

京都大学大学院

学生員 ○小路 剛志

京都大学大学院

正会員 松島 格也

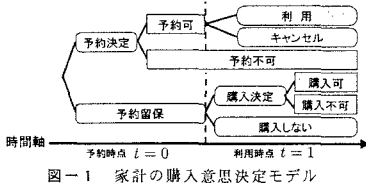
京都大学大学院

正会員 小林 潔司

1. はじめに

個人は将来時点でサービスが購入できなくなる供給リスクと予約をキャンセルする可能性という需要リスクを考慮してサービス予約の意思決定をする。本研究では家計の予約行動をモデル化し、供給リスクが内生的に決定されるようなメカニズムを表現する。さらに予約システムにおける経済評価を行う。

2. 家計の予約行動のモデル化



同質的なサービスが提供されている独占的市場を考える。サービスに対する選好に異質性がある家計が直面する意思決定の構造を図-1のような2期間モデルとして表す。時点 $t(t=0, 1)$ における家計の主観的購入可能確率を $\tilde{p}_t$ と表そう。家計のサービス消費に対する効用を線形効用関数 $U = v - c_t - \omega$ として表現する。 v はサービスの消費により得る効用、 c_t はサービスの価格、 ω は取引費用である。予約をキャンセルする場合、キャンセル料金 αc_0 と取引費用 ω が必要となる。他の活動を行うことで得られる最大の効用水準（留保効用）を ε で表す。 $t=1$ において ε の値は $\bar{\varepsilon}$ に確定するが、 $t=0$ の段階では当該サービスの消費活動以外の行動計画は存在しない($\varepsilon=0$)とする。留保効用 ε は $[0, \infty)$ で定義される確率変数で、分布関数 $G(\varepsilon)$ （密度関数 $g(\varepsilon)$ ）に従って分布し、サービス効用 v は時点を通じて一定と仮定する。

$t=0$ において家計は効用水準 v の下で、予約の意思決定を行う。 $t=0$ でサービスを購入する場合には期待効用 EV を獲得し、予約しない場合には期待効用 EU を獲得する。 $t=0$ において $EV \geq EU$ の時には予約し、 $EV < EU$ の時には予約を留保する。

まず期待効用 EV を定式化する。 $t=0$ で予約した場合、 $t=1$ では1) サービスを利用するか、2) 予約をキャンセルし、別の行動を行うかを選択することから、 $t=1$ で得られる効用の $t=1$ で評価した期待値 $E[V_1]$ は $E[V_1] = E[\max\{v, \varepsilon + c_0 - \alpha c_0 - \omega\}]$

$= \beta(v)G(\beta(v)) + \int_{\beta(v)}^{\infty} \varepsilon g(\varepsilon)d\varepsilon + c_0 - \alpha c_0 - \omega(1)$ と表せる。ただし $\beta(v) = v - c_0 + \alpha c_0 + \omega$ である。ここで割引率を δ とし、 $t=0$ の購入可能確率 $\tilde{p}_0$ を考慮すると期待効用 EV は次式で表される。

$$EV = \tilde{p}_0 \{\delta E[V_1] - c_0\} - \omega \quad (2)$$

$t=0$ で予約しなかった場合、 $t=1$ で1) 購入するか、2) そのまま購入しない(留保効用が ε で確定)かの選択が可能である。サービスの購入を試みることで得る期待効用は $\tilde{p}_1(v - c_1) - \omega$ となることから、 $t=0$ で予約しない場合の期待効用を $t=1$ で評価した期待値は

$$E[U_1] = E[\max\{\tilde{p}_1(v - c_1) - \omega, \varepsilon\}] = \gamma(v)G(\gamma(v)) + \int_{\gamma(v)}^{\infty} \varepsilon g(\varepsilon)d\varepsilon \quad (3)$$

となる。ここで $\gamma(v) = \tilde{p}_1(v - c_1) - \omega$ である。 EV と同様に、期待効用 EU は以下のように定式化できる。

$$EU = \delta \left\{ \gamma(v)G(\gamma(v)) + \int_{\gamma(v)}^{\infty} \varepsilon g(\varepsilon)d\varepsilon \right\} \quad (4)$$

3. 合理的期待均衡モデルの定式化

家計の主観的確率 $\tilde{p}_t$ を与件の上で市場で実現する客観的購入確率 p_t を導出する。潜在的家計数を N 、サービス供給量を Q とする。各時点の購入希望者数を n_t 、購入家計数を n_t^* 、 $t=0$ で予約したがキャンセルする家計数を m と表す。任意の家計において $t=0$ までに効用水準 v が区間 $(-\infty, \infty)$ で定義された分布関数 $F(v)$ （密度関数 $f(v)$ ）に従って選ばれると考える。この時、 n_0 人の家計がサービスの予約を試みる確率を $P(n_0)$ とすると、 $t=0$ での購入可能確率 p_0 は次式のように表せる。

$$p_0 = \sum_{n_0=0}^Q P(n_0) + \sum_{n_0=Q+1}^N \frac{Q}{n_0} P(n_0) \quad (5)$$

次に、 $t=0$ で予約せず $t=1$ においてサービスを購入する行動を考える。 $t=0$ において予約を試みなかった n_1 人の家計($v < \bar{v}$ が成立する家計)が、 $t=1$ において購入する意思を持つ確率を $R(n_1)$ と表す。 $t=0$ で予約成功者数が n_0^* 、キャンセル数が m の場合、売れ残りの容量が $\hat{n} = Q - n_0^* + m$ と表されるので、 $t=0$ で n_0 人が予約を試み、予約に成功した n_0^* 人の内で m 人キャンセルした場合に、 $t=1$ でサービスを購入できる確率は

$$E[p_1 | n_0, m] = \sum_{n_1=0}^{\hat{n}} R(n_1) + \sum_{n_1=\hat{n}+1}^{N-n_0} \frac{\hat{n}}{n_1} R(n_1) \quad (6)$$

と表せる(ただし $n_0 > Q$ の時 $\hat{n} = m$)。この時、 $t=1$ で

の購入可能確率 p_1 は次のように表せる。

$$p_1 = \sum_{n_0=0}^Q \sum_{m=0}^{n_0} M(m|n_0)P(n_0)E[p_1|n_0, m] \\ + \sum_{n_0=Q+1}^N \sum_{m=0}^Q M(m|n_0)P(n_0)E[p_1|n_0, m] \quad (7)$$

ここで $M(m|n_0)$ は $t=0$ における購入者数が n_0 である時に m 人の家計が $t=1$ にキャンセルする確率である。

長期学習の結果、全家計の主観的期待値が合理的期待均衡に収束したと仮定すると合理的期待は $p_0^* = \bar{p}_0, p_1^* = \bar{p}_1$ を満足する $(\bar{p}_0, \bar{p}_1)$ として定義される。

4. 予約システムの経済価値

予約システムは、サービス効用の大きい家計に優先的にサービスに割り当てる自己選抜メカニズムとして機能している。オプション価格を用いて、予約システムがもたらす自己選抜機能の経済便益を測定する方法を提案する。予約システムの存在下における意思決定環境に対する合理的期待効用は次式のように表される。

$$E[W] = E[\max\{EV, EU\}] \\ = \int_{-\infty}^{\bar{v}} EU f(v) dv + \int_{\bar{v}}^{\infty} EV f(v) dv \quad (8)$$

予約システムがない状態（以下、基準状態と表す）での合理的期待効用は次式のように表される。

$$E[W^0] = \int_{-\infty}^{\infty} EU^0 f(v) dv \quad (9)$$

EU^0 は式(4)の $\gamma(v)$ を $\gamma^0(v) = \bar{p}_1^*(v-c) - \omega$ に置換したものである。予約システムの経済価値は予約システムの下で達成される合理的期待効用と基準状態における合理的期待効用の差として以下のように表現される。

$$\Delta W = E[W] - E[W^0] \quad (10)$$

一般的にオプション価格 ΔW は負になるが、これは予約システムの導入によって需要リスクの減少より供給リスクの増加による影響が大きいことが考えられる。また、均衡購入可能確率が1に漸近するにしたがって、オプション価格 ΔW は0に収束する。

5. 予約システムと社会的厚生

次に社会的厚生に関する検討を行うこととする。企業収入は固定費用のみを負担するという仮定の下では社会的厚生は企業収入と消費者余剰の和として表せる。

予約システム下での企業収入 FR^* を定式化する。

$$\max_{c_t, \alpha} FR^* \quad s.t. \begin{cases} p_0^* = \bar{p}_0 \\ p_1^* = \bar{p}_1 \end{cases} \quad (11)$$

$$FR^* = (E[n_0^*] - E[m])c_0 + \delta E[n_1^*]c_1 + \delta E[m]\alpha c_0 \quad (12)$$

ここで記号 $E[\cdot]$ は期待値操作を表す。

次に消費者余剰の定式化を行う。オプション価格の導出の際に期待効用 EV, EU を用いたが、ここでは図-1

で表される配分後の状態での各家計が得る効用の集計化により予約システムにおける消費者余剰を導出する。

$$CS^* = (\delta E[v|v \geq \bar{v}] - c_0 - w)(E[n_0^*] - E[m]) \\ + (\delta E[\varepsilon|v > \bar{v}] - \delta \alpha c_0 - (1 + \delta)\omega)E[m] \\ - \omega(E[n_0] - E[n_0^*]) \\ + \delta(E[v|v < \bar{v}] - c_1 - w)E[n_1^*] \\ - \delta \omega(E[n_1] - E[n_1^*]) \\ + \delta E[\varepsilon|v < \bar{v}](N - E[n_0] - E[n_1]) \quad (13)$$

$E[A|B]$ は条件 B を満たす A の期待値を表す。予約システム下での社会的厚生 SW^* は次のように表される。

$$SW^* = FR^* + CS^* \quad (14)$$

基準状態についても同様の定式化を行い、予約システムにおける社会的最適について考察する。

6. 数値計算事例

予約システムの経済評価を数値計算を通じて考察する。固定価格 $c_t = c, \omega = 0.002, N = 100, Q = 10, \delta = 0.9975$ と設定し、 v が標準正規分布 $N(0, 1)$ に従い、 ε が平均 $\mu = 2$ の指数分布に従うとする。企業収入および社会的厚生と価格の関係を表したのが図-2である。企業収入の最大化となる価格においては社会的最適ではないため、規制者による価格設定が必要である。社会的最適を図るためには予約システムを導入する方が社会的厚生が大きくなる。予約システムを導入すると消費者余剰は減少するものの、キャンセル料の増加に伴って企業収入が増加するため、社会的厚生の最大値は基準状態よりも大きくなる。したがって予約システムを導入した場合、規制者は企業利潤を消費者に還元するために所得移転を施す必要がある。

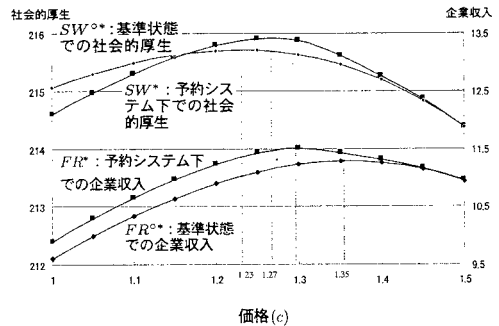


図-2 企業収入と社会的厚生

7. おわりに

本研究では、家計の将来のサービス消費に対する予約行動のモデル化と購入可能確率の決定メカニズムおよび予約システムの経済評価を表現し、社会的最適の観点から予約システムの導入が望ましいことを示した。