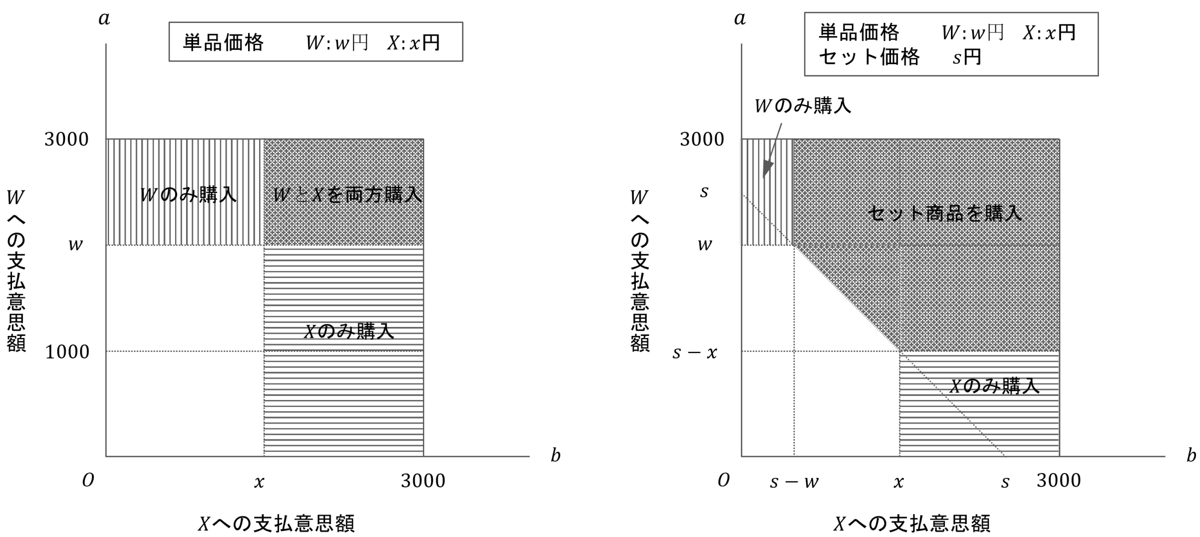
2. 単品販売のみの場合と混合抱き合わせの場合の価格設定

本文の 3.4 節では混合抱き合わせがメニュー料金として機能することを説明しました。ここではある企業がソフトウェア W と X を販売する際に、これらを単品販売のみする場合と混合抱き合わせで販売する場合について、企業利潤を最大にする最適価格を求めて、そのときの生産者余剰と消費者余剰を比較します。

本文と同様にそれぞれのソフトウェアに対する消費者の支払意思額は 0〜3000 円の範囲に一様に分布していると仮定します。また、ソフトウェア W と X の価格を (w, x) で表し、支払意思額が (a, b) の消費者は $a \geq w$ であれば W を購入し、$b \geq x$ であれば X を購入するとします。そして、企業の限界費用は W、X ともにゼロであるとします。

図 A3-1: 単品販売のみの場合 (左図) と混合抱き合わせの場合 (右図) の購入者



(a) 単品販売のみの場合

まず、企業が W と X を単品販売のみする場合の最適価格 (w^*, x^*) を求めます。図 A3-1 の左図で塗りつぶした部分の面積は、価格が (w, x) のときのそれぞれの商品の購入者数を表しています。具体的には、W のみを購入する人数は $(3000 - w)x$、X のみを購入する人数は $w(3000 - x)$、両方を購入する人数は $(3000 - w)(3000 - x)$ となります。このときの企業の利

潤 $\pi_1(w,x)$ は以下で表されます。

$$\pi_1(w,x) = \underbrace{(3000-w)x\cdot w}_{\substack{w\text{ のみ購入する}\\ \text{消費者からの利益}}} + \underbrace{w(3000-x)\cdot x}_{\substack{x\text{ のみ購入する}\\ \text{消費者からの利益}}} + \underbrace{(3000-w)(3000-x)\cdot(w+x)}_{\substack{\text{両方購入する}\\ \text{消費者からの利益}}} \tag{A3-3}$$

この関数を最大化する (w^*,x^*) を求めます。3.1 節の独占企業の利潤最大化と同じように、$\pi_1(w,x)$ を w と x に関して平方完成に変形したいところですが、この方法は利潤関数が 2 次関数の場合のみ適用できる方法なのでここでは用いることができません。したがって、今回は別の方法として、微分を使った最大化問題の解き方を利用します。それは、$\pi_1(w,x)$ をそれぞれ w と x で偏微分したものがゼロとなる条件 (利潤最大化の 1 階条件) を解くことで、$\pi_1(w,x)$ を最大化する (w^*,x^*) を求めるというものです。この考え方は、3.1 節で「利潤 $\pi(Q)$=収入 $R(Q)-$ 費用 $C(Q)$」を Q に関して微分したものがゼロに等しいとおいた条件式「限界収入 $MR(Q)=$ 限界費用 $MC(Q)$」を解くことと基本的に同じです ($MR(Q)=MC(Q)$ は利潤最大化の 1 階の条件です)。

また、ここでは微分ではなく偏微分を用いますが、これは利潤 $\pi_1(w,x)$ が 2 変数関数であるため、微分する変数以外の変数の値は一旦止めて微分するという考え方に基づくものです。そのため、通常の微分 $d\pi(Q)/dQ$ で用いる記号 d ではなく、$\partial\pi_1(w,x)/\partial w$ というように記号 ∂ を用います。

まず、$\pi_1(w,x)$ を w で偏微分すると、

$$\begin{aligned}
\frac{\partial\pi_1(w,x)}{\partial w} &= -wx+(3000-w)x+(3000-x)x-(3000-x)(w+x)+(3000-w)(3000-x)\\
&= -wx+3000x-wx+3000x-x^2-3000w-3000x+wx+x^2\\
&\qquad +9000000-3000x-3000w+wx\\
&= 9000000-6000w\\
&= 3000(3000-2w)
\end{aligned}$$

となります。よって w に関する 1 階の条件、$\partial\pi_1/\partial w=0$ を解くと $w^*=1500$ が得られます。同様に π_1 を x について偏微分してゼロとおいた x に関する 1 階の条件式を解けば, $x^*=1500$ が得られます。したがって、単品販売のみの場合は W と X をそれぞれ 1500 円で販売するのが最適となります。

生産者余剰

次に単品販売のみの場合の企業利潤、つまり生産者余剰 (PS_1) を計算します。これは式 (A3-3) に最適価格 (w^*, x^*) を代入すれば求めることができ、

$$\begin{aligned} PS_1 &= \pi_1(w^*, x^*) \\ &= (3000-1500)1500 \cdot 1500 + (3000-1500)1500 \cdot 1500 \\ &\quad +(3000-1500)(3000-1500)(1500+1500) \\ &= 135\,\text{億円} \end{aligned} \tag{A3-4}$$

となります。

消費者余剰

消費者がソフトウェア購入から得る便益は、その人の支払意思額によって 1 人ひとり異なります。図 A3-1(左図) を用いると、支払意思額が (a, b) の消費者の余剰は以下のように場合分けできます。

(i) $w^* \le a \le 3000, 0 \le b < x^*$ の場合: W のみを購入して消費者余剰は $a - w^*$ となる (左上の領域)。

(ii) $0 \le a < w^*, x^* \le b \le 3000$ の場合: X のみを購入して消費者余剰は $b - x^*$ となる (右下の領域)。

(iii) $w^* \le a \le 3000, x^* \le b \le 3000$ の場合: W と X の両方を購入して消費者余剰は $a - w^* + b - x^*$ となる (右上の領域)。

したがって、市場全体の消費者余剰 (CS_1) は、これら余剰をすべての消費者について足し合わせたものになります。これを求めるには単純な面積と消費者余剰の掛け算ではできず、積分計算 (2 重積分) が必要になります。積分の概念や 2 重積分の求め方の解説は他の教科書等に譲りますが、実際に CS_1 を (i)〜(iii) の領域に分けて求めると、以下の計算のようになり

ます。

$$
\begin{aligned}
CS_1(w^*, x^*) &= \int_0^{x^*} \left[\int_{w^*}^{3000} (a - w^*) da \right] db + \int_{x^*}^{3000} \left[\int_0^{w^*} (b - x^*) da \right] db \\
&\quad + \int_{x^*}^{3000} \left[\int_{w^*}^{3000} (a - w^* + b - x^*) da \right] db \\
&= \left[\frac{1}{2} a^2 - w^* a \right]_{w^*}^{3000} \cdot x^* + \left[\frac{1}{2} b^2 - x^* b \right]_{x^*}^{3000} \cdot w^* \\
&\quad + \int_{x^*}^{3000} \left[ab + \frac{a^2}{2} - (w^* + x^*) a \right]_{x^*}^{3000} db \\
&= 16.875\,\text{億円} + 16.875\,\text{億円} + 33.75\,\text{億円} \\
&= 67.5\,\text{億円} \qquad \text{(A3-5)}
\end{aligned}
$$

つまり、単品販売のみの場合の消費者余剰は 67.5 億円となります。

(b) 混合抱き合わせの場合

次に単品販売に加えてセット販売も行う場合、すなわち混合抱き合わせの場合を考えます。ここで W と X のセット価格を s で表すことにします。消費者は W のみを価格 w で単品購入するか、X のみを価格 x で単品購入するか、W と X のセットを価格 s で購入するか、もしくは何も買わないかを選べます。どれが選ばれるかは消費者の支払意思額 (a, b) に依存し、購入から得られる余剰が最大となる選択肢です。図 A3-1 の右図で塗りつぶした部分の面積がそれぞれの購入者数になります。このときの企業の利潤は以下で表されます。

$$
\begin{aligned}
\pi_2(w, x, s) &= \underbrace{(3000 - w)(s - w) \cdot w}_{\substack{W\text{ のみ購入する} \\ \text{消費者からの利益}}} + \underbrace{(s - x)(3000 - x) \cdot x}_{\substack{X\text{ のみ購入する} \\ \text{消費者からの利益}}} \\
&\quad + \underbrace{\left[\{3000 - (s - x)\}\{3000 - (s - w)\} - \{w - (s - x)\}^2/2 \right] \cdot s}_{\text{セット購入する消費者からの利益}} \\
&= (3000 - w)(s - w)w + (s - x)(3000 - x)x \\
&\quad + \left[(3000 - s + x)(3000 - s + w) - (w - s + x)^2/2 \right] s \qquad \text{(A3-6)}
\end{aligned}
$$

この利潤を最大化する最適価格 (w^{**}, x^{**}, s^{**}) を求めます。単品販売のときと同様に 1 階の条件を求めるため、$\pi_2(w, x, s)$ を w、x、および s に関してそれぞれ偏微分します。まず、w に

関して偏微分すると

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_2(w,x,s)}{\partial w} &= -(s-w)w-(3000-w)w+(3000-w)(s-w) \\
&\quad +[(3000-s+x)-(w-s+x)]\,s \\
&= -ws+w^2-3000w+w^2+3000s-3000w-ws+w^2 \\
&\quad +3000s-s^2+xs-ws+s^2-xs \\
&= 3w^2-3ws-6000w+6000s \\
&= 3\left[w^2-(s+2000)w+2000s\right]
\end{aligned}
$$

となります。これは w の 2 次関数なので、1 階条件 $\partial\pi_2/\partial w=0$ は w に関する 2 次方程式になります。したがって、2 次方程式の解の公式を用いれば、以下の関係式が得られます。

$$
\begin{aligned}
w^{**} &= \frac{(s+2000)\pm\sqrt{(s+2000)^2-8000s}}{2} \\
&= \frac{s+2000\pm\sqrt{(s-2000)^2}}{2}=\frac{s+2000\pm(s-2000)}{2} \\
&= s \text{ もしくは } 2000
\end{aligned}
$$

2 つの解のうち $w=s$ のときは π_2 は極小となり、π_2 が最大となるのは $w^{**}=2000$ のほうです。同様にして、$\partial\pi_2/\partial x$ を求めてゼロに等しいとおき、x に関する 1 階の条件を解くと、$x^{**}=2000$ が得られます。

残りの s に関する 1 階の条件を求めます。

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial \pi_2}{\partial s} &= (3000-w)w+(3000-x)x \\
&\quad +\left[(3000-s+x)(3000-s+w)-(w-s+x)^2/2\right] \\
&\quad +[-(3000-s+w)-(3000-s+x)+(w-s+x)]\,s \\
&= 3000w-w^2+3000x-x^2 \\
&\quad +9000000-3000s+3000w-3000s+s^2-ws+3000x-xs+xw \\
&\quad -w^2/2-s^2/2-x^2/2+ws-xw+xs-6000s+s^2 \\
&= \frac{3}{2}s^2-12000s-\frac{3}{2}w^2+6000w-\frac{3}{2}x^2+6000x+9000000
\end{aligned}
$$

ここで $w^{**}=x^{**}=2000$ を代入すると以下となります。

$$\begin{aligned}\left.\frac{\partial\pi_2}{\partial s}\right|_{w^{**},x^{**}} &= \frac{3}{2}s^2-12000s+21000000\\ &= \frac{3}{2}(s^2-8000s+14000000)\end{aligned}$$

s に関する 1 階の条件 $\partial\pi_2/\partial s|_{w^{**},x^{**}}=0$ も s に関する 2 次方程式なので、これを解くと以下が得られます。

$$\begin{aligned} s^{**} &= \frac{8000\pm\sqrt{64000000-56000000}}{2}=\frac{8000\pm\sqrt{8000000}}{2}\\ &= 4000\pm 1000\sqrt{2}\\ &\approx 2585.79 \text{ もしくは } 5414.21\end{aligned}$$

ここで $s\leq 6000$ という条件のもとでは、$\pi_2(w^{**},x^{**},s)$ は $s=5414.21$ のとき極小、$s^{**}=2585.79$ のとき最大 (極大) となります。

以上をまとめると混合抱き合わせで販売する場合は、W と X の単品価格を 2000 円、セット価格を 2586 円にするのが最適となります。つまり、W と X の価格を単品販売のみのときよりも引き上げたうえで、セット価格をそれぞれの価格の合計よりも安くするというのが混合抱き合わせの価格設定になります。

生産者余剰

生産者余剰は、式 (A3-6) に最適価格 (w^{**},x^{**},s^{**}) を代入すれば求められます。

$$\begin{aligned} PS_2 &= \pi_2(w^{**},x^{**},s^{**})\\ &= (3000-2000)(2586-2000)2000+(2586-2000)(3000-2000)2000\\ &\quad +\left[(3000-2586+2000)(3000-2586+2000)-(2000-2586+2000)^2/2\right]2586\\ &= 14828427028\\ &\approx 148.3\text{ 億円} \end{aligned} \tag{A3-7}$$

よって、単品販売のみの場合よりも生産者余剰は $148.3-135=13.3$ 億円だけ増加することがわかります。

消費者余剰

図 A3-1(右図) を用いると、支払意思額が (a,b) の消費者が得る余剰は、以下のように場合分けすることができます。

(i) $w^{**} \leq a \leq 3000, 0 \leq b < s^{**} - w^{**}$ の場合: W のみ購入して消費者余剰は $a - w^{**}$ となる (左上の領域)。

(ii) $0 \leq a < s^{**} - x^{**}, x^{**} \leq b \leq 3000$ の場合: X のみ購入して消費者余剰は $b - x^{**}$ となる (右下の領域)。

(iii) $s^{**} \leq a + b \leq 6000, s^{**} - x^{**} \leq a \leq 3000, s^{**} - w^{**} \leq b \leq 3000$ の場合: セットを購入して消費者余剰は $a + b - s^{**}$ となる (右上の領域)。

ここで, (iii) の領域をさらに直線 $a = w^{**}$ で上下 2 つに分けます。

(iii)' $w^{**} \leq a \leq 3000, s^{**} - w^{**} \leq b \leq 3000$ ((iii) の上側の領域)

(iii)" $s^{**} - x^{**} \leq a < w^{**}, s^{**} - a \leq b \leq 3000$ ((iii) の下側の領域)

以上の (i), (ii), (iii)', (iii)" の 4 つの領域に分けて 1 人ひとりの余剰を積分することで、市場全体の消費者余剰を求めます。

$$
\begin{aligned}
CS_2 &= \int_0^{s^{**}-w^{**}} \left[\int_{w^{**}}^{3000} (a - w^{**}) da \right] db + \int_{x^{**}}^{3000} \left[\int_0^{s^{**}-x^{**}} (b - x^{**}) da \right] db \\
&\quad + \int_{s^{**}-w^{**}}^{3000} \left[\int_{w^{**}}^{3000} (a + b - s^{**}) da \right] db + \int_{s^{**}-x^{**}}^{w^{**}} \left[\int_{s^{**}-a}^{3000} (a + b - s^{**}) db \right] da \\
&= 292893219 + 292893219 + 4121320344 + 2178511302 \\
&= 6885618083 \\
&\approx 68.86 \text{ 億円} \qquad \text{(A3-8)}
\end{aligned}
$$

よって混合抱き合わせによる販売では、単品販売のみの場合よりも消費者余剰は $68.86 - 67.5 = 1.36$ 億円だけ増加することがわかります。ただし、混合抱き合わせのときの W と X の単品価格は、単品販売のみときよりも高くなっているので、W と X のどちらか一方にのみ大きい支払意思額を持つ消費者にとっては、高い価格で単品購入することになり余剰が減少します。