

論文の内容の要旨

論文題目：歩行者流動から見た街路ネットワークの階層的中心性に関する研究
—ネットワーク分析とマルチエージェントシステムを用いたシミュレーションモデルの提案—

氏名：尹 喆載 (ユン チョルチェ)

本研究は、都市を常に変化しているものと理解した上で、都市に変化をもたらす根本的な理由を歩行であると考え、その歩行行為が行われる街路空間に注目し、街路での歩行を誘発する原因を明らかにし、街の活性化に結び付けることをその目的としている。本文は、概念編、理論編、開発編、分析編の4つに大別される。その内容をまとめると次のようになる。

1 概念編

1) 研究の背景及び目的

本研究では、都市の街路に歩行を誘発する要因として、①都市街路の物理的な形態と構造、②歩行者-施設の社会・経済的な原理という、二つの側面を考える。これら二つの要因に着目した研究は数多く行われている。しかし、これまでの研究は、どちらか一方の面にのみ注目したものが多く、両者の関係性の把握はあまり行っていないのが現状である。

本研究では二つの要因を同時に分析できるモデリング手法を提案する。その為に、ネットワーク分析とマルチエージェントシステムを用いた新たなシミュレーションモデルを開発し、これを適用して分析することにより、二つの考え方の融合をはかっている。

2) 用語の定義：階層的中心性と幾何学的な中心性値

都市の街路という限定された範囲で、一つの単位空間(または街路空間)に多くの人々が集まることにより空間の活力が高まり、多様なアクティビティが行われるようになった空間を「中心性の高い空間」と定義する。この定義によると、日常的に街路は、中心性の高低に従い階層的な様相を見せている。その様相は単に静的な状態としてだけではなく、時系列上で連続的なプロセスとして現れる。このような意味を含めて、「階層的中心性」という用語を用いる。

本文では次の理論編で述べている事柄ではあるが、上記の歩行を誘発する要因の中で、街路の物理的な形態から生じる空間の接近性(**accessibility**)を意味する指標として「幾何学的な中心性値」という用語を使用する。各街路における幾何学的な中心性値はネットワーク分析の指標として次のように定義される。

Edge centrality = “あるネットワークシステムにおいて、全てのノードのペアを繋ぐ最短経路を考えた時に、ある edge を通る最短経路の数の総数”

(注: Edge とは、分節された街路を意味するネットワーク理論の用語である。)

2 理論編

1) 二つの分析手法の特性

よく知られているように、ネットワーク分析とマルチエージェントシステムは、静的な分析と動的な分析という特徴を持ち、各分野で盛んに用いられているが、逆にその強い特性により適用できる事象に制限がある。ネットワーク分析は静的な都市構造の理解に適し、時間的な変化の影響のない状況が継続する構造として理解される。時間的、歴史的プロセスの中の一つの断面を表していると解釈できるが、あらゆるものは時間と共に変化しているのが実情である。

一方、マルチエージェントシステムは、物理的な構造の奥に内在する過程自体に大きな意味を持っている。しかし、これには一般化された結論を引き出すことが難しいという短所がある。

2) 新たなモデリング手法

本研究では、歩行を誘発する二つの要因を分析するに当たって、両者を融合させたモデリング手法を提案している。提案したモデルは、都市要素を簡略に描写する基本構造はネットワークから、動的な動きはエージェントモデルからなるものである。これらは単にモデルの形式化からだけではなく、両手法の根本的な特性を補完することにより、新たな長所まで生じている。この両手法を同時に使用するという事は、構造と過程の間に存在する関係性の把握に重きを置いた研究であることを意味している。

3 開発編

モデルの開発について、フロー図を用いて概説する。

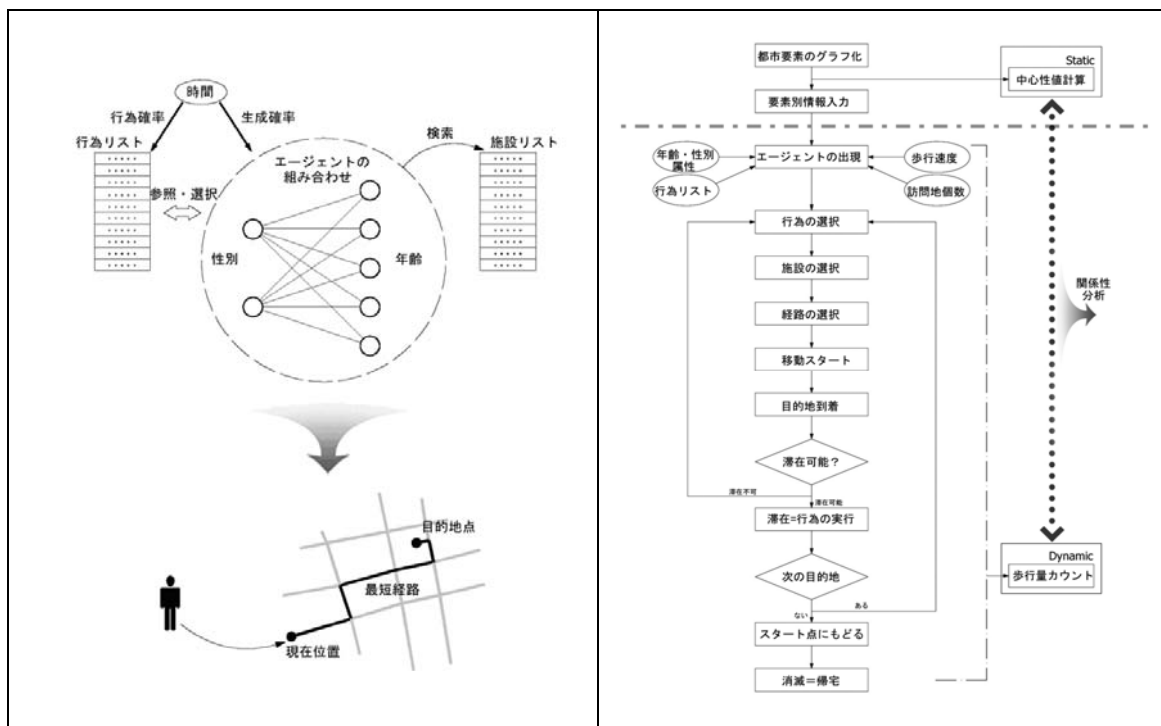


図 左:モデルの概念図 右:モデルのフローチャート

4 分析編

分析編では、下北沢を対象地域に選定し、開発したモデルを適用し、分析を行う。分析編は1) 検証編、2) 活用編で構成されている。

1) シミュレーションの適用 その1: モデルの検証

モデルの信頼性を検証する作業として、対象地域において実際に行われた歩行者の通行量の調査結果を入手し、シミュレーションの結果と比較し、その相関を分析している。相関分析は全街路における集計値と、連続する特定の街路における時系列別の集計という二つの側面から行い、両者とも相関係数が0.7~0.9の範囲内におさまることが確認されていて、開発したモデルが現実の状況を良く反映していることが判明している。

検証されたモデルの信頼性を踏まえ、下北沢をそれぞれ異なる街路構造を持つ南・北の地域に分けて分析し、本稿の仮説である歩行を誘発する二つの要因の関係性の解明を試みている。

南側地域は、地域の中央部分を通る2本のリニアな街路の軸性が非常に強い。歩行者流量もこの2本の街路に集中している。また、時間帯別の変化をみると、歩行者流動の優勢な街路の階層性は全地域で一日中ほとんど変わらない。南側地域は街路の形状の影響が非常に強く、歩行者の分布の最大の要因は幾何学的な構造であるといえる。

一方、北側地域においては、街路構造がグリッドのような形をしているために、街路構造の形態が重要な要因のひとつとして作用しているものの、一貫して強い相関性があるとは言えない。時間別の変化では、歩行者流動の優勢な時間帯の逆転現象が見られる。特に

昼と夜の逆転現象が目につく。下北沢の北側地域は、地域の持つ幾何学的な特質とは直接的な関係性が低い、独自の性格と機能を持っているといえる。

結論として、都市空間での歩行者流動は街路体系による構造自体の影響を受けると同時に、分布している施設との関係からも影響を受けている。一言で言うと、歩行を誘発する二つの要因は相互に補完的であるといえる。

2) シミュレーションの適用 その2：歩行者流動の予測モデルとしての可能性

モデルの活用編では、現在、下北沢地域において進められている再開発計画案に対して、開発したモデルを適用し、その有効性を確かめている。発表されている計画案は、かつての町並みに大きな変化をもたらす恐れがあるために、市民団体や専門家などから様々な代替案が提出されている。行政側の案と市民側の2つの案に対してシミュレーションを行い、その結果を、様々な角度から検討することにより、モデル活用の可能性を探っている。

5 総括

本論文の意義及び成果をまとめると、次のようになる。

- [1] 概念的側面：街路での歩行量を誘発する要因として、街路構造の物理的形態と歩行者－施設間の社会・経済的な原理という二つの要因があり、それらは相互に補完的な役割を果たしていることを明らかにした。
- [2] 手法的側面：ネットワーク分析とマルチエージェントシステムという静的／動的な分析手法の融合を通じて新しい可能性を提示した。
- [3] 効用的側面：歩行通行量の観測や集計、将来への予測等において、既存の手法とは根本的に異なる新しいツールを開発し、その可能性と有用性について検討した。

歩行者の流動現象を把握し、予測するという事は、多くの人々を街に流入させ、その地域を活性化させる計画に直結している。本研究で提示した方法は、特定の街路において歩行を誘発する要因は何かという問題に対して、街路の幾何学的な形態と社会・経済的な原理との関係性の把握という側面から融合したモデルが有益であることを示している。開発したモデルは街の活性化に対する方策を考える際に、十分貢献できるものと期待できる。