はじめよう経済学　ー解答編ー
第 6 講　費用

今回と次回で，**生産者行動**について学びミクロ経済学の分野を終了とします。

家計は効用を最大化（**効用最大化**）するように**消費量**を決定したように，企業は利潤を最大化（**利潤最大化**）するように**生産量**を決定すると考えます。次回，利潤最大化を学ぶことにして，今回はその準備となる企業の「費用」について学んでいきましょう。

今回は総費用 TC，可変費用 VC，固定費用 FC，限界費用 MC，平均費用 AC といったように様々な費用の概念や略語が登場します。新しい用語に慣れるのには少し時間がかかるかもしれませんが，今回の問題をすべて解き終えたときはきっと慣れているかと思います。

ところで，今回も次回も 1 財モデルです。イメージとしては，1 種類の財（例えば，車）をたくさん生産している製造業である企業を考えるといいでしょう。効用最大化で見たような X 財（りんご）と Y 財（みかん）が登場する 2 財モデルではないことに注意してください。

＜第 6 講のノーテーション＞

TC：総費用	VC：可変費用	FC：固定費用	MC：限界費用
AC：平均費用	AVC：平均可変費用	x：財の数量（**生産量**，産出量，供給量）	
L：労働	K：資本		

［注意］グラフの横軸は常に「財の生産量 x 」であるが，縦軸は「総費用 TC 」とするときや「限界費用 MC，平均費用 AC 」とするときがある。

目次

＜補足一覧＞　　＊ 補足 9, 10 は難易度が高いので飛ばしてもよい。

1. 完全競争市場

完全競争市場とは，次のような条件を満たす市場をいう。

① **消費者・生産者は多数存在する**
② **財の同質性**　（その市場の財はすべて同じものである）
③ **情報の完全性**　（消費者・生産者は財について完全な情報をもっている）
④ **参入退出の自由**　（長期的には企業の参入・退出は自由である）

例えば，りんごの市場が完全競争市場であるとして，上記①～④の内容を書き直してみる。

① 消費者はたくさんいて，りんご農家もたくさんいる。
② 売られているりんごはすべて同じ見た目，同じ品質である。
③ りんご農家はりんごの品質についてよく知っており，ライバルのりんご農家がいくらで売っているかも知っている。また，消費者もりんごの品質をよく知っていて，りんごがどこに売っていても，すべてのりんごの価格がそれぞれいくらかを知っている。
④ りんごを作って赤字になる場合，りんご農家は，長期的にはりんごの生産をやめる。また，りんごを作って黒字になることがわかれば，りんごを作っていなかった人も，長期的にはりんごの生産に加わる。

完全競争市場を仮定することで得られる次の 2 つの特徴は特に重要である。

1. **市場メカニズム**によって，**総余剰**が最大化される。（第 1 講「市場」の内容）
2. 消費者・生産者が多数存在することで，それぞれの経済主体は価格を動かす（決める）ことができない**プライステイカー**（価格受容者）となる。

＊ 代表的な**経済主体**とは，家計，企業，政府であるが，ここでは政府は考えていない。

＜補足１＞ プライステイカーとは？

プライステイカー（価格受容者）とは，決まった価格を受け入れるだけであり，価格を動かす（決める）ことができない消費者や生産者のことである。これはどういうことかというと，消費者や生産者は多数存在するので，ある 1 人の消費者が多くの財を買い占めたとしても，全体の需要量にはほとんど影響がなく価格を上昇させない，また，ある 1 企業が大量生産したとしても，全体の供給量にはほとんど影響がなく価格を下落させないということである。

ところで，消費者や生産者をプライステイカーと考えるのはある意味当たり前である。なぜなら，第 1 講「市場」でも「価格は需要と供給の関係で決まる」と学んだのに，1 人の消費者や 1 企業が価格を自由に決めたり動かせたりできると，「価格が，需要と供給の関係で決まるという話は何だったの？」となってしまう。そのため，各消費者や各生産者は価格を**所与として**，消費量（需要量）を決めたり，生産量（供給量）を決めたりするのである。（「所与として」とは「前提としてすでに決まっているものとして」という意味であるが，ここでは「（価格が）決まっているものとして」という意味だと考えておけばよい）

【問題】次の文章中の括弧内に入る適切な語句を書きなさい。また，適切な語句を選ぶ場合には，正しい語句に〇を書きなさい。

1. 完全競争市場とは次の 4 条件を満たす市場である。
   ① 消費者・生産者とも（ 少数 /〇多数 ）存在する。これより，完全競争市場において，それぞれの経済主体はプライス（〇テイカー / メイカー ）となる。
   ② 財は（〇同質 / 異質 ）である。
   ③ 消費者・生産者とも取引に必要な情報に関して完全な知識が（〇ある / ない ）。
   ④ 長期的には，市場への参入・退出は（〇自由である / 自由ではない ）。
2. （ 完全競争 ）市場では，市場メカニズムにより総余剰が最大化される。
3. プライステイカーである企業は財の価格を決めることが（ できる /〇できない ）。
4. 需要曲線は（〇消費者 / 生産者 ）の（ 効用 ）最大化問題から導出され，供給曲線は（ 消費者 /〇生産者 ）の（ 利潤 ）最大化問題から導出される。

＜補足２＞ 完全競争市場から分析が始まる

完全競争市場を非現実的に思うかもしれないが，完全競争市場を仮定することで分析がしやすくなるのである（物理学で「風の影響を無視する」と仮定してボールの軌道を計算することに似ていますね）。このようにミクロ経済学では，完全競争市場のように分析が最もしやすい状況からスタートする。その後に，完全競争市場の条件を徐々に外していけば，より現実に状況に近付いていくのである。

＜補足３＞ 市場の失敗

完全競争市場では，市場メカニズムで総余剰が最大化されると学んだ。これは逆に言うと，完全競争市場でなければ，市場メカニズムが働いても総余剰が最大化されず，死荷重が発生してしまうということである。

例えば，「消費者・生産者は多数存在する」という条件が満たされない市場を**不完全競争市場**といい，例えば，①企業が 1 社しか存在しない**独占**（家計が 1 つの場合は**需要独占**），②企業が 2 社しか存在しない**複占**，③企業が少数社しか存在しない**寡占**（かせん）は，不完全競争市場であり，これらの市場では死荷重が発生してしまう。

また，完全競争市場であっても追加の条件が加わることで，市場メカニズムが働いても総余剰が最大化されず，死荷重が発生してしまうということがあり，これを**市場の失敗**という。例えば，①完全競争市場であっても環境問題が発生することで死荷重が生じる（**外部不経済**），②**公共財**のように無料でみんなが使える財に関しては死荷重が生じる，③電力や水道事業のように自然と独占状態が成立していて死荷重が生じる（**自然独占**，もしくは，**費用逓減産業**）といった状況がある。（ちなみに，不完全競争市場において死荷重が発生することも市場の失敗に含める場合もある（教科書によって異なる）ので注意が必要である。また，市場の失敗の他の例としては，**不確実性**や**情報の非対称性**が挙げられる）

2. さまざまな費用概念

ここでは，さまざまな費用概念について学んでいく。本節の内容は次回の授業「利潤最大化」で前提知識として登場するので，しっかりと理解しておきたい。

また，ここでは多くの略語が登場し，似たような用語がいくつも登場するので注意が必要である。例えば，総費用 TC，可変費用 VC，固定費用 FC，限界費用 MC，平均費用 AC が登場するが，これら 5 つの概念の違いをしっかり押さえておこう。

総費用 TC　：生産費用の総額

$$TC = VC + FC \quad [例]\ TC = 3x^2 + 5 \rightarrow VC = 3x^2,\quad FC = 5$$

＊ x は生産量である。

可変費用 VC　：生産量に伴って変化する費用

例えば，人件費（**労働** L に対する費用），原材料費

固定費用 FC　：生産量に関わらず（生産量ゼロでも）生じる費用

例えば，機械設備費（**資本** K に対する費用）

限界費用 MC　：さらに 1 つ生産することで増える総費用

⇒ 総費用曲線の接線の傾き

$$MC = \frac{dTC}{dx} \quad [例]\ TC = 3x^2 + 5 \rightarrow MC = 3 \times 2x^{2-1} + 0 = 6x$$

＊ わかりやすくは，限界費用 MC：もう 1 つ作るのにかかる費用，1 つ分の増産コスト

平均費用 AC　：生産量 1 つあたりの総費用

⇒ 総費用曲線上の一点と原点を結ぶ直線の傾き

$$AC = \frac{TC}{x} \quad [例]\ TC = 3x^2 + 5 \rightarrow AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x^2 + 5}{x} = 3x + \frac{5}{x}$$

【問題】

(1) 次の文章中の括弧内に入る適切な語句を書きなさい。また，適切な語句を選ぶ場合には，正しい語句に〇を書きなさい。

1. （　総　）費用（略語：　TC　）とは，生産費用の総額である。
2. （　可変　）費用（略語：　VC　）とは，生産量に伴って変化する費用である。具体例としては人件費が挙げられ，これは（〇労働　/　資本　）に対する費用である。
3. （　固定　）費用（略語：　FC　）とは，生産量に関わらず生じる費用である。具体例としては機械設備費が挙げられ，これは（　労働　/〇資本　）に対する費用である。
4. 総費用は（　可変　）費用と（　固定　）費用の合計である。
5. （　限界　）費用（略語：　MC　）とは，さらに 1 つ生産することで増える総費用のことであり，総費用曲線の（　接線　）の傾きで表すことができる。
6. （　平均　）費用（略語：　AC　）とは，生産量 1 つあたりの総費用であり，総費用曲線上の一点と（　原点　）を結ぶ直線の傾きで表すことができる。

(2)　次の英単語を 3 回ずつ書きなさい。

総費用 TC	Total Cost	
	(Total Cost), (Total Cost), (Total Cost)	
可変費用 VC	Variable Cost	variable：変えることができる
	(Variable Cost), (Variable Cost), (Variable Cost)	
労働 L	Labor	イギリス英語では“Labour”
	(Labor), (Labor), (Labor)	
固定費用 FC	Fixed Cost：固定費用	fixed：固定された
	(Fixed Cost), (Fixed Cost), (Fixed Cost)	
資本 K	Capital：資本	ドイツ語では“Kapital”
	(Capital), (Capital), (Capital), (Capital)	
限界費用 MC	Marginal Cost	
	(Marginal Cost), (Marginal Cost), (Marginal Cost)	
平均費用 AC	Average Cost	
	(Average Cost), (Average Cost), (Average Cost)	

(3)　次の用語の略語を書きなさい。

総費用（ TC ）	可変費用（ VC ）	固定費用（ FC ）	限界費用（ MC ）
平均費用（ AC ）	限界費用（ MC ）	可変費用（ VC ）	総費用（ TC ）
固定費用（ FC ）	平均費用（ AC ）	総費用（ TC ）	固定費用（ FC ）
平均費用（ AC ）	可変費用（ VC ）	限界費用（ MC ）	平均費用（ AC ）
固定費用（ FC ）	総費用（ TC ）	可変費用（ VC ）	限界費用（ MC ）

＜補足４＞ 労働と資本

経済学では，財を生産するには労働 L と資本 K の 2 種類の**生産要素**を考えることが多い。労働とは，もちろん労働者が働くことである。資本とは，工場，機械やトラックなどである（通常は固定資本を指すが，固定資本については第 9 講の**＜補足２＞**を参照すること）。つまり，「労働 L と資本 K を生産要素とする」とは，労働者 L 人が資本（機械）K 台を使って財を生産するというイメージなのである。

生産要素として他に思いつくものとして「原材料」があるが，原材料も結局は労働と（固定）資本から作られたものであるということや，マクロ経済学で原材料に関する売上や費用は一国の生産から除外して考える（詳しくは第 8 講「GDP」を参照のこと）といった事情もあり，経済学では生産要素は労働 L と資本 K の 2 種類と考えることが多い。（土地も生産要素ではあるが，土地は労働や資本のように増やしたり減らしたりしにくいため，土地の広さは所与（前提としてすでに決まっている）として考えることが多い）

(4)　次の文章中の括弧内に入る適切な数値や式を書きなさい。

1.　可変費用が 30，固定費用が 20 であるとき，総費用は（　50　）である。　$30 + 20$

2.　総費用が 100，固定費用が 40 であるとき，可変費用は（　60　）である。　$100 - 40$

3.　TC が 200，VC が 160 であるとき，FC は（　40　）である。　$200 - 160$

4.　$VC = 100$，$FC = 50$ のとき，$TC =$（　150　）となる。　$100 + 50$

5.　$TC = 110$，$FC = 60$ のとき，$VC =$（　50　）となる。　$110 - 160$

6.　総費用関数を $TC = x^2 + 1$（x：生産量）とするとき，$VC =$（　x^2　），$FC =$（　1　）である。

7.　$TC = x^2 + 2x + 2$ のとき，$VC =$（　$x^2 + 2x$　），$FC =$（　2　）となる。

8.　$TC = x^2$ のとき，$VC =$（　x^2　），$FC =$（　0　）となる。

9.　$TC = 2x^2 + 3$ のとき，生産量 $x = 1$ において，$TC =$（　5　），$VC =$（　2　），$FC =$（　3　）となる。　$TC = 2x^2 + 3 = 2 \cdot 1^2 + 3 = 2 + 3 (= VC + FC) = 5$

10.　$TC = 3x^2 + 4x$ のとき，$x = 2$ において，$TC =$（　20　），$VC =$（　20　），$FC =$（　0　）となる。　$TC = 3x^2 + 4x = 3 \cdot 2^2 + 4 \cdot 2 = 20 (= VC)$

11.　$TC = x^2$ のとき，$MC =$（　$2x$　）となる。

12.　$TC = 10x$ のとき，$MC =$（　10　）となる。

13.　$TC = 100$ のとき，$MC =$（　0　）となる。

14.　$TC = 5x^2 + 3$ のとき，$MC =$（　$10x$　）となる。

15.　$TC = 4x^2 + 10x + 1$ のとき，$MC =$（　$8x + 10$　）となる。

16.　$TC = 3x^2$ のとき，$x = 5$ において，$MC =$（　30　）となる。　$MC = 6x = 6 \cdot 5 = 30$

17.　$TC = 2x^2 + 10$ のとき，$x = 3$ において，$MC =$（　12　）となる。$MC = 4x = 4 \cdot 3 = 12$

18.　$TC = 5x$ のとき，$x = 10$ において，$MC =$（　5　）となる。$MC = 5$（x の値に依らず 5）

19.　$TC = 12$ のとき，$x = 6$ において，$MC =$（　0　）となる。$MC = 0$（x の値に依らず 0）

20.　$TC = 12$ のとき，$x = 6$ において，$AC =$（　2　）となる。　$12 \div 6$

21.　$TC = 10$ のとき，$x = 2$ において，$AC =$（　5　）となる。　$10 \div 2$

22.　$TC = 120$ のとき，$x = 15$ において，$AC =$（　8　）となる。　$120 \div 15$

23.　$TC = x^2$のとき，$AC =$（　x　）となる。　$AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2}{x} = x$

24.　$TC = 5x^2 + 8$ のとき，$AC =$（　$5x + \frac{8}{x}$　）となる。　$AC = \frac{TC}{x} = \frac{5x^2 + 8}{x} = 5x + \frac{8}{x}$

25.　$TC = 3x + 4$ のとき，$AC =$（　$3 + \frac{4}{x}$　）となる。　$AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x + 4}{x} = 3 + \frac{4}{x}$

26.　$TC = 2x^2$ のとき，$x = 3$ において，$AC =$（　6　）となる。

$AC = \frac{TC}{x} = \frac{2x^2}{x} = 2x = 2 \cdot 3 = 6$（別解）$TC = 2 \cdot 3^2 = 18 \to AC = TC \div x = 18 \div 3 = 6$

27.　$TC = 3x^2 + 6$ のとき，$x = 2$ において，$AC =$（　9　）となる。

$AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x^2 + 6}{x} = 3x + \frac{6}{x} = 3 \cdot 2 + \frac{6}{2} = 9$（別解）$AC = (3 \cdot 2^2 + 6) \div 2 = 18 \div 2 = 9$

28.　$TC = 10x^2 + 5x + 25$ のとき，$x = 5$ において，$AC =$（　60　）となる。

$AC = \frac{TC}{x} = \frac{10x^2 + 5x + 25}{x} = 10x + 5 + \frac{25}{x} = 10 \cdot 5 + 5 + \frac{25}{5} = 60$

（別解）$TC = 10 \cdot 5^2 + 5 \cdot 5 + 25 = 300 \to AC = TC \div x = 300 \div 5 = 60$

(5)　次の各総費用関数について，可変費用 VC，固定費用 FC，限界費用 MC，平均費用 AC を求めなさい。

1.　$TC = 3x^2 + 2x + 5$

$$TC = \underbrace{3x^2 + 2x}_{VC} + \underbrace{5}_{FC}$$

$$MC = \frac{dTC}{dx} = 6x + 2 \qquad AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x^2 + 2x + 5}{x} = 3x + 2 + \frac{5}{x}$$

$VC =$ $3x^2 + 2x$, $FC =$ 5 , $MC =$ $6x + 2$, $AC =$ $3x + 2 + \frac{5}{x}$

2.　$TC = 5x^2 + 4x + 1$

$$TC = \underbrace{5x^2 + 4x}_{VC} + \underbrace{1}_{FC}$$

$$MC = \frac{dTC}{dx} = 10x + 4 \qquad AC = \frac{TC}{x} = \frac{5x^2 + 4x + 1}{x} = 5x + 4 + \frac{1}{x}$$

$VC =$ $5x^2 + 4x$, $FC =$ 1 , $MC =$ $10x + 4$, $AC =$ $5x + 4 + \frac{1}{x}$

3.　$TC = 10x^2 + 5$

$$TC = \underbrace{10x^2}_{VC} + \underbrace{5}_{FC}$$

$$MC = \frac{dTC}{dx} = 20x \qquad AC = \frac{TC}{x} = \frac{10x^2 + 5}{x} = 10x + \frac{5}{x}$$

$VC =$ $10x^2$, $FC =$ 5 , $MC =$ $20x$, $AC =$ $10x + \frac{5}{x}$

4.　$TC = x^2$

$$TC = \underbrace{x^2}_{VC} + \underbrace{0}_{FC}$$

$$MC = \frac{dTC}{dx} = 2x \qquad AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2}{x} = x$$

$VC =$ x^2 , $FC =$ 0 , $MC =$ $2x$, $AC =$ x

5.　$TC = 5x^2 + 10x$

$$TC = \underbrace{5x^2 + 10x}_{VC} + \underbrace{0}_{FC}$$

$$MC = \frac{dTC}{dx} = 10x + 10 \qquad AC = \frac{TC}{x} = \frac{5x^2 + 10x}{x} = 5x + 10$$

$VC =$ $5x^2 + 10x$, $FC =$ 0 , $MC =$ $10x + 10$, $AC =$ $5x + 10$

(6)　次の各総費用関数について，生産量が $x=2$ と $x=3$ における総費用 TC，可変費用 VC，固定費用 FC，限界費用 MC，平均費用 AC の値を求めなさい。

1.　$TC = x^2 + x + 1$

① $x = 2$ のとき

$TC = x^2 + x + 1 = 2^2 + 2 + 1 = 4 + 2 + 1 = 6 + 1(= VC + FC) = 7$

$MC = 2x + 1 = 2 \cdot 2 + 1 = 5$

$$AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2 + x + 1}{x} = x + 1 + \frac{1}{x} = 2 + 1 + \frac{1}{2} = 3 + \frac{1}{2} = \frac{7}{2}$$

② $x = 3$ のとき

$TC = x^2 + x + 1 = 3^2 + 3 + 1 = 9 + 3 + 1 = 12 + 1(= VC + FC) = 13$

$MC = 2x + 1 = 2 \cdot 3 + 1 = 7$

$$AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2 + x + 1}{x} = x + 1 + \frac{1}{x} = 3 + 1 + \frac{1}{3} = 4 + \frac{1}{3} = \frac{13}{3}$$

（$x = 2$ のとき）$TC =$ 7 ，$VC =$ 6 ，$FC =$ 1 ，$MC =$ 5 ，$AC =$ $\frac{7}{2}$

（$x = 3$ のとき）$TC =$ 13 ，$VC =$ 12 ，$FC =$ 1 ，$MC =$ 7 ，$AC =$ $\frac{13}{3}$

2.　$TC = 3x^2 + 4x$

① $x = 2$ のとき

$TC = 3x^2 + 4x = 3 \cdot 2^2 + 4 \cdot 2 = 12 + 8 = 20 + 0(= VC + FC) = 20$

$MC = 6x + 4 = 6 \cdot 2 + 4 = 16$

$$AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x^2 + 4x}{x} = 3x + 4 = 3 \cdot 2 + 4 = 10$$

② $x = 3$ のとき

$TC = 3x^2 + 4x = 3 \cdot 3^2 + 4 \cdot 3 = 27 + 12 = 39 + 0(= VC + FC) = 39$

$MC = 6x + 4 = 6 \cdot 3 + 4 = 22$

$$AC = \frac{TC}{x} = \frac{3x^2 + 4x}{x} = 3x + 4 = 3 \cdot 3 + 4 = 13$$

（$x = 2$ のとき）$TC =$ 20 ，$VC =$ 20 ，$FC =$ 0 ，$MC =$ 16 ，$AC =$ 10

（$x = 3$ のとき）$TC =$ 39 ，$VC =$ 39 ，$FC =$ 0 ，$MC =$ 22 ，$AC =$ 13

＜補足５＞ 平均可変費用 AVC

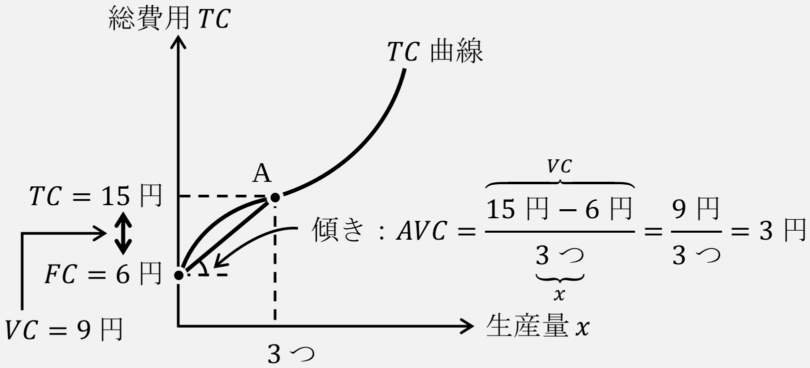
実は，**平均可変費用** AVC（Average Variable Cost）という概念も存在する。この授業は入門レベルであるので平均可変費用 AVC には触れていなかったが，ここで簡単に紹介しておくことにしよう。

平均可変費用 AVC ：生産量１つあたりの可変費用

⇒ 総費用曲線上の一点と総費用曲線の切片を結ぶ直線の傾き

$$AVC = \frac{VC}{x} \quad \text{［例］} TC = \underbrace{3x^2}_{VC} + 5 \rightarrow AVC = \frac{VC}{x} = \frac{3x^2}{x} = 3x$$

下図のようなグラフを用いて平均可変費用 AVC を表すと，総費用曲線上の一点（点 A）と総費用曲線の切片を結ぶ直線の傾きが平均可変費用 AVC であるので，図中の計算式のように生産量 $x = 3$ つにおける平均可変費用は $AVC = 3$ 円であることがわかるのである。



【問題】＜補足５＞を参考にして，次の各問いに答えなさい。

(1)　次の各総費用関数について，平均可変費用 AVC を求めなさい。

1.　$TC = 3x^2 + 2x + 5$　　$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{3x^2 + 2x}{x} = 3x + 2$　　$AVC =$ $3x + 2$

2.　$TC = 5x^2 + 4x + 1$　　$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{5x^2 + 4x}{x} = 5x + 4$　　$AVC =$ $5x + 4$

3.　$TC = 10x^2 + 5$　　$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{10x^2}{x} = 10x$　　$AVC =$ $10x$

4.　$TC = x^2$　　$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{x^2}{x} = x$　　$AVC =$ x

5.　$TC = 5x^2 + 10x$　　$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{5x^2 + 10x}{x} = 5x + 10$　　$AVC =$ $5x + 10$

＊ p.7 の総費用関数とすべて同じ式にしている。

(2)　総費用関数 $TC = 2x^2 + 5x + 10$ について，生産量 $x = 2$ における平均可変費用 AVC の値を求めなさい。

$$AVC = \frac{VC}{x} = \frac{2x^2 + 5x}{x} = 2x + 5 = 2 \cdot 2 + 5 = 9$$

（別解）

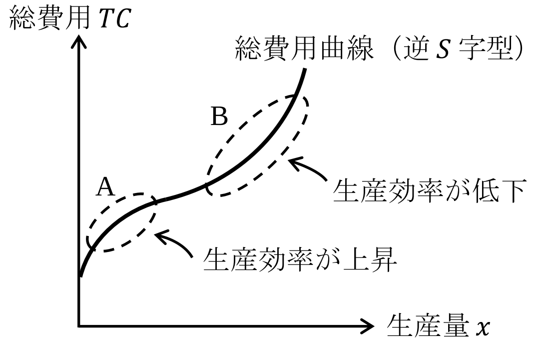
$$VC = 2x^2 + 5x = 2 \cdot 2^2 + 5 \cdot 2 = 18 \rightarrow AVC = \frac{VC}{x} = \frac{18}{2} = 9$$

$AVC =$ 9

3. 3曲線(TC 曲線, MC 曲線, AC 曲線)の関係

総費用曲線（TC 曲線）と限界費用曲線（MC 曲線）と平均費用曲線（AC 曲線）の 3 曲線の関係は授業でも説明したが，ここはややこしいところであるので改めて解説しておこう。ある程度理解が進んでいる人は 4 ページ後の【問題】まで飛んでもらって構わない。

入門のミクロ経済学では，下図のように**総費用曲線**に**逆 S 字型**を仮定することが多い。

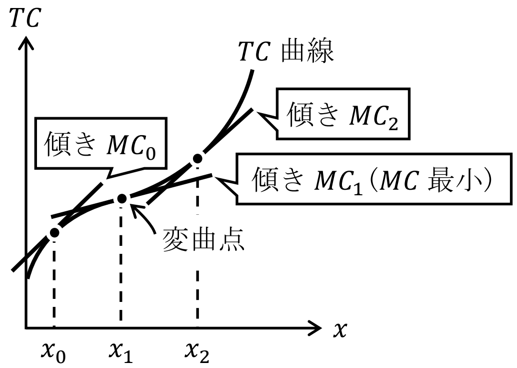


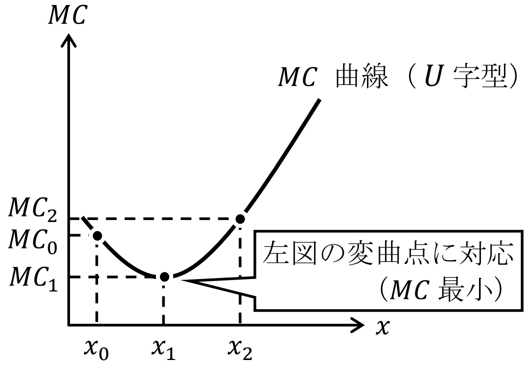
授業でも説明したが，TC 曲線の逆 S 字型になる理由は次のようであった。

図中の A の領域では，まだあまり生産をおこなっておらず，生産量を増やしても総費用はあまり増えない（つまり，生産効率がよい）。

しかし，図中の B の領域では，すでにたくさんの生産をおこなっていて，その工場の規模では少し無理を生産しているような状況である。このため，さらに生産量を増やすには労働者を残業させるなど無理をして働かさなければならなく，増産コストがより高くついてしまう（つまり，生産効率が悪い)。このようなストーリーを考えれば，TC 曲線が逆 S 字型になると考えることにある程度納得がいくのである。(より詳しい内容は＜補足１０＞へ)

これをさらに深く理解するために, 総費用曲線の接線の傾きが限界費用 MC であったことを思い出そう。すると，以下のように，逆 S 字型の総費用曲線（左下図）から U 字型の限界費用曲線（右下図）が書けるのである。（MC 曲線は J 字型に見えるが U 字型と表現する）

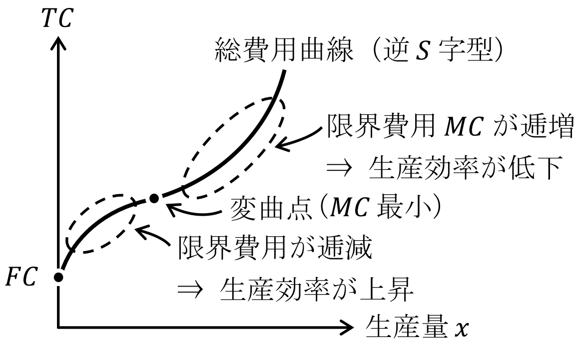




上の 2 図は「総費用曲線」と「限界費用曲線」の対応関係を表す大切なグラフである。右図の縦軸が限界費用 MC になっていることと, 左右のグラフで同じ記号は同じ値を表している（例えば，左図の x_0 と右図の x_0 は同じ値，左図の MC_2 と右図の MC_2 は同じ値といった具合である）ことを考慮にいれてよく見比べてほしい。(変曲点の説明は＜補足９＞へ)

上の右図からは明らかに，生産量 x_0 から x_1 までは限界費用 MC が逓減（減少）していき，x_1 から x_2 までは限界費用 MC が逓増（増加）していくことがわかる。これこそ，生産量 x が小さいときは作れば作るほど生産効率が良くなっていき，生産量 x が大きいときは作れば作るほど生産効率が悪くなっていくということを意味しているのである。

ここまでの内容を総費用曲線のグラフにまとめると，以下のようになる。（ちなみに，生産量 $x=0$ のときの総費用 TC が固定費用 FC になるので，グラフの切片が FC である）



＜補足６＞ 逆 S 字型の総費用「関数」

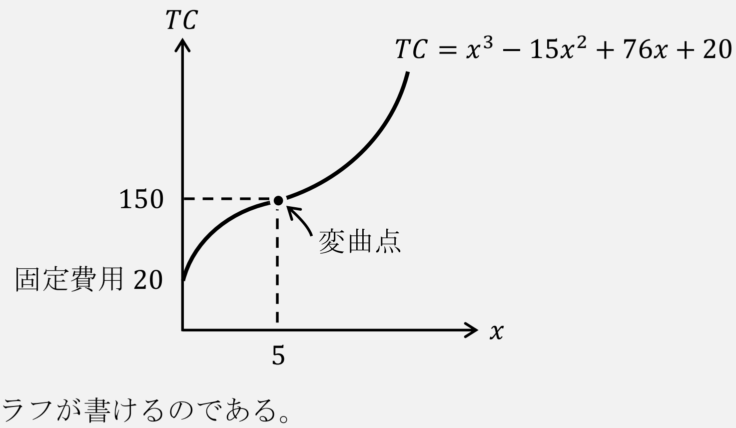
逆 S 字型の総費用曲線を数式で書こうとしたとき，実は，3 次関数（もしくは，3 次以上の関数）を想定しないと書けない。1 次関数では直線を表し，2 次関数では放物線を表すため，逆 S 字型の曲線を表すには，1 次関数や 2 次関数では無理なのである。

ここまでの練習問題で登場した総費用関数は 2 次関数がほとんどであったので，逆 S 字型の総費用曲線に関する計算問題をまだ解いていないことになる。ただ，この授業では生産者行動のエッセンスをつかむために，計算問題では総費用関数は 2 次関数までとする。

ここで，逆 S 字型の総費用曲線となるような**総費用関数**の例を挙げておく。

$$TC = x^3 - 15x^2 + 76x + 20$$

このような総費用関数を想定すれば，



となるようなグラフが書けるのである。

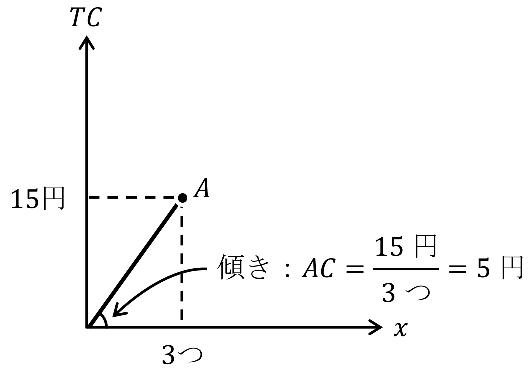
なぜこのようなグラフが書けるのかは＜補足９＞で確認するが，2 階微分（×2 回微分）や増減表といった高校数学の数学Ⅲの内容が登場するので，興味のない人は飛ばしてもらって構わない。

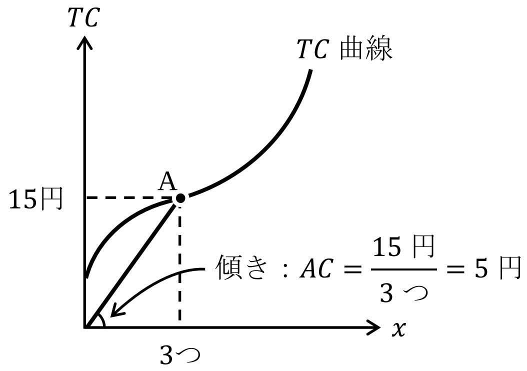
次に，「総費用曲線」と「平均費用曲線」の関係，「限界費用曲線」と「平均費用曲線」の関係を一気に確認しよう。

まず，平均費用ACは生産量1つあたりの総費用であり，総費用曲線上の一点と原点を結ぶ直線の傾きであることを前節で取り上げたが，これを図で確認しておく。

生産量xが3つのとき総費用TCが15円であれば，生産量1つあたりの総費用TCは5円$(= 15\text{円} \div 3\text{つ})$である，つまり，平均費用$AC = 5$円というわけである。

このことをグラフで確認すると左下図のようになる。

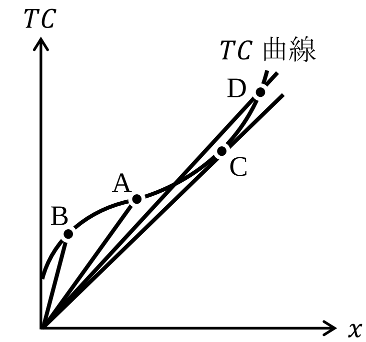




ところで，上図の点A が総費用曲線上に乗っている場合も，もちろん同じように考えてもよい。例えば，右上図のように考えるということである。

つまり，この図から平均費用ACが「総費用曲線上の一点と原点を結ぶ直線の傾き」になることがよくわかるであろう。

では次に，下図を見て，平均費用ACが最も小さい点は点A から点D のどれであるかを選んでもらいたい。



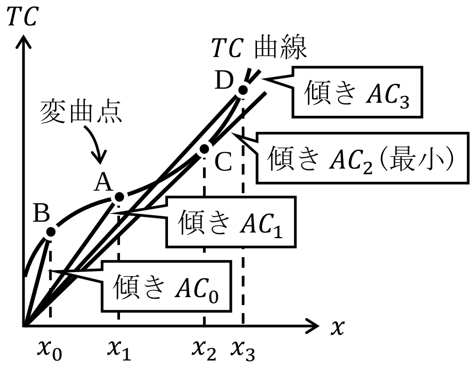
右上がりの直線の傾きを最も小さくしている点を選べばよいので，平均費用ACが最も小さくなっている点は点C であることがわかる。

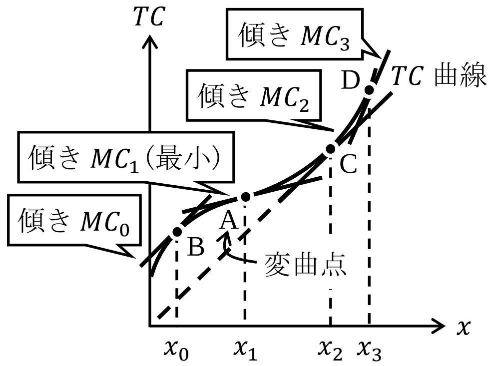
また，この図から次の2つのこともわかる。

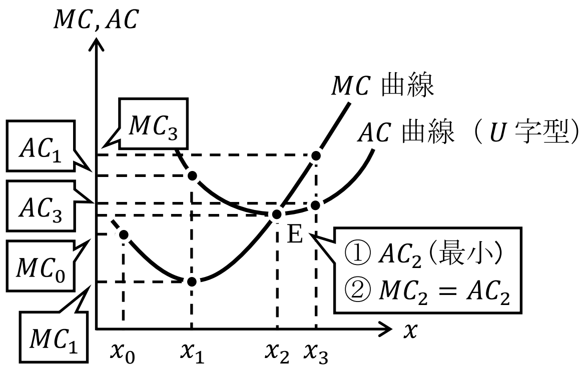
① 生産量xが増加するにつれて，平均費用ACは徐々に減少していき，点C となる生産量を境にACが増加に転じている（つまり，**点C で「平均費用ACが最小化」されている**）

② 点C と原点を結ぶ「直線」は，ちょうど，総費用曲線上の点C における「接線」と等しくなっている。ということは，当然この2つの線の傾きが等しくなるのである。
（つまり，**点C で「平均費用AC = 限界費用MC」が成立する**）

これらの事実を踏まえて，下に3つの図を書く。(同じ記号は同じ値や同一の点を表している。また，点Aは変曲点である)







3つの図のうち，上2図から下図が得られている。理解できるまで時間をかけてこれらの図を眺めて対応関係を確認してほしい。($MC_0 < AC_0$，$MC_1 < AC_1$，$MC_2 = AC_2$，$MC_3 > AC_3$ であることも押さえておこう。ちなみに，AC_0 は作図の都合上（3図中の）下図に示すことができていない)

これらの図の特徴で覚えておくべきことを次にまとめておく。

① MC 曲線は（見た目は）J 字型，AC 曲線は U 字型

② AC 曲線の**最低点**（最下点，もしくは最小点）を MC 曲線が通る

③ 点 E では「AC が最小」かつ「$MC = AC$」

［注意］TC 曲線が逆 S 字型のとき，MC 曲線が U 字型（J 字型）になる。

＜補足７＞ 縦軸に2つの変数？

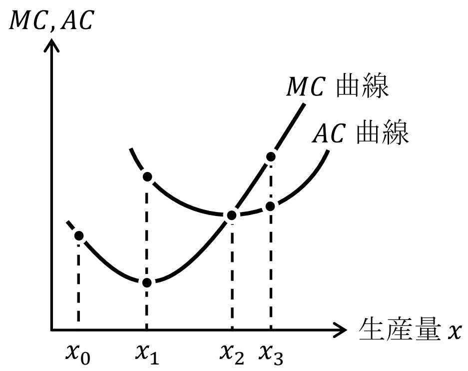
上の3つの図のうち下図は，縦軸に2種類の変数（MCとAC）が書かれている。中学や高校では，一つの軸に複数の変数が書かれていることがなかったので戸惑ってしまうかもしれない。なぜこのようなことをしてもいいのかというと，MC も AC も単位が同じ「円」であるので，縦軸に MC と AC をとっても構わないのである。MC は増産コストであるので単位は「円」，AC は平均的なコストであるので単位は「円」である。

これと同様の話は，第2講の＜**補足１**＞と＜**補足７**＞である。需要曲線と供給曲線の両方が書かれたグラフの横軸は，この授業では「x（財の数量)」としていたが，本によっては横軸を「D, S（需要量，供給量）」や「x^D, x^S」(単位は両方「個」) としていることもある。

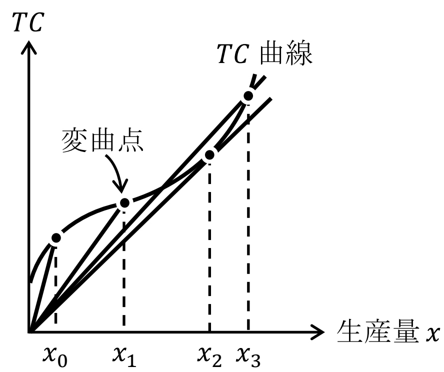
【問題】

(1)　次の文章中の括弧内に入る適切な語句書きなさい。また，適切な語句を選ぶ場合には，正しい語句に〇を書きなさい。

1.　下図のような U 字型の限界費用曲線と平均費用曲線を考えたとき，生産を開始した当初，生産量を増やせば増やすほど限界費用は（　増加　/〇低下　）していくが，生産量（　x_0　/〇x_1　/　x_2　/　x_3　）を境に，限界費用は（〇増加　/　低下　）していく。また当初，生産量を増やせば増やすほど平均費用は（　増加　/〇低下　）していくが，生産量（　x_0　/　x_1　/〇x_2　/　x_3　）を境に，平均費用は（〇増加　/　低下　）していく。生産量 x_1 において，（〇限界　/　平均　）費用は最小であり，生産量 x_2 において，（　限界　/〇平均　）費用は最小である。



2.　下図のような逆 S 字型の総費用曲線を考えたとき，生産を開始した当初，生産量を増やせば増やすほど限界費用は（　増加　/〇低下　）していくが，生産量（　x_0　/〇x_1　/　x_2　/　x_3　）を境に，限界費用は（〇増加　/　低下　）していく。また当初，生産量を増やせば増やすほど平均費用は（　増加　/〇低下　）していくが，生産量（　x_0　/　x_1　/〇x_2　/　x_3　）を境に，平均費用は（〇増加　/　低下　）していく。生産量 x_1 において，（〇限界　/　平均　）費用は最小であり，生産量 x_2 において，（　限界　/〇平均　）費用は最小である。　問題 1.と 2.のグラフは対応している。

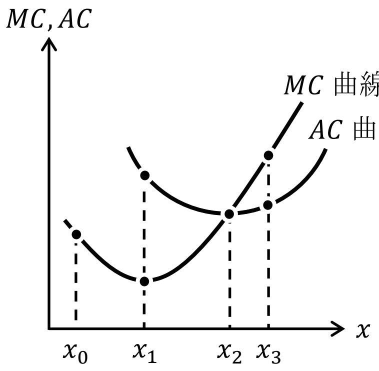


3.　原点を通り，逆 S 字型の総費用曲線に接する直線を引いた場合，その接点となる生産量では，（　限界　/〇平均　）費用が最小化され，（　限界　）費用＝（　平均　）費用が成立する。　問題 1.と 2.のグラフでは，生産量 x_2 に関する内容である。

4.　（　限界　/〇平均　）費用曲線の最低点を（〇限界　/　平均　）費用曲線が通る。

(2)　下図に関する次の文章中の括弧内に入る適切な等号・不等号に〇を書きなさい。また，文章中の括弧内に入る適切な語句を書きなさい。



1. 生産量 x_0 のとき，MC（　＞　/　＝　/〇＜　）AC
2. 生産量 x_1 のとき，MC（　＞　/　＝　/〇＜　）AC
3. 生産量 x_2 のとき，MC（　＞　/〇＝　/　＜　）AC
4. 生産量 x_3 のとき，MC（〇＞　/　＝　/　＜　）AC
5. MC が最小化される生産量は（　x_1　）である。
6. AC が最小化される生産量は（　x_2　）である。

【例題】総費用関数 $TC = x^2 + 4$ について，限界費用曲線（MC 曲線）と平均費用曲線（AC 曲線）を図示し，その交点の座標がわかるようにグラフに書き入れなさい。

（解答）

まず，限界費用曲線（MC 曲線）から求める。

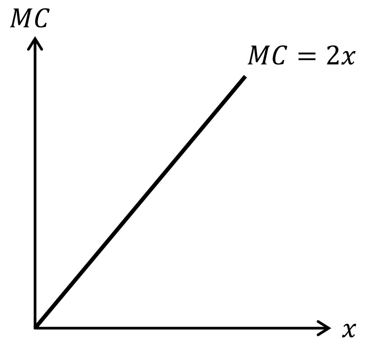
$$TC = x^2 + 4 \ \rightarrow \ MC = \frac{dTC}{dx} = 2x$$

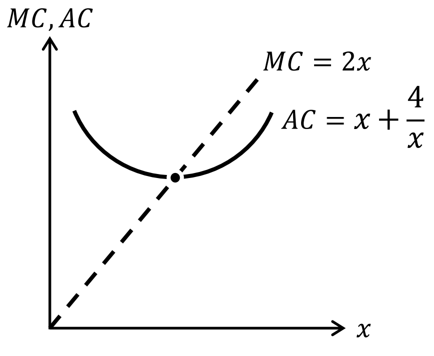
であるので，MC 曲線は左下図のようになる。

次に，平均費用曲線（AC 曲線）は

$$AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2 + 4}{x} = x + \frac{4}{x}$$

より，AC 曲線は右下図のようになる。（この AC 曲線が U 字型になる理由は＜補足８＞へ）





右上図において，AC 曲線の最低点を MC 曲線が通ることもこれまで学んだ通りである。

次に，MC 曲線と AC 曲線の交点を求めるには次の連立方程式を解けばよい。

$$\begin{cases} MC = 2x & \text{：} MC \text{ 曲線} \\ AC = x + \dfrac{4}{x} & \text{：} AC \text{ 曲線} \end{cases}$$

これらの右辺どうしをくっつけると，

$$2x = x + \frac{4}{x} \ \rightarrow\ x = \frac{4}{x} \ \rightarrow\ x^2 = 4 \ \rightarrow\ x > 0 \text{ より，} x = 2$$

となり，交点の x 座標が $x = 2$ であることがわかった。

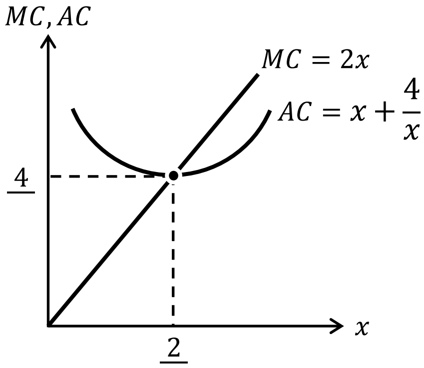
（ところで，連立方程式を解くときに，「左辺が MC と AC が異なっているのに，どうして右辺どうしをくっつけてもいいの？」と思った人もいるかもしれないが，交点では $MC = AC$ が成立しているので，左辺どうしは同じ値になることがわかっている。そのため，右辺どうしをイコールでつないでもいいのである）

最後に，$x = 2$ を MC 曲線（もしくは，AC 曲線）に代入すると，

$$MC = 2x = 2 \cdot 2 = 4 \quad \left(AC = x + \frac{4}{x} = 2 + \frac{4}{2} = 4\right)$$

となり，MC 曲線と AC 曲線の交点が $(2, 4)$ であることがわかる。

したがって，解答のグラフは下図のようになる。



（別解）

MC 曲線と AC 曲線の交点は必ず AC 曲線の最低点になるので，次のように AC 曲線の式を「微分してゼロ」でも交点の x 座標は求めることができる。（「微分してゼロ」の解法については第 0 講「9. 微分」や第 7 講「5. 利潤最大化の計算問題」を参照）

$$AC = x + \frac{4}{x} = x + 4x^{-1} \ \rightarrow\ \frac{dAC}{dx} = 1 + (-1) \cdot 4x^{-1-1} = 1 - 4x^{-2} = 1 - \frac{4}{x^2} \boxed{= 0}$$

$$\rightarrow\ 1 = \frac{4}{x^2} \ \rightarrow\ x^2 = 4 \ \rightarrow\ x > 0 \text{ より，} x = \underline{2}$$

あとは（解答）のように，$x = 2$ を MC 曲線（もしくは，AC 曲線）に代入すれば，縦軸の値（ $MC = AC = \underline{4}$ ）を求めることができる。

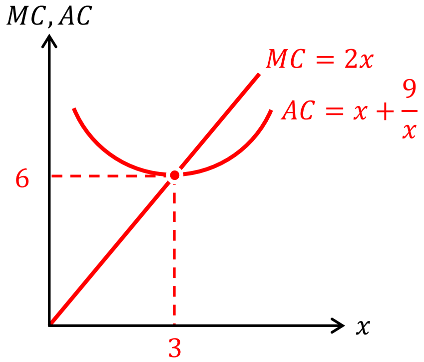
【問題】次の各総費用関数について，限界費用曲線（MC 曲線）と平均費用曲線（AC 曲線）を図示し，その交点の座標がわかるようにグラフに書き入れなさい。

1.　$TC = x^2 + 9$

$MC = 2x,\quad AC = \dfrac{TC}{x} = \dfrac{x^2+9}{x} = x + \dfrac{9}{x}$

$2x = x + \dfrac{9}{x} \to x = \dfrac{9}{x} \to x^2 = 9 \to x > 0$ より，$x = 3$

$MC = 2x = 2 \cdot 3 = 6 \quad \left(AC = x + \dfrac{9}{x} = 3 + \dfrac{9}{3} = 6 \right)$



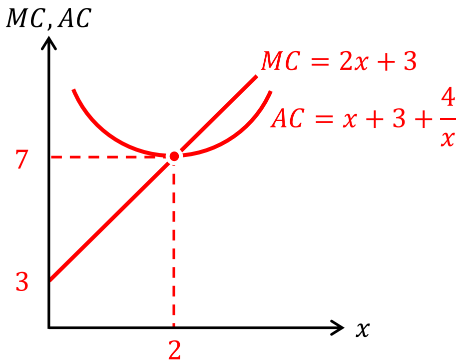
2.　$TC = x^2 + 3x + 4$

$MC = 2x + 3,\quad AC = \dfrac{TC}{x} = \dfrac{x^2+3x+4}{x} = x + 3 + \dfrac{4}{x} \quad \left(\dfrac{dAC}{dx} = 1 - \dfrac{4}{x^2} = 0 \to x = 2 \right)$

$2x + 3 = x + 3 + \dfrac{4}{x} \to x = \dfrac{4}{x} \to x^2 = 4 \to x > 0$ より，$x = 2$

$MC = 2x + 3 = 2 \cdot 2 + 3 = 7 \quad \left(AC = x + 3 + \dfrac{4}{x} = 2 + 3 + \dfrac{4}{2} = 7 \right)$

＊ MC 曲線は原点を通らないことに注意！



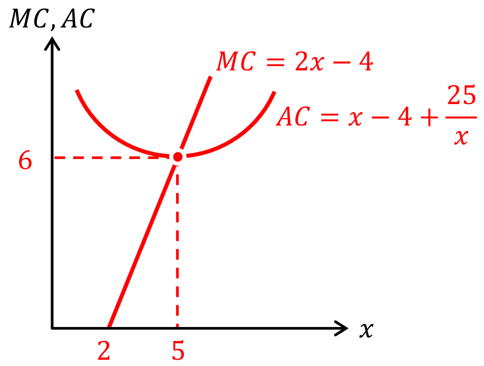
3.　$TC = x^2 - 4x + 25$

$MC = 2x - 4,\quad AC = \frac{TC}{x} = \frac{x^2 - 4x + 25}{x} = x - 4 + \frac{25}{x}\quad \left(\frac{dAC}{dx} = 1 - \frac{25}{x^2} = 0 \ \rightarrow\ x = 5\right)$

$2x - 4 = x - 4 + \frac{25}{x}\ \rightarrow\ x = \frac{25}{x}\ \rightarrow\ x^2 = 25\ \rightarrow\ x > 0$ より，$x = 5$

$MC = 2x - 4 = 2 \cdot 5 - 4 = 6\quad \left(AC = x - 4 + \frac{25}{x} = 5 - 4 + \frac{25}{5} = 6\right)$

ちなみに，MC 曲線の横軸切片は，$MC = 2x - 4 = 0\ \rightarrow\ x = 2$



＜補足８＞ U 字型の AC 曲線

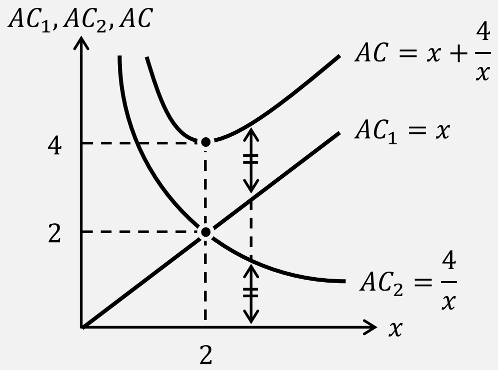
p.15 の【例題】において，AC 曲線の式

$$AC = x + \frac{4}{x}$$

が U 字型になっていた。このグラフが本当に U 字型になるのかを確認するには，x のグラフと $4/x$ のグラフを足し合わせればよい。どういうことかと言うと，

$$AC = \underbrace{x}_{AC_1} + \underbrace{\frac{4}{x}}_{AC_2} = AC_1 + AC_2$$

このように，AC 曲線を $AC_1 = x$ と $AC_2 = 4/x$ に分けて考え，グラフも分けて書くことにする。その上で，AC_1 のグラフと AC_2 のグラフを足し合わせるのである。



この図から AC_1 のグラフと AC_2 のグラフを（縦方向に）足すことで，U 字型の AC 曲線が得られていることがわかるのである。このように，グラフとグラフを縦方向に足すことで元のグラフのおおよその形がわかる方法を知っておくとよい。

＜補足９＞ 逆 S 字型の総費用関数の増減表【やや難】

ここでは，総費用関数として，

$$TC = x^3 - 15x^2 + 76x + 20$$

を想定すれば，**＜補足６＞**で示したような逆 S 字型の総費用曲線が書けるのかについて確認しておく。（ここでは，数学Ⅲで登場する二階微分や増減表の知識を前提とします。経済学で増減表を書くことはあまりないので，増減表の書き方や読み方を一から説明するのは避けておく）

では，増減表を書くための計算をしていく。

$TC = x^3 - 15x^2 + 76x + 20$

$MC = 3x^2 - 30x + 76 = 3(x^2 - 10x) + 76 = 3(x-5)^2 - 75 + 76 = 3(x-5)^2 + 1 > 0$

$\dfrac{dMC}{dx} = 6x - 30 = 0 \ \rightarrow \ x = 5$

$x = 0$ のとき，

$TC = 0^3 - 15 \cdot 0^2 + 76 \cdot 0 + 20 = 20$

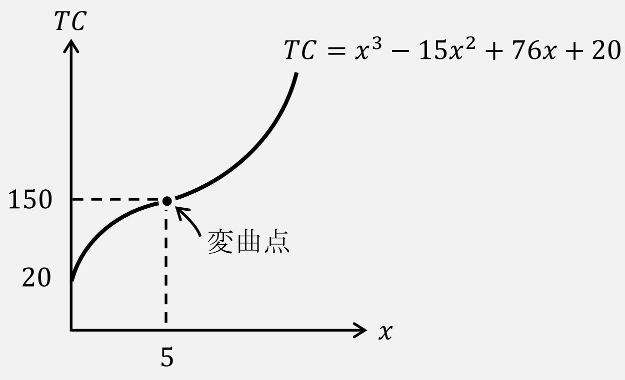
$x = 5$ のとき，

$TC = 5^3 - 15 \cdot 5^2 + 76 \cdot 5 + 20 = 125 - 375 + 380 + 20 = 150$

よって，増減表は次のように書ける。

x	0	$\cdots$	5	$\cdots$
MC	$+$	$+$	$+$	$+$
dMC/dx	$-$	$-$	0	$+$
TC	20	↗	150	↗

この増減表から次のような逆 S 字型の総費用曲線を書けるのである。

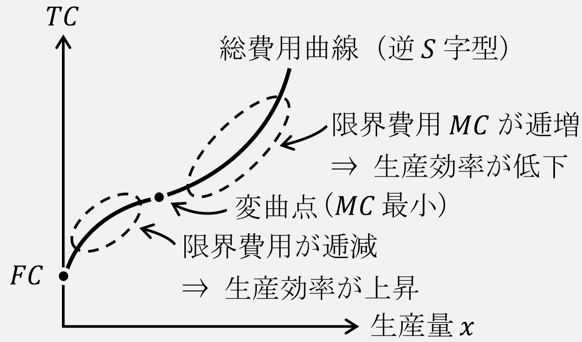


ちなみに，**変曲点**とは「曲」がり方が「変」わる点である。上図を見ると，変曲点よりも左側のグラフは左上の方向に膨らんでおり，変曲点よりも右側のグラフは右下の方向に膨らんでいて，変曲点を境に曲がり方が変わっていることがわかる。

（変曲点をきちんと定義しておくと，二階微分した値の符号が変化する点を変曲点という）

＜補足１０＞ 限界費用が逓増する理由【やや難】

第 3 節で次のような図が登場した。

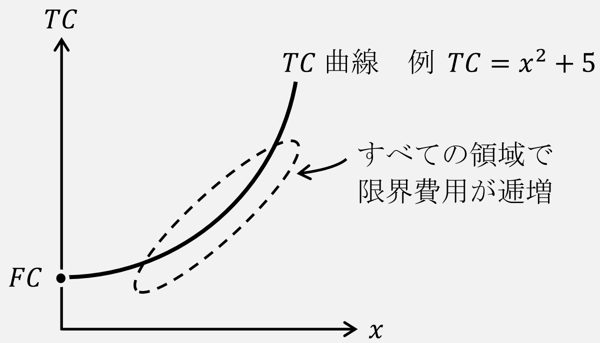


この図から，生産量 x が小さいうちは限界費用 MC が逓減していくが，変曲点となる生産量を超えると限界費用 MC が逓増していくことを学んだ。

この理由を，次のように説明することがある。

「今，固定費用 FC を考えていることから，ある一定の設備の下で生産を行っていると考えられる（固定費用 FC の値は定数（一定）であるので，工場の広さや機械設備の量は一定と考えるということです）。すると，この一定の設備に対して，設備を最も効率よく稼働させるような適切な生産量 x^* があって，この生産量 x^* に達するまでは生産効率が上昇していき（限界費用が逓減し），生産量 x^* を超えると生産効率が低下していく（限界費用が逓増する）と考え，この生産量 x^* が変曲点における生産量である」

この説明は説得的ではあるが，次の TC 曲線の形状を説明することができない。



この図では，固定費用 FC を考慮しているのにも関わらず，限界費用 MC が常に逓増しているのである（このような TC 曲線を想定することも多い）。これは先程の「一定の設備に対して，適切な生産量 x^* がある」という説明に矛盾してしまう。（この図だと，最も生産効率の良い（限界費用が最も小さい）のは生産量 $x = 0$ のときになってしまう）

この 2 図を矛盾なく説明するには，可変費用 VC が労働 L に対する費用（人件費）であったことに着目をして，労働の限界生産力が（途中までは逓増し，後に）逓減するということを考えるとよい。**労働の限界生産力**とは「**労働 L をさらに 1 単位増やしたときに増加する生産量**」（つまり，さらに 1 時間（もしくは，1 人）多く働かせたときに増える生産量）である。最初の 1 時間が最も効率的に働けると考えた場合，$x = 0$ のときに限界費用が最も小さくなり，下図の TC 曲線が導出できる。また，働き始めて数時間後が最も効率的に働けると考えた場合，上図の逆 S 字型の TC 曲線が導出できるのである。