

IV-63

道路ネットワークの評価に関する研究

秋田大学 正員 ○木村 一裕

秋田大学 正員 清水浩志郎

1. はじめに

ネットワークとしての道路の評価においては、第1に移動距離を最少とする最短ルートとしての重要性、第2にノード間の連結性の高さとしての重要性があり、さらにより高次の機能として、第3に代替ルートの存在、すなわちネットワークのゆとりとしての重要性があると思われる。これらのうち、本報告では第一および第二の点についてグラフ論的に分析を行うものである。グラフ理論は、0と1のデータによってその結合関係を表し、ネットワークの構造を抽象化して把握するのに有効な方法であるが、一方、道路網の評価においては交通量、道路延長などの有値データが必要とされる場合もある。今回の分析では、東北地方を対象として2つの方法を用いて道路整備水準の考察を行った。

2. ネットワークの連結性と最短経路について

2つの結節点相互間の最短経路（最短路行列）は、両点間に介在する多数の経路のうちの最小の区間数によって示される。また、有値データとして都市間の距離等を用いる場合にはブールの代数法により最短経路が求められることになる。最短路行列は各オーダーにおいて与えられる1ステップで到達できる経路を示したものを第1オーダーの最短路行列、次に第2、第3と行列を作成し対角線要素以外すべて0でなくなるようにするまでこの作業を繰り返す。そして各オーダーにおける最短路行列の行または列の合計をここでは総ステップ数（ $S^{(0)}$ ）とする。

本報告では、東北6県の国道、および国道と主要地方道について、各オーダーにおいて最短路行列を作成し、分析を試みた。

ここで、任意のオーダー 0 において

$S^{(0)}$: トポロジ的な総距離（ステップとする）

$Y^{(0)}$: 結合関係にある都市数

$L^{(0)}$: 都市間距離（実距離）

V : 都市数

とすると、 $Y^{(0)} / ((V(V+1))/2)$ は1以下の値をとり、

道路網の評価における γ 指数を2次以上のオーダーに拡張したものである。したがって、考えられる都市間の結合数に対する各オーダーでの連結状態にあるリンク数の比を表すものであるから、ネットワークの連結性を示すものと考えられる。また、 $S^{(0)} / Y^{(0)}$ は、各オーダーにおいて結合状態にある1都市あたりの距離、すなわち平均距離を示している。また、有値データの場合には $L^{(0)} / Y^{(0)}$ によって平均距離が示される。以上の考え方にに基づき、東北6県の国道のみ、国道および主要地方道の道路網水準を分析し、以下の図1から図4に示した。

この図において、ネットワークの連結性が高く、また平均距離が短いネットワークは原点より速く位置することになる。

2値データを用いて、国道だけを分析した結果（図1）をみると、各県ともに同じような傾向を示しているが、宮城、福島はオーダーが上がるにつれ、ネットワークの連結性が1.0に近くなっているのに対し、青森、秋田は低い値となっている。主要地方道を加えた場合（図2）では、先に同様の傾向を示した宮城と福島との比較では、宮城は平均距離、ネットワークの連結性においてさほど改善されていないが、福島は原点から遠い位置に移動し、主要地方道がネットワークとして効率的に機能していることがわかる。同様に青森、秋田などでも主要地方道を加えることによって原点から遠ざかっている。

次に、距離データを用いた分析結果（図3、4）をみると、国道および国道と主要地方道ともに宮城、山形が原点から遠く、秋田、岩手、福島、青森は原点に近いところに位置している。このようにステップごとの平均距離が比較的短い県ではネットワークの連結性が高く、都市の距離的な位置関係がネットワークの水準に関係するものと思われる。

以上をまとめると表1のようになる。

Case 1 : 実距離をおよびトポロジ的な距離とも、原点より遠く位置した場合であり、望ましネットワークであるといえる。

Case 2 : 都市間の平均距離は短い、多くのステップ数を要するため、バイパス建設等の必要なネットワークである。

Case 3 : 都市間の実距離は長い、トポロジカルな距離としては十分に短いため改善の余地の少ないネットワークである。

Case 4 : 距離データを用いた場合でも、(0,1)データを用いた場合でも、原点に近く位置している。すなわち都市間の、平均距離が長く、多くのステップを必要とするということであり、ネットワーク上、都市と都市を直結するリンクが必要とされるネットワークである。

行った。今回は、国道と主要地方道について考察してきたが、今後他の有値データを用いた分析および道路網の時系列的な分析を試みたいと考えている。

表1 分析結果の考察

	原点からの距離		考 察
	距離データ	(0,1)データ	
Case 1	遠い	遠い	望ましいネットワーク
Case 2	遠い	近い	十分に都市間距離は短い改善の余地あり
Case 3	近い	遠い	改善の余地が少ない
Case 4	近い	近い	都市間を直結するルートが必要

次に、都市圏間の交通網の評価には、ネットワークにおいて対象とする道路が最短経路として、どれだけの重要性を有しているかという分析を試みる。ここでは2値データを用いて、次式により個々のリンクをひとつだけ取り除いた際に、各オーダーにおいてどのような迂回が生じるかを分析する。

$$R^{(0)} = \frac{1}{K} \sum \sum (\overline{D_{ij}^{(0)}} / \overline{Y^{(0)}} - D_{ij}^{(0)} / Y^{(0)})$$

$D_{ij}^{(0)}$: リンクijが通行不可能なときの総距離

$D_{ij}^{(0)}$: リンクijが通行可能なときの総距離

K : リンク数

$R^{(0)}$ は各オーダーにおける距離の変化率を示すものと考えられる(図5、6)。

国道だけの場合では、青森、秋田が第2オーダーにおいて平均距離の増加が大きく、ピークが第3オーダーにあるが、宮城、岩手は第3オーダーにそのピークがある。主要地方道を加えると青森、秋田、福島においてはネットワークの結合性が高まるために、ピークの出現が前のオーダーに移動していることがわかる。また福島はピークが第1オーダーに現れ、第2オーダーでは平均距離の増加がほとんどみられてない。

3. おわりに

本報告では、道路網の評価において道路網の連結性に着目し、グラフ理論で分析を

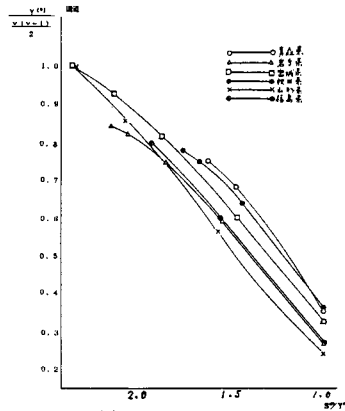


図1 国道、(0,1)データ

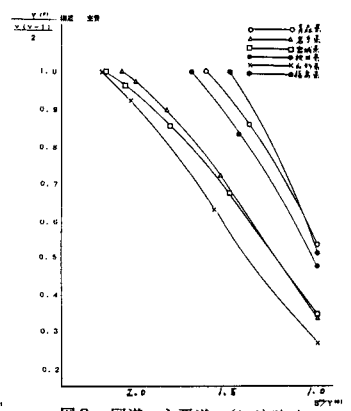


図2 国道 主要道、(0,1)データ

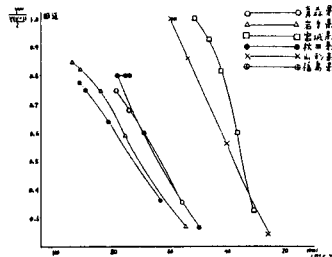


図3 国道、実距離

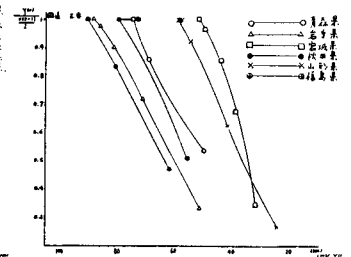


図4 国道 主要道、実距離

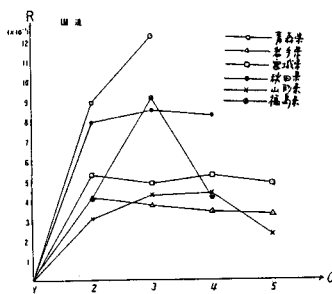


図5 平均距離の変化率(国道)

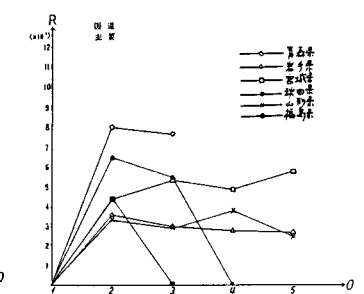


図6 平均距離の変化率(国道 主要道)