

配送トラックの行動特性に関する分析

A Study on the Behavior of Delivery Trucks

塚口 博司* 李 燕** 小原 史忠*** 西村 知晃****

By Hiroshi TSUKAGUTI, Yan LI, Fumitada OHARA, Tomoaki NISHIMURA

1. はじめに

物流は都市を支える重要な要素であり、わが国の都市内物流はほとんどがトラック輸送に依存している。しかしながら、近年においては、交通渋滞、駐車問題等の諸問題のために、円滑な物流活動が困難となっている場合がある。また、このような交通問題は、都市環境を悪化させているばかりでなく、経済活動にも支障を来すこととなっている場合もある。このため地区内における物流交通の円滑化、および物流システムの改善は重要な意義をもっている。

地区物流の改善には、広域的な観点からの対策が必要であるが、地区レベル、企業レベルの改善方策も検討しなければならない。地区物流の改善に関しては、既往の研究事例がみられるが、これらの研究においては、道路ネットワーク上のトラックの流動特性を十分に分析するには至っていない。地区内におけるトラックの詳細な流動把握は既存の都市圏レベルの物流調査では困難であるため、独自の調査が必要となる。

そこで本研究は、トラックのドライバーへの机上調査をもとに、配送トラックの道路ネットワーク上の行動をモデル化することにより、道路網におけるトラック流動の推定手法を提案し、実測調査のデータを用いてモデルの検証を行うことを目的とする。

2. 調査の概要

配送トラックの交通行動を把握するために、大阪市

都島区に立地する運送会社の協力を得て、物流問題の多い大阪市船場地区を対象として、配送ドライバーに対して机上調査及び実測調査を行った。ここで、実測調査だけでなく机上調査を行ったのは、実測調査では運送業者の契約事業所に偏りがみられ、トラックの集配行動をモデル化するために必要となるデータを得ることが容易でないと考えたからである。

(1) 机上調査

机上調査では、訪問地点（配送先）を地図上にプロットするとともに仮の伝票（様式は実際に使用されているもの）を作成した。この調査票を用いて、船場地区で集配送業務を担当しているドライバー6名、配送計画担当者2名に、配送活動を行う際の経路と駐車場所を地図に記入してもらった。訪問箇所数は、実際の配送活動における訪問箇所数を考慮して、ドライバーが会社から出て帰るまでの1つのトリップチェーンに25ヶ所とした。なお、回答者の中の1人は一方通行を逆走するなど多くの記入ミスがあったので分析対象から除外した。各被験者には計6回の配送活動の記入を依頼した。

(2) 実測調査

実測調査では、調査員がトラックの助手席に同乗し調査を行った。調査員は1日4名であり、2日間の午前、午後に1台ずつ同乗した。今回の調査では、大阪市の土佐堀通り、長堀通り、松屋町筋、御堂筋で閉ま

表1 調査項目

1	出発地または目的地
2	トリップ番号
3	施設名称
4	目的地は出発前からわかってたか
5	駐車場所、施設までの距離
6	駐車場所は希望通りか、駐車が交通障害となっている
7	うろつき交通の有無
8	出発時間、到着時間
9	経路

キーワード：交通行動分析

* 正員 工博 立命館大学理工学部環境システム工学科
(滋賀県草津市野路町1916 TEL0775-61-2735 FAX
0775-61-2667)

** 正員 工博 立命館大学理工学部環境システム工学科

*** 学生員 立命館大学大学院理工学研究科

**** 学生員 立命館大学大学院理工学研究科

れるエリアで業務を行うトラックを対象とした。業務内容は基本的に午前に配送、午後集荷が行われる。調査員は、出発後、トリップチェーンを形成するそれぞれのトリップごとに表1の項目を記録した。

3. 訪問施設順序の決定メカニズム

ドライバーは出発前にある程度トリップチェーン全体の最適化を図っていると考えられる。そして、全体としての最適化を考慮しながら、各ストップについてある基準（あるいはいくつかの基準を統合した基準）からみて最適と考えている訪問地点をまず訪問し、そこから同じように次の最適な訪問地点へ行くと考えられる。本研究では、トリップチェーン全体の最適化について分析を行った後、ドライバーが地図上に記入したトリップチェーンをストップによって切断して、各ストップの選択行動パターンと影響要因との関係を分析する。ここでは、ドライバーが地図上に記入した駐車地点をストップとしている。

(1) トリップチェーン全体の最適化

ドライバーは、経験や当日の交通状況に基づいて、目的地により早く到達できる施設選択を行っていると思われるが、ここでは配送活動全体の流れの中でドライバーがどのような最適化を行っているかについて調べる。

表2 走行距離が影響しないストップの要因

最短施設を訪問すると複数の施設が取り残される	40 (66.7%)
大通り横断回避	12 (20.0%)
大通り沿いを先に訪問	8 (14.3%)

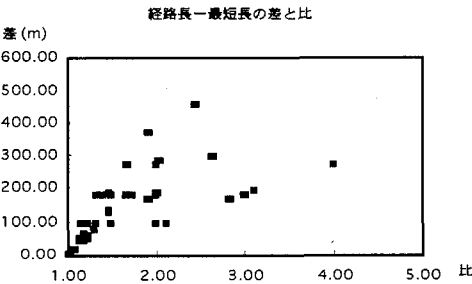


図1 プロット図

ドライバーが訪問施設を選択する際、大きく分類すると、最短施設へ行く場合とそうでない場合に分けられる。これまでの分析で、走行距離が訪問施設決定に大きな影響を与えていることがわかっており、トリップチェーン全体の最適化にも関係している。最短訪問地点（未訪問地点の内、走行距離の最も近い訪問地点）の選択割合は、74%である（全ストップ数876のうち652）。また、最短訪問地点を選択されていない224ストップについて実際に選択された訪問地点までの距離と最短訪問地点までの距離の差と比のそれぞれの累積率について調べた。その結果、距離の比が2.2倍以下、差が200m以下のストップがそれぞれ全体の80%を占め、両方を満たすストップは68%（164ストップ）であった（図1）。ここで、走行距離が訪問施設選択に影響していない60のストップの要因について調べた結果を表2に示す。

表2から、走行距離が次の訪問施設選択に影響していない60のストップの内40ストップ（66.7%）が、最短施設を選択すると複数の施設が取り残されるという理由によるものであった。仮に最短施設を訪問し、その後取り残された施設を訪問すると、全体としての走行距離が長くなり、トリップチェーン全体の最適化が行われているとは言えなくなる。また、広幅員道路

表3 幅員優先度

優先項目	ランク1	ランク2	その他
ケース1	4.3%	5.8%	89.9%
ケース2-1	14.6%	12.8%	72.6%
ケース2-2	9.3%	8.4%	82.3%

- ・ケース1 実際を選択したストップが最短訪問地点である場合
- ・ケース2 実際を選択したストップが最短訪問地点でない場合
- ・ケース2-1 実際訪問地点と最短訪問地点との比較
- ・ケース2-2 選択されなかったすべての候補と最短訪問地点との比較
- ・ランク1 中央大通り、御堂筋、堺筋、松屋町筋の幹線道路
- ・ランク2 それ以外の道路

横断回避が12ストップ（20%）、大通り沿いを優先が8ストップ（14.3%）となっており、これは、大通り横断の際の信号待ちの時間が関係していると考えられる。以上より、ドライバーは施設分布や道路状況と

表4 右左折・直進優先度

優先項目	左折	直進	右折	その他
ケース1	8.4%	10.6%	5.7%	75.2%
ケース2-1	12.2%	26.2%	10.4%	51.2%
ケース2-2	11.7%	19.9%	7.2%	61.2%

ケースの定義については表3参照

いった全体の流れを考慮した訪問施設の選択をしていると考えられる。

(2) 訪問施設までの経路状況の影響

ドライバーの訪問地点の選択行動に影響する要因としては、走行距離の他に、訪問地点までの道路幅員および交差点での右左折・直進状況などが考えられるので、これらの要因が訪問順序の決定に影響を与えるか否かについて調べた。

分析方法は、各ストップのケース分類を行い、各ケースについて幅員別利用距離および右左折・直進回数について最短訪問地点とその他の候補訪問地点を比較する。比較方法についての詳細は文献1)で述べたとおりである。それぞれの結果を表3および表4に示す。

表3のケース2-1について見てみると、ランク1とランク2の割合がともにケース1より高くなっているがランク1とランク2の割合がほぼ等しいので、道路幅員は、最短でない訪問地点を選択する要因ではないと考えられる。一方、表4をみると、ケース2-1の直進回数優先割合がケース1より15%強増加しており、この値は右左折の割合よりも大きいことが分かる。これより訪問地点決定の際に、走行距離が長くても直進が優先されやすいと言える。また、ケース1の場合には、各項目の割合が他のケースと比べてかなり低くなっている。これは、走行距離以外の要因からみても優れた訪問地点がないから最短訪問地点に行ったという結果と解釈することもできよう。

以上の分析により、走行距離、経路上での右左折・直進回数が最適訪問地点の選択に関する評価指標となっていると考えられる。

4. 配送モデル

以上で抽出した要因に基づいて、本章ではシミュレーションモデルを構築する。これまでの分析で得ら

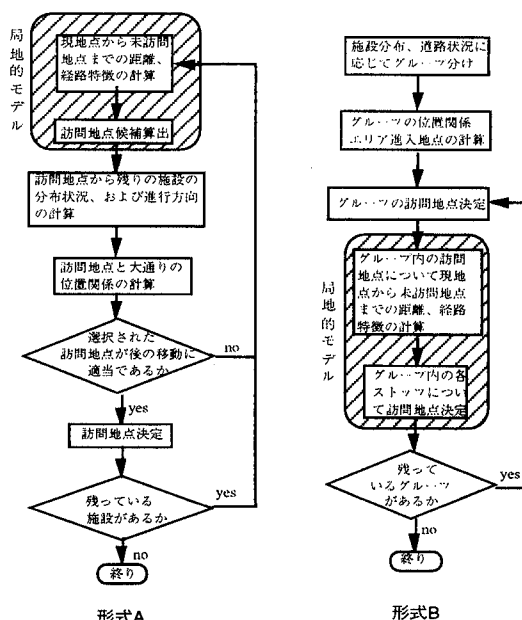


図2 配送活動のメカニズム

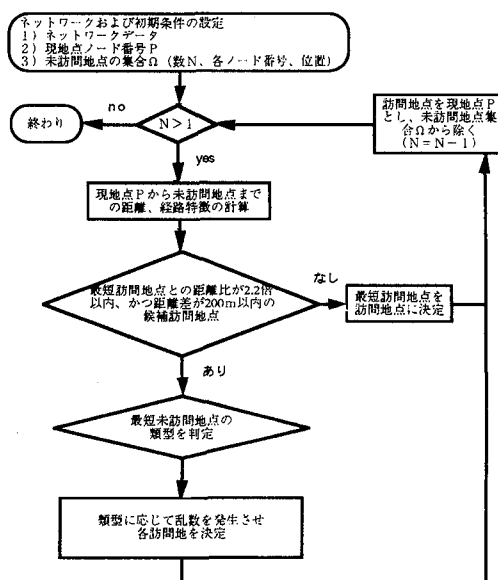


図3 局所的モデル

れたドライバーの最短訪問地点選択要因、および最短訪問地点を選ばず他の訪問地点を選択する場合の要因に関する知見²⁾に基づいて配送モデルを構築し、モデルの再現性を調べる。

(1) 配送活動のメカニズム

実際の配送活動のメカニズムとして図2に示すよう

な2種類の形式が考えられる。

形式Aは、未訪問地までの距離、経路状況を考慮して訪問地点候補を決定した後、候補地が全体として最適であるか判断し、適当でなければ他の候補地を選択し、これを繰り返すというものである。

形式Bは、まず施設分布や道路状況に応じてグループ分けを行い、訪問するグループを決定し、グループ内の各ストップについて訪問地を決定する。

本研究では導入段階として、配送活動のメカニズムに含まれる局所的モデル（図2斜線部分）の構築を行った。

（2）局所的モデルの構成

訪問地点選択要因の結果⁹⁾に基づいて、ドライバーの訪問地点決定行動を次の手順でモデル化する（図3）。

今回作成したモデルによって求めた訪問順序がどの程度再現できているかを調べたところ、全ストップ数876の内、614ストップが、モデルによって求めた訪問地点と実際に選択されている訪問地点が一致することが分かった。再現率は70%であった（表5）。

5. モデルの検証

今回作成したモデルの精度を調べるために、実測調査の結果を用いてモデルの妥当性について調べた。実測調査においては、各トリップごとに訪問施設の位置を記録しており、実際にドライバーが訪問した各施設の最寄りのノードを取り上げた。この実測調査結果を用いて検証を行った結果、全ストップ数268の内、164ストップが一致しており、適合率は61.2%であった（表5）。

6. 考察

本研究は、配送トラックの訪問順序に影響する要因を分析し、各ストップごとに訪問地点を選択する局所的モデルを作成し、再現性70.1%、適合性61.2%という結果を得た。配送活動のメカニズムをさらに分析し、モデル化することによって、モデルの精度をより高めることができると考えられる。

次に、訪問順序決定に影響すると考えられる他の要因として道路の混雑状況がある。ドライバーは経験か

表5 モデルの再現性と適合性

	総訪問地点数	モデルと実際訪問地点の一致数
再現性	876	614 (70.1%)
適合性	268	164 (61.2%)

ら交通量の多い道路を把握していると考えられ、混雑区内を考慮することが必要である。そして船場地区内には、井池筋のようなアーケード街や、中型以上のトラックが通行しにくい狭幅員街路が存在しており、これらも訪問順序決定要因であると考えられる。

また、トリップチェーン全体としての最適化は困難であっても、ドライバーはいくつかの訪問先を念頭に置いて局所的最適化を図っているとも考えられる。

7. 今後の課題

今回構築した局地的モデルの精度を高めるために、今後、訪問施設選択要因について詳細に分析する必要がある。具体的には

- ・最短訪問地点までの距離との差と比が範囲以外のストップ
- ・範囲以内でも距離や直進回数の要因で説明できないストップ

について分析する必要がある。

そして、本モデルでは最短施設を選択したか否かは実績値に基づいた構成率で判断したが、現実には何らかの理由があると思われるので、その点を明らかにする必要がある。

以上の点を改善し、局地的モデルの精度を高めると共に、トリップチェーン全体の最適化を考慮した配送モデルを作成する必要がある。

また、今後は新たな調査を実施し、トラックの集荷活動のメカニズムを把握することにより、集荷モデルを作成する予定である。

参考文献

- 1) 塚口博司・李燕・小原史忠・西村知晃：配送トラックの交通行動に関する研究、交通工学研究会論文報告集、1996