

# モデル分析に基づく郵便区分輸送形態の最適化(2)

## —区分機設置の最適化とシミュレーション—

02103260	早稲田大学	*鯉田 淳	KOIDA Jun
01603200	早稲田大学	森戸 晋	MORITO Susumu
	郵政省 郵政研究所	岩間 司	IWAMA Tsukasa
	郵政省 郵政研究所	佐藤 政則	SATO Masanori
	郵政省 郵政研究所	田村 佳章	TAMURA Yosiaki

### 1 研究の背景と目的

現在、郵便事業では事業経営効率化の1つとして、コスト削減と送達速度の向上を目標としている。郵便物を宛て先別に分ける差立区分(以後、区分と呼ぶ)において、現在は区分の完了時刻に関連する時間的制約から、市町村単位で設置された一般局ごとに区分を行っている。しかし、機械化が進められるなか、機械の有効利用の観点からは、必ずしも引受通数が機械の処理能力に見合う量に満たない一般局で分散して区分を行うより、一般局数局を鎖状につなぐ郵便線路単位、あるいはその郵便線路を何本か束ねる地域区分局で集中的に区分処理の方がより効率的と考えられる。その一方で、集中的な処理を行うと、郵便物の追加的な輸送や手間が発生することになる。

そこで本研究では、ある地域区分局担当エリアを取り上げ、送達速度の維持と区分・輸送に関わる費用の総和の最小化を目的とし、ある局の引受郵便物の区分を行う局や、各局の機械配備台数と人員数を意思決定要因とする区分輸送形態決定問題を取り上げる。

### 2 区分輸送形態決定問題に対するアプローチ

本研究ではまず、送達基準を考慮せず、区分・輸送に関わる費用の総和の最小化を評価尺度とする数理計画モデルを考え、次に数理計画モデルで得られた区分輸送形態が、送達基準を満たしているかをシミュレーションモデルによって確認するアプローチを採用する。

### 3 数理計画モデルに基づく分析(2)

#### 3.1 数理計画モデルの前提条件

評価尺度のうち、輸送費は追加的な郵便物輸送や手間に対してかかる費用とし、局間の距離と郵便通数の積を輸送費の代替尺度とする。なお、定式化に際しては輸送費と設備費・人件費の単位が異なるため、輸送費に係数  $s$  (以後、輸送費用係数) を付けている。

なお、主な前提条件は以下の通りである。

1. 引き受けた郵便物は、自局が区分局の場合は自局ですべて区分し、区分局でない場合は自局より上位、つまり地域区分局に近い1つの区分局(地域区分局を含む)で区分する。
2. 郵便物の送付先が他の地域区分局、他の郵便線路の場合は一旦地域区分局を通過する。また、他の

地域区分局から引き受けた郵便物は地域区分局で区分されてから一般局に輸送される。

3. 区分機は大型、中型の2種類があり、それぞれの処理能力・占有面積は既知である。なお、区分機の1日の稼働時間は10時間としており、人員は延実働時間で考える。

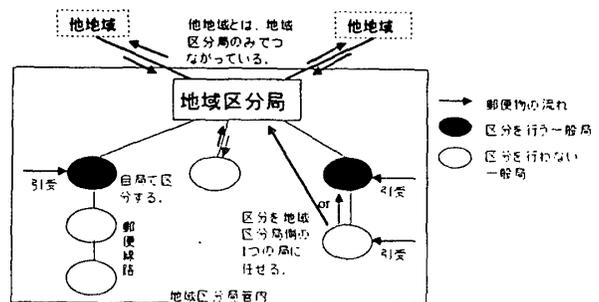


図1. 郵便ネットワークと前提条件

#### 3.2 実験内容と結果

特定の地域区分局担当エリアに関し、輸送費用係数  $s$  が区分輸送形態にどのように影響を与えるかについて実験を行った。3通りの輸送費用係数に対する区分輸送形態は以下の通りである。この地域区分局担当エリアには郵便線路が14本存在し、一般局を縦につなぐと郵便線路に対応する。図2から、輸送費用係数を上げるにつれ分散化が進んでいく様子が分かる。

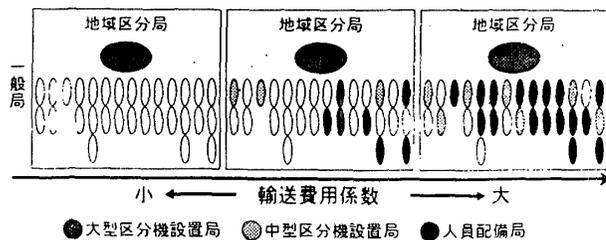


図2. 数理計画モデルに基づく区分輸送形態

### 4 シミュレーション分析

#### 4.1 シミュレーションを用いる背景

郵便物の翌日配達・翌々日配達といった送達日数に関する制約は、郵便線路のダイヤ(以下、郵便ダイヤ)や区分に要する時間、さらには時間帯ごとに異なる引受通数によって影響されるが、これらの要因を数理計画モデ

ルに組み込むことは問題の規模拡大を招く。そこで、これらの要因の影響は数理計画モデルの解に対してシミュレーションによって評価する。

#### 4.2 シミュレーションモデルの前提条件

シミュレーションモデルでは、数理計画モデルで求めた区分輸送形態、郵便ダイヤ、さらに各局の時間帯ごとの引受通数を入力情報とし、区分が完了しない局とその局において区分を完了させるために必要な処理能力を出力情報とする。

前提条件は以下の通りである。

1. トラック便は規定便のみからなり、1日3便とする。ダイヤは毎日変わらず、時間の精度は5分単位とし、渋滞等で遅れることはない。
2. 郵便物の引受は1時間ごとにまとめて行われるものとする。地域区分局における他地域からの引受も同様に考える。
3. 郵便物が引き受けられてから区分が開始されるまでの前処理に30分要する。
4. 区分機、人員はある時間帯の間、道順組立に使用されるため区分は行えない。また、一般局においてはPM10-AM6の間も区分はできない。
5. 1局に配備できる1時間当たりの最大配備人数は5人である。
6. 送達基準に関し、区分局においては、AM0時からPM3時まで引き受けた郵便物はその日の最終便までに区分が完了する必要があり、それ以降に引き受けた郵便物は翌日の1便までに区分することとする。区分を行わない局では、1,2便の出発時までに引き受けた郵便物を区分局において最終便までに区分する必要がある。

#### 4.3 実験目的・方法

各局の引受郵便物の区分が時間内に完了するかをシミュレーション実験によって確認する。実験を行うにあたり用いた地域区分局担当エリアは数理計画で用いたものと同じとし、輸送費用係数8の場合の区分輸送形態を入力情報とする。また、郵便ダイヤは現状のダイヤを用いている。

#### 4.4 実験結果

未完了局のうち、人員を用いている局は以下の結果となった。

1. 半数の局が1人だけ不足している結果となった。
2. 1局のみ3便出発直前の引受が多いため、最大配備人数が5人では現行のダイヤに間に合わない結果となった。

一方、区分機を配備している局に関しては以下のようになっている。

1. 他局から区分を任されている局の半数が未完了となった。
2. 自局の郵便物のみ区分している局は区分が完了している。

また地域区分局における引受および区分による、未処理通数の変化を示したのが図3である。

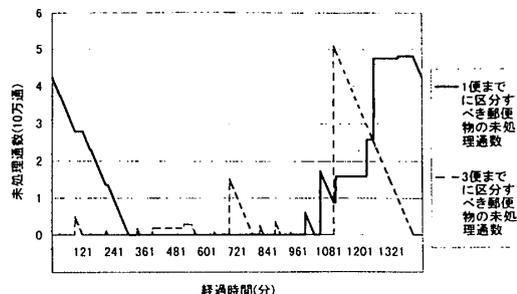


図3. 地域区分局における未処理通数の変動

### 5 数理計画モデルへのフィードバック

#### 5.1 フィードバックの目的

数理計画で求めた最適区分輸送形態は、送達基準を考慮すると、未完了局が存在し実行不可能となったが、その原因として最適形態が郵便ダイヤのいずれかにあると考えられる。このため、送達基準を満たすためには、最適形態を見直すか、または郵便ダイヤを見直す必要がある。

ここで、ダイヤを遅らせる方法は区分が完了しても送達速度の減少につながることから、区分が完了しなかった局をボトルネックとして数理計画モデルにフィードバックすることを試みる。

#### 5.2 フィードバック方法

人員1人分の人件費の目的関数値への寄与率は0.2%以下であることから、シミュレーション結果において人員が不足しているとなった局はフィードバックの対象としないことにする。一方、未完了局に関しては区分機を新たに導入する必要がある。そこで未完了局については、シミュレーションで区分が完了するための処理能力を計算し、数理計画モデルに「 $i$ が $j$ に区分を任せるならば、 $x$ の処理能力が必要」という論理式を導入する。論理式導入の特徴として、送達速度の向上に際しては定数 $x$ を変更するだけでよく、また論理式導入は有限回であることがあげられる。初めに数理計画で求めた解を下界値とし、区分が完了するよう処理能力を上げた解を上界値として分枝限定法で解を求める。

#### 5.3 実験内容と結果

本実験では、上のシミュレーションで扱った地域区分局、輸送費用係数をそのまま使い、数理計画モデルとシミュレーションを往復し、送達基準を満たす最適区分形態を求めることを目的とし、結果として3回で送達基準を満たす最適区分形態を求めることができた。

### 参考文献

- [1] 郵政省郵務局、「郵便事業概説」、pp.25-212、1994.
- [2] 鯉田淳他、「モデル分析に基づく郵便区分輸送形態の最適化」、1998年度日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集、pp.40-41、1998.