

中心市街地を読み解く ～スマート・プランニングの実践に向けて～

A Study of Smart Planning Method for Central Urban Area Using Probe Person Data

石井良治* 茂木 渉** 伊豆永洋一** 原田知可子* 佐藤弘子** 大門 創***
石神孝裕**** 鈴木多恵子*****

By Ryoji ISHII, Wataru MOGI, Yoichi IZUNAGA, Chikako HARADA, Hiroko SATO, Hajime DAIMON, Takahiro ISHIGAMI and Taeko SUZUKI

1 はじめに

人口減少や郊外の大型ショッピングセンターとの競合等による中心市街地の衰退が重要な問題と認識され、各都市で中心市街地活性化に向けた取り組みが進められて久しいが、今なお、道半ばである自治体も多い。中心市街地は、商業施設や娯楽施設だけでなく、公共施設、保育施設、病院、福祉施設、公園等の様々な種類の機能が集まっており、多様な人々を惹きつけるポテンシャルを持つ場所である。しかしながら、中心市街地内では、自動車を中心とした交通ネットワークが構築されており歩行者が歩きづらいついた問題や、施設が個別の思惑で開発されていて適切な配置になっていない等の問題により、来訪者が複数施設を巡り活動する機会を損なっている場合が多い¹⁾。そのため、中心市街地内を回遊しやすくするように動線をデザインし、それを実現する交通施策や施設配置を行うことが、中心市街地の本来の魅力を発揮するためには重要であり、ひいては来訪者や利用者の増加や中心市街地の維持につながると考えられる。

しかし、従来、中心市街地の施策を検討する際には、道路の整備状況と施設の立地状況から歩道の設置場所を決める等、インフラ状況のみから施策を検討することが多く、インフラ上でどのような人がどのような活動しているか(どこからどこに行く人が多いか、その時にはどの経路を使っているか等)を把握した上での検討は少ない。これまでは個人の移動経路を把握できるような行動データが無かったことが大きな要因として考えられるが、近年のICT技術の進展により、GPS等を活用して人の移動軌跡を把握する調査手法が確立されつつあり、このような個人毎の行動データを用いて回遊性向上のための施策を検討する環境が整いつつある(例えば、2)～5)。

さらに施策の検討においては、現在の回遊実態だけ

でなく、施策実施による影響も考慮しながら検討を行うことが望ましい。個人毎の行動データを活用すれば、歩行回遊のシミュレーションを構築することも可能であり⁶⁾、シミュレーションにより施策後の回遊行動を定量的に把握し、その影響を関係者間で共有しながら議論を深めていくことが、今後の施策の検討の姿として考えられる。

本稿では、前述に関連した2つの取り組みを紹介する。1つ目は、岡山市における先進的な取り組みであり、プローブパーソン調査と呼ばれる調査により属性毎の人の行動データを取得し、まちなかの回遊性向上施策を検討した事例である。本稿では、その調査内容と、回遊実態の分析内容及び回遊性向上のための社会実験の効果検証の分析内容を紹介することとする。2つ目は、国土交通省が推進するスマート・プランニングの取り組みである。スマート・プランニングとは、人の属性毎の行動データをもとに利用者の利便性や事業者の事業活動を同時に最適化する施設立地や回遊動線の構築を検討するための計画手法であり、手法を確立することで各自治体が効率的・効果的なまちづくりを進められるようにすることを狙いとしている。手法の一つとして歩行回遊シミュレーションを用いた施策評価手法が検討されており、本稿ではそのケーススタディを紹介することとする。

なお、本稿の内容は、岡山市都市整備局交通政策課から当研究所が受託した業務成果、並びに、国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室から当研究所が受託した業務成果をもとに作成したものである。

2 岡山市の中心市街地の現状と既存の取り組み

まず、岡山市における中心市街地の現状と回遊性を高めるための取り組みを紹介する。

*都市・地域計画研究室 研究員 **情報システム研究室 研究員 ***都市・地域計画研究室 研究員 博士(工学)
****都市・地域計画研究室 室長 博士(工学) *****都市・地域計画研究室 情報員

(1) 岡山市の中心市街地の現状

岡山市の中心市街地は、岡山駅や大型ショッピングモールが立地する岡山駅エリアと、表町商店街や百貨店等が立地する既存商店街エリアの二つの商業地を有している。両エリアは約1km離れているため、両エリアをつなぐ県庁通り等を活用することで、中心市街地の回遊性を高め、中心市街地全体の一体的な活性化を図ることが課題となっている。



図－1 岡山市の中心市街地⁷⁾より作成



出典) 当研究所職員が撮影 (平成27年10月11日)

図－2 西川緑道公園筋のオープンカフェの様子

(2) 回遊性向上社会実験の実施

このような状況を踏まえ、岡山市では、岡山駅エリアと既存商店街エリアの間の回遊性を向上させる取り組みを検討している。具体的には、両エリアをつなぐ主要な動線となる県庁通り及び西川緑道公園筋周辺において、自動車から歩行者優先の道路空間への転換による歩行者の回遊性向上を検討しており、平成27年には、交通規制やオープンカフェ等を行う「県庁通り・西川緑道公園筋回遊性向上社会実験」を実施した。

社会実験の概要を表－1に示す。県庁通りでは、1車線の交通規制を行って車道の両側に自転車レーン

を設置することで、歩行者が安心して歩ける空間を確保した。また、沿道民有地の協力を得て、イベント開催やスタンプラリー等のにぎわい演出を合わせて実施した。西川緑道公園筋では、交通規制により歩行者天国にするとともに、沿道店舗の協力を得てオープンカフェの実施を行った。

表－1 回遊性向上社会実験の概要⁷⁾より作成

実施日	平成27年10月10日(土)、11日(日)
実施場所	・県庁通り ・西川緑道公園筋西側市道
交通規制	<u>10月10日(土曜日)</u> ・県庁通り(市役所筋から農業会館前) 車道1車線規制(9時～18時) <u>10月11日(日曜日)</u> ・県庁通り(市役所筋から農業会館前)の車道1車線規制(9時から18時) ・西川緑道公園筋西側市道(県庁通りから桶屋橋)の車両通行止め(11時～17時)
実施内容	・西川緑道公園筋でのオープンカフェ実施 ・沿道事業者・市内学校協力によるステージや飲食ブース等のイベント開催 ・スタンプラリーの実施 ・西川緑道公園内での青空ヨガ教室 ・自転車マナーの啓発

3 中心市街地における人の行動データの取得

岡山市では、中心市街地における回遊行動の実態把握及び社会実験の影響評価を行うために、スマートフォンを用いたプローブパーソン調査を実施した。ここでは、その実施内容を示す。

(1) 岡山市プローブパーソン調査の概要

プローブパーソン調査の実施概要を表－2に示す。岡山市プローブパーソン調査では、調査参加者がスマートフォンに調査用アプリをインストールし、調査期間中にアプリを起動することで、GPS測位によって位置情報が毎秒取得される。継続的な位置情報のデータにより、人の移動軌跡や滞在等の中心市街地における行動を把握することが可能となる。また、性別や年齢によって活動や行先は異なることが想定されることから、属性別に行動を捉えることが重要であり、それらの情報は参加登録時のアンケート調査により取得をした。

表-2 岡山市プローブパーソン調査の概要⁷⁾より作成

調査方法	①一般市民の中から調査モニターを募集 ②PC もしくはスマートフォンにより WEB 経由で参加登録を行い、アプリを起動するための ID とパスワードを取得 ③調査モニターは、自分のスマートフォンに調査用アプリをインストール ④調査期間中にアプリを操作することで移動の軌跡等の情報を収集
対象者	参加登録時点で 16 歳以上の一般市民
調査日	10 月 10 日（土）～10 月 25 日（日） ※土日のみ調査を実施（計 6 日） ※10 月 10 日及び 11 日には回遊性向上社会実験を実施
調査項目	調査用アプリで取得 ・移動の起終点位置 ・出発到着時刻（1 分単位） ・移動経路（1 秒間隔） ・移動目的（出勤・登校、帰宅、帰社・帰校、業務、送迎、買い物、食事、娯楽、散歩・回遊、その他） ・交通手段（自動車（運転・同乗）、電車、地下鉄、バス、バイク・原付、タクシー、自転車、徒歩、その他） 参加登録時のアンケートで取得 ・性別、年齢、居住地等

本調査は、平成27年の10月～11月の2ヵ月間で延べ2,000人日のデータ取得を目標として調査を開始したところ、早期に目標を達成したため、10月10日～10月25日の間の土日6日間の調査をもって終了した。調査参加者に1日参加するごとに500円、最大4日間で2,000円の謝礼を支給した。

なお、調査日には回遊性向上社会実験の実施日が含まれており、通常時と社会実験時の回遊行動の違いを把握することが可能なデータとなっている。

(2) 調査対象者の募集方法

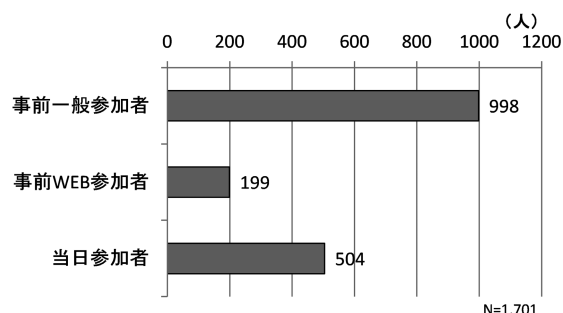
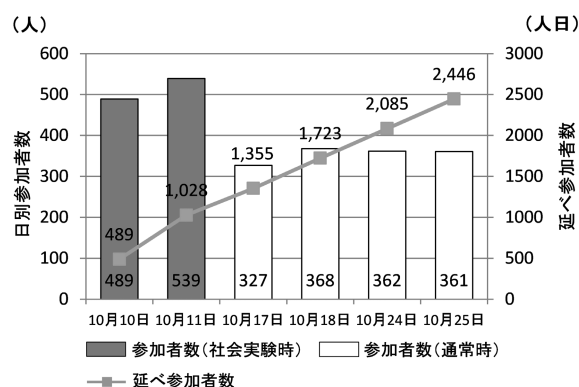
本調査では延べ2,000人日の調査参加者を確保するために、複数種類の募集方法を組み合わせて調査を実施した。大きく分けて、事前にポータルサイトから登録してもらう方法と、当日現地で勧誘し登録してもらう方法の2種類で募集した。さらに、事前登録に関しては、民間のWEBモニターサービスを通じて募集する方法と、チラシやホームページ等の広告媒体を使用して募集する方法を用いた。

表-3 調査参加者の種類⁷⁾より作成

種類		募集方法
事前登録参加	事前一般参加者	チラシや HP、SNS 等の広告媒体を通じて募集
	事前 WEB 参加者	民間の web モニターサービスを通じて、参加者を募集
当日登録参加	当日参加者	当日の中心市街地来街者に声掛けし参加を依頼

(3) 調査への参加状況

各募集方法による登録者数は図-3に示すとおりである。本調査では、特に事前一般参加者の人数が多い結果となった。これは、チラシや街頭モニター、ホームページ、SNS等の各種媒体を通じて積極的に調査のPRを行ったことに加え、大学や商工会議所、地元企業、地元団体等に声かけをした効果と考えられる。プローブパーソン調査は少数のモニター調査であるため、このような募集による調査実施が参加者獲得のために有効であると言える。また、各調査日の調査参加者数は図-4のとおりであり、6日間の調査を通じて、延べ2,446人の参加があった。

図-3 募集方法別の参加登録者数⁷⁾より作成図-4 プローブパーソン調査の参加者数⁷⁾より作成

4 プローブパーソン調査データの分析

取得したプローブパーソン調査データを用いて、中心市街地による回遊行動の把握及び社会実験の影響評価を実施した結果を示す。

(1) 取得されたデータの特性

調査で取得された中心市街地内における移動は、全部で2,449トリップであった。ここでトリップとは、「目的をもった出発地から目的地までの移動」を指す。図-5は性年齢別のトリップ数の内訳を示している。スマートフォンを使用した調査の特性上、若年層の女性が多く、高齢者は少ない結果となっている。一般的な紙の調査等では高齢者の回答が多くなる傾向があるのと比較して、データの取得のされ方に特徴があることが確認された。

(2) 立ち寄りや滞在の傾向の分析

プローブパーソン調査は、中心市街地における個人の一連の動きを把握しているため、何か所に立ち寄ったのか、何時間滞在したのか等、従来の歩行調査等では把握が難しい指標が算出可能である。

中心市街地に来訪した人の立ち寄り回数を分析した結果が図-6である。2か所以上を立ち寄る人が社会実験時は3ポイント増加しており、社会実験により立ち寄り箇所数が増えたことが確認された。また、中心市街地内の平均滞在時間は、社会実験により約23分増加していることが確認された(図-7)。さらに、増加した23分のうち、約8分は徒歩での移動時間の増加であり、社会実験により歩行回遊が促進されたことが確認された。

また、施設等での滞留時間も10分程度増加していることが確認された。滞留時間が伸びた場所は、岡山駅周辺やイベント等が実施されていた西川緑道公園周辺や県庁通り沿い等であり、社会実験の効果がこれらの場所に波及していると考えられる(図-8)。

(3) 徒歩による回遊状況の分析

中心市街地における徒歩での回遊状況を図化し、歩行者がよく利用する道路を分析した。回遊状況の図化にあたっては、20mメッシュ単位で「回遊の密度を表す指標」を以下の式により作成し図化した(図-9、10)。

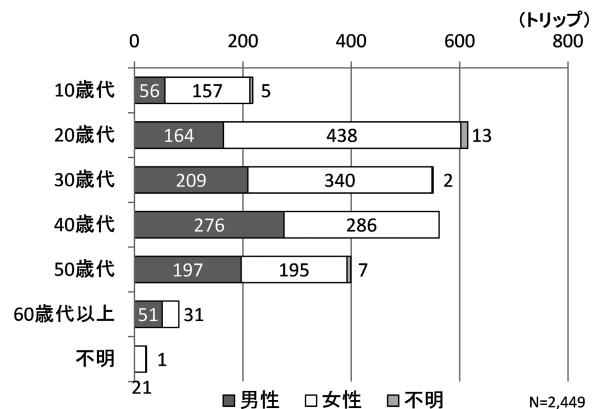


図-5 中心市街地内の性年齢別のトリップ数⁷⁾より作成

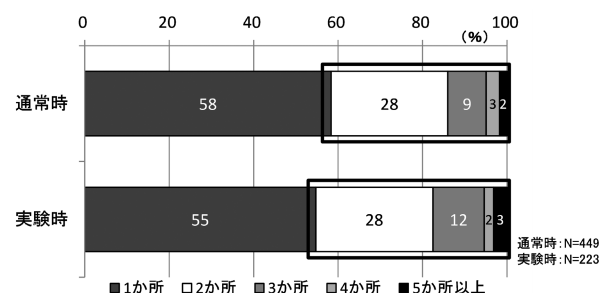


図-6 立ち寄り箇所数別の来訪者割合の変化⁸⁾より作成

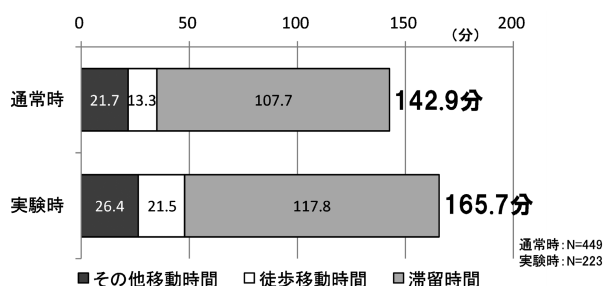


図-7 平均滞在時間の内訳の変化⁸⁾より作成

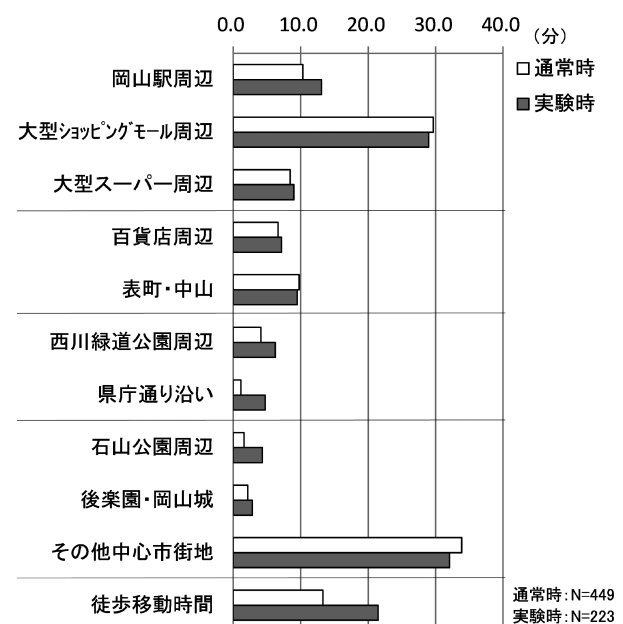
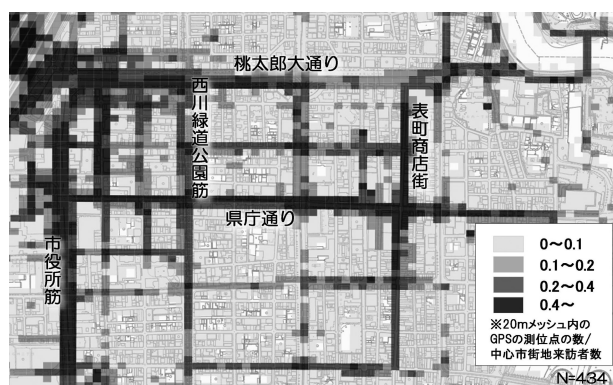


図-8 滞留時間の分布の変化⁸⁾より作成

回遊の密度を表す指標

$$= \frac{20\text{mメッシュ内のGPSの測位点の数}}{\text{中心市街地来訪者数}}$$

通常時の徒歩の移動は、県庁通り以北の中心市街地の北側で多いことが確認された。特に、岡山駅周辺、市役所筋、県庁通り、表町商店街周辺での移動が多いことが確認された。社会実験時には、全体として徒歩の回遊が増えており、西川緑道公園筋、県庁通りでの増加が特に顕著である。



図－9 徒歩回遊状況（通常時）⁸⁾より作成



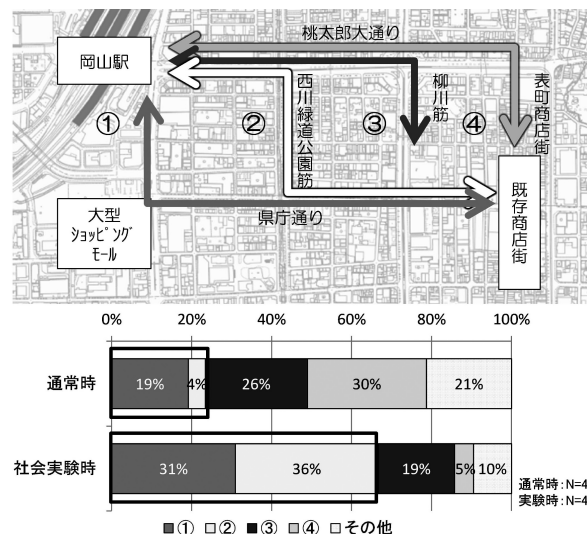
図－10 徒歩回遊状況（社会実験時）⁸⁾より作成

(4) 徒歩の利用経路の分析

社会実験の実施による岡山駅から既存商店街エリアに至るルートの変化を分析する（図－11）。通常時には、桃太郎大通りを通り、柳川筋や表町商店街から既存商店街へ至るルート（③及び④のルート）の割合が高いが、社会実験時には、西川緑道公園を通過し県庁通りを通るルート（②のルート）の割合が大きく増加することが確認された。また、大型ショッピングモール付近から県庁通りを通るルート（①のルート）の割合も増加している。

徒歩の回遊状況の分析結果も踏まえると、通常時は

大通りや細街路等に分散していた徒歩回遊が、社会実験を行うことで西川緑道公園筋や県庁通りに集まり、歩行軸が形成されたことがわかる。



図－11 代表的な経路の選択割合の変化⁸⁾より作成

5 歩行回遊シミュレーションによる施策検討

取得したプローブパーソン調査データを用いて歩行回遊シミュレーションモデルを構築し、施策の効果検証を試行的に実施した。ここでは、その内容を示す。

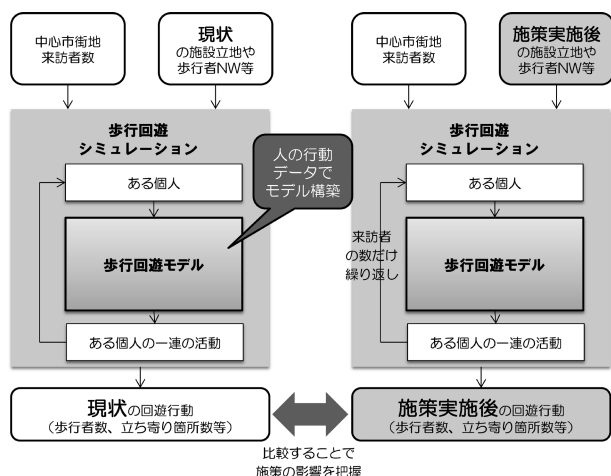
(1) 歩行回遊シミュレーションの概要

プローブパーソン調査等で把握された人の行動データを用いることで、人の歩行回遊行動をモデル化（行動の決定メカニズムをルール化）することが可能となる。さらに、中心市街地への来訪者数を設定した上で、各個人について歩行回遊モデルを適用し、中心市街地内の行動をシミュレーションすることで、中心市街地内の回遊実態（歩行者数や立ち寄り箇所数等）を推計することができる。

また、歩行回遊モデルを構築する際に、中心市街地内の施設立地や沿道の魅力によって、行先や利用経路が変化するようにモデル化をしておくことで、商業施設の立地や歩道の整備等の施策実施後の回遊行動の変化を推計することも可能となる。そのため、歩行回遊シミュレーションは施策検討の有効なツールとなることが考えられる。

(2) 歩行回遊モデルの構築

歩行回遊モデルの構築に際しては、中心市街地における人の回遊行動が、回遊継続選択、目的ゾーン選択、目的施設選択、経路選択の4つの段階から構成されると仮定した。これは、中心市街地に来訪した人は、中心市街地の回遊を続けるかどうかの「回遊継続選択」を行い、回遊を継続する場合には概ねどの場所に向かうのかを選択する「目的ゾーン選択」を行い、次に目的ゾーンの中で具体的にどの施設に向かうかを選択する「目的施設選択」を行い、最後に目的地までのようなルートで向かうのかを選択する「経路選択」を行う、という順番で行動を決定していくことを想定している。目的地に到着し用事を済ませた後には、再び「回遊継続選択」を行い、帰宅が選択されるまでこれらの行動を繰り返すことで、ある個人の中心市街地での一連の回遊行動を表現する（図－12）。



図－12 歩行回遊シミュレーションの概要⁹⁾より作成

各選択における意思決定メカニズムに関しては、離散選択モデルにより記述した。具体的には、プロポーパードン調査で把握された個人単位の人々の行動データに加えて、中心市街地の施設のデータや歩行者ネットワークのデータも活用することで、どういった条件下でどのような行動を行いやすいか（施設の多いゾーンを選択しやすい、歩道が広い経路を選択しやすい等）といった関係性を推定した。このような施設の多さや歩道の広さ等の意思決定の要因を説明変数と呼ぶ。各選択における具体的な説明変数に関しては後述する。

なお、本検討で構築した歩行回遊モデルでは、回遊継続選択と目的ゾーン選択を同時決定するモデルとした。これは、中心市街地内の施設数の増加等により各

ゾーンの魅力が高まることで、回遊継続しやすくなり立ち寄り箇所数が増える等の行動を表現できるようにするためである。また、目的施設選択に関しては、簡単のため、人の行動データから把握された各ゾーン内の施設利用割合の実績値を用いた。

(3) 歩行回遊モデルの構築

a) 回遊継続選択モデルと目的地ゾーン選択モデル

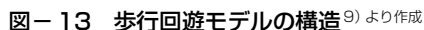
回遊継続選択モデルでは、回遊継続か帰宅かを選択肢とし、その説明変数は、回遊継続回数、総移動距離、中心市街地への自動車による来訪ダミーとした。一方で、目的地ゾーン選択モデルの説明変数は、店舗数、繁華街ダミー、大規模施設ダミー、移動コスト、ゾーン面積とした。ゾーン面積を考慮しているのは、同じ魅力度のゾーンであっても、面積が大きい方が、面積が小さいゾーンよりも多くの人が集まることを表現するためである。

モデルのパラメータを推定した結果が表－4である。回遊継続選択モデルに関しては、回遊継続を続けて移動距離が多くなるほど帰宅を選択しやすくなることがパラメータの符号から確認された。また、自動車による滞在は駐車時間等の制約があり、早く帰宅を選択しやすくなる傾向にあることがわかる。目的ゾーン選択モデルに関しては、店舗数や大規模施設ダミーが目的地ゾーンの魅力度を表しており、魅力度が高いゾーンほど目的地として選ばれやすいことがわかる。

繁華街に関しては、開業時間が遅い店舗が多いため、昼間の回遊にはマイナスの影響を与えている。また、移動コストは目的地までの距離抵抗を考慮しており、距離が長い場合には選択されにくくなっていることが確認された。

b) 経路選択モデル

経路選択モデルでは、出発施設から目的施設までの複数経路を選択肢とし、説明変数は経路長、右左折回数、歩きやすい歩道の比率、沿道の店舗の状況、商店街の比率とした。モデルの推定結果は表－5のとおりであり、経路長と右左折回数は大きくなる程その経路が選択されにくくなり、歩きやすい歩道、沿道店舗、商店街が多い経路は選択されやすくなっていることが確認された。



	説明変数	パラメータ	t 値
回遊 継続 選択 モデル	回遊継続回数(回)	-0.5840	-5.63
	交通手段(自動車)	-0.4663	-2.51
	総移動距離(m)	-0.0001	-1.03
	ログサム	0.6839	4.05
目的 ゾーン 選択 モデル	店舗数(件)／ ゾーン面積(m ²)	0.5565	6.43
	繁華街ダミー	-1.1820	-3.83
	大規模施設ダミーA	2.9335	10.90
	大規模施設ダミーB	0.5428	2.33
	大規模施設ダミーC	0.7245	3.46
	大規模施設ダミーD	0.4653	1.67
	移動コスト(m)	-1.4972	-16.71
	ゾーン面積(m ²)	1.0000	—
初期対数尤度			-1486
最終対数尤度			-1125
対数尤度比			0.2431
サンプル数			563

説明変数	パラメータ	t 値
経路長 (m)	-0.0038	-5.24
右左折回数 (回)	-0.1134	-2.88
歩きやすい歩道の比率 (%)	0.5567	1.71
沿道の店舗の状況	0.4425	1.88
商店街の比率 (%)	1.8692	3.50
初期対数尤度		-464
最終対数尤度		-429
対数尤度比		0.077
サンプル数		421

中心市街地内の来訪者数を母数として、推定した歩行回遊モデルを個人毎に逐次的に適用することでシミュレーションを実施した。施策の効果検証のケーススタディとして、西川緑道公園においてオープンカフェを実施することによる歩行回遊への影響を分析した。シミュレーション上では、オープンカフェの実施場所を商店街とみなして、歩行回遊の推計を行った。なお、来訪者数のデータの作成においては、岡山市で実施された休日のパーソントリップ調査の結果を活用した。

オープンカフェ実施により西川緑道公園筋の賑わいが増え、さらに桃太郎大通り等の別の道路から県庁通りへ歩行経路が変化し、県庁通りが東西の歩行軸としての役割を担う可能性があることがわかる。4章で分析した社会実験の効果検証でも、同様の傾向が表れており、施策検討においてシミュレーションを活用できる可能性があることが確認された。

6 おわりに

本稿では、中心市街地の回遊性を高める取り組みの先進的な検討事例として、岡山市におけるプローブパーソン調査の実施内容とその分析内容を紹介した。人の行動データを用いることで、単純な歩行者数だけでなく、滞在時間や人の経路の変化等、より個人に着目した効果の把握が可能であることが示された。また、人の行動データを用いた回遊行動シミュレーションを構築し、施策のシミュレーションを実施した。人の行動の変化を推計することができるため、歩行回遊シミュレーションは中心市街地の施策評価に有効なツールとなる可能性が示された。

属性毎の人の行動データを用いることで、個人がどのように動いているのか、施策によって各個人の活動がどのように変わるのかを把握することが可能となるため、このようなデータを取得し施策評価に活用する意義は大きい。岡山市ではプローブパーソン調査の実施により人の行動データを取得したが、今後は携帯電話の位置情報やWi-Fiアクセスポイントが取得している情報¹⁰⁾等のビッグデータと呼ばれるデータの活用も考えられ、人の行動データを利用しやすい環境がより一層整ってることが期待されている。

その際には、人の行動データを用いて検討を進めるスマート・プランニングの確立が非常に重要となる。本稿で紹介した歩行回遊シミュレーションは、オープンカフェの評価を歩行者数の指標で行っているが、施設配置等の多様な施策の検討や、来訪者数や滞在時間等の多様な指標で評価を行えるようにすることが望ましく、技術的な検討は引き続き進めていくべきである。また、各自治体がスマート・プランニングを実践しやすくなるように、手法の周知・普及の取り組みも重要となる。

人の行動データと新たな計画手法の普及により、子育て世代や高齢者をはじめとした多様な人々が活動しやすい中心市街地づくりが全国で行われることを期待したい。

参考文献

- 1) ヤン・ゲール, 北原理雄(訳): 建物のあいだのアクティビティ, 鹿島出版会, 2011.
- 2) 木下瑞夫, 牧村和彦, 山田晴利, 浅野光行: 歩行回遊行動からみた地方都市における都心歩行者空間評価に関する一考察, 都市計画, Vol.232, pp.86-95, 2001.
- 3) 北村清州ほか: プローブパーソン調査による交通行動データ収集・活用の高度化, IBS Annual Report 2005, pp.29-35, 2005.
- 4) 今井龍一・深田雅之・重高浩一・矢部努・牧村和彦・足立龍太郎: 多様な動線データの組合せ分析による都市交通計画への適用可能性に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.48, 2013.
- 5) 矢部努ほか: 生活行動調査の自動化に関する基礎的研究～プローブパーソンデータによる起終点と手段の自動判別手法の構築に向けて～, IBS Annual Report 2015, pp.39-46, 2015.
- 6) 伊藤創太, 福山祥代, 三谷卓摩, 羽藤英二: 都心回遊モデルを用いた都市空間改変効果の分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.45, 2012.
- 7) 岡山市プローブパーソン調査業務委託報告書, 平成28年3月
- 8) 岡山市プローブパーソン調査結果分析業務委託報告書, 平成29年3月
- 9) 都市交通調査の高度化に向けた実践的検証調査報告書, 平成29年3月
- 10) 後藤祥孝, 羽藤英二: Wi-Fi位置情報データを用いた3次元ネットワークにおける移動経路の推計, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 2016.