

62. 首都圏の耐久消費財の配送行動に着目した拠点立地に関する実証的研究

東芝物流 学生会員 ○坪井 竹彦
 東京商船大学 正会員 高橋 洋二
 東京商船大学 正会員 兵藤 哲朗
 東芝物流 田中 啓介

1. はじめに

近年の景気低迷により、貨物の輸送需要は伸び悩み、輸送業の業績は悪化している。また、環境負荷の低減などの社会的要請もあり、輸送業界は業務の効率化を強く迫られている。一般に、物流業務の見直しにはコストと時間を要するから、昨今の事業環境の変化に、迅速に対応することは容易ではない。特に、配送コストは、配送ルートや使用車数だけではなく、拠点の数や位置によって大きく変化すると考えられる。このため、拠点の立地選定には、経験的な判断だけではなく、実証データに基づき理論的に効果を把握する必要がある。

このような分析を行うには、詳細な企業データを使用し、拠点と配送先の位置・配送先への物量に着目した配送行動のモデル化が必要であるが、公表されている事例は少ない。

2. 既存研究と本研究の目的

都市内の配送に関する既存研究としては第一に、地域全体のロジスティクスを最適化するための理論的方法を述べたもの¹⁾、各種の政策実施の評価を行うためマクロな集配送計画モデルを構築していたもの²⁾など、地域社会のマクロ的な視点から行われた研究事例を挙げることができる。一方、費用と顧客サービスのトレードオフに着目した分析方法を提案しているもの³⁾、トラックの運行形態をシミュレーションし政策の評価を行ったもの⁴⁾、企業の経営改善の観点から、物流コストの最小化をもとめるモデルを構築したもの⁵⁾など、企業のミクロ的な視点から研究した事例がある。

しかし、実際の企業を取り上げ、配送業務の実態を踏まえた合理的なルート設計方法を提案した研究事例⁶⁾は少ない。特に、企業の配送実態・施設立地・現実の道路ネットワークに基づき、渋滞状況を踏まえて、

拠点の立地・配送ルートなどを研究した事例は見られない。そこで、本研究は、耐久消費財の配送に着目し、拠点数・立地場所・配送ルートについて様々な施策の評価を可能とするシミュレーションモデルを構築するとともに、企業の配送実績データに基づき、実証的に分析することが目的である。

3. 研究の対象

本研究では、面的に広く配送先が点在し、その配送先数と物量が多いといった特徴を有する耐久消費財の配送行動に着目することとし、具体的には家電製品を取り上げた。家電製品の配送は、配送件数とその物量が非常に多く、拠点の立地には日々の配送行動の詳細な分析が必要である。本研究ではA物流企業の家電製品の配送実績データを使用することとした。

3.1. A 物流企業の概要

A 物流企業は、B 総合電機の子会社として設立されており、現在も B 総合電機の子会社としての物流業務の大半を受託している。また、年間の売上高が約 1000 億円であり、家電製品の物流業務の年間輸配送トン数は約 74 万トンである。この家電の輸配送業務は、①B 総合電機の家電製品工場(主に、国内 3ヶ所、海外2ヶ所)から全国に点在する A 物流企業の 9 支店(A 物流企業では、物流センターを支店と称している)へ輸送する業務と、②支店から販売店へ配送する業務に分かれている。

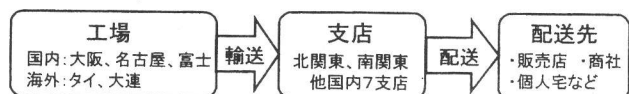


図1 家電製品の物流経路

3.2. A 物流企業の配送実績の概要

本研究の対象範囲として、もっとも配送物量の多い 1 都 4 県(茨城県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川

県であり、以下首都圏と称す)を取り上げた。A 物流企業では、千葉県柏市に位置する北関東支店と、神奈川県川崎市に位置する南関東支店の2支店によって首都圏の配送を実施している。北関東支店の担当エリアは、茨城県・埼玉県・千葉県であり、南関東支店は東京都・神奈川県となっているが、実際には一部の配送エリアが互いに重複している。次に、分析の対象期間は、2001年1月から7月までとし、シミュレーションは、2月1日のデータを使用している。A 物流企業では、「最大出荷物量日の70%の物量を出荷するように配送システムを構築する」のが最も経済的であることを経験上得ており、2月1日がこの条件を満たしていることによる。なお、月別の配送物量の推移は図2のとおりであり、3月と4月が多く、1月と2月が少なくなっている。3月は、期末のために配送物量が多く、1月は正月休みのため稼働日が少ないことによる。

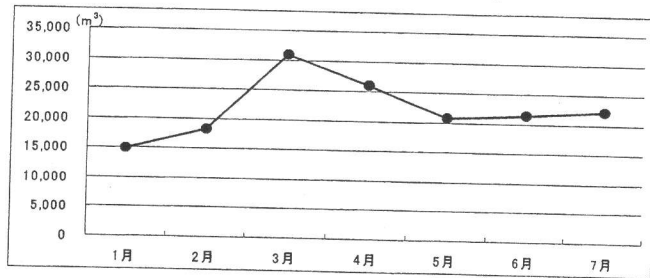


図2 月別の出荷物量の推移

2月の日別配送物量の推移を図3に示した。この結果、月初めから月末に向かい、物量が増加していることと、週始めから週末に向かい物量が減少していることが把握される。

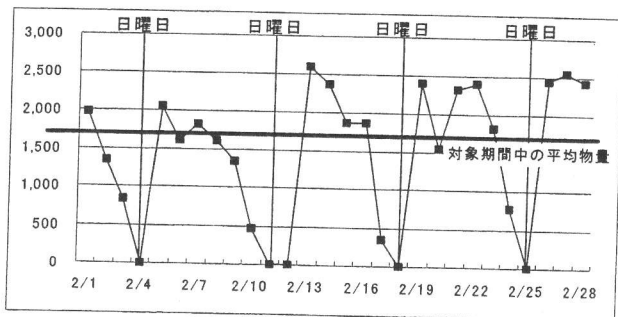


図3 2月の日別出荷物量の推移

2月1日の配送実績データによれば、2支店と各配送先の位置は、図4のとおりである。配送先は首都圏に広く分布しているが、特に東京、神奈川、埼玉、千葉の都市部への配送先が多い。

また、各都県の配送物量と配送件数は表1のとおりである。配送物量は小売販売店向けと量販店物流セ

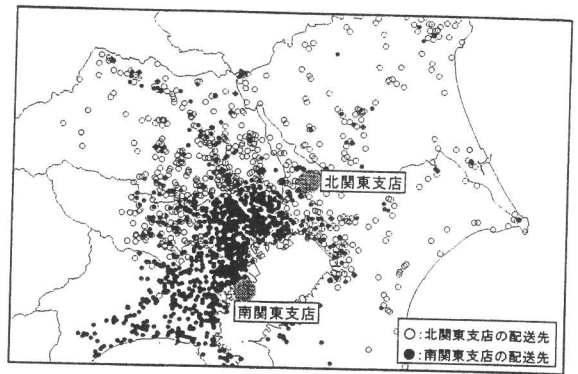


図4 2支店と各配送先の位置

表1 各県別の配送物量と配送件数

	小売販売店向け			家電量販店物流センター向け		
	配送先数	配送物量 (m³)	平均物量 (m³/軒)	配送先数	配送物量 (m³)	平均物量 (m³/軒)
東京都	822	448.5	0.55	13	378.0	29.07
神奈川県	471	277.1	0.59	12	295.6	24.63
千葉県	324	150.9	0.47	8	248.9	31.11
埼玉県	502	303.2	0.60	3	140.2	46.74
茨城県	193	95.1	0.49	2	63.8	31.89
合計	2312	1274.7	0.55	38	1126.4	29.64

ンター向けがほぼ同量となっているが、配送件数は小売販売店が圧倒的に多く、1軒あたりの配送物量が少ないため、配送業務が不効率となっている。そこで、この小売販売店向け配送業務を分析の対象とした。

4. 配送先の地理的分布に着目した拠点立地の検討

4.1. 検討案の設定

A 物流企業では、拠点の統合および再配置を考慮しており、この拠点の立地場所を選定するため、表2のような4つの検討案を設定した。

表2 検討案一覧

①. 現状再現案

各検討案を評価するための基準とするため設定するとともに、現状の再現性を確認し、本シミュレーションの有効性を検証する。

②. ルート再設計案

家電製品は、配送先へのサービスとして、路線バスのような配送先への定時配送を基本としており、日々の配送物量に関わらず、固定した配送ルート・車数により配送している。ここでは、最適なルート・車数で配送した場合を想定する。

③. 統合・再設計案

南関東支店から北関東支店に、配送車の発地を移し、かつ最適な配送を実施した場合を想定する。

④. 拠点再配置案

南関東支店を廃止し、新たに首都圏内に拠点を1~3カ所設ける案。その候補地として、東京都に6ヶ所、埼玉県に5ヶ所、千葉県に4ヶ所、神奈川県に3ヶ所、の合計18ヶ所について検討した。

4.2. 各検討案の評価に使用するコスト式の設定

物流コストは、施設費用と配送費用の合計と考えることができる。一般に、施設費用については、土地及び建物・設備の償却年数等に関する詳細なデータが必要となる。また、A 物流企業の場合、これらの拠点は家電製品のみではなく、他の製品(医薬品や玩具

など)にも使用しており、施設費用の区分が困難である。そこで、本研究では、配送費用のみに着目して分析することとした。

一般に、配送費用には、車輛の維持運営費や人件費を考慮する必要があるが、対象とする A 物流企業では、自社の車輛を保有しておらず、すべて外注により配送を行っている。従って、本研究では、車輛の備車費用を配送費用とし、この配送費用を基本備車費用・高速道路相当料金・超過距離費用・超過時間費用の4つに分割した。各費用は次式のように示される。

$$\begin{aligned} \text{配送費用}(Cd) &= \text{基本備車費用}(Cl) \\ &\quad + \text{高速道路相当料金}(Hp) \\ &\quad + \text{超過距離費用}(Od) \\ &\quad + \text{超過時間費用}(Ot) \end{aligned}$$

各項目は、次式により表す。

$$\text{基本備車費用: } Cl = \sum_{i=1}^R cf_i(k)$$

$cf_i(k)$: ルート i における車種 k の基本備車費用(本研究では、すべて2t車と仮定し、 $cf_i(k) = 19,800$ 円)

R : 全ルート数

$$\text{高速道路相当料金: } Hp = \sum_{i=1}^R (dh_i \times rp)$$

dh_i : ルート i の高速道路走行距離、

rp : 高速道路走行距離単価(24 円/km)

$$\text{超過距離費用: } Od = \sum_{i=1}^R (d_i - d_F) \times vd$$

$$d_i = \sum_{j=0}^{n_i} df_i(j, j+1)$$

d_i : ルート i の走行距離、 d_F : 基本距離(120km)、

vd : 距離増し単価(75 円/km)、 n_i : ルート i の店舗数

$df_i(j, j+1)$: 配送先 j と配送先 $j+1$ 間の距離

$$\text{超過時間費用: } Ot = \sum_{i=1}^R (t_i - t_F) \times vt$$

$$t_i = \sum_{j=1}^{n_i} tf_i(j, j+1)$$

t_i : ルート i の走行時間、 t_F : 基本稼働時間(9 時間)、

vt : 時間価値(2000 円/時間)、

$tf_i(j, j+1)$: 配送先 j と配送先 $j+1$ 間の走行と荷捌時間

4.3. 検討案の評価手順

本研究におけるシミュレーションおよび各検討案の

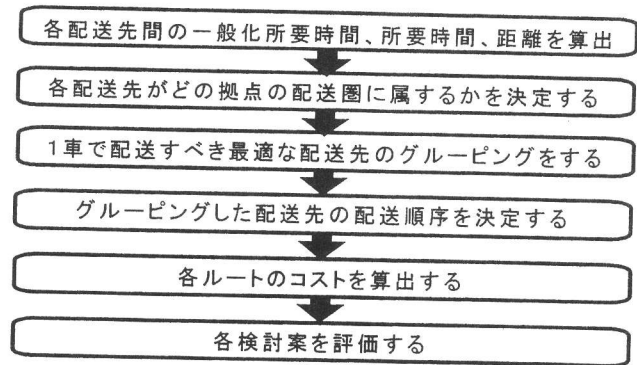


図5 各検討案の評価手順

評価は、図5の手順により実施した。

①配送実績データと道路ネットワークデータより、各配送先間の一般化所要時間・所要時間・距離を算出する。なお、一般化所要時間とは、所要時間に高速道路走行費用を時間価値により時間に換算し加え、算出した時間である。②各配送先と各拠点間の一般化所要時間の長短を用いて、各配送先がどの拠点の配送圏に属するかを判別する。③セービング法⁷⁾により各配送圏内について、1台で配送すべき最適な配送先のグルーピングを行う。なお、セービング法とは、ピストン型配送からルート型配送へ変更することによって減少する距離をセービング値として算出し、この値の大きいルート対の順に結合する方法である。しかし、本研究では、高速道路の使用も考慮するため、一般化所要時間をセービング値として用いた。④TSP(2最適法⁸⁾)を使用して、各ルートの配送順序を決定する。⑤算出されたルートに対して、4.2節のコスト式により、コストを算出する。⑥算出されたコストにより、各検討案の評価を行う。

5. 各検討案の考察

ルート再設計案についてシミュレーションした結果を図6、各検討案について図7に示す。現状再現案と他の代替案を比較すると、現状再現案は大幅なコスト高になっている。定時配送(現状再現案)を取りやめ、最適ルート・車数により配送する(ルート再設計案)場合、約40%のコスト削減となり、定時配送の維持が大きくコストに影響していることがわかる。次に、ルート再設計案と統合・再設計案の配送費を比較すると、統合・再設計案の場合は、拠点の統合により配送車の走行距離が増大し、これにかかる配送コストは月額約450万円増加する。(例えば、神奈川県小田原市への配送

は、南関東支店からの距離ならば約 70km であるが、統合後北関東支店からの配送となると距離は約 110km となる)

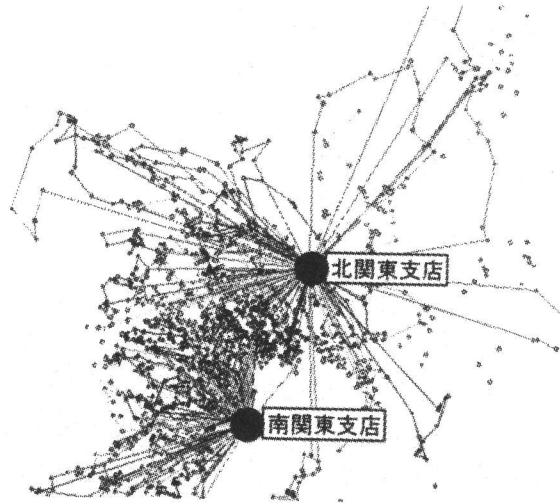


図6 シミュレーション結果の例(ルート再設計案)

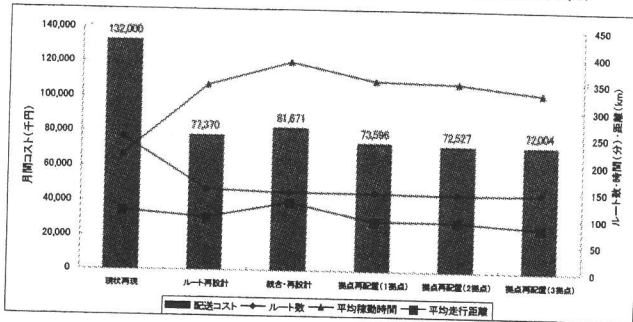


図7 各検討案の比較

一方、A 物流企業によると、拠点の集約による削減コストは5~10 百万円と想定しており、拠点集約により削減されるコストがより高いと考えられる。ただし、首都圏を1拠点で配送する場合、その拠点のシステム障害や災害などにより、即首都圏への出荷が不可能になることも考えられる。また A 物流業者は医薬品等、家電製品以外についても取り扱っているためこれも拠点配置に影響している。

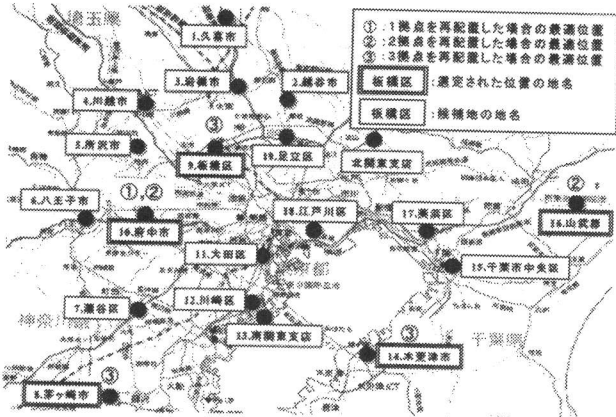


図8 最適拠点の位置

拠点再配置案における各配置拠点数の最適な拠点の位置は図 8 の二重枠の地点であり、丸数字は設置する拠点数とその位置を表している。

拠点再配置案のうち1拠点を新たに配置した場合、ルート再設計案と比較して月額約 370 万円の配送コストを削減できる。また、拠点再配置案のうち2拠点配置の場合は、1拠点配置と比較すると月額約 100 万円の削減となる。また、3 拠点配置の場合は、2 拠点配置と比較して月額約 50 万円にとどまり、拠点数を増やすにしがたい、効果額が減少することが指摘できる。また、新たに設置される拠点は、どの拠点数の場合でも、23 区を中心とする大量消費地の外側に立地させると、配送コストの削減効果が高くなることが明らかとなった。

6. まとめと今後の課題

本研究では、企業の配送実績データにもとづいたシミュレーションモデルを構築し、各施策を評価した。その結果、定時配送から物量に応じた最適配送に変更することにより、大幅に配送コストを削減できることを明らかにした。また、拠点数とその位置の変更が、配送コストに大きく影響を与えることが明らかとなった。

今後は、①本シミュレーションモデルへの施設費用の組み入れ、②他の製品との積み合わせや、同業他社との協業化による配送コストの変化、などを研究していく必要がある。

<参考文献>

- 1) 谷口(2000):シティーロジスティクス、土木計画学研究・講演集、No23(2)、pp1-19
- 2) 家田・佐野・常山(1992):マクロ集配輸送計画モデルの構築とその「地区共同集配」評価への適用、土木計画学研究・論文集、No10、pp247-254
- 3) 松本(1990):都市内物流に関するロジスティック費用と顧客サービスのトレードオフ、土木学会論文集、第 413 号、IV-12、pp31-38
- 4) 兵藤・高橋・久保・苦瀬・松尾(1996):交通管理政策が都市内貨物集配に与える効果の定量的シミュレーション分析、第 31 回日本都市計画学会学術研究論文集、pp433-438
- 5) 宮本・久保(2001):自動販売機に対する在庫配送計画の事例、Journal of the Operations Research Society of Japan ,Vol44,No4,pp378-388
- 6) 坪井・高橋・兵藤・黒川(2001):物流業務の実態を踏まえた配送ルート設計方法の研究、第 21 回交通工学研究発表会論文報告集、pp53-56
- 7) 増井、百合本、片山(1998):ロジスティクスの OR、横書店、pp106-111、
- 8) 参考文献7と同図書、pp118-120