

観測情報の精度の違いを考慮した空間回遊行動パターンの逆推定*

The inverse estimation of the excursion pattern on the basis of differences in accuracy of observation using the PP *

羽藤英二**・武智環***

By Eiji HATO **・Tamaki TAKECHI ***

1. はじめに

近年、IC タグを中心とした RFID 技術が進み、あらゆる場面で導入されている。この技術は流通や物品管理などに利用されている他、商店街などにリーダーを設置することで、人の回遊行動などが把握可能となる。近年、回遊行動を観測する手法としては、GPS 携帯を用いたプローブパーソン調査（以下、PP 調査と略記）が行われている。被験者への負担が少なく、広範囲での人の行動データの収集が可能になっている。しかし、商店街や屋内などでは GPS の取得精度に問題があるとされており、そのような場所で回遊行動を観測するには、RFID タグを使用したデータ取得が有効であると考えられる。

そこで本稿では、松山中心市街地で導入されている IC タグを用いたポイントシステムである「まちづくりエコネット」におけるタグ認証データの完全な位置情報と、プローブパーソン調査から得られる GPS 位置情報といった観測精度の異なる2つの位置情報を用いることとした。両データの取得精度を比較し、中心市街地における回遊行動パターンについて逆推定を行うためにデータの有効性について検証した。

2. データ概要

2007年2月19日～2007年3月18日の1ヶ月間行った「松山街中PP調査」（以下、PP調査と略記）のデータを用いた。調査期間中、被験者にはGPS携帯電話を貸与する。被験者は移動を開始する前にGPS携帯電話に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い、

また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位置情報が測位されるため、詳細な移動の軌跡を得ることが可能である。

次に、今回の分析対象エリアを図-1に示す。黒枠で囲んでいるエリアを対象とした。L字部分の大街道商店街・銀天街商店街を中心とした約1.0km²のエリアを設定した。枠内に今回使用するエコネットの認証リーダーが設置されている。そのため、この範囲に絞った分析を行った。L字の両端には、三越松山店、松山市駅に隣接する伊予鉄高島屋の2大複合施設が立地しており、2極2軸型の都市構造となっている。

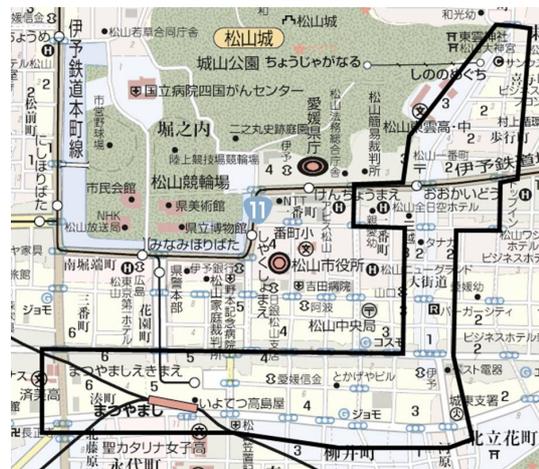


図-1 分析対象エリア

PP 調査と同時期に行われた、まちづくりエコネット(以下、エコネットと略記)を利用した回遊行動調査では、ポイント認証の度に、誰が・いつ・どこで認証したかという情報が得られている。両調査から、同人・日のデータを抽出した。26名が分析対象となり、109人・日分のデータが得られた。

ここで、歩行者の回遊行動を把握するために、PP 調査から得られた位置情報とトリップデータから歩行者の通った経路をルートマッチングによって特定し、分析に使用するデータの抽出を行う。位置データの取得精度はGPS であり、一番精度のよいもののみを使用した。さら

*キーワード：交通行動調査、交通行動分析

**正員，工博，東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻
(東京都文京区本郷7-3-1,
E-mail:hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp)

***学生員，愛媛大学大学院理工学研究科
(愛媛県松山市文京町3,
E-mail:takechi@eh.cee.chime-u.ac.jp)

に、移動手段が徒歩のものを抽出し、分析に用いた。

精度良くマッチングができたのは 240 トリップであった。以降、この 240 トリップの位置データを用いて分析を行っていく。また、そのデータにあわせて抽出したエコネット認証データは総計 801 回分の認証データである。

3. 回遊行動分析

(1) エリア設定と基礎分析

商店街での回遊行動を分析するために、図-2～図-4 に示すように対象エリアを 3, 6, 9 分割した。分割の方法としては、ある距離空間上の任意の位置に配置された複数個の点(母点)に対して、同一距離空間上の点がどの母点に近いかによって領域分けするというボロノイ図の考え方を採用した。これは、最も近い PHS 基地局を探す際や、ある施設における最適配置位置の決定などに用いられている。今回は、エコネットによる認証数の多いリーダーの位置を母点として、分割を行った。ピンク色で示している直線で分割したエリアで、今回分析を行った。

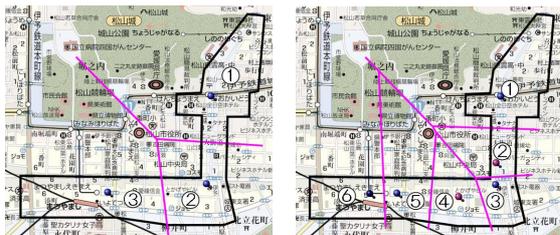


図-2 3エリア分割

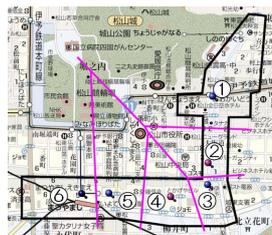


図-3 6エリア分割

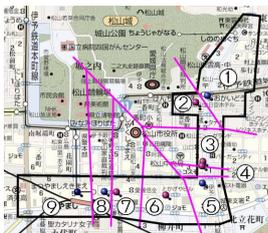


図-4 9エリア分割

分割したエリアの基礎分析を行った。表 1-3 に示すのが、各エリア内の滞在時間である。

表-1 滞在時間 (3 エリア)

データ区間	Area1	Area2	Area3	Other
05:00	38	35	55	61
10:00	22	24	20	30
15:00	10	18	8	20
20:00	7	9	8	13
25:00	4	9	3	6
30:00	5	1	3	4
35:00	2	2	3	1
次の級	5	8	6	20

表-2 滞在時間 (6 エリア)

データ区間	Area1	Area2	Area3	Area4	Area5	Area6	Other
05:00	47	57	52	50	63	50	56
10:00	24	10	14	11	1	10	30
15:00	14	2	4	3	2	3	20
20:00	3	1	4	3	0	1	13
25:00	4	2	1	2	0	3	6
30:00	4	0	1	0	0	0	4
35:00	0	0	1	1	0	1	1
次の級	3	2	1	0	0	2	20

表-3 滞在時間 (9 エリア)

データ区間	Area1	Area2	Area3	Area4	Area5	Area6	Area7	Area8	Area9	Other
05:00	53	55	62	41	60	51	66	41	45	55
10:00	15	1	8	2	12	5	2	3	8	29
15:00	8	1	0	0	1	1	1	2	1	22
20:00	7	2	1	0	3	3	0	0	0	12
25:00	1	0	1	0	1	1	0	2	0	6
30:00	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
35:00	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
次の級	3	1	2	0	0	0	0	0	2	20

これらは、PP 調査の連続している位置データから移動エリアの推移をみて、エリア内滞在時間を算出し、それぞれの滞在時間を 5 分きざみのデータ区間で集計したものである。Other は、対象エリア外のエリアにデータがあったことを示している。どのエリア分割による結果でも、5 分以内の滞在が多く見られる。3 エリア分割だと 10 分を超えた滞在も比較的多く見られた。これを見てみると、ほぼ同程度のエリア面積で分割した 3, 6 エリア分割では、長時間滞在の多いエリアや、その多さにも差があるなど、エリア間での差異が見られた。

(2) 空間特定精度の検証

PP 調査で取得された位置データを用い、その取得位置がどのエリアに属するかを分類し、エコネットの認証データの認証エリアと比較することで、精度を検証した。エコネットでは、認証リーダーが固定されているため、位置データは確実なものとして扱っている。

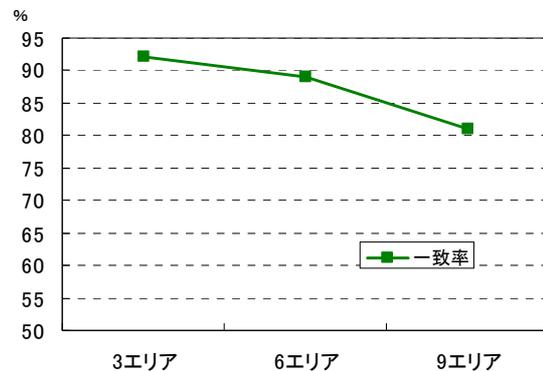


図-5 一致率の変化

分析手順としては、まずエコネットの認証時刻前後 10 秒間に、PP 調査で位置データが取得されているか、データがあった場合、どのエリアとして取得されているかを

求めた。そこで、エリアであれば、一致として、各エリア分割における一致率を求めた。図-5をみると、エリア分割数が増加すると共に、PP調査の位置取得精度が低下していることが分かる。松山市中心市街地の商店街はアーケードになっており、GPSで位置情報を得る環境としてはあまり好ましくない場所であると言える。そのため、分割が細かくなると、より詳細で的確な位置情報が必要になってくるため、このような結果が得られたものと考えられる。

商店街での測位精度を高めるために、確実な位置情報を追加することで位置補正をすることが可能であると考ええる。そこで本稿では、GPSから取得できる位置情報に加え、完全な位置情報を持つICタグにより得られる位置データを補助的に用いて位置補正を行う。

(3) データフュージョン型ルートマッチング

2章で、経路が取得できるトリップデータを抽出するために、ルートマッチングを行った。PP調査の位置データを用い、リンクへの距離などからそれぞれのリンクのリンク尤度を求め、尤度の小さいリンクを経路として抽出する、といった方法で経路を求めている。前節で述べたように、位置取得精度の悪いエリアでの精度向上の方法の一つとして今回は、位置データやトリップデータに、確実な位置情報をもつエコネットの認証データを位置情報として組み込み、データフュージョン型ルートマッチングを行う。

リンク尤度の求め方は、以下の式で表される。

$$LL = (l_{upN} + l_{dnN} + a \times l_{mid}) \times \frac{L_{length}}{b} \quad (1)$$

ここで、

- l_{upN} : 起点ノードのノード尤度
- l_{dnN} : 終点ノードのノード尤度
- l_{mid} : リンクの中点から位置間直線までの距離
- L_{length} : リンク距離
- L_{lane} : リンク車線数
- a, b : パラメータ

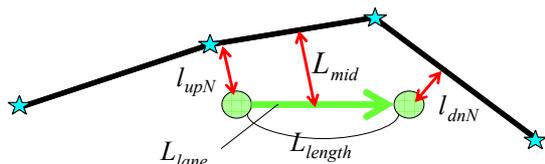


図-6 リンク尤度の設定

エコネットの認証データがあるということは、確実にその時刻、その地点に被験者がいたということがわかる。

そこで、リーダー設置場所から一番近いリンクをリーダー毎に紐付けし、エコネットの認証データを位置情報として得た場合は、リンク尤度を「0」にしてやり、そのリンクを必ず通るようにした。

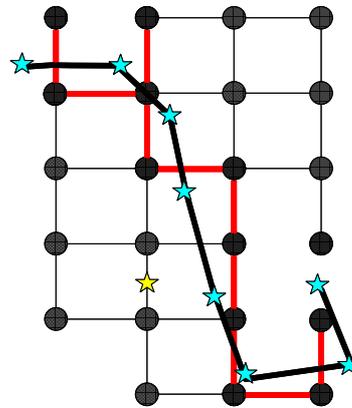
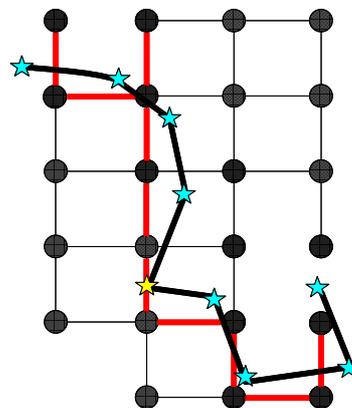


図-7 ルートマッチング



★	PP位置データ
★	エコネット位置データ
—	リンク
●	ノード
—	利用可能リンク
—	位置間直線経路

図-8 データフュージョン型ルートマッチング

PP調査の位置データだけであると、図-7のようにマッチングされるが、そこに図-8のようにしてエコネットの位置データを加えることで、経路が変更されると予想される。

実際にマッチングを行った結果、エコネットの認証データを位置情報として加えることでルートマッチングの結果に変化が見られた。ここでは、2章でのマッチングを行う前のデータに戻して再度ルートマッチングを行っている。マッチングできたトリップは240から244トリップに増加し、データフュージョンを行うことで実際に経路に変化の見られたトリップが58トリップあった。その一部を図-9, 10に示す。赤いルートがデータフュージョン前、青いルートがデータフュージョンを行ってマッチ

ングさせた結果である。迂回していたルートが変更されて、直進しているといった変化がみられる。GPS は取得精度の一番よいもののみを使用してマッチングを行っているが、それでも商店街などではデータがとびやすく、不自然な経路となる可能性があることが分かる。そこで、位置情報の確実なデータと融合してやることで、尤もらしい経路が取得できるものと考えられる。



図-9 マッチング結果①



図-10 マッチング結果②

図-11 に示すのが、通常の方法でマッチングできたトリップと、データフュージョン型でマッチングできたトリップとの経路長の比較を示したものである。比較的、データフュージョンを行う前のルートマッチングで得られた経路長が短いほど、データフュージョンを行ったときに、取得経路長が長くなっているという傾向がみとれる。

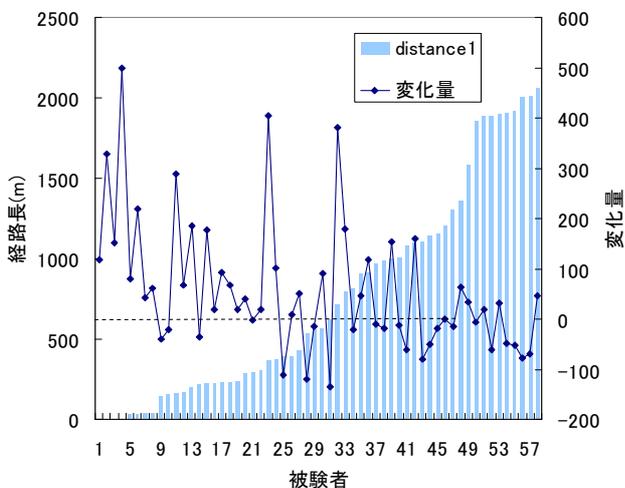


図-11 マッチングできたトリップの変化量

4. まとめ

本稿では観測精度の違う2つの位置データを用いて、中心市街地における空間行動パターンを推定していくための前段階として、商店街におけるPP調査の位置取得精度について検証した。その結果、ある程度の分割単位でなら精度良くデータが得られることがわかった。さらに、精度の異なるデータを融合させることで、回遊経路取得の精度の向上を図った。

今後は、PPデータを元にして、回遊行動パターンを考慮した分析を行い、空間の行動を逆推定していくことを目的とする。

5. 参考文献

- 1) 羽藤英二, 斉藤多恵子, 高田文晋: プローブパーソン型街歩きポイントの運用について, 土木計画学研究発表・講演集, Vol. 33, CD-ROM, 2006
- 2) 森三千浩: 都市内回遊における空間認知と行動パターン, 愛媛大学, 2003
- 3) 大山崇のボロノイ図のページ,
<http://www.nirarebakun.com/voro/voro.html>
- 4) まちづくりエコネット,
<http://www.pocopon.jp/index.html>