

# 移動-活動パターンの多様性に関する基礎研究\*

## Individual Variability of Travel-Activity Pattern\*

羽藤英二\*\*・寺谷寛紀\*\*\*・井坪慎二\*\*\*\*

By Eiji HATO\*\*・Hiroki TERATANI\*\*\*・Shinji ITSUBO

### 1. 研究の狙い

戦後間もない頃 10 人 1 色といわれた個人の単純な消費活動は、バブル期には 10 人 10 色となり、成熟社会である現在 1 人 10 色になったといわれている。多様な個人の行動パターンは知識社会における都市の活性度を示す重要な指標であると考えられる。然しながら従来のパーソントリップ調査を用いた交通需要予測ではこのようなパターンの多様性について議論が行われることは少ない。個々の活動や交通手段の意思決定を一旦分割した上で、それぞれ生起確率式を用いて予測を行い再統合するといった従来手法でパターンの多様性を議論するのは困難であることが理由の一つと考えられる。

さらに、時間軸上で生起する移動-活動パターンは互いに相関し多様な変動のパターンを生み出している。日々の変動幅に対する正確な理解がなければ、ある平均的な一日の平均的な移動-活動パターンを前提に交通需要予測を行うことの妥当性を議論することもまた難しい。

こうした背景の下、本研究では、長期間にわたって質の高い行動データの取得が可能なプローブパーソン調査結果をもとに、移動-活動パターンの多様性評価を試みる<sup>1)</sup>。

1) ここで移動-活動パターンを交通手段の種別と滞在場所の施設種別の組み合わせで表現される文字列として定義する。また多様性は、以下のように定義する。個人内多様性：一定期間内の同一個人内で生起する移動-活動パターン総数、

\*キーワード：計画基礎論、地球環境問題、総合交通計画

\*\*正員、工博、愛媛大学工学部環境建設工学科

(愛媛県松山市文京町3,

e-mail:hato@eng.ehime-u.ac.jp, TEL089-927-9862)

\*\*\*正員、工修、鳥取市都市整備部都市計画課

\*\*\*\*正員、国土交通省 国土技術政策総合研究所

多ければ個人内多様性は高い。個人間多様性：

同一日においてある母集団内で生起している移動-活動パターン総数。

個人内多様性と個人間多様性を区別して取り扱うことで、(プローブパーソン調査が可能にする)長期にわたる個人の移動-活動データの収集は、(従来のトリップ調査のような)短期間で大規模な調査に比べて、多くの多様性を観測することが可能かどうかを明らかにすることを本研究の狙いとする。

### 2. データの概要

2004年1月26日(月)~2月29日(日)の35日間を対象期間とし、松山都市圏における道路交通の円滑化を目的として、携帯情報端末(GPS搭載)によるプローブパーソンシステムの開発・評価を行うとともに、得られたデータを交通シミュレーションと組み合わせることで、交通行動のパターンやタイミング毎に個別情報配信を行うポータブル型交通情報配信システムの開発を行った。

システムを用いた調査において、被験者は松山市周辺3市4町(松山市、伊予市、北条市(現松山市)、重信町(現東温市)、川内町(現東温市)、砥部町、松前町)に居住する20歳以上の普通運転免許保有者を対象とした。

プライバシーポリシーに署名しデータの提供が可能な350名のモニターに調査に参加してもらい調査を35日間にわたって実施した。調査では、GPS機能の付いた携帯電話を外出時に持参し、位置情報を提供する『トラッキング調査』と、携帯電話で出発、到着時の情報を提供し、帰宅後Web上で1日の行動の記録を確認、修正する『ダイアリー調査』の2つに加え、個人のアンケート調査を行った。本調査を“MPP2004(Matsuyama Probe Person 2004)調査”と呼び、この調査によって収集されたデータ

表-1 調査概要

調査項目		調査内容									
トラッキング調査	位置情報取得・表示	<p>【モニターへのGPS携帯の配布】 KDDI(au)のGPS携帯(340台[A5401CA II :240台, W11H:100台])を事前にモニターに配布。位置情報を収集するJavaプログラムをインストールする。</p> <p>【位置情報の取得(トラッキング)】 第3者の検索に応じて、GPS携帯所有者の位置座標を特定し、収集する。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">トラッキング間隔</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>車による移動時</td> <td>40秒周期</td> <td>※移動時間が1時間を越えたら10分周期</td> </tr> <tr> <td>車以外の移動時</td> <td>10分周期</td> <td>※移動距離の短いトリップは収集周期を長めに設定</td> </tr> </tbody> </table> <p>【位置通知機能】 GPS携帯所有者が、プライバシーポリシーに署名捺印後、トリップごとに自分の位置情報を第3者に通知する。 移動手段、到着施設(予定)を通知[出発時] 到着ボタンを押す[到着時]</p>	トラッキング間隔			車による移動時	40秒周期	※移動時間が1時間を越えたら10分周期	車以外の移動時	10分周期	※移動距離の短いトリップは収集周期を長めに設定
トラッキング間隔											
車による移動時	40秒周期	※移動時間が1時間を越えたら10分周期									
車以外の移動時	10分周期	※移動距離の短いトリップは収集周期を長めに設定									
ダイアリー調査	Web Diary調査	<p>【施設登録(前日)】 よく利用する施設(自宅、勤務先、買物先など)を事前登録しておく。</p> <p>【ダイアリーの記入・修正(帰宅後)】 トラッキング調査で得られた各トリップの移動目的をリストから選択する。 押し忘れのトリップがあれば、追加・挿入する。</p>									
アンケート調査	アンケート票によるモニターの属性調査	<p>【モニターの個人情報取得(募集時)】 モニターの個人情報(性別、年齢、職業、住所など)や日常の移動状況(勤務先の住所、通勤手段、主要道路の利用状況など)についてのアンケート票を回答してもらう。</p>									

を用いて以降分析を行う。

### 3. 基礎的分析

移動・活動パターンの多様性を表す平均パターン数を計算した結果を表-2に示す。平均パターン数は、女性、高齢者で多く、行動の多様性が確認できる。また主婦やサラリーマンよりも自営業で多くのパターンが確認されている。地域間でもパターン数に差がみられることがわかる。移動・活動パターンは滞在施設と移動交通手段の組み合わせ文字列として定義されている。35日間の移動でも、バスや鉄道など多くの代替手段の利用可能な地域と、自動車に依存せざるを得ない地域では、移動・活動パターンの多様性に大きな違いがみられる。

次に、数え上げた移動・活動パターンの中で頻度の大きいものから上位10番目までを表-3に示す。車以外の交通機関ではバイクと自転車を使った通勤の単純なパターンが観測されるものの、それ以外の頻度の多い移動・活動パターンは自動車によって実行されており、平均的には自動車への依存度が高いことがわかる。

曜日別のパターン数を表-4に示す。平均パターン数は曜日間で大きな差はないものの、標準偏差は週末に近づくほど大きな値を示しており、

表-2 属性別パターン数

	属性	パターン数	平均パターン数	
性別	男性(196)	3069	15.66	
	女性(112)	2035	18.17	
年代	20代(49)	880	17.96	
	30代(120)	2143	17.86	
	40代(94)	1646	17.51	
	50代(26)	449	17.27	
	60代以上(10)	226	22.60	
	不明(9)	147	16.33	
	職業	会社員・公務員(208)	2988	14.37
自営業(17)		449	26.41	
主婦(47)		928	19.74	
学生(5)		132	26.40	
フリーター(5)		129	25.80	
その他(26)		622	23.92	
エリア		①松山市東部(61)	1072	17.57
		②松山市南西部(45)	901	20.02
		③松山市南部(46)	844	18.35
		④松山市北西部(22)	522	23.73
	⑤松山市北部(21)	376	17.90	
	⑩北条市(7)	118	16.86	
	⑬東温市(13)	284	21.85	
	⑭伊予市(19)	274	14.42	
	⑮砥部町(8)	96	12.00	
	⑯松前町(11)	246	22.36	
⑳環状線内部(55)	1087	19.76		

( )内は各属性のサンプル数

表-3 頻出する移動-活動パターン

移動-活動パターン	出現頻度(回)
1 H-[C]-W-[C]-H 011010130010011	1588
2 H 011	983
3 H-[C]-D-[C]-H 011010070010011	239
4 H-[M]-W-[M]-H 011020130020011	138
5 H-[C]-O-[C]-H 011082011	106
6 H-[B]-W-[B]-H 011010900010011	94
7 H-[C]-W-[C]-A-[C]-H 011010130010082010011	92
8 H-[C]-A-[C]-H 011010082010011	88
9 H-[C]-W-[C]-D-[C]-H 011010130010070010011	77
10 H-[C]-W-[C]-Oc-[C]-H 011010130010085010011	72

※ここで赤数字は移動手段を、黒数字は施設種別を表す。

011 H 自宅	010 C 車(自分で運転)
070 D スーパー・デパート	020 M 原付・バイク
082 A 娯楽施設	021 B 自転車
085 Oc その他の商業施設	
130 W 通勤・通学先	

表-4 曜日別移動-活動パターン数

曜日	平均	分散	標準偏差
月	207.00	18.40	4.29
火	208.80	36.56	6.05
水	204.80	66.16	8.13
木	206.20	70.96	8.42
金	207.60	64.24	8.01
土	203.80	76.56	8.75
日	190.00	145.20	12.05

平均でも 4%程度のばらつきを示していることがわかる。また日曜日は平均パターン数は全曜日中で最も少ないものの、ばらつきは多く、休日の調査を実施する場合、調査日によっては移動-活動パターン数が大きく変動する可能性がきわめて高く注意が必要であることがわかる。

また、平日が 3,506 種類(重複率=52.6%)、休日が 1,651 種類(重複率=51.3%)のパターン数を示している。移動手段を加えても平日も休日も、全体の約 5 割がいずれかのアクティビティパターンと重複していることがわかる。

次に、移動-活動パターンの出現頻度と順位の数値グラフを図-1 に示す。出現頻度が 100 回を越えるような移動-活動パターンは少数で、出現頻度の少ないアクティビティパターンが莫大に存在しているというべき法則に従っている。

さらに、任意に抜き出した出現頻度のアクテ

出現頻度(対数)

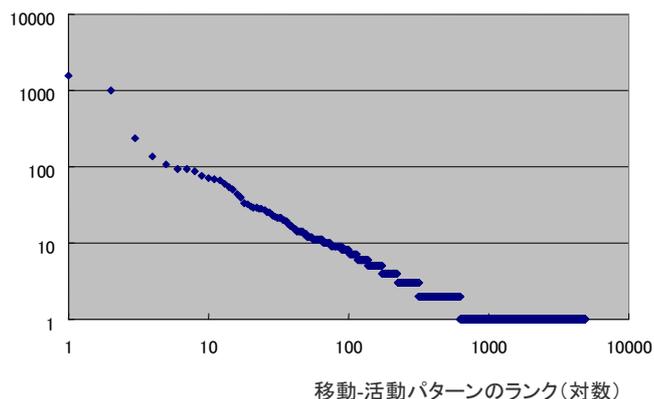


図-1 移動-活動パターンのランク (対数)

ィビティパターンについて、そのパターンを示したモニターの属性と日付を調べた。出現頻度 39 回の『自宅→スーパー・デパート→スーパー・デパート→自宅』は、このパターンを持つモニター30名中20名は女性であり、主婦の割合が大きい。また曜日で見ると日曜日が 39 回中 15 回で最も多かった。出現頻度 22 回の『自宅→通勤・通学先→コンビニ→自宅』は、圧倒的に男性、会社員が多く、自宅に帰る途中に手軽に寄ることのできるコンビニによって帰る人が多い。出現頻度 6 回の『自宅→娯楽施設→自宅→飲食店→自宅』は、6 回中 4 回は男性、会社員の休日で、残り 2 回も男性で職業がその他の人であった。

べき乗則の特徴は「無限大の分散」にある。ある集合を統計的に表すとき、一般に平均を中心の尺度として、分散を散らばりの尺度として用いる。ただし、これは正規分布などの釣鐘型の分布の存在が前提になっている。しかし、今回のようなべき乗分布では中心辺りに分布の偏りがなく、散らばりが無限大になる。べき法則がサンプル数を増やせば増やすほど、分散無限大という状態に収束するという性質を持っている。

#### 4. 個人内多様性の評価

集計レベルでは、松山都市圏の移動-活動パターンの出現傾向はべき乗則に従っていて、パターンに偏りがあることがわかった。しかし、このパターンの偏りが、同じ人が複数日同じパターンで活動して生じている偏りであるのか、それぞれの人が同じパターンで活動して生じている偏りであるのかわからない。そこで非集計レベルで個人ごとに 35 日間のアク

表-5 パターン数モデル推定結果

	偏回帰係数	標準誤差	t値	p値	標準化偏回帰係数
人数パラメータ $\alpha$	0.89883	0.00092	978.07875	0.00000	0.71188
日数パラメータ $\beta$	0.86910	0.00090	962.18982	0.00000	0.70032
定数項 $\log(\lambda)$	0.11668	0.00506	23.04767	0.00000	

※ t値の自由度 = 5247

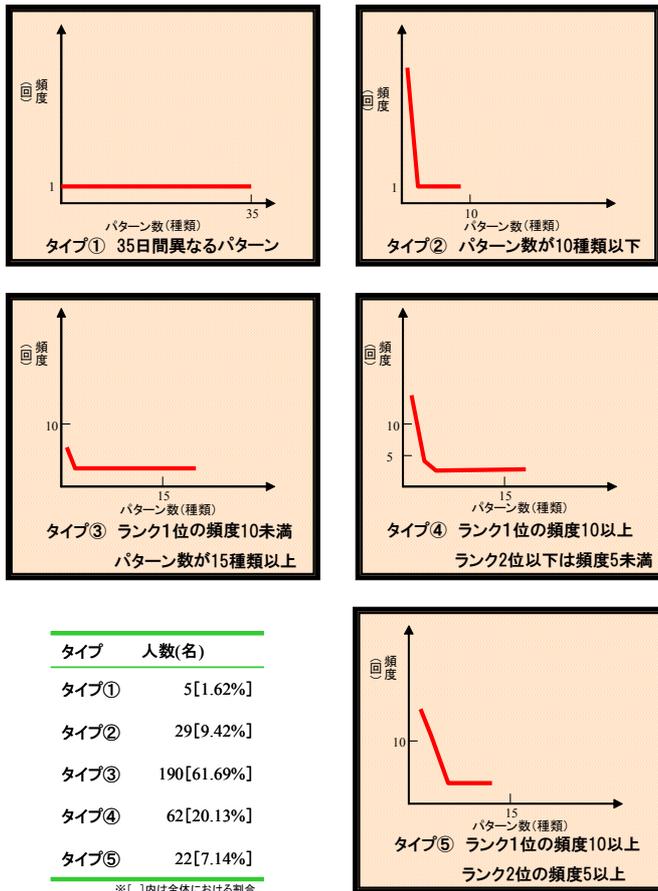


図-2 移動-活動パターンの個人内多様性

ティビティパターンの出現傾向を確認したうえで、移動-活動パターンの多様性をより詳細に評価する。集計レベルで移動-活動パターンの多様性を表した図-1と同様に、横軸に頻度によるランク、縦軸にその頻度をとった図を非集計レベルで作成する。作成した個人の移動-活動パターン図を5つのタイプに分ける。5つのタイプを図5.3に示す。タイプ①は、“日々パターンが異なる人”、タイプ②は、“毎日同一のパターンの繰り返し”、タイプ③は、“多少重複はあるが、日々パターンを変えている人”、タイプ④は、“35日間である1つの主要なパターンをもっている人”、タイプ⑤は、“35日間で主要なパターンが少数ある人”を意味している。タイプに分類した結果を表5.1に示す。結果より、タイプ③の多少重複はあるが、日々パターンを変えている人が最も多く、約62%の人がこのタイプに属している。個人内の35日間で同一パターンを日々繰り返している人よりも、日々異なるパターンをしている人の方が多い。

図-1で確認できた「べき乗則」において、移動-

活動パターンの頻度の偏りは、個人内の重複の影響ではなく、すべてのサンプル間で個人間のパターン重複により生じており、非集計レベルでは異なる移動-活動パターン分布が保持されていることが明らかになった。

最後に、設定人数と設定日数よりアクティビティパターン数算出モデルのパラメータ推定を行った。回帰式の導出により、調査設計を行う際、アクティビティパターン数に関して、定量的に多様性評価をすることができる。それにより調査に必要な精度に応じた設定人数と設定日数を決定することが可能になる。

$$N_a = \gamma \cdot N_p^\alpha \cdot N_d^\beta \quad (1)$$

$N_a$  : 移動-活動パターン数

$N_p$  : 設定人数 (人)

$N_d$  : 設定日数 (日)

$\alpha, \beta, \gamma$  : パラメータ

パラメータ推定結果を表-5に示す。標準化偏回帰係数をみると  $\alpha=0.71188$ ,  $\beta=0.70032$  となり、人数パラメータの方が大きく、サンプリング規模を決定する際、調査人数の方がやや重要であるものの、プローブ技術を適用し、長期にわたる調査を実施することで、効率的に多様な移動-活動パターンのモニタリングが可能になることを示唆している。

#### 参考文献

- 1) 羽藤英二, 寺谷寛紀, 2003. 移動体通信システムによる位置データを用いた行動パターンマッチング. ITSシンポジウム・論文集, No.2, 13-27.