

郵便輸送におけるパレット交流データの推定と 空パレット回送先固定輸送方式の在庫シミュレーション

| | | | |
|----------|-----------|--------|-----------------|
| | 早稲田大学 | 江口 和孝 | EGUCHI Kazutaka |
| 02103150 | 早稲田大学 | *小竹 正弘 | KOTAKE Masahiro |
| 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 Yoshiaki |

1 はじめに

近年、物流配送活動において輸送費の占める割合が高くなってきている。こうした中で、ものを運ぶ輸送媒体（パレット、トラックなど）の空輸送は利益を生まず、効率化が求められている。

しかしながら、時々刻々変動するロジスティクスシステムの計画・運用の検討では、目的にかなう形でデータが存在しないことが少なくない。

郵便輸送では、郵便物がケースと呼ばれる輸送容器に入れられ、さらにパレットと呼ばれる大きな冷蔵庫程度の箱にまとめられる。各郵便局において、郵便物を積載したパレット（以下、実パレット）の到着量と出発量が異なるため、パレットが「偏る」という状況が発生する。この偏りを是正するために、郵便物を積載していないパレット（以下、空パレット）を回送する必要がある。

空パレットを効率的に回送するためには、実パレットの動きのデータを必要とするが、分析に必要な形のデータが存在しないために、既存の情報から実パレットの流れを推定する必要がある。

本研究では、存在するデータをもとにどのようにパレット交流データを推定するかについて検討し、推定結果をもとに、各郵便局のパレットの偏りを是正すべく、空パレットの回送アプローチを構築し、シミュレーションにより評価する。

2 データの存否と必要性

本研究で実パレット交流データを推定する目的は、空パレットを効率的に回送するために、各郵便局の1日あたりの実パレットの出入り量を知ることである。出入り量が求まると、空パレットの回送アプローチのシミュレーション分析でのデータが求まることになる。

現在、存在しているデータは以下のものである。

1. 各郵便局間の1日あたり郵便通致交流データ（以下、郵便通致OD量データ）。年1回、特定時期に収集される。また、OD量とは始終点間の輸送量のことである。
2. 一部主要局のトラックの線路/便別パレットデータ。
3. 郵便線路図。しかし、輸送トラックが実際にどのルートを利用しているかは明らかでない。

郵便通致ODデータを単純にパレット換算することは、以下の理由で意味をなさない。

一般に、任意の2郵便局間に直送便がある訳ではない。このため、直送便が無い場合には、必然的に輸送途

中での積み替えが必要となる。積み替えはトラックに限られず、パレットの中身すなわちパレットに積まれたケースの再編成という形でも行われる。

例えば東北の局から九州の局への1日あたりのOD輸送量がパレットの積載能力に比べてはるかに少なく、パレットの発地では複数の着地（例えば九州）のケースをまとめた「方面別」のパレットを構成し、経由点である東京で、他の便の荷物と合わせた上で、着地単位のパレットに編成しなおす場合がある。

3 パレット交流データの推定

本研究では、郵便通致OD量データ、郵便線路図を用い、積み替えを考慮した実パレットのリンク表を推定する。リンクとは、各郵便局間を結ぶ線路のことである。実パレットのリンク表を推定することにより、各郵便局における実パレットの出入り量が求まる。

3.1 前提条件

1. 対象地域を北海道、沖縄を除く全国とする。
2. 各郵便局間の輸送ルートが複数存在する場合も、特定のルートで輸送が行われるものと仮定する。
3. 同一方面宛（例えば関東地方）の郵便物は、同じパレットにまとめる。
4. 積み替えは、地域の中心となっている局（キー局と呼ぶ）でのみ行われているものとする。
5. ケースの中身の積み替えは行われない。

3.2 推定プロセス

- | | |
|-----|--|
| 手順1 | 郵便通致OD量データをケース容量(700通/ケース)で割り、ケースOD量にする。 |
| 手順2 | 郵便線路図から各郵便局間の輸送ルートを決める。 |
| 手順3 | リンク上にケースの輸送量を加算する。 |
| 手順4 | 加算したリンク上の輸送量をパレット容量(20ケース/パレット)で割る。 |

輸送ルートは、各局をあらかじめ定められたキー局を中心とするいくつかのゾーンに分けた後、以下の規則の下に定める。

1. 同一ゾーン内の局間は、最短の輸送ルートを選択。
2. キー局と異なるゾーンのキー局以外の局間は、直通ルートを選択。直通ルートがないときは3.に従う。
3. 異なるゾーンのキー局以外の局間は、それぞれの局が属しているゾーンのキー局を通るルートを選択。

4 空パレット回送先固定輸送方式

4.1 回送アプローチの概要

本アプローチでは、定常的な状態における平均値を考え、次の基準で分けられた余剰局に対して、余剰の空パレットの回送先を原則として不足局に固定する。

1. 余剰局 (推定流入量-流出量) ≥ 0
2. 不足局 (推定流入量-流出量) < 0

ここでは、空パレット回送の総コストに着目し、空パレットの回送を余剰局と不足局の輸送問題としてとらえ、コストの代替指標として「回送距離×空パレット回送量」を最小にするように解く。このときの最適解から得られた送り先を空パレット回送先として固定する。

4.2 輸送問題の定式化

決定変数

x_{ij} 余剰局 i から不足局 j への空パレット回送量

定数

c_{ij} 余剰局 i から不足局 j への空パレット回送距離

a_i 余剰局 i の空パレットの余剰量

b_j 不足局 j の空パレットの不足量

$$\text{最小化} \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

$$\text{制約} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i \quad \forall i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq b_j \quad \forall j \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i, \forall j \quad (4)$$

5 パレット在庫シミュレーション

5.1 予備シミュレーション

予備シミュレーションでは、郵便通数 OD 量データを毎日確率変動させて需要を発生し、空パレットの回送を行なう。実際には、余剰局が 4.2 節で決められた回送先に、安全在庫以上の空パレットを毎日送る。

予備シミュレーションの結果から、各郵便局の在庫パレット数の 95% 信頼区間の上限・下限を求め、 T_1 日後の在庫パレット数の増減を推定する。

1. 実験条件

- (a) 安全在庫 (一律) $S = 20$ パレット
- (b) 実輸送, 空輸送リードタイム $L = 1$ 日
- (c) 郵便需要 区間幅 $P = \pm$ (郵便通数 OD データ $\times 10\%$) の一様乱数
- (d) シミュレーション日数 $T_1 = 365$ 日 (=1 年)
- (e) シミュレーション回数 $N = 20$ 回

2. 考察 … 結果 (図 1) から、需要の変動などが重なって、いくつかの不足局で在庫切れを起こしたり、在庫の推移が上昇していくことが分かる。余剰局は毎期、安全在庫を維持し、在庫切れを起こさない。

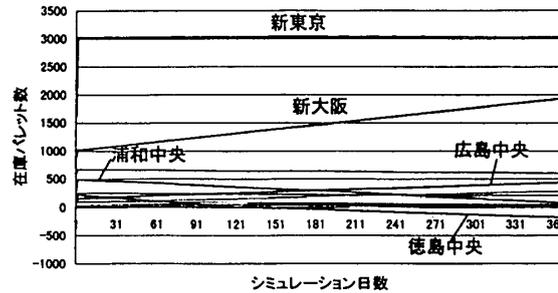


図 1 不足局の在庫パレット数の推移 (20 回の平均値)

5.2 微調整メカニズム

図 1 を見ても分かるように、回送先固定輸送方式では、在庫切れを起こす局が存在する。また、郵便通数 OD データを平均値と考えているが、実際は真の平均値すら分からない。ゆえに、微調整として不足局間で空パレットの回送をする必要がある。

微調整メカニズムでは、不足局を在庫パレット数が増加する局 (以下、発散局) と減少する局 (以下、破綻局)、変化しない局 (以下、定常局) に次の基準で分ける。

1. 破綻局
(1 期在庫量) $>$ (T_1 日後の在庫の信頼区間上限)
2. 発散局
(1 期在庫量) $<$ (T_1 日後の在庫の信頼区間下限)
3. 定常局 1、2 以外

発散局、破綻局で 4.2 節と同様の輸送問題を解いて微調整メカニズムの回送先 (破綻局) を固定し、破綻局で在庫切れが生じた時に微調整する。

5.3 本シミュレーション

本シミュレーションでは、回送先固定輸送方式で毎日空パレットの回送が行われ、在庫切れが生じた時点で、微調整メカニズムによって在庫切れした不足局の在庫を微調整する。実験条件は、シミュレーション日数 $T_2 = 1095$ 日 (=3 年) である以外は 5.1 節と同様である。

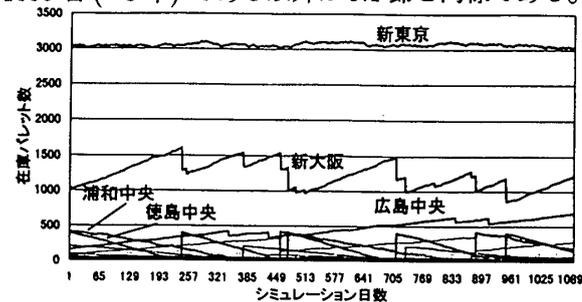


図 2 不足局の在庫パレット数の推移

6 結論

回送先固定輸送方式と微調整メカニズムによって、各郵便局の在庫の是正が安定して行われるようになった。

1. 微調整メカニズムによって、シミュレーション期間内に在庫切れを起こす不足局の数が 3 局から 0 局に減少した。(図 1、2)
2. 新大阪局などの発散局では、在庫の推移が上昇傾向であるが、微調整で回送をすることにより、在庫パレット数の増加を抑えることができた。(図 2)