

プローブパーソン調査データを用いた 回遊性向上施策の評価手法の検討

岩館 慶多¹・菊池 雅彦¹・井上 直²・是友 修二³・
石井 良治⁴・茂木 渉⁵・石神 孝裕⁴

¹正会員 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室（〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3）
E-mail: iwadate-k22aa@mlit.go.jp, kikuchi-m28x@mlit.go.jp

²正会員 国土交通省総合政策局公共事業企画調整課環境・リサイクル企画室
（〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-3）
前 国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室
E-mail: inoue-t263@mlit.go.jp

³非会員 岡山市都市整備局交通政策課公共交通係（〒700-8544 岡山県岡山市北区大供1-1-1）
E-mail: shuuj_i_koretomo@city.okayama.jp

⁴正会員 一般財団法人計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9）
E-mail: rishii@ibs.or.jp, tishigami@ibs.or.jp

⁵非会員 一般財団法人計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9）
E-mail: wmogi@ibs.or.jp

従来、公共施設等の立地を検討する場合、人口分布や施設の立地状況等から概ねの位置を計画されており、地区内における人の動きを踏まえて、どこが最適かという観点からの計画手法は十分ではなかった。一方、近年、携帯電話のGPSやWi-Fi等を活用することにより、地区内における個人単位の行動データを把握することが可能となってきた。そこで、国土交通省都市局では、個人単位の行動データをもとに、人の動きをシミュレーションし、施策実施の効果を予測した上で、施設配置や空間形成、交通施策を検討する計画手法（スマート・プランニング）の開発を進めている。従来のパーソントリップ調査ではゾーン間の広域の移動を、スマート・プランニングではゾーン内の地区の移動を表現するという位置付けである。

本稿では、個人単位の行動データに基づく新たな計画手法であるスマート・プランニングの全体像を整理するとともに、回遊行動シミュレーションモデルを構築した。また、岡山市で実施されたプローブパーソン調査データを用いてケーススタディを実施し、スマート・プランニングの適用可能性を考察した。

Key Words : probe person survey, pedestrian behavior, micro simulation, revitalization city center

1. はじめに

従来、教育文化施設（公民館、図書館等）や、医療福祉施設等の立地を検討する場合、人口分布や施設の立地状況等から概ねの位置を計画し、当該地区内については公有地や遊休地等の状況により検討されているのが実態であり、地区内のどこが最適かという観点からの計画手法は十分ではなかった。交通実態調査においても、パーソントリップ調査等に見られるように広域的な交通を対象として実施され、地区内の交通については、歩行量調査やアンケート結果等により計画されることが多い。

一方、近年、情報化が進み、例えば携帯電話の位置情報等を活用することにより、地区内における個人単位の行動データを把握することが可能となってきた^{1),2)}。こ

のような、個人単位の行動データを分析する手法としては回遊行動シミュレーションがあり、日本においても既往研究^{3),4),5)}が蓄積されているものの、行政分野における導入はほとんどされていない。

そこで、国土交通省都市局では、個人単位の行動データをもとに、人の動きをシミュレーションし、施策実施の効果を予測した上で、施設配置や空間形成、交通施策を検討する計画手法（スマート・プランニング）の開発を進めている^{6),7)}。

本稿では、個人単位の行動データに基づく新たな計画手法であるスマート・プランニングの全体像を整理するとともに、個人単位の行動データを用いて、回遊行動シミュレーションモデルを構築する。その際、スマート・プランニングの自治体等での活用を想定して、比較的、

容易に構築可能であり、かつ適切に施策評価ができるものを目指す。

また、ケーススタディとして、岡山市で取得されたプローブパーソン調査（以下、PP 調査という）のデータを用いて、回遊行動シミュレーションモデルを構築し、回遊性向上施策の評価を試行することで、スマート・プランニングの適用可能性を検討する。

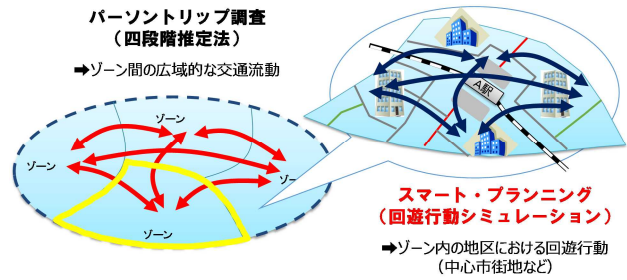


図-1 スマート・プランニングの位置付け

2. スマート・プランニングとは

(1) スマート・プランニングの位置付け

都市交通の検討においては、従来からパーソントリップ調査により、どのような人が、いつ、何の目的で、どこからどこへ、どのような交通手段で移動したかという個人単位の行動データが取得されてきた。パーソントリップ調査は、対象都市圏における、ゾーン間の OD 交通量等の広域的な交通流動を把握することを目的とした調査であり、主として道路や鉄道の需給バランスを把握し、対策を検討するために活用されてきた。一方、スマート・プランニングの対象は、パーソントリップ調査でいうところの概ね 1 ゾーンに含まれる規模のエリアである。すなわち、パーソントリップ調査はゾーン間の広域の移動を、スマート・プランニングはゾーン内の地区の移動を表現する手法という位置付けである（図-1）。

図-2 に、スマート・プランニングにおける回遊行動シミュレーションモデルと従来のパーソントリップ調査における四段階推定法との関係性を示す。四段階推定法で算出されたゾーンの集中交通量は中心市街地への来訪者数として捉えることができ、その来訪者の中心市街地内における行動は回遊行動シミュレーションで表現されることになる。

(2) スマート・プランニングの検討手順

スマート・プランニングでは、以下の手順で検討を進める。

①人の行動データの取得方法の選定

個人単位の行動データはGPSやWi-Fiなどで取得することができる。また、機器を設置、配布するなどして独自に調査して取得する方法と、データ保有主体からデータを購入して使う方法が考えられる。各データの特徴や入手のしやすさ等を考慮して、最も適したデータ取得方法を検討する。

②行動データの取得と基礎分析

取得した個人単位の行動データを用いて、対象地域の現況について基礎分析を行う。分析にあたっては、属性に着目した上で、中心市街地における活動や回遊の実態を把握する。

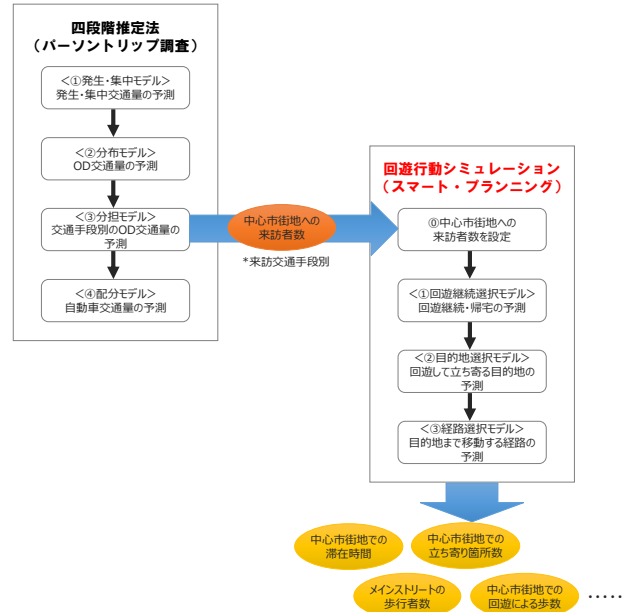


図-2 四段階推定法とスマート・プランニングの分析フロー

③回遊行動シミュレーションにもとづく施策等の検討

個人単位の行動データと土地利用データ、交通ネットワークデータ等を用いて、人の回遊行動を表現する回遊行動シミュレーションモデルを構築する。次に、中心市街地への来訪者を設定して回遊行動シミュレーションモデルを実行し、中心市街地内での回遊を表現する。最後に、施策や取り組みを実施した場合の効果や影響を分析する。

(3) 検討の対象となる施策や取り組み

a) 施設配置・空間形成

①施設配置

高齢者であれば福祉施設、子育て世代であれば保育施設といったように、人々の属性によって中心市街地に訪れる目的は異なる。中心市街地において、商業施設、福祉施設、保育施設、図書館をはじめとする公共施設等を適切に配置することで、人々の生活の利便性を高めつつ、中心市街地における回遊を促しにぎわいや活力の創出等が期待される。また、施設が適切な間隔で配置されることで沿道の魅力が向上し、歩行の意欲を高めることにもつながるものと考えられる。

②公共空間の利活用

中心市街地においては、プレイスメイキングと呼ばれる民間主体のまちづくり活動を公共空間で展開する、公共空間の利活用が進みつつある。広場等を活用したイベント、オープンカフェ、レクリエーション活動、スポーツ等による場づくりは、中心市街地における人の行動に影響を及ぼすと考えられ、民間の利活用を促進することで新たな回遊が創出されるような公共空間の利活用が促進されることが期待される。

③街並みの形成

道路の沿道店舗の設えを整えて街並みを改善することで、回遊経路や回遊範囲の変化が期待される。目的地にはならないとしても、街並みが整った空間の方が魅力的であれば、街並みが良い道路を歩きたくなると考えられる。

b) 交通施策

①歩行動線の形成

中心市街地における人々の回遊を促すためには、歩きやすく、歩きたくなる歩行動線を形成することが有効である。歩道のバリアフリー化によって段差や障害を無くし、歩行者が多い場所では幅の広い歩道を設け、幹線道路や鉄道などで地域が分断されている場合には歩車分離信号の導入、歩行者デッキや地下歩道の設置、適度に休憩できる休憩施設（ベンチやトイレ）の配置等が考えられる。歩きやすい空間の形成は、歩行経路の変更を促すだけでなく、より遠くの目的地まで歩行するようになるといった効果も期待される。また、歩行動線の形成によってにぎわいのある通りが形成されれば沿道の商業の活性化も期待される。

②バス停や駐車場等の配置

中心市街地には、様々な地区から人々が様々な交通手段で訪れる。バスによる来街者にとってはバス停、自動車による来街者にとっては駐車場、自転車による来街者にとっては駐輪場等の位置は、それぞれ中心市街地での回遊の起点及び終点となることから、回遊を検討する上では重要である。

③回遊を促進する交通サービスの導入

中心市街地の範囲が狭ければ歩行による回遊を中心に検討すればよいが、中心市街地の範囲が広い場合や複数

箇所分布している場合には、回遊を支援する交通サービスを導入することで、さらなる回遊を促すことが期待される。具体的な交通サービスとしては、路面電車、LRT、コミュニティサイクルなどが考えられる。

(4) 施策や取り組みの評価の視点

中心市街地で回遊性を高めることのねらいには、利用者の利便性の向上と民間事業者の事業活動の効率化の2つの側面がある。目指すべきは、中心市街地の回遊性や魅力が向上することで、来訪者が増加するとともに、中心市街地の滞在時間が増え、その上で中心市街地全体にその恩恵が広まるという状況である。このため、施策や取り組みの評価にあたっては、中心市街地内における一人一人の行動だけでなく、中心市街地全体としての効果もあわせて計測することが重要である。表-1に、評価の視点と評価指標の例を示す。

(5) 本研究の位置付け

本研究では、「(2)スマート・プランニングの検討手順」で示した回遊行動シミュレーションにもとづく施策等の検討手法の確立を目指した検討を行うものである。スマート・プランニングは自治体等での活用を想定しているため、比較的容易に構築可能であり、かつ適切に施策評価ができる回遊行動シミュレーション構築を目指す。

具体的には、岡山市で取得されたPP調査のデータを用いて、回遊行動シミュレーションモデルを構築し、回遊性向上施策の評価を試行することで、スマート・プランニングにおける適用可能性を検討する。

3. 岡山市プローブパーソン調査データの概要

本研究の回遊行動モデルの構築では、岡山市において平成27年に実施されたPP調査の結果を活用する⁸⁾。調査対象エリアを図-3、調査概要を表-2に示す。

表-1 評価の視点と評価指標の例

評価の視点	評価指標	単位
賑わい	来訪者数	人
	滞在時間	分
	立ち寄り箇所数	箇所
移動の利便性	移動時間	分
健康まちづくり	歩数	歩
	歩行時間	分



図-3 岡山市PP調査の対象エリア

表-2 岡山市PP調査の概要

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、自分のスマホ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	モニター登録時点で16歳以上の一般市民
調査日	10月10日(土)～10月25日(日)の間の土日 ※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	<ul style="list-style-type: none"> ・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」) ・個人属性
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> ・調査人数は2,446人日 ・取得したトリップ数は6,384トリップ

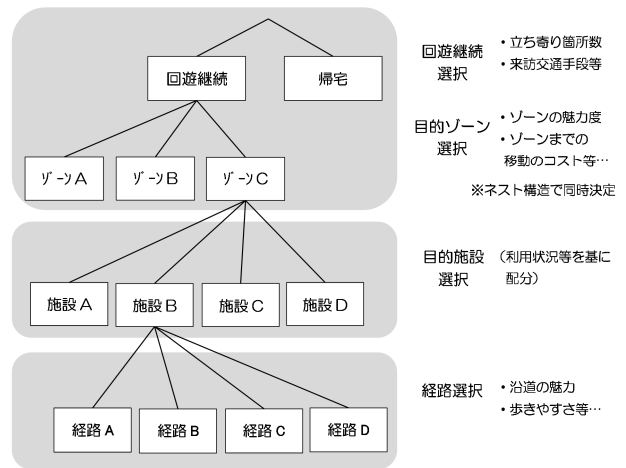


図-4 回遊行動モデルの構造

(2) 回遊継続・目的地選択モデル

a) モデルの定式化

回遊継続選択モデルでは「中心市街地での回遊を継続する」もしくは「帰宅する」の二つを選択肢として、モデルを構築する。次に、ある個人がどの場所へ移動するかを選択する目的地選択行動をモデル化する。選択肢としては、中心市街地を24のゾーンに区切ってゾーン単位で目的地を選択する方法を採用する。回遊継続選択モデルと目的地選択モデルはNested Logitモデルで同時決定するようにモデル化する。これにより、ゾーンの魅力度などの目的地選択の説明変数が変化した場合に、立ち寄り箇所数などの回遊継続の指標が変化するようにするため、独立なモデル構造と比較して、多様な評価指標によって施策の検討を行うことが可能となる。

回遊継続選択モデルの説明変数は、中心市街地に来訪してからのトリップ数、総歩行距離、自動車による中心市街地への来訪者のダミー、目的地ゾーン選択モデルのログサム変数とする。時間制約、移動が増えることによる負担、自動車による滞在は駐車料金の増加となり早く帰宅したくなること等を加味して回遊を継続するかどうかを判断することを念頭においたモデルとなっている。

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。店舗数や各種ダミー変数が目的地ゾーンの魅力度を表し魅力が高い場合には選択されやすくなっており、移動コストは目的地までの移動抵抗を表し距離が長い場合には選択されにくくなっている。また、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トリップが集まることを表現するためである。

なお、目的地ゾーン選択モデルにおいては、選択肢集合を絞ることは行わず、全てのゾーンを選択肢集合として設定する。

4. 回遊行動モデルの構築

(1) 回遊行動モデルの概要

前述した岡山市のPP調査データから、「買い物」及び「散歩・回遊」を目的とした中心市街地内における「徒歩」トリップを抽出し、これを用いて回遊行動モデルを構築する。

回遊行動モデルは、回遊継続選択モデル、目的地ゾーン選択モデル、目的施設選択モデル、経路選択モデルの4つの段階からなる選択構造とする(図-4)。このうち、回遊継続選択と目的ゾーン選択は同時に意思決定することを想定しており、Nested Logitモデルによるモデル化を行っている。目的施設選択モデルは、現況のゾーン内の各施設の利用状況の比率で按分する手法を採用する。また、経路選択モデルは、施設間の複数経路を選択肢とするMultinomial Logitモデルを構築する。

回遊行動モデルの構築はトリップ単位に区切られたデータを用いて行うが、シミュレーションの際に逐次的に回遊行動モデルを適用することで、中心市街地に入ってから中心市街地を出るまでの一連の動きを表現できるようにする。これにより、施策実施による影響の評価を、歩行者数だけでなく立ち寄り箇所数や歩行距離の観点からも行うことが可能なシミュレーションとなっている。シミュレーションの実施方法の詳細に関しては5章にて記述する。

b) モデル推定のためのデータ整備

回遊継続選択モデルの説明変数である「中心市街地に来訪してからのトリップ回数」及び「総歩行距離」に関しては、PPデータの実績よりデータを作成した。また、「自動車による中心市街地への来訪者のダミー」は、PPデータの実績より中心市街地にアクセスしたトリップの代表交通手段が自動車の来訪者が1となるよう設定した。

目的地ゾーン選択モデルの説明変数である「店舗数」に関しては、ゾーン内に立地する飲食・物販店舗数を集計した。店舗数の集計においては、株式会社ゼンリンが提供する建物ポイントデータを活用した。ただし店舗数には夜間に開業する飲食店も含まれており、これらの店舗数は日中の回遊行動に与える影響は少ないと考えられるため、該当地区には「繁華街ダミー」を設定することで加味をした。「大規模施設ダミー」に関しては、集客力の高い岡山駅前、天満屋、イオンモール、イトーヨーカドーが立地するゾーンに設定した。「移動コスト」の説明変数はゾーン中心間の距離を指標として用いた。

c) パラメータ推定結果

パラメータ推定結果を表-3に示す。回遊継続選択モデルに関しては、符号条件を満たしており、中心市街地に来訪してからのトリップ数が少ない方が回遊継続しやすく、また自動車以外の交通手段で来訪する人が回遊継続しやすく、総歩行距離が短い人が回遊継続しやすという結果となっている。ただし、総歩行距離に関しては値が低く有意に効いていない点には留意が必要である。

目的地ゾーン選択モデルに関しても符号条件を満たしており、店舗数が多いゾーンほど目的地として選択されやすく、またゾーンまでの移動コストが小さい方が選択

表-3 回遊継続・目的ゾーン選択モデルパラメータ推定結果

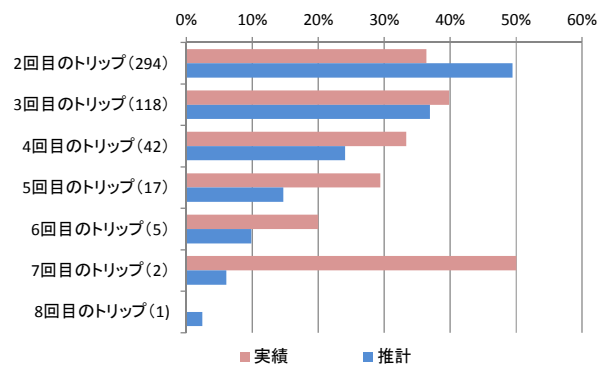
	説明変数	パラメータ	t値
回遊継続 選択 モデル	トリップ数	-0.5840	-5.63
	交通手段(自動車)	-0.4663	-2.51
	総移動距離(m)	-0.0001	-1.03
	ログサム	0.6839	4.05
目的 ゾーン 選択 モデル	店舗数(件)/ゾーン面積(m ²)	0.5565	6.43
	繁華街ダミー	-1.1820	-3.83
	移動コスト(m)	-1.4972	-16.71
	岡山駅前ダミー	2.9335	10.90
	天満屋ダミー	0.5428	2.33
	イオンモールダミー	0.7245	3.46
	イトーヨーカドーダミー	0.4653	1.67
	ゾーン面積(m 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

されやすく、繁華街（開業時間が遅い店舗が多い地域）でない方が選択されやすく、大規模商業施設が立地しているゾーンが選択されやすいという結果となっている。

d) 現況再現性の検証

各トリップ回数における回遊継続の選択確率を確認すると、中心市街地に来訪してから2回目のトリップの際には、実績と比較して回遊継続を選択しやすいモデルとなっている。3回目以降は帰宅を選択しやすいモデルとなっている（図-5）。

目的地ゾーン選択モデルの検証として、ゾーンの集中量の実績と推計値を比較した結果が図-6である。相関係数は0.87程度であり、集中量の多いゾーンを中心として比較的整合がとれている。ただし、図-7により個別のゾーンの集中量を確認すると、岡山駅の西側では推計値が大きくなっている等の乖離が見られ、ゾーン魅力の説明変数と比較して移動コストの説明変数が強く効いていることが要因として考えられる。また、トリップ長分布の実績値と推計値を比較すると、250~500m等では若干の乖離が見られるが概ね実績データとの整合は図られていることが確認できる（図-8）。



※括弧内の数値はサンプル数

図-5 回遊継続選択確率の再現結果

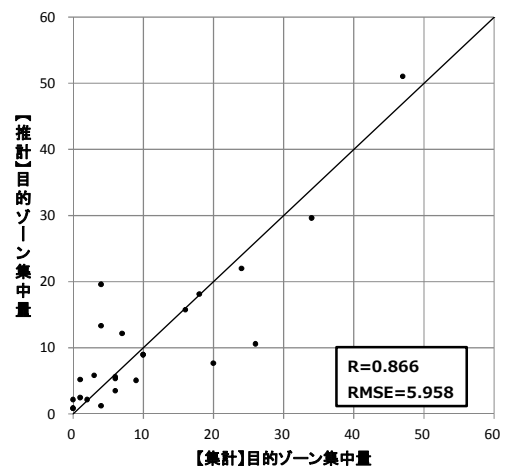


図-6 ゾーン集中量の再現結果

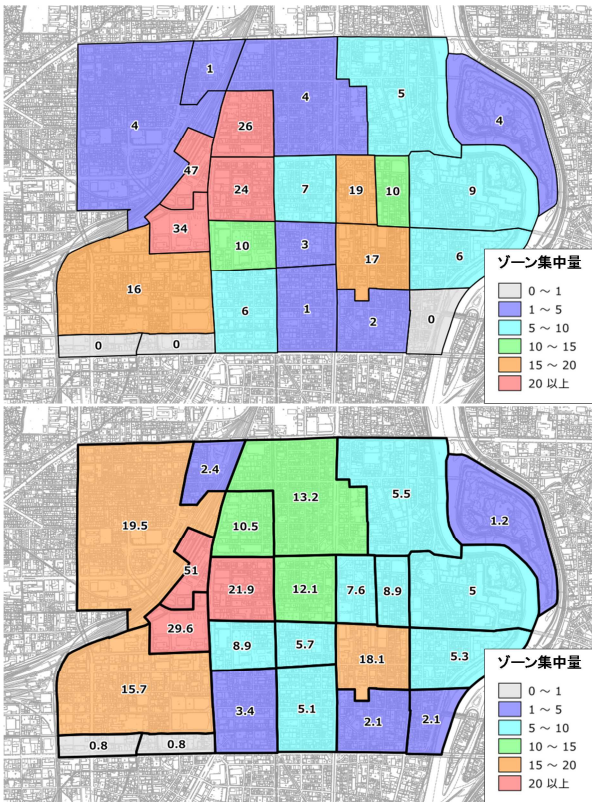


図-7 ゾーン集中量の図化（上：実績値，下：推計値）

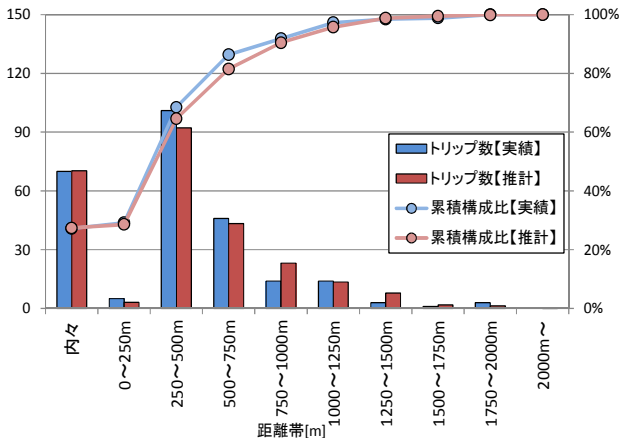


図-8 トリップ長分布の再現結果

(3) 経路選択モデル

a) モデルの定式化

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する。経路選択モデルの説明変数は、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。経路長と右左折回数は大きい場合にはその経路が選択されにくくなり、歩きやすい歩道、沿道店舗の数、商店街があることは、その経路が選択されやすくなる動機となると考えたモデルとなっている。

施設間が一定以上離れると、経路の選択肢は無数に存在してしまうため、経路選択モデルにおいては、選択

肢集合を適切に絞り込むことが必要となる。本研究では、以下のようにリンク長を重み付けした6つのリンクコストを用いて、それぞれ最短経路探索を行い選択肢集合を生成する。

【選択肢集合の生成におけるリンクコストの設定方法】

- ①重み付けなしリンク長
- ②車線数が4車線以上のリンクのリンク長を1/100としたコスト
- ③車線数が2車線以上のリンクのリンク長を1/100としたコスト
- ④歩道ありのリンクのリンク長を1/100としたコスト
- ⑤「沿道の店舗密度」が「2」のリンク長を1/100としたコスト（沿道の店舗密度の設定は後述）
- ⑥商店街のリンク長を1/100としたコスト

算定した6つの経路のうち、同一リンク列となる経路が存在した場合には、ユニークになるように経路を削除し、選択肢集合を構成する。また、算定した6つの経路のうち、①の最短経路長から1.5倍以上となる経路を削除することで、極端に遠回りする経路が選ばれないようにし、選択肢集合を構成する。

b) モデル推定のためのデータ整備

経路選択モデルの説明変数である「経路長」及び「右左折回数」に関しては歩行者ネットワークデータより作成した。本研究においては、デジタル道路地図をベースとして、公園の通り抜けや岡山駅の自由通路の動きを表現するために歩行者用のリンクを追加するかたちで歩行者ネットワークを作成した。「歩きやすい歩道の比率」の説明変数は、歩行者と自転車・自動車が分離されている道路のリンク長の合計の経路長に対する比率を算出した。具体的には、歩道が設置されており自動車と分離されている状態を、かつ歩道幅員4m以上で自転車とも分離されている道路を選定した。選定にあたっては、地図及び目視で確認を行った。「沿道の店舗の状況」は、飲食・物販店舗の密度を以下で分類し、経路長に対するリンク長さの比率により加重平均を行った値を指標として用いた。飲食・物販店舗密度の算出にあたっては、目的地ゾーン選択モデルのデータ整備で使用した建物ポイントデータを活用した。

【沿道の店舗密度の分類】

- 2：単位長さの飲食・物販店舗数が0.2以上
- 1：単位長さの飲食・物販店舗数が0.1以上0.2未満
- 0：上記以外

「商店街の比率」の説明変数に関しては、商店街のリンク長さの合計の経路長に対する比率を算出した。商店街の確認は地図及び目視により行った。

パラメータの推定にあたっては、起点から終点までの経路の実績データが必要になるため、点列で取得されているPPデータから経路情報の作成が必要となる。そのため、取得された点列データを歩行者ネットワークのリンクに紐付けるマップマッチングを行った。しかし、マップマッチング後のデータでは、途中の緯度経度情報が取得されていない等の理由により起点から終点までの一連の経路を把握できていない場合や、同じ場所を回遊している場合があり、そのままパラメータ推計用の実績データとして使用することは難しいデータがある。そのため本研究では、起点と終点から経路の選択肢集合を作成し、選択肢集合の中で最もマッチングデータとの一致率が高い経路をパラメータ推計用の実績データとして取り扱うこととした。

c) パラメータ推定結果

パラメータ推計結果を表4に示す。パラメータは符号条件を満たしており、経路長が短く右左折回数が少ない経路ほど選択されやすく、また経路上に歩きやすい歩道が多いほど選択されやすく、沿道に店舗が集積している道路が多いほど選択されやすく、経路上に商店街が多い経路の方が選択されやすいという結果となっている。

表4 経路選択モデルパラメータ推定結果

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

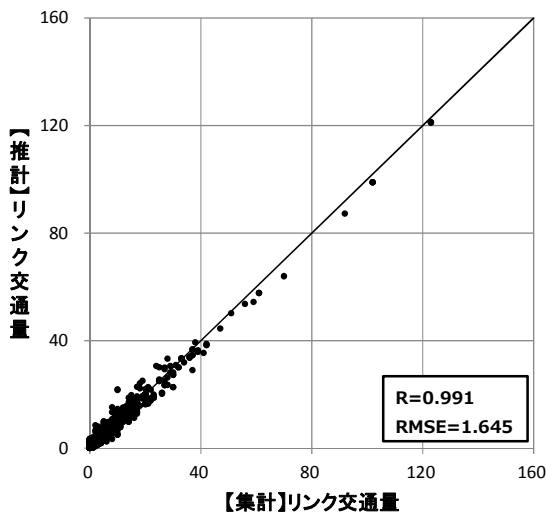


図9 リンク交通量の現況再現結果

d) 現況再現性の検証

パラメータ推計用の実績データから算出したリンク交通量と推計リンク交通量を比較したものが図9である。相関係数は0.99程度と大きく、相関が高いことが確認できる。リンク交通量を図化し、個別のリンクに着目し確認すると、概ね整合がとれているが、桃太郎大通り等の推計交通量が実績交通量に比べて小さい傾向にあることがわかる (図-10)。

5. 回遊行動シミュレーションの実施

(1) 回遊行動シミュレーションの概要

中心市街地への来訪者を発生させて回遊行動モデルを適用することで、拠点内での人の回遊をシミュレートする。前述した「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段階の回遊行動モデルを、図-11のような流れで適用し、シミュレーションを実施する。

本研究では、簡便にシミュレーションを実施するために、駅等の交通結節点から中心市街地に来訪した人は、最初に来訪した交通結節点に戻って帰宅するという回遊行動を想定しシミュレーションを実施する (図-12)。

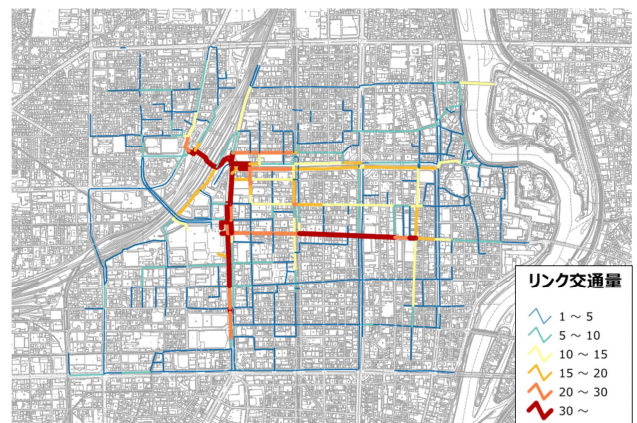
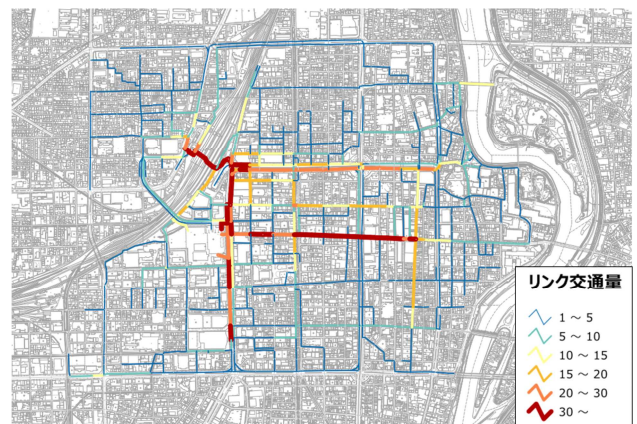


図-10 リンク交通量の図化 (上: 実績値, 下: 推計値)

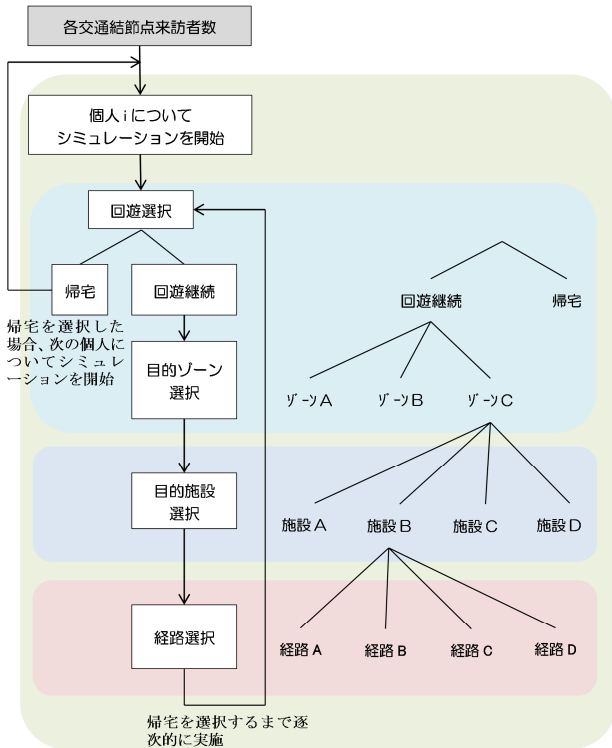


図-11 回遊行動シミュレーションのフロー

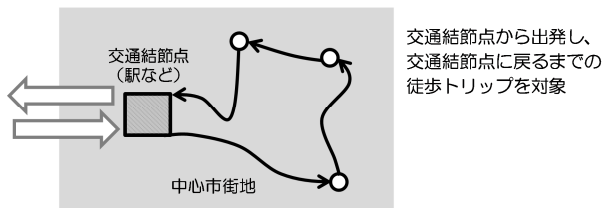


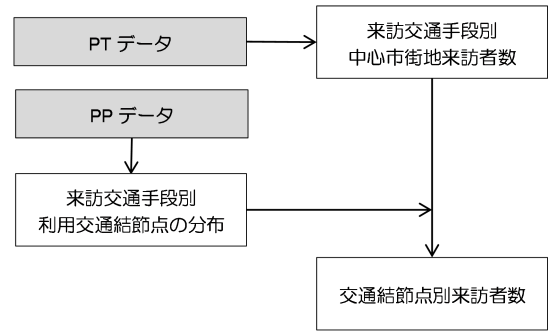
図-12 対象とする歩行回遊のイメージ

(2) シミュレーションの母数データの作成

a) 作成方法

シミュレーションの実施にあたっては、来訪者数のデータを用意する必要がある。本研究の回遊行動モデルでは、中心市街地内の各交通結節点（駅、バス停、駐車場、駐輪場）から回遊が発生していると仮定しているため、各交通結節点を利用した中心市街地の来訪者数をパーソントリップ調査データ（以下、PT調査データ）から算出する。具体的な作成は図-13のフローに従う。

なお、来訪交通手段は鉄道・路面電車、バス、自動車、自転車、徒歩の5区分で作成した。鉄道・路面電車の来訪者は岡山駅及び路面電車の各停留場、バスの来訪者は各バス停、自動車の来訪者は各駐車場、自転車は各駐輪場（市営の駐輪場だけではなく主要な商業施設の駐輪場も含む）から回遊が発生するとした。徒歩来訪者に関しては、中心市街地の境界を発生点とすることも考えられるが、今回は簡単のためシミュレーションでは扱わないこととした。



※私用目的の来訪者のみを抽出

図-13 シミュレーション母数データの作成フロー

表-5 PTデータから作成した中心市街地来訪者数

来訪交通手段	来訪者数
鉄道・路面電車	6,938
バス	3,750
自動車	41,751
自転車	6,158
徒歩	5,093

b) 作成結果

シミュレーションの母数の作成に使用したPTデータは、平成24年11月に岡山市、倉敷市、総社市を対象に実施されたPT調査の結果である。平日だけではなく休日にも調査が実施されており、その標本率は4.5%と高いため、休日の来訪者数のシミュレーションデータが作成可能である。

岡山市の休日PTデータから作成した来訪交通手段別の中心市街地への来訪者数は表-5に示すとおりである。徒歩来訪者を除いた58,597人を母数として、シミュレーションを実施する。

(3) シミュレーションによる施策分析

a) 評価する施策と評価指標

現況の道路状況及び施設立地状況をインプットとしてシミュレーションを実施した結果と、施策実施後の道路状況及び施設立地状況をインプットとしてシミュレーションした結果を比較することで、施策実施の影響を評価する。本研究では、岡山市の中心市街地の中心を南北に通る西川緑道公園筋におけるオープンカフェを施策として考える。オープンカフェを実施することにより、東西方向の歩行軸の形成及び回遊性の向上を狙いとしており、歩行者数の変化により影響を評価する。

回遊行動シミュレーション上では、オープンカフェができることで商店街と同様に沿道に施設があり歩行しやすい空間が創出されると想定し、図-14で示す西川緑道公園筋のリンクに商店街のフラグをたてることで、その評価を試みる。



図-14 オープンカフェの実施エリア

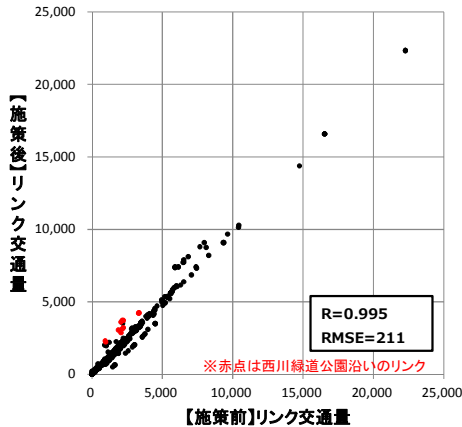


図-15 施策前後のリンク交通量の比較

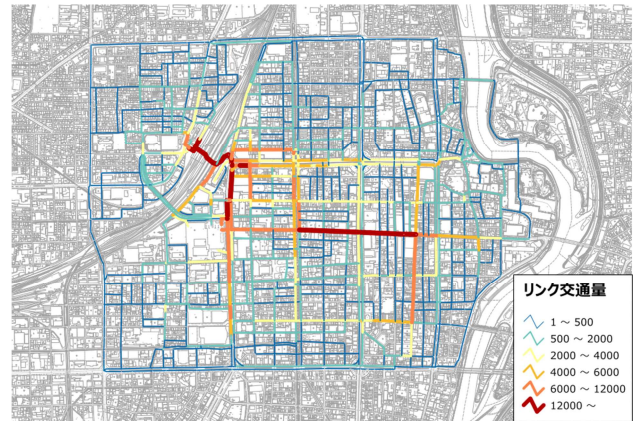
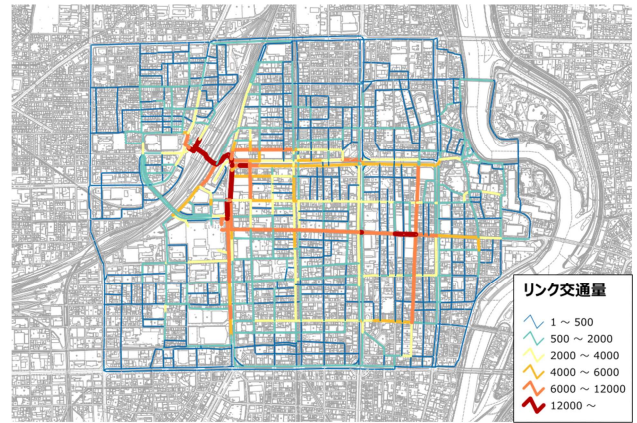


図-16 リンク交通量の図化（上：施策前，下：施策後）

b) 施策の評価結果

オープンカフェの実施前後で各リンクの歩行者交通量を比較すると、中心市街地全体の傾向は大きく変わらないが、施策を実施した西川緑道公園筋のリンクでは歩行者が増えていることが確認できる（図-15）。また、リンク交通量を図化することで、施策実施前は西川緑道公園筋の歩行者が少なく東西方向の明確な軸が無かったが、施策実施により西川緑道公園筋の歩行者が増え県庁通りが東西の歩行軸としての役割を担うことが確認できる（図-16）。

この歩行回遊モデルを用いることで、中心市街地における様々な機能の配置や道路の車線構成の変更などの取り組みも評価できるようになり、スマート・プランニングの検討の材料として活用することが期待される。

6. おわりに

本稿では、個人単位の行動データに基づく新たな計画手法であるスマート・プランニングの全体像を整理した上で、回遊性向上施策を評価する回遊行動シミュレーションの手法を検討した。具体的には、岡山市で得られたプローブパーソン調査データを活用して回遊行動モデルを構築し、シミュレーションによりオープンカフェの実

施による影響を試行的に評価した結果、施策実施による歩行者交通の変化をシミュレーションすることができた。今後の課題や発展可能性としては以下が挙げられる。

1) 検討可能な施策の充実

本研究では、オープンカフェ実施による効果をシミュレーションしたが、今後は、福祉施設や保育施設など主要都市施設の立地による変化をシミュレーションできるようにする必要がある。

2) 回遊行動シミュレーションモデルの拡張

本研究では全ての来訪者が同じ行動をするという仮定のもとにシミュレーションを実施したが、実際には人の属性により、その行動パターンは異なることが想定される。人の属性を加味したモデルの構築及びシミュレーションの実施をするよう拡張することが考えられる。

また、本研究の回遊行動シミュレーションモデルでは回遊継続選択モデルと目的地選択モデルは相互作用を考慮できる構造となっており、新たな施設配置によって中心市街地全体の魅力が高まることで回遊が継続するようなモデル構造を想定している。同様に、経路選択モデルと目的地選択モデルも相互作用を考慮できる構造とすることで歩行動線の形成によってその経路が歩きやすくなるだけでなく、経路の先にある目的地の魅力も高まるこ

とを評価できると考えられる。

さらに、本研究では、四段階推定法から回遊行動シミュレーションモデルへ中心市街地への来訪者数を受け渡すという構造になっていたが、例えば、中心市街地の魅力が向上することで中心市街地への来訪者数自体が増加することや、歩道の拡幅や道路空間の再配分による自動車交通と歩行者交通の総合的な評価を行う場合には、回遊行動シミュレーションモデル側から四段階推定法へフィードバックすることが考えられる。

3) スマート・プランニングの普及

スマート・プランニングが、自治体や民間事業者等、幅広い主体において活用されるように、普及を進めることが重要である。

参考文献

- 1) 山崎恭彦, 橋本浩良, 高宮進, 矢部努, 今井龍一, 塚田幸広, 山王一郎, 石田東生: スマートフォンアプリを活用した交通行動調査手法に関する基礎的研究〜つくば市におけるプローブパーソン調査を通して〜, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 2014
- 2) 佐藤貴大, 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, 都市計画論文集, Vol.50-3, pp.345-351, 2015.
- 3) 荒木雅弘, 溝上章志, 円山琢也: まちなか回遊行動の詳細分析と政策シミュレーションのための予測モデル, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5, pp.I_323-I_325, 2015
- 4) 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
- 5) 福山祥代, 羽藤英二: 都市空間での行動分布特性を考慮した歩行者経路選択モデルの構築, 交通工学研究発表会論文集, Vol.34, 2014
- 6) 国土交通省: 国土交通省生産性革命本部 (第2回会合) 資料, <<https://www.mlit.go.jp/common/001127352.pdf>>, (最終アクセス2017.4)
- 7) 内閣府: 経済財政諮問会議第1回 国と地方のシステムワーキング・グループ資料, <<http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/special/reform/wg6/290224/pdf/shiryu3-1-1.pdf>>, (最終アクセス2017.4)
- 8) 安藤亮介, 石井良治, 是友修二: 歩行者のための公共空間創出による中心市街地の回遊行動変化の基礎的分析ー岡山市を事例としてー, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, 2016

(2017.4.28 受付)

DEVELOPMENT OF EVALUATION METHOD FOR MEASURES TO IMPROVE WALKABILITY USING PROBE PERSON SURVEY DATA

Keita IWADATE, Masahiko KIKUCHI, Tadashi INOUE, Shuji KORETOMO
Ryoji ISHII, Wataru MOGI and Takahiro ISHIGAMI