

離散選択モデルを用いたリベニュー・マネジメント

寺部慎太郎
TERABE, Shintaro

外国論文研究会
東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻専任講師

1 交通行動分析とリベニュー・マネジメント

リベニュー・マネジメント(RM, 収益管理, イールド・マネジメント)に関する研究は, 従来OR(オペレーションズ・リサーチ)の一分野として数理計画法の色彩が濃かったが, 本稿で紹介するTalluri, K. & van Ryzin, G.(2003)は, 交通行動分析者にとってなじみ深い離散選択モデルをリベニュー・マネジメントに取り入れた点で, 大変興味深い。杉田・竹林・黒田・吉田(2002)や, 寺部・小出・水口(2002)のように, 我が国の交通関連の研究にもリベニュー・マネジメントが顔を出すようになってきたことや, 社会資本整備の成熟化に伴って既存ストックを有効利用するマネジメントの考え方が重要になってくることを考えると, 紹介論文が我々の研究に与える意義は小さくない。なお, 交通事業におけるリベニュー・マネジメント全般に関する解説は, 寺部(2002)を参照いただきたい。

2 紹介論文の特長

紹介論文の概要は概ね次のように記述されている。「旅程や運賃に応じて購入する航空券のクラスを上下させるような旅客の選択行動は, これまでのリベニュー・マネジメントのモデルや手法では, 経験的に近似される程度の扱いで, あまり明示的に取り込まれてこなかった。そこで本研究では, 単一の旅程を対象に, 提示される運賃群の中からある運賃(クラス)を選ぶ確率を多項ロジットモデルによって定式化した。制御される問題は, 各時期において旅客がどの運賃クラスの航空券を選ぶかということである。最適な制御方針を動的計画法として定式化し, それを動的で入れ子になっている(nested)座席配分問題とした。推定にはEMアルゴリズムを基にした方法を開発し, 旅客が何も購入しなかったという事象が観測されない場合の, 旅客の(切符購入窓口への)到着率と選択モデルのパラメータを同時に推定した。数値実験により, これまでの経験的方法より収益改善が見込まれることを示した。」

既存研究は, 簡略化のため「旅客がどの運賃クラスの航空券を購入するか」と「事業者が各クラスにどれくらいの座席を配分するか」を全く独立だと仮定している。しかし現実には, 正規運賃の航空券が売れるかどうかは割引航空券が入手可能かどうか依存するし, 旅客が航空券を購入するかどうかは最も安価な航空券の値段に依存するため, このような仮定には問題が残っていた。そして多くの研究が buy-up(購入クラス上げ: 安い運賃の航空券が売り切れたときに高い運賃の航空券を購入すること), buy-down(購入クラス下げ: 割引が始まったときに高い運賃の航空券から安い運賃の航空券へ移ること)に取り組んできている。本研究は其中で, 一般的な離散選択モデルを導入することによって, 理論的に最適な方針を提示し, さらにそれを推定したところに特長がある。表1では既存研究と本研究の方法を比較した。

表 1 これまでの方法と選択モデルによるリベニュー・マネジメントの比較

これまでのRM	選択モデルによるRM
座席配分と付け値による制御	提供する選択肢集合による制御
運賃別航空券の需要を予測	旅客の選択モデルを推定
運賃別航空券の需要は制約無し	観測できない非購入事象を改正
クラスの上下変更や奪還はその場に応じて考慮し必要の逸走は経験的	クラスの上下変更は非明示的に考慮されモデルによって最適化
運賃別航空券の入手可能性を最適化	選択モデルによる動的計画問題を最適化

3 モデルと最適な座席配分方針

始めに, 各運賃クラスの航空券を購入する確率は, その時に購入可能な航空券(選択肢)集合の関数であるとするモデルを想定する。そして, 各運賃クラスの全組み合わせから得られる選択肢集合のうち「支配的(dominated)」な選択肢集合を, 「購入確率を向上させることなしに, 期待収益を大きく改善できる可能性を持つ運賃クラスの組み合わせ」と定義した。そして, 「支配的」な選択肢集合以外の「非支配的(nondominated)」な選択肢集合を順番に並べて, 上位の選択肢集合から提示して販売を始め, 時間がたち残席数

が少なくなるにつれて下位の選択肢集合を提示するように変更していくことが、最適な制御方針であることを理論的に証明した。次に、これらの選択肢集合は、入れ子になっている座席配分方針によるものであるとした。例えば入れ子の順位が上位からY, Q, Mクラスとなっているとすると、始めはY, Q, Mという選択肢集合で販売をし、時間がたち残席数が少なくなるにつれてMクラスを閉鎖してY, Qという選択肢集合を旅客に提示し、最終的にはQクラスも閉鎖してYのみで販売する、という具合である。この入れ子は必ずしも運賃の高さと同じ順序である必要はないが、多項ロジックモデルを想定する場合には運賃の順に入れ子にするのが最適方針であることが証明される。

4 推定方法と数値実験の結果

続いて、購買記録から旅客の航空券選択モデルにおける嗜好パラメータを推定する方法が示される。ここで、一般的な最尤推定法ではなくEMアルゴリズムが用いられる理由は、現実の航空券購買記録において、旅客の到着が無かった期間と、旅客は到着したが航空券を買わなかった期間とを区別できないことによる。また、数値実験では、航空機の185席を10クラスに分け、選択モデルの説明変数は簡単のため運賃のみとした状況下で、低運賃感度と高運賃感度の2種類のパラメータをあらかじめ設定して生成された仮想データを用いている。その結果、低運賃感度の場合は本研究の選択モデルによるRMがこれまでの方法よりロードファクターは16%低下したが12%も増収益であった。一方で、高運賃感度の場合は両者の結果はほとんど同じであった。

5 将来の方向性

本研究の発展可能な方向性として、関連するフライトの選択モデル(本研究では当該便前後の航空便を選ぶという行動は無視している)や、ネットワークをも考慮したモデルが挙げられている。また、各個人の選択行動を考慮してCRM(カスタマー・リレーションシップ・マネジメント)に反映させることや、運賃とその他の属性(キャンセル料や購入可能期間等)を組み合わせた航空券の最適設計(我が国では特割・超割などの大幅割引航空券や、鉄道の企画切符がこれに近い)に活かすなど、幅広い適用可能性が指摘されている。

終わりに、本紹介論文の原形を筆者に最初にご紹介下さった兵藤哲朗助教授(東京商船大学)、論文購読に協力してくれた南邦毅氏(交通・都市基盤計画研究室)に謝意を表す。

参考文献

- 1) Talluri, K. & van Ryzin, G. (2003) "Revenue Management Under a General Discrete Choice Model of Consumer Behavior", *Management Science*, forthcoming
- 2) 杉田孝・竹林幹雄・黒田勝彦・吉田純士(2002)「旅客のチケット予約行動を考慮した最適座席数供給問題に関する研究」土木計画学研究・講演集, Vol.26, CD-ROM
- 3) 寺部慎太郎(2002)「航空・鉄道業界における収益管理 - リベニュー・マネジメント - 」運輸政策研究, Vol.4, No.4, pp.37-39
- 4) 寺部慎太郎・小出哲也・水口昌彦(2002)「幹線鉄道輸送における収益管理導入効果の基礎的分析」土木計画学研究・講演集, Vol.26, CD-ROM