

平成 21 年 6 月 4 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18730161
 研究課題名（和文） 動学的最適化により空間を考慮した地上交通ネットワークにおけるセカンドベストの政策
 研究課題名（英文） Partial Equilibrium Analysis of Socially Optimal Pricing and Capacity of a Congestible Highway with an Elastic Demand
 研究代表者
 吉田 雄一郎（YOSHIDA YUICHIRO）
 政策研究大学院大学・政策研究科・准教授
 研究者番号：70339919

研究成果の概要：

動学的最適化のツールを用いることにより交通トリップ需要をネットワーク上で連続的に変化させた次元都市モデルを構築し、都市と地方を結ぶ地上交通ネットワークにおけるセカンドベスト政策について理論とシミュレーションの両面から分析を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,200,000	0	1,200,000
2007 年度	1,400,000	0	1,400,000
2008 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	270,000	3,770,000

研究分野：交通経済学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：セカンドベスト、交通ネットワーク、混雑課金、民営化、高速道路政策

1. 研究開始当初の背景

都市と地方を結ぶ地上交通ネットワークにおいては、交通需要が大きく異なる都市部と地方がお互いに影響を及ぼし合いながら均衡している。道路を例にとれば、都市部では交通容量の過小供給や総括原価主義などの非効率な料金制度のもとで恒常的に混雑が発生している一方で、地方では実際の交通量が事前予測を大幅に下回る高速道路が

次々に建設されようとしている。

しかしながら、このような現実を前にこれまでの交通経済学的なモデルに代表される分析では、固定的かつ所与のトリップの起点と終点のペアを想定した分析を行ってきたため、同一ネットワーク上の異なる起点終点のペアがネットワーク全体での均衡において相互に及ぼす影響を内生的に考慮してこなかった。このようなアプローチから得ら

れる各地点における最適解は、ちょうど時点間の変数に相互依存関係があるときには各時点での静学的最適解がその時点での動学的最適解とならないように、空間上での動学的最適化を考慮したネットワーク全体での最適解と必ずしも一致するとは限らない。

これに対して、都市経済学的な土地利用モデルではネットワークの空間的広がりや考慮に入れているが、これらは主に宅地と交通用地とのトレードオフに主眼をおいており、個々の主体の交通サービスに対する需要は非弾力的であると想定している。またこれらのモデルは交通サービスの供給ばかりでなく消費財の生産や地代の分配などを内生的に叙述する都市全体の一般均衡モデルであり、ここに交通部門でのセカンドベストの制約を導入するとモデルは急速に複雑になり、上述の目的を達成することが不必要に困難となる。

さらに、高速道路の料金設定については、ETCの普及により、通勤時間割引、夜間割引等が実施されている。また、近年の旧道路公団の民営化は高速道路の管理運営の仕組みに本質的な変化を与えた。このような状況の中で最適な高速道路政策を策定するにあたっては、現実をよく叙述したシミュレーションに耐えうる形に理論モデルを適宜加工する必要がある。

したがって本研究では、動学的最適化を考慮した交通経済学的な地上交通ネットワークのモデルを構築し、ここにセカンドベストの制約を導入することとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、都市と地方を結ぶ地上交通ネットワークにおけるセカンドベスト政策の分析を行うために、まず(1) 動学的最適化のツールを用いることにより空間を

陽表的に取り入れた都市交通モデルを開発することである。このモデルの特徴は、交通トリップ需要の起点および終点をネットワーク上で連続的に変化させることで、地上交通のインフラがもつ空間上の広がりや明示的に考慮する点である。とくに、ネットワーク上の各地点における交通トリップ需要がその地点での交通トリップの一般化費用(時間費用と金銭的費用の総和)に対して弾力的であるとしたうえで、距離を変数として空間的に最適制御理論を適用する。これにより、ネットワーク上の個々の地点で異なる交通需要がネットワーク全体での最適な政策の決定にどのように影響するかを明らかにすることができる。以上の分析を通じて、地上交通ネットワークにおけるファーストベストの政策を明らかにするばかりでなく、料金制約や独立採算制約のもとでのセカンドベスト政策の分析および上下分離型や一体型など想定され得るさまざまなかたちでの民営化の政策評価などを行う。

さらに、混雑税やETCなどによる時間可変料金の導入(最善の政策)および燃料税や自動車税など(次善、あるいは次々善の政策)の影響を考慮に入れながら、このモデルを用いて(2) 日本的高速道路政策の評価をシミュレーションにより実証分析する。ここでの中心的な問題意識としては、最適な高速道路の建設整備水準のほかにも、たとえば、現実に採られている政策である均一料金制度の社会的損失の定量化、最適な容量や料金と次善の(均一料金制度のもとでの)それらとの各地点における比較、各地点における交通量や混雑度の最適と次善での比較などについても検討を行う。

3. 研究の方法

(1) まず、動学的最適化のツールを用いる

ことにより交通トリップ需要をネットワーク上で連続的に変化させた一次元都市モデルを構築する。このモデルを用いて、社会的最適な政策および民営化された会社が利潤最大化を目指しつつ交通サービスを供給する場合についての分析を行ったうえで、さらにこれを拡張して、所与の（非効率な）料金制約や独立採算制約など様々な制約のもとでのセカンドベストの政策を理論的に分析する。

（2）つぎにこの理論モデルを適宜加工することで旧日本道路公団システムのもとでの日本の高速道路の状況を再現する。具体的には、運営、所有がともに同一の公的主体であるような上下一体（垂直的統合）の場合を考え、ここに単位距離あたり均一料金の制約が課されていると想定する。そのうえで、収支均衡（償還）制約がある場合とない場合の両方について、これらの政策の社会的費用をシミュレーションを通じて定量的に分析する。このシミュレーション分析を行うにあたっては、国土交通省による平成17年全国道路街路交通情勢調査（通称：道路交通センサス）および高速道路会社各社の運営状況などについての資料を利用する。

4. 研究成果

まず、理論分析を通じて、所有と運営の分離がある場合とない場合の混雑した高速道路における社会的最適な容量と料金を明らかにした。ここでのモデルは中心市街地（CBD）から一方に延びた高速道路に沿った一次元都市を想定している。このモデルは土地利用が無視された部分均衡モデルであるが、潜在的に代替的な交通機関が存在するために需要は弾力的と仮定している。さらにこのモデルを用いて、有料道路会社が市場支配力を持つときの民営化の影響を、所有と運営

の一体／分離についてそれぞれ分析した。

所有と運営の一致している場合についての分析を通じて以下の諸点が明らかになった。まず、所有および運営がともに同一の公的主体である場合の高速道路政策、すなわち社会的最適解は、（1）各地点における最適料金が当該地点における混雑の限界外部費用に等しいこと、（2）各地点における高速道路容量の限界拡張費用がその限界便益に等しいこと、（3）高速道路の延長の限界便益が高速道路末端部における限界消費者余剰に等しくなる地点まで高速道路が整備されること、の3点を満たすことが明らかになった。このうち最初の2点は標準的最適化条件を確認するものである。一方で、所有および運営がともに同一の利潤最大化を目指す企業により行われている場合について民営化の影響を分析した。このような状況のもとでは、通行料金が限界混雑費用よりも独占的マークアップ分だけ高くなることが理論的に示された。また高速道路の延長については、延伸の限界費用がその地点における独占的マークアップに等しくなるような地点まで整備されることが明らかになった。

つぎに所有と運営が垂直に分離されている場合について、それぞれ二つの別々の民間会社が利潤最大化を目指しながら所有と運営を行うケースと、公的に所有された高速道路を利潤最大化をめざす民間会社が運営するケースに分けて分析した。前者のケースでは所有会社と運営会社の両方が独占的マークアップだけでなく混雑の内部化も2重に行う、いわゆる2重マージンの問題が発生することが示された。これに対し、公的所有・民間運営のケースでは、運営会社が生み出す歪みを公的所有者が完全に除去することにより、前述した上下一体での社会的最適を再現することができるという結果が得ら

れた。

シミュレーション分析においては、所有と運営が公的主体であるような上下一体のケースに対応する理論モデルに単位距離あたり均一料金の制約を導入することで旧日本道路公団システムのもとでの状況を再現、均一料金制度の社会的費用の定量化；最適な容量や料金と次善の（均一料金制度のもとでの）それらとの各地点における比較；各地点における交通量や混雑度の最適と次善での比較、などを行った。今回のシミュレーションでは、計算可能性のために理論モデルにおいては連続（あるいは微小）として取り扱っていた1区間の距離を10kmと設定した。このため理論モデルの場合は内生的に決定していた高速道路延長についてもこれを外生的に200kmと与えた。以下、このシミュレーションの結果を概観する。

ケース0（ベンチマークケース）

まず基準となるこのベンチマークケースにおいては高速道路容量と料金を現実の状況に設定した。すなわち、交通容量は90km地点までが72,000台/日（3車線に相当）、以降が48,000台/日（2車線に相当）としたうえで、料金を1kmあたり24.6円（あるいは1区間あたり246円）とした。この設定のもとでまず、収支均衡制約がない状態での社会厚生を算出したところ2.35億円/日となった。CBD付近での混雑の限界外部費用は区間あたり1,011円と現実の料金246円を大幅に上回った。一方で高速道路末端部分ではこの混雑の限界外部費用は4円となり、現実の料金が行き過ぎた課金であることが示された。以上をとくにケース0-1と呼ぶ。つぎに現実をよりよく叙述する料金体系として、大都市近郊区間における2割増の料金をモデルに反映し、最初の4区間については通

行料金を29.5円/kmと設定、同様のシミュレーションを行った。このケース（以下、ケース0-2）では社会厚生は2.366億円/日となり、ケース0-1よりも若干の改善が見られた。もちろんこれは、大都市近郊区間における割高な料金が限界外部費用との乖離を減少させたためにほかならない。一方で、郊外部における過大な料金の問題は依然としてあるため、厚生はあまり改善されなかったものと考えられる。ケース0-1、ケース0-2のどちらの場合においても費用が料金収入を若干上回り、高速道路公団は若干の損失を被る。損失はケース0-1の場合で2200万円/日、ケース0-2の場合で900万円/日である。

ケース1：社会的最適

このケースでは容量と料金をともに可変とし、社会厚生を最大化する。とくに、料金については、各区間で異なる、可変料金体系を仮定する。また、収支均衡制約も仮定しない。このケースでは社会厚生は3.09億円/日と最大となる。CBDに面した第一区間の最適容量は79,507台/日となり、これは現実の値である72,000台/日より10%程度大きい。しかしながら、この最適容量はCBDから遠ざかるにつれやや急に低下し、末端部分においては15,480台/日と、現実の値（48,000台/日）の実に1/3以下である。この社会的最適のケースでは通行料金は限界外部費用に等しく設定されている。最適料金は第1区間においては562円、郊外に向かうにつれ単調に減少し、末端部分では区間あたり92円となる。最適料金はベンチマークケースにおける限界外部費用と比べて約半額と低いが、これは交通量が少ないためである。一方で末端部分において最適料金がベンチマークケースにおける限界外部費用と比

べて大きいのは、容量減少による混雑の発生のためである。この社会的最適のケースにおいては、交通量は減少するが、限界外部費用を混雑課金を通じて内部化することによる収入の増加のため、道路公団は1日あたり1.3億円の黒字を得る。

ケース2：次善のケース

このケースでは、単位距離あたり通行料金が地点によらず一定という場合を考える。ここでも引き続き道路公団は収支均衡制約には直面していないと仮定する。その上でこの均一区間料金と各地点での高速道路容量を最適化することで社会厚生を最大化する。このときの料金水準は37.8円/km、あるいは区間あたり378円となった。また、社会厚生は3.076億円/日と、社会的最適のケースをごくわずかに下回り、かつ、現実を叙述したベンチマークケースを大きく上回った。交通容量は社会的最適のケースをわずかに上回ったが、現実の容量を超えたのはCBD付近のみである。この次善のケースにおいても道路公団は1日あたり1.44億円の黒字を計上する。

ケース3：サードベスト

ここでは上述した次善のケースに加えて収支均衡制約を仮定することでサードベストの状況を想定する。社会厚生は2.972億円となった。次善のケースにおいて1.44億円/日の黒字があったことを考慮すれば、収支均衡制約のもとでは料金が低下することは明らかであるが、実際、この値は17.2円/km(区間あたり172円)であった。このように低い料金水準のもとでは交通量が増加し、これに対応するために容量もとくにCBD付近で増大、社会構成の低下へとつながった。限界外部費用はCBD付近において661円、末

端部において87円であった。

以上の結果から、今回のシミュレーションの設定のもとでは社会厚生に大きな影響を与えるのは料金政策というよりもむしろ交通容量であり、郊外部における過大な容量整備がベンチマークケースにおける低い厚生水準の原因となっているということが言える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

- ① 吉田雄一郎 The 11th World Conference on Transport Research, Berkeley, USA, June 2007
- ② 吉田 雄 一 郎 International Conference on Funding Transportation Infrastructure, Banff, Canada, August 2006.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 雄一郎 (YOSHIDA YUICHIRO)
政策研究大学院大学・政策研究科・准教授
研究者番号：70339919