

高速道路整備による交流・連携効果の評価に関する研究*

A Study of the Communication and Combination Effect produced by Expressway Network Improvement*

宇野 匡和** 柏谷 増男*** 朝倉 康夫****

by Masakazu UNO, Masuo KASHIWADANI and Yasuo ASAKURA

1. はじめに

高速道路や高規格道路などの広域道路網の整備にともない時間距離が短縮されると、交通ネットワーク特性の変化により、諸地域に新たな交流や連携の可能性が生まれる。これまで交流圏域の拡大評価については、さまざまな計算例や研究例がみられる¹⁾²⁾。しかし、地域間（都市間）連携の評価に関する定量的研究の例はほとんどみられない。

本研究では、高速道路が整備されてない場合と整備されている場合とについて、各地域が連携して高度広域医療施設のような広域施設を設置する問題を考える。具体的には、四国の道路ネットワークを対象として、高速道路整備による時間短縮効果と施設立地点の移動による効果から地域間（都市間）の交流と連携に着目し、その効果の評価を行う。

2. 交流と連携

まず、本研究では交流と連携とを以下のように定義する。

交流：ある地点を固定し、その地点からある時間で行くことのできる圏域を定め、圏域内の人口や各種の機能について考察する。

連携：複数の地域が共同して、双方に有益な施設をどこかに設置して、両地域が共に受益を受ける。共同によって受益人口を増大させるため、単独では持ち得ない高度なサービスを得ることもできる。

*keywords 整備効果計測法, システム分析,

国土計画, 地域計画

**学生員, 愛媛大学大学院博士前期課程土木海洋工学専攻

***フェロー, 工博, 愛媛大学工学部環境建設工学科

(〒790-8577 松山市文京町, TEL 089(927)9825, FAX 089(927)9843)

****正会員, 工博, 愛媛大学工学部環境建設工学科(同上)

交流については、各地点からの時間距離を計算して交流圏域を設けることによって評価ができる。連携については、施設立地点によってその評価は異なる。本研究では、最適施設配置問題を解くことにより、対象とする道路ネットワークが、潜在的に持っている連携可能性をみる。

3. 四国における交流・連携効果の評価

3.1 施設配置モデルの定式化

本研究では、施設配置モデルとして Maximal Covering Location Problem(以降 M.C.L.P.と表す)を利用する。このモデルは、許容時間距離 S (分)以内で施設のサービスを受けることのできる人口の最大化を目的として、 P 個の施設を配置するものである。次のように定式化される。

$$\max Z = \sum_{i=1}^n a_i y_i \quad (2.1)$$

subject to

$$y_i \leq \sum_{j \in N_i} x_j \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = P \quad (2.3)$$

$$x_j = (0, 1) \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

$$y_i = (0, 1) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

$$N_i = \{j | d_{ij} \leq S\} \quad (2.6)$$

a_i :ゾーン i の人口

P :施設数

y_i :ゾーン i の住民が許容時間距離内で施設を利用できる場合は1

そうでなければ0

x_j :立地候補点 j に施設が立地した場合は1

そうでなければ0

d_{ij} : ij 間の時間距離

N_i :ゾーン*i*にとって*ij*間の時間距離 d_{ij} が
許容時間距離 S より小さい立地候補点*j*
の集合

ここで、式(2.1)は、立地された施設によってカバーされた人口を最大にするという目的関数である。式(2.2)は、ゾーン*i*から許容時間距離内にひとつも施設が立地ない場合は、 $y_i = 0$ となるという制約式である。式(2.3)は、施設数は P 個であるという制約式である。外生変数は a_i 、 P で、決定変数は、 x_j, y_i である。

3.2 研究の手順

(1)対象地域と道路網

対象地域は、四国全域とし道路交通情勢調査によるBゾーン258ゾーンを用いた。道路網については以下のように想定した。

在来：高速道路を含まない在来道路のみによるネットワーク。リンクの本数は1037本である。

高速：現在事業化されている高速道路を含む道路ネットワーク（図1に示す）。リンクの本数は1159本である。

一般に在来道路網と高速道路網とでM.C.L.P.を解いて得た施設立地点は異なる。そこで、2で示した交流と連携に関して、次の場合を設ける。

高速(施設固定)：在来道路網の施設立地点のもとで高速道路整備後のゾーン間所要時間を用いてカバー人口を計算する。

(2)交流と連携の評価

本研究での計算ケースを表1に示す。交流機能の評価については、施設立地点をあらかじめ与えて許容時間距離内でサービスを受ける人口、すなわちカバー人口を計算する。在来道路網での値をケース1、高速道路網での値をケース2と呼ぶ。連携機能の評価についてはM.C.L.P.で表される最適施設配置問題を解いてカバー人口を計算する。在来道路網での値をケース3、高速道路網での値をケース4と呼ぶ。

同一の施設立地点集合についてのケース2とケース1でのカバー人口の差を交流評価値とする。また、同一施設数のもとでケース3とケース1とのカバー人口の差を、在来道路網での連携評価値とし、ケース4とケース2とのカバー人口の差を高速道路網での

連携評価値とする。したがって、ケース3とケース4の比較をする場合、あるいはケース1とケース4とを比較する場合、カバー人口の差には、高速道路整備による時間短縮効果と施設立地点が変わることによる立地点移動効果とが含まれることになる。

表1 計算ケース

	在来道路網	高速道路網
任意の立地点	ケース1	ケース2
最適施設配置	ケース3	ケース4

M.C.L.P.は、最大許容距離 S と施設数 P を与えなければ解くことが出来ない。最大許容距離については、時間距離20～120分の10分刻み。施設数については、2個と3個を扱った。また、任意の施設立地点を選びそこを固定してカバー人口を求める場合は、図1に示している四国4県の県庁所在地に、施設を設置するとする。

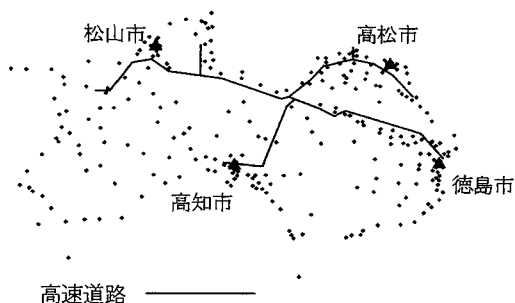


図1 四国の高速道路網と4県庁所在地

3.3 考察

(1)交流機能の評価

施設数 P が3個、許容時間距離 S が60分の場合のカバー人口率（受益可能人口率）を表2に示す。表には、四国の4県庁所在地のうち3都市に施設を配置した場合と最適施設配置のもとでのカバー人口の割合とを示している。都市の組み合わせによってカバー人口率に違いがみられる。ケース2とケース1の差から求められる交流評価値は、表2の上の3組では約9パーセント程度であるが、高松、徳島、高知の組では、5.6%と低くなっている。それは、香川、徳島、高知の県庁所在地が四国の東半分側にあり他の3組に比べ施設立

地点が接近し受益可能領域が重なりあうため、高速道路によって時間距離が短縮されても、カバー人口はそれほど増加しないことが原因である。

(2) 連携機能の評価

表2に示すようにケース2の最適施設配置のカバー人口率は68.8%であり、高速道路網での3都市の組合せのカバー人口率の値を上回っている。つまり、在来道路網のもとでも適正配置によって高速道路整備の交流効果と同程度の受益を得られることがわかる。次に、ケース3とケース1の差から求められる在来道路網での連携評価値は、約9～16パーセントとなっている。県庁所在地に施設をおいたケース1の場合では、その3つの県庁所在地の周辺の人口の多い地域のみが受益可能領域である。一方、図2に示すようにケース3の受益可能領域は、四国南部の人口集中地域以外全てをカバーしている。この施設配置は、在来道路網が持っている潜在的連携可能性を示していると考えられるが、高知市は受益可能領域に含まれていない。

次に高速道路網での連携評価値をみる。高速道路網のもとでの最適施設配置に対応するケース4のカバー人口率は、表2に示す通り、82.6%であり、ケース2やケース3での値に比べて一段と大きくなっている。ケース4とケース2の差から求められる高速道路網での連携評価値は、約14～22パーセントで、在来道路網での連携評価値がさらに4.0～8.2%上回っている。この結果より、高速道路網のもとでは在来道路網の場合に比べて連携効果をさらに高められていることがわかる。図3に示すように、ケース4の受益可能領域は、四国の4県都をカバーしている。ひとつの施設が立地条件のよい高速道路のジャンクション付近に立地しており、四国の北側の人口集中地域と高知市を受益可能領域に含むことを可能にしている。

表2 施設数3個の場合のカバー人口率(%) (S=60分)

	在来道路網	高速道路網
松,高,徳	60.2	68.7
松,高,知	57.7	65.9
松,徳,知	53.2	63.0
高,徳,知	54.5	60.1
最適施設配置	68.8	82.6
松:松山 高:高松 徳:徳島 知:高知		

(3) 時間短縮効果と立地点移動効果

ケース3とケース4を比較する場合、あるいはケース1とケース4を比較する場合、カバー人口の差には、高速道路整備による時間短縮効果と施設立地点が変わることによる立地点移動効果が含まれる。まずケース3とケース4を比較する。図2にケース3、図3にケース4の受益可能領域をそれぞれ示している。また、これらの図と比較するため、図4に在来道路網での最適配置地点を固定して高速道路網での受益可能領域を求めた結果を示す。なお、この場合のカバー人口率の値は69.7%である。図2から図4への受益可能領域の拡大を高速道路整備による時間短縮効果と呼ぶ。交流圏域の拡大効果に対応しているが、これによるカバー人口率の増加は0.9%である。各施設からの受益可能領域が重なり合っているため、この例では、効果は小さい。図4を図3と比べると図4の中央の施設が、立地条件の良い高速道路のジャンクション付近に移動している。その移動の結果、西側の施設がさらに南西方向へ移動し、四国の南西部をカバー可能としている。そして、東側の施設が、他の2施設の西方移動を補うように、やや西側に移動している。このように、道路ネットワークの特性に応じて立地点を移動させられたことによってカバー人口の値を大きくすることが施設立地点移動効果であり、図3はこの道路ネットワークの潜在的連携可能性を示している。

(4) 高速道路整備効果による施設数の変化

これまでの考察より、連携して施設を立地させれば、より少数の施設でも相対的に高い人口カバー率の値を得ることができると考えられる。そこで、高速道路網のもとで許容時間距離 S=60 分、施設数2個とした場合の最適配置案を計算した。図5はこの場合の受益可能領域を示したもので、カバー人口率の値は64.6%である。この値はケース1に示した4つの施設案の値を上回り、しかもケース2に示した4つの施設案の中央に相当している。このように、高速道路網のもとでの地域間連携を図れば、従来に比べてより少数の施設でも、同様のサービス水準を確保できることがわかる。場合によっては、施設を減らした経費で施設をより高度化することも出来よう。

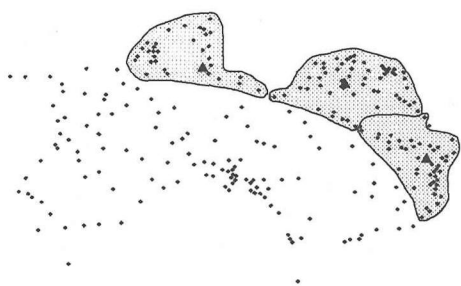


図2 在来道路網での最適施設配置 ($P=3, S=60$ 分)

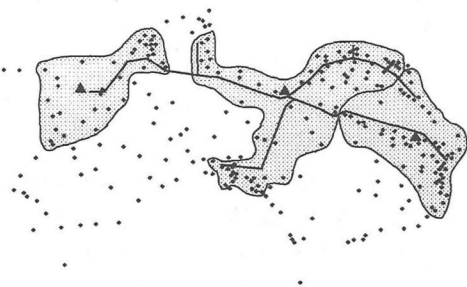


図3 高速道路網での最適施設配置 ($P=3, S=60$ 分)

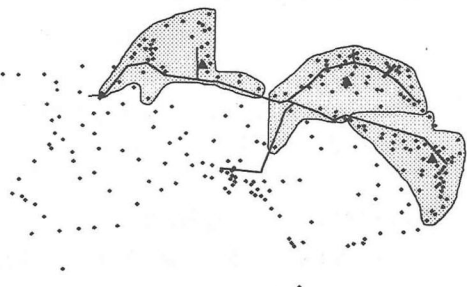


図4 高速(施設固定)での最適施設配置 ($P=3, S=60$ 分)

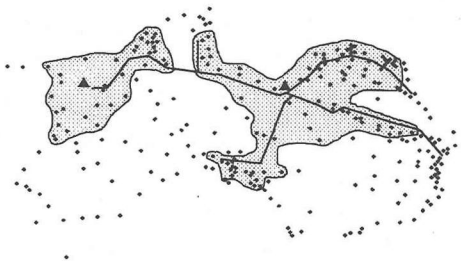


図5 施設数2個の場合の高速道路網での
最適施設配置 ($S=60$ 分)

4. おわりに

本研究では、四国の道路ネットワークを対象として、高速道路整備による時間短縮効果と施設立地点の移動による効果に着目して、地域間（都市間）の交流機能と連携機能の評価を行った。その結果、以下の結論を得た。高速道路整備による交流圏域の拡大効果は、想定した施設立地点の組合せによって異なることがわかった。地域間（都市間）の連携の効果は、在来道路網より高速道路網の方が連携効果をさらに高めていた。高速道路の整備効果は、時間短縮効果と立地点移動効果に分けられるが、今回の例では、立地点移動効果が時間短縮効果に比べてかなり大きかった。地域間（都市間）の連携を図ることで、サービス水準を確保しつつ施設数を減少することが可能なことがわかった。ただし、本研究で得た結果である交流効果と連携効果の評価は、四国のネットワーク特性、四国の人口分布、四国という地域の広さの制限などのように、その地域特有の地理的影響を強く受けており、本研究で得た結果は、必ずしも一般的ではない。今後は、この点について考察を深めたい。

【参考文献】

- 1) 清水三智子, 青山吉隆, 近藤光男, 釣田浩司: 高速道路の整備が交流可能性に及ぼす影響. 土木学会第51回年次学術講演会講演概要集, IV-435, pp.870-871, 1996
- 2) 木村晃規, 嶋田喜昭, 川上洋司, 本田義明: 地域間交流の視点に基づく道路の交流広域性に関する研究. 土木計画学研究・講演集 No.20(1), pp.5-8, 1997