

トリップチェイン手法を用いた都市交通需要分析*

— その有効性と枠組みについて —

Incorporating Trip Chaining into Travel Demand Analysis:
Its Validations and Analytical Framework

西 井 和 夫** 佐 佐 木 綱***

By Kazuo NISHII and Tsuna SASAKI

The paper describes validations of trip chaining approaches in travel demand analysis and also shows its analytical framework, putting our previous researches in position. It is emphasized that travel demand analysis should represent the daily travel behaviour which forms the trip-chaining derived from a person's various activities in that day.

The validations of this approach are concerned with as follow; trip-linkages, modal choice in a trip chain, the derived nature of travel demand, travel pattern in a single day and time budget constraints. The framework is composed of two main parts: One is behavioural analyses of travel patterns, and the other is to develop trip chaining models as a newly-advanced type of travel demand forecasting procedure.

1. はじめに

交通需要分析を行う上で人の1日の交通行動に根ざした諸性質を把握しておくことは非常に重要と考えられるが、従来の段階的推定法で代表されるトリップ単位による方法では個々のトリップは単に量として独立に取扱われるため、1日の中の連鎖的なトリップパターンにおける位置づけやそれに起因する諸性質が捨象されてしまう。本アプローチと従来のトリップ単位による方法との考え方の基本的差異は、前者が1日の交通行動の表示とその予測の中でトリップの量的把握と交通需要の変化を追うのに対し、後者は個々のトリップに関する諸特性や社会経済属性性との対応の中で交通需要量の推計を行うことにある。またそれぞれの計画プロセスでの位置づけに關

して言えば、本アプローチは一連の交通行動パターンを規定する諸要因・制約に着目したモデル化により交通政策評価や将来の生活様式等の変化の影響分析を目的としており、一方トリップ単位による段階的推定法では各ステップで得られる計画情報をもとに長期的なネットワークの形成に供することに主眼が置かれている。ここで、トリップチェイン研究の中にはこのような範疇以外の研究領域もあるとともに、吸収マルコフ連鎖モデルに代表される方法ではトリップ単位による方法と同様に各ステップの体系的表現をねらいとしているわけで、その研究内容は多くの接近法を示唆するものといえる。なお、トリップ単位による方法についても、近年その開発ならびに適用性が検討されている非集計選択モデルなどは、長期的な視点よりむしろ短期的な交通政策の影響分析を主な目的としている。ただ非集計アプローチのこれまでの展開を眺めると、その集計化問題との関連でサンプルベースでの現況再現レベルの議論

* キーワーズ:トリップチェイン, 都市交通需要分析
** 正会員 工修 京都大学助手 工学部交通土木工学教室
(〒606 京都市左京区吉田本町)
*** 正会員 工博 京都大学教授 工学部交通土木工学教室
(同上)

にとどまっている場合も少なくなく、また需要予測プロセスとしての体系化の問題も残されている。

さて、このような本アプローチの都市交通需要分析における位置づけについての議論は、その有効性ならびに枠組みを検討することによってより明確な形でなされたものと考えられるので、以下ではこれらの諸点について具体的に示していくことにする。

なお、本研究における用語の定義はAppendixに示す。

2. トリップチェーンアプローチの有効性

ここでは、従来の本アプローチからの諸研究にもとづき、交通需要分析における有効性について以下に示す諸点を整理してみた。

(1) トリップの連鎖性 (trip-linkage)

トリップチェーンの性質の中でこれまで最も多く議論されていたものであり、人の1日の動きの中でのトリップ相互の関係を明示的に取扱っていかうというものである。例えば、居住地と勤務地との移動のための通勤・帰宅トリップから成るピストン型の基本タイプが崩れ帰宅途中の買物のための自由トリップが挿入されたトリップ連鎖パターンに変化するとき、それは買物のための訪問地が帰宅途中に便利な位置にあるなどの要因が大きな規定力をもつ可能性がある。このような場合、従来のトリップ単位による方法ではトリップ相互の関係を考慮することが難しく、逆に本アプローチによれば、トリップ目的の連関、ゾーン間遷移、モード連関などの視点から表現することが考えられる。

(2) 交通手段選択とトリップチェーン (modal-choice in a trip chain)

パーソントリップ法における交通手段選択プロセスは各交通手段相互の関係を取込んだ需要予測体系の中で主要な役割を演じるわけであるが、そこではその人の1日の交通行動全体の中に含まれるそれぞれのトリップが独立であることが暗黙に仮定されている。しかし本来同一の個人による連続的なトリップがこのように分断されて独立的に取扱われることの矛盾は、とくにこの手段選択に関して顕著に現われる場合が多い。というのは、例えば自宅を出発するときに車利用を決めた人の1日全体の動きについて眺めれば、少くとも後続トリップの手段選択において第1トリップが車利用であることを無視できな

いはずであり、またそもそも1日全体の動きを見通して第1トリップの交通手段として車が選択されていたのかもしれないからである。

(3) 交通需要の派生的性質 (the derived nature of travel demand)

都市交通需要は、本来当該地域の社会経済的諸活動の派生需要としてそれらの活動水準やパターンに大きく左右される。この観点から本アプローチの有効性が最も端的に現われるのは、都市内の商業経済活動に派生する業務交通需要であろう。すなわち、業務トリップにおける生成、発生集中、OD分布そして手段選択は個々のトリップが独立な形で説明されるものでなく、むしろ個々のトリップメーカーによって形成されるトリップチェーンを単位として表現されるべき性質を含むものといえるからである。その際、トリップチェーンの表示において定義されているベースあるいはソージャーが重要な役割を持つことになる。それは、経済活動内容としての取引、納品、商談などの種々の業務形態において、活動主体と顧客との関係がその活動拠点としてのベースと顧客の位置する訪問先（ソージャー）との結びつきに反映されると考えられることに依る。

(4) 1日完結性とトリップ連鎖パターン (travel patterns in a single day)

これは、人の交通行動が1日を単位としてその意志決定がされていることを前提としている。もちろん活動の種類によっては、1日(daily)を単位とせずweekly, monthlyあるいはweekday/weekendといった形でとらえるべきものがあるが、都市域での通常の諸活動にもとづく交通現象の多くは1日完結性の高いものといえよう。そこで重要な問題としては、このような1日完結性にもとづく諸性質をどのような形で明示的に取扱うかであり、とくにトリップチェーンのもつトリップ連鎖パターンに関する諸分析とその変化の予測が議論の争点といえる。具体的には、1日のトリップ連鎖パターンがチェーン内のソージャー数やサイクル数で類型化されたものとすると、それらのもつ諸特性（例えば、ソージャー数の選択率、サイクルの再起性）とトリップメーカーのもつ個人属性との関係ならびにベースとソージャーあるいはソージャー間の結びつきの強さとの視点からみた各トリップ連鎖パターンの生成分

析などである。さらにトリップ連鎖パターンの議論を前述のような交通需要の派生的性質にまで拡げて進めるならば、アクティビティ・アプローチにおける人間活動連結メカニズムの解明の中での位置づけが可能であり、その際以下の要件が検討課題となり得る。

- a) ベ이스と各ソージャーとの社会・経済的相互関係およびそれらの空間的位置関係
- b) 各ソージャーにおける活動相互の連結性
- c) 1日全体としての活動スケジュールと不確定性
- d) トリップメーカーの個人属性および諸制約
- e) 時間に関する予算制約と活動時間特性

(5) 1日の時間に関する予算制約 (time-budget constraints)

これは、トリップチェインの議論を時空間(time-space)上の次元に拡張した分析フレームを想定しており、人の1日の交通行動をその日の活動時間という予算制約のもとで諸活動とそのための移動に要するトリップ時間に如何に割当てられるかといった視点から眺めていく考え方に立つものである。ここでは、1日という単位の中での活動パターンの記述という行動論的立場が強調されているが、とくに単に時間という長さに関連するだけでなく時刻という時間軸上での位置にかかわる諸性質を明らかにすることが重視される。また、このような側面は、将来の生活様式の変化や就業時間構造の変化に対応するものとして、また時差通勤・カープーリングあるいは就業時間帯調整策などの交通運営政策の影響分析に供するものとしてその位置づけが重要となると期待されるので、日交通時間や活動時間配分に関する実証的分析がトリップチェインの形を崩すことなくなされることが必要であると考えられる。

3. 都市交通需要分析の枠組み

ここでは、トリップチェインアプローチによる具体的な分析フレームを明らかにし、その全体構成を紹介したい。そのためにまず、前述の本アプローチの有効性を念頭に置きながら都市交通需要分析において要請されている諸点を整理し、次いで本研究の全体構成を述べていくことにする。

(1) 交通需要分析に要請されている諸点

都市域における交通需要分析ではそのねらいや背

景といったものが多岐にわたるものであろうが、その中で本アプローチとの関連においても重要と考えられることとして次の4つの点をあげたい。

①交通需要の派生に最も本源的に関与する“活動”についての諸性質の解明。¹⁾ これは、都市域における活動パターンに関する諸分析とともに、一連の諸活動間の活動連結メカニズムの分析が必要となる。

②交通需要の変化の予測は、交通行動パターンの変化の結果として把握されなければならない。この場合、交通行動の中の基本的なパターンに着目して、それ自身の量的な変化の予測を検討することと基本パターンが崩れそのバリエーションによる変化の予測を検討することの2種類を考えておく必要がある。ここで基本パターンとは、例えば通勤・帰宅の往復トリップあるいは主婦による日常的買物・帰宅の往復トリップで代表されるピストン型が対応し、それらはほぼ反復的であるとともにそれに含まれる諸活動間の相互関係は強くない。そのためこれら基本パターンに関する量的把握は、通勤あるいは買物トリップを誘発する活動水準の変化を発着エンドの社会経済属性ならびにトリップ特性との関連でとらえていくことで可能である。一方基本パターンの変形に伴う交通需要の変化は、これら定型的な交通行動様式がどのような形での付加的な活動にもとづく派生需要の生成によって変更を余儀なくされたかの観点から説明される必要がある。したがってこの場合には、付加的なトリップに関する活動とその前後の諸活動との相互関係あるいは1日のトリップ連鎖パターンのもつ諸性質を十分考慮されなければならず、本アプローチが重要な意味をもつといえる。

③人の交通行動についての意志決定機構の解明のための行動論的アプローチが重要視されるべき。この議論は、現在盛んに適用が試みられている非集計選択モデルも有力視されている。しかし、非集計選択モデルでは、その基本的な前提として交通行動の記述を何らかの効用の可測性のもとでの選択問題に帰着するため、対象とする問題によって効用そのものの概念が希薄となり交通の行動論的説明が説得力を失う場合がある。また個人属性等の要因が導入されただけでその人の交通行動が十分説明されたとは言えないのは明らかであり、個々人のもつ諸制約がその人の交通行動全般にどのように支配的であるか

を示す必要もあろう。²⁾この交通行動における諸制約に関連して、トリップチェーンの表示の中でも重要な課題としてあげられるのが、1日の時間に関する予算制約（time-budget constraints）と個々のトリップメーカーの属する世帯に関係するもので当該世帯内構成メンバーの相互依存性である。前者は、トリップチェーンの有効性において触れたように1日を単位とした交通行動の中でどのような役割を演じるか、また活動時間配分の問題としても興味深い。一方、後者は、アクティビティアプローチの中での主題の一つであり、世帯単位でみたときの活動分担関係（household activity）の把握ならびに life cycle stage との関連として交通生成分析に検討課題を投げかけている。

④交通政策評価のためのモデル構築の必要性

非集計選択モデルやアクティビティモデル³⁾と呼ばれるものが開発された背景には、短期的な交通運営政策の影響評価の必要性が高まっていることが考えられる。これは、従来の段階的推定法によって代表される交通需要予測モデルが長期的なネットワーク形成といったマクロ分析に有効な反面、狭域な対象圏域における交通サービスの改善策などの影響分析にきめ細かく対処できないことへの反省ならびに人の交通行動の忠実な表現が個別な政策評価に必要となっていることに依る。トリップチェーンの考え方は、もともと人の1日の動きを忠実に表現することから始まったものであり、それが都市域における交通行動パターンの記述に拡張されているわけであるが、その表示と予測プロセスが政策評価にどのような役割を演じ得るかが課題といえる。

（2）本研究の全体構成

本研究における分析フレームは、これまでのトリップチェーンアプローチの有効性ならびに交通需要分析に要請されている諸点を考慮して、トリップチェーンの表示をそのトリップ連鎖パターンに着目することにより次の2つの主題から構成される。

〔A〕トリップ連鎖パターンに着目した1日の交通生成に関する分析

〔B〕発生集中量・O D分布量・手段選択の各推計に関するトリップチェーンモデルの構築

以下では、上記の諸点のそれぞれについてさらに具体的な検討内容の紹介を行うことにする。

〔A〕トリップ連鎖パターンに着目した交通生成分析

本研究でのトリップチェーンの表示では、1日の人や車の動きをそのトリップ連鎖パターンから眺めることにより、より視覚的な形で把握する考え方に立っている。このことは、1日全体の交通行動の中でその時間的制約や諸活動特性がどのように規定力を有するかを議論することにねらいがあるといえる。そのため、具体的には、まず種々のトリップチェーンデータを用いたトリップ連鎖パターンに関する実態分析が重要となる。この中では、代表的なパターンの類型化とその諸特性をトリップメーカーの個人属性・チェーン内トリップ目的構成・手段構成といった観点からのクロス集計分析が中心となる。^{4),5),6)}なお、対象データとしては、P.T.調査関係で大都市圏および地方都市圏⁷⁾、また交通情勢調査関係からカートリップチェーンそして物資流動調査関係から貨物車運行データ⁸⁾などがあり、それぞれ地域間ならびに時系列比較⁹⁾が可能となっている。トリップ連鎖パターンからみた1日の交通生成を議論する上で今後の分析視点として重要となると考えられるのは、

(a)トリップ連鎖パターンにおける時間的空間的な安定性（temporal and spatial stability）

(b)トリップ連鎖パターンを規定する1日の諸活動特性に言及したアクティビティアプローチとの連携（activity approach）

の2点であり、前者は圏域の構造分析等に関連するマクロ分析を志向するものと言え、後者は1日の活動時間配分¹⁰⁾や世帯単位の交通生成・ライフサイクル等の生活様式の変化を考慮したややミクロな行動論的分析¹¹⁾を意図するものと言うことができよう。

〔B〕交通需要推計のためのトリップチェーンモデル

これは、筆者らによる一連の研究において主眼とされていたものであり、また後述のトリップチェーン研究の系譜に示されるように吸収マルコフ連鎖モデルに代表される流れに位置づけられるものである。したがって1日の人の動きを忠実に追跡することにより段階的推定法にもとづくトリップ単位のアプローチの不整合性を克服し、発生集中量・O D分布量・手段選択の各プロセスを体系的に説明することが大きな目的となっている。その中で本研究の特徴としては、トリップチェーンの表示がそのトリップ連鎖パターンに着目した形でされている点、その結果

として1日全体の交通行動パターンが明示的に取扱われていることがあげられる。これまでの研究事例を踏まえてその主な検討内容を整理してみると、

①業務交通に関する発生集中量・OD分布量推計

②手段選択に関するトリップチェーン分析

の2つがあげられる。

①発生集中量・OD分布量推計モデル^{12),13),14)}

本研究において業務交通を対象とした理由は、

i)業務交通の派生的性質に着目すれば、活動拠点としてのベイスおよび顧客・取引先であるソージャーとの関係が大きな規定力を有すること。

ii)1日の交通行動がベイスを中心とした各ソージャーへの巡回からなるトリップ連鎖を形成し、その中にトリップチェーンとしての多様な諸性質を含む。

iii)発生集中量は、業務交通においてその訪問先数とサイクルの形成によって本来定まるものであり、またOD分布量はチェーン内の各ソージャーへの巡回順路によって決められること。

などであり、本アプローチの有効性が発揮できるからである。なお、業務トリップチェーンの特徴としてのトリップ目的構成や手段構成の単一性がその適用を容易にしていることも現実的な理由の一つである。具体的なモデルでは、チェーン内のソージャー数の選択に関する検討が確率論的にされるとともに、そのソージャーゾーンの分布を推計することにより発生集中量推計がなされる。またOD分布量推計に関しては、チェーン内の巡回順路を最短巡回帰着したモデルが提案されているが今後の課題点が残されており十分なものとなっていない。またソージャー間の相互関係についても改良が期待される。

②手段選択に関するトリップチェーン分析^{15),16)}

人の1日の動きにおける手段選択の役割は、トリップ単位による方法において十分反映できないという問題点があることは既に述べたが、ここでは、手段選択問題にトリップチェーンの性質がどのように関係するかを明らかにすることを目的とする。具体的な検討内容としては、1日全体のトリップ連鎖パターンからみた手段選択の実態分析を行うことによりどのような規定力を有するか、またトリップの連鎖性との関係で手段選択構造の解明を行うことが考えられる。そして都市内の業務トリップチェーンに

注目すると、サイクル内ソージャー数の増加とともにサイクル内第1トリップの自動車分担率が高くなる傾向を持ち、さらに一旦自動車利用が選択されればそのサイクル内の継続率が高いなどの分析結果が得られており、次いでその性質のモデル化を試みることで手段選択に関するトリップチェーンモデルの構築が検討されており、今後の重要な糸口を与えているといえる。

4. トリップチェーン研究の系譜

ここでは、これまでの欧米を中心としたトリップチェーン研究の系譜を概観することにより、本研究の位置づけならびに今後の展望について考察しよう。従来の諸研究は、大きく次の3つのアプローチに整理できよう。

(1)Markovian Approaches

(2)Activity-based Approaches

(3)Utility Approaches

以下、これらの歴史的回顧を簡単に略述しておく。

(1) Markovian Approaches

このアプローチは、トリップチェーンの諸研究の中で先駆的であり、家庭訪問調査形式をもつ交通調査が実施され始めた1960年代前半にまでさかのぼる。トリップチェーンの考え方は、Overgaard(1963)によるlinked-tripあるいはchains of tripsとしてその概念が紹介された。この時期にMarble(1964)¹⁷⁾がトリップの連鎖をマルコフ連鎖に帰着する考え方を示し、またHorton 他(1967,1969)^{18),19)}はマルコフチェーンを用いた土地利用の施設連関パターンの分析を試みているが、需要予測モデルとしての体裁は整っていなかった。この需要予測のためのモデル化が確立したのは、1970年代に入ってSasaki(1971)²⁰⁾による吸収マルコフ連鎖にアナロジーさせた自動車OD分布交通量推計モデルである。その後、Gilbert(1972)²¹⁾がマルコフ再生理論への拡張、Richard & Wigan(1973)²²⁾、Kondo(1974)²³⁾によって手段選択プロセスの導入を中心とした改良がなされた。とくに近藤(1977,1978)^{24),25)}の一連の研究では、トリップチェーンの記述と予測に必要な目的連関行列の推計等の諸問題を解決し、マルコフアプローチによる体系的な表現は一応の完成をみせている。なお、この時期にあってVidakovic(1971,1974,1977)^{26),27)}も早

くからトリップチェーンにおけるトリップ長、滞在時間、交通手段利用数などに着目した分析を行っていたが、その数学モデルの交通需要分析上の有効性に問題点を残している。次に登場する第2世代は、1980年代に入ってからであり、Kitamura & Lam (1981)³⁸⁾ が時間軸の導入をはかり滞在時間を考慮したより精緻なモデルを提案している。これは、理論的にも卓越したフレームといえトリップチェーンの記述の上で示唆に富むが、やはり実証性とその適用において改良の余地がある。すなわち、交通需要分析の個別な目的に対応した簡潔なかつ操作性の高い分析フレームへの展開が必要と考えられる。本研究もこのような観点に立つものであり、拙稿 (Sasaki & Nishii (1983))³⁹⁾ では業務交通における訪問先数に着目した発生集中量推計モデルを提案している。また最近の展開としてトリップチェーンの性質の内包化を目的とした諸分析がSouthworth (1982), Horowitz (1982), Kitamura (1984) によりなされ、今後の発展が期待されている。

(2) Activity-based Approaches

1970年代に入り人の1日の活動連結メカニズムの解明を目指したアプローチが台頭してきた。ここでは、交通とは日々の活動パターンを形成する相互に関係のある諸活動間の流れ (stream) として位置づけられ、トリップチェーンもこの人間活動システムに内在するものと考えられている。この分野においてHemmens (1970)³⁰⁾, Hägerstrand (1970, 1973)³¹⁾ が1日の活動と交通を時間-空間-活動の諸関係の中でとらえる分析フレームを提案し、以降の諸研究は少なからずこの影響をうけている。その後、トリップチェーンの本アプローチでの位置づけは、T.S.U.のワークショップとしてHeggie (1976)³²⁾ により紹介され、Hensher (1976)³³⁾, Jones (1975)³⁴⁾ により用語の整理や研究事例の比較が検討された。それ以降においては、T.S.U. による Human Activity Approaches と呼ばれる一連の研究がDix (1977)³⁵⁾, Jones (1977, 1978)³⁶⁾ によって展開され、世帯内の各構成員間の相互依存性を考慮して1日の世帯単位の交通行動を記述する HATS (Household Activity Travel Simulator) というゲーミングシミュレーションモデルを開発している。1975年以降現在に至る期間では、T.S.U.関係以外でも多彩な研究事例が登場している。

例えば、Bentley 他 (1977)³⁷⁾ は一週間単位の活動パターン分析を行い、Toon Vander Hoom (1979)³⁸⁾, Kobayashi (1976, 1979)³⁹⁾ は分析段階から一歩踏み出すべくアクティビティモデルの提案を行っている。また世帯単位の諸活動の役割を重視し詳細な分析を精力的に行っている例としてHanson (1977, 1981)⁴⁰⁾,⁴¹⁾ があげられる。

現在本アプローチの高揚期とも言えるべき段階にあるが、その主な論点は以下の3点に整理できよう。

- (a) 世帯単位の交通行動における構成員間の相互依存性および life-cycle stage の分析
- (b) 時空間上の交通・活動相互関係のモデル化と1日の time-budget に関する分析
- (c) 各種交通政策評価のためのツールとしてのモデルの改良・洗練化

これらに関する具体的なレビューは機会を改めて行いたい。が、(a)の視点には、Burnett & Hanson (1982)⁴²⁾, Kitamura 他 (1982)⁴³⁾ が属し、また(b)にはWigan & Morris (1981)⁴⁴⁾, Supernak & Zahavi (1982)⁴⁵⁾, Kitamura (1984)⁴⁶⁾, そして(c)にはTSUのCarpenter & Jones (1983)⁴⁷⁾, Goodwin (1983)⁴⁸⁾ あるいはDamm (1980a, 1980b)^{49), 50)} が実際の適用を含めた検討を行い、この分野の the state of art をも包括的に議論している。

(3) Utility Approaches

この範疇に属するトリップチェーンモデルは、筆者の知るところではそれ程多く開発されていないと考えられるが、その代表的なものとしては、Ben-Akiva & Adler (1979)⁵¹⁾ の効用最大化モデルである。これは、tour数 (= cycle数) やチェーン内 sojourn 数の決定を1日の時間的制約のもとでの効用最大化問題として定式化したものである。トリップチェーンの生成に関するモデル化という意味において独創的と評価できようが、各ソージャーンでの滞在時間やトリップ時間特性といった time-budget の実証的分析が不十分であり記述的段階にとどまっている。このような問題点は、アクティビティアプローチにおける活動時間配分の問題としてもとらえることが可能であり今後の課題といえる。そしてこの論文以外では、非集計選択モデルの中にトリップチェーンの性質を内包化する形で議論されており、Lerman (1979)⁵²⁾, J. Horowitz (1980)⁵³⁾, Kitamura (1984)⁵⁴⁾

がそれに該当する。Lerman(1979)は、マルコフ再生理論にもとづくトリップチェーン行動の中で目的地・手段選択に関するロジットモデルの適用を試みている。これは従来のマルコフアプローチにおける状態遷移自身のモデル化として大きな意味をもつがモデル構造の複雑さと集計化問題のため現況記述にとどまっている。J. Horowitz(1980)は、1日の中で複数の訪問先を持つトリップチェーンのtour-formationに関し非集計選択モデルを定式化し、トリップの連鎖性を内包化する試みが興味深い。そしてKitamura(1984)は、非集計目的地選択モデルの中にトリップチェーンの性質を反映させるため期待効用(expected utility)におけるfuture dependencyの考え方を提案している。これは、あるチェーン内の目的地ゾーンの魅力がその訪問につづくチェーンの生成によってもたらされると期待される効用を仮定しているわけで、彼の例題計算の結果に依れば、このような性質が目的地選択に有意に影響することが示されている。これらはいずれもトリップの連鎖性に着目した展開になっており、前述のマルコフ的アプローチとの接点考が可能かもしれない。

5. おわりに

トリップチェーンの表示の問題は、本研究の中で強調されているトリップ連鎖パターンに着目した考え方が唯一のものでないことは明らかであるが、本アプローチの目的が都市交通需要分析にあることを考慮するとき、1日の交通行動全体をより視覚的に忠実な形でとらえ得る利点は大きいと考えられる。

また交通需要分析における本アプローチの有効性は、交通行動の分析的立場に立つことでより明確に理解できるといえるが、それらの中でどの視点を重視し問題とするかは、分析目的およびその要件等との関係で選択することになる。本論文の中で示した交通需要分析の枠組みは、一連の諸研究から成る全体構成の主たる論点を抽出したものであると同時に今後の展開の中で重要視すべき諸点を整理することで成立っている。そして最後に見てきたように、トリップチェーン研究の系譜から読み取ることができることは、この分野の取扱う範囲が人間活動全般に広がる傾向にあり、そのために現在の段階あるいは今後の方向としてもMarkovian, Activity-based, Util-

ity approachesといった角度の異っていた接近法が統合化(integration)の流れに向いていることである。

参考文献

- 1) 近藤勝直(1981): 交通需要分析の新展開—活動連結メカニズムの解明—, 交通学研究, 1981年研究年報, pp. 109~122
- 2) Hensher D.A. & Dalvi Q. eds, (1978): Determinants of Travel Choice, Saxon House
- 3) Jones P. M., Dix M.C., Clarke M. I. & Heggie I.G. eds, (1983): Understanding Travel Behaviour, by Oxford Studies in Transport, Gower
- 4) 佐佐木綱・西井和夫(1978): 都市内における自動車トリップパターンの分析, 第33回 JSCE年講IV, pp. 55~56
- 5) 佐佐木綱・西井和夫(1979): 企業規模に着目した都市内業務トリップチェーンの分析, 第34回 JSCE年講IV, pp. 76~77
- 6) 佐佐木綱・西井和夫・山崎聡一(1980): 訪問先に着目した都市内業務交通の発生集中量の推計, 第35回 JSCE年講IV, pp. 75~76
- 7) 佐佐木綱・近藤勝直・西井和夫・川田均(1982): 1日のトリップパターンからみた交通機関選択に関する基礎的考察—地方都市圏P.T.調査より—, 第4回土木計画学研究発表会講演集, pp. 456~460
- 8) 西井和夫(1982): 都市内貨物車の1日の運行パターンに関する基礎的考察, KIIS(財)関西情報センター発行)Vol.42 pp. 1~8
- 9) 薬師寺清幸(1984): 1日の交通行動パターンに着目した交通手段選択モデル, 京都大学大学院修士論文
- 10) 西井和夫・井上敬三・河邊隆英(1984): トリップ連鎖パターンの生成に関する基礎的考察—業務トリップチェーンデータを対象として—昭和59年度 JSCE関西支部年講, IV-36-1~IV-36-2
- 11) 近藤勝直(1981): 交通需要分析とアクティビティアプローチ, 六甲台論集, Vol.28. No.2, pp. 107~122
- 12) 佐佐木綱・西井和夫・宇田将司(1981): 最短巡回問題に帰着した都市内業務交通のO.D分布量推計モデル, 第36回 JSCE年講, pp. 381~382
- 13) 佐佐木綱・西井和夫(1982): トリップチェーン手法を用いた都市内業務交通の発生集中量の分析, JSCE論文報告集, No.327, pp. 129~138
- 14) 佐佐木綱・西井和夫・井上敬三(1984): トリップ連鎖パターンを考慮した都市内業務交通需要予測モデル, 第39回 JSCE年講IV, pp. 283~284
- 15) 西井和夫・内達朗(1982): トリップチェーンデータを用いた交通機関選択に関する基礎的考察, 昭和57年度 JSCE関西支部年講IV-50-1~IV-50-2
- 16) 西井和夫・薬師寺清幸・植林俊光(1984): 1日の交通行動パターンに着目した交通手段選択モデル, 昭和59年度 JSCE関西支部年講IV-42-1~IV-42-2
- 17) Marble D.F. (1964): A Simple Markovian Model of Trip Structures in A Metropolitan Region, The Regional Sci. pp.150-156
- 18) Horton F.E. & Schuldiner P.W. (1967): The Analysis of Land Use Linkages, HRR No.165
- 19) Horton F.E. & Wagner W.E. (1969): A Markovian Analysis of Urban Travel Behaviour, HRR No.283
- 20) Sasaki T. (1971): Estimation of Person Trip

- Patterns through Markov Chains, in *Transpn. & Traffic Flow ed. by Newell G.F.*
- 21) Gilbert G.et. al.(1972):Markov Renewal Model of Linked Trip Travel Behaviour, *Proc. of ASCE, TE691-704*
 - 22) Richard E.& Wigan M.R.(1973):Markov Models for The Analysis of Linked Trips over Multi-modal Journeys, *TRRL Working Draft*
 - 23) Kondo K.(1974):Estimation of Person Trip Pattern and Modal Split, in *Transpn. & Traffic Theory ed. by Buckley D.J.*
 - 24) 近藤勝直 (1977):トリップチェーン手法を用いた都市交通需要推計プロセス, 京都大学学位論文
 - 25) 近藤勝直 (1978):トリップ目的間遷移確率行列の将来予測法, JSCE論文報告集, No.278
 - 26) Vidakovic V.S.(1971):A Study of Journey Series, in *Transpn. & Traffic Flow ed. by Newell G.F.*
 - 27) Vidakovic V.S.(1974):A Harmonic Series Model of The Trip Chain, in *Transpn. & Traffic Theory ed. by Buckley D.J.*
 - 28) Kitamura R. & Lam T.N.(1981):A Time Dependent Markov Renewal Model of Trip Chaining, in *Transpn. & Traffic Theory ed. by Hurdle et. al.*
 - 29) Sasaki T. & Nishii K.(1983):Estimation of Business Car Trip Generation by A Trip Chaining Model, *W.C.T.R. in Hamburg*, pp376-390
 - 30) Hemmens G.C.(1970):Analysis and Simulations of Urban Activity Patterns, *Socioeconomic Planning Sci. Vol.4, No.1*
 - 31) Hägerstrand T.(1973):The Impact of Transport on The Quality of Life, *Proc. of 5th Intl. Sympo. on Theory & Practice in Transport Economics*
 - 32) Heggie I.G.(1976):Multi-Trip and Multi-Purpose Journeys, *Traffic Engg. & Control, Vol.17, April*
 - 33) Hensher D.A. (1976):The Structure of Journeys and Nature of Travel Patterns, *Environment & Planning A, Vol.8*, pp655-672
 - 34) Jones P.M.(1975):The Analysis and Modelling of Multi-Trip Journeys, *Oxford Univ. working paper 6*
 - 35) Dix M.C.(1977):Report on Investigations of Household Decision-Making Behaviour, *W.C.T.R. in Rotterdam*, pp145-158
 - 36) Jones P.M.(1977):New Approaches to Understanding Travel Behaviour, in *3rd Intl. Conf. on Behavioral Travel Modelling, Resource paper*
 - 37) Bentley G.A.et. al.(1977):Intra-Urban Journeys and Activity Linkages, *Socioeconomics Planning Sci., Vol.11*, pp213-220
 - 38) Toon van der Hoorn(1979):Travel Behaviour and Total Activity Pattern, *Transportation 8*, 309-328
 - 39) Kobayashi K.(1976):An Activity Model, *Transpn. Res., Vol.10*, pp105-110
 - 40) Hanson S.(1977):Urban Travel Linkages, in *3rd Intl. Conf. on Behavioral Travel Modelling*
 - 41) Hanson S.(1980):The Importance of The Multi-purpose Journey to Work in Urban Travel Behaviour, *Transportation 9*, pp229-248
 - 42) Burnett P. & Hanson S.(1982):The Analysis of Travel as An Example of Complex Human Behaviour in Spatially-Constrained Situations, *Transpn. Res. Vol.16A, No.2*, pp87-102
 - 43) Kitamura R. & Kostynik L.P.(1982):Life Cycle and Household Time-Space Paths, *TRR 879*, pp28-36
 - 44) Wigan M.R. & Morris J.M.(1981):The Transport Implications of Activity and Time Budget Constraints, *Transpn. Res., Vol.15A*, pp63-86
 - 45) Supernak J. & Zahavi Y.(1982):Travel-Time Budget: A Critique, *TRR 879*, pp15-28
 - 46) Kitamura R.(1984):A Model of Daily Time Allocation to Discretionary Out-of-Home Activities and Trips, *Transpn. Res., Vol.18B, No.3*
 - 47) Carpenter S. & Jones P.M.eds.(1983): Recent Advances in Travel Demand Analysis, *Gower*
 - 48) Goodwin P.B.(1979-1983):Oxford Univ. T.S.U. Annual Report, *Traffic Engg. & Control, Jan.*
 - 49) Damm D.(1980):The Integration of Activity and Transportation Analysis for Use in Public Decision-Making, *W.C.T.R. in London, 1882-1901*
 - 50) Damm D.(1980):Interdependencies in Activity Behaviour, *TRR 750*, pp33-40
 - 51) Adler T. & Ben-Akiva M.(1979):A Theoretical and Empirical Model of Trip Chaining Behaviour, *Transpn. Res., Vol.13B, No.3*, pp243-257
 - 52) Lerman S.R.(1979):The Use of Disaggregate Choice Models in Semi-Markov Process Models of Trip Chaining Behaviour, *Transpn. Sci., Vol.13, No.4*
 - 53) Horowitz J.(1980):A Utility Maximising Model of The Demand for Multi-Destination Non-Work Travel, *Transpn. Res., Vol.14B*, pp369-386
 - 54) Kitamura R.(1984):Incorporating Trip Chaining into Analysis of Destination Choice, *Transpn. Res., Vol.18B, No.1*, pp67-81

Appendix

① トリップチェーン (trip chain or trip chaining)

これは、『ある個人の1日の連鎖したトリップから構成される交通行動の軌跡』と定義され、本来同一の個人による1日の連鎖的なトリップ (a sequence of trips) に対して、そのトリップの連鎖性や1日を単位とした交通行動パターンに着目したものである。しかしトリップという用語がほぼ定着しているのに対し、トリップチェーンは、これと同義な意味で multi-purpose trips, linked trips などトリップの概念から拡張された表現もあり用語の統一が十分されていない。

② ベース (base), ③ サイクル (cycle)

トリップチェーンの表示にとって重要な概念であり、ベースは、『あるトリップチェーンの第1トリップの起点あるいはサイクルを生じうる施設』と定義され、自宅ベース (home base H.B.)あるいは勤務先ベース (office base O.B.)などが該当する。なお、サイクルとは、『トリップチェーン中で連続するいくつかのトリップにより形成される閉路』を指す。

④ ソー Journee (sojourn)

これは、『個々のトリップチェーンの中で各トリップの着エンドがベース以外のもの』である。すなわち、ベースは人の1日の動きにおける拠点を示すのに対し、ソー Journeeは個々のトリップでの訪問先を表現する。なお、他の呼び方としては、stop, destination, stage などがある。

⑤ トリップ連鎖パターン (travel pattern)

これは、『トリップチェーンをその中に含まれるサイクル数 ℓ とソー Journee 数 s に着目し類型化したもの』と定義される。トリップ連鎖パターンは、1日の交通行動をより視覚的にとらえようという立場から考え出されたものであり、この中でサイクル数はベースを活動拠点とした交通生成パターンの表現を、またソー Journee 数は1日を単位としたときの活動形態をも表わす。さらにこのサイクル数とソー Journee 数が与えられると、1日全体のトリップ数 N は、 $N = s + \ell$ で得られることも着眼点の一つである。