

經濟學原理與實習

CH.7 外部成本與外部利益

李祖福

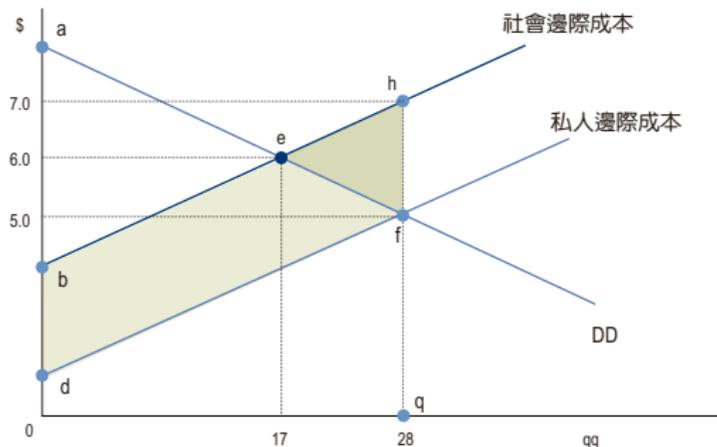
November 8, 2021

1 外部性

- 前面的例子看來，管制行為都會造成無謂損失 (Deadweight Loss)。所以管制一定是不好的嗎？
 - ▶ 若存在外部性，管制可以讓市場重新達到經濟效率
- 外部性是什麼？
 - ▶ 某項活動對其他人產生正面或負面的影響，但受影響者並未付費或得到補償
 - ▶ 正面影響：正外部性，也稱外部利益 (external benefit)
 - ▶ 負面影響：負外部性，也稱外部成本 (external cost)

- 外部性：一種市場失靈
 - ▶ 市場失靈 (Market Failure): 市場均衡產量不等於社會最適產量之情況
- 其他市場失靈的例子
 - ▶ 外部性 (ex. 共有資源)
 - ▶ 不完全競爭市場 (期中考後)
 - ▶ 公共財 (CH8)

外部性 (externality)



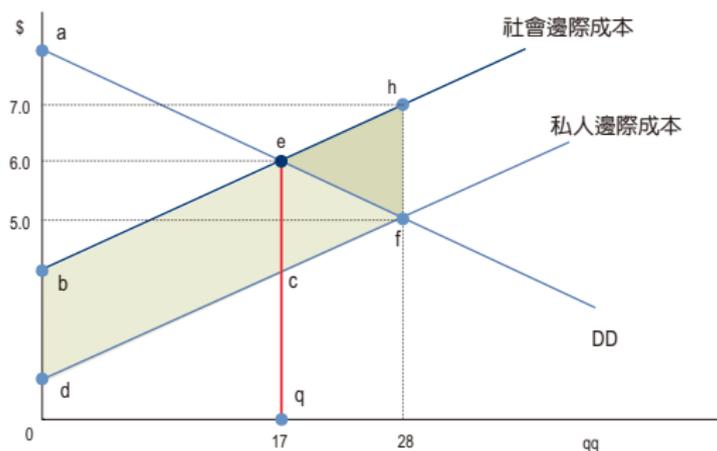
- 私人廠商決策時只會考慮到他自己要承擔的成本
 - ▶ 廠商最適產量高過於社會最適產量 ($28 > 17$)
 - ▶ 當存在外部成本時, Deadweight loss 為三角形 ehf

外部性的內部化 (externality internalization)

- 將外部 (社會) 成本轉為內部 (私人) 成本
- 透過一些手段將外部性的問題導向經濟效率。例如對外部成本課稅、對外部利益補貼。
- 政府的解決辦法：管制、課稅、補貼、限額與交易
- 私人的解決辦法：合作協議、產權界定

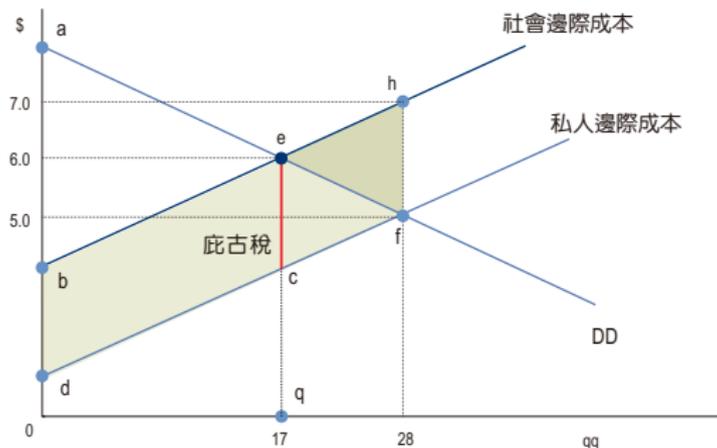
外部性 (externality)

政府解決外部成本的方法:數量上限管制



外部性 (externality)

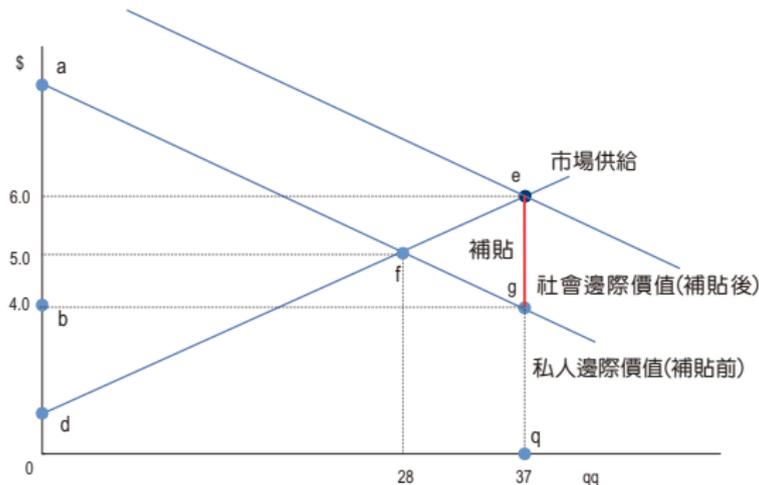
政府解決外部成本的方法: 課徵庇古稅 (Pigouvian tax)



- 每生產一單位要付出 ce 的庇古稅，達到均衡點 e ，生產者剩餘與消費者剩餘減少，政府另外多出 $bdce$ 的收入。

外部性 (externality)

政府解決外部利益的方法:對消費者補貼



- 每消費一單位政府補貼 eg ，提升願付價格，生產者剩餘與消費者剩餘增加。

外部性一定都要靠政府解決嗎？

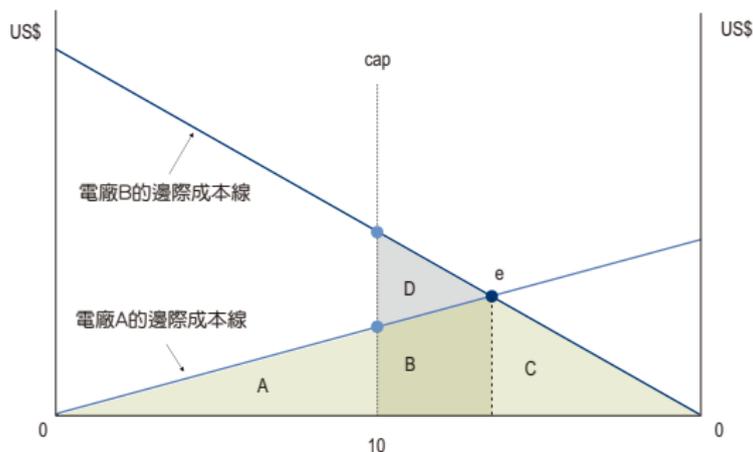
The screenshot shows a website interface with a navigation bar at the top containing links like '訊息與活動', '關於本所', '研究與成果', '出版品', '水產知識館', '便民服務', '政府資訊公開', and 'Web2.0'. A left sidebar lists various categories such as '消息公布', '採訪計畫', '特輯公布', '專題討論與學術演講', '新聞稿', '記者會', '水試所電子報', '媒體訊息', '招標資訊', '就業資訊', and '水產新聞提要'. The main content area features the article title '漁民是漁業管理的大受益者-以東港櫻花蝦漁業為例' with a sub-header '發布日期: 107-01-10'. The article text discusses the impact of cherry shrimp fishing in the East Port, mentioning the involvement of the government and industry in managing the resource, and the benefits to fishermen through improved management practices.

- 不一定，在有些情況下，私人也能夠解決外部性問題。
 - ▶ 1. 合作協議 (東港櫻花蝦)
 - ▶ 2. 產權界定 (寇斯定理)

- 界定明確的產權且交易成本低, 私人也可以解決外部性。
 - ▶ 界定產權: 知道誰要跟誰交易
 - ▶ 交易成本低: 使交易能夠發生

外部性 (externality)

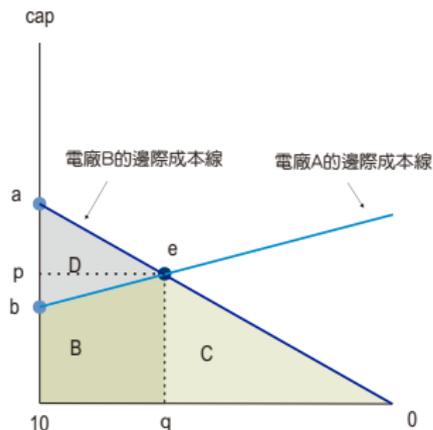
限額與交易 (cap-and-trade)



- 若沒有交易, A 電廠的成本為 A , B 電廠的成本為 B+C+D 。

外部性 (externality)

限額與交易 (cap-and-trade)



- 若可以交易, $10-q$ 的減碳量應交由 A 電廠生產, 因為 A 電廠的邊際成本較低, B 電廠在向 A 電廠購買。當價格在 $a-b$ 之間, 交易就會發生, 當價格在 p 時, 達到市場均衡, 交易量為 $10 - q$ 。

外部性 (externality)

$$P = MC_a = MC_b = MC_c = \dots$$

- 所有廠商都在相同的邊際成本上生產時，我們稱作**生產效率**。
- 如果市場價格大於邊際成本： $P > MC_a = MC_b = MC_c = \dots$ ，表示仍有超額需求，廠商會有誘因增加產量。
- 這麼多廠商誰來增加？答案是邊際成本低的廠商先增加。直到 $P = MC_a = MC_b = MC_c = \dots$ 。
- 反之， $P < MC_a = MC_b = MC_c = \dots$ ，表示有超額供給，由邊際成本高的廠商先減少。

某國要求其國內的 A, B 兩電廠合計減碳 20 噸。兩電廠減碳之邊際成本分別如下：

$$MC_A = 1 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.2 \times Q_B$$

- (a) 若政府規定每一電廠減碳 10 噸，而且不能交易碳排放配額，請計算 A, B 兩電廠減碳之總成本各為多少？（請使用三角形面積方法計算總成本。）
 - ▶ A 電廠會減 10 噸碳，總成本為 $(1/2) \times 10 \times 10 = 50$ 美元。同法可算出 B 電廠的總成本等於 60 美元。

某國要求其國內的 A, B 兩電廠合計減碳 20 噸。兩電廠減碳之邊際成本分別如下：

$$MC_A = 1 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.2 \times Q_B$$

- (b) 現若政府改變政策，讓兩電廠可以交易配額。亦即，電廠若買入 1 噸配額，自己只須減 9 噸；反之若出售 1 噸配額，則須減 11 噸。假設配額交易的單位是整數，如 1 噸或 2 噸；請分別說明兩電廠對第 1 噸配額之願售價格是多少元？
 - ▶ A 電廠現排放 10 噸碳，它排放第 11 噸的邊際成本為 11 美元，故其願售價格為 11 美元。同理，B 電廠現排放 10 噸碳，它排放第 11 噸的邊際成本為 $11 \times 1.2 = 13.2$ 美元，故其願售價

某國要求其國內的 A, B 兩電廠合計減碳 20 噸。兩電廠減碳之邊際成本分別如下：

$$MC_A = 1 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.2 \times Q_B$$

- (c) 本小題開始，假設配額交易量可以是小數。現若世界各國都要求電廠減碳，故形成一碳排放配額之國際市場。假設碳排放配額之價格等於 11.5 美元，請問 A, B 兩電廠各會買入或出售多少配額？
 - ▶ 由 $P=MC$ 之條件，A 電廠應減 $11.5/1.0=11.5$ 噸碳，故它應出售 $11.5-10=1.5$ 噸碳。同理，B 電廠應減 $11.5/1.2 = 9.58$ 噸碳，故它應購入 $10.0 - 9.58 = 0.42$ 噸碳。

某國要求其國內的 A, B 兩電廠合計減碳 20 噸。兩電廠減碳之邊際成本分別如下：

$$MC_A = 1 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.2 \times Q_B$$

- (d) 假設全球合計有 50 家電廠，其中，邊際成本如 A 的電廠有 20 家，邊際成本如 B 的電廠有 30 家，請算出碳排放配額之均衡價格等於多少？

(d)

- 水平加總 20 間 A 電廠 $\Rightarrow Q_A = 20 \times Q_a = 20MC_A$
- 水平加總 30 間 B 電廠 $\Rightarrow Q_B = 30 \times Q_b = 30 \times \frac{1}{1.2}MC_B = 25MC_B$
- $P = MC_A = MC_B \Rightarrow \frac{Q_A}{20} = \frac{Q_B}{25}$ —— (1)
- $Q_A + Q_B = 500$ —— (2)
- 由 (1) (2) 可得 $Q_A^* = \frac{2000}{9}$, $Q_B^* = \frac{2500}{9}$, $P = \frac{100}{9}$

某國要求其國內的 A, B 兩電廠合計減碳 20 噸。兩電廠減碳之邊際成本分別如下：

$$MC_A = 1 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.2 \times Q_B$$

- (e) 請算出碳排放配額交易讓全球電廠合計減碳之總成本降低多少美元 (相較於不能交易排放配額)?

(e)

- 由 (a) 小題可知, 若不能交易, 總成本為

$$50 \times 20 + 60 \times 30 = 2800$$

- 若可交易, 20 家 A 類電廠的總成本為:

$$\frac{1}{2} \times \frac{2000}{9} \times \frac{100}{9} = \frac{100,000}{81}$$

- 30 家 B 類電廠的總成本為:

$$\frac{1}{2} \times \frac{2500}{9} \times \frac{100}{9} = \frac{125,000}{81}$$

- 減碳總成本下降 $2,800 - \frac{100,000}{81} - \frac{125,000}{81} \simeq 22.83$ 美元。

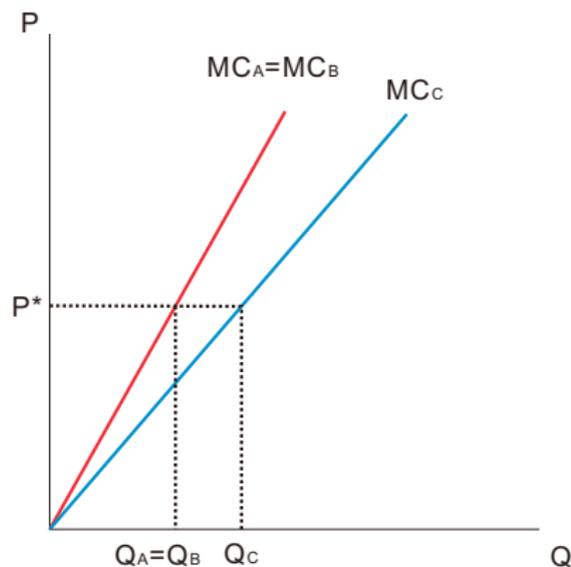
- 某國有 A, B, C 三家電廠, 在巴黎協議之後, 每一家電廠各須減少 CO2 排放 10 噸。三家電廠減碳的邊際成本分別為 (單位為美元):

$$MC_A = 2.5 \times Q_A$$

$$MC_B = 2.5 \times Q_B$$

$$MC_C = 1.5 \times Q_C$$

- Q_A , Q_B 與 Q_C 分別是三各電廠之減碳量, 單位為噸。
- (a) 巴黎協議允許電廠的 CO2 排放可以自由交易, 請問三家電廠會如何交易 CO2 碳排放量, 價格為何?
 - ▶ 共需減少 30 噸, 在自由交易的情況下, $MC_A = MC_B = MC_C$ 。
 - ▶ 且 $Q_A + Q_B + Q_C = 30$ 。



- A 與 B 的邊際成本線相同, 故 $Q_A = Q_B$, $Q_C = 30 - (Q_A + Q_B)$

- $MC_A = MC_B = 2.5 \times Q_A = 2.5 \times Q_B$
- $MC_C = 1.5 \times Q_C = 1.5 \times (30 - Q_A - Q_B)$
- 令 $MC = MC_A = MC_B = MC_C$, $Q_{AB} = Q_A = Q_B$
- 得到 $2.5 \times Q_{AB} = 1.5 \times (30 - 2Q_{AB})$, $Q_{AB} = 8.18$, $Q_C = 13.64$,
 $MC = P = 20.45$ 。
- A 與 B 分別向 C 購入 1.82 噸的碳排放權。

- (b) 以上三家電廠的減碳能力不同, A, B 較老舊, C 廠減碳技術較佳。現若該國更改規定, A, B 各須減12噸, C 須減6噸, 合計仍然30噸。請問相較於 (a) 小題, 價格之變動為何?
 - ▶ 減碳總量不變, 故各電廠之最適減碳量與上一小題相同。因為 $P = MC$, 故價格與上一小題相同。
 - ▶ 不過交易量改變, A 與 B 分別向 C 購入3.82噸碳排放權。

- (c) 請由碳排放交易之供需變動解釋 (b) 小題的結果。
 - ▶ 政策改變之後, 供給與需求都增加 (A 與 B 分別向 C 購入 3.82 噸碳排放權), 而且幅度相同, 故價格不變。

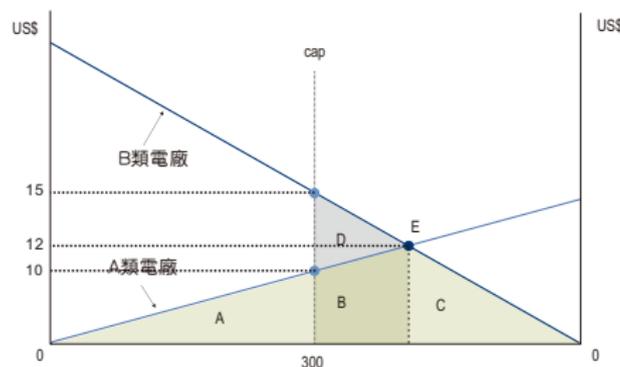
假設全球每家電廠需減碳 10 噸，但配額可以交易。若全球共有 60 家電廠，其中 30 家為 A 類電廠,30 家為 B 類電廠：

$$MC_A = 1.0 \times Q_A$$

$$MC_B = 1.5 \times Q_B$$

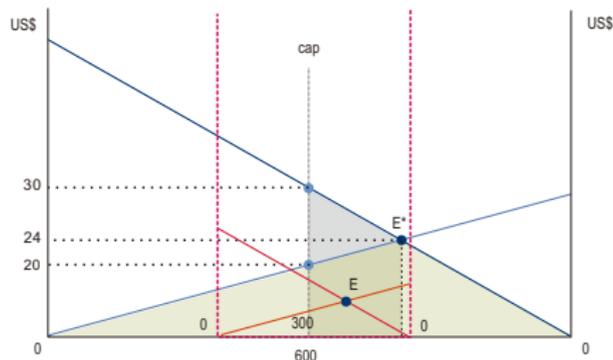
- (a) 請算出碳排放配額之均衡價格等於多少。
- (b) 碳排放配額交易制度讓全球電廠合計減碳之總成本降低多少美元 (相較於不能交易排放配額)?
- (c) 因為地球溫度持續上升，國際會議重新決議，每家電廠需減 20 噸。(i) 請重新計算均衡價格 ,(ii) 請畫出碳排放配額之市場供給線與需求線

- (a) 請算出碳排放配額之均衡價格等於多少。
 - ▶ 令30家 A 廠的總邊際成本線為 $MC_{\bar{A}} = 1/30 \times Q_{\bar{A}}$
 - ▶ 令30家 B 廠的總邊際成本線為 $MC_{\bar{B}} = 1/20 \times Q_{\bar{B}}$
 - ▶ 若可以交易, 均衡價格: $P = MC_{\bar{A}} = MC_{\bar{B}}$
 - ▶ 總數量: $Q_{\bar{A}} + Q_{\bar{B}} = 600 \Rightarrow P = 12$



- (b) 碳排放配額交易制度讓全球電廠合計減碳之總成本降低多少美元 (相較於不能交易排放配額)?
 - ▶ 不能交易: $A+B+C+D=3750$
 - ▶ 可以交易: $A+B+C=3600 \Rightarrow$ 總成本減少 150。

- (c) 因為地球溫度持續上升，國際會議重新決議，每家電廠需減20噸。(i) 請重新計算均衡價格，(ii) 請畫出碳排放配額之市場供給線與需求線，並解釋你推導的結果，圖中請標示減10噸與減20噸之供給線與需求線。



- ▶ 均衡價格變為 24 元。
- ▶ 供給減少 (上移): 原本供給第 1 單位是 A 類電廠的第 301 單位, 現在變成第 601 單位。同樣是第 1 單位, 邊際成本上升。
- ▶ 需求增加 (上移): 原本需求第 1 單位是 B 類電廠的第 300 單位, 現在變成第 600 單位。它自己生產的邊際成本上升, 願付價格增加。

某國有 A, B 兩鋼鐵廠, 其生產鋼鐵的邊際成本分別為:

$$MC_A = Q_A/8, MC_B = Q_B/2$$

市場對鋼鐵的需求為:

$$p = 100 - 3Q/10$$

其中, $Q = Q_A + Q_B$ 。

- (a) 當這兩家鋼鐵廠不須考慮外部成本時, 請算出鋼鐵的產量與價格。
- (b) 假設每生產1噸鋼鐵皆會產生1噸的汙染物, 而每噸汙染物所造成的外部成本為20元。為了讓汙染的外部成本內化, 環保署實施汙染總量管制, 要達到社會最適的鋼鐵產量, 環保署應該規定減少幾噸的汙染物?

- (A) 水平加總： $Q = Q_A + Q_B$ ，
其中 $Q_A = 8MC_A(P)$, $Q_B = 2MC_B(P)$

⇒市場供給曲線 $Q^S = 10P^S$

$$\text{均衡時 } P^S = P^D \Rightarrow \frac{1}{10}Q = 100 - \frac{3}{10}Q$$

$$Q^* = 250 \text{噸}, P^* = 25 \text{元}$$

- (B) 社會邊際成本 = 私人邊際成本 + 外部成本

$$MC_s = \frac{1}{10}Q + 20$$

$$\text{均衡時 } P^S = P^D \Rightarrow \frac{1}{10}Q + 20 = 100 - \frac{3}{10}Q$$

社會最適產量 $Q^* = 200$ 噸鋼鐵，環保署應規定要減少 $250 - 200 = 50$ 噸汙染物

某國有 A, B 兩鋼鐵廠, 其生產鋼鐵的邊際成本分別為:

$$MC_A = Q_A/8, MC_B = Q_B/2$$

市場對鋼鐵的需求為:

$$p = 100 - 3Q/10$$

其中, $Q = Q_A + Q_B$ 。

- (c) 以 \bar{Q} 代表 (b) 小題的答案。現假設環保署只要求 B 鋼鐵廠要減 \bar{Q} , 但允許 A, B 兩廠進行污染權的交易。假設 A, B 兩廠減少污染的邊際成本與生產鋼鐵的邊際成本相同。請問 A, B 鐵廠會如何交易, 最後各自會減少多少噸的汙染物? 請以 \bar{Q} 表示答案, 例如, $0.3\bar{Q}$; 並說明如何算出答案。

- (C) 由交易的均衡條件 $P = MC_A = MC_B$ 可得

$$\frac{Q_A}{8} = \frac{Q_B}{2} \text{ --- (1)}$$

$$Q_A + Q_B = 50 \text{ --- (2)}$$

由 (1)(2) 可解出 $Q_A^* = 40$, $Q_B^* = 10$

故 A 為 $0.8\bar{Q}$, B 為 $0.2\bar{Q}$