

東京大学公共政策大学院
2012年度「公共政策の経済評価」

答志島架橋に関する費用便益分析

生駒勇介
小林大祐
松場茜
水岡想

Enkhbaatar Tsenguun

2013年3月18日

目次

Executive Summary.....	3
1 はじめに.....	5
2 答志島架橋の概要.....	5
3 分析の枠組み.....	6
3-1 分析方法.....	6
3-2 分析項目.....	7
3-3 基準年度、社会的割引率、評価期間、人口減少率.....	7
4 利用者便益の推計.....	7
4-1 推計の概要.....	7
4-2 利用者の余剰変化に関わる項目の説明.....	8
4-3 計算結果.....	12
5 救急医療便益の推計.....	16
5-1 分析の枠組み.....	16
5-2 基準データ.....	16
5-3 便益の算定.....	17
6 供給者便益の推計.....	19
6-1 現在の状況と架橋後の想定.....	19
6-2 定期船の総収入の変化.....	20
6-3 定期船の費用の変化.....	20
6-4 供給者余剰の変化分の算定.....	22
7 架橋費用の推計.....	23
7-1 答志島架橋の概要.....	23
7-2 橋梁の費用の推定.....	26
8 分析結果.....	28

9	感度分析.....	28
9-1	感度分析の要素.....	28
9-2	感度分析結果.....	29
9-3	感度分析結果の評価.....	30
10	結論.....	31
11	課題.....	32
11-1	待ち時間減少便益の評価.....	32
11-2	交通形態の変化における仮定の限界.....	32
11-3	データの限界.....	32
	謝辞.....	33
	参考文献.....	34
	補論1：定期船増便の費用便益分析.....	35
	補論2：本土移住の費用便益分析.....	37
	Appendix.....	39

Executive Summary

〈研究の背景と目的〉

本研究は、三重県最大の離島である答志島を対象に、島と本土とを結ぶ橋梁を建設する政策が実施された場合の費用と便益について分析を行ったものである。

現在島民にとって唯一の交通手段は一日10本程度の市営定期船であるが、離島架橋が実現すれば24時間本土と行き来できるようになり、通勤や買い物など日常生活における利便性や安心感が大きく向上する。しかし橋梁建設には多額の経費を要する等の理由から実現していない。そこで、費用便益分析によって答志島における離島架橋を正当化しうるか、評価を行った。

〈分析手法〉

本分析では鳥羽市定期船課より頂いた定期船の年間利用者数のデータを用い、架橋によって市営定期船による交通（without ケース）が自動車交通に完全代替される（with ケース）と仮定した。

社会的便益は、従来の道路交通事業における評価項目である「走行時間の短縮」「走行費用の減少」に加え、利用者の「待ち時間の減少」、救急医療における「救命率の向上」、市営定期船会社の「赤字減少」を計上した。社会的費用は橋梁及び道路の「建設費」及び「維持管理費」を計上した。特に分析を左右する「橋梁の建設費用」については、答志島と地理的条件が類似した既存の離島架橋を参考に条件を修正し、算定を行った。

〈分析結果〉

分析結果は以下の通りである。社会的純便益は負となり、費用便益比は1を下回った。

便益	利用者便益	88.18 億円
	救急医療便益	4.17 億円
	供給者便益	11.88 億円
	便益合計	104.23 億円
費用	建設投資額	224.77 億円
評価指標	社会的純便益	-120.53 億円
	費用便益比 (B/C)	0.464

〈感度分析〉

上記分析結果は幾つかの仮定に基づいており、不確実性が存在する。そのため結果に大きな影響を与える要因として①人口減少の有無②一般化費用の減少による需要増加の有無③橋梁建設期間④橋梁費用の4つを変化させ、社会的純便益が増大するケースを想定し感度分析を行った。

- ①島内人口2%/年、本土人口0.16%/年減少→島内、本土とも人口一定
- ②一般化費用減少に伴う需要増加なし→需要の価格弾力性を0.5と想定
- ③財政上の制約を考慮し、橋梁建設期間10年を想定→技術的な限界である3年を想定
- ④橋梁下を巨大旅客船が通るため、高額な橋を想定→建設後航路が変更されると想定

①～④の仮定を変更し感度分析を行った結果は以下のようになり、幾つかのケースでは便益が費用を上回った。ただしこれらはいずれも強い仮定である上、ひとつ欠けても費用便益比が1を上回らないケースが多いことなどから、結果の扱いには注意が必要である。

NO	変動要素				評価項目		備考
	人口	需要弾力性	建設期間	大型客船	NPV(億円)	B/C	
1	減少	0	10年	あり	-120.535	0.464	ベース
8	減少	0.5	3年	なし	-13.546	0.928	
12	一定	0	3年	なし	0.018	1.000	
14	一定	0.5	10年	なし	-9.900	0.945	
15	一定	0.5	3年	あり	-8.495	0.964	
16	一定	0.5	3年	なし	37.071	1.197	最大

〈結論〉

ベースケースにおいて社会的純便益は負となり、答志島における離島架橋事業は効率的でないという結果になった。理由としては、島内人口の減少、財政負担能力を理由とする建設期間の長期化、橋梁建設費が高額となる地形・航路等の固有事情が挙げられる。効率性の観点から架橋を正当化するためには、これらの条件が改善される必要がある。

〈今後の課題〉

第一に、待ち時間の減少は便益を過大評価している可能性があり、仮定の妥当性には更なる検証が必要である。第二に、架橋後の交通形態を単純に自動車のみと仮定しているが実際はバスや徒歩など多様な交通形態が考えられる。第三に、救急医療便益や供給者便益等の算定において一般的なデータを用いており、データを入手することでさらに正確な分析が可能である。

1 はじめに

答志島は人口 2400 人を擁する、三重県最大の離島である。市営の定期船は唯一の交通手段となっており、通勤や買い物など日常生活における不便に加え、救急医療、災害時における緊急輸送面など、様々な不便や不安を抱えている。また本土との行き来が容易となることで、地域振興や定住促進といった効果も期待されており、島民にとって架橋は長年の夢となっている。

一方で架橋には多額の経費を要し、実現は容易ではない。離島の人口減少が進み、離島架橋が長距離化・高額化傾向にある中で、限られた人口に対して巨額の税金を投じる架橋事業の費用対効果を疑問視する声も上がっている。

これについて全国の離島架橋をみると、既に供用されている 60 の橋は平成 13 年以前に事業が採択されており、費用便益分析としての政策評価は行われていない。また、離島架橋のもたらす効果は複雑多様であり、定量的な事後評価が行われている研究も少ない。

以上の実態を踏まえ本研究では、答志島の離島架橋事業が効率性の観点から認められるかについて分析する。

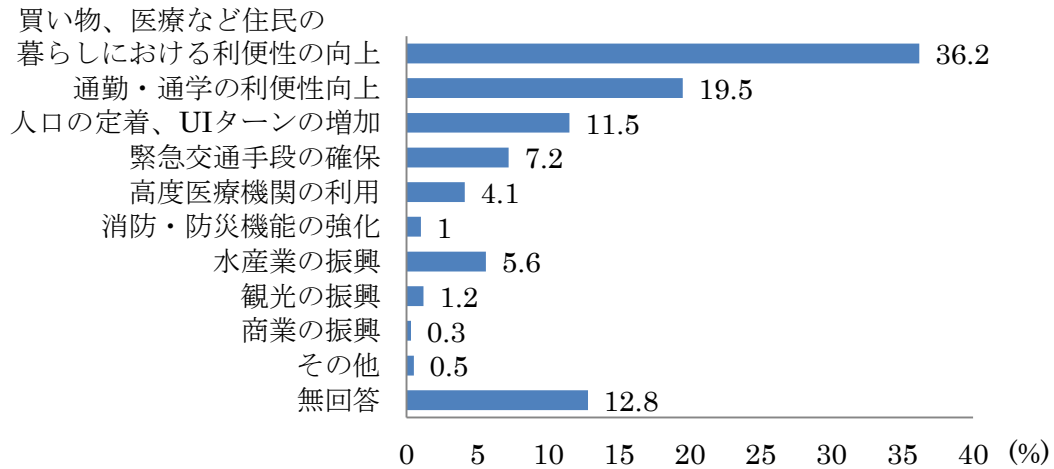
2 答志島離島架橋の概要

三重県、伊勢湾湾口に位置する鳥羽市には答志島、坂手島、菅島、神島という 4 つの有
人離島があり、市人口の約 2 割を占めている。なかでも答志島は人口規模が離島全体の 6
割を占めており、本土との距離も比較的近いことから、以前より架橋構想があった。平成
16 年にはまちづくりの一環として鳥羽離島架橋を検討した離島架橋調査報告書がまとめら
れ、平成 19 年には答志島架橋建設促進協議会が設立、継続的に要望活動を行っている。し
かし答志島と本土とは最短でも 1 km 超あり、実現すれば離島架橋の中でも指折りの長距
離橋となるなど高額化が予想されており、財政上の理由から実現していない。

鳥羽離島住民 585 人を対象に行われた平成 17 年のアンケート調査によれば、島民が期待
する効果は図 2-1 のようになっている。医療や買い物、通勤・通学など「暮らしの交通にお
ける利便性向上」を挙げた割合が最も高く、次いで「人口の定着」、災害や救急医療等での
「緊急交通手段の確保」が挙げられている。

また島民のライフラインである市営定期船は毎年 1 億 5 千万円程の赤字となっており、
人口減少によってさらに拡大することが予想されるため、架橋を推進する理由のひとつと
なっている。

図 2-1 鳥羽離島民が離島架橋に期待する効果



(全国離島振興鳥羽協議会 離島架橋調査報告書基礎調査2より作成)

3 分析の枠組み

3-1 分析方法

本稿では、without ケースとして架橋が建設されず、現状のまま定期船が運航され続けるというケースを、with ケースとして架橋が建設されるとともに定期船が廃止され、定期船利用者は自家用車交通に完全代替するというケースを仮定した。経路は図 3-1 のようになる。

図 3-1 with・without ケースにおける交通ルート



3-2 分析項目

架橋のもたらす効果は多様であるが、架橋事業の社会的な便益として「交通利用者便益の増加」、「定期船会社の赤字の減少」、「救急医療の改善」を、社会的な費用として「橋梁・道路の建設費用、維持管理費用」を計上した。従って「台風等災害時の欠航便の減少」便益や、「交通事故増加」費用などは、本分析枠組みの対象外であることに予め留意されたい。

3-3 基準年度、社会的割引率、評価期間、人口減少率

分析における基準年次は 2013 年とする。また国土交通省道路局『費用便益分析マニュアル』に基づき、社会的割引率は 4%、評価期間は橋梁建設期間 10 年に耐用年数 50 年を加えた 2013 年～2072 年の 60 年間とする。さらに、答志島と日本全体の人口減少の影響を考慮する。具体的な人口減少率として、各々 2%（答志島の 2000 年から 2005 年の平均人口減少率）、0.16%（2011 年度の対前年全国人口減少率）を用いる。人口減少の仮定変更については、感度分析で対応する。

表 3-1 分析の前提条件

基準年次	2013 年
評価期間	2013～2072 年
社会的割引率	4%
人口減少率	答志島：2% 日本全国：0.16%

4 利用者便益の推計

4-1 推計の概要

本稿では定期船利用者の便益の変化を計るに当たり、「移動時間費用」、「走行費用」、「運賃」に加えて「待ち時間費用」を考慮する。用いるデータは鳥羽市定期船課から頂いた 2011 年度ルート別・便別の「大人¹⁾」の乗客人数データである。（ルートは A 港→B 港のように同様の港間移動を行う定期便群を、便は 7:00 発 A 港→B 港のように特定の定期便のことを指す）まず 2011 年度に仮に架橋がある場合の利用者ルート別・便別の乗客一人あたりについての費用の減少を算出する。その費用の減少分を価格の変化と捉え、各便について台形公式を用いて利用者余剰の増分を計算し、それらを足し合わせることで年間の利用者余剰の増加分を求める。

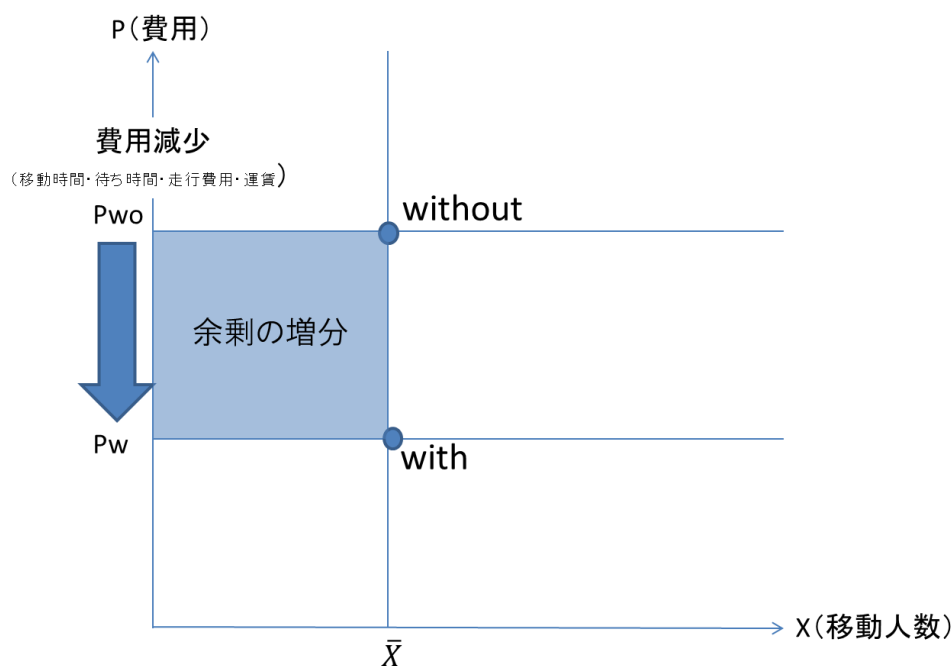
利用者便益の増加（各定期船便について）

$$= (\text{with の乗車人数} + \text{without の乗船人数}) \times \text{一人あたり費用の減少分} \times \frac{1}{2}$$

¹⁾この「大人」は中学生以上の乗客であり、時間費用の分析の対象外となるはずの 15 歳以下の中学生が含まれている点で若干の過大推計となっている点に留意されたい。

なお費用の減少による需要の増加に関しては推定する材料がなく、特定の仮定を置くと客観性が失われる可能性があるため、ベースケースでは費用の減少による需要の増加はないと仮定し、感度分析で対応する。

図 4-1 推計のイメージ



求めた年間利用者便益の増加分を基に、人口減少の影響を考慮に入れて将来にわたる利用者便益増加分を推計し、社会的割引率を用いて現在価値を算出する。

4-2 利用者の余剰変化に関わる項目の説明

上述した「移動時間費用」、「走行費用」、「運賃」、そして「待ち時間費用」についてそれぞれ説明する。「移動時間費用」、「走行費用」、「運賃」については定期船のルート別に、「待ち時間費用」については定期船の便別に計算できる。

<移動時間費用>

移動時間費用の変化については、定期船と自動車の港間移動にかかる時間の差を移動時間の変化として捉え、それに時間価値を乗ずることで推計する。移動時間費用の変化は定期船のルート毎に考えることができる。定期船の移動時間は同じルートの便が港間移動にかかる所要時間の平均を用いる。自動車の移動時間は架橋がある場合の自動車の走行ルートを想定して距離を測り、移動速度を時速 50km と仮定して算出する。ルート別の移動時間の計算結果は表 4-1 の通りである。時間価値は国土交通省『時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法』及び「鳥羽市営定期船 利用者意識調査」を参

考に定期船利用者一人あたりの平均時間価値を算出した 29.3 円/分を用いる。(詳細は appendix を参照) ルート別の移動時間費用の計算結果は表 4-2 に示してある。

$$\text{移動時間費用の減少 (ルート別)} = (\text{走行時間} - \text{乗船時間}) \times \text{時間価値 } 29.3 \text{ 円}$$

表 4-1 移動距離と移動時間、移動時間費用の変化

	without	with		without-without 移動時間費用の 減少分(円)
	乗船時間 (分)	移動距離 (km)	走行時間 (分)	
佐田浜港 →答志港	35	12.1	14.52	600.1
佐田浜港 →和具港	20	11.3	13.56	188.7
中野郷港 →答志港	45	13	15.6	861.4
中野郷港 →和具港	30	12.2	14.64	450.0
佐田浜港 →桃取港	12	5.2	6.24	168.8
中野郷港 →桃取港	22	6.1	7.32	430.1
桃取港→ 佐田浜港	12	5.2	6.24	168.8
桃取港→ 中之郷港	22	6.1	7.32	430.1
答志港→ 佐田浜港	35	12.1	14.52	600.1
和具港→ 佐田浜港	20	11.3	13.56	188.7
答志港→ 中野郷港	45	13	15.6	861.4
和具港→ 中野郷港	30	12.2	14.64	450.0

<走行費用の変化>

走行費用は with ケースにおいて発生する。移動時間と同様に定期船のルート別に考え、架橋がある場合の自動車の港間の走行ルートを想定して測った距離に 1 人当たりの走行経費を乗じることで算出する。1 人当たり走行経費原単位は国土交通省『時間価値原単位および走行経費原単位 (平成 20 年価格) の算出方法』を参考にして算出した 13.0 円/km を用いる。(詳細は appendix を参照) ルート別の走行費用の計算結果は表 4-2 に示してある。

$$\text{走行費用(ルート別)} = \text{走行距離} \times 1 \text{ 人当たり走行費用原単位 } 13.0 \text{ 円}$$

<運賃>

運賃は without ケースにおいて発生する。ルート別に価格が決まっている。(表 4-3)

表 4-2 走行費用

	with 走行費用 (円)
佐田浜港 →答志港	157.3
佐田浜港 →和具港	146.9
中野郷港 →答志港	169
中野郷港 →和具港	158.6
佐田浜港 →桃取港	67.6
中野郷港 →桃取港	79.3
桃取港→ 佐田浜港	67.6
桃取港→ 中之郷港	79.3
答志港→ 佐田浜港	157.3
和具港→ 佐田浜港	146.9
答志港→ 中野郷港	169
和具港→ 中野郷港	158.6

表 4-3 運賃

	without 運賃
佐田浜港 →答志港	530
佐田浜港 →和具港	530
中野郷港 →答志港	530
中野郷港 →和具港	530
佐田浜港 →桃取港	430
中野郷港 →桃取港	430
桃取港→ 佐田浜港	430
桃取港→ 中之郷港	430
答志港→ 佐田浜港	530
和具港→ 佐田浜港	530
答志港→ 中野郷港	530
和具港→ 中野郷港	530

<待ち時間費用>

定期船の便数が少ないため、利用者は自分の出発したい時刻に出発できず、定期便の出航を待たなければならない。本稿では、そのような「待ち時間」を移動にかかる費用の一つとして捉える。すなわち、with ケースでは架橋によりいつでも島・本土間を往来できるようになり、without ケースで生じていた待ち時間費用がなくなると考えることで、待ち時間費用の変化を費用便益分析の中に組み込むことを試みる。まず定期船の便別に 1 人当たりの平均待ち時間を算出する。その値に移動時間費用の推計で用いた定期船利用者一人当たりの平均時間価値を掛け合わせることで 1 人当たりの平均待ち時間費用を求める。

$$\text{待ち時間費用 (便別)} = \text{平均待ち時間} \times \text{時間価値 29.3 円}$$

待ち時間を計算するにあたって、各便の乗客はそれぞれ待ち時間を有し、それぞれの乗客は待ち始める時刻について同じルートを走る直前の便が出港した時刻の1分後から乗船便の出航時刻までの間に1分ごとに一様に分布するという仮定を置く。例えば直前便が11:00 発で12:00 発の定期便の乗客の中には11:01 から59分間待つて乗船する人、11:02 から58分間待つて乗船する人、…、12:00 に待ち時間なしで乗船する人、それぞれが同人数だけいるといったイメージである。具体的な計算は次のようになる。

乗船した便の出航時刻を $T1$ 、乗船した便と同じルートの直前便の出航時刻を $T0$ とする。 $(T$ は分表示の時刻 例：6:00=300) 時刻 $T1$ 発の便を利用する乗客の待ち時間が x 分 $(0,1,2,\dots,T1-T0-1)$ となる確率が一様に分布すると仮定する。(始発便については直前の便が存在しないが、朝6時から待っている人がいるという仮定を置いた。)

このとき、時刻 $T1$ 発の便の1人あたり平均待ち時間は

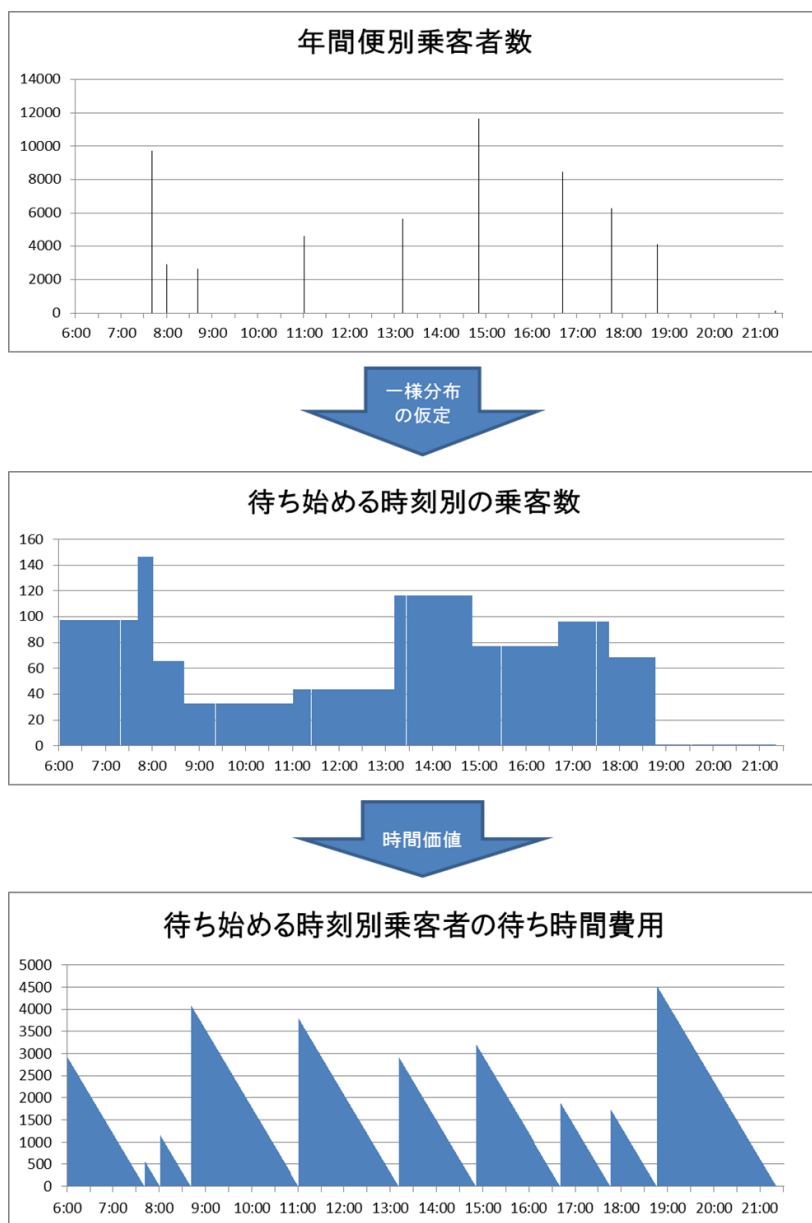
$$\sum_{x=1}^{T1-T0} \frac{1}{T1-T0} \times x = \frac{1}{T1-T0} \times \frac{(T1-T0)(T1-T0+1)}{2} = \frac{(T1-T0+1)}{2} \text{ (分)}$$

同便の1人あたり平均待ち時間費用は

$$T1 \text{ 発の便の乗客の平均待ち時間費用} = \frac{(T1-T0+1)}{2} \times 29.3 \text{ 円}$$

となる。

図 4-2 各ルートにおける待ち時間費用のイメージ



4-3 計算結果

以上の「移動時間費用」、「走行費用」、「運賃」、「待ち時間費用」を用いて、便別の1人当たり費用の変化を捉える。without ケースと with ケースの計算結果を表 4-4 に示した。この結果を基に年間の利用者余剰の変化を計算する。年間の利用者余剰増分の計算結果は表 4-5 にまとめている。2011 年における年間消費者余剰の増分は約 9.04 億円となる。そのうち待ち時間費用の減少によるものが約 5.91 億円であり、今回の分析においては「待ち時間」が考慮されていることで架橋の社会的な便益が大きく増加していることが分かる。

表 4-4 (1) 便別の 1 人当たり総費用の変化

ルート	出航時刻	without 1人当たり					with 1人当たり				
		待ち時間 費用	乗船時間 費用	運賃	走行費用	総費用	待ち時間 費用	移動時間 費用	運賃	走行費用	総費用
佐～桃	7:02	923.24	351.71	430	0	1704.95	0	182.89	0	67.68	250.57
	8:05	937.90	351.71	430	0	1719.61	0	182.89	0	67.68	250.57
	9:45	1480.12	351.71	430	0	2261.83	0	182.89	0	67.68	250.57
	12:10	2139.58	351.71	430	0	2921.29	0	182.89	0	67.68	250.57
	13:50	1480.12	351.71	430	0	2261.83	0	182.89	0	67.68	250.57
	15:00	1040.48	351.71	430	0	1822.19	0	182.89	0	67.68	250.57
	16:50	1626.66	351.71	430	0	2408.38	0	182.89	0	67.68	250.57
	18:10	1187.03	351.71	430	0	1968.74	0	182.89	0	67.68	250.57
	19:10	893.93	351.71	430	0	1675.64	0	182.89	0	67.68	250.57
	20:10	893.93	351.71	430	0	1675.64	0	182.89	0	67.68	250.57
中～桃	7:02	0.00	644.80	430	0	1074.80	0	214.54	0	79.39	293.93
	7:50	718.08	644.80	430	0	1792.88	0	214.54	0	79.39	293.93
	16:50	0.00	644.80	430	0	1074.80	0	214.54	0	79.39	293.93
桃～佐	17:35	674.11	644.80	430	0	1748.92	0	214.54	0	79.39	293.93
	6:48	718.08	351.71	430	0	1499.79	0	182.89	0	67.68	250.57
桃～佐	7:20	483.60	351.71	430	0	1265.31	0	182.89	0	67.68	250.57
	8:30	1040.48	351.71	430	0	1822.19	0	182.89	0	67.68	250.57
	10:05	1406.84	351.71	430	0	2188.56	0	182.89	0	67.68	250.57
	12:30	2139.58	351.71	430	0	2921.29	0	182.89	0	67.68	250.57
	14:10	1480.12	351.71	430	0	2261.83	0	182.89	0	67.68	250.57
	15:20	1040.48	351.71	430	0	1822.19	0	182.89	0	67.68	250.57
	17:25	1846.48	351.71	430	0	2628.19	0	182.89	0	67.68	250.57
	18:35	1040.48	351.71	430	0	1822.19	0	182.89	0	67.68	250.57
	19:50	1113.75	351.71	430	0	1895.46	0	182.89	0	67.68	250.57
	7:20	483.60	644.80	430	0	1558.41	0	214.54	0	79.39	293.93
桃～中 答～佐	6:55	791.35	1025.82	530	0	2347.17	0	425.57	0	157.48	583.05
	8:35	1450.81	1025.82	530	0	3006.63	0	425.57	0	157.48	583.05
	9:50	1963.72	1025.82	530	0	3519.54	0	425.57	0	157.48	583.05
	13:10	2916.27	1025.82	530	0	4472.10	0	425.57	0	157.48	583.05
	14:00	718.08	1025.82	530	0	2273.90	0	425.57	0	157.48	583.05
	16:05	1817.17	1025.82	530	0	3373.00	0	425.57	0	157.48	583.05
	17:25	1157.72	1025.82	530	0	2713.54	0	425.57	0	157.48	583.05
	18:35	1011.17	1025.82	530	0	2566.99	0	397.43	0	147.07	544.50
	6:55	791.35	586.19	530	0	1907.54	0	397.43	0	147.07	544.50
	8:35	1450.81	586.19	530	0	2566.99	0	397.43	0	147.07	544.50
和～佐	9:50	1963.72	586.19	530	0	3079.91	0	397.43	0	147.07	544.50
	10:05	205.16	586.19	530	0	1321.35	0	397.43	0	147.07	544.50
	10:10	58.62	586.19	530	0	1174.80	0	397.43	0	147.07	544.50
	10:10	278.44	586.19	530	0	1394.62	0	397.43	0	147.07	544.50
	12:30	2330.09	586.19	530	0	3446.27	0	397.43	0	147.07	544.50
	13:05	498.26	586.19	530	0	1614.44	0	397.43	0	147.07	544.50
	13:10	58.62	586.19	530	0	1174.80	0	397.43	0	147.07	544.50
	13:10	2623.18	586.19	530	0	3739.36	0	397.43	0	147.07	544.50
	13:10	2916.27	586.19	530	0	4032.46	0	397.43	0	147.07	544.50
	13:15	58.62	586.19	530	0	1174.80	0	397.43	0	147.07	544.50
13:35	351.71	586.19	530	0	1467.90	0	397.43	0	147.07	544.50	
13:55	278.44	586.19	530	0	1394.62	0	397.43	0	147.07	544.50	
14:00	58.62	586.19	530	0	1174.80	0	397.43	0	147.07	544.50	
14:00	644.80	586.19	530	0	1760.99	0	397.43	0	147.07	544.50	
14:00	718.08	586.19	530	0	1834.26	0	397.43	0	147.07	544.50	
14:35	498.26	586.19	530	0	1614.44	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:15	1304.26	586.19	530	0	2420.45	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:15	1817.17	586.19	530	0	2933.36	0	397.43	0	147.07	544.50	
17:25	1157.72	586.19	530	0	2273.90	0	397.43	0	147.07	544.50	
18:35	1011.17	586.19	530	0	2127.35	0	397.43	0	147.07	544.50	

表 4-4 (2) 便別の 1 人当たり総費用の変化 (続き)

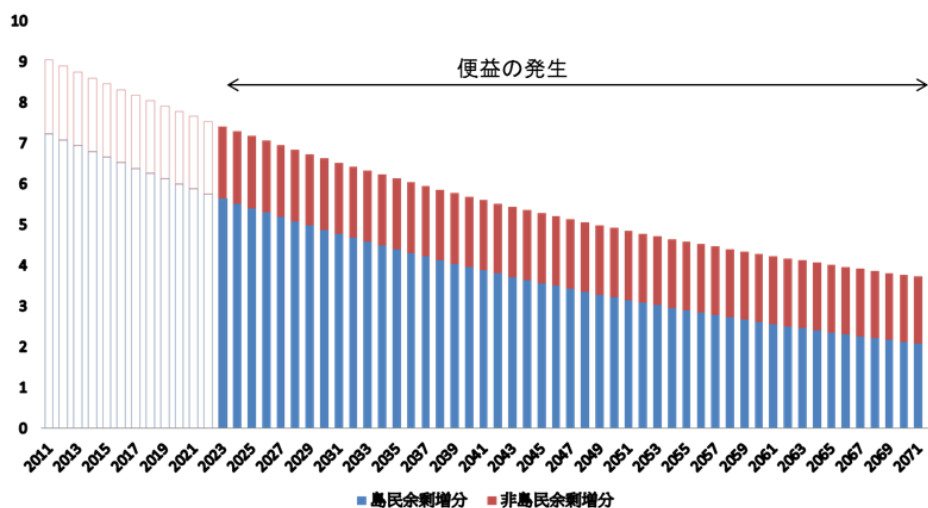
ルート	出航時刻	without 1人当たり					with 1人当たり					
		待ち時間 費用	乗船時間 費用	運賃	走行費用	総費用	待ち時間 費用	移動時間 費用	運賃	走行費用	総費用	
佐～答	7:40	1480.12	1025.82	530	0	3035.94	0	425.57	0	157.48	583.05	
	8:00	307.75	1025.82	530	0	1863.57	0	425.57	0	157.48	583.05	
	8:40	600.84	1025.82	530	0	2156.66	0	425.57	0	157.48	583.05	
	11:00	2066.30	1025.82	530	0	3622.13	0	425.57	0	157.48	583.05	
	13:10	1919.76	1025.82	530	0	3475.58	0	425.57	0	157.48	583.05	
	14:50	1480.12	1025.82	530	0	3035.94	0	425.57	0	157.48	583.05	
	16:40	1626.66	1025.82	530	0	3182.49	0	425.57	0	157.48	583.05	
	17:45	967.21	1025.82	530	0	2523.03	0	425.57	0	157.48	583.05	
	18:45	893.93	1025.82	530	0	2449.76	0	425.57	0	157.48	583.05	
	21:20	2286.12	1025.82	530	0	3841.95	0	425.57	0	157.48	583.05	
	佐～和	8:40	2359.40	586.19	530	0	3475.58	0	397.43	0	147.07	544.50
		10:25	1553.39	586.19	530	0	2669.58	0	397.43	0	147.07	544.50
		10:30	87.93	586.19	530	0	1204.11	0	397.43	0	147.07	544.50
		10:35	87.93	586.19	530	0	1204.11	0	397.43	0	147.07	544.50
11:00		381.02	586.19	530	0	1497.21	0	397.43	0	147.07	544.50	
11:20		307.75	586.19	530	0	1423.93	0	397.43	0	147.07	544.50	
12:55		1406.84	586.19	530	0	2523.03	0	397.43	0	147.07	544.50	
13:10		234.47	586.19	530	0	1350.66	0	397.43	0	147.07	544.50	
14:50		1480.12	586.19	530	0	2596.30	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:05		234.47	586.19	530	0	1350.66	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:05		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:10		87.93	586.19	530	0	1204.11	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:15		87.93	586.19	530	0	1204.11	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:18		58.62	586.19	530	0	1174.80	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		43.96	586.19	530	0	1160.15	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
15:20		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:25		967.21	586.19	530	0	2083.39	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:25		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:25		14.65	586.19	530	0	1130.84	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:30		87.93	586.19	530	0	1204.11	0	397.43	0	147.07	544.50	
16:40	161.20	586.19	530	0	1277.39	0	397.43	0	147.07	544.50		
17:45	967.21	586.19	530	0	2083.39	0	397.43	0	147.07	544.50		
18:45	893.93	586.19	530	0	2010.12	0	397.43	0	147.07	544.50		
21:20	2286.12	586.19	530	0	3402.31	0	397.43	0	147.07	544.50		
中～答	8:00	1773.21	1318.92	530	0	3622.13	0	457.22	0	169.19	626.41	
	8:40	600.84	1318.92	530	0	2449.76	0	457.22	0	169.19	626.41	
	11:00	2066.30	1318.92	530	0	3915.22	0	457.22	0	169.19	626.41	
	14:50	3385.22	1318.92	530	0	5234.14	0	457.22	0	169.19	626.41	
中～和	18:45	3458.49	1318.92	530	0	5307.41	0	457.22	0	169.19	626.41	
	8:40	2359.40	879.28	530	0	3768.67	0	429.09	0	158.78	587.87	
	10:25	1553.39	879.28	530	0	2962.67	0	429.09	0	158.78	587.87	
	11:00	527.57	879.28	530	0	1936.84	0	429.09	0	158.78	587.87	
	14:50	3385.22	879.28	530	0	4794.50	0	429.09	0	158.78	587.87	
	18:45	3458.49	879.28	530	0	4867.77	0	429.09	0	158.78	587.87	

表 4-5 年間費用の計算結果 (単位: 億円)

	移動時間 費用	運賃	待ち時間 費用	走行費用	計
without	2.32	2.80	5.91	0	11.03
with	1.45	0	0	0.54	1.99
費用の減少分	0.87	2.80	5.91	-0.54	9.04

最後に求めた年間余剰の増加を島民によるものと非島民によるものに分割し、それぞれが人口減少率分だけ減少すると考えて将来にわたる余剰の増加分を計算する。利用者の島民・非島民の割合は「鳥羽市営定期船 利用者意識調査」において平日の利用者の約8割が島民となっていることから、島民：非島民=8:2とした。期間は2023年～2072年としている。計算結果を図に示したものが図4-3である。

図4-3 島民・非島民別将来の便益（単位：億円）



社会的割引率4%を用いてこれらを現在価値化し足し合わせた結果、答志島架橋事業による利用者余剰の増分は約88.18億円となる。

5 救急医療便益の推計

現在答志島には3つの診療所があるが、高度医療施設はなく、重篤患者は島外の病院に搬送する必要がある。平成24年2月より三重県ではドクターヘリが運用を開始しているが、運航時間は日中の9時～17時に限られ、時間外の搬送には漁船が用いられている。また悪天候時には漁船による搬送も望めないため、島民にとって大きな不安要因となっている。

架橋によって、24時間天候に左右されず救急車による搬送が可能となる上、搬送時間の短縮によって重篤な患者の救命率も向上する。その他にも、患者の重症化を回避する効果や、救急車によって安静、快適に搬送できる効果も考えられるが、本章では①ドクターヘリ運航時間外の救命率向上効果②悪天候時の救命率向上効果のふたつに絞り推計を行った。

5-1 分析の枠組み

本土病院への搬送が命に関わる重篤患者について、**without** ケースではドクターヘリ運航時間外の救急搬送手段に漁船が用いられ、悪天候時の重篤患者は死亡してしまうのに対し、**with** ケースでは漁船による搬送、悪天候時の待機状態が救急車による搬送に完全代替され、救命率が向上すると想定した。**with** ケースと **without** ケースにおける救命人数の差を推計し、統計的生命価値を乗じることで便益を算出した。なお、日中時間のドクターヘリが救急車に代替されることも考えられるが、ドクターヘリによる搬送は救急車よりも時間が短く救命効果が高いことから、分析の対象外とした。

5-2 基準データ

・ドクターヘリ利用者数を除く搬送必要者数：31.3件/年

鳥羽市より頂いた答志島における5箇年(2007～2011)の救急搬送件数のデータを用い、1年あたりの平均搬送件数を表5-1のように求めた。ドクターヘリの運航時間は9時～17時であることから、時間外の搬送件数はこの半数(答志町21.5件、桃取町9.8件)と仮定した。また、搬送者数は島内人口に比例して減少すると仮定した。

表 5-1 答志島における年間救急搬送件数 (件/年)

	答志町	桃取町	合計
2007	50	25	75
2008	42	19	61
2009	34	17	51
2010	42	25	67
2011	47	12	59
(平均)	43	19.6	62.6

・搬送時間の短縮

出発地を和具漁港または桃取漁港、目的地は最寄りの三次救急医療施設に設定した。

・答志町ケース：38.2分→26.5分（11.7分短縮）

■ Without：和具漁港→（漁船）→佐田浜漁港→（救急車）→伊勢赤十字病院

・漁船：20分（移動時間）＋2分（漁港における乗り継ぎ時間）

・救急車：16.2分（佐田浜→伊勢赤十字病院：16.2km 救急車時速：60km/h）

■ With：和具漁港→（救急車）→伊勢赤十字病院

・救急車：26.5分（和具漁港→伊勢赤十字病院：26.5km 救急車時速：60km/h）

・桃取町ケース：30.2分→20.4分（9.8分短縮）

■ Without：桃取漁港→（漁船）→佐田浜漁港→（救急車）→伊勢赤十字病院

・漁船：12分（移動時間）＋2分（漁港における乗り継ぎ時間）

・救急車：16.2分（佐田浜→伊勢赤十字病院：16.2km 救急車時速：60km/h）

■ With：桃取漁港→（救急車）→伊勢赤十字病院

・救急車：20.4分（桃取漁港→伊勢赤十字病院：20.4km 救急車時速：60km/h）

・悪天候日数：3日/年

答志島ブログより、震災等を除いた平均的な定期船欠航日数から3日とした。

分析では年間搬送件数（答志町43件、桃取町19.6件）に3/365を乗じた件数を、悪天候時の搬送件数と推計した。

・統計的生命価値：2.26億円/人

統計的生命価値の算出額には議論があるが、内閣府の試算より2.26億円とした。

5-3 便益の算定

搬送時間と救命率の関係を調査した分析に、橋本他（2002）がある。長崎地区における救急搬送件数42,838件のうち、死亡者数が100名以上の疾患を対象に回帰分析を行ったもので、脳出血、くも膜下出血、急性心筋梗塞、急性心不全、肺炎、CPA（心肺機能停止）の6つの疾患において、搬送時間短縮と救命率に正の相関関係を認めている。この回帰曲線の推計式を用いることで、搬送時間の短縮による救命率の向上効果を算定することができる。

本分析ではデータの制約より、搬送者数に占める重篤患者の割合は橋本他（2002）と同一であると仮定した（推計式、搬送患者の占める比率については、Appendixを参照）。また、推計式において搬送時間が20分を超える場合に救命率が負となるCPAを除外し、5つの疾患を対象に分析を行った。その結果①ドクターヘリの運航時間外②悪天候時のそれぞれにおいて、以下の推計値を得た。

表 5-2 ドクターヘリ運航時間外における救命者数増加の便益

	搬送者数(人/年)		向上救命率		便益(億円/年)	
	答志町	桃取町	答志町	桃取町	答志町	桃取町
脳内出血	0.457	0.208	9.160%	8.616%	0.095	0.041
くも膜下出血	0.193	0.088	10.949%	12.779%	0.048	0.025
急性心筋梗塞	0.37	0.169	1.613%	1.756%	0.013	0.007
急性心不全	0.325	0.148	1.218%	1.306%	0.009	0.004
肺炎	0.698	0.318	7.724%	6.946%	0.121	0.05
合計	2.043	0.931			0.286	0.127

表 5-3 悪天候時における救命者数増加の便益

	搬送者数(人/年)		向上救命率		便益(億円/年)	
	答志町	桃取町	答志町	桃取町	答志町	桃取町
脳内出血	0.008	0.003	52.18%	57.71%	0.009	0.005
くも膜下出血	0.003	0.001	25.64%	34.28%	0.002	0.001
急性心筋梗塞	0.006	0.003	73.82%	75.00%	0.01	0.005
急性心不全	0.005	0.002	74.97%	75.84%	0.009	0.004
肺炎	0.012	0.005	69.30%	73.71%	0.018	0.009
合計	0.034	0.015			0.048	0.023

これらより、架橋に伴う救急医療便益は 0.485 億円/年、評価期間における現在価値は 4.17 億円となった。

6 供給者便益の推計

本章では、架橋によって、鳥羽～答志島間の市営定期船の便が不要となり廃止されることによって発生する供給者便益を、主に鳥羽市定期船課より頂いたデータに基づいて推計する。具体的には、便の削減とともに廃止されるいくつかの船舶にこれまでかかっていた走行費用、修繕・整備費、及び人件費の削減分から、廃止路線における運賃収入の減少分を差し引くことで、市営定期船会社の赤字減少額を求める。

6-1 現在の状況と架橋後の想定

現在、鳥羽市定期船課は高速船2隻と従来型の船(鳥羽丸)4隻を所有している。そして、鳥羽市本土の中之郷・佐田浜の2港から菅島、坂手島、神島、そして答志島の和具・答志・桃取の3港への運航を行っている。

図 6-1 鳥羽市営定期船の航路



(出所: 鳥羽市 HP)

一日につき、鳥羽～神島間で鳥羽発の4便と神島発の4便、答志島～鳥羽間で答志島発の18便(答志島経由の便を除く)と鳥羽発の20便(答志島経由の便を除く)、菅島～鳥羽間で、菅島発の7便(菅島経由の便を除く)と鳥羽発の6便(菅島経由の便を除く)、坂手～鳥羽の間で、坂手発の12便(坂手経由の便を除く)と鳥羽発の9便(坂手経由の便を除く)がある。つまり合計80便があって、そのうち答志島と鳥羽を結ぶ41便(内3便が答志島経由の便)が廃止されるというのが、橋がかかったあとの状況と想定される。その規模で考えると、全6隻の内、2隻の船舶が不要となるものと考えられる。現在、鳥羽市営定期船は乗客の減少等により1億数千万円/年の赤字を生み出しているが、これらいくつかの便が廃止され総費用が削減されることにより、赤字の縮小につながると期待される。

6-2 定期船の総収入の変化

架橋によって答志島～鳥羽間の便が廃止されることによって、当該便の乗客数分の運賃収入がなくなることが想定される。よって 1 年間の総収入の減少分は以下のように算定することができる。

$$\text{定期船の総収入の減少分} = \text{答志港及び和具港～鳥羽間の乗客の数} \times 530 \text{ 円 (運賃)} \\ + \text{桃取港～鳥羽間の乗客数} \times 430 \text{ 円 (運賃)}$$

鳥羽・答志島間の乗客数は、鳥羽市定期船課より得た以下のデータを使用する。

表 6-1 鳥羽・答志島間の乗客数

答志港及び和具港から鳥羽に渡る 1 年間の総乗客数	119,452 人
鳥羽から答志港及び和具港に渡る総乗客数	131,161 人
桃取港から鳥羽に渡る総乗客数	114,950 人
鳥羽から桃取港に渡る総乗客数	117,821 人

以上より、定期船の総収入の減少分は、**232,916,420 円**となる。

6-3 定期船の費用の変化

架橋後の定期船の費用の減少分としては、「廃止されるルートにかかっていた走行費用の削減」、「廃止される船舶にかかっていた修繕・整備費用の解消」、そして「船舶数の削減に伴う船舶係員の減少による人件費の減少」という、大まかに 3 つの費用の削減が相当するものと考えられる（この 3 つの費用の他に保険料支払い等の費用も発生していたが、これら 3 つの費用に比べごく微少なものであったため、ここでは考慮しないこととした）。

6-3-1 走行費用削減分の算定

まず、廃止されるルートに関する走行費用の削減の算定方法は以下の通りである。

$$\text{走行費用の削減分} = \text{廃止されるルートにおける 1 年間の総走行距離 (= 所要時間} \\ \times \text{平均時速)} \times \text{1km あたりの平均燃料費}$$

この場合、平均時速が 24km/h で、廃止されるルートにおける 1 年間の総走行距離が 142,058km となる。

また、国土交通省の計算によると、小型船舶の 1 km 当たりの平均燃料消費量は 8.13 リットルである。これを廃止されるルートにおける 1 年間の総走行距離（142,058km）にかけ、さらに軽油の値段（131 円/リットル）をかけると、走行費用の削減分（廃止されるルート

における1年間の総燃料費用)が151,296,032円となる。

6-3-2 修繕・整備費用削減分の算定

廃止される船舶にかかる修繕・整備費用がなくなり、この分が費用の減少となる。古い船から順番に廃止されていくものとする、一番古いのが第25鳥羽丸で、次に第26鳥羽丸である。よって修繕・整備費用削減分の算定方法は以下の通り。

$$\text{修繕・整備費用の削減分} = \text{第25鳥羽丸の最近3年の修繕・整備費用の年当たり平均} \\ + \text{第26鳥羽丸の最近3年の修繕・整備費用の年当たり平均}$$

なお、修繕・整備費用は、鳥羽市定期船課より得たデータを使用する。

表 6-2 各船舶の年間修繕・整備費用

	平成21年10月から 平成22年9月まで	平成22年10月から 平成23年9月まで	平成23年10月から 平成24年9月まで
第25鳥羽丸	6,812,253	123,270	15,909,285
第26鳥羽丸	6,242,543	8,481,900	6,767,827

(単位:円)

以上より、修繕・整備費用削減分は、14,779,026円となる。

6-3-3 人件費削減分の算定

鳥羽市定期船課によると、1隻の船を6~7人の船員が専属で担当しているとのことであった(今回廃止する第25・第26鳥羽丸についてはいずれも6人)。よって船舶の廃止に伴う人件費削減分の算定方法は以下の通り。

$$\text{人件費の削減分} = \text{第25鳥羽丸の船員の人件費の年当たり平均} \\ + \text{第26鳥羽丸の船員の人件費の年当たり平均}$$

なお、船員の人件費は、鳥羽市定期船課より得たデータを使用する²。

² 第26鳥羽丸は平成23年4月より予備船として稼働しており、以降の人件費は他と比べて低い水準となっているが、修繕・整備費用における試算との一貫性を保つため、同様の方法で試算を行った。

表 6-3 各船舶の船員の年間人件費

	平成 21 年 10 月から 平成 22 年 9 月まで	平成 22 年 10 月から 平成 23 年 9 月まで	平成 23 年 10 月から 平成 24 年 9 月まで
第 25 鳥羽丸	35,515,476	39,028,801	42,756,050
第 26 鳥羽丸	35,441,269	24,965,511	11,892,923

(単位：円)

以上より、人件費の削減分は、**63,200,010 円**となる。

6-3-4 総費用の削減分の算定

1 年間の総費用の削減分は以下のように算定される。

$$\text{総費用の削減分} = \text{走行費用削減分} + \text{修繕・整備費用削減分} + \text{人件費の削減分}$$

よって 6-3-1～6-3-3 の結果より、1 年間の総費用の削減分は **229,275,068 円**となる。

6-4 供給者余剰の変化分の算定

供給者余剰の変化分は以下のように算定することができる。

$$\begin{aligned} \text{供給者余剰の変化分} &= \text{With case} - \text{Without case} \\ &= \text{50 年間の総費用の削減分計} - \text{50 年間の総収入の減少分計} \end{aligned}$$

6-2～6-3 で求めた総収入の減少分・総費用の削減分はいずれも 1 年当たりのものであるため、その 50 年分を現在価値化したものに直したうえで上記の数式に当てはめる必要がある。開始時期については本論文の冒頭でも述べたように、橋の建設期間が 10 年(2023～2072 年)で、人口減少を伴うものとする。

現在価値化した結果は以下の通りであり、供給者余剰の増分は、**11.88 億円**となる。

表 6-4 供給者便益の算定結果

費用減少(便益)	34.60 億円
収入減少(費用)	22.73 億円
供給者便益	11.88 億円

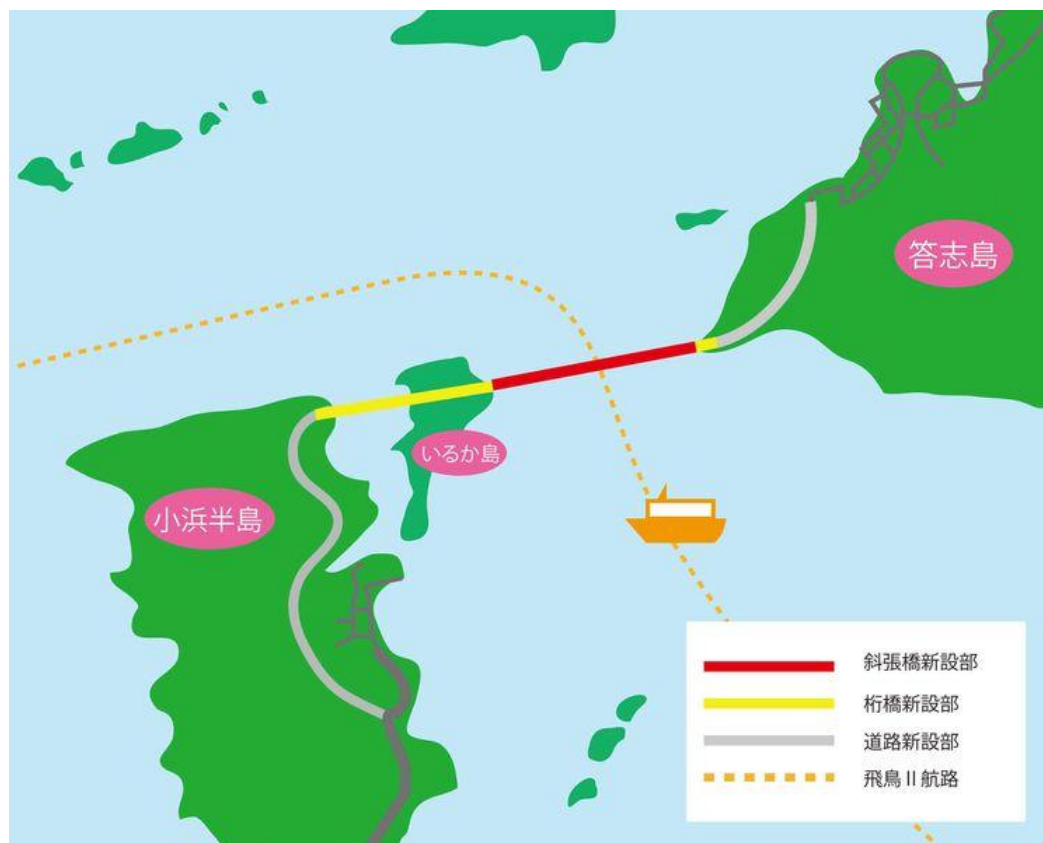
7 架橋費用の推計

本章では、答志島と本土の間に架橋する場合にかかる費用について述べる。答志島架橋はまだ実現していない計画であり、事業費のデータが存在しない。そのため、既存の橋梁の実績値を用いて分析を行った。本分析では、長崎県の鷹島肥前大橋の事例に基づき、答志島架橋の費用を推計する³。まず 7-1 では、本分析で想定する架橋の工法や規模などの概要について述べ、7-2 では架橋の費用の推定方法について説明し、費用を算出する。

7-1 答志島架橋の概要

本分析では、図 7-1 で示されるように、三重県本土の小浜半島と離島の答志島の間に架橋することを想定する。本土と答志島の間に位置するいるか島の上を橋梁が通過し、橋の延長線上に道路を整備するという経路を考えている。

図 7-1 答志島架橋の概念図



³ 本章の分析において、参考にすべき離島架橋、橋梁の平米単価、維持管理費の目安、航路の重要性、桁下高と橋梁建設費の関係など多くのアイデア・仮定は、東京大学橋梁研究室藤野教授からのご指導に基づいて用いた。

費用を推定するにあたっては、橋梁の種類と規模を考える必要がある。なぜなら表 7-1 で示したように、答志島と同様、本土と離島の間にかけてられた橋梁の中でも、橋の種類や規模（ここでは橋長、幅員、桁下高）によって事業費が大きく異なっているためである。（なお、「事業費」は建設当時に実際に要した費用であり、「換算額」は国土交通省の建設工事デフレーターを用いて、2011年時点の価値に換算したものである。）

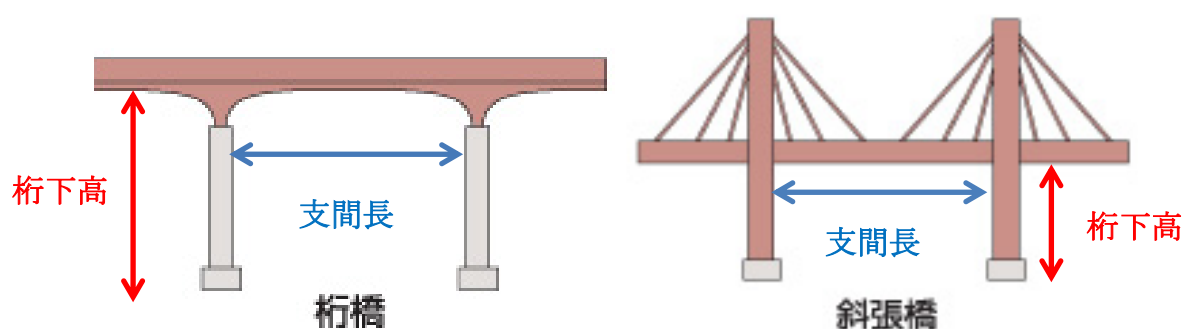
表 7-1 他の離島架橋の事業費

	種類	橋長	幅員	桁下高	工事期間	事業費	換算額
平戸大橋	吊橋	665m	10.7m	30m	1969~1977	56億円	199億円
生月大橋	トラス橋	960m	6.5m	31m	1980~1991	116億円	138億円
関門橋	吊橋	1068m	26m	61m	1968~1973	140億円	497億円
鷹島肥前大橋	斜張橋	840m	9.75m	27m	1997~2008	200億円	197億円
女神大橋	斜張橋	1289m	28m	67m	2002~2005	846億円	877億円

（出所）各橋及び国土交通省のホームページより作成

桁橋や斜張橋といった種類⁴や、橋長や支間長、桁下高といった構造（図 7-2 参照）は、橋梁を建設する場所の水深、橋梁下を通る船舶の大きさによって決まる。そこで、答志島におけるこの2つの要素について調査した。

図 7-2 桁橋と斜張橋

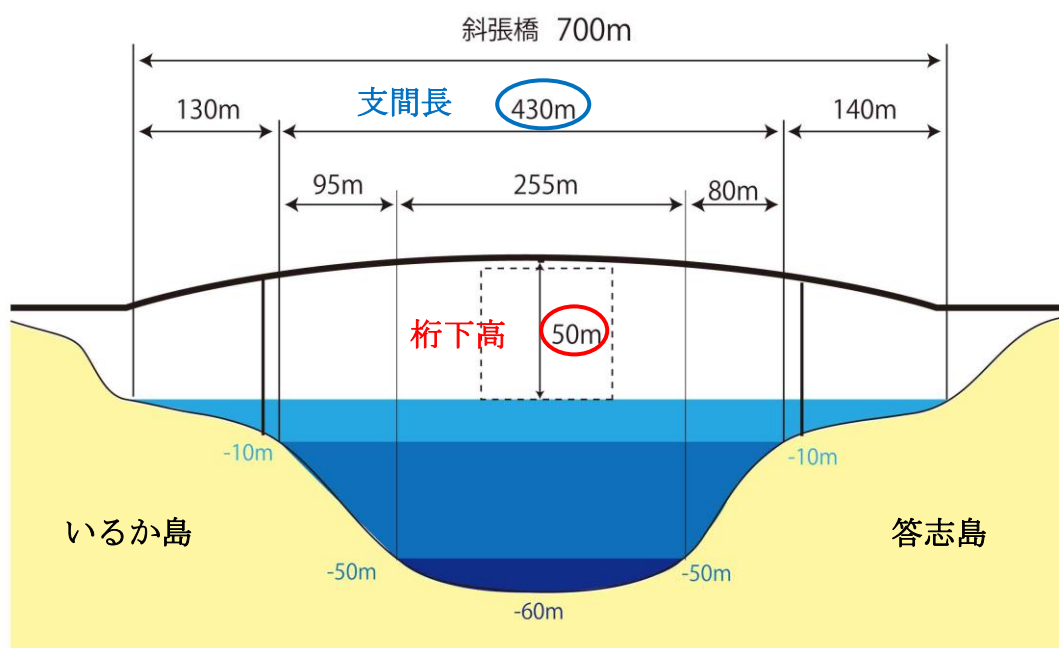


（出所）日本橋梁建設協会ホームページより転載

⁴ 一般に、桁橋、トラス橋、斜張橋、吊橋の順に設計可能な支間長が長くなるが、構造が複雑になり、同じ橋長であっても事業費が高額となっていく。

まず水深については、海上保安庁「海の相談室」で得られた海図の等深線を参照した。いるか島と答志島間の水深は 100m 地点までは 10m 程度と浅いが、中央部は 60m と深くなっている。また鳥羽市海洋保安部の情報から、答志島といるか島の間を航行している最大の船舶は「飛鳥Ⅱ」という高さ 45m、全長 241m の大型客船であることが判明した⁵。橋梁建設にあたっては、この船舶が通過できる支間長と桁下高を確保する。以上の条件下では「斜張橋」が最も適していると考えられ、本分析では、図 7-3 のような斜張橋を建設することを想定した。図の左側がいるか島、右側が答志島である。

図 7-3 答志島の橋梁の構造



以上の点を考慮し、以下の仮定をおいた。

- ・ 飛鳥Ⅱが航行するいるか島と答志島の間は、航路と水深を考慮し、全長 700m、支間長 430m の斜張橋を建設する。桁下高は、飛鳥Ⅱの高さをもとに、航行する船舶の高さに維持管理時に必要な 5m の余裕等を踏まえて 50m とする。また、支間長は船舶の全長の 2 倍程度の航行幅を確保していることを確認する。斜張橋は図 7-1 の赤色で示した部分である。
- ・ 斜張橋の延長上や、本土といるか島の間など、水深が浅く、航路を確保する必要がない箇所には、桁橋を建設する。桁橋は計 700m あり、図 7-1 の黄色で示した部分である。
- ・ 斜張橋、桁橋の延長上に道路を 1800m 整備する。図 7-1 の灰色で示した部分である。

⁵ 当該水域は水深や潮流などが船舶の航行に適しており、重要な航路となっている。

7-2 橋梁の費用の推定

7-2-1 鷹島肥前大橋による事業費の推定

次に、長崎県松浦市の鷹島肥前大橋の事例に基づき、7-1 で述べた斜張橋、桁橋、道路のそれぞれについて、事業費を推計する。鷹島肥前大橋を参考とした理由は、離島振興のための架橋である点、支間長の長さが答志島と近い点、人口規模が同程度である点の 3 点による。

松浦市のホームページによれば、鷹島肥前大橋の総事業費は 200 億円である。しかしこの 200 億円の中には、斜張橋、桁橋、道路の全ての事業費が含まれる。そこで、桁橋及び道路の事業費をそれぞれの面積と平米単価から、桁橋部分 28.05 億円、道路部分 18.91 億円と求め、斜張橋の事業費は 153.04 億円、平米単価は 186.86 万円と推定した（表 7-2 を参照）。なお、鷹島肥前大橋の建設開始は 1997 年であるが、現時点ではデータの制約上 2013 年時点の価格に換算することはできないため、本分析では 200 億円の値を使用した。

表 7-2 鷹島肥前大橋の事業費

	長さ	幅員	平米単価	事業費
総延長	5130m	9.75m		200 億円
うち道路	3879m		5 万円/m ²	18.91 億円
うち桁橋	411m		70 万円/m ²	28.05 億円
うち斜張橋	840m		186.86 万円/m ²	153.04 億円

(出所) 松浦市ホームページより作成

7-2-2 答志島架橋の事業費の推定

表 7-2 の平米単価を用いて、答志島架橋の事業費を推定する。7-1 で述べたように、斜張橋 700m、桁橋 700m、道路 1800m を建設する。幅員は鷹島肥前大橋と同様、9.75m とする。これは車道 2 車線（片側 1 車線）と片側のみ歩道 1 車線を設置することを想定している。ここで、斜張橋部分の桁下高が 2 つの橋梁で異なることに留意する必要がある。鷹島肥前大橋の桁下高は 27m であるが、答志島の桁下高は 50m と高いため、斜張橋部分の平米単価を 1.1 倍する。これらより橋梁・道路の事業費は表 7-3 のようになる。

表 7-3 答志島架橋の建設費

	長さ	幅員	平米単価	事業費
総延長	3200m	9.75m		196.94 億円
うち道路	1800m		5 万円/m ²	8.78 億円
うち桁橋	700m		70 万円/m ²	47.78 億円
うち斜張橋	700m		205.55 万円/m ²	140.29 億円

維持管理費は、橋梁部分が事業費の1%、道路部分が事業費の0.5%とする。道路の用地費・補償費は、用地区分が林地と考えられ、非常に安価であるため捨象する。また耐用年数は橋梁の超寿命化が進んでおり、技術的には100年とのことであるが、公共事業の評価期間に合わせ、50年とする。最後に架橋の工期は、技術的には3年で足りるが、自治体の財政負担能力から、予算が下りないなどの理由で10年前後かかることも多い。そこで本分析では工期10年を想定し、工期3年のケースは感度分析で扱うこととする。

以上より費用の現在価値は表7-4のようになり、総費用は224.77億円となる。

表 7-4 答志島の橋梁及び道路の費用推計

	事業費	維持管理費(工期10年)
橋梁	188.06 億円	27.29 億円
道路	8.78 億円	0.64 億円
総費用	224.77 億円	

8 分析結果

以上の分析に基づいて、答志島架橋事業が社会にもたらす費用と便益を計算し、社会的純便益及び費用便益比を算出した。結果は以下の通りである。社会的純便益の現在価値(NPV)は-120.53億円と負になり、費用便益比(B/C)は0.464と1を下回った。

表 8-1 費用便益分析結果

便益	利用者便益	88.18 億円
	救急医療便益	4.17 億円
	供給者便益	11.88 億円
	便益合計	104.23 億円
費用	建設投資額	224.77 億円
評価指標	社会的純便益	-120.53 億円
	費用便益比 (B/C)	0.464

9 感度分析

前章の分析結果は幾つかの仮定に基づいており、不確実性が存在する。本章ではこれらの仮定が結果に与える影響を明らかにするため、前章までの分析を「ベースケース」とし、結果に特に大きな影響を与える①人口の仮定②需要の仮定③橋梁の建設期間④橋梁下を通る大型客船の有無の4つについて、感度分析を行う。

9-1 感度分析の要素

9-1-1 人口の仮定

ベースケースでは with ケースと without ケースの双方において、島内人口が毎年2%ずつ減少し続けると仮定した。しかし分析の中心である利用者便益は人口に比例することから、分析結果を大きく左右する。そこで、将来の取り組みによって人口減少に歯止めがかかることを想定しつつ、全国的に少子高齢化が進展しており将来の人口増加は期待されないと考え、人口一定と限度として感度分析を行った。

9-1-2 需要の仮定

ベースケースの分析 4-1 において、客観的な仮定を置けないことから with ケースと without ケースの需要は完全代替であると仮定した。しかしこの仮定は、一般化費用の減少に伴う需要の増加、すなわち架橋によって利便性が増加したことによる交通量の増加をとらえていない。そこで感度分析では、2008年度に東京大学公共政策大学院で行われた本四高速の費用便益分析を参考に、需要の価格弾力性を0.5、すなわち価格が1%減少すると需要が0.5%増加すると仮定した。今回の分析枠組み下では需要は約41%増加する。

9-1-3 橋梁の建設期間

橋梁の建設期間は行政の財政負担能力等の問題から、概ね長期化する傾向にある。しかし、建設期間は便益の供与開始時期に関わり、社会的割引率や人口減少の影響を受けて便益が減少する大きな要因となっている。ベースケース 7-2-2 では鷹島肥前大橋などを参考に建設期間 10 年としたが、技術的には 3 年で建設することが可能であることから、3 年を上限として感度分析を行った。

9-1-4 橋梁下を通る大型客船の有無

橋梁建設を想定する答志島—いるか島間の水道には、大型客船の飛鳥Ⅱが航行している。船高 45m ある巨大な客船が航行できる航路を確保するためには特別な工事が必要であり、橋梁建設費が大きく増加する要因となっている。そこで感度分析では飛鳥Ⅱの航行がなく、航路確保に必要な工費が削減されるケースを想定した。具体的には、斜張橋の平米単価が鷹島肥前大橋より求めた算出額 186.86 万円/m²と比べ、2 割減少すると仮定した。

9-2 感度分析結果

上記の 4 要素をクロスさせることで 16 通りの感度分析を行い、以下の結果を得た。

表 9-1 感度分析結果

NO	変動要素				評価項目		備考
	人口	需要弾力性	建設期間	大型客船	NPV(億円)	B/C	
1	減少	0	10年	あり	-120.535	0.464	ベース
2	減少	0	10年	なし	-76.722	0.576	
3	減少	0	3年	あり	-85.788	0.633	
4	減少	0	3年	なし	-40.22	0.786	
5	減少	0.5	10年	あり	-102.331	0.545	
6	減少	0.5	10年	なし	-58.519	0.677	
7	減少	0.5	3年	あり	-59.113	0.747	
8	減少	0.5	3年	なし	-13.546	0.928	
9	一定	0	10年	あり	-81.870	0.636	
10	一定	0	10年	なし	-38.057	0.790	
11	一定	0	3年	あり	-45.548	0.805	
12	一定	0	3年	なし	0.018	1.000	
13	一定	0.5	10年	あり	-53.773	0.761	
14	一定	0.5	10年	なし	-9.900	0.945	
15	一定	0.5	3年	あり	-8.495	0.964	
16	一定	0.5	3年	なし	37.071	1.197	最大

9-3 感度分析結果の評価

ここでは、社会的純便益（NPV）と費用便益比（B/C）の変化をみることにより、4要素が結果に与える影響を評価する。例えばケース NO.1 とケース NO.9 を比較することで、需要弾力性 0、橋梁建設期間 10 年の場合に、人口の仮定が結果に与える影響をつかむことができる。

まず、NPV の変化に注目することで、要素変化が社会的純便益に影響する大きさを調べる。最も結果に影響を与えているのは人口の仮定であり、人口一定と仮定した場合、2% 減少を仮定した場合と比べ 39~51 億円程度純便益が増加する。次いで建設期間の影響が大きく、3 年の場合と 10 年とした場合とでは、35~47 億円程度純便益が変動している。飛鳥 II の航行がないとした場合、建設投資額は 45 億円程度削減される。需要弾力性の仮定は 18~37 億円と最も与えた影響は小さいが、外部の変動を仮定せず、あくまで一般化費用の減少を需要増加の理由としている点で、現実的な仮定であるといえる。

次に、いかなる場合に B/C が 1 に近づくのかを調べると、要素を 3 つ以上変化させたケース NO.8, NO.12, NO.14, NO.15, NO.16 では B/C > 0.9 とかなり接近しており、NO.12, NO.16 では 1 を上回っている。このうち、4 要素を全て変化させた NO.16 は社会的純便益が最大であり、評価内訳は以下のようになっている。

表 9-2 NO.16 の分析結果

便益	利用者便益	216.55 億円
	救急医療便益	9.27 億円
	供給者便益	-0.72 億円
	便益合計	225.09 億円
費用	建設投資額	188.02 億円
評価指標	純現在価値	37.07 億円
	費用便益比(B/C)	1.197

ベースケースと比較すると、便益（B）の現在価値は 2.2 倍になり、社会的純便益は 158 億円増加している。供給者便益が負となっているのは、人口一定の仮定のもとでは市営定期船会社の運賃収入が減少せず、without ケースにおいて赤字が発生していないためである。

こうした仮定は余り現実的であるとはいえない。しかし、橋梁建設費と利用者便益がそれぞれ費用と便益の大部分を占めている本分析において、上記の 4 要素が結果に決定的な影響を与えることを明らかにしている点で意義がある。

なお、その他のケースでの算出内訳については Appendix を参照されたい。

10 結論

本分析では、ベースケースにおいて社会的純便益は負、B/Cは1を下回り、答志島と本土とを架橋する事業は効率的でないという結果になった。感度分析では、島内人口の減少、財政負担能力を理由とする橋梁建設期間の長期化、橋梁事業費が高額にならざるを得ない固有の事情等が複合的に影響しており、社会的純便益を引き下げていることが明らかになった。

効率性は一つの指標であり、また政策は価値判断や政治的過程も含めて決定されるため、この結果が直ちに事業不採択を意味するわけではない。しかしながら現在の日本では、国が行う新規事業において $B/C > 1$ が採択基準として用いられており、国から財政援助を受けて事業を行う場合、効率性の基準を満たす必要がある。また仮に国の援助によらないとしても、効率的な財政運営が求められる中、巨額の税金を投じて行われる架橋事業の投資効果は常に問われるべきである。そこで以下では感度分析を踏まえ、効率性の観点から架橋が正当化される可能性について検討したい。

第一に、人口の定着である。本研究では、人口減少は感度分析として扱っている。これは全国の事例において離島架橋と人口減少の因果関係が明確でなく、高度教育機関の不在や地域雇用の不足等を理由とする人口減少が、離島架橋のみによって達成されるとはいえないためである。しかし、地域活性化の取り組みを通して人口減少に歯止めがかかった場合、交通便益や救急医療便益の評価に大きく差が生じ、純便益が増加する。

第二に、建設期間の短縮である。架橋建設期間が長期化する背景には、発注側の財政負担能力の他に、分離分割発注が行われていることがある。これは地元建設業の受注可能な規模に分割することが地域雇用を生むためであるが、一方でこのような工法は便益供与を遅らせ、社会的純便益を低下させてしまう。公共事業の経済効果は政策的には大きな理由であるものの、これらの状況が変化して建設期間が短縮された場合、純便益は大きく改善する。

第三に、橋梁建設費の削減である。本分析では、答志島—いるか島間における水深が深く、重要な水道が存在するという固有の地理的事情を踏まえ、既存の離島架橋事例を参考に事業費は高額になると推計した。しかし現地調査に基づいた専門的な算定額というわけではないため、一定の限界が存在する。より専門的かつ詳細な調査が行われ、低価格化の方法が明らかになった場合、費用削減によって社会的純便益が向上する。

本研究では、可能な限り実績値を用いて分析するという原則に基づいて算定を行っており、ベースケースを最も合理的かつ現実的なケースとしている。しかしながら以上に、様々な取り組みや外的要因によって①人口定着②建設期間の短縮③橋梁建設費の削減が達成される場合には、社会的便益が増加し、効率性の観点からも架橋が正当化される。

11 課題

11-1 待ち時間減少便益の評価

待ち時間減少便益は定期船の待ち時間を費用便益分析の枠組みの中に組み込むものであり、本論文における最大の特徴である。しかし、分析においては待ち時間費用を二つの点で過大に計上しているという課題がある。

一点目は、待ち時間の過大計上である。今回の分析では乗客が便と便の間の待ち時間の中に一様に分布するという仮定をおいた。このような仮定の下では、ある便に関して 60 分待つ人も 1 分待つ人も同人数だけ存在する。現実には乗客は定期船の出航時刻に合わせた生活を送っていることを考えると、今回の分析で見積もられた「待ち時間」は現実と比べて過大なものだといえる。こうした課題は、実際に乗客の生活を調査し、正確に「待ち時間」を把握することで解決できると考えられる。

二点目は、待ち時間にかかる時間価値の過大計上である。今回の分析においては待ち時間にかかる費用を車での移動時間にかかる費用を同一のものとみなしている。車で移動している時間に比べて、家などで待っている時間にできることが多いことから、分析において時間費用を過大に見積もっていると考えられる。このような課題に関しては、待ち時間には移動時間と異なる時間価値を設定するといった解決方法が考えられる。

11-2 交通形態の変化における仮定の限界

本分析では、with ケースにおける交通形態は全て自動車であると仮定している。しかし実際には、バスやバイク、自転車、徒歩など、多様な交通形態になると考えるのが現実的であり、本分析の仮定は実態と乖離している。こうした利用形態を反映することで、より正確な分析が可能となる。

11-3 データの限界

本分析では、定期船の乗客数や定期船会社の費用等、多くの実績値を用いて費用と便益を行っている。しかし、以下のデータに限界がある。

まず、一般化費用の減少に伴う需要の変化を判断するデータがなく、ベースケースでは需要弾力性を 0、感度分析において先行研究を元に 0.5 と仮定している。より正確な分析を行うためには答志島の状況を考慮した需要弾力性の推計が必要である。

また救急医療便益の分析では、搬送内訳が不明であるため一般的なデータを用いて推計している。しかし、答志島において重篤搬送患者が多いなど固有の事情がある場合は、便益を過小に評価する。

さらに供給者便益の分析においては、定期船の燃料費を、通常船と高速艇を区別せず、同じであるとしている。しかし実際には、同じ速度で航行した場合高速艇の燃料費はより安価であり、費用の減少を過小に評価している。

こうしたデータが入手できれば、さらに精度の高い分析を行うことができる。

謝辞

本稿を作成するにあたって、多くの方にご指導頂いた。

指導教官の岩本教授、城所教授のお二人には分析段階から論文完成に至るまでお世話になり、幾度にわたって様々なアドバイスをしてくださった。東京大学橋梁研究室の藤野教授には、橋梁建設費用の算定にあたり数多くの貴重なアドバイスを頂いた。三重県鳥羽市企画財政課、定期船課、海上保安庁海洋情報部「海の相談室」、同庁第四管区海上保安本部鳥羽海上保安部、公益財団法人日本海事センター「海事図書館」の方々からはご多忙の中、分析に必要な資料を提供していただいた。また途中経過の発表では、同級生や先輩諸氏から数々の有益なコメントをいただくことができた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

なお、本研究における分析結果、主張は全て筆者たち個人の見解であり、所属する機関としての見解を示すものではない。また言うまでもなく本稿にあり得る誤りは全て筆者たちに帰するものである。

参考文献

- ・ 国土交通省(2012)『内航船舶輸送統計月報 第50巻第8号(平成24年8月分)』
- ・ 川崎豊彦(2010)『図解入門 よくわかる最新船舶の基本と仕組み』秀和システム
- ・ 池田宗雄(2002)『全訂 船舶知識のABC』成山堂書店
- ・ 社団法人日本港湾協会、(2007)「港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻)」
- ・ 中村泰博、坂本弘明、深谷茂広、元山寿、梅原健生、藤木剛(2008)「(仮称)鷹島肥前大橋の設計」『橋梁と基礎 2008-10』、建設図書
- ・ 中村泰博、坂本弘明、日比野智明、坂本敏彦、牟田圭造、松原薫(2009)「鷹島肥前大橋の上部工施工」『橋梁と基礎 2009-4』、建設図書
- ・ 犬束洋志・高橋和雄・中村聖三・河野正臣(2006)「平戸大橋の架橋効果の事後評価に関する研究」土木構造・材料論文集 第22号:179-188
- ・ 橋本孝来・栗原正紀・井上健一郎・岩崎義博・藤本昭(2002)「救急患者収容所要時間と救命率の関係」日本臨床救急医学会雑誌 5:285-292
- ・ 中川良隆・浜島博文(2004)「離島架橋事例を一例とした一般地方道路事業のPFI可能性の研究」建設マネジメント研究論文集 vol.11 193-204

参考資料

- ・ 国土交通省(2008)「時間価値原単位および草稿経費原単位の算出方法」
- ・ 国土交通省 道路局 都市・地域整備局(2008)「費用便益マニュアル」
- ・ 全国離島振興鳥羽協議会(2004)「離島架橋調査報告書 基礎調査1 ～離島架橋を目指したまちづくりに向けて～」
- ・ 全国離島振興鳥羽協議会(2005)「離島架橋調査報告書 基礎調査2 ー離島架橋に関する離島住民アンケート調査ー」
- ・ 鳥羽市(2008)「鳥羽市営定期船 利用者意識調査 集計結果」
- ・ 佐藤直人、西村仁憲、山形成彦、楊沫、伊藤淳(2009)『高速道路料金値下げのインパクト分析～本四高速を事例として～』 東京大学公共政策大学院
- ・ 宮城県大島土木部建設課(2010)「大橋架橋事業に係る大規模事業評価調書の要旨(案)」
- ・ 海図 W73(2011年10月) ・ 海底地形図 6361-1(1971年10月)

参考 URL

- ・ 鳥羽市ホームページ <http://www.city.toba.mie.jp/teikisen-kanri/unkou.html>
- ・ 答志島架橋建設促進協議会ホームページ <http://www.toushijimakakyou.com>
- ・ 答志島ブログ <http://tousijima.seesaa.net/>
- ・ 松浦市ホームページ
<http://www.city.matsuura.jp/www/contents/1238573047750/html/common/4a960302015.htm>

補論 1 定期船増便の費用便益分析

ここでは、本稿において扱った「待ち時間減少便益」の概念を応用し得る分析として、答志島における定期船の増便について考察を行う。当分析の枠組みとしては、With ケースをフェリー便数が 2 倍（既存の各便の中間時点をその出発時刻とする。）、Without ケースを現状維持と設定した上で、費用便益分析の手法を用いるものとする。ただし、本分析では費用減少による需要の増加は考慮しないものとする。定期船の増便は架橋と違い、建設期間を要しないため、2013～2072 年（10 年+50 年）を便益発生期間としている。また、当分析におけるパラメーターは以下の通りである。

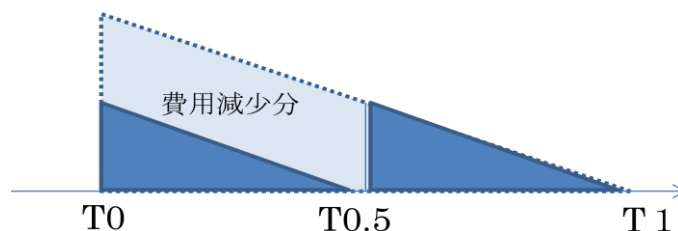
表補 1-1 分析の前提条件

島内人口減少率	2%
本土人口減少率	0.16%
社会的割引率	4%

a) 便益の増加

新たな便が既存の各便の中間時点に追加され待ち時間費用が半分になり、かつ高速船の導入により移動時間費用（5 分の短縮と仮定）も削減される。

<待ち時間費用の減少イメージ>



よって台形公式より、消費者余剰の増加分は以下のように算定される。（ただし、下式内の「12.5%」とは、従来の船舶より半分の時間短縮が可能な高速艇に従来の船舶の乗客の 1/4 が移行するとした場合の、乗客全体で見た平均短縮割合（50%×1/4）である。）

$$\begin{aligned}
 \text{消費者余剰の増加分} &= (\text{With の乗船人数} + \text{Without の乗船人数}) \\
 &\times \text{一人当たり費用減少分} (= \text{平均待ち時間費用} \div 2 \\
 &\quad + \text{ルート別乗船時間} \times 12.5\%) \\
 &\times \text{時間価値} \div 2
 \end{aligned}$$

b) 費用の増加

ここでは、高速船を新たに2隻導入するものと仮定する。1年間の各費用の増加分は、現在鳥羽市営定期船として運行されている、高速船「きらめき」及び「かがやき」の最近3年の実績値の平均を用いて算出する。結果は以下の通り。

表補 1-2 年間費用の算定結果

項目	金額
走行費用の増加分	1.51 億円
修繕・整備費用の増加分	0.19 億円
人件費の増加分	0.72 億円
合計	2.42 億円

以上より、

単年費用増加分 (2.42 億円) × 60 年間合計 (23.528) = 費用増加分 (56.91 億円)
となる。

c) 費用便益分析

a)、b)で導かれた値より、費用便益分析の結果は以下のようになる。

表補 1-3 分析結果

	項目	金額
便益	消費者余剰	57.43 億円
費用	定期船増便費用	56.91 億円
評価指標	純現在価値 (B-C)	0.52 億円
	費用便益比 (B/C)	1.01

以上の結果より、定期船増便シナリオは当該の枠組みの下で費用便益分析をパスするということがわかった。

補論 2 本土移住の費用便益分析

架橋と比較されるシナリオとして「答志島の住民が本土へ移住する場合」の費用便益分析について考える。なお本シナリオの分析には、移住が現実的な政策ではない点、移住に伴う心理的負担といった金銭価値では表せない項目を考慮していない点などの問題がある。しかし「一般化費用及び待ち時間を削減する便益」を測る一つの指標として、今回の分析枠組みを用い、移住シナリオと架橋シナリオを比較することには意義があると考えられる。また移住は政策ではなく、個人の合理的意思決定によって生じるものであるが、「本土との格差を解消する」という意味では架橋と同等の効果を持つといえる。

本土移住シナリオの分析枠組み

移住シナリオの分析にあたり、以下の仮定をおく。

- ・ 答志島の島民が全員、本土の鳥羽市へ移住する。世帯数は現在の 769 世帯で一定とする。
- ・ 移住先の住居は、新築一戸建ての購入と賃貸住宅の 2 通りを考える。また、移住前に住んでいた答志島の住居の売却収入は考えない。
- ・ 移住後に漁業等で答志島へ移動する際には、モーターボート等を利用する。モーターボート等は、既に保有していると仮定し、購入費用は考えない。
- ・ 評価期間は、架橋の工期が 3 年の場合（2013～2065 年）と 10 年の場合（2013～2072 年）の 2 通りを考える。

移住による便益は、現状（without case）で発生している一般化費用と待ち時間がかからなくなることである。移住をすれば、本土への移動時間とフェリーの待ち時間がともにゼロになる。

一方移住にかかる費用は、住宅費用である。費用が最大となるケースは、全世帯が新築一戸建てを購入する場合で、費用が最小となるケースは全世帯が賃貸住宅に住む場合と考える。比較のため、この極端な 2 つのケースの費用について検討する。

【新築一戸建てのケース】

国土交通省土地総合システムの不動産取引価格情報によれば、2012 年に建築された鳥羽市の住宅（土地と建物ともに含む）の取引額は 2600 万円、中部圏不動産取引流通機構によれば、2012 年の三重県の新築戸建の成約価格は平均 2419 万円である。これより、鳥羽市の新築一戸建ての購入費用は、1 世帯あたり 2600 万円とおく。費用は、2013 年の年初に一括で支払うとする。支払方法が非現実的ではあるが、ここでは費用が最大になる例として考える。よって、769 世帯が支払う費用の総額は、199.94 億円と求められる。

【賃貸住宅のケース】

平成 20 年住宅・土地統計調査から、家賃を推計する。鳥羽市の民営借家の 1 住宅当たり延べ面積の平均は 51.14 m²、三重県の専用住宅における 1 畳あたり家賃・間代の平均は 2441 円である。中京間の 1 畳あたりの面積が 1.6562 m²であるため、1 住宅あたりの面積は約 30.88 畳と表すことができる。よって、1 世帯あたりの家賃は、1 か月に約 75,373 円、年間で約 904,476 円となる。

1 世帯あたりの家賃を、最新の GDP デフレーターを用いて 2011 年時点の価格に換算する。2011 年時点に換算した金額を、評価期間にわたり毎年、年初に支払い続けるとする。社会的割引率を 4%とし、2013 年時点の割引現在価値を求めると、評価期間が 2013～2065 年の場合、費用総額は約 152 億円、評価期間が 2013～2072 年の場合、費用総額は約 157 億円となる。

分析結果

以上より社会的純便益と費用便益比を求めると、表 2-1 及び 2-2 のようになる。新築一戸建ての場合は、人口減少が生じると純便益現在価値がマイナスとなるが、賃貸住宅の場合は、人口減少が生じるケースでも純便益現在価値がプラスになった。

このような結果は、例えば移住に対する心理的負担の少ない「若年層の離島離れ」を説明していると評価できる。

表補 2-1 新築一戸建て移住の費用便益分析

	評価期間 2013～2065 年		評価期間 2013～2072 年	
	人口一定	人口減	人口一定	人口減
便益 (B)	205.58 億円	154.03 億円	212.63 億円	157.02 億円
費用 (C)	199.94 億円	199.94 億円	199.94 億円	199.94 億円
B-C	56.38 億円	-45.91 億円	12.69 億円	-42.92 億円
B/C	1.028	0.770	1.063	0.785

表補 2-2 賃貸住宅移住の費用便益分析

	評価期間 2013～2065 年		評価期間 2013～2072 年	
	人口一定	人口減	人口一定	人口減
便益 (B)	205.58 億円	154.03 億円	212.63 億円	157.02 億円
費用 (C)	151.18 億円	151.18 億円	156.37 億円	156.37 億円
B-C	54.39 億円	28.48 億円	56.26 億円	64.49 億円
B/C	1.360	1.019	1.360	1.004

Appendix

A-1 定期船利用者一人あたりの平均時間価値の計算

定期船利用者一人あたりの平均時間価値として業務目的、非業務目的の移動にかかる時間価値を定期船乗客の業務・非業務の割合で加重平均したものを計算する。利用するデータ、計算方法は以下の通り。

- ・国土交通省『時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法』より、「業務目的の自家用乗用車ドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用」43.95 円/分、お「非業務目的のドライバー及び同乗者の時間当たり機会費用」28.7 円/分を用いる。
- ・「鳥羽市営定期船 利用者意識調査」より利用者の業務・非業務の割合はそれぞれ 8.9%、91.9%とする。
- ・デフレーターとして「毎月勤労統計調査」の常用労働者数が 5 人以上の事業所における常用労働者の賃金の変化率を用いている。

$$\begin{aligned} & 8.9\% \times 43.95 \text{ 円} + 91.9\% \times 28.7 \text{ 円} = 30.28685 \text{ 円/分 (平成 20 年価格)} \\ & 30.28685 \times 0.981(\text{h23 賃金/h20 賃金}) = 29.6965029 \text{ 円/分(平成 23 年価格)} \\ \rightarrow & \underline{\underline{29.30926028 \text{ 円/分 (平成 25 年価格)}}} \text{ (デフレーター: 22 年と~23 年の賃金変化率)} \end{aligned}$$

A-2 走行経費原単位の計算

国土交通省『時間価値原単位および走行経費原単位（平成 20 年価格）の算出方法』に倣い、平成 25 年価格の走行経費原単位を算出。計算に当たって走行速度は時速 50km、走行道路は国・都道府県道の平地であると仮定している。算出した値を非業務の平均乗車人員 1.30 人で割ることで 1 人当たりの走行費用原単位を求める。

走行経費原単位は燃料費原単位、油脂費原単位、タイヤ・チューブ費原単位、整備費原単位、車両償却費原単位の 5 つの費用項目の和として計算される。

(時速50キロ・県道・平地部・平成25年価格) 円/km	
燃料費	5.124190776
油脂費	0.097359625
タイヤチューブ費	1.663915021
車両修繕費	2.650021448
車両償却費	7.383561644
走行経費原単位	16.91904851

$$1 \text{ 人あたり走行経費原単位} = \text{走行経費原単位} \div \text{平均乗車人員 } 1.30 \text{ 人}$$

$$= \underline{\underline{13.0146527 \text{ 円/km} \cdot \text{人}}}$$

各費用の詳しい計算を以下に述べる。

(1) 燃料費原単位

$$\text{燃料費原単位(平成 25 年価格)} = \textcircled{1} \times \textcircled{3} \times a + \textcircled{2} \times \textcircled{4} \times b = \underline{\underline{5.124190776 \text{ 円/km}}}$$

<時速 50km の燃料消費量>

	燃料消費量(ℓ/km)	走行構成比
ガソリン乗用車	0.054936 ①	0.951 ③
ディーゼル乗用車	0.068366 ②	0.049 ④

<燃料費単価>

	単価 (円/ℓ) (平成23年価格)	税 (円/ℓ) (平成23年価格)	税引き後単価 (円/ℓ) (平成23年価格)	税引き後単価 (円/ℓ) (平成25年価格)
ガソリン	147.1596	53.8	88.9139	92.0509 a
軽油	127.4904	32.1	90.8480	94.0532 b

・単価、税は、(財)日本エネルギー経済研究所石油情報センターが公表している価格情報から得られる全国平均値の平成 23 年 1 月～12 月における平均とした。

・税引き後単価は単価を消費税率 1.05 で除したのから税を引くことで計算した。

・平成 25 年価格の算出に当たり、デフレーターとしてガソリン消費者物価指数の伸び率(平成 19 年～23 年)の平均伸び率(1.0175)を使用

(2) 油脂費原単位

$$\text{油脂費原単位(平成 25 年価格)} = \text{燃料費原単位} \times \text{乗用車油脂費係数 } 0.019$$

$$= \underline{\underline{0.097359625 \text{ 円/km}}}$$

(3) タイヤ・チューブ費原単位

$$\text{タイヤ・チューブ費原単位(平成 25 年価格)} = \frac{\text{タイヤ・チューブ費絶対額}}{\{-0.00792 \times 50 \left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right) + 1.010\}} = \underline{\underline{1.6639150208 \text{ 円/km}}}$$

<平成 22 年度実績データ及びタイヤ・チューブ費絶対額の設定>

(a) タイヤ本数 (千本/年) (平成22年価格)	(b) タイヤ出荷金額 (百万円/年) (百万円/本) (平成22年価格)	(c) タイヤ1本当たり価格 (円/本) (平成22年価格) (b)÷(a)	(d) チューブ出荷金額 (百万円/本) (平成22年価格)	(e) タイヤ1本当たりチューブ価格 (円/本) (平成22年価格) (d)÷(a)	(f) タイヤ1本当たりのタイヤ・チューブ価格 (円/本) (平成22年価格) (c)+(e)	(g) 平均耐用距離 (km/本)	タイヤ・チューブ費絶対額 (円/km) (平成22年価格) (f)×4/(g)	絶対額 (円/km) (平成23年価格)	絶対額 (円/km) (平成25年価格)
125794	567434	4510.819	5396.297	42.898	4553.717	20000	0.911	0.957	1.022

・実績データは経済産業省「生産動態統計」平成 22 年度年報より取得

・デフレーターとして自動車タイヤの消費者物価指数の伸び率を使用。平成 23 年価格については平成 22 年～23 年の伸び率を用いて算出。平成 23 年価格を基に、平成 25 年価格は平成 17 年～平成 23 年の平均伸び率を用いて算出。

(4) 整備原単位

整備費原単位 (平成 25 年価格) = **2.650021448円/km**

<整備費の設定>

車両修繕費 (円/km) (平成20年価格)	(a)車両修繕費 (円/km) (平成25年価格)	(b)タイヤチューブ費絶対額 (円/km) (平成25年価格)	(c)整備費 (円/km) (平成25年価格) (a)-(b)	(d)定期整備費用 (平成25年価格) (c)×0.741	(e)定期以外整備費用 (平成25年価格) (c)×0.259	(f)定期以外整備費(県道・平地部) (平成25年価格) (e)÷0.73	整備費用原単位 (平成25年価格) (d)+(f)
3.440	3.440	1.022	2.418	1.792	0.626	0.858	2.650

- ・平成 20 年価格データは『時間価値原単位および走行経費原単位 (平成 20 年価格) の算出方法』より
- ・デフレーターとして自動車整備費 (定期点検) の消費者物価指数の伸び率 (平成 17 年～平成 23 年) を使用。

(5) 車両償却費原単位

車両償却費原単位 (県道・平地部、平成 25 年価格)

= 5.39 円/km (平成 20 年価格) × デフレーター ÷ 0.73 (県道・平地部補正)

= **7.383561644 円/km**

- ・平成 20 年価格データは『時間価値原単位および走行経費原単位 (平成 20 年価格) の算出方法』より
- ・デフレーターとして自動車整備費 (定期点検) の消費者物価指数の伸び率 (平成 17 年～平成 23 年) を使用

A-3 救急医療便益算定に用いた仮定

橋本他 (2002) では、長崎地区における救急搬送の実態調査 42,838 件のうち、脳出血、くも膜下出血、急性心筋梗塞、急性心不全、肺炎による搬送者数がそれぞれ 918 件、388 件、743 件、653 件、1,403 件となっている。5 章の分析では、これらの数値から全搬送者に占める疾患別の搬送者数の比率 (例えば脳内出血は $918/42,838=2.143\%$ となる) を求めて、答志島においてもこの比率が等しいと仮定している。また、救命率曲線は橋本他 (2002) が疾患別の収容所要時間 (5 分間隔) と救命率の関係について回帰分析を行った際の推計式である。

	搬送者に占める比率	救命率曲線
脳内出血	2.143%	$y=0.808\exp(-0.0165x)$
くも膜下出血	0.906%	$y=0.9052\exp(-0.0476x)$
急性心筋梗塞	1.734%	$y=0.8998x^{(-0.0604)}$
急性心不全	1.524%	$y=-0.0333\ln(x)+0.8588$
肺炎	3.275%	$y=0.9057\exp(-0.0101x)$

A-4 感度分析結果詳細

以下は9章の感度分析で用いた各費用と便益の計算内訳である。9-1の4要素のうち、各評価項目ごとに影響を与えるものを変動させることで、それぞれの推計額を算出している。これらを組み合わせて9-2での感度分析結果を計算した。

表1 利用者便益

需要弾力性	人口	建設期間	消費者余剰
0	減少	3年	129.22億円
0	減少	10年	88.18億円
0	一定	3年	179.50億円
0	一定	10年	136.40億円
0.5	減少	3年	155.90億円
0.5	減少	10年	106.39億円
0.5	一定	3年	216.55億円
0.5	一定	10年	164.56億円

表2 救急医療便益

	人口一定	人口減少あり
建設期間3年	9.27億円	6.35億円
建設期間10年	7.04億円	4.17億円

表3 供給者便益

	人口一定	人口減少あり
建設期間3年	-0.72億円	12.23億円
建設期間10年	-0.55億円	11.88億円

表4 建設投資額

	建設期間3年	建設期間10年
飛鳥IIあり	233.59億円	224.77億円
飛鳥IIなし	188.02億円	180.95億円