

神戸大学工学部 学生員 ○杉田 孝
 神戸大学工学部 正会員 竹林 幹雄
 神戸大学工学部 フェロー 黒田 勝彦
 神戸大学大学院 学生員 吉田 純土

1. はじめに

航空会社が抱える国内の航空路線は、高収益のドル箱路線、低需要の不採算路線、また離島を結ぶ生活路線等、様々な特徴をもつ。各路線は、航空会社にとっては収益をもたらす「商品」であり、旅客にとっては移動手段としての「サービス」であり、また政府にとっては住民の足として維持すべき「インフラ」である。東京一極集中から地方分権へと変化しつつある現在の潮流において、「インフラ」を維持することは、地方からの要請であり時代の要請でもある。

路線を維持するためには採算がとれる必要があり、そのためには1便あたりでいかに最大の利潤をあげるかが問題となる。通常、路線の収益性を向上させるための手段として、イールドマネジメント¹⁾が用いられるが、わが国の運賃体系に沿ったイールドマネジメントに関しては殆ど研究されていない。

以上の背景を踏まえて、本研究では、旅客の需要の不確実性を考慮した最適座席配分決定問題のモデル化を行い、更に、本モデルを用いたイールドマネジメントの効果について数値計算による分析を試みる。

2. 最適販売期間決定モデルの構築

本研究では、単一路線の特定の便に焦点を当て、航空会社が各クラスの最適販売期間を決定するための静的モデルを構築する。よって、ネットワークや競合他社、また当該路線における他の便による、当該便の需要に与える影響はないものと仮定した。各クラスの販売枚数の推移はマルコフ過程に従うものとし、確定的な要因と不確定的な要因とに分けて考えることができる。確定的な要因とは、運賃や当該区間のOD交通量、当該便の出発時刻等のことであり、不確定的な要因とは、気候条件や旅客のキャンセル行

動のことである。不確定的な要因についてはブラウン運動で表現することにした。

(1) 航空会社の行動

航空会社は、各便で利潤最大化を目的とし、以下の目的関数、制約条件の下で最適販売期間の決定を行う。

$$R(\gamma_i, i=1, 2, \dots, I) = \sum_i F_i \cdot S_i(\gamma_i) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_i S_i(\gamma_i) \leq C \quad (2)$$

$$\sum_i \gamma_i = T \quad (3)$$

ここで、 F_i : クラス i の運賃(万円) ($F_1 > F_{I-1} > \dots > F_2 > F_1$) γ_i : クラス i の販売期間(日) $S_i(\gamma_i)$: クラス i の販売枚数(枚) C : 総座席数(席) T : 総販売期間(日)

(2) 販売枚数の推移

販売枚数は、確定的な要因と不確定的な要因とによって推移し、不確定的な要因はブラウン運動で表現される。

$$s_i(\tau_i) = s_0^i \exp \left\{ \left(a_i - \frac{b_i^2}{2} \right) \tau_i + b_i B(\tau_i) \right\} \quad (4)$$

$$s_i(\tau_i = 0) = s_0^i = 1 \quad (5)$$

$$s_i(\tau_i = 0) = s_0^i = \sum_{j=1}^I S_j(\gamma_j) \quad (6)$$

$$S_i(\gamma_i) = s_i(\gamma_i) - s_0^i \quad (7)$$

$$s_i(\tau_i) > 0 \quad (8)$$

$$a_i, b_i > 0 \quad (9)$$

ここで、 a_i : クラス i のトレンド b_i : クラス i のボラティリティ τ_i : クラス i 予約開始時点からの経過時間(日) $s_i(\tau_i)$: 予約開始時点からの総販売枚数(枚) $B(\tau_i)$: ブラウン運動であり、式(5)で初期条件を計算上1とおいているため、実際の総販売枚数は、式(4)の値より1枚少ない。

また、トレンドは旅客の需要の傾向を示し、ボラティリティは旅客の需要の不確実性を示し、両者とも外生的に与えられるものとする。

(3) 旅客の予約行動

旅客は、低額チケットが販売されている期間内において高額チケットの予約を行わない。また、旅客のチケット購入は、当該時点の販売枚数を考慮して行われるものと考えられる。販売枚数が総座席数に近づくほど旅客は搭乗できなくなるリスクが高まるため、予約を急いで行うことになる。つまり販売枚数の増分は当該時点における販売枚数が多いほど、大きいものと考えられる。

(4) その他の諸条件

①旅客の代替手段は考慮しないものとする。②チケットの販売は、時刻 $t = 0$ から出発時刻 $t = T$ の間に行われるものとする。③同一時刻において、複数クラスの予約を受け付けられないものとする。④オーバーブッキングは考慮せず、予約数は総座席数を超えないものとする。⑤キャンセルを行う際の手数料は徴収しないものとする。⑥低額クラスのチケットは高額クラスのチケットよりも先に予約を受け付けるものとする。

3. モデルの特性

数値計算を通して、モデルの特性を把握する。ここで、クラス数は3つとし、総座席数及び各クラスの運賃は一定とした。

まず、ボラティリティ一定の条件の下で、トレンドによる最適販売期間の違いについて検討した。

表-1 出発便の想定ケース

ケース番号	a1	a2	a3	想定例
case 1-1	0.14	0.12	0.1	需要が高い便
case 1-2	0.06	0.05	0.04	需要が低い便
case 1-3	0.12	0.1	0.02	行楽客が多い便
case 1-4	0.04	0.06	0.08	ビジネス客が多い便

表-2 各ケースにおける最適配分パターン

ケース番号	最適配分期間			期待販売枚数			期待運賃収入 (万円)
	γ_1	γ_2	γ_3	S1	S2	S3	
case 1-1	2	1	87	0	0	299	598.7
case 1-2	83	5	2	145	41	16	271.1
case 1-3	10	39	41	2	161	115	490.6
case 1-4	7	2	81	0	0	299	597.6

出発便の特性として、表-1 のような4つのケースを想定した。

数値計算の結果、表-2 よりケース1-1においては、正規運賃の販売期間を長くとるほうが高収益を

望めることが分かった。つまり、正規運賃でも十分に販売できるため、割引運賃を設定する動機は低下する。ケース1-2では、逆に割引運賃の販売期間を長くとるほうが高収益を望めることが分かった。ケース1-3については、正規運賃と割引運賃との販売期間をバランスよくとることで高収益が望まれ、ケース1-4では、ケース1-1と同様、正規運賃でも十分に販売できるため、割引運賃を設定する動機は低下する。

次に、トレンド一定の条件の下で、ボラティリティ b_i が運賃収入に与える影響について検討した。

表-3 ボラティリティが与える影響

ケース番号	b_i	最適配分期間			期待販売枚数			期待運賃収入 (万円)
		γ_1	γ_2	γ_3	S1	S2	S3	
case 2-1	0.01	15	32	43	5	142	147	527.1
case 2-2	0.03	3	60	27	0	229	24	416.3
case 2-3	0.05	47	23	20	128	79	21	322

数値計算の結果、表-3 より b_i の値が増加するほど期待運賃収入は減少することが分かった。従って、 b_i の値が大きい場合には、オーバーブッキングを行うことで、キャンセルによる予約数の減少に対するリスクを補填することが可能となる。また、 b_i が増加するほど、最適配分期間において低運賃クラスの販売期間が増加することが分かった。これは、本モデルにおいて、“チケットのキャンセルは当該期間内のみ行える”という仮定をおいていることが理由として考えられる。本モデルでは、予約のキャンセルを需要の不確実性として扱っているため、 b_i の値が大きい場合、キャンセル数は増加する。航空会社はこのリスクを回避するために、クラス1、クラス2で予約数をある程度確保することになる。よって、 b_i の値が増加するほど期待運賃収入は減少する。

4. おわりに

本研究では、チケットの販売に伴う不確実性を明示的に表現したモデルの構築、及び需要の不確実性が期待運賃収入やチケットの販売方法に与える影響についての分析を行った。

今後の課題として、実際の予約実績に応じて販売枚数の変更を行う動的な問題への拡張、オーバーブッキングの考慮などが挙げられる。

<参考文献>

1) 長谷川通：エアライン・エコノミクス，中央書院