

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H03613

研究課題名(和文) 輸送費の構造に関する理論的および実証的研究

研究課題名(英文) Theoretical and empirical analysis on the structure of transport costs

研究代表者

文 世一 (Mun, Se-il)

京都大学・経済学研究科・教授

研究者番号：40192736

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：生産、消費など経済活動にともなう取引を行うたびに、輸送費は必ず発生する。都市経済学、空間経済学、そして国際経済学においても、輸送費は重要な要因であるが、外生的に与えられるパラメータとして取り扱われる場合がほとんどである。本研究では、輸送市場の理論モデルを構築し、輸送費が内生的に決定されるメカニズムを分析すること、そして理論モデルに基づいて輸送費の構造を実証的に分析することを目的とする。

次の4つの課題について研究を実施する：A 輸送業者の行動と市場均衡における輸送費の決定；B 輸送機関によるネットワーク戦略と輸送費の決定；C 政府の交通政策と輸送費の決定；D ミクロデータによる輸送費の計量分析。

研究成果の学術的意義や社会的意義

輸送費の削減は経済全体に広範な便益をもたらすが、有効な政策分析を行うために輸送市場の資源配分メカニズムを解明することの意義は大きい。インフラストラクチャ整備、規制、課税、補助金さらには政府間の協調など代替的な政策手段の効果を評価することを通じて、望ましい介入のあり方に関して有益な示唆が得られるものと期待される。また実証分析により得られたパラメータを用いた政策分析は、分析結果に定量的基礎を与えることが期待される。

研究成果の概要(英文)：Transport costs are essential in the process of transactions for economic activities, such as production and consumption. Transport cost has been treated as an exogenously given parameter in studies of urban economics, spatial economics, and international economics. We construct theoretical models of transportation market, in which transport cost is endogenously determined. We investigate the structure of the transport cost empirically.

This project deals with the following 4 subjects: (A) Theoretical model of transport market with shippers and transport firms; (B) Transport cost determined by network strategies of carriers; (C) Transport cost determined by infrastructure policies of governments; (D) Empirical analysis of transport cost.

研究分野：交通経済学

キーワード：輸送費 インフラストラクチャ ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

都市経済学、空間経済学、国際経済学において、輸送費は距離に定数を乗じたものと定式化され（典型的には氷塊型輸送費）、インフラストラクチャ整備や輸送技術の革新により、比例定数が外生的に変化したときの経済活動の立地分布への影響を分析する研究は多く行われてきた。

輸送機関に対する規制やインフラストラクチャの建設は、これまで政府が重要な役割を果たしてきたが、規制緩和や民間によるインフラストラクチャ運営が広がっている。これらの問題については産業組織論において議論されてきたが、交通経済学においては交通に特有の空間的なネットワーク性に着目した理論分析が進展中である。たとえば航空輸送においては、航空会社によるハブスポークネットワークの選択により、地域間の輸送費が内生的に決まる。このように決まるネットワーク構造は資源配分上最適にはならないので、政策的介入のあり方が問われている。

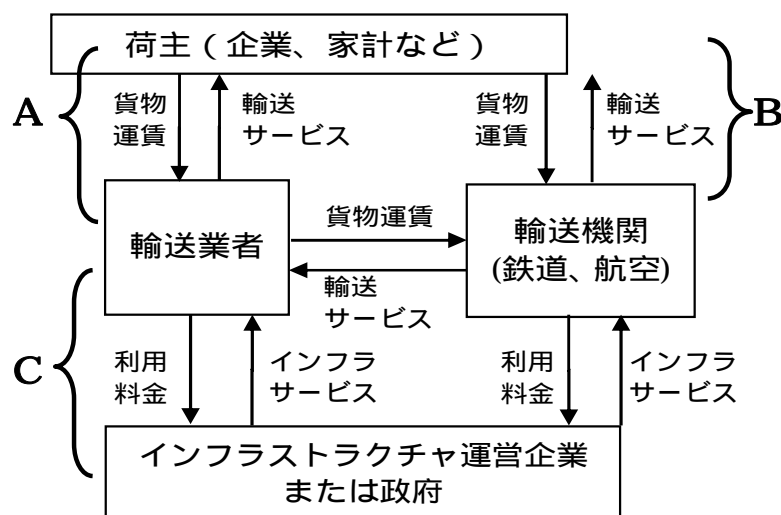
政府がインフラストラクチャを供給する場合でも問題がないわけではない。輸送の広域化により複数の政府（国、地域）が供給するインフラストラクチャを利用するクロスボーダー輸送が増大している。各政府は自国の厚生のみを考慮してインフラストラクチャ政策を決定するが、その場合に生じる、資源配分上の問題に関する分析は、交通経済学における新しい研究課題として注目を集めている。

2. 研究の目的

本研究では、以下の四つの研究課題について研究を行う。

- A 輸送業者の行動と市場均衡における輸送費の決定
- B 輸送機関によるネットワーク戦略と輸送費の決定
- C 政府の交通政策と輸送費の決定
- D ミクロデータによる輸送費の計量分析

A-C は理論的研究、D は実証的研究である。図 - 1 に、A,B,C の各研究課題が取り扱う市場の範囲を示している。理論的研究においては、市場あるいは輸送機関や政府の戦略的行動を通じて輸送費が決定されるメカニズムを分析するとともに、それらの帰結に関する資源配分上の問題を明らかにし、問題を改善するための最善・次善の政策の評価を行う。D の実証的研究では、輸送費に影響を与える要因を明らかにし、それらの大きさを評価する。さらに規模の経済、輸送距離の経済の定量的評価、そして貨物輸送時間の金銭的評価値の推定を行う。



(注) A, B, C は、後述の各研究課題が扱う範囲を示す。

図 - 1 輸送市場の構成と研究課題

3. 研究の方法

A 輸送業者の行動と市場均衡における輸送費の決定

生産した財を出荷する企業（荷主）は、自ら輸送業務を行う場合と、輸送市場において運送業者に委ねる場合がある。本研究では主として後者の場合に注目する。輸送市場のアウトプットは、発着地によって決まる輸送距離、貨物のサイズ、そしてサービスの質（特に所要時間）のような多属性の束として表される。そこで本研究では、ヘドニックアプローチに基づいて輸送市場の理論モデルを構築する。荷主は輸送サービスを需要するが、できるだけ安価で質の高いサービスを

供給する輸送業者を選ぶ。輸送業者は、労働（ドライバー）、資本（トラック）、高速道路利用などの投入要素選択を行い、様々な属性の組み合わせに対して価格（運賃）を提示する。均衡において運賃とサービスの質（所要時間）が決定される。このモデルにおいて、所要時間は、輸送業者の要素選択を通じて実現する内生変数である。

B 輸送機関によるネットワーク戦略と輸送費の決定

本研究では航空輸送に着目する。航空会社間の競争を通じて形成されるネットワークと社会的に効率的なネットワークを求め、それらの異同を明らかにする。また、上記モデルを空港間の競争を導入する形で拡張し、航空会社や空港の間で起きている競争が、ネットワーク形成や輸送費用に与える影響を分析する。

C 政府の交通政策と輸送費の決定

C-1 複数政府による輸送インフラストラクチャの共同整備

研究代表者の文が継続して行ってきた、インフラストラクチャの料金と投資政策に関する研究を発展させ、複数政府が一つのインフラストラクチャ（たとえば国境の橋、トンネル）を共同して整備する場合のメカニズムを研究する。これは Mun and Nakagawa (2010)によるクロスボーダーインフラストラクチャのモデル（クロスボーダー輸送に用いるインフラの内、各国の領内に存在する区間を各政府が整備する）で想定していた状況とは異なる。次のようなメカニズムを考える。二つの国が出資して一つのオペレータを設立する。オペレータは、出資を受けてインフラストラクチャを建設し運営する（料金を徴収して維持管理）が、利潤を両国の出資割合にしたがって配分する。各国政府は自国の厚生を最大化するように出資の水準を選択する。オペレータの料金政策と各国の出資選択のゲームの均衡解において輸送費の水準が決まる。収支均衡料金、あるいは利潤最大化料金など代替的な料金政策が資源配分に及ぼす影響を分析する。

C-2 不確実性下におけるインフラストラクチャ投資が輸送費に及ぼす影響

自然災害・事故・需要の増加等に起因する遅延や料金の変動など、不確実性による損失を軽減するため、待避線や、複数の交通機関の組み合わせ等のようなインフラストラクチャ安定化政策が採られる。そのような交通インフラ安定化の便益は、一種のリスク・プレミアムであり、通常的一般化費用と同様の基準で評価することは難しい。そのため、確実性を前提とした多くの既存研究によって提案された、インフラ整備・利用料金設定に関する社会的最適ルールが、不確実性下では適切に機能しない可能性がある。本研究では物流を念頭に置き、荷主と物流企業（または送り主と受け取り主）の取引を明示的に考慮したモデルの構築と分析を通じて、政府による望ましいインフラ整備と料金設定について理論的に検討する。その際、インフラの安定化に対する交通セクター外からの補助金の必要性の有無など、具体的な政策的な課題にも注目する。また、物流の不確実性は長期的には企業の立地選択にも影響を与えると予想されるため、それらの影響を考慮した望ましいインフラ整備についても併せて検討する。

D ミクロデータによる輸送費の計量分析

「全国貨物純流動調査」のミクロデータを用いて、A で開発した理論モデルのパラメータ推定を行う。

4. 研究成果

A 輸送業者の行動と市場均衡における輸送費の決定

貨物市場において荷主は、短い輸送時間に対して支払意思を持ち、輸送業者は輸送時間短縮のための技術と要素投入を行うことで均衡において運賃が決定するモデルを作成した。このモデルでは、輸送時間が短いほど運賃は高くなる（長くなるほど低くなる）。その際、高速道路利用や荷物の積み下ろし時間の短縮などの輸送時間を決定する要因を明示的にモデルに考慮している。

B 企業による輸送ネットワークの形成

航空会社のネットワーク形成について、インフラ政策が与える影響を中心に検討を行った。基本モデルでは、輸送サービスを供給する企業は、ハブ化による路線集約によって生じる規模の経済とハブへのフィード路線の運営コストというトレードオフによって、ノード間のリンク開設（例えば航空路や航路）に関する意思決定を行う。この基本モデルをベースに、そのような輸送企業に対して、特にノードインフラ（例えば空港や港湾）の運営者が政策的にインフラの利用料を決定できる状況にモデルを拡張して分析を行った。具体的には、インフラ運営者間で利用料に関する競争が生じている状況や、政府が小需要路線に対して補助を行う状況において、そのような政策が輸送企業のネットワーク形成に与える影響を検証した。

まず、インフラ運営者間の競争が輸送企業のネットワーク形成にどのような影響を与えるかという点について、分析により、インフラ間の競争は、輸送企業に point-to-point ネットワークの形成を促すこと、ならびに相対的に小さな都市に立地するノードインフラがハブになる可能性が高くなることが示された。しかし、モデルでは、規模の経済をノードにおける固定費として定式化しており、その定式化が結果に影響を与えた可能性があるため、密度の経済のような形での定式化を今後検討する必要がある。

また、政府が小需要路線に対して補助を行う場合について、そのような補助制度がネットワーク形成に与える影響を分析した。特に、補助制度を検討するにあたって、居住地ベースでの補助金やリンク間での移転制度について、小需要路線の維持を効率的に行ううえで、リンク間での移転制度が効果を持つのは輸送企業が hub-spoke 型のネットワークを形成している場合であることが示された。また、居住地ベースでの補助制度については、従価型の補助のほうが従量型のもの

より効果があることが示された。しかし、このような補助制度に関する議論を行ううえで、その路線を維持することによって、あるリンクを残すことでどの程度の便益があるかという点をネットワーク外部性の観点から検証する必要がある。

C 政府の交通政策と輸送費の決定

C-1 複数政府による輸送インフラストラクチャの共同整備

インフラストラクチャの供給には規模の経済が存在する 경우가多いが、このような状況でインフラストラクチャの共同整備プロジェクトを効率化するための手段として、「収支均衡シャドールール」と呼ばれる手法を導入する。シャドールールとは、政府がインフラ管理者に対して、住民の利用回数に応じて支払う料金である。この制度は、通行料を徴収しない一般道路をPFIによって整備するために英国において導入されるなど、欧州を中心に主に交通プロジェクトで用いられてきた。しかしながら、複数の地域からなる共同投資プロジェクトの効率化を図る目的でこの制度の導入を提案したのは、本研究が初めてである。また「収支均衡」とは、プロジェクト全体での投資費用と収入の均等化が達成されるようにシャドールール水準を設定することを意味する。上記のように設計されたプロジェクトに対し、各地域が自地域の厚生を最大化するように自発的に出資額を決定する分権的意思決定を通じ、社会的に効率的な整備水準が達成可能であることを理論的に示した。「収支均衡シャドールール」によって効率的な投資がもたらされるのは、インフラ投資によって生じる各地域の限界消費者余剰がその使用量に比例するという性質を通じ、結果的に便益に応じた投資コストの負担が実現するためである。これにより、投資主体間の外部性の解決が実現する。このメカニズムは、利用者に対し直接課される料金水準や、そもそもその徴収が可能かに関わらず適用可能であるため、交通だけでなく病院、図書館など、地域間共同利用可能性のある全てのインフラの整備に応用可能である。

C-2 大規模災害リスクの下での "cost recovery 定理" の拡張と再検討

この研究では、交通インフラの機能を低下させるような大規模災害リスクに直面した経済において、Mohring and Harwitz (1962)によって示されたcost recovery 定理がどのように変化するかを検討した。なお、cost recovery 定理とは、インフラの容量に対する投資が規模に関して収穫一定であるとき、混雑外部性をコントロールするような社会的最適料金収入が社会的最適な投資コストと等しくなる、というものである。ある一定確率で大規模災害が起こり、インフラの機能が低下するという将来のリスクに直面する経済を考える。この経済は交通を生産要素として投入する完全競争企業と政府からなり、政府は企業の生産者余剰を最大化するようにインフラの容量と料金水準を決定する。政府は災害による影響を受けない「安定的なインフラ」と、期待値の意味で効率的だが災害により機能が低下する「不安定なインフラ」の2種類への投資を通じて、交通部門全体のリスク水準を制御する。また、インフラへの投資は災害発生以前に行われるが、その利用料金および使用者である企業の意味決定は、災害発生後に行われる。

本研究の結果は以下のとおりである。まず、企業が完全にリスク中立的であり、社会的余剰がリスク回避インセンティブを含まない場合のみ、各インフラにおいてcost recovery 定理が成立する。しかしながら、企業がリスク回避的である場合、上記定理は成立せず、安定的なインフラ（不安定なインフラ）では、混雑料金収入の期待値がインフラ投資額を下回る（上回る）。また、混雑外部費用を線形関数で与えた場合、交通需要の価格弾力性が1を下回る場合に（このことは交通需要予測に関する多くの実証研究が支持している）、交通部門全体で混雑料金収入の期待値が投資コストを下回ることが示された。これらの結果は、期待混雑料金収入が、社会余剰に含まれるリスクプレミアムをカバーしないことによって起こる。

得られた政策的含意は以下のようなものである。災害時にバックアップ機能を提供するような安定的なインフラにおいて、その投資費用を適切な料金収入によって回収することは困難なため、相対的に不安定なインフラで発生した余剰によって不足分を補填するのが望ましい。しかしながら、そのようなインフラ間補填は十分ではなく、さらに交通部門の外部からの投資費用の補助が必要となる。

D ミクロデータによる輸送費の計量分析

全国貨物純流動調査（物流センサス）の個々の貨物輸送の運賃、距離、重量、時間指定の有無、高速道路利用の有無などと総合交通分析システム（NITAS）の経路最短距離、最短時間などを利用し、運賃関数、高速道路選択関数、輸送時間関数の推定を行った。

運賃関数に関する推定結果より、距離が長くなるほどその単価が下がること（長距離輸送の経済）そして重量が大きくなると単価が下がることが観察された（規模の経済効果）。

また、地域の輸送業の競争状況が費用に与える効果についても分析した。推定で用いた地域の競争状態を表す変数である「人口1000人当たり運送業者数」の係数は約-5888円であった。現実では、最も競争度の高い地域は茨城県で0.67458、低い地域は長野県で0.26638であり、その差は0.4082 (0.67458-0.26638)となり、その差が運賃に与える影響は、0.4082*5888=2404円となる。運賃の平均値が2万6737円程度なので、平均運賃の約1割程度の地域差が生じていることがわかった。

推定された運賃関数と輸送時間関数に基づいた輸送サービス市場均衡条件を用いて、荷主の時間価値を計測した。われわれの手法では表1のように距離と貨物の重量のさまざまな組み合わせ

せに対して時間価値を計測することができる利点がある。サンプルの平均的な組合せである重量 4 トン、距離 200km の貨物輸送について時間価値を計測すると、3133 円となった。このモデルを用いて、高速道路整備による荷主の便益（金銭的価値と時間価値の合計：「(B)」）と社会的便益（高速道路建設から得られる収益と荷主の便益の和：「(A)+(B)」）を計算した。重量が一定であるとすると距離が長い程高くなり、距離を固定すると重量が大きい程、便益は高くなることが示された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Se-il Mun	4. 巻 19
2. 論文標題 Joint provision of transportation infrastructure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Economics of Transportation	6. 最初と最後の頁 100118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ecotra.2019.06.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Itoh Ryo	4. 巻 118
2. 論文標題 Is transportation infrastructure cost recoverable under the risk of disasters?	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A: Policy and Practice	6. 最初と最後の頁 457 ~ 465
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tra.2018.09.014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yu Morimoto and Yusuke Teraji,	4. 巻 33
2. 論文標題 "Is it efficient to discriminate passengers in airport charges according to flight distance?"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of International Economic Studies	6. 最初と最後の頁 63-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomoya Mori	4. 巻 34
2. 論文標題 "Evolution of the size and industrial structure of cities in Japan between 1980 and 2010",	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Asian Development Review	6. 最初と最後の頁 86-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1162/adev_a_00096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoko Konishi, Se-il Mun, Yoshihiko Nishiyama, Ji Eun Sung	4. 巻 -
2. 論文標題 Empirical Analysis of Transport Costs for Interregional Trade	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 K. Matsushima and B. Andersson (eds.) "Transportation, Knowledge and Space in Urban and Regional Economics", Edward Elgar	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4337/9781785366062	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊藤 亮, 文 世一	4. 巻 -
2. 論文標題 シャドートールを用いた国際交通インフラ整備のメカニズム	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日交研シリーズA-658「輸送費の構造と経済活動の立地に関する理論的及び実証的研究プロジェクト報告書 (代表者: 文世一)」, 日本交通政策研究会	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Teraji	4. 巻 No. 22
2. 論文標題 "Competition among Airlines and its Effect on the Aviation Network"	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Tezukayama RIEB Working Paper Series	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Teraji	4. 巻 No. 23
2. 論文標題 "Price Competition of Airports and its Effect on the Airline's Network when the Short Haul Trip Exists"	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Tezukayama RIEB Working Paper Series	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Yuichi Imai and Se-il Mun,
2. 発表標題 “ An Economic Analysis of Mega Terminal Operators ”,
3. 学会等名 ITEA Annual Conference on Transportation Economics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryo Itoh
2. 発表標題 The cost recoverability of transport infrastructure under the risk of natural disasters
3. 学会等名 ITEA Annual Conference on Transportation Economics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yusuke Teraji
2. 発表標題 Price Competition of Airports in Transit Market and its Effect on the Airline's Network
3. 学会等名 ITEA Annual Conference on Transportation Economics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryo Itoh, Se-il Mun
2. 発表標題 “ Shadow tolling for inter-jurisdictional joint infrastructure projects ”
3. 学会等名 ITEA Annual Conference on Transportation Economics (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Se-il Mun and Yu Morimoto
2. 発表標題 “Hub Port Competition with Scale Economy”
3. 学会等名 ITEA Annual Conference on Transportation Economics (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yusuke Teraji
2. 発表標題 “The Universal Service Fee and its Effect on the Aviation Network”
3. 学会等名 LMS on the One Belt One Road (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yusuke Teraji
2. 発表標題 “Competition among Airlines and its Effect on the Aviation Network”
3. 学会等名 The 30th Annual Meeting of Applied Regional Science
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 森知也
2. 発表標題 “Evolution of size and industrial structure of the urban system in Japan: 1980-2014”
3. 学会等名 Asian Development Review Conference on Urban and Regional Development in Asia (招待講演)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Se-il Mun, Yu Morimoto, “Model of hub port competition applied to ASEAN: the case of Singapore and Malaysia”	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Routledge	5. 総ページ数 252
3. 書名 in Kiyoshi Kobayashi, Khairuddin Abdul Rashid, Masahiko Furuichi and Willian P. Anderson (eds.), “Economic Integration and Regional Development”, 2018	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西山 慶彦 (Nishiyama Yoshihiko) (30283378)	京都大学・経済研究所・教授 (14301)	
研究分担者	伊藤 亮 (Itoh Ryo) (30516000)	東北大学・情報科学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	寺地 祐介 (Teraji Yusuke) (30610092)	帝塚山大学・経済経営学部・准教授 (34601)	
研究分担者	森 知也 (Mori Tomoya) (70283679)	京都大学・経済研究所・教授 (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------