

アクティビティダイアリーデータを用いた生活行動研究： その分析フレームと適用性について

On Applicability of Activity Diary Data to Analyzing Characteristics of Travel and Activity Linkages

西井和夫*、佐々木邦明*、今尾友絵**

Kazuo NISHII*, Kuniaki SASAKI*, and Tomoe IMAO**

1. はじめに

従来の交通調査は、交通需要特性の分析あるいは交通需要の将来予測を行う際に必要な基礎データを得るために実施されてきた。近年は、このような交通需要の分析・予測は、これまで以上に精度が高く、また量的把握だけでなく、交通需要の派生的性質に関する的確な因果構造の記述に基づき、活動と交通の連結性からなる生活行動全体としての諸特性を明確にしていくことが求められている。そこで本論文では、アクティビティダイアリー調査（以下、AD 調査）を取上げ、この調査手法の前提となる分析フレームやその位置づけを明らかにし、これを生活行動分析へ適用するとき期待できる有効性と課題について述べる。

2. アクティビティ研究のレビュー

(1) アクティビティ研究のこれまでの経緯

アクティビティ研究は、交通需要のとらえ方において個々人の都市生活活動にまで遡って考えることを特徴としている。もともと、このような生活時間に関する広範な関心は1960年代の後半より生じ、Chapin(1974)の行動パターン研究、Hagerstrand(1970)の時間地理学研究など、人間の活動分析の中で時間を積極的に扱う研究が発表された。活動パターン研究は、大別すると、活動パターンに影響を与える要因としての個人に選択（choice）を重視するか、あるいは行動制約（constraint）かによって分類することができる。

交通計画の主要な目標である交通需要の定量的な予測の精度は、モデルの根底となる人間行動に対する認識に依存するが、1970年代になって都市交通問題がますます深刻になる中で、従来の推計モデルの限界が次第に露呈されるようになり、活動パターン研究への接近がなされるようになった。このアクティビティ研究では、時空間や個人間の制約の重要性を強調するフレームのもとで、1日の諸活動の構成パターンやその連結状態に焦点を当てることにより、交通の生成にとって基本的・根源的レベルの諸条件や交通行動の意思決定メカニズムの解明に迫ろうとするものである。

1980年代の半ばになると、アクティビティ研究は、ある一時点の観測結果（static analysis）が他の日の活動と独立に決定し得るのか、あるいは観測結果は時間の経過に対して安定しているのかと言う疑問に直面するようになり、より動的な視点（Behavior Dynamics）を取り入れるようになった。現実的な要請としては、例えば平日と週末・休日の活動パターンの違いや、刺激に対する反応の抵抗や遅れを、交通政策の評価を行う際に考慮しようとするものであるが、人々の活動の配分が日単位という枠に捉われているとは断定できず、時間スケールに応じた活動の分析が新たなテーマとなっている。

一方、わが国では80年代に入り杉恵(1984)によるTSU方式の紹介に始まり、いくつかの試行的なAD調査研究事例がなされた。また、アクティビティ研究に早くから注目していた近藤(1987)やKitamura(1988)はこの分野の詳細な研究レビューを行っている。そして90年代に入ると、アクティビティ研究は、交通行動分析の拡張分野としてマイクロシミュレーション手法を駆使することにより生活行動パターンの詳細な記述と予測のためのより精緻なモデル開発が積極的になされている（藤井他(1997)、北村(1997)）。最近の取り組みにおいては、京阪神都市圏PT調査のプレサーベイに端を発したAD調査のデザイン及び調査手法の検討、また甲府都市圏P&BR社会実験におけるAD調査の実施がある。

(2) ALBATROSS(Timmermans¹⁾)の基本認識：

従来より、交通パターンのモデル化は交通研究の中心的課題の一つである。1950年代より交通機関分担、目的地選択、経路選択に関する諸モデルの開発・改良がなされ、地域レベルや国レベルの交通計画策定のための交通需要予測や社会基盤整備施策評価に用いられてきた。このときの主たるモデルとは、段階的需要予測手法としてのエントロピーモデルに代表される集計型モデル（aggregate zonal models）であった。

1970年代に入り、これらのモデルはその理論的基盤が希薄であること（すなわち、人々の意思決定機構に関する明確な説明でないこと）が指摘されるに至り、そのことによって逆に多くの非集計型あるいは離散型選択モデル（discrete choice models）が開発された。

しかしながら、離散型選択モデルもその理論展開やパラメータ推定法の開発等の面での進展がなされてものの、1980年代から1990年代への時代文脈の流れの中で、基本的には個々のトリップ単位としての扱いであること、1日のトリップの発生時刻特性をそれに関係する諸制約

* 正員 山梨大学大学院工学研究科自然機能開発専攻

** 正員 JR 東日本八王子支社

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11

Tel. & Fax. 055-220-8533 E-mail knishii@ccn.yamanashi.ac.jp

を考慮して記述・予測できないこと、さらには世帯内の構成員間の相互依存性を扱うことが難しいこと等の批判がなされ、生活様式や就業構造の変化に対応可能な交通パターンの記述・予測のための接点法の開発が求められるに至り、いわゆるアクティビティ分析(activity-based approach)の諸研究が台頭してきた。

現在、多くの交通研究者にとって、『交通パターンは時空間上に想定される活動プログラムが利用可能な交通ネットワークを用いながら実行された結果あるいは表明されたもの』と認識されている。言い換えれば、活動パターンは、経済的、政治的、そして文化的な時代変化に対応しながら都市空間環境、社会制度、交通システム、そして個人あるいは世帯のニーズとの間の複雑な相互関係から発現するものであり、そのため交通需要予測においても従来の空間的な次元だけでなく時刻、同伴者、活動内容に関する意思決定の次元を考える必要があり、またそれらの意思決定では諸活動に関連する時空間制約をはじめとする諸制約が明示的に扱われなければならない。そこで、交通に関する複雑な意思決定メカニズムを把握することにより、これからの社会経済環境の潮流や交通政策の変化に敏感な交通モデルとして、ALBATROSS (A Learning-Based Transportation Oriented Simulation System) を提案する。このモデルは、アクティビティ分析に関する諸モデルの中でルールに基づく意思決定過程を表現するモデルに分類されるので、a rule-based system と呼び、アクティビティパターンの予測においてモデル表現しようとする選択と諸条件や諸制約とを関係付ける論理的ルール(logical rules)に用いることが特徴である。

3. PT 付帯調査としてのAD 調査手法の紹介

(1) AD 調査データの収集

分析対象データは、第4回京阪神都市圏PT調査の付帯調査として実施されたAD調査である。日曜日の交通実態については本体のPT調査においてもなされたが、このAD調査では、休日交通への関心の高まりに対応し、平日、土曜日、日曜日の3日間の調査がなされた。

調査票は、世帯票と個人票で構成されているが、世帯票は、世帯構成員全員の個人属性(性別、年齢、職業、勤務先・通学先、勤務形態等)を尋ねている。一方、個人票は、交通行動と生活行動の時間軸に沿った把握のため、平日、土・日曜日のそれぞれについて、活動開始・終了時刻、活動種別、移動手段、移動先を記入させるとともに、選好・意向の把握として、免許保有や在宅勤務意向、今後の居住地選択意向、情報通信機器の保有と活用状況等を尋ねている。

また、個人票における調査票のレイアウトは、第4回京阪神都市圏PT調査プリサーベイ時に実施されたAD調

査で採用されたアフターコードタイプである。

サンプル数は、市区町村単位で一定の分析ができることを目的として、回答の誤差を10%以下で得られるように、各市区町村で200サンプルを確保することを目標に設定された。調査対象地域は、多様な生活パターンが見込まれる都心部と、周辺の居住系の市区町村とし、大津市、彦根市、京都市、大阪市(中央区と住吉区)、神戸市(中央区、西区)そして奈良市とした。

また、調査対象者の抽出は、本体のPT調査と一体的に抽出が行なわれ(抽出間隔をAD調査に必要な世帯数だけ上乗せして設定)、無作為抽出によってPT調査とAD調査の調査対象世帯が分離されている。なお、調査票の配布・回収方法は、調査対象者への説明を考慮し、プリサーベイと同様の訪問配布・訪問回収により行われ、合計1801人分のデータが回収された。

(2) 時空間プリズムの基本概念

ここでは、本分析の基本的な分析フレームである「時空間プリズム」の考え方について簡単に触れておく。

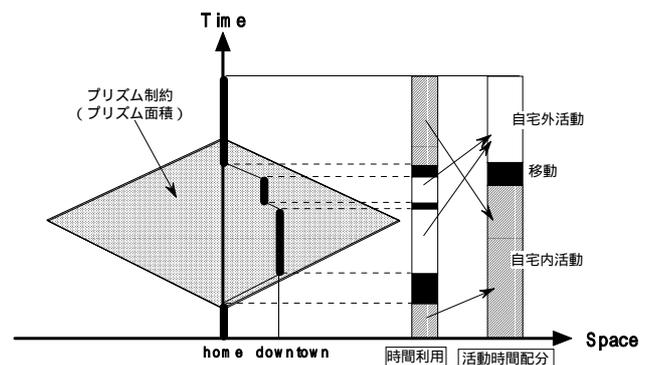


図-1 時空間パス (Time Space Path) の例

図-1は、単純な線形都市を仮定したときに、1日の活動に関する時間的な予算制約下で発現可能な自宅ベースの時空間パス (Time Space Path) の例を示している。ここで菱形で示されているのは、線形都市と移動速度 (V) 一定の2つの仮定による。また、1日の時間的予算、すなわちプリズム高さ (T) は、最遅帰宅時刻と最早出発時刻との差引きで定義されている。

また、この時空間平面内で活動可能な領域 (プリズム面積 S) は次式で定義できる。

$$S = \frac{VT^2}{2} - \frac{2L^2}{V}$$

ここで、

S: 付加的活動が可能な時空間領域 (プリズム領域)
V: 移動速度、T: プリズム高さ (T = t₁ - t₀) t₀: 最早自宅出発 (可能) 時刻、t₁: 最遅自宅到着 (可能) 時刻、L: 自宅-中心部との距離

これより、V、L、T それぞれが変化したときのプリズム面積Sの変化率はすべて移動速度Vの影響を受ける。また個人は、戸外での活動可能な時間的予算制約をもつと仮定した場合、この時空間プリズム制約を満足する形で、活動を1日の各時間帯に割り当てて、時空間的な経路(パス)を形成すると考えている。

4. AD 調査データの特徴と分析フレーム

(1) AD 調査の特徴

AD 調査においては、その独自の分析の視点があるために、従来のトリップ単位の交通調査、すなわち、平日の代表的な1日における交通行動の実態把握調査では対応が困難ないくつかの調査項目が付加できる。例えば、従来型のPT 調査も、トリップ目的を手がかりに外出だけならばアクティビティデータに変換可能である。ただし、従来型調査では、自由活動については活動内容についての情報量が乏しく、また、それに加えて自宅内活動の内訳を抽出していないために、将来的に顕在化し得る交通生成や交通発生の変化予測が難しい。これらへ対応するためには、まず自宅内活動の内容の詳細を知ることが必要である。

AD 調査の一般的なねらいは、活動連結性(生活行動と交通行動との関連性、in-home activity vs out-of-home activity)、時空間制約(活動時間・時刻と活動場所との多次元制約)1日単位とそれ以上長いスパンの活動・交通パターン(平・休日間の関連性)、世帯構成員相互の関係にある。しかしながら、調査・分析の目的が毎日起こるような活動を対象とするならば、連続調査の必要はそれほどない。つまり、必要なものが日発生交通量など日単位の集計量である場合には、横断的(cross-sectional)の1週間調査に比べた優位性は少ない。また、すべての行動が一日を単位として行われているのであるならば、この調査は一日を単位とした調査と同一の結果になるが、一日を単位としない活動が少なくないため、連続調査の有用性は否定できない。

一方で、連続調査は被験者の負担が大きいため、調査票の作成にあたっては、負担をどのように減らすかの注意が求められる。それと同時に、調査方法にもいくつかの工夫が必要であると考えられる。

(2) PT 付帯調査としてのAD 調査分析フレーム

PT 付帯調査としてのAD 調査データに関する基礎分析としては、交通生成特性にかかわる基本的な計画情報の抽出がまず考えられる。これは、AD 調査データがこれまでの交通調査に比べて交通需要の派生的性質を明示的に扱うために、交通生成についてもその発生メカニズムの解明に供する多種多様な情報を得ることができるからである。具体的には、以下の諸項目についての分析が有効といえる。

生成原単位の変動特性と予測シナリオへの反映
時間利用特性に基づく生活行動パターンの分類

生活行動パターンにおける in-home および out-of-home activities の代替的・補完的関係の把握
移動手段(mobility)と生活行動パターンとの関係

これらの項目は、従来のPT 調査における交通生成段階の検討項目(すなわち、交通生成量、外出率、1日の交通パターン、交通機関分担率)と共通するが、1日の生活行動パターンからの因果関係を記述・解明する点で特徴がある。

AD 調査データにとって最も大きな特徴は、1日の時間軸上で連続的に展開される諸活動についてその連結性を忠実に再現できるところにある。そのことにより、前節までに見てきたアクティビティ研究における多彩な分析・モデル化のアプローチが可能となっているともいえる。したがって、ここでの生活行動パターンの分類においては時間軸上で捉えられる時間利用特性の把握が重要な視点になる。

(3) 基礎集計分析結果の紹介

ここでは、AD 調査データを用いた交通生成特性に関する基礎集計結果を報告する。まず、表-1は、平休日別にトリップ連鎖パターンの上位5位を示すが、全体の構成に関しては平休日の差異がないことがわかる。

表-1 トリップ連鎖パターン特性

表中 1:HB、0:NHB

トリップ連鎖パターン	順位	平日	構成率	休日	構成率
	1位	01	50.1%	01	47.8%
2位	0101	15.0%	0101	17.1%	
3位	001	10.6%	001	10.3%	
4位	0001	4.6%	010101	4.4%	
5位	010101	4.1%	0001	3.3%	
上位5位累積		84.40%		82.9%	
平均サイクル数		1.32		1.34	
平均ストップ数		1.78		1.79	

次に、表-2は、目的別交通生成量の平休日比較を示すが、これは休日割合を見てわかるように、トリップ目的構成が明らかに異なっている。

さらに、表-3および表-4は、生活行動における活動時間配分に関して活動種類別の活動時間あるいは各活動への従事率の平休日比較を示す。これより、自宅内活動では、休日の方が自由活動と必需的活動に費やす時間が長く、合計では150分ほど長いことがわかる。一方、自宅外活動では、平日の方が全体としては100分ほど長く、それは平日における業務等の拘束的活動によるものと考えられる。また、表-4の従事率に関しては自宅内活動の平休日差異はなく、自宅外活動のうち業務と食事について平休日の差異が生じている。

表-2 目的別生成量の平休比較（千トリップ数）

	平日	休日	休日割合
出勤	6758	1533	0.23
	14.7%	4.3%	
登校	3112	306	0.10
	6.8%	0.9%	
自由	12228	18514	1.51
	26.6%	51.5%	
業務	5399	895	0.17
	11.8%	2.5%	
帰宅	18421	14691	0.80
	40.2%	40.9%	
合計	45918	35939	0.78
	100.1%	100.1%	

休日割合：平日を1.00としたときの比率

表-3 時間配分（グロス）（分）

	活動種類	平日	休日
自宅内活動	必需活動	549.9	600.4
	拘束活動	291.8	307.2
	自由活動	307.4	381.2
	その他の活動	5.5	9.1
	不明	1.1	2.5
	合計	1155.7	1300.9
自宅外活動	必需活動	7.7	12.6
	拘束活動	311.9	162.7
	自由活動	45.9	84.4
	拘束/自由活動	27.0	29.1
	その他の活動	8.3	7.7
	不明	0.3	0.4
	合計	401.2	296.9
移動		82.8	73.9

表-4 平日と休日の活動の従事率

		平日	休日
自宅内活動	睡眠	98.9%	98.9%
	食事	95.2%	94.1%
	家事労働	53.9%	56.3%
	日常活動	83.3%	80.9%
	仕事・活動	15.9%	13.4%
	余暇活動	89.3%	90.3%
自宅外活動	仕事・活動	56.9%	24.6%
	買物	33.3%	35.3%
	食事	41.8%	33.0%
	娯楽・スポーツ	25.0%	27.6%
	余暇活動	3.6%	14.6%

次に、予測シナリオへの反映を意識しながら交通生成特性を眺めることを考えることとし、その適用例として女性の社会進出と生活行動パターンとの関係に触れておく。表-5と表-6は、性別および就業の有無に着目したときの活動時間ならびに買物活動生成に関する基礎集計結果である。これらより、女性就業者は男性の場合ほどではないが、自宅外拘束活動時間が長いこと、その分自宅内・外の自由活動に費やす時間が短いことがわかる。また、買物活動における女性の就業の有無は、就業者は原単位の経年的増加が見られるのに対して、非就業者は逆に減少している。また、買物時間に関しては、両者に顕著な差異が見られる。

5. おわりに

本論文では、これまでの生活行動研究の歴史的経緯を明らかにするとともに、最近欧州で取りまとめられた Timmermans の研究事例ならびに最近の著者らによる PT 調査の付帯調査としての AD 調査の紹介を行い、これらの AD 調査データの生活行動分析への適用性について考察を加えた。これにより、生活行動研究における基本的命題を整理し、それぞれに対応する調査分析フレームの設定を体系づけることに一定の成果を得たものと考えられる。

表-5 個人属性別の平均活動時間(グロス(hr))

	男性 就業者	男性 非就業者	女性 就業者	女性 非就業者	合計
1. 自宅内 必需活動	8.35	10.35	8.75	9.53	9.13
2. 自宅内 拘束活動	2.23	3.63	5.77	9.07	4.87
3. 自宅内 自由活動	3.33	8.32	3.98	6.10	5.12
4. 自宅外 拘束活動	8.53	1.25	6.27	1.67	5.13
5. 自宅外 自由活動	1.52	1.20	2.10	1.08	1.28

表-6 女性による買物トリップ数と原単位

		女性 就業者	女性 非就業者	合計
トリップ数 (千トリップ /日)	平成12年	978 (22.1%)	1785 (40.3%)	4,433 (100.0%)
	平成2年	758	1,885	3,563
	伸び	1.29	0.95	1.24
原単位 (トリップ /人日)	平成12年	0.328	0.638	0.256
	平成2年	0.278	0.650	0.212
	増加量	0.051	-0.012	0.044
買物活動	実施割合	40%	63%	30%
	時間(グロス)	19分	49分	20分
	時間(ネット)	48分	79分	66分

参考文献：

1. Theo Arentze & Harry Timmermans: ALBATROSS, published by EIRASS, 2000.