

東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境学専攻社会文化環境コース

平成 17 年度

修士論文

分布貨物量データを用いた都市内貨物車交通量推計モデルの構築

- 物流施策評価への利用 -

2006 年 1 月提出
指導教員 原田 昇 教授

46839 古川 雄一

目次

第1章 序論	1
1.1 研究の背景	1
1.2 既存研究の概要	2
1.3 本研究の位置づけと目的	4
1.4 本研究の構成	5
第2章 既存研究のレビュー	7
2.1 物資流動調査の概要	7
2.2 都市圏ごとのモデルの前提事項の比較	8
2.3 都市圏ごとのモデルの構造の比較	12
2.4 各都市圏のモデルの総合的考察	19
2.5 本研究のモデルの方向性	21
第3章 道路交通センサスの基礎集計	22
3.1 道路交通センサスの概要	22
3.2 データの作成	23
3.3 データの基礎集計	34
第4章 分布交通量段階での予測モデル	39
4.1 モデルの概要	39
4.2 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデル	41
4.3 「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデル	53
第5章 発生集中交通量段階での予測モデル	60
5.1 モデルの概要	60
5.2 分布貨物重量データから貨物車発生集中交通量への変換モデル	60
5.3 貨物車発生集中交通量から貨物車分布交通量への変換モデル	65
5.4 発生集中交通量段階での予測モデルのまとめ	74
第6章 施策評価への利用	77
6.1 施策評価の概要	77
6.2 仮想空間での施策評価	79
第7章 まとめ	84
7.1 本研究の成果・結論	84
7.2 今後の課題	85
謝辞	86
参考文献	87

第1章 序論

1.1 研究の背景

交通発生の根源は、「人の動き」と「物の動き」に二分される。「人の動き」由来の交通量の予測については、数多くの研究者によって様々な研究が行われ、その手法はかなりの部分で確立されている。一方で、「物の動き」由来の交通量の予測については、社会的関心の低さ、あるいは手法の開発の困難さから、「人の動き」に比べて既存研究が不足しているのは間違いない。

「物の動き」、すなわち分布貨物重量（「物の動き」には様々な表現の仕方があると考えられるが、本研究では「物の動き」と言った場合、分布貨物重量を指すものとする）は、総発生総集中貨物重量から輸送手段別貨物重量を四段階推定法の手順に従って求める手法（図1-1）が開発されており¹⁾、また、現状データならば、各都市圏で実施されている物資流動調査により把握できる。しかし、交通ネットワーク計画などの直接的な計画情報は、トリップを単位とした貨物車交通量である。貨物車交通量については「人の動き」と同様に発生集中原単位を求めればよいという議論もあるが、「貨物車の動き」を正確に把握する事は一般的に困難で、物資流動調査でも「貨物の動き」を把握する方が精度が高いという特性がある。そのため、「貨物の動き」から「貨物車への動き」へ変換する作業が重要となるのである。

「物の動き」とは、物に関する真の発地から真の着地までの流れであり、物を運ぶ「貨物車の動き」と一致するケースは少ない。「貨物車の動き」には、発地と着地との間を往復するピストン輸送と多数の配送先を回る巡回型輸送に分けられるが、後者で不一致が生じるのである（図1-2）。巡回型輸送が卓越している都市内貨物輸送を扱う際に、特に問題となる。更に、打合せ、商談などの「物の動き」に関係ないトリップが途中に入った場合も、「物の動き」と「貨物車の動き」が異なる。

近年環境問題に対する関心が高まり、貨物車交通からの排出ガス管理の必要性が叫ばれている現状を鑑みても、何かインパクトが生じた場合の貨物車交通の変化量を予測できる事は極めて有用である。しかし、「物の動き」由来の貨物車交通量を予測する際に「物の動き」データをもとに分析するという素直なアプローチをとっていないと、「物の動き」由来の貨物車交通の変化量を予測する事も困難と考える。

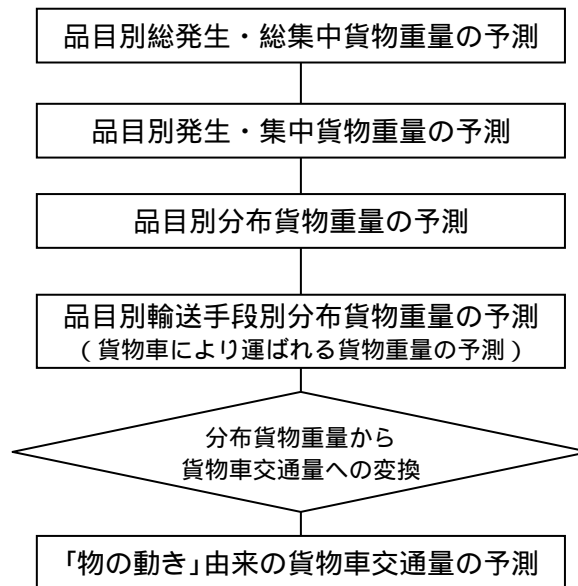


図 1-1 貨物車交通量の予測プロセスの例¹⁾

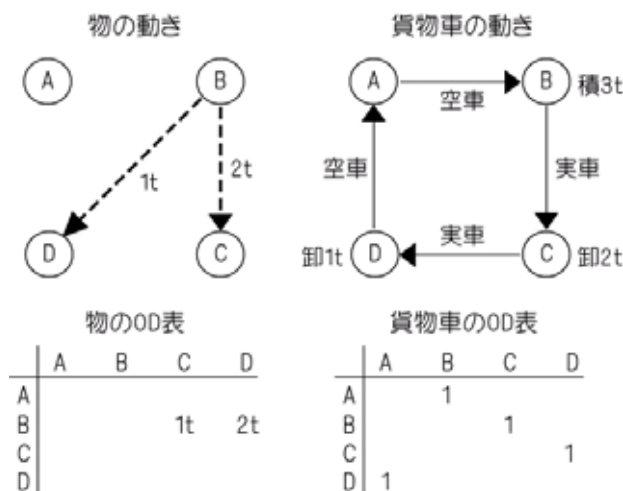


図 1-2 「物の動き」と「貨物車の動き」の対応関係

1.2 既存研究の概要

詳しくは第 2 章で既存研究のレビューを行うが、研究の方向性を決めるために、ここで既存研究の概要を述べる。

貨物車交通量推計モデルは、「人の動き」由来の自動車交通と同様に、集計型予測モデルと非集計型予測モデルの二つがある。つまり、集計型予測モデルは貨物や貨物車をあるグループ単位で扱うのに対し、非集計型予測モデルは貨物をロットごと、貨物車を一台ごと

というように個々に扱っている。前者の代表例としては、物資流動調査が実施されている各都市圏で行われた研究、後者の代表例としては、企業の物流行動を分析してモデル構造に反映させた細谷らの研究²⁾がある。集計型モデルを採用する場合、一般的にロードプライシングや駐車課税、時間規制などのきめ細かい施策の評価に向かないという課題がある。しかし、非集計型モデルを構築するにはマイクロレベルの詳細な物流データを入手する必要があり、それは情報セキュリティの問題と絡み、困難である。仮にできたとしても、それから一般的な法則を導出し全体に適用する事になるが、物流行動メカニズムは貨物車ごと、企業ごとに大きく異なると考えられ、精度の高い一般化を行うのは極めて困難といわざるをえない。

集計型モデルに関しては、推計のもとになる指標から二つに分類できる。一つは物資流動量にもとづいて貨物車交通量を予測するモデル、もう一つは貨物車保有台数にもとづいて貨物車交通量を予測するモデルである。前者は、1.1で触れた「物の動き」から「貨物車の動き」に変換するモデルであり、物資流動調査が実施されている各都市圏で行われた研究の大部分がこれに該当する。後者は、通学・通勤などの「人の動き」を目的とする貨物車交通も含めて交通量を予測してしまうので、「物の動き」由来の貨物車交通量を予測するのには適さないと考えられる。

物資流動量にもとづいて貨物車交通量を予測するモデルに関しては、モデルの持つ形態から更に二つに分類できる。一つは発生集中量段階での貨物車交通量予測モデル、もう一つは分布交通量段階での貨物車交通量モデルである。前者は、貨物発生集中重量から貨物車発生集中交通量に変換し、四段階推定法の手順で発生集中交通量から分布交通量を予測するモデルである。最も一般的なモデルだが、分布貨物重量データを生かしていないという問題点がある。後者は、発生集中量の段階を飛ばして、分布貨物重量などから一度に分布交通量を求めるモデルである。予測の精度が悪くなりやすい。

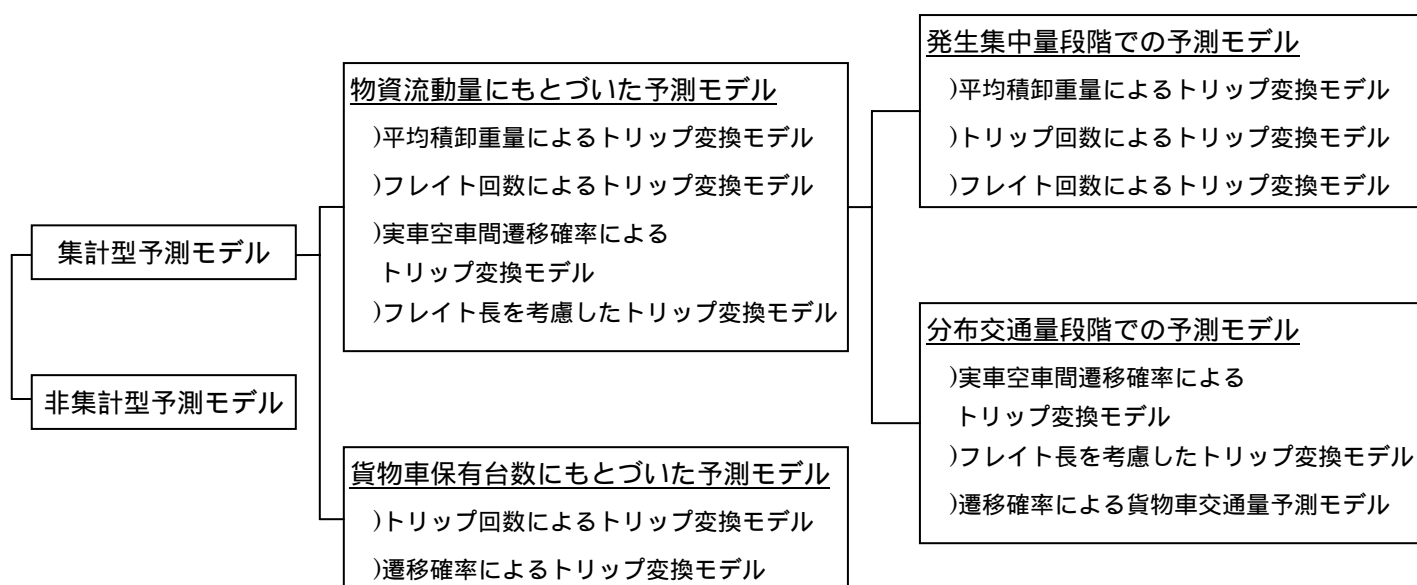


図 1-3 貨物車交通量予測モデルの分類³⁾

1.3 本研究の位置づけと目的

「物の動き」由来の貨物車交通量を推計するモデル、分布貨物重量から貨物車交通量へ変換するモデルを構築したい。その事の有用性は、1.1 で述べた通りである。図 1-3 では、「物資流動量にもとづいた予測モデル」がこれに該当する。既に述べたようにこの類いのモデルは、物資流動調査が実施された都市圏ごとに、多少の違いはあるものの概ね類似したものが作成されておる一方で、様々な課題も残っている。そのため本研究の有用性を上げるには、都市圏ごとにバラバラな感のある既存研究を整理して課題を抽出し、その課題を克服する新しいモデルを提案する必要がある。その際、図 1-3 の「発生集中量段階での予測モデル」や「分布交通量段階での予測モデル」のどちらかにこだわる事無く、むしろそれぞれの短所が消え、長所が残るような形のモデル構造をとりたいと考える。

以上を踏まえ、本研究の目的を以下のようにまとめる。

各都市圏の物資流動調査報告書にある貨物車交通量予測の既存研究の整理

物資流動調査は過去に、道央、仙台、東京、中京、京阪神、広島、北九州の各都市圏で実施され、貨物車交通量予測モデルも個別に作成された。それぞれのモデル特性や問題点を分析し、比較検討を行う事は十分な価値のある研究と考える。

道路交通センサスから物流データを作成する方法論の提案

都市圏レベルの物流データとしては物資流動調査が代表的だが、本研究では道路交通センサスを基礎データとして使用した。道路交通センサスも以前より「物の動き」と「貨物車の動き」の関連を分析する貴重なデータである事が指摘されている⁴⁾が、実際に貨物輸送の分析に使用された例は少なく、ましてセンサスから分布貨物重量データを整理した既存研究はおそらく無い。物資流動調査の規模が縮小される傾向のある中、この方法論の提案は極めて有用と考える。

「物の動き」から「貨物車の動き」に変換する、新たなモデルの作成

既存研究で同様のモデルが既に作成されている中で、本研究の価値を出すには以下の事項をクリアしたい。一点目は、既存研究で提案されたモデルよりも予測の精度を上げる事、二点目は、既存研究では予測の際にあまり利用されてこなかったが本来重要な情報であるはずの分布貨物重量を用いる事、三点目は、既存研究の多くが採用している現在パターン法を使わない事である。三点目はとも関連するのだが、現在パターン法は都市交通施策や交通施設整備などにより交通条件が大きく変化する場合に対応できないという問題があるので、これを克服する。

都市交通施策の評価

のモデルは近い将来の（例えば 5 年後）貨物車交通量予測には使用可能なものにしたいが、長期の将来予測への利用は難しいと考える。しかし、このモデルは「物の動き」から「貨物車の動き」に変換するものなので、従来手法では困難だった、施策評価が可能になる。つまり、交通施策を実施した場合、例えばロードプライシングであれば交

通費用や所要時間というように、直接的に変化したり、大きな影響を受ける変数が存在する。本研究の予測モデルは現在パターン法を採用しないので、それらがモデルの説明変数となっていれば、施策実施後の貨物車交通量の変化を予測でき、ひいては施策評価を行えるのである。

1.4 本研究の構成

第 1 章：本研究の背景、既存研究、位置づけ・目的を述べる。

第 2 章：この章では、全国七ヶ所の都市圏で現地の物資流動調査をもとに行われた貨物車交通量予測モデルに関する膨大な既存研究のレビューを行う。都市圏ごとのモデルの間の比較や個々の問題点の整理を行う事で、本研究で構築すべきモデルの方向性を定める。

第 3 章：この章では、道路交通センサスから分布貨物量データと貨物車分布交通量データを整備する。また、第 2 章で必要性が確認された、モデルを構築する前に必要な前提事項に関するデータの集計を行う。

第 4 章：この章では、一度に分布交通量まで推計する分布交通量段階での予測モデルを構築する。二種類のモデルの提案を行うと同時に、分布交通量データに関連する分布貨物重量データの抽出を行う。

第 5 章：この章では、分布貨物重量データから発生集中交通量にまず変換し、その後で発生集中交通量から分布交通量を推計する、発生集中交通量段階での予測モデルを構築する。発生集中交通量の推計モデルは一種類、分布交通量の推計モデルは三種類の提案を行う。

第 6 章：この章では、第 4 章・第 5 章で構築したモデルを用いた施策評価について議論する。一般的な施策評価手法や評価可能な施策の範囲などを示してから、仮想空間上で実際に施策評価を行う。本研究のモデルの利用可能性の大きさを示す。

第 7 章：本研究のまとめ、今後の課題を述べる。

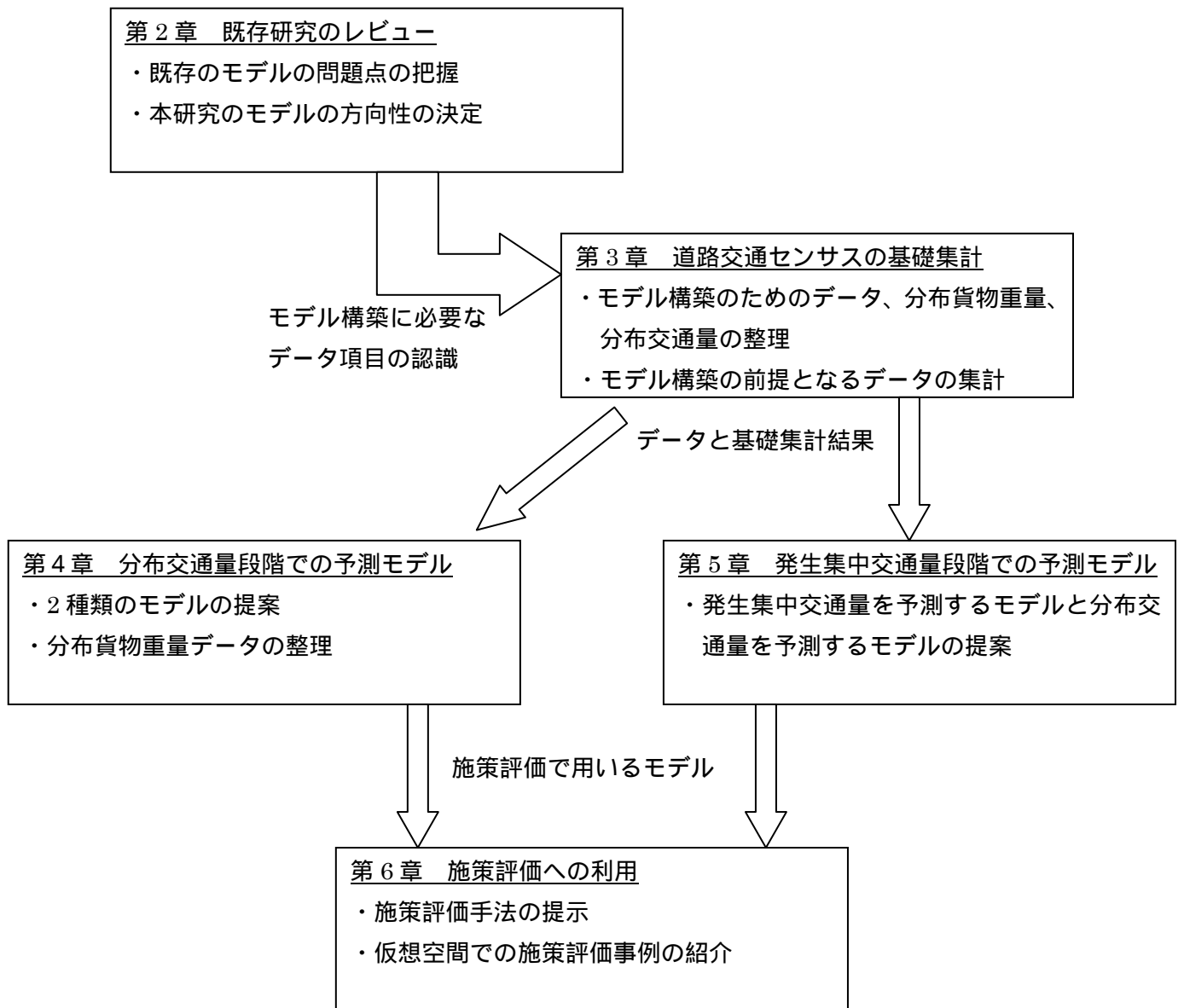


図 1-4 本研究全体の流れ

第2章 既存研究のレビュー

「物の動き」から「貨物車の動き」への変換モデルに関して、物資流動調査が実施されている都市圏ごとに地域の実情に対応したモデルが構築されており、物資流動調査の関連報告書の中でその詳細が記されている。本章では、各都市圏で別々に構築されたモデルの比較検討を行うことで、既存研究の成果を整理する。結果、レビューを通して本調査で検討すべきモデルの方向性を定める。

2.1 物資流動調査の概要

2.1.1 物資流動調査とは

物資流動調査は、国土交通省（旧建設省）が昭和46年（1971年）に広島都市圏で実施されて以来、全国の大都市圏を対象に約10年おきに行われてきている。調査日として指定した特定の1日に都市圏内の事業所に発着する物資の量や内容、輸送手段、貨物車の運行状況などをサンプリング調査するものである。

新たに物資流動調査が実施されるたびに、そこから得られたデータを用いて物資流動や貨物車交通に関する需要予測のモデリングや原単位などの諸指標が作成されてきた。このような既存研究によって、発生集中量や地域間分布量、手段別分担量を推計する物流需要予測の方法論は概ね確立されている。

2.1.2 過去に実施された物資流動調査

全国で実際された物資流動調査は表2-1の通りである。

近年は社会経済状況の変化などを踏まえて大規模な物資流動調査が行われる事は少なくなった。東京都市圏を例にとっても、1994年の第3回調査は一見抽出率が上昇しているが、業種や地域などの調査対象を限定したために把握した物資流動量は第1、2回の半分以下である。2004年の第4回調査は、調査目的を物流施設の適切な配置や大型貨物車の走行状況の把握など幾つかに絞り、それに対応したデータを収集したために、都市圏全体の物資流動量を把握する特色は薄れている。

2.2以降で物資流動調査の報告書に書かれた貨物車交通量予測モデルを考察していくが、各都市圏での第3回あるいは第4回調査の際に開発された予測モデルは同じ都市圏の第1回あるいは第2回調査の際のモデルをそのまま踏襲しているケースが多く、また、第1回あるいは第2回調査の報告書の方がより詳細な記述があるため、第1回あるいは第2回調査の報告書を参考文献とした。

表 2-1 物資流動調査の実施状況⁵⁾

都市圏	調査年	調査区域	抽出率
東京 第 1 回	1972 年	南関東 1 都 3 県	2.7%
東京 第 2 回	1982 年	東京, 神奈川, 埼玉, 千葉及び茨城南部	2.9%
東京 第 3 回	1994 年	東京(一部), 神奈川, 埼玉, 千葉及び茨城南部	3.5%
東京 第 4 回	2004 年	東京, 神奈川, 埼玉, 千葉及び茨城南部	
京阪神 第 1 回	1975 年	大阪市 60km 圏、176 市町村	3.0%
京阪神 第 2 回	1985 年	大阪市 60km 圏、176 市町村	3.0%
京阪神 第 3 回	1995 年	大阪市を中心とする 153 市町村	2.4%
中京 第 1 回	1976 年	名古屋市 60km 圏、155 市町村	3.5%
中京 第 2 回	1986 年	名古屋市 60km 圏、155 市町村	4.3%
中京 第 3 回	1996 年	名古屋市 60km 圏、132 市町村	1.0%
仙台 第 1 回	1977 年	仙台市 30km 圏、20 市町村	4.8%
仙台 第 2 回	1987 年	仙台市 30km 圏、20 市町村	11.0%
仙台 第 3 回	1997 年	仙台市 30km 圏、20 市町村	15.0%
北部九州 第 1 回	1978 年	福岡市、北九州市を中心とする 104 市町村	5.4%
北部九州 第 2 回	1988 年	福岡市、北九州市を中心とする 23 市 61 町 1 村	事業所 3.7% 従業者 3.4%
北部九州 第 3 回	1998 年	福岡市、北九州市を中心とする 23 市 59 町 1 村	事業所 3.9% 従業者 2.4%
広島	1971 年		
道央	1979 年	札幌市を中心とする 28 市町村	6.6%

2.2 都市圏ごとのモデルの前提事項の比較

2.2.1 モデルの前提事項

実際にモデルの開発に入る前に確認すべき前提事項が幾つかあるが、ここでは、物の動きに関係のない貨物車トリップの取扱い、複数種の品目を運ぶ混載貨物車トリップの取扱い、ピストン輸送とそれ以外の輸送の区別の三点について比較する。その他にも、物資流動や貨物車交通を品目別や車種別に分類する際にどのような品目や車種を設定するか、あるいは都市圏の内外トリップの取扱いに関して、都市圏ごとに微妙な違いが見られるがあまり本質的な差異ではないと考える。

2.2.2 物の動きに関係のない貨物車トリップの取扱いの比較

詳細は第 3 章に記述するが、全ての貨物車トリップが物の動きに規定されるわけではな

く、例えば、1日中物を積載しない貨物車トリップも存在する。そうしたトリップは、「物の動き」から「貨物車の動き」へ変換するモデルの推計対象としてはすぐわず、事前に除外している既存研究も多いし、除外する方法も既存研究ごとに違いがある。各都市圏での物の動きに関連のない貨物車トリップの取扱いは表 2-2 の通りである。物の動きと関連のない貨物車トリップを物の動きと関連するトリップと同様に扱った東京や中京は、地域特性として物の動きと関連のない貨物車トリップが少ないというわけではなく、単に分析不足が原因と思われる。物の動きと関連しない貨物車トリップの判定方法については、表 2-2 の注 3)にある京阪神の分析が物資流動調査から得られる情報を十分に活用し、正確であると考えられる。

表 2-2 各都市圏での物の動きと関連しない貨物車トリップの取扱い

都市圏	物の動きと関連しない貨物車トリップの判定方法	物の動きと関連しない貨物車トリップの取扱い
東京,中京	無し(「貨物車交通は、その全てが物の動きに規定される」と仮定)	
道央	諸条件 ^{注1)} に適合しないトリップ	分析対象から除外
仙台	自家用小型貨物車のうち、事業所以外保有貨物車による業務目的トリップと、業務以外目的トリップ	自家用小型貨物車トリップの中でも、事業所以外保有貨物車・業務目的のトリップは農林漁業就業者数による予測を行い ^{注2)} 、業務以外の目的はパーソントリップベースの予測を行う
京阪神	4つの視点 ^{注3)} から分析し、物の動きと関連しないトリップの割合を自家用小型/大型について推定(営業用貨物車には無い)	物の動きと関連しない自家用貨物車トリップについて、発生集中原単位を求める
広島	小型貨物車によるトリップの一部(特に区別はしない)	小型貨物車トリップは物の動きとパーソントリップの両方から影響を受けるとして、小型貨物車の交通量予測には人口データを使用
北部九州	積載重量が 20kg 未満の貨物車トリップ	パーソントリップベースの予測を行う

注 1) ・1日のトリップにおいて、配達、納品、セールス、集荷、仕入、購入及びその他の業務活動目的のトリップが無ければ対象外とする

・1日のトリップにおいて、目的不明のものがあれば対象外とする

注 2) 事業所以外の保有貨物車による業務目的トリップの大半が農林漁業就業者保有の自家用小型貨物車によるものだったためだが、仙台都市圏の地域特性と考えられる。

注 3)

視点 1: 一日中物を積載しない(空車)運行をした自家用貨物車のトリップ

視点 2: 全く物の動きと関連しないサイクル(「使用の本拠地」あるいは「通常の運行拠点」をベースにしたトリップ周期)に対応するトリップ

視点 3: 交通目的をベースとした判定基準より推定される物の動きと関連しないトリップ(「その他物の運搬に伴わない業務」「家事、買物、娯楽以外等業務以外の目的」「車を修理、車庫へ」を運行目的とするトリップ、更に「帰社」「帰宅」「出勤、登校」が運行目的で業務目的トリップと結びついていないトリップ)

視点 4: 全く積卸の無いサイクルに対応するトリップ

2.2.3 混載貨物車トリップの取扱いの比較

トリップに変換する際、品目ごとにトリップ変換係数を求めて変換するために、積み合わせを考慮しない事が前提となっている既存研究が多い。各都市圏での混載貨物車トリップの取扱いは表 2-3 の通りである。ほとんどの都市圏で混載率は無視できるほどに十分に小さいとしているが、北部九州のみ混載率がやや高く、それに対応した取り扱いを行っている。

表 2-3 混載貨物車トリップの取扱い

都市圏	混載トリップの取扱い	根拠
東京	重量が最も大きい品目で代表させる	95%以上が単一品目を積んだトリップであるため
道央		記載無し
京阪神		混載率が5~7%程度ならば、代表品目でも実績値に近い値が求まる
中京	トリップ数に関して、積載重量の比率で1トリップを分割したものを採用	複数の品目を同時に積卸する割合は件数で5%程度、重量では5%以下だが、念のため
北部九州	品目別の分析を行う場合、混載のトリップだけ分けて別個に処理した	全体の混載率は3.5%だが、品目によっては10%近いものもある
仙台, 広島	記載無し	記載無し

2.2.4 ピストン輸送とそれ以外の輸送の区別

ピストン輸送は「物の動き」と「貨物車の動き」のパターンが一致し、空車分についても、実車トリップの発着地点を逆転させてトリップ数は実車と同じと考えればよいので、予測がしやすい。一方で、ピストン輸送以外のものは予測が複雑になりやすい。そのため、ピストン輸送比率を用いてピストン輸送によって運ばれる物資流動とそれ以外の輸送によって運ばれる物資流動を区別する事で、それぞれに異なる変換手法を当てはめる既存研究は多い。各都市圏でのピストン輸送とそれ以外の輸送の区別は表 2-4 の通りである。長距離輸送の割合が多い都市圏の方がピストン輸送が多く、ピストン輸送を区別する事が重要となるのかもしれない。

表 2-4 ピストン輸送とそれ以外の輸送の区別

都市圏	区別の有無	区別の方法
東京,仙台, 京阪神,広島	無し	
道央	有り	調査対象地域の内外・外内輸送は全てピストン輸送とみなし、内々輸送に関しては車種別品目別（距離帯別？）ピストン輸送比率を求める
中京	有り	小型貨物車はピストン輸送比率が少ないとして最初から除外し、普通貨物車と大型貨物車について車種別品目別ピストン輸送比率を求める
北部九州	有り	営業用貨物車についてはデータが不足したため、自家用貨物車について品目別車種別ピストン輸送比率を求める

2.3 都市圏ごとのモデルの構造の比較

2.2.4 で述べたように既存研究には、ピストン輸送とそれ以外の輸送を区別しない構造のモデルと区別する構造のモデルがある。それぞれに考察を加える。

2.3.1 ピストン輸送をそれ以外の輸送を区別しない構造のモデル

(1) 東京都市圏（1982）⁶⁾

図 1-3 の「発生集中段階でのトリップ変換モデル」の最も標準的なもので、他の都市圏でつくられたモデルは全てこれから派生してできたものと言ってもよい。モデル構造は図 2-1 の通りである。

この予測モデルは、貨物車によって運ばれる物資の発生集中重量が貨物車の発生集中台数を表すという観点のもとに形成されているモデルであり、品目別発生集中重量から車種別分担率、平均積卸重量、積卸あり実車率、実車空車比率などの指標により貨物車発生集中交通量にトリップ変換していくものである。

(2) 仙台都市圏（1977）⁷⁾

モデル構造は図 2-2 の通りである。東京のモデルとの相違点は、物の動きに関連しない貨物車トリップをあらかじめ除いた事、調査対象地域の内外・外内交通に関してはデータが十分でないために異なる手法を適用した事である。

(3) 京阪神都市圏（1975）⁸⁾

モデル構造は図 2-3 の通りである。東京のモデルとの相違点は、物の動きに関連しない

貨物車トリップをあらかじめ取り除いて貨物車台数ベースの予測を行った事、図 2-3 には反映されていないが、物の動きに関連する貨物車トリップに調整を行って貨物車交通の特性としての発着のバランスを保たせた事である。

(4)広島都市圏（1971）⁹⁾

モデル構造は図 2-4 の通りである。東京のモデルとの相違点は、小型貨物車トリップは物の動きとの関連が弱いとして、その発生集中交通量を夜間人口・就業者人口も用いて求めた事である。

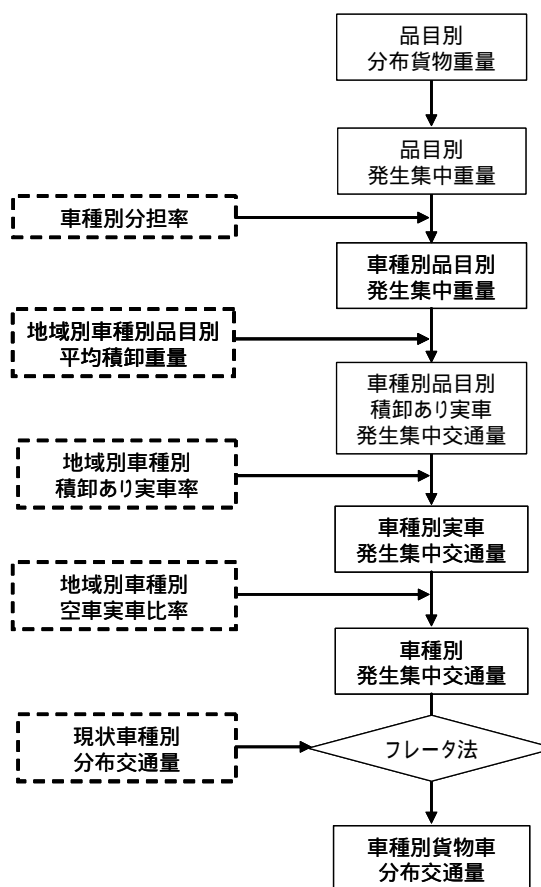


図 2-1 東京都市圏（1982）の予測モデル
 ・車種は、トレーラー、自家/営業用普通貨物車、
 自家/営業用小型貨物車、貨客車、軽貨物車、
 自家用/営業用特殊用途車に分けた

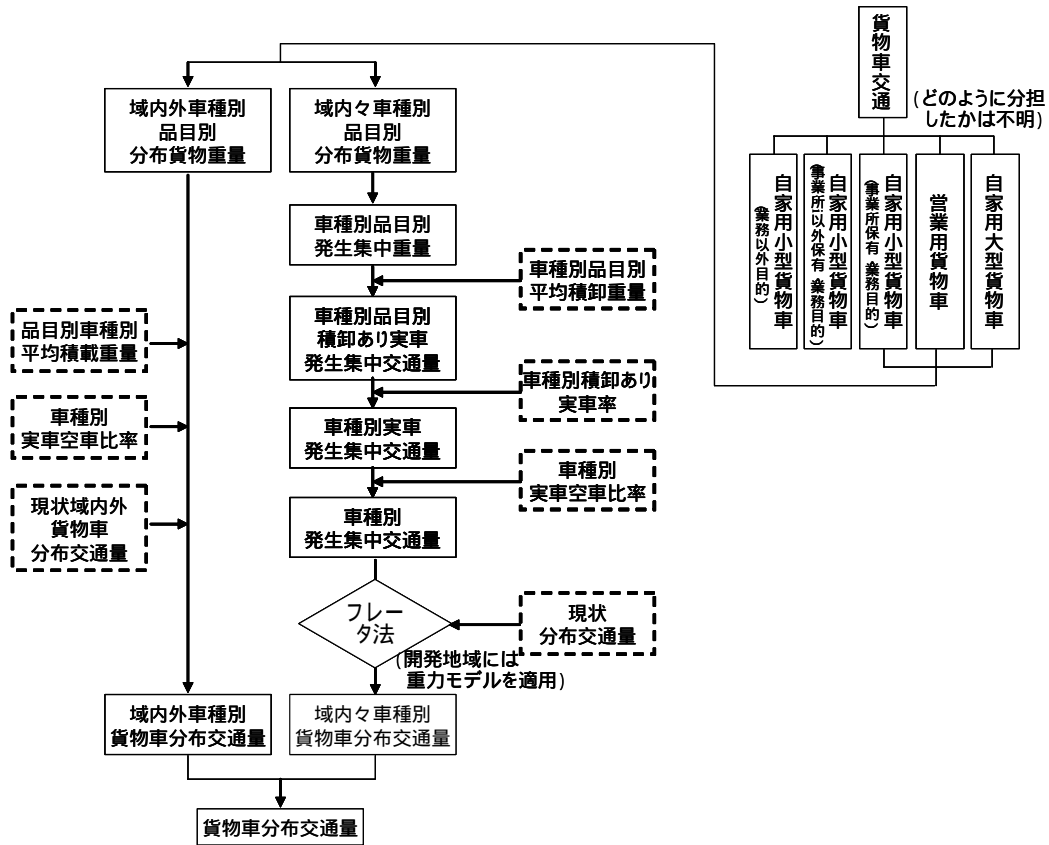


図 2-2 仙台都市圏（1977）の予測モデル

・車種は、自家/営業用、大型/小型の4分類

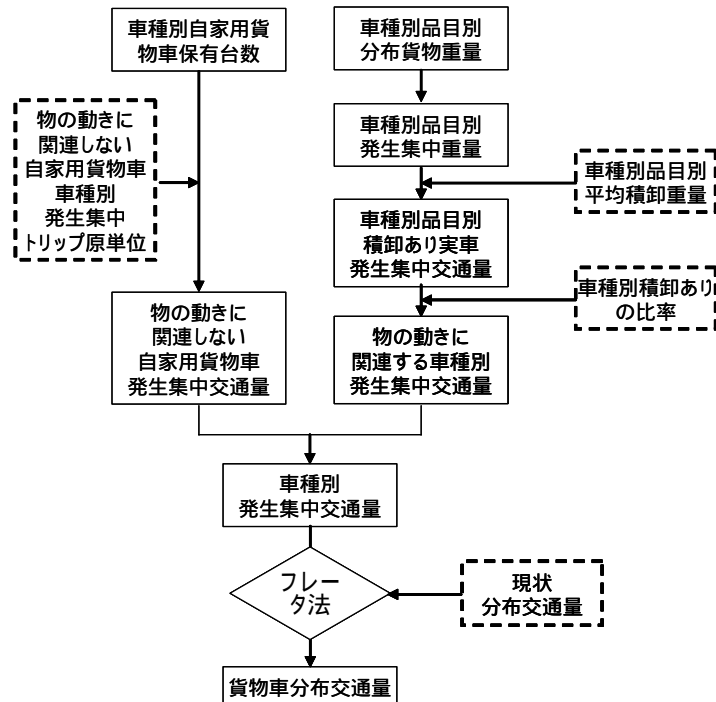


図 2-3 京阪神都市圏（1975）の予測モデル

・車種は、自家用の小型・ライトバン・普通・特殊用途・軽貨物車と、営業用の小型・普通・特殊用途・軽貨物車

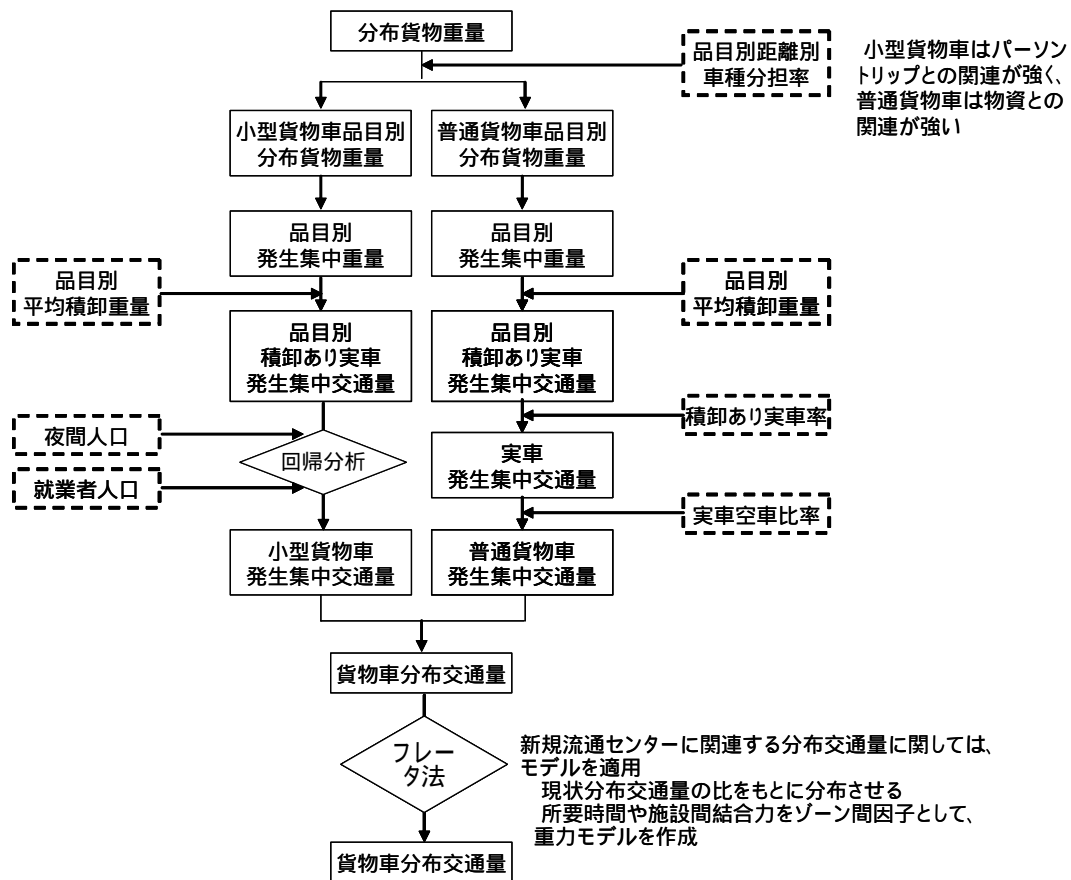


図 2-4 広島都市圏（1971）の予測モデル

・車種は、普通/小型の2分類

2.3.2 ピストン輸送をそれ以外の輸送と区別する構造のモデル

(1)北部九州圏（1978）¹⁰⁾

ピストン輸送をそれ以外の輸送と区別する構造のモデルとして標準的なものと言える。モデル構造は図 2-5 の通りである。

ピストン輸送以外の輸送に関しては、東京都市圏と同じ手法を用いている。ピストン輸送に関しては、分布貨物重量を平均積載重量で除する事により実車交通量を求める。次に、ピストン輸送においては実車と空車でトリップ数は同じ、発着地点が反対という性質を利用して、空車交通量も求めている。

(2)道央圏（1979）¹¹⁾

モデル構造は図 2-6 の通りである。北部九州圏のモデルとの相違点は、ピストン輸送以外の輸送に関して発生集中交通量を求める際に、発生集中貨物重量に加えて複数の人口データを用いた重回帰分析を行った事である。詳しくは 2.3.3 で述べるが、平均積卸重量や積卸あり実車率、実車空車比率といった原単位が安定していないと判断した事が大きな理由

と考えられる。

(3)中京都市圏 (1976) ³⁾

モデル構造は図 2-7 の通りである。北部九州圏のモデルとの相違点は、ピストン輸送の割合が大きいと考えられる普通貨物車・特殊車による輸送の取扱いについてである。東京都市圏の手法を用いて発生集中交通量を求め、それとは別に北部九州圏でピストン輸送に対して用いた手法によりピストン輸送分の分布交通量も求める。そして、ピストン輸送分の分布交通量を初期値としてフレータ計算を行うというかなり複雑な手順を踏んでいる。最終的にこのような複雑なモデルを採用したのは、分析の過程で様々なモデルを試し、折衷案的なこのモデルが最も現状再現性が高かった事に起因する。

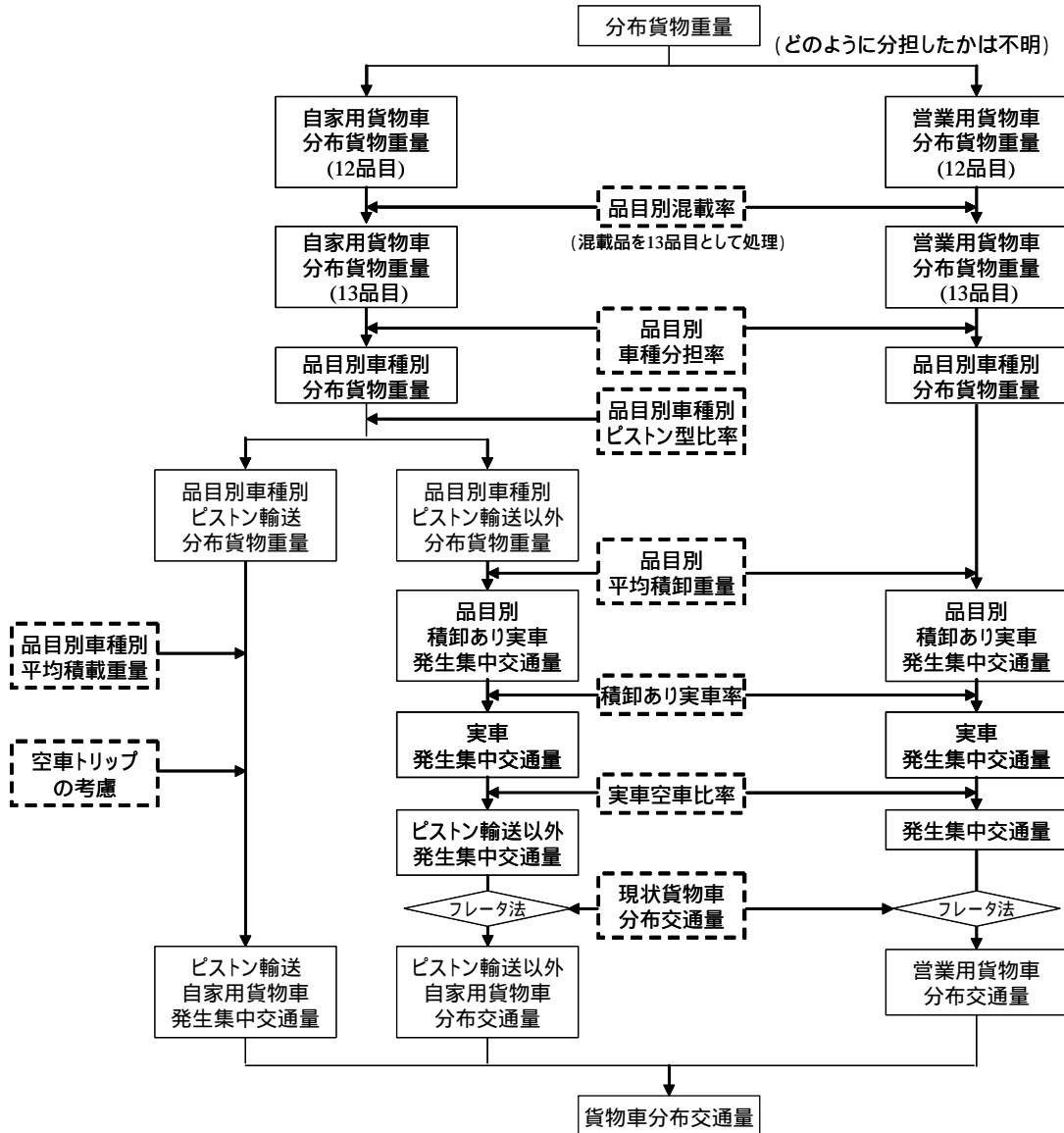


図 2-5 北部九州圏 (1978) の予測モデル

・車種は、大型/小型の2分類

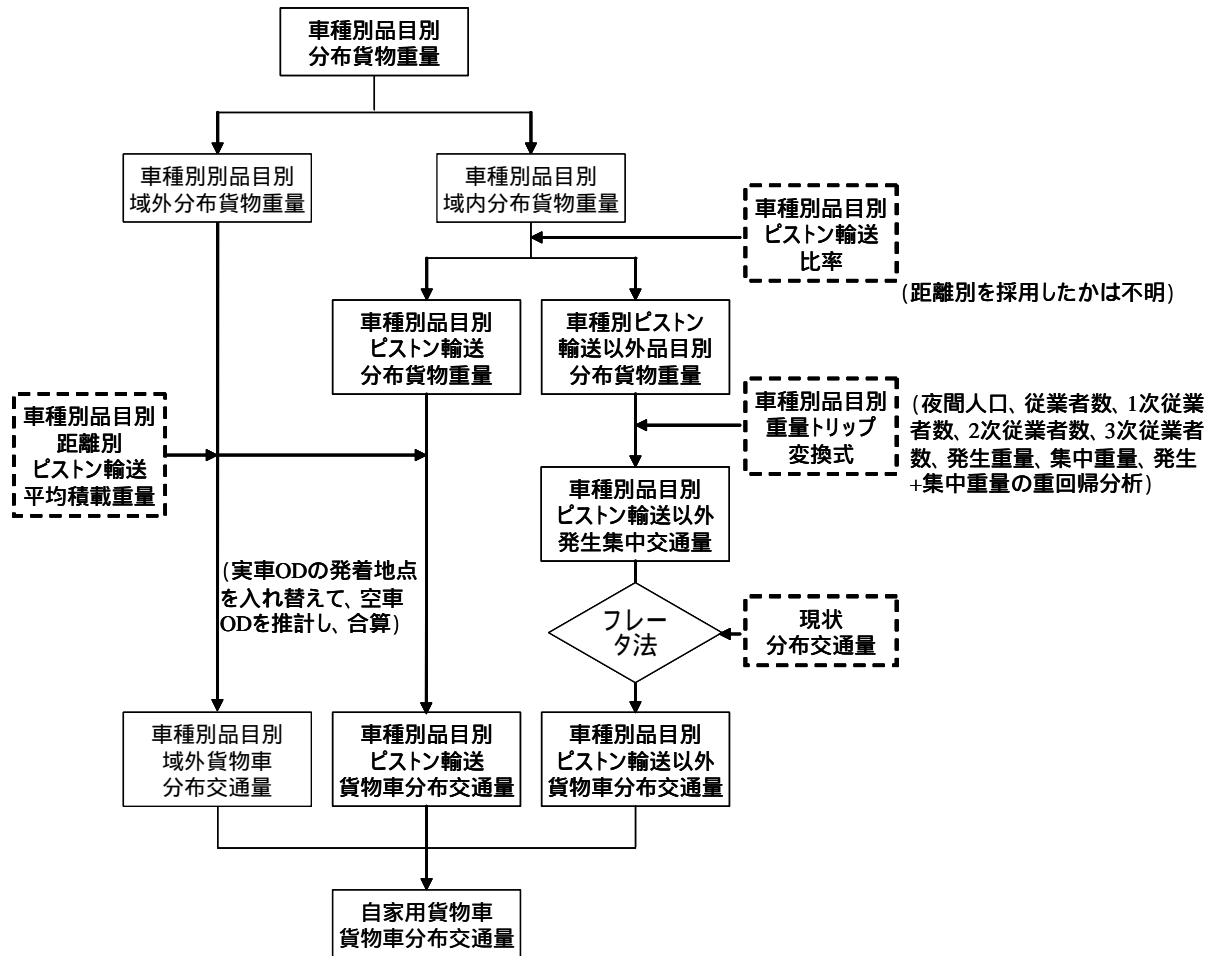


図 2-6 道央圏（1979）の予測モデル

・車種は、自家/営業用、大型/小型の4分類

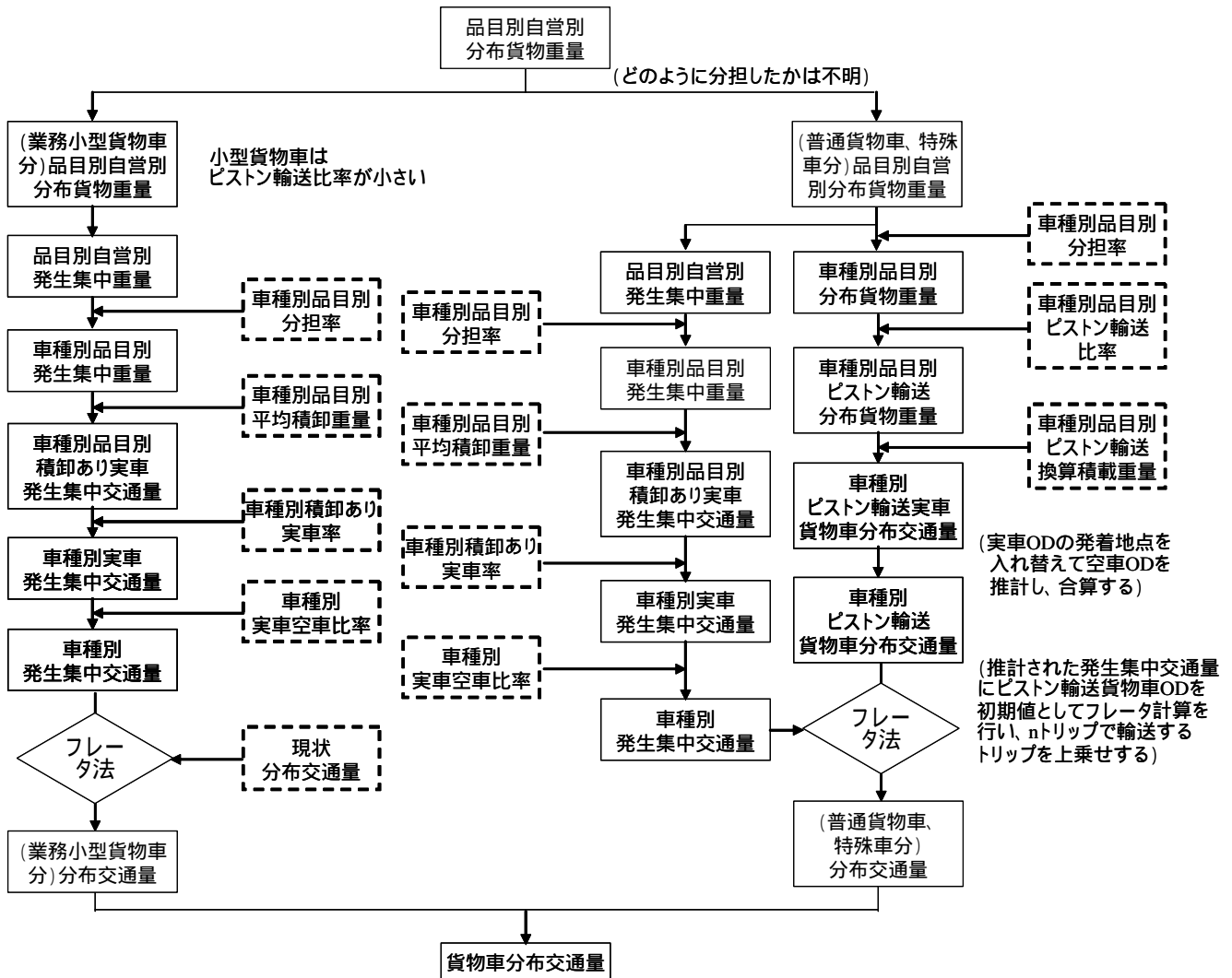


図 2-7 中京都市圏（1976）の予測モデル

・車種は、自家/営業用、普通/特殊/小型/貨客/軽貨物車の10分類

2.3.3 その他のモデル

各都市圏で採用されたモデルは2.3.1、2.3.2の通りだが、それらは検討した中で最も精度の高かったモデルで、その他にも検討過程では様々なモデルが提案されている。

例えば広島都市圏では、車種別に集計された実車空車間の遷移確率を用いてトリップ変換アルゴリズムを構築している。また中京都市圏では2トリップ以上で輸送するトリップの発着地点を推計する方法として、あるゾーンから発生するトリップ数をトリップ長分布の区間距離対比率によって分割して着ゾーンを推計する方法や、平均トリップ長によって着ゾーン候補を幾つか求めてその中から物資ODの着ゾーンに最も近いゾーンで代表させる方法などが試みられている。

またこれは物資流動調査と無関係の研究だが、佐野¹⁾も貨物車トリップを出発トリップ・

中間トリップ・帰社トリップの三つに分けてそれぞれに関してモデルを構築する事で、物資流動量から貨物車交通量への変換を行っている。

2.4 各都市圏のモデルの総合的考察

2.4.1 東京都市圏のモデルの問題点³⁾¹⁰⁾

7都市圏のモデルのうちで最も標準的なものが東京都市圏の予測モデルで、そのモデルが抱えている問題を解決するために他の都市圏で改良を加えられたという経緯があるので、まず東京都市圏のモデルの問題点を整理する。

物の動きに関連しない乗用車的利用の貨物車トリップを分けて議論していないために、そのトリップの割合が大きい場合に説明できない。

複数品目を積んでいる場合に最も重量の大きい品目で代表させているために、混載の割合が大きい場合に説明が難しい。

分布貨物重量データがモデルに組み込めていない。

車種分担率、平均積卸重量、積卸あり実車率、空車実車比率といった原単位がゾーンごとに、あるいは各年代でも安定している事が、精度の高い予測を実現する条件となる平均積卸重量によってトリップに変換した値を積卸あり実車率と空車実車比率で増加させて貨物車発生集中交通量を求めているために、トリップ変換時の誤差をより増加させている可能性がある。

発生交通量と集中交通量を積重量と卸重量から別々に推計しているために、両者の間に差が生じる可能性がある。

分布交通量を求める際に現在パターン法を採用しているために、将来的に土地利用条件や交通施設整備などによる交通条件が大きく変化する事が想定される場合に対応できない。

2.4.2 東京以外の都市圏で試みられた問題点の解決策

(1)で挙げた問題点を解決するべく他の都市圏で試みられた解決策を整理する。下の丸数字は(1)のものと対応している。

2.2.2で述べたように、東京、中京以外の都市圏では物の動きに関連しない貨物車トリップをあらかじめ分ける事でモデルの精度を上げようとしている。

混載の割合が少なければ問題ではないのだが、2.2.3で述べたように、混載の割合の大きい北部九州では品目別の分析を行う際、本来の12品目に加えて混載の場合は13番目の品目と定義して、議論している。

ピストン輸送とそうでない輸送を分けて議論する事は分布貨物重量データの一部を活用しようという試みであるが、分布貨物重量データそのものを活用した既存研究は少な

い。また、ピストン輸送とそうでない輸送を分けるという際にはピストン輸送比率が必要となるので新たな原単位を持ち出す事になり、新たな誤差が生じる可能性はある。

どの都市圏でも有効な解決策が示されていないが、道央のピストン輸送以外の発生集中交通量を求める際に行われた重回帰分析は、人口データや発生集中貨物重量といった比較的将来予測がしやすいものを説明変数としており、原単位の使用を減らす手段である。

この問題点を緩和すべく中京都市圏で実車空車比率の改良が試みられた。従来の実車空車比率は、

$$\text{発生側実車空車比率} = \frac{\text{空車発生交通量}}{\text{実車発生交通量}} \quad \text{集中側実車空車比率} = \frac{\text{空車集中交通量}}{\text{実車集中交通量}}$$

を用いてきたが、ピストン輸送が多いとすれば、実車発生交通量から空車集中交通量を推計し、実車集中交通量から空車発生交通量を推計した方が直感に近いという判断の下、以下のような実車空車比率が考案された。

$$\text{発生側実車空車比率} = \frac{\text{空車発生交通量}}{\text{実車集中交通量}} \quad \text{集中側実車空車比率} = \frac{\text{空車集中交通量}}{\text{実車発生交通量}}$$

この実車空車比率を用いた場合、実車発生交通量が大きい場合に空車集中交通量が大きくなり、実車集中交通量が大きい場合に空車発生交通量が大きくなるので、全体の発生交通量と集中交通量の差が小さくなりやすい。この実車空車比率は他の都市圏でも導入されている。

分布交通量を求める際、多くの都市圏でグラビティモデルも試されているが、グラビティモデルでは現状再現性に難があり、やむなく現在パターン法を採用しているとう経緯があるので、どの都市圏も有効な解決策を示せていない。ただ、ピストン輸送とそうでない輸送を区別すれば、ピストン輸送に関しては現在パターン法を用いずに分布交通量が求まるので、現在パターン法によって求まる分布交通量の割合を減らす事につながるのには確かである。

東京都市圏の予測モデルが抱える問題点が他の都市圏でどの程度解消されているかを示したのが、表 2-5 である。

表 2-5 2.4.1 で指摘した東京都市圏モデルの問題点に関する他のモデルの解消状況

	仙台	京阪神	広島	北部九州	道央	中京
問題						×
問題	×		×			
問題	×	×	×			
問題	×	×		×		×
問題	×			×		×
問題	×		×	×		
問題	×	×	×	×	×	×

2.5 本研究のモデルの方向性

端的に言えば、本研究で目指すモデルは 2.4.1 で挙げた東京都市圏のモデルが抱える問題点を全て克服し、より精度の高いモデルである。この「精度の高いモデル」という言葉が「現状再現性の高いモデル」という言葉で言い換えられるのであれば、分布交通量データを品目別や車種別、輸送距離別などでひたすら細かく分類し、更に平均積卸重量や積卸あり実車率などの原単位を数多く設定すれば、とりあえず「精度の高いモデル」は実現できる。しかし原単位を使用する事は幾つかの危険性もはらむ。

- ・本研究で使用するデータは抽出率が 2～3%の道路交通センサスを更に絞り込んだもので、場合によってはそれを品目別や車種別に分類してから原単位を集計するので、その精度は決してよくないと考える
- ・多くの原単位を導入すると、モデルに誤差が生じた場合に、誤差の要因が分かりにくくなる
- ・構築したモデルを用いて施策評価を行う場合、原単位を多く含むモデルでは、施策の影響を十分に考慮できない
- ・本研究のモデルは長期の交通需要予測を志向していないので大きな問題にはならないが、分担比率や原単位が将来にわたって安定であるという仮説を証明できない限り、将来予測は困難である

そのため、現状再現性を上げる事を第一目標に定めて原単位を増やすのは極めて危険であり、まず東京都市圏のモデルが抱える問題点を全て克服する事を目標に据え、その上で原単位を増やさない中で現状再現性が上がるモデル構造を模索すべきと考える。

表 2-5 を参考にして東京都市圏のモデルが抱える問題点について検証していくと、はしかるべき対処をすれば解決可能と考える。また、 に関してはある程度精度の高いモデルであれば大きな問題とならないはずで、注意すべきは既存研究でも有効な解決策が

提示されていない である。この三つの問題点は相互に関連しており、 の「分布貨物重量データを使用していない」という問題点を克服すれば、その分余分な原単位を減らせるので が解決されるし、また に関しても分布交通量予測の際に現在パターン法を使用せざるをえなかったのは の問題点による部分が大きいと考える。

以上より「原単位の数をもっと抑える」「分布貨物重量をモデルに組み込む」という事を念頭に置いて、精度の高いモデルを構築していく。

第 3 章 道路交通センサスの基礎集計

「物の動き」から「貨物車の動き」へ変換するモデルを作成するには、分布貨物重量データと貨物車分布交通量データを整理する必要がある。本研究はこの二つのデータを道路交通センサスから作成した。第 3 章では、本研究で道路交通センサスを使用した根拠と、いかにセンサスから分布貨物重量データと貨物車分布交通量データを整理したかを説明し、更にセンサスとこの二つのデータを用いて行った、主に 2.2 で触れた変換モデルの前提事項に関する基礎集計を行う。

3.1 道路交通センサスの概要

3.1.1 道路交通センサスとは

道路交通センサスは、全国の自動車の動きを把握する調査で、国土交通省（旧建設省）地方公共団体などにより最近では 5 年おきに実施されている。その内容は大きく区分すると、抽出した自動車の一日の動きをアンケートで把握する自動車 OD 調査と、全国の都道府県以上の全道路を対象に、その道路現況を調べる道路状況調査、12 時間あるいは 24 時間の断面交通量を路側で計測する交通量調査、交通量が最大の時間帯における自動車の旅行速度を調べる旅行速度調査などである。

自動車 OD 調査の貨物車を対象にした調査では、貨物車の運行とともに貨物の積卸の状況が調査されており、一日の貨物車走行トリップ単位に、発着地、時刻、車種、積卸貨物情報（品目、重量など）、発着地施設情報、貨物車自営の区別などが収集されている。特に都市圏レベルの貨物輸送においては、貨物輸送の大部分を貨物車が担っているために調査データの有用性は高い。

3.1.2 道路交通センサスを用いる理由

繰り返しになるが、本研究の目的は分布貨物重量から貨物車分布交通量へ変換するモデルの作成であり、なぜなら、各ゾーンの地域特性などから分布貨物重量を推計する手法は確立されており、変換モデルを構築できれば、都市計画情報として有用な貨物車分布交通量まで推計できる事になるからである。そして変換モデルの構築には、モデルの入力データとなる分布貨物重量データとモデルの出力結果となる貨物車分布交通量データを整理し、更にその二つのデータが整合している事、すなわち、同じ貨物輸送の総和を別々の形で表現したものである必要がある。

都市内の貨物輸送を把握する調査には、物資流動調査と道路交通センサスがある。¹²⁾ 第 1 回調査を実施した頃の物資流動調査は物資流動と貨物車運行の両方について把握が可能であったが、第 2 章でも述べたように、社会経済状況の変化を踏まえて近年では大規模に

実施された例は少なく、21世紀に入って唯一実施された2004年の東京都市圏物資流動調査も、貨物車運行に関しては調査対象が大型貨物車に限定され、物資流動に関してもゾーン単位でしか把握されていない。一方で道路交通センサスに関しては、5年おきに実施されているものの、貨物車運行データのみであり、貨物の真の発着地についての知見は与えないというのが定説であった。⁴⁾しかし私は、道路交通センサスが示す貨物車運行データから分布貨物重量データを取り出す事はかなりの割合で可能と考え(3.2で行う)、平成11年度全国道路交通センサスを使用する事に決めた。

3.2 データの作成

3.2.1 本研究で使用可能な貨物車運行データ

平成11年度全国道路交通センサスは354,7934トリップにも及ぶ膨大なデータであるが、本研究で使用可能な貨物車運行データはその一部であり、以下の条件をクリアしたのみである。

貨物車トリップである事(一般自動車トリップではなく)。

トリップチェーン中の全てのトリップが首都圏の内々トリップである事。首都圏とはこの場合、1都3県と茨城県南部を指し、東京都市圏物資流動調査と同じ対象地域である。

トリップチェーン中の全てのトリップに関して、貨物の積卸に関するデータに不備が無い事。貨物の積卸に関するデータとは、発地で積んだ貨物の重量、着地で卸した貨物の重量、トリップ中に積載していた貨物の重量の三つを指す。これらが全て明記されており、相互に整合性がとれている事が条件となる。相互に整合性がとれているとは、連続したトリップの間に以下の数式が成り立つ事である。

【トリップの積載重量】=【一つ前のトリップの積載重量】-

【発地(=一つ前のトリップの着地)で卸した重量】+【発地で積んだ重量】

「物の動き」と関連のあるトリップチェーンである事(詳しくは3.2.5)。

分布貨物重量データへの変換が可能なトリップチェーンデータである事(詳しくは3.2.6)。

～ に関しては上の通りで、～ についてはきちんとした定義をすべきなので、後述する。3.2.2以降で～ の順でデータの絞り込みを行っていく。

なお、本研究では基本的にトリップ単位ではなくトリップチェーン単位で分析を行う。トリップチェーンは、一日の始まりに貨物車の基地となる施設から、集荷・配送して一日の終わりに基地となる施設(出発した基地と必ずしも同じでなくてよい)に着くまでを一回の運行と定義する。これは通常のトリップチェーンの定義とは異なる。しかし、貨物輸送は一方通行であって、人の交通の自宅に相当するようなベースを必ずしも持っていない事¹³⁾、道路交通センサス調査は一日単位で行われている事からこのように決めた。トリッ

ブ単位としなかった理由としては、貨物輸送は複数のトリップによってなされるケースが多く、トリップ単位の分析では、貨物車の動きと物の動きの関係を正確につかめないと考えるためである。

3.2.2 貨物車トリップチェーンの抽出

全国の自動車交通における車種別のトリップ数とトリップチェーン数を集計すると、表 3-1 のようになる。トリップ数とは単純に車種別のトリップ数を数え上げたもので、トリップ数とは、トリップによってはトリップチェーンに関する情報を持っていないものもあり、トリップチェーンに関する情報を持っているトリップの中で集計したものである。トリップ数を集計した理由としては、トリップチェーン数はトリップチェーンに関する情報を持っているトリップの中で集計するしかないわけで、そうすると 1 トリップチェーン当りの平均トリップ数を求める際に、トリップ数でトリップチェーン数を割ってやらないと正しい値よりも小さくなってしまふのである。貨物車の中では、最大積載重量の大きい普通貨物車や特種車の方が 1 トリップチェーン当りの平均トリップ数が大きいというやや意外な結果が出た。以上の作業より、トリップチェーン単位で全体の 34.56%を占める貨物車トリップチェーンを抽出した。

表 3-1 車種別のトリップ数/トリップチェーン数

	軽乗用車	乗用車	バス	軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	貨物車計	計
トリップ数	386085 (11.17%)	1662830 (48.09%)	118111 (3.42%)	577437 (16.70%)	264636 (7.65%)	82434 (2.38%)	247042 (7.14%)	119359 (3.45%)	1290908 (37.33%)	3457934
トリップ数	345119 (11.17%)	1450662 (48.09%)	112991 (3.42%)	492512 (16.30%)	228670 (7.57%)	73755 (2.44%)	215382 (7.13%)	101535 (3.36%)	101535 (36.81%)	3020706
トリップチェーン数	120778 (12.86%)	448934 (47.80%)	44899 (4.78%)	160464 (17.09%)	65474 (6.97%)	20817 (2.22%)	53529 (5.70%)	24263 (2.58%)	324547 (34.56%)	939158
1トリップチェーン 当りの平均トリップ数	2.86	3.23	2.52	3.07	3.49	3.54	4.02	4.18	3.43	3.22

(カッコ内は自動車全体における割合を指す)

3.2.3 首都圏の内々トリップチェーンの抽出

本研究での「首都圏(あるいは東京都市圏)」とは図 3-1 の範囲を指し、中ゾーン単位で集計を行う(ゾーン数は 144)。図 3-1 の範囲での貨物車内々トリップチェーンを車種別に集計したものが表 3-2 である。全国と首都圏での車種の分担比率だが、首都圏の方が軽乗用車・軽貨物車の割合が小さく、その分、乗用車・小型貨物車の割合が大きくなっている事が分かる。1 トリップチェーン当りの平均トリップ数は全国と首都圏で大きな差は無く、

首都圏ではきめ細かな巡回型輸送が発達しているという仮説はこの表を見る限りでは正しくない。以上の作業より、トリップチェーン中のトリップが全て首都圏の内々トリップである 324547 の貨物車トリップチェーン（トリップ数では 115348）を抽出した。



図 3-1 本研究の対象地域

表 3-2 首都圏内々トリップから構成される車種別トリップチェーン数

	軽乗用車	乗用車	バス	軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	貨物車計	計
首都圏内々の トリップチェーン数	7158 (6.82%)	57393 (54.69%)	7604 (7.25%)	12138 (11.57%)	9681 (9.23%)	2670 (2.54%)	5683 (5.42%)	2614 (2.49%)	32786 (31.24%)	104941
首都圏内々の 1トリップチェーン 当りの平均トリップ数	2.89	3.36	2.35	3.17	3.51	3.48	3.97	4.24	3.52	3.30
全国の トリップチェーン数	120778 (12.86%)	448934 (47.80%)	44899 (4.78%)	160464 (17.09%)	65474 (6.97%)	20817 (2.22%)	53529 (5.70%)	24263 (2.58%)	324547 (34.56%)	939158
全国の 1トリップチェーン 当りの平均トリップ数	2.86	3.23	2.52	3.07	3.49	3.54	4.02	4.18	3.43	3.22

3.2.4 貨物の積卸に関するデータに不備が無いトリップチェーンの抽出

基本的に 3.2.1 で説明したが、道路交通センサスも他の大規模調査と同様にデータ項目の漏れは多い。しかし、車種と発着地に関するデータは揃っている（つまりは貨物車分布交通量を読み取れる）後は分布貨物重量につながるデータである、積載重量・積み重量・卸し重量について正確なデータが分かれば最低限の分析は可能になると判断した。とりあえず元データからここまでのデータの絞り込み状況を図 3-2 にまとめた。

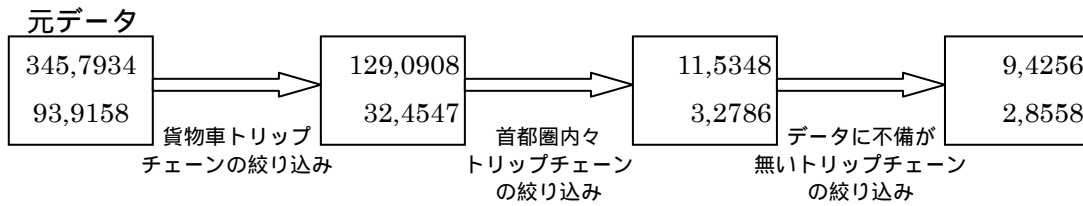


図 3-2 3.2.2~3.2.4 でのデータの絞り込み状況
(四角囲みの上段がトリップ数、下段がトリップチェーン数)

3.2.5 「物の動き」と関連のあるトリップチェーンの抽出

東京都市圏の分析の例を見ると、「乗用車交通はその全てが『人の動き』に規定され、貨物車交通はその全てが『物の動き』に規定される」という仮説を置いている。しかし、交通需要予測というものは、その背景としての輸送需要をまず予測し、これに対応した形で交通需要を予測するという過程を踏む事により、都市圏の諸活動を予測値に反映させる事が可能となると考える。そのために、まず背景に関する検討を行う。

(1) トリップチェーンの分類

自動車トリップを大まかに分類すると、図 3-3 のようになる。

交通センサスにあるトリップチェーンはまず乗用車トリップチェーンと貨物車トリップチェーンに大別される。そして更に、貨物車トリップチェーンは「人の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンと「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンと二種類のトリップを含むトリップチェーンの三つに分かれるが、この三つをいかに分類するかが当然問題となってくる。

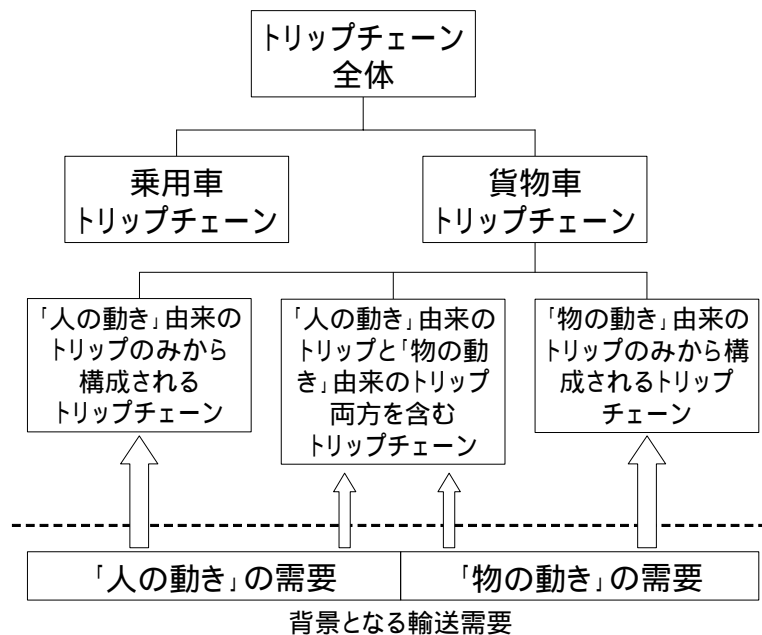


図 3-3 トリップチェーンの分類

(2) 「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーン

まず「『物の動き』由来のトリップのみから構成されるトリップチェーン」の判定であるが、「『物の動き』由来のトリップのみから構成されるトリップチェーン」とは「『物の動き』と関連のないトリップも一つも含まないトリップチェーン」であるから、「物の動き」と関連のないトリップが何であるかを定義する必要がある。

「物の動き」と関連がある／ないのイメージであるが、トリップチェーンの途中で積んだ、あるいはこれから卸す貨物を積載しているトリップは当然「物の動き」と関連があるし、仮に貨物を全く積載していない空車トリップでもその着地で貨物を積むのであれば、「物の動き」と関連があると言える。また、出勤・入社・帰社・帰宅トリップに関しては議論の分かれるところであるが、そのトリップを含むトリップチェーン自体が「物の動き」に関与しているならば、物を運ぶための出勤・入社・帰社・帰宅と解釈できるので、本研究では「物の動き」と関連があるトリップに含める。

道路交通センサスから得られる情報で「物の動き」との関連性をしめすものに、「運行中の積載重量」、「出発地で積んだ重量」、「目的地で卸した重量」の他に、「運行目的」がある。これらをもとに、「物の動き」と関連のないトリップを以下のように定める。が主に運行目的をもとにした判定方法で、が主に出発地で積んだ／目的地で卸した重量をもとにした判定方法である。

< 「物の動き」と関連のないトリップ >

運行目的が「家事・買物」、「社交・娯楽」、「観光・行楽・レジャー」、「送迎」、「荷物／貨物の運搬を伴わない業務」のトリップ。また、全く貨物の積卸を行わないトリップチェーンに含まれる「出勤」「帰社」「帰宅」トリップ。

発地で貨物を卸しもせず積みもしないトリップ。ただし、トリップチェーンの始発トリップである場合と、連続したトリップチェーンの中で一つ前のトリップが「出勤」「帰社」「帰宅」のためのものである場合は例外とする。

このに該当するトリップを一つも含まないトリップチェーンが、「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンとなる。

(3) 「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーン

「『物の動き』と関連のあるトリップチェーン」は、「『物の動き』由来のトリップのみから構成されるトリップチェーン」と、「『人の動き』由来と『物の動き』由来のトリップ両方を含むトリップチェーン」に大別され、前者は(2)で定義されているのだから、全体である「『物の動き』と関連のあるトリップチェーン」を定義すれば、おのずと後者も決まってくる。よって、「『物の動き』と関連のあるトリップチェーン」を定義する。

貨物を積載している実車トリップを含むトリップチェーンという定義もあるかもしれない。しかしその場合、前日からの貨物を積載し、どこにも卸す事なく一日の終わりまで同じ荷物を積載し続けるトリップチェーンも含まれる事になる。これは「物の動き」と関連

のあるトリップチェーンとは言い難い。そこで、以下のように定義する。

< 「物の動き」と関連のあるトリップチェーン >

トリップチェーンの途中で、貨物の積卸重量がゼロではないトリップチェーン

この に該当するトリップチェーンから、(2)に該当するトリップチェーンを除去したものが、「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンとなる。

(4) 「人の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーン

トリップチェーン全体から、(2)(3)に該当するトリップチェーンを除去したものが、「人の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンとなる。

(5) 三種類のトリップチェーンの集計

3.2.4 で 94256 トリップまで絞り込んだデータを(2)~(4)で定義した三種類のトリップチェーンに分類する。その結果は表 3-3 の通り。94256 トリップのうち運行目的のデータが記載されていたのは 80542 トリップであったが(営業用貨物車トリップに運行目的のデータが無かった) (2)の「物の動き」と関連のないトリップの定義には運行目的が必須であるために、運行目的に関する情報が全てのトリップにあれば、(2)に属するトリップ数はもう少し減った可能性が強い。

また、(2)の に該当するトリップの数は 28882、(2)の に該当するトリップの数は 29253 であった。この結果や表 3-3 を見ても、首都圏の貨物車交通の約半分は「物の動き」と関係のないものである事が分かる。この割合は非常に大きく、貨物車交通を「物の動き」と関係のあるものと無いもので分類する作業の重要性が確認された。

表 3-3 三種類のトリップチェーンの分類結果

	(2)「物の動き」由来	(3)「物の動き」と「人の動き」両方に由来	(4)「人の動き」に由来
トリップ数	26763 (28.39%)	19075 (20.24%)	48418 (51.37%)
トリップチェーン数	7765 (27.19%)	4135 (14.48%)	16658 (58.33%)
総積込重量(t)	23292 (77.39%)	6806 (22.61%)	0 (0.00%)

三種類のトリップチェーンそれぞれを車種別に集計したものが表 3-4 ~ 表 3-6 である。ここでは貨物車の所有形態が自家用 / 営業用であるかも分析した。分析の結果、特徴的なのは、「人の動き」由来の貨物車交通のほとんどが自家用貨物車によるものである一方で、営業用貨物車によるトリップチェーンの実に 81.74%が「物の動き」由来のトリップのみから構成されるものである事、表 3-4 や表 3-5 に比べて表 3-6 では明らかにサイズの小さい貨物車の割合が増え、特に軽貨物車による交通の割合が著しく大きい事、全般的に営業用貨物車の方が自家用貨物車よりもサイズの大きいものが多い事などである。

表 3-4 「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンの車種分析

		軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	計
自家用	トリップ数	4337 (25.35%)	7055 (41.24%)	953 (5.57%)	3371 (19.71%)	1390 (8.13%)	17106
	トリップ チェーン数	1474 (26.90%)	2267 (41.38%)	325 (5.93%)	1071 (19.55%)	342 (6.24%)	5479
営業用	トリップ数	486 (5.07%)	1402 (14.63%)	0 (0.00%)	5791 (60.42%)	1906 (19.89%)	9585
	トリップ チェーン数	124 (5.47%)	307 (13.55%)	0 (0.00%)	1434 (63.31%)	400 (17.66%)	2265

(自営区分が不明のものが 72 トリップある。また自営比はトリップチェーン単位で約 1 : 2.4。)

表 3-5 「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンの車種分析

		軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	計
自家用	トリップ数	4994 (30.35%)	6380 (38.77%)	1234 (7.50%)	2560 (15.56%)	1289 (7.83%)	16457
	トリップ チェーン数	1206 (31.92%)	1485 (39.31%)	281 (7.44%)	578 (15.30%)	228 (6.03%)	3778
営業用	トリップ数	229 (8.89%)	465 (18.06%)	0 (0.00%)	1342 (52.12%)	539 (20.93%)	2575
	トリップ チェーン数	33 (9.57%)	59 (17.10%)	0 (0.00%)	186 (53.91%)	67 (19.42%)	345

(自営区分が不明のものが 43 トリップある。また自営比はトリップチェーン単位で約 1 : 11。)

表 3-6 「人の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンの車種分析

		軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	計
自家用	トリップ数	22863 (47.84%)	12342 (25.82%)	5564 (11.64%)	3608 (7.55%)	3415 (7.15%)	47792
	トリップ チェーン数	7970 (48.51%)	4255 (25.90%)	1737 (10.57%)	1315 (8.00%)	1153 (7.02%)	16430
営業用	トリップ数	169 (37.81%)	66 (14.77%)	0 (0.00%)	133 (29.75%)	79 (17.67%)	447
	トリップ チェーン数	74 (45.96%)	25 (15.33%)	0 (0.00%)	43 (26.71%)	19 (11.80%)	161

(自営区分が不明のものが 179 トリップある。また自営比はトリップチェーン単位で約 1 : 100。)

(6) 「物の動き」と関連のあるトリップチェーンの抽出

ここでの議論は、(3)の「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンを、分析対象にすべきかについてである。

分析対象とする場合のメリットとしては、表 3-3 から分かるように、トリップチェーン単位でも「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンは「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンの半分以上を超えており、サンプル数が増えて分析がしやすくなる事、構築されるモデルを用いて「物の動き」に影響を与える施策の評価をより正確に行える事（図 3-3 を見ても「物の動き」の変化は「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンにも影響するので、仮に分析対象に含めない場合、このトリップチェーンに与える影響を無視する事になる）などが考えられる。一方、分析対象とする場合のデメリットとしては、「人の動き」由来のトリップも含めて議論する事になるので、構築する「物の動き」から「貨物車の動き」への変換モデルの精度が悪くなる事が考えられる。

難しいところであるが、本研究では「分析対象にする」としたい。その理由は、仮に分析対象にしなかった場合、「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンに対応する分布貨物重量と、「人の動き」由来と「物の動き」由来のトリップ両方を含むトリップチェーンに対応する分布貨物重量の分担比率が必要となってきた、2.4.3 で触れたような「分担比率や原単位は極力増やさない」というモデルの方向性に反するからである。「分担比率が必要」という意味は、構築する変換モデルの入力データは分布貨物重量全体であるが、「物の動き」由来のトリップのみから構成されるトリップチェーンに対応する分布貨物重量はこの一部であり、入力データを減らさなければいけない。その減らす作業の過程で分担比率が必要となるのである。

なお、「人の動き」由来のトリップも含めて議論するのだから、第 4 章以降で構築するモデルについても入力データに「人の動き」に相当するデータを加えるべきという考えもあるが、そうは言っても本研究で扱うトリップチェーンデータの多くが「物の動き」由来のものである事、また、「人の動き」に相当するデータを加えるならば、「物の動き」データと「人の動き」データを統合して用いる必要が出てくるが、その作業は極めて複雑であると予想される事から、とりあえずは「物の動き」に相当するデータを主に入力データとしてモデルを構築することとする。

以上の作業より、「物の動き」と関連のある 11900 の貨物車トリップチェーン（トリップ数では 45358）を抽出した。

3.2.6 分布貨物重量データへの変換が可能なトリップチェーンの抽出

(1) 道路交通センサスに含まれる有用なデータ項目

道路交通センサスに含まれるデータで、分布貨物重量データへの変換の際に有用なものは、表 3-7 の項番 26～33 のトリップチェーンの発着地に関するデータ、項番 50～52 の積

載重量、積卸重量に関するデータ、更に項番 53～56 の目的地で卸した貨物の出発地に関するデータである。最後の項番 53～56 のデータであるが、直接的に分布貨物重量データにつながる情報を与えてくれるもので極めて有用であるが、このデータが抜け落ちていたり、明らかに間違いと思われるデータであるケースが見られる。そこで、項番 26～33 のトリップチェーンの発着地に関するデータ、項番 50～52 の積載重量、積卸重量に関するデータのみで分布貨物重量データへ変換する手法を考える。

表 3-7 道路交通センサスのデータ項目

項番	項目名称	項番	項目名称	項番	項目名称
1	平日・休日の別	24	走行前のメーター	47	目的地での他機関への乗り換え
2	整備局コード	25	走行後のメーター	48	目的地で乗り換えた交通機関
3	調査票種別番号	26	トリップ数	49	運行中の積載品目
4	調査日	27	トリップ番号	50	運行中の積載重量(kg)
5	整理番号	28	出発地	51	出発地で積んだ重量(kg)
6	自動車記号	29	出発地の施設	52	目的地で卸した重量(kg)
7	主な運転者の形態	30	出発地の駐車場所	53	目的地で卸した貨物を積んだ場所1
8	主な運転者の番号	31	目的地	54	目的地で卸した貨物を積んだ場所2
9	主な運転者の性別	32	目的地の施設	55	目的地で卸した貨物を積んだ場所3
10	主な運転者の年齢	33	目的地の駐車場所	56	目的地で卸した貨物を積んだ場所4
11	主な運転者の職業	34	出発時刻	57	出発地で積んだ貨物の最初の発送場所
12	主な運転者の保有運転免許1	35	到着時刻	58	出発地で積んだ貨物の経由した交通運輸施設
13	主な運転者の保有運転免許2	36	区間距離(km)	59	目的地で卸した貨物の最後の届け場所
14	使用の本拠/使用者の住所	37	運行目的	60	目的地で卸した貨物の経由する交通運輸施設
15	使用燃料	38	運転者番号	61	乗IC・ランプコード
16	初度登録	39	運転者の性別	62	降IC・ランプコード
17	事業免許の種類	40	運転者の年齢	63	乗フェリー港
18	車種	41	運転者の職業	64	降フェリー港
19	所有形態	42	運転者の保有運転免許1	65	付帯業務
20	業種	43	運転者の保有運転免許2	66	拡大係数
21	乗車定員(人)	44	乗車人員(人)	67	運行・運休
22	最大積載量(kg)	45	出発地での他機関からの乗り換え	68	トレーキー
23	1日の走行距離(km)	46	出発地で乗り換えた交通機関		

(2) 分布貨物重量データへの変換方法

道路交通センサスのデータからは異なるトリップチェーン間の貨物のやりとりに関する情報は無いので、分布貨物重量データを構築するにはトリップチェーンを一つ一つ見ていくしかない。

まず容易に分布貨物重量データに変換できるトリップチェーンは、トリップチェーン中に貨物を積み込む、もしくは卸す場所が一ヶ所のものである。具体例で説明する。貨物を積み込む場所が一ヶ所のトリップチェーンの場合、例えば、まず道路交通センサスに表 3-8 のようなトリップチェーンデータがあるとする。

表 3-8 道路交通センサスの、一ヶ所で積み込むトリップチェーンデータの具体例

トリップ 番号	発地	着地	運行中の積載重量 (kg)	発地で積み込んだ 重量 (kg)	着地で卸した重量 (kg)
1	A	B	0	0	0
2	B	C	100	100	20
3	C	D	80	0	50
4	D	E	30	0	0
5	E	A	30	0	30

表 3-8 のように貨物を積み込んだのが B 一ヶ所であるならば、「着地で卸した重量」が 0 より大きいものを探し、B から「着地で卸した重量」の貨物とその着地に運ばれたと考えればよい。表 3-8 では当然、分布貨物重量データは【B C : 20kg、B D : 50kg、B A : 30kg】となる。貨物を卸す場所が一ヶ所の場合も同様の考え方で分布交通量データを構築できる。貨物を積み込む場所と卸す場所が共に一ヶ所であればもっと単純である。

このように考えていくと、貨物を積み込む場所と卸す場所が共に複数あるトリップチェーンに関して、分布貨物重量データへの変換が困難という事になる。その場合は以下のように考える。

表 3-9 道路交通センサスの、複数の地点で積み卸しを行うトリップチェーンデータの具体例

トリップ 番号	発地	着地	運行中の積載重量 (kg)	発地で積み込んだ 重量 (kg)	着地で卸した重量 (kg)
1	A	B	60	60	10
2	B	C	50	0	30
3	C	D	30	0	30
4	D	E	100	100	100
5	E	F	30	30	0
6	F	G	70	40	0
7	G	H	80	10	0
8	H	I	80	0	80
9	I	A	0	0	0

「運行中の積載重量」と「着地で卸した重量」が等しいトリップがある場合、そのトリップが終わった後は貨物車が何も貨物を積んでいない状態となる。そこで、そのようなトリップがあれば、そのトリップと次のトリップの間に区切りを入れる（表 3-9 中の太線）。この区切りをまたいで貨物の輸送がなされる事はありえないので、区切りで囲まれた部分のトリップだけに着目して分布貨物重量データを集計していけばよい。つまり表 3-9 では、ト

リップ番号 3 と 4 と 8 と 9 で「運行中の積載重量」と「着地で卸した重量」が等しいので、まずトリップ番号 3 と 4 の間、4 と 5 の間、8 と 9 の間に区切りを入れる（トリップ番号 9 はトリップチェーン中の最後のトリップなので 9 の後はあえて区切りを入れる必要はない）。そうすることで、トリップ番号 1~3、トリップ番号 4、トリップ番号 5~8、トリップ番号 9 という四つのまとまりができる。そして、それぞれのまとまりを新たなトリップチェーンと捉えなおして、最初の要領でデータを見直せば、トリップ番号 1~3 のグループは貨物を積み込んだ場所が A の一ヶ所、トリップ番号 5~8 のグループは貨物を卸した場所が I の一ヶ所、トリップ番号 4 と 9 は貨物を積み込んだ場所も卸した場所も当然一ヶ所（トリップ番号 9 に関しては 0kg だが）となり、分布貨物重量データへと変換が可能なのである。

(3) 分布貨物重量データへの変換が可能なトリップチェーンの抽出

分布貨物重量データへの変換が不可能なトリップチェーンデータを考える。そのようなトリップチェーンは二つのタイプに分かれると考えられ、まず一つ目のタイプは、一日で輸送が完結しない貨物を運ぶトリップチェーンである。道路交通センサはある一日の自動車の動きを追ったものである。そのため、前日から輸送している貨物を当日も運ぶようなトリップチェーンに関しては、前日のデータは無いためにその貨物の発地がどこなのか分からないのである。また、当日に積み込んだ貨物をその日のうちに着地まで運ばずに、その貨物を翌日まで持ち越すような場合も、その貨物の着地に関するデータはないために分布貨物重量データへの変換は不可能である。分布貨物重量データへの変換が不可能なトリップチェーンデータの二つ目のタイプは、(2)を参考にしたもので、(2)の要領で区切りを入れて新たな「まとまり」を作る作業を行った後でも、一つの「まとまり」の中に貨物を積み込んだ場所・卸した場所が複数あるような「まとまり」を含むトリップチェーンである。これら二つのタイプのトリップチェーンを除去する。

3.2.5 で抽出された 11900 の貨物車トリップチェーン（トリップ数では 45358）のうち、二日以上にまたがって輸送される貨物を運ぶものがトリップ数換算で 11440 トリップあり、まずそれを取り除く。次に残ったデータの中に、貨物を積み込んだ場所・卸した場所が複数あるような「まとまり」を含むトリップチェーンがトリップ数換算で 2110 トリップあり、それも除去した。結果、分布貨物重量データへの変換が可能な 8392 の貨物車トリップチェーン（トリップ数では 32288）を抽出した。

3.3 データの基礎集計

3.2 まででデータが整備されたので、いよいよ貨物車交通量推計モデルに着手するわけだが、その前に、既存研究でも対応が分かれていたモデルの前提事項を確認する必要がある。つまり 2.2 でも触れたように、「貨物の動き」と関連の無い貨物車交通の取扱いやピストン

輸送とそれ以外の輸送の区分けを行うか否か、混載貨物車トリップをどのように処理するかといった事項である。一つ目の「貨物の動き」と関連の無い貨物車交通の取扱いに関しては3.2で議論したので、ここでは残りについてデータを整理し、第4章以降の議論の参考にする。

3.3.1 1トリップ輸送、ピストン輸送の占める割合

2.2で確認したように既存研究には、あらかじめピストン輸送と巡回型輸送を区別し、別々に貨物車分布交通量を推計しているものが多かった。それは、ピストン輸送に関しては「物の動き」と「貨物車の動き」が一对一に対応しており、貨物車分布交通量の推計が高い精度で行えるからである。本研究のデータでもピストン輸送と巡回型輸送がどれくらいの比率で行われているかを分析する。一般的にピストン輸送は発地で積んだ貨物を着地でそのまま卸し、別の地点に立寄る事無く元の発地で戻るもの、巡回型輸送はそれ以外という区分をされているが、この分析では、「発地で積んだ貨物だけを積載して運行し、着地でそれをそのまま卸す輸送」（空車トリップに関しては不問とする）とそれ以外の輸送という区分で分類する。「発地で積んだ貨物だけを積載して運行し、着地でそれをそのまま卸す輸送」については、1トリップで輸送が完結するため、「1トリップ輸送」と呼ぶ事にする。

本研究のデータから、1トリップで輸送される分布貨物重量と1トリップ輸送関連のトリップ数の割合を品目別に集計したのが表3-10である。1トリップ輸送は輸送重量ベースで見ると約90%を占めているが、トリップ数ベースで見ると約50%となっている。この事から、1トリップ輸送では一回当りの積載重量の大きい効率的な輸送が行われている事がうかがえる。品目別では、特に鉱産品の1トリップ輸送比率が大きい。

表3-10 品目別1トリップ輸送比率（カッコ内は実車トリップに対する割合、輸送重量はkg）

	1トリップ輸送		実車トリップ全体	
	輸送重量	トリップ数	輸送重量	トリップ数
農林水産品	1586966 (87.6%)	1962 (56.4%)	1811996	3478
鉱産品	2771629 (97.3%)	732 (85.1%)	2847249	860
金属機械工業品	3953152 (95.8%)	1601 (66.7%)	4127753	2399
化学工業品	5179574 (93.6%)	1069 (58.2%)	5531926	1837
軽工業品	2429408 (87.1%)	1485 (40.5%)	2790869	3664
雑工業品	1356233 (88.1%)	1139 (44.3%)	1538924	2569
特殊品	2775657 (94.8%)	1366 (64.4%)	2927714	2120
その他	1722156 (88.7%)	1241 (47.8%)	1942019	2599
計	21774775 (92.6%)	10595 (54.3%)	23518450	19526

（トリップ数単位で、空車も含めた全体における実車トリップ数の割合は60.5%）

先ほど「1トリップ輸送」とピストン輸送を区別したが、次は表 3-10 で抽出した「1トリップ輸送」のうちどれだけがピストン輸送の一部であるかを調べる。ピストン輸送とは、1トリップ目は発地で積み込んだだけの貨物を積載して運行し、着地で卸し、2トリップ目で空車の状態で1トリップ目の発地に直接戻る形態と、1トリップ目は空車の状態である場所に向かい、そこで貨物を積載し、2トリップ目で1トリップ目の発地に戻り、そこで全ての貨物を卸す形態の二種類と定義する。「1トリップ輸送」がピストン輸送の一部であるというのは、「1トリップ輸送」がピストン輸送の実車トリップの役割を果たしているという事である。

本研究のデータから、トリップ単位で見たピストン輸送の占める割合を品目別に集計したのが表 3-11 である。1トリップ輸送の約半分がピストン輸送であるが、品目ごとに際立った特徴があるわけではない。表 3-11 中のピストン輸送とは往復のピストン輸送の実車トリップ部分を指す（表 3-12 も同様）。

表 3-11 品目別ピストン輸送比率（トリップベース）

	ピストン輸送の占める割合	
	1トリップ輸送に対する割合	実車トリップに占める割合
農林水産品	70.6%	39.8%
鉱産品	63.1%	53.6%
金属機械工業品	47.0%	31.4%
化学工業品	53.9%	31.4%
軽工業品	43.0%	17.4%
雑工業品	49.1%	21.8%
特殊品	52.8%	34.0%
その他	47.1%	22.5%
計	53.6%	29.1%

3.3.1 の最後に、ゾーン間の所要時間帯によって1トリップ輸送やピストン輸送の占める割合に違いがあるかを調べる。本研究のデータから、トリップ単位で見た、実車トリップ全体に対するピストン輸送と1トリップ輸送の占める割合を品目別に集計したのが表 3-12 である。所要時間の変化による影響は、ピストン輸送に関してはほとんど見られないが、1トリップ輸送に関しては所要時間の増加に応じて明らかな増加傾向が見られる。表 3-10 から1トリップ輸送は高積載で効率的である事が推測されるので、これと合わせれば、「所要時間の長いゾーン間ほど平均積載重量が大きい」という仮説が成り立つ。

表 3-12 品目別所要時間帯別ピストン輸送/1 トリップ輸送比率 (トリップベース)

品目	実車トリップに 対する割合	ゾーン間所用時間帯					
		0~20分	20~40分	40~60分	60~80分	80~100分	100分~
農林水産品	ピストン輸送	39.3%	41.8%	40.7%	40.1%	33.3%	36.7%
	1 トリップ輸送	52.6%	57.8%	62.6%	64.1%	78.3%	80.6%
鉱産品	ピストン輸送	50.9%	55.0%	57.7%	60.3%	56.5%	47.4%
	1 トリップ輸送	83.0%	84.8%	90.0%	87.7	91.3%	84.2%
金属機械 工業品	ピストン輸送	29.7%	31.6%	36.8%	29.6%	33.7%	32.3%
	1 トリップ輸送	59.8%	63.3%	73.3%	80.3%	83.2%	83.2%
化学工業品	ピストン輸送	31.2%	32.6%	32.8%	32.4%	25.0%	28.4%
	1 トリップ輸送	55.5%	53.4%	64.1%	62.2%	69.1%	80.4%
軽工業品	ピストン輸送	15.4%	20.3%	17.6%	20.8%	16.1%	29.2%
	1 トリップ輸送	33.1%	42.7%	51.6%	62.5%	66.7%	70.8%
雑工業品	ピストン輸送	20.4%	24.2%	22.0%	25.6%	23.0%	19.5%
	1 トリップ輸送	37.0%	48.5%	48.6%	57.7%	73.0%	77.9%
特殊品	ピストン輸送	33.8%	36.5%	38.8%	27.3%	23.7%	23.8%
	1 トリップ輸送	59.3%	67.6%	78.8%	76.0%	76.3%	88.1%
その他	ピストン輸送	20.9%	24.3%	24.6%	29.1%	28.6%	14.7%
	1 トリップ輸送	42.0%	51.6%	54.4%	64.2%	60.0%	69.1%
計	ピストン輸送	27.8%	30.9%	31.4%	31.0%	27.5%	28.5%
	1 トリップ輸送	48.3%	55.3%	62.8%	68.7%	73.2%	78.8%

3.3.2 混載トリップの占める割合

あらかじめ断っておくと、道路交通センサスは混載トリップに関する議論をするのに適したデータではない。なぜなら、表 3-7 の道路交通センサスで唯一の貨物の品目に関する情報、項番 49 の「運行中の積載品目」には一品目しか書くスペースがないのである。そのため、道路交通センサスは最初から「積載品目は常に一種類であり、混載のトリップはありえない」と仮定している事になる。そのため、運行中に複数の品目を積載している混載トリップの影響を無視して、品目別に分析するしかないと言える。

しかし、混載トリップとは当然別のものなのだが、一つのトリップチェーン中に複数の種類の品目の貨物を積載する、つまりは異なる品目の貨物を積載するトリップを含んでいる“混載トリップチェーン”の割合を調べる事は可能である。本研究のデータ(トリップチェーン数 8392、トリップ数 32288)の中に“混載トリップチェーン”は 369 だけあった。トリップチェーンの割合としては約 4.4%である。2.2.3 でも書いたように、京阪神都市圏で

の既存研究では「混載率が 5~7%程度ならば、代表品目でも実績値に近い値が求まる」と指摘されている。もちろん、混載率と“混載トリップチェーン”の割合は異なるが、本研究のデータでも混載を無視して議論しても実態とかけ離れない事の示唆にはなりえる。

第4章 分布交通量段階での予測モデル

4.1 モデルの概要

4.1.1 既存研究の確認

分布交通量段階での予測モデルとは、発生貨物重量から貨物車発生集中交通量を変換した後で貨物車分布交通量を求める発生集中段階での予測モデルとは異なり、一度に分布交通量まで求めるもので、そのために発生集中交通量を予測するモデルは不要となる。モデル構築の際には貨物車分布交通量を分布貨物重量と関連づける事が重視されるのが特徴で、既存研究では、ピストン輸送と巡回型輸送を分けた後にピストン輸送に適用しているモデルは分布交通量段階のものと言えるし、2.3.3 で触れたような輸送距離を用いたモデルもこの一種である。

本研究でも3.3.1で分析した分担比率を用いてピストン輸送と巡回型輸送を区分する事も検討した。しかし、本研究のデータ数は必ずしも十分多くなく、対象地域全体で集計した分担比率を各ゾーン間にそのまま適用したら実態から相当乖離するし、この二つを分けると第5章で使用する平均積卸重量なども全て二種類用意する必要が出てきて、原単位を極力増やさないという本研究の方針にも反する。そのため本研究ではピストン輸送と巡回型輸送を分ける事はしない。

4.1.2 モデルの方針

分布貨物重量から貨物車分布交通量への変換が困難な理由として、ゾーン間の動きが一対一に対応していない点（図4-1上の黒矢印に着目）分布量について値はもちろん単位も異なる点（図4-1下のOD表に着目）の大きく分けて二つがある。

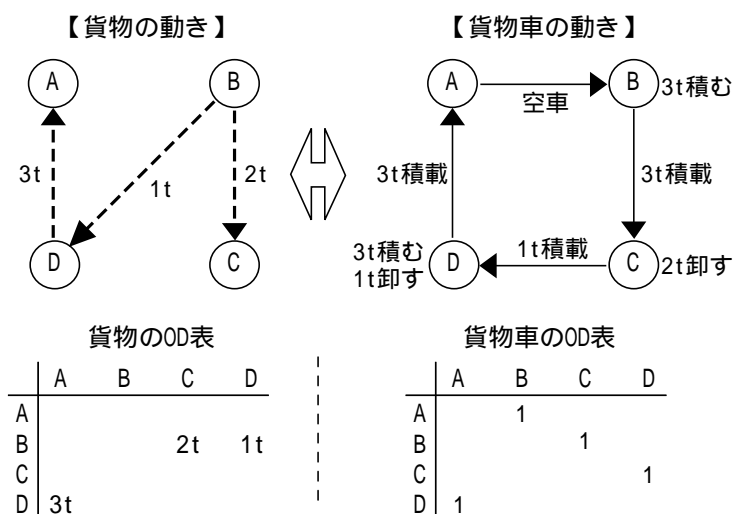
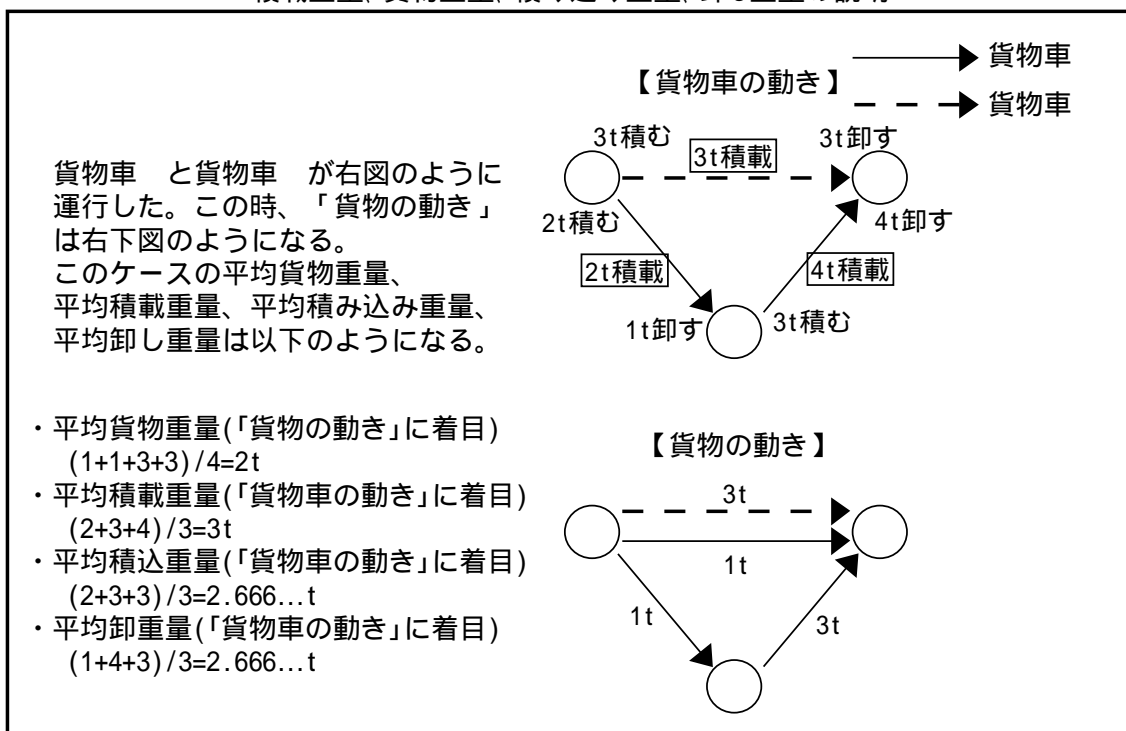


図4-1 「貨物の動き」と「貨物車の動き」の関係

後者の障害を緩和するために、ここで「積載重量ベースの貨物車分布交通量」と「輸送件数ベースの分布貨物重量」という新たな概念を導入し、分布貨物重量から貨物車分布交通量へ変換するつなぎの役割を持たせる（図 4-2 参照）。「積載重量ベースの貨物車分布交通量」とは、基本的に貨物車分布交通量を示すものなのだが、トリップ数で表現するのではなく、運行中の積載重量で表現するものである。分布貨物重量と「積載重量ベースの貨物車交通量」との関係は、動きは一対一に対応していないが、分布量の単位が揃っているので分布量同士の関連づけがしやすい。「積載重量ベースの貨物車交通量」と貨物車分布交通量との関係は、動きが一対一に対応しているので「積載重量ベースの貨物車交通量」を積載重量で割れば貨物車分布交通量が求まる。一方、「輸送件数ベースの分布貨物重量」とは、「貨物の動き」を貨物重量ではなく輸送件数で表現するものである。分布貨物重量と「積載重量ベースの貨物車交通量」との関係は、動きが一対一に対応しているので分布貨物重量を一件当りの平均貨物重量で割れば「輸送件数ベースの分布貨物重量」が求まる。「輸送件数ベースの分布貨物重量」と貨物車分布交通量との関係は、動きは一対一に対応していないが、分布量の単位が件とトリップで異なりはするが意味合いは似通っており、関連づけはしやすい（積載重量、貨物重量の区別が曖昧なので、第 5 章で頻繁に用いる積み込み重量、卸し重量と合わせて下にまとめる）。

4.2 で「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデル、4.3 で「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデルを開発する。

< 積載重量、貨物重量、積み込み重量、卸し重量の説明 >



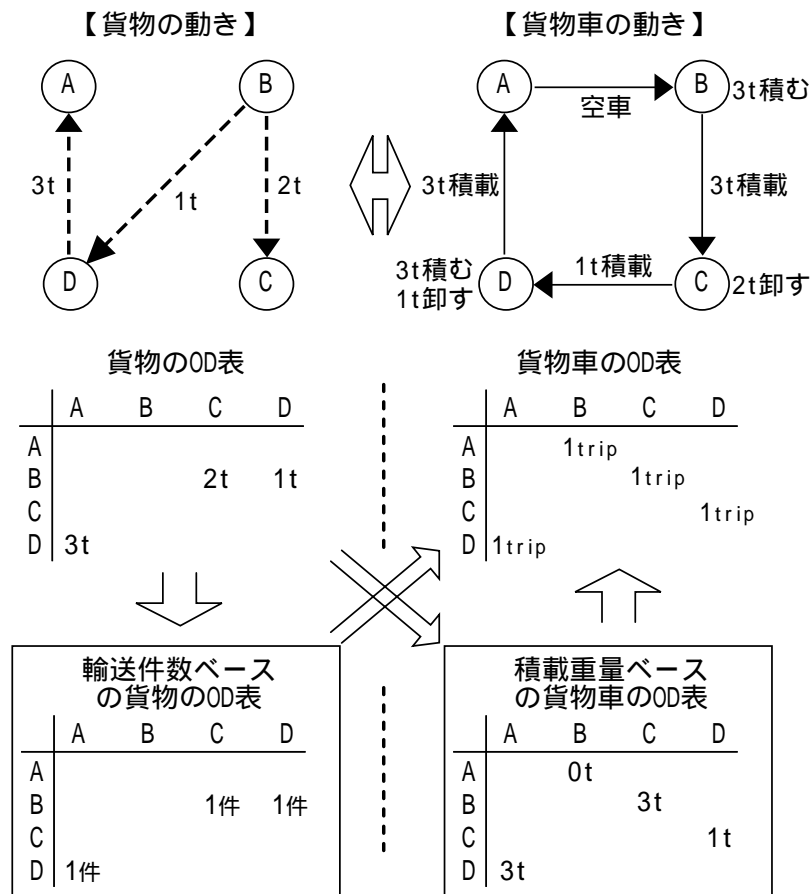


図 4-2 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」と「輸送件数ベースの分布貨物重量」の導入

4.2 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデル

「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデルは、分布貨物重量データから「積載重量ベースの貨物車分布交通量」への変換（4.2.1）と、「積載重量ベースの貨物車分布交通量」から貨物車分布交通量への変換（4.2.2）の二段階に分かれる。

4.2.1 分布貨物重量データから「積載重量ベースの貨物車分布交通量」への変換モデル

(1) 「積載重量ベースの貨物車交通量」が生じる要因

< 具体例での考察 >

まず、図 4-2 を具体例に考える。「積載重量ベースの貨物車分布交通量」である、B→C : 3t、C→D : 1t、D→A : 3t のそれぞれについて生じた要因を分布貨物量データから洗い出した結果が以下の通りである。

< B→C : 3t > (i) 分布貨物量の B C : 2t、(ii) 分布貨物量の B D : 1t

大部分は BC 間の分布貨物量(i)によるものだが、(ii)も作用している。この場合(ii)が作

用したのは、BD 間に分布貨物量 1t があったからというよりも、B から 1t の貨物が発生したからと考えるべきである。

< C→D : 1t > (iii)分布貨物量の B D : 1t、(iv)分布貨物量の B C : 2t

(iii)と(iv)のどちらが欠けても CD 間に「積載重量ベースの貨物車分布交通量」は発生しなかったと考える。

< D→A : 3t > (v)分布貨物量の D A : 3t

単純に DA 間の分布貨物量(v)のみが直接的に作用している。

< 一般化の議論 >

以上の議論をより一般化して考える。図 4-3 は 〇〇 に「積載重量ベースの貨物車分布交通量」が生じる場合の貨物の動きを列挙したものである。もちろん図 4-3 左にあるような貨物の動きをしている場合、全てのケースで図 4-3 右のような「積載重量ベースの貨物車の動き」をするわけではなく、下のような変換をする確率が比較的高いという判断のもとで図を作成している。

図 4-3 の「貨物の動き」から「積載重量ベースの貨物車の動き」への変換に定量的な分析を加えるために、「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」という新たな概念を再び導入する。図 4-3 の「貨物の動き」の一番上のような 〇〇 の分布貨物重量を

〇〇 の「貨物の 1 次的なつながり」、図 4-3 の「貨物の動き」の真ん中のような 〇〇 と

〇〇 の分布貨物重量の積の平方根、あるいは図 4-3 の「貨物の動き」の一番下のような

〇〇 の分布貨物重量の積の平方根を 〇〇 の「貨物の 2 次的なつながり」とする。

以上の事をまとめると、〇〇 の分布貨物重量を $W_{\alpha\beta}$ とした場合、

- 〇〇 の「貨物の 1 次的なつながり」 = $W_{\alpha\beta}$

- 〇〇 の「貨物の 2 次的なつながり」 = $\sum_x (\sqrt{W_{\alpha x} \times W_{\beta x}} + \sqrt{W_{x\alpha} \times W_{x\beta}})$

(x は対象地域内のゾーン)

となる。「2 次的」の式で、図 4-3 の真ん中の図と一番下の図では結果的に 〇〇 に生じる「積載重量ベースの貨物車の動き」が異なるのだから、 $W_{\alpha x} \times W_{\beta x}$ と $W_{x\alpha} \times W_{x\beta}$ の重みに差をつけるべきという考えもあろうが、今回は便宜上、上式のように設定する。

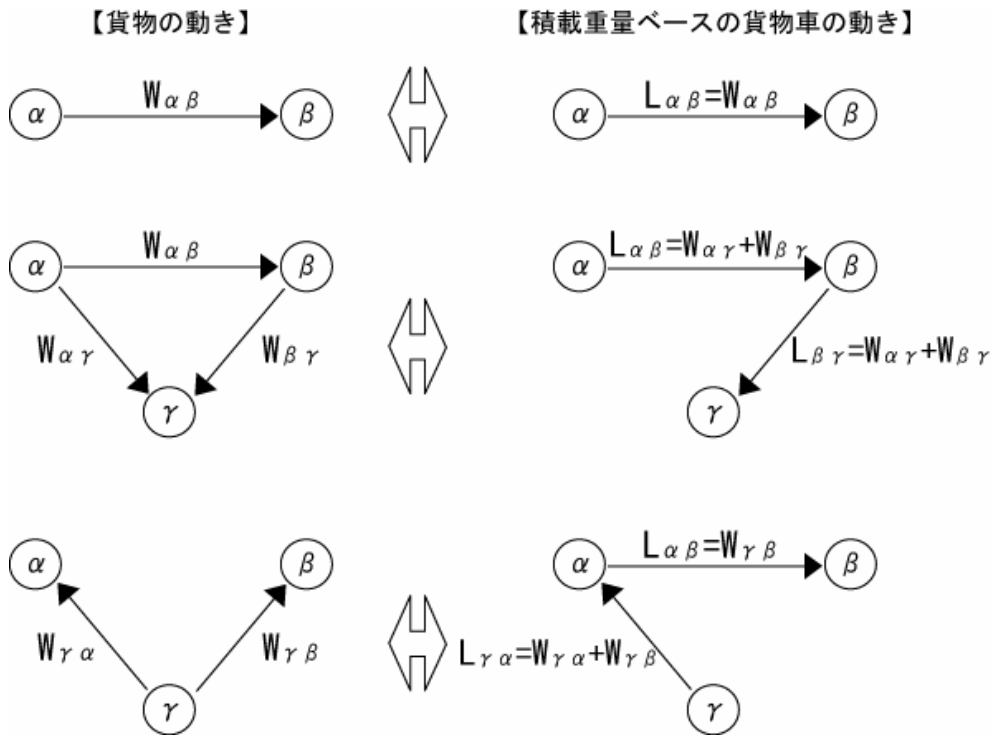


図 4-3 で「積載重量ベースの貨物車の動き」が生じる場合の貨物の動きの代表例
 (W_{ij} は ij 間の分布貨物重量、 L_{ij} は ij 間の「積載重量ベースの貨物車分布交通量」)

「積載重量ベースの貨物車の動き」に影響を与えるものとして、「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」以外に、図 4-2 の具体例の分布貨物量 $\langle B \rightarrow C : 3t \rangle$ の発生要因の(ii)に当たるものが図 4-3 では考慮できていない。つまり図 4-3 で言えば、からの発生貨物重量が の「積載重量ベースの貨物車の動き」に影響するという議論である。また、同様に への集中貨物重量が の「積載重量ベースの貨物車の動き」に影響すると考える。それは例えば、図 4-4 のようなケースである。 の「積載重量ベースの貨物車の動き」が、 以外から に集中する貨物重量 (図 4-4 では $W_{\gamma\beta}$) により増加している。

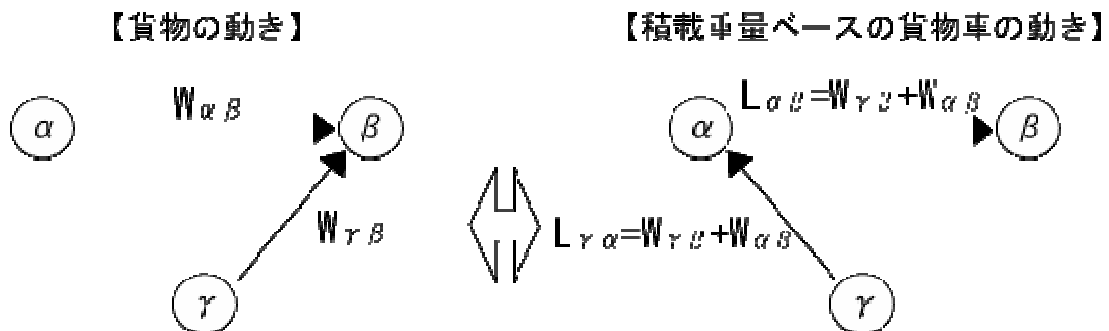


図 4-4 への集中貨物重量が の「積載重量ベースの貨物車の動き」に影響する例

以上の議論から、の「積載重量ベースの貨物車の動き」に影響を与えるものは、の「貨物の1次的なつながり」との「貨物の2次的なつながり」、そしてからの発生貨物重量、への集中貨物重量の四つとなった。これらに加えて、ゾーン間特性を示す一般的な指標であるの平均所要時間の五つを説明変数の候補として検討する。

(2) モデルの構造

ゾーン間の「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を推計するために、の「貨物の1次的なつながり」、の「貨物の2次的なつながり」、からの発生貨物重量、への集中貨物重量、の平均所要時間による重回帰分析を行う。分析の結果、説明変数の数が変化する事はあり得る。

(3) モデル構築に際しての説明変数の整理

<「貨物の1次的なつながり」>

これは分布貨物重量そのものなので、3.2.6で整理したデータでよい。品目別に集計したものを使用する。

<「貨物の2次的なつながり」>

4.2.1(1)にある式に従って計算する。本研究で扱うデータには一度に複数種類の品目を積載している状態の貨物車トリップは無いので、品目別に集計して問題はない。

<発生貨物重量、集中貨物重量>

分布貨物重量データから集計したものを使用する。

<所要時間>

既存研究¹⁴⁾のネットワークモデルにより計算したものをを用いた。

(4) モデル式の推定

(3)の五つの説明変数で、品目ごとに重回帰分析を行った結果は表4-1の通りである。全ての品目で相関係数は十分高いが、の「積載重量ベースの貨物車分布交通量」に対して正の相関があると考えられたからの発生貨物重量、への集中貨物重量のパラメータが負になり、所要時間も品目によってはt値が十分に高いとは言えない。何より、「貨物の1次的なつながり」が抜きん出て高い。これは、「積載重量ベースの貨物車の動き」が文字通り貨物重量単位で集計されたものであり、貨物車が3.3.1で言うところの「1トリップ輸送」を行っていれば、「貨物の1次的なつながり」がそのまま「積載重量ベースの貨物車分布交通量」になる事に関係する。そのため、3.3.1の表3-8において、輸送重量ベースで見た1トリップ輸送比率が特に高かった鉱産品や金属機械工業品、特殊品で、表4-1の「貨物の1次的なつながり」のt値も高くなっているのである。モデル全体の精度が極めて良いのも、もともと全品目で輸送重量ベースで見た1トリップ輸送比率が高かったからである。

表 4-1 説明変数が 5 つの場合のパラメータ推定結果（カッコ内の数字は t 値、観測数は 3975）

	パラメータ推定結果						相関係数
	定数項	1 次的な つながり	2 次的な つながり	発生 貨物重量	集中 貨物重量	所要時間	
農林水産品	90.43 (3.13)	1.06 (122.74)	0.037 (16.24)	-0.0029 (-4.43)	-0.0014 (-1.97)	-1.019 (-2.85)	0.946
鉱産品	17.07 (1.23)	0.99 (428.17)	0.0039 (5.37)	-6.1E-05 (-0.25)	4.24E-05 (0.16)	-0.089 (-0.50)	0.995
金属機械工業品	90.89 (3.97)	1.00 (334.11)	0.011 (16.28)	-0.00094 (-3.95)	-0.0007 (-2.89)	-0.69 (-2.29)	0.988
化学工業品	68.49 (1.60)	1.01 (211.57)	0.015 (13.20)	-0.00055 (-2.04)	-0.0011 (-2.23)	-0.096 (-0.18)	0.983
軽工業品	327.37 (6.46)	0.99 (88.11)	0.053 (24.26)	-0.0059 (-8.80)	-0.0076 (-8.18)	-1.71 (-2.87)	0.900
雑工業品	96.1 (4.39)	1.00 (147.34)	0.034 (16.83)	-0.0015 (-1.97)	-0.0013 (-1.69)	-0.68 (-2.42)	0.953
特殊品	165.70 (7.19)	1.03 (300.13)	0.0052 (4.43)	-0.00068 (-1.66)	-0.00079 (-2.32)	-1.35 (-4.92)	0.991
その他	-0.30 (-0.0084)	0.91 (104.55)	0.025 (11.48)	-0.0022 (-2.66)	-0.0028 (-3.10)	0.012 (0.026)	0.930

説明変数を「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」の二つに絞って重回帰分析を行ったケースと、説明変数を「貨物の 1 次的なつながり」のみとして単回帰分析を行ったケースの結果が表 4-2 である。「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」に関して、両者の相関係数が 0.5～0.7 とかなり高いが、表 4-2 を見る限り、説明変数同士の相関が強い事により何か悪影響が生じているわけではなく、「貨物の 2 次的なつながり」の t 値も有意なので、説明変数はこの二つとする。

表 4-2 説明変数が 2 つと 1 つの場合のパラメータ推定結果（カッコ内は t 値、観測数は 3975）

	説明変数が 2 つの場合				説明変数が 1 つの場合		
	パラメータ推定結果			相関係数	パラメータ推定結果		相関係数
	定数項	1 次的な つながり	2 次的な つながり		定数項	1 次的な つながり	
農林水産品	-35.75 (-2.34)	1.05 (122.86)	0.035 (16.79)	0.946	62.49 (4.28)	1.15 (176.36)	0.942
鉱産品	11.09 (1.58)	0.99 (429.17)	0.0039 (5.65)	0.995	19.37 (2.80)	1.00 (621.22)	0.995
金属機械工業品	-1.44 (-0.11)	1.00 (335.59)	0.0094 (16.25)	0.988	57.60 (4.64)	1.03 (384.74)	0.987
化学工業品	-7.82 (-0.35)	1.01 (213.19)	0.014 (13.32)	0.983	83.18 (3.88)	1.06 (331.18)	0.982
軽工業品	-74.82 (-2.82)	1.00 (86.83)	0.043 (22.84)	0.896	175.70 (6.83)	1.15 (117.84)	0.882
雑工業品	17.11 (1.52)	0.994 (147.34)	0.337 (17.80)	0.953	84.56 (7.69)	1.07 (190.27)	0.949
特殊品	43.37 (3.82)	1.03 (299.72)	0.0059 (5.20)	0.991	61.80 (5.71)	1.04 (452.58)	0.990
その他	-73.70 (-3.88)	0.91 (105.69)	0.022 (11.40)	0.930	20.73 (1.19)	0.98 (155.94)	0.927

説明変数を「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」の二つとした場合で、表 4-2 のパラメータを使用してゾーン別に全品目合計の「積載重量ベースの貨物車分布交通量」の推定を行い、実測値と比較したものが図 4-5 である。パラメータの t 値から明らかだったが、十分に精度の高いモデル式である事がうかがえる。図中で実測値が 100000 前後、予測値が 50000 ~ 100000 の辺りで外れ値がわずかに見られるが、これらは同じゾーンの内々の動きを示している。全体としてモデル式の精度に問題はないので、特に対処をしないが、内々輸送の予測が困難である事を注意する。

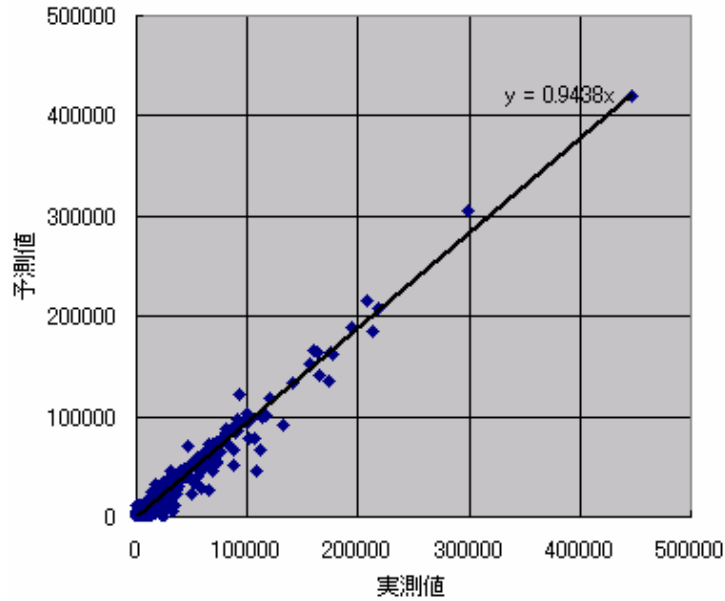


図 4-5 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」の推定結果（単位はkg）

4.2.2 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」から貨物車分布交通量への変換

(1) 「積載重量ベースの貨物車交通量」から貨物車分布交通量への変換に必要な変数

図 4-2 から分かるように「積載重量ベースの貨物車の動き」と「貨物車の動き」は一對一に対応するので、特にモデル式を推定する必要はなく、幾つか変数を設定してやればよいと考える。

つまり、「積載重量ベースの貨物車交通量」を平均積載重量で割ってやれば、実車の貨物車分布交通量が求まる。次に、実車の貨物車分布交通量を実車比率（全交通量に対する実車交通量の割合）で割れば、貨物車分布交通量が求まるというわけである（図 4-6 を参照）。そこで、平均積載重量と実車比率に関して検討する。

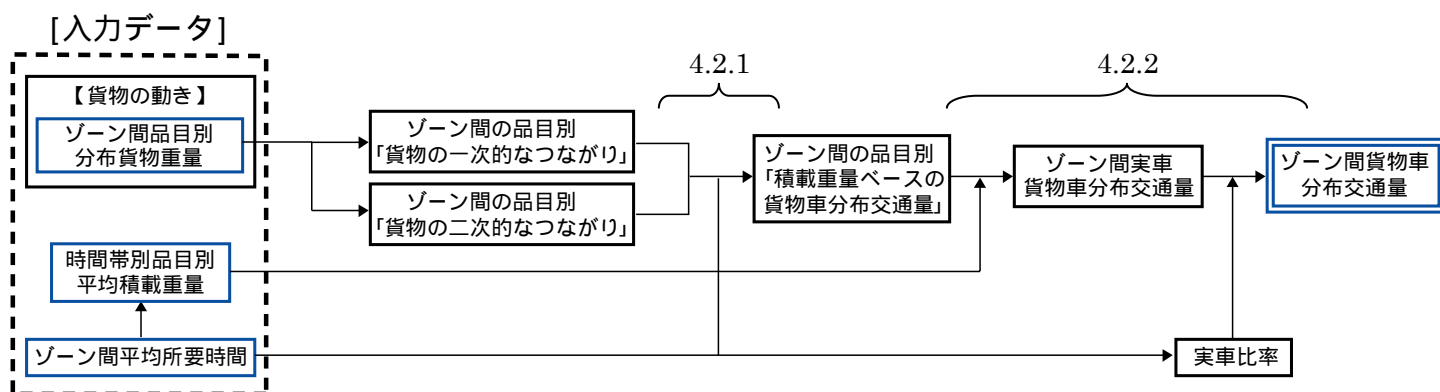


図 4-6 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデルの全体フロー図
 (実車率として所要時間帯別実写率の現状値を使用した場合)

(2) 平均積載重量の設定

「積載重量ベースの貨物車分布交通量」が品目別に整理されているので、平均積載重量も品目別に求める。3.3.1で積載重量と所要時間との間に何らかの相関関係がある事が推測されたので、各ゾーン間で品目別平均積載重量と平均所要時間の相関係数を求めたところ、相関係数が0.3以上の品目は一つもなかった(いずれも相関係数は正だったが)。そこで所要時間の一次式から平均積載重量を求める事はあきらめ、本研究のデータから所要時間帯別に品目別平均積載重量を集計することにした。その結果が表4-3である。

表 4-3 品目別所要時間帯別平均積載重量(単位はkg)

	ゾーン間所用時間帯						
	0~10分	10~20分	20~30分	30~40分	40~60分	60~90分	90分~
農林水産品	386.08	496.09	447.24	622.56	1050.67	1666.29	2928.02
鉱産品	2027.07	3258.77	2886.56	4052.20	3958.89	5087.34	5216.20
金属機械工業品	856.23	978.72	1085.83	1276.02	2018.40	3578.15	5381.24
化学工業品	2491.77	2965.94	2527.00	3453.48	3968.06	4449.12	6876.41
軽工業品	526.28	774.05	874.77	1160.57	1542.26	2342.45	3883.18
雑工業品	275.11	633.12	600.77	779.44	1253.29	1763.98	2551.79
特殊品	1299.32	1213.81	1239.26	1785.80	2336.03	2454.91	4563.47
その他	652.78	739.76	715.62	1052.27	1380.66	1990.09	2602.27

第3章で見た物資流動調査関連の既存研究の多くが、平均積載重量について現状値をそのまま使用しているが、品目別平均積載重量が年代ごとに安定している値であるかを確認するために、平成6年と平成11年の道路交通センサスを用いて、それぞれから集計した値を比較してみる。その結果が表4-4である。平成11年の値に関しては、表4-3は首都圏内々

で分布貨物重量データを構築できるトリップチェーン（本研究で扱うデータ）から集計したものの、表 4-4 は単に首都圏内々の貨物車トリップチェーンデータから集計したもので、両者の間に微妙な差がある事をことわっておく。平成 6 年と平成 11 年の比較だが、五年の間に多少変化している事が分かり、品目別に見ても一定の傾向に従って変化しているというわけでもなく、共通の特徴を指摘する事は難しい。表 4-4 の集計結果から「平均積載重量は安定しているので貨物車交通量の将来予測をする場合も、平均積載重量の現状値を用いればよい」と言ってよいのかは判断しづらいが、他に手段が無いため、表 4-3 の現状値を使う事とする。平均積載重量の扱いに関しては、今後の課題としたい。

表 4-4 首都圏内々貨物車交通における品目別所要時間帯別平均積載重量の変化

	ゾーン間所要時間帯							
	0~10分	10~20分	20~30分	30~40分	40~60分	60~90分	90分~	全体
農林水産品	356.63	456.70	590.21	743.39	1082.03	1476.10	2788.57	639.32
	410.10	495.51	467.59	810.60	1100.14	1746.67	3004.90	679.94
鉱産品	2692.10	3308.85	3930.50	3406.03	5548.80	4864.65	6947.44	3878.27
	2354.95	3241.59	3895.18	3188.24	4269.17	5529.67	5256.54	3565.34
金属機械工業品	716.68	870.60	1113.78	1222.72	1645.08	2309.95	4389.36	1396.64
	636.83	778.40	789.07	1035.18	1713.20	2524.64	4333.20	1285.17
化学工業品	1509.73	1930.30	2046.65	2648.95	2592.08	4040.41	6967.97	2460.16
	1461.97	1907.24	1775.17	2574.27	2498.94	3246.05	5766.04	2187.36
軽工業品	503.01	577.07	821.24	895.18	1262.05	2135.38	3400.55	865.44
	513.37	729.31	891.72	1117.69	1485.63	2186.17	3422.38	952.73
雑工業品	281.16	377.10	401.67	717.57	915.93	1241.58	1241.58	544.68
	330.31	601.24	522.03	753.49	1098.61	1542.84	2710.61	705.38
特殊品	731.99	895.65	1285.37	1375.44	1333.78	2313.83	3809.88	1156.23
	999.35	944.84	998.65	1778.33	1953.41	2383.92	4027.06	1310.87
その他	530.23	463.11	512.11	843.91	914.54	1099.83	2682.37	655.08
	541.82	572.90	563.85	888.47	981.10	1206.66	2675.64	717.67

（単位はkg。上段が平成 6 年、下段が平成 11 年の集計結果。）

(3) 実車率の設定

ゾーン間の実車率とゾーン間所要時間の間に相関が見られるかを確認するために、所要時間帯別平均実車率を集計する。なお、実車率は実車トリップ数を全体トリップ数（=実車トリップ数+空車トリップ数）で割って求めるが、空車トリップを品目別に分ける事はできないので、実車率も品目別には求められない。集計結果は表 4-5 である。表 4-5 を見る限りでは実車率は所要時間の影響は受けにくいようである。

表 4-5 所要時間帯別実車率

	ゾーン間所要時間							
	0~10分	10~20分	20~30分	30~40分	40~60分	60~90分	90分~	全体
実車率	63.6%	59.8%	59.4%	60.5%	57.0%	58.1%	60.7%	60.5%

そこで表 4-5 中の全体平均 60.5%を全てのゾーン間にあてはめてもよいが、所要時間以外のゾーン間特性によって実車率を推計する工夫もしてみる。

(ゾーン間特性と言えるかどうか分からないが)ゾーン間の分布貨物重量を用いる。その際 4.2.1 で導入した「貨物の 1 次的なつながり」「貨物の 2 次的なつながり」の概念を再び取り入れ、あるゾーン間に「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の 2 次的なつながり」が存在する場合の代表的な貨物車分布交通パターンを想定し、そこから直感的に実車率を予測する。

の実車率に影響を与えると考えられる「貨物の動き」と、その場合の最も代表的な「貨物車の動き」のパターンを示したのが、図 4-7 である。i j の分布貨物重量を W_{ij} と表現する時、図中の と のような場合、 W_{ba} を「 の貨物の逆 1 次的なつながり」、 $\sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\beta\gamma}}$ を「 の貨物の逆 2 次的なつながり」と定義する。まず「貨物の動き」が図中の のような場合、単純に 間でピストン輸送がなされれば の向きに実車トリップが発生するので、 W (「 の貨物の 1 次的なつながり」と の実車トリップ数には何かしらの相関があると考えられる。次に「貨物の動き」が図中の のような場合、単純に 間でピストン輸送がなされれば の向きに空車トリップが発生するので、 W (「 の貨物の逆 1 次的なつながり」と の空車トリップ数には何かしらの相関があると考えられる。以上の二つを考え合わせると、 $W / (W + W)$ は の実車率と相関があると考えられる。図中の についても同様で考え、 $(\sqrt{W_{\alpha\gamma} \times W_{\beta\gamma}} + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\gamma\beta}}) / \{(\sqrt{W_{\alpha\gamma} \times W_{\beta\gamma}} + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\gamma\beta}}) + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\beta\gamma}}\}$ は の実車率と相関があると考えられる。この場合は三つの地点を扱うので、ピストン輸送ではなく巡回型輸送を想定する必要がある、 の実車率への影響は $W_{a\beta} / (W_{a\beta} + W_{ba})$ と比較して小さいと考える。


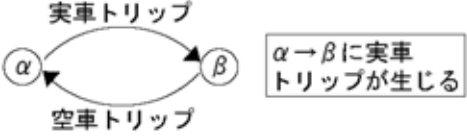

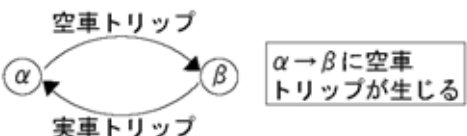
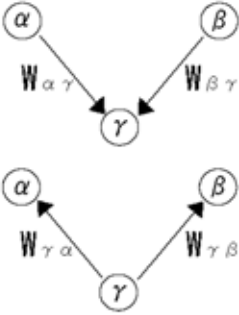
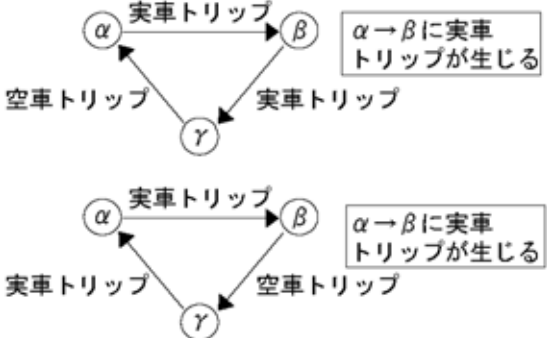
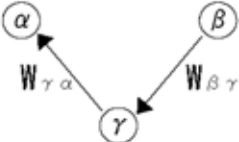
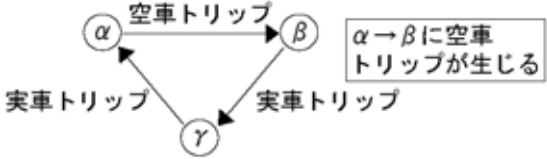
【貨物の動き】	代表的な【貨物車の動き】のパターン
<p>①</p>  <p>「$\alpha \rightarrow \beta$の貨物の1次的なつながり」$=W_{\alpha\beta}$</p>	
<p>②</p>  <p>「$\alpha \rightarrow \beta$の貨物の逆1次的なつながり」$=W_{\beta\alpha}$</p>	
<p>③</p>  <p>「$\alpha \rightarrow \beta$の貨物の2次的なつながり」 $=\sqrt{W_{\alpha\gamma} \times W_{\beta\gamma}} + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\gamma\beta}}$</p>	
<p>④</p>  <p>「$\alpha \rightarrow \beta$の貨物の逆2次的なつながり」 $=\sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\beta\gamma}}$</p>	

図 4-7 の実車率に影響を与えると考えられる「貨物の動き」(W_{ij} は ij 間の分布貨物重量)

以上の考察から、 $\alpha \rightarrow \beta$ の実車率を $W_{\alpha\beta} / (W_{\alpha\beta} + W_{\beta\alpha})$ と $(\sqrt{W_{\alpha\gamma} \times W_{\beta\gamma}} + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\gamma\beta}}) / \{(\sqrt{W_{\alpha\gamma} \times W_{\beta\gamma}} + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\gamma\beta}}) + \sqrt{W_{\gamma\alpha} \times W_{\beta\gamma}}\}$ の二つを説明変数として推計する重回帰式を求める（一つ目の説明変数を「1次的」、二つ目の変数を「2次的」と表現する）。パラメータの推定結果が表 4-6 である。「1次的」に比べて「2次的」の t 値はやや小さいが有意であり、「1次的」と「2次的」の間の相関係数も 0.37 と問題ないので、説明変数はこの二つにする。ただし説明変数を二つとしても実車率の推計の精度はそこまでよくないので、表 4-5 での現状値 0.604 を用いる手法との二パターン

で貨物車分布交通量を推計する事とする。

表 4-6 実車率を求める重回帰式のパラメータ推定結果（カッコ内は t 値）

観測値数	パラメータ推定結果			相関係数
	定数項	「1 次的」	「2 次的」	
4746	0.203 (7.65)	0.597 (55.20)	0.132 (3.22)	0.661

(4)変換の精度

「積載重量ベースの貨物車交通量」から貨物車分布交通量への変換について、「積載重量ベースの貨物車交通量」の実測値から品目別所要時間帯別平均積載率と実車率を用いて貨物車分布交通量を推計し、貨物車分布交通量の実測値と比較する事で、変換の精度を測った。その結果、実車率を分布貨物重量データを用いて推計した場合の貨物車分布交通量の推測値と実測値との間の相関係数は 0.828、実車率として現状の平均値を使用した場合の相関係数は 0.818 であった。貨物車分布交通量の推測値と実測値の比較状況を図示したのが図 4-7 である。相関係数から判断するとまずまずの結果だったが、散布図上では点がバラバラに点在している部分もあり、十分に精度よく推定できているとは言いがたい。

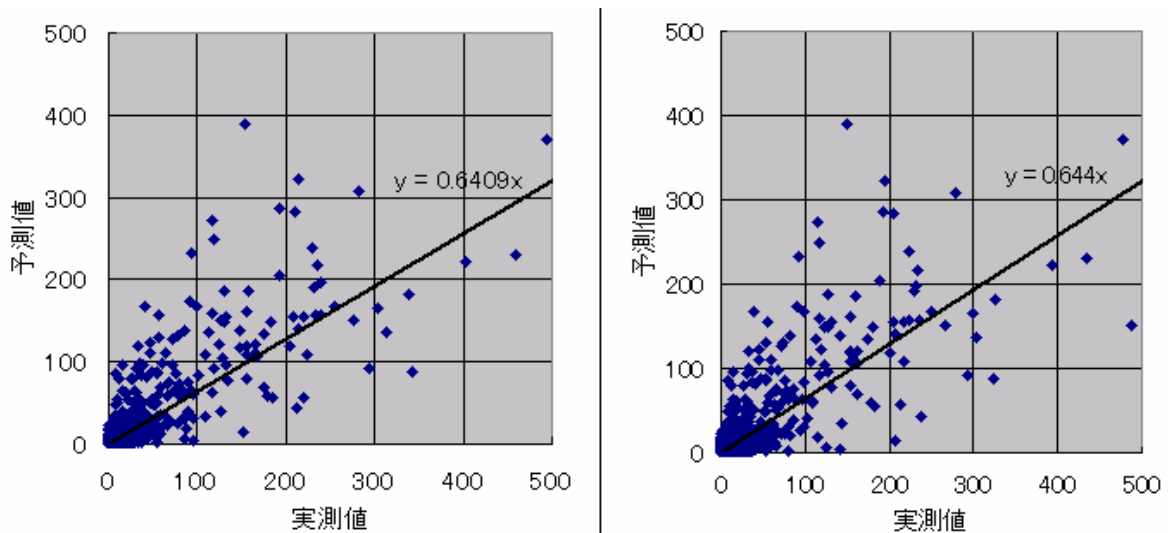


図 4-8 貨物車分布交通量の推定結果 1

（単位はトリップ、左図が実車率を分布貨物量から推計した場合、右図は実車率を現状の平均値にした場合）

4.2.3 「積載重量ベースの貨物車分布交通量」を用いたモデル全体の評価

モデル全体の構造は図 4-6 を参照。4.2.2(4)では「積載重量ベースの分布貨物車分布交通量」の実測値を使用して貨物車分布交通量を推計したが、今度は分布貨物重量を入力デー

タとして推計される貨物車分布交通量の精度を確認した。その結果、実車率を分布貨物重量データから推計した場合の貨物車分布交通量の推測値と実測値との間の相関係数は0.790、実車率として現状の平均値を使用した場合の相関係数は0.779であった。貨物車分布交通量の予測値と実測値の比較状況を図示したのが図4-9である。相関係数にしても散布図にしても4.2.2の結果から想定される範囲のものであった。図4-9中の実測値と予測値が100を超えた辺りに分布している点のほとんどが内々交通を示したものであるため、念のため内々交通を除いて4.2と同じ作業を行ったところ、貨物車分布交通量の予測値と実測値の相関係数は0.669となり、内々交通を含めた場合と比べて改善しなかった。

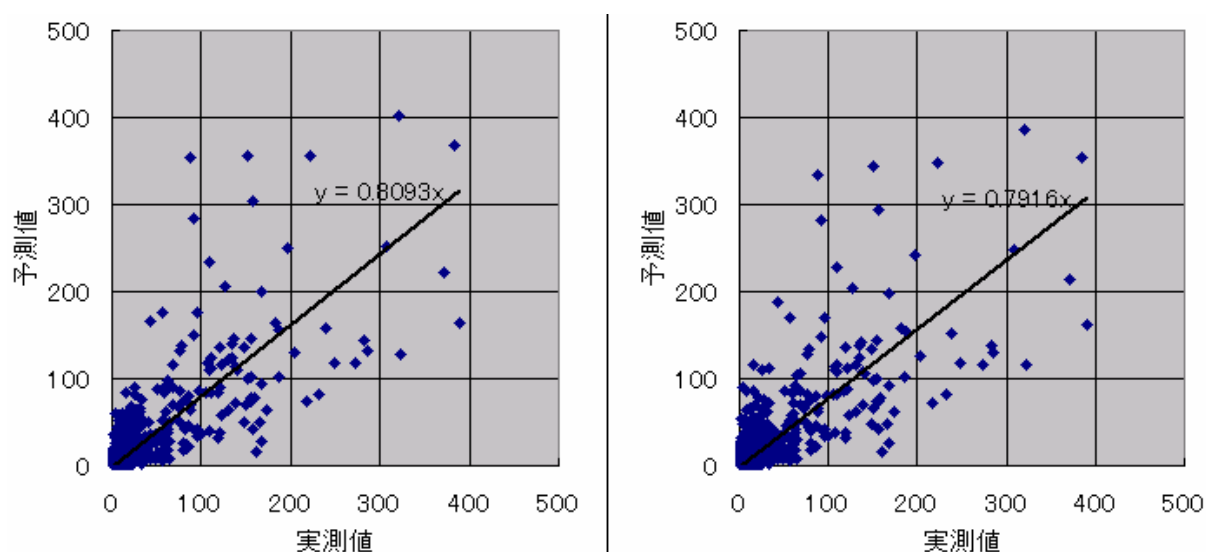


図4-9 貨物車分布交通量の推定結果2

(単位はトリップ、左図が実車率を分布貨物量から推計した場合、右図は実車率を現状の平均値にした場合)

4.3 「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデル

「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデルは、分布貨物重量データから「輸送ベースの分布貨物重量」への変換(4.3.1)と、「輸送件数ベースの分布貨物重量」から実車の貨物車分布交通量への変換(4.3.2)、実車の貨物車分布交通量から貨物車分布交通量全体への変換(4.3.3)の三段階に分かれる。

4.3.1 分布貨物重量データから「輸送件数ベースの分布貨物重量」への変換

図4-2からも分かるように「貨物の動き」と「輸送件数ベースの貨物の動き」は一対一に対応するので、特にモデル式を推定する必要はなく、変数を設定してやればよいと考える。つまり、分布貨物重量を輸送一件当りの平均貨物重量で割ってやれば、「輸送件数ベー

スの分布貨物重量」が求まる。輸送一件の貨物重量とは、図 4-2 左上の【貨物の動き】の中の「2t、3t、1t」がこれに該当する。

本研究のデータから、「貨物の動き」の発地と着地の間の所要時間帯別に輸送一件当りの品目別平均貨物重量を集計した結果が、表 4-7 である。

表 4-7 所要時間帯別品目別輸送一件当りの平均貨物重量（単位はkg）

	所用時間帯				計
	0~30 分	30~60 分	60~90 分	90 分	
農林水産品	349.11	633.61	1250.67	1922.11	557.12
鉱産品	2810.69	4010.78	5073.05	4750.48	3405.61
金属機械工業品	947.62	1529.27	3322.78	5671.71	1838.36
化学工業品	2910.38	2767.96	3651.57	5600.01	3201.89
軽工業品	479.35	930.33	1471.53	2537.99	816.84
雑工業品	390.37	817.61	1122.55	1678.64	662.20
特殊品	1227.27	1597.79	2308.85	3954.67	1458.37
その他	618.44	967.59	1416.84	1706.53	833.60

4.3.2 「輸送件数ベースの分布貨物重量」から実車の貨物車分布交通量への変換

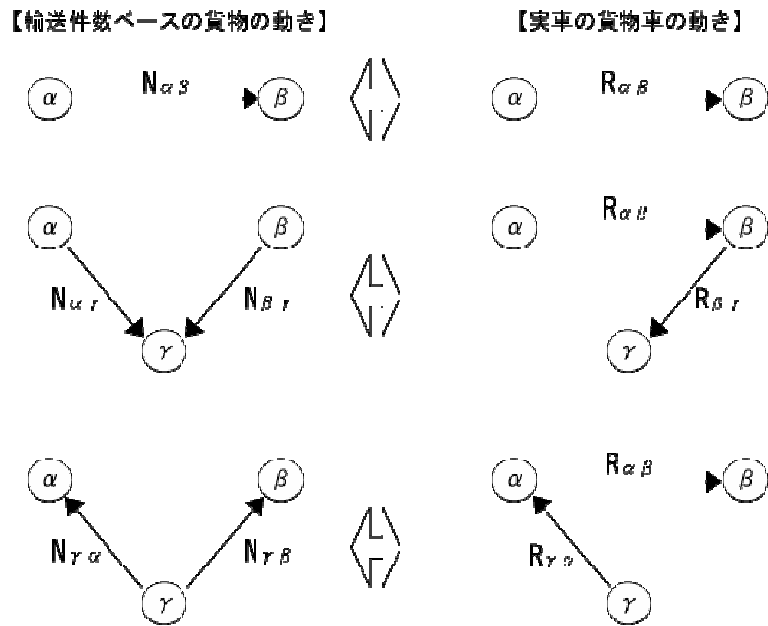
(1) 実車の貨物車分布交通量が生じる要因

基本的に 4.2.1(1)の議論と同様である。図 4-10 で説明すれば R_{ab} の実車貨物車トリップ数 R_{ab} は、「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」とも言うべき N_{ab} （これは「輸送件数ベースの分布貨物重量」に他ならない）、「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」とも言うべき $\sqrt{N_{\alpha\gamma} \times N_{\beta\gamma}}$ や $\sqrt{N_{\gamma\alpha} \times N_{\gamma\beta}}$ と何かしらの相関があると考え。一方で、4.2.1(1)で説明変数の候補として挙げた R_{ab} からの発生貨物重量と R_{ab} への集中貨物重量に対応する、 R_{ab} からの発生輸送件数と R_{ab} への集中輸送件数はここでは議論しない。4.2.1 では出力するものが重量ベースだったのに対し、今回は件数ベースなので影響が小さいと考える事、4.2.1 でも R_{ab} からの発生貨物重量と R_{ab} への集中貨物重量は結局、説明変数として採用されなかった事が理由である。

「輸送件数ベースの貨物の 1/2 次的なつながり」について、図 4-10 中の文字を用いてまとめると、

- ・ R_{ab} の「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」= N_{ab}
- ・ R_{ab} の「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」= $\sum_x (\sqrt{N_{\alpha x} \times N_{\beta x}} + \sqrt{N_{x\alpha} \times N_{x\beta}})$
(x は対象地域内のゾーン)

となる。



* $N_{\alpha\beta}$ は $\alpha \rightarrow \beta$ の輸送件数、
 $R_{\alpha\beta}$ は $\alpha \rightarrow \beta$ の実車貨物車トリップ数

図 4-10 で貨物車の実車トリップが生じる場合の「輸送件数ベースの貨物の動き」の代表例
 (N_{ij} は ij 間の輸送件数、 R_{ij} は ij 間の実車貨物車トリップ数)

そこで、 $R_{\alpha\beta}$ の「実車の貨物車の動き」に影響を与えるものは、 $N_{\alpha\beta}$ の「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」と $N_{\gamma\beta}$ の「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」、そしてゾーン間特性を示す一般的な指標である $T_{\alpha\beta}$ の平均所要時間の三つを説明変数の候補として検討する。

(2) モデルの構造

ゾーン間 $R_{\alpha\beta}$ の「実車の貨物車の動き」を推計するために、 $N_{\alpha\beta}$ の「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」、 $N_{\gamma\beta}$ の「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」、 $T_{\alpha\beta}$ の平均所要時間による重回帰分析を行う。分析の結果、説明変数の数が変化する事はあり得る。

(3) モデル構築に際しての説明変数の整理

< 「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」 >

「輸送件数ベースの分布貨物重量」と同一のものであるので、4.3.1 で本研究で使用するデータから品目別に集計したものをそのまま用いる。

< 「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」 >

4.3.2(1)にある式に従って計算する。品目別に集計する。

< 所要時間 >

既存研究¹⁴⁾のネットワークモデルにより計算したものをを用いる。

(4) モデル式の推定

(3)の三つの説明変数で、品目ごとに重回帰分析を行った結果は表 4-8 の通りである。表 4-8 のから所要時間の t 値が有意ではないので、説明変数から所要時間を除いた二つの説明変数で、品目ごとに重回帰分析を再度行った結果が表 4-9 である。説明変数の「1 次的なつながり」と「2 次的なつながり」の相関係数が 0.7 前後とやや高いのが気になるが、パラメータは有意であるし推定結果の相関係数も十分高いので、説明変数は表 4-9 の二つとする。

表 4-8 モデル式のパラメータ推定結果 (カッコ内は t 値、観測数は 5099)

	パラメータ推定結果				相関係数
	定数項	1 次的な つながり	2 次的な つながり	所要時間	
農林水産品	-0.076 (-2.36)	1.05 (130.33)	0.020 (11.15)	-0.00034 (-0.95)	0.949
鉱産品	0.00093 (0.21)	0.96 (206.15)	0.015 (12.14)	-0.000048 (-0.88)	0.981
金属機械工業品	-0.018 (-1.00)	1.01 (118.50)	0.016 (11.94)	-0.00041 (-2.18)	0.936
化学工業品	-0.019 (-1.14)	0.94 (92.33)	0.034 (17.04)	-0.00051 (-2.60)	0.922
軽工業品	-0.14 (-2.83)	1.12 (85.38)	0.020 (11.80)	-0.00026 (-0.47)	0.867
雑工業品	-0.13 (-3.87)	1.03 (70.01)	0.040 (16.06)	-0.000061 (-0.16)	0.860
特殊品	-0.032 (-1.45)	1.02 (110.88)	0.024 (9.99)	-0.000031 (-0.12)	0.938
その他	-0.18 (-5.46)	0.99 (74.56)	0.045 (18.73)	0.00051 (1.38)	0.881

表 4-9 説明変数が二つの場合のパラメータ推定結果（カッコ内は t 値、観測数は 5099）

	パラメータ推定結果			相関係数
	定数項	1 次的な つながり	2 次的な つながり	
農林水産品	-0.102 (-6.09)	1.05 (131.14)	0.021 (12.18)	0.949
鉱産品	-0.00243 (-1.04)	0.96 (206.39)	0.015 (12.56)	0.981
金属機械工業品	-0.050 (-5.24)	1.06 (118.62)	0.017 (13.18)	0.936
化学工業品	-0.056 (-6.11)	0.94 (92.24)	0.035 (17.91)	0.922
軽工業品	-0.16 (-6.73)	1.12 (84.45)	0.020 (12.73)	0.867
雑工業品	-0.14 (-7.84)	1.02 (70.32)	0.040 (17.16)	0.860
特殊品	-0.035 (-3.11)	1.02 (112.26)	0.024 (10.76)	0.938
その他	-0.14 (-8.39)	0.99 (75.01)	0.044 (19.38)	0.881

説明変数を「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」と「輸送件数ベースの貨物の 2 次的なつながり」の二つとした場合で、表 4-9 のパラメータを使用してゾーン別に全品目合計のゾーン間実車貨物車トリップ数の推定を行い、実測値と比較したものが図 4-11 である。散布図を見る限り問題はないし、実測値と予測値の相関係数も 0.968 となっているので、このモデルでいく。

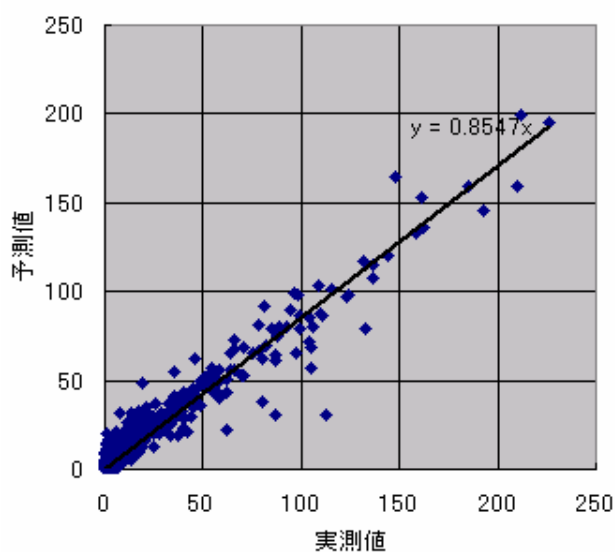


図 4-11 実車貨物車トリップ数の推定結果（単位はトリップ）

4.3.3 実車の貨物車分布交通量から貨物車分布交通量全体への変換

実車の貨物車分布貨物重量を実車率で割ってやれば、貨物車分布交通量全体が求まる。実車率に関しては 4.2.2(3)のように、現状の平均値を使用してもよいし、「1 次的なつながり」や「2 次的なつながり」を用いて推計してもよいが、4.2.2(3)では後者の方が若干変換の精度が高かったので、後者の手法でいく。

4.2.2(3)では、重回帰式の説明変数として重量ベースの「貨物の 1 次的なつながり」「貨物の逆 1 次的なつながり」「貨物の 2 次的なつながり」「貨物の逆 2 次的なつながり」を使用した。今度は輸送件数ベースのデータを用いる。「輸送件数ベースの貨物の 1 / 2 次的なつながり」については 4.3.1 でまとめたので、「輸送件数ベースの貨物の逆 1 / 2 次的なつながり」について以下のようにまとめる。 の輸送件数を $N_{\alpha\beta}$ とおくと、

- ・ の「輸送件数ベースの貨物の逆 1 次的なつながり」 = $N_{\beta\alpha}$
- ・ の「輸送件数ベースの貨物の逆 2 次的なつながり」 = $\sum_x \sqrt{N_{x\alpha} \times N_{\beta x}}$

(x は対象地域内のゾーン)

となる。これを品目別に集計する。その後は 4.2.2(3)と同様に考え、 $N_{\alpha\beta} / (N_{\alpha\beta} + N_{\beta\alpha})$ と $(\sqrt{N_{\alpha\gamma} \times N_{\beta\gamma}} + \sqrt{N_{\gamma\alpha} \times N_{\gamma\beta}}) / \{ (\sqrt{N_{\alpha\gamma} \times N_{\beta\gamma}} + \sqrt{N_{\gamma\alpha} \times N_{\gamma\beta}}) + \sqrt{N_{\gamma\alpha} \times N_{\beta\gamma}} \}$ の二つを説明変数として重回帰式を推定する (一つ目の説明変数を「1 次的」、二つ目の変数を「2 次的」と表現する)。パラメータの推定結果が表 4-10 である。重回帰式の精度は十分よいとは言えないが、現状の平均値を使用する場合と比べて大差はないと思われるので、この結果を分析に用いる。

表 4-10 実車率を求める重回帰式のパラメータ推定結果 (カッコ内は t 値)

観測値数	パラメータ推定結果			相関係数
	定数項	「1 次的」	「2 次的」	
4725	0.219 (12.78)	0.586 (55.20)	0.114 (4.52)	0.656

4.3.4 「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデル全体の評価

モデル全体の構造は図 4-12 の通りである。図 4-12 左の入力データを用いて図 4-12 右のゾーン間貨物車分布交通量を推計し、実測値と比較したのが図 4-13 である。推測値と実測値との間の相関係数は 0.768 であった。4.3.2 の変換モデルの精度は 0.968 であったので、4.3.1 の輸送一件当りの平均貨物重量が 4.3.3 の実車率に多少問題があったと考える。4.2 のモデルと比較して相関係数自体はやや悪いが、散布図を見ると回帰直線の傾きが 1 により近い値 (1.05) となっているし、比較的精度のよいモデルだと考える。

内々交通を除いて同じ作業を行ったところ、貨物車分布交通量の予測値と実測値の相関係数は 0.653 となり、内々交通を含めた場合と比べてモデルの精度の改善は見られなかつ

た。

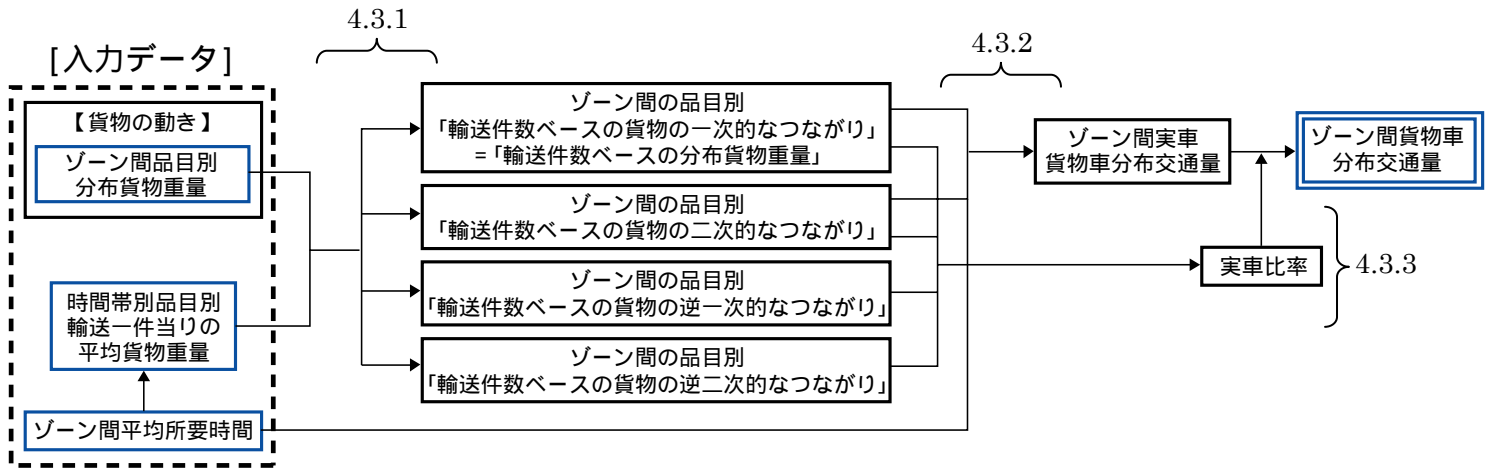


図 4-12 「輸送件数ベースの分布貨物重量」を用いたモデルの全体フロー図

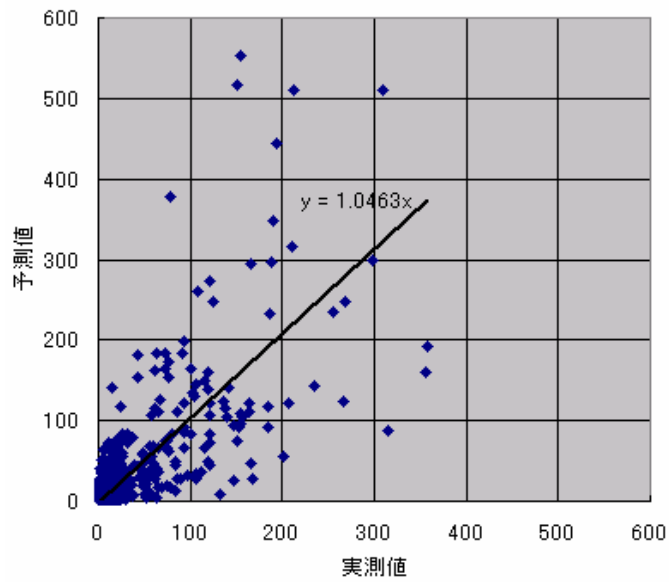


図 4-13 貨物車分布交通量の推定結果 (単位はトリップ)

第5章 発生集中交通量段階での予測モデル

5.1 モデルの概要

発生集中段階での予測モデルとは、一気に貨物車分布交通量を推計する分布交通量段階での予測モデルとは異なり、分布貨物重量データから発生集中交通量にまず変換し、その後で発生集中交通量から分布交通量を推計する、というように二段階の構造をとる。貨物車によって運ばれる物資の搬出入物資重量が貨物車の発生集中交通量を表すという観点のもとに作成され、既存研究では、発生集中貨物重量から平均積卸重量、積卸あり実車率、実車率などの指標により貨物車発生集中交通量に変換し、それから現在パターン法を用いて貨物車分布交通量を求めるものが多い。

5.2 で分布貨物重量データから貨物車発生集中交通量への変換モデル、5.3 で発生集中交通量から貨物車分布交通量を推計するモデルを開発する。

5.2 分布貨物重量データから貨物車発生集中交通量への変換モデル

5.2.1 貨物車が発生・集中する要因

まず、「物の動き」と関連のあるトリップを行う貨物車が対象ゾーンで発生する要因として、以下の三つが考えられる。

発生ゾーンで貨物を積み込むため

発生ゾーンで貨物を卸したため

(卸した後、次のトリップを行うためにそこで“発生”する)

トリップチェーンの始発トリップとして、対象ゾーン内の基地から出発するため分析対象である 32288 の貨物車トリップチェーンデータの発生要因の分布はどうなっているかを示したのが表 5-1 である。判定基準は、 に関しては上の通りで、 は始発トリップか、運行目的が「出勤」のトリップとした(データに運行目的が記載されているトリップの数は 32144)、 いずれにも属さなかった 3054 トリップのうち、最も多かった運行目的が「運搬以外の事務」で、924 トリップあった。

「物の動き」と関連のあるトリップを行う貨物車が対象ゾーンで集中する要因についても同様の分析を行った。集中の要因は以下の三つである。

集中ゾーンで貨物を卸すため

集中ゾーンで貨物を積み込むため

トリップチェーンの終着トリップとして、対象ゾーン内の基地に到着するため分析対象である 32288 の貨物車トリップチェーンデータの発生要因の分布はどうなっている

るかを示したのが表 5-2 である。判定基準は、
 に関しては上の通りで、
 は終着トリ
 ップか、運行目的が「帰社」か「帰宅」のトリップとした。
 いずれにも属さなかつ
 た 2607 トリップのうち、最も多かった運行目的はやはり「運搬以外の事務」で、1302 ト
 リップあった。

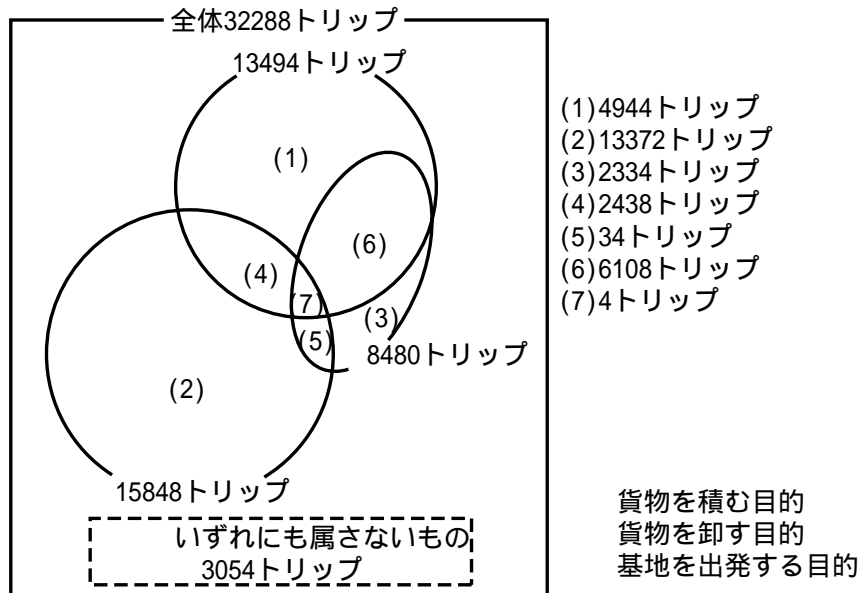


表 5-1 発生要因別のトリップの分類

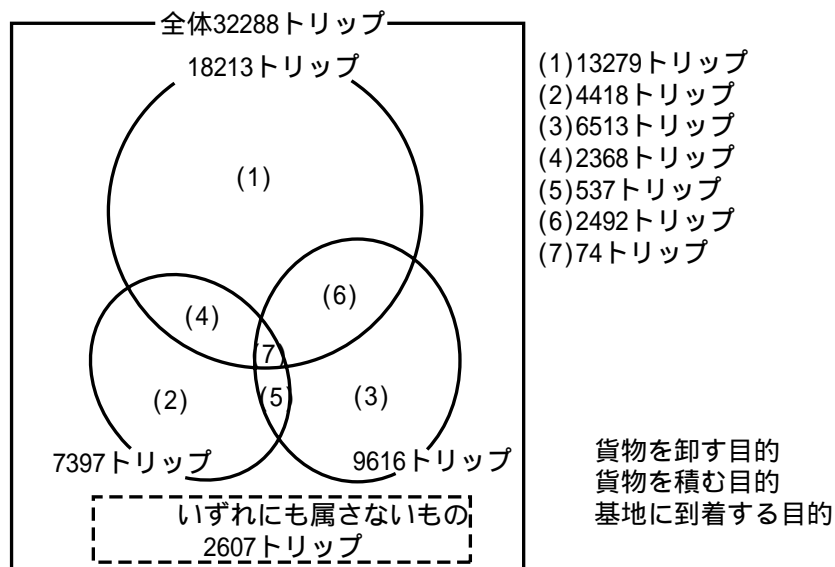


表 5-2 集中要因別のトリップの分類

5.2.2 変換モデルの構造

既存研究のモデルを振り返ると（例えば 2.4.1 参照）、モデルが多段階の構造であるため

に誤差が増幅しやすいとか、異なる説明変数で予測を行っているため発生交通量と集中交通量との間に差が生じやすいといった問題があった。そうした問題を解決するために、本研究の変換モデルは重回帰式を採用する。説明変数は、発生交通量に関しては ~ に対応した変数を、集中交通量に関しては ~ に対応した変数を用意する。つまり、 ~ に関しては「ゾーン別積み込み回数」、 ~ に関しては「ゾーン別卸し回数」、 ~ に関しては「ゾーン別本籍貨物車数」(本籍地が対象ゾーンにある貨物車台数)が適当だと考える。こうすることで、発生交通量と集中交通量の説明変数は同じとなるし、重回帰式により一度に推計を行うため、誤差が増幅する事もない。

「ゾーン別積み込み回数」については、分布貨物重量データから得られる発生貨物重量を「平均積み込み重量」で割る事によって求める。同じく「ゾーン別卸し回数」についても、分布貨物重量データから得られる集中貨物重量を「平均卸し重量」で割る事によって求める(図5-1を参照)。

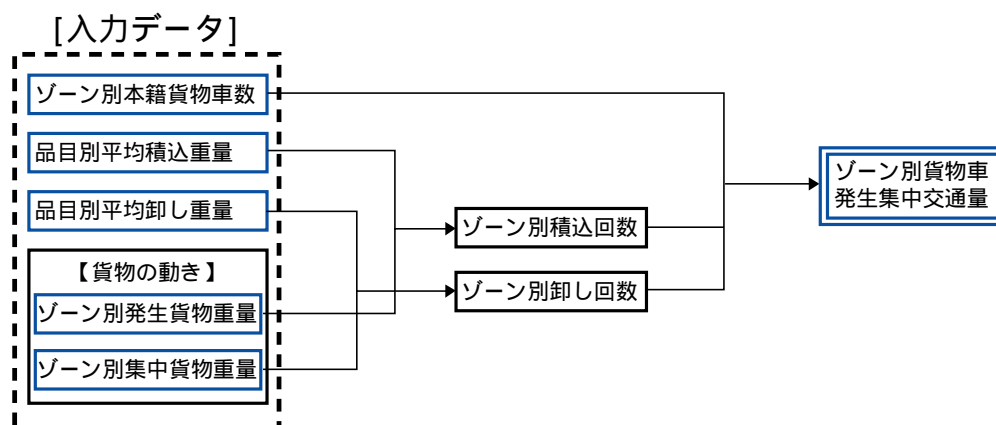


図 5-1 変換モデルのフロー図

なお、この変換は品目別に行う。道路交通センサスではデータ上、一度に多品目の貨物を積み卸す事はないので、品目別に積み込み/卸し回数を求めて、それらを合計してゾーンごとの総積み込み/卸し回数を出し、ゾーン別本籍貨物車数と共に重回帰分析をする。

5.2.3 モデル構築に際しての現況分析

入力データのうち「ゾーン別発生集中貨物重量」に関しては、既存研究によって構築されている物資流動の予測手法を用いて推定できるので、問題はない。

次に「本籍貨物車数」については、本来なら国土交通省の自動車登録検査業務データなどから集計すべきだが、本研究では便宜上道路交通センサスから整理する。この値に関しては物流施設の大規模な移転などが無い限りは大きく変化する事はないと思われるので、値の安定性の議論は省略する。

最後に「平均積み込み/卸し重量」については、道路交通センサスから整理した値を用い

るが、この値の安定性は確認の必要があると考える。そこで、この値が安定しているものかどうかを調べるために平成6年と平成11年（本研究で使用しているデータ）の「平均積み込み/卸し重量」を比較したものが、表5-3である。

表5-3 首都圏内々貨物車交通における品目別平均積み込み/卸重量の変化

	平均積み込み重量		平均卸し重量	
	平成6年	平成11年	平成6年	平成11年
農林水産品	699.14 (6370)	803.76 (4125)	493.97 (9407)	518.63 (5964)
鉱産品	4342.46 (2133)	3968.02 (1484)	3972.90 (2324)	3515.75 (1509)
金属機械工業品	1597.43 (5234)	1761.48 (3838)	1424.25 (6259)	1461.07 (4270)
化学工業品	3054.8 (3914)	3175.65 (2680)	2433.37 (5577)	2241.52 (3767)
軽工業品	1075.15 (5095)	1266.68 (3860)	606.30 (9297)	694.73 (6583)
雑工業品	651.12 (4625)	974.24 (3196)	452.47 (6690)	597.36 (4639)
特殊品	1212.42 (4729)	1545.72 (3270)	1206.27 (4751)	1442.90 (3444)
計	1503.32 (32100)	1671.62 (22453)	1145.69 (44305)	1172.95 (30176)

（単位はkg、カッコ内の数字はサンプル数を示す）

最近では物流の多頻度小ロット化が進んでいるというイメージがあるが、平成6～11年の期間は企業が物流コストを削減しようとしたか、特に平均積み込み重量に関して増加の傾向が見られる。ただし本研究のモデルは短期の交通需要予測を念頭においているので、この程度の増加幅ならば現状値をそのまま使用する事にする。なお、本研究で使用した平均積み込み/卸し重量は、表5-3の集計で使用したデータから更に絞り込んだものを集計して求めており、表5-4の通りである。

表5-4 本研究で使用する品目別平均積み込み/卸重量（単位はkg）

	農林水産品	鉱産品	金属機械工業品	化学工業品	軽工業品	雑工業品	特殊品	その他
積込重量	752.99	3616.60	2214.02	4286.76	1374.63	1047.61	1728.61	951.85
卸重量	567.67	3413.78	1859.39	3226.79	844.65	672.90	1579.44	607.57

5.2.4 モデル式の推定

説明変数をゾーン別本籍貨物車数、ゾーン別積み込み回数、ゾーン別卸し回数の三つで重回帰分析を行った結果は表5-5の通りである。

表 5-5 説明変数が 3 つの場合のパラメータ推定結果 (カッコ内の数字は t 値)

	観測値数	パラメータ推定結果				相関係数
		定数項	本籍貨物車数	積込回数	卸し回数	
発生交通量	142	21.16 (3.01)	0.76 (25.24)	-0.14 (-1.22)	0.36 (3.92)	0.956
集中交通量	142	21.04 (2.99)	0.77 (25.24)	-0.17 (-1.44)	0.38 (4.09)	0.956

表 5-5 を見ると積み込み回数のパラメータがマイナスになっており、明らかにおかしい。そこで説明変数同士の相関を見ることにし、その結果が表 5-6 である。

表 5-6 3 つの説明変数間の相関係数

	本籍貨物車数	積込回数	卸回数
本籍貨物車数	-	0.6050	0.6322
積込回数	0.6050	-	0.929
卸回数	0.6322	0.929	-

全ての間に相関があると言えるが、特に積み込み回数と卸し回数の相関は強く、別々の説明変数として並べるのは望ましくない。そこで積み込み回数と卸し回数を足し、その合計値と本籍貨物車数の 2 つを説明変数として、再度重回帰分析を行った。その結果が表 5-7 である。

表 5-7 説明変数が 2 つの場合のパラメータ推定結果 (カッコ内の数字は t 値)

	観測値数	パラメータ推定結果			相関係数
		定数項	本籍貨物車数	積込卸回数	
発生交通量	142	21.64 (3.03)	0.77 (25.03)	0.14 (5.63)	0.953
集中交通量	142	21.55 (2.99)	0.77 (24.95)	0.14 (5.50)	0.953

このパラメータ推定結果は相関係数も十分高いし、特に問題は無いので、このパラメータを使用して発生集中交通量の推定を行い、実測値と比較したものが図 5-2 である。図からは分かりにくいですが、既存研究の予測結果に見られるような発生交通量と集中交通量の差もほとんど見られない。

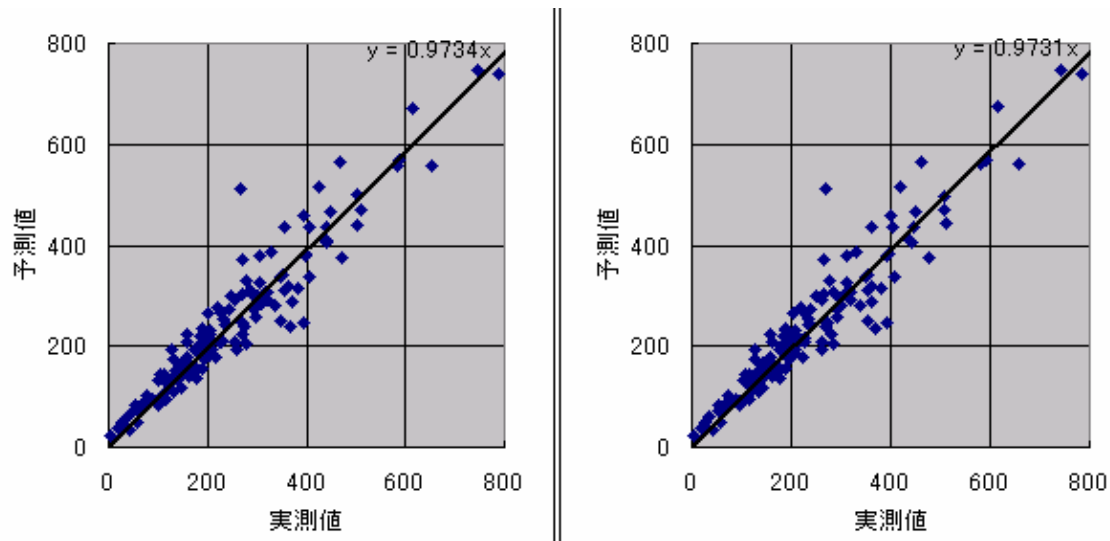


図 5-2 発生集中交通量の推定結果（単位はトリップ。左図が発生、右図が集中。）

5.3 貨物車発生集中交通量から貨物車分布交通量への変換モデル

5.3.1 重力モデル

(1)内々交通を含めた分析

発生集中交通量から分布交通量を推計する際、現状値に頼らない手法として最も一般的なものが重力モデルである。既存研究でも各都市圏で重力モデルの開発を試みられているのだが、実測値と予測値の相関係数が 0.2~0.6 前後となって適合度がよくないため採用されないのが一般的である。本研究のデータは事前に「物の動き」に関連のあるトリップチェーンに絞っており、このデータを使用すれば推定結果が異なる事も考えられるので、重力モデルを推計した。重力モデルの式は下の通りである。

$$X_{ij} = C \frac{G_i^\alpha A_j^\beta}{T_{ij}^\gamma}$$

X_{ij} : i ゾーン j ゾーン間の貨物車分布交通量
 G_i : i ゾーン間の貨物車発生交通量
 A_j : j ゾーン間の貨物車集中交通量
 T_{ij} : i ゾーン j ゾーン間の所要時間
 α, β, γ, C : 回帰によるパラメータ

距離抵抗として所要時間を用いたが、所要時間データは道路交通センサスから集計したものと既存研究¹⁴⁾のネットワークモデルにより計算したものと二種類用意した。それぞれの場合の推定結果が表 5-8 である。観測値数が異なるのは、センサスデータには全てのゾーン間の所要時間データが存在せず、データの無かったゾーン間を除去した事に起因する。相関係数が 0.418 と 0.614 というのは決して良いとは言えないし、と の推定結果が 0.2 前後というのも重力モデルの式としてはおかしい（発生集中交通量が 2 倍になっても、分布交通量は約 1.1 倍にしかならないという点で）。

表 5-8 重力モデルのパラメータ推定結果（カッコ内の数字は t 値）

所要時間データの作成方法	観測値数	パラメータ推定結果				実測値と予測値との相関係数
		C				
センサデータを使用した場合	5215	2.51 (16.12)	0.22 (11.54)	0.23 (11.83)	-0.97 (-52.07)	0.486
既存モデルを使用して計算した場合	5239	3.32 (24.47)	0.15 (8.84)	0.17 (10.06)	-1.06 (-72.83)	0.614

モデルの適合度がより良かった、所要時間データを既存研究のモデルから計算した場合の重力モデルを用いて分布交通量の推定を行い、実測値と比較したものが図 5-3 である。図を見ても、このモデルの精度が良くない事が明らかである。特に実測値が 200 トリップを超えるような大きい値の場合に誤差が大きい。これらの場合の多くはゾーン内々交通であるので、次にゾーン内々交通を除去して分析を行う。

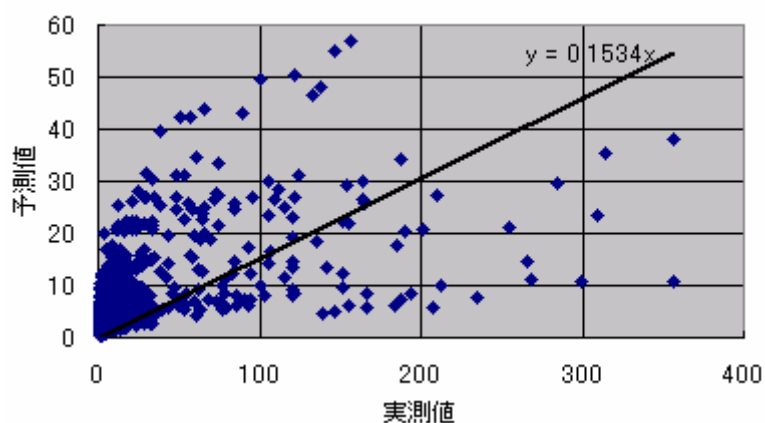


図 5-3 重力モデルを用いた分布交通量の推定結果（単位はトリップ）

(2)内々交通を除去した場合の分析

(1)と同様に重力モデル式の推定を行った。所要時間データは、(1)でよりモデルの適合度が良かった、既存研究のネットワークモデルを用いて計算したものをを用いた。相関係数は逆に小さくなり、 ρ も更に 1 から遠い値となった。

表 5-9 内々交通を除去したデータで重力モデルのパラメータ推定結果（カッコ内の数字は t 値）

観測値数	パラメータ推定結果				実測値と予測値との相関係数
	C				
5099	3.51 (26.75)	0.06 (3.75)	0.09 (5.68)	-0.87 (-55.82)	0.596

表 5-9 のパラメータを使用して分布交通量の推定を行い、実測値と比較したものが図 5-4 である。

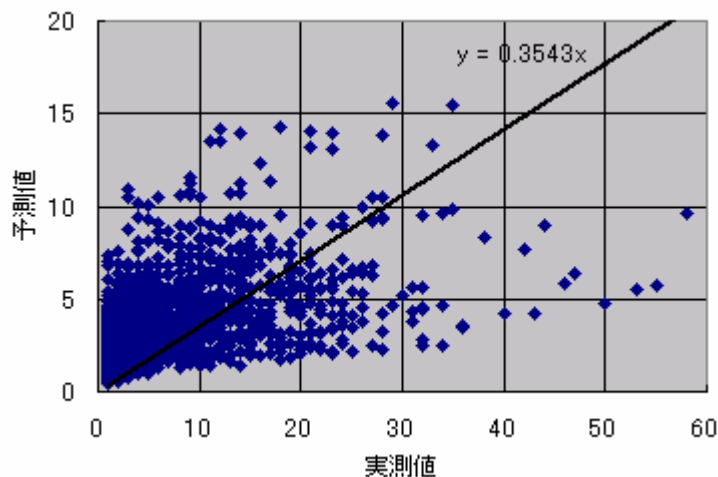


図 5-4 内々交通を除いたデータで重力モデルを構築した際の分布交通量の推定結果 1(単位はトリップ)

内々交通を除いてもなお、実測値が大きめのゾーン間に関してうまく説明できていない。散布図上の外れ値を一つ一つ確認してみると、いずれも実績値が大きだけでなく所要時間の短いゾーン間であった。3.3.1 で所要時間の長いゾーン間ほど 1 トリップ輸送の割合が大きかった事を確かめたが、一方で、所要時間の短いゾーン間ではトリップ数が増えやすい巡回型輸送が多い事が考えられる。つまり、ゾーン間の所要時間の差によって分布貨物重量にも違いが生じるだけでなく、輸送形態にも影響があるため、分布交通量の差がより大きくなって出てくるのではなかろうか。そのため、通常の重力モデルでは表現しにくい交通量の分布をしていると考えられる。図 5-5 は所要時間帯別の分布交通量の実測値と予測値を示したものだが、予測値と比べて、実測値は所要時間の短い区間と長い区間で際立った違いを見せている。

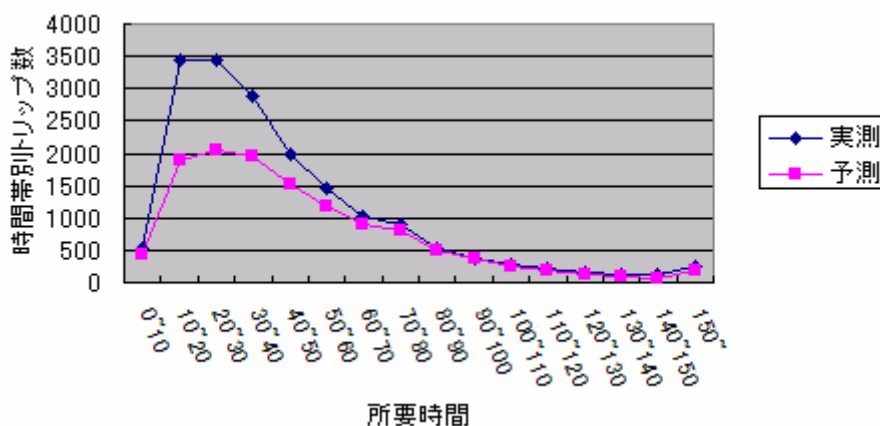


図 5-5 内々交通を除いたデータで重力モデルを構築した際の分布交通量の推定結果 2

5.3.2 変形重力モデル

5.3.1 の重力モデルではゾーン間特性を表すものとして所要時間のみを用いたが、その他に 4.2.1 で考えた「貨物の 1 次的なつながり」「貨物の 2 次的なつながり」も重力モデルに組み込んでみる。つまり、5.3.1(1)の所要時間データとして既存研究のモデルから計算したものを採用した場合、重力モデルは、

$$(\text{分布交通量}) = E^{3.32} \times \frac{(\text{発生交通量})^{0.15} \times (\text{集中交通量})^{0.17}}{(\text{所要時間})^{1.06}} \quad \dots(i)$$

という形であった。この式の右辺の分母をゾーン間特性変数とみなし、(i)式を変形して以下のように表現する。

$$(\text{ゾーン間特性変数}) = E^{3.32} \times \frac{(\text{発生交通量})^{0.15} \times (\text{集中交通量})^{0.17}}{(\text{分布交通量})} \quad \dots(ii)$$

このゾーン間特性変数について、各ゾーン間について右辺に現状値を代入すればとりあえず求まる。一方、これを所要時間と「貨物の 1 次的なつながり」、「貨物の 2 次的なつながり」の三つの自然対数を説明変数とする重回帰式で表現するために、回帰式のパラメータを推定する。結果が表 5-10 である。

表 5-10 ゾーン間特性変数を求めるモデルのパラメータ推定結果（カッコ内の数字は t 値）

観測値数	パラメータ推定結果				相関係数
	log(定数項)	log(時間)	log(「1 次的」)	log(「2 次的」)	
3774	2.52 (12.93)	1.11 (54.48)	-0.16 (24.36)	-0.13 (-8.09)	0.736

この結果と(ii)式を合わせると、以下のような式ができる。

$$E^{2.52} \times \frac{(\text{所要時間})^{1.11}}{(\text{「1次的」})^{0.16} \times (\text{「2次的」})^{0.13}} = E^{3.32} \times \frac{(\text{発生交通量})^{0.15} \times (\text{集中交通量})^{0.17}}{(\text{分布交通量})} \quad \dots(iii)$$

(iii)式を変形し、最終的に分布交通量を求める式は以下ようになる。

$$(\text{分布交通量}) = E^{0.48} \times \frac{(\text{発生交通量})^{0.15} \times (\text{集中交通量})^{0.17} \times (\text{「1次的」})^{0.16} \times (\text{「2次的」})^{0.13}}{(\text{所要時間})^{1.11}} \quad \dots(iv)$$

(iv)式を用いて分布交通量の予測を行い、実測値と比較したのが図 5-6 である。予測値と実測値の相関係数自体は 0.767 とそこまで悪くなかったが、散布図を見ればモデルの精度に難がある事が明らかである。

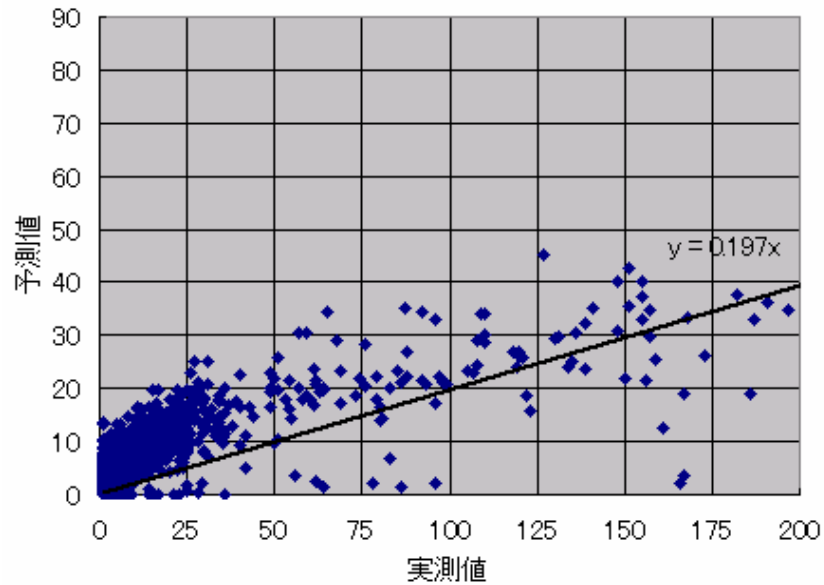


図 5-6 変形重力モデルにより推計された分布交通量の推定結果(単位はトリップ)

5.3.3 貨物車の集中ゾーン選択モデル

(1)モデルの構造

5.1 の考察からゾーンごとの貨物車発生集中交通量に関しては高い精度で予測が可能となっている。ここではそのうち発生交通量に着目し、各ゾーンで発生する交通量がそれぞれどれだけの割合でどのゾーンに向かうかを決定する集中ゾーン選択モデルを構築する。

扱う発生交通量の中には実車も空車も両方含まれている。そのため第 4 章での考察をもとに、集中ゾーン選択に影響を及ぼすと考えられる変数として、ゾーン間の「貨物の 1 次的なつながり」(実車のピストン輸送に関連)、「貨物の逆 1 次的なつながり」(空車のピストン輸送に関連)、「貨物の 2 次的なつながり」(実車の巡回型輸送に関連)、「貨物の逆 2 次的なつながり」(空車の巡回型輸送に関連)、所要時間の五つを考える。最初の四つに関しては、4.2 で用いた重量ベースのものと 4.3 で用いた件数ベースのものがあるが、予測対象がトリップ選択割合なので、トリップと概念がより近い件数ベースのものを用いる。

モデル構造は、式(a)、(b)の集計ロジット型とし、パラメータ推定には式(c)、(d)の発生交通量による重みつき対数尤度関数を用いた最尤推定法を使用する。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_j)}{\sum_j \exp(V_j)} \quad (a)$$

$$V_j = \sum_k \theta_k Z_{jk} \quad (b)$$

$$\ln L = \sum_i^N w_i \sum_j P_{ij}^0 \cdot \ln P_{ij} \quad (c)$$

$$w_i = \frac{A_i}{\sum_i^N A_i} \cdot N \quad (d)$$

N : ゾーン数、 w_j : 重み
 P_{ij}^0 : i ゾーン発の j ゾーン着割合の実測値
 P_{ij} : i ゾーン発の j ゾーン着割合の予測値
 A_i : i ゾーン発生量
 V_i : i ゾーンに集中する事による効用
 θ_k : 効用の要因 Z_{jk} に対するパラメータ
 Z_{jk} : 集中地選択の際に影響する k 番目の要因

(2)モデル構築に際しての説明変数の整理

< 輸送件数ベースの貨物の (逆) 1 / 2 次的なつながり >

4.3.2、4.3.3 で、本研究のデータと図 4-7 の輸送一件当りの平均貨物重量から整理したものをを用いる。4.3.2、4.3.3 では品目別に集計したが、今回のモデルの予測結果には空車トリップも関連し、空車トリップは品目別にする事ができないので、「輸送件数ベースの貨物の (逆) 1 / 2 次的なつながり」についても品目別に集計したものをあらかじめ足し合わせて、全品目共通の値を用意する。

< 所要時間 >

既存研究¹⁴⁾のネットワークモデルにより計算したものをを用いる。

(3)モデル式の推定

モデルの推定結果が表 5-11 である。目安としては、 t 値の絶対値が 1.96 を超えれば対応する変数は統計的に 95% の信頼度で選択確率に影響を与える要因とみなせ、尤度比²は 0.2 以上あれば妥当なモデルと判断される。

表 5-11 集中ゾーン選択モデルのパラメータ推定結果 1

	推定値	t 値
貨物の 1 次的なつながり	0.00704476	4.63223
貨物の逆 1 次的なつながり	-0.00268863	-1.24321
貨物の 2 次的なつながり	0.00334879	4.20430
貨物の逆 2 次的なつながり	0.00650593	3.27530
所要時間	-0.056935	-30.9667
尤度比 ²	0.433	

表 5-11 で推定されたパラメータを用いて各ゾーンでの発生交通量に関して集中ゾーン選択確率を求めて、それをもとにゾーン間分布交通量を推計したところ、実測値と予測値の相関係数は 0.882 となったように、比較的精度の高いモデルとなった。しかし、表 5-11 を見直すと、所要時間以外の説明変数に関してはパラメータが正となるべきものであるのに、

「輸送件数ベースの貨物の逆 1 次的なつながり」のパラメータが負となっている。これは説明変数同士の相関関係に原因があると考えて、説明変数同士の相関係数を調べてみた。結果は表 5-12 の通りである。

表 5-12 説明変数同士の相関係数

	「1 次的」	「逆 1 次的」	「2 次的」	「逆 2 次的」	所要時間
「1 次的」	-	0.8931	0.6418	0.3479	-0.1712
「逆 1 次的」	0.8931	-	0.6388	0.4162	-0.1710
「2 次的」	0.6418	0.6388	-	0.7730	-0.3699
「逆 2 次的」	0.3479	0.4162	0.7730	-	-0.3864
所要時間	-0.1712	-0.1710	-0.3699	-0.3864	-

予想通り「輸送件数ベースの貨物の 1 次的なつながり」と「輸送件数ベースの貨物の逆 1 次的なつながり」の相関係数が約 0.9 とかなり高めで、これがパラメータ推定に悪影響を及ぼしていると考えられる。そこで当初五つあった説明変数から「輸送件数ベースの貨物の逆 1 次的なつながり」を取り除き、四つの説明変数で再度モデル式の推定を行う。その結果が表 5-13 の通りである。t 値、尤度比²ともに問題はない。

表 5-13 集中ゾーン選択モデルのパラメータ推定結果 2

	推定値	t 値
貨物の 1 次的なつながり	0.00452787	2.64746
貨物の 2 次的なつながり	0.00333253	4.12667
貨物の逆 2 次的なつながり	0.00621109	3.14373
所要時間	-0.056924	-31.0006
尤度比 ²	0.433	

先ほどと同様に分布交通量の予測値と実測値の相関係数を調べたところ、やはり 0.882 となり、相互の関係性を示したのが図 5-7 である。更にゾーン間所要時間帯別の再現性を分析したのが図 5-8 で、推定された分布交通量を着ゾーンごとに集計した値の実測値と予測値の比較を行ったのが図 5-9 である。図 5-7 はトリップ数の多いゾーン間に関して多少外れ値が見られるが、図 5-8 から所要時間帯別では分布交通量は精度よく再現されていると分かるし、図 5-9 でも回帰曲線の傾き、相関係数ともに良好な結果となっている。これまでのモデルと比べれば、総じてよい結果といえる。

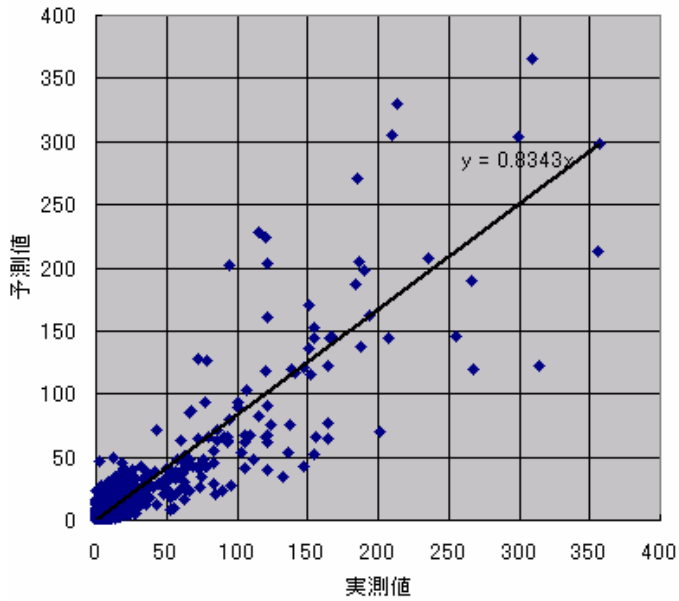


図 5-7 分布交通量の推定結果(単位はトリップ)

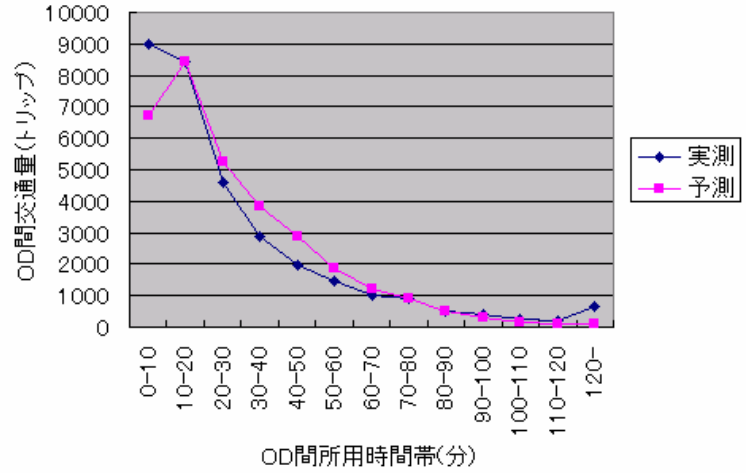


図 5-8 ゾーン間所要時間帯別の交通量再現性

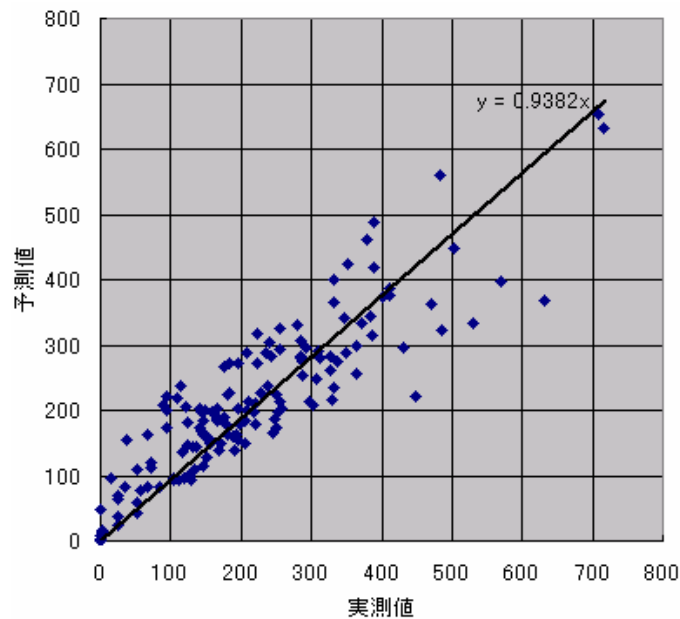


図 5-9 着ゾーン集中量の現状再現性 (単位はトリップ。相関係数は0.884。)

説明変数同士の強い相関を考慮して先ほどは説明変数を一つ減らしたが、内々交通を除いて議論する事でも説明変数同士の強い相関を緩和する事が可能と考える。表 5-12 で「貨物の 1 次的なつながり」と「貨物の逆 1 次的なつながり」の相関係数が 1 に近かったのは、ゾーン間ペアに内々のものが含まれていて、ゾーンの内々であれば両者の値が等しい事が関係している。図 5-7 中の外れ値も内々交通が作用していると考えられるので、ゾーン間ペアから内々を除いて、もう一度モデルの推定を行う。その結果が表 5-14 である。この場合

でも確認のために説明変数同士の相関係数も調べたが、結果は表 5-15 の通りである。表 5-15 では「1 次的」と「逆 1 次的」の強い相関は解消されたが、「2 次的」と「逆 2 次的」の相関が強いのが若干気になる。ただ、表 5-14 ではパラメータの正負も直感通りであり、t 値の絶対値も 1.96 を超えているので、このモデルでいく。

表 5-14 内々を除いた場合の集中ゾーン選択モデルのパラメータ推定結果

	推定値	t 値
貨物の 1 次的なつながり	0.016712	4.00677
貨物の逆 1 次的なつながり	0.013391	4.18794
貨物の 2 次的なつながり	0.010375	6.74318
貨物の逆 2 次的なつながり	0.00569541	2.59090
所要時間	-0.041820	-36.0200
尤度比 ²	0.249	

表 5-15 内々を除いた場合の説明変数同士の相関係数

	「1 次的」	「逆 1 次的」	「2 次的」	「逆 2 次的」	所要時間
「1 次的」	-	0.4258	0.3976	0.3517	-0.2056
「逆 1 次的」	0.4258	-	0.3976	0.3585	-0.2054
「2 次的」	0.3976	0.3976	-	0.8544	-0.4262
「逆 2 次的」	0.3517	0.3585	0.8544	-	-0.3918
所要時間	-0.2056	-0.2054	-0.4262	-0.3918	-

先ほどと同様に分布交通量の予測値と実測値を比較した結果が図 5-10 であり、ゾーン間所要時間帯別の再現性を分析したのが図 5-11、推定された分布交通量を着ゾーンごとに集計した値の実測値と予測値の比較を行ったのが図 5-12 である。図 5-10 の分布交通量の予測値と実測値との相関係数は 0.778 で、内々を含んでモデルを推計した場合より若干悪い結果となっている。図 5-11、図 5-12 に関しては先ほどと比べて大きな変化は無く、問題はない。

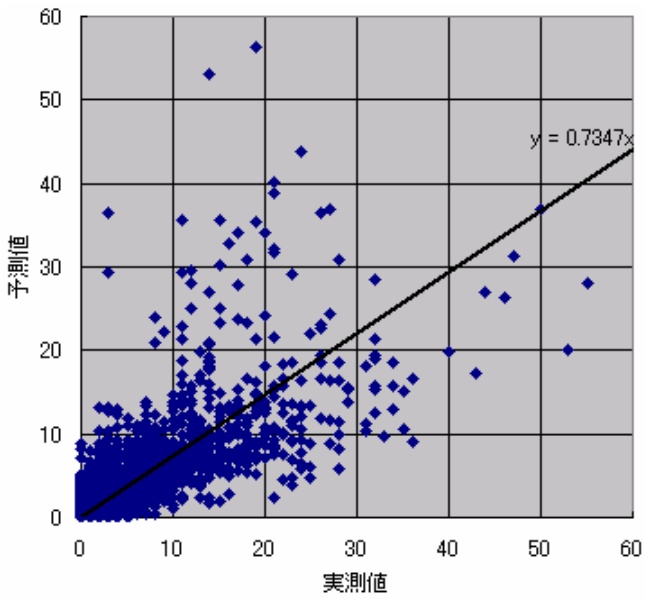


図 5-10 分布交通量の推定結果(単位はトリップ)

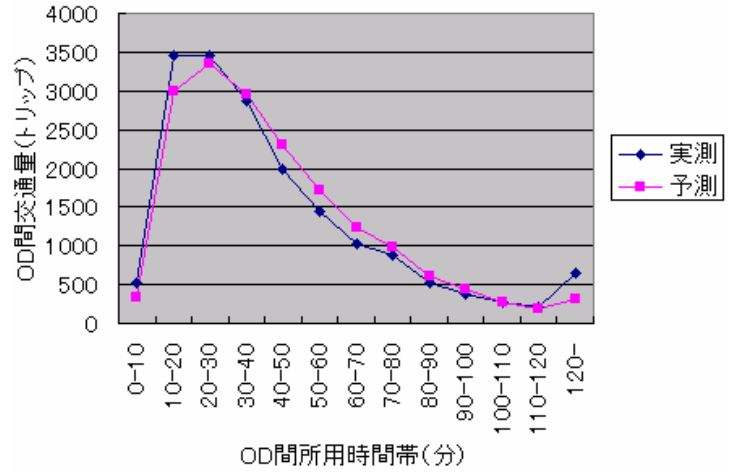


図 5-11 ゾーン間所要時間帯別の交通量再現性

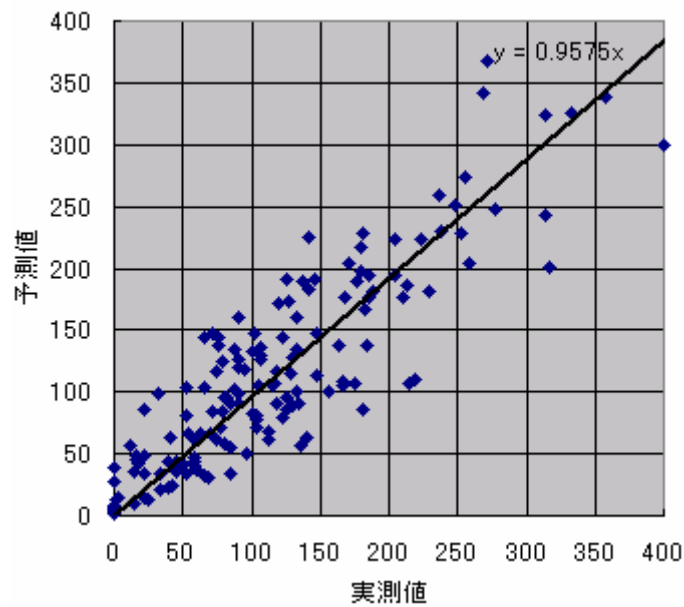


図 5-12 着ゾーン集中量の現状再現性(単位はトリップ。相関係数は0.887。)

5.4 発生集中交通量段階での予測モデルのまとめ

5.3 のモデルは 5.2 での貨物車発生集中交通量の予測結果をもとにしたものだったので、5.2 と 5.3 を合わせた予測結果の評価を行う。5.3 に関しては幾つかモデルを構築したが、現状再現性で最もよい結果を得た 5.3.3 の集中ゾーン選択モデル(内々を含む場合)を評価

対象とする。

5.4.1 発生集中交通量段階での予測モデルの全体の流れ

第5章のモデル全体のフロー図は図5-13の通りである。

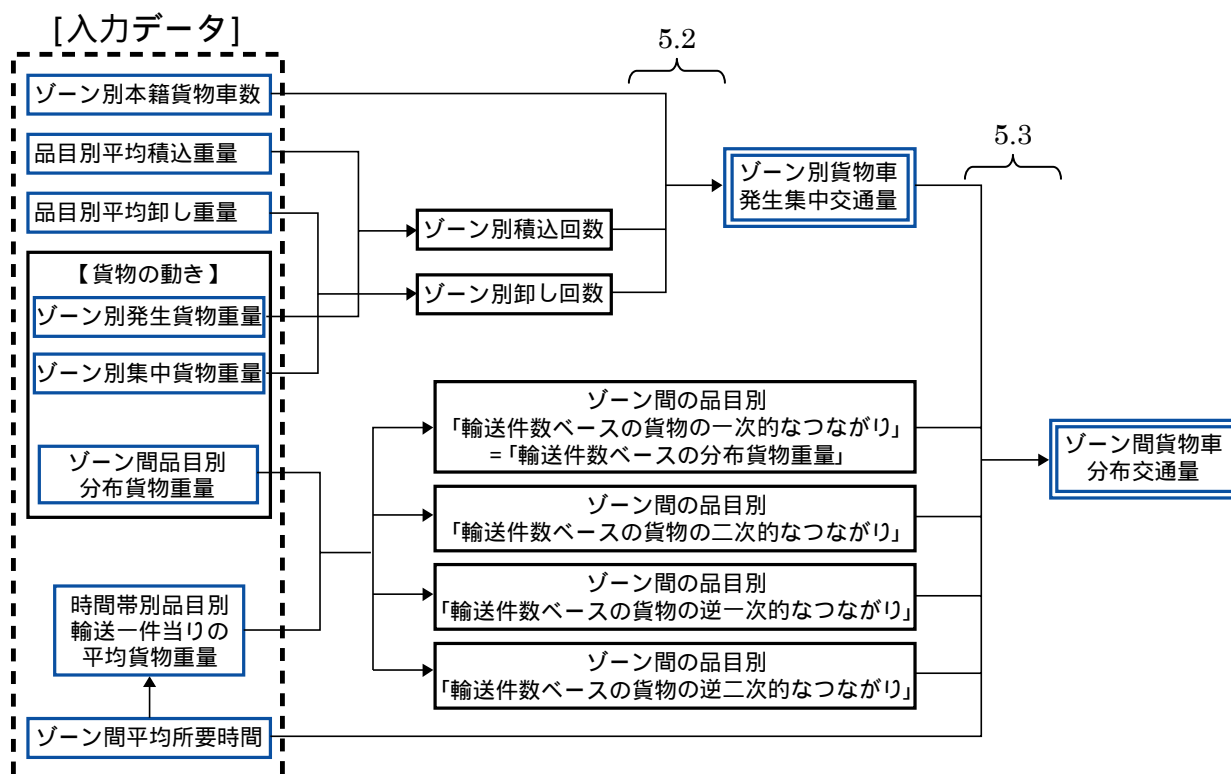


図 5-13 発生集中交通量段階での予測モデルのフロー図

5.4.2 発生集中交通量段階での予測モデルの精度

5.2 での発生集中交通量を推定するモデルの精度に関して、実測値と予測値の相関係数は 0.953 であり、5.3 での分布交通量を推定するモデルの精度に関して、入力データである発生集中交通量は実際の値を使用した場合の実測値と予測値の相関係数は 0.882 であった。そこで、5.2 で推定された発生集中交通量を 5.3 で用いて分布交通量を推定する際の、変換の精度を調べる。

5.3.3 と同様に分布交通量の予測値と実測値との関係性を示したのが図 5-14 で、ゾーン間所要時間帯別の再現性を分析したのが図 5-15、推定された分布交通量を着ゾーンごとに集計した値の実測値と予測値の比較を行ったのが図 5-16 の三つを示した。図 5-14 の分布交通量の予測値と実測値との相関係数は 0.864、図 5-16 の着ゾーンごとの集中交通量の予測値と実測値の相関係数は 0.862 である。発生集中交通量が実測値だった 5.3.3 と比べても大き

な変化は無く、5.2 と 5.3 を経ることで分布交通量がある程度高い精度で推計できる事が確認された。

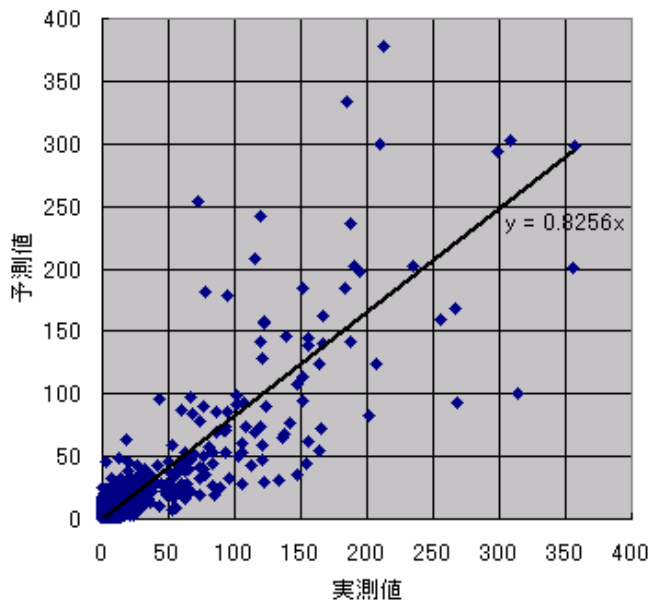


図 5-14 分布交通量の推定結果(単位はトリップ)

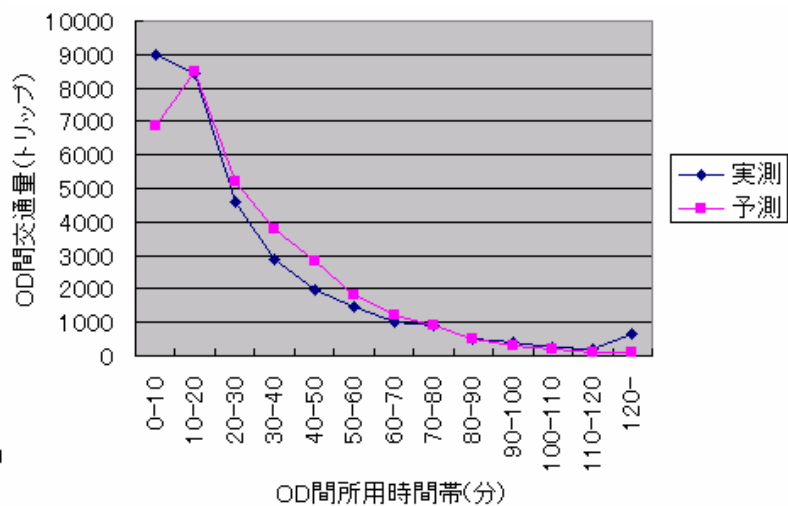


図 5-15 ゾーン間所要時間帯別の交通量再現性

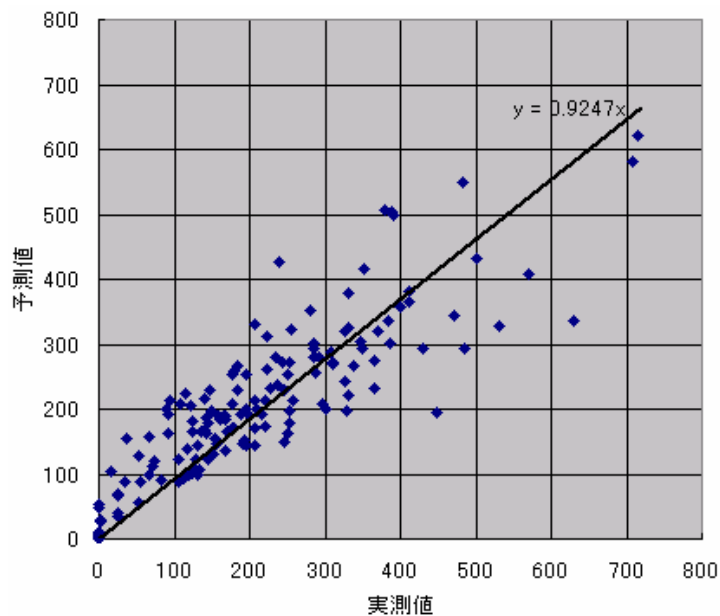


図 5-15 着ゾーン集中量の現状再現性 (単位はトリップ)

第 6 章 施策評価への利用

第 4 章、第 5 章を通じて貨物車分布交通量に関して最も現状再現性が高かった、【5.2 の貨物車発生集中交通量予測モデル】 + 【5.3.3 の集中ゾーン選択モデル】を用いて施策評価を行う。6.1 でこのモデルを用いた施策評価手法を説明し、6.2 では仮想空間を取り上げて実際に評価を行う。

6.1 施策評価の概要

6.2.1 施策評価手法の概要

【5.2 の貨物車発生集中交通量予測モデル】 + 【5.3.3 の集中ゾーン選択モデル】の流れは、図 5-13 に示されている。このモデルの入力データは、ゾーン間品目別分布貨物重量（「物の動き」）、ゾーン間所要時間、品目別平均積み重量・卸し重量・貨物重量（この三つはそれぞれ連動性があると考えるので一まとまりにする）、ゾーン別本籍貨物車数の大まかに四つである。ある施策を実施した場合、これらの入力データにも変化が生じるはずで、そのため変化後の新しい入力データを用いて新しい貨物車分布交通量を推計でき、貨物車分布交通量の変化分を調べる事で施策評価を行うのである（図 6-1 参照）。

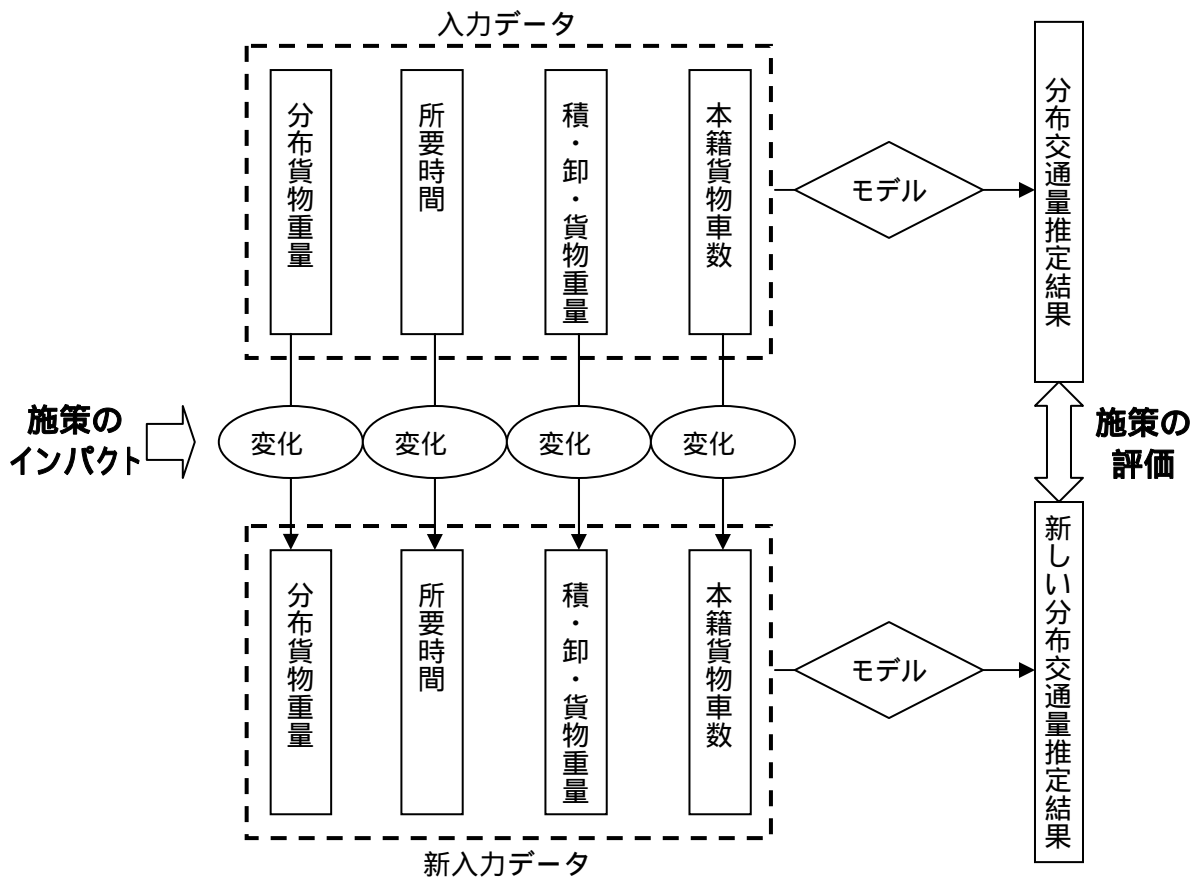


図 6-1 施策評価の概要

施策実施により四つの入力データに生じる、図 6-1 中の「変化 ~ 」について考察を加える。

<変化 >

分布貨物重量は、貨物の発生集中源となる施設が各ゾーンにどの程度立地しているかで決まってくるので、一般的な交通施策による分布貨物重量の変化はかなり小さいと考える。仮に分布貨物重量を変化させるような施策であったとしても、既存研究⁶⁾で産業連関モデルを内包した経済モデルによって発生集中貨物量や分布貨物量を推計する手法が確立されているので、その推計の仮定で施策の影響を考慮する事はできると考える。

<変化 >

交通ネットワーク分析に関する研究の蓄積により、各種施策を実施した場合のゾーン間所要時間変化を予測する事は多くの場合、可能である。例えば円山¹⁴⁾は、道路を新設したりロードプライシングを実施したりして交通ネットワーク条件が変化した場合のゾーン間所要時間を推計するソフトを開発している。

<変化 >

平均積み重量・卸し重量・貨物重量に対する施策のインパクトはある程度あると予想されるが、どの程度の変化量になるかを定量的に見積もる事は現状では難しい。今後の課題としたい。6.2 では仮定を設ける事でこの課題をクリアする。

<変化 >

分布貨物重量の場合と同様に、本籍貨物車数を変化させる交通施策はほとんどないと考える。

以上より、6.2の仮想空間での分析では分布貨物重量と本籍貨物車数に関しては変化しないと考え、ゾーン間所要時間と平均積み重量・卸し重量・貨物重量に関して施策による変化量を仮定して、分布交通量の変化を分析する。

6.1.2 施策評価における本研究のモデルの特徴

本研究のモデルの特徴の一つに集計型モデルである事が挙げられ、そのため、対象地域がある程度広い場合や面的な規制をかける場合の評価に適している。一方で、非集計型モデルで検討されるような施策対象が限定されている場合、例えば、路上荷さばきスペースの確保といったものは評価しにくいという弊害はもちろんある。

本研究のモデルのもう一つの特徴に、「貨物の動き」という交通の発生源から分布交通量となるまでの流れを把握して需要予測を行っているので、「評価対象の守備範囲が広い」といえる。「評価対象の守備範囲が広い」という意味は、一つに評価可能な施策対象が多いという事である。本研究のモデルは何か特定の施策を評価するために構築したものではないために、そのままの形ですぐ施策評価を行う事は難しい。ただし、基本的に交通量推計モデルであるので交通量削減を意図した施策であるならば、本研究のモデルに補助の役割を果たすサブモデルを加えてやれば、多くの場合扱えると考えられる。例えば、積載率規制を評価する場合は、積載率と本研究のモデルの入力データである平均積卸重量の関係性を示すモデルさえあればよいのである。評価可能な施策対象が多いという事は、複数の施策を組み合わせるような場合にも有用なモデルといえる。「評価対象の守備範囲が広い」のもう一つの意味は、一つの施策の様々なインパクトを考慮できるという事である。例えばロードプライシングを評価する場合は、乗用車利用が減少するので所要時間が短縮されるだろうし、課金エリア内では平均積卸重量の増加も予想される。また課金額が大きいならば、企業の施設配置計画に影響が生じ、ゾーンごとの発生集中貨物量から変化する可能性もある。本研究のモデルは一つの施策によるあらゆる変化もモデルのアウトプットである分布交通量に反映できるのである。

「貨物の2次的なつながり」を考慮している事も本研究のモデルの特徴であろう。「貨物の2次的なつながり」の影響は巡回型輸送が発達しているような地域でこそ大きくなるので、巡回型輸送を促進させるトラックセンターの整備に関して、従来のモデルでは扱えなかったような変化も評価できる可能性がある。

6.2 仮想空間での施策評価

6.2.1 現状分析

(1) 仮想空間の設定

図 6-2 のように仮想空間を設定し、3×3 のゾーンで構成される（図 6-2 中の数字はゾーン番号）。この仮想空間で輸送される貨物は全て同一品目と仮定する。モデルの四つの入力データに関しては、ゾーン間分布貨物重量、ゾーン間所要時間、ゾーン別本籍貨物車数は表 6-1、表 6-2、表 6-3 の通りとし、平均積み重量・卸し重量・貨物重量は 4t、3t、2.5t とする。なお、今回は施策評価が目的なので内々交通に関しては推計しても有用性は低いと判断し、ゾーン間内々に関する事は一切議論しない。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

図 6-2 仮想都市の設定

表 6-1 ゾーン間分布貨物重量 (t)

		着地								
		ゾーン 1	ゾーン 2	ゾーン 3	ゾーン 4	ゾーン 5	ゾーン 6	ゾーン 7	ゾーン 8	ゾーン 9
発地	ゾーン 1		40	30	60	50	10	50	40	10
	ゾーン 2	50		80	40	40	30	40	40	10
	ゾーン 3	40	60		20	40	50	20	20	20
	ゾーン 4	50	40	50		50	20	40	40	30
	ゾーン 5	30	60	50	70		30	40	40	20
	ゾーン 6	30	40	90	20	40		0	20	60
	ゾーン 7	30	40	30	60	40	30		40	10
	ゾーン 8	40	50	20	40	90	30	40		40
	ゾーン 9	0	30	20	30	30	20	40	50	

表 6-2 ゾーン間所要時間（分）

		着地								
		ゾーン 1	ゾーン 2	ゾーン 3	ゾーン 4	ゾーン 5	ゾーン 6	ゾーン 7	ゾーン 8	ゾーン 9
発地	ゾーン 1		20	40	20	40	60	40	60	80
	ゾーン 2	20		20	40	20	40	60	40	60
	ゾーン 3	40	20		60	40	20	80	60	40
	ゾーン 4	20	40	60		20	40	20	40	60
	ゾーン 5	40	20	40	20		20	40	20	40
	ゾーン 6	60	40	20	40	20		60	40	20
	ゾーン 7	40	60	80	20	40	60		20	40
	ゾーン 8	60	40	60	40	20	40	20		20
	ゾーン 9	80	60	40	60	40	20	40	20	

表 6-3 本籍貨物車数

ゾーン番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
本籍貨物車数	50 台	100 台	60 台	70 台	70 台	50 台	60 台	80 台	40 台

(2)分布交通量の現状値の推計

今回は内々交通を考慮する必要が無いので、5.2 の貨物車発生集中交通量予測モデルと 5.3.3 の内々交通を除いた場合の集中ゾーン選択モデルを使用して、分布交通量の現状値を推計した。結果は表 6-4 の通りである。

表 6-4 分布交通量の現状値の推計結果（トリップ）

		着地								
		ゾーン 1	ゾーン 2	ゾーン 3	ゾーン 4	ゾーン 5	ゾーン 6	ゾーン 7	ゾーン 8	ゾーン 9
発地	ゾーン 1		24.2	8.2	23.6	12.1	2.3	7.6	3.9	1.0
	ゾーン 2	22.6		29.3	13.3	35.3	7.8	4.0	12.1	2.3
	ゾーン 3	9.3	33.7		5.1	14.3	20.2	1.5	5.3	5.5
	ゾーン 4	19.2	11.7	4.2		29.7	6.2	18.8	11.2	1.9
	ゾーン 5	6.6	24.7	7.8	23.2		11.8	6.6	20.7	3.9
	ゾーン 6	2.6	8.9	20.7	7.9	21.0		2.5	7.4	10.4
	ゾーン 7	8.2	5.0	1.6	28.7	12.7	3.4		26.2	4.7
	ゾーン 8	3.7	12.3	4.3	12.3	4.3	12.3	36.7		7.0
	ゾーン 9	1.4	4.2	7.9	3.6	10.6	13.8	7.1	21.3	

6.2.2 施策評価例1:ロードプライシング

(1)評価施策の設定

図 6-3 の太線のようにコーンラインを設定し、貨物車がコーンラインをまたぐ際には 3000 円の課金が行われるとする。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

図 6-3 仮想都市におけるコーンラインの設定

(2)入力データの変化

四つの入力データのうち、ゾーン間分布貨物重量、平均積み重量・卸し重量・貨物重量、ゾーン別本籍貨物車数は変化せず、ゾーン間所要時間のみプライシングによる混雑緩和の影響により全ゾーン間で一律 0.9 倍になると仮定する。更に課金額 3000 円の取扱いに関しては、貨物車の時間価値を 50 円/分と仮定して、コーンラインをまたぐゾーン間について一般化所要時間が $3000 \div 50 = 60$ 分増えることとみなして、新たな分布交通量を推計する。

(3)施策評価

全ゾーン間で分布交通量に変化したが、特にコーンラインをまたぐ通過交通に関しては、施策実施前は 413.5 トリップあると考えられていたが、施策実施後の推計結果では 66.9 トリップとなった。仮想空間上の大胆な仮定の下で行っているため、実際は通過交通がここまで劇的に減らないと思われるが、それでも強い減少傾向がある事は確認された。

全貨物車の総走行時間に関しては、施策実施前は 24955.8 分であったのに対し、施策実施後は 22460.3 分と推計された。全ゾーン間の所要時間を一律 0.9 倍としたので総走行時間も減少する事は予想されたが、施策実施後の 22460.3 分は施策実施前の 24955.8 分に 0.9 を掛けた時間 (22460.3 分) よりも更に小さい値である。仮定で所要時間を 0.9 倍としたのは主に人流の交通手段が乗用車から公共交通に転換される事を考慮したものだだったが、更に総走行時間が短縮されるという事は、プライシングにより貨物輸送の効率化が促進される事の示唆といえる。

6.2.3 施策評価例2:大型貨物車規制

(1)評価施策の設定

仮想空間の全ゾーンにおいて大型貨物車の走行を規制する。

(2)入力データの変化

大型貨物車の減少により地域内の貨物車の最大積載重量の平均値が下がるので、平均積み重量・卸し重量・貨物重量が下がると考えられる。この減少により、平均積み重量・卸し重量・貨物重量が全て 0.8 倍になると仮定する。また大型貨物車の規制の反動で小型貨物車の増加が生じ、トータルでのトリップ数の増加が予想されるので、全ゾーン間で所要時間を一律 1.1 倍にする。

(3)施策評価

施策実施の前後で、総トリップ数は 863.77 から 919.19 に、総走行時間は 24955.84 分から 28356.54 分に増加する。ただし、全ゾーン間で交通量が増加しているわけではなく、所要時間が相対的に長いゾーン間では逆に分布交通量が減少している。

全体的に交通量が増加したといっても、大型貨物車がなくなったので一概に悪いわけではもちろんない。本来の施策評価では、大型貨物車とそれ以外の貨物車について単位時間当たりの排気ガス排出量などを設定して、大気環境への影響などを評価したりするが、ここでは仮想空間上という事もあり環境評価を行っても有用性は低いので、省略する。

第7章 まとめ

7.1 本研究の成果・結論

重複もあるが、本研究の成果・結論を以下のようにまとめる。

各都市圏の物資流動調査報告書にある貨物車交通量予測の既存研究の整理

全国七ヶ所の都市圏で個別に作成された貨物車交通予測モデルやその構築に関する問題意識を数ページに集約できた事、しかも、世界でも有数の大規模物流調査である物資流動調査をもとに作られた報告書であるにもかかわらず、物資流動調査自体が時代の趨勢で縮小している影響で、報告書が存在すら忘れられかけているこの時期に提示できた事は、非常に意義があると考え。もちろん資料としての価値だけではなく、各都市圏のモデルを比較・検討し、浮かび上がる問題点についてどのような解決策が講じられたか、そして解決されずに残る課題は何かを整理する事によって、今後構築すべき貨物車交通予測モデルの姿を示唆できた。

道路交通センサスから物流データを作成する方法論の提案

一部では不可能だと言われ、また、物資流動調査が総合物流調査としての側面を消してきたために「貨物の動き」と「貨物車の動き」の関係性の考察に有益なデータの不足が指摘される現状で、道路交通センサスから分布貨物量データを構築できた事は有用であると考え。また、そのデータ構築の過程で「貨物の動き」と関連のある/ないトリップチェーンについての考え方も整理できた。

「物の動き」から「貨物車の動き」に変換する、新たなモデルの作成

二種類の分布交通量段階での予測モデルと一種類の発生集中交通量段階での予測モデルを構築する事ができた。これらは既存のモデルと異なり、現在パターン法を用いていないので土地利用条件や交通施設整備などによる交通条件が大きく変化する事が想定される場合に対応でき、また、情報の有用性は認識されながらも既存研究では十分にモデルに組み込めていなかった分布貨物量データを最大限に活かせるモデルでもある。モデルの予測精度に関しては、既存のモデルが現在パターン法を採用しているために本研究のモデルと大きく条件が異なるので比較が難しいが、発生集中交通量段階での予測モデルは実測値と予測値の相関係数が0.86で、多くの既存研究よりも優れているし、分布交通量段階での予測モデルの方も精度の面では若干下がるものの、入力データの数が極めて少なく、その点で実用性に富むモデルといえる。

都市交通施策の評価

本研究のモデルを使用した物流施策評価手法を提示する事ができた。また、仮想空間で施策評価を実際に行う事で、幾つかの仮定やサブモデルがあれば本研究のモデルを軸にして、多様な施策の様々なインパクトを評価する事が可能である事を示唆できた。

7.2 今後の課題

本研究の課題を以下に述べる。

- ・第4章や第5章で構築したモデルに関して、平均積卸重量などの幾つかの入力変数を外生的に与えたため、将来予測の面でも懸念が残るし、このモデルを施策評価に利用する場合も新たな仮定が必要となった。是非とも内生性を図りたい。
- ・本研究では「人の動き」由来のトリップと「物の動き」由来のトリップの両方を含むトリップチェーンも予測対象としたが、これらについてパーソントリップの情報を一切組み込まず、分布貨物量データのみで予測しようとしたのは若干無理があったと考える。パーソントリップと物資流動の両方に関連する貨物車トリップチェーンをいかに扱うか、今後の課題である。
- ・ピストン輸送とそれ以外で分けたり、車種別に分析する事は、本研究は一切行わなかったが、それ自体は多くのメリットも含んでおり、再検討の価値はある。特に車種別に分類していれば、構築したモデルを施策評価に利用する際に有用性が増すと考える。
- ・欲を言えば、もう少しモデルの精度を向上させたい。集中ゾーン選択モデルでは、ダミー変数などを組み込めなかったか。

謝辞

論文提出〆切 6 時間前にして梗概集に全く手をつけていないという危機的状況にあるのですが、今の僕にとっては謝辞を書いて皆さんにお礼を申し上げる事の方が大切に思えるので、謝辞を先に書くことにします。

と言ったものの御世話になった方が多すぎて、一人ひとりお名前を挙げていたらきりが無い気がしてきました。とにかく全ての皆さんにお礼が言いたい。

皆さんにお伝えしたいのは、私の三年に渡る研究室生活は本当に幸せであったこと、とても恵まれていたこと。それこそ、もう少しでこの生活に区切りを打ってしまうことが不思議なくらいに。本当に自分の好きなことについてひたすら考える自由を持っていて、考えるヒントにあふれている環境も与えられていて、何かアイデアが思いついたら相談する人・実行に移す設備も近くにあって、僕は他の組織では研究したことはないけれども、ここまで僕の望みと合致する場はそうそう無いんじゃないかと思います。

それだけに僕の研究室生活のアウトプットであるこの研究に関して、世の中にポジティブな影響を与えられる自信が全くないのが実に悔やまれます。この研究は、僕の物流の師匠である苦瀬先生に言わせたら、まず間違いなく「物流を題材にした数遊び」となるでしょう。確かにこの研究は物流の本質に全く踏み込めていない。物流の研究は全くもって未開拓な分野であることがようやく分かりかけてきたのに。僕の今の気持ちは、ニュートンの残した言葉、「私は、真理の大海原が全然未知のまま横たわっているのに、その海辺でたわむれながら、ときたま、普通のものより、すべすべした小石や美しい貝殻を見つけている子供にすぎない」に近いものがあります（この研究は「すべすべした小石や美しい貝殻」ほどでもないですが）。

だいぶ「謝辞」とは呼べない文章になってきました。もう一度、軌道修正。一人ひとりお名前を挙げていたらきりが無いのは確かですが、原田先生、大森先生、円山さんには特に感謝を申し上げる必要があります。本当にありがとうございます。この研究は社会に対して何も貢献できませんが、この研究をする過程で僕の中に蓄積されたものは必ず僕が大きな花に変えてみせます。今後の僕に期待して下さい。これからもよろしくお願いします。

2006 年 1 月

参考文献

<本文中注をつけたもの>

- 1) 佐野可寸志, 小根山裕之; “都市内物流における貨物車交通量変換モデル”, 土木計画学研究・論文集, No.13, pp.649~655, 1996
- 2) 細谷涼子, 佐野可寸志, 加藤浩徳, 家田仁, 福田敦; “企業行動構造を明示的に考慮した大都市圏物流施策評価モデル”, 土木計画学研究・論文集, Vol.20, No.3, pp.759~770, 2003
- 3) 中京都市群総合都市交通体系調査協議会; 中京都市物資流動調査報告書 11 予測モデルの作成 (交通量の予測), 1978
- 4) 谷口栄一; 現代の新都市物流 IT を活用した効率的で環境にやさしい都市物流へのアプローチ, 森北出版株式会社, 2005
- 5) 新谷洋二; 都市交通計画 第2版, 技報堂出版, 2003
- 6) 東京都市圏交通計画協議会; 東京都市圏総合都市交通体系調査報告書 物資流動調査予測編, 1985
- 7) 仙台都市圏総合都市交通体系調査協議会, 建設省東北地方建設局・宮城県; 昭和54年度仙台都市圏物資流動調査 14 予測編, 1980
- 8) 京阪神都市圏総合都市交通体系調査委員会; 京阪神都市圏総合都市交通体系調査 昭和51年度成果報告書 No.4 京阪神都市圏物資流動調査報告書 予測プロセスの作成編, 1977
- 9) 広島都市交通研究会; 広島都市圏物資流動調査(V.推計・計画) No.14, 1973
- 10) 北部九州圏総合都市交通体系調査協議会; 昭和55年度 総合都市交通体系調査 北部九州圏物資流動調査 <予測編>, 1981
- 11) 道央圏物資流動調査協議会, 北海道開発局, 北海道, 札幌市; 昭和56年度 総合都市交通体系調査 道央圏物資流動調査報告書 10 自動車交通量予測編, 1982
- 12) 道路交通需要予測の理論と適用 第編 利用者均衡配分の適用に向けて, 土木学会, 2003
- 13) 苦瀬博仁; 付加価値創造のロジスティクス, 税務経理協会, 1999
- 14) 円山琢也, 原田昇, 太田勝敏; “大規模都市圏への交通需要統合型ネットワーク均衡モデルの適用”, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, no.3, pp.551~560, 2002

<研究全体を進める上で参考にしたもの>

- 15) やさしい非集計分析, (社)交通工学研究会, 1993
谷口栄一, 根元敏則; シティロジスティクス 効率的で環境にやさしい都市物流計画論, 森北出版, 2001