

需要予測モデルの技術的改善報告

航空需要予測について

目 次

1.	需要予測モデルに求められる要件と対応状況	1
2.	航空需要予測モデルの体系	4
	(1) 国内航空旅客需要予測モデル	4
	(2) 国際航空旅客需要予測モデル	8
	(3) 国内航空貨物需要予測モデル	14
	(4) 国際航空貨物需要予測モデル	15
3.	将来予測	21
	(1) 予測ケースの設定	21
	(2) 社会経済フレーム等の設定	21
4.	国内航空旅客需要予測のモデル式	25
	(1) 全国発生モデル（旧生成モデル）	25
	(2) 地域別発生シェアモデル（旧発生モデル）	28
	(3) 旅行先選択モデル	30
	(4) 交通機関選択モデル	32
	(5) 航空経路選択モデル	35
	(6) 空港アクセス交通機関選択モデル	37
	(7) 便当たり旅客数算定モデル	41
5.	国際航空旅客需要予測のモデル式	44
	(1) 全国発生モデル（旧生成モデル）	44
	(2) 国内地域別発生シェアモデル（旧発生モデル）	49
	(3) 航空経路選択モデル	53
	(4) 空港アクセス交通機関選択モデル	55
	(5) トランジットモデル	58
	(6) 国際旅客便当たり旅客数算定モデル	59
6.	国内航空貨物需要予測のモデル式	63
7.	国際航空貨物需要予測のモデル式	64
	(1) 全国モデル	64
	(2) 金額重量換算係数	67
	(3) 国内地域別シェアモデル	68
	(4) 分布モデル	70
	(5) 航空経路選択モデル	71
	(6) 継越貨物モデル	73
	(7) 便数算定	75
8.	感度分析	76
	(1) 感度分析の対象指標の条件設定及び計算手法	76
	(2) 全組合せケース	78
	(3) 詳細分析結果	82

1. 需要予測モデルに求められる要件と対応状況

- ・ 需要予測は、空港の整備や整備する施設規模等の検討材料とともに、事業評価における費用対効果分析の基礎データとしても重要なものである。
- ・ 現在、需要予測に求められている要件としては、大別すると下記の4点に集約される。
 - (1) 社会経済の変化を適切に反映できること
 - (2) 各種交通サービス水準の違いや変化を反映できること
 - (3) 航空行政を巡る変化を反映できること
 - (4) 旅行者、貨物の属性別の需要が予測できること

将来の航空需要予測の際には、上記4点について、下記の観点から①～⑪の要件を考慮する必要がある。

表 1-1 需要予測モデルに求められる要件

要件		要件の説明
(1) 社会 経済 動向	①人口減少	人口変化は航空需要の変動要因であり、2005（平成 17）年以降減少に転じることが推計されている我が国の将来人口は 航空旅客需要に大きな影響を及ぼす要因の一つ 。
	②経済成長	経済成長は航空需要の変動要因であり、 航空旅客需要、及び航空貨物需要ともに最も影響を及ぼす要因の一つ 。
	③為替変動	為替変動は航空運賃や財価格等に直接影響を及ぼす要因であり、 国際旅客需要、国際貨物需要に大きな影響を及ぼす要因の一つ 。
(2) 交通 サー ビス	④交通機関	航空や新幹線等の交通機関のサービス水準の違い、あるいは変化（例えば頻度（本数・便数）増加など）は、 旅行目的地までの交通機関の選択に影響を及ぼす 。空港間競争、他の輸送機関との競合を捉える上で重要。
	⑤空港アクセス	空港を選択する際に、空港までのアクセスサービスが大きく影響する。空港アクセスサービスの変化は他交通機関との選択にも影響する。そのため、 空港までのアクセス利便性を評価できることが重要 。
(3) 航空 行政	⑥首都圏空港の容量緩和	成田空港平行滑走路延伸により首都圏空港の容量が緩和されると、空港の魅力度（利便性）が向上し、 航空需要に影響を及ぼす 。
	⑦空港別規制	伊丹空港における B747 の乗入れ制限等の個別空港に関わる規制は、 空港選択に影響を及ぼす 。
(4) 旅客 ・ 貨物 特性	旅客特性	
	⑧国籍	日本人、及び外国人の航空需要動向は異なることから、日本人／外国人の特性の差を考慮する必要がある。
	⑨旅行目的	観光、あるいはビジネスといった 旅行目的により、航空需要動向は異なることから、旅行目的を考慮した予測が必要 。
	⑩発着地域	特に国際旅客において、東アジア圏との流動の増加など、 発着地域別の経済等の動向を考慮した予測ができることが必要 。
	貨物特性	
	⑪発着地域	東アジアの経済成長により貨物流動の増加など、 貿易相手地域・国別需要動向を考慮した予測ができることが必要 。

上記の①～⑪の要件に対して、各需要予測モデルでは表 1-2 のとおりに対応している。

表 1-2 需要予測モデルに求められる要件と各予測モデルにおける対応状況

要件 \ 予測モデル		国内旅客	国際旅客	国内貨物	国際貨物
(1) 社会 経済	①人口変化	○※ ¹	○※ ¹	△※ ²	△※ ²
	②経済成長※ ³	○	○	○	○
	③為替変動	—	○	—	○
(2) 交通 サービス	④交通機関	○	(○※ ⁴)	—	(○※ ⁴)
	⑤空港アクセス	○	○	—	—
(3) 航空 行政	⑥首都圏空港の 容量緩和	○	○	—	○
	⑦空港別規制	○	—	—	—
(4) 旅客・ 貨物 特性	旅客特性				
	⑧国籍	—	○	—	—
	⑨旅行目的	○	○	—	—
	⑩発着地域※ ⁵	○	○		
	貨物特性				
	⑪発着地域※ ⁵	—	—	—	○

※1：国内旅客、国際旅客の予測モデルでは、わが国全体の将来人口の減少だけでなく、都道府県別の将来人口変化についても考慮している。

※2：国内貨物、国際貨物の予測モデルにおいては、わが国の人口減少を明示的にモデル化していないが、将来における経済成長の設定は人口減少を考慮しているため間接的に考慮していることになる。

※3：経済成長については、国内需要予測モデル（旅客・貨物）においては、わが国全体の経済成長だけでなく、都道府県別の経済成長についても考慮している。国際需要予測モデル（旅客・貨物）では、海外の経済成長について考慮している。

※4：経路選択モデルのみ対応している。

※5：・データの制約等により、各モデルの区分は異なる。

・国内旅客の予測モデルでは「発着地域」は 223 区分。国際旅客の予測モデルでは、国内は 50～75 区分（概ね都道府県別）、海外は 32 区分（主要地域・国別）。

・国際貨物の予測モデルでは「発着地域」は国内 47 区分（都道府県別）、海外 28 区分（主要地域・国別）。

※6：上記表中の「△」は、間接的に考慮している項目を表す。

2. 航空需要予測モデルの体系

(1) 国内航空旅客需要予測モデル

- ・ 四段階推計法に基づく（前回の長期計画（2000 年予測時）と基本的に同じ。）
- ・ サブモデルの精度向上とゾーン分割等予測精度を向上。

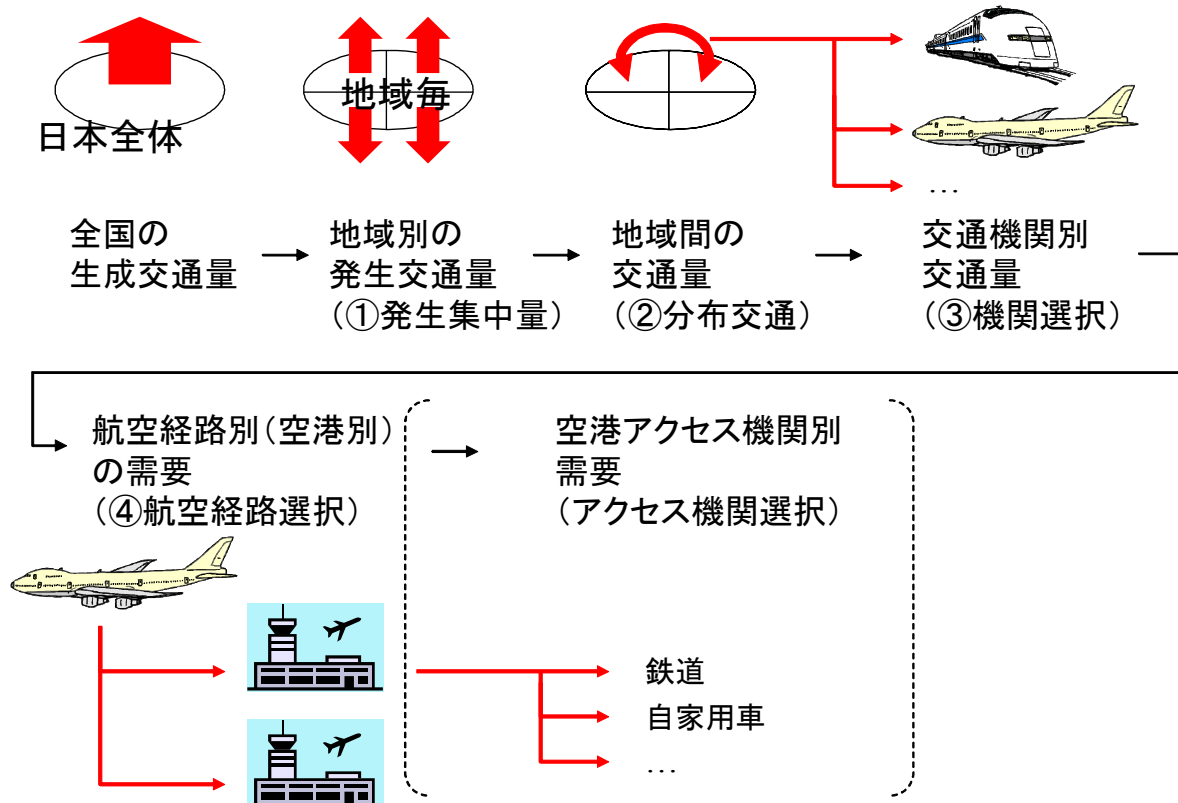
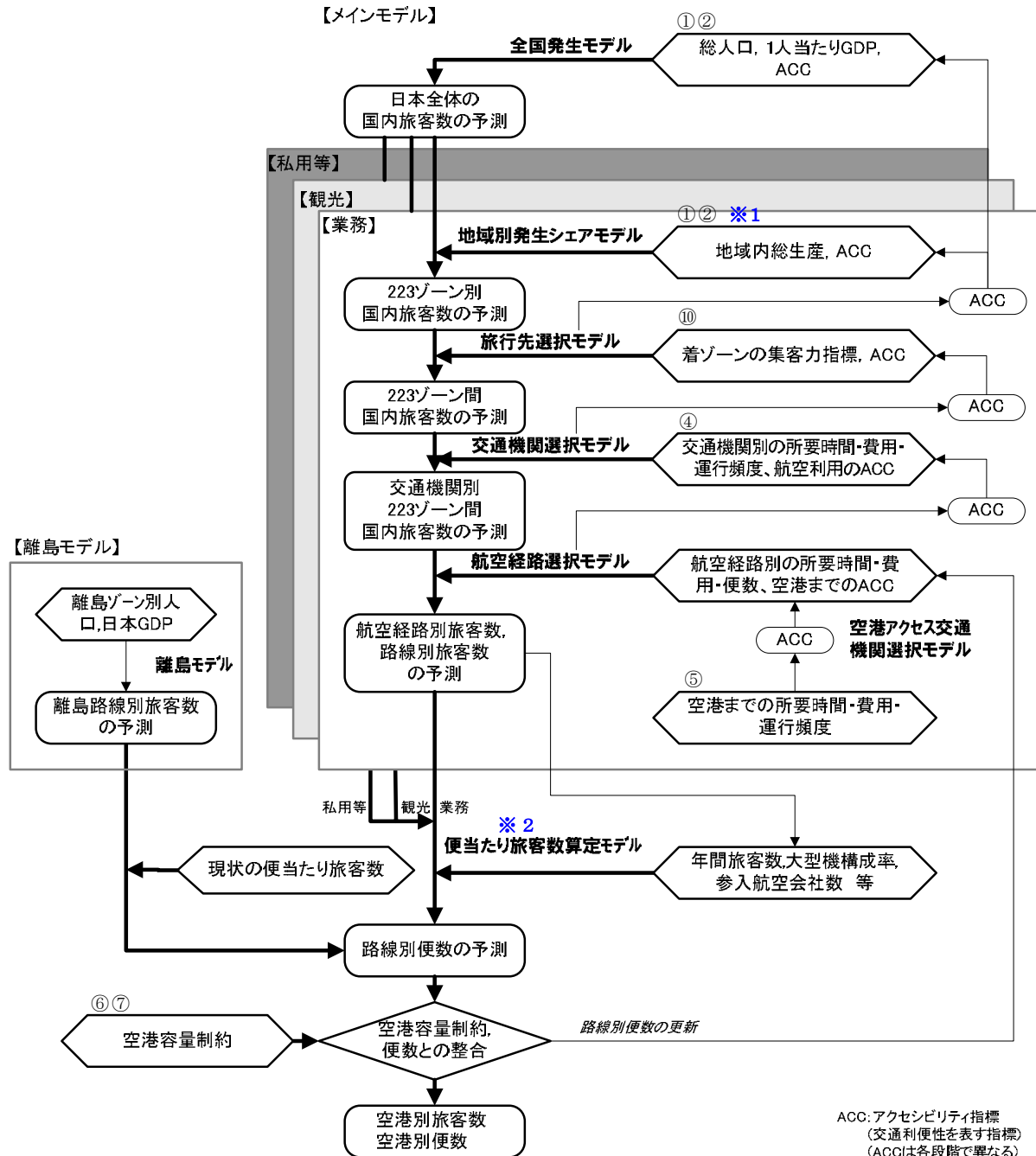


図 2-1 予測の流れ

1) モデルのフロー



※○囲みの数字は、「需要予測モデルに求められる要件」の番号に対応している。

図 2-2 モデルのフロー（国内旅客）

【2000 年モデルからの主な改良ポイント】

改良点	改良のポイント
ゾーニングの変更 (※1)	首都圏及び関西圏ゾーンを細分化（214→223 生活圏ゾーン）し、複数空港の競合を表現。
1便あたり旅客数の設定方法の変更 (※2)	1便あたりの旅客数の予測モデルを構築。

2) 各サブモデル段階でのゾーン区分

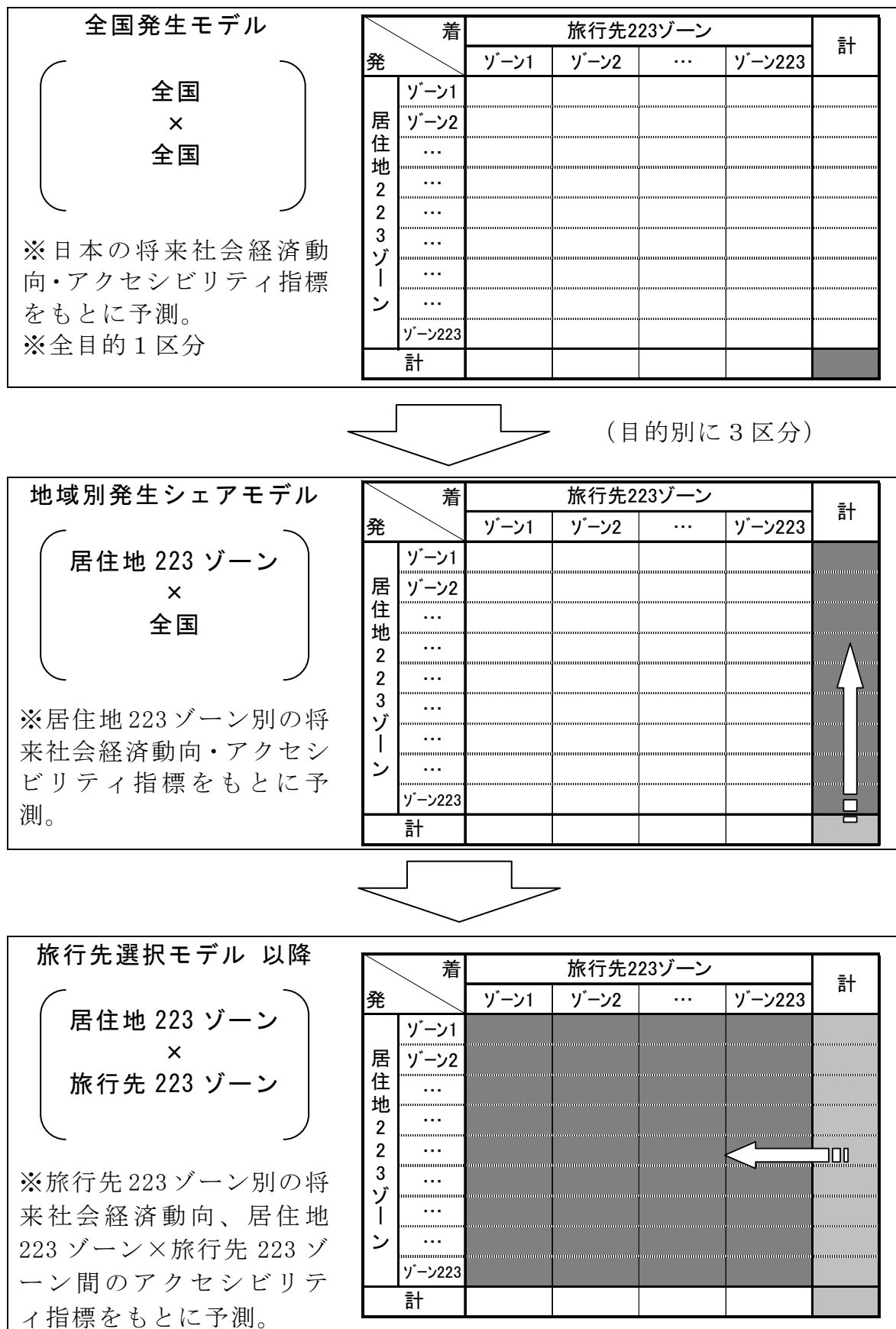


図 2-3 各サブモデル段階でのゾーン区分（国内旅客）

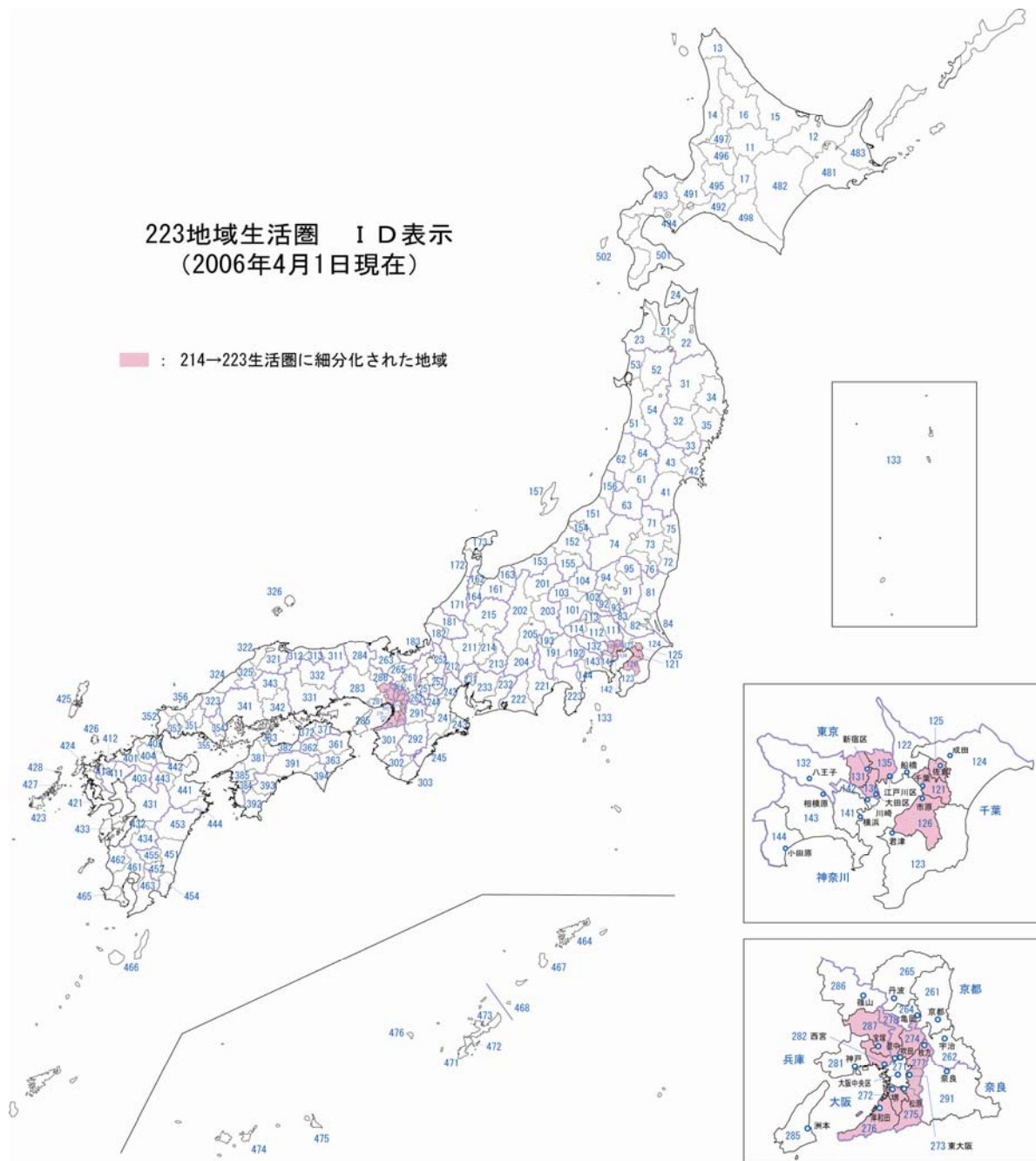


図 2-4 国内 223 ゾーン図（国内旅客）

(2) 国際航空旅客需要予測モデル

- ・ 四段階推計法に基づく（前回の長期計画（2000 年予測時）と基本的に同じ。）
- ・ 日本人観光目的、日本人業務目的、外国人の 3 区分に分けて推計。
- ・ サブモデルの精度向上とゾーン分割等予測精度を向上。

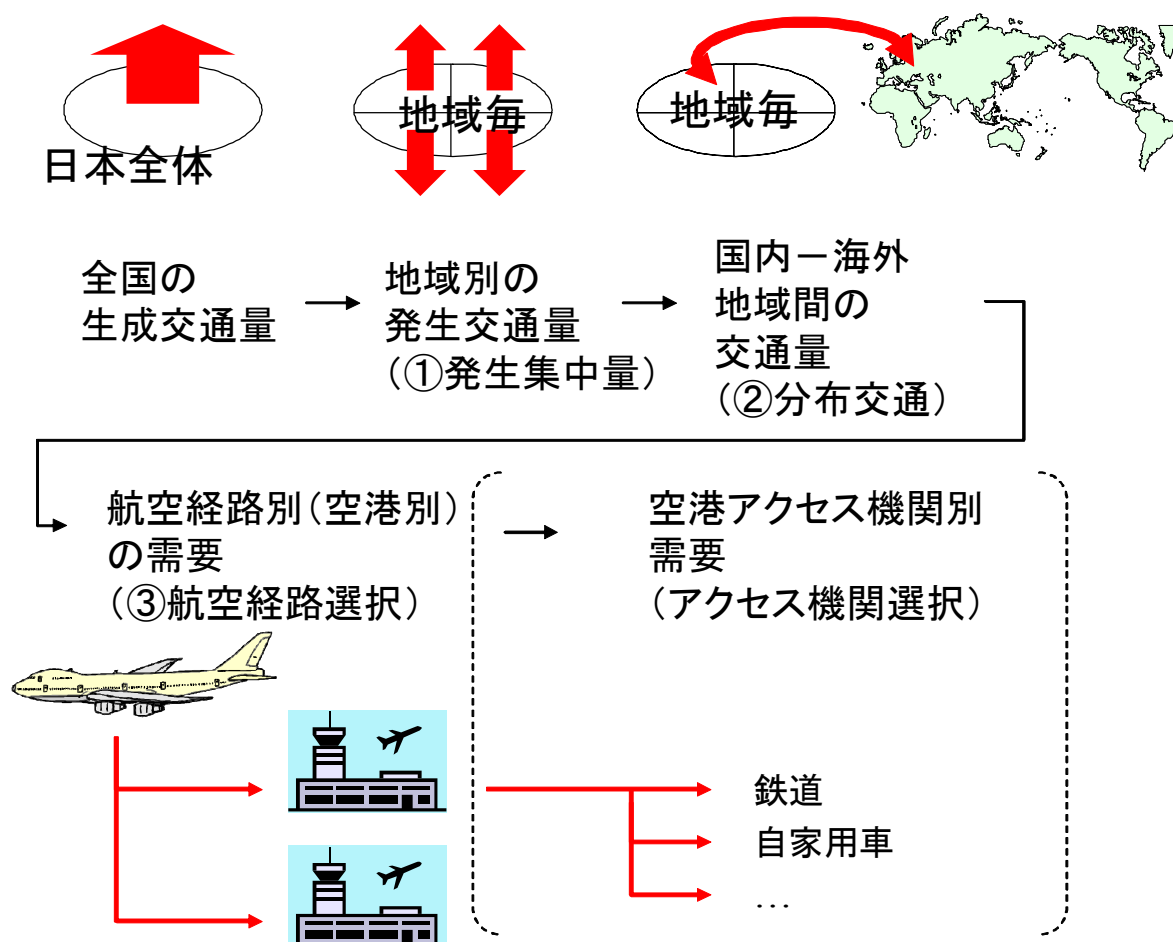
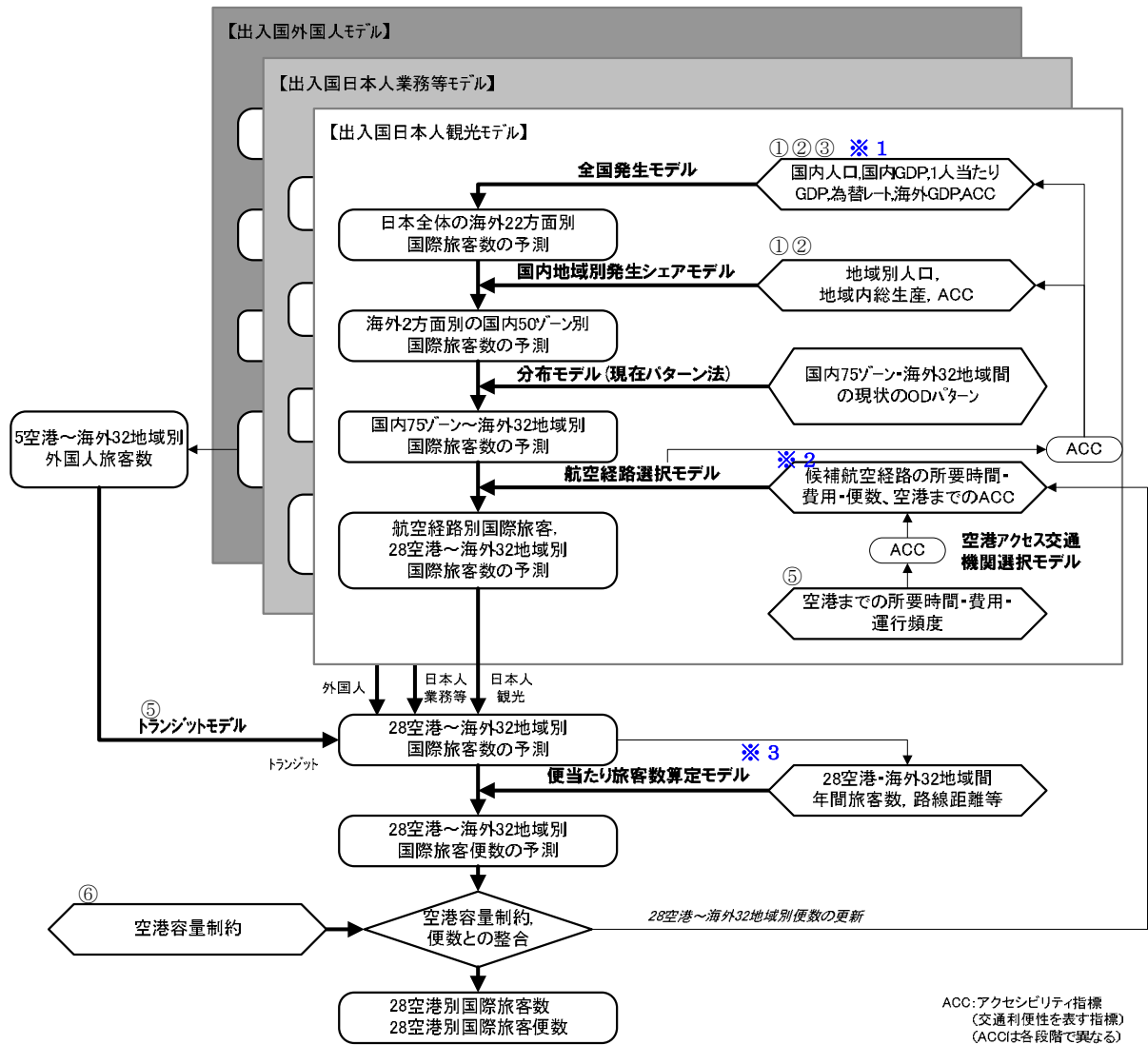


図 2-5 予測の流れ

1) モデルのフロー



※○囲みの数字は、「需要予測モデルに求められる要件」の番号に対応している。

図 2-6 モデルのフロー（国際旅客）

【2000 年モデルからの主な改良ポイント】

改良点	改良のポイント
海外方面区分の変更 (※ 1)	【全国発生モデル】アジア域内の方面区分を中国中心に細分化 (2 方面→22 方面)。
海外ゾーニングの変更 (※ 2)	【航空経路選択モデル】海外 20 方面を 32 地域に細分化し、需要増加が著しい中国内各地域との流動をモデル化。
便当たり旅客数の変更 (※ 3)	【便当たり旅客数算定モデル】1 便あたりの旅客数の予測モデルを構築。

2) 各サブモデル段階でのゾーン区分

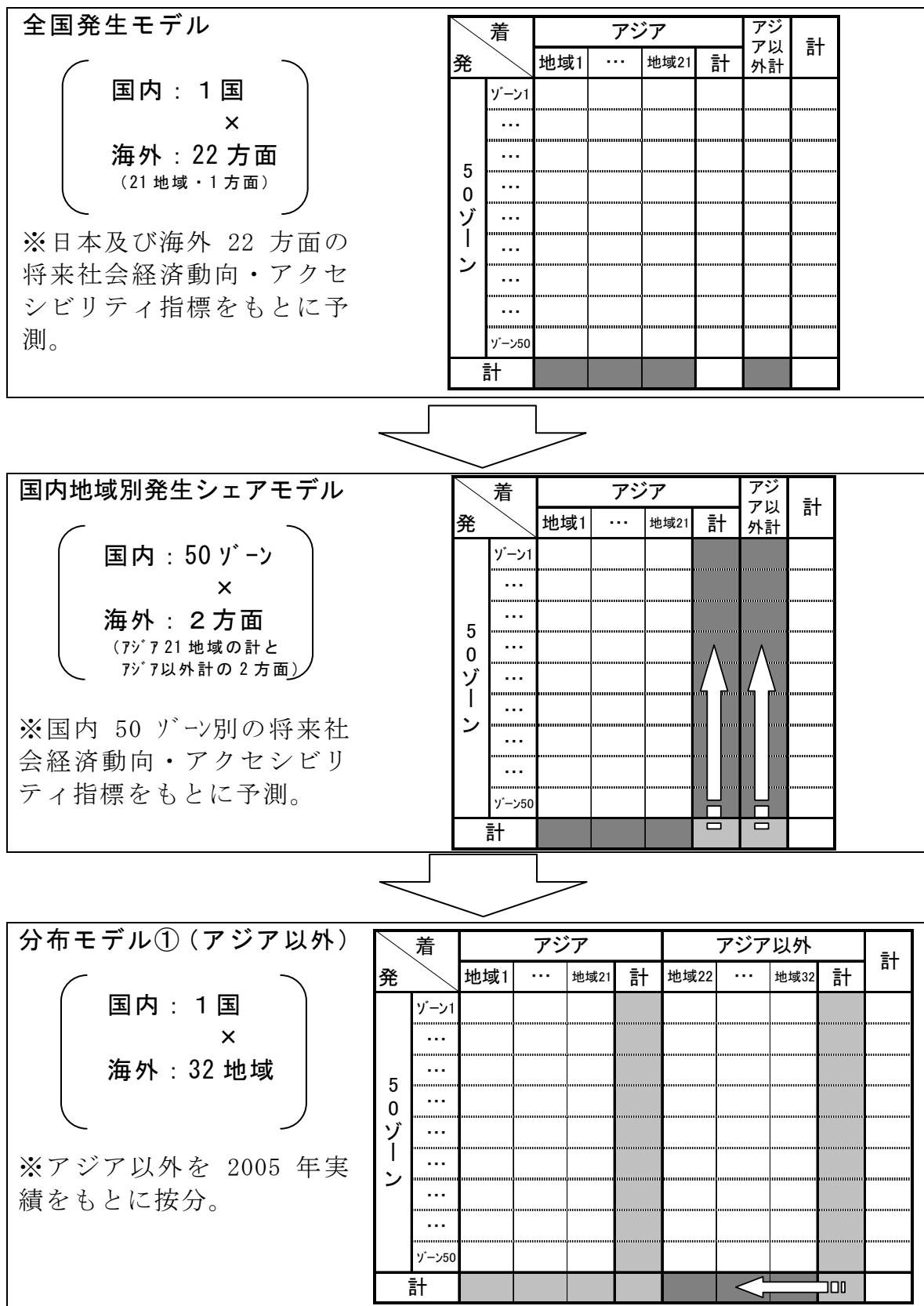
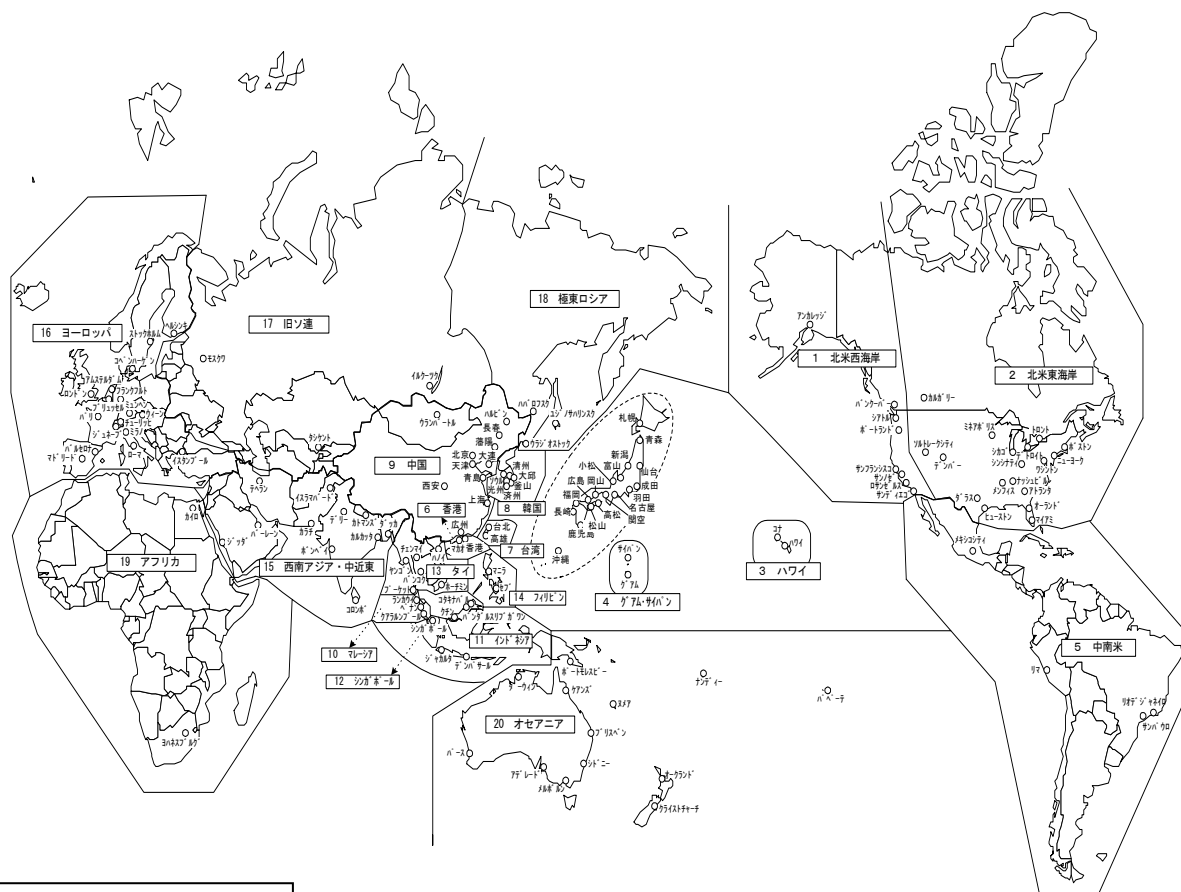


図 2-7 各サブモデル段階でのゾーン区分（国際旅客）（1/2）



中国の地域分割

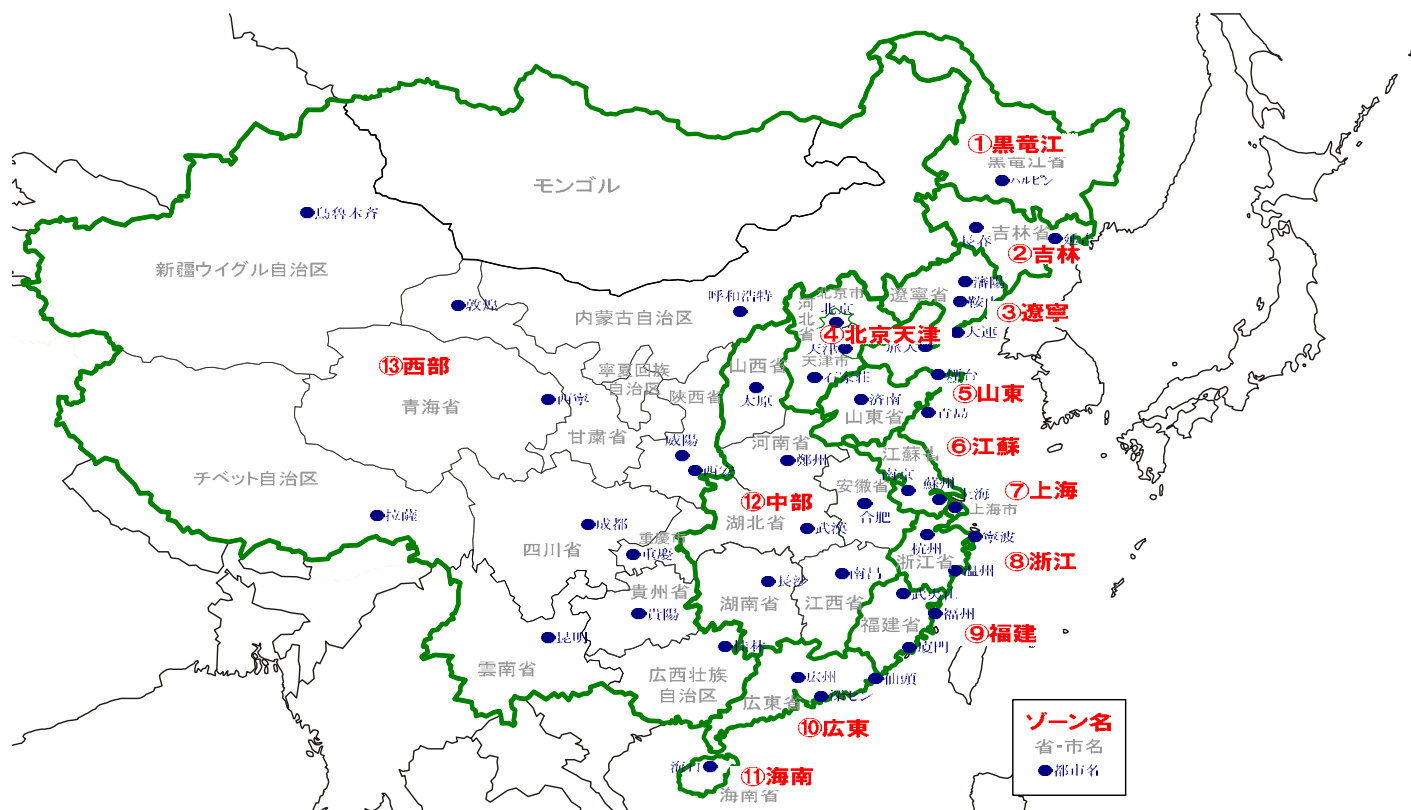


図 2-8 世界の地域分割 (32 地域)

表 2-1 海外方面・地域区分

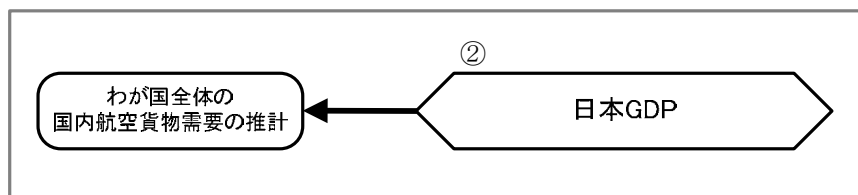
全国発生モデル 22 方面区分			地域別 発生モデル 2 方面区分	公表値 の区分	航空経路選択モデル 32 地域区分		対象国・地域	代表空港
1	中国	黒龍江	アジア	中国	1	黒龍江	黒龍江省	哈爾浜
2		吉林			2	吉林	吉林省	長春
3		遼寧			3	遼寧	遼寧省	大連
4		北京 天津			4	北京 天津	北京市・天津市・河北省	北京
5		山東			5	山東	山東省	青島
6		江蘇			6	江蘇	江蘇省	南京
7		上海			7	上海	上海市	上海
8		浙江			8	浙江	浙江省	杭州
9		福建			9	福建	福建省	厦門
10		広東			10	広東	広東省	広州
11		海南			11	海南	海南省	海口
12		中部			12	中部	山西省等の6省・	武漢
13		西部			13	西部	重慶市等の1市・6省・5自治区、モン ゴル	成都（重慶 *1）
14	香港			香港	14	香港	香港	香港
15	台湾			台湾	15	台湾	台湾	台北
16	韓国			韓国	16	韓国	韓国	仁川（金浦 *2）
17	マレーシア			ASEAN	17	マレーシア	マレーシア、ブルネイ	クアラルンプール
18	インドネシア				18	インドネシア	インドネシア	デングサール
19	シンガポール				19	シンガポール	シンガポール	シンガポール
20	タイ				20	タイ等	ベトナム、ラオス、カンボジア、タイ、ミャンマー	バンコク
21	フィリピン				21	フィリピン	フィリピン	マニラ
22	アジア以外		アジア 以外	米州	22	北米西海岸	アメリカ合衆国 50 州のうちアラスカ州、ワシ ントン州、オレゴン州、カリフォルニア州、カナダ 12 州のうちブリティッシュコロンビア州	ロサンゼルス （サンフランシスコ *3）
			23		北米東海岸	アメリカ合衆国 50 州のうち北米西海岸 4 州、ハワイ州を除く計 45 州、カナダ 11 州	シカゴ	
			24		ハワイ	ハワイ州	ホノルル	
			25		グアム・サイパン	グアム、サイパン	グアム	
			26		中南米	中南米	サンパウロ	
			欧州 その他		27	西南アジア・ 中近東	インド、パキスタン、アフガニスタン、スリラン カ、イラン、カタール、バーレーン、サウジアラビア 等	ドバイ
					28	ヨーロッパ	旧ソ連を除くヨーロッパ諸国	パリ
					29	旧ソ連	極東ロシアを除く旧ソ連	モスクワ （タシュケント *4）
				30	極東ロシア	バイカル湖付近以東（イルクーツク、ハバロフ スク、ウラジオストク、ユジノサハリンスク）	ウラジオストク （ユジノサハリン スク*5）	
				31	アフリカ	エジプト等アフリカ諸国	カイロ	
				32	オセアニア	オーストラリア、ニュージーランド、パプアニュー ギニア、フィジー、タヒチ	ケアンズ	

注) 代表空港は 2005 年 10 月時点で日本から便数が最も多い空港を選定。ただし、当該空港への路線がない場合は別途設定。具体的には、(*1) 中部=重慶、(*2) 羽田=金浦、(*3) 中部=サンフランシスコ、(*4) 関西=タシュケント、(*5) 札幌・函館=ユジノサハリンスク。

(3) 国内航空貨物需要予測モデル

- ・ 最新データを用いてモデルパラメータを推定する。

1) モデルのフロー



※○囲みの数字は、「需要予測モデルに求められる要件」の番号に対応している。

図 2-9 モデルのフロー（国内貨物）

(4) 国際航空貨物需要予測モデル

- これまで航空貨物を量から予測していたが、本来、貿易は国際経済において、国際間の財需要供給関係の結果として金額ベースで決定されるため、金額ベースで将来の貿易量を予測し、貨物重量の動向や特性を踏まえて重量換算を行った。

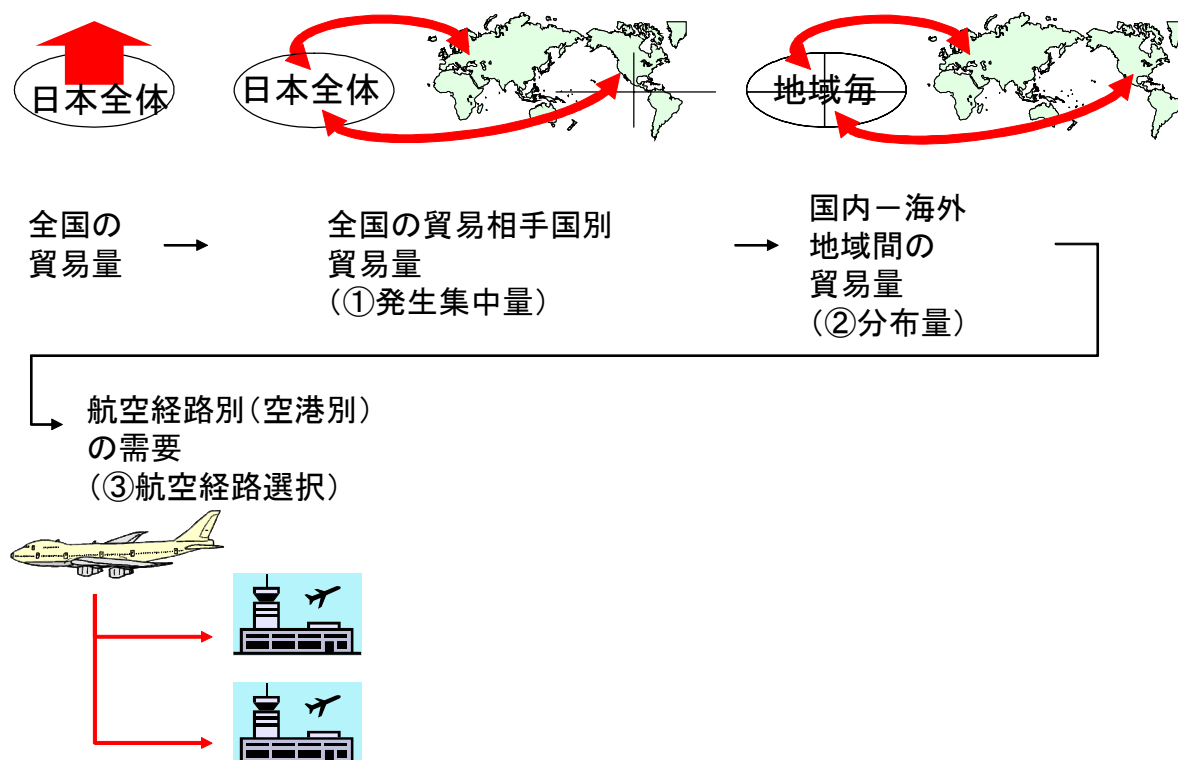
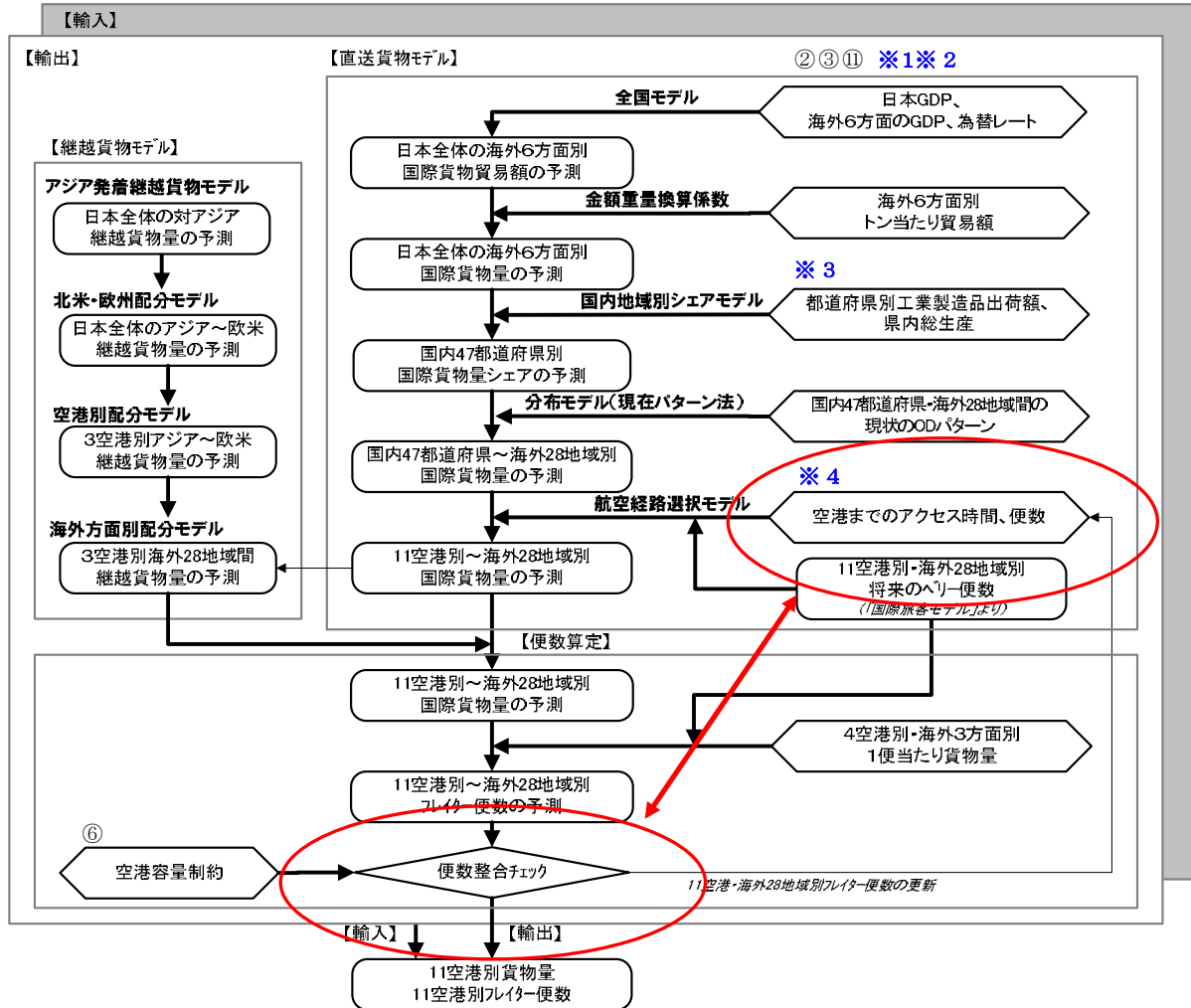


図 2-10 予測の流れ

1) モデルのフロー



- ※1: 囲みの数字は、「需要予測モデルに求められる要件」の番号に対応している。
- ※2: 便数換算はまずベリ便に貨物を積載し、残りの貨物をフレーター便に積載することとしている。

図 2-11 モデルのフロー（国際貨物）

【2000年モデルからの主な改良ポイント】

改良点	改良のポイント
海外方面区分の変更(※1)	アジア域内の方面区分を細分化(5区分→6区分)。
将来の経済成長率を反映できるモデルに変更(※2)	トレンド予測から海外GDPや為替等で全国の貨物量を予測する重回帰モデルに変更。
将来の地域別シェアの変更(※3)	最新年の実績値設定から、都道府県GRP等で予測する重回帰モデルに変更。
便数を考慮した空港選択モデルに変更(※4)	便数を待ち時間に換算して説明するモデルから、便数を直接説明変数とするモデルに変更。

2) 各サブモデル段階でのゾーン区分

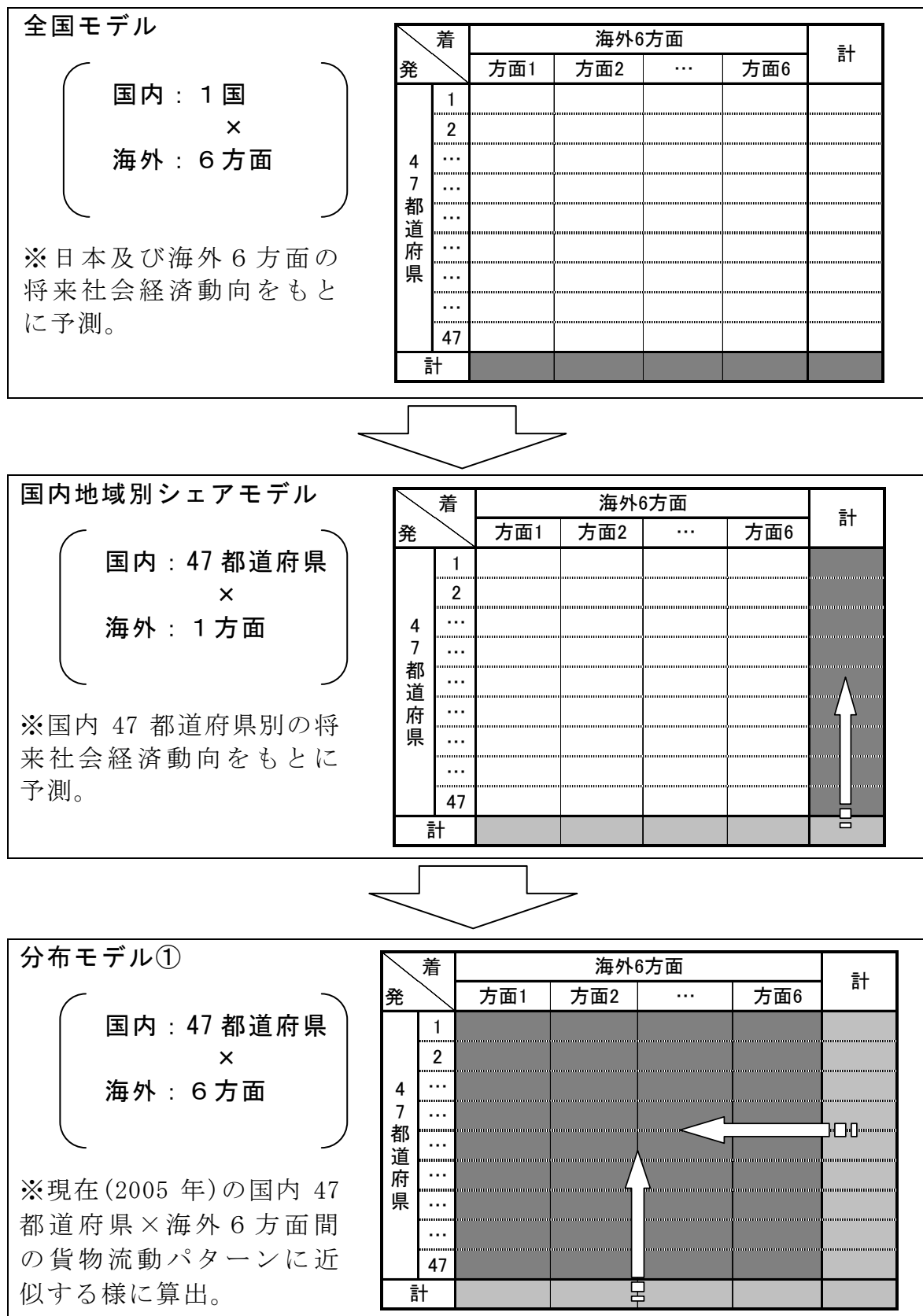


図 2-12 各サブモデル段階でのゾーン区分 (国際貨物) (1/2)

分布モデル②

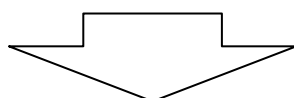
国内：47 都道府県
×
海外：28 地域

※現在パターン法により
海外 28 地域別に按分。

着 発		海外6方面										計
		方面1	...	ASEAN						...	方面6	
		地域1	...	...	計	マレーシア	インドネシア	シンガポール	...	...	地域28	
47 都道府県	1											
	2											
	...											
	...											
	...											
	...											
	...											
	...											
	...											
	47											
計												

国内：47 都道府県
×
海外：28 地域

※現在パターン法により
海外 28 地域別に按分。

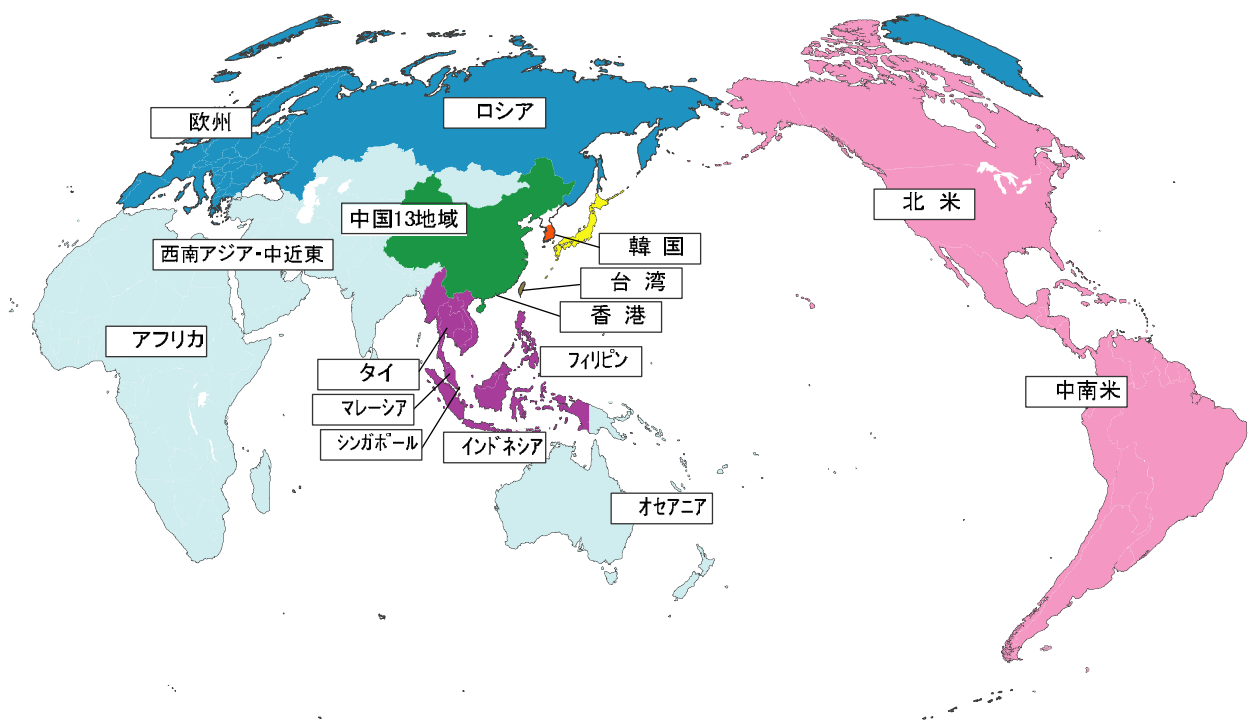


着 発		海外28地域				計
		地域1	地域2	...	地域28	
47 都道府県	1					
	2					
	...					
	...					
	...					
	...					
	...					
	...					
	...					
	47					
計						

国内：47 都道府県
×
海外：28 地域

※国内 47 都道府県×海外
28 地域の OD 別に、候補航
空経路の所要時間・費用・
便数などのサービス水準によ
り配分。

図 2-1 2 各サブモデル段階でのゾーン区分（国際貨物）（2/2）



中国の地域分割

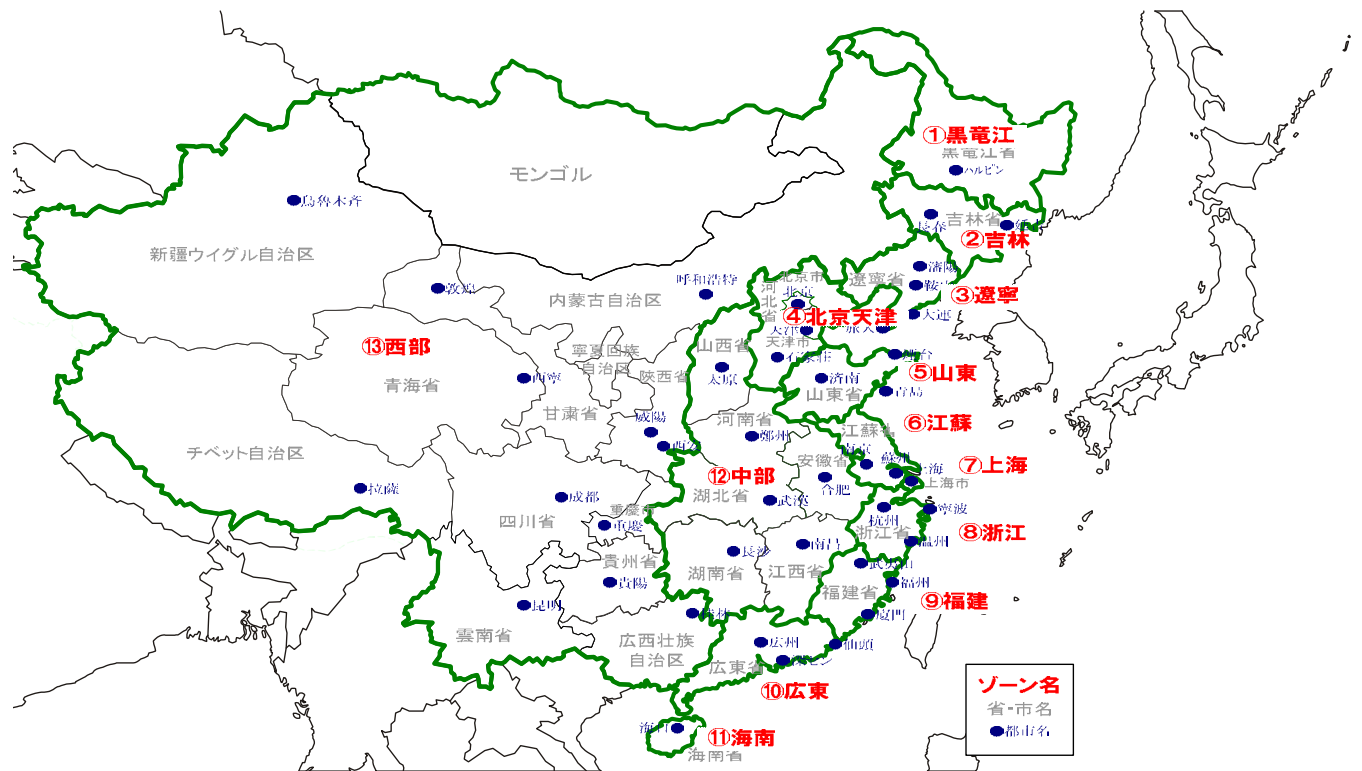


図 2-13 世界の地域分割 (28 地域)

表 2-2 海外方面・地域区分

海外 6 方面 (全国モデル)	海外 28 地域 (航空経路選択モデル)
中国+香港	中国 13 地域
	香港
台湾	台湾
韓国	韓国
ASEAN	マレーシア
	インドネシア
	シンガポール
	タイ
	フィリピン
米州	北米
	中南米
欧州・その他	ヨーロッパ
	ロシア
	西南アジア・中近東
	アフリカ
	オセアニア

3. 将来予測

(1) 予測ケースの設定

表 3-1 予測ケースの設定（年間発着回数の制約設定）※1

予測ケース	基本ケース		(参考)羽田・成田 潜在需要ケース	
	羽田	成田	羽田	成田
国内旅客	37.7 万回	2 万回	制約なし	2 万回
国際旅客※2	24.5 万回		制約なし	
国際貨物※2				

※1: 便数上限に到達後、ロードファクター上昇、機材大型化を可能とする

※2: 羽田と成田を一括し、成田に集約して予測(旅客便+貨物便)

(2) 社会経済フレーム等の設定

1) 共通事項

表 3-2 将来予測にかかる社会経済フレーム等の設定（共通事項）

項目		2005 年モデル
予測年次		2012・2017 年度 (参考値 2022・2027 年度)
日本 GDP 成長率※1		政府見通し等より 1.8%(2006～2012)、2%程度(2013～2020)、1%台半ば(2021～2027)
都道府県別 GRP※1		政府見通し等より設定
人口※1		全国値は国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(平成 18 年 12 月推計)の中位推計値。 都道府県別値は国土計画局推計値。
道路ネットワーク ※1、※2	既設	2005 年度時点での高速道路ネットワーク
	新設	高規格幹線道路が段階的に整備・供用開始
LOS(時間・運賃)※1		・2005 年 10 月現在の LOS(時間・運賃)を設定。 ・神戸、新北九州空港は 2006 年 10 月時点を反映。 ・整備新幹線は整備計画や既存の路線を参考に設定。

※1: 都道府県別 GRP、人口、道路ネットワーク、及び LOS(時間・運賃)については、国内航空貨物以外(国内航空旅客、国際航空旅客、国際航空貨物)の共通事項。

※2: 道路ネットワーク(新設): 高規格幹線道路は 2012、2017 に整備予定に応じ供用。

2) 国内航空旅客（基本ケース）

表 3-3 将来予測にかかる社会経済フレーム等の設定（国内旅客）

項目		2005 年モデル
ゾーン		全国 223 ゾーン(2000 年モデルに比べ、東京+2、千葉+2、大阪+4、兵庫+1)
国内航空ネットワーク	既設路線	2007 年 4 月現在の路線(計画路線含む)を設定
	新設路線	静岡・百里が 2012 年度当初までには供用と設定。路線設定は計画に基づく。 成田・関西空港における路線成立の可能性を検討。
鉄道ネットワーク	既設路線	2005 年 10 月現在の路線を設定
	整備新幹線	・八戸～新青森，博多～新八代間が 2012 年度当初までには供用と設定。 ・新青森～新函館，長野～金沢間が 2017 年度当初までには供用と設定。
	空港アクセス鉄道	成田新高速鉄道・仙台空港アクセス鉄道が 2012 年度当初までには供用と設定
容量制約	羽田	37.7 万回/年
	成田	2 万回/年
	伊丹 ^{※1}	ジェット 200 回/日、プロペラ 170 回/日
	神戸	60 回/日
	その他	容量制約なし

※1: 機材の最大利用者数はジェット 330 人(B777-300 を想定)、プロペラ 60 人(DHC8-Q400 を想定)を想定。

3) 国際航空旅客（基本ケース）

表 3-4 将来予測にかかる社会経済フレーム等の設定（国際旅客）

項目		2005 年モデル
ゾーン		国内 75 ゾーン(日本人)・50 ゾーン(外国人) 海外 32 ゾーン
海外 GDP 成長率		アジア/アジア以外 2006:11.0%/3.4%、2007:7.4%/3.8%、2008:6.7%/2.5%、 2009～2027:4.1%/2.1% 2006～2007:「WORLD ECONOMIC OUTLOOK Database, September 2006」(2006 年 9 月, IMF) 2008:「Global Economic Prospect 2007(世界経済の展望 2007)」(2006 年 12 月, 世界銀行) 2009～2027:「Global Economic Prospect 2007」又は「世界経済の潮流 2004 年秋」(2004 年 11 月, 内閣府政策統括官室)
為替レート		IMF 短期見通しで一定:「WORLD ECONOMIC OUTLOOK Database, September 2006」(2006 年 9 月, IMF)の 2007 年値 [ドル]115 円/ドル
国際航空ネットワーク	既設路線	2007 年 4 月現在の路線(計画路線含む)を設定
	新設路線	成田・関西・中部空港における路線成立の可能性を検討。 静岡空港における計画路線を設定。
国内航空ネットワーク	既設空港	2007 年 4 月現在の路線(計画路線含む)を設定
	新設空港	静岡・百里が 2012 年度当初までには供用と設定。路線設定は計画に基づく。
鉄道ネットワーク	既設路線	2005 年 10 月現在の路線を設定
	整備新幹線	・八戸～新青森, 博多～新八代間が 2012 年度当初までには供用と設定。 ・新青森～新函館, 長野～金沢間が 2017 年度当初までには供用と設定。
	空港アクセス鉄道	成田新高速鉄道・仙台空港アクセス鉄道が 2012 年度当初までには供用と設定
容量制約	成田	24.5 万回/年
	羽田	
	その他	容量制約なし

4) 国内航空貨物

表 3-5 将来予測にかかる社会経済フレーム等の設定（国内貨物）

項目	2005 年モデル
ゾーン	全国1ゾーン

5) 国際航空貨物（基本ケース）

表 3-6 将来予測にかかる社会経済フレーム等の設定（国際貨物）

項目	2005 年モデル
ゾーン	国内 47 ゾーン、海外 17 ゾーン
工業製品出荷額	経済産業省が提唱する「新産業創造戦略」(平成 16 年 5 月)が実現すると想定し、国内都道府県別業種別工業製品出荷額に新産業創造戦略の業種別成長率を乗じて、推計。
海外 GDP 成長率	アジア／アジア以外 2006:11.0%/3.4%、2007:7.4%/3.8%、2008:6.7%/2.5%、 2009～2027:4.1%/2.1% 2006～2007:「WORLD ECONOMIC OUTLOOK Database, September 2006」(2006 年 9 月, IMF) 2008:「Global Economic Prospect 2007(世界経済の展望 2007)」(2006 年 12 月, 世界銀行) 2009～2027:「Global Economic Prospect 2007」又は「世界経済の潮流 2004 年秋」(2004 年 11 月, 内閣府政策統括官室)
為替レート	IMF 短期見通しで一定:「WORLD ECONOMIC OUTLOOK Database, September 2006」(2006 年 9 月, IMF)の 2007 年値 [ドル]115 円/ドル [ユーロ]147 円/ユーロ
国際航空ネットワーク	既設路線 2007 年 4 月現在の路線(計画路線含む)を設定 ※ベリー便については、国際旅客の「成田・関西・中部空港における路線成立の可能性の検討」結果を反映。
容量制約	成田 24.5 万回/年 羽田 その他 容量制約なし

4. 国内航空旅客需要予測のモデル式

(1) 全国発生モデル（旧生成モデル）

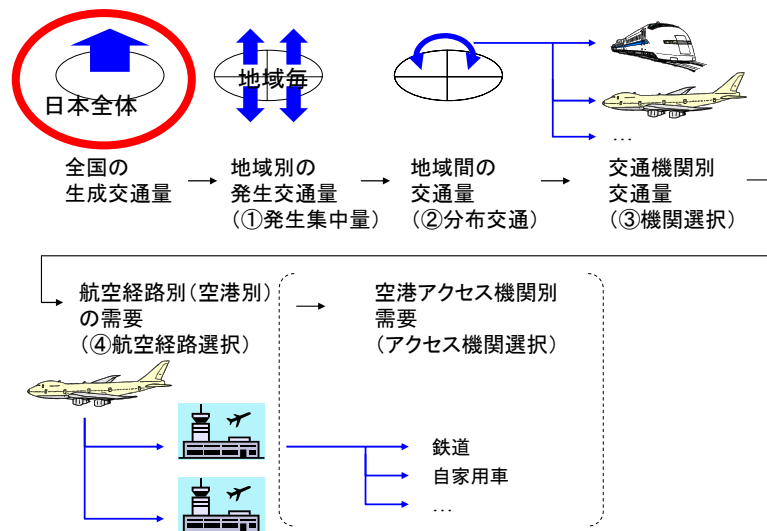


図 4-1 予測の流れ

モデル式を、以下のとおりとした。説明変数として取り込んだアクセシビリティ指標は、旅行先選択モデルから全国発生モデル用に計算されたログサム変数を、旅行目的別発生量で重み付け平均して算出した。

1990 年代初頭のバブル崩壊を境として 1 人当たり実質 GDP に対する 1 人当たり長距離旅行回数の伸びが鈍化したことを適切に表現するために、1990 年代初頭の各年を構造変化年候補として複数のモデル構築を試行し、重相関係数、t 値、再現性等から 1992 年迄／1993 年以降を境とする構造変化を考慮したモデルを採用することとした。

$$Q_t = POP_t \cdot \left[\exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{kt}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(\gamma \cdot ACC_t) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{mt}) \right) \right]$$

$$ACC_t = \frac{\sum_l \sum_i (Q_{li0} \cdot ACC_{lit})}{\sum_l \sum_i Q_{li0}}$$

Q_t	: t 年の旅客地域流動ベースの全目的生成量（千人/年）
Q_{li0}	: 2005 年における旅行目的 l 毎の居住地ゾーン i の純流動ベースの発生量（千人/年）
POP_t	: t 年の全国の夜間人口(千人)
X_{kt}	: t 年の社会経済指標 k
ACC_t	: t 年の全国のアクセシビリティ指標。旅行目的 l 毎の居住地ゾーン i のアクセシビリティ指標 ACC_{lit} を、2005 年の旅行目的別発生量 Q_{li0} で重みづけ平均したもの。
ACC_{lit}	: t 年における居住地ゾーン i 、旅行目的 l のアクセシビリティ指標。全国発生モデルのアクセシビリティ指標

算定のために、旅行先選択モデルから計算されるログサム変数

DMY_{mt} : t 年のダミー変数 m
 α 、 β_k 、 γ 、 δ_m : パラメータ

表 4-1 全国発生モデルのパラメータ推定結果

		係数	t値
1人当たり実質GDP(1992年以前)(千円/人年)	$\beta 1$	0.920	12.6
1人当たり実質GDP(1993年以降)(千円/人年)	$\beta 2$	0.578	1.9
アクセシビリティ指標	γ	0.217	2.3
構造変化ダミー ※1	δ	2.763	1.3
定数項	α	-9.582	1.6
重相関係数		0.994	
DW値		1.254	
サンプル数		27	
備考(対象期間)		1978-2004年、構造変化1993年	

※1 : 構造変化ダミー : 1993 年以降=1, その他=0

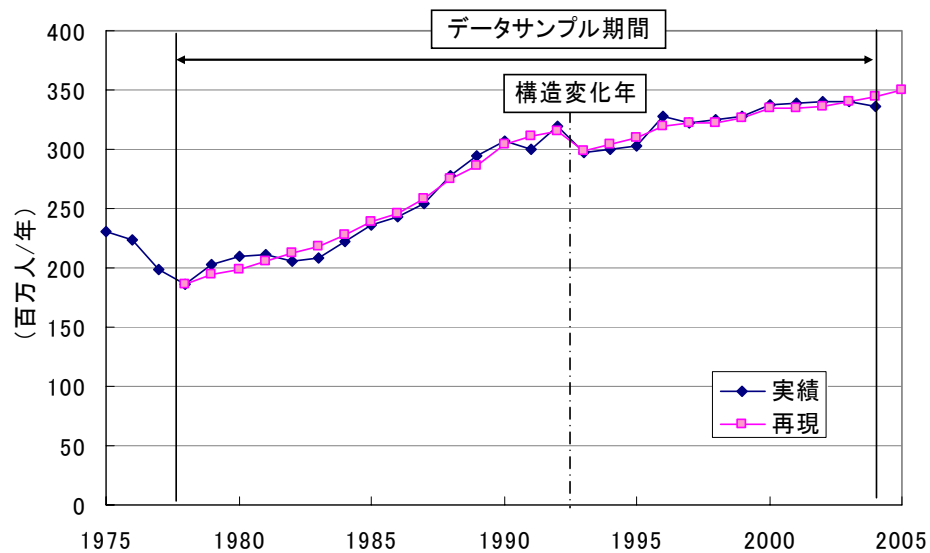


図 4-2 全国発生モデルの再現性

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・ 「旅客地域流動調査」(国土交通省総合政策局)

(b) 交通サービスデータ

アクセシビリティ指標

- ・ (旅行先選択モデルから計算されるログサム変数)

(c) 社会経済データ

国内総生産

- ・「国民経済計算年報」（内閣府）
- 夜間人口
- ・「国勢調査」（総務省）
 - ・「推計人口」（総務省）

(2) 地域別発生シェアモデル (旧発生モデル)

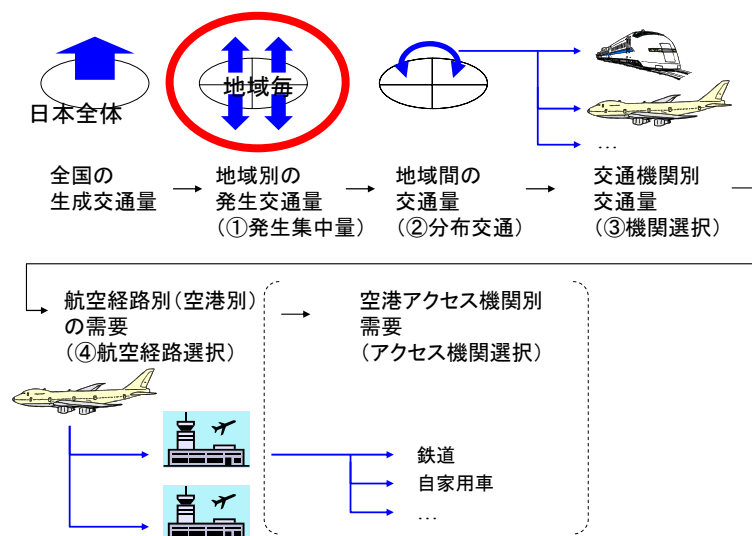


図 4-3 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとした。説明変数として取り込む居住ゾーン毎のアクセシビリティ指標は、旅行先選択モデルから計算されるログサム変数とした。

$$S_{li} = \frac{Q_{li}}{\sum_i Q_{li}} \left(= \frac{Q_{li}}{S_l \cdot Q} \right)$$

$$S_l = \frac{\sum_i Q_{li}}{\sum_l \sum_i Q_{li}} \left(= \frac{Q_l}{Q} \right)$$

$$Q_{li} = \exp(\alpha_l) \cdot \left(\prod_k X_{lik}^{\beta_{lk}} \right) \cdot \exp(\gamma_l \cdot ACC_{li}) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{lm} \cdot DMY_{lim}) \right)$$

$$ACC_{li} = \ln \left\{ \sum_{j \in C_{li}} \exp(V_{lij}) \right\}$$

S_{li} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i の発生量の旅行目的 l 全国発生量に対するシェア

S_l : 旅行目的 l の発生量の全目的全国発生量に対するシェア

Q : 全国発生量 (千人/年)

Q_l : 旅行目的 l の発生量 (千人/年)

Q_{li} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i の発生量 (千人/年)

X_{lik} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i の社会経済指標 k

ACC_{li} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i のアクセシビリティ指標。旅

	行先選択モデルから計算されるログサム変数
DMY_{lim}	: 旅行目的 l 居住地ゾーン i のダミー変数 m
V_{lij}	: 旅行目的 l 居住地ゾーン i から旅行先ゾーン j を選択するときの旅行先選択モデルの効用
C_{li}	: 旅行目的 l 居住地ゾーン i における旅行先の選択対象となるゾーン j の集合
α_l 、 β_{lk} 、 γ_l 、 δ_{lm}	: パラメータ

表 4-2 地域別発生シェアモデルのパラメータ推定結果

		業務		観光		私用等	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
実質GRP(百万円/年)	β	0.8365	30.7	0.6874	26.0	0.7427	23.5
アクセシビリティ指標	γ	1.7574	9.4	1.5769	6.9	0.7726	4.9
業務・東京南部ダミー ※1	$\delta 1$	1.1300	20.8	—	—	—	—
北海道ダミー ※2	$\delta 2$	—	—	0.8782	11.9	0.9852	10.3
定数項	α	-24.750	0.5	-21.010	0.4	-13.306	0.6
重相関係数		0.944		0.905		0.895	
サンプル数		217		218		219	

※1：業務・東京南部ダミー：業務目的で居住地ゾーンが東京南部生活圏の場合=1，その他=0

※2：北海道ダミー：観光・私用等目的で居住地ゾーンが北海道内各生活圏の場合=1，その他=0

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)

(b) 交通サービスデータ

アクセシビリティ指標

- ・(旅行先選択モデルから計算されるログサム変数)

(c) 社会経済データ

県内総生産

- ・「県民経済計算年報」(内閣府)

(3) 旅行先選択モデル

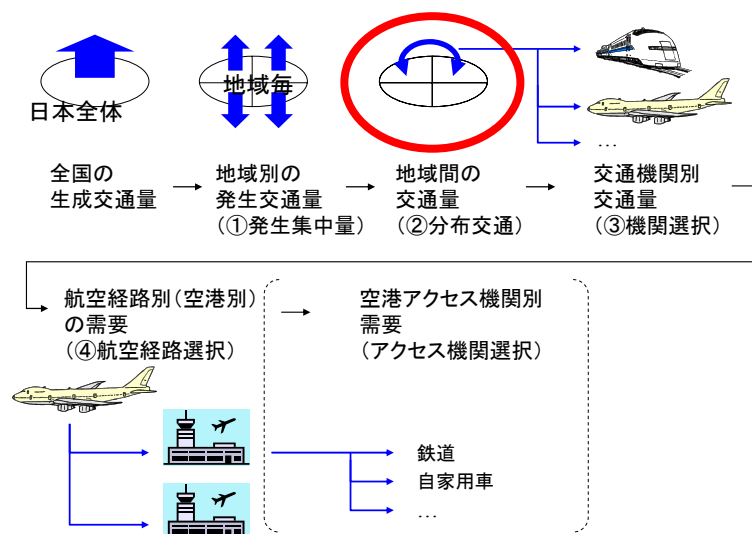


図 4-4 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとした。アクセシビリティ指標は、交通機関選択モデルから計算されるログサム変数である。

$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j \in c_i} \exp(V_{ij})}$$

$$V_{ij} = \sum_k \beta_k \cdot X_{jk} + \gamma \cdot ACC_{ij} + \sum_m \delta_m \cdot DMY_{jm}$$

$$ACC_{ij} = \ln \left\{ \sum_{m \in c_{2ij}} \exp(V_{2ijm}) \right\}$$

- P_{ij} : 居住地ゾーン*i*における旅行先ゾーン*j*の選択確率
- V_{ij} : 居住地ゾーン*i*において旅行先ゾーン*j*を選択するときの効用
- c_i : 居住地ゾーン*i*から選択可能な旅行先ゾーンの集合
- X_{jk} : 旅行先ゾーン*j*の*k*番目の集客力指標
- ACC_{ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間のアクセシビリティ指標。交通機関選択モデル（レベル2）から計算されるログサム変数。
- V_{2ijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択するときの効用
- c_{2ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
- β_k 、 γ 、 δ_m : パラメータ

表 4-3 旅行先選択モデルのパラメータ推定結果

		業務		観光		私用等	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値
集客力指標(ln集中量(千人/年))	β	0.975	143.1	0.973	74.6	0.943	83.6
アクセシビリティ指標	γ	0.299	38.0	0.323	31.5	0.724	46.1
北海道内々ダミー ※1	$\delta 1$	2.356	10.5	1.292	5.3	1.587	7.2
沖縄観光ダミー ※2	$\delta 2$	-		0.626	5.4	-	
重相関係数		0.929		0.783		0.850	
サンプル数		5,981		5,624		5,946	

※ 1 : 北海道内々ダミー : 居住地ゾーン及び旅行先ゾーンの双方が北海道内生活圏の場合=1, その他=0

※ 2 : 沖縄観光ダミー : 観光目的で旅行先ゾーンが沖縄県内各生活圏の場合=1, その他=0

モデル構築で使用了基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・ 「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)

(b) 交通サービスデータ

アクセシビリティ指標

- ・ (交通機関選択モデルから計算されるログサム変数)

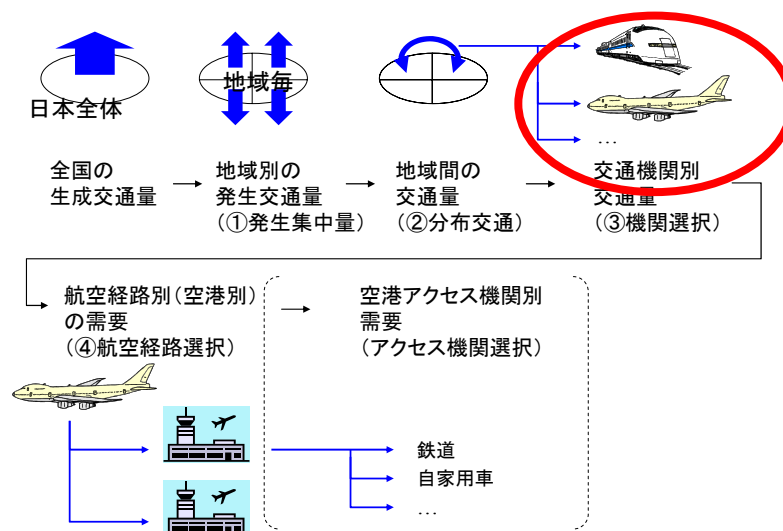
(c) 社会経済データ

集客力指標

- ・ 「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)

※ : 旅行先ゾーンの集客力を表す代理指標として、「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)のゾーン別集中量の対数変換値を使用

(4) 交通機関選択モデル



モデル式は、以下のとおりとした。

レベル1のアクセシビリティ指標は、航空経路選択モデルから計算されるログサム変数であり、レベル2でのアクセシビリティ指標は、公共交通機関相互の選択を表すレベル1から計算されるログサム変数である。

[レベル1]

$$P_{lijm} = \frac{\exp(V_{lijm})}{\sum_{m \in c_{ij}} \exp(V_{lijm})}$$

$$V_{lijm} = \sum_k \beta_{lmk} \cdot X_{lijmk} + \gamma_l \cdot ACC_{lijm}$$

$$ACC_{lijm(m=\text{航空})} = \ln \left\{ \sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr}) \right\}$$

- P_{lijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でのレベル1の交通機関*m*の選択確率
- V_{lijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m*を選択するときの効用
- c_{ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
- X_{lijmk} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標
- $ACC_{lijm(m=\text{航空})}$: 航空の固有変数であるアクセシビリティ指標。航空経路選択モデルから計算されるログサム変数。
- V_{ijr} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で航空経路*r*を選択するときの効用
- c_{ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能な航空経

β_{1mk} 、 γ_1 : 路の集合
: パラメータ

[レベル2]

$$P_{2ijm} = \frac{\exp(V_{2ijm})}{\sum_{m \in c_{2ij}} \exp(V_{2ijm})}$$

$$V_{2ijm} = \sum_k \beta_{2mk} \cdot X_{2ijmk} + \gamma_2 \cdot ACC_{2ijm}$$

$$ACC_{2ijm(m=\text{公共交通機関})} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{1ij}} (V_{1ijm'}) \right\}$$

P_{2ijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でのレベル2の交通機関*m*の選択確率
 V_{2ijm} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択するときの効用
 c_{2ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル2の交通機関の集合
 X_{2ijmk} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル2の交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標
 ACC_{2ijm} : レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標。レベル1から計算されるログサム変数。
 $V_{1ijm'}$: 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間でレベル1の交通機関*m'*を選択するときの効用
 c_{1ij} : 居住地ゾーン*i*と旅行先ゾーン*j*間で選択可能なレベル1の交通機関の集合
 β_{2mk} 、 γ_2 : パラメータ

表 4-4 交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

(レベル1)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
rsb	1	総所要時間(分)	β 1	-1.23E-02	-18.0	-6.72E-03	-12.5	-3.20E-03	-14.5
rsb	2	総費用(円)	β 2	-1.76E-04	-9.2	-1.11E-04	-6.2	-6.12E-05	-7.6
r	3	Ln[有効運行頻度(本/日)]	β 3	9.05E-01	19.5	7.25E-01	14.7	7.56E-01	26.6
a	4	アクセシビリティ指標	γ	6.51E-01	18.4	6.21E-01	10.9	4.23E-01	15.0
時間価値(円／hr)			4,193		3,642		3,133		
尤度比			0.34		0.39		0.25		
的中率(%)			90.3		92.7		86.8		
サンプル数			4,749		4,056		4,591		

a: 航空、r: 鉄道、s: 旅客船、b: 幹線バス

(レベル2)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
c c c p	1	総所要時間(分)	β 1	-1.16E-02	-7.5	-8.18E-03	-8.0	-7.64E-03	-9.4
	2	総費用(円)	β 2	-1.93E-04	-3.2	-1.53E-04	-4.6	-1.52E-04	-5.2
	3	自動車ダミー	β 3	1.63E+00	6.4	3.85E+00	19.4	3.54E+00	15.6
	4	アクセシビリティ指標	γ	5.87E-01	8.2	5.99E-01	6.3	5.85E-01	6.3
時間価値(円／hr)			3,620		3,198		3,020		
尤度比			0.19		0.22		0.27		
的中率(%)			94.9		84.8		85.5		
サンプル数			4,936		3,437		4,792		

p: 公共交通、c: 自動車

モデル構築で使用了基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)

(b) 交通サービスデータ

- ・「JTB時刻表」等
- アクセシビリティ指標
- ・(航空経路選択モデルから計算されるログサム変数)

(5) 航空経路選択モデル

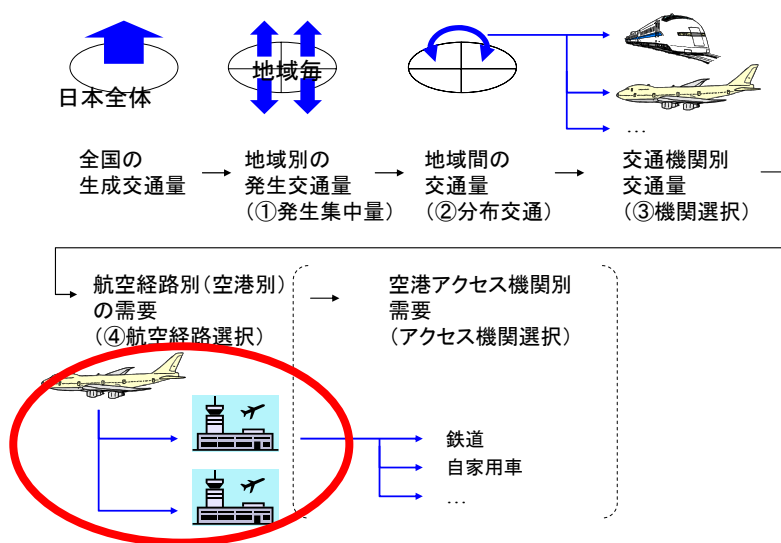


図 4-6 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとした。

アクセシビリティ指標は、空港アクセス交通機関選択モデルから計算される、居住地側ログサム変数と旅行先側のログサム変数の和としている。

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijk} + \gamma \cdot \{ACC_{inr}^{resd} + ACC_{jnr}^{dest}\}$$

- | | |
|---|--|
| P_{ijr} | : 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間での航空経路 <i>r</i> の選択確率 |
| V_{ijr} | : 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で航空経路 <i>r</i> を選択するときの効用 |
| c_{ij} | : 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で選択可能な航空経路の集合 |
| X_{ijk} | : 居住地ゾーン <i>i</i> と旅行先ゾーン <i>j</i> 間で航空経路 <i>r</i> を選択する場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標 |
| β_{kr} 、 γ | : パラメータ |
| ACC_{inr}^{resd} 、 ACC_{jnr}^{dest} | : 居住地側(<i>resd</i>)ゾーン <i>i</i> 、旅行先側(<i>dest</i>)ゾーン <i>j</i> から各々の空港 <i>n</i> までの利便性を表わすアクセシビリティ指標。空港アクセス交通機関選択モデル（レベル2）から計算されるログサム変数。居住地または旅行先ゾーン <i>i</i> から空港 <i>n</i> の間で、空港アクセス交通機関選択モデル（レベル2）による交通 |

機関 m の効用を V_{2im} 、選択肢集合を c_{2in} とすると、以下の式で表される。

$$ACC_{in} = \ln \left\{ \sum_{m \in c_{2in}} \exp(V_{2im}) \right\}$$

表 4-5 航空経路選択モデルのパラメータ推定結果

			業務		観光		私用等	
			係数	t値	係数	t値	係数	t値
1	航空ラインホール所要時間(分)	$\beta 1$	-2.72E-02	-3.1	-1.91E-02	-2.7	-1.87E-02	-2.1
2	航空ラインホール費用(円)	$\beta 2$	-3.44E-04	-4.6	-2.68E-04	-7.1	-3.01E-04	-6.0
3	Ln{運航頻度(便/日)}	$\beta 3$	1.03E+00	7.1	9.87E-01	11.6	8.53E-01	6.1
4	滞在可能時間(分)	$\beta 4$	6.25E-03	7.9	5.12E-03	8.4	1.13E-02	7.3
5	アクセシビリティ指標	γ	9.12E-01	4.9	8.97E-01	9.2	5.65E-01	2.5
時間価値(円/hr)			4,748		4,269		3,730	
尤度比			0.29		0.28		0.30	
的中率(%)			97.5		86.4		89.0	
サンプル数			4,411		4,200		4,725	

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「全国幹線旅客純流動調査」(国土交通省政策統括官)

(b) 交通サービスデータ

- ・「JTB時刻表」等
- アクセシビリティ指標
- ・(空港アクセス交通機関選択モデルから計算されるログサム変数)

(6) 空港アクセス交通機関選択モデル

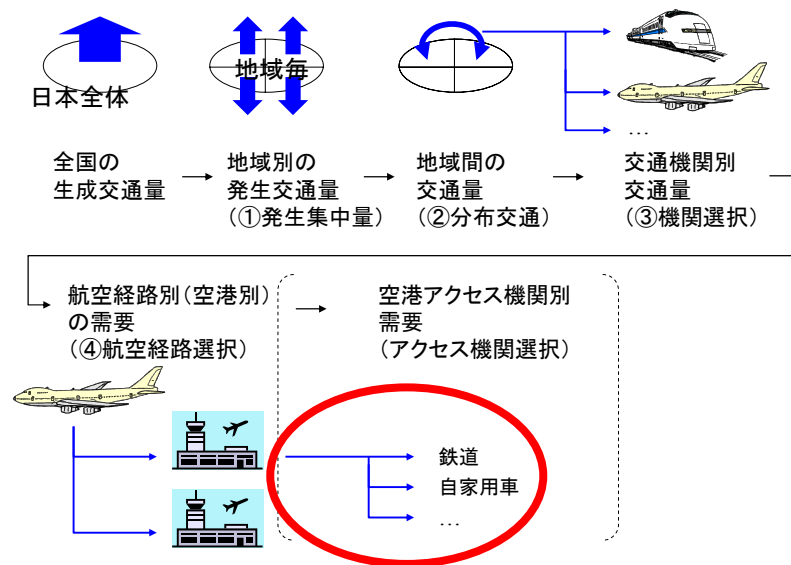


図 4-7 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとした。

レベル2でのアクセシビリティ指標は、公共交通機関相互の選択を表すレベル1から計算されるログサム変数である。

[レベル1]

$$P_{linm} = \frac{\exp(V_{linm})}{\sum_{m \in c_{lin}} \exp(V_{linm})}$$

$$V_{linm} = \sum_k \beta_{lmk} \cdot X_{linmk}$$

P_{linm} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でのレベル1の空港アクセス交通機関*m*の選択確率

V_{linm} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でレベル1の空港アクセス交通機関*m*を選択するときの効用

c_{lin} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間で選択可能なレベル1の空港アクセス交通機関の集合

X_{linmk} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でレベル1の空港アクセス交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標

β_{lmk} : パラメータ

[レベル2]

$$P_{2inm} = \frac{\exp(V_{2inm})}{\sum_{m \in c_{2in}} \exp(V_{2inm})}$$

$$V_{2inm} = \sum_k \beta_{2mk} \cdot X_{2inmk} + \gamma_2 \cdot ACC_{2inm}$$

$$ACC_{2inm(m=\text{公共交通機関})} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{1in}} \exp(V_{1inm'}) \right\}$$

- P_{2inm} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港間*n*でのレベル2の空港アクセス交通機関*m*の選択確率
 V_{2inm} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でレベル2の空港アクセス交通機関*m*を選択するときの効用
 c_{2in} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間で選択可能なレベル2の空港アクセス交通機関の集合
 X_{2inmk} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でレベル2の空港アクセス交通機関*m*を選択する場合の*k*番目の交通サービス指標
 ACC_{2inm} : レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標。レベル1から計算されるログサム変数。
 $V_{1inm'}$: 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間でレベル1の空港アクセス交通機関*m'*を選択するときの効用
 c_{1in} : 居住地または旅行先ゾーン*i*と空港*n*間で選択可能なレベル1の空港アクセス交通機関の集合
 β_{2mk} 、 γ_2 : パラメータ

表 4-6 空港アクセス交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

(レベル1・居住地側)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
rbs	1	空港アクセス所要時間(分)	β 1	-5.48E-02	-15.4	-2.58E-02	-9.6	-1.91E-02	-6.1
rbs	2	空港アクセス費用(円)	β 2	-7.47E-04	-7.4	-4.62E-04	-6.5	-3.40E-04	-3.7
rbs	3	乗換回数(回)	β 3	-1.90E-01	-2.6	-1.41E-01	-2.2	-2.58E-01	-2.8
r	4	鉄道ダミー	β 4	1.12E+00	17.9	8.62E-01	16.2	5.15E-01	8.1
s	5	船ダミー	β 5	-7.21E-01	-4.1	-9.88E-01	-6.4	-3.98E-01	-2.2
時間価値(円／hr)			4,398		3,354		3,372		
尤度比			0.30		0.21		0.25		
的中率(%)			88.4		77.4		85.2		
サンプル数			5,319		4,358		3,727		

r: 鉄道、s: 船、b: リムジンバス

(レベル1・旅行先側)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
rbs	1	空港アクセス所要時間(分)	β 1	-6.12E-02	-12.7	-5.54E-02	-11.4	-5.14E-02	-10.1
rbs	2	空港アクセス費用(円)	β 2	-9.64E-04	-8.8	-1.06E-03	-9.4	-1.01E-03	-8.2
rbs	3	乗換回数(回)	β 3	-1.02E+00	-9.9	-2.37E-01	-2.2	-5.49E-01	-5.5
r	4	鉄道ダミー	β 4	1.71E+00	14.0	1.43E+00	14.0	1.46E+00	13.9
s	5	船ダミー	β 5	-5.02E-01	-2.1	-4.94E-01	-2.7	-6.26E-01	-2.7
時間価値(円／hr)			3,811		3,133		3,040		
尤度比			0.25		0.22		0.23		
的中率(%)			94.6		87.7		92.5		
サンプル数			4,482		3,471		4,037		

r: 鉄道、s: 船、b: リムジンバス

(レベル2・居住地側)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
c	1	空港アクセス所要時間(分)	β 1	-1.78E-02	-6.4	-1.53E-02	-6.3	-1.42E-02	-6.0
c	2	空港アクセス費用(円)	β 2	-2.72E-04	-2.3	-2.77E-04	-2.7	-2.71E-04	-2.5
c	3	自動車ダミー	β 3	6.74E-01	4.2	1.52E+00	9.9	9.94E-01	6.6
c	4	大都市空港ダミー ※1	β 4	-2.85E+00	-25.4	-2.73E+00	-24.7	-2.28E+00	-22.0
p	5	アクセシビリティ指標	γ	2.16E-01	5.5	4.02E-01	5.9	3.82E-01	5.0
時間価値(円／hr)			3,938		3,322		3,147		
尤度比			0.17		0.18		0.13		
的中率(%)			80.6		81.8		76.9		
サンプル数			3,507		3,698		3,318		

p: 公共交通、c: 自動車

(レベル2・旅行先側)

			業務		観光		私用等		
			係数	t値	係数	t値	係数	t値	
c	1	空港アクセス所要時間(分)	β 1	-1.11E-02	-4.0	-4.74E-03	-4.5	-6.25E-03	-4.6
c	2	空港アクセス費用(円)	β 2	-1.90E-04	-2.5	-8.64E-05	-6.7	-1.19E-04	-2.0
c	3	自動車ダミー	β 3	4.45E-01	3.3	7.08E-01	8.9	9.70E-01	12.4
c	4	大都市空港ダミー ※1	β 4	-3.52E+00	-30.0	-2.73E+00	-28.9	-2.50E+00	-27.4
p	5	アクセシビリティ指標	γ	1.54E-01	6.1	1.73E-01	8.4	8.70E-02	4.1
時間価値(円／hr)			3,521		3,293		3,152		
尤度比			0.26		0.18		0.13		
的中率(%)			83.4		79.6		74.7		
サンプル数			4,137		4,053		4,436		

p: 公共交通、c: 自動車

※1: 大都市空港ダミーの対象は羽田・伊丹・関西

モデル構築で使⽤した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「全国幹線旅客純流動調査」（国土交通省政策統括官）

(b) 交通サービスデータ

- ・「J T B時刻表」等

(7) 便当たり旅客数算定モデル

モデル式は、以下のとおりとした。

1 便当たり旅客数は、路線毎に、路線別の年間旅客数や路線特性、空港特性で説明されるとした。加えて、全路線に共通する時系列の指標として航空会社の運用機材構成（大型機構成率）で説明されるとした。

$$q_{ti} = \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k x_{tik}^{\beta_k} \right) \cdot z_t^\gamma \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{tim}) \right)$$

q_{ti} : t 年の路線 i の 1 便当たり旅客数（人／便）
 x_{tik} : t 年の路線 i の年間旅客数・路線特性・空港特性 k
 z_t : t 年の大手航空会社の運用機構成（大型機構成率（％））
 DMY_{tim} : t 年の路線 i のダミー変数 m
 α 、 β_k 、 γ 、 δ_m : パラメータ

なお 1 便当たり旅客数上限値は過去 6 年間の実績を踏まえ「310 人／便」と設定。

将来予測における大型機構成率は、本邦大手航空会社 2 社（JAL・ANA）の近年の機材構成の変化や、中期機材計画を参考に、2005 年度現在の 35% から 2017 年度の 30% まで段階的に減少すると設定した。

表 4-7 便当たり旅客数算定モデルのパラメータ推定結果

		係数	t 値
1	年間旅客数[人/年]	β_1	0.366
3	路線距離[km]	β_2	0.334
2	大型機構成率[%]	γ	1.213
4	航空会社2社競合ダミー ※1	δ_1	-0.234
5	航空会社3社以上競合ダミー ※2	δ_2	-0.339
6	観光路線ダミー ※3	δ_3	0.172
7	伊丹路線ダミー ※4	δ_4	0.124
8	定数項	α	-6.363
重相関係数		0.883	
サンプル数(179路線×6時点)		1,074	

※ 1 : 航空会社 2 社競合ダミー : 2005 年度年間運航実績のある航空会社数が 2 社の場合=1, その他=0

※ 2 : 航空会社 3 社以上競合ダミー : 2005 年度年間運航実績のある航空会社数が 3 社以上の場合=1, その他=0

※ 3 : 観光路線ダミー : 「航空旅客動態調査」(国土交通省航空局、(1999, 2001, 2003, 2005 年(平日)) において観光目的の旅客数構成率が 50% 以上の路線=1, その他路線=0

※ 4 : 伊丹路線ダミー : 伊丹を発着地とする路線=1, その他路線=0

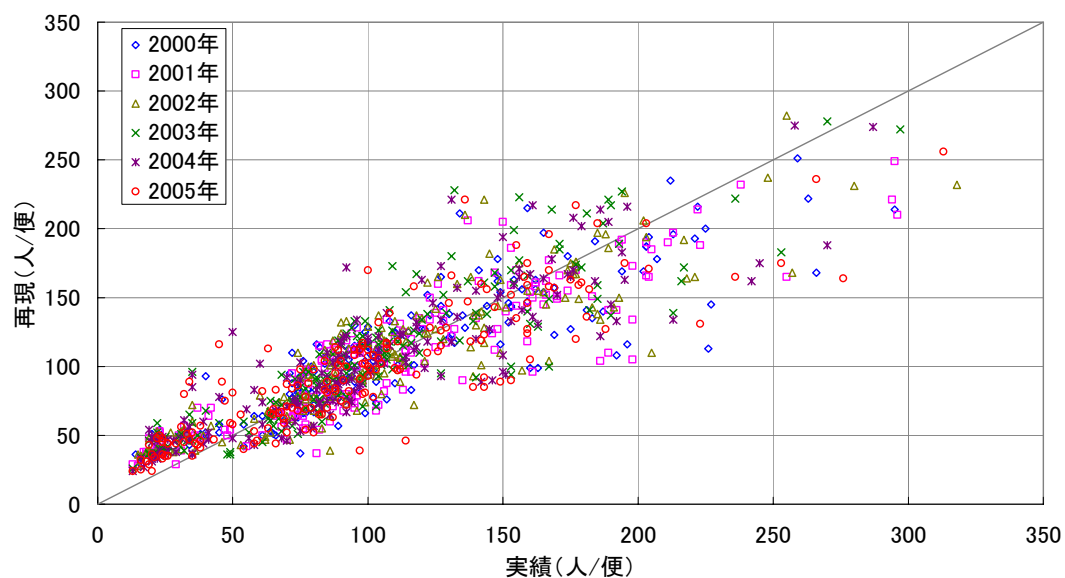


図 4-8 便当たり旅客数算定モデルの再現性

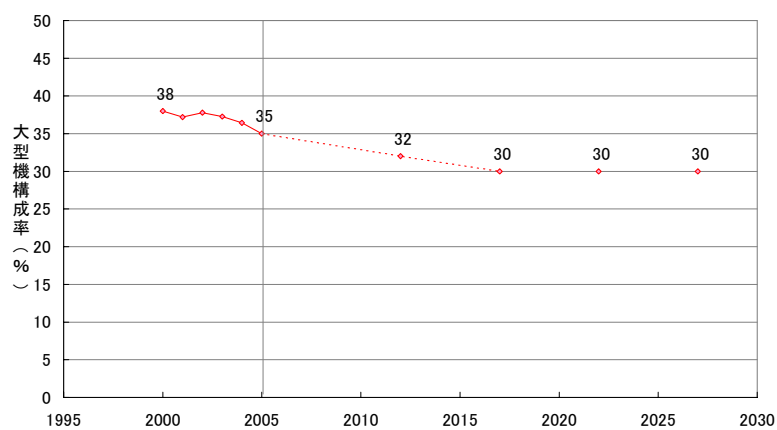


図 4-9 本邦大手航空会社の大型機構成率の将来設定

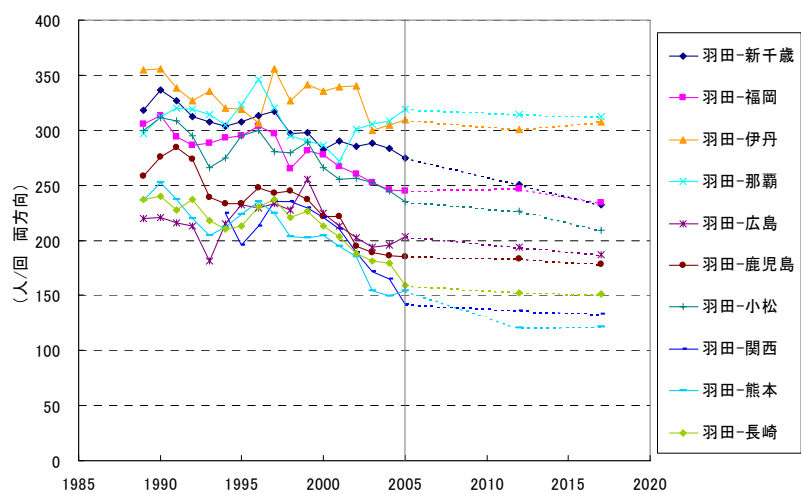


図 4-10 羽田国内旅客数上位10路線における1便当たり旅客数の将来推計値

モデル構築で使⽤した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「航空輸送統計年報」(国土交通省総合政策局)

(b) 交通サービスデータ

- ・「航空輸送統計年報」(国土交通省総合政策局)
- ・本邦⼤手航空会社の有価証券報告書
- ・「航空旅客動態調査」(国土交通省航空局)

5. 国際航空旅客需要予測のモデル式

(1) 全国発生モデル（旧生成モデル）

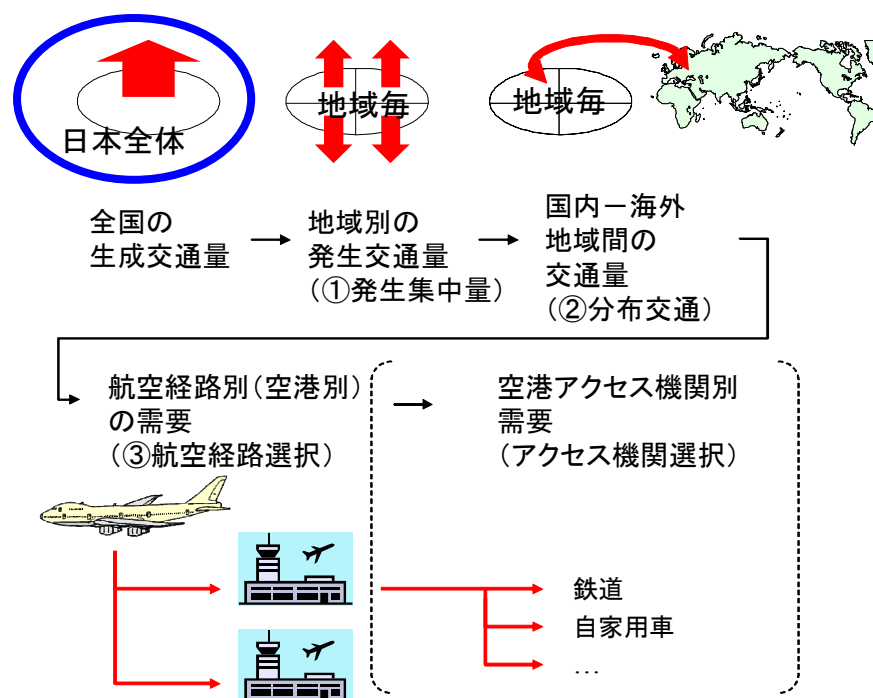


図 5-1 予測の流れ

① 出入国日本人

観光／業務等の2区分別にモデル式を以下の通りとした。なお、式中の「2」は、出国ベースの予測値を2倍して出入国ベースの予測値に直していることを示すものである¹。

説明変数として取り込むアクセシビリティ指標は、航空経路選択モデルから全国発生モデル用に計算されたログサム変数を、旅行目的別OD量で重み付け平均したものである。

なおパラメータ推定においては、需要データ、社会経済データ等いずれも海外地域別の時系列データを用意した上で、地域固有のダミー変数を除き、全地域共通のパラメータとして推定した。

$$Q_{ijt} = 2 \cdot POP_t \cdot \left[\exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{kjt}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(\gamma \cdot ACC_{ijt}) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{mj} \cdot DMY_{mijt}) \right) \right]$$

$$ACC_{ijt} = \frac{\sum_i (Q_{lij0} \cdot ACC_{lijt})}{\sum_i Q_{lij0}}$$

¹ ベースデータとする出入国管理統計（法務省）では、日本人は出国ベース、外国人は入国ベースのデータで把握されている。

Q_{ijt}	: t 年における旅行目的 l の海外ゾーン j への日本人 出入国者数 (人/年)
Q_{ij0}	: 2005 年における国内居住地ゾーン i 、海外ゾーン j 、旅行目的 l の日本人出入国者数 (人/年)
POP_t	: t 年の全国の人口指標(百万人) [観 光] 夜間人口 [業務等] 生産年齢人口 (15～64 歳人口)
X_{kjt}	: t 年の海外ゾーン j の社会経済指標 k
ACC_{lt}	: t 年における海外ゾーン j 、旅行目的 l 毎の日本人 出入国者全体のアクセシビリティ指標。国内居住 地ゾーン i と海外ゾーン j 間の旅行目的 l 毎のアク セシビリティ指標 ACC_{lijt} を 2005 年の OD 量 Q_{ij0} で 重みづけ平均したもの
ACC_{lijt}	: t 年における国内居住地ゾーン i と海外ゾーン j 間 の旅行目的 l 毎のアクセシビリティ指標。全国発 生モデルのアクセシビリティ指標算定のために、 航空経路選択モデルから計算されるログサム変数
DMY_{mjt}	: t 年の海外ゾーン j 固有のダミー変数 m
$\alpha, \beta_k, \gamma, \delta_{mj}$	: パラメータ

② 出入国外国人

中国／中国以外の 2 区分別にモデル式を以下の通りとした。なお、式
中の「2」は、入国ベースの予測値を 2 倍して出入国ベースに直してい
ることを示すものである。

説明変数として取り込むアクセシビリティ指標は、航空経路選択モデ
ルから全国発生モデル用に計算されたログサム変数を、OD 量で重み付
け平均したものをを用いた。

なおパラメータ推定においては、需要データ、社会経済データ等い
ずれも海外地域別の時系列データを用意した上で、地域固有のダミー変
数を除き、全地域共通のパラメータとして推定した。

【外国人】

$$Q_{jt} = 2 \cdot \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{kjt}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(\gamma \cdot ACC_{jt}) \cdot \left(\prod_k \exp(\delta_{mj} \cdot DMY_{mjt}) \right)$$

$$ACC_{jt} = \frac{\sum_i (Q_{ij0} \cdot ACC_{ijt})}{\sum_i Q_{ij0}}$$

Q_{jt}	: t 年の海外ゾーン j の外国人出入国者数 (人/年)
Q_{ij0}	: 2005 年における国内訪問地ゾーン i 、海外ゾ ーン j の外国人出入国者数 (人/年)

X_{kt}	: t 年の社会経済指標 k
ACC_t	: t 年における外国人出入国者全体の平均アクセシビリティ指標。国内訪問地ゾーン i と海外ゾーン j 間のアクセシビリティ指標 $Logsumf_d_{ijt}$ を 2005 年の OD 量 Qf_{ij0} で重みづけ平均したもの
ACC_{ijt}	: t 年における国内訪問地ゾーン i と海外ゾーン j 間のアクセシビリティ指標。全国発生モデルのアクセシビリティ指標算定のために、航空経路選択モデルから計算されるログサム変数
DMY_{mjt}	: t 年の海外ゾーン j 固有のダミー変数 m
$\alpha, \beta_k, \gamma, \delta_{mj}$	: パラメータ

表 5-1 全国発生モデルのパラメータ推定結果（日本人）

			日本人観光		日本人業務等	
			係数	t値	係数	t値
日本1人当たり実質GDP(千円/人年)		β 1	0.40305	10.847	0.64989	19.545
海外実質GDP(10億米ドル/年)		β 2				
為替レート(円/各国通貨)		β 3	-0.536	-13.602	-0.604	-17.014
アクセシビリティ指標		γ	0.334	9.646	0.331	9.287
SARSダミー※1		δ 1	-0.619	-7.262	0.000	0.000
地域固有ダミー	中国黒龍江	δ 201	0.519	2.184	2.263	9.982
	中国吉林※2		—		—	
	中国遼寧	δ 202	0.759	4.089	3.218	19.608
	中国北京	δ 203	2.122	9.799	4.021	20.748
	中国山東	δ 204	-0.383	-2.053	2.569	15.391
	中国江蘇※2		—		—	
	中国上海	δ 205	2.100	9.910	3.839	20.266
	中国浙江※2		—		—	
	中国福建	δ 206	-0.109	-0.521	3.104	16.280
	中国広東	δ 207	0.564	2.906	3.027	17.342
	中国海南※2		—		—	
	中国中部	δ 208	1.082	3.651	3.972	12.339
	中国西部	δ 209	1.553	8.139	2.656	15.113
	香港	δ 210	2.838	14.346	3.533	19.211
	台湾	δ 211	1.697	11.112	2.545	18.965
	韓国	δ 212	(固有ダミーなし)		(固有ダミーなし)	
	マレーシア	δ 213	2.470	12.156	3.557	19.547
	インドネシア	δ 214	-1.396	-7.408	-1.578	-9.602
	シンガポール	δ 215	3.928	17.204	4.852	23.299
タイ	δ 216	1.873	13.007	2.530	19.444	
フィリピン	δ 217	1.361	9.199	1.959	14.783	
アジア以外	δ 218	4.589	15.864	3.924	15.007	
定数項		α	1.634	3.186	-3.567	-7.900
重相関係数			0.981		0.976	
サンプル数			334		334	

※1 : SARS ダミー : 2003 年アジア方面 (21 地域) =1, その他=0

※2 : 中国吉林、江蘇、浙江、海南は十分な時系列データがないためにパラメータ推定には使用しなかった。

表 5-2 全国発生モデルのパラメータ推定結果（外国人）

		外国人(中国)		外国人(中国以外)	
		係数	t値	係数	t値
日本実質GDP(兆円/年)	$\beta 1$	0.59051	3.994	0.44734	8.977
海外実質GDP(10億米ドル/年)	$\beta 2$				
為替レート(円/各国通貨)	—				
アクセシビリティ指標	γ	0.828	7.320	0.526	8.210
SARSダミー ※1	$\delta 1$	-0.477	-1.973	—	—
中国団体観光ビザダミー ※2	$\delta 2$	0.489	2.446	—	—
地域固有ダミー	中国黒龍江	$\delta 301$	-0.194	-0.502	—
	中国吉林 ※3	—	—	—	—
	中国遼寧	$\delta 302$	-0.604	-2.311	—
	中国北京	—	(固有ダミーなし)	—	—
	中国山東	$\delta 303$	-1.940	-5.966	—
	中国江蘇 ※3	—	—	—	—
	中国上海	$\delta 304$	-0.895	-4.944	—
	中国浙江 ※3	—	—	—	—
	中国福建	$\delta 305$	-0.566	-1.500	—
	中国広東	$\delta 306$	-1.531	-4.136	—
	中国海南 ※2	—	—	—	—
	中国中部	$\delta 307$	1.093	1.438	—
	中国西部	$\delta 308$	-1.168	-3.703	—
	香港	$\delta 309$	—	0.150	1.212
	台湾	$\delta 310$	—	0.348	3.104
	韓国	—	—	(固有ダミーなし)	—
	マレーシア	$\delta 311$	—	-0.979	-5.394
	インドネシア	$\delta 312$	—	-1.784	-8.282
	シンガポール	$\delta 313$	—	-0.400	-2.512
	タイ	$\delta 314$	—	-0.744	-5.189
	フィリピン	$\delta 315$	—	-0.670	-4.598
	アジア以外	$\delta 316$	—	0.229	0.685
定数項	α	4.762	3.448	7.330	12.810
重相関係数		0.890		0.964	
サンプル数		115		234	

※1：SARSダミー：2003年アジア方面（21地域）=1, その他=0

※2：中国団体観光ビザダミー：中国北京・中国上海・中国広東は2000年以降=1、中国遼寧・中国山東・中国江蘇・中国浙江は2004年以降=1、中国黒龍江・中国吉林・中国福建・中国海南・中国中部・中国西部は2005年以降=1、その他=0

※3：中国吉林、江蘇、浙江、海南は十分な時系列データがないためにパラメータ推定には使用しなかった。

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「出入国管理統計年報」（法務省）
- ・「国際航空旅客動態調査」（国土交通省航空局）

(b) 交通サービスデータ

アクセシビリティ指標

- ・（航空経路選択モデルから計算されるログサム変数）

(c) 社会経済データ

国内総生産

- ・「国民経済計算年報」（内閣府）

海外の国内総生産（G D P）

- ・「World Economic Outlook Database」（I M F）

為替レート

- ・「World Economic Outlook Database」（I M F）

夜間人口・生産年齢人口

- ・「国勢調査」「推計人口」（総務省）

(2) 国内地域別発生シェアモデル (旧発生モデル)

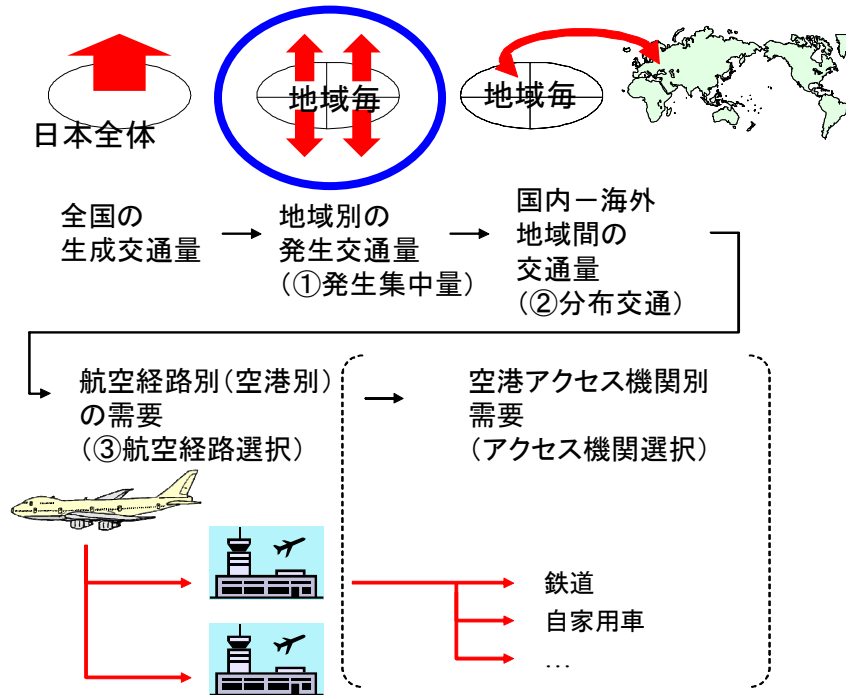


図 5-2 予測の流れ

① 出入国日本人

観光／業務等別、アジア／アジア以外別の計4区分別にモデル式を以下の通りとした。式中の「2」は、出国ベースの予測値を2倍して出入国ベースの予測値に直していることを示すものである²。

説明変数として取り込むアクセシビリティ指標は、航空経路選択モデルから計算されたログサム変数を、旅行目的別OD量で重み付け平均したものである。

$$Q_i = 2 \cdot POP_i \cdot \left[\exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{ik}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(\gamma \cdot ACC_i) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{im}) \right) \right]$$

$$ACC_i = \frac{\sum_j (Q_{ij0} \cdot ACC_{ij})}{\sum_j Q_{ij0}}$$

$$ACC_{ij} = \ln \left\{ \sum_{r \in C_{ij}} \exp(V_{ijr}) \right\}$$

² ベースデータとする国際航空旅客動態調査（国土交通省）では、日本人、外国人ともに出国ベースのデータとなっている。

Q_i	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> の日本人出入国者数（人/年）
Q_{ij0}	: 2005 年の国内居住地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間の日本人出入国者数（人/年）
POP_i	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> の人口指標(百万人) [観光] 夜間人口 [業務等] 生産年齢人口（15～64 歳人口）
X_{ik}	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> の社会経済指標 <i>k</i>
ACC_i	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> のアクセシビリティ指標。 国内居住地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間のアクセシビリティ指標 ACC_{ij} を 2005 年のOD量 Q_{ij0} で重みづけ平均したもの
ACC_{ij}	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間のアクセシビリティ指標。航空経路選択モデルから計算されるログサム変数
V_{ijr}	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間で航空経路 <i>r</i> を利用したときの効用
c_{ij}	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間で利用可能な航空経路の集合
DMY_{im}	: 国内居住地ゾーン <i>i</i> のダミー変数 <i>m</i>
$\alpha, \beta_k, \gamma, \delta_m$	: パラメータ

② 出入国外国人

アジア／アジア以外の2区分別にモデル式を以下の通りとした。なお、式中の「2」は、出国ベースの予測値を2倍して出入国ベースの予測値に直していることを示すものである。

説明変数として取り込むアクセシビリティ指標は、航空経路選択モデルから計算されたログサム変数を、OD量で重み付け平均したものである。

$$Q_i = 2 \cdot \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{ik}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(\gamma \cdot ACC_i) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{im}) \right)$$

$$ACC_i = \frac{\sum_j (Q_{ij0} \cdot ACC_{ij})}{\sum_j Q_{ij0}}$$

$$ACC_{ij} = \ln \left\{ \sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr}) \right\}$$

Q_i : 国内訪問地ゾーン*i*の外国人出入国者数（人/

	年)
Q_{ij0}	: 2005 年の国内訪問地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間の外国人出入国者数 (人/年)
X_{ik}	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> の社会経済指標 <i>k</i>
ACC_i	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> のアクセシビリティ指標。 国内訪問地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間のアクセシビリティ指標 ACC_{ij} を 2005 年の OD 量 Q_{ij0} で重みづけ平均したもの
ACC_{ij}	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間のアクセシビリティ指標。航空経路選択モデルから計算されるログサム変数
V_{ijr}	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間で航空経路 <i>r</i> を利用したときの効用
c_{ij}	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> と海外ゾーン <i>j</i> 間で利用可能な航空経路の集合
DMY_{im}	: 国内訪問地ゾーン <i>i</i> のダミー変数 <i>m</i>
$\alpha, \beta_k, \gamma, \delta_m$	: パラメータ

表 5-3 国内地域別発生シェアモデルのパラメータ推定結果

		日本人観光				日本人業務等			
		アジア		アジア以外		アジア		アジア以外	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
1人当たり実質GDP(千円/人年)	β	0.473	12.7	0.394	7.3	0.515	12.4	0.471	8.0
アクセシビリティ指標	γ	0.285	13.1	0.282	11.8	0.276	11.9	0.329	12.9
定数項	α	-7.352	3.3	-5.882	2.1	-8.680	3.0	-8.431	2.0
重相関係数		0.996		0.991		0.995		0.991	
サンプル数		50		50		50		50	

		外国人			
		アジア		アジア以外	
		係数	t値	係数	t値
従業者数(千人)	β	1.600	12.7	1.120	4.8
アクセシビリティ指標	γ	0.161	0.6	0.217	2.3
東京ダミー ※1	δ	0.663	3.9	1.240	7.9
定数項	α	-7.319	0.5	-4.206	0.5
重相関係数		0.981		0.983	
サンプル数		32		30	

※ 1 : 東京ダミー：国内訪問地ゾーンが東京都=1, その他=0

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「出入国管理統計年報」(法務省)
- ・「国際航空旅客動態調査」(国土交通省航空局)

(b) 交通サービスデータ

アクセシビリティ指標

- ・（航空経路選択モデルから計算されるログサム変数）

(c) 社会経済データ

県内総生産

- ・「県民経済計算年報」（内閣府）

夜間人口・従業者数

- ・「国勢調査」「推計人口」（総務省）

(3) 航空経路選択モデル

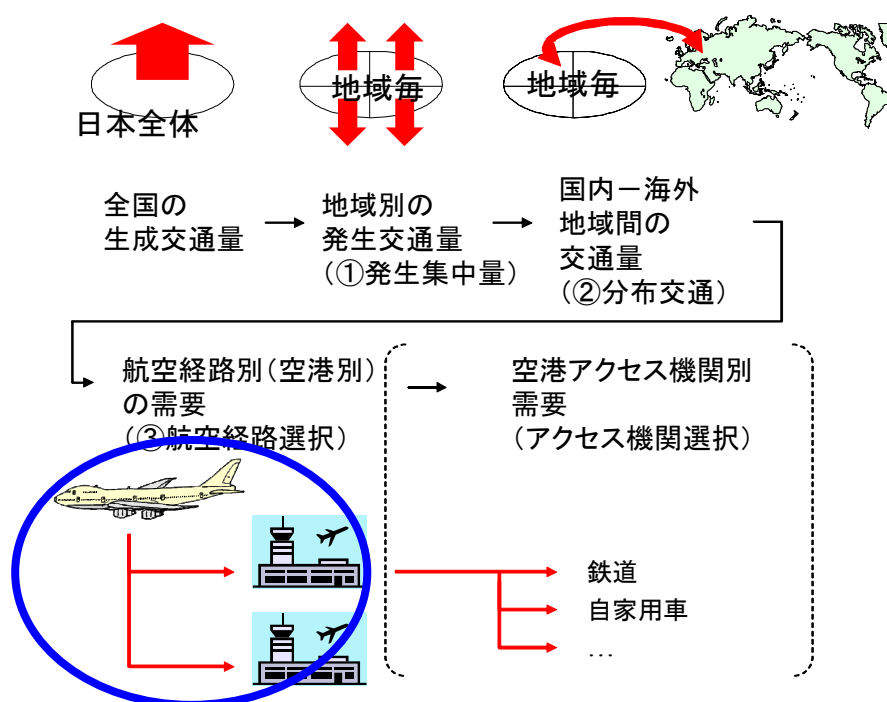


図 5-3 予測の流れ

モデル式は以下の通りとした。説明変数として取り込むアクセシビリティ指標は、空港アクセス交通機関選択モデルから計算されたログサム変数である。

$$P_{ijr} = \frac{\exp(V_{ijr})}{\sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr})}$$

$$V_{ijr} = \sum_k \beta_{kr} \cdot X_{ijk} + \gamma \cdot ACC_{2in}$$

$$ACC_{2in} = \ln \left\{ \sum_{m \in c_{2in}} \exp(V_{2inm}) \right\}$$

- P_{ijr} : 国内ゾーン*i*と海外ゾーン*j*間での航空経路*r*の選択確率
 V_{ijr} : 国内ゾーン*i*と海外ゾーン*j*間の航空経路*r*を利用したときの効用
 c_{ij} : 国内ゾーン*i*と海外ゾーン*j*間の利用可能な航空経路の集合
 X_{ijk} : 国内ゾーン*i*と海外ゾーン*j*間の航空経路*r*を利用した場合の*k*番目の交通サービス指標
 β_{kr} 、 γ : パラメータ
 ACC_{2in} : 国内ゾーン*i*から国内空港*n*までのアクセス利便性を表わすアクセシビリティ指標。空港アクセス交通機関選択モデル（レベル2）から計算されるログサム変数。
 V_{2inm} : 国内ゾーン*i*から国内空港*n*間でレベル2の空港アクセス

c_{2in} 交通機関 m を選択するときの効用
: 国内ゾーン i から国内空港 n 間で選択可能なレベル 2 の空港アクセス交通機関の集合。

表 5-4 航空経路選択モデルのパラメータ推定結果

			日本人観光		日本人業務等		外国人	
			係数	t値	係数	t値	係数	t値
1	国内ラインホール時間+待ち時間(分)	$\beta 1$	-1.18E-02	-18.5	-9.59E-03	-14.4	-7.91E-03	-12.0
2	国内ラインホール費用(円)	$\beta 2$	-2.09E-04	-24.2	-2.24E-04	-23.0	-2.08E-04	-23.1
3	国際ラインホール時間+待ち時間(分)	$\beta 3$	-1.79E-03	-1.4	-1.17E-03	-1.0	-1.40E-03	-1.0
4	国際ラインホール費用(円)	$\beta 4$	-1.22E-05	-4.5	-7.71E-06	-2.7	-8.67E-06	-2.8
5	$\ln\{\text{国際線便数(便/週)}\}$	$\beta 5$	1.04E+00	23.5	1.14E+00	24.6	6.78E-01	18.6
6	ソウルトランジットタミ ※1	$\beta 6$	-6.48E+00	-11.0	-6.10E+00	-14.1	-6.26E+00	-11.8
7	アクセシビリティ指標	γ	4.07E-01	3.1	4.51E-01	2.4	5.88E-01	2.5
国内時間価値(円/hr)			3,397		2,567		2,282	
国際時間価値(円/hr)			8,802		9,100		9,695	
尤度比			0.39		0.39		0.39	
的中率(%)			91.6		91.8		91.8	
サンプル数			5,447		5,373		4,868	

※ 1 : ソウルトランジットタミ : ソウルトランジットルートの選択肢固有タミ

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「国際航空旅客動態調査」(国土交通省航空局)
- ・「空港管理状況調書」(国土交通省航空局)

(b) 交通サービスデータ

- ・「JTB時刻表」
- ・「IATA運賃表」

アクセシビリティ指標

- ・(空港アクセス交通機関選択モデルから計算されるログサム変数)

(4) 空港アクセス交通機関選択モデル

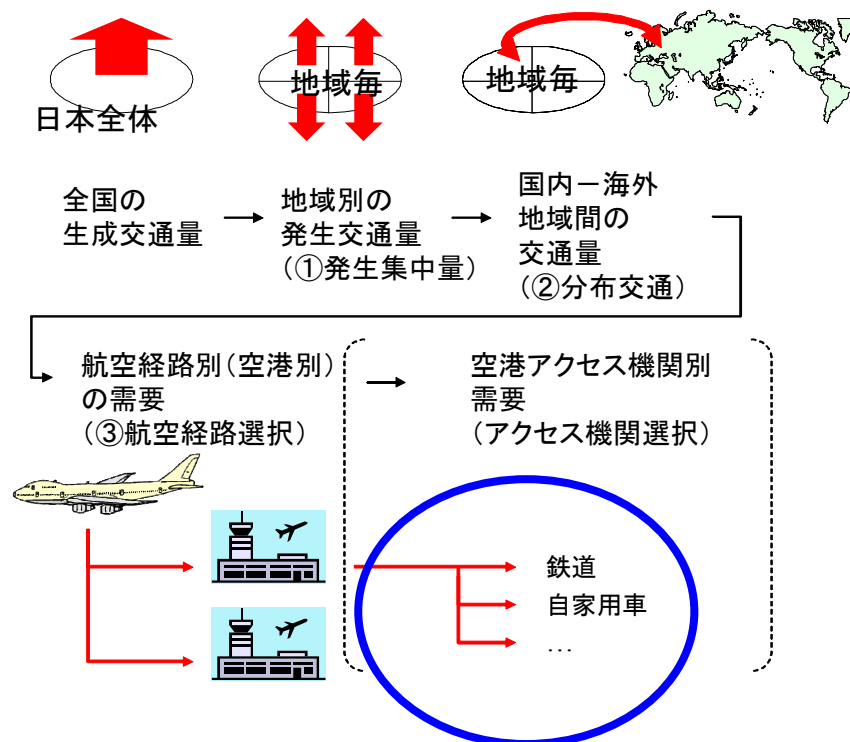


図 5-4 予測の流れ

モデル式は、以下の通りとした。

レベル 2 でのアクセシビリティ指標は、公共交通機関相互の選択を表すレベル 1 から計算されるログサム変数である。

[レベル1]

$$P_{linm} = \frac{\exp(V_{linm})}{\sum_{m \in c_{lin}} \exp(V_{linm})}$$

$$V_{linm} = \sum_k \beta_{lmk} \cdot X_{linmk}$$

- P_{linm} : 国内ゾーン i と国内空港 n 間でのレベル 1 の空港アクセス交通機関 m の選択確率
- V_{linm} : 国内ゾーン i と国内空港 n 間でレベル 1 の空港アクセス交通機関 m を利用したときの効用
- c_{lin} : 国内ゾーン i と国内空港 n 間で利用可能なレベル 1 の空港アクセス交通機関の集合
- X_{linmk} : 国内ゾーン i と国内空港 n 間でレベル 1 の空港アクセス交通機関 m を利用した場合の k 番目の交通サービス指標
- β_{lmk} : パラメータ

[レベル2]

$$P_{2inm} = \frac{\exp(V_{2inm})}{\sum_{m \in c_{2in}} \exp(V_{2inm})}$$

$$V_{2inm} = \sum_k \beta_{2mk} \cdot X_{2inmk} + \gamma_2 \cdot ACC_{2inm}$$

$$ACC_{2inm(m=\text{公共交通機関})} = \ln \left\{ \sum_{m' \in c_{1in}} \exp(V_{1inm'}) \right\}$$

P_{2inm}	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港 <i>n</i> 間でのレベル2の空港アクセス交通機関 <i>m</i> の選択確率
V_{2inm}	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港 <i>n</i> 間でレベル2の空港アクセス交通機関 <i>m</i> を利用したときの効用
c_{2in}	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港 <i>n</i> 間で利用可能なレベル2の空港アクセス交通機関の集合
X_{2inmk}	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港 <i>n</i> 間でレベル2の空港アクセス交通機関 <i>m</i> を利用した場合の <i>k</i> 番目の交通サービス指標
ACC_{2inm}	: レベル2の公共交通機関の固有変数であるアクセシビリティ指標でレベル1から計算されるログサム変数
$V_{1inm'}$	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港間 <i>n</i> でレベル1の空港アクセス交通機関 <i>m'</i> を利用したときの効用
c_{1in}	: 国内ゾーン <i>i</i> と国内空港 <i>n</i> 間で利用可能なレベル1の空港アクセス交通機関の集合
β_{2mk} 、 γ_2	: パラメータ

表 5-5 空港アクセス交通機関選択モデルのパラメータ推定結果

(レベル1)

			日本人観光		日本人業務等		外国人	
			係数	t値	係数	t値	係数	t値
rbs	1	空港アクセス所要時間(分) $\beta 1$	-3.74E-02	-15.6	-2.50E-02	-9.4	-7.45E-03	-3.0
rbs	2	空港アクセス費用(円) $\beta 2$	-6.04E-04	-14.4	-3.81E-04	-10.9	-1.35E-04	-2.1
rbs	3	乗換回数(回) $\beta 3$	-1.95E-01	-3.9	-1.44E-01	-2.9	-3.46E-01	-4.5
r	4	鉄道ダミー $\beta 4$	2.14E-01	5.6	4.46E-01	10.5	1.09E-01	2.0
s	5	船ダミー $\beta 5$	-2.25E+00	-11.5	-1.68E+00	-6.2	-1.11E+00	-6.8
時間価値(円/hr)			3,719		3,935		3,311	
尤度比			0.17		0.11		0.18	
的中率(%)			71.1		72.6		65.3	
サンプル数			5,628		5,382		5,287	

r: 鉄道、s: 船、b: リムジンバス

(レベル2)

			日本人観光		日本人業務等		外国人	
			係数	t値	係数	t値	係数	t値
c	1	空港アクセス所要時間(分) $\beta 1$	-2.64E-02	-4.9	-2.51E-02	-5.1	-2.66E-02	-5.4
c	2	空港アクセス費用(円) $\beta 2$	-4.11E-04	-3.0	-3.54E-04	-2.5	-4.36E-04	-2.4
c	3	自動車ダミー $\beta 3$	6.73E-01	6.4	3.90E-01	3.7	8.16E-01	5.3
c	4	大都市空港ダミー ※1 $\beta 4$	-1.41E+00	-15.1	-6.95E-01	-8.0	-8.52E-01	-8.5
p	5	アクセシビリティ指標 γ	2.39E-01	2.9	2.58E-01	2.2	3.18E-01	2.0
時間価値(円/hr)			3,855		4,251		3,656	
尤度比			0.07		0.07		0.09	
的中率(%)			73.0		75.9		74.3	
サンプル数			4,559		4,574		4,442	

p: 公共交通、c: 自動車

※1: 大都市空港ダミーの対象は羽田・関西

モデル構築で使用了基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「国際航空旅客動態調査」(国土交通省航空局)

(b) 交通サービスデータ

- ・「JTB時刻表」

(5) トランジットモデル

モデル式は、将来の空港別出国外国人に最新年（2005 年）の出国外国人に対するトランジット比率原単位を乗じる原単位型とする。

なお、成田・関西・中部空港については欧米方面の出国外国人、福岡・那覇空港については全方面の出国外国人に対して、トランジット比率原単位を乗じる。

$$Q_{pt} = \beta_p \cdot X_{pt}$$

Q_{pt} : t 年の空港 p のトランジット数（千人/年）

X_{pt} : t 年の空港 p の(欧米方面)出国外国人（千人/年）

β_p : 空港 p の(欧米方面)出国外国人に対するトランジット比率原単位（2005 年値一定）

表 5-6 出国外国人に対するトランジット比率原単位（2005 年）

	出国外国人旅客数(千人/年)					トランジット (千人/年)	トランジット 比率 β
	欧米方面				全方面		
	北米西海岸	北米東海岸	ヨーロッパ	計			
成田	244	307	424	976	—	3,280	3.362
関西	44	58	101	203	—	362	1.779
中部	9	28	29	66	—	252	3.814
福岡	—	—	—	—	326	7	0.022
那覇	—	—	—	—	59	27	0.454

資料) 出国外国人は「平成 17 年国際航空旅客動態調査」(国土交通省)

トランジットは「平成 17 年空港管理状況調書」(国土交通省)

空港別トランジット数の方面別への配分は、成田・関西・中部の 3 空港は「国際航空旅客動態調査」における 2005 年実績の方面別シェアが一定と仮定して行う。「国際航空旅客動態調査」で調査対象外の福岡・那覇の 2 空港は、将来の方面別出国外国人に比例すると仮定して行う。

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「出入国管理統計年報」(法務省)
- ・「国際航空旅客動態調査」(国土交通省航空局)
- ・「空港管理状況調書」(国土交通省航空局)

(6) 国際旅客便当たり旅客数算定モデル

成田及び関西・中部の短・中距離帯をモデル構築の対象路線とした。
 なお、成田及び関西・中部の長距離帯、その他空港の各距離帯の路線については、現状並みの一定で推移するというシナリオの下、モデル構築は行わなかった。

空港・海外方面別の1便当たり旅客数を、空港・海外方面別の年間旅客数、平均路線距離、トレンド項等で説明する時系列データとクロスセクションデータをプールした重回帰モデルとした。モデル式は、以下のとおりとした。

$$q_{pjt} = \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{kpjt}^{\beta_k} \right) \cdot \exp(t - t_0)^\gamma \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{mpj}) \right)$$

q_{pjt} : t 年の p 空港・ j 方面間の1便当たり旅客数(人/便)

X_{kpjt} : t 年の p 空港・ j 方面間の k 番目の路線特性

$t - t_0$: t_0 年を基準年としたトレンド項(= t 年 - t_0 年)

DMY_{mpj} : p 空港・ j 方面間のダミー変数 m

$\alpha, \beta_k, \gamma, \delta_m$: パラメータ

表 5-7 便当たり旅客数算定モデルのパラメータ推定結果

			短距離		中距離		長距離	
成田			係数 t値		係数 t値		現状並みの一定 で推移	
	年間旅客数(人/年)	β 1	0.086	12.6	0.168	9.4		
	路線距離(km)	β 2	0.092	2.8	1.020	7.1		
	トレンド(西暦年-1990年)	γ	-0.068	-1.2	-0.036	-0.9		
	成田暫定ダミー(上海・香港以外) ※1	δ 11	-0.250	-7.9	—			
	成田暫定ダミー(上海・香港) ※1	δ 12	-0.078	-1.8	—			
	成田暫定ダミー(中距離路線) ※1	δ 13	—		-0.047	-2.0		
	台湾ダミー ※2	δ 21	0.127	4.4	—			
	フィリピンダミー ※2	δ 22	—		0.629	7.9		
	西南アジアダミー ※2	δ 23	—		-0.254	-9.0		
	定数項	α	4.136	13.8	-5.004	-3.6		
重相関係数		0.936		0.911				
サンプル数		87		60				
関西・中部			係数 t値		現状並みの一定 で推移		現状並みの一定 で推移	
	年間旅客数(人/年)	β 1	0.112	12.1				
	路線距離(km)	β 2	0.141	4.5				
	トレンド(西暦年-1990年)	γ	-0.277	-7.6				
	関西=台湾ダミー ※2	δ 24	0.189	4.0				
	中部=香港ダミー ※2	δ 25	0.174	3.6				
	定数項	α	3.775	12.2				
	重相関係数		0.824					
	サンプル数		172					
その他の空港			現状並みの一定 で推移		現状並みの一定 で推移		現状並みの一定 で推移	

※1 : 成田暫定ダミー : 2002年以降の成田路線=1, その他=0

※2 : 各路線固有ダミー : 該当路線=1, その他=0

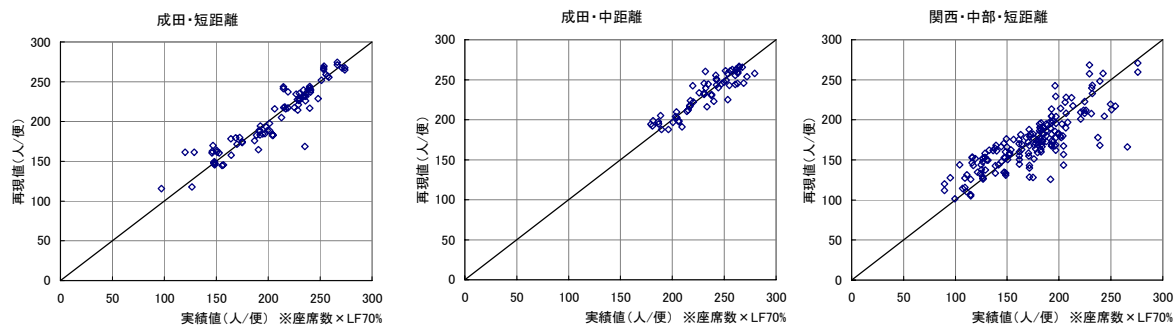


図 5-5 便数算定モデルの再現性

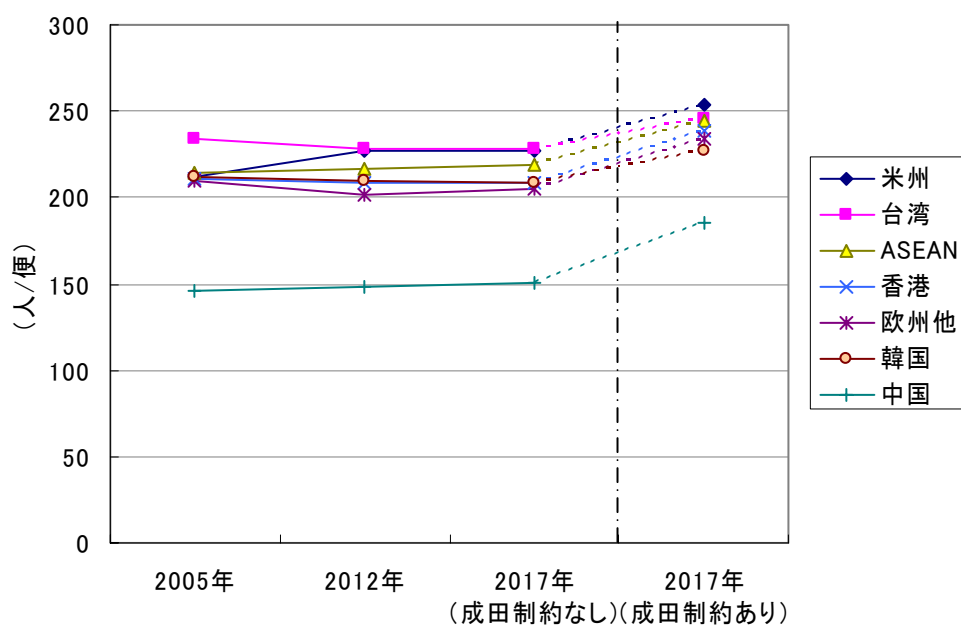


図 5-6 成田における国際旅客・1 便当たり旅客数の将来推計値

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ及び交通サービスデータ

路線別便当たり旅客数・年間旅客数・路線距離

・「OAG 時刻表」

※ 1：路線別便当たり旅客数は「OAG 時刻表の路線別平均座席数×想定座席利用率 70%」により設定。

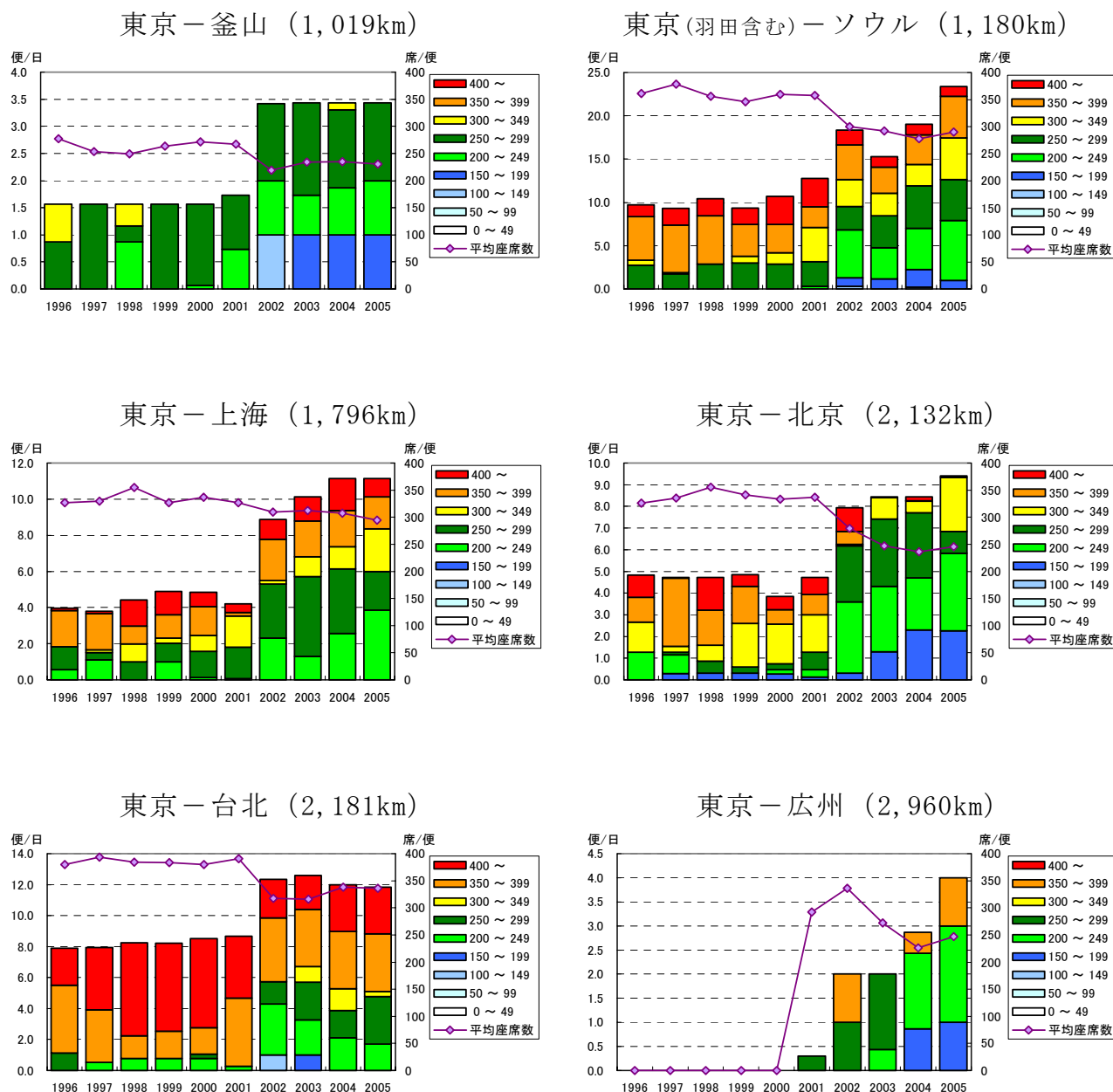
※ 2：路線別年間旅客数は「OAG 時刻表の路線別月間座席数×12 ヶ月/年×想定座席利用率 70%」により設定。

(参考) 成田・関西・中部＝アジア主要路線間の運航機材の動向

空港容量が逼迫すると路線容量を確保するため1便当たり提供座席数を大きくする。(＝容量逼迫が緩和されると、便数増加による需要喚起のため1便当たり提供座席数を小さくする。)

例) 2002年4月成田暫定平行滑走路供用の例

(容量13.5万回→20万回に増加)

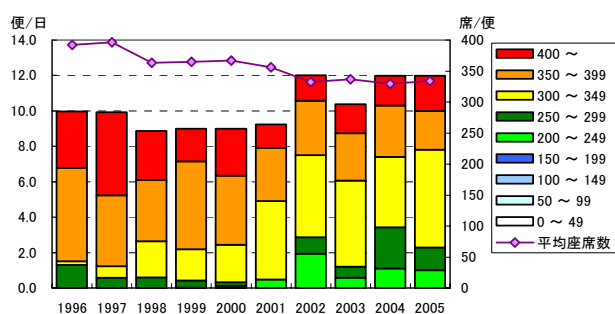


注) 11月1ヶ月間のデータを30日で除することにより日平均値とした。

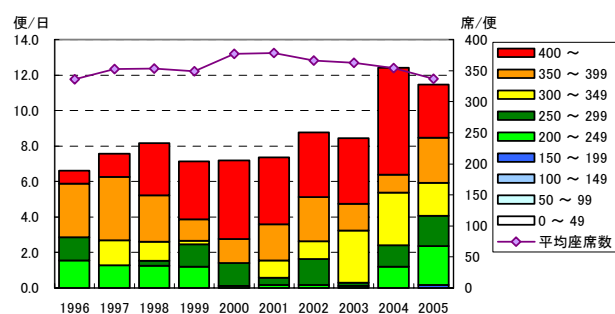
資料) 「OAG 時刻表」(2005年11月)

図 5-7 東京ーアジア主要空港間の航空機材の動向 (1/2)

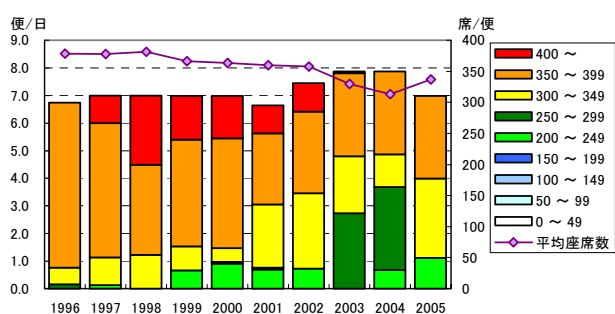
東京－香港（2,961km）



東京－バンコク（4,640km）



東京－シンガポール（5,354km）



注）11月1ヶ月間のデータを30日で除することにより日平均値とした。

資料）「OAG時刻表」（2005年11月）

図 5-8 東京－アジア主要空港間の航空機材の動向（2/2）

6. 国内航空貨物需要予測のモデル式

モデル式は以下のとおり。

2001 年テロに伴う規制強化を踏まえて 2001 年の構造変化を想定している。

$$Q_t = \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{kt}^{\beta_k} \right) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_m \cdot DMY_{mt}) \right)$$

- Q_t : t 年の貨物量
 X_{kt} : t 年の社会経済指標 k
 DMY_{mt} : t 年のダミー変数 m
 $\alpha, \beta_k, \delta_m$: パラメータ

表 6-1 全国発生モデルのパラメータ推定結果

		パラメータ	t値
GDP_2000 年以前(兆円)	β_1	1.70	21.3
GDP_2001 年以降(兆円)	β_2	1.25	1.6
構造変化ダミー※1	δ	2.8	0.6
定数項	α	-3.1	-6.4
決定係数		0.97	

※1 : 構造変化ダミー : 2001 年以降=1, その他=0

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「空港管理状況調書」(国土交通省航空局)

(b) 社会経済データ

国内総生産

- ・「国民経済計算年報」(内閣府)

7. 国際航空貨物需要予測のモデル式

(1) 全国モデル

海外の社会経済指標などを説明変数とした重回帰モデルとした。

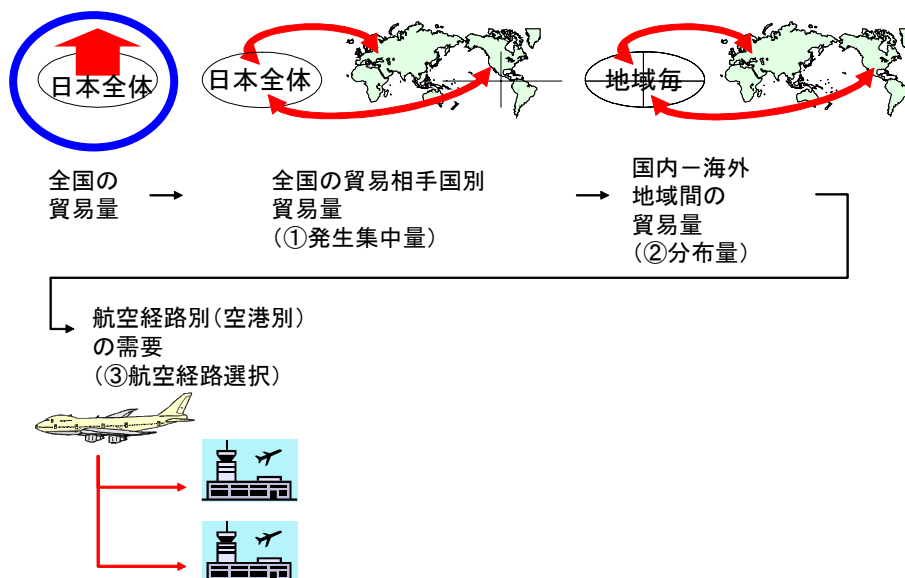


図 7-1 予測の流れ

モデル式は以下のとおり。

$$Q_{tj} = \exp(\alpha_j) \cdot \left(\prod_k X_{kjt}^{\beta_{jk}} \right) \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right)$$

Q_{tj} : t 年の海外方面 j の貨物量

X_{kjt} : t 年の海外方面 j の社会経済指標 k

DMY_{mjt} : t 年の海外方面 j のダミー変数 m

$\alpha_j, \beta_{jk}, \delta_{jm}$: 海外方面 j のパラメータ

貿易動向を踏まえて、派生型も含めて以下のモデル式を検討した。

①モデル A：基本ケース

対象方面：ASEAN 輸出・ASEAN 輸入

$$Q_{tj} = \exp(\alpha_j) \cdot JGDP_t^{\beta_{1j}} \cdot FGDP_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right)$$

②モデル B：構造変化を想定

※アジア危機や国際分業の進展などにより、貿易構造が変化すると、GDP などの説明変数の影響が変化すると考えられる。そこで、構造変化を想定したモデル式も想定した。

対象方面：米州輸出

$$Q_{tj} = \exp(\alpha_j) \cdot JGDP1_{tj}^{\beta_{1j}} \cdot FGDP1_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot FGDP2_{tj}^{\beta_{4j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right)$$

$$Q_{tj} = \exp(\alpha_j) \cdot JGDP1_{tj}^{\beta_{1j}} \cdot JGDP2_{tj}^{\beta_{2j}} \cdot FGDP_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right)$$

③モデル C：GDP 占める貿易額の割合を算出

※近年の国際分業の進展などによって GDP に占める貿易の割合が増加していることをふまえて、GDP 当たり貿易額の割合を被説明変数としたモデル式も想定した。なお、この場合日本の GDP のパラメータを 1 に固定することと同じこととなる。

対象方面：中国香港輸出・台湾輸出・韓国輸出・台湾輸入

$$Q_{tj} = JGDP_t \cdot \left(\exp(\alpha_j) \cdot FGDP_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right) \right)$$

$$\Leftrightarrow$$

$$Q_{tj} / JGDP_t = \left(\exp(\alpha_j) \cdot FGDP_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right) \right)$$

④モデル D：構造変化を想定し、GDP 占める貿易額の割合を算出

対象方面：欧州輸出・中国香港輸入・韓国輸入・米州輸入・欧州輸入

$$Q_{tj} = JGDP_t \cdot \left(\exp(\alpha_j) \cdot FGDP1_{tj}^{\beta_{3j}} \cdot FGDP2_{tj}^{\beta_{4j}} \cdot RATE_{tj}^{\beta_{5j}} \cdot \left(\prod_m \exp(\delta_{jm} \cdot DMY_{mjt}) \right) \right)$$

Q_{tj} : t 年の海外方面 j の実質航空貿易額 (10 億円/年, 2000 年価格)

$JGDP_t$: t 年の日本実質 GDP (10 億円/年, 2000 年価格)

$FGDP_{tj}$: t 年の海外方面 j の実質 GDP (10 億 USD/年, 2000 年価格)

$RATE_{tj}$: t 年の海外方面 j の為替レート (円/相手国通貨)

DMY_{mjt} : t 年の海外方面 j のダミー変数 m

$\alpha_j, \beta_{jk}, \delta_{jm}$: パラメータ

表 7-1 全国モデルのパラメータ推定結果

(輸出)

説明変数		中国・香港		台湾		韓国		ASEAN		米州		欧州	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
日本GDP_1997以前(兆円/年)	β_1	1.000	※1	1.000	※1	1.000	※1	1.225	4.5	3.634	4.9	1.000	※1
日本GDP_1998以降(兆円/年)	β_2									0.000	※2		
海外GDP_1997以前(10億米ドル/年)	β_3	1.102	15.3	1.640	3.3	1.378	5.5			0.871	1.8	1.155	2.2
海外GDP_1998以降(10億米ドル/年)	β_4											0.572	1.7
為替レート(円/各国通貨)	β_5	-0.169	-1.3	-1.658	-2.6	-1.415	-9.1	-3.015	-13.5	—	—	-0.443	-1.8
ITダミー	※3 δ_1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.249	2.3	—	—
インドネシアダミー	※4 δ_2	—	—	—	—	—	—	0.249	1.6	—	—	—	—
構造変化ダミー	※5 δ_3	—	—	—	—	—	—	—	—	22.660	4.9	5.779	1.0
定数項		-7.803	-10.3	-8.631	-2.4	-13.325	-8.8	-4.417	-1.3	-22.382	-6.7	-9.234	-1.9
重相関係数		0.99		0.95		0.97		0.95		0.97		0.97	
DW値		0.6		0.6		0.4		0.4		0.9		1.6	

(輸入)

説明変数		中国・香港		台湾		韓国		ASEAN		米州		欧州	
		係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値	係数	t値
日本GDP_1997以前(兆円/年)	β_1	1.000	※1	1.000	※1	1.000	※1	1.115	3.5	1.000	※1	1.000	※1
日本GDP_1998以降(兆円/年)	β_2												
海外GDP_1997以前(10億米ドル/年)	β_3	1.009	8.1	1.358	2.0	1.313	5.0			2.919	8.3	0.577	1.5
海外GDP_1998以降(10億米ドル/年)	β_4	1.357	16.3			1.307	2.7			0.000	※2	0.288	1.2
為替レート(円/各国通貨)	β_5	-0.310	-4.0	-2.381	-2.8	-0.931	-2.6	-3.272	-12.3	0.447	2.5	-0.182	-1.0
ITダミー	※3 δ_1	—	—	—	—	—	—	—	—	0.101	1.4	—	—
インドネシアダミー	※4 δ_2	—	—	—	—	—	—	0.245	1.3	—	—	—	—
構造変化ダミー	※5 δ_3	-7.238	-8.1			-12.876	-5.1			26.624	8.4	2.797	0.7
定数項		-2.542	-2.9	-6.755	-1.4	0.388	0.1	-3.255	-0.8	-28.981	-7.8	-4.883	-1.4
重相関係数		1.00		0.92		0.99		0.95		0.97		0.94	
DW値		1.5		0.4		1.2		1.3		1.3		1.3	

※1：パラメータを1に固定した。(構造変化)

※2：パラメータを0に固定した。(説明変数から除いた)

※3：ITダミー：2000年＝1、その他＝0

※4：インドネシアダミー：1998年～2001年＝1、その他＝0

アジア経済危機に端を発したインドネシア経済崩壊の中で、1998年にスハルト体制から民主主義の体制が形成され、経済構造改革がなされた。結果、1998年に急落したGDPが2002年にアジア危機前並みに戻ったことを反映。

※5：構造変化ダミー：1998年以降＝1、その他＝0

※6：中国・香港の為替レートは元(中国)、ASEANはパーツ(タイ)で代表させた。

モデル構築で使用了基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「貿易統計」(財務省)

(b) 社会経済データ

国内総生産

- ・「国民経済計算年報」(内閣府)

海外の国内総生産(GDP)

- ・「World Economic Outlook Database」(IMF)

為替レート

- ・「World Economic Outlook Database」(IMF)
- ・「月間・海外経済データ」(経済企画庁)

(2) 金額重量換算係数

今後、アジア域内の経済成長に応じて、金額重量換算係数も上がっていくことが想定されるため、原則として成長率曲線を採用する。

ただし、アジア域内の貿易に係る高付加価値化も欧米程度までと考えられることから、欧米並みに金額重量換算係数が上昇している輸出については現状値が今後も続くと想定する。

また、輸入について、金額重量換算係数は将来上昇しても欧米の値は越えないと想定する。なお、現状で数値が最も低い ASEAN については、今後もベトナムなどの新興国の台頭により金額重量換算係数の上昇は抑制されると想定する。

将来の金額重量換算係数の設定値は以下のとおり。

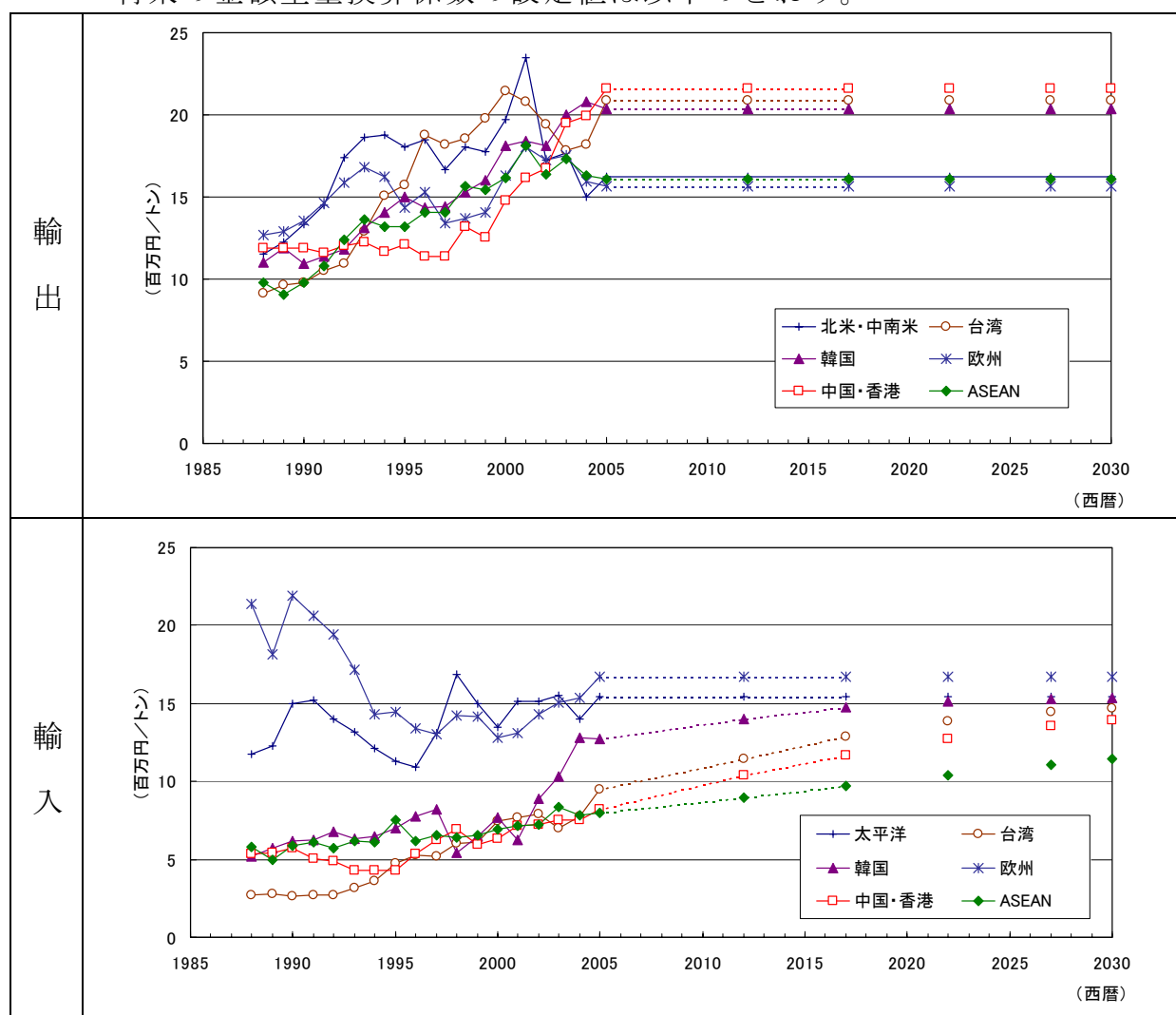


図 7-2 金額・重量換算係数

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「貿易統計」(財務省)

(3) 国内地域別シェアモデル

47 都道府県別の社会経済指標などを説明変数とした重回帰モデルとした。

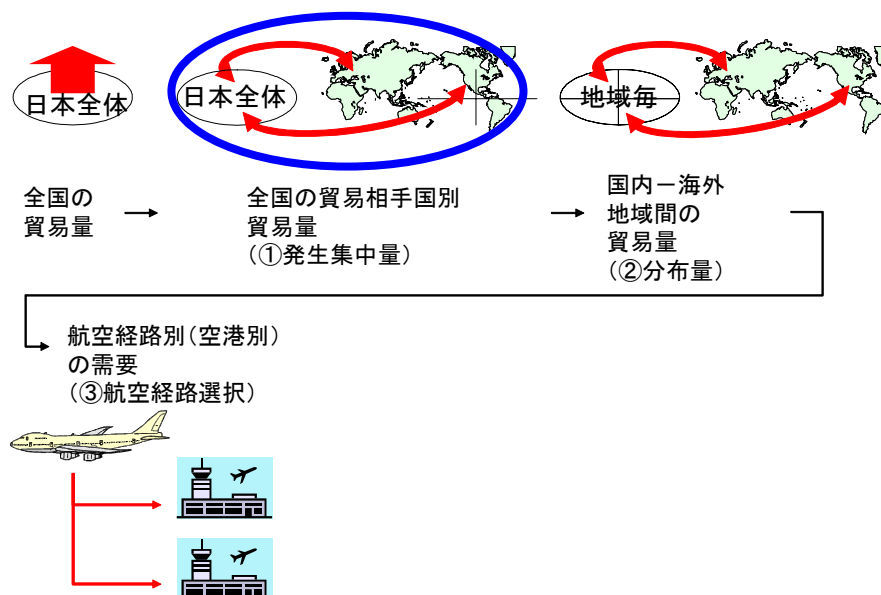


図 7-3 予測の流れ

1) モデル式

$$S_i = \frac{Q_i}{\sum Q_i}$$

$$Q_i = \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{ik}^{\beta_k} \right)$$

S_i : i 地域の発生集中量シェア

Q_i : i 地域の発生集中量

X_{ik} : i 地域の社会経済指標 k

α, β_k : パラメータ

表 7-2 国内地域別シェアモデルのパラメータ推定結果

		輸出		輸入	
		係数	t値	係数	t値
製造品出荷額(10 億円/年)	β_1	1.41	11.83	—	
実質 GRP (10 億円/年)	β_2	—		1.54	10.81
定数項	α	-2.23	-2.25	-4.58	-3.58
重相関係数		0.87		0.85	

モデル構築で使⽤した基礎データは以下のとおり。

(a) **需要データ**

- ・「国際航空貨物動態調査」（国土交通省航空局）

(b) **社会経済データ**

県内総生産

- ・「県民経済計算年報」（内閣府）

夜間人口

- ・「国勢調査」（総務省）

製造品出荷額

- ・「工業統計表」（経済産業省）

(4) 分布モデル

国内 47 都道府県－海外 6 方面の現在（2005 年）の地域間の各 OD パターンが変化しないとの前提（現在パターン法）をおき算出する。

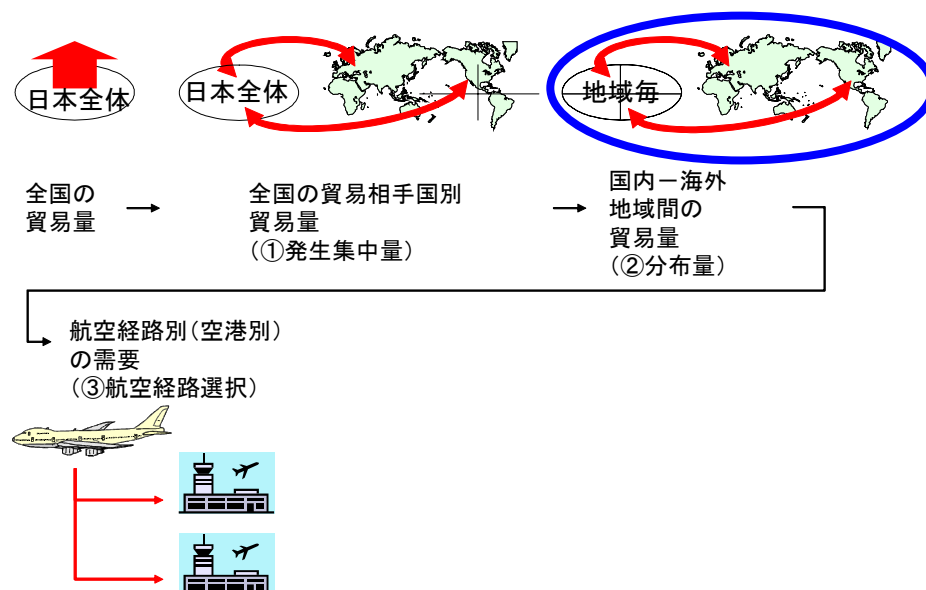


図 7-4 予測の流れ

モデル構築で使った基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「国際航空貨物動態調査」(国土交通省航空局)

(5) 航空経路選択モデル

- ・輸出入別(2)にモデルを構築した。
- ・データは輸出入別(2) 海外方面別(28) 都道府県別(47)にセットした。

注) 予測にあたっては、海外6方面を2005年度実績で28方面に分する。

- ・選択空港は2005年に国際航空貨物の取扱いの大きい11空港とした。
(成田、関西、中部、新千歳、新潟、小松、福岡、那覇、仙台、広島、鹿児島)
- ・羽田空港は成田空港と併せて首都圏空港として扱った。
- ・説明変数は、「陸送時間」「フレーター便数」「ベリー便数」の組合せとした。
- ・経路の一つとして仁川継越を設定した。

【仁川継越の扱いについて】

- ・国内の出国空港：本予測の選択対象空港11空港のうち、最寄りの空港
- ・陸送時間・運賃：国内の出国空港までの陸送時間・運賃
- ・便数：国内の出国空港から仁川までの便数
- ・路線数：国内の出国空港から仁川までの路線数
- ・ラインホール時間：国内の出国空港から仁川までの平均航空時間
- ・仁川 T/S ダミー：仁川継越選択の場合のダミー(乗換などを考慮して符号条件はマイナスとした)
- ・フレーター便の扱い：ベリー便のみ貨物を搭載すると想定
※フレーター便への搭載ありで仁川継越貨物量を算出した上で、ベリー便の積載可能量を超えた部分を他の経路に割り振る。

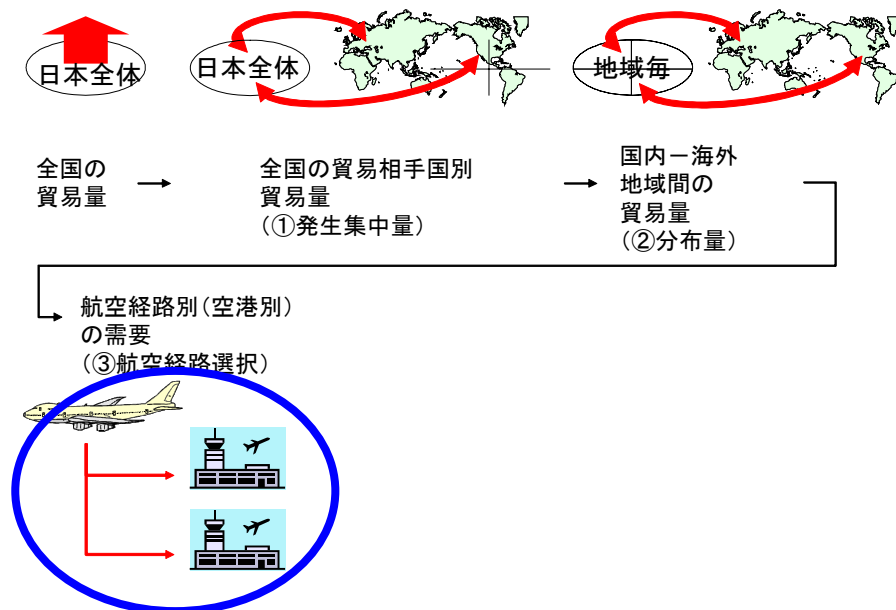


図 7-5 予測の流れ

【集計ロジットモデル】

$$P_{ijm} = \frac{\exp(V_{ijm})}{\sum_{m \in c_{ij}} \exp(V_{ijm})}$$

$$V_{ijm} = \sum_k \beta_{mk} \cdot X_{ijmk}$$

P_{ijm}	: i 地域と海外方面 j 間での航空経路 m の選択確率
V_{ijm}	: i 地域と海外方面 j 間で航空経路 m を選択するときの効用
c_{ij}	: i 地域と海外方面 j 間で選択可能な航空経路の集合
X_{ijmk}	: i 地域と海外方面 j 間で航空経路 m を選択する場合の k 番目の交通サービス指標
β_{mk}	: パラメータ

表 7-3 パラメータ推定結果

		輸出		輸入	
		係数	t値	係数	t値
空港アクセス陸送時間(分)	β_1	-4.28E-03	-8.8	-6.07E-03	-9.9
Ln{フレーター便数(便/週)}	β_2	1.66E-01	1.2	3.02E-01	1.7
Ln{ベリー便数(便/週)}	β_3	6.07E-01	3.5	5.53E-01	2.6
仁川トランジットダミー ※1	β_4	-1.56E-00	-5.8	-1.45E-00	-4.7
尤度比		0.258		0.476	

※1：仁川トランジットルートを選択肢固有ダミー

モデル構築で使⽤した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「国際航空貨物動態調査」(国土交通省航空局)

(b) 交通サービスデータ

- ・「JTB時刻表」
- ・「OAG時刻表」

(6) 継越貨物モデル

1) アジア発着継越貨物モデル

$$Q_i = \exp(\alpha) \cdot \left(\prod_k X_{ik}^{\beta_k} \right)$$

Q_i : i 方面の発生集中量

X_{ik} : i 方面に係る社会経済指標 k

α, β_k : パラメータ

表 7-4 パラメータ推計結果

		日本→アジア		アジア→日本	
		係数	t値	係数	t値
北米 GDP (10 億米ドル/年)	β_1	0.876	3.3	0.566	2.97
欧州 GDP (10 億米ドル/年)	β_2	0.383	1.3	0.289	1.41
定数項	α	-0.438	-0.2	4.165	2.91
重相関係数		0.78		0.76	

モデル構築で使用した基礎データは以下のとおり。

(a) 需要データ

- ・「日本出入航空貨物路線別取扱実績」(国土交通省航空局)

(b) 社会経済データ

海外の国内総生産 (GDP)

- ・「World Economic Outlook Database」(IMF)

2) 北米・欧州配分モデル

アジア発着の継越貨物量を過去 10 年間の欧米間の平均シェアにより配分する。

3) 空港別配分モデル

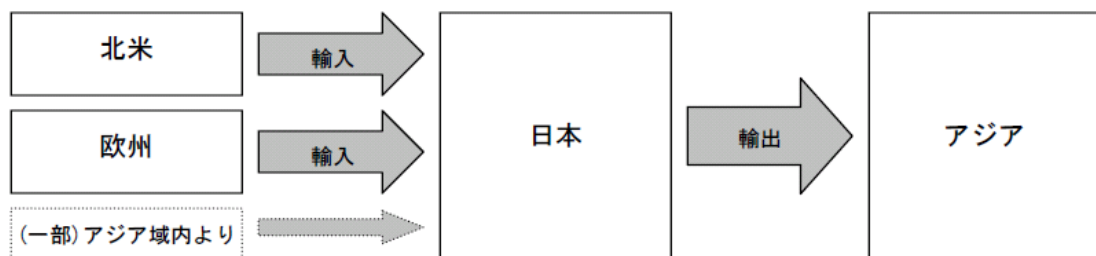
継越貨物は成田空港、関西空港、中部空港に配分されることとし、その配分率は現状（2005 年）の比率が将来も変化しないと想定する。

4) 海外方面別配分モデル

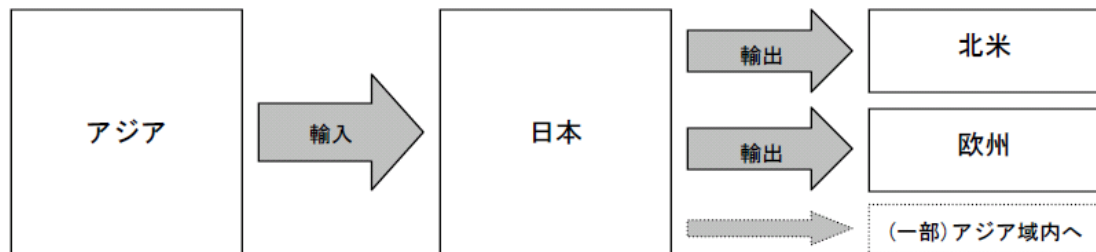
直送モデルで予測された貨物の比率により算出する。

（継越貨物は直送貨物の取り扱い量が多く発着便数が多い空港を利用すると考えられるため）。

① 北米・欧州からアジアへの日本経由貨物の流れ



② アジアから北米・欧州への日本経由貨物の流れ



(7) 便数算定

まずベリー便に貨物を積載し、残りの貨物をフレーター便に積載することとしている。

ベリー便については、国際航空旅客需要予測で算出される便数を用いる。フレーター便については、空港選択の説明変数である便数と、貨物量から算出される便数との整合がとれるように、繰り返し計算を行う。

ベリー便・フレーター便の1便当たり貨物量は、空港別の積載容量・積載率をもとに算出する。1便当たり貨物量原単位は2005年実績が将来も一定と想定する。

1便当たり貨物量原単位＝

空港別方面別1便当たりペイロードキャパシティ×積載率

表 7-5 1便あたりペイロードキャパシティ（トン）

区分	空港	アジア	太平洋	欧州他
フレーター	成田	89.4	86.4	86.4
	関西	89.3	91.9	91.9
	中部	100.0	91.9	91.9
	その他	90.2	86.6	86.6
ベリー	成田	45.9	48.0	43.7
	関西	35.3	45.7	47.2
	中部	33.7	35.8	34.5
	その他	37.6	44.7	43.2

表 7-6 積載率（％）

区分	空港	アジア	太平洋	欧州他
フレーター	成田	48.0%	55.3%	55.3%
	関西	43.1%	55.4%	55.4%
	中部	33.2%	54.0%	54.0%
	その他	33.2%	54.0%	54.0%
ベリー	成田	16.0%	11.5%	17.8%
	関西	12.9%	8.0%	13.6%
	中部	8.0%	6.7%	11.6%
	その他	8.0%	6.7%	11.6%

表 7-7 1便当たり貨物量原単位（トン/便）

区分	空港	アジア	太平洋	欧州他
フレーター	成田	42.9	47.8	47.8
	関西	38.5	50.9	50.9
	中部	33.2	49.7	49.7
	その他	29.9	46.8	46.8
ベリー	成田	7.3	5.5	7.8
	関西	4.5	3.7	6.4
	中部	2.7	2.4	4.0
	その他	3.0	3.0	5.0

原単位作成に使用した基礎データは以下のとおり。

・「Traffic by freight stage」（ICAO）

なお、補正のために各空港会社公表値を用いた。

8. 感度分析

将来の社会経済動向の不確実性により、航空需要予測の推計値がどの程度変動するのか検討する必要がある。そのため、主要な社会経済指標について過年度の動向を踏まえて現実的な変動を設定し、全国値を試算した。これにより、これら指標の組み合わせによる全国値への影響を検討するとともに対象指標の本モデルに対する感度を分析した。

(1) 感度分析の対象指標の条件設定及び計算手法

人口、日本GDP、海外GDP、為替変動について、過年度の動向を踏まえ以下のように感度分析の条件を設定。

全てのケースの組合せで簡易計算を行うとともに、さらに人口の上位と下位、GDPの上位と下位のケースで詳細計算を行った。

簡易計算とは、対象指標の変化に伴う交通サービスの変化（航空便数の増減）を反映しない簡易的な計算方法であり、詳細計算とは、繰り返し計算を行うことで、人口等の対象指標の変化に伴う交通サービスの変化（航空便数の増減）を反映し、需要の誘発又は取り止めといった影響も考慮する計算方法。なお、簡易分析の対象はメインモデルのみとし、離島・トランジットは対象外とした。

詳細感度分析は便数が整合するまで繰り返し計算を伴う関係上、計算に多くの時間を要するため、簡易計算で全ての組合せについて試算し、振れ幅の最大値・最小値などの全体傾向を把握した上で、主要な指標である人口、GDPについてのみ詳細感度分析を実施。

表 8-1 感度分析の前提条件

指標	指標別 ケース	設定				国内 旅客	国際 旅客	国内 貨物	国際 貨物
人口	基本	人口問題研究所の出生中位(死亡中位)推計				○	○	—	—
		伸び率	2006-12	2013-17	2018-27				
		日本	-0.1%	-0.3%	-0.6%				
	高位	人口問題研究所の出生高位(死亡低位)推計				○	○	—	—
		対基本	2012	2017	2027				
		日本	+0.6%	+1.2%	+3.0%				
	低位	人口問題研究所の出生低位(死亡高位)推計				○	○	—	—
		対基本	2012	2017	2027				
		日本	-0.7%	-1.3%	-2.7%				
日本 GDP 成長率	基本		2006-12	2013-20	2012-27	○	○	○	○
		日本	1.8%	2%程度	1%台半ば				
	高成長	基本ケースに対して、+0.3% (毎年)				○	○	○	○
	低成長	基本ケースに対して、-0.3% (毎年)				○	○	○	○
海外 GDP 成長率	基本		2006	2007	2008	—	○	—	○
		アジア	11.0%	7.4%	6.7%				
		欧米	3.4%	3.8%	2.5%				
	アジア 高成長	基本ケースに対して、フィリピン+0.3%、台湾・中国+0.4%、香港・韓国・マレーシア・インドネシア・シンガポール+0.6%、タイ+0.7% (毎年)				—	○	—	○
	アジア 低成長	基本ケースに対して、フィリピン-0.3%、台湾・中国-0.4%、香港・韓国・マレーシア・インドネシア・シンガポール-0.6%、タイ-0.7% (毎年)				—	○	—	○
	欧米 高成長	基本ケースに対して、北米+0.2%、欧州+0.3% (毎年)				—	○	—	○
	欧米 低成長	基本ケースに対して、北米-0.2%、欧州-0.3% (毎年)				—	○	—	○
為替 レート	基本	115 円/ドル, 147 円/ユーロ, 14.4 円/元等				—	○	—	○
	円高	円・ドル相場が 15 円円高、他の通貨相場も連動				—	○	—	○
	円安	円・ドル相場が 15 円円安、他の通貨相場も連動				—	○	—	○
	元切り 上げ	中国人民元が日本通貨に対して 25% 切り上げ (2005 年に対して)				—	○	—	○

※1：GDPは1人当たりGDPとして設定した。

※2：首都圏空港（成田・羽田）の「容量制約なし」ケースを対象とした。

※3：日本GDP成長率の感度分析幅は、平成14年1月及び平成17年1月の「構造改革と経済財政の中期展望」における中期予測（2006～2010年の5年間）の差の単純平均（0.3%）より設定している。

※4：海外GDP成長率の感度分析幅は、国毎に、過去20年間（1985～2005年）の日本実質GDPの成長率の変動幅（標準偏差）と、海外実質GDP成長率の変動幅（標準偏差）の比率を、日本の実質GDP成長率の感度分析幅「0.3%」に乘じること設定する。

※5：為替レートの感度分析幅は、2000年代（2000～2005年）の円・ドル相場の平均114.7円/ドル・標準偏差7.3円/ドルを踏まえ、約95%有意水準にあたる±15円/ドル（＝2σ）と設定する。また、人民元切り上げの感度分析幅は、「米中経済・安保検討委員会」の“中国の通貨・人民元の対ドルレートを現状より少なくとも25%切り上げるべき（2005年9月）”との見解を参考に、「2005年に対して25%元切り上げ」と設定する。

(2) 全組合せケース

① 国内旅客

: 全 9 ケース (=人口 (3) × 日本 GDP (3))

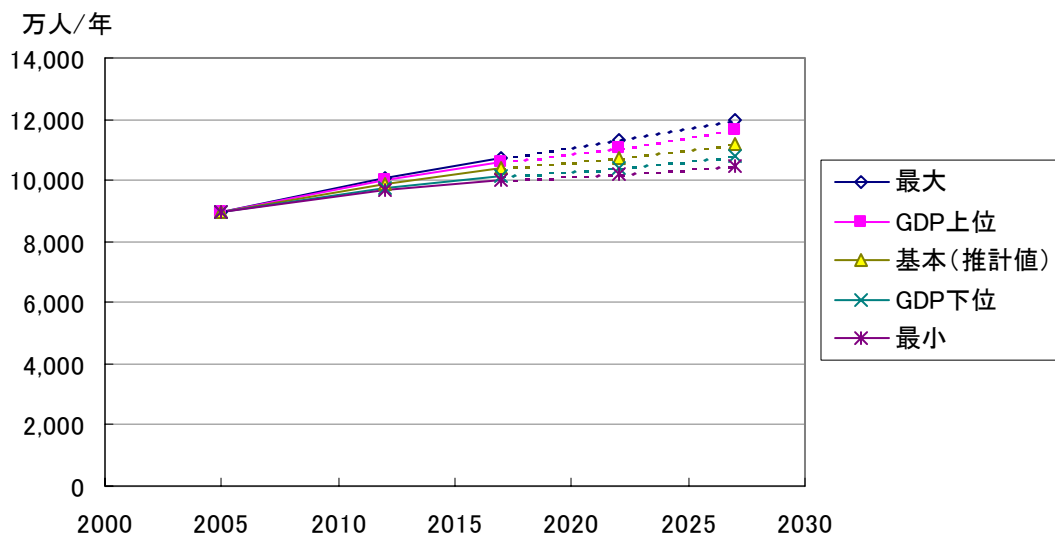


図 8-1 国内旅客感度分析結果概要

表 8-2 国内旅客ケース概要

指標	指標別 ケース	組合せケース						
		最大	GDP 上位	人口 上位	基本 (推計値)	人口 下位	GDP 下位	最小
人口	基本	—	○	—	○	—	○	—
	高位	○	—	○	—	—	—	—
	低位	—	—	—	—	○	—	○
日本 GDP 成長率	基本	—	—	○	○	○	—	—
	高成長	○	○	—	—	—	—	—
	低成長	—	—	—	—	—	○	○
2017 年試算値 (基本=100)		103.4	102.1	101.2	100.0	98.7	97.9	96.7

② 国際旅客

：全 324 ケース（＝人口（3）×日本 GDP（3）
×アジア GDP（3）×欧米 GDP（3）×為替（4））

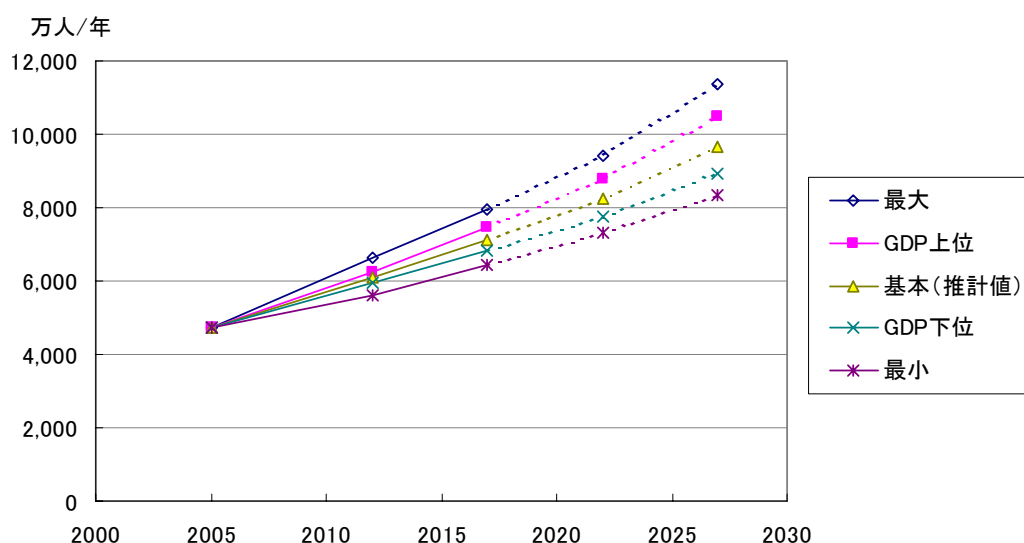


図 8-2 国際旅客感度分析結果概要

表 8-3 国際旅客ケース概要

指標	指標別 ケース	組合せケース									
		最大	為替 円高	GDP 上位	人口 上位	基本 (推計値)	人口 下位	為替 元切上	GDP 下位	為替 円安	最小
人口	基本	—	○	○	—	○	—	○	○	○	—
	高位	○	—	—	○	—	—	—	—	—	—
	低位	—	—	—	—	—	○	—	—	—	○
日本 GDP 成長率	基本	—	○	—	○	○	○	○	—	○	—
	高成長	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	低成長	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○
海外 GDP 成長率	基本	—	○	—	○	○	○	○	—	○	—
	アジア高成長	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	アジア低成長	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○
	欧米高成長	○	—	○	—	—	—	—	—	—	—
	欧米低成長	—	—	—	—	—	—	—	○	—	○
為替 レート	基本	—	—	○	○	○	○	—	○	—	—
	円高	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
	円安	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○
	元切り上げ	—	—	—	—	—	—	○	—	—	—
2017 年試算値（基本=100）		111.4	105.7	104.3	101.0	100.0	98.9	98.8	95.9	95.4	90.4

※ 1：アクセシビリティ指標を固定して繰り返し計算を行わず算出

※ 2：為替レートの元切り上げケースも計算したが、結果が予測の幅におさまっている（例えば、為替レートの元切り上げのみの場合は基本ケースと GDP 下位ケースの間となる）ため、図には表示していない。

③ 国内貨物

：全3ケース（＝日本GDP（3））

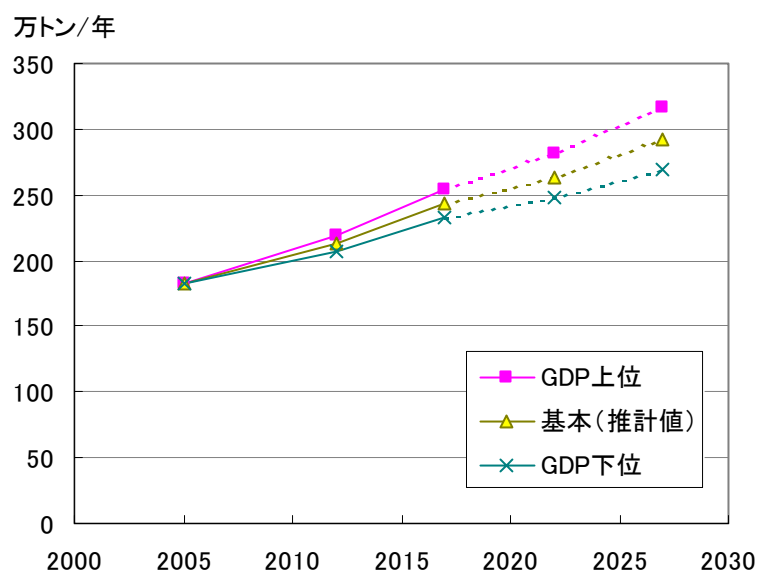


図 8-3 国内貨物感度分析結果概要

表 8-4 国内貨物ケース概要

指標	指標別 ケース	組合せケース		
		GDP 上位	基本 (推計値)	GDP 下位
日本 GDP 成長率	基本	－	○	－
	高成長	○	－	－
	低成長	－	－	○
2017 年試算値（基本=100）		104.6	100.0	95.6

④ 国際貨物

：全 108 ケース（＝GDP（3）×アジア GDP（3）
×欧米 GDP（3）×為替（4））

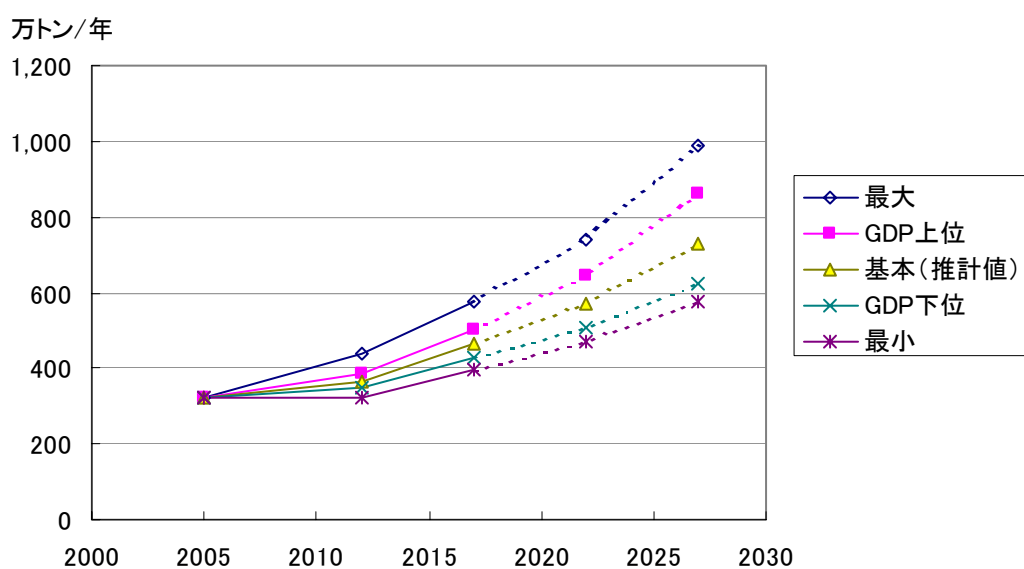


図 8-4 国際貨物感度分析結果概要

表 8-5 国際貨物ケース概要

指標	指標別 ケース	組合せケース							
		最大	為替 円高	GDP 上位	基本 (推計値)	為替 元切上	為替 円安	GDP 下位	最小
日本 GDP 成長率	基本	—	○	—	○	○	○	—	—
	高成長	○	—	○	—	—	—	—	—
	低成長	—	—	—	—	—	—	○	○
海外 GDP 成長率	基本	—	○	—	○	○	○	—	—
	アジア高成長	○	—	○	—	—	—	—	—
	アジア低成長	—	—	—	—	—	—	○	○
	欧米高成長	○	—	○	—	—	—	—	—
	欧米低成長	—	—	—	—	—	—	○	○
為替 レート	基本	—	—	○	○	—	—	○	—
	円高	○	○	—	—	—	—	—	—
	円安	—	—	—	—	—	○	—	○
	元切り上げ	—	—	—	—	○	—	—	—
2017 年試算値(基本=100)		124.4	114.0	108.6	100.0	98.6	92.3	92.1	85.3

(3) 詳細分析結果

① 国内旅客

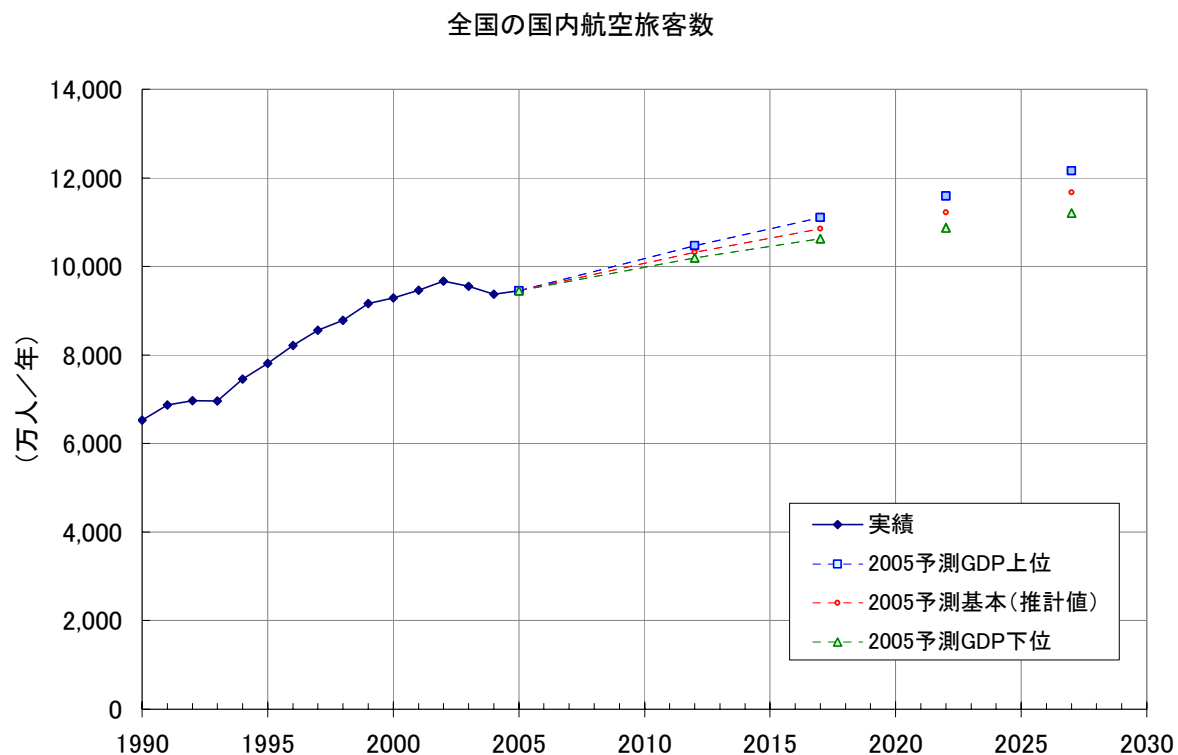


図 8-5 国内旅客感度分析結果 (GDP 上位・GDP 下位)

表 8-6 国内旅客ケース一覧

指標	指標別 ケース	組合せケース				
		GDP 上位	人口 上位	基本 (推計値)	人口 下位	GDP 下位
日本人口	基本	○	—	○	—	○
	高位	—	○	—	—	—
	低位	—	—	—	○	—
日本 GDP 成長率	基本	—	○	○	○	—
	高成長	○	—	—	—	—
	低成長	—	—	—	—	○
2017 年試算値 (基本=100)		102.3	100.2	100.0	99.8	97.9

② 国際旅客

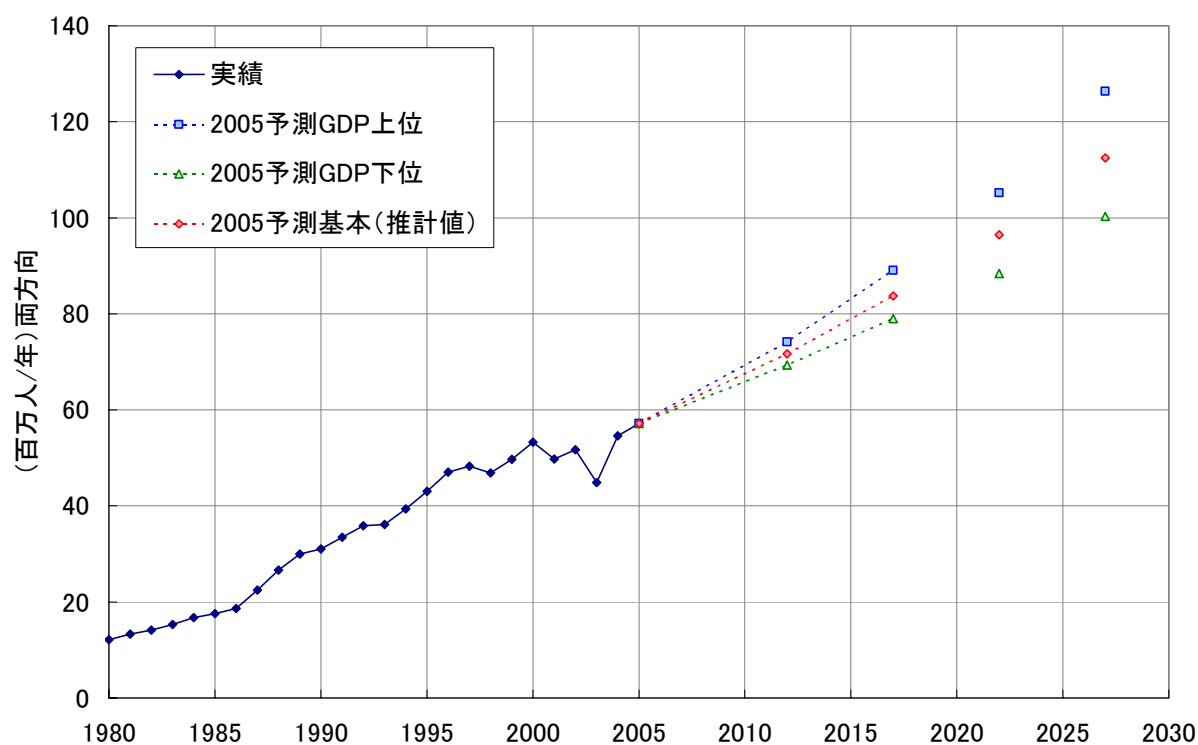


図 8-6 国際旅客感度分析結果（GDP 上位・GDP 下位）

表 8-7 国際旅客ケース一覧

指標	指標別 ケース	組合せケース		
		GDP 上位	基本 (推計値)	GDP 下位
日本 GDP 成長率	基本	—	○	—
	高成長	○	—	—
	低成長	—	—	○
海外 GDP 成長率	基本	—	○	—
	アジア高成長	○	—	—
	アジア低成長	—	—	○
	欧米高成長	○	—	—
	欧米低成長	—	—	○
2017 年試算値(基本=100)		106.4	100.0	94.4