

期待所要時間を用いた国際空港プロジェクトによる旅客便益の推計*

Measurement of Consumers' Surplus due to International Airport Projects by Using Expected Traveling Time *

伊藤 雅**・中川 大***・西澤洋行****・青山吉隆*****

By Tadashi ITOH **, Dai NAKAGAWA***, Yoko NISHIZAWA **** and Yoshitaka AOYAMA *****

1. はじめに

1994年9月に開港した関西国際空港はわが国の多くの地域における国際交通の利便性を向上させている¹⁾。今後、わが国において計画されている中部新国際空港、関西空港二期事業をはじめとする国際空港プロジェクトは国際交通の利便性を向上させ、旅客便益の増大に貢献するものと考えられる。

以前より国際交通需要は経済的な要因との関連性が強いといわれてきたが²⁾、今日においても海外出国者数は増加し続けており、最近では海外へのアクセシビリティが国際交通需要に強い影響を及ぼしているといわれている^{3), 4), 5)}。現在わが国における国際交通需要が地域によって大きい差があることは、国内地域間の利便性格差に起因するところが大いと考えられる。

国内各地域から海外都市へのアクセシビリティの計測に際しては、便数の違い、乗り継ぎの利便性、アクセス経路が重要であり、これらを考慮することができるのが「期待所要時間」である¹⁾。そこで本研究においては、国内各地域から海外都市への利便性を表す「期待所要時間」を用いて、今後予定されている国際空港プロジェクトによる旅客便益を算出することを目的とする。

本章では、期待所要時間に基づいた一般化所要時間を用いて都道府県を単位とした国際交通需要関数を推定する。そして、3章において消費者余剰の考え方に基づいた便益計測の方法を示し、4章において、関西国際空港、中部新国際空港の国際空港プロジェクトによる地域別の旅客便益を計測する。

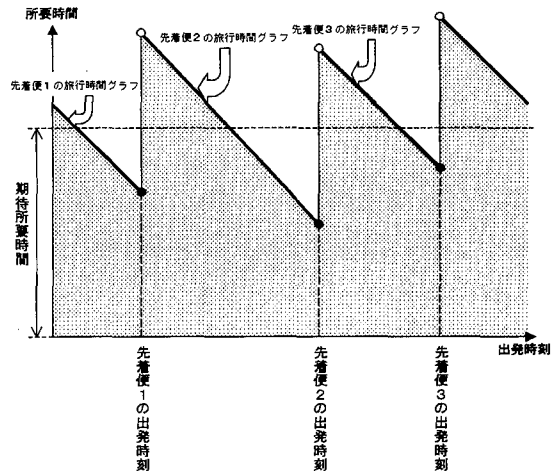


図1 「期待所要時間の考え方」

2. 期待所要時間を用いた海外出国者発生量モデルの構築

(1) 期待所要時間の定義

図1に期待所要時間の概念図を示す。なお、この図中で用いている「先着便」とは、出発地をその便の出発時刻より遅く出発して、早く目的地に達することのできる便がないものを指す。この図より、まずOD間の所要時間は、各便の出発時刻においてそれぞれ求めることができるが、その他の時刻においては、次の便の出発時刻までの待ち時間が加わるため、右斜め下がりの直線のように表される。そこで、各時刻における所要時間を積分した値を「積み上げ所要時間」と呼んできた¹⁾。またその値を計測時間帯で除した「平均積み上げ所要時間」は、所要時間の一つの定義となるものであり、出発時刻をランダムにとったときの所要時間の期待値といいかえることもできるため、本研究では「期待所要時間」と呼ぶこととする。この指標は、複数の経路の考慮、乗り継ぎに関する利便性、頻度による利便性の差異

* キーワーズ：国際交通需要、旅客便益、消費者余剰、期待所要時間、国際空港プロジェクト

**正員、博（都市・地域計画）、和歌山工業高等専門学校（和歌山県御坊市名田町野島77、FAX 0738-29-8459）

***正員、工博、京都大学大学院工学研究科

****正員、修（工学）、建設省

*****フェロー員、工博、京都大学大学院工学研究科

を考慮することができる。なお、国際交通の分析に際しては、国際交通便の曜日変動が大きいことを考慮するために、所要時間の計測期間を1週間とした。
(2)需要関数の推定のためのモデル構築に関する諸条件

各都道府県からの海外出国者発生量を説明するモデルとして次のような形を考える。

$$\ln \frac{D_{ij}}{Pop_i} = a_0 + \sum_k a_k x_k$$

ただし、 D_{ij} : i 県から j 目的地への出国者数 (人)、 Pop_i : i 県の人口 (千人)、 x_k : k 番目の説明変数、 a_0, a_k : パラメータ。

このモデルを 1990 年、1995 年の 2 時点のデータを用いて推計する。

モデルの重要な説明変数である一般化費用は、国内 47 都市から国際空港までの期待所要時間とそれに基づく費用と、国際空港から海外 12 空港までの最短所要時間を時刻表データに基づき算出した。ここで、国際航空運賃については、実勢価格により近いものをとるため、PEX 運賃 (往復) の 1/2 を用いることとしたが、データ制約の都合上、過去にさかのぼって資料を得ることができなかったために 1997 年のデータを使用した。また本分析では、1990 年における費用に関する値はすべて (一般化費用、県民所得など) 消費者物価指数の値を用いて、1995 年基準でデフレートを行っている。なお、海外出国者数データには出入国管理統計年報 (1991 年、1996 年)【法務大臣官房司法法制調査部編】を用いた。

(3)海外出国者発生量モデル

一般化費用以外のモデルの説明変数としては、以下の点を考慮して変数の選択を行った。

- ・ 同一目的地について見た場合、国内各都市の利便性と出国者数との相関は強い。
- ・ 地方空港からの直行便が開設された場合、その効果が期待所要時間に反映される値と比較して、出国者数の増加量は多い。
- ・ 国際交通需要は、業務目的などの目的によっても変化することが考えられるため、モデル構築の際にはそれらの要因に関係する指標が必要となる。
- ・ わが国におけるグアム、ハワイなどの観光地への需要は非常に大きく、これらのことを考慮してお

表 1 海外出国者発生量モデルに用いた説明変数

国内各都市から海外目的地への利便性を表す指標	
期待所要時間に基づく一般化費用 (千円)	各都道府県庁所在都市から海外 12 目的地について算出。(ソウル、台北、香港、シンガポール、バンコク、マニラ、ロサンゼルス、シカゴ、グアム、ホノルル、ロンドン、シドニー)
直行便ダミー	国内 47 都市に近接した国際空港に目的地への直行便が存在すれば 1、そうでなければ 0 を与える。国際空港に近接している基準は、それぞれの都市から国際空港までの一般化費用が 1 万円以下としている。
各都道府県居住者の経済状況を表す指標	
一人あたり県民所得 (千円)	各都道府県における県民所得を都道府県人口で除している。
わが国とそれぞれの目的地との結びつきを表す指標	
日本との貿易額 (十億円)	日本と諸外国との、輸出額と輸入額の合計を用いた。ただし、アメリカの各地域においてそれぞれデータを得ることはできなかったため、アメリカの国全体の値を、州別の総生産を用いて加重平均した。
観光地ダミー	日本からの観光客が非常に多い地域について設定。基準は、全出国者のうち観光目的が 95%を超える目的地について適用し、本研究で対象とした目的地のうち、グアム、ハワイがこれに該当した。

表 2 海外出国者発生量モデルの構築結果

期待所要時間に基づく一般化費用 (千円)	-0.0127 (-20.59)
直行便ダミー	0.3471 (9.36)
ln(一人あたり県民所得) (千円)	2.4191 (19.99)
ln(日本との貿易額) (十億円)	0.4289 (28.03)
観光地ダミー	3.1127 (32.59)
定数項	-20.3291 (-21.10)
決定係数	0.654
自由度調整済決定係数	0.652
サンプル数	1,128

()内 t 値

く必要がある。

以上の事柄をモデル上で表現するために、本モデルを構築する際に採用することとした説明変数を表 1 に示す。なお、被説明変数である都道府県人口千人あたり出国者数と、説明変数の一人あたり県民所得、貿易額は、それぞれ対数をとっている。また、サンプル数は国内 47 都道府県×海外 12 目的地×2 時点(1990 年、1995 年)の 1,128 となっている。

モデルの構築結果を表 2 に示す。目的地を限定し

なかったものの、比較的高い決定係数が得られ、また各説明変数のt値も高いモデルが得られた。

3. 便益の計測方法

先に推定した需要関数（海外出国者発生量モデル）を用いて、国際空港プロジェクトによる旅客便益を消費者余剰を用いて計測する。

消費者余剰の算出方法を図2を用いて示す。いま需要が D_1 、一般化費用が G_1 であったとすると、消費者余剰 CS_1 は図の横線部で表され、

$$CS_1 = \int_{G_1}^{\infty} D dG$$

で表される。ここで、需要が D_2 、一般化費用が G_2 となったとき、消費者余剰 CS_2 は同様に、

$$CS_2 = \int_{G_2}^{\infty} D dG$$

となる。ここで、この消費者余剰の差 $CS_2 - CS_1$ が、一般化費用が G_1 から G_2 に減少したことによる旅客便益として表される。本分析で用いる需要関数は、以下の通りである。

$$\ln \frac{D_{ij}}{Pop_i} = -0.0127G_{ij} + 0.3471Dum_{ij}^{DIR} + 2.4191 \ln I_i + 0.4289T_j + 3.1127Dum_j^{RES} - 20.3291$$

ただし、 D_{ij} : i 県から j 目的地への出国者数（人）、 Pop_i : i 県の人口（千人）、 G_{ij} : i 県から j 目的地への期待所要時間に基づく一般化費用（千円）、 Dum_{ij}^{DIR} : 直行便ダミー、 I_i : i 県における一人あたり県民所得（千円）、 T_j : j 目的地と日本との貿易額（十億円）、 Dum_j^{RES} : 観光地ダミー。

このときの旅客便益 $CS_2 - CS_1$ は、

$$CS_2 - CS_1 = \int_{G_2}^{G_1} D dG = Pop_i \cdot e^A \int_{G_2}^{G_1} e^{-0.0127G} dG$$

$$= \frac{Pop_i \cdot e^A}{0.0127} \left[e^{-0.0127G_2} - e^{-0.0127G_1} \right]$$

ただし、

$$A = 0.3471Dum_{ij}^{DIR} + 2.4191 \ln I_i + 0.4289T_j + 3.1127Dum_j^{RES} - 20.3291$$

と表される。

4. 国際空港プロジェクトによってもたらされる旅客便益の計測

関西空港の開港前後、関西空港2期事業、中部

一般化費用 : G

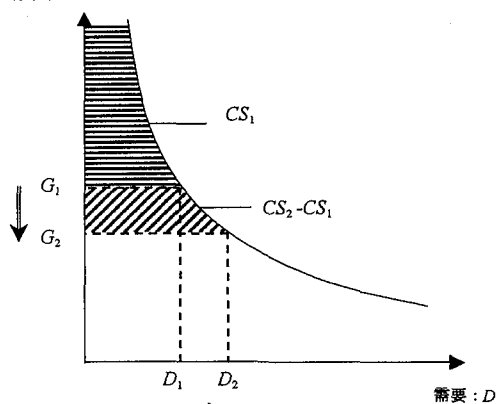


図2 需要曲線と消費者余剰

表3 各プロジェクトの概要と設定条件

プロジェクト	概要	設定条件
関西国際空港開港前後	滑走路 3,500m 一本 面積: 510.3ha 年間離着陸回数 約16万回	開港前の国内のアクセス条件は、1995年時のものをそのまま使用。ただし、関西国際空港に関連する国内の陸上、海上アクセスや大阪・関西空港発着の航空路はネットワークから削除し、1994年6月における大阪空港発着の国内便、国際便のデータをネットワークに組み込んだ。
関西国際空港2期事業	供用開始予定: 2007年 面積: 約530ha 平行滑走路 4,000m 一本 年間離着陸回数 約18万回	国内アクセスについては、1995年のデータをそのまま用いた。 国際航空路線は、それぞれの目的地について成田空港と同便数を設定した。また、便数は1995年現在の便は残し、不足分を追加することにより設定した。ただし、関西空港は24時間利用可能であるため、目的地の到着時刻が不都合とならないように深夜にも出発時刻を設定した。
中部新国際空港	開港目標: 21世紀初頭 位置 名古屋の南約30kmの常滑沖2~3kmの海上 開港当初の規模 滑走路: 3,500m 面積: 概ね500ha その他 24時間開港の空港を目指す	国内ネットワークは1995年のデータを用いた。ただし、名古屋空港は廃止することとし、中部新国際空港にそれと全く同じダイヤを組み込んだ。また、中部新空港へのアクセスは、名古屋、三河安城からの陸上公共交通機関と、津からの海上アクセスを設定した。 国際航空路線については、1995年時点の関西空港と同便数を1995年現在の名古屋空港の便に不足分を追加することにより設定した。ここでも24時間空港の利点を生かして、深夜便の設定を行った。

・数字で見る航空1997<航空振興財団>、平成7年航空統計年報<全日本航空事業連合会>、中部新国際空港のインパクト(1992)、同2(1993)<国土庁大都市圏整備局編集>をもとに作成

新空港の3つの国際空港プロジェクトについて、便益の計測を行う。

(1) 国際空港プロジェクトの概要と設定条件

表3に各プロジェクトの概要と、本分析を行う際に設定した条件の一覧を示す。本分析を行う際には、それぞれのプロジェクトのみによる影響を計測する

ために、各プロジェクトの完成前のデータは 1995 年時点のものを、完成後のデータについては、1995 年のデータをベースにして、それぞれのプロジェクトに直接関係するネットワークのみを変更している。関西空港 2 期事業、中部新空港の各プロジェクトに伴う国際航空路線の発着時刻は各種資料を参考に独自に設定した。

(2)各プロジェクトによる旅客便益

各都道府県がプロジェクトによって受ける利用者便益の総和に着目して分析する。その際に、12 目的地以外の目的地を考慮するとともに、帰国する場合の便益も含めた都道府県の総便益を求めることとし、12 目的地に関して得られた便益の値を拡大した。その際に、① 1995 年における、全出国者数に占める海外 12 目的地の出国者数の比率(72.28%)が、全目的地における便益と海外 12 目的地における便益の比率と同等とする、② 出国の際に受ける便益と帰国の際に受ける便益を同等とする、という仮定をおき、各都道府県が得る便益は、海外 12 目的地に関する便益に 2.77 を乗じることにより算出した。各プロジェクトによる便益の全国合計額と、各都道府県の人口 1 人当り便益額を表 4 に示す。

それぞれのプロジェクトによる各地域の便益についてみると、関西空港 2 期事業では、近畿地方を中心に九州や宮城、北海道でも一人あたり 200 円以上と、他のプロジェクトに比較して全国に高い便益をもたらしている。中部新空港についても同様の傾向が見られるが、その広がりには関西空港 2 期事業よりも小さく、さらに山陽地方や福岡などの国内アクセスの利便性が高い地域での便益が目立っている。

5. おわりに

本分析では、国際航空路線の便数増加による旅客便益を計測することができた。その際に、各地域からのアクセス交通の変化、深夜便の設定による地方からのアクセスの向上などについても考慮することができた。なお本分析は、日本国内居住者の国際交通に関する旅客便益という限られた部分のみの便益を対象としているが、総便益額からは関西空港の 2 期事業による便益が関西空港開港時の旅客便益と比べて高い値となっており、中部新空港も関西空港の開港時よりも得られる旅客便益は大きい結果となっ

表 4 各プロジェクトにより得られる旅客総便益と都道府県人口 1 人当り旅客便益 (年間)

	関西空港 開港前後	関西空港 2期事業	中部新空港
総便益	246億円	1,049億円	611億円
北海道	171 円/人	245	153
青森	89	118	55
岩手	59	168	131
宮城	192	243	185
秋田	-61	135	97
山形	275	181	135
福島	101	195	131
茨城	144	335	198
栃木	100	284	126
群馬	104	259	182
埼玉	192	417	285
千葉	353	284	175
東京	456	1,057	683
神奈川	196	530	321
新潟	93	228	130
富山	37	817	716
石川	58	881	678
福井	102	827	677
山梨	-23	239	210
長野	73	241	527
岐阜	162	568	1,445
静岡	51	345	997
愛知	199	1,155	2,767
三重	231	1,361	1,917
滋賀	307	2,287	607
京都	191	1,885	502
大阪	280	2,549	349
兵庫	213	1,778	266
奈良	264	1,329	212
和歌山	591	1,440	103
鳥取	93	1,041	102
島根	29	337	76
岡山	122	871	202
広島	131	998	255
山口	61	789	167
徳島	502	1,172	53
香川	115	950	203
松山	143	628	92
高知	112	692	57
福岡	117	791	224
佐賀	107	549	136
長崎	75	481	111
熊本	167	447	93
大分	73	716	155
宮崎	4	386	66
鹿児島	20	237	91
沖縄	25	194	48

(注) は、各都道府県において便益が最大となるプロジェクトを示す

た。しかしながら、中部新空港については名古屋空港が存続するか否かにより旅客便益が変化する可能性がある点に注意する必要がある。

<参考文献>

- 1) 中川大、波床正敏、伊藤雅、西澤洋行：国際交通分析における利便性指標としての積み上げ所要時間に関する研究，土木学会論文集，No.590/IV-39，pp.43-50，1998
- 2) 例えば、運輸経済研究センター、21 世紀のわが国の交通需要，1991
- 3) 大井輝夫、森地茂、屋井鉄雄、山本聡：地方空港国際化のための需要分析モデル，土木学会第 43 回年次学術講演会概要集第 4 部，pp.492-493，1988
- 4) 森地茂、屋井鉄雄、兵藤哲朗：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/IV-22，pp.27-36，1994
- 5) 児玉健、若井郁次郎：空港アクセスについて，土木計画学研究・講演集No.17，pp.55-56，1995