全学教育「経済学」

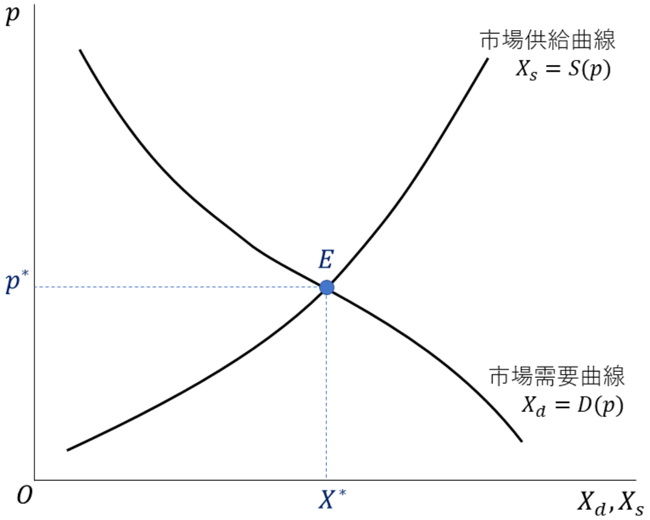
4. 供給曲線 (1)

柳瀬 明彦（経済学部）

2022 年 5 月 2 日

完全競争市場の均衡（復習）

- 完全競争市場における，ある財の市場の均衡：
  市場需要曲線と市場供給曲線の交点で決定
- 市場需要曲線は右下がり
  - 価格が上昇 $\rightarrow$ 市場需要量は減少
- 市場供給曲線は右上がり
  - 価格が上昇 $\rightarrow$ 市場供給量は増加


p
市場供給曲線
$X_s = S(p)$
E
p^*
市場需要曲線
$X_d = D(p)$
O
X^*
X_d, X_s

- 市場供給曲線はなぜ右上がり？
- 最終消費財を供給するのは，生産者（企業）$\longrightarrow$ 個別の生産者の供給曲線を集計することで，市場供給曲線が導かれる
- 個別生産者の供給曲線をまず導こう。
    - 通常，生産者は財の生産量を選べる（「1 単位しか生産しない」わけではない）

準備：費用関数

生産者の行動原理

- 生産者の行動原理：生産技術の制約の下で利潤を最大化
  - 生産技術（production technology）の制約：技術的に不可能なものは作れない
  - 利潤（profit）：収入（revenue）から費用（cost）を引いた額
- 次のような生産者行動のモデルを考える：
  - 財 X を x 単位生産し，販売
    $\rightarrow$ 価格を p で表すと，収入は $R(x) = p \cdot x$
  - 生産費用を C で表す $\rightarrow$ 利潤は $\pi = R(x) - C$
    - 労働者に払う給与，土地や機械のレンタル料，原材料の購入に対する支払い，etc.
    - 生産量に依存：$C = C(x)$

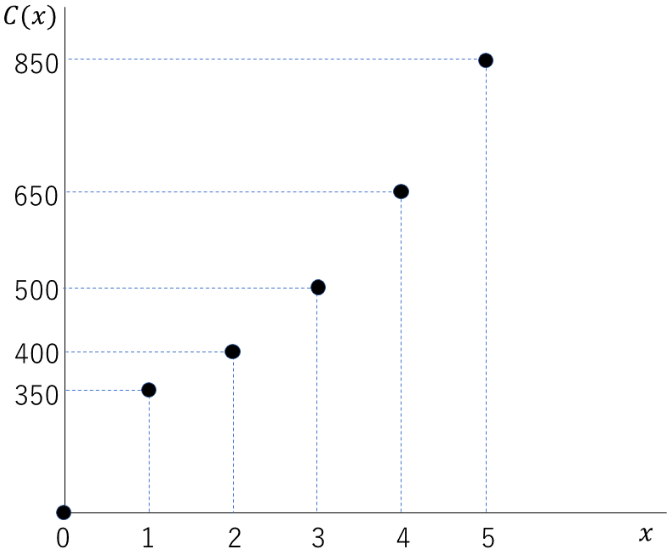
生産にかかる費用

- 財の生産費用 $C(x)$ は，生産量 x に依存（費用関数）
  - 財を x 単位生産するために必要な（最小の）費用を表す
  - 生産技術に依存：生産技術が高ければ，同じ量の生産でも低い費用で生産可能
  - 生産要素や中間財の価格にも依存（所与と仮定）
- 費用関数の性質として，以下を仮定：
  1. x が大きいほど，$C(x)$ の値は大きくなる
  2. x の増加に伴い，$C(x)$ の増え方は大きくなる（$x > 0$ の範囲において）

- 例 1：ある生産者の生産費用

x	$C(x)$
0	0 円
1	350 円
2	400 円
3	500 円
4	650 円
5	850 円

  - $x = 0 \rightarrow x = 1$ のときに大きな費用の増加：固定費用の存在


$C(x)$
850
650
500
400
350
0
1
2
3
4
5
x

- x が実数値をとり，$C(x)$ が x について連続な関数と考える
  $\rightarrow$ そのグラフは連続した線
- さらに，$C(x)$ は x について微分可能であると仮定
  $\rightarrow$ 費用関数の 2 つの仮定は，次のように言い換えられる：
  1. $MC(x) = C'(x) > 0$（限界費用は正）
  2. $x > 0$ のとき $MC'(x) = C''(x) > 0$（限界費用は逓増）
- 限界費用（marginal cost）
  - 「生産量を追加的に 1 単位増やしたときに，生産費用がどれだけ増えるか？」を表す
  - 費用関数 $C(x)$ の 1 階微分で表される：

$$C'(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{C(x + \Delta x) - C(x)}{\Delta x}$$

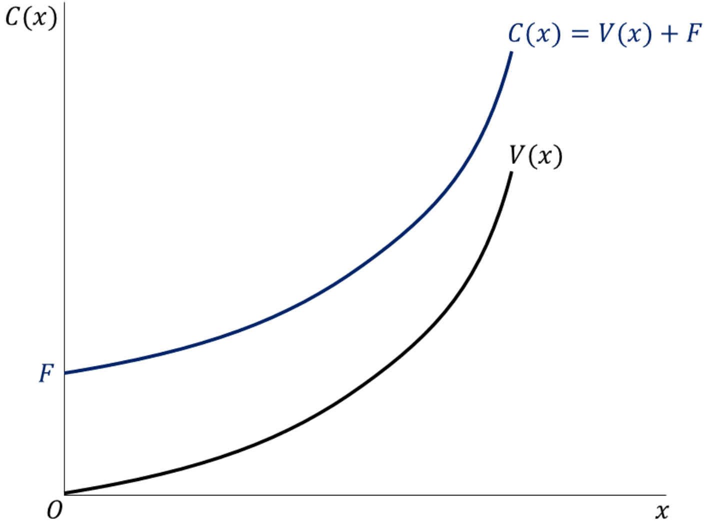
  - 費用曲線（$C(x)$ のグラフ）の接線の傾きに等しい
    $\rightarrow$ 限界費用逓増とは，接線の傾きが x の増加に伴い大きくなることを意味する

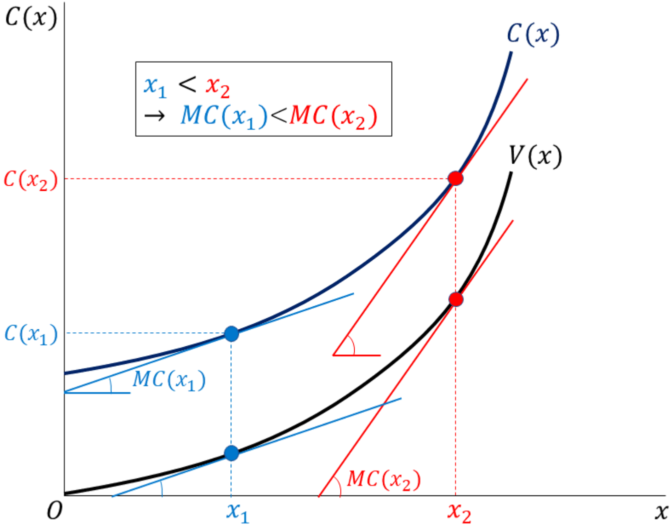
可変費用と固定費用

- 生産費用は，2 つの部分から成る：

$$C(x) = V(x) + F \tag{1}$$

- $V(x)$：可変費用（variable cost）
  - 生産量に応じて変化する費用
  - 例：賃金支払いや原材料費（生産量が増えれば，多くの労働者や原材料が必要）
- F：固定費用（fixed cost）
  - 生産量に関係なく一定額支払う費用
  - 例：土地のレンタル料
- (1) 式 $\rightarrow$ 限界費用について $MC(x) = C'(x) = V'(x)$ が成立

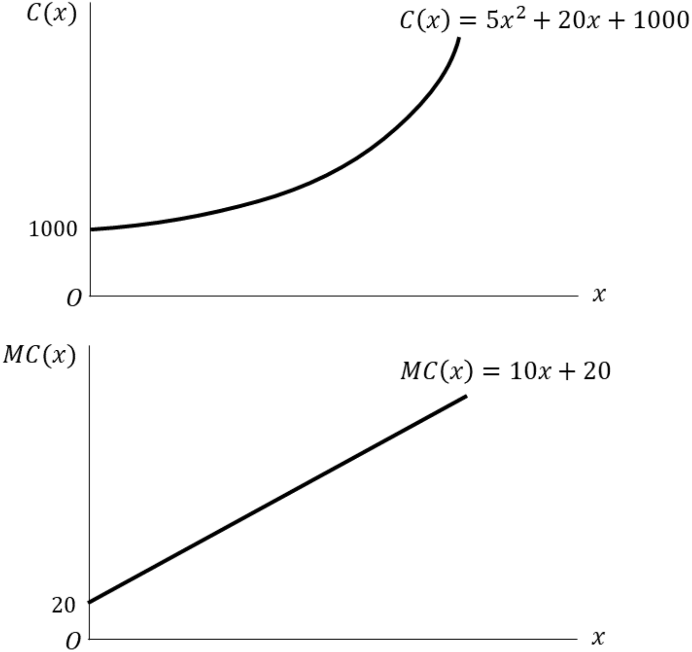

$C(x)$
$C(x) = V(x) + F$
$V(x)$
F
O
x



$C(x)$
$x_1 < x_2$
$\rightarrow MC(x_1) < MC(x_2)$
$C(x)$
$V(x)$
$C(x_2)$
$C(x_1)$
$MC(x_1)$
$MC(x_2)$
O
x_1
x_2
x

- 例 2：$C(x) = 5x^2 + 20x + 1000$
    - 可変費用：$V(x) = 5x^2 + 20x$
    - 固定費用：$F = 1000$

$\rightarrow$ 限界費用：$C'(x) = V'(x) = 10x + 20$


$C(x)$
$C(x) = 5x^2 + 20x + 1000$
1000
O
x
$MC(x)$
$MC(x) = 10x + 20$
20
O
x

限界費用と平均費用

- 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

$$MC(x) = C'(x) \tag{2}$$

- 平均費用（average cost）：生産量 1 単位当たりの費用

$$AC(x) = \frac{C(x)}{x} \tag{3}$$

- 平均可変費用（avarage variable cost）：生産量 1 単位当たりの可変費用

$$AVC(x) = \frac{V(x)}{x} \tag{4}$$

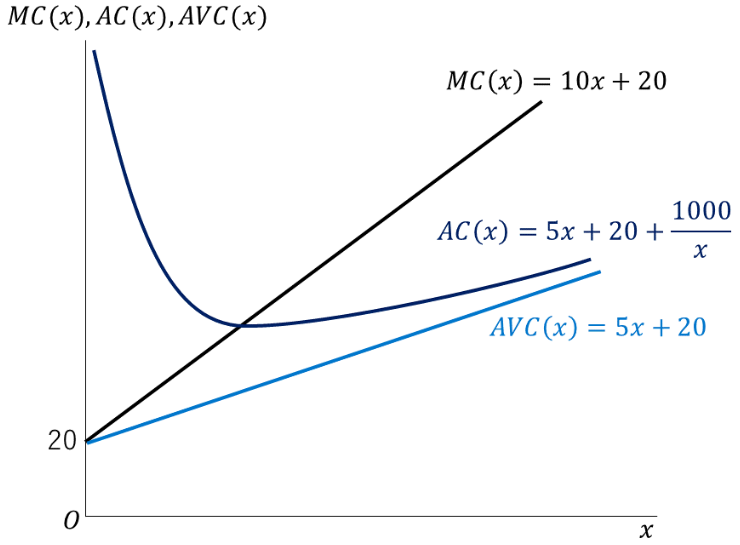
- 例 2：$C(x) = 5x^2 + 20x + 1000$
  - 平均費用：

$$AC(x) = \frac{C(x)}{x} = 5x + 20 + \frac{1000}{x}$$

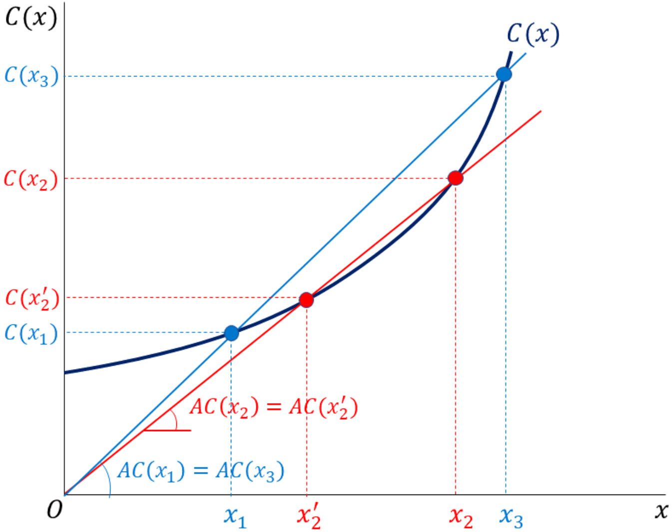
  - 可変費用：$V(x) = 5x^2 + 20x \to$ 平均可変費用：

$$AVC(x) = \frac{V(x)}{x} = 5x + 20 < AC(x)$$

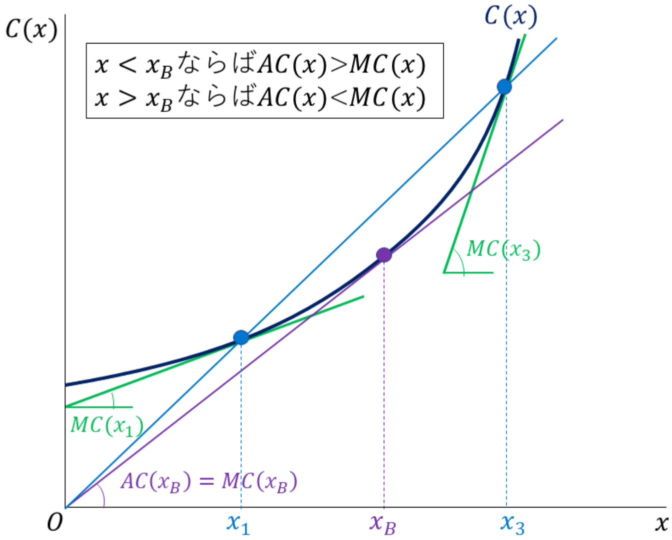
  - $x \to \infty$ のとき，$AC = AVC$
- 限界費用 $MC(x) = 10x + 20$ と比較すると，
  - x が小さいときは $AC(x) > MC(x)$ だが，x が大きいと $AC(x) < MC(x)$
  - $x > 0$ のときは $AVC(x) < MC(x)$，$x = 0$ のとき $AVC(x) = MC(x)$

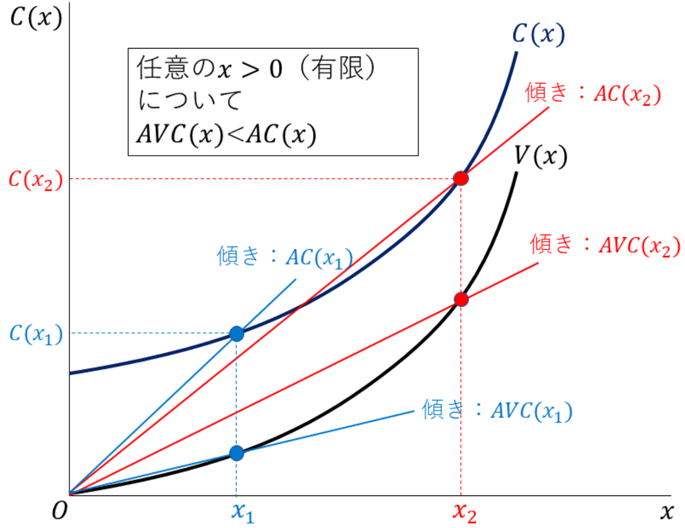

$MC(x), AC(x), AVC(x)$
$MC(x) = 10x + 20$
$AC(x) = 5x + 20 + \frac{1000}{x}$
$AVC(x) = 5x + 20$
20
O
x

- 限界費用・平均費用・平均可変費用の相互の関係
    1. ある生産量 x_B よりも生産量が小さいときは限界費用 $<$ 平均費用だが，生産量が x_B を超えると限界費用 $>$ 平均費用となる
    2. 平均費用は平均可変費用よりも高い（ただし，両者の差は生産量の増加に伴い縮小）



C(x)
C(x)
C(x_3)
C(x_2)
C(x'_2)
C(x_1)
AC(x_2) = AC(x'_2)
AC(x_1) = AC(x_3)
O
x_1
x'_2
x_2
x_3
x


$x < x_B$ならば$AC(x)>MC(x)$
$x > x_B$ならば$AC(x)<MC(x)$
$C(x)$
$C(x)$
$MC(x_3)$
$MC(x_1)$
$AC(x_B) = MC(x_B)$
O
x_1
x_B
x_3
x



$C(x)$
任意の$x > 0$（有限）について
$AVC(x)$<$AC(x)$
$C(x)$
傾き：$AC(x_2)$
$V(x)$
$C(x_2)$
傾き：$AVC(x_2)$
傾き：$AC(x_1)$
$C(x_1)$
傾き：$AVC(x_1)$
O
x_1
x_2
x

利潤最大化条件

利潤最大化と最適生産の決定

- 生産者が直面している問題：
  - 生産技術の制約（費用関数 $C(x)$ で表現される）の下で，利潤 $\pi(x) = p \cdot x - C(x)$ を最大するような x の水準を決定する
- 生産者にとって，財の価格 p は所与
  - 完全競争市場では，各生産者は price taker であると仮定

- 例 1 について考える

x	(x)	$p \cdot x - C(x)$
0	0	0
1	350	$p - 350$
2	400	$2p - 400$
3	500	$3p - 500$
4	650	$4p - 650$
5	850	$5p - 850$

  - $p = 180$ のとき，最適消費量：$x^* = 4$
  - $p = 210$ のとき，最適消費量：$x^* = 5$

$\longrightarrow$ 価格が上がると，供給量（最適生産量）は増加

x	$p \cdot x - C(x)$	$p = 180$ のとき	$p = 210$ のとき
0	0	0	0
1	$p - 350$	-170	-140
2	$2p - 400$	-40	20
3	$3p - 500$	40	130
4	$4p - 650$	70	190
5	$5p - 850$	50	200

- 最適生産の条件は？
  - x を増やすと，収入 $p \cdot x$ が増える一方，費用 $C(x)$ も増える
  - 収入の増え方（= 価格）$>$（$<$）費用の増え方（= 限界費用）
    $\rightarrow$ x を増やした（減らした）方が良い

x	費用 $C(x)$	限界費用 $MC(x)$
1	350	
2	400	50
3	500	100
4	650	150
5	850	200

  - $p = 180$ のとき，$p > MC(4)$ だが $p < MC(5)$
    $\rightarrow$ $x^* = 4$ が最適
  - $p = 210$ のとき，$p > MC(5)$
    $\rightarrow$ $x^* = 5$ が最適

- 例 2 のような場合は？
  - 考え方は例 1 と同じ：$p > MC(x)$ ならば x を増やし，$p < MC(x)$ ならば x を減らすのが望ましい
  - x^* は整数でなくても良い（実数値を選べる）
- 最適生産の条件：

$$p = MC(x) \tag{5}$$

  - 財の価格と限界費用が等しくなるような水準の生産量を選ぶのが最適
- (5) 式 $\longrightarrow$ 最適な生産量が価格の関数として導かれる

- しかし，これで本当に OK？
  - 価格が低い場合，マイナスの利潤（企業に赤字が発生）の可能性
- 例 2：$C(x) = 5x^2 + 20x + 1000$
  $\rightarrow$ (5) 式より，$MC(x) = 10x + 20 = p$
  $\rightarrow$ x について解くと $x^* = (p - 20)/10$
  - $p < 20$ のとき，$x^* < 0$
  - $p > 20$ であっても、例えば $p = 100$ のとき $x^* = 8$
    $\rightarrow$ $\pi^* = -680$
    $\rightarrow$ 生産を止めた方が良い？