

マルチエージェントシミュレーションを用いた札幌市都心部の 歩行者回遊行動に関する研究

A Study on the Pedestrian Behavior in the Central Districts of Sapporo City Using a Multi-Agent Simulation

北海道大学大学院工学研究科 ○ 学生員 合月 孝 (Takashi Aitsuki)
北海道大学大学院工学研究科 フェロー 加賀屋誠一 (Seiichi Kagaya)
北海道大学大学院工学研究科 正 員 内田 賢悦 (Ken-etsu Uchida)
北海道大学大学院工学研究科 正 員 萩原 亨 (Toru Hagiwara)

1. はじめに

現在、わが国の多くの地方都市では、都市郊外の大規模店舗立地による都心部店舗の衰退、加えて都心部における慢性的な交通渋滞による環境悪化などにより、都心部の魅力低下が問題となっている。札幌市においても、魅力ある都心の実現は重要な課題であり、札幌市が市民に対して提案した「都心交通ビジョン」では、都心活性化策の一つとして、歩行者や環境を重視した快適な歩行空間の創出が提案されている。快適な歩行空間の創出のためにも、都心部を訪れる人々が都心部において、全体としてどのような行動をしているか、また、空間的な環境の変化によって、全体としてどのように行動を変化させるかを把握することは重要である。しかし、都心部において多くの人が行動する場合、人々は個々に考え、判断し、異なる動きをし、かつ相互に影響を与え合うものと考えられる。このため、都心部全体の歩行者回遊行動がどのようなものかということ、個人の動きから単純に確率的に知ることは難しい。そのような創発性を検討する手法として、マルチエージェントシミュレーションが注目されている。

そこで本研究では、まず、休日に札幌市都心部を訪れる歩行者を対象にアンケート調査を実施し、歩行者回遊行動の分析を行う。そして、行動の類型化により行動ルールを構築し、マルチエージェントシミュレーションを用いた歩行者回遊行動モデルを構築することを目的とする。さらに、構築されたモデルにより、空間的な環境が変化した場合の、歩行者回遊行動の変化について考察を行っていく。

2. 歩行者回遊シミュレーションモデル

2.1 マルチエージェントシミュレーション

本研究では、歩行者回遊行動シミュレーションモデルの構築に、マルチエージェントシミュレーションを用いる。自律的に決定した行動計画（戦略）に基づき、自己の利益を追求する活動主体のことをエージェント、そしてそれらが双方向的な相互関係を持って集まった集合体のことをマルチエージェントという。ある環境をコンピュータ上に設定し、このマルチエージェントのシミュレーションを行うのが、マルチエージェントシミュレーションである。

2.2 シミュレーション概要

図-1に、本研究で構築するシミュレーションモデルにおける、歩行者と他の歩行者（エージェント）、環境との関係を示す。歩行者が単独で行動する場合は、歩行者個人の来街目的や来街手段、個人属性等を踏まえ、店舗の空間的配置や道路環境などの環境を認知し、その環

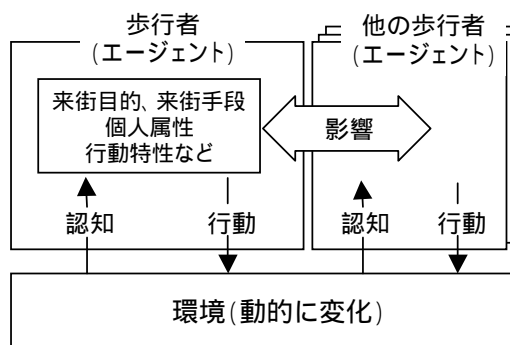


図-1 歩行者と他の歩行者、環境との関係

表-1 アンケート調査概要

調査日時	平成16年10月31日（日）
調査対象	札幌市都心部歩行者
調査場所	地下鉄大通駅地上部、JR札幌駅前通り 北一条地下駐車場、まるいパーキング
配布方法	現地配布、郵送回収
配布数	1000部
回収数	343部
有効回答数	311部
主な質問項目	個人属性 調査日の行動（滞在時間、訪問箇所等） 都心部での行動（単独、複数での行動 混雑に対する意識・行動、道の選好など）

境に応じて、自律的に行動を決定することが可能である。しかし、同行する歩行者が存在し、複数で行動する場合は、複数の中での立場の違いなどにより、歩行者間で影響を及ぼし合うため、自律的に行動を決定することが困難となる場合が考えられる。さらに、他の歩行者が他人である場合でも、歩行者が店舗を訪問したり、道路を通行することでの混雑などにより環境が動的に変化し、その環境を認知する歩行者間で、無意識的に影響を及ぼし合うものと考えられる。本研究では、このような都心部で起こりうる歩行者間や環境との相互作用を考慮し、シミュレーションモデルを構築していく。

3. アンケート調査

都心部における歩行者回遊行動は、歩行者の個人属性や、行動特性によって異なると考えられる。そこで本研究では、個人属性や行動特性が、都心部での回遊行動にどのような影響を与えるかを明らかにするために、札幌市都心部においてアンケート調査を実施した。アンケート調査概要を表-1に示す。本調査では、歩行者回遊行

動を分析、類型化し、シミュレーションモデルを構築するため、基本的なデータである「個人属性」「調査日の行動」の質問項目に加え、「単独、複数で来街した場合の行動」や「混雑に対する行動」など、都心部での行動をより詳細に尋ねる質問項目を設けた。なお、調査対象は時間的制約が少ないと考えられる休日の都心部歩行者とし、行動範囲や来街手段の異なる歩行者を抽出するため4ヶ所の配布場所を選定した。そして回収数341部の内、来街目的に「買い物」「飲食」「娯楽・レジャー」を含む311サンプルを有効回答として分析を行った。

4. アンケート調査結果

図-2には年齢別の滞在時間の分布を、図-3には実際訪問箇所数と予定訪問箇所数の差の分布を示す。各分布に対し χ^2 検定を行った結果、滞在時間に関しては、有意水準1%、実際と予定の訪問箇所数の差は有意水準5%で有意であり、それぞれ分布に差が見られた。それぞれの分布から、年齢が上がるほど滞在時間は短くなり、また、予定以外の訪問先はあまり訪れないという回遊性の違いが見受けられる。

図-4は来街手段別の滞在時間の分布を示したものである。 χ^2 検定を行った結果、有意水準1%で分布に差が見られ、自動車非利用者に比べ自動車利用者は、滞在時間が少ない傾向が窺える。また、ここでは割愛するが、訪問箇所数に関しても、自動車利用者は自動車非利用者に比べ訪問箇所数が少ない。これは、自動車利用者来街する際に駐車場を利用するため、駐車料金やサービスなどにより、移動に制約を受けているためであると考えられる。また、図-5には同行人数別の来街手段の関係を示す。これを見ると、複数で来街する場合は自動車を利用する割合が高くなる傾向が窺える。

図-6には同行人数との関係と複数における立場の関係を示す。これを見ると、同行人が家族である場合は「自分が相手を引き連れていく」という立場と、「相手に自分がついていく」という立場を取る場合の総和が全体の半数以上となり、自律的または依存的に行動する割合が高いということが窺える。これに対し、同行人が友人・知人である場合は「どちらともいえない」という対等な立場を取ることがわかる。また、図-7には訪問先と道路の混雑に対する意識を示す。年齢や来街手段などとの有意な差は見られないが、全体の6割が少なくとも、訪問先、道路のどちらかの混雑を意識し、他の訪問先に移動したり、道路を迂回する行動をとることがわかる。

5. 今後の課題

これまでの分析で、年齢や来街手段などにより、回遊行動に違いがあることが明らかとなった。また、歩行者間や環境との相互関係による行動の違いが見受けられる。今後は、回遊行動に影響を及ぼすと考えられる各要因を用いて、歩行者回遊行動の類型化を行い、行動ルールを構築する。それにより、マルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、構築されたモデルの評価を行う。そして、都心部の空間的環境が変化した場合の、歩行者回遊行動変化についても考察を行っていく。

参考文献

- 1) 根岸祥人：震災経験を考慮したルールベースの避難交通行動シミュレーションへの適用に関する研究
土木計画学研究講演集 vol.30 CD-ROM 2004
- 2) 山影進：コンピュータの中の人工社会、マルチエージェントシミュレーションモデルと複雑系

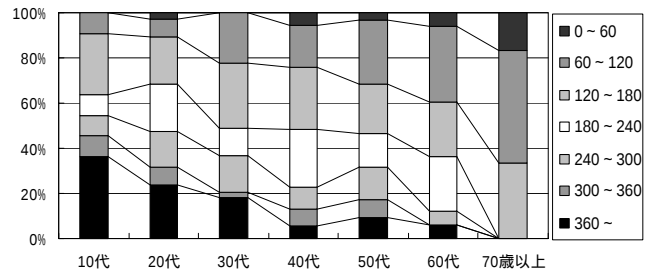


図-2 滞在時間（年齢別）

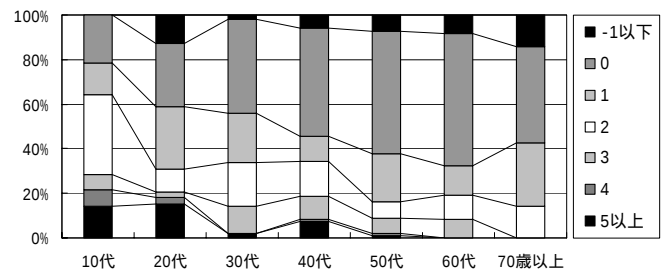


図-3 実際と予定訪問箇所数の差（年齢別）

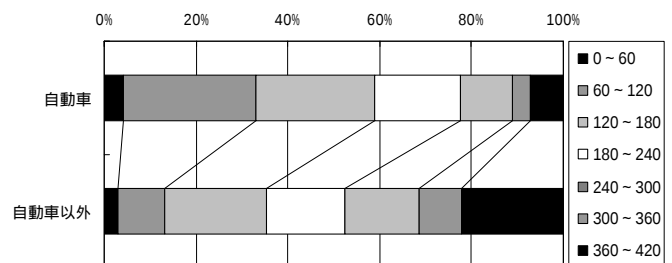


図-4 滞在時間（来街手段別）

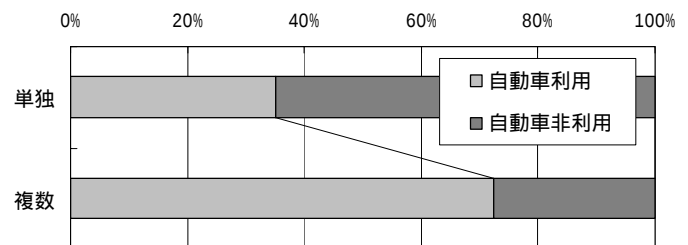


図-5 来街手段（同行人数別）

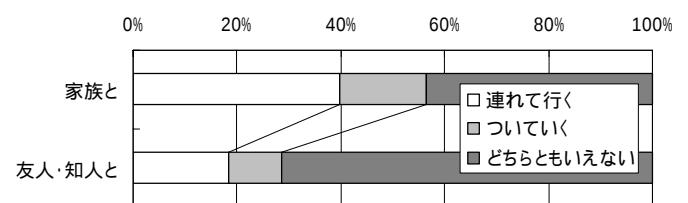


図-6 複数における立場（同行人数との関係）

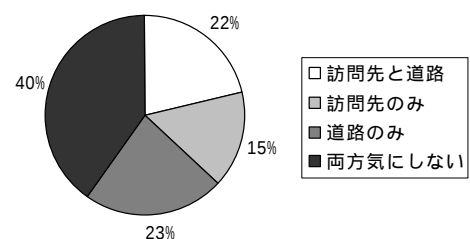


図-7 訪問先、道路の混雑に対する意識