

## 大規模商業空間における歩行者の回遊行動モデリングに関する研究

### 1.1 研究の背景

空間のプランニングとは、建築物に寄せられる様々な要求を整理して問題点や矛盾点を解決または調整し、可能な限り多くの要求を満たしながら、人の活動をうまくサポートする機能を備えた仕掛けを考えることである。本研究が対象とする大規模商業施設は、購買・飲食・スポーツ・休憩・イベントなど多くの物やサービスを提供する複合空間であるため、空間の果たすべき機能も多くなる。また、調整された要求事項に基づいて実際に空間を組み立てようとすると、そこに建築物の安全性やメンテナンス・収益などの経済性を加えて考える必要性も生じてくる。

数多くの要求や制約を考慮する上で重要なのが、その空間の利用状況の予測である。デザインの過程では、どんな人が何人くらい何の目的でその空間を使うかを推測したり、来た人がどのように空間内を動き回るのか何らかの行動パターンを設定したりすることによって、各プランニング・デザイン案の評価検討が行われている。

これまで、こうした行動パターンは主に現地調査・観察や、既存のプランの成功例・問題点の整理、人間工学的知見という形で抽出されてきた。そして人間の活動に必要なスペースの計算法や、ある種のニーズに応えるための建築技法などが、マニュアル・文法システムとして提供されている。これらは、個々の条件に当てはまる項目を選んで組み立てていくと最適な設計ができるというものではなく、あくまで目安・ベースとして使われるものである。最終案は個々のプランニングにおける各種条件や制約、場所の特性、プランナーのセンスなどが大きく影響する。

こうしたマニュアルや文法があっても、「立ててみたら様子が違う」「思ったように使われていない」ということはしばしば起こる。これは要因の数が多く複雑に絡み合っているために、行動パターンを適用してもその結果が予測できなかつたり、考慮すべき行動パターンを見落とししたり、結果の解釈が食い違ったりしたためと考えられる。デザインの必要性や合理性を常にわかりやすい形で提示し、信頼に足る基礎情報を提供するためには、以下の2つが課題となる。

**プランの段階で、問題が起こりうる場所を目に見える形で明らかにできないか？  
歩行者が実際にどのように歩き回るかを定量的に示せないか？**

客観性を有するデータ（主に定量的なもの）は、プランナー同士のみならず、専門家とそれほどの知識やスキルを持たない人々との情報共有をも容易にするため、プランの段階で要望や問題点を明らかにすることができる。また数字で示すだけでなく、空間の中で利用者が実際に動く様子が表現されれば、各プランの評価はより容易になる。あるデザインがどれだけ効果をあげるのか実際に目で見てみるができるからだ。そのためには行動パターンをより一般化して行動モデルの構築（数式化）を行う必要がある。

### 1.2 研究の目的

そこで本研究では、マルチエージェント概念を用いて個々人の行動パターンをモデル化し、定量的なデータによるシミュレーションにより視覚化することを目的とする。行動予測の結果はこのモデルを道設定するかに依存するところが大きい。どれほど綿密に試算したとしても、シミュレーションの基礎となるモデルが間違っていたのでは、試算結果と実際の計画の効果とが大きく乖離してしまい、予測の意味がないからである。

行動モデルの枠組みとしては以下の3つを考えている。（図1参照）

**物理レベル(刺激反応型行動モデル)**  
**ネットワークレベル(経路選択行動モデル)**  
**目的地レベル(マーケティング行動モデル)**

各レベルとも既存のモデルが存在するが、本研究では、その時々では“最適”ルートを選択するが情報により目的や目的地が変化するため空間行動全体が動的に表現できる「レベル横断的」なモデルの構築を目指す。またその場その場の判断(遷移確率)ではなく、スケジューリングによって行動履歴や予定なども考慮できるような工夫を取り入れる。各レベルでのモデリングは以下に着目して行う。

**計測データに基づく歩行運動のパターン抽出**  
**“最適な移動経路”を求める際に考慮される要因の特定**  
**複数の目的が存在し、目的地も随時変化していくダイナミックな行動表現**

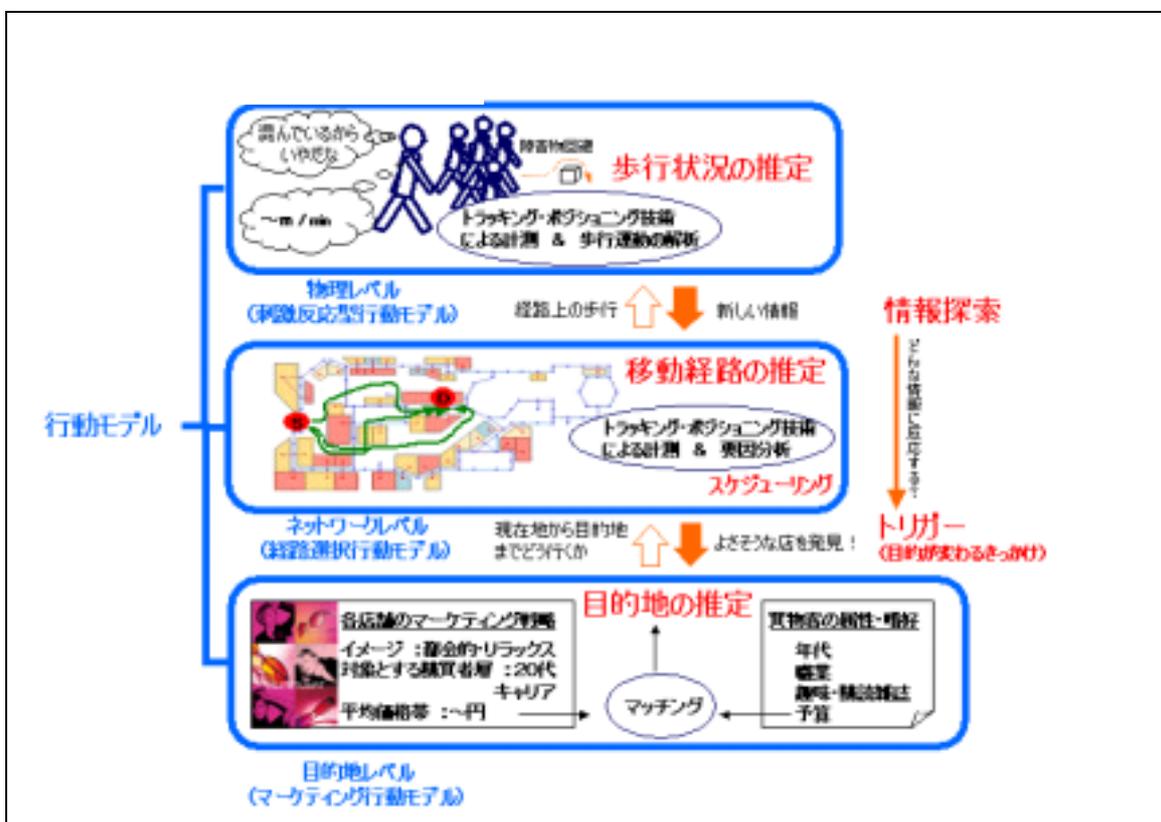


図1：行動モデルの3つのレベル

2.1 研究の進捗状況

現在、モデリングを2段階で行っている。物理レベルの行動モデリング研究としては、歩行運動解析のために駅構内の歩行者の行動計測を行った。この計測データから回避行動のパターンや歩行速度、壁や柱からの距離の取り方、周囲の人との距離・密度などを調べている。また、ネットワークレベル・目的地レベルの行動モデリング研究として、商業施設内の回遊行動調査を行った。この調査では、新たに得られた情報にどのように反応するか、どのような時に目的が切り替わるか、買い物のスタイル(店舗立ち寄り数など)などに個人差が見られるかなどの分析を行った。(図2参照)



図2：進捗状況（2つの調査）

## 2.3 結果

回遊行動調査では、大規模商業施設内で追跡による移動経路データの取得とインタビューにより、以下の3つの要因が目的地設定・スケジューリング・経路選択に影響していることがわかった。

- 属人的要因
- ・固定ルートの巡回を好むか(図3)
  - ・情報に反応しやすいか
- 文脈的要因
- ・必ず達成しなくてはならないタスクがあるか (行こうと思っている店も含む)

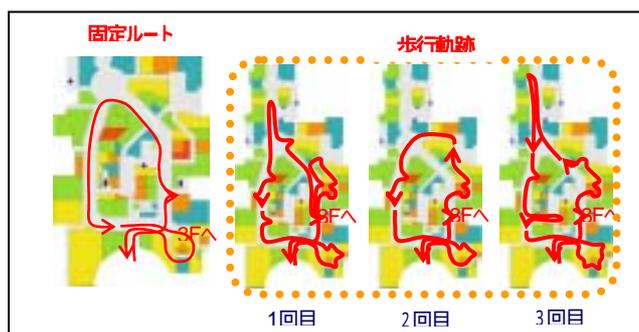


図3：固定ルート

最も単純な回遊パターンとしては「完全にスケジュールを決めてそれから逸脱しない」というものであるので、まずはこれに注目しその行動原理を最短経路モデルで説明できるかどうかを試みた。買い物開始時点で目的地とされた店のみを最短経路で巡回するルートを遺伝的アルゴリズムを用いて再現し、その結果と実際の軌跡との比較を通じて適合しない部分の原因を調べるといった方法をとった。その結果、再現された最短経路の精度が不安定であったため、経路探索に使われる一般的な歩行運動のパターン（速度・回転角）などの制約条件を調べる必要があることがわかった。

歩行者の行動計測では、JR恵比寿駅構内での利用者の歩行状況を2日間にわたり計測し(図4参照) 得られた移動軌跡の解析を行った。

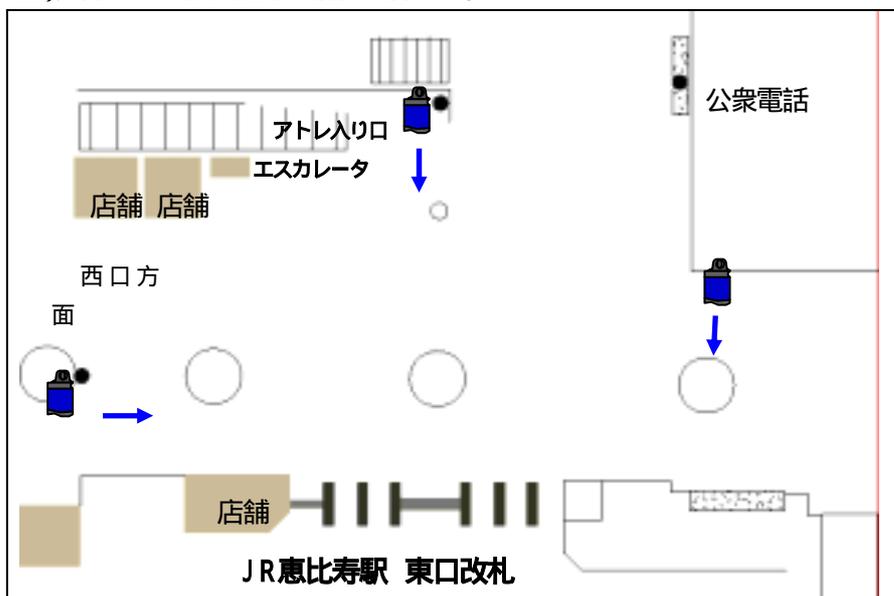


図4：恵比寿駅でのレーザー計測

行動軌跡の空間別・時系列的特性を整理し、速度の分布・地点ごとの平均速度・滞留者の発生などについて分析を行った。(図5・表1参照) 今後は柱や壁と被通過率の関係・改札からの距離や駅空間内での位置関係・動線が交錯する場所の特定・周囲の人との距離・障害物回避やその他の歩行パターンなどについて解析を進める予定である。

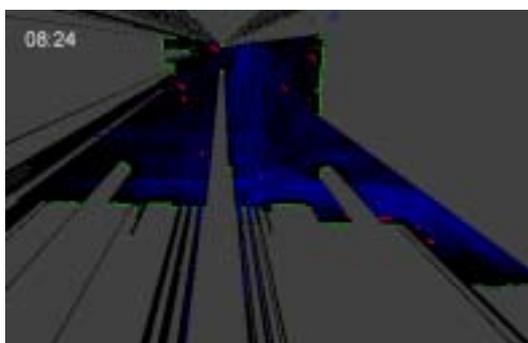


図5：移動軌跡と滞留者

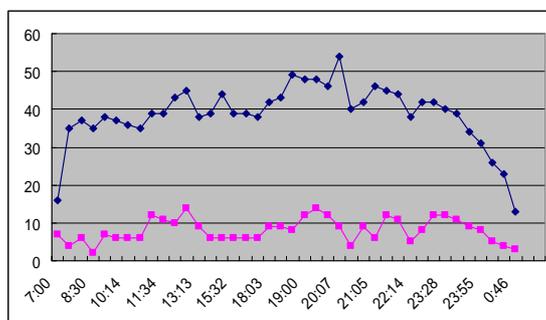


表1：時間帯別 通過人数と滞留者数

### 3. 今後の予定

モデリングにおける問題点として以下の3つがあげられる。

- 行動の目的をモデリングする前に、「歩行」行動のパターン化が必要  
(要因を割り出すためのベースとなるルートを作るため)
- 計測前後のコンテキストの影響をどのように排除するか  
(事前アンケートでの質問の仕方に工夫)
- 商業施設の場合、店舗の販売戦略等のデータが入手しにくい

そのため今後のプランとしては、まず計測データのみに基づく空間行動の基礎的解析を進める。物理モデルだけでどの程度説明力があるかを簡易シミュレーションにより検証する予定である。