



交通行動分析 : 都市交通政策への新しい視角

近藤, 勝直

(Degree)

博士 (商学)

(Date of Degree)

1987-12-16

(Date of Publication)

2008-04-21

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1129

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001129>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・(本籍)	近藤勝直 (京 都 府)
学位の種類	商 学 博 士
学位記番号	商博ろ第17号
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位授与の日付	昭和62年12月16日
学位論文題目	交通行動分析 —都市交通政策への新しい視角—

審 査 委 員	主査 教授 秋 山 一 郎
	教授 田 村 正 紀 助教授 正 司 健 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文の目的は、まず第1に、都市交通政策（あるいは計画）評価のための交通需要予測手法の変遷を概観し、とくに最近注目を浴びている交通行動分析手法を整理し、展望をおこなうこと、第2に、交通政策評価を目的とする交通行動分析の分野において、今後重要な役割を果たすであろう、「時間空間座標」における「アクティビティ・アプローチ」と「トリップチェーン・アプローチ」をドッキングさせた「プリズムモデル」を展開し、これに理論的・実証的な検討を加え、その有効性を確認することである。この研究目的を達成すべく、本論文は4部（12章）から構成されている。

まず第1部1章では、交通行動分析の分野が登場してきた背景をふりかえった後、本論文の主たる分析視角であるところのハーガーストランド(Hagerstrand)の提唱した「時間空間座標におけるプリズムの概念」を紹介し、都市交通政策の変更や提示が活動や交通に及ぼす影響を、視覚化して説明するとともに、プリズム概念の重要性を強調している。すなわち、時間空間座標において交通者の2つの活動の間に形成されるプリズムの領域が大きくなるのが、トリップメーカー(交通者)の選択の自由度を増加させることにつながるので、「より多くの選択肢集合を市民に提供すること」が目的である公共政策の立場からみて、このアプローチは交通政策評価に貢献しうる分析視点を提供できるとしている。

つぎに第2章では、都市交通計画の目的と手法の変遷を4期に分けてその歴史的展開を展望し、現在の課題を整理したのち、現代の交通計画手法(4段階推計法)と交通運営手法の紹介を行っ

ている。そして、社会資本投資の規模縮小と市民のニーズの多様化を背景として、より効率的で、かつ個人の行動原理の解明にまでさかのぼってゆく、非集計的な個人選択モデルの開発が促進されたことが説明されている。

第3章では、交通行動分析の範疇に属する3つのアプローチ、すなわち「非集計アプローチ」、 「アクティビティ・アプローチ」、 「トリップチェーン・アプローチ」の研究動向を整理している。非集計アプローチについては、マクファデン(McFadden)により確率効用理論からロジットモデルが理論的に導出されて以降、飛躍的に展開し、とくにIIA特性(無関連代替案からの独立性)を回避する方向での進展を経て、Nested LogitモデルやGEV (Generalized Extreme Value) モデルへと展開をみることになる。しかし、予測手法としての適格性、集計方法、選択肢集合の設定、などに問題を残していることが指摘され、非集計モデルは「与えられた選択肢集合の枠組みの中での合理的選択行動を説明するサブシステムの1つのツール」として位置づけられるべきであると主張されている。

アクティビティ・アプローチは、「時間空間制約の重要性を強調するフレームワークの中で活動の構造に焦点を当て、個人または世帯の顕示的交通パターンを考究するアプローチ」と定義される。ここではこのアプローチが、ハーガーストランドの時間空間座標とプリズム概念をベースとして、主としてオクスフォード大学交通研究所(TSU)で開発が行われていること、現在HATS(Household Activity-Travel Simulator) という、交通決定にあたっての世帯メンバー間の相互作用を重視するゲーミング・シミュレーション的手法が実用レベルまで高められていること、が紹介されている。

トリップチェーン・アプローチはそれ自体独自の歴史を持ち、主としてマルコフモデルによってトリップの連結性を表現するモデル化の研究が続けられてきたが、ハーガーストランドの時間空間座標の登場以来、アクティビティ・アプローチと共通の土俵で研究の展開がはかられている。ここでは、これまでトリップチェーン・モデルの開発は、主として、推移確率の「時間的同質性」と「過去の履歴からの独立性」という2つの仮定を緩める方向で行われてきたこと、また、トリップ(交通)は、活動からみて派生需要であることから、交通と活動のスケジュールの問題として一般化され、総合的な決定モデルを指向する流れも出てきていること、などが示されている。後者については、とくに、代表的なレッカー(Recker)のSTARCHILD (Simulation of Travel/Activity Responses to Complex Household Interactive Logistic Decisions) モデルを取り上げてその問題点を指摘し、そして総合化を急ぐよりも、もっと特定の側面でのファインディングスおよびモデル化の試みを積み重ねるべきだと主張している。

第2部では、いくつかのパーソントリップ調査で得られたデータベースに基づいて、トリップチェーンの実証分析が行われている。

まず第1章では、主としてトリップパターンについて集計と考察がなされており、家庭をベースとする完全パターンが全体の殆どを占め、ストップ数も3ストップまでで9割以上を占めていること、また、地方都市では多サイクル型、大都市ではトリップを連鎖させる傾向にあり、一般に、

交通圏(生活圏)が狭いほど多サイクル型のパタンになると考えられること、とくに、モビリティの高い自家用交通手段利用者はトリップチェーン指向的であること、一方、公共交通手段や徒歩利用者ではモビリティの低いこともあってストップ数は多くないこと、などが示されている。さらに各種のデータ分析の結果として明らかにされていることは、トリップチェーンが交通時間や交通費用節約のメカニズムとして機能していること、昭和45年と55年に行われた京阪神都市圏パーソントリップ調査の比較からトリップチェーン指向のパタンが増加傾向を示していること、などである。

さらに交通手段分担率について分析が行われ、行動半径の小さい徒歩や選択の自由度の少ない公共交通手段については、ストップ数の増加についてその分担率は低下するが、反面、モビリティの高い自動車(運転)の分担率は増加していくこと、また、自転車等の2輪車については、徒歩と自動車との中間的性格を有しているせいか、ストップ数に関係なくその分担率は安定していることを明らかにしている、そしてこれらの事実は、トリップチェーンに着目したモダルスプリット・モデル構築の必要性と可能性を示唆していると結論づけている。

第2章では、トリップチェーンの原初的形態である2ストップのパタンについての実証分析が行われている。ここでは、基本的活動(通勤または業務)と追加的な私的活動(買物、社交など)の2つの活動の組合せを対象としている。基本的活動だけからなる1サイクル1ストップのパタンに、1つの追加的な活動をはめ込むとき、スケジュールの順序を考慮して代替的に存在する5つのパタン(時間空間パス)[パス1:出勤前ホームベースト、パス2:出勤途上、パス3:オフィスベースト、パス4:帰宅途上、パス5:帰宅後ホームベースト]の構成について、種々の観点から実態が分析されている。主たるファインディングスは以下のとおりである。パスの構成には都市圏の大きさや国ごとの生活習慣が反映される。職業の違いもパス構成に反映されている。モビリティの大きい交通手段の場合、パス選択の自由度が高いので特定のパスに集中するという傾向は見られない。それに対して一般に公共交通手段などはモビリティが低いため、パス4への集中が顕著である。また、ホームベーストないしオフィスベーストのパタンであるところのパス1、3、5では、トリップ間でのモードスイッチがかなり存在するが、職場～自宅間の経路上で活動を消化するパス2、4ではモード継続的である。

第3章では、前章で定義した2ストップチェーンを対象として、昭和54年備後都市圏パーソントリップ調査からのデータを用いて統計解析がなされている。分割表の独立性検定、数量化理論I類、重回帰分析、正準相関分析、主成分分析、パス解析、などが実行され、2ストップチェーンの形成過程に寄与する因子、およびそれら相互の関係を明らかにしている。トリップチェーンの形成過程における交通選択として考えられるものには、追加的活動のタイプの決定、活動場所の選択、活動時刻の決定、時間空間パスの選択、などがある。活動タイプは与件とみられるが、活動場所については、1つ前のトリップの目的地のみならず、いまから行う活動の次に訪れる目的地をも分析の視野に入れておく必要のあること、また活動(滞在)時間は活動タイプに大きく依存していること、パス選択にあたっては、スケジュール関連の変数、ゾーン変数、職住距離な

どの時間空間変数が大きく関与していること、などを明らかにしている。また、個人属性は直接には殆ど効いていないことも示されている。さらに、パス解析により、交通手段選択の問題は生活行動メカニズム全体の中で1つのサブグループを形成しており、要因の時間的順序から見て、総合的な交通決定のプロセスの中の最終ステップに位置すると判断している。ここで得られた成果は、第3部で展開される意志決定過程のモデル化に際して活用されている。

第3部においては、時間空間座標におけるプリズム効用概念を用いた独創的なトリップチェーンモデルが構築され、さらにトリップチェーン形成の意思決定メカニズムの体系が提唱されている。

第1章では、効用最大化の観点から1日の活動および交通のスケジュール決定を明示的に扱った2つのモデルについて概観し、その問題点を指摘している。これらはいずれも時間や所得の制約下で効用最大化を計る消費者行動として定式化されている。まずアドラー＝ベン・アキーバ (Adler=Ben-Akiva) モデルについては、スケジュール利便性という興味ある変数が導入されているが、多くの交通決定問題が不問にされているし、通勤通学など拘束的なトリップ目的には適用が困難であること、もう1つのディサーパ＝ブルツェリウス (DeSerpa=Bruzelius) モデルは、通常の効用モデルの次元を増やしただけのもので、スケジュール決定にまで踏み込んでおらず、単なる所得や時間の資源配分行動の記述にとどまっていること、が指摘されている。

第2章では、新たな効用概念を定義し、都市就業者の基本的交通パターン (自宅→職場→自宅) に、いかにして1つの追加的な私的な家庭外活動が組み込まれるかをモデル化している。ここではまず、ハーガーストランドの時間空間プリズムが均一線形都市において幾何学的に規定され、さらに、プリズム面積を時間空間座標における種々の選択肢に対する潜在的な利用可能性の大きさの指標として積極的に意味づけ、トリップチェーン形成においては、これを最大化する行動基準を導入する。そして、トリップメーカーが直面する2つの時間空間パス、すなわち、1つはホームベーストのパスで私的活動を行うケース、もう1つは自宅～職場間に私的活動をはめ込むケース、の選択問題を定式化している。ここで考慮される効用要素は、プリズム面積で表される潜在的効用、家庭での固定効用、そして活動それ自体から得られる活動効用の3つである。

この効用最大化問題の解についての限界分析から、いくつかの重要な含意が得られている。すなわち、活動時間が短いほど追加的活動は通勤途上で消化される、通勤距離が長いほど家庭近傍での追加的活動はホームベーストでなされやすい、交通速度が大きくなると通勤途上に活動がはめ込まれる、そしてプリズムが大きくなるとホームベーストのパスは減少する、などである。さらに以上の理論的帰結が、データによっても概ね確認されることが報告されている。結局、交通速度改善を目指す交通政策によってトリップは効率よく連結されることになる。さらにAppendixでは、個人についての多期間にわたる調査によるデータが存在しないため、クロスセクションデータを用いてプリズムの計測が試みられている。

第3章では、交通意志決定過程のメカニズムの構造について考察している。長期的な選択から短期的な選択へと連なる選択序列を提示したダム (Damm) のモデル、交通手段選択を対象とし

て選択肢が絞られてゆく過程を序列化したブローグ (Brog) のモデルを概観した後、第2部での実証分析やパス解析の結果を踏まえて、1つの仮想的なパス選択（したがってトリップチェーン形成）のメカニズムが提起されている。すなわち、プリズム選択→活動地点選択→活動時間選択→パス選択、という順序が想定され、それぞれに対してサブモデルを提示している。

第4部ではトリップチェーンのマルコフモデルについて、著者のこれまでの研究成果を織り込みながら、その発展過程を順を追って体系的に整理している。

まず第1章では、トリップチェーンのマルコフモデルの理解のために、事業所ベースの業務交通行動を例題として、トリップ目的や時間空間を捨像した簡単な吸収マルコフモデル（以下「基本モデル」という）を構築し、その理論的性質について検討が加えられている。すなわち、ストップ数分布式の導入やサイクル数・ストップ数別パターン分布式についても言及されている。

第2章では、前章の基本モデルを一般的なパーソントリップに応用するために、複数のトリップ目的、そしてゾーン概念、さらには交通手段分担をも導入した3次元での吸収マルコフモデルへと拡張展開を行っている。これにより必要な交通量をシステムティックに算定できることになる。また、トリップ目的間の推移確率行列の推計法についても、いくつかの代替的な方法を検討しているが、いずれも一長一短があることが指摘されている。交通手段分担については、マルコフモデルの利点を生かしてトリップエンドで分担率を作用させるスマートな方法が提案され、実証的にも検討が加えられている。

第3章では、前章までの都市平面でのトリップチェーンのマルコフモデルに時間軸を導入し、時間空間でトリップを追跡する方法が提案されている。1つはマルコフ再生モデル、もう1つは時間帯推移行列を用いる方法である。数理的には前者の方が洗練されているが、実用的には後者の方法でもって交通政策評価モデルとして十分に機能させようとしている。また前述の2つの仮定を緩める改良モデルについても紹介がなされており、マルコフモデルが現在までにこの分野で到達した地平が明らかにされている。

論文審査の結果の要旨

本論文の基本的特徴を要約的に述べれば以下のごとくである。交通決定に際して個人に働く諸制約に注目し、とくに活動分析を強調するアクティビティ・アプローチと、1日を構成する諸活動の連結性に着目するトリップチェーン・アプローチとの両面からの交通行動分析と位置づけることができる。とくにその研究上の斬新性と独創性は、時間空間座標におけるプリズムを明示的に取り扱った点にある。この分野は現在国際的にも関心を持たれているところであるが、本論文で提起された分析視角は国際的にも十分通用するものであるし、新たな研究発展の契機を与えるものとして高く評価するに値する。また本論文の実証分析および理論分析から得られた成果は、都市交通政策手段や合理的な交通計画策定への新しい分析視角を提供するものといえる。

また、1950年代以降、都市交通計画の分野で発達してきた交通需要分析に関連する殆どあらゆる

る文献を渉猟し、体系的に整理し、その批判的検討の上にならびに交通行動分析という新しいアプローチを積極的に提示し、発展させた点、ならびに交通需要分析の実態面の推移に関しても、きわめて包括的な実証分析を行っている点も、本論文の1つの特色をなしている。

とくに本論文については、次のような貢献をあげることができる。

1. 交通行動分析の範疇には非集計アプローチ、アクティビティ・アプローチ、トリップチェーン・アプローチの3つが包摂されるが、本論文ではこれらのアプローチについてのレビューをふまえて、とくに非集計アプローチについては、「与えられた選択肢集合の枠組みの中での合理的選択行動を説明するサブシステムの1つのツール」として位置づけ、交通行動の意思決定メカニズムの根源的な解明それ自体には寄与できないと結論づけている。それに対して後の2つのアプローチは、交通行動のメカニズムを解明し、選択肢集合そのものを設定できる視座を持っていることが指摘され、本研究により、アクティビティ・アプローチ、トリップチェーン・アプローチの有効性が明らかにされたといえる。

2. トリップチェーンに対する従来のアプローチ、とくにマルコフモデルでは、トリップの連鎖を正確に追跡することが主眼であったが、本論文で展開されたプリズム効用最大化モデルによって新たなモデル化の可能性が開拓された。すなわち、これまでの巨視的確率現象としての理解から進んで、微視的な個人選択問題、換言すれば、合理的な効用最大化問題としての理解が可能であることを提示できたといえる。

3. トリップチェーンの実証分析およびその理論モデルから得られた結論から、交通政策に貢献しうるいくつかの含意が導かれた。広く交通政策としては、1つには巨額の資金投下を必要とする長期的・物的施設対策、もう1つには交通運営手法のような短期的・ソフトな対策が考えられる。しかも、必ずしも前者のような巨額の資金投下を要せずに、例えば都市における諸活動の時刻に多少の変更を加えたり、あるいは社会制度や慣行を少し変更するという政策でもって前者と同様の効果をあげられる場合もあろう。本論文で一貫して保たれている時間空間座標における交通意思決定の理解はこのためにも重要である。

なお、望蜀の感を述べるならば、本論文の分析がトリップを行う交通者の側からの視点に終始し、例えば、社会経済的要因、生活パタンの変化、アクティビティの供給者側からの分析などを含んでいないことである。もし本論文が、これらの諸要因を積極的に取り入れていたならば、その内容はさらに充実したものになったであろう。これらの面からの接近をも包括することによって、はじめて社会経済構造の変化が交通行動に及ぼす影響についての解明が可能になると考えられる。しかしこれは、本論文の筆者自身が指摘している、線形都市において構築された本モデルの、2次元への拡張展開とともに、今後の課題となるべきものであって、本論文の価値をいささかも損なうものではない。

よって、本論文が、商学分野における学位論文の価値を十分に持ち、本論文の提出者が商学博士の学位を授与されるに足る十分な資格を有するものと判定する。