

GPSデータを用いた中心市街地における 高齢者の回遊行動に関する研究

鎌田 佑太郎¹・松中 亮治²・大庭 哲治³・
後藤 正明⁴・辻堂 史子⁵・鈴木 義康⁶・中川 大⁷

¹学生会員 京都大学大学院工学研究科 (〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂)
E-mail: y.kamada@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学大学院工学研究科 (〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂)
E-mail: matsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

³正会員 京都大学大学院工学研究科 (〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂)
E-mail: tetsu@urban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

⁴正会員 株式会社シティプランニング (〒600-8431 京都市下京区綾小路通新町東入善長寺町143)
E-mail: goto-cp@par.odn.ne.jp

⁵正会員 株式会社シティプランニング (〒600-8431 京都市下京区綾小路通新町東入善長寺町143)
E-mail: tujido-cp@par.odn.ne.jp

⁶正会員 日建設計総合研究所 (NSRI) 上席研究員 (〒541-8528 大阪府大阪市中央区高麗橋4-6-2)
E-mail: suzuki@nikken.jp

⁷正会員 富山大学都市デザイン学部 (〒930-8555 富山県富山市五福3190)
E-mail: nakagawa@sus.u-toyama.ac.jp

本研究は高齢者の中心市街地における詳細な行動を把握することを目的として、富山市に居住する高齢者に携帯端末を配布し、1ヶ月間の位置情報データおよび歩数データを取得した。中心市街地に来訪した日としなかった日と比較すると、来訪した日の方が、歩行量は大きい傾向にあることを明らかにした。さらに、高齢者の中心市街地来訪時の滞在先は中心商業地区と富山駅周辺地区に集中していること、これらの地区内および地区間の徒歩移動が多く観測されていることを定量的に明らかにした。高齢者が中心市街地来訪時に、中心市街地内を広範囲にわたり歩行によって回遊していることが示唆される。

Key Words : Older Citizens, City Center, GPS, Visited Places, Pedestrian Behavior

1. 背景と目的

モータリゼーションの進行に伴い、我が国の地方都市においては中心市街地が衰退してきた。この問題を解決するために、2006年度以降、各都市では中心市街地活性化基本計画が策定され、中心市街地活性化に向けた取り組みがなされている。

一方で、我が国では高齢化が急速に進行しており、国土交通省より公表された「健康・医療・福祉のまちづくり推進ガイドライン」¹⁾では、高齢者の健康を増進するためにも、高齢者の活発な外出が促されるような都市の形成が目指されている。

中心市街地活性化において、高齢者の活発な外出に資する施策を展開するためにも、中心市街地における高齢者の回遊行動を詳しく把握する必要がある。

そこで、本研究は高齢者の中心市街地における詳細な行動について把握することを目的とする。具体的な方法として、富山市の高齢者を対象にスマートフォン端末・スマートウォッチ端末を配布し、1ヶ月間の位置情報データおよび歩数データを取得した。このデータを用いることにより、高齢者の中心市街地における詳細な行動を把握する。

2. 既往研究のレビューと本研究の特徴

データの取得方法に着目して、本研究と同様に端末機よりGPSデータを取得した研究についてレビューする。

Voss et al.²⁾はGPSおよび加速度計を用いて、バンクーバー中心部の高齢者を対象に公共交通利用と身体活動量の

関連性を分析し、公共交通を利用した移動が利用しなかった移動よりも活動量が多いことを示した。鎌田ら³⁾は1ヶ月間の位置情報・歩数のデータから、公共交通の運賃の割引と高齢者の歩数および外出先との関係を分析した。これらの研究は、高齢者を対象に外出先や移動に伴う身体活動を把握しているが、回遊行動までは把握していない。

他にも、携帯電話で取得したGPSデータより生活環境の変化を観測するシステムを開発した佐藤ら⁴⁾や、移動履歴から移動手段を推定する手法を開発した松島ら⁵⁾など、調査・分析手法の開発に関する研究や、熊本都心部の回遊行動を分析した佐藤ら⁶⁾、震災時の経路選択を分析した若生ら⁷⁾、外部空間が歩行者の行動に及ぼす影響を分析した大山ら⁸⁾など、本研究と同様にGPSによる位置情報を用いて様々な研究がなされている。しかし、前述したVoss et al.²⁾、鎌田ら³⁾を除いて、高齢者を対象に外出行動を分析した研究はみられず、限られている。

よって、本研究の特徴として多数の高齢者の回遊行動をGPSを用いて把握している点が挙げられる。

3. 本研究で用いるデータの収集および加工方法

(1) 対象とする都市

本研究は富山市を対象とする。富山市は、人口や日常生活に必要な施設を集積した地域生活拠点と、複合的な都市機能を集積した中心市街地、それらを結ぶ公共交通を活性化することで、公共交通を軸とした拠点集中型のコンパクトなまちづくりの実現を目指している⁹⁾。

中心市街地活性化事業の一環として、高齢者を対象に公共交通の運賃を割引く「おでかけ定期券事業」が実施されている。おでかけ定期券事業は、65歳以上の市民が9時から17時の間に市内各地から中心市街地へ、公共交通を1乗車あたり100円で利用できる制度である¹⁰⁾。利用者負担金は1,000円、期限は年度末までである。

本研究では図-1に示すように「富山市中心市街地活性化基本計画」¹¹⁾で定められたエリアを中心市街地とする。中心市街地には、富山駅周辺地区、グランドプラザや総曲輪通り商店街などの中心商業地区がある¹¹⁾。

(2) 調査の概要

2016年10月に、富山市に居住する高齢者1,268人に端末機を携帯することを依頼し、高齢者の行動を把握した。調査の実施方法は鎌田ら³⁾を参照されたい。取得したデータは以下に示すとおりである。

a) GPSログデータ

端末機より歩行中は10秒おき、歩行中でないときは5分おきに緯度経度を取得した。また、緯度経度に加え、

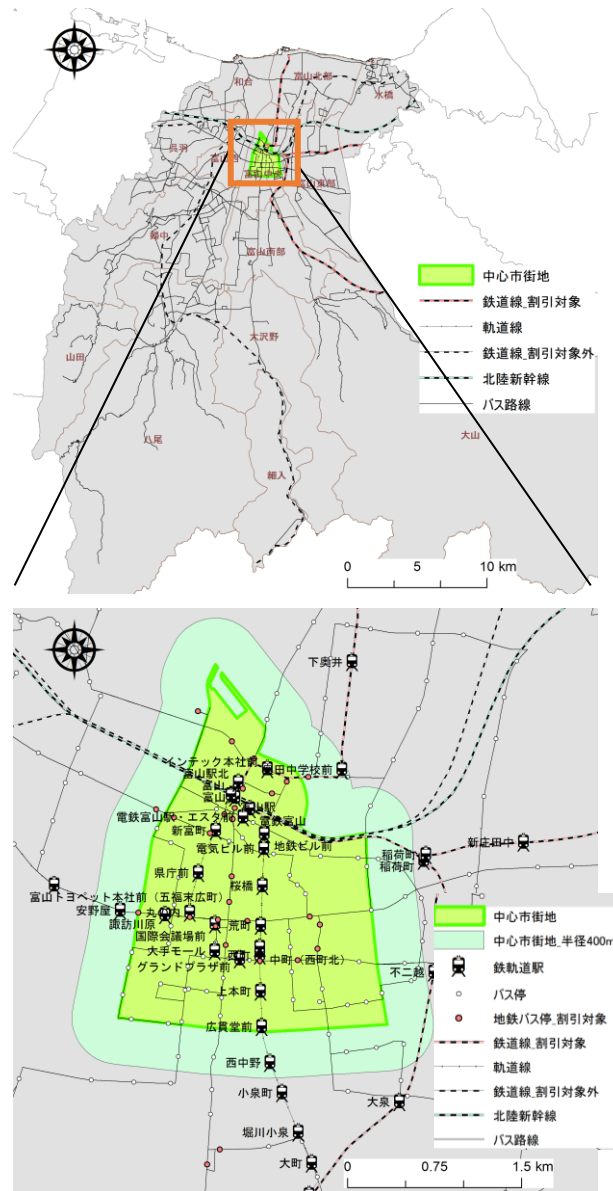


図-1 富山市の中心市街地の位置

それらの精度を示す平均誤差半径を取得した。平均誤差半径とは68%の信頼区間の半径の大きさである。

b) 歩数データ

1日の累積歩数を毎時00分00秒およびGPSログデータと同時点において取得した。

c) 対象者属性データ

年齢、性別、居住地、おでかけ定期券の所有の有無を取得した。

(3) 端末機で取得したデータの加工方法

本節では高齢者の行動を把握するために、SW端末より取得したデータを加工する方法を述べる。データを取得した時間帯における高齢者の行動について、最終的に判別する状態を図-2に示す。本研究においては、GPSログデータが観測された点を測位点、測位点間をユニット、

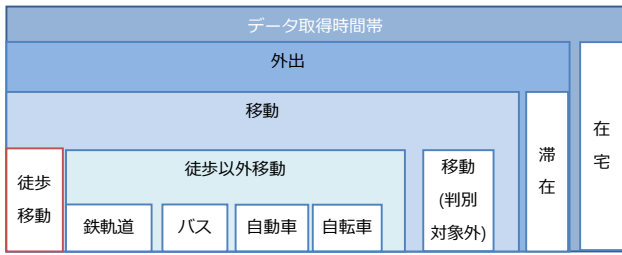


図-2 最終的に判別する状態

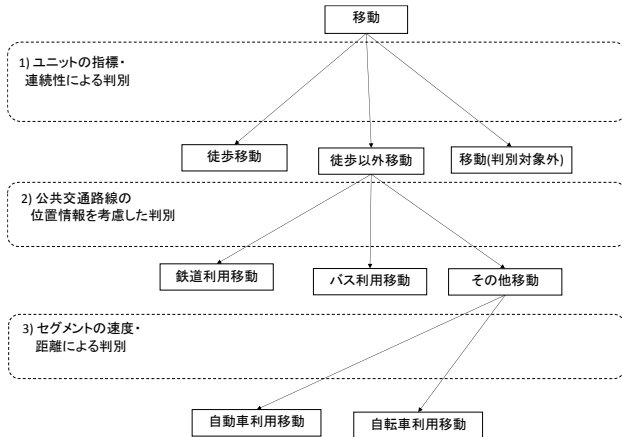


図-3 交通手段判別のフロー

連続した同一状態のユニットの集合をセグメントと称す。なお、平均誤差半径が50m 以内のGPSログデータのみを用いた。

a) 有効日および分析対象者の抽出

有効日をGPSログデータ数および歩数データ数を用いて抽出した。また、有効日が7日以上を対象者を分析対象者とした³⁾。なお、本研究においては一時間あたりの歩数が10,000歩を超える異常値のある日を有効日より除いた。また、6-21時の歩数が1,000歩以下であり、かつ歩数が連続して7時間以上カウントされていない日も、端末を携帯していないとして、有効日より除いた。

b) 在宅/移動/滞在の判別

まず、居住地の位置情報を用いて、各ユニットごとに在宅しているのか、外出しているのか判別した。さらに、外出のとき、各ユニットの速度および連続性によって、移動しているのか滞在しているのかを判別した³⁾。

c) 交通手段の判別

「移動」のとき、利用している交通手段を判別した。GPSログデータを用いて交通手段を判別した研究はいくつかみられるが、本調査のGPSログデータの取得間隔は、秒単位で取得されている既往の研究とは異なり徒歩以外のとき5分以上になるため、松中ら¹³⁾を参考に独自の方法で判別した。

交通手段判別の全体の流れを図-3に示す。まず、ユニットの指標およびその連続性を用いて、「移動」を「徒歩移動」「徒歩以外移動」に判別した。なお、20分以上

データ取得間隔が空いているとき、およびそのユニットに時間的に連続する「徒歩以外移動」のセグメントを「移動(判別対象外)」とした。次に、「徒歩以外移動」のとき公共交通路線の位置情報データ¹³⁾¹⁶⁾を用いることにより、「鉄道利用移動」「バス利用移動」「その他移動」に判別した。さらに、「その他移動」のときセグメントにおける総移動距離および平均速度を用いて「自動車利用移動」「自転車利用移動」に判別した。

4. 中心市街地への来訪頻度および滞在時間

本章では中心市街地来訪に関する基礎的な指標として、中心市街地への来訪頻度および滞在時間を把握する。なお、中心市街地より400m以上離れた地域に居住する高齢者を分析対象とした。

(1) 各指標の算出

中心市街地内に15分以上継続して測位点が観測されたとき、「中心市街地来訪」とした。

各分析対象者について、有効日1日あたりの「中心市街地来訪」が観測された回数および日数を1ヶ月(31日)あたりに換算することにより、中心市街地への来訪頻度を算出した。

「中心市街地来訪」が観測されてから、中心市街地より400m以上離れた地点で位置情報が計測されるまでの時間を中心市街地における滞在時間として算出した。さらに、中心市街地滞在中にGPSログデータの取得が終了せず、滞在時間が算出可能な中心市街地来訪が少なくとも1回ある分析対象者について、中心市街地来訪1回あたりの滞在時間を算出した。

これらは、中心市街地に来訪する時間および退出する時間を考慮し、全時間帯と、おでかけ定期券が利用できる9時以降に中心市街地に来訪し、17時まで中心市街地外に退出する場合の2通りで算出した。

算出した中心市街地来訪頻度および滞在時間をおでかけ定期券の所有の有無別に表-1に示す。

(2) 中心市街地への来訪頻度、滞在時間の分析

表-1に示すように、全時間帯の来訪についてみると、中心市街地外に居住する高齢者は平均的に1ヶ月に2~3日中心市街地に来訪し、1回あたり2時間弱滞在していることが分かる。全時間帯の中心市街地来訪頻度を、おでかけ定期券の所有の有無別に比較すると、定期券所有者(2.8回/月、2.6日/月)が非所有者(2.5回/月、2.3日/月)に対して、多い結果となった。また、1回あたりの滞在時間も定期券所有者のほうが2分長い。

次に、9~17時についてみると、来訪頻度は全時間帯

表-1 中心市街地への来訪頻度および滞在時間

	中心市街地来訪頻度			滞在時間	
	来訪回数	来訪日数	サンブル数	1回あたり滞在時間	サンブル数
全時間帯	おでかけ 有	2.8回/月 2.6日/月	407人	112分	183人
	定期券所有 無	2.5回/月 2.3日/月	278人	110分	96人
	全分析対象者	2.6回/月 2.5日/月	685人	111分	279人
9-17時	おでかけ 有	1.8回/月 1.7日/月	407人	100分	165人
	定期券所有 無	1.3回/月 1.3日/月	278人	79分	79人
	全分析対象者	1.6回/月 1.6日/月	685人	93分	244人

表-2 中心市街地来訪日・非来訪日別の歩数の比較

年齢層	定期券所有の有無	中心市街地来訪/非来訪	歩数 平均値	歩数 中央値	サンプル数
65歳-74歳	定期券所有者	来訪日	6,029 歩	5,344 歩	100 人
		非来訪日	4,902 歩	3,915 歩	187 人
	定期券非所有者	来訪日	6,495 歩	4,692 歩	79 人
		非来訪日	4,943 歩	3,996 歩	190 人
75歳-	定期券所有者	来訪日	5,947 歩	5,250 歩	109 人
		非来訪日	3,966 歩	3,172 歩	220 人
	定期券非所有者	来訪日	3,915 歩	3,217 歩	31 人
		非来訪日	3,309 歩	2,466 歩	87 人

のときと同様に、定期券所有者（1.8回/月、1.3日/月）の方が、非所有者（1.7回/月、1.3日/月）に対して大きい。また、滞在時間は全時間帯においては定期券所有者が2分長かったのに対し、9～17時の時間帯内における滞在であれば21分定期券所有者の方が長かった。

9～17時の中心市街地来訪において定期券所有者の滞在時間が長かった要因として、おでかけ定期券の割引有効時間内のため、公共交通を往復で利用している可能性が高く、また通勤以外の来訪が多いと考えられる昼間の来訪においては、利用する交通手段による違いが顕著にみられる可能性が考えられる。

5. 中心市街地への来訪日・非来訪日別の歩数の比較

本章は、中心市街地来訪日における高齢者の徒歩による移動量を把握するために、中心市街地より400m以上離れた地域に居住している高齢者を対象として、中心市街地への来訪日・非来訪日別に歩数を比較する。

まず、各分析対象者について、調査期間中における中心市街地来訪日・非来訪日別の平均歩数を算出した。そして、年齢層別および定期券の所有の有無別に、平均値および中央値を算出した。結果を表-2に示す。

中心市街地来訪日と非来訪日を比較すると、すべての年齢層および定期券の所有の有無による分類において、来訪日のほうが、平均値、中央値ともに大きい。

次に、定期券の所有の有無により来訪日および非来訪日の歩数を比較する。65～74歳では、平均値、中央値ともに定期券の所有の有無による1,000歩以上の差はみられない。一方、75歳以上では、中心市街地来訪日の平均値が2,032歩、中央値が2,033歩、定期券所有者の方が大きい。65歳～74歳では、定期券の所有の有無に関わらず中心市街地に来訪したときは多くの歩数を伴う行動をす

ること、75歳以上になると定期券の所有の有無により行動が大きく異なることが示唆される。

6. 中心市街地における回遊行動分析

GPSログデータを用いて、中心市街地より400m以上離れた地域に居住している高齢者を対象として、中心市街地の回遊状況の分析する。まず、滞在地点を把握する。次に、徒歩移動として判別された測位点を用いて、高齢者の中心市街地における回遊行動を把握する。

(1) 高齢者の滞在地点の把握

高齢者の多く滞在する地点を詳細に把握するために、50mメッシュ単位で移動/滞在の判別結果を用いて滞在数を算出した。

まず、屋内におけるGPSの受信状況や徒歩の有無によって、GPSログデータの取得状況が異なるため、測位点および測位点数そのものを用いるのではなく、時間的に連続する滞在状態に含まれる測位点の緯度経度の平均値をとった地点を滞在の代表点とした。次に、中心市街地より400m外に居住する全分析対象者について、50mメッシュごとに有効日1日あたりの滞在数を合計した。この際に、分析対象者によって有効日数が異なるため、それぞれのメッシュに含まれる滞在の代表点の有効日数の逆数を合計した。さらに、メッシュ内の滞在数を整数値で比較可能にするために400人・31日あたりに換算した。

中心市街地における調査対象高齢者の滞在地点を図-4に示す。中心市街地では、特に富山駅周辺及び富山駅北周辺の駅周辺地区、グランドプラザ前、総曲輪通り、西町の中心商業地区における滞在回数が多くなっている。

(2) 高齢者の回遊行動の把握

中心市街地より400m以上離れた地点に居住する高齢者の回遊行動を把握する。中心市街地来訪時に、徒歩移動と判別された測位点について、それぞれが含まれる50mメッシュで各分析対象者の有効日数の逆数を合計した。

調査期間中、中心市街地において徒歩移動が観測された243人、合計674日を集計した。結果を図-5に示す。

グランドプラザや総曲輪フェリオなどが位置する中心商業地区や、富山駅、マリエとやまなどが位置する富山駅周辺地区において徒歩移動の観測数が多い。

また、滞在数の多かった中心商業地区と富山駅周辺地区をつなぐ城址大通りや、市内電車沿線においても徒歩移動の観測数が多いことから、中心市街地内を広範囲に回遊していることが推察される。

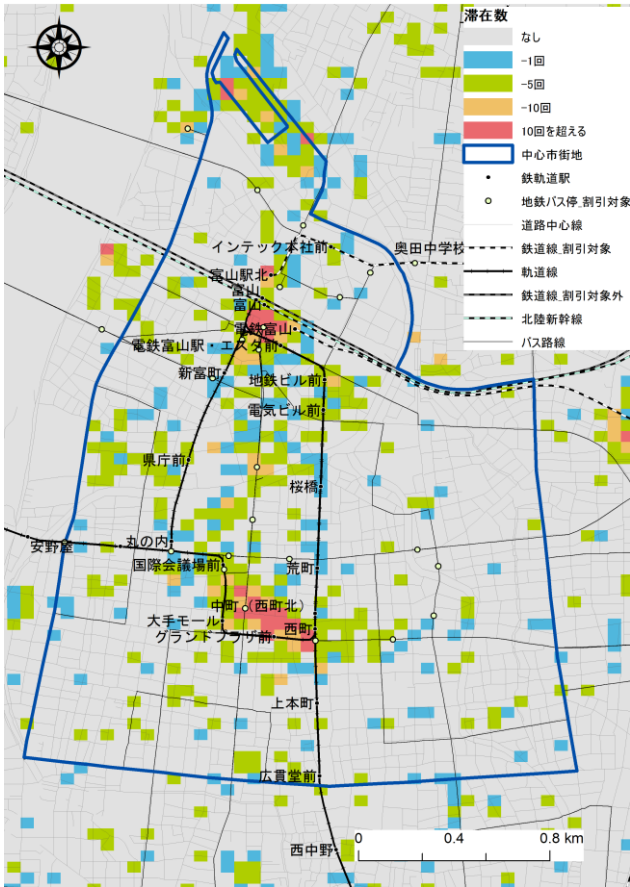


図4 全調査対象者の滞在数
(50mメッシュ,400人・31日あたり)

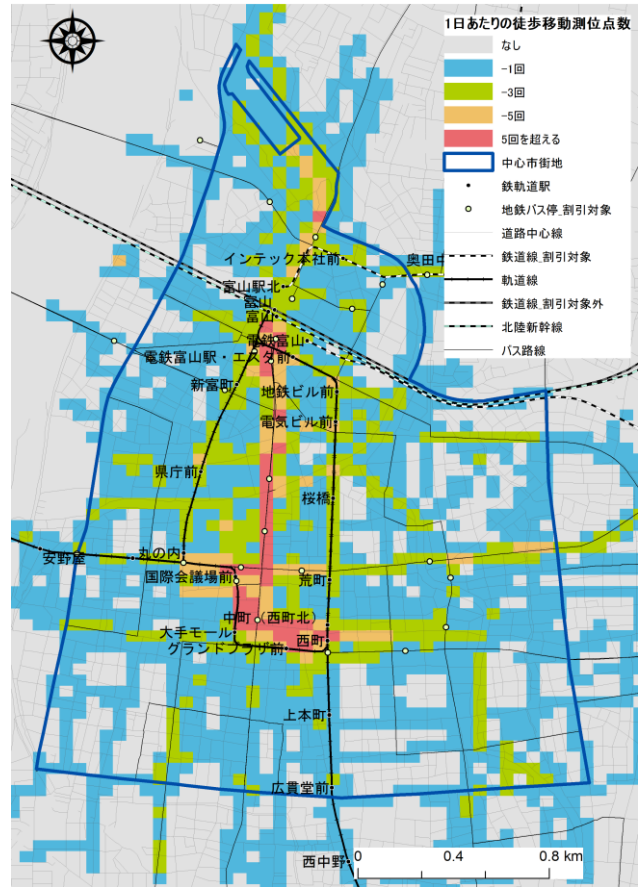


図5 中心市街地における1日あたりの徒歩移動測位点数
(50mメッシュ)

7. 結論

本研究は富山市の高齢者を対象に携帯端末を配布し、1ヶ月間の位置情報データおよび歩数データを取得した。このデータを用いることにより、高齢者の中心市街地における詳細な行動を把握した。

まず、中心市街地外に居住する高齢者は平均的に1ヶ月に2~3日中心市街地に来訪し、1回あたり2時間弱滞在していること、また中心市街地へ公共交通の割引を利用できるおでかけ定期券所有者は非所有者よりも多く中心市街地に来訪する傾向にあることを明らかにした。また、公共交通の運賃の割引が適用される9~17時時間帯内の滞在に限ると、定期券所有者の中心市街地内の平均滞在時間が、非所有者に対して21分長いことを示した。

次に、中心市街地に来訪した日としなかった日と比較すると、来訪した日の方が、歩行量は大きい傾向にあることを明らかにした。また75歳以上において、中心市街地への公共交通の運賃の割引が適用されるおでかけ定期券の所有者は非所有者と比べて、来訪日の歩行量がより大きいことを示した。

さらに、高齢者の中心市街地来訪時の滞在先は中心商業地区と富山駅周辺地区に集中していること、これらの

地区内および地区間の徒歩移動が多く観測されていることを定量的に明らかにした。

中心市街地来訪時には、中心市街地内を広範囲に歩行する回遊行動がなされていることが推察される。また、公共交通の運賃が割引されるおでかけ定期券の所有者は、非所有者と比べて中心市街地へより多く来訪し、さらに75歳以上においては、中心市街地への来訪時に非所有者に対してより活発な活動をしていることが示唆される。

謝辞：

参考文献

- 1) 国土交通省都市局：健康・医療・福祉のまちづくり推進ガイドライン（技術的助言）,2014.
- 2) Christine Voss, Joanie Sims-Gould, Maureen C. Ashe, Heather A. McKay, Caitlin Pugh, Meghan Winters：Public transit use and physical activity in community-dwelling older adults: Combining GPS and accelerometry to assess transportation-related physical activity, Journal of Transport & Health Vol.3(2) pp.191-199,2016.
- 3) 鎌田佑太郎, 松中亮治, 大庭哲治, 中川大：公共交通運賃割引施策と高齢者の歩数ならびに外出先との関連性分析, 都市計画論文集, Vol.52, No.3, pp.841-

- 848, 2017
- 4) 佐藤敬幸, 阿野茂浩, 山崎克之: 携帯電話の GPS データによる生活習慣観測システムの開発と評価, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.109 No.351 pp.39-44, 2009.
 - 5) 松島敏和, 橋本浩良, 高宮進: スマートフォンによるプローブパーソン調査の高度化に向けた移動手段判別手法の開発, 土木学会論文集 D3 Vol.71 No.5, pp.I_547-I_558, 2015.
 - 6) 佐藤貫大, 円山琢也: スマホ・アプリ型回遊調査データによる熊本都心部回遊行動圏の分析, 都市計画学会論文集 Vol.50 No.3, pp.345-351, 2015.
 - 7) 若生凌, 関本義秀, 金杉洋, 柴崎亮介: GPS データを用いた東日本大震災における人々の経路選択行動分析, 土木学会論文集 D3 Vol.70 No.5, pp.I_681-I_688, 2014.
 - 8) 大山雄己, 羽藤英二: ボロノイ分割ネットワークを用いた逐次移動-滞在選択モデル, 都市計画論文集, Vol.48 No.3, 2013.
 - 9) 富山市: 富山市都市マスタープラン, 2008.
 - 10) 富山市中心市街地活性化推進課: 平成 28 年度おでかけ定期券パンフレット, 2016.
 - 11) 富山市: 第 1 期富山市中心市街地活性化基本計画, 2006.
 - 12) 松中亮治, 大庭哲治, 中川大, 玉城幹介, 鈴木義康, 本田大貴: 公共交通の特性を考慮した GPS データからの利用交通手段判定手法の開発, 第 54 回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2016.
 - 13) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報ダウンロードサービス 鉄道時系列, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N05.html>, 2018 年 1 月 14 日最終閲覧
 - 14) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報ダウンロードサービス バスルート, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N07.html>, 2018 年 1 月 14 日最終閲覧
 - 15) 国土交通省国土政策局国土情報課: 国土数値情報ダウンロードサービス バス停留所, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P11.html>, 2018 年 1 月 14 日最終閲覧
 - 16) 富山市交通政策課: 富山市おでかけのりものマップ, 2016.
- (???? ???? 受付)

CITY CENTER EXCURSION ANALYSIS OF OLDER CITIZENS UTILIZING GPS DATA

Yutaro KAMADA, Ryoji MATSUNAKA, Tetsuharu OBA,
Masaaki GOTO, Fumiko TSUJIDO, Yoshiyasu SUZUKI and Dai NAKAGAWA