

報告番号	甲 第 13737 号
------	-------------

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 歩行者空間計画のためのマルチスケールな  
行動モデリング  
(Multi-scale behavior modeling for  
pedestrian-centric spatial planning)

氏 名 日高 健

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年、自動車を中心とした街づくりから、人を中心とした街づくりへ空間を再構築しようとする取組みが進んでいる。質の高い都市空間は、経済的、社会的、健康的、環境的に利用者に高い価値をもたらすことが明らかになっており、人を中心とした街づくりは豊かな生活空間の実現、地域消費の拡大、観光客の増加や健康寿命の延伸など様々な地域課題の解決や新たな価値の創造につながると期待される。しかしながら、どのように街路空間の再構築・利活用を行えば良いのかという具体的な手順は明らかではなく、多くの自治体は模索をしているのが現状である。

一方、スマートフォンや個人単位のセンシングデータの普及を背景として、データ駆動型の空間計画が注目されている。国土交通省が推進する「スマート・プランニング」は、個人単位の行動データをもとに、施策実施の効果を予測した上で様々な施策を検討するデータ駆動型の新しい計画手法である。データに基づく空間設計は、ステークホルダー間のデータに裏付けされた客観的な共通認識の構築に役立ち、結果として、エビデンスに基づいた施策の決定（Evidence-Based Policy Making; EBPM）につながると期待される。

しかしながら、現状のデータ駆動型の空間計画手法には以下に示す大きな課題がある。

1. 個人単位の詳細な移動軌跡データを十分に活かしきれていない
2. 歩行者の複雑な意思決定、回遊行動の特徴を十分に表現できていない
3. 広域からの来訪者数の推定は、四段階推計を前提としている

本研究では、これらの大きな課題に取り組み、解決を図ることで今後のデータ駆動型の空間計画のさらなる発展の一助となることを目的とするものである。

本論文は、以下の 6 つの章で構成されている。

第 1 章は、序論であり、研究を行うに至る背景および、研究の目的、本論文の構成について説明を行った。

第 2 章では、既往研究について整理した。はじめに、歩行者行動モデルに関する既往研究について整理した。具体的には、経路選択モデルについて非目的地指向型の歩行者経路選択モデルについて紹介した後に、経路の列挙を必要としないリンクベース（再帰型や逐次型とも呼ばれる）の経路選択アプローチについて紹介した。また、歩行者を対象とした活動スケジューリングモデルについてもレビューを行った。さらには、GPS データを用いた歩行者行動の空間表現についても紹介した。続いて、広域の移動行動生成モデルに関する既往研究についてもレビューを行った。

第 3 章では、上述の課題 2 で挙げた歩行者の複雑な意思決定のうちの、回遊行動に特徴的な行動軌跡の生成を可能とする 2 段階のアプローチを提案した。第一段階では、最大エントロピー逆強化学習法によって Point of Interest (POI) の効用関数と確率的方策を推定し、第二段階では、与えられた目的地と到着時間の制約の下で軌跡を生成する。このモデルでは、歩行者は目的地と到着時間の制約の中で効用を最大化するように軌跡を選択する。この方法を用いることで、最短経路に代表される目的地指向型の行動軌跡のみならず、迂回や滞在、立ち寄りのような様々な行動軌跡の表現が可能となった。また、オープンスペースを模した 2 種類の数値実験を通じて様々な行動軌跡の生成が可能なることを確認した。

第 4 章では、上述の課題 2 で挙げた歩行者の複雑な意思決定のうちの、活動選択や活動時間配分行動に着目し、これらを逐次的に行うことが可能な動的活動スケジューリングモデルを歩行者問題に適用した。本研究で扱う問題では、移動時間が活動時間に含まれるため、移動時間以上の時間を配分する必要がある。この問題を扱うことができるよう動的活動スケジューリングモデルの拡張を行った。また、課題 1 で挙げた詳細な移動軌跡データの活用方法として、グリッドベースの空間表現方法を採用し、GPS データから 15m という詳細な空間解像度を持つグリッドへの離散化のための前処理方法についても提案した。ここでは、道の駅で取得された GPS データをもとに、提案の方法で時空間離散化を行い、活動スケジューリングモデルの推定を行った。推定の結果、代表者の年齢や子どもの数といった来訪者グループの属性が活動選択や活動時間配分に与える影響が明らかになった。具体的には、子どもの数はゴーカートやアスレチック広場のような活動的なアクティビティの選択確率を高める一方で、レストランなどの選択確率を低くした。また、代表者の年齢が高いほど、レストランなどでの滞在時間が長くなる傾向にあった。さらに、モデルの推定の結果、早い時間帯ほど 1 つの活動の配分時間が短くなることが明らかになった。早い時間帯では、もともと計画しているが未実行の活動が多いため、時間的圧力が発生していることに起因すると考えられる。

第 5 章では、課題 3 で挙げた広域からの来訪者の推定に関して、パーソントリップ調査のような大規模な交通調査の存在を前提としない新しい推定方法の提案を行った。提案方

法では、国勢調査や生活時間調査などの一般に入手が容易で、プライバシー保護等の懸念のない集計データを融合し、統計的に矛盾のない移動行動パターンの生成を行う。提案方法を適用し、携帯電話の基地局情報から得られる時間帯別の滞在人口と比較を行い、その精度を検証した。検証した結果は、どの時間帯に対しても国勢調査と検証データ間の当てはまりと同等以上の精度を示しており、提案手法が有用であることを示すことができた。提案方法は、金銭的、時間的なコストの大きい交通調査を一切必要としないため、財政面で苦心する小規模な自治体を含む日本全国全ての地域で安価かつ簡便に移動行動を生成することができる。生成された移動行動情報に基づき、対象エリアの属性や時間帯の情報を含んだ来訪者数の推計が可能と考えられる。

第 6 章は、上記の成果の総括を行うとともに、今後の課題を示した。本論文では、歩行空間計画のためのマルチスケールな行動を扱うことができる枠組みを提案したが、全てを組み合わせた推計までは示すことが出来なかった。マルチスケールなモデルを全体で実施するツールとして整備していくことが、今後のデータ駆動型の空間計画の活用の拡がりに向けた最も重要な一歩となると考える。