

《紹介と展望》

郵便システムとOR†

安 田 公 一*
横 井 満**

1. はじめに

市民生活を維持するための基礎的手段の一つとして、長い歴史をもつ郵便システムは、今日新しい転機を迎えようとしている。一つは、省力化に対する強い社会的要請、番号自動読取区分機など各種の自動機械の発明、長距離輸送機関の変革などの郵便処理システムの変革があり、一つは、社会生活の高度化、電気通信手段の活用などに伴う。郵便物の内容自身の変化といった社会的な郵便の機能の変革である。これらは、相互に複雑な関連をもちながら、全世界的な広がりをもつ郵便システムに影響を与えつつある。

郵政省では、このような状況に対処するため、すでに種々の対策を実施してきた。さらに、昭和47年度からは、郵便のシステム研究が新たに始められることになり、郵政省は、依託先として同じ通信を担当している電電公社を選んだ。この調査研究は現在なお継続中であるが、その手法にはORが広く利用されている。本文では、このシステム研究の意義、内容を紹介し、また将来の研究課題を展望する。一つの通信システムの研究例として、またORのケース・スタディとして、本学会の会員の参考となれば幸いと思っている。

2. 郵便システムの特徴

現在の国内のシステムがどのような状況になっているかを紹介し、システム研究の焦点を明らかにしてみよう。

2.1 規 模

郵便システムの規模は、そこで取り扱われる郵便物の数(物数という)であらわされる。表1は、郵便種別々の物数であり、総物数では、昭和47年度には126億通に達している。郵便物の増加率は数%ではあるが、昭和53年度には、160~170億通に達するといわれており、今後とも記録通信の分野では、大きな分野をしめることが予想されている。1990年になってもなおファックスやデータ伝送と同程度の情報量が郵便物によって送られると予想されている [1]。

このように増加しつつある郵便物は、その内容も変わりつつある。昭和48年の調査によれば、

† 1974年7月15日受理。

* 郵政省郵務局。

** 日本電信電話公社技術局。

表1 種類別郵便物数の増加傾向

あて 国別	分類	取扱別	種類	内容または区別	郵便物数		
					30年度	47年度	30年度を100 にした指数
内国	通常	普通	1種	定形・定形外を含む封書	1,703,393*	4,998,254	293
			2種	はがき	1,515,078	3,404,771	225
			3種	官報, 新聞, 雑誌など	596,469	1,191,955	200
			4種	通信教育, 種苗, 学術刊行物	14,778	23,112	156
			年賀		741,398	2,074,656	280
			選挙		22,988	29,210	129
	特殊	書留 速達			99,580	249,169	250
					66,581	326,818	491
	小包	普通			46,420	135,922	293
		特殊	書留 速達		17,833	15,575	87
外国	通常			27,020	84,573	313	
	小包			440	2,008	456	
総計					4,854,559	12,560,384	259
(参考) 電話通話数					11,094	45,242	408

* 当時の第5種郵便物を含む

約80%は事業所よりさし出されており、個人からさし出される郵便物は20%を下回っている状況にある。増加傾向からみても、おもに事業所よりさし出される料金別後納の増加が8.9%もあり、切手ちょう付の郵便物の増加率のほぼ倍であり、今後とも経済の発展につれて、事業所からさし出される郵便物の割合がますます増加することが予想されている。

このような郵便物は、全国に散在する郵便局、それらをむすぶ輸送システムおよび集配用の機器、設備、要員によって処理されている。しかしながら、その総コストの90%は人件費でめられており、自動区分機、大量輸送機関を用いても省力化は一部にすぎず、それぞれ7.3万、5.6万の外勤、内勤要員の作業に依存している。全国の郵便局数は、普通局だけでも1,000局をこえ、利用者の利便を考えた特定局(約1.6万)、簡易局(約3.6千)を中心として総局数は漸増している。

2.2 システム構成

郵便物は、ほぼ図1の順序に従って処理される。もちろんこの作業は、郵便物の種類によっては一部が省略されたり、あるいは所要時間が著しく異なる場合がある。

郵便物の流れの大きな特徴は、輸送ダイヤによって定められたリズムに合わせてバッチ処理されている点であり、要求のつど行なう処理でない点である。したがって、サービスの品質としては、送達日数(投函してから配達されるまでの時間)、あるいは確実性などが考えられている。

a. 処理の流れ 図1の処理の内容を少し詳細に説明してみよう。一定の時刻ごとに取集グル

ープ（外勤）によって集められた郵便物は、局内作業グループに引き渡される。局内作業グループは、これをあらかじめきめられた運送便に間に合うよう（結束する）次の作業を行なう。

1) 切手あるいは他の日じるして適正な料金が収められているかどうかを確認し、押印（消印）を行なう。

2) あて名あるいはあて局番号をよみ、あらかじめ指定されたグループごとに区分する。指定されたグループは、区分棚にある区分口に対応しており、その配列を区分方という。

3) 区分された郵便物は、区分口ごとの物数が一定数（約10通）以上あれば、は束を作成し、そのは束を開く（開束）あて局を記したカードを付してまとめる。十分な物数がないときは、いくつかの区分口の物数をまとめては束とする。あて局、方面別（局群別）にまとまらない郵便物は、雑は束としてまとめられる。

4) 運送便のルートが同じは束は、まとめて一つの郵袋を作る。郵袋を作るための物数には上下限がある。郵袋には、その郵袋を開く（開披）局名を記したカードを付ける。

5) 所定の運送便にのせる群ごとに郵袋はまとめて保管しておき、その便が来たら乗せる。区分し、必要な処理をして、それぞれの局に送り出すことを差し立てるといふ。

郵便物を引き受けた局（引受局）での処理は以上のとおりであるが、中継処理を担当する継越局では次の処理が行なわれる。

6) 郵袋を受け入れ、開披の有無に応じて分ける。

7) 開披する必要のない郵袋は、そのあて先方面の運送便に乗せるための保管場所に移動しておく。

8) 開披する必要のある郵袋は、郵便物を出し、は束を郵袋相互間で入れかえ（は束交換）、また開束するは束を区分棚（機）へ配布する。

9) 開束されたは束は、再区分（継越区分）を行ない、は束を作り、それを開束するあて局を記したカードを付ける。

10) 再区分されたは束は、輸送ルート上同一方向のものをまとめ郵袋に入れる。

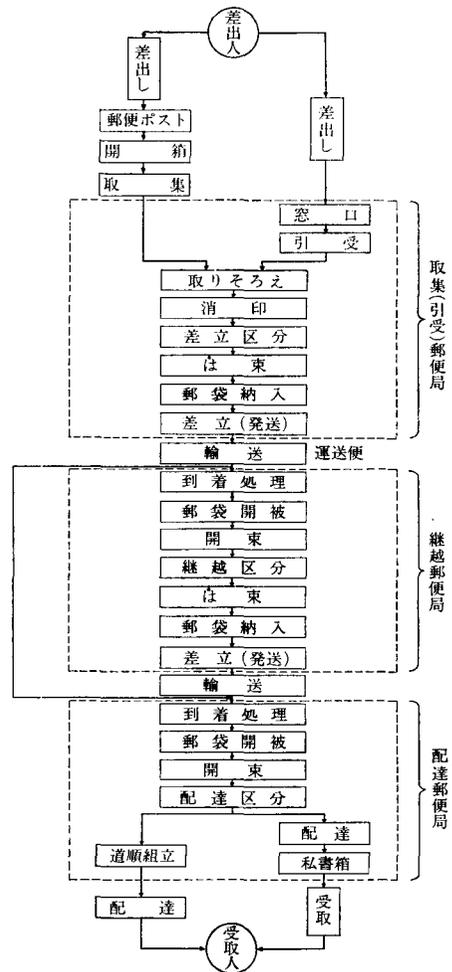


図1 郵便のフロー

以上のようにして、継越局（複数経由することもある）を通過した郵便物は、配達を行なう局（配達局）まで到着する。配達局では、さらに次の作業が行なわれる。

11) 受け入れた郵袋を開き、は束を開く。

12) 配達区ごとに町名、番地、あて名をみて区分（配達区分）される。配達区は、1人の配達要員がちょうど1日で配達を終了しうる物数、距離、地形をもとにきめられている。東京都区内では、その数は1局あたり20～110の範囲にある。

13) 配達区分を終了した郵便物は、個々の配達要員（外勤）にわたされる。配達区分までが、内勤要員の作業である。

14) 外勤要員は、さらに配達の際の道順に郵便物をならべかえ（ほぼ15%の作業となる）たのち、個々の家庭、事業所への配達に出発する。

b. 設備の配置 前述の郵便物の処理は、全国に散在する数万の郵便局およびそれらを連結する運送便を通して行なわれている。普通の郵便局の機能は、ポストから郵便物を集める取集、窓口での受付、配達、区分などであるが、これらすべての機能をもつ局は、全国で約6,000局程度であり、多くは、窓口受付のみである。また、地域により窓口受付、取集、区分のみを行なう局もある。継越業務を行なう局は地域内のある限られた局であり、ふつうは中央郵便局で行なわれる。中央郵便局は、取集、窓口受付、配達、区分、継越業務とすべての機能をもつ。ふつうは、一つの郵便局がすべての郵便物を対象とした機能をもつが、大都市のように取り扱う郵便物数が著しく多い局は、小包、定形外などの郵便物は専門局で取り扱うこともある。

郵便局相互間は、郵便物の量に適した輸送手段が用いられており、鉄道、自動車、飛行機、船

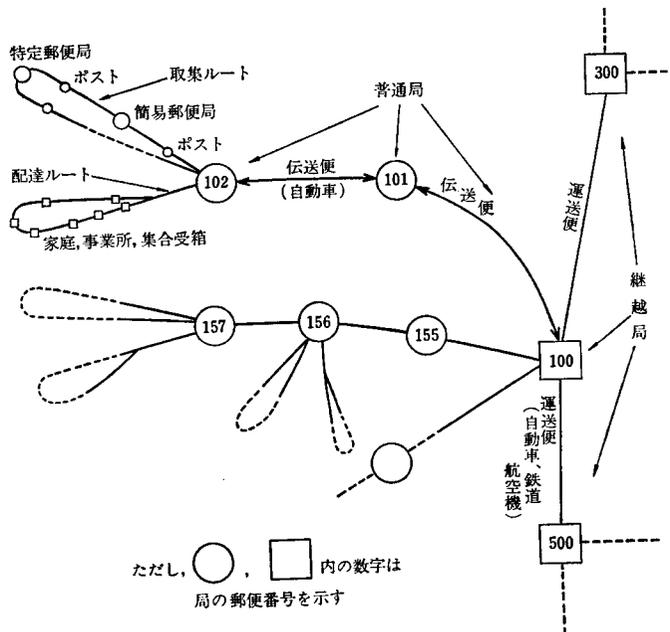


図2 郵便システムの構成

舶などがあり、一定のダイヤに従って運行されている。郵便局の配置、機能の分担、相互を連絡する輸送ルート、ダイヤは、永年の郵便運営の経験をもとに定められている。図2に概要を示した。

2・3 番号制と機械区分

欧米諸国と同様、局内作業の大部分をしめる区分作業を合理化するため、わが国では、郵便番号による区分が行なわれるようになった。その理由は二つあった。

- 1) 作業を簡易にし、非熟練者でも容易に、かつ能率的に作業しうるようにする。
- 2) 自動読取区分機を採用し、省力化をはかる準備をととのえる。

前者は、市町村合併などの社会状況の変化に対処するために有効である。番号記載率は国民の協力をえて着実に向上し、昭和48年3月には、わが国では平均94.7%にも達している。郵便番号を決めるには、利用者の手数をできるだけ少なくする反面、区分方法、輸送方法にできる限り整合したものでなければならない。たとえば、

- (a) なるべく行政地域——県、市、町など——に対応した番号とし記憶しやすくする。
 - (b) 配達物数の多い局は、けた数は少なく（3けた）、少ない局はけた数は多く（5けた）する。
 - (c) 輸送ルートに対応した番号とし、は束、郵袋を作りやすくする。
 - (d) 特殊な作業に対応することを番号付与上から明らかにしておく。たとえば車内区分を行なう場合は、3けた目は9としておく。
- などである。

一方、機械化を進めるには、番号制の採用以外に、郵便物の規格化が必要であり、昭和41年に、封書を定形、定形外に分類する制度改正が行なわれた。

以上の施策の結果、各種の自動機械が導入されるようになり、定形郵便物の処理には、すでに70台をこす自動区分機、選別押印機が大局に導入されている。また、定形外、小包など輸送、取扱いに労力、面積を要するものは専門の集中処理局が作られ、徹底した機械化が進められている。わが国では、晴海通常郵便局、東京の北部、南部小包局、大阪小包局などにその例をみることができ。

2・4 輸送機関の変遷

在来、主として鉄道に依存していた郵便物の輸送方式は、次の理由で変わりつつある。

- 1) 国鉄幹線区間での拠点輸送方式の推進および客・荷分離に伴い、旅客列車内での区分作業が困難になりつつある。
- 2) 航空便の拡張および高速道路の整備に伴う専用自動便の利用など、拠点間の短時間輸送が可能となってきた。

現在の各駅停車する長距離旅客列車を利用した車内区分はしだいに少なくなり、航空機、自動車を用いた拠点間輸送方式が中心となりつつあり、昭和48年度では、延距離で、鉄道36%に比し、自動車33%、航空25%に及んでいる。

3. OR を利用した諸問題

前章でのべた郵便システムを改善し、新しい時代に対処するため、多くのシステム研究が行なわれ、OR の手法が利用されるようになってきた。以下、具体的な応用例を示そう。

3・1 グラビティモデルによる郵便物の交流状況の分析 [2] [3]

郵便システムへの入力は、発着信名 (OD) をもつ年間 100 億をこえる郵便物である。システム研究には、OD 表の特性の分析が必要であり、またそのための物数の測定自身が課題である。昭和 47、48 年に、わが国の既存のデータをもとに、グラビティモデルへの適合性の研究を行なった。

この分析は、システム・シミュレーションのための入力データを整備する目的であるため、郵便局相互間の物数特性を把握することをまず検討した。昭和 45 年 9 月の調査データをもとに、

表 2 回帰式適用区分表

差出局		東	下	浦	世	新	武	川	横	千	浦	代	差出局		東	下	浦	世	新	武	川	横	千	浦	代	
あて局		京	谷	田	田	宿	蔵	野	浜	葉	和	表	あて局		京	谷	田	田	宿	蔵	野	浜	葉	和	表	
		中	中	中	中	中	中	中	中	中	中	中			中	中	中	中	中	中	中	中	中	中	中	
220	横浜中央	1	2	2	2	1	2			2	2	2	270	松戸北	2	2	2	2	3	3		3	1	2	2	
1													1	松戸	2	2	2	2	2	3	3	1	2	2		
2	城北	2	2	1	1	2	2	1	1	2	3	2	2	市川	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2		
3													3	船橋	2	2	3	2	2	3	3	2	1	2	2	
4													4	船橋東	2	2	3	2	3	3	3	3	1	2	3	
5													5	習志野	2	2	2	2	3		2	3	1	3	2	
6	川和	3	2	2		3		2	2			2	6	八千代	2	3		3	3		3	3	1		3	
7	青葉台	2	2	2		3		1	1			2	7	柏	2	2	2	2	2	3	2	3	1	2	2	
8	座間	2	2	2	2	3	3	1	1			2	8	野田	2	3	3		3			3	1	2	3	
9	相模原	2	2	1	2	1	3	1	1			2	9													
230	鶴見	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	280	千葉	1	2	2	1	2	2	1	2			2	2
1	横浜港	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1													
2	横浜港中	2	2	2	2	1		2	1	2	3	2	2													
3	港南	2	2	2	2	2	3	2	1	2		2	3	東金	3	3	3				3	2	1		3	
4													4	四街道	2	3	3	3	3			2	3	1		3
5	磯子	2	2	2		2		2	1		3	2	5	佐倉	2		2				3	3	1	3	3	
6	金沢	2	2	2	3	2		2	1	2	3	2	6	成田	2	2	2				2	3	1	3	2	
7	田浦	2	2	3	2	1		2	1			2	7	佐原	2	2	2		3		2	3	1	3	2	
8	横須賀	2	2		2	1	2	2	1	3		2	8	銚子	2	2	2				2	2	1	2	2	
9	久里浜	2	3	3	2	3		2	1			2	9		2	2	2	2	2			2	1	3	2	

単純に、発着信局の人口と距離だけを用いたグラビティモデルの適合性を調べたが、

- 1) 人口として昼・夜間いずれを用いるか？ 産業活動を反映する余地をどこにもたせるか？
- 2) 距離は地理上の直線距離でなく、交通の利便さなども考える必要ではないか？

という問題を解決しなければならないことがわかった。郵便物数と昼間人口、夜間人口、事業所数などとの相関を調査した。また、容易にデータのえられる社会指標として預貯金残高、民力度、飯食店販売額などとの相関を調査した。その結果、

- 1) 人口は、昼夜間人口比率 1.15 以上は昼間人口を、それ以下は夜間人口とする
- 2) 社会指数としては、預貯金残高、民力度、飯食店販売額のいずれもが有効である
- 3) 距離は鉄道距離を用いる

という結論をえた。以上の数値をもとに、グラビティモデルへの適合性を東京都内 8 局と全国の郵便局との間の値について調べた結果、実測値と算出値との間の相関係数が 0.75~0.96 の値をとることがわかった。さらに精度を上げるため、地域をグラビティモデルとの適合性によって三つのグループに分けた。たとえば、表 2 はその一部であり、1 はより物数の多いグループ、3 は少ないグループを示す。

以上の準備のもとに、グラビティモデルを適用すると、算出値は 99% 確率で実測値の 0.3~3 倍の範囲にはいることがたしかめられた。

また、府県単位に上述の考えを適用すると、地域的特性が平均化され、さらに適合度は向上する。社会指数として人口と預貯金残高を用いても、算出値は実測値の 0.6~1.5 倍の範囲となる。

3.2 区分方法の評価 [4]

郵便物は、あて名をよみ、いくつかの区分棚（機）を通して順次詳細に区分される。しかし、1 回の区分では、人手による作業能率上 70 口、機械区分でも十分な物数がないため 100~200 口であり、郵便物は分離、併合をくりかえしながら、1,000 をこすあて局、数十万の配達区へ分けられる。この過程で、なるべく労力の少ない区分方法とはどのような方法であろうか？ どの局で、どのような区分方法をとるのが、全体として最適かという問に対してはまだ十分な答がえられていない。最近自動区分機の導入を契機として区分方法についての研究が進められるようになった。そのあらましを紹介しよう。

1 回の区分でとりうる区分口数は限られているため、区分は多段区分となる。したがって常識的に、1 通あたりの平均区分回数を最少にする区分方法が最適であると考えることができる。いま、あて局別物数の割合が、 p_1, p_2, \dots, p_n とすれば、1 通あたりの情報量 H は、情報理論によれば、次式で示される。

$$H = -\sum_i^n p_i \log_2 p_i \quad \text{ビット/通}$$

いま、 r の区分口をもつ区分棚（機）で区分すると、そのとき利用される区分 1 回あたりの最大情報量（あるいは区分容量といったほうがよい） C_{\max} は、

$$C_{\max} = -\log_2 \frac{1}{r} \quad \text{ビット/通}$$

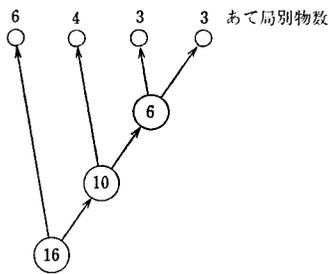


図3 区分口数2の区分棚(機)を用いたときの区分方法

であるから、情報理論の基本定理を援用すれば、

「1通あたり平均 H/C_{\max} 以上多い平均区分回数で区分する方法はあるが、それより少ない回数で区分する方法はない」

ということができる。

このように情報理論を利用すれば、区分方法の評価の糸口がえられ、また、最適区分方法も符号化の方法を活用して求められる。たとえば、D. A. Huffman の方法を用いることができる [5] [6]。図3で例示しよう。

あて局別物数が、6、4、3、3であり、区分口数が2の区分棚を用うるとしよう。あて局別物数の多さの順にならべ、物数の少ない局から順次トリー形で結べば、最適区分方法が求められる。1通あたり平均区分回数は2となり、 $H/C_{\max}=1.95$ に比し、わずかの差であることがわかる。

情報理論を利用し区分方法の研究をさらにすすめることができる。発信局ごとにある程度の区分をした後、継越局で一部を合併して再区分する。あて局別物数の割合が異なれば、合併すれば1通あたりの情報量は増加し、平均区分回数は増加する。しかし、郵便物数はまとまらなると細かく区分することはできないし、またまとめたほうが要員稼働上は能率的である。両者の均衡にたつて、全国に散在する局それぞれの区分法および合併をどのように進めたらよいか（継越局をどこに配置するか）が解明されよう。また、誤区分を考えた最適区分方法は、情報理論の「雑音のあるチャンネルを通して符号を送る」場合に対応している。

実際局で、以上の情報理論を利用した区分方法を適用する試みが進められており、また米国では、バルチモア局を対象に試算した報告がすでにある。しかし、今後なお研究に値する内容をふくんでいる分野である [5]。

3.3 要員配置計画 [7] [8]

長年の作業研究によって、郵便物の処理作業は、多数の作業工程に分解され、それぞれの単位能率が定められている。とくに、作業の標準化が容易な局内作業では、一つの事務単位（たとえば、普通通常1通を処理する作業）あたりの所要時間は、単位能率と作業工程別物数（発生比率）により求められるようになっている。

郵便物の1通あたりの処理所要時間は、郵便物の種類、事務内容、作業条件によって異なるので、相互比較のために郵便点数が用いられ、184.6秒の作業時間を1点としている。184.6秒は、かつて、普通通常100通を引受処理するのに要した時間であり、伝統的に用いられてきた値である。

一方、郵便物は処理される過程間で、受渡し時刻が定められている。たとえば、局内作業では、交付された時刻から、それと連絡すべき運送便の出発時刻までに、郵便物に応じた作業を行なわねばならない。しかし、これを処理する要員の勤務形態（線表）は、8あるいは16時間の

連続勤務であり、それぞれは途中で休憩、休息が必要である。したがって、以上の諸条件を満足し、要員数の最も少ない勤務形態別要員数を求める必要がある。

この要員配置計画は、ほとんど担当者の経験によって作られており、熟練者の能力に依存する点が多かった。しかしながら、局規模が大きくなり、運送便が多くなるにつれて、

全体の見通しがむずかしくなったため、二つの要員配置計画作成方法が考えられた。

一つは線形計画法を用いるものである [7]。表3の例で説明しよう。局へ到着する便（入便）である 1, 2, …, 5 はそれぞれ、9, 12, 15, …, 22 時に到着する。局内作業グループに交付される郵便物は、換算点数にしてそれぞれ 1,000, 1,000, 1,500, …, 1,500 の作業が必要であり、7, 11, 15, …, 23 時に出発する出便 A, B, C, …, F に結束される。たとえば、入便 2 は、C および D 便に 500 点相当の作業をおえた郵便物を送付する。さらに、11 から 13 時の間には、昼食のための休憩が必要である。線表としては、6, 9, 11, 12, 15 時から始まる 8 時間の連続勤務を、19 時から始まる 16 時間線表をとりうるものとしよう。以上の条件は、一次式で次のように示すことができる。

表3 出入表

		出便						
		A	B	e	C	D	E	F
入便	時刻	7	11	13	15	17	21	23
	時刻							
1	9		1000					
0	11			休憩				
2	12				500	500		
3	15					1500		
4	19						2000	
5	22	1000						500

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{第一条件 (時間内処理)} \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 x_9(1B) + x_{10}(1B) = 1,000 \\
 x_{11}(2c) + x_{12}(0e) = (y_6 + y_9)L \cdots \text{昼食の条件} \\
 x_{12}(2c) + x_{13}(2c) + x_{14}(2c) = 500 \\
 x_{12}(2D) + x_{13}(2D) + x_{14}(2D) + x_{15}(2D) + x_{16}(2D) = 500 \\
 x_{15}(3D) + x_{16}(3D) = 1,500 \\
 x_{19}(4E) + x_{20}(4E) = 2,000 \\
 x_{22}(5F) = 500 \\
 x_{22}(5A) + x_{23}(5A) + x_{24}(5A) + \cdots + x_{26}(5A) = 1,000
 \end{array} \right.
 \end{array} \right\}$$

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{第二条件 (要員配置)} \\
 \left\{ \begin{array}{l}
 ax_9(1B) \leq y_6 + y_9 \\
 ax_{10}(1B) \leq y_6 + y_9 \\
 ax_{11}(0e) \leq y_6 + y_9 + y_{11} \\
 a \{x_{12}(0e) + x_{12}(2c) + x_{12}(2D)\} \leq y_6 + y_9 + y_{11} \\
 a \{x_{13}(2c) + x_{13}(2D)\} \leq y_6 + y_9 + y_{11} + y_{12} \\
 a \{x_{14}(2c) + x_{14}(2D)\} \leq y_9 + y_{11} + y_{12} + y_{15} \\
 a \{x_{15}(2D) + x_{15}(3D)\} \leq y_9 + y_{11} + y_{12} + y_{15} \\
 a \{x_{16}(2D) + x_{16}(3D)\} \leq y_9 + y_{11} + y_{12} + y_{15}
 \end{array} \right.
 \end{array} \right\}$$

$$\begin{cases} ax_{19}(4E) \leq y_{12} + y_{15} + y_{19} \\ ax_{20}(4E) \leq y_{15} + y_{19} \\ b\{x_{22}(5F) + x_{22}(5A)\} \leq y_{19} \\ bx_{23}(5A) \leq y_{19} \\ \vdots \\ bx_6(5A) \leq y_{19} \end{cases}$$

ただし、 $x_i(XY)$: i 時 0 分から 1 時間の間に入使 X から出使 Y へ結束される郵便物の処理点数.

y_j : 勤務の始まる時刻が j 時である線表に配置される要員数.

a, b : 1 点を処理するに要する時間数.

L : 1 人あたりの昼食の休憩時間で処理しうる郵便点数.

以上の二つの条件を満足し,

$$y_6 + y_9 + y_{11} + y_{12} + y_{15} + 2y_{19}$$

を最少にする y_j を求めればよい.

条件式の係数に 0 の多い混合整数線形計画法であり、 y_j は整数値をとらねばならない。しかし、変数、条件式が多いため整数形では計算時間が長くなることが予想されるので、実数形の線形計画法を用いた要員配置計画作成プログラムを昭和 47 年に作成した。このプログラムは、物数、入便、出便の時刻、勤務線表を投入し、点数換算、最適要員配置計画を計算し、出力するものである。FORTRAN で約 8,000 ステップのプログラムとなり、1 局あたりの計算時間が 50 分程度となった。しかし、在米の熟練者による計算結果に比し、総要員数は 10~15% 程度少ない要員数をえている。

最適性を厳密に求めないが、計算時間をより短くし、すべての郵便物の処理要員を対象とするためのアルゴリズムとして、鑄形法とよぶ計算法を考案

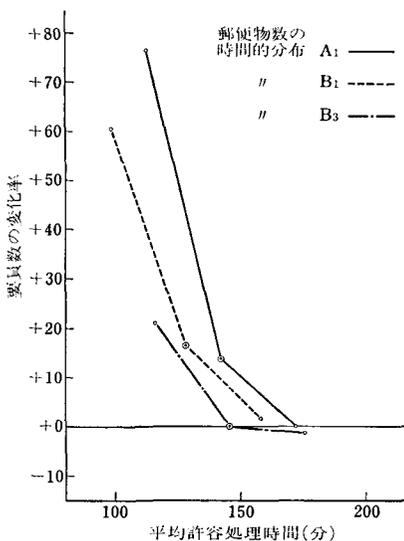


図 4 平均許容処理時間と要員数の変化率

した [8]. これは、郵便内務要員の作業条件の特殊性を極力利用したものである。たとえば、次の諸点に注目した。

- 1) 時間あたりの処理能率のよくない線表——たとえば、16 時間勤務は休息などが多い——には、その線表でなければ処理しえない作業量のみで要員数を定める。
- 2) 作業に応じた線表の選択の際、自由度の少ない作業（結束時間の短い）に優先的に関連づける。
- 3) 多数の線表がとりうるときは、その特長により線表を分類し、各分類の中で代表的な線表のみを対象とする。

鑄形法を用いたプログラム（約 11×10^3 ステップとなった）を作成し試行した結果、くり返し計算がないため

計算時間は約 1/3 に短縮され、最適性も実用上問題のない程度であることを確認した。

以上の二つのプログラムに、それぞれ SOLO (Sorting Load Optimization), COSMOS (Computation of Sorting Men in Office Services) という愛称をつけ、実際に利用することとしている。SOLO は、最適性が保証されているから、要員数の傾向分析のシミュレータとして、COSMOS は計算時間が短いため日常の要員計算作業に利用される。SOLO を用いて解析した例を図 4 に示した [9]。

3・4 継越局配置と輸送ルート [10]

継越局の適性配置を求めるには、区分コストのほかに、輸送コストの評価が必要である。東京中郵局の巨大化に伴い、継越機能の分散が考慮されるようになったため、それに関連して輸送コストがどのように変化するかを計算するためのシミュレータを作成した。このシミュレータを作成するには、継越局と普通局内および継越局相互間の輸送ルートを計算するアルゴリズムが必要である。輸送ルートを定めるには、

- 1) 送達日数からきまる輸送ダイヤ
- 2) 輸送ダイヤに応じて送られる郵便物数とそれを輸送する運送便の容量
- 3) 区分上望ましい郵便局の連絡関係

を考慮しなければならない。したがって、これらの条件をパラメータとして投入し、最適の（最も延物数距離が少ない）ルートをヒューリスティックに求める方法を考案した。それは、端末の局から継越局へ順次、2), 3) の条件を満足する範囲で延物数距離が最も少ないよう接続（ラベル）するものであり、すべての局をカバーしたときルートが完成し、その結果が出力される。最適値をうる保証がないため、担当者の判断によって最初の端末局を変更し、いくつかの計算を行なってその中で最も望ましいものを選定するようになっている。

輸送ルート作成のアルゴリズムが与えられれば、継越局機能の配置案に応じた延物数距離の計算は容易であり、約 7,500 ステップのプログラムで全体のシステムを完成した。このプログラムの愛称は OPAL (Optimization of Postal Office Allocation) である。

OPAL を用い、3・1 でえた物

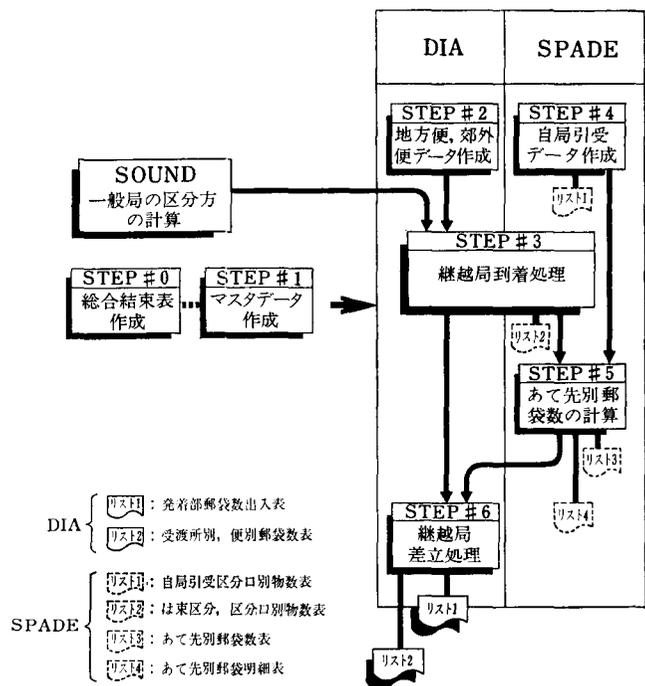


図 5 シミュレータの構成

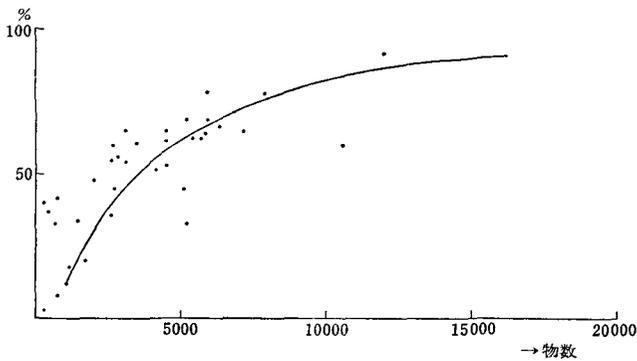


図6 普通局から差し立てられる郵便物の継越は東の割合（残りは継越局で開束される）

性、区分方法、輸送ダイヤ、継越局配置、送達日数が複雑にからみあっている。したがって、**3・1～3・4**までのべた各要素をさらに総合的に把握する必要がある。このために、普通局、継越局をふくめた郵便物の流れをシミュレートするためのプログラム・システムを開発した。

全体は、大まかに三つのモジュールに分かれている。すなわち、普通局での区分、輸送ルート上の処理と継越局での郵袋の処理、および継越局での再区分、などである。およその構成は図5に示した。それぞれのモジュールの愛称を SOUND (Sorting Unit Determination), DIA (Dispatch and Arrival Analysis) および SPADE (Sorting Parts Determination) としている。それぞれ COBOL で作られ、ステップ数が、12 k, 7.8 k, 7.8 k である。これらプログラム・システムの全体は、POEM (Postal System Evaluation and Management) とよぶ。

POEM は、区分方法、輸送ダイヤ、郵便物の流れなどの変更が、システム全体にどのような影響を与えるかを解析する道具である。たとえば、図6は、SOUND を用いて求めた、物数と継越は東の割合の傾向を示したものである。今後、集中処理体系の導入、継越局配置の変更など、システムの基本パラメータの変更案の評価や日常の運用条件の変更の検討に広く用いられようとしている。このようなシステム・シミュレーションを行なう計画は、米国郵便公社、カナダ郵政省、英国郵電公社などでもある。米国の優先郵便網の計画 [14]、カナダの Maximin 計画 [15] などがよく知られている例である。

4. 郵便システムの今後の研究課題

郵便システムの研究は、世界のどの国もようやくその緒についた段階である。むしろ、今後の研究にまたれる課題が多く、今後も OR のケース・スタディとして興味のある問題が多い。以下、それらを列記してみよう。

4・1 物数の測定および特性についての研究

郵便物は、その数の把握自体に労力を要する上、時々刻々変動する。したがって在来は、特定の日を定めて物数の調査を行ない、それをもとにシステムの諸元を定めていた。**3・1**の分析も

数の OD 表を投入して、15 の継越局配置案の評価を行なった。最適の局配置とというほど顕著な案は含まれていなかったが、望ましくない4案を指摘することができた。OPAL は倉庫、交換センタなどの配置案を研究するのにも利用しうるのである。

3・5 システム・シミュレーション [11]～[13]

郵便システムは、郵便物数の特

そのデータをもとに行なった。しかしながら、自動機械の導入によって物数の測定は容易になり、またその変動に応じた措置もとりやすくなった。たとえば、米国の Source Data System は、オンラインで物数の情報を集めるものである [16]。今後は、より適切なシステムの運用のためにも、測定法、物数の特性自体の研究が望まれている [17]。

4・2 送達日数の特性の解析

現在、標準送達日数が公示され、その範囲で到着するような努力が続けられており、また送達日数の管理が行なわれている。しかし、さらに物数増と送達日数との関係、輸送、区分などの処理能力と送達日数との関係あるいは送達日数と総原価との関係を解析する必要がある。それは、サービス品質である送達日数と設備、要員への投資額とは相互に trade-off の関係にあり、その関係が将来の郵便の役割をきめ、それに応じた政策をきめる上に用いられるからである。

4・3 システム構成の研究

郵便システムは、区分の集中処理、大量輸送に適合するよう変更されようとしている。その最適案を求めるには、OPAL, POEM などのシミュレータが用いられよう。さらに、集中処理局、継越局およびそれらの従属関係 (hierarchy) を求めるには、ネットワーク理論が有効かもしれない。現在のトリー形のネットワークで機械化された場合には、異常時での対応性がないため、分散形の構成が望まれるかもしれないからである。

4・4 運用作業の改善のための研究

区分機など自動機械の導入に伴って、人間-機械系として処理能率を向上させる方法 [18] (一種の Job-shop scheduling の問題)、一定の送達日数の限度内での最適の輸送ダイヤの作成方法、ある輸送ダイヤのもとでの輸送車輛の割当、回送計画などの作成には、OR の手法の援助を必要とする分野である。また、ポストからの収集時刻、ルート、家庭への配達時刻、など集配に関する作業は、物数の時間的変動特性の調査との関連において検討しなければならないテーマであろう。とくに、集配部分の自動化は今後とも最も技術的にも困難と予想されているからである。

5. む す び

将来の郵便システムをどのようにするかは、わが国のみならず、全世界的な関心事である。巨大な総合システムである郵便システムの研究を進めるには、多方面の専門家の協力が必要であり、OR マンに期待するところがきわめて多い。

本学会が、郵便システムについての紹介と展望を掲載する企画をもたれたことは時宜をえたものと敬意をはらうものである。最後に本稿を作成するにあたり、飯田徳雄氏の協力をえたことに深く感謝する。

参 考 文 献

- [1] Hough, R. W., "Future Data Traffic Volume," *Computer Magazine*, Sept-Oct (1970).
- [2] 郵政省, 郵便物の交流状況の調査, 1974年3月.
- [3] 郵政省, 郵便物の交流状況の調査およびこれにもなう予測, 1974年3月.

- [4] 電電公社技術局通信システム, 最適区分方法の求め方(その1, その2), 1974 (打合せ資料として利用されている).
- [5] The Operations Research Analysis and Design of Maximally Advantageous Sorting Configurations, I-IV, June-Dec., 1969, Computer Symbolic Inc.
- [6] Jasinski, K. M., Minimization of the Amount of Sortation in a Mail Circulation System, Operational Research Branch, B. P. O., Dec., 1966.
- [7] 郵政省, 区分要員算出方法の研究, 1973年3月.
- [8] 郵政省, 内務要員算出プログラムの作成, 1974年3月.
- [9] 郵政省, 業務量分布状況による区分要員数の傾向特性の分析, 1974年3月.
- [10] 郵政省, 首都圏における輸送システムの最適化の研究, 1973年3月.
- [11] 郵政省, 区分方法別処理量の計算に関する研究, 1973年3月.
- [12] 郵政省, 継越局発着部門における出入郵袋数の計算, 1974年3月.
- [13] 郵政省, 継越局の区分方の計算, 1974年3月.
- [14] Herring, G. P. and H. M. Horowitz, "Preferential Mail Network Modeling for the United States Postal Service," TIMS 19th International Meeting, 1972.
- [15] Charlton, T. C. and F. S. Johns, The Maximin Project Costing Model for Facilities Planning, Operational Research Branch, July, 1973.
- [16] "アメリカ郵政省における郵便ソースデータシステム", 郵便調査時報, **10**, 2 (1970).
- [17] Severo, Norman C. and Arthur E. Newman, "A Statistical Chain-ratio Method for Estimating Relative Volumes of Mails to Given Destinations," *Journal of Research of NBS*, **64C**, No. 1, Jan-Mar (1960).
- [18] Gupta, J. N. D. and A. R. Maykut, "Heuristic Algorithm for Scheduling n Jobs in a Flowshop," *J. O. R. S. J.*, **16**, 3, Sept. (1973).