

高齢者行動に着目した都市内の うろつきの観測識別可能性

大村 朋之¹・羽藤 英二²

¹学生非会員 東京大学工学系研究科 都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1)

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

²正会員 東京大学工学系研究科准教授 都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3-1)

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

高齢社会における都市インフラや公共空間としての街路に意味や機能を再定義すべく、高齢者やチャレンジドを中心とした生活行動を把握する調査技術の提案と実践を行う。具体的には、2010年度に国土交通省での“福祉のみちづくり・まちづくりのあり方に関する調査”に合わせて松山市・志木市・岐阜市・新潟市を対象に行われたプローブパーソン調査のデータを用い、携帯型端末BCALsのGPSデータ・3軸加速度データ・気圧データからの移動行動判別と活動原単位からの分析を行う。

Key Words : *GPS, Acceleration, Walking, Elderly people,*

1. はじめに

超高齢社会の進展や限られたリソースを踏まえれば、人々の生活に即するよう都市インフラや公共空間としての街路に意味や機能を再定義することが必要であろう。生活習慣の変化で病気になりやすくなったものの、医療の発達によって死のリスクは減っている。しかし、高齢化と同時に障害と一緒に暮らしていかなければならないケースはこれからも増え続けていくと予想されている¹⁾。こうした人々へのケアはもちろん大事であるが、都市空間を考えた時には彼らを受け入れることができる空間と彼らのような人を生み出さない、健康に配慮したハード整備・ソフト整備が必要だと考えられる。実際、全国各地の都道府県・市区町村でそのような取り組みが行われてはいるが、高齢者やチャレンジドの生活実態把握・生活環境のデザインは難しいとの意見も多い。

こうした観点に立つと、高齢者やチャレンジドの現実の都市空間の利用方法について詳細で包括的な調査分析手法が求められていると考える。具体的には従前の交通計画手法から、より小さなスケールのゾーン内での移動活動パターンを詳細に調査分析することが求められていて、そこで初めて街路空間構造と行動データの結びつけが可能となる。したがって、制約の多い高齢者やチャレンジドの行動データを収集するためにはある程度自動化

し簡便化した調査技術を開発すると共に、彼らの生活に選択肢あるいは多様性を与える施策への知見を深めていくことが必要であると考え。

そこで本研究では、スマートフォンなど携帯デバイスの発達の流れも組んだ²⁾上で、携帯型センシング機器情報からのデータを用いて生活行動の観測可能性を実データの検証を交えて考え、その課題について取り扱う。

2. 調査・データ概要

分析に用いる行動データは、2010年度に国土交通省での“福祉のみちづくり・まちづくりのあり方に関する調査”に合わせて松山市・志木市・岐阜市・新潟市を対象に行われたプローブパーソン調査（以下、PP調査という）によって得られたデータを用いる（表-1、表-2、表-3、図-1）。PP調査とは、GPS搭載携帯機器を用いてモニターの移動活動記録を計測する調査であり、同一個人の長期間の移動経路と活動内容が把握できる。また、今回の調査は健康・医療・福祉のまちづくりの観点を盛り込むため、通常のPP調査のモニターと比較すると高齢者や障害者を中心としたモニター構成となった。そのためGPS携帯電話と携帯アプリまたはWebダイアリーを併用した調査方式はモニターの負担が大きいと見え、GPSセンサー・3軸加速度センサー・気圧センサー・

表-1 各地域での調査概要

調査地域	調査期間	モニター数	調査日数
松山市	2010年11月18日 ～2011年1月31日	27	25日
志木市	2010年11月1日 ～2010年11月30日	32	30日
岐阜市	2010年12月24日 ～2011年1月31日	13	30日
新潟市	2011年1月11日 ～2011年2月20日	13	30日

表-2 各地域での調査モニター男女数

調査地域	男性	女性	合計
松山市	12	15	27
志木市	12	20	32
岐阜市	6	7	13
新潟市	3	10	13

表-3 各地域での調査方法数

調査地域	BCALs	携帯PP	合計
松山市	27	0	27
志木市	25	7	32
岐阜市	8	5	13
新潟市	13	0	13

通信モジュールを搭載したBCALs オンラインで生活行動を自動計測し（図-1, 4章にて後述），補助的な手段としてモニターに毎日の行動記録日誌を書いてもらう調査方式とした。また，モニターの意識把握のためにヒアリング調査・アンケート調査も実施し，実際の街路空間での気づきを把握するためにつぶやき調査も並行した。

調査ごとの地域とモニターの特徴（図-2）は，松山市：JR松山駅周辺・中心市街地周辺・いよ立花駅周辺の3地域，モニター属性は健常者・チャレンジド・高齢者の3区分，志木市：中宗岡地区（駅郊外），高齢者・幼少児の母親，岐阜市：金華地区・長良川右岸地区，高齢者・非高齢者・幼少児の母親，新潟市：古町周辺地区，スマートウェルネスシティ健康づくり事業参加者となっている。

3. 基礎分析

PP調査データを用いて基礎的な分析を行った。

(1) 外出率集計

各地域のモニターの外出率（＝外出日数／調査期間）と年代を整理したものが表-4。年代では外出率に大きな違いは見られなかった。地域ごとにみて松山市が低い値にとどまっているのは，高齢者以外にもチャレンジド



- 搭載センサー
- ・3軸加速度センサー
 - ・GPS
 - ・気圧センサー
 - ・通信モジュール
- アルゴリズム
- ・歩数判別

図-1 BCALsオンラインの外観とその機能

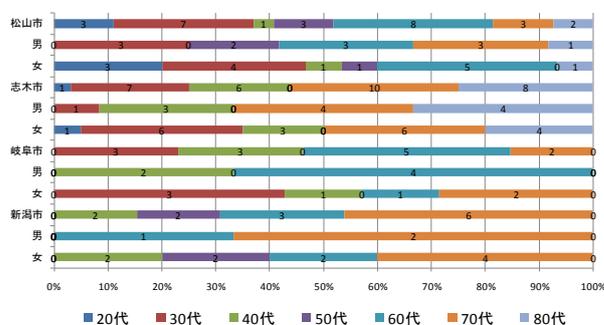


図-2 モニターの年代別構成割合

表-4 各地域・年代別外出率

年代	松山市	志木市	岐阜市	新潟市	総計
20代	0.567	0.767			0.617
30代	0.619	0.846			0.687
40代	0.143	0.956	0.786	0.652	0.736
50代	0.528	0.846	0.676	0.669	0.639
60代	0.556		0.926	0.781	0.655
70代	0.704	0.696	0.659	0.734	0.705
80代	0.355	0.664	0.765		0.617
総計	0.557	0.742	0.773	0.714	0.673

表-5 各地域・年代別平均歩数（歩/日）

年代	松山市	志木市	岐阜市	新潟市	総計
20代	2914	3922			3166
30代	3619	4319			3829
40代	2727	4855	4513	5211	4592
50代	4220	6488	4156	6164	5224
60代	4720		6540	8096	5586
70代	5785	3581	6999	6287	4995
80代	2962	4288	4040		4024
総計	4093	4156	5538	6371	4671

にも優しい都市インフラ整備には課題が残っていると考えられる。

(2) 歩数分析

各地域のモニターの外出した日の平均歩数と年代を整理したものが表-5。年代別にみると50代60代が最も多く，若年層や高齢層では低い値となっている。地域別にみると岐阜市，新潟市の値が高いがこれはモニター募集とスマートウェルネスシティ健康づくり事業の関係で健康意識の高い人が多いためであろう。

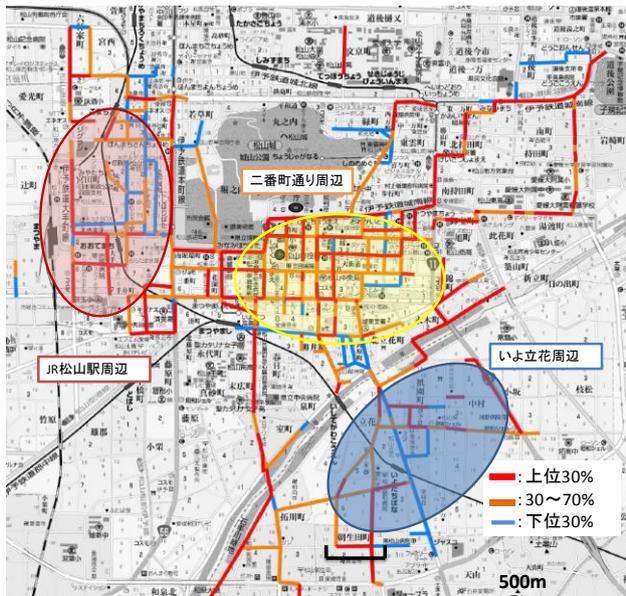


図-3 松山市における徒歩での最大加速度の平均値分布

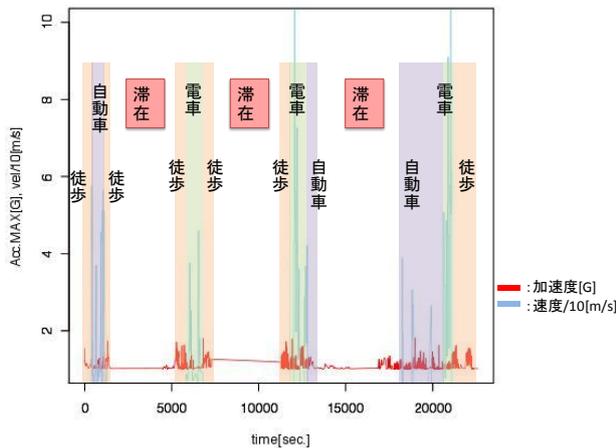


図-4 一日の加速度変化と速度変化 (ma002, 2010/12/2)

(3) 最大加速度平均値の分布

マップマッチング処理を行い各リンクの加速度変化について分析した。速度変化がなければ加速度は大きくはならないので、加速度が大きいということは立ち止まったり再スタートを繰り返し行い、同じペースでの歩行は続けられないと推測される。図-3では、松山の事例であるが、二番町通り周辺では加速度が大きな値で出ていることがわかる。

(4) 一日の加速度変化と速度変化

ma002の2010年12月2日の動きを加速度と速度を中心に追った(図-4)。移動しているか滞在しているかで加速度の出力が異なるのがわかる。また移動に関してもそれぞれの交通機関で特徴的になることがわかる。

4. BCALs データを用いた行動判別アルゴリズム

通常のPP調査においてはGPS携帯をモニターに持ってもらう位置情報を取得すると同時に、トリップの発着地や発着時間、目的・交通手段(トリップデータ)について携帯アプリやWeb上でモニター本人によって登録してもらっている。この調査方式での問題点には、分析時にトリップの発着地や目的・交通手段情報が大きな意味を持ってくることが携帯端末またはPC操作が必要なために高齢者をはじめとするデジタルディバイドへの調査は困難であった。また、GPSの位置情報にも精度の問題・屋内での観測ができないことが問題であった。

これらの問題を考慮して、高齢者の行動実態把握が目的であった今回の調査ではBCALsを多数のモニターで適用した。BCALsから得られるデータは、数秒ごとのGPSによる位置座標情報・3軸加速度センサーによる体動情報・気圧センサーによる鉛直方向の移動情報がある。

本章では、携帯PP調査でモニターが登録していたトリップデータのうち、トリップの発着時間・交通手段についてBCALsのセンサー情報から自動作成を試み、その評価も行う。

発着時間(移動滞在)・交通手段判別のアルゴリズムを本論文では、GPS位置座標変化(速度情報)と加速度変化(加速度情報から一次的に算出される歩数情報)の2つから構成した。

GPS位置座標変化からの判別の問題点は、10m前後の誤差が生じてしまうことである。これは移動速度の低い交通機関(徒歩や自転車)及び短距離の街路から構成されるネットワークにはより大きな影響を与えるので、補正作業(移動平均など)を行うことでより妥当な結果に近づけねばならない。加速度(歩数)情報からの判別の問題点は、身体に非固定状態では進行方向・鉛直方向・左右方向(3軸)の加速度を確認することができず、合成加速度の形で扱わざるをえなく特徴を見出しにくい。

ただGPS精度の問題については、歩数情報から単位歩数当たりの移動距離に上限を設け合致しない測位点は歩数按分または時間按分を行ったり、単位時間当たりの歩数での交通機関判別が難しいときには位置情報と組み合わせるなど、両者の欠点を補うべくGPS型と加速度型を組み合わせ合わせたハイブリッド型も提案している。ハイブリッド型の概要は図-5に示してある。

このアルゴリズムを松山PP調査2010に適用して、GPS型・歩数型・ハイブリッド型それぞれでの発着時間判別・交通機関判別の的中率状況を表-6-8に示した。なお真値データはモニター自身に書いてもらった行動記録日記を参考にして作成し、全モニター・全期間で1380トリップであった。このうちどれだけのトリップの発着時刻と交通機関をどれだけ抽出することができたかは、

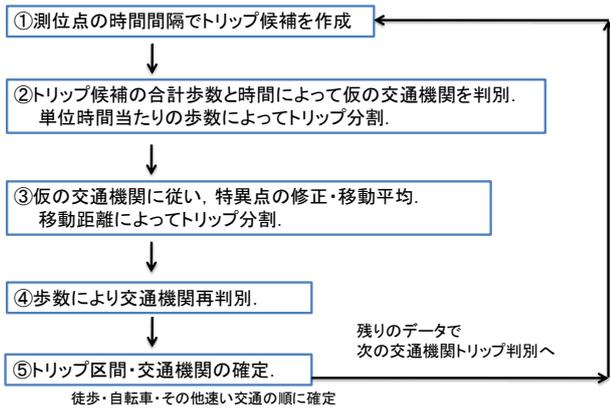


図-5 行動判別アルゴリズム（ハイブリッド型）

表-6 GPS型トリップ抽出結果

発着時間	交通一致	交通不一致	総計
完全一致	467	212	679
片方一致	307	226	533
両方不一致	0	743	743
総計	774	1181	1955

表-7 加速度（歩数）型トリップ抽出結果

発着時間	交通一致	交通不一致	総計
完全一致	681	168	849
片方一致	370	228	598
両方不一致	0	1168	1168
総計	1051	1564	2615

表-8 ハイブリッド（複合）型トリップ抽出結果

発着時間	交通一致	交通不一致	総計
完全一致	573	275	848
片方一致	312	176	488
両方不一致	0	406	406
総計	885	857	1742

GPS型：33.8%（467 / 1955），加速度（歩数）型：49.3%（681 / 2615），ハイブリッド（複合）型：41.5%（573 / 1742）という結果になった。GPS型では発着時間の判別課題が大きくなってしまっていて、加速度型では抽出率としては高いものの発着時間も交通機関も一致していないトリップを多数排出してしまっている。一方で、ハイブリッド（複合）型は抽出数は加速度型に及ばなかったが、誤った発着時間・交通機関と判別されたトリップ数が少なくバランスの良い手法との結果になった。

またハイブリッド型での、モニターごとの合致率（図-6）をみるとばらつきがあることがわかる。合致していない人の個人特性をみると、チャレンジャー（ma003：電動車椅子，ma017）や高齢者（ma011）である場合と

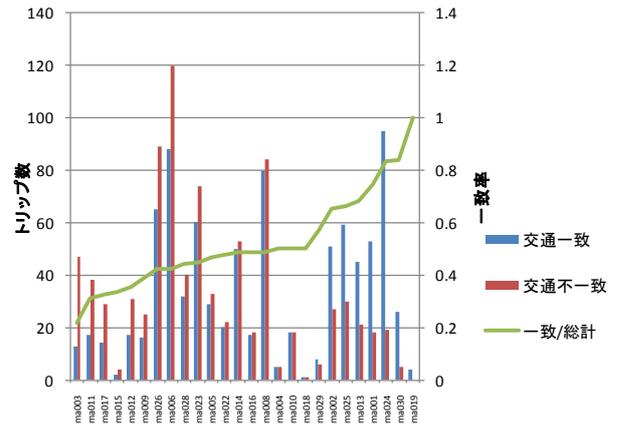


図-6 モニター別交通手段合致数・合致率（ハイブリッド型）

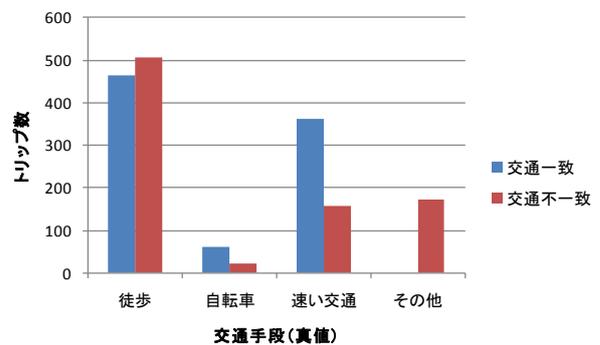


図-7 交通手段別交通手段合致数（ハイブリッド型）

健全者（ma012：徒歩移動中心）である場合に分けられる。交通手段別の合致数（図-7）も考慮すると、前者は車椅子や障害の影響で歩数データが上手く活かせていないと考えられ、後者では徒歩と自転車での移動速度閾値について全モニターで共通の値をとっていることに起因すると考えられる。

以上により、今後の課題としては高齢者やチャレンジャーなどの使用にも対応できる感度の高い加速度の扱い（重力加速度の除去など）や、モニターごとに適した速度閾値の設定が重要となると考える。

5. まとめと課題

加速度の扱いについては既往研究でもあまり扱われていないが、スマートフォンの登場などによって今後の発展が期待できるので今後の課題とする。今回の調査の仕様では、非拘束型としたので重力加速度成分の影響を取り除いての分析の必要があると考える。

また加速度変化の解釈についても今後の課題としていきたい。同一リンクでの加速度の違いを見たり、街路特性と加速度変化について分析の必要もある。一日という単位での加速度変化の分析の必要もある。

また詳細な行動センシング技術によって、位置変化での移動だけではなく加速度変化からの移動も把握できるので、移動という概念自体の再定義も必要となる。

謝辞：稿を終えるにあたり、2010年度に実施された松山市・志木市・岐阜市・新潟市で行われた健康・医療・福祉まちづくりのためのプローブパーソン調査に関してご尽力してくださいました国土交通省の菊池雅彦氏，復建調査設計株式会社の森三千浩氏，国際開発コンサルタンツ株式会社の渡辺英俊氏に感謝の意を示す。

参考文献

- 1) 中野一司：在宅医療とかかりつけ医，治療，Vol.90, No.5, pp.1826-1830, 2008.
- 2) Noam Shoval, Gail Auslander, Kineret Cohen-Shalom, Michal Isaacson, Ruth Landau, Jeremia Heinik: What can we learn about the mobility of the elderly in the GPS era?, Journal of Transport Geography, vol.18, pp.603-612, 2010.

(?受付)