

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 16 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24360207

研究課題名(和文) 空港運営スキーム策定のための国際航空貨客輸送需要予測手法の開発

研究課題名(英文) Development of methodologies of air transport demand forecast for proposing the effective airport management schemes

研究代表者

竹林 幹雄 (Takebayashi, Mikio)

神戸大学・海事科学研究科(研究院)・教授

研究者番号：80236497

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では今後空港運営における戦略性を向上させるための支援情報を得るために、(i)航空需要の構造分析によるOD交通量推計手法、(ii)ネットワーク競争に基づく政策評価手法、(iii)効果的空港運営手法立案のための方法論、(iv)空港整備の地域経済への波及効果を計測する手法、の4つの手法ならびに方法論を開発した。具体的には、アジアにおける航空政策の整理、ならびに複数空港の管理運営方法に関する方法論の提案を行うとともに、規制緩和やLCCなどの参入による市場へのインパクトの計測手法の提案及び実証分析、規制緩和による空港ヒエラルキー変化と空港整備の地域経済へのインパクト計測を行った。

研究成果の概要(英文)：This research project develops some methodologies for obtaining directions for strategic airport management. We propose (i) an OD traffic demand forecasting method by the demand structure analysis, (ii) a policy evaluation method considering network competitions, (iii) a methodology for proposing effective airport management schemes, (iv) a method of evaluating an impact of airport developments on a regional economy. In particular, we take an overview of the aviation policies in Asia and propose a theory for providing a rational management scheme of multiple airport system. On the other hand, we forecast the impact of such as the deregulation and the new entrance of LCC dealing with the Asia-based international passengers and the cargo transport markets and estimate the influence of the deregulation on the change within the airport hierarchy and the influence of the airport development on the regional economy.

研究分野：国土計画

キーワード：航空輸送 空港運営 ネットワーク 需要分析 シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

(1) 2011年時点において、わが国の貿易は輸入・輸出ともに対アジアが全体の60%以上を占めるに至り、アジア諸国との関係について戦略的に検討する必要性が大幅に増したといえる。

(2) アジア域内における自由化政策は、ASEANは首都間の交通の自由化など、先導的な役割を果たしている。ASEANではカボタージュ権は依然として開放されていないものの、低費用航空会社(いわゆるLCC)が国際線、国内線ともに多数参入し、航空輸送市場そのものが活気を帯びてきていた。

(3) このように規制緩和・自由化の進展は空港間のヒエラルキー(グローバル・ハブ、ローカル・ハブ、ゲートウェイ、スポークなどとしての位置づけ)にも変化をもたらしている。ヒエラルキーの変化は、空港の収益性に直接影響する。わが国でも、周辺国の主要空港が持つ国際競争力と対抗しうる施設整備ならびに施策実施の必要性は以前から指摘されており、対策も既にいくつかは実行されている。しかし、今後さらに進展すると考えられる規制緩和・自由化の効果やその対策の有効性について定量的な分析に基づいた議論がなされていることは依然として少ない状況にあった。

2. 研究の目的

本研究ではアジア発着国際貨客輸送市場を対象とした需要推計方法の開発、空港間の位置づけ(ヒエラルキー)の把握、さらには複数空港の合理的な管理運営方法の3つの遂行を研究目標とする。そして、空港運営戦略立案に資する評価指標を提供可能にする詳細な出力を持つ需要推計手法を確立し、効果的・効率的な空港運営戦略および航空政策提案への支援情報を提供することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 本研究ではまず平成24年度に国際航空貨客輸送市場(政策評価のために一部国内輸送を含む)を対象として、時系列分析に基づく貨客流動特性の分析、bi-level型国際航空貨客輸送市場モデルの改良を行った。

(2) 平成25年度では、前年の分析の精緻化に加え、CGE型地域経済モデルの構築、ASEANを対象とした航空市場規制緩和の政策について整理するとともに、政策シミュレーションを実行し、規制緩和の影響の計測を行った。また、空港経営のための基礎理論である空港管理について2面市場モデルを用いた分析を行った。一方、bi-levelモデルの精緻化において高速鉄道の影響も考慮した理論モデルの構築を行った。また貨物輸送に関する精緻な構造分析を行った。

(3) 最終年度の26年度では政策シミュレーションのまとめとして日本を含む東アジア航空旅客輸送市場における規制緩和の影

響をbi-levelモデルの拡張を基本として計測し、政策の有効性を検討した。同時に航空貨物輸送における空港のヒエラルキーと地域経済への影響を検討した。

4. 研究成果

以下に本研究プロジェクトで得られた主な研究成果を示す。

(1) 需要構造分析手法ならびに政策評価の基礎情報整理

時系列分析によるLCC参入による影響把握

本研究は、国内線へのLCC参入によりもたらされた旅客需要の変化、航空会社間の需要競争への影響を実証的に分析する。本研究では、LCC参入によって大きく航空需要が増加し、かつ他の交通機関との競争がほぼ無く、交通機関分担を捨象することによる影響が小さいと考えられる。関西国際空港-新千歳空港路線を対象に分析した。分析結果より、最初のLCCであるPeachの参入直後は、既存エアライン(FSA)からLCCへとシフトした需要は1万人に満たないものの5月まで徐々にFSAからのシフト増加が続き、第2のLCCであるJetstarが参入後の9月には最大量となる約4万人の旅客がFSAから転換している。この量はおおむね、LCC参入前のFSA利用需要者の20%から30%の値であった。本分析により、オフピーク時期における旅客需要発掘という、LCC参入による正の効果があったことが示された。(雑誌論文2)

ASEANにおける市場動向分析

ASEANでは航空自由化政策が進められ、LCCが急成長している。LCCとレガシーキャリアは短距離路線を中心にASEAN域内で激しく競争していることから、アジアの主要国際線を運航するLCCとレガシーキャリアの最低往復運賃を、インターネットによる1ヶ月間に渡る調査によってその内訳も含めた詳細を調べた。その結果、競争する路線では、LCCだけでなくレガシーキャリアの航空運賃も低廉なことを明らかにした(雑誌論文12)。

またASEANは2015年末までに航空市場を統合し、単一航空市場を実現するためのロードマップとアクションプランを提示している。ただし、単一航空市場とは言うものの、実際はすべての国際空港間を対象にした無制限な第3、第4、第5の自由の実現を目標としている。欧州とは異なり、第7の自由である三国間輸送と、第8・第9の自由であるカボタージュには具体的に触れられておらず、ASEAN域内のあらゆる地点間を自由に運航できる単一市場ではない。そのため、自由化によってもたらされる効果は限定的であること、またインドネシアとフィリピンはASEAN域内航空会社間の自由競争に抵抗があり、一部の協定に同意していないことを、文献調査やインタビュー調査によって明らか

にした(雑誌論文9)。

こうした状況で、「合併会社によるネットワーク拡張」がエアアジアや他のLCCによって進められている。エアアジアは2004年にタイとインドネシアで合併会社を設立し、両国の国内市場の運航を開始した。2012年からはフィリピンでも同様の運航を始めている。これにより、マレーシアの航空会社であるにもかかわらず、実質的に三国間輸送とカポタージュを実現している。アジアのレガシーキャリアはこのような経営戦略を取っておらず、LCCが外資規制撤廃にもつながる「合併会社モデル」を推進している。ここでは文献調査に基づいてこうしたASEANの合併会社の実態を明らかにした(雑誌論文4)。

航空貨物輸送需要と製品ライフサイクルとの関係性の把握

本研究は財務省貿易統計から、1988年からの年毎(1月から12月)の各品目の航空化率を算出することでその推移を見、さらに分析においては、それらの集計データからなるマクロ経済学における輸出入関数と航空化率関数を連立させて、同時方程式モデルを構築し、統計的分析を行った。貢献としては、日本における輸出入貨物の海運/空運比率の決定因を実証的に明らかにし、さらに航空化率を用いることで貿易論との融合を可能にした点が挙げられる。特に、製品ライフサイクルに関するVernon[1966][1979]、Klepper[1996]の研究を取り入れ、貨物価値のピーク時の前後数年間で航空輸送と海上輸送のいずれが統計的に有意に利用されるかというモデルを組み立てることで、航空輸送と海上輸送の機能分担の変化を実証的に検証した点は独創的な点であるといえる(雑誌論文7)。

(2) ネットワーク分析モデルの構築と応用

高速鉄道と航空輸送との共存の可能性の検討

本研究では航空輸送とHSRとの共存の可能性を「航空会社とHSRとの協調」すなわち経営上の提携の可能性を数値解析的に検討した。既往研究で開発したbi-levelモデルをさらに拡張し、HSRもプレイヤーとして取り扱うこととした。そして、国内線と国際線とからなる簡単なネットワークを対象に、国内線から一部航空会社が撤退する場合の影響について検討した。ここでは(a)航空会社が撤退するが、HSRとは提携しない場合、(b)国内線から撤退するがHSRと提携する場合、の2つのシナリオについて検討した。その結果、次のような結果を得た。航空会社とHSRの協調は国内市場でのサービスレベルの向上には寄与しない。国内市場においてHSRは圧倒的なシェアを持っているため、空港とHSRの接続性がよい場合、HSRとの協調は国際線旅客のサービスレベル向上に寄与する。

収益性の点から考えると、航空会社はHSRとの協調により大きく収益を増やすが、HSRの増分は大きくない。このため航空会社側にはHSRとの協調を望むインセンティブは働くものの、HSR側には働かない可能性が高い(雑誌論文3)。

需要規模の違いによるHSRと空港とのアクセス条件改善の効果に関する理論的検討

空港は通常HSRと比較して郊外に立地するため、中心地にターミナルを持つHSRとの接続が悪い。このことが空港の競争力を阻害している可能性がある。ここでは空港とHSRとの接続性を改善することによる空港の競争力向上をゲートウェイ機能の強化と他空港選択(エアポトリージ)の緩和の2点によって見ることにした。その結果、次のことがわかった。HSRと空港の接続性強化はHSRからの乗り継ぎ客を増加させる方向に機能する。逆に航空のみの乗り継ぎ客は減少する方向に機能する。接続性を改善された空港のゲートウェイ機能は強化される。エアポトリージの是正は前出の傾向にも明らかのように需要規模の格差が小さい場合には比較的軽微な接続性改善でも効果は発現するが、格差が大きくなればその改善効果の発現は大幅な改善を必要とする(雑誌論文1)。

空港と航空会社の垂直的協調の効果に関する理論的検討

本研究では複数の航空会社・空港の競争環境を考慮した商業収入シェアによる協力関係のモデル化を行った。航空会社と空港の協力関係を分析した従来研究と比較して、本モデルは、協力する航空会社と空港のパートナーの組み合わせがモデルの出力として内生的に決定する点に新規性がある。2段階ゲーム理論を用いており、第1段階で空港が利潤最大化に基づいて協力する航空会社を選択し、第2段階で航空会社が利潤最大化する運賃と便数を決定する。そして、旅客の消費者余剰と合わせた社会的厚生を最大化する協力関係を均衡解として出力する。東南アジアの3空港と3航空会社を事例として商業収入シェアのインパクトを分析した結果、空港の航空系収入と商業収入の補完性による航空会社と空港の総利潤増加の可能性、支配的航空会社の運賃低下による旅客の余剰の増加、各空港の支配的航空会社の利潤増加と他の航空会社の利潤低下、航空会社間の競争を阻害する可能性、空港に容量制約があると総利潤増加は限定的、という知見を得た(雑誌論文6)。

ゲートウェイ空港の運営政策評価のための方法論

本研究では、ゲートウェイ空港が直面する市場構造をRochet and Tirole (2003, 2006)

により提案された 2 面市場 (two-sided market) 理論に基づいて定式化した。その上で、ゲートウェイ空港の航空会社に対する課金政策の規範的分析を行った。さらに、定式化したモデルを拡張し、内際乗り継ぎの利便性向上政策がゲートウェイ機能の経済的価値に及ぼす影響を評価した。その結果、国内線と国際線の航空会社が異なる内際分離レジームでは、課金の内際バランスが経済的帰結に影響を及ぼす一方、内際統合レジームでは、経済的帰結は課金の総額のみ依存する。さらに、ゲートウェイ空港が航空会社に対して当該航空会社の就航路線数に依存しない固定的料金を課すことができること、2 部料金制の導入により、社会的厚生を改善できることが示された。

(3) モデルによる政策評価

(2) までで開発された各種手法を組み合わせ、効率的な空港運営に資する政策立案を検討するためのシミュレーションを行った。

CGE モデルによる空港整備の地域経済への影響評価

空港整備政策による地域経済への効果を分析するためには、国際物流関連産業の即地性を考慮する必要があるため、ここでは、開放経済において国際物流関連産業の特性を考慮した多地域応用一般均衡 (多地域 CGE) モデルの基本形を構築した。さらに、シミュレーション分析を通じて、空港都市と後背地都市の相対的な規模関係の違いによって、空港整備による国際輸送効率化が地域へもたらす経済効果のパターンが変化するという新たな知見を示した (雑誌論文 10)。

空港間ヒエラルキー変化による航空貨物需要ならびに地域経済への影響分析

国内輸送ネットワークを対象として、多地域応用一般均衡モデルを構築し、空港間ヒエラルキーが確立されたことによる効果を推計することを目的とする。シミュレーション対象年は 2005 年とした。成果としては集積を考慮した多地域応用一般均衡モデルを構築し、日本全国一律、大規模空港立地地域発着、における航空貨物運賃低下の影響推計を行った。日本全国一律に運賃が低下する場合には、広く多くの地域に効果が及び、日本全体としても所得増の効果が生じる結果となった。地域を限定した場合は、運賃低下の恩恵を直接受ける地域においては効果があるものの、それ以外の地域ではマイナスの影響が生じ、日本全体としてもマイナスの影響が生じる結果となった。(雑誌論文 8)

HSR と航空輸送の協調の可能性に関するシミュレーション分析

4(2) の結果をもとにわが国発着のネットワークを対象に分析を行った。ここでは欧

米の発着地と長距離輸送の際に競合すると考えられるソウルを対象に首都圏及び関西圏発着需要に限定して、HSR との協調が旅客の便益ならびに空港のゲートウェイ機能に対する影響を与えるのか、シミュレーションを通じて検討した。ここでは、アライアンスごとに HSR との協調を行うというシナリオ分析を行った。その結果、次のような結果を得た。相対的に運航費用の低くかつ国内線を運航している航空会社が国内線を廃止して HSR と提携する場合、羽田空港のゲートウェイとしての機能が向上する。上記以外の組み合わせでは、欧州方面の特定の市場に関してのゲートウェイ機能は向上するものの、効果発現は限定的である (現在投稿中)。

ASEAN 航空市場統合による影響

(2) などで開発・応用された bi-level モデルを用いて、LCC 市場が拡大中のフィリピンのマニラ空港を対象に、複数の LCC が合併会社モデルによってマニラから ASEAN 主要都市に路線展開するシナリオを設定し、頻度や運賃に与えるインパクトを分析した。その結果、高需要路線では LCC は低運賃・高頻度戦略をとる、レガシーキャリアより需要で優位に立つと LCC でも運賃を上げる、路線毎の LCC 参入でネットワークの運賃が下がることもある、LCC 参入によりレガシーキャリアの総収益が下がる、という結果を得た。この結果は、北米や欧州などの LCC が成熟した市場で既に見られる現象であり、モデルの有効性を示すことができた (雑誌論文 4)。

以上のように、需要の構造分析による OD 交通量推計手法、ネットワーク競争に基づく政策評価手法、効果的空港運営手法立案のための方法論、地域経済への波及効果を計測する手法、の 4 つの手法ならびに方法論を開発した。これらを組み合わせることで、さまざまな政策評価を行えるとともに、空港経営の合理化のための支援情報を得ることができるようになった。本研究プロジェクトで得られた成果は 5. の業績リストに示されるように、国内有名雑誌のみならず、特に海外の著名なジャーナルならびに国際会議で多くが発表されている。インパクトファクターの高いジャーナルも多いことから、海外でも高い評価を得られていると考えてよい。

今後は本研究成果を活かし、平成 27 年度から実施される新規研究プロジェクト (科研課題番号 15H04058) の実施に発展させていく予定である。

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)

[雑誌論文](計 13 件)

1) Mikio Takebayashi (2015): Multiple Hub Network and High-Speed

- Railway: Connectivity, Gateway, and Airport Leakage, Transportation Research A (印刷中), 査読有.
- 2) 石倉智樹, 山本浩平, 小根山裕之 (2014): 国内線格安航空会社参入による需要誘発および航空会社間競争への影響に関する分析, 土木学会論文集 D3(特集号), Vol.70, No.5, I_701-I_707, 査読有.
 - 3) Mikio Takebayashi (2014): The Future Relations between Air and Rail Transport in the Island Country, Transportation Research A 62, 20-29, 査読有.
 - 4) Shinya Hanaoka, Mikio Takebayashi, Tomoki Ishikura, Batari Saraswati (2014): Low-cost carriers versus full service carriers in ASEAN: The impact of liberalization policy on competition, Journal of Air Transport Management 40, 96-105, 査読有.
 - 5) Mikio Takebayashi (2014): The Air Cargo Hub Competition and Network Design, Proc. of the Fifth International Conference on Transportation and Logistics/TLOG 2014, Bangkok, 査読有.
 - 6) Saraswati, B. and Hanaoka, S. (2014): Airport-airline cooperation under commercial revenue sharing agreements: A network approach, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol.70, 17-33, 査読有.
 - 7) Hideki Murakami and Yukari Matsuse (2014): Dynamics of product lifecycle and sea/air modal choice: Japan's evidence of import and export, Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol.30, No.3, 431-446, 査読有.
 - 8) 石黒一彦 (2014): 空港間ヒエラルキーの変化が貨物輸送需要および地域経済にもたらす影響, 土木計画学研究・講演集, Vol.49, 査読なし.
 - 9) Batari Saraswati, Shinya Hanaoka (2013): Aviation policy in Indonesia and its relation to ASEAN Single Market, journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies 10, 2161-2176, 査読有.
 - 10) 石倉智樹, 坂井啓一(2012): 港湾・空港都市における空間経済分析のための開放経済型多地域 CGE モデル, 土木学会論文集 D3 Vol. 68, No. 4,305-315, 査読有.
 - 11) 村上英樹(2012): 米国における LCC 対 FSC の競争形態 - クロスセクションデータをを用いた推測的変動の計測 -, 運輸政策研究 15 巻, 3 号, 21-28, 査読有.
 - 12) 花岡伸也(2012): アジアの LCC の運賃分析, 運輸と経済 2012 年 12 月号, 22-28, 査読なし.
 - 13) 竹林幹雄(2012): 低費用航空会社 (Low Cost Carrier) の国内市場参入による影響と今後, 運輸と経済 2012 年 12 月号, 59-68, 査読なし.
- 〔学会発表〕(計 9 件)
- 1) Mikio Takebayashi (2014): Airport Management and High Speed Railway, ATRS 2014, 2014年7月20日, ボルドー(フランス).
 - 2) Mikio Takebayashi (2013): Twin Hub Network and High-Speed Railway: Connectivity, Gateway, and Airport Leakage, ATRS 2013, 2013年6月29日, ベルガモ(イタリア).
 - 3) 陰山健太郎, 竹林幹雄 (2013): 国際航空旅客需要予測における MCMC 導入に関する一考察, 平成 25 年度土木学会関西支部年次学術講演会 IV-18, 2013年6月8日, 大阪市(大阪市立大学).
 - 4) Batari Saraswati, Shinya Hanaoka, (2013): Airline-airport cooperation in a liberalized region, ATRS 2013, 2013年6月28日, ベルガモ(イタリア).
 - 5) Masamitsu Onishi, Shinya Hanaoka (2013): Ownership structure of multiple airports and economic efficiency, ATRS 2013, 2013年6月28日, ベルガモ(イタリア).
 - 6) Tomoki Ishikura (2013): Impacts of LCC entry in Japan's domestic market, ATRS 2013, 2013年6月28日, ベルガモ(イタリア).
 - 7) 木村裕太, 石倉智樹ほか(2013): 国内地域輸送を考慮した港湾・空港都市の空間経済モデル, 第 47 回土木計画学研究発表会, 広島(広島工業大学), 2013年6月2日.
 - 8) 竹林幹雄(2013): 空港間競争と航空輸送ネットワーク形成に関する一考察, 第 47 回土木計画学研究発表会, 広島(広島工業大学), 2013年6月1日.
 - 9) 竹林幹雄(2013): 航空貨物輸送市場分析に関する一考察, 第 48 回土木計画学研究発表会, 大阪(大阪市立大学), 2013年11月4日.
- 〔図書〕(計 0 件)
- 〔その他〕
ホームページ等
6. 研究組織
(1) 研究代表者
竹林 幹雄 (TAKEBAYASHI, Mikio)
神戸大学・海事科学研究科・教授
研究者番号: 80236497

(2)研究分担者

村上 英樹 (MURAKAMI, Hideki)

神戸大学・経営学研究科・教授

研究者番号： 90243295

花岡 伸也 (HANAOKA, Shinya)

東京工業大学・理工学研究科・准教授

研究者番号： 90467027

石黒 一彦 (ISHIGURO, Kazuhiko)

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号： 60282034

石倉 智樹 (ISHIKURA, Tomoki)

首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授

授

研究者番号： 30356050

大西 正光 (ONISHI, Masamitsu)

京都大学・工学研究科・助教

研究者番号： 10402968

(3)連携研究者

()

研究者番号：