

時間地図作成手法の改良

岐阜大学工学部 正 員 清水英範
○岐阜大学工学部 学生員 青木隆裕

1. 研究の背景・目的

地図の上に定規をあてて任意の地点間の所要時間を把握できるような地図を本研究では時間地図と呼ぶ。時間地図を作成することができれば、地域の交通サービス水準や、交通整備の効果、交通渋滞の様子を視覚的にわかりやすく示すことができる。

(1) 従来の時間地図作成手法の概要

我々が提案した従来の時間地図作成手法は、多次元尺度構成法 (Multi-dimensional Scaling: MDS) を写像関数を制約として拡張したものであった。¹⁾ この手法は、通常の地図上の座標を (x, y) 、時間地図上の座標を (u, v) とすると、以下のような最適化問題として定式化される。

$$\min. \sum (t_{ij} - d_{ij})^2 \quad (1)$$

$$d_{ij}^2 = (u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2 \quad (2)$$

$$u_i = f(x_i, y_i); v_i = g(x_i, y_i) \quad (3)$$

$$u_j = f(x_j, y_j); v_j = g(x_j, y_j) \quad (4)$$

ただし、 t_{ij} : 点 i, j 間の時間距離

$f(x, y); g(x, y)$: 座標変換関数

この手法により一応の成果は得たが、以下に示すような問題点も生じてきた。

- ① 地点間の時間距離の誤差を、全て同等の基準で扱うため、一般の人々がイメージする時間地図の概略形状と異なる場合がある。
- ② 地域全体の時間地図を1つの座標変換関数で表現することが困難である。

(2) 改良の視点

本研究では、日本の時間地図を作成する際の従来手法の改良を考える。

一般の人々が日本の時間地図を見るときは、主に以下に示すことに注目するであろう。

- ① 北海道や本州といった地域ごとの時間地図の形状。
- ② 地域間の時間地図の大小関係。
- ③ 北海道-本州等のように隣接する地域の時間地図の位置関係。

そこで、これらの再現性を重視した手法を提案する。

2. 改良手法の概要

ここでは、2つの地域(島) A, B の時間地図の作成を例として、改良手法の概要を説明する。

改良手法は、従来手法の写像制約付き MDS を基礎とし、以下に示す2つの大きなステップからなる。

第1段階: A, B, 2つの地域それぞれに従来手法を適用し、A, B 各々の時間地図を作成する。(図1 (a), (b))

第2段階: 得られた時間地図を、A の時間地図を固定し、B の時間地図を形状・大きさを変化させることなく、A の時間地図の座標系上に再配置する。(図1 (c))

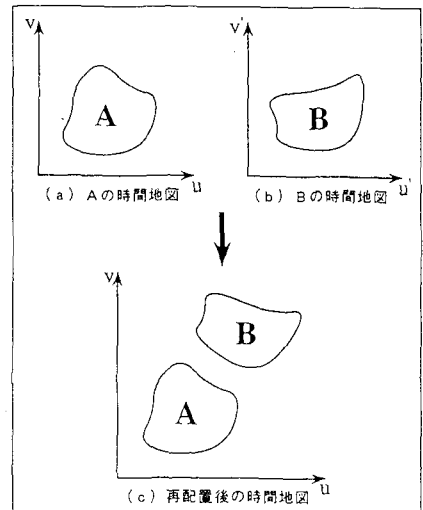


図1 改良手法の概要

第2段階において、B の時間地図を形状・大きさを変化させず、A の時間地図の座標系上に再配置するには、B の時間地図を回転と平行移動によって再配置すればよい。したがって、その際の基準は、地域A内の点を i 、地域B内の点を k とすると、以下に示すような最適化問題として定式化される。

$$\min. \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m (t_{ik} - d_{ik})^2 \quad (5)$$

$$u_k = u_k' \cos \theta - v_k' \sin \theta + a \quad (6)$$

$$v_k = u_k' \sin \theta - v_k' \cos \theta + b \quad (7)$$

$$d_{ik}^2 = (u_i - u_k)^2 + (v_i - v_k)^2 \quad (8)$$

ただし t_{ik} : 点 i と点 k の時間距離

u_i, v_i : 点 i の時間地図上の座標

u_k', v_k' : 点 k の時間地図上の座標

u_k, v_k : 点 k の再配置後の座標

θ, a, b : 未知パラメータ

3. 適用

手法の適用として、平成3年の日本の道路時間地図の作成を試みた。

第1段階として、日本を北海道・本州・四国・九州の4つの地域（島）に分割し、それぞれの地域に従来手法を適用する。そして、第2段階として、本州の時間地図を固定し、北海道・四国・九州の時間地図を回転と平行移動により本州の時間地図の座標系上に再配置した。なお、図中の r は、実際の時間距離と時間地図上の時間距離との相関係数を表す。

図2に、従来の手法である日本全体の道路時間地図を1つの座標変換関数によって作成したものを、図3(a)~(d)に4つの地域それぞれに従来の手法を適用して作成した時間地図を示す。図3を見ると、図2では表現されていない四国での南北方向の道路整備が遅れている様子や、東北地方での南北方向の道路整備は進んでいるが東西方向の道路整備が遅れている様子を読み取ることができる。

図4には、図3の時間地図を本州の時間地図を固定し、他の3つの地域を本州の時間地図の座標系上に再配置した結果を示す。これを見ると、特に本州-四国間が遠く配置されている様子がわかる。

改良手法の適用により、時空間の歪みを強調できたといえよう。また、精度も向上した。今後は、地域を半島等で分割したものに、従来手法を適用し、再配置する手法について考える。

【参考文献】

- 1) 清水英範：時間地図の作成手法と応用可能性，土木計画学研究・論文集，10，pp.15-29，1992

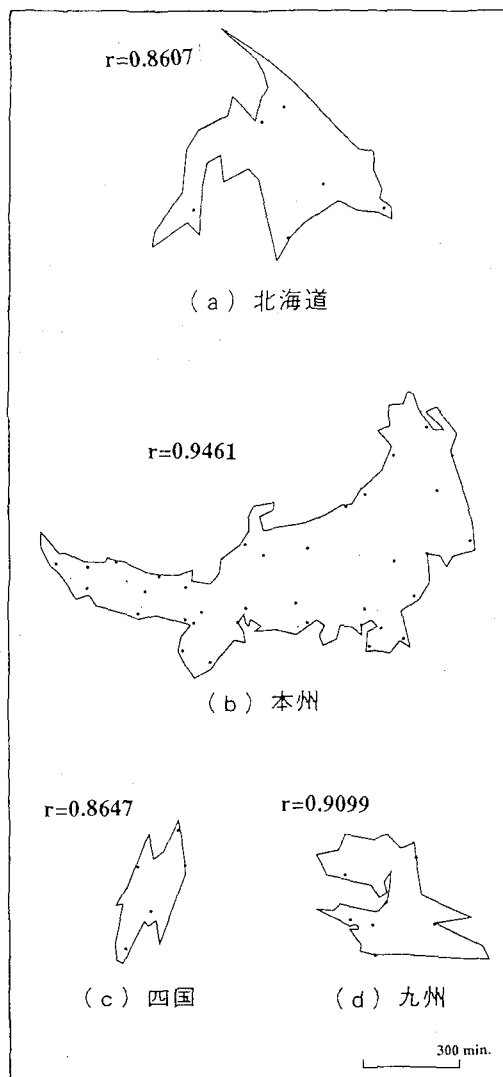


図3 地域ごとの道路時間地図

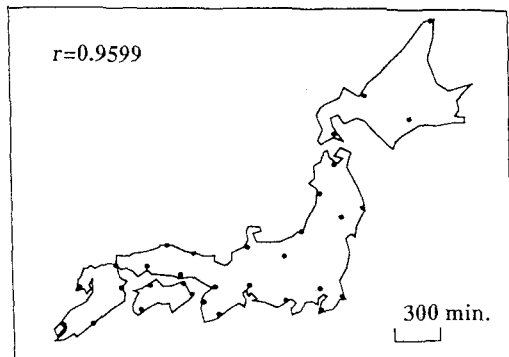


図2 従来手法による道路時間地図

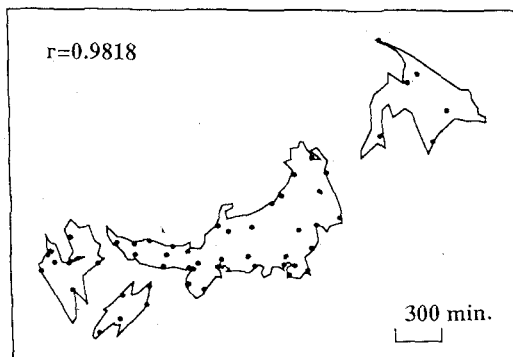


図4 改良手法による道路時間地図