

# モーダル・デマンド (Modal Demand) モデルの起源 — 非 4 段階推定法による交通需要予測 —

村 俊 範

## 1. はじめに

現在、我国における交通需要予測手法の主流は4段階推定法である。例えば、最近の道路4公団民営化に関する委員会での議論の過程で、本四架橋の需要予測の際に過大な予測がなされていることが指摘された<sup>1</sup>が、これらはすべて4段階推定法によって予測が行われている。この主流である4段階推定法は発生集中交通量、分布交通量、交通機関別交通量、ルート別配分交通量と各段階を順に追って推計・予測を行うことになっている。しかし、このような4段階を順に経て需要予測を行うのではなく、交通手段の選考と旅行の意思が同時に決定するものとして予測を行う需要予測モデルもさまざま存在している。そのなかで、本稿でとりあげるモデルは、モーダル・デマンド (Modal Demand) モデルと呼ばれているものである。これは、旧国鉄系の(財)運輸調査局によって開発されてきたものであるが、このモデルについて発表されている論稿は4段階推定法と比較して非常に数が少ない。開発者であり運輸調査局の職員でもあった故 塚原重利氏によるものの他、数点<sup>2</sup>があるだけである。これらの論稿は、時期的に1969年から1973年の間に集中している。この時期は1970年5月の全国新幹線鉄道基本整備法の成立から1972年6月の基本計画決定、1973年11月の全国新幹線鉄道整備計画決定の時期にちょうど重なっているのである。モーダル・デマンドモデルの基礎はこの時期に確立されたと言ってもよいであろう。そして最近、このモデルが2001年の交通学会で高木・佐藤によって整備新幹線などの需要予測に利用されていることが明らかにされ、注目されている<sup>3</sup>。

筆者は交通需要予測の研究を進めるにあたり、運輸調査局において交通需要予測に関する資料を収集した際に、塚原による「貨物地域流動予測システムの開発」を発見した。こ

の資料は、貨物輸送量の需要予測システムの開発を記述したものであるが、この予測システムは、主流である4段階推定法とは大きく異なる予測方法を採用している。その方法とは、現在における物流量のデータ・現在及び将来における物資の需給データ<sup>4</sup>の3種類のデータを入力することにより、4段階を経ることなく、地域間の貨物輸送量を直ちに推計することができるモデルである。

この資料は、学会などで発表されることなく、運輸調査局の内部資料として埋もれていたものである。それは塚原がモーダル・デマンドモデルの基礎理論を発表した<sup>5</sup>1年前の1969年に作成されていたものであるが、その対象が貨物に限られていたこと、また旧国鉄の貨物輸送量がこの時期を境に自動車輸送などにシェアを奪われ、減少の一途を辿る事になったことなどの理由により、省みられることがなかったものと思われる。

筆者は、この資料において開発されている推計モデルが、モーダル・デマンドモデルの起源をなすものであると考える。その理由は、第1に、推計モデルとして発表された時期がモーダル・デマンドモデルが発表された約1年前であること、第2に、段階を経ることなく予測結果を得ることができるということ、第3に過去の輸送量の動向を基本として需要予測を行うという経験則的なアプローチに頼るのではなく、対象物資の需給量を基準として需要予測を行ういわば理論的なアプローチを基盤としているということ、以上3点からである。

塚原は何故に主流である4段階推定法を取って選ばなかったのであろうか。それには次の3つの理由が考えられる。

まず第1に、後に解説するが各段階によって異なる理論を用いて計算する4段階推定法のような需要予測モデルは、その異なる理論間において断層が存在するという点である。第2に、塚原は今までの経験則、すなわち、過去の輸送量の動向だけを考えた交通需要予測が、今後近代化していく交通機関の需要予測には適さないという考え方を持っていた。第3に、塚原の部下として彼と共同研究を行った研究員は、「塚原氏の考え方は、経済学の見地から検討された交通需要予測が必要であるというものであった」ということを筆者に述べている。

本稿の目的の1つは上記3つの理由の根拠を、塚原が書き残したものにより、あるいは、嘗ての塚原の共同研究者等の証言等により示すことである。「貨物地域流動予測システム

モーダル・デマンド (Modal Demand) モデルの起源の開発」という内部資料は、モーダル・デマンドモデルの起源となったと考えられる重要性の高い資料である。このように重要性が高い資料についてはモデルの計算式・データなどを再録しておくことが必要であると考えられる。また、この資料中には必要でありながらも不足しているデータがある。この不足しているデータを復元するため、それを推測し、実際に1ケースを取り上げ、モデルの運用を試みることをも目的とする。

2章では4段階推定法を簡単に要約をしておく。それは、「貨物地域流動予測システム」の理解には、4段階推定法の理解が必要不可欠だからである。

3章では、塚原が4段階推定法を選ばなかった理由の根拠を述べると共に「貨物地域流動予測システム」についてその重要性に鑑み、モデルの計算式・データなどを再録した。また、再試するために不足しているデータの再現を試み、実際にモデルを運用することにより、モデルの評価を行う。

## 2. 4段階推定法について

交通施設（道路・鉄道等）に関する計画を立てるに当たっては、交通施設の供用開始時における社会・経済状況を予測し、その状況で供用される施設の効果などを吟味した上で、その施設の建設の可否及び規模が決定される。

本章では、わが国で一般的な交通需要予測方法として認められている4段階推定法について簡単な要約を記してしておくこととする。それは、本稿で取り上げている「貨物地域流動予測システム」を理解する上で、4段階推定法の理解が必要不可欠であるからである。

4段階推定法とは、①発生・集中交通量、②分布交通量、③交通機関別交通量、④ルート別配分交通量と各段階を順に追って推計・予測を行う予測手法のことであり、以上に述べた4段階が存在するので、4段階推定法と言われている。

### 2.1 ゾーニング

どのような交通需要予測でも行われているのが、対象地域の設定である。検討する交通施設の存在する地域は当然含まれるが、その他の地域も関連する地域として含めることが多い。また、新幹線のような大規模な施設であると全国すべてが対象地域となる。

このような対象地域を、小さな区域（ゾーン）に分割することをゾーニングと呼び、交通需要予測の分析結果に大きな影響を及ぼすことがある。

ゾーニングの作業は、基本的に社会経済的指標など関連データの収集が行いやすい行政単位（都道府県・市区町村）を元に作成されることが多いが、人の流れや地域同士の結びつきを考えてゾーンを作成する必要がある。また、ゾーンを小さくしすぎると組み合わせが増加し、予測作業が煩雑になるので、バランスのよいゾーニング作業が必要となる。

## 2.2 発生・集中交通量の予測（第1段階）

あるゾーンに着目したとき、そのゾーンから発生する交通（トリップ<sup>6</sup>）の総量を発生交通量、そのゾーンに目的地を有する交通を集中交通量という。

発生・集中交通量の予測は、一般的に2つの作業に分けて行われる。

ファーストステップ・・・対象地域（ゾーン）全体の生成交通量を予測する。

セカンドステップ・・・ファーストステップで予測された生成交通量<sup>7</sup>をコントロールトータル<sup>8</sup>として、対象各ゾーンの発生・集中交通量を予測する。

### 2.2.1 生成交通量の予測

生成交通量とは、対象地域における交通発生主体に関係する総交通量のことである。生成交通量は、鉄道における交通需要予測の場合、パーソントリップ<sup>9</sup>調査と同様に、1人あるいは世帯当りのトリップ数を原単位として、これに対象年度対象地域全体の人口あるいは世帯数を乗ずることで計算される。自動車交通の場合は、車両1台あたりのトリップ量を算出して同じように生成交通量を計算する。

### 2.2.2 発生・集中交通量の予測

発生・集中交通量とは対象地域の活動のために交通需要が発生することに着目した交通量のことであり、対象地域より自ゾーンならびに他ゾーンへ出発する発生交通量、自ゾーンならびに他ゾーンから到着する集中交通量のことである。ゾーン別発生・集中交通量の予測モデルとしては、主に原単位法<sup>10</sup>とモデル法<sup>11</sup>がある。

予測された発生・集中交通量は、いずれの方法を用いたとしても 2.2 に記述したように生成交通量を総交通量として、ゾーンごとの発生・集中交通量を調整する作業（コントロール・トータル）を行う必要を有する。

## 2.3 分布交通量の作成（第 2 段階）

分布交通量の作成においては、現在パターン法、重力モデル法、確率モデル法<sup>12</sup>、競合機会モデル法<sup>13</sup>などのモデルが存在しているが、ここでは、「貨物地域流動予測システム」にも利用されている現在パターン法および重力モデル法について記すこととする。

### 2.3.1 現在パターン法 (Present Pattern Method)

現在 OD 表<sup>14</sup>にゾーンの交通成長率を掛け合わせ計算された結果と交通量の総量との合致を図りながら OD 表を反復修正していき、第 1 段階で作成した発生・集中交通量に 1 致する将来 OD 表を求める方法や、将来の発生・集中交通量の条件を満足する将来 OD 表の中で現在 OD 表に最も比率・相互関係などが類似している表を選択し将来 OD 表とする方式が存在する。これは、現在の OD のパターンを利用して将来の OD の行列パターンを推測する方式である。このような分布交通量の予測方式を「現在パターン法」と呼ぶ。

この現在パターン法においては、将来 OD は現在 OD と同様な流動となることを前提としている。したがって、新しい観光地（例えば、ディズニーリゾートのような大規模遊園地）や新しい工場ができた場合には、現在と異なる流動が発生するので、現在パターン法による予測は不可能という欠点がある。しかし、現在の OD 表からの推測であるので、理論をダミーパラメーターで修正しながら推測していく他の将来 OD 算出法より、誤差が少なく現実に沿った形の OD 表が得られる利点がある。

現在パターン法の各手法の中で、よく利用される計算手法は、デトロイト法<sup>15</sup>とフレーター法<sup>16</sup>と呼ばれる手法である。

デトロイト法、フレーター法いずれの手法によっても算出された各ゾーンの発生交通量、集中交通量は、第 1 段階で計算され与えられた発生・集中交通量には一般に一致しない。そのため、収束するまで再計算をおこない<sup>17</sup>、得られた数値を予測年における OD 交通量とする。

### 2.3.2 重力モデル法 (Gravity model)

OD間のトリップ量が、それぞれの発生・集中交通量に比例し、2ゾーン間の距離に反比例するという考え方のモデルを「重力モデル」という。ニュートンの万有引力の法則をOD間のトリップ移動に当てはめたものである。

この方式も、現在パターン法と同じく、各ゾーンの発生交通量や集中交通量は、事前に計算され与えられた発生・集中交通量には一般に一致しない。そこで、成長率法の手法である、収束させるための再計算を行い、発生・集中交通量を一致させる。この再計算では、再計算の所要時間が少なくてすむフレーター法の手法がよく使用される<sup>18</sup>。

### 2.4 交通機関分担の推定 (第3段階)

交通需要予測では、人もしくは貨物が移動する時、利用する交通機関は目的や利用可能な交通手段に応じて選択するものと考えられる。その判断基準としては、自動車の保有の有無や距離、時間、費用などがあげられる。このように判断基準がさまざまに存在するので、交通需要予測においては、時間価値、ゾーン間における交通機関の費用、交通時間などを設定し、トリップインターチェンジモデル (ODペアモデル) と呼ばれる個々のゾーン間にいくつかの交通機関モード (移動方法) を設定し、それらの中からどのように機関配分が行われるかを計算するモデルを利用している。

通常、利用される手法は利用率曲線法<sup>19</sup>とロジットモデルによる予測<sup>20</sup>などである。

### 2.5 配分交通量の予測 (第4段階)

分布交通量として予測されたトリップを、交通機関分担ごとにルートを選択比率を求める作業が配分交通量の予測である。交通ネットワークとは、道路網、鉄道網などはリンク<sup>21</sup>とノード<sup>22</sup>の集合として表現できる。このネットワークを経由してノード間を通過する場合には時間および費用がかかるが、これらは共にコストという言葉で代表できる。交通ネットワークを解析し、経路を配分する方法としてノードからノードへのコスト最小経路を求めていくダイクストラ法<sup>23</sup>が標準的な手法として多く用いられる。また、時間比配分法<sup>24</sup>も用いられる。

### 3. モーダル・デマンドモデルの出発点 —貨物地域流動予測システム—

(財)運輸調査局 内部資料「貨物地域流動予測システムの開発」は、1969年3月に作成され、A4版、和文タイプによる本文10ページ、付表6ページからなる、簡易印刷による製本資料に記載されている。予測結果については、8品目のうち、石油製品、木材についてのみ仮想入力データ及び出力結果が付表にて掲載されているが、予測作業に必要な「地域間相互流動表」「中継輸送パターン表」(いずれも昭和39年度)「地域相互間距離表」「交流係数  $R_{ij}$  の表」については省略されている。そのうち、「地域相互間距離表」は現在のデータを用いることにより代用できる。また「交流係数  $R_{ij}$  の表」についても、計算を行うことにより、再現が可能である。しかし、「地域間相互流動表」「中継輸送パターン表」については、すべての再現は不可能である。

この資料は、前述したように、モーダル・デマンドモデルの起源をなすものであると筆者は考える。本章では、この資料の重要性に鑑み、この貨物地域流動予測システムの考え方を明らかにしたうえで、予測作業を木材に限り、その再現を試みる。さらに塚原が何故に主流になっている4段階推定法によらずに需要予測法を考案したのかを考えることにする。

#### 3.1 貨物地域流動予測システムの考え方

貨物地域流動予測システムは分布交通量を算出するものであるが、そのアプローチが4段階推定法と異なる独自のシステムである。

このシステム以前における貨物の地域流動の予測システムは、前章で説明した現在パターン法や重力法によっていたが、その方法では地域間の真の物流がかならずしも正確に把握できないと塚原は分析している。その理由は、このシステム以前のシステムでは、地域別の発送量・到着量が推計され、続いてOD間<sup>25</sup>の輸送量が推計されるが、この場合、物資の輸送というものには、必ずしも最初の供給地から最終需要地まで同一の交通機関で一貫輸送されないものが多いので、交通機関別に輸送量を予測すると、地域別に見た発送量到着量の中にその地域の需給と直接関係ないものがかかり含まれてしまう、という問題が発生する。

例えば、長野県に対する石油輸送の問題を挙げてみる。長野県は山に囲まれた県であり、輸送の際には峠・トンネルを超える必要があるが、危険物を積載したタンクローリーは危険防止のため通過不能な場合が多い。そのために、京浜地域から鉄道輸送で県内の貯油タンクに輸送し、そこからタンクローリーで周辺地域へ輸送するという方法を採用している。このような輸送を貨物地域流動予測システム以前の方法で推計しようとする、貯油タンクのある町の鉄道による到着量、自動車による発送量が異常に増えてしまうことになる。この問題は、1969年当時も現在もまったく変わらない問題である。このように、実際の輸送量と統計上の輸送量が大きく異なってしまう根本的な原因は、物資をわれわれが利用するためには2次加工、3次加工などが必要なことと、旅客と異なり貨物は自分で乗り換えることができないということにある。

そのため、塚原は地域別の発送量・集計量の推計の段階に問題があると提言し、「貨物地域流動予測システム」において純流動という概念を導入し、上記欠点を解消しようとしている。その純流動とは「物資の第1次供給地を発地域とし、その最終需要地を着地域として、地域マトリクス<sup>26</sup>の形で表わされた流動量」と位置づけられている。

4段階推定法においては過去の輸送量を基に将来の輸送量を推計する<sup>27</sup>のであるが、このシステムでは将来の所与の出荷（供給）量、入荷（需要）量<sup>28</sup>を将来の純流動を算出するための根拠としている。

4段階推定法においては、第1段階として発生集中交通量の推計をし、その結果を用いて第2段階として将来OD表を作成する。しかしながら、このシステムでは所与のデータを用いて、直接、将来OD表の作成までを行うことになっている。

塚原は「貨物地域流動予測システムの開発」において、研究の目的を「インプットデータとして、地域別の物資の需給量を与えることにより、直ちに地域相互間の輸送量を推計し得るシステムを完成し、将来の使用に備える」と書いているが、「直ちに推計しうるシステム」という特徴は、後のモーダル・デマンドモデルの特徴そのものであり、モーダル・デマンドモデルに多大な影響を与えたと考えられる。

### 3.2 予測方法

この分析では地域経済のデータから地域相互間の輸送量を推計することを目的としてい



る。そのために「純流動」という概念が導入されている。純流動とは「物資の第1次供給地を発地域とし、その最終需要地を着地域として、地域マトリクスの形で表された流動量」であるが、この概念を導入したのは、物資の輸送量の統計上、同一輸送機関によって一貫輸送されていないものが多く、地域別に見た発送量、到着量の中にその地域の需給とは関係しない輸送量がかなり含まれるためである。その輸送量は中継輸送として理解される。

これを図式化すると以下のような形態となる。下図が地域マトリクスである。

着地域 発地域	A	B	C
A			
B			
C			

域内輸送

A→B→C と輸送される場合 この輸送形態は中継輸送である。

A→B→B と輸送される場合 B→B の部分は域内重複輸送である。

したがって、地域流動を予測する場合、その基礎として現状における純流動の OD 間輸送量と中継輸送<sup>29</sup>の輸送量が前提として存在している<sup>30</sup>ことが条件となっている。この資料では以前に調査研究が行われた際に算出されたデータを現在の地域流動のデータとして用いている。そしてこの資料では、地域流動のデータに将来の所与のデータ<sup>3</sup>を考慮して、将来の純流動を算出する手法を提案している。計算の主要部分は現在パターン法である。しかし、現在パターン法の結果が現在の地域流動のデータと大きく異なる場合は、重力法を用いて、将来の純流動を算出している。さらに算出された純流動を基に、将来 OD 表を作成している。

この手法では、現在の流動パターンを基本とすることにより予測の信頼性を高めることを目的とし、現状と大きく異なる予測については、モデルによる理論値を採用することにより、全体的に大きな乖離が発生しないように考慮されている。

この推計の対象となる品目の分類としては、「貨物地域流動調査」<sup>31</sup>における調査対象貨物を次の8品目に分類している。

1. 鉱石類	2. 砂利・砂・石材	3. 石油製品	4. 木材
5. その他の重量品	6. 生鮮食料品	7. その他の農畜産品	8. その他

この手法では、各品目をトータルとして扱うのではなく、各品目ごとに予測結果を算出する方法を採っている。

また、対象地域は以下の 23 地域となっている。

1. 北海道	2. 北東北	3. 表東北	4. 裏東北
5. 東関東	6. 北関東	7. 京浜葉	8. 新潟
9. 北陸	10. 甲信	11. 静岡	12. 中京
13. 近畿	14. 阪神	15. 山陰	16. 山陽
17. 山口	18. 北四国	19. 南四国	20. 北九州
21. 中九州	22. 南九州	23. 外国	

実際の地域マトリクス（OD 表）は、23 次の正方行列となる。

### 3.2.1 基本の推計方法（現在パターン法<sup>32</sup>）

対象年次（将来）における  $i$  ゾーンから  $j$  ゾーンへの物資の純流動輸送量  $\hat{T}_{ij}$  は例外を除き以下の数式で算出される。

$T_{ij}$  ; 現在の  $i$  ゾーンから  $j$  ゾーンへの純流動輸送量

$T_i = \sum_j T_{ij}$  ; 現在の  $i$  ゾーン発の出荷（供給）量

$T_j = \sum_i T_{ij}$  ; 現在の  $j$  ゾーン着の入荷（需要）量

$T = \sum_i \sum_j T_{ij}$  ; 現在の対象物資の総入出荷（需給）量

$\hat{T}_i$  ; 将来の  $i$  ゾーン発の出荷（供給）量（所与）

$\hat{T}_j$  ; 将来の  $j$  ゾーン着の入荷（需要）量（所与）

$\hat{T}$  ; 将来の物資の総入出荷（需給）量（所与）

$$\hat{T}_{ij} = \frac{\frac{\hat{T}_i \cdot \hat{T}_j}{T_i \cdot T_j}}{\frac{\hat{T}}{T}} \cdot T_{ij}$$

ただし、 $\frac{\dot{T}_i}{T_i} > 5\frac{\dot{T}}{T}$  または、 $\frac{\dot{T}_j}{T_j} > 5\frac{\dot{T}}{T}$  の場合は例外処理を行う。これは、ある地域の国

内向けの入・出荷量の増加率が全体のそれよりも著しく高い場合を示しており、現在パターン法より重力モデル法を用いて推計を行うほうがよいケースであると考えられるため、と塚原は述べている。地域の増加率が全国の増加率の5倍という数値は理論的根拠がない、と塚原は述べているが、これに関して、後にモデルを運用した結果、筆者は妥当であると考えている。

### 3.2.2 例外処理のための予測式 (重力モデル法)

前節で述べたように、 $\frac{\dot{T}_i}{T_i} > 5\frac{\dot{T}}{T}$  または、 $\frac{\dot{T}_j}{T_j} > 5\frac{\dot{T}}{T}$  の場合、例外処理を行う。

推計に用いるのは次式であり、対象年次における重力モデル法による地域間の距離に相応する純流動輸送量を算出する式である。

$$\dot{T}_{ij} = \alpha R_{ij} \cdot \dot{T}_i \cdot \dot{T}_j / \dot{T} \times D_{ij}^{-\beta}$$

まず、iゾーンからjゾーン間の理論純流動値  $\hat{T}_{ij}$  を求める必要がある。

$D_{ij}$  ; iゾーンからjゾーン間の距離 (i = j の場合は地域内距離を表す)

$$\hat{T}_{ij} = \alpha T_i \cdot T_j / T \times D_{ij}^{-\beta}$$

以上の式より、地域相互間の現在純流動輸送量よりパラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  を算出するための回帰式を作成し、パラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  を算出する。上記の式を対数形式にすると、

$$\log(T \cdot T_{ij} / T_i \cdot T_j) = \log \alpha - \beta \log D_{ij}$$

となる。この式を解いてパラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$  を求める。

この式を解く際には、地域内輸送を考慮せず地域間輸送のデータのみが使用されている。 $D_{ij}$  の数値は地域の代表都市間の鉄道距離である。以上のデータを用いて  $\alpha$ 、 $\beta$  は以下のように算出された。(資料より転載)

品名	$\alpha$	$\beta$
1. 鉱石類	26894.34	1.826597
2. 砂利・砂・石材	53722.02	2.611164
3. 石油製品	2826.66	1.397716
4. 木材	109220.00	2.288050
5. その他の重量品	2227.13	1.381930
6. 生鮮食料品	55.80	0.941995
7. その他の農畜産品	1430.58	1.427336
8. その他	720.26	1.227871

地域内の理論純流動値を求めるためには、地域内距離を如何にするかという問題が存在する。塚原は、域外データに基づいた純流動輸送量を算出した結果を逆算した距離が、可住地面積<sup>33</sup>の平方根の2分の1に近似することに着目し、その数値をそれぞれの地域の域内距離として仮定した。

#### 域内距離表（資料より転載）

地 域	域内距離	参考：逆算された距離	地 域	域内距離	参考：逆算された距離
1. 北海道	58.2	47.9	12. 中 京	40.3	51.4
2. 北東北	39.0	29.3	13. 近 畿	32.5	38.4
3. 表東北	41.7	31.9	14. 阪 神	30.2	68.6
4. 裏東北	37.5	27.1	15. 山 陰	24.1	19.7
5. 東関東	39.5	31.0	16. 山 陽	32.5	40.5
6. 北関東	34.2	38.4	17. 山 口	20.8	43.2
7. 京浜葉	38.3	74.7	18. 北四国	24.9	25.1
8. 新 潟	34.0	24.7	19. 南四国	24.8	26.5
9. 北 陸	33.1	31.5	20. 北九州	36.3	55.6
10. 甲 信	33.5	31.2	21. 中九州	33.5	34.3
11. 静 岡	25.7	28.5	22. 南九州	42.2	25.1

地域交流係数  $R_{ij}$  が必要となる。これは、物資によって流動の傾向に違いがあるため、計算結果を補正するものであり、 $R_{ij}$  は以下のように設定する。

- 1) 地域相互間については  $R_{ij} = 1$
- 2) 地域内流動については、別途物資毎のパラメータを適用し、代入する。（資料より転載）

品目	1 鉱石類	2 砂利・砂・ 石材	3 石油 製品	4 木材	5 その他の重 量品	6 生鮮 食料品	7 その他の農 畜産品	8 その他
$R_{ij}$	0.3224	5.3747	0.5013	0.5786	0.7518	9.6217	1.8259	2.5799

### 3.2.3 純流動輸送量の算出

以上、3.2.1 および 3.2.2 によって算出された  $\hat{T}_{ij}$  は、集計して  $\sum_i \hat{T}_{ij}$ ,  $\sum_j \hat{T}_{ij}$  とする場合、すでに与えられている  $\hat{T}_i$ ,  $\hat{T}_j$  とかなりの差が発生することが予想できるので、フレーター法により収束させる<sup>34</sup> こととする。この資料においては、残差が5%以内に収まることを条件とし、最低3回の再計算を行うこととしている。

### 3.2.4 域内重複輸送量の計算

域内輸送量と純流動の差は、域内重複輸送量とみなして処理している。域内重複輸送量とは、域内での再加工や積み替えのための輸送のことである。

まず、品目毎、かつゾーン毎に域内輸送地域係数  $Q_i$  を求める。これは、地域によって域内重複輸送の傾向に違いがあるためである。

$W_i$  ; 現在における  $i$  ゾーン域内重複輸送量

$\hat{W}_i$  ;  $i$  ゾーンの理論域内重複輸送量

$I_i$  ; 現在における  $i$  ゾーンの純流入量

$O_i$  ; 現在における  $i$  ゾーンの純流出量

$Z_i$  ; 現在における  $i$  ゾーンの域内純流動量

$Q_i$  ; 域内輸送地域係数

$\lambda$  ; 現在純流入に伴う域内重複輸送の平均的比率

$\mu$  ; 現在純流出に伴う域内重複輸送の平均的比率

$\sigma$  ; 域内純流動に伴う域内重複輸送の平均的比率

将来の域内重複輸送量は以下の数式で表すことができるとしている。

$$\hat{W}_i = \lambda I_i + \mu O_i + \sigma Z_i$$

$$W_i = (\lambda I_i + \mu O_i + \sigma Z_i) Q_i$$

$$Q_i = W_i / \hat{W}_i$$

$\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ の算出であるが、この資料では「昭和39年のデータに基づいて、純流動、純流入、域内純流動に伴う域内重複輸送の平均的比率を品目別に求め」とあるだけで、具体的な手法については論じられていない。そのため、この部分について検討したところ、あくまでも推測であるが、

$$\begin{cases} W_1 = \lambda I_1 + \mu O_1 + \sigma Z_1 \\ W_2 = \lambda I_2 + \mu O_2 + \sigma Z_2 \\ W_3 = \lambda I_3 + \mu O_3 + \sigma Z_3 \end{cases}$$

のように、3変数（ $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ ）の連立方程式を複数作成し、それらより得られた $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ を連立方程式の個数で除して、最終的な $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ を得たものと考えられる。

上記の式を計算した結果は以下のとおりである。（資料より転載）

		1	2	3	4	5	6	7	8
重複輸送率	$\lambda$	0.2970	0.8922	1.0339	1.4667	1.6261	2.4880	1.7602	1.1074
	$\mu$	1.2297	0.2286	0.0390	0.3035	0.0319	0.7096	1.4989	0.4632
	$\sigma$	0.0647	0.6854	0.6834	0.1533	0.9870	0.6079	1.1652	1.2052
地域係数 $Q_i$	1	1.1775	1.7842	1.6863	1.0630	1.6223	1.0081	1.1461	1.6493
	2	0.9773	1.5334	1.0546	1.5949	1.4540	1.1520	1.5349	2.0743
	3	1.0287	1.0411	1.1626	0.9867	1.0736	0.7077	0.9707	1.2979
	4	1.7909	1.1134	1.8834	0.5946	1.1215	1.0059	0.8949	1.3938
	5	0.6615	1.2643	1.3602	1.3165	0.9015	0.9586	0.9141	0.7500
	6	0.8505	0.3959	0.6285	1.2794	0.8356	0.8624	1.0331	0.3556
	7	0.9242	0.9796	0.8140	1.6792	1.1044	1.7084	1.1468	1.1810

8	0.8388	1.6611	1.3188	1.1943	1.3535	1.1838	1.2056	1.1971
9	2.3564	0.8470	1.1666	1.0808	0.9868	0.9998	1.2601	0.9390
10	2.1635	0.9814	1.7378	1.0048	1.2503	1.0365	0.8421	1.3625
11	1.1760	1.1995	1.1305	0.7546	0.7966	0.8592	1.0213	0.5992
12	1.4826	1.1251	1.0760	0.6686	0.8998	1.3138	0.7901	0.7997
13	0.6481	0.9619	1.1319	0.8565	0.9348	0.9344	1.1146	0.6067
14	1.1027	0.5038	0.7822	1.3394	1.1058	0.9608	0.9875	1.1073
15	1.4343	0.9223	1.8388	1.0928	0.8447	1.1420	0.9589	1.1805
16	0.5157	0.7255	0.6534	0.6223	0.9751	0.6065	0.7837	0.6635
17	0.6242	1.2402	0.2862	0.7176	0.4932	0.6694	0.9708	0.8924
18	0.7989	0.8850	1.0307	0.5166	1.0608	0.7841	0.7917	1.1896
19	0.9016	0.7821	1.0275	0.8852	0.9463	0.8682	1.0572	1.1014
20	0.8873	0.8435	0.8678	0.9248	0.9015	1.0305	0.9546	0.9556
21	0.7486	1.0416	1.1920	0.8410	0.8561	0.4809	0.9399	1.0621
22	0.9768	0.8008	1.1349	1.2304	0.8528	0.8327	0.7572	1.5708

目標年次の域内重複輸送量については、輸送のパターンが現在のパターンと異ならないと仮定し、目標年次について推計された純流動輸送量より現在の $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\sigma$ 及び $\nu$ を使用し、算出される。

$\dot{W}_i$  ; 目標年次 (将来) における  $i$  ゾーンの域内重複輸送量

$\dot{I}_i$  ; 目標年次 (将来) における  $i$  ゾーンの純流入量

$\dot{O}_i$  ; 目標年次 (将来) における  $i$  ゾーンの純流出量

$\dot{Z}_i$  ; 目標年次 (将来) における  $i$  ゾーンの域内純流動量

$$\dot{W}_i = (\lambda \dot{I}_i + \mu \dot{O}_i + \sigma \dot{Z}_i) Q_i$$

### 3.2.5 域外中継輸送量の推計

目標年次における域外の中継輸送量は、中継のパターン及び中継量の純流動に対する比率が現在と同じであるとして推計される。(このパターン及び比率は「物資の地域別需給と流動」によって算出されている。)

$i$  地域から  $j$  地域の純流動量  $T_{ij}$  中  $k$  地域を中継地とする中継輸送量が  $X$  だけある場合

に  $i \rightarrow k$ 、 $k \rightarrow j$  の輸送量は、それぞれ  $T_{ik}$ 、 $T_{kj}$  より  $X$  だけ多くなり、また  $i \rightarrow j$  の輸送量は  $T_{ij}$  より  $X$  だけ少なくなる。

中継輸送を伴う地域間 OD に対して以上の計算を行うことによって、目標年次の純流動 OD 表の作成が行われる。

### 3.3 輸送量 OD 表の作成

地域相互間の輸送量については、以上によって算出された純流動 OD 表に、域外中継輸送量により生ずる域外輸送量と域外純流動の差及び域内重複輸送量を加えて求めることができる。

### 3.4 予測テスト

このシステムのテストは、石油製品および木材の 2 品目について、昭和 60 年の仮想データを作成し、それに基づいて純流動量および輸送量を計算することによって行われた。

実際に使用されたデータの一部および予測結果については、表 3 から表 8 までを参照されたい。

この「貨物地域流動予測システム」は、昭和 21 年の運輸調査局の設立からこの時期までに、運輸調査局で研究されてきた諸調査や分析の結果の集大成であると、この資料の巻頭に述べられている。このシステムは長年の研究の結果として開発されたものであるが、中長期の需要予測を複雑な段階を経ずに交通需要予測が行えることは、評価に値すると筆者は考える。

### 3.5 再現テスト

再現テストについては、木材品目について行った。すでに、昭和 60 年の推定入出荷量は資料にあるので、昭和 38 年の入出荷量を規定しなければならない。この入出荷量については、同じ時期の運輸調査局の内部資料に入出荷量があり、「貨物地域流動予測システムの開発」と同様のスタッフによって作成されていたので、それを採用した。(表 9)

まず、予測システムは、「地域別の物資の需給量を与えることにより、直ちに地域相互間の輸送量を推計し得るシステム」であるが、動きを実際のデータで説明するために予測



のセクション毎に分割して説明を行う。

まず、重複するがこの論文の 3.2.1 にある数式を掲載する。

$T_{ij}$  ; 現在の  $i$  ゾーンから  $j$  ゾーンへの純流動輸送量

$T_i = \sum_j T_{ij}$  ; 現在の  $i$  ゾーン発の出荷 (供給) 量

$T_j = \sum_i T_{ij}$  ; 現在の  $j$  ゾーン着の入荷 (需要) 量

$T = \sum_i \sum_j T_{ij}$  ; 現在の対象物資の総入出荷 (需給) 量

$\dot{T}_i$  ; 将来の  $i$  ゾーン発の出荷 (供給) 量 (所与)

$\dot{T}_j$  ; 将来の  $j$  ゾーン着の入荷 (需要) 量 (所与)

$\dot{T}$  ; 将来の物資の総入出荷 (需給) 量 (所与)

$$\dot{T}_{ij} = \frac{\frac{\dot{T}_i}{T_i} \cdot \frac{\dot{T}_j}{T_j}}{\frac{\dot{T}}{T}} \cdot T_{ij}$$

ここで求めるのは、 $\dot{T}_{ij}$  である。しかし、式の右辺にある、 $T_{ij}$  のデータ、すなわち昭和 38 年における純流動のデータが無いために、直接の計算はできない。したがって、厳密に再計算を行う場合には、 $\dot{T}_{ij}$  より逆計算を行って、 $T_{ij}$  を求める必要がある。ただし、

$\frac{\dot{T}_i}{T_i} > 5 \frac{\dot{T}}{T}$  または、 $\frac{\dot{T}_j}{T_j} > 5 \frac{\dot{T}}{T}$  の場合は例外処理を行い、 $\dot{T}_{ij}$  が重力モデル法によって産出さ

れている可能性があるので、昭和 60 年と昭和 38 年の入出荷量比を計算しておき、例外処理を行ったかどうかを判断する必要がある。

昭和 60 年と昭和 38 年の入出荷量比

	昭和 60 年 / 昭和 38 年			
	入荷	出荷	輸入	輸出
1. 北海道	2.17	1.75	6.33	1.00
2. 北東北	2.21	2.07	9.28	1.00
3. 表東北	2.27	2.38	7.66	1.00
4. 裏東北	2.26	2.63	8.82	1.00

5. 東関東	1.94	1.64	5.19	—
6. 北関東	1.70	2.17	3.70	—
7. 京浜葉	1.51	1.33	2.50	0.00
8. 新 潟	2.10	1.77	8.40	—
9. 北 陸	2.52	1.48	7.09	—
10. 甲 信	1.74	1.68	4.58	1.00
11. 静 岡	1.71	1.35	4.13	1.00
12. 中 京	1.72	1.35	4.04	16.38
13. 近 畿	1.52	1.17	3.84	1.00
14. 阪 神	1.49	1.35	3.07	1.00
15. 山 陰	2.60	3.40	10.55	1.00
16. 山 陽	1.81	1.44	4.38	1.00
17. 山 口	1.77	1.34	4.38	1.00
18. 北四国	2.36	2.02	6.79	1.00
19. 南四国	2.32	2.05	6.79	1.00
20. 北九州	1.99	1.39	4.92	1.00
21. 中九州	2.10	1.89	6.43	1.00
22. 南九州	2.12	2.23	6.76	1.00
国内 計	2.00	1.70	4.53	1.00

この計算結果によると、国内の入出荷量の増減比に対して5倍以上増加した地域が存在していないので、重力モデル法はどの地域間でも採用されていないと推測される。3.2.2で国内出荷量における増加率の5倍の増加では重力モデル法を採用する点について、塚原は根拠がないと述べているが、そのような状況はまれであり、この判断は妥当であったと再度確認できた。もし、重力モデル法を利用する場合、現在パターン法との整合性の問題を指摘される場合もあると考えられるが、現在パターンが利用できないほどの大きな変化であり、その場合には重力モデル法を使うのは交通需要予測では妥当な処置として考えられるので、問題はない。

さて、現在パターン法のみを利用しているのが明らかとなった。その場合、データを再現させるための手順が問題となる。今回は、逆算の基準として現在パターン法による逆算を行い、昭和60年の地域相互純流動表を基に昭和38年の地域相互純流動輸送量を算出した。その結果は表10の通りである。ただし、基とした昭和60年の地域相互純流動輸送量は、すでにフレーター法により収束計算を行っているもので、実際利用されたデータとは完

全には一致しないと考えられる。

この結果を利用し、貨物地域流動予測システムを用いて、昭和 60 年度の純流動輸送量を算出した。結果については、表 11 のとおりとなった。資料による推測結果と比較したところ大きな違いは存在しないものと認められた。

地域相互輸送量は、純流動輸送量に域内重複輸送量と域外重複輸送量を付加することによって求めることができる。しかし、域内重複輸送量・域外重複輸送量双方ともデータが存在しないので、両方のデータについて、地域相互輸送量に対する割合を算出した。結果は表 12 に記載されている。算出結果については、省略した。

### 3.6 塚原が 4 段階推定法を選択しなかった理由

塚原は何故に主流である 4 段階推定法を敢えて選ばなかったのでしょうか。それには次の 3 つの理由が考えられる。

第 1 に、第 2 章で述べた、各段階によって異なる理論を用いて計算する 4 段階推定法のような需要予測モデルは、その異なる理論間において断層が存在するという点である。その構造的な欠陥により、塚原は予測結果に致命的な破綻が発生すると考えていた。塚原はそのような考えを持ち、「段階を経ることなく、予測結果を得ることができる」ことが、交通需要予測の理論整合性のために必要であると考えていた。そして、実際にそのことを交通需要予測モデルに反映させた 2 つの論文<sup>35</sup>を書いている。第 2 に、塚原は今までの経験則、すなわち、過去の輸送量の動向だけを考えた需要予測が、今後近代化していく交通機関の需要予測には適さないという考え方を持っていた<sup>36</sup>。それゆえ、過去の物資輸送量の増減から将来の輸送量を推定するという経験則的な需要予測を主眼としたのではなく、物資の需給量という輸送力など交通機関の能力に囚われないデータを基として需要予測を行おうとしたのではないかと考えられる。この点は、今後研究を進めていくモーダル・デマンドモデルでも色濃く出ている点である。第 3 に、塚原の部下として長年共同研究を行った長浜敬氏は、「塚原氏の考え方は、経済学の見地から検討された交通需要予測が必要であるというものであった」ということを筆者に対して話してくれた。「これは、交通需要予測の結果は、利用者の便益（消費者余剰）との関係が明らかにされていなければならない<sup>37</sup>という塚原の考え方があからだ」(長浜氏)、とのことである。このことは、4 段階

推定法などの需要予測モデルでは、需要予測の結果と利用者の便益が明らかにされない場合がある、ということであり、この点で4段階推定法は不適當であるということの意味している。「貨物地域流動予測システム」のモデルでは、交通の輸送量から決定された予測結果ではなく、物資の需給関係から予測される予測結果であるので、利用者の便益についてはなんら変更されているわけではなく、このような問題は発生しない。

このように、塚原は、理論整合性を持つこと、将来への変化に耐えうること、経済学的な見地に配慮すること、この3つの点に配慮するならば4段階推定法を選ぶことは出来ず、自身の開発したモデルが3つの点に配慮した交通需要予測のモデルとして最適であると考えた。そしてそのような考え方の流れは、貨物地域流動予測システムからモーダル・デマンドモデルに引き継がれていくものである。

#### 4. 結語

この「貨物地域流動予測システム」は、3.5で述べたように、予測の計算テストは行われたが、実際にこのシステムを使って貨物の需要予測が行われることはなかった。それは、環境の変化に原因があったものと考えられる。このシステムが作成された当時、交通機関別の貨物輸送シェアは、自動車輸送が最大であったものの鉄道も約20%のシェアを占めていた。その後、そのシェアはさまざまな理由により大きく減少せざるを得ない状況となっていた。まず、臨海工業地帯の発展、工場立地などの広域化、第1次産品の国内産出の縮小（例えば石炭）、石油ショックなど産業面からの変化に遭遇した。また、交通の変化も存在し、臨海工業地帯の発展による内航海運の充実、道路網の発達による自動車輸送量の増加、大型機による航空貨物の発達、スト権ストに代表される国鉄ストライキによる荷主の鉄道離れなどが発生した。そのような事象が発生した結果、最近のJR貨物の報告書<sup>38</sup>によれば、1999年度の鉄道貨物の全交通機関に対するシェアは4%に低迷している。鉄道の輸送シェアが大幅減の状況では鉄道貨物輸送に対する投資が必要でなくなってしまうため、投資を決定する基礎となる貨物の交通需要予測についても省みられることがなくなっていた。そのために、「貨物地域流動予測システム」についても、省みられることはなかったものと考えられる。

この「貨物地域流動予測システム」は、「純流動」という輸送量についての考え方を軸としている。この「純流動」という考え方は、鉄道における輸送では操車場を経由する車扱貨物が主力であり中継輸送を主流にしていた時代であれば、実際の貨物流動を検討する上で重要な考え方である。しかし、トラックによる拠点間輸送・直行輸送が主力となっている現在においては、この純流動という概念の有効性は低くなっている。とはいえ、そのことによりこの資料のモーダル・デマンドモデルの起源としての重要性、価値が減じることはないと筆者は考える。

「貨物地域流動予測システム」は実際に貨物の需要予測に使われることはなく、内部資料としてのみ存在したが、これはモーダル・デマンドモデルの起源を意味する論文及びモデルとして重要である。それがモーダル・デマンドモデルの起源を意味することは、繰り返しになるが次の3点の理由からである。その理由は、推計モデルとして発表された時期が、モーダル・デマンドモデルが発表された約1年前であること、段階を経ることなく、予測結果を得ることができるという点でモーダル・デマンドモデルと共通点を有すること、過去の輸送量の動向を基本として需要予測を行うという経験則的なアプローチに頼るのではなく、対象物資の需給量を基準として需要予測を行ういわば理論的なアプローチを基盤としているという点でモーダル・デマンドモデルと共通点を有することである。

そして、「貨物地域流動予測システム」のモデルによって、塚原は交通需要予測において主流である4段階推定法の欠点が存在していると述べている。第1に各段階によって異なる理論を用いて計算する4段階推定法のような需要予測モデルは、その異なる理論間において断層が存在する。第2に、今までの経験則、すなわち、過去の輸送量の動向だけを考えた需要予測が、今後近代化していく交通機関の需要予測には適さない。第3に、交通需要予測の結果と利用者の便益が明らかにされない場合がある。というこれらの問題点を克服する一定の解答を出したモデルとして、この「貨物地域流動予測システム」は高く評価されてもよいと考えられる。

また、この「貨物地域流動予測システム」が開発された時期は1970年5月の全国新幹線鉄道基本整備法の成立から1972年6月の基本計画決定、1973年11月の全国新幹線鉄道整備計画決定の時期にちょうど重なっている。「貨物地域流動予測システム」の考え方を引き継ぐ、モーダル・デマンドモデルの基礎はこの時期に確立されたと言ってもよいで

あろう。

表1 OD表：

あるゾーンからあるゾーンへ一定の時間内に移動する交通の量をOD交通量という。対象地域内のすべてのOD交通量を表の形にまとめたものをOD表という。トリップ数を往復合計して表示する三角表形式と、往復分離して表示する四角表形式とが存在する。現在は四角表が主流となっている。

OD表は以下のように表記される。

1. 現在（基準年）のOD表

O \ D	1	...	j	...	n	計
1	$x_{11}$	...	$x_{1n}$	...	$x_{1n}$	$g_1$
⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮
i	$x_{i1}$	...	...	...	$x_{in}$	$g_i$
⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	⋮
N	$x_{n1}$	...	...	...	$x_{nn}$	$g_n$
計	$a_1$	...	$a_j$	...	$a_n$	t

$i, j$  ; ゾーン番号                       $n$  ; ゾーン数

$x_{ij}$  ; ゾーン  $i$  より発生、ゾーン  $j$  に集中する OD 交通量

$g_i$  ; ゾーン  $i$  の発生交通量、 $g_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}$

$a_j$  ; ゾーン  $j$  の集中交通量、 $a_j = \sum_{i=1}^n x_{ij}$

$t$  ; 総トリップ数

表2 フレーター法の収束計算

ここでは、収束演算法の代表例としてフレーター法の収束演算フローチャートを掲載する。

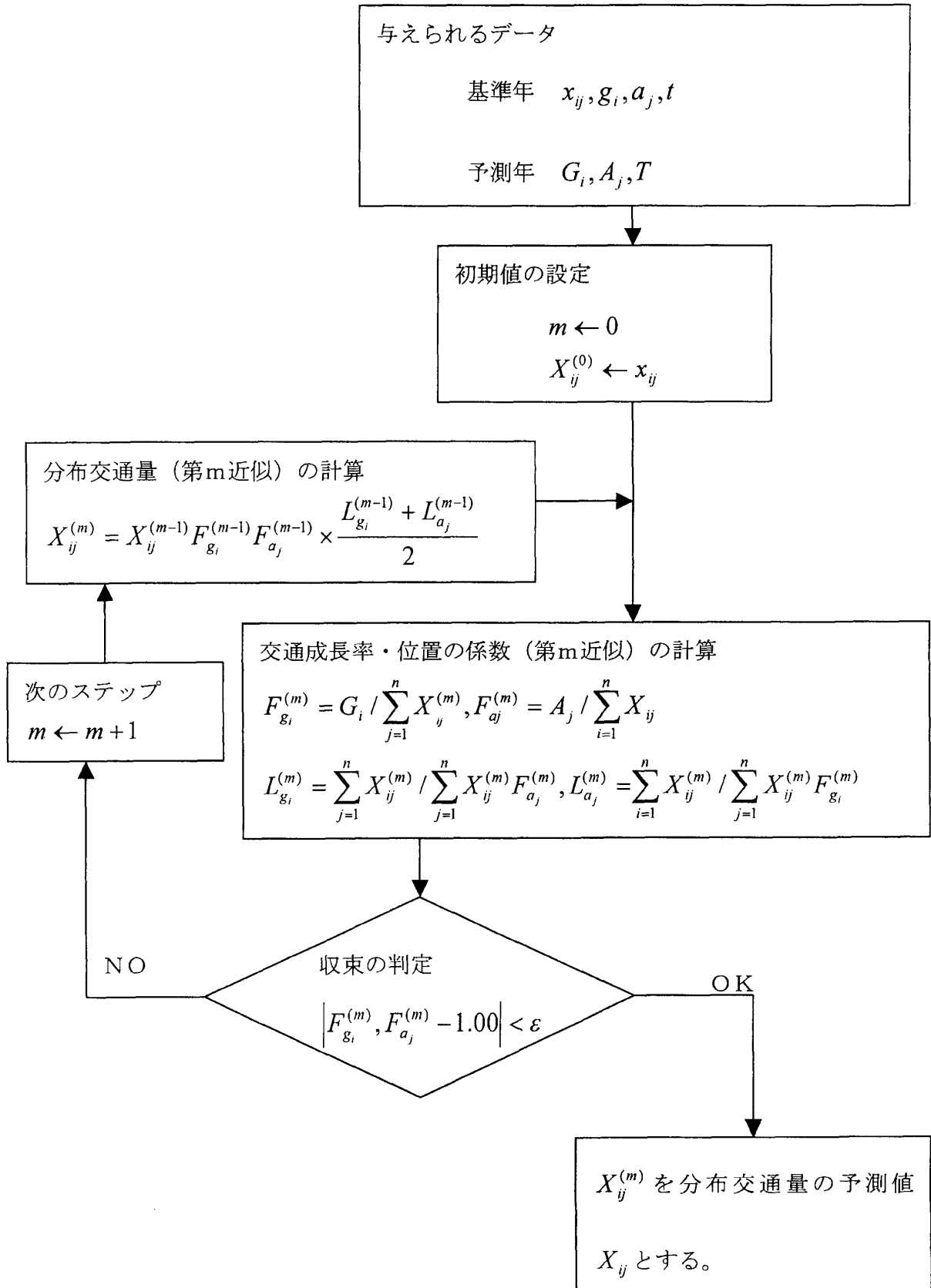


表3 昭和60年度 石油製品地域別出荷・入荷想定量（資料より転載） 単位：千トン

	出 荷 量			入 荷 量		
	合 計	内 国内向	内 輸出	合 計	内 国内産	内 輸入
1. 北海道	7012.0	6980.0	32.0	13090.0	12521.0	569.0
2. 北東北				5904.0	5712.0	192.0
3. 表東北	3308.0	3294.0	14.0	7931.0	7633.0	298.0
4. 裏東北	10768.0	10723.0	45.0	2904.0	2854.0	50.0
5. 東関東	11872.0	11816.0	56.0	2837.0	2749.0	88.0
6. 北関東	51.0	51.0		14366.0	14036.0	330.0
7. 京浜葉	93836.0	92719.0	1117.0	92238.0	87859.0	4379.0
8. 新 潟	6284.0	6258.0	26.0	5229.0	5080.0	149.0
9. 北 陸	3300.0	3286.0	14.0	7013.0	6938.0	75.0
10. 甲 信				2901.0	2823.0	78.0
11. 静 岡	110700.0	10996.0	74.0	12350.0	12085.0	265.0
12. 中 京	83606.0	82879.0	727.0	40322.0	38286.0	2036.0
13. 近 畿	10171.0	9643.0	528.0	13151.0	12740.0	411.0
14. 阪 神	11507.0	10219.0	1288.0	64263.0	61130.0	3133.0
15. 山 陰				1900.0	1884.0	16.0
16. 山 陽	19953.0	19771.0	182.0	11790.0	11411.0	379.0
17. 山 口	26680.0	25344.0	1336.0	14230.0	13385.0	845.0
18. 北四国	6351.0	6322.0	29.0	8640.0	8402.0	238.0
19. 南四国	2023.0	2015.0	8.0	3694.0	3545.0	149.0
20. 北九州	24.0	24.0		26050.0	25131.0	919.0
21. 中九州	34396.0	33369.0	1027.0	2209.0	2166.0	43.0
22. 南九州	6138.0	6131.0	37.0	3528.0	3470.0	58.0
全国 計	348380.0	341840.0	6540.0	356540.0	341840.0	14700.0



表4 昭和60年度 木材地域別出荷・入荷想定量 (資料より転載) 単位:千トン

	出荷量			入荷量		
	合計	内国内向	内輸出	合計	内国内産	内輸入
1. 北海道	41345.7	41095.7	250.0	37637.7	31952.1	5685.6
2. 北東北	12857.5	12845.4	12.1	10358.1	8194.9	2163.2
3. 表東北	10087.0	10085.5	1.5	14365.0	11825.5	2539.5
4. 裏東北	11761.1	11760.5	0.6	18248.6	15562.3	2686.3
5. 東関東	5743.6	5743.6		4622.1	4275.4	346.7
6. 北関東	4365.5	4365.5	107.2	5448.8	5393.3	55.5
7. 京浜葉	3929.3	3822.1		22885.5	13048.5	9837.0
8. 新潟	3295.5	3295.5		10062.9	4523.2	5539.7
9. 北陸	7546.6	7547.6		17864.0	6911.3	10952.7
10. 甲信	8888.6	8887.7	0.9	7086.2	6582.4	503.8
11. 静岡	7547.2	7546.2	1.0	16353.9	10125.6	6228.3
12. 中京	15369.4	15368.1	1.3	30334.5	17240.2	13094.3
13. 近畿	10071.1	10067.0	4.1	14487.1	8984.6	5502.5
14. 阪神	5004.1	4884.3	119.8	17424.7	10097.3	7327.4
15. 山陰	7516.3	7514.3	2.0	10550.8	8805.5	1745.3
16. 山陽	8349.4	8349.1	0.3	10750.8	6896.0	3854.8
17. 山口	2999.3	2999.1	0.2	4033.2	3128.1	905.1
18. 北四国	6349.8	6340.5	9.3	8547.3	6210.4	2336.9
19. 南四国	8621.7	8609.8	11.9	7539.6	5976.3	1563.3
20. 北九州	6542.5	6436.9	15.6	11403.9	6940.2	4463.7
21. 中九州	9710.3	9689.0	21.3	9166.5	7900.2	1266.3
22. 南九州	13257.1	13042.5	214.6	10031.4	9722.6	308.8
全国計	211069.6	210295.9	773.7	299202.6	210295.9	88906.7

表5 昭和60年度 石油製品推計地域相互純流動輸送量 (資料より転載)

単位：千トン

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	総	
	北海道	北海道	表東北	裏東北	東関東	北関東	京浜葉	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州	国内計	外国	供給量
1. 北海道	4436.2	768.0	241.0	152.3			892.0	342.2	135.6			4.5	2.3										6974.1	32.0	7006.1
2. 北東北																									
3. 表東北	31.5	67.4	851.2	43.7	66.1	216.4	1344.3	62.0	37.2	20.4	76.5	106.8	41.3	208.7	5.4	33.1	26.3	24.3	8.6	40.4	0.8	2.4	3314.8	14.0	3328.8
4. 裏東北	1539.6	1685.5	752.3	2033.7	113.7	150.5	1363.3	461.3	235.2	18.2	74.7	285.0	37.2	1213.0	2.3	501.4	36.4	2.9	2.6	124.0	3.9	7.9	10644.6	45.0	10689.6
5. 東関東	35.0	48.6	256.0	17.9	484.8	1169.6	8591.6	60.5	57.1	65.1	215.9	213.6	81.2	420.8	9.3	68.3	51.2	50.3	17.1	76.8	1.1	3.7	11995.5	56.0	12051.5
6. 北関東					51.8																		51.8		51.8
7. 京浜葉	4533.3	2203.2	3430.1	197.8	1366.1	7718.0	53743.6	359.8	291.7	840.9	4386.0	4036.6	924.3	5727.6	6.3	948.0	142.1	1273.5	159.9	1290.8	8.6	22.9	93671.1	117.0	94788.1
8. 新潟	460.0	148.5	499.4	198.8	43.8	27.8	467.7	1679.4	1025.4	268.0	20.2	228.1	48.5	323.7	21.3	21.9	319.8	3.4	0.8	381.6	3.9	0.2	6192.2	26.0	6218.2
9. 北陸	16.8	17.3	35.1	7.5	13.9	97.6	535.9	39.5	803.4	22.4	68.4	338.0	186.9	819.9	13.9	78.1	49.1	51.2	17.6	67.3	1.2	3.3	3284.3	14.0	3298.3
10. 甲信																									
11. 静岡	254.2	55.8	326.3	5.7	266.0	1591.8	1826.1	122.0	75.0	723.2	1857.9	2761.7	181.8	740.0		68.8	16.4	14.7	8.3	65.6	0.3	18.2	10979.8	74.0	11053.8
12. 中京	656.8	472.9	825.6	83.3	168.6	211.9	12120.0	1510.1	2210.7	587.6	4673.1	25968.7	4905.3	16855.3	560.0	1536.4	2325.1	1671.6	843.2	1665.8	141.5	534.9	82528.4	727.0	83255.4
13. 近畿	77.3	37.6	22.6	4.1	7.7	44.1	453.4	1.9	113.8	81.1	30.1	511.1	1035.9	4517.3	34.2	746.5	160.3	765.9	4101	567.0	13.3	45.9	9681.2	528.0	10209.2
14. 阪神	10.4	8.7	15.6	2.6	8.0	58.8	411.4	12.2	65.2	15.4	62.7	313.1	1605.8	7250.9	19.1	187.5	81.2	104.6	33.3	97.3	0.9	3.3	10361.0	1288.0	11649.0
15. 山陰																									
16. 山陽	145.8	32.6	46.9	40.0	8.5	73.1	673.9	79.8	540.5	5.4	12.5	853.2	1246.0	7863.7	315.1	1847.3	672.3	990.9	218.8	3090.9	145.7	807.1	19710.0	182.0	19892.0
17. 山口	70.7	22.5	59.5	57.6	13.4	62.0	186.6	242.1	919.2	41.3	58.6	1102.3	1340.2	7152.0	461.3	2247.2	3575.5	2172.4	629.8	4508.7	48.8	242.9	25215.3	1336.0	26551.3
18. 北四国	24.0	3.8	11.3	2.1	2.9	14.1	174.1	4.8	101.4	3.5	3.3	195.0	10.5	1891.3	83.8	897.3	1087.9	94.4	229.5	1369.5	21.9	57.0	6283.4	29.0	6312.4
19. 南四国	7.5	5.5	9.1	2.0	4.3	25.3	184.7	6.7	19.3	6.2	25.5	87.9	69.3	409.4	14.4	143.8	65.0	220.3	627.3	78.4	15.5	3.5	2016.9	8.0	2024.9
20. 北九州								0.3	0.1						0.5	0.3		0.3	0.1	21.9			23.5		23.5
21. 中九州	170.3	114.2	182.0	41.2	82.1	465.3	3283.5	124.9	296.8	104.8	428.2	1315.7	832.3	4627.8	214.5	1848.5	4437.9	819.3	291.5	10735.5	1791.2	663.5	32871.0	1027.0	33898.0
22. 南九州	40.8	26.4	41.4	9.7	18.4	102.5	713.4	28.0	61.7	22.4	92.2	278.1	164.0	891.0	36.6	291.2	513.8	149.8	54.3	1320.5	60.1	1124.9	6041.2	37.0	6078.2
国内計	12510.2	5718.5	7605.4	2900.0	2720.1	13921.8	86965.5	5137.5	6989.3	2825.9	12085.8	38559.4	12712.8	60973.1	1898.0	11465.6	13560.3	8409.8	3552.8	25502.0	2244.7	3541.6	341840.1	6540.0	348380.1
外国	569.0	192.0	298.0	50.0	88.0	330.0	4739.0	149.0	75.0	78.0	265.0	2036.0	411.0	3133.0	16.0	379.0	845.0	238.0	149.0	919.0	43.0	58.0	14700.0		14700.0
総需要量	13079.2	5910.5	7903.4	2950.0	2808.1	14251.8	91344.5	5286.5	7064.3	2903.9	12350.8	40635.4	13123.8	64106.1	1914.0	11844.6	14405.3	8647.8	3701.8	26421.0	2287.7	3599.6	356540.1	6540.0	363080.1

表6 昭和60年度 木材推計地域相互純流動輸送量 (資料より転載)

単位：千トン

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	国内計	23.	総
	北海道	北東北	表東北	裏東北	東関東	北関東	京浜葉	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州		外国	供給量
1. 北海道	33544.9	216.4	418.6	516.9	87.0	76.1	1490.7	390.1	269.0	44.3	572.1	690.9	26.4	658.5	15.7	152.0	90.3	26.2	13.2	19.8	13.4	1.4	39333.9	250.0	39583.9
2. 北東北	31.2	7488.6	1119.8	3408.2	181.7	112.9	611.9	110.7	62.4	18.5	119.3	22.0	2.1	13.6	1.9	0.3		0.3	1.4	0.2			133.7.0	12.1	13319.1
3. 表東北	2.4	59.3	9217.0	114.1	351.2	60.4	287.5	185.4	12.2	18.7	97.5	8.4	3.3	9.4		0.8		0.4	0.1	0.8	0.1	0.1	10429.1	1.5	10430.6
4. 裏東北	7.0	77.0	340.0	10612.7	87.9	85.6	637.8	173.8	30.7	16.2	54.1	34.7	9.1	41.7	2.5	7.4	0.6	5.2	2.0	4.0	1.1	0.7	12230.8	0.6	12231.4
5. 東関東	1.7	2.6	107.9	21.8	3007.2	859.8	1701.9	13.6	0.8	12.0	114.3	4.0	1.5	9.6	0.9	0.3			0.2				5860.1		5860.1
6. 北関東	0.3	0.9	8.9	6.5	126.4	2127.6	1069.1	26.6	4.9	51.0	29.8	6.1	0.6	1.7		0.2		0.1					4460.7		4460.7
7. 京浜葉	2.9	37.7	100.6	126.1	234.8	380.5	2444.6	81.3	90.3	146.3	185.9	17.7	2.9	18.0	0.3	2.6	0.3	0.5	0.1	1.1	0.1	0.9	3875.2	107.2	3982.4
8. 新潟	2.6	208	20.5	27.8	32.3	60.3	26.5	3045.7	57.0	4.8	31.9	38.5	3.5	3.6	0.4	0.6		0.7	0.3	0.5	0.2		3360.5		3360.5
9. 北陸	1.0	4.4	18.6	20.8	11.2	36.8	345.2	170.7	5692.1	25.4	13.7	595.6	536.8	20.2	17.3	8.1	1.1	2.0	0.8	5.6	0.2	1.1	7528.7		7528.7
10. 甲信	0.3	0.6	3.8	3.2	17.4	307.2	809.8	46.4	86.1	5958.3	1091.7	618.1	6.1	27.0	0.4	2.4	0.1	2.2	0.3	1.1	0.3		8982.8	0.9	8983.7
11. 静岡	5.9	10.8	26.2	41.1	8.3	32.4	308.4	29.8	9.5	38.7	7029.9	30.5	1.8	4.6	1.8	3.9	0.1	1.5	1.0	2.6	0.3	1.9	7591.0	1.0	7592.0
12. 中京	7.9	8.2	31.8	51.7	9.0	36.3	488.6	41.5	275.5	106.7	165.1	13699.4	126.3	334.4	11.2	18.8	3.1	6.5	5.1	13.5	4.9	4.4	15449.9	1.3	15451.2
13. 近畿	0.7	1.1	19.3	8.6	8.8	32.9	1105.1	48.3	111.1	4.4	168.2	628.6	6973.2	890.5	74.0	11.7	2.9	1.1	3.4	5.3	0.8	0.3	10100.3	4.1	10104.4
14. 阪神	3.6	4.3	12.3	19.6	7.0	8.9	42.2	19.7	58.8	9.8	64.6	65.7	310.0	4008.2	150.1	21.0	2.1	40.9	29.1	11.4	2.6	3.5	4895.2	119.8	5015.0
15. 山陰	0.5	1.0	0.6	2.7	1.6	7.8	94.0	12.6	57.4	6.1	87.5	80.0	33.4	469.7	6539.1	289.0	40.3	8.4	2.0	27.1	1.2	0.5	7762.5	2.0	7764.5
16. 山陽	1.3	1.1	4.4	4.6	3.8	17.7	196.5	9.3	28.6	6.3	143.7	149.3	76.6	379.1	1193.3	5091.0	591.8	321.8	8.3	191.3	8.1	3.6	8431.5	0.3	8431.8
17. 山口	0.1	1.0	1.9	3.8	0.4	4.3	18.4	0.3	23.2	3.7	32.6	113.5	73.0	73.8	388.2	498.6	1500.5	79.5	20.3	85.4	53.6	35.9	3012.3	0.2	3012.5
18. 北四国			0.8	1.9	1.6	1.5	167.1	10.4	2.1	2.2	4.3	51.4	39.9	430.1	1.2	337.6	195.8	4531.5	376.7	64.6	75.5	9.6	6305.8	9.3	6315.1
19. 南四国	0.9		1.8	0.9	2.9	10.0	264.6	18.5	4.3	15.1	37.9	55.7	422.2	1450.1	3.5	27.0	75.3	667.8	5505.2	0.6	16.4	0.7	8581.4	11.9	8593.3
20. 北九州	0.1	0.3	0.4	2.5	0.3	5.3	121.6	2.7	4.1	3.7	8.4	95.1	11.8	82.0	54.6	59.7	240.1	236.9	1.0	4628.7	715.1	54.1	6328.5	15.6	6344.1
21. 中九州	1.7	2.9	0.8	2.9	0.7	7.7	276.0	5.8	48.1	10.4	9.7	86.9	152.9	301.3	46.5	79.9	153.6	101.1	1.2	1574.0	6213.3	456.6	9534.0	21.3	9555.3
22. 南九州	0.7	3.1	1.4	2.1	1.5	6.1	435.4	6.6	9.2	8.3	11.9	78.7	153.2	876.1	38.8	229.5	231.3	214.5	29.7	427.1	932.4	9237.1	12934.7	214.6	13149.3
国内計	33617.7	7924.1	11457.1	1500.5	4183.0	5228.1	12942.9	4450.1	6937.4	6510.9	10074.1	17170.8	8965.6	10103.2	8541.7	6842.4	3129.3	6249.1	6001.4	7064.7	8039.6	9812.2	210295.9	773.7	211069.6
外国	5685.6	2163.2	2539.5	2686.3	346.7	55.5	9837.0	5539.7	10952.7	503.8	6228.3	13094.3	5502.5	7377.4	1745.3	3854.8	905.1	2336.9	1563.3	4463.7	1266.3	308.8	88906.7		88906.7
総需要量	39303.3	10087.3	13996.6	17186.8	4529.7	5333.6	22779.9	9989.8	17890.1	7014.7	16302.4	30265.1	14468.1	17430.6	10287.0	10697.2	4034.4	8586.0	7564.7	11528.4	9305.9	10121.0	299202.6	773.7	299976.3

表7 昭和60年度 石油製品推計地域相互輸送量 (資料より転載)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	国内計	23.	総	
	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	北海道	供給量
1. 北海道	24787.3	865.8	192.4	116.7			883.5	337.1	135.6			4.5	2.3										27325.2	32.0	27357.2	
2. 北東北	1145.0	6849.9	138.4	90.7			8.5	3.4															7202.4		7202.4	
3. 表東北	67.6	494.9	10909.7	170.5	67.4	216.4	1386.2	63.7	37.2	20.4	76.5	106.8	41.3	208.7	5.4	33.1	26.3	24.3	8.6	40.4	0.8	2.4	14008.6	14.0	14022.6	
4. 裏東北	1601.6	1712.1	819.5	7522.6	243.2	118.5	1387.9	472.2	240.2	5.5	41.7	269.7	32.9	1213.9	2.3	493.2	29.2	2.9	2.6	138.4	0.9	0.7	16356.7	45.0	16401.7	
5. 東関東	35.4	48.6	309.1	18.3	5128.5	1174.7	8736.6	61.0	57.1	66.9	220.3	213.6	81.2	423.7	9.3	68.3	51.2	50.3	17.1	76.8	1.1	3.7	16852.8	56.0	16908.8	
6. 北関東	0.4		0.3		68.0	9490.4	315.7	1.0		1.0	3.2												9880.0		9880.0	
7. 京浜圏	5153.4	2180.1	4565.6	105.7	1718.1	10452.1	122405.5	487.2	80.0	1039.8	4422.3	7577.4	513.9	5293.9	0.7	498.6	314.0	1080.4	1.8	1078.6	6.2	13.5	168988.8	1117.0	170105.8	
8. 新 潟	460.0	149.1	499.5	198.8	43.8	109.8	386.2	8357.8	1028.4	278.6	16.8	226.8	47.8	323.1	20.2	18.2	463.7	0.8		247.3	2.6		12879.3	26.0	12905.3	
9. 北 陸	16.8	17.3	35.1	7.5	13.9	97.6	535.9	136.8	9235.1	22.9	68.4	339.2	187.6	820.7	13.9	78.1	49.1	51.2	17.6	67.3	1.2	3.3	11816.5	14.0	11830.5	
10. 甲 信					0.6	790.3	3.7	393.8		7435.8	0.6	0.5											8625.3		8625.3	
11. 静 岡	203.5	35.4	273.7	3.2	249.5	897.9	1900.0	113.4	17.6	1465.7	15963.5	2876.9	526.0	423.2		61.8	3.3	1.3		59.6			25085.0	74.0	25159.0	
12. 中 京	312.5	471.7	544.3	44.1	16.7	80.5	15283.5	1061.1	2541.3	967.9	4967.9	67674.6	6887.1	17559.4	483.8	1475.1	3349.2	1543.5	795.4	1238.9	24.5	278.1	127601.1	727.0	128328.1	
13. 近 畿	86.1	40.3	34.7	0.6	2.2	6.5	1211.0	0.9	112.7	72.0	85.9	982.3	22059.4	7976.4	29.6	675.4	144.9	699.6	457.7	622.6	16.3	47.4	35374.5	527.0	35901.5	
14. 阪 神	1.0	0.9	3.7	3.1	8.4	52.4	70.6	12.6	84.8	15.5	2.8	251.3	5607.3	61966.9	11.7	1030.7	337.2	503.1	397.8	316.1	7.6	19.4	70704.9	1289.0	71993.9	
15. 山 陰														91.0	3820.0	0.9							3911.9		3911.9	
16. 山 陽	70.9	0.5	10.7	266.0			464.3	21.8	558.4	12.9	718.1	411.9	9161.8	477.6	10555.3	1596.5	1596.5	1071.8	200.7	2833.5	138.6	803.2	29374.5	179.8	29554.3	
17. 山 口	38.2	9.2	5.9	61.3	0.5		353.6	199.0	988.9	3.8	25.8	1191.8	579.5	8531.7	499.8	2534.6	8729.7	2225.5	680.8	6446.5	284.1	163.4	33573.6	1367.2	34940.8	
18. 北四国	13.5		2.4				189.8		94.1			110.4	651.8	1296.7	28.2	1060.8	1215.0	9544.9	244.7	1253.6	24.1	49.8	15779.8		15779.8	
19. 南四国	7.5	5.5	9.1	2.0	4.3	25.3	184.7	6.7	19.3	6.2	25.7	87.9	87.1	419.9	14.4	147.6	66.2	291.7	4505.9	78.4	1.5	3.5	6000.4	8.0	6008.4	
20. 北九州							1.9	1.5	7.3		1.3	0.3	1.9	2.1	157.8	11.4	112.4	9.7	1.0	25434.7	191.6	314.2	26249.1	1027.0	27276.1	
21. 中九州	170.3	114.2	182.0	41.2	82.1	465.3	3283.5	124.9	296.8	104.8	428.2	1315.7	832.3	4627.8	214.5	1848.5	4437.9	819.3	291.5	11926.8	5694.1	764.1	38065.8		38065.8	
22. 南九州	40.8	26.4	41.4	9.7	18.4	102.5	713.4	28.0	61.7	22.4	92.2	278.1	164.0	891.0	36.6	291.2	513.8	149.8	54.3	1322.0	60.2	5122.4	10040.3	37.0	10077.3	
国内計	33181.3	13018.9	18597.5	8662.0	7665.6	24080.2	159716.0	11883.9	15596.5	11529.2	26456.0	84225.9	38715.3	121231.9	5825.8	20887.8	21439.6	18070.1	7677.5	53181.5	6455.4	7598.6	715696.5	6540.0	72236.5	
外 国	248.8	93.7					6946.2	89.9			0.3	1482.1	100.9	3218.8	619.1	1355.4	44.8	7.9	49.2	492.1			14700.0		14700.0	
総需分量	33430.1	13112.6	18597.5	8662.0	7665.6	24080.2	166662.2	11973.8	15596.5	11592.2	26456.3	85708.0	38816.2	124450.7	5825.8	21506.9	22795.0	18114.9	7685.4	53673.6	6455.4	7598.6	730369.5	6540.0	736936.5	

単位：千トン

表 8 昭和 60 年度 木材推計地域相互輸送量 (資料より転載)

単位：千トン

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	総	
	北海道	北海道	北東北	表東北	裏東北	東東北	北関東	京浜葉	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州	国内計	外国
1. 北海道	49939.3	216.4	418.6	516.9	87.0	76.1	1485.3	390.1	269.0	44.3	573.0	697.7	19.0	664.6	15.7	152.0	90.3	26.2	13.2	19.8	13.4	1.4	55729.3	249.0	55978.3
2. 北東北	31.2	18237.0	1119.8	3408.2	183.2	113.3	624.0	111.5	62.4	19.0	120.5	22.0	2.1	14.2	1.9	0.3		0.3	1.4	0.2				24072.5	
3. 表東北	2.4	59.3	17892.4	114.1	351.2	60.4	288.9	185.4	12.2	18.7	97.5	8.4	3.3	9.5	0.8	0.8		0.4	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	19106.0	
4. 裏東北	7.0	188.3	352.3	18233.4	111.8	86.7	638.5	194.8	32.8	25.5	54.5	34.7	8.1	42.1	2.5	7.4	0.6	5.2	2.0	4.0	1.1	0.7	20034.0		
5. 東関東	1.7	2.6	107.9	21.8	7694.2	859.8	1701.9	13.6	0.8	12.0	114.3	4.0	1.5	9.6	0.9	0.3			0.2					10547.1	
6. 北関東	0.3	0.9	8.9	6.5	126.4	8398.6	1069.1	26.6	4.9	51.0	29.8	6.1	0.6	1.7		0.2		0.1						9731.7	
7. 京浜葉	6.6	77.6	209.1	174.6	417.5	404.1	56024.8	97.2	95.3	241.5	303.4	56.1	3.3	21.1	0.3	3.1	0.3	1.1	0.1	1.1	0.1	0.9	58139.2	123.1	58262.3
8. 新潟	2.6	3.8	120.1	43.6	67.6	69.6	30.0	16405.9	59.8	80.9	35.6	38.9	3.5	3.6	0.4	1.0		0.7	0.3	0.5	0.2			16968.6	
9. 北陸	1.0	5.4	63.0	25.2	87.5	57.1	374.2	321.1	28983.8	265.2	100.4	944.9	784.2	27.6	17.3	9.4	1.1	2.0	0.8	7.1	0.2	1.1	32079.6		32079.6
10. 甲信	0.3	0.6	3.8	3.2	17.4	307.2	810.7	46.4	86.1	9355.5	1091.7	618.1	6.1	27.0	0.4	2.4	0.1	2.2	0.3	1.1	0.3			12380.9	
11. 静岡	5.9	12.7	28.5	41.1	8.3	33.2	314.8	29.8	9.5	98.3	18335.2	35.7	1.8	4.6	1.8	3.9	0.1	1.5	1.0	2.6	0.3	1.9	18972.5		18972.5
12. 中京	7.9	8.2	31.8	51.7	9.0	36.3	489.0	41.5	289.6	128.5	397.8	32046.0	140.1	340.4	11.2	18.8	3.1	6.5	5.1	13.5	4.9	4.4	34085.3	0.5	34085.8
13. 近畿	0.7	1.1	19.3	8.6	8.8	32.9	1106.1	48.3	122.4	4.4	203.7	953.6	18939.6	696.5	147.9	17.3	2.9	4.5	1.1	16.5	2.8	0.3	22612.3		22612.3
14. 阪神	7.4	4.3	16.2	19.6	7.0	8.9	44.2	20.6	107.2	11.5	65.3	91.6	468.6	32590.1	167.0	35.2	6.1	88.4	49.1	25.7	21.8	4.6	33860.4	149.9	34010.3
15. 山陰	0.5	1.0	0.6	2.7	1.6	7.8	94.0	12.6	67.0	6.1	78.6	80.8	33.4	472.0	14152.3	289.0	40.3	8.4	2.0	27.1	1.2	0.5	15279.5		15279.5
16. 山陽	1.3	1.1	4.4	4.6	4.3	17.7	204.7	9.3	28.6	6.3	155.2	184.5	124.1	470.3	1197.5	12277.8	655.6	386.3	9.0	728.7	7.9	4.3	16483.5		16483.5
17. 山口	0.1	1.0	1.9	3.8	0.4	4.3	19.1	0.6	23.2	3.7	32.6	113.5	74.4	78.6	420.9	498.6	4897.2	90.4	23.7	203.6	65.8	36.6	6594.0	0.2	6594.2
18. 北四国				0.8	1.9	1.6	167.1	10.4	7.1	2.2	4.3	60.3	39.8	450.6	1.2	341.5	195.8	8269.3	382.1	64.6	75.5	9.6	10082.2		10082.2
19. 南四国	0.9			1.8	0.9	2.9	10.0	264.6	18.5	3.5	14.9	55.7	419.4	1468.4	3.5	27.0	75.3	667.8	9756.4	0.6	16.4	0.7	12844.5		12844.5
20. 北九州	0.1	0.3	0.4	2.5	0.3	5.3	121.6	2.7	4.1	3.7	8.4	96.3	11.6	105.4	61.9	61.0	242.0	238.9	1.0	15226.5	728.2	65.6	16987.8	15.5	17003.3
21. 中九州	1.7	2.9	0.8	2.9	0.7	7.7	276.0	5.8	48.1	10.4	9.7	86.9	152.9	301.3	46.5	79.9	153.6	101.1	1.2	1574.0	11682.6	456.6	15003.3	21.3	15024.6
22. 南九州	0.7	3.1	1.4	2.1	1.5	6.1	435.8	6.6	7.6	8.3	11.5	78.7	153.2	878.1	38.8	229.5	231.3	214.5	29.7	427.1	932.4	14036.0	214.2	17948.2	
国内計	50019.6	18827.6	20403.8	22689.9	9190.2	10604.6	66584.4	17999.3	30320.0	10411.9	21860.3	36314.5	21390.6	38948.3	16189.9	14056.4	6595.7	10115.8	10279.8	18345.5	13555.2	14625.3	47328.2	773.7	480101.9
23. 外国	5678.0	2013.4	2268.2	2799.5	26.5		10475.6	5598.7	12120.5		5822.4	12585.4	5585.4	7477.3	1612.1	4692.4	1020.5	2237.2	1536.1	3842.7	1220.0	294.6	86906.5		86906.5
総需要量	55697.6	20841.0	22672.0	25489.4	9216.7	10604.6	77060.0	23598.0	42440.5	10411.9	27682.7	48899.9	26976.0	46425.6	17802.0	18748.8	7616.2	12353.0	11815.9	22187.8	14775.2	14919.9	56824.7	773.7	569008.4

表9 昭和38年度 木材地域別出荷・入荷量<sup>39</sup>

単位：千トン

	入荷			出荷		
	合計	内国内向	内輸出	合計	内国内向	内輸出
1. 北海道	19810.8	18912.1	898.7	18509.4	18259.4	250.0
2. 北東北	6052.9	5819.8	233.1	3965.1	3953.0	12.1
3. 表東北	4769.5	4438.1	331.4	4961.4	4959.9	1.5
4. 裏東北	5507.2	5202.5	304.7	5926.4	5925.8	0.6
5. 東関東	3020.9	2954.1	66.8	2609.6	2609.6	0.0
6. 北関東	2578.7	2563.7	15.0	2482.0	2482.0	0.0
7. 京浜葉	6476.3	2535.8	3940.5	9910.2	9803.0	107.2
8. 新 潟	2229.4	1569.8	659.6	2555.5	2555.5	0.0
9. 北 陸	4543.0	2998.4	1544.6	4655.8	4655.8	0.0
10. 甲 信	5214.6	5104.7	109.9	3926.9	3926.0	0.9
11. 静 岡	5931.8	4422.3	1509.5	7491.6	7490.6	1.0
12. 中 京	12182.2	8942.8	3239.4	12787.0	12785.7	1.3
13. 近 畿	8060.5	6625.7	1434.8	7693.0	7688.9	4.1
14. 阪 神	5658.2	3275.1	2383.1	7577.0	7457.2	119.8
15. 山 陰	3059.1	2893.6	165.5	2594.2	2592.2	2.0
16. 山 陽	5495.0	4615.7	879.3	4784.3	4784.0	0.3
17. 山 口	1902.7	1696.2	206.5	2327.4	2327.2	0.2
18. 北四国	3026.5	2682.2	344.3	3089.5	3080.2	9.3
19. 南四国	3940.5	3710.2	230.3	2929.6	2917.7	11.9
20. 北九州	4145.0	3237.4	907.6	5005.4	4989.8	15.6
21. 中九州	4808.8	4612.0	196.8	4198.7	4177.4	21.3
22. 南九州	6197.6	6151.9	45.7	4575.6	4361.0	214.6
全国 計	124611.2	104964.1	19647.1	124555.6	123781.9	773.7

表 10 推計された昭和 38 年度木材地域相互純流動輸送量

単位：千トン

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	総 供給量	
	北海道	北海道	表東北	裏東北	東関東	北関東	京浜圏	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州	国内計	外国	総 供給量
1. 北海道	19545.7	50.7	39.4	51.1	9.9	5.2	40.6	11.8	19.1	9.7	60.8	176.2	7.1	38.3	0.8	25.9	4.5	1.7	1.7	1.6	1.9	0.3	20104.1	250.0	20354.1
2. 北東北	84.0	8097.3	487.0	1555.7	95.9	35.9	76.9	15.5	20.5	18.7	58.6	25.9	2.6	3.7	0.5	0.2		0.1	0.8	0.1			10579.8	12.1	10591.9
3. 表東北	5.1	51.1	3194.7	41.5	147.7	15.3	28.8	20.7	3.2	15.1	38.2	7.9	3.3	2.0	0.5	0.2		0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	3575.6	1.5	3577.1
4. 裏東北	12.6	55.5	98.6	3231.4	30.9	18.2	53.5	16.2	6.7	10.9	17.7	27.3	7.5	7.5	0.4	3.9	0.1	1.0	0.8	1.0	0.5	0.5	3602.8	0.6	3603.4
5. 東関東	6.9	4.3	71.1	15.1	2404.1	414.2	324.0	2.9	0.4	18.4	85.0	7.1	2.8	3.9	0.3	0.4		0.2					3361.1	0.0	3361.1
6. 北関東	1.3	1.5	6.2	4.7	106.2	1077.7	214.0	5.9	2.6	82.2	23.3	11.4	1.2	0.7	0.3	0.3		0.0					1539.3	0.0	1539.3
7. 京浜圏	3.1	16.4	17.6	23.2	50.0	48.8	123.9	4.6	11.9	59.7	36.8	8.4	1.4	1.9	0.0	0.8	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.4	409.5	107.2	516.7
8. 新潟	10.8	34.8	13.8	19.6	26.4	29.7	5.2	660.0	28.9	7.5	24.2	70.2	6.7	1.5	0.2	0.7		0.3	0.3	0.2	0.2		941.2	0.0	941.2
9. 北陸	2.3	4.0	6.9	8.1	5.0	9.9	36.8	20.3	1584.4	21.8	5.7	595.8	564.5	4.6	3.6	5.4	0.2	0.5	0.4	1.8	0.1	0.9	2883.2	0.0	2883.2
10. 甲信	0.8	0.7	1.7	1.5	9.2	98.4	102.5	6.5	28.4	6074.0	539.8	733.3	7.6	7.3	0.1	1.9	0.0	0.6	0.2	0.4	0.2		7615.1	0.9	7616.0
11. 静岡	8.4	6.2	6.0	9.9	2.3	5.4	20.5	2.2	1.6	20.7	1821.9	19.0	1.2	0.7	0.2	1.6	0.0	0.2	0.3	0.5	0.1	1.0	1929.9	1.0	1930.9
12. 中京	6.6	2.7	4.3	7.3	1.5	3.6	19.0	1.8	27.9	33.4	25.1	4990.4	48.4	27.8	0.9	4.6	0.2	0.6	0.9	1.6	1.0	1.3	5210.7	1.3	5212.0
13. 近畿	1.0	0.6	4.3	2.0	2.4	5.4	71.4	3.5	18.7	2.3	42.5	380.8	4440.7	123.0	9.4	4.7	0.3	0.2	1.0	1.0	0.3	0.2	5115.6	4.1	5119.7
14. 阪神	5.1	2.5	2.8	4.7	2.0	1.5	2.8	1.5	10.2	5.3	16.8	41.0	203.5	570.6	19.7	8.8	0.3	6.3	9.0	2.3	0.9	1.8	919.5	119.8	1039.3
15. 山陰	2.1	1.6	0.4	1.9	1.3	3.8	18.0	2.7	28.7	9.4	65.5	143.7	63.1	192.4	2472.8	347.1	14.3	3.7	1.8	15.5	1.2	0.7	3391.8	2.0	3393.8
16. 山陽	2.9	1.0	1.6	1.7	1.7	4.7	20.4	1.1	7.7	5.3	58.3	145.4	78.4	84.1	244.5	3313.4	113.7	77.4	4.0	59.3	4.5	2.9	4234.0	0.3	4234.3
17. 山口	0.5	1.8	1.4	2.9	0.4	2.3	3.9	0.1	12.9	6.4	27.2	227.2	153.6	33.7	163.5	667.1	592.8	39.3	20.0	54.4	60.9	59.5	2131.8	0.2	2132.0
18. 北四国			0.4	1.1	1.1	0.6	27.0	1.9	0.9	2.9	2.7	77.7	63.4	148.2	0.4	341.3	58.4	1693.7	280.5	31.1	64.9	12.0	2810.2	9.3	2819.5
19. 南四国	3.3		1.1	0.6	2.1	4.3	45.1	3.5	1.9	20.7	25.2	88.9	708.5	527.7	1.2	28.8	23.7	263.5	4327.9	0.3	14.9	0.9	6094.0	11.9	6105.9
20. 北九州	0.2	0.3	0.1	0.9	0.1	1.3	12.1	0.3	1.1	3.0	3.3	88.8	11.6	17.4	10.7	37.3	44.2	54.7	0.5	1376.2	379.2	41.8	2085.0	15.6	2100.6
21. 中九州	4.3	3.0	0.3	1.3	0.3	2.3	32.8	0.8	14.9	10.0	4.5	96.9	179.2	76.6	10.9	59.6	33.8	27.9	0.7	559.0	3935.1	421.6	5475.7	21.3	5497.0
22. 南九州	1.7	3.0	0.6	0.9	0.7	1.8	49.6	0.8	2.7	7.6	5.3	84.1	172.0	213.3	8.7	163.9	48.8	56.6	15.6	145.3	565.7	8169.6	9718.2	214.6	9932.8
国内計	19708.7	8339.0	3960.4	4987.1	2901.2	1790.2	1328.7	784.6	1835.4	6444.9	2988.5	8047.3	6728.4	2086.8	2948.9	5018.1	935.6	2228.5	4666.4	2252.1	5031.7	8715.5	103728.1	773.7	104601.8
23. 外国	898.7	233.1	331.4	304.7	66.8	15.0	3940.5	659.6	1544.6	109.9	1509.5	3239.4	1434.8	2383.1	165.5	879.3	206.5	344.3	230.3	907.6	196.8	45.7	19647.1		
総需要量	20607.4	8572.1	4291.8	5291.8	2968.0	1805.2	5269.2	1444.2	3380.0	6554.8	4498.0	11286.7	8163.2	4469.9	3114.4	5897.4	1142.1	2572.8	4896.7	3159.7	5228.5	8761.2	123375.2		

表 11 再現テストによって推計された昭和 60 年度木材地域相互純流動輸送量

単位：千トン

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	総	
	北海道	北海道	表東北	裏東北	東関東	北関東	京浜葉	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州	国内計	外国	総
	33339.7	48.1	114.0	33339.7	14.3	15.3	395.1	67.1	72.2	9.8	205.0	376.0	9.4	185.4	2.4	35.3	15.2	4.6	2.1	5.0	3.1	0.3	33339.7	250	33589.7
1. 北海道	33339.7	48.1	114.0	33339.7	14.3	15.3	395.1	67.1	72.2	9.8	205.0	376.0	9.4	185.4	2.4	35.3	15.2	4.6	2.1	5.0	3.1	0.3	33339.7	250	33589.7
2. 表東北	143.2	7694.4	1408.9	143.2	138.3	104.9	749.2	88.0	77.3	18.9	197.5	55.3	3.5	17.7	1.4	0.3	0.0	0.2	1.0	0.2	0.0	0.0	143.2	12.1	155.3
3. 裏東北	8.8	48.6	9242.2	8.8	213.0	44.7	280.5	117.4	12.0	15.2	128.6	16.8	4.3	9.7	0.0	0.7	0.0	0.3	0.1	0.8	0.1	0.1	8.8	1.5	10.3
4. 東関東	21.4	52.8	285.4	21.4	44.6	53.0	520.9	92.1	25.4	11.1	59.7	58.2	10.0	36.2	1.2	5.3	0.3	2.8	1.0	3.1	0.8	0.5	21.4	0.6	22.0
5. 北関東	11.8	4.0	205.6	11.8	3466.2	1209.6	3156.3	16.4	1.5	18.6	286.6	15.2	3.8	18.9	1.0	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	11.8		11.8
6. 京浜葉	2.2	1.5	17.8	2.2	153.2	3147.2	2084.7	33.7	9.7	83.1	78.6	24.4	1.6	3.5	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2		2.2
7. 新潟	5.4	15.6	51.0	5.4	72.0	142.5	1206.9	26.0	45.1	60.3	124.1	17.9	1.9	9.4	0.1	1.1	0.1	0.2	0.0	0.5	0.0	0.4	5.4	107.2	112.6
8. 北陸	18.5	33.1	39.9	18.5	38.0	86.6	50.2	3743.3	109.3	7.6	81.7	149.7	8.9	7.2	0.4	1.0	0.0	0.9	0.3	0.9	0.3	0.0	18.5		18.5
9. 甲信	3.9	3.8	19.9	3.9	7.2	29.0	358.8	115.2	5988.5	22.1	19.3	1271.3	752.3	22.3	10.6	7.4	0.7	1.4	0.5	5.6	0.2	1.0	3.9		3.9
10. 静岡	1.4	0.6	4.8	1.4	13.3	287.3	998.3	37.1	107.4	6186.1	1819.7	1564.6	10.1	35.3	0.3	2.6	0.1	1.8	0.2	1.3	0.3	0.0	1.4	0.9	2.3
11. 中京	14.3	5.9	17.4	14.3	3.3	15.9	199.3	12.5	6.2	20.9	6141.6	40.5	1.6	3.2	0.7	2.2	0.0	0.6	0.4	1.6	0.2	1.1	14.3	1	15.3
12. 近畿	11.2	2.6	12.4	11.2	2.1	10.4	184.9	10.2	105.5	33.7	84.5	10648.1	64.5	134.4	2.5	6.2	0.7	1.6	1.2	4.9	1.6	1.5	11.2	1.3	12.5
13. 阪神	1.7	0.6	12.5	1.7	3.4	15.7	695.6	19.7	70.8	2.3	143.2	812.5	5917.2	595.3	27.3	6.5	1.2	0.5	1.3	3.2	0.4	0.2	1.7	4.1	5.8
14. 山陰	8.8	2.3	8.2	8.8	2.8	4.4	27.4	8.3	38.6	5.3	56.7	87.6	271.2	2762.8	57.1	12.0	0.9	17.7	11.5	7.1	1.5	2.0	8.8	119.8	128.6
15. 山陽	3.5	1.6	1.2	3.5	1.9	11.0	175.5	15.3	108.5	9.5	220.9	306.7	84.1	931.4	7162.4	473.3	47.8	10.5	2.3	48.7	2.0	0.8	3.5	2	5.5
16. 山口	4.9	0.9	4.6	4.9	2.4	13.6	198.8	6.1	29.3	5.3	196.6	310.1	104.5	407.3	708.2	4518.0	380.4	217.2	5.1	186.1	7.2	3.3	4.9	0.3	5.2
17. 北四国	0.8	1.7	4.1	0.8	0.5	6.8	38.3	0.4	48.8	6.4	91.7	484.7	204.7	163.0	473.6	909.6	1982.8	110.3	25.7	170.8	97.4	67.0	0.8	0.2	1.0
18. 南四国	0.0	0.0	1.3	0.0	1.6	1.8	262.6	10.6	3.3	2.9	9.1	165.8	84.5	717.7	1.1	465.3	195.5	4749.3	360.8	97.6	103.6	13.5	0.0	9.3	9.3
19. 北九州	5.6	0.0	3.1	5.6	3.0	12.6	438.9	19.9	7.2	20.9	85.0	189.7	944.1	2554.6	3.4	39.3	79.4	738.9	5566.0	1.0	23.8	1.0	5.6	11.9	17.5
20. 中九州	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	3.9	117.9	1.7	4.0	3.0	11.0	189.4	15.4	84.5	31.1	50.8	148.0	153.3	0.6	4317.0	605.8	47.1	0.4	15.6	16.0
21. 南九州	7.4	2.8	1.0	7.4	0.5	6.8	319.8	4.4	56.4	10.1	15.2	206.7	238.8	370.7	31.6	81.2	113.1	78.1	0.8	1753.5	6287.5	474.6	7.4	21.3	28.7
22. 国内計	33617.7	7924.1	11457.1	0.0	4183.0	5228.1	12942.9	4450.1	6937.4	6510.9	10074.1	17170.8	8965.6	10103.2	8541.7	6842.4	3129.3	6249.1	6001.4	7064.7	8033.6	9812.2	210295.9	773.7	34391.4
23. 外国	5885.6	2163.2	2539.5	2686.3	346.7	55.5	9837.0	5539.7	10952.7	503.8	6228.3	13094.3	5502.5	7377.4	1745.3	3854.8	905.1	2336.9	1563.3	4463.7	1266.3	308.8	88906.7		
総需要量	39303.3	10087.3	13996.6	17186.8	4529.7	5333.6	22779.9	9989.8	17890.1	7014.7	16302.4	30265.1	14468.1	17430.6	10287.0	10697.2	4034.4	8586.0	7564.7	11528.4	9305.9	10121.0	299202.6	773.7	



表 12 推計された域内重複輸送量・域外中継輸送量の地域相互輸送量に占める割合

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	
	北海道	北海道	表東北	裏東北	東関東	北関東	京浜葉	新潟	北陸	甲信	静岡	中京	近畿	阪神	山陰	山陽	山口	北四国	南四国	北九州	中九州	南九州	
1. 北海道	0.33										0.00	0.01		0.01									
2. 北東北		0.59			0.01	0.00	0.02	0.01		0.03				0.04									
3. 表東北			0.48				0.00							0.01									
4. 裏東北		0.59	0.03	0.42	0.21	0.01	0.00	0.11	0.06	0.36	0.01			0.01									
5. 東関東					0.61																		
6. 北関東						0.75																	
7. 京浜葉	0.56	0.51	0.52	0.28	0.44	0.06	0.96	0.16	0.05	0.39	0.39	0.68	0.12	0.15	0.16			0.55					
8. 新潟			0.83	0.36	0.52	0.13	0.12	0.81	0.05	0.94	0.10	0.01			0.40								
9. 北陸		0.19	0.70	0.17	0.87	0.36	0.08	0.47	0.80	0.90	0.86	0.37	0.32	0.27	0.14					0.21			
10. 甲信							0.00			0.36													
11. 静岡		0.15	0.08			0.02	0.02			0.61	0.62	0.15											
12. 中京							0.00		0.05	0.17	0.58	0.57	0.10	0.02									
13. 近畿							0.00		0.09		0.17	0.34	0.63		0.50	0.32		0.76		0.68	0.71		
14. 阪神	0.51		0.24				0.05	0.04	0.45	0.15	0.01	0.28	0.34	0.88	0.10	0.40	0.66	0.54	0.41	0.56	0.88	0.24	
15. 山陰									0.14			0.01		0.00	0.54								
16. 山陽					0.12		0.04				0.07	0.19	0.38	0.19	0.00	0.59	0.10	0.17	0.08	0.74			0.16
17. 山口							0.04	0.50					0.02	0.06	0.08		0.69	0.12	0.14	0.58	0.19	0.02	
18. 北四国									0.70			0.15		0.05		0.01		0.45	0.01				
19. 南四国														0.01					0.44				
20. 北九州											0.01			0.22	0.12	0.02	0.01	0.01		0.70	0.02	0.18	
21. 中九州																					0.47		
22. 南九州							0.00							0.00								0.34	

表 13 資料における「貨物地域流動予測システム」フローチャート

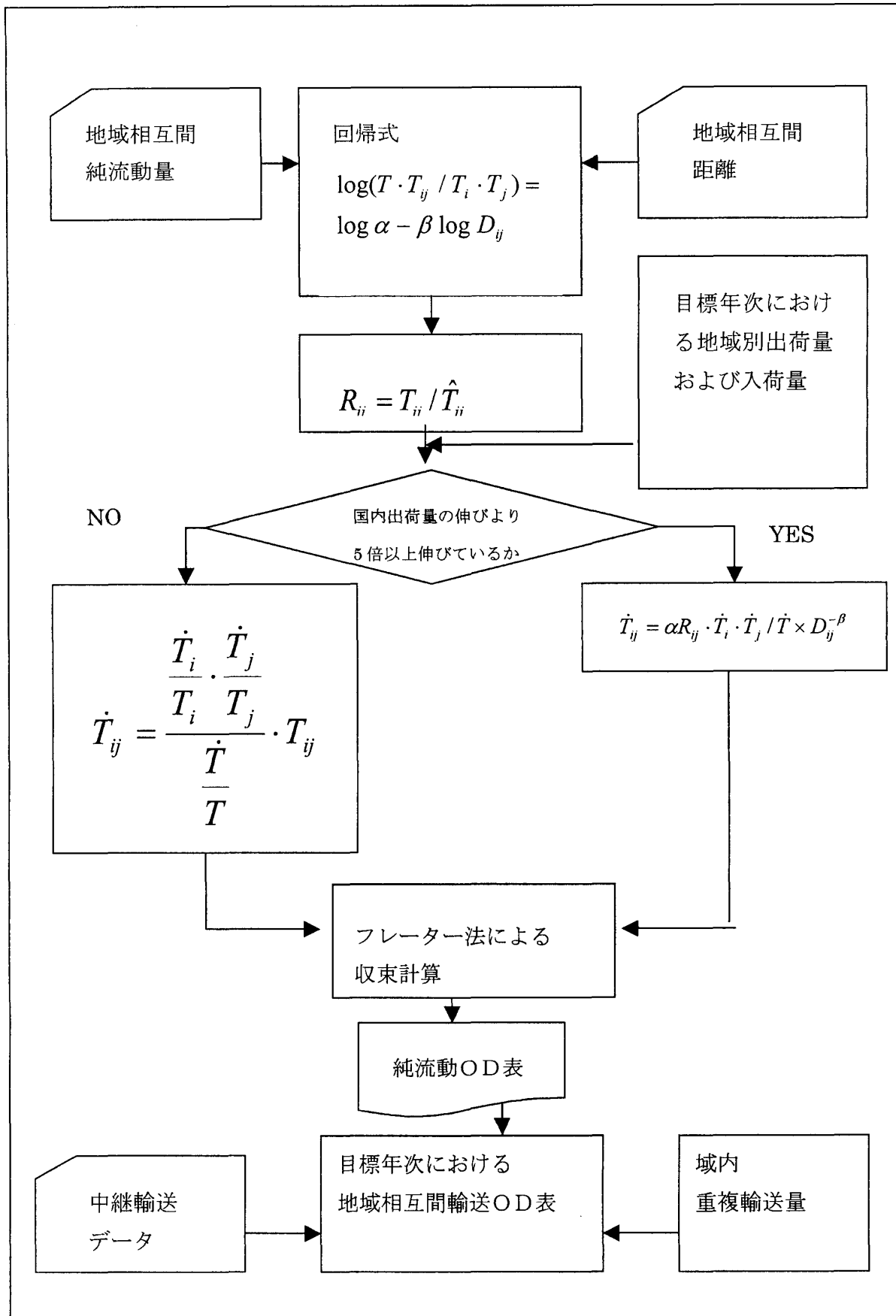
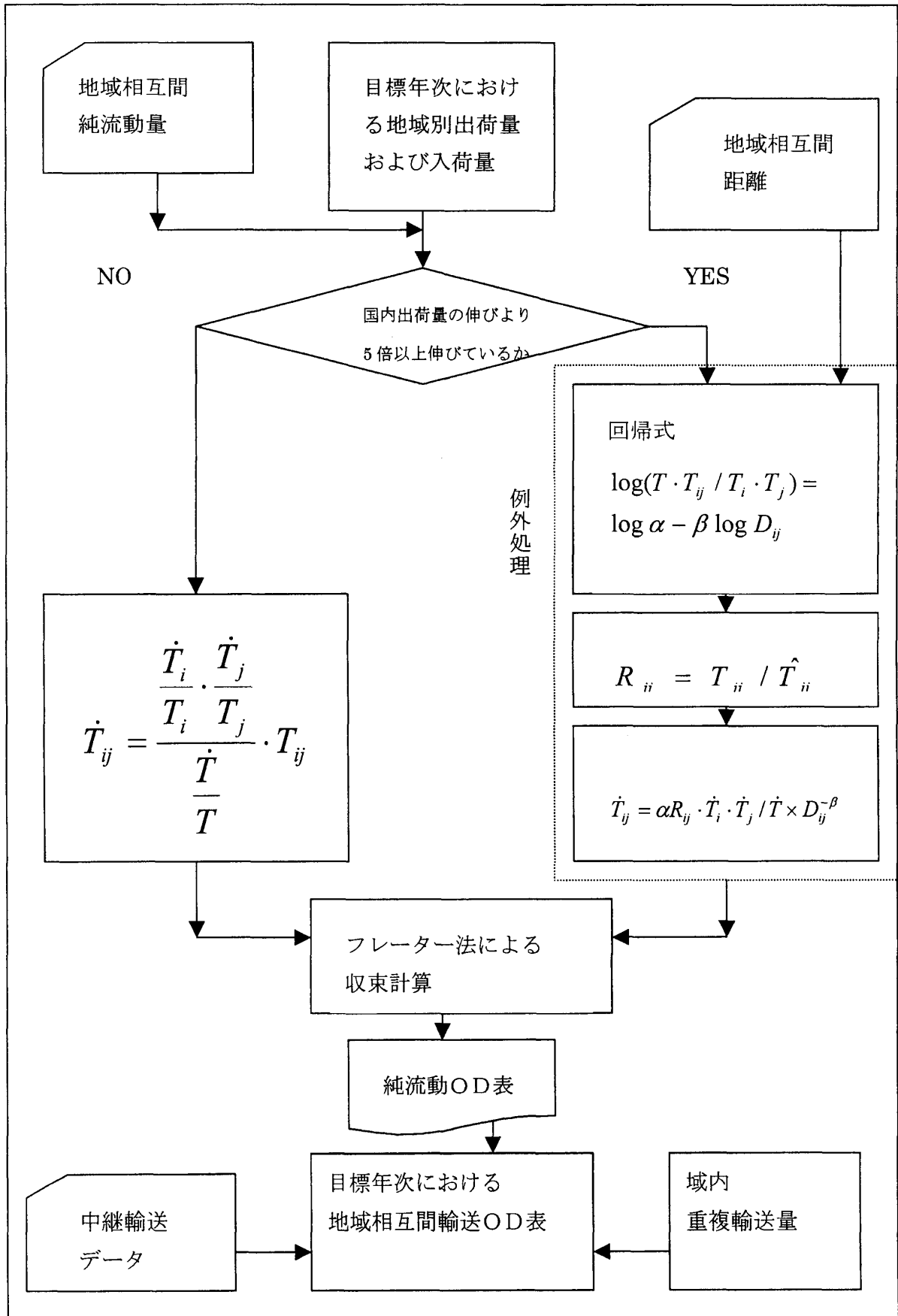


表 14 最適化した「貨物地域流動予測システム」フローチャート



## 【参考文献】

- 円山琢也・原田昇・太田勝敏「活動選択を内生化した時間帯別統合型ネットワーク均衡モデルの構築」『土木計画学研究・講演集 第24-2巻』、2001年、pp581-584
- 松井寛・藤田素弘「大都市圏道路網を対象とした拡張型利用者均衡配分モデルの開発とその実用化」『土木計画学研究・論文集 第17巻』、2000年、pp15-28
- 赤松隆「交通ネットワーク・フロー理論の概要」、『交通工学 32巻5号』、1997年、pp.11-23
- 北村隆一「交通需要予測の課題：次世代手法の構築に向けて」、『土木学会論文集 No.530 IV-30』、1996年、pp.17-30
- 澤喜司郎、『交通計量経済学』、成山堂書店、2000
- 塚口博司・塚本直幸・日野泰雄『交通システム』、国民科学社、1996
- 土木学会編『交通需要予測ハンドブック』、技報堂出版、1981
- 吉川文夫『東海道線 130年の歩み』、グランプリ出版、2002
- 石井一郎編著『交通計画』、森北出版、2000
- 小淵洋一『現代の交通経済学』、中央経済社、1993
- 久保田博『鉄道工学ハンドブック』、グランプリ出版、1995
- 運輸調査局『部内研究資料 4 昭和 60 年度貨物地域流動の予測』、運輸調査局、1970
- 月刊誌『運輸と経済』運輸調査局
- 月刊鉄道誌『鉄道ピクトリアル』電気車研究会

---

<sup>1</sup> この本稿は、需要予測手法について論じるものである。したがって、これらの問題はここでは議論しない。

なお、予測結果が過大になってしまったのは、必ずしも4段階推定法に起因するものではなく、供用時における自動車免許取得率を過大に推測したことが原因であると報道されている。(2002年8月24日 朝日新聞など)

<sup>2</sup> 塚原重利、「交通需要および交通の便益の推計モデルに関する一考察 -「新幹線鉄道」の費用便益分析の体験に基づく反省」『交通学研究/1970年研究年報』、1971年、pp.201-215。

運輸調査局、『調査資料 855 OD別モード別旅客輸送需要モデルの開発』、1972。

運輸調査局、『調査資料 859 マイカーと公共交通機関の選好に関する分析』、1972。

岡本久、「同時決定型都市間旅客輸送需要予測モデル (MD モデル) の考え方と実際」『運輸と経済/1993年5月号』、1993年、pp76-85。等

<sup>3</sup> 高木清晴・佐藤馨一、「中国北京-上海高速鉄道計画の Feasibility Study」『交通学研究/2001年研究年報』、2002年、pp.217-226。

<sup>4</sup> 経済産業省『資源・エネルギー統計月報』等、統計資料による

<sup>5</sup> 「交通需要および交通の便益の推計モデルに関する一考察 -「新幹線鉄道」の費用便益分析の体験に基づく反省-」『交通学研究/1970年研究年報』、塚原重利、1971年、pp.201-215

<sup>6</sup> 出発地と目的地を結ぶ人や車の移動の単位

<sup>7</sup> 個人、世帯、自動車などの交通を発生させる主体に基づいて、ゾーンの条件にとらわれないで求められる交通の量。(『交通需要予測ハンドブック』p506、付録1「用語の定義」より引用)

<sup>8</sup> 交通需要予測において、例えば地域に係わる総トリップ数は、人口と生成原単位などによってマクロ的に推計する方法と、ゾーン別の発生トリップ数など個別的な推計値を積み上げる方法があるが、両者は一

般に1致しない。この場合、前者の値を総トリップ数として採用し、ゾーン別のトリップ数は後者によるゾーン間の相対的な関係を保ちつつゾーン合計が前者に1致するようにコントロールするが、このとき前者をコントロールトータルという。(引用元：上に同じ)

<sup>9</sup> 個人の交通行動をとらえた場合のトリップのこと。

<sup>10</sup> 各ゾーンの、用途別の土地利用面積あるいは床面積あたりの発生量・集中量を原単位として、将来の土地利用面積あるいは床面積をこれに乗ずることによってゾーン別発生集中交通量を予測するものである。

<sup>11</sup> 必要な説明変数を選択し、重回帰分析を行うモデル式を設定することによって将来のゾーン別発生集中交通量を予測するものである。

説明変数には、産業別就業人口、昼夜間人口などの人口系統計、工業出荷額、用途別土地利用面積、自動車保有台数などがある。説明変数においては、将来の数値が予測できるものが望ましい。そして、説明変数の選択に当たっては、変数間で類似の性質を持たないものを、発生集中交通量との関連性の高いもの、他の説明変数との相互の相関の低いものを選ぶことが望ましい。

重回帰分析の結果についても数学・統計的判定は当然重要であるが、行動原理にあっているかどうかなどの吟味が必要である。

<sup>12</sup> 分布交通量予測モデルの誘導過程で確率論を用いるものを確率モデルと総称する。

介入機会モデル：

このモデルは以下の基本条件が前提になっている。

①あるゾーンから発生した交通量は総交通時間、費用、距離が最小となるように分布する。

②与えられた地域において、トリップ全体が適当な目的地を見つけ出す確率はその地域の活動規模に比例する。

この前提を元に、合理的に行動するトリップ主体は、順序づけられた各ゾーンの有するトリップ到着機会をある吸収確率によって考慮し、1つの目的地を見つけ出すと仮定する。一般的には、集中交通量をゾーンの有するトリップ到着機会として利用する。

<sup>13</sup> 発ゾーンごとに等到着時間帯別に各到着ゾーンを分類し、時間帯  $k$  の到着ゾーンは時間帯  $k$  よりも小さい到着ゾーンと競合するという仮定に立つものである。

このモデルでは、あるゾーンの到着交通量があらかじめ与えられた集中交通量に等しくなる保証がない点が利用の際問題になる。

<sup>14</sup> あるゾーンからあるゾーンへ一定の時間内に移動する交通量を OD (Origin, Destination) 交通量といい、それを表にしたもの <別表1を参照>

<sup>15</sup> ゾーン間の将来 OD 交通量は、現在 OD 交通量に対して「発ゾーンの交通発生の成長率」と「着ゾーンの交通吸引の全域に対する相対的な成長率」に比例して増加すると考える

<sup>16</sup> 各ゾーンから発生する交通量のゾーン別先行比率は交通吸引の成長率に比例し、また、各ゾーンから発生する交通量は交通発生の成長率に比例して増加すると考える。

<sup>17</sup> 再計算の手法は<別表2>を参照。

<sup>18</sup> 収束法については<別表2>を参照

<sup>19</sup> ゾーン間距離、所要時間比および所要時間差と利用率との関係を図示した利用率曲線を設定して交通機関別分担を予測する方法である。

<sup>20</sup> 交通機関の選択を集合体の平均的な交通状況ではなく、個人の行動特性による影響が大きくなる場合には、個々の人の動きを確率的に説明し、これを需要推定の基礎とする考え方を「非集計モデル」と総称

する。交通機関選択を非集計モデルで扱う場合には、他者択一の選択行動を推定することになる。その代表的なモデルとしてロジットモデル、プロビットモデルが挙げられる。

ロジットモデルとは、選択効用関数のランダム項が相互に独立で、同一のガンベル分布に従うものをいい、交通機関別利用率を機関分担に影響する各種要因の関数として表すものである。

プロビットモデルとは、選択効用関数のランダム項が平均値0で、有限の分散共分散行列を有する多変量正規分布に従うものをいい、ロジットモデルと同じく交通機関別利用率を機関分担に影響する各種要因の関数として表すものである。

同じ非集計モデルでも、ロジットモデルのほうがプロビットモデルに比べると計算が簡単になるため、交通需要予測では多用されている。

<sup>21</sup> 線（あるいは枝）。

<sup>22</sup> 点（結節点）。

<sup>23</sup> コスト最小のノードを通過する際、直前のノードを記憶しておくことにより、ノードの通過を逆にたどると、コスト最小の経路が判明する。この経路に対し交通機関毎の分布交通量を配分することによって、各ノード間の交通量が推計できる。

<sup>24</sup> 経路配分を説明する要因として、時間、費用、快適性などの外部要因の他に、個人属性などの内部要因が基本的に影響するといえる。しかし、現実の交通流動を見ると、一般に所要時間が短い経路を中心に分布している。

この時間比配分法は、OD交通が走行時間の短い経路ほど高い選択率で選択されるという配分原則に基づいたもので、これを時間比等による転換率曲線によって行う方法と、走行時間に関するその他の関係から経路選択率を決める方法に分けることができる。

転換率曲線法は交通機関分担の利用率曲線法と同じような考えの上に立脚しており、交通機関内における複数経路への配分方法として実用的な方法と言える。

時間比配分法は、繰り返し近似解法を用いて、時間比による配分を収束演算を行い求める方法である。

<sup>25</sup> 別表1参照。

<sup>26</sup> OD表と同義。

<sup>27</sup> 本稿「2.2発生集中交通量の推計」の部分を参照。

<sup>28</sup> 経済産業省『資源・エネルギー統計月報』等、統計資料による。

<sup>29</sup> 異種輸送機関による中継および流通機構上物資の流通過程に生ずる輸送で見かけ上中継輸送と同一形態になるもの。

<sup>30</sup> 運輸調査局『物資の地域別需給と流動』1968年。

<sup>31</sup> 運輸省大臣官房統計調査部編。

<sup>32</sup> 本稿「2.3.1現在パターン法」参照。

<sup>33</sup> 可住地面積＝総面積－森林・原野・湖沼の面積。

<sup>34</sup> 本稿「2.4段階推定法について」参照。

<sup>35</sup> 「貨物地域流動予測システムの開発」および塚原、1971年。

<sup>36</sup> 塚原、1971年、p.203。

<sup>37</sup> 塚原、1971年、p.201。

<sup>38</sup> ジェイアール貨物・リサーチセンター『日本経済の構造変化と鉄道貨物輸送』、2000年。

<sup>39</sup> 運輸調査局『昭和60年度貨物地域流動の予測』1970年。