

歩行者経路選択モデルのための街路網分析*

Street Network Analysis for Pedestrian Route Choice Models*

李 燕**

By Yan LI**

1. はじめに

歩行者の場合、自動車交通に比べて、トリップ長が短い場合、交通行動者の経路選択行動は、年齢、性別、選好など歩行者の属性、目的や距離などのトリップの属性、交通量、歩道や緑化、商店街などの沿道の状況などの影響要因以外は、街路がネットワークとして現れる特性にも大きく影響される。

ネットワークの形状による影響を考えた既往の研究を見ると、出発地と目的地との間の最短経路がほぼ等しい格子状街路網における歩行者の経路選択行動を観測し、歩行者の走行特性をまとめる研究が多い。Garbrecht¹⁾ 2) は格子状街路網において、どの経路を選択しても距離が最短であるため、歩行者は、すべての経路を等確率で選択するか、遭遇する各交差点において等確率で選択するかのいずれかに基づいて行動が行われるという仮説をたてた。舟橋³⁾ は格子状街路網において定性的な分析を行い、歩行行動の典型として、境界線上歩行と階段状歩行があるとしている。毛利・塚口⁴⁾ は歩行者の空間定位に基づいて、同じ条件の場合、歩行者は現在の歩行方向を保持する傾向があると指摘した。さらに、塚口・松田⁵⁾、塚口・Vandebona⁶⁾ は空間的的定位に基づいた歩行者の経路選択行動分析を行い、格子状街路網地区において経路選択行動モデルを提案した。

これらの研究において、「格子状街路網」という概念を使いながらも、現実の街路網を取り扱う際には、感覚的に断定するか、複数の街路網のうち比較的格子状の性質のあるネットワークという意味合いで使われているので、定義に曖昧な点がある。また、これらの研究の多くは、歩行者が街路網における位置と目的地の位置関係から次の道路を選び、目的地までにたどりつくというように経路選択行動をモデル化する傾向がある。しかし、実際の歩行者の行動を見ると、信号

の影響や気まぐれな方向変更などもあるが、基本的には場当たりの選択でなく、出発地点からある程度経路を計画した場合が多いと見られる。したがって、これらの研究で得られた行動モデルが現実をどこまで反映できるか、また、非整形な街路網に適用する場合は、理論的な解釈が困難ではないかと考えられる。

本研究は、格子状街路網の定義を試み、現実の街路網を取り上げ、街路網の形状が歩行者の選択可能な経路に与える影響について考察することを目的とする。

2. 格子状ネットワークの定義

現実の街路網は千差万別といえるものの、すべてが格子状ネットワークの変形であると考えても良いと思われる。理想的な格子状街路網は、図1の示すものであろう。特徴としては、街路網を構成するポリゴン（街区）がすべて正方形である、すなわち四本のリンクはすべて同じ長さで、リンクの間はすべて平行或いは直交になっているということである。しかし、このような厳密な格子状道路網は現実においては稀にしか存在しないであろう。実際に「格子状」とされる街路網は、長方形のポリゴンで構成されるもの（図2）や、直交でない菱形（図3）や、辺の長さも違い、交わる角度も違うもの（図4）や、さらに各ポリゴンの辺が直線でない場合も多いであろう。

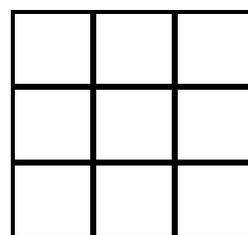


図1 理想的な格子状街路網

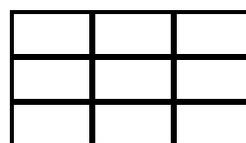


図2 長方形で構成される街路網

*キーワード：配分交通、ネットワーク、GIS

**正員、工博、立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部

(大分県別府市十文字原1-1、

TEL0977-78-1052、FAX0977-78-1052)

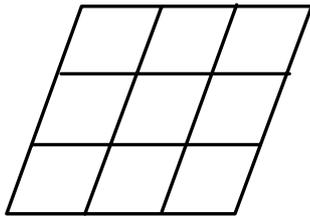


図3 菱形で構成される街路網

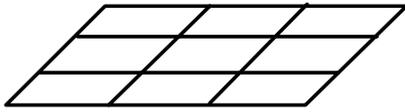


図4 四方形で構成される街路網の変形

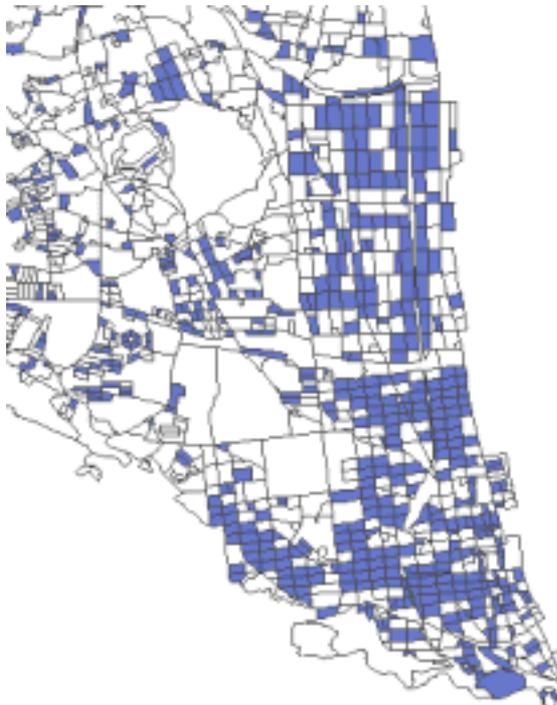


図5 四辺ポリゴンの街区

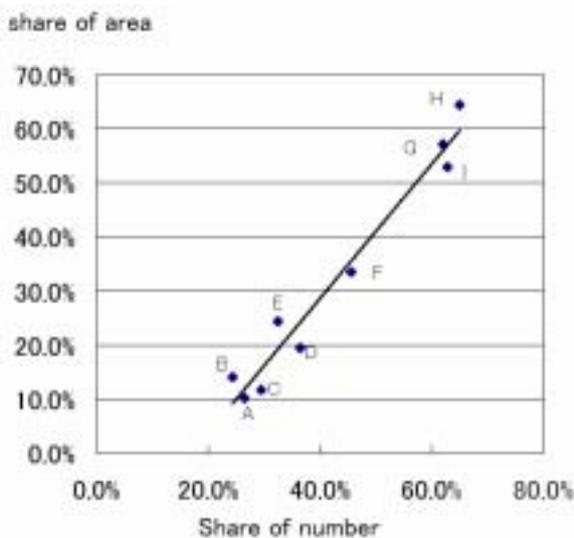


図6 格子状街区の面積の割合と個数の割合の関係

以上のネットワーク図はそれぞれ違うが、共通な特徴としては、構成するポリゴン（街区）はすべて四本の辺ということである。このことに注目して、ここでは、四辺ポリゴンの街区で構成される街路網を格子状街路網と定義し、現実の街路網を見てもいいことにする。

図5は国土地理院が発行する「数値地図2500」の大分県別府市の街路網の一部であり、都市計画基本図に入っているほぼすべての道路の中心線が含まれている。塗りつぶしたのは四辺ポリゴンで構成される街区である。この図から分かるように、上述の基準で実際の道路網を見ると、イメージ的に格子状である地域でも、格子状でないポリゴンが多い。したがって、実際のネットワークを扱う際には、格子状街区（四辺ポリゴン）の割合で表すのが正確であると思われる。ここでは、これを道路網の格子状度と称することにす。

格子状度は格子状街路網の成分である四辺ポリゴンの街区の割合であるが、面積の割合が街区数の割合か、そしてどの範囲に対する割合かについて定義する必要がある。図5は、9つの小学校を中心とする直径500メートル範囲のネットワーク（位置は図9を参照）の中、四辺ポリゴンがその円全体の範囲内に完結する全ポリゴンに占める面積の割合と街区数の割合を比較したものである。98%という高い相関があることから、ここでは面積の割合で格子状度を定義することにす。

3. 理想的な格子状道路網の特徴

歩行者は、トリップ長が最短経路より1.2倍以上長い経路についてほとんど選択しないことが観測されている。このことから、図7で示した理想的な格子状街路網において、A地点からB時点では254通りの経路の選択肢があるのに対して、AからCやDへは実質上1通りしかないと見てよい。ここでは、このような実質上1本しかない経路のODをOne-Route ODと呼ぶ。

AからCやDへの経路選択行動には、距離要因が唯一の影響要因であるのに対して、A地点からB時点の254通りは同じ長さなので、その中の選択は、ほかの要因（安全性、快適性など）に影響される。この例から分かるのは、同じ格子状の街路網における行動者でも、その行動者のネットワークにおける位置によって、各評価項目への評価値が異なることである。したがって、経路選択行動モデルはこのような位置による評価の変化を取り入れなければならない。

ある点から出発する歩行者が選択可能な目的地全体を見ると、Aからでは、35の目的地の内、10個の目的地はOne-Routeである。そのほかの24個はすべて複数経路が存在する目的地であり、図に示す通り、対角線に近いほど選択可能な経路が多くなる。

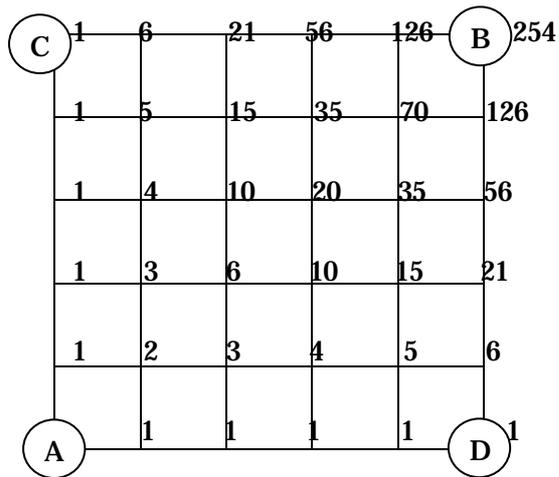


図7 Aから各ノードまで選択可能な経路の数

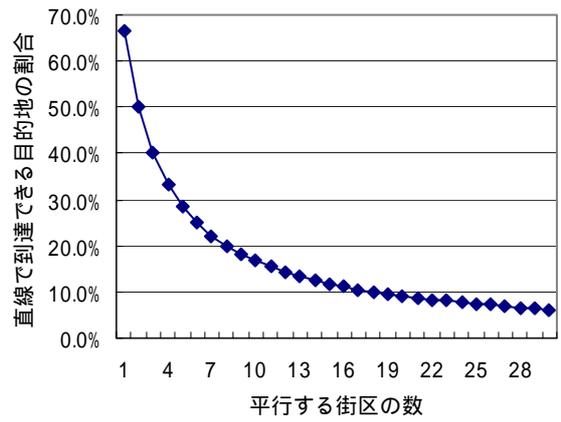


図8 街路網の規模と直線で到着可能な目的地の割合

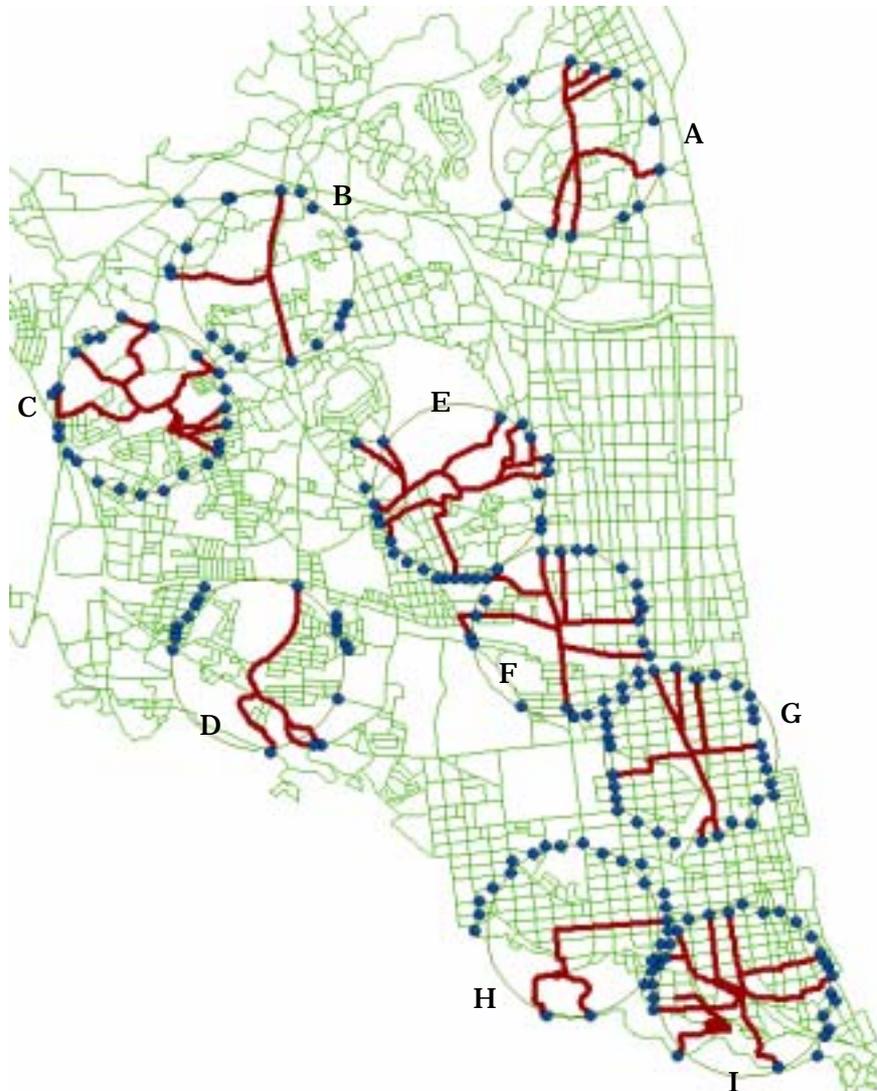


図9 中心から代替経路のない目的地

また、One-route ODは街路網の規模によって、全体における割合が小さくなる(図8)。すなわち、1街区のみで構成されるネットワークを考えると、3つの目的地のうちの2つがOne-route ODである。平行する街区が多ければ多いほど、One-route ODの割合が少なくなる。しかし、トリップ数の最も多い数街区内の歩行トリップにとって、20%~67%の目的地が最短経路しかないものであることもこの図から分かる。このことから、One-route ODが政策上非常に重要な意味を持つと思われる。

4. 実際の街路網の特徴の考察

実際の街路網を見ると、50から100メートル間隔で道路が平行する格子状の場合が多い。歩行者の歩行距離が1000メートル以下であること考えると、行動範囲は、格子状の場合、5から10ぐらいの平行する街区以内であると考えられる。したがって、図8を参照すると、20%以上のODが一本の路で行けて、選択が距離のみで決まっている。

実際の街路網において、このようなOne-Route ODはどのように分布するのか、街路網の格子状度とどのように関係するのかについて考察する。

図9は別府市の街路網(最も細い線)およびその中の9つの小学校を中心とする半径500メートル範囲の街路網を示している。格子状度が50%を越える学区はH、I、Gで、それぞれ64.4%、53.0%、57.2%である。格子状度の最も低いグループはA、B、Cで、それぞれ10.1%、14.1%、11.7%である。中間のネットワークはD、E、Fで、それぞれ19.4%、24.4%、33.4%である。

円の中心から半径500メートルの円弧と交差するリンクの最も近いノードを目的地(図9の黒い点で示したもの)について、トリップ長が1.2倍以内の代替経路があるかどうかを計算した。図中の太い線はOne-Route ODである。この図を見ると、One-Route ODは次の要因に影響されると考えられる。

まず、格子状度である。格子状度が高いほどOne-Route ODの割合が少ないと見られる。

次に、起点から放射する道路の本数である。同じ格子状度のG、H、Iを見ると、放射道路が多いほどOne-Route ODの割合が高い。

そして、道路網の密度である。道路網の密度が小さいほどOne-Route ODの割合が高いと見られる。

これらの要因は具体的にどのような関係にあるかは、さらに大きなサンプルが必要であるため、将来の課題とする。

5. おわりに

高齢化など社会情勢の変化によって、歩行者の歩きやすい街路網の整備がますます重要視され、歩行者の経路選択行動の研究が必要になってくる。今までの研究では格子状街路網を取り上げるものが多いが、格子状街路網の定義について曖昧な点がある。本研究は、四辺ポリゴンの街区で構成する街路網を格子状街路網と定義し、さらに、現実の街路網の格子状の性質を測る指標として、「格子状度」という概念を提案した。また、歩行者にとっては、実質的に選択肢のないODペアが多く存在するということを指摘した。このようなOne-Route ODの把握は政策上重要な意義を持つと思われる。さらに、本研究は実際の街路網におけるOne-Route ODを考察し、考察的ではあるが、One-Route ODの割合は、格子状度、起点から放射する道路の数および道路密度に影響されると分かった。

今後はこれらの要因が具体的にどのような関係にあるかについて研究し、One-Route ODの識別や計画への意義についてさらに研究する予定である。

参考文献

- 1) Garbrecht, D. : Frequency distributions of pedestrian in a rectangular grid, *Journal of Transport Economics and Policy*, IV(1), 66-88, 1970.
- 2) Garbrecht, D. : Pedestrian paths through a uniform environment, *Town Planning Review*, 42(1), 71-84, 1971.
- 3) 舟橋國男, 大塚裕弘: 格子状街路網地区における径路選択に関する研究, *日本建築学会大会学術講演梗概集*, 599-600, 1977.
- 4) 舟橋國男: 格子状街路網地区における経路の選択ならびに探索に関する調査実験, *日本建築学会計画系論文報告集*, 428, 85-92, 1991.
- 5) Mori, M. and Tsukaguchi, H.,: Characteristics of Pedestrian Route Choice Behaviour, *Proceedings of Annual Conference of Civil Engineers, JSCE Kansai Chapter*, 1979.
- 6) Tsukaguchi, H., Matsuda, K.: Analysis on Pedestrian Route Choice Behavior, *Journal of JSCE*, No709/ -56, 117-126, 2002.7.
- 7) Tsukaguchi, H. Vandebona, U. and Matsuda, K., 2003. Modelling of Predestrian Route Choice Behaviour for Development of Information Systems Architecture, *The selected proceedings of the 9th WCTR*.