

## 2 國際公共財與京都議定書

前言曾提及，抑制全球暖化為一國際公共財問題。UNFCCC 即為緩和氣候變遷，防止全球溫室效應擴大而制定。京都議定書彈性機制則作為促成溫室氣體減量行動之輔助工具。為探究 CDM 之成效，必須先對議題緣起有所知悉。本章即針對國際公共財與京都議定書之關聯性作一說明。

### 2.1 國際公共財

國際公共財 (International public goods, 簡稱 IPGs) 與一般公共財相仿，都具有非排他性 (non-exclusive) 與非敵對性 (non-rival) 兩項基本特徵。<sup>1</sup>不過，國際公共財討論標的非僅限於一個地區或一個世代，而是將範疇延伸至全球與跨世代。

Anand (2004) 引述 Kaul et al. (1999) 對國際公共財所作的定義如下：

1. 國際公共財影響範圍會涵蓋大於一個以上的團體或國家。
2. 受國際公共財而獲益的幅緣非僅限於一國，而是全球人口。
3. 國際公共財能滿足當今世代的需求，且不會危及未來世代。

換言之：一個純粹的國際公共財是多面性的，不僅能使全球受惠，也能利於各國人民和各個世代。儘管是非純粹國際公共財，也同樣具有多樣性的傾向。其至少會使超過一個以上的國家或團體蒙受其惠，且不會歧視人口分佈和世代差異。Kaul 並指出國際公共財具有永續發展的概念。Morrissey et al. (2002) 將國際公共財解釋為：一個能提供全球人民受惠的利益。國際公共財除可提高效用，還能減緩風險，並提高各國之生產力。國際公共財還具有一項公認的特徵，即擁有跨國界的外溢效果 (spillover effect)。

表 2.1.1 就 IPGs 作概括分類：

---

<sup>1</sup> 非敵對性：當自己使用該財貨或進行該活動時，不會造成他人的效用下降；非排他性：不會排除他人同時使用此一財貨或進行此一活動。

表 2.1.1：國際公共財的分類 (依其特性區分)

特性	排他性	非排他性
敵對性	純粹私有財	非純粹公共財—俱樂部財 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 跨國性公園。</li> <li>· 國際通訊衛星 (INTELSAT)。</li> <li>· 運河、航道等。</li> <li>· 國際太空站。</li> </ul>
非敵對性	非純粹公共財—擁擠財 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 緩和酸雨。</li> <li>· 遠洋漁業。</li> <li>· 控制組織型犯罪。</li> <li>· 管制害蟲。</li> </ul>	純粹公共財 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 抑制全球暖化。</li> <li>· 基礎學術研究。</li> <li>· 抑制傳染疾病的擴散。</li> <li>· 強化臭氧層。</li> <li>· 特定的發明和知識。</li> </ul>

資料來源：Kaul et al. (1999) and Sandler (2002)

由表 2.1.1 可知：抑制全球暖化為一純粹國際公共財。傳統公共財問題來自缺乏誘因機制顯示個人對於公共財的偏好，故公共財的參與者會設想藉由他人主動供給公共財，再以搭便車行為享受公共財之利益。而 IPGs 同樣存有前述問題。

Olson (1969) 建議若要改善搭便車問題，一個能夠識別且具有選擇能力的誘因機制就必須被建立。在全球暖化問題下，京都彈性機制可否作為所謂的誘因機制，改善搭便車問題並提高全球公共財之供給，值得進一步觀察。

表 2.1.2 以抑制全球暖化作為公共財標的，各國按京都議定書要求配合履行之排放減量承諾，作為提供公共財之依據。並以排放減量份額作為公共財供給數量之評估。京都議定書三種彈性機制，即為促成公共財供給之誘因機制。CDM 則為一促成簽署京都議定書之國家，無論是已開發國家亦或開發中國家，均能共同參與溫室氣體減量活動之機制。

### 2.1.2 國際公共財與區域公共財

分類	區域公共財	國際公共財
公共財標的	維護一國空氣品質	抑制全球暖化
常見問題	排放過量與搭便車問題	排放過量與搭便車問題
公共財提供者	境內所有排放廢氣者	全球排放溫室氣體國家
衡量基準	單位廢氣排放限額	各國排放減量份額
矯正方針	以國內法令規範排放標準，課以租稅約束或施予處罰來限制排放。主要根據寇斯定理之產權界定、庇古稅與庇古補貼等擬定政策。必須定期繳納稅捐，檢測未達標準者施以懲處。	以京都議定書要求各國在約定期限內，履行其減量承諾。並藉由彈性機制作為輔助工具。以排放交易、共同執行與清潔發展機制等方式給予合作空間。在承諾期間內可交易「排放許可」或以取得之「排放減量證明」作為抵銷份額。
監督規範單位	當地政府有關當局	UNFCCC 理事會與京都彈性機制執行理事會

資料來源：本研究整理

IPGs 供給量之不足為學者所爭議。 Kaul et al. (1999) 指出，針對改善全球供給所擬定之政策，可能會遭遇以下問題：

1. 各國分界的不一致，將造成主要利益管轄權的分歧。尤其在政策擬定上，各國是分開且獨立的。若未存有超然於國家之外的國際管理機制，利益的分配將會出現偏頗。
2. 政府與政府間的國際合作可能形成提供 IPGs 參與的差別待遇，儘管許多合作

行動可藉由私人資本家捐獻 IPGs 而達成，然政府間的協商談判卻會增加交易成本，並減少供給誘因。

3. 儘管對各國進行道德勸說，誘因機制的認知隔閡仍無法矯正 IPGs 的外溢效果，故各國不會主動參與提供 IPGs 的行動。

為解決上述問題，多數建議是重新設定國際合作的管轄（如調節國家、區域和全球活動）；參與（囊括政府、公民社會和企業團體）及誘因（提供財務誘因，如獲得國際認同或領導地位等）等三個環節。

以 CDM 為例，參與國對 CERs 之分配，須仰賴雙方事先進行談判協商，並簽署合作契約作為依循，以避免利益分配上之歧異。此外，儘管公、私部門均能投入 CDM 計畫，地主國政府若訂有繁瑣的法令規範，也將減損 CDM 之吸引。並可能因利益輸送，而導致競租行為發生。再者，外溢效果之擴散及投資國與地主國之資訊不對稱，將使得參與雙方均有誘因從事搭便車行為，使 CDM 之執行成效受到衝擊。因此，CDM 能否確實促成溫室氣體減量行動的提升，在政策研擬上須作詳盡考量與評析。

## 2.2 國際公共財之數量決定

本節說明國際公共財最適供給數量之決定。對應各種不同研究標的下，均有各自的決定方法。相關理論分析，可作為制定誘因機制的參考依據。

Sandler (1998)提出四種衡量 IPGs 供給的方法：

### 1. 總和 (Summation)：

將各國捐獻之公共財數量加總並估算最適數量。如討論：世代知識的累積、減緩溫室氣體的排放、保護海洋物種等，皆採行總和方法。不過，此型式的公共財容易導致囚犯困境 (Prisoner's Dilemma，以下簡稱 PD) 問題，尤其當一國捐獻公共財之利益明顯少於其成本時，參與的雙方傾向不進行合作行動。除非存有國際間的超然機制，否則此類型的公共財數量，易呈現供給不足的情形。

再者，當以所得重分配，作為促使國際公共財自願貢獻量提升之政策時。所得提高者之捐獻，會直接排擠所得下降者原先捐獻數額，中立性理論 (neutrality theorem) 因而成立。意即任一國之額外捐贈相對於他國，都具有完全的替代效果，對總體供給量並不會有明顯提升。因此，國際公共財的集體行動將變得悲觀，當愈多國家參與提供時愈是如此。Sandler 將總合供給方法以(1)式表達：

$$Q = \sum_{i=1}^n q^i \quad (1)$$

(1)式說明：公共財的數量等同於世界上  $n$  個國家所各自捐獻數量  $q^i$  的加總。

### 2. 加權總和 (Weighted sum technology)：

在加權總和方法下，一國應供給的公共財數量，端視他國公共財帶來之比例利益而決定。適合用來研究影響範圍僅有數個國家的區域性公共財。如酸雨問題。若國與國之間存在對稱外部性，即採行加權方法，舉例而言。i 國所對應之國際公共財數量為(2)式：

$$Q^i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} q^j, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

其中  $q^j$  為  $j$  國所提供的公共財數量，而  $\alpha_{ij}$  為  $i$  國所分得來自  $j$  國所提供的公共財

利益權重。(2)式為單一國家所對應的公共財數量，全球公共財數量則以(3)式闡述：

$$\mathbf{Q} = \mathbf{A}\mathbf{q} \quad (3)$$

其中 $\mathbf{Q}$ 為一 $n \times 1$ 表達 $Q^i$ 的向量， $\mathbf{A}$ 是一個 $n \times n$ 表達 $\alpha_{ij}$ 的矩陣，而 $\mathbf{q}$ 則為 $n \times 1$ 表達 $q^i$ 的向量。以所得重分配方式提高 $\alpha_{ij}$ ，可改善公共財的提供水準。此方法強調：當特定國家 (nation-specific) 的私有利益極大時，將有動機去進行單方面的活動，如抑制硫化物 (sulphur) 的排放問題。

### 3. 最佳表現 (Best shot technology)：

公共財的數量由捐獻最大數額之國家決定。當外溢效果較強時，就採取最佳表現作為討論。公共財數量以(4)式表示：

$$Q = \max\{q^1, \dots, q^n\} \quad (4)$$

在此關聯性下，提供最多公共財的國家可獲得最多的好處。儘管有 $n$ 個國家都參與公共財的供給，最後僅需一國來提供此項公共財即可。以賽局進行討論時，納許均衡 (Nash Equilibrium，以下簡稱 N.E) 會出現在一國完全捐獻，一國完全不捐的策略上。故一國若不能承擔供給最大數額公共財之責任，就應盡力促成其它國家扮演此關鍵角色。如迎戰獨裁專政或發現 AIDS 之治療方法均歸類於此。多由經濟高度發展之已開發國家，負起提供此類公共財之責任。

### 4. 最弱聯結 (Weakest link technology)：

公共財水準等同於最少量捐贈者所提供的數量。以此類方法決定者如：防禦傳染病擴散，保護熱帶雨林和控制森林大火等，以一國設定最低的標準值為準。弱關聯性的供給數量以(5)式表達：

$$Q = \min\{q^1, \dots, q^n\} \quad (5)$$

當國與國間存有最弱聯結時，透過賽局分析可得到兩個 N.E，即當一國決定供給水準後，沒有任一方會單方面的改變策略，會選擇與對方一樣的供給水準。若關聯性僅是較弱非最弱，則一國會選擇捐的比另一國少一些，以享有搭便車利益。

前述最佳表現與最弱聯結方法，IPGs 的數量供給均以一國的貢獻量為主。儘管如此，全球的合作仍是必須的。由哪國負責供給或其它國家應分擔多少成本，都須進行協商談判。而總和方法重視的是：要確保存有可促成全球各國參與捐獻公共財的機制；而加權總和方法則須認定哪些國家是利益關係國。

Sandler 利用賽局討論 IPGs 的提供得出幾點結論：

1. 非總和的公共財數量供給，並不一定會形成 PD 問題。沒有任一國家願意捐獻公共財的狀況不會發生。除了總和方法之外，並存有數種方法可用來分析 IPGs 的供給，且有各自對應之決定方式。
2. 公共財的提供可與所得重分配和租稅政策作結合，對公共財整體數量將產生影響。所得重分配政策可讓享有較多利益的國家，願意提供較多的公共財。不過中立性理論卻可能導致完全替代效果發生。
3. 某些制度之設計，對公共財的聚集效果可發揮傳導力量。如超然於國家之外的機構就非常需要被設置。該機構可設立公共財門檻，鼓吹成本分攤與利益償還之概念。前述保證可使得原本鬆散的組織變得較為嚴謹，國際公共財的問題也得以自我矯正 (self-correcting)。

Sandler 又提出五種可作為國際公共財供給政策之研擬方向：

1. 集體理性 (collective rationality)：當公共財提供對團體或潛在參與者具有正的淨利時，可以集體理性作為訴求。
2. 個別理性 (individual rationality)：在每一個參與國都具有正的淨利時，才建議採行。
3. 議題選擇或管轄 (issue-choice or jurisdiction)：當提供公共財的邊際利益與邊際成本相同時，公共財的選擇標的就格外重要。
4. 彈性 (flexibility)：當環境改變時，政策規模就必須被重新評估並設計出架構。
5. 自我執行 (self-enforcement)：合作誘因必須能相容，參與國家才能因利益交換而進行供給行動。Ferroni and Mody 針對 IPGs 之數量決定、策略考量及制度的設計，以表 2.2 說明：

表 2.2 國際公共財供給數量之決定方法

供給決定	範例	策略考量	制度應用
<p><b>總和</b> (Summation) : 各國貢獻量之加總為全球公共財數量。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 減緩空氣污染</li> <li>· 抑制全球暖化</li> <li>· 圖書目錄種類</li> </ul>	<p>易出現囚犯困境與鷹鴿賽局。有強烈的誘因促使搭便車行為發生，導致不捐獻結果。富有國家有動機去禁止悲慘的結果發生。</p>	<p>跨國組織或富裕國家須作為領導者，率先提供公共財。不能僅是依照傳統各國自願捐獻數額，來改善公共財總量。</p>
<p><b>最弱聯結</b> (Weakest link) : 最小額貢獻者決定公共財數量。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 遏制河盲症</li> <li>· 維護網路健全</li> <li>· 限制暴亂擴散</li> </ul>	<p>賽局以雙方配合之行為決定出均衡。行動可被自我執行。資源稟賦高的國家有誘因協助較弱國家。</p>	<p>多邊仲介機構可移轉基金或以直接行動提高公共財數量。運用合夥關係讓富有國捐獻公共財給貧窮國，可提高貧窮國之產能。</p>
<p><b>最佳表現</b> (Best shot) : 最大量貢獻者決定公共財數量。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· AIDS 治癒方法</li> <li>· 抵制害蟲</li> <li>· 策劃綠色革新</li> </ul>	<p>賽局均衡出現在單方提供公共財的策略上。若出現兩個以上的候選國，代理權將難以決定。而高度開發國家僅能自公共財的提供中獲得少許利益。</p>	<p>資源稟賦對公共財捐獻量是重要關鍵。多邊組織可和領導國聯合，將焦點放在資源成果上。並透過各種合夥關係來制止集體行動問題。</p>



<p><b>加權總和 (Weighted sum)：</b>每一國之貢獻將有不同的附加效果。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 肅清硫化物的排放</li> <li>· 以不同優勢監控地球</li> <li>· 控制病蟲害</li> </ul>	<p>加權總和意謂某些參與者可以得到較多的私人利益,擁有較大誘因去捐獻公共財。能同時吸引官方和私人機構都願意從事公共財的代理權是特例。加權總和可作為其它方案之替代選擇。</p>	<p>多邊組織須給予取得較少利益的國家援助。全面蒐集並提供各國加權矩陣資訊,可鼓勵提供公共財資金上的獨立。</p>
--	--	--	---

資料來源：Ferroni and Mody

由表 2.2 可知：IPGs 的數量決定有四種方法。而歸屬於純國際公共財範疇的全球暖化問題，則以傳統的總和方式決定。然而總和方法容易導致囚犯困境問題，並誘使搭便車行為發生。因此，成立跨國組織或由富裕國家作為領導者，率先提供公共財，就顯得格外重要。若僅是參照傳統公共財理論，仰賴各國自願貢獻，公共財的供給總量勢必不足，無法有效提升全球福利。

京都議定書的簽署即以此為出發點，以規範溫室氣體排放大宗的附件一國家為主，必須在限期內履行其溫室氣體減量承諾。並施以京都彈性機制，誘使已開發國家作為領導國，與其他受約束國家或開發中國家，共同致力於溫室氣體減量行動，提升減量成效。再給予 CERs 作為獎勵誘因，改善搭便車行為。

CDM 以跨國性合作計畫，藉由附件一國家之技術移轉和資金溢注，促使開發中國家經濟之永續發展，目的即為誘使開發中國家從事減量行動，增加全球溫室氣體減量份額。Sandler 提出在政策擬定上，成本分攤和利益償還若能交由參與雙方進行談判協商，取得共識。則溫室氣體減量不足之公共財問題，將有被自我矯正的可能。

## 2.3 國際公共財與不對稱關係

### 2.3.1 國際公共財外溢效果之不對稱性

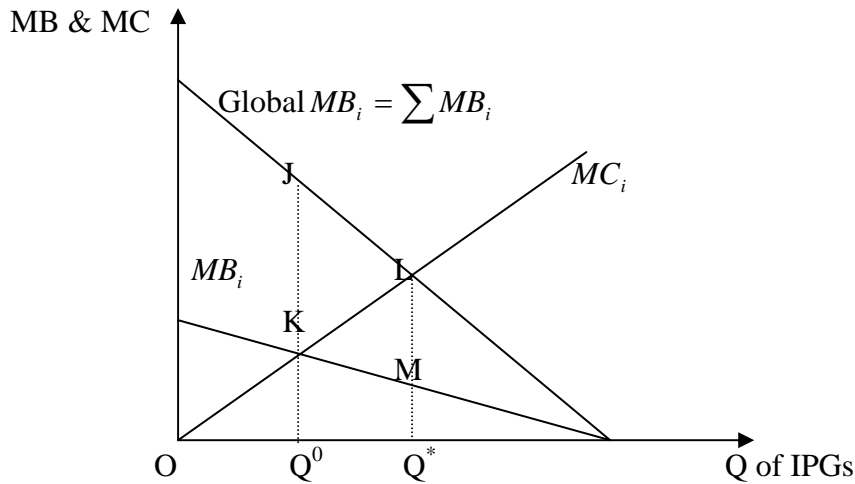
國際公共財的跨國外部性會形成外溢效果。Mitchell and Keibach (2001) 指出國際間的外部性可分為對稱與不對稱兩種形式。對稱的外部性會影響周圍「所有國家」，如跨國湖泊的鄰國都能取得用水，也都會製造水源污染物。但不對稱的外部性是單向的，只會影響部份的受害者。如流經數國的河流，就只有下游國家會受到衝擊。

在對稱外部性之下，所有國家傾向藉由互相合作方式來維持現狀。各國對於鄰近國家以發放特殊配給的互惠方式 (issue-specific reciprocity) 來擬定協議。儘管高壓政治或附帶報償可能導致反對聲浪，不過這些爭端並不太需要動用到國際談判。而不對稱的外部性，卻有著更為艱澀的利益分配和執行問題。某些制度將僅使外部性的受害者獲益，而製造外部性的一方卻必須承擔所有的成本。因此，不對稱性下的國家對於現狀並不滿足，並希冀能找到誘因機制來解決分配不均的問題，運用制度設計來說服外部性製造者須妥善承擔其責任。有兩種方案能解決跨國的不對稱外部性：

1. 當有國家受到強烈犧牲時，可採行脅迫或負面連結 (coercion or negative linkage) 要求外部性製造者承擔責任。
2. 當一國受害程度較少時，可用交換或正面的連結 (exchange or positive linkage) 進行協商談判。

Barrett (1994) 就國與國之間存有對稱外部性時，各國選擇的公共財數量以圖 2.3.1 說明。基本上，各國均會以其提供公共財的邊際成本與邊際利益為依據。當不存在國際合作時，各國會選擇  $MB_i$  與  $MC_i$  的交點  $K$ ，提供  $Q^0$  水準的公共財。不過若建立有完全的合作關係，各國所能享受的利益也由  $MB_i$  上移至  $Global MB_i$ ，與  $MC_i$  的交點為  $L$ ，國際公共財的均衡數量也因而上升至  $Q^*$ 。

圖 2.3.1：合作或不合作



資料來源：Barrett (1994)

當參與國愈多，Barrett (1999) 指出國際間合作和不合作的結果差異將愈來愈大。而不對稱的外部性卻反而縮小了合作與不合作的差異。Barrett 的質疑在國際協約的簽署得到驗證。若國際協約要被自我執行，就必須給予各國有自由決定簽署的權利。事實上，正因為存有不對稱性，國際協約多半會對履行約束者給予獎勵，對違反規定者施予懲處。Barrett (2001) 提及若國際利益是持續的，簽署國是否要將附帶報償給予非簽署國，來共同促成國際協定之參與？

當全球利益夠大的時候，附帶報償會產生柏瑞圖改善 (Pareto-improving)。若開發中國家也加入這個協約，就會增加國際公共財的供應數量，由  $Q^0$  上升至  $Q^*$ 。KML 所圍成的三角形是供給此公共財額外的成本，不過額外利益卻有 JKL 這麼多。JKL 的面積大於 KML，所以附帶的報償可以用來補貼非簽署國家提供公共財所增加的成本。全球環境設施 (Global Environment Facility, 簡稱 GEF) 之環境支出資金，即採納 Barrett 所提之增額成本方法作評估。

故國與國之間若存有不對稱外部性，必須考量提供公共財之邊際成本和邊際利益增減幅度之大小才能決定是否參與國際協定。CDM 鼓勵已開發國家將資金與技術移轉至開發中國家，並將減量行動產生的額外利益，用來補貼額外成本支出。極類似採行不對稱關係下之正面交換作為策略考量。然若不對稱性不僅僅是來自外部性製造者和受害者的差異，而是在執行上雙方也存有不對稱關係，國與

國之間應如何進行協商與政策研擬？

### 2.3.2 國際公共財供給行為的不對稱關係

延續前一小節之討論，當國與國的不對稱關係來自生產力的差異時，公共財的水準將如何改變？

由於全球各國發展程度的不同，Ihori (1996) 觀察 IPGs 的捐獻與各國生產力差異提及：低生產力的國家在獲得資金或技術的移轉後，能獲得較多的福利。較低生產力的國家因補貼而獲益，而高生產力國家卻反而因所得重分配而受損。高生產力國家將因所得重分配政策而導致福利下降，形成所謂矛盾效果。當討論範疇擴大至數個國家所組成的俱樂部時，會員國可共同享有公共財之利益。因此，當一俱樂部的會員數愈多，各國所能分配到的公共財利益便會減少。當生產力變低時，公共財的供給成本也會較高，導致會員數下降。若選擇離開去參與其它俱樂部，就可以抵銷原俱樂部生產力下滑所造成的衝擊。此外，一旦公共財的價格下降，整體的福利勢必隨之減少。

Sandler (1998) 強調跨國公共財的總和供給衝擊與全球所得不平均之傾向是相關的。當特定國家存有較多的利益時，願意參與提供國際公共財的國家和具有領導性地位的國家，其參與動機就會受到侷限。改善方法是設計一個超然於國家外的機構來處理 IPGs 數量不足之問題，如以租稅進行所得重分配。如前所述，所得提高者的捐獻將會抵銷掉所得下降者減少的捐獻，中立性理論勢必發生。有效的捐贈行動會變的較悲觀，當有愈多國家參與時更是如此。以全球暖化之典型純粹國際公共財問題為例。每個國家釋放溫室氣體會擴大全球的溫室氣體存量。若各國想要達成減量排放之目標，勢必反應在巨大的成本上。唯有能自溫室氣體減量行動中獲得利益之國家，才願意承擔供給公共財之責任。

不過，就租稅競爭與 IPGs 之關係做分析，Bjorvatn and Schjelderup (2002) 提及大規模的外溢效果將強化搭便車問題，導致供給數量過低。然一國以課資本稅做為公共財的資金來源時，若外溢效果愈高，該國對於公共財供給就會愈低。而

搭便車之誘因，反而能將租稅競爭不利的效果給消弭。<sup>2</sup>除非擁擠成本過高，才會使租稅競爭的效果又增強。故採行何種方法籌措公共財資金來源，必須納入從事公共財供給之考量。

Arce (2004) 指出當國與國存在不對稱關係時，IPGs 的供給將呈現囚犯困境的結果。當採行總和方法決定 IPGs 數量，不僅會出現供給不足的情形，且搭便車行為必為賽局的優勢策略解。Hirshleifer (1983) 是最早提出有關 IPGs 的數量決定非僅有總和方法之人。過去討論 IPGs 的供給數量大都建立在兩國成本一致上。事實上，當國與國之間生產力不同，供給 IPGs 的成本就大異其趣。Arce 延續 Sandler 四種 IPGs 數量決定方法，以總和 (Summation)、較弱聯結 (weaker link)、最弱聯結 (weakest link) 和最佳表現 (better shot) 等四種賽局，推算不對稱關係下的兩國，公共財供給數量之 N.E。

由於不對稱性會造成國際間不平等，在供給過程也會導致剝削行為。許多第一世界國家，因為必須概括承受提供 IPGs 的超額負擔，引發諸多反彈。美國退出京都議定書的簽署即為一例。在進行公共財數量提供時，具有較高成本效益比的國家，如供給 IPGs 成本較小者，若能採取以身作則 (leading-by-example) 的策略，率先提供 IPGs，不僅能鼓吹其餘國家跟進，也能一併促使公共財達成最適數量，提升合作效果。故 IPGs 的數量不足不一定來自於搭便車問題，也可能是生產力的差異所致。

抑制全球暖化之公共財問題，以傳統的總和方法為主。根據 Arce (2004) 研究，總和方法的數量決定與對應之效用函數以(6)與(7)式表達：

$$Q = q_i + \alpha \cdot q_j \quad (0 < \alpha \leq 1) \quad (q_j \leq q_i) \quad (6)$$

$$U(q_i + q_j) = U(\hat{q}_i + \hat{q}_j), \forall q_i + q_j = \hat{q}_i + \hat{q}_j \quad (7)$$

表 2.3.1 為 Arce 建立在總和方法之下，雙方提供公共財之數量所對應之效用值。

<sup>2</sup> 租稅競爭所造成的扭曲程度受到三項因素影響：(1)當一國對該公共財存有愈強的偏好，其稅基將會上升；(2)生產力的提高，會使資本投資的獲利率提高；(3)參與國數的下降。

表 2.3.1 公共財數量與對應效用 (總和方法)

U (q <sub>i</sub> ,q <sub>j</sub> )	q <sub>i</sub>	q <sub>j</sub>
0	0	0
5	1	0
11.5	1	1
11.5	2	0
13	2	1
14	2	2

資料來源：Arce (2004)

其概念為：

1. 當一國增加供給，一國卻搭便車完全不提供公共財時，兩國的效用就不會有改善的可能。如表中 i 國由提供 1 單位增加提供至 2 單位，在 j 國不提供之下，邊際效用為 0。
2. 當一國增加提供，一國不增加提供量，邊際效用增幅較小。對照表中 i 國提供 2 單位，而 j 國僅提供 1 單位時，兩國效用僅上升 1.5。
3. 當雙方均增加供給，如表中兩國均由 1 單位提高至 2 單位時，邊際效用上升幅度大。邊際效用各為 2.5。此外，邊際效用隨著公共財供給提高呈現遞減趨勢。回到傳統模型，假設參與公共財提供的雙方，並未存在不對稱性，其提供公共財的能力相同，所取得利益也相同。則賽局可以邊際成本一致進行討論 (Arce 假設兩國邊際成本： $MC_i=MC_j=2$ )。公共財之數量決定與對應報酬值如表 2.3.2：

表 2.3.2 對稱情形下之國際公共財賽局

q <sub>i</sub> /q <sub>j</sub>	0	1	2
0	0, 0	5, 3	<b>11.5, 7.5</b>
1	3, 5	<b>9.5, 9.5</b>	11, 9
2	<b>7.5, 11.5</b>	9, 11	10, 10

資料來源：Arce (2004)

在上表賽局中可求得三個 N.E，分別是(0,2)，(1,1)，(2,0)。三者公共財的數量總和皆為 2。(1,1)代表雙方均提供一樣的数量。而(0,2)、(2,0)兩個 N.E，則說明在成本一致的情況下，仍存有搭便車可能。任一國皆有誘因不參與公共財之提供，卻仍享有公共財之利益。此外，社會最適的公共財數量應該是(2,2)，全體福利可達 20。

Arce 續以國與國間的不對稱性作為研究重心。其將不對稱性 (asymmetry) 定義為：同一單位的公共財帶給參與提供的雙方，淨利益是有差異的。並以邊際成本的不同作為將取得不同利益之依據。今假設 i 國邊際成本改變，並以間接效用函數(8)式表示 i 國之效用：

$$V_i(q_i, q_j) = U(q_i, q_j) - MC_i \cdot q_i \quad (8)$$

則當雙方提供公共財邊際成本為不對稱情況時，假設 i 國的供給成本比 j 國低 ( $MC_i=1$ ， $MC_j=2$ )。而報酬值將呈現如表 2.3.3 所示：

**表 2.3.3 不對稱情形下的國際公共財賽局**

$q_i/q_j$	0	1	2
0	0, 0	5, 3	11.5, 7.5
1	4, 5	10.5, 9.5	12, 9
2	<b>9.5, 11.5</b>	11, 11	12, 10

資料來源：Arce (2004)

此時 N.E 僅剩下(2,0)，表示供給成本較低的 i 國(即享受較多公共財利益者)必須承擔所有的公共財數量，而邊際成本較高的 j 國則以搭便車的姿態享用該公共財。因此當存有不對稱關係，搭便車行為是優勢策略解，供給成本較低的國家必須承擔所有公共財提供數量。因此，如何促使存有不對稱情況的兩國，均有意願參與公共財之提供，成為重要的課題。

回到全球暖化之國際公共財問題，當以排放減量份額視為對應之公共財數量，為促使公共財數量能被有效提供，京都議定書以強制力要求各國必須負擔共

同但程度不同的減量責任。美國之所以退出京都議定書，因其身為溫室氣體排放量最大之國家，為達成排放減量承諾，必須在境內進行各種減量活動，承受多數為履行減量目標而產生的超額負擔，因而選擇退出京都議定書之簽署。

然而根據 Arce 之賽局，公共財的供給責任會落在成本較低的國家身上。就溫室氣體排放減量活動而言，減量成本較低的是未受約束的非附件一國家。而京都議定書之所以設計彈性機制，即希望藉由交易或進行合作計畫，促使公共財的數量上升。故允許已開發國家與開發中國家參與投入排放減量計畫，藉以達成溫室氣體減量之目標。

若以不對稱關係之公共財賽局，討論 CDM 之運作。CDM 應促成減量邊際成本較高的已開發國家公共財之供給，並鼓勵開發中國家參與減量行動。Arce 賽局下所求得之 N.E，指出邊際供給成本較高的國家，可在參與行動中從事搭便車行為，是否與實際情況相符須加以觀察。因此，可持續追蹤 CDM 之下減量成本較高之已開發國家，有否從事搭便車之行為；而開發中國家是否承擔主要提供公共財之責任，再進行延伸討論。