

超長期観測データによる個人の交通行動パターンの分析*

Analysis of travel behavior pattern using a ultralong-term observational data*

武智環**・羽藤英二***・柏谷増男****

By Tamaki TAKECHI**・Eiji HATO***・Masuo KASHIWADANI

1. はじめに

社会の成熟化とともに一人十色になったといわれる多様な行動パターンについて、アンケートデータに基づいた調査で迫っていくことは容易でない。長期の記録を人が行うことは困難で、位置や時刻の記憶はあいまいである。また、経路データなどをいちいち紙に記録することも難しいため多くの報告バイアスを含んだデータしか得られない可能性が高い。これに対して、プローブパーソン技術は行動観測の分解能をより詳細化するとともに、超長期の観測を可能にした革新的な調査技術といえるだろう。センサー情報を用いた行動分析が様々な研究分野で行われるようになりつつある。その反面、こうしたデータはデータクリーニングなどの点で取り扱いが難しく、超長期データや空間分解能の高さを生かした研究成果が十分に得られたとはいえない。

空間的な移動・活動パターンについては、羽藤・寺谷¹⁾によってスケールフリー則が確認されている。都市には多くの移動活動パターンで溢れているように見えるが、単純な生活パターンを繰り返している。その反面、頻度は少ないが複雑な生活パターンも多種類存在しており、ロングテール傾向を示している。このような行動パターンの法則性は、同一個人の時間の経過においても果たして成立し得るだろうか。超長期の交通行動の安定性について理解を得ることは統計的調査をフュージョンする際に必要不可欠な知見である。しかしながら、従前の調査技術ではこうした超長期調査データを用いた分析はなされていない。紙を用いた調査が難しかったことが大きな理由だが、現在、さまざまなセンサーを用いたライフログデータの利用が可能であり、こうしたデータを用いた

*キーワード：交通行動分析，活動分析

**学生員，愛媛大学大学院理工学研究科

(〒790-0826 愛媛県松山市文京町3，

E-mail : takechi.tamaki.04@cee.ehime-u.ac.jp)

***正員，工博，東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻

(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1，

E-mail : hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

****フェロー，工博，愛媛大学大学院理工学研究科

(〒790-0826 愛媛県松山市文京町3,kashiwa1@eng.ehime-u.ac.jp)

全く新しい行動分析が萌芽しつつあるとあっていいだろう。

そこで本研究では、交通行動のよりよい理解と、巨視的かつ統計的特性を明らかにすることを目的に、同一個人の超長期的空間利用パターンの分析を行う。同一個人の超長期データを用いることで、個人の生活交通パターンに一定の嗜好性があるのか、あるいは、一定の法則性が存在するかを明らかにすることを試みたい。

2. データ概要

本稿では、2005年11月21日～2006年2月20日の3ヵ月にわたり行われた「東京PP調査」のデータを用いる。プローブパーソン調査では、移動を開始する前にGPS携帯電話を貸与し、インストールしてある調査用アプリケーションを起動し、移動開始時・交通手段変更時・移動終了時に携帯画面の操作を行う。活動目的・移動手段などの基本的な情報を登録し、一日の終わりに自宅のPCからwebダイアリーで操作ミス等を修正する。移動中は約5秒ごとにGPS位置情報を測位しており、詳細な移動の軌跡を得ることができる。

そして、さらに上記調査終了後、無償での調査継続に承諾していただけた3名の約4年分の超長期のデータを今回の分析対象とした。期間は、調査開始から2009年6月18日までの約42ヶ月間である。

3. 超長期的空間利用パターンの分析

(1) データクリーニング

分析を行うために、データクリーニングを行った。プローブパーソン調査では、活動目的や出発・到着場所の情報、移動手段などといった、移動・活動データから構成されるダイアリーデータと、移動中に自動的に取得される位置情報と時刻からなるロケーションデータが得られる。取得される位置データには、どのような方法で位置特定が行われたかを分類するコードが振られており、本稿では、そのうち、記録状態がGPSのもののみを抽出し、そのGPS位置情報を2点以上もつダイアリーデータを分析に用いた。ダイアリーデータでトリップの出発・

表-1 個人属性とトリップ特性

	TC025	TC038	TC052
性別	女性	女性	男性
年代	40	30	40
職業	販売サービス	事務職	管理職・会社役員
トリップ数[回]	3621	4143	3427
到着地施設数[ヶ所]	280	426	489
トリップ距離(平均)[m]	3914.13	7581.36	11823.93
トリップ距離(標準偏差)[m]	5125.60	10378.62	22888.18

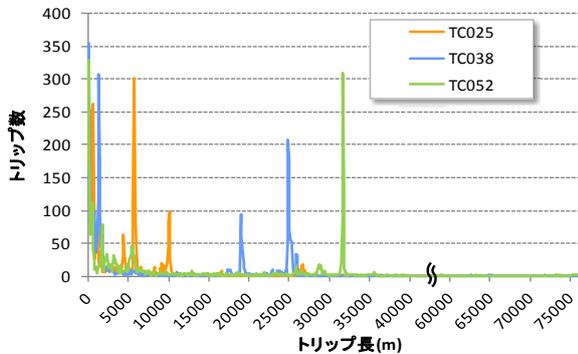


図-1 トリップ距離

到着地の位置座標が取得できていない場合は、各々の時刻に一番近いGPS位置情報をそれぞれの地点として登録し、ダイアリーデータの補完を行った。

(2) 基礎集計

分析対象となる3名のモニターの個人属性を表-1に示す。3名とも有職者であり、比較的移動の多いモニターである。次に、トリップの特性について考察する。

表-1では期間中のトリップ数、個人が到着地として登録し実際に訪れた施設数、トリップ距離の平均・標準偏差を示している。一日平均2~3トリップ行っていることになり、主に出勤・帰宅とそれに付随する行動が行われていると考えられる。TC025とTC052のトリップ回数は同程度であるが、TC025の方が到着地施設数は少ない。これは、TC052に比べTC025の方が決まった場所に訪れやすいということを示している。TC052は、距離のばらつきも大きい。そこで、次にトリップ距離について詳細に見てみることにした。

図-1にトリップ距離とトリップ数を示す。TC025とTC038は、0~1300mで全トリップの50%を占めているが、TC052に関してはおよそ3600mまでで50%となる。電車などを交通手段とする通勤・通学を示す30kmを超える長距離トリップがあったため、距離のばらつきが大きくなったのだと考えられる。TC025のピークは5kmと10kmに存在するが、そのうち、ほとんどが頻度の高い通勤・通学トリップである。2か所のピークが確認されている原因としては、調査継続期間中に勤務地が変わっているためである。

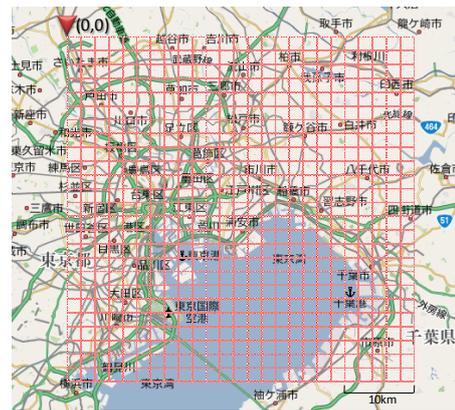


図-2 分析対象エリア

(3) 空間利用の季節変動

時間の経過に伴って、空間利用に変化はあるのだろうか。仕事場や引っ越しを行った際に空間の利用パターンは変化すると考えられる。新しい環境に移った際に、どのような過程を経て、こういった行動パターンを取ようになるのか。時系列で空間利用分布を比較し、縄張り空間を把握する。

対象エリアをメッシュに分割し、トリップの到着地の位置座標が、どのメッシュに含まれるかをカウントし、データを作成した。個人内での時系列変化をみるため、モニターごとに対象エリアは異なる。また、到着地の空間的広がりも考慮して、分解能やエリア面積も各々異なるものを設定した。自宅や勤務地など、日々繰り返し行われるような行動は、同メッシュ内での観測数が跳ね上がり、たまにしか訪れない地点の評価が難しくなる。そこで、集計されたメッシュでの観測数を対数で表現した。

TC025のモニターについて、以下に示す。図-2は対象エリアであり、一辺が0.5kmのメッシュを100×100個作成し、50km×50kmのエリアを設定した。以下、分析結果について考察を述べる。

次頁に示すのは、3ヶ月ごとの空間利用の変化である。それぞれの原点は、図-2中の▼に対応しており、Z方向の座標は対数軸で表示している。

どの時期でも常に突出した値が見られるが、これは自宅を含むメッシュであり、ほぼ毎日観測される帰宅トリップによるものと考えられる。①~⑨の期間に現れる南方向の突出した値は実家を示しており、およそ月に1回のペースで訪れていることがわかる。時間の経過とともに、利用している空間が南北から東西へ広がりを見せている。先にも述べたように、TC025は勤務先の場所が大きく変化しており、それに伴い行動範囲が推移しているのであろう。自宅の位置には変化は見られないことから、勤務先などのよく訪れる場所が大きく変化することによって、縄張り空間の分布・広がりに変化が見られるということがわかる。

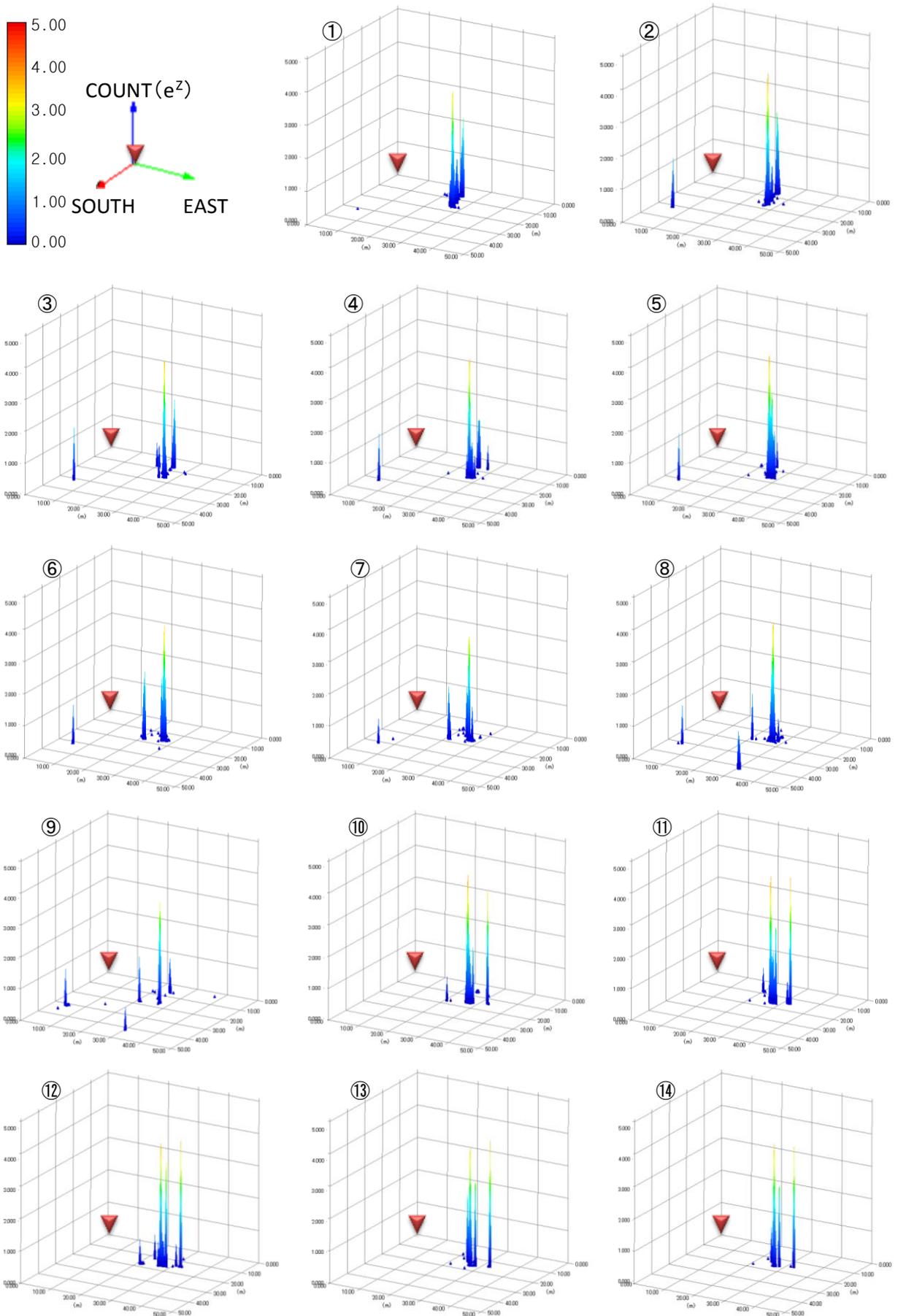
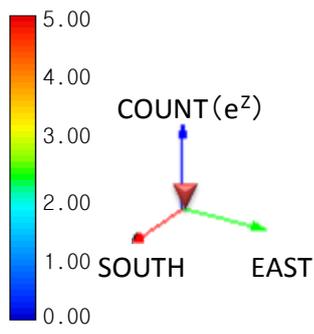


図-3 空間利用の変動

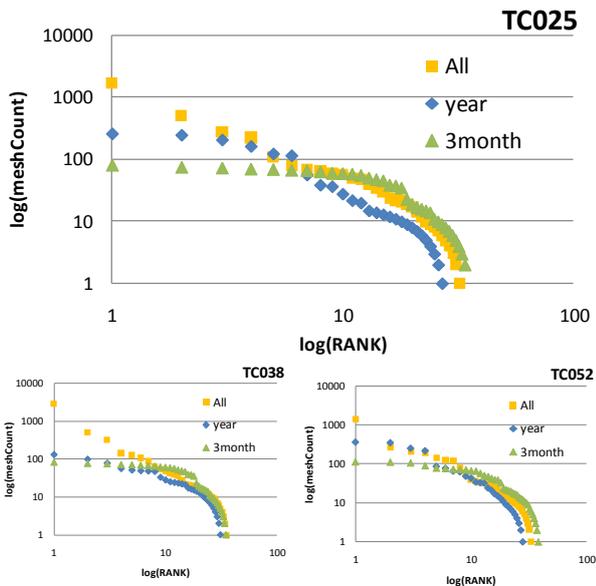


図-4 メッシュの頻度ランク (対数)

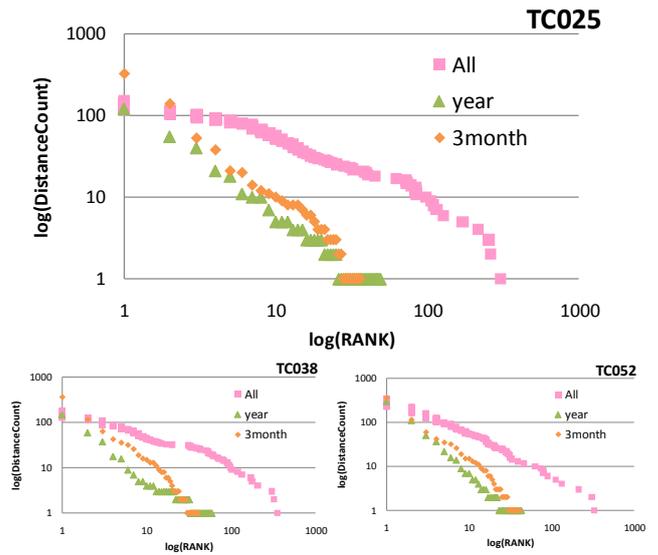


図-5 移動距離の頻度とランク (対数)

(4) 頻度と距離のスケールフリー性

どの程度メッシュの空間利用に偏りがあるのかをみるために、メッシュの利用される頻度に着目した。図-4は、縦軸にメッシュごとの利用頻度、つまりそのメッシュが到着地となった回数と、横軸には利用頻度の高い順にランク付けした値をプロットした。全期間の利用頻度を「All」、1年ごとの利用頻度を「year」、3か月ごとの利用頻度が「3month」となっている。それぞれの値を両対数グラフで示した時に、マイナスの傾きをもつことがわかる。これは、それぞれのメッシュとその利用頻度がべき乗の分布を示しているということである。利用頻度の高いメッシュは少数で、頻度の少ないメッシュは多く存在しており、べき乗則に従うと考えられる。また、どの分割でも、同様の分布を示しており、部分的なデータが全体とも一致している、スケールフリー性をもっていることがわかる。

次に、距離のスケールフリー性について検証した。

(図-5) 距離も同様にマイナスの傾きをもつことがわかる。間隔を変えても同じ傾向がみられ、トリップ距離についても、スケールフリー性を確認することができた。

4. まとめ

本稿では、超長期のプローブパーソンによるデータから行動パターンの分析を行った。長期データであるため職場の移動等の環境の変化に伴う行動の変化が観測されており、空間利用の変動を観測できた。また、利用される空間や、移動距離に関してスケールフリー性が観測され、同一個人の時経過において、行動パターンの法則性を確認できた。今後は、メッシュ間の推移確率の安定性や、統計的性質について分析を進めていく。

謝辞：なお本研究を実施するにあたって文部科学省科研費基盤A「プローブ技術を援用したデータフュージョン理論による総合的交行動調査の高度化（代表：羽藤英二）」の協力を受けた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 羽藤英二, 寺谷寛紀: 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, I T S シンポジウム論文集, 2003.
- 2) Marta C. González, César A. Hidalgo, Albert-László Barabási: Understanding individual human mobility patterns, Nature, Vol.453, No.7196, pp.779-782, 2008.
- 3) 寺谷寛紀,羽藤英二: サンプリング手法に着目した行動の多様性評価, 愛媛大学修士論文, 2005.
- 4) Albert-László Barabási(著),青木薫(訳): 新ネットワーク思考-世界のしくみを読み解く, NHK出版, 2002.