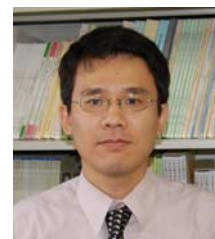


## 都市間交通利便性から見た広島競争力



所属名：広島大学大学院工学研究科

発表者氏名：塚井 誠人

### 1. はじめに～交通利便性指標としての日帰り交通圏～

国土形成計画法では、地域間の交通網整備のアウトプット指標として、国内の各地域ブロックにおいて日帰り交通圏を拡充する方針が強調されている<sup>1)</sup>。ある都市の日帰り交通圏に他の都市が含まれるには、利用可能経路の最短所要時間が充分短いことに加えて、往復の移動時間帯に適切な運航便が設定されていなくてはならない。運航便がこの条件を満たしていれば目的都市での滞在可能時間は長くなり、滞在可能時間が長い他都市を多く持つ都市ほど日帰り交通圏は広がる。

海外については地域ブロックごとにアジア各地へのゲートウェイとなる国際空港の整備を行うことにより、アウトプットである日帰り交通圏の拡大が目指される<sup>2)</sup>。一方国内については、空港整備を含む総合的な幹線交通のサービス水準の提供は、各地域が主体的に取り組むべき問題であると位置づけられているが、現況の都市間交通サービスにおける地域格差の拡大に配慮することが求められる<sup>3)</sup>。今後の幹線交通網整備では、日帰り交通圏の実態を踏まえて、ネットワークの経済性を発揮できる効果的な整備が求められる。

本研究では、地域ブロック内、および地域ブロック間の交通サービスの実態を把握する分析ツールとして、時間帯別運行頻度情報を用いた簡易な方法で滞在可能時間と日帰り交通圏を算出する方法を提案する。さらに、上記の方法を広島、仙台、東京に適用して1990年と2000年の日帰り交通圏を算出して時点間比較を行う。さらに得られた結果と事業所立地量の変化を比較することにより、この期間に行われた幹線交通網整備の特徴に基づいて、都市間交通サービスの観点から、事業所立地に関する広島の競争力について考察する。

### 2. 日帰り交通圏の算出手順

本研究では、膨大なダイヤグラム情報に基づいて厳密な日帰り交通圏を算出する従来の方法に代わって、簡便法によって日帰り交通圏を算出する。以下に提案する

簡便法は、地域ブロック内の都市（日常生活圏）を代表する都市をノードとして、またそれらの都市間を結ぶ幹線交通網をリンクとする有向グラフ上での第k番目経路探索法<sup>4)</sup>と、各リンクの時間帯別運行頻度の情報に基づいて利用可能経路を絞り込む手順をとる。計算手順を以下に示す。

- 1) 出発ノード*i*の設定 ( $i \in I$ )
- 2) 目的ノード*j*の設定 ( $j \in J, j \neq i$ )
- 3) 出発時刻 $T^d$ の設定 ( $d \in d_{ij}$  or  $d_{ji}$ )
- 4) 時間帯別リンクの運行頻度 $f_{ij}^d$ に基づいて、出発時刻 $d$ を含む時間帯で運航便が設定されているリンクによって構成される利用可能グラフ $G^d$ を求める。
- 5) リンクの所要時間を基準とした第k番目経路探索法によって、利用可能経路 $R_{ij}^{dk}$ の候補を探索する。
- 6) 得られた全ての利用可能経路 $R_{ij}^{dk}$ について、経路上のリンク $m$  ( $m$ は出発地点からの経路順を表わす経路別リンク番号)の進入時刻に基づいて、経路リンクの運行頻度 $f_{ij}^{dkm}$ を算出する(図1, 後述)。
- 7) 経路全体の所要時間 $T_{ij}^{dk}$ と経路リンク運行頻度の最低値から得られる最低運行頻度リンクの待ち時間の期待値を加えて経路の実質所要時間を求める。さらに、実質所要時間の最小値 $\hat{T}_{ij}^d$ を求める。

$$\hat{T}_{ij}^d = \min_k \left( \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{\min_m f_{ij}^{dkm}} + T_{ij}^{dk} \right)$$

(1)

- 8) 探索対象とした出発時刻全てについて目的地到着時刻が算出されていれば手順9)に進む。そうでなければ、次の出発時刻を設定して手順4)に戻る。
- 9) 目的ノードと出発ノードを入れ替えた経路の計算が終わっていれば手順10)に進む。そうでなければ、出発ノード*i*と目的ノード*j*を入れ替えて手順3)に戻る。
- 10) *ij*間の経路(往路)については、出発時刻 $T^d$ と実質所要時間 $\hat{T}_{ij}^d$ から最も早い目的地到着時刻 $\bar{A}_{ij}$ を求める。

$$\bar{A}_{ij} = \min_d (T^d + \hat{T}_{ij}^d) \quad (2)$$

一方  $ji$  間の経路（復路）については、復路の出発地到着時刻  $\hat{D}_{ij}^d$  が24:00までとなることを条件に、目的地出発時刻  $T^d$  と実質所要時間  $\hat{T}_{ji}^d$  から、最も遅い目的地出発時刻  $\bar{D}_{ji}$  を求める。

$$\bar{D}_{ji} = T^d \mid \max_d (T^d + \hat{T}_{ji}^d) < 24:00 \quad (3)$$

11)  $\bar{A}_{ij}$  と  $\bar{D}_{ji}$  から目的地滞在可能時間  $MST_{ij}$  を求める。

$$MST_{ij} = \bar{D}_{ji} - \bar{A}_{ij} \quad (4)$$

12) 探索対象とした目的地全ての探索が終了していれば手順13)に進む。そうでなければ、手順2)に戻る。

13) 目的地滞在可能時間が正となる目的地  $j$  の集合として、出発地  $j$  の日帰り交通圏  $RTA_j$  を求める。

$$RTA_i = \{j \mid MST_{ij} > 0\} \quad (5)$$

手順2) の出発時刻について、往路  $ij$  は6:00から1時間間隔で12:00までの7時点、復路  $ji$  は14:00から1時間間隔で21:00までの8時点とした。手順6) について、各リンクについて入手可能な時間帯別運行頻度に基づいて経路リンクの運行頻度を求める方法を図1に示す。

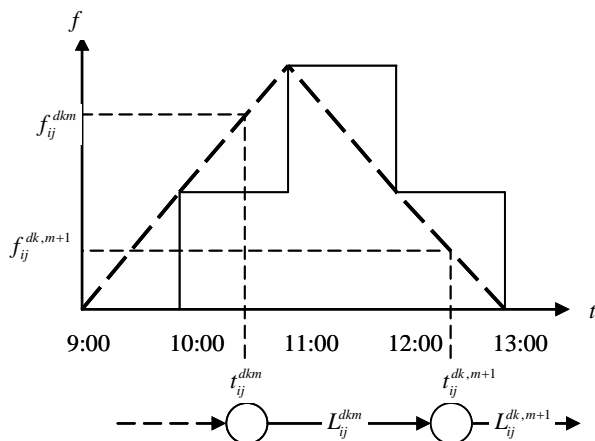


図1 時間帯別運行頻度の算出

先述したように本手順では、各運航便のダイヤグラム情報ではなく、ネットワーク上の各リンクの時間帯別の運行本数をカウントした情報に基づいて、日帰り交通圏を算出する。時間帯別運行頻度は、時刻  $t$  と頻度  $f$  に関するグラフ上では図中の実線に示す形式で記録されている。この運行頻度は、それぞれ運行頻度を記録した単位時間の期首時刻において、次の単位時刻の開始時刻までの間に利用可能な運行本数を表わしている。したがって、あるリンクに任意の時刻に進入した場合の利用可能な運行本数の期待値は、隣り合う運行頻度を1次補完した曲線で与えられる（図中の破線）。一方、手順5) で生成された利用可能経路  $R_{ij}^{dk}$  について、リンク  $L_{ij}^{dkm}$  に進入

する時刻  $t_{ij}^{dkm}$  を求めることができるため、これと破線のグラフから、経路上の経路リンクの進入時刻に対応した運行頻度  $f_{ij}^{dkm}$  を算出することができる。

### 3. 日帰り交通圏の変化

#### (1) データ

本研究で用いる幹線交通ネットワークは、旅客純流動調査において設定されている全国207生活圏のうち、沖縄と離島を除く194生活圏に対応するように、既往研究<sup>4)</sup>において独自に作成したものである。このネットワークは、主要駅と乗り換え結節点、および定期便が就航している国内の全空港をノードとする240ノード、501リンクから成る。データ作成年次は1990年と2000年として、各リンクについて、時刻表に基づいて所要時間と運行頻度の情報を作成して入力している。運行頻度は6:00~24:00の間を等間隔で3時間毎に分けた6つの時間帯について、方向別にカウントしたデータを作成した（12種の運行頻度データ：2方向×6時間帯）。また経路探索法については、加藤ら<sup>5)</sup>が提案した無向グラフ上の第  $k$  経路探索法を有向グラフに拡張したアルゴリズムを用いた。

#### (2) 計算結果

日帰り交通圏は、広島について算出すると共に、代表的な地方都市として仙台について、また代表的な大都市として東京について算出した。さらに目的地の生活圏の人口を、出発地毎に求められる滞在時間別に集計して、他地域の人口分布を加味したアクセシビリティの変化について検討する。

図2に仙台からの日帰り交通圏を示す。1990年では、滞在可能時間の長い生活圏は東北・関東地方のみに広がっていたのに対して、2000年では大阪以西の地域にも滞在可能時間の長い圏域が広がっている。図3と図4には、1990年と2000年について、滞在時間別の目的地生活圏の人口分布を示している。それぞれ主要交通機関が鉄道と航空で色分けしている。これらより、目的地滞在時間が短い生活圏には航空が、滞在時間が長い生活圏には鉄道が使われていることがわかる。1990年と2000年を比較すると、航空利用による目的地の滞在時間分布のピークは、より長い方にシフトしている（3.0~6.0時間/1990年→4.5~9.0時間/2000年）。これは航空ネットワークの充実によるものと考えられる。鉄道に関しても同様の傾向がわずかながら見られる（4.5~6.0時間が減少し、より長く滞在可能となっている）。一方、日帰り交通圏に含まれない圏域の人口（図中黒色のグラフ）は減少している。

図5に広島からの日帰り交通圏を示す。広島からは

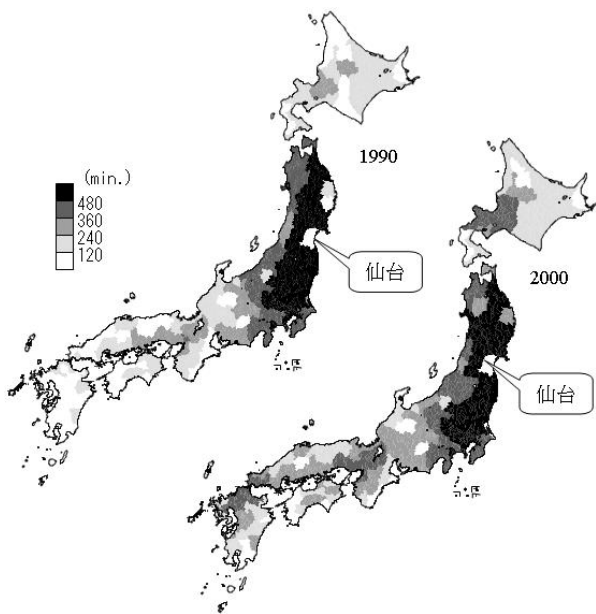


図2 仙台からの日帰り交通圏

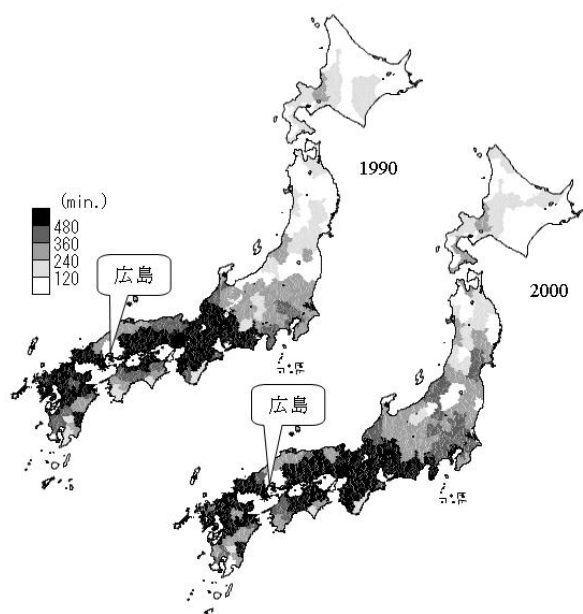


図5 広島からの日帰り交通圏

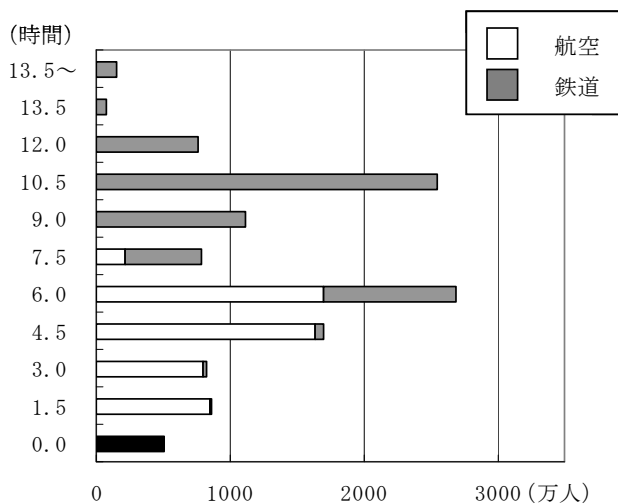


図3 仙台からの目的地滞在時間の分布 (1990年)

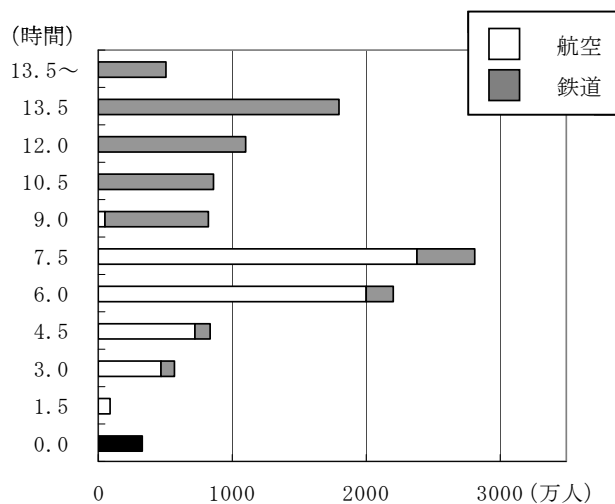


図6 広島からの目的地滞在時間の分布 (1990年)

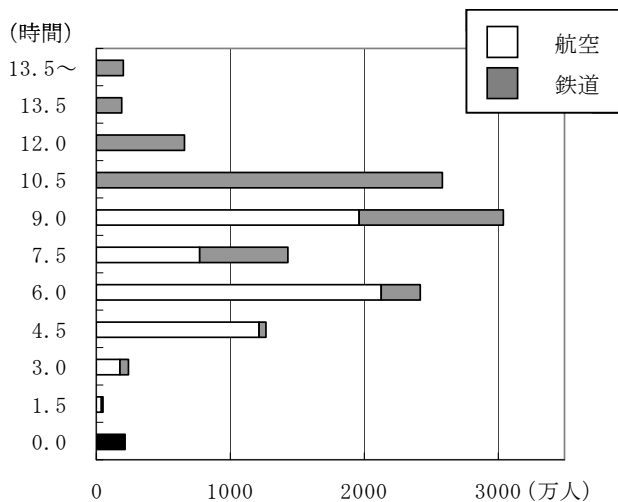


図4 仙台からの目的地滞在時間の分布 (2000年)

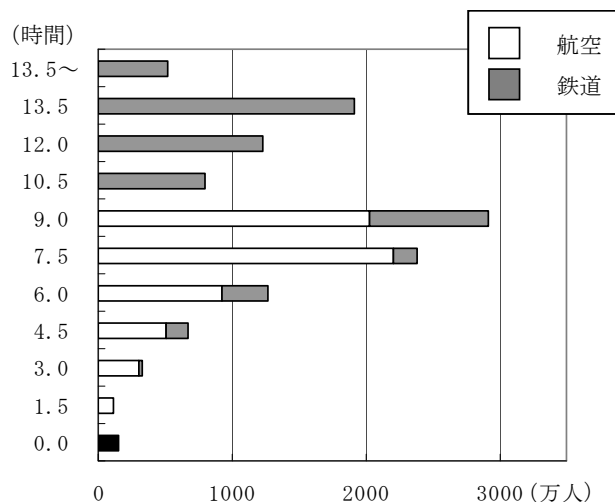


図7 広島からの目的地滞在時間の分布 (2000年)

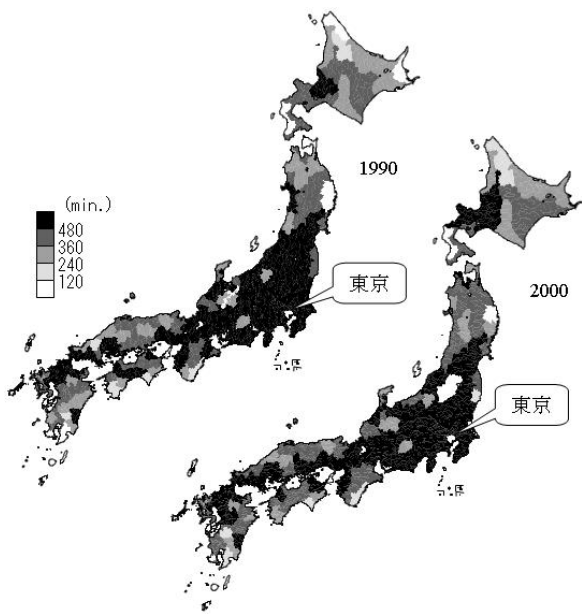


図8 東京からの日帰り交通圏

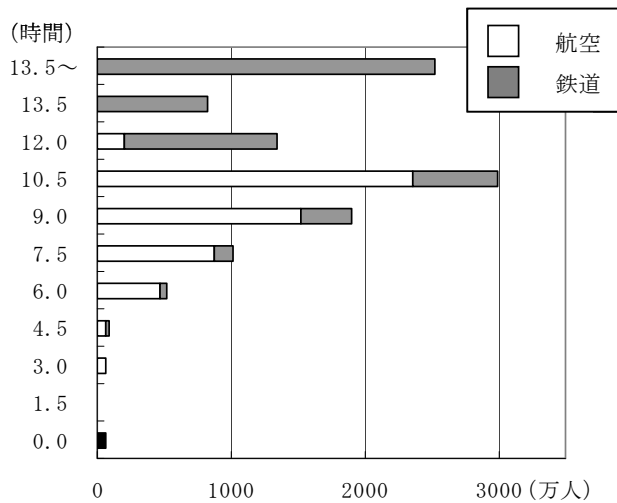


図9 東京からの目的地滞在時間の分布 (1990年)

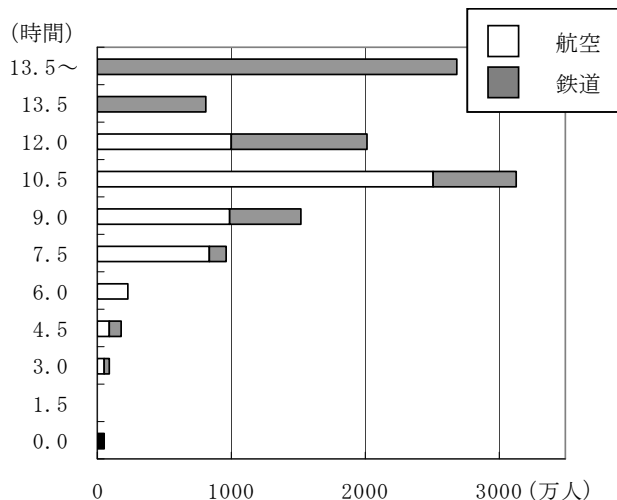


図10 東京からの目的地滞在時間の分布 (2000年)

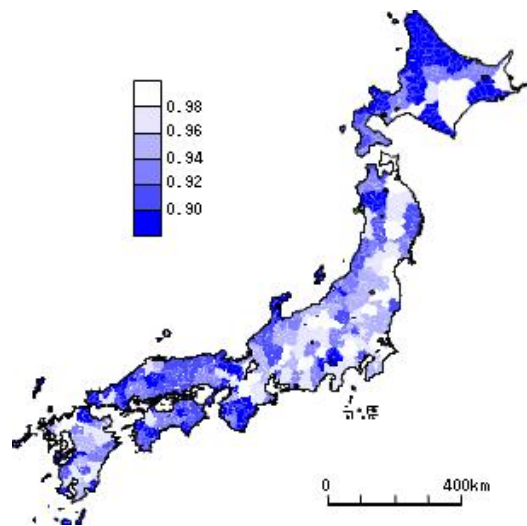


図11 2001年/1991年の事業所立地量の比

東海道・山陽新幹線が利用できるため、日帰り交通圏は東京以西の中部、西日本、北九州各地に広がっている。1990年について仙台と広島を目的地滞在時間の分布を比較すると(図3と図6)、仙台よりも広島の方が鉄道・航空とも、滞在可能時間が長い範囲に多くの人口が分布していることがわかる(6.0~7.5時間/1990年)。この傾向は2000年においても大きく変化していないものの(図4と図7、7.5~9.0時間)、航空利用による目的地の滞在時間のシフトの程度は、仙台の方がより顕著に表れている。一方、鉄道を利用する目的地の滞在時間のシフトは、広島・仙台の両都市とも、ごくわずかに留まっている。

図8は、東京からの日帰り交通圏を示している。図2および図5と比較して明らかなように、東京からの日帰り交通圏は、目的地滞在時間が長い点の特徴である。図9、図10に示す目的地滞在時間の分布は、わずかに改善されているものの、両時点とも生活圏人口のピークが現れる滞在時間のレンジに変化はみられない(10.5~12時間)。これは、1990年において東京から他都市へのアクセスは既に高い水準にある一方で、2000年までの間では、運行頻度の増発による待ち時間の短縮等によるサービス水準の改善が進められたものの、羽田空港の発着枠の制約等のためその効果が現れにくい状況にあったことを示している。しかし、2000年の目的地滞在時間について、東京と仙台、広島を比較すると、依然として東京からの目的地滞在時間の分布は圧倒的に長い。すなわち地方空港の整備によって、地方の日帰り交通圏の拡大は進んでいるものの、東京との格差は依然として大きいことが明らかとなった。

#### 4. 事業所立地量の変化と広島の競争力

図11に、1991年に対する2001年の民営事業所立地

量の比を示す。東京、仙台、福岡などの数都市を除いて、ほぼ全ての生活圏において民営事業所数は減少する傾向にある。特に北海道、関西、中四国地方の減少が著しい。

広島と仙台は、いずれも東京や他都市に本社が立地する企業の支店立地によって経済活動が支えられていると考えられてきたが、事業所立地については顕著な違いが生じている。この理由として、以下の考察が成り立つ。すなわち仙台は、「支店経済都市」として本社が立地する上位都市との結びつきを維持しながら、地域ブロック内の中心都市として周辺都市へのアクセス性が改善されることによる事業所の集積効果が大きく現れている、と考えられる。一方広島は、大阪と福岡という比較的規模の大きな都市の中間に位置しているため、これらの都市に立地する事業所の管轄域の影響を強く受ける。したがって、広島を含む中国地方の各地域の交通利便性への改善は、より規模の大きな大阪や福岡などの他都市に立地する支店が、広島に立地する支店機能を代替することによって、これまで広島に立地していた支店の減少につながり、結果的に広島の「支店経済都市」としての地位低下をもたらす可能性がある。

以上の結果は、幹線交通網整備によって都市間の交通利便性が改善されると、広島は事業所立地を失う可能性があり、事業所立地に関して従来有していた競争力の維持が難しくなることを示している。今後は、たとえば既存の製造業の集積の高さを活かしたビジネスの拡大を通じて、事業所集積を維持する方策を検討する必要がある。

## 5. まとめ

本研究では独自に開発した日帰り交通圏の計算アルゴリズムを用いて、生活圏単位のアクセシビリティの変化を明らかにすると共に、全国の事業所立地量に関する広島の競争力の動向について考察を行った。その結果、広島と他都市間の交通利便性は改善されているものの、事業所立地量は減少していることが明らかとなった。今後、広島の競争力を維持するためには、たとえば製造業中心の集積特性を活かしたビジネスの拡大を図る必要があると考えられる。

なお以上の考察は、広域的な立地条件の変化にのみ基づいており、さらなる精査が必要なことは言うまでもない。今後は、企業の業種の特徴等を考慮しながら、事業所立地に関する要因分析を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 森地、『二層の広域圏』形成研究会：人口減少時代の国土ビジョン、新しい国のかたち『二層の広域圏』，日本経済新聞社，2005.
- 2) 藤村，寺尾，加藤，今井：九州エリアブロックの東南アジアゲートウェイ機能の評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，vol.31，CD-ROM，2005.
- 3) 佐藤，戸谷：二層の広域圏と幹線交通計画，土木計画学研究・講演集，vol.31，CD-ROM，2005.
- 4) 栢元，塚井，奥村：複数経路を考慮した都市間航空鉄道網の評価，土木計画学研究・論文集，vol.20，pp.255-260，2003.
- 5) 加藤，茨木，三根：無向グラフの第k番目最短経路を  $O(kn)$  で探索するアルゴリズムの開発，日本電気通信学会誌，vol.J-61A，pp.1199-1205，1978.