

論文の内容の要旨

論文題目 建物ノード付き街路ネットワークの研究: エンドノード型離散系シミュレータによる評価手法の開発

氏名 太田浩史

■本論文の主旨

1990年代以降の世界各地における都市再生手法には、既存の都市空間の全的な刷新ではなく、部分的な介入によって全体の活性化をはかる試みが多く見られる。特に、バーミンガムやコペンハーゲン、バルセロナなど、世界的にも広く知られた事例においては、土地利用図や街区構成を俯瞰的に定める「マスタープラン」型の計画手法ではなく、ノードとリンクの開発によって部分から空間を活性化する「ネットワーク」型の手法を見ることができる。

本論文では、このような都市再生の世界的潮流を念頭に、都市空間をネットワークとして記述し、その評価を行うシミュレータの構築を行った。その手段として、従来用いられてきた街路ネットワークだけではなく、建物ノードが街路に結びつけられた「建物街路ネットワーク」をデータとして用い、建物が街路上の歩行者流動にどのような影響を与えるかを考察した。

■各章の要約

第1章：研究背景

本章では英国バーミンガムの都市再生プロセスがネットワーク整備として発想されていることを行政資料によって示し、その施策の有効性を都心居住人口の増加によって確認した。また、ノードとしてお建築と、リンクとしての街路の同時整備というテーマがオースマンのパリ大改造においても見られることを示し、その発想の由来が19世紀前半のサン=シモン主義にあることを既往研究によって確認した。さらに、K.リンチの文献において、ノードによる空間整備は、マスタープラン型のものに比べて応用時の柔軟性が高いとされていることを挙げ、全的な刷新ではなく、部分から都市再生をはかろうとする手法論との親和性を考察した。

関連するネットワーク研究については、ヒリアーによるスペースシンタックス論、それに対して批判的な立場を取るポルタらのMCA手法を取り上げ、本論が対象とする建物ノードの取り扱い方について、手法の検証を行った。結論として、建物ノードを街路ネットワークに統合したネットワーク構造解析はほとんど試みられておらず、本論文の独創性と新規性が明らかとなった。マルチエージェント手法によるアプローチとしては、尹による研究を取り上げ、ネットワーク構造に対する解釈の違いを確認した。

第2章：建物街路ネットワークの特性

2章では、従来の街路ネットワークの構造分析に加え、建物をノードに加えた建物街路ネットワーク（図1）を提案し、その有用性の検討を行った。対象地域を銀座、錦糸町、渋谷、下北沢の4地域それぞれ1.5km角の範囲とし、複雑ネットワーク研究で広く使われる媒介中心性を算出し、その特性を把握した。さらにGISデータより建物の延床面積を算出し、媒介中心性の計算において重み付けを行ったところ（図2）、建物規模の尖度が低い銀座において重み付けの効果が強く現れた。また建物規模の尖度が低く、最短経路の集中が大きい下北沢においては重み付けの効果が薄いことが認められた。この結果より、開発等で重み付けに変化があったとしても街の骨格が揺るがないのが下北沢であり、逆にポテンシャルの分布が大きく変わりうるのが銀座であると解釈できる。研究を通じてネットワークの構造だけではなく、そこに取り付く建物の重みの影響を観察できることが確認された。

また、一般の建物の推定人口に比べ、駅の乗客人口が突出して高いことに着目し、駅に仮想的な建物面積を与える重み付け法を提案し、その効果を検証した。この重み付けを行うと、媒介中心性の分布は、駅を含めた街区内建物の推定人口が他の建物と行き来した場合の地点通過分布と同義となる。そのため、この重み付け法を歩行者通行量の簡易推定手法と捉え、既存の歩行者通行量調査との比較を行った。回遊行動や施設選択などの要因が含まれてはいないため、極めて高い相関とはならないが、相関係数0.6~0.7という結果を得た。

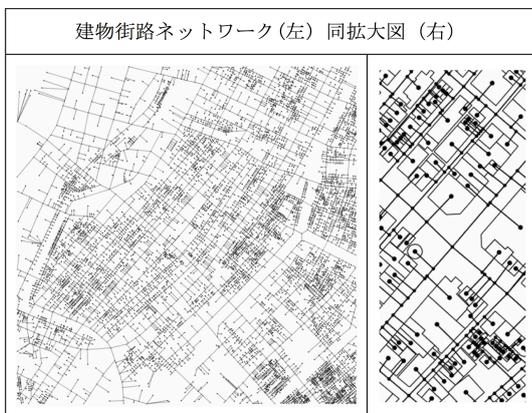


図1 建物街路ネットワーク

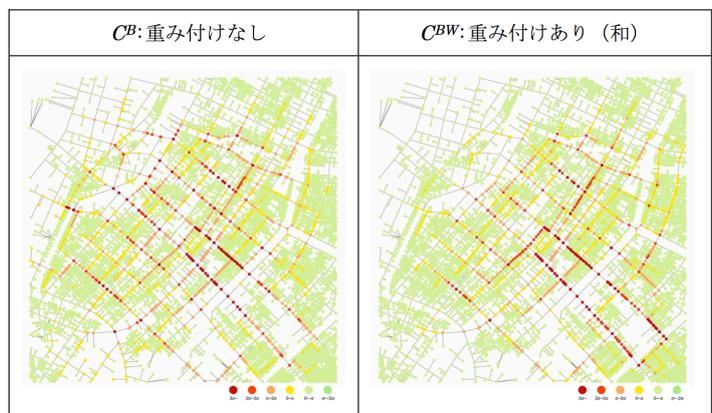


図2 重み付けを行った場合の媒介中心性分布の変化

第3章：建物街路ネットワークのクラスタリング

ネットワーク構造の特性を調べるには、広域のネットワークから、焦点を当てたい部分ネットワークを抽出する必要がある。そのため、本章では、媒介中心性を用いたネットワーククラスタリング手法である Girvan Newman 法の建物街路ネットワークへの応用を行った。任意の2つの建物延床面積の和、および積による重み付け法を用意（図3）し、それぞれのクラスタリング結果をシルエット法によって比較したところ、和による重み付け法の方が、少ない分割数で高い凝集性を持つということが確認された。地域ごとの結果については、銀座地区が少ない分割数で高いシルエット係数を見せることから、地域内のネットワークが、特徴ある部分ネットワークによっ

て構成されていることが観察された(図4)。反対に、住宅地が多い下北沢は他の3地域に比べてシルエット係数が低く、地域が均質な部分ネットワークが示された。

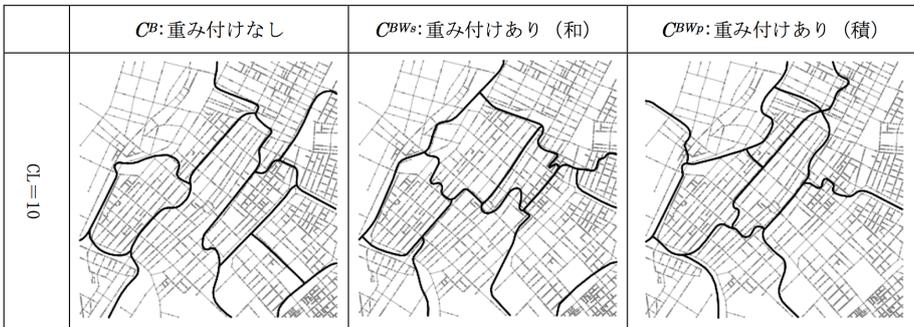


図3 重み付け法ごとのクラスター分割例 (クラスター数=10/銀座の場合) 図4 銀座のクラスター分割例

第4章：待ち行列モデルによるシミュレーション手法の研究 ～その1：クラスター単位でのシミュレーション

本章では、建物街路ネットワークの建物ノードに待ち行列属性を与え、建物の滞在時間=待ち行列におけるサービス時間が街路ネットワークに与える影響について、シミュレーションによって考察した。待ち行列をネットワーク化したシミュレータは離散系シミュレータと呼ばれ、通常は生産ラインの分析などに用いられているが、本研究で必要とするのは待ち行列がネットワークのエンドノードに位置するエンドノード型のシミュレータであるため、その設計手法の整理と類似のシミュレータのレビューを行った。

以上の作業をもとに Java および Processing によるマルチエージェントシミュレータを開発し (図5)、サービス時間とサービス窓口数の変化が、街路上のエージェントの通行頻度にどのような影響を与えるか、銀座地区を対象に行った。対象地域が広く、建物個々の操作による影響を見ることが困難であるため、第3章で求めた建物クラスター単位でのパラメータ操作を行っている。



図5 シミュレータ画面



図6 特定クラスターの増床の影響集中型 (左) 分散型 (右)

シミュレーションによって得られた知見は、同じサービス率 μ の変化であっても、サービス時間を変化させるのか、サービス窓口数を変化させるのかによって結果が異なる、ということである。前者は例えば店舗の回転率を

変えるということであり、回転率を上げるほど客は建物内から締め出されることになり、結果として街路上の回遊人口が多くなる。後者は逆に建物内の滞在可能人数を変えるということであり、滞在人数が多くなるほど、街路上の回遊人口は減ることになる。これは単純な媒介中心性の再構成では得られることができない知見であり、時間軸を考慮したシミュレーションによるネットワーク分析の有益性が示されていると言える。

また、これらの操作が空間的に与える影響については、集中型の操作よりも分散型の操作の方がより広域に、より大きく影響を与えることができることが判明した（図6）。

第5章：待ち行列モデルによるシミュレーション手法の研究 ～その2：建物単位でのシミュレーション

本章では、4章で行ったクラスター単位のシミュレーションモデルをさらに前進させ、より細やかなスケールでのシミュレーション手法の構築を行い、その評価を試みる。シミュレーションに先立ち、実地調査による街路と建物接続関係の修正、ネットワーク建物のフロア用途の入力、2章で考察した「潜在歩行者通行量」の割り当てを行い、シミュレーション環境の構築を行った。

建物ノードにはフロア用途に応じたサービス時間を割り当て、特定の建物における全フロアのサービス時間を調整することで、エージェントの建物ノードにおける滞在時間を増減させた。4章と同様に集中型と分散型についてシミュレーションを行ったところ、集中型の操作よりも分散型の操作の方がより広域に、より大きく影響を与えることができることが判明した。これは0章で述べた、ショッピングモールの平面形の基本である「ダンベルモデル」が都市空間においても適応可能であることを示している。またこの結果より、都市再生を行う場合、高い媒介中心性によって「都市の骨格」として機能している街路を見出し、その骨格沿いに集客を集中した方が効果が高くなる、という知見も得ることができた。

第6章：総括

1章から5章までの論の総括を行い、本論文で扱った建物街路ネットワークの特性と、それを用いたシミュレーションによって得られた知見の整理を行った。当初の目的であった都市再生の評価手法については、(1) ネットワーク論を基盤とした科学検証法の可能性を示した、(2) 待ち行列ネットワークの概念の導入により、回遊行動に新たな視点を与え、施設配置の評価方法を提起した、(3) コストのかかる歩行者通行量調査に頼らないため、計画立案者が手軽に検証することができるツールの可能性を示した、という3つの成果を得ることができた。特に(3)については、より有効性のある計画手法の整備こそが今後の日本の都市再生には必須であるため、都市計画学、建築計画学において、本論が提示したアプローチには一定の可能性があると結論した。