

# 經濟學原理

第3版

吳聰敏



# 7

## 外部成本與外部利益



- 7.1 外部性
- 7.2 碳排放交易
- 7.3 寇斯定理
- 7.4 外部利益: 國民義務教育

台灣從1895年開始,就有連續的氣候觀測資料。根據氣象觀測站的記錄,台灣百年來年平均溫度約上升攝氏1.4度。不只台灣,北半球陸地年平均溫度百年來也上升約0.7度。百年來全球平均溫度有上升趨勢,近30年來的上升速率更快。有些人使用全球暖化(global warming)一詞來描述溫度上升的現象。

為何全球平均溫度會上升?有人認為百年來的溫度上升只是地球溫度循環變動的自然節奏。但是,越來越多的科學家相信,地球溫度上升不完全是自然的節奏,而是人類經濟活動的結果。其中,一個特別重要的因素是工廠排放大量的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)進入大氣層。地球在白天受太陽照射,溫度上升;到了晚上,熱氣發散之後,溫度下降。但是,大氣層中所

累積的二氧化碳變成一個罩住整個地球的罩子，讓熱氣的發散減緩，使得地球的溫度上升，科學家稱此為**溫室效應** (greenhouse effect)。

地球平均溫度上升對各國造成不同的影響。對於位居亞熱帶/熱帶的台灣來說，溫度上升可能是弊多於利；但對於寒帶國家，如加拿大或俄羅斯，溫度上升可能讓原先寒冷荒涼的不毛之地，變成適合人類居住。在全球暖化的影響之下，北極的冰在夏天大量融化，一般都視此為地球危機。不過，北極的冰融化之後，商船可以從亞洲經過所謂的東北航道 (North-east Passage)，穿過北極到達歐洲。

2009年9月，兩艘德國貨櫃船由南韓出發，順利穿越北極，抵達荷蘭阿姆斯特丹。比起傳統由亞洲到歐洲的航運路線，東北航道可以節省約10天的時間。地球溫度上升還有其他影響，但整體而言，科學家目前的評估是，地球溫度上升的危害多於利益。

二氧化碳的排放源很多，但最主要的來源是燃燒石油，天然氣與煤炭。以美國為例，二氧化碳總排放量的41%係來自電廠發電過程，第2個主要排放源則是家用汽車與卡車等交通工具。減輕溫室效應的方法當然是減少二氧化碳之排放，但電力與交通工具是現代經濟活動不可或缺的要素，要廠商主動減少排放二氧化碳幾乎是不可能的事情。

---

## 7.1 外部性

---

發電廠把二氧化碳直接排放到大氣中，產生了對其他人有害的溫室效應，但受害者並未獲得補償，這稱為發電廠的生產活動產生了**外部成本** (external cost) 或者**負外部性** (negative externality)。工廠把廢料排進河裡，下游的住家生活環境遭到汙染，這也是外部成本的例子。有人把房子加裝監獄式鐵窗，路過行人覺得恐怖，這也是外部成本。你在家裡練習電吉他，吵到鄰居，這是另一個例子。

反之，你的演奏技巧高超，鄰居免費享受一場音樂盛宴，這稱為**外部利益** (external benefit)，或者**正外部性** (positive externality)。你在屋子的陽台上種滿漂亮花草，路過行人覺得賞心悅目，這也是外部利益。因此，外部性是指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。

### 外部性

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。正面影響稱為外部利益，負面影響稱為外部成本。

圖 7.1

## 外部成本與市場失靈

私人邊際成本線加上外部成本即等於社會邊際成本。本圖假設每一單位電力生產之外部成本都是 2.0 元。圖 B 為電力的供給與需求，市場均衡點為  $f$  點，電價每度 5.0 元，電力產量為 28 億度。但是，社會最適產量為  $e$  點，電力產量為 17 億度。

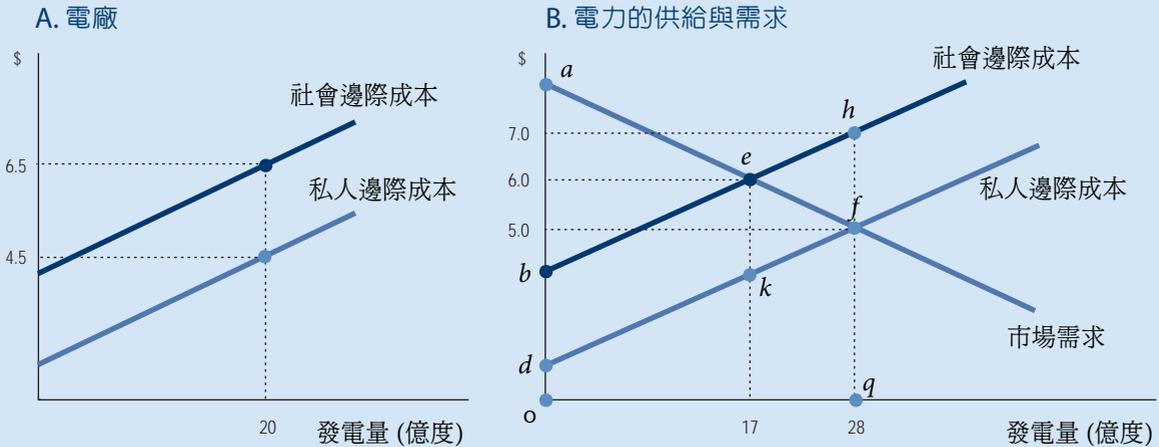


圖 7.1A 以電廠排放二氧化碳為例，說明外部成本之概念及其影響。圖 A 之「私人邊際成本」為電廠之邊際成本線。例如，電廠生產第 20 億度電力之邊際成本為 4.5 元。但是，電廠生產此單位的電力時把二氧化碳排入大氣中，使地球溫度上升，因此，電力生產有負外部性。那麼，外部成本有多大？

電廠發電時會產生負外部成本的概念並不難理解，但要正確評估其數值則不容易。例如，有不少科學家認為，全球暖化的影響之一是極端氣候出現的頻率上升。台灣位處亞熱帶，夏天易受颱風侵襲。全球暖化之影響是，颱風來襲時豪大雨的機率上升。相對於全球暖化未出現之前，豪大雨次數增加在台灣所造成的損失即屬於電廠發電之外部成本。不過，極端氣候不只在台灣出現，全球各地都有，而且各地區所出現的極端氣候之形態不同，顯然，要估算外部成本等於多少並不容易。

## 社會邊際成本

私人邊際成本加上外部成本。

## 7.1.1 市場失靈

第 6 章說明，若市場不受管制，市場供需均衡時，總剩餘達到最大。也就是說，經濟裡的資源能作最有效率的運用。那麼，若生產活動會產生外部

性, 以上的結論是否仍然成立?

爲了簡化說明, 圖 7.1A 假設電廠每發一度電的外部成本都是 2 元。以第 20 億度電爲例, 電廠本身的私人邊際成本 (private marginal cost) 是 4.5 元, 加上外部成本 2 元後, 合計是 6.5 元, 這稱爲社會邊際成本 (social marginal cost)。私人邊際成本是電廠發電時所耗用的資源之價值, 外部成本則指對其他人之負面影響。本圖假設每一度電之外部成本都是 2.0 元, 因此, 社會邊際成本線等於私人邊際成本線上移 2.0 元。

圖 7.1B 畫出電力市場之供給與需求。私人邊際成本線就是電廠的供給線, 故均衡點爲  $f$  點, 電價每度 5.0 元, 電力產量爲 28 億度。圖 B 的  $f$  點是供需均衡點, 但總剩餘卻不是最大。譬如, 對第 28 億度電力而言, 生產這一度電的社會邊際成本是 7.0 元, 其中, 私人邊際成本是 5.0 元, 外部成本是 2.0 元。但是, 消費這一度電僅產生 5.0 元的價值, 因此, 使用價值低於社會邊際成本。

上面曾以極端氣候所造成的損失來解釋發電之負外部性, 另一個例子是全球暖化可能造成農產品減收。任何作物都有最適宜生長的氣候與溫度, 故平均溫度上升會造成某些農產品減收。爲了簡化說明, 以下假設電廠發一度電的外部成本是使農產品減收 2 元。在此情況下, 對第 28 億度電而言, 生產這一度電的社會邊際成本包括兩部分, 第一是電廠耗用的要素投入 (價值 5 元), 第二是農產品減收 2 元。

反過來說, 若不生產這一度電, 電廠的要素投入用於其他地方可創造 5 元的價值, 而農產品不會減收 2 元。整個社會綜合考量, 生產第 28 億度電的資源若用於其他地方, 整個社會合計可創造 7 元的價值。相對的, 消費這一度電僅有 5 元的價值, 因此, 生產出第 28 億度電並不是有效率的資源運用。

以上的例子說明, 若有負外部性, 則市場供需均衡所決定出來的產量並非社會最適產量 (socially optimal quantity)。所謂社會最適產量, 是指總剩餘達到最大之產量。本例中, 社會最適產量是圖 B 中的  $e$  點, 發電量是 17 億度。對第 17 億度電而言, 社會邊際成本等於邊際價值。不過, 在市場運作下, 電廠會生產出 28 億度電, 故市場均衡產量會高於社會最適產量。換言之, 當外部性存在時, 市場均衡無法達成具有經濟效率的資源配置, 這稱爲市場失靈 (market failure)。

#### 社會最適產量

總剩餘達到最大之產量。若存在外部成本時, 計算總剩餘係使用社會邊際成本。

#### 市場失靈

市場均衡不能產生社會最適產量之狀況。

我們可以由圖 7.1B 說明，相對於社會最適產量水準，總剩餘會減少多少。首先，在社會最適產量下，總剩餘為  $aeb$  三角形面積。相對的，電廠生產 28 億度時，電價每度 5 元，消費者總願付價格是圖中  $afqo$  面積。當生產活動有負外部性時，邊際成本之計算係使用社會邊際成本，故

$$\begin{aligned} \text{總剩餘} &= afqo \text{ 面積} - bhqo \text{ 面積} \\ &= (aeb + befqo) \text{ 面積} - (befqo + ehf) \text{ 面積} \\ &= aeb \text{ 三角形面積} - ehf \text{ 三角形面積}, \end{aligned}$$

其中， $aeb$  三角形面積是社會最適產量下之總剩餘。因此，當存在外部成本時，總剩餘減少  $ehf$  面積。

### 7.1.2 庇古稅

因為全球暖化的問題越來越嚴重，各國政府與民間團體開始積極地思考如何減少二氧化碳排放。一般人最容易想到的方法可能是政府直接管制二氧化碳排放量，並要求汽車與卡車把二氧化碳排放量減少至某一個水準。直接的管制的確可以把二氧化碳排放量降至目標水準，但是，哪一個工廠或哪一型汽車應該降低多少排放量，這並非容易決定的事情。

第二個降低二氧化碳排放量的方法是課稅 (taxation)。第 6 章曾說明課徵關稅之影響，若政府對稻米課徵進口關稅，本國進口米的價格會上升。同理可知，若政府對電力課稅，電價也會上升，電力需求量會減少。當外部成本存在時，政府可以透過課稅使得電力產量降低至最適產量水準。英國經濟學家庇古 (Arthur Cecil Pigou, 1877-1959) 於 1920 年即倡議以課稅解決外部成本的問題，故又稱為庇古稅 (Pigovian tax)。

#### 庇古稅

經由課稅使私人邊際成本上升至社會邊際成本。

圖 7.2 重新畫出前面圖 7.1B，但假設政府對用電課稅。若政府對每度電課稅 2 元，課稅之後，私人邊際成本線將上移 2 元，與社會邊際成本線恰好相等。因此，若稅額恰等於外部成本，供給線上移至社會邊際成本線，此時市場均衡產量將為 17 億度，恰等於社會最適產量。

以課徵庇古稅來解決外部成本的作法稱為外部性內部化 (externality internalization)，其概念是將「外部」成本轉成「內部」(私人) 成本。課稅改變電廠的生產誘因與產量；此外，政府尚獲得稅收。以圖 7.1B 來說，課稅之後發電量為 17 億度，政府課稅收入等於  $2 \times 17 = 34$  億元。

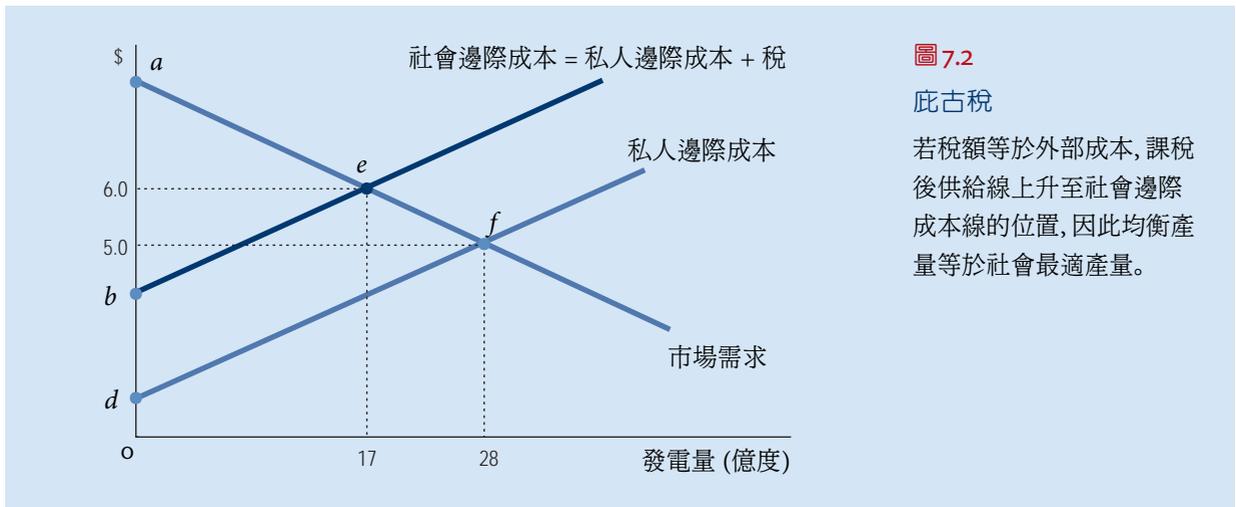


圖 7.2

## 庇古稅

若稅額等於外部成本，課稅後供給線上升至社會邊際成本線的位置，因此均衡產量等於社會最適產量。

課徵庇古稅簡單明瞭，看似為解決外部成本的好辦法，因此，有不少人建議以課稅來降低二氧化碳排放量。然而，庇古稅之課徵原則是稅額要等於每一度電之外部成本。但是，發電廠有新有舊。一般而言，新電廠採用新科技，二氧化碳排放量較低，稅額也應該較低。不過，政府很難了解每一家電廠到底產生多少外部成本，因此，庇古稅的立意不錯，但執行起來並不容易。

## 7.2 碳排放交易

有鑑於溫室效應的影響日趨嚴重，1997年12月聯合國在日本京都召開國際會議，全球有160個國家參加，會後公布了「京都協議書」(Kyoto Protocol)。根據此協議，工業國家(industrialized countries)承諾在2012年之前，將全球二氧化碳排放量減為比1990年還要低8%的水準。雖然許多國家簽署了京都協議，但在協議書上簽署並不表示該國馬上會實施減碳政策。簽署國是否遵照協議減少二氧化碳排放，仍須經過國內之民主議決程序。

到了2012年京都協議的目標並未達成，而全球暖化的趨勢也沒有停下來。各國持續開會，希望能達成減碳的目標。2015年底，各國在法國簽訂巴黎氣候協議(Paris climate accord)後，許多人認為是重大突破。不過，2017年新上任的美國總統川普(Donald Trump)公開宣布，將退出

巴黎氣候協議。美國是排碳大國，美國的退出使減碳之路再度蒙上陰影。雖然如此，一些國家仍繼續追求減碳。例如，2017年6月法國政府宣布，依據巴黎氣候協議的精神，法國將在2040年之前禁用汽柴油車。

依據 Wikipedia 的資料，2009年台灣的人均碳排放量在全球排名第27。台灣不是聯合國的會員，未能參加京都協議與後續的會議。但是，台灣的電廠在排放二氧化碳上名列前茅。根據2009年的一項調查，台電公司的台中火力發電廠是全球電廠中二氧化碳排放量的第一名。<sup>1</sup> 台中火力發電廠排放量高的原因，可能是其發電量較大。

### 7.2.1 限額與交易政策

除了訂出二氧化碳排放減量的目標外，京都協議同時決議，二氧化碳排放量配額可以在市場上自由交易。此一交易稱為**碳排放交易** (emission trading)，而整個減碳政策稱為**限額與交易** (cap-and-trade)。那麼，碳排放交易制度有何好處？要回答這個問題，假設市場上有新舊兩家電廠。若二氧化碳排放量並無任何管制，兩家電廠都排放出25噸之二氧化碳。現政府規定，每家電廠只能排放15噸，則每家電廠都要減少排放10噸。

對於電廠而言，二氧化碳減量與生產活動並無兩樣，因此二氧化碳減量之邊際成本線也是正斜率，表示二氧化碳減量愈多時，再多減1噸的成本會增加。圖7.3A為舊電廠減少二氧化碳排放之邊際成本線，橫軸是二氧化碳排放減少之數量。若電廠將二氧化碳全部排入大氣中，則減碳量等於0，減碳之成本也是0。圖A顯示，舊電廠減第5噸碳的成本為15美元，圖B為新電廠二氧化碳減量之邊際成本線，斜率較小，表示減碳的成本較低。例如，新電廠減第5噸碳的成本為7.5美元。

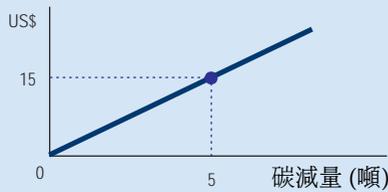
圖7.3C將兩家電廠減碳之邊際成本畫在同一圖形內；其中，新電廠的座標方向與圖B相同，左下角之原點代表減量等於0。舊電廠之二氧化碳減量則是以右下角之原點為起點。若舊電廠完全不減量，成本為0，這是圖中右下角之原點。圖7.3C中，兩家電廠之減碳額度線位於橫軸中點，表示兩家電廠都須減少10噸之排放量。

<sup>1</sup>參見 <http://www.carma.org/plant>。火力發電廠排放二氧化碳遠高於核能電廠，而水力發電廠則不會排放二氧化碳。

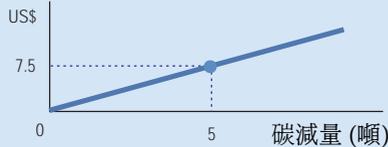
圖 7.3  
碳排放交易

圖 A 為舊電廠減碳之邊際成本線。邊際成本線為正斜率，表示二氧化碳減量上升時，再多減 1 噸的邊際成本會上升。圖 B 為新電廠減碳之邊際成本線。圖 C 說明兩家電廠之碳排放交易。因為兩電廠減碳的邊際成本不同，故會進行交易。在圖中的  $e$  點，兩電廠二氧化碳排放減量之邊際成本相同，表示兩家電廠合計之減碳總成本為最低。

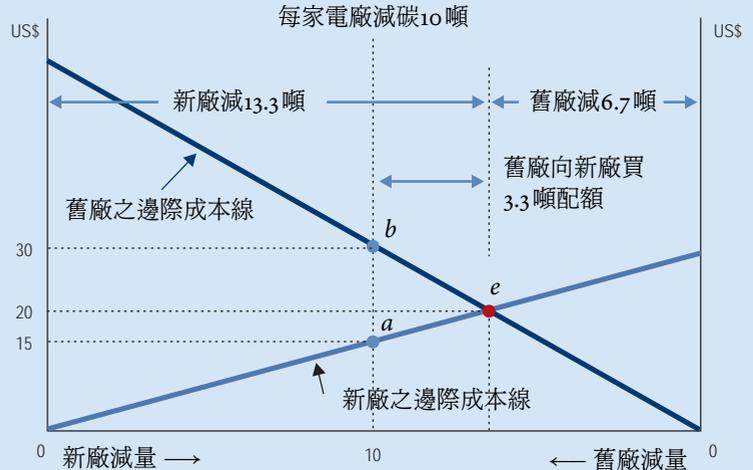
A. 舊電廠之邊際成本線



B. 新電廠之邊際成本線



C. 碳排放交易



二氧化碳排放額可以自由交易的意思是，若新電廠被規定須減量 10 噸的二氧化碳排放量，但它實際上減了 11 噸，則它可以將 1 噸之排放額度拿到市場上出售。反之，若舊電廠被規定須減量 10 噸的二氧化碳，但它向新電廠買入 1 噸的排放額度，它只需減 9 噸的排放量就符合規定。

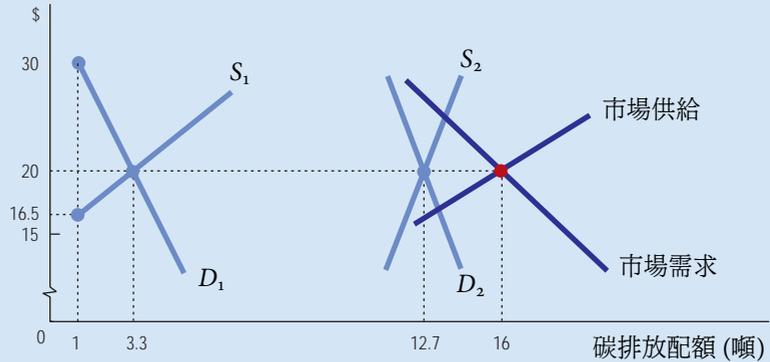
允許二氧化碳排放額度在市場上交易有何好處？以圖 7.3C 來說明，假設兩家電廠都排放到上限，此時，新電廠減碳之邊際成本為 15 美元（圖中  $a$  點），舊電廠之邊際成本較高，為 30 美元（圖中  $b$  點）。因此，新電廠若再多減 1 噸二氧化碳，邊際成本為 16.5 美元，它可以把這 1 噸的排放額度拿到市場上出售。新電廠會賣什麼價格呢？因為邊際成本為 16.5 美元，因此若有人出價高於 16.5 美元，它就願意賣。

那麼，舊電廠是否想買這 1 噸的排放額度呢？對舊電廠而言，它在排放到額度上限時，邊際成本是 30 美元。換言之，減第 10 噸二氧化碳須花費 30 美元。如果價格略低於 30 美元，它會買入 1 噸。顯然，舊電廠與新電廠會進行交易，後者出售排放配額給前者。事實上，兩電廠不僅只是交易

圖 7.4

## 碳排放配額市場

假設碳排放配額市場合計有 4 家電廠，均衡價格為 20 美元。本圖假設  $D_1$  為前面圖 7.3 之舊電廠， $S_1$  為新電廠。 $D_2$  與  $S_2$  代表另兩家電廠。

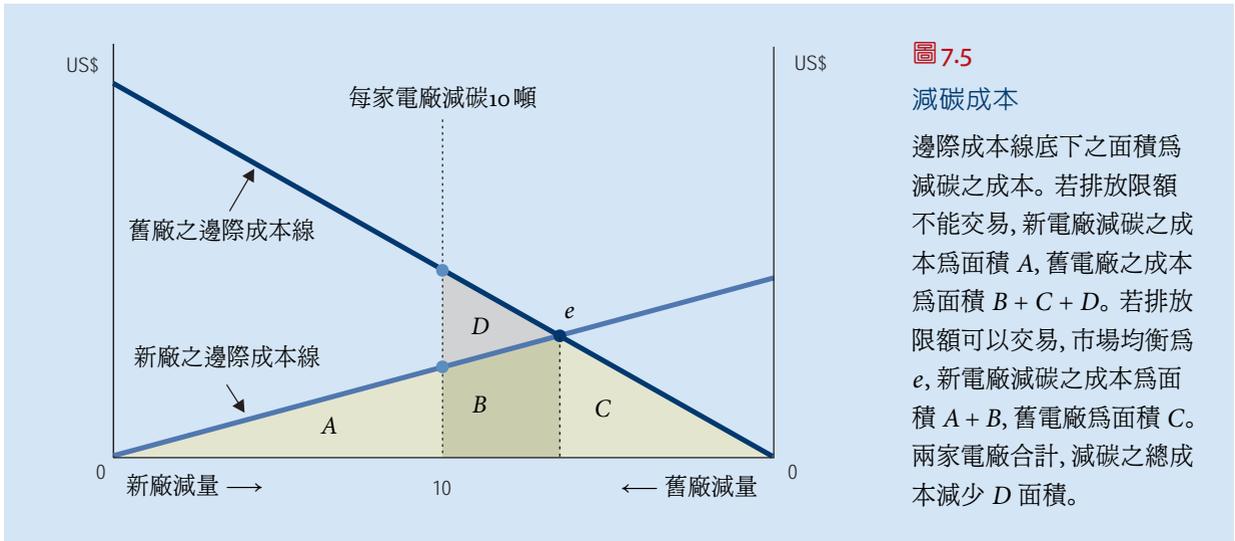


1 噸的排放配額。在達到  $e$  點之前，新廠減碳之邊際成本都低於舊廠，故二者有動機持續交易，直到  $e$  點為止。在圖 7.3C 的  $e$  點，兩家電廠減碳的邊際成本相等，都是 20 美元；兩電廠將交易排放配額 3.3 噸，故新電廠減碳 13.3 噸，而舊電廠減碳 6.7 噸。

以上以兩家電廠為例，說明碳排放配額交易為何會出現。若有多家電廠，則市場供需會決定出碳排放配額之均衡價格。圖 7.4 畫出碳排放配額市場之供給與需求。圖中之  $D_1$  為前面圖 7.3 之舊電廠， $S_1$  為新電廠。上面說明，價格略低於 30 美元時，舊電廠會買入 1 噸，但為簡化起見，本圖的  $D_1$  線左上角以 30 美元為起點。同理， $S_1$  供給線以 16.5 美元為起點。

假設市場上另外兩家電廠之需求與供給分別為  $D_2$  與  $S_2$ ，而且，在價格等於 20 美元時， $D_2$  電廠之需求量恰等於  $S_2$  電廠之供給量，都等於 12.7 噸。若市場僅有這 4 家電廠，市場供給線為  $S_1$  與  $S_2$  水平相加；市場需求線為  $D_1$  與  $D_2$  水平相加，均衡價格等於 20 美元，均衡數量等於 16 噸。在市場達成均衡時， $S_1$  與  $S_2$  兩家電廠減碳的邊際成本相同，而且等於市場價格 20 美元。不僅如此，由前面圖 7.3 的分析可知， $D_1$  與  $D_2$  兩家電廠減碳的邊際成本也等於 20 美元。

前面第 5.2 節 (頁 124) 曾以稻米與電腦組裝為例，解釋生產效率的意義，這是指生產資源的配置使稻米總產量不變的情況，電腦產量達到最大。反過來說，生產效率也可以理解為以最低成本的方式生產既定數量的稻米。綜合以上的分析，在碳排放配額市場達到供需均衡時，市場上每家電廠減碳的邊際成本相同，故可達成生產效率，這是碳排放交易制度



之主要精神，也是京都協議推動限額與交易制度的主要原因。

### 7.2.2 碳排放交易與減碳成本

圖 7.5 以兩家電廠為例，計算減碳成本。首先，邊際成本線底下之面積即為電廠減少排放二氧化碳之總成本。若排放配額不能交易，新電廠減少二氧化碳排放之總成本等於面積 A，舊電廠減少二氧化碳排放之總成本等於面積 B + C + D。兩家電廠合計，總成本為 A + B + C + D 面積。

現若排放額度可以自由交易，市場均衡點為 e，舊電廠將向新電廠購買 3.3 噸之排放配額。交易之後，新電廠減少二氧化碳排放之總成本增加為面積 A + B；舊電廠之總成本則減少為面積 C。兩家電廠合計，二氧化碳排放減量之總成本變成 A + B + C 面積，這比起不允許自由交易時減少了 D 面積。

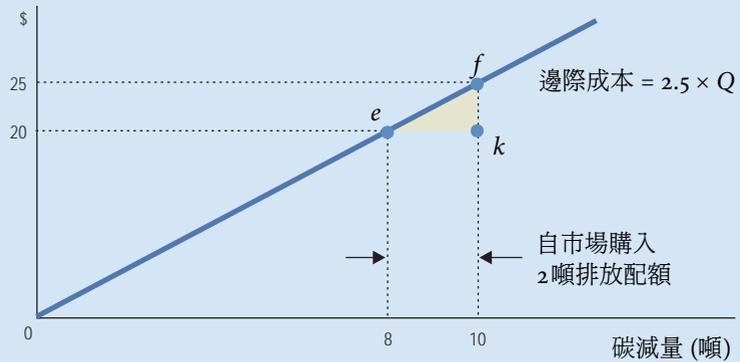
2008 年，台電公司台中火力發電廠約排放 40 百萬噸之二氧化碳。假設台灣也實施「限額與交易」政策，並且規定台中火力發電廠須減少二氧化碳排放 10 百萬噸。對台中電廠來說，要符合二氧化碳減量規定有兩個方法，第一是自行裝置減碳設備，第二是到市場上購入排放額度。台中電廠應採哪一種方法減碳？

為簡化計算，以下的例子將假設台中電廠須減 10 噸碳，而減碳之邊際

圖 7.6

## 發電廠減碳成本

碳排放之市場價格為 20 美元/噸，台中電廠須減 10 噸。減碳成本最低之條件為市場價格等於邊際成本，故台中電廠應減 8 噸，並從市場購入 2 噸之排放配額。



成本為：

$$\text{邊際成本} = 2.5 \times Q \text{ 美元,}$$

上式中， $Q$  代表二氧化碳之減量，單位為噸。舉例來說，若  $Q = 0$ ，邊際成本也等於 0，亦即，不減碳時，邊際成本為 0。當  $Q = 1$  噸時，邊際成本等於 2.5 美元，這是電廠減第 1 噸二氧化碳排放之成本。同理，台中電廠減第 10 噸碳的成本為

$$2.5 \times 10 = 25 \text{ 美元。}$$

但是，國際市場上碳排放配額每噸售價 20 美元。因此，對台中電廠來說，與其自行減第 10 噸碳，不如從市場買入 1 噸的排放配額。

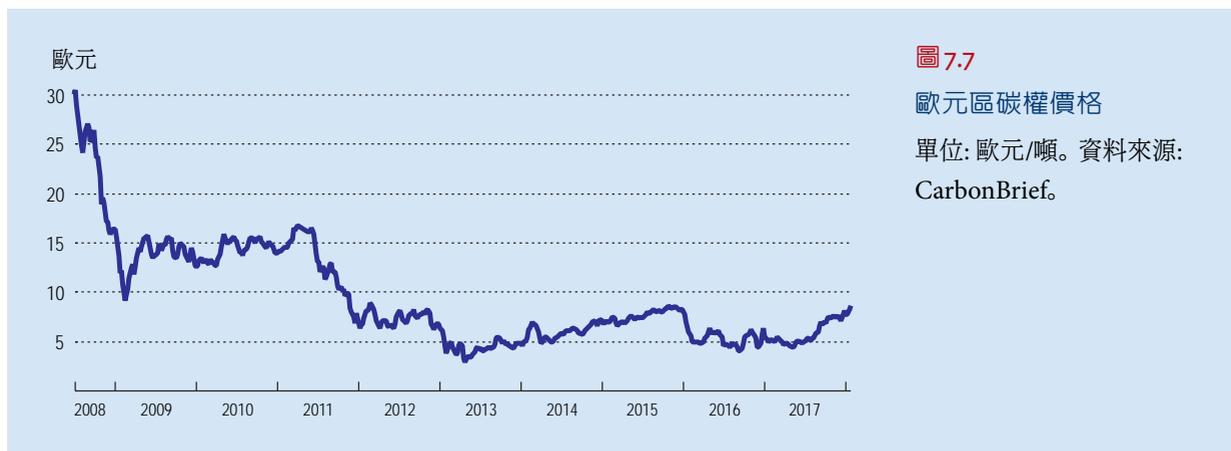
我們可以由圖 7.6 計算台中電廠減碳之總成本。以  $P$  代表二氧化碳排放配額之市場價格， $MC$  代表某電廠減碳之邊際成本，則配額市場達成均衡時，

$$MC = P。$$

圖中之  $f$  點為不能交易配額時之選擇點，而  $e$  點為市場存在時之選擇點。如果碳排放不准交易，台中電廠減碳之總成本將為  $1/2 \times 10 \times 25 = 125$  美元。反之，若允許自由交易，電廠的最佳選擇是自行減碳至邊際成本等於交易價格時：

$$2.5 \times Q = 20,$$

可算出  $Q = 8$  噸。台中電廠自行減 8 噸碳，但它必須減 10 噸碳，故它須從



市場買入 2 噸之配額, 而減碳之總成本等於:

$$\frac{1}{2} \times 8 \times 20 + 2 \times 20 = 120 \text{ 美元。}$$

與不能交易配額的情況比較, 碳排放交易制度使台中電廠的減碳總成本下降 5 美元, 這是圖中的淺色面積。

支持「限額與碳交易」政策者主張, 只要訂出限額, 並允許碳排放交易, 即可解決碳排放問題。目前, 全世界碳權 (carbon credit) 最大之市場是在歐元區。2017 年底, 歐元區碳權每噸約 8 歐元。圖 7.7 為歐元區碳權價格之變動。早期的價格較高, 2008 年下半年開始, 價格大幅滑落, 主要原因是金融海嘯造成景氣衰退, 碳排放需求也下跌。

### 7.3 寇斯定理

以上兩節以電廠排放二氧化碳為例, 說明外部成本之影響及可能的對策。綜合言之, 減碳的方法至少有以下 3 種:

- 強制管制 (command and control) 不准排放,
- 課徵庇古稅,
- 實施限額與交易制度。

限額與交易制度之原理源自於寇斯定理 (Coase Theorem)。寇斯定理是以經濟學者 Ronald Coase (1911–2013) 命名, 他是 1991 年諾貝爾經濟學

獎得主。在寇斯提出其理論之前，經濟學者認為課徵庇古稅是解決負外部性問題最佳的方法。但寇斯指出，只要財產權或賠償責任 (liability) 定義清楚，而且交易成本不太高，市場運作會產生最有效率的結果。

#### 寇斯定理

只要財產權定義清楚，而且交易成本不太高，市場交易可以產生最有效率的結果。

以二氧化碳減量為例，若某國政府訂下的目標是減100噸，而且是採用課徵庇古稅的方式減碳，則該國政府首先須評估，電力稅應該是多少才能達成減100噸碳的目標。決定電力稅率之後，政府宣布對每家電廠課徵相同的稅率。現假設該國有10家新舊不同且大小不一的電廠，在稅率相同的情況下，每家電廠減碳的邊際成本不會相同。因此，到最後雖然能達成減100噸碳的目標，但減碳之成本並非最低。

相對的，若政府採行限額與交易制度，則政府須訂定各電廠之排放額度，並開放碳排放交易。重要的是，減碳總量100噸一旦決定，不管這100噸如何分配給各家電廠，碳排放交易制度都會使減碳成本達到最低。我們可以用上一節圖7.3C (頁177) 的例子說明。在此例中，我們假設新舊電廠原先各排放25噸二氧化碳，而政府規定，每一家電廠僅能排放15噸的二氧化碳，故須各減10噸。排放額交易結果，新電廠將減13.3噸，舊電廠減6.7噸，合計仍減20噸。

想像一開始，政府規定新電廠有排放17噸的權利，但舊電廠僅能排放13噸。換言之，新電廠須減8噸，舊電廠須減12噸；排放額交易結果會是如何？由圖7.3C來看，原位於圖形正中央的垂直線將往左移動2噸之距離，但是，碳排放交易之均衡點仍然是圖中的  $e$  點。此一例子解釋了寇斯定理的推論：不管一開始財產權 (排放配額) 如何分配，只要允許市場交易，到最後都會產生最有效率的結果。此處的效率是指生產效率，亦即，減20噸碳的成本達到最低。

寇斯在1960年發表的論文裡，舉火車行經小麥田的例子解釋其論點。假設火車行駛時，車輪與鐵軌摩擦會出現火花，這可能在小麥田引發火災。有兩個方法可以防止火災發生，第一是火車加裝防止火花之裝置，第二是農夫不要在鐵軌旁邊一公尺範圍內種植小麥。現進一步假設法院判定，發生火災時，火車公司須賠償農夫的損失，在此情況下，我們可能認為火車公司會在火車上加裝防止火花的裝置。反之，如果法院判定，農夫須負責火災之損失，此時，我們的推論可能是，農夫應該會避免在軌道旁邊一公尺內種小麥。



財產權明確

## ET 寇斯與芝加哥大學

斯蒂格勒 (George J. Stigler, 1911–91) 是美國芝加哥大學的經濟學家，1982 年諾貝爾經濟學獎得主。他在 1988 年出版了一本回憶錄, *Memoirs of an Unregulated Economist*, 他在第 5 章裡生動描述 1960 年某一天晚上芝加哥大學的一群經濟學家如何「發現」寇斯定理。

1960 年時，寇斯是美國維琴尼亞 (Virginia) 大學的教授，他在一篇研究報告裡不經意地批評了庇古以課稅解決外部性的主張。在當時，庇古的課稅主張被經濟學家奉為規臬。芝加哥大學的學者無法理解為何寇斯會有不同的意見，故邀請他前來作一討論。

討論一開始，寇斯首先要大家設想一個交易成本等於零的世界。寇斯說，若交易成本等於零，外部性就不存在。以工廠把廢水排進河川，汙染下游住家為例，受到汙染的居民會聯合起來與工廠談判，到最後的解決方法可能是工廠完全不再把廢棄物排進河川，但也可能是排放一點廢水進入河川，並同時對下游居民提供一點補償。

為何需要假設交易成本等於零？在此例子裡，交易成本是指談判與契約執行 (contract enforcement) 的成本。在現實世界裡，談判與契約執行都需要成本，如果下游居民人數多，雙方的談判可能曠日廢時，甚至可能無法達成協議。

外部成本是指工廠的活動影響下游居民，但後者未得到補償。如果雙方達成協議，居民獲得補償，外部性

問題也就消失了。反過來說，外部性問題之所以存在，主要原因是交易成本很高。

對以上這個結論，芝加哥大學的經濟學家並無反對意見。不過，寇斯接下來說，若交易成本為零，不管是把財產權判歸那一方，這不會影響工廠與下游居民的談判結果。

寇斯此話一出，芝加哥大學的經濟學者一片嘩然。在以上例子裡，財產權是指乾淨未受廢水汙染的河川。法院可能判決乾淨河川的所有權屬於工廠，也可能判決所有權屬於下游居民。不管是那一個，寇斯的論點是，這不會影響工廠與下游居民之談判結果。

依據斯蒂格勒的描述，會場上另一位後來也獲得諾貝爾獎的傅利曼 (Milton Friedman, 1912–2006) 話最多，但也是腦筋動得最多的人。雙方你來我往辯論兩小時之後，芝加哥大學的經濟學者全體舉白旗，承認寇斯的說法是對的。

斯蒂格勒接著說明，在現實世界裡，交易成本不會等於零。但是，由交易成本等於零的假設出發，我們可以理解外部性的存在與交易成本的大小是息息相關的。

斯蒂格勒在書裡說，一般的科學發現通常是經過冗長的過程。但是，1960 年的這一天晚上如雷劈一擊，茅塞頓開的“Eureka!” 經驗，他認為是千載難逢，也很幸運能躬逢其盛。

資料來源: Stigler (1988), 頁 73–79。

寇斯認為，以上的推論是錯的。不管法院判定哪一方要負責火災發生的後果，若交易成本不太高，鐵路公司與農夫會協商談判，找出最低成本的方法來防止火災發生。舉例來說，若火車加裝防止火花裝置的成本低於小麥田遠離火車軌道一公尺之外的成本，而法院判定農夫必須為發生火災的後果負責，則農夫會主動找火車公司協商，他們願意付錢在火車上加裝防止火花之裝置，再多付一點錢給火車公司，誘使火車公司接受協議。農夫願意做此提議，原因是小麥田遠離鐵軌 1 公尺以外的成本



私人財產

較高；火車公司願意接受此一提議，因為它獲得一點額外的收入。此一提議對雙方都有好處，結果應該會實現。

火車行經小麥田可能引發火災，若財產權不明確，農夫求償無門，則受影響者未獲補償，這是外部成本。但只要財產權明確，不管財產權或賠償責任是判歸火車公司或者農夫，雙方透過協商談判之後，火車公司或者農夫會得到補償，此時即無外部成本。不過，以上推論有一個重要假設：農夫與火車公司協商談判的成本（交易成本）不高。如果農夫人數眾多，而且意見不一，協商談判可能破裂，無法得到最有效率的結果。

前面第 4.4 節（頁 107）曾說明交易成本的概念，這是指價格以外的時間與交通成本。廣義來說，交易雙方在協商談判的過程中所付出的成本，都算是交易成本。在某些情況下，交易成本可能很高，以致於談判破裂，交易無法出現。寇斯認為，法律制度的重要功能之一是讓交易成本下降。回到火車與小麥田的案例，若財產權法律明確規定，火車軌道旁邊 1 公尺距離內的土地產權屬於哪一方，這可以使協商談判的交易成本大幅下降。因此，明確的法律制度與有效率的執行機構，對於提升經濟效率是很重要的。

## 7.4 外部利益：國民義務教育

台灣有一個重要的制度叫「國民教育」。「國民教育法」的第 2 條規定，「凡六歲至十五歲之國民，應受國民教育」，這是幾乎每一個國民都有親身體驗的國小與國中教育。國民教育常稱為「義務教育」；所謂義務，其實是強迫的意思，亦即，6-15 歲的小朋友非上學不可。在英文裡，義務教育稱為 compulsory education，這兩個英文字的意思是強迫教育：小孩子非上學不可，家長沒得選。

既然是強迫，為何大家似乎不太反對？原因之一是「國民教育法」的第 5 條又規定，「國民小學及國民中學學生免納學費」。如果不是免費，而是每年學費 15 萬元，而且要父母自己負擔，可能有不少家長會反對「義務教育」。

國家為何要規定小孩子非上學不可呢？理由之一可能是，小孩子上學有許多好處，但有些家長卻不了解，因此，只好立法管制。另一個理由

### 義務教育

強迫人民接受教育。

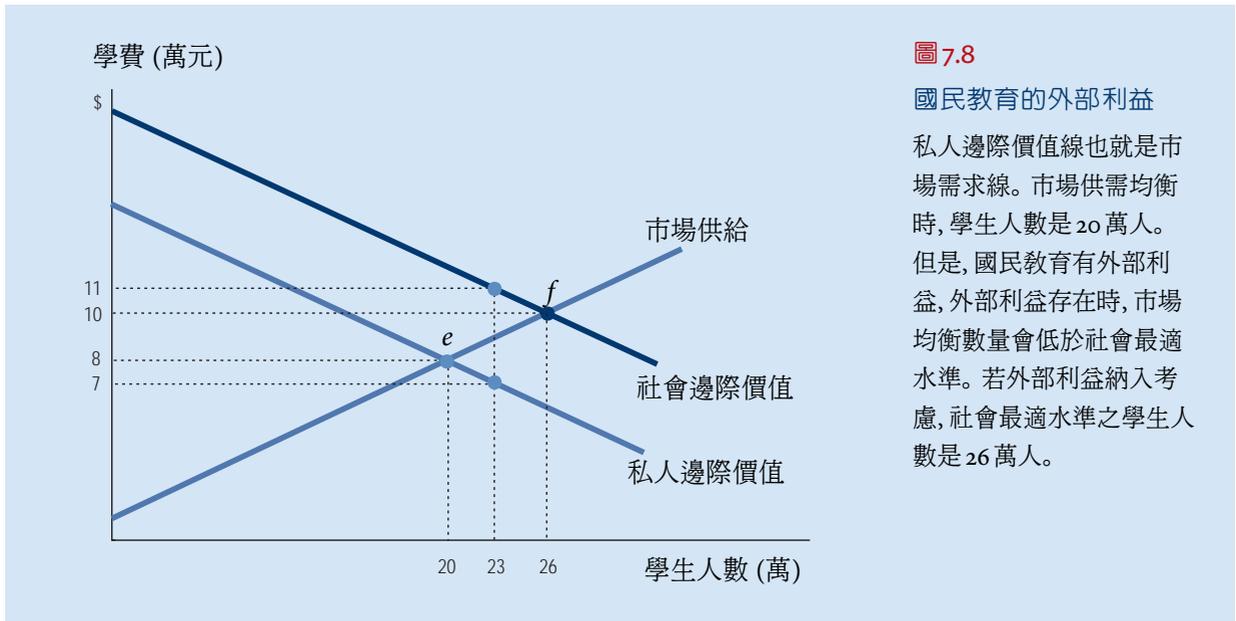


圖 7.8

## 國民教育的外部利益

私人邊際價值線也就是市場需求線。市場供需均衡時，學生人數是 20 萬人。但是，國民教育有外部利益，外部利益存在時，市場均衡數量會低於社會最適水準。若外部利益納入考慮，社會最適水準之學生人數是 26 萬人。

可能是，小孩子上學有許多好處，但有些家長沒有錢讓小孩子上學。以上都有可能，不過，我們進一步要問的是，小孩子上學有什麼好處？對誰有好處？

## 7.4.1 國民教育的外部利益

在國小與國中裡，甚至到後來的高中與大學階段，學生學習語言與文字表達能力，數字計算與邏輯推論，與人相處的方法，文學與藝術的欣賞能力，科學的概念，法律制度之運作等，這些能力對他將來的生活有幫助。但如果國民教育對學生個人有利，家長會自行考量到底要不要讓小孩子上學。換言之，即使政府不強加管制，絕大部分的家長應該還是會把小孩送到學校去。若是如此，國家不須制定法律強迫小孩子上學。

事實上，國小國中階段學生所學到的東西，不只是對學生個人有利，它還有外部利益。例如，民主社會裡的公民須投票選出民意代表與行政官員。如果學生在接受國民教育之後，投票時能選出較好的民意代表與官員，這不僅對他個人有利，對社會其他人也有利。

圖 7.8 說明國民教育之外部利益及其影響。為了區分外部利益之影響，學生家長認為小孩子受教育之價值以私人邊際價值 (private marginal

## ET 國民教育制度

台灣的國民教育法強迫6-15歲小孩入學，基本上符合「國民教育具有外部利益」的觀點。但是，台灣的國民教育制度有一些部分與經濟學的主張完全背道而馳。

首先，在教育管制政策下，台灣的國中小學幾乎都是公營企業，私立學校之比率甚低。以學生人數比率來計算，2009年民營小學（私立小學）之比率僅1.88%，民營國中之比率高，但也僅有9.65%。公營企業的成本高，品質低。換言之，要提供某一品質水準之服務，公營企業須花費較高成本。反之，若公營企業與民營企業花費同樣成本，前者的品質較差。公立學校也是如此。

其次，學生家長對於學校之選擇受到嚴格管制。台灣的國民中小學劃分學區，如果住家被劃在甲學區，學生只能就讀甲學區的學校。在市場經濟裡，消費者的選擇自由對於廠商服務品質的提升扮演關鍵的角色，服務品質好的廠商才能吸引顧客上門。反之，如果顧客已被指定向特定的廠商購買，這家廠商就沒有誘因提升其

服務品質。學區制度限定小孩子只能到指定的學校就讀，再加上公立學校的薪資制度，學校提升品質的誘因很低。

第三，教育部管制私立學校的學費。在市場經濟裡，有些廠商以高品質與高價位吸引顧客，有些廠商則以低廉價格提供中等品質服務吸引顧客；消費者則是各取所需。台灣的公立學校因為得到教育部（納稅人）的補貼，學費相當低。

事實上，公營企業的效率低於民營企業。如果把政府的補貼納入計算，公立學校平均每生成本其實遠高於私立學校。私立學校能夠與公立學校競爭的方法是收取較高學費，但提供較佳服務。不幸的是，教育部不讓私立學校收取較高學費，這等於是封鎖住私立學校與公立學校之間的競爭。學費管制政策使私立學校無法以高品質服務與公立學校競爭，同時也降低了公立學校提升品質的誘因。

value) 來表示。例如，對第23萬名學生的父母而言，他們認為小孩子接受國民教育會產生7萬元的價值。把所有學生的私人邊際價值由高往低排列，即畫出國民教育的市場需求。相對的，市場供給線為各學校提供教育服務之邊際成本由低往高排列。由市場供給與需求線可決定出市場均衡。本例中，均衡點為 $e$ 點，上學之學生人數為20萬人，學費為8萬元。對圖中的第23萬名學生而言，因為邊際價值低於學費，因此，他的父母不會送他上學。

### 社會邊際價值

私人邊際價值加上外部利益。

不過，國民教育具有外部利益。圖7.8假設學生上學會創造外部利益4萬元。再以第23萬名學生為例，如果他上學的話，社會邊際價值 (social marginal value) 是私人邊際價值7萬元加上外部利益4萬元，合計為11萬元。把外部利益納入考慮，社會最適產量（學生人數）是26萬人。因此，在外部利益存在的情況下，由市場供需所決定的產量會低於社會最適產量。這也是市場失靈的例子。

### 7.4.2 如何讓小孩子上學?

那麼，如何才能讓第 23 萬名學生上學？方法之一是提供學費補貼。例如，若政府宣布對每名學生補貼學費 4 萬元，則對這一名學生的父母而言，雖然願付價格仍然是 7 萬元，但學費 8 萬元時，他自己只須付 4 萬元，因此父母會把小孩送去上學。換言之，在補貼政策下，雖然學生上學的私人邊際價值並未改變，但政府的補貼政策等於是使需求線上移 4 萬元。圖 7.8 中，市場需求線等於圖中的社會邊際價值線，學生人數將增加為 26 萬人，學費則增加為 10 萬元。但因為政府有補貼，學生家長實際支付 6 萬元。

綜上所述，若生產活動無外部性，則市場均衡產量就是社會最適產量。換言之，價格機能可以讓有限的資源作最有效率的運用。反之，若生產活動有外部性，市場均衡產量並非社會最適產量。在有外部成本時，市場均衡產量會高於社會最適產量；反之，在有外部利益時，市場均衡產量會低於社會最適產量。以上這兩種情況都稱為市場失靈。

以國民教育之外部利益而言，補貼學費可以解決市場失靈的問題。不過，許多國家的政策是直接強迫所有的小孩子都要上學，台灣也是如此。學費補貼政策是讓更多的小孩子上學，因此，這兩種政策的精神可以說是一致的。不幸的是，許多國家更進一步地由政府直接經營中小學；換言之，中小學是公營企業。例如，台灣的中小學有 90% 以上是公立學校。

可能有人認為，學校公營才能解決國民教育之外部性問題，這種想法並不正確。如上所述，外部利益的影響是市場均衡產量低於最適水準，而解決的方法是政府提供學費補貼。學校公營與學費補貼是兩回事，例如，台灣中油是公營事業，但除非政府實施凍漲油價政策，否則政府並未補貼油價。就學校公營或民營，以及學費補貼或不補貼而言，我們可以從四種不同的政策組合中選擇一種。台灣目前的制度是學校公營加上學費補貼，但就解決外部利益問題而言，最好的政策是學校民營加上學費補貼。

學校公營有何壞處？公營學校的問題與其他公營企業一樣，效率較低。具體來說，就提供某一水準的教學服務品質而言，公立學校的成本遠比私立學校的成本來得高。但這個結論可能與一般人的印象相反，因為私立學校的學費明顯高於公立學校。不過，公立學校的學費較低其實是因為教育部提供鉅額補貼。若把補貼金額加入計算，公立學校的平均每生成本會遠高於私立學校。



國民教育有外部利益

## Summary

- 外部性是指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。若是負面影響，稱為外部成本；若是正面影響，則稱為外部利益。
- 生產活動有外部成本時，市場均衡產量會高於社會最適產量。反之，生產活動有外部利益時，市場均衡產量會低於社會最適產量。外部性存在時，市場均衡無法達成經濟效率，這稱為市場失靈。
- 以二氧化碳減量為例，解決外部成本的方法有三種：第一是管制排放，第二是課稅（庇古稅），第三是實施「限額與交易」制度。
- 「限額與交易」制度使各廠商減碳的邊際成本相同，故可達成生產效率。亦即，碳減量之成本達到最低。
- 「限額與交易」制度源自「寇斯定理」：只要財產權定義清楚，而且交易成本不太高，不管一開始財產權如何分配，市場交易可以產生最有效率的結果。
- 國民教育具有外部利益，因此，也會出現市場失靈；解決市場失靈的方法是政府提供學費補貼。

## Key Concepts

外部性, 171

社會邊際成本, 172

社會最適產量, 173

市場失靈, 173

庇古稅, 174

寇斯定理, 182

義務教育, 184

社會邊際價值, 186

## Review Questions

1. 請寫出外部成本與外部利益之定義，並各舉一例說明。
2. 請解釋市場均衡產量與社會最適產量之意義，並說明在什麼情況下，兩者大小會不同。
3. 在圖 7.1 的例子裡，若電廠之電力產量等於 28 億度，請算出總剩餘比社會最適產量時低多少？
4. 在圖 7.3C 與圖 7.5 的例子裡，請算出限額與交易制度讓兩家電廠合計節省多少減碳成本。
5. 依據「寇斯定理」，「若交易成本等於零，則外部性就不存在」，請說明這句話的意義。
6. 依據「寇斯定理」之推論，只要財產權定義清楚，而且交易成本不太高，市場交易可以

產生最有效率的結果。

- (a) 在圖 7.3 的例子裡,「財產權定義清楚」指的是什麼?  
 (b) 在圖 7.3 例子裡,為何「市場交易可以

產生最有效率的結果」?

7. 國民教育法規定:「國民小學及國民中學學生免納學費」,那麼,國民中小學所需的費用那裡來?

## Problems & Applications

8. 某國有  $A, B, C$  三家電廠,在京都協議之後,每一家電廠各須減少  $\text{CO}_2$  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  $Q_C$  分別是各電廠之減碳量,單位為噸。

- (a) 京都協議允許電廠的  $\text{CO}_2$  排放可以自由交易,請問三家電廠會如何交易  $\text{CO}_2$  碳排放量,價格為何?  
 (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?  
 (c) 請由碳排放交易之供需變動解釋 (b) 小題的結果。
9. 老吳特別怕吵,不幸的是,他的公寓恰好是位在地下停車場入口旁邊。每次車子進出,停車場鐵門拉上拉下,聲音吵得令他受不

了。老吳向公寓管理委員會申訴,要求換一個鐵門與馬達,但管理委員會認為這是老吳個人的問題,不願更新。老吳一怒之下,告到法院去,要求賠償精神損失新台幣 40,000 元,或者換一個鐵門與馬達,鐵門與馬達換新,須花費新台幣 35,000 元。

- (a) 如果法院判決老吳勝訴,請問地下停車場的鐵門與馬達會換新嗎?  
 (b) 如果法院判決管理委員會勝訴,請問地下停車場的鐵門與馬達會換新嗎?
10. 福爾摩沙國有  $A, B$  兩家電廠,在京都協議之下,兩電廠各須減二氧化碳排放 10 噸。兩電廠減碳的邊際成本分別為 (單位為美元):
- $$MC_A = 2.5 \times Q_A,$$
- $$MC_B = 1.5 \times Q_B,$$
- $Q_A$  與  $Q_B$  分別為兩電廠必須減少之二氧化碳排放量,單位為噸。
- (a) 京都協議允許碳排放額可以自由交易,請問兩家電廠會如何交易二氧化碳排放額?

- (b) 若福爾摩沙國開放讓兩電廠在國際碳排放的市場交易，並假設國際價格是每噸18美元，請問電廠 A 會買入，或者出售，多少噸的排放額？
- (c) 有些人反對二氧化碳排放限額之交易。請問從完全不能交易（包括國內與國際市場），到允許在國內外市場自由交易，電廠 A 之減碳成本會節省或增加多少美元？
11. 課本圖 7.5 說明碳排放交易之影響，新電廠採用較新的技術，減碳的邊際成本較低。
- (a) 請畫出兩電廠在碳排放交易完成後之消費者剩餘與生產者剩餘。
- (b) 假設政府為了鼓勵電廠採用新技術，規定新電廠僅須減9噸，舊電廠則須減11噸，請問廠商的選擇是否仍然是  $e$  點？請問消費者剩餘與生產者剩餘之和會增加，減少，或不變。
- (c) 請問新的規定對新電廠或舊電廠較有利？
- (d) 「依據寇斯定理，法院把財產權判歸任何一方並不影響廠商的選擇；因此，也不影響談判雙方之利益。」請評述以上的說法。
12. 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：
- $$MC_A = 1.0 \times Q_A, \quad MC_B = 1.2 \times Q_B,$$
- 其中， $Q_A$  與  $Q_B$  分別為減碳量，單位為噸，成本的單位為美元。
- (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。）
- (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？
- (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？
- (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。
- (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）？
13. 某社區附近有家工廠，它所排放的黑煙影響社區居民。居民在住宅內裝設空氣清淨機可以解決問題，但全部花費是 120 萬元。相對的，若工廠加裝設備以防止汙染，需花費 150 萬元。社區居民對工廠不滿，到法院控告工廠。

- (a) 若法院判決居民有免受污染的權利, 污染問題會如何解決? 相對的, 若假設法院認定黑煙並未超過標準, 故判決廠商並未違法。在法院判決之後, 污染問題會如何解決?
- (b) 由 (a) 小題之結果, 有人認為: “an efficient outcome should result without government help.” 請解釋 “efficient outcome” 一詞之意義。
14. 外部成本存在時, 市場運作會失靈, 經濟學者 Pigou 主張以課稅來解決問題。相對於以上之主張, 經濟學家 Coase 提出另一個建議作法。 *Economist* (2014.9.7) 在介紹 Coase 的貢獻時, 有一句話如下, “In the world of theory, without transaction costs, no government intervention would be needed to address externalities”, 意思是說, 若財產權明確, 而交易成本為 0, 政府並無必要干預。請說明其推論。