

交通行動分析のフロンティア-混乱と仕切り

Recent Travel Behaviour Analysis - evaluation for practical use

原田 昇*、 兵藤 哲朗**

By Noboru HARATA and Tetsuro HYODO

Recent Travel Behaviour Analysis contains diverse approaches such as SP analysis, Panel analysis, and activity-based analysis. But we are afraid that there are both belief and ignorance of these new approaches. So, this discussion paper have tried 1) to make clear the relatively new concepts, 2) to evaluate them as a practical tool in transport planning, and 3) to list out the promising study targets in travel behaviour analysis.

1.はじめに

交通行動分析は、個人等の交通行動を直接分析するものであり、土木計画学の新しい分析手法として開発され、この10年間、実際の計画手法として定着してきた。その間、当初は、一時点のトリップダイアリ形式のRPデータの非集計分析に終始したが、SPデータ、パネルデータなど新しいタイプのデータを活用する分析の開発や、時空間プリズムやアクティビティ分析など、新しい分析概念の提案が行われてきた。しかし、広範に分かれて展開される交通行動分析がどのような関係にあるのか、それらの新しい分析手法は何の役に立つのか、重大な課題は何か、については十分に議論されないままの状況にある。例えば、交通行動分析が多様化するに従って、

* 正会員 工博 東京大学工学部助手 都市工学科
(〒113 文京区本郷7-3-1)

**正会員 工博 東京工業大学助手 土木工学科
(〒152 目黒区大岡山2-12-1)

かつて、非集計分析の導入初期に、非集計分析が集計分析を完全に代替するといった盲目的な信仰が見られたのと同様に、新しいアプローチや分析手法に対する過信や、それに反発した無意味な軽視がみられることは非常に残念なことと言わざるを得ない。

この論文は、この混乱した状況を議論するたき台として、非集計分析を中心に展開されている交通行動分析手法の横断的な整理を試みたものであり、実用性から仕切る(評価する)ことによって、今後検討すべき方向性を提案するものである。

2.交通計画手法の実用性-何のための研究か

交通計画は、対象地域・対象期間・対象施設などに応じて様々であり、計画の重点(計画目標)によっても、その計画手法は異なってくる。しかし、特定の政策目標を達成するための計画であるからには、交通計画の一般的手順として、関連する計画情報を収集し、計画目標を設定し、それを具体的な目標指

標に置き換え、実行可能な代替案を選定し、それらを評価する手順を考えることが出来る。

交通計画手法は、この手順全体に係わるものであり、計画目標、計画期間・計画地域などの計画環境、実行可能な代替案に係わる交通需要条件と交通供給条件、等の歴史的な転換が、交通計画手法の変革を必要とする。

第一の転換は、長期の広域な交通基盤施設整備計画立案のため、代替的土地利用と交通基盤施設整備計画を評価する手法が必要となり、集計型の四段階推定法を中心とする計画手法が開発されたことである。第二の転換は、資源の有効利用に重点をおく短期の局地的な交通管理計画の台頭であり、種々の代替的な交通管理計画をより速くより低廉に評価するための新しい計画手法が必要となり、その中から個人の交通行動を選択行動と捉えて説明する非集計型の交通行動分析手法が開発されたのである。非集計分析は、より論理的な分析手法を提示したと同時に、定量的な分析手法によって評価できる計画対象を飛躍的に拡大し、データ収集手法の革新、選択肢集合などの新しい概念の提示などを伴いながら、交通計画の実用的なツールとして定着したのである。

第三の転換は果して何か。交通需要の多様化を捉えて施設整備に反映させうる手法の必要性か、交通需要管理手法を評価できる交通発生メカニズムを包含した分析手法の必要性か、情報提供による交通行動変化を予測しうる動的な交通行動分析手法か、は意見の分かれるところである。

しかし、実用的な手法を目指すとするれば、これまでの手法では分析困難な計画評価を可能ならしめる手法、あるいは、これまでの手法よりもより簡略に計画評価を行える手法の開発を目指すべきではないだろうか。

3. 非集計分析と周辺領域研究

3.1 周辺領域を捉えるキーワード

ここでは一時点の実行動データに基づく非集計分析を基本とし、同分析手法に関わる研究対象をいくつかとりあげ、その横断的な整理を試みる。なお、ここでいう「周辺領域」とは飽くまで上記伝統的非集計分析に対する相対的な概念であり、絶対的な規定

を意図するものではないことを付記しておく。

表-1は、周辺領域研究を把握するためのキーワードを整理したものである。本稿において筆者らの想定する「周辺領域」を明示的に示すことを目的に作成したため、必ずしも考え得る事項をすべて網羅しているとはいいい難いであろうが、以下、表に即し、データによる分類をキーとして、周辺領域研究を整理し、分析目的に応じたデータ種類とその分析方法を分類する。

3.2 周辺領域の横断的整理

(1) 意識データを用いた分析

通常用いられる実行動データ (Revealed Preference data:以下、RPデータとする) に対し、仮想状況下の代替案に対する選好を問う意識データ (Stated Preference data:以下、SPデータとする) を用いることの利点として以下の諸点があげられる。①未だ存在しない代替案に対する選好の度合いを明らかにする、②観測し得ぬ、設定した変数以外の選択に対する影響を除外することができる、③一個人から異なる変数設定値を持つ複数データを採取することができる、④実験計画法などの適用により、RPデータに見られる説明変数間の強い相関を取り除くことが可能であり、モデル推定上有利である。またSPデータを用いた分析の課題、問題点は、局面別に概ね以下の4つに分類されたと考える。①調査票作成段階 (変数値の設定方法、ランク・一対比較等回答形式)、②回答段階 (質問形式、質問順序、使用機材等)、③モデル構築段階 (RPデータとの結合、モデル式の選択等)、④予測バイアス (想定状況と実状況との回答者の反応のバイアス等)。①の調査票作成段階では、過去、実験計画法を中心とした変数設定方法がわが国でも多く研究されており (例えば田村他 (1983))、同方法は新たな交通サービスの導入可能性調査 (例えば近距離航空対策調査報告書 (1987)) など実務においても定着しているといえる。③のモデル構築段階は、近年盛んに研究がなされている。選好意識構造を取り込んだモデル構築 (森川他 (1990a))、ランクデータを用いたモデル構築 (湯沢他 (1990)) などがその代表例である。それら研究事例に共通するのは、マーケティング分野との融合である。以下マーケティングとSPデー

表-1 非集計分析の周辺領域研究を捉えるためのキーワード

1. 分析対象からみた分類 1.1 領域・交通目的 ・国内－国際 ・都市間－都市内－地区内 ・日常－非日常 ・通勤・通学－買物・観光 ・交通選択－活動時間選択 1.2 周辺領域との統合・内生化 ・土地利用計画 ・道路パフォーマンス関数 ・需給均衡－不均衡	3. モデルからみた分類 3.1 意識データを用いるモデル ・ランキングロジット・プロビット ・LISREL 3.2 多時点データを用いるモデル ・離散時間マルコフモデル ・durationモデル ・転換(switching)モデル 3.3 アクティビティに関わるモデル ・トリップチェーンモデル ・プリズム効用モデル
2. データからみた分類 2.1 選好意識データ ・ランキングデータ ・評価付けデータ ・選択データ ・マッチングデータ ・transfer price 2.2 多時点データ ・パネルデータ ・多時点クロスセクションデータ ・時系列データ 2.3 ダイアリーデータ ・トリップダイアリーデータ ・アクティビティダイアリーデータ	4. モデル推定手法からみた分類 4.1 統合的推定 ・RP＋SPデータ ・集計＋非集計データ ・Home Based data＋Choice Based data 4.2 誤差構造を考慮した分析 ・可変パラメータモデル ・誤差成分モデル
	5. 調査手法からみた分類 5.1 アンケート票方式 ・家庭訪問 5.2 応答型調査 ・HATS ・パソコンインタビュー ・双方向通信システム(キャプテン等) ・路車間情報システム

タとの関わりについて考察を試みる。

マーケティングにおける選択行動分析と、交通計画における交通選択行動分析とは似て非なる性格を有しており、必ずしもマーケティングの選択行動分析手法を直接交通計画に適用可能であるとは限らない。

その第1の違いはSPデータの信頼性の認識である。交通行動分析においては、SP分析は意向データに基づいているから信頼できないという否定論がある。しかし、マーケティングの分野では逆にRPデータはうまく活用できないものと言われており、SPデータの利用が主となっている。その理由は、RPデータの場合、比較した選択肢と選択肢の特性を設定することが極めて困難なためである。交通行動分析の場合は、予測作業との整合性も鑑み、

ネットワークによって算出する所要時間を比較的抵抗なく説明変数として使用しているが、その設定が実際値に比して実行動を左右しない程度の誤差範囲内であるか否かは大きな問題である。また、マーケティングの場合のように極めて類似した商品が多く存在する場合には、SP分析によって説明変数をコントロールして選択肢の特性を明確に規定できる特徴が極めて重要になる。逆に、交通行動にSP分析を適用する場合、マーケティングの様に類似商品があり、その購入者層と選択要因が豊富な選択実績データによって明確になっている場合と比べると、存在していない交通機関や交通サービスに関して何が重要な要因であるのかを設定し、その利用者層を想定することは極めて困難である。従って、選択要因が不確かな交通行動を対象にSP分析を適用する

場合には、選択理由や政策変数の変更に対する行動の変更意向は、最低限、設問すべき事項であり、プロフィールの美しさに対する分析者の思い込みを回答者に押し付けるような事は適切でない。マーケティング手法を交通行動分析に適用する場合には、あらゆる計画対象に万能ではないことを認識することが大切であろう。

第2の違いはターゲットである消費者のとらえ方である。コンジョイント分析に代表されるマーケティング分析では、商品を購入するであろう消費者層を明確にし、意思決定の同質集団（選択モデルパラメータ値の同じ集団）を細分化された各層とする。そのため、不特定多数利用者のための公共施設計画を前提とした交通行動分析とは、マーケットセグメンテーションのとらえ方に大きな違いがある。今のところ細かいセグメンテーションを必要とする交通計画対象は必ずしも明らかではないが、多様化する交通サービスの一つの方向として、交通サービスの享受者の細分化を考えれば、LOGMAP（片平(1991)）などマーケティングセグメンテーションを前提とした分析手法は、今後の交通計画分野におけるマーケティング手法の有益なツールとなり得よう。深夜急行バス、海上交通、ヘリコプター等需要規模が小さく利用者層が限られている交通需要分析には以上の方法が有効であると考えられる。ただし、コンジョイント分析に関するデータの取り方とモデル推定手法は、従来のランクロジットモデルを用いた非集計分析と何が変わるところはないので、この点を研究課題とするのは誤りである。

（2）パネルデータを用いた分析

個人の行動を時間を追って複数時点に渡り追跡する調査が panel survey であるが、このような時間的に縦断的な調査を総称して longitudinal survey と呼ばれることもある。Hensher(1987)では、longitudinal survey の構成要素として、種々のパネル調査方法を位置づけている。なお、多時点に渡るデータとしては、time-series データもあげられるが、一般には時系列集計データを指すため、ここでは対象外とする。

一時点のデータ（クロスセクションデータ）に対してパネルデータが持つ有用性としては、①交通行

動の時間的変化をとらえ得るパネルデータそのものが持つ有用性、②より高精度のモデル構築がなし得ることの2点があげられよう。前者はさらに、利用者の嗜好の変化や、固有の交通行動パターンを持つライフサイクルの変動に着目した長期的視点と、新規交通施設に対する交通行動パターンの変化といった短期的視点に分類される。共に従来の一時点データではとらえることのできなかった行動を把握し得る、パネルデータ独自の特長である。後者のパネルデータを用いたモデル構築方法の持つ特徴には、誤差相関を考慮したモデル推計方法が必要となること、過去の状態に依存した交通行動記述がなし得ることの2つがあげられる。しかしながら、国内のパネルデータ分析の研究には未だ以上の2点を積極的に分析対象とした事例が少ない。事例の多くは新規交通施設整備前後のデータ（事前・事後データ）を用いた転換モデルであり、分析目的は事前・事後間で選択モデルの構造が安定的であることを確認する消極的な研究が少なくない。

また、パネルデータの重要な研究課題の一つに、消耗(attrition)誤差、各wave間のサンプル構成比率の変化といった、パネルデータの収集方法に関わる問題がある。そのため、一時点データと比較した場合、必ずしもパネルデータを用いた分析が予測精度の面で有利となり得ないことが考えられる。これらは何れも、実際のパネルデータ収集を通じて分析がなされる必要があるため、今後の真のパネルデータ研究には、まず第1に数多くのパネルデータを収集することが必要不可欠であろう。

（3）アクティビティ分析

交通需要が各種活動の派生需要であることから、活動をも含んだ行動分析を行うアクティビティ分析は、行動分析概念としては、従来の交通行動分析の上位に位置づけられる研究分野であろう。しかしながら現在のところ、分析手法としては、トリップ単位の非集計行動分析を内包し得るものとは考え難い。アクティビティ分析が、非集計行動分析と相容れない代表的理由には、①種々の活動を全て勘案した個人の効用最大化仮説は成立し難い、②選択肢集合を明確に設定し難い、③活動時間の配分など動的な行動を定式化し難い、といったことがあげられよう。

そのため、概念の拡張をなぞって非集計行動分析手法をアクティビティ分析に盲目的に拡張することには問題があると考ええる。但し、時間・空間制約を扱うアクティビティ分析は、選択肢の利用可能性を明確に規定するという、非集計行動分析に間接的な貢献を果たし得ることは留意すべき事柄であろう。

また、時空間制約、カップリング制約などは、アクティビティアプローチの特徴的な概念として指摘されることが多いが、従来より、非集計分析の枠組みの中で、利用可能な選択肢を規定する重要な要因として対応してきたことである。世帯に利用可能な車があるのか、車を通勤先の仕事に使うのか、帰宅時にバスサービスがあるのかなどは選択肢集合を定義する要因として使われている。経験的に最近1カ月に利用した目的地や駐車場を設問して利用可能な選択肢を設定する場合にも、間接的ではあるが種々の制約を考慮している。また、短期の交通政策評価では制約条件の変化は小さく一定として評価できることは明らかである。逆に、長期的な政策評価の場合、モビリティ選択といわれる、免許の取得、車の保有、あるいは居住地の選択と行った選択次元を取り上げて分析しているが、アクティビティ分析の成果に基づいてさらに取り込むべき要因を見つけることは出来ない。また、観光交通の分析では活動種類によるセグメントやトリップ（あるいは目的）連鎖に対する考慮は集計分析の中でも取り上げられていることである。政策評価を行う上で活動スケジュールの変更から始めることが適切であるような実例を示す努力が必要である。

3.3 データ種類と分析手法の分類

ここでは分析目的に応じたデータ及び分析手法の分類を試みる。

(1) 動学化

多時点にわたる交通行動を記述する動学化を目的とする分析に用いられるデータの代表例はパネルデータである。パネル分析に応じたモデル形式としては、離散的時間を扱うマルコフモデル、連続的時間を扱うdurationモデルがある。適用の容易性から、国内では2時点のマルコフモデル、即ち転換モデルの研究例が多い。また、パネルデータは、誤差の時

系列相関、過去の状態依存といった特質を持つため、モデル推定上、誤差成分モデル等、誤差構造を考慮したパラメータ推計といった複雑な手法を必要とする場合がある。

タイムスパンが短期である一日の行動を動的に扱う場合には、ダイアリーデータが有効であり、同データも動学化のためのデータの1種と考えられる。広義には新規交通施設に対する転換意向意識データも動的データである。

(2) SPデータに基づく分析

SPデータは森川(1989)に述べられているように、順位付け(ranking)データ、評価値付け(rating)データ、選択(choice)データ、マッチング(matching)データに分類される。近年の研究例は、ランキングデータに通常のロジットモデル、或いは選好序列を考慮したランキングロジットモデルを適用する例が多い。各データの、局面に応じた使い分けに関する研究事例は、国内では、伊藤他(1990)、藤原他(1988)等にその一端を見ることができる。

(3) 複数データの統合化

複数データ統合利用の代表例は、非集計行動モデルの、選択肢別(choice based)標本抽出データと家庭訪問(home based)標本抽出データとの同時推計である。また、その他の重要な統合化の例として、集計データと非集計データとの統合利用があげられる。その一つは、モデル移転性の向上を目的とした、スケールパラメータ、定数項の再推計を行う方法であり、さらにその発展形として、集計データの精度をも考慮し得るパラメータのベイズ更新法があげられよう。

信頼性が低いとされるSPデータのRPデータによる補完、或いは知覚、意識、実行動の構造化を目的とした、SPデータとRPデータとの統合利用も近年のトピックスである。その例として、SP、RP両データの分散の違いに着目したスケールパラメータの推計（森川他(1990a)）、選択行動の意識構造を分析する線形構造方程式モデル(LISREL)と選択モデルの統合利用（森川他(1990b)）をあげておく。

上記手法の多くが持つ特色として、モデル推定時に尤度関数を通じた統合化を行っていることがあげられる。即ちこれは、統合する異なる2つの対数尤

度関数を各々 L_A 、 L_B 、 A に固有のパラメータを θ_A 、 B に固有のパラメータを θ_B 、双方に共通のパラメータを θ としたとき、

$L(\theta_A, \theta_B, \theta) = L_A(\theta_A, \theta) + L_B(\theta_B, \theta) \rightarrow \text{Max}$
なる対数尤度最大化式を解くことを意味する。

(4) 行動記述の詳細化

アクティビティ分析等交通行動記述の詳細化を目的とする分析に多く用いられているデータとしてダイアリーデータ、トリップチェーンデータをあげる。また、アクティビティ分析固有の分析手法としては、プリズム分析、トリップチェーン分析があげられよう。

また、路車間情報システム等最新情報機器の利用を前提とした、ダイナミックなドライバー行動の分析も詳細な行動記述の一例である。モデル構築上は未だ研究途上の分野であるが、情報-行動のタイムラグ、不完全情報下の意思決定行動などが今後の研究展開のキーワードであろう。

4. 交通行動分析の実用性

ここでは、以上の横断的整理に基づき、交通行動分析の実用性をより高めるために非集計分析の周辺領域の成果を活用すべきと考えられる研究課題を、思い付くままに列挙した。選択主体のセグメンテーション、政策変数の測定、選択ルールの検討、時空間制約の検討、世代効果 (vintage effects) などの長期的なダイナミズムの測定、というように、出来る限り、大きな枠でくくって整理したつもりである。

第一に、同質の意志決定集団を特定するマーケットセグメンテーションに関する検討が必要である。個人の交通行動を直接分析しているにもかかわらず、どの様なセグメントが存在するのか、キャプティブ層とチョイス層の区分以上には明らかとなっていない。反応の異なるセグメントの区分は、政策評価のみならず、どのような階層をターゲットとした交通サービスを提供するかの判断となり得る重要な課題である。マーケティングの分野では、コンジョイントロジットモデルの推定結果を用いてセグメンテーションする手法が開発されており、交通行動への適用を進める必要がある。その際、セグメントの予

測可能性、より簡便な、選択理由や重要と考える要因によるセグメントとの比較が必要である。

第二に、政策変数の測定に関して、RPデータとSPデータの補完的な活用が必要であり、RPデータでは測定困難な要因をSP手法を用いて積極的に測定するべきである。例えば、目的地の魅力変数であり、RPデータでは、規模などの分布点が限定されるために測定困難である。SPデータを活用すれば、多種の選択肢が設定可能であるばかりでなく、抽象的な個々人の主観値である魅力を、個人の意識値をもとに推測することも可能となる。また、所要時間の時間変動と情報不足による変動を分離して捉えることもSP手法においては可能と考えられる。これは、交通案内情報提供の効果分析に不可欠な検討課題である。

第三に、選択ルールに関して、補償型の同時的な線形効用関数を用いることの是非を、対象とする交通行動について検討すべきである。優越基準、満足基準、辞書の選択ルールなど、SP手法による選択実験を通して、実際の考え方、例えば、どの要因に着目して選択肢のカードを順にならべるのかを検討しておく必要がある。盲目的に補償型の効用関数を適用することは、おそらく、分担率などのシェアは合っているとしても、そのグループ別の分布や政策変数に対する弾力性は大きく異なる可能性が大きいことが想定される。

第四に、時空間制約が政策評価に重要となる例として、郊外住宅地でのカップリング制約を考慮したキスアンドライド成立要因の分析、自由時間増大に伴う主婦等の外出行動の変化分析、共働き世帯の増加による週末のまとめ買い行動の増加（週日夕刻の買物トリップの減少）の分析などがあり、活動日誌データを用いた分析が適切である。

第五に、長期的な交通行動のダイナミズムを分析するために、パネルデータなどの縦断データの収集・整備が必要である。最も着目すべきダイナミズムは、世代効果である。世代効果とは、同じ女性の40代であっても、あるいは同じライフステージの世帯であっても、世代によって行動様式が異なることであり、今後、高齢化や女性の社会進出に伴って、将来の老人や女性がどの程度のモビリティを持つのか、交通行動の分析者が避けて通ることの出来ない

重要な検討課題である。

最後に、交通行動分析手法が、計画情報を提供する実用的な分析手法として定着し、適用領域を拡大して行くためには、各適用領域において、データ収集から計画評価に至るプロセス全体を考えたバランスのとれた分析手法を開発する姿勢が必要である。

交通行動分析の目的が、新しい分析手法の適用やマニアックな交通行動の記述ではなく、計画立案の参考となる行動メカニズムの発見や従来の交通行動モデルでは対処困難な交通需要予測や交通計画評価を可能にする分析手法の開発など、実的なものであることは言うまでもない。目標の定まっていな研究は、糸の切れた風のように、所在なく海の彼方に消え去って行くのではなからうか。

注1：この論文は、スペシャルセッション「交通の需要と行動の分析－10年の軌跡と将来」に資するためにまとめた自由投稿論文のひとつである。議論の題材となることを最優先していることをご理解頂ければ幸いである。

注2：交通行動分析では、個人の交通行動を直接分析して得られる同質なグループ（マーケット・セグメント）に共通なモデルを非集計モデルと呼ぶが、マーケティング分析では、これは、「集計」モデルと呼ばれる。マーケティング分野の「非集計」モデルは、個人別に推定したモデルである。用語の違いに注意する必要がある。

注3：SP手法で用いる、実験計画法を用いた選択肢の作成方法は、利点が強調されているが、元来は、

重要な要点が明確でその全てをコントロールできる実験室で開発された手法であり、重要な変数の内、選択肢作成に用いない要因が一定にコントロールされるという前提のなかでのみ、有効な手法である。また、直交性を担保出来る点に関しても、非現実的な設定となる場合があり、注意が必要である。

注4：非集計分析が実的に広く使われていることを背景に、選択行動と見なし得るかどうかの検討をしないままに、単なる統計的手法としてロジットモデルを適用するといった誤用が無意識に行われている。離散的な選択肢が定義でき、選択要因が想定できる場合でも、設定した選択肢が本当に代替性のあるものなのか、想定していない要因のため大部分がキャプティブではないかなど、対象とする行動そのものを理解することが必要である。

注5：ランキングロジットモデルとオーダード(ordered)ロジットモデル：ランキングロジットモデルは選好順に1位、2位、...と順番の付けられた選択肢間の選択を表すモデル、オーダードロジットモデルは車保有台数の選択など、そもそも選択肢に序列が存在しているときの選択を表すモデルである。例えば、順位が1～4まで付けられた選択に対するランキングモデル尤度式は、

$$P(1|1,2,3,4) \cdot P(2|2,3,4) \cdot P(3|3,4)$$

($P(i|i,j,k)$:選択肢が i,j,k 中、 i を選ぶ確率)

となる。また、オーダードモデルの例として車保有台数選択をとりあげれば、2台保有の尤度式は、

$$P(1|0,1) \cdot P(2|1,2) \cdot P(2|2,3)$$

という序列間の連続した2項選択で表される。

<参考文献>

- 1) 浅野 武政, 原田: 総合都市交通体系調査における非集計行動モデルの適用性, 1988.3, 建築省建築研究所
- 2) 近藤勝直: 交通行動分析, 1987.12, 晃洋書房
- 3) 原田, 佐藤: 都市交通計画の課題と新たな計画手法の方向性, pp.15-22, IBS研究報告1989, (財) 計量計画研究所
- 4) 太田 誠: 品質と価格, 1981, 創文社
- 5) 佐野伸也: 質的選択分析－理論と応用, 1990, (財) 三菱経済研究所
- 6) 中西正雄編著: 消費者行動分析のフロンティア, 1984.12, 誠文堂新光社
- 7) 片平秀貴: 新しい消費者分析－LOGMAPの理論と応用, 1991.3, 東京大学出版会
- 8) 土木学会講習会テキスト
- 9) 森川(1989): スティット・プリファレンスデータの交通需要予測モデルへの適用に関する整理と展望, 土木学会論文集, No.413, pp.9-18
- 10) 屋井・森川(1991): 交通需要モデル研究のダイナミズム－10年の軌跡, 土木計画学研究, スペシャルセッション
- 11) 近距離航空対策調査報告書(1987): 横浜市都市計画局
- 12) D. McFadden(1986): "The Choice Theory Approach to Market Research", Marketing Science, pp.275-297, Vol.5, No.4
- 13) M. Clarke, M. Dix and P. Goodwin(1982): "Some Issues of Dynamics in Forecasting Travel Behaviour - A Discussion Paper", Transportation 11, pp.153-172
- 14) R. B. Davies and A. R. Pickles(1985): "Longitudinal versus cross-sectional methods for behavioural research: a first-round knockout", Environment and Planning A, vol.17, pp.1315-1329
- 15) R. Kitamura(1990): "Panel Analysis in Transportation Planning: An Overview", Transportation Research A, Vol.24A, No.6, pp.401-415

- 16) P. B. Goodwin(1986): "A panel Analysis of changes in car ownership and bus use", Traffic E&C, pp.519-525
- 17) W. W. Recker(1986): "An Activity-Based Modelling Framework for Transportation Policy Evaluation", BEHAVIOURAL RESEARCH FOR TRANSPORT POLICY, pp.31-52, VNU Science Press
- 18) D. Damm(1984): "The integration of activity and transportation analyses for use in public decision-making", Transport Policy Decision Making 2, pp.249-269
- 19) P. M. Jones(1983): "The practical application of activity-based approaches in transport planning: An assessment", Recent Advances in Travel Demand Analysis, eds. S. Carpenter & P. M. Jones, pp.56-78
- 20) D. A. Hensher(1987): "Issues in The Pre-analysis of Panel Data", Transportation Research A, vol. 21A, pp.265-285

<1980年以降の土木計画学研究における周辺領域研究事例>

□SPデータ関連:

- 21) 佐藤・田村・五十嵐(1983): 実験計画法を用いた交通機関選択別選択モデルの流れとその適用性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 5, pp. 295-300
- 22) 田村・佐藤・五十嵐(1983): 選好順位データを用いた交通機関選択モデルの構築に関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 5, pp. 407-412
- 23) 鈴木・原田・太田(1986): 意識データを用いた非集計モデルの改良に関する分析, 土木計画学研究・論文集, vol. 4, pp. 229-236
- 24) 鈴木・原田(1988): パネルベースの応答型意識調査手法に関する研究, 土木計画学研究・論文集, vol. 6, pp. 217-224
- 25) 藤原・杉恵・平野(1988): 順位づけた意識データの適用性に関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 11, pp. 699-706
- 26) 高田・湯沢(1988): コジジョイント分析による個人行動モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 11, pp. 707-714
- 27) 森川(1989): 交通需要予測モデルへのSPデータ適用に関する一考察, 土木計画学研究・講演集, vol. 12, pp. 21-28
- 28) 湯沢・須田(1989): コジジョイント分析による交通機関選択モデルへの適用, 土木計画学研究・講演集, vol. 12, pp. 243-250
- 29) 藤原・杉恵(1990): 選好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性, 土木計画学研究・論文集, vol. 8, pp. 49-56
- 30) 湯沢・須田・高田・境(1990): コジジョイント分析の適用性に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, vol. 8, pp. 257-264
- 31) 矢嶋・屋井・森地(1990): LISRELを用いた郊外型商業立地の交通影響, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 7-14
- 32) 伊藤・湯沢(1990): コジジョイント分析を利用した企業立地選択モデルの開発, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 15-22
- 33) 森川・山田(1990a): SPデータとRPデータを用いた都市間鉄道のサービス改善に伴う需要予測法, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 659-666
- 34) 森川・佐々木(1990b): 構造方程式モデルと離散型選択モデルによる定性的要因を取り入れた交通機関選択分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 967-974

□パネルデータ関連:

- 35) 河上・広島・奥山(1983): 交通施設整備に伴う交通手段選択の変化過程に関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 5, pp. 413-419
- 36) 河上・広島・溝上(1984): 意識データに基づく非集計交通手段転換モデルの構築の試み, 土木計画学研究・論文集, vol. 1, pp. 11-18
- 37) 河上・広島・溝上(1985): 鉄道サービスの改善計画のための交通需要予測モデルの開発と適用, 土木計画学研究・論文集, vol. 2, pp. 53-60
- 38) 佐藤・榛沢・野村・福田(1989): 世帯のライフスタイルと個人交通手段選択行動の関連分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 12, pp. 15-20
- 39) 鈴木・毛利・中野・原田(1990): パネルデータに基づく交通手段選択行動の分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 537-542
- 40) 西野・榛沢・野村(1990): 社会経済属性の変化を考慮した交通手段選択に関する研究, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 543-548
- 41) Lidasan, Tamura(1990): Panel Analysis Application in a Developing Country's Travel Behavior, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 871-878

□アクティビティ分析関連:

- 42) 宮城(1983): 時間-空間系における交通行動分析(その1), 土木計画学研究・講演集, vol. 5, pp. 371-378
- 43) 大野・宮城・加藤(1984): 時間-空間系における交通行動分析(その2), 土木計画学研究・講演集, vol. 6, pp. 197-202
- 44) 西井・佐佐木(1985): トリップチェーン手法を用いた都市交通需要分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 7, pp. 271-278
- 45) 杉恵・藤原(1986): 社会経済属性が個人の日常的な交通行動に及ぼす影響, 土木計画学研究・論文集, vol. 3, pp. 105-112
- 46) 河上・磯部・仙石(1986): 交通需要分析のための活動効用推定法, 土木計画学研究・講演集, vol. 8, pp. 323-330
- 47) 西井・佐佐木・植林(1986): 一日生活圏の大きさとその推移に関するトリップチェーン分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 8, pp. 331-338
- 48) 佐佐木・朝倉・木村(1986): 世帯属性と自家用車保有の関連分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 8, pp. 339-346
- 49) 河上・磯部・仙石(1986): 時間制約を考慮した1日の交通・活動スケジュール決定モデルのモデル化, 土木計画学研究・論文集, vol. 4, pp. 189-196
- 50) 西井・佐佐木・仲(1986): トリップチェーンによる一日生活圏の大きさとその構成に関する計量分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 9, pp. 535-542
- 51) 近藤・菊地(1986): 2-STOPトリップチェーンの諸特性, 土木計画学研究・講演集, vol. 9, pp. 543-550
- 52) 河上・磯部・矢野(1987): 自由活動数の選択が可能な交通・活動スケジュール決定モデルの構築, 土木計画学研究・論文集, vol. 5, pp. 43-50
- 53) 河上・磯部・山下(1988): 交通・活動スケジュール決定モデルの時間的移動可能性の検討, 土木計画学研究・講演集, vol. 11, pp. 495-502
- 54) 西井・近藤(1989): 鉄道利用通勤者の時空間リズムに着目した交通パターン分析, 土木計画学研究・論文集, vol. 7, pp. 139-146
- 55) 香村・竹内(1989): トリップパターンを用いた高齢化社会の交通需要特性の予測, 土木計画学研究・講演集, vol. 12, pp. 7-14
- 56) 杉恵・芦沢・羽藤(1990): 個人の1週間の交通行動の特性, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 549-554
- 57) 磯部・河上(1990): 交通・活動スケジュール形成行動の動的分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 959-966
- 58) 西井・岩本(1990): ショッピング・エンタレックス来訪者の買物行動特性の基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, vol. 13, pp. 975-982