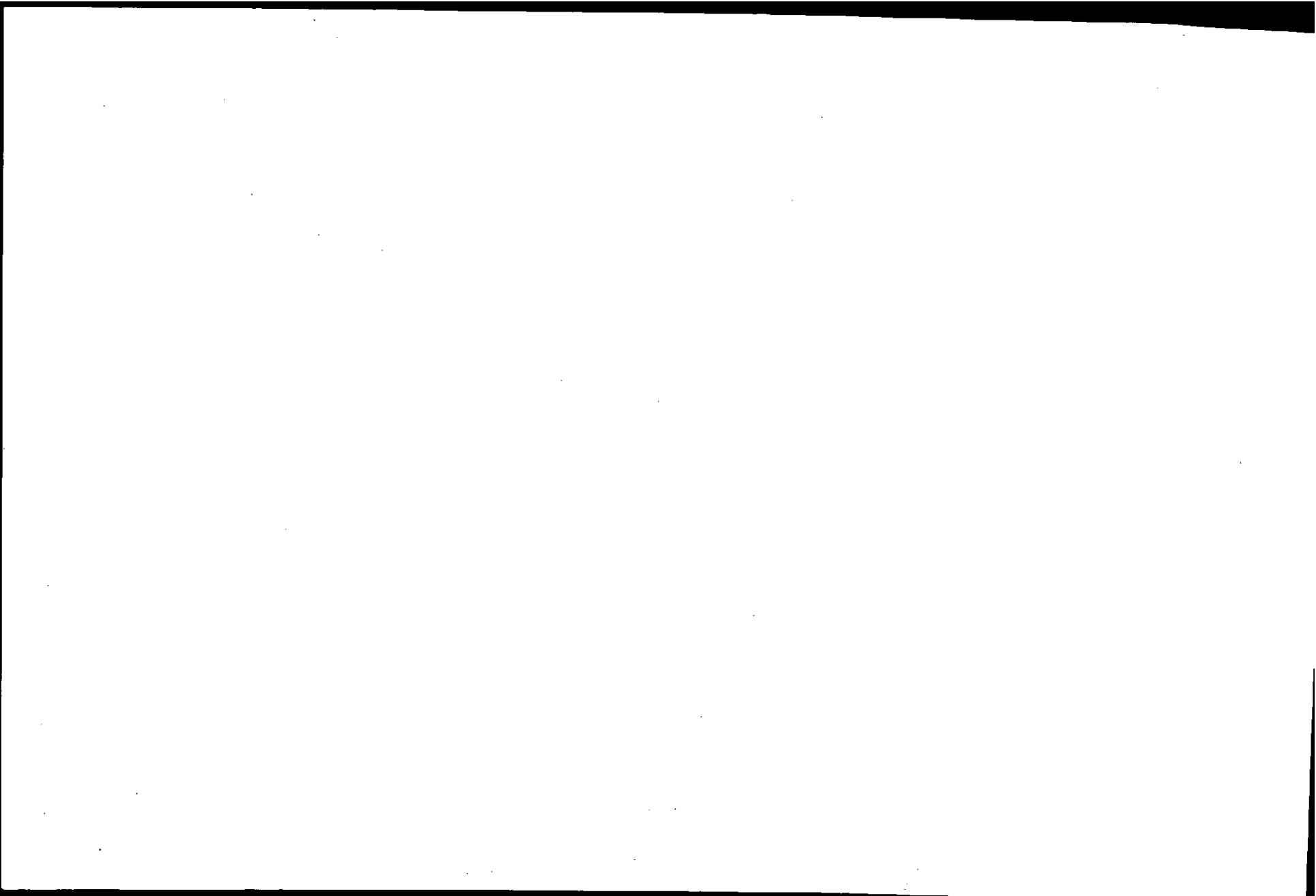
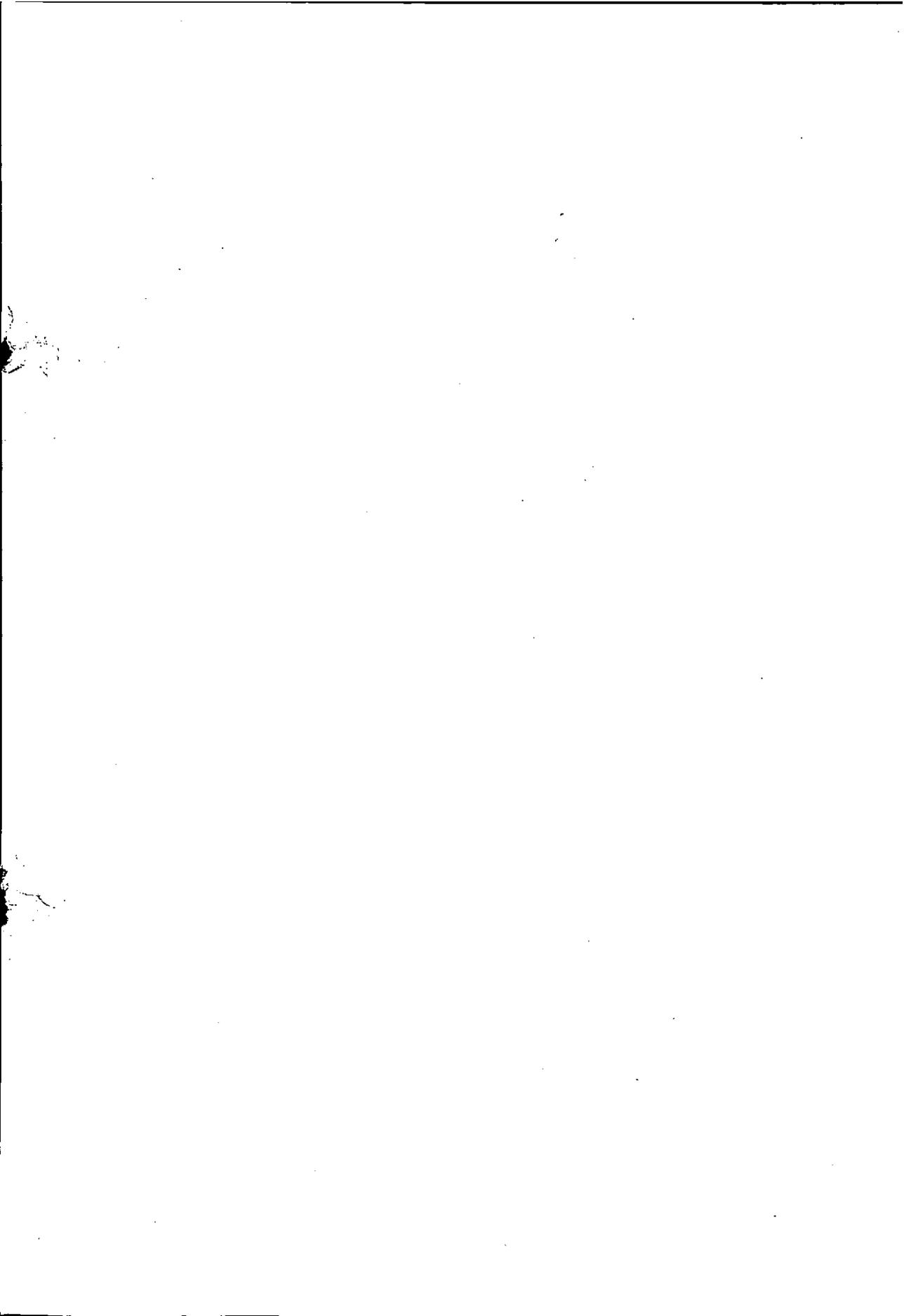


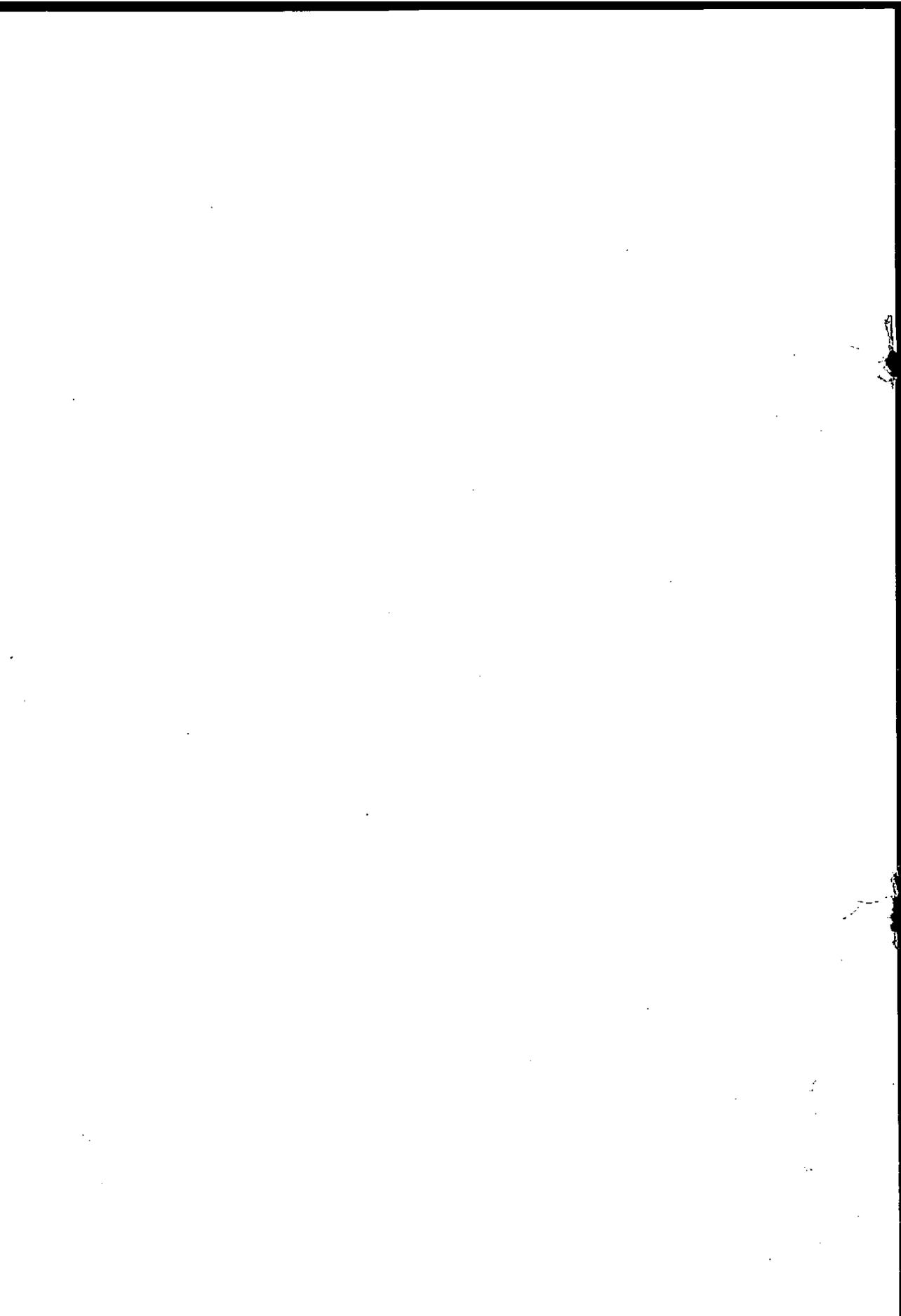
# 第4回(昭和48年度)研究奨励金 受賞研究の概要

昭和49年12月

財団法人 日本情報開発協会







この研究奨励金制度は、本協会に対する民間の寄附金の一部をもって基金を創設し、その果実を

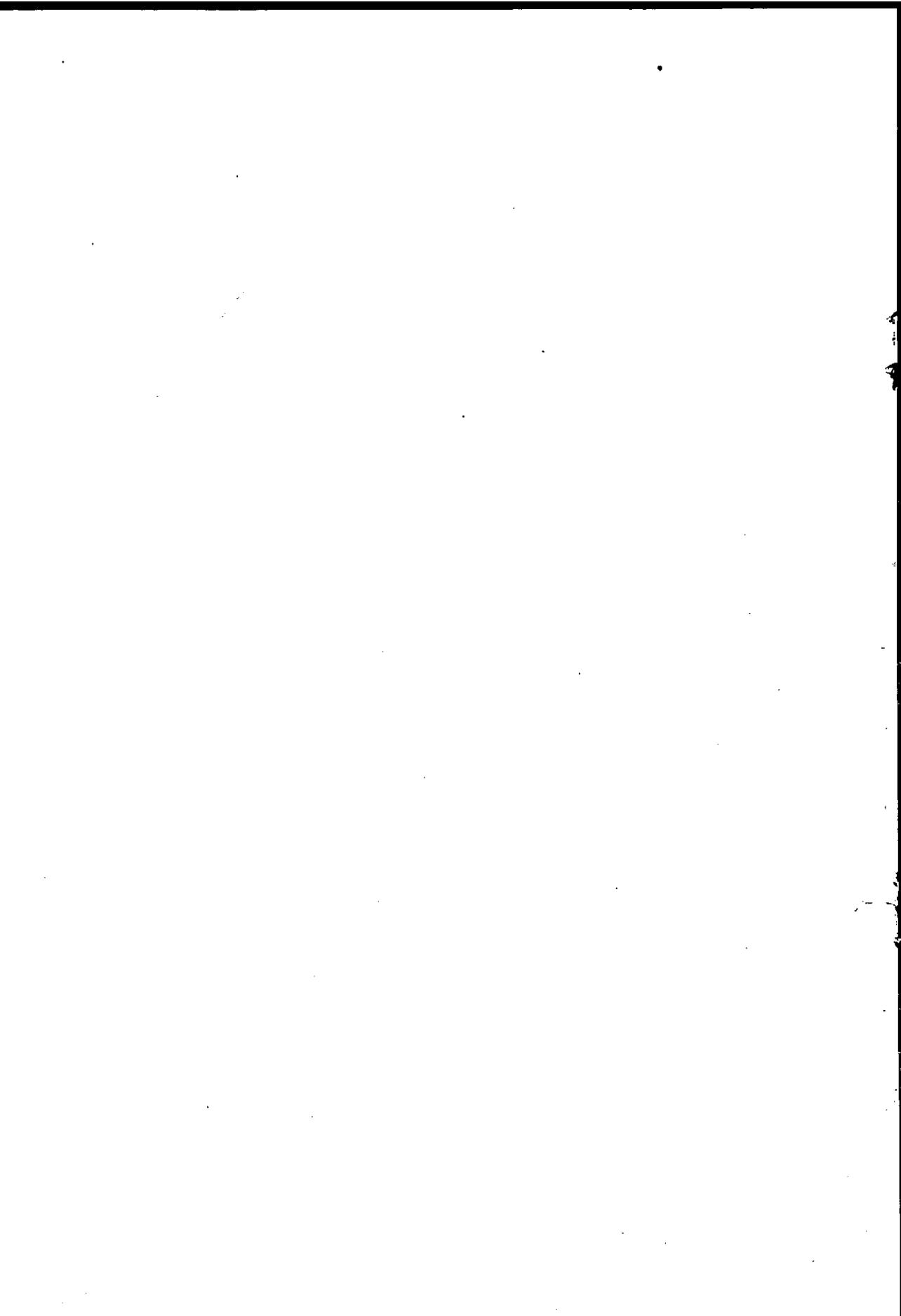
- (1) 電子計算機の高度利用に寄与する技術と知識に関する研究
- (2) 電子計算機の適用分野の拡大開発に寄与する技術と知識に関する研究

のうち優れたものに対し、研究奨励金として交付することを目的としている。

公募は、年1回行なうことになっており、本協会の依頼した大学、研究機関、関連団体および本協会役員等の推薦人（機関）を通して推薦を受けることとしている。

審査は研究奨励金審査委員会において厳正公平に行なうことになっている。

今回はその第4回として昭和48年11月に公募を行なった。



# 目 次

I 推薦および審査のあらまし .....	1
○ 推薦状況 .....	1
○ 選考方針および選考の経緯 .....	3
○ 選考の結果 .....	3

## II 受賞研究の概要

### 奨励金の部

#### 都市開発

1. SPSS 利用による都市政治行政フィードバック過程の  
実証的研究 … 7

北海道大学法学部教授

小川 晃 一 (他3名)

2. 異状時における交通流の過渡現象の解析と  
交通情報システムの設計に関する研究 … 17

東京理科大学工学部講師

西田 直 矩 (他1名)

#### 流通情報

3. マイクロデータセットとしての商業統計のシステム化に  
関する研究 … 31

一橋大学経済研究所教授

倉 林 義 正 (他3名)

4. 学術雑誌総合目録(略称ULP)

データベース管理プログラムの開発 …… 41

㈱紀伊国屋書店

ASKシステム部

坂本 徹朗 (他)

医療

5. 医療におけるデータ通信の高度利用

(対話形式コンピュータ診断システムの広域化) …… 45

大阪大学医学部教授

阿部 裕 (他2名)

6. 呼吸循環系のシミュレーションによる麻酔管理法改善の研究 …… 57

東京大学医学部助教授

諏訪 邦夫 (他3名)

自由課題

7. 問題解決の能力を育成するための教育情報システムの開発 …… 63

東京都立教育研究所主事

岸 俊彦 (他18名)

8. 長波長ホログラムの計算機再成および画質向上に関する研究 …… 77

東京大学生産技術研究所教授

尾上 守夫 (他2名)

9. 土木施設の建設に伴う自然景観変化の

予測と評価に関する研究 …… 95

東京大学工学部専任講師

中村 良夫 (他1名)

10. オンラインTSS方式による心理学実験制御用

ソフトウェアシステムの開発 …… 105

北海道大学文学部教授

戸田正直 (他8名)

報奨金の部

11. プログラム自動管理システム (PAMRUS) …… 111

三菱重工(株)

経営管理システム開発室

藤原祥三 (他2名)

12. 全日空資材システム (航空機備品管理システム) …… 121

全日空(株) 補給部

飯塚哲也 (他15名)

13. 都市ガス製造供給管理システムの開発 …… 129

東京ガス(株) 工務部

システムエンジニアリング

グループ

虎頭健四郎 (他3名)



# I 推薦および審査のあらまし

## ○推 薦 状 況

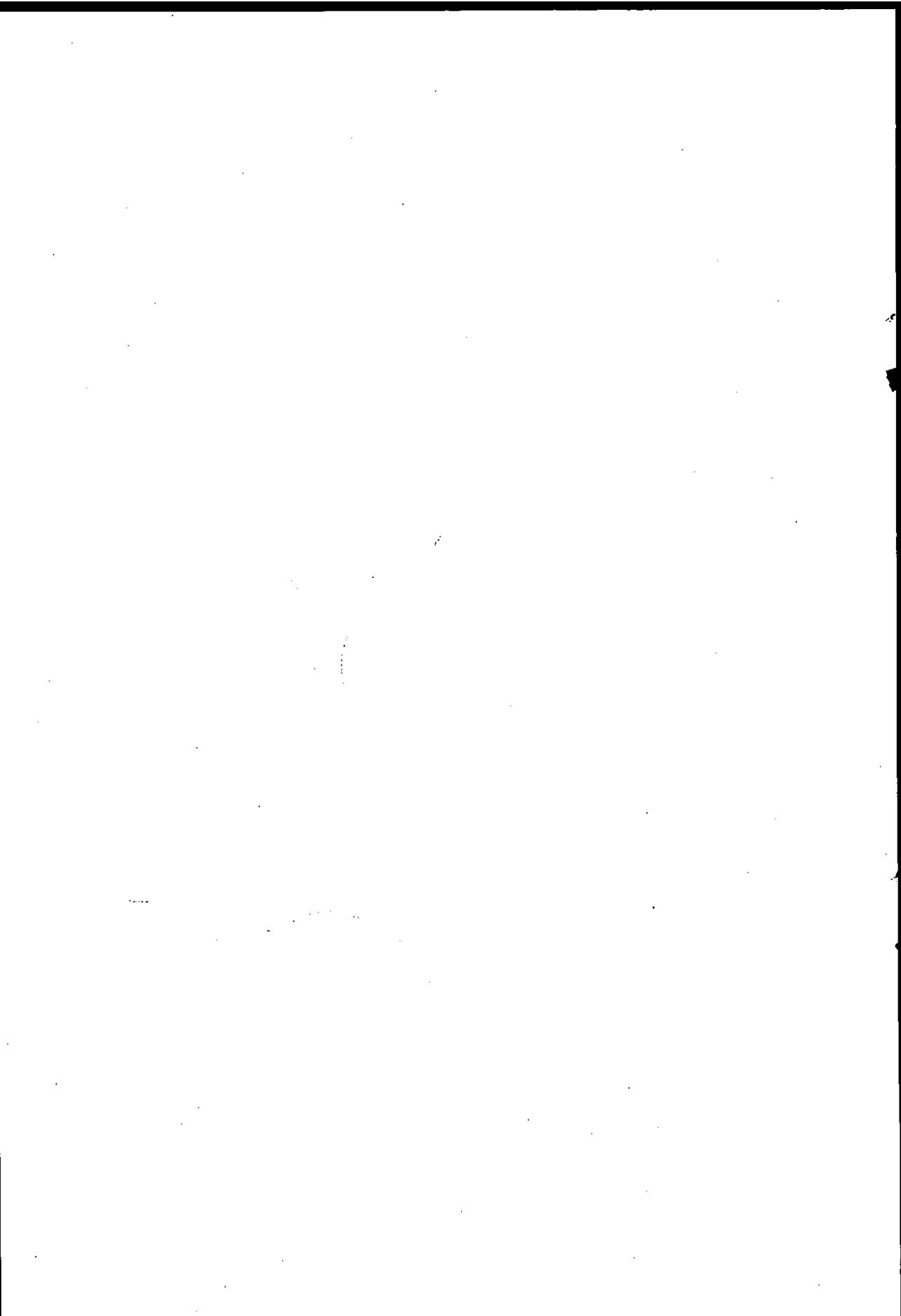
本協会が依頼した推薦人から奨励金部門に46件、報奨金部門に7件の推薦があった。機関別の推薦状況は次の通りである。

奨励金部門 39件

	大 学	企 業	その他	計
都 市	6	1	—	7
公 害	1	—	—	1
流 通	3	2	1	6
医 療	10	—	2	12
自由課題	10	2	1	13
計	30	5	4	39

報奨金部門 7件

合 計 46件



○選考方針および選考の経緯

- (1) 独創的な研究であり、近い将来利用に供せられる可能性の大きいもの、各種の専門分野にまたがる共同研究等を優先的に考慮した。
- (2) 選考は審査委員会（委員長 堀越禎三氏，副委員長 山内二郎氏）において厳正に行われた。

○選考の結果

選考の結果次の通り決定した。

件名	担当者	交付額
千円		
<b>奨励金の部</b>		
<b>都市開発</b>		
S P S S 利用による都市政治，行政フィードバック過程の実証的研究	北海道大学法学部教授 小川 晃一 (他3名)	1,200
異常時における交通流の過渡現象の解析と交通情報システムの設計に関する研究	東京理科大学工学部講師 西田 直矩 (他1名)	600
<b>流通情報</b>		
マイクロデータセットとしての商品統計のシステム化に関する研究	一橋大学経済研究所教授 倉林 義正 (他3名)	1,200
学術雑誌総合目録 (U L P) データベース管理プログラムの開発	(株)紀伊国屋書店 A S K システム部 坂本 徹朗 (他)	600

医	療
---	---

医療におけるデータ通信  
の高度利用（対話形式コ  
ンピュータ診断システム  
の広域化）

大阪大学医学部教授  
阿 部 裕  
（他2名）

1,500

呼吸循環系によるシミュ  
レーションによる麻酔管  
理法改善の研究

東京大学医学部助教授  
諏 訪 邦 夫  
（他3名）

1,000

自	由	課	題
---	---	---	---

問題解決の能力を育成す  
るための教育情報システ  
ムの開発

東京都立教育研究所主事  
岸 俊 彦  
（他18名）

500

長波長ホログラムの計算  
機再成および画質向上に  
関する研究

東京大学生産技術研究所教授  
尾 上 守 夫  
（他2名）

500

土木の施設の建設に伴う  
自然景観変化の予測と評  
価に関する研究

東京大学工学部専任講師  
中 村 良 夫  
（他1名）

500

オンラインTSS方式に  
よる心理学実験制御用ソ  
フトウェアシステムの開発

北海道大学文学部教授  
戸 田 正 直  
（他8名）

500

小 計

10件

8,100

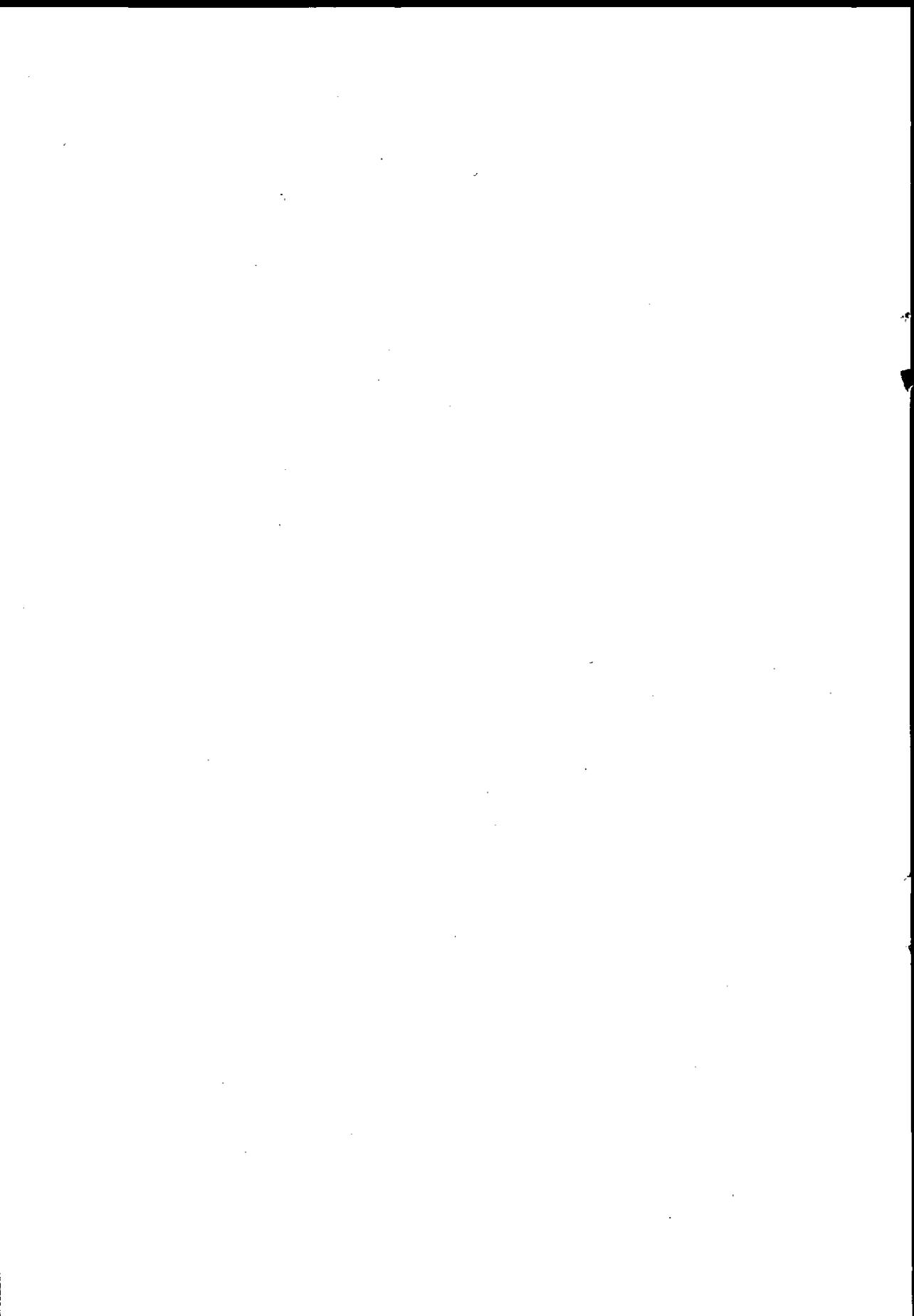
報奨金の部

プログラム自動管理シス  
テム（PAMRUS）

三菱重工(株)経営管理  
システム開発室  
藤 原 祥 三  
（他2名）

100

全日空資材システム(航空機備品管理システム)	全日空機補給部 飯塚哲也 (他15名)	100
都市ガス製造供給管理システムの開発	東京ガス機工務部 システムエンジニアリンググループ 虎頭健四郎 (他3名)	100
小計	3件	300
合計	13件	8,400



# SPSS利用による都市政治行政フィード・ バック過程の実証的研究

研究代表者 小川 晃一  
(他3名)

1. わが国で地方自治体が果しうる役割は、その財政的基礎という点からしても制約されたものであることはいうをまたない。にもかかわらず、地方自治体の意味が最近とみに重視されるようになったことにはいくつかの理由があろう。一つには、コミュニティ論の視点からであり、大衆=巨大社会化し、管理社会化する現代社会のなかで個人が感情的に愛着をもちうる地域社会の意味が無視しえない重要性をもつようになったことであろう。が、さらには、このコミュニティと接する地方行政が国の政治・行政においては果しえない独自の役割を果しえるし、また果さねばならぬという意識が強くなってきたことである。福祉政策のごときは国の施策に先んずるものさえあった。地方政治・行政に対する期待はいくつかの視点からくるであろうが、基本的にはまず、地方行政は住民との<距離>が近く、接触がより密接でありうるという点である。地方行政は住民の生活に直接に結びつき、その機能や成果が住民に敏感に感ぜられるのである。教育・学校問題、交通・公営政策、福祉政策、住宅政策、上下水道施設……。こうして、第二に、自治体は住民からの直接的要求に面し、ときとして住民運動や圧力集団の活動のごく近い対象となる。こうしたものは、バランスの感覚に裏づけられてなされるなら望ましいものであり、住民と自治体との<対話>を密にし、行政の施策を発展せしめる。さらには住民のコミュニティ意識をも助長することになる。第三に、革新自治体の問題である。革新自治体は当初から<市民に直結する>ことを目指していたし、また、福祉行政等、

国の施策のおくれを補ってきた。これは恒久保守政権下でのわが国地方政治行政の特徴といえるところであろう。

地方行政におけるこうした全国的な流れのなかで札幌市はどのように位置づけられるであろうか。われわれの研究は、社会・政治状況の変貌やそれのみあう住民の不满・要求の変化、およびこうした過程での自治体行政の対応をみることである。このために札幌市を中心にとりあげ、実態調査によって接近したい。そのさい、とりわけ住民の不满・要求の分析・整理には、新しい電算機利用の方式(S P S S)を利用する。

接近の枠組をつくるために、札幌市の政治・行政の変化をまずみる。地方行政が活発となり、その独自の意味が問いなおされた60年代後半、札幌市の行政は冬期オリンピックの開催という中心目標を与えられ、この目標により左右されていたといえてよい。オリンピック関連の施設の建設や関連事業(道路整備等)が進められ、この時期はよい意味にせよ悪い意味にせよ札幌の高度成長期であった。他面、これにうるおわない各層の住民がで、華やかな行事のかけに不満が残されたのである。札幌市は元来地域格差が著るしいといわれた。この格差が急激に膨脹する都市によくあるように、旧市街地区と急激に膨脹する周辺地区とにあったことはいうまでもないが、これに同時に、オリンピック関連地区とそうでない地区との間にも生れ、2つのものがしばしば重複し、格差が一層開いたのである。

こうした格差はまた、市政に大きな影響力をもつ人たちの動向によっても進められたのであり、ここにも格差をさらに拡げる要因があった。札幌にも市政に大きな影響力をもつグループが存在するという。前市長をたすけてきた市政懇話会がそうであったし、それ以後もある雑誌によれば、「メンバーの1人1人の発言力が札幌政経官界を動かすにたる影響力をもつ実力者たち」からなる会があり、「このひとにぎりの人たちがひとたび会合や宴会の席で市政に関することで口を開き、板垣市長を批判しようものなら、何時間もたたぬうちに板垣の耳に届き、また市政への建設的意見をはけば、これもソク市政に反映され

る、というおそれるべき市政の枢要にいる人たちだ」という。このグループは2つあり、うち1つが「五輪をしのぶ会」であることは象徴的である。これらの有力者は多くは札幌に古くから住む人たちである。

華やかなオリンピック開催の準備のおかげでの、一般住民に対する行政のおくれからくる住民の不満は、オリンピック前年に行われた札幌市長選にもすでに現われている。前市長直系の板垣候補は、投票日の二、三日前老人医療とゴミ集めの無料化を公約として提出せざるをえなかったものであり、それは、こうしななければ敗れるかもしれないという状況判断にたたされたからである。ゴミ集めの無料化はこの年の三月、市長選の直前、前市長がこれを拒否したばかりのものであったのである。選挙戦中にも、従来からの名士・ボスによる運動にはゆきづまりを感じ、新しい方式を採用していた。それでも板垣候補は勝つには勝ったが、差は七千票の僅少差であった。当選直後彼はこういつている。「批判票が予想以上に多かった。これにどう対応するかが胸に迫ってきて、いまは複雑な心境です」、「とりあえず、老人の医療費は今年から無料にし、ゴミの手数料廃止は来年から実施します」といい、「やはり、いままでの市政は地域サービスに格差がありすぎたのかもしれない。どの地域でも同じような市政をする。これがつくづく大切と思った」という。

こうして行政は新しい方向に向って進まねばならなかった。「板垣市政」は、財政効率オンリーといわれ、冷い官僚市政といわれた前市長の市政から、「住民生活と福祉優先市政」をスローガンとしてかかげるようになったのである。市長選の翌年には、これまでの市民相談室を拡大し広聴課（「市民の声を聞く課」）を発足せしめる。住民の不満・要望のくみあげはよく行われるようになったであろうか。

2.札幌市住民が生活環境について抱いている不満や市行政に対して期待しているものはどのようなものであるか、それらはどのような伝達経路を通じて行政

に対する苦情や要求として形成されるのか、そして<課題>を提示された行政は、それをどのようなやり方で処理 — 解決したり、放置したり — するのか。

(A) まず住民の市政に対する不満・要望の内容にはどのようなものがあるか、どのようなタイプの住民がどのような不満を抱きがちであるかを検討する。現在までの研究段階では2つの資料が有用であった。1つは一般住民から市の広聴課に現に提出された要望事項の件数(表)であり、もう1つは札幌市が昭和43年以来、6回に亘って続けてきた世論調査である。後者について述べよう。(前者については(C)で述べる。)これらの市の調査は年度によって調査項目にいくつかの違いがみられるが、「郷土意識」、「町内会等地域団体に対する意識と関心」、「対話広聴」、「生活環境整備」、「社会福祉」、「公害」、「市行政一般に対する要望」等の調査項目を含んでおり、われわれの研究の準備のための貴重な資料となるものである。札幌市はこれらの調査結果をすでに公表しているが、われわれの研究グループは、この調査のデーターを市から借り受け、われわれの研究テーマに沿って独自に分析作業をすすめる現在の段階でいくつかの興味ある結果を得ている。今後分析作業を一層迅速かつ容易にするためには、これまでわれわれが行った調査(選挙調査)の分析の際に利用してきたSPSSをこの市の調査についても利用することが必要であり、これまでその準備を行ってきた。

札幌市の調査のデーターは、中央調査社のIBM360モデル40で作成されたバイナリー形式による磁気テープ及びカードにおさめられているのに対し、北海道大学大型計算機センターのSPSSはFACOM230-60用に作成されているため、札幌市の調査データーはSPSSの入力データーとしてそのまま利用することが出来ない。このため、京都大学大型計算機センターのライブラリーに登録されているIBM BINMT(バイナリー・テープを標準テープに変換するプログラム)を用いてデーターの変換を行う。また、このIBM BINMTは、磁気テープのためのプログラムであるが、このほかバイナリー形式のカードを同様に、SPSSで利用可能な標準形式

のカードに変換するプログラムが必要とされている。このプログラムについては、現在北海道大学大型計算機センターの協力を得て、作成の作業を行っている。

(B) 住民の苦情や要望が市行政の「課題」となる伝達経路はさまざまである。第1に審議会や請願という伝達経路がある。後者については、特に、町内会、あるいは政党や議員の活動がこの過程を媒介するであろう。第2に、より日常的でより細部にわたる苦情、不満は市のそれぞれの行政分野におけるフォーマルな「機関」(例えば民生委員など)によって処理されている。第3に市の苦情処理機関(広聴課)にもちこまれるものがある。さらに、これらのいずれの伝達経路にもそっくり適合しないが、それらのいずれとも関係をもつかもしれない新しいタイプとして「住民運動」がある。またさらに、市長、市議会議員の選挙も伝達経路の1つとして近來ますます無視し得ないものになっている。これらの伝達経路のうちどのどれがとられるかは、不満や要望の内容や強さにもかかわるであろうし、またどのような人たちが不満をいっているかによっても異なってくるであろう。これらの相互の関連をあつかうことはわれわれの研究の1つのテーマでもあるが、第3の伝達経路を通じて市行政にとって解決「課題」となる苦情・要望に研究の力点がおかれよう。

(C) 住民からの行政需要の伝達経路は、上述のごとく種々あるが、それらのなかであって、広聴部門が管掌する苦情処理は、重要度(行政決定への影響度)の点で、一般に劣位におかれている。これは、1つには、それ以外のより構造的な伝達経路が、人的に、それぞれコミュニティにおける有力者によって構成されており、これらの人々の有する利害関心と分ち難く結びついていることに因るものであろう。苦情処理は、これら有力者の媒介作用から洩れ落ちた、政治的に身寄りのない利害関心に対処するという性格をもっている。札幌市の場合も、その例外ではない。現在、札幌市秘書室広聴課では、年間約7千件の苦情を受理しているが、その大部分は、行政決定に実質的な影響を及ぼすことなく、むしろ紋切り型の処理に甘んじているのが実情なのである。だが、それだ

けに、需要の伝達としての苦情の処理は、本来的に、電算機利用による数量的処理になじむ性格をもっている。のみならず、札幌のごとき都市型コミュニティにおいて、身寄りのない利害関心が量的に増加する傾向にあることを思いあわせるならば、行政決定に対して苦情処理が与える影響もしだいに無視しえぬものとなるであろう。

以上のような認識と想定に基づいて、われわれ研究グループは、まず、札幌市における苦情＝「市民の声」の処理状況を数量的に解析してみることにした。具体的には、苦情処理の量および質に季節的な変動があることを考慮して、冬期間および夏期間より1カ月をえらび、その月間に住民から提出された苦情の1つ1つについて、広聴課に保管されている「市民の声」の原票を参照しながら、次の3点を調べ上げ、その結果をカードに記入している。

(1)苦情の主体 苦情が、具体的に、どのようなデモグラフィックな特徴をもった住民によって提出されたかということ。この特徴を検出するにあたっては、市税の納付額、年金受給の有無等市役所で掌握している住民情報を利用するほか、必要に応じ、郵送方法を用いて、苦情を提出した住民本人から直接必要な情報の提供を仰ぐこととした。

(2)苦情の内容 具体的に、何についての苦情であるか、求められている解決はどのようなものであるかということ。その分類にあたっては、(a)形式的に、その解決が行政決定（法規や予算の変更を含む）自体にかかわるものであるのか、それとも決定された政策の枠内で、技術的な操作をして扱うことが可能なものであるのか、(b)実質的に、いかなる行政分野（厚生、環境、建設、都市開発、教育等）に属するものであるのか、という2つの基準を併用した。

(3)苦情の解決 苦情が、具体的に、どのような形で解決されたか（もしくは、解決されなかったか）ということ。そのさい、とくに、(a)庁内のどの段階（課長的段階、局長的段階等々）で処理がなされたか、(b)他の、より機構的な経路を通じて伝達された需要との間に調整の問題が生じなかったかどうか、という2点に留意した。

そのうえで、このカードを用いて、クロス集計を行い、そこから、現実の苦情処理に現われた特徴的な傾向ないしパターンをいくつか検出することになる。

3. 以上の検討に基づき、今後の作業を次のようにすすめたい。1つは、2の(C)で述べた苦情に対する市役所内の対応についての研究をさらにすすめること、もう1つは、一般住民レベルの世論調査を独自に行うことである。

(A) 現実の苦情処理に特徴的な傾向ないしパターンが観察されるということは、その範囲内で、オペレーショナルに、苦情の定型的処理が可能であるということを示している。けれども、検出された傾向ないしパターン自体は、オペレーショナルな基準として、必ずしも安定的なものではない。現実の苦情処理に対して、関係者が満足しているわけではないからである。むしろ、そこには、苦情処理に対する苦情とでもいうべきものが潜在している。そして、この苦情はさしあたり2つの方面から提出されることになる。その1つは、広聴課から「市民の声」の原票の回付を受け、苦情の解決を委託された各原局から提出されるものである。これら原局には、別に、より機構的な経路を通じて、より有力な需要情報が伝達されてくるのであり、それとの調整を図る過程で、苦情処理の現状に対してさまざまな補正が求められることになるのである。いま1つは、苦情を提出した住民自身から提出される苦情である。たとえば、札幌市の場合、提出された苦情の約70%は、文書の上で、「解決」されたことになっている。けれども、住民自身がこの「解決」に満足しているという保障はない。むしろ、そのうちの少なからぬものが「解決」に不満を感じているというのが実情であろう。そこで、この第2次的な苦情を探り出し、さきに検出された特徴的な傾向ないしパターンを補正していくということがまた必要になる。そして、そのためには、郵送方法に加えて、面接方法を併用することも必要となるであろう。しかし、いずれにせよ、こうして補正された傾向ないしパターンは、いまや行政サービスにおける需要と供給の均衡を表わすものとして、苦情処理

における安定的なフォーミュラを形づくることになる。いいかえれば、このフォーミュラが妥当する限度において、苦情は定型的に処理されうることとなり、それだけ行政における電算機利用の可能範囲も拡大されることとなるのである。

(B) 1975年春に行なわれる地方統一選挙の直前に札幌市住民を対象にしたランダムサンプリング調査を予定している。調査は、前述した札幌市の調査を一応基にしながら、次のような諸点を考慮して実施したい。

① 調査項目について

i) 市の調査ではコミュニティ意識に関する質問が少ないのでこれをふやすこと。ii) 市の調査では、全体として行政的観点が優位を占めており、政治学的観点が欠けている、具体的にいうと住民運動や圧力団体に関する質問がないし、市政における議員や政治家の位置があまり考慮されておらず、概して「有力者」の側面があつかわれていない。「窓口事務」の有効性の度合を検証するためにも、「窓口」を経ない、インフォーマルな処理との関係、比重を検討する必要がある。iii) 全国的な政治との関連を扱う項目も加える必要がある。

iv) 市行政に対する不満や要望の内容についての質問文をつくる際には、非常な注意を要する。通常は市政の分野についての多数の事項を並べ、そのうちより複数選択させる「選択的回答法」を用いている。しかし、市政の分野を出来る限り広くカバーし、しかもそれぞれがあまりにも抽象的にならない回答肢をつくるとすれば、カテゴリー数はかなり多数にならざるを得ない。札幌市の調査においても、この点に苦慮した跡がみられるが、どのような質問文をつくるかはなお慎重に検討しなければならない。

② 標本抽出法について

札幌市にとっては「地域格差」が重要な問題となっているが、このことから生ずる不満の内容をより明確に検出するためには、標本抽出法が大切な問題となる。市の調査では層化を「区」単位に行なっているが、それぞれ旧市街地区と周辺地区を同時に含んでいる区が多いから、それでは問題点が不明確にな

るおそれがある。また、地域格差はオリンピック関連地区とそうでない地区との間にもある。従って、標本抽出に際しては、旧市街地と周辺地区、オリンピック関連地区とそうでない地区という2つの軸を考慮した層化が望ましいといえる。

以 上



# 異常時における交通流の過渡現象の解析と 交通情報システムの設計に関する研究

東京理科大学工学部

西 田 直 矩

原 文 雄

## はじめに

関東大地震級の大地震が東京を襲うことが地震学の面から予想され、東京のような過密大都市の道路交通では無信号状態になり、自動車流の大混乱がおこるおそれがある。そこで本研究ではまずはじめに無信号状態にある交差点の動的モデルを開発し、計算機シミュレーションにより無信号交差点の一般的特性を明らかにする。つぎに、都市街路ネットワーク上での異常時における自動車流の挙動を解析するために、無信号状態の区域を含む地区の交通流の動的モデルを開発する。こうして得られた街路ネットワークの動的モデルを用いて計算機シミュレーションを実施し、車輛移動、停止に関する制御パラメータを得る。なお街路ネットワークモデルにおいて交差点に関する諸パラメータについては、前述の無信号状態の交差点のシミュレーションの結果が利用される。

## 1 無信号状態交差点のシミュレーション

交差点における無信号状態は、地震、落雷、その他による停電や突発事故に起因して発生する交通混乱の過渡現象である。そこで、ここでは、交通渋滞、および交通混乱を表出する無信号状態交差点モデルを開発し、無信号交差点での現象の一般的特性の解明を行うことを目的とする。

### 1.1 道路および車の表示方法

このモデルでは座標系で道路を表示し、交差点流入部の1車線を1つの座表

軸と考え、停止線との交点を原点とし交通流の方向をプラスとして表示する。  
なお、ここでは、4車線道路を扱う。

個々の車は以下に示す記憶単位を持ち、それらによってシステム内における車の状態が表示される。

位置、速度、加速度、進行方向、進行状態、発生リストナンバー、車のシーケンスナンバー、システムエントリータイム、停止位置。

## 1.2 主要ロジック

車の移動は、以下に述べるような規則にしたがって処理する。

- 1) すべての車は停止線の手前で除行あるいは仮想的に停止される。また、交差点内では車は停止できないものとして処理する。
- 2) 東西、南北いずれかの方向を一時的に優先とする。

2) について、ここでは東西方向が優先の時の車の処理方法について例をあげて述べる。そこで、まず表1-1に示すような優先関係を設定する。

(例1) 図1-2(a)において、非優先方向の直進車 $S_{S1}$ は、優先方向の直進車 $W_{S1}$ ,  $W_{S2}$ ,  $E_{S1}$ ,  $E_{S2}$  および右折車 $W_R$  のギャップを利用するが、右折車 $N_R$  の妨害は受けない。また、左折車 $W_L$  とは合流処理を行なう。これらの関係は、表1-1の破線で囲んだ(例1)の部分に基づいている。

(例2) 図2(b)において、優先方向の右折車 $W_R$  は、非優先方向の $S_{S1}$ ,  $S_{S2}$ ,  $S_R$ ,  $N_R$ が停止線の手前で停止、または、停止しようとしている場合に優先方向の $E_{S1}$ ,  $E_{S2}$  のギャップを利用するが $N_{S2}$ とは合流処理を行なう。

優先方向の交換は以下のような手順で行なわれる。

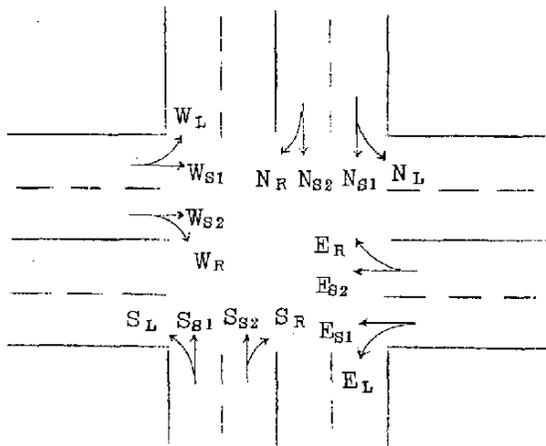
非優先方向の待行列の中で、直進が可能な車が停止線の手前に発生した場合は、この方向を優先とする。このとき、新たに優先となった車線からの流入車は交差点内の残留車をチェックしてからスタートする。

このシミュレーションモデルにおいて、上記の優先関係は、交通量が大きくなった状況では、東西または南北いずれか一方の優先状態が決定的になると共に、他方の流入部に長い待行列が発生することが予想される。この場合は、そ

の行列長，優先方向の交通量，流出部の交通流の状況を考慮して政策的に優先方向を交換する事により，実現象における非優先方向からの流入圧力を表現する。

表 1 - 1 車両に関する優先関係

		N				S				W				E			
		L	S1	S2	R	L	S1	S2	R	L	S1	S2	R	L	S1	S2	R
N	L										△						
	S1								○		×	×		△	×	×	×
	S2								○		×	×	△		×	×	×
	R						×	×			×	×	×			△	×
S	L		(例 1)												△		
	S1				○					△	×	×	×		×	×	
	S2				○						×	×	×		×	×	△
	R		×	×								△	×		×	×	×
W	L						△										
	S1	△	○	○	○		○	○									○
	S2		○	○	○		○	○	△								○
	R			△	○		○	○	○						×	×	
E	L		△														↑
	S1		○	○		△	○	○	○				○		(例 2)		
	S2		○	○	△		○	○	○				○				
	R		○	○	○			△	○		×	×					



○=優先-交差点内を自由走行で通過：

×=非優先-優先車のギャップを利用し交差点内を通過：

△=対等-合流処理を行なう。

図 1-2 ( a )

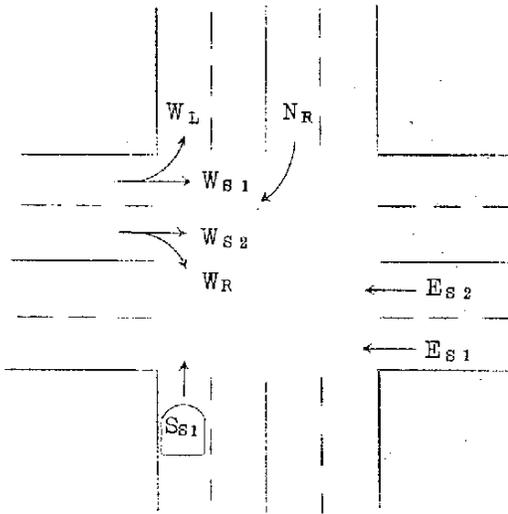


図 1-2 ( b )

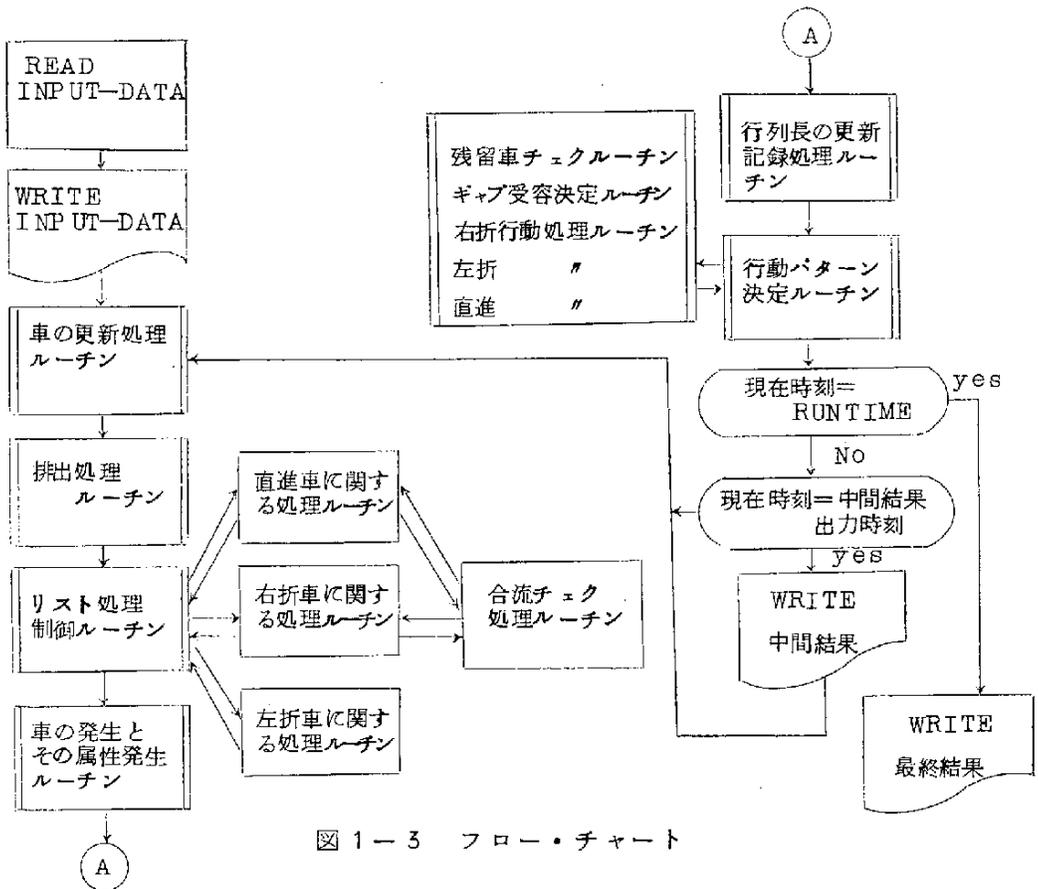
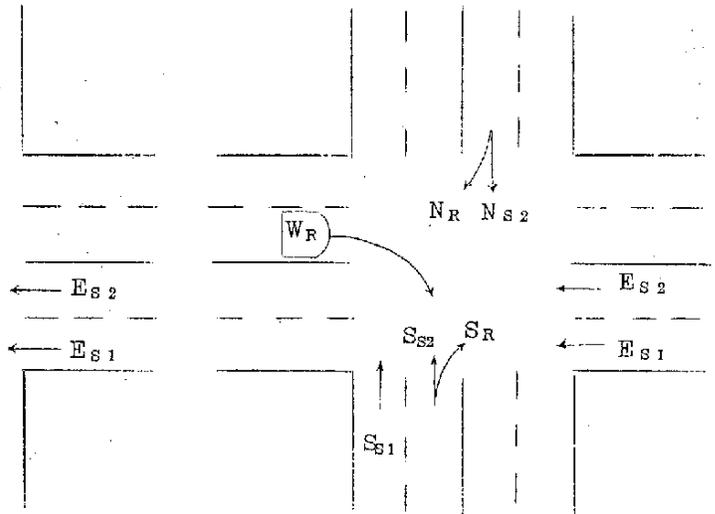


図 1-3 フロー・チャート

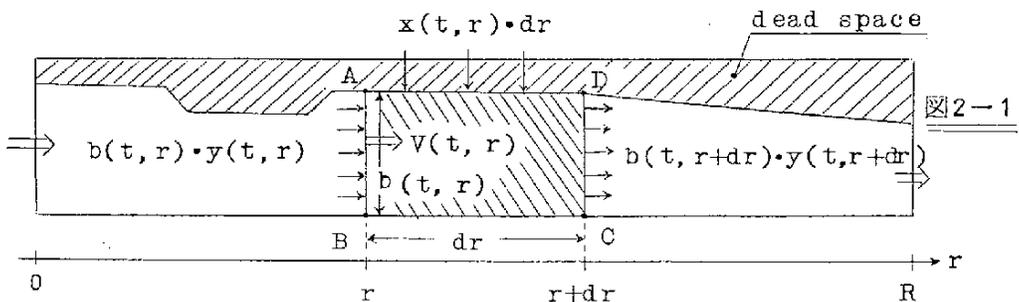
## 2. 交通流の動的モデル

交通渋滞，交通混乱など何らかの起因により引き起される過渡現象を解析する為には，交通流の挙動を把握する必要がある。そこで都市部の複雑な道路網を体系的に捉える為には交通流のネットワークモデルを作成し，そのネットワーク上で車輛の流動を定式化する（交通流動の動的モデル作成）。この2つの交通流動のダイナミックモデルとネットワークモデルとを結合する事により交通流の動的モデルを作成する。

### 2.1 単一街路上における交通流動の動的モデル

#### 2.1.1 一般単一街路での交通流動

一般単一街路上での交通流動を，ここでは分布定数系として取扱う事にする。そこで図2-1の様に単一街路の全幅員がその流動に利用されないと考えられるので，有効幅員を導入すると交通流動の連続方程式を導く事ができる。



(記号の定義)

$b(t, r)$  ; 道路の有効幅員 [m]

$\rho(t, r)$  ; 交通流密度 [台/m<sup>2</sup>] (幅員方向の密度変化は無視して一定とする)。

$y(t, r)$  ; 交通流束 [台/m・sec]

$x(t, r)$  ; 市街路左側面(隣接地域)から流入する交通流束 [台/m・sec]

$v(t, r)$  ; 交通流動速度 [m/sec]

図2-1のA B C D部分(左斜線部)における交通流量の入出力及び，内部

状態を考える。但し、2回微分以上の微小項は無視できるものとして基礎式を導く。

◦ A B面から単位時間内に流入する交通流量；  $b(t, r) \cdot y(t, r)$

$$(2.1.1)$$

◦ C D面から単位時間内に流出する交通流量；

$$b(t, r+dr) \cdot y(t, r+dr)$$

$$= b(t, r) \cdot y(t, r) + \left\{ \frac{\partial b(t, r)}{\partial r} \cdot y(t, r) + b(t, r) \cdot \frac{\partial y(t, r)}{\partial r} \right\} \cdot dr \quad (2.1.2)$$

◦ A D面から単位時間内に流入する交通流量；  $x(t, r) \cdot dr$  (2.1.3)

◦ A B C Dにおいて単位時間内に増加する交通流量；

$$\frac{\partial}{\partial t} \{ b(t, r) \cdot dr \cdot \rho(t, r) \} = \frac{\partial}{\partial t} \{ b(t, r) \cdot \rho(t, r) \} \cdot dr \quad (2.1.4)$$

そこで、A B C Dの部分における単位時間内に増加する交通流量は、入出力流量の差である（保存則）から（2.1.1）から（2.1.4）式より、交通流動の連続方程式が導かれる。

$$\frac{\partial}{\partial t} \{ b(t, r) \cdot \rho(t, r) \} + \frac{\partial}{\partial r} \{ b(t, r) \cdot y(t, r) \} = x(t, r) \quad (2.1.5)$$

但し、一方の道路とそれに隣接する逆方向車線道路との間には交通流の流出入はなく、両者は互いに独立であると考え。また、有効幅員はシステムの中で決定されるものでなく予め与えられるものであるとする。

さて、この（2.1.5）式は、交通流動の連続式に過ぎず、交通流動を記述するには不完全である。そこで「交通流動の力学」という関係式が必要であり、それは交通流動における物理的作用とドライバーの心理的作用とにより交通流が如何に変化するかを記述した方程式でなければならない。しかし、心理的作

用と交通流との関係を定式化する事は、現在の所非常に困難であるのでここでは考えない事にした。そこで交通流理論より交通流束は交通流密度と交通流動速度との積で表わせられ次式の様になる。

$$y(t, r) = v(t, r) \cdot \rho(t, r) \quad (2.1.6)$$

また、交通流動における流動速度と密度との関係を実験的に求め、その結果を利用する。

$$v(t, r) = u(\rho(t, r)) \quad (2.1.7)$$

次に、交通流動を(2.1.5)式の様な偏微分方程式で解く事は非常に困難であり、また計算機での処理上、差分近似として計算すると都合が良い。そこで、交通流動の連続式を差分方程式で近似する(図2-2参照)と次式になる。但し、有効幅員  $b$  は、時刻  $t$  に依存しない事とする。

$$\frac{1}{2} (b_j + b_{j+1}) \cdot \frac{\Delta r}{\Delta t} \cdot \{ \rho_j(t + \Delta t) - \rho_j(t) \} + \{ b_j y_j(t) - b_{j+1} y_{j+1}(t) \} = \Delta r \cdot x_j(t) \quad (2.1.8)$$

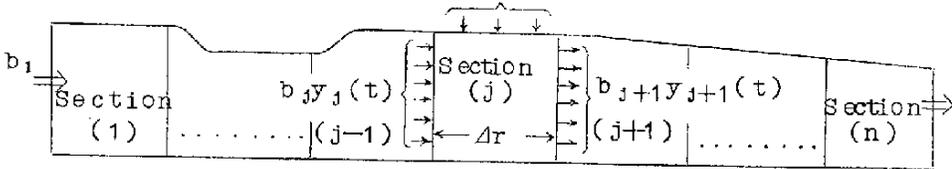


図 2-2

次に、以上の事を用いて、渋滞が生じている場合の交通流動を考察する。

### 2.1.2 渋滞が生じている時の交通流動

(2.1.8)式を変形すると次式が得られる。

$$\begin{aligned} & \rho_j(t + \Delta t) \\ = & \rho_j(t) + \frac{2}{(b_j + b_{j+1}) \cdot \Delta r} \{ b_j y_j(t) - b_{j+1} y_{j+1}(t) \\ & + \Delta r \cdot x_j(t) \} \cdot \Delta t \quad (2.1.9) \end{aligned}$$

上式は、渋滞の有無に関わらず成立するが、渋滞の割合によって  $y_j(t)$ ,  $y_{j+1}(t)$ ,  $x_j(t)$  が変化する。そこで、交通流密度がある値 ( $\rho_{\max}$ ) に達すると交通流密度はそれ以上高くなり、流動速度も一定値に収束する。この現象が渋滞と考えられ、密度  $\rho_j(t)$  は、次の様に定義される。

$$\rho_j(t) \leq \rho_{\max} \quad (2.1.10)$$

よって、(2.1.9)の方程式と(2.1.10)の不等式とより次の不等式が成立する。

$$b_j y_j(t) + \Delta r \cdot x_j(t) \leq b_{j+1} y_{j+1}(t) + \frac{b_j + b_{j+1}}{2} \cdot \frac{\Delta r}{\Delta t} (\rho_{\max} - \rho_j(t)) \quad (2.1.11)$$

もし、この(2.1.11)式が満足されていなければ、section(j)に渋滞が生じている事になる。

そこで、section(j)への流入を希望する流束を各々  $y_j^*(t)$ ,  $x_j^*(t)$  と定義し、各々の流入率は等しいと考え  $k_j$  と仮定する。よって渋滞状態における実際の流入流束は、次の様に定義される。<sup>1)</sup>

$$\begin{aligned} y_j(t) &\triangleq k_j \cdot y_j^*(t) \\ x_j(t) &\triangleq k_j \cdot x_j^*(t) \end{aligned} \quad (2.1.12)$$

よって、(2.1.11)(2.1.12)式より如何なる状態に於いても次式が成立していると考えられる。

$$\begin{aligned} &b_j \cdot k_j y_j^*(t) + \Delta r \cdot k_j x_j^*(t) \\ &= b_{j+1} y_{j+1}(t) + \frac{b_j + b_{j+1}}{2} \cdot \frac{\Delta r}{\Delta t} (\rho_{\max} - \rho_j(t)) \cdot V_j \end{aligned}$$

よって、 $k_j$  は次式で定義される。

$$k_j = \frac{b_{j+1} y_{j+1}(t) + \frac{b_j + b_{j+1}}{2} \cdot \frac{\Delta r}{\Delta t} (\rho_{\max} - \rho_j(t))}{b_j y_j^*(t) + \Delta r \cdot x_j^*(t)} \quad (2.1.13)$$

この $k_j$  は, section(j)に於ける渋滞の度合を表わす指標と考えられ, これを, 渋滞係数と呼ぶ事にする。但し, 渋滞が生じていない場合は,  $k_j=1$  である。

また, section(j-1)に於ける交通流速度 $v_{j-1}(t)$ は, 前方の section(j)の渋滞状態によっても影響されるので

$$v_{j-1}(t) = \rho(k_j, \rho_{j-1}(t)) \quad (2.114)$$

と考えられる。

## 2.2 交通流のネットワークモデル

簡単な市街路網を例にとりて, 一般市街路ネットワーク上での交通流動の定式化を行う。

### 2.2.1 市街路ネットワークの有向グラフ表現

図2-3に示した様に, 一般対象地域は次の4種類の領域に分割される。

- (1) 単位道路 (P)
- (2) 交差点 (Q)
- (3) 隣接地域 (R)
- (4) 環境 (S)

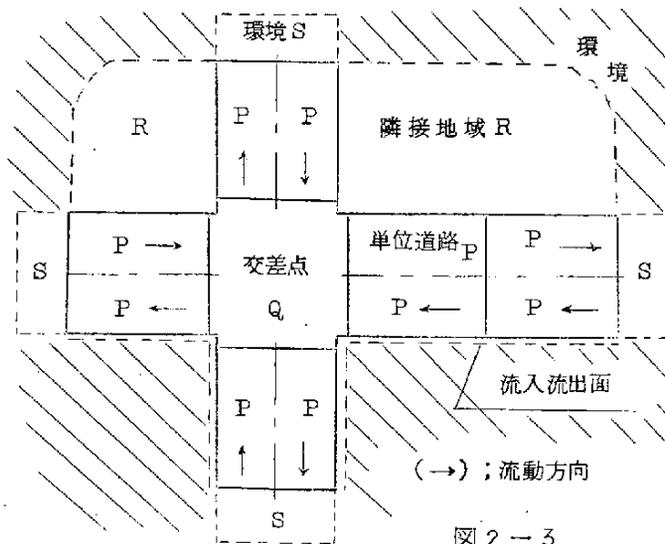


図 2-3

そこで、交通流の流出入は、これらの領域間で行なわれるわけであるが、環境と流出入関係を持つ領域は単位道路だけであるとし、また隣接地域と交差点との間には、流出入はないものとする。よって次の4つの流出入関係の組合せだけを考えればよい。

- (1) 単位道路-単位道路 (記号: PP)
- (2) 単位道路-交差点 (PQ)
- (3) 単位道路-隣接地域 (PR)
- (4) 単位道路-環境 (PS)

以上の領域間の交通流を取扱う場合、図2-3の実際の市街路を図2-4に示す様な有向グラフにして考えるのが便利である。即ち、領域を vertex (頂点)、交通流の流出入が起こる流出流入面を edge (ここでは有向枝) とする。その場合、交通流の方向は、車輛左側通行及び、隣接地域から単位道路へは流出だけであるという2つの前提に従って決定付けられる。

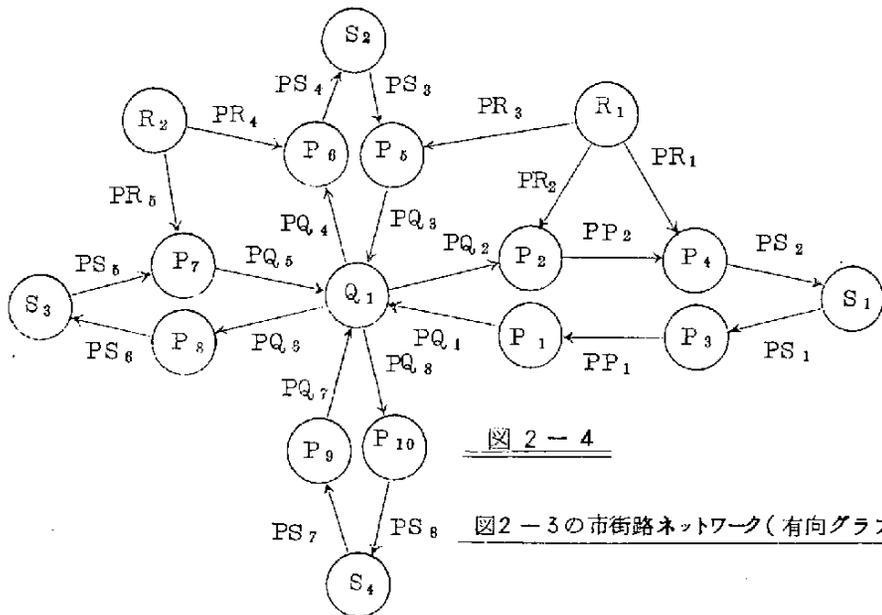


図2-4の有向グラフの vertex, edge の添字番号は、次の規則で付

番される。

- (1) vertex( $V_\mu$ ) ;  $m = m_p + m_q + m_r + m_s$
- $P_i (i=1, 2, \dots, m_p)$  ;  $V_\mu^{(P)} (\mu=1, 2, \dots, m_p)$
- $Q_i (i=1, 2, \dots, m_q)$  ;  $V_\mu^{(Q)} (\mu=1, 2, \dots, m_q)$
- $R_i (i=1, 2, \dots, m_r)$  ;  $V_\mu^{(R)} (\mu=1, 2, \dots, m_r)$
- $S_i (i=1, 2, \dots, m_s)$  ;  $V_\mu^{(S)} (\mu=1, 2, \dots, m_s)$
- (2) edge( $e_w$ ) ;  $n = n_{pp} + n_{pq} + n_{pr} + n_{ps}$
- $PP_j (j=1, 2, \dots, n_{pp})$  ;  $e_w^{(PP)} (w=1, 2, \dots, n_{pp})$
- $PQ_j (j=1, 2, \dots, n_{pq})$  ;  $e_w^{(PQ)} (w=1, 2, \dots, n_{pq})$
- $PR_j (j=1, 2, \dots, n_{pr})$  ;  $e_w^{(PR)} (w=1, 2, \dots, n_{pr})$
- $PS_j (j=1, 2, \dots, n_{ps})$  ;  $e_w^{(PS)} (w=1, 2, \dots, n_{ps})$

図 2-4 の例では,  $m_p=10, m_q=1, m_r=2, m_s=4, m=17, n_{pp}=2, n_{pq}=8, n_{pr}=5, n_{ps}=8, n=23$  である。

そこで, 有向グラフの結合行列  $\Phi$  は, 次式で定義される。

$$\Phi = \{ \phi_{\mu w} \}_{(m \times n)} \quad (2.2.1)$$

但し, vertex( $V_\mu, V_\mu, V_\mu, V_\mu$ ) を行  $\mu$  とし, edge( $e_w, e_w, e_w, e_w$ ) を列  $w$  とする。

また, 要素  $\phi_{\mu w}$  は, 次の様に定義される。

$$\phi_{\mu w} = \begin{cases} 1 & ; e_w \text{ が } V_\mu \text{ に出連結している場合} \\ 0 & ; e_w \text{ が } V_\mu \text{ に非連結又は無向の場合} \\ -1 & ; e_w \text{ が } V_\mu \text{ に入連結している場合} \end{cases}$$

この結合行列は, 次の様に分割できる。

$$\Phi = \begin{array}{c|c|c|c} \Phi_{PP} & \Phi_{PQ1} & \Phi_{PR1} & \Phi_{PS1} \\ \hline 0 & \Phi_{PQ2} & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & \Phi_{PR2} & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & \Phi_{PS2} \end{array} \quad (2.2.2)$$

( $m \times n$ )

但し,

$$\Phi_{PP} = \{\phi_{ij}^{PP}\} (m_p \times n_{pp}) \quad ; \quad P \text{ と } PP \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PQ1} = \{\phi_{ij}^{PQ1}\} (m_p \times n_{pq1}) \quad ; \quad P \text{ と } PQ \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PQ2} = \{\phi_{ij}^{PQ2}\} (m_q \times n_{pq2}) \quad ; \quad Q \text{ と } PQ \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PR1} = \{\phi_{ij}^{PR1}\} (m_p \times n_{pr1}) \quad ; \quad P \text{ と } PR \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PR2} = \{\phi_{ij}^{PR2}\} (m_r \times n_{pr2}) \quad ; \quad R \text{ と } PR \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PS1} = \{\phi_{ij}^{PS1}\} (m_p \times n_{ps1}) \quad ; \quad P \text{ と } PS \text{ との関係}$$

$$\Phi_{PS2} = \{\phi_{ij}^{PS2}\} (m_s \times n_{ps2}) \quad ; \quad S \text{ と } PS \text{ との関係}$$

### 2.2.2 ネットワーク上での交通流動の定式化

(2.2.1)の結合行列を用いると、すべての区分(但し、環境は、境界条件として考える)に於ける連続方程式は、次の様なベクトル形式で記述できる。

$$A \cdot \rho(t + \Delta t) = A \cdot \rho(t) + \Phi \cdot Y(t) \quad (2.2.3)$$

$$Z(t + \Delta t) = Z(t) + \Phi \cdot Y(t) \quad (2.2.4)$$

但し,

A: 単位道路、交差点の有効面積を表わす行列

$\rho$ : 単位道路、交差点に於ける車輛密度(交通流密度)を表わす状態ベクトル

Y: 単位道路-単位道路間、単位道路-交差点、及び単位道路-隣接地域間の交通流量を表わすベクトル

Z: 隣接地域に於ける車輛数を表わす状態ベクトル

また、交通流量  $Y$  と、交通流束  $Z$  との関係は次式の様になる。

$$Y(t) = B \cdot Z(t) \quad (2.2.5)$$

但し、Bは、要素間の有効幅を表わす行列。

次に、前節(2.2)の連続式より、交通流束  $Z$  は、次の関数  $F$  で表わせられる。

$$Z(t) = F(\Phi, \nabla(t), \rho(t), K(t), X(t)) \quad (2.2.6)$$

また、交通流動のダイナミックスは、交通流密度  $\rho$  と流動速度  $\nabla$  との関係で

集約的に表わされているものと考えられる。即ち、

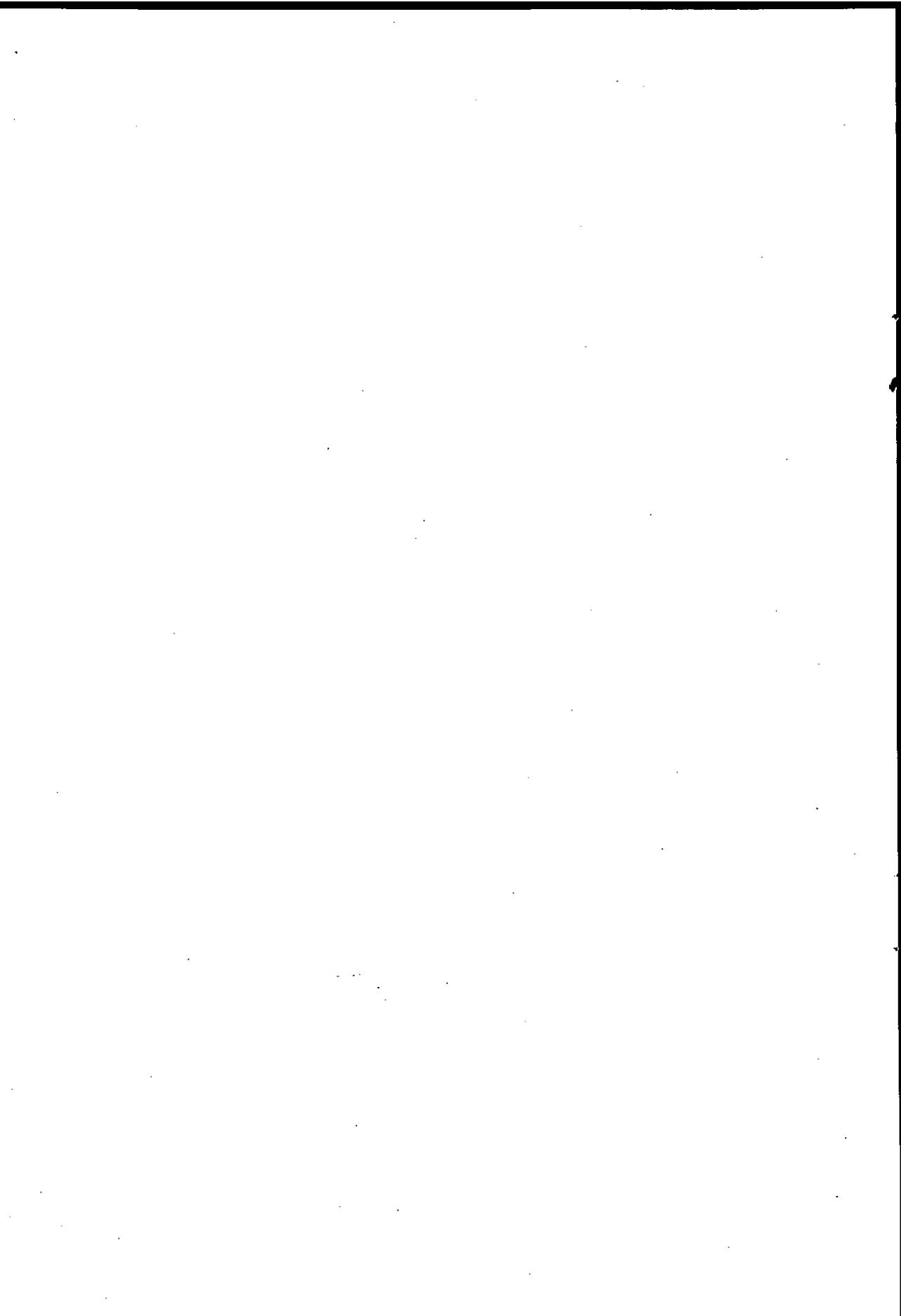
$$\nabla(t) = \cup(\rho(t)) \quad (2.2.7)$$

但し、これは、単位道路と交差点とで成立するものであり、交差点に対する関係式は、前章の無信号状態交差点のシミュレーションから実験的に求める。

従って、以上の式(2.2.3)～式(2.2.7)を連立させて解けば、一般市街路ネットワークでの交通流動のシミュレーションができる。

(参考文献)

- (1) 藤田隆史：昭和49年東大学位論文「地震災害のシミュレーションに関する研究」



A System Approach to the Statistics  
of Retail and Wholesale  
Trades as Micro-Data Sets

October 15, 1974

Y. Kurabayashi and

Y. Matsuda

1. It appears that the studies and uses of micro-data sets for economic statistics have attracted increased attention in the past decade by economists and statisticians of both in Europe and America. The micro-data sets refer to a collection of individual data concerning individuals, households, business establishments and other institutions including government agencies that constructs a statistical file system which facilitates the storage, processing and the retrieval of the statistical figures in the systematic and coherent manner. Though the potential and dynamism caused by the development of the statistical file system remain to be thoroughly scrutinized from much broader aspects both in theoretical and in empirical pers-

pectives, it has become a sort of fashion that must be challenged by those economists and statisticians who are equipped with the highly developed system of computers with great potentialities. The reaction of economists and statisticians in Japan to this remarkable development in the technique of statistical research has been relatively slow, albeit some well-informed specialists have already noted and put great emphasis on the significance of this newly developed technique of statistical research.

This is particularly relevant for the present organization of statistical agencies of Japanese government that is duly characterized by the decentralized (and often disorganized) statistical organization.

It has been argued against the decentralized statistical organization that a real shortcoming of this statistical organization is embedded in the fact that the mutual coordination between various sources of statistical information represented by statistical surveys undertaken by different statistical agencies be not necessarily secured owing to the differences of scopes and the inconsistent methods of surveys.  
(\*)

The present project termed "A System Approach to the Statistics of Retail and

(\*) The point has once been made by one of the authors in his article. See, Y. Kurabayashi, "Use of National Accounts as a Basis of Economic Data System", Hitotsubashi Journal of Economics, June 1973.

Wholesale Trades as Micro-Data Sets" is an effort to fill the gap created by the newly developed technique of statistical research and the sluggish reaction by Japanese economists and statisticians to this development.

2. The scope of our research project is limited to the Statistics of Retail and Wholesale Trades primarily because the development of statistical research for this area of trades has shown great backwardness in Japanese statistics. It is not infrequently pointed out that the collection of statistical information for retail and wholesale trades should experience far greater difficulty than that for manufacturing industries because their scale of businesses are relatively concentrated on the small businesses. In spite of the difficulty, we

can not say that the statistical information of retail and wholesale trades is hopelessly scarce to figure out the character of Japanese commercial businesses. The Census of Establishment and the Census of Commerce, among others in currently available statistical information of retail and wholesale trades, accommodate the basic sources of statistical information on which the scopes and methods of various current surveys of retail and wholesale trades chiefly depend. They could undoubtedly be powerful statistical sources, if the contents of statistical enquiries, both for statistical units and for the items of enquiries, were coordinated with each other in the two basic sources so that the matching of the contents in the two basic sources might be straightforward.

Unfortunately, these two censuses are independently carried out by two different statistical agencies with different time interval. As the field enquiries of these censuses are actually submitted to the local level of statistical agencies, it is likely the case that the two enquiries may overlap in the local statistical units on the occasion that the two

censuses happen to coincide. The coincidence really occurred in 1972 censuses. Taking advantage of this opportunity, we are going to experiment whether the matching of the contents of the two enquiries is feasible or not. Owing to the limitation of budgets for research, the experimentation is attempted to those establishments which belong to business enterprises with capital exceeding 10,000,000 Yen of retail and wholesale trades. Here, it is noted that the number of relevant establishments which is roughly comparable with the number of those establishments which employs more than 30 employees amounts to approximately 25,000. The focal point of the experiments is to make a statistical file system, which is composed of the statistical information concerning individual establishments that are screened out by the matching of the contents of the two enquiries. It is necessary for carrying out the matching that the statistical information of the two censuses stored in tapes be transcribed into a suitably formulated data base. A study for making the design of this data base is currently conducted by the authors in close cooperation with the computer.

section of our Institute. In the progress of this research it has been informed that a considerable delay of the publication of final results of the two censuses become unavoidable on account of the rapid rise of computation costs and the limitation of budget suffered from so-called 'oil-shocks' by the statistical agencies. In face of the delay of the supply of basic data it is most likely that our experiment will be forced to be postponed up till the later half of next year resulting in approximately 10-month delay of completing our research project. In the meantime which is allowed for waiting the delivery of the basic data, much efforts of our research will be concentrated in two directions. First, the design of suitable data base is scrutinized with greater elaboration. Second, a small scale experiment of the matching process will be tried as preliminaries of true experiment. It may not be out of interest to explain a summary account of the preliminaries in this place.

3. We have selected those establishments of retail and wholesale trades which belong to City of Sapporo district as the objective of preliminary

experiments. There exists a couple of reasons why they are selected. First, Sapporo is a regional centre of the economy of Hokkaido having a fairly large amount of population exceeding 1,000,000. Isolated far and away from direct influences from the centres of national economy such as Tokyo and Osaka, she is able to exert no less influences on the economy of Hokkaido in such a way that establishments of local businesses are established and scattered in Hokkaido, whereas their main offices are largely concentrated into Sapporo. Hence, it may be fairly safe to say that characteristic features of retail and wholesale trades are represented into the establishments in Sapporo. Second, the City Authority of Sapporo has conducted an interesting sample survey concerning the purchasing power of establishment. The survey collects information of the purchase of intermediate inputs of the establishments cross-classified by the items of commodities and the types of selling businesses. Number of employees and additional information for the establishments are also reported in the survey. As the name and address of the establishments are also recorded, it is not extremely difficult to make matching

the sample establishments with those which are recorded in the corresponding two sources, i. e. Census of Establishment and the Census of Commerce. In addition, it is noted that the local collection of statistical information for these censuses has already been completed enabling us to make matching the censuses with the aforementioned survey.

A file system for storing all information collected from the sample survey of purchasing power has been worked out and is stored in tapes. After the work we are now going to transcribe the corresponding information taken from aforementioned two censuses on the tapes in our computer system. It is prerequisite for this transcription that two problems must be solved. First problem may be termed a selection problem. The selection problem refers to pick out specific items of information which are selected from considerable amounts of information that are contained in two censuses so that they are sufficiently manageable to work out our file system. Second problem may be termed a translation problem. The focal point of the translation problem is to translate a certain structure of file system into

another structure by the use of computer. As it is often the case that the storage of the statistical information obtained from censuses is not necessarily organized well for a particular scheme of file system, the translation problem is especially pertinent to the matching of statistical data.

After the matching of statistical data, the following information will be stored in the file system and be ready for further processing and retrieval of data by computers. The stored information is;

- (1) name and address of establishments,
- (2) number of employees subdivided into the regular and daily employee, and by sexes,
- (3) organization and paid-up capital,
- (4) sales by commodities,
- (5) destination of sales and the method of selling,
- (6) inventories by commodities,
- (7) purchases by commodities,
- (8) wages and salaries and other operating expenses.

Various sorts of cross-tabulation will be

obtained from the file system. The reliability and the accuracy of the statistical information contained in the censuses and survey may be easily investigated by the cross tabulation forms.

A time-series comparison of various forms of cross tabulation will also serve to find out the irregularity and its causes of stored data.

We shall be able to form the unshakable conviction by the experiment that the formulation of a statistical file system opens a new possibility of the statistical analysis by the full exploitation of computers.

# 学術雑誌総合目録(略称U L P ) データベース管理プログラムの開発

(株) 紀伊国屋書店

ASK システム部 坂本 哲朗

## 1. 研究目標

本研究の目標を再掲すれば次のとおり。

### (1) データベース・マネジメント・システムの確立

A 時間推移と共に発生する書誌データの統合・分離を簡単、正確に処理する。

B 上記統合・分離の結果所蔵データの表示場所が移動するが、これを迅速に処理する。

### (2) 目録作成機能

A このデータ・ベースから任意時に目録を作成し、漢字を含めて打出システムの確立。

## 2. 研究内容

上記に伴う研究内容は次のとおり。

### (1) EBCDIKモードと漢字モードの分離

A データファイル・ネットワーク構造ファイルはEBCDIKモードで作成・更新を行う。

B 目録作成時には上記ファイルより必要なデータ要素を抽出し、それに漢字機能コードを挿入し漢字モードで出力する。

### (2) ファイルの形成

A データファイル(可変長文字列)は磁気テープに、ネットワーク構造

ファイルは磁気ディスクに作成し、この間の連結は特別記号によって実施する。

(3) 校正(挿入・削除・更新)

3つのレベルを設ける

- A 初期インプット時の文字校正
- B EBCDIK表示でのファイル内容出力時の内容校正
- C 漢字モード出力時の編集校正

3. システム・フロー

上記内容をシステム・フロー・チャートで表わせば図1のとおり。

4. 研究成果

研究の結果得られた結論を列記すれば次のとおり。

(1) CODENの作成

- A 書誌ファイルの誌名の長さは1タイトルあたり10~250字の変動がある可変長データである変遷ファイルの中でこのような可変長データをネットワークに組むのはスペースのムダが多いので、種々調査の結果可変長のデータから固定長6字の略語を作成しそれを代替語として使うことにした。これをCODENと呼ぶ。
- B この略語を作成するアルゴリズムは種々考えられるが、どのアルゴリズムが最良であるかは今後実際データにつきテストの上選択する予定。最良の判定は次のようにして行う。  
あるアルゴリズムによつた場合異つたタイトルから同じ略語が生じればそれを同義語1と数え、一定数のタイトルを処理して同義語の発生率が最も少ないものを最良とする。

C こうして得られたCODENから元のタイトルが復元できればよいが、これは不可能なのでCODEN→元タイトルの辞書を作り、これにより復元することとした。同義語CODENには末尾にA, B, C……等の識別符号を補記し区別する。

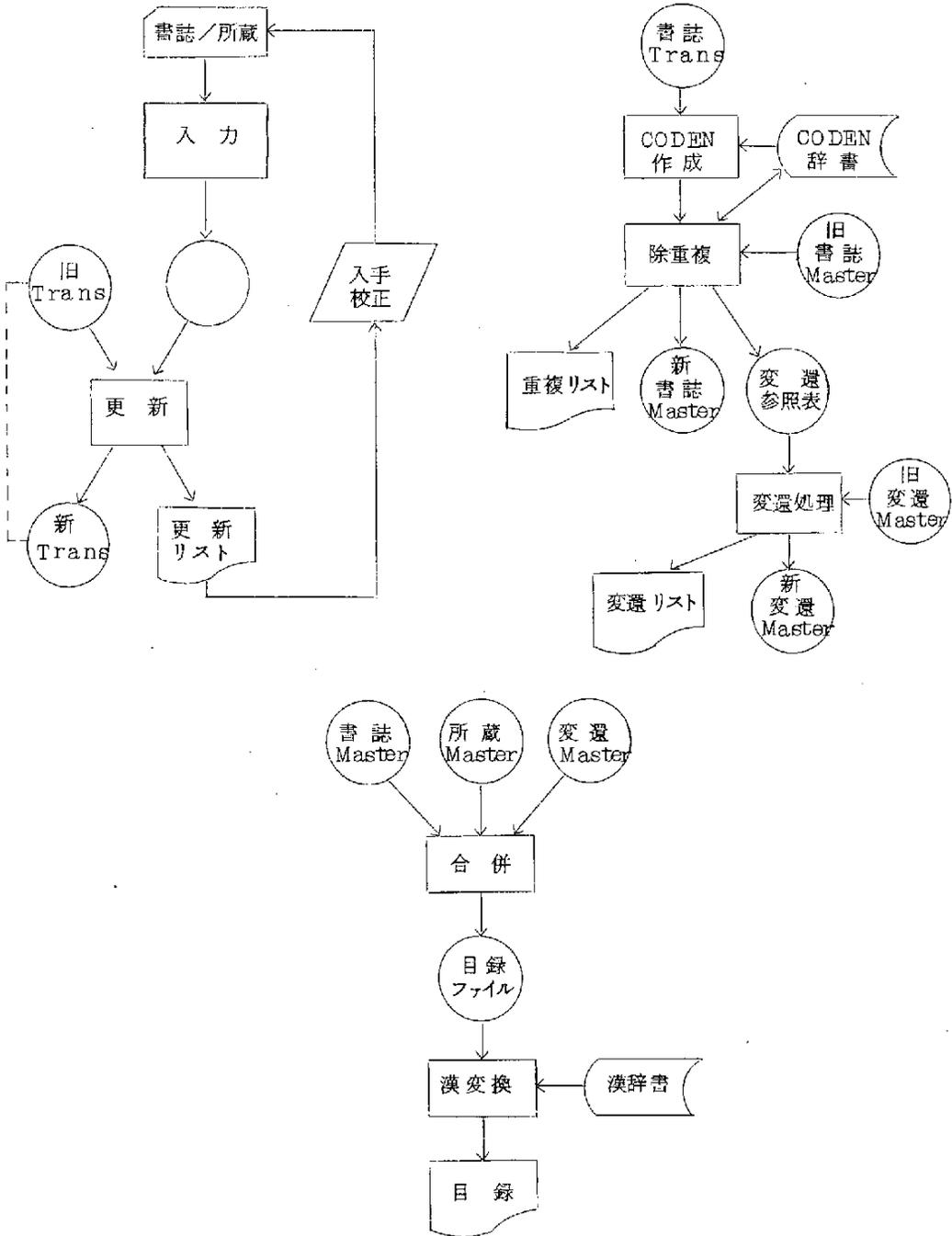
D 少数サンプル(1000タイトル)で上記辞書を作成する実験を行ったところ同義語CODENの識別に平均2秒/タイトルかかることが分かった。効率を上げるためには辞書の形および処理方式を変更する必要がある、現在研究中。

## (2) 重複タイトルの除去

A 重複タイトルの除去は最初単純に誌名同志を照合する方法をとった。  
しかし23千タイトルのチェックに約35時間の処理時間を要したため、  
上記CODENを使用して行方方法に改め現在プログラム修正中。  
これによれば約1/2の時間で処理できる見込。

\* 使用機械 FACOM230/25 磁気テープベース

システムフローチャート



## 医療におけるデータ通信の高度利用 (対話形式コンピュータ診断システム の広域化)

阿部 裕 (他2名)

医学の近代化にはエレクトロニクス、情報科学の理論と技術、システム工学的アプローチなどの急速な導入が必要と考えられている。計算機診断はこれらの構想の具体化の好例であるが、これにデータ通信の技術を応用して広域化を図ることは、高度医療の普及化(平等化)という点で、現代の医療システム化の一つの核となることが期待され、また広い医療関係者に対するコンピュータマインドの醸成や計量医学を促進する効果があると考えられる。とくに、現在欧米など先進国でRMP(Regional Medical Plan)が重要なプロジェクトとなっているが、この種の試みの一環として、データ通信の広域性、即時性とコンピュータ診断の客観性を組み合わせることにより高度の医療の普及化を図ることは近代国家の共通の傾向である医療保険分野の知的リソースの不足をより客観的、科学的な手段で援助できると考えられる。

本研究はデータ通信技術を応用し、各種診断プログラムや医療情報をオンラインリアルタイムで共用しうる広域システムの実用化をはかるため、その基本的構想として計量理論を用いた対話形式診断プログラムを開発すると同時に、通信回線による心電図などの伝送とコンピュータ診断を結合したオンラインシステムの設計を用い、伝送実験によってシステムの完成をはかろうとしたものである。

本研究のこれまでの成果は

- (1) 対話形式診断プログラムの開発
- (2) 開発したプログラムによるオンライン臨床応用実験
- (3) 心電図データ伝送システムの設計

などであり、今後ソフトウェアの拡充をはかるとともに、(1)心電図データ伝送および自動診断システム設計、(2)オンライン診断と結合した心電図伝送システムの完成、さらに(3)「DEMOS」を応用したデータ通信によって関連病院を中心とする広域実験の実施を画る予定である。

## I 計算機診断ソフトウェアの開発

計算機診断は部分的な問題から実用化が進められており、その利点として診断結果の客観化、再現性の向上のほか、診断の手順を確定することによる医師の思考過程の客観化、定量化、非専門家や医学生の実習などの応用も可能なことが示唆されている。これらの特徴を有効に用いるため、ユーザーとコンピュータとの対話形式によるプログラムの開発を行った。その結果、対話形式によるプログラムは、単に使い易さ、実用性といった特色の他に、刻々変化する患者の症状、検査所見に即時に対応できる点で思考の補助手段として極めて有効であることを確めた。

これまでに開発したプログラムは、表1に示した通りである。

表1 プログラムリスト

プログラム名	内 容
YUEKI	輸液処方(1)と定量的脱水症診断
YS	〃 (2)
DASSUi	臨床症状をよりどころとした定性的脱水症診断
COMA	糖尿病性昏睡の治療
STEROiD	ネフローゼに対するステロイド効果の予測
LOGO	ロゴスコープ(心電図診断)
ECG	心電図診断とデータの記録
DOPF	ドップラ法による血流波形の解析
COMP	コンパートメント解析
ALB	血中アルブミン濃度推定

### 1) 輸液処方プログラム

患者の病態に適した輸液量，輸液組成を決定することは，臨床上極めて重要な問題である。このプログラムは脱水症の診断と輸液処方の決定を目的として開発され，体液欠乏量の推定，必要輸液量の決定，輸液剤の決定および輸液安全限界の設定から成る（図1）。

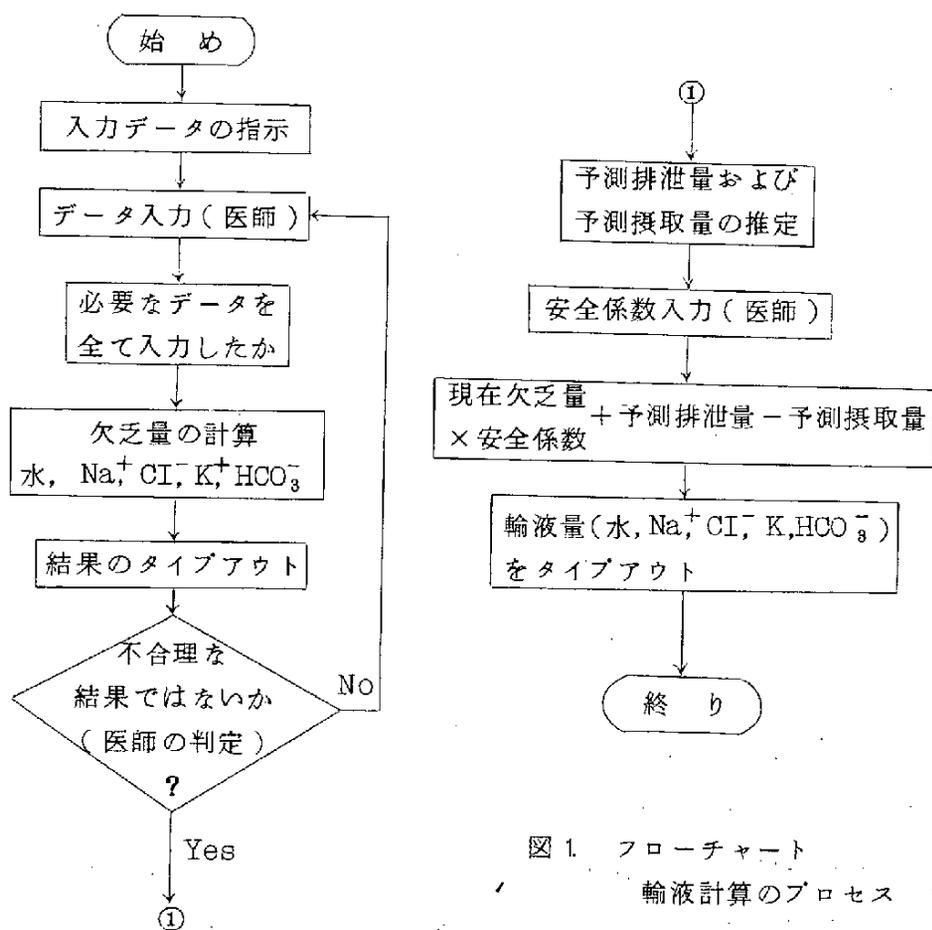


図1. フローチャート  
輸液計算のプロセス

輸液量決定の公式としては，使用する検査データにより数種の式が適宜選択されるような冗長度の高い理論を工夫した。臨床応用には，上述のフローチャートによる計算結果に基づく組成の液を作成すればよいが，実際には市販の既

成輸液剤をどのような割合で混合すればよいかがアウトプットされる。この場合に用いられる輸液剤には、Ringer 氏液などの基本輸液剤，単一電解質輸液剤，複合電解質輸液剤などがあるが，選択の方法としてまず基本輸液剤を選び，不足の電解質を単一電解質を単一電解質輸液剤で補充する方法と，欠票量を最もよく満足する複合電解質輸液剤を選択する方法がある。

さらに，輸液療法を実施する際許容される限界を把握するための安全限界の設定に関しては，Talbot が提供した健常人に対する理論式を拡張し，脱水症に対する次の2式を求めた。

$$V \cdot E = S \quad (1)$$

$$V = \frac{\{IL - (C+T)\} + \{N - DE\}\alpha + DA}{1 - E\alpha} \quad (2)$$

但し， IL = 不感蒸泄 (ℓ)

C = 燃焼水 (ℓ)

T = 組織水 (ℓ)

N = 腎から排泄される窒素代謝産物 (mol)

$\alpha$  = 溶質 1 mol を排泄する際に伴う水分量 (ℓ/mol)

DA = 水分欠乏量 (ℓ)

DE = 食塩欠乏量 (mol)

この連続解をコンピュータによって求め，XYプロッタを用いて種々の型の脱水症に対する安全限界の図示を行った。

## 2) 糖尿病性昏睡の治療

糖尿病性昏睡の治療には，インスリンが用いられるが，インスリン投与量を逐次的に変えながら，昏睡を回復させるには，高度の専門的知識と長い臨床経験を要し，未熟な医師には相当な難問題である。このプログラムは，血糖調節機構のシミュレーションモデルと最適制御理論を応用して，逐次的に最適インスリン量を決定するために開発されたものである。このためには血糖調節機構に対するインシュリンの効果が時間の関数として表現されている必要がある。

るが、すでに我々は以前よりこの系のモデル化を試みており、今回はこのモデルを応用して血糖値制御システムの状態を表わす関数を作成した。その状態方程式は次のごとくである。

$$dx_1(t)/dt = -a(t) \cdot x_1(t) + u_1(t) \quad (1)$$

$$dx_2(t)/dt = -0.15x_2(t) + u_2(t) \quad (2)$$

$$da(t)/dt = [-a(t) + K \cdot x_2(t)] / T \quad (3)$$

$$u_1(t) = z(t_i) / GS \quad (4)$$

$$u_2(t) = w_1(t_i) + C \cdot u_3(t) \quad (5)$$

$$du_3(t)/dt = -C \cdot u_3(t) + w_2(t_j) \quad (6)$$

(i, j=1, 2, ……)

ここで、

$x_1(t)$  = 血糖値 (mg/dℓ)

$x_2(t)$  = 体内インスリン量 (umt)

$a(t)$  = ブドウ糖処理係数 (min<sup>-1</sup>)

$u_1(t)$  = 輸液によるブドウ糖投与量 (mg/min)

$u_2(t)$  = 体外よりのインスリン投与量 (umit/min)

$u_3(t)$  = 皮下に存在するインスリン量 (umit)

$z(t_i)$  = 時刻  $t_i$  に開始された輸液中のブドウ糖量 (mg/min)。時刻  $t_i$  より時刻  $t_{i+1}$  までのステップ状入力。

$w_1(t_i)$  = 時刻  $t_i$  に開始された輸液中のインスリン量 (mg/min)。時刻  $t_i$  より時刻  $t_{i+1}$  までのステップ状入力。

G S = ブドウ糖の体内拡散容積 (グルコーススペース) (dℓ), 体重 (Kg) × 10 × 0.3

$w_2(t_j)$  = 時刻  $t_j$  に皮下注射されたインスリン量 (umit/瞬時)。時刻  $t_j$  におけるパルス状入力。

C = インスリンの皮下より血液中への吸収率 (min<sup>-1</sup>)。

T = 個体特性値の一つで、インスリンの効き方の速さを表わす

$K$  = 個体特性質の一つで、インスリンの効き方の大きさを表わす  
定数

である。

また、血糖値最適制御プログラムのフローは、

- ① 現時点までのデータ入力  
血糖値，輸液量（ブドウ糖，インスリン），インスリン皮下投与量
- ② 状態関数  $F(X, P, U, t)$  および状態関数  $J$  を計算
- ③ 個体特性  $P$  を決定（最大傾斜法で）
- ④ 一定時間後の血糖値の目標値を入力
- ⑤  $F(X, P, U, t)$  および  $J$  を計算
- ⑥ 治療ベクトル  $U$  を決定

から成っている。インシュリンに対する反応性には個体差が著明で、この点に対して、それまでに受けた治療と血糖値の時系列データから個体特性と時定数を求める必要がある。このために最大傾斜法を用いたシミュレーションプログラムを用いた。

個体特性が求まると、インシュリンに対する経時的な血糖値が推定でき、一定時間後の目標値に対して必要な治療を決定することができる。実際のプログラムでは、以上の過程を次のような3段階にわけて処理している。第一段階は患者が入院し、最初の血糖値が判明した時点で、この時点では個体特性が未知であるので、血糖値と体重から、過去の症例の統計資料に基づき、およそのインシュリン初期投与量を決める。第二段階は治療が開始され、その反応としての2回目の血糖値が判明した時点で、時定数を固定しておいて感受性 ( $K$ ) を求める。第三段階は3回目以降の血糖値が判明した時点で、データが累積され反復計算により患者特性がより明確になる。

具体例として第三段階の場合を示す。(図2)。すでに3回以上の血糖値が測定されている場合で、体重および血糖値の測定時刻とその値を入力し、さらに治療内容も入力する。その結果、血糖の実測値、そのシミュレーション結

START P2  
#ATT 14-46-59

TREATMENT OF DIABETIC COMA (CONTINUE)

3 OR MORE SAMPLINGS OF BLOOD GLUCOSE ARE NECESSARY FOR THIS PROGRAM

HOW MUCH WEIGHT NOW (KGI)  
#72.

BLOOD GLUCOSE VALUES--WHEN AND HOW MUCH

#8.35 86.0  
#10.05 73.0  
#11.00 84.0  
#11.45 57.0  
#18.00 0.0

INFUSION THERAPIES

--WHEN STARTED: % OF GLUCOSE (U/DL) OF INSULIN WHAT SPEED (ML/MIN)  
#8.55 2.0 1.5 5.0  
#18.00 0.0 0.0 0.0

INSULIN SUBCUTANEOUSLY--WHEN AND HOW MUCH (UNIT)

#8.30 7.0  
#10.20 3.0

WHAT TIME IS IT NOW  
#13.10

CLOCK MIN. BG(MM) OB(G) IP % G % I SUB I

8.35	0.	86.0	86.0						
8.45	10.		86.0	+00	+0	.000	.000		
8.55	20.		86.0	+77	+0	.000	.242		
9.05	30.		85.5	1.80	100.0	.075	.233		
9.15	40.		83.8	1.98	100.0	.075	.225		
9.25	50.		81.9	1.97	100.0	.075	.218		
9.35	60.		79.1	1.93	100.0	.075	.210		
9.45	70.		76.8	1.88	100.0	.075	.203		
9.55	80.		76.0	1.83	100.0	.075	.196		
10.05	90.	73.0	72.5	1.79	100.0	.075	.189		
10.15	100.		70.3	1.74	100.0	.075	.183		
10.25	110.		68.7	2.03	100.0	.075	.288		
10.35	120.		66.7	2.26	100.0	.075	.278		
10.45	130.		64.5	2.26	100.0	.075	.261		
10.55	140.		62.3	2.21	100.0	.075	.252		
11.00	145.	54.0	61.3	2.18	100.0	.075	.248		
11.05	150.		60.2	2.15	100.0	.075	.243		
11.15	160.		58.3	2.10	100.0	.075	.235		
11.25	170.		56.5	2.00	100.0	.075	.228		
11.35	180.		54.8	1.99	100.0	.075	.219		
11.45	190.	57.0	53.2	1.98	100.0	.075	.212		
11.55	200.		51.7	1.89	100.0	.075	.204		
12.05	210.		50.3	1.88	100.0	.075	.197		
12.15	220.		49.1	1.80	100.0	.075	.190		
12.25	230.		47.9	1.75	100.0	.075	.184		
12.35	240.		46.8	1.71	100.0	.075	.178		
12.45	250.		45.7	1.67	100.0	.075	.171		
12.55	260.		44.8	1.63	100.0	.075	.166		
13.05	270.		43.9	1.59	100.0	.075	.160		

RESULTS OF SIMULATION

INSULIN SENSITIVITY (FK) .00187  
TIME CONSTANT 10.00  
% OF ERROR 4.978

HOW MUCH IDEAL BLOOD GLUCOSE LEVEL AFTER 120 MIN

#25.0

IF SAME INFUSION CONTINUED AND

10% UNIT OF REGULAR INSULIN INJECTED AT ONCE

THEN AFTER 120 MIN(AT 13.10) BLOOD GLUCOSE LEVEL MAY BE 252. MG/DL

STOP

EQP 7.563

READY 14-56-59

2. Diabetic Coma Output

果およびインシュリンブールの経時変化が出力され、さらに患者の特性値、すなわちインシュリンに対する感受性と時定数が出力されるようになっている。

### 3) 酸・塩基平衡

酸・塩基平衡の診断は、採取した血液のガス分圧や $p^H$ を測定し、各種のノモグラムから診断に必要なパラメータの値を読み取り、病態を推定して治療方針を決定するが、この操作は繁雑な上にその診断も必ずしも容易でない。このため開発した酸・塩基平衡プログラムは次の機能を有している。

- ① 血液ガス測定値からの各種パラメータの算出
- ② 低体温麻酔時における温度補正
- ③ 酸・塩基平衡異常の診断と代償度の算出
- ④ 治療法の決定と薬剤量の算定
- ⑤ Significance Band における経時的変化のグラフ表示

パラメータ算出は、測定した動脈血酸素分圧( $PaO_2$ )、炭酸ガス分圧( $PaCO_2$ )、血液 $p^H$ およびヘモグロビン濃度(Hb)からBase Excess(BE)を求めるためにSiggaard-Andersenのノモグラムを用いた。また、Hbから求めたNormal Buffer Base(NBB)とBEを等mEqずつ変化させながらiterationによりBuffer Lineを決定、さらに重炭酸イオン濃度( $HCO_3^-$ )はNenderson-Hasselbalchの式より、血液の酸素飽和度( $SO_2$ )は次式より求めた。

$$SO_2(\%) = 100 / 1 + 10^{-(\log PO_2 - 4.96 + 0.48 p^H)} / 0.369$$

病態診断に関しては $p^H$ 、BE、 $HCO_3^-$ 、 $PO_2$ による論理マトリックスを使用し、最大代償度の95%信頼域の判定を行って代償度を算出した。

酸・塩基平衡異常の診断には、経時的な血液ガスの変化が必要でありSignificance Bandにプロットすることが必要である。そこで、このプログラムでは、医師が必要とするSignificance Band名を打鍵すれば、経時的データの变化が図示されるように構成した(図3)。

\*\*\* INTERPRETATION \*\*\*

DATA(1) METABOLIC ACIDOSIS WITH RESPIRATORY COMPENSATION  
 DATA(2) METABOLIC ACIDOSIS WITH RESPIRATORY COMPENSATION  
 DATA(3) METABOLIC ACIDOSIS WITH RESPIRATORY COMPENSATION

COMPENSATION POTENTIAL  
 MAXIMALLY COMPENSATED

NECESSARY AMOUNT

BICARBONATE 107.3 (MEQ/L)

THAM (PH10) 55.0 (MEQ/L)

RECOMMENDED DOSE (SAFETY COEFFICIENT = 0.3)

BICARBONATE 32.2 (MEQ/L)

THAM (PH10) 16.5 (MEQ/L)

\*\*\* METABOLIC ACIDOSIS \*\*\*

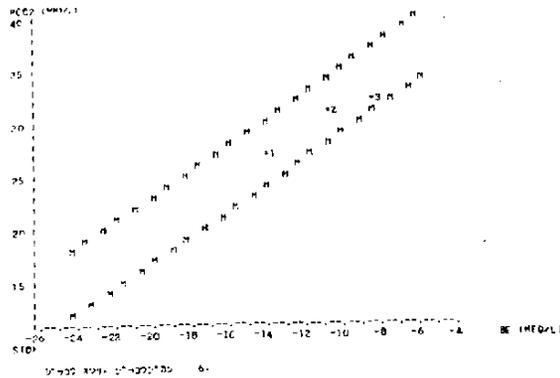


図 3. 酸・塩基平衡のOutput

## II 臨床実験

以上の診断プログラムを使用し、実地臨床と直結したコンピュータの利用をめざす基礎実験として臨床実験を実施した。用いたシステムは、大阪大学M A Cシステムである。

大阪大学M A Cシステムは、時分割処理システムで吹田市の大阪大学大型計算機センターのコンピュータN E A C 2 2 0 0モデル5 0 0を中央処理装置とし、約15 km離れた大阪市福島区の大阪大学医学部附属病院など26ヶ所のデータステーションまたは簡易ターミナルに設置された端末装置と通信回線を介して接続されている。利用者は各端末から、必要なプログラムやデータをセンターのディスクファイルに登録し、必要に応じて呼出して使用することができる。そこで、これまでに開発した対話形式プログラムをこのディスクファイルに登録し、主として医学部学生を対象に実験を行った。

用いた端末装置はN E A C タイパーというテレタイプ装置で、キーボード、プリンタ、紙テープ入出力機を備えている。これは50ボアの通信回線により、センターの大型コンピュータに接続されている。

この装置の使用方法は、スタートボタンを打鍵し、打ち出された「WEL-COME」に対して「HELLOW」と入力、同時にターミナル名、使用者名、課題番号などを入力すれば、その日のサービス終了時刻などの連絡事項が出力され、ディスクファイルに登録しておいた必要なプログラムを呼出しうる状態となる。

いずれのプログラムも、簡単な英文の質問が算出され、これに答えてyes, no 又は、数値データを入力すれば、次の質問が出力され、最後の回答を終えると、診断結果が出力される。

これまで、医学部学生約200名を対象に教育を兼ねて使用させ、コンピュータ診断に対する感想記を提出させたが、コンピュータ使用に対する感いはなく、かつ、コンピュータ診断への異和感、疑問を感じたものが少なかったことは、我々の予想以上であった。

## Ⅱ 心電図伝送システムおよび自動診断システム

心電図テレメータリングは可動性、即時性、広域性という点において、すでにその有用性が認められているが、まだ十分に一般化されていない。そこで我々は心電図の伝送とコンピュータによる自動診断システムを開発し、その有効性の向上を試みた。

開発した心電図伝送方式は、1KHz を搬送波とする周波数変調を用い、0~200Hz の心電図情報を600~1400Hzの周波数域へ変換し、さらに1700~2500Hzの間で、200Hzごとの周波数の組み合わせで構成される送信場所、患者番号、心電図誘導部位を示す識別符号を一括して、さきの心電図情報とともに、電話1チャンネル分の帯域内におさめた。

また、心電図波形を歪みなく安定に伝送する為に、次のような変復調方式を用いた。すなわち、1KHz を搬送波とする周波数変調回路は無安定マルチバイブレータのベース側時定数回路の充電電流をベース接地回路による定電流源より供給し、このベース接地回路に心電図信号を与えて充電電流を心電図の波形に応じて変化させているが、この定電流源の出力電流と、無安定マルチバイブレータの発振周波数とは、広い範囲にわたって比例関係にあり、容易に直線性のよい周波数偏移の大きな周波数変調を行うことができる。一方復調回路では、受信した周波数変調波の零交叉ごとに定時間幅、定振幅のパルスが発生し、このパルスを平滑化して、原波形を再現する方法をとった。このように送信側、受信側ともスイッチング回路を利用して調整などの手間をはぶき、かつ安定度を高く保つように工夫した。

以上の方法により伝送した心電図送受信波形のFourier解析を行い、各周波数成分のフーリエ係数およびパワースペクトルを算した結果、これらのパワースペクトルには実用上問題となるような差異は認められず、このシステムによる伝送は十分な忠実度を有していることがわかった。

伝送心電図波形の自動解読にあたっては、480Hzのサンプリング周波数で

A-D変換し、N点加重移動平均法を用いた数学フィルタで商用周波数などの雑音を除去する工夫を加えた。また基線補正は最小二乗法による回帰直線により行い、P、Q、RS、T波などの波高値や時間幅などのパラメータを抽出、一方、診断は自動計測により得られた54のパラメータにつき、あらかじめ用意されている重症度、病期、亜型を含めた123の疾患群との対比を行い、論理式により診断を下す方式を採用した。

このシステムにより、心電図伝送の広域化による情報量の増大に対しても、コンピュータによる即時処理能力により、診断と治療の結びついたほぼ完全なフィードバックループの構成が可能と考えている。

## ま と め

対話形式診断および広域診断についての研究は我国では我々が実施中の研究を除いては皆無に近いが、欧米諸国においては、なお完成の域には遠いとはいえ、各地の研究施設を核として活発な実用化実験が進められている。わが国においてもデータ通信の本格化時代を迎え、わが国の社会に適した医療情報システムの確立が要望される。このシステムの実現によってコンピュータ設置の遅れている多数の医療施設が地理的のみならず制度的にも広範囲にわたって最新の医療情報サービスをうけることが可能となり、未来の医療のためのデータバンクの創立への有力な足がかりを提供できるなど、比較的短時間のスコープで各方面への波及効果を期待できる。

# 呼吸系循環系のシミュレーションによる 麻酔管理法改善の研究

諏訪 邦夫

(他 3名)

## 1. 研究目標

手術中及び術後の患者の状態の把握とその対応策（一般に、「患者管理」とよばれる）は近年著るしく複雑化しているが、その適用、選択に関しては動物実験成績の応用と臨床データの蓄積とにまつことが多い。これは勿論重要であり必要でもあるが、これにはそれなりの弱点も存する。このアプローチのもつ欠点弱点を補うべく、本研究ではシステム解析の手法を利用したコンピュータシミュレーションによって麻酔管理法の改善をめざす。その成果は麻酔診療の充実をもたらすのは当然であるが、特にモニター機器の改善への効果・医療のコンピュータ化への基礎データ蓄積の意義の他に、生理現象というブラックボックスをコンピュータプログラムという論理に組むことによる教育効果など多岐にわたる。

## 2. 研究開始時点での国内及び国外での状況

生体現象のシミュレーション研究は国内外でも少なくないが、その多くは系の一部を詳細に検討するためのものであり、このためその成果は基礎研究の推進には有効であるものの、臨床医学特に麻酔臨床には殆んど役立たない。これが本研究をあらためて行わねばならない大きな理由である。

## 3. 研究内容と現在（昭和49年10月1）迄の成果

本研究は麻酔時における人体の生理薬理的な変化にかかわる諸因子及びその相互作用の解析に際し、システム解析の手法を用いてコンピュータシミュレ

シオンを行なうものである。モデルは呼吸系及び循環系それに制御系たる中枢神経系（麻酔時の生理を主にあつかうため自律神経系に限定する）を中心とし、その他の人体諸機能（筋肉・消化器・肝・腎・内分泌系など）のうちで反応の速いものをモデルに組みこんだ。

研究班は呼吸及び中枢神経に関しては元来十分な認識をもっていたが、基本機能たる循環系への認識が充分でなかったので、約半年にわたる勉強会によってこの基礎をかためた後、循環系からモデル作りをスタートした。このモデルは中心の「循環動態」の部を完成した。

このモデルは循環系に關与する諸因子の中から、通常の生理学の構成で「循環系」としてあつかわれる部分をぬきだしたもので、即ち全身の血管系、肺血管系、そして左右の心臓をもち、神経系・内分泌系・腎などとの相互作用を肺におけるガス交換の問題などは一応除外した。毛細管での血流成分の移動なども組みこんでいない。つまり「循環系」として閉鎖された系であって、そこから外から変化を与えて、系内諸因子の振舞いをみようというわけである。循環系をこのような「閉鎖系」として独立させることは勿論真実から遠いけれども、より真実に近い複雑なモデルに進む前にその中核となるサブシステムの性格を明らかにしておく必要があったのである。

モデルの基本的な考え方はA・C・Guytonのものに依っており、我々のグループのオリジナルではない。ただし麻酔時での応用に便なるように基本素子の性質を一部変更したり、我々自身あるいは他の研究グループのデータを応用してカーブフィティングなどを行った。

シミュレーションにはコンピューターの制約からBASIC言語を使用してプログラムした。しかしこれは変数の名称づけの制約がつよく本研究のように沢山の変数を使用し、しかもプログラムがしだいに拡大していく性質のものでは不便であり、演算速度の上からも本来の計画通りFORTRANを使用するように手配中である。

この簡単なモデルを検討した結果としてはかつてよりいわれていたことを再

確認したという性質のものが多いが、次のようなことである。

a) 両心の拍出力が薬剤の抑制効果により正常の50%, 25%, 10%と低下した場合に心拍出量は正常の75%, 50%, 25%に低下し、動脈圧は87%, 72%, 52%に低下する。換言すれば、心筋収縮力(拍出力)低下の度合に比し、心拍出量の低下の度合は少なく、動脈圧下降の度合はさらに少ない。これはスターリングの法則を主とする循環系本来の性質であって、この程度の代償能は神経系のような外部調節機構をもたなくても発揮するのである。これをまた逆にいえば血圧の測定は、心の拍出力を評価する指標としてはまことに貧弱なものであるという概念を再確認するものである。

b) 循環血液量の変動はこれとは逆に著明な循環動態の変化をまねいた。たとえば血液量10%の増加は心拍出量で72%, 動脈圧で33%の増加を招く。これはやや意外な結果であって、このような現象が主体では実際におこらないが、それは中枢神経が発達していることによるものであるが、あるいはモデル自体が不適切な構成をもつことによるものか、今後検討を要する。

#### 4. 今後の問題

前章にもふれたが今後の問題としては下のいくつかにわけることができよう。

- a) 呼吸系ことにガス交換のモデルを附加すること。
- b) それにより、酸素及び炭酸ガスの主体全体での移動をモデル化すること。
- c) 循環系として広義の補足因子(体液の変動, 電解質, 腎機能など)をモデルにくみこむこと。
- d) FORTRAN語の採用
- e) プログラムを工夫してつかいやすく、しかも演算速度をあげるよう工夫すること。

#### 5. 附本研究より派生した子特殊な研究について

本概要の「研究目標」にも述べたように、本研究の結果として「モニター

の改善」に利用できるよくなるうことが研究の当初より予想されていたが、本研究の途上において既にそのような利用の可能性が一つ生れた。これは血圧の測定に基づく心拍出量の測定法の開発である。

〔背景〕心拍出量の測定は麻酔中乃経術後の患者管理の上で極めて必要度の高い測定であるにもかかわらず、かなり困難であって未だにルーチン化していない。特に測定自体が患者に及ぼす障害と経済面の考慮が狭路となっている。現在臨床応用可能な方法として一部に行われているのは色素希釈法及びその変法たる熱希釈法であるが、両者とも高価であることの他に、前者は大量の採血が必要なこと後者は肺動脈へのカテーテル挿入の必要なことが臨床応用を困難にしている。したがって何か別の方法 — 経済的でしかも応用しやすい法 — の開発が急務である。

ここに述べる方法は、本研究から派生的に生じてきたものであるが、このような背景からみると心拍出量測定法として臨床的に応用できる（患者への障害がほとんどない点と費用を殆んど要しない点で）ものと考えられる。現時点では理論面でも実際面でも弱点をのこしているが、これは克服可能なものと考えられ我々はその可能性を追求している。

〔原理〕我々は血圧は測定できるし日常行為としても測定しているから、血流を知るためには抵抗がわかれば計算できる。（血流量＝圧勾配／抵抗）。通常は抵抗値をいきなり測定しようとはせず血流の方を直接測定し、必要なら抵抗はこれより算出するが、本法は測定パラメータは圧のみでそれより抵抗値を算出しさらに血流を計算する点に特徴がある。

今、動脈系を抵抗（ $R$ ）とキャパタンス（ $C$ ）の二つの素子のみからなる単一コンパートメントであると考え。ここの圧を $P_0$ として、突然 $V_0$ の血液量が附加された（即ち $V_0$ の輸液が行われた）とすると、動脈圧は $P_0$ から $P_1$ に上昇する。この関係は

$$C = \frac{V_0}{\Delta P} \quad (\Delta P = P_1 - P_0)$$

この上昇した圧はしだいに低下して本来の  $P_0$  に復帰するが、その復帰の仕方は理論的に

$$P(t) = P_0 + \Delta P \cdot e^{-\frac{1}{RC} t}$$

の筈である。したがって  $V_0$  注入前後の動脈圧を持続測定すれば抵抗値  $R$  が算出でき、これより血流が計算できるはずである。

#### [現在迄の進行状況]

このような原理に基づいて測定を行ったところ解析は十分に可能であり、測定値の再現性も悪くなく、数値的にも妥当な値がえられている。詳細は進捗報告の b) 及び c) に述べた如く日本麻酔学会関東地方会及び日本 M E 学会に報告の予定である。

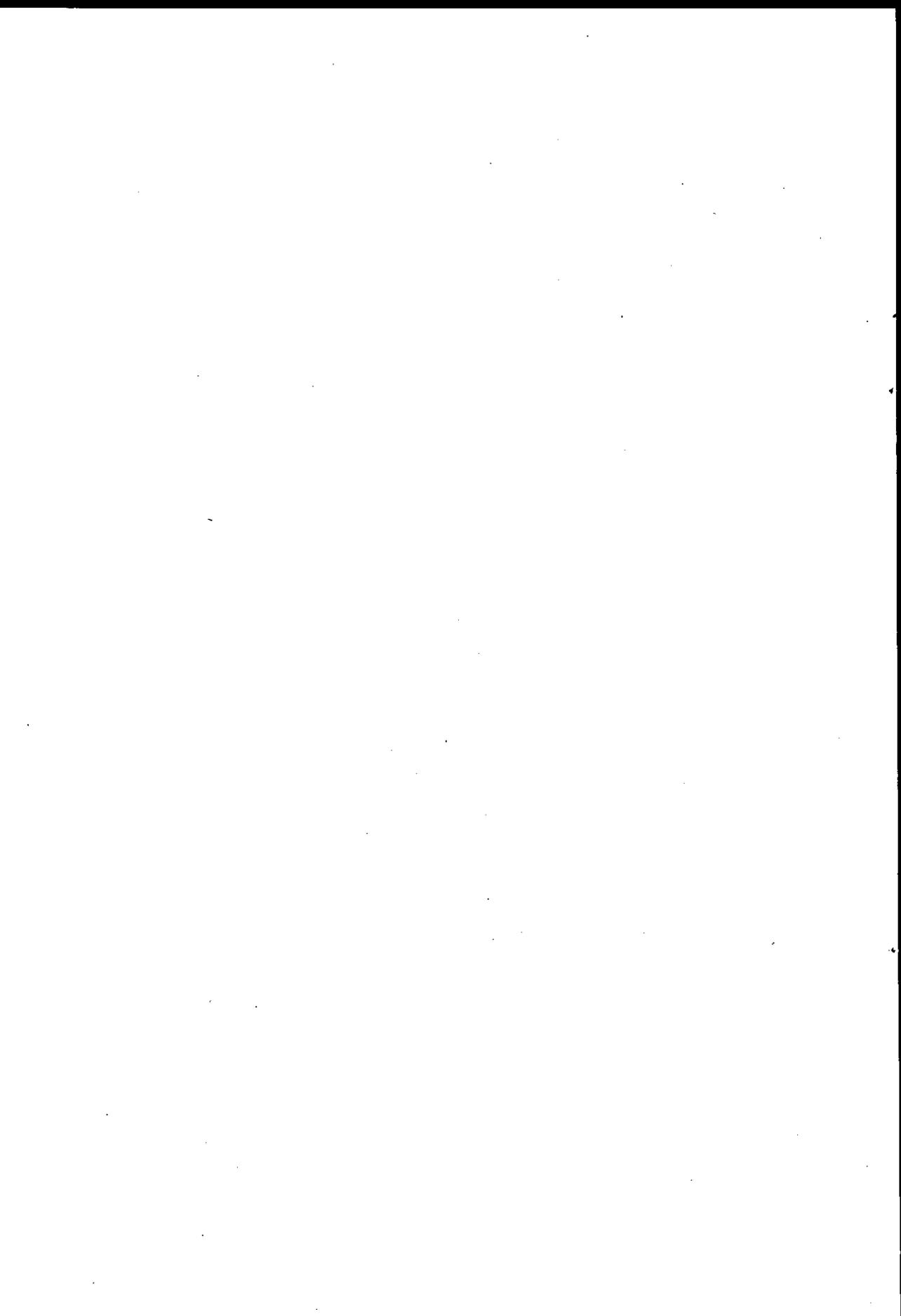
#### [問題点]

現在迄は圧測定のみで計算を行っているが精度を上げるため

- a) 注入開始点及び終了点のシグナルを入れこれを解析に用いること
  - b) 注入を手押しで行わずに、等速の手押しポンプを用いること
- の二点を検討中である。

また測定の正しさを確認するために動物実験を計画しており、臨床のテストにも拡張されねばならない。

さらに、使用するモデルとして上記のような単純なモデルで考えてよいのか、あるいはもう少し複雑なモデルを考える必要があるのか検討したい。



# 「問題解決の能力を育成するための教育情報システムの開発」

東京都教育研究会

CERPS・研究会

岸 俊彦（他18名）

## 1. 研究目的

現在の学校教育は、知識中心・つめ込み中心の教育の傾向が強い。しかし、知識産業が盛んになり、情報化社会に生きる子どもたちにとって、自から問題を発見し、解決の手法を探求し、試行できる能力が重要である。（注1）

子どもたちにこのような能力を育成するために、コンピュータを使った教育情報システムを開発する。

## 2. 国内および国外における当該研究の現状

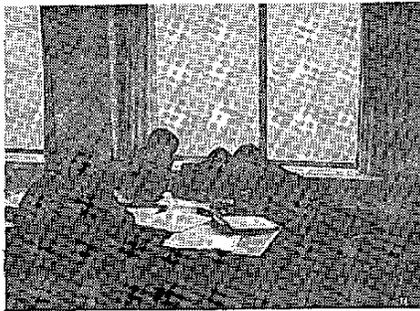
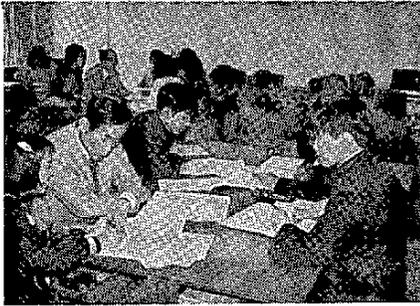
我々の研究グループと、千葉県千葉市立葛城中学校のコンピュータ・クラブ（注2）で、いくつかの実験を試みている。アメリカのMIT・人工頭脳研究所では、LOGOという言葉を開発し、タートルを使った学習を進めている。（注3）しかし、いずれも教材の数と学習指導案が少ない。

## 3. 研究内容

### (1) 教材の開発

教材には次のような条件をみたすものを検討し開発した。

- ①子どもが興味をもち、遊びながら学習できるもの。
- ②子どもが活動をとおして学習できるもの。
- ③学習内容が教材として、豊かな発展性のあるもの。
- ④学習活動の過程で、データの要求、計算の実行などに、コンピュータを使用する場面が用意されているもの。



⑤実験等の教具が容易に入手できる  
もの

本年度はこれらの条件を満たすものとして、「的に矢をあてる」競技をつくった。

矢は手で投げるものにした。この遊びの中には、命中率、予測、正規分布、分散、直角座標、ラムダムなど、統計と図形に関する奥行の深い概念が含まれている。

(2) 学習指導法の作成

普通の学校における指導法と異なる点は、学習者の学年が固定していないことである。この教材による学習は、小学校

(グループで相談しているところ) 高学年から高校生にまで興味がある内容を含んでいる。したがって、学習者の要求に応じて、情報が提供されるような、かなり柔軟性のある学習指導法を作成しなければならない。

そのため、学習者とコンピュータとのコミュニケーションはできるだけ会話式モードを取り入れることにした。

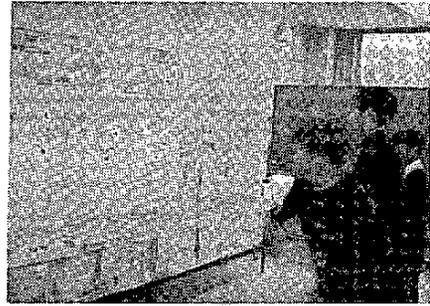
(3) 子どもたちが自分でコンピュータを使用できるようにする。

子どもたちがコンピュータのメリット・デメリットを体得するには、子どもたち自身がコンピュータを操作して、その機能を知る必要がある。前記葛城中学校のコンピュータ使用も、バッチ処理使用であって、リアルタイム使用ではない。LOGOの場合はオンライン・リアルタイムでコンピュータを利用している。我々の研究でも、LOGOと同じように、オンラインで、子どもが直接コンピュータを使えるようにした。そのためのソフトウェアの開発をした。このような会話式(対話式)モードの学習は日本では未だ開発が遅れている分野

である。

#### 4. 実験方法（第2回目の実験）

第1回目の実験の結果、実験方法を修正したので、第2回目の実験を報告する。



##### (1) 実験月日

1974年2月17日

午前10時～12時半

（的に矢を当てているところ）

##### (2) 学習者 練馬区練馬中学校1年生5名

豊島区高田中学校1年生5名

千葉市葛城中学校1年生5名

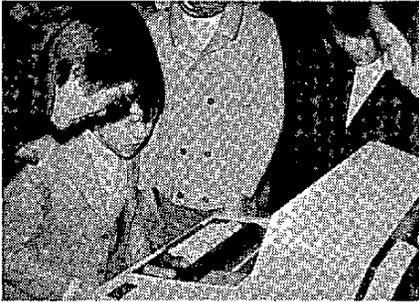
##### (3) 的に矢を当てる競技

- ・ 的の大きさ 半径9cmの円を書き、それを的とする。的の紙は36cm×36cmの大きさとし、的はその中央に書く。
- ・ 矢を投げる距離 的から2.2mの床に、テープをはり、その線を越してはいけないことにする。
- ・ 矢 市販のプラスチック製の矢を使用する。長さ約20cm。
- ・ 回数 1人10回投げ、個人の命中率と団体（学校別）の命中率をきそう。

#### 5. コンピュータの利用法

G Ⅲのターミナルを使い、子どもの要求に応じて、下記のデータをアウトプットする。

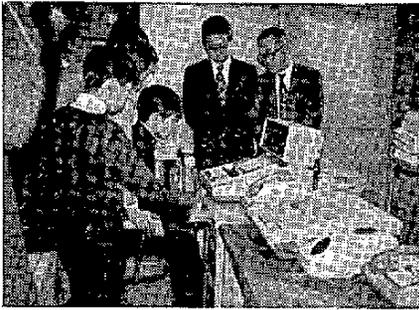
- ・ 個人の矢の当たった点のX座標（小さい順）
- ・ 個人の矢の当たった点のY座標（小さい順）
- ・ 的の中心から、矢の当たった点までの距離R（小さい順）
- ・ X, Y, Rのそれぞれの平均値、標準偏差



- ・個人別のシミュレーション（3000回試行）の分布の中心，XYの標準偏差，3000回のうち無作意に選んだ10個の着矢点，命中率

## 6. 実験の経過

学習指導案（P.7）と学習の経過（P.8,9,10）,グループで相談するとき使用した教材（P.11）,はそれぞれ別紙のとおりである。



## 7. 結 果

### (1) 統計に関する知識について

学習が終わってから、ペーパーテストを（コンピュータを使っている子どもたち）実施した。その結果によると、約80%の子どもが正答をしている事項は、

- ・データからヒストグラムを作ること
- ・平均値が0に近くても命中率がよいことにならないこと
- ・2つのヒストグラムから、バラツキの大小を比較すること
- ・算術的偏差の計算

などである。逆に誤答の多かったのは、

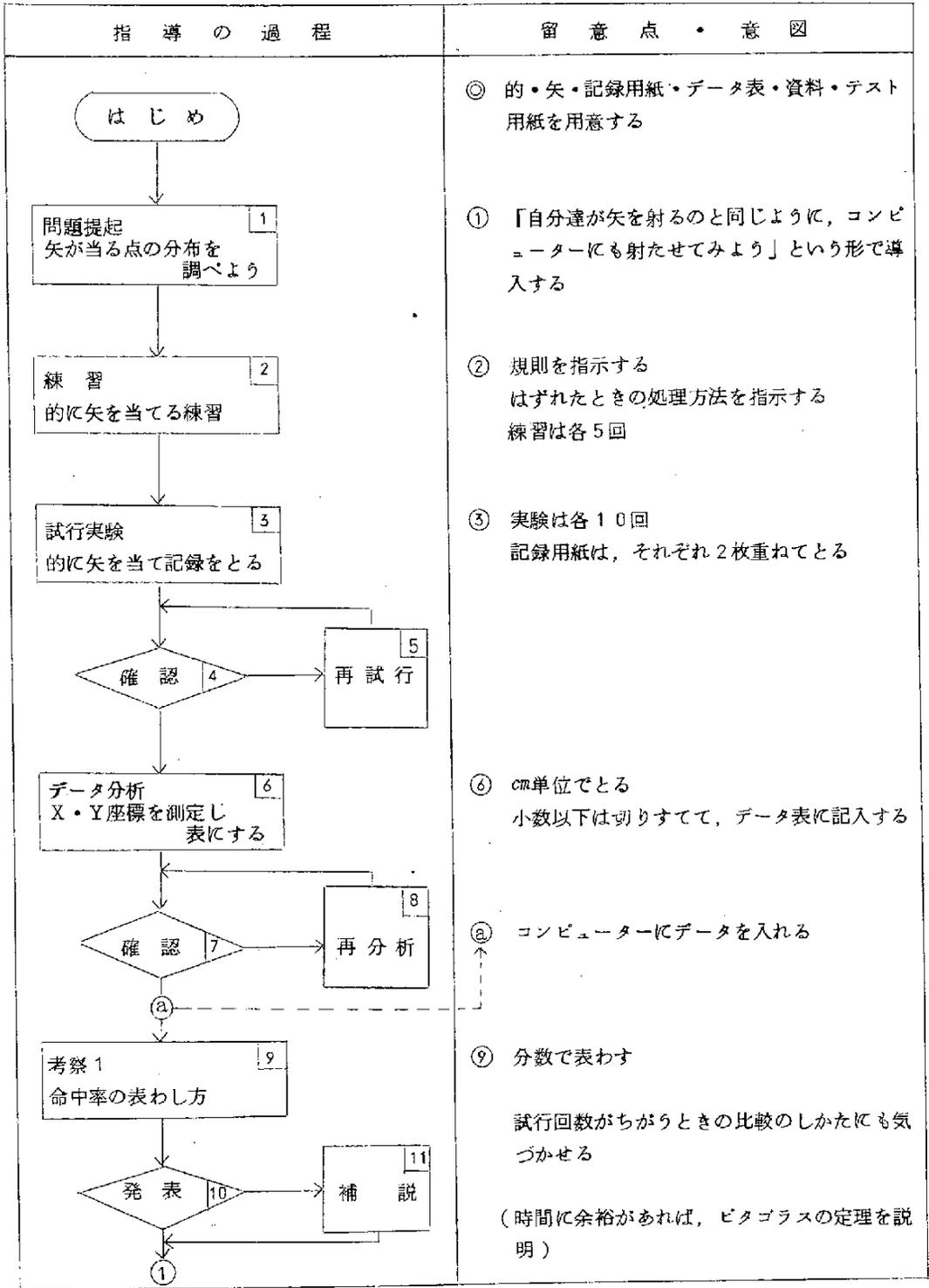
- ・標準偏差の求め方

がある。中学1年の2月の時期では、平方、平方根を未だ理解していないので、 $(-3)^2$ などのまじった計算の正答率が低下している。

この学習により、平均値、モード、ヒストグラム、命中率、打点の表わし方（直角座標による）、などは生徒に十分理解された。しかし、標準偏差の理解については不十分であった。

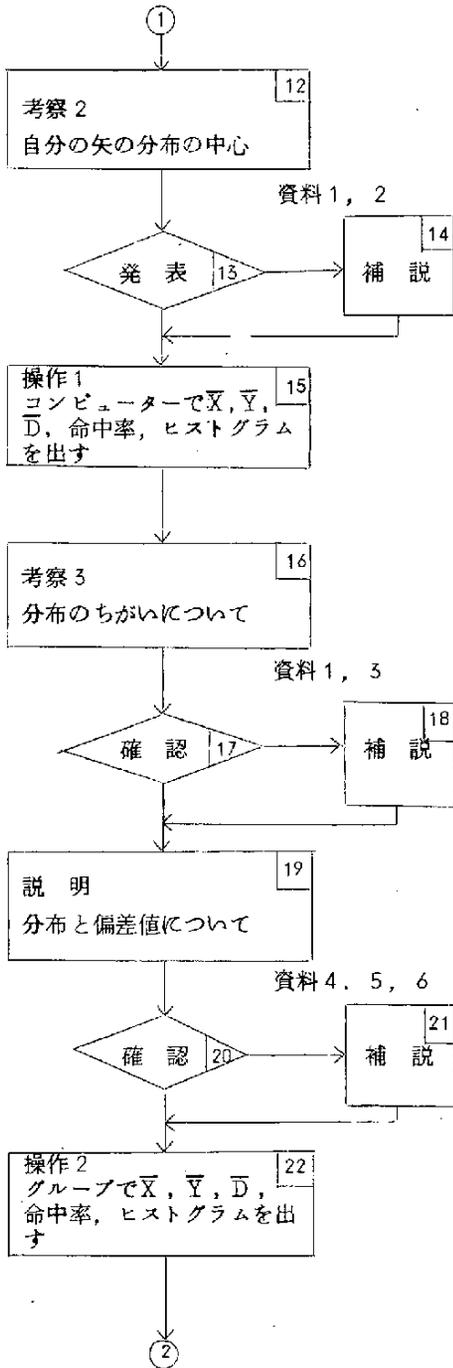
## “命中率の予想”指導案

時間	時刻	全体指導	グループ指導	生徒の活動	コンピューター	準備
				矢を投げる練習		
10分	10:00	開会挨拶 グループ紹介		グループの紹介		グループの発言者をきめておく
20分	10:10	ひとり10回ずつ矢を投げる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>着矢点の座標の求め方</li> <li>命中率 = <math>\frac{\text{命中回数}}{\text{試行回数}}</math></li> <li>グループごとのX、Y方向のヒストグラム作成</li> <li>X、Y方向の平均値</li> <li>ばらつきの表わし方(標準偏差)</li> <li>グループのヒストグラムとコンピューターの出力したものを比較する。</li> <li>コンピューターのキーボードの打ち方説明</li> <li>正規分布における標準偏差の割合</li> <li>コンピューターの打った矢と、自分の打った矢の位置を比較する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>着矢点のx、y座標をよむ。</li> <li>グループごとにデータシートへ記入する。</li> </ul>	<p style="text-align: center;">データ入力</p> <p style="text-align: center;">グループ及び全体のヒストグラム出力</p>	標的用紙 (3枚重ねる)
30分	10:30					
15分	11:00			(コンピューター操作)	出力内容	問答式は
				<ul style="list-style-type: none"> <li>X座標、Y座標及中心からの距離の値の整理</li> <li>それぞれの平均値と標準偏差を計算</li> </ul> 問答式、ひとり2分	①X座標の値(小さい順) ②Y座標の値(＃) ③中心からの距離(＃)	及びそれぞれの平均値と標準偏差 YES = 0 →出力する NO = 1 ・出力せず
40分	11:15			(コンピューター操作)	出力内容	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>個人別のシミュレーション3,000回の試行。ひとり3分</li> </ul>	①分布の中心点 ②X、Yの標準偏差 ③3,000回のうちから無作意にえらんだ10個の着矢点 ④命中率	
15分	11:55	$\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ の4つのデータから誰が命中率が一番よいか推測する。				
10分	12:10	表彰式	①命中率 ② $\bar{X}$ 最小賞 ③ $\bar{Y}$ 最小賞 ④ $\sigma_x$ 最小賞 ⑤ $\sigma_y$ 最小賞			
10分	12:20 12:30	閉会挨拶 アンケート記入				アンケート用紙 評価用紙



指導の過程

留意点・意図



⑫ 矢を射た分布の中心と、 $\bar{x}$ ・ $\bar{y}$ の関係に気づかせる

資料1は $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ が0, 0ぐらいになる  
資料2は $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ が-1, 2ぐらいになる

⑮ 各個人ごとに、端末器を操作する  
各データの取り落としのないようにする

⑯ 分布のひろがり方のちがいに気づかせて指導する  
資料3は、資料1の2倍のひろがりになっている

⑰ ひろがりの状態を表わすのに都合のよい数を求める考え方を説明する

偏差値の計算はさせないで式の説明に止める

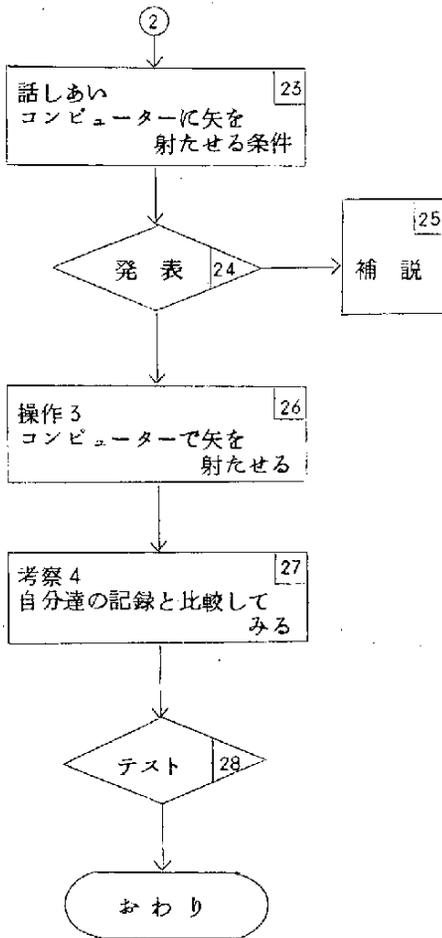
偏差値のはばと含まれる分布の割合について説明する

⑳ グループ単位で端末器を操作する

時間のずれは、19と入れかえて行なう

指導の過程

留意点・意図



②③ コンピューターにどんな条件で射たせれば、自分達の記録と似たものができるかを考えさせる

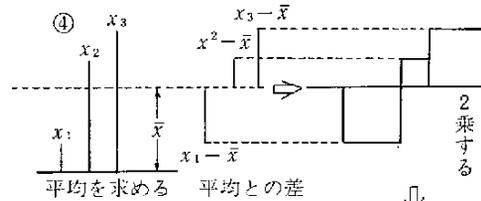
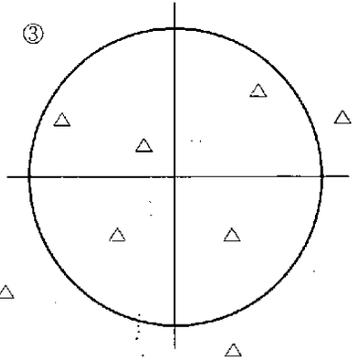
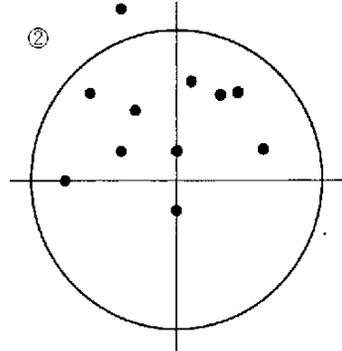
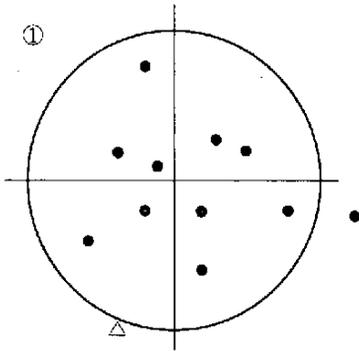
- 中心点  $\bar{x}, \bar{y}$
- 偏差値, 分布のひろがり方
- 象限のかたより方

②④ グループごとにコンピューターで射させる時間があれば生徒に操作させる

②⑦ 記録を比較させ、似ている点とちがう点を指摘させる

②⑧ 評価用紙でテストする

# 指導資料



2乗する

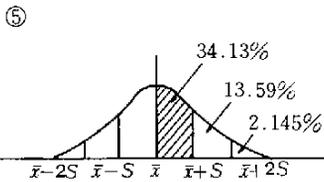
平均する

平方に開く

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

標準偏差

$$\sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2}{3}}$$



⑥

$\bar{x} + 3S$ 以上				
$\bar{x} + 2S \sim \bar{x} + 3S$				
$\bar{x} + S \sim \bar{x} + 2S$				
$\bar{x} \sim \bar{x} + S$	68.26%	95.44%	99.73%	100%
$\bar{x} - S \sim \bar{x}$				
$\bar{x} - 2S \sim \bar{x} - S$				
$\bar{x} - 3S \sim \bar{x} - 2S$				
$\bar{x} - 3S$ 以下				



## (2) コンピュータに対する態度

すべての子どもが、初めはコンピュータに対する、ある種の恐れのようなものを持っていたが、実験の結果、コンピュータを使うことは楽しい、もっと使いたいと感想をのべている。その三例を示そう。

### (各グループのデータの比較) A(女子)

「研究会というので、むずかしいことをするのではないか、という不安が最初にあった。

しかし矢を投げ初めてから気持ちがほぐれ楽しみがでてきた。

データをまとめたり、計算するときは、みんな協力して、とても楽しくできた。コンピュータの端末機をうごかすときは、少々ドキドキしたけれども、やってみると意外と簡単で安心した。……」

### B(女子)

「私は今までコンピュータとは限られた人々が使い、物事を科学的に分析、処理する機械と簡単に考えずませていた。しかし今は違う。興味も増してきた。……それだけにもっと身近かにコンピュータが使えたらと思う。早く学校でもコンピュータを使った楽しい授業ができるようになって欲しいと思います。」

### C(男子)

「初めコンピュータと聞いたときはどんなにむずかしいものかと思った。しかし、一応学習が終った今では、全く逆に、こんな便利でやさしいものはないと思っている。」

## (3) コンピュータを使ったこの学習に対する生徒の感想(アンケートの結果)

このアンケートは、学習終了後、用紙を配布し、その場で記入してもらったものである。

問1. 今日の学習は面白かったですか。

- |           |     |
|-----------|-----|
| ① 大変面白い   | 14人 |
| ② すこし面白い  | 1人  |
| ③ ふつう     | 0人  |
| ④ つまらない   | 0人  |
| ⑤ 大変つまらない | 0人  |

問2. 特に面白かったことがあったらいくつでも書いてください。

- |                   |    |
|-------------------|----|
| ① 実際にゲームをしたこと     | 7人 |
| ② ターミナルにさわり動かしたこと | 7人 |
| ③ コンピュータの予想       | 5人 |
| ④ 矢投げをコンピュータでしたこと | 2人 |

(以下略)

問3. コンピュータをもっと使ってみたいと思いますか。

- |            |     |
|------------|-----|
| ① たくさん使いたい | 11人 |
| ② すこし使いたい  | 4人  |
| ③ ふつう      | 0人  |
| ④ 使いたくない   | 0人  |
| ⑤ みるのもいや   | 0人  |

問4. 今日の学習会でこうした方が良くと思ったことがあったらなんでもいいから書いてください。

- |                         |    |
|-------------------------|----|
| ① コンピュータをもっと使いたい        | 2人 |
| ② もっと矢を投げたい             | 2人 |
| ③ コンピュータを増やして欲しい        | 2人 |
| ④ 予想したあとで、もう一度矢を投げたかった  | 2人 |
| ⑤ コンピュータの仕組みを簡単に説明してほしい |    |
| ⑥ 予想のできる根拠を説明してほしい etc  |    |

問5. コンピュータを使って、こういうことをしたいと思うことがあったら書いて下さい。

- |                           |    |
|---------------------------|----|
| ① 数学の宿題を速く、たくさんやる         | 3人 |
| ② 運勢や未来、スポーツの勝負の予想        | 3人 |
| ③ 自分の適性などの判断<br>悩みごとの相談相手 | 2人 |
| ④ 非常時の行動の予想               |    |
| ⑤ 色々なデータをつめこんで参考書代り       |    |

(4) 実験授業について

第1回目は4時間以上もかかり、生徒にあきが見られたが、今回の実験は、予定通り終った。生徒の感想をみると、この授業を楽しんだ様子がわかる。コンピュータは1人平均5分で、生徒の要求に応じて所定の結果をアウトプットした。

8. 考 察

この実験は、3回の試行を行い、その間に、小学3年生から中学校3年までの児童・生徒が実験に参加した。今回報告をしたのは、中学校1年生の実験であるが、どの学年の子どもも、的当てゲームを楽しみ、コンピュータを使うことを喜んでいる。

このような結果から、我々が意図した、遊びながら学ぶ学習は成功したといえよう。また、会話モードにより、子どもはコンピュータから必要な情報を獲得し、コンピュータのメリットを体得したといえる。

しかし、今回は、会話モードとしては、初歩の段階であり、高度のソフトウェアの開発が必要である。日本において、会話モードを発達させるためには、日本の子どもがタイプライタになれる必要がある。日本文字が漢字・仮名まじりであることは、情報処理の上で大きなネックになっている。

注 1. 増田米二 「情報化社会と教育」

注 2. 千葉市立葛城中学校 コンピュータ教育研究会編 1971. 「未来教育への挑戦」 秀英出版

注 3. 秋山 穰・岸 俊彦 1972. 「教育におけるコンピュータの利用」 明治図書



# 長波長ホログラムの計算機再生および 画質向上に関する研究

東京大学 生産技術研究所

教授 尾上 守夫(他2名)

## 1. はしがき

長波長ホログラフィとは光より波長の長いマイクロ波, 超音波, 音波等の波を用い, 対象物からの反射あるいは透過波のある開口面での分布を測る事によって, 対象物の像を波面再生しようとするものである。光の場合と大きく異なるのは必要ならば位相を容易に測ることができる点である。レーダー等に使われている開口合成の手法も広い意味では長波長ホログラフィーに含めて考えることができる。

これらの波面再生は光学的に行われることが多かったが, 最近では計算機の利用も試みられている。光学的再生に比して計算機再生は, 写真操作などひずみの原因となる中間段階を省くことができること, 演算の精度, 再現性, 融通性に富んでいることが利点である。その反面膨大な記憶容量が必要なこと, 直列演算のため時間がかかることが欠点とされている。ICなどの進歩に支えられてデジタル演算のコストは急速に低下しつつあり, また画像処理のための周辺機器も入手しやすくなってきている。それらを考慮しても光学ホログラムの計算機再生は記憶容量と時間の点でまだ実用に遠いと言わなければならない。しかし長波長ホログラムの計算機再生の場合は以下に論ずるよりもっと明るい見通しが得られる。

## 2. 長波長ホログラムの計算機再生の特徴

ホログラムから波面再生をするに必要なサンプル数は対象物の大きさと開口面

からの距離の比および開口と波長との比で決ってくる。長波長ホログラムでは波長が長くなり、一方開口面積はむやみに広くとることはできないからこの後者の比は光学ホログラムの場合に比してはるかに小さい。従って所要記憶容量も数桁少くなる。

既に述べたように長波長ホログラムの大きな特徴は強度ではなく振巾と位相と直接測る事ができることである。光学ホログラムではそれが出来ない為に参照波を加えて、位相情報を振巾情報に移して強度分布として記録しているわけである。これに対して長波長ホログラムは開口面でベクトルの複素分布として与えられるわけであって、これを上記のホログラムと区別するためギリシャ語の  $\sigma\alpha\lambda\omicron\varsigma$  (波, 振動) に因んでサログラム (Salogram) と呼ぶことにする。

光学ホログラムの場合は再生時の共役像および零次項による画質の劣化を防ぐために、空間搬送波を用いたオフ・アクシス・ホログラムにする必要があり、その為記録に必要な空間周波数帯域巾(すなわちサンプリング点数)はイン・ヨイン・ホログラムの場合の4倍以上にとらなければならない。これに対してサログラムからは直接劣化のない再生が可能であるから、情報量はイン・ライン・ホログラムの2倍あればよい。従ってここでも必要な記憶容量はさらに半減する。

次に時間の点であるが、長波長ホログラムはデータ収集を機械的走査による場合が多い。この際は走査時間そのものがかかり長くなる為、演算時間があまり問題にならない。特に超音波や音波のように速度の遅い波を使う場合、あるいは水中で走査するような場合は走査速度がおさえられる。

一たん計算機を使用すれば最近発達しているデジタル画像処理技術を適用して画質の向上を図ることができる。これには振巾操作、幾何学的補正、空間領域及び、周波数領域におけるフィルタ、孤立点除去などがある。その1部は光学的再生に組入れることが不可能ではないが、余分の機器を必要とし、融通性に乏しい、とくに雑音の除去に効果のある種々の非線形操作はほとんど行うことができない。したがって、画像処理技術との結合が計算機再生の最も大き

な利点の一つと考えられる。

われわれはこの観点に立って、<sup>(1)</sup>超音波ホログラフイ<sup>(2)(3)</sup>および開口合成<sup>(4)</sup>側視ソナーを例にとって実験を行ってきた。

長波長ホログラムの計算機処理には、それに先立ってある開口面での波動場の振巾および位相分布、すなわちサログラムを測定する段階とそれを計算機にかけて処理する段階とに分れる。後者は主としてフレネル交換による再生と画像処理技術による画質の向上とに分れるが、この際2次元高速フーリエ変換(FFT)が有力な道具となる。このFFTは記憶容量および演算時間がかかるので従来大型計算機を利用していたが、この助成を機会にミニコンピュータでも出来るようにソフトの開発を行った。

本概要ではまず従来の実験結果を紹介し、ついで無転置演算法と名付けた2次元FFTの新しいアルゴリズムについて述べることにする。

この研究の成果は電波測量、超音波医学、非波壊検査、地質検査、リモートセンシングなどの分野に有効に適用できるものと思われる。

なおホログラムの計算機再生については光学オフ・アキスの場合はGoodman等が行っている。<sup>(5)</sup>マイクロ波<sup>(6)</sup>および音波<sup>(7)</sup>の場合は青木等が行っているが、いずれもイン・ラインの場合に限られている。サログラム的再生はBoyer等が超音波で簡単な点像に対して行っているが、<sup>(8)</sup>画像処理には及んでない。繁沢等はマイクロ波のイン・ラインに相当する場合であるが画像処理を導入しようとしている。<sup>(9)</sup>われわれの報告以後計算機導入の利点が認識されるようになってきて最近では国の内外ともかなりの研究発表がみられるようになってきている。

### 3. 超音波サログラムの計算機再生

図1, 2は実験に用いたシステムの全景およびその構成図である。ここでは透過型、受波器走査、連続波使用の例を示してあるが、他の走査方法、パルス動作も可能である。これはBoyer等のシステムとほぼ同様であるが、計算機

との間にデータレコーダを積極的に介在させて、単なるデータ収集中に計算機が占有されることをさけている。すなわち走査開口面での物体波の振巾と位相はメカニカル・スイッチによる走査線の同期信号とともにデータ・レコーダに記録される。これを10倍の速度で再生し、A/D変換器で小型計算機にとりこんで、必要な編集をした上で紙テープにパンチする。これを大型計算機で再生し、結果はやはり紙テープにパンチする。画像は小型計算機を介して蓄積型オシロスコープ上に表示する。これは黑白2値であるが輝点密度により約16レベルの濃淡が表示できる。FFTを使用しない簡単な処理ならば大型計算機を使わないでも小型計算機で像を観察してから行うことができる。走査開口面におけるサンプルは2mm間隔、64×64点で行った。 図1, 2

再生は直接逆フレネル変換を行う方法<sup>(8)</sup>と一たん空間周波数スペクトラムに直してから逆伝搬させた後に、再び空間座標領域に変換する方法<sup>(10)</sup>とがあるが、ごく近距離の音場以外は大差のない結果が得られたので、ここではFFTが1回で済む前者の方法による二三の例を示す。

アルミ板にあげた十字形の開孔を図3の配置にしてとったサログラムを図4に示す。(a)が振巾、(b)が位相である。前者の左下が暗いのは送波器の軸がやゝ傾いて照明が一様でないためである。図5は再生したまゝの像である。これに音場の補正としきい値処理をほどこしたものが図6であって、原形がほぼ完全に再現されている。 図3, 4, 5, 6

つぎに文字" I I S "を図7に示すようにそれぞれ異った距離に配置してサログラムをとった。その再生像が図8、それに図6と同様の処理をほどこしたものが図9である。(a), (b), (c)はそれぞれ" S ", 中央の" I ", 左端の" I "に焦点を合せた場合である。処理による画質の向上は明かである。

図7, 8, 9

#### 4. 開口合成側視ソナーのサログラム再生

マイクロ波における開口合成側視レーダは距離分解能をパルス反射法による時間分解能に依存し、方位分解能を直線状走査による開口合成の手法に依存す

るもので、面的情報を1回の走査で分解能よく把握できる利点をもっている。その記録は走査方向に1次元のホログラムとなる。従来再生は光学的に行われ、<sup>(11)</sup> 光学的情報処理の最も成功した例と言われる。しかしホログラムの結像距離が距離によって変るため、結像面を光軸に垂直にするため特殊な円錐レンズを含む複雑な光学系を必要とする。またオフ・アクシス・ホログラムにするため搬送波を加える回路が必要になり、また記録媒体の分解能もイン・ラインの場合の4倍要する。

同様の原理を超音波のソナーに応用する試みは辻内等によって行われており、<sup>(12)</sup> 円錐レンズの代りに結像系の焦点深度を利用したり、斜めに傾けたスリットを<sup>(13)</sup> 利用することが提案されている。しかしソナー像はレーダー像に比べてはるかに情報量が少く、また音速が低くて走査に時間がかかるため計算機再生に適していると思われる。事実佐藤等は1次元物体のインラインホログラムの計算機<sup>(14)</sup> 再生を行っている。しかしこれをサログラム再生にすることにより共役像や零次項による劣化をさげ記憶容量もオフ・アクシスの場合の半分で済すことができる。

図10はシステムの構成図である。前章の超音波ホログラムの場合と異るのは送受波器が隣り合って1次元走査を行うこと、パルス動作であるので同期検波により複素振巾の同相分、直交分を得ていること、サンプリング・オシロスコープと同様の原理で時間波形の走査変換し低速読出しを行っていることである。 図10

アルミ製の文字「K」を図11に示すように配置した時に得られたサログラムが図12である。垂直が時間、水平が距離で前者は4  $\mu$ s 毎に32点後者は2  $\mu$ s 毎に64点サンプルしている。図13は原再生像、図14はそれをしきい値処理で強調したものである。 図11, 12, 13, 14

1  $\mu$ m  $\phi$  の支持線もよく認められる。これに更に幾可学的補正を施して水平面に正しく投影したものが図15である。

図15

## 5. 2次元FFTの無転置演算法

2次元FFTはフレネに変換の際にも、また画質向上用のフィルタリングの際にも有力な道具である。

従来これは記憶容量、演算時間がかかるので大型計算機を利用していたが、この助成を機会にミニコンピュータでもやれるようにプログラムを開発し。

まず(64×64)の画素をもつ複素数画像に対して高速記憶たるコア内で2次元FFTを行うプログラムを作った。この寸法は複素数は機内で4倍(16ビット/語)いるため16K語となり、32K語のミニコン YHP 2100Aに収容できる最大の正方形画像である。

基数2, 4, 8の場合を検討し、基数が2で55秒かかるものが、基数4では30秒に短縮できた。基数8にしても改善はみとめられなかった。

このようにデータがコア内に全部納まる場合の2次元FFTは問題は少い。

しかし一般に画像データは膨大であって、高速メモリ中に収めきれない場合がしばしばである。その際データはディスクなどの補助メモリに行単位で順次に格納し、必要に応じて高速メモリ内の作業領域に読出しては処理し、その結果を再び補助メモリに書き込むのが普通である。この読出し書き込みも行単位で行われる。したがって列方向のデータを使用するのは容易でない。

周知のように2次元FFTは1次元FFTを2回くり返すことによって達成できる。それを行列形式で表わせれば次のようになる。

$$F = A f A \quad (1)$$

ここで $f$ は画像データ行列、 $F$ は変換後行列、また $A$ はフーリエ変換行列である。 $f$ が行単位で格納されている場合、中間行列 $G$ を求める演算は行単位の読み書きでできる。

$$G = f A \quad (2)$$

しかし次の演算 $AG$ は $G$ を列方向に読む必要がある。これをさけるため両辺の転置をとることが行われる。





普通の方法はGの列に一気にFFTをほどこそうとしているのに対して、本方法はFFTの各段の演算を行にまとめてやっていることになる。したがって2にかぎらず各種の基数のFFTに対しても全く同様に適用できる。さらにフーリエ変換にかぎらず、アダマール変換、ハール変換など高速演算法が存在する直交変換に対してもそのまま拡張できる。

本法によれば転置のためのプログラムは必要なく、FFTに必須の演算プログラムのみで済む。これは専用プロセッサなどを考える場合にとくに有利であるろう。

交換後行列が転置なく正規の形で与えられるのも便利である。

さらに正方行列のみならず矩形行列の場合にも直接適用が可能である。

変形としてはじめの行方向のFFTも分解して

$$F = A_1 A_2 \cdots (A_K / A_{K+1}) \cdots A_{2K} \quad (10)$$

の形で演算することも可能である。入出力回数は変わらない。演算の形が同じになるので専用プロセッサをつくる場合など有利になる可能性もあると思われる。

以上は基数2の場合について説明したが、基数をRとして列方向の変換の次数Nを

$$N = R^m \quad (11)$$

とあらわせば、データ行列の入出力回数はm回となる。(これにデジフト逆順の配列替のための1回が加わる)したがってコア内の作業領域がゆるすかぎり基数をあげることが有利である。<sup>(23)</sup>

この無転置演算法はデータ行列が非常に大規模になってさらに分割しなければならぬ場合にも有用である。また実数データに対してはその冗長性を利用して記憶容量が半分、演算時間で1/4に節減できる。<sup>(24)</sup>

文献

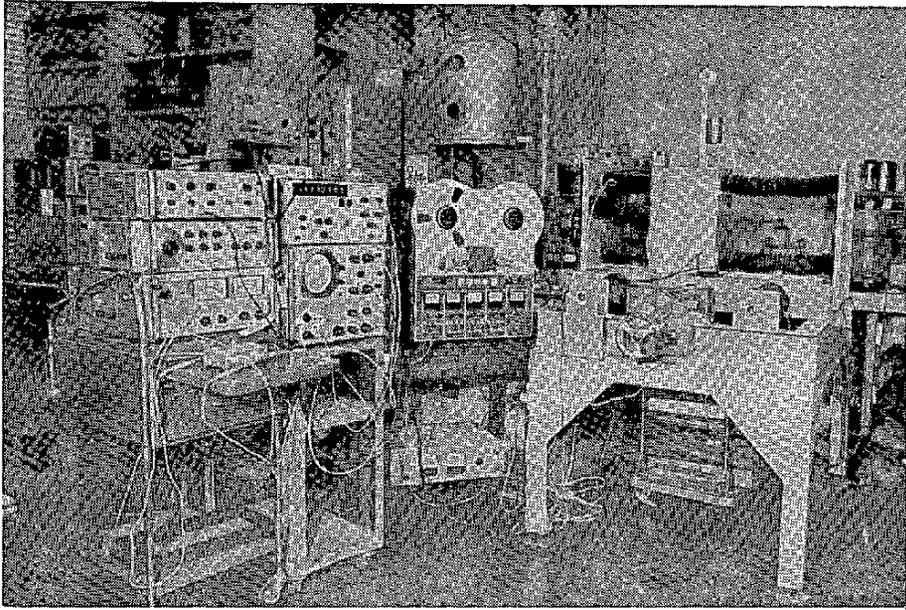
- (1) 尾上・Computer Processing of Ultrasonic Image' 日米シンポジウム 'Patten Information Processing in Ultrasonic Imaging' at Hawaii

( 1 9 7 3 - 1 )

also in "Ultrasonic Imaging and Holography "  
ed. by G. W. Stroke, et al (Plenum Press,  
New York, 1 9 7 4 ) pp. 4 5 5 - 5 0 2

- (2) 尾上, 石川 昭和48年信全大 №86
- (3) 尾上, 石川 音響学会講演論文集 №2-5-20
- (4) 同 №2-5-22 (1973-5)
- (5) J.W. Goodman & R.W. Lawrence. Appl. Phys. Lett. 11,  
77. (1967)
- (6) 青木. et al. Proc. IEEE. 58, 821 (1970)
- (7) 青木. Trans. IEEE AU-18, 3, 258 (1970)
- (8) A.L. Boyer et al Acoustical Holography vol 2,  
Ch. 15 (Plenum Press, N. Y.) (1970)
- (9) 繁沢. et al マイクロ波研究資料 MW73-6 (1973-4)
- (10) (8)と同じ VOL3, Ch. 18 (1971)
- (11) L.J. Cutrona et al. Proc. IEEE 54, 1026 (1966)
- (12) 上羽. et al 音響学会誌 28, 547, 1972
- (13) 辻内. 日米シンポジウム (1)と同じ (1973-1)
- (14) 佐藤. 信全大 S8-3 (1972)
- (15) B.R. Hunt, Proc, IEEE, 60, 884-887, July, 1972
- (16) B.R. Hunt & H.J. Trussal, ibid, 61, 446  
April 1973
- (17) J.O. Eklundh, Trans, IEEE, C-21, 801-803,  
July 1972
- (18) U. Schumann, ibid, C-22, 542-543, May 1973
- (19) I. Delotto & D. Dotti, Electronics Lett.,  
9, 16, 374-375, Aug, 9, 1973

- (20) 高木, 横井, 電子通信学会研究会資料 EC 73-26, 1973
- (21) 尾上, TV学会全国大会 No. 11-1, 1974
- (22) 尾上, Proc, IEEE, to be published
- (23) 尾上, 東大生研 共同研究  
「多次元情報の伝送と処理」資料(1974.6.12)
- (24) 尾上, ibid (1974.10.23)



附属回路      データ      水槽  
レコーダ

図1 装置の全景

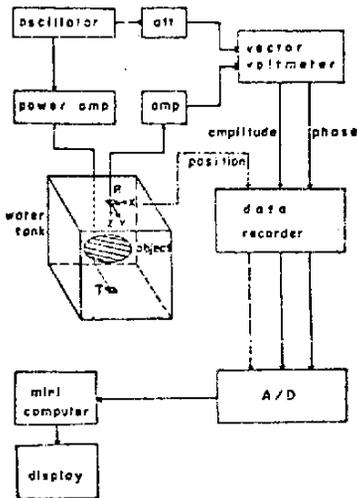


図2 超音波サログラム・システムの構成図

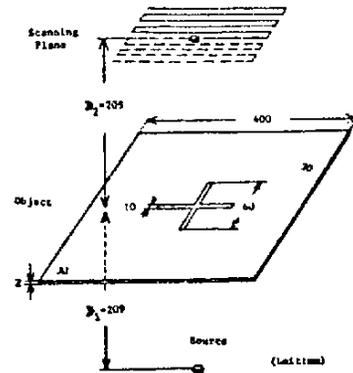


図3 十字形開孔の配置

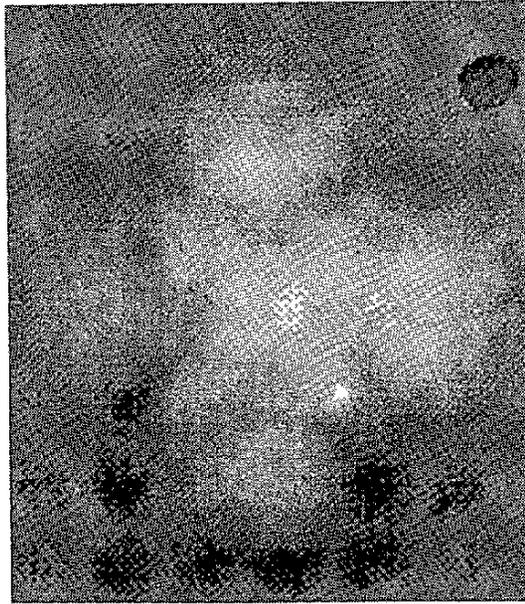


図4 十字形開孔のサログラム (a) 振巾

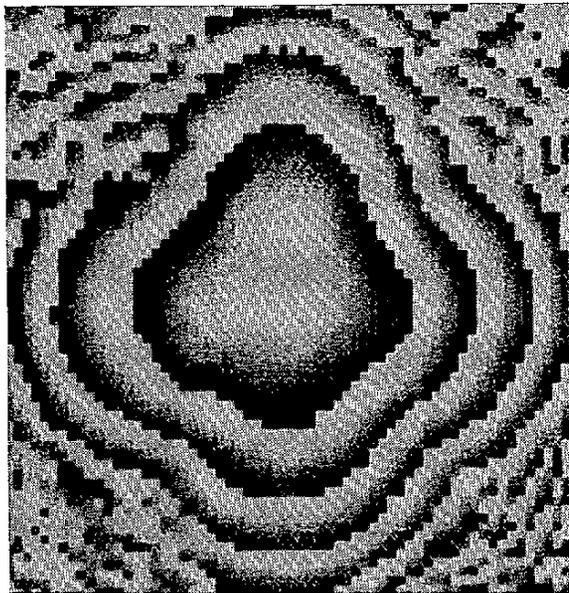


図4 十字形開孔サログラム (b) 位相

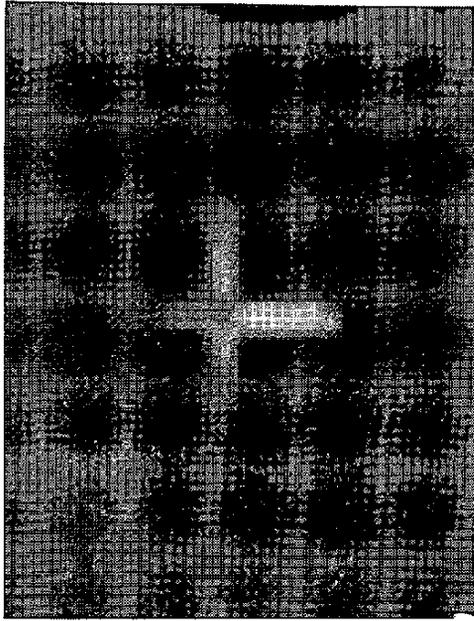


図5 原再生像

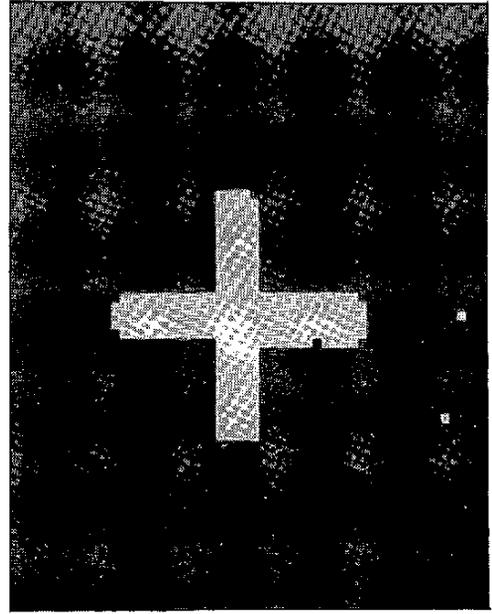
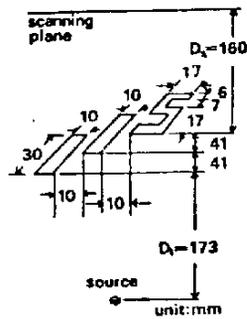


図6 処理後の再生像

図7 文字の配置



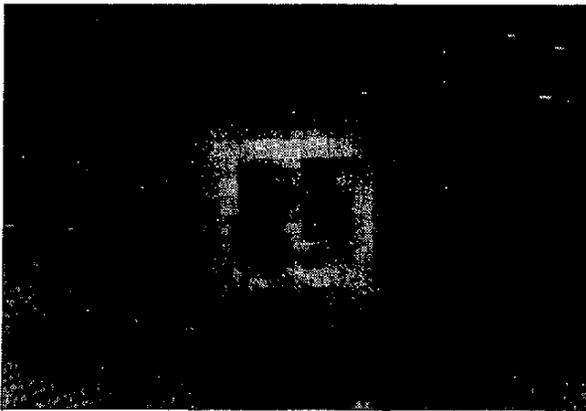
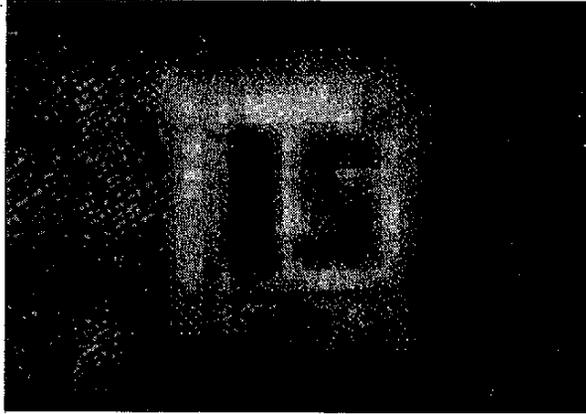
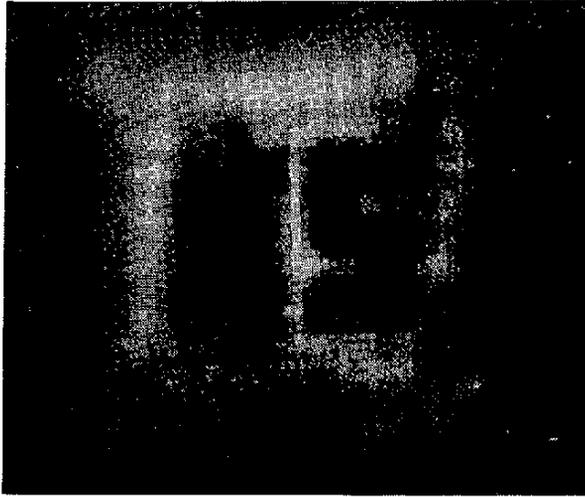


图8 原 再 生 像

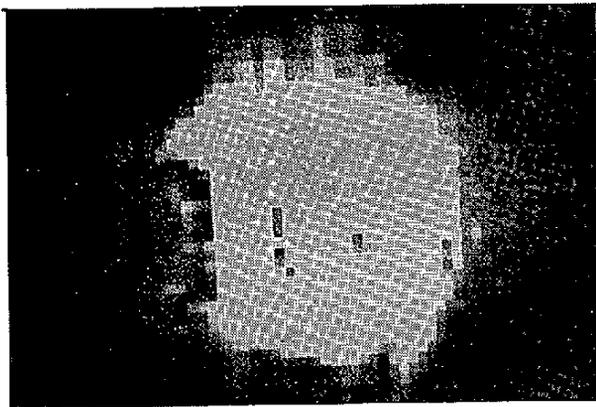
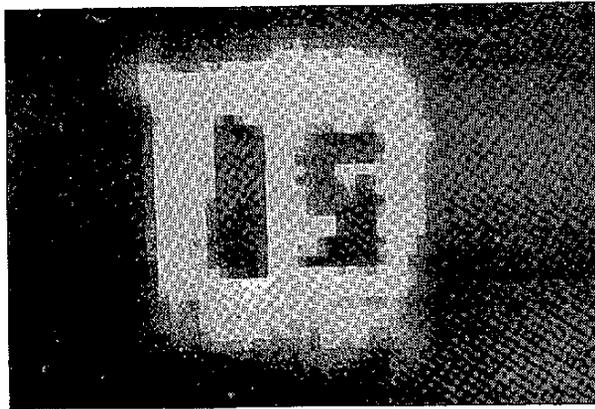
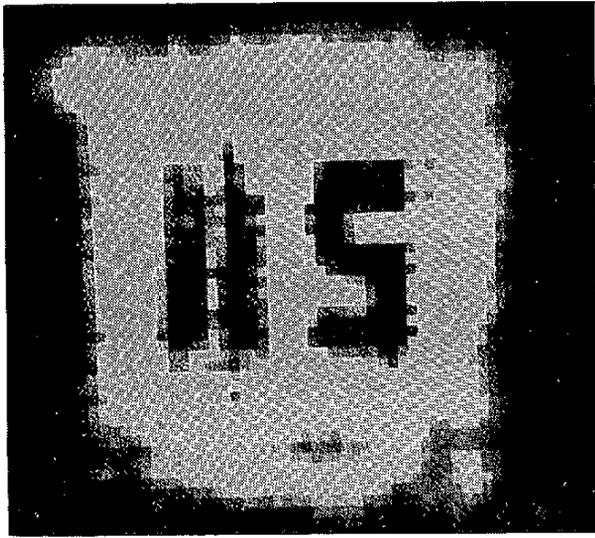


図9 処理後の再生像

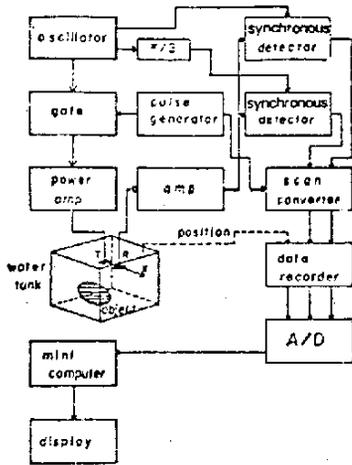


図10 開口合成  
側視ソナー構成図

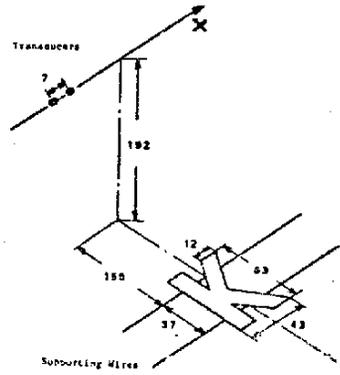


図11 文字の配置

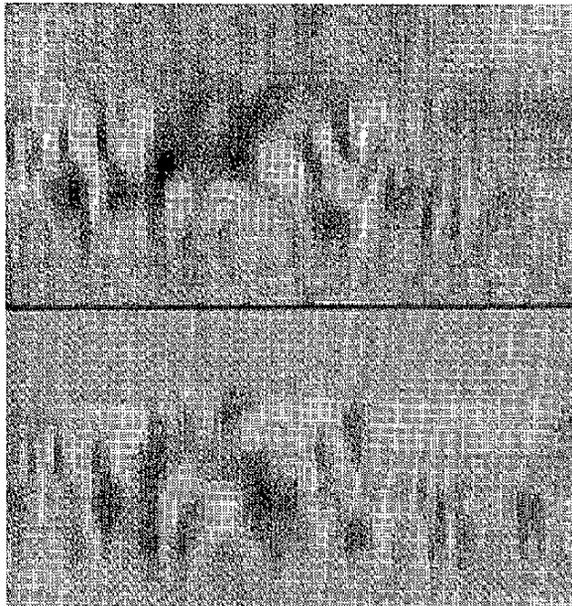


図12 サログラム

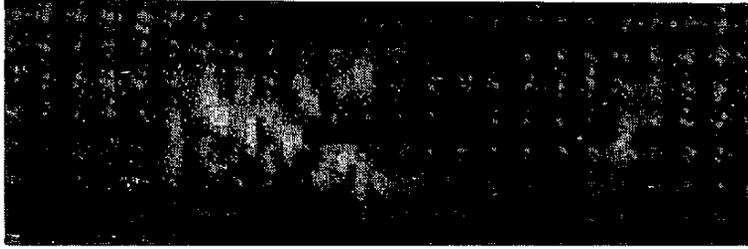


図13 原再生像

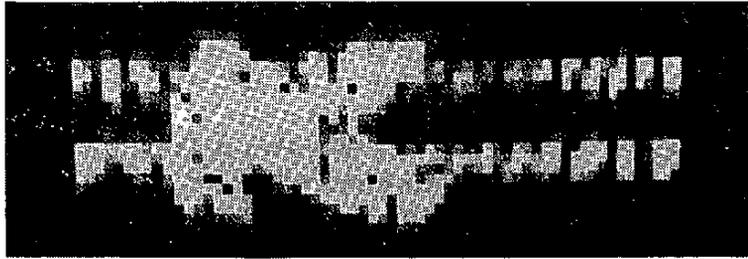


図14 処理後の再生像

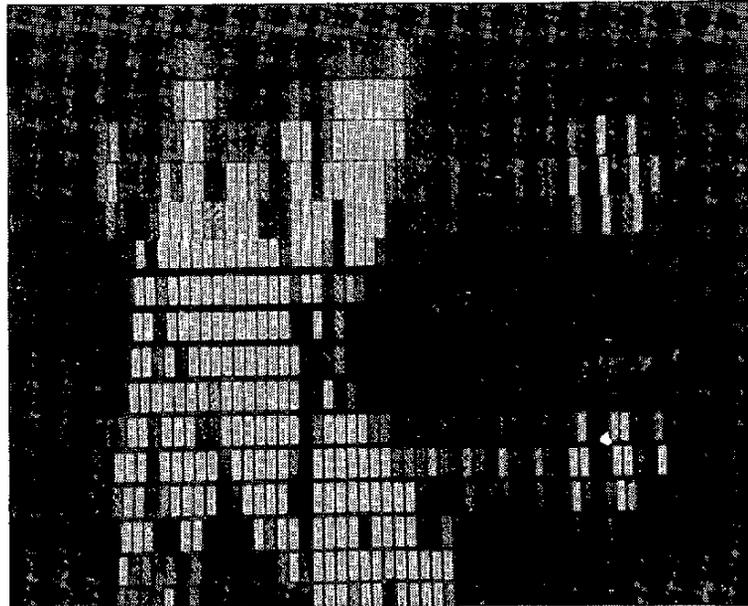


図15 幾何学的補正後の再生像

# 土木施設の建設に伴う自然景観 変化の予測と評価に関する研究

東京大学工学部 専任講師

中村 良夫(他1名)

## はじめに

本研究は、土木施設の建設に伴って生ずる自然景観変化と評論を行うことを最終目的として、先ず景観の事前予測のためにコンピュータ・グラフィックを利用する可能性を検討するために行われたものである。本文は二つの部分より成っている。その一つは、連続道路透視図の作成について(1)であり、ここでは低視点地形透視図の表現方法、遠方地形情報のそう入について力点を置いた。その二は稿梁等の自動透視図作製アルゴリズムについてであり、(1)とは全く異なる方法を必要とする。これに関しては、各種アルゴリズムの性能を比較する点に研究の主眼を置いた。

## I 遠方地形情報を含んだ連続道路透視図の作製

自然景観計画のための研究の中に、透視図とか自然景観の解析というような分野がある。この中でこの研究では周囲の地形を含んだ道路の連続透視図の自動作成を行なった。その目的は周囲の地形景観をも考慮した道路路線計画を行なうための事前評価の資料を提供することであろう。

1. 過去における道路透視図自動図化例
  - a. 道路中心線と縁線だけを表わしたもの
  - b. 道路のスケルトンだけを表わしたもの
  - c. 道路面にさらにのり面をつけ加えたもの
  - d. 地形情報も表現している

以上のうちa, b, cは地形情報を含んでおらず, したがって隠れ線の処理もなされていない。dの2例はいずれも道路近傍の地形をとり入れているのみで, 遠方の地形は描かれていない。なお, <3>には実体透視図, 連続透視図両方の例があり, <4><5>は連続透視図である。

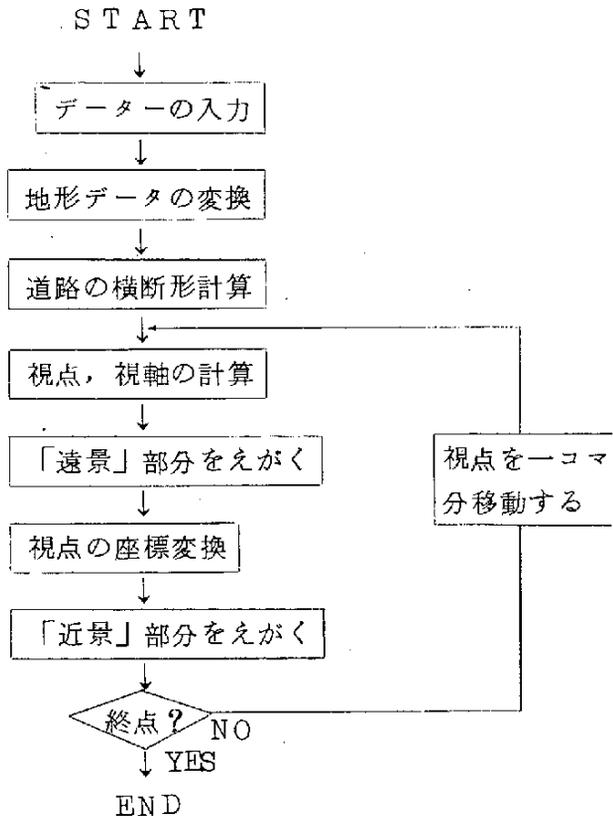


Fig-1

## 2. 景観検討用透視図に要求される条件

これらの例の検討の結果, 次の条件が必要だと判断した。

- (i) 道路外の地形情報としては, のり面だけでなく Location Corridor 全域を含むこと。
- (ii) 距離10~15 Km程度の遠方の山容も表現しうること。
- (iii) 隠れ線処理ができるだけ完全に行なわれていること。

- (Ⅳ) 道路データの変更のみで、異なる透視図を描けること。
- (Ⅴ) アニメーションの作成が可能であること。

3. 透視図作成の概略 (フローチャート; Fig.-1)

\* 1. 道路データの入力方法

道路の線形データは別に計算した結果を入力している。

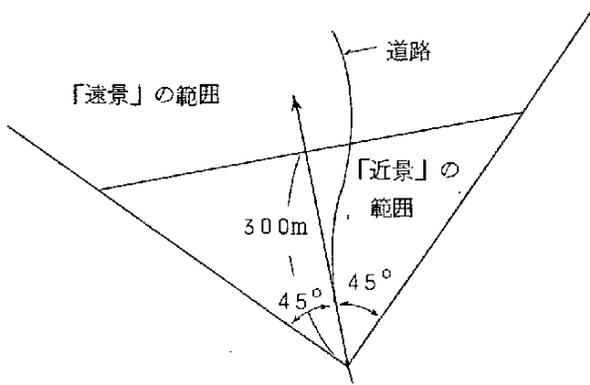


Fig - 2

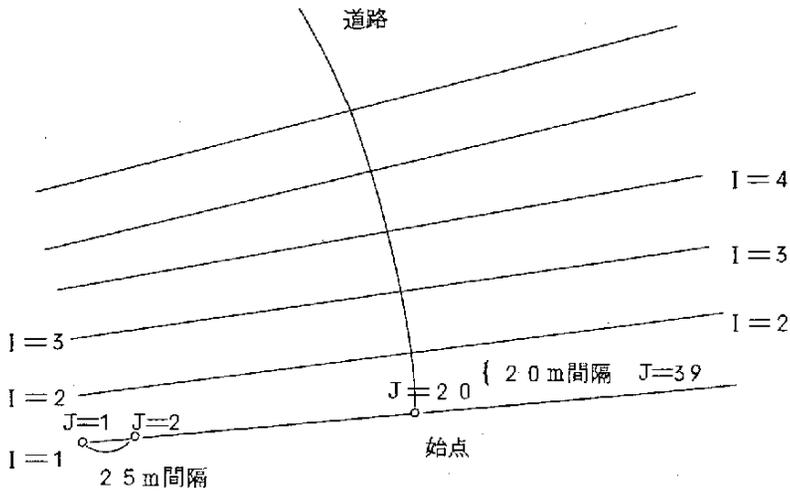


Fig - 3

\* 2 地形データの入力方法

地図上に正方形メッシュを描き、その交点の標高を行列の形で読みこむ。今回の例では全体を覆う大きなメッシュとしてメッシュ間隔  $0.25\text{km}$  メッシュ数  $60 \times 60$  ( $15 \times 15 \text{km}^2$ ) さらに Location Corridor を含んで  $1.25 \times 1.0 \text{km}^2$  の範囲をメッシュ間隔  $0.025 \text{km}$  のより小さいメッシュ (サブメッシュ) でている。この中に沿長  $1\text{km}$  の道路を試験設計した。

\* 3 作画範囲及び「近景」と「遠景」の範囲

Fig-2 のように視軸の左右  $45^\circ$  の範囲内で視点の前方  $300\text{m}$  までを「近景」とし、それより遠方を「遠景」としている。

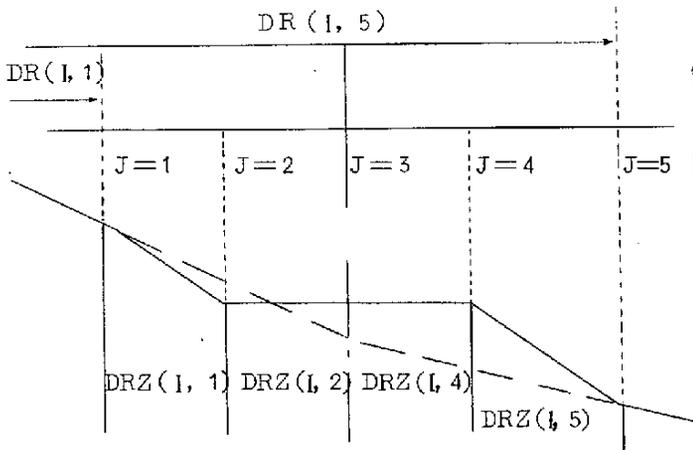


Fig-4

\* 4 「近景」「遠景」の表現方法

「近景」は道路に直交する等間隔の鉛直面と地表面との交線の集合 (クロスセクション法) で表わす。そのために上述したサブメッシュと線形データから  $20\text{m}$  間隔のクロスセクションの各点の標高を計算し Fig-3 のように行列の形で記憶させている。「遠景」は地形データを入力した際の大メッシュをそのまま描いている。

\* 5 道路の表現方法

道路はクロスセクションに連続させて断面形を描き、さらに中心線のり肩線のり尻線を描いている。これらの道路形状のデータは線形データと地形データにより計算され Fig-4 の形で記憶させている。

\* 6 隠れ線処理、「近景」「遠景」重複部の処理及び図化範囲外の処理

地形モデルにおける隠れ線の処理は、データが行列の形で整理されていることとあいまって容易であり、ここでは標高の与えてある各点の可視不可視の判定を行なった後、各線分の両端点がともに可視の場合は描き、ともに不可視の場合は描かず、その他の場合は  $\frac{1}{2}M$  で収束させる近似計算で中間点を求め、可視点からその点までの線分を描いている。また図化範囲外の点を不可視と判定することによって範囲外の線が描かれるのを避けている。「近景」「遠景」の線の重複も同様にして避けている。

\* 7 図形の出力方法

COM (Computer Output Microfilm) を用いたので容易に連続透視図を作成することができた。

## Ⅱ 橋梁等の土木構造物透視図自動作製手法および性能比率

### 1) 各手法のアルゴリズムの説明

#### (i) Windowing アルゴリズムによるプログラム

3次元物体を2次元に透視変換した後、画面を次々に4分して行き、或る注目している Window (4分された長方形の画面) について、それを含む多角形があり且つその多角形が一番前にあればその Window を多角形と光線の角度によって定まる *shadcintensity* で塗りつぶす。Window が全ての多角形の外にあれば Window には何も出力しない。その他の場合は更に Window を分割して行き、分解能以下の Window は全て濃く塗りつぶす。以上のプロセスで隠れ線処理を施し、陰をつけた透視図が出来る。この際、或る Window が多角形の外(内)にあれば、4分して出来た Window も多角形の外(内)にある。この性質を遺伝情報と言い、子 Window になる程関係を調べる多角形の数を少なくして計算時間が大きくなるのを防いでいる。(Fig-7)

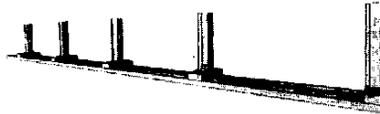


Fig-6 Windowing 法による新交通システム軌道

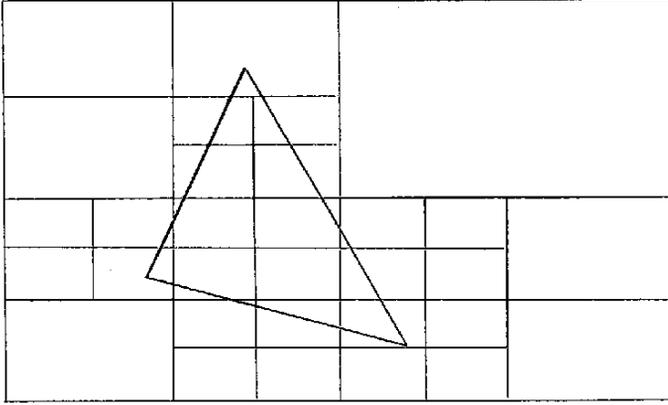


Fig-7 Window の分割



Fig-8 Line scan 法による新交通システム軌道

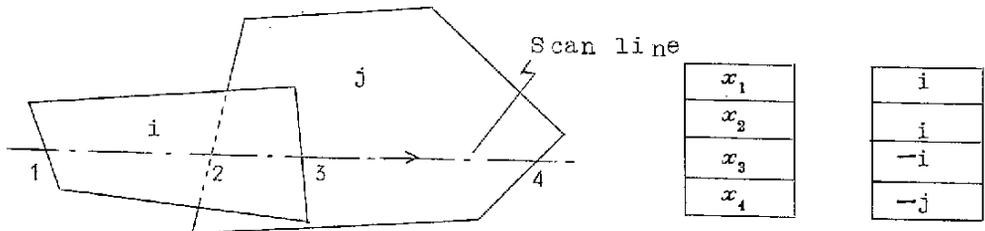


Fig-9 Line scan法による新交通システム軌道

(ii) Line scanアルゴリズムによるプログラム

本方法を簡単に言えば、物体を透視変換した後、頂度テレビの画面の様に平行線群で画面を走査し物体を表現している。即、注目する scan Line と多角形の辺との交点を求め、それら順番に並べた交点のリスト (CPリスト) と交点で scan Line が多角形に入ったか、出たかを表すリスト (IOリスト) を作っておく。次に scan Line 上を移動して行き、各交点での多角形の前後関係に応じて scan Line の輝度を変化させて行くと陰をつけた隠れ線処理透視図が出来る。( Fig-9 ) 猶、(i), (ii)の方法伴に多角形の前後関係の判定は depth matrix を用いて必要な組のみを1度だけ調べれば良い様にして計算時間を短くしている。

(iii) 解析幾何学的アルゴリズムによるプログラム

物体を透視変換した後、注目する多角形の辺と他の辺の交点を求め、交点での多角形の前後関係より辺のその部分が見えるか見えないかを判断して、見える部分のみを出力する。この方法では、陰影は施して居らず隠れ線処理のみを扱っている。

猶、(i), (ii), (iii)の各法伴、自分自身によって隠される物体の面(辺)は透視変換の後除去して計算時間を短くし、且橋脚等の様に繰り返し部材がある場合は1つの部材だけをデータとして入力し、他の同じ部材は計算機内部でデータを作らせて入力に要する労力を軽減しようとしている。

## 2) 各手法の性能比較

3種の手法を実際に計算機で計算を行なわせ、画像を出力させて比較した結果はTable-1の様になる。景観を考慮した設計を行うには、景観予測を可能とさせる資料が正確・迅速・分り易い視覚表現で得られねばならない。このような観点から見た場合、正確さについてはアルゴリズムに誤りがない限りは手作業で透視図を描く場合の様に隠れ線処理を誤ったり陰影をつけ間違える事は3

項目 \ 方法	Windowing法	Linescan法	解析幾何学法
データ入力	大	大	大
CPU+ime	大	小	大
必要とする記憶容量	大	小	大
図形の複雑度増加によるCPU+imeの増加	小	小	大
画像の精度	悪	良	良
ハーフ・トーン表示	可	可	不可

Table. 1

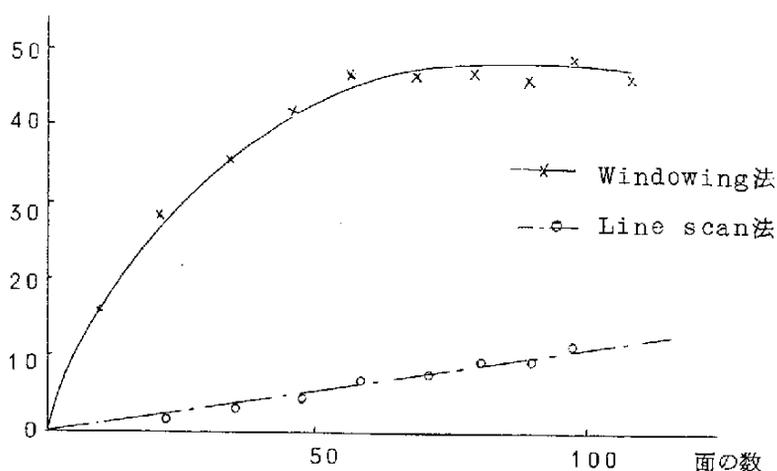


Fig-10

者伴に無い。次に迅速さについては、CPU+ime の観点だけではなく、turn around time 的な観点よりも評価されねばならない。そこでデータ入力、記憶容量についての比較が入るのであるが、前者は3者伴に入力カードの枚数を減らそうと努力しているものの依然として大きく、土木構造物を表現しようとした場合最低でも200枚程必要であり、この点の改良が必要である。後者については計算機セクタを使用する場合一般に必要な記憶容量によってジョブの優先度が決まる為である。視覚表現の分り易さについてはハーフトーン表示を行う事によって立体感が強く出、平行面の分別も行い易くなる事が上げられる。亦、一般にWindowing 法は図形が複雑になってもCPU+ime はさほど増加しないと言われているが、それを調べた結果はFig-10の様になった。定性的には一般に言われている事と一致するが、Line scan法の方がCPU+ime は短い。以上を総括して見た場合、土木構造物の景観評価に用いるには3者の中では、Line scan 法が最も適当であろうと思われる。

## Ⅱ 結 語

自然地形そう入を伴なう道路線形透視図については結論的に云って、アニメーションフィルム作製を目的とする連続透視図は費用の点で実用性に問題があると云える。アニメーションを実用化するには、線形透視図に限るのが現在のところ現実的といえよう。故に、連続透視図ではなく一枚一枚の画面精度を向上することや、表現を豊富にする方向の研究が今後検討されるべきである。その為、Ⅱで論じた構梁透視図との結合や、相生情報のそう入について引続き研究を続行中である。

橋梁透視図についてはラインスキャン法がすぐれていることがほぼ判明した。今後、モニターユへの利用および地形透視図との結合について研究を続行する。

# オンライン・TSS方式による心理学実験制御用ソフトウェアシステムの開発

北海道大学文学部教授 戸田 正直

(他 8 名)

## 1. ソフトウェアシステムの開発

実験心理学の領域において、ミニコンピューターによる実験のオンラインコントロール、更にTSSによる実験の同時実施は、近年、特に米国において非常な勢でひろまり、現在、少くとも米国の主要心理学研究室において、これを試みていない所はないといっているほどであろう。ヨーロッパにおいても、特に、イギリス、ドイツ、オランダ等においても、同様の傾向はひろまりつつある。

心理学実験のオンライン化がそうした大きな潮流となりつつあるのは幾つかのはっきりした理由があり、ミニコンピューターが価格上がりすぎて入手し易くなったこともさることながら、第一に、本来厳密な統制が容易でない人間や動物を相手の実験条件をきめてまかく統制できること、第二に、(これはまだ完全に理想の段階にとどまっているが)、大量の情報ノイズのため、従来実験後数ヶ月はデータ処理にかゝっていた実験結果を、実験実施中にオンライン処理を行なうことによって、実験のデザインそのものを、被験者からのフィードバックによってダイナミックに変化していく革新的な実験法の可能性が産れてきたことを考慮に入れなければならない。

この第二の可能性は、もし十分な方法論が確立されれば、ひとり心理学に限らず、行動科学一般の研究アウトプットを飛躍的に改善する期待を持たせるものである。

しかし、理想と現実のギャップはまだ大きく、特にこの領域における共通言

語が存在しないために、ソフトウェアの交流に難点があるのが最大の障害になっているように思われる。オンライン心理学実験プログラム作製の言語も米国及び共産国において何種類か作られているが、実際にはハードウェア、周辺機器構成の違い等から、一つの研究室で作製されたものが、だいちに他所で使用できるというわけには中々いかない。欧米の場合はそれでも、この領域ではPDP系のコンピューターが圧倒的多数を占めるので、比較的同一ソフトウェアの共通利用についての問題は少ないが、本部では、ようやく各所の心理学研究室にミニコンピューターが導入され始めた実情を見ても、今後ソフトウェア情報の交流には大きな難関が生じることは明らかである。

この難関を克服するためには、そして主としてオンライン実験用に周辺機器類をいかに有効にコントロールするかが目的であって計算は副次的でしかない用途にとっては、従来のコンパイラ言語より遙かにアセンブラ言語に近く、そして各メーカーのアセンブラ言語に容易に翻訳(コンパイル乃至はインタープリット)可能なメタアセンブラ言語を作る必要があると思われる。

当研究室におけるソフトウェア開発も、現在の所まだ当研究室におけるコンピューターシステムの効率的運営という目的を超えるところまではいっていないが、それについてはほぼ基礎作りが終ったので、今後は実験用言語の作製と共に、上記のメタアセンブラ言語のデザインの方向に焦点をあわせてゆきたいと考えている。

当研究室において現在まで作製されたソフトウェアシステムの主なものは次の通りである。第一に、実験用言語開発の基礎となる、標準的サブルーチンの規格化されたセットを作ること、これはほぼ八分通り完成し、実用に供されている。第二は、アセンブラプログラムの効率のいいデバッグ・システムで、戸田の作製によるAODTというシステムがかなり以前から稼動しているが、現在これを基礎に大幅にパワーアップして、アセンブラ・プログラミングに関する課題(たとえばedit, assemble, trace等)の大部分をオンラインで同時処理するモニターシステムが開発中である。このシステムと

上記の標準サブルーチンのパッケージが組合わされると、ほぼ実験用言語の骨組が完成することになる。

更に、心理学実験用の周辺機器としては、刺激呈示用ディスプレイが非常に重要である。当研究室のシステムには現在、DEC社製のVR14オツシロスコープディスプレイと、VTOSキーボード付ディスプレイ2機が含まれるが、このうちVR14コントロール用のほゞまとまった、使用効率のいいソフトウェアシステムが最近完成した。このシステムを使うことによつて、実験者は、かなり自由な字体、サイズをもつたカタカナ、アルファベット、数字、記号を任意にディスプレイ上に出力し、又、任意の図形をあらかじめディスプレイ上でデザインしておいて、実験にあたって出力することができる。本ソフトウェアシステムのより初期のバージョンによつて既に、知覚、概念学習、実験ゲーム等の実験が行なわれており、このうち知覚の実験については後述する。

更に2基のキーボード・ディスプレイは、主として2人実験ゲーム用に導入されたもので、これについても既に基本的ソフトウェアは作製されて居り、現在実験が開始されるところである。

これらの実験はすべて今後も繰返し実施される予定であるが、更に近く新たに動物実験とパタン認知の実験がオンラインコントロールで開始される予定である。

## 2. ソフトウェアシステムによる実験

次に、現在までに行なわれたオンライン実験のうち、実験ゲーム、及び時間知覚の実験について要約してのべる。

実験ゲームの研究については、当研究室はかなり長い歴史を持つが、コンピューターの導入は、従来の間人被験者間のゲーム行動の研究に、人間対コンピューターのゲームにおける人間のゲーム行動という新しい側面を開くことになりコンピューターの行動をいろいろのモデルによつて統制することで、今後非常に新見が見えやすくなったといえよう。

現在までの所、2人ゲーム、及び3人ゲームにおいてプレイヤーの1人をコンピューターでおきかえ、コンピューターのゲーム行動が比較的単純な幾つかの方略で統制されるという基礎的な試みが行なわれている。被験者はすべてプレイヤーの1人がコンピューターであることを知って居り、人間及びコンピュータープレイヤーの反応、得点等はすべてディスプレイ上に図示、又は数表示される。具体的な条件及び結果については繁雑にわたるのでここではのべないが、たとえば3人ゲームでは、人間のプレイヤーに対するときと、コンピュータープレイヤーに対してとでは、明らかに被験者の行動様式が変ってくる事が認められる。たゞしどの様に違うかということについてまだ結論をのべる段階には達していない。

時間知覚についての実験は相場によって行なわれた。まずディスプレイ上に一群の光点を出し、これらの光点をすべて中心から周辺に向って一様にひろがる様に移動させると、暗室内では観察者があたかも自分がその光点群の中心に向って移動しているような感じを与えることになる。

この時、これらの光点をすべて早いスピードで明滅させると(たとえば10ヘルツのフリッカー)、この主観的接近速度が、連続光より早く感じられるという現象が生じる。相場はこのフリッカー光の、On-時間、Off時間をいろいろに変化させて、この効果をはかり、条件によってはフリッカー光の方が連続光より遅く感じられることもあることを見出した。

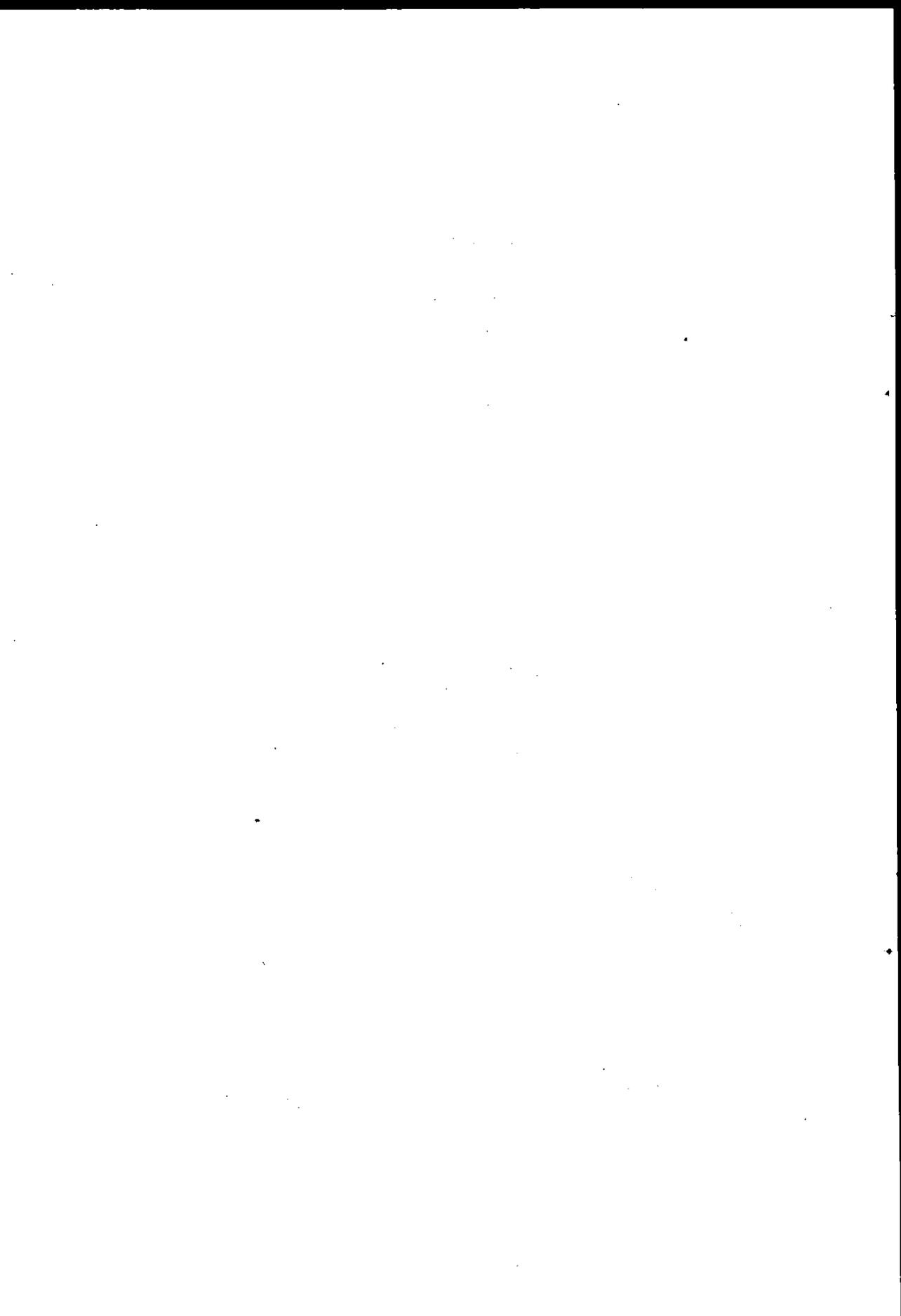
この実験に限らず、知覚心理学の領域では、従来の方法では実験困難が或いは不可能であったような条件、特に運動し変化する形態の知覚、がコンピューターの使用によって実現可能になることから来るメリットは非常に大きい。

近く予定されている実験について二三触れると、パタン認知の実験においては、従来のパタン認知の研究の場合の様に、被験者が単に与えられたパタンを受動的に認知するだけでなく、積極的にパタンを操作して、一つのパタンを他のパタンに近づけるという実験が行なわれる。このような実験によって、我々は、パタンをパタンたらしめている基本的刺激構成要素は何であるかを、被験

者の言葉でなく、行動を通じて発見することができるであろう。

更に、動物実験においては、標準的動物実験装置を特に白ネズミの活動性の研究を軸として、オンラインコントロールすることを主要目的とする。

いずれにせよ、これら実際の実験実施を通じて、オンライン心理学用ソフトウェアのあり方が次第に浮きぼりされてくるので、今後ともその様な実際使用面からのフィードバックを通じて、なるべく実際的な、かつそれであって心理学実験技法上の新生面を示唆するような、ソフトウェアシステムの方向を模索してゆくことになるであろう。



UNIVAC-1108における  
プログラム自動管理システム  
“PAMRUS”

三菱重工業株式会社

藤原 祥三

(他2名)

1. 三菱重工の技術計算処理体制とその特性

三菱重工においては、技術計算の発生する13の事業所、2つの設計事務所および本社が、東は東京から西は長崎までにわたって散在している。事業所間で重複しているものもあるが、大はマンモスタンカーから、小は工具にいたるまで、多種多様な製品を生産している。このような経営の実態に応じて、次のような技術計算処理の体制をとっている。

(1) リモートバッチ処理を前提にしたブロック制の採用

全社を地域的に4つのブロックにわけ、センターとなる事業所を定めてそこに大型電子計算機を設置し、そのブロック内の技術計算処理をリモートバッチ方式で行なっている。

(2) オープンショップ・プログラマ制

多種少量の生産に対応したプログラムの開発を行なうことを前提に、若手技術者のほとんど全員にFORTRANを教育し、各自の業務のためのプログラムの開発を自己の業務として実施するよう指導している。これ以外にも、いわゆるクローズドショップ・プログラマによるプログラムの開発も行なわれているが、全体からみた場合、プログラムの数、量ともにさほど多くない。したがってこのような条件下における当社の技術計算の特色として、次の事柄があげられる。

(イ) 極めて多種多様なプログラムの開発が常時行なわれ、完成したプログラムによる計算が、極めて多種多様のプログラムを使って行なわれる。

(ロ) 多数のオープンジョブ・プログラマがコンピュータを使いやすいよう、コンピュータを運営する側できめの細かいサービスを行なう必要がある。

## 2. プログラム管理システムの必要性

前項でのべたように、オープンプログラマを主体とする多数のユーザが、オンサイトおよびリモートサイトから、数千個におよぶテスト中のプログラム、完成プログラム、およびそれに伴うデータを常時使用してプログラムの開発や実行を行なうため、次のようなことが可能な技術計算の処理方式を確立する必要が生じた。

(1) 多数のプログラムおよびデータをその名前によって常時直ちにアクセスして、計算作業が行なえること。

(2) オープンプログラマを主体とするユーザが、簡単なジョブ・コントロール言語でランをセットアップできること。

(3) プログラム・データ等は集中管理され、ユーザはその修正削除等を簡単なコントロールカードで指示できること。

以上のようなニーズに対応して、以下にのべる通りのプログラム自動管理システム PAMRUS (= Program Automatic Management and Run Set-up System の略) が開発された。

## 3. PAMRUS の内容

### 3.1 PAMRUS の概要

PAMRUS は前項でのべた機能をはたすため、MCCのDCMPおよび当社神戸造船所のDOMAS等(参考文献参照)を参考として、日本ユニバック社の全面的協力のもとに開発された。このシステムの中心的機能は、多数のプログラムおよびデータの自動登録、管理、ならびに簡略言語の1108用語への翻訳

である。計算依頼の一例として、プログラムの1ステートメントを修正して計算を行なわせる場合のセットアップをあげると、次のとおりである。

- ④ RUN 受付番号, プログラム番号
- ④ PGM プログラム番号

プログラム修正カード

④ FIN

これにより、必要なプログラムの呼出し、修正、コンパイル、マップ、実行のすべてをやってくれる。なおPAMRUSでいうデータとは、すべてFORTRAN, LOGICAL, UNIT No.5でREADするものをいう。

### 3.2 技術計算の処理

#### (1) テスト計算の場合 (図1参照)

次の4つのステップからなる。

(I) 登録, 修正: テスト1回目では、プログラムおよびデータを登録し、テスト2回目以降ではすでに登録されているものの修正を行なう。

(II) コンパイル: (I)で修正されたプログラムをコンパイルとして、リロケータブルを作成する。

(III) マップ: (II)で作成されたリロケータブル(前回作成されたものを含む)を集めて1個のアブソリュート・プログラムを作る。

(IV) 計算実行: (III)で作成されたアブソリュート・プログラムに、(I)で登録修正されたデータを使用して、計算を実行する。

#### (2) プロダクション計算の場合

テストの場合の(I)と(IV)に対応する2つのステップからなる。



### 3.3 プログラム・データのファイル

#### (1) 保管単位

同一DECK-ID (カードの73~75カラム)のものの集まりをデッキというが、PAMRUSではデッキ単位にエレメントネームをつけて管理している。

#### (2) プログラム・データファイル(図2)

PAMRUSのファイルは形態により、テストファイル、プロダクションプログラムファイル、プロダクションデータファイルに分類される。さらにそれらは使用頻度により、それぞれ磁気ディスクファイル、磁気テープファイルに分けられ、合計6つのカテゴリーに分類される。

図2 プログラム・データ保管ファイルの種類

	磁気ディスク		磁気テープ	
	ファイルの名称	内容	ファイルの名称	内容
テスト中のプログラムとデータ	テストファイル1	各リモート バッチ、端末 ごと等に分け られている。	テスト スワップ ファイル	テスト中のプログラムとデータで最近使われていないものを、各ファイルより取り出して保管する。
	テストファイル2			
	-----			
	テストファイルn			
プロダクションプログラム	プロダクションプログラムファイル	使用中の完成プログラムが入っている。	プロダクションプログラムマスターファイル	完成されたすべてのプログラムが保管されている。
プロダクションデータ	プロダクションデータ・ファイル1	各リモート バッチ、端末 ごと等に分け られている	プロダクション データスワップ ファイル	プロダクション用データのうち、最近使われていないものを、各ファイルより取り出して保管する。
	プロダクションデータ・ファイル2			
	-----			
	プロダクションデータ・ファイルn			

### 3.4 管理テーブル

プログラムおよびデータの管理を行なうため、次の4つのテーブルがある。

- (1) 計算日時、デック構成等をもったテスト用ジョブ・オープンテーブル

(図3)

図3 テスト用ジョブ・オープンテーブル

	35	30	24	18	12	6	0	ビット
+0	プログラム番号							
+1	—	受付番号						
+2	オープン日付 月 日 年			最終参照日 月 日 年				
+3	参照回数	T/D	TAPE NO	FILE NAME KEY				
+4	総デック個数	プログラム・デック個数		データ・デック個数				デック MAX 195 個
+5	種類	DECK-ID			—			
⋮	⋮	⋮			⋮			
+199	種類	DECK-ID			—			

- (2) プロダクション計算で使用するプログラム番号等をもったプロダクション用ジョブ・オープンテーブル

- (3) プロダクションプログラムで磁気ディスクにあるものについて、使用日時等をもったプロダクション・プログラムテーブル

- (4) 全プロダクションプログラムの名前と完成日時等をもったプログラム・マスターテーブル

### 3.5 ソフトウェアの種類と機能

PAMRUSで用いるソフトウェアとその機能の概要は次のとおりであるが、これらは1108のプロセッサとして登録されている。

- (1) @JOBOPN : 計算を開始する前にジョブ・オープンテーブルを作成する。
- (2) @JOBCLS : 計算が終了した場合にジョブ・オープンテーブルから消すと同時にプロダクションプログラムとしての登録を行なう。
- (3) @PGM : プログラムおよびデータの登録, 修正を行ない, 計算を実行させるために用いる。このPGMはPAMRUSの中心となるものである。
- (4) @SWAP : 一定期間使用されなかったプログラムおよびデータを, 磁気ディスクから磁気テープにはきだす。
- (5) その他: その他トラブルシュート等のための種々のユーティリティがある。

### 3.6 運用管理

従来磁気テープ保管中のプログラムを使う場合には, 前もって磁気ディスクへの読み込み作業を行なう必要があった。これはPAMRUSの実施により不要となり, コンピュータ運用側では多数の依頼者から出されるコーディングシート等をパンチし, そのままコンピュータにインプットするだけでよくなった。ただ磁気ディスクの使用エリアにはたえず気をつけて, 定期的に@SWAPランを実行させる必要がある。

## 4. 効果

PAMRUSを実際に使用した効果は, ユーザ側からみたものと, コンピュータ運用側からみたものの2つに大別してあげることができる。

### (1) ユーザ側からみた効果

- (イ) ユーザはプログラムおよびデータの管理保存から解放された。
- (ロ) マンマシン・コミュニケーションが簡素化された。
- (ハ) プログラム・ライブラリーとしての機能が強化された。
- (ニ) ユーザは, プログラムおよびデータを考えすべてディスク上にあるものとして考える(仮想ディスク)ことが常に許されることとなった。

## (2) コンピュータ運用側からみた効果

(イ) プログラムおよびデータの管理における省力化と場所の節約が可能となった。

(ロ) 仮想ディスクによりコンピュータ処理の能率が向上した。

(ハ) プログラムの利用データの蓄積記録が可能となった。

(ニ) 1つのランで平均10枚以上のパンチ枚数が減少した。

## 5. 今後の改良の方向

現在のPAMRUSにおける問題点を解消し、より機能を向上させるための今後の改良の方向は次のとおりであり、順次解決をはかってゆく所存である。

(1) FMS-8 からPAMRUSを切りはなすこと。

(2) より複雑なランストリームが取扱えるようにすること。

(3) ファイルの自動管理の範囲をひろげるとともに、各種媒体上のファイルをユーザが画一的に利用できるようにすること。

## 6. あとがき

PAMRUSは三菱重工本社のUNIVAC-1108で、昭和47年1月から実用に供され、途中幾度かマイナーな修正を施して現在にいたっている。この間本システムの開発に全面的に協力された日本ユニパック社の佐藤秀典氏、山田忠生氏を始めとするSEの方々に厚く御礼を申し上げて本稿を終ることとしたい。

参 考 文 献

1. DOMASシステム—計算センターにおけるマンマシン・コミュニケーションの簡略化の一手法

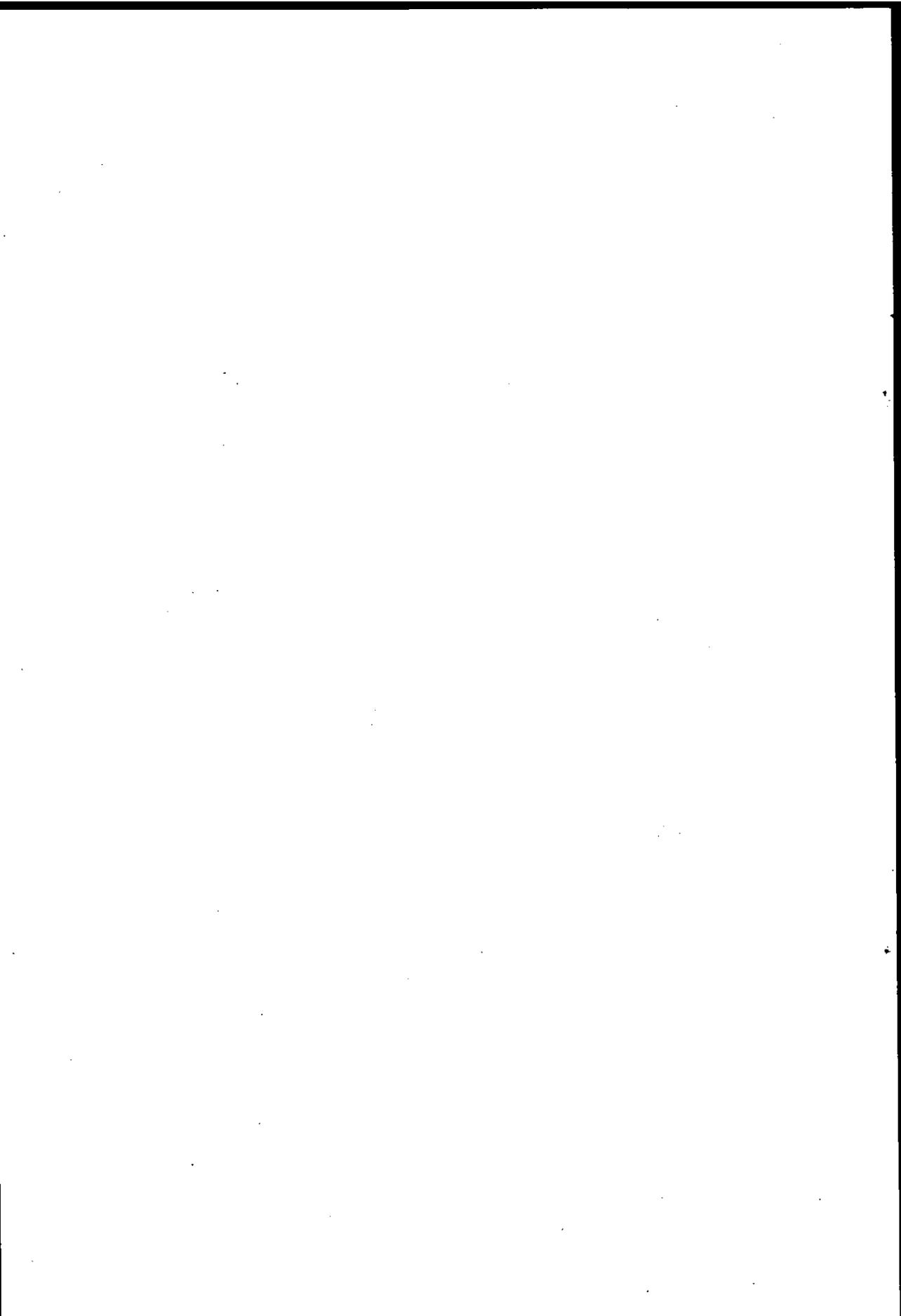
川崎久生他, 三菱重工技報 第6巻1号

2. システム売ります—ソフトウェア開発用ユーティリティ—DCMP

三菱総研 MCC 宮崎征一他, 情報化設計 72年8月号

3. UNIVAC-1108におけるプログラム自動管理システム“PAMRUS”

藤原祥三他, 昭和49年度ユニバック全国会議(G-3)



# 全日空 資材システム (航空機の整備品管理システム)

— 航空機の安全性確保のために —

全日本空輸株式会社

整備本部 整備部

整備システム課長

飯塚 哲也

(他15名)

## はじめに

航空機部品は1機につき10万種以上に及ぶが、そのうち、発動機、プロペラ、ポンプ計器など約4千種・約6万点の部品は、法規で安全性確保上重要な整備品と呼ばれ、厳重な品質管理がなされている。

これら整備品は従来、定められた使用時間が到達する以前に航空機から取卸し、オーバーホールする定期交換方式がとられてきたが、最近の航空機の大型化と信頼性の向上につれて、整備品の状況により交換されて修理されるオン・コンディション方式に変わりつつある。

これらにつれて、適正な整備方式、交換の時期などは整備品の特性を十分考慮し、以前からの使用状況、その経歴を個々の部品ごと(製造番号単位)にタイムリイに記録、分析、評価することにより、適正な交換時期と整備作業を決定することが、安全性確保上または経済的にも重要な課題となってきた。したがって、航空機整備品の品質も単にハード的な信頼性のみでなく、適切なる情報管理をベースにした運航方式、整備方式、諸管理方式の統合による信頼性管理方式を確立し、それらの総合力で維持・向上されなければならない。

ここで、先に述べた整備品(発動機など)のシステム特性について考えてみることにしよう。

まず、物流特性として、入庫→出庫→取付／取卸→修理→入庫…と循環使用されることである（循環部品という）。情報管理を行なう場合、この動きに対応し、各段階でのステータスの管理が重要となる。

また当社の場合、倉庫、工場、基地が全国に点在していることもシステム特性の1つであろう。

これらの特性を鑑み、物流をタイムリィに情報化し、それらの情報を一元的に管理し、そこから必要な情報を正確かつタイムリィに取り出し、品質管理、在庫管理、修理管理などを行なおうとするシステム化の必要性が生じてきたわけである。しかし、そのシステム化は、対象とする事象があまりにも多く複雑であるので、至難なこととされていた。今般、オンライン・リアルタイムのコンピュータ・システムを導入し、“航空機の装備品管理のシステム”を開発して昭和48年6月その実施をみたわけである。

#### システム化の目的

- (1) 航空機装備品現況管理の正確度向上（在庫管理、品質管理、修理管理のより確実な実施のために）
- (2) 航空機装備品管理業務の効率化
- (3) 在庫量の軽減
- (4) 通信費の軽減
- (5) その他諸管理のためのデータ収集およびフィード・バック

#### システムの概要

物流特性を十分にとらえ、各管理ポイントで発生する情報を一元的に収集、処理、記録して、必要な情報を正確かつタイムリィにアウトプットしていくトータル・システムである。システム全体の概要については図を参照していただきたい。

まず物流システム（BASIC FLOW）は、倉庫（Store）→航空

機 ( Aircraft ) → 修理工場 ( Repair Shop ) → の動きである。

管理の段階 ( CONTROL STATUS ) は “良品” “装備中” “修理中” を基本として把握しなければならない。したがって、必要とされる情報は、入庫情報、貸借の情報、出庫情報、飛行時間情報、部品の取付／取卸の情報、修理開始情報、修理完了 ( 結果 ) の情報、廃棄の情報などとなる。これら物流にかかわる情報はオンラインにて入力され直ちにファイル更新が行なわれる。情報ファイルとしては、ディスク内に図に示されるようなものが用意されている。

つぎに、必要情報は物流に合わせて自動的に、または要求の都度オンラインでアウトプットされる。ただし、報告や統計などの資料はオンラインで処理し、アウトプットされる。

また、必要な情報は照会の型式で端末装置 ( キーボード・プリンター ) へアウトプットされる。その種類は約 10 種である。

このような一元的管理により、倉庫、航空機、修理工場とややもすると情報が跡絶えがちなものがつながりをもって、かつタイムリィに把握でき、業務処理上多くのメリットを生むことになる。また、INVENTORY, TIME & HISTORY CONTROL, REPAIR STATUS CONTROL が同次元で、かつ効果的に行なわれることとなったわけである。

#### システムの機能 ( 対象業務 )

- (1) 航空機の使用時間管理システム
- (2) 装備品の使用時間および経歴管理システム
- (3) 装備品の在庫管理システム
- (4) 装備品の修理管理システム
- (5) 本部内メッセージ交換システム

### システムの特長

- (1) オンライン・リアルタイム・システムの導入をはかった
- (2) 在庫現況，使用時間現況，修理現況の即時把握ができる
- (3) インプット責任を明確にし，情報処理の精度向上をはかった
- (4) 情報提供の自動化をはかった
- (5) 情報ファイルの一元化をはかった
- (6) 帳票類の改善をはかった
- (7) 中央装置と異なるメーカーの端末装置を使用した
- (8) 本部内メッセージ交換ネットワークを完成した
- (9) 部品情報のインプットは，ダイレクト・キイイン方式を採用した

### オンライン・システムの機能

- (1) 照会ができる
- (2) 必要情報のインプットができる
- (3) 専用伝票（部品タグ）の印字発行ができる
- (4) 各種メッセージの自動送達ができる
- (5) メッセージ交換ができる

### ハードウェア構成

当システムは、羽田の全日空総合ビルに設置されているHITAC8500システムを中心とする中央処理システムと、200BPSの回線により結ばれた東京および大阪の事務所、倉庫、工場に設置された端末装置（パロースTC500）から構成されている。

中央処理装置（HITAC8500）とメーカーの異なる端末装置（パロースTC500）を使用し、そのインターフェイスを得たことが、当システムの1つの特長である。

## ソフトウェア構成

今までに述べてきた機能を満たすソフトウェアは膨大なものとなっている。  
以下、その概要のみ記述することにする。

### プログラム構成

プログラムを大別すると、(1)コントロール・プログラム、(2)オンライン業務処理プログラム、(3)オフライン業務処理プログラム、(4)サポート・プログラムに分けられ、コントロール・プログラムを除き約13万ステップにのぼる(稼働当初の数字であり、その後の追加は含まれていない)。

- (1) コントロール・プログラム
- (2) オンライン業務処理プログラム
- (3) オフライン業務処理プログラム
- (4) サポート・プログラム

### システムの運用

#### 運用時間

- (1) 8:00~22:00 オンライン・システム
- (2) 22:00~ 3:00 バッチシステム  
(ファイル・メンテナンス)  
(統計報告資料)  
(オンライン準備作業)
- (3) 4:00~ 8:00 マシン保守

#### 端末装置のオペレーション

- (1) オペレーター
- (2) 操作性向上のための配慮

### (3) エラー処理

#### 端末装置の保守

端末装置の保守作業はメーカーへ委託している。また、定期保守は3カ月に1日の割合で実施している。

#### システムの費用

当システムは全日空主体による開発で、中央処理システムは日立、端末システムは高千穂パロース、アプリケーションは当社という分担で実施した。

導入開発のための投資ならびにシステム運営費については以下の通りである。

#### (1) 初期費用

端末装置	約	88,000 (千円)
回線関係	約	5,000
プログラム開発	約	8,000
その他	約	2,000
(合計)	約	103,000 (千円)

#### (2) 運営費(年間)

回線料	約	9,500 (千円)
保守料(端末)	約	5,000
(合計)	約	14,500 (千円)

ただし、中央処理システム関係の費用および自社開発人件費は除外した。

#### 導入の効果

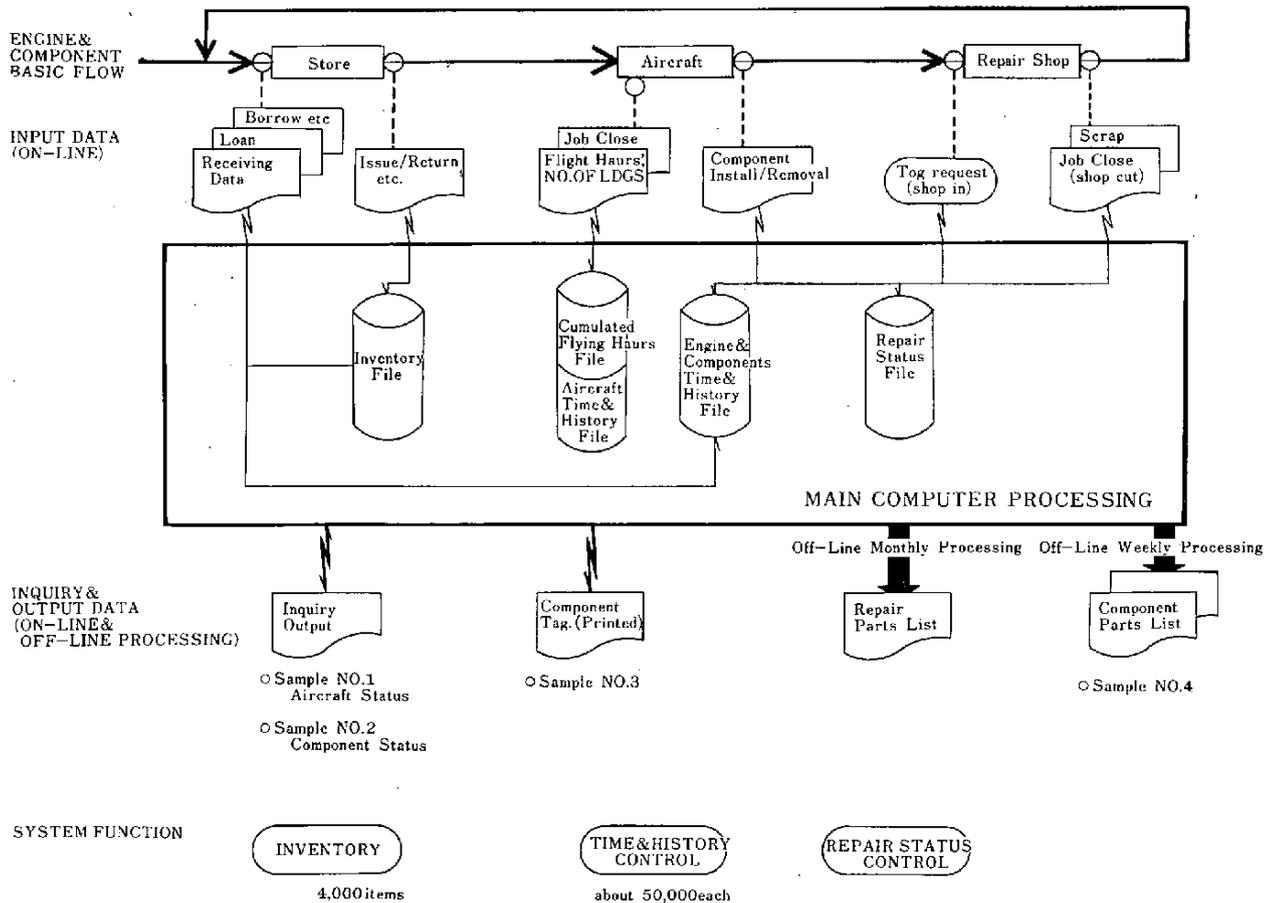
#### (1) 航空機装備品管理の確度向上

- (a) タイムリィな情報の入手ができる
- (b) 精度の向上がはかれる
- (c) きめ細かな処置がとれる

- (2) 管理業務の効率化（合理化）
- (3) 電話料の削減
- (4) 在庫量の軽減（目標）
- (5) その他諸管理のためのデータ

以上

# ENGINE&COMPONENT CONTROL SYSTEM



## 都市ガス製造供給管理システムの開発

東京瓦斯株式会社

工務部システム 虎頭健四郎

エンジニアリンググループ (他3名)

### 1. はじめに

東京ガスにおける都市ガスは海岸線に並ぶ5工場で各種の原料から製造され、一体となったパイプラインネットワークによって首都圏を中心にした約500万件の需要家に届けられる。

この製造と供給のシステムにおいて都市ガスの需要量には季節的にもまた時間的にも大きく変動するという性格がある。従って、このシステムを効率的にかつ安定に運営するためには常時全供給域の需要の状態、ガスの圧力、ガスホルダーの貯蔵量、工場の製造量、プラントの状態を適確に把握し、その上で需要の動向を予測し、それに即礼して、製造量、ホルダーの受入量並びに送出量、供給導管網上における主要ポイントの圧力を効率的にコントロールすることが極めて重要である。従って、全社的な階層的集中コントロール体系が不可欠の条件となる。

TGCSは工場と供給導管網を含めた製造・供給の調整およびオペレーションに関する高度な処理と判断を要する業務を、最新のコンピュータを利用してトータルシステム化し、工場やホルダーステーションなどの供給網からの情報をもとに最適でかつ安全に製造・供給の調整や工場並びに供給導管網、ホルダーステーションのオペレーションができる集中管理システムである。

## 2. TGCSのハードウェア構成

TGCSのハードウェアシステムは、

- コンピュータシステム
- テレメータ・テレコントロールシステム
- 通信回線網

から構成されている。

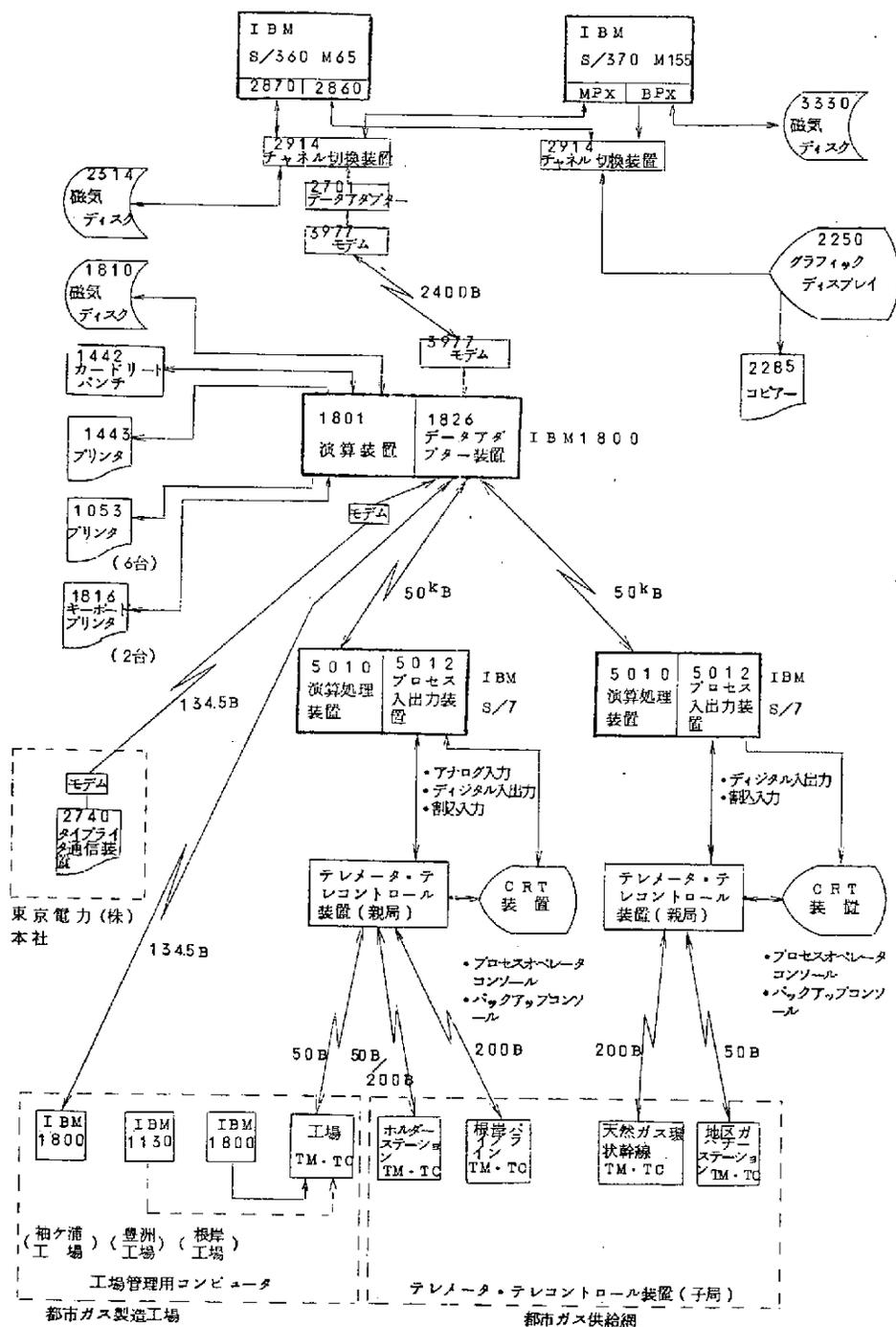
図1にコンピュータシステム、テレメータテレコントロールシステム、図2に通信回線の構成図を示す。

TGCSに必要なリアルタイム情報は、当社の本社地区供給区域である東京、神奈川、埼玉の1都2県に敷設され総延長約25,000Kmに及ぶパイプラインネットワーク上の情報と5つのガス製造工場の情報である。即ち、工場からのガス送出流量、圧力、ホルダー在圧、各所パイプライン上の圧力が主なもので、その他各地区の温度、気象情報である。

これらの情報は、テレメータ装置によって遠隔地のステーションから、電電公社専用回線および当社のマイクロ、VHF回線を用いて、本社に集中的に伝送され、コンピュータシステム(IBM S/370-1800-S/7)に輸入される。また、本社のIBM 1800は、袖ヶ浦工場の工場管理用コンピュータIBM 1800とも直接、通信回線で結合されており工場の稼働情報が輸入される。 図1, 2

コンピュータシステムは、入力された情報をもとに各種TGCS業務を行なうが、特にS/7に関してはガスホルダーのガス受入、送出流量の自動コントロール、ガバナー(圧力調整器)の圧力設定の自動コントロールのために、そのコントロール値を自動的に計算し、その信号をテレコントロール装置に出力する。テレコントロール装置に出力する。テレコントロール装置は、本社から集中的に通信回線を通じて、ホルダーやガバナーステーションの機器を自動的に遠隔制御する。また、TGCSのデータ処理結果をもとに、工

図-1 TGCsハードウェア構成図





場への製造指令が出されると同時に、工場コンピュータへデータ伝送される。その他本社IBM1800は、東京電力㈱の2740タイプライタ通信装置とも公社回線で結合され、各種LNG船関係の業務が行なわれる。

S/370, 360は、当社システムセンターに設置され、需要家情報システム(CIS)、その他全社的データ処理に利用されており、TGCSはその1部を使用するものである。IBM1800, S/7およびテレメータテレコントロールシステムの親局装置は、都市ガス製造供給のコントロールセンターである本社の供給センターに設置され、TGCSのオペレーションが行なわれる。オペレーションは主としてS/370に結合している2250グラフィックディスプレイ装置、S/7およびテレメータテレコントロール装置に結合しているバックアップコンソールでオペレータによって行なわれる。

以上のように、TGCSのハードウェア構成はコンピュータ及びテレメータテレコントロールシステム、通信回線網が一体となった大規模なシステム構成となっている。

ここでTGCSハードウェアシステムの特徴を列記すると以下のようになる。

- i 業務に適合したハイラキーシステムの構成をとっていること。
- ii ハイラキーシステムをとることにより、システムの運用を効果的にし、システム全体の信頼性を上げていること。
- iii テレメータテレコントロール装置と結合したコンピュータコントロールシステムであること。
- iv CRT装置、グラフィックディスプレイ装置等のマンマシンコミュニケーションにより、インタラクティブなオペレーションを考慮した非常に使い易いシステムであること。
- v 計算機間コミュニケーションを効果的に利用していること。
- vi オンラインリアルタイム処理、バッチ処理を有効に利用していること。
- vii 将来の業務計画に十分に対処しうるように拡張性を有したシステムにし

ていること。

VIII 各システムのダウンに関しても、それぞれ必要十分なバックアップシステムがとられていること。特に大型計算機である370, 360に関しては、定期点検のためダウンがあるため、チャンネル切換え機構により相互にバックアップできるように配慮されている。

### 3. TGCSのソフトウェア構成

#### (1) TGCSの適用業務体系

TGCSは各種業務をplan-do-seeのサイクルに従ってシステム化したものであるが、これらの業務がどのようなサブシステムに体系化されているか、その構成、適用業務内容、規模、実行周期、処理方法の一覧を表1に示す。またこれらのサブシステムは図3のフローに従って業務が行なわれる。即ち、 図3

- ① 大型コンピュータS/370(あるいはS/360)では、送出量予測、LPによる最適稼働計算、導管網シミュレーション、製造供給情報データベース等の大規模な計算およびファイルを必要とするYOPS, MOPS, WOPS, DOCS, PACSのシステムが実行される。YOPS, MOPSはバッチ処理で行なわれるが、WOPS, DOCS, PACSは2250グラフィックディスプレイ装置もしくは1800を用いてオンライン処理が行なわれる。
- ② 中型制御用コンピュータIBM 1800では、5分~1時間間隔の比較的周期の長いDOCS, TACSのオンラインリアルタイム処理が行なわれる。即ち、下位システムのS/7から来る製造供給情報を用いて、製造供給管理のための各種管理レポートの作成、および日間の製造供給状況表の作成、また下位システムから来る情報を一時蓄積し、適当なタイミングでS/370に伝送する。また、S/7を補佐し製造供給網の監視、オペレータへのガイドを行なう。また工場とのコンピュータコミュニケーションにより、工場データの処理、工場を行なう。WOPS, DOCS,

表-1 T G C S の業務内容

サブシステムの名称		業務の内容	実行周期	処理方法, 処理コンピュータ
計 画 レ ベ ル	Y O P S Yearly Operation Planning System	年間計画システム ・年間送出量予測 ・L N G 最適使用計算 ・高中圧導管網計算 ・工場最適稼働計算 ・各種原料使用計算 ・ホルダー稼働計算	約4回/年	・S / 370 ・バッチ処理
	M O P S Monthly Operation Planning System	月間計画システム ・月間送出量予測 ・L N G 最適使用計算 ・高中圧導管網計算 ・工場最適稼働計算 ・各種原料使用計算 ・ホルダー稼働計算	約2回/年	・S / 370 ・バッチ処理
	W O P S Weekly Operation Planning System	週間計画システム ・週間送出量予測 ・L N G 最適使用計算 ・高中圧導管網計算 ・工場最適稼働計算 ・各種原料使用計算 ・ホルダー稼働計算	1回/週	・S / 370, 1800 ・オンライン処理
	T O C S Tank Operation Control System	L N G タンクオペレーションシステム ・L N G タンク間最適移送計算	約4回/年	・1800 ・オンラインバックグラウンド 処理
	P I L O T Planning Information System for LNG Operation and Transportation	L N G 管理情報システム ・L N G タンカーの所在場所および行動の予測 ・L N G タンカーの入港予測 ・L N G 配船計画, L N G 使用計画	1時間周期	・1800 ・オンライン処理
操 作 レ ベ ル	D O C S Daily Operation Control System	日間製造供給調整システム ・送出量予測 ・送出パターン予測 ・工場発電時のシミュレーション ・製圧所, ガバナーステーションの稼働パターン予測 ・工場最適稼働計画 ・高中圧導管網のシミュレーション ・製造供給操作の最適ガイドランス ・製造供給網情報および気象情報のデータ蓄積	1時間 と 5時間周期	・S / 370, 1800 ・オンライン処理
	T A C S Telemeter-telecontrol Automatic Control System	日間製造供給自動コントロールシステム ・製造供給網の情報収集 ・製圧所, ガバナーステーションの自動コントロール ・オベレータへの情報サービス ・集中監視	ミリ秒 と 1時間周期	・1800, S / 7 ・オンライン処理
管 理 レ ベ ル	P A C S Production Analysis and Control System	生産管理システム ・製造原料情報の実績把握 ・計画との差異分析 ・計画へのフィードバック	1回/日	・S / 370, 1800 ・オンライン処理
	D E M S Distribution Equipment Maintenance System	供給設備管理システム ・製圧所, ガバナーステーションの設備機器類の故障統計 および作業統計 ・最適維持管理	1回/日	・S / 370, 1800 ・オンラインバックグラウンド 処理
サービスプログラムパッケージ		・高, 中圧導管網解析 ・各種統計計算 ・システムメンテナンスプログラム ・データメンテナンスプログラム ・ガス燃費性計算 ・各種報告書作成プログラム	任意時	・S / 370, 1800 ・オンライン処理

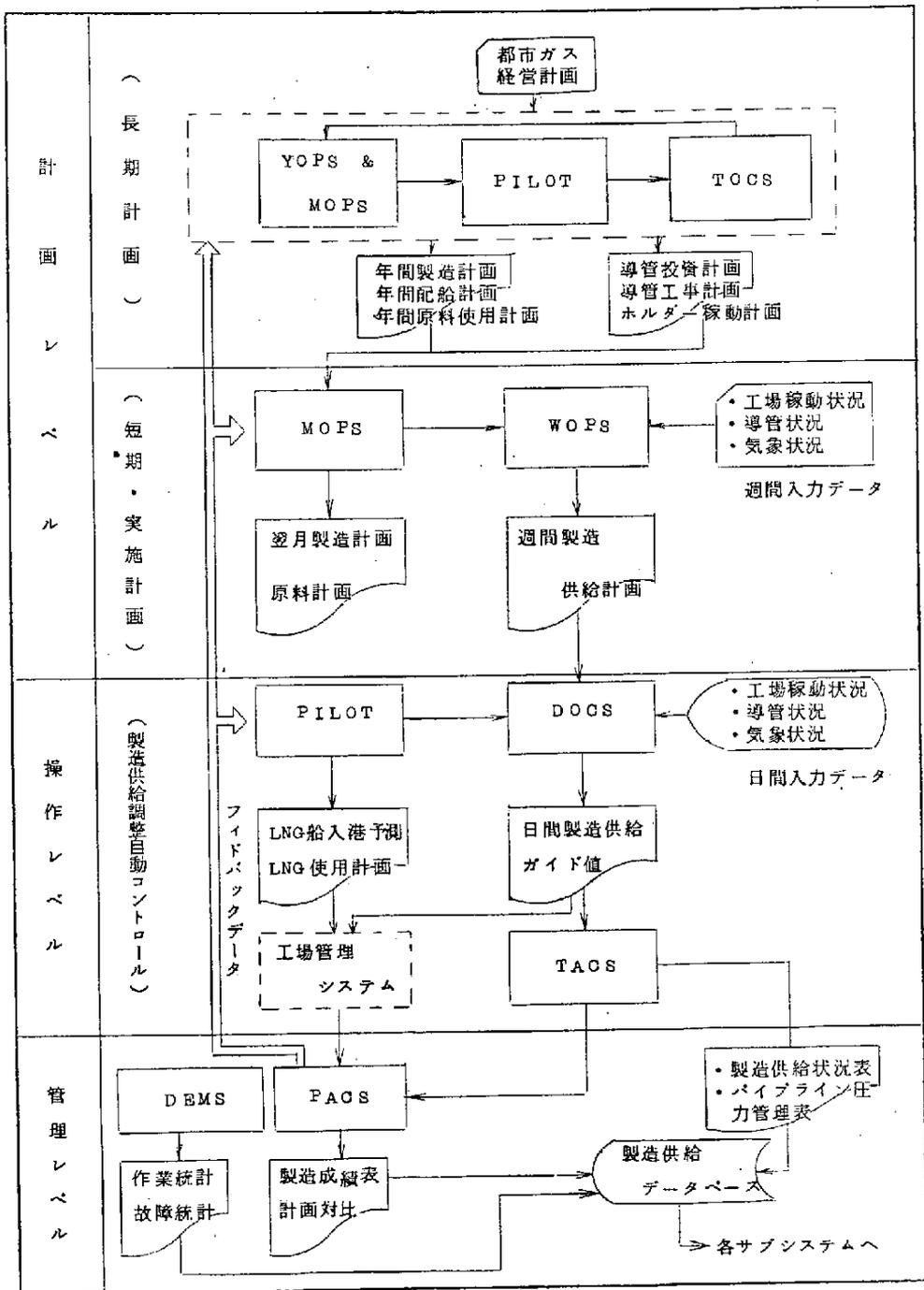
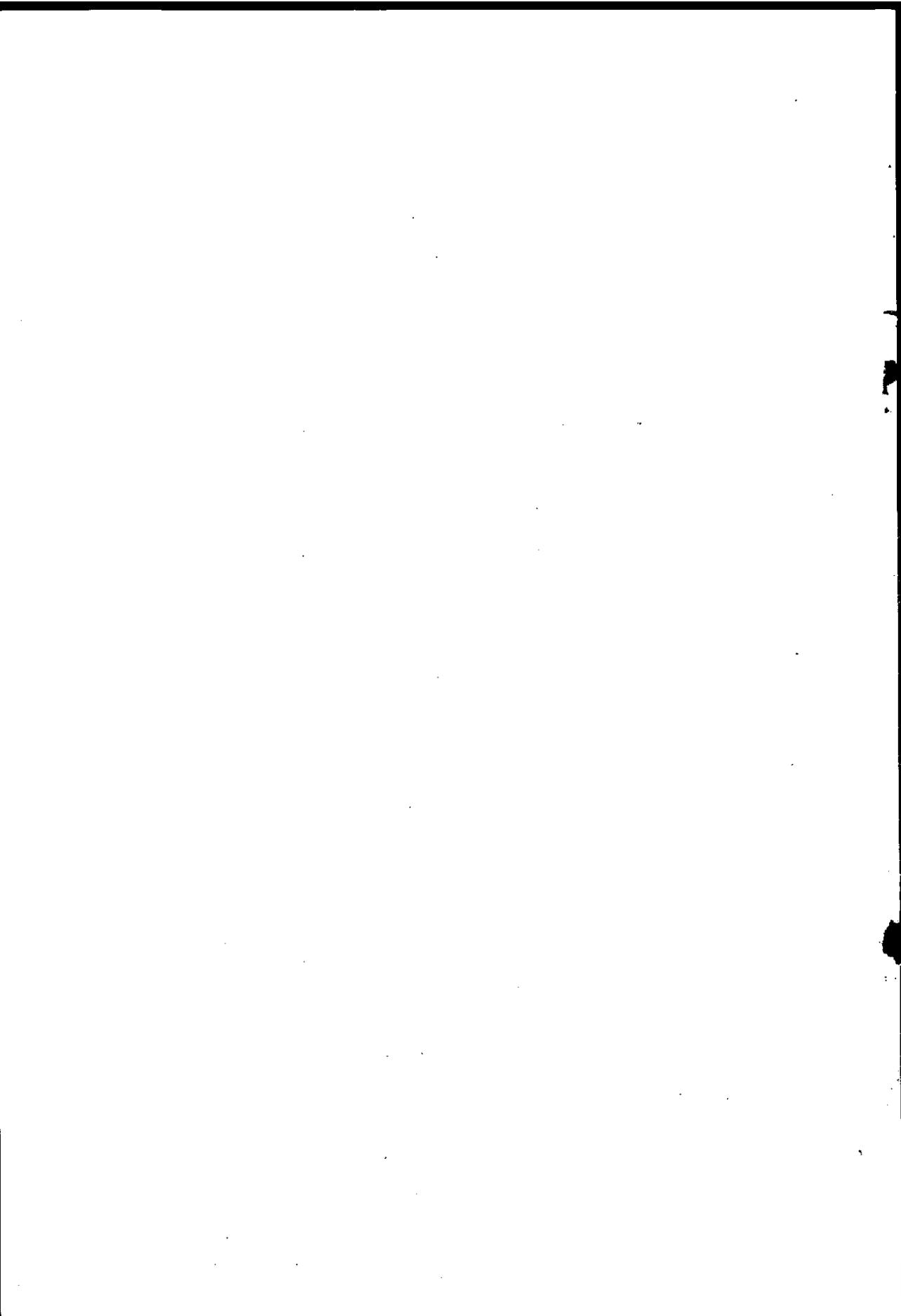


図-3 TGCsシステムフロー

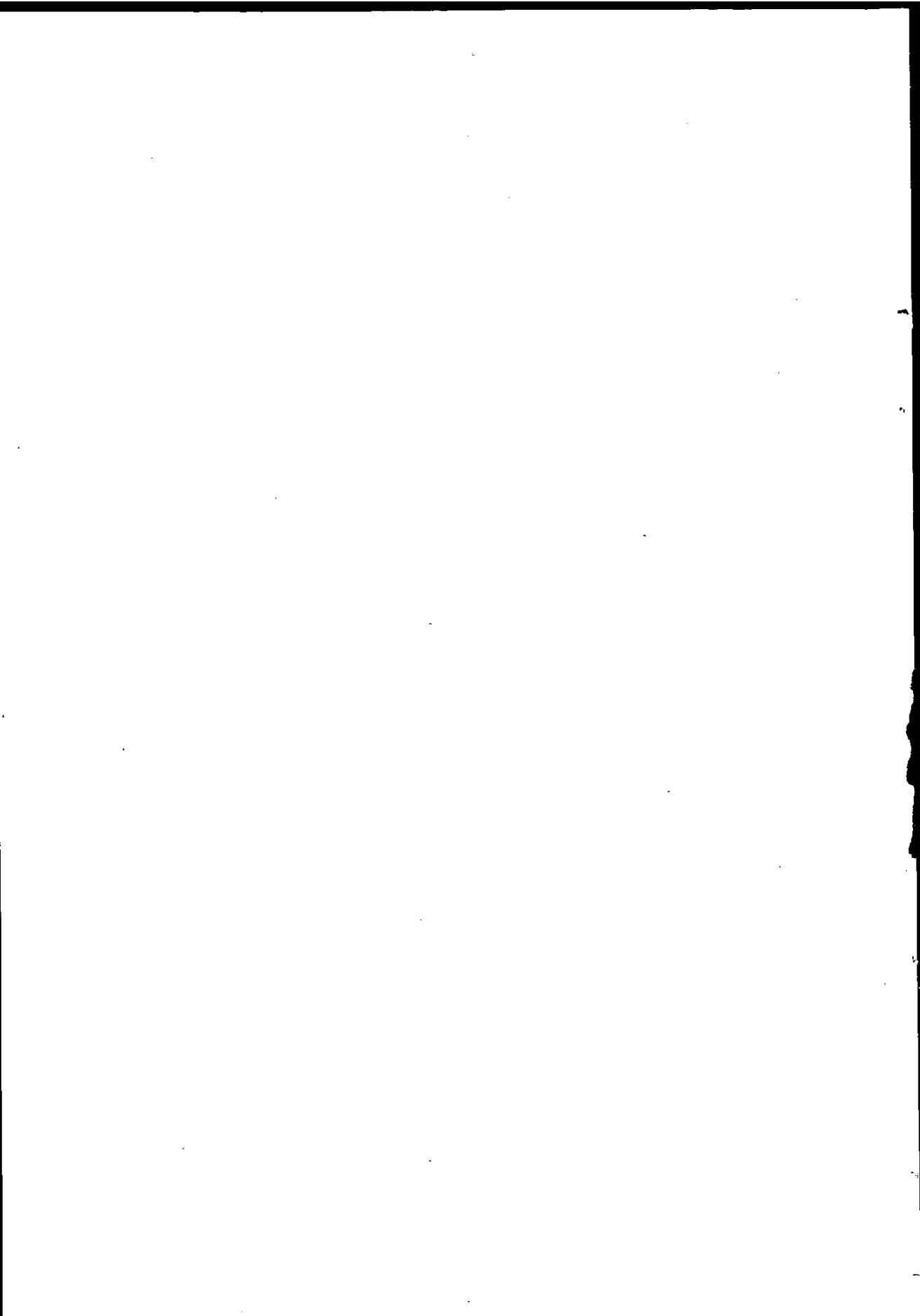
PACSのデータ入出力処理，TOCS，DEMSの処理が行なわれる。

- ③ 小型制御用コンピュータS/7では，ミリ秒～1分間隔の非常に周期の短いTACSのリアルタイム処理が専用に行なわれる。S/7は製造供給網のテレメータテレコントロール装置と直接結合し，データ収集，監視，自動コントロール等の制御のための専用システムとして用いられ，またプロセスオペレータコンソールを介して，オペレータとの密接なコミュニケーションを行なう。TACSは，製造供給網の管理範囲を各々分担した4台のS/7コンピュータで実行される。

このように，都市ガス製造供給に関する総合業務は規模は大きいので，これらの適用業務システムはハイアキースystemを構成し，有機的に結合して効果的な運用が可能となるようなシステム設計が行なわれているのが特徴である。



請求 番号		日 48-16	登録 番号		
著者名 日本情報開発協会					
書名 第4回(昭和48年度)研究奨励金 受賞研究の概要					
所属	帯出者氏名	貸出日	返却 予定日	返却日	





# Japan Computer Usage

財団  
法人

日本情報開発協会

## Development Institute

東京都千代田区霞ヶ関3丁目2-5 霞ヶ関ビル30階 TEL 581-6401(代)