

歩行者行動モデルのニーズ・既存のモデル

<背景> なぜ歩行者の行動モデルが必要か？

Sustainable development

Compact City 車中心から歩行者中心の都市環境への転換

高度で複合的な商業空間や駅空間、地下空間の建設が進む
様々な属性の人が、多様な目的や嗜好に応じて行動する
快適性・安全性・利便性の向上が不可欠

携帯電話や PDA などのモバイル機器や情報基盤を利用した情報サービスの普及
求められているサービスはどのようなサービスか？

Location-Based Services (この近くの銀行は？)

Context-Aware Services (車でスキーに向かう・・・チェーン・気象情報)

空間情報の計測技術の発達

GPS などのポジショニング技術

航空機センサによる建築物の 3D 情報の取得技術



Current positioning system

GPS-based technology		"base station" technology		Tracking technology	
<ul style="list-style-type: none"> GPS DGPS Pseudolite Snap Track Indoor GPS GPS One 		<ul style="list-style-type: none"> PHS Ultrasonic waves RFID Tag Beacon (GI Stone) 		<ul style="list-style-type: none"> Magnetic direction sensor Gyro sensor Video image processing Laser scanners 	
advantage	weak point	advantage	weak point	advantage	weak point
- global standard - high accuracy	- unavailable in some area - multi-path problem	- can be used everywhere	- Cost - Not standardized	- can be used everywhere - detailed data	- Size - Low accuracy

Data collection []

従来の技術	取得データ	利用可能範囲	問題点
アンケート	被験者による行動記録	特に制約は無い	被験者の記憶や、記録のめまきなどにデータの精度が左右される。また、行動の内容も聞くことができるが、質問の仕方に依存するため客観性が低い。
トラフィックカウンタ	定点通過人数	定点の観測しかできないが、複数台用いれば、多少広範囲の観測も可能	集計値であるため、個人の行動を記録できない。また、広範囲で街頭調査を行うとなると、時間と労力がかかる。
自動改札入出力記録	駅乗降者数	主に、都市圏を対象とした広域な人の移動	集計値であるため、個人の行動を記録できない。(個人の乗降駅と日時が記録されているはずであるが...)
追跡によるビデオ撮影	個人の行動軌跡	特に制約は無い	広範囲、長期間に及べば、被験者に大きな負担を与えてしまう。また、データ作成に時間と労力がかかる。
定点からのビデオ撮影	定点通過人数	定点の観測しかできないが、複数台用いれば、多少広範囲の観測も可能	基本的に集計値であるが、カメラが対象エリア全域をカバーしていれば、映像から個人の行動を抽出することも可能。
パスネットなどによる利用駅履歴	カードに記入される乗降駅の名前と日時	主に、都市圏を対象とした広域な人の移動	使い終わったパスネットを集めてこなくてはならないため、サンプル数の確保が大変である。
測位技術	測位精度	利用可能範囲	今後の課題
GPS (単独測位)	10m ~ 100m	GPS 衛星を最低でも4つ捕捉できる場所 (室内やビルの谷間では使用不可)	GPS、GLONASS 等の衛星数の増加や、軍用コードの民間への開放などが進めば、精度・利用可能性の向上および測位時間の短縮が可能である。
Peudolite	GPS と同程度	Peudolite もしくは GPS 衛星を捕捉できない場所では使用不可能	遠近問題・マルチパスの解決、Peudolite 送信系の時刻同期の解決など、実用化に向けて課題は多い。
GPS One (携帯電話)	GPS が使用可能な場合は GPS と同程度、使用不可能な場合は数 100m 程度	GPS が使えないエリアでは携帯基地局からの電波を併用 (時刻同期)	GPS が使えないエリアでの精度、利用可能性の改善。
PHS	50m ~ 数 100m	PHS の基地局が整備されている範囲	電波強度分布を推定するための手法開発、および、3次元地図データの整備。
情報杭 (電子タグ)	電子タグの持つ位置精度、感度に依存、一般的には数 10cm ~ 数 m	電子タグの設置済み領域でのみ利用可能	電子タグの単価をいかに安くできるかが課題。安ければ必要な場所の至所に埋めてしまえばかなり実用的。

< 既存のモデル > どの分野で研究されてきたか？

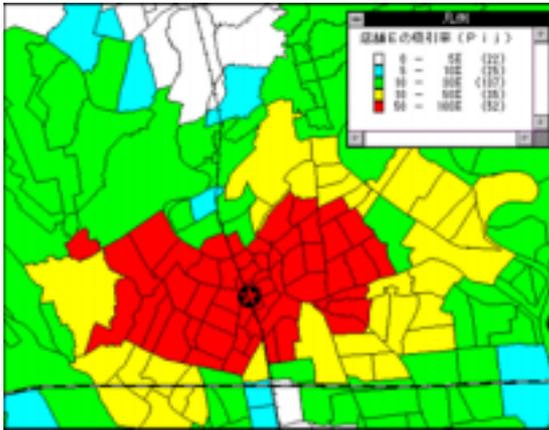
(順不同)

土木・交通工学(都市計画)
経済学・マーケティング
人工知能・ロボット
建築・人間工学
認知科学・心理学 ほか

で一般的なモデル

- ・ Reilly 小売りグラヴィティモデル
- ・ Huff ハフモデル

小売店舗などの立地計画に使われる
候補地のポテンシャル: 商業施設の需要量、集客力、売上高などを予測するもの



仮説(行動モデル)

- ①身近な店舗を指向すること
- ②品揃えの豊富な(施設規模の大きな)店舗を指向すること
- ③駐車場が整備されているなどの利便性が高い店舗を指向すること

$$P_{ij} = \frac{(\alpha_j K_j / D_{ij}^\lambda)}{\sum (\alpha_j K_j / D_{ij}^\lambda)}$$

人間の空間行動を
目的地選択確率で表現している。

i: 居住地

j: 商業地

P_{ij} : 居住地 i の消費者が、商業地 j を選択する確率

α_j : 商業地 j の魅力度

K_j : 商業地 k の商業力(販売額や売場面積など)

D_{ij} : 居住地 i と、商業地 j の間の距離(時間距離)

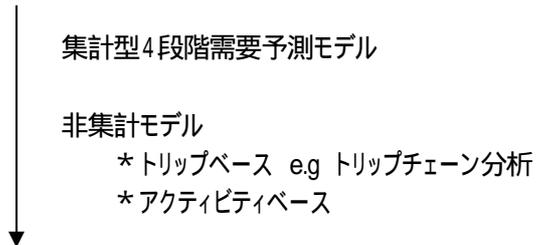
λ : 距離 D_{ij} にかかるべき数: 市場・消費特性を示す。(地域や商品による距離の抵抗感の差)

効用最大化モデル(Niedelcorn & Beckmann)

行動の目的を達成すると効用が増大する
自分のリソース、制約内で効用を最大化しようとする

行動決定 = 利用可能な選択肢集合から最適解を選ぶ(目的達成のための効用最大化問題)

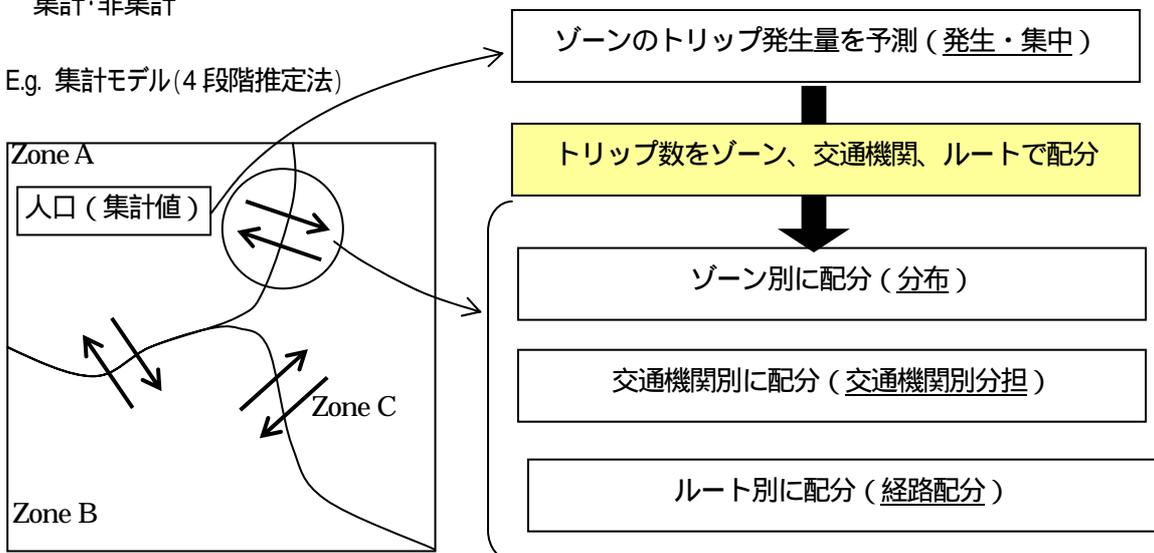
交通分野でのモデルの変遷



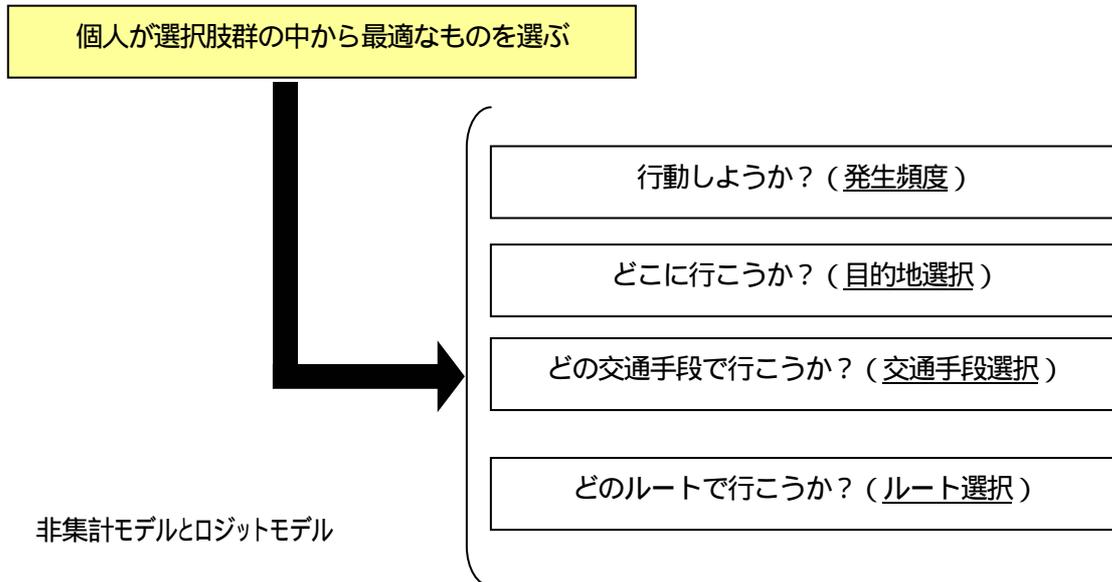
	集計分析	非集計分析
代表的モデル	4段階推定法	ロジットモデル
調査単位	個々のトリップ	個々のトリップ
分析単位	ゾーン	個人(世帯)
被説明変数	ゾーン集計値(連続量)	個人の選択(離散量)
説明変数	ゾーン別データ	個人別データ
推定方法	回帰分析等	最尤推定法等
適用レベル	推定ゾーン	任意
政策の表現	ゾーン代表値の変化	個人の説明変数値の変化
交通現象の捉え方	発生・集中 分布 交通機関別分担 ルート配分	発生頻度 目的地選択 交通手段選択 ルート選択

集計・非集計

E.g. 集計モデル(4段階推定法)



E.g. 非集計モデル



ランダム効用理論:

人がある選択をする時に、その選択肢が持つ「望ましさ」(効用、Utility: U)を判断基準とする。効用 U は、選択肢の持つ特性や社会経済的属性によって異なり、その全ての要因を観測することは不可能である。そこで、効用 U が確率的に変動すると考える。人は同一の状況下でも場合によっては異なる判断を下す(確率論的行動理論)とも言える。

効用 U が確率的に変動するということは...

$$U = V + \varepsilon$$

V : 観測可能な要因、確定項

ε : 観測不可能な要因、確率項(確率的に変動)

この誤差項の確率分布が「ガンベル分布」に従う ロジットモデル

「正規分布」に従う プロビットモデル

ロジットモデルの概念

個人 n が利用可能な選択肢集合 J_n の中から選択肢 i を選択する確率 P_{in}

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_j)}$$

$$V_i = \sum \beta_k Z_{ki}$$

β_k : パラメータ、 Z_{ki} : 行動を規定する要因 (説明変数)

におけるモデル、知見

- 行動マッピング・動線観察



設計対象となる空間について、その空間がどのように使われているのか綿密な観察・調査を行う。

e.g. 花里俊廣 (1997)
調査員が団地内を歩き、周囲の行動を逐次記録
オープンスペースにおいて人が集まる場所を調べ、
分布状況を目的ごとに整理

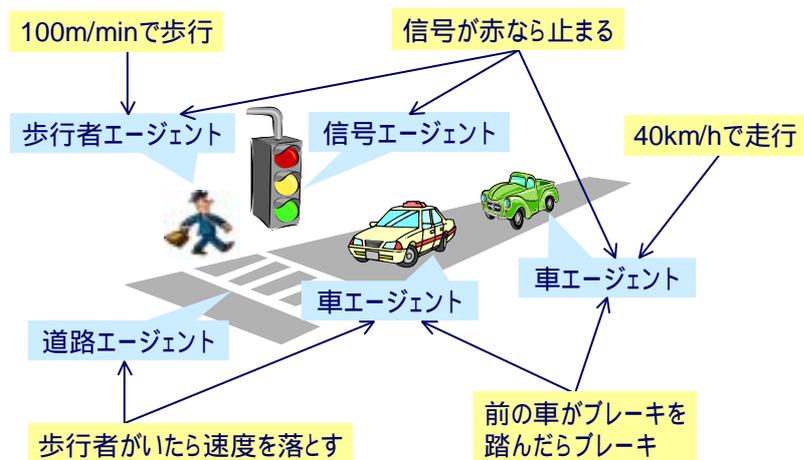
- 認知マップ 迷い行動との関連、イメージ
- 囲み空間と快適性 行動傾向
- アフォーダンス 物理特性
- 開放感・奥行き・HD 比 環境と認知の関係
- 色彩

モデル化・一般化が必要！

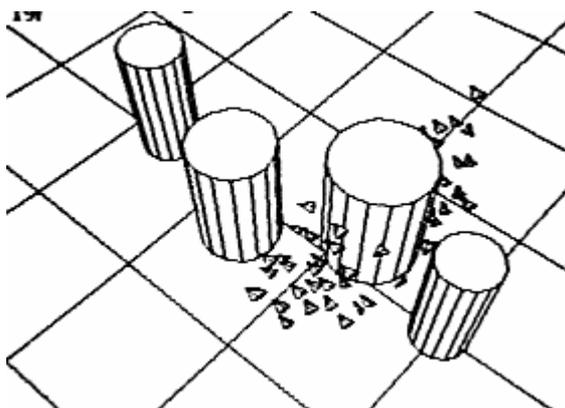
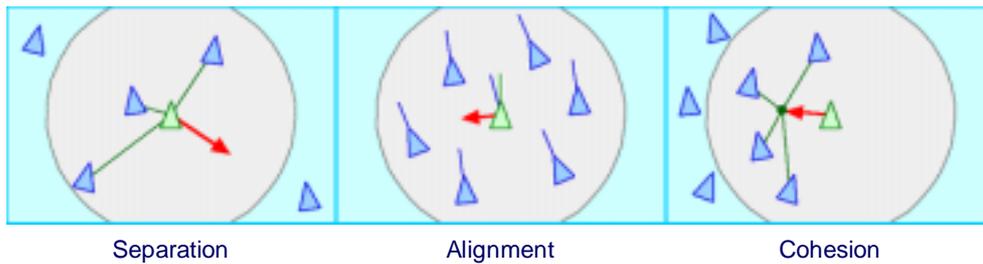
マルチエージェントシミュレーション

エージェント: ある環境の中で主体として働く全てのもの(人、建物、車、貨幣、その他すべての変動要素)
行動規範: エージェント エージェント、エージェント 環境の関係にはそれぞれマイクロなルールが設定される。

例「前の車のブレーキランプが点灯したのが目に入ると、自分もブレーキを踏んだ方がよいだろうと判断する」

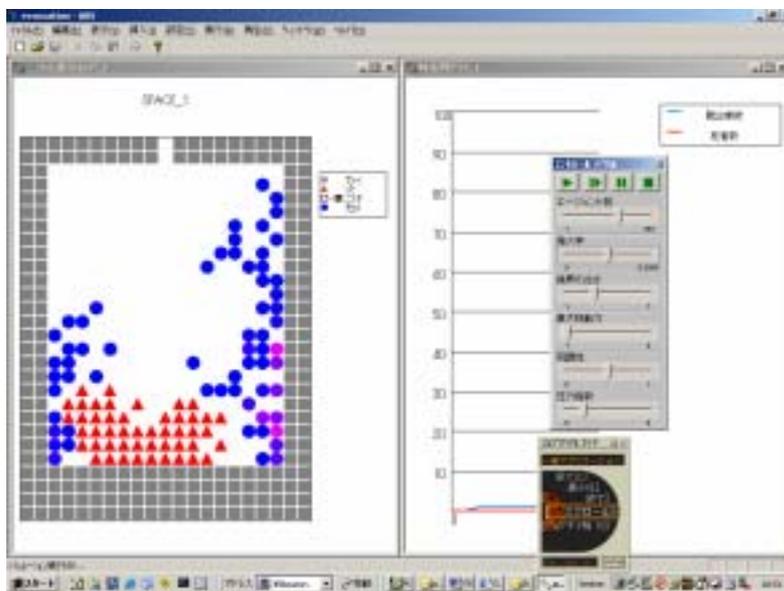


各エージェントはこうしたルールに従って、自らの振る舞いを周囲の状況や条件(他のエージェントの行為の総体)に応じて変化させながら活動する。



1. Separation
他のエージェントや障害物との距離を一定以上に保つ
2. Alignment
近隣に存在する他のエージェントと速度を合わせる
3. Cohesion
近隣に存在する他のエージェント群の重心の方向へ移動する

鳥の群集シミュレーション、boids、[<http://www.red3d.com/cwr/boids/>]



避難シミュレーション

「各避難者エージェントは、常に進行が最も容易かつ一番近い出口を目指して1セル移動する」というものである。具体的には、各セルには以下に述べる4つの状態量というものが振られており、出口で最低値0をとる。状態量には、出口までの直線距離(遠いほど高い値)、障害物回りの状態量(障害物や災害が存在する場所に近いほど高い値)、一度通ったセルへ状態量の追加(堂々回りを避ける)、経路の先にある障害物の多さ(2段階先の行動結果から試算)がある。避難者エージェントは現在位置の周囲8セルに関して、この4つの状態量の総和を求め、最も低い値のセルに向けて移動する。