

国際拠点空港の余剰発着枠の活用方法に関する分析

—内際配分の違いが利用者便益に与える影響—

2010年の羽田空港の再国際化により、2014年以降の羽田空港国際線発着枠は年間9万回に拡大する。一方、成田空港においても発着能力を年間30万回まで段階的に拡大される予定であり、首都圏の空港容量は今後増加する。本研究では、成田空港における国内線拡充・国際線多頻度運航が地方空港からの内際乗継旅客および関東甲信地方の旅客の利便性向上に与える影響を検討し、利便性向上に寄与する成田空港新規発着枠の利用方法を検討した。また、将来の首都圏空港の運用シナリオを想定し、成田空港で国際線多頻度運航を行っても発着枠には余裕があり、国内線拡充は十分に可能であることを示した上で、運用シナリオによって成田空港の国際線拡充が利用者便益に与える影響を分析した。

キーワード | 国際空港, 国内フィーダー路線, 内際乗継旅客, 利用者便益

熊澤将之

KUMAZAWA, Masayuki

修(工) 株式会社日本空港コンサルタンツ

西内裕晶

NISHIUCHI, Hiroaki

博(工) 日本大学理工学部社会交通工学科助教

轟 朝幸

TODOROKI, Tomoyuki

博(工) 日本大学理工学部社会交通工学科教授

1—はじめに

2010年の羽田空港の拡張により、成田—羽田空港間の内際分離の原則は見直され、2014年以降の羽田空港国際線発着枠は年間9万回に拡大する。また、成田空港においても発着能力が年間30万回まで段階的に拡大される予定であり、首都圏の空港容量は大幅に増加する。これら大幅な発着枠の拡大により、当面の航空需要の増加に対応できる一方、都心アクセスに優れ、豊富な国内線網を有する羽田空港の国際線拡充により、国際線の成田空港から羽田空港に就航先のシフトが生じれば、今まで国際線を一手に担ってきた成田空港の発着枠に余裕をもたらす可能性がある。これらの発着枠の拡充によって生じる余裕を利用し、今まで困難であった成田空港の国内線の拡充を行えば、旅客の地方都市からの出国利便性が格段に向上することが期待できる。また、国際線機材の中・小型化により国際線多頻度運航が実現すれば、地方旅客だけでなく関東圏旅客にとっても選択可能な便数は増加し、利便性の向上を享受できるはずである。

そこで本研究では、成田空港における国内線拡充・国際線多頻度運航が地方空港からの内際乗継旅客(以下、地方乗継旅客)および関東甲信地方の旅客の利便性向上に与える影響を検討し、利便性向上に寄与する成田空港新規発着枠の内際配分方法について考察する。

2—既存の研究

ここでは、本研究の位置づけを行うために、関連既存

研究・文献等の整理を行う。整理する内容は、「空港選択問題に関するもの」、「空港アクセスに関するもの」、「機材の小型化・多頻度化」の3つに分けて整理を行う。

2.1 空港選択問題に関する研究

羽田・成田のような複数空港圏においては、2空港がどのような役割を負うのかによって旅客の利便性は異なる。ここでは、羽田空港の国際化の影響と、それに関連する複数空港圏の旅客の空港選択行動に関する研究をレビューする。花岡¹⁾は、複数空港圏における空港間の機能分担が旅客の利便性に与える影響を評価するための手法を構築し、首都圏空港の機能分担の変化が旅客の利用者便益に与える影響について、複数のケースを比較しながら評価している。この中で、羽田空港の国際線容量内での国際化の実施が利用者便益上の影響が大きいことや、羽田空港で長距離国際線が運航されることで、旅客の羽田—成田間の陸上移動が不要になり、便益額が大きく増加することを示している。また、花岡ら²⁾は、空港までのアクセス所要時間を評価指標として、複数空港圏の機能分担が旅客の所要時間に与える影響について、旅客の空港配分モデルを構築して分析を行っている。その結果、アクセス利便性の良くない成田空港が国際線を担うことにより、アクセス所要時間が長くなっていること、羽田・成田の内際分離をなくすことで、空港間移動を行う旅客が大幅に減少することを示している。石倉ら³⁾は、羽田空港の再国際化が航空市場に与える影響を分析するため、ネットワーク均衡モデルを用いた分析手法を提案している。

また、提案する手法により、ソウル便をはじめとするアジア近距離路線の羽田割当量によって、航空市場への影響が敏感に反応することを示している。花岡⁴⁾は、関西複数空港圏において、伊丹空港に1,000km以上の長距離国内線の就航制限を行う場合の利用者便益の計測を行っている。その結果、関西空港に国内線を集中させることで、利用者便益が負にならず、正の便益が得られる可能性を示している。竹林ら⁵⁾は、関西複数空港圏においてネットワーク均衡モデルを適用し、伊丹空港や神戸空港の容量制限、LCCの参入について分析を行っている。その結果、伊丹空港の容量制約強化は関西空港への旅客シフトをもたらすが、神戸空港の空港容量制約の緩和が神戸空港への旅客シフトをもたらすことを明らかにしている。山下ら⁶⁾は、東京圏や関西圏、北部九州圏の複数空港圏では、都市圏間で複数の路線が運航されており、空港運営や利用者利便の観点から、機能分担や乗り入れ規制等の航空政策の包括的な検討が必要であるとし、複数空港圏における航空経路選択モデルの構築を試みている。その結果、複数空港地域の航空経路選択行動をネスティッドロジット型のモデルで表現することは困難であることを示しており、更なる検討が必要であるとの見解を示している。浦田ら⁷⁾は、複数空港圏の空港選択と空港間機能分担の違いで変化する旅客シェアを把握できるモデルを提案しており、札幌の複数空港(新千歳・丘珠)を対象として、モデルの推計を行い、良好な再現性を得ている。Harvey⁸⁾は、サンフランシスコ複数空港圏を対象として、多項ロジットモデルによる空港選択モデルを構築し、空港選択の主要な要素がアクセス時間と航空便の運航頻度であることを示し、運航頻度の効用は逓減することを明らかにした。Pelsら⁹⁾は、大都市圏における空港と航空会社の同時選択モデルとして、Nested Multinomial Logitモデルを構築し、運航頻度と需要量、航空運賃の弾力性について分析を行っている。Hess and Polakら¹⁰⁾は、Mixed Logitモデルをサンフランシスコを対象として複数空港圏での空港選択行動分析を行っている。

一方、出国空港の選択行動分析に関しては、森地ら¹¹⁾が複数年のデータを用いて、空港選択モデルや発生量モデルを構築し、わが国の国際航空旅客需要の構造について分析を行っている。池田ら¹²⁾は、大規模災害等で国際拠点空港の空港機能が低下、停止した場合の旅客の空港選択行動について検討を行っている。その結果、成田空港の機能低下、停止により、旅客は関西空港、中部空港にシフトする。また、成田空港の機能を50%にまで回復させられれば、他の空港への依存度を大きく低下させることができることを示している。

2.2 空港アクセスに関する研究

ここでは、旅客の利便性や空港選択に関連する研究をレビューする。山下¹³⁾は、国際空港へのアクセスの改善が重要な政策課題となるとし、国際航空旅客動態調査の結果や空港バスの高速バスロケーションシステム等を用いた実態の把握を行っている。これより、旅客は時間帯によって選択アクセス機関を変えていることが明らかとなっている。また、交通サービスが時間帯ごとに変化することを示しており、国際航空旅客が時間帯による交通サービスの変動を考慮して交通機関選択行動を行っている可能性を示唆している。森川ら¹⁴⁾は、中部国際空港の開港を対象に、空港アクセス手段選択モデルを構築し、複数のアクセス手段整備計画案を比較している。

葉山ら¹⁵⁾は、国際航空旅客動態調査の調査結果を用いて、成田空港へアクセスした関東南部地域の旅客の行動を分析している。高瀬ら¹⁶⁾は、全国主要空港への空港アクセスをモデル化し、空港間におけるアクセスモデルの移転可能性について分析を行っており、アクセス形態の似ている空港間での移転可能性が高いことを示した。塚田ら¹⁷⁾は、軌道系交通と道路交通からなる空港アクセスに着目し、空港を起点とした等時線図を作成してアクセシビリティを表現している。また、羽田空港アクセスの改良について検討を行っている。

2.3 航空機材の小型化・多頻度化に関する研究

本項では、機材の小型化・多頻度化に関する研究をまとめる。平松ら¹⁸⁾は、わが国と中国の各都市との間で航空旅客の需要が増えているとして、日中の都市間でのリージョナルジェットの就航可能性を分析している。竹林¹⁹⁾は、国内路線を対象に2010年の羽田空港国際化に伴う空港容量の拡大によって、航空会社の機材選択の変化について、ネットワーク均衡による分析を行っている。その結果、容量の増加によって機材の小型化が進展すること。完全競争下においては、急激な運航頻度の増加が起きる可能性を示すと共に、需要量の少ない路線では頻度の増加が少ないことが示された。斎藤ら²⁰⁾は、国内線を対象に、機材サイズの変化が旅客利便性にどのように影響をしたのかについて、運航実績から分析を行っている。その結果、羽田空港を発着する路線では、幹線とローカル線で利便性に格差の拡大が進んでいることが明らかとなっている。また、羽田空港の容量拡大に合わせて、機材の小型化を進めることを主張している。

2.4 本研究の位置付け

本研究は、首都圏空港容量の拡大によって、成田空港の空港容量には余裕が生じるとの認識の下、国際線の中・

小型化による多頻度運航の実施や、国内線の拡充によって旅客がどの程度の利便性向上を得られるのか、また、どのような内際配分を行えば、旅客利便性を高めることができるのかを検討するものである。このため、はじめに将来の成田空港の発着枠にどの程度の余裕が生じるのかについて検討を行う必要があるが、将来の成田空港の動向は、同じ背後圏を持つ羽田空港の影響を受ける。この様な同一都市圏における2空港間の相互作用を検討するために、旅客の空港選択問題に関する研究のレビューを行った。その結果、複数空港都市圏における空港選択問題に関する研究は多数あり、基本的には、ロジットモデルによる空港選択問題、ネットワーク均衡による最適化問題の二つが主流となっている。本研究では、ロジットモデルの利用を想定しているが、これはロジットモデルが効用最大化理論を背景としたモデルであり、内際配分の違いによってもたらされる総効用の違いを、ログサム値の変化として直接的に表現することが可能であることが理由の一つである。このため、首都圏を対象に旅客利便性を便益で表現することから、花岡¹⁾の研究に類似したものとなる。しかし、花岡を含む既存の研究では、羽田ー成田空港間の様な内際分離の弊害を羽田空港の国際化によって対応しようとしているのに対し、本研究では主眼を成田空港の余裕枠を活用した旅客利便性の向上(国内線の拡充や機材の中・小型化)に置いている点で、決定的に異なるものである。また、地方空港との国際拠点空港の直結に関してみれば、既存研究は極めて少ない状況にあるといえる。空港アクセスに関する研究が、都市圏内からのアクセスを主として分析対象としており、地方都市ー国際拠点空港間のアクセスは空港選択問題の一部として扱われているのがほとんどである。本研究ではこの点にも着目し、旅客利便性の向上をもたらす国内線拡充についても検討を行うものである。機材の中・小型化の動向に関しては、わが国の国際拠点空港におけるの検討・分析事例はそれほど多くないことがうかがえる。これは、羽田や成田空港の様な国際拠点空港の空港容量は常に逼迫しており、中・小型化の影響を検討する必要性が少なかったことが影響している可能性もある。また、航空需要予測モデルのように、ロジットモデルに運航頻度に関する説明変数を組み込むことにより、間接的に中・小型化の動向を計測していた点も影響していると考えられる。本研究でも、機材の中・小型化の動向をシナリオとして設定し、内際配分による旅客利便性の影響を把握することとする。

3——旅客利便性向上評価のためのモデル構築

成田空港における国内線の拡充は、地方乗継旅客の出

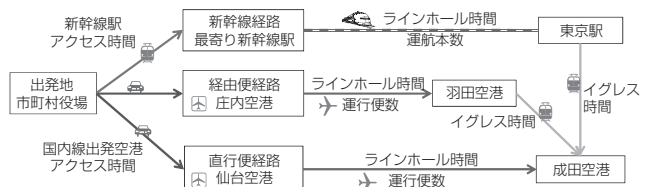
国空港アクセスの利便性を向上させるものである一方、国際線の運航頻度増加は成田空港を利用する旅客に選択可能な国際線便数を増加させる意味で出国利便性に影響すると換言できる。また、アクセス利便性が出国空港選択に影響することは多くの既存研究¹⁾のとおりである。そこで、地方乗継旅客のアクセス利便性を評価できるモデルとしてアクセス経路選択モデルの構築を行う。出国利便性に関しては、アクセス利便性を考慮した出国空港選択モデルを構築する。関東甲信旅客も同様に、アクセス利便性と出国利便性を評価するモデルをそれぞれ構築するものとし、地方乗継・関東甲信旅客の合計4つのモデル構築を行う。

3.1 地方乗継旅客のためのモデル構築

出国空港アクセスの利便性を評価可能なモデルとアクセス利便性を組み込んだ出国空港選択モデルの2つを構築する。モデル化には、行動選択モデルとして一般的な非集計型のロジットモデルを採用した。

① 出国空港アクセス経路選択モデル

地方乗継旅客の出国空港までのアクセス経路は前述のとおり、空路による直行便経路、経由便経路および新幹線経路の3経路による利用が多数である。そこで、旅客は出国空港までの経路として3経路のいずれかを選択するものとしてモデル化を行う(図—1参照)。



■図—1 経路設定の例(山形県を起点とする旅客が成田空港を出国する場合)

モデル化する旅客の行動データは、2007年の国際航空旅客動態調査の個票を利用する。個票データは日本人/外国人の別に存在するが、外国人旅客のODが不明確であるため、日本人旅客のみを対象とした。ここで、各経路の効用関数に用いる説明変数および設定方法を以下に示す。

a) 空港・新幹線駅アクセス時間・費用

起点から国内線出発空港もしくは新幹線乗車駅までの所要時間

b) ラインホール時間等

国内線出発空港または新幹線駅から、到着空港もしくは出国空港最寄り新幹線駅までの所要時間

c) 航空ラインホール便数・費用

国内線の運航便数および航空運賃

d) 新幹線ラインホール便数・費用

新幹線のラインホール便数および乗車運賃

e)イグレス時間

経路便経路における到着空港から出国空港までの地上移動時間、もしくは新幹線経路における出国空港最寄り新幹線駅から出国空港までの所要時間

なお、モデルパラメータの推定に当たっては、成田空港だけでなく、関西空港出国者も含めた。これは、成田空港よりも国内線が充実した関西空港を含めることにより、内際乗り継ぎを考慮した利用者行動に基づいた推定結果を得るためである。モデルパラメータの推定には、個票データに附随する年拡大係数を用いた重み付最尤推定法を利用している。推定結果は表一1のとおりであり、尤度比、的中率ともに良好な結果となっている。また、航空路(直行・経由)と新幹線のパラメータを分けずに同じ値としたケース(不採用)についても併記している。この場合、パラメータの統計値に問題は無いが、的中率が低下することから本稿では不採用とした。

②出国空港選択モデル(地方乗継旅客)

出国空港アクセス経路選択モデルより算出されるログサム変数(=アクセシビリティ指標、以下、AC指標)を用いて、地方乗継旅客の出国空港選択モデルを構築する。旅客の選択肢を成田および関西空港とし、2007年に2空港で競合していた国際線(直行便)を利用した旅客をモデル化の対象とする。旅客の出国空港選択行動は、海外目的地への各空港における国際線運航頻度と出国空港までのAC指標により説明できるものとし、モデルパラメータの推定を行った。結果が表一2であり、統計的に有意なモデルが構築できている。

■表一1 地方乗継旅客のアクセス経路選択モデル

説明変数		採用したモデル構造		不採用にしたモデル構造の例	
		パラメータ	t値	パラメータ	t値
共通	空港・新幹線駅アクセス時間(分)	-0.0224	-13.13	-0.0212	-13.55
共通	待ち時間+ラインホール時間+乗継時間(分)	-0.0108	-2.05	-0.0173	-8.83
直行・経由	ラインホール便数(LN便/週)	0.417	4.33	0.364	3.93
新幹線	有効運行本数(LN本数/週)	0.426	2.90		
直行・経由	国内線ラインホール費用(100円)	-0.0155	-3.69	-0.00912	-4.62
新幹線	新幹線ラインホール費用(100円)	-0.0237	-2.06		
共通	イグレス時間(分)	-0.0189	-9.11	-0.0188	-9.23
	尤度比	0.353		0.351	
	的中率	71.7%		62.4%	
	サンプル数	709		709	
	航空ラインホール時間価値評価額(円/時)	4,181		3,163	

■表一2 出国空港選択モデル(地方乗継旅客)

説明変数		パラメータ	t値
共通	路線別国際線運航便数(LN便数/週)	1.47	7.92
共通	アクセシビリティ値	0.58	8.84
	尤度比	0.378	
	的中率	78.7%	
	サンプル数	347	

3.2 関東甲信旅客のためのモデル構築

関東甲信旅客の利便性にとって重要な点は、成田空港の国際線多頻度化や羽田空港の国際化状況にあると考えられ、状況で異なる利便性を評価可能なモデルを構築する。ただし、地方乗継旅客と同様に、利便性の構成要素は国際線運航頻度やAC指標によるものとし、これらの要素で旅客の空港選択行動の説明をおこなう。

①空港アクセス手段選択モデル

AC指標算出のためのモデルとして、空港アクセス手段選択モデルを構築する。地方乗継旅客と同様に2007年の動態調査の個票から、関東甲信地方に居住し、成田-羽田空港の双方で運航されていたソウル便・上海便を利用した旅客を対象に、出国空港までのアクセス交通手段選択行動をモデル化する。旅客は出国空港までのアクセス手段として、鉄道、自動車、高速バスのいずれかを選択するものとし、各手段に対して市区町村単位でサービスレベルを設定した。複数の説明変数、モデル構造の組合せを比較し、採用したモデルパラメータの推定結果を表一3に示す。本稿では、AC指標算出のためのアクセス所要時間とアクセス費用のパラメータを得ることを目的としている。よって、ここでは、高速バス選択ダミーのt値が低いものの、尤度比、的中率が高くなった変数を採用した本モデルを空港アクセス手段選択モデルとした。本モデルよりAC指標を算出し、出国空港選択モデルに組み込むこととする。

②出国空港選択モデル(関東甲信旅客)

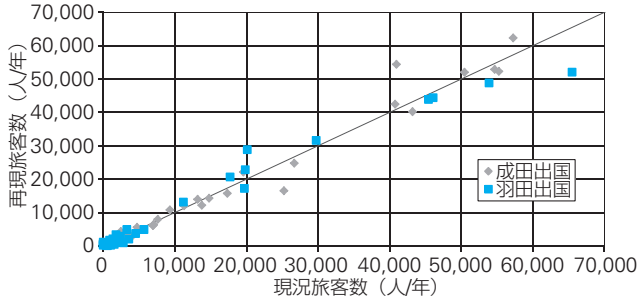
AC指標と国際線運航頻度を説明変数として、関東甲信旅客の出国空港選択モデルを構築する。対象とする旅客

■表一3 アクセス交通手段選択モデル

説明変数		採用したモデル構造		不採用にしたモデル構造の例	
		パラメータ	t値	パラメータ	t値
共通	アクセス所要時間(分)	-0.0299	-10.86	-0.000683	-0.44
共通	アクセス費用(100円)	-0.0905	-12.45	-0.000645	-11.99
バスダミー	高速バスダミー	16.0	0.34		
	尤度比	0.415		0.071	
	的中率	69.8%		55.3%	
	サンプル数	1,104		1,104	
	時間価値評価額(円/時)	1,982		5,666	

■表—4 出国空港選択モデル(関東甲信旅客)

説明変数	パラメータ	t値
共通 路線別国際線運航便数 (LN便数/週)	1.15	10.08
共通 アクセシビリティ値	0.351	8.41
尤度比	0.106	
的中率	58.4%	
サンプル数	1,104	



※関東甲信地方を34ゾーンに分割し、ゾーン毎の現況・再現値を示している。

■図—2 出国空港選択モデルの再現性(ゾーン集計)

はアクセス手段選択モデルと同様である。モデルパラメータの推定結果を表—4に示す。尤度比は低いものの、パラメータは有意であり、図—2に示すとおり、ゾーン集計した場合の再現性が確認できる。

4——成田国内線拡充による旅客の利便性向上

4.1 アクセス一般化費用減少効果の算出方法

成田国内線の拡充が地方乗継旅客のアクセス利便性に与える影響を検討する。ここでの旅客利便性は、出発地から成田空港までのアクセス一般化費用(ACGC)を指すものとし、直行便経路のACGCの減少が、3経路のサービスレベルを総合した期待最小費用の減少に与える影響、およびACGCの減少による利用者便益を計測し、成田国内線拡充の効果の質と大きさについて考察を行う。利用者便益およびゾーン Z_j における総利用者便益の算出方法を式(1)、(2)に示す。

式(1)では、AC指標値のWith-Withoutの差を国内線ラインホール費用で除すことにより、AC指標値の差を貨幣換算している。なお、本稿では、航空頻度の違いを評

価するために国内線ラインホール費用のパラメータを用いたが、以降の分析では、便益の差を相対的に考察しているため、新幹線のラインホール費用でも内際比較の評価では同様の結果となる。

$$UB_{in} = X_{in} \left\{ \ln \left(\sum_k \exp(V_{ink}^{WO}) \right) - \ln \left(\sum_k \exp(V_{ink}^W) \right) \right\} / b \quad (1)$$

$$UB_{Z_jn} = \sum_{i \in Z_j} UB_{in} \quad (2)$$

UB_{in} : 起点*i*から出国空港*n*にアクセスする際のアクセス一般化費用の変化量

X_{in} : 起点*i*から出国空港*n*を利用する総旅客数

V_{ink} : 起点*i*から出国空港*n*までのアクセスに経路*k*を利用する際に得られる効用の確定項

W : Withケースであることを示す添え字

WO : Withoutケースであることを示す添え字

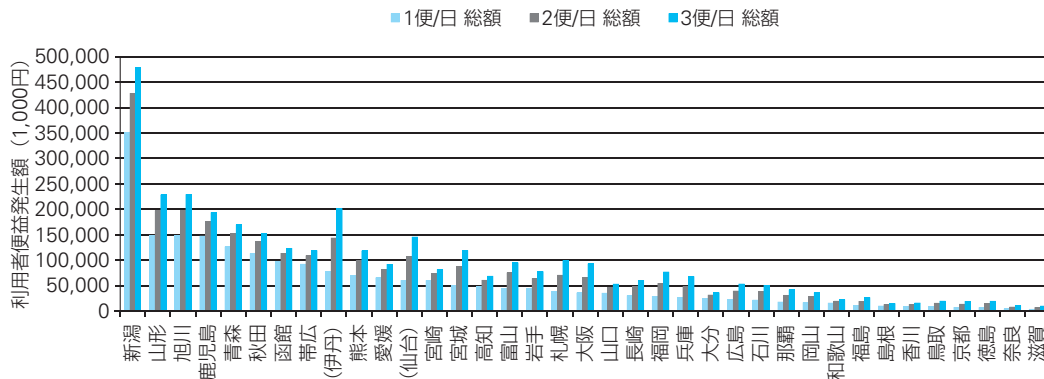
b : 出国空港アクセス経路選択モデルの国内線ラインホール費用のパラメータ

UB_{Z_jn} : ゾーン Z_j で発生する消費者余剰の総額

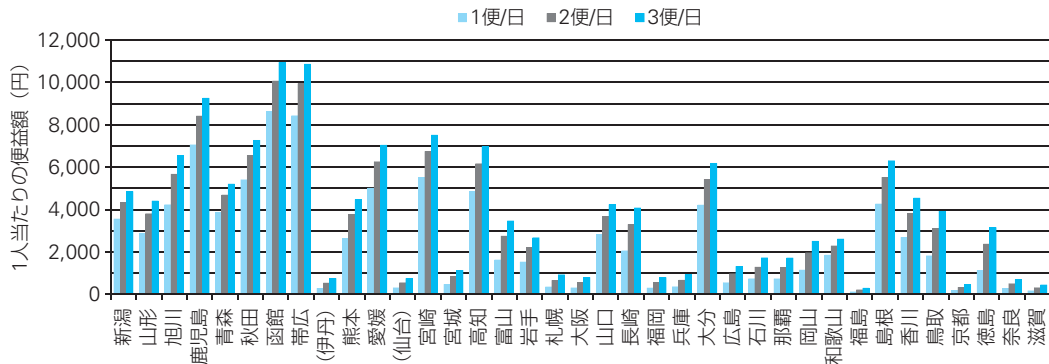
4.2 成田国内線の拡充による利便性向上の分析

国内31の空港を対象として、成田路線拡充の影響を検討する。単純化のため、成田空港への直行便経路を利用する旅客は、居住する道府県内の空港を出発空港とするものとし、県境を越えた地方空港へのアクセスは考慮しない。なお、県内に空港の無い県は、最寄りの直行便就航空港を利用すると仮定する。各路線共に1~3便/日の成田便拡充を想定し、成田便が既設の空港では(現状の便数)+(1~3便)、新設空港では最大3便/日の運航が行われる状態とした。また、航空運賃や飛行時間は羽田路線を参考として設定し、直行便以外の経路(羽田路線利用、新幹線利用)は2010年のサービスレベルを設定した。

図—3は1便/日就航時の総利用者便益発生額が大きい路線の順に並べたものであり、図—4は路線利用者1人当たり平均金額に換算して示している。いずれの場合も、既設路線での増便よりも新設路線の便益発生額の方が大きい傾向にある。これは、成田路線の開設により国内線搭乗



■図—3 道府県別総利用者便益の発生状況



■図—4 道府県別1人当たり利用者便益の発生

空港までのアクセス時間が大幅に短縮し、期待最小費用の減少に反映されたためである。新規に1便追加した場合には、主に所要時間の短縮により、ばらつきはあるが概ね5%~20%程度の一般化費用の減少が見られた。一方で、既設路線への増便においては、1便追加した場合に、待ち時間の短縮により数%(1~3%程度)の一般化費用の減少が見られた。また、新設路線では1便目の就航による便益が、2、3便目の追加に比べて大きくなっており、伊丹などの既設路線と傾向が異なる。これは、既設路線での成田便増便は選択可能便数の増加効果だけであるのに対し、新設路線では1便目開設により成田空港までのアクセス改善効果が反映され、2便目以降での便数は、旅客数が少ないために便益額が相対的に小さくなるためである。

総額としてみれば、成田出国者数が多く、県内からの空路が無かった新潟県が最大であるが、1人当たり平均額に換算した場合では函館、旭川や鹿児島のような長距離路線が大きくなっている。これは、新潟県では新幹線がACを担保していること、新潟空港から空路を利用するよりも新幹線の利便性が高い地域が多いことが影響しているためであり、この傾向は山形路線でも同じである。

このように、新設・増便、就航先空港によって成田直行便拡充の意義が異なることを示している。

4.3 容量制約下での拡充優先路線の検討

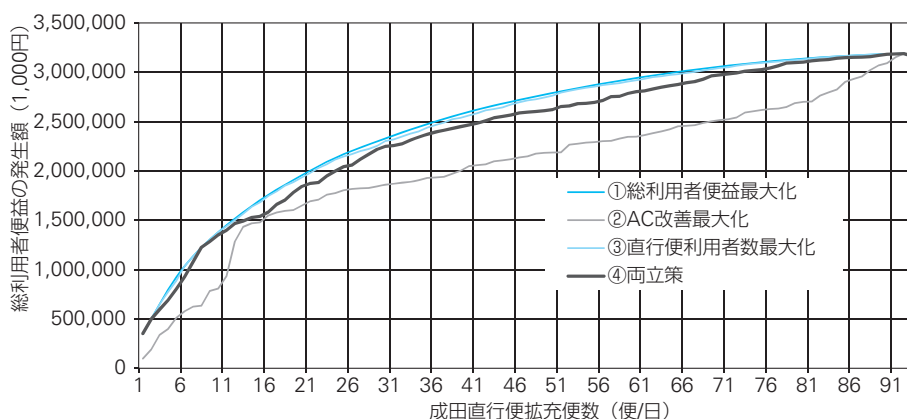
成田空港における国際線枠拡充の必要性からも、国内

線をむやみに拡充することは望ましくない。また、拡充便数を制限される場合、拡充路線の組合せによって利便性に与える影響は変化する。そこで、国内線拡充便数が制限される場合に利便性を最大化できる拡充路線について検討を行う。アクセス利便性向上に繋がると考えられる拡充路線選択方法を表—5にまとめる。

表に示した4つの方法により、先の31路線計93便に拡充の優先順位を付ける。容量制約が1便から93便の状況内において、各ケースで獲得可能な利用者便益を図—5に示す。②のACGC改善を意図して路線を拡充した場合、旅客数の少ない路線で拡充が優先され、結果的に総便益額が十分に増加しないことになる。また、③の直行便旅客数の最大化は①の総利用者便益の最大化と便数によらずほぼ同じ大きさの総便益額が得られる。旅客数の多い路線では既に一定のACが確保されているものと考えられる。このため、よりACが改善される路線とより多くの旅客が成田直行便を利用できるようにする④の両立

■表—5 利便性向上のための拡充路線選択方法

<拡充路線の選択方法>	拡充方法・目的
①総利用者便益最大化	UBの発生額の大きい路線を優先して拡充
②一人当たり便益最大化	ACの改善効果が大きい路線を優先して拡充
③直行便利用者数最大化	より多くの直行便利用者が期待できる路線を優先して拡充
④②と③の複合	ACの改善を図りつつ、より多くの旅客に直行便を供給する 路線別に②及び③での寄与度を算出し、両寄与度の合計値が大きい路線を優先して拡充



■図—5 拡充方法の違いによる利用者便益発生額

策において、成田直行便拡充便数が12便から78便の間では①の総利用者便益最大化に対して若干低いものの、それ以外はほぼ同レベルの総便益が発生する結果となった。

5——内際配分の違いによる旅客利便性の変化

5.1 将来首都圏空港シナリオの想定

羽田空港の国際線就航状況は、成田空港の国際線多頻度運航の運航頻度や、国内線拡充による利便性向上に影響すると考えられる。そこで、成田の空港容量が30万回となる2014年を想定し、表—6に示した各要素を組合せて、複数のシナリオを作成し、旅客利便性の影響を比較、検討する。影響の大きさは、地方乗継旅客と関東甲信旅客の各々の出国空港選択モデルから羽田・成田空港のログサ

■表—6 シナリオの想定

対象	シナリオ想定要素	想定方法・目的
羽田空港	(A) 国際線総枠数 (6万回・9万回)	6万回と9万回を想定。(B)で設定する路線を対象に、需要量に応じた便数を配分。就航時間帯・距離制限無し。
	(B) 国際線就航路線数と運航頻度(高需要19路線・多路線網41路線)	高需要路線に集中した場合、多路線網を持った場合を検討。高需要路線として、2007年の羽田・成田出国者の6割が利用した19路線、多路線網には、9割が利用した41路線を設定。需要量に応じた運航頻度を設定。
成田空港	(C) 国際線多頻度運航	距離帯に応じた中・小型化機材を設定し、旅客数に応じた多頻度運航が行われる状況を想定。国際線運航便数の変化に伴い、成田空港を選択する旅客数が変動するため、以下の計算手順により多頻度化便数を算出し、設定。 計算手順①初期便数を設定。 計算手順②初期便数で旅客数を配分。 計算手順③配分された旅客数に応じた便数を再設定。 上記①～③を便数が変化しなくなるまで繰り返し
	(D) 国内線拡充	地域によって偏りが生じにくいと想定できる表—5の④ケースによる路線の拡充。国際線多頻度化に加えて、国内線1万、2万、3万回を拡充するケースを想定。
旅客	(E) 成田・羽田出国者数	2014年レベルの旅客数を想定(2010年の旅客数を年率2%で拡大した値を利用)。ODIに関しては2007年のものを利用。

ム変数を算出し、利用者便益の発生状況として評価を行う。なお、地方乗継旅客の出国空港選択モデルには、アクセス経路選択モデルから得られるアクセシビリティ指標(=ログサム変数)が組み込まれており、これにより表—6(D)の国内線拡充による地方乗継客アクセス経路の改善の影響が出国空港選択モデルに反映されるようになっている。

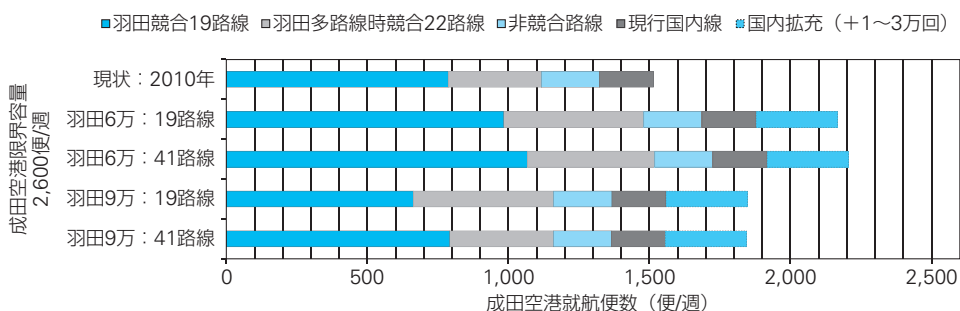
5.2 将来首都圏空港シナリオの評価

図—6はシナリオ時に成田空港で運航される国際線便数について、出国空港選択モデルから算出した結果を示したものである。羽田空港で9万回の国際線が運航される場合よりも、6万回に止まる場合の方が当然ながら成田空港での国際線便数は大きくなる。また、羽田空港の国際線が多路線網(41路線)の場合には、高需要路線への便数配分が相対的に少なくなることから、より多くの高需要路線が成田空港で運航される結果となった。

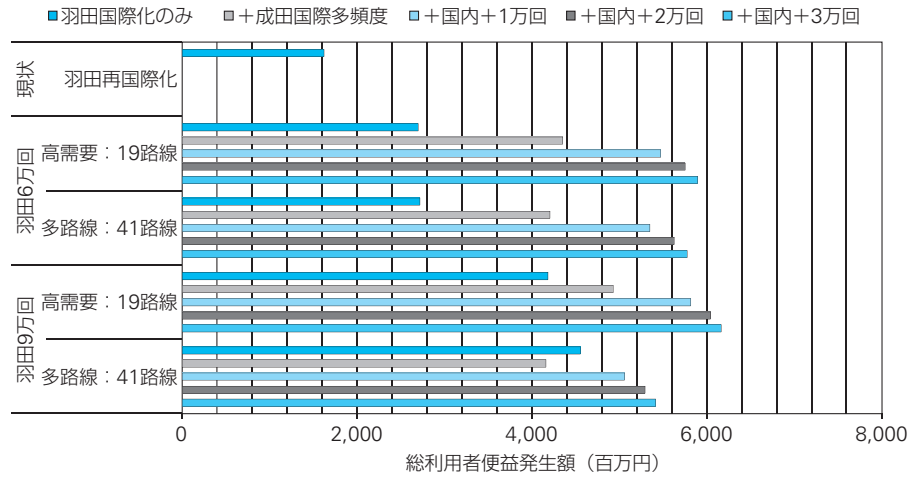
なお、成田空港で国際線多頻度運航が行われても、成田空港の空港容量(30万回/年、週換算片側約2,600便/週)には達することはなく、国内線拡充や新規国際線の開設には十分な余力があることがわかる。

図—7は、地方乗継旅客に発生する利用者便益を、各ケースで比較したものである。羽田空港国際線枠が9万回で路線数が高需要の19路線、成田空港に国内線3万回を拡充した場合に最大の便益発生額となることがわかる。これは、羽田空港の国際線高需要19路線の運航便数が成田空港よりも多い状況にあり、国際高需要路線が羽田空港において高頻度運航されることにより、地方旅客の利便性が高められているものと考えられる。一方の成田空港では、羽田空港よりも格段に多い国際路線を持ち、さらに、国内線において多頻度運航が行われている状況となる。つまり、2空港間で特徴的な国際線運用が行われ、空港機能の分担がなされている状態になるものと考えられる。

一方で、羽田9万回では、国際路線数が多路線の41路線となった場合の便益が、成田を拡充する場合において、羽田6万回時を含めてそれぞれ最小となる。しかし、成田の国際線多頻度化(国内線拡充無し)に着目すると、国際線多頻度化を行わないケース(羽田国際線のみ拡充)より



■図—6 シナリオ時の成田空港内際配分状況



■図—7 シナリオ別地方乗継旅客の便益発生額

も便益が低くなっている。すなわち、羽田空港が成田空港並みの国際線多路線数(41路線)を持つことで、成田空港の国際線を利用する意義が低下したことが考えられる。これは、表—7に示した旅客の空港選択状況からも明らかであり、羽田空港9万回・多路線化によって、成田空港を選択する旅客数が最も少なくなる。このような状況下では、機材の中・小型化が進んで成田国際線の多頻度運航が実現しても、発着枠を十分に活かしきれない可能性がある。

関東甲信旅客の便益は、羽田空港の国際線が多路線・多頻度化するにつれて便益が増加する(図—8参照)。地

方乗継旅客と対照的に、成田空港の多頻度化、国内線拡充による効果は羽田空港の国際線拡充よりも小さく、羽田空港国際線発着枠が9万回時に顕著である。

6——おわりに

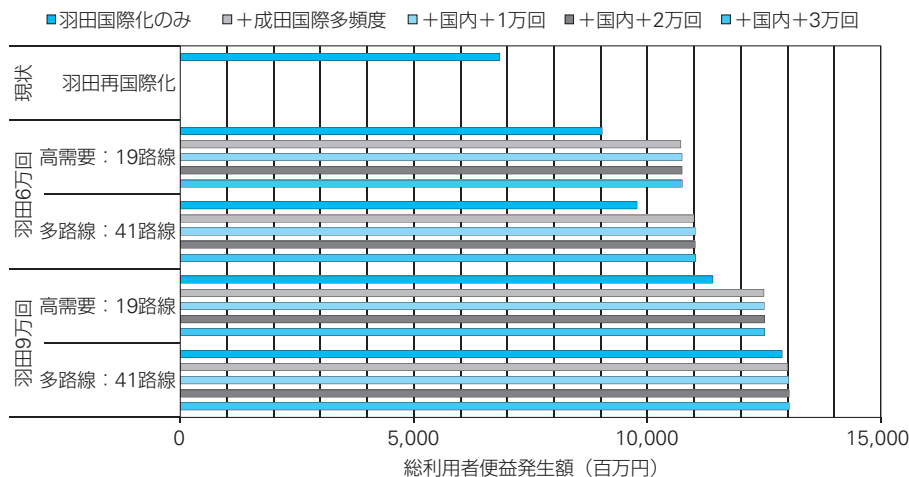
本研究では、成田空港を対象とした国内線拡充・国際線多頻度運航が旅客利便性の向上に与える影響について、モデルを構築して検討を行った。その結果、国内線拡充で発生する利用者便益を示し、拡充路線によって期待される拡充の効果が異なることを示した。また、成田空港の国際線拡充が利用者便益に与える影響について、将来の首都圏空港シナリオを想定して分析を行った。

結論として、2014年程度の予測旅客数では、成田国際線多頻度化を行っても発着枠には余裕があり、国内線拡充は十分に可能である。

地方空港を出発地として成田空港を出国する旅客にとって、成田空港と地方空港間の路線開設・増便は、成田空港の国際線増便と比べても少なくない便益額が発生する。特に、羽田空港の国際線便数が少ない場合に効果が大きく、

■表—7 地方乗継旅客の空港利用状況(2014年)

旅客数	羽田空港	成田空港	想定状況				
			羽田空港		成田空港		
			羽田国際線	羽田国内線	成田国際線	成田国内線+1万回	成田国内線+2万回
6万	19	現状維持	295,790	265,059	236,263	229,273	228,922
			265,059	236,263	229,273	228,922	212,080
	41	多頻度化	311,324	253,001	222,806	215,699	212,080
			253,001	222,806	215,699	212,080	212,080
9万	19	現状維持	400,257	447,943	422,884	415,654	411,425
			447,943	422,884	415,654	411,425	411,425
	41	多頻度化	480,694	507,940	462,104	450,857	444,694
			507,940	462,104	450,857	444,694	444,694
6万	19	現状維持	1,369,582	1,400,313	1,429,109	1,436,099	1,436,450
			1,400,313	1,429,109	1,436,099	1,436,450	1,436,450
	41	多頻度化	1,354,048	1,412,371	1,442,566	1,449,673	1,452,292
			1,412,371	1,442,566	1,449,673	1,452,292	1,452,292
9万	19	現状維持	1,265,115	1,217,429	1,242,488	1,249,718	1,253,947
			1,217,429	1,242,488	1,249,718	1,253,947	1,253,947
	41	多頻度化	1,184,678	1,157,432	1,203,268	1,214,515	1,220,678
			1,157,432	1,203,268	1,214,515	1,220,678	1,220,678



■図—8 シナリオ別関東甲信旅客の便益発生額

羽田空港が多くの国際線便数と路線数を持った場合には、成田空港の相対的な利便性の低下を補う効果が示された。

関東地方の旅客にとっては、成田空港の国内線が海外出国への利便性向上につながることはないが、国際線便数が増加することにより、利便性が向上する。しかし、羽田空港の国際線増加による利便性向上の方が効果は大きくなる。

羽田空港の国際線が多路線・多頻度となると、旅客利便性の観点からは、成田の国際線多頻度化だけでは成田空港の余剰枠を有効に活用することができない。この場合、国内線を拡充することが、利便性だけでなく、同空港における余剰枠の有効利用の観点からも必要である。

今後の課題として、分析に当たって設けた仮定条件や制限を緩和し、成田・羽田の2空港だけでなく、関西空港をはじめとする国際空港を分析対象に含めることや発着時間帯を考慮した分析の実施が必要である。また、本稿で構築したモデルを精緻化するために、アクセス経路選択モデルと出国空港選択モデルを同時に推定するネステッド型モデルの構築が必要である。

補足:本稿は2010年時点において行った分析の結果をまとめたものであり、成田空港における国内線就航路線は2010年以降拡大を続けている。分析時点では国内線就航都市は札幌、仙台、小松、中部、大阪、広島、福岡、那覇の8都市に限られていたが、2011年以降は“成田シャトル”と称してスカイマークが旭川、神戸路線を開設。さらに新千歳、福岡、那覇へ就航している。また、全日空も新潟路線を開設するなど、成田空港の国内線は路線数・便数の拡充とともに航空運賃の低廉化も進み、内際乗継の利便性が向上している。また、複数のLCCが拠点空港として就航しているほか、LCC専用ターミナルの整備も進められており、今後より一層の航空利便性の向上が図られるものとみられる。

参考文献

1) 花岡伸也[2003], “複数空港システムにおける機能分担の評価—首都圏複数空港を事例として—”, 『運輸政策研究』, Vol. 5, No. 4, pp. 2-13.

- 2) 花岡伸也・有村幹治[2001], “旅客のアクセス利便性からみた複数空港の機能分担の評価”, 『土木計画学研究・論文集』, Vol. 18(4), pp. 675-680.
- 3) 石倉智樹・竹林幹雄[2003], “羽田空港への国際定期航空路線乗り入れによる航空市場への影響分析”, 『土木学会論文集D』, Vol. 64, No. 3, pp. 432-446.
- 4) 花岡伸也[2003], “関西都市圏の複数空港の運用とその評価”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 27, CD-ROM.
- 5) 竹林幹雄・黒田勝彦[2007], “ネットワーク均衡分析による関西3空港における機能分担に関する考察”, 『土木計画学研究・論文集』, Vol. 24, No. 3, pp. 427-436.
- 6) 山下良久・井上真志・早崎詩生・石倉智樹[2009], “複数空港地域における航空旅客の空港選択に関する研究”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 39, CD-ROM.
- 7) 浦田康滋・松本直彰・田村亨・斎藤和夫[1997], “マルチ・エアポート・システムのモデル化—複数空港が存在する地域の空港選択構造—”, 『土木計画学研究・論文集』, No. 14, pp. 765-772.
- 8) Greig Harvey[1987], “Airport Choice in a Multiple Airport Region”, *Transportation Research Part A*, Vol. 21, No. 6, pp. 439-4497.
- 9) Eric Pels, Peter Nijkamp and Piet Rietveld[2000], “Airport and Airline Competition for passengers Departing from Large Metropolitan Area”, *Journal of Urban Economics*, Vol. 48, No. 1, pp. 29-45.
- 10) Hess, S. and Polak J.W.[2005], “Mixed Logit modelling of airport choice in multi-airport regions”, *Journal of Air Transport Management*, Vol. 11, No. 2, pp. 59-68.
- 11) 森地茂・屋井鉄雄・兵藤哲朗[1994], “わが国の国際航空旅客の需要構造に関する研究”, 『土木学会論文集』, No. 482, pp. 27-36.
- 12) 池田秀文・石倉智樹[2009], “国際空港の機能低下に対する基礎的検討(その3)—国際航空旅客流動確保のための一方策—”, 『国土技術政策総合研究所資料』, No. 541.
- 13) 山下良久[2008], “国際航空旅客動態調査を活用した空港アクセス交通の分析”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 37, CD-ROM.
- 14) 森川高行・萩野成康[1995], “中部新国際空港のアクセス交通に関する研究”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 17, CD-ROM.
- 15) 葉山怜・山下良久・内山久雄[2006], “国際航空旅客動態調査を用いた成田空港アクセスに関する研究”, 『土木学会年次学術講演会講演概要集』, Vol. 61, pp. 4-73.
- 16) 高瀬達夫・森川高行・阿野貴史・長沢高典[2000], “モデルの移転可能性に焦点をあてた空港アクセス交通の非集計分析”, 『土木計画学研究・論文集』, No. 17, pp. 855-862.
- 17) 塚田悟之・高田邦道[2000], “等時線図による空港アクセスの評価”, 『経済地理学年報』, 第46巻第2号, pp. 157-175.
- 18) 平松健志・屋井鉄雄・橋下安男・涌井一清[2004], “中国の将来状況を考慮した日中間のリージョナルジェット就航可能性に関する分析”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 30, CD-ROM.
- 19) 竹林幹雄[2010], “滑走路容量の影響を考慮した航空会社の機材選択・ネットワーク形成に関する研究:羽田空港を対象として”, 『土木計画学研究・論文集』, Vol. 27, No. 4, pp. 803-810.
- 20) 斎藤輝彦・屋井鉄雄[2002], “首都圏を中心とする国内航空市場における機材変遷と小型機導入可能性に関する研究”, 『土木計画学研究・講演集』, Vol. 26, CD-ROM.

(原稿受付 2012年3月30日)

Analysis of Utilization Strategies of Surplus Slots at International Hub Airport: The Effect on Users' Benefit by Slot Allocation Strategies

By Masayuki KUMAZAWA, Hiroaki NISHIUCHI and Tomoyuki TODOROKI

Opening the new runway in 2010 allows Tokyo International Airport to have 90,000 takeoffs and landings of international flights in a year. Narita International Airport, at the same time, plans to increase the number from 220,000 to 300,000 by 2014 in stages. This situation provides the surplus of departure and arrival slots at Narita, which is not only capable of expanding the frequency of international flights but also sufficiently assigned to the domestic flights. This research analyzes the improvement of passengers' convenience as well as the influence on the user benefit brought by the amplification of international flights at Narita.

Key Words : *international airport, air feeder, connecting flight, user benefit*