

IV-6 時間地図に関する基礎的研究

愛媛大学大学院 学生員 ○川崎洋輔
愛媛大学工学部 フェロー 柏谷増男
愛媛大学工学部 正会員 二神 透

1. はじめに

都市内の時間距離(所要時間)は、高速性、経済性、あるいは快適性など道路利用のサービス水準を表す指標の中で最も基本的なものである。本研究では、時系列的な比較検討による道路網の変容を視覚化することを試みた。視覚化が可能になれば、地域の交通条件、交通施設整備効果、交通渋滞の時間的推移が容易に理解できる。視覚化には、時間地図を用いる。時間地図とは、地点間の時間距離が視覚的に理解できる地図である。

2. 時間地図の理論と作成解法

本研究では、3つの時間地図を作成する。1つは、全ての地点間の時間距離を再現する MDS 時間地図である。2つ目は、注目する地点間のみの時間距離を再現するネットワーク時間地図である。両地図とも、地点間の時間距離を地図上の実距離によって把握できるような地図である。3つ目は、ある地点からの所要時間分布をエリア全体に表示した等時間マップである。

①MDS・ネットワーク時間地図作成解法

地点間にいくつかの地点(対象地点)を平面上のどこに配置するかというのを解くことである。一般的には MDS(多次元尺度構成法)を用いる。MDSの式を(1)に示す。

$$\min \sum_{ij \in L} (t_{ij} - d_{ij})^2 \quad (1)$$

t_{ij} : 実際の2点間 ij の時間距離

d_{ij} : 時間地図上の2点間 ij の時間距離

(1)をLM(Levenberg-Marquardt)法によって線形化した式を(2)に示す。

$$\begin{aligned} \min \sum_{ij \in L} (t_{ij} \sin \theta_{ij} - (x_j - x_i))^2 \\ + \sum_{ij \in L} (t_{ij} \cos \theta_{ij} - (y_j - y_i))^2 \end{aligned} \quad (2)$$

θ_{ij} : 2点間 ij の方位角

$(x_i, y_i), (x_j, y_j)$: i, j の座標

θ_{ij} の近似値 θ'_{ij} を求めた $(x_i, y_i), (x_j, y_j)$ を用いて更新することで計算することができる。

②等時間マップ作成解法

等時間マップ対象エリアをメッシュ化する。ノードが存在しないエリアに仮想ノードを設定する。仮想ノードは、エリアの中心座標とする。実ノード、仮想ノード間に仮想リンクを設定する。仮想リンクは最短経路のみとする。

起点ノードから他のノードへの最短時間距離を求める。仮想リンク上の時間距離は、仮定速度 v で移動したとして与える。起点ノードから他のエリアへの所要時間を与える。所要時間はエリアに含まれるノードの最小所要時間を起点ノードからエリアへの所要時間とする。

以上の過程により(メッシュ数)×(メッシュ数)の行列が作成される。これを地図として出力する。

3. 時間地図作成

3-1 使用データ

ネットワークデータとして DRM(デジタル道路地図データベース標準)、速度データとして、道路交通センサスを使用する。対象ネットワークは、1994、1999年の松山市とする。

3-2 時間地図作成結果

MDS 時間地図の元ネットワークを図1に示す。作成結果を図2に示す。

ネットワーク時間地図の元ネットワークとして、仮想ネットワークを図3のように設定する。作成結果を図4に示す。

等時間マップ作成結果を図5に示す。起点ノードは愛媛県庁とする。

時間距離は最短経路探索によって算出した。時間距離は分単位としている。

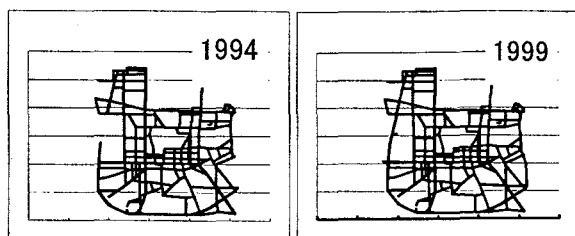


図 1. 松山市環状線内ネットワーク

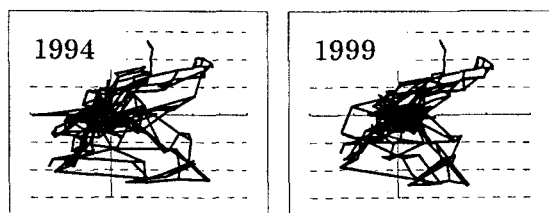


図 2. MDS 時間地図

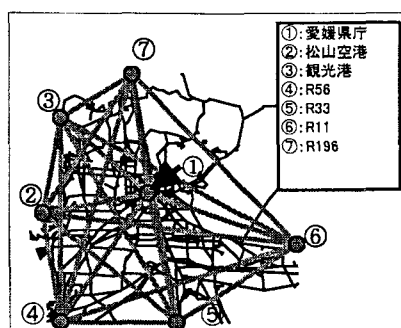


図 3. 松山市仮想ネットワーク

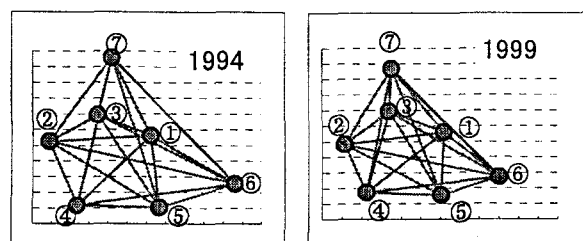


図 4. ネットワーク時間地図

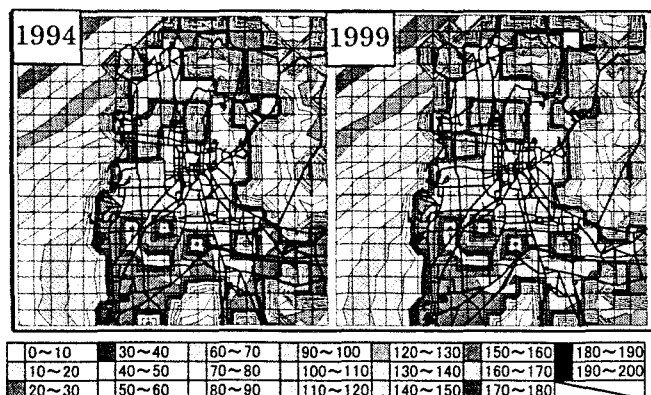


図 5. 等時間マップ

4. 分析結果

MDS 時間地図では、全ての地点間距離を表現する。特に周辺部では、中心部の地点からの時間距離の影響を受けて大きく変形し、位相の破壊が起こる。

ネットワーク時間距離では、位相は保持されるが、直接リンクのない地点間の位置関係を定めることはできない。

双方の地図には、長所・短所がある。再現対象により組み合わせるのが望ましい。

MDS 時間地図では、大幅な時間距離短縮が見られなかった。松山市環状線内の 1994 年から 1999 年への平均速度推移が -0.0084km/h ということからわかる。

ネットワーク時間地図において時間地図上の全てのノードを取り囲む最小の四角形を作る。面積を比較したところ、1994 年は 2323.04、1999 年は 1598.04 であった。面積比率は、1994 年を 1 とすると、1999 年は 0.69 であった。道路整備により、対象地域が全体的に時間距離短縮を図られたことがわかる。1994 年から 1999 年への時間距離推移が全体の平均で -4.07 分という結果からもわかる。

実際の道路網は、大きく歪んでいたり、交差したりしている。所要時間の分布を表現するには、独自のアルゴリズムが必要だと思われる。本研究では、等時間マップ作成アルゴリズムを開発した。作成された等時間マップは、メッシュ間隔は 1000m、仮定速度は 10km/h としている。

等時間マップの時系列な変化を見ると、松山空港への近接性（アクセスのしやすさ）が上昇しているのがわかる。松山新空港通り開通（1996）が要因だと考えられる。全体的に近接性が増しているのは、ネットワーク全体の平均速度が、 22.97km/h から 25.69km/h と変化したのが要因だと考えられる。

5. おわりに

MDS・ネットワーク時間地図により、地点間の時間距離を時間単位とした縮尺で視覚化できた。

また、等時間マップにより、注目地点の近接性の時系列変化を視覚化することができた。

本研究で作成された時間地図は、道路網の時系列変化を視覚化する有効な手段であるといえる。

参考文献

1) 清水英範: 時間地図の作成手法とその応用可能性, 土木学会論文集, No.10, pp.15-29, 1992.