

令和 4 年 4 月 7 日現在

機関番号：14501
研究種目：基盤研究(B)（一般）
研究期間：2018～2020
課題番号：18H01559
研究課題名（和文）拠点空港のゲートウェイ機能評価のための国際複合貨客輸送ネットワーク分析手法の開発

研究課題名（英文）Evaluation of function of gateway airports: network analysis for international multi modal transport

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
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はわが国の拠点空港がアジア太平洋地域でのゲートウェイ（玄関）機能を維持していくための政策課題について戦略的な視点から検討し、政策立案のための支援情報を得ることを目的とする。具体的には高速鉄道で結ばれた複数ゲートウェイ空港システムの機能性評価を理論的かつ実証的に検討、空港の効率的運営方法の理論的かつ実証的検討、航空輸送効率化の地域経済への影響計測、最後に災害マネジメントの観点からの空港の評価、の4点についてまとめている。得られた知見の一つとして、スーパーメガリージョン形成において航空と高速鉄道の連携は複数ゲートウェイ空港運営の上では効果的であるという示唆を挙げることができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、世界的に注目されている航空輸送と高速鉄道（HSR）の協調の効果を理論的かつ実証的に示すとともに、空港マネジメント手法に関する効果現出を具体的に示すなど、わが国の社会基盤整備のみならず、欧米やアジアなどにおいてもその成果の適用が期待できる。特に航空輸送とHSRの協調については、理論的に適用範囲が広いモデルへ拡張できたことにより、航空以外への適用も期待できる。最後に、災害については昨今頻発する火山災害の航空への影響をいち早く評価に取り入れた点が、今後のわが国ならびに火山災害国への航空輸送の口バスト化に貢献するものと期待できる。

研究成果の概要（英文）：This research aims to discuss the issues for maintaining main airports in Japan as international gateway airports in Asia-Pacific transport markets, and obtain the supporting information via research. We have four points of discussion; analyzing the workability of multiple gateway airport system connected by high speed rail (HSR) theoretically as well as practically; analyzing the way of airport management theoretically as well as empirically; discussing the economic impact of improvement of the efficiency of air transport empirically; evaluating the capacity planning of airport in terms of disaster management practically. One important remark is that the cooperation between air transport and HSR can be beneficial for efficient management of multiple gateway airport system.

研究分野：国土計画

キーワード：国際輸送 航空輸送 空港運営 高速鉄道

1. 研究開始当初の背景

わが国の国際拠点空港、特に成田空港は開港以来長らくアジアと欧米とを結びつけるゲートウェイ(玄関)としての機能を有してきた。しかし、今世紀に入って周辺国での巨大空港開発に加え、航空自由化の進展などにより、その機能が分散しつつある。加えて、アジア特に中国やASEANの経済発展と渡航ビザの規制緩和により、大幅なインバウンド需要増加に直面し、ゲートウェイ機能よりもむしろデスティネーション(到着地)としての機能が注目されるようになってきた。インバウンド需要に対応することは重要であるが、周辺国の空港戦略でも明らかなように拠点空港がゲートウェイとして利用される場合の国民経済への波及効果は計り知れない。このため、増加するインバウンド旅客需要と連動した新たなゲートウェイ戦略を立案することは航空政策上急務であるといえる。加えて、わが国が属する東アジアは輸送ネットワーク的にユニークな地域である。すなわち(i) 国間移動が基本的に航空輸送と海上輸送の2つのモードのみ選択可能である、(ii) 国内輸送としては新幹線に代表される高速鉄道輸送(High Speed Rail/HSR)が十分に整備されている、ということである。わが国では特に(ii)に関連しては「グランドデザイン 2050」で言及されているように、首都圏と中京・近畿圏を将来的には超高速新幹線(リニア新幹線)で結び、巨大な都市圏(スーパーメガリージョン)を形成することが目されている。これは、スーパーメガリージョンによる規模の経済性を追求し、その結果国際輸送においてはゲートウェイ機能を十分に発現させようとするものであると考えられる。中国においても4×4から8×8というように中国新幹線網を拡大することが計画されており、HSRと空港との結節性の強化が謳われている。このように今やHSRと航空輸送は独立して計画・検討されるものではなく、互いに補完し合う関係が望まれ、またそのような関係を政策的に醸成することが社会的に望まれているといえる。

さらに成長するASEAN経済においては東アジア地域との強固なサプライチェーンの形成が進んでおり、ビジネスモデルが大きく変化してきている。単なる輸送コストだけでなく、輸送頻度や輸送能力(スペース確保)など、機会費用と見なされる事柄を重視する傾向が見られ、物流の中心を担ってきた海上輸送が航空輸送の市場にも参入するようになってきた。このように、各輸送モードがそれぞれのネットワークを中心として非常に高度化・複雑化しつつある東アジア・ASEAN地域において、従来からとられている「単一モード・単属性」アプローチに基づく需要推計、並びに政策立案には限界があると考えざるを得ない。モード間・属性間の相互連関を包括的に分析し、かつ実装にまで結びつける手法論の開発が強く求められるものの、そのような方法論は申請者の知る限り今のところ皆無である。

2. 研究の目的

本研究は経済発展の中心がASEANに移行していく流れの中で、わが国の拠点空港がアジア太平洋地域でのゲートウェイ(玄関)機能を維持していくための政策課題について戦略的な視点から検討し、政策立案のための支援情報を得ることを目的とする。具体的には、東アジアおよびASEANによって構成される東アジア・ASEAN地域発着の国際貨客流動を対象とし、航空輸送を中心とした複数の輸送モードによって構成される複合貨客輸送ネットワークに関する将来需要予測手法を提案するとともに、北米市場とともに今後成長が期待される中南米とアジアを結ぶ市場におけるゲートウェイとしてわが国拠点空港が機能するために必要な航空政策、ならびに空港運営方法について検討し、政策上の課題を指摘するとともに、将来計画の方向性について検討を加える。

3. 研究の方法

わが国の拠点空港がアジア太平洋地域でのゲートウェイ(玄関)機能を維持していくための政策課題検討のため、以下のように研究を行った。

(1) 空港の運営方法に関する検討

複数の空港の運営方法について理論的・実証的に検討を加える。ここでは空港、航空会社、旅客による垂直構造の2段階ゲーム理論の分析フレームを構築し、民営化空港で複数のターミナルおよびエアサイドの運営者が同一あるいは異なる場合のシナリオを設定して空港使用料と社会的余剰の点からの効果分析を試みる。同時に、実証分析として北海道の空港民営化を取り上げ、その効果の現出を計測する。

(2) 複数ゲートウェイ空港の運営方法に関する検討

わが国の複数ゲートウェイ空港の特徴はグランドデザイン 2050でも示されたように、新幹線(高速鉄道/HSR)で連結された構造を持つ。ここでは既往研究で開発されてきたBi levelモデルを拡張し、新幹線との協調・競合を明示的に取り扱った実証モデルの構築を行い、政策シミュレーションに用いる。同時にモデルの拡張を行い、より複雑な分析に対応できるように旅客の選択モデルにネスティッドロジットモデルを適用した均衡モデルを開発し、その有効性を検討する。

(3) 航空輸送が地域経済にもたらす影響分析

政策パッケージを考える上で、その地域経済へのインパクト計測を行う必要がある。ここでは ASEAN 地域における航空自由化によってもたらされる航空輸送産業の生産性向上・価格低下を想定し、各国各産業部門の生産額変動に及ぼす影響を応用一般均衡分析により評価を試みる。

4. 研究成果

(1) 高速鉄道で結ばれた複数ゲートウェイ空港システムの設置可能性に関する研究

ここではわが国の首都圏発着の航空需要を高速鉄道で結ばれた他地域（中部，関西など）の空港でも効率的に輸送することの実行可能性について，Bi level モデルを援用することにより，検討を行った。ここではセカンダリゲートウェイ空港として，首都圏と新幹線で接続された地域である関西，中部，新潟の主要空港である関西空港，中部空港，新潟空港を取り上げた。ただし，立地条件状の違いとして関西では大阪空港，神戸空港を国内線専用空港として取り上げ，首都圏と空路輸送が可能なものとして推計を行った。その結果，アクセス費用を公的に負担する政策を導入した場合，関西空港をセカンダリゲートウェイ空港として設定する場合が首都圏需要，前航空需要双方から見て最も効果的であることがわかった。ただし，首都圏における滑走路容量拡張の効果には及ばないことが指摘された。

表-1 関西空港がセカンダリゲートウェイ空港として機能した場合の効果

No. of passengers	c-II	FREQ (%)	c-II	FARES	c-II
NRT	7587 (-4.5)	NRT-ICN	-6.0	NRT-ICN	-8.0
HND	8296.8 (5.8)	HND-ICN	11.3	HND-ICN	-5.5
KIX (Air)	506.2 (-4.5)	NRT-PSV	-2.1	NRT-PSV	-4.7
KIJ (HSR)	190.5 (-14.1)	HND-PSV	3.0	HND-PSV	-2.7
NGO (HSR)	583.2 (-9.7)	NRT-TPE	-3.2	NRT-TPE	-1.7
KIX (HSR)	647.5 (19.0)	HND-TPE	23.8	HND-TPE	-1.8
		NRT-HKG	-4.7	NRT-HKG	-2.8
		HND-HKG	13.2	HND-HKG	-2.6
Subtotal (from TMA)	17811.2 (0.5)	Total (all international flights)	31396.9 (0.3)	Share of NRT/HND for TMA passengers	89%

注：c-II は関西空港ゲートウェイのシナリオを意味し，アクセス費用を補助する政策を適用するとしている。() 内の数値は増減を%で表示したものである。

(2) リニア高速鉄道導入による複数ゲートウェイ空港管理運営方法の検討

上海・北京発首都圏着のインバウンド旅客の行動分析をネスティッドロジットモデルによって分析するとともに，リニア新幹線が導入された場合のセカンダリゲートウェイ空港利用への影響を分析した。まず，旅客の経路選択に関しては，国際航空旅客動態調査 2016 年度年拡大版をデータとして用いた。その結果，空港 航空会社の順に選択されることがわかり，今回の分析対象は従来考えられてきた航空会社 空港とは逆の順序であることがわかった。次に得られたパラメーター推定値を用いて，Bi level モデルを構築し，リニア新幹線導入の影響を理論モデル

で推定した。その結果、リニア新幹線で設定される運賃が上昇するに従い、セカンダリゲートウェイ空港の利用者は大きく減少することがわかった。また、LCCが導入されている場合、リニア新幹線の導入はセカンダリゲートウェイ空港の機能を減殺する可能性があることがわかった。

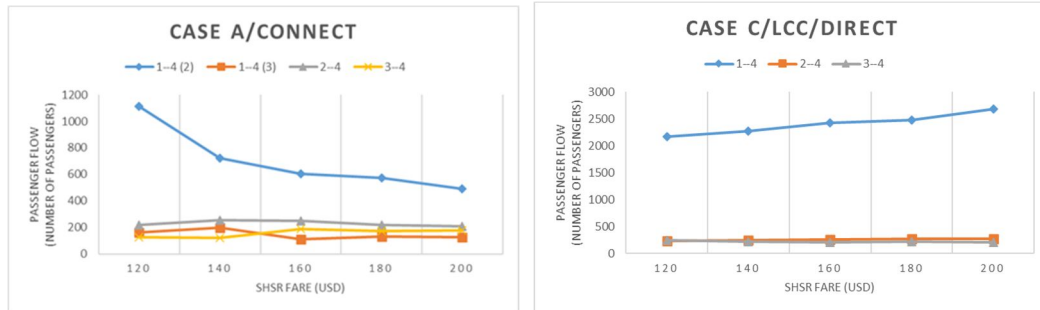


図-1 リニア新幹線運賃の影響 (左図 基本ケース, 右図 1社がLCCの場合のLCC)

(3) 航空自由化による産業への経済波及効果の実証分析

ASEAN地域における航空自由化によってもたらされる航空輸送産業の生産性向上・価格低下を想定し、各国各産業部門の生産額変動に及ぼす影響を応用一般均衡分析により評価した。その結果、ほとんどの国において、農林水産業および第3次産業における波及効果が大きく、製造業では影響が比較的小さいであろうと推定された。特に、労働集約的な生産技術を持つ情報関連産業や教育などの産業部門では、中間投入需要における業務交通サービスの割合が高く、その費用削減効果も大きく表れたと考えられた。

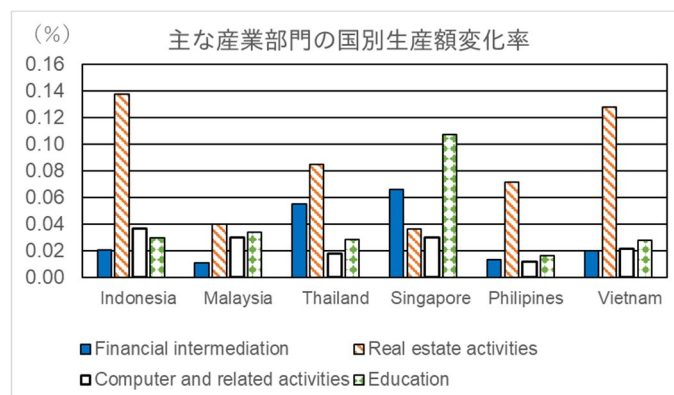


図-2 主な産業部門の国別生産額数の変化

(4) 空港経営モデルの構築：ターミナル間競争の効果に関する理論的検討

同一空港内のターミナル間競争について、空港、航空会社、旅客による垂直構造の2段階ゲーム理論的分析フレームを構築し、民営化空港で複数のターミナルおよびエアサイドの運営者が同一あるいは異なる場合のシナリオを設定して空港使用料と社会的余剰の点から効果を分析した結果、ターミナルとエアサイドの運営者がすべて異なる場合でない限り、ターミナル間競争は空港使用料低下や社会的余剰増加の効果をもたらさないことを示した。

(5) 北海道を対象とした空港運営一括運営委託の効果計測

北海道では、道内7空港を民間事業者が一体的に運営する一括運営委託によって民営化が実施された。ここでは旅客が道内でトリップチェーンし、空港、航空会社、旅客の相互作用を評価するモデルを構築し、複数空港のバンドリングが与える影響を分析した結果、空港事業者の利潤最大化を目的とした場合、事業者は高額な空港使用料を設定するため旅客需要および消費者余剰が減少する一方で、3者の総余剰最大化を目的とした場合、旅客需要および消費者余剰が増加する結果を得た。ただし、トリップチェーン旅客需要の増加は限定的であった。

(6) 火山災害を考慮したロバストな空港容量の確保

国際貨客輸送を効率的かつ確実に実施するためには、災害の多いわが国ではインフラ整備におけるロバスト性を確保する必要がある。ここではわが国周辺の航空輸送に多大な影響を及ぼすと考えられる桜島における巨大噴火を対象として、その影響を国土交通省航空局が提供する

CARATS データを用いてその影響範囲および退避空港の容量確保について検討を行った。

結果として、日本の航空管制で把握されるフライト（約 4000 便/日）の 40% がキャンセルないしは飛行経路変更を余儀なくされることがわかった。また、これらの機材を安全に国内空港に退避させるために要求される容量をシミュレーションに基づき試算したところ、北海道の空港を中心に現行の容量に対して大幅な容量拡大が必要であることが示唆された。

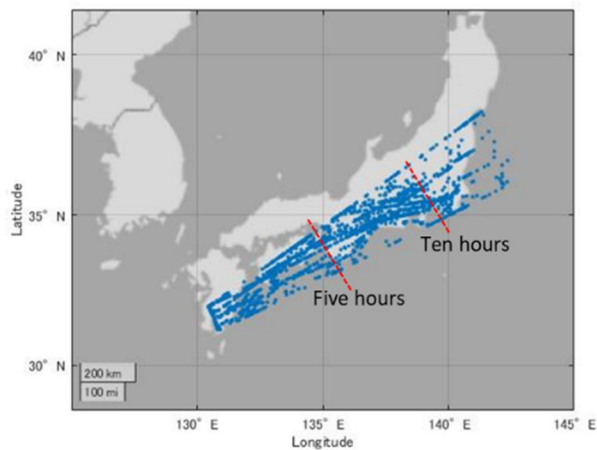


図-3 桜島代噴火時の降灰の航空への影響

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Mikio Takebayashi, Masamitsu Onishi	4. 巻 125
2. 論文標題 Response to the comment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transportation Research Part A	6. 最初と最後の頁 167-168
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.tra.2019.01.030	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 Xu, F., Hanaoka, S. and Onishi, M.	4. 巻 80
2. 論文標題 Multi-airport privatization in a Japanese region with trip-chain formation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Air Transport Management	6. 最初と最後の頁 101690
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jairtraman.2019.101690	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 Yunna Xu, Kazuhiko Ishiguro	4. 巻 5
2. 論文標題 Measuring the Efficiency of Automated Container Terminals in China and Korea	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asian Transport Studies	6. 最初と最後の頁 584-599
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11175/eastsats.5.584	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 石倉智樹, 佐々木武志	4. 巻 75
2. 論文標題 Logit 型空間経済分析モデルにおける基準財価格に関する感度分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 I_763-I_769
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2208/jscejipm.75.I_763	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 石倉智樹, 池田慶祐	4. 巻 74
2. 論文標題 わが国の地域間交易における財部門内代替弾力性の推定	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集D3	6. 最初と最後の頁 37-42
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 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 Suwanwong, T., Sopadang, A., Hanaoka, S. and Rodbundith, T.	4. 巻 72
2. 論文標題 Evaluation of air cargo connectivity and policy in Thailand	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transport Policy	6. 最初と最後の頁 24-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tranpol.2018.09.005	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 該当する

1. 著者名 Takebayashi Mikio, Onishi Masamitsu, Iguchi Masato	4. 巻 97
2. 論文標題 Large volcanic eruptions and their influence on air transport: The case of Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Air Transport Management	6. 最初と最後の頁 102136 ~ 102136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jairtraman.2021.102136	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 Takebayashi Mikio	4. 巻 107
2. 論文標題 Workability of a multiple-gateway airport system with a high-speed rail network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transport Policy	6. 最初と最後の頁 61 ~ 71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tranpol.2021.04.019	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 Xu Fangzhou, Hanaoka Shinya	4. 巻 145
2. 論文標題 Effects of airport terminal competition: A vertical structure approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	6. 最初と最後の頁 102172 ~ 102172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tre.2020.102172	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 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Mikio Takebayashi
2. 発表標題 Inviting Cargo Hub and Airport Consortium
3. 学会等名 ATRS 2019 VU Amsterdam (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhiko Ishiguro, Yunna Xu
2. 発表標題 Efficiency Evaluation of Automated Container Terminals in East Asia
3. 学会等名 International Association of Maritime Economists 2019 Athens (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Ishikura
2. 発表標題 Regional economic effects of transport infrastructure development featuring trade gateway region -asymmetric spatial CGE model approach-
3. 学会等名 World Conference on Transport Research (WCTR 2019) 2019 Mumbai (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Ishikura, Shinya Hanaoka and Mikio Takebayashi
2. 発表標題 Economic Impacts of ASEAN Open Sky Agreement to National Economy of the Member Countries
3. 学会等名 ATRS 2019 VU Amsterdam (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mikio Takebayashi
2. 発表標題 Managing the multiple airport system with high speed rail network and the big market of inbound travelers: Case of Tokyo Metropolitan Area
3. 学会等名 ATRS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮川直也, 石倉智樹
2. 発表標題 ASEAN運輸産業の発展がもたらす各国産業への波及効果
3. 学会等名 第58回土木計画学研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xu, F., Hanaoka, S. and Onishi, M.
2. 発表標題 Group operation of airports in a region with trip-chain formation
3. 学会等名 ATRS 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yunna Xu, Kazuhiko Ishiguro, Ruoyu Hu
2. 発表標題 Measuring the Efficiency of Automated Container Terminals in Japan and China
3. 学会等名 7th International Conference on Transportation Logistics (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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	大西 正光 (Onishi Masamitsu) (10402968)	京都大学・防災研究所・准教授 (14301)	
研究分担者	石倉 智樹 (Ishikura Tomoki) (30356050)	東京都立大学・都市環境科学研究科・准教授 (22604)	
研究分担者	石黒 一彦 (Ishiguro Kazuhiko) (60282034)	神戸大学・海事科学研究科・准教授 (14501)	
研究分担者	宋 娟貞 (Song Yeonjung) (70803203)	大阪大学・経済学研究科・助教 (14401)	
研究分担者	花岡 伸也 (Hanaoka Shinya) (90467027)	東京工業大学・環境・社会理工学院・教授 (12608)	

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
---------	---------