

# TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

プローブデータを用いた東京都市圏における貨物車  
ツアー分析

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-07-10 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新部, 秀悟 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2857">https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2857</a>

修士学位論文

プローブデータを用いた  
東京都市圏における貨物車ツアー分析

2022 年度  
(2023 年 3 月)

東京海洋大学大学院  
海洋科学技術研究科  
海運ロジスティクス専攻

新部 秀悟



修士学位論文

プローブデータを用いた  
東京都市圏における貨物車ツアー分析

2022 年度  
(2023 年 3 月)

東京海洋大学大学院  
海洋科学技術研究科  
海運ロジスティクス専攻

新部 秀悟

# 目次

第1章 序論.....	1
1-1 背景.....	1
1-2 本論文の構成.....	2
1-3 用語の定義.....	3
第2章 既往研究のレビュー.....	4
第3章 研究の枠組み.....	6
3-1 目的.....	6
3-2 対象エリア.....	6
3-3 分析項目.....	7
第4章 GPSプローブデータの分析.....	8
4-1 データの概要.....	8
4-2 プローブデータの処理とツアーデータの生成.....	10
4-3 貨物車の車両特性の分析.....	11
4-3-1 車両毎の各データ項目の集計.....	11
4-3-2 物資流動調査を用いた品目分析.....	19
第5章 貨物車ツアー選択モデル.....	26
5-1 説明変数.....	26
5-2 車両サイズ・出発時間選択モデル.....	28
5-2-1 モデル仕様.....	28
5-2-2 結果と解釈.....	31
5-3 ツアータイプの分類と基礎集計.....	33
5-4 ツアータイプ選択モデル.....	35
5-4-1 モデル仕様.....	35
5-4-2 結果と解釈.....	39
第6章 感度分析.....	41
第7章 結論.....	43
7-1 本研究の成果と課題.....	43
7-2 今後の課題.....	43
参考文献.....	44
謝辞.....	46
付録.....	47

## 第1章 序論

### 1-1 背景

近年、東京都市圏内では、e コマースの普及によって貨物配送の需要が増加しており、それに伴うトラックドライバー不足が問題となっている。そのような貨物交通の問題に対応するために、貨物の効率的な輸送に関する関心が高まっている。しかし、その問題を解決するためのデータや、施策を評価するツールが不足している。そこで近年では、車両の位置情報や時刻等の車両運行情報が含まれる GPS プローブデータが普及しており、それにまつわる研究が数多く輩出されている。GPS プローブデータを使用することで、貨物車の正確な位置を把握し、どのような場所から出発してどのような配送行動をするのかを確認することができる。また、貨物車の1日の配送ツアーについて、モデリングを行っている研究も数多く存在する。

GPS プローブデータを用いた配送ツアーに関する分析はいくつか実施されており、[Holguin-Veras and Patil \(2005\)](#) は、コロラド州のデンバーの GPS プローブデータを用いて、貨物車の1日のツアーパターンを分析している。[Alho et al. \(2019\)](#) は、GPS プローブデータを処理し、ツアータイプの識別法を提案、評価している。配送ツアーのモデリングに関する研究として、[Ruan et al. \(2012\)](#) は、テキサス州の貨物車の1日のツアータイプを非集計行動モデルにて表現しており、[Khan et al. \(2017\)](#) は、ツアータイプの選択と選択したツアータイプでの停車回数の決定を統合させた行動選択モデルを作成している。[Figliozzi \(2007\)](#) は、貨物車のツアータイプ選択は、車両走行距離 (Vehicle miles traveled : VMT) に強い影響を与えることを示しており、貨物車のツアータイプを予測することは重要であると述べている。よって、貨物車のツアータイプの分析は、意思決定者に対して貴重な情報と洞察を提供出来ることが期待されている。このようなモデル作成は、都市貨物シミュレーションを構築していく為に必要な要素であり、[Hunt and Stefan \(2007\)](#) は、貨物車のツアーは、最先端のエージェントベースの都市貨物シミュレーションには不可欠な要素であることを提唱している。そのような都市貨物シミュレーションの例として、[Sakai et al. \(2020\)](#) は都市貨物シミュレーションのフレームワークである“SimMobility Freight”を紹介しており、車両運行計画に必要な意思決定を数々の選択モデルで設定している。

本研究では、交通シミュレーションに活用できるようなツアータイプ選択モデルを構築し、都市貨物シミュレーション構築のための知見を得ることを目的とする。また、GPS プローブデータを用いて都市圏の貨物車ツアーの実態を把握することで、計画立案者が交通政策を考えることにも役立てることができる。さらに、GPS プローブデータという比較的手に入りやすいが、貨物や配達先の情報量が不足しているデータでもモデルを作成できるという手法論を示すことにも繋がることを期待される。

## 1-2 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。

### 第1章 序論

本論文の背景と構成を示し、用語の定義を行う。

### 第2章 既往研究のレビュー

ツアータイプに関する既往研究について、文献レビューを行う。

### 第3章 研究の枠組み

既往研究のレビューを踏まえての、自身の研究の目的や対象エリア、分析項目について示す。

### 第4章 GPS プローブデータの分析

貨物車ツアー分析に用いるデータの概要とデータの処理方法、さらには貨物車の車両特性を知るために、用途地域ごとの各項目の基礎集計と、物資流動調査を用いた品目分析を行う。

### 第5章 貨物車ツアー選択モデル

車両サイズと出発時間を選定するモデルとツアータイプを選択するモデルを作成し、その結果と解釈を示す。

### 第6章 感度分析

前章で作成したモデルの感度分析を行い、モデルの妥当性を確認する。

### 第7章 結論

本研究の成果と課題について述べた後に、今後解決していくべき課題について述べる。

### 1-3 用語の定義

本研究では、ツアーにまつわる用語を以下のように定義する。なお、用語については、[Ruan et al. \(2012\)](#) による定義を参照している。

- トリップ：2つの停車地点間の移動
- 拠点：駐車場や物流センター，倉庫など
- ツアー：車両が拠点を出発してから戻るまでの一連のトリップ群
- 目的地：ツアー中に車両が配送・休憩を行う地点
- ツアーチェーン：1日で発生する車両のツアー群

ツアーの例を図 1-1 に示す。拠点を四角，目的地を丸，トリップを線で表している。1日で複数回トラックが訪れる地点を拠点としており，出発地が拠点になる場合（トラックの駐車場）と，その次に向かう地点が拠点になる場合（物流センターや倉庫）を考慮している。両方の地点でツアーが起きている場合，後者を拠点として定義しているので，本研究では拠点は1つであると仮定している。

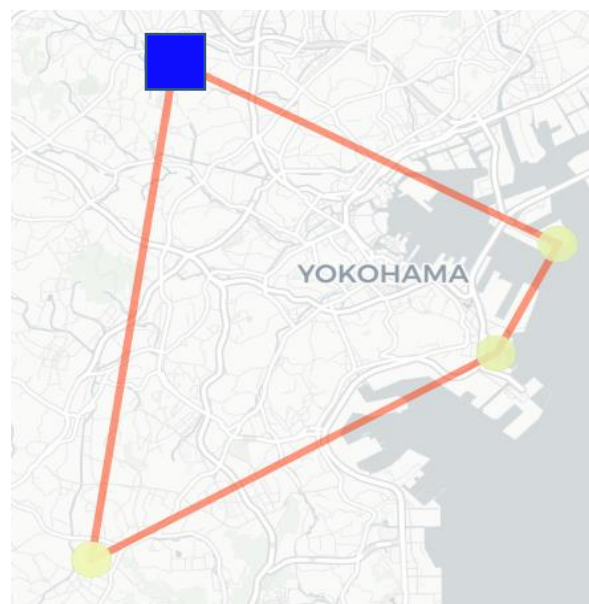


図 1-1：ツアーの例



## 第2章 既往研究のレビュー

ツアーの選択要因・選択パターンに関する研究では様々な用語が使われているが、まずは [Burns et al. \(1985\)](#) が、貨物車のツアータイプを、直送 (Direct) と行商 (Peddling) の2種類に分類した。直送は、配送拠点から各顧客に個々に荷物を配送することを繰り返す動きであり、行商は、一回のツアーで複数の場所に停車して商品を配達し、拠点に戻る動きのことを示している。そこから、[Battelle Memorial Institute \(1995\)](#) によって、拠点以外の場所での商品の集荷活動も含むように拡張された。

[Holguin-Veras and Patil \(2005\)](#) は、コロラド州のデンバーのデータを用いて、商用車のツアーのパターンを分析している。彼らは、ツアーの挙動は、停車回数、ツアーの長さ、移動目的によって決まっており、全商用車の約25%が1日に2回以上のツアーを行っていること、ツアー1回あたりの平均停車回数はツアーの数が増えるにつれて減少することを明らかにした。

[Ruan et al. \(2012\)](#) は、多項ロジットモデル (Multinomial logit model : MNL) を用いて、1日の商用車のツアーチェーン選択に影響を与える要因を特定した。この分析では、テキサス州の5都市で行われた貨物車調査から得られたデータを用いて、①単一直送型 (Single Direct)、②単一行商型 (Single Peddling)、③複数直送型 (Multiple Direct)、④複数行商型 (Multiple Peddling)、⑤混合型 (Mixed) の5種類のツアータイプを定義している。この研究では、都市圏における貨物車の1日のツアータイプ選択は、コストや貨物の特性、地域特性が影響していることを述べている。

[Zhou et al. \(2014\)](#) は、ツアータイプの他に配達や集荷のために行われた停車回数に着目し、①直送ツアー、②停車回数が2回の行商ツアー、③停車回数が3~5回の行商ツアー、④停車回数が5回以上の行商ツアーの4パターンのツアータイプ選択モデルを構築している。MNL及び、ネストロジットモデル (Nested logit model : NL) のフレームワークを用いて、貨物の種類、用途地域の種類、貨物の重量や走行速度が、都市圏における貨物車のツアータイプ選択に強く影響していることを示した。他にも、[Lin and Zhou \(2013\)](#) は、バイナリロジットモデル (Binary logit model : BL) を用いて、都市圏の貨物車のツアータイプ選択に影響を与える要因と、テキサス州とアイダホ州の間で貨物車の移動に大きな地域差があることを把握した。その結果、貨物の種類や移動目的、移動時間、滞留時間、目的地の特性が、貨物車のツアータイプ選択に強く影響していることを示した。

以上の研究では、ロジットモデルを用いたツアータイプ選択を主に行っているが、[Zhou et al. \(2014\)](#) が被説明変数として考慮していた貨物車の1日の停車回数は、本来は車両運行計画の地点で同時に決定されるものだと考えられている。そこで [Khan et al. \(2017\)](#) は、多重離散連続極値 (MDCEV) モデルを用いて、ツアータイプと停車回数の同時選択モデルを推定している。これまでの研究では、複数離散連続 (MDC) 選択状況と呼ばれる、意思決定者が複数の離散的な選択肢を選ぶことが出来る状況になっていたが、[Khan et al. \(2017\)](#) は選択肢の数は全ての意思決定者で同じであると仮定し、停車回数も含めて選択肢に入れている。

以上の研究により、貨物車のツアータイプ選択の説明変数には、コストや貨物特性、施設特性や移動時間などが挙げられている。しかし、今までの研究では、複数の目的地が設定された

後に、どのツアータイプを選択して配送するかを決める選択モデルが考慮されていない。Ruan et al. (2012) の研究にある単一直送型 (Single Direct) では、目的地が一ヶ所しかない為に他のツアーパターンを選択する余地がない。考慮すべきなのは、複数の目的地の情報が与えられた際に、どのツアータイプを選んで1日の配送を行うかという点である。さらに、1日の車両運行計画を考える際に、車両サイズと出発時間も選択の余地がある。

よって本研究では、車両サイズと出発時間の選択モデルを考慮した後に、ツアータイプの選択モデルを推定する。また、日本国内での貨物車ツアー選択モデルの実例がなく、日本国内で以上の様な要因がツアータイプ選択にどのように影響しているかが明らかではない。本研究では、東京都市圏を分析対象として、複数の目的地が設定された後に、どの車両サイズ、出発時間、ツアータイプを選択するのかということに焦点を当て、分析及びモデル作成を行う。

## 第3章 研究の枠組み

### 3-1 目的

本研究では貨物車の GPS プローブデータを用いて、東京都市圏における貨物車のツアーパターンを分析する。まず、貨物車の挙動を知るために、GPS プローブデータを加工し、各データ項目の基礎集計を行う。その後、ツアータイプごとにデータを分類し、ツアータイプの選択モデルを推定する。これらの分析を行うことで、東京都市圏の貨物車の行動パターンの実態を把握し、また、都市貨物シミュレーション構築に資する知見を得ることを目的とする。

### 3-2 対象エリア

本研究の分析対象エリアは、東京都市圏交通計画協議会が行っている第4回東京都市圏物資流動調査の調査範囲と同範囲である、東京都（島しょ部を除く）、神奈川県、千葉県、埼玉県、茨城県南部とした（図3-1）。これは、東京都市圏内の貨物車を研究対象とするため、このエリアを選定した。

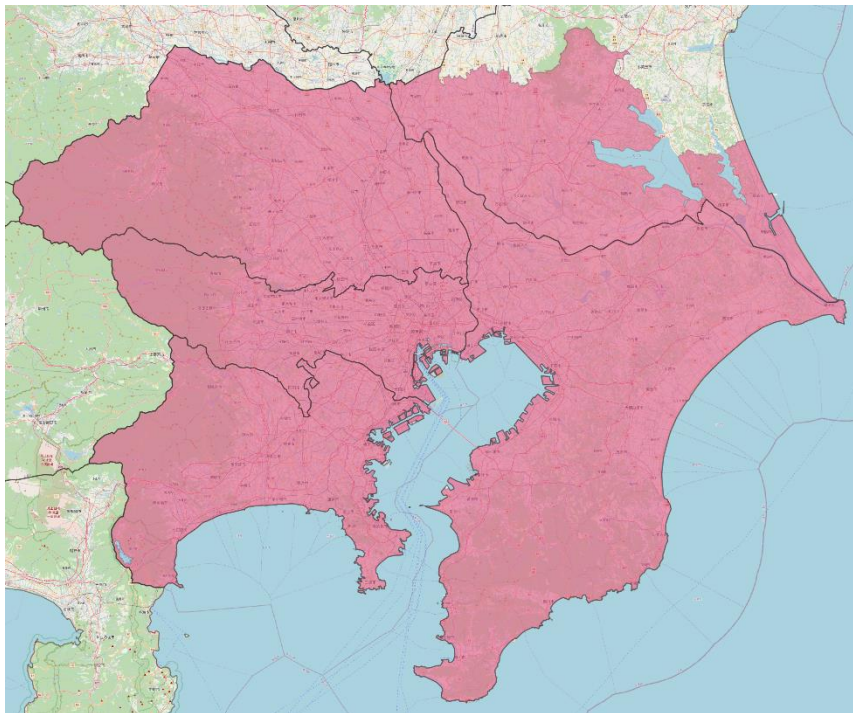


図 3-1：本研究の分析対象エリア

### 3-3 分析項目

分析項目は、図 3-2 の通りである。

- ・まず、GPS プローブデータをツアー分析に使用するために、トリップデータへの変換を行う。
- ・次に、車両毎に 1 日の運行距離と運行時間、出発時刻と目的地数などの、各データ項目の傾向を把握する。その際、GPS プローブデータに含まれていない貨物の品目の参考情報として、第 5 回東京都市圏物資流動調査を用いて各事業所の業種や搬出品目を確認する。
- ・次に、目的地の場所があらかじめ分かっている状況を想定して、車両サイズ及び出発時間の選択モデルを推定する。
- ・次に、車両毎にツアータイプの分類を行い、車両サイズごとに 1 日のツアータイプの選択モデルを推定する。
- ・最後に、推定したモデルを用いた感度分析を行う。

なお、分析では、統計解析用のフリーソフトウェアである R 言語を用い、用途地域を用いた分析では、フリーGIS ソフトである QGIS を使用した。

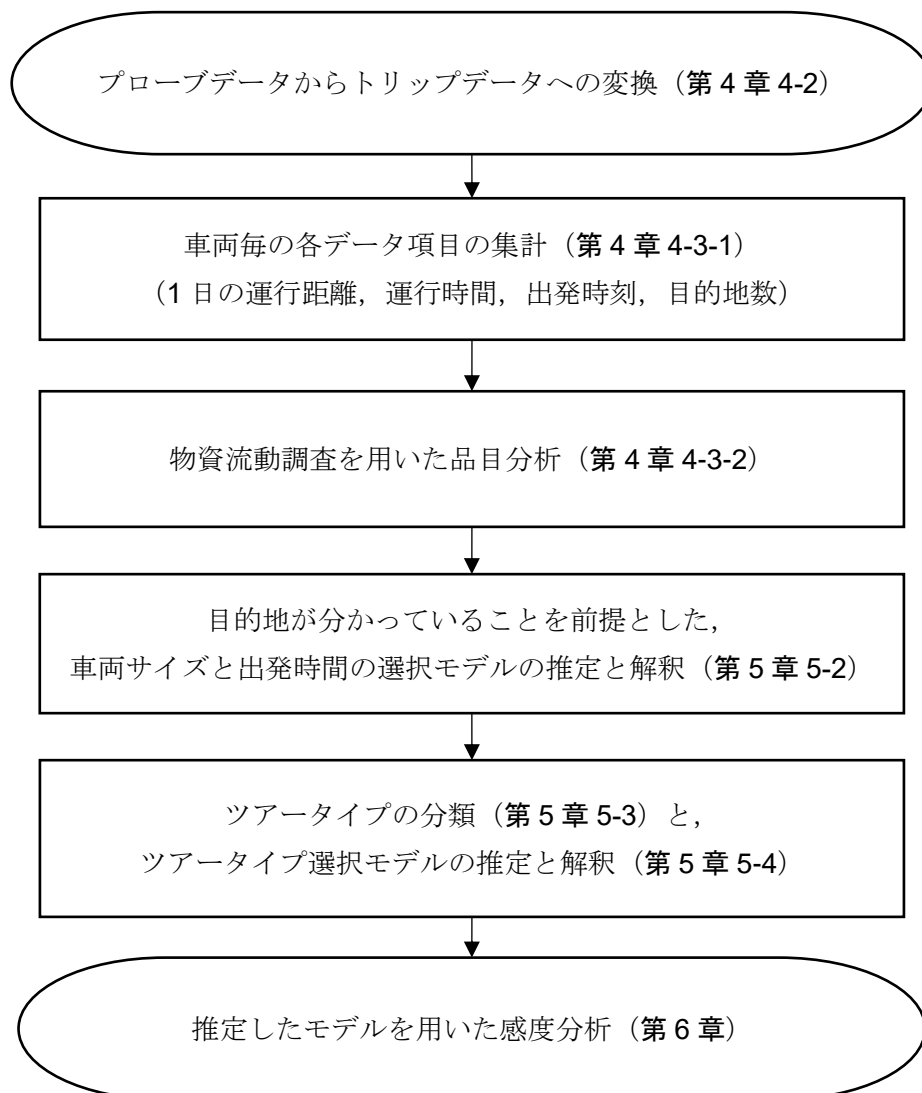


図 3-2 : 分析手順に関するフロー図

## 第4章 GPS プローブデータの分析

### 4-1 データの概要

本研究では、いすゞ自動車株式会社（以下：いすゞ（株））の情報プラットフォームである“MIMAMORI”のデジタルタコグラフが搭載されているトラックのGPSプローブデータを用いた。プローブデータとは、デジタルタコグラフを利用して、車両の位置情報や時刻等の車両運行情報を集約してデータベース化したものである。情報が自動で計測されることから、時間的にも空間的にも連続的なデータを取得することができる。このデータはエンジンが入っている間は、位置情報と時刻を10分おきに記録している。ただし、本データには配送貨物の品目情報やトラックの速度、貨物車の停車目的（集荷、配送、休憩等）の情報は含まれていない。

本データは、“MIMAMORI”を導入している車両全てのデータが含まれており、いすゞ（株）のトラックだけでなく他社のトラックも含まれている。対象エリアは第3章で述べた東京都市圏内であり、対象期間は2014年10月6日（月）から10月19日（日）の2週間である。データ項目は、表4-1に記載している通りである。車両区分に関しては、大型トラック、大型トラック、中型トラック、小型トラックの4種類が存在し、本研究では大型トラックと大型トラックを大型車、中型トラックを中型車、小型トラックを小型車と区分した。トラックの重量に関しては、大型車は10t、中型車は4t、小型車は2tの重量を想定している。いすゞ（株）は図4-1から図4-3にある様なトラックをリリースしている。サンプル数は、大型車が8630台、中型車が23628台、小型車が33238台である。

表4-1：プローブデータのデータ項目

項番	データ項目	桁数		単位	内容
		整数部	少数部		
1	車両ID	13~18	—	—	車両ごとに区別されているID
2	Seq	1~4	—	—	車両ごとに取得したデータの行番号
3	yyyymmdd	8	—	—	車両が運行している年月日
4	HHMMSS	6	—	—	車両が運行している時分秒
5	Ido	2	7	—	車両が滞在している緯度
6	Keido	3	7	—	車両が滞在している経度
7	車両区分.詳細.	1	—	—	車両サイズの種類



図 4-1 : いすゞ (株) の大型トラック&トラクタ “ギガ” (10t トラック)  
(出典 : トラック | いすゞ自動車 <https://www.isuzu.co.jp/product/truck/>)



図 4-2 : いすゞ (株) の中型トラック “フォワード” (4t トラック)  
(出典 : トラック | いすゞ自動車 <https://www.isuzu.co.jp/product/truck/>)



図 4-3 : いすゞ (株) の小型トラック “エルフ” (2t トラック)  
(出典 : トラック | いすゞ自動車 <https://www.isuzu.co.jp/product/truck/>)

#### 4-2 プローブデータの処理とツアーデータの生成

本研究では、4-1で紹介したプローブデータを、研究の目的に沿った形に加工した。まず、プローブデータをトラックの停車箇所を抜き出したストップデータに変換し、その次にトラックの出発地と到着地を一行にまとめたトリップデータに変換する。最後に、ツアー単位でまとめたツアーデータを作成した。その結果、データ項目は表 4-2 のようになった。

停車の判定は、同じ場所に 10 分間滞留した時とした。ここでは、10 分後に進んだ距離が 500m 以内であった時に同じ場所と見なす。トラックの 1 日の稼働終了判定は、同じ場所で 300 分以上停車した時とし、24 時間以内に稼働が終了する車両に限定した。

本研究では、出発地もしくはその次に停車した地点を拠点としており、各トリップの終了時に、拠点からの距離が 500m 以内であった場合にツアーが行われていると判定している。そして、各トリップにツアーID を付けることで、ツアー単位のデータを生成することができた。

表 4-2 : ツアーデータのデータ項目

項番	データ項目	桁数		単位	内容
		整数部	少数部		
1	車両区分.詳細.	1	—	—	車両サイズの種類
2	トリップ開始, 終了日時	—	—	—	車両が滞在している地点の年月日から時分秒まで
3	トリップ開始, 終了地点緯度	2	7	—	車両が滞在している地点の緯度
4	トリップ開始, 終了地点経度	3	7	—	車両が滞在している地点の経度
5	トリップ開始, 終了地点平面座標	5	7~14	—	車両が滞在している地点の xy 平面座標
6	トリップ開始, 終了地点回帰判定	1	—	—	1 : 拠点から 500m 以内, 2 : 拠点から 500m 以上
7	トリップ開始, 終了地点と拠点間距離	1~6	—	m	車両が滞在している地点と拠点までの直線距離
8	日別車両 ID	14~19	—	—	車両 ID を日別に区別したもの
9	ツアーID	1	—	—	回帰判定で区分されたツアーID

### 4-3 貨物車の車両特性の分析

#### 4-3-1 車両毎の各データ項目の集計

本節では、4-2 で作成したツアーデータを用いた基礎集計を行う。4-1 でも述べた通り、本データには配送貨物の品目情報が含まれていない。また、訪問した地点の情報を確認するには、緯度経度や平面座標を使って、地図ツール等で調べる他ない。そこで本節では、出発地や訪問した場所の情報を得るために、各地点の用途地域を調べる。これにより、トラックがどのような地域から出発するのかと、どのような地域に配送を行うのかを把握することができる。4-3-1 では、各車両のツアーの拠点となる場所と、そこから最も距離が離れた目的地の用途地域を確認し、出発地の用途地域ごとに基礎集計を行う。4-3-2 では、第5回東京都市圏物資流動調査のデータを用いて、各用途地域からどのような品目が運ばれているのかを確認する。東京都市圏物資流動調査には、サンプルとして抜粋された事業所の業種や搬出品目のほか、位置情報も含まれているため、その事業所が属する用途地域を把握することが出来る。よって、参考情報として用途地域ごとの品目分析を行う。

まずは、用途地域データについてである。用途地域データは、国土交通省が管理している国土数値情報のホームページから入手した。2011 年度に作成されたシェープファイル形式のデータであり、本研究の分析エリアに該当する地域を抜粋して、用途地域データを作成した。データ項目や用途地域分類コードは、表 4-3 の通りである。さらに、市街化調整区域や都市計画区域外の情報も得るために、同サイトの都市地域データも活用した。そのデータ項目は表 4-4 の通りである。これら 2 種類のデータを組み合わせ、地図上に表示した(図 4-4)。こちらは、フリーGIS ソフトである“QGIS”を用いて描画をしており、背景の地図は Open Street Map を使用している。なお、市街化区域内の用途地域は、表 4-3 の用途地域分類コードによって色分けしている。しかし、この分類では種類が多すぎる為、表 4-5 のようなカテゴリーに分類した。住居系用途地域、商業系用途地域、工業系用途地域、市街化調整区域、都市計画区域外の 5 種類に分類し、出発地と到着地の用途地域による組み合わせを調べる。

車両サイズ別の出発地と到着地の用途地域分布は、表 4-6 の通りである。また、出発地の用途地域の分布をグラフにしたものが、図 4-5 である。これにより、大型車は住居系用途地域や商業系用途地域と比べて、工業系用途地域や市街化調整区域の割合が高いことが分かる。一方小型車では、大型車や中型車に比べて住居系用途地域や商業系用途地域の割合が比較的高いことが分かる。これは、車両サイズによって配送目的に違いがあることを示している。また、車両サイズが小さくなるほど、市街化調整区域、都市計画区域外の割合が低くなることが分かる。これは、小型車の移動範囲が比較的狭く、市街化区域の外に行く機会が少ないからであると考えられる。



表 4-3 : 用途地域データのデータ項目と用途地域分類コード

(引用 : 国土数値情報 | 用途地域データ <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A29.html>)

<<featureType>> 用途地域	<<codeList>> 用途地域分類コード
+区域 : GM_Surface +行政区 : 共通パッケージ::行政コード +都道府県名 : CharacterString +市区町村名 : CharacterString +用途 : 用途地域分類コード +用途地域名 : CharacterString +建ぺい率 : Decimal +容積率 : Decimal +総括図作成団体名 : CharacterString +総括図作成年 : TM_Instant +備考 : CharacterString	+第一種低層住居専用地域 = 1 +第二種低層住居専用地域 = 2 +第一種中高層住居専用地域 = 3 +第二種中高層住居専用地域 = 4 +第一種住居地域 = 5 +第二種住居地域 = 6 +準住居地域 = 7 +近隣商業地域 = 8 +商業地域 = 9 +準工業地域 = 10 +工業地域 = 11 +工業専用地域 = 12 +不明 = 99
	<<codeList>> 共通パッケージ::行政コード

表 4-4 : 都市地域データのデータ項目

(引用 : 国土数値情報 | 都市地域データ <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A09.html>)

<<featureType>> 都市地域	
+ 範囲 : GM_Surface + 都道府県コード : 都道府県コード + 市区町村コード : 市区町村コード + 都市地域区分コード : 都市地域区分コード	
<<codeList>> 共通パッケージ::都道府県コード	<<codeList>> 共通パッケージ::市区町村コード
<<codeList>> 都市地域区分コード + 市街化区域 = 1 + 市街化調整区域 = 2 + その他用途地域 = 3 + 用途未設定 = 4	

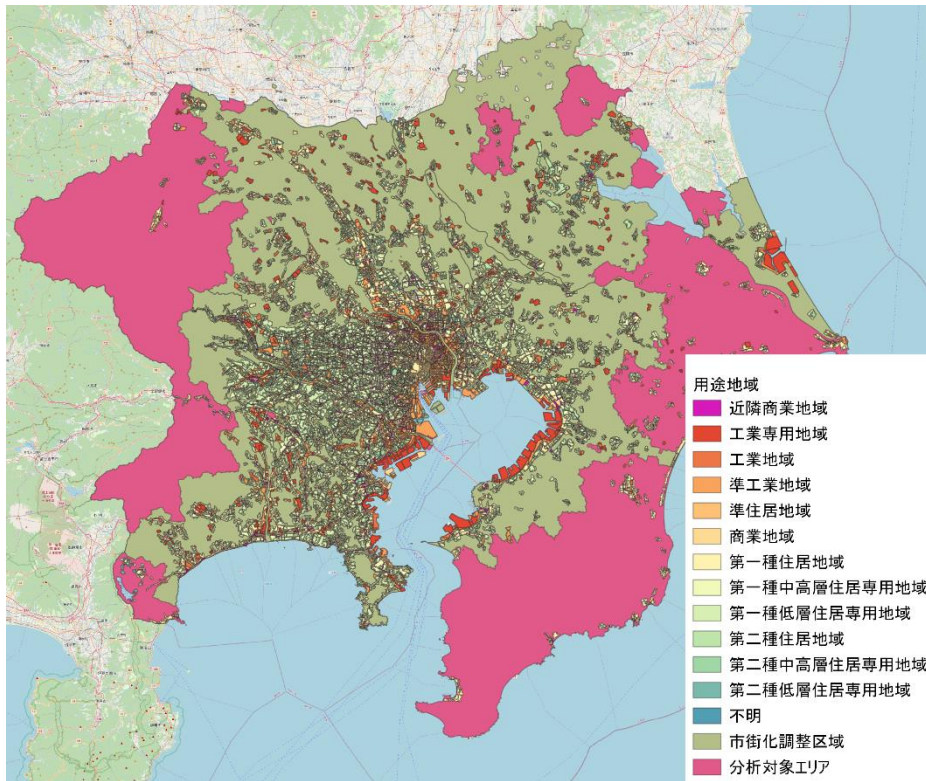


図 4-4 : 東京都市圏の用途地域

表 4-5 : 用途地域の 카테고리分類

住居系用途地域	商業系用途地域	工業系用途地域	市街化調整区域	都市計画区域外
第一種低層住居専用地域	近隣商業地域	準工業地域	市街化調整区域	都市計画区域外
第二種低層住居専用地域	商業地域	工業地域		
第一種中高層住居専用地域		工業専用地域		
第二種中高層住居専用地域				
第一種住居地域				
第二種住居地域				
準住居地域				

表 4-6：車両サイズ別の出発地と到着地の用途地域分布  
 (住：住居系用途地域，商：商業系用途地域，工：工業系用途地域，  
 調：市街化調整区域，外：都市計画区域外)

	小型車			中型車			大型車		
住⇒住	2759	8.3%		990	4.2%		148	1.7%	
住⇒商	1971	5.9%		652	2.8%		74	0.9%	
住⇒工	2036	6.1%	23.5%	1911	8.1%	18.4%	719	8.3%	13.8%
住⇒調	892	2.7%		650	2.8%		185	2.1%	
住⇒外	154	0.5%		151	0.6%		61	0.7%	
商⇒住	858	2.6%		203	0.9%		22	0.3%	
商⇒商	871	2.6%		184	0.8%		29	0.3%	
商⇒工	846	2.5%	8.8%	464	2.0%	4.6%	191	2.2%	3.9%
商⇒調	316	1.0%		202	0.9%		82	1.0%	
商⇒外	50	0.2%		34	0.1%		13	0.2%	
工⇒住	4657	14.0%		2152	9.1%		364	4.2%	
工⇒商	5053	15.2%		1592	6.7%		205	2.4%	
工⇒工	3483	10.5%	44.2%	4237	17.9%	40.5%	2146	24.9%	40.8%
工⇒調	1223	3.7%		1205	5.1%		633	7.3%	
工⇒外	272	0.8%		390	1.7%		170	2.0%	
調⇒住	2101	6.3%		1610	6.8%		374	4.3%	
調⇒商	2008	6.0%		1281	5.4%		264	3.1%	
調⇒工	1771	5.3%	21.6%	3574	15.1%	33.9%	1772	20.5%	38.5%
調⇒調	1057	3.2%		1261	5.3%		770	8.9%	
調⇒外	229	0.7%		294	1.2%		140	1.6%	
外⇒住	185	0.6%		101	0.4%		26	0.3%	
外⇒商	166	0.5%		50	0.2%		26	0.3%	
外⇒工	132	0.4%	1.9%	301	1.3%	2.5%	141	1.6%	3.1%
外⇒調	83	0.2%		78	0.3%		45	0.5%	
外⇒外	65	0.2%		61	0.3%		30	0.3%	
合計	33238	100.0%	100.0%	23628	100.0%	100.0%	8630	100.0%	100.0%

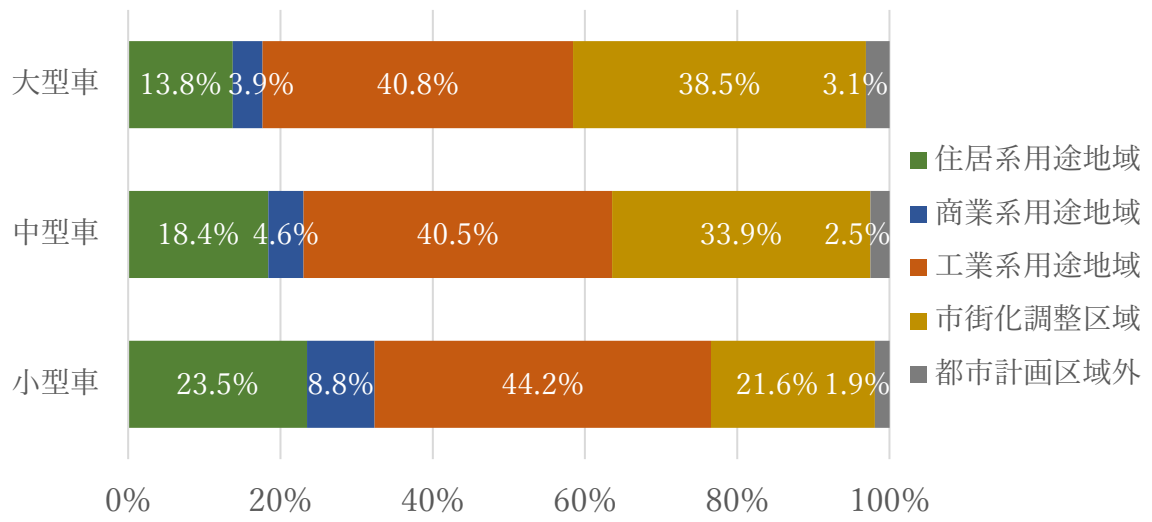


図 4-5 : 車両サイズ別の出発地の用途地域の分布

次に、各データ項目の基礎分析に移る。まずは車両サイズごとの違いを確認する。分析項目は、1日の運行距離と運行時間、出発時刻と目的地数の4種類である。なお、1日の運行距離に関しては各トリップの直線距離を表しており、目的地数に関しては、目的地が一ヶ所しかないサンプルは今後使用しない為、分析から除外していることに留意されたい。また、目的地に関しては、第4章の4-1より、本研究で用いるデータには貨物車の停車目的の情報が含まれていないことから、停車した場所が配送先か休憩した場所であるかに関わらず、目的地として捉えている。

車両サイズ別の1日の運行距離を図4-8に示す。縦軸が密度、横軸が距離を表しており、単位がキロメートルである。この図によると、小型車のほとんどが100km以下に収束していることから、車両サイズが小さいトラックほど総運行距離が短い傾向にあることが伺える。これは、小型車が比較的狭いエリアを取り扱っているからであると考え、前述した市街化区域内に収まりやすいという考察と辻褃が合う。車両サイズ別の1日の運行時間は図4-9に示した通りであり、縦軸は密度、横軸は運行時間を時間単位で表している。中型車の総運行時間が比較的長いのが、密度分布の形状は似ているので、車両サイズ別に違いはないと考える。車両サイズ別の1日の出発時刻は図4-10で示している。縦軸が密度、横軸が時刻を表しており、最大6桁の数値で2桁ずつ時間、分、秒を表している。この図によると、ピークが最も早いのは中型車で、次に大型車、その次に小型車となっている。大型車と中型車のピークが5時から6時であるのに対し、小型車が6時から7時であることから、小型車の出発時刻が遅い傾向にあることが分かる。小型車に関しては、1日の運行エリアが比較的狭いため、出発時間が遅い傾向にあると考えた。車両サイズ別の1日の目的地数は図4-11に示しており、縦軸は密度、横軸は目的地数を表している。分布を確認すると、大型車、中型車では2~3か所が最も多くの割合を占めているが、小型車は4~5ヶ所が最も多くなっている。よって、小型車が狭いエリアで多くの目的地に立ち寄っている傾向にあることが分かった。

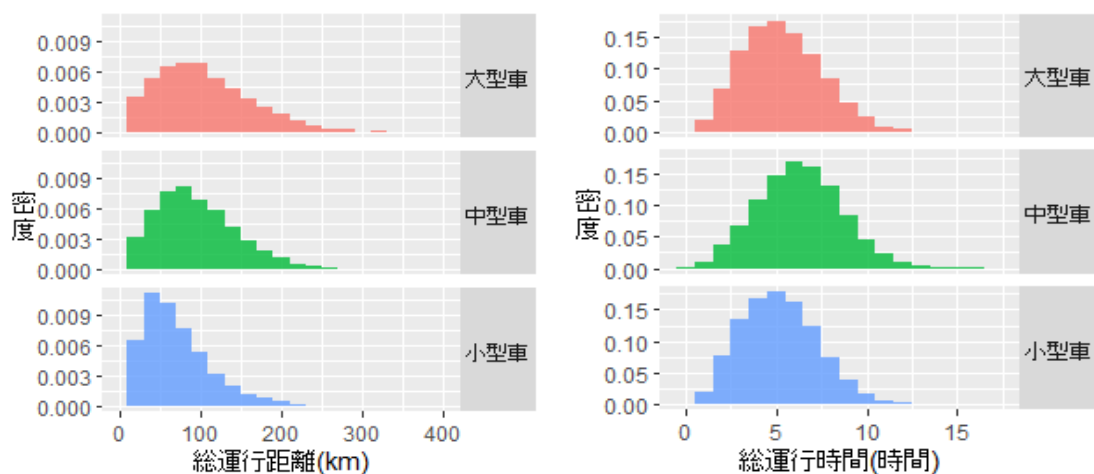


図 4-8 : 車両サイズ別の 1 日の運行距離

図 4-9 : 車両サイズ別の 1 日の運行時間

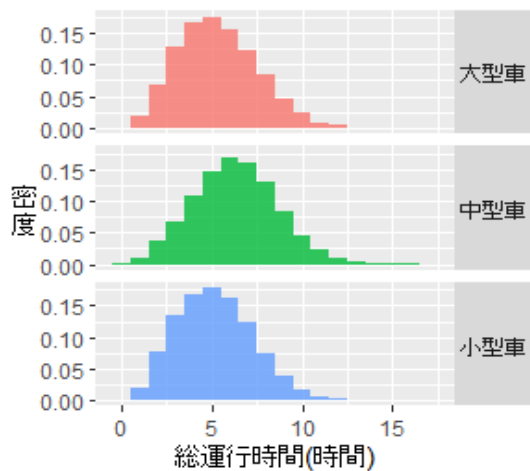


図 4-10 : 車両サイズ別の 1 日の出発時刻

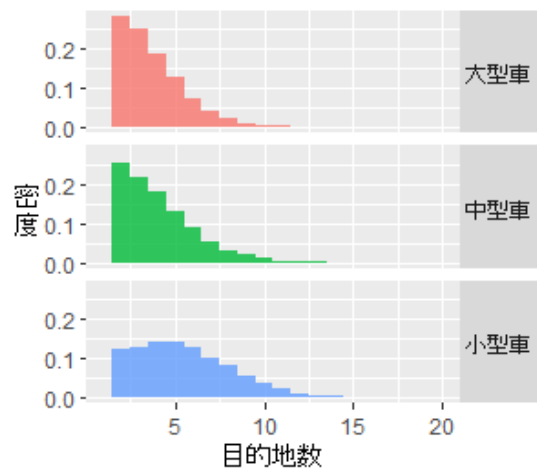


図 4-11 : 車両サイズ別の 1 日の目的地数

次に、出発地の用途地域ごとの各項目の基礎分析に移る。車両サイズごとの分析と同じ 4 種類の項目で、上から大型車、中型車、小型車に分類し、それぞれ住居系用途地域、商業系用途地域、工業系用途地域、市街化調整区域、都市計画区域外の 5 種類の地域から出発するトラックの結果を、図 4-12 から図 4-15 に載せている。なお、軸や単位は全て同じである。

用途地域別の 1 日の運行距離を図 4-12 で示しており、これによるとどの車両サイズにおいても、商業地域から出るトラックの運行距離が短く、都市計画区域外から出るトラックの運行距離が長いことが分かる。これは、商業地域から出る車両の運行エリアが限られているからであると考えられる。また、市街化調整区域や都市計画区域外などの市街地から距離が離れている場所から出るトラックは、遠くまで運ばなければいけないためこのような結果になっていると考える。用途地域別の 1 日の運行時間は図 4-13 に示してあり、これによると小型車では商業地域から出るトラックの運行時間が短いことが分かる。大型車と中型車では特に目立った違いを見せなかったが、小型車では商業地域と都市計画区域外で大きく差が出たことから、先に述べた運行距離の結果と一致していると考えられる。用途地域別の 1 日の出発時間は図 4-14 に示してあり、これによるとどの車両サイズでも商業地域から出るトラックの出発時間が遅いことが分かる。これも、商業地域から出るトラックが 1 日の運行距離や運行時間が短い事実と辻褃が合う。用途地域別の 1 日の目的地数を図 4-15 に示しているが、用途地域による違いは現れなかった。以上の分析結果から、車両サイズでは小型車、用途地域では商業地域で特に特徴が表れることが判明した。

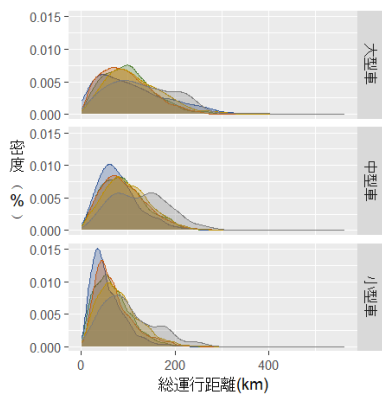


図 4-12 : 用途地域別の 1 日の運行距離

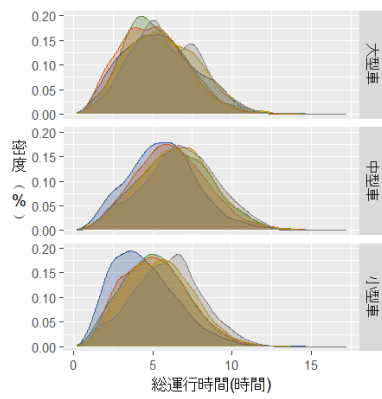


図 4-13 : 用途地域別の 1 日の運行時間

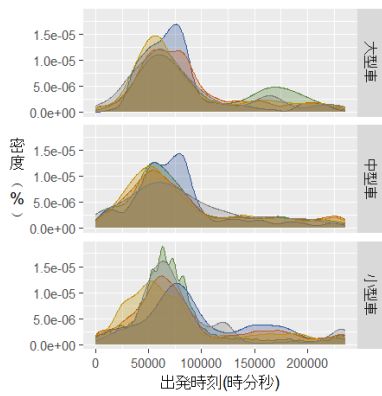


図 4-14 : 用途地域別の 1 日の出発時刻

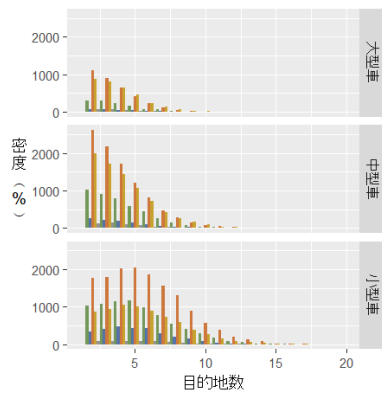


図 4-15 : 用途地域別の 1 日の目的地数

#### 4-3-2 物資流動調査を用いた品目分析

本節では、第5回東京都市圏物資流動調査のデータを用いて、各用途地域から運ばれている品目を明らかにする。東京都市圏物資流動調査とは、東京都市圏交通計画協議会が10年おきを実施している、東京都市圏に発生・集中する物資の動きを捉えることを目的とした調査である。この調査により、事業所の立地や物流特性などの物流実態を把握することが出来るので、交通計画、都市計画を検討する上での重要な基礎的情報を得ることが出来る。

本研究では、2013年の第5回東京都市圏物資流動調査の中で、事業所機能調査と呼ばれる、個々の事業所の特性や物流の発生集中量、搬出先、搬入元を把握することを目的とした調査を用いている。対象期間は、2013年秋期の平均的な搬出入があった任意の1日であり、対象エリアは図4-16の通りである。しかし、本研究では第3章で述べたように、第4回東京都市圏物資流動調査の調査エリアに合わせて分析をするため、第5回から追加された群馬県南部、栃木県南部、茨城県中部は分析対象外とした。サンプル数は37629であるが、調査対象の母集団としている事業所数に合わせる為に、拡大係数を用いて173223まで拡大処理をした。その事業所の用途地域分布を、4-3-1と同様に5種類の用途地域に分類して調べた(表4-7, 図4-17)。4-3-1で用いたいすゞ(株)のデータと比較すると、商業地域や住居地域の割合が高いことが分かる。このことから、いすゞ(株)のデータが、工業地域やその他遠方の市街化区域外のデータが多いことが伺える。



図 4-16 : 第 5 回東京都市圏物資流動調査における調査範囲

(引用 : 東京都市圏交通計画協議会 | 物資流動調査 <https://www.tokyo-pt.jp/pd/01>)



表 4-7：事業所の用途地域分布

住居系用途地域	49859	28.8%
工業系用途地域	51952	30.0%
商業系用途地域	44945	25.9%
市街化調整区域	20176	11.6%
都市計画区域外	6292	3.6%
合計	173223	100.0%

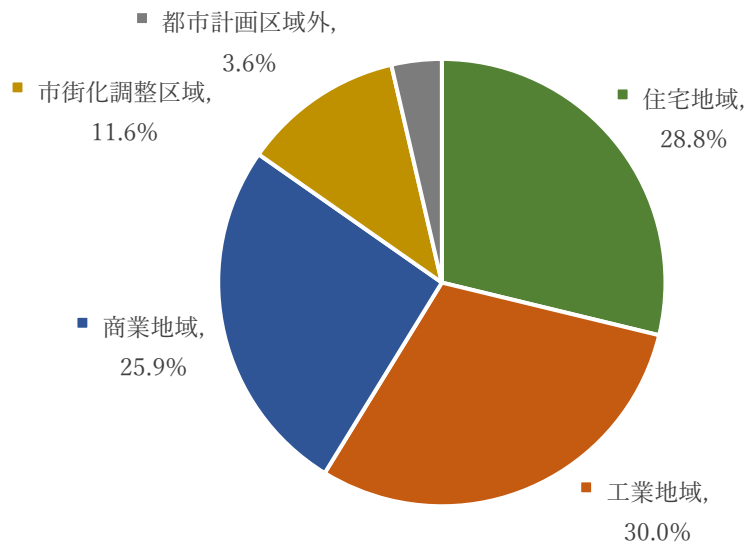


図 4-17：事業所の用途地域分布

ここから、品目分析の結果に移る。分析項目は、用途地域ごとの事業所の業種と、主な搬出品目である。物資流動調査のデータは、施設の特性や物流発生量、集中量に関する調査結果が収録されている“事業所票”と、搬出先・搬入元に関する調査結果が収録されている“搬出搬入票”の2種類が存在する。本研究では、業種に関しては前者、搬出品目に関しては後者のデータを用いる。ここで、前者は各事業所ベースのデータであるのに対し、後者は市区町村ベースのデータとなっていることに留意されたい。後者の搬出搬入データの出発地に関しては、前者の事業所データにある事業所コードと紐づけをして特定することが出来るが、到着地に関しては分からない。この経緯から、搬出品目のみの分析となっている。

まずは、用途地域ごとの事業所の業種についてである(表4-8)。3列目と4列目は、15種類ある業種を荷主と運輸業に分類しており、91と92にそれぞれのその他の業種を振り分けている。用途地域ごとの事業所の業種割合を表4-9とすると、工業系用途地域では特に機械系製造業や軽雑系製造業が多く、製品系の卸売業と、道路貨物運送業の数も多いことが分かる。これは工場や物流センターが多いからであると考えられる。また、商業系用途地域にある事業所の業種では、圧倒的に製品系卸売業が多いことが分かる。これは、工業系用途地域とは違い直接製造が出来る場所が少ない為に、このような結果になっていると考えられる。また、住居系用途地域にある事業所の業種では、商業地域と比べると製造業やサービス業の数が多いことが分かる。これは、商業系用途地域と比べて住居系用途地域が郊外寄りに位置することから、製造業等の数が多くなっていると考えられる。市街化調整区域と都市計画区域外の事業所の業種は、機械系製造業や軽雑系製造業、道路貨物運送業の割合が高く、工業系用途地域と似た分布になっていることが分かる。これは、市街化調整区域や都市計画区域外が市街地から離れた郊外に位置していることから、このような分布になっていると考えられる。

表 4-8：業種のカテゴリー

(引用：事業所票マスターコード表（第5回東京都市圏物資流動調査）)

1	化学系製造業	2	荷主
2	鉄鋼系製造業		
3	金属製品製造業		
4	機械系製造業		
5	軽雑系製造業		
6	道路貨物運送業	1	運輸業
7	水運業		
8	航空運輸業		
9	倉庫業		
10	運輸に附帯するサービス業		
11	原材料系卸売業	2	荷主
12	製品系卸売業		
13	小売業		
14	飲食店		
15	サービス業		
91	運輸業	1	運輸業
92	荷主	2	荷主
99	不明	9	不明

表 4-9 : 用途地域ごとの事業所の業種割合

		住居系 用途地域	商業系 用途地域	工業系 用途地域	市街化 調整区域	都市計画 区域外
1	化学系製造業	4.0%	2.6%	8.1%	7.9%	11.1%
2	鉄鋼系製造業	0.8%	0.5%	2.0%	1.5%	2.0%
3	金属製品製造業	3.5%	1.2%	8.2%	7.6%	8.0%
4	機械系製造業	11.3%	5.2%	16.9%	14.6%	16.3%
5	軽雑系製造業	14.4%	12.4%	15.4%	15.4%	19.3%
6	道路貨物運送業	14.2%	4.5%	11.5%	16.8%	14.4%
7	水運業	0.1%	0.5%	0.2%	0.0%	0.1%
8	航空運輸業	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%
9	倉庫業	1.4%	1.2%	3.4%	2.2%	1.4%
10	運輸に附帯するサービス業	1.2%	2.6%	2.2%	1.5%	0.9%
11	原材料系卸売業	7.3%	8.8%	5.6%	6.3%	4.8%
12	製品系卸売業	26.4%	48.0%	14.7%	12.5%	9.8%
13	小売業	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%
14	飲食店	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
15	サービス業	15.0%	11.8%	9.4%	12.7%	10.6%
91	運輸業	0.1%	0.1%	0.4%	0.3%	0.9%
92	荷主	0.4%	0.3%	1.6%	0.4%	0.3%
99	不明	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
	合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

次に、用途地域ごとの事業所の搬出品目の分析に移る。品目のカテゴリーは表 4-10 の通りであり、用途地域ごとの搬出品目割合は表 4-11 の通りである。工業系用途地域では金属工業品や化学工業品が最も多いが、工業系用途地域では製造業が多いことが業種の分析から判明しており、その結果と合致している。また、商業系用途地域にある事業所の搬出品目は、日用品が圧倒的に多いことが分かる。これは、商業系用途地域にある事業所の業種の中で卸売業が多かったことから、日用品の数が多いと考える。住居系用途地域にある事業所の搬出品目では、日用品が最も多く、商業系用途地域と比べて工業品の割合が高いことが分かる。これは業種の時と同様に、商業系用途地域より住居系用途地域が郊外寄りにあることから、商業系用途地域と工業系用途地域の両方の特徴を有していると考えられる。市街化調整区域と都市計画区域外にある事業所の搬出品目では、業種の時と同様に、工業系用途地域と品目の分布が似通っていることが分かる。以上の分析により、東京都市圏の事業所の主な業種と搬出品目を参考情報として得ることが出来た。

表 4-10：品目のカテゴリー

(引用：搬入搬出票マスターコード表（第5回東京都市圏物資流動調査）)

1	農水産品(定温)
2	農水産品(常温)
3	食料工業品(冷凍)
4	食料工業品(定温)
5	食料工業品(常温)
6	食料工業品を除く軽工業品
7	出版・印刷物
8	日用品
9	日用品を除く雑工業品
10	林産品
11	鉱産品
12	金属工業品
13	一般機器
14	電気機器
15	輸送機器
16	精密機器
17	窯業品
18	化学工業品
19	特殊品
20	混載
21	不明

表 4-11 : 用途地域ごとの搬出品目割合

		住居系 用途地域	商業系 用途地域	工業系 用途地域	市街化 調整区域	都市計画 区域外
1	農水産品(定温)	5.1%	5.8%	3.1%	6.1%	5.5%
2	農水産品(常温)	1.1%	3.2%	1.9%	3.1%	2.4%
3	食料工業品(冷凍)	2.1%	3.0%	3.0%	2.5%	2.0%
4	食料工業品(定温)	3.4%	5.5%	5.3%	6.2%	4.7%
5	食料工業品(常温)	7.7%	5.1%	6.3%	7.4%	5.3%
6	食料工業品を除く軽工業品	3.5%	3.6%	4.4%	4.7%	5.1%
7	出版・印刷物	6.6%	5.5%	4.7%	3.4%	2.0%
8	日用品	14.4%	20.4%	10.0%	6.5%	9.1%
9	日用品を除く雑工業品	4.3%	6.2%	2.7%	2.6%	4.2%
10	林産品	2.5%	0.9%	1.5%	3.0%	3.4%
11	鉱産品	1.0%	1.0%	1.4%	2.5%	3.7%
12	金属工業品	11.6%	7.4%	15.4%	16.8%	15.5%
13	一般機器	5.5%	3.1%	4.4%	3.2%	2.8%
14	電気機器	6.9%	8.8%	7.3%	2.9%	5.8%
15	輸送機器	3.6%	1.9%	5.0%	5.8%	4.7%
16	精密機器	4.3%	7.8%	2.1%	1.8%	2.3%
17	窯業品	2.8%	1.4%	2.7%	3.8%	4.2%
18	化学工業品	7.4%	5.0%	13.4%	11.0%	11.4%
19	特殊品	2.6%	1.3%	3.5%	3.8%	4.0%
20	混載	2.4%	2.4%	1.3%	2.2%	1.2%
21	不明	1.3%	0.9%	0.5%	0.9%	0.8%
	合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

## 第5章 貨物車ツアー選択モデル

### 5-1 説明変数

まず、後述する選択モデルに使用する変数について説明する。選択モデルで使用する変数は表 5-1 の通りである。3 行目にある各目的地の目的地中心への平均距離は、目的地同士の距離を測るために活用する。これは、目的地同士が近ければ、Peddling で一度に運ぶ傾向が伺え、目的地同士が遠いことで、Direct で運ぶ傾向が表れると考えたため、変数に入れることにした。

なお、この分析で使用出来ない情報は、1 日の運行距離や運行時間、1 日の稼働終了時間や各目的地での休憩時間など、車両が動いた後にしか得られない情報である。車両運行計画を考える地点での選択モデルなので、利用できる情報に限りがある。

車両サイズごとの各変数の概要は、表 5-2 の通りである。各変数の概要を車両サイズごとに載せた理由は、車両サイズによって各変数の傾向が変わるからである。第 4 章の 4-3-1 でも述べた通り、運行距離や目的地数などで違いが出ており、この表でも、拠点から各目的地への平均距離や目的地数などで違いが出ていることが分かる。よって、ツアータイプ選択モデルでは、車両サイズごとに推定する。なお、後述する 2 つのモデルに関して、使用する変数が異なることに留意されたい。

表 5-1 : 各変数の説明

・ 目的地数	1 日で立ち寄る目的地数
・ 拠点から各目的地への平均距離 (m)	拠点から各目的地までの直線距離の平均
・ 各目的地の目的地中心への平均距離 (m)	各目的地の地理的中心地点までの直線距離の平均
・ 拠点の用途地域、拠点から最も離れた地点の用途地域	工業系用途地域、商業系用途地域、住居系用途地域、市街化調整区域、都市計画区域外の 5 種類 (ダミー変数)
・ 出発時間帯 (時 : 分)	拠点からの出発時間帯 (ダミー変数) 00:00-08:00, 08:00-16:00, 16:00-00:00 の時間帯に分類

表 5-2 : 車両サイズごとの各変数の概要

		小型車	中型車	大型車			
目的地数	平均値	5.64	4.13	3.79			
	最大値	25.00	19.00	18.00			
	最小値	2.00	2.00	2.00			
	標準偏差	2.76	2.08	1.79			
拠点から各目的地 への平均距離 (m)	平均値	17476.74	21801.78	25168.63			
	最大値	113220.50	153420.25	167963.00			
	最小値	587.57	551.00	801.13			
	標準偏差	11381.05	14095.54	16942.20			
各目的地の目的地中心 への平均距離 (m)	平均値	7898.83	11847.85	14107.60			
	最大値	50096.00	75688.93	101963.65			
	最小値	1.15	1.22	1.17			
	標準偏差	6397.72	8334.47	10891.32			
拠点の用途地域	住居系用途地域	7812	23.5%	4354	18.4%	1187	13.8%
	商業系用途地域	2941	8.85%	1087	4.6%	337	3.9%
	工業系用途地域	14688	44.2%	9576	40.5%	3518	40.8%
	市街化調整区域	7166	21.6%	8020	33.9%	3320	38.5%
	都市計画区域外	631	1.9%	591	2.5%	268	3.1%
拠点から最も離れた 地点の用途地域	住居系用途地域	10560	31.8%	5056	21.4%	934	10.8%
	商業系用途地域	10069	30.3%	3759	15.9%	598	6.9%
	工業系用途地域	8268	24.9%	10487	44.4%	4969	57.6%
	市街化調整区域	3571	10.7%	3396	14.4%	1715	19.9%
	都市計画区域外	770	2.3%	930	3.9%	414	4.8%
出発時間帯 (時 : 分)	00:00-08:00	20173	60.7%	14277	60.4%	4959	57.5%
	08:00-16:00	8558	25.7%	5797	24.5%	2434	28.2%
	16:00-00:00	4507	13.6%	3554	15.0%	1237	14.3%



## 5-2 車両サイズ・出発時間選択モデル

### 5-2-1 モデル仕様

次に、車両サイズと出発時間の選択モデルの仕様を解説する。使用する説明変数は、表 5-2 にある目的地数、拠点から各目的地への平均距離、各目的地の目的地中心への平均距離、拠点の用途地域、拠点からの最遠目的地の用途地域であり、被説明変数は、車両サイズ（小型車、中型車、大型車）と出発時間帯（00:00-08:00, 08:00-16:00, 16:00-00:00）である。その選択肢集合を表 5-3 に示す。小型車は Small の S, 中型車は Middle の M, 大型車は Large の L を用いており、出発時間に関しては、早い時間のカテゴリー順に 1, 2, 3 と番号を付与している。

表 5-3 : 被説明変数の選択肢集合

	小型車	中型車	大型車
00:00-08:00	S1	M1	L1
08:00-16:00	S2	M2	L2
16:00-00:00	S3	M3	L3

本研究では、非集計行動モデルである多項ロジットモデル (MNL モデル) とネステッドロジットモデル (NL モデル) の構築を行い、最尤推定法を用いてパラメータ推定を行う。非集計行動モデルは、個人がある選択状況の中から最も望ましい選択肢を選択することを前提として個人の効用を考えるモデルであり、式 (1) の様に表せる。

$$U_i = V_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

$U_i$  : 効用

$V_i$  : 観測可能な要因による確定項

$\varepsilon_i$  : 同一・独立のガンベル分布に従う誤差項

#### a) MNL モデル

MNL モデルは図 5-1 に示した構造であり、選択確率を式 (2) に、効用関数を式 (3) に示す。

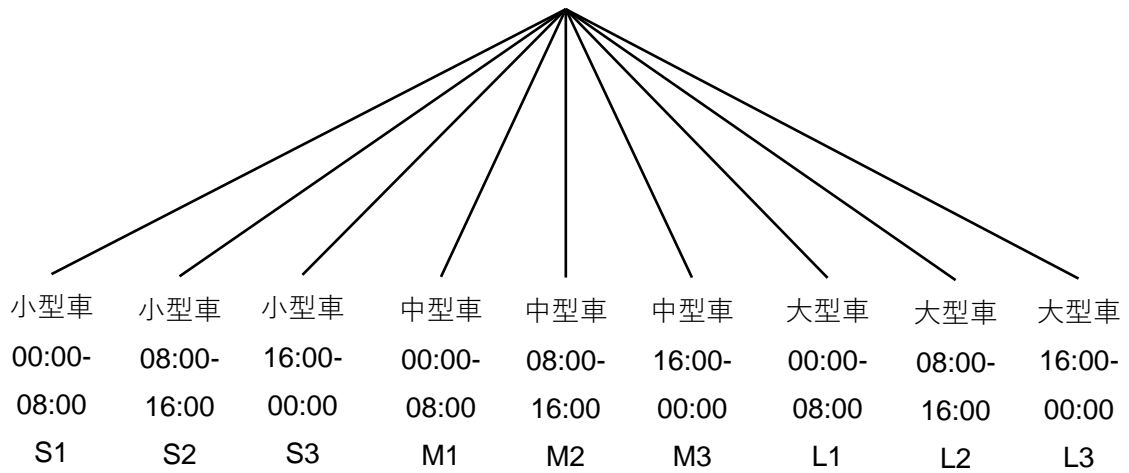


図 5-1 : MNL モデルの構造

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j=1}^m e^{V_{jn}}} \quad (2)$$

$$V_{in} = \beta_1 Z_{1in} + \beta_2 Z_{2in} + \dots + \beta_k Z_{kin} = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{Z}_i \quad (3)$$

$P_{in}$  : 個人 $n$ が選択肢 $i$ を選択する確率

$V_{in}$  : 選択肢 $i$ の選択による効用の確定項

$Z_{ln}$  :  $l$ 番目の説明変数

$\beta_k$  :  $k$ 番目の変数のパラメータ

b) NL モデル

NL モデルは、選択肢を層構造にしてまとめたものであり、ログサム変数と呼ばれるスケールパラメータが存在する。ログサム変数は、選択肢をまとめる際に作られる合成変数のことであり、0 以上 1 以下の値を示す。この間の数値である場合、ネスト構造が機能しているといえ、1 に近いほど MNL モデルに近づくので、数値が小さい方が望ましい。選択肢  $a, b, c$  において、 $a, b$  を同じグループにした時の選択確率は、選択肢  $a$  は式 (4)、選択肢  $c$  は式 (5) になる。また、NL モデルの構造は図 5-2 の通りである。車両サイズを上部構造とした時がログサム変数の数値が小さかったため、この構造を使用する。

$$P_{an} = \frac{e^{\lambda \ln(e^{V_{a|ab,n}} + e^{V_{b|ab,n}})}}{e^{\lambda \ln(e^{V_{a|ab,n}} + e^{V_{b|ab,n}})} + e^{\lambda V_{cn}}} \quad (4)$$

$$\times \frac{e^{V_{a|ab,n}}}{e^{V_{a|ab,n}} + e^{V_{b|ab,n}}}$$

$$P_{cn} = \frac{e^{\lambda V_{cn}}}{e^{\lambda \ln(e^{V_{a|ab,n}} + e^{V_{b|ab,n}})} + e^{\lambda V_{cn}}} \quad (5)$$

$P_{an}$  : 個人  $n$  が選択肢  $a$  を選択する条件付き確率

$P_{cn}$  : 個人  $n$  が選択肢  $c$  を選択する確率

$\lambda$ : 上位におけるスケールパラメータ(下位におけるスケールパラメータは 1 に固定)

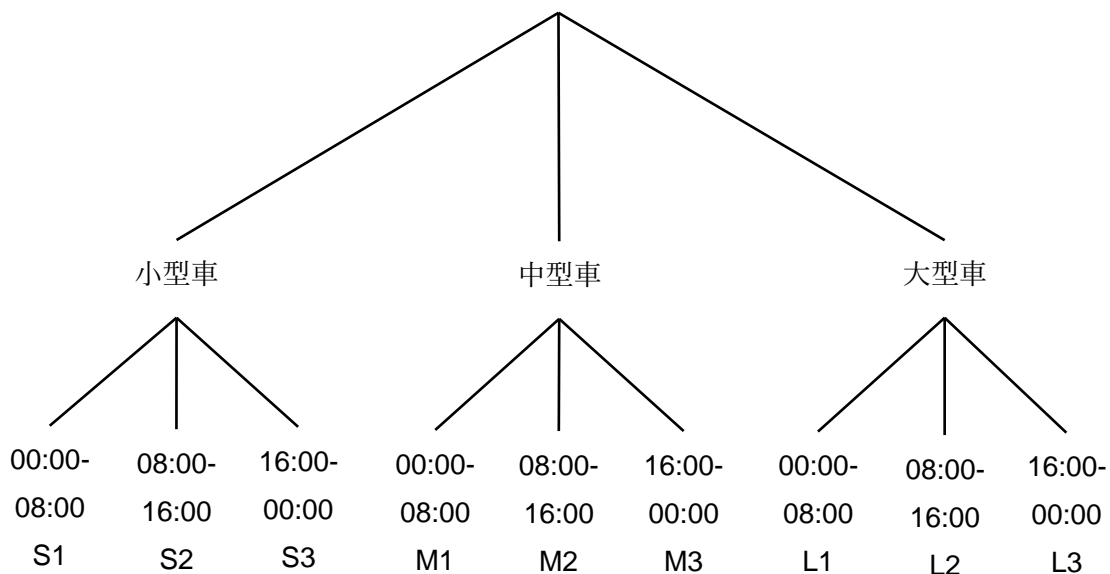


図 5-2 : NL モデルの構造

### 5-2-2 結果と解釈

NL モデルの結果は表 5-4 の通りである。各列に 9 つの選択肢ごとの結果を載せており、変数ごとに係数を載せている。NL モデルは、MNL モデルで出た係数を初期値にして推定を行っているが、係数の傾向が似ているため MNL モデルの結果は省略している。目的地数、拠点から各目的地への平均距離、各目的地の目的地中心への平均距離に関しては、連続関数を用いて対数表示をしている。拠点の用途地域、拠点からの最遠目的地の用途地域に関してはダミー変数を用いて、住居系用途地域を除いている。

ログサム変数は表 5-4 の説明変数の最後に載せており、0.115 という値を出しているため、ネスト構造として適していることが分かる。結果より、目的地数が増えるほど中型車や大型車が選ばれにくくなる傾向があることが分かる。また、大型車に関しては、目的地数が増えると遅い時間帯の車両が選ばれにくくなる傾向があることが分かる。これは、目的地数が多いと朝早くから配送を行わないと 1 日で運びきれないことから、朝方から配送する傾向にあると考える。車両サイズに関しては、小型車は小回りが利くために何ヶ所も配送しやすいことから、小型車が選ばれやすい傾向にあると考える。

また、拠点から各目的地への平均距離が長くなるほど、大型車が選ばれる傾向にあることが分かる。同じ時間帯同士で比べた際に、朝から昼の時間帯 (S2, M2, L2) でも夕方から夜の時間帯 (S3, M3, L3) でも、車両サイズが大きい車両ほど係数が大きいことが分かる。なお、その傾向は各目的地の目的地中心への平均距離においても確認することができ、目的地間の距離が離れるほど、中型車と大型車が選ばれる傾向にあることが分かる。これは、中型車や大型車が長距離の配送を得意としており、小型車が狭いエリアの配送を得意としていることから、このような結果になっていると考える。

用途地域に関しては、拠点の用途地域が工業系用途地域であると大型車が選ばれ、商業系用途地域であると小型車が選ばれる傾向にあることが分かる。さらに、工業系用途地域では早い時間帯から出発する傾向が伺える。これは、工業系用途地域には工場や物流センターが多いことから大型車による配送が多いと考え、商業系用途地域では配送エリアが限られていることから、小型車による配送が多いと考える。拠点の用途地域が市街化調整区域と都市計画区域外である時は、大型車が選ばれる傾向にあることが分かり、時間帯に関しても、早い時間帯の方が選ばれやすい傾向にあることが分かる。どちらも工業系用途地域と似たような傾向を示しているが、第 4 章の 4-3-2 にある品目分析の結果より、同じような品目を取り扱っていることから、このような結果になっていると考える。また、拠点からの最遠目的地の用途地域に関しても、同様の傾向を見せていることが分かる。

表 5-4 : NL モデルの推定結果

	S2	S3	M1	M2	M3	L1	L2	L3
定数項								
ln (目的地数)	0.514	-0.237	-2.831***	-2.808***	-3.356***	-5.994***	-5.749***	-6.292***
ln (拠点から各目的地への平均距離)	-0.138	0.021	-2.951***	-3.081***	-3.003***	-3.564***	-3.705***	-3.745***
ln (各目的地の目的地中心への平均距離)	-0.065	0.110	0.104**	0.078	0.162	0.567***	0.507***	0.608***
拠点の用途地域	-0.071	-0.129	0.876***	0.876***	0.913***	0.763***	0.757***	0.786***
商業系用途地域	0.081	0.135	-0.312***	-0.280**	-0.380***	-0.163	-0.173***	-0.325*
工業系用途地域	0.006	0.074	0.221***	0.229***	0.241***	0.542***	0.560***	0.444***
市街化調整区域	-0.019	0.060	0.658***	0.650***	0.651***	1.077***	1.036***	0.982***
都市計画区域外	0.028	0.036	0.288***	0.320***	0.289***	0.730***	0.711***	0.653***
拠点からの最遠目的地の用途地域								
商業系用途地域	0.002	0.030	-0.254***	-0.255***	-0.241***	-0.421***	-0.403***	-0.482***
工業系用途地域	0.004	0.000	0.808***	0.882***	0.807***	1.719***	1.771***	1.793***
市街化調整区域	0.038	-0.011	0.497***	0.575***	0.469***	1.483***	1.510***	1.521***
都市計画区域外	0.060	-0.010	0.618***	0.699***	0.586***	1.442***	1.445***	1.386***
ログサム変数 (スケールパラメータ)	0.115							
初期尤度	-125118							
最終尤度	-114200							
尤度比	0.0872							
サンプル数	65496							

(\*\*\* : 0.1%有意, \*\* : 1%有意, \* : 5%有意)

### 5-3 ツアータイプの分類と基礎集計

本研究で用いるツアータイプの分類について述べる。まず、考え得る貨物車のツアーチェーンのパターンは、図 5-3 の通りである。配送拠点から各目的地に別々に荷物を配送する直送 (Direct) の動き(図 5-3(a),(b))、一度のツアーで複数の目的地に停車して荷物を配送する行商 (Peddling) の動き(図 5-3(c),(d))、Direct と Multiple を混合 (Mixed) させた動き(図 5-3(e))、一度も拠点に戻らない動き(図 5-3(f))の 6 種類のパターンが存在する。なお、“Single”と“Multiple”に関しては、目的地が一ヶ所であるか複数であることを示している。

本研究で用いるツアーチェーンのパターンは、図 5-3(a)の Single Direct 以外の 5 つである。その理由は、目的地が一ヶ所しかないサンプルを使用しないからである。本研究では目的地の数と場所があらかじめ分かっていることを前提として、1 日のツアーチェーンのパターンを考慮するので、もし目的地が一ヶ所のみであった場合、考え得る選択肢は、Single Direct か No backs の 2 種類のみとなる。しかし、トラックが配送を行った後の動きには関心がないため、目的地が一ヶ所のみサンプルは含めないこととした。

また、ツアーを行なった後に拠点とは別の地点に停車して 1 日の稼働を終えた場合、それは No backs ではなく、それまでに描いたツアーパターンに分類する。これについては、本研究ではツアー以外の動きに関心がないため、このような処置を取っている。さらに、図 5-3 の(d)にある Multiple Peddling に関しては、サンプル数が少なく、Mixed と考察に差が出ない為、Mixed の中に含むことにした。

よって本研究では、(1) Single Peddling (以下 SP)、(2) Multiple Direct (以下 MD)、(3) Mixed (以下 MX)、(4) No backs (以下 NB) の 4 パターンに分類した。ツアーチェーンの分類としてはこの 4 パターンであるが、MD と MX は Multiple のグループとして考えると、Single, Multiple, No backs の 3 つに分類することも出来る。この 3 つの分類が意味しているのは、与えられた目的地に対して、1 つのツアーで配送を行うか、拠点に何度か戻って複数のツアーを描いて配送を行うか、拠点に戻らずに配送を行うかの違いである。それがどのような条件によって選択が変化するかを確認するのが、本研究の主題である。

車両サイズごとのツアータイプ分布は表 5-5 の通りである。なお、この表には選択対象外である Single Direct も含まれている。これによると、どの車両サイズでも SP が約半分を占めており、MD が最も少ないことが分かる。MD を選択する場合、配送する度に拠点に戻ることで、車両の停止回数が MX よりも多くなるので、選ばれにくくなるを考える。

表 5-5 : 車両サイズごとのツアータイプ分布

ツアータイプ	小型車		中型車		大型車	
Single Direct	2880	8.0%	4676	16.5%	1772	17.0%
Single Peddling	17756	49.2%	11115	39.3%	4083	39.3%
Multiple Direct	746	2.1%	1906	6.7%	693	6.7%
Mixed	4971	13.8%	4336	15.3%	1234	11.9%
No Backs	9765	27.0%	6271	22.2%	2620	25.2%
合計	36118	100.0%	28304	100.0%	10402	100.0%

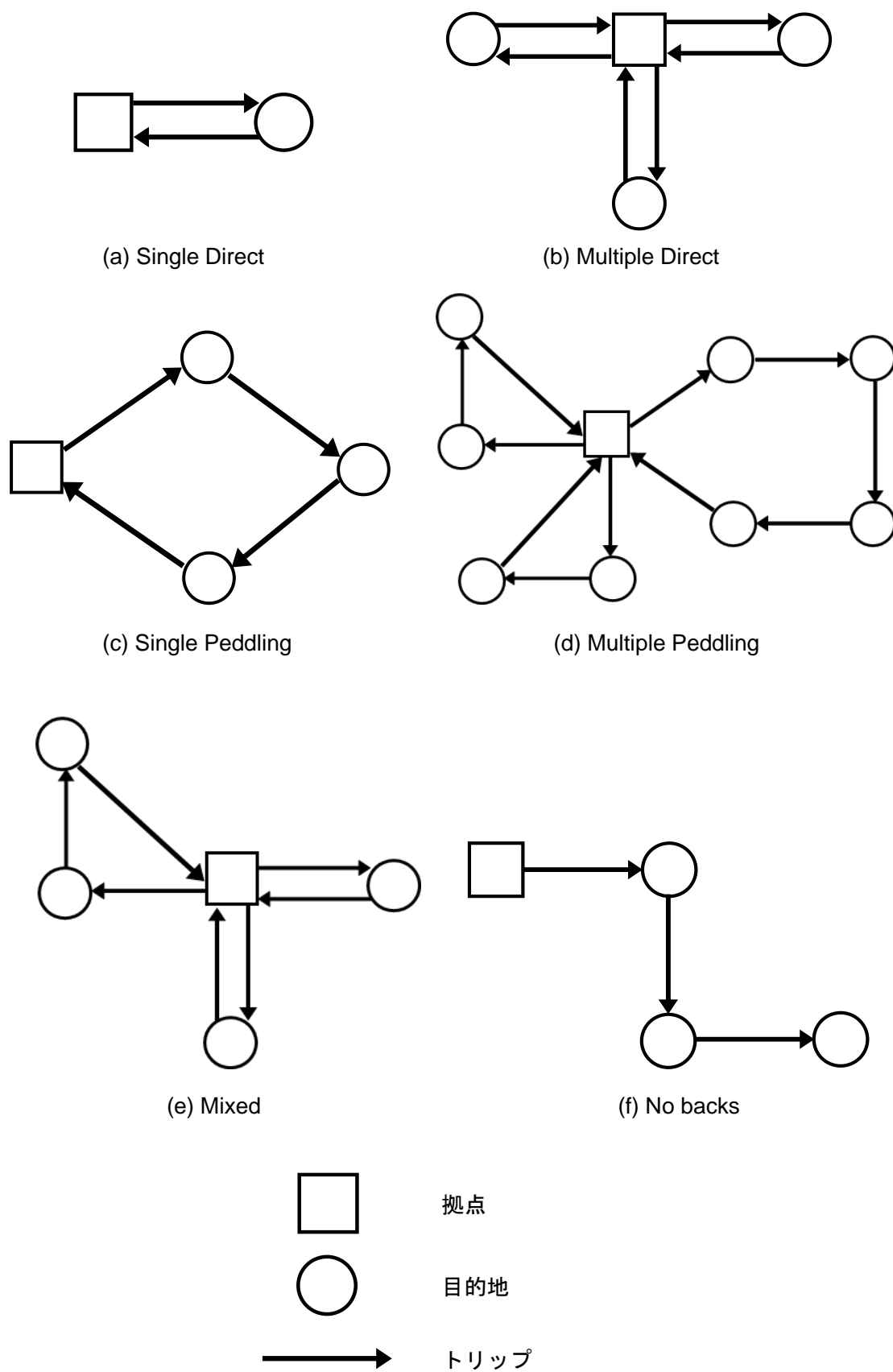


図 5-3 : ツアーチェーンのパターン (出典 : [Ruan et al. \(2012\)](#))

## 5-4 ツアータイプ選択モデル

### 5-4-1 モデル仕様

本項では、ツアータイプの選択モデルの仕様を解説する。使用する説明変数は、表 5-2 にある目的地数、拠点から各目的地への平均距離、各目的地の目的地中心への平均距離、拠点の用途地域、拠点からの最遠目的地、出発時間帯（00:00-08:00, 08:00-16:00, 16:00-00:00）であり、被説明変数は、5-3 で説明したツアータイプの分類である。なお、モデルは車両サイズごとに推定した。ツアータイプと各説明変数との関係をクロス集計した結果は、付録に掲載する。こちらにも、非集計モデルである多項ロジットモデル（MNL モデル）とネステッドロジットモデル（NL モデル）の構築を行い、最尤推定法を用いてパラメータ推定を行う。式に関しては 5-2-1 と同様であり、MNL モデルの構造は図 5-4 の通りである。

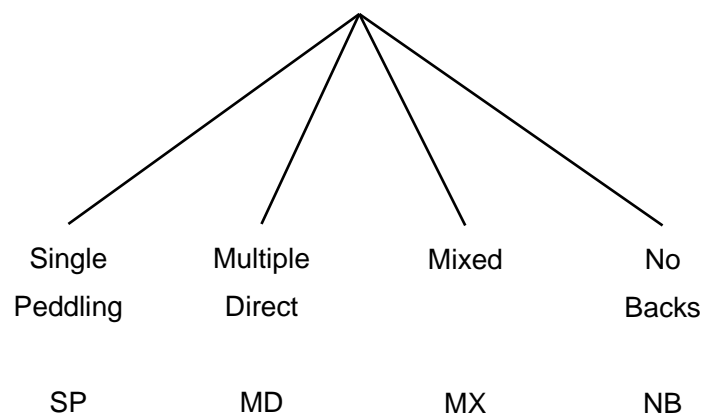


図 5-4 : MNL モデルの構造

NL モデルは、ログサム変数が適した値で、尤度が高くなる構造を選択すべきである。なので、本節では最も適したネスト構造の推定結果を載せることにする。ここで、選択肢が 4 つで 2 層のネスト構造を作る場合、全部で 13 通りの組み合わせができる。1 を SP, 2 を MD, 3 を MX, 4 を NB とすると、組み合わせは以下の表 5-6 の様になる。

表 5-6 : NL モデルの構造の組み合わせ

n_1_234	n_1_2_34
n_2_134	n_1_3_24
n_3_124	n_1_4_23
n_4_123	n_2_3_14
n_12_34	n_2_4_13
n_13_24	n_3_4_12
n_14_23	



この 13 種類の組み合わせの中で、最も適した組み合わせは“n\_1\_4\_23”であることが分かった。その NL モデル構造は図 5-5 の通りである。この形が適している理由を、ログサム変数と尤度比を用いて解説する。

NL モデルの各組み合わせのログサム変数を車両サイズ別に求めた結果を図 5-6 から図 5-8 に示す。どれも車両サイズごとに MNL モデルを作成し、その係数を初期値にして各組み合わせで推定を行った。どの車両サイズでも最もログサム変数が小さくなったのは、“n\_1\_4\_23”の組み合わせである。これは、MD と MX が一緒のグループにまとめられた組み合わせである。5-3 のツアー分類で述べたように、MD と MX は複数回ツアーを行うパターンとして括ることが出来るため、妥当な結果が出ていると考える。

次に、NL モデルの各組み合わせの尤度比を車両サイズ別に求めた結果を図 5-9 から図 5-11 に示す。各グラフの一番左には、MNL モデルで求めた尤度比を載せている。どの組み合わせも、MNL モデルよりも尤度比が高くなっていることから、NL モデルにすることで尤度を高められることが分かる。この結果より、どの車両サイズでも“n\_1\_4\_23”の組み合わせが最も尤度比が高いことが分かる。また、次に高いのは“n\_14\_23”であることから、MD と MX を同じグループに入れることは望ましいことが分かる。

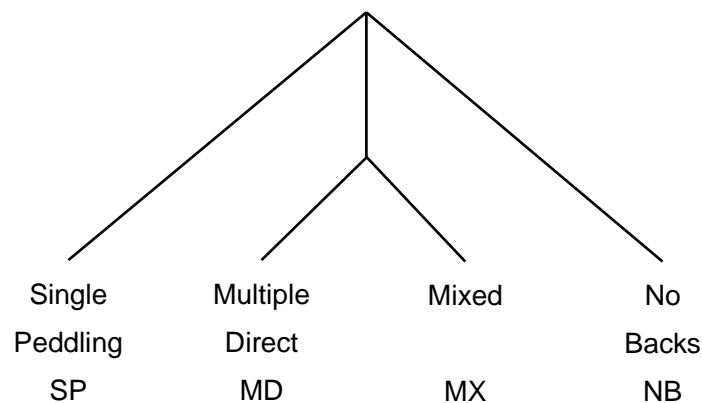


図 5-5 : NL モデルの構造

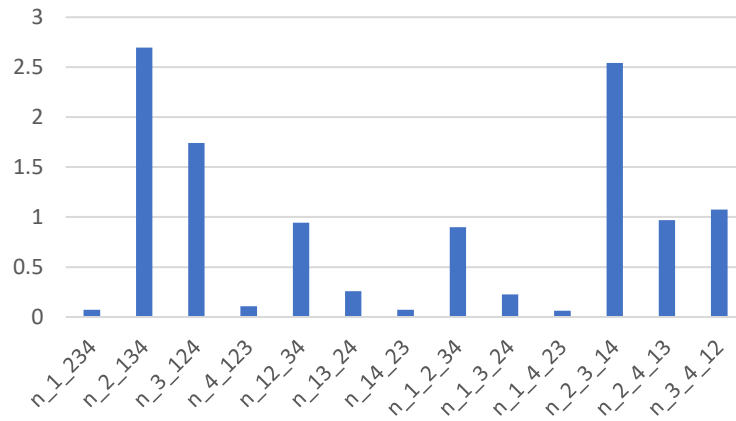


図 5-6 : NL モデルの各組み合わせのログサム変数 (大型車)

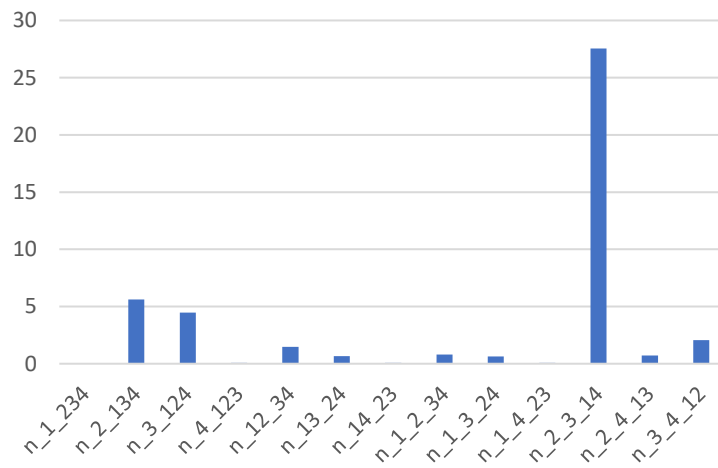


図 5-7 : NL モデルの各組み合わせのログサム変数 (中型車)

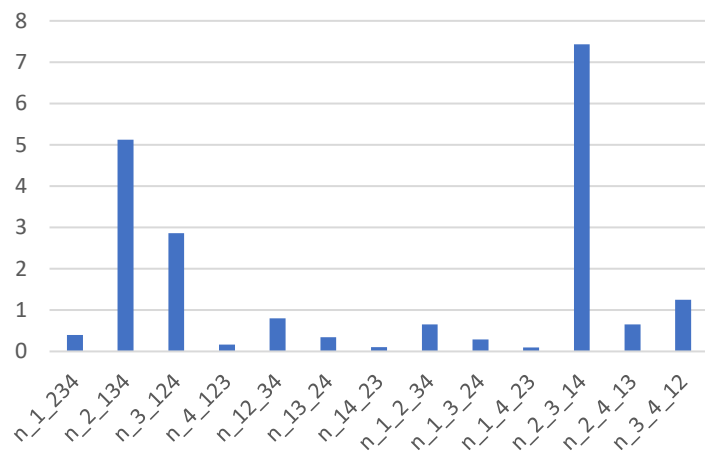


図 5-8 : NL モデルの各組み合わせのログサム変数 (小型車)

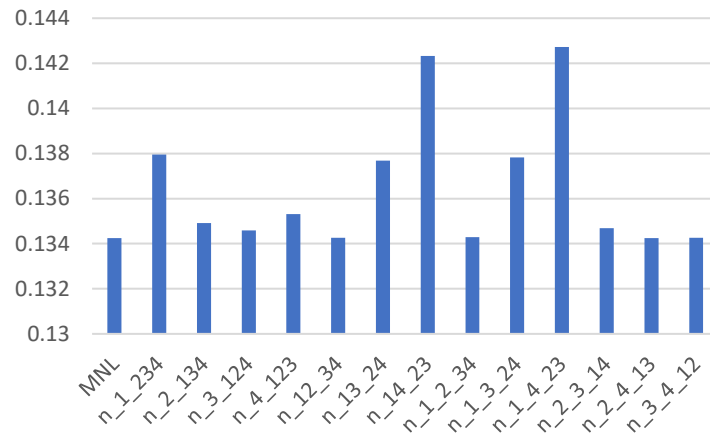


図 5-9 : NL モデルの各組み合わせの尤度比 (大型車)

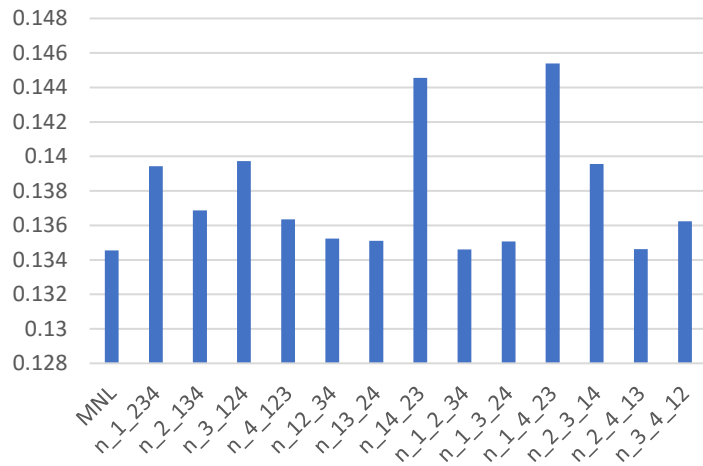


図 5-10 : NL モデルの各組み合わせの尤度比 (中型車)

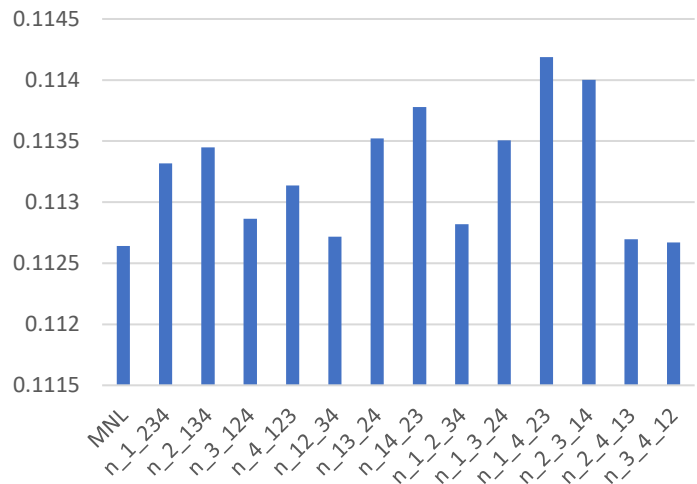


図 5-11 : NL モデルの各組み合わせの尤度比 (小型車)

#### 5-4-2 結果と解釈

NL モデルの結果を表 5-7 に示す。各列に小型車、中型車、大型車それぞれの結果を載せており、各変数で選択肢集合ごとの係数を載せている。車両サイズ出発時間選択モデルと同様に、MNL モデルと係数の傾向が似ている為、結果は省略している。目的地数、拠点から各目的地への平均距離、各目的地の目的地中心への平均距離に関しては、連続関数を用いた対数表示をしており、拠点の用途地域、拠点からの最遠目的地の用途地域と出発時間帯に関しては、ダミー変数を用いて住居系用途地域と 00:00-08:00 の出発時間帯を除いている。

ログサム変数は表 5-7 の説明変数の最後に載せており、車両サイズごとに確認すると、どれも 0 に近い値となっている為、ネスト構造として適していることが分かる。結果より、目的地数が増えると、どの車両サイズでも特に MD が選ばれにくくなることが分かる。MD は、配送を行う度に拠点に戻るので、目的地が増えれば増えるほど停車回数が増えてしまう。さらに、目的地同士が近かった場合は、トラックが一度に配送を行う傾向にあるため、MD の手段を取らなくなると考える。

また、拠点から各目的地への平均距離が長くなるほど、SP が選ばれやすくなることが分かる。これはどのサイズにおいても共通しており、遠い距離であるほどツアーを複数回行うことが困難になるからであると考えられる。その場合、SP で一度に運び切ることが望ましい。

さらに、各目的地の目的地中心への平均距離に関しては、目的地間の距離が離れる程、MD や MX が選ばれやすくなることが分かる。また、車両サイズごとに比較すると、車両サイズが小さくなるほどその傾向が強くなることも伺える。目的地間の距離が離れると、SP で一度に運ぶことが難しくなるので、MD や MX で複数回運ぶ手段を選択するようになると考える。なお、車両サイズが小さくなるほどその傾向が強くなるのは、小型車が短い距離を運ぶのに適しているからであると考えられる。

なお、用途地域や出発時間帯に関しては、推定結果から考察出来ることは少なかった。ツアータイプの選択において、用途地域や出発時間帯は直接関係していないと考えられる。

表 5-7 : NL モデルの推定結果

		小型車	中型車	大型車		
定数項	MD	4.531***	5.643***	9.088***		
	MX	3.681***	4.967***	7.458***		
	NB	-3.810***	-4.280***	-6.157***		
ln (目的地数)	MD	-1.402***	-1.893***	-2.055***		
	MX	0.060	-0.436***	-0.145		
	NB	-0.240***	-0.258**	-0.260		
ln (拠点から各目的地への平均距離)	MD	-4.178***	-3.514***	-3.206***		
	MX	-4.129***	-3.451***	-3.094***		
	NB	-0.672***	-0.447***	0.294**		
ln (各目的地の目的地中心への平均距離)	MD	3.092***	2.270***	1.098***		
	MX	3.113***	2.212***	1.185***		
	NB	1.660***	1.400***	1.067***		
拠点の用途地域	工業系用途地域	MD	0.635***	1.047***	0.742***	
		MX	0.547***	1.046***	0.748***	
		NB	-0.314***	0.148**	0.095	
	商業系用途地域	MD	0.132	0.642***	-0.079	
		MX	0.089	0.673***	-0.097	
		NB	0.621***	1.061***	0.526***	
	市街化調整区域	MD	0.254***	0.363***	0.258*	
		MX	0.177***	0.379***	0.311**	
		NB	-0.377***	-0.159***	-0.139	
	都市計画区域外	MD	0.919***	0.518***	0.255	
		MX	0.775***	0.508***	0.251	
		NB	-0.285**	0.129	0.161	
	拠点からの最遠目的地の用途地域	工業系用途地域	MD	-0.182***	-0.427***	-0.388***
			MX	-0.164***	-0.429***	-0.412***
			NB	0.009	-0.017	-0.176
商業系用途地域		MD	0.316***	0.204***	-0.352*	
		MX	0.300***	0.185***	-0.453**	
		NB	-0.204***	-0.095	-0.125	
市街化調整区域		MD	-0.271***	-0.552***	0.025	
		MX	-0.220***	-0.555***	-0.029	
		NB	0.237***	0.220***	-0.071	
都市計画区域外		MD	-0.229	-0.746***	-0.432**	
		MX	-0.178	-0.756***	-0.371*	
		NB	0.089	-0.046	-0.378**	
出発時間帯		08:00-16:00	MD	-0.187***	0.119**	0.031
			MX	-0.198***	0.104*	-0.024
			NB	0.339***	0.514***	0.846***
	16:00-00:00	MD	0.184***	0.429***	0.074	
		MX	0.153**	0.442***	0.026	
		NB	0.158***	0.092	0.958***	
ログサム変数 (スケールパラメータ)			0.083**	0.063***	0.097*	
初期尤度			-35371	-28851	-10327	
最終尤度			-30927	-24211	-8682	
尤度比			0.1256	0.1608	0.1593	
サンプル数			33238	23628	8630	

(\*\*\* : 0.1%有意, \*\* : 1%有意, \* : 5%有意)

## 第6章 感度分析

推定した2つのモデルを用いて、モデルにある説明変数の1つを-30%から+30%まで変化させた時、ツアータイプの選択確率にどれほど影響を与えるかを分析した。まず、車両サイズ・出発時間選択モデルを適用して車両サイズと出発時間を決定し、出発時間を説明変数に加え、車両サイズごとにツアータイプ選択モデルを適用することでツアータイプの選択確率を算出した。目的地数と選択確率の変化を図6-1に示す。目的地の数が増えると、中型車、大型車が選ばれにくくなり、どの車両サイズでもMDが選ばれにくくなる。特に小型車のツアータイプの変化が大きいことが分かる。拠点から各目的地への平均距離と選択確率の変化を図6-2に示す。拠点から各目的地までの平均距離が長くなると、小型車が選ばれにくくなり、どの車両サイズでもSPが選ばれやすくなる。こちらもツアータイプの変化は小型車で最も起こりやすいことが分かる。各目的地の目的地中心への平均距離と選択確率の変化を図6-3に示す。目的地間の距離が離れるほど、小型車が選ばれにくくなり、どの車両サイズでもMDとMXが選ばれやすくなる。

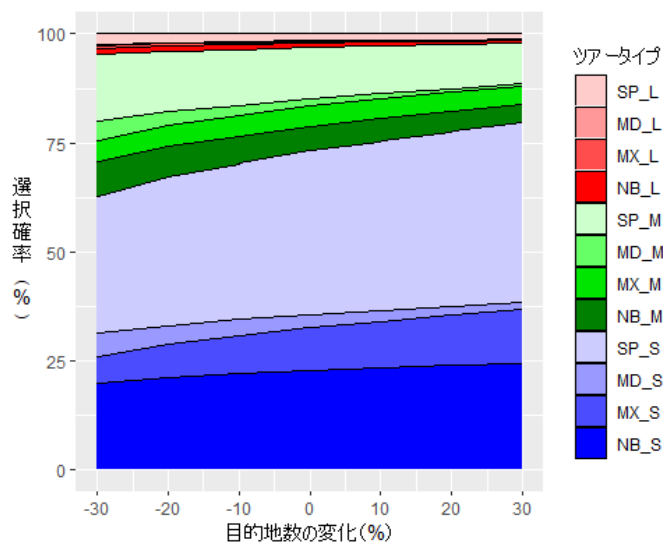


図 6-1 : 目的地数と選択確率の変化

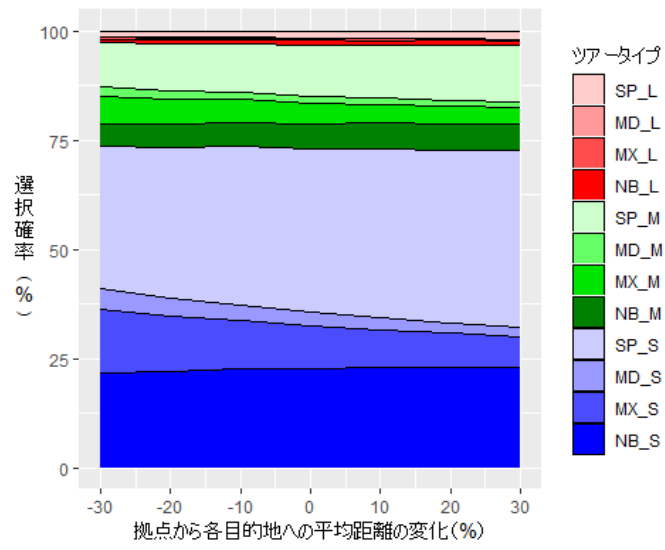


図 6-2 : 拠点から各目的地への平均距離と選択確率の変化

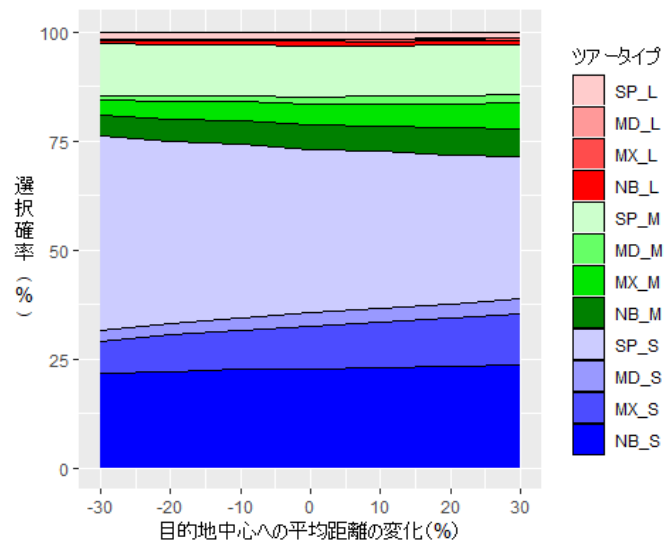


図 6-3 : 各目的地の目的地中心への平均距離と選択確率の変化

## 第7章 結論

### 7-1 本研究の成果と課題

本研究を通して、貨物車の車両サイズ、出発時間、ツアータイプの選択要因を明らかにし、その影響度を確認することができた。また、日本においてはじめて貨物車ツアー選択モデルの推定が実施でき、日本の都市圏におけるケーススタディとなった。過去の論文では、1日の移動距離や移動時間、停車回数等が説明変数として注目されてきたが、本研究では、拠点から目的地までの距離、目的地間の距離に注目することで、ツアータイプごとの特性がより分かるようになった。さらに、推定した2つのモデルを組み合わせることで、一部の条件が変化した際の車両サイズとツアータイプの変化を定量的に示すことができた。これは、都市の規模・構造によって、必要となるトラックやツアータイプの分布が変わることを示している。例えば、コンパクトシティである場合は、配送距離が短いため小型車が選ばれ、拠点と目的地が近い場合はツアーが発生しやすいことが考えられる。逆に、スプロール化した都市では、配送距離が長くなるために、一回のツアーで運び切る傾向が多くなると考える。その中で、新しく物流施設が建設された際には、1つの物流施設が取り扱う配送エリアに変化が生じるので、そこで車両サイズやツアータイプの分布にも変化が起きると考える。また、本研究を通してGPSプローブデータの処理・利用方法の一例を提示することができた。

本研究で実施したデータの処理からモデル構築までの手法論は、別のデータにも応用できる。ただ、貨物車の挙動を正確に捉えるためには、まだ至らぬ点が多々存在する。例えば、本研究では拠点が1つしかないものと仮定して分析していたが、実際には別の物流センターを経由して別のツアーを展開している可能性がある。本研究ではその点までは配慮出来ていない。他にもこの研究の限界として、貨物車が各目的地で何をしていったのか(集荷、配送、休憩)、配送の場合何を運んでいたのかが把握できないことが挙げられる。

### 7-2 今後の課題

今後の課題としては、GPSプローブデータには含まれていないデータの収集と、実際の配送データを用いたモデル推定であると考えられる。例えば、本研究では第4章の4-3-2にて、物資流動調査を用いた品目分析を実施したが、配送している貨物の情報を含むことでツアータイプ選択の精度はさらに上がると考える。[Ruan et al. \(2012\)](#)は貨物の種類を説明変数に入れており、建設資材の配送はDirect、製造業の製品はPeddlingで運ばれる傾向にあることを示している。他にも、貨物車が各目的地で何をしているのかが分かれば、判明することが多くあると考える。本研究では停車した地点を目的地と表現していたが、それはその地点が配送先であるか休憩地点であるかの判断が付かなかったためにそのような処置をしていた。そこで、貨物車が何をしているのか(集荷、配送、休憩)、貨物の積載状況(実車、空車)が分かることで、さらに正確に貨物車挙動を把握することができるはずである。[Alho et al. \(2019\)](#)は、ツアータイプのグループ分けに、貨物の積載状況を入れている。このようなGPSプローブデータには含まれていない貨物の特性が、車両サイズやツアータイプ選択にどのように影響するのかを確認するべきである。



## 参考文献

- 1) [Alho, A.R., Sakai, T., Chua, M., Jeong, K., Jing, P., Ben-Akiva, M. \(2019\). Exploring Algorithms for Revealing Freight Vehicle Tours, Tour-Types, and Tour-Chain-Types from GPS Vehicle Traces and Stop Activity Data. Journal of Big Data Analytics in Transportation \(2019\) 1:175–190](#)
- 2) [Battelle Memorial Institute \(1995\). Comprehensive Truck Size and Weight \(TS & W\) Study Phase 1 – Synthesis: Logistics and Truck Size and Weight Regulations Working Paper 8. Federal Highway Administration.](#)
- 3) [Burns, L., Hall, R., Blumenfeld, D., Daganzo, C. \(1985\). Distribution strategies that 7 minimize transportation and inventory costs. Oper. Res. 33 \(3\), 469–490.](#)
- 4) [Figillozzi, M.A. \(2007\). Analysis of the efficiency of urban commercial vehicle tours: data collection, methodology, and policy implications. Transport. Res. Part B 4, 1014–1032.](#)
- 5) [Holguin-Veras, J., Patil, G.R. \(2005\). Observed trip chain behavior of commercial vehicles. Transport. Res. Rec.: J. Transport. Res. Board 1906 \(1\), 74–80.](#)
- 6) [Hunt, J.D., Stefan, K.J. \(2007\). Tour-based micro simulation of urban commercial movements. Transport. Res. Part B 41 \(9\), 981–1013.](#)
- 7) [Khan, M., Machemehl, R. \(2017\) Analyzing tour chaining patterns of urban commercial vehicles. Transp Res Part A Policy Pract 102:84–97](#)
- 8) [Lin, J.J., Zhou, W. \(2013\). How urban commercial vehicle trips are chained: case studies in Texas and Idaho. In: Transportation Research Board 92nd Annual Meeting \(No. 13-3121\).](#)
- 9) [Ruan, M., Lin, J.J., Kawamura, K. \(2012\). Modeling urban commercial vehicle daily tour chaining. Transport. Res. Part E: Logist. Transport. Rev. 48 \(6\), 1169 – 1184.](#)
- 10) [Sakai, T., Alho, A.R., Bhavathrathan, B.K., Chiara, G.D., Gopalakrishnan, R., Jing, P., Hyodo, T., Cheah, Lynette., Ben-Akiva, M. \(2020\). SimMobility Freight: An agent-based urban freight simulator for evaluating logistics solutions. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review Volume 141, September 2020, 102017.](#)
- 11) [Zhou, W., Chen, Q., Lin, J.J. \(2014\). Empirical study of urban commercial vehicle tour patterns in Texas. In: Transportation Research Board 93rd Annual Meeting \(No. 14-5132\).](#)

- 12) ISUZU MIMAMORI | 車両運行・動態管理システム (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
<https://www.isuzu.co.jp/cv/cost/mimamori/>
- 13) トラック | いすゞ自動車 (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
<https://www.isuzu.co.jp/product/truck/>
- 14) 国土数値情報 | 用途地域データ (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A29.html>
- 15) 国土数値情報 | 都市地域データ (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A09.html>
- 16) 物資流動調査 | 東京都市圏交通計画協議会 (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
<https://www.tokyo-pt.jp/pd/01>
- 17) 物資流動調査 データ利用の手引き (最終閲覧日 : 2023 年 1 月 25 日)  
[https://www.tokyo-pt.jp/static/hp/file/data/tebiki\\_pd.pdf](https://www.tokyo-pt.jp/static/hp/file/data/tebiki_pd.pdf)
- 18) 一般社団法人交通工学研究会 : やさしい非集計分析

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、お忙しい中丁寧にご指導・助言をして下さいました坂井孝典准教授には、厚く御礼申し上げます。また、分析手法に関して相談に乗って下さり、資料共有や授業への参加を許可して下さいました兵藤哲朗教授には、学部時代に引き続き本当にお世話になりました。また、同じ坂井先生の元で指導を受けていた3人の後輩の方々からは、いつも刺激を受けていました。実直で真摯なその姿勢を見習って、私も今後の生活に活かしていこうと存じます。他にも、同期の方々、留学生、後輩の皆様、長い間学生生活を見守ってくださった家族に、改めて感謝の気持ちをお伝えします。本当にありがとうございました。

付録

表-1 目的地数とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SP		MD		MX		NB	
2	1209	29.61%	465	67.10%	0	0.00%	742	28.32%
3	957	23.44%	148	21.36%	378	30.63%	667	25.46%
4	703	17.22%	61	8.80%	347	28.12%	513	19.58%
5	502	12.29%	19	2.74%	248	20.10%	345	13.17%
6	314	7.69%	0	0.00%	128	10.37%	171	6.53%
7	197	4.82%	0	0.00%	71	5.75%	96	3.66%
8	110	2.69%	0	0.00%	31	2.51%	46	1.76%
9	39	0.96%	0	0.00%	14	1.13%	24	0.92%
10	26	0.64%	0	0.00%	8	0.65%	7	0.27%
11	13	0.32%	0	0.00%	4	0.32%	6	0.23%
12	7	0.17%	0	0.00%	1	0.08%	0	0.00%
13	1	0.02%	0	0.00%	4	0.32%	2	0.08%
14	1	0.02%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
15	1	0.02%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
16	1	0.02%	0	0.00%	0	0.00%	1	0.04%
18	2	0.05%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
計	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-2 目的地数とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SP		MD		MX		NB	
2	3020	27.17%	1401	73.50%	0	0.00%	1541	24.57%
3	2272	20.44%	397	20.83%	1173	27.05%	1322	21.08%
4	1824	16.41%	82	4.30%	1172	27.03%	1175	18.74%
5	1377	12.39%	25	1.31%	820	18.91%	865	13.79%
6	1057	9.51%	1	0.05%	524	12.08%	548	8.74%
7	626	5.63%	0	0.00%	312	7.20%	341	5.44%
8	400	3.60%	0	0.00%	170	3.92%	201	3.21%
9	236	2.12%	0	0.00%	86	1.98%	137	2.18%
10	119	1.07%	0	0.00%	43	0.99%	78	1.24%
11	86	0.77%	0	0.00%	14	0.32%	31	0.49%
12	56	0.50%	0	0.00%	14	0.32%	17	0.27%
13	20	0.18%	0	0.00%	4	0.09%	10	0.16%
14	9	0.08%	0	0.00%	3	0.07%	3	0.05%
15	9	0.08%	0	0.00%	1	0.02%	0	0.00%
16	2	0.02%	0	0.00%	0	0.00%	2	0.03%
17	1	0.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
19	1	0.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
計	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-3 目的地数とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SP		MD		MX		NB	
2	2298	12.94%	488	65.42%	0	0.00%	1198	12.27%
3	2183	12.29%	179	23.99%	681	13.70%	1264	12.94%
4	2415	13.60%	63	8.45%	903	18.17%	1418	14.52%
5	2325	13.09%	15	2.01%	876	17.62%	1528	15.65%
6	2219	12.50%	1	0.13%	798	16.05%	1240	12.70%
7	1865	10.50%	0	0.00%	521	10.48%	1040	10.65%
8	1545	8.70%	0	0.00%	412	8.29%	762	7.80%
9	1128	6.35%	0	0.00%	261	5.25%	501	5.13%
10	691	3.89%	0	0.00%	213	4.28%	350	3.58%
11	486	2.74%	0	0.00%	113	2.27%	203	2.08%
12	250	1.41%	0	0.00%	69	1.39%	110	1.13%
13	156	0.88%	0	0.00%	47	0.95%	79	0.81%
14	83	0.47%	0	0.00%	33	0.66%	38	0.39%
15	48	0.27%	0	0.00%	15	0.30%	13	0.13%
16	30	0.17%	0	0.00%	13	0.26%	13	0.13%
17	17	0.10%	0	0.00%	7	0.14%	4	0.04%
18	6	0.03%	0	0.00%	5	0.10%	2	0.02%
19	1	0.01%	0	0.00%	1	0.02%	1	0.01%
20	3	0.02%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
21	0	0.00%	0	0.00%	2	0.04%	1	0.01%
22	1	0.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
23	2	0.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
24	3	0.02%	0	0.00%	1	0.02%	0	0.00%
25	1	0.01%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
計	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%

表-4 拠点から各目的地への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
-10km	412	23.25%	646	15.82%	252	36.36%	484	39.22%	203	7.75%
10km-20km	421	23.76%	998	24.44%	230	33.19%	400	32.41%	584	22.29%
20km-30km	408	23.02%	1025	25.10%	125	18.04%	223	18.07%	765	29.20%
30km-40km	254	14.33%	697	17.07%	49	7.07%	75	6.08%	465	17.75%
40km-50km	138	7.79%	350	8.57%	27	3.90%	32	2.59%	279	10.65%
50km-	139	7.84%	367	8.99%	10	1.44%	20	1.62%	324	12.37%
計	1772	100.00%	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-5 拠点から各目的地への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
-10km	1218	26.05%	1842	16.57%	480	25.18%	1199	27.65%	804	12.82%
10km-20km	1555	33.25%	3732	33.58%	843	44.23%	1956	45.11%	1940	30.94%
20km-30km	1090	23.31%	2730	24.56%	418	21.93%	831	19.17%	1577	25.15%
30km-40km	462	9.88%	1513	13.61%	119	6.24%	225	5.19%	974	15.53%
40km-50km	209	4.47%	727	6.54%	35	1.84%	89	2.05%	537	8.56%
50km-	142	3.04%	571	5.14%	11	0.58%	36	0.83%	439	7.00%
計	4676	100.00%	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-6 拠点から各目的地への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
-10km	1415	49.13%	4495	25.32%	298	39.95%	2078	41.80%	2261	23.15%
10km-20km	813	28.23%	7289	41.05%	292	39.14%	1939	39.01%	3770	38.61%
20km-30km	384	13.33%	3780	21.29%	112	15.01%	616	12.39%	2246	23.00%
30km-40km	181	6.28%	1290	7.27%	35	4.69%	251	5.05%	934	9.56%
40km-50km	53	1.84%	543	3.06%	9	1.21%	71	1.43%	294	3.01%
50km-	34	1.18%	359	2.02%	0	0.00%	16	0.32%	260	2.66%
計	2880	100.00%	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%

表-7 各目的地の目的地中心への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SP		MD		MX		NB	
-1km	361	8.84%	45	6.49%	65	5.27%	29	1.11%
1km-10km	1451	35.54%	391	56.42%	620	50.24%	654	24.96%
10km-20km	1231	30.15%	168	24.24%	349	28.28%	1024	39.08%
20km-30km	634	15.53%	65	9.38%	157	12.72%	625	23.85%
30km-	406	9.94%	24	3.46%	43	3.48%	288	10.99%
計	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-8 各目的地の目的地中心への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SP		MD		MX		NB	
-1km	687	6.18%	54	2.83%	77	1.78%	60	0.96%
1km-10km	5060	45.52%	992	52.05%	2159	49.79%	2265	36.12%
10km-20km	3645	32.79%	701	36.78%	1715	39.55%	2540	40.50%
20km-30km	1335	12.01%	145	7.61%	326	7.52%	1082	17.25%
30km-	388	3.49%	14	0.73%	59	1.36%	324	5.17%
計	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-9 各目的地の目的地中心への平均距離とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SP		MD		MX		NB	
-1km	1443	8.13%	78	10.46%	169	3.40%	137	1.40%
1km-10km	12134	68.34%	426	57.10%	3207	64.51%	6059	62.05%
10km-20km	3379	19.03%	216	28.95%	1367	27.50%	2792	28.59%
20km-30km	674	3.80%	24	3.22%	211	4.24%	630	6.45%
30km-	126	0.71%	2	0.27%	17	0.34%	147	1.51%
計	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%

表-10 拠点の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	228	12.87%	595	14.57%	71	10.25%	121	9.81%	400	15.27%
商業系用途地域	61	3.44%	149	3.65%	17	2.45%	27	2.19%	144	5.50%
工業系用途地域	839	47.35%	1498	36.69%	378	54.55%	623	50.49%	1019	38.89%
市街化調整区域	585	33.01%	1713	41.95%	216	31.17%	438	35.49%	953	36.37%
都市計画区域外	59	3.33%	128	3.13%	11	1.59%	25	2.03%	104	3.97%
計	1772	100.00%	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-11 拠点の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	723	15.46%	2296	20.66%	231	12.12%	578	13.33%	1249	19.92%
商業系用途地域	195	4.17%	366	3.29%	55	2.89%	159	3.67%	507	8.08%
工業系用途地域	2205	47.16%	3918	35.25%	1003	52.62%	2299	53.02%	2356	37.57%
市街化調整区域	1447	30.95%	4244	38.18%	589	30.90%	1225	28.25%	1962	31.29%
都市計画区域外	106	2.27%	291	2.62%	28	1.47%	75	1.73%	197	3.14%
計	4676	100.00%	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-12 拠点の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	787	27.33%	3981	22.42%	172	23.06%	944	18.99%	2715	27.80%
商業系用途地域	202	7.01%	1223	6.89%	46	6.17%	311	6.26%	1361	13.94%
工業系用途地域	1210	42.01%	8155	45.93%	358	47.99%	2628	52.87%	3547	36.32%
市街化調整区域	626	21.74%	4100	23.09%	145	19.44%	966	19.43%	1955	20.02%
都市計画区域外	55	1.91%	297	1.67%	25	3.35%	122	2.45%	187	1.92%
計	2880	100.00%	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%

表-13 拠点からの最遠目的地の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	163	9.20%	422	10.34%	90	12.99%	175	14.18%	247	9.43%
商業系用途地域	82	4.63%	301	7.37%	48	6.93%	95	7.70%	154	5.88%
工業系用途地域	1034	58.35%	2377	58.22%	370	53.39%	638	51.70%	1584	60.46%
市街化調整区域	412	23.25%	764	18.71%	160	23.09%	280	22.69%	511	19.50%
都市計画区域外	81	4.57%	219	5.36%	25	3.61%	46	3.73%	124	4.73%
計	1772	100.00%	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-14 拠点からの最遠目的地の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	1013	21.66%	2274	20.46%	478	25.08%	1163	26.82%	1141	18.19%
商業系用途地域	734	15.70%	1655	14.89%	393	20.62%	953	21.98%	758	12.09%
工業系用途地域	2038	43.58%	5108	45.96%	785	41.19%	1649	38.03%	2945	46.96%
市街化調整区域	736	15.74%	1607	14.46%	207	10.86%	470	10.84%	1112	17.73%
都市計画区域外	155	3.31%	471	4.24%	43	2.26%	101	2.33%	315	5.02%
計	4676	100.00%	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-15 拠点からの最遠目的地の用途地域とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
住居系用途地域	826	28.68%	5722	32.23%	225	30.16%	1556	31.30%	3057	31.31%
商業系用途地域	626	21.74%	5714	32.18%	257	34.45%	1741	35.02%	2357	24.14%
工業系用途地域	1004	34.86%	4240	23.88%	187	25.07%	1155	23.23%	2686	27.51%
市街化調整区域	374	12.99%	1695	9.55%	67	8.98%	426	8.57%	1383	14.16%
都市計画区域外	50	1.74%	385	2.17%	10	1.34%	93	1.87%	282	2.89%
計	2880	100.00%	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%

表-16 出発時間帯とツアータイプのクロス集計結果（大型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
00:00-08:00	1154	65.12%	2612	63.97%	378	54.55%	809	65.56%	1160	44.27%
08:00-16:00	561	31.66%	982	24.05%	240	34.63%	310	25.12%	902	34.43%
16:00-00:00	57	3.22%	489	11.98%	75	10.82%	115	9.32%	558	21.30%
計	1772	100.00%	4083	100.00%	693	100.00%	1234	100.00%	2620	100.00%

表-17 出発時間帯とツアータイプのクロス集計結果（中型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
00:00-08:00	2337	49.98%	7148	64.31%	1059	55.56%	2630	60.65%	3440	54.86%
08:00-16:00	1436	30.71%	2434	21.90%	495	25.97%	880	20.30%	1988	31.70%
16:00-00:00	903	19.31%	1533	13.79%	352	18.47%	826	19.05%	843	13.44%
計	4676	100.00%	11115	100.00%	1906	100.00%	4336	100.00%	6271	100.00%

表-18 出発時間帯とツアータイプのクロス集計結果（小型車）

	SD		SP		MD		MX		NB	
00:00-08:00	1326	46.04%	10796	60.80%	475	63.67%	3245	65.28%	5657	57.93%
08:00-16:00	1106	38.40%	4375	24.64%	213	28.55%	1070	21.52%	2900	29.70%
16:00-00:00	448	15.56%	2585	14.56%	58	7.77%	656	13.20%	1208	12.37%
計	2880	100.00%	17756	100.00%	746	100.00%	4971	100.00%	9765	100.00%