

航空需要予測の改善について (国内航空旅客)

平成 22 年 11 月

国土交通省 航空局

国土交通省 国土技術政策総合研究所

目 次

1.	はじめに	1
2.	国内航空旅客需要予測手法の改善点〔概要〕	2
3.	需要予測モデル	3
	（1） 国内航空旅客需要予測モデルの体系	3
	（2） 生成交通量推計モデル	10
	（3） 地域別発生シェアモデル	11
	（4） 旅行先選択モデル	12
	（5） 交通機関選択モデル	13
	（6） 航空経路選択モデル	15
	（7） 空港アクセス交通機関選択モデル	17
	（8） 便当たり旅客数算定モデル	19
4.	将来予測の前提条件	20
	（1） 社会経済フレーム	20
	（2） 交通サービス水準	20

1. はじめに

国土交通省では、事業評価の前提となっている将来交通需要推計の改善に向けて、平成 22 年 4 月、省内に「将来交通需要推計手法検討会議」（座長：馬淵副大臣（当時））を設置し、現在の推計手法の課題検証と改善策の検討を行い平成 22 年 8 月に中間とりまとめを公表した¹。

将来交通需要推計手法検討会議の概要

〔背景〕

- 事業評価の前提となる将来交通需要推計について、予測と実績値に乖離がみられる。
- 交通機関毎に独自の需要推計を行っている。

〔目的〕

- 事業評価の前提となっている将来交通需要・推計について信頼性、透明性を確保する。
- 社会資本整備の二重投資を防ぎ、料金政策等の影響の事前把握を可能とするため、関係府省と共有可能な各交通機関共通の統合推計モデルを検討する。
- 情報公開のあり方について検討する。

〔検討事項〕

- 現在の推計手法の検証及び交通機関（分野）間の推計の整合性確保【第一段階】
- 各交通機関共通の統合推計モデルの検討 【第二段階】
- 情報公開のあり方

〔対象分野〕

- 将来交通需要推計をもとに、社会資本整備の計画・事業実施判断を行っている以下 4 分野を対象とする。
 - ①道路・・・道路交通需要
 - ②鉄道・・・整備新幹線の需要
 - ③港湾・・・内貿複合一貫輸送等の貨物需要
 - ④空港・・・国内航空旅客の需要

空港分野においても、当検討会議での議論等を踏まえ、第一段階に対応した国内航空旅客需要予測手法の改善策の検討を行った。本資料は、地方整備局や関係機関が総点検を行う際の推計手法として周知徹底を図ることを目的に、その成果をとりまとめたものである。

なお、今回の第一段階の改善は国土交通省国土技術政策総合研究所が開発・改善した既存の航空需要予測手法をベースとしている。そのため、本資料に記載のない推計手法の詳細等については、国土技術政策総合研究所ホームページに公表されている既存の報告書²を参照されたい。

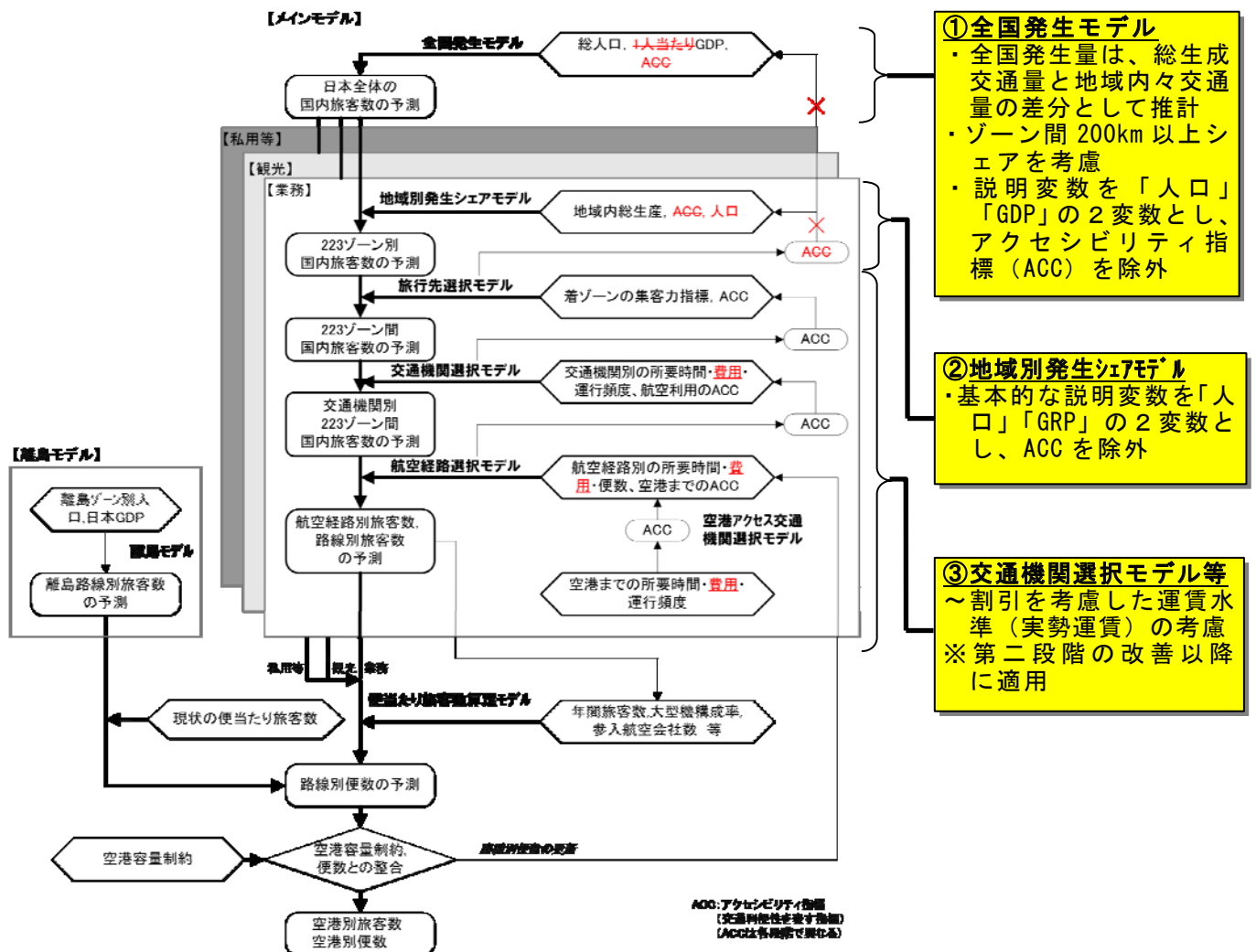
¹ 「将来交通需要推計の改善について【中間取りまとめ】」（平成 22 年 8 月 19 日、国土交通省）
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo11_hh_000004.html

² 「航空需要予測について」（国土交通省国土技術政策総合研究所）
<http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/kukou/keikaku/juyoul.html>

2. 国内航空旅客需要予測手法の改善点〔概要〕

第一段階の改善では、既存の航空需要予測手法をベースに、①全国発生モデルの分野横断的な統一、②地域別発生シェアモデルの説明変数等の精査、③交通機関選択モデル等における割引を考慮した運賃水準（実勢運賃）の考慮、④将来需要推計の前提条件とする将来フレームや交通サービス指標等の分野横断的な統一、を行った。

〔需要予測モデル〕



注) 既存の航空需要予測手法（「航空需要予測について」（国土交通省国土技術政策総合研究所））の需要推計フローに加筆

3. 需要予測モデル

(1) 国内航空旅客需要予測モデルの体系

- ・ 四段階推計法に基づく体系とする。

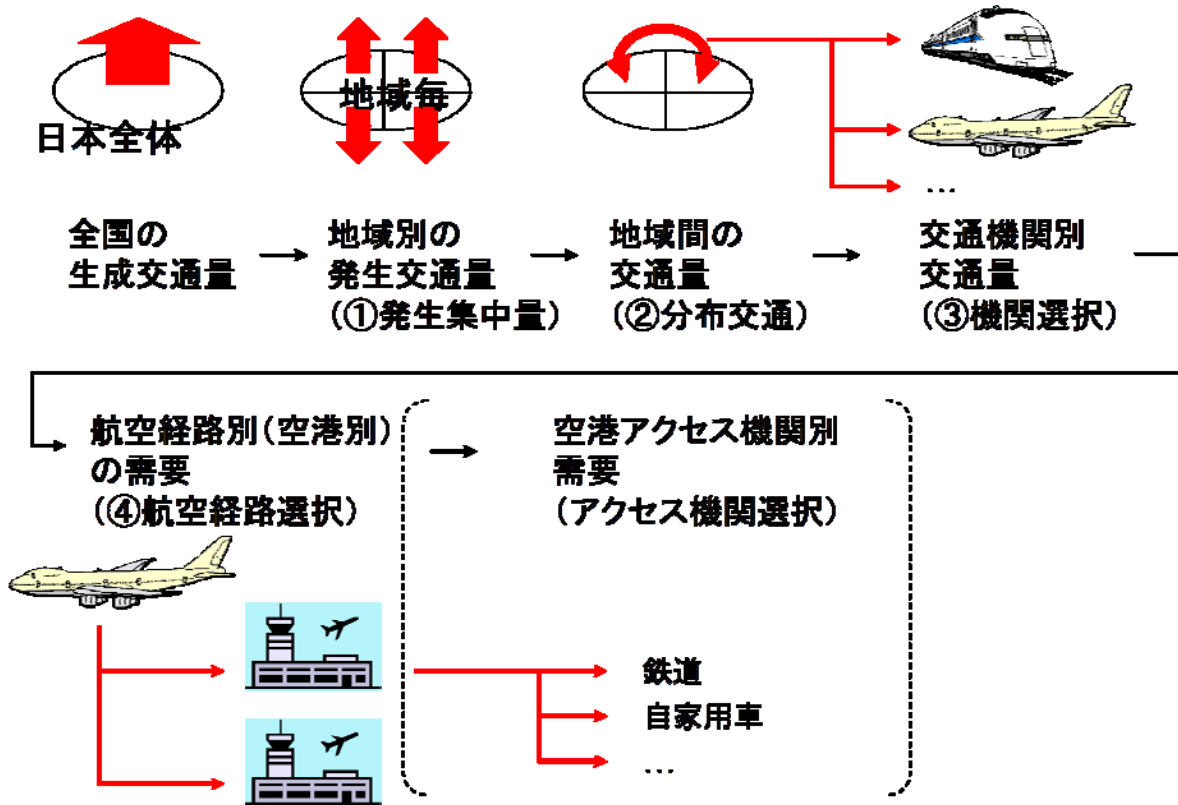


図 1 予測の流れ

1) モデルのフロー

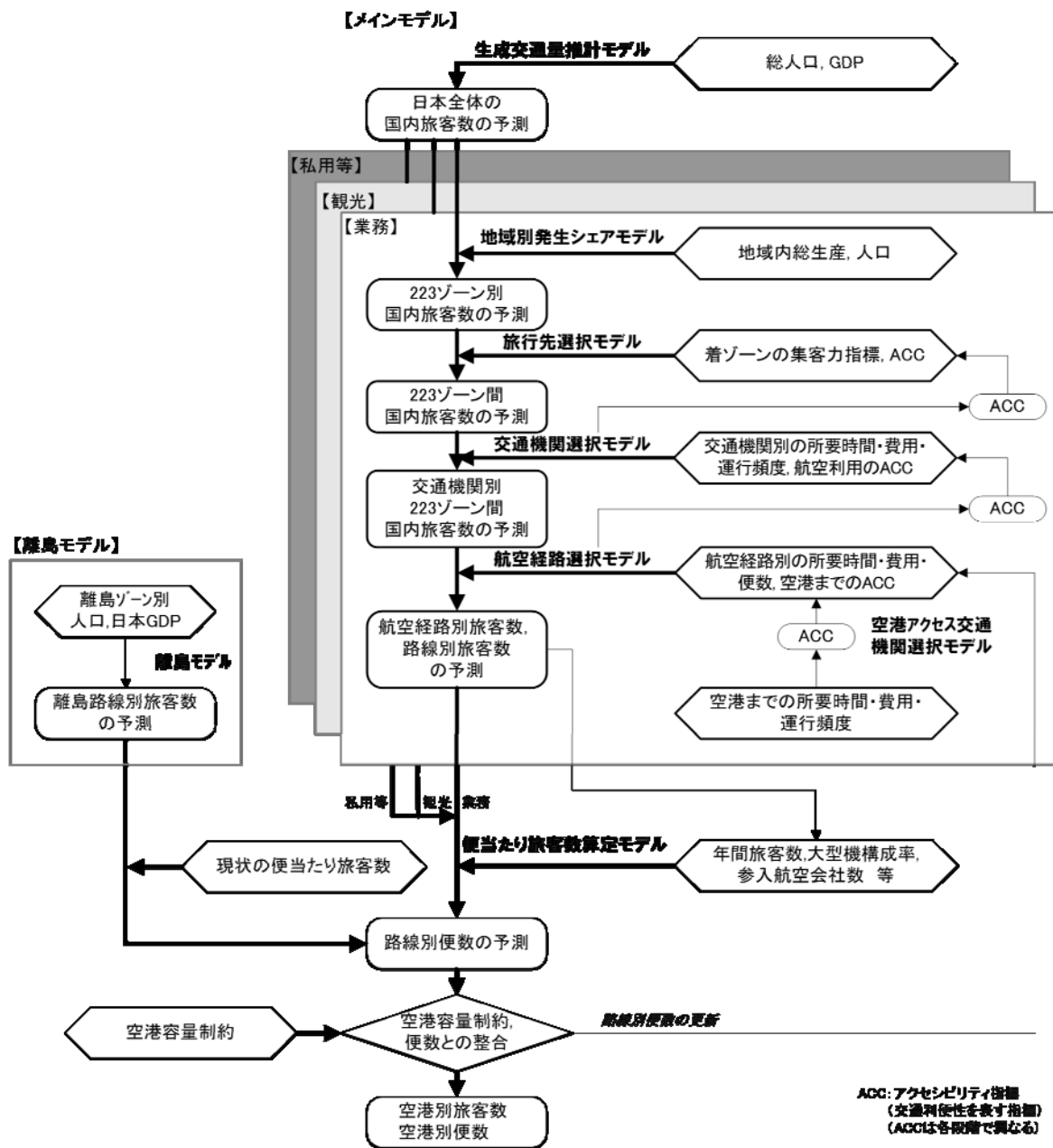


図 2 モデルのフロー（国内旅客）

2) 各サブモデル段階でのゾーン区分

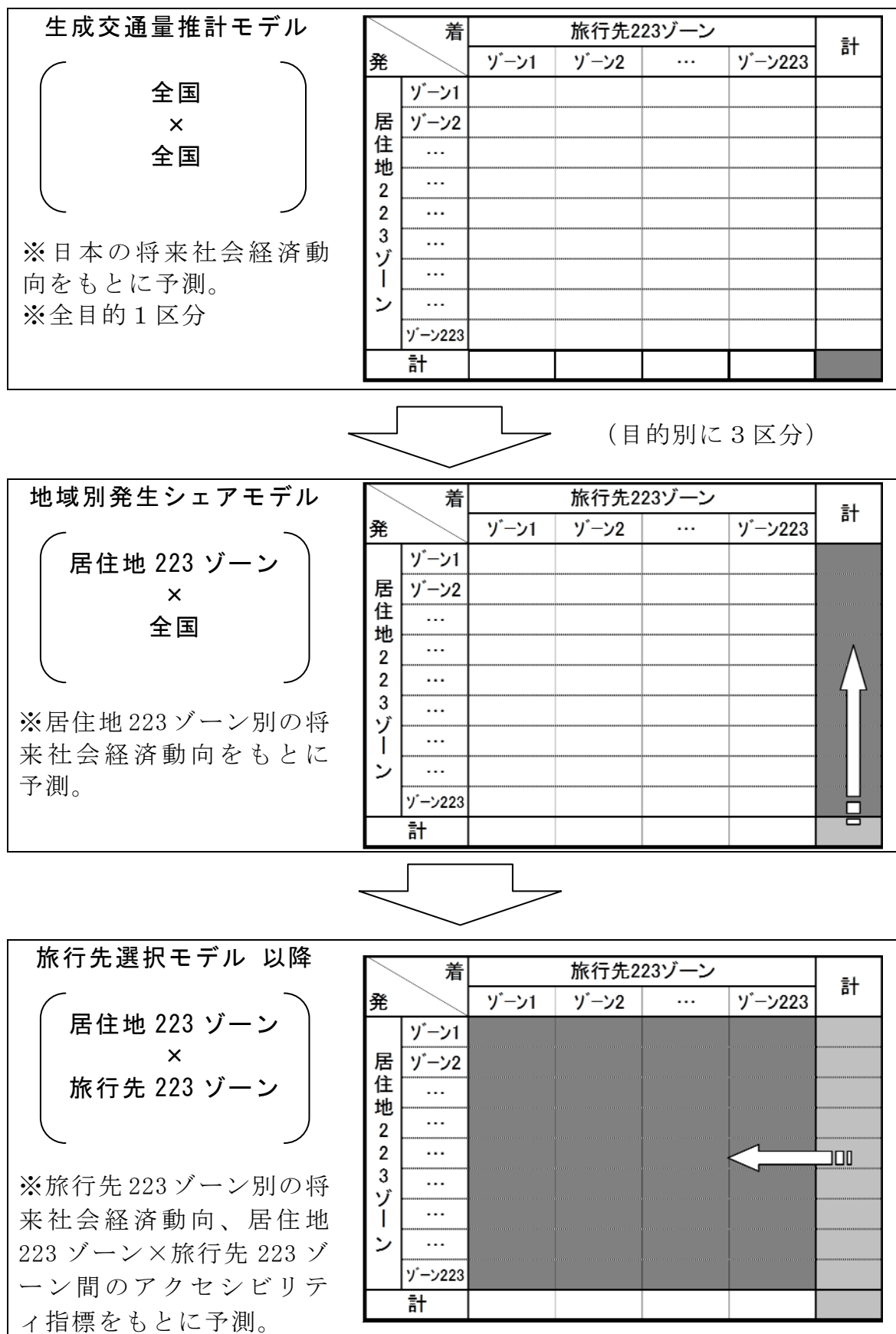


図 3 各サブモデル段階でのゾーン区分（国内旅客）

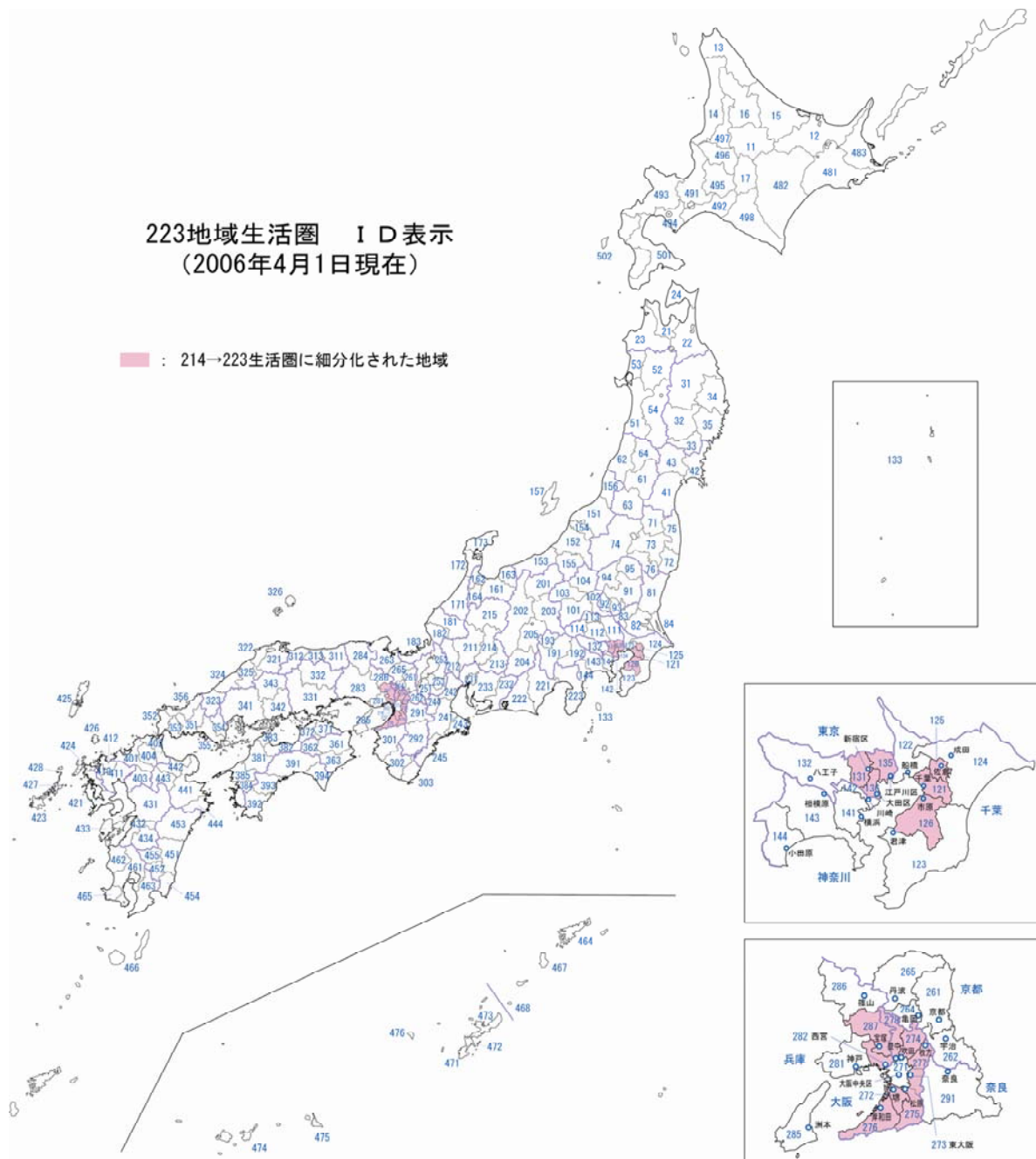


図 4 国内 223 ゾーン図（国内旅客）

3) モデル構築で使用するデータ

国内航空旅客需要予測モデルの構築で使用する基礎データは、以下のデータを用いる。

① 需要データ

- ・「旅客地域流動調査」 (国土交通省総合政策局)
- ・「全国幹線旅客純流動調査」 (国土交通省政策統括官)
- ・「航空旅客動態調査」 (国土交通省航空局)
- ・「航空輸送統計年報」 (国土交通省総合政策局)

② 社会経済データ

国内総生産・県内総生産

- ・「国民経済計算年報」 (内閣府)
- ・「県民経済計算年報」 (内閣府)

夜間人口・就業者数・従業者数

- ・「国勢調査」 (総務省)
- ・「推計人口」 (総務省)

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)

③ 交通サービス水準データ

(a) ゾーン中心と経路の起終点

223のゾーンの中心は、全国幹線旅客純流動調査における中心都市の市町村役場（都道府県庁が存在する場合は都道府県庁）とし、ゾーン間移動の起終点はゾーン中心とする。

(b) ゾーン間移動の代表交通機関

ゾーン間移動における代表交通機関を以下のとおり設定する。

- * 公共交通機関については、以下の優先順位を付け、1つの経路中の複数の交通機関の中で優先順位の最も高い交通機関で代表させる。

(代表交通機関設定のための優先順位)

①航空>②鉄道>③旅客船>④幹線バス

- * 代表交通機関が自動車の場合は、自動車のみの利用を想定する。

(c) ゾーン間移動の経路の設定

設定した経路は「最短所要時間」の経路とする。ただし、航空経路については、所要時間の短い経路から順に、第1経路、第2経路・・・とし、最大第4経路まで設定する。なお、第2経路から第4経路については、旅客流動の実態を踏まえ、第1経路との一般化時間³差が2時間以内

³：一般化時間とは、所要時間と、費用を時間評価値で時間換算した費用時間とを足し合わせたものであり、次の式で表される。

「一般化時間＝所要時間＋費用÷時間評価値」

の場合のみ候補経路とする。

代表交通機関が航空又は鉄道の場合の最短所要時間の探索は、国内航空及びＪＲ優等列車のダイヤ情報をデータ化し、乗り継ぐ交通機関毎に設定した「最小乗り継ぎ時間」を超える場合のみ相互の乗り継ぎが可能と判断し、さらに、１日（朝 5:00 発～夜 1:00 着）の間に移動できる経路のみを対象とする。

(d) 代表交通機関「航空」における空港までのアクセス

代表交通機関が航空の場合は、ゾーン中心と空港間の空港アクセス交通機関を４種類（鉄道、リムジンバス、旅客船、自動車）設定し、各々空港までの最終交通機関で定義する。

なお、空港アクセスの場合の「鉄道」では、ダイヤ情報は考慮せず、通常の最短所要時間経路とする。

(e) 交通サービス水準データの一覧

モデル構築に用いる各交通機関の交通サービス水準データの一覧は、以下のとおりとする。

表 1 交通サービス水準データの一覧

項 目		内 容
航空	路線	・需要データと同時点の時刻表による
	所要時間、発着時刻	・需要データと同時点の時刻表による ・各路線毎に全便の発着時刻を登録
	運賃	・需要データと同時点の時刻表の大人普通運賃をベースに航空旅客動態調査で把握される利用券種別旅客数構成率等をもとに推計した実勢運賃
	乗り換え時間・待ち時間	・以下を最小乗り継ぎ時間とした。 他交通機関⇒航空 40分(搭乗時) 航空⇒他交通機関 20分(降機時) 航空⇄航空 30分
鉄道	路線	・需要データと同時点の時刻表による
	所要時間、発着時刻	・需要データと同時点の時刻表による ・JR優等列車の場合は、各路線毎に全列車の駅間発着時刻を登録 ・その他の列車は運行形態に応じた最速列車で代表
	運賃・料金	・需要データと同時点の時刻表の通常期運賃・料金をベースに推計した実勢運賃
	乗り換え時間・待ち時間	・以下を最小乗り換え時間とした 鉄道⇒鉄道、バス 10分/回 鉄道⇒その他(航空を除く) 10分/回 ・JR優等列車相互の乗り換えの場合は便の接続時間を考慮して設定
バス	路線	・需要データと同時点の時刻表による
	所要時間	・需要データと同時点の時刻表による(発着時刻はデータ化しない)
	運賃	・需要データと同時点の時刻表による
	乗り換え時間・待ち時間	・以下を最小乗り換え時間とした バス⇒バス 10分/回 バス⇒その他(航空を除く) 10分/回
旅客船	路線	・需要データと同時点の時刻表による
	所要時間	・需要データと同時点の時刻表による
	運賃	・需要データと同時点の時刻表による
	乗り換え時間・待ち時間	・以下を最小乗り換え時間とした 船⇒バス 10分/回 船⇒その他(航空を除く) 10分/回
自動車	路線	・需要データと同時点
	所要時間	・以下の速度で設定 高速道路・外環:80km/h 一般有料道路・都市高速:40km/h 国道・県道・その他:30km/h
	休憩時間	・走行距離×(30分/200km)で算定
	高速道路等料金	・高速道路 23円/km×高速道路距離+150円で算定。ただし距離による割引を考慮。 ・その他有料道路 2005年時点の料金 ・平均乗車人員 1.7人/台
	走行経費	・22.26円/台km×走行距離 ・平均乗車人員 1.7人/台
	乗り換え時間・待ち時間	・自動車と航空の最小乗り換え時間は上記

注1) ゾーン中心と最寄りの公共交通機関のターミナル間は10分と設定。

注2) 需要データは最新の全国幹線旅客純流動調査を使用。

注3) 割引を考慮した運賃水準(実勢運賃)については、第二段階の改善以降に適用。

(2) 生成交通量推計モデル

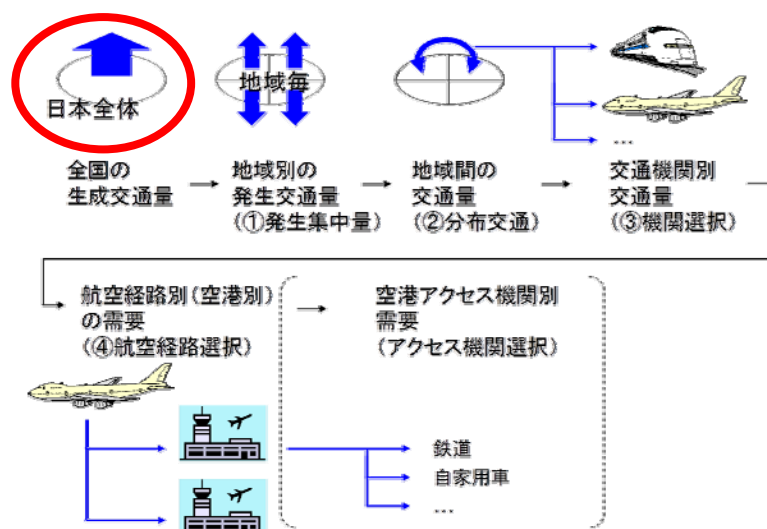


図 5 予測の流れ

モデル式は、人口及び実質 GDP を説明変数とし、以下のとおりとする。

$$Q_t = POP_t^\alpha \cdot GDP_t^\beta$$

Q_t : t 年の旅客地域流動ベースの全目的生成量（千人/年）
 POP_t : t 年の全国の人口（千人）
 GDP_t : t 年の国民総生産（10 億円/年）
 α 、 β : パラメータ

地域間交通量を直接に推計した場合、地域間交通量の実績値の年次変動が大きく推計結果に影響を与えるため、地域内交通量も含めた総生成交通量と、地域内交通量をそれぞれ推計し、その差分により地域間交通量を推計する。

$$Q_{\text{地域間}} = Q_{\text{総生成}} - Q_{\text{地域内々}}$$

なお、以降の推計プロセスは純流動ベースで行うため、上記モデル式で推計した生成交通量の伸びを、純流動の実績値（最新の幹線旅客純流動調査（国土交通省）の結果）に乗じる。

また、対象需要を揃える*ために、ゾーン間 200km 以上シェアを乗じる。なお、旅客地域流動調査のうち自動車データについては、データ作成方法上、距離帯別の時系列データに課題を有するため、自動車データのみ 3 年間の移動平均値を用いる。また、将来のシェアは過去 10 年間の平均値で一定とする。

※：生成交通量推計モデル「旅客地域流動調査」の都道府県間（三大都市圏内除く）OD 需要が対象、
 国総研モデル「全国幹線旅客純流動調査」のゾーン間 200km 以上の OD 需要が対象

(3) 地域別発生シェアモデル

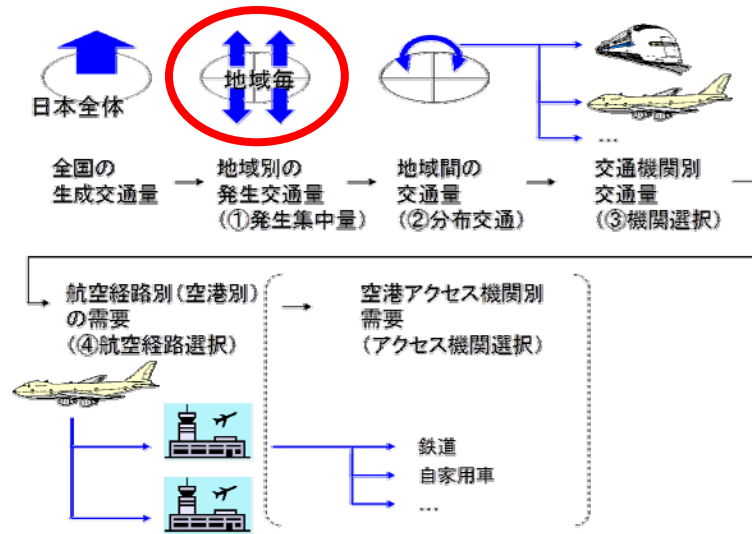


図 6 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとする。

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

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

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

- S_{li} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i の発生量の、旅行目的 l の全国発生量に対するシェア
- S_l : 旅行目的 l の全国発生量の、全目的の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 の全国発生量 (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
- DMY_{lim} : 旅行目的 l 居住地ゾーン i のダミー変数 m
- α_l 、 β_{lk} 、 γ_{lm} : パラメータ

(4) 旅行先選択モデル

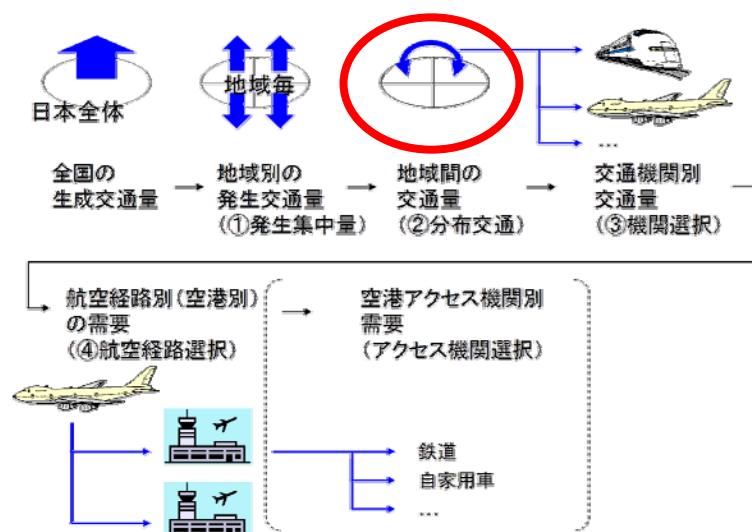


図 7 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとする。なお、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。

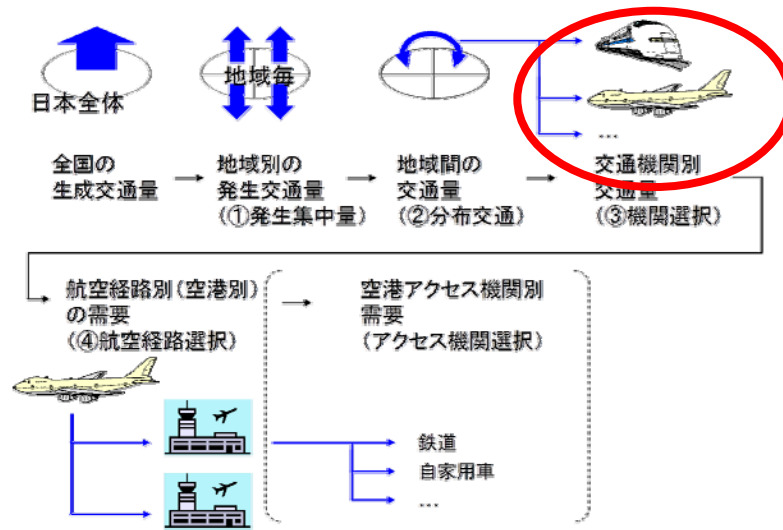
$$P_{ij} = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{j \in c_i} \exp(V_{ij})}$$

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

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

- 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

(5) 交通機関選択モデル



モデル式は、以下のとおりとする。

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

[レベル1]

$$P_{1ijm} = \frac{\exp(V_{1ijm})}{\sum_{m \in c_{1ij}} \exp(V_{1ijm})}$$

$$V_{1ijm} = \sum_k \beta_{1mk} \cdot X_{1ijmk} + \gamma_1 \cdot ACC_{1ijm}$$

$$ACC_{1ijm(m=\text{航空})} = \ln \left\{ \sum_{r \in c_{ij}} \exp(V_{ijr}) \right\}$$

P_{1ijm}	: 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_{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
X_{1ijmk}	: 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
$ACC_{1ijm(m=\text{航空})}$	: 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路の集合
 β_{1mk} 、 γ_1 : 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

(6) 航空経路選択モデル

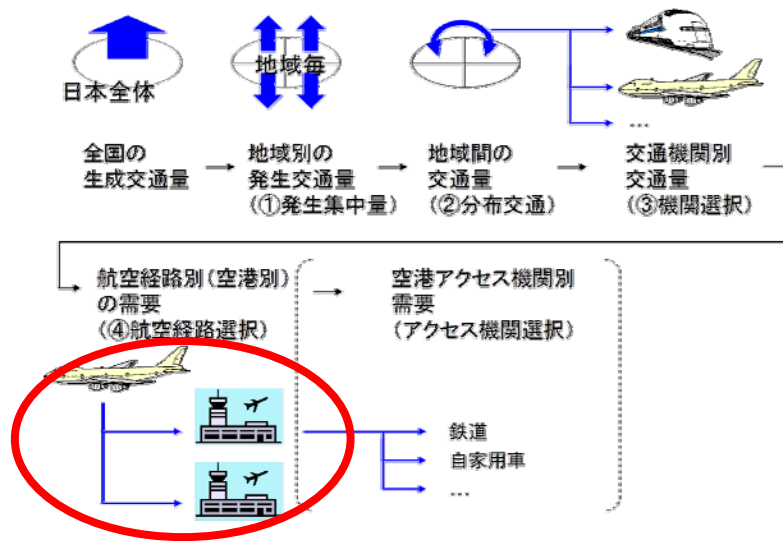


図 9 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとする。

なお、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ログサム変数の和とする。

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

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

P_{ijr}	: 居住地ゾーン i と旅行先ゾーン j 間での航空経路 r の選択確率
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路の集合
X_{ijkkr}	: 居住地ゾーン i と旅行先ゾーン j 間で航空経路 r を選択する場合の k 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($resd$)ゾーン i 、旅行先側($dest$)ゾーン j から各々の空港 n 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 から空港 n 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_{2inm} 、選択肢集合を c_{2in} とすると、次の式で表される。

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

(7) 空港アクセス交通機関選択モデル

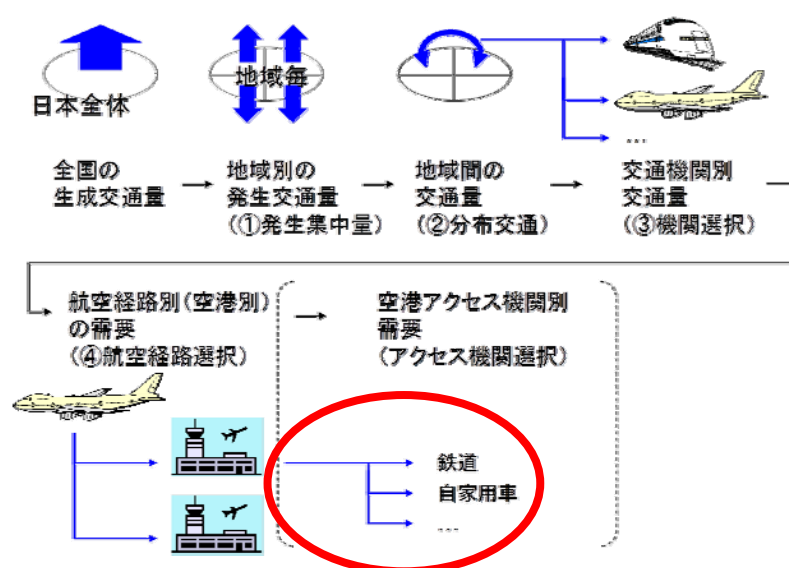


図 10 予測の流れ

モデル式は、以下のとおりとする。

公共交通機関と自動車の2機関間の選択を表すレベル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]

$$P_{1inm} = \frac{\exp(V_{1inm})}{\sum_{m \in c_{1in}} \exp(V_{1inm})}$$

$$V_{1inm} = \sum_k \beta_{1mk} \cdot X_{1inmk}$$

P_{1inm} : 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_{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

X_{1inmk} : 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_{1mk} : 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

(8) 便当たり旅客数算定モデル

モデル式は、以下のとおりとする。

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ものとし、さらに、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）で説明されるものとする。

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

- 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

4. 将来予測の前提条件

(1) 社会経済フレーム

総生成交通量の将来推計にあたり、人口及び実質 GDP の将来値は以下のとおり設定する。

全国の人口：日本の将来推計人口（国立社会保障・人口問題研究所）の中位推計の最新値。

市町村の人口：日本の市町村別将来推計人口（国立社会保障・人口問題研究所）の中位推計の最新値。

就業者数：就業者率（就業者数/人口）の最新の実績値（国勢調査）を、将来人口に乗じて算出。

実質 GDP：最新の实質 GDP の政府見通し（経済見通しと経済財政運営の基本的態度（内閣府））に、直近 10 年間の実質 GDP（国民経済計算年報（内閣府））の平均変化量を加算して予測
平成 42 年（2030 年）以降は一定値に設定

実質 GRP：都道府県毎に、都道府県ごとの直近 10 年間の実質 GRP 平均変化量を年毎に加算し、予測値を算出。その予測値の都道府県間の比率を予測した実質 GDP に乗じて按分し、各都道府県の GRP と設定。

(2) 交通サービス水準

交通サービス水準は以下の考え方で設定する。

- ①ネットワークの設定については、現況に加え、事業化済みの箇所を考慮する。
- ②所要時間・運行頻度については、現況を基本とし、将来の変更が明確に予定されているものはこれを考慮する。
- ③費用については、割引を考慮した現在の料金水準を基本とし、将来の変更が明確に予定されているものはこれを考慮する。（第二段階の改善から適用する）
- ④有料道路事業の認可を受けた事業については、有料道路前提とする。