

環境経済学入門

【基礎編】

■市場の効率性

●市場経済の基本原則

市場 (market) →モノ (財: goods) やサービスとお金が交換される場所のこと

市場交換 → 市場における財・サービスとお金の交換

物々交換 → 財と財どうしの交換 (探索コスト: search cost)

市場経済 → 自発的な市場交換を中心として成り立つ経済のこと

自発的交換 → 自発的行動の原則

→ 個人が独立した判断に基づき, 可能な範囲で自分の欲するように行動する

→ 分権的決定

個人の自発的行動が社会にとって望ましい状態を導く ⇒ 見えざる手 (invisible hands)

●最適な消費 (需要) 計画

■問題■

私たちは市場で形成される価格という情報に基づいて, おおむね自発的にモノやサービスを消費している。果たして, それが社会にとって望ましい状態を導くのだろうか?

自発的交換: 経済学の中心的な分析対象は自発的な意志に基づいた交換である

→ 何か得をするのでなければ交換には応じない

→ 交換の前後を比べて, 後の方が望ましくなければ交換しない

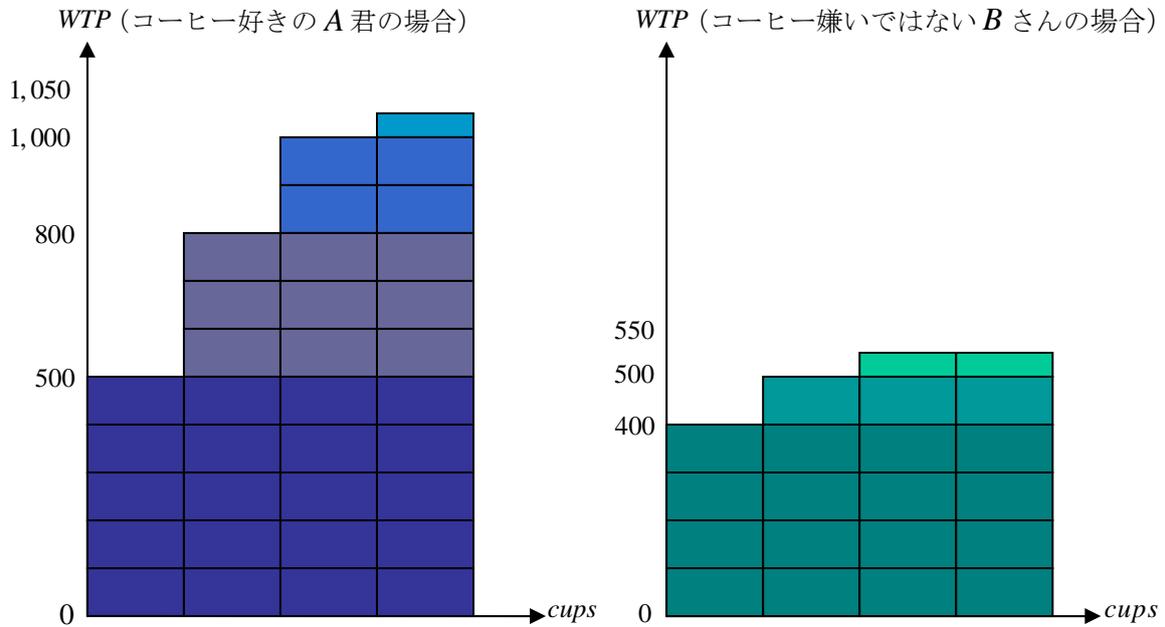
自発的交換の前提 → 交換の前後における「望ましさの尺度」が認識されなければならない
交換の望ましさの尺度 → 交換を通じて手元に入ってくる物の望ましさと, その対価として出ていく物の望ましさととの相対関係で定まる

コーヒーの例

1) 交換を通じて手元に入ってくるモノの望ましさ

- コーヒーに対する 支払意思 (WTP : willingness to pay)

→ コーヒーを手に入れるためにどれだけお金を支払う用意があるか (総額)



- コーヒーに対する 限界支払意思 ($MWTP$: marginal willingness to pay)

→ コーヒーを 1 杯追加するのにどれだけお金を支払う用意があるか (追加額)

→ $MWTP(n) = WTP(n) - WTP(n-1)$, ただし $WTP(0) = 0$ とする

A 君の場合

$$MWTP^A(1) = WTP^A(1) - WTP^A(0) = 500 - 0 = 500 \text{ (円)}$$

$$MWTP^A(2) = WTP^A(2) - WTP^A(1) = 800 - 500 = 300 \text{ (円)}$$

.....

B さんの場合

$$MWTP^B(1) = 400 \text{ (円)}$$

$$MWTP^B(2) = 100 \text{ (円)}$$

.....

→ コーヒーの追加にともなって、追加してもいいと思う金額は減っていく

→ n の増加にしたがって、限界支払意思 ($MWTP$) はだんだん減少していく

→ このことを 限界支払意思逡減の法則 という

2) 交換の対価として出ていくモノの望ましさ

- コーヒーに対する 実支払 (AP : actual payment)

→ 市場交換において実際に支払うお金の額 (総額)

- コーヒーの 限界実支払 (MP : marginal payment)

→ コーヒーを1杯追加するのに要する支払い (追加額)

3) 交換の望ましさの尺度は1)と2)との相対関係で決まる

- コーヒーの消費者余剰 (CS : consumer surplus)

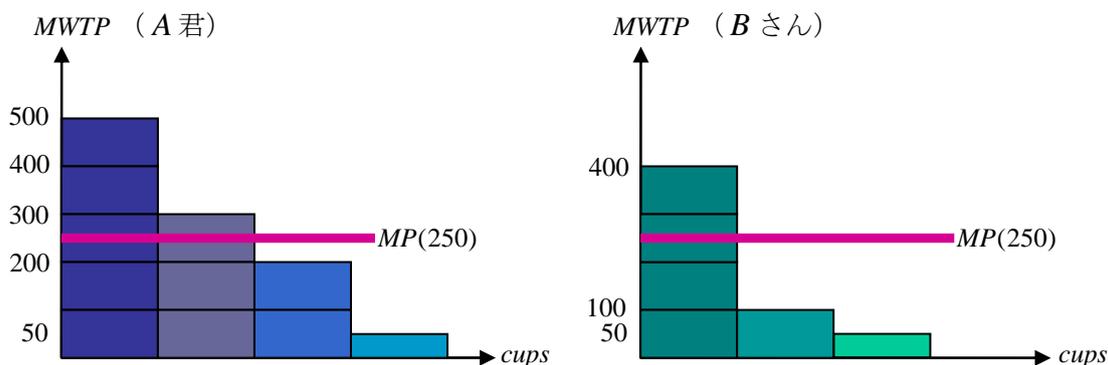
→ 支払意思と実支払との差額: $CS = WTP - AP$

→ (お金との) 交換がどれくらい望ましいかを示す望ましさの相対尺度

→ 最大の消費者余剰をもたらす交換がもっとも望ましい

4) 最大の消費者余剰をもたらす交換

財を1単位追加したときに得られる望ましさが、追加的1単位の対価よりも大きい限り交換を続ける ⇒ 財が可分割の場合、追加的1単位から得られる望ましさと、追加的1単位の対価が等しくなる交換量で消費者余剰は最大になる



- 交換 (購入) ルール

$MWTP(n-1) > MP(n-1)$ で、

① $MWTP(n) \geq MP(n)$ のとき ⇒ n 杯目もお金と交換 (=購入)

② $MWTP(n) < MP(n)$ のとき ⇒ n 杯目はお金と交換しない (=購入しない)

A君の場合

$MWTP(2) = 300 > MP(2) = 250$ で、

$MWTP(3) = 200 < MP(3) = 250 \Rightarrow$ 2杯目は交換するが3杯目は交換しない

2杯分の消費者余剰: $CS = WTP - AP = 800 - 500 = 300$ (円)

Bさんの場合

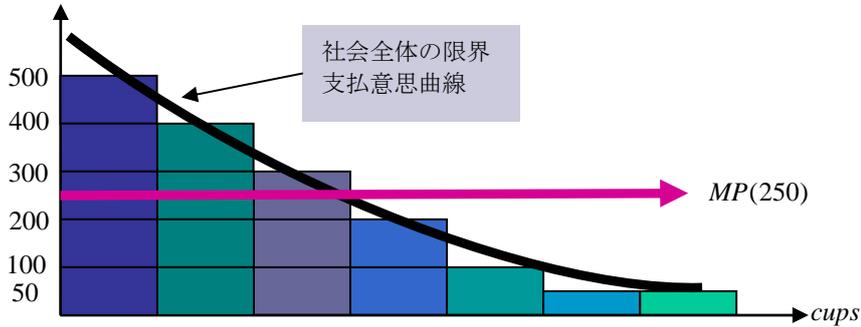
$MWTP(1) = 400 > MP(1) = 250$ で、

$MWTP(2) = 100 < MP(2) = 250 \Rightarrow$ 1杯目は交換するが2杯目は交換しない

1杯分の消費者余剰: $CS = WTP - AP = 400 - 250 = 150$ (円)

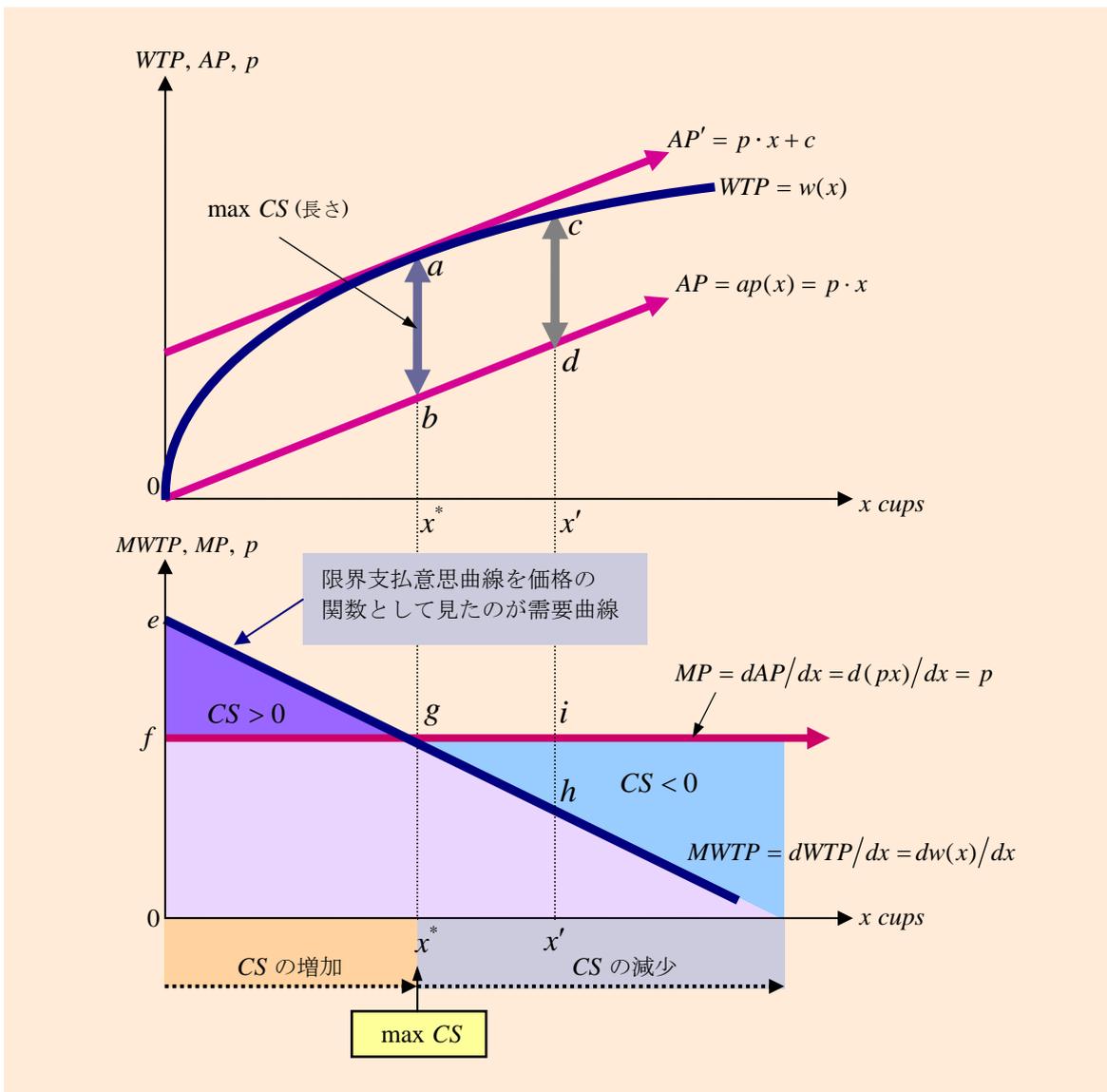
5) 個人と社会 (簡単化のため、いまA君とBさんの2名で社会が構成されているとする)

社会全体のMWTP (A君+Bさん)



社会全体のMWTP ⇒ 個人のMWTPを数量について足し合わせたもの
 社会全体でMPが250円のまま不変であれば、社会全体の最適交換量は3杯となる
 $CS = WTP - AP = 1,200 - 750 = 450$ (円) = 300円 (A君) + 150円 (Bさん)

- これまでの整理：総量 (WTP, AP) と追加分=変化量 (MWTP, MP) との関係



● 図の説明

総量（上の図）と変化量（下の図）との関係

ab の長さ（ efg の面積） = ax^* の長さ（ $e0x^*g$ の面積） - bx^* の長さ（ $f0x^*g$ の面積）

cd の長さ（面積 $efg - gih$ ） = cx' の長さ（ $e0x'h$ の面積） - dx' の長さ（ $f0x'i$ の面積）

コーヒーの量は x ，コーヒーに対する実支払は $AP = p \times x$

AP は直線なので，限界実支払（ MP ）は x の値にかかわらず不変である

$MP = p$ （コーヒーの量に関係なく 250 円）で，このとき MP は財の価格に等しい

● 次の関係が成り立つ

$WTP = w(x)$ とすると $\Rightarrow MWTP = d(WTP)/dx = dw(x)/dx$

$AP = ap(x) = p \cdot x$ とすると $\Rightarrow MP = d(AP)/dx = d(p \cdot x)/dx = p$

$CS = WTP - AP = w(x) - p \cdot x = CS(x)$

● CS は $x = x^*$ で最大になる

$\Rightarrow x^* = \arg \max_x CS(x) \Leftrightarrow CS(x)$ を最大にする x は x^* である

$\Rightarrow CS(x^*) = \max_x CS(x) \Leftrightarrow CS(x)$ の最大値は $CS(x^*)$ である

$\Rightarrow dCS(x)/dx|_{x=x^*} = (MWTP(x) - MP(x))|_{x=x^*} = MWTP(x)|_{x=x^*} - p = 0$

最大の消費者余剰をもたらす交換の条件： $MWTP = MP$

また， $MP = p$ なので，

\Rightarrow 最大の消費者余剰をもたらす交換の条件： $MWTP = p$

● 需要曲線（ D : demand curve）

限界支払意思曲線（1），限界実支払直線（2），消費者余剰最大化条件（3）より，

$$\left. \begin{array}{l} MWTP = mw(x) \cdots (1) \\ MP = mp(x) = p \cdots (2) \\ MWTP = MP \cdots (3) \end{array} \right\} \Rightarrow p = mw(x) \cdots (4)$$

ここで，（4）式の逆関数を $d(\bullet)$ とすると， $x = d(p) \cdots (5)$

需要曲線：その価格であればどれだけの量を買う用意があるかという消費計画を表す曲線を需要曲線という

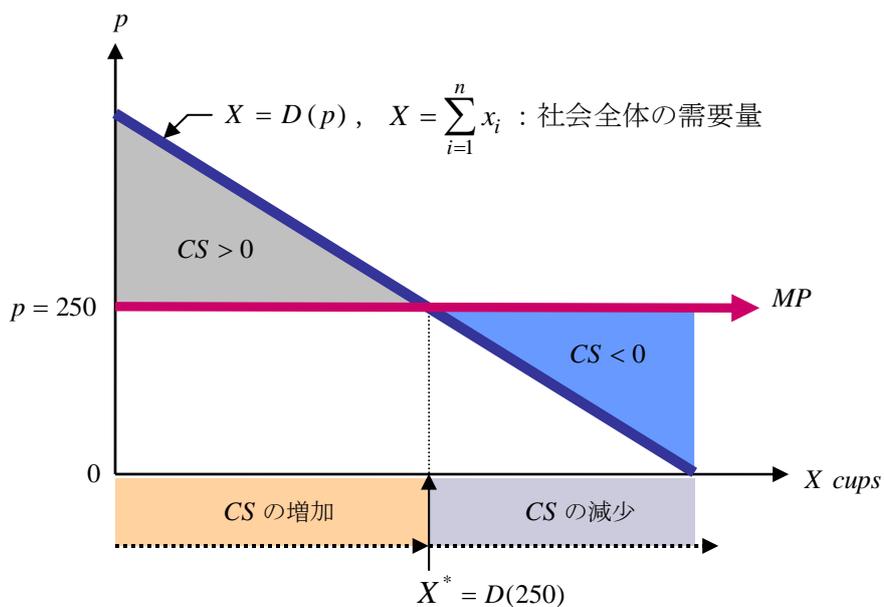
需要曲線は限界支払意思曲線を財価格の関数と見た曲線である

需要曲線上の消費計画は，消費者余剰最大化条件を満たしている

需要の法則：価格が上昇すれば需要量は減少する ⇒ 需要曲線は右下がり
 ⇔ 限界支払意思逡減の法則
 ⇔ 交換量の増加にともなって限界支払意思が徐々に減少していくため

- 社会的消費者余剰（消費の社会的便益（social welfare of consumption））の最大化条件
 社会全体の需要曲線 ⇒ 個人の需要曲線を数量について足し合わせたもの

財の市場価格が $p = p_e$ のとき，最大の社会的消費者余剰をもたらす交換量 X^* は $X^* = D(p_e)$ で与えられる
 ⇒ 需要曲線と価格線の交点の交換量で消費の社会的便益は最大化する



- まとめ

需要曲線と価格線の交点の交換量で消費の社会的便益は最大化する
 ⇒ これより個人の自発的行動が社会にとって望ましい状態を導くことがわかる
 ⇒ すなわち，市場価格という情報に基づいて自発的にモノやサービスを交換することによって，消費の社会的便益は最大化される

●最適な生産（供給）計画

■問題■

企業は市場で形成される価格という情報に基づいて、おおむね自発的にモノやサービスを生産している。企業にとって最適な生産計画とはどのようなものだろうか？
果たして、それが社会にとって望ましい状態を導くのだろうか？

●生産活動



コーヒー・メーカーの例

●コーヒー・メーカーの生産活動

コーヒー・メーカーのC社は、次の工程でコーヒー豆を加工・販売している。

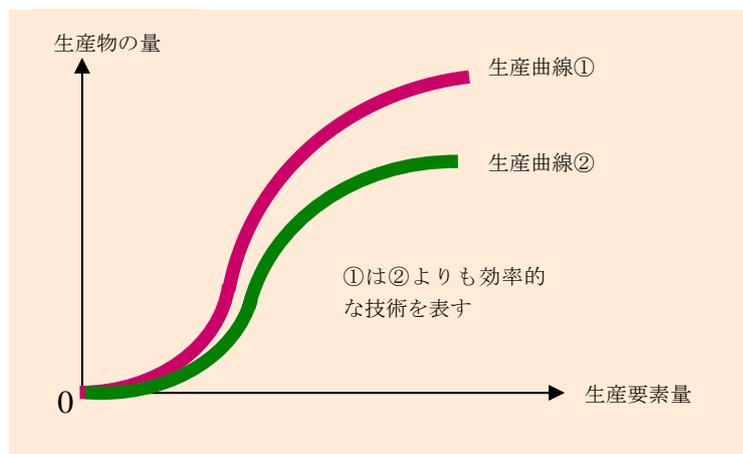
- ①原料である生豆を商社から購入
- ②自社で焙煎（歩留まり 80%：生豆 250g→焙煎豆 200g）して 200g の小袋に袋詰め

ここでは簡単化のため、コーヒー豆の加工に必要な生産要素は生豆と労働力と加工用設備だけであるとする。生産要素価格は次のとおり。

- ①原料の生豆は 1kg 当たり 1,000 円
- ②賃金（全員日雇い）は 1 人 1 日当たり 30,000 円
- ③加工用設備はリース契約。リース料は 1 日当たり 200,000 円

200g 袋詰めコーヒーの 1 日当たり生産量と、労働（人）および生豆（kg）の投入量との関係は **生産曲線（production curve）** として表される

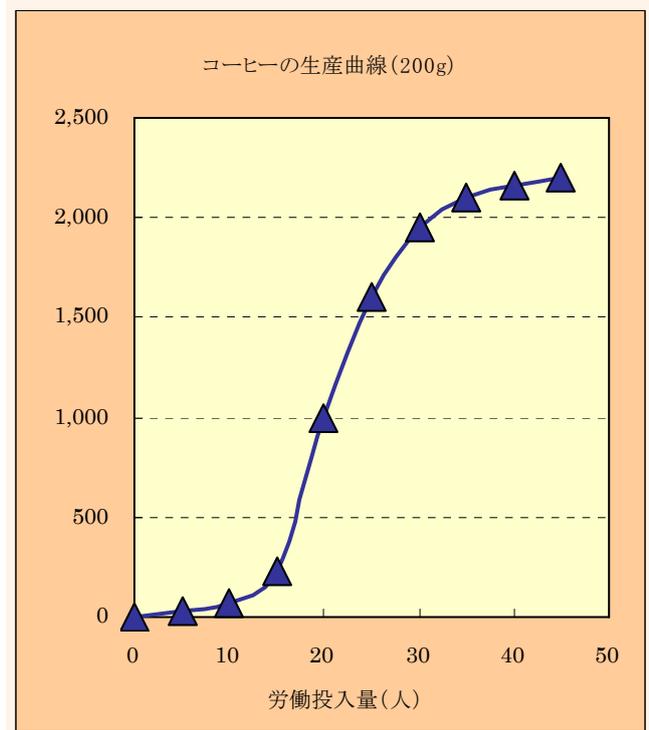
生産曲線は投入（生産要素）と産出（生産物）の技術的關係（生産技術）を表す



● コーヒーの生産曲線 (production curve)

操業度	労働 (人)	生豆 (kg)	生産量 (200g)
0	0	0	0
1	5	12.5	50
2	10	35.0	140
3	15	112.5	450
4	20	500.0	2,000
5	25	800.0	3,200
6	30	975.0	3,900
7	35	1,050.0	4,200
8	40	1,080.0	4,320
9	45	1,102.5	4,410

表の数値例は荏開津典生『明快ミクロ経済学』を参考にしています。

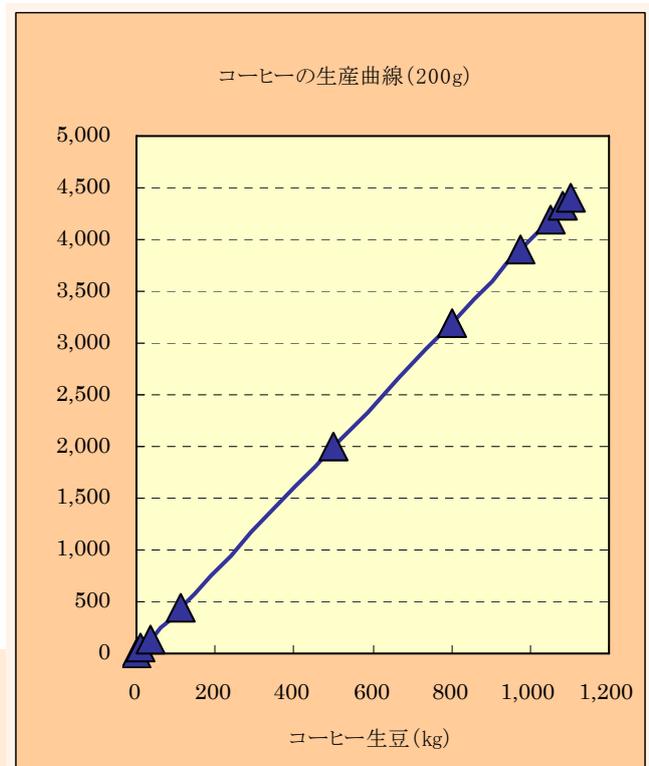


200g 袋詰めコーヒーの 1 日当たり生産量と、労働 (人) および生豆 (kg) の投入量との関係は上の表のとおり

上の表の労働投入量と生産量との関係、および生豆投入量と生産量との関係を右の図に示す

一方、生豆 (kg 単位) と生産量 (焙煎した豆。200g 単位) との関係は直線で示されている (焙煎で 20%軽くなるだけ)

このうち、労働投入量と生産量との関係では、労働の増加にともなって生産量は急速に増加するが、加工設備が一定なので、そのうちに混雑して生産量は頭打ちになっていく



●利益（利潤）を最大にする方法

生産計画の目標 ⇒ 利益（利潤）の最大化

総費用（ TC : total cost）= 人件費 + 原料費 + 設備費

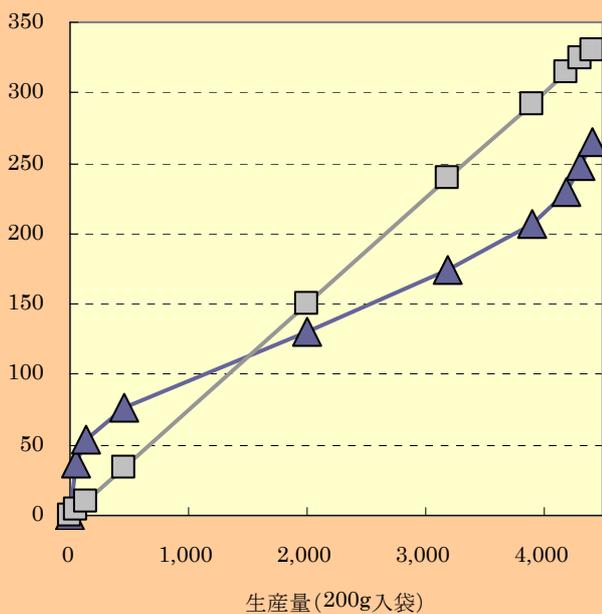
総収入（ TR ）= 生産物価格（ p ）× 生産量（ x ）

利潤（ π : profit）= 総収入（ TR ）- 総費用（ TC ）

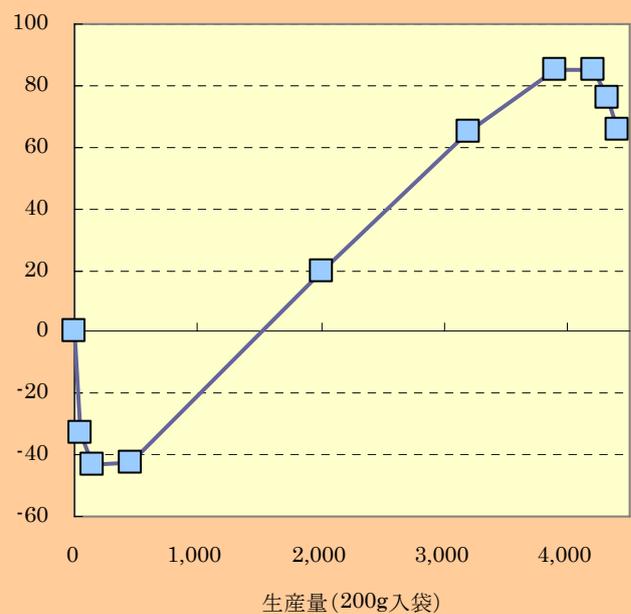
●コーヒー生産の総費用，総収入，利潤

操業度	生産量 200g	人件費 万円	原料費 万円	設備費 万円	総費用 万円	価格 = 750円	
						総収入	利潤
0	0	0	0	20	20.00	0	-20.00
1	50	15	1.25	20	36.25	3.75	-32.50
2	140	30	3.50	20	53.50	10.50	-43.00
3	450	45	11.25	20	76.25	33.75	-42.50
4	2,000	60	50.00	20	130.00	150.00	20.00
5	3,200	75	78.75	20	173.75	240.00	66.25
6	3,900	90	97.50	20	207.50	292.50	85.00
7	4,200	105	105.00	20	230.00	315.00	85.00
8	4,320	120	108.00	20	248.00	324.00	76.00
9	4,410	135	110.25	20	265.25	330.75	65.50

コーヒー生産の総費用と総収入(万円)



コーヒー生産の利潤(万円)



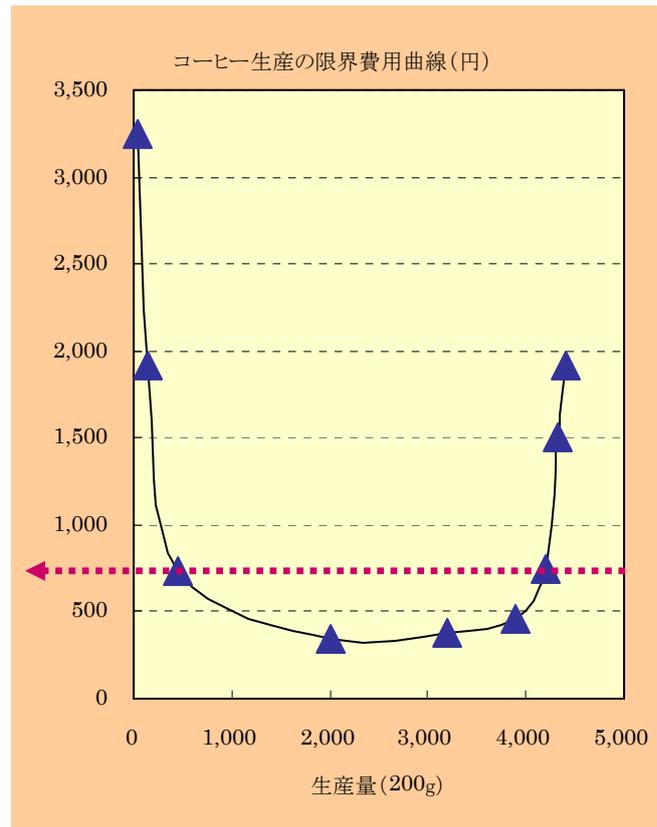
●限界費用（ MC : marginal cost）

→ 1単位の生産物を追加生産するのにかかる費用のこと

→ $MC(x) = TC(x) - TC(x-1)$

●コーヒーの限界費用と利潤の増加分

操業度 (n)	生産量 増加分 (万円)	総費用 増加分 (万円)	限界費用 (円)	利潤 増加分 (万円)
	a	b	$b \div a$	価格 750円
0→1	50	16.25	3,250	-12.50
1→2	90	17.25	1,917	-10.50
2→3	310	22.75	734	0.50
3→4	1,550	53.75	347	62.50
4→5	1,200	43.75	365	46.25
5→6	700	33.75	482	18.75
6→7	300	22.50	750	0
7→8	120	18.00	1,500	-9.00
8→9	90	17.25	1,917	-10.50



●利潤最大化ルール

$p > MC(x-1)$ で,

- ① $p \geq MC(x)$ のとき $\Rightarrow x$ 単位目も生産
- ② $p < MC(x)$ のとき $\Rightarrow x$ 単位目は生産しない

いま生産量 (x) を操業度 (n) で評価した場合の利潤最大化ルールは次のとおり

● 価格 $p = 750$ 円 のとき,

$p = 750 > MC(5 \rightarrow 6) = 482$

$p = 750 = MC(6 \rightarrow 7) = 750$

$p = 750 < MC(7 \rightarrow 8) = 1,500$

\Rightarrow 操業度 7 までは生産するが、操業度 8 までは生産しない

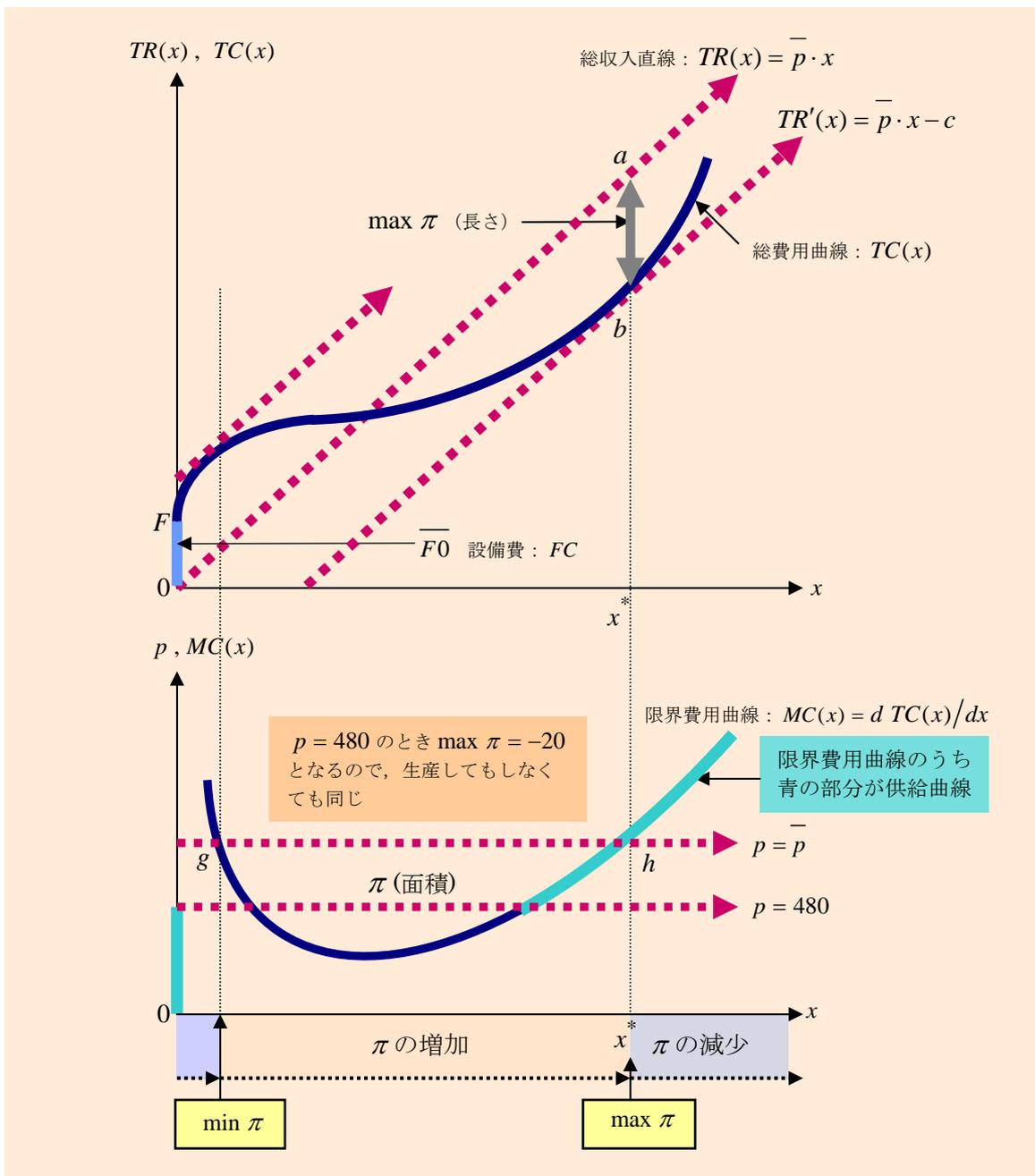
最大の利潤をもたらす生産量

生産物を1単位追加したときに得られる追加収入と、そのための追加費用が、できるだけ等しくなるまで交換する ⇒ 生産物が可分割の場合、追加的1単位から得られる収入と、追加的1単位の費用が等しくなる生産量で利潤は最大になる

最大利潤をもたらす生産の条件： $MC = p$

⇒ 限界費用と価格が等しくなる生産量を生産すれば、利潤が最大となる

●これまでの整理



● 図の説明

上の総収入直線 ($TR(x)$) と総費用曲線 (TC) の図

→ 総収入直線 ($TR(x)$) の傾きは \bar{p}

総費用曲線 ($TC(x)$) の傾きは $dTC(x)/dx = MC(x)$

$TR(x)$ を $-c$ だけ移動した $TR'(x)$ と $TC(x)$ との接点 b で $\bar{p} = MC(x^*)$

最適生産量は x^* , 最大利潤は線分 $\bar{ab} = c$ で示される

設備費 FC の大きさは線分 \bar{FO} で表される

線分 \bar{FO} が変化しても最適生産量 (x^*) は変化せず, 最大利潤 (線分 \bar{ab}) のみ変化することに注意

下の価格線 ($p = \bar{p}$) と限界費用曲線 ($MC(x)$) の図

→ 限界費用と価格が一致する点は g と h の 2 点である

このうち, g 点は利潤の最小値 (負) を, h 点は利潤の最大値をそれぞれ与える

(このことを上の図からチェックしよう)

最適生産量は x^* , 最大利潤は $p = \bar{p}$ と $MC(x)$ で囲まれた面積で示される

● π は $x = x^*$ で最大になる

⇒ $x^* = \arg \max_x \pi(x) \iff \pi(x)$ を最大にする x は x^* である

⇒ $\pi(x^*) = \max_x \pi(x) \iff \pi(x)$ の最大値は $\pi(x^*)$ である

⇒ $d\pi(x)/dx|_{x=x^*} = (TR(x)/x - TC(x)/x)|_{x=x^*} = \bar{p} - MC(x) = 0$

⇔ $\bar{p} = MC \Rightarrow \max \pi(x)$

● 供給曲線 (S : supply curve)

限界費用曲線 (1), 価格線(2), 利潤最大化条件 (3) より,

$$\left. \begin{array}{l} MC = mc(x) \cdots (1) \\ P = p(x) = p \cdots (2) \\ MC = P \cdots (3) \end{array} \right\} \Rightarrow p = mc(x) \cdots (4)$$

ここで, (4) 式の逆関数を $S(\bullet)$ とすると, $x = S(p) \cdots (5)$

供給曲線：その価格であればどれだけの量を売る用意があるかという販売計画を表す曲線を供給曲線という

供給曲線は限界費用曲線を生産物価格の関数と見た曲線である

供給曲線上の販売計画は、利潤最大化条件を満たしている

供給の条件

- 販売計画の下限価格

供給曲線は「その価格であればどれだけの量を売る用意があるかという販売計画」を表すが、価格が下落すれば利潤は減少するはずである。C社の場合、製品価格がどこまで下落すれば供給をやめるのだろうか？

- 供給量 = 生産量 - 在庫量

簡単化のため、C社は在庫は持たない（在庫量はゼロ）ものとする

供給をやめる ⇒ 生産をやめる ⇒ 操業を停止する

操業を停止したときの費用

⇒ 20万円（生産量がゼロでも、加工用設備のリース料は支払わねばならないため）

生産量がゼロとなったとき、

① ゼロとなる費用を可変費用（variable cost）という（ここでは労働費と原材料費）

② 変わらず一定の費用を固定費用（fixed cost）という（ここでは設備費）

総費用（ $TC(x)$ ） = 可変費用（ $VC(x)$ ） + 固定費用（ FC ）

生産量がゼロのときの利潤

利潤（ $\pi(x=0)$ ） = 総収入（ $TR(0)$ ） - 総費用（ $TC(0)$ ）

= $p \times 0 - (VC(0) + FC) = -FC = -20$ 万円

⇔ $\max \pi(x > 0)_{p=p_h} = -20 = -FC$

を満たす p_h （生産量が正で最大利潤が-20万円となる生産物価格）を求めると、

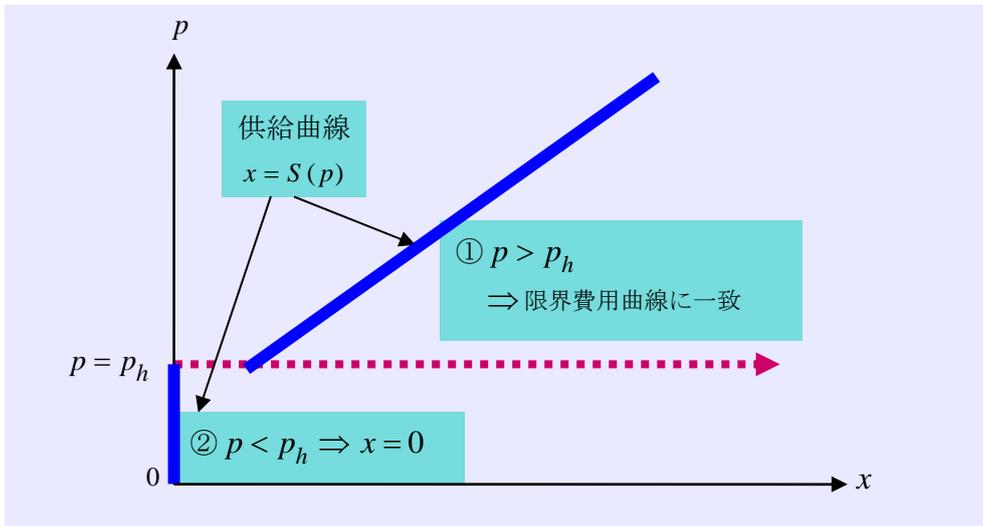
$p_h = 480$ 円となる

⇒ ① $p = p_h = 480$ のとき、操業してもしなくても同じ（いずれも $\pi = -20$ ）

② p がさらに下落して $p < p_h = 480$ のとき、操業しない（ $x = 0$ を選択）

$$\max_{x > 0} \pi(x)_{p=p_h} = -FC$$

を満たす p_h を操業停止価格 (shutdown price) という
 生産物価格が操業停止価格よりも下落した場合、供給量はゼロになる



供給の法則：ある財の価格が上昇すれば、その財の供給量は増加する
 供給曲線は右上がり \Leftrightarrow 操業停止価格を越える領域で限界費用曲線が
 右上がりとなるため

生産の望ましさと生産者余剰

- コーヒー生産の生産者余剰 (PS : producer surplus)
 - 総収入と可変費用との差額: $PS(x) = TR(x) - VC(x)$
 - 最大の生産者余剰をもたらす供給がもっとも望ましい

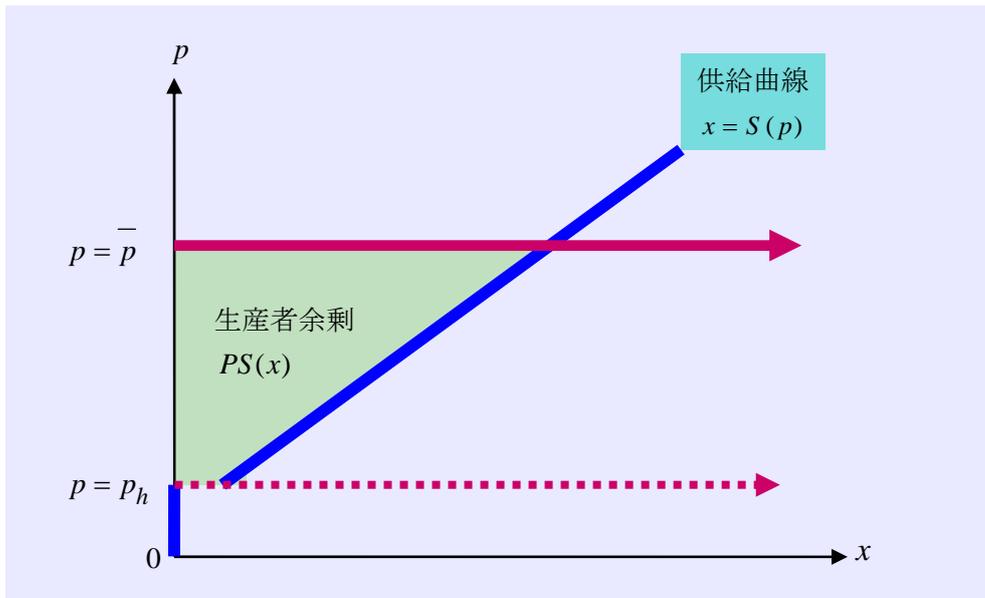
● 最大の生産者余剰をもたらす供給

- $\pi(x) = TR(x) - VC(x) - FC = PS(x) - FC \Leftrightarrow PS(x) = \pi(x) + FC$
- 生産者余剰は利潤と固定費用の和に等しい
- 最適生産量は固定費用の大きさに依存しない (12 ページ)
- 利潤最大化 \Leftrightarrow 生産者余剰最大化

利潤を最大化する生産量 x^* は、同時に生産者余剰も最大化する

$$x^* = \arg \max_x \pi(x) = \arg \max_x PS(x)$$

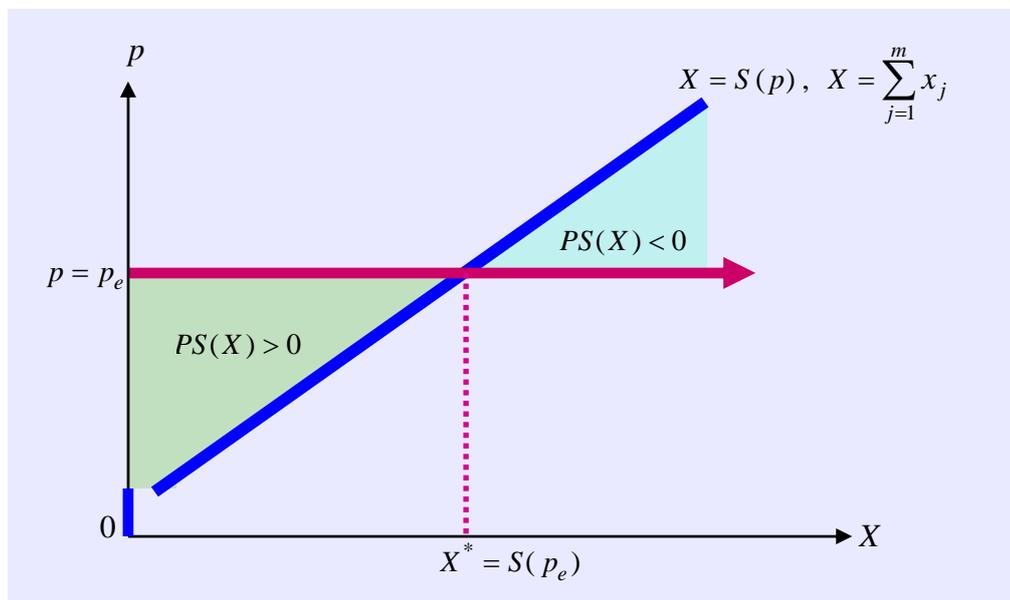
\Leftrightarrow 最大の生産者余剰をもたらす供給量がもっとも望ましい



$$PS(x) = TR(x) - VC(x) = \pi(x) + FC$$

⇒ $PS(x)$ は供給曲線と縦軸および価格線 ($p = \bar{p}$) で囲まれた面積に一致する

- 社会的生産者余剰 = 生産の社会的便益 (social welfare) の最大化条件
 社会全体の供給曲線 ⇒ 個別企業の供給曲線を生産量について足し合わせたもの
 財の市場価格が $p = p_e$ のとき, 最大の社会的生産者余剰をもたらす供給量 X^* は
 $X^* = S(p_e)$ で与えられる
 ⇒ 供給曲線と価格線の交点の供給量で生産の社会的便益は最大化する



•まとめ

供給曲線と価格線の交点の供給量で生産の社会的便益は最大化する
 ⇒ これより個別企業の自発的行動が社会にとって望ましい状態を導くことがわかる
 ⇒ 個別企業が市場価格という情報に基づいて自発的に利潤最大化をめざすことにより, 生産の社会的便益は最大化される

市場の最適性

●完全競争市場 (perfectly competitive market)

- ①多数の市場参加者（買い手の数も売り手の数も多いので、個人や個別企業の売買が市場価格に影響を及ぼすことはない ⇒ 市場参加者は価格受容者 (price taker) である
- ②一物一価（買い手も売り手も財の品質や価格などについて十分な情報を持っているので、裁定による一物一価が成り立つ
 - ⇒ 「一物一価」：品質や価格の情報が十分に行き渡っている状態で成立
 - ⇒ 裁定 (arbitrage)：価格にばらつきがあるとき、売買差益を得る行為
 - ⇒ 裁定が続けられれば一物一価となる

■完全競争市場の効率性

- ①需要曲線と市場価格の交点の交換量で消費の社会的便益は最大化する
 - ②供給曲線と市場価格の交点の供給量で生産の社会的便益は最大化する
- 社会的総余剰 (SS) = 社会的消費者余剰 (CS) + 社会的生産者余剰 (PS) とすると、

$$X^* = \arg \max_X SS(X) = \arg \max_X CS(X) = \arg \max_X PS(X)$$

$$\max_X SS(X) = SS(X^*) = \max_X CS(X) + \max_X PS(X)$$

- ⇒ 各市場参加者が自分にとって最も望ましいように振る舞うことで、財の消費や生産が社会的にみて最適に行われる
- ⇒ 社会にとって望ましい状態となる

