

マルチエージェントシミュレーションを用
いた観光回遊行動分析

学生番号:2011066

氏名:大滝 恵太

提出年度:平成 26 年

第1章 研究目的と背景

1.1 研究の背景

- 1.1.1 「回遊行動」とは
- 1.1.2 観光行動の多様化
- 1.1.3 従来の回遊行動研究

1.2 研究の目的

第2章 研究手法

第3章 シミュレーションモデル

3.1 モデルの都市設計

- 3.1.1 仮想都市構造
- 3.1.2 都市の街路設定

3.2 モデルのエージェント設計

- 3.2.1 エージェントの区分設定
- 3.2.2 エージェントの経路選択行動

3.3 シミュレーションケース

第4章 シミュレーション結果

- 4.1 「通常都市」の分析結果
- 4.2 「観光都市歩行市民の増減」が観光客の回遊性に与える影響の分析
- 4.3 「都市の街路の魅力値向上」が観光客の回遊性に与える影響の分析

まとめ

参考文献

第一章 研究背景と目的

1.1 研究背景

1.1.1 「回遊行動」とは

欧州に続き、我が国でも多くの地方都市で中心市街地の空洞化が問題となっている。縮小社会を見据え、コンパクトシティを見据えた動きや、歩きやすい街づくりを目指す動きが活発化している。さらに、自動車社会が発達したことによる環境負荷などの懸念からも、都市における歩行者の存在が再重要視されてきている。都市街路における歩きやすさはもちろんのこと、地理的イメージ形成をしていない歩行者にとっても、単なる移動ではなく、店舗利用や滞留を繰り返しながら歩く回遊行動そのもの自体を楽しめるポテンシャルを持つ都市空間が求められており、多くの都市で回遊性を高める試みが模索されている。

快適な街路空間を創出するために、街路における人々の滞留行為や店舗利用といった回遊行動を促したり、抑制したりする空間構成やその利用のされ方、および街の賑わいをもたらす要因を把握することは、非常に意義があると考えられる。

特に観光都市では、観光客の回遊行動中の消費が都市に及ぼす経済的な影響が大きく、普通の地方都市よりも、観光客の回遊行動特性を明らかにすることが求められる。

1.1.2 現状の観光行動

スマートフォンなどのモバイル端末が一般に普及するまでの観光は、一度家の外を出てしまうと観光情報の入手経路がガイドブックや観光地での看板、視覚情報等に限られてしまい、せっかくの観光地を十分に堪能できない可能性があった。そのため観光地に赴く前に事前に観光地の観光名所や土産、飲食店などを調べ、事前に観光計画を立ててから観光地に赴くのが一般的であった。

しかし最近では、モバイル端末の普及により、観光客は家の外でもインターネットの利用が可能になった。現在の観光客は観光地の情報をいつでも好きな時に得ることができ、結果として事前に観光地の情報を調べずに観光地に到着し、何か必要があればモバイル端末で検索するという観光スタイルが増加しつつある。この観光の従来観光との違いは、最初から決

められたルートで無い分、情報の入手順序によって観光ルートに差が生じることにある。あらかじめすべての観光スポットを知っていれば、そのすべてのスポットを最短距離で結ぶことができるが、携帯で必要な時に情報を得るスタイルの観光では、一見不合理に見えるルートを選択することがある。

また、最近の観光行動の特徴として、観光目的の多様化が挙げられる。以前まで観光目的といえば、その土地の有名なスポットを目的に訪れる観光客がほとんどであった。しかし近年のマスメディアの発達により、我々は普段からテレビなどの観光特集で有名な観光スポットを目にしている。その影響もあり、最近の観光目的には普通の人が行かないような観光スポットや、普通の観光では味わえないような体験を観光の目的にする観光客も増加している。そのため観光地側は、従来の観光地を中心としたまちづくりでなく、様々な目的を持って観光に来る観光客に対応できるまちづくりをする必要がある。

1.1.3 従来の回遊行動研究

既存の歩行者回遊行動を扱う研究は、地方中心市街地や商業施設の回周り行動を研究対象にしており観光中の回遊行動はあまり分析されてこなかった。それはもともと、回遊行動が着目された原因が地方都市の中心市街地空洞化問題だったこと。本来観光行動は事前にルートを決めてから臨むものであると考えられていたことに起因する。しかし、本研究ではモバイル端末の普及により、観光客が情報を持たずに観光地に訪れることを想定し、情報の入手順により不規則な観光ルートをたどる可能性があるものとし、回遊性の研究が可能であると判断した。

1.2 研究の目的

本研究の目的は観光地における観光客の回遊行動に影響を与える要因を明らかにすることである。また、観光客を観光情報の入手行動ごとに3つのタイプに分類し、それぞれの観光客に見られる特徴も分析する。

第2章 分析方法

本研究ではマルチエージェントシミュレーション(MAS)を用いて研究する。また、今回の分析では「artisoc 3.0」というソフトウェアを用いた。

マルチエージェントシミュレーション(MAS)とは

名古屋市立大学 佐野充教授によると、「一定のルールが与えられ、それに基づいて自立的に行動する主体をエージェントという。マルチエージェントシミュレーション（以下 MAS と表記）とは、複数のエージェントに同時進行的に各々のルールを実行させ、それらが相互作用することで現れる社会的なふるまいを分析するためのシミュレーション手法の1つ」である。また、MAS では空間や行動主体(エージェント)をつくる事が出来る。そして、1step を任意の時間単位として設定出来、1秒という短い時間間隔や1年という長い時間間隔まで自由に設定出来る。

つまり、一定のルールを持った仮想空間を作り、その空間上にルールを与えられた行動主体(人、動物、建物など)をつくることで、こちらから指示を与えなくてもルールに従ってシミュレーションされる。もちろん、シミュレーションの途中で数値などの細かな命令を変えることも設定によっては可能である。そして、シミュレーションされた結果をもとに、自分が仮想したことを評価することが出来る。

以下が artisoc を用いた MAS の実行画面である。

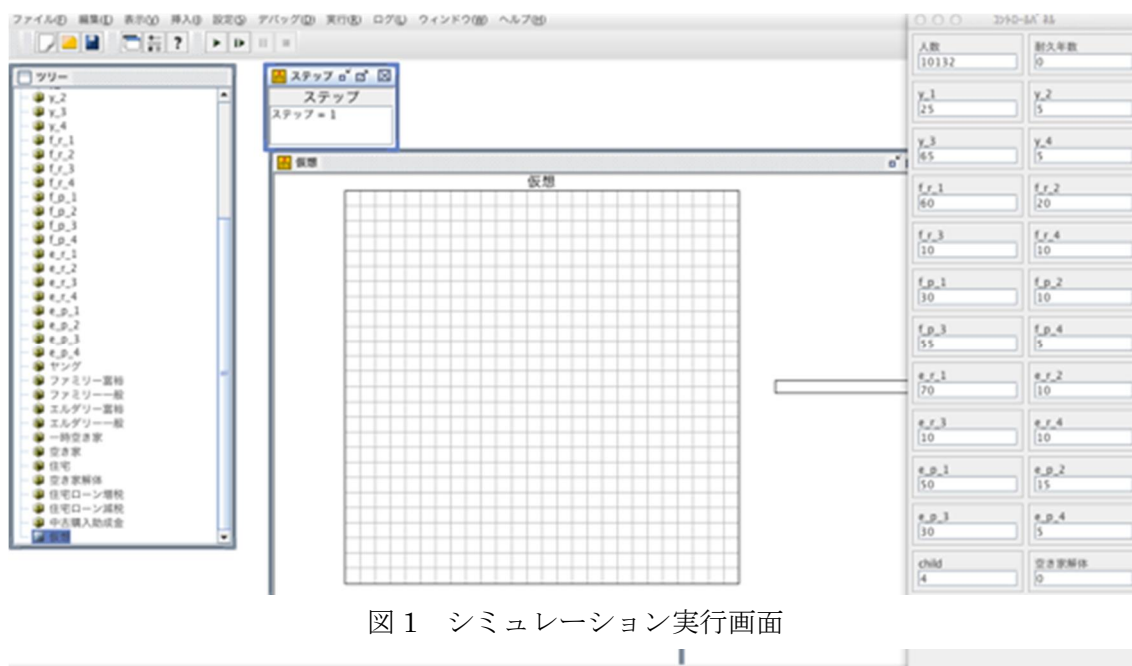


図1 シミュレーション実行画面

第3章 シミュレーションモデル

3.1 モデルの基本設計

都市構造のシミュレーションモデルを構築するには最初に以下の3点を規定する必要がある。

- (1)シミュレーションモデルの対象範囲
- (2)都市構造の要素
- (3)エージェントの種類

3.1.1 仮想都市構造

シミュレーションは架空の観光都市とし、正方形のセルの集合体で構成する。空間の大きさは50×50セルとする。

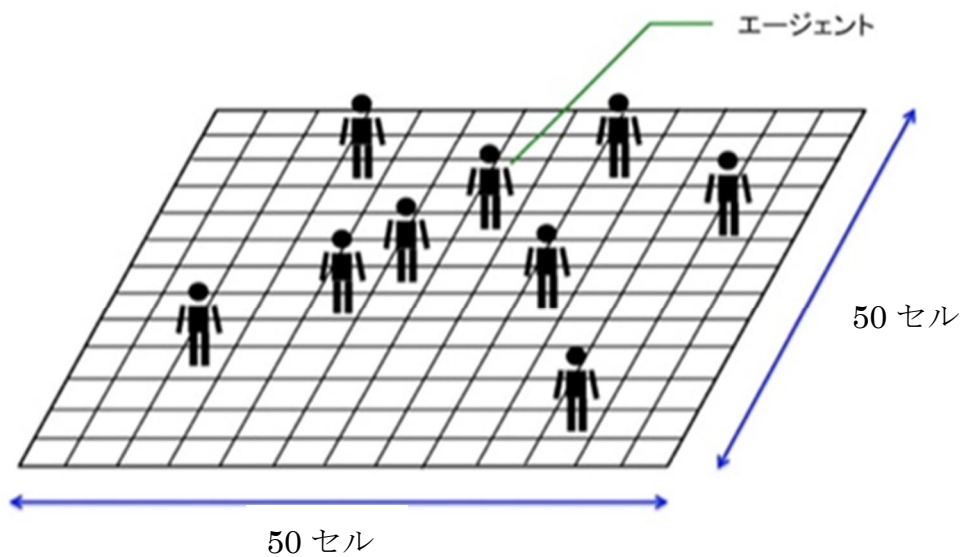


図1 都市構造の概念図

3.1.2 仮想都市構造

都市構造の要素は、都市の最下部に「出発地点」、最上部に全エージェントの「共通目的地」を各 1 つ配置、その他には情報を入手しながら観光するモデルの一時的な目的地となる「副目的地」を複数設置する。

各街路には店舗を設置し、街路は固定値「店舗数」と「道幅」を持つものとする。その二つの値を合わせて固有値の「魅力値」を形成している。その「魅力値」が高い街路ほど濃い緑色の街路となるよう設定している。

観光客のほかに、都市の中をランダムに歩行する「市民」のエージェントを歩行させる。

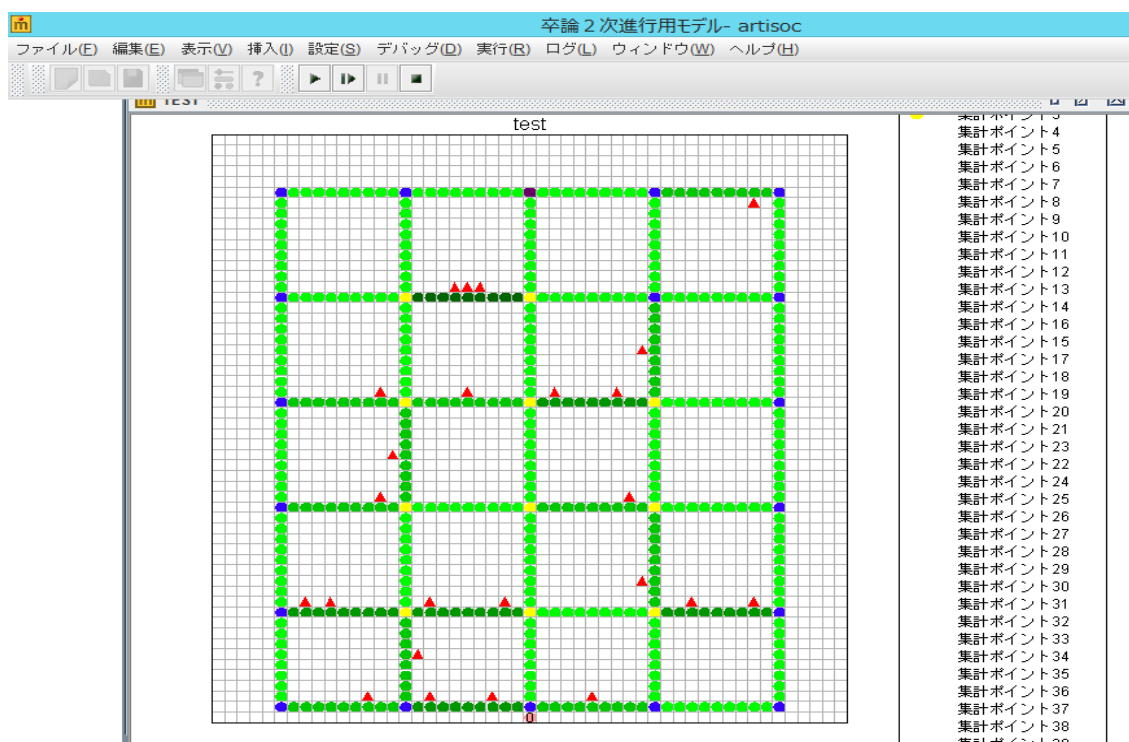


図 2 都市構造の概念図

3.2 モデルのエージェント設定

本研究では観光客を 3 つのタイプに分けて分析を進める。観光客エージェントの共通の行動として

- 1) 出発地点を出発
- 2) すべての観光客の共通の目的地を目指す
- 3) 目的地までの経路選択はその街路の持つ「道幅」と「店舗数」から算出した「魅力値」とその街路を歩行する人通りの多さを掛け合わせた数値から、歩行経路を選択する
- 4) 目的地に到達すると、今度は出発地点を出口とみなし、歩行する

という 3 つの行動があり、観光客のエージェントには「体力」と観光に対する意欲を疑似的にあらわした「満足度」という数値を持たせている。エージェントは 1 ステップごとに体力が 1 減少し、体力が少なくなると、目的地または出口向かって最短距離で動く。また、街路魅力値が高いまたは目的地に到着した際にその魅力値に応じて満足度が増減する様に設定している。

本研究では観光客を情報の入手行動によって 3 つのタイプに分けて分析する。

① 視覚情報を基に観光を行うタイプ

このモデルは、観光情報を全エージェントの共通の目的地の位置情報しか持っておらず、そこまでの経路選択は曲がり角での街路魅力値と通りの人通りの多さで経路を選択する。

② 適時モバイル端末をつかって観光情報を収集するモデル

このモデルは、来街時に複数ある観光ポイントの中から、一つを選択し、そこを目的地として歩行する。観光客がその目的地に着くたびにモバイル端末による検索を行い、一定時間が過ぎると、共通目的地を目的地とし歩行する。

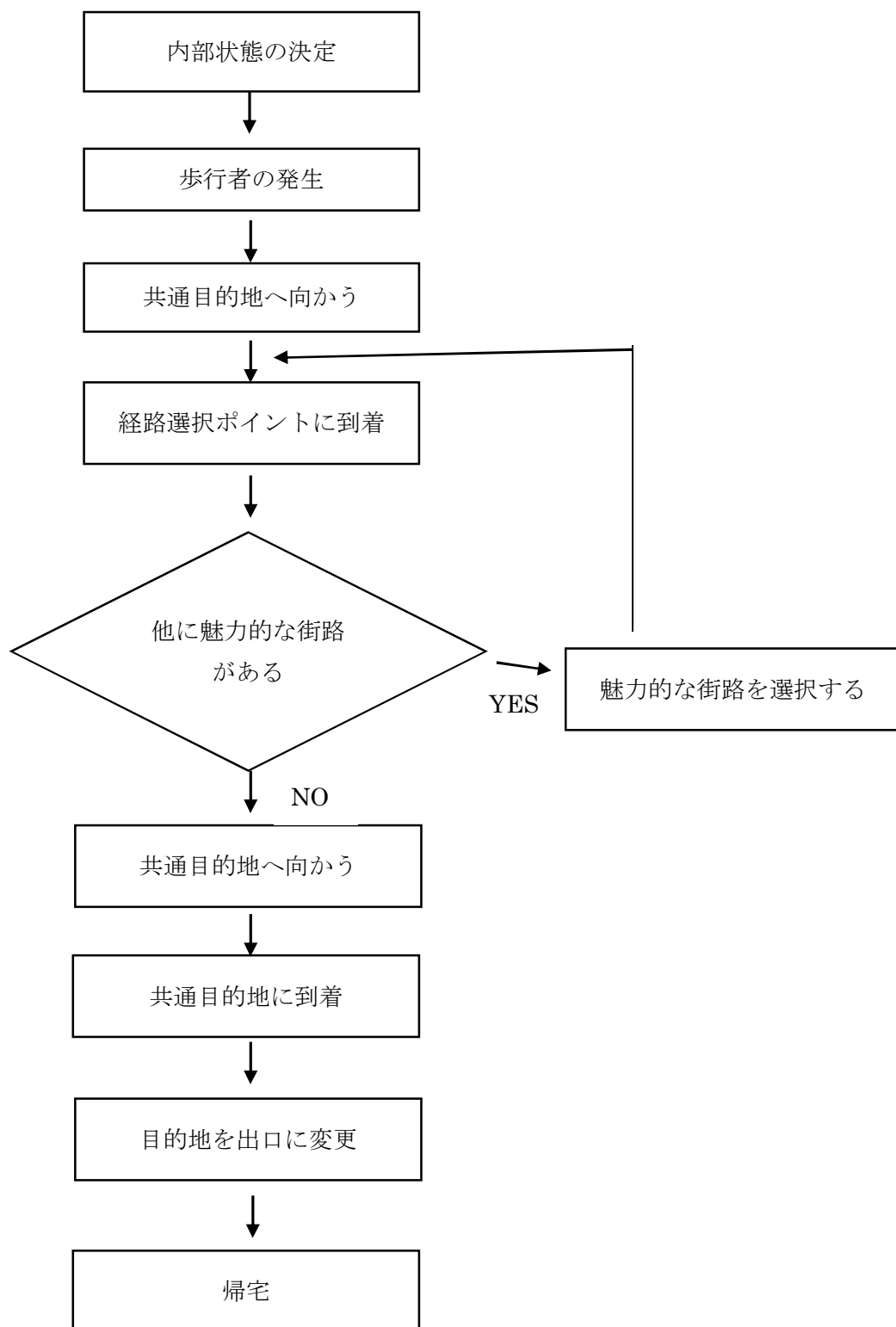
目的地までの経路選択は、前述の視認情報を頼りに観光するモデルと同じように街路の道幅や人通りの多さを判断して経路を選択する。

③ 事前に観光地について下調べをし、共通目的地までの道順を決めているモデル

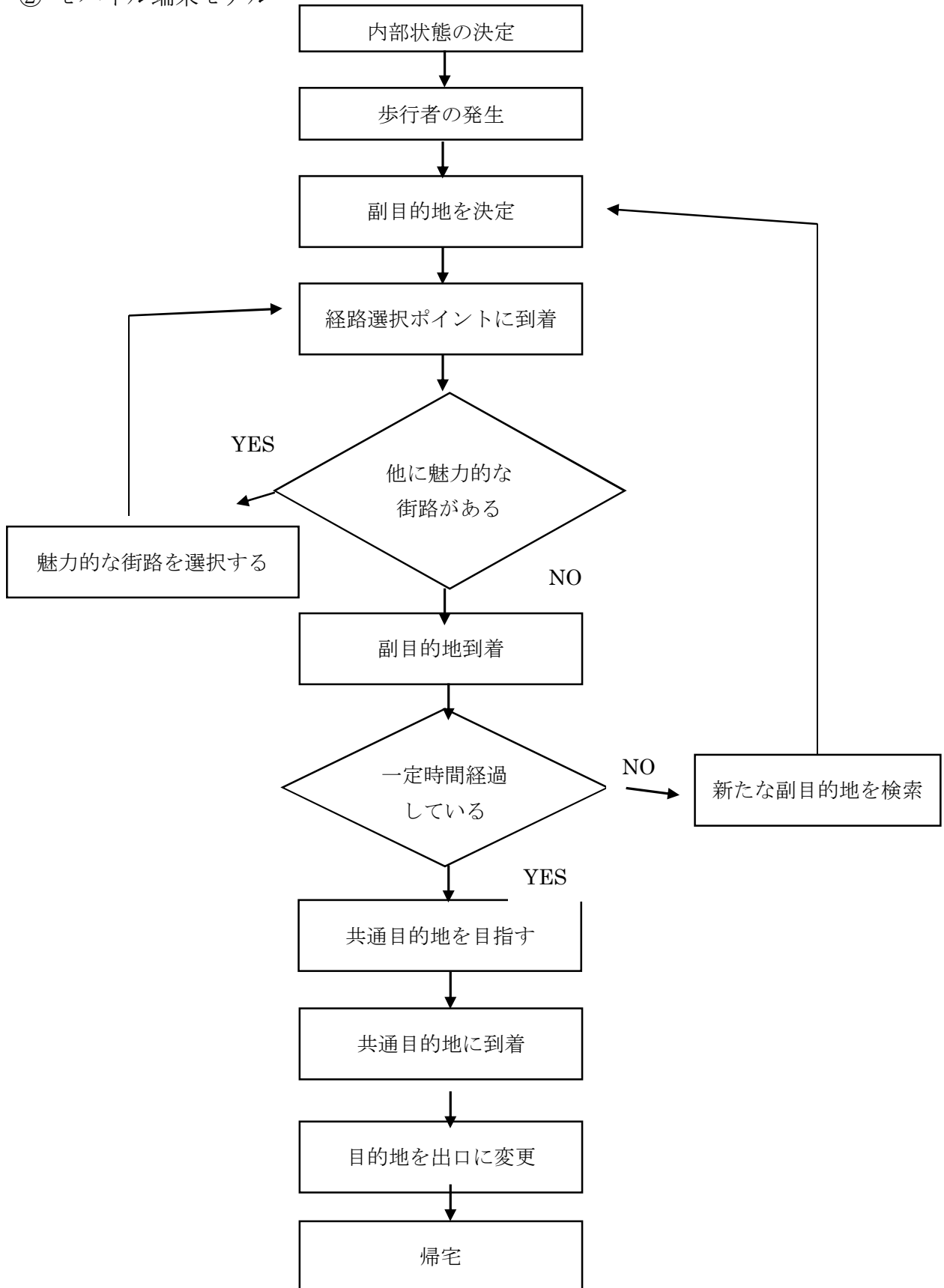
このモデルは、来街前にすでに観光するスポットを決定しているため、出発地点から目的地までのルートで、モバイル端末を使用するモデルのように目的地と反対方向に歩行することはない。観光スポットまでの選択経路は他のモデル同様街路状況を判断して行う。

本研究では以上の 3 つのモデルの滞在時間と歩行経路について分析を進める。

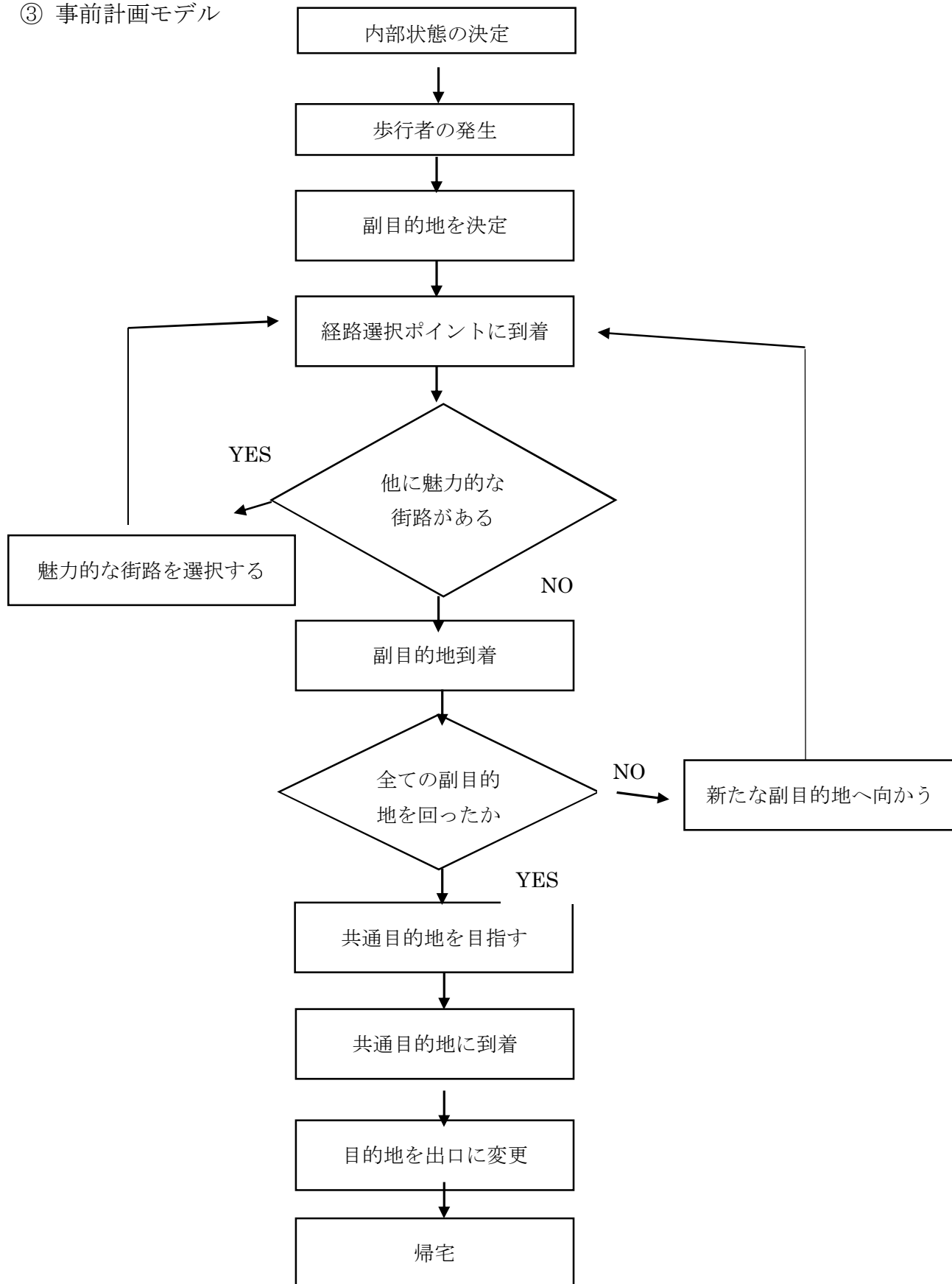
① 視覚情報観光モデルアルゴリズム



② モバイル端末モデル



③ 事前計画モデル



3.3 シミュレーションケース

○ 本研究の観光都市のタイプ分け

1. 何も手を加えない通常の観光都市の分析
観光都市に何も手を加えず、歩行する市民の数もランダムで各観光タイプの歩行特性の分析を行う。
2. 観光都市を歩行する市民の数を増減させての分析
観光都市を歩行する市民の数（市民の回遊性）が観光客に及ぼす影響を分析する。
3. 街路の持つ魅力値を変更しての分析を行う
都市の街路の魅力値を「中心地区」「中心地区と外区との間の街路」「外区」の順に上昇させ、観光客の滞在時間の増減を調べる。その結果から、どの地区を開発するのが最も望ましいか考察する。

第4章 シミュレーション結果

本研究では観光客の街路選択を独自の計算式により行っているため、観光客の正確な回遊時間には言及することができない。しかし、各タイプの観光客が持つ歩行行動の特性については特徴を掴むことができると考える。

4.1 「通常都市」での回遊性分析

通常の都市を3つにタイプ分けした観光客に300回の歩行をさせた。観光地を歩く市民の数は試行ごとに、0~50人のランダム、各観光客のエージェントは50人ずつ生成し、その平均を取った。以下にそのデータを示す。

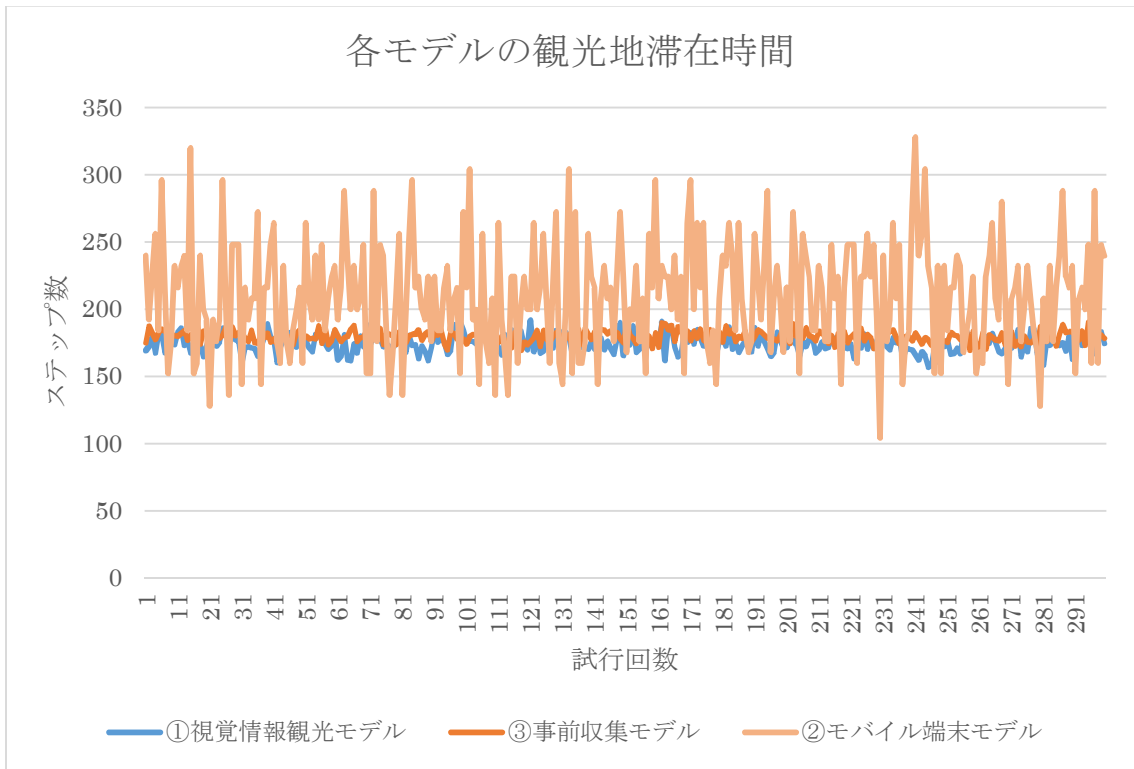


図 3

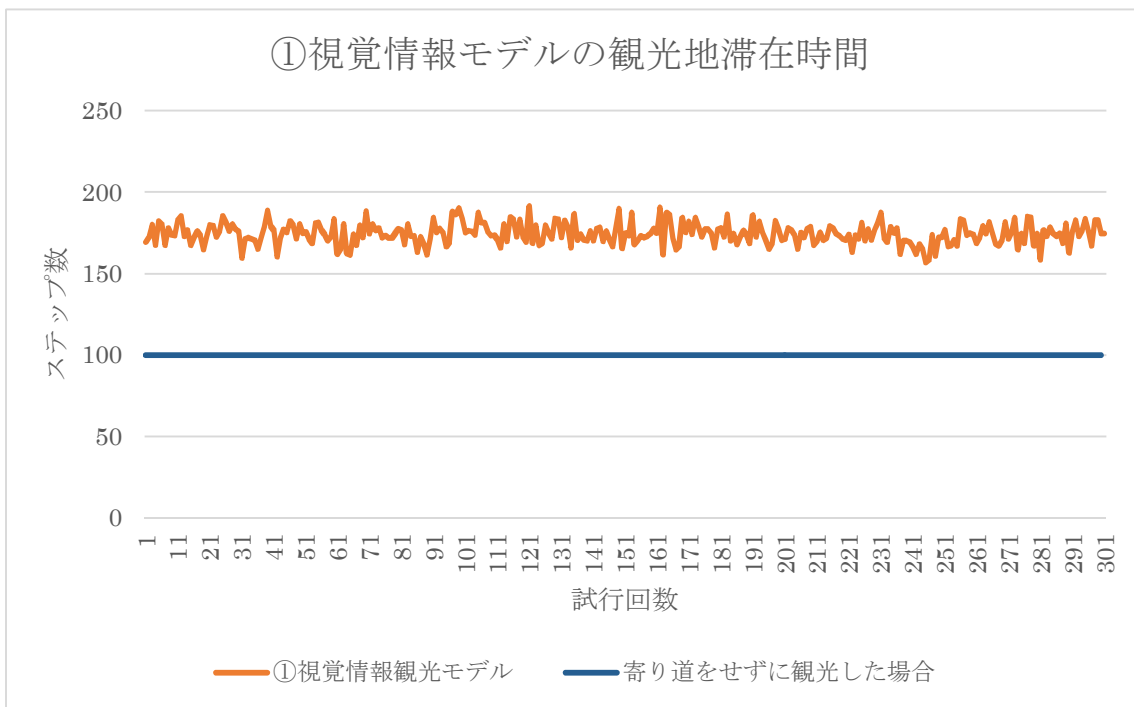


図 4

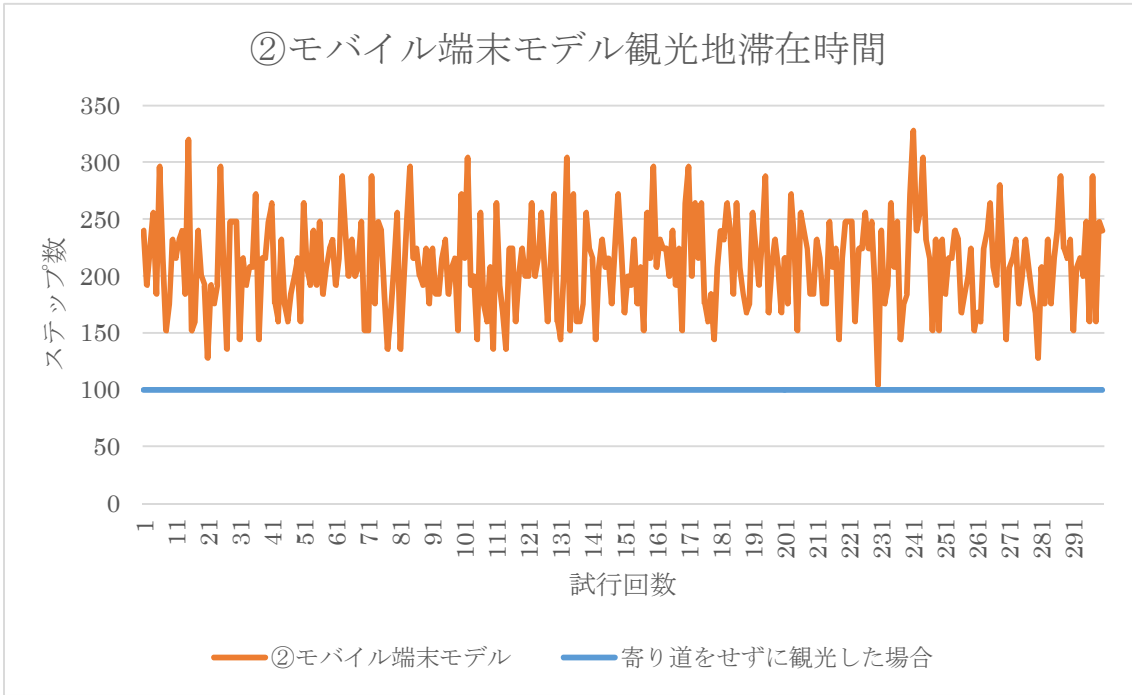


図 5

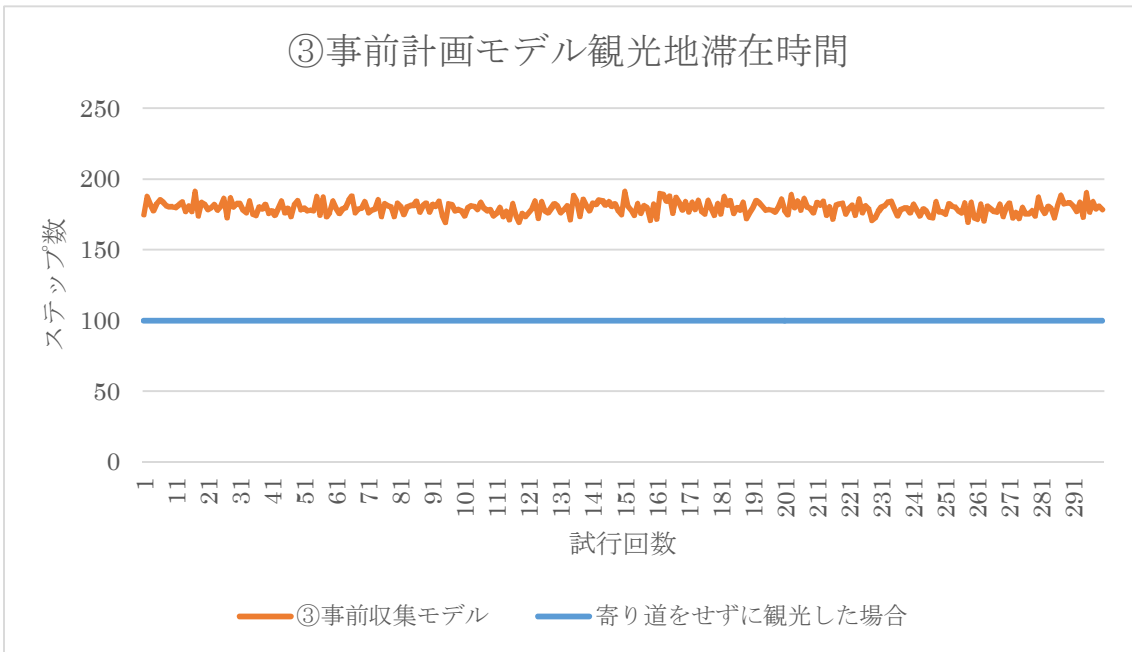


図 6

○「通常都市」滞在時間分析結果

- 1) 各モデルの平均滞在時間はそれぞれ、視覚情報モデルが「195 ステップ」モバイル端末モデルが「220 ステップ」事前計画モデルが「185 ステップ」となり、目的地の順序によってランダムウォーク的に歩行するモバイル端末モデルが一番長くなった。
- 2) 各試行の滞在時間のばらつきは、モバイル端末モデルが最も大きく、事前収集モデルが最も小さくなった。

次に各観光客の街路通行量を調べる為、各タイプの観光客に 50 回観光地を歩行させた。

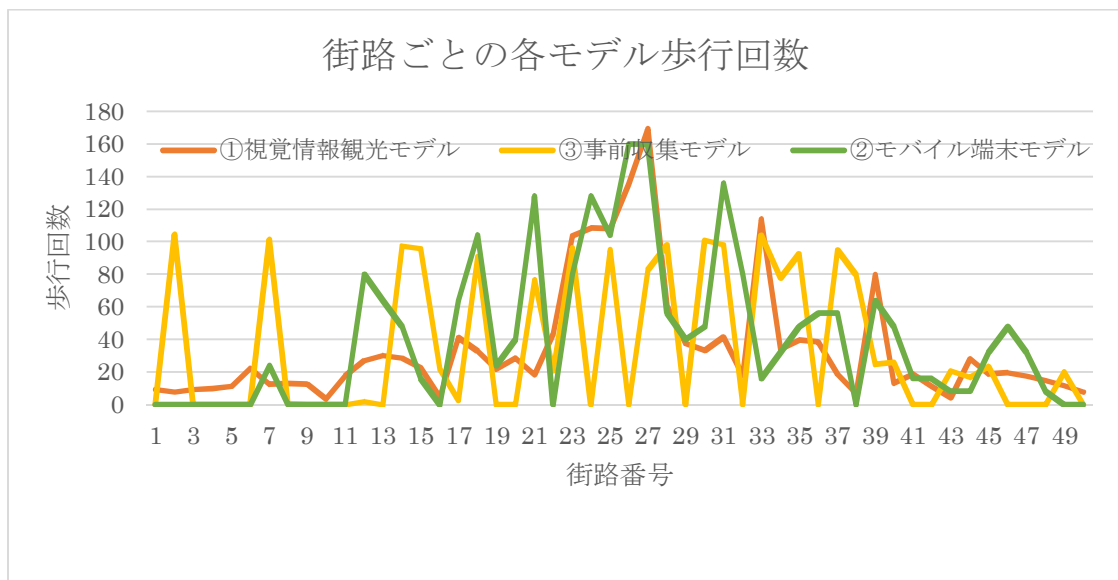


図 7

○歩行量データ分析結果

- 1) 視覚情報モデルが最も広い範囲に渡って観光をしており、歩行人数 0 の街路が最も少ない。
- 2) モバイル端末モデルは視覚情報モデルと同じように動いているが、観光スポットのない街路は歩行していない。
- 3) 事前収集モデルは、歩行する街路と歩行しない街路にはっきりと差が表れ、観光地での予定外行動は最も少なかった。

全体を通してみると、視覚情報モデルとモバイル端末モデルがランダムウォーク的な歩行行動を取っている。逆に事前収集モデルはみな同じような街路を歩行しているので、あまり街路状況によって経路を変更していない。

4.2 「市民の増減」が観光客の回遊性に与える影響の分析結果

観光地を歩行する人数を0人から50人まで増減させ、街路の状況は通常から変えずに300回のシミュレーションを行ったところ、各モデルの滞在時間は以下ようになった。

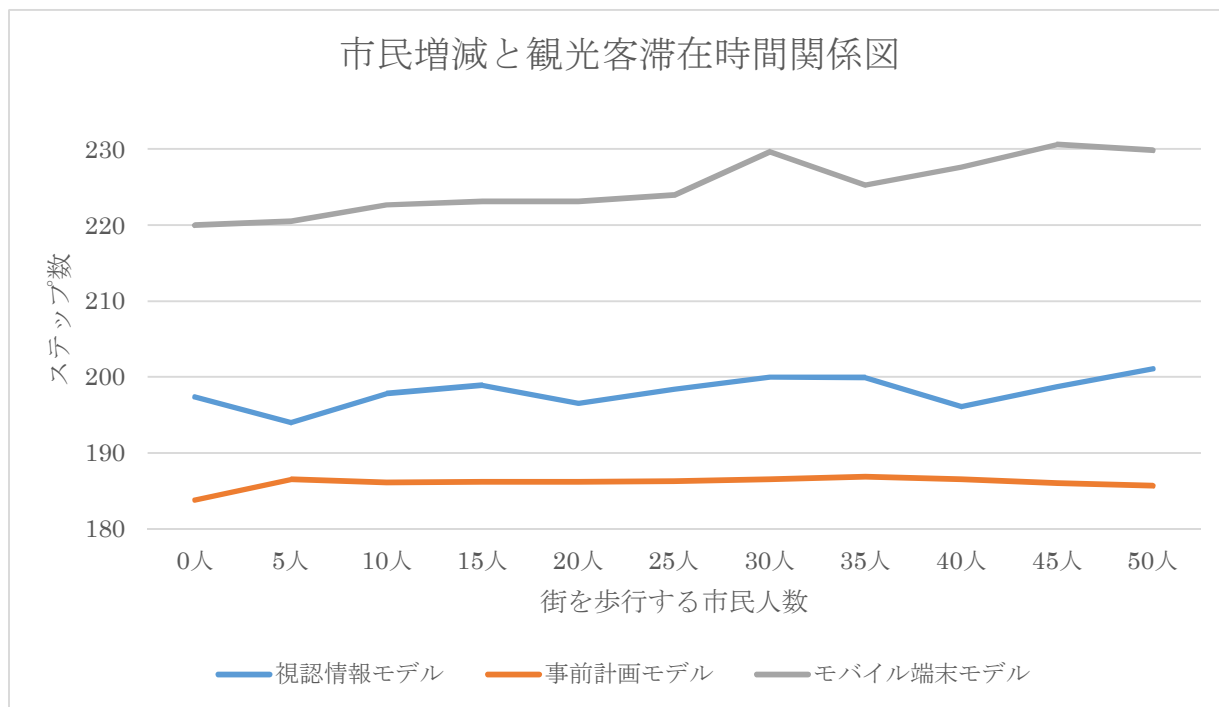


図 8

○「観光都市を歩行する市民の増減」が観光客の滞在時間に及ぼす影響の分析結果

- 1) モバイル観光客は観光地を歩行する市民の数が増えるほど、滞在時間が伸びた。
- 2) 視覚情報モデルと事前収集のモデルには、市民の数と滞在時間の関係性は見られなかった。

本研究では、観光地を歩行させる市民の歩行経路が完全にランダムであったため、このような結果になったが、今後はもっと市民にも目的や恠意性を持たせることで、観光客にどのような影響が出るか、分析を進める必要がある。

4.3 「街路の魅力値向上」が観光客の回遊性に与える影響の分析

この分析では、街路の「中心地区」「中心地区と外地区の間街路」「外地区」の順で街路の魅力値を上げて観光客の回遊性にどのような影響が出るか分析を行った。

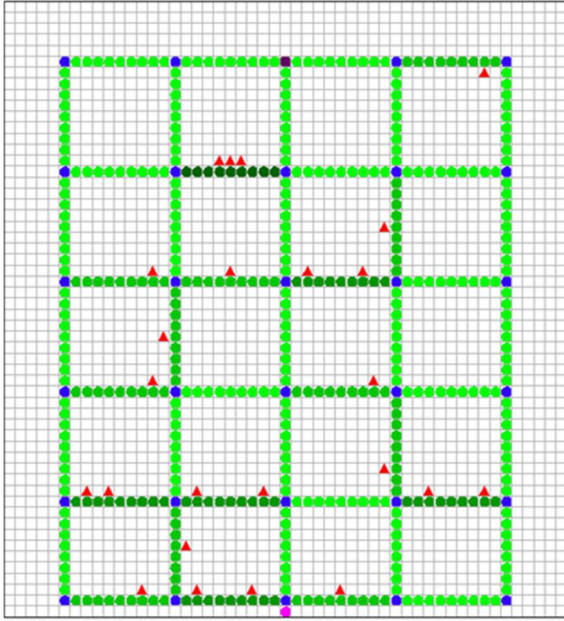


図 9 通常都市図

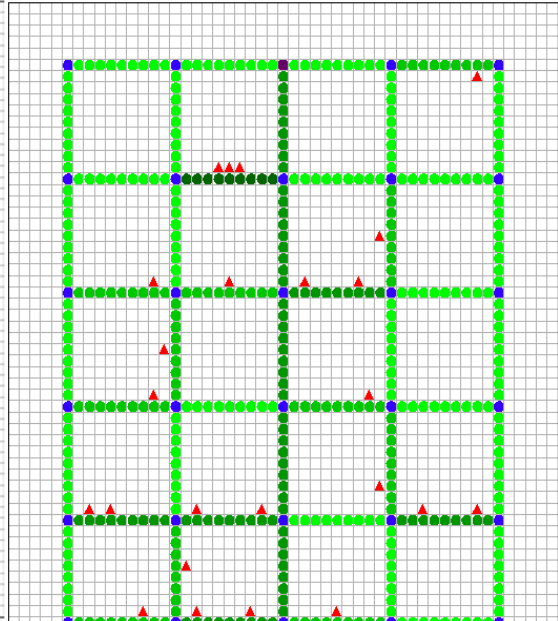


図 10 中心地区活性化図

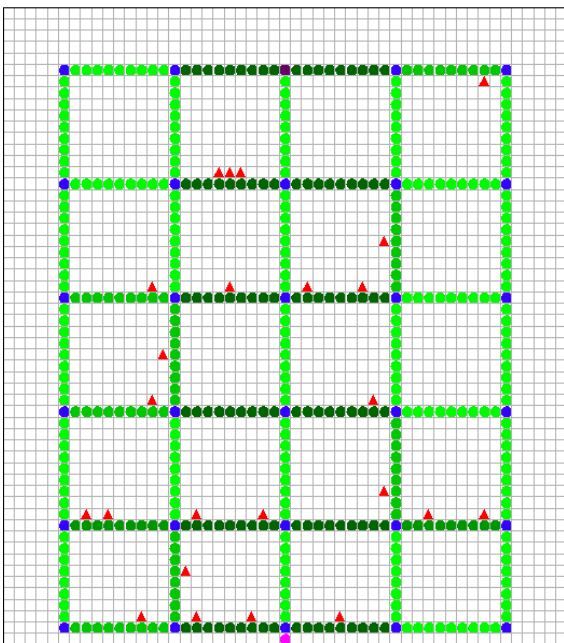


図 11 中心地区と外地区の間図

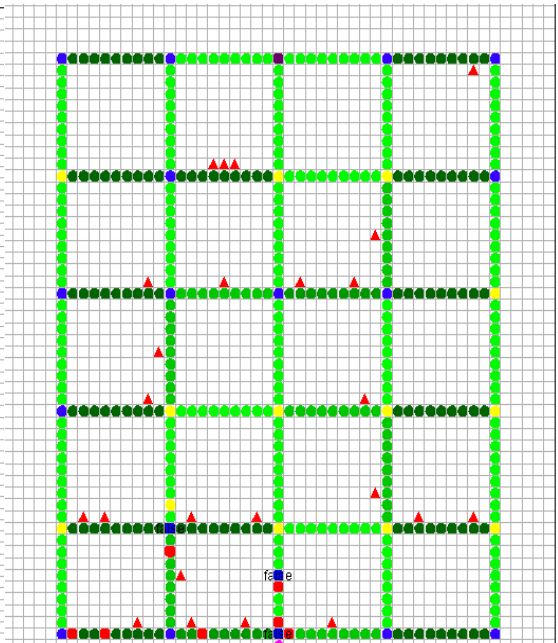


図 12 外地区活性化図

観光都市の中心市街地活性化モデル

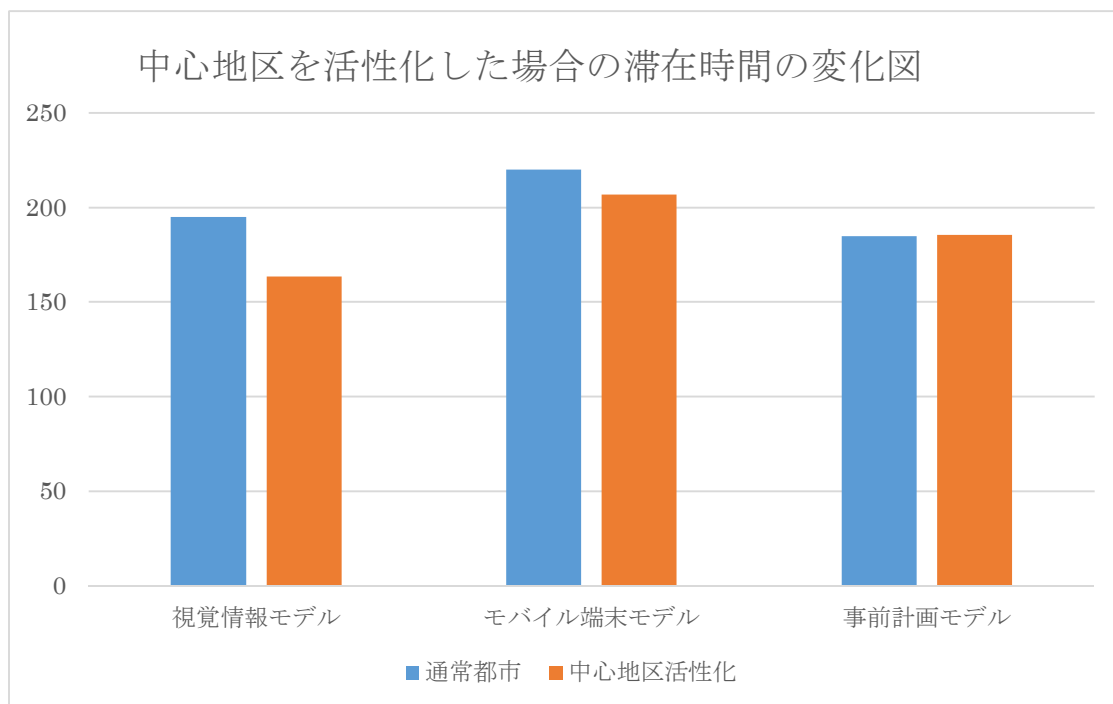


図 13

○ 「観光地の中心市街地活性化」が観光客の回遊性に与える影響の分析結果

- 1) 視覚情報モデル、モバイル端末モデル共に、通常の観光都市よりも滞在時間が短くなった。
- 2) 事前収集モデルは通常都市とほぼ変わらない滞在時間だった。

まとめ

出発地点から、共通目的地を結ぶ通りを活性化したことにより、各観光客はより目的地に向かって一直線に向かうようになった。その結果として、観光客の滞在時間が短くなったと推測できる。

観光都市の中心地と外区の間地区の活性化モデル

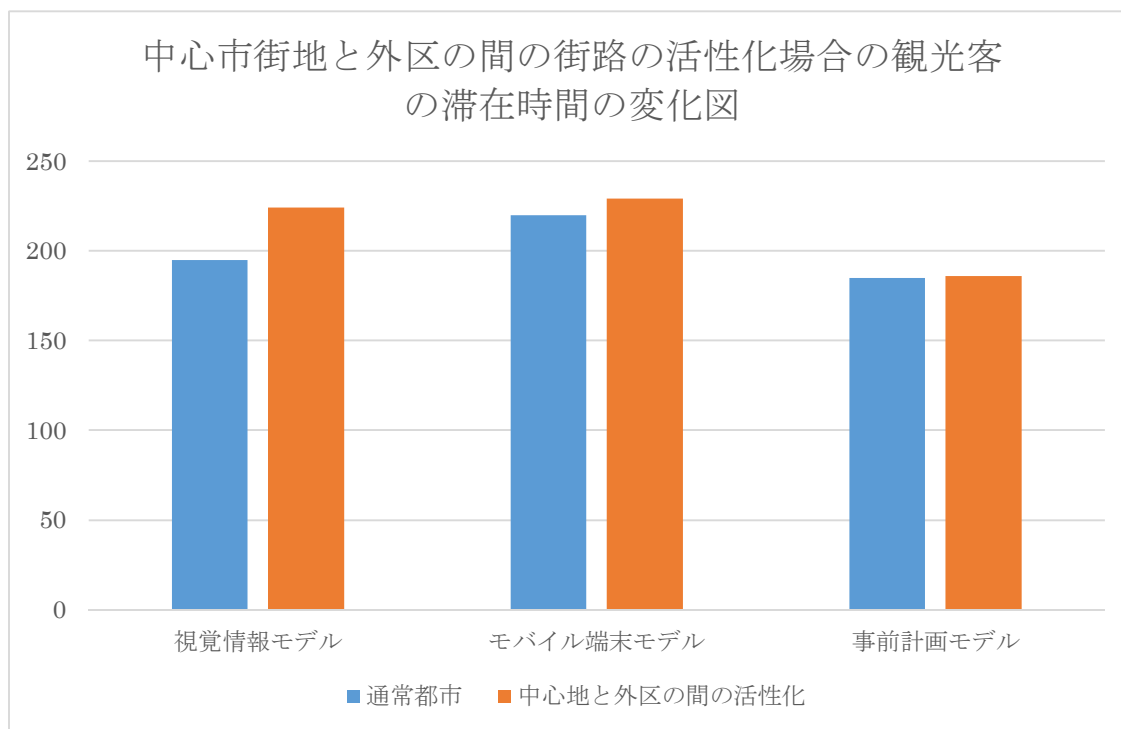


図 14

○ 「中心地と外区を結ぶ街路の活性化」が観光客の回遊性に与える影響の分析結果

- 1) 中心市街地と外区を結ぶ街路を活性化したことにより、視覚情報モデルとモバイル観光モデルは滞在時間が伸びた。
- 2) 事前計画モデルには通常都市との差異は見られなかった。

まとめ

中心市街地と外区を結ぶ街路を活性化したところ、観光客が魅力の上がった街路に惹かれ道を逸れることで、結果的に観光客の歩行範囲が広がり、観光客の滞在時間が伸びた。

観光都市の外区活性化モデル

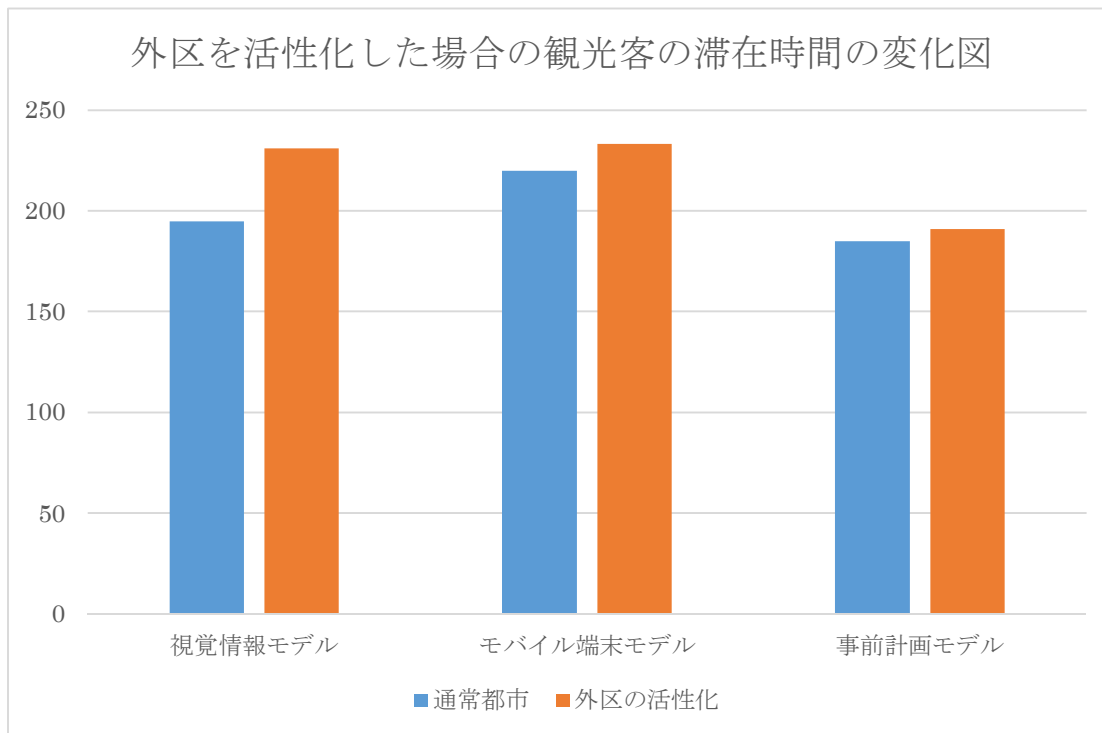


図 11

○ 「観光地の外区の活性化」が観光客の回遊性に与える影響の分析結果

- 1) 観光地の外区を活性化したことにより、視覚情報モデルとモバイル観光モデルは滞在時間が伸びた。
- 2) 事前計画モデルにもこれまでのケースより若干であるが滞在時間の伸びが観測できた。

まとめ

観光地の外区を活性化することで、共通目的地までの街路から外れて歩行している観光客がより街の方まで足を伸ばすようになったことで、観光客の滞在時間が伸びる結果となった。

まとめ

本研究によって得られた結果は以下のとおりである

- ① 観光客を観光行動別に分類すると、視覚情報モデルの観光客と、モバイル端末モデルの観光客は街路等の外部状況の変化により、観光中の滞在時間が左右される。逆に事前計画モデルは観光地の街路状況に滞在時間を左右されにくい。
- ② 観光地を歩行する市民の数を増やした結果、モバイル端末モデルの観光客には滞在時間の伸びが観測されたが、その他のモデルには滞在時間の伸びは見られなかった。
- ③ 観光地の街路魅力値を変更した結果、出発地点から目的地までの街路の開発をすると観光客の滞在時間が短くなり、その周辺の街路の開発を行うと観光客の滞在時間が伸びた。

本研究の目的は、観光客の回遊行動に影響を与える要因の解明であった。シミュレーションを行った結果、観光客は観光地を歩行する市民の影響はあまり受けず、観光地の街路状況、特に中心地から外れた区域の状況に大きく左右されているという新たな知見が得られた。しかし、今回の研究で設定した市民は何の目的も持たず、ただランダムに都市内部を歩行するだけであったが、今後市民に一定の恣意性を持たせて歩行させることで分析結果にどのような変化が起こるのか、検証する必要がある。また、今回作成した観光都市は縦横ともに50マスで出来ており街路は端から端までで4本分しかない小さなモデルでの実験となった。今後はさらにモデルを大きくし、観光客の回遊行動を詳しく分析していく予定である。

最後に、本研究によって観光客の観光行動ごとの歩行特性を若干ではあるが明らかにすることができた。今後ますますシミュレーションでの回遊行動分析が進むことにより、観光地でのまちづくりの際の重要な指標になると考える。

参考文献

- [1] 滝川紘史(2001) 『エージェントベースモデルを用いた中心市街地における歩行者行動モデル化』 日本建築学会大会学術講演梗概集
- [2] 鎌田敏之(2010) 『artisoc で始める歩行者エージェントシミュレーション原理・方法論から安全・マネジメントまで』 構造計画研究創造工学部
- [3] 山影進(2002) 『人口社会構築指南 artisoc によるマルチエージェントシミュレーション入門』 書籍工房早川
- [4] 北野雅士(2002) 『中心市街地における歩行者行動モデル開発のための経路選択行動分析』 日本建築学会大会学術講演梗概集