

## IV - 4

## 宅配ネットワークにおけるサブセンター出店問題

東北大学 学生員 ○深野俊介  
 東北大学 正会員 徳永幸之  
 東北大学 正会員 須田 熙

## 1. 背景と目的

宅配便は迅速性や簡便性と言った利用者へのサービスの重視を背景に、急速な発展を遂げてきた。現在もなお安定的な成長を続けてはいるものの、業者間の競争の激化や市場の成熟化による需要の伸びの低迷などが問題として挙げられる。それらを解決していく上では地方部でのサービスの向上が課題であり、そのためには集配基地（以後センターと呼ぶ）の数を増加させる必要がある。本研究では、地方部におけるサービス向上のために、新たに小型の集配センターを設置するにあたってのコストの最小化問題を取り扱う。

## 2. 宅配便のシステム

宅配便のシステムでは図-1に示すように、センターに集荷された荷物はすべてベースに集まる。それを一括して目的地のベースへ運ぶ。ある業者では、仕分けなどの簡略化、のためにベースの管轄地域（リジョン）は都道府県単位、センターの管轄地域（エリア）は市郡単位で区分されている。本研究ではこの区分は変えずにエリア内でサブセンターの出店を考える。サブセンターとはセンターからの集配距離が比較的長い地域に設置し、取扱店（利用者）とセンターとの間に介在するものであり、サブセンター～ベースという輸送形態はとらないものと仮定する。従って本研究でのシステムは、集配～サブセンター～センター～ベースという形態と通常どう

りの集配～センター～ベースという2つの形態となる。

また、サブセンター～センター間の輸送コスト削減のためこの区間の輸送をバスにゆだねる宅配バス方式<sup>1)</sup>についても検討する。

## 3. 定式化

センター候補地  $i$ 、ゾーン  $j$  に対して次のような決定変数を定め、0-1線形計画問題として定式化する。

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{ゾーン } j \text{ がセンター } i \text{ に属する}) \\ 0 & (\text{ゾーン } j \text{ がセンター } i \text{ に属さない}) \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & (\text{センター } i \text{ を出店する}) \\ 0 & (\text{センター } i \text{ を出店しない}) \end{cases}$$

## (1) 目的関数

目的関数としては、集配コスト、センター間輸送コスト、積み替えコスト、及びサブセンターの経費の合計を最小とすることを考える。ここで、センター間輸送に自社トラックを用いる場合と宅配バスを用いる場合で以下のように定式化される。

## ①センター間輸送に自社トラックを用いる場合

$$\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \right\} + \left\{ \sum_{i=1}^n D_i y_i + A \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_j x_{ij} \right\} + \left\{ B \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} + S \sum_{i=1}^n y_i \right\} \longrightarrow \min (1)$$

## ②センター間輸送に宅配バスを用いる場合

$$\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij} \right\} + \left\{ (A+E) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m N_j x_{ij} \right\} + \left\{ B \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} + S \sum_{i=1}^n y_i \right\} \longrightarrow \min (2)$$

$C_{ij}$  : センター  $i$  からゾーン  $j$  の集配コスト

$D_i$  : サブセンター  $i$  ～センター  $n$  間の輸送コスト

$S$  : サブセンターの運営コスト

$A$  : 荷物1個あたりの積み替えコスト

$N_j$  : ゾーン  $j$  に発生する荷物量

$B$  : トラック1台あたりのサブセンター設備費

$E$  : 荷物1個あたりの宅配バス輸送料金

ここでセンター候補地  $n$  はもとからあるセンターの

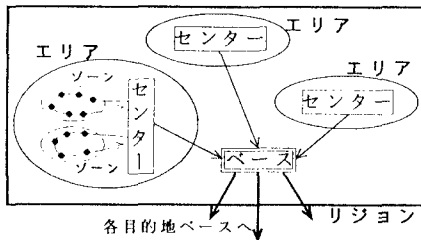


図-1 宅配システム

ことを表し、' は宅配バス利用時の各コストを表す。

## (2) 制約条件

### a) 集配に関する制約

すべてのゾーンはいずれかのセンターまたはサブセンターにより集配されなければならない。この制約を次式で与える。

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad (j=1 \sim m) \quad (3)$$

### b) センターに関する制約

サブセンターを出店させるならば、必ずゾーンを1つ以上担当しなければならない。センターを出店させないならばそのセンターは1つのゾーンも担当してはならない。この2つを各  $j$  について以下のような制約条件として与える。

$$\sum_j x_{ij} - y_i \geq 0 \quad (i=1 \sim n) \quad (4)$$

$$\sum_j x_{ij} - y_i \leq my_i \quad (i=1 \sim n) \quad (5)$$

### c) 集配時間に関する制約

センターからゾーンまで目標時間内に到達しなければならない。これについて各  $i, j$  について次の制約条件を与える。

$$T_{ij} x_{ij} \leq t \quad (i=1 \sim n, j=1 \sim m) \quad (6)$$

ここで、 $T_{ij}$  : センター  $i$  からゾーン  $j$  までの到達時間

$t$  : 目標到達時間

## 4. 適用例

本研究では適用例として図-2に示す仮想エリアについて最適サブセンター配置と担当ゾーンの決定を行う。集配には2トナ車、センター間輸送には4トナ車を用いるものとし1日に3往復する。なおこれらのトラックによるコストは、運輸省認可運賃料金表から固定コストをそれぞれ7300円、8800円、距離コストを117、140円/kmとした。さらに集配コストのうち、センターから担当ゾーンまでのステム走行は超過勤務で対応するものと考え、距離コストを15%増しの130円/kmとした。このような自社トラックを用いる場合をケース①とする。また宅配バスを使用する場合をケース②とするが、このとき集配車はセンター  $n$  に所属し、サブセンター間を1日1往復させ、サブセンターには駐車スペースを設けないものとした。

その他の各係数は表-1のように与え、以上2タ

イプについてのコスト最小となるサブセンター配置、担当ゾーンを決定した結果を図-3に示す。

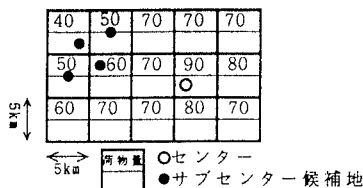


図-2 仮想エリア

表-1 各係数の値

|         | ケース①  | ケース② |
|---------|-------|------|
| S (円/日) | 12000 | 0    |
| B (円/日) | 3000  | 800  |
| A (円/個) | 20    | 20   |
| E (円/個) | 0     | 80   |

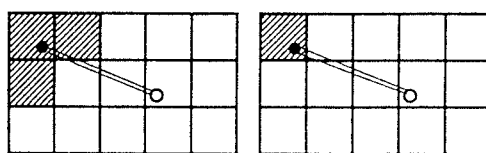


図-3 計算結果

### ① 自社トラック使用の場合

図-3の①の配置、担当ゾーンとなり、出店前の総コスト21万9千円に対し、出店後は24万7千円でサブセンター出店によるコストの増分は12.7%となった。

### ② 宅配バス利用の場合

図-3の②の配置、担当ゾーンとなった。出店後の総コストは22万5千円となり3%のコスト増となった。

## 5. まとめ

宅配便のネットワークにおいて、現在ある施設を生かしつつ、サービス水準(集配までのアクセス時間)を上げるにあたり、そのコストを最小化するモデルを構築することができた。その際サブセンター～センター間の輸送に宅配バスを取り入れることが有効である、なお宅配バスにはバス側、宅配業者双方に時間、荷物取扱量など様々な制約が考えられるため、実際に適用する場合はより詳細な検討が必要である。

## 参考文献

1) 徳永：宅配バス成立可能性の検討、日本都市計画学会学術研究論文集第29号、175、1994