

第4回 福岡空港技術検討委員会

費用便益分析の検討

平成24年3月2日

1. 費用便益分析の基本方針

(1) 目的

需要予測の再精査結果をもとに、滑走路増設事業の評価期間中に発生する貨幣換算可能な便益および費用から社会的効率性を定量的に確認するものである。

(2) 基本方針

- ①航空需要予測の再精査値(基本ケース)について分析。
- ②第3回技術検討委員会で示した費用便益分析と同じ手法、設定条件を用いて算出を行う。
「空港整備事業の費用対効果分析マニュアルVer.4 (国土交通省航空局, 平成18年3月)」

2. 費用便益分析の前提条件

(1) 前提条件

下記の前提条件の基で分析を行う。なお、前提条件は将来の不確定要素を多分に含むため、これらが増減すれば、費用便益分析の結果も大きく変化する可能性がある。

- ・評価期間 : 建設期間 + 50年間 (2016年～2075年度)
- ・評価基準年度 : 2011年度
- ・社会的割引率 : 4%
- ・将来航空需要 : 構想・施設計画段階の需要予測の再精査値(基本ケース)
(※2030年度以降は一定と仮定)
- ・福岡空港の容量 : 事業なしの場合 (without) : 14.9万回/年
事業ありの場合 (with) : 18.3万回/年

(2) 便益の計測項目

- ・利用者便益 : 一般化費用削減便益
- ・供給者便益 : 空港管理者の便益(着陸料等収入、空港運営費等支出)
- ・残存価値 : 評価期間終了後に発生する純便益

(3) 費用の計測項目

- ・建設費(土木工事、建築工事、その他施設、用地造成、他)、用地費(用地取得、補償)、維持改良・再投資費

3. 費用便益分析の計測対象

(1) 便益

○マニュアルを元に、貨幣換算可能な項目のみを計測対象とする。

マニュアルに記載されている項目

区分	主たる効果項目(例)	費用対効果分析での取り扱い
利用者効果 (旅客・貨物)	旅行・輸送時間の短縮	◎
	旅行・輸送費用の低減	◎
	定時性の向上・就航率の向上	○
	運航頻度の増加	○
	安全性の向上	△
供給者効果	空港管理者の収益増加	◎
	ターミナルビル管理者の収益等増加	(○)
	アクセス交通機関事業者の収益増加	(○)
	エアラインの収益増加	(○)
地域企業・ 住民効果	観光入込み客の増加	△
	空港来訪者の増加	○
	雇用機会の拡大	△
	地域所得の増大	△
	企業生産の増大	△
	法人税・所得税・土地関連税等の税込上昇	△
	空港周辺の土地利用の促進	△
	空港跡地の有効活用	△
	資産価値の増大	△
	騒音等の変化	○
	均衡のとれた国土形成への寄与(離島等の振興)	△
	地域シンボルの形成	△
	地域安全性の向上	△

一般化費用削減便益
として計測

供給者便益として計測

- ◎ : 基本的に便益として取り扱う項目 (他の便益との重複は許されない)
- : 便益として取り扱うことが可能な項目 (比較的正確に計測できるものに限る。但し、他の便益との重複計上は許されない。)
- (○) : 原則として計測対象外とするが、事業の特性を踏まえ、必要に応じて便益として取り扱うことが可能な項目 (比較的正確に計測できるものに限る。但し、他の便益との重複は許されない。)
- △ : 定量的・定性的に取り扱う項目

(2)費用

- マニュアルに示される項目に沿って、対象施設別に事業費を整理する。
- 対象施設毎に耐用年数を設定し、評価期間中の再投資額を計上する。
- 建設期間中の建設費および用地費、供用期間中の維持改良・再投資費を合計する。

費用項目	詳細費用項目	対象施設		工事内容	耐用年数	
建設費	土木工事費	滑走路、誘導路、エプロン等	改良・再投資が必要な資産分	①-1	舗装等	15年
			上記以外	①-2	撤去等	-
	建築工事費	管理用庁舎、工場など (民間除く)	改良・再投資が必要な資産分	②-1	管理施設等	38年
			上記以外	②-2	-	-
	その他施設費	無線・照明・気象施設など	改良・再投資が必要な資産分	③-1	施設設置等	9年
			上記以外	③-2	-	-
	その他費用	事務費、諸経費等		④	-	-
用地造成費	空港用地		⑤イ	-	-	
用地費	用地取得費	空港用地		⑤ロ	拡張用地	再投資なし
	補償費	移転、環境・騒音対策		⑤ハ	施設移転	再投資なし
			環境・騒音対策		再投資なし	
維持改良・再投資費	改良・再投資費			⑥	①-1、②-1、③-1の改良・再投資額	
運営費	維持補修費			⑦	①②③の維持修繕・補修 この費用は供給者便益のマイナス便益として計上。 (費用には含めない。)	
維持修繕費 (維持補修費)						

4. 便益の計測結果

(1) 利用者便益

利用者便益は、図のとおり、転換分および増便分があり、便益は1,809億円。

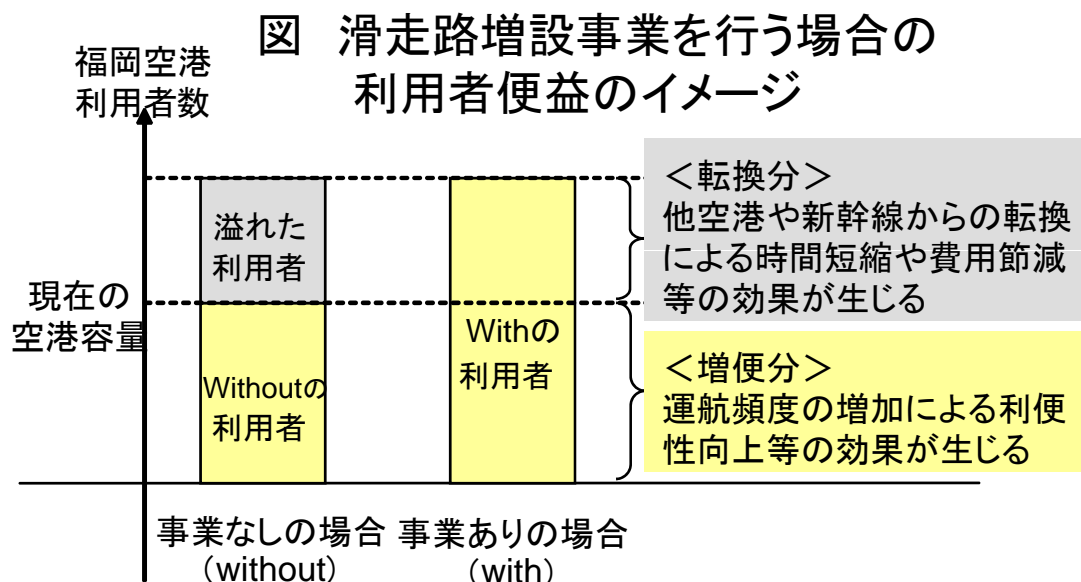
○転換分：

容量制約のため他空港や他の交通機関を利用せざるをえなかった旅客も、容量の増加によって福岡空港を利用できるようになる。これによる時間短縮や費用節減等の便益をゾーン間OD毎に計測。

○増便分：

福岡空港を利用できていた旅客にとっても、容量制約が緩和されて運航頻度が向上する。これによる福岡空港の既存利用者の便益を路線毎に計測。

なお、福岡空港の運航頻度が増加することにより、他空港では減便となりマイナスの便益が生じる場合もある。



事業なし(Without)の場合では、発着回数が空港容量の上限に達した後は、国内線の各路線の平均座席利用率が69.7%まで上昇すると想定する。事業あり(With)の場合は、平均座席利用率は現況とほぼ同等(約63%)とする。

国際線は事業あり(With)において平均座席利用率の上昇を想定しているため、事業なし(Without)も同等と想定する。

表 利用者便益 (単位:億円)

利用者便益の項目		累計 ※1	単年度 ※2
転換分	国内	231	19
	国際	1,064	87
増便分	国内	342	28
	国際	172	14
合計		1,809	147

※1 評価期間中の割引後の累計の値

※2 2030年単年度の割引前の値

注) 数値は周辺空港分を含む。

また四捨五入の関係で合計値は合わないことがある。

利用者便益の計測方法

需要予測結果より、事業を実施しない場合と実施した場合の利用者数をゾーン間ODごと・経路別に算出し、また需要予測モデルより得られる費用換算係数を用いて経路別の一般化費用^{※1}を算出し、その差に利用者数を乗じて利用者便益を計測する。

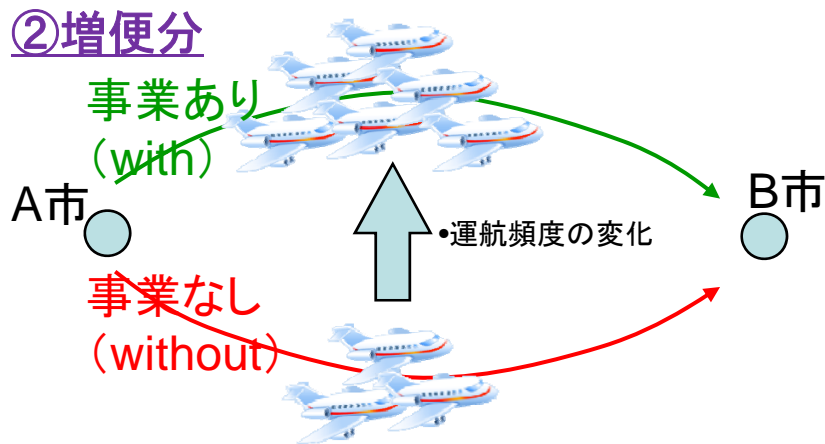
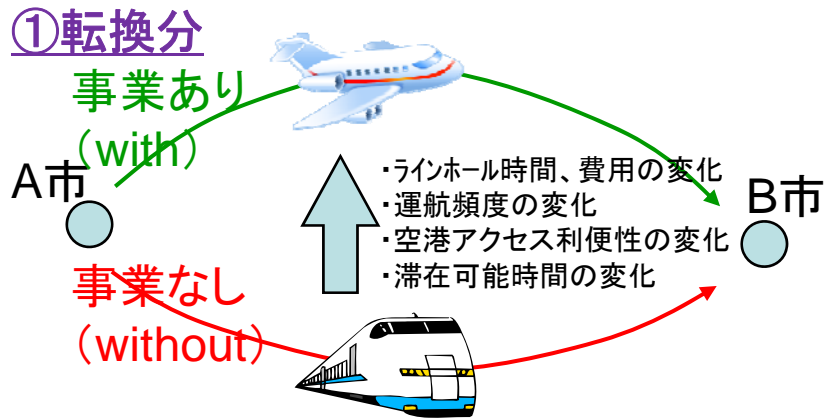


表 国内線利用者の費用換算係数

	業務目的	観光・私用目的
ω : ラインホール ^{※2} 時間価値 (円/時)	3,678	2,946
A1: \ln [運航頻度]効果 (円)	4,181	2,844
A2: アクセシビリティ指標 ^{※3} 価値 (円)	4,587	2,832
A3: 滞在可能時間価値 (円/時)	618	356

※ マニュアルに掲載の実勢運賃を基に推計された需要予測モデルパラメータを用い、**2011年度**価格にデフレートした費用換算係数を設定。

表 国際線利用者の費用換算係数

	日本人観光目的	日本人その他目的	外国人
国内ラインホール ^{※2} 時間価値 (円/時)	3,169	2,395	2,129
ソウルランジットダミー減効果 (円)	28,895	25,389	28,071
アクセシビリティ指標 ^{※3} 価値 (円)	1,815	1,876	2,635
国際ラインホール ^{※2} 時間価値 (円/時)	3,285	3,396	3,618
\ln [国際線運航頻度]効果 (円)	4,625	4,724	3,040

※ マニュアルに記載がないため、福岡空港の需要予測に用いた需要予測モデルパラメータを用い、**2011年度**価格にデフレートした費用換算係数を設定。但し、国際ラインホール時間価値については、各航空会社の割引運賃 (HP販売価格) を参考に、40%の値に補正。

- ※1 一般化費用 : 移動に係る運賃 (料金) に加え、所要時間や運航頻度など交通の便利さ (不便さ) を貨幣換算した額の総和
- ※2 ラインホール : 空港間等の幹線移動部分 (乗継含む)
- ※3 アクセシビリティ指標 : ゾーンと空港等間のアクセスのしやすさを総合化して数値化した値

OD_{ij}間のk番目の経路における一般化費用(※1) C_{ijk} (国内線)

$$C_{ijk} = \omega \cdot T_{ijk} + F_{ijk} + A1 \cdot \ln(Fr_{ijk}) + A2 \cdot Acc_{ijk} + A3 \cdot Tstay_{ijk}$$

- T_{ijk} : OD_{ij}間のk番目の経路におけるラインホール(※2)時間
- F_{ijk} : OD_{ij}間のk番目の経路におけるラインホール費用
- Ln(Fr_{ijk}) : OD_{ij}間のk番目の経路における運航頻度(対数関数)
- Acc_{ijk} : OD_{ij}間のk番目の経路におけるアクセシビリティ指標(※3)
- Tstay_{ijk} : OD_{ij}間のk番目の経路における滞在可能時間

ω、A1、A2、A3: 前出の国内線利用者の費用換算係数

- ※1 一般化費用 : 移動に係る運賃(料金)に加え、所要時間や運航頻度などの交通の便利さ(不便さ)を貨幣換算した額の総和
- ※2 ラインホール : 空港間等の幹線移動部分(乗継含む)
- ※3 アクセシビリティ指標 : ゾーンと空港等間のアクセスのしやすさを総合化して数値化した値

※国際線も同様の式であり、前出の国際線の費用換算係数を用いる。

利用者便益の計算式

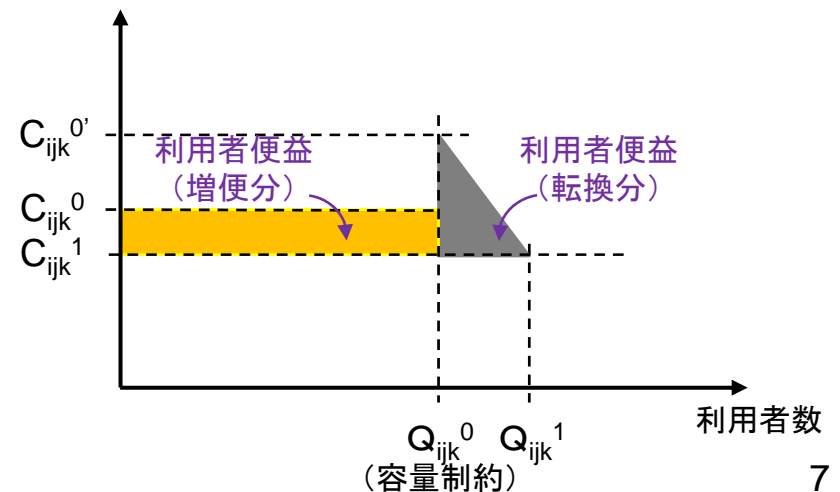
$$\text{利用者便益} = \sum_{i,j} \sum_k \left\{ Q_{ijk}^0 (C_{ijk}^0 - C_{ijk}^1) + \frac{1}{2} (Q_{ijk}^1 - Q_{ijk}^0) (C_{ijk}^0 + C_{ijk}^1) \right\}$$

添え字0(0')は事業なし(without)、1は事業あり(with)を示す。

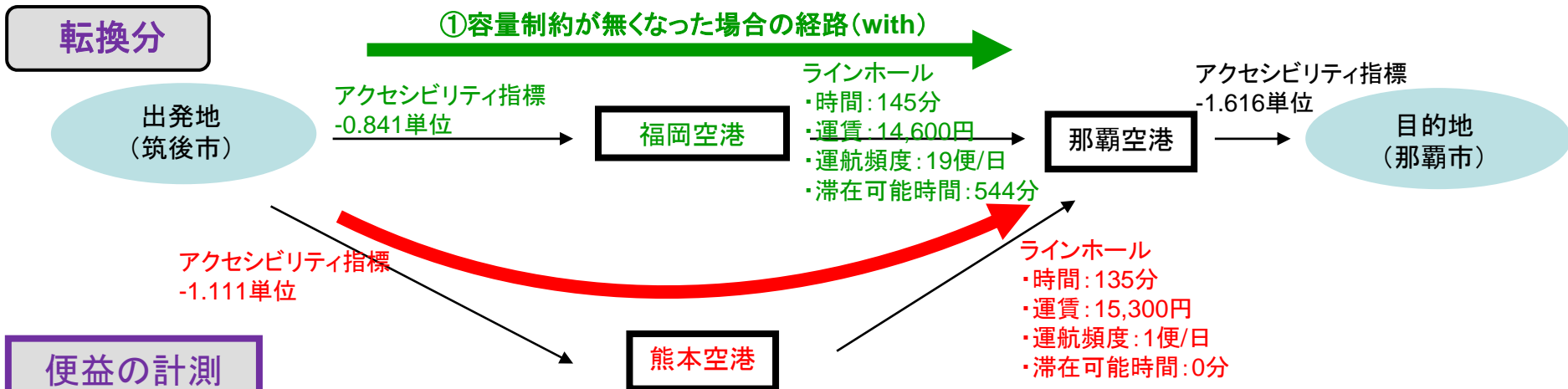
Q_{ijk}: OD_{ij}間のk番目の経路における利用者数
(需要予測結果による)

C_{ijk}: OD_{ij}間のk番目の経路における一般化費用

図 OD_{ij}間のk番目の経路における
利用者便益の計測方法



【利用者便益の計測の例】福岡⇒那覇(観光目的)の場合

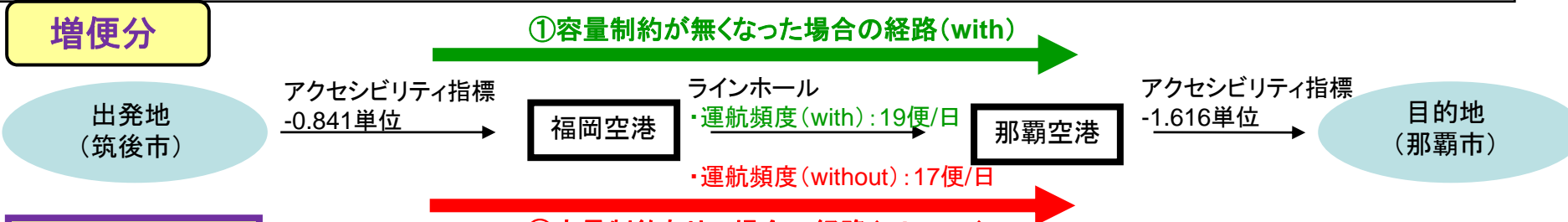


便益の計測

■ 筑後市⇒那覇において、福岡空港の容量拡大により、熊本空港を使わなくて済んだ人の便益

便益 = ② - ①の一般化費用 = $\{2,832円 \times (-0.841単位) - (-1.111単位)\} + \{2,946円 \times (135分 - 145分) / 60分 + 0.991 \times (15,300円 - 14,600円) + 2,844円 \times (\ln(19便/日) - \ln(1便/日)) + 356円 \times (544分 - 0分) / 60分\} = 12,566円/人$

※0.991は運賃を2010年価格から基準年の2011年価格にデフレートするための係数
 ※全てのゾーン間OD、全経路の総便益(国内線・2030年・割引前) = 約18.6億円 (福岡空港に転換する利用者数 = 約44万人)



便益の計測

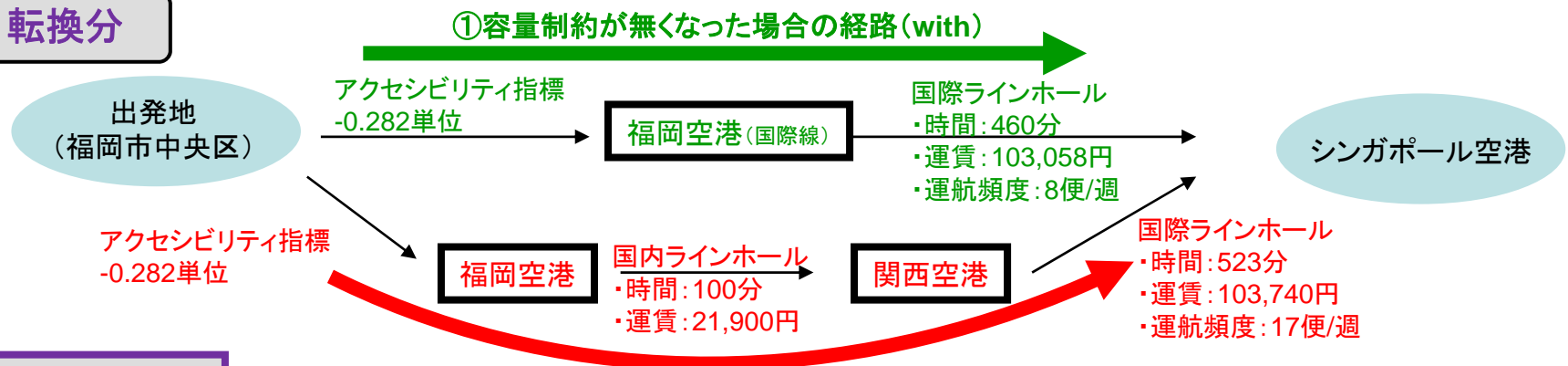
■ 筑後市⇒那覇において、福岡空港の容量拡大により、福岡空港で選択可能な便が増加した人の一人当たりの便益

便益 = ② - ①の一般化費用 = $2,844円 \times (\ln(19便/日) - \ln(17便/日)) = 2,844 \times (2.944 - 2.833) = 316円/人$

※全てのゾーン間ODの他空港を含む総便益(国内線・2030年・割引前) = 約27.5億円 (福岡空港既存利用者数 = 約1,356万人)

【利用者便益の計測の例】福岡⇒シンガポール(日本人観光目的)の場合

転換分



便益の計測

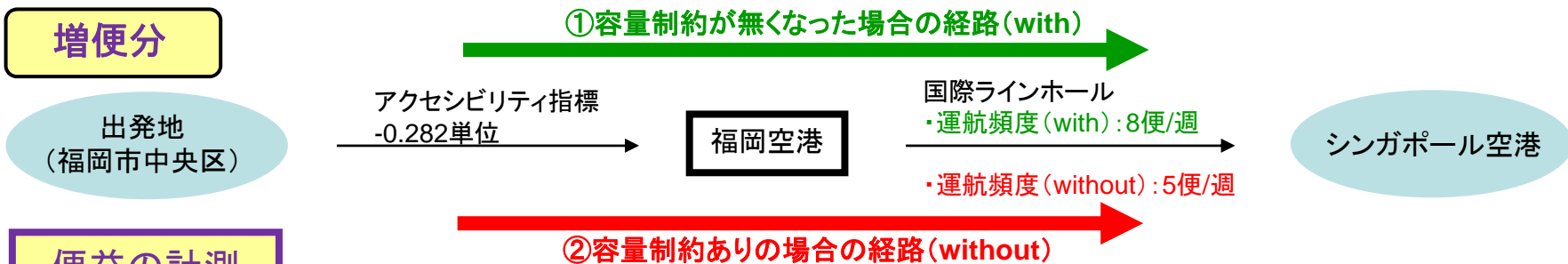
■ 福岡市中央区⇒シンガポール空港において、福岡空港の容量拡大により、関西空港を使わなくて済んだ人の便益

$$\text{便益} = \text{②} - \text{①の一般化費用} = \{1,815\text{円} \times ((-0.282\text{単位}) - (-0.282\text{単位}))\} + \{3,169\text{円} \times 100\text{分}/60\text{分} + 0.991 \times 21,900\text{円}\} + \{3,285\text{円} \times (523\text{分} - 460\text{分})/60\text{分} + 0.991 \times (103,740\text{円} - 103,058\text{円}) + 4,625\text{円} \times (\ln(8\text{便/週}) - \ln(17\text{便/週}))\} = 27,299\text{円/人}$$

※0.991は運賃を2010年価格から基準年の2011年価格にデフレートするための係数

※全てのゾーン間OD、全経路の総便益(国際線・2030年・割引前)＝約87.2億円(福岡空港に転換する利用者数＝約210万人)

増便分



便益の計測

■ 福岡市中央区⇒シンガポール空港において、福岡空港の容量拡大により、福岡空港で選択可能な便が増加した人の一人当たりの便益

$$\text{便益} = \text{②} - \text{①の一般化費用} = 4,625\text{円} \times (\ln(8\text{便/週}) - \ln(5\text{便/週})) = 4,625 \times (2.079 - 1.609) = 2,174\text{円/人}$$

※全てのゾーン間ODの他空港を含む総便益(国際線・2030年・割引前)＝約14.0億円(福岡空港既存利用者数＝約283万人)

(2) 供給者便益(空港管理者の便益)

本検討では、空港管理者のみを計測対象とする。

ターミナルビル会社、アクセス関係事業者、エアラインの便益については、滑走路増設事業による収支の変化を計測することが困難なため、対象外とする。

また、ターミナルビル敷地代などの地代等収入や、環境対策費の支出については、現時点では事業あり・なしでの差額が不明であるため、差額(便益)は計上しないものとする。

なお、福岡空港の運航頻度が増加することにより、他空港では減便となるなどマイナスの便益が生じる場合もある。

表 供給者便益 (単位:億円)

供給者便益の項目			累計※1	単年度※2
収入	着陸料等収入	国内	30	2
		国際	87	7
	航行援助施設利用料収入	国内	53	4
		国際	133	11
	地代等収入		0	0
	航空機燃料税収入		14	1
合計		317	26	
支出	飛行場管制等業務に係る費用		40	3
	その他の維持補修費		63	5
	合計		103	8
収支計			215	18

※1 評価期間中の割引後の累計の値
 ※2 2030年単年度の割引前の値
 注) 数値は周辺空港分を含む。
 また四捨五入の関係で合計値は合わないことがある。

供給者便益の計測方法

供給者便益は、以下の式で示されるとおり、各供給者の単年度ごとの収入と支出の差分を求め、これを現在価値化して合計したものの。

$$SB_t = \sum_o (IN_{ot} - OUT_{ot})$$

SB_t : t年度の供給者便益(円/年)

IN_{ot} : 供給者oのt年度の収入(円/年) = 「着陸料等収入」「航行援助施設利用料収入」「地代等収入」「航空機燃料税収入」

OUT_{ot} : 供給者oのt年度の支出(運営費、維持修繕費)(円/年) = 「飛行場管制等業務に係る費用」「その他の維持補修費」

※航空路管制業務に係る費用、気象等業務に係る費用は変動しないと考えられるため計測対象外とする。

①収入の算定式

収入は以下の項目と算定式を用いて計算する。なお、機材や旅客数は需要予測結果に基づく値を用いる。

$$\text{【着陸料収入】} = \sum_{\text{機材}} [\text{機材別便数}(\text{便/年}) \times \text{機材別着陸料等}(\text{円/便})] \cdots (\text{国内、国際別})$$

【航行援助施設利用料収入】

$$= \sum_{\text{機材}} \text{国際線} [\text{機材別着便数}(\text{便/年}) \times \text{機材別利用料}(\text{円/便})]$$

$$+ \sum_{\text{機材}} \sum_{\text{飛行距離}} \text{国内線} [\text{機材別飛行距離別着便数}(\text{便/年}) \times \text{機材別飛行距離別利用料}(\text{円/便})]$$

$$\text{【地代等収入】} = \{ \text{withのターミナル敷地面積}(\text{m}^2) \times \text{賃借料単価}(\text{円}/\text{m}^2/\text{年}) \} \\ - \{ \text{withoutのターミナル敷地面積}(\text{m}^2) \times \text{賃借料単価}(\text{円}/\text{m}^2/\text{年}) \}$$

$$\text{【航空機燃料税収入】} = \{ \text{航空機燃料税収入原単位}(\text{円}/\text{人km}) \\ \times \sum_{\text{機材}} [\text{航空路線別往復旅客数}(\text{人/年}) \div 2 \times \text{航行距離}(\text{km})] \}$$

②支出の算定式

支出は以下の項目と算定式を用いて計算する。なお、原単位や人件費等については「空港整備事業の費用対効果分析マニュアルVer4(平成18年3月)」に拠る。

【飛行場管制等業務に係る支出】

$$= [\text{飛行場管制要員数(人)} \times \text{飛行場管制要員1人当たり人件費原単位(万円/人年)}] \\ + \text{飛行場管制等業務に係る人件費以外の経常経費(円/年)}$$

【その他の維持補修費】

$$= \text{人件費(円/年)} + \text{庁費等(円/年)} + \text{滑走路修繕費等(円/年)}$$

(3) 残存価値

残存価値は評価期間終了後に空港機能を維持・活用することができる価値を評価期間末に便益として計上する。具体的には評価期間終了後に発生する維持改良・再投資にかかる費用と便益の差分である純便益より求める。

表 残存価値 (単位: 億円)

項目	評価期間累計(割引後)
残存価値	270

残存価値の計測方法

残存価値は評価期間終了後に発生する純便益を以下の式により計測し、これを便益として計上する。

$$RV = \sum_{t=T+1}^{\infty} \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^{t-1}}$$

RV : 現在価値化後の残存価値(円)

T : 評価期間

R : 社会的割引率(=0.04)

B_t : t 年次の便益(円)

C_t : t 年次の費用(円)

5. 費用の計測結果

表 福岡空港の滑走路増設における費用

(単位:億円)

費用の項目			割引後累計※1	割引前累計※2
建設費	土木工事費	再投資あり	213	327
		再投資なし	4	6
	建設工事費	再投資あり	6	8
		再投資なし	6	9
	その他施設	再投資あり	60	90
		再投資なし	0	0
	その他費用		0	0
用地造成費		125	197	
用地費	用地取得費	339	432	
	補償費	369	531	
維持改良・再投資費			271	1,278
総費用			1,394	2,878

※1 評価期間中の割引後の累計の値

※2 評価期間中の割引前の累計の値(総事業費)

注) 数値は民間事業を含まない。また四捨五入の関係で合計値は合わないことがある。

6. 費用便益分析の結果

費用便益分析の結果、3つの評価指標について、
 NPV>0、CBR>1、EIRR>4% という結果になり、需要予測の結果などを前提とすると、
 社会的にみて効率的な事業とみなされる。

表 費用便益分析の結果

評価指標	評価期間累計
NPV(億円)	900
CBR	1.6
EIRR(%)	6.6

【費用便益分析の評価指標】

B_t : t年の便益 C_t : t年の費用
 r : 社会的割引率 n : 評価期間

▪ **NPV**: 純現在価値
 (Net Present Value)
 純便益の大きさを示す指標。
 NPV>0のとき、社会経済的にみて
 効率的な事業と評価することが可能。

$$NPV = B - C = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

▪ **CBR**: 費用便益比
 (Cost Benefit Ratio)
 費用に対する便益の相対的な
 大きさを比で示す指標。
 CBR>1とき、社会経済的にみて
 効率的な事業と評価することが可能。

$$CBR = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+r)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+r)^t}$$

▪ **EIRR**: 経済的内部収益率
 (Economic Internal Rate of Return)
 費用を便益で返済すると考えた場合に、
 収支が見合う限度の利率を示す指標。

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r_0)^t} = 0 \text{ となる } r_0$$

EIRR(r_0)が、基準となる社会的割引率(4%)よりも高いときには、
 社会経済的にみて効率的な事業とみなすことが可能。

【参考】感度分析

(1) 感度分析の目的

便益と費用の算定の前提条件は、将来の不確定要素を含むため、主な前提条件の変化による費用便益分析結果の変化を算定する。

(2) 感度分析の結果

① 変動要因別の結果

航空需要、建設費、建設期間について、それぞれの変動幅を設定して試算を実施し、費用便益分析結果の変動の度合いを確認した。

表 感度分析のケース別の結果

変動要因	航空需要		建設費		建設期間	
	上位ケース	下位ケース	-10%	+10%	-2年	+2年
NPV(億円)	2,134	571	1,046	755	978	819
CBR	2.5	1.4	1.8	1.5	1.7	1.6
EIRR(%)	9.2	5.8	7.2	6.1	6.8	6.5

※航空需要は需要予測の上位ケース、下位ケース、
建設費はマニュアルに基づき±10%、
建設期間は10年間を基本に±2年(変動幅±20%)を幅として設定。

②事業全体の変動幅による結果

航空需要、建設費、建設期間は変動要因が全て上ブレ、下ブレする可能性がある。

そこで、3つの変動要因の組み合わせのうち、最大ケースと最小ケースを設定し、事業全体の変動幅を算定した。

その結果、最大ケース、最小ケースにおける3つの評価指標の幅は、NPVが376～2,439億円、CBRが1.3～2.8、EIRRは5.1～10.2%となり、いずれのケースでも社会経済的にみて効率的な事業とみなすことが可能な結果となった。

表 感度分析のケース別の結果

ケース設定	最大ケース	最小ケース
NPV(億円)	2,439	376
CBR	2.8	1.3
EIRR(%)	10.2	5.1
変動要因の 組み合わせ	航空需要:上位ケース 建設費:-10% 建設期間:-2年	航空需要:下位ケース 建設費:+10% 建設期間:+2年