

レベニューマネジメント(収益管理)について

— 数理によるビジネス課題への挑戦 —

筑波総研株式会社 顧問

筑波大学名誉教授 高木 英明

1. はじめに

昨年4月にユナイテッド航空のオーバーブッキング(過剰予約受付)事件が起きたとき、『AERA』(2017年4月24日号)に「そもそも過剰予約を受けつけていることがおかしい。こんなところでサバをよまれたのでは、たまったものではない。だが、このたまらないことが常態化している」という意見が掲載された。

しかし、オーバーブッキング自体はアメリカでも日本でも違法ではなく、予約客のキャンセルやノーショウ¹による収益減への対抗策として容認され、大手の航空会社やホテルで日々行われている通常業務である。それぞれの会社では、必然的に発生する顧客の自発的搭乗辞退やホテル変更の要請拒否に対応するマニュアルが整備されている(はずである)。

オーバーブッキングは、日本の航空会社では「フレックストラベラー制度」と呼ばれている。例えば、ユナイテッド航空と同じスター・アライアンスグループに属するANAのウェブサイトでは「ご予約をお持ちのお客様の数が座席数を上回り、座席が不足した場合、当該便を予約済みのお客様の中から、ANAが提示する協力金額および代替交通手段に同意され、自主的に便の変更等についてご了承いただける方を募り、ご協力いただいたお客様に対して、協力金のお支払いおよび代替交通手段の提供を行う制度です」と説明している。

このようなことからオーバーブッキングは通常起こりうることである。しかし、実際に起きた場合でも、目的地でアポイントメントがあるビジネス客は予定していた便に乗る必要があるが、孫に会いに行く老夫婦や時間的に余裕があるバックパッカー、学生等は、1日ぐらい遅れても差し支えない場合もあり、特典や補償をもらって後の便に移ることに同意する人もいるため、航空機は定時運航されることがほとんどである。ホテルでも、上級の部屋や他のホテルに移ってもらい、トラブルの回避に努める。

出張日程の突然変更が多いビジネス客にとって、高い違約金を支払わずに航空機やホテルの予約をキャンセルできるのは有り難いことである。

しかし、予約した顧客が来なければ、航空機は空席で飛び、ホテルは空き部屋になる。それを回避するために、経営者は施設の容量を超える顧客から予約を受け付けるが、もしキャンセルが少ない場合は、予約した顧客の一部を受け入れられないため、顧客に「自発的サービス辞退」を強く求めざるを得ない。

これを合理的なビジネスとして容認するか、商道徳に反すると憤慨するかは、意見の分かれるところであろう。JALもANAと同様に「フレックストラベラー制度」をウェブサイトで公言している。

また、海外のホテルでも一般に免責事項とし

ているが、それが分かっていたとしても、いざ自分が遭遇した場合、航空機の便やホテルを変えなければならない不便さ、時間の浪費につながるため、多少の特典をもらったとしても愉快ではない。

本稿では、オーバーブッキングを含む**レベニューマネジメント**という（経営学および数理工学的には極めて合理的と思われるが、ビジネス倫理としてすっきりしない人もいる）経営手法の基本原則を解説する。

なお、現在のレベニューマネジメントは、例えばホテルを見ると、本稿で示す宿泊予約にとどまらず、レストラン、会議場、宴会場等、ホテルが保有する全施設の能力を活用して収益を増やす手段として、トータル・レベニューマネジメントが展開されている。

2. サービス産業におけるレベニューマネジメント

製造業は、モノの所有権を企業から顧客に移す（モノを売る）ことで顧客に満足を与えるビジネスの形態である。一方、サービス産業は、顧客に「体験する」ことによる満足を与えて代価を得るビジネスである。

サービス産業では、収益は顧客の数（需要）に比例して変動するが、経費については、需要に応じて大きく変動する業種と余り変動しない業種がある（図1）。ホテルや航空会社は後者に属し、さらに次のような特徴がある。

- ・企業は大規模な施設を準備し、顧客は料金を支払ってその一部を利用する
- ・施設の運営経費のうち、固定費の比率が高く、需要に依存する変動費は少ない
- ・1日に販売できる商品（ホテルの部屋や航空機の座席）の数が一定である
- ・需要がある程度予測できる
- ・施設の利用は利用日の前に予約され、利用後に代金が支払われる

$$\text{利益(変動)} = \text{収益(変動)} - \text{経費(固定)}$$

$$\text{収益(変動)} = \text{需要(変動)} \times \text{単価(固定)}$$

図1：需要の変動が利益の変動につながる固定経費が大きい企業

- ・同じ施設の利用について、異なる料金を設定することが容認されている
- ・予約をした個人が識別され、企業の承認なしに他の人に商品を転売できない
- ・利用予定時刻が過ぎれば、商品は無価値になる（時間的消滅性）

レベニューマネジメントは、このような特徴があるサービス業に適用可能であり、航空機とホテル以外に、アメリカでは、レンタカー、列車（指定席）、クルーズ客船、貨物船、ゴルフ場、テレビ放送の広告時間枠等の業種にも適用されている。

一方、映画館、スポーツ・スタジアム、テーマパーク等の入場券は、上記の条件をほぼ満たしているものの、顧客個人を識別せず、代金を予約時に支払い、売り手の関知なく転売ができるため、レベニューマネジメントの対象にはならない。航空機でも、予約時に料金を支払い、キャンセル料金が発生する格安チケットは対象でない。

広い意味でのレベニューマネジメントは、需要に応じて価格を変えるプライスマネジメント（価格管理）も含む。本稿で紹介する狭い意味のレベニューマネジメントは、固定経費が大きく、時間的消滅性をもつサービス商品について、顧客を購買行動で層別（セグメント化）し、需要予測をもとに販売個数を予想してセグメントごとに異なる価格を付け、購買層順の販売予約を低価格購買層から始め、サービス開始時点までの時間と販売限度枠でコントロールすることにより、収益の最大化を図ることである（販売数の最大化を図るのではない）。

レベニューマネジメントは、1980年代のアメリカで、航空業界における規制緩和の波に乗って

参入した格安航空会社のピープルエクスプレスに顧客を奪われ経営危機に陥ったアメリカン航空が、既に展開していたオンライン予約システムを活用して、創始した。

同社は、1987年の年次報告書において、レベニューマネジメントを「適切な座席数を（適切な時機に）適切な顧客に対して適切な値段で売ることにより収益を最大化する手法」と定義している。

3. レベニューマネジメントによる収益の増加

レベニューマネジメントによる収益増加の仕組みを100室のホテルを例にして説明する。

1室の宿泊料金を横軸（ x 軸）に取り、その料金に対する顧客の需要（室数）を縦軸（ y 軸）に取ったグラフ²を**需要関数**と呼ぶ。通常、料金が高ければ需要は減少するため、需要関数は右下がりである。

例えば、需要関数として、1室の宿泊料金を0円（そういうことはないが）としたとき100室の需要があり、需要は料金に比例して下がり、料金を8,000円としたとき0室になると仮定する。このときの需要関数は、直線

$$y = (8,000 - x) / 80$$

となる（図2）。このような需要関数を仮定した上で、ホテルの経営者は、各顧客が支払う料金の総合計として得られる収益を最大化するための方

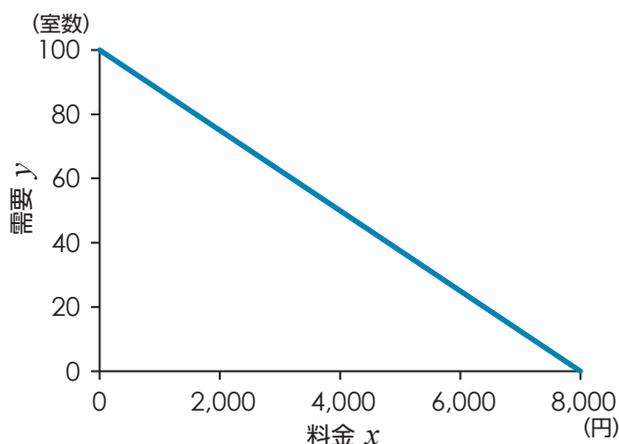


図2：需要関数

策を考える。

まず、全室に一律の料金 x 円を付ける場合には、総需要からの収益 $R(x)$ は需要 y に単価 x 円を掛けた

$$R(x) = x \times y = x(8,000 - x) / 80 \text{ 円}$$

となる。この関数 $R(x)$ を図3に示す。

収益関数 $R(x)$ が最大になるのは、 $x = 4,000$ のときであるため、ホテルの経営者は宿泊料金を1室4,000円に設定し、このとき $y = 50$ 室に宿泊があれば、収益は $R = 4,000 \text{円} \times 50 \text{人} = 200,000 \text{円}$ となる。

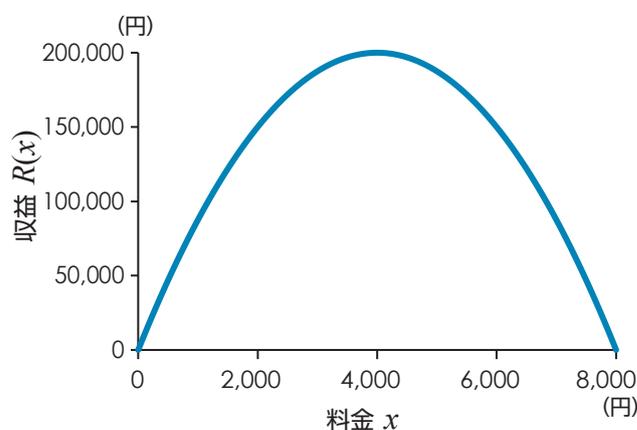


図3：収益関数

しかし、50室は空室だったため、経営者は、残りの部屋をもっと安い料金で売ればよかったと思うことだろう。一方、4,000円を払って予約した50人の中には、料金が4,000円より高くても（どうしても泊らなければならない事情があって）予約する人もいるため、その人たちに対しては、もっと高い料金で売れば収益が上がっていたかもしれないと後悔するであろう。一律の料金設定の場合には、このように2種類の**機会損失**が発生する（図4）。

それでは、何らかの方法で、顧客の支払い意欲に応じて料金を設定して売ることができたら、収益はどうなるだろうか？

例えば図5のように、1室の料金が6,000円でも予約する25人には6,000円で売り、これらの25人を除いた4,000円以上の料金で需要がある

2 通常、経済学では、需要と価格の関係を表すグラフの縦軸に価格、横軸に需要を取るが、本稿では、顧客は価格に依存して購買行動を決めるという観点から、逆にしている。

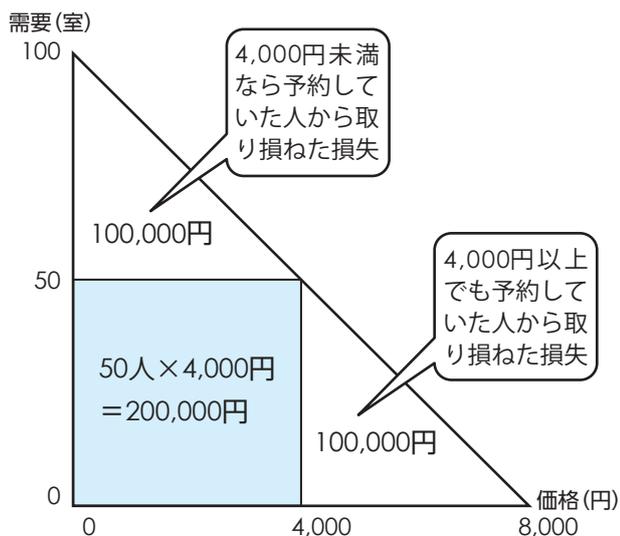


図 4：一律の価格設定による収益は200,000円

25人には4,000円で売り、さらに、これらの50人を除いた2,000円以上の料金で需要がある25人には2,000円で売れば、総収益は

$$25 \text{人} \times 6,000 \text{円} + 25 \text{人} \times 4,000 \text{円} + 25 \text{人} \times 2,000 \text{円} = 300,000 \text{円}$$

となる。これは、一律の料金設定の場合に比べて、100,000円の収益増である！

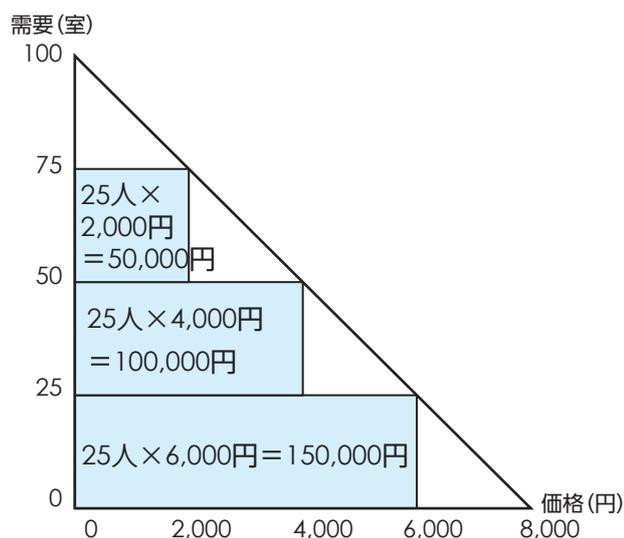


図 5：3セグメントの価格設定による収益は300,000円

しかし、このような都合のよい売り方ができるであろうか？ ホテルでは、早期に予約する顧客には低料金を設定し、宿泊日が近づくとつれ、高い料金を設定する。例えば、図6に示したように、100室をもつホテルにおいて、宿泊日の60日前

までに予約する顧客に対して料金5,500円の部屋を50室用意したとする。

そこで売れ残った部屋に20室を追加して、30日前までに予約する顧客に対して料金5,600円で提供する。さらに、売れ残った部屋に20室を追加して、15日前までに予約する顧客に対して料金5,900円で提供する。その後に予約、または当日予約なしで来る顧客に対しては、料金6,900円で残っている部屋をすべて売り出す。このようにして、顧客セグメントに対応した各料金での予約可能時期の設定が可能となる³。

ホテルや航空機で早めの予約を促す理由は、当日、空き室または空席になった場合、収入が0になるが、それらが利用された際の費用の追加は、ホテルはシーツの交換、航空機は機内食等、僅かだからである。しかし、早い時期にあまり多くの顧客に対して安い料金での予約を許すと、利用日近くになって、高い料金でも利用したいという顧客が現れても、提供できる部屋または座席が空いていない可能性が高くなる。

経営者は、顧客セグメントごとに、将来現れる高料金顧客の需要を予測し、各期に予約を受け付ける最大数を、総収益の期待値が最大になるように設定しなければならない。このようにして設定する各期における予約受付限界の最適値を**最適ブッキングリミット**という。

予約日	料金	予約受付限界
60日前まで	5,500円	50室
30日前まで	5,600円	70室
15日前まで	5,900円	90室
それ以後	6,900円	100室

図 6：予約日によって変わるホテルの料金と予約を受け付ける部屋数の限界の例

4. 最適ブッキングリミットを決定する方法

予想される需要に対して最適ブッキングリミットを決めるための簡単な数学を、再び総客室数がC=100室のホテルを例にして紹介しよう。

3 当日になって空き室がある場合に格安料金をウェブサイトに表示するホテルがあるが、この方法で空き室が埋まっても、収益が最大化されるかどうかは、需要を考慮した検討が必要である。

図6のように4期もあると計算が複雑になるので、1974年に初めてレベニューマネジメントの数理を研究したイギリスの航空会社の数学者Littlewoodが示した2期だけのモデルを考える(図7)。

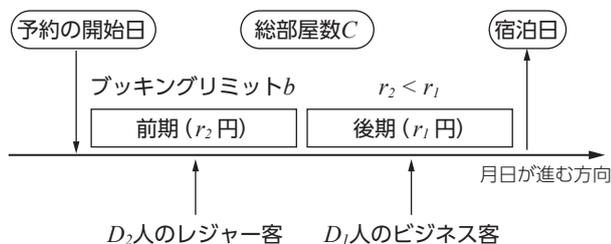


図7：Littlewoodの2期間モデル

安い料金 r_2 円の前期に来る顧客を**レジャー客**と呼び、高い料金 r_1 円の後期に来る客を**ビジネス客**と呼ぶ。前期において、レジャー客に販売してもよい室数の最大値を**ブッキングリミット**といい、 b と書く。もちろん b は総客室数 C を超えない($0 \leq b \leq C$)。そして、前期と後期の収益の和(総収益)を b の関数 $R(b)$ として、 b の値を0から増やしていくとき、 $R(b)$ がどのように変化するかを考える。

まず、 b の値が小さいときは、 b の値を1だけ増やすと、もう1人のレジャー客の予約を受け付けることができ、そうしてもまだ空き室があるので、ビジネス客全員の予約を受けられることには変わりはない。従って、 b が小さいとき、 b が増えるとともに総収益 $R(b)$ は増加する。

一方、 b が大きい(C に近い)ときは、前期において多くのレジャー客が予約しているため、 b の値を1だけ増やすと、もう1人のレジャー客の予約を受け付けることができるが、その分、1人のビジネス客の予約を受け付けることができなくなるので、料金の差として $r_1 - r_2$ 円だけ総収益が減ることが分かる。よって、 b が大きいときには、 b が増えるとともに総収益 $R(b)$ は減少する。

従って、 b を0から C まで増やしていくとき、どこかで、 $R(b)$ の値が b とともに増加する傾向か

ら減少する傾向に転じることになる。そのようなことが起こる b の値を b^* と書くと、総収益 $R(b)$ は $b = b^*$ のとき最大になる。すなわち、 b^* がレジャー客の最適ブッキングリミットである。 b^* を数学的に導く過程は省略するが、これは次の式で与えられる。この式を**Littlewoodの法則**という。

$$b^* = \text{ビジネス客の数が } C - b \text{ より大きい確率} < \frac{r_2}{r_1} \text{ となるような最大の } b$$

総客室数 C と各期の料金 r_1 と r_2 が与えられたとき、Littlewoodの法則によって前期のブッキングリミット b^* を求めるためには、後期に現れるビジネス客数の予測が必要であることが分かる。一方、レジャー客数の需要予測は必要でない(前期において、空き室の数が $C - b^*$ になるまでレジャー客の予約を受け付ければよいため)。

Littlewoodの法則の図的説明を図8に示す。確率論では、図の縦軸にとった $F(y)$ は、ビジネス客の需要が y 以下である確率を表すビジネス客数の確率分布関数であり、ここでは正規分布を仮定していることに注意する。

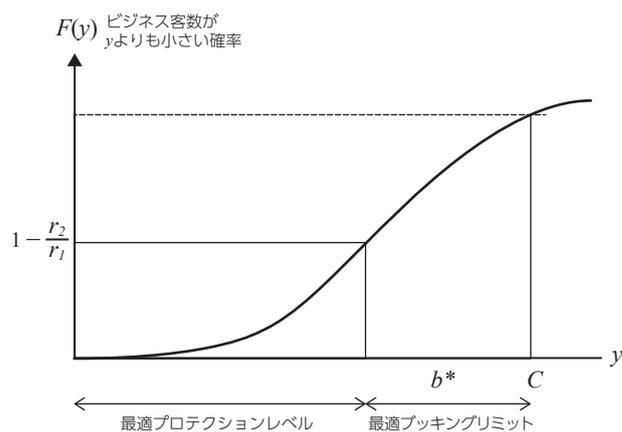


図8：Littlewoodの法則の図的説明(ビジネス客数が正規分布に従う場合)

5. 実践上の課題と展望

前節では、非常に簡単な2期間のモデルについて、レベニューマネジメントの方法により、収益を最大化するブッキングリミットを決定する方法を示した。

このような数学的定式化をホテルや航空機の実際の予約業務に適用するためには、さらに複雑な数理モデルを作る必要があり、その数値計算は、パソコン上のExcel関数で計算できるほど簡単ではない。

例えば、現実起きる以下のような運用を取り入れた数理モデルは複雑になる。

- (1) 予約した顧客の宿泊日前のキャンセルや当日のノーショウへの対策として、経営者がオーバーブッキングをする。
- (2) 家族や友人と一緒にの旅行では、グループ単位で航空機やホテルを予約する。また、インバウンドの観光客は大きな単位でキャンセルすることがある。
- (3) 顧客はホテルの連泊や航空機の乗り継ぎ便を含めた複数の商品を同時に予約する。
- (4) **戦略的顧客**が将来の期に設定される価格を予想して予約行動を取る。

前節で見たように、レベニューマネジメントのためには、需要の予測が必須である。そのために過去の予約履歴を活用するには、将来も過去と似たようなことが起こることが前提となる。

しかし、経済状況の変動が激しく、観光情報がリアルタイムに伝播して顧客の嗜好が急変する現代では、過去のデータは役に立たない。さらに、需要履歴を収集するときには、予約が成立した事象だけでなく、成立しなかった予約受付も記録しなければならない（需要履歴のビッグデータが無ければ、現在のAI技術では需要の予測はできない）。

最近では、顧客はウェブでいくつかのホテルの料金を比較して宿泊するホテルを選ぶ。また、顧客の条件を満たす最安のホテルを教えてくれるウェブサービスもあるため、競合する他のホテルの料金実態と需要も同時に予測する必要がある。

私見では、むしろ、地域の観光産業振興のためには、同地域の小規模ホテルが個々にレベニューマネジメントで競争するよりも、大同団結して

1つの大規模な収容能力を活用した予約とレベニューマネジメントのシステムを運用し、オーバーブッキング時に溢れた顧客の相互受け入れ等で協力して、他の地域と競争することを提案する。

レベニューマネジメントの数理モデルは、オペレーションズ・リサーチという数理工学の分野に入る。欧米の航空会社やホテルでは、レベニューマネジメントを含むサービス業務の効率的管理の開発に携わる多くの理工系技術者を擁し、また、連携する研究と人材育成が大学で行われている。

これに対し、我が国の航空会社やホテルの経営陣や企画部門には理工系人材が乏しく、大学の観光学科は文系学部の一部であることが多い。従って、レベニューマネジメントを「お話」として理解しても、数理的に理解して自社のシステム開発ができる技術者は少ないと思われる。

大手の航空会社でも、アメリカ製のソフトウェアを（内部処理が分からないままで）ブラックボックスとして使っているのが実情である。また、多くのホテルでは、担当者の勘と経験に基づく予約管理が続いているようである。

我が国が外国からのインバウンド観光客の増加を目指す中で、観光サービスで大きな利益を生み出すためには、観光を「おもてなし」という精神論と人海戦術だけで振興する効果は経済性が低い。それに加えて、科学的・工学的手法で資源を空間的・時間的に有効活用し、効率的に運用する数理的ITシステムの開発が課題である。

参考文献

1. ロバート・G・クロス（水島温夫 訳）『RM「収益管理」のすべて一儲からない時代に利益を生み出す』、日本実業社、1998年10月。
2. 高木英明（編著）『サービスサイエンスとはじめ—数理モデルとデータ分析によるイノベーション』、第7章 レベニューマネジメント、筑波大学出版会、2014年7月。