

5. 不完全競争市場の理論

クールノー競争・ベルトラン競争とその応用

5.1 完全競争市場と ゲーム理論の発展

完全競争市場とゲーム理論の発展

- **完全競争市場(perfect ly cometitive market)**
 - 消費者や企業は価格受容者
 - その行動によって価格が変化しないと考える
 - 消費者や企業は価格を所与とし、利益を最大化する
- **不完全競争市場(imperfect ly cometitive market)**
 - 独占・寡占
 - 消費者や企業は価格決定者その行動によって価格が変化しない
 - 分析道具→ゲーム理論
- **独占と寡占市場の基礎として複占市場について学ぶ**
- **まずベンチマークとして独占市場について考えてみよう**

5.2 独占市場での企業行動

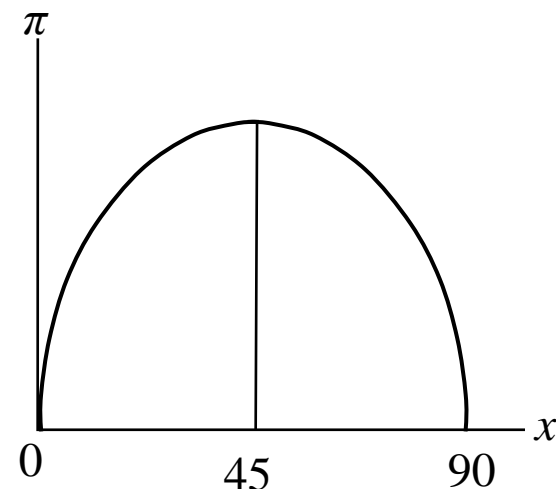
モデル17: 独占市場での輸入販売店

- 企業Aが, ある商品を独占的に販売している
 - 販売量を少なくする: 高価で売れるが, 量が売れない
 - 販売量を多くする: 価格が下がる
 - 価格と販売量の間にはトレードオフがある
- 販売量を x (台), 販売価格 p (千円)とする
- p (千円)の価格では $x=120-p$ (台)売れるとする (需要関数)
- 商品を1台売る費用(限界費用)は30(千円)とする
- 利潤を最大にするために, 企業Aはこの商品をどれだけ販売すれば(またはいくらで売れば)良いか

独占企業の利潤最大化

- 販売量を x とする
- 価格は $p=120-x$ (逆需要関数)
- このとき収入を R とすると $R=px=(120-x)x$
- 総費用を C とすると $C=30x$
- 利潤を π とすると $\pi=R-C=(120-x)x-30x=-x^2+90x$

販売量 x	価格 p	収入 R	費用 C	利潤 π
0	120	0	0	0
20	100	2000	600	1400
40	80	3200	1200	2000
60	60	3600	1800	1800
80	40	3200	2400	800
100	20	2000	3000	-1000



利潤の最大化

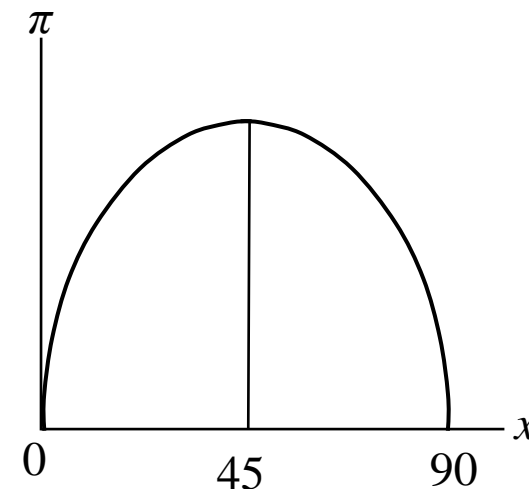
■ **利潤** π $\pi = R - C$ $= (120 - x)x - 30x = -x^2 + 90x$

■ 利潤を最大にする販売量 x を求める $\pi' = -2x + 90$

■ 利潤 π を x で微分し, 0になる点を求める

$$\pi' = 0 \quad \Rightarrow \quad -2x + 90 = 0 \quad \Rightarrow \quad x = 45$$

- 別の見方(限界費用と限界収入)
- $\pi = R' - C'$ より $\pi' = 0 \Rightarrow R' - C' = 0$
 $\Rightarrow R' = C'$
- R' は**限界収入**と呼ばれる
- C' は**限界費用**
- 企業が利潤を最大化する時は常に
限界費用 = 限界収入



5.3 クールノー競争

複占競争とその分類

- 複占市場: 2企業が競争している市場
- ゲーム理論による分析
- 複占市場のモデル: 以下の3つの要因で分類
- 1. 各企業の意思決定は同時か, 逐次か
 - 同時の場合は戦略形ゲーム, 交互の場合は展開形ゲーム
- 2. 価格競争か数量競争か
 - 企業が決定するのは, 生産量(販売量)か, 価格か
- 3. 同質財か異質財か
 - 同質財: 全く同じ財を提供→価格差があれば, 価格が安い企業がすべての需要を独占する
 - 異質財: 異なる価格がつく→製品差別化の市場
 - 当然, 異質財のほうが現実には近いが分析は難しくなる

複占競争の呼び名

- **クールノー競争:**
 - 同時決定の生産量(数量競争)
 - 同質財を考える場合が多い
- **シュタツケルベルグ競争**
 - 時間差のある交互決定の生産量競争(数量競争)
 - 同質財を考える場合が多い
- **ベルトラン競争**
 - 同時決定の価格競争
 - 異質財(製品差別化)を考える場合が多い
- 交互の価格競争は特に定められていない
- 不完全市場の分析に使う呼び名→一般的な交互のゲームをシュタツケルベルグ競争とは呼ばない

モデル18: 輸入販売店の複占競争

- モデル17において, 企業Aと企業Bの2企業が競争しているとする
- 各企業は, **同時に**販売量を決定する(数量競争)
- 企業Aの販売量を x_A , 企業Bの販売量を x_B とする
- 両企業の販売量の合計を $x = x_A + x_B$ で表す
- 販売価格 p とすると $p = 120 - x$ ($= 120 - (x_A + x_B)$) の関係があるとする
- 財を1台売る費用は, 企業Aと企業Bともに30
- 利潤を最大にするために, 企業Aと企業Bは, どれだけの商品を販売するか

クールノー競争

- 同時の生産量決定→クールノー競争
- 企業Aの利潤を π_A , 企業Bの利潤を π_B とすると

$$\begin{aligned}
 \pi_A &= px_A - 30x_A &= (120-x)x_A - 30x_A \\
 & &= \{120 - (x_A + x_B)\}x_A - 30x_A \\
 & &= -x_A^2 - x_Ax_B + 90x_A
 \end{aligned}$$

同様に

$$\begin{aligned}
 \pi_B &= (120-x)x_B - 30x_B \\
 &= (120-x)x_B - 30x_B \\
 &= \{120 - (x_A + x_B)\}x_B - 30x_B \\
 &= -x_B^2 - x_Ax_B + 90x_B
 \end{aligned}$$

- 各企業の利潤は, 自分の生産量だけではなく, 相手の生産量にも依存する→戦略形ゲーム

クールノー競争の利得行列

A \ B	0	20	40	60
0	(0 , 0)	(0, 1400)	(0 , <u>2000</u>)	(0 , 1800)
20	(1400, 0)	(1000,1000)	(<u>600</u> , <u>1200</u>)	(<u>200</u> , 600)
40	(<u>2000</u> , 0)	(<u>1200</u> , <u>600</u>)	(400, 400)	(-400, -600)
60	(1800, 0)	(600, <u>200</u>)	(-600, -400)	(-1800,-1800)

- ナッシュ均衡を求める
 - ここでは生産量が20単位刻みで不正確
- 連続量で最適反応戦略を求める

クールノー競争のナッシュ均衡を求める

■ 両企業の最適反応戦略を求める

- 相手企業の戦略に対して、利潤を最大化する戦略を求める

- 企業Aの利潤 $\pi_A = -x_A^2 - x_A x_B + 90x_A$

- 利潤を最大にする販売量 x_A を求める

- 利潤 π を x_A で微分し、0になる点を求める

$$(\pi_A \text{ を } x_A \text{ で微分}) = 0 \quad \Rightarrow \quad -2x_A - x_B + 90 = 0$$

$$\Rightarrow \quad x_A = -\frac{1}{2}x_B + 45$$

■ 企業Aの最適反応関数

- 企業Aの最適生産量は、企業Bの生産量に依存して決まる

クールノー競争のナッシュ均衡を求める

■ 同様に企業Bの利潤

$$\pi_B = -x_B^2 - x_A x_B + 90x_B$$

を最大にする販売量 x_B を求める

$$(\pi_B \text{を} x_B \text{で微分})=0 \Rightarrow -2x_B - x_A + 90 = 0$$

$$\Rightarrow x_B = -\frac{1}{2}x_A + 45$$

■ 企業Bの最適反応関数

利得行列で確認

A \ B	0	20	40	60
0	(0 , 0)	(0, 1400)	(0 , <u>2000</u>)	(0 , 1800)
20	(1400, 0)	(1000,1000)	(<u>600</u> , <u>1200</u>)	(<u>200</u> , 600)
40	(<u>2000</u> , 0)	(<u>1200</u> , <u>600</u>)	(400, 400)	(-400, -600)
60	(1800, 0)	(600, <u>200</u>)	(-600, -400)	(-1800,-1800)

■ 企業Aの最適反応関数

$$x_A = -\frac{1}{2}x_B + 45$$

$x_B = 0$ での企業Aの最適な戦略は、
本当は $x_A = 45$

クールノー競争のナッシュ均衡を求める

■ 両企業の最適反応戦略を求め、連立方程式を解く

■ 企業Aの最適反応関数

$$x_A = -\frac{1}{2}x_B + 45 \quad \text{--- ①}$$

■ 企業Bの最適反応関数

$$x_B = -\frac{1}{2}x_A + 45 \quad \text{--- ②}$$

連立方程式を解く

①を②に代入

$$x_A = -\frac{1}{2}\left(-\frac{1}{2}x_A + 45\right) + 45$$

$$\frac{3}{4}x_A = \frac{45}{2}$$

②に代入

$$x_B = 30$$

$$x_A = 30$$

■ ナッシュ均衡は

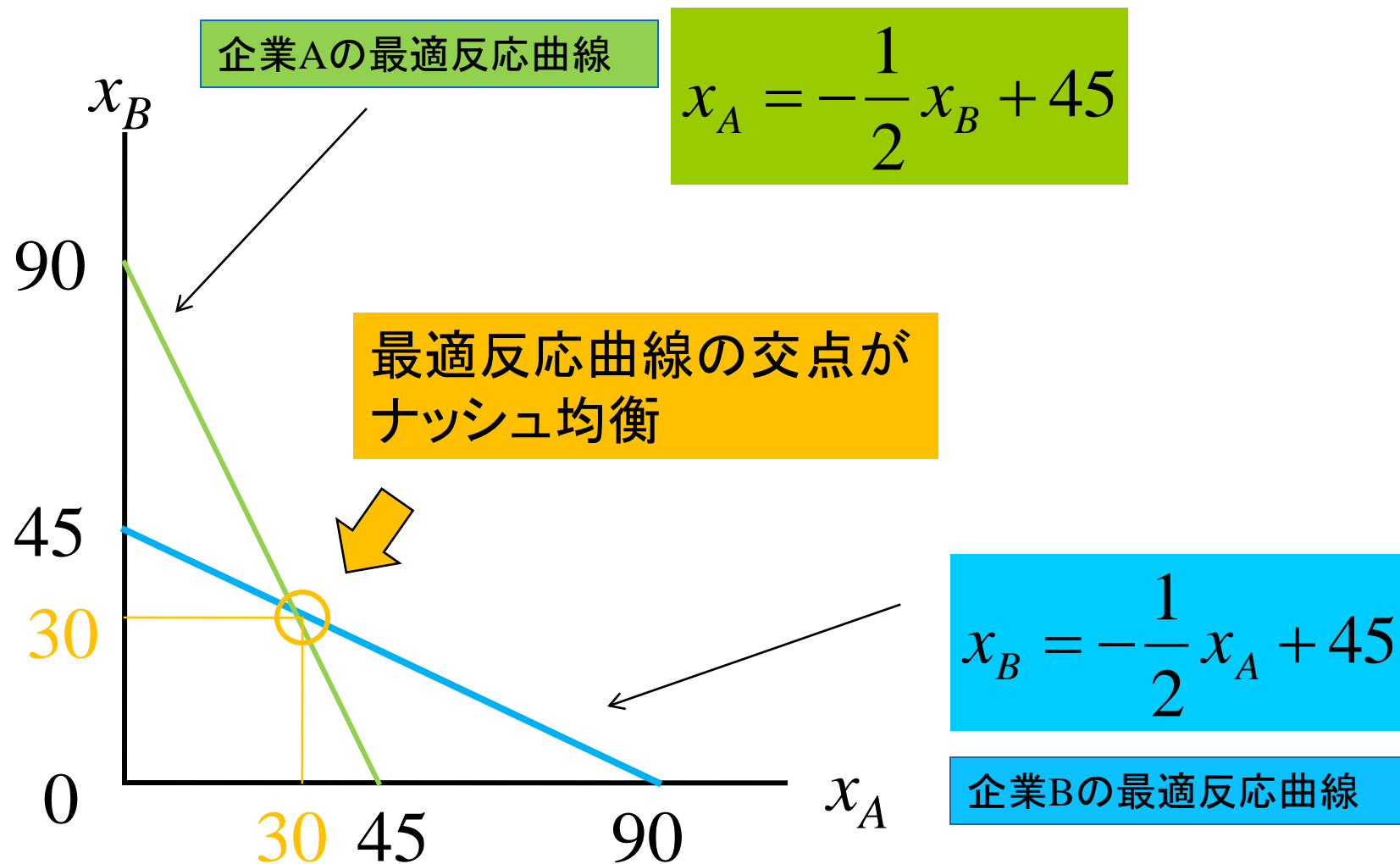
$$x_A = 30 \quad x_B = 30$$

■ クールノー＝ナッシュ均衡

クールノー均衡

とも呼ばれる

グラフで見るクールノー均衡



ポイント31



ナッシュ均衡を求めるには、利得の大小よりも最適反応戦略に注目する

ポイント32

クールノー競争の解，クールノー・ナッシュ均衡は最適反応曲線の交点として求めることができる

演習 クールノー均衡を求めよ

- 企業Aと企業Bが、以下の同質財の複占市場でクールノー競争を行なっているとする。
 - 逆需要関数は $p=78-2x$ で与えられる,
 - ここで p は財の価格, x は市場全体の生産量
 - 企業A, Bの販売量を, x_A, x_B とすると $x = x_A + x_B$
 - 限界費用は企業A・B, 両方とも18とする.
 - 両企業は、同時に販売量を決定する
- (問1) 企業Aの利潤を π_A とし, π_A を式で表せ. 企業Bも.
- (問2) 企業Aの最適反応関数(利潤を最大にする生産量)を x_B の式で表せ. 企業Bも(x_A の式で).
- (問3) クールノー均衡における生産量と価格を求めよ.

解答 クールノー競争 #1

- 企業Aの利潤を π_A , 企業Bの利潤を π_B とすると

$$\begin{aligned}
 \pi_A &= px_A - 18x_A \\
 &= (78 - 2x)x_A - 18x_A \\
 &= \{78 - 2(x_A + x_B)\}x_A - 18x_A \\
 &= -2x_A^2 - 2x_Ax_B + 60x_A
 \end{aligned}$$

同様に

$$\begin{aligned}
 \pi_B &= px_B - 18x_B \\
 &= (78 - x)x_B - 18x_B \\
 &= \{78 - 2(x_A + x_B)\}x_B - 18x_B \\
 &= -2x_B^2 - 2x_Ax_B + 60x_B
 \end{aligned}$$

問1の答

$$\pi_A = -2x_A^2 - 2x_Ax_B + 60x_A \quad \pi_B = -2x_B^2 - 2x_Ax_B + 60x_B$$

解答 クールノー競争 #2

■ 両企業の最適反応戦略を求める

■ 企業Aの利潤 $\pi_A = -2x_A^2 - 2x_Ax_B + 60x_A$

■ 利潤を最大にする販売量 x_A

⇒ 利潤 π_A を x_A で微分し, 0になる点

$$(\pi_A \text{ を } x_A \text{ で微分}) = 0$$

$$\Rightarrow \pi'_A = -4x_A - 2x_B + 60 = 0$$

$$\Rightarrow 4x_A = -2x_B + 60$$

$$\Rightarrow x_A = -\frac{1}{2}x_B + 15$$

- 問2の答:
- 企業Aの最適反応関数

- 企業Aの最適生産量は, 企業Bの生産量に依存して決まる

解答 クールノー競争 #3

- 同様に企業Bの利潤を最大にする販売量を求める

- 企業Bの利潤 $\pi_B = -2x_B^2 - 2x_Ax_B + 60x_B$

(π_B を x_B で微分)=0

$$\Rightarrow \pi'_B = -4x_B - 2x_A + 60 = 0$$

$$\Rightarrow 4x_B = -2x_A + 60$$

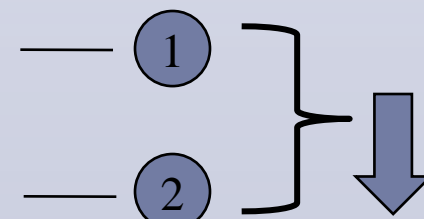
$$\Rightarrow x_B = -\frac{1}{2}x_A + 15$$

- 問2の答:
- 企業Bの最適反応関数

解答 クールノー競争 #4

■ 企業Aの最適反応関数 $x_A = -\frac{1}{2}x_B + 15$

■ 企業Bの最適反応関数 $x_B = -\frac{1}{2}x_A + 15$



連立方程式を解く

①を②に代入

$$x_A = 10$$

$$x_A = -\frac{1}{2}\left(-\frac{1}{2}x_A + 15\right) + 15$$

②に代入 $x_B = 10$

$$x_A = -\frac{1}{4}x_A - \frac{15}{2} + 15$$

$$\frac{3}{4}x_A = \frac{15}{2}$$

均衡価格は逆需要関数 $p = 78 - 2x$ に代入

$$p = 78 - 2(10 + 10) = 78 - 40 = 38$$

■ (問3の答) クールノー均衡

■ 生産量 $x_A = 10, x_B = 10$

■ 価格 $p = 38$

5.4 クールノー競争による 複占市場の分析

クールノー競争モデルの応用 (1) 独占vs複占

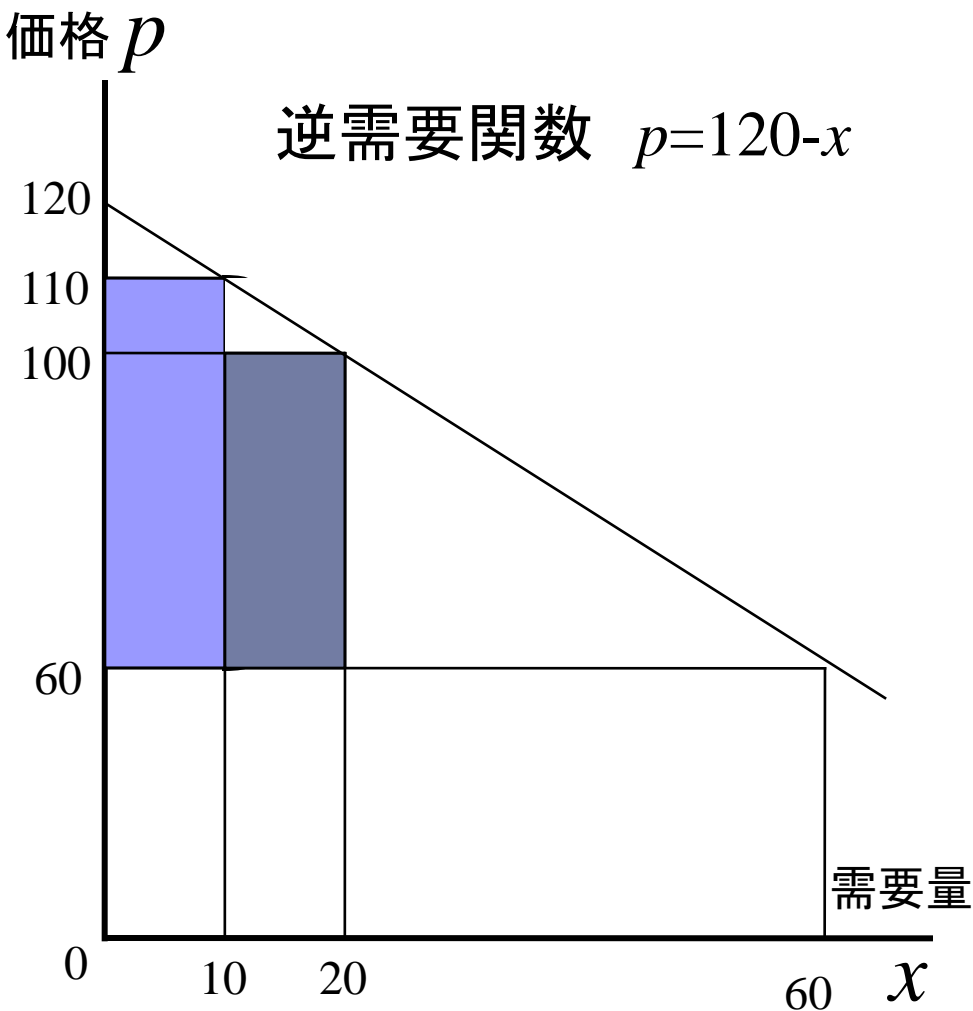
■ 独占はなぜ悪いか？

- 一般的には、独占によって市場の価格が上昇し、**消費者**にとって独占は悪とされている
- しかし**企業**の利益は増加しているはず？
- 企業の利益の増加と、消費者便益の減少を差し引きするとどうなるのか？

■ 消費者の便益をどう測れば良いか？

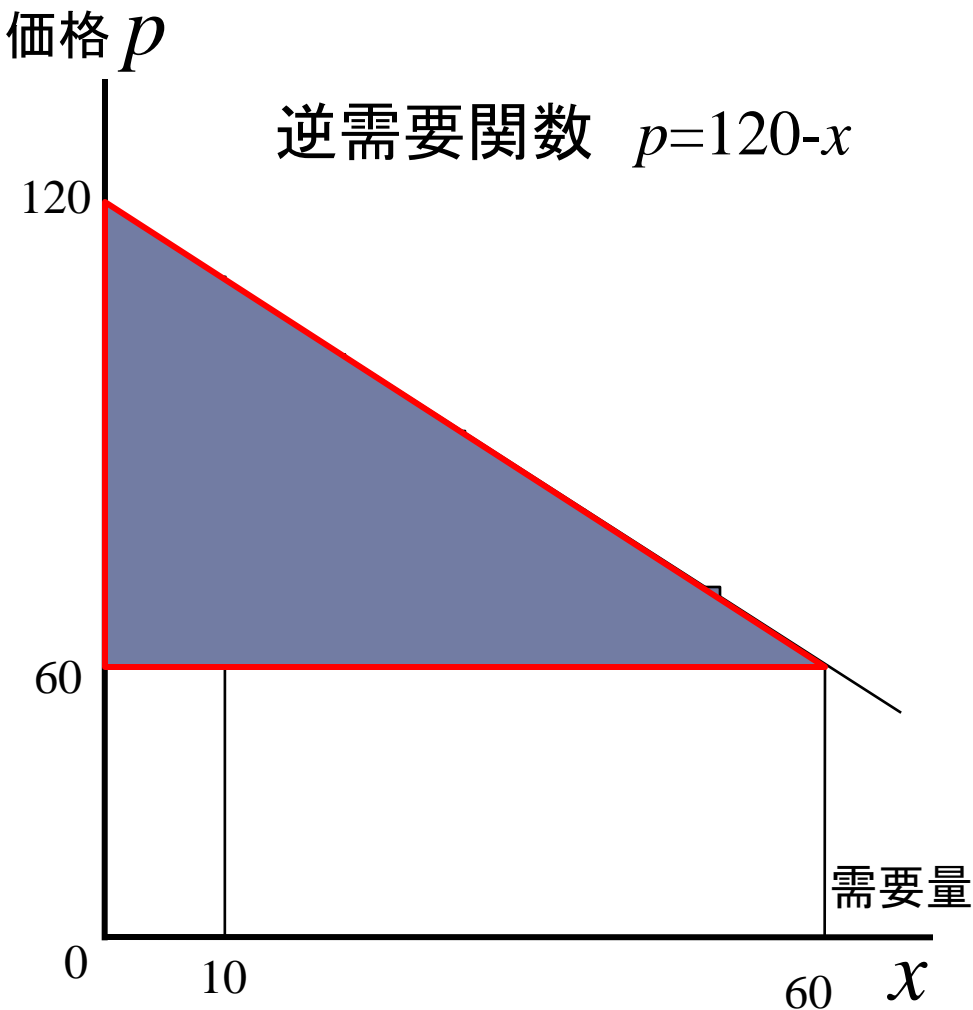
- (マーシャルの)**消費者余剰**を使って計測する

消費者余剰



- 価格 $p=60$ のとき, 消費者の受ける便益をどう測るか?
- 価格を120から10ずつ減らし
て考えよう
- 価格 $p=110$ のとき, 消費者の
需要は $x=10$
- この需要に対応する消費者:
 $p=110$ でも財を購入する意思
があるにも関わらず $p=60$ で財
を購入できた
- 1単位当たり $110-60=50$ の便益
($110-60$) \times 10 の便益 (青色の
長方形部分)
- さらに価格を10減らすことに
より, 増加する便益
→ 次の青色の長方形

消費者余剰－消費者の便益を測る



- 価格をさらに10ずつ減少させてゆくと...
- 青色の短冊部分が消費者の便益の合計を近似している
- これを**消費者余剰**と呼ぶ
- 価格を減少する単位を細かくする
⇒三角形の面積に！

ポイント33

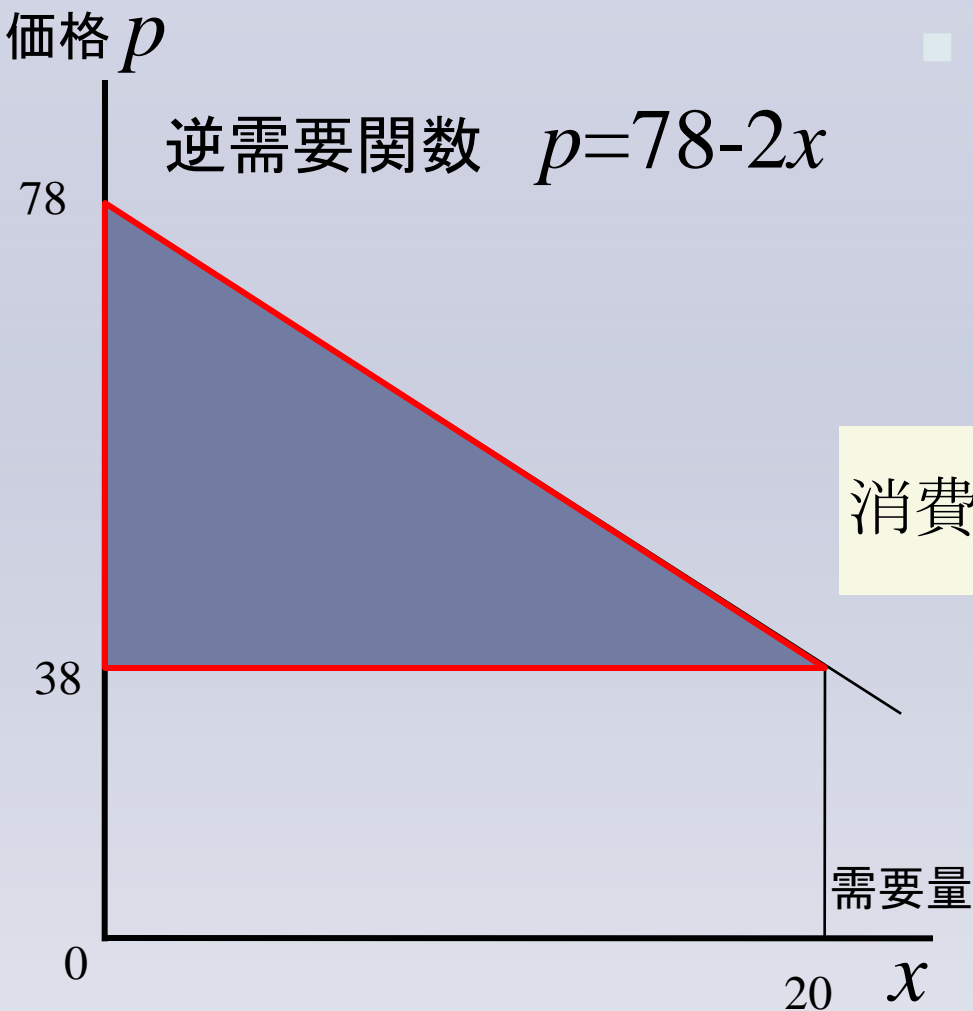


需要曲線と，縦軸と，価格を示す横線で囲まれた三角形が消費者の便益を測る消費者余剰となる。

演習 消費者余剰, 企業の利益, 社会的総余剰

- 先ほどの企業A, Bのクールノー競争では,
 - 逆需要関数は $p=78-2x$
 - 限界費用は企業A・B, 両方とも18
 - その結果, クールノー競争における両企業の生産量は $x_A=10, x_B=10$, 価格は $p=38$ であった.
- (問1)このときの消費者余剰を求めよ
- (問2)企業A, Bの利潤を求め, その合計を求めよ(生産者余剰とも言う)
- (問3)消費者余剰と生産者余剰の合計(=社会的総余剰)を求めよ.

解答 消費者余剰を求める



■ 左図の紫色の部分为消费者余剰

■ 企業A, Bの販売量を, x_A, x_B
とすると $x = x_A + x_B$

よって $x = 20$ より $p = 38$

$$\text{消費者余剰} = \frac{1}{2} \times 20 \times (78 - 38) = 400$$

解答 生産者余剰, 社会的総余剰

- 企業Aの利潤を π_A , 企業Bの利潤を π_B とすると

$$\begin{aligned}\pi_A &= (78 - 2x)x_A - 18x_A \\ &= p x_A - 18x_A = (p - 18) x_A \\ &= (38 - 18) \times 10 = 200\end{aligned}$$

$$\text{同様に } \pi_B = (p - 18) = (38 - 18) \times 10 = 200$$

生産者余剰 $\pi_A + \pi_B = 400$

社会的総余剰
= 消費者余剰 + 生産者余剰
= 400 + 400 = 800



独占と複占の比較

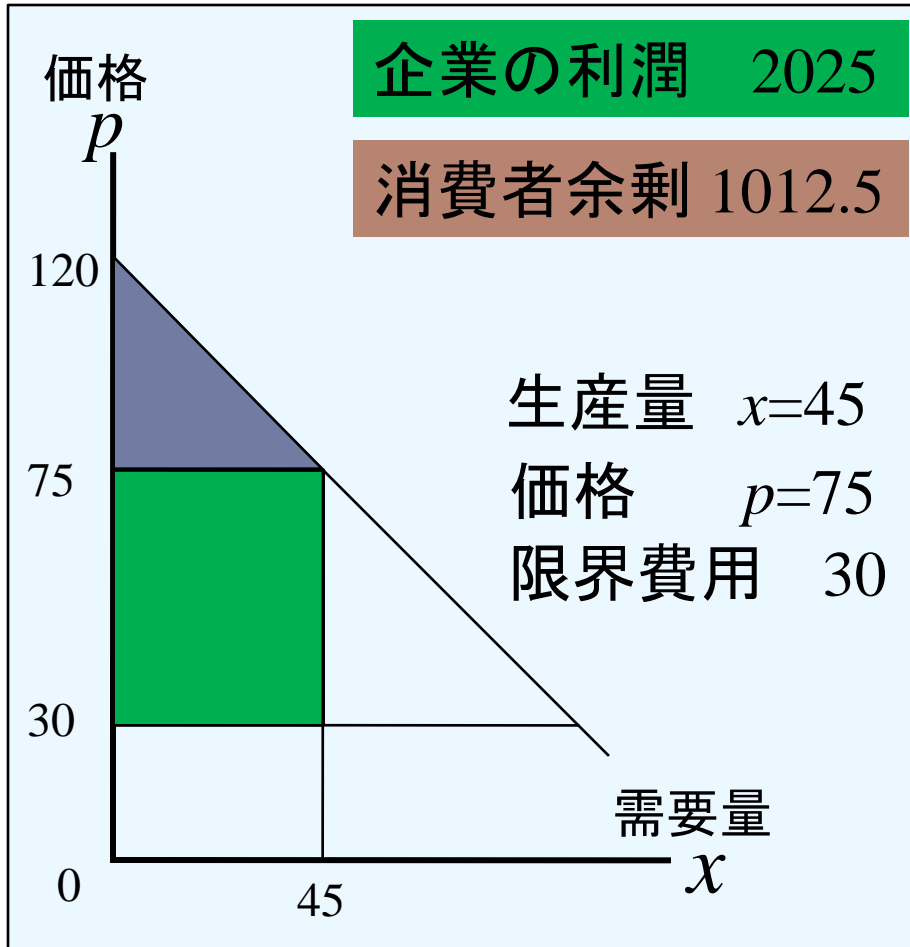
- ここまでの例において、独占時の価格は75で、クールノー競争時の価格は60であった。
- 独占時には、製品の価格が15上昇する。
- クールノー競争では独占時に比べて、消費者が得した分だけ、企業が損をしている。社会的な厚生(社会的総余剰)は同じ。
- 独占時は財の販売量は45。したがって、クールノー競争では独占時に比べて、消費者の余剰が $15 \times 45 = 675$ 増加し、企業側の利益が675だけ減少している。

➤ これは正しいか？

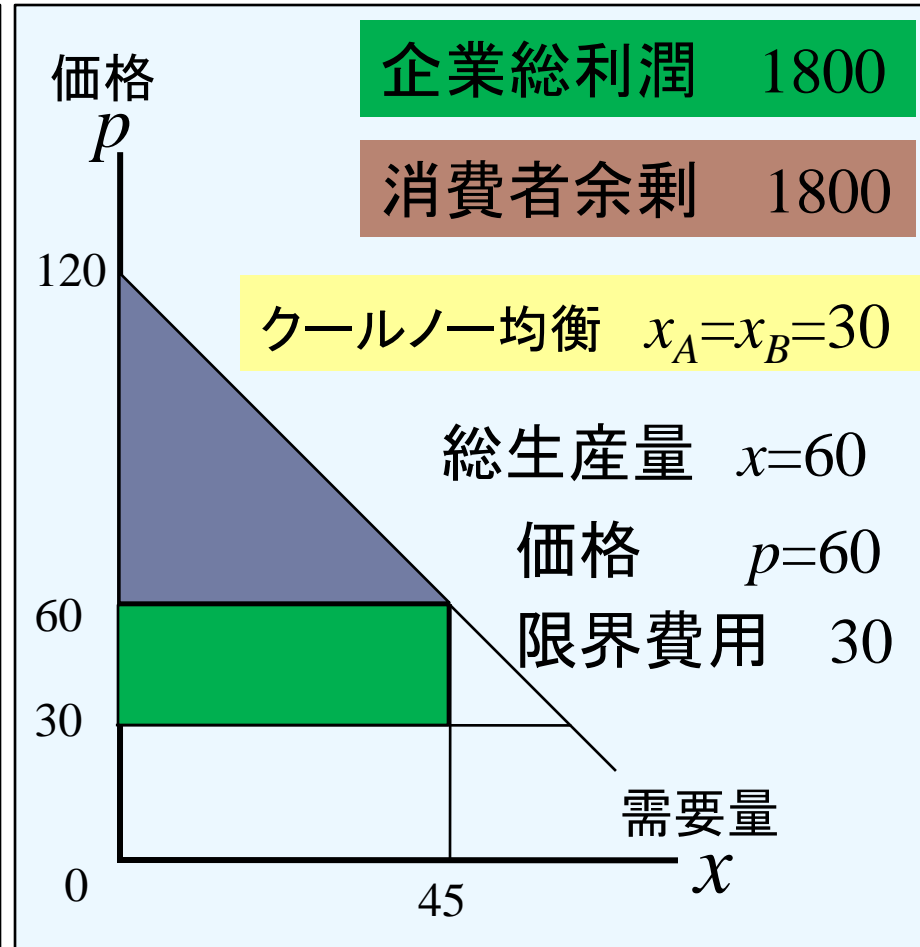
社会的総余剰：消費者便益と企業の利益

逆需要関数 $p=120-x$

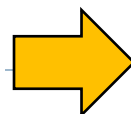
独占時



複占時



社会的総余剰(消費者余剰+企業利潤)



独占時 3037.5
複占時 3600

ポイント34



市場における競争を考えるとときは、消費者と企業の便益を合わせ社会的総余剰で考える。

社会的総余剰は、独占よりは複占、複占よりは完全競争のほうが大きい。それは、価格の下落に伴い、需要量が増加しているからである。

同じ総余剰を企業と消費者で取り合ってるだけではなく、総余剰が増加している。



費用変化による競争への影響

- 先のA社とB社のクールノー競争例
 - クールノー均衡では、価格が60、各社の生産量は30
 - A社の限界費用は30、利益は $(60-30) \times 30 = 900$
 - ここでA社の限界費用が30⇒18に変化したとしよう
-
- (1) A社の利益は、費用が1単位あたり12下がったので、 $12 \times 30 = 360$ 増加する。
 - (2) B社の利益は変化しない。
- (1)と(2)は正しいか？

費用変化による競争への影響

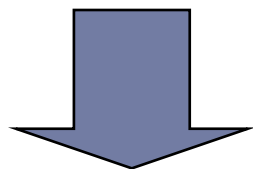
- 例えばA社の限界費用が安くなった場合にA社の競争の有利さはどう変わるか？
 - A社の生産量と利益は増加する？
 - Yes !
 - 商品の価格は同じか？
 - 同じ価格で, 会社のシェアが変化するだけか？
 - B社の生産量は同じか？
 - 消費者余剰や社会的総余剰はどうなる？
- 費用削減・税金の効果・補助金の影響などをクールノー競争を使って調べることができる！

クールノー競争：A社の費用削減の影響

- 企業Aの限界費用： $30 \Rightarrow 18$ (-12)
- 企業A, Bの利潤を π_A, π_B とすると

$$\pi_A = (120 - x)x_A - 30x_A$$

$$\pi_B = (120 - x)x_B - 30x_B$$



$$\pi_A = (120 - x)x_A - (30 - 12)x_A$$

クールノー均衡を計算！

$\pi_A = (120 - x)x_A - 18x_A$ で計算した方が簡単だが、ここでは最適反応曲線の**変化**に注目！

まず、両企業の最適反応戦略を求める

- 企業Aの利潤 $\pi_A = -x_A^2 - x_A x_B + 90x_A + 12x_A$
 - 利潤を最大にする販売量 x_A を求める
 - 利潤 π を x_A で微分し、0になる点を求める

$$(\pi_A \text{ を } x_A \text{ で微分}) = 0 \quad \Rightarrow \quad -2x_A - x_B + 90 + 12 = 0$$

$$\Rightarrow x_A = -\frac{1}{2}x_B + 45 + 6$$

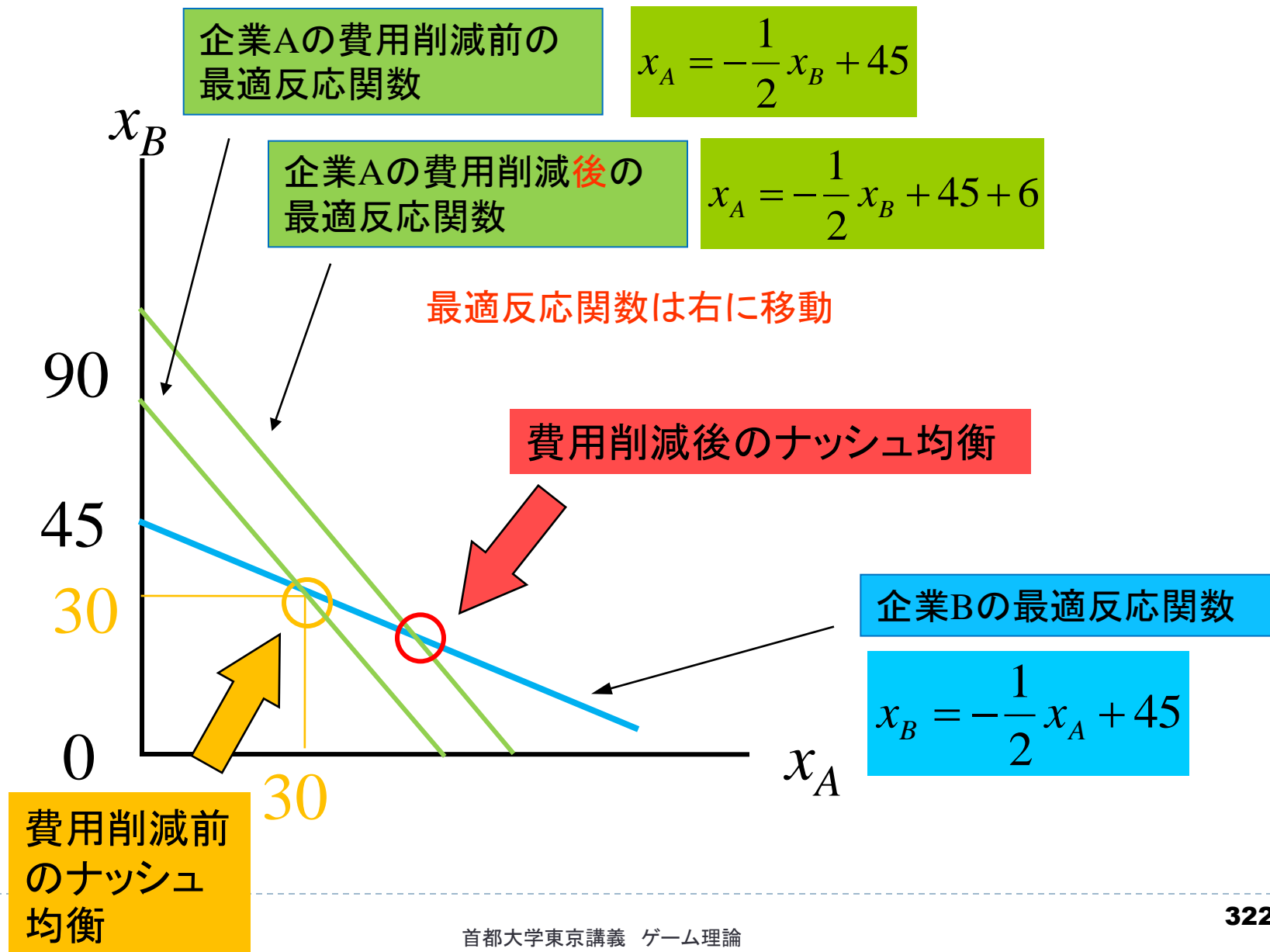
■ 企業Aの最適反応関数

- 企業Bの利潤 $\pi_B = -x_B^2 - x_A x_B + 90x_B$
は変化しない

$$x_B = -\frac{1}{2}x_A + 45$$

■ 企業Bの最適反応関数は同じ

グラフで見るクールノー均衡の変化



費用削減後のナッシュ均衡を求める

■ 両企業の最適反応戦略を求め、連立方程式を解く

■ 企業Aの最適反応関数 $x_A = -\frac{1}{2}x_B + 45 + 6$ — ①

■ 企業Bの最適反応関数 $x_B = -\frac{1}{2}x_A + 45$ — ②

連立方程式を解く

①を②に代入

$$x_A = -\frac{1}{2}\left(-\frac{1}{2}x_A + 45\right) + 45 + 6$$

$$\frac{3}{4}x_A = \frac{45}{2} + 6 \quad \text{②に代入}$$

$$x_A = 30 + 8 = 38$$

$$x_B = 30 - 4 = 26$$

ナッシュ均衡は

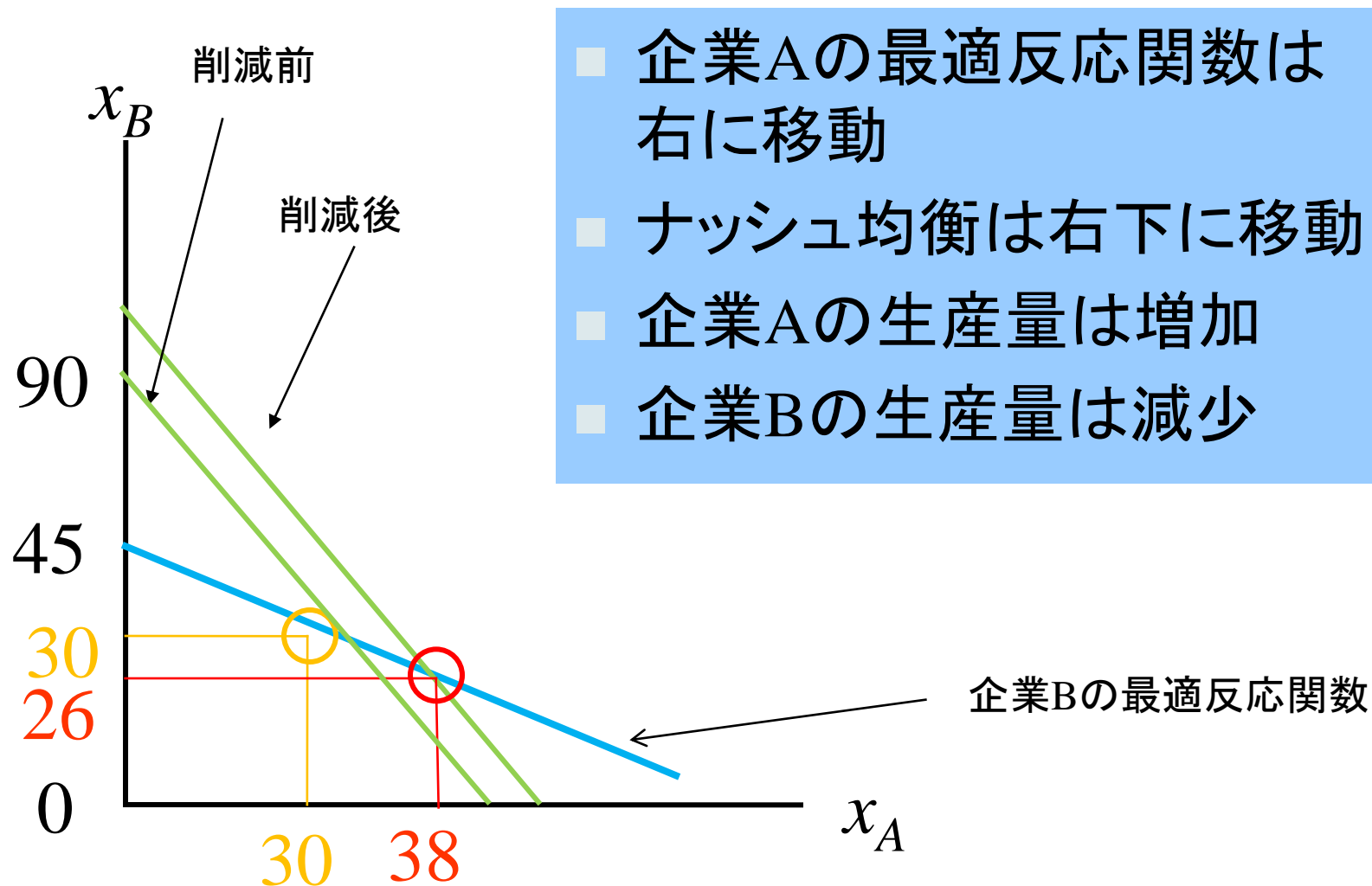
$$x_A = 30 \quad x_B = 30$$

から

$$x_A = 38 \quad x_B = 26$$

に変化！

グラフで見るクールノー均衡の変化



費用変化による競争への影響

- A社の限界費用が安くなった場合
- A社の生産量と利益は増加する？
 - Yes !
- B社の生産量は同じか？
 - ナッシュ均衡は $x_A=30$ $x_B=30$ から $x_A=38$ $x_B=26$ に変化！
 - B社の生産量は減少
- 商品の価格は同じか？
 - 価格は $p=120-(30+30)=60$ から $p=120-(38+26)=56$ に下落
- 消費者余剰や社会的総余剰はどうなる？
 - 価格下落の効果は、消費者余剰と社会的総余剰を増加させる

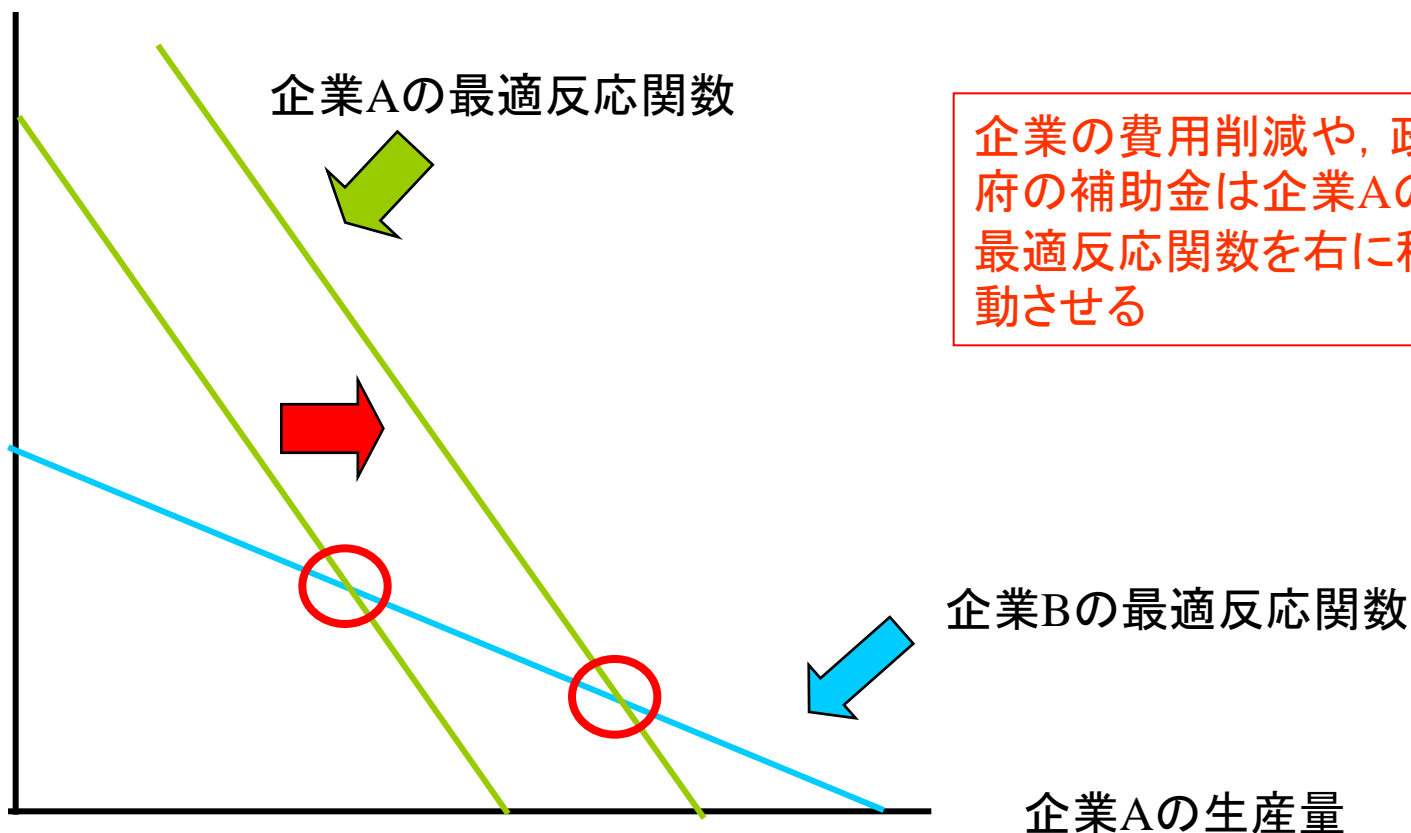
ポイント35



クールノー競争における費用の削減は、その直接的効果だけではなく、相手の販売量を減少させることでより高い利益をもたらす。単純に減少前の販売量に、費用削減の金額をかけて考えてはいけない。

クールノー競争における補助金と費用削減の効果

企業Bの生産量

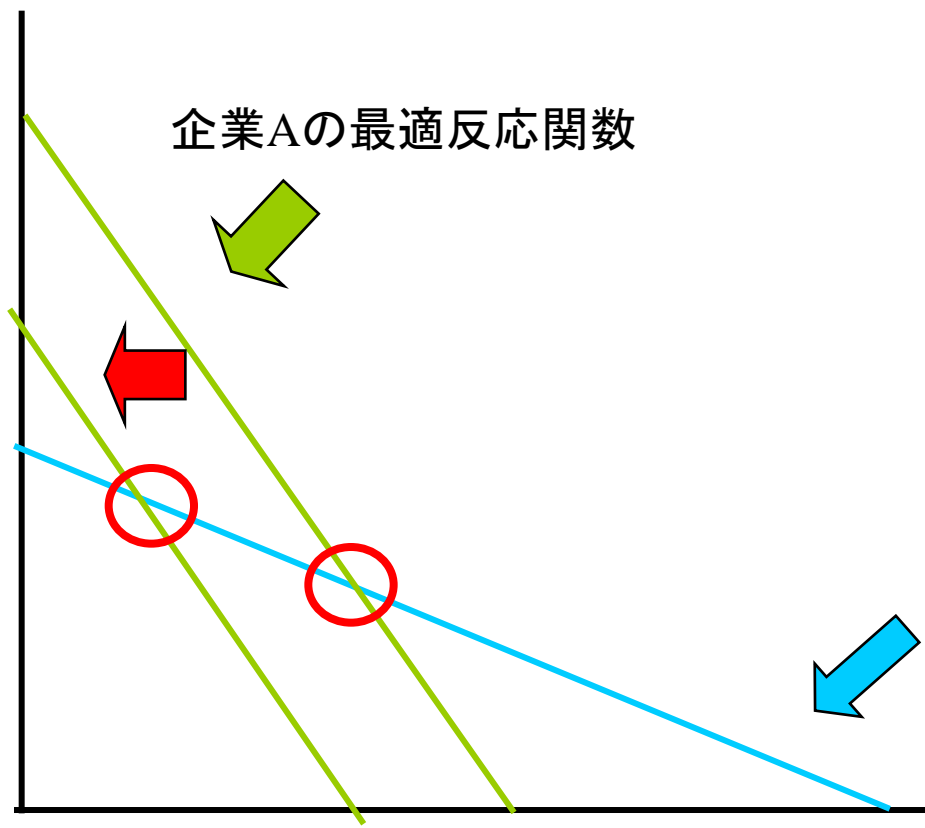


企業の費用削減や、政府の補助金は企業Aの最適反応関数を右に移動させる

ナッシュ均衡は右下に移動
企業Aの生産量は増加，企業Bは減少

クールノー競争における税金と費用増加の効果

企業Bの生産量



企業の費用増加や税金は企業Aの最適反応関数を左に移動させる

企業Bの最適反応関数

企業Aの生産量

ナッシュ均衡は左上に移動
企業Aの生産量は減少，企業Bは増加

ポイント36



最適反応曲線の移動で複占競争を分析せよ