

国際航空旅客輸送市場のシミュレーションモデル化*

Simulating the International Air Transport Market*

坂上聡史**・竹林幹雄***

By Satoshi SAKAUE**・Mikio TAKEBAYASHI***

1. はじめに

航空旅客輸送市場は、伝統的に産業組織論の枠組みでとらえることが主流であり、この意味で需要分析は主としてエアライン側の立場で行われることが多かった¹⁾。一方、交通工学的な立場から、旅客の行動に焦点を当てた研究も行われ、近年ではその両者を統合する形の分析手法も提案されている²⁾³⁾。

しかし、これら既往の分析手法は市場の「均衡」を前提としている。すなわち、エアライン・旅客に関して「均質性」を前提としているものであり、また基本的に静学分析である。現実にはエアラインはイーロードマネジメント⁴⁾を駆使して様々なサービスレベルの「商品」を販売し、またそれにより旅客の流動も変動する。このように「複数のサービス」生産が旅客流動に与える影響を考える場合、均質性を前提とする均衡分析では限界がある。また、エアラインのネットワーク形成戦略は四半期から半期といった比較的短い期間で行われるものである。このため過去の履歴が将来の状態に反映される「動学的」または「準動学的」枠組みが必要とされる。

現在、このようなマイクロレベルでの複雑性を動学的枠組みでとらえるための有効な手段としては、シミュレーションの利用が挙げられる。特に、イーロードマネジメントの影響まで考慮するためには、旅客の行動に関しても精緻に表現する必要がある。

本研究では、上述の問題意識に鑑み、旅客行動シミュレーションモデルを開発するに当たり、旅客の収入、渡航目的や年齢などの属性が異なることによる行動の差異に着目する。そして、アジア市場を対象として、モデルの挙動特性の評価を行う。

*キーワード：空港計画，経路選択，シミュレーション

**学生員，神戸大学大学院自然科学研究科

(〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1,
sakaue@stu.kobe-u.ac.jp)

***正員，神戸大学工学部建設学科

(〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1)

2. 国際航空旅客流動モデル

開発する国際航空旅客輸送市場シミュレーションモデルはアジア内のエアラインのネットワーク運営およびイーロードマネジメント、並びに航空旅客のフライト選択行動を再現することを目的に構築する。

(1) モデルの前提条件

本モデルの市場および各主体について、主な前提条件を示す。

a) 対象市場

2000年以降の国際航空旅客市場のうち、日本と韓国を結ぶ路線を対象とする。

b) 与件事項

2000年までの総旅客数、各キャリアの月別運行スケジュールは与件とする。

c) 対象

定期旅客便を利用し日本を出発する航空旅客のみを対象に扱い、チャーター便は考慮しない。

d) 個人の行動

個人はあらかじめ決められたルールに従って行動する。

e) 競合交通機関

船舶など、航空以外の競合航空機関は考慮しない。ゆえに、旅客は旅行する・しないという2項選択を行うこととなる。

f) ゾーンおよびセントロイド

日本国内を47ゾーンに分割し、各ゾーンは現行の都道府県とする。また、各ゾーンのセントロイドは都道府県庁所在地とする。

g) 空港アクセス

セントロイドから空港までは代表的な公共交通機関を用いるものとし、各リンク間につき手段は2種類とする。合理的な公共交通機関が1種類しかない場合は1種類とする。また、交通機関の所要時間、費用は与件とする。

h) 予約クラス

実際の予約システム上では、予約期限や払戻の手数料の差異などにより、複数の予約クラスがあり、運賃に差があるのが一般的である。ここでは、簡単のため21日前予約可能(下位クラス)、および当日まで予約可能(上位ク

ラス)という2つの予約クラスを仮定する。

i) 滞在日数

国際航空旅客動態調査⁵⁾の結果より、旅客の滞在日数は旅行目的により大きく異なる。図より明らかなように、観光目的のおよそ80%は3日ないし4日の滞在である。一方、業務の場合3日ないし4日の滞在は約55%に過ぎず、観光ではほとんど見られない1週間以上の滞在も約20%を占める。また、1日ないし2日という短期の滞在も約10%を占める。このため、本研究では属性により異なる滞在日数の違いを考慮する。

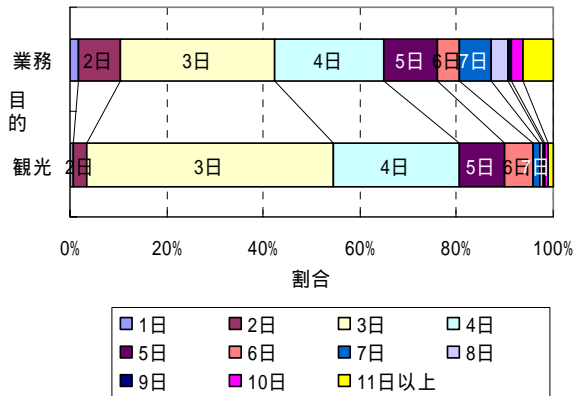


図 1 目的による滞在日数の違い

(2) モデルの全体像

本モデルでは、図2で示すように仮想個人を生成し、各々の判断基準に基づき利用する時期、空港、路線、便などを選択する。ここでは、旅客を発生させ、時期を割り当てる部分をジェネレーター、空港や便を選択する部分をアロケーター、キャリアがスケジュールを構築する部分をキャリアモデルと呼ぶこととする。

(3) ジェネレーター

次に、ジェネレーターでの仮想個人の生成について、以下に主な条件を示す。ここで決定された事項でも、各々の属性以外は旅客が主体的に変更することもある。

a) 仮想個人

1998年から予測を行う年までにわたり、仮想個人を1人ずつ発生させる。同時に、都道府県、年代、収入などを確率的に割り当てる。

b) 旅行時期決定

発生した月から12ヶ月前までの発生トレンド、及び各々の属性に応じて旅行する月を確率的に決定する。ここでは、特に就学中の者は旅行時期に制約を受けるものとする。

c) 出発時間帯

自宅などの最終滞在地を出発する時間帯をランダムに割り当てる。ここでは午前6時から15時までの1時間ごととする。

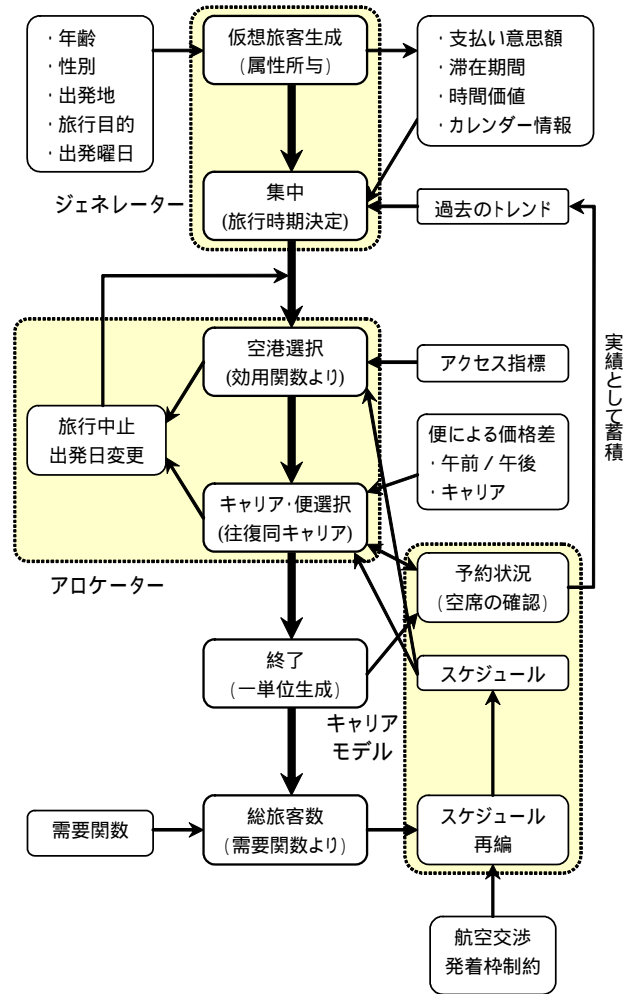


図 2 モデルの全体像

(4) アロケーター

業務での利用者や勤労者は時間価値が高いゆえ、休暇の取得の都合などもあり、出発日に関する自由度が低く決められたその日に出発する必要があることから、至近の空港に便がない場合でも他の空港から出発するものと考えられる。一方、その他観光の利用者は時間価値が低く、条件に見合う便がない場合は、出発日を変更しアクセス費用のより低廉な近隣の空港から出発するものと考えることとする。

一日に複数便運航のある大都市からの韓国への航空券価格およびツアー料金では、午前便と午後便により代金の差があることが多く、概して現地での滞在時間が長い午前便利用の方が設定される料金は高いのが現実である。

このように、旅客については、以下に示すルールに基づきフライト選択を行うものとした。

a) 空港選択

図3より、各都道府県における空港の選択は大都市圏においては一意に決まるが、地方においては利用する空港の選択が起きていることがわかる。

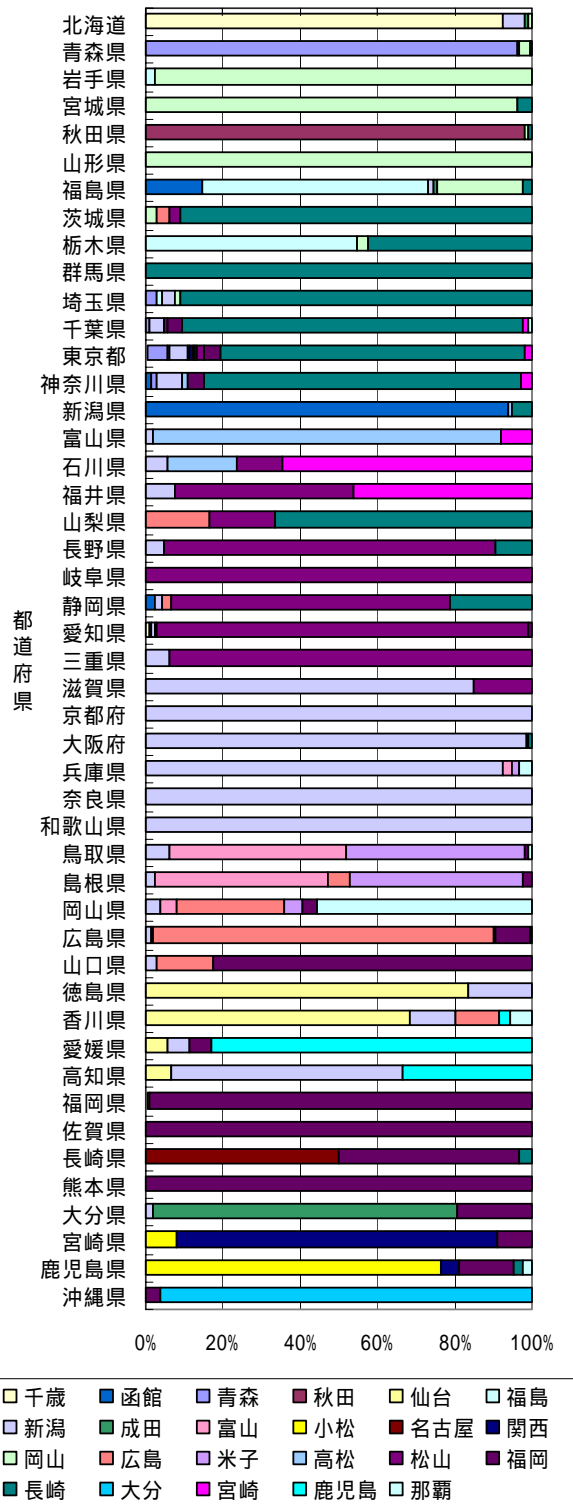


図 3 各都道府県における空港選択

そこで、仮想旅客の空港選択は、各々の旅客が航空旅客動態調査⁵⁾の結果に基づき推計された空港選択効用関数により行う。ここで、空港選択効用関数はアクセス時間、アクセス費用、運航頻度、提供座席数などの説明変数からなるものである。

前述したように、旅客は必ず最善の選択をすることは限らないため、これらの効用に従い利用する空港をロジック

配分により決定する。なお、ここで決定された空港は必ず利用されるわけではなく、希望する出発日に運航が無い場合など条件にそぐわない場合は、この後の判断次第で旅客が便を変更することもある。

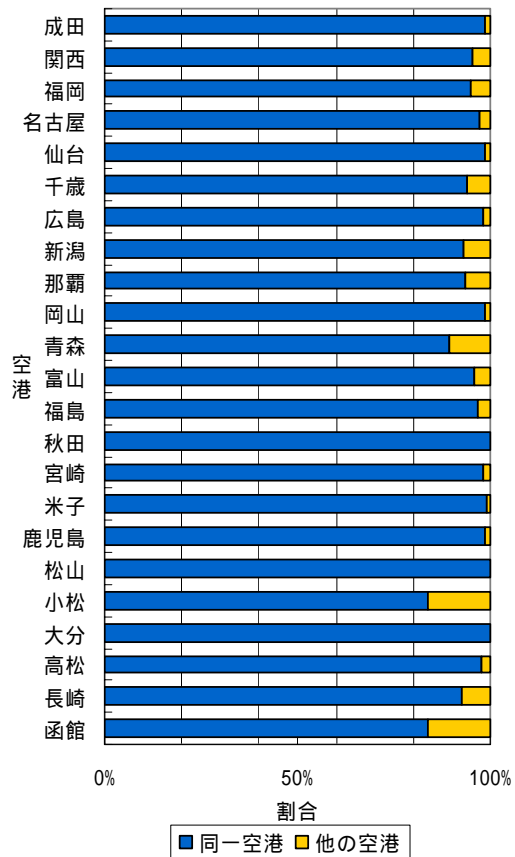


図 4 各出発空港における到着空港

図4では、日韓線が運航されている各空港別の到着空港を国際航空旅客動態調査⁵⁾の結果よりまとめたものである。これより、多くの旅客は出発した空港と同一の空港に帰国することがわかる。そこで、本モデルでは簡単のため、旅客の旅程はすべて単純往復のみとする。

b) 便選択

次に各々の属性に基づき、利用する便を選択する。ここでは、各予約クラスの予約状況を常に参照しながら、予約する便を決定する。業務の利用者の場合、変更などの制約の少ない上位クラスを利用し、一方、それ以外の旅客は優先的にコストの安い下位クラスを利用するものとし、満席の場合は上位クラスを利用することもあり得るものとする。

多くの旅客は出発時に往復の利用便を決定しているため、本研究では往路の便選択と同時に復路の便も選択する。各々は滞在の効用を最大化するように便選択を行う。ここでは仮想旅客はジェネレーターで与えられた滞在日数をもとに予約を試みるが、予約の都合次第では日程を前後することも起こりうる。

(5) 需要関数

(3)および(4)より, 仮想旅客が1名生成される. 本モデルでは, その年に生成する総旅客数はこの需要関数により与えられる. 説明変数として, 両国のGDPや人口などの社会経済指標, およびこれまでの発生トレンドを用い, 1年間に発生する総旅客数を決定する.

ジェネレーター, アロケーターで生成される人数が必要関数で求められた人数に達するまで繰り返し演算をする.

(6) キャリアモデル

キャリアは発生した輸送実績を参照し, 次期のスケジュールを決定する. すなわち, 過大な需要の場合は増便を行い, 一方過小な需要の場合は減便, あるいは運休を行う.

表 1 近年の日韓航空協定における主な合意事項

年月	主な合意事項
2000年6月	名古屋空港の輸送枠が週2便追加 福島=ソウル 145人乗りの機種3便分が追加
2000年12月	2002年5月以降に東京=ソウル間1日9往復増便
	秋田を乗り入れ地点に追加
	鳥取を乗り入れ地点に追加
	島根を乗り入れ地点に追加
	宮崎を乗り入れ地点に追加
2002年1月	ソウル便の羽田空港への乗り入れを国際チャーター便の一環として認める
	襄陽を日本側の韓国内乗り入れ地点として追加
	大阪=釜山, 済州, 大邱, 光州, 清州に週0.2単位追加
	名古屋=釜山, 済州に週1.4単位追加
2003年4月	那覇=ソウル, 釜山, 済州に週1.2単位追加
	大阪=ソウル線 双方2.3単位の追加 鹿児島-熊本=ソウル線 双方3.0単位の追加
2004年5月	名古屋=ソウル間で, 約50%増加
	大阪=済州 A330相当機材で週3便増便
	福岡=ソウル A330相当機材で週3便増便
	札幌=ソウル A330相当機材で週2便増便
2005年12月	開設可能 旭川=ソウル
	開設可能 札幌=釜山
	開設可能 函館=ソウル
	開設可能 広島=釜山
	増便 青森=ソウル
	増便 秋田=ソウル
	増便 富山=ソウル
	増便 小松=ソウルへの韓国企業の就航
	増便 名古屋=済州
	増便 関西空港=済州
	増便 福岡=ソウル, 釜山, 済州
	広島=ソウル等の路線で機材の大型化
	第三国の航空企業とのコードシェア(共同運航)の便数を無制限とする

a) スケジュール再編の時期

国際線のスケジュールは, サマータイムの開始, 終了の時期と同様, 3月末および10月末に大きく変更されることが一般的である. そこで, 本モデルでもこの点を再現するため, 1年間のスケジュールを4月から10月まで(サマースケジュール)と11月から3月まで(ウインタースケジュール)の2種類と仮定する.

b) 再編の手法

再編を行う場合, 各時期別の有償座席数, ロードファクターを参照し, あらかじめ決定しているルールに基づき次期のスケジュールを決定する.

c) 機材繰り

需要が過大でもエアラインの機材数の制約から保有機材数以上は投入できない. そこで, 本モデルでは現在の保有機材以上投入することはできないものとする.

d) 航空協定

表1に示したように, キャリアは航空協定の制約を受けながらスケジュールを編成する. また, 特に主要空港においては発着枠が逼迫しているケースも見受けられるため, 潜在的な需要があっても発着枠を超えて便を設定することはできない.

3. 数値計算

紙面の都合上, モデルの再現性および結果の詳細は講演時に発表する.

4. 結論

本モデルで得た主たる知見を整理する.

- ・ 仮想個人の行動の元となるルールを設定した上でシミュレーションを用いた国際航空旅客流動モデルを構築した.
- ・ 仮想旅客それぞれに異なった属性を割り当て, それを考慮することで属性により異なる行動をモデル化することを可能とした.

参考文献

- 1) Oum, T.H., Zhang, A. and Zhang, Y., Inter-firm rivalry and firm-specific price elasticity in deregulated airline markets, *Jnl. of Transportation Economics and Policy*, 27, 171-192, 1993.
- 2) 14) Hsu, C.I. and Wen, Y.H.: Determining flight frequencies on an airline network with demand-supply interactions, *Transportation Research part E*, 39, 417-441, 2003.
- 3) Takebayashi, M. and Kanafani, A., Network Competition in Air Transportation Markets: Bi-level approach, *Global Competition in Transportation Markets: Analysis and Policy Making*, Elsevier JAI, 101-120, 2005.
- 4) Belobaba, P., and Wilson, J.: Impacts of yield management in competitive airline markets, *Journal of Air Transport Management* Vol.3, No.1, pp.3-9, 1997.
- 5) 運輸省: 国際航空旅客動態調査報告, 2002