

マルチエージェントシステムを用いた歩行者滞留のモデル化 ー谷中銀座商店街を対象としてー

宇野研究室

4107026 加々美 理沙

1. 序論

1-1. 研究背景・目的

近年、日本では大型商業施設の増加に伴い、各地の商店街が衰退している。そのような中、谷中銀座商店街は、立地的には近隣型の商店街であり、その中でも生鮮品、特に鮮魚が強く、競合商店街がないことから吸引力としては抜群である。特に当商店街では、陳列棚・看板・ベンチ等の店舗からの『あふれだし』が奨励され、制度的に整備されており、賑やさを演出してきた経緯がある。

本論は、谷中銀座商店街の店舗業種と買い物客の行動パターン、あふれだしの3つの関係性を体系化し、歩行者滞留をマルチエージェントシステム^{註1)}を用いてモデル化することで、歩行者分布の疎密、賑やかさを生み出すメカニズムの一端を明らかにすることを目的とする。

1-2. 研究対象

本論の研究対象は、東京都台東区谷中3丁目に位置し、全長約170m 道路幅約5mの谷中銀座商店街とする(図1)。通りの延長線上の東側に JR 日暮里駅、南西側に東京メトロ千代田線千駄木駅が存在する。

台東区の西北端、荒川区・文京区・北区に境を接して、周辺には天王寺を初めとする史跡の多い寺町である。

商店街はほぼ直線的に形成され、また分岐路地はほぼ住民しか利用しないため、純粋にあふれだしが歩行者滞留にもたらす効果を分析できるものとして選定した。

2. 現地調査、あふれだし観察

あふれだしには商店街によって定められた制限線が設けられていることが、実測調査および後の聞き込み調査から明らかになった(図2)。

あふれだしが歩行者の動きに変化を与える理由としては、大きさや高さなどの物理的な差異によるものではなく、あふれだしの内容によるものであると考えられる。このことから、あふれだしを内容によりそれぞれ、A: 陳列物系(歩行者の観賞対象)、B: 休憩要素(歩行者に滞留を生じるもの)、C: 看板系(歩行者の注意を引くもの)、D: 物的要素(物理的な障害物)に分類した(表1)。

また、店舗も一様でないので、店舗利用時間と利用者数を軸に、a. 食品販売、b. 衣料品販売、c. 飲食、d. 生活用品販売、e. 店内サービスの5つに分類した。

3. 研究方法

3-1. マルチエージェントシステム(MAS)の概説

MAS は、多数の自律的に行動するエージェントから構成されるシステムである。各エージェントは自分の環境を知覚し、自分の目標を達成するように行動をとる。

システム全体の振る舞いは、エージェント同士の相互作用により決定される。また、この振る舞いは、それぞれのエージェントの行動決定に影響を及ぼす。エージェントたちはこのフィードバックから、自分の行動を変化させなければならない。

3-2. 基本モデルの作成(図3)

歩行者滞留モデルを作成するのに先立ち、歩行者同士が衝突を回避する行動のモデル化を試みた。肩幅をもとにグリッドを決定し^{註2)}、対象敷地(幅員5m×距離170m)、歩行者数(実データより演算^{註3)})、下記の回避行動ルールを適用し、基本モデルを作成した。

3-3. 回避行動ルール(図6)

以下の6項目を回避行動ルールと定義する。

①最優先で目の前のセルに進む。②前が人で埋まったら斜め前のセルに進む^{註4)}。③前と斜め前の片方のセルが埋まったら、もう片方の斜め前のセルに進む。④前と斜め前の両方のセルが埋まったら、左右のセルに進む。⑤さらに左右片方のセルが埋まったら、もう片方のセルに進む。⑥移動可能なセルが全て埋まったら、その場に停止する。

4. 歩行者行動ルールの設定(図5)

上記の歩行者(エージェント)要因である回避行動ルールに加え、買い物行動ルールを考慮する。買い物行動ルールは、 α . 目的意思、 β . あふれだし属性、 γ . 店舗属性の3要素に階層的に分類される。以下に各々の詳細を述べる。

4-1. 買い物行動ルール α . 目的意思(図7)

目的意思は、①通過型、②購入型、③滞留型、④回遊型の4つに分類され、歩行者の挙動は異なる。

①通過型: 店舗の利用がなく、単に商店街を通過する。

②購入型: 特定の店舗に購入目的を持っている。

③滞留型: 特定の店舗利用によって店内に留まる。

④回遊型: 任意の店舗を不特定数利用する。

4-2. 買い物行動ルール β . あふれだし属性(表1)

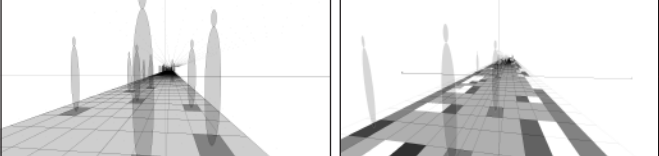
2章の現地調査、あふれだし観察で分類したあふれだし属性ごとに歩行者に対する作用が異なる(図8)。

- A. 陳列物系: 歩行者は、属性Aを認識すると誘引され、ある一定時間^{註5)}停止状態となり、物的要素と化す。
B. 休憩要素: 歩行者は、属性Bを認識すると誘引され、ある一定時間停止状態となり、滞留する。
C. 看板系: 歩行者は、属性Cを認識すると、停止状態にはならないが、誘因効果のみ存在する。
D. 物的要素: 属性Dに対しては、回避行動ルールが適用され、買い物行動ルールは適用しない。

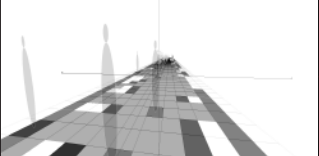


▲図1 谷中銀座商店街

▲図2 制限線



▲図3 基本モデル



▲図4 あふれだしモデル

4-3. 買い物行動ルール γ . 店舗属性(図9^{註6)})

2章の現地調査、あふれだし観察で分類した店舗属性ごとに、歩行者の買い物行動は次のように異なる。

- a. 食品販売: 回遊型が多数、購入型が少数存在する。
b. 衣料品販売: 回遊型が多数、購入型が少数存在する。
c. 飲食: 滞留型が多数、回遊型が少数存在する。
d. 生活用品販売: 購入型が存在する。
e. 店内サービス: 滞留型が多数、購入型が少数存在する。

4-4. 買い物行動ルールの相互関係

目的意思のうち、①通過型は店舗にもあふれだしにも誘引されず、②購入型と④滞留型は主に店舗に対して誘引されやすく(α - β 型^{註7)})、③回遊型は主にあふれだしに対して誘引されやすい(α - γ 型)特徴がある。

5. あふれだしを加味したモデルの解析

まず、基本モデルに加えて、あふれだしをプロットした敷地データを適用したものを作成する(図4)。

5-1. 回避モデル(回避行動ルールのみ適用)

回避モデルでは、全歩行者の目的意思は通過型とみなせるため、歩行者滞留は一様で、ほとんど滞留を生じない。はじめにあふれだし制限線外にいる歩行者は、ほぼあふれだしにひっかかることはなく、制限線境界に隣接するセルにいる歩行者が他者とすれ違う際にのみ制限線内を歩く(あふれだしにひっかかる)ことが明らかになった。

5-2. 店舗モデル(回避モデル+店舗属性)

店舗モデルでは、店舗に対する反応確率をp、歩行者が店舗を利用する時間をtとして、パラメータ(p, t)を変化させることによって分析をした^{註8)}。

回避モデルには現れなかった歩行と滞留のリズムが生じ、歩行者滞留の疎密が生まれることが明らかになった。

5-3. あふれだしモデル(店舗モデル+あふれだし属性)

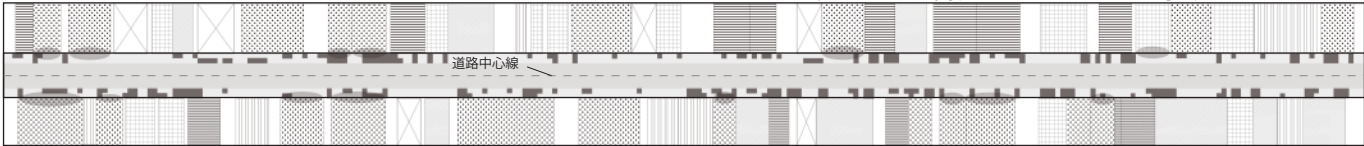
あふれだしモデルでは、あふれだしに対する反応確率q、歩行者が停止する時間をsとしてパラメータ(q, s)を変化させることによって分析をした^{註9)}。

店舗モデルよりも歩行と滞留のリズムがより多様になることで、歩行者滞留の疎密にも変化がみられた。

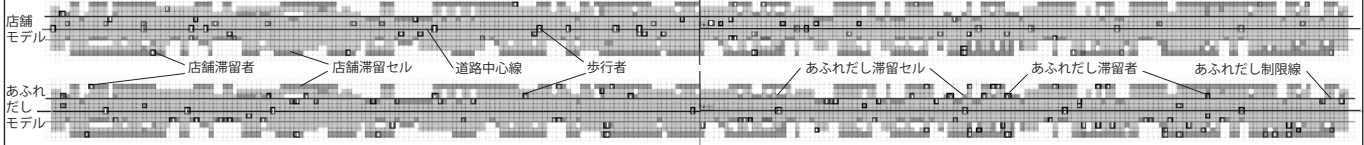
6. 歩行者滞留の疎密変化

パラメータ(p, t, q, s)を変化させることで、目的意思の4つの型のそれぞれの特徴を再現することができ、歩行者疎密分布にも違いが顕著に現れた(図10^{註10)})。

	食品販売		飲食		店内サービス		店頭販売
	衣料品販売		生活用品他		閉鎖店舗		あふれだし



▲図9 あふれだしプロットと店舗属性分類



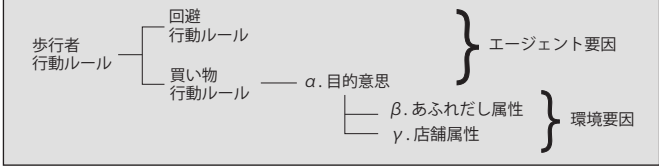
▲図10 歩行者疎密分布図

脚注:1)3章にて解説。2)台東区歩行者通行量調査結果を利用。3)文献1)2)より60cmを設定。4)左右50%の確率で移動。5)1count停止状態をstoptime=1(0.5秒)とする。6)敷地に対して道路中心線を基準に直線的に補正し、グリッドに変換した。7)買い物行動ルール α 、 β 、 γ の関係性を組織化するにあたって、構成として6通り(α - β 、 α - γ 、 β - α 、 β - γ 、 γ - α 、 γ - β)が考えられる。8)二項分布を利用。店舗数x、店舗に対する反応回数xとすると、店舗を利用する期待値 $E(X)=N \cdot p$ からpが得られる(Nは定数)。9)店舗モデル同様、あふれだしグリッド数M、あふれだしに対する反応回数Yとすると、あふれだしに対する期待値 $E(Y)=M \cdot q$ からqが得られる(Mは定数)。ここで、t,s、p,qとする。10)図10では4つの目的意思のうち、購入型歩行者のみで再現した。歩行者が特定の店舗1つを利用するものとし(期待値 $E(X)=1$)、pが得られる(q=pでqを設定)。ここではt、sは定数とし、あふれだしの有無(q=0とq>0の差異)のみに着目した。店舗モデル(あふれだし無し)では全体として歩行者の疎密は見られるが、店舗滞留者以外の歩行者は道路中心線付近に集中している(店舗滞留者以外にあふれだし制限線内にほとんど歩行者がいない)のに対し、あふれだしモデル(あふれだし有り)では、あふれだし制限線付近に歩行者が集中している(店舗側に引き寄せられている)ことが見てとれる。

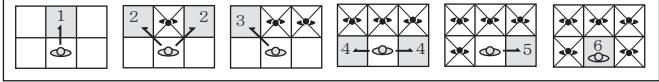
参考文献:1)建部謙治、中島一:歩行者の障害物に対する回避行動特性、日本建築学会東海支部研究報告 pp.353-356、1989年2月2)同:歩行者間の側方間隔距離、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.843-844、1989年10月

7. 結論

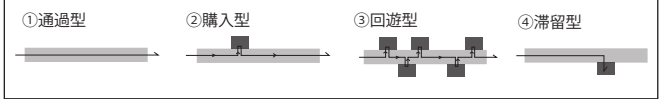
- 回避モデルと店舗モデルを比較し、エージェントの歩行と滞留のリズムが存在することで、歩行者の分布に疎密が生まれることが明らかになった。
- 店舗モデルと、あふれだしモデルを分析した結果、歩行者の疎密分布に違いが現れた。このことから、あふれだしの属性を加味することで、歩行者滞留にもたらされる影響は非常に大きいことが明らかとなった。
- 本論を通じて、歩行者の目的意思、店舗属性、積極的かつ多様なあふれだしをモデルとして再現することで、歩行者の分布の疎密、谷中銀座商店街の賑やかな空間を生み出しているメカニズムの一端が明らかとなった。



▲図5 ルールの階層化



▲図6 回避行動ルール



▲図7 目的意思分類

▼表1 あふれだし分類表

A: 陳列物系	数	B: 休憩要素	数	C: 看板	数	D: 物理的あふれだし	数
陳列台		ベンチ		店舗看板		電柱、ポール	
	31		3		13		6
ショーケース		机、いす		シンボル		バイク、自転車	
	6		7		3		21
ディスプレイハンガー		ブックラック		フラッグ		植木鉢	
	14		2		3		10
						仕切り	
							9

▲図8 あふれだし属性とエージェント挙動