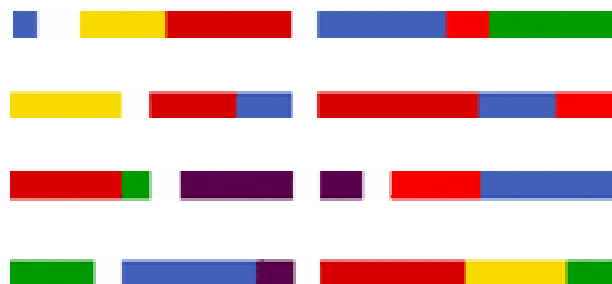


大規模商業空間における歩行者の 回遊行動モデリングに関する研究



北澤 桂

#27623 柴崎研究室
kitazawa@iis.u-tokyo.ac.jp

2008/07/09

Contents

研究の背景



都市計画・建築・デザイン
における行動モデルの重要性

研究計画



空間行動のトラッキング
空間行動への影響要因の調査

進捗状況



現在までの研究内容

問題点・改善すべき点



今後の研究内容

大規模商業空間のプランニングと回遊行動モデリング

建物内なら
歩行者

- ・不特定多数の人が利用
- ・商業を中心とする経済活動の場
- ・多目的

六本木ヒルズ
ディズニーランド

デパート
商店街

ホール
美術館

↑
多目的度

センス

歩行者の行動予測(パターンの適用)

安全性
快適性
利便性

趣味性
娯楽

コスト
メンテナンス

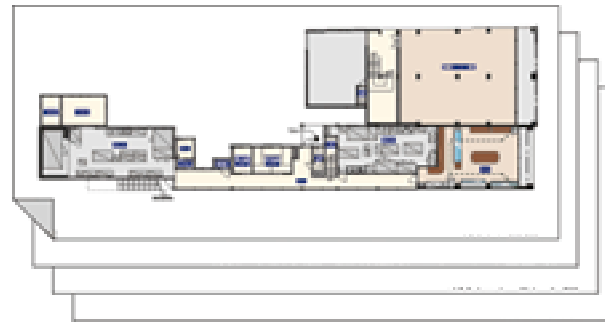
マーケティング



プランニング・デザイン案

最終プランニング・デザイン

行動パターンはどのように抽出されるか



- ・建物の観察（現地調査）
- ・既存のプランの成功例・問題点を整理
- ・人間工学（活動に必要なスペース）

落ち着いた
風情のある空間

数千人が
スムーズに
出入りできる

ニーズに応える「良い」建築
建築環境に対する歩行者の行動パターン

建築設計資料集成
建築言語・空間の文法

60° などの曲がり角は
直角と認識するため
迷いやすい

列柱廊により
自然に奥へ誘導

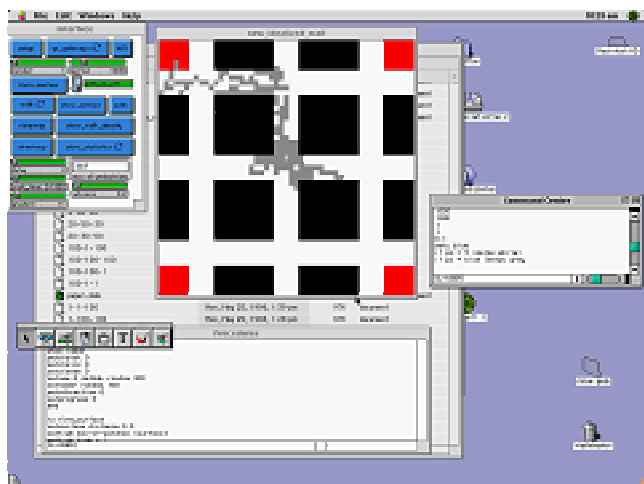
「歩行者が実際にどのように歩き回るか」を
定量的に示せないか？

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？

行動パターンの把握から行動モデルへ

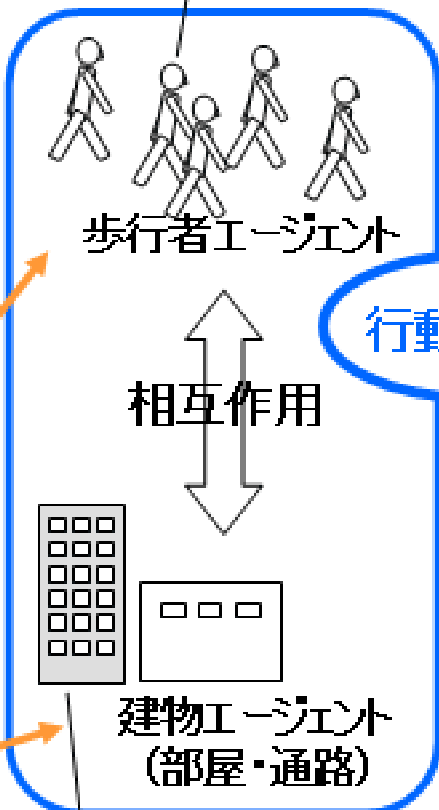
マルチエージェントモデル型
シミュレーション

MAシミュレーション



モデルの可視化
 パラメータの調整
 モデルの検証
 (実測値との比較)

属性 (高齢者)
 制約 (急いでいる)
 知識 (初めて来たのでよくわからない)



行動モデル

- ・衝突を避ける
- ・目標物に向かって歩く
- ・見通しの利く方に向かう
- ・他人との距離
- ・歩行スピード一定

物理レベル
 (刺激反応型行動モデル)

- ・とにかく最短経路
- ・明るい道を好む
- ・曲がり角は少なく
- ・大きな道、栄えている所
- ・周辺の雰囲気がいい

ネットワークレベル
 (経路選択行動モデル)

- ・～系統の店は～世代に好まれる
- ・店の情報を～のタイミングで～のように出すと注意・関心をひく

目的地レベル
 (マーケティング行動モデル)

物理特性 (通行止め 急勾配)
 情報発信力 (入り口から見える)
 魅力 (Aさんの探している物がある)

行動モデリング

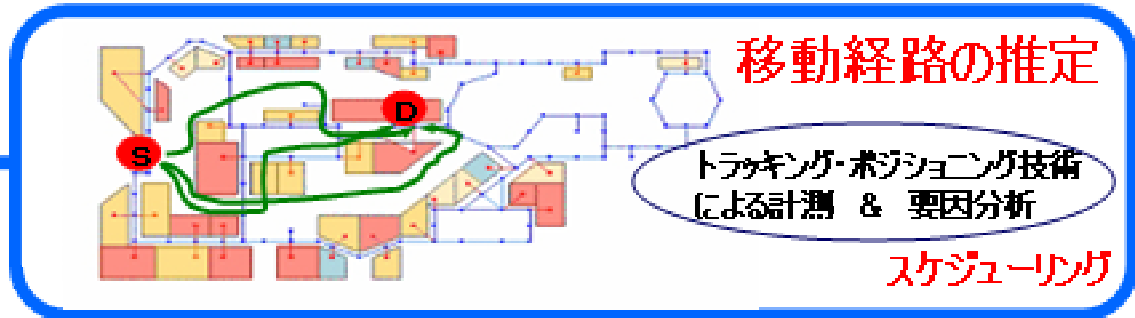
行動モデル



物理レベル
(刺激反応型行動モデル)

経路上の歩行 ↑ ↓ 新しい情報

情報探索

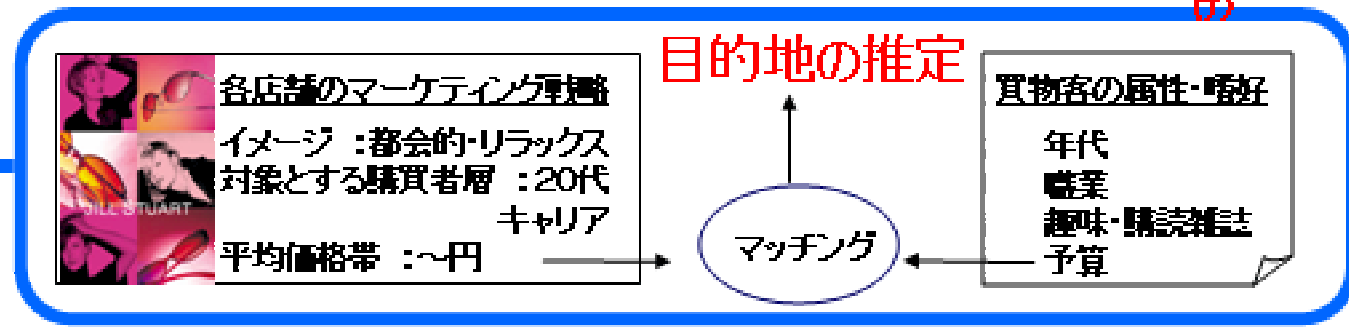


ネットワークレベル
(経路選択行動モデル)

現在地から目的地までどう行か ↑ ↓ よさそうな店を発見！

新たな情報に反応

トリガー
(目的が変わるきっかけ)



目的地レベル
(マーケティング行動モデル)

研究の目的



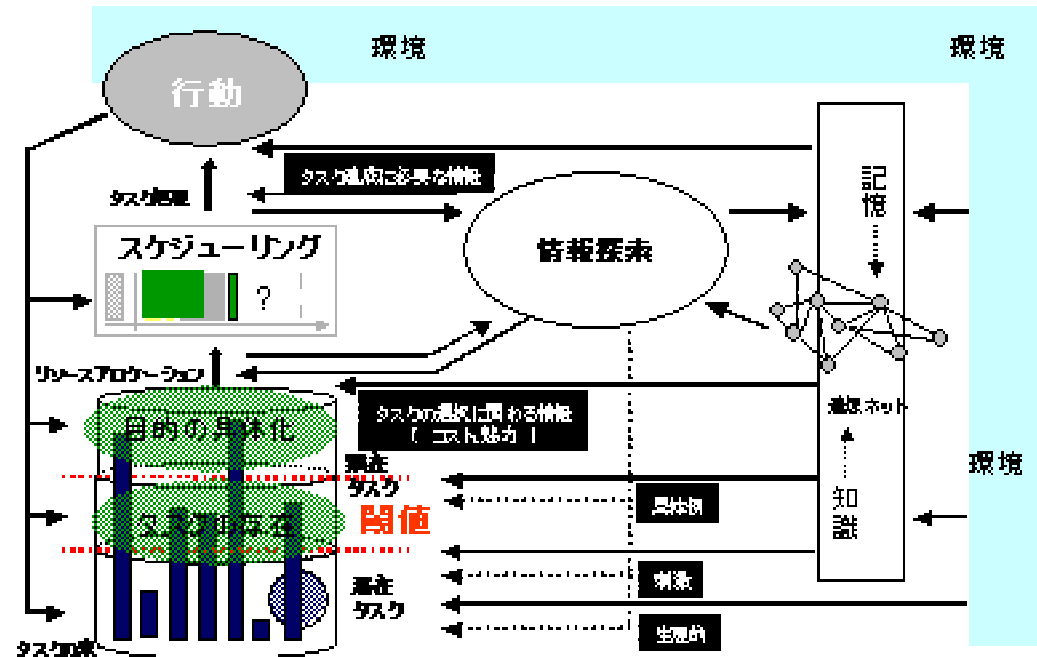
- 刺激反応型
- 経路選択
- マーケティング

- ・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

歩行者エージェントの行動モデル構築

既存のモデルとどう違うか？

- ・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。
- ・その場その場の判断 (遷移確率) だけではなく、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



刺激反応型

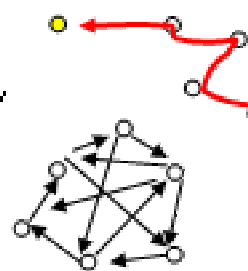
計測事例なし

経路選択

非集計ロジックモデル

マーケティング

マルコフ連鎖モデル



複数の目的地を結ぶルートは描けるが最終地点まで変化なし →情報のフィードバック

行動の変化は表現できるが行き当たりばったり →歩行者の目的や前後の行動からの文脈

進捗状況

刺激反応型

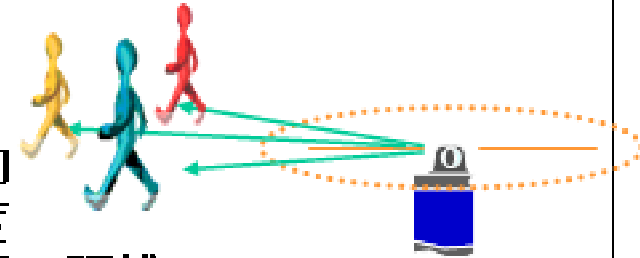
経路選択

マーケティング

駅構内の歩行者の行動計測



- ・回避行動
- ・歩行速度
- ・壁や柱からの距離
- ・周囲の人との距離



歩行運動の解析

商業施設内の回遊行動調査



属性・嗜好
歩行の目的

- ・情報への反応
- ・目的の切り替わり行動
- ・買い物パターン
(店舗立ち寄り数など)

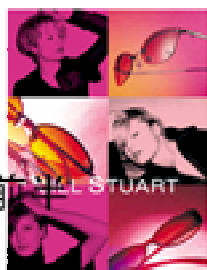
目的地や経路選択への影響要因の抽出

各店舗のマーケティング戦略・ターゲット

イメージ 対象とする購買者層

e.g. 都会的

20代前半～30代前半
勤め人



被験者の 属性・嗜好

アンケート

年代 職業 購読雑誌 好きなブランド

マッチング コレスポネンス分析



行き先として選ばれる可能性の高い店舗を予測
(今回はデータ不備のため、アンケートにて直接調査)



Preference map

各店舗の嗜好度 (Stated Preference)

嗜好度の分布マップが描ける (左図)

興味に合わない 5 4 3 2 1 とても好き

嗜好予測(嗜好調査)



相関分析



イベント
各店舗のリニューアル
品揃えの変化
開店・閉店
広告

環境変化

相関分析



実際に回遊した軌跡、立ち寄った店舗 (Observed preference)

3回のパネル調査 ← 空間認知度の増加や飽きの効果を見る

回遊行動調査



相関分析

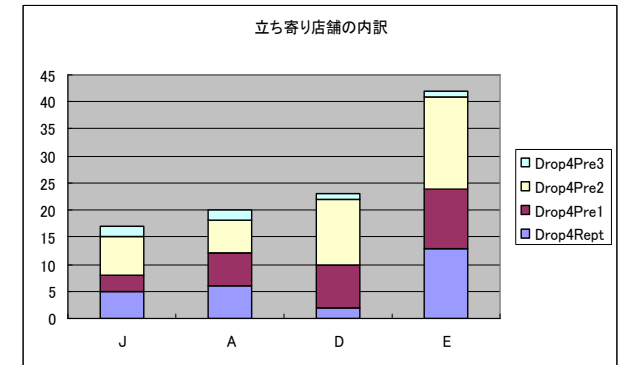
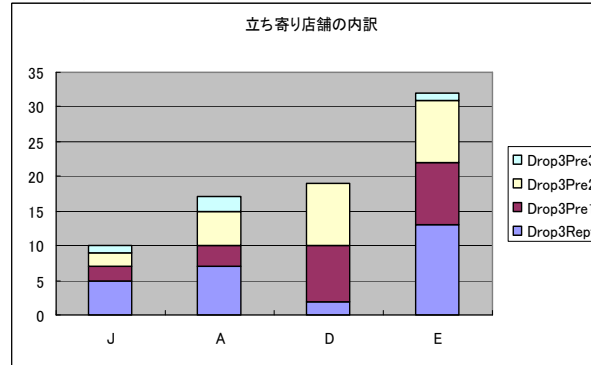
店舗の印象とその理由 (立ち寄った店、印象に残った店)

インタビュー

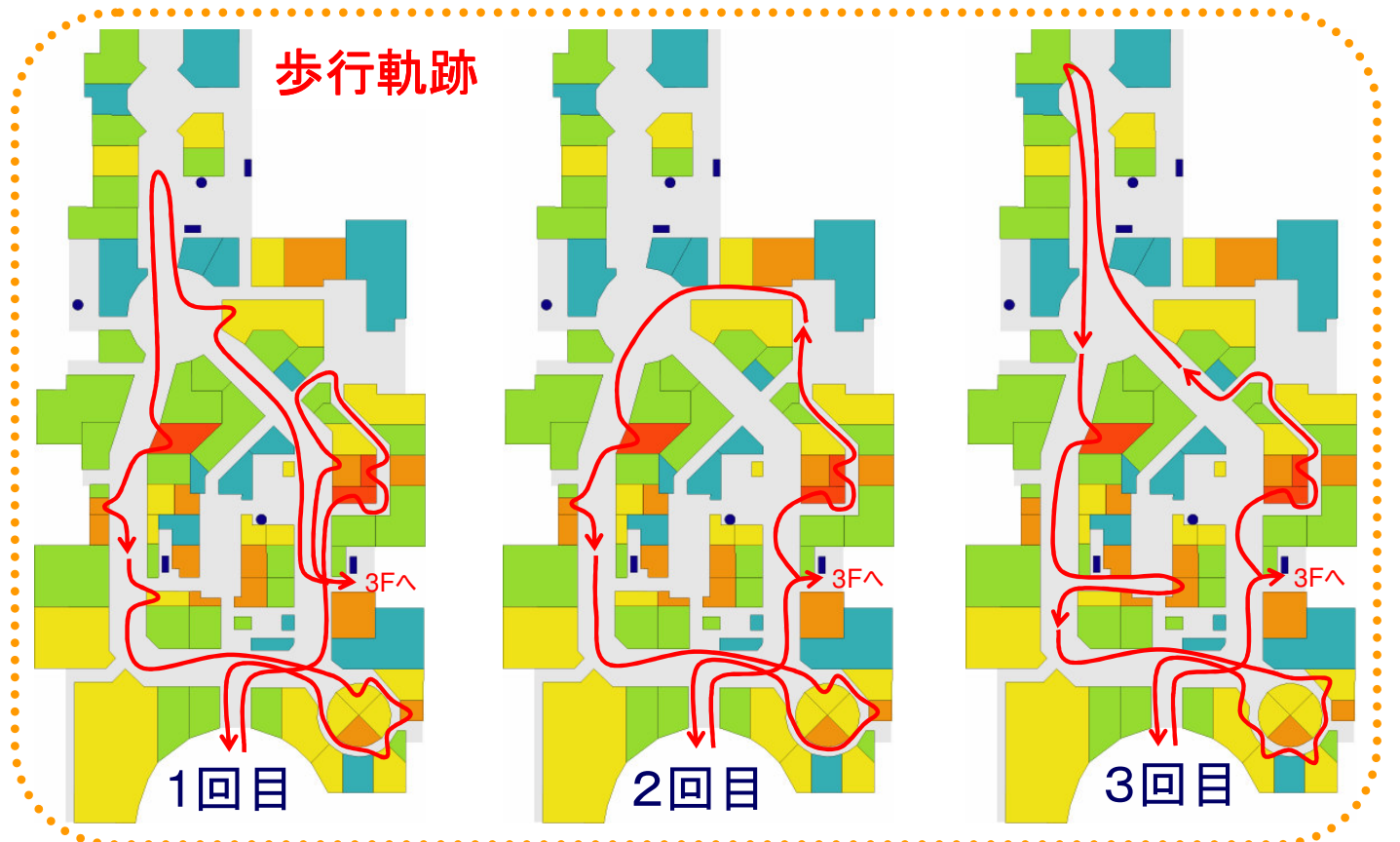
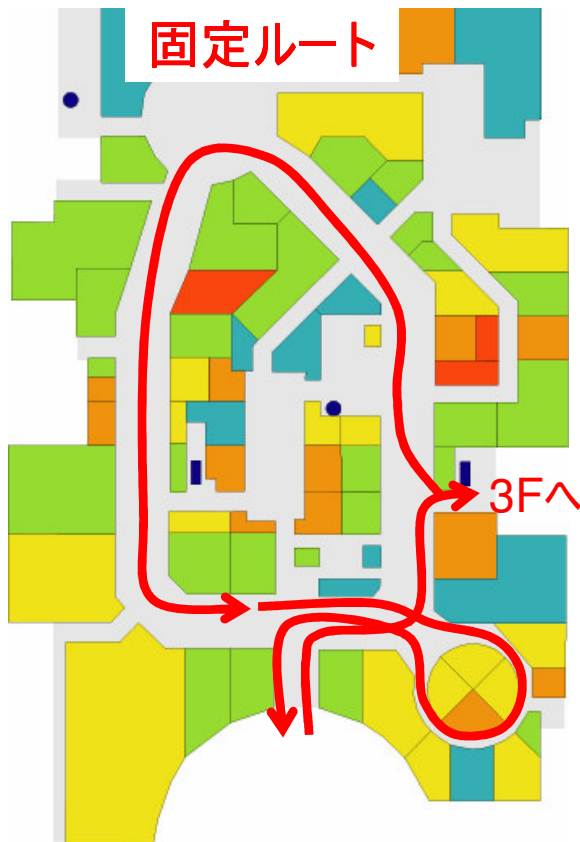
調査結果の分析

1. 固定ルートやリピーター店の存在

- 買い物は馴染みの店で
- 店を回るルートも大体決まっている



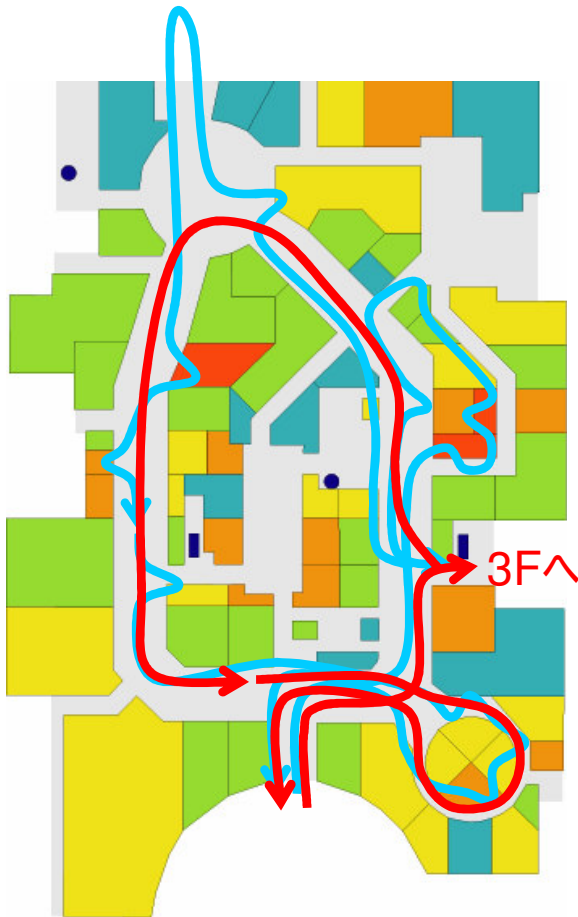
← 属人的要因 → 気の向くまま回遊



調査結果の分析

2. 固定ルートから外れる要因

- 達成すべきタスクがあったから (e.g. ~の店で~を買おうと思った)
- 事前情報 (e.g. 雑誌などで~の店がいいと聞いた)
- 前回の印象 (e.g. 前は入らなかったが、好印象だったので次回来ようと考えていた)



文脈的要因

↓
買い物を始める時点でのスケジュールが変化

- 元々違うものを買う予定だったがいい物を見つけた
- 面白そうな雰囲気だった
- イベントをやっていた

情報探索 トリガー

属人的要因

↓
目的地や買いたい物(目的)が変化

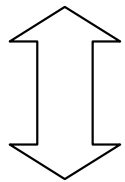
調査結果の分析

属人的要因 ・固定ルートの巡回を好むか
・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)

完全にスケジュールを決めて
それから逸脱しない人のみに
着目。

ルート選択の
最大要因は距離最短か？
それとも他の要因？



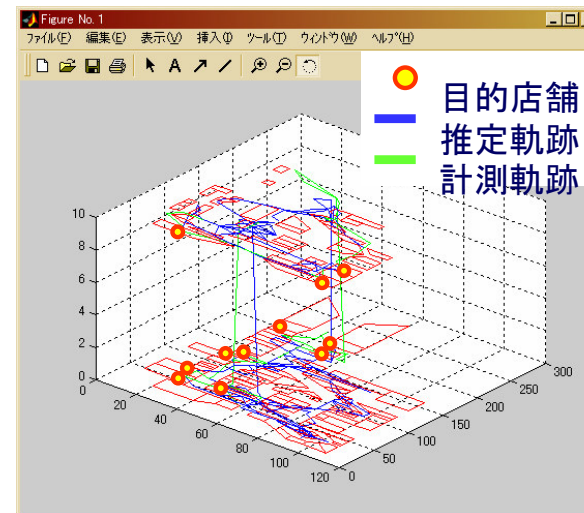
比較、適合しない部分の
原因を調べる

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

比較対象となる最短ルートの
精度をあげる必要あり

歩行運動そのもののパターンを調べる

Genetic Algorithmによる最短ルート再構築



- restriction
- #walking speed..... 60m
- #movable distance ○
- #shops ○
- #OD ○
- #movable angle... ○
- #network ×
- #Z-angle..... ○
-
- algorithm.....
- #SA ×
- #HC ○
- #smoothing ×

制約条件：
OD・歩行速度・方向転換・3次元の移動

進捗状況

刺激反応型

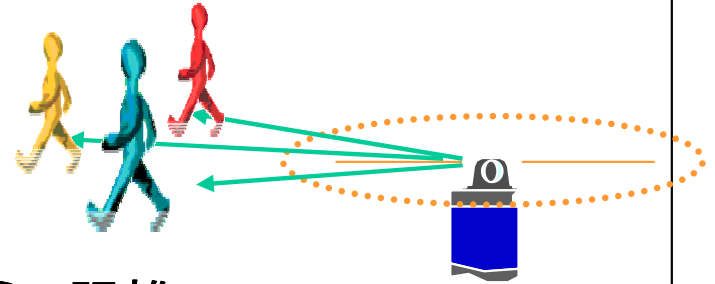
経路選択

マーケティング

駅構内の歩行者の行動計測



- 回避行動
- 歩行速度
- 壁や柱からの距離
- 周囲の人との距離



歩行運動の解析

商業施設内の回遊行動調査



属性・嗜好
歩行の目的

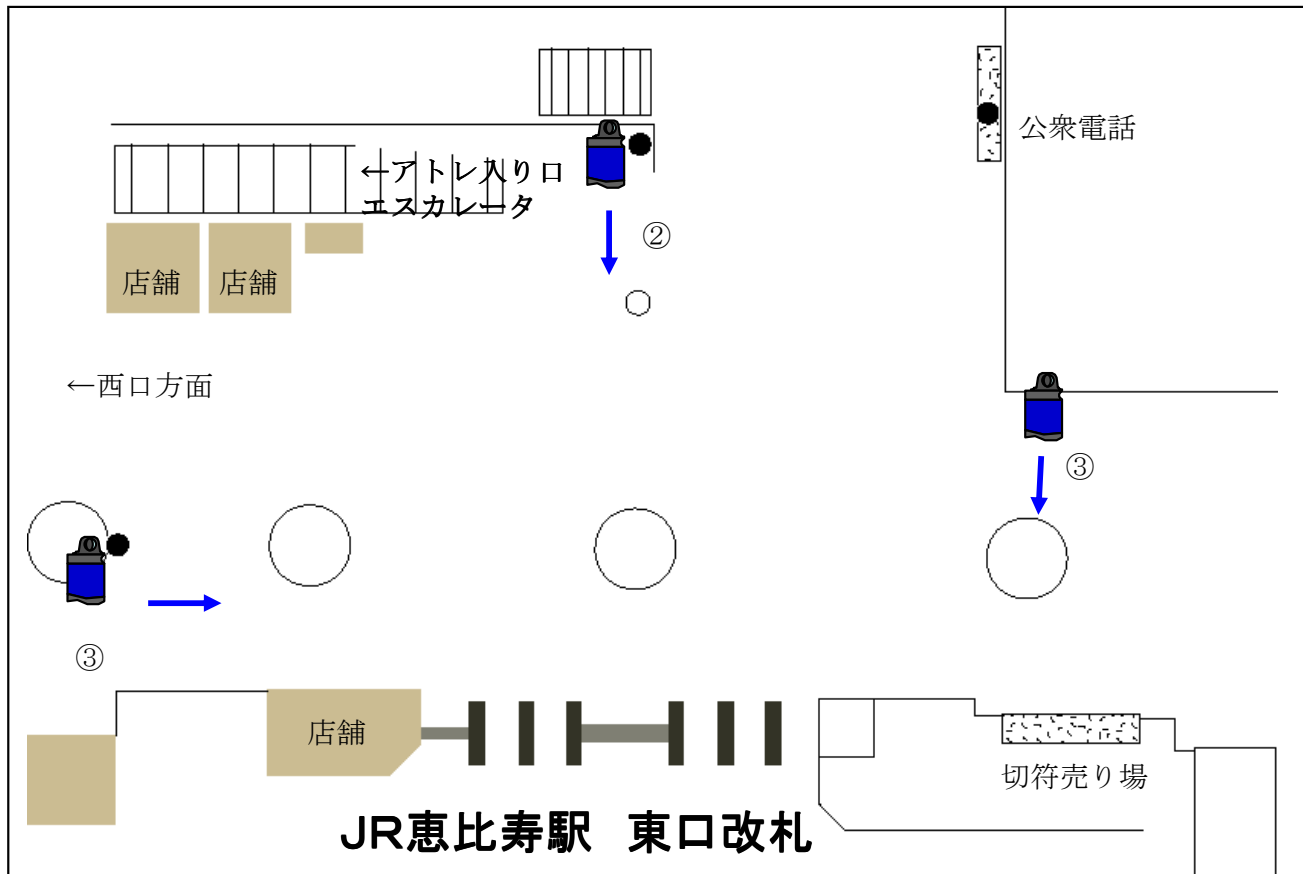
- 情報への反応
- 目的の切り替わり行動
- 買い物パターン
(店舗立ち寄り数など)

目的地や経路選択への影響要因の抽出

駅構内の歩行者の行動計測

■計測時間帯

2003年2月21日始発時刻～2月22日24時

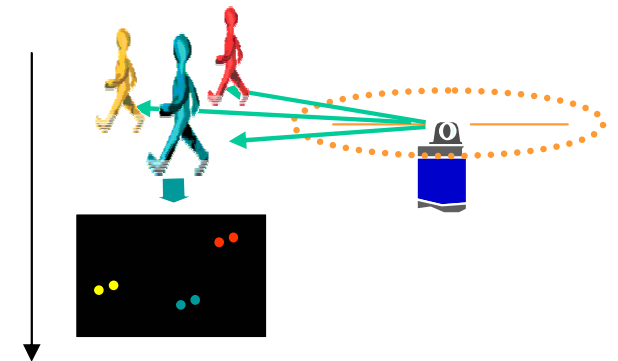


センサの設置形態



使用したレーザーセンサ

LD-A Maker: IBEO Lasertechnik、SICK 291
(10Hz、1080 points/270°、最大到達距離 70m)

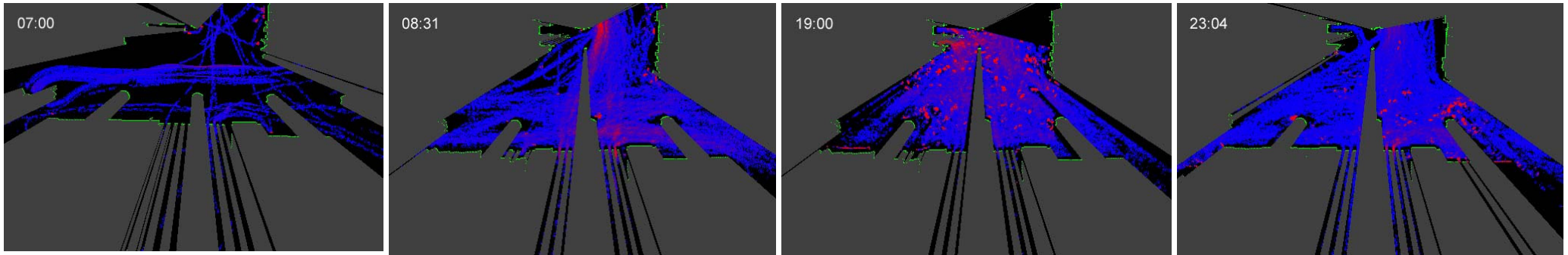


各歩行者の移動軌跡

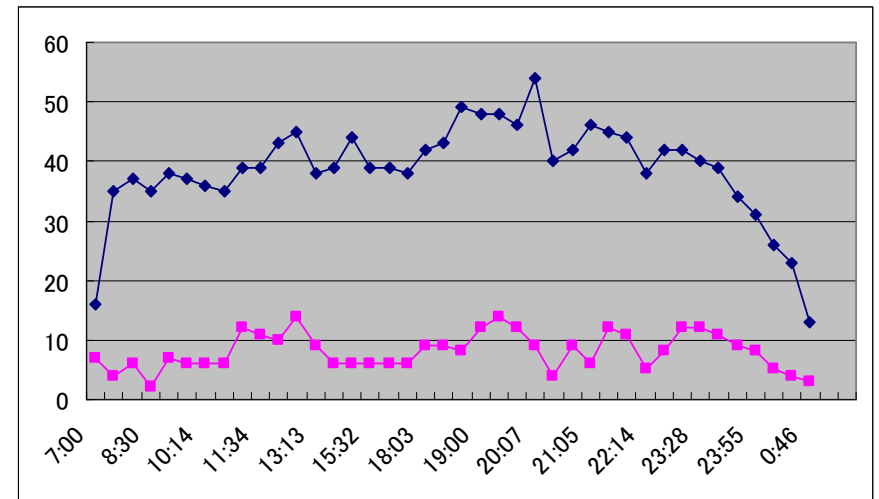
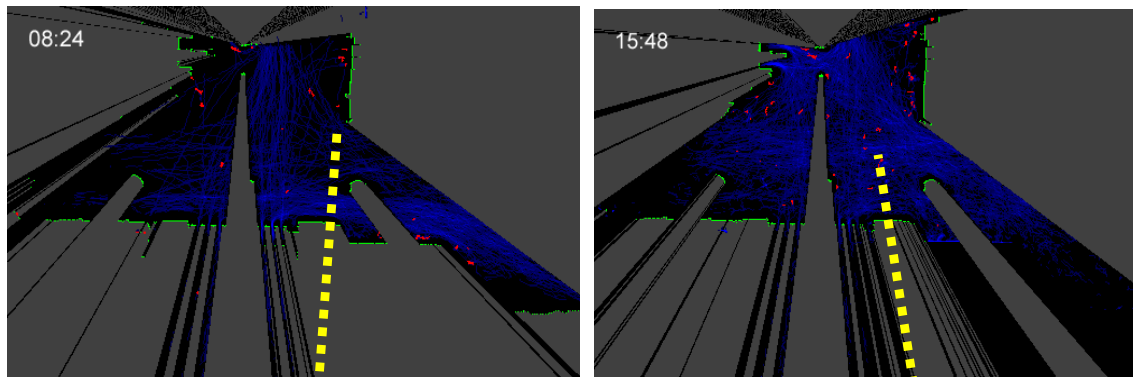
=連続した空間座標 (ID, t, x, y)

歩行運動の解析

時間帯別推移: 動線



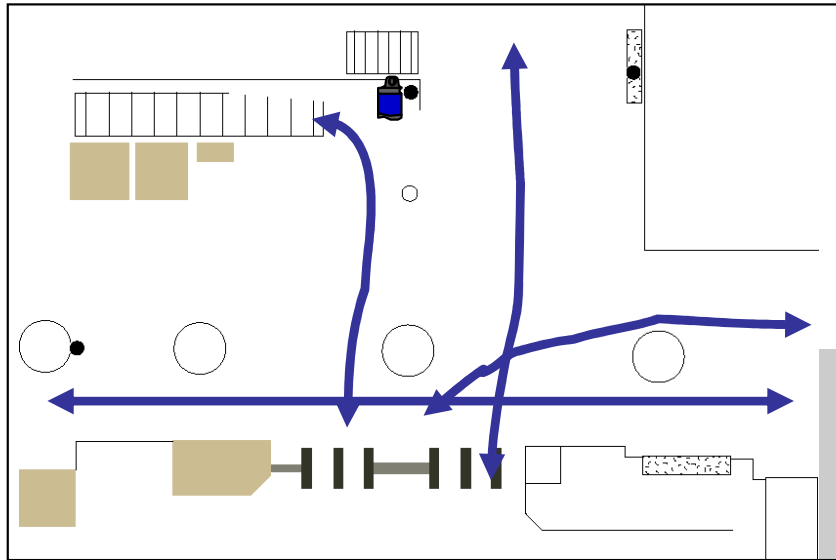
時間帯別推移: 滞留者



混雑するにしたがって
壁際からコンコース中央部へ

	度数	最小値	最大値	平均値	標準偏差
V	20010	.00	4.61	1.1935	.61808
有効なケースの数 (リストごと)	20010				

歩行運動の解析



一日の主な動線

動線が交錯する場所の特定

周囲の人との距離

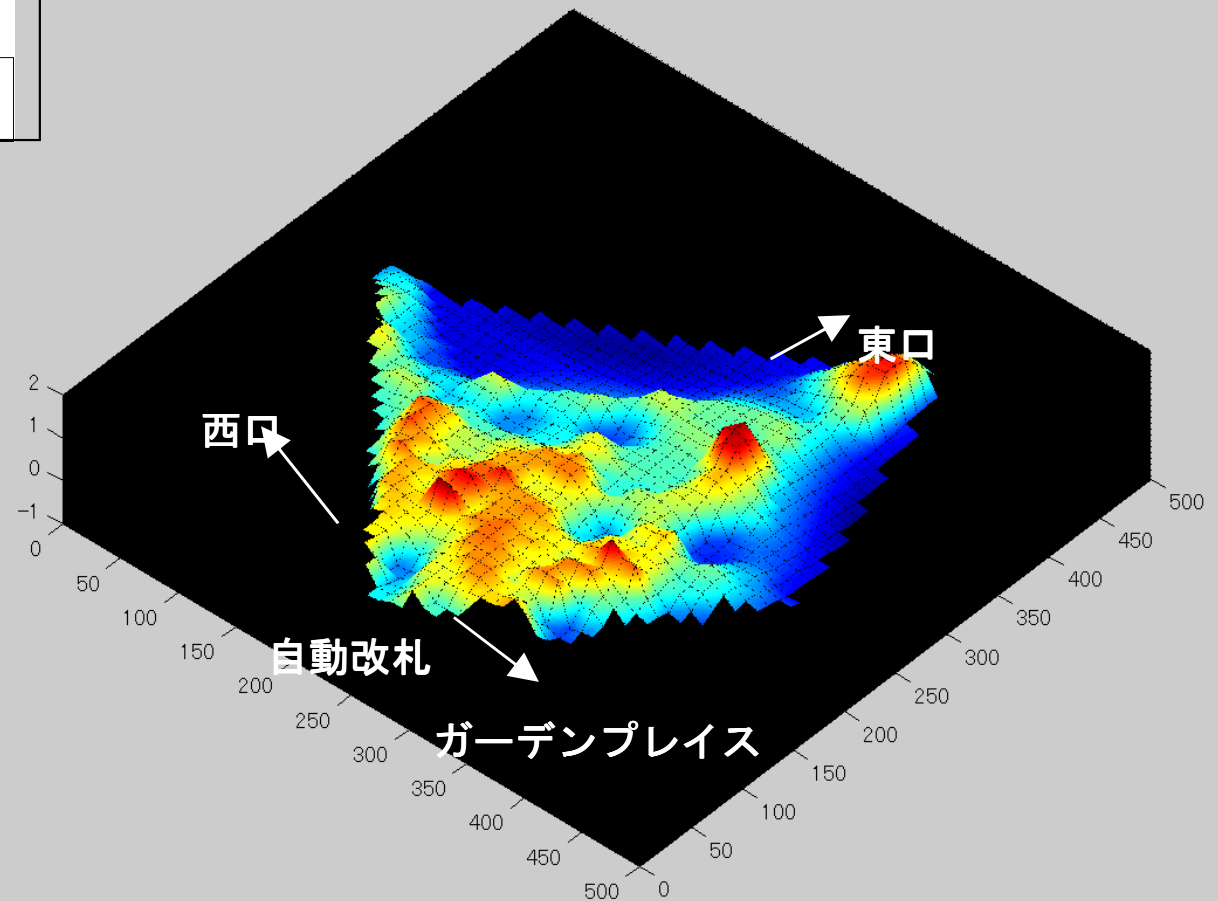
障害物回避や
その他の歩行パターン

速度の分布

地点ごとの平均速度

柱や壁と被通過率の関係

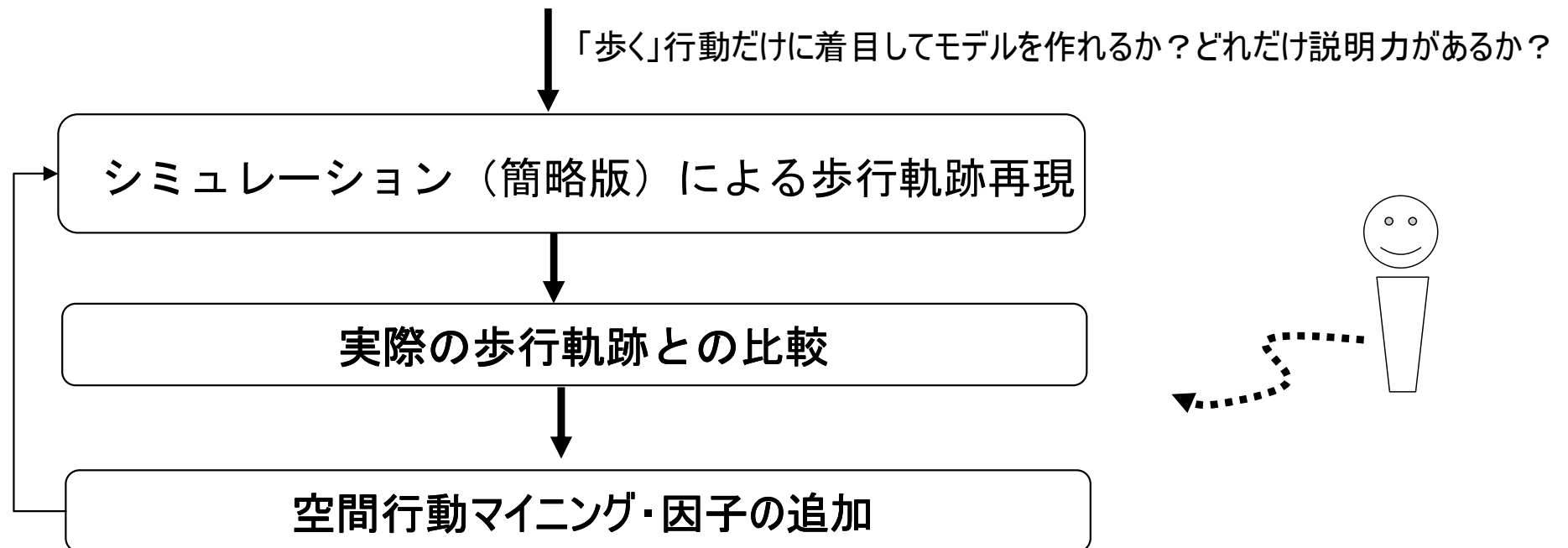
改札からの距離や駅空間内での位置関係



問題点・今後の課題

- 問題点
- ① 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)
 - ② 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)
 - ③ 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

今後のプラン: 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





Thank you