

道路ネットワークの「重心」，「投影」の概念を用いた評価手法について*
Valuation Technique of Road Network By Center and Shadow Concept*

藤原 太** 片山裕己*** 山本洋一****

By Futosi FUJIWARA** Hiroki KATAYAMA*** Yoichi YAMAMOTO****

1. はじめに

ネットワークの構成状況の評価する方法は、たとえば充足度による評価(ex. 道路延長/面積)、パターンによる評価(ex. トラフィックライン図による放射環状型、格子型等)等があるが、本論では、従来の評価方法に加えて、①都市の配置、活動水準とネットワーク構成の評価、②ネットワーク全体としての多重性の評価、の2点に着眼し、ネットワーク形成の基本的なコンセプトづくりのための比較的簡便な評価方法について検討を試みたものである。

本論では、①については「重心法」、②については「投影法」の考え方を提示する。

2. 研究の枠組みと手法

(1) 研究フロー

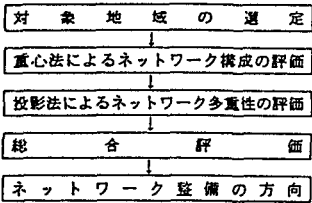


図-1 研究フロー

(2) 対象地域の概況

県単位で都市群をとらえ、九州及び東北地域の13県を対象とした。

表-1 対象地域の概況 (平成2年, ※離島は除く)

	都市数	面積(は)	県人口(千人)	都市人口(千人)
九州7県平均	11.3	6,021	1,899	101
東北6県平均	10.5	11,147	1,623	101

*キーワード: 交通網計画, 交通計画評価
正員、福岡山コンサルタント *福岡山コンサルタント
****正員、工博、福岡山コンサルタント
(北九州市小倉北区片野町1-11-4、TEL093-931-3101、
FAX093-932-1282)

(3) 重心法について

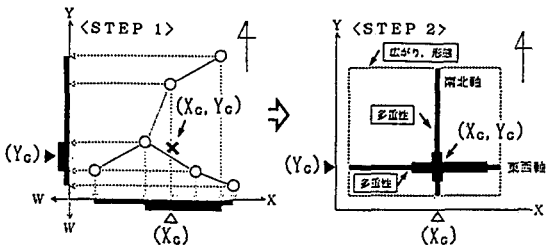
都市群の配置、活動水準及び道路ネットワークの重心位置を算定し、それらの一致性をみることによって、都市群の構造と道路ネットワークとの関係をロケーションに把握しようとするものである。なお、本研究では各重心の重味として簡便に表-2の特性指標を用いた。

表-2 各重心と算定方法、定義

	算定方法、定義	重味指標
1) 配置重心	各都市の中心を座標化し、都市群の配置状況からみた重心位置を算定	—
2) 活動重心	1)に各都市の社会経済指標の重みを考慮し、都市群の活動水準からみた重心位置を算定	人口(H2)
3) ネットワーク重心	幹線道路網を対象に座標化し、ネットワーク構成からみた重心位置を算定	国道以上(H6)

(4) 投影法について

図-2のように都市群のトラフィックラインを東西、南北方向に投影し(STEP 1)、さらに、ネットワーク重心を基準とする投影軸(STEP 2)の形態を視覚的に捉えることにより、ネットワーク全体としての広がりや多重性をシンボリックに把握しようとするものである。



※1 Xc, Ycは、東西軸、南北軸の重心 ※1 〇の大きさはネットワークの広がり、形態を示す。
※2 Wはリンク数による重味 ※2 〇の太さはネットワークの多重性を示す。

図-2 投影法の基本的考え方

3. 重心法によるネットワーク構成の評価

(1) 距離特性

対象都市群の配置、活動、ネットワーク重心（以降、ネット重心と称す）を算出し、それぞれの重心間距離を整理したものを表-3に示す。

ネット重心～配置重心、活動重心の距離を比較すると、活動重心の方が距離は大きくなっており、このことはネットワーク構成が都市群の活動状況に十分対応出来ていないことをシンボリックに示している。

また、各重心間距離は九州地域に比べ東北地域のほうが大きく、地域間格差がみられる。面積当りでも、東北地域の活動重心～ネット重心、配置重心の距離は九州の概ね2倍程度となっている。

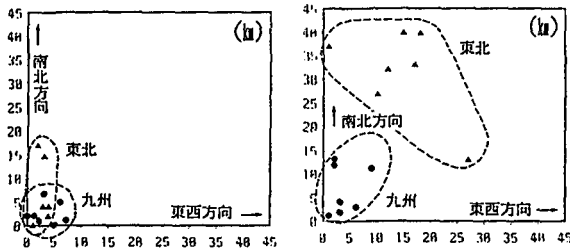
相対的にみると各重心間距離の特徴としてネット重心～配置重心は他の2つに比べ重心間距離が小さい。

表-3 各重心間の距離

(単位: km)

	九州平均	東北平均
① ネット重心～配置重心	4.9 (7.2)	8.0 (7.2)
② ネット重心～活動重心	8.0 (13.3)	35.0 (31.5)
③ 配置重心～活動重心	10.4 (17.3)	38.5 (34.7)

*1 < > は地面積で除した値 (単位: km/万km²)



① ネット重心～配置重心

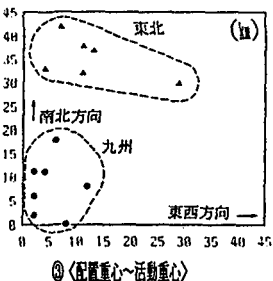
② ネット重心～活動重心

*1 ネットワークの重心は下式より求めた。

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} X \cdot W_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} W_{ij}}$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} Y \cdot W_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} W_{ij}}$$

ここに、
 X_c, Y_c : 都市 i, j のリンク数が n 個の場合の重心
 X_i, Y_i : 都市 i, j 間のリンク数
 W_{ij} : 都市 i, j 間のリンクの重み (=1.0)

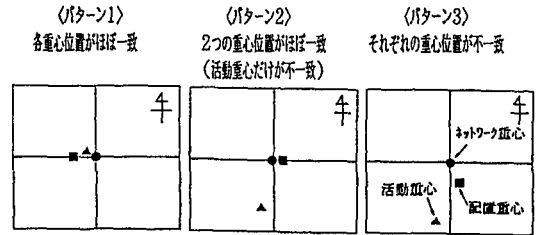


③ 配置重心～活動重心

図-3 各都市群の東西、南北方向の重心間距離

(2) 分布特性

ネット重心を基準とした配置重心、活動重心の分布形態を図-4に示すが、それらの配置関係により、各都市群は大きく3つのパターンに分類された。



佐賀県 秋田県 青森県
 ※1 パターン2については、ネット重心と配置重心が近接する都市群がほとんどで配置重心と活動重心が近接する都市群は大部分のみであった。

図-4 分布パターン (例)

(3) 重心の一致性からみたネットワークの評価

距離特性及び分布パターンによる都市群の分類結果を表-4に示す。

本来、重心とは「物体の各部分に働く合力が作用する点」と定義されている。したがって本検討でとりあげた3つの重心は各都市群の配置、活動及び道路ネットワーク特性からみた都市群構造上のロケーションな中心点と考えることができる。

このことより、各重心の一致性を都市群の配置、活動構造とネットワーク体系とのバランスとみれば、佐賀県、鹿児島県は最も望ましいパターン、青森県、岩手県はその逆のパターンとして評価される。

また、今回対象とした九州、東北地域の検討ではネット重心～配置重心の一致性が他に比べて高く、両地域のネットワーク形成において地形的要因が大きく影響しているものと思われ、逆に人口構造等の都市群の社会経済活動等に配慮したネットワーク形成等は今後重要な視点としてあげられよう。

表-4 重心法による都市群分類、評価

		距離特性(平均重心間距離)			(高)
		小(<10km)	中(10~20km)	大(20km~)	
分布パターン	1	佐賀県 鹿児島県			↑
	2	福岡県 長崎県 大分県	熊本県	宮城県 秋田県 山形県 福島県	
	3		宮崎県	青森県 岩手県	
		(高)		(低)	

4. 投影法によるネットワーク多重性の評価

(1) ネットワークの基本的な投影概況

ネットワークの広がり、九州よりも東北地域の方が東西、南北軸ともに大きく、両地域ともに、南北に長い形態の都市群が多い。ネットワークの量は概ね同程度となっている。

表-5

視点 指標	I. 広がり		II. 形態	III. 量	
	① 軸スケール(μ)		② 東西 南北比	③ 平均リンク数(本)	
	東西軸	南北軸	東西軸 南北軸	東西軸	南北軸
九州平均	72	84	0.86	3.5	3.5
東北平均	81	113	0.72	3.4	3.4

(2) ネットワークの多重性の評価

投影法の適用結果をもとに下式より東西軸、南北軸の平均リンク数を算出し、ネットワークの多重性を評価した。

$$X_L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i,j} x_{ij} \cdot W_{ij}}{X_n}$$

$$Y_L = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{i,j} y_{ij} \cdot W_{ij}}{Y_n}$$

ここに、
 X_L, Y_L : 都市 i, j のリンク数が n 個の場合の平均リンク数
 X_n, Y_n : 東西軸長、南北軸長

九州、東北地域ともに東西、南北軸の平均リンク数は約3.5リンクとなるが、表-6にもとづくパターン分類では表-7に示すよう、九州地域は東西、南北軸のパターンが概ね一致している都市群が多いのに対し、東北地域はその逆の傾向が強い。

このことは、各都市群単位でみると九州地域の方が東北地域に比べ面的に整合のとれたネットワーク化が図られているものと思われる。

表-6 多重性からみたパターン

形態	パターン1	パターン2	パターン3
	量：少ない (細/3未満)	量：普通 (中/3~4)	量：多い (太/4~)

※1 (ノ) は(軸線の太さ/平均リンク数)
 ※2 南北軸についても同様

表-7 多重性からみた都市群分類

	東西軸パターン (P _x)		
	1	2	3
南北軸パターン (P _y)	1 長崎県	宮崎県 秋田県 山形県	
	2 熊本県 青森県 宮城県	佐賀県 大分県	岩手県
	3	福岡県	福岡県 鹿児島県

(3) 分布特性の検討

ネットワークの多重性において、さらに分布状況からみた特性について検討を行った。

a) 分布の均一性

福岡県では東西軸のリンク数が1~10リンクと

非常にネットワークのバラつきが大きく、表-8に示すようにネットワーク分布の均一性は各都市群で異なることが分かった。

表-9に示すよう、総じて南北軸に比べ東西軸の均一性が低い都市群 (P_x-P_y, 2-1, 3-1, 3-2) が多く、このことは、九州、東北にかかわらず東西軸に比べ南北軸の方がネットワークの多重化が進んでいるものと思われる。(例えば、高速道路では横断道路に比べ縦貫道路のネットワーク化が充実してる等)

表-8 均一性から見た都市群分類

形態	パターン1	パターン2	パターン3
	均一性：高 (分散/1未満)	均一性：中 (中間/1~1.5)	均一性：低 (集中/1.5以上)

※1 (ノ) は(軸線の分布/リンク標準偏差)

※2 南北軸についても同様

表-9 均一性からみた都市群分類

	東西軸パターン (P _x)		
	1	2	3
南北軸パターン (P _y)	1 長崎県	大分県	熊本県 岩手県 山形県
	2 青森県 福岡県	佐賀県 宮城県	福岡県 秋田県
	3	宮城県	鹿児島県

b) 特定地域における集積

それぞれの投影軸で最もネットワークの集積が高い区間を抽出し、重心との位置関係を見ると、表-10に示すようネットワークの特性集積と重心位置の関係において都市群は、様々なパターンをもつことが分かった。

なかでも、東西、南北軸のいずれかの中心部にネットワーク集積が高いパターン (P_x, あいはい P_y, 3) の都市群が多く見られた。

ちなみに、重心法で最も望ましいパターンとして分類された佐賀県、鹿児島県は両軸ともにパターン1に、逆に岩手県、青森県はいずれかの軸でパターン3に分類され、重心の一致性が高い都市群はネットワークの中心部(重心)に比較集積が高い傾向にあることが分かった。

表-10 特定集積からみたパターン

形態	パターン1	パターン2	パターン3
	集積：中心部 (近い)	集積：中間 (中間)	集積：外縁部 (遠い)

※1 (ノ) は重心との位置関係

※2 南北軸についても同様

5. ネットワーク整備の方向性について

(1) 総合評価

重心法及び投影法による総合評価の一例を表-12に示す（なお、ここでは比較的评价尺度の明解な平均重心間距離、平均リンク数でそれぞれ代表）。

大半の都市群は東西軸、南北軸でそれぞれ評価が異なっているのが分かる。また、東北地域に比べ九州地域の都市群の評価が総じて高い点が特徴としてあげられる。

表-11 重心、投影法による総合評価

路線 数値	多重性パターン					
	1		2		3	
	東西軸	南北軸	東西軸	南北軸	東西軸	南北軸
ロ ケ ー シ ョ ン パ タ ー ン						
1 (低)	宮城県 山形県	秋田県 山形県	山形県 青森県 岩手県 宮城県		岩手県 福島県	
2 (中)	熊本県 青森県	長崎県	佐賀県 大分県 宮崎県 秋田県	熊本県		福岡県
3 (高)	長崎県	宮崎県	福岡県 鹿児島県	佐賀県 大分県	福岡県 鹿児島県	鹿児島県

※1 ロケーションについては平均重心間距離を、多重性については平均リンク数でそれぞれ代表させた。

ネットワークの多重性

(低)

(低)

各
重
心
の
一
致
性

(高)

(2) ネットワーク整備の方向性について

熊本県をとりあげネットワーク形成の基本的な視点として全隣接都市間をネットワーク化した場合を想定し、これと現況ネットワークとの比較を通じて整備の方向性について検討を試みた（図-5）。

現況では県南北間及び天草（本渡市、牛深市）～内陸部間の連絡道路が少ない。また、熊本市等県北部の活動水準が高く、活動重心はネット重心より大きく北にはずれている。これに対し、仮想ケースでは県南北間の連絡道路が増えることによりネット重心が北上し、各重心の一致性が高まる。また、各都市間が連絡されることにより、県内全域においてネットワークの多重性は高まり、面的に均一性のとれたネットワーク形成が図られるものと思われる。

6. おわりに

現在、広域的な地域間の連携や交流の促進を支援する道路として高規格幹線道路とあわせて地域高規格道路等の整備、計画が進められているが、本論で検討した①都市群の配置、活動水準とネットワークの関係や②ネットワーク全体の多重性の問題等、いわゆる面的な道路整備の評価手法の検討は今後、増々重要なテーマになるものと思われる。

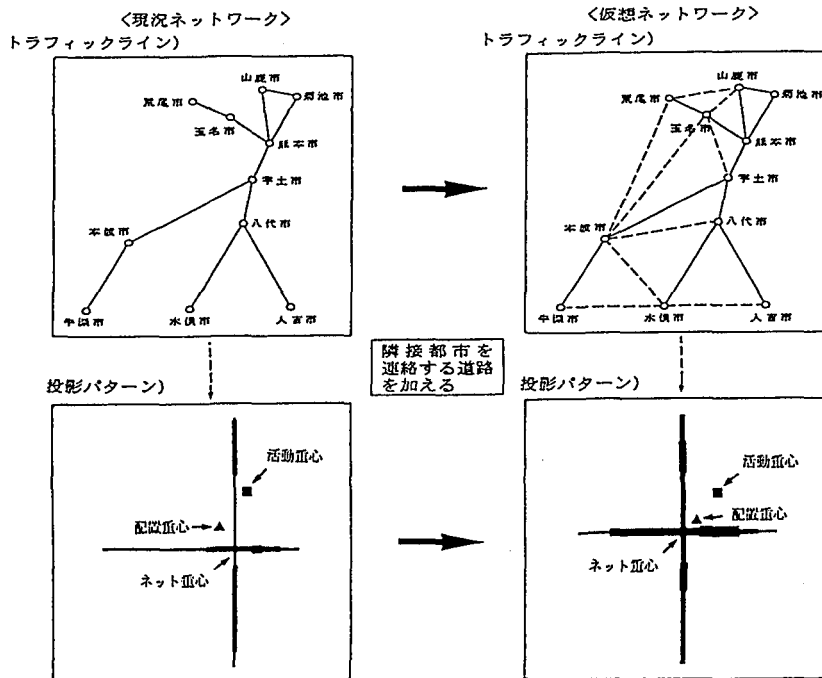


図-5 熊本県を対象としたケーススタディ