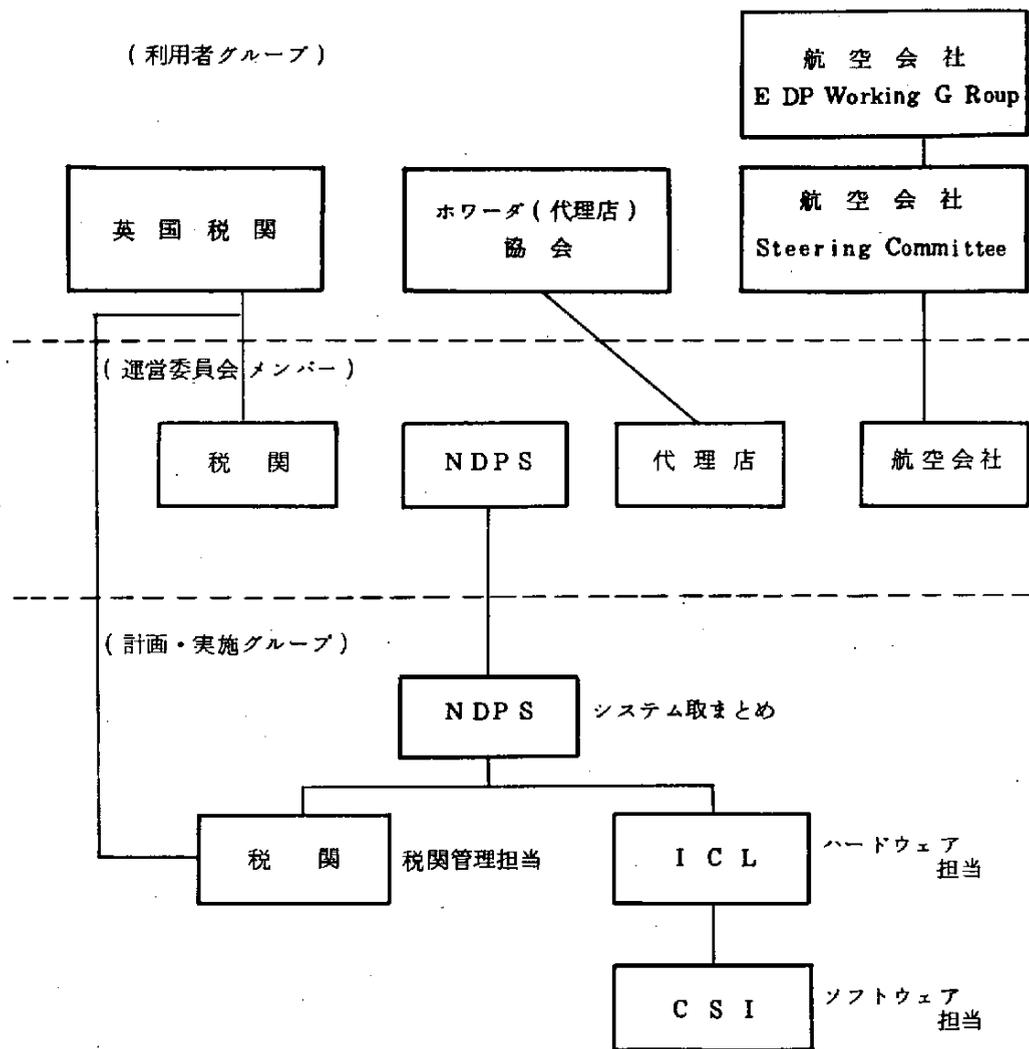


図 3.5-1 LACESプロジェクト体制

3.5.4 事例2 — SWIFT

SWIFT (Society for World wide Interbank Financial Telecommunication) は国際銀行取引メッセージの送受信手段として郵便、電報、テレックスに代るコミュニケーション・サービスを提供するものである。

前述の分類でいえば、国際間の同業種のデータ交換ということでデータの共有ということからは若干性格が異なるが組織化の問題検討として採り上げることとする。

このシステムの開発構想は、1970年フランクフルトにヨーロッパ7ヶ国の銀行代表者が集まり、国際銀行業務の抜本的合理化策について討議を始めたことに端を発している。

1971年にはこれにアメリカの銀行も参加して各銀行間をネットワークする具体的データ通信システムについて検討を始めた。その後2年半の検討、準備作業を終え1973年この計画の運営主体としてベルギー法にもとづく非営利組織「SWIFT」が正式に設立され本部がブラッセルに置かれることとなった。

具体的システム設計・製作は1974年パロース社に依託することとし、1976年6月にはベルギー・ルクセンブルグ・オランダが稼動し、1977年には当初予定の15ヶ国のすべてが稼動することとなっている。

この非営利団体であるSWIFTの経費は5年間ですべての開発費を償却すべく、これに加入するためには次のような費用分担が必要である。

- 資本金の出資
- 会員はSWIFTの利用割合に応じて割当てられ、以後毎年1回利用実績に応じて再配分する。
- 1回限りの料金
 - 新規加入料、ターミナル接続料およびアドレス等の登録料
- 経常直接費充当料金
 - 交換回線網の呼出料およびモデム提供費用等の固定費
- 年間加入料金（経常費の50%）
 - 加盟銀行の前年度送信トラフィック実績に基づき支払う。
- メッセージ伝送およびシステム・サービス料金（経常費の50%）
 - メッセージの件毎の料金

加盟に当っては国内委員会を設け、SWIFT事務局に対し、書面で申請するとともにデータ量調査表を提出すれば、出資金および1件当りの料金が事務局で試算されることになっている。このように国単位の参加の可否の決定が必要となっている。

わが国の場合、出資金、1件当りの費用等の検討の外に電気通信法との関連からの問題もある。

3.5.5 事例3 - わが国の場合

前述の事例1および2で示したシステムの類似システムがわが国にもあるが、その1例として全銀システムの運営体制について見てみたい。

このシステムは1969年に全国89の銀行と特定通信回線で結んだ内国他行為替業務の合理化と顧客サービスの向上を目的としたメッセージ交換システムである。

なお、この全銀システムは電信電話公社の直営システムとして稼動している。

このようにわが国においては、ネットワーク形成時に電信電話公社が関与する例が多い。また国家プロジェクト的発想に基づいた官庁指導型の方策の方が一般に受け入れやすいようである。しかし一方では企業として各種のデータが国家的立場で集中化されることを恐れていることも確かであるところにデータ共用を目的としたコンピュータ・ネットワークの運営体の組織化の困難さがある。中立性に基づく非営利的団体で完全に機密保護を保証する必要があり、この面で説得性

のあるシステム構想でなければ、多数の立場の異なる利用者の賛同を得ることは困難であろう。このようなことからネットワーク形成を目論む者は常に利用者の立場を意識し、彼等をいかに一つの目標に向けて意志統一を計るかを心掛けなければならない

3.5.6 その他の問題

以上体製造りの問題について述べたが、この体制と併行的に進められなければならないのが、利用者に対するPRあるいは教育・訓練であろう。

前述のLACESにおいては利用者の訓練について次のような手段が採られている。

- (1) NDP Sに訓練担当部門を持ち、利用者と契約を結んだ時、端末1台につき、毎年10人日の訓練を行うことになっている。しかし、端末装置は常時トレーニング・モードに切換えることが可能であるため何時でも操作訓練ができるようにシステム設計されている。
- (2) またNDP Sはシステムの稼動前にかなり大規模な教育訓練を実施した。この訓練は大体下記の要領により行われた。
 - ① 各利用者の管理層を対象として
 - システムの社内業務に対する影響
 - システムの構成およびコンピュータと日常業務の関係
 - ② 一般職員を対象として
 - 端末装置の使い方
 - 入力するデータの種類およびデータの源データについて
 - ③ システム運用上問題が発生した場合の特殊要員を対象として
 - 入力データに対するコンピュータからの各種レスポンスとその処置

以上のような実施前の訓練を1,400人以上の利用者の職員が受けたといっている。

システム運用上からみると、この訓練期間が、一種の総合テストであり稼動前の重要な期間とし相当余裕のあるスケジュールを採ることが望ましい。

また、体製造りにおける大きな問題として利用者の独自のシステムとの調和が挙げられる。形成するネットワークのサブ・システムとして利用者のシステムを包含するときには、慎重な検討が必要で、更に既存するシステムとの結合においては、機能の分担および設備の分担等で相当大きな問題となる。しかしこの場合もケースバイケースで解決して行かなければならないであろう。

第4章 コンピュータ・ネットワーク の効果測定と安全性

4.1 コンピュータ・ネットワークの費用と効果の測定

4.1.1 ネットワーク利用効果の測定に関する問題点

ネットワークの利用効果としてあげられているハードウェア・リソースの共用、ソフトウェア・リソースの共用、データベースの共用について、それが究極的に大きい効用をもたらすという点を現在の段階で反論する者はいないであろう。

しかし、現実の問題としてハードウェア・リソースの共用の効果を信じて、直ちに異なる企業組織間におけるネットワークの建設に踏み切れるかどうかは疑問である。

おそらくは、ハードウェアの共用といっても一方が十分の対価を代償として支払い相手のもつ超高性能大規模なハードウェア・リソースを利用する場合なら、それなりの費用：効果の比較をして、共用の効果をはじき出し、なっとくのうえて利用するということも可能であろう。

ところが、それぞれの企業組織が相互にイコール・パートナーの立場でネットワークを組み相互のハードウェア・リソースを共用するという場合には、次のような点で問題がおきるに違いない。

- ① それぞれの持つコンピュータ・システムは、機種、構成の点で相違はあるとしても、規模および性能は、ほぼ同等のものといえるか。
- ② 相互に利用するとして、一定期間内のそれぞれの他システムの利用度は、ほぼ同等と考えられるか。
あるいは、利用度に応じて、公平な対価を利用者が被利用者に支払う体制がとられるか。
- ③ それぞれが、自分の使いたいときにネットワークを組んでいるいずれかの企業組織の設置するハードウェアを、直ちに使用できることが保証されるか。
- ④ ハードウェアの共用を許すことにより自身で必要とするリソースの使用についての制約を受け処理に支障をきたすことはないか。
- ⑤ ハードウェアの共用の結果、それぞれの企業組織において機密とするソフトウェアの内容のろう洩、あるいは重要データの盗難、変質、消失などの事故がおきないという保証はあるか。

同様の問題は、ソフトウェア・リソースの共用の場合にも、データベースの共用の場合にもおきるに違いない。

しかし、ハードウェア・リソースの場合には利用量と時間を測定することが、たとえ不正確であっても可能であるだけに、問題の解決の手段を見つけ出すことがソフトウェア・リソースの共用やデータベースの共用に比べると、まだしも容易といえるのかもしれない。

以上のような問題点は、ほんの一例であり、深く考察していけばさらに問題点が指摘され、それぞれについての解決等なり、反論なりの提示が求められるであろう。

それにもかかわらず、コンピュータ・ネットワークの有用性と将来の発展については、必然的なものとされ、将来にむけての実験が行なわれ計画が企てられている。

この時期において、コンピュータ・ネットワークの利用効果の測定と評価の正当な方法を見つけ出すことはむづかしいであろうが、仮説としての“ネットワークの有用性”を立証する手がかりとして利用効果のとらえ方とそれにとりもなう問題点などについて考察をすすめておくことは必要と思われる。

さて、コンピュータ・ネットワークに限らず、新しい処理手段の有用性を立証する方法として、費用：効果の比較がある。

もちろん現実の社会では結果として有用性の高い手段がつねに採用されるとは限らない。

たとえば、それが製造業界における加工手段の選択である場合には投資額が大きすぎる場合あるいは他の加工工程との生産能力やマーケットの大きさなどがアンバランスの場合、たとえ低コストで生産できると証明されてもそれは採用されない。

また、別の例として、個人的な旅行では好みや満足感から費用：効果の点だけでは説明できないこともある。

以上にあげたような例は、コンピュータ・ネットワークの利用効果の測定には不適当な例かもしれない。

しかし、コンピュータそのものの利用効果の測定にあたって、従来からも、純粋に客観的な計数が求められ主観を排した正しい評価がなされてきたかどうかは疑問とすることが多い。

上記の加工手段の場合には、時間当りの加工高あるいは単位当りの加工時間といった計数を客観的な評価の尺度として使用することは可能である。加工高あるいは加工の単位を貨幣価値におきかえ、同じ貨幣価値で表わされる費用と対比することが容易だからである。

それに対して、情報の加工手段としてのコンピュータの場合は、時間当りの処理量あるいは処理の単位当りの所要時間の算出のさいにすでにシステム構築方法の優劣による差異が大きく生じることがふつうであるうえ、処理結果を貨幣価値あるいは他の客観的な尺度で表わすことが、きわめて難かしいところに問題がある。

また処理対象としての“情報”そのものが市場に流通する商品として定着していると認めにくいだけに、たとえ貨幣価値に換算して表示したとしても、それが、概略正しい評価として第三者の賛同を得られるとは思えない。

そのうえ“情報”の価値の評価は個人のニーズに基づく価値の評価であり、全く主観的なものとならざるをえない。

企業組織と個人とは別とはいふものの、組織は人の集団であり、組織の内部における評価とは、それが普遍的な計数に基づくものか常識的に割り切れる範囲のものでなければ、評価に関係した数名の個人の“評価結果”を討議その他の手段で容認し、“客観化”したものに過ぎない場合が多い。

コンピュータ・ネットワークの場合にもそれを構成している個々のコンピュータの利用効果に

に対する評価ですら、純粋に客観化しえないのであるから、その結合体あるいは集合体としてのネットワークに対する評価がいっそう困難なことは容易に予想される。

いわゆる情報の処理、加工の手段としてでなく、単なる計算の補助手段として、あるいは機器制御の手段としてのコンピュータ利用の場合には、客観的な評価を行なうための尺度を得やすいともいえる。

たとえば、メモリ容量と動作速度からどのくらいの規模の計算がどのくらいの時間で完了するといったことが、ひとつの尺度となりうる。

また、機器制御の場合はどの種類の機器をどのくらいの精度で、なん台まで同時に制御できるといったことをひとつの尺度としうるかもしれない。

ただし、これらの尺度についても、そこにソフトウェアの優劣という要素が入りこんでくると、ハードウェアとしての性能のみでは律し切れない。さまざまな要素が加わってくるし、ノウハウといったものがさらに付け加わることによって、その評価が、いっそう主観に支配される度合いを増してくる。

さらに計算しうる精度と要求される精度とのバランスとか、要求されるレスポンスタイムと計算所要時間とのバランスといったものが加わると、個々のケースに応じて評価が変わることも当然であろう。

計算精度が高すぎることを“むだ”と見るか“必要な冗長性”とわり切るかは、主観の差といってもよいからである。

以上のように、コンピュータの利用効果の評価を客観的に行なうことは困難であるが、主観にゆだねられている部分に対してなんらかの客観的な評価の尺度を提供する努力は今後必要である。

4.1.2 ネットワークに関する費用のとらえ方についての考察

さて、費用：効果の比較による評価についての方法論を展開する前提としては次の3つの側面からの検討が必要と思われる。

- 1) ネットワークの利用効率をなにと対比するか。
- 2) 費用としてはなにを含めるか。
- 3) 効果を測定する要素としてなにをあげればよいか。

第1点としての比較対象は、次のように整理することができる。

ハードウェア・リソースの共用に関して

- ① コンピュータの共同利用（計算センタの利用を含む）との比較
- ② 自から設置、運用する独立システムとの比較
- ③ 別に参加しているネットワークとの比較

ソフトウェア・リソースの共用に関して

- ① 自から要員をかかえて開発する体制をとる場合との比較
- ② 他のソフトウェア会社への委託開発あるいは購入を主とする場合との比較

③ 計算委託あるいは使用料を支払って他で開発したソフトウェアを利用する場合との比較
データベースの共用に関して

- ① 自から原データを収集してデータベースに構築およびその後の保守をする場合との比較
- ② 他から有償または無償で提供されるデータベースに自から収集したデータによる補完あるいは加工を行なって利用する場合との比較
- ③ 他の構築、保守するデータベースから、有償で必要な情報の提供を受けている場合との比較

コンピュータのネットワーク化とその利用の有用性を論ずるさいに、比較する対策がまったく違うものを一律に論じることは、混乱を招くであろう。

大規模な企業組織の中で、地域的に分散、配置されてきた自前の独立システムを、それぞれ、より高性能のシステムの集中度を高め各システムをネットワークに結合して利用するという場合の効果のとらえ方とタイム・シェアリングによるコンピュータ・ユーティリティだけでは充足しきれないものを、他のネットワークへの参加によってみたそうとしている場合とでは、費用のとらえ方や効果のとらえ方などについてもかなり違ってくるはずである。

次に第2点の“費用”について、どのようなものが含められるかをあげてみよう。

費用については、ネットワークの構築という立場からのとらえ方をしたときと、ネットワークへの参加者あるいは利用者の立場からのとらえ方をしたときとでは違った様相を呈すると考えられる。

たとえば、コンピュータ間を結合するためのロジカルな回線網の費用については、利用者の立場からの費用なら、回線の引込みにもなり工事費などの一時費用と回線の利用料が主要部分となる。それに対して“社会装置としてのコンピュータ・ネットワークの構築”という立場から回線網の費用をとらえるとき、もし新たな回線網をフィジカルに建設するならば、その建設のために必要な研究開発建設、工事管理費用などをすべて包含した費用として、いったんはとらえる必要があるかもしれない。

こうして把握された建設費用のうち、どれだけ、ネットワーク利用者の支払い回線使用料として回収される部分になるかはわからないが、もし回収しきれない部分があればそれらは他の目的に使用する場合の使用料として回収されるか、いわゆる“社会費用”として公共負担に回されるかのいずれかであろう。

そして公共負担となった部分は、ネットワークの建設により将来にわたり波及的にもたらされる公共の利益によって回収できればよいということになる。

同じようなことが、コンピュータのハードウェアおよびソフトウェアの開発費用についても考えられる。

利用者の立場としては、あくまでもネットワーク全体のハードウェア・ソフトウェアに投じられる費用でなく、自己の負担すべき費用の範囲に止まればよいといえる。

つまり、ネットワークに加わるために追加したハードウェア、たとえば追加したコンピュータ（IMPなどを含む）およびメモリあるいはファイル媒体、追加またはとりかえた通信制御装置チャンネル、ファイル装置、端末装置あるいは各種のオプションおよび付帯設備に関わる一時費用とレンタル料などを含む継続的な増加費用にそれらにかかる金利負担を加えたものが主たる費用となろう。またソフトウェアに関しては、ネットワークの利用のために特別に発生した各種プロトコルの処理用ソフトウェアの開発費用や通信制御用のソフトウェアの開発費用の自己負担分とネットワーク利用のために改変を余儀なくされた既存のソフトウェアのメンテナンス費用などが主なものとしてもらえられればよいはずである。

それに対して、ネットワークの建設とその提供という立場からとらえるときは、コンピュータ・メーカあるいはソフトウェア会社が提供するネットワーク制御に必要なハードウェア・ソフトウェア全般に関する開発およびそのメンテナンスにかかる費用を把握しておくことも必要となろう。

いずれにせよ、これらの開発およびメンテナンス費用は、なんらかのかたちで開発者が回収できなければならないからである。

また、ネットワークに参加している利用者と被利用者という立場からも、費用の把握のしかたが違ってこよう。

利用する立場からは、ハードウェア、ソフトウェア、データベースのいずれの共用であろうとも、使用料（ネットワーク維持費用の負担分を含む）の把握がすむが、利用される立場からは、次のような点からの費用の把握も必要となろう。

- ① 他の利用を許すために付加したチェックおよび機密保護のためのソフトウェアの開発およびメンテナンス費用
- ② 他の利用者のためにデータベースに付加した各種の情報項目または内容の収集およびメンテナンス費用
- ③ ①および②に付随して増加する情報量のために必要なファイル・スペース（予備スペースも含む）に関するハードウェアの費用
- ④ 他の利用するソフトウェアに対して他からの要求により機能の拡張および追加などを行なった場合の開発およびメンテナンス費用
- ⑤ ④にもなって必要となったために付加したメモリ、各種装置およびオプションなどにかかるハードウェアの費用利用される立場の場合には、これらの費用は“費用”として把握し、他から徴集する使用料による回収または他へ支払う使用料との相殺を図ることとなる。

以上利用する立場、利用される立場およびネットワークの建設および提供といった立場から把握すべき費用がそれぞれどのように違うかを考察してみたが、現実稼働しているコンピュータ・ネットワークにおいて、どのような形でコスト把握が行なわれているかは、今回調査データが不足のために検討することができなかった。

しかし、一般的なネットワークの発展の過程からみて、費用の把握は利用者の立場から主と

してネットワークを組み、それに参加して他のコンピュータシステムを利用するために必要とされた“追加費用”と“利用のための費用”の把握に止まるのが現状ではなからうか。

4.1.3 効果測定の前提についての考察

ネットワークの利用効果については、いろいろな角度からの検討が必要である。

たとえば、ネットワークの形成の形態も、前提となる。

(1) 組織内ネットワーク

同一企業あるいは機関で地域的に分散する下部組織に配置するコンピュータを結んで構築する閉鎖タイプのネットワーク

(2) 組織間ネットワーク

① 共同センタ型ネットワーク

複数の企業あるいは機関が共同で設立したホストコンピュータを持つセンタを中心に構築する閉鎖タイプネットワーク

② 同種組織間ネットワーク

同一業種の企業あるいは同種機関の間で構築する閉鎖タイプのネットワーク

③ 異種組織間ネットワーク

複数の組織あるいは機関の間で構築する閉鎖または開放タイプのネットワーク

④ スーパーセンタ型ネットワーク

特定のスーパーセンタの建設者が提供するホストコンピュータを中心に構築する開放タイプのネットワーク

一般に閉鎖タイプのネットワークでは実験も含めて組織の持つ特定の要求を充足することを第一の目的として構築されることが多い。

開放タイプのネットワークは、利用者それぞれの持つ違った要求に対して応じられることを前提として構築されるものであり、それだけに、要求に対する充足、つまり効果のとらえ方が複雑になることが予想される。

次に効果のとらえ方として直接効果と間接効果あるいは将来的な効果になにを含めるかを検討する必要がある。

直接効果は、いいかえれば利用者の要求を直接的に充足する度合いとしてとらえることができる。

その点から特定の目的を持つ閉鎖タイプのネットワークは、直接的な効果の測定が行ないやすいと考えられる。

利用者の要求としては、次のようなものが列挙できる。

- ① 計算範囲の拡大などによる拡張メモリの使用
- ② ファイルスペースの確保
- ③ 処理量の増加による追加装置（特殊なものを含む）の使用
- ④ 計算処理時間の短縮

- ⑤ 計算精度の向上
- ⑥ 単位当たり処理コストの安い計算機時間の利用
- ⑦ 必要なデータに対する解析手段の提供
- ⑧ 必要なデータに対する解析手段の提供
- ⑨ ソフトウェア開発期間の短縮
- ⑩ 開発するソフトウェアの精度の向上
- ⑪ ソフトウェアのメンテナンス期間の短縮
- ⑫ ソフトウェア開発およびメンテナンス要員数も削減

これらの要求を充足するためには自前で設置するコンピュータの性能の向上やソフトウェア開発要員の増加あるいは委託費用の増加データ収集費用の追加などが行なわれるか、ネットワークへの参加が行なわれるか、または他の手段がとられることになる。

そして、いずれかの手段によって、要求が充足された結果、コストの削減あるいは時間の短縮度が効果の測定に重要な尺度として用いられることになろう。

間接効果あるいは将来的な効果のとらえ方は利用者自からの受けるものと、ネットワークの構築者を含む社会全体として視野からの効果とは違ったものになるはずである。

利用者自からの場合には

- ① 利用する、組織内の個人が受けるもの
- ② 個人の属する組織が受けるもの

がなにかを検討してみる必要があろう。

あるいは、その中には潜在的な要求としてあったものが間接効果の形で顕在化することになるかもしれない。

社会全体としての視野からの効果には次のようなものが含まれよう。

- ① コンピュータ・メーカおよびソフトウェア会社などを含む情報処理産業に対する資金の投下による基盤強化と技術力の向上などの効果
- ② 情報処理産業の関連業界に対する波及効果
- ③ 同上による雇用の増大などの波及効果
- ④ 技術力の向上にともなう新規業種の開拓とそれによる波及効果
- ⑤ 組織間ネットワークの運用 ともなう社会環境の変化や制度の改変などによりひきおこされる波及効果
- ⑥ ネットワーク建設にともなって行なわれる社会環境の整備による波及効果
- ⑦ 国際的なネットワークの建設と運用にともなう相互の関連業界への波及効果

以上のような間接効果に関しては、これ以上の深い考察を避けることとするが、いずれネットワークの評価の方法論の具体的検討のさい、一語に考えるべきであろう。

4.2 コンピュータ・ネットワークの安全性

4.2.1 安全性の評価

コンピュータ・ネットワークを評価する上での重要なポイントに信頼性がある。コンピュータを自分で所有し、運用するというこれまでの自前のシステムに較べ、コンピュータ・ネットワークの利用では、システムが大きくなり、しかも使用するハードウェア・ソフトウェアやデータが必ずしも手元にあるわけではなくなるので、いかにコスト的に有利であっても信頼性が保証されなければ有効に利用されないことになる。

コンピュータ・ネットワークの信頼性は、システムが正常に動作し、エラーの回復が迅速に行われるというシステムの信頼性、そのシステム上で動いているソフトウェアが常に正常に動作するというソフトウェアの信頼性、そしてコンピュータ間あるいはコンピュータと端末間の通信のエラー率で測られることが多い。しかし、これらの評価測度は特にコンピュータ・ネットワークに限ったことではなくこれまでのバッチ・システム、オンライン・システムでも同様に評価されるべき対象である。たとえば、エラー率に対しては内容の確認やパケット編集の方法、代替ルートの設置などによって対処することができる。

コンピュータ・ネットワークで考慮する必要がある信頼性とは、ソフトウェアやデータの安全性に対する信頼性である。コンピュータ・ネットワーク上ではソフトウェアやデータが、自前のコンピュータで利用する場合に較らべて、不特定多数の利用者により近い所におかれたりあるいは実際に使われたりする。したがって、たとえ特定の人の所有にかかわるソフトウェアやデータであっても、それに対して侵害される危険にさらされているわけである。

ネットワーク化の目的の1つであり、かつ、大きな利点は、その場では利用できない資源にアクセスできることである。そして共通の資源を共用して、作成、設置、保守、通信といったことに対する費用を利用者全部に負担させ、利用コストを低減させることである。したがって、そのような危険はこの利点と表裏一体をなすものである。

4.2.2 安全性の確保

さて、安全性の問題は、共通の資源とりわけソフトウェアやデータあるいはデータ・ディクショナリのようなデータ・マネジメント・システムに対して、偶然にあるいは意図的に破壊や露出、改変が行われた時に生ずるものである。したがって安全性を確保するためには、

- ① これら3つの行為が公認された方法以外ではできないようにする。
- ② これらの行為の記録がとれるようにする。
- ③ これらの行為の源泉を追究できるようにする。
- ④ これらの行為を行った者を排除するようなシステムにしておかなければならない。

このような対策は大別して3つの箇所ととることができる。

① 利用者がシステムにアクセスして来た段階での対策

アクセスして来た利用者が正当であるか否かを確認し、この段階で不当なものは排除する。方法としては、最もポピュラーなものとしてパスワードがある。また、パスワードを通過し

たものに対する方法としてコンピュータとの対話により正当であるか否かを区別する方法がある。

② 正当な方法で入って来たものに対する対策

①の段階を通過した利用者に対して特定のプログラム・ファイルやデータ・ファイルを保護する。代表的な方法としては、ここでもパスワードがある。

③ 通信中に行われる不正に対する対策

通信回線を通して傍受されるのを防ぐもので、これにはパケット・スイッチング、パケット暗号化、パケットのルート変更などの方法があり、さらにネットワークでは、メッセージの暗号化、メッセージ・パスワードの利用、ランダム・ダイアログ化、使用されていない端末に対する自動的なサイン・オフなどがある。

しかし、どれも完全なものではない。そして、コンピュータ・ネットワークでは、誰かがデータを盗むのに成功した場合、他の目的で盗聴していた別の人間がそれを知るというケースのように、不特定多数の利用者が利用しているために影響も大きい。したがって安全性の評価も単に絶対的評価をするだけでなく、相対的な評価をしなければ、満足できるものはとうてい得られない。

4.2.3 安全性確保の方法

以下に安全性を確保するための方法を述べる。

(1) コンピュータ・ネットワークへのアクセス時の対策

① 単純なパスワード(コマンドとして入力するかんたんなもの)

機能：システムに入ろうとするものが正当であるかどうかを判定するもの。インプリメントは容易であり、現在多くのTSSで使われている。

費用：ソフトウェアで処理でき、費用もソフトウェア費だけである。

② 可変なパスワード

機能：①のパスワードが状況によって容易に変更できるようにしたもの。パスワードが盗用された場合に直ちに対処でき、安全性が高まる。また、①の単純なパスワード方式としても使用できる。

費用：ソフトウェアで処理するが、パスワードリストの更新も必要となるので、ソフトウェア費用は①より高くなる。

③ パスワードの変換

機能：パスワードのリストの内容を他の値に変換し、リストからの盗用を防ぐ。①または②と併用できるし、また①、②の水準に質を落すことができる。

費用：ソフトウェアで処理するが、ソフトウェア費用は①または②に加えて、ランダム化のための計算費用が必要となる。

④ 機械的にコード化されたカード

(a) 一定のパスワード

(b) 可変のパスワード

機能：前記のパスワードをカードにコード化し、機械的に入力させるもので機能的にパスワードと同じである。したがって、パスワードの水準に質を落とすことは容易である。効果的であるが、全ての利用者に適用する必要がある。

費用：パスワード処理と同様にソフトウェア費用がかかるほか、カードの読み取りまたは書き込みのための端末機の費用、及びカード作成費用がかかる。

⑤ 指紋、声紋、手相、X線図

機能：個人を識別するためには最も精密な方法である。また、全ての利用者に適用可能である。しかし技術的に未完成な部分があり、実用化には至っていない。

費用：入力されたものを解釈する装置の費用及びソフトウェア費用がかかる。

(2) プログラム・ファイル、データファイルへのアクセス時の対策

① パスワード

機能：個々のファイルへアクセスする際に、前述のコンピュータ・ネットワークへのアクセス時に使用するパスワードと同様に、アクセスする権利があるかどうかを判定する。パスワードの質の水準も同様なものがあると考えてよい。

費用：前記のパスワードと同様、ソフトウェア費用及パスワード・リストの記憶容量の費用がかかる。

② ファイル名の他にファイルのキー

機能：ファイルへアクセスする場合にそのファイル名の他に、ファイルにつけられたキーを入力することにより、そのファイルの使用を許可されたものと判定する。パスワードが利用者自身に固有なものであるのに対し、ファイル・キーは各ファイルに固有につけられたキーであり、キーを知っている者は1人とは限らない。なお、インプリメントはキーと同様に容易である。

費用：ソフトウェア費用及びファイル上のキーの記憶スペースの費用が必要。

③ ファイル上の可変なキー

機能：(1)②のパスワードと同様、キーが知られた場合に変更できるように考慮されたキーである。前記②の水準でも使用可能。

費用：前記②の費用の他にキーを更新するためのソフトウェア費用、処理費用がかかる。

④ キーの変換またはランダム化

機能：ファイルへアクセスする際に入力するキーを他の値に変換させてファイルが持っているキーに対応させる方法である。ファイル上からはキーの人力値は知ることができない。なお、この方法を採用した場合は全てのファイル・キーに対して適用しなければならない。

費用：キーを処理するためのソフトウェア費用、キー・リストのための記憶域の費用の他にキー変換あるいはランダム化のための費用が必要である。

⑤ アクセス・レベルつきファイル・キー

機能：ファイルへのアクセスレベルとして、読んだり、修正したり、削除したりするいくつかのレベルが考えられるが、利用者がどのレベルまで権利を有するかによって異なるキーが知らされる。そして、入力されたキーの値によってアクセス・レベルを判定し、ファイルを保護する。

費用：ファイル・キーの記憶費用、ソフトウェア費用、計算費用がかかる。アクセス・レベルはファイルによって異なり、またキーの値も異なるので、計算や、ファイル・キーのリストは複雑になる。

(3) 通信上の対策

① パケット・スイッチング

機能：メッセージをパケット化することにより、全体をとらえにくくする。

費用：パケット・スイッチング化するためのインプリメントの費用、パケット化するためのソフトウェア費用、回線費用などがかかる。

② 1つのメッセージ内の非逐次的パケット・スイッチング

機能：①をさらにすすめて、1つのメッセージを構成するパケットの順序を入れ替えて、たとえ傍受したとしても再編成させる事を困難にさせる。

費用：①と同様にインプリメントの費用、ソフトウェア費用、回線費がかかる。

③ 1つのメッセージ内のパケットのルートを変える。

機能：メッセージをパケット化した後、各パケットを伝送する回線を変えることによって、たとえ傍受したとしてもメッセージ全体を構成するパケットを入手できないようにする。

費用：インプリメントのための費用、ソフトウェア費用および回線費用がかかる。前記①、②よりは複雑になるため高くはなる。

④ データの暗号化

機能：データをコード化し、理解できないようにする。盗聴、盗み聞き、ビジーバックに対して効果がある。

費用：暗号化／解読装置の費用、ソフトウェア費用、回線費用がかかる。

(4) 不当な侵入があった場合の対策

① ファイルの変換

(a) コード化、(b) 圧縮、(c) 置換、(d) 位置変換、(e) 乱数発生

機能：ファイルに不当にアクセスされそうになった場合、ファイルの内容を変えてしまう。実際にはかなりむずかしい操作である。

費用：暗号化／解読装置の費用、ソフトウェア費用、記憶域の費用などがかかる。

② 使用許可キ

機能：ハードウェアによって使用可能キーを装備し、もし、キーをさしこみ、使用可の側に

セットしなければいかなる者でも使用できないようにする。こうすることによって、たとえファイルへのアクセスに対する承認プロセスを迂回して、ファイルへ近づいたとしても対処できる。技術的にはむずかしくない。

費用：ハードウェア費用、それを処理するソフトウェアの費用及び実行時にチェックするための性能への影響がある。

③ 暗号化とバケット・スイッチングの採用による対策

機能：メッセージ暗号化し、さらにバケット化し、メッセージ内のバケットの順序を変えたり、メッセージの傍受を困難にさせる。これは、かなり複雑であり、実用化するのには困難であると思われる。

費用：バケットスイッチングにするための費用、ソフトウェア費用、回線費用、暗号化／解読装置などのハードウェア費用およびシステムの性能に対する影響がある。

④ ビギーバック・パスワードおよびビトウイン・ラインズ・パスワード

機能：ビギーバック (Piggyback) とは回線上で交信中のメッセージを取り出したり、内容を変更したりする行為である。またビトウイン・ラインズ (Between lines) とは使用されていない回線を使用してシステムにアクセスする行為である。これに対処するために、個々のメッセージ内にパスワードを入れておき、メッセージの処理の際には、そのパスワードも確認する。これは、実用上かなり困難であろうと思われる。

費用：ソフトウェア費用、回線費用、記憶装置の費用などが必要となり、さらにシステム性能に影響する。

⑤ 暗号化したビギーバック、パスワードおよびビトウイン・ラインズ・パスワード

機能：前項のパスワードをさらに暗号化し、事実上ビギーバックやビトウイン・ラインズを不可能にさせる方法である。

費用：前項の方法における費用に加えて、暗号化／解読装置の費用が必要となる。

⑥ 会話型確認

機能：利用者固有の情報（たとえば生年月日、家族の名前などの個人的なデータなど）をたくさん登録しておき、システムはそれに基づいてその中からランダムに選んで、本人でなければわからないような質問（例えば、子供がいないのに、長男の名前は？というような質問も含む）を毎日異った内容あるいは順序で行う。この方法によればビギーバック、ビトウイン・ラインズをはじめ、ほとんどあらゆる種類の不法な使用は撃退できる。しかし、極度に困難な方法である。

費用：ソフトウェア費用、記憶領域のための費用などは莫大なものになるであろう。さらにシステム性能もかなり低下させる。

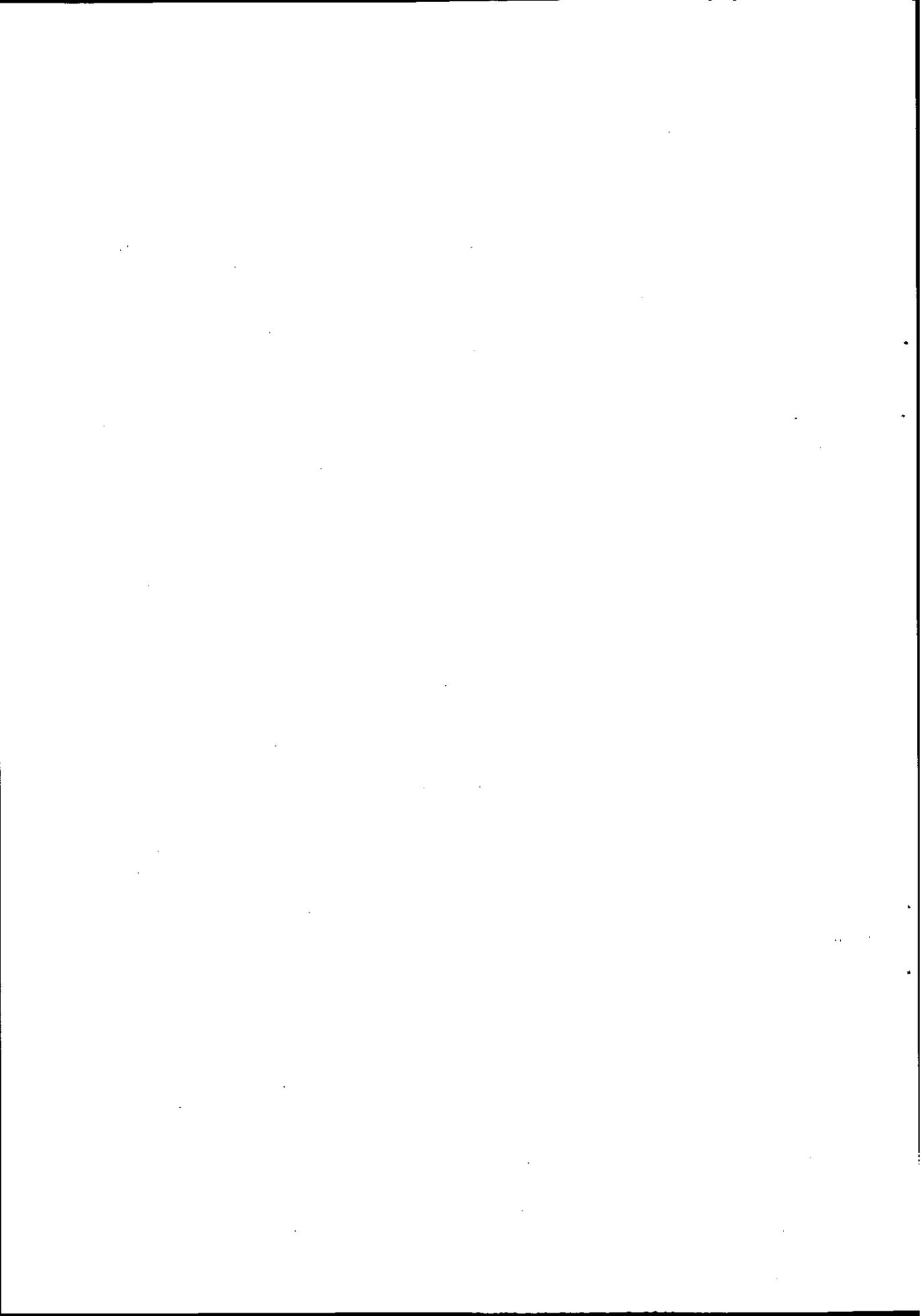
⑦ 不活動回線の一定時間の自動切り離し

機能：端末装置が使われていない回線をシステム側から一定時間切り離す。こうすることにより夜間のように、使われないとわかっている端末を切り離してビトウイン・ライン

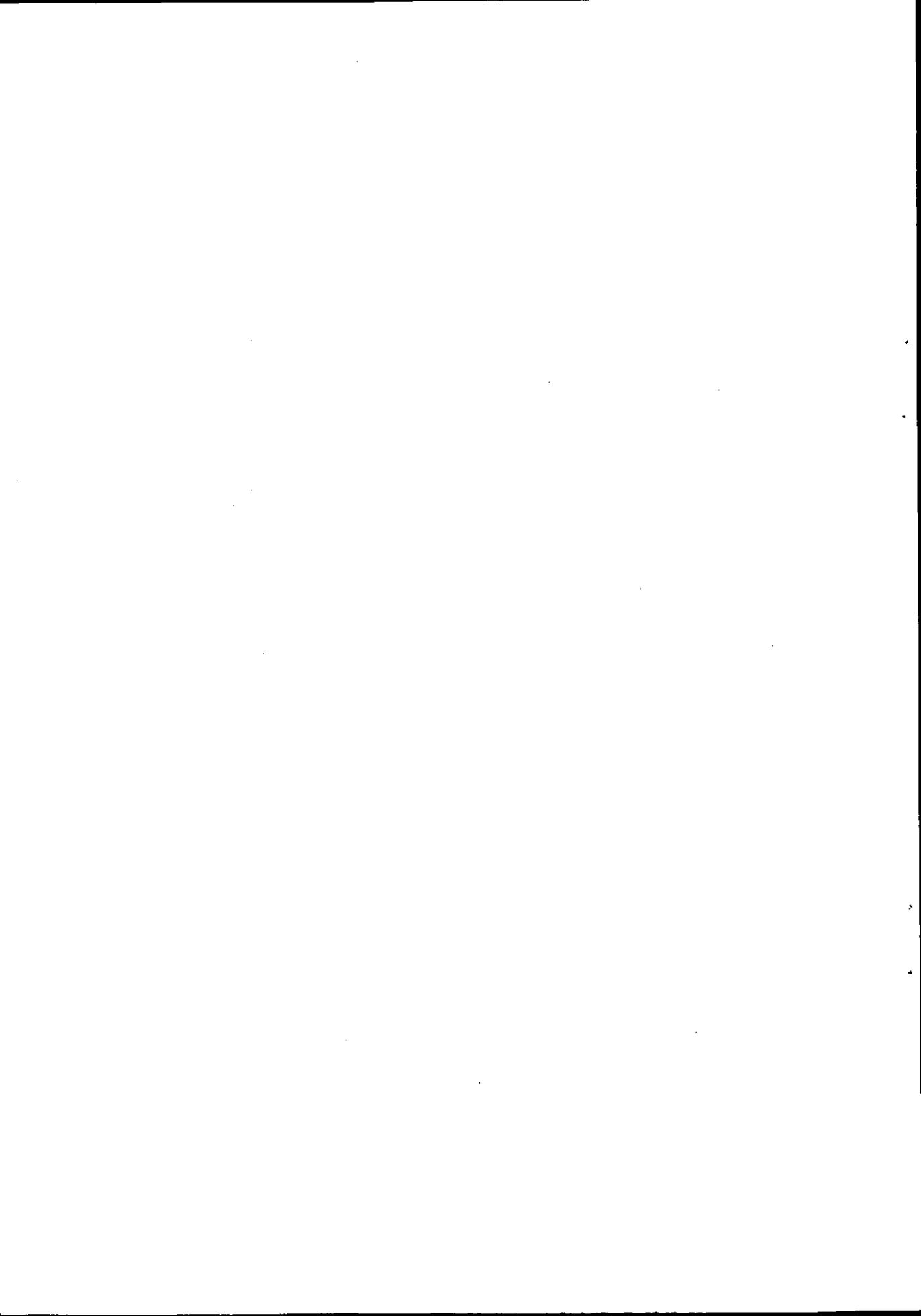
ズのような侵入を防ぐ。これはそれほど難かしくない。

費用：ソフトウェア費用が多少必要となる。またシステム性能に影響する。

以上、様々な方法が考えられているが、これらを管理者が必要に応じ容易に採用できることが、ネットワーク参加への信頼性を高めるのに必要であろう。一方、利用の促進という面では、なるべく簡単に使用できる事が望ましい。この相反する機能である、「必要な安全性の確保」と「利用の簡便性の確保」の調和をはかる事が、コンピュータ・ネットワークが社会におけるユーティリティとして採用されていくために必要不可欠なものと言えよう。



第II部 データベースとデータリンケージ



はじめに

現在までに国内および国外で開発されたデータベースシステムの数是有り数十を超えている。これらのデータベースシステムはそれぞれのコンピュータのハードウェアおよびソフトウェアのもとで動作するように設計されており、データベースシステム間の互換性をとることははなはだ困難な状況にある。その理由としては、個々のデータベースシステムがそれぞれのコンピュータのハードウェアやソフトウェアにもとづいて設計され、閉じた体系の中で利用されてきたことが考えられる。すなわちデータベースを利用するコンピュータシステムにおいては、そのコンピュータのもとで稼動するデータベースシステムをひとつだけ採用し、それによって適用業務で必要とするデータベースを作成し、それを操作し利用するという形態がこれまでの利用形態であった。ところがいろいろの主体によってつくられたデータベースを相互に利用しあったり、専門的なデータベース作成者が出現したり、あるいはいくつかのコンピュータを結合してその資源を共同利用するいわゆるコンピュータ・ネットワークというような環境が出現するに至り、データベースの結合あるいはデータベースの互換性に対する必要性が意識されるようになった。

各種のコンピュータでもちいられるソフトウェアの互換性に関してはFORTRANやCOBOLのようなプログラム言語レベルでの標準化の動きは古くからあり、ある程度の標準化が実現し互換性がとられている。データベースシステムの標準化の動きとしては1971年に米国における有力なコンピュータ関係の団体であるCODASYLが、COBOLの拡張として作成したデータベース用言語をDBTG提案という形で提出したものがあつた。現在このDBTG提案の仕様にもとづいていくつかのデータベースシステムが開発されているが、このデータベース仕様がすべてのデータベースの標準となつて広く普及するには至っていない。

一方異なるデータベースをそれぞれの独自性を保存した形で結合し、いくつかのコンピュータ・システムで利用し合うための技術もいまだに確立されたものがないという現状である。ところがコンピュータの利用形態から考えたとき、データベースの結合はますます重要な問題として注目されるようになった。コンピュータの利用形態を歴史的に捉えると、第一段階としてコンピュータの単独利用があり、第二段階としてタイムシェアリングの利用形態があり、さらに現在および今後の利用形態としてコンピュータ・ネットワークがある。コンピュータの単独利用とそれにつづくタイムシェアリングの利用形態においては、コンピュータは閉じた体系あるいは組織体の中で利用されてきた。このことは利用するコンピュータのハードウェアやソフトウェアの制約のもとで利用者が問題解決にあつたということであり、データの蓄積や利用にあつても利用するコンピュータ・システムに付属するデータベースシステムの制約のもとで操作をおこなうという環境にあつたといえよう。ところが最近ではコンピュータの利用形態として、とくにハードウェア、ソフトウェアおよびデータというような資源の共同利用という面から、コンピュータ・ネットワークによるコンピュータ利用の形態が開発され、米国およびヨーロッパにおいてはいくつかのコンピュータ・ネットワークが稼動しているという現状

にある。この利用形態はひとつの利用者がネットワークを通して種々のコンピュータ資源を利用することであり、いわば開いた体系あるいは組織体におけるコンピュータの利用とみることができる。このような環境ではソフトウェアの標準化もさることながら、異なるデータベースの結合が不可避の問題となろう。

この稿はコンピュータの利用形態の変遷を考慮しながら、データベース結合の技術とその可能性について調査したものである。

第1章 データベースの構成

データベースはコンピュータによる情報処理技術の一環として、とくに外部記憶装置に対する情報の蓄積と検索の技術という形で発展してきた。すなわち技術的観点からすると、データベース技術はファイル処理技術の発展の延長ということもできる。

ファイル処理技術を歴史的経緯からみると、この技術的発展は現在まで3つの段階を経てきている。第1の段階はIOCSの時代であり、第2の段階はアクセス方式の時代であり、第3の段階はアクセス・パスの時代である。この3つの段階はファイル処理の技術的側面をしめしていると同時に、データベースに対する考え方の変遷過程をしめしている。

データベースという用語がもちいられるようになったのは第3段階すなわちアクセス・パスの時代に入ってからであり、言い換えれば第3段階でのファイル処理システムをデータベースシステムと呼んでいる。

データベースの結合を検討する上でデータベースの設計思想を無視することはできない。そこでこの章ではデータベースが歴史的発展過程のなかで、データベースの考え方がどのように確立して現在に至っているかをみると同時に、現在のデータベースの設計思想と構成について解説する。

1.1 ファイル処理技術

ファイル処理の技術は、情報を外部記憶装置に蓄積したり、蓄積されている情報を修正したり検索したりする技術である。外部記憶装置に蓄積されたデータの集まり、すなわちファイル进行操作するにあたっては、先に述べたように3つの発展段階があった。

IOCSの時代

ファイル処理の第1段階はIOCSの時代であり、利用者はファイルの操作にあたってIOCSとよばれる基本操作言語によって直接的にファイルを制御する必要があった。すなわち必要なデータが入っているファイル上の位置やレコード形式などはすべて利用者プログラムで指示し処理する形態をとっていた。したがって物理的なファイル構成と利用者プログラムが密着しており、ファイル構成の変更にもなって利用者プログラムの修正を必要とした。

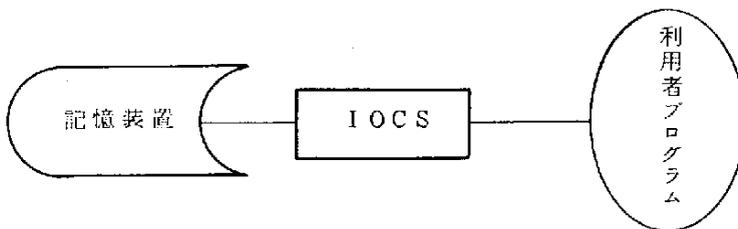


図1.1 IOCSによるファイル処理

アクセス方式の時代

ファイル処理の第2段階であるアクセス方式は、あらかじめ決められたファイル編成をもつファイル操作言語を提供している。このアクセス方式にはシークエンシャル、索引付シークエンシャル、ランダムなどの方式があり、利用者プログラムではこれらのアクセス方式にもとづいて必要なレコードを蓄積したり取り出したりすることが可能となっている。ところがファイル編成の変更に対しては利用者プログラムの修正が必要となり、この意味でファイル構成と利用者プログラムは密接な関係をもっている。

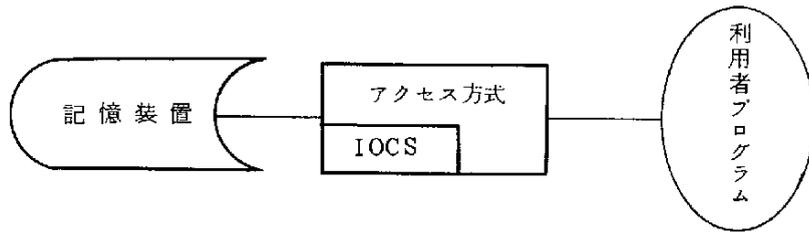


図 1.2 アクセス方式によるファイル処理

アクセス・パスの時代

ファイル処理技術の第1段階と第2段階すなわち IOCS の時代とアクセス方式の時代においては、外部記憶装置上のファイルの構成とそのファイルを操作し処理するための利用者プログラムはある意味で直接的に関連しており、ファイル構成の変更は利用者プログラムの修正をともなっていた。したがってこれらの段階においてはファイルは適用業務別に作成され、それに対応して利用者プログラムが作成された。

一方コンピュータの大型化と処理技術の発展にともない、ファイルが大型化し同時に多目的に利用される傾向が生じてきた。この問題に対処するためにファイルの汎用化すなわちデータベースの考え方が提案されるに至った。

ファイルの汎用性あるいはデータベースの多目的利用にともない汎用性は「データ独立」という考え方によって実現されている。このデータ独立というのは記憶装置上におけるデータベースの物理的構成（記憶媒体上でのデータの物理的表現）と利用者プログラムにおけるデータの操作とを独立させることにより、データベースの変更と利用者プログラムの作成や修正との間の関係を独立させることである。このためにデータベースの構造を定義するための「データ定義言語」とデータベースを操作するための「データ操作言語」とを独立に用意している。したがって第3段階のファイル処理システムすなわちデータベースシステムはこの「データ定義言語」と「データ操作言語」から構成されている。

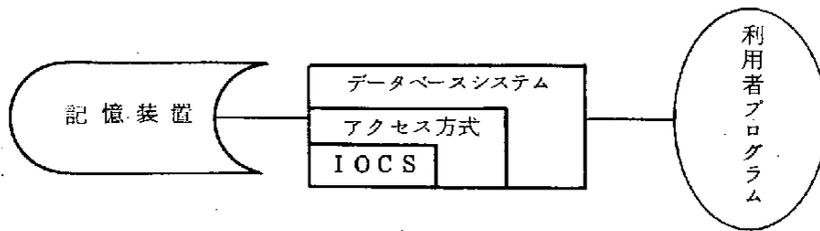


図 1.3 アクセス・パスによるファイル処理

3段階でのデータベースについては次節で述べるが、この段階をアクセス・パスの時代とよぶ理由はつぎのようなものである。データ定義言語ではデータベースに蓄積されるレコードの内部構造を定義するだけでなく、レコード間の関係をも定義でき、このレコード間の関係にそって複数のレコードを取り出すことができる。すなわちアクセス・パスを定義することからアクセス・パスの時代とよぶことができる。

現在のデータベースシステムのほとんどはこのアクセス・パスの考え方、すなわちデータ定義言語とデータ操作言語とをもちいることによってデータ独立を実現するという考え方にもとづいて設計されている。ところが最近ではこの「データ独立」の思想をより押し進めたデータベースの設計思想が提案されている。この新しいデータベースの考え方は「関係概念の時代」とでも呼ぶべきもので、この稿の主題である「データベースの結合」に大きな役割を果たしている。

1.2 データベースの構造

現在ある多くのデータベースはそれぞれのコンピュータのハードウェアやソフトウェアにもとづいて設計されており互換性に欠けるが、データ定義言語とデータ操作言語とを独立させることによって「データ独立」を実現するという基本的設計思想には変りがない。この節ではデータベースの構造とそれを定義するためのデータ定義言語について解説する。

データベースの構造は「論理構造 (Logical structure または data structure) 」と「物理構造 (Physical structure) 」との2つに大別できる。論理構造はデータベースの論理的構造すなわち利用者からみたときのデータベースの構造をしめしている。たとえばひとつのレコードの論理構造はそのレコードを構成する項目の性質を決めるが、この論理構造に対応してファイル上にはいくつかの実際のデータとしてのレコード (具体値) が存在する。一方物理構造というのはレコードやファイルが記憶装置上で表現される構造をしめしている。通常利用者はデータベースを操作するにあたっては論理構造にのみ注目して操作をおこない、レコードが記憶媒体上でどのような表現をとっているかには無関心でよい。すなわち物理構造と利用者プログラムとは独立していることになる。

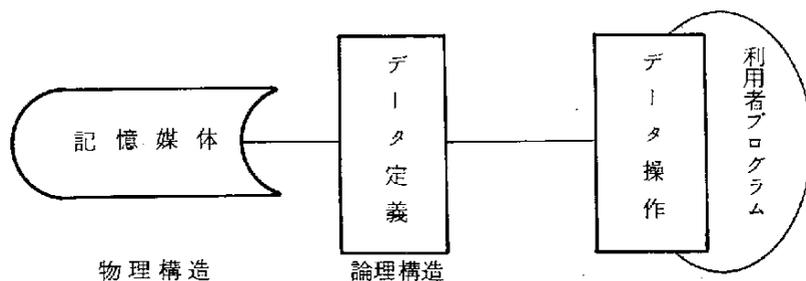


図 1.4 物理構造と論理構造

データ定義言語をもちいてデータベースの構造を定義するにあたっては、レコード内構造とレコード間構造とが定義される。レコード内構造はレコードを構成する要素を定義するものであり、レコード間構造は複数レコード間の関係を定義するものである。ここで定義されるレコードの論理構造をレコード型(タイプ)とよぶ。

1.2.1 レコード内構造

レコードを構成する要素の最小単位は項目である。項目はいくつか集まって集団をつくり、項目と集団がいくつか集まってレコードが構成される。ひとつの項目を定義するためにはつぎのような性質を指定することになる。

(1) 項目の型

項目値の型を指示するもので、文字型(ASCIIコードやEBCDICコードなど)あるいは数字型(2進数表示やバク十進数など)を指定する。

(2) 項目の長さ

項目には固定長のものと可変長のものがある。固定長のときはその長さを指定し、可変長のときは可変長であることと場合によっては最大長を指定する。

(3) 項目の繰返し

ひとつの項目に対して複数個の項目値が対応するとき、その項目は繰返し項目とよばれる。繰返し項目については繰返し項目であることと場合によっては(最大)繰返し数を指定する。

集団については構成要素となる項目を指定すると同時に集団の繰返しを指定する。たとえばつぎのような人事レコードを考えてみる。

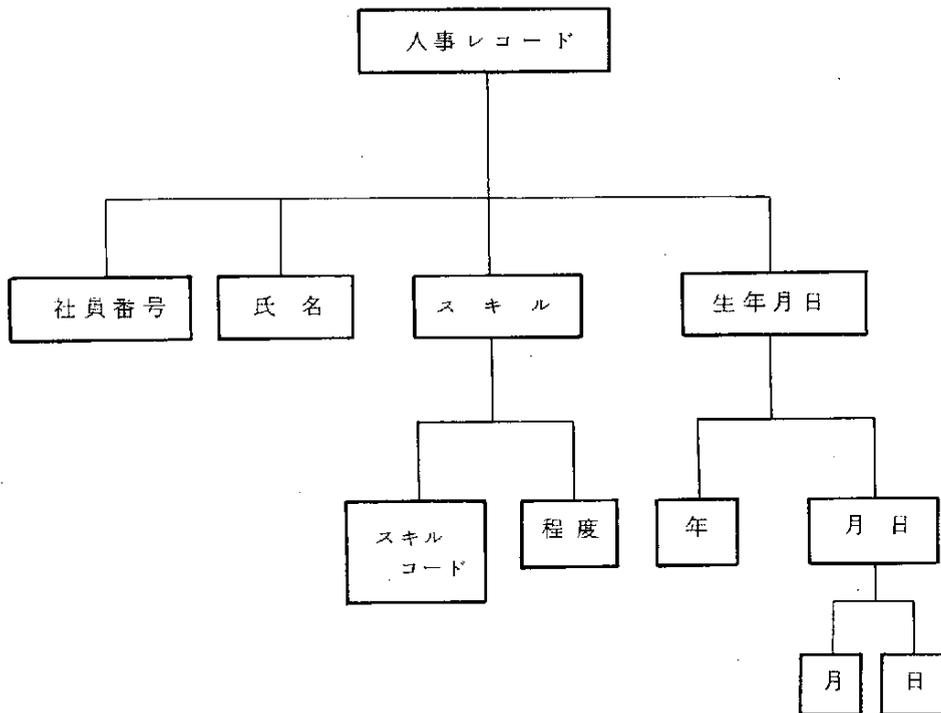


図 1.5 人事レコード

この人事レコードは「社員番号」と「氏名」の2つの単独項目と、「スキル」と「生年月日」の2つの集団から構成されている。さらに集団「スキル」は「スキルコード」と「程度」の2つの項目から構成されており、集団「生年月日」は「年」という項目と「月日」という集団から構成されている。図1.5の人事レコードをデータ定義言語をもちいて表現するとつぎのようになる。

人事レコード

項目-1 社員番号 数字型、5桁

項目-2 氏名 文字型、可変長

集団-1 スキル 繰返し

項目-1 1 スキルコード 文字型、4桁

項目-1 2 程度 文字型、1桁

集団-2 生年月日

項目-2 1 年 数字型、4桁

集団-2 1 月日

項目-2 1 1 月 数字型、2桁

項目-212 日 数字型、1桁

このようにして定義された論理レコードに対して社員の数だけのレコード具体値がデータベース上に作られることになる。たとえばひとつのレコード具体値はつぎのようなものである。

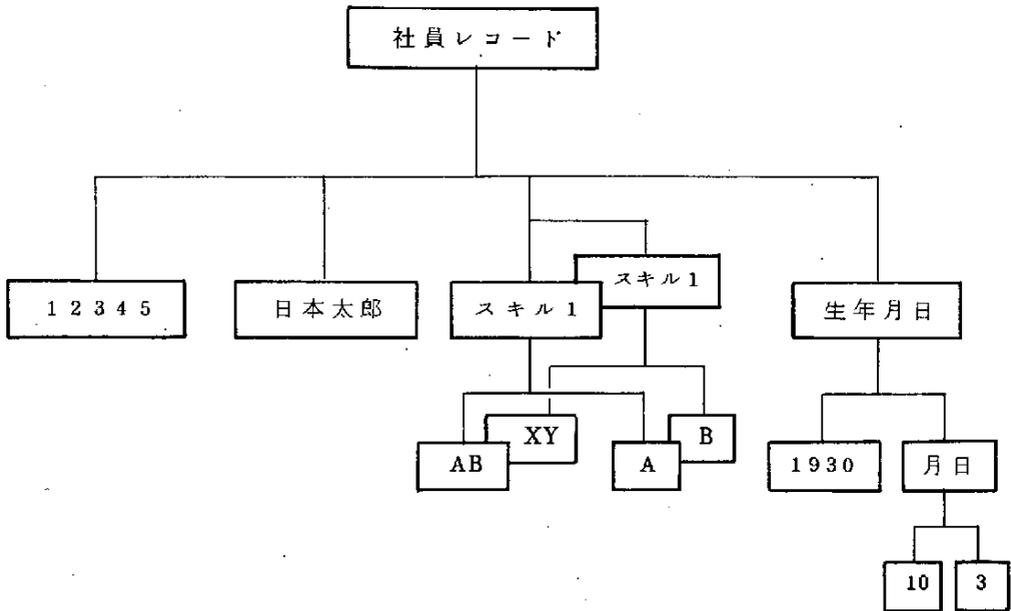


図 1.6 レコード具体値

データ定義言語をもちいて表現された論理レコードに対して、記憶媒体上に蓄積される個々のレコードはレコード具体値 (record occurrence) とよばれる。このレコード具体値は磁気テープや磁気ディスクのような記憶媒体上で2次的に表現され、これを物理レコードとよぶ。

利用者プログラムはレコードの論理構造にもとづいて操作をおこなうわけであるから、データベースシステムではレコードの論理構造から物理構造 (記憶構造) への対応づけをおこなう必要がある。すなわちレコードの論理構造として定義された項目や集団が、記憶媒体上に表現されたレコード中でどの物理的位置にあるかを識別する必要がある。固定長の繰返しのない項目だけから構成されるようなレコードではこの対応が簡単につくが、可変長項目や繰返し項目 (集団) を含むようなレコードではこの対応づけのためにいくつかの工夫がなされている。

論理構造

社員 番号	氏名	生年月日			スキル	
		年	月日		スキルコード	程度
			月	日		
12345	日本太郎	1930	10	3	スキル 1 A B A	スキル 2 X Y B

物理構造

図 1.7 論理構造と物理構造

可変長項目は個々のレコード内での位置と長さが一意に決定されない。(したがってレコード
 具体値上に項目の位置と長さをもっているか、あるいは識別記号によって識別できるようにして
 おかなければならない。また繰返し項目や繰返し集団についても、繰返しの数をもっているか、
 識別記号によって繰返しのある項目や集団を識別できるようにしておく必要がある。

通常利用者プログラムは論理構造にもとづいてレコードを操作するので物理構造を意識する必
 要はない。ところがファイルの変換などのために記憶媒体上のレコードを直接的に操作するとき
 には、この物理構造にもとづいてレコード操作する必要性が生じることがある。

1.2.2 レコード間構造

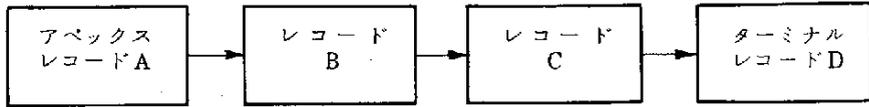
現在のデータベースの多くはデータベースに蓄積されている個々のレコードを独立に操作する
 だけでなく、いくつかのレコードを関係づけておくことによって関係するレコードを適当な順
 序でつぎつぎに操作することが可能になっている。いくつかのレコード間にまたがる関係をレ
 コード間構造とよび、レコード内構造と同じようにデータ定義言語をもちいて定義する。

レコード間構造にはつぎの3つのタイプがある。この構造を表現するにはグラフ理論でいう方向
 付グラフがもちいられる。すなわち個々のレコードは、ノードに対応し、関係はアークに対応し
 ている。あるレコードから別のレコードへの関係は、2つのノードと一つのアークで表現される。
 このときアークの出るレコードを親レコードとよび、アークの入るレコードを子レコードとよぶ。

線型構造 (linear structure)

一つの親レコードは一つの子レコードだけをもち、一つの子レコードは一つの親レコードだけ
 をもつような構造を線型構造とよぶ。とくに先頭のレコードをアベックス・レコード、最後のレ

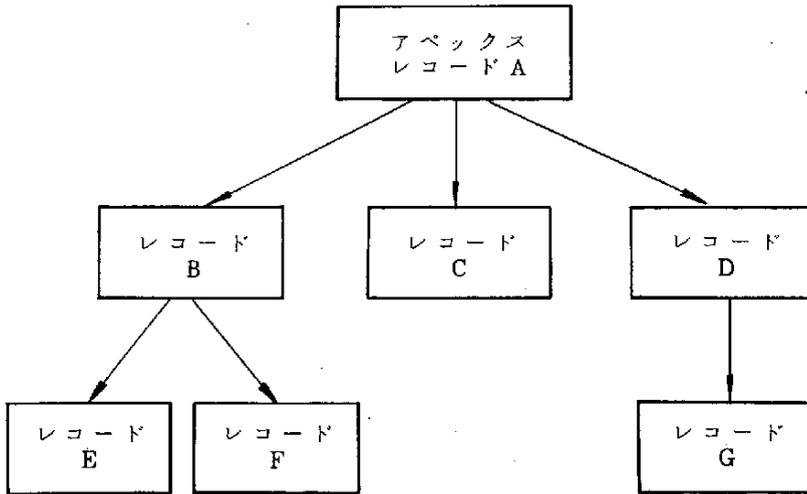
コードをターミナル・レコードとよぶ。



上の図でレコードBはレコードAの子レコードであると同時にCの親レコードになっている。

木型構造 (tree structure)

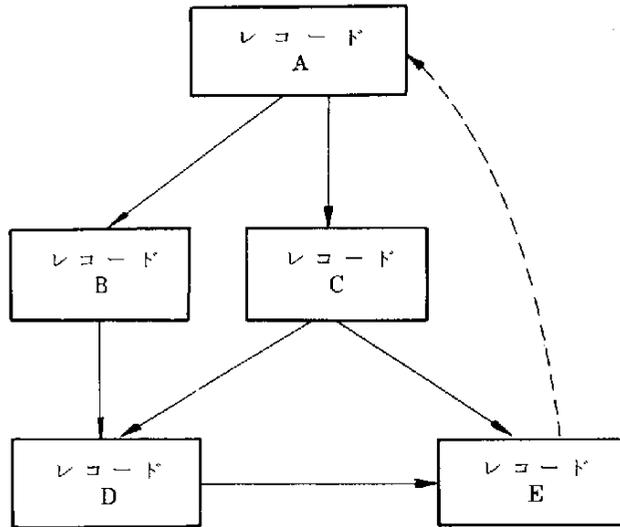
一つの親レコードは複数個の子レコードをもつが、一つの子レコードは一つの親レコードだけをもつような構造を木型構造とよぶ。とくに親レコードをもたないレコードをアベックス・レコードとよび、子レコードをもたないレコードをターミナル・レコードとよぶ。



上図でレコードE、F、Gはターミナル・レコードになっている。

網型構造 (network structure)

一つの親レコードが複数個の子レコードをもったり、一つの子レコードが複数個の子レコードをもつような構造を網型構造とよぶ。網型構造においても親レコードをもたないレコードをアベックス・レコード、子をもたないレコードをターミナル・レコードとよぶ。



上図で実線で示されたアークだけから構成される網目構造においては、レコードAがアベックス・レコード、レコードEがターミナル・レコードになっている。この構造はどんなアークをたどっても同一のレコードを繰返さない、すなわちループのない網目構造になっている。一方点線で示されるアークを含めるとA→C→E→Aなどのループができることになり、ループをもつ網目構造となる。

前節でも述べたようにレコード内構造はレコード型という型で論理構造が定義される。一つのレコード型に対応していくつかのレコード具体値があり、言い換えればレコード型はあるファイルに含まれるすべてのレコード具体値を論理的に定義していると言える。レコード間構造においても通常はレコード具体値に対してアーク（構造）が定義されるのではなく、レコード型あるいはファイル間の構造が定義される。とくにファイル間の構造が木型構造をしているとき、ファイルの集まりで構成されるデータベースは階層構造（Hierarchical structure）をしているという。一般にファイル間の構造をデータベースの骨核（Skelton）とよび、この骨核の構造も前述した3つの構造をもつことになる。

データ定義言語をもちいて定義されるレコード間構造はこの骨核の構造である。一方レコード間の構造は記憶媒体上では、個々のレコード具体値に対して付与される。すなわちファイル間の関係にもとづいて、ファイル内のレコード具体値どうしで関係がつけられることになる。

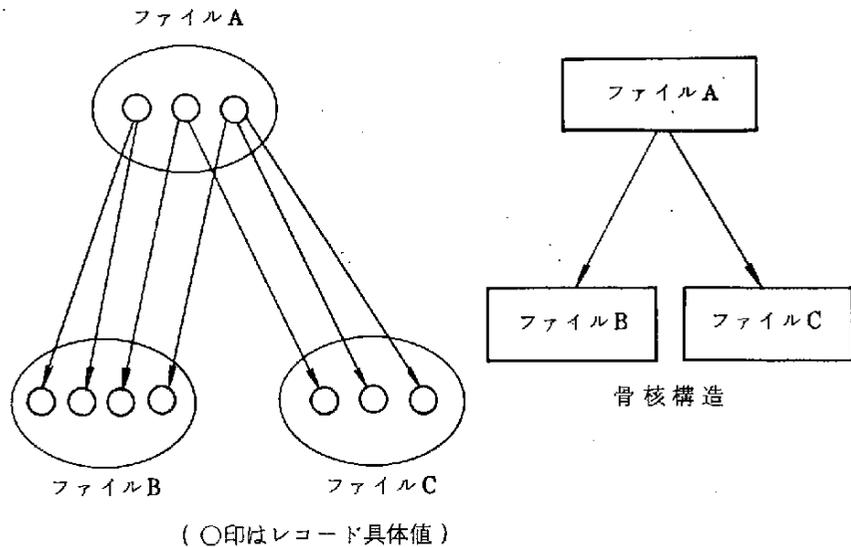


図 1.8 骨核構造とレコード具体値

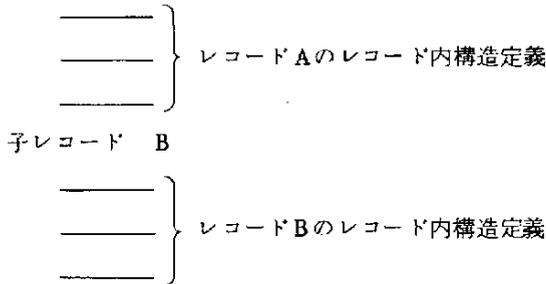
図 1.8 ではデータベースの骨核構造が木構造になっており、このデータベースは階層構造になっている。一方レコード具体値間の関係を見るとこれも木型構造になっている。このようにデータベースが階層構造になっており、同時にレコード具体値間の構造が木型構造になっているようなデータベースを階層木構造 (Hierarchical tree structure) をもつという。従来多くのデータベースシステムではこの階層木構造が対象とされて設計されている。この理由は大別して 2 つある。第 1 はデータベースをもちいる多くの適用業務に対して有効な構造であることである。第 2 は関係づけのなされたレコードをつぎつぎと操作するにあたって技術的に処理し易いことである。具体的には階層木構造をもつデータベースを記憶媒体上に表現するにあたって一意に線型 (2 次元) 表現ができることである。

レコード具体値間の関係は普通ポインタ (子レコードの記憶媒体上での位置) をもちいて表現される。すなわちデータ定義言語をもちいて定義されたレコード型に対応するレコード具体値のほか、関係づけのためのポインタが確保される。

データ定義言語をもちいて定義されるレコード間構造はレコード型あるいはファイル間の構造である。ファイル A とファイル B とが親レコード (型) と子レコード (型) の関係にあるときはつぎのように記述される。

関係 α

親レコード A



ここで関係 α というのはレコードAとレコードBとが α という名前の関係で親レコードと子レコードの関係にあることを示している。一般にデータベース上には複数種類の関係が定義される。データベースに蓄積されるレコード具体値にはここで定義された関係の種類だけのポインタがとられることになる。このポインタのつけ方はデータベースシステムによりいろいろな方法が採用されているが基本的には親レコード具体値と子レコード具体値をリング状に結ぶ方法である。

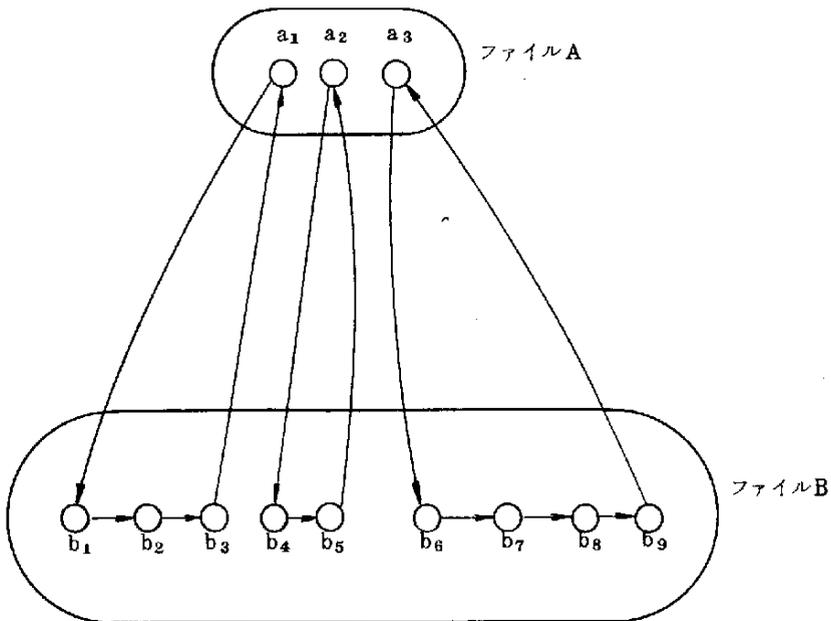


図 1.9 レコード間構造の記憶構造

図 1.9 において a_1 、 a_2 、 a_3 はデータ定義でレコードAとして定義されたファイルのレコード具体値であり、 b_1 から b_9 はレコードBとして定義されたファイルのレコード具体値である。またレコード具体値 a_1 の子レコード具体値は b_1 、 b_2 、 b_3 でありこの4つのレコード具体値がリング状にポインタで結ばれている。ここで別の関係 β がデータベースに定義され、その関係定義の中にレコードAが含まれていれば、レコードAの具体値からは関係 β をしめすためのポイ

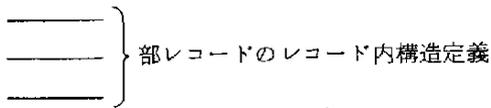
ンタがつけられる。

利用者がプログラムで関係すなわちレコード間構造にもとづいたデータ操作をおこなう場合には、関係名を指定することによってレコード具体値に含まれるポインタをたどることになる。

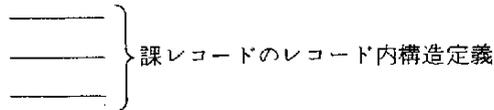
たとえば企業における組織をあらわすデータベースを考えてみよう。この組織を「部」「課」「社員」の3つのレコードから構成されているとすれば、「所属」という関係で、レコード間構造はつぎのように定義されよう。

関係 所属

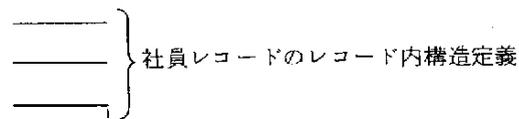
レコード 部 (課 レコードの親)



レコード 課 (社員 レコードの親)



レコード 社員



このようにして定義されたレコード間構造はレコード具体値に注目するとつぎのように表現される。

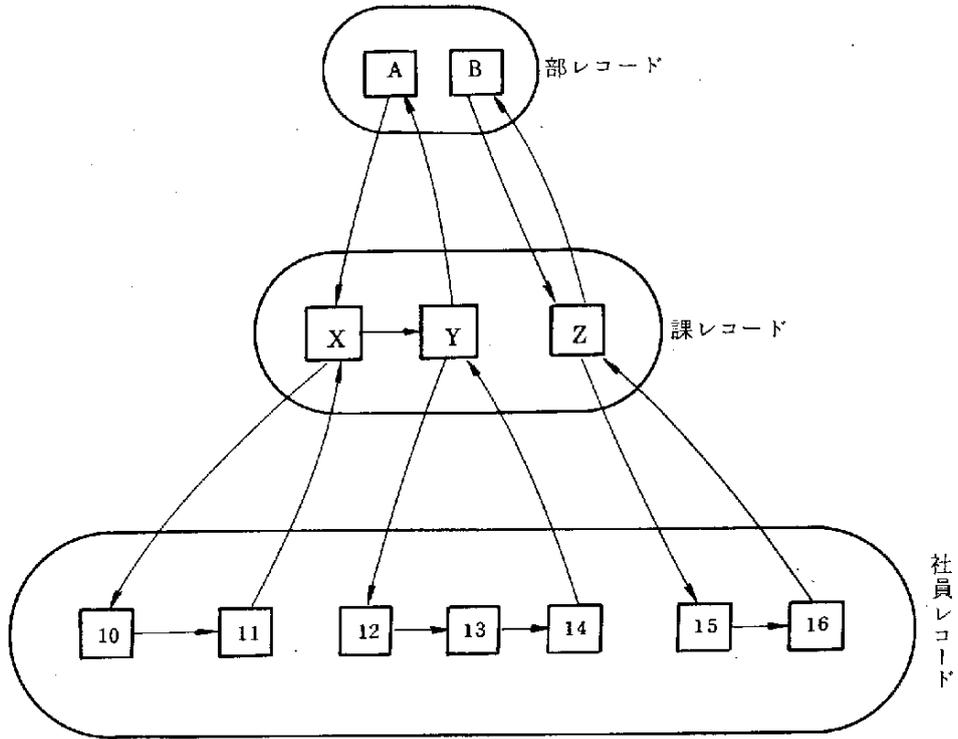


図 1.10 組織の関係をあらわすレコード間構造の表現

この構造にもとづいて A 部に属する社員に関してデータを必要とする場合は、部レコードのレコード具体値 A を探し、つぎに子レコードにあたる X をポインタによってたどり、さらに X の子レコードにあたる社員レコードの具体値 10 をポインタでたどる。さらに必要な場合はそこから 11 へ行き、親レコードの X に戻り隣の Y をたどり、そこから再び子レコードをたどるという手順がとられる。

1.3 データベースの操作

データベースは利用者の定義したデータ構造にもとづいて、記憶媒体上にレコード具体値を物理的に表現することによって作成される。利用者プログラムはこのデータベースの論理構造にのってデータを操作するが、データ操作のための言語すなわちデータ操作言語がデータベースシステムには用意されている。

データベース操作の基本はレコードをデータベースから取り出すことと、データベースへ書き込むことである。必要なレコードをデータベースから取り出す方法には 2 つの種類があり内容検索と構造検索とよばれている。

内容検索はレコードを構成する項目の値を指定することによって、その項目値をもつレコードを検索する方式である。内容検索のためのデータ操作は通常

GET ファイル名、 条件式

の形で表現される。ファイル名は検索の対象となるレコードのファイルを指定する。一方条件式は項目名と項目値の組（項目名／項目値）をAND、OR、NOTの結合子で結んだものとして表現される。項目名と項目値の組は基本条件式と呼ばれ（出身地／東京）によって、出身地という項目に対して項目値が東京であるようなレコードを検索することを意味している。一般の条件式はこの基本条件式をもちいてつぎのように表現される。

〈条件式〉 ::= 〈基本条件式〉
 NOT 〈条件式〉
 〈条件式〉 AND 〈条件式〉
 〈条件式〉 OR 〈条件式〉

NOTはそれにつづく〈条件式〉を満足しないレコードをしめし、ANDは前後に記述された〈条件式〉を同時に満足するレコードをしめし、ORは前後に記述された〈条件式〉のうち少なくともいずれか一方を満足するレコードをしめしている。

構造検索はデータ定義言語で定義されたレコード間構造にそってレコードを検索する方式である。すなわちある基準となるレコード具体値に対し、親レコード、子レコード、兄弟レコード（同一ファイル内で同一関係をしめすポインタで結ばれているレコード）を検索する。このとき基準となるレコードをカレント・レコードとよび、構造検索に先だってシステムに指示しておく必要がある。構造検索のためのデータ操作は通常

GET 関係名 $\left\{ \begin{array}{l} \text{OWNER} \\ \text{MEMBER} \\ \text{NEXT} \end{array} \right\}$

の形で表現される。関係名はたどるべきポインタ（定義された関係に応じてつくられている）を指示するためにもちいられる。OWNERは、カレント・レコードの親レコードを、MEMBERはカレント・レコードの子レコードを、NEXTはカレント・レコードの兄弟レコードをそれぞれ検索することをしめしている。

第2章 データベースの結合

現在多種類のデータベースが互換性のないままに稼動している。コンピュータの利用形態からみたとき、コンピュータの単独利用あるいは初期のタイムシェアリング的利用形態のような閉じた組織体においてコンピュータ資源を利用していた時代では、データベースも閉じた組織体の中で利用されており、データベースの結合もそれ程顕在化した問題とはならなかった。ところがコンピュータによる情報の流通が高度化し、さらにはコンピュータ・ネットワークによってコンピュータ資源の共同利用をはかるような環境に直面するに至り、データベース結合の必要性が不可避の問題として顕在化してきている。すなわちコンピュータの利用とくにデータ利用の形態が閉じた組織体から開いた組織体へと拡張される傾向にあり、いくつかの独立した主体の作成したデータベースを相互に利用し合うという形態が指向されている。このような環境に対処するためのコンピュータ技術もいまだに確立されたものにはなっていない現状といえる。

この章ではデータベースの結合を、コンピュータによる情報流通あるいはデータ・リンケージの側面から捉え、その技術的諸問題と可能性について検討する。

2.1 データベース結合のレベル

いくつかのデータベースの結合あるいはネットワーク環境での複数データベースの同時利用を考えたとき、はじめに問題となることは結合のレベルである。言い換えればデータベースのどのレベルで互の連絡をはかるかということである。

現在のデータベースシステムはデータ独立という考え方から、利用者プログラムはデータの記憶媒体上での表現とは独立に、データの論理構造にもとづいてデータを操作する方法がとられている。したがってデータベースシステム間の連絡をとる方法には大別して3つのレベルが考えられる。第1は記憶媒体上の表現すなわちデータベースの記憶構造のレベルで連絡をとる方法である。この方法ではデータベースシステムの論理構造およびそれにもとづいたデータ操作言語を利用しないことのために、それぞれのデータベースの記憶構造を意識しながら直接的に記憶媒体を操作することになる。もちろんこの場合使用するコンピュータのハードウェアおよびソフトウェアの互換性の程度によって操作の方法も多様なものになる。



図2.1 記憶構造による結合

第2の方法はデータベースの論理構造にもとづいて結合をはかる方法である。このレベルでの結合においてはデータベースシステムのもつ操作機能をもちいることになるので、それぞれのコンピュータの互換性がある程度必要となる。

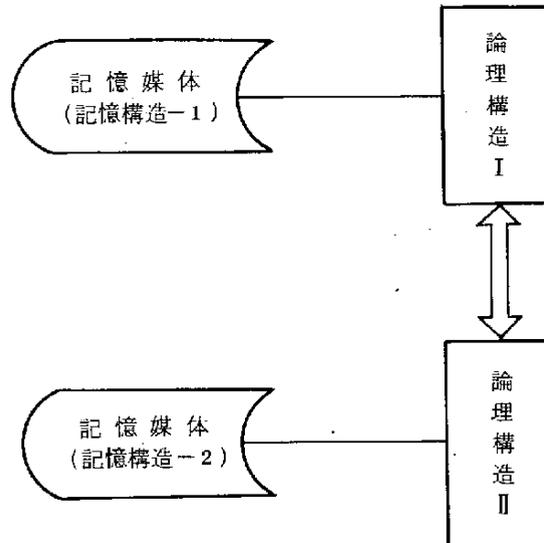


図2.2 論理構造による結合

第3の結合方式はそれぞれのデータベースの論理構造からも独立にデータベースを操作する方法である。この方式によるデータベース操作を可能にするためには、必要とするすべてのデータベースの操作を包括するようなデータ操作言語を用意し、その汎用データ操作言語とそれぞれのデータベース操作言語との間の関係を定義しておく必要がある。

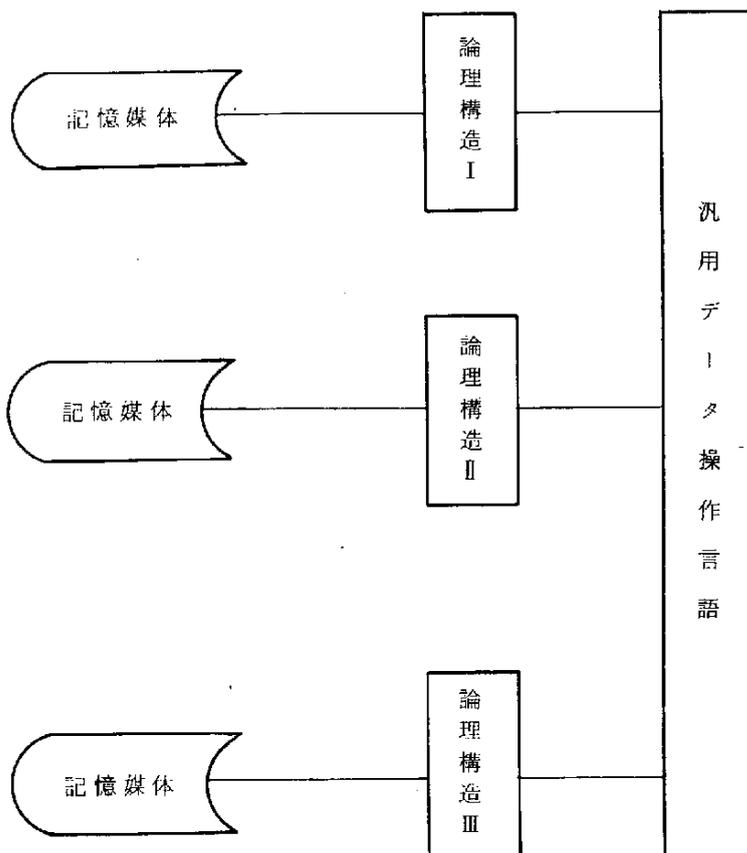


図 2.3 汎用データ操作言語による結合

これまではデータベースシステムの形式的な結合についてみてきたが、適用業務からデータベースを利用する観点にたつとデータの内容すなわち意味論的な考慮が必要となる。適用業務の異なるデータベースでは項目の意味が違っていたり、いくつかの項目を組合せて別の項目を作ったり、さらには項目に対する項目値の選択基準が異なったりすることがある。この問題はデータ・リンケージの面からも重要であり、今後解決すべき問題である。

この節では、データベースの結合という観点からそのレベルについて概観するのにとどめたが、次節からはこれらの結合形態における技術的問題について述べる。

2.2 データベースの変換

情報を交換するための媒体として磁気テープは古くから用いられてきた。ある組織体で作成した磁気テープのファイルを別の組織体のコンピュータで利用したり、あらかじめ作成してあるソフトウェアでデータ処理をおこなうためにそのソフトウェアの仕様に合うような形にファイル構造を変

換したりすることは従来からよくおこなわれている。この段階では主にレコードを構成する項目の形式的再編成とコードの変換の作業が中心になる。

一方前章でみたように、現在のデータベースシステムではデータ独立の考え方からレコードの論理構造と記憶構造とは独立しており、利用者プログラムは論理構造にもとづいてデータベースシステムのもつデータ操作言語をもちいてデータの操作をおこなう。したがってデータベースシステムに蓄積されているデータを他のコンピュータあるいはデータベースシステムでそのまま利用することはできない。そこでデータベースに蓄積されているデータを交換するためには個々のデータベースシステムに応じた記憶構造に変換する必要がある。

この節では簡単な構造のファイルを変換する問題をみることによって基本的な技術を検討し、それをふまえた上で複雑な構造をもつデータベースを変換する手法を検討する。

2.2.1 レコードとコードの変換

ファイルの変換にあたってもっとも基本になるのはレコードとコードの変換である。ここではレコードの変換を、ひとつのレコードからひとつのレコードに変換する場合に限って検討する。

記憶媒体上のレコードはいくつかの項目値から構成され、項目値は文字や数字で構成される。文字にしても数字にしても2進のビット列で表現されることには変りはないが、コンピュータやデータベースシステムによってビット列と文字や数字の対応が異なっている。

文字コードも6単位符号、7単位符号、8単位符号、すなわち6ビット、7ビット、8ビットによってひとつの文字をあらわす方法がある。さらに同じ8単位符号でもビットの組合せによっていくつかの符号体系がある。したがって項目値の変換にあたってはまず文字についてのコード変換をおこなう必要がある。

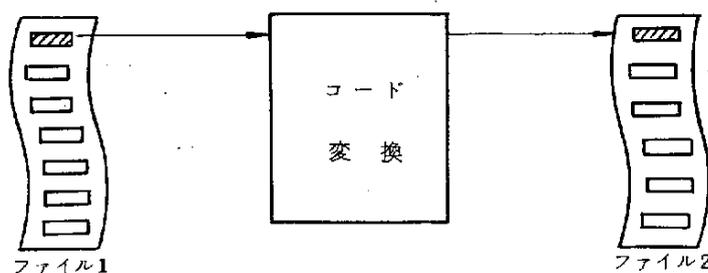


図 2.4 コード変換

さらに数字を表現する方法として4ビットをもちいて0から9までを表示するバク十進表示がある。数値は文字型あるいはバク十進表示で表現することのほかに、整数型や実数型表示によって2進数で表現することもある。整数型は普通1ワードを基準に1/2ワードあるいは2ワードで表現される。ところがコンピュータによってワードを構成するビットの長さが異なるため、整数値項目の変換にあたっては有効桁数を保存するような変換法を採用しなければならない。

たとえば32ビットワードのシステムから36ビットワードのシステムへ変換する場合には4ビットの無駄が生じることになる。整数値項目のもうひとつの問題は負数の表現である。正数の2進表示はビット長の問題を別にすれば一意にビット列が決まるが、負数の表現には「1の補数 (ones complement) 方式」と「2の補数 (two's complement) 方式」とがあり、異なる方式を採用しているシステムでの変換においてはこれを考慮しなければならない。

実数型項目についてもビット長と表現方法とがシステムによって異なることがあり、必要に応じて変換をおこなうことになる。さらに漢字コードをあつかう場合にも種々様々のコード体系があり、コード体系に応じてコード変換が必要となる。

項目値を構成する文字あるいは数値は上に述べたような方法で変換されるが、ひとつのまとまった意味をもつ項目値は文字の列で表現される。ところが項目属性に対応して付与される項目値の選択基準が異なったり、項目値をしめす文字列が異なったりすることがある。項目値をしめす文字列が異なる列としては住所コードや企業コードがある。たとえばデータベースによって特定の企業に対するコードが「1234」であったり「A86B」であったりする。この場合はそれぞれの企業コードでの間の変換は対一変換がおこなわれる。

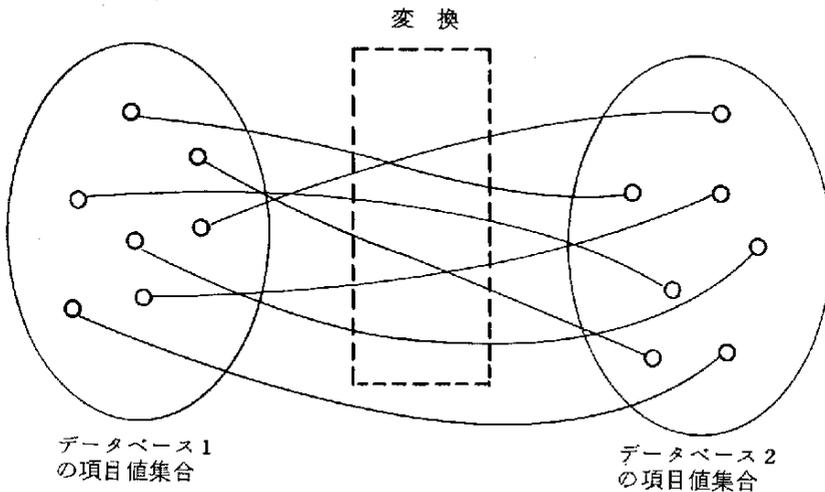


図 2.5 項目値の対一変換

項目値の変換が対一対一でおこなえる場合でも、項目値の集合が大きいたまには変換フェルをうまく利用する方法が採用される。つぎに異なるデータベースの同一項目に対する項目値が対多、多対一、あるいは多対多の対応になることがある。項目はレコードのひとつの属性をあらわしており、項目値はその属性にもとずいたレコードのクラス分けとみることができる。したがって対多、多対一、あるいは多対多の対応を、それぞれのデータベースの項目値がもつことは、

その項目属性に関してクラス分けの方式(基準)を変換することを意味している。簡単のために変換する2つのデータベースに含まれるレコードの数を同じとし、さらに変換する項目に対してはひとつだけ項目値が選択される場合すなわち繰返しのない項目の変換をとりあげる。このような状況で項目値の多対一対応は、項目値集合の大きさが小さくなることすなわちクラスの集約をともなう変換を意味している。また一対多対応は項目値集合が大きくなること、すなわちクラスの分解をともなう変換を意味している。

多対一対応による変換の例は製品の品種コードなどにみられる。品種コードをデータベースAからデータベースBに変換する場合、データベースAでは品種をA～Zの26種類に分けていたのに対しデータベースBでは0～9の10種類に分けているようなとき多対一対応の変換となる。

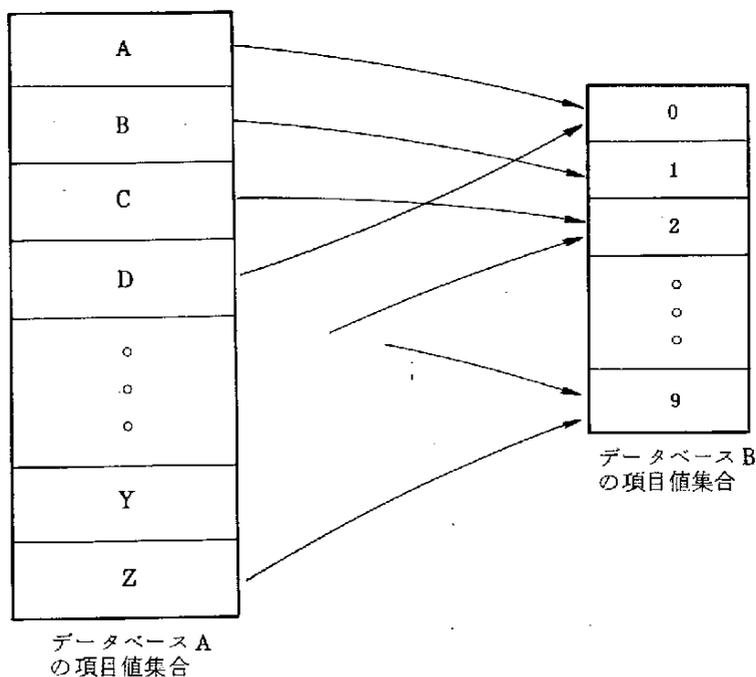


図2.6 項目値の多対一変換

多対一変換が項目値選択基準の集約化であったのに対し、一対多変換は選択基準の分割化であり、多対多変換は選択基準の変更をともなうクラスの再編成になる。ところが一対多変換や多対多変換は特定の項目だけを注目する限り、データベース間でのレコード数を同じにするという前提のもとでは不可能である。(ただしひとつのレコードが複数個のレコードを生成するような場合までを考慮すると、項目値集合ではなしにレコード間の対応としては多対多あるいは一対多対応となることがある。)一対多あるいは多対多の変換は通常いくつかの項目からひとつの項目値をつくる場合に生じる。たとえばデータベースAの項目「甲」と「乙」からデータベースBの項

日「丙」をつくるような場合であるが、場合によってはデータベース B においても再び「甲」あるいは「乙」の名前をもつ項目になることもある。

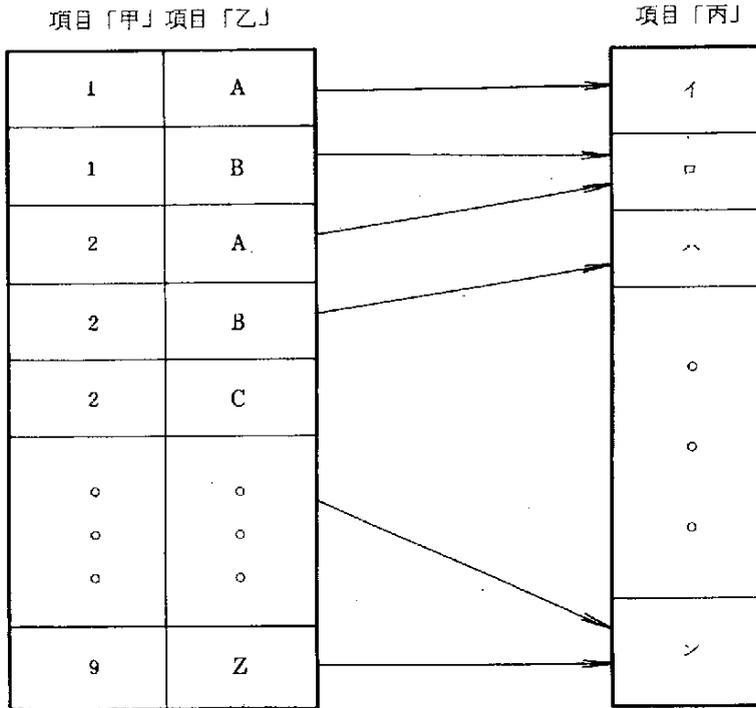


図 2.7 項目値の多対多変換

この例にみた多対多の変換は2つの項目甲と乙の組合せを単位とすれば多対一（あるいは一対一）の変換になっているが、項目中甲あるいは乙のいずれかの属性値によってレコードをクラスに分割している状況として捉えると、項目丙の属性値によるクラスとは多対多の変換になっている。このように複数項目にまたがる変換においては、それぞれの項目とそれに対応する項目値の選択基準を明確にしておくと同時に、項目間の関係を定義しておく必要がある。

2.2.2 データベース構造の変換

データベースの変換を考えるとときに問題となることは、前節で述べたレコードや項目の変換のほか、構造の変換である。データベースの操作はデータベースシステムのデータ定義言語をもちいて定義されたレコードの論理構造にもとずいておこなわれるが、この論理構造に対応するレコード具体値は記憶媒体上でいろいろな記憶構造をもって表現される。したがってひとつのデータベースシステムで作られた記憶媒体上のファイルを別のデータベースシステムのもとで操作することはできない。そこで何らかの方法でデータベースの記憶構造を変換する必要がある。とく

に繰返し項目や繰返し集団の記憶媒体上での物理的な表現法や、レコード間構造の表現法はシステムによってまちまちという現状では、ある組織体でつくられたデータベースを他の組織体で利用するにあたってこのような変換操作は避けられないものとなっている。

データベースを変換するにあたって個々の記憶媒体すなわち記憶構造のレベルで直接的に変換する方法がある。この方法は従来のデータ変換でよく採用されてきた方法であるが、この方法では記憶構造の異なるデータベースごとに変換のプログラムを作成しなければならない。さらに複雑なレコード内構造あるいはレコード間構造をもつデータベースでは記憶媒体から記憶構造をたよりに直接的な操作をおこなうのはそれ程容易なことではない。したがってデータベースの論理構造のレベルで変換をおこなうことになる。すなわちデータベースAからデータベースBへの変換をおこなう場合、システムAの論理構造とデータ操作言語をもちいてデータを読み込み、システムBの論理構造に合った形に編集する。つぎに編集されたファイルからシステムBの論理構造とデータ操作言語にもとづいてデータベースBを作成するという手段をとる。

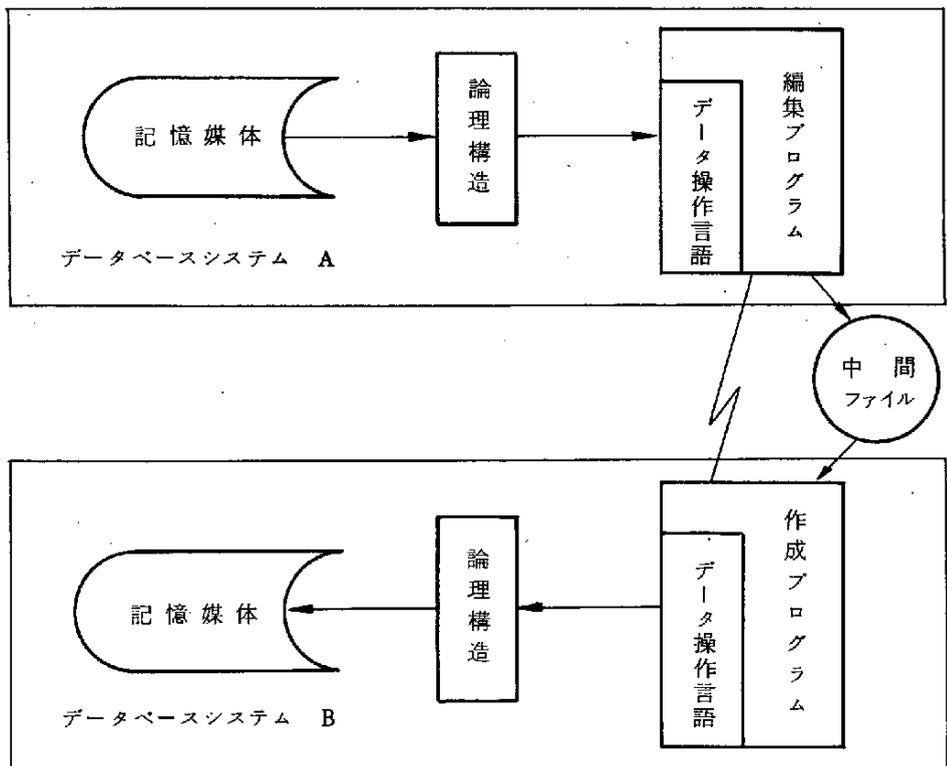


図2.8 論理構造をもちいたデータベース変換

論理構造とそれぞれのデータ操作言語をもちい、データベースの変換をおこなう場合でも、変換するデータベースの種類だけの変換プログラムが必要となる。そこで一般的なデータベース変換

換の手法として、中立的な汎用構造表現を採用し、その表現を媒介としてデータベースを変換するという考え方が提案されている。この方法には2つの長所がある。

第1の長所は変換のための費用が少ないことである。たとえばある論理構造をもったレコードを記憶媒体上に表現する方法が n 種類、言い換えれば n 種類のデータベースが存在するとき、それぞれの表現形態をもつデータベースごとに変換プログラムを開発すると $(n-1)^2$ 個のプログラムが必要となる。一方汎用的に構造を表現する形式を用意し、その汎用構造を媒介として変換をおこなえば $2m$ 個の変換プログラムで済むことになる。ひとつのデータベースをもつ組織体について言えば、他の組織体へ渡すための中間ファイルを編集するプログラムと、中間ファイルから独自のデータベースにデータを蓄積するためのプログラムだけを用意すれば十分である。

第2の長所としては、データベース変換にあたっての拡張性があげられる。すなわち新しい記憶表現をもつデータベースが出現したときに容易に変換が可能となることである。具体的には新しい記憶表現をもつデータベースから汎用構造をもつ中間的データベースへの変換プログラムと、中間的データベースから新たなデータベースへの変換プログラムの2つのプログラムを追加さえすればよい。

中間的データベースを介したデータベース変換の概観は図2.9のようになる。

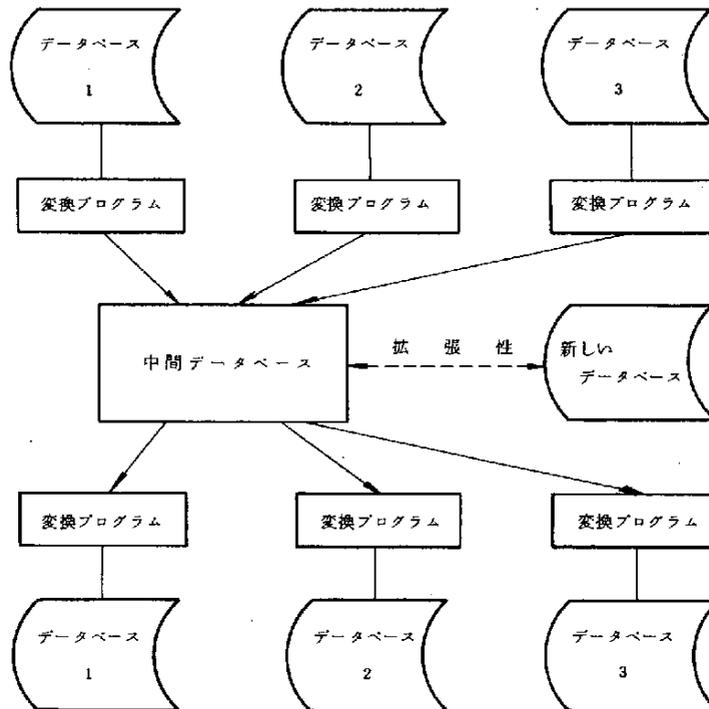


図2.9 中間的データベースによる変換

汎用な構造を表現することの出来る中間データベースの構造についてはいくつかのものが考えられるが、ここでは E. F. Codd の提案にもとづくデータベース構造について紹介する。

レコードは項目値の組で表現する。すなわち n 個の項目から構成されるレコード型は

$$R(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$$

と表現され、それに対応するレコード具体値は n 項事項 (n-tuple) で

$$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$$

と表現される。ここで a_j ($j=1, 2, \dots, n$) は項目 A_j に対応する項目値集合の要素になっている。ここで繰返し項目の扱いが問題となるが、繰返し項目は繰返しの数だけのレコードに分解される。たとえば、項目 A_3 が繰返し項目で、あるレコードの項目 A_3 に対応する項目値が a_{31}, a_{32}, a_{33} 、という 3 つの繰返しがあるときはつぎのような 3 つのレコードがつけられる。

$$\begin{array}{l} (a_1, a_2, a_{31}, \dots, a_n) \\ (a_1, a_2, a_{32}, \dots, a_n) \\ (a_1, a_2, a_{33}, \dots, a_n) \end{array}$$

繰返し項目

繰返し集団についても同様で、繰返しの数だけ集団や項目に対応するレコードがつけられる。このような表現方法をとれば、どのような繰返し項目や繰返し集団も一意にいくつかのレコードに分解でき、逆に特定の記憶構造をもつデータベースに変換できる。第 1 章の図 1.6 にあげた人事レコードの論理構造をこの方式で表現すると

人事レコード(社員番号、氏名、スキルコード、程度、年、月、日)となり、レコード具体値の集まりすなわちファイルはつぎのようなテーブルで表現される。

人事レコード(社員番号、	氏名、	スキル コード、	程度、	年、	月、	日
(12345、	日本太郎、	AB、	A、	1930、	10、	3
(12345、	日本太郎、	XY、	B、	1930、	10、	3
(23456、	東京次郎、	AB、	C、	1940、	10、	5
(23456、	東京次郎、	CD、	D、	1940、	10、	5

繰返し項目(集団)を含むレコード内構造は上にあげた方法ですべて表現できるが、つぎにレコード間構造の表現が問題となる。通常レコード間構造を具体的にしめすためのポインタは関係づけられたレコード具体値が蓄積されている記憶媒体上の位置すなわちアドレスが入っている。この記憶媒体上のアドレスは記憶装置あるいはファイル管理のための基本ソフトウェアに依存

するものであり、記憶装置が異なれば無意味なものとなることが多い。したがって汎用構造の表現にあたっては記憶媒体上の物理的アドレスをもちいて、レコードを関係づけることはできない。したがってつぎのような方法がとられる。

親レコード R_1 が項目 A_1, A_2, A_3 で構成され、子レコード R_2 が項目 B_1, B_2, B_3 で構成されるとき、その関係を構成する2つのレコードはまとめて、

$$R_1 (A_1, A_2, A_3, R_2 (B_1, B_2, B_3))$$

と表現することもできる。すなわち先に記述したレコード型の表現にもとづけば

$$R (A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3)$$

となる。このような表現方式でもレコード間構造を定義することは可能であるが、レコード具体値の冗長さをともなう。そこでこのレコード型は2つのレコード型に分解される。

レコードには通常レコード具体値を一意に識別するためのキー項目がある。たとえば R_2 のキー項目が B_1 であるとすれば、レコード R は2つに分割され

$$R'_1 (A_1, A_2, A_3, B_1)$$

$$R'_2 (B_1, B_2, B_3)$$

となる。このようにしておけばレコード R'_1 の具体値(a_1, a_2, a_3, b_1)からレコード R'_2 の具体値(b_1, b_2, b_3)を、 R'_1 の項目 B_1 と R'_2 の項目 B_1 との項目値の一致によって結びつけることができる。第1章の図1.10に示めされた組織データベースの課レコードとの間の関係をこの方法で表現するとつぎのようになる。ここで課コードと社員コードはレコードを一意に識別するキー項目であるとしている。また、課レコードと社員レコードのレコード型は簡単のために

課レコード (課コード、課名、課長名)

社員レコード (社員コード、氏名、生年月日)

としておく。このとき課レコードのファイルは

課レコード	(課コード、	課 名、	課 長 名)
	X	総 務	A
	Y	経 理	B
	Z	人 事	C

となり、社員レコードのファイルは、

社員レコード	(社員コード、	氏 名	生年月日)
	1 0	A	l
	1 1	B	m

1 2	B	n
1 3	C	o
1 4	A	p
1 5	E	q
1 6	F	r

と表現される。この2つのレコード間には図1.10でしめされるような構造があるが、このレコード間構造を汎用的な表現で記述すると、2つのレコード「課-社員レコード」と「社員レコード」とであらわされる。

課-社員レコード(課コード、課名、課長名、社員コード)

X	総務	A	10
X	総務	A	11
Y	経理	B	12
Y	経理	B	13
Y	経理	B	14
Z	人事	C	15
Z	人事	C	16

新しく作られる社員レコードは先にあげたものと同じである。上のテーブルからも明らかなようにこの表現でもまだ冗長さが残っている。そこでこれをさらに分割し、2つのレコードに含まれるキー項目だけを結びつけて、いわば関係レコードをつくることもできる。

この関係レコードを前と同じ「課-社員レコード」とよべば、新しい関係レコードはつぎのように表現される。

課-社員レコード(課コード、社員コード)

X	10
X	11
Y	12
Y	13
Y	14
Z	15
Z	16

この新しい関係レコードをもちいる場合は、前にしめた「課レコード」と「社員レコード」と共にもちいることになる。

これまでに見てきたレコードの表現法は記憶媒体やファイル管理プログラムとは独立したものである。

したがってこの表現方法によって、それぞれのデータベース構造を表現すれば、汎用的な表現方法が得られる。ところがこの方法では中間データベース中での情報の冗長さや、処理の容易さなどの点について問題が残されており、改良が望まれる。

第3章 データベースの共用

3.1 データベースの共同利用

現在いろいろな種類のデータベースシステムが互換性のないままに稼動していることは、これまでも述べた通りである。ところでコンピュータの普及と発展にもない、何種類かのデータベースに蓄積されている情報を同時に利用しながら業務の処理にあたり、問題の解決にあたり、状況が出現しつつある。とくにコンピュータ・ネットワークというコンピュータの利用形態では、資源の共同利用という観点から、コンピュータ・ネットワークに結合されているいくつかのデータベースを個々にあるいは同時に利用する形態が現実のものとして要求されている。

この節ではデータベースの共同利用あるいはデータベース間のリンケージという観点から、技術的問題点と手法について検討する。

データベースの共同利用という局面においては、利用者はいろいろな目的のためにデータベースを利用することになり、言い換えればデータベースの多目的利用がおこなわれる。すなわち利用者の処理すべき業務や問題に応じてデータベースが操作できなければならない。従来のデータベースの利用形態をみると、そのデータベースをもつ組織体の目的に合うような形でデータ構造が定義されており、他の目的のためにそのデータベースを利用することには必ずしも適していると言えない。したがってそれぞれの利用者が独自の目的に合致するようなデータ構造すなわちスキーマを定義し、それにもとづいてデータ操作がおこなえないと利用し易い形でのデータベースの共同利用形態とはならない。

ところでそれぞれの組織体で作られ利用されているデータベースは、データ構造だけでなくデータ操作のための言語も互換性を欠いている。利用者にとって利用するデータベースごとに操作方法を変えなければならないことはわずらわしいことであろう。

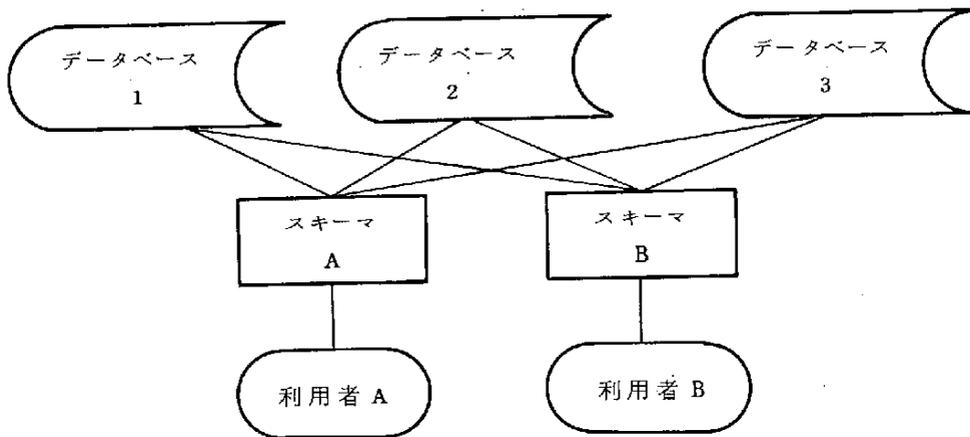


図 3.1 利用者スキーマ

利用者がそれぞれの目的に応じたスキーマを定義した場合、そのスキーマと利用するデータベースの構造との間で変換をおこなう必要がある。さらに利用者スキーマにもとづいておこなわれるデータ操作もそれぞれのデータベースシステムでもちいられるデータ操作言語に変換し、固有のデータ操作言語と論理構造にもとづいてデータ操作がおこなわれることになる。

この節では前節で解説した汎用データ構造表現にもとづいたデータ操作について述べるとともに、コンピュータ・ネットワークという環境の中でのデータベースの共同利用について検討する。

3.1.1 スキーマと操作

データベース利用者の定義したデータ構造はスキーマとよばれるが、データベースの利用にあたってはこのスキーマにもとづいて操作がおこなわれる。ここでは前節で述べた汎用データ構造に対しておこなわれるデータ操作について解説する。

汎用データ構造においてレコード型すなわちファイルRは

$$R(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n)$$

と表現された。ここでは A_j ($j=1, 2, \dots, n$) は項目名である。ファイル内のレコード具体値は n 項事項 (n -tuple)

$$(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$$

で表現され a_j ($j=1, 2, \dots, n$) は項目 A_j に対応する項目値集合の要素である。

このようにして定義されたファイルあるいはレコードに対してつぎのようなデータ操作を定義する。

(1) 射影 (Projection)

ファイルRのひとつのレコード具体値を r としたとき、 $r[A_j]$ によってファイルRの項目 A_j に対応する r 上の具体値とする。またいくつかの項目から項目のリストA

$$A = [A_{i_1}, A_{i_2}, \dots, A_{i_h}]$$

をつくったとき、

$$r[A] = (r[A_{i_1}], r[A_{i_2}], \dots, r[A_{i_h}])$$

と書く。このときファイルRのリストA上での射影は

$$R[A] = \{ r[A]; r \in R \}$$

と定義される。

たとえば

R (A, B, C, D)			
(a	イ	l	x)
(b	ロ	l	x)
(a	ハ	m	x)
(c	イ	n	y)
(d	ロ	m	z)

によってしめされるファイルを考えたととき、
項目リスト

$$L_1 = [A] \quad \text{および} \quad L_2 = [C, D]$$

に対して射影は

R [L ₁]	R [L ₂]
a	l x
b	m x
c	n y
	m z

となる。

(2) 結合 (Join)

θ を関係演算子 $\{ =, \neq, <, \leq, >, \geq \}$ とし、 $x \theta y$ が真 (T) か偽 (F) かのいずれかの値をとるとき、 x と y とは θ -Comparable であるという。ファイル R とファイル S とがそれぞれの項目 A, B に関して射影 $R[A]$ と $S[B]$ の要素が θ -Comparable のときにその θ -結合 (θ -Join) はつぎのように定義される。

$$R[A \theta B] S = \{ (r \hat{s}) ; r \in R \quad s \in S \quad (r[A] \theta s[B]) \}$$

ここで $(r \hat{s})$ は 2 つの n 項事項 r と s の連結 (Concatenation) とよばれ、

$$r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$$

$$s = (s_1, s_2, \dots, s_m)$$

のとき連結 $(r \hat{s})$ は

$$(r \hat{s}) = (r_1, r_2, \dots, r_n, s_1, s_2, \dots, s_m)$$

と定義される。

たとえばファイルRとSが

R [A ₁ , A ₂ , A ₃]			S [B ₁ , B ₂]	
a	1	1	1	x
b	m	3	2	y
a	m	2	3	z
c	n	1		

となっているときRとSの結合の一例は

$$R [A_3 = B_1] S = T (A_1, A_2, A_3, B_1, B_2)$$

a	1	1	1	x
b	m	3	3	z
a	m	2	2	y
c	n	1	1	x

となる。この例の結合はファイルRで項目A₃を選びファイルSで項目B₁を選び、θとして(等号)を採用したものである。

(3) 商 (Division)

Tを2項関係とし、xをTの領域の要素とすると、xのTのもとでの像集合gT(x)を

$$gT(x) = \{ y ; (x, y) \in T \}$$

と定義する。ここでファイルRの項目リストAとファイルSの項目リストBに対して、RとSのAとBに関する商はつきのように定義される。

$$R [A \div B] S = \{ r [\bar{A}] ; r \in R \quad S [B] \subseteq gR (r [\bar{A}]) \}$$

ここで \bar{A} は項目リストAの補リストとよばれ、ファイルRを構成する項目のうちAに含まれない項目から構成されるリストである。

たとえば2つのファイルRとSを

R (A ₁ , A ₂ , A ₃)			S (B ₁ , B ₂)	
1	a	x	2	f
2	c	x	4	g
3	b	y		
4	c	x		
5	b	y		

のようになると、ファイルRとSの項目A₁とB₁に関する商はつぎのようになる。

$$R [A_1 \div B_1] S = \frac{T (A_2, A_3)}{c \quad x}$$

(4) 制限 (Restriction)

AとBとを共にファイルRの項目リストとしたとき、ファイルRの項目リストA、Bに関するθ-制限(θ-Restriction)はつぎのように定義される。

$$R [A \theta B] = \{ r ; r \in R (r [A] \theta r [B]) \}$$

たとえばつぎのようなファイルR

R (A ₁ , A ₂ , A ₃)		
1	a	2
2	b	2
3	a	1
4	c	4

を考えθとして=(等号)を採用すれば、Rのθ-制限は

$$R [A_1 = A_2] = \frac{T (A_1, A_2, A_3)}{\begin{array}{ccc} 2 & b & 2 \\ 4 & c & 4 \end{array}}$$

となる。

これまでに定義したデータ操作はいずれも集合演算になっており「関係代数系」とよばれている。この操作をもちいればデータベースの内容検索と構造検索をもちいておこなうデータ処理が可能となる。さらにこの関係代数系がデータ操作として有力な理由として、この関係代数系と意味的に同値な関係論理系が定義できることがあげられる。この論理系は制限された1階述語論理となっており、豊富な表現能力をもっている。利用者プログラムでは関係論理系における式でデータ操作の条件を記述することにより、その式は前述した関係代数系の演算式に変換することができる。

3.1.2 コンピュータ・ネットワークとデータベース

コンピュータ・ネットワークをもちいてデータの共同利用をはかるためには、コンピュータ・ネットワークを経由して結合されているデータベースがいくつかのコンピュータから操作できる必要がある。

コンピュータ・ネットワークを経由して他のコンピュータに付属するデータベースシステムを利用する形態にはいくつかの種類がある。第1は問題処理のためのコンピュータと必要なデータを蓄積しているデータベースを管理するコンピュータとを同一のものとする形態である。このた

めには、必要なデータベースを管理しているコンピュータ・システムの仕様にもとづいて問題処理のためのソフトウェアを作成しなければならない。したがってこの形態ではコンピュータ・ネットワークは、タイムシェアリング的利用形態をとっているといえる。

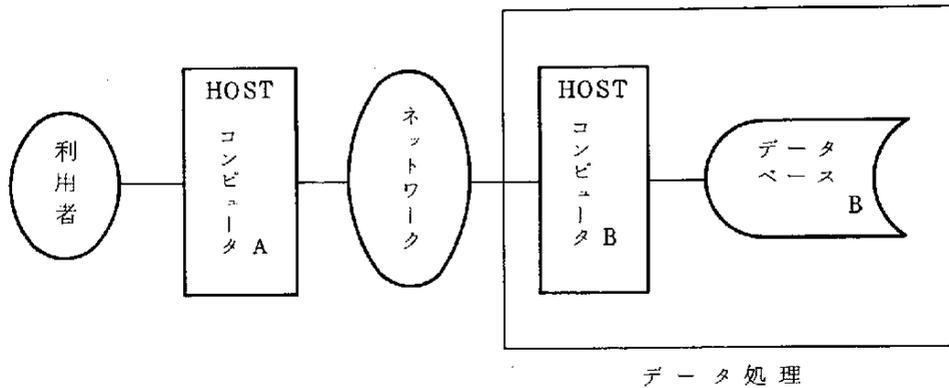


図 3.2 単独のデータベース共有

図 3.2 にデータベースとHOSTコンピュータの関係をしめしたが、この図では利用者はHOSTコンピュータAからネットワークをアクセスとする。ところが問題の処理はデータベースBに蓄積されているデータを持ちいて、そのデータベースを管理するHOSTコンピュータBで処理がおこなわれる。

第2の形態ではファイルの転送という手段を持ちいてあらかじめ必要なデータを、処理をおこなうコンピュータのデータベースに転送し、その後で問題解決のための処理をおこなう。

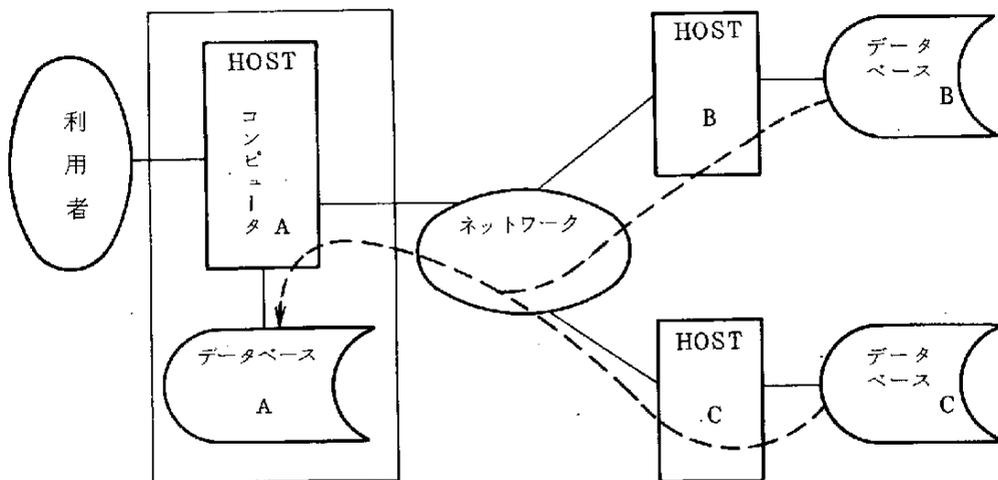


図 3.3 ファイル転送

この形態では問題の処理にあたって、同時にいくつかのデータベースをアクセスすることはないが、複数のデータベースをもちいて問題の解決にあっている。

図3.3にファイル転送をもちいたデータ処理の概観をしめした、利用者はデータの処理に先だててデータベースBおよびデータベースCからファイル転送をもちいて必要なデータをデータベースAに移す。つぎにデータベースAに移されたデータにもとづいてHOSTコンピュータAで必要なデータ処理をおこなうことになる。

第3の形態はコンピュータ・ネットワークに結合されたいくつかのデータベースを同時にアクセスしながら問題の解決にあたる方法である。この方法は分散しているデータベースをアクセスすることからDDBA (Distributed Data Base Access) とよばれている。利用者は問題解決のためのデータ処理をあるHOSTコンピュータでおこなうが、そのHOSTコンピュータは必要に応じてネットワークに対し、プロトコルを発進する。このプロトコルは所定のデータベースを管理しているコンピュータに行き、そのデータベースから必要なデータを得るという手続きをとる。

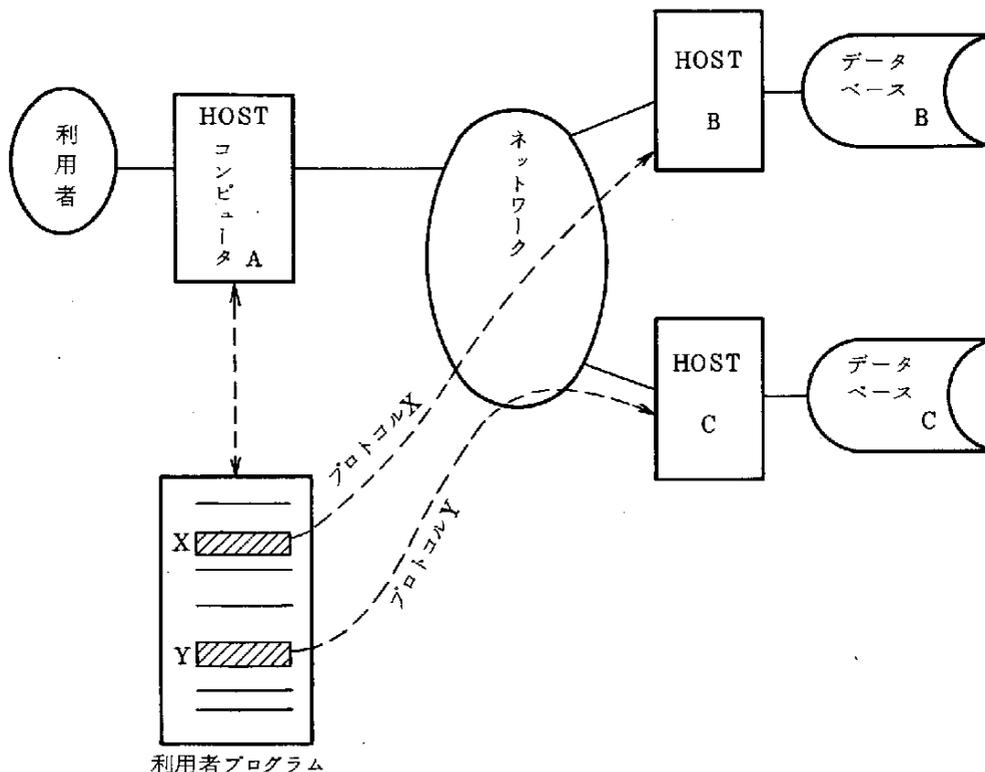


図 3.4 分散データベースの同時アクセス

HOSTコンピュータAが利用者プログラム中に記述されているデータ操作命令に応じて作成す

るプロトコルは、データベース B やデータベース C に合った形式をもつ方法もあるが、前節で述べたような汎用データ構造や汎用データ操作言語が利用できる場合はその形式をとることになる。ところがコンピュータ・ネットワークを経由した形でのデータベース利用のための汎用プロトコルの形式については現在研究中の段階である。

3.2 「意味」を考慮したデータベースの結合

前節までは主にデータベースの形式的な変換と結合について検討してきたが、種々の主体によって作成されたデータベースをもちいて業務の処理や問題の解決にあたる場合にはデータベースの形式的構造だけでなく、項目や構造のもつ意味をふまえた上で利用しなければならない。

一般にレコードは社員とか製品とかの対象 (entity) に対してつくられる。この対象を特徴づけを表現するためにいくつかの属性が選択され、レコードを構成する項目となる。レコード具体値中の項目値は、対象をある属性についてみたときの値である。たとえばある社員という対象を年齢という属性でとらえると 30 とか 40 とかの値が対応づけられる。言い換えると「属性」は「対象」を定義域、「属性値」を値域とする写像とみることができる。すなわち対象を e 、属性を j としたとき属性値は $\Pi_j(e)$ とあらわせ、いくつかの属性の組に対しては

$$(e) = (\Pi_1(e), \Pi_2(e), \dots, \Pi_n(e))$$

と表現できる。レコードを構成する項目として $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ を選択した場合に $\pi(e)$ がレコード具体値になっている。

ところで項目値の意味が問題になるのはこの写像としての属性が明確に定義されていなかったり、同じ属性名に対しても異なった意味でもちいられるからである。

データベースの結合あるいはいくつかのデータベースにまたがるデータのリンケージを考える場合、とくに項目値の選択基準については考慮が必要である。データベースをもちいた情報検索の一分野である文献検索では、この問題が古くから検討されている。たとえば文献のあらわしている主題を表現するために、分類コードが割当てられたりキーワードが付与されたりするが、この選択基準が問題となっている。データベースは情報のコミュニケーションあるいは情報流通の媒介としての役割を果たしているため、項目値の選択基準が情報の送り手と受け手との間で異なっていたのでは正確なコミュニケーションはできなくなる。

文献の主題をあらわすためのキーワードの選択基準を明確にする目的で、文献検索ではソーラスという用語管理の体系が考案されている。データベースを媒介とした文献検索ではソーラスに定められた用語管理体系のもとにキーワードが選択され、正確なコミュニケーションをはかっている。文献情報に限らずデータベースの結合という局面においても、項目値の選択基準すなわち意味を明確にするために、ソーラスのような体系が必要となる。

一般に「意味」を表現することは困難なことが多いが、何らかの方法でこれを明確にしていくことは、データベースの結合あるいはデータベースによる情報コミュニケーションの体系を作りあげ

ていく上で不可避なものであろう。

データベースをあつかう上で「意味」を考慮することは技術的にも今後に残された問題が多い。

参 考 資 料

データベースの結合の問題は、コンピュータの利用形態の変遷とくにコンピュータ・ネットワークという形態と期を一にして注目されてきた。したがってデータベースの共同利用あるいはデータベースの結合はコンピュータ・ネットワークの側面から捉えられて検討されることが多い。

この章ではコンピュータ・ネットワークとデータベースの利用という観点からいくつかの論文を紹介する。ここでとりあげた論文はつぎのものである。

(1) 分散したデータベースの最適化 —

研究に対するフレームワーク

Optimizing distributed data bases —

A frame work for reseovh

K. Dan lorein and H. L. Morgan

出典 National Computer Conference. 1975. P473~P477

(2) コンピュータ通信ネットワーク —

部分と全体を築きあげる

Computer communication networks —

The parts make up the whrle

W. Chon

出典 National Computer Conference. 1975. P119~P128

(3) データコンピュータネットワーク・データ・ユーティリティ

The data eomputer — A network

data utility

T. Marill and D. Stern

出典 National Computer Conference. 1975. P389~P395

(4) コンピュータ・コミュニケーション — いかにかこまで到達したか

Computer communications — How we get where we are

D. T. Frsch and H. Frank

出典 National Computer Conference. 1975. P109~P117

(5) 空、陸そして海を経由してのビットの移動 — 通信業者、VANおよびパケット

Moving bits by air, land and sea — Carriers vans and packets

M. Gerld and J. Eckl

出典 National Computer Conference. 1975. P129~P135

附録 J I S 情報交換用符号

表1 ローマ字文字用符号

ビット番号								列	0	1	2	3	4	5	6	7
b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	行	0	1	2	3	4	5	6	7	
0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	(TC ₁)DLE	SP	0	Ⓞ	P	(2)(3)	p	
0	0	0	1	1	1	1	1	(TC ₁)SOH	DC ₁	!	!	A	Q	a	q	
0	0	1	0	1	1	1	2	(TC ₂)STX	DC ₂	"(2)	2	B	R	b	r	
0	0	1	1	1	1	1	3	(TC ₃)ETX	DC ₃	(4)	3	C	S	c	s	
0	1	0	0	0	0	0	4	(TC ₄)EOT	DC ₄	\$(	4	D	T	d	t
0	1	0	1	1	1	1	5	(TC ₅)ENQ	(TC ₅)NAK	%	5	E	U	e	u	
0	1	1	0	1	1	1	6	(TC ₆)ACK	(TC ₆)SYN	&	6	F	V	f	v	
0	1	1	1	1	1	1	7	BEL	(TC ₁₀)ETB	(2)	7	G	W	g	w	
1	0	0	0	0	0	0	8	FE ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	1	1	1	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	0	0	0	10	FE ₂ (LF) ⁽¹⁾	SUB	*(3)	:	J	Z	j	z	
1	0	1	1	1	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC	+(3)	;	K	[	k	{ (1)
1	1	0	0	0	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₄ (FS)	,	<	L	¥	l	! (3)(5)	
1	1	0	1	1	1	1	13	FE ₅ (CR) ⁽¹⁾	IS ₅ (GS)	-(3)	=	M	]	m	| (5)
1	1	1	0	0	0	0	14	SO	IS ₆ (RS)	.	>	N	^(1)	n	- (3)	
1	1	1	1	1	1	1	15	SI	IS ₇ (US)	1(3)	?	O	-	o	DEL	

注(1) 0/10th LF "および0/13th CR "の動作を1動作で行なう装置では、0/10を"NL"として使用する。

(2) 2/2nd "、2/7th "、5/14th "\^" および6/0th 、" の記号は、それぞれドイツ語系のウムラウト、フランス語系のアクサンにも使う。その場合には0/8th BS "を先行させる。

(3) 2/10th "*"、2/13th "-"、2/15th "/"、7/12th "1"、7/14th "-"などは付属書2に示すように多重の意味を有するが、これらは情報送受間の相互了解のもとに記号の意味が混乱しないように固定する。

(4) 一つの符号位置に対して二重にキャラクタを配置した箇所はない。しかし、国際間の情報交換の場合にかぎり、情報送受間の相互了解のもとに2/3rd " "を"2"に置きかえて使用してもよい。

(5) 6/0th 、"、7/11th { "、7/12th "1" および7/13th } "の四つの記号は、表1、表2および表3に盛られている以外の記号および文字と置きかえてもよい。

表2 カナ文字用符号

ビット番号	b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	列	0	0	0	0	1	1	1	1	
	行								0	1	2	3	4	5	6	7	
	0	0	0	0	0	0	0	0					SP	ー	タ	ミ	
	0	0	0	1	1	1	1	1					。	ア	チ	ム	
	0	0	1	0	0	0	0	0					「	イ	ツ	メ	
	0	0	1	1	1	1	1	1					」	ウ	テ	モ	
	0	1	0	0	0	0	0	0					,	エ	ト	ヤ	
	0	1	0	1	1	1	1	1					.	オ	ナ	ユ	
	0	1	1	0	0	0	0	0					ラ	カ	ニ	ヨ	
	0	1	1	1	1	1	1	1					ア	キ	ヌ	ラ	
	1	0	0	0	0	0	0	0					イ	ク	ネ	リ	
	1	0	0	1	1	1	1	1					ウ	ケ	ノ	ル	
	1	0	1	0	0	0	0	0					エ	コ	ハ	レ	
	1	0	1	1	1	1	1	1					オ	サ	ヒ	ロ	
	1	1	0	0	0	0	0	0					ヤ	シ	フ	ワ	
	1	1	0	1	1	1	1	1					ユ	ス	ヘ	ン	
	1	1	1	0	0	0	0	0					ヨ	セ	ホ	ン	
	1	1	1	1	1	1	1	1					ッ	ソ	マ	。	
																	DEL

表3 8単位符号

ビット番号		列								行														
b ₇	b ₆	b ₅	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1		
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1		
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	(TC ₇)DLE	SP	0	ⓐ	P	(2)(5)	p				—	タ	ミ	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	(TC ₁)SOH	DC ₁	!	1	A	Q	a	q				.	ア	チ	ム
0	0	1	0	2	2	2	2	2	2	(TC ₂)STX	DC ₂	"(2)	2	B	R	b	r				[	イ	ツ	メ
0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	(TC ₃)ETX	DC ₃	(1)	3	C	S	c	s				]	ウ	テ	モ
0	1	0	0	4	4	4	4	4	4	(TC ₄)EOT	DC ₄	\$	4	D	T	d	t				,	エ	ト	ヤ
0	1	0	1	5	5	5	5	5	5	(TC ₅)EOQ	(TC ₅)NAK	%	5	E	U	e	u				.	オ	ナ	ユ
0	1	1	0	6	6	6	6	6	6	(TC ₆)ACK	(TC ₆)SYN	&	6	F	V	f	v				ヲ	カ	ニ	ヨ
0	1	1	1	7	7	7	7	7	7	BEL	(TC ₁₀)ETB	'(2)	7	G	W	g	w				ア	キ	ス	ラ
1	0	0	0	8	8	8	8	8	8	FE ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x				イ	ク	ネ	リ
1	0	0	1	9	9	9	9	9	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y				ウ	ケ	ノ	ル
1	0	1	0	10	10	10	10	10	10	FE ₂ (IF)(1)	SUB	*(3)	:	J	Z	j	z				エ	コ	ハ	レ
1	0	1	1	11	11	11	11	11	11	FE ₃ (VT)	ESC	+(3)	;	K	[	k	{(5)				オ	サ	ヒ	ロ
1	1	0	0	12	12	12	12	12	12	FE ₄ (FE)	IS ₄ (FS)	,	<	L	¥	l	l(3)(5)				ヤ	シ	フ	ワ
1	1	0	1	13	13	13	13	13	13	FE ₅ (CR)(1)	IS ₅ (GS)	-(3)	=	M	]	m	}(6)				ユ	ス	ヘ	ン
1	1	1	0	14	14	14	14	14	14	SO	IS ₂ (RS)	.	>	N	^(2)	n	-(3)				ヨ	セ	ホ	#
1	1	1	1	15	15	15	15	15	15	SI	IS ₁ (VS)	/ (3)	?	O	-	o	DEL				ツ	ソ	マ	。

機能符号 (未定義)

機能符号 (未定義)

国文字符号部分

国文字符号部分

あ　と　が　き

コンピュータ・システム評価委員会も2年目に入り、漸く行先を探り得たように思える。

コンピュータ・ネットワークは1960年代すでにアメリカで始まっており最近、日本でも欧州でもコンピュータ・ネットワーク形成の機運が高まっている。わが国においては全銀システムあるいは航空会社等の座席予約システムが、アメリカが1960年代初期に始めたターミナル指向の集中型ネットワークとして形成されつつある。欧州におけるコンピュータ・ネットワークは、各国がそれぞれコモン・キャリアの上に国営の「ファシリティ・サービス型ネットワーク」を形成しようとしている。わが国が今後如何にコンピュータ・ネットワークを開発して行くかを考える時、欧米の技術を吸収するとともに、社会的要因や影響の分析を必要としよう。このテーマは第1章においてとりあげた。

コンピュータ・ネットワークが過去から現在まで如何に進展して来たか、アメリカと日本の実例をとりあげ、とくに労働省と関西電力のコンピュータ・ネットワークを説明したのが第2章である。

当委員会の研究目標は、コンピュータ・ネットワークがソーシャル・ユティリティとして機能し得るための諸問題を解明することである。それにはあまりにも問題が錯綜している。一方ではプロトコルや伝送路等の技術上の問題があり、他方では開発の手順とか体制づくり等の社会的問題がある。わが国の社会的需要を満すことのできるコンピュータ・ネットワークは、どのようなものであるべきか、それへの接近を論じたのが第3章である。したがって、本章が本年度の報告の中心であることをご理解願いたい。

コンピュータ・ネットワークを理論的にあるいは技術的に探求していけば、たしかにすばらしい青写真を描くことも可能である。しかし、費用とか経済性等の足もとを考えること、あるいは安全性という基本的なことを忘れて実現できるものではない。このテーマを4章でとりあげた。

本年度の報告は、コンピュータ・ネットワークという装置の技術上の問題の解明に最もスペースをさいた。断るまでもなく、装置を流れるデータの問題の大切なことは、車の両輪の如くと云うべきであろう。第3章の4で「コンピュータ・ネットワークにおけるデータ・ベース」によりこの問題の解明を試みている。さらに、データベースとリンケージという視点から、この問題をとりあげたのが第2部である。この稿は委員会の席上で、高浜専門委員が発表した労作である。編集して報告のなかに取り入れるよりも、そのまま掲載した方が意義があると考えた。ご一読願いたい。

当委員会も来年度は結論を見出さねばならない。私達はふり返ってみて第1年度にコンピュータ・ネットワークに関連する問題点を広く発掘し、第2年度にその形成に接近する方策を論じた。第3年度にはわが国が今後必要とするコンピュータ・ネットワークの実現への手がかりを掴むことを念願としている。

コンピュータ・システムの評価に
関する調査研究報告書

¥1,700

発行所 財団法人 **日本情報処理開発協会**

東京都港区芝公園3-5-8機械振興会館内

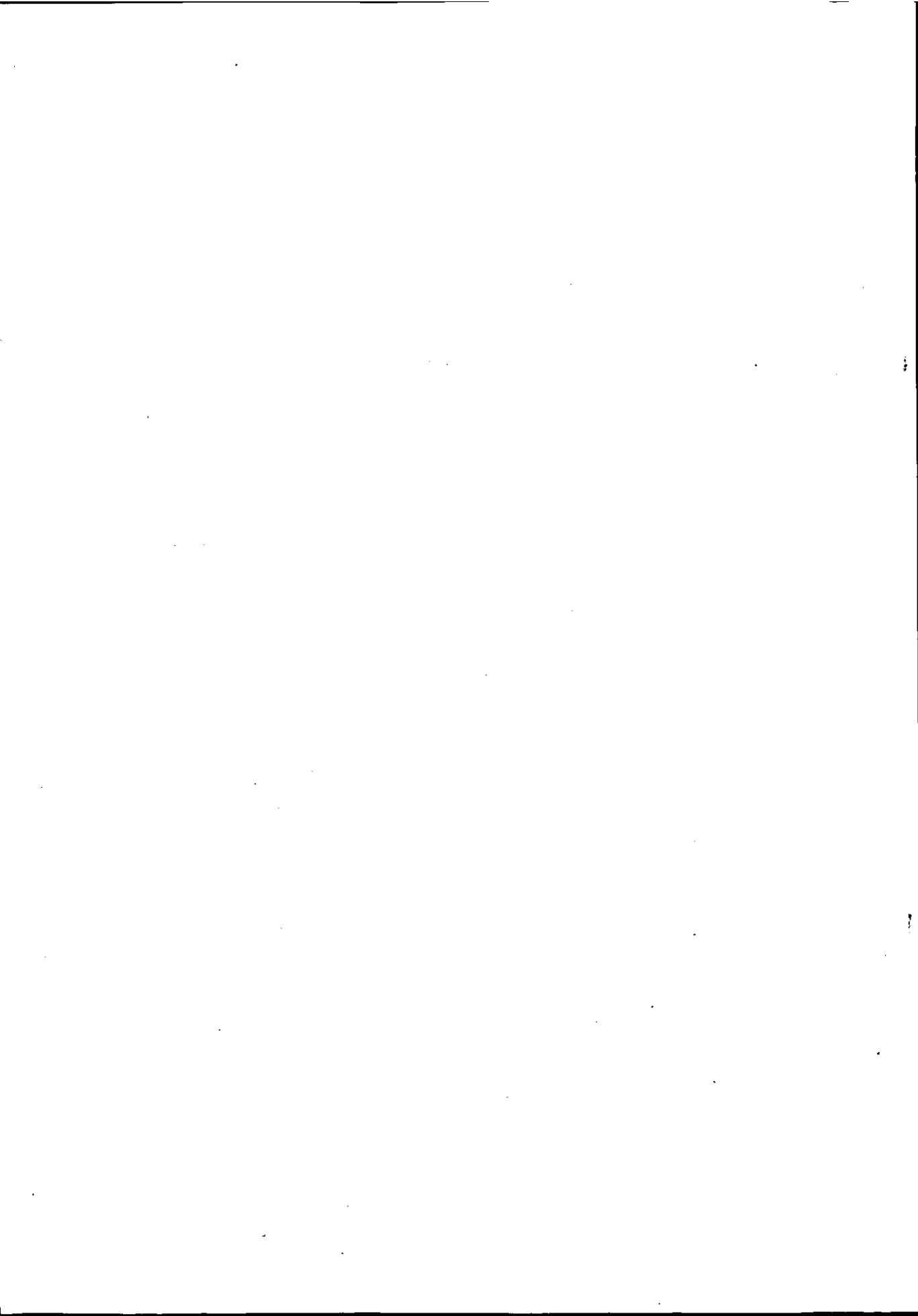
電話 434-8211 (代表)(〒105)

発売所 株式会社 **コンピュータ・エージ社**

東京都千代田区霞が関3-2-5霞が関ビル

電話 581-5201 (代表)(〒100)

万一落丁が、ございましたら直接コンピュータ
・エージ社にてお取替えいたします。 [不許複製、禁無断転載]



NPDEC

請求
番号

50-S002-1

登録
番号

著者名

コンピュータシステムの評価に関する
調査研究報告書

書名

コンピュータネットワーク形成への課題

所属

帯出者氏名

貸出日

返却
予定日

返却日

所属	帯出者氏名	貸出日	返却 予定日	返却日

