

統合型需要モデルを用いた空港整備に伴う利用者便益の計測法*

Estimation of Passengers' Benefit Accrued by Airport Improvement Projects Using an Integrated Travel Demand Model

高瀬 達夫**, 森川 高行***, 脇 昌央****

By Tatsuo TAKASE, Takayuki MORIKAWA, Masao WAKI

1. はじめに

これからの社会資本整備事業においては、それらの事業が社会に対してどれ程の便益をもたらすのかを明示していく必要がある。一般に社会資本整備事業に伴う利用者便益の計測は、単に利用者数に金額や時間価値を乗じるという様な簡便な方法が取られるものが多く、様々な整備事業に対して個々の事業効果すべてについて現実に即した値が得られるとはいいがたい。そこで森川ら⁽¹⁾は手段選択・目的地選択・発生集中を統合した形の需要モデルを用いた、新たな利用者便益測定法を提案した。この測定法は単に利用者の便益を測定だけでなく、誘発需要の効果も考慮することができる。本研究ではこの測定法をより理論的に明示するとともに、事例研究においても交通手段の選択肢を増やすなどして実用性を高めることを目的としている。

2. 本研究の位置づけ

本研究で対象としている空港整備事業に伴う利用者便益とは、空港の滑走路並びに関連施設の整備事業を実施することにより新たに就航できるようになる大型の機材やジェット化による時間短縮に伴う運行頻度の増加に着目し、事業実施以前に当該空港を利用できなかった客が、他の交通機関（あるいは他の空港）を利用する場合と、事業を実施した場合に当該空港を新たに利用する場合の

とのコスト差を便益として算出する。これまで実務レベルで行われてきた代表的な便益計算法では、旅客の移動に伴うコストは、所要時間を時間価値により金額換算したものと所要費用の総和で表されている。この場合の時間価値は所得接近法により算出され用いられているが、航空利用者にとっては低めの設定となっている可能性がある。現在の航空需要は、航空利用料金と他の手段を利用した場合の料金格差が小さくなっていることから、利用者の所得に依存する部分がこれまでより少なくなっているため、需要実態にあわせた時間価値の設定をする必要がある。また、その年々の景気等の経済的背景や労働時間等の減少を進めていこうとしている時代背景等によっても影響を受けてしまうので、必ずしも現実的とはいえないと思われる。

このような手法において、その他大きな問題としては、空港整備に伴う誘発交通を明示的に考慮できないことや地域間旅客需要全体の均衡を考えていないこと等が挙げられる。そこで本研究では、以下に示すような地域間の旅客需要を包括的に表す統合型モデルを構築し、それから得られる便益指標を用いて空港整備事業の利用者便益計測法を提案する。

3. 統合型需要モデルにおける利用者便益

本研究の統合型需要モデルは、手段選択を下位・目的地選択を上位とするネスティッドロジット(NL)モデルと、このNLモデルのログサム変数を説明変数の一つに持つ時系列線形回帰モデルの発生・集中モデルから構成されている。

図1は発生集中量を表す重回帰モデルを手段・目的地選択のNLモデルから計算されるログサム変

*キーワード：整備効果計測法、交通手段選択、空港計画

**正会員 工修 信州大学工学部社会開発工学科

***正会員 Ph.D 名古屋大学大学院工学系研究科土木工学専攻

**** 工修 四国旅客鉄道株式会社

〒380-8553 長野市若里500

TEL. 026-269-5307 FAX. 026-223-4480

数で表現したものである。整備事業前・後の年度におけるログサム値を $\Lambda(1987) \cdot \Lambda(1989)$ とすると、効用の増分 $\Lambda(1989) - \Lambda(1987)$ の内 $\Lambda' - \Lambda(1987)$ を事業効果のみの効用増と県内総生産の変化に伴う効用増 $(\Lambda(1989) - \Lambda')$ に分けることが出来る。それに伴い事業効果のみの需要増と県内総生産の変化に伴う需要増はそれぞれ図1中の β 、 δ となる。

また交通需要は今回用いた説明変数だけでなく、様々な要因によって変化するため、需要関数自身がシフトする。まず'87年から'89年において本モデルで用いた説明変数以外の要因による需要関数はDからD'へとシフトする。このシフトに伴う需要増は γ となる。また県内総生産の変化に伴う需要増は δ なので、それを考慮した需要関数はD''となる。

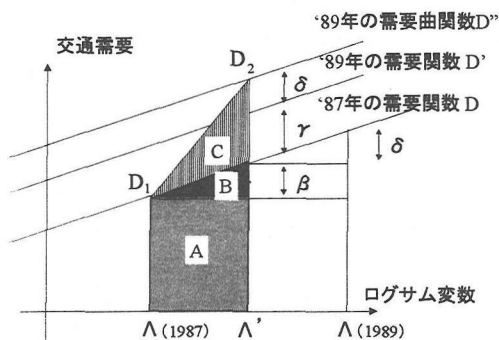


図1 発生集中モデルを用いた利用者便益の考え方

以上のように効用や需要の変化を設定すると、既存旅客が事業効果より得られる便益はA、誘発旅客が得られる便益はBとなる。また事業効果以外の影響によって生じる旅客増分 $(\gamma + \delta)$ の便益はCで表されるが、ここで問題となってくるのが事業前需要量 D_1 と事業後需要量 D_2 間の経路の問題である。一般に、開発型の需要関数では直線的な経路を取らないためショートカット法を用いることが出来ないといわれている。確かに小さな地域内、例えばある町にその町の中での需要が急激に大きく変化するようなS.C.が出来た場合、前述の手法を用いることは困難であろう。しかしながら、本研究ではある地方の特定な事業による影響を国全体というマクロな部分から捉えるため、そ

れほど急激な変化をもたらすとは考えにくい。従って、 D_1 と D_2 間の経路を近似的に直線とみなし便益計算を行った。

そして以上のように求められた利用者便益を交通手段選択レベルで求めた費用のパラメータを用いることにより貨幣換算をおこなった。

4. 便益計測モデル

モデルの推定に用いたデータは独自に作成した「旅客純流動調査データ」の時系列データ(昭和62年から平成3年の隔年)を利用した。そして目的地選択については3大都市圏をゾーン集約した以外は、基本的に各都道府県毎を一単位とした計39のゾーンを設定した。また手段選択についてであるが、前回の研究では県レベルのゾーン間移動ということにより、航空と鉄道の2肢選択で分析を行ったが、県間の移動にも自家用車や高速バスを利用するケースが時折見られることから、本研究では4肢選択により分析した。

まずネステッドロジットモデルの下位レベルである交通手段選択では、航空、鉄道、長距離バスと自動車の4肢選択とし、集計ロジットモデルで推定する。そこで得られた効用関数から各々のログサム変数を計算し、上位レベルである目的地選択の多項集計ロジットモデルのパラメータ推定を行う。ここで得られるログサム変数の係数は下位の手段選択モデルのスケールパラメータ倍となっており手段選択モデルのスケールパラメータを1とおけば、その係数が手段選択段階でのスケールパラメータとなる。

そして、この目的地選択段階において得られた地域iの効用を式(1)のようなログサム変数として、発生・集中モデルの説明変数にし、パラメータ推定を行う。

$$\Lambda_i^t = \frac{1}{\mu} \ln \sum_j \exp(\mu V_{ij}^t) \quad (1)$$

Λ_i^t ... t期のゾーンiのログサム変数

μ ... 目的地選択レベルのスケールパラメータ

V_{ij}^t ... t期i-j間選択の効用の確定項

発生集中モデルでは、空港整備事業に伴い誘発された交通量と他の手段からの転換交通量を考慮した形で表すことができる。つまり、誘発・転換交通量はこのログサム変数の変化分に、発生・集中モデルで推定されるログサム変数の係数を乗じたものである。

またここでは出発地と目的地の区別をしないため、発生量と集中量は等しいものとして以下のような発生集中モデルを用いてパラメータ推定を行った。

$$G_i^t = \beta_0 + \beta_1 G_i^{t-1} + \beta_2 \Lambda_i^t + \mu_i^t \quad (2)$$

$$\mu_i^t = \omega_i + \gamma_{i,t} \quad (3)$$

G_i^t : ゾーン i, t 期の発生量

β_0 : 定数項

β_1, β_2 : 係数

μ_i^t : ゾーン i, t 期における誤差項

ω_i : ゾーン i 特有の誤差項

$\gamma_{i,t}$: ゾーン i, t 期における white noise

地域 i の発生集中量はその一期前の発生集中量を含んでおり、これが図 1 における発生集中量のシフトをもたらす。また本モデルでは時系列データを用いているため、誤差項の系列相関が存在する。そのためこのモデルでは GLS 推定を行うこととした。

以上のモデルでは空港整備事業に伴う旅客の所要時間の変化はネスティッドロジットモデルを通したログサム変数の変化として表され、図 1 におけるログサム変数の増加に伴う発生集中量の増加へと繋がっていく。

空港整備事業に伴う利用者便益をログサム変数より求めることは前述したとおりであるが、効用タームで表された便益は以下の方法によって貨幣換算する。

式(1)の様に、目的地選択モデルの効用関数から算出されたログサム変数 Λ_i^t を ij 間の航空費用 C_{Aij} で微分すると、式(4)が得られる。

$$\frac{\partial \Lambda_i}{\partial C_{Aij}} = P_i(j) P_{ij}(a) \beta_c = P_i(j, a) \beta_c \quad (4)$$

$P_i(j)$ … ゾーン i からゾーン j を選択する確率

$P_{ij}(A)$ … i-j 間で航空を選択する確率

β_c … 手段選択レベルの費用のパラメータ値

$P_i(j, a)$ … ゾーン i を出発した人がゾーン j に航空で向かう確率

そして、

$$\Delta C_{Aij} = \frac{\Delta \Lambda_i}{P_i(j, a) \beta_c} \quad (5)$$

式(5)の関係より、効用タームを貨幣換算することができる。

5. モデルの推定結果と便益算出結果

NL モデル（手段選択・目的地選択レベル）の推定結果を表 1, 2 に、時系列線形回帰型の発生集中モデルの推定結果を表 3 に示した。

表 1 NL モデル（交通手段選択レベル）

	推定値	t 値
航空ダミー	-1.09	(-20.9)
自動車ダミー	1.02	(19.6)
高速バスダミー	-2.14	(-28.0)
所要費用 [円]	-0.000108	(-36.5)
所要時間 [分]	-0.00322	(-33.4)
N=6394 $\bar{R}^2 = 0.426$		

表 2 NL モデル（目的地選択レベル）

	推定値	t 値
ゾーン内総生産 [兆円]	0.0629	(21.4)
ログサム変数 [手段選択レベル]	0.375	(28.8)
N=5183 $\bar{R}^2 = 0.215$		

表 3 発生集中モデル

	推定値	t 値
定数項	-38058.6	(-2.2)
ログサム変数 [目的地選択レベル]	3974.3	(2.2)
一期前の発生・集中量 [千人]	1.06	(21.6)
N=108 $\bar{R}^2 = 0.918$		

表 1 において自動車ダミーだけが正の値となっている。自動車利用はゾーン間の距離が短いとき

は時間・費用共に他の代替案より優れているが、北海道・九州間のような距離の遠い場合、時間・距離共に莫大になってしまったため、この様な結果が得られたと考えられる。

表 4 青森空港ジェット化事業から生じた便益

	青森県	全国
当期	73億円	155億円
30年間	1307億円	2784億円
50年間	1624億円	3458億円

表 5 青森空港ジェット化事業の Benefit/Cost

	青森県	全国
当期	0.18	0.39
30年間	3.27	6.96
50年間	4.06	8.65

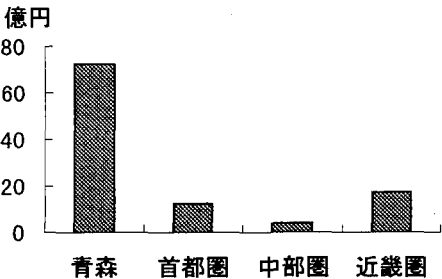


図 2. 圏域ごとに生じた便益

また、表 2 の目的地選択レベルにおいてゾーン内総生産のパラメータが正となっている。これは都市圏への移動が多いことから明らかである。しかしこのことは裏を返せば、整備事業によって地方と大都市間の利便性は高められるが、地方間移動の利便性が低くなってしまう可能性があることを示していると思われる。

次に昭和 62 年に行われた青森空港ジェット化事業による利用者便益計測結果を表 4 に示した。これによると事業後の総便益の約半分は青森県にもたらされている。また併せて図 2 に首都・中部・近畿圏域において生ずる当期便益を示したが、首都圏に比べて近畿圏のほうが大きな便益を生ずる結果となった。また青森空港のジェット化の事業費が約 400 億円であることから費用に対する便益の比を算出すると表 5 の様になった。これは当期の整備効果では遠く費用に及ばないものの、整備施設は 30 年、50 年という長期にわたって利用可能なため、それらの便益を考慮するとこの整備事業は妥当であるといえる。

6. おわりに

本研究では、空港整備事業に伴う利用者便益を計測するための統合型需要モデルを理論的に再構築し、新たに交通手段を鉄道、航空、自動車と高速バスの 4 肢選択によるモデル化を行った。また具体的事例としてジェット化事業に伴う便益計算を行い事業の妥当性を示唆した。また、本研究ではサービスレベル変数をネットワーク理論を用いて作成することにより、より精細なデータを作成することができた。

今後はモデルに用いる説明変数を換えたモデルを作成するなどの試みにより、より精度の高いモデル化を目指すとともに、新規空港開設など他の事業効果についても便益測定を行う必要がある。

参考文献

(1) 森川高行, 都築由紀子, 高瀬達夫, 脇昌央: 統合型需要モデルに基づく空港整備事業の利用者便益計測法, 土木計画学研究講演集 21 (2), pp. 403-pp. 406, 1998