全学教育「経済学」

5. 供給曲線 (2)

柳瀬 明彦（経済学部）

2022 年 5 月 9 日

利潤最大化条件（復習）

- 生産者（企業）の利潤最大化問題：$\pi = p \cdot x - C(x)$ を最大にする生産量 x を求める
  - p：財の価格
  - $C(x)$：費用関数
- 利潤最大化条件：$p = MC(x)$
  - $MC(x) = C'(x)$：限界費用（生産量を追加的に 1 単位増やしたときの費用の増加分）

限界費用と平均費用（復習）

- 平均費用と平均可変費用
  - 平均費用：生産量 1 単位当たりの費用 $AC(x) = C(x)/x$
  - 平均可変費用：生産量 1 単位当たりの可変費用 $AVC(x) = V(x)/x$
  - $AC(x) > AVC(x)$ が成立
- 限界費用との関係：
  - ある生産量 x_B よりも生産量が小さいときは $MC(x) < AC(x)$ だが，生産量が x_B を超えると $MC(x) > AC(x)$

損益分岐点と操業停止点

損益分岐点

- 損益分岐点（break-even point）：**利潤がゼロ**になるような価格と生産量の組み合わせ (p_B, x_B)
- 利潤ゼロ条件：$p = AC(x)$
    - 利潤は次のように書き換えられる：

$$\begin{aligned}\pi = p \cdot x - C(x) &= \left[p - \frac{C(x)}{x}\right] \cdot x \\ &= [p - AC(x)] \cdot x\end{aligned}$$

$\rightarrow p = AC(x)$ ならば $\pi = 0$

- 利潤ゼロ条件と利潤最大化条件 $p = MC(x)$ より，損益分岐点は

$$p_B = MC(x_B) = AC(x_B) \tag{1}$$

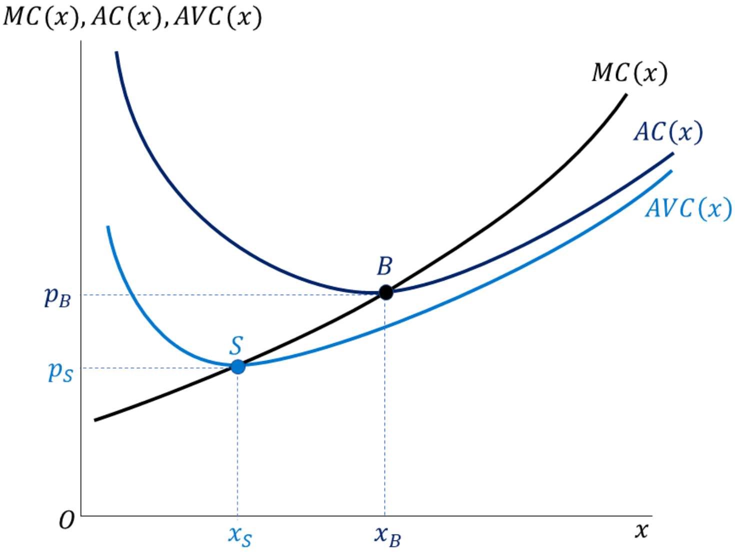
- $\pi = [p - AC(x)] \cdot x \to p_B$ よりも低い価格の下では，利潤はマイナス
- この場合，生産を止めた方が良いか？
  $\to$ 必ずしもそうではない
  - $C(x) = V(x) + F$ より，
    $$\begin{aligned}\pi = p \cdot x - V(x) - F &= \left[p - \frac{V(x)}{x}\right] \cdot x - F \\ &= [p - AVC(x)] \cdot x - F\end{aligned}$$
  - $p > AVC(x)$ ならば，$p \cdot x - V(x) > 0 \to \pi < 0$ であっても，生産した方が望ましい
    - 生産を止める（$x = 0$）$\to$ 固定費用分がすべて損失：$\pi = -F$
    - 生産する（$x > 0$）$\to$ 固定費用の一部を回収して赤字を減らすことが可能：$0 > \pi > -F$

操業停止点

- 操業停止点（shut-down point）：以下の式を満たす価格と生産量の組み合わせ (p_S, x_S)

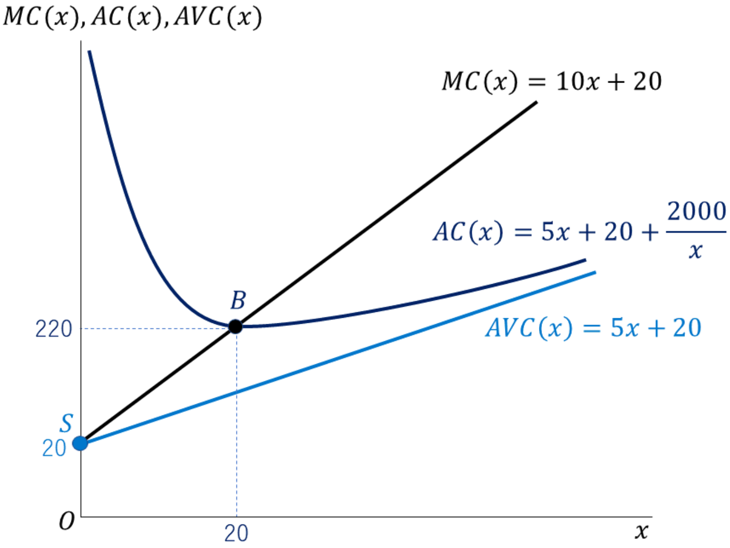
$$p_S = MC(x_S) = AVC(x_S) \tag{2}$$

  - 粗利潤（gross profit）$p \cdot x - V(x)$ がゼロ
    - 粗利潤：収入から可変費用を引いたもの，固定費用を引く前の粗利（あらり）
    - 粗利潤から固定費用を引いたもの（利潤）は「純利潤（net profit）」ともいう
  - p_S よりも低い価格の下では，生産をすると固定費用の損失を上回る赤字が発生



$MC(x), AC(x), AVC(x)$
$MC(x)$
$AC(x)$
$AVC(x)$
B
S
p_B
p_S
O
x_S
x_B
x

- 例 1：$C(x) = 5x^2 + 20x + 2000$
  - 可変費用：$V(x) = 5x^2 + 20x$
  - 固定費用：$F = 1000$
- 損益分岐価格
  - 限界費用：$MC(x) = C'(x) = V'(x) = 10x + 20$
  - 平均費用：$AC(x) = C(x)/x = 5x + 20 + 2000/x$
  - $MC(x) = AC(x)$ より，$x_B = 20 \to p_B = 220$
- 操業停止価格
  - 平均可変費用：$AVC(x) = V(x)/x = 5x + 20$
  - $MC(x) = AVC(x)$ より，$x_S = 0 \to p_S = 20$


$MC(x), AC(x), AVC(x)$
$MC(x) = 10x + 20$
$AC(x) = 5x + 20 + \frac{2000}{x}$
B
220
$AVC(x) = 5x + 20$
S
20
O
20
x

各生産者の供給関数

最適生産の条件：再考

- 利潤最大化条件 $p = MC(x)$ が意味があるのは，$p \geq p_S$ の場合のみ
  - $p = MC(x)$ を x について解く
    $\rightarrow$ 最適な生産量 x^* が p に依存して決定
- $p < p_S$ の場合，最適な生産量は $x^* = 0$

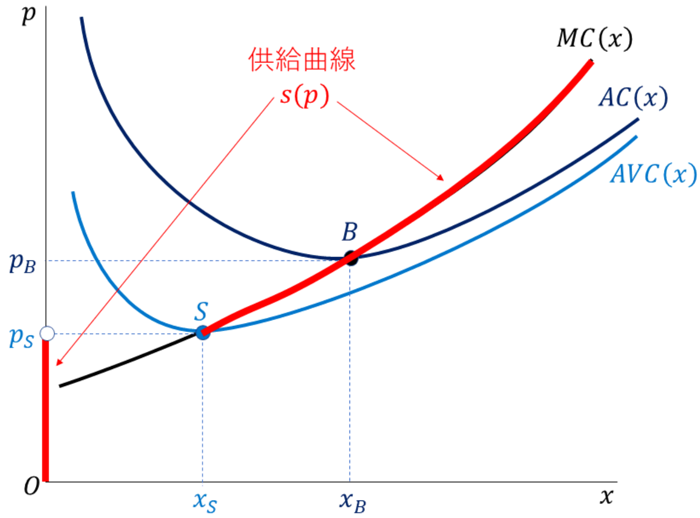
供給関数と供給曲線

- 最適な生産量：価格 p の関数として表現される（供給関数）
  - $p \geq p_S$ のとき：利潤最大化条件 $p = MC(x)$ を x について解いたものを $s^*(p)$ とすると，$x^* = s^*(p)$
  - $p < p_S$ のとき，$x^* = 0$

→ 生産物の供給関数（supply function）：

$$s(p) = \begin{cases} s^*(p) & p \geq p_S \text{ のとき} \\ 0 & p < p_S \text{ のとき} \end{cases} \tag{3}$$

- 供給曲線（supply curve）：供給関数のグラフ
  - $p \geq p_S$ の範囲において，限界費用曲線と一致
  - 限界費用は逓増（$MC'(x) > 0$）→ 供給曲線は右上がり

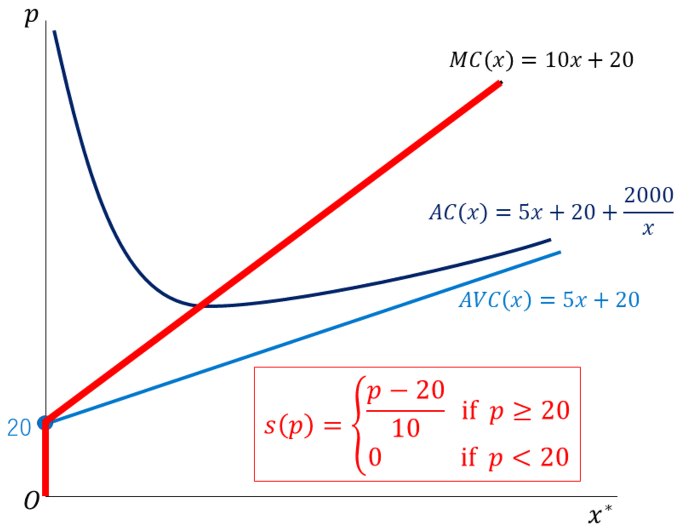


p
供給曲線
$s(p)$
$MC(x)$
$AC(x)$
$AVC(x)$
B
S
p_B
p_S
O
x_S
x_B
x

- 例 1：$C(x) = 5x^2 + 20x + 2000$
  - 操業停止価格：$p_S = 20$
  - 限界費用：$MC(x) = 10x + 20$
    $\to$ 利潤最大化条件：$p = 10x + 20$

  $\to$ 供給関数：

$$s(p) = \begin{cases} (p-20)/10 & p \geq 20 \text{ のとき} \\ 0 & p < 20 \text{ のとき} \end{cases}$$


p
$MC(x) = 10x + 20$
$AC(x) = 5x + 20 + \frac{2000}{x}$
$AVC(x) = 5x + 20$
20
O
x^*
$s(p) = \begin{cases} \frac{p-20}{10} & \text{if } p \geq 20 \\ 0 & \text{if } p < 20 \end{cases}$

生産者余剰

- 余剰（surplus）
  - 経済活動の望ましさを測る指標
  - ある経済活動をすることで経済主体が得る純利益
- 生産者余剰（producer surplus）
  - 生産者が生産・販売活動をすることで，しない場合に比べてどれだけ利潤が増えるか？
    - 生産をする：$\pi(x) = p \cdot x - C(x) = p \cdot x - V(x) - F$
    - （市場に参入したうえで）生産をしない：$\pi(0) = -F$

    $\to$ 生産者余剰：

$$PS = \pi(x) - \pi(0) = p \cdot x - V(x) \tag{4}$$

  - 生産者余剰（粗利潤に等しい）と利潤（純利潤）との関係：

$$\pi = PS - F$$

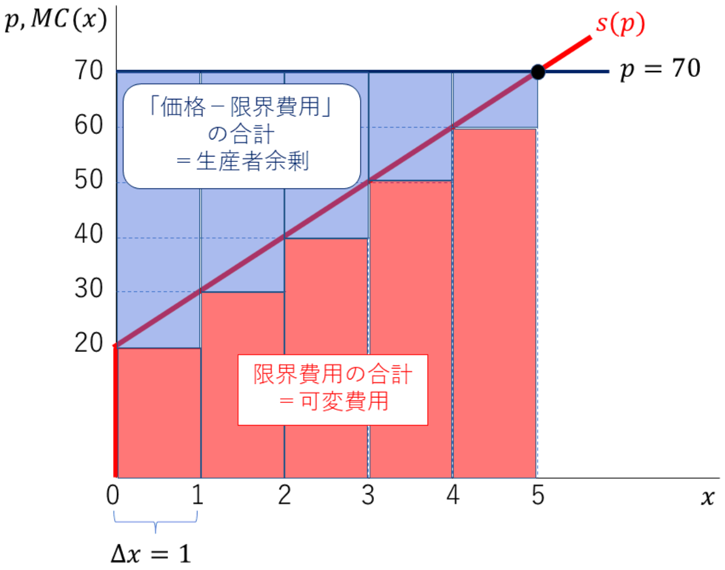
- 生産者余剰と供給曲線の関係
  - 生産者余剰：収入と可変費用との差
    - 可変費用：限界費用を合計（積分）したもの
  - 価格が p_0 のときの利潤最大化生産量：$x_0^* = s(p_0)$
    - $x = x_0^*$ のとき，$p_0 = MC(x_0^*)$
    - $x < x_0^*$ のとき，$p_0 > MC(x)$
  - 生産量を $x = 0$ から $x = x_0^*$ まで少しずつ増やしていく
    - 生産者の利益の増加分：価格と限界費用との差 $p_0 - MC(x)$ を $x = 0$ から $x = x_0^*$ まで合計（積分）したもの
  - 供給曲線の高さ $=$ 限界費用 $\rightarrow$ 生産者余剰：価格と供給曲線とで囲まれる部分の面積

- 例 1：$V(x) = 5x^2 + 20x \to MC(x) = 10x + 20$
- $p = 70$ のときの生産者余剰を考える
    - 操業停止価格 $p_S = 20$ よりも高い
    - 利潤最大化条件 $p = MC(x)$ より，$x^* = 5$
- x を整数単位で 0 から 5 まで増やした場合：

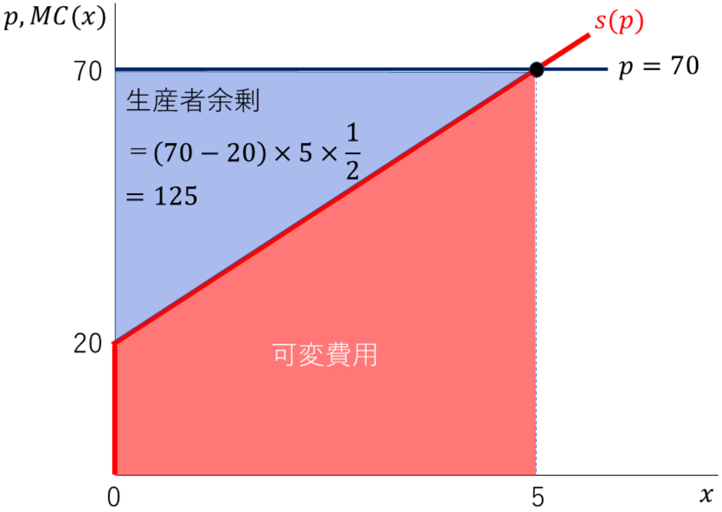
x	$MC(x)$	$p - MC(x)$
0	20	50
1	30	40
2	40	30
3	50	20
4	60	10
5	70	0

$\to$ 生産者余剰：$50 + 40 + 30 + 20 + 10 + 0 = 150$

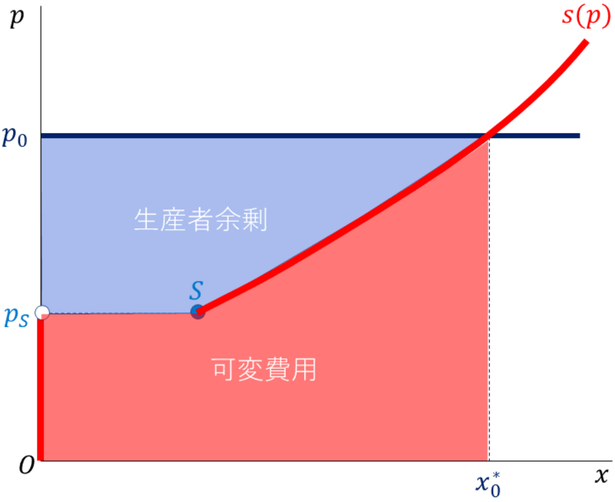
- x は実数値をとることができる $\to$ x の増加幅 Δx として限りなく小さい値を考える


$p, MC(x)$
70
60
50
40
30
20
$s(p)$
$p = 70$
「価格－限界費用」
の合計
＝生産者余剰
限界費用の合計
＝可変費用
0
1
2
3
4
5
x
$\Delta x = 1$

$\Delta x \to 0$ の場合を考えると、



より一般的なケース



市場供給関数

市場供給関数の導出

- 各生産者（企業）の利潤最大化条件：
  $p = MC(x)$ if $p \geq p_S$ & $x^* = 0$ if $p < p_S$
  $\to$ 各企業の供給関数
- M 社の企業が存在，企業 j の供給関数を $s_j(p)$ で表す
  $\to$ 市場供給関数は全ての企業の供給関数を集計したもの：

$$S(p) = s_1(p) + \cdots + s_M(p) = \sum_{j=1}^{M} s_j(p) \qquad (5)$$

- 各企業の供給関数は価格の増加関数
  - 供給曲線は右上がり

$\to$ 市場供給関数も価格の増加関数

- 例 2：全部で 100 社の企業，全て例 1 の費用関数を持っていると仮定
  - 企業 j の供給関数（$j = 1, \ldots, 100$）：

$$s_j(p) = \begin{cases} (p - 20)/10 & \text{if } p \geq 20 \\ 0 & \text{if } p < 20 \end{cases}$$

  - $\displaystyle\sum_{j=1}^{100} \frac{p-20}{10} = \underbrace{\frac{p-20}{10} + \cdots + \frac{p-20}{10}}_{\times 100} = 10p - 200$ より，市場供給関数：

$$S(p) = \begin{cases} 10p - 200 & \text{if } p \geq 20 \\ 0 & \text{if } p < 20 \end{cases}$$