

# 木造商業集積地区における避難行動に関する研究

Y10033 橋本裕太 指導教員 桑田 仁

## 1 章 はじめに

### 1.1 研究背景

検証の困難な災害時における避難シミュレーションの結果について、別の手法を用いて同一地区の評価を行い同じ結果を得ることができれば、その結果が概ね正しいと考えることが出来るのではないかと考えた。

### 1.2 研究目的

本研究では神楽坂の木造商業集積地区におけるartisocによる避難シミュレーションで得た結果と、シミュレーションとは異なる観点を持つ空間解析手法の一つであるスペースシンタックス理論(以下:SS)を用いて木造商業集積地区で先行研究の星野[3]にて得られたSSの指標の比較することで、シミュレーションで得られた結果の検証にSSによる分析がどの程度有用であるかを調べる。

## 2 章 スペースシンタックスについて

### 2.1 スペースシンタックスの基本概念

スペースシンタックス理論(以下SS)は建築論、都市論、そしてその理論に基づいたツールからなる空間解析手法である。

SSの分析の根幹にはConvex Space(以下:CS)とAxial Line(以下:AL)が存在する。分析される空間は、CSという最小単位に区切られる。CSとは凸状の空間であり、全ての内角が $180^{\circ}$ 以下の空間である。また、ALとは最も多くのCSを貫くように引いた直線であり、なるべく少ない本数で全てのCSを貫くように引く。簡単な分割例を図1に示す。

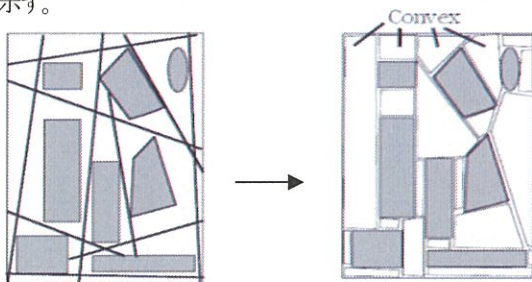


図1 アクシャル解析における分割方法 引用:[4]p824

### 2.2 SSによって得られた本研究で用いる指標

本研究では、先行研究で神楽坂の商業集積地区においてアクシャル解析を用いて得た指標のうち、空間の流動性を示すIntegration Value(以下:IV)に注目した。IV値は都市を構成する路地の一本一本に与えられる数値であり、高い路地ほど空間の流動性が高いとされるため、避難距離が同じでもIV値が高い路地ほど避難にかかる時間が短くなるのではないかとという仮説を立てた。

## 3 章 マルチエージェントシミュレーション

### 3.1 マルチエージェントシミュレーションの概要

マルチエージェントシミュレーションはエージェント同士の干渉を観測することが可能なことから避難のシミュレーションに最適な方法であるとされる。

本研究では構造計画研究所の提供するシミュレーションソフトartisocを用いて検証を行う。

### 3.2 シミュレーション空間を生成するためのルール

artisocでは、シミュレーションを行うマップを生成するために、空間を生成するルールを設定しなければならない。特にCADやGISの図面データをシミュレーション空間に読み込むための作業は非常に煩雑で、手動で行うのは困難である。そこで本研究では同社の提供するCADdataConverterを用い、予めartisoc用に変換されたマップを読み込むルールを用いてシミュレーション空間を生成するものとする。

また今回は空間を生成する段階で同時に避難を行うエージェントを配置していく。配置される位置を完全ランダムとし、 $[0, 1]$ で1に近づくほど通路のグリッドにエージェントが配置される確率が上がる特定の数値Nを人口密度調整の指標として使い、図2のフローのようにシミュレーション空間を生成するためのルールを構築した。

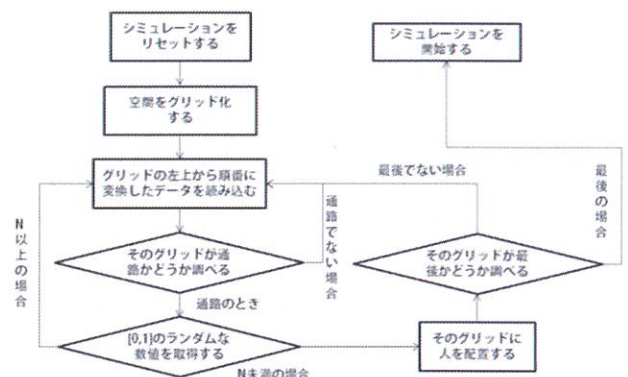


図2 シミュレーション空間生成の初期条件

### 3.3 人間の行動ルール

簡単な避難シミュレーションにおいて人間の行動ルールは設定した目的地へ向かうように組むことが多いが、マップの形状が複雑な場合はこの方法では上手くエージェントが動かないことがある。そこで本研究では図2にて設定したポテンシャルを用いた行動ルールを図3のフローのように構築した。

ポテンシャルとはマップのセルの一つ一つに与えられた数値のことで、ポテンシャルの高い位置を避け、よりポテンシャルの低い位置へと移動するように行動ルールを設定することでエージェントが入り組んだ壁や障害物を回り込むように行動するようにする。

また、今回は避難行動という特殊な状況なので、ランダムに交錯する人ごみを避けるための行動ルールは設定していない。

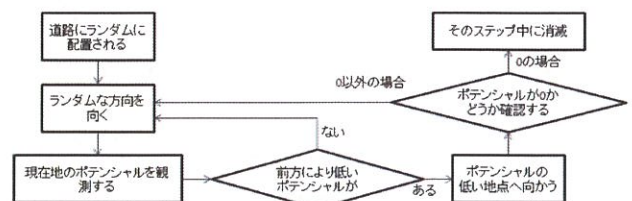


図3 エージェントの行動ルール



## 4章 ケーススタディ

### 4.1 研究対象地の概要

新宿区によれば神楽坂は、木造の商業施設と住居が混合して立ち並ぶ路地が重要な景観要素の一つとして捉えられており、地区計画やまちづくり協定が締結されてその景観が保全されている。そのため新宿区における神楽坂の地域火災危険度は5段階中4と非常に高く、路地の道幅も広いものから車が通れないほど狭いものまであり、SS解析によって得られる指標も路地によって大きな差がある。

これらの理由から、火災避難シミュレーションの結果とSSによって得られた指標を比較する対象地を新宿区神楽坂の木造商業集積地区とした。

### 4.2 シミュレーション結果とIV値の比較方法

空間の初期条件でエージェントの配置が全て完了した後、図5のように目的地までの道のりが等しく、異なる路地にある二点P、Qを選択し、そこから最も近いエージェントを1体ずつ取得し、彼らが避難を完了したら避難に要した時間(ステップ)を返すように行動ルールを構築し、二体のエージェントの避難にかかった時間の差を取り、それとIV値の差を比較することでIV値と避難シミュレーションの間に仮説通りの関係があるのかを検証した。

選定した路地10か所はIV値の差も大きく、木造の商業施設があるため人通りも多く、火災発生の危険が高い箇所である。神楽坂周辺の地図と選択した10か所の路地は図4のようにになっている。

二体のエージェントは行動ルールが同じもので、二体の避難に要した時間の差を $\Delta T$ 、二人が最初にいた場所のIV値の差を $\Delta IV$ として前者を縦軸、後者を横軸にとり10か所全てで50回、計500回のシミュレーションを行いその結果の平均値をグラフ上にプロットした(図6)。

図2の空間生成ルールにおける人口密度Nは今回一律で0.3で行った(人口密度0.3人/㎡)。本来、10か所の対象路地は交通量にも差があり、周囲の施設の違いからその通りを利用する人たちにも違いがある。そういった中で人口密度を一律にした理由は同じ個所でシミュレーションを行った場合 $\Delta T$ が人口密度に比例して増加していくことが知られているので、路地によって人口密度を変えると算出されるデータに偏りが出る可能性があるからである。



図4 神楽坂周辺地図と選定した路地

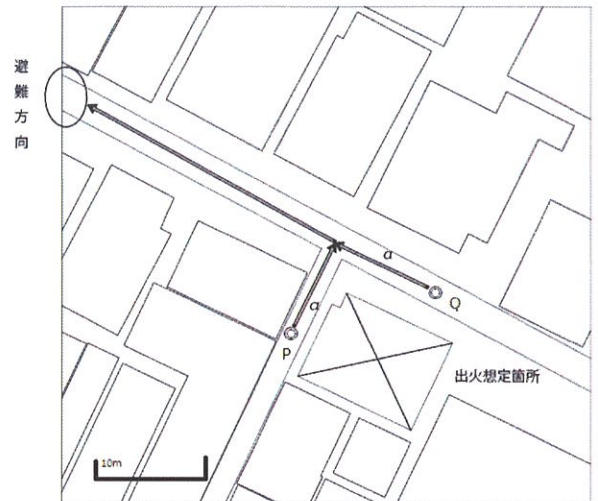


図5 計測するマップの一例

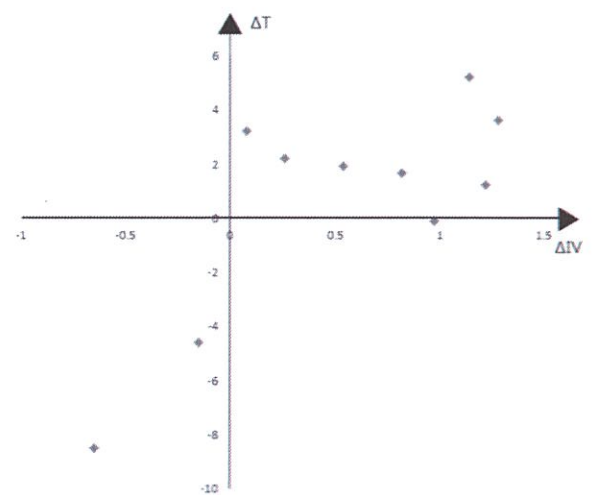


図6 丁字路10か所におけるシミュレーション

### 4.3 比較結果と考察

図6に見てとれるように、IV値の差と避難にかかる時間の差の関係を定式化することはできなかったが、プロットされた点が1つを除き第一象限と第三象限に存在することから、殆どの場合において目的地までの道のりが同じならばIV値の低い通路から移動を開始した方が到達するのが遅れることが分かった。これは、IV値の高い方の道路通路にいる避難者が先に目的地の方向へ流入するためである。

## 5章 今後の課題と展望

今回の研究でIV値と避難時間の間に正比例とは言えないが、IV値が大きければそれだけ避難時間がかかるという関係は見られた。

今後は研究を継続し、IV以外の指標についてもシミュレーション結果と照らし合わせてスペースシンタックス理論と避難行動シミュレーションの間にある関係性について考察していくつもりである。

## 参考文献

- [1] Social Logic of Space Hillier and Hanson Cambridge Univ. press. 1983
- [2] 人工社会構築指南 山影進 書籍工房早山 2007
- [3] SpaceSyntax 理論を用いた路地景観の特性把握に関する研究 星野 慧 芝浦工業大学 院修士学位論文 2012
- [4] 都市エンロピー係数を用いた都市形態解析手法 木川剛志, 古山正雄 日本都市計画学会都市計画系論文集 2004 pp823-828