

# 犠牲量モデルを用いた淡路島洲本～大阪深日航路の フィージビリティ・スタディ報告書

大阪府立大学大学院 海洋システム工学分野 池田研究室  
佐々木弓恵、井畑里和、池田良穂

## 1. 緒 言

明石海峡大橋開通後、陸上移動志向の影響を受け、大阪府南部に位置する深日港から淡路島へのフェリーや高速船は姿を消した。そして、現在では大阪府から淡路島に渡るには、梅田からの高速バスもしくは明石まで電車で移動して高速客船を利用して岩屋に揚がる他無く、特に大阪府の南部からの旅行者にとって決して交通の便が良いとは言えない。

これを受けて、深日港～洲本港の地理的な近さを活かし、航路復活の可能性調査を大阪府岬町から依頼された。この航路復活計画は、航路の復活だけではなく、それに伴う泉州地域や大阪湾岸、淡路、四国を含む広域的な活性化も期待される。

本研究では、深日港～洲本航路に新たな旅客船導入のフィージビリティ(実現可能性)を、犠牲量モデルを用いて検討する。犠牲量とは、人や貨物の経路選択において重要な要素となる時間価値に、所要時間を掛け合わせたものと、運賃等の交通費用を足したものであり、この犠牲量がかつとも小さくなる交通機関が選択されるというものである。犠牲量モデルによる需要予測に、船の採算計算を組み合わせた評価を行い、同航路復活の可能性を探る。

## 2. 航路復活の実現性評価の方法

航路復活の可能性評価の手順を表1に示す。大阪深日港～淡路島洲本航路にどのような船を設定すれば採算が取れるのか、それを決定するために、採算計算と犠牲量モデルによる予測需要を組み合わせ評価を行い、最適解を見つける。

まず、深日港～洲本航路への投入船、その船速、運航便数等を設定し(STEP1)、その運航に必要な年間コストを算出する(STEP2)。次に、初期運賃を仮定(STEP3)して年間コストをその運賃で割ると、採算をとるための年間必要需要の乗船客数がかかる(STEP4)。

次に、STEP1で設定した船舶のスピードとSTEP3で仮定した運賃を用いて犠牲量モデルで同航路のシェアを求め、総需要の統計値から同航路の年間需要を推定する(STEP5)。

この年間需要の推定値と、④で求めた年間必要需要を比較し(STEP6)、差があれば、その差が小さくなるように、STEP3に戻り運賃を再設定し、両者が一致するまで繰り返し計算をする。最終的な解が、損益分岐点での運賃となる。

さらにSTEP1のサービス頻度を変えて計算を繰り返すと、最適なサービス体制が、さらにSTEP1で投入船舶の仮定を変えて計算すると最適な船舶についても求めることができる。

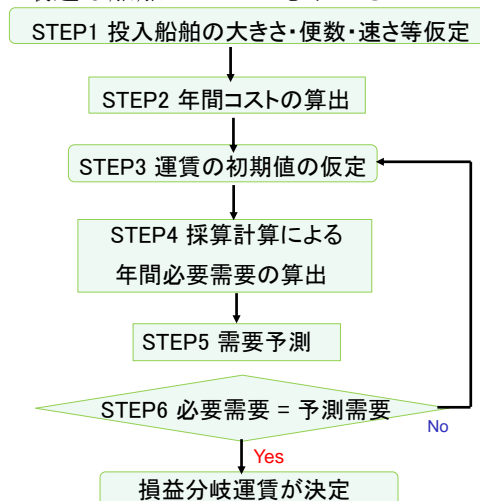


図1 損益分岐運賃の算出手順

### 3. 犠牲量モデル

次に、犠牲量モデルによる深日港～洲本航路の需要予測方法について述べる。

犠牲量モデルとは、人や貨物の経路選択において重要な要素となる時間価値を主としたモデルである。時間価値とは、人の一時間あたりの価値(所得)を費用化したものである。大阪府民の年収による人口分布から、大阪府民における時間価値の人口分布の密度関数を図2に示す。この時間価値に、移動のための所要時間を掛け合わせたものと、移動にかかる費用を足し合わせたものを犠牲量とし、この犠牲量が最も小さいルートが選択されるとする。つまり、人は費用と時間とを犠牲として移動をし、その犠牲量が最も小さくなるように交通機関を選択すると仮定している。時間価値の安い者は、時間がかかろうとも安い交通機関を選び、時間価値が高い者は、多少費用がかかっても早い交通機関を選ぶ。

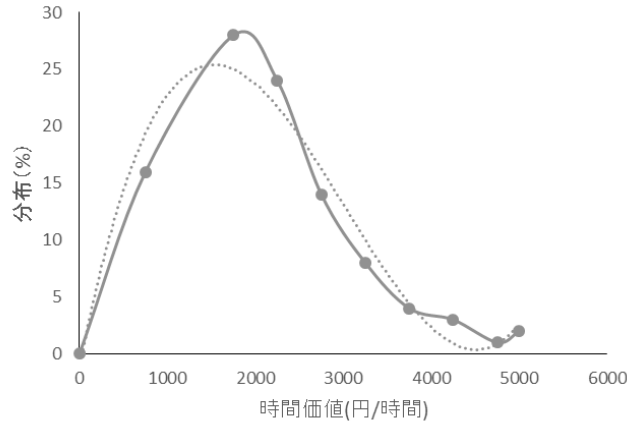


図2 大阪府民の時間価値分布

図3に犠牲量モデルの概念図を示す。2つのルートAとBについてそれぞれの犠牲量を図中に示すと、時間価値が2000円以下の者はルートAを選択し、時間価値が2000円以上の者はルートBを選択することとなる。下部に示す時間価値による人口分布の密度関数において、2000円以下の面積はルートAを選択する利用者のシェアを、また2000円以上の面積はルートBを選択する利用者のシェアを表すため、各ルートのシェアが求められる。

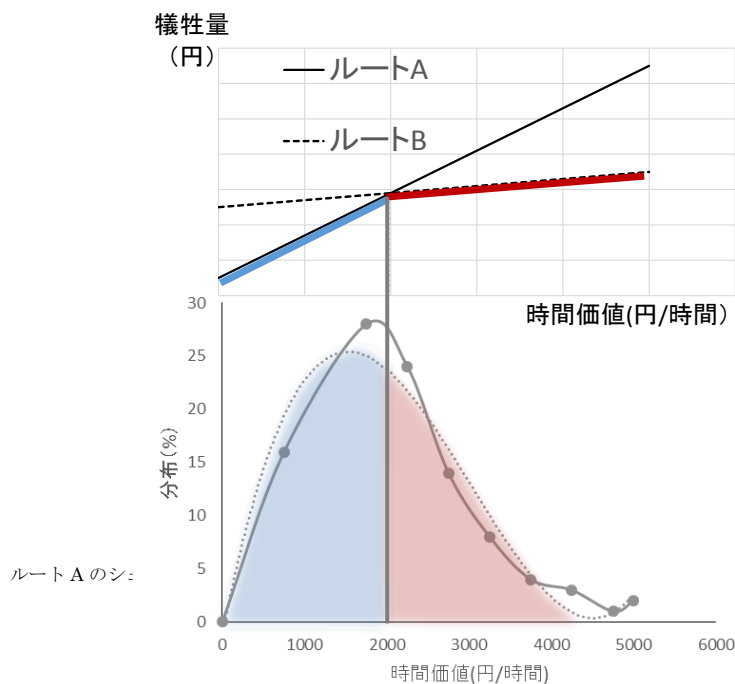


図3 犠牲量モデルにおける交通利用者のルート選択予測

#### 4. 犠牲量モデルによる需要予測

##### 4. 1 犠牲量モデルに用いるルート別の仮定条件

航路復活を目指す深日～洲本間の競合ルートとしては、明石海峡大橋を渡る高速バス(大阪駅～洲本)と明石海峡を渡るジェノバラインの高速船の2つの交通手段がある。復活ルートを含む3ルートを表2および図4に示す。

表 2

ルート A	高速バス(大阪府各地区～<電車>～大阪駅～<高速バス>～洲本)
ルート B	明石航路(大阪府各地区～<電車>～明石～<高速船>～岩屋～<バス>～洲本)
ルート C	深日航路(大阪府各地区～<電車>～深日～<高速船>～洲本)



図 4 深日～洲本の3ルート

大阪府内の需要発生地を9か所に分割し、表3および図5に示すように需要発生地区を設定した。このように地区に分けたのは、大阪府では人口が広い地域に分布しており、地区によって洲本までの所要時間や料金が異なるためである。

表 3 大阪府内の需要発生地区の設定

地区 1	豊中地区
地区 2	枚方地区
地区 3	門真地区
地区 4	大阪市北部地区(梅田)
地区 5	大阪市南部地区(難波)
地区 6	東大阪地区(布施)
地区 7	富田林地区
地区 8	堺地区
地区 9	泉南地区(泉佐野)

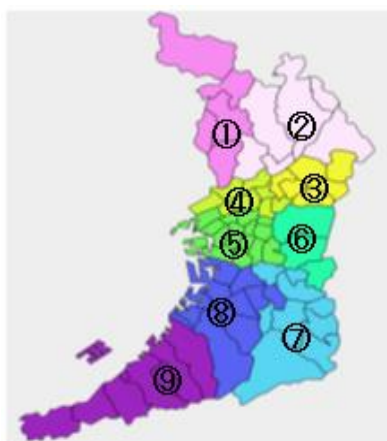


図 5 大阪府内の需要発生地区の設定

既存のルート A と B、および復活を目指す深日航路を利用するルート C の大阪府下の各需要発生地区から洲本までの所要費用と所要時間を表 4～6 に示す。ただし、深日航路については航海時間を 39 分、運賃を 1000 円と仮定している。

ルート C は、地区 5 の大阪市南部地区以南では、所要時間が既存の 2 つのルートより短く、費用についてはほぼ互角となる地区がさらに広がる事が分かる。

表 4 ルート A(高速バス利用)の費用と所要時間

	所要時間 (分)	料金 (円)
地区 1	153	2220
地区 2	175	2490
地区 3	175	2480
地区 4	145	2000
地区 5	155	2240
地区 6	168	2330
地区 7	193	2720
地区 8	176	2440
地区 9	203	2830

表 5 ルート B(明石航路利用)の費用と所要時間

	所要時間 (分)	料金 (円)
地区 1	159	2460
地区 2	179	2950
地区 3	196	2890
地区 4	153	2620
地区 5	160	2860
地区 6	170	2930
地区 7	196	3220
地区 8	178	3040
地区 9	186	3370

表 6 ルート C(深日ルート利用)の費用と所要時間  
(深日～洲本の航海時間を 35 分、船賃を 1000 円と仮定)

	所要時間 (分)	料金 (円)
地区 1	180.0	2490
地区 2	184.0	2600
地区 3	181.0	2540
地区 4	163.0	2330
地区 5	145.0	2090
地区 6	157.0	2350
地区 7	180.0	2520
地区 8	127.0	2040
地区 9	107.0	1740

#### 4. 2 犠牲量モデルによるシェア計算

4.1 で述べた条件において各ルートへのシェア計算を行った。新ルートのシェア推定結果の一例を図6~7に示す。往復便数を7便とし、運賃を1000円(図6)と1500円(図7)に設定した場合の新ルートの獲得シェアの分布を表したものである。青は獲得シェアが100%(すべての人が新ルートを利用する)の地域、オレンジは新ルート獲得シェアが0%(誰も新ルートを利用しない)の地域、黄色は新ルートと既存ルートのシェアが混在する地域である。

これらの図から、運賃によってシェアを獲得できる領域が変化することがわかる。また、図6のオレンジで示した新ルートのシェア0%の地域は、高速バスの出発地付近であり、地理的距離よりも、アクセスも含めた所要時間がルート選択に影響を及ぼすことがわかる。

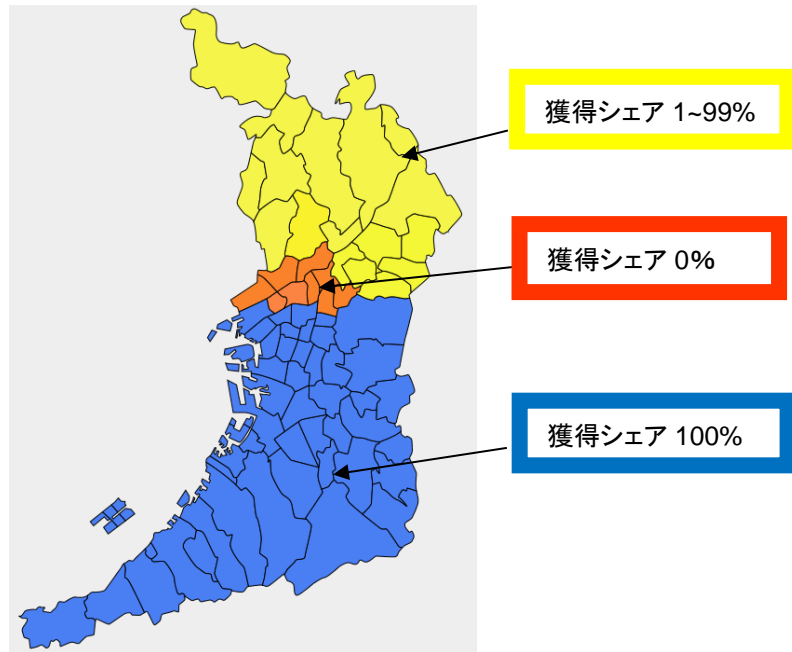


図6 深日-洲本航路のシェア推定結果の一例(往復7便、運賃1000円の場合)

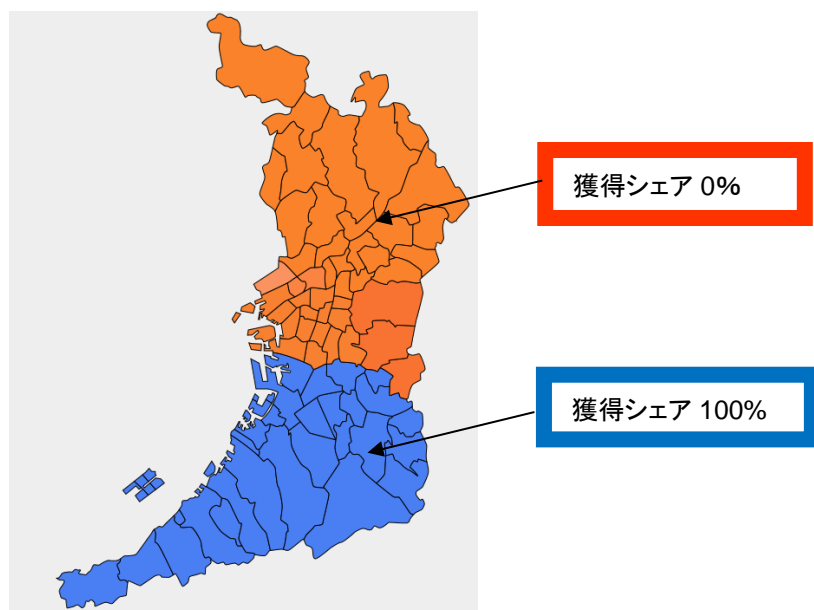


図7 深日-洲本航路のシェア推定結果の一例(往復7便、運賃1500円の場合)

#### 4. 3 年間需要予測の推定

次に、年間需要を推定する。まず、大阪から洲本への観光客の総需要を設定する。この設定にあたっては、兵庫県観光動態調査書を参考にした。

図 8 に、ここ数年の淡路島全体および洲本市の観光客入込数を示す。高速料金が大幅引き下げとなった平成 21 年は自家用車での入込数が増えたが、その後は淡路島全体でおよそ 1000 万人弱と横ばいであり、平成 24 年度の淡路島観光入込数は 988 万人である。また、洲本市はそのうち約 1 割の 100 万人である。

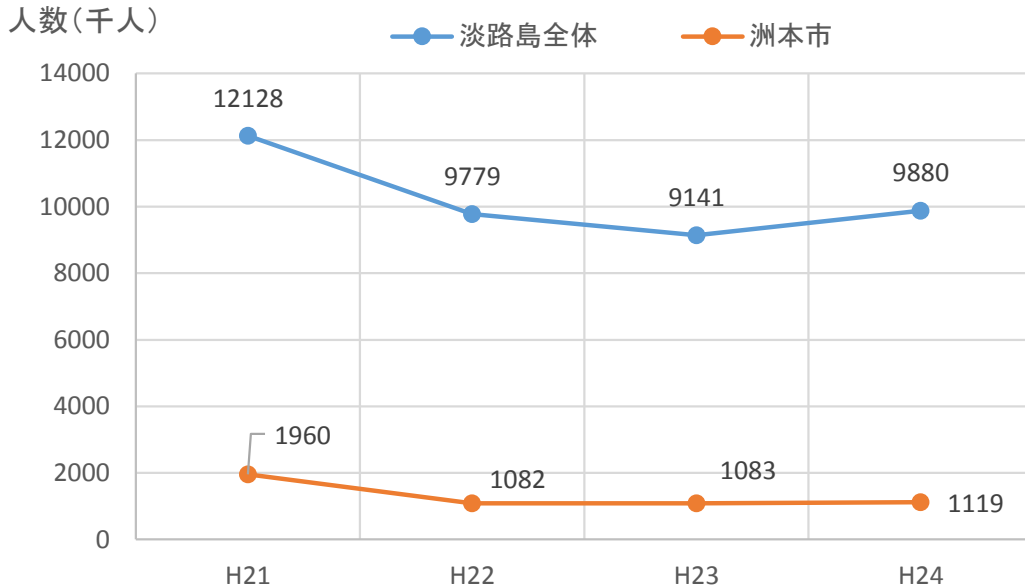


図 8 淡路島全体と洲本市の観光客入込数（平成 24 年度）

図 9 には、H24 年度の宿泊・日帰り別の観光客入込数を地域ごとに示す。全体的に日帰り客の割合が高く、周辺地域からの観光客の割合が多いと考えられる。最も来数の多い淡路市は 97%が日帰り客であり、県内や周辺県からの観光客が多いことが伺える。一方、洲本市は宿泊客の方が多い。

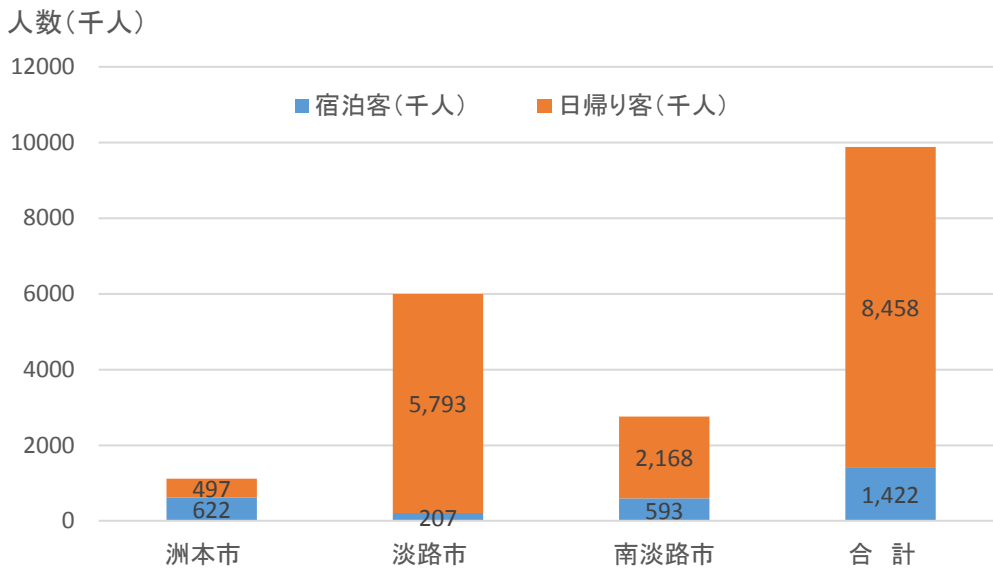


図 9 平成 24 年度 地域別日帰り・宿泊別入込客数

図 10 に平成 21 年度の洲本市の利用交通機関別観光客入込数を示す。公共交通機関である JR・私鉄・バスを利用した観光客は約 37 万人であり、本フィージビリティ・スタディでは、この公共交通機関利用者がターゲットとなる。また、図 11 には、洲本市の県内・県外客の割合を示しており、65：35 の比率であることから、地域別入込数を県内：大阪：その他＝35：40：25 と全体の約 4 割が大阪からの観光客であると仮定する。したがって、大阪からの観光客はターゲットの約 37 万人の約 4 割の 14.4 万人と概算し、この観光客が往復するためトリップ数は入込数の 2 倍の約 28.8 万人となり、これを大阪-洲本間の年間旅行客需要の総数として計算を行う。この総数に表 3 に示す各地区の人口比率をかけあわすことで、大阪府の各地区の需要分布を算出した。その結果を表 7 に示す。これらに犠牲量モデルから求められるシェア (%) を掛ければ地区毎の予想獲得客数がわかり、すべての地区の獲得客数を足し合わせれば、ルート C を利用する年間予測需要が求められる。

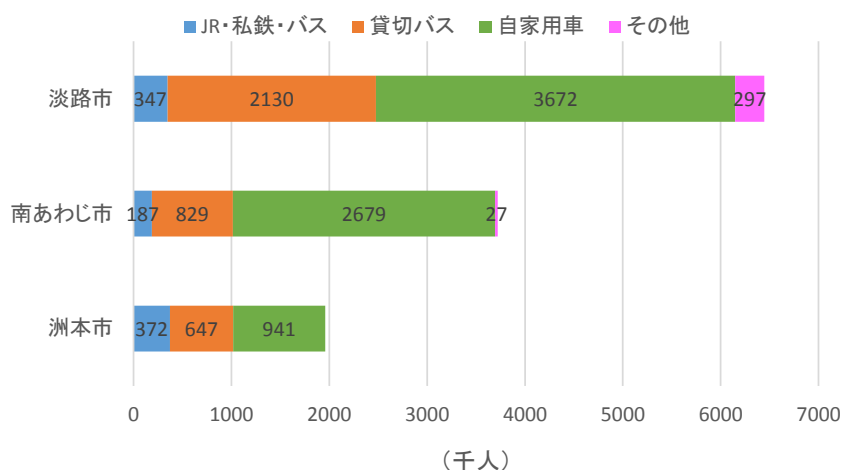


図 10 利用交通機関別観光客入込数 (平成 21 年度)

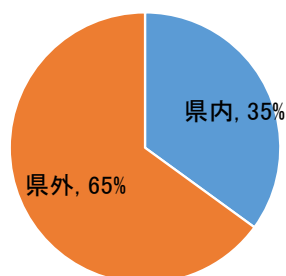


図 11 洲本市の県外客・県外客入込数の割合 (平成 21 年度)

表 7 大阪府下各地区における洲本への観光客の交通需要

	洲本市への観光客入込数(人)
地区 1	21314
地区 2	48783
地区 3	25790
地区 4	36361
地区 5	48854
地区 6	28200
地区 7	21314
地区 8	38365
地区 9	19018
大阪府内総計	288000

表 7 の発生需要を元に、シェア計算によって年間予想需要を求めた。図 12 に、運賃と年間乗船客数の関係を示す。運賃が 500～600 円と低い時には、25 万人余りの需要を深日航路が獲得することとなり、運賃が上がるに従って需要が減少することが分かる。運賃が安く、需要が多いほうが望ましいが、安すぎる運賃では採算が合わない可能性もあり、採算性と需要獲得の双方を考慮した適正な運賃設定が重要であるといえる。

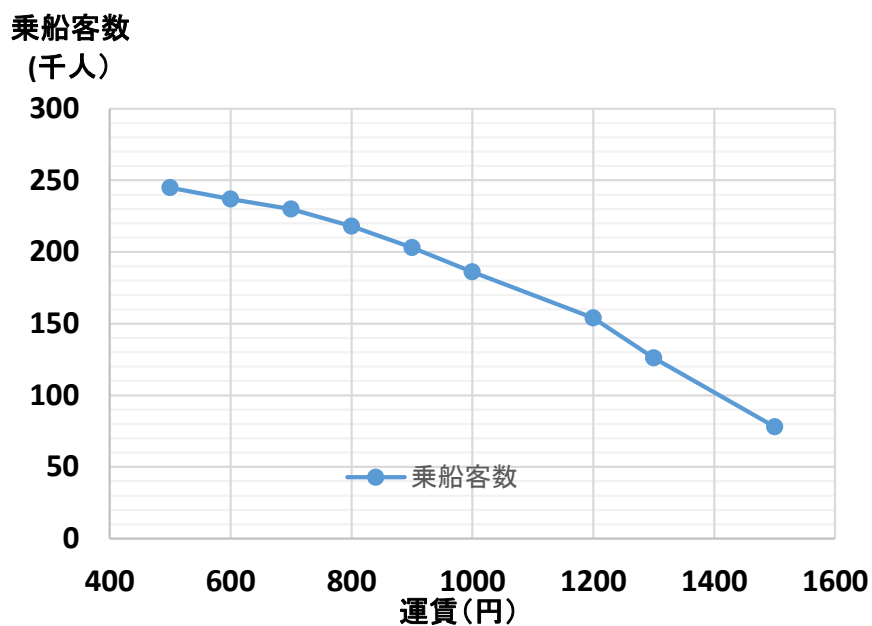


図 12 深日航路運賃と年間乗船客数の関係



## 5. 投入船舶および採算計算

運航コストの低減を図るべく、船は小型船舶検査機構検査対象である 19 総トン型を設定した。具体的には明石海峡横断航路に就航している淡路ジェノバラインの「ジェノバ I」(図 13) をモデル船とした。同船は、全長 18.4m、全幅 4m、旅客定員 63 名、最大速力 24 ノットのアルミ合金船であり、明石～岩屋間 6.2km を 13 分で結んでいる。

航路長は深日～洲本間の 24km として、航海時間等を算出し、さらに淡路ジェノバラインでのヒアリングに基づいて表 8 に示すようにコストを設定した。なお、船価格については 2 億円と設定して減価償却費を設定したが、公設民営での運航になると減価償却費は不要となる。

表 8 運航コストの詳細

費用項目	費用
船員費	500 万円×3 人
保険(船舶+客)	300 万円
資産税	30 万円
メンテナンス代	300 万円
事務費	5000 万円
燃料費	180 (L/往復) ×90(円/L) ×往復便数
港湾費	100(円/回) ×入港回数
減価償却	船価×100%/9 年



図 13 淡路ジェノバライン 19 総トン型高速船「ジェノバ I」

## 6. 採算計算結果

### 6.1 損益分岐運賃

犠牲量モデルによるシェア計算と、採算計算を組み合わせ、損益分岐運賃(利益が0)と、15%の利益が得られる時の運賃を計算した。結果を図14に示す。利益0%になる損益分岐運賃と利益15%が得られる分岐運賃を示している。運航は、1日6~8往復とした。

どの便数においても、15%の利益を確保した上で595~660円の運賃で採算がとれることが分かる。便数を増やすほど、若干運賃が上がっているが、これは主に燃料費増によるコスト上昇の結果である。

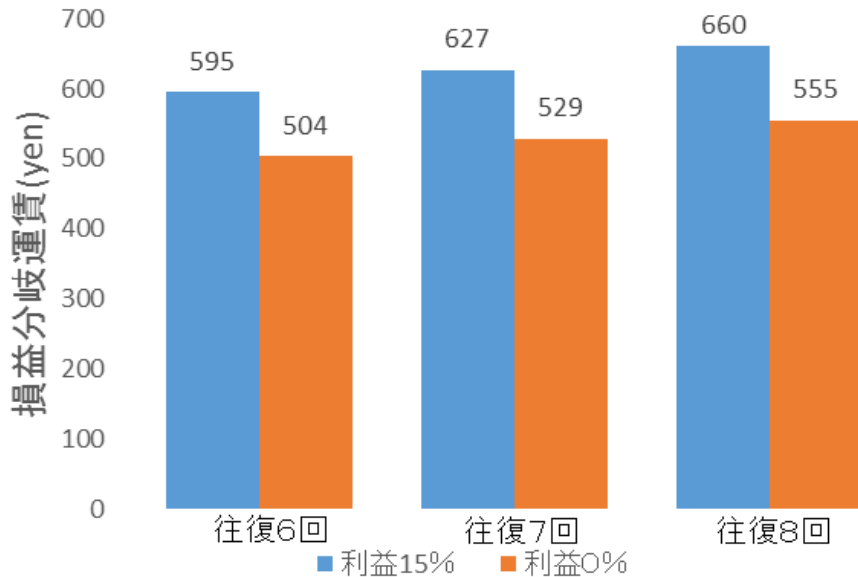


図14 損益分岐運賃および15%利益時の必要運賃

### 6.2 適正運賃の設定

次に、航路の運賃を変化させて利益率の変化を計算した。結果を図15に示す。往復便数により利益率は変化し、また、利益率が運賃が1000~1200円で最大となることがわかる。

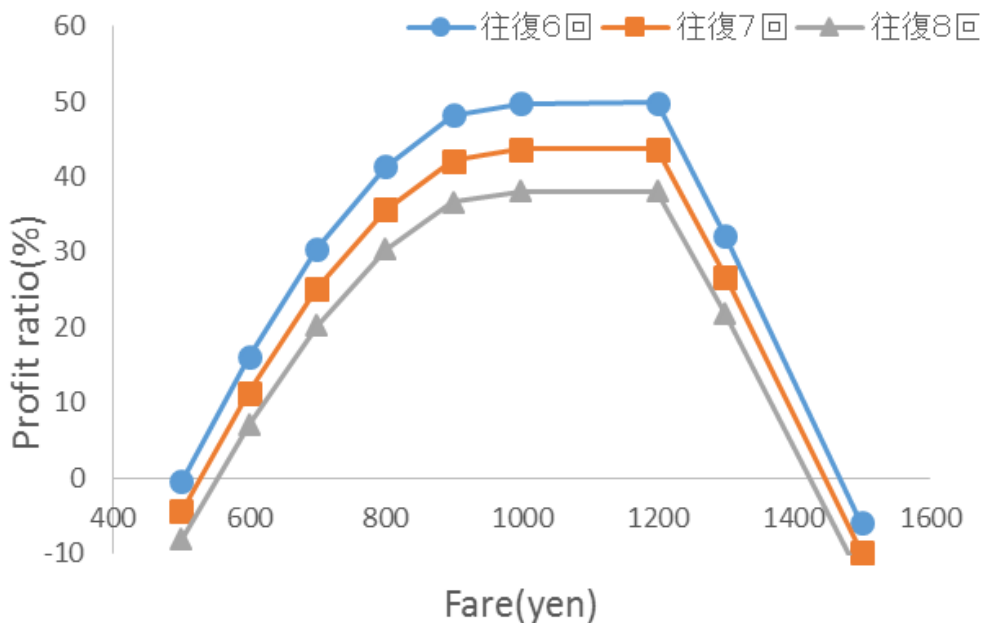


図15 深日航路運賃と利益率の関係

図 16 に往復 7 便の場合の利益率と年間乗船客数を示す。運賃が上がると、犠牲量が増加してシェアは低下するので、それぞれの運賃で深日航路の利用者数は変化するため利益率も変化することがわかる。運賃が 500 円以下では、需要が多くても運賃収入が少なくなり運航コストの回収できない。また、1500 円では犠牲量が大きすぎてシェアが十分にはとれずに深日航路の実現可能性(フィージビリティ)がないことがわかる。この図から、利益率が最大となる 1000 円程度が今回の条件においては最も適正な運賃であることがわかる。運賃 1000 円では、年間約 19 万人の利用者が獲得でき、1 日平均 520 人が深日港を利用する計算となり、その人数だけ電車の利用者も増加することとなる。

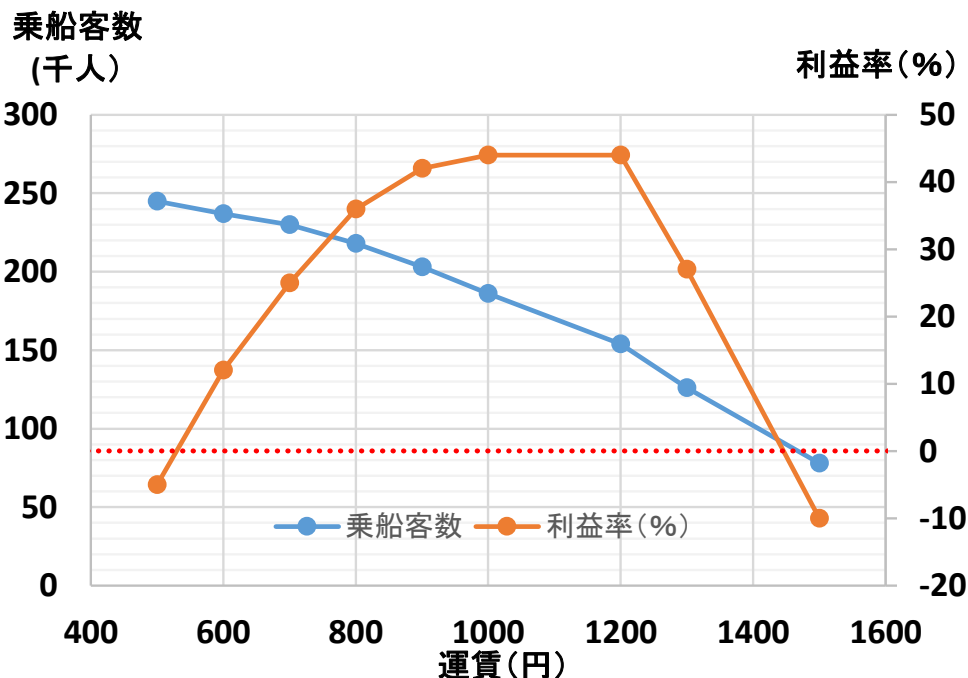


図 16 深日航路運賃と乗船客数および利益率 (往復 7 便) の関係

この適正運賃の 1000 円は、かつての深日～洲本航路の深日海運の高速船運賃 1980 円(航海時間 30 分)に比べるとかなり安い。また、大阪湾フェリーの大人乗客運賃 900 円(航海時間 1 時間)に比べても所要時間の短さを考えるとずいぶん割安である。この計算から、かつての深日～洲本航路の運賃水準では、ほとんどの地区において犠牲量が同等か、もしくは高くなり、その結果、深日～洲本航路の競争力がなくなったことがわかる。

また、図 17 に、船の消席率を示す。運賃 1000 円で、約 60%の消席率となっており、設定した船の旅客定員も妥当な数字と言える。

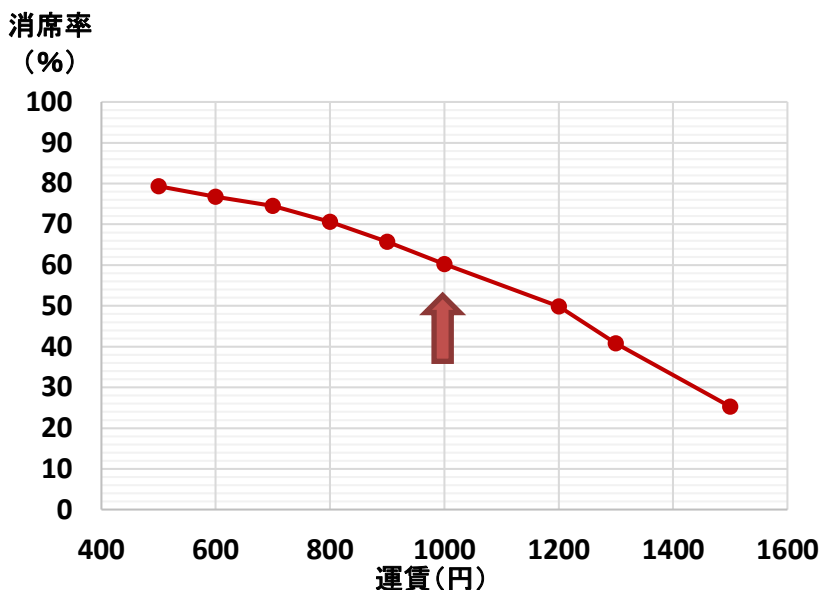


図 17 深日港路の運賃と消席率の関係

## 5. まとめ

深日港～洲本航路に新たな旅客船導入の実現可能性(フィージビリティ)を、犠牲量モデルを用いて検討した結果、以下が確認された。

1. 19 総トンの高速船を導入し、船速 24kt、運賃 1000 円とした場合に、年間約 19 万人の需要が見込まれ、既存ルートに対して十分な競争力を持つ。
2. 同船で船価 2 億円、1 日 7 往復の運航便数とした場合、年間運航コストは約 1.3 億円となり、運賃を 1000 円とした場合の年間必要旅客数は 13 万人である。これは、1 に示した予想需要の 19 万人を大きく下回る値であり、十分に採算が取れるといえる。
3. 船価 2 億円、1 日 7 往復の運航便数としたばあい、運賃が 1000 円程度で利益率は最大となる。運賃設定が低すぎれば、需要があってもコストが回収できず、高すぎれば需要が減り採算が取れなくなる。
4. 運賃 1000 円の場合の消席率は約 60%であり、設定した条件に対する船舶の大きさ、運賃は妥当である。

## 6. 今後の検討課題

- ・本調査では大阪府からの需要のみを考えているが、関空・和歌山・奈良から洲本への旅行需要および洲本発の関空、大阪、和歌山への旅行需要も見込まれるため、需要は本調査で仮定したよりさらに大きくなる可能性が大きい。大幅に需要が増加する場合には、船舶の大きさや運航便数、さらに航路の利便性の検討が必要である。
- ・統計からは洲本への観光客の多くが乗用車と観光バスを利用しており、この需要を深日航路にどのように取り込むかが次のターゲットと考えられる。乗用車については深日港に駐車場を設けて、車を預けて船で渡る「ドライブ&クルーズ」での淡路島観光をアピールして、この需要を取り込むことが考えられる。
- ・特に乗用車については、現地での行動範囲が広がるメリットが大きいが、洲本温泉だけを目的とする観光客も少なからずいると考えられ、そのセグメントが深日航路の次のターゲットとなると考えられる。
- ・本調査には含めていない悪天候による欠航で就航率が低下する影響の把握が必要となる。
- ・また荒天時の船体運動により船酔いによる需要低減の影響の把握も必要となる。