

地方都市における公共交通の利用促進と都市の規模

松 崎 大 介

概要

本稿では、地方都市における公共交通機関と自動車利用の代替に焦点を当て、都市の特性と公共交通機関への利用促進政策のもたらす影響に関して分析を行う。特に、地方都市の特性として、都市中心部が近距離にまとまっているか否かを示す都市の規模や、自然環境等に応じて異なる歩行による移動費用の差異に着目し分析を行った。結果として、都市中心部の規模や歩行による移動費用の大きさにより、公共交通機関の利用促進政策の大きさが異なることが示された。

1. はじめに

日本の地方都市において、慢性的な交通渋滞への対処として、様々な公共交通機関の利用促進政策が考えられてきた。本稿では、公共交通機関の利用と自家用車の利用との代替を考慮した上で、地方都市の様々な特性によって、公共交通機関の利用促進政策の影響がどのように異なるのかについて理論的な考察を行う。本稿の特色は、単純な線形都市を想定した上で、公共交通機関を利用した場合に必要な最終目的地への徒歩での移動を考慮に入れた点にある。その上で、着目すべき地方都市の特性として、以下の2点を考慮に加え分析を行う。1つは、地方都市の中心部の大きさであり、これが大きくなるほど公共交通機関の最終利用地である駅から最終目的地への距離が離れることを想定する。もう1つは、都市ごとに異なる自然環境の違いであり、厳しい風雪や極めて強い日差しなどに見舞われる都市の場合、徒歩での移動難度がより高くなることを想定する。厳しい自然環境は、出発地点から公共交通機関の利用駅までの移動や、公共交通機関の最終利用地から目的地までの移動をより困難にする。日本の地方都市において、これらの特性の違いの下で、公共交通機関の利用促進政策はどのような手段を取るべきなのだろうか。本稿では、地方都市における個人の交通手段として、鉄道・モノレール・バスなどの公共交通機関の利用と自家用車を用いた自動車利用の2つの交通手段の代替に焦点をあてて、公共交通機関の利用促進政策の影響について考察を行っていく。

これらの政策について分析するためには、まず公共交通機関の利用および自家用車の利用の需要を明確にわけて分析する必要がある。様々な交通手段に対する交通需要の分析は、土木工学の分野

において実践的な分析が古くから行われてきており、これらの分析の歴史的な変遷は、森地・山形（1993）や山内・竹内（2008）において詳しく述べられている。地域を複数のゾーンに分けて、各々のゾーン間の発生・集中交通量、分布交通量、交通機関分担交通量、配分交通量、に関してそれぞれ予測する、四段階推定法などが1960年代より開発されてきた。特に、この四段階推定法の中でも示されている交通機関分担交通量に関しては、両地域間の交通需要を物理学で扱う重力のように、対象とする二地域の人口などの積を用いて導く重力モデルを用いた分析が古くから行われて来た。その中で、この重力モデルに費用などの経済学的な需要要因を加えた分析として、Quandt and Baumol（1966）においては、利用時間や交通機関間の相対的な費用など7種の要因を加えて交通需要の分析を行っている。さらに、交通を利用する各個人のレベルで考えれば、地点Aから地点Bへの移動手段は、鉄道を選択すると自家用車は選択しない事になり、この場合の各々の需要はどちらかへの一択という選択になる。このような個人の排他的な離散型選択を記述するモデルとして、特定の経路の採用確率を調べるロジットモデルを用いた分析が行われてきた。1970年代以降、これらの手法を用いた交通需要予測に関しては、主に土木工学の分野において研究が進められてきた。

本稿では、これら重力モデルやロジットモデルなどの分析とは構造の異なる、単純な線形都市の拡張モデルを用いて公共交通機関の交通需要について分析をする。線形都市モデルに関しては、経済学の文脈において、線形の仮想的な都市に一樣に在住する家計を想定した上で、独占もしくは寡占企業がどこに立地するのかという立地分析として、Hotelling（1929）から始まる一連の研究が行われている。本稿の分析では、線形都市に一樣に在住する交通需要者という具体的な需要構造を考慮することで、重力モデルのように相関の導出のみに注目するのではなく、理論的な変数間の構造を明示的に把握できる点に特徴がある。さらに、ロジットモデルのように対象地域における経路の採用確率と相関についてのみではなく、一般的な変数間の影響について明示的に分析がしやすい点も特徴として挙げられる。本稿の分析においては、この線形都市モデルの下に、都市中心部の規模の大きさという概念を新たに導入し、公共交通機関を利用する場合には線形都市の端にある最終利用地点から目的地まで徒歩にて移動しなければならないという制約を想定した。これらの都市中心部の大きさと徒歩による移動費用に関しては、日本の各地方都市ごとに異なる状況が想定されるため、公共交通機関の利用促進政策の効果は地域ごとに異なる予想される。これらの想定下で、本稿では、公共交通機関と自動車利用の2つの交通手段における単位距離あたりの利用費用を明確にした上で、公共交通機関の利用促進政策に着目し議論をおこなう。公共交通機関や自家用車の利用費用については、八田（2009）と同様に利用料金や燃料費・渋滞時間などを考慮した一般化価格をその指標とする。

本稿では、上記のような簡単な線形都市の拡張モデルを用いて、都市中心部の規模や歩行に関する移動費用の大きさと、公共交通機関への利用促進政策の影響の大きさに関して明示的に分析す

る。公共交通機関の利用促進政策としては、もっとも単純な政策として、自家用車利用の単位あたり費用を増加させる課税政策や、公共交通機関利用の単位あたり費用を減少させる補助政策が考えられる。本稿の分析においては、この都市の特性の1つである都市中心部の規模が大きい都市の場合、小さい都市と比べて、自家用車による移動費用を増加する政策は、公共交通機関の利用をより促進させることがわかった。一方、公共交通機関の移動費用を削減する政策は、都市中心部の距離の大きさにより効果の大きさに変化はないことが示される。なお、この都市の規模に関する概念としては、近年、都市基盤整備の費用的観点などから都市の範囲を小さく効率的にするという、コンパクトシティという概念が存在する。本稿の分析は、この概念に沿った都市開発と公共交通機関の利用促進政策の効果に関する文献としても捉えることができるだろう。さらに、都市のもう一つの特性である、自然環境が厳しいことによる徒歩の移動費用が高い都市について、地方都市の自然環境が厳しければ厳しいほど、自家用車利用の移動費用増加政策による、公共交通機関の利用促進効果は小さくなり、公共交通機関の移動費用を削減する政策も、同様にその効果を小さくすることが示された。

以下、2節において、公共交通機関と自家用車利用の代替関係についての議論を概観した上で、3節にて都市の人口規模と公共交通機関との関係について分析を行い、4節にて議論をまとめていく。

2. 公共交通と一般道路の代替について

本節では、まず様々な公共交通機関の利用促進政策のもと、一定の地域内における交通需要への影響について、渋滞を考慮した単純な部分均衡分析の視点から概観する。各々の交通手段を財の1つと考えると、仮に市場が存在し、それら価格が定まる場合には、価格調整による需給の一致を導かれる、と考えることができる。しかし、一般道路を用いる自家用車を用いた交通については、明示的な市場や、そこで成立する価格を想定することは難しい。一方、一般道路を使って、自家用車で移動することに対する費用は存在するため、自家用車の燃料代と渋滞時間の機会費用を一般化価格と定義することは可能である。これは、一般道路を用いた場合の限界費用を示しており、これを用いて需給の分析をすることができる。

経済学的な側面からの交通政策の分析は、奥野・篠原・金本（1989）や八田（2009）に詳しく示されている。ここでは、八田（2009）と同様に、単位距離あたりの交通量を横軸に取り、縦軸に単位距離あたりの利用費用をとると、自動車利用において直面する交通手段の需給均衡は、図1のように表すことが出来る。

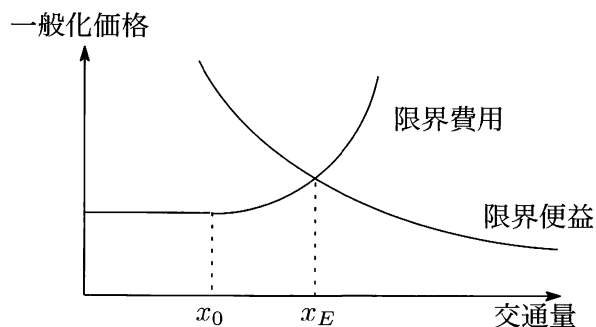


図1：一般道路

図1より、需要を示す限界便益をみると、一般化価格が下がるにつれて増加していく。一方、個人が直面する一般道路を利用するための限界費用は、もし道路が空いていれば、燃料費のみで一定となる。これは図1の横軸の x_0 までの交通量に依っている。しかし、もし x_0 以上の交通量が発生し、渋滞が発生すれば、一般道路の利用費用には、自家用車の燃料費に加えて渋滞時間による機会損失等が加算される。これが図1の限界費用として示されており、限界便益と限界費用が交差する x_E の交通量が定まることが示されている。

一方、例えば平面交差点の道路を立体交差とする、もしくは道路の車線を拡張するなどして、道路の供給を増やして渋滞を抑制したとしよう¹⁾。その場合、限界費用が一定である領域が x_0 から拡大し、限界費用曲線が右にシフトすることがわかる。これは、図2のように表すことができる。結果として、限界費用と限界便益の新たな交点は x_1 となり、一般化価格は道路の増設前の p'_1 から p_1 となる。

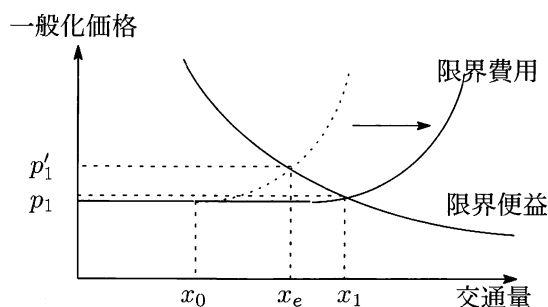


図2：一般道路の拡張

1) 利用区域が増大する延長を考える場合、需要曲線が右にシフトすることを考慮に入れる必要がある。ここでは、そのケースについては扱わない。

この図が示す点は、道路の拡張によって、自動車を利用する際の一般化価格が減少することである。この場合、渋滞が緩和されるのみならず、自家用車を用いて道路を通行する個人が増加することがわかる。

一方、ある地域における総交通需要は、人口増減の影響が顕著でない場合では一定であるため、道路の需要が増加するということは、公共交通の需要が減少することに繋がる。ここで、一般道路に対する分析と同じように、公共交通の需要について図3のように表すことができる。

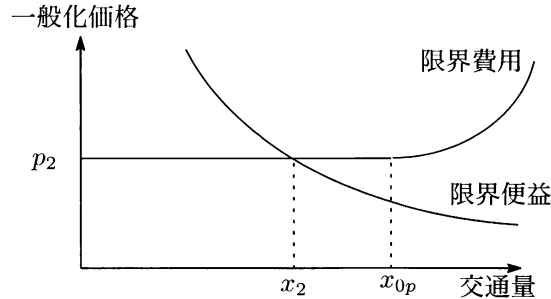


図3：公共交通

図3においては、 x_{0p} までの交通量では、公共交通の単位距離あたりの費用は増加しないことを想定している。つまり、 x_{0p} までの交通量では過度な通勤ラッシュ等が生じていない。さらに、鉄道やモノレールはもちろん、バスにおいてもバスレーンの存在などにより、公共交通には基本的に渋滞による時間損失はほとんど存在しないことが想定されている。これらは限界費用が水平であることの原因である。当然、あまりにも列車内等が混みあうラッシュが存在すれば、それによる苦痛が限界費用として加わるため、 x_{0p} 以上の交通量においては、限界費用が増加していく。図3の状況では、さらなる公共交通の増発は、限界費用を右にシフトさせるのみであり²⁾、公共交通の需要量を促進することは出来ない。この状況において、公共交通の利用を促進するためには、利用価格を減少させなければならないことが示されている。つまり、この状況下においては、公共交通機関への補助政策として、公共交通の供給量を増加させるのではなく、公共交通の利用価格を引き下げる政策を行う必要がある³⁾。

以上の分析では、公共交通と自動車利用の代替に着目して簡単な分析の概観を行った。一方、都市の規模などの外生的な要因の有無による政策効果の違いという点は考察していない。例えば、最

2) 公共交通の延長は、公共交通の需要曲線を右にシフトさせるため、増発とは厳密には異なる。また、ここでは増発により生じる固定費用は考慮していない。

3) ただし、限界費用が増加しはじめる交通量であるの x_{0p} 大きさが、 x_2 よりも小さい場合には、公共交通の増設によって公共交通の利用は促進される。

終目的地となる施設が公共交通の利用可能な駅の周辺に無いため、結果として公共交通を利用せずに、目的地まで直接たどり着ける自家用車を利用する状況も考えられる。以下では、これらの要因を考慮した分析を考えていく。

3. 都市の規模と政策の効果

本節では、都市の規模などの外生的な特性と、公共交通機関の需要変化との関係について、Hotelling (1929) が立地分析を行う上で用いた線形都市モデルを参考にして考察を行う。具体的には、図4のような線形都市を想定し、前節とは異なり渋滞の無い場合について考察を行う。この都市においては、地点0から地点1までの区間に人口が一様分布の形で在住していると仮定する。現実的には、当然この区間以外にも住民は存在するが、ここでは2つの交通手段の代替関係に着目し分析を行うため、この区間にのみに人口が一様に存在するという単純化を行っている。さらに、地点0においては、駅Aがあり、公共交通を利用する場合はこの地点まで徒歩で向かう必要があるとする。地点1においては駅Bがあり、公共交通を利用した場合、この駅で下車して最終目的地まで徒歩にて向かうと考える。駅Bと目的地までの距離は β であるとしよう。この距離 β は都市中央部のオフィス街の大きさと考えることもでき、この区間には住民は存在しないものとする。この区間の容積率などの緩和を通じて都市中心部の密度を上げ移動距離を下げる事ができれば、この β も縮小していく。

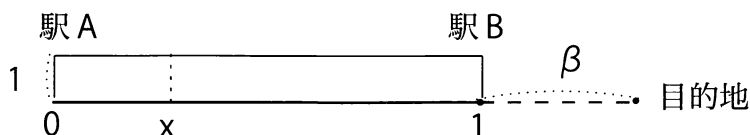


図4：線形都市と都市中心部の規模

今、交通手段は、自動車利用・公共交通機関利用・徒歩の3つを想定する。これらを選択した場合における各交通手段における単位距離あたりの移動費用は一定であり、自動車利用が t_1 、公共交通機関利用が t_2 、徒歩が t_3 であるとする。ここでは、自動車利用に関して、混雑による移動費用の増加効果は考慮に入れていない。また、日本の地方都市を考えているため、自家用車は、図4にて β により示されている都市中心部にも容易に入ることができると思う。

ここで、図4における地点0から右に x の距離の地点に住む個人を個人 x とする。この個人 x が目的地に至るまでには、3つの交通手段の組み合わせが存在する。第1の組み合わせは、単位距離あたり t_1 の移動費用がかかる自家用車のみを使い自宅から目的地へ向かう方法である。この移動費用 t_1 は、前節での私的限界費用と同じものを指しており、混雑による追加費用を考えず一定と

仮定する。この場合、目的地まで直接移動できるため、地点 x に住む個人にとって自動車利用の総費用は $(1-x+\beta)t_1$ だけかかることがわかる。第2の組み合わせは、公共交通機関の利用であり、その場合、地点 x に住む個人は自宅から駅Aまで徒歩にて向かい、公共交通を利用して駅Bに至り、そこから徒歩にて目的地に向かうことを想定する。公共交通と徒歩の私的限界費用は各々 t_2 と t_3 であり、距離に対して一定である。そのため、個人 x が公共交通を使う場合には、その総移動費用は、 $t_2 + (x+\beta)t_3$ となる。第3の組み合わせは、自宅から徒歩のみで目的地に向かう手段であり、個人 x の総費用は、 $(1-x+\beta)t_3$ となる。個人 x の居住地が地点1に近い場合には、この手段が採用される可能性が存在する。ただし、徒歩と自動車利用の私的限界費用の関係について自然な仮定として $t_1 < t_3$ と仮定すると、 $(1-x+\beta)t_1 < (1-x+\beta)t_3$ であり、個人 x が徒歩にて目的地に向かう第3の交通手段の組み合わせは総費用の観点から、第1の組み合わせにより常に排除されることがわかる。よって、交通手段の組み合わせに関する選択問題は、第1の徒歩と公共交通機関の利用と第2の組み合わせである自動車利用の2つを考えれば良い。なお、公共交通機関の代替について分析をするため、公共交通機関の利用料金を含む移動費用 t_2 は $t_2 < t_1$ を満たすと仮定する⁴⁾。これらをまとめると以下となる。

仮定：各交通手段の単位距離あたりの移動費用について $t_2 < t_1 < t_3$ が成立する。

以下では上記仮定の下で、どちらの手段を選択することも無差別となる限界的な個人 x^* について考える。 x^* は地点0からの距離も表すため、この値が何らかの政策により増加する場合、公共交通機関の利用者がより増えることを意味している。線形都市の構造を考慮すると、個人 x^* が直面する移動費用については以下の関係式が成立することがわかる。

$$(1-x^*+\beta)t_1 = x^*t_3 + t_2 + \beta t_3. \quad (1)$$

上記(1)式の左辺は自家用車での移動費用を示し、 x が増加すると左辺の値が減少する。つまり地点1に近ければ近いほど、自動車での移動による総費用が少なくなり自家用車を利用する誘因が大きくなることを示している。一方、(1)式の右辺は、公共交通機関を利用する場合の費用を示しており、 x が増加すると地点0までの距離が増し移動費用が増加するため右辺の値は増加する。当

4) 仮に、 $t_1 < t_2$ である場合、 $t_1 < t_3$ であることを考慮に入れれば、 $(1-x+\beta)t_1 < t_2 + (x+\beta)t_3$ となるため、個人は常に3つの手段のうち常に第1の組み合わせである自動車利用のみを選択することになる。このような状況は、公共交通機関の初期固定費用の多くが利用運賃に転嫁され非常に高い場合などに起こり得ると考えられる。

然、移動費用が少ない移動手段が好まれるので、地点 x^* より左側に住んでいる個人はすべて公共交通を利用し、右側に住んでいる個人は皆自家用車を利用する。(1)式より、 x^* について整理すると、

$$x^* = \frac{t_1 - t_2 - \beta(t_3 - t_1)}{t_1 + t_3}, \quad (2)$$

となる。ここで、 x^* が正となる条件として、上式右辺の分子が正でなければならないが、前述の仮定が成立する下では、以下となる。

$$\beta < \frac{t_1 - t_2}{t_3 - t_1} \quad (3)$$

ここで仮に、上記(3)の不等号が逆であり $\beta \geq (t_1 - t_2)/(t_3 - t_1)$ である場合を考えよう。これは、図4における地点1から右に続く β で示された地域が大きく拡散している都市を示しており、駅から目的地までの徒歩による移動距離が大きくなることを意味する。この場合、目的地までの直接移動が可能となる自家用車利用のみが選択され、バスを含めた公共交通機関は仮に存在しても選択されない状況が生じ得る。具体的には、何らかの歴史的な理由で、公共交通機関が十分に発達せず、結果として自家用車の利用のみが促進され、都市中心部が広がってしまった都市の場合などがこれらのケースに相当しよう。同様に、同じ仮定の条件下でも、徒歩による移動費用 t_3 が極めて大きい場合においても $\beta \geq (t_1 - t_2)/(t_3 - t_1)$ となる可能性がある。小規模な都市であったとしても、 $(t_1 - t_2)/(t_3 - t_1)$ が小さくなる結果、(3)の不等式が成立しない場合があるためである。具体的には、厳しい風雪や太陽からの極めて強い日差しの存在等、自然条件が厳しい地方都市においては、小規模であり十分コンパクトな都市であったとしても、公共交通機関を利用した場合における最終移動過程において自然環境が厳しいために、結果として公共交通機関が利用されないことになる。

これらのまとめると、他を一定として都市の特性である β もしくは t_3 が各々独立に小さいほど以下のcase 1 となりやすくなり、大きいほどcase 2となりやすくなることがわかる。

$$\text{case 1 : } \beta < (t_1 - t_2)/(t_3 - t_1)$$

$$\text{case 2 : } \beta \geq (t_1 - t_2)/(t_3 - t_1)$$

このとき、case 1であれば、公共交通機関か自動車利用のどちらかが選択され、case 2であれば、交通手段は自動車利用のみが選択される。本稿では、公共交通機関の利用と自家用車利用のどちら

も存在する状況下における、公共交通機関の利用促進について興味があるため、case 2 の場合は除外し、以下では、(3)の不等式が成立するcase 1の状況を満たす都市に着目して分析を行う。

(2)式について、公共交通機関の利用と自動車利用が無差別となる地点0からの距離 x^* に関し t_1, t_2, t_3, β で各々偏微分した値を $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3, \bar{T}_\beta$ とするとその正負は以下となる。

$$\begin{aligned} \frac{\partial x^*}{\partial t_1} &= \frac{(1+2\beta)t_3 + t_2}{(t_1 + t_3)^2} \equiv \bar{T}_1 > 0, & \frac{\partial x^*}{\partial t_2} &= \frac{-1}{t_1 + t_3} \equiv \bar{T}_2 < 0, \\ \frac{\partial x^*}{\partial t_3} &= \frac{-2\beta t_1 - t_1 + t_2}{(t_1 + t_3)^2} \equiv \bar{T}_3 < 0, & \frac{\partial x^*}{\partial \beta} &= \frac{t_1 - t_3}{t_1 + t_3} \equiv \bar{T}_\beta < 0. \end{aligned} \quad (4)$$

上記(4)式の不等号の成立については(3)式の条件を使っている。(4)式における $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3, \bar{T}_\beta$ は、それぞれの移動費用が増加した場合の x^* への正負を含めた影響の大きさを示している。以上より、 x^* が増加し、公共交通の利用者が促進される要因は、自家用車利用の移動費用 t_1 が上がる場合、公共交通機関の移動費用 t_2 が下がる場合、徒歩での移動費用 t_3 が減少する場合、そして、都市の高密度化等により地点1からの移動距離 β が小さくなる場合、であることがわかる。最後の都市の規模については、これに関連し、都市整備の観点から小さく効率的な都市を目指すコンパクトシティという概念も存在する。ここでの結論からは、都市の規模を小さくした場合には、単純に公共交通機関の利用がより促進されるということを示すことができる。

次に、(4)式における $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3$ は、外生的な移動費用補助金が1単位投入された場合における、公共交通利用者の増加の程度を示している。これら $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3$ に対して、都市の特性となる、徒歩の移動費用 t_3 の大きさや、都市中心部が大きさ β との関係について分析を行う。まず、都市の一つの特性として、自然環境の厳しさに着目して考察を行う。自然環境の厳しい都市としては、例えば、夏期の日中の日差しが極めて強い沖縄県や、冬期に徒歩の費用がかさむ北海道などが考えられる。そのため本稿では、自然環境の厳しさを示す指標として、徒歩での移動費用 t_3 を想定する。自然環境の厳しい地方都市の場合、徒歩での移動費用が大きくなるが、これにより公共交通機関の利用促進政策がどのような影響を受けるのかを考えてみよう。まず、(4)式より、 \bar{T}_1, \bar{T}_2 に着目すると、これらに対して移動費用 t_3 の影響は以下のように示すことができる。

$$\frac{\partial \bar{T}_1}{\partial t_3} = \frac{(1+2\beta)(t_1 - t_3) - 2t_2}{(t_1 + t_3)^3} < 0, \quad \frac{\partial \bar{T}_2}{\partial t_3} = \frac{1}{(t_1 + t_3)^2} > 0 \quad (5)$$

(4)式より自動車利用に対する費用 t_1 の増加は公共交通機関の利用を促進するが、(5)式から対象となる都市の特性 t_3 が大きいほど、公共交通機関の利用促進の効果は小さくなる。一方、公共利用費用 t_2 を引き下げる政策も、(4)式より公共交通機関の利用を促進するが、(5)式においてその利用促進効果は、 t_3 が大きいほど小さくなる。これらは、公共交通機関を使うときには自宅から駅までの移動などに徒歩を使う為、この部分の費用が高ければ、公共交通機関の魅力が減じるためである。これらをまとめると以下の命題 1 が得られる。

命題 1：都市の特性として自然環境等が厳しく徒歩による移動費用が高い都市であるほど、自動車利用に対する費用を増やす政策や公共交通機関の利用費用を減ずる政策による、公共交通機関の利用促進効果はより小さくなる。

上記命題からは、都市の特性の 1 つである自然環境の厳しさが増すにつれて、自家用車利用に対する課税政策、公共交通機関の利用補助政策の双方とも、公共交通機関の利用促進への影響が減じられることがわかった。このことは、地方都市の自然環境が厳しければ、自家用車利用からの代替となる公共交通機関利用の利用費用がより高くなることに起因している。場合によっては、地下街を作るなど都市中心部での移動費用を少なくする政策の方が、継続的な公共交通機関の利用補助政策よりも費用対効果の面で効果的になることも考えられるだろう。

次に、都市の特徴として、都市中心部の規模である β に着目し分析を進める。(6)式では(4)式における t_1 が β の大きさに関しどのように変化するかを示している。

$$\frac{\partial \bar{T}_1}{\partial \beta} = \frac{2t_3}{(t_1 + t_3)^2} > 0, \quad \frac{\partial \bar{T}_2}{\partial \beta} = 0, \quad \frac{\partial \bar{T}_3}{\partial \beta} = \frac{-2t_1}{(t_1 + t_3)^2} < 0. \quad (6)$$

(4)式からは自動車利用に対する費用 t_1 の増加⁵⁾ が公共交通機関の利用を促進することが表されているが、(6)式からは対象となる都市の特性 β が大きいほど、その利用促進の効果は大きいものであることが示されている。これは、 β が小さい都市と比べて β が大きい都市ほど、そもそもの自動車利用者が多く、各自動車利用者の総量としての走行距離も大きいいため、単位距離あたりの費用を引き上げれば、より多くの者が公共交通機関にシフトすることが考えられる。一方、公共利用費用 t_2 を引き下げる政策も、(4)式より公共交通機関の利用を促進するが、(6)式においてその利用

5) ここで、費用 t_1 の増加とは、石油価格調整税の増税などを考えられる。

促進効果は β の大きさには依存しないことがわかる。これは公共交通機関を利用する区間に関し β が関係していないためである。さらに、(4)式より徒歩での移動費用の減少が公共交通機関の利用を増加させるが、(6)式においてその増加の程度も β が大きいほど促進することがわかる。これは、公共交通機関を利用する際には、徒歩の区間が大きいほど t_3 の削減効果が大きく影響することによる。

これらをまとめると以下の命題2が得られる。

命題2：都市の特性として都市中心部の規模が大きい都市であればあるほど、自動車利用に対する費用を増やす政策や徒歩による移動費用を減少させる政策は、公共交通機関の利用をより増大させる。公共交通機関の利用費用を減ずる政策においては、都市中心部の規模の大きさにより、その公共交通機関の利用促進効果は変化しない。

上記命題で特徴的な点は、自動車利用に対する単位距離あたりの費用増加政策（課税政策など）と公共交通機関利用への費用補助政策に関し、都市の中心規模の大きさに関してその効果の増減が対称とならない点にある⁶⁾。これは相対的に、都市の規模が小さくなるほど、補助政策の効果の方が表に出やすくなることを意味している。また、この経済には渋滞などの歪みが存在しないため、政府の予算制約を考慮に入れておらず一般均衡ではないことを除いても、ここでの諸政策は住民の厚生を増加させないことは予想できる。一方、自動車利用の増加により渋滞が発生するように移動費用を定義する場合には、厚生に対して適切な規模の公共交通機関の利用促進政策について論じることができるだろう。これらの点に関しては、今後の研究課題である。

4. まとめ

本稿では、地方都市の持つ都市中心部の規模と徒歩での移動費用という2つの特色に注目し、公共交通機関の利用促進政策に関して分析を行った。特に、自家用車による一般道路需要と公共交通機関需要の2つに対する代替関係に焦点を当て、線形都市モデルを用いて、単位距離あたりの移動費用の増減がもたらす影響について分析を行っている。ここから得られる含意は以下のものである。

まず、第1に、都市の特色に関わらず、自動車の移動費用が上がる場合や公共交通機関の移動費用が減少する場合においては、単純に2つの移動手段が代替的であるため、公共交通機関の利用者

6) ただし、この効果は政策に用いられる金額あたりの効果とは異なるため、この点を明確にするためにも、地方団体の予算制約を考慮に入れて分析することは重要であり今後の課題である。

が促進されることがわかる。このことは、2節で紹介した単純なミクロ経済学の分析と同様の結果である。第2に、都市の2つの特色を考慮した分析を考える。まず、都市の特性の1つである、自然環境が厳しいことによる徒歩の移動費用が高い都市について考察した。地方都市の自然環境が厳しければ厳しいほど、自家用車利用の移動費用増加政策による、公共交通機関の利用促進効果は小さくなる。これは、代替となる公共交通機関利用がより厳しい状況になることに起因する。同様の理由で、公共交通機関の移動費用を削減する政策も、その効果を小さくすることがわかる。次に、もう1つの都市の特性として、都市中心部の距離の大きさに関係し分析を行った。都市中心部が大きい都市の場合、小さい都市と比べて、自家用車による移動費用を増加する政策は、公共交通機関の利用をより促進させることが示された。これは、都市の規模が大きくなるほど、自動車利用の単位距離あたりの移動費用が増加するため、自家用車利用の総費用が増加することに起因している。一方、公共交通機関の移動費用を削減する政策は、公共交通機関の利用区間と都市中心部の大きさに依存しないため、その単位距離あたりの移動費用削減による公共交通機関の利用促進効果は、都市中心部の距離の大きさにより変化はない。さらに、都市の中心部の規模がより大きいほど、徒歩での移動費用を減少させる政策の効果として、公共交通機関の利用者がより促進されることが示された。

本稿で扱った都市の規模と関連した概念として、近年、都市基盤整備の費用的観点などから都市の範囲を小さく効率的にするという、コンパクトシティという概念が存在する。本稿の分析から、この概念に沿った都市開発は、公共交通機関の利用促進政策の効果に関し、相対的に正の影響があることがわかった。ただし、本稿の分析においては、都心部の小規模効率化に伴う様々な具体的な問題については考えていない。例えば、病院や大規模商業施設などの様々な既存施設を都心部に再配置するための費用や期間は無視できないものになるため、仮に、民間施設の再配置が十分に行われないうまま公共施設のみ都市中心部に再配置がなされた場合、一部の人々は公共交通機関から最終的地点までの移動費用の高さ故に、自動車利用を求め続けることが考えられる。場合によっては、公共交通機関への利用転換が十分に進まず、集中による渋滞をより激化するだけの結果に終わる可能性もある。これらのことは徒歩による移動費用が高いような自然環境が厳しい地方自治体などに関してより当てはまる可能性が高い。これらの問題は、公共交通機関の整備を含む、都市基盤整備における問題としては重要な論点であるが、本稿では扱っておらず将来の課題である。

最後に、本稿でのモデルの拡張として以下の三点が考えられる。一つ目は、人口を一様分布である性質を保ったまま増減する場合を想定し、かつ、自動車利用の利用費用は利用人口に対し増加関数となる状況を想定した分析である。これにより、本稿では想定していない人口規模や交通渋滞と公共交通機関利用促進政策との関係について明示的な分析が可能となる。二つ目は、地方団体の交通政策に関する課税や補助について、明示的な予算制約下で分析を行うことである。自動車利用

への課税政策で得た税収を元に、公共交通機関への補助政策を行う場合を想定することは、財政的に閉じた経済を考える上で意義のある分析となる。特に一つ目の拡張と合わせれば、厚生についての分析も可能となるためより深い意義のあるものとなるだろう。最後の一つは、公共交通機関がその利用区間を延長できる場合についての考察である。これにより、例えば鉄道の路線延長がもたらす、既存の路線上での公共交通への需要に関して分析することができる。公共交通機関の区間延長は、人口規模の異なるもう1区間の線形都市を地点0の左側に加える形で考察することができるだろう。この場合、新たな沿線上の住民のうち、どれだけの人が公共交通機関に交通手段を移行するのかは、中心都市部の大きさはもとより、渋滞を引き起こす都市近郊の人口規模に依存することが予想される。これらの場合における、各種政策の交通需要への影響については、今後の研究課題である。

参考文献

- Hotelling, H. (1929). "Stability in competition", *Economic Journal*, 39(4), 41-57.
- Quandt, R. and W. Baumol (1966), "The demand for abstract transport modes: Theory and Measurement", *Journal of Regional Science*, 6(2), 13-26.
- 奥野正寛・篠原総一・金本良嗣 編著、1989、『交通政策の経済学』、日本経済新聞社。
- 八田達夫、2009、『ミクロ経済学』、東洋経済新報。
- 森地茂・山形耕一 編著、1993、『交通計画』、新体系土木工学60、技報堂出版。
- 山内弘隆・竹内健蔵、2008、『交通経済学』、有斐閣アルマ。