

## いくつかの新しい時間地図とその特徴

01108452 東北芸術工科大学 古藤浩 KOTOH Hiroshi

### 1. はじめに

本研究ではいくつかの時間地図の考え方を提示し、さらに作成例を示した上で、その特徴を議論し、その価値・用途を考察する。

### 2. 対象データと所要時間の考え方

時間地図を作成する対象データは山形から大阪までの22都府県庁所在地・2空港とした。所要時間は市販ソフトウェア・エキスパート全国版(ヴァル研究所)による最短時間とした。ただし、待ち時間は採らず、乗車時間のみを採った。また特急列車等で3往復/日以下の便は使わないこととした。都市の代表点は都府県庁所在地と同じ名前のJR駅としたが、その他、特に東京国際空港、大阪国際空港を加えた。

対象となる都市群と、最短所要時間の計算で現れた交通経路(72ペア)は図1に示される。なお、○は100万人以上の都市、△は空港である。

### 3. 時間地図の考察

以下では本研究で取り上げる時間地図とその考え方、実例からわかる知見を簡単に述べる。なお、目的関数 $S$ は時間地図上での都市の位置を変数とし、その説明では、 $t_{ij}$ を都市 $ij$ 間の所要時間、 $d_{ij}$ を都市 $ij$ 間の時間地図上の距離、 $n$ を都市の数とする。また実例図の右上に残差二乗和(*i. e.* 目的関数 $S$ )から計算した標準誤差を示す。また計算には[茨木・福島1991]の準ニュートン法、逐次2次計画法を用いた。

#### 3.0 歪めない地図の場合

図1において100kmを55分に置き換えると地理的・

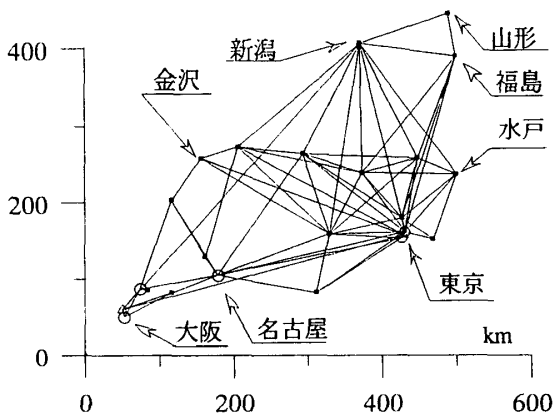


図1 対象地域と交通網

物理的な位置関係を保った状態での最もよい時間地図になり、そのときの標準誤差は57.6分である。

#### 3.1 多次元尺度構成法(図2)

できる限り正確に所要時間を表す考えによる。時間地図作成のための目的関数は

$$\min S = \sum_{i < j}^n (t_{ij} - d_{ij})^2 \quad (1)$$

となる。都市の位置は地形図とは大きく変化するので、わかりにくい面も持っている。

#### 3.2 一次元時間地図(図3)

一次元上で、できる限り正確に所要時間を表す。各都市が一つの数値になるので総合的な利便性の把握に使える。都市の相互関係はあまり表現されない。都市 $i$ の位置を $x_i$ とにおいて、目的関数は以下になる。

$$\min. S = \sum_{i < j}^n (t_{ij} - |x_i - x_j|)^2$$

#### 3.3 座標値の順序関係維持時間地図(図4)

縦・横方向の位置の大小関係を維持する条件で、可能な限り正確に所要時間を表す。図2に比べればわかりやすい地図となる。地形図を回転させて、適切な縦軸・横軸を決定し、その上で計算すればよりよい結果を得るだろう。目的関数は式(1)であり、そこに初期値での位置関係:経度・緯度両方向の座標値の大小関係を維持する制約式([ $2n-2$ ]本)が加わる。

#### 3.4 ドローネ網維持時間地図(図5)

都市間のドローネ網を考え、各ドローネ三角形の符号付き面積の符号を維持する条件で、できる限り正確に所要時間を表す。図2に比べればわかりやすい

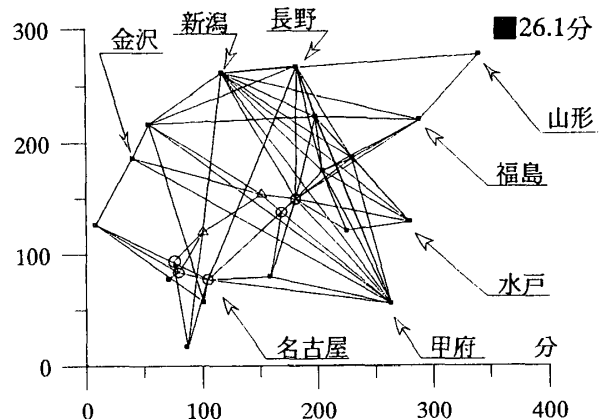


図2 多次元尺度構成法による時間地図

地図となるし、図4よりも優れているように感じられる。目的関数は式(1)である。そして地理的位置(一般の地図:初期値)からドローネ網を作り、各ドローネ三角形の符号付面積の符号を維持する制約式(ここでは33本)が加わる。

### 3.5 軸線付き時間地図(図6)

部分的に正確な時間地図。軸線(太線)上の都市位置は所与とし、正確に都市間の所要時間を表す。軸線には高速鉄道路線などが適当のようで、ここでは東海道新幹線を取った。軸線上の都市群については正確に所要時間を表すので、利便性に優れている。また地図の平均的な正確さは図2に比較しても遜色ない。

### 3.6 ネットワーク時間地図(視覚化時間距離網:図7)

都市間で使われる交通経路(その集合をLとおく)に限定してできる限り正確に所要時間を表す。意味がネットワーク上に限られるが、かなり正確な地図となる。ただしわかりやすいとは言えず、誤解を招くときもある。目的関数は以下になる。

$$\min S = \sum_{(i,j) \in L} (t_{ij} - d_{ij})^2$$

## 4. まとめと補足

以上で新しい考えによるものも含めて、いくつかの時間地図を示した。どの程度地理的な位置関係を残すか、または所要時間を正確に表すか、これらの考えは必要に応じて利用できるだろう。なお、この他にも[清水1992]、[古藤2000]等ではいくつかのアイデアが議論されていることを付記する。

### 謝辞

本研究での時間地図のアイデアの多くはインフラストラクチャー問題研究部会(主査:柳井浩先生(慶應義塾大学))、及び2000年度OR学会春季研究発表会にて腰塚武志先生(筑波大学)、田口東先生(中央大学)より頂いたコメントを参考にしている。深く感謝の気持ちを申し上げます。

### 参考文献

- 1) 茨木俊秀, 福島雅夫(1991):FORTRAN 77 最適化プログラミング. 岩波書店.
- 2) 清水英範(1992):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, No. 10. pp. 15 - 29.
- 3) 古藤 浩(2000):位相構造を保持する時間地図. 日本OR学会春季研究発表会アブストラクト集, pp. 134 - 135.

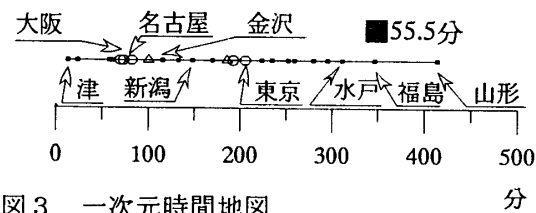


図3 一次元時間地図

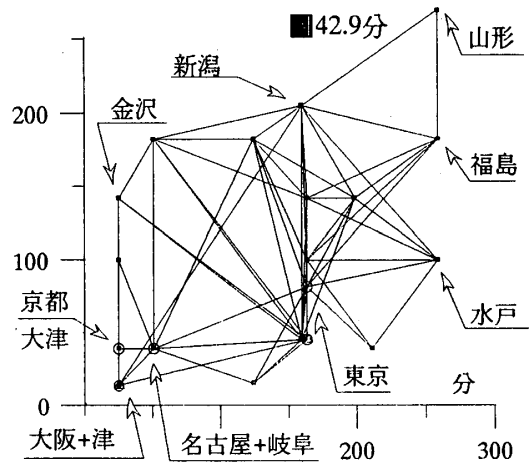


図4 座標値の順序関係維持時間地図

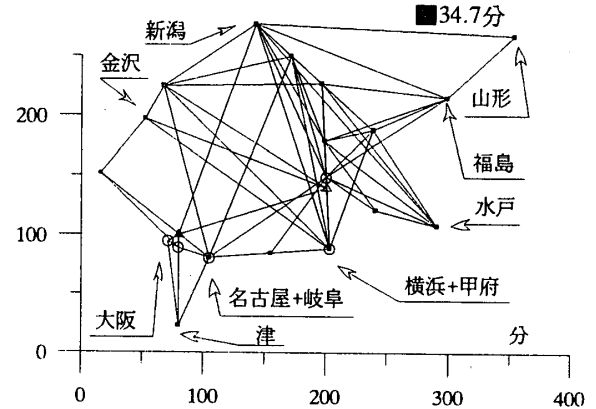


図5 ドローネ網維持時間地図

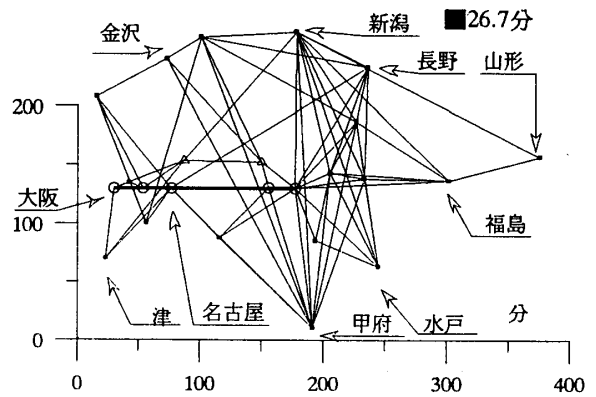


図6 軸線付き時間地図(太線が軸線)

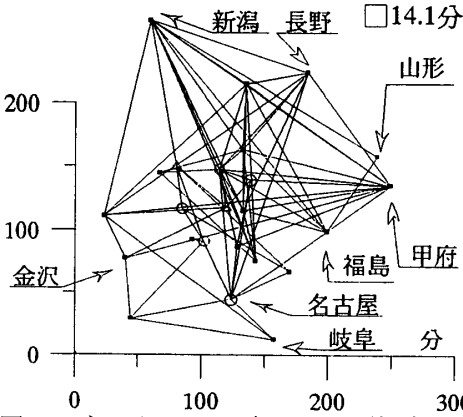


図7 ネットワーク時間地図(視覚化時間距離網)