

交通需要モデル研究のダイナミズムー 10年の軌跡

Research Dynamism in Travel Demand Analysis

屋井 鉄雄、森川 高行

Tetsuo YAI & Takayuki MORIKAWA

This paper is a draft for our special session concerned with transport behavioural approaches. Here we focused on historical reviews and current advances in disaggregate studies, though the purpose of the session is to discuss on wider areas of the behavioural approach. This paper includes the following four sections. After the history in Japan is summarized briefly, trend and wave in European and American studies, including different modelling concept such as activity approach, will be presented. The third section explores recent developments in modelling techniques. Practical usages of the disaggregate models in transportation planning field will demonstrated in the last section.

1. はじめに

本セッションは交通行動分析ならびに交通需要予測の方法論とそれらの成果を論じることを目的とする。立場を明確にする必要から非集計モデルの考えを中心に据え他を相対的に眺める視点で、特にこの10年ほどを対象に論じた。概して言えば以下の3点が主題である。①過去の非集計分析の実務的確立を総括し、確立後の研究が実用領域の発展に寄与する点を整理すること。②非集計分析からみた関連分野の状況を切り分け、かつ周辺研究の課題と方向性を明示すること。③幾つかの最新研究トピックを批判材料として提供し、本セッションの議論の助けとすること。

本論文では、このうち、非集計分析と広範な交通行動の分析フレームとを対象にして、それらの開発研究のダイナミズムを取りまとめた。特に、実用の視点に着目し、非集計分析自体の時間軸上の整理と総括とが主要内容である。

* 正会員 工博 東京工業大学工学部助教授 土木工学科
(〒152、目黒区大岡12-12-1)

** 正会員 ph.D 名古屋大学工学部助教授 土木工学科
(〒464-01、名古屋市中種区不老町)

非集計分析を支えるラグ・効用理論や離散選択モデルの考え方が導入されて早くも10年以上、世界的には20年が経過する。いわゆる非集計モデルの、理論展開や実用化のための研究は1985年以前に大方終了した。しかし、近年異なる周辺分野の技術と結び付けた新たな発展を目指す研究や、交通行動のより本質的な理解をもとにモデル化を目指す研究の発展など、様々な努力が引き続き行われている。一方、実務的な需要予測や交通行動理解の要請も時代と共に変化し多様化している。そのため、交通行動分析のフレームや目標が一部で不明確になっているとの印象を与える。短期の実用性のみを志向すべきではないことも明白であるが、実用性の点から研究全体を総括すべき時期と考えた。

2. わが国の研究のダイナミズム

2. 1 非集計分析の確立期の研究

わが国で非集計モデルに関する研究が始められたのは、1970年代の終わり頃である。その後、特に1981年にMITのM. Manheim、M. Ben-Akiva、S. Lermanの3教

授を招いて東京で行った「交通システム分析と交通計画」と題するセミナーが1つの契機ともなっており、多くの大学並びに研究機関に広まっていった。セミナーでは、8日間にわたる講義と、日本の大学研究者による補習とのうち、半分近い約3日余りを非集計モデルにあてた。

翌年の1982年より非集計行動モデルワークショップの活動が始まり、国内外の数多くの研究論文が体系的にサーベイされ、屋井(1984)、原田(1985)などにまとめられた。我が国で急務とされる研究課題の活発な議論が展開され、一般の実務家と大学院学生等を対象とする講習会を1984年に開いた後、活動を終了した(土木学会(1984))。

わが国の非集計分析研究も1985年前後に一旦収束傾向が明らかになった。様々に研究された成果が集約され体系化された。例えば、土木計画学研究発表会では、非集計モデルに関わる研究が続けて招待論文として発表された(屋井(1986)、原田(1986)、宮本(1986))。これらも非集計モデルの体系確立を意味する成果である。この時期、実用を目指した応用研究は進んだが、理論的な展開はあまりない。

1986年以降、非集計モデルの研究は新しい展開を再度見せ始めているが、これについては後に述べる。

2.2 論文発表数にみる交通行動分析の10年

この10年あまりの交通行動研究を示すため、土木学会年次講演会に現れる論文数を分野別に示した。分類は主要項目を主観的に抜きだして行ったが、大体の傾向は反映している。図-1から近年の総数増加が明確に読み取れる。86年以降に一旦減少した論文数が、適用研究の進展によって増加している様子がよく見える。非集計の理論研究と他の行動分析に属する研究とをまとめた図-2では、調査論や新しいフレーム研究の増加が分かる。新しいフレームの内訳を示した図-3では、アクティビティ分析、パル分析、トリプチェーン分析などが非集計の確立後に増加している様子も明らかである。82年からの10年でみると、交通行動分析の研究は口頭発表で240編あまり、ジャーナルでは90年までの5年間で100編を超えている。非集計分析を用いた発表に限定すると、同時期に口頭発表で180編余り、ジャーナルで70編ある。これらは交通分野の論文の2〜3割には相当している。参考までにこの時期に出された博士論文のうち交通行動分析に関連するものの一部を文献リストに加えた。

2.3 幾つかの交通行動研究のルーツ

以上の様に着実に進展してきた研究のうち、幾つかのルーツは随分と古く、近年の研究が焼き直しに過ぎない場合もある。ここで若干コメントしておく。たとえば、SP(Stated Preference)分析では、近年コンピュータやマイクロソフトなどと称したソフトウェア作成の方法論が頻繁に用いられるが、交通分野で実験計画法による意識調査を基に個人別パラメータを求めた事例等は既

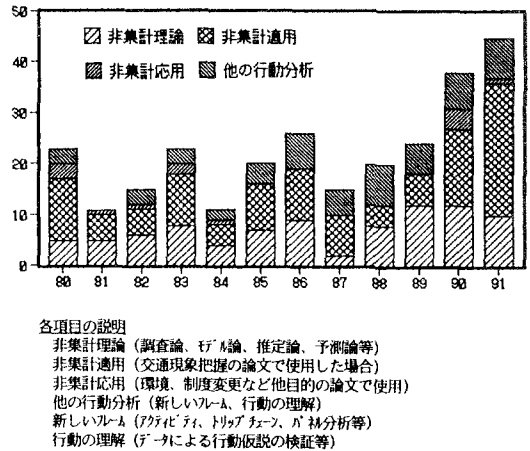


図-1 交通行動分析の発表総数の推移

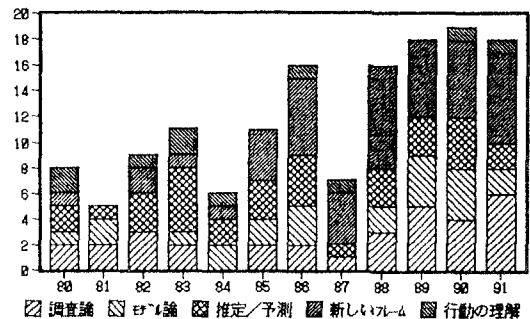


図-2 理論研究/他の行動分析の内訳

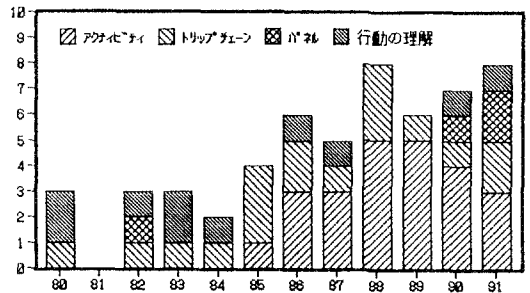


図-3 他の交通行動分析の内訳

に澤田ら(1981)の研究に見られる。

パネル分析についても近年盛んに誤差論としての理論展開が試みられているが、森地ら(1979)、河上ら(1982)が行った鉄道整備前後の複数回調査のモデル分析にその先例を見ることが出来る。

アクティビティ分析のうち効用論として行動を表現した実用志向の研究では、早くからAdler, Ben-akiva(1979)やLerman(1979)などの先行研究において、非集計モデルを活用したモデル論を提案している。

また、トリップチェーン分析は、最近もアクティビティ分析との関連で続けられているが、そのルーツは非集計より古い。

最近のフジ-理論を交通選択に応用する幾つもの研究も、本多ら(1978)のフジ-積分による機関分担モデル等にそのルーツを見ることができる。

以上概観しただけでも、幾つもの研究課題が思いのほか古くから検討されている。少なくとも焼き直し研究ではない確認と位置づけとが要求される。

3. 欧米の交通行動研究のダイナミズム

わが国の研究開始時期は、欧米で当該モデルの適用研究が一段落した時期と重なっている。しかし、欧米の研究の進捗状況と研究重心の推移をみると、わが国と大きく異なる点を改めて確認できる。

1980年の国際会議では、既に非集計モデルが総括された。非集計登場のWilliamsburg(1972)の会議から約10年をおいて過大な期待が消えた後に、非集計に冷淡であった英国で開催された会議ではあるが、disaggregateという言葉が behavioural という言葉と混同されて用いられた点や、非集計モデルの最終目標である BOGITE モデル開発を目指すべきではなく、真に behavioural なモデルを開発する必要性等が論じられた。これと前後して英国を中心とするグループでアクティビティ分析と称される、行動の理解に重心をおく研究が増してきた。一方、非集計分析を中心的に支えてきた米国ではレーガン政権の登場によって、公共投資が激減し、この分野の研究自体が急速に減少して行った。図-4にはこのような経緯を国際会議の系譜で表してみた。

アクティビティ分析が台頭し、10数年たった現在も結局アクティビティ分析による有用な実務的成果は殆どない。これは強力な方法論がないこと(Kitamura(1988))が最も大きな理由であろう。これまでの貢献として、Trip-Based Modelの説明変数に活動要因を取り入れ

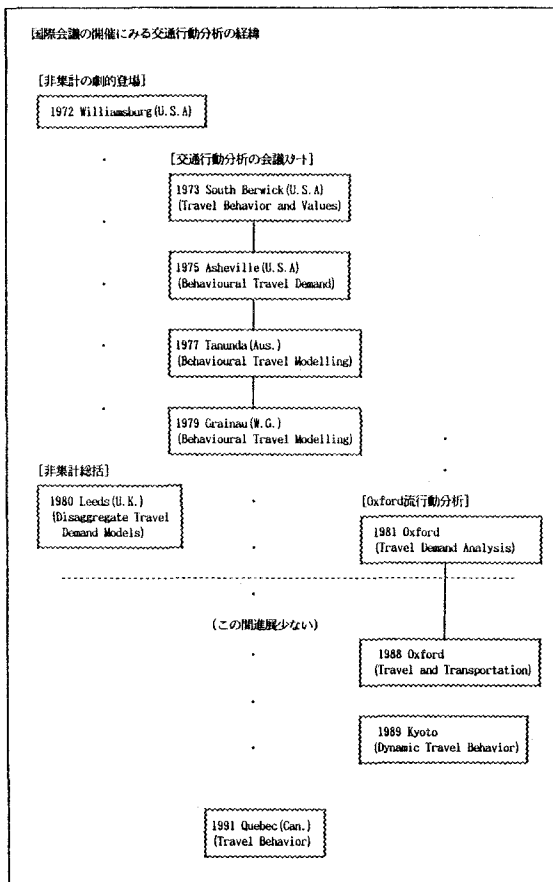


図-4 国際会議にみる交通行動分析の進展

- 国際交通行動会議(第6回)における発表論文内訳
- 1) 交通の変化パターン(18)
ライフスタイルと社会属性(4)、時間配分(2)、公共交通機関の需給分析(3)、動的交通行動分析(3)、交通の変化パターン(6)
 - 2) 交通行動者の反応と行動(18)
SP分析(7)、複数日の活動分析(3)、運転者への情報提供(8)
 - 3) 緊急の問題(17)
環境・環境・通信・カー・リンク(8)、長距離交通と観光交通(5)、自動車利用の変化(4)
 - 4) 安全性とリスク(18)
事故リスクの知覚(5)、事故防止策と行動(2)、事故リスクの評価(6)、経済政策とアラシク(5)
 - 5) モデルの適用(16)
調査方法(1)、経路選択とネットワーク配分(5)、居住者の特性(3)、ネットワークの社会経済評価(2)、選択モデル(5)
 - 6) モデルの方法論(18)
交通機関選択モデルの発展(5)、機関選択と自動車保有のモデル化(3)、自動車保有モデル(3)、プロビットモデル(2)、非集計分析と集計量予測(3)、モデルの空間的集計化(2)

図-5 ICTB-交通行動国際会議(1991)の論文内訳

たこと等を Jonesら(1990)があげているが、このような事例は以前から非集計モデルにみられる。

図-5に、今年5月に開かれたIATB(International Association for Travel Behaviour)主催の国際会議における論文内訳を示した。項目で見れば10年来あまり変化していないように見える。しかし、情報提供に対する運転者の行動分析、環境・エネルギー問題の視点からの自動車利用分析などが近年の特徴である。また、方法論研究ではSP分析が目立ち、多くの自動車利用分析でSPデータが用いられていた。小規模調査で分析可能な利点が論文数を増した1つの理由であろう。

4. 研究開発の最新動向

以上に整理した研究の大まかなダイナミズムを若干切り直して研究の進化したプロセスとしてまとめた。国内外を区別せず、前半では全時代を、また後半では特に非集計の確立後に着目した。

4. 1 非集計理論の系図

図-6に示したのは、非集計分析の転機となる幾つかの研究成果を時代別に示したものである。20年を4期に区分すれば、第1期の1970年代前半の誕生期に、離散選択モデルと確率効用理論が結び付いた非集計分析の理論的基盤が確立されたといえる。第2期は、多くの方法論が提案され体系化がほぼ完了したという意味で非集計分析の発展期である。階層構造をもつモデルであるNLモデルなど行動理論上の展開や、調査法、推定法、集計法、移転法など多くの実用体系の基礎がこの時期に固まっている。続く1980年代に入った第3期には、第2期から始まった実用化のための実証研究が引き続き進められ、非集計分析の様々な技術的基準が明らかにされた。新しいモデルの開発よりも実用化のための諸課題の解決に研究重心が移行し、実用化の段階に入った。80年代前半は、先にも述べたように米国で公共投資を目的とする予測方法論研究が激減したが、日本ではこの時期に研究が急速に広まっている。80年代後半の第四期には、非集計分析の実用化が進むと共に、従来の分析の枠組みでは捕らえきれない、新たな方法論が非集計分析の形態を変質させてきた。新たな展開期と称せようが、複数の方法論の統合化が1つの流れであった。集計分析の考え方との統合や、意識データ分析と行動データ分

析との統合、交通モデルと意識構造モデルとの統合などを例に挙げられる。

4. 2 推定論としてみた非集計理論体系の進化

近年の発展が特に推定問題として達成されている点を強調すれば、最近の非集計分析の体系をモデルの精緻化のための推定理論体系として捕らえることができる。図-7に示すように、当初のMNLモデルのパラメ

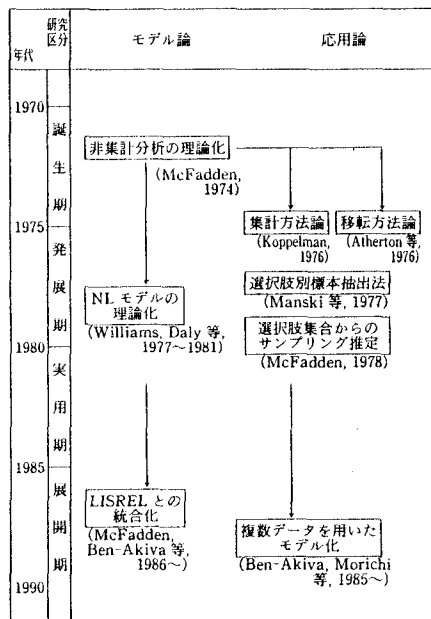


図-6 非集計分析の方法論発展の経緯

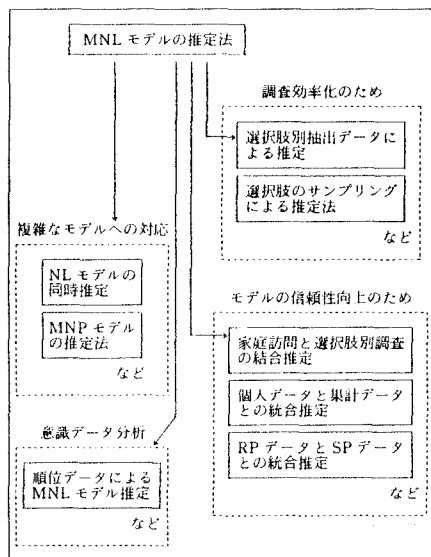


図-7 推定論からみた非集計分析発展の経緯

が推定が様々に発展してきた。最尤法が広く活用された理由は、推定量の統計的意味の明確さにあった。その一方で、効用関数の構成要素を任意に選べ、推定のサンプル数も少なく済むという非集計モデルの利点があり、パラメータの安定性を低下させる原因ともなっていた。これが推定の技術論を明確にする必然性を強めた。図のように推定問題は、NLモデルの同時推定のようなモデル形の複雑な場合へと展開され、一方で様々な実用問題と結び付いて進化した。

概して言えば、調査の効率化とモデルの信頼性向上との2つを目的とした。前者には選択肢別調査データの推定問題や膨大な選択肢のサブリック推定などの技術論の展開が当てはまり、後者には家庭訪問調査と選択肢別調査、集計データと非集計データ、行動データと選好意識データ、等の組合せ推定が該当する。

1) 複数のデータを統合する推定論

複数のデータを統合してモデルパラメータの推定を行う動機は、モデルの説得性を増す点にある。従来より活用されているデータの組合せには、①通常の推定法に対して、②家庭訪問調査データと選択肢別調査データ、③空間的ないし時間的に異なる2種類のデータ、④個人データと集計データ、⑤行動データと選好データ、などがある。

なお、②、③の2つの統合方法は比較的早い時期に必要となった。②はサンプル収集のため、③はモデルの移転利用のために開発された。家庭訪問調査で十分に集まらない発生頻度の低いトリップを効率的に追加収集できれば、両者のサンプルでモデル作成に十分な情報を得られる可能性がある。その解決法であった。異なる調査体系のサンプルをブライキングして推定するため、特殊な推定法が必要とされた。また、③の移転方法については、様々な議論の後に有効な方法が見いだされている。元の地域（時点）のモデルを更新して新しい地域（時点）で使えるようにするための方法といえる。そのため、移転される側でもサンプルを少数集めてモデルを作り、両モデルのパラメータを分散で重み平均する方法等が有効である。

一方、④および⑤は比較的最近になって登場した。④は③と同様にベイズ更新の考えでパラメータを新しくし、新たな環境に合わせる工夫等であったが、更新のために集計データや観測交通量を用いる点が従来と異なり、非集計分析と集計分析との結合ともいえる。同様な方法論は Ben-Akivaらが同時推定を前提に幾

つか作成している。また、⑤は従来より信頼性に問題があるとされた意識データと、精度が高くても交通サービス変数間の共線性等により多くの変数を同時に取り込みにくかった行動データとの、両者をブライキングした新たな推定によって、推定上の問題を解決しようとした方法であるが、その後も開発研究が進められている。

以上の推定問題の拡大に加え、分布交通量推定な

①通常の尤度関数
$\max_{\theta} L = \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P_{ij}$
②家庭訪問調査と選択肢別調査の結合推定
$\max_{\theta} L = \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P_{ij} + \sum_{i \in N} \frac{Q(i)}{H(i)} \sum_{j \in A_i} \ln P_{ij}$
$Q(i)$: 選択肢 i の母集団におけるシェア
$H(i)$: 選択肢 i の選択肢別サンプルにおけるシェア
N : 家庭訪問調査のサンプル数
N_i : 選択肢別調査のサンプル数
③空間的に異なる2つのデータの統合(移転方法)
$\theta^* = (\sum_{i \in N} \theta_i^2 + \sum_{i \in N} \theta_i^2)^{-1} (\sum_{i \in N} \theta_i^2 \theta_i + \sum_{i \in N} \theta_i^2 \theta_i)$
θ_A, Σ_A : データ A のパラメータとその分散共分散
θ_B, Σ_B : データ B のパラメータとその分散共分散
④個人データと集計データとの統合利用
$\min_{\theta} ((\theta - \theta_d)^T \Sigma_d^{-1} (\theta - \theta_d) + (T_d - T(\theta))^T \Sigma_d^{-1} (T_d - T(\theta)))$
θ_d, Σ_d : 個人データによるパラメータとその分散共分散
T_d, Σ_d : 集計データとその信頼性(分散共分散)
$T(\theta)$: 集計データのモデルによる推定値
⑤行動データと選好データとの統合利用
$\max_{\theta} L = \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P_{ij} + \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P_{ij}^d$
$P_{ij}^d = \exp(\mu V_{ij}) / \sum_{j \in A_i} \exp(\mu V_{ij})$
N : 行動データのサンプル数
N_d : 選好データのサンプル数
⑥選択肢数が多い場合の推定法
$\max_{\theta} L = \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P(i S_j)$
$P(i S_j) = P(S_j i) \exp(V_{ij}) / \sum_{j \in A_i} P(S_j i) \exp(V_{ij})$
S_j : サンプリングされた選択肢集合
$P(S_j i)$: i の抽出を条件に部分集合 S_j が作られる確率
⑦ランクロジットモデルの推定法
$\max_{\theta} L = \sum_{i \in N} \sum_{j \in A_i} \delta_{ij} \ln P(i i, \dots, A)$
$P(i i, \dots, A)$: 選好順位 i 番の選択肢をそれ以下の順位のものより選好する確率(ロジットモデル)
A : 選択肢数

図-8 各種推定法の要点整理

2) 異なる理論体系との統合

5. 実用状況からみた非集計分析10年の総括

最近 5 年ほどの実証研究を対象に、実際にどの様なモデルが作成されているかを横並びに整理した。本来は予測能力の事後検証などを行えば良いが、交通施設整備のために用いられた事例が数多くありながら、計画途上であったり建設中であったりしてチェックできるものがまだ少ない。たとえば、横浜の MM214 号線開設による需要予測では、開業 1 年前に成田ー横浜間を 40 人／日程度（待ち時間 30 分）と予測したが、実際はサービス水準（就航率 70% 弱、5 便／日）の低さもあって、16 人／日（482 人／月）程に増加したに過ぎない。今後、各都市の鉄道整備や山形新幹線などの運行によって様々な検証が可能になろう。

5. 2 計画現場での使用状況

サンプル数	サンプル数
~100	7
100~200	15
200~300	19
300~500	22
500~1000	22
1000~2000	9
2000~3000	5
3000~4000	2
4000~	1

大度比 (Aspect Ratio)	モデル数 (Number of Models)
~0.1	5
0.1~0.2	20
0.2~0.3	38
0.3~0.4	20
0.4~0.5	15
0.5~0.6	7
0.6~0.7	7
0.7~0.8	5

Figure 1 is a stacked bar chart showing the distribution of reasons for leaving the company across different parameter ranges. The Y-axis represents the 'Number of Reasons' (0 to 10). The X-axis represents the 'Parameter Range' with categories: -0.01~-0.03, -0.03~-0.05, -0.05~-0.1, -0.1~-0.15, -0.15~-0.2, and -0.2~-0.3. The legend indicates five categories: SP (Solid Black), 全目的 (Diagonal Lines), 買物/私事 (Cross-hatch), 通勤/業務 (Diagonal Lines), and 買物/私事 (Cross-hatch).

パラメータ	SP	全目的	買物/私事	通勤/業務	買物/私事
-0.01~-0.03	0	0	0	2	8
-0.03~-0.05	0	0	0	3	3
-0.05~-0.1	0	0	0	2	2
-0.1~-0.15	0	0	0	1	4
-0.15~-0.2	0	0	0	1	1
-0.2~-0.3	0	0	0	1	1

費用パラメータ値 (Parameter Range)	主効果数 (Main Effects Count)
-0.0031 ~ -0.001	4
-0.001 ~ -0.005	5
-0.005 ~ -0.01	3
-0.01 ~ -0.03	4

– 6 –

たが、様々な交通機関の整備計画や、マスタープラン作成のために活用されている。わが国では実用モデルとして確立された様子が分かる。

航空需要予測、なかでもミュータ航空の導入可能性調査等において非集計モデルが定着した。国土庁、運輸省、各自治体の調査で、航空サービスに対する機関分担予測に用いられ、地方空港やハブの整備計画等に役だっている。

鉄道系では、国鉄の地方交通線の経営改善策の検討のために非集計モデルを用いた運経モデル(1982)が、我が国で初の実務ベース検討と思われる。形式的には従来の四段階推定法を用いて行っているが、交通機関分担と鉄道経路選択に非集計モデルを用いた。また、運経モデル(1984)のまとめた「大都市交通網の整備にかかわる調査研究報告書」では、東京都市圏における鉄道旅客の将来需要を機関分担および経路選択に非集計モデルを用いて予測した。これが運輸政策審

議会の答申に盛り込まれ1985年に公表され、東京都市圏の鉄道整備構想が定められた。その後、横浜(新横浜～あざみ野)、福岡(博多～空港)、仙台(八乙女～泉中央)、札幌(豊水すすきの～福住)など、各都市の地下鉄建設の免許申請のために非集計モデルによる需要予測が用いられた。その時点で、都市鉄道分野の予測に非集計モデルが実用化され定着したと言える。都市間鉄道でも、山形～新幹線における新幹線～在来線の相直運行の需要予測にも活用され、さらに平成3年答申された運輸政策審議会でも全国の都市間交通需要の予測に非集計モデルが用いられている。

一方、建設省が定期的に実施するパーソトリップ調査では、1978年に東京都市圏で実施された第2回の調査で、すでに試験的に非集計モデルが検討された。1982年実査の仙台都市圏では、一部に非集計モデルが別途調査のデータを用いて作成され、バスアライド等のシステム導入効果の分析に活用された。また

佐賀県などではマスタープラン作成のための需要予測に非集計モデルを用いて予測を行っている。

最近では実に様々な分野で実務的に用いられている様子が図より読み取れる。駐車場整備計画、バスのシステム改善、海上交通予測などなど、一括すれば実に多彩な実用化が達成されたと言えるよう。

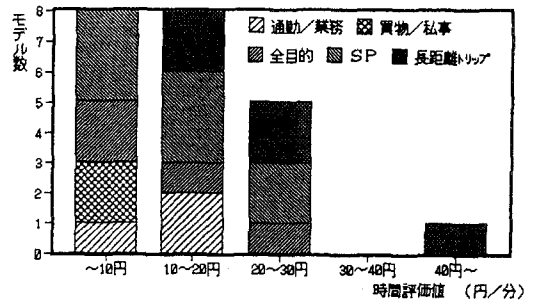


図-13 都市内モデルの時間評価値の分布状況

幸い吉 審議 (他にも若干あり)		(端末: 端末交通手段選択 分担: 代表交通手段選択)	
空港整備、地域航空導入	近距離航空計画調査報告書	分担	ハブ・1整備
横浜都市計画局(1987)	熊本県における地域航空事業の展望と課題	分担	ミュータ空港整備
熊本県(1987)	定住構想推進のためのリニア等航空機の活用方策に関する調査	分担	ハブ・1整備
国土庁計画・総務局(1987)	関西国際空港全体構想検討基礎調査報告書	分担	技術検討
運輸省航空局(1989)	地蔵航空システム導入に関する基礎調査報告書	分担	ハブ・1整備
東京都都市計画局(1989)	地蔵航空システム整備計画決定調査報告書	分担	ハブ・1整備
航空振興財団(1990)	北関東地蔵航空整備調査	分担	ハブ・1整備
北海道(1991)	マナー航空システム計画調査	分担	路線需要予測
鉄道新線整備等	地方交通線経営改善調査報告書	分担/経路	地方-DK線整備
運経モデル(1982)	大都市交通網の整備にかかわる調査研究報告書	分担/経路	S60運政審答申予測
運経モデル(1984)	京阪東山線総合整備計画調査報告書	分担/経路	新線整備計画
運輸省入阪近局(1984)	札幌市における地下鉄計画路線の需要予測調査報告書	分担/経路	地下鉄路線免許
運経モデル(1987)	新幹線と在来線との直通運転に関する調査研究	分担/経路	山形新幹線整備
運経モデル(1988)	名古屋鉄道新線整備基礎調査	分担/経路	運政審答申予測
運経モデル(1989)	新線開通後需要予測調査	分担/経路	新線整備計画
運経モデル(1990)	新線開通後需要予測調査	分担/経路	新線整備計画
運経モデル(1990)	地方の特性を生かした地域振興のための鉄道輸送利便性向上方策	分担/経路	ミュータ空港整備
運経モデル(1990)	京東葉特急旅客化促進調査	分担/経路	免許申請予測
運経モデル(1991)	仙台地下鉄南延線再延伸調査	分担/経路	免許申請予測
運経モデル(1991)	仙台新幹線の需要及び収支予測等に関する調査	分担/経路	新線整備計画
筑波大学(1991)	北陸新幹線の需要及び収支予測等に関する調査	分担/経路	免許申請予測
鉄道公社(1991)	新幹線新線需要予測調査	分担/経路	新線整備計画
運経モデル(1991)	新百合が丘接続線基礎調査中間報告書	分担/経路	新線整備計画
都市交通システム、自動車交通	東京都都市圏都市交通管理計画調査報告書	分担	技術検討
東京都都市(1978)	佐賀県都市圏都市交通体系のマスタープラン	分担	730-730予測
佐賀県(1983)	多摩地区都市計画道路基本計画(駅間未交通手段編)	端末	将来予測
東京都(1984)	乗用車の保有、利用特性調査報告書	保有/分担	車保有将来予測
建設省関東東地連(1985)	仙台都市圏「ツタリ」調査報告書(ツタリ・効果分析編)	分担	効果分析
建設省(1985)	仙台都市圏「ツタリ」調査報告書(ツタリ・効果分析編)	分担	効果分析
建設省「富士山」調査(1986)	富山県都市圏「ツタリ」調査報告書(施設計画編)	端末/分担	効果分析
建設省「若手集」調査(1986)	富山県都市圏「ツタリ」調査報告書(施設計画編)	端末/分担	効果分析
大分県/建設省(1986)	大分県都市圏「ツタリ」調査報告書(予測、施設計画編)	分担	予測、730-730換
長崎県/建設省(1988)	長崎県都市圏「ツタリ」調査報告書(将来推計編)	分担	予測、730-730換
茨城県/建設省(1988)	日立都市圏「ツタリ」調査報告書(現況編)	分担	730-730換
宇都宮市(1989)	宇都宮市駐車場整備計画調査報告書	駐車場	駐車場整備計画
新潟県/建設省(1990)	新潟県都市圏「ツタリ」調査報告書(将来推計編)	分担	予測、730-730換
道路公団東一連(1991)	東京両横断道路計画交通量推計検討報告書	経路	技術検討
バス等公共交通	尾道・三原都市圏交通計画決定調査報告書	分担	730-730換
運経モデル(1980)	福岡市(1983)	分担	730-730換
福岡市(1983)	福岡市(1985)	分担	730-730換
福岡市(1985)	福岡市(1985)	分担	730-730換
福岡県/協会(1988)	バス利用促進方策に関する調査研究	分担	バス効果
千葉県(1987)	千葉県市町村バス利用促進方策に関する調査研究	端末/分担	延伸の需要予測
世田谷区(1987)	世田谷区南北バス路線需要実証調査	端末/分担	延伸の需要予測
その他施設予測など	旅客流動の調査方法の研究報告書	分担	技術検討
運経モデル(1983)	総合都市交通計画体系調査における非集計行動モデルの適用性	分担等	活用730-730作成
建築研究報告(1987)	総合都市交通計画体系調査における非集計行動モデルの適用性	分担	活用730-730作成
日本観光協会(1988)	総合都市交通計画体系調査における非集計行動モデルの適用性	分担	活用730-730作成
運経モデル(1990)	幹線交通機関の長期輸送需要の予測手法に関する調査報告書	分担	S60運政審答申予測
日本道路振興財団(1991)	東京臨海部海上交通路利用の要求特性及び安全性に関する調査	分担	海上交通整備

図-14 実務上の活用事例の一覧

6. 10年の歴史でみた交通行動分析の行方

以上、非集計分析を中心に交通需要分析の研究と実用の動向をまとめた。これより今後の研究の行方を占い、特に10年の軌跡にそった視点で以下の3点を強調したい。

1) 単体から結合そして融合へ

単体としての非集計分析が、近年、他の理論体系と結合する発展形が様々に生み出されて来た。その意味では、既に非集計モデルという言葉も分野をくく概念として適当でなくなっている。今後の10年ではこれが更に加速し、アタビティ等交通分野に留まらず、マーケティング分野等、様々な理論体系との融合や増殖とが進むことであろう。その成果をフィードバックして新しい実務的な理論体系を作り上げることが必要である。

2) 制度と精度

非集計分析の実用化は制度的な予測として確立している。この先、予測対象のサービス供用によって事後評価が可能になるため、フォローアップをきちんと行い、予測法としての社会的評価を明確にし、改善方向を示す必要がある。また、施策実現の目標値を提供する場面とは別に、より短期的であったり、需要を育成する方策であったり、より精度の高い予測を実現する理論ないし技術論の研究も必要になる。

3) 置き去りの課題

10年のゲイズムのなかで主要な課題は様々に検討されてきた。実用志向が強く、重要であってもメッな検討は置き去りにせざるをえない状況もあった。今後は、新たな技術開発へと進むと同時に、その様な基礎的な課題についても検討されるべきであろう。実際、非集計に限っても、経路選択モデルにおいてIIA問題を生じさせない多肢選択の扱い等未だ難しい。

末筆ではあるが、本ペーパーの作成に当り協力頂いた岩倉成志氏、岡本直久氏、また実用状況調査に協力頂いた諸氏にこの場を借りて謝意を表する。

参考文献一覧 (紙面の都合上一部の掲載に限定している)

- Adler, R. and Ben-Akiva, M. (1979): A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behaviour, *Transportation Research*, Vol. 13B, pp. 243-257.
- Ben-Akiva, M. and Lerman, S. (1979): Disaggregate Travel and Mobility Choice Models and Measures of Accessibility, In *Behavioral Travel Modelling*, D. Benesh and P. Stopher, eds., Groom Helm, London.
- Ben-Akiva, M. & Morikawa, T. (1989): Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions, *Transp. Res.*, Vol. 23A, No. 6, pp. 485-495.
- Ben-Akiva, M. and Morikawa, T. (1990): Estimation of Travel Demand Models from Multiple Data Sources, In *Transportation and Traffic Theory*, M. Koshi, ed., Elsevier, New York, pp. 461-476.
- Jones, P.M., Dix, M.C., Clarke, M.I. and Hoggie, I. (1983): *Understanding Travel Behaviour*, Gower, England.
- Jones, P.M., Koppelman, F.S. and Orfeuil, J.P. (1990): *Activity Analysis: State of the Art and Future Directions, in Developments in Dynamic and Activity-Based Approaches to Travel Analysis*, P. Jones, ed., Gower, England.
- Kitamura, R. (1988): An Analysis of Weekly Activity Patterns and Travel Expenditure, In *Behavioral Modeling Approaches in Geography and Planning*, R.G. Gollage and H.J.P. Timmermans, eds., Groom Helm, London, pp. 399-423.
- Lerman, S. (1979): The Use of Disaggregate Choice Models in Semi-Markov Process Models of Trip Chaining Behaviour, *Transportation Science*, Vol. 13, No. 4.
- Louviere, J.J. (1988): Conjoint Analysis Modelling of Stated Preference, *Journal of Transport Economic and Policy*, Vol. 22, No. 1, pp. 93-118.
- McFadden, D. (1986): The choice theory approach to market research, *Marketing Science*, Vol. 5, No. 4, pp. 275-297.
- Yai, T. (1989): Disaggregate behavioural models and their applications in Japan, *Transp. Res.*, Vol. 23A, No. 1, pp. 45-51.
- 土木学会 (1984) 土木計画学講習会テキスト-非集計行動モデルの理論と実際.
- 屋井 (1984) 非集計行動モデルの特性可能性に関する研究の経緯, 東京工業大学土木工学部研究報告 3 2, pp. 43-61.
- 原田 (1985) Nested Logitモデルの理論と適用に関する研究のレビュー, 土木学会論文集 5 5 3 / IV-2, pp. 31-40.
- 松本 (1985) 物質輸送への非集計モデルの適用性, 土木学会論文集 5 5 3 / IV-2, pp. 41-50.
- 屋井 (1986) 非集計行動モデルとその実用性, 土木計画学研究論文集 3, pp. 23-40.
- 原田 (1986) 非集計行動モデルによる多次元選択行動の分析, 土木計画学研究論文集 4, pp. 15-23.
- 宮本 (1987) 効用および付随の諸変数を考慮した土地利用シミュレーションモデル構築, 土木学会論文集 5 5 3 / IV-2, pp. 15-26.
- 澤田, 田村, 五十 (1988) 効用関数に基づく交通経路選択モデルの構築に関する研究, 第36回土木学会年報.
- 森地, 石田, 鈴木 (1979) 2時点の調査データを用いた交通経路選択モデルの検証分析, 第34回土木学会年報.
- 河上, 広島, 山本 (1982) 手段選択の経年変化と利用手段による評価精度の差異を考慮した手段選択モデル, 第37回土木学会年報.
- 本多, 渡辺, 森地 (1978) あいまいさを考慮した経路選択モデルについて, 第33回土木学会年報.
- 磯部, 河上 (1990) 交通・活動スケジュール形成行動の動的分析, 土木計画学研究論文集 13.
- 森川 高行 (1990) ステイタビリティ・プリフェレンス・データの交通需要予測モデルへの適用に関する数値的検証, 土木学会論文集, No. 413, pp. 9-18.
- 矢崎, 屋井, 森地 (1990) 1-1 SRELを用いた郊外型商業立地の交通影響分析, 土木計画学研究論文集 13.
- 湯沢, 須田, 高田, 横 (1990) コン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 13.
- 伊藤, 湯沢 (1990) コンジョイント分析を利用した企業立地選択モデルの開発, 土木計画学研究論文集 13.
- 西井, 岩本 (1990) ショッピングコンプレックス来訪者の買物行動特性の基礎的分析, 土木計画学研究論文集 13.
- 一交通行動分析に関連する博士論文の例一
- 近藤直直 (1977) トラップ手法を用いた都市交通需要推計プロシ, 京都大学.
- 田村 亨 (1983) 意識データによる交通経路選択モデルの構築に関する研究, 北海道大学.
- 原田 昇 (1983) 非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究, 東京大学.
- 桐越 信 (1985) 交通需要予測モデルの精度と評価に関する研究, 北海道大学.
- 屋井秋雄 (1985) 非集計行動モデルによる交通需要予測手法, 東京工業大学.
- 新田保次 (1985) 運動交通手段需要推計手法に関する基礎的研究, 大阪大学.
- 西井和夫 (1985) トラップ手法による交通需要分析, 京都大学.
- 宇野敏一 (1985) 関数方程式を用いた経路選択モデルの統一に関する研究, 京都大学.
- 松本昌二 (1986) 到着時刻の指定された都市内交通行動に関する研究, 東京大学.
- 磯部友彦 (1989) 人の交通・活動関連分析に基づく交通需要推計法に関する研究, 名古屋大学.
- Morikawa, T. (1989): *Incorporating Stated Preference Data in Travel Demand Analysis*, Doctoral Dissertation, M.I.T.
- 兵藤哲朗 (1989) モデル構築を前提とした交通需要推計方法, 東京工業大学.
- 鈴木 聡 (1989) 交通行動分析への応答型意識調査の適用に関する研究, 東京大学.
- 吉田 朗 (1990) 買物交通行動に対する都市部駐車政策の評価に関する基礎的研究, 筑波大学.
- 一時間評価値計算に用いた論文一
- 森地, 田村, 屋井, 兵藤 (1986) 観光交通量予測モデルの事後的分析, 土木計画学論文集 4, pp. 125-132.
- 森地, 田村, 近藤, 渡辺 (1986) コミュニケーションの需要予測, 土木計画学論文集 8, pp. 347-352.
- 杉恵, 山本 (1986) 計算機と調査データのサービス指標を用いた非集計ロジットモデルの適用性の比較, 都市計画論文集 2 1, pp. 163-168.
- 鈴木, 原田, 太田 (1986) 地下鉄開業時の事前事後分析, 都市計画論文集 2 1, pp. 205-210.
- 渡辺, 岩崎, 杉本 (1987) 新交通システム導入計画のための需要予測モデルの作成, 土木計画学研究論文集 1 0, pp. 85-92.
- 藤原, 杉恵, 平野 (1988) 順位づけられた意識データの適用性に関する研究, 土木計画学研究論文集 1 1, pp. 693-706.
- 三木, 横沢, 野村, 小山 (1989) 都市モビリティデータによる地区内バス交通の需要変化, 土木計画学研究論文集 1 2, pp. 119-125.
- 藤原, 杉恵 (1990) 選択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 8, pp. 49-56.
- 森川, 山田 (1990) S/PデータR/Pデータを用いた都市間鉄道へのサービス改善に伴う需要予測法, 土木計画学研究論文集 1 3, pp. 659-666.
- 森川, 佐々木 (1990) 構造方程式モデルと離散選択モデルによる定性的要因を取り入れた交通経路選択分析, 土木計画学研究論文集 1 3, pp. 867-873.
- 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, 土木計画学研究論文集 1 3, pp. 537-542.
- 藤原, 杉恵 (1990) 選択意識データの安定性と信頼性, 都市計画論文集 2 5, pp. 103-108.