

交通流動から推定される道路ネットワークとの比較による 道路密度評価に関する研究

Study on evaluation on the road density using the comparison
with road network estimated from the people flow

学籍番号 47-136731
氏名 有山 大樹 (Ariyama, Daiki)
指導教員 浅見 泰司 教授

1. 研究の背景と目的

自動車の環境に対する負荷が指摘され公共交通の利用を促す機運が高まっているものの、未だに自動車による移動は一定のニーズを保ち続けている。

都心においては容量を大きく上回る自動車交通により渋滞が頻発する状況が生じている一方で、少し都心を離れば道路の持つ容量を下回る交通量しか利用しない、閑散とした道路もまた存在している。

このように既存の道路網においては、地域によって交通需要とそれに対する供給のバランスに大きな格差が生じている。

本研究においては、その需要と供給に格差が生じない仮想ネットワークを定義し、それとの比較によって対象である関東地方の道路網における交通需要と供給のバランスについて評価することを目的とする。

2. 仮想ネットワークの構築

2.1 交通需要の定義

本研究においては国土交通省が行っているパーソントリップ調査内の OD 調査に基づいた OD データを交通需要であると考え、OD 調査について簡潔に説明すると、行われた移動の出発地と目的地を集計したものである。つまり、このデータを用いれば自

動車を用いた移動の出発地と目的地を知ることができ、これを自動車の交通需要であると捉えることが可能である。

2.2 ドロネー三角形網を用いた構築

仮想ネットワークを考える時に、まず重要なのはその形状である。本研究においてはドロネー三角形網をネットワークの形状とすることが適切であると考えた。理由としては以下が挙げられる。

- ①隣接するノード同士が結合されているネットワークである。
- ②三角形網の中で、最もすべての三角形が正三角形に近い形状になる三角形網である。
- ③すべての点を網羅的に結合する三角形網である。

これらの点が交通ネットワークの形状として適切であると考え、仮想ネットワークのベースとしてドロネー三角形網を採択する。図 1 は関東地方の OD 発着点をノード

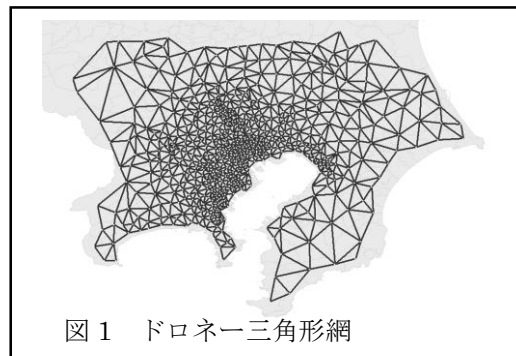


図1 ドロネー三角形網

として作成したドロネー三角形網である。

2.3 ODデータの適用

作成したドロネー三角形網は現状では属性を持たないリンクの集合である。これらのリンクに対する需要を導出するために、以下のようにしてODデータをネットワークに適用していく。

ある地点間における1つのトリップについて考える。まずこのネットワーク下において、すべてのトリップは最短経路を用いて移動を行う。何故ならばそれが最も需要に即した経路選択だからである。そうして選択された各リンクを通過して目的地に到着するのだが、その際通過した各リンクの「リンクを通過したトリップ量」に1を加える。この作業をすべてのトリップについて行い、各リンクを通過するトリップ量の総和を導出する。各リンクを通過するトリップ量とは、最短経路で移動する際にそのリンクを選択するトリップの量であり、そのリンクを利用したいトリップの量、すなわちリンクに対する需要であるとみなせる。

作成したドロネーネットワークに実際のODデータを上記のプロセスで適用することで仮想ネットワークは完成するのだが、その前に適用の際に生じる不具合を解消するために以下のようなモデルを用いたシミュレーションを行う。

2.4 ノードの密度が与える影響の除外

2.4.1 ノードの密度が与える影響の存在

人口の分布や人の移動形態がまったく同様である2つの空間について考える。これらの空間に異なる数のノードを設定しネットワークを作成した場合、各リンクを通過するトリップ量の平均値は異なる値を示す。空間に設定するノードの数が増えることは

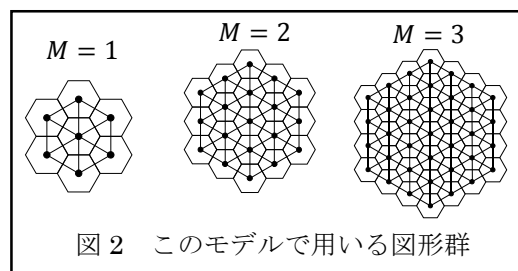
単純に空間を分割する数が増えるに過ぎない。同じ移動の形態からは同じ需要が生じるべきであり、分割の様相によってリンクに対する需要が上下するのは不適切な状態である。このような、ある空間を分割するノードの個数、つまりノードの密度によって生じるリンクを通過するトリップ量の格差を是正するために以下のようなモデルを用いる。

2.4.2 正六角形稠密モデル

領域内のノードの個数 N を用いたリンクを通過するトリップ量の期待値 $f(N)$ を導出することを目的とし、以下のモデルを用いたシミュレーションを行う。

図2のように M の増加に伴い、1つ前の図形を取り囲むように正六角形が増えていく図形群を用いる。今、 M の値によらず正六角形群の面積の合計は等しいものとする。つまり M の値が変わることで、ある空間を分割する様相が変わるとみなすことができる。この分割されている空間全体を空間Aと名付ける。各正六角形の中心には点が存在し、隣接する中心点間はリンクで接続されている。以下では個々の小さな正六角形のことをエリア、中心点をノード、ノード間を接続するリンクをリンクとして呼称する。

M の値によらず空間Aの全人口は等しく P でありその P がそれぞれのエリアに均等に存在している。そして、あるエリアの人口



はすべて当該エリアのノードに集約されているものとする。

また、空間 A に存在する人口はすべて移動を行う。そして、 $M = k$ の時すべての出発地と目的地の組み合わせにおいて、そのトリップを行う人口は等しく t_k であるものとする。トリップに伴う移動はすべてリンクを用いて行われ、必ず最短経路を選択する。最短経路が複数存在する場合、その選択は任意に行われる。

このように設定した状況を利用し、以下のプロセスで $f(N)$ を導出する。

① $M = k$ におけるあるノードからあるノードへのトリップ量 t_k を求める。

② $M = k$ において各トリップが通過するリンク本数の合計 S_k を求める。

③ t_k と S_k を乗算することで $M = k$ においてすべてのリンクを通過するトリップ量の総和 U_k を求める。

④ $M = k$ におけるリンクの本数 L_k を求め、 L_k で U_k を除することによりリンクを通過するトリップ量の期待値 R_k が求まる。

⑤ $M = k$ におけるノードの数が N である時に $k = g(N)$ を R_k に代入することでノードの個数によって表される $f(N)$ が求まる。

以上のプロセスによりある領域内のノードが N 個であった時のリンクを通過するトリップ量の期待値は

$$f(N) = \frac{(82k^5 + 205k^4 + 230k^3 + 95k^2 + 18k)}{30k(3k + 1)(3k^2 + 3k + 1)^2}$$

$$*ただし \quad k = -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{12N - 3}}{6}$$

であると導出された。

これを用いて各 OD についてノードの密度に基づく基準化を行い補正したものを最終的な OD とし、それを前項の方法でドロ

ネー三角形網に適用したものを比較対象として用いる仮想ネットワークと定義する。

3. 既存の道路網との比較

3.1 比較対象とする道路の属性

作成した仮想ネットワークと以下 2 つの比較をすることで既存の道路網について評価を行う。

(1) リンクにおける比較

仮想ネットワーク上の各リンクに対応する道路の輸送力がどれだけあるかを評価する。ここでの輸送力とはリンクに対応する道路の道路幅と制限速度の積の総和である。その輸送力とリンクを通過するトリップ量を比較することで、想定される通過トリップを輸送する力を持つかどうかを論じることができる。

(2) ノードにおける比較

仮想ネットワーク上の各ノードにアクセスする、リンクを通過するトリップ量の総和をノードにアクセスするトリップ量とする。ノードが含まれるボロノイ領域内の道路面積を、アクセスするトリップ量と比較することで、想定されるエリア内の交通量に対して適切な交通容量を供給できているのかという点について定量的な評価をすることができる。

3.2 全体的な分析

図 3,4 は関東地方全体でリンクにおける比較、ノードにおける比較を行ったものである。どちらにおいても色の濃い部分は想定されるトリップ量に比して道路資源が少ないことを示すのだが、どちらの比較においても都心は道路資源の不足を示している。

また、リンクにおける比較においては、東京都中央部へ向かうリンクにおいて輸送力の不足を示す傾向が表れた。これは、東京都

区部が強い求心力を持ち、各地からのトリップが集中したために起きる現象だと考えられる。

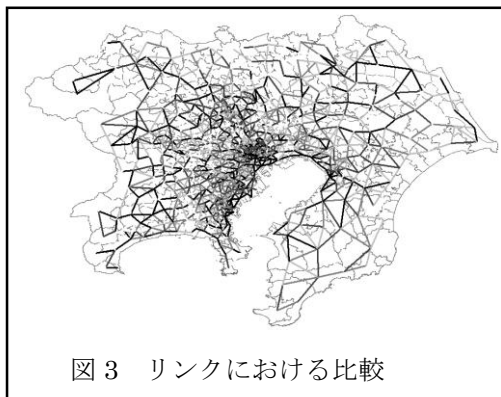


図3 リンクにおける比較

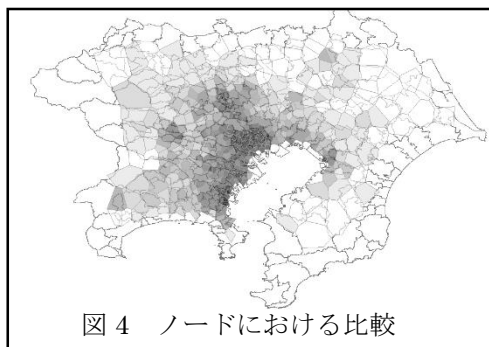


図4 ノードにおける比較

3.3 エリアごとの分析

東京都を3分割、他の県は1県を1エリアとし、エリアごとの分析を行った。より子細な分析を行うことで全体的な分析の裏付けが取れたほか、以下のような現象を明らかにすることができた。

(1) 都心の求心力の距離減衰

都心へ向かうリンクの需要が高くなり、結果的に道路不足を示す傾向があることは上で述べた。しかし、ある程度都心から離れた地域において都心方向に垂直な方向へのリンクの需要が高まっている現象が生じていた。これは距離が離れることで都心の求心力が弱まり、相対的に他の方向への需要が増したことによって引き起こされる状況だと考えられる。

(2) 障害物を回避した結果の偏り

埼玉県西部の森林地帯や千葉県西部の海岸沿いなど、物理的に進行を阻む存在(多くの場合は地形)により、それを回避するためのリンクに需要が集中する傾向が存在した。特に千葉県千葉市付近の海岸沿いは半島部から都心に向かうトリップが集中するため、通過、アクセスするトリップ量が非常に大きくなり、道路不足の度合いが高くなっていった。

(3) 郊外の中心都市による偏りの解消

郊外の中心都市、例えばつくば市や熊谷市などが周囲のトリップに対し求心力を持つことで、本来都心方向へのリンクに生じうる過度な偏りを緩和する状況が多く存在した。このような都市の周囲はリンク間の偏りが少なく、バランスの良い評価を持った道路網を形成する傾向が見てとれた。

4. 結論及び今後の研究課題

道路網は交通需要に対する供給であるという考えのもとに解析を行い、以上のような幾つかの結果を得た。都心に向かうリンクへの交通需要は想像以上に高く、都心にはより密な道路網が要求されている。

本研究においては仮想ネットワークに対して、道路面積あるいは輸送力といった指標を供給とみなし比較した。しかし、他のデータを導入しより精緻に供給を定義することで、より実際的な需給バランスに言及できるようになるのではないだろうか。

5. 主な参考文献

- (1) 奥平耕造「都市工学読本—都市を解析する」,1976, 彰国社
- (2) 藤田学洋; 鈴木勉. 「放射環状型交通ネットワークの適正配置とその整備効果に関する数理的研究」. オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, 2005, 50.1: 49-50.