

鉄道ネットワーク重心の現状と将来*
The present and future gravity center of railway network

森杉壽芳**, 小池淳司***, 飯島千歩****

By Hisayoshi MORISUGI, Atsushi KOIKE, Chiho IJIMA

1. はじめに

近年、わが国でも国際ハブ空港・首都機能移転等の大規模な公共投資が計画・実行されるようになってきている。これら、大規模で唯一性のある公共プロジェクトは国土利用上の観点からこれまでは、人口の重心（岐阜県南部）に実施することが望ましいと言った主張がなされてきた¹⁾。しかし、現実には交通機関の整備状況や地理的条件によってこの重心が最も交通の利便性が高い場所であるとは言いがたいと考えられる。そこで、本研究では交通ネットワークの重心を提案し計測することを第一の目的とする。具体的には、通常重心計測法で用いる実距離に対し交通ネットワーク重心では時間距離（すなわち、所要時間）を用いることで定義する。この場合、実座標に対して時間地図座標を定義する必要があるが、本研究では清水²⁾が提案した時間地図作成手法による時間地図座標の定義を用いるものとする。さらに、わが国における鉄道ネットワークを例に取り、全国の都道府県庁所在地を対象に平成3年、新幹線整備計画完成後のそれぞれの鉄道ネットワーク重心を求める。

2. 交通ネットワーク重心の計測法

本研究で提案する交通ネットワーク重心とは、従来、実座標系で重心を求めていたところを時間地図座標系で重心を求めることを基本としている。そこで、まず各都市の実座標に各都市間の所要時間を与えることによって実座標から時間地図座標への写像関数を推定し、各都市の時間地図座標を求める。そのうえで各都市の人口を与え、時間地図座標での交通ネットワーク重心を計算する。さらに、写像関数の逆関数を用い実座標での交通ネットワーク重心を

求めるといった手順に従う。

2-1 写像関数の推定

まず実座標系から時間地図座標系への写像関数を推定する。これは、清水²⁾によって提案された最小二乗法に基づく多次元尺度法を用いる。この場合の写像関数の推定は以下の最小化問題となる。

$$\begin{aligned} \min. & \sum_{ij} (t_{ij} - d_{ij})^2 \\ \text{s.t. } & d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \\ & u_i = f(x_i, y_i), v_i = g(x_i, y_i) \\ & u_j = f(x_j, y_j), v_j = g(x_j, y_j) \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 t_{ij} ：都市 ij 間の時間距離

d_{ij} ：都市 ij 間の時間地図座標上の距離

(x_i, y_i) ：都市 i の実座標

(u_i, v_i) ：都市 i の時間地図座標

$f(\cdot), g(\cdot)$ ：写像関数

また、交通ネットワーク重心を求める際にもその性格上、位相の破壊が起こらないことが条件となるために写像関数を以下のアファイン変換と仮定した。

$$\begin{aligned} u &= f(x, y) = ax + by + c \\ v &= g(x, y) = dx + ey + f \\ \begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix} &\neq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $a, b, \dots, f$ ：未知のパラメータ

2-2 交通ネットワーク重心の定義

前節より推定された写像関数より得られた、各都市の時間地図座標に各都市の人口を重みとして重心を計算する。この時の重心は時間地図座標系なので、最終的な交通ネットワーク重心は写像関数の逆関数によって実座標系に写像されたもので定義する。すなわち最終的な交通ネットワーク重心は以下のように定式化できる。

$$(X, Y) = f^{-1} \left(\frac{\sum u_i n_i}{\sum n_i}, \frac{\sum v_i n_i}{\sum n_i} \right) \quad (3)$$

ここで、 (X, Y) ：交通ネットワーク重心

n_i ：都市 i の人口

* キーワーズ：国土計画、交通網計画、人口分布

** 正員、工博 岐阜大学教授 工学部土木工学科
(岐阜市柳戸 1-1. TEL058-230-1111, FAX058-230-1248)

*** 正員、工修 岐阜大学助手 工学部土木工学科

**** 学生員、岐阜大学 工学部土木工学科

3. わが国の鉄道ネットワーク重心

3-1 平成3年の鉄道ネットワーク重心

図-1に示す、わが国の都道府県の県庁所在地46都市（沖縄県をのぞく）を対象に、平成3年における鉄道所要時間に基づく時間距離および各都道府県の人口を与え、交通ネットワーク重心を求めた。結果は図-2のように三重県中部になり、人口の重心に比べ南西に大きくずれていることがわかった。この原因としては、太平洋側に比べ日本海側の鉄道整備が遅れていることが南方へ、東北・北海道地区の鉄道整備が遅れていることが西方へとそれぞれ重心を移動させたものと考えられる。

3-2 将来の鉄道ネットワーク重心

将来の鉄道ネットワーク重心は、図-1に示すような現在計画されている新幹線路線（整備計画、基本計画路線）が完成された場合を想定して交通ネットワーク重心を求めた。ここで、在来線の速度は変化しないものとし、かつ計画路線がすべて現行の東海道新幹線と同程度の速度で運行されたと仮定している。また、人口についてはその分布が変わらないものと仮定して平成3年度の都道府県別の人口をそのまま用いている。結果は図-2のように岐阜県南部となり人口の重心とほぼ同じ位置になることがわかった。これは新幹線整備計画がすべて完了するとほぼ時間距離と実距離が等しくなることを示している。すなわち、新幹線整備計画によって全ての県で鉄道整備状況がほぼ同じ状態になると考えられる。しかし、本研究の計算では人口分布を平成3年のままと仮定しているが、現実には、日本海側および北日本での鉄道整備によって、その地域では人口の増加が見込まれるため本研究の重心の値より北東に移動する可能性がある。この問題に関しては今後、人口分布の予測モデルを内性化する事により正確な重心を求める必要がある。

4. おわりに

本研究では遷都論等で主張される人口の重心に対する疑問から、交通ネットワーク重心を提案し、わが国の鉄道ネットワークを例に取り、計測を行った。その結果から、現在（平成3年）の鉄道ネットワーク重心は三重県中部、将来（整備新幹線完成後）の鉄道ネットワーク重心は岐阜県南部となることがわかった。さらに、将来の鉄道ネットワーク重心が人口の重心とほぼ等しくなることにより、新幹線整備

計画は国土利用上のバランスに優れた計画であることといえる。

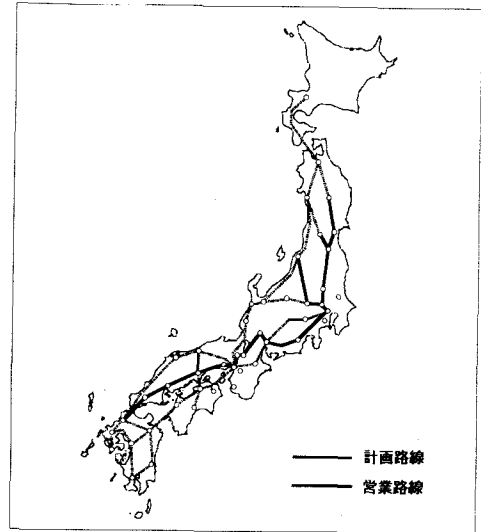


図-1 新幹線鉄道網（現状・計画）

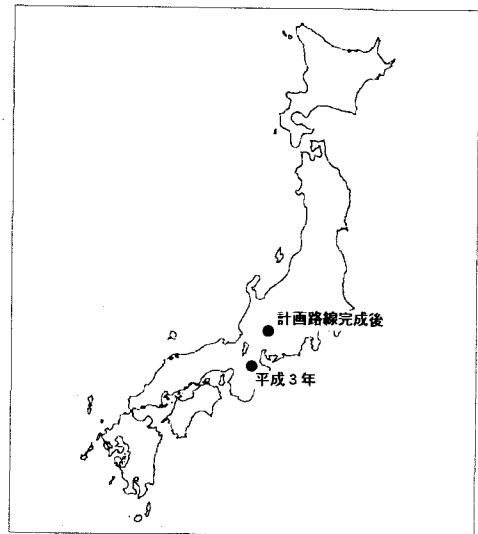


図-2 交通ネットワーク重心

参考文献

- 1) 堀屋太一：新都建設これしかない日本の未来，文芸春秋，pp.206，1990
- 2) 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，No.10，pp.15-30，1992.
- 3) 近藤光男，青山吉隆：旅行時間と費用からみた全国交通体系の近年の整備変化，土木計画学研究・論文集，No.11，pp.49-56，1993.