

研究論文

異なる経営体による相互供給システムにおいて
交通渋滞を考慮した配送計画に関する研究

栗山 仙之助・船橋 伸康*・久保 貞也**

A Study on Route Planning for Mutual Supply
System with Consideration of Traffic Jam

Sennosuke KURIYAMA, Nobuyasu FUNAHASHI and Sadaya KUBO

1. 緒言

経営体を取り巻く状況の一つとして、顧客ニーズの多様化、個性化というものがあげられる。そのような状況で、大型店の増加、コンビニエンスストア、ディスカウントストアなど組織化された経営体の数は増加傾向にある。なかでも、地域社会に台頭してきた経営体の一つとして、コンビニエンスストアがあげられる。コンビニエンスストアの特徴として多品種の製品が揃えられていること、顧客に対する利便性が高いことがあり、これが店舗増加の一因となっている。その一方、個人店主など供給範囲の限られた地域に密着した経営体も存在する。これらの経営体は個性的で専門化された製品を生産している場合が多い。しかし、少品種しか扱わない地域に密着した経営体は、大型志向の経営環境のなかで減少している傾向にある。その結果として地域に密着した経営体は経営不振に陥ったり、転業などに追い込まれるケースが多く見受けられる。ところで、店舗数が激増しているコンビニエンスストアにも問題点がないわけではない。コンビニエンスストアは多品種な製品を扱う反面、大量生産、部品の組合せによる製品が大部分をしめている。それゆえ、製品の画一化は避けられなく、顧客ニーズに完全に対応している

Received March 24, 1997

* 摂南大学大学院経営情報学研究科

**大阪工業大学大学院工学研究科

とはいえ、大型店や、コンビニエンスストアの地域にしめる割合が多くなることは、地域経済全体の発展にとっても望ましいこととはいえ、ない。そこで、このような状況における新たな展開として、異なる経営体による相互供給システムが以前の研究で提案された。このシステムは、地域に密着した製造販売設備をもつ経営体が、より個性的で高品質な製品を製造販売すること、より効率的な生産・販売システムを達成することによって、地域経済の活性化につなげることを目的としている。その方法として地域内の製造販売設備をもつ経営体が互いに提携し製品を持ち合うことが述べられた。このシステムでは、システム内の各経営体が確実な販売機会をもち、製品を分散させることにより、売れ残りや流行に対するリスクを軽減させることができる。そして、それは収益が安定化するという効果につながる。また、個性的で多様な製品を取り扱うことも可能となる。このシステムは、たとえば靴、金魚などの地場産業や、ケーキ、和菓子などを製造販売する個人店主などによって構成されることを想定している。以前の研究では本システムにおける物流の特徴、およびサービス率について述べられていた。また、その配送効率の向上についてすでに論じられていた。

そこで本研究では、配送時間に影響を与え、配送コストの高騰化を招き、ひいては製品原価の増大につながる交通渋滞に着目した。あわせて従来の研究ではネットワーク内の一般車両による渋滞も考慮に入れた。具体的には、ネットワーク内の各アークの使用頻度を減少させる配送パターンを提案することにより、交通渋滞を低減させることを提案し数値計算例による考察を行う。

2. モデルの設定

2. 1. モデルの前提条件

- ①道路網を格子型ネットワークで表し、各道路をアーク、各製造販売設備をもつ経営体（以下経営体）をノードで表す。そして、アークの交点に経営体が存在するものとする。
- ②格子型ネットワークは一辺の正方形とする。
- ③物流センタを用いず、巡回配送を行うものとする。
- ④各経営体の各製品の需要量は一定とする。
- ⑤配送車両は全ての経営体が所有するものとする。
- ⑥使用する配送車両は出発した経営体に帰着しなければならない。
- ⑦使用する配送車両は全ての経営体を通過するものとする。

2. 2. 配送経路の種類

集中型・・・各経営体の選択配送経路が一つしかない状態、ただし可能な限り一般車両の交通が少ない経路を選択するものとする。

分散型・・・各経営体の選択配送経路は配送車両が分散した形で選択される。ネットワーク内における各アークごとの配送車両の交通量が平準化された経路の組合せ。図1のアルゴリズム

によって決定する。具体的には、まず全とおりの配送経路をもとめる。もとめられた配送経路の全とおりの分散を調べ、それが最少のものを選択する。そして、次に選択される配送経路の候補を全とおりの中から選択する。その方法として、すでに選択されている配送経路の交通量に、次の経路候補となる配送経路の交通量を加算する。この手順を全とおりで繰り返し、交通量の分散が最少となるものを選択する。この方法を経営体の数だけ繰り返すことにより、分散型の配送経路をもとめることができる。

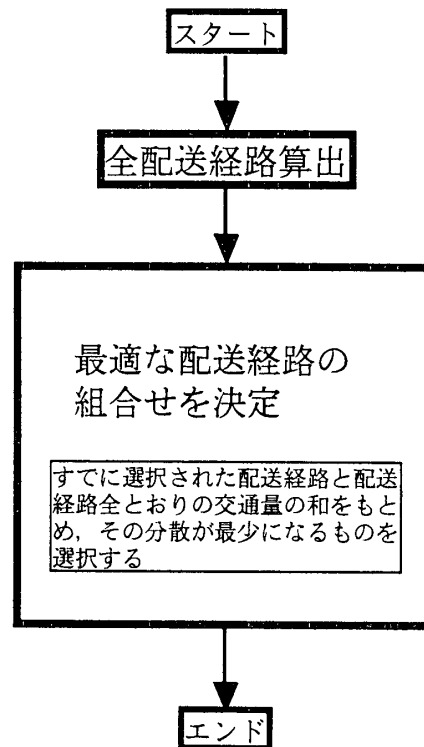


図1 分散型経路選択アルゴリズム

2. 3. 記号の説明

- n : 一辺に存在する経営体数
- k : 一辺に存在する経営体数 (一般車輛の交通量をもとめるときに使用)
- l : 一辺に存在する任意の経営体
- k : 一辺に存在する任意の経営体
- P_t : 一般車輛の縦アークの使用量
- P_y : 一般車輛の横アークの使用量
- C_t : 集中型配送経路による縦アークの使用量
- C_y : 集中型配送経路による横アークの使用量
- B_y : 分散型配送経路による縦アークの使用量
- B_t : 分散型配送経路による横アークの使用量
- a : 一般車輛の交通量の重み

x : 配送車輛の増加定数

W_t : 一般車輛と集中型配送車輛を加えた縦アークの使用量

W_y : 一般車輛と集中型配送車輛を加えた横アークの使用量

Q_t : 一般車輛と分散型配送車輛を加えた縦アークの使用量

Q_y : 一般車輛と分散型配送車輛を加えた横アークの使用量

3. モデルの定式化

3. 1. 一般車輛の交通量

普通、ドライバーが出発点から目的地に移動する場合、無意識に直線距離をとり最短経路をとる。そのことから、図2に示される太線アークの交通量は、車輛経路を右折一回に限定した場合において、次の式によりもとめられる。

縦アークの交通量

$$P_t = 2k(m - k + 1)(n + 1) \quad (1)$$

横アークの交通量

$$P_y = 2k(n - l + 1)(m + 1) \quad (2)$$

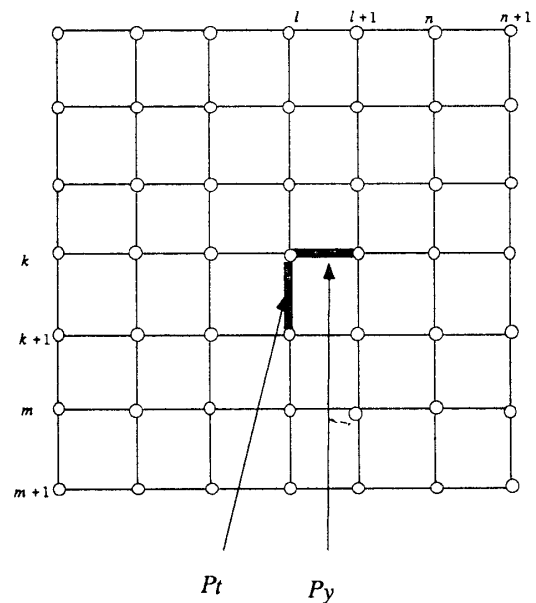


図2 一般車輛の交通量

3. 2. 一般車輛と配送車輛を加えた交通量

一般車輛と配送車輛を加えた交通量は以下の式によってもとめられる。一般的に一般車輛の交通量は配送車輛の交通量よりも大きい。そのため、本研究においては、式1, 2よりもとめられた値を100倍したものを使用する。

集中型における縦アークの使用量

$$W_t = Ctx + \alpha P_t \quad (3)$$

集中型における横アークの使用量

$$Wy = Cyx + \alpha Py \quad (4)$$

分散型における縦アークの使用量

$$Qt = Btx + \alpha Pt \quad (5)$$

分散型における横アークの使用量

$$Qy = Byx + \alpha py \quad (6)$$

4. 数値計算例

図3～図8まではすべて n の値が6のものである。まず一般車輛の交通量を図3に示す。そして、図4、図5では集中型および分散型の配送車輛の交通量を示している。次に一般車輛と配送車輛を加えたものであるが、一般車輛に集中型を加えたものが図6、一般車輛に集中型を加えたものが図7に示されている。図6と図7は式3～6を用いてもとめるのであるが、本研究では α の値を100として計算を行った。集中型と分散型の交通量の分散は定数の値の幅が少ないものを図8に、多いものを図9に示している。最後に図10で同様の方法でもとめられた $n=4$ の交通量の分散を示す。

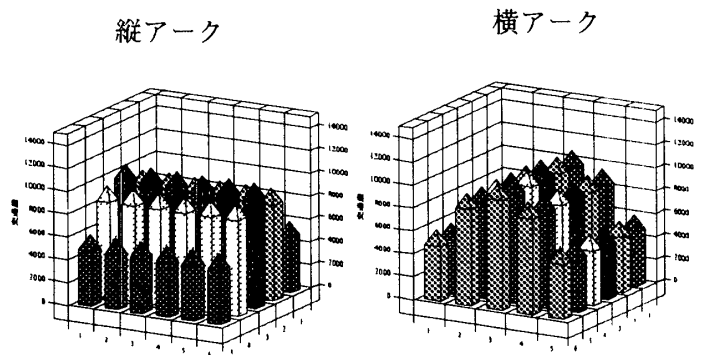


図3 $n=6$ の一般車輛の交通量

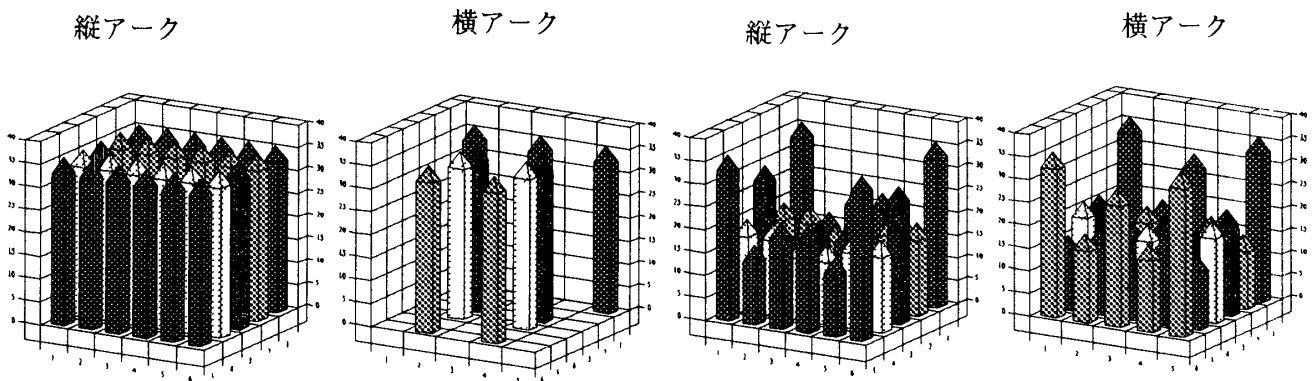


図4 $n=6$ の集中型の交通量

図5 $n=6$ の分散型の交通量

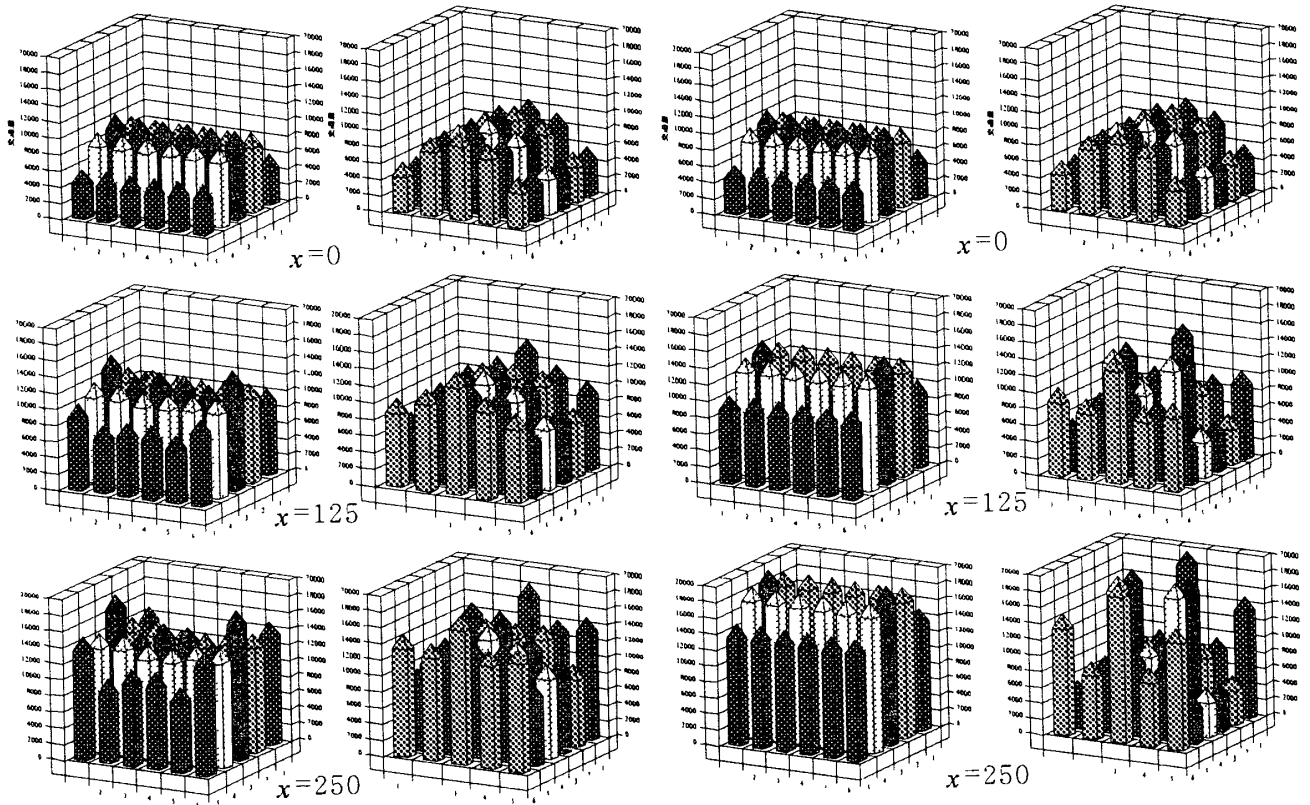


図6 $n=6$ の場合の一般車両+集中型の交通量

図7 $n=6$ の場合の一般車両+分散型の交通量

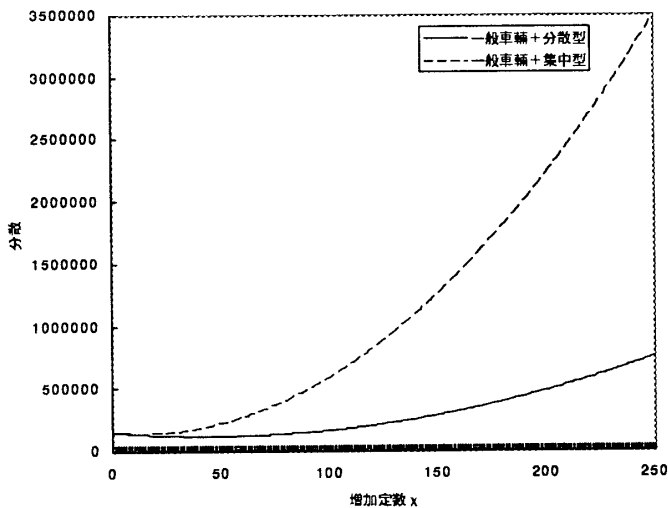


図8 $n=6$ の場合の分散①

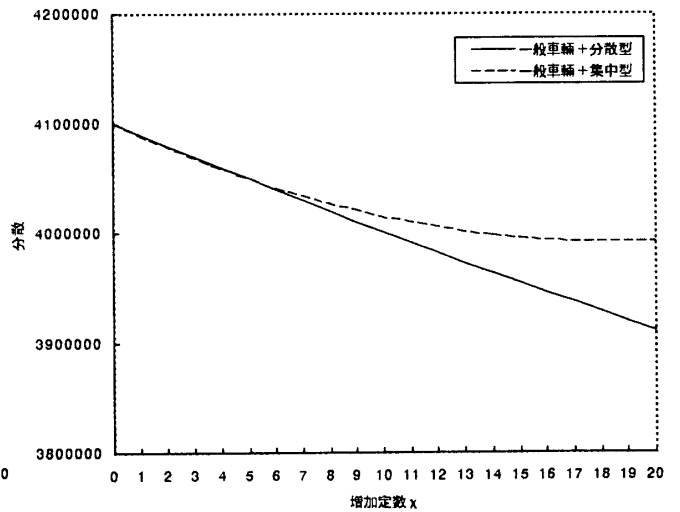


図9 $n=6$ の場合の分散②

5. 考察

図3と図4を比較すると、アーキ使用量は、一般車両はネットワーク中心部に多く、配送車両の集中型配送経路は四隅が多くなることわかる。図4と図5を比較すれば、本提案アルゴ

リズムによって求められた分散型のアーク使用量は、集中型よりも大きく平準化されていることがわかる。

一般車両と配送車両については、図6に示されるように、集中型を用いた場合のアーク総使用量は、一般車両が多くなるにつれ分散が大きくなることがわかる。図7をみると、分散型が選択されている場合、一般車両を考慮に入れた場合においても集中型と比較して、アーク使用量は平準化されていることが明らかになっている。

図8、図9の結果によると、集中型を選択した場合、配送車両数が少ないときは分散型よりも各アーク使用量が平準化されることがわかる。一般車両はネットワークの中心部のアーク使用量が大きくなる傾向がある。それに対し、集中型は四隅のアーク使用量が大きくなる傾向にある。それゆえ、一般車両を考慮した場合、一般車両にしめる配送車両の割合が小さいときは集中型を選択する方がアーク使用量が平準化する。しかし、総じてみれば分散型を選択した方が各アーク使用量が平準化されることが明らかである。また、図8と図10によりネットワークの一边が大きくなるほど分散型を選択する方が交通量が平準化されることがわかった。

本提案アルゴリズムによる分散型経路選択法は、集中型と比較して、特に配送車両数の多いときは、交通量が分散されることに関して有効であることがわかった。しかし、また、ネットワークの一边の数が大きくなるほど本提案アルゴリズムは有効性が高くなることも明らかになった。

6. 結 言

本研究では異なる経営体による相互供給システムについて、格子型ネットワークで巡回配送を行う場合の交通渋滞対策に関する一つの提案を示した。本研究によって以下のことが明らかになった。

- ①格子型ネットワークにおける一般車両の交通量は、各アークの中心部から十字型のように混雑する。一方、巡回配送は各ノードを必ず通過することにより、四隅が混雑する傾向にある。このことから、巡回配送は一般車両を考慮した場合も、道路交通量の平準化という点において合理的な側面のある配送方法であることがわかった。
- ②一般車両を考慮した場合は考慮しない場合と同様、分散型を選択する方が交通渋滞をさけることができ、各アークの交通量が平準化されることがわかった。しかし、配送車両の全車両にしめる割合が小さいときは集中型を選択する方が、道路が平準化することが明らかになった。

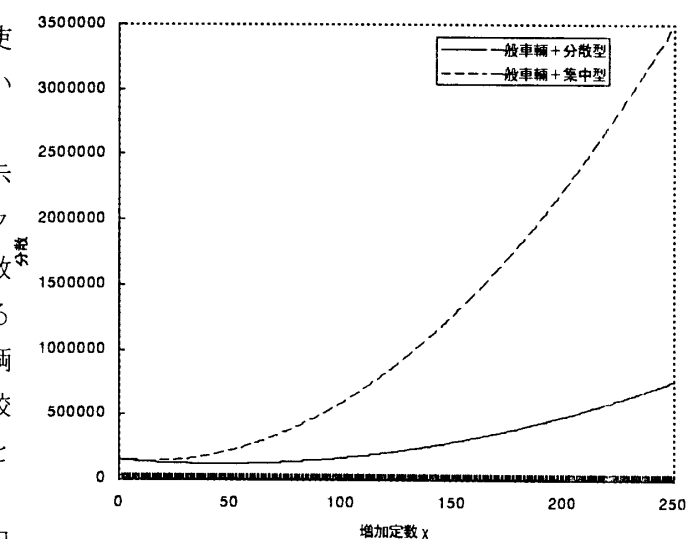


図10 $n = 4$ の場合の分散

③格子型ネットワークの一辺が多くなるほど分散型の経路を選択すると交通量が平準化することが明らかになった。

<引用・参考文献>

- [1] 久保貞也, 栗山仙之助, 能勢豊一: “小規模製造業群ネットワークにおける配送効率に関する研究”, 日本経営システム学会 第14回全国大会講演論文集, pp. 34-36 (1995)
- [2] 久保貞也, 栗山仙之助, 能勢豊一: “小規模製造業群ネットワークにおける品揃えの割合に関する研究” 日本経営工学会予稿集, pp. 276-277 (1995)
- [3] 大和里栄, 栗山仙之助, 能勢豊一, 久保貞也: “小規模製造業群ネットワークにおける巡回配送の混載ルールに関する研究” 日本経営工学会予稿集, pp. 272-273 (1995)
- [4] 田口東, 大山達雄: “ネットワーク構造に基づく道路の重要度評価——都市内道路網への適応——” オペレーションズ・リサーチ, Vol. 38, No. 9, pp. 465-470 (1993)
- [5] 船橋伸康, 栗山仙之助, 能勢豊一, 久保貞也: “小規模製造業群ネットワークについて交通渋滞を考慮した配送計画に関する研究”, 日本経営工学会予稿集, pp. 159-160 (1996)
- [6] 久保貞也, 栗山仙之助, 能勢豊一, 船橋伸康: “異なる経営体による相互供給システムにおける配送車輛の容量決定に関する研究”, 日本経営工学会予稿集, pp. 34-35 (1996)
- [7] Nobuyasu FUNAHASHI, Sennosuke KURIYAMA, Toyokazu NOSE, Sadaya KUBO: “A Study on Route Planning for Mutual Supply System with Consideration of Traffic Jam”, The 2nd International Conference on OA&Information Management, (1996)