

東京大学公共政策大学院  
「公共政策の経済評価」2009年度

## 神戸-関空ベイ・シャトルの費用便益分析

098079 岩田 知也

098094 中村 聡子

098099 福本 淳司

098106 安田 七海

## 目次

Executive Summary.....	2
1. 序章.....	4
1-1 本研究の狙いと背景.....	4
1-2 分析手法.....	4
1-3 本稿の構成.....	4
2. 背景.....	5
2-1 神戸市～関西国際空港間の交通手段.....	5
2-2 神戸－関空ベイ・シャトル.....	6
3. 分析的枠組み.....	10
3-1 分析手法および分析の流れ.....	10
3-2 使用するデータ.....	13
4. 自家用車ルート.....	19
4-1 需要関数の推計.....	19
4-2 社会的便益の測定.....	19
5. ポートライナールート.....	21
5-1 需要関数の推計.....	21
5-2 社会的便益の測定.....	23
6. 分析のまとめ.....	26
6-1 ベイ・シャトルの社会的純便益.....	26
6-2 平成 21 年度データでの再分析.....	27
6-3 感度分析.....	30
7. 結論と今後の課題.....	33
7-1 結論.....	33
7-2 政策提言.....	33
7-3 今後の課題.....	34
8. 謝辞.....	36
9. 参考文献.....	37
10. 補論.....	38

## Executive Summary

### <本研究の背景および目的>

本研究の対象は神戸空港と関西国際空港を結ぶベイ・シャトルである。ベイ・シャトルは、神戸市外郭団体である海上アクセス株式会社が運営しており、神戸市から補助金を受けることでその経営を存続している状況である。そこで、税金を投入して、赤字を出しているベイ・シャトルを存続させることが妥当であるか、費用便益分析を用いて評価した。

### <分析手法>

ベイ・シャトル利用者を、三宮から神戸空港まで自家用車を用いる利用者と、ポータライナー利用者に分けた。そこから、それぞれの需要関数を推定し、便益と費用を算出し、純便益および便益費用比を求めた。

### <結論と提言>

平成 20 年度の利用者数および費用構造を基に分析を行うと、年間の純便益は負となり、ベイ・シャトルの継続は正当化されない。しかし平成 21 年度の利用者数および費用構造を基に分析を行うと、年間の純便益は正となる。これは本研究を行った平成 22 年 2 月時点での利用者数が前年比で 3.5%ほど増加しており、費用構造も改善しているためである。しかし平成 21 年度を基にした純便益を現在価値化したとしても初期投資費用を上回ることはできておらず、ベイ・シャトルは開設されるべきではなかった。しかし、初期投資費用はサンク・コストであり、ベイ・シャトルを廃止しても回収できないと考えられるので、事業を継続していくことは許容される。

また、ベイ・シャトルを利用すると関西国際空港側では必ず連絡バスに乗り換えなくてはならない。この不便を解消するために、関西国際空港旅客ターミナル付近に乗船場を移転させることが一案として考えられる。実際の移転に必要な費用を求めるのは困難であり、そこで移転したときの便益の推計結果から、純便益が正となる費用の最大値を求めた。その結果、約 1.4 億円以下の費用で移転できるのであれば移転すべきである。

平成 20 年度

自家用車		ポートライナー	
社会的便益	社会的費用	社会的便益	社会的費用
13 億 1572 万 2957 円	8 億 544 万 7238 円	4 億 987 万 2873 円	1 億 4703 万 1456 円
ベイ・シャトル運航費用	ベイ・シャトル開設費用		
8 億 8595 万 7514 円	13 億 2115 万 3000 円		

平成 21 年度

自家用車		ポートライナー	
社会的便益	社会的費用	社会的便益	社会的費用
12 億 3485 万 6171 円	7 億 5594 万 2949 円	4 億 987 万 2873 円	1 億 4703 万 1456 円
ベイ・シャトル運航費用	ベイ・シャトル開設費用		
7 億 7214 万 1514 円	13 億 2115 万 3000 円		

	年間		評価期間(9 年間)	
	純便益	B/C	純便益	B/C
平成 20 年度	-1 億 1284 万 378 円	0.939	-21 億 6015 万 8629 円	0.856
平成 21 年度	1 億 5253 万 1038 円	1.086	-1 億 8703 万 4150 円	0.987

## 1. 序章

### 1-1 本研究の狙いと背景

現在、神戸市の外郭団体である海上アクセス株式会社（以下、海上アクセス）によって、神戸空港～関西国際空港（以下、関空）をつなぐ「神戸－関空ベイ・シャトル」（以下、ベイ・シャトル）が運航されている。平成 18 年の開設当初から財務状況が健全ではない状況が続いているが、神戸空港と関空の連携、そして国際都市神戸の発展のために必要不可欠な都市装置であるという公共性を鑑み、神戸市が補助を行い継続させている。しかし、不健全な財務状況に加え、ベイ・シャトル以外の交通手段であるリムジンバスを用いる神戸市民が多いことから、ベイ・シャトルに対する批判の声は多く、市議会においては度々廃止を求める意見が出されている。

一方、神戸市や海上アクセスによる様々な利用者促進キャンペーンの効果もあり、開設当初よりベイ・シャトルの利用者は増加傾向で、平成 21 年 10 月には乗船客数が 100 万人を突破している。

以上のような状況を受け、本研究では、神戸市による公的補助を得て、ベイ・シャトルの運営を継続する現状が妥当であるかを、費用便益分析による客観的指標を用いることで評価する。開設 5 年になるが、その公共性に鑑み補助を行っているにもかかわらず、ベイ・シャトルについて客観的な指標を用いた政策評価がなされていない。加えて、先述のように市議会ではベイ・シャトルに反対する議員や市民団体と市との間での問答が繰り返されている。このような状況に対する問題意識と疑問から、補助金を伴うベイ・シャトルの現状の妥当性についての検討が必要であると考えます。

### 1-2 分析手法

本研究においては、便益算出に当たり、神戸市役所（三宮）から関西国際空港への交通手段によって以下のように異なる分析手法を用いて推計する。

(1) 自家用車：消費者余剰法による分析

(2) その他公共交通（ポートライナー・バス）：ロジット・モデルによる分析

そして、これを合算したものから各費用の合計を差し引くことで純便益を求める。

### 1-3 本稿の構成

第 2 章では、神戸市役所から関空への交通手段およびその中の一つであり、本研究の対象であるベイ・シャトルについて述べる。第 3 章では、本研究で用いた 2 つの分析手法について、また第 4 章および 5 章で用いる値の詳細について触れる。第 4 章では、自家用車、第 5 章では、ポートライナーのルートにおける社会的便益と社会的費用を算出する。第 6 章では、純便益と便益費用比（B/C）を求め、感度分析も行った。第 7 章では結果を踏まえての結論、政策提言を行う。

## 2. 背景

### 2-1 神戸市～関西国際空港間の交通手段

神戸市から関空への主な交通手段として、①ポートライナー&ベイ・シャトル、②自家用車&ベイ・シャトル、③リムジンバス、④鉄道（南海・JR）、⑤自家用車の5つがあげられる。図 2-1-1 は、それぞれのルートを示したものである。オレンジ色がベイ・シャトル利用者のルート、青色がリムジンバスもしくは自家用車利用者のルート、ピンク色が鉄道利用者のルートを表している。それぞれの所要時間<sup>1</sup>と料金は表 2-1-1 の通りである。ここでは神戸市の中心地点として神戸市役所を設定する。

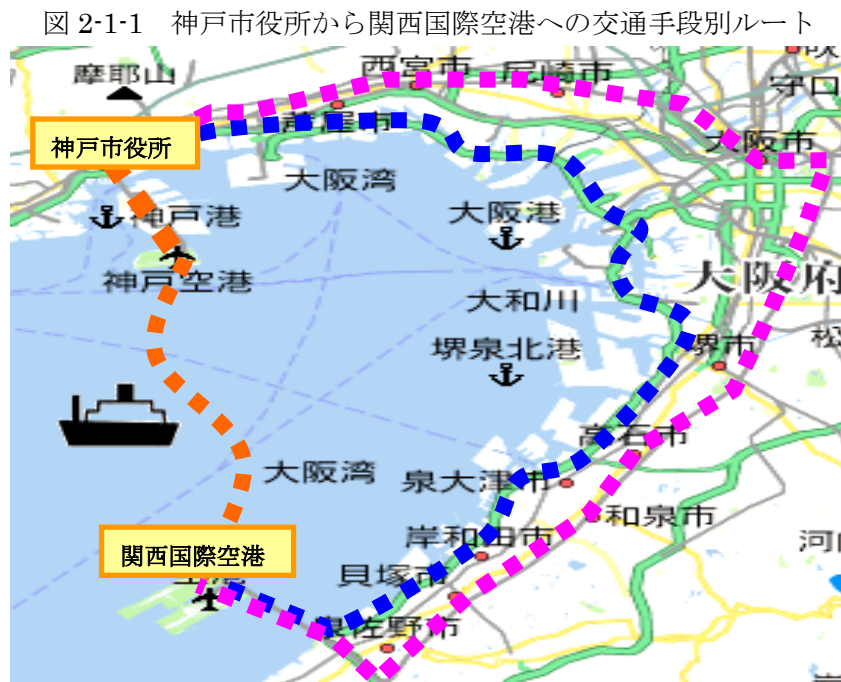


表 2-1-1 神戸市役所から関西国際空港への交通手段別所要時間・料金

	ポート&ベイ	車&ベイ	バス	鉄道 (南海)	鉄道 (JR)	自家用車
時間(片道)	70 分	74 分	65 分	107 分	92 分	65 分
乗換	3 回	3 回	0 回	3 回	1 回	0 回
料金(片道)	1500 円	1500 円	1900 円	1370 円	1660 円	1700 円
料金(往復)	3000 円	2700 円	3000 円	2740 円	3320 円	3400 円

<sup>1</sup> 神戸空港ターミナルとベイ・シャトル乗船場、および関西国際空港とベイ・シャトル乗船場の間には無料のシャトルバスが運行している。所要時間には、シャトルバスでの移動時間を含めている。また、乗換回数にはシャトルバスの乗降も含めている。

## 2-2 神戸ー関空ベイ・シャトル

### ● 概要

ベイ・シャトルとは、神戸空港と関空を結ぶ高速船である。神戸空港開港を機会に、神戸空港と関空とで国内線・国際線を乗り継ぐなどの需要が見込まれたことから、神戸市が「海上アクセス株式会社<sup>2</sup>」を設立、平成 18 年 7 月に本航路が開設された。ベイ・シャトルは、両空港の間、24km の距離を 29 分で結び、1 日 16 往復、32 便運航されている。

### ● 海上アクセス株式会社の財務状況

平成 20 年度における海上アクセス株式会社の財務状況<sup>3</sup>は、累積赤字が 167 億円、純利益-9200 万円となっており、神戸市から 2 億 2000 万円の補助を受けている。なお、平成 21 年度の補助金は約 1 億 4600 万円と、前年度から 5000 万円削減されている。これは、平成 20 年度に船舶運航委託料の削減、シャトルバス運行委託料の削減、業務体制の効率化等により全体で 1 億円を超える経費削減が実施されたことに伴うものである。このような財務状況に対して、神戸市外郭団体経営評価委員会は平成 20 年度活動報告において、乗船客数の増加と経費削減について評価しながらも、さらなる経営努力により早急に単年度収支の均衡を図ることや、累積債務の圧縮に向けて将来にわたって恒常的な黒字経営ができるような体質強化を図ることを強く要請している。

### ● ベイ・シャトル利用促進の試み

ベイ・シャトルの利用促進策として、駐車場料金の値下げおよび無料化や、セット券による割引、イベント、ツアーの発案を行っている。駐車場料金の値下げおよび無料化は、ベイ・シャトル乗船客を対象に行われたものである。ベイ・シャトル乗船券と駐車場のセット割引による値下げが平成 18 年 10 月 20 日より行われ、その後平成 19 年 3 月 17 日からは駐車場料金が無料化されている（表 2-2-1 参照）。

---

<sup>2</sup> 海上アクセス株式会社は神戸市の外郭団体であり、神戸市が 25~50%の出資を行っている。

<sup>3</sup> 平成 21 年港湾交通委員会（平成 21 年 6 月 19 日）議事録を参照。

表 2-2-1 駐車場料金の値下げ・無料化の変遷

	平成 18 年 7 月 ～10 月 19 日	平成 18 年 10 月 20 日 ～平成 19 年 3 月 16 日	平成 19 年 3 月 17 日 ～現在
1 時間ごと	150 円	0 円	<b>無料化</b>
1 泊 2 日	1000 円	0 円	
2 泊 3 日	2000 円	800 円	
3 泊 4 日	3000 円	1600 円	
…略…	…略…	…略…	
10 泊以降	+1000 円/1 日	+500 円/1 日	

セット券による割引やキャンペーンとして、三宮－神戸空港間のポートラーナーとベイ・シャトル乗船券、神戸花鳥園入場券とベイ・シャトル日帰り往復乗船券、「ぷらっと日帰り往復」乗船券が発売されている（表 2-2-2 参照）。

表 2-2-2 ベイ・シャトル料金の割引（平成 22 年度 1 月時点）

	ポート+ベイ片道	花鳥園+ベイ往復	ぷらっと日帰り往復
通常料金	1820 円	3500 円	3000 円
セット料金	1500 円	2500 円	2000 円

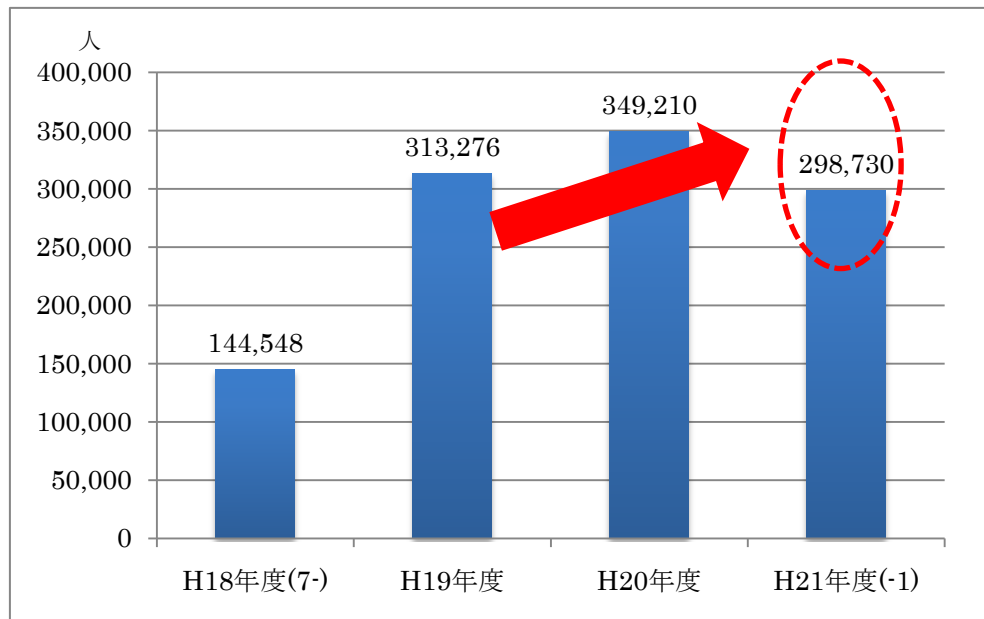
さらに、2010 年 4 月 1 日からは、インターネット予約や、コンビニでのチケット販売を開始することになっている。また、旅行会社との連携強化、播磨地域等への重点的なプロモーション活動の展開、神戸港上海事務所の活用等による外国人旅行者の誘致促進、学生による「ベイ・シャトル利用促進策」募集、イメージキャラクターの募集等により、ベイ・シャトルの利用を促進している。



● 乗船客数の推移

平成 20 年度のベイ・シャトルの乗船客数 34 万 9210 人であり、対前年度比 11%の増加となっている。平成 21 年度の乗船客数も、1 月時点では対前年度比 3.5%の増加傾向にあり、運航開始から右肩上がり乗船客数は増加している<sup>4</sup> (図 2-2-2)。

図 2-2-2 ベイ・シャトル乗船客数の推移



※以下で乗船客数を用いる場合は、H19,20 年度の値を用いている。

● ベイ・シャトルの天候の影響

ベイ・シャトルは海上輸送であり、台風などの悪天候時には欠航になることがある。そのため、ベイ・シャトルの利用者にとっては欠航リスクが心理的費用になるものと考えられる。そこで、まずベイ・シャトルの就航率について表 2-2-3 で表す。

表 2-2-3 ベイ・シャトルの就航率

	就航率
平成 18 年度	96.9%
平成 19 年度	98.6%
平成 20 年度	99.4%

このように平成 20 年度では就航率は 99%を上回っており、欠航されるのは年間で 2 回程度となっている。さらに、欠航される場合は前日に必ず公表されるため、当日に突然欠航になることはない。また、ベイ・シャトル以外で関空に移動する場合にも、同様のリス

<sup>4</sup> 神戸市みなと総局から公表されたデータを参照。

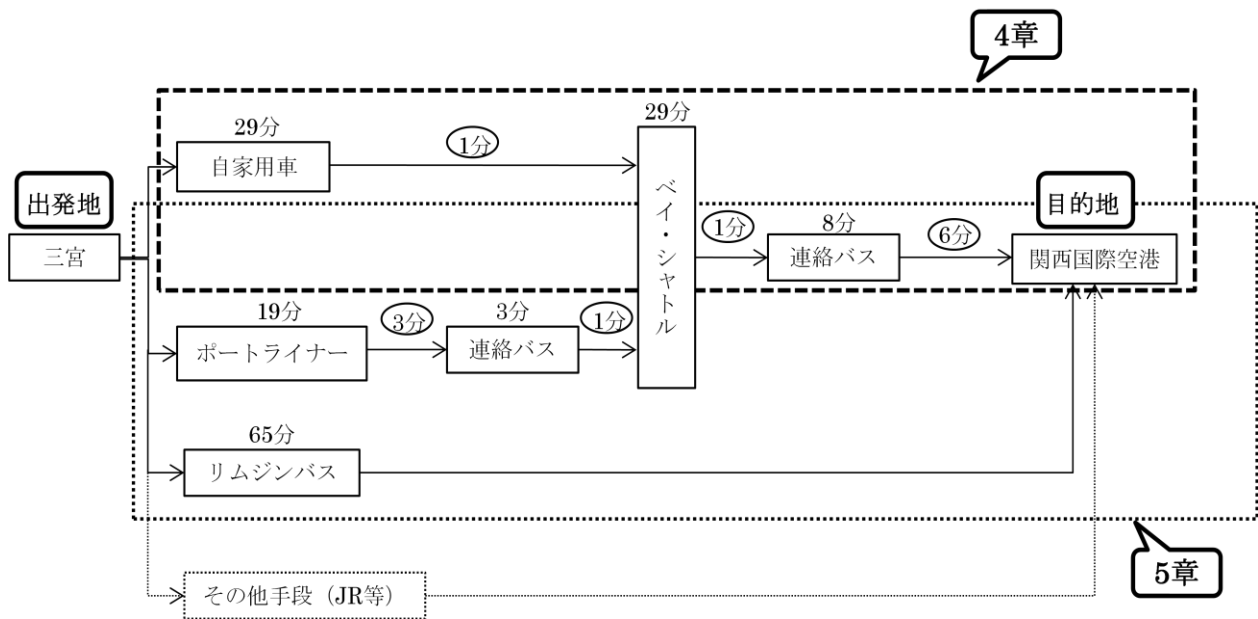
クはある。ベイ・シャトル以外の交通手段では、必ず関西国際空港連絡橋を渡らなければならず、連絡橋では車体が海風に直接さらされるため、連絡橋が通行止めになることが度々ある。特に鉄道は強風に対して脆弱であるため、自家用車利用よりも通行止めになりやすく、運休になった場合では臨時のバスが連絡橋の手前で手配されることもある。以上から、天候上のリスクの観点から、ベイ・シャトルと他の交通手段との間に大きな差異はなく、利用にあたって特別な配慮が必要であるとはいえない。そのため、本研究ではベイ・シャトルの欠航率とその社会的費用については考慮しない。

### 3. 分析的枠組み

#### 3-1 分析の流れ

分析をはじめると同時に、神戸市民が関空へと向かうルートを整理する。ベイ・シャトル開設以前は、神戸市から関空へはリムジンバスを中心として JR・南海電鉄などの鉄道機関、自家用車が利用されていたが、ベイ・シャトルの開設によって神戸空港を経由して関空に向かうことが可能となった。

図 3-1-1 交通ルート概略



まず、ベイ・シャトル開設によるアクセス手段への影響について検討する。該当するリムジンバスの路線は神戸線（神戸－関空）であり、各運行会社の総輸送人員はベイ・シャトル開設前の 72.8 万人（平成 17 年度）から 58.8 万人（平成 19 年度）へと 14 万人減少した。鉄道利用者の変化については、鉄道を用いて神戸市から関空へと向かう乗客数の計測は困難であるため、本研究では取り扱わないこととする。また、神戸市から関空方面へ向かう自家用車利用者は、関空への発着便の増減による変化分を除いてもある程度減少していることが確認できた<sup>5</sup>。しかし、関空の発着便以外にも空港利用者数に影響を与える要因が考えられるため、実際にどれほどの自家用車利用者が減少したかについては計測できなかった。また、全国幹線旅客純流動調査では国内線利用者数のみの観測となり、関空の主な利用者である国際線利用者数を把握できない。このため、神戸市から関空に向かう旅客者全体については計測不可能である。よって、リムジンバス利用者の減少分では神戸

<sup>5</sup> ベイ・シャトル利用者でもりんくうタウン含め、和歌山方面にも移動する利用者が存在しており、関空に向かう自動車だけではなくその周辺も含めるために、泉大津料金所で計測した。

市から関空に向かう利用者の変化は計測できないので、鉄道や自家用車などの利用者の減少する交通機関については分析を行わない<sup>6</sup>。

ベイ・シャトルまでのアクセス手段としては自家用車やポートライナーをはじめとしていくつかの交通手段がある。これについては「神戸ー関空ベイ・シャトル利用者の動向について」によるアウトバウンド利用データを用いる。この資料によると、ベイ・シャトル利用者の、ベイ・シャトルまでのアクセス手段は表 3-1-1 のようになっている。なお、乗客数は、ベイ・シャトル総利用者数にそれぞれのアクセス手段の利用割合を掛け合わせたものである。また、その他手段とは路線バス・貸切バス・航空機である。

表 3-1-1 ベイ・シャトルまでのアクセス手段

	ベイ・シャトルまでのアクセス手段	
自家用車	74.4%	259,812
ポートライナー	11.6%	40,508
送迎	8.1%	28,286
タクシー	3.4%	11,873
その他手段	2.5%	8,730
全手段	100.0%	349,210

アクセス手段の割合より、図 3-1-1 のように交通ルートを単純化する。送迎およびタクシー利用の取り扱いについては後述する。また、ベイ・シャトル利用者で神戸空港から関空に乗り継いでいる利用者は航空機利用の 0.3%に過ぎないため、神戸空港と関空間の乗継による便益は捨象する。路線バス、貸切バスについても利用者数が少ないため本研究では取り扱わないものとする。

次に、送迎およびタクシー利用によって神戸空港まで向かい、ベイ・シャトルを利用する利用者の扱いについて検討する。送迎およびタクシー利用によって神戸空港に向かっている利用者が、ベイ・シャトル就航以前も自家用車での送迎やタクシーで関空まで直接向かっていたとは考えにくい。三宮駅をはじめとして最寄り駅から鉄道あるいはバスを利用して関空に向かっていたと考えられる。しかし、どのような利用者が関空までのアクセス手段を変更したのかは明示的ではない。そのため本研究では、送迎およびタクシー利用者には駐車場利用者と同じ社会的便益と社会的費用があるものとして計算する。

また、起点は三宮駅とする。三宮駅は、神戸市役所からの最寄り駅であり、リムジンバスやポートライナーの発着点である。さらに、三宮から神戸空港間は臨海埋め立て地域が広がっていることから、両地点間からの利用者はいないと仮定し、ベイ・シャトル利用者

<sup>6</sup> リムジンバスはベイ・シャトル開設後も神戸ー関空便を減少させたわけではないため、利用者の利用者費用以外は変化していない。後で述べるように、ポートライナー利用の場合の分析内では、ポートライナー利用とリムジンバスは完全代替としている。

は全て三宮より向かうとする。よって、以下では全てのベイ・シャトル利用者は三宮から関空に向かうと仮定して分析を進める。

以上より、本研究ではベイ・シャトル利用者の便益を、ベイ・シャトルまでのアクセス手段によって2種類に分類し、それぞれの便益を合計することで計測する。1種類目の利用者は、①ベイ・シャトルの発着場がある神戸空港まで自家用車で向かい、海上アクセス駐車場に駐車しベイ・シャトルに乗船する利用者である。そしてもう1種類の利用者は、②三宮からポートライナーを使って神戸空港まで移動し、そこからベイ・シャトルに乗船する利用者である。以下では、それぞれの利用経路ごとに需要曲線を推計し、社会的便益を推定する。その後社会的費用を差し引いて、合計することでそれをベイ・シャトルの純便益とする。すなわち、本研究においては、「三宮から関空に自家用車およびポートライナーを利用してベイ・シャトルに乗船する利用客の費用便益によって、ベイ・シャトルを開設すべきであったか、およびこれからも運航を継続していくべきか」についての実証分析を行い、政策を提言していくこととする。

図 3-1-1 本研究の費用便益分析の流れ

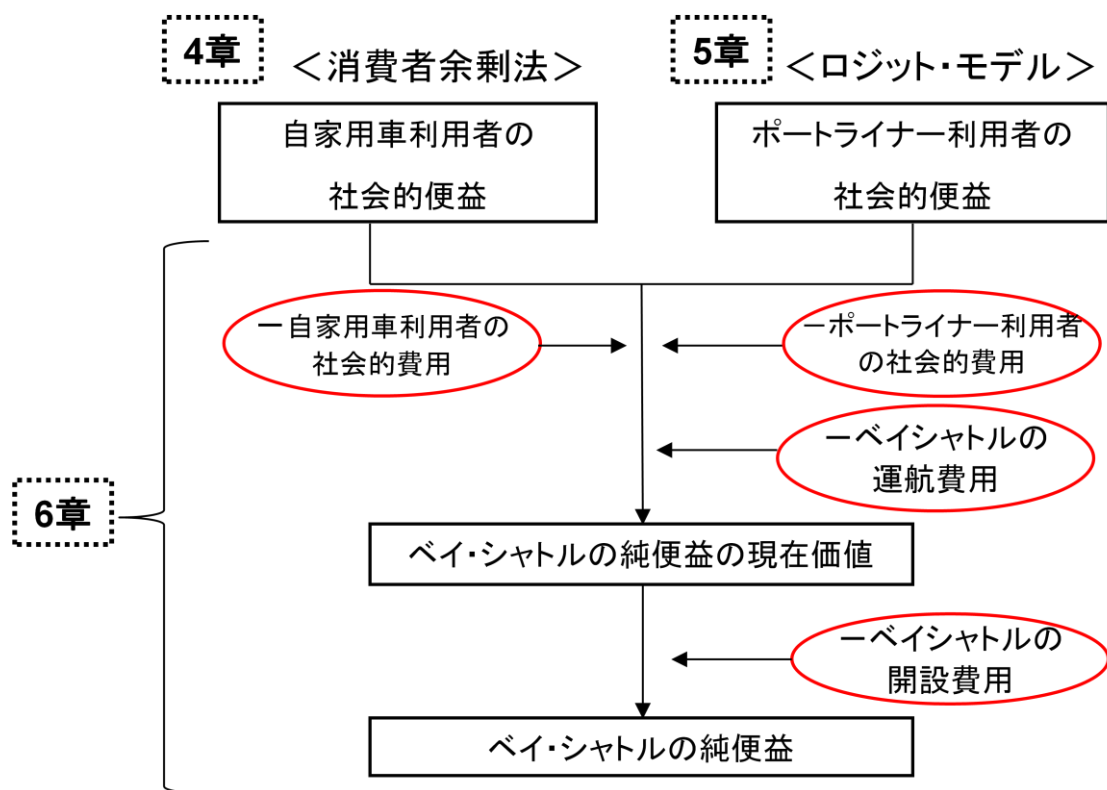


図 3-1-1 にあるように、本研究では①の利用者については消費者余剰法で新設の便益を求め、②の利用者についてはロジット・モデルを用いて推計を行うこととする。①の利用者については、ベイ・シャトル開設後の駐車場利用台数および売上額の月額データがあり、

これらのデータから駐車場利用の需要関数を推計することが可能である。②の利用者については、公共交通利用者がポートライナー利用に切り替えたと考えられる。そこで、利用者数データが入手可能なリムジンバスからアクセス手段を変更したと仮定して、ロジット・モデルを用いる<sup>7</sup>。ポートライナー利用者数についての月次データは存在しないので単独での需要曲線の推計は行わない。そのため、リムジンバスとポートライナー経由のベイ・シャトルは代替関係にあるという仮定を置き、平成 20 年度の両利用者数の合計は一定として、ロジット・モデルによる推計を行うこととする。

### 3-2 使用するデータ

分析に際して用いたデータを下の枠線内に示す。また、それぞれのデータの出所および根拠も以下に記した。

<4 章で使用>

- 自家乗用車+ベイ・シャトルの一般化費用：(8,545+駐車場料金)円/人
- 自家乗用車+ベイ・シャトルの社会的費用：5,905 円/人

<4 章・5 章で使用>

- 自家乗用車+ベイ・シャトルの外部費用：59 円/人
- ポートライナー+ベイ・シャトルの外部費用：38 円/人
- リムジンバスの外部費用：44 円/人
- 社会的割引率：4%
- ベイ・シャトルの償却期間：9 年

<6 章で使用>

- ベイ・シャトル運航費用：8 億 8595 万 7514 円
- ベイ・シャトル開設費用：13 億 2115 万 3000 円

#### ◆ 一般化費用

4 章で便益を算出する自家用車+ベイ・シャトルの一般化費用は、以下の利用者費用 1～4 の合計にベイ・シャトルの往復運賃 2700 円と駐車場料金<sup>8</sup>を足し合わせたものである。ポートライナー+ベイ・シャトル、並びにリムジンバスの一般化費用は 5 章でロジット・モデルから求める。

<sup>7</sup> リムジンバス利用者の減少数はポートライナー経由のベイ・シャトル利用者の増加数より大きい。

<sup>8</sup> 駐車場料金は 4 章を参照。

表 3-2-1 自家用車+ベイ・シャトルにおける利用者費用の算出内訳

		i	ii	iii	iv
		時間費用(円/分・人)	走行費用(円/分・人)	時間(分)	利用者費用(円/人)
1	自家乗用車	50.3	16.0	29	3845
2	ベイ・シャトル	28.7	0	29	2146
乗換接続					
3	連絡バス	28.7	0	8	1158
4		62.1	0	8	1610

ここで、利用者費用の内訳について説明する。

時間費用は、費用便益分析マニュアル<sup>9</sup>（以下マニュアル）で用いられている表-1車種別の時間価値原単位（円/分・台）をシャドープライスとして用いる。しかし、今回求めたい時間価値の原単位は円/分・人であるので、原単位の算出方法<sup>10</sup>を以下表 3-2-2 のように変更する。

表 3-2-2 自家用車の時間価値原単位（平成 20 年）改変版

	1	2	3	4	5	6
	ドライバー	同乗者		車両の機会費用		
	機会費用(円/分・台)	平均乗車人員	機会費用(円/分・台)	円/分・台	平均乗車人員	円/分・人
業務	44.0	0.63	44.0	3.16	1.63	1.94
非業務	28.9	0.63	24.9			

	7	8	自家用車の 時間費用(円/分・人)
	時間費用(円/分・人)	割合	
業務	45.9	19.9	31.0
非業務	27.4	80.1	

網掛けの部分が上述した国土交通省のマニュアルの算出方法とは異なる値を用いた箇所である。本研究で用いた平均乗車人員は、ベイ・シャトルへのアクセス交通機関がマイカーである利用者（正確にはベイ・シャトルの利用者数にアンケート<sup>11</sup>でアクセス手段がマイカーであると答えた割合を乗じたもの）を神戸側のベイ・シャトル駐車場の駐車台数で、

<sup>9</sup>国土交通省 道路局 都市・地域整備局(平成 20 年 11 月) 『費用便益分析マニュアル』

<sup>10</sup>第 4 回 道路事業の評価手法に関する検討委員会(2008) 検討会資料 参考資料 1 『時間価値原単位および走行経費原単位の算出方法』

<sup>11</sup>海上アクセス利用促進協議会 『神戸-関空ベイ・シャトル利用者の動向について』(平成 19 年、21 年)

割ったものである。ここで、

$$\text{業務} : (1 + 2 \times 3) \div 5 + 6$$

$$\text{非業務} : (1 + 2 \times 3) \div 5$$

から時間費用を求め、各々アンケートでの利用目的別から算出した業務、非業務の割合 8 を乗じ、自家用乗用車の時間費用とする。

連絡バスの時間費用は、同資料の乗合バスを参考にし、以下の表から求める。

表 3-2-3 連絡バスの時間価値原単位（平成 20 年価格）

	1	2	3
	機会費用(円/人・分)	割合	連絡バスの 時間費用(円/分・人)
業務	44.0	19.9	
非業務	24.9	80.1	28.7

表 3-2-3 中の 2 の割合は自家乗用車の人々がその後、連絡バスを用いるので、表 3-2-2 の 8 で用いている割合と同様である。

港湾整備事業の費用対効果マニュアル<sup>12</sup>（以下港湾整備事業のマニュアル）で求められている時間費用は「毎月勤労統計調査」に基づき所得接近法から算出されており、これは道路局他の『費用便益分析マニュアル』における時間費用の非業務の算出方法と同じである。そこで本研究で用いるベイ・シャトルの時間費用は、連絡バスの時間費用と同じ算出式を用いることとする。港湾整備事業のマニュアルでは業務、非業務が等しいとされているが、本研究での時間費用は業務と非業務が異なる点とすることが異なる点である。自家乗用車の時間費用の値を用いなかった理由は、車両の機会費用が含まれているからである。交通手段によって混雑や車内環境などの要因で時間費用が異なると考えられるが、今回はそのことは考慮せずに時間費用が等しいと仮定している。徒歩の時間費用は Von Wartburg and Waters<sup>13</sup>から自家乗用車の 2 倍とする。

走行費用は三宮～神戸空港までの時速を Google マップのルート・乗換案内から求めた距離と所要時間から 20km/h と算出し、マニュアルから表一 2 車種別「一般道（市街地）」の乗用車の値を用いる。

#### ◆ 外部費用

三宮から関空への各交通手段、①自家乗用車+ベイ・シャトル、②ポートライナー+ベイ・シャトル、③リムジンバスの外部費用は以下となる。これは、表 3-2-6 から①=3+4,

<sup>12</sup> 国土交通省 港湾局（平成 16 年 6 月）『港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル』

<sup>13</sup> Anthony E. Boardman et al (2006) “Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice Third Edition” Pearson/Prentice Hall, Pearson Education International



②=2+4,③=1 から求めている。

表 3-2-4 各交通手段における外部費用の算出内訳

		g-c/人キロ	km	円/g-c	外部費用(円/人)
1	リムジンバス	12.2	59.46	0.03	43.5
2	自家乗用車	44.6	8.7	0.03	23.3
3	ポートライナー	4.7	8.2	0.03	2.31
4	ベイ・シャトル	23.9	24	0.03	35.9

本研究では、外部費用として温暖化における費用を考慮する。大気汚染について考慮しない理由は、以下の2つによるものである。第1に、自家用車以外の交通手段における大気汚染の有用な資料を集められず、自家用車のみデータとして扱うとバイアスが発生するからである。第2に、ベイ・シャトルの運航がもたらす大気汚染は、周辺人口がない海上におけるものと考えられるため本研究では扱わなかった。CO<sub>2</sub> 排出量原単位は中村他(1998)<sup>14</sup>による論文で用いられている旅客輸送 CO<sub>2</sub> 排出量原単位をシャドープライスとする。また、ここでは、我が国における地球温暖化対策費用の推計値が3万円/tC<sup>15</sup>あることから、その値を用いた。4章で求める自家用車+ベイ・シャトルの利用者費用(表3-2-1 ivを参照)に外部費用を足し合わせ、これを社会的費用とする。

◆ 社会的割引率

社会的割引率は「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針」(平成16年2月、国土交通省)に定められている4%を用いることとする。この社会的割引率は国土交通省の全事業に適用されている。

◆ ベイ・シャトルの償却期間

海上アクセスの資産の大半を占め、主なる営業用資産である船舶の法定耐用年数が9年であることから、本研究では9年の期間での費用便益分析を行う。

◆ ベイ・シャトル運航費用

ベイ・シャトルの運航にかかる費用は、海上アクセスの海運業費用と神戸空港内駐車場業費用、一般管理費であるとする。海上アクセスは他の駐車場事業以外にもテナント事業

<sup>14</sup>中村英樹, 林良嗣, 都築啓輔, 加藤博和, 丸田浩史(1998)

『目標設定型アプローチによる運輸起源のCO<sub>2</sub> 排出削減施策の提示』

土木計画学研究・論文集 No.15, pp.739-745

<sup>15</sup>金本良嗣, 蓮池勝人, 藤原徹(2006)『政策評価マイクロモデル』東洋経済新聞社

などを行っているが、これは海上アクセスの赤字を目減りさせるために神戸市の配慮で高収益事業を営むことができているからである。そこで、本研究では海上アクセス以外では代替不可能なベイ・シャトルと神戸空港内駐車場事業だけに焦点を当てるために2つの事業に絞る。

社会的費用を求める際には、一般管理費は租税公課および減価償却費を控除するべきであるが、本研究で扱う平成20年度における財務諸表においては費用ごとの詳細が明記されていない。そのため、平成18年度と同程度であると仮定し同じ値を用いて計測する。

神戸空港駐車場事業であるが、平成18年度の神戸空港駐車場の売上は海上アクセスターミナル駐車場の売上月報より分かる。海上アクセス会社の詳細な損益計算書は平成18年度分しか公表されていないため、他の駐車場も含めた総売上に占める神戸空港駐車場売上の割合だけ総駐車場費用のうちから神戸空港駐車場費用が発生していると考え、神戸空港駐車場事業費用を算定する。この費用は固定費用が主であり駐車台数の変化に対してさほど変動しないと考えられるので、平成18年度と同額の神戸空港駐車場費用が発生しているとする。

平成20年度	海運業費用	7億2044万1000円	
	一般管理費	1億7441万8000円	(平成20年度損益計算書)
平成18年度	租税公課+減価償却費		
		1517万9000円+749万3000円=2267万2000円	
	神戸空港駐車場費用		
		神戸空港駐車場収入÷駐車場総収入×駐車場総費用	
		=2234万4990円÷8154万4000円×5025万3000円	
		=1377万0514円	(平成18年度損益計算書)

以上より

$$\begin{aligned} \text{ベイ・シャトル運航費用} &= 7\text{億}2044\text{万}1000 + (1\text{億}7441\text{万}8000\text{円} \\ &\quad - 2267\text{万}2000\text{円}) + 1377\text{万}0514\text{円} \\ &= 8\text{億}8595\text{万}7514\text{円} \end{aligned}$$

#### ◆ ベイ・シャトル開設費用

ベイ・シャトルの開設費用は、平成18年度財務諸表内の有形固定資産等明細表における、有形固定資産と無形固定資産の前期末残高と当期増加額の合計額とする。固定資産購入費は神戸市からの4億円の補助金によって抑えられているが、社会的費用が節減されているわけではないので補助金については考慮しない。

表 3-2-5 ベイ・シャトル開設費用

資産の種類	前期末残高	当期増加額	当期減少額	開設費用
	(千円)	(千円)	(千円)	(千円)
有形固定資産				
船舶	—	716,160	—	—
建物	209,334	228,840	—	—
構築物	40,287	96,374	—	—
器具及び備品	5,230	13,016	—	—
有形固定資産計	254,852	1,054,392	—	1,309,244
無形固定資産				
ソフトウェア	543	10,832	—	—
ソフトウェア仮勘定	7,131	—	7,131	—
電話加入権	214	—	—	—
水道施設利用権	—	320	—	—
無形固定資産計	7,888	11,152	7,131	11,909

ベイ・シャトル開設費用＝有形固定資産前期末残高＋有形固定資産当期増加額  
 ＋無形固定資産前期末残高＋無形固定資産当期純増加額  
 ＝2億5485万2000円＋10億5439万2000円  
 ＋788万8000円＋(1115万2000円－713万1000円)  
 ＝13億2115万3000円

## 4. 自家用車ルート

### 4-1 需要関数の推計

まず、①自家用車で神戸空港まで行くルートの場合について需要関数を求める。海上アクセスターミナル駐車場の売上月報、関空の飛行機発着回数のデータを用い、最小二乗法で行う。データは平成 18 年 7 月の海上アクセス株式会社の事業再開時より平成 21 年 12 月までの 42 カ月分の月次データを季節調整したうえで用いる。以下がその推計式である。

#### 駐車場の需要関数の推計式

$$\text{駐車場利用者人数} = 49297.3 - 4.83083 \text{ 費用} + 0.209055 \text{ 関空の飛行機発着回数}$$

$$(2.935) \quad (-2.621) \quad (0.822)$$

$$R^2 - \text{adj} = 0.148$$

$$DW = 0.662$$

推計式の変数はレベルであり、括弧内は t 値である。被説明変数である駐車場利用者人数は駐車場の精算台数に先述の推定平均乗者数の 1.63 を乗じたものを用い、説明変数となる費用は駐車場の実勢料金と神戸市役所からベイ・シャトル乗船場までの一般化費用の往復分を足したものを用いる。

一般化費用は、3-2 で言及したものである。そこで駐車場料金と表記したものをここでは、実勢運賃と表記し直している。実勢運賃は月次売上を月次精算台数と推定 1 台当たり人数で割って求め、一般化費用は自家用車・連絡バス・船それぞれにおける一般化費用の往復分の値を用いる。

### 4-2 社会的便益の測定

本節では、前節で求めた自家用車ルートの需要関数を用いて社会的便益を測定する。駐車場の需要関数の推計式は、

$$\text{駐車場利用者人数} = 49297.3 - 4.83083 \text{ 費用} + 0.209055 \text{ 関空の飛行機発着回数}$$

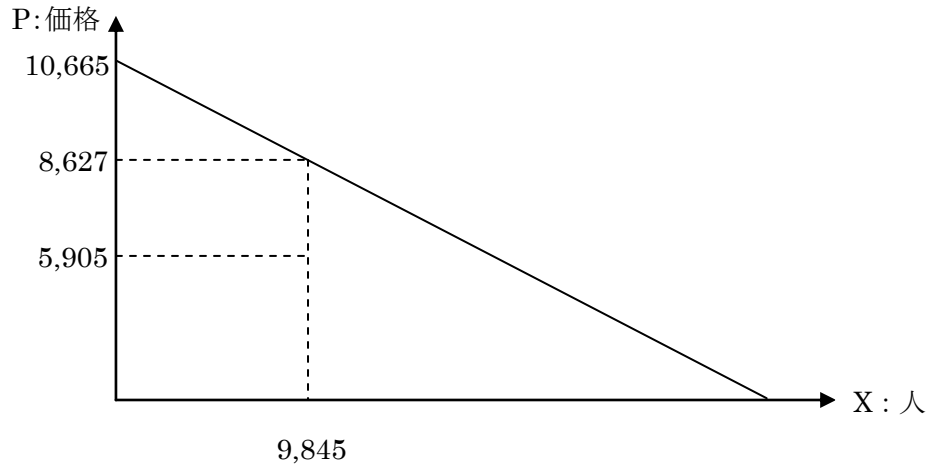
であることから、関空の飛行機発着回数は、平成 20 年度の月次平均の 10,772 回であることを用いて、上式は以下のように変換される。

$$\text{費用} = 10,665 - 0.207 \text{ 駐車場利用者人数}$$

そして、一般化費用として平成 20 年度の 1 人当たり駐車料金に時間費用を足した 8,627 円を代入し、これを図示すると以下ようになる。なお、5,905 円は駐車場の平均社会的

費用である。(一般化費用、平均社会的費用は 3-2 を参照)

図 4-2-1 自家用車ルートの社会的便益と社会的費用



従って、求めるべき社会的便益および社会的費用は、上式が月次の値のため、これに 12 を掛けて年間の便益・費用の値に変換したものとなる。ここで、3 章でも論じたようにタクシー・車での送迎によるベイ・シャトル利用者も自家用車利用者と同様の費用便益構造にあると仮定する。自家用車利用者はベイ・シャトル利用者の 74.4%であり、タクシーおよび送迎によるベイ・シャトル利用者は 11.5%であることから、 $11.5 \div 74.4 + 1 = 1.155$  を掛ける。その結果

$$\text{社会的便益} = 9496 \text{ 万 } 4870 \times 12 \times 1.155 = 13 \text{ 億 } 1572 \text{ 万 } 2957 \text{ 円}$$

$$\text{社会的費用} = 5813 \text{ 万 } 4725 \times 12 \times 1.155 = 8 \text{ 億 } 544 \text{ 万 } 7238 \text{ 円}$$

と求められる。

## 5. ポートライナールート

### 5-1 需要関数の推計

次に、ベイ・シャトル利用者の便益測定を、ロジット・モデルを用いて行う。これは、リムジンバスのみルートに対してポートライナーを導入した場合の分担率の変化による影響を計測するためである。分析に際して、以下のモデルを設定する。

$$Q_{ijm} = Q_{ij} s_{ij}$$

$$s_{ij} = \frac{\exp(\delta_{ijm})}{\sum_{m=1,2} \exp(\delta_{ijm})}$$

それぞれの変数の意味は、OD間のijについての、

$Q_{ij}$  : 総旅客数

$Q_{ijm}$  : 交通機関mの旅客数

$s_{ij}$  : 交通機関mのマーケットシェア

である。そして、バス・船それぞれの間接効用関数を  $\delta_{ijバス}$ 、 $\delta_{ij船}$  とおき以下のように定式化する。

$$\delta_{ijバス} = \alpha + \beta \text{ Price}_{ijバス} + \gamma \text{ Time}_{ijバス} + \eta \text{ Change}_{ijバス} + \phi \text{ Number}_{ijバス} + e_{バス}$$

$$\delta_{ij船} = \beta \text{ Price}_{ij船} + \gamma \text{ Time}_{ij船} + \eta \text{ Change}_{ij船} + \phi \text{ Number}_{ij船} + \omega \text{ Dummy}_{豪華船} + e_{船}$$

$\delta_{ijm}$  : 交通機関mを選択した場合の間接効用

$\text{Price}_{ijm}$  : 交通機関mを選択した場合にかかる費用

$\text{Change}_{ijm}$  : 交通機関mを選択することにより目的地までに乗り換える回数

$\text{Number}_{ij}$  : 交通機関mの便数

$\text{Dummy}_{豪華船}$  : ルート間の船の性能が高い場合 : 1、高くない場合 : 0 となるダミー

以上の通り設定したモデルに対し、パラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\eta$ 、 $\phi$ 、 $\omega$  を推計するために以下のようにカリブレーションする。

$$\ln(Q_{ijバス}) - \ln(Q_{ij船}) = \delta_{ijバス} - \delta_{ij船}$$

$$= \alpha + \beta (\text{Price}_{ijバス} - \text{Price}_{ij船}) + \gamma (\text{Time}_{ijバス} - \text{Time}_{ij船}) + \eta (\text{Change}_{ijバス} - \text{Change}_{ij船})$$

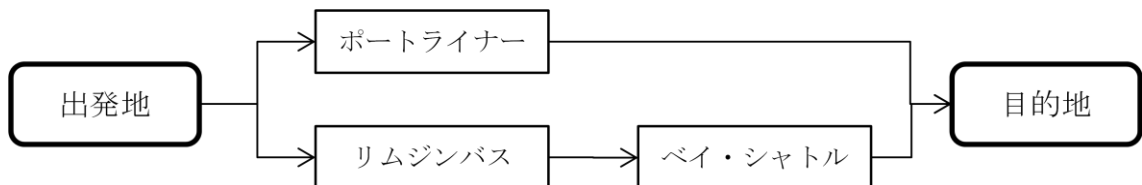
$$+ \phi (\text{Number}_{ijバス} - \text{Number}_{ij船}) - \omega \text{Dummy}_{豪華船} + u$$

カリブレーションに際しては、全国幹線旅客純流動調査を用いる。本データの中で船とバスの利用者数がそれぞれ 1,000 人以上であり競合関係にある OD を抽出し用いた。使用した OD は表 5-1-1 において表されている。ここでは、全国幹線旅客純流動調査の生活圈データを用いる。また、価格および時間、乗換回数、便数は Yahoo!路線情報を用いてそれぞれの生活圈のゾーン中心地<sup>16</sup>を結ぶ船の利用路線と高速バス利用路線で、それぞれのうち最も時間の短い路線を選択する。

表 5-1-1 船とバスの競合路線

居住地		旅行先		バス						船						総交通量
都道府県	生活圈	都道府県	生活圈	価格	時間	乗換回数	便数	シェア	実際交通量	価格	時間	乗換回数	便数	シェア	実際交通量	総交通量
大阪	大阪	大分	大分	12340	687	2	1	0.0476	1	9500	902	4	1	0.9524	20	21
大阪	豊中	愛媛	松山	6710	275	3	9	0.5652	13	7500	620	4	2	0.4348	10	23
大阪	堺	福岡	福岡	7890	617	5	1	0.1667	2	8200	1007	7	1	0.8333	10	12
大阪	大阪	大分	大分	12340	687	2	1	0.0476	1	9500	902	4	1	0.9524	20	21
兵庫	神戸	大分	大分	8670	702	3	1	0.0667	1	9200	847	2	1	0.9333	14	15
広島	広島	愛媛	今治	6820	306	3	4	0.4800	12	8020	213	3	14	0.5200	13	25
香川	香川東部	兵庫	神戸	3590	135	1	7	0.7255	74	2000	240	2	5	0.2745	28	102
香川	香川東部	兵庫	尼崎	3920	167	1	7	0.6765	23	2490	270	4	5	0.3235	11	34
香川	香川西部	兵庫	神戸	3800	180	0	6	0.7381	31	2540	281	3	5	0.2619	11	42
愛媛	松山	京都	京都	7680	367	3	8	0.2353	4	7950	738	6	2	0.7647	13	17
愛媛	松山	大阪	大阪	6910	336	2	19	0.3000	30	7160	565	4	2	0.7000	70	100
愛媛	松山	広島	広島	5900	344	2	4	0.0027	1	7250	199	3	8	0.9973	376	377
愛媛	新居浜・西条	大阪	大阪	5020	246	2	6	0.3580	28	5810	531	3	2	0.6410	50	78
愛媛	今治	大阪	大阪	5320	409	2	1	0.3500	7	5810	628	3	2	0.6500	13	20
福岡	福岡	大阪	大阪	12220	597	4	1	0.0968	3	7990	1014	6	2	0.9032	28	31
福岡	福岡	愛媛	松山	11400	649	4	1	0.1818	4	6200	712	4	1	0.8182	18	22
福岡	福岡	長崎	長崎	2700	128	1	64	0.9251	173	5590	230	7	5	0.0749	14	187
長崎	長崎	福岡	福岡	3100	152	1	64	0.5806	18	4770	205	5	5	0.4194	13	31
長崎	長崎	熊本	熊本	3590	170	0	8	0.3717	42	3890	230	5	6	0.6283	71	113

図 5-1-1 カリブレーション対象の OD ルート



対象となった 19 ルートからパラメータのカリブレーションを行った結果、以下の値が得

<sup>16</sup> ゾーン内に県庁がある場合は県庁、県庁がない場合は生活圈ゾーン内で最も人口の多い市（平成 17 年 10 月現在）の市役所とする。

られた。また、得られたパラメータから推計式に書き下したのが以下の2式である。

表 5-1-2 ポートライナーの推定結果

変数名	係数	標準誤差	t 値	有意水準
定数項	0.670627	0.999723	0.670	
Price	-1.50E-04	2.03E-04	-0.738	
Time	-2.70E-03	2.40E-03	-1.121	
Change	-0.07515	0.275171	-0.273	
Number	0.04427	0.026707	1.657	
豪華船ダミー	-2.8622	0.937802	-3.052	***

\*\*\*は1%有意であることを示す。

$$\hat{\delta}_{ijバス} = 0.670627 - 0.00015 \text{Price}_{ijバス} - 0.0027 \text{Time}_{ijバス} \\ - 0.07515 \text{Change}_{ijバス} + 0.04427 \text{Number}_{ijバス}$$

$$\hat{\delta}_{ij船} = -0.00015 \text{Price}_{ij船} - 0.0027 \text{Time}_{ij船} - 0.07515 \text{Change}_{ij船} \\ + 0.04427 \text{Number}_{ij船} - 2.8622 \text{Dummy}_{豪華船}$$

## 5-2 ポートライナールート of 社会的便益の測定

次に、前節で求めたポートライナールート of 需要関数を用いて社会的便益を測定する。この2式に以下の表にある、神戸-関空間についてのリムジンバス・ポートライナーの値を代入して間接効用関数を求める。なお、今回の分析対象である神戸空港-関空間のベイ・シャトルは、本研究で行ったカリブレーションで用いた「豪華船ダミー」の適用対象ではない。よって、0を代入することとなる。

表 5-2-1 リムジンバス・ポートライナーのデータ

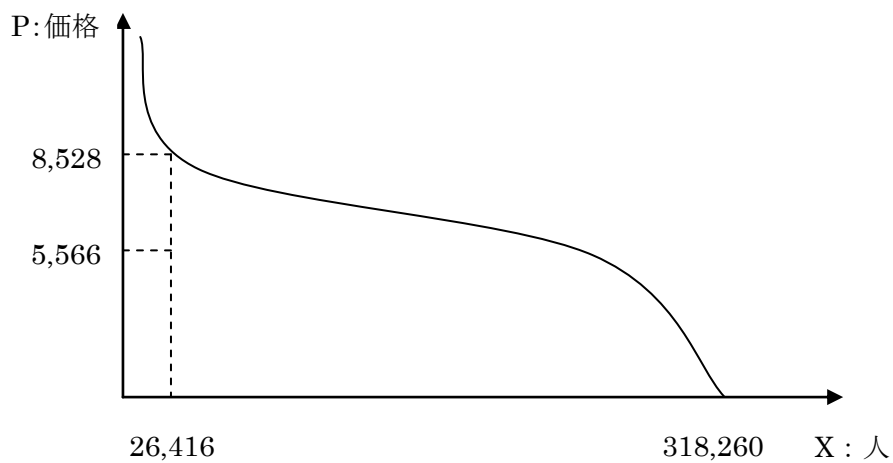
	リムジンバス	ポートライナー
料金	1900	1500
所要時間	65	70
乗換回数	0	3
運航便数	51	16

$$\Delta E(CS)X = \frac{X}{\beta} \left\{ \ln \left( \sum_{j=1}^J \exp(\beta \delta_{ij}^{Wj}) \right) - \ln \left( \sum_{j=1}^J \exp(\beta \delta_{ij}^{W0}) \right) \right\}$$



これを間接効用の推計式に代入し、消費者余剰を求める。その結果、1人当たりの消費者余剰の増加分は580円となる。この値に平成20年度の利用者318,260人を掛けて全体の消費者余剰を求める。これに一般化費用と利用者数を掛け合わせたものを足したものが社会的便益である。一般化費用は推定された係数を用いて、料金、所要時間、乗換回数より求めると8,528円となる。また、社会的費用は一般化費用より料金を除き外部費用を足したものであり、5,566円となる。

図 5-2-1 ポートライナールートの社会的便益と社会的費用



以上より、求めるべき社会的便益、社会的費用は、

社会的便益=4億 987万 2873円

社会的費用=1億 4703万 1456円

となる。

なお、社会的純便益の95%信頼区間は5億5300万円から-1億6900万円である<sup>17</sup>。

<sup>17</sup> 信頼区間は Stata の nlcom コマンドを用いて求めた。

## 6. 分析のまとめ

### 6-1 ベイ・シャトルの社会的純便益

3、4、5章からの算出値とその他の費用、海上アクセス収支をまとめると以下となる。

表 6-1-1 便益と費用のまとめ（平成 20 年度）

自家用車		ポートライナー	
社会的便益	社会的費用	社会的便益	社会的費用
13 億 1572 万 2957 円	8 億 544 万 7238 円	4 億 987 万 2873 円	1 億 4703 万 1456 円

ベイ・シャトル運航費用	ベイ・シャトル開設費用
8 億 8595 万 7514 円	13 億 2115 万 3000 円

表 6-1-2 平成 20 年度海上アクセス収支実績

収益		支出	
海運業	4 億 988 万 5000 円	海運業	7 億 2044 万 1000 円
駐車場	1061 万 1500 円	駐車場	1377 万 0514 円
		一般管理費	1 億 7441 万 8000 円
総収益	4 億 2049 万 6500 円	総費用	9 億 862 万 9514 円

そして、これを基に算出したベイ・シャトルの純便益は以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 \text{年間純便益} &= 13 \text{ 億 } 1572 \text{ 万 } 2957 \text{ 円} + 4 \text{ 億 } 987 \text{ 万 } 2873 \text{ 円} \\
 &\quad - 8 \text{ 億 } 544 \text{ 万 } 7238 \text{ 円} - 1 \text{ 億 } 4703 \text{ 万 } 1456 \text{ 円} - 8 \text{ 億 } 8595 \text{ 万 } 7514 \text{ 円} \\
 &= -1 \text{ 億 } 1284 \text{ 万 } 0378 \text{ 円} \\
 \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} &= (13 \text{ 億 } 1572 \text{ 万 } 2957 \text{ 円} + 4 \text{ 億 } 987 \text{ 万 } 2873 \text{ 円}) \\
 &\quad \div (8 \text{ 億 } 544 \text{ 万 } 7238 \text{ 円} + 1 \text{ 億 } 4703 \text{ 万 } 1456 \text{ 円} + 8 \text{ 億 } 8595 \text{ 万 } 7514 \text{ 円}) \\
 &= 0.939
 \end{aligned}$$

また、評価期間における割引現在価値は以下の通りである。

$$\text{評価期間における割引現在価値} = \sum_{1}^{9} \text{NetBenefit}_i - \text{開設費用} = -21 \text{ 億 } 6015 \text{ 万 } 8629 \text{ 円}$$

現在価値化したうえでの  $\text{Benefit} / \text{Cost} = 0.856$

以上の結果により、ベイ・シャトルについて今後の運航は継続すべきではなく、開設費用をサンク・コストであるとみなしても、設置すべきではなかったといえる。よって、ベイ・シャトルは運航停止すべきとなる。また、このとき海上アクセスの赤字分は4億8813万3014円である<sup>18</sup>。

表 6-1-3 平成 20 年度・分析結果

年間純便益	評価期間における純便益	B/C	ベイ・シャトル事業の利益
-1 億 1284 万 0378 円	-21 億 6015 万 8629 円	0.856	-4 億 8813 万 3014 円

## 6-2 平成 21 年度データによる再分析

2 章でも述べたように、海上アクセスはベイ・シャトルの利用促進を掲げ様々な取り組みを行っている。その結果、平成 21 年度の利用者数は平成 20 年度比で 3.5% 増となっている。また、海上アクセスは費用節減を進めているため運航費用等は前年度より大きく低下している。このことから、平成 21 年度の推計利用者数と推計費用を用いて、再度、費用便益分析を行う。平成 20 年度から平成 21 年度にかけて一般化費用が変化しているとは考えられない。そのため、利用者の変動は景気の変動や関空の利用者の増減による外生的なものであると考え、本研究においては捨象する。

まず、平成 21 年度の自家用車利用でのベイ・シャトル利用者とポートライナー利用でのベイ・シャトル利用者の推計値を求めることとする。自家用車利用者は平成 21 年度 12 月までのデータがあるため、平成 20 年度利用者のベイ・シャトルの 4 月から 12 月までの利用者数と合わせて、年間利用者がどれだけ変化するか推計する。同様に、ベイ・シャトルについては平成 21 年度 1 月までのデータがあるため、4 月から 1 月までの利用者数から平成 21 年度のベイ・シャトル全体の利用者を推計する。ここでは、ベイ・シャトル利用者の増加分と、自家用車利用者の減少分は全てポートライナー利用者になっていると仮定する。この仮定では、ポートライナー利用者の方が 1 人当たりでの社会的便益から社会的費用を引いた値では大きくなっているため、便益が過大になっている可能性がある。以上より推計された各利用者数は、表 6-2-1 の通りである。

<sup>18</sup> 海上アクセスのベイ・シャトルに直接関係ある収支を用いている。一般管理費はベイ・シャトルと直接関係ない事業においても配賦する必要があるが、ここでは全て計上するものとする。

表 6-2-1 各利用者数の変化(人)

	自家用車利用		ポートライナー利用	ベイ・シャトル	
	4月—12月	年間	年間	4月—1月	年間
平成20年度	188,800	259,812	40,508	288,494	349,210
平成21年度	177,196	243,843	68,699	298,730	361,432

赤字部が推計した部分

次に、平成21年度のベイ・シャトルの運航費用について推計する。海上アクセス平成21年度計算書類<sup>19</sup>によると、海運業費用は6億 250万4000円、一般管理費は1億7853万9000円と予想されている。ここで平成20年度での運航費用の推計に用いたように、一般管理費から平成18年度と同額の租税公課および減価償却費の合計を引き、神戸空港駐車場費用を足し合わせる。

$$6\text{億 } 250\text{万}4000\text{円} + 1\text{億}7853\text{万}9000\text{円} - 2267\text{万}2000\text{円} + 1377\text{万}0514\text{円} \\ = 7\text{億}7214\text{万}1514\text{円}$$

表6-2-2 便益と費用のまとめ (平成21年度)

自家用車		ポートライナー	
社会的便益	社会的費用	社会的便益	社会的費用
12億 3485万 6171円	7億 5594万 2949円	6億 9511万 3652円	2億 4935万 4322円

ベイ・シャトル運航費用	ベイ・シャトル開設費用
7億 7214万 1514円	13億 2115万 3000円

表6-2-3 平成21年度海上アクセス予想収支

収益		支出	
海運業	4億 4900万 0000円	海運業	6億 0250万 4000円
駐車場	995万 9294円	駐車場	1377万 0514円
		一般管理費	1億 7853万 9000円
総収益	4億 5895万 9294円	総支出	7億 9481万 3514円

以上により求められた平成21年度の値で、ベイ・シャトルの社会的便益と社会的費用を改めて計算することとする。

<sup>19</sup> <http://www.kobe-access.co.jp/info/21keisan.pdf>

$$\begin{aligned} \text{純便益} &= 12 \text{ 億 } 3485 \text{ 万 } 6171 \text{ 円} + 6 \text{ 億 } 9511 \text{ 万 } 3652 \text{ 円} \\ &\quad - 7 \text{ 億 } 5594 \text{ 万 } 2949 \text{ 円} - 2 \text{ 億 } 4935 \text{ 万 } 4322 \text{ 円} - 7 \text{ 億 } 7214 \text{ 万 } 1514 \text{ 円} \\ &= 1 \text{ 億 } 5253 \text{ 万 } 1038 \text{ 円} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} &= (12 \text{ 億 } 3485 \text{ 万 } 6171 \text{ 円} + 6 \text{ 億 } 9511 \text{ 万 } 3652 \text{ 円}) \\ &\quad \div (7 \text{ 億 } 5594 \text{ 万 } 2949 \text{ 円} + 2 \text{ 億 } 4935 \text{ 万 } 4322 \text{ 円} + 7 \text{ 億 } 7214 \text{ 万 } 1514 \text{ 円}) \\ &= 1.086 \end{aligned}$$

また、評価期間における割引現在価値は、

$$\begin{aligned} \text{評価期間における割引現在価値} &= \sum_{i=1}^9 \text{NetBenefit}_i - \text{開設費用} \\ &= 11 \text{ 億 } 3411 \text{ 万 } 8850 \text{ 円} - 13 \text{ 億 } 2115 \text{ 万 } 3000 \text{ 円} \\ &= -1 \text{ 億 } 8703 \text{ 万 } 4150 \text{ 円} \end{aligned}$$

$$\text{現在価値化したうえでの } \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = 0.987$$

先述のように、一般化費用は変化しておらず、またそれぞれの交通機関で混雑が発生しキャパシティが限界に近いわけではない。そのため、単純に1人当たりの便益、費用を推計された平成21年度の利用者に適用する。その結果、年間の純便益は1億5253万1038円となる。これを先ほどと同様に償却期間9年、社会的割引率4%で割り引いたものを足し合わせると11億3411万8850円となり、初期投資費用を加えると純便益は負となる。また、このときでも評価期間における割引現在価値は1億8703万4150円のマイナスである。また、海上アクセスは3億3585万4220円の赤字となる。

表 6-2-4 平成 21 年度・分析結果

年間純便益	評価期間における純便益	B/C	ベイ・シャトル事業の利益
1 億 5253 万 1038 円	-1 億 8703 万 4150 円	0.987	-3 億 3585 万 4220 円

よって以上の分析から、平成 21 年度ベースで分析するならば継続すべきであるが設置する必要はなかったと考えられる。

### 6-3 感度分析

次に、分析結果の不確実性を測定するために社会的純便益の感度分析を行う。本研究においては分析のアプローチとして、需要関数を推計し、それに基づいて余剰分析を行うことで便益を測定している。しかし、需要関数はデータから推計されたものであるため、適用するサンプル、需要関数の係数、つまり傾き・形状に歪みや不確実性がある可能性があり、算出される余剰は変化しうる。そのため以下で感度分析を行い、社会的純便益の分析結果の振れ幅がどの程度であるかを求める<sup>20</sup>。

感度分析はモンテカルロ感度分析により行う。モンテカルロ感度分析では、需要関数の推計において算出されたパラメータが、推計パラメータ自身をパラメータの確率分布の従う平均値とし、同様に、推計された標準誤差をパラメータの確率分布の従う標準偏差とする確率分布が、独立に正規分布に従って発生するものと仮定する。そして正規分布における確率が0~1の一様分布に従って発生するものとして、それぞれの係数を変化させるシミュレーションを1000回行う。これにより、需要関数の係数の推計に伴う不確実性による分析結果の振れ幅を視覚的に明らかにする。

まず、4章、5章で推定した需要曲線により算出された平成20年度における各ルートの社会的純便益の不確実性を観察する。図6-3-1では、駐車場ルートにおいて費用の係数だけを変動させたものである。図6-3-2では、ポートライナールートにおいて価格、時間の係数を変動させたものである<sup>21</sup>。そして、2ルートを合計した社会的純便益の値が図6-3-3である。自家用車利用者については、0より多く平成20年度のベイ・シャトル利用者より少ないという制約を、また、ポートライナールートについては、時間と費用に関してそれぞれの係数が正であるという制約をそれぞれ課した。なお、それぞれの図において縦軸は頻度を表し、横軸は1年当たりの社会的純便益（単位：円）を表す。

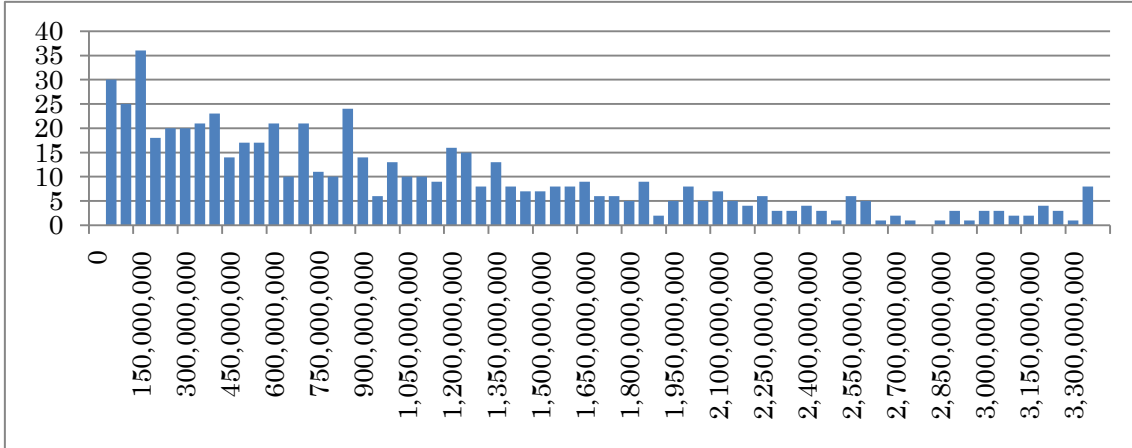
<sup>20</sup> 外部費用の原単位、運航費用・開設費用には不確実性はないものとする。また、需要曲線の変動によって利用者数も変化することから、社会的費用においても不確実性は存在する。

<sup>21</sup> 各需要関数における、赤字部分の係数を変動させる。

駐車場の需要関数の推計式

$$\text{駐車場利用者人数} = 51549.2 - 4.83083 \text{ 費用}$$

図 6-3-1 駐車場ルートでのモンテカルロ感度分析



ポータライナーの需要関数の推計式

$$\hat{\delta}_{ij\text{船}} = -0.00015 \text{ Price}_{ij\text{船}} - 0.0027 \text{ Time}_{ij\text{船}} - 0.07515 \text{ Change}_{ij\text{船}} \\ + 0.04427 \text{ Number}_{ij\text{船}} + 2.8622 \text{ Dummy}_{\text{豪華船}}$$

図 6-3-2 ポータライナールートでのモンテカルロ感度分析

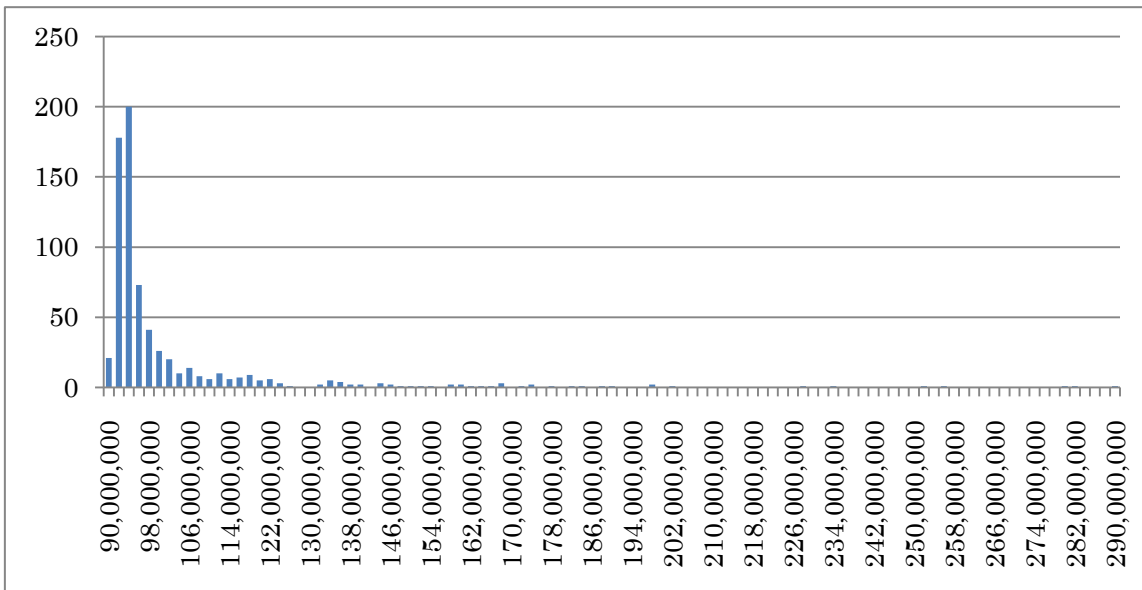
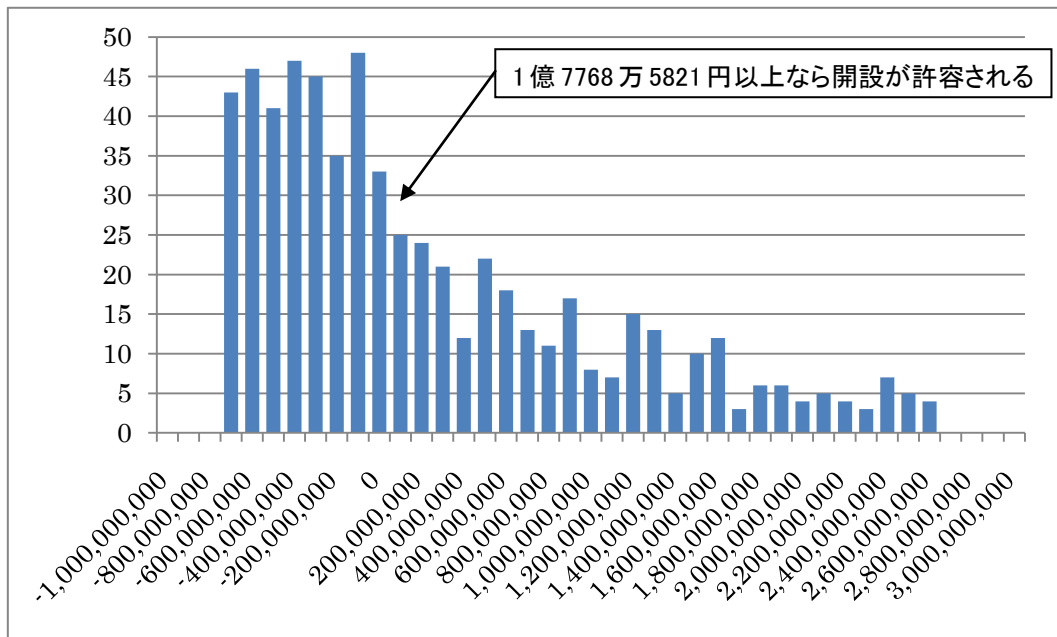
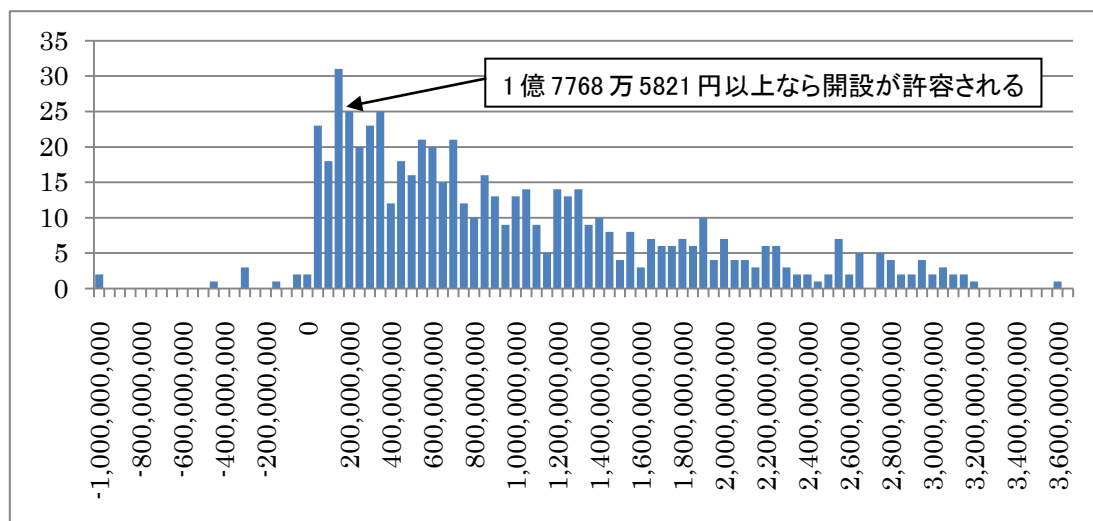


図 6-3-3 ベイ・シャトルのモンテカルロ感度分析(平成 20 年度現状の場合)



以上より、それぞれの最頻値が 4 章、5 章において算出される社会的純便益の値と整合的であることが分かるが、年間の純便益が正になることもある程度考えられる。また、この分析と同様に上述の平成 21 年度の費用便益構造で感度分析を行うと、図 6-3-4 のようになり、こちらも算出された値と整合的であることが分かる。年間の社会的純便益が 1 億 7768 万 5821 円以上であれば、評価期間を通すと開設費用 13 億 2115 万 3000 円を上回ることができるため、ベイ・シャトル開設が正当化される可能性も高いといえる。

図 6-3-4 ベイ・シャトルのモンテカルロ感度分析(平成 21 年度)





## 7. 結論と今後の課題

### 7-1 結論

平成 20 年度での利用者数および費用構造では、ベイ・シャトルの年間の純便益は負となり、事業の継続も図るべきではないという結果となった。しかし、実測によって利用者数が増加し、費用面でも改善がみられる平成 21 年度での財務諸表を基にすると、年間の純便益は正となった。ただし、ベイ・シャトルの開設費用を考慮すると現在価値での純便益は負となった。従って、ベイ・シャトルは開設すべきであったとはいえないが、今後さらに利用者数が増加し、費用構造が改善すれば現在価値での純便益が正になる可能性がある。補論でも述べるが、伊丹空港が廃港された際には、兵庫県民が国内線を用いる場合には神戸空港だけでなく、関空にもシフトすると考えられ同時に、関空以南の地域でも神戸空港利用者が増えると考えられる。このことからベイ・シャトルの B/C は大きく改善することもありうる。

### 7-2 政策提言

#### 関空側乗船場の移設

現在、関空側のベイ・シャトル乗船場（関西国際空港ポートターミナル）は、関空旅客ターミナルから離れており、専用シャトルバスに乗って 8 分ほど移動しなくてはならない。また、空港利用者の多くは大きな荷物を抱えているため、乗換はできるだけ避けたいものであると考えられる。そのため、関空旅客ターミナル付近に乗船場を新しく設置することを提言したい。現状の関空側乗船場はベイ・シャトルでしか用いられていないため、廃止することで他の交通手段に影響を与えることはない。また、実際に建設する場合の費用は、関空用地周辺の水深や関空旅客ターミナルの構造に大きく依存するので、設置による社会的便益のみを求め、建設費がそれ以下であれば建設を進めるべきとなる。

現在の関空側乗船場は、関空用地の北側に設置されている。この乗船場を関空旅客ターミナル付近に設置すると旅客ターミナルから直接移動することができる。現在の関空側乗船場と乗船場新設提案地との間には今のところ何も建設されていないが、将来的には関空の 2 本の滑走路をつなぐ誘導路が設置される予定である<sup>22</sup>。財務省によると、第二期工事の滑走路部以外を着工する条件として年 13.5 万回以上の発着があげられているが、年 13.5 万回は滑走路が 1 本であった成田空港における発着回数の限度であり、現状でも滑走路 2 本を有する関空は新たな誘導路を新設しなくとも十分な処理能力を有していると考えられる。そのため、乗船場の設置は可能であると判断する。

ベイ・シャトルの移動速度および距離から、乗船時間 2 分が延びてバスの乗車時間および乗換時間を 11 分短縮できると仮定すると、総移動時間は 9 分ほど短縮されると考えられ

<sup>22</sup> 関西国際空港用地造成株式会社 「2 期事業とは」  
(<http://www.kald.co.jp/contents/2kijigyo02.html>)

る。また神戸空港側乗船場から関空旅客ターミナルまでの乗換も1回分減少する。この時間短縮効果、および乗換回数減少の便益を測定するために、第5章で推計されたロジット・モデルによって消費者余剰の増加分を求めた。その結果は1人当たり57.8円となり、年間では1839万9284円である。これまでの分析と同様に社会的割引率4%で9年の期間で割り引くと現在価値は1億3680万4776円となる<sup>23</sup>。

以上より、乗船場の維持管理費が関西国際空港ポートターミナルのときと同じであるとすると、新たな乗船場設置にかかる費用が1億3680万4776円以下なら設置すべきである。



Yahoo!地図 (<http://map.yahoo.co.jp/>)

### 7-3 今後の課題

#### ・より幅広い利用者の推定

本研究では、ベイ・シャトルのアウトバウンドのアンケート結果のみを用いたため、全ての利用者は三宮から関空に向かい三宮に戻ってくると仮定した。しかし、ベイ・シャトル

<sup>23</sup> 乗船場を移転すると、関西国際空港ポートターミナルと関空旅客ターミナルを結ぶバス路線の運航を委託しているバス会社の運航に必要な経費が必要なくなるため、この金額は過少である可能性がある。

ルは近畿南部から神戸市等に向かう観光客や神戸空港利用客も多く利用していると考えられる。そのため、本研究ではそのような利用者の便益は推定できていない。また、タクシーや自家用車での送迎で神戸空港まで向かい、ベイ・シャトルを使った利用者の取り扱いについてもさらに考慮する必要がある。本研究では、自家用車利用者の便益・費用に近いと考えたため、1人当たり同程度の便益・費用が発生しているとして、便益および費用を推計したが、タクシーや自家用車での送迎者についての便益・費用について、他の手段で推計できないかを検討する必要がある。

・ 需要関数の推定の仕方

本研究では、自家用車利用とポートライナー利用とを区別して便益・費用を計算した。これは以下の2つの理由によるものである。第1に、リムジンバスの利用以外でどれだけ既存移動手段の利用が減少したかが明確ではないということである。第2に、公共交通と自家用車利用の代替率について分析に適した値を見つけることができなかったということである。今回の推計方法を基にして層化ロジット・モデル、あるいは多項ロジット・モデルを使って需要関数を推定できないかを検討する必要がある。

・ 実際の利用者との乖離の修正

本研究では、それぞれの需要曲線を推定し、一般化費用を代入することで各利用者を推計した。しかし、「神戸ー関空ベイ・シャトル利用者の動向について」による各アクセス手段の利用者の割合から推計した利用者数と、駐車場利用者では約2万人、ポートライナー利用者では約1万人の乖離がみられる。これについては、よりモデルを精緻化するなどして利用者数の乖離を減らしていかなければならない。

・ 最新版全国幹線旅客純流動調査の利用

本研究では、2005年の全国幹線旅客純流動調査を用いたが、神戸空港の開港およびベイ・シャトルの開設は2006年なのでこれらの新設についての旅客流動の変化は観測されていない。2010年の全国幹線旅客純流動調査によって、現在のような交通体系が形成された後の旅客の流動を観測することは可能である。これらの調査によって利用交通機関の変化を計測できた場合、より精緻な分析が可能になると考えられる。

## 8. 謝辞

本研究を進めるに当たり、多くの方々にご協力を頂いた。日原勝也特任教授（東京大学公共政策大学院）、海上アクセス株式会社、関西空港交通株式会社 営業統括部、近畿運輸局 交通環境部 消費者行政・情報課、神戸市 みなと総局、阪神高速道路㈱ 計画部調査課、の方々にはご多忙の中にも関わらず、データを提供して頂いた。また、金本良嗣教授（東京大学公共政策大学院長）には、分析の多くの段階で数多くの有益な助言を頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。なお、本研究における分析、主張は全て我々自身の見解であり、誤りは我々に帰するものである。

## 9. 参考文献

### 参考文献

- ・金本良嗣, 蓮池勝人, 藤原徹(2006)『政策評価マイクロモデル』東洋経済新聞社
- ・中村英樹, 林良嗣, 都築啓輔, 加藤博和, 丸田浩史(1998)『目標設定型アプローチによる運輸起源のCO2排出削減施策の提示』土木計画学研究・論文集 No.15, pp.739-745
- ・Anthony E. Boardman et al (2006) “Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice Third Edition” Pearson/Prentice Hall, Pearson Education International

### 参考資料

- ・海上アクセス利用促進協議会『神戸ー関空ベイ・シャトル利用者の動向について（平成21年3月10日）』
- ・海上アクセス駐車場の売上表（神戸市提供）」
- ・国土交通省 道路局 都市・地域整備局(平成20年11月)『費用便益分析マニュアル』
- ・国土交通省 港湾局 (平成16年6月)『港湾整備事業の費用対効果分析マニュアル』
- ・国土交通省(2005)『全国幹線旅客純流動調査（個票データ）』
- ・第4回 道路事業の評価手法に関する検討委員会(2008) 検討会資料 参考資料1『時間価値原単位および走行経費原単位の算出方法』
- ・第2回 道路事業の評価手法に関する検討委員会(2008) 検討会資料 資料3『時間価値原単位について』

### 参考ホームページ(平成22年3月1日)

- ・平成21年港湾交通委員会（2009年6月19日）：<http://www1.city.kobe.jp:8002/>
- ・海上アクセス株式会社 HP：<http://www.kobe-access.co.jp/>
- ・関西空港交通株式会社 HP：[http://www.kate.co.jp/pc/time\\_table/time.html](http://www.kate.co.jp/pc/time_table/time.html)
- ・神戸新交通株式会社 HP：<http://www.knt-liner.co.jp/>
- ・海上アクセス株式会社平成20年度計算書類：  
<http://www.kobe-access.co.jp/info/20keisan.pdf>
- ・海上アクセス株式会社平成21年度計算書類：  
<http://www.kobe-access.co.jp/info/21keisan.pdf>
- ・海上アクセス利用促進協議会『神戸ー関空ベイ・シャトル利用者の動向について（平成19年度12月28日）』：  
<http://www.city.kobe.lg.jp/life/access/harbor/press/img/20071228pp01.pdf>
- ・EDINET 海上アクセス：  
<https://info.edinet-fsa.go.jp/E01EW/BLMainController.jsp?1267452783983>

## 10. 補論

大阪府知事の発言や大阪府議会の議決等により伊丹空港の廃港が具体的に検討され始めている。神戸空港が 2006 年に開港された今でも、神戸市民および兵庫県民の国内線の主な利用空港は伊丹空港のままである。そこで、もし伊丹空港が廃港になったときにはベイ・シャトルにはどのような影響があるかをこの補論で検討する。

株式会社価値総合研究所作成の「演習（関西 3 空港）.xls」という需要予測及び便益計測プログラムを用いる。このソフトは関西 3 空港からの国内線の就航路線について、業務目的およびその他目的のそれぞれの運賃、ラインホール時間<sup>24</sup>、アクセス時間、運航頻度の係数から間接効用を求める。

表 10-1 間接効用関数の係数

業務目的	係数	その他目的	係数
運賃	-0.0840	運賃	-0.0486
ラインホール時間	-0.0112	ラインホール時間	-0.0118
アクセス時間	-0.0106	アクセス時間	-0.0114
運行頻度	0.0110	運行頻度	0.0102

関西各地点からのゾーン別国内線利用者と、3 空港および鉄道という 4 手段内での選択確率が求められる。ここで、現在伊丹空港に就航している便全てが、伊丹空港が廃止されたときには関空に発着すると仮定すると<sup>25</sup>、神戸市（神戸市東部・神戸市中部・神戸市西部・神戸市西神・神戸市北神）から関空でのトリップは 19.8 万回増えると推定され、兵庫県全体では 48.4 万回トリップ増加すると推定される。また、関空のある大阪府泉南地域および和歌山県から神戸空港を利用するというトリップも年 7.4 万回増えると推定される。

ここで、全国幹線旅客純流動調査の航空利用者個表データ（年拡大（平休日平均））を用いて神戸空港開港前の 2005 年における、兵庫県から関空へと移動し国内線を利用した人の関空までの移動手段の選択確率を求める。その結果、鉄道 9%、リムジンバス 71%、自家用車 20%であった。ここで、本論で求められたリムジンバスとベイ・シャトルの選択確率 8.3%を適用すると、兵庫県から関空に向かう旅客の 5.9%がベイ・シャトルを利用すると考えられる<sup>26</sup>。よって、ベイ・シャトルの利用者は神戸－関空間で 32,922 人増加す

<sup>24</sup> 主要空港間を結ぶ時間。

<sup>25</sup> 神戸空港の発着枠は安全上の理由から 1 日 30 便が限度とされており、2010 年 2 月時点では 1 日 28 便であり、発着便の増加は限定的であるためこの仮定を用いた。

<sup>26</sup> 移動手段を鉄道や自家用車からベイ・シャトルに変更する利用者も考えられるため、増加利用者数は過少であると考えられる。

ると推定される。神戸市および兵庫県の住民にとっては主に利用する国内線の空港が遠くなるので、伊丹空港の廃止によって消費者余剰は減少する。

しかし、今回分析したい対象であるベイ・シャトルについては利用者の増加による利益の増加と、社会的な純便益の増加をもたらすと考えられる。まず、海運業費用は固定費が主であり、総費用も利用者数とは関係なく一定とした場合、利用者増加数にベイ・シャトル料金 1500 円を乗じた 4938 万 3000 円分だけ利潤が増加する。1 人当たりの社会的便益および社会的費用は、利用者数が確定している平成 20 年度で求められた各ルートの便益および費用の合計を、総利用者数で除した値とすると、4,941 円、2,728 円である。

$$32,922 \text{ 人} \times (1 \text{ 人当たり社会的便益} - 1 \text{ 人当たり社会的費用}) \\ = 32,922 \times (4,941 - 2,728) = 7285 \text{ 万 } 6386 \text{ 円}$$

以上の式より社会的純便益は 7285 万 6386 円だけ増加すると考えられる。先ほども述べたように、国内線利用の空港が遠くなることから利用者からみた消費者余剰は減少するが、社会的純便益の増加分だけ伊丹空港の廃港による社会的費用は抑えられる。このことから伊丹空港が廃止されると、今後ベイ・シャトルの存在意義は高まると考えられる。このときの年間純便益、評価期間における純便益、B/C を求める。すると、B/C は 1 以上となり開設が許容される。

表 10-2 伊丹廃港後・分析結果

年間純便益	評価期間における純便益	B/C
2 億 2538 万 7424 円	3 億 5467 万 7238 円	1.023