

國立政治大學社會科學學院  
財政學研究所碩士論文

指導教授：陳香梅 博士

清潔發展機制 (CDM) 對溫室氣體減量之影響



研究生：游懷萱 撰

中華民國一百年六月

## 謝辭

原以為寫論文會是段艱辛而痛苦的旅程，然而這一路走來，雖有些艱辛，卻沒有想像中的難熬，甚至讓我感受到成就感所帶來的喜悅！一切都得歸功於許多人的陪伴與協助，首要感謝的便是我的指導教授—陳香梅老師。從老師身上，我不僅體會到對研究的熱忱，同時也學習到做學問的嚴謹態度。這段期間，老師的關心與幫助，使我安心；老師的支持和鼓勵，更是我撰寫論文的動力。有這樣一位願意犧牲自己時間，用心指導學生完成論文的老師，真是十分幸運！其次也非常感謝我的口試委員—陳文典老師和羅光達老師，不僅在口試當天提供我許多寶貴的意見，更在口試結束後給予我相當多的指導。另外，感謝教授「論文寫作」的張勝文老師所給予的鼓勵與建議，讓我在撰寫論文的初期即增添了許多信心。

研究生涯的兩年，幸好有珮珊的陪伴。無論開心或難過，總是有你於一旁和我分享；雖然在不同科系，但是一同打拚的感覺真好！同時也要感謝時常與我分享環保相關議題的可捷，提供我許多創新建議的阿修和小包，和你們一同吃飯是我最快樂的時光。還有熱心幫助我解決問題的阿伯、光萍和依婷，總是關心、鼓勵著我的顧林、于瑩和雅雅，替我排憂解悶的偉馨與哇啦寢的各位，教我 STATA 的逸珊學姐，以及所有曾為我加油打氣的同學，謝謝你們！

最後，這篇論文要獻給我的爸媽。一直以來，感謝您的辛苦付出，感謝您對我的包容與支持，讓我得以安心完成這份作品，走完研究所這條路。

游懷萱 謹誌

中華民國一百年六月 於政大

## 論文摘要

論文名稱：清潔發展機制 (CDM) 對溫室氣體減量之影響

學校所別：國立政治大學財政學研究所

指導教授：陳香梅博士

研究生：游懷萱

近年來，全球氣候變遷問題已嚴重影響人類生活，而世界各國也逐漸意識到已開發國家和開發中國家必須共同合作以解決此問題。京都議定書中的清潔發展機制 (CDM) 即是讓已開發國家與開發中國家共同實踐減量目標的一種彈性減量機制，然而過去文獻對於其減排成效的看法並不一致。有鑒於此，本文以參與 CDM 計畫的 20 個開發中國家和 16 個已開發國家為研究對象，探討 CDM 計畫對其 2003 至 2008 年二氧化碳減量之影響。根據兩階段最小平方法之固定效果模型的實證結果顯示，CDM 計畫能減少開發中國家的二氧化碳排放量，但經認證的排放減量額度 (CERs) 有被過量核發之現象；另一方面，CDM 計畫對已開發國家的減排效果則無影響。

關鍵詞：清潔發展機制、二氧化碳、全球暖化、固定效果模型、工具變數

# **The Impact of Clean Development Mechanism (CDM) on Greenhouse Gas Emissions Abatement**

Huai-Hsuan Yu

## **Abstract**

In recent years, global climate change problem has affected humans' life badly. Therefore, it is gradually realized that the developed countries and developing countries have to cooperate to solve the problem. Clean Development Mechanism (CDM) is one of the flexibility mechanisms defined in the Kyoto Protocol, and it allows the developed countries, in cooperation with developing countries, to fulfill the emission-reduction targets. However, the emissions abatement effects of CDM in the literatures are diverse. Accordingly, this paper uses 20 developed countries and 16 developing countries as an empirical case to examine the impact of CDM on carbon dioxide emissions abatement from 2003 to 2008. According to fixed effects two-stage least squares, CDM projects reduced the carbon dioxide emissions of developing countries, but the certified emissions reductions (CERs) were excessively issued. On the other hand, CDM projects didn't have an impact of emissions abatement on developed countries.

**Key Words:** Clean Development Mechanism, carbon dioxide, global warming, fixed effects model, instrumental variable

# 目錄

壹、 前言 .....	1
貳、 CDM 的運作方式與現況.....	8
一、 CDM 的運作方式 .....	8
二、 CDM 的發展現況 .....	10
參、 研究方法 .....	17
一、 實證模型設定.....	17
二、 變數定義與資料來源.....	19
肆、 研究結果與分析 .....	24
一、 敘述統計分析.....	24
二、 模型檢定.....	26
三、 實證結果.....	29
伍、 結論與建議.....	34
參考文獻 .....	36
附錄 A.....	40

## 表目錄

表 1 註冊計畫結構.....	14
表 2 變數之定義與資料來源.....	23
表 3 變數的基本統計量.....	25
表 4 模型檢定結果.....	27
表 5 皮爾森相關係數.....	29
表 6 模型一（開發中國家）之估計結果.....	30
表 7 模型二（已開發國家）之估計結果.....	31

## 圖目錄

圖 1 CDM 計畫運作流程圖.....	10
圖 2 前十大地主國 CDM 註冊計畫件數.....	12
圖 3 前十大地主國 CERS 數量.....	12
圖 4 前十大投資國 CDM 註冊計畫件數.....	13
圖 5 前十大投資國 CERS 數量.....	13
圖 6 前五大地主國註冊計畫成長趨勢.....	16
圖 7 前五大地主國 CERS 成長趨勢.....	16

## 壹、前言

在這個科技日新月異的時代，人類利用技術解決了許多問題；然而，發展工業技術的同時，卻也為人類社會製造出最大的困境。近十多年來，各地氣溫愈趨極端，乾旱、熱浪、暴風雨等災害頻傳；這些現象均反映出全球暖化所造成的氣候變遷現象。政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第四次評估報告更指出，過去 100 年 (1906-2005 年) 來，全球平均溫度上升攝氏 0.74 度；這樣的上升速度不僅是前所未有，而且會逐年惡化；該報告並推測本世紀全球平均溫度將上升攝氏 1.8 至 4 度，海平面上升高度平均為 10 至 20 公分，最嚴重的地區可能上升至 59 公分 (IPCC, 2007)。

全球暖化的起因在於人類從事工業化活動時，不斷地排放溫室氣體，而導致氣候產生變異的現象。從 1972 年之斯德哥爾摩會議 (Stockholm Conference)，到 2009 年之哥本哈根會議 (Copenhagen Conference)，世界各國對於全球氣候變遷問題逐漸重視，但始終無法產生完美的共識與有效的因應之道。溫室氣體的排放是一種外部性，任何個體排放溫室氣體的負面效應，都會危及到其他個體；同樣地，一國排放溫室氣體也將對他國產生不良的影響。因此，溫室氣體的排放屬於全球性的外部性問題，其所造成的市場失靈乃有史以來規模最大的 (Stern, 2008)。正因如此，為了解決全球的外部性問題，必須要全球共同合作，任何一國都無法置身事外。

1997年12月，在溫室氣體大多由已開發國家產生的背景之下，聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 第三次締約國大會 (the third Conference of the Parties, COP 3) 正式通過了京都議定書 (Kyoto Protocol)。京都議定書規範附件一國家 (Annex I countries)<sup>1</sup> 於2008

---

<sup>1</sup> 附件一國家為聯合國氣候變化綱要公約列於附件一之國家，亦為京都議定書列於附件 B 之國家，包含歐盟與 40 個已開發國家或經濟轉型之國家。

年至2012年間，六種溫室氣體<sup>2</sup>排放量必須較1990年水準減少5%以上；為協助締約國透過國際合作方式，以最小執行成本達成減量目標，京都議定書中並訂有聯合減量 (Joint Implementation, JI)、清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM) 和排放交易 (Emissions Trading, ET) 等三種彈性減量機制，即「京都機制」。

其中，聯合減量與清潔發展機制屬於「計畫基礎交易 (project-based transactions)」，交易內容為經認證的減量額度 (credit)；而排放交易屬於「配額型交易 (allowances markets)」，交易內容為排放權配額 (allowance)。<sup>3</sup>

近年來，許多文獻均指出開發中國家的溫室氣體排放量愈趨增加，故其亦應承擔減量責任 (Viguiet, 2004; Wara, 2007; Stern, 2007; Schneider, 2008)。Hagem and Holtsmark (2009) 也認為全球的減量目標無法只憑藉已開發國家的努力，必須有開發中國家的共同合作，才能產生大幅減量效果。而三種京都機制中，清潔發展機制 (以下簡稱 CDM) 是唯一開發中國家可參與的減量機制，因此逐漸受到各界重視。CDM 的宗旨在於協助已開發國家完成京都議定書的減量承諾，以及幫助開發中國家達成永續發展的目標；而各國可選擇以單邊、雙邊或多邊的模式來進行計畫。最常見的 CDM 計畫為雙邊模式 (bilateral project)，即附件一國家提供資金與技術，在非附件一國家進行溫室氣體減排活動 (如：使用太陽能發電設備)，而產生「經認證的排放減量額度 (certified emissions reductions, CERs)」；一單位 CER 即代表減少一公噸二氧化碳當量 (carbon dioxide equivalent, CO<sub>2</sub>e) 的排放，獲得的 CERs 可被交易並用來協助附件一國家履行京都議定書的減量義

---

<sup>2</sup> 六種溫室氣體分別為二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟化碳 (PFCs) 和六氟化硫 (SF<sub>6</sub>)。

<sup>3</sup> 目前世界上的碳權市場可分為「配額型交易」以及「計畫基礎交易」兩大類。「配額型交易」是在訂定總量目標後，管理當局以某種方式發放排放權配額，透過市場自由交易以達成排放減量目標，又稱為總量管制與排放交易 (cap-and-trade)。「計畫基礎交易」是經由特定減量計畫削減溫室氣體排放量，依據基線 (baseline) 排放量與減量計畫執行後之排放量的差額，決定減量信用額度，又稱為信用額度交易制度 (credit trading)。



務。<sup>4</sup>如此，不僅可降低已開發國家的減量成本，也使得開發中國家獲得額外的資金援助與技術移轉。多邊模式 (multilateral project) 的概念相似於雙邊模式，但參與計畫的附件一國家有兩個以上；這種合作模式有利於技術難度高，資金需求龐大的 CDM 項目，但容易產生利潤分攤等協調上的問題。另外，CDM 計畫還可以是單邊模式 (unilateral project)，即非附件一國家自行於國內實施溫室氣體減量計畫，不需附件一國家的合作；而獲得的 CERs 同樣能出售給附件一國家。

為了確保計畫的正確性，CDM 係由執行理事會 (Executive Board, EB)<sup>5</sup> 進行監督管理，且必須經過嚴格的計畫設計 (project design)、國家批准 (national approval)、審核 (validation)、註冊 (registration)<sup>6</sup>、監測 (monitoring)、驗證與認證 (verification and certification) 及核發 (issuance) 等程序。通常從計畫設計到註冊完成約需 10 至 15 個月的時間，註冊之後的計入期 (crediting period) 可選擇最長為七年 (可延長兩次) 或是最長為十年 (不得延長) 的計入期。<sup>7</sup>

在許多減量措施當中，CDM 以「雙贏」的特色著稱。CDM 不僅降低了已開發國家之減量成本，亦使開發中國家取得先進的工業技術，同時也協助了開發中國家實現永續發展的目標。最重要的是，京都議定書以同時減少已開發與開發中國家的溫室氣體排放量為 CDM 計畫的主要目的。<sup>8</sup>

京都議定書要求 CDM 項目所產生的溫室氣體減排效益必須具有額外性 (additionality)。所謂的額外性，係根據 2001 年馬拉喀什協定 (Marrakesh Accords) 的定義，若執行 CDM 計畫產生的人為溫室氣體排放量相較無執行 CDM 計畫為

---

<sup>4</sup> 二氧化碳當量係一將不同溫室氣體之全球暖化潛勢予以標準化的計量單位。

<sup>5</sup> 執行理事會由京都議定書締約方的十名理事組成，包含聯合國五個區域集團各一名，附件一國家兩名，非附件一國家兩名，以及小島嶼發展中國家 (Small Island Developing States) 一名。

<sup>6</sup> 註冊是指執行理事會正式接受一個通過審核的項目，並將其視為 CDM 計畫活動。

<sup>7</sup> 計入期為註冊後計畫真正開始的時間，這段時間的排放量將列入核發 CERs 的計算。

<sup>8</sup> 京都議定書：<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>。

少時，則此 CDM 計畫具有額外性。然而，探討 CDM 額外性的學術文獻中，大多顯示 CDM 項目不具額外性，且甚至使得全球溫室氣體增加。例如，Asuka and Takeuchi (2004) 認為額外性的評估準則過於寬鬆，造成核發出不具額外性的 CERs；如此，全球溫室氣體排放量反而上升而非下降。Asuka and Takeuchi (2004) 更進一步透過定量分析 (quantitative analysis)，發現不具額外性的 CERs 會造成開發中國家經濟上的損失。Michaelowa and Umamaheswaran (2006) 則藉由分析印度 54 件已送出審核的能源效率計畫，發現只有少數計畫的額外性評估方法是可信的。Sutter and Parreño (2007) 以最早註冊的 16 件 CDM 計畫為例，發現雖然大部分計畫符合額外性，但卻無法同時達成京都議定書中溫室氣體減量與永續發展的兩個目標。Schneider (2007) 則根據過去三年隨機抽樣的 93 件已註冊 CDM 計畫，得出許多計畫並沒有滿足額外性，且反而導致全球排放量淨增加的結論。Wara and Victor (2008) 也同樣認為許多 CDM 計畫不符合額外性，因此無法反映出真實的減量水準。Partridge and Gamkhar (2010) 實際以中國 460 個與電力相關的 CDM 計畫為研究對象，提出一個評估計畫額外性、經濟可行性和永續發展的方法；得到的結論是大部分風力與天然氣複循環 (natural gas-combined cycle, NGCC) 發電計畫係符合額外性。然而，Partridge and Gamkhar (2010) 亦指出，許多小型水力發電計畫其實不需要 CDM 的補助即可實行，因此參與 CDM 的計畫反而造成全球排放量的淨增加。Alexeew *et al.* (2010) 則以印度的 40 件已註冊 CDM 計畫為研究對象，亦是得出額外性與永續發展的目標具有抵換 (trade-off) 特性的結果，而是否具有額外性需視計畫類型而定。

探討 CDM 的文獻中，有些係針對特定的 CDM 項目，研究其溫室氣體減量效果，但結果也同樣不樂觀。Amatayakul and Berndes (2007) 以泰國的乙醇計畫<sup>9</sup>為研究對象，發現相較於 CDM 的相關計畫，泰國國內計畫對運輸業溫室氣體減

---

<sup>9</sup> 乙醇計畫是利用在汽油中添加 10% 的乙醇所形成之替代能源，以減少運輸業溫室氣體排放量的一種計畫。

量的效果反而更為顯著；因此否定了 CDM 的減排效果。而 Möllersten and Grönkvist (2007) 研究顯示，CDM 計畫中的垃圾掩埋沼氣回收 (LFG recovery) 項目，因為基線 (baseline) 設定不適當，會造成溫室氣體減量被高估。<sup>10</sup>

另有一些文獻著重於探究 CDM 計畫是否具有減少二氧化硫，改善空氣品質的附加價值。Shimazaki *et al.* (2000) 以同時減少二氧化碳與二氧化硫為目的，提出一個日本與中國的雙重清潔發展機制 (double clean development mechanism)；情境模擬分析的結果顯示，此機制能有效降低二氧化硫的排放量。然而，Zhang and Wang (2010) 使用固定效果與半參數模型 (semiparametric model)，以中國各市區的 CDM 計畫為研究對象，但結果反而不顯著。另外，Selvaretnam and Thampanishvong (2010) 在理論架構下分析 CDM 對於附件一與非附件一國家溫室氣體減量的效果，但得出了一個不確定的結果。理由在於 CDM 計畫會減少非附件一國家之溫室氣體排放量；然而，另一方面，附件一國家在獲得 CERs 後，也有可能增加國內排放量，且非附件一國家也有可能增加計畫邊界外的排放量。

此外，另一個受到關注的議題為 CDM 計畫邊界 (project boundary) 與漏損 (leakage)。計畫邊界是為了確定該計畫之溫室氣體淨減少量所訂的一個假想區域，邊界的訂定應包含所有計畫參與者進行溫室氣體排放減量或碳封存計畫的活動範圍。<sup>11</sup>而漏損指的是發生在計畫邊界外，可測量且可歸因於 CDM 計畫所產生的人為溫室氣體排放量。當一個 CDM 計畫在設計時，即須設定計畫邊界與漏損的計算方式，然而，其中涉及太多的不確定性。舉例來說，一個 CDM 計畫以高能源效率燃料取代傳統燃料，可能導致傳統燃料的價格降低，進而促使計畫邊界外的傳統燃料使用量增加，汙染排放上升。一些文獻便指出 CDM 計畫邊界訂定

---

<sup>10</sup> CDM 的基線為一個模擬情境，描繪當 CDM 計畫不存在時的人為溫室氣體排放傾向。

<sup>11</sup> 碳封存是將大氣中移除之二氧化碳無限期的封存，目前主要的封存方式有地殼封存、海洋封存、礦場和生物封存以及陸地封存等四種方式。

原則與漏損評估方式存有缺失，並提出處理漏損問題的方法 (Geres and Michaelowa, 2002; Vöhringer *et al.*, 2004; Zou *et al.*, 2005)。Millard-Ball and Ortolano (2010) 更進一步地透過探討運輸業的 CDM 項目較其他產業為少的原因，對 CDM 漏損的監督管理提出批判。Millard-Ball and Ortolano (2010) 發現運輸項目被執行理事會拒絕的主因為「難以將漏損量化」；但此問題在其他產業卻易被忽略，即使它們也同樣存在漏損評估方法上的缺失。

也正因為 CDM 會產生碳漏損，排放量不減反增。Böhringer *et al.* (2003) 以可計算一般均衡模型 (computable general equilibrium, CGE) 探討德國對印度電力業的投資計畫，研究結果顯示，雖然該計畫減少了印度電力部門的排放量，但卻造成其他部門排放量增加。Glomsrød and Wei (2005) 則以中國的淨煤計畫為例，同樣以可計算一般均衡模型從事分析，得出 CDM 使二氧化碳排放量上升之結論。排放量不減反增的主要因素為淨煤計畫使原煤價格下降，進而提高其他地區的原煤消費；另一方面，淨煤計畫提升能源效率，促進經濟成長，導致能源使用與排放量增加。

綜上所述，目前有關 CDM 溫室氣體減量效果的文獻可分為理論分析與實證研究兩種。其中，理論分析的文章主要以抨擊現行 CDM 的額外性評估方法與基線的設定為立論基礎，進而得出 CDM 計畫造成溫室氣體不減反增之結論 (如 Asuka and Takeuchi, 2004; Michaelowa and Umamaheswaran, 2006; Schneider, 2007; Wara and Victor, 2008; Möllersten and Grönkvist, 2007)；或是利用理論模型進行研究，但得出 CDM 計畫對溫室氣體減量有不確定的效果 (如 Selvaretnam and Thampanishvong, 2010)。而實證分析的文章大都針對特定 CDM 項目 (如 Partridge and Gamkhar, 2010; Amatayakul and Berndes, 2007; Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005) 或是特定區域 (如 Partridge and Gamkhar, 2010; Alexeew *et al.*, 2010; Amatayakul and Berndes, 2007; Shimazaki *et al.*, 2000; Zhang and Wang, 2010; Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005) 進行研究。計畫

型態主要為電力業、運輸業和能源業；國家則集中於中國與印度。實證分析的研究方法大致可分為固定效果模型（如 Zhang and Wang, 2010）、ETA-MACRO 模型<sup>12</sup>（如 Shimazaki *et al.*, 2000）、可計算一般均衡模型（如 Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005）以及新的方法學<sup>13</sup>（如 Partridge and Gamkhar, 2010; Sutter and Parreño, 2007; Alexeew *et al.*, 2010）。然而這些研究結果也並不一致；即 CDM 計畫對溫室氣體的減量效果有可能為正向影響（如 Sutter and Parreño, 2007; Shimazaki *et al.*, 2000），亦有可能為負向影響（如 Amatayakul and Berndes, 2007; Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005），或是不確定的影響（如 Partridge and Gamkhar, 2010; Alexeew *et al.*, 2010; Zhang and Wang, 2010）。

否定減量效果的主要理由在於額外性的評估準則過於寬鬆，造成核發出不具額外性的 CERs；且在計畫邊界外產生的碳漏損往往被低估，導致高估了 CDM 計畫的減量成果。而探討 CDM 對溫室氣體減量之影響的實證文獻主要以單一個開發中國家為研究對象，並無跨國的分析（只有 Shimazaki *et al.*, 2000 同時以開發中國家和已開發國家為研究對象）；另一方面，部分實證文獻僅針對特定類型之 CDM 計畫做研究。因此，基於以往文獻在國家與計畫型態上的侷限性以及研究結果的歧異，並且考慮到 CDM 為地主國和投資國共同合作之減量計畫，可能同時對兩者國內之溫室氣體減量都產生影響，本文將以主辦 CDM 計畫的開發中國家和投資 CDM 計畫的已開發國家為研究對象，並包含所有 CDM 項目，探討 CDM 對其國內溫室氣體減量的影響。

全文的架構與內容如下：共計五節，除本節前言外，第二節介紹 CDM 的運作方式與現況，第三節說明研究設計與模型設定，第四節為實證研究的結果與分析，最後一節為結論。

---

<sup>12</sup> ETA-MACRO 是一個整合長期供需預測的模型。

<sup>13</sup> 新的方法學指的是為確保 CDM 計畫的減量效益，經由執行理事會認可之各種方法學 (methodology)，以做為計畫之額外性、邊界、基線、減量水準與漏損的計算及評估方法。

## 貳、 CDM 的運作方式與現況

### 一、 CDM 的運作方式<sup>14</sup>

#### 1. CDM 的相關機構

CDM運作的相關單位有執行理事會（以下簡稱EB）、指定國家主管機構 (Designated National Authority, DNA)、指定經營實體 (Designated Operational Entity, DOE) 與計畫參與者 (Project Participant, PP)。EB係根據京都議定書第12.4條成立之獨立管理機構，其依循「作為京都議定書締約國會議的公約締約國會議 (Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol，以下簡稱COP/MOP)」的管理與指導，負責監督CDM的運作，並由秘書處 (UNFCCC secretariat)、專門小組 (panel) 與工作組 (working group) 協助其履行職責。EB主要的職能為針對CDM的模式與程序向COP/MOP提出建議，批准基線、監測計畫和計畫邊界之新方法學，任命指定經營實體 (DOE)，出版技術報告以廣納大眾對方法學的意見，開發並維護CDM的註冊系統，對通過審核的計畫進行註冊，以及發行CERs等。

指定國家主管機構 (DNA) 為CDM計畫參與國指定的國內管理單位，主要負責證明計畫參與者的自願參與意願和CDM計畫對地主國永續發展的貢獻，簽發地主國批准文件 (Letters of Approval, LoA)，以及提供操作守則給指定經營實體 (DOE)，使其順利執行審核與認證。指定經營實體 (DOE) 係由EB任命，再經COP/MOP批准的第三者機構，為國內法人 (domestic legal entity) 或國際組織 (international organization)。指定經營實體 (DOE) 主要的職能為檢視計畫設計文件 (Project Design Document, PDD)，對CDM計畫進行審核，以及對計畫進行驗

---

<sup>14</sup> 有關 CDM 的組織及其運作之詳細資訊係參考范建得 (2008)、CDM Executive Board (2005)、Fronidizi (2009)、Mizuno (2010) 與 UNFCCC (2006)，整理所得。

證與認證。計畫參與者為實際參與CDM的當事人，限定為京都議定書的簽署國或經由京都議定書簽署國授權的私人單位；負責撰寫計畫設計文件 (PDD)，執行CDM計畫，監測排放減量，以及販售CERs等工作。

## 2. CDM的運作程序

CDM計畫之開發至CERs之核發，必須經過七個主要的法律程序，如圖1所示。一個CDM計畫開始於計畫參與者進行計畫設計，並遵循EB的指定格式撰寫計畫設計文件 (PDD)，且應詳細描述該計畫活動的技術與組織層面，包含計入期、基線與監測方法學的選擇以及說明計畫的額外性等。當完成計畫設計文件 (PDD) 後，必須經由指定國家主管機構 (DNA) 進行國家批准；指定國家主管機構 (DNA) 負責發行批准文件，以證明CDM的計畫參與者為自願參與且為京都議定書的簽署國，並確保該計畫有助於地主國實現永續發展的目標。

第三個程序為指定經營實體 (DOE) 對計畫的審核；指定經營實體 (DOE) 再次檢視計畫設計文件 (PDD)，以確定該計畫滿足EB的各項要求。指定經營實體 (DOE) 完成審核後，便提交註冊申請書給EB；註冊申請書必須包含計畫設計文件 (PDD)、指定國家主管機構 (DNA) 的批准文件、指定經營實體 (DOE) 的審核報告、審核報告向大眾公開的時間與方式、對利害關係人之意見參考程度的描述、關於註冊費的融資資訊以及計畫參與者宣告之與EB的聯繫方式。EB將於八週內對CDM計畫做出註冊、拒絕，或是註冊但要求修改計畫等三種決定；通常在經過對計畫完整性的確認後，除非計畫參與某方或EB的其中三位成員提出複審要求，計畫便可成功註冊。

註冊成功的計畫即可開始融資，對計畫之基礎設施進行建設，計畫參與者也必須依照計畫設計文件 (PDD) 中選定之方法學進行監測的活動，以評估CDM計畫的溫室氣體減排量。當計畫參與者將監測報告 (monitoring report) 公開並送交



圖 1 CDM 計畫運作流程圖

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：<http://cdm.unfccc.int/Projects/diagram.html>。

指定經營實體 (DOE) 之後，指定經營實體 (DOE) 負責進行驗證與認證；驗證內容為確定計畫遵循計畫設計文件 (PDD) 和 CDM 之規範，檢驗監測結果且計算 CDM 計畫的溫室氣體排放減量，並公開驗證報告 (verification report) 以完成驗證程序；之後進行認證，即指定經營實體 (DOE) 根據驗證報告做出書面認證，證明該計畫實現了所驗證之溫室氣體排放量的減少，並公開認證報告 (certification report)。CDM 計畫的最後一道程序即為 CERs 的核發；經過對認證報告的檢驗後，除非計畫參與某方或 EB 的其中三位成員提出複審要求，EB 會在收到報告後 15 天內自動核發 CERs。CERs 將儲存於 EB 管理的電子註冊帳戶，並依據計畫設計文件 (PDD) 分配 CERs 至相關的國家註冊帳戶或計畫參與者的帳戶，同時也扣除收益的一部分做為行政開支和適用性成本 (costs of adaptation)。

## 二、 CDM 的發展現況

根據 World Bank (2010) 的統計顯示，2009 年的計畫基礎交易市場之交易量



為 2.83 億公噸二氧化碳當量，交易金額達 33.7 億美元。其中，清潔發展機制的交易量為 2.11 億公噸二氧化碳當量，交易金額達 26.78 億美元。自 2004 年 11 月巴西與荷蘭合作之垃圾掩埋氣發電計畫 (landfill gas to energy project) 成為全球第一件註冊的 CDM 計畫以來，目前 (截至 2011 年 2 月 15 日止) 已註冊的計畫件數為 2,813 件，並已有 548,385,733 單位的 CERs 被核發。然而，CERs 的實際需求量為 580,899,631，顯示仍有許多 CERs 待核發，即現有的 CDM 減量計畫尚未能滿足實際的減量需求。<sup>15</sup>

目前全球 CDM 的計畫參與者包含 20 個已開發國家和 70 個開發中國家，註冊計畫件數最多的前五大地主國分別為中國、印度、巴西、墨西哥與馬來西亞；但由圖 2 可看出，主要的 CDM 計畫集中於中國和印度兩國，它們的計畫件數分別占了整個市場的 42.92% 與 21.94%。若是就核發的 CERs 數量來看，則前五大地主國分別為中國、印度、南韓、巴西與墨西哥；由圖 3 可發現，約有一半的 CERs 核發給中國，而印度、南韓及巴西獲得之 CERs 分別為 16.11%、11.94% 和 9.21%，其餘國家占的比重甚低。

至於投資國的部分，圖 4 顯示出註冊計畫件數最多的前五國為英國、瑞士、日本、荷蘭與瑞典，分別占了 29.03%、19.41%、11.56%、11.10% 和 7.11% 之比重。若是就核發的 CERs 數量來看，則前五大投資國分別為瑞士、英國、日本、荷蘭與法國；如圖 5 所示，前五名所占比重相去不遠，分別為 19.25%、18.13%、11.64%、10.55% 和 7.80%。

---

<sup>15</sup> 根據 UNFCCC 網站的統計：<http://cdm.unfccc.int/> (2011/02/15 取得)。

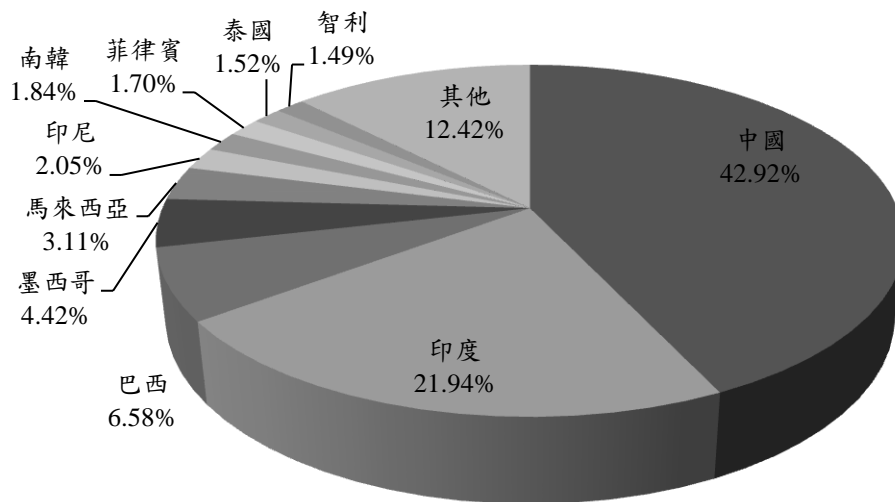


圖 2 前十大地主國 CDM 註冊計畫件數

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：

<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/NumOfRegisteredProjByHostPartiesPieChart.html>

(2011/02/15 取得)。

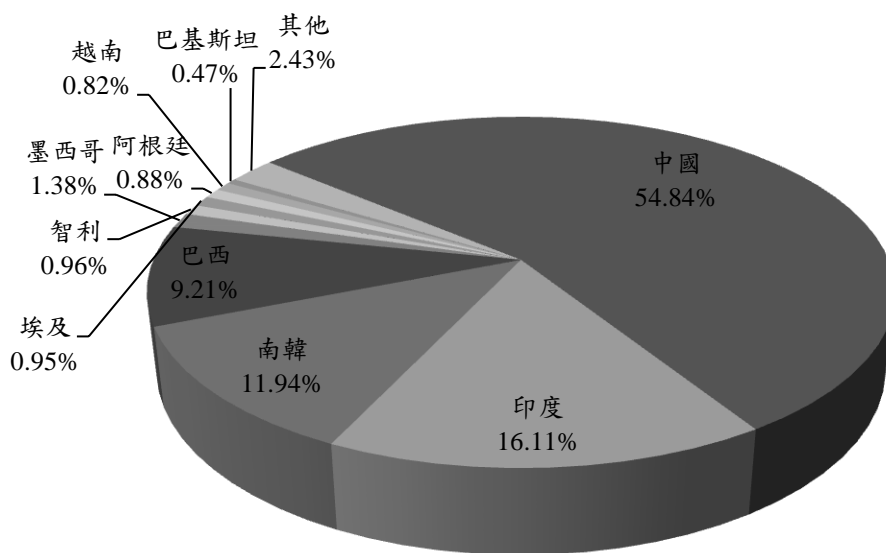


圖 3 前十大地主國 CERs 數量

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：

<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Issuance/CERsIssuedByHostPartyPieChart.html> (2011/02/15 取得)。

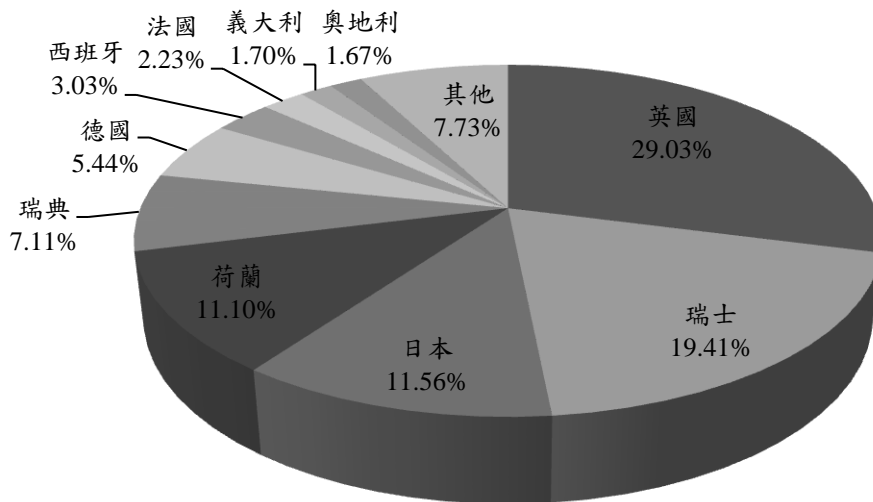


圖 4 前十大投資國 CDM 註冊計畫件數

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：

<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/RegisteredProjAnnex1PartiesPieChart.html>

(2011/02/15 取得)。

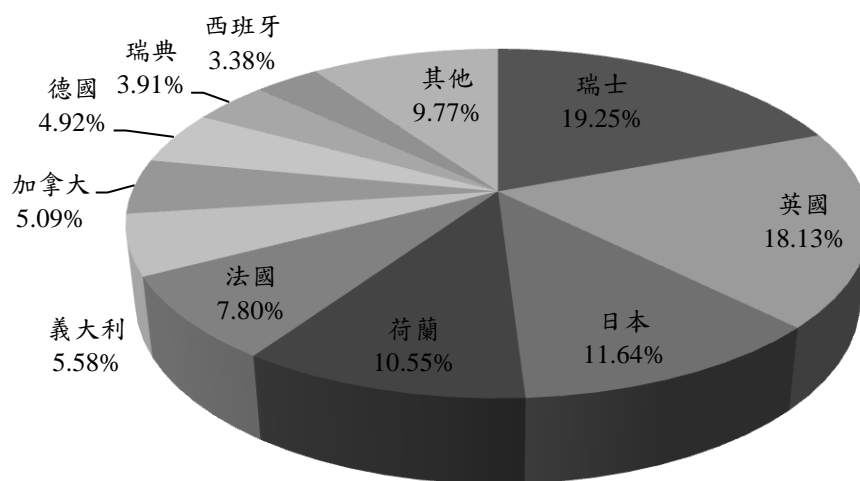


圖 5 前十大投資國 CERs 數量

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：

[http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers\\_iss.html](http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers_iss.html) (2011/02/15 取得)。

另外，在計畫規模方面，目前約有 56% 的計畫屬於大規模，44% 的計畫屬於小規模。小規模計畫為某些符合一定要件的 CDM 計畫，可以較簡化的程序運作；而其他不符合小規模要件的計畫即為大規模計畫。<sup>16</sup>

計畫類型方面，如表 1 所示，能源業（含再生能源/非再生能源）的計畫占了半數以上，其次為廢棄物處置計畫，占了 15.38%，其他類型的計畫則只有不到 5% 的比重，而能源配置、建築業與溶劑使用的計畫更是尚未出現。

表 1 註冊計畫結構

類別	百分比
能源業（含再生能源/非再生能源）	65.12%
廢棄物處置	15.38%
製造業	4.67%
燃料（固態、油、氣態）之逸散性排放	4.64%
農業	4.07%
化工業	2.06%
礦業	1.20%
能源需求	1.14%
鹵化碳及六氟化硫生產與使用造成之逸散性排放	0.72%
造林與再造林	0.60%
金屬製造業	0.24%
運輸業	0.18%
能源配置	0.00%
建築業	0.00%
溶劑使用	0.00%

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：

<http://cdm.unfccc.int/Statistics/Registration/RegisteredProjByScopePieChart.html>

（2011/02/15 取得）。

<sup>16</sup> 小規模計畫的要件為最大輸出當量為 15 兆瓦（或適當當量）的可再生能源計畫、使供（需）方每年減少能源消費量最高相當於 15 千兆瓦時的提高能源效率計畫，以及既減少人為排放量且每年直接排放低於 15 千噸二氧化碳當量的其他計畫。

由前述分析可知，不論就註冊計畫件數或是依核發的 CERs 數量看來，中國與印度均為 CDM 市場的前兩大賣家；英國與瑞士均為 CDM 市場的前兩大買家。由圖 6 可看出，中國自 2005 年以來，CDM 註冊計畫件數便逐年遞增，尤其在 2007 年以後開始快速地成長；圖 7 也顯現出中國 CERs 的高成長率，並以 2010 年核發的數量最多。而其主要合作的附件一國家為英國、荷蘭、日本、瑞士與瑞典等國，其中英國占了 31% 的比重。此外，中國的 CDM 計畫以大規模為主（大規模計畫約有 75%，小規模計畫約有 25%），計畫類型多為能源業。

印度在 2005 至 2007 年間的 CDM 註冊計畫件數領先他國，但之後註冊計畫件數與 CERs 的成長漸緩，並居於中國之後（圖 6、圖 7）。印度的 CDM 計畫中，單邊計畫之比重較其他國家為高，約有 49% 的計畫為單邊模式；其餘 51% 的雙邊或多邊計畫則以英國及瑞士為主要合作對象，分別占了 32% 和 30% 之比重。計畫規模多屬小規模（小規模計畫約有 64%，大規模計畫約有 36%），計畫類型同樣以能源業為主。

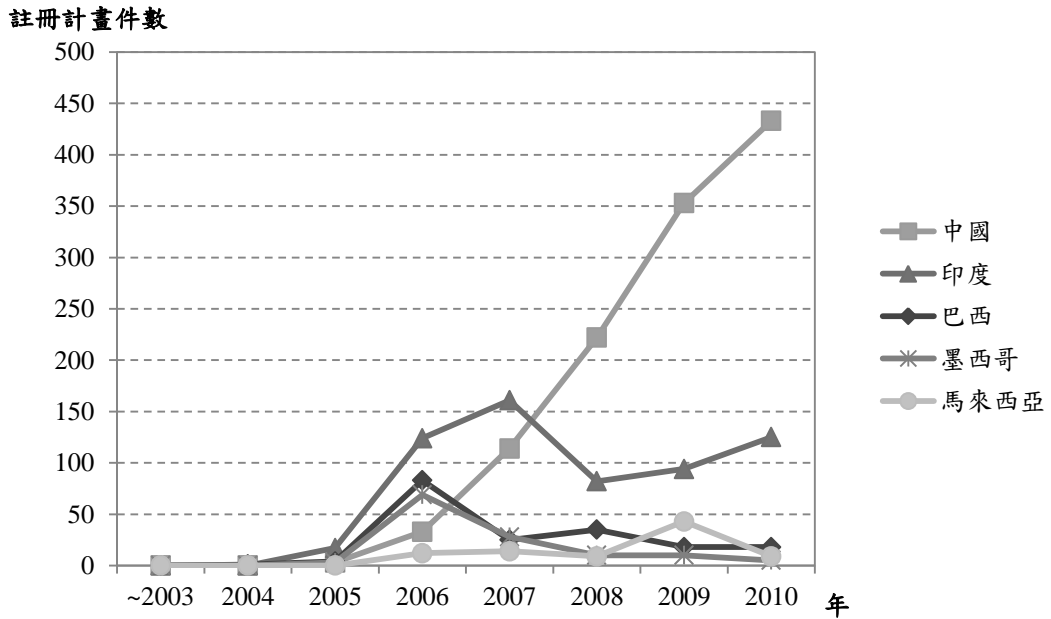


圖 6 前五大地主國註冊計畫成長趨勢

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：  
<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html> (2011/02/15 取得)。

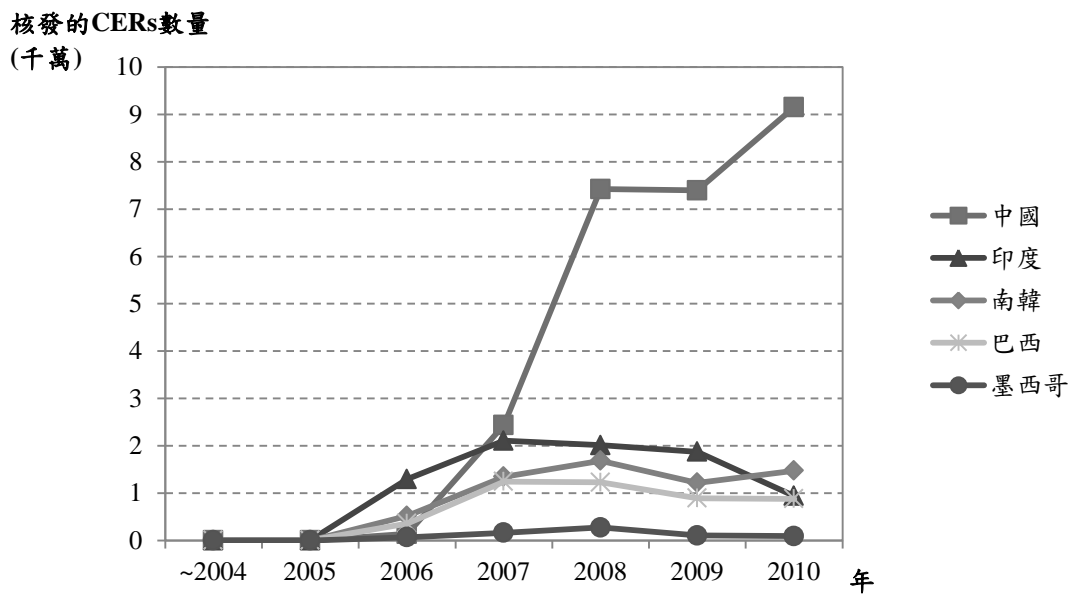


圖 7 前五大地主國 CERs 成長趨勢

資料來源：整理自 UNFCCC 網站：  
[http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers\\_iss.html](http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers_iss.html) (2011/02/15 取得)。

## 參、 研究方法

### 一、 實證模型設定

本文旨在探討清潔發展機制 (CDM) 對主辦 CDM 計畫的開發中國家和投資 CDM 計畫的已開發國家之國內溫室氣體減量的影響。研究範圍包含 20 個開發中國家與 16 個已開發國家，期間為 2003 至 2008 年，資料型態屬結合橫斷面與時間序列的追蹤資料 (panel data)。因此，開發中國家的部分，共計 120 筆觀察資料；已開發國家的部分，共計 96 筆觀察資料。研究對象的 20 個開發中國家選自於 2004 至 2009 年獲得 CERs 數量最多的前 30 名地主國，並除去資料缺漏值過多的 10 個國家而得，包含亞洲國家的中國、印度、南韓、越南、巴基斯坦、泰國、馬來西亞、印尼、以色列與菲律賓；美洲國家的巴西、墨西哥、智利、阿根廷、哥倫比亞、秘魯、古巴與烏拉圭；以及非洲國家的埃及與南非。研究對象的 16 個已開發國家為 2004 至 2009 年有獲得 CERs 的投資國，包含歐洲國家的奧地利、比利時、丹麥、芬蘭、法國、德國、義大利、盧森堡、荷蘭、挪威、西班牙、瑞典、瑞士與英國；美洲國家的加拿大；以及亞洲國家的日本。<sup>17</sup>

由於觀察資料為追蹤資料的型態，所以估計方式有混合迴歸 (pooled regression) 模型、固定效果 (fixed effect) 模型與隨機效果 (random effect) 模型三種。其中，混合迴歸模型假設所有觀察個體有相同之截距項；固定效果模型假設截距項隨著觀察個體不同而改變，但不隨時間變動；隨機效果模型則假設不同觀察個體的截距項為隨機變數。計量方法上，一般以 F 檢定判斷採用混合迴歸模型抑或是固定效果模型較佳；以 LM 檢定 (Breusch-Pagan Lagrange multiplier test) 檢驗採用混合迴歸模型抑或是隨機效果模型較佳；以 Hausman 檢定評估採用固

---

<sup>17</sup> 由於 CDM 計畫實行期間與 CERs 被核發之時點相隔至少一年以上(詳見附錄表 A)，因此 2003 至 2008 年之研究期間應選擇 2004 至 2009 年有獲得 CERs 的投資國為研究對象。

定效果模型抑或是隨機效果模型較佳。

本文估計模型有二：模型一之研究對象為開發中國家，模型二係以已開發國家為研究對象。根據 F 檢定和 LM 檢定對兩種模型的檢測結果顯示，固定效果模型與隨機效果模型均優於混合迴歸模型，而 Hausman 檢定則進一步得出固定效果模型優於隨機效果模型之結果；檢定結果將詳述於第四節。故本文兩種模型之一般式為：

$$Y_{it} = \alpha_{1i} + \sum_{k=2}^K \alpha_k X_{kit} + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 2003, \dots, 2008,$$

其中， $i$  代表國家，模型一之  $n$  為 20，模型二則為 16； $t$  代表時間。而  $Y_{it}$  為被解釋變數； $\alpha_{1i}$  為個別效果 (individual effect)，其不隨著時間變動； $\alpha_k$  為第  $k$  個解釋變數之迴歸係數； $X_{kit}$  為各個解釋變數； $\varepsilon_{it}$  則為誤差項。

影響各國溫室氣體排放量 (EPC) 的因素，除了本文主要探討之 CDM 計畫的影響外，另加入一些會影響溫室氣體排放的因素，分別為經濟發展 (GDP)、能源效率 (EI)、煤消費量 (COAL) 與天然氣消費量 (NGAS)。由於考慮到開發中國家的溫室氣體排放量可能隨著時間增長，因此模型一另外加入時間趨勢變數 (T)。故模型一 (開發中國家) 之估計模型如下：

$$\begin{aligned} \ln(\text{EPC}_{it}) = & \alpha_{1i} + \alpha_2 \text{CER}_{i,(t+1)it} + \alpha_3 \ln(\text{GDP}_{it}) + \alpha_4 \ln(\text{EI}_{it}) + \alpha_5 \ln(\text{COAL}_{it}) \\ & + \alpha_6 \ln(\text{NGAS}_{it}) + \alpha_7 \ln(\text{T}) + \varepsilon_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 2003, \dots, 2008, \end{aligned}$$

模型二 (已開發國家) 之估計模型如下：<sup>18</sup>

$$\begin{aligned} \ln(\text{EPC}_{it}) = & \beta_{1i} + \beta_2 \text{CER}_{i,(t+1)it} + \beta_3 \ln(\text{GDP}_{it}) + \beta_4 (\ln \text{GDP}_{it})^2 + \beta_5 \ln(\text{EI}_{it}) \\ & + \beta_6 \ln(\text{COAL}_{it}) + \beta_7 \ln(\text{NGAS}_{it}) + e_{it}, \quad i = 1, \dots, n, \quad t = 2003, \dots, 2008. \end{aligned}$$

<sup>18</sup> 根據 UNFCCC 的統計資料，附件一國家的二氧化碳排放量並無隨著時間增長的趨勢，因此模型二不納入時間趨勢變數。資料來源：<http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do> (2011/02/28 取得)。



由於 CDM 計畫實行期間與 CERs 被核發之時點相隔至少一年以上，因此本文的迴歸估計式將第  $t+1$  年的 CERs ( $CER_{i,(t+1)}$ ) 與第  $t$  年的排放量 ( $EPC_{it}$ ) 做對應。另外，考慮到第  $t$  年的排放量 ( $EPC_{it}$ ) 可能對第  $t+1$  年的 CERs 產生影響，有內生性 (endogeneity) 問題，所以進一步以兩階段最小平方法之固定效果模型 (fixed effects two-stage least squares) 來做估計；也就是利用第  $t$  年的工具變數 (instrumental variable) 預測第  $t+1$  年的 CERs ( $CER_{i,(t+1)|it}$ )。而煤消費量和天然氣消費量同樣具有內生性問題，因此也採用工具變數進行估計。CERs、煤消費量和天然氣消費量的工具變數為國內儲蓄總額 (gross domestic savings)、國土面積 (land area)、外人直接投資 (foreign direct investment, FDI) 和股票交易金額 (stocks traded, total value)，資料取自世界銀行 (World Bank) 之 World Development Indicators (WDI) 資料庫。

## 二、變數定義與資料來源

本文目的在於探討 CDM 對溫室氣體減量的影響，然而由於在六種被要求減排的溫室氣體中，二氧化碳 ( $CO_2$ ) 占全球溫室氣體的比重最大，約 73%<sup>19</sup>；加上囿於溫室氣體資料的完整性不足，故本文以二氧化碳取代之。且為了剔除人口因素對排放量產生之影響，因此被解釋變數為平均每人能源消費產生之二氧化碳排放量 ( $CO_2$  emissions from the consumption of energy per capita)，資料取自美國能源情報署 (U.S. Energy Information Administration，以下簡稱 EIA)。而影響各國二氧化碳排放量的解釋變數之計算方式及資料來源如下：

### 1. CDM 計畫

代表 CDM 計畫的變數可為計畫件數或是 CERs，但考慮到每件計畫規模大

---

<sup>19</sup> 根據 Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) of World Resources Institute 之統計：  
<http://cait.wri.org/> (2011/02/28 取得)。

小的不同，因此本文不以 CDM 計畫件數做為解釋變數，而是以平均每人獲得之 CERs 做為影響二氧化碳排放的因素。Zhang and Wang (2010) 同樣以平均每人獲得之 CERs 代表 CDM 計畫，探討其對中國各地區二氧化硫排放量的影響，但實證結果並不顯著。本文 CERs 的資料由 UNFCCC 公開之各計畫已核發 CERs 數據整理所得。<sup>20</sup>由於核發之 CERs 是依據計畫設計文件 (PDD) 分配至地主國與投資國的帳戶，各計畫的分配比例並不相同，因此本文不考慮其分配比例，而將地主國與投資國在計畫中所獲得之 CERs 以相同數量計算。以註冊案號第 1105 號，中國與英國合作的計畫為例(詳見附錄表 A)，其獲得 340,137 單位的 CERs，本文便將中國與英國獲得之 CERs 數量皆以 340,137 單位計算。

探討 CDM 對溫室氣體減量之影響的實證文獻中，除了 Shimazaki *et al.* (2000) 的研究對象包含地主國和投資國，其餘文獻的研究對象皆為地主國。由於實證結果有肯定 CDM 的減量效果者(如 Sutter and Parreño, 2007; Shimazaki *et al.*, 2000)，亦有因 CDM 計畫邊界外產生的碳漏損而否定其減量效果者(如 Amatayakul and Berndes, 2007; Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005)；因此難以判斷 CERs 對二氧化碳排放量之預期效果。

## 2. 經濟發展

追求經濟發展的過程中，由於化石燃料使用的增加，使得溫室氣體排放量大幅成長。探討溫室氣體排放影響因素的相關文獻，亦有不少將經濟發展納入為解釋變數。除了少數如 Tamazian *et al.* (2009) 同時以平均每人國內生產毛額 (GDP per capita)、工業產值占 GDP 比重與國內研發支出占 GDP 比重為經濟發展變數外，大多數文獻皆以平均每人 GDP 為經濟發展變數(如李國志與李宗植，2010; Kaufmann *et al.*, 1998; Dinda and Pal, 2000; Shi, 2003; Zhang and Wang, 2010)。

---

<sup>20</sup> 資料來源：[http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers\\_iss.html](http://cdm.unfccc.int/Issuance/cers_iss.html) (2011/02/28 取得)。

另外，由於 Grossman and Krueger (1995) 提出了環境願志耐曲線 (Environmental Kuznets Curve, EKC)<sup>21</sup> 的概念，這些文獻便加入了 GDP 的平方項和三次方項為解釋變數，以檢驗經濟發展與環境汙染間是否有非線性關係。其中，Tamazian *et al.* (2009) 的實證結果支持 EKC 的理論，Zhang and Wang (2010) 則進一步發現環境汙染程度與所得呈現「N 型」的曲線。<sup>22</sup>然而，Kaufmann *et al.* (1998) 和 Dinda and Pal (2000) 的研究卻得出「正 U 型」的曲線。此外，李國志與李宗植 (2010) 和 Shi (2003) 的研究結果雖為「倒 U 型」的曲線，但轉折點非常高，與現實不符，故其認為經濟發展和環境汙染呈現單調遞增的關係。

由於開發中國家的產業結構尚未轉型，因此模型一的經濟發展變數僅加入 GDP 的一次方項；而預期已開發國家的經濟發展與環境汙染間有非線性關係，因此模型二加入 GDP 的一次方項和平方項。資料取自世界銀行 (World Bank) 之 World Development Indicators (WDI) 資料庫，因前述文獻研究結果不一，故無法預期經濟發展對二氧化碳排放量之影響。

### 3. 能源效率

能源效率 (energy efficiency) 被認為和減少汙染排放有絕對關係，其與能源密集度 (energy intensity) 是相對的；能源密集度愈高，即能源效率愈低，產生的汙染排放量就愈多。通常以每創造出一單位經濟產出所需使用之能源數量來表示能源密集度；若能源使用者可以在使用較少能源數量下得到相同數量的經濟產出，代表其能源密集度較低，能源效率較高。許多進行二氧化碳排放因素分解的研究亦將能源密集度納入為影響二氧化碳排放的重要因素 (如 Schipper *et al.*,

---

<sup>21</sup> 環境願志耐曲線為環境汙染程度與所得呈現「倒 U 型」的曲線，即所得的一次方項與平方項分別對環境汙染有正向及負向影響。也就是在經濟發展初期，隨著國民所得的增加，環境品質逐漸惡化；然而當經濟發展至某一轉折點時，環境品質會隨著產業結構轉型而逐漸改善。

<sup>22</sup> 「N 型」的曲線即所得的一次方項、平方項與三次方項分別對環境汙染有正向、負向及正向影響。

2001; Bruvoll and Medin, 2003; Bruvoll and Larsen, 2004; Lin *et al.*, 2006)。此外，有些探討污染排放影響因素的文獻，亦將能源效率變數做為解釋變數（如劉錦龍等，2002；李國志與李宗植，2010; Iwami, 2004），且均得出能源密集度對污染排放量有正向影響之結果。本文乃採用一單位 GDP 使用的主要能源消費量 (total primary energy consumption per dollar of GDP) 代表能源效率變數，資料取自 EIA，預期能源密集度對二氧化碳排放量有正向影響。

#### 4. 能源消費

人為的二氧化碳排放量主要來自於化石燃料的燃燒，因此能源消費往往與氣候變遷議題有著密不可分的關係。Tamazian *et al.* (2009) 與 Iwata *et al.* (2010) 在探討二氧化碳排放量影響因素的研究中，也以能源消費做為解釋變數，並得出能源消費對二氧化碳排放量會產生正向影響之結果。而 EIA (2010) 的研究報告顯示，全球能源相關的二氧化碳排放量於 2007 年高達 297 億公噸，EIA 並預測其將於 2020 年增長至 338 億公噸，甚至於 2035 年達到 424 億公噸。另外，根據 2008 年的統計數據顯示，在產生二氧化碳的能源中，煤占了 43% 之比重，天然氣占了 20% 之比重 (IEA, 2010)。因此，本文將平均每人煤消費量 (coal consumption per capita) 與平均每人天然氣消費量 (dry natural gas consumption per capita) 做為能源消費變數，資料取自 EIA，預期兩者皆對二氧化碳排放量有正向影響。

以下將本研究的被解釋變數與各項解釋變數之定義、資料來源及預期影響彙整如表 2。

表 2 變數之定義與資料來源

變數	解釋	資料來源	預期符號
被解釋變數 (dependent variable)			
二氧化碳排放量 [EPC]	能源消費產生之二氧化碳總排放量/總人口 (公噸)	Energy Information Administration	
解釋變數 (independent variable)			
CDM 計畫 [CER]	已核發之 CERs 數量/總人口	UNFCCC	?
經濟發展 [GDP]	GDP/總人口 (constant 2000 US\$)	World Bank: World Development Indicators	?
能源效率 [EI]	主要能源消費量/GDP (Btu/Year 2005 US\$)	Energy Information Administration	+
煤消費量 [COAL]	煤消費量/總人口 ( $10^{15}$ Btu)	Energy Information Administration	+
天然氣消費量 [NGAS]	天然氣消費量/總人口 ( $10^{15}$ Btu)	Energy Information Administration	+
時間趨勢 [T]	2003 年為 1，其後逐年加 1		+

註：Btu (British thermal unit) 為英熱單位。

## 肆、 研究結果與分析

### 一、 敘述統計分析

各個變數的基本統計量呈現如表 3。首先，由表中可看出，已開發國家的平均每人二氧化碳排放量高於開發中國家許多，與一般認定已開發國家為主要汙染排放源的說法相符。而開發中國家中，平均每人二氧化碳排放量最多與最少者分別為 2008 年的南韓與 2003 年的巴基斯坦；已開發國家則是 2005 年的盧森堡排放最多，2007 年的瑞士排放最少。

至於本文著重探討的 CDM 計畫，開發中國家平均每人每年獲得 0.017 單位的 CERs，相當於減少排放 0.017 公噸之二氧化碳當量；而已開發國家平均每人每年則獲得 1.055 單位的 CERs。在 2003 年，各國均未獲得 CERs 之核發，因此其最小值為 0。在最大值的部分，開發中國家落在 2007 年的南韓，已開發國家則落在 2007 年的瑞士。另外，開發中國家的變異係數為 2.911，已開發國家為 2.251，皆高於其他變數之變異係數；顯示各國獲得之 CERs 數量分散程度大，而以開發中國家之情形較為嚴重。

在經濟發展方面，開發中國家的變異程度較已開發國家為高，開發中國家平均每人 GDP 最高者為 2008 年的以色列 (22,033.770 美元)，最低者為 2003 年的越南 (473.416 美元)。而已開發國家則為 2007 年的盧森堡有最高之平均每人 GDP (56,624.730 美元)，最小值則為 2003 年的西班牙 (15,171.510 美元)。

能源效率的部分，開發中國家的能源密集度較高。平均而言，開發中國家每創造出一單位 GDP 需使用 15,005.890 Btu 的能源；已開發國家每創造出一單位 GDP 需使用 5,692.957 Btu 的能源。其中，2008 年的以色列和 2004 年的中國分

表 3 變數的基本統計量

變數	研究範圍	觀察值	平均數	標準差	變異係數	最小值	最大值
二氧化碳排放量 [EPC]	開發中國家	120	3.568	2.985	0.836	0.646 (巴基斯坦)	10.785 (南韓)
	已開發國家	96	11.234	5.038	0.448	5.782 (瑞士)	26.862 (盧森堡)
CDM計畫 [CER]	開發中國家	120	0.017	0.049	2.911	0	0.348 (南韓)
	已開發國家	96	1.055	2.374	2.251	0	15.778 (瑞士)
經濟發展 [GDP]	開發中國家	120	4,660.925	4,914.993	1.055	473.416 (越南)	22,033.770 (以色列)
	已開發國家	96	29,465.830	8,979.049	0.305	15,171.510 (西班牙)	56,624.730 (盧森堡)
能源效率 [EI]	開發中國家	120	15,005.890	6,783.659	0.452	5,516.494 (以色列)	31,026.170 (中國)
	已開發國家	96	5,692.957	2,013.877	0.354	3,085.388 (丹麥)	12,665.040 (加拿大)
煤消費量 [COAL]	開發中國家	120	$1.36 \times 10^{-8}$	$2.17 \times 10^{-8}$	1.596	$1.51 \times 10^{-11}$ (烏拉圭)	$8.78 \times 10^{-8}$ (南非)
	已開發國家	96	$2.14 \times 10^{-8}$	$1.36 \times 10^{-8}$	0.636	$6.80 \times 10^{-10}$ (瑞士)	$4.61 \times 10^{-8}$ (芬蘭)
天然氣消費量 [NGAS]	開發中國家	120	$1.03 \times 10^{-8}$	$1.19 \times 10^{-8}$	1.155	$1.06 \times 10^{-10}$ (以色列)	$4.38 \times 10^{-8}$ (馬來西亞)
	已開發國家	96	$4.88 \times 10^{-8}$	$3.03 \times 10^{-8}$	0.621	$3.64 \times 10^{-9}$ (瑞典)	$1.15 \times 10^{-7}$ (盧森堡)

別為開發中國家能源效率最高與最低的國家；2008 年的丹麥與 2003 年的加拿大則分別為已開發國家中能源效率最高及最低的國家。

最後，無論是煤消費量或是天然氣消費量，已開發國家均高於開發中國家，但分散程度則為開發中國家較大。開發中國家平均每人消費之煤與天然氣分別為 13,600,000 Btu 及 10,300,000 Btu；已開發國家則分別為 21,400,000 Btu 和 48,800,000 Btu。開發中國家的部分，煤與天然氣消費最多的分別為 2008 年的南非與馬來西亞，消費最少的則分別為 2003 年的烏拉圭和以色列。另外，已開發國家中，煤與天然氣消費最多的國家分別為 2003 年的芬蘭和 2004 年的盧森堡；消費最少的則分別為 2008 年的瑞士與 2006 年的瑞典。

## 二、 模型檢定

本文用以選擇適當模型的檢定結果呈現如表 4。由檢定結果可看出，模型一（開發中國家）與模型二（已開發國家）皆在 1% 的顯著水準下，拒絕 F 檢定「混合迴歸模型優於固定效果模型」之虛無假設；在 1% 的顯著水準下，拒絕 LM 檢定「混合迴歸模型優於隨機效果模型」之虛無假設。而 Hausman (1978) 提出之設定檢定 (specification test) 用於檢定未被觀察到的效果 (unobserved effect) 與解釋變數之間的正交性，其虛無假設為解釋變數與誤差項無相關性，適用隨機效果模型；若拒絕虛無假設，則解釋變數與誤差項具有相關性，適用固定效果模型。由表 4 可看出，兩個模型皆在 1% 的顯著水準下，拒絕 Hausman 檢定「隨機效果模型優於固定效果模型」之虛無假設，即解釋變數與誤差項具有相關性。另外，Hausman 檢定可進一步確認個別的解釋變數與誤差項是否具有相關性，以檢驗出某些有內生性問題之解釋變數。<sup>23</sup>

---

<sup>23</sup> 參考資料：Baltagi (2005)。



表 4 模型檢定結果

		模型一 開發中國家	模型二 已開發國家
F 檢定	F 值	237.292 ***	190.493 ***
LM 檢定	卡方值	260.550 ***	188.120 ***
Hausman 檢定	卡方值	12.220 ***	15.430 ***
RESET 檢定	卡方值	1.490	0.480
異質性檢定	卡方值	15716.850 ***	2082.650 ***

註：\*\*\*、\*\*、\*分別代表在 1%、5%、10%的顯著水準下，拒絕虛無假設。

除此之外，為了確保實證結果的可信度，本文利用 RESET 檢定 (Regression Specification Error Test)、異質性 (heteroscedasticity) 檢定與共線性 (collinearity) 檢定來驗證實證模型的設定是否正確。

#### 1. RESET 檢定

RESET 檢定 (Regression Specification Error Test) 為 Ramsey (1969) 所提出，用於檢測模型設定是否適當。其虛無假設為「模型設定適當」，若拒絕虛無假設則表示模型設定不適當，可能為遺漏變數或函數形式錯置等原因所導致。由表 4 可看出本研究的 RESET 檢定結果，模型一（開發中國家）及模型二（已開發國家）在 10%的顯著水準下皆無法拒絕虛無假設，即本文的兩個模型設定適當。

#### 2. 異質性檢定

若殘差項有異質性 (heteroscedasticity)，則估計式的標準誤會產生偏誤，因此須利用異質性檢定來檢驗殘差項是否具有異質性。由於本研究的兩個模型均為固定效果模型，故使用修正之 Wald 檢定 (modified Wald test) 來進行檢驗。由表 4 可看出修正之 Wald 檢定的結果，模型一（開發中國家）與模型二（已開發國

家) 皆在 1% 的顯著水準下，拒絕「殘差項不具異質性」之虛無假設，即研究資料具有異質性的問題。因此，本文將使用 White (1980) 提出之穩健標準誤的方式來修正異質性對估計結果所產生之影響，再進行迴歸模型的估計。

### 3. 共線性檢定

本文利用成對解釋變數間的皮爾森相關係數 (Pearson correlation) 來檢驗迴歸式是否存在共線性 (collinearity) 之問題。若兩解釋變數的相關係數高於 0.8 或低於 -0.8，則表示可能存在高度的共線性。由表 5 可得知，本文兩個模型解釋變數間的相關係數絕對值均小於 0.8，因此沒有共線性之問題。



表 5 皮爾森相關係數

模型一（開發中國家）						
	CER	ln(GDP)	ln(EI)	ln(COAL)	ln(NGAS)	ln(T)
CDM 計畫[CER]	1.000					
經濟發展[ln(GDP)]	0.311	1.000				
能源效率[ln(EI)]	-0.100	-0.628	1.000			
煤消費量[ln(COAL)]	0.265	0.082	0.215	1.000		
天然氣消費量[ln(NGAS)]	0.258	0.367	0.078	0.163	1.000	
時間趨勢[ln(T)]	0.258	0.082	-0.093	0.041	0.147	1.000
模型二（已開發國家）						
	CER	ln(GDP)	ln(EI)	ln(COAL)	ln(NGAS)	
CDM 計畫[CER]	1.000					
經濟發展[ln(GDP)]	0.251	1.000				
能源效率[ln(EI)]	-0.309	-0.206	1.000			
煤消費量[ln(COAL)]	-0.481	-0.320	0.394	1.000		
天然氣消費量[ln(NGAS)]	-0.237	-0.027	0.295	0.325	1.000	

根據以上的模型檢定結果，本研究的實證模型並無設定不當和共線性之問題。因此，在透過穩健標準誤修正異質性後，本文所得出的研究結論可謂具有相當的可信度。

### 三、 實證結果

本文以固定效果模型與兩階段最小平方法估計之迴歸結果詳列於表 6、表 7。其中，模型一的觀察對象為開發中國家，模型二的觀察對象為已開發國家。

表 6 模型一（開發中國家）之估計結果

被解釋變數：平均每人能源消費產生之二氧化碳排放量 [ln(EPC)]		
解釋變數	固定效果模型	兩階段 最小平方法
CDM 計畫 [CER]	-0.2264 *** (0.0584)	-0.2234 ** (0.1036)
經濟發展 [ln(GDP)]	0.9500 *** (0.0585)	0.8400 *** (0.1404)
能源效率 [ln(EI)]	0.9114 *** (0.1321)	0.7116 *** (0.0866)
煤消費量 [ln(COAL)]	0.0358 (0.0246)	0.0924 (0.0925)
天然氣消費量 [ln(NGAS)]	-0.0002 (0.0077)	0.0309 (0.0504)
時間趨勢 [ln(T)]	0.0116 (0.0112)	-0.0014 (0.0162)
常數項	-14.6019 *** (1.4273)	-10.1424 *** (3.2005)
樣本數	120	120
F 統計量	831.97 ***	
卡方統計量		124698.31 ***

註：

1. 括號內之值為標準誤。
2. 迴歸係數之估計結果皆使用 White (1980) 提出之穩健標準誤修正。
3. \*\*\*、\*\*、\*分別代表在 1%、5%、10%的顯著水準下，拒絕估計值為零的虛無假設。

表 7 模型二（已開發國家）之估計結果

被解釋變數：平均每人能源消費產生之二氧化碳排放量 [ln(EPC)]		
解釋變數	固定效果模型	兩階段 最小平方法
CDM 計畫 [CER]	0.0006 (0.0008)	0.0009 (0.0145)
經濟發展 [ln(GDP)]	-3.6651 (3.3282)	-3.3096 (6.1966)
經濟發展 [(lnGDP) <sup>2</sup> ]	0.1798 (0.1652)	0.1623 (0.3222)
能源效率 [ln(EI)]	0.3305 (0.1969)	0.3374 (0.4825)
煤消費量 [ln(COAL)]	0.1634 *** (0.0514)	0.1633 (0.2522)
天然氣消費量 [ln(NGAS)]	0.1562 *** (0.0163)	0.1424 * (0.0858)
常數項	23.7645 (16.3570)	21.6635 (23.7897)
樣本數	96	96
F 統計量	64.09 ***	
卡方統計量		933401.05 ***

註：

1. 括號內之值為標準誤。
2. 迴歸係數之估計結果皆使用 White (1980) 提出之穩健標準誤修正。
3. \*\*、\*、\*分別代表在 1%、5%、10% 的顯著水準下，拒絕估計值為零的虛無假設。

首先，由表 6 可看出，模型一的 CERs 數量，無論使用固定效果模型或是兩階段最小平方法 (two-stage least squares，以下簡稱 2SLS) 估計，皆對二氧化碳排放量有顯著負向影響，與 Sutter and Parreño (2007)、Shimazaki *et al.* (2000) 的研究結果相符。然而，值得注意的是，當每人獲得一單位之 CER (相當於一公噸二氧化碳當量)，會使得每人排放量減少 22.34%，相當於減少 0.7971 公噸之二氧化碳。<sup>24</sup> 由此可見，經核發之 CERs 與實際減排效果仍不相符。故當研究範圍由單一國家或單一 CDM 項目擴大至所有開發中國家的所有 CDM 項目時，雖然研究結果並不如以往文獻否認 CDM 之減排效果 (如 Amatayakul and Berndes, 2007; Böhringer *et al.*, 2003; Glomsrød and Wei, 2005)，但也證實了 CERs 被過量核發之疑慮。另一方面，由表 7 可看出，模型二的 CERs 數量，使用兩種估計方法皆對二氧化碳排放量無顯著影響。推測其原因為已開發國家除了實行 CDM 計畫之外，同時進行排放交易 (Emissions Trading) 和聯合減量 (Joint Implementation)，並在國內有多項能源相關稅制之管制。根據 World Bank (2010) 的統計顯示，2009 年的 CDM 市場交易量僅占整個碳交易市場的 15%，顯示 CDM 計畫並非已開發國家進行減排活動的主要方式。因此，CDM 計畫對其二氧化碳排放量並無顯著影響。

根據表 6，開發中國家的經濟發展變數對二氧化碳有顯著的正向影響，顯示其確實會因為經濟的發展而加重環境汙染。然而表 7 卻顯示，已開發國家的經濟發展程度對二氧化碳排放量無顯著影響。推論可能原因為經濟發展對汙染排放量的影響效果有二，一方面為國民所得較高之國家，易於大量消費，導致汙染排放量增加；另一方面為國民所得較高之國家，其環保意識較高，進而減少汙染排放量 (Diekmann and Franzen, 1999)。在這兩種效果同時作用之下，經濟發展對汙染排放量的正向及負向影響互相抵消，相當於經濟發展對汙染排放量無影響。

---

<sup>24</sup> 開發中國家的每人二氧化碳排放量之平均數為 3.568 (詳見表 3)，而  $3.568 \times 22.34\% = 0.7971$ ，故每人獲得一單位之 CER，會減少排放 0.7971 公噸之二氧化碳。

至於能源效率部分，本文以能源密集度代表能源效率變數。模型一顯示，無論使用固定效果模型或是 2SLS 估計，能源密集度對開發中國家之二氧化碳排放量皆有顯著正向影響，與過去文獻的研究結果一致（如劉錦龍等，2002；李國志與李宗植，2010；Iwami, 2004）。模型二則顯示，能源密集度對已開發國家之二氧化碳排放量並無顯著影響，推測其原因為已開發國家的能源密集度較低，而此現象從本文敘述統計之結果亦可得到驗證。

在能源消費方面，開發中國家的煤消費量和天然氣消費量皆對二氧化碳排放量無顯著影響。已開發國家的部分，使用固定效果模型估計之結果為煤消費量和天然氣消費量皆對二氧化碳排放量有顯著正向影響，但使用 2SLS 估計之結果則是煤消費量對二氧化碳排放量無顯著影響，而天然氣消費量在 10% 的顯著水準下對二氧化碳排放量有顯著的正向影響。根據本文敘述統計之結果，已開發國家平均每人天然氣消費量高於煤消費量，故推測此為天然氣消費量有顯著影響，但煤消費量無顯著影響的原因。

最後，時間趨勢對開發中國家的二氧化碳排放量並無顯著影響。由此可見，開發中國家的污染排放量並不會隨著時間增長而逐年增加。

## 伍、 結論與建議

近年來，全球暖化所引起的氣候變遷問題已嚴重影響人類生活；以往歸咎於已開發國家過度排放溫室氣體之減量責任也逐漸分擔給開發中國家。京都議定書中的清潔發展機制 (CDM) 即是讓已開發國家與開發中國家共同實踐減量目標的一種彈性減量機制，其宗旨為協助已開發國家完成京都議定書的減量承諾，並透過已開發國家對開發中國家的資金及技術之投入，達成開發中國家永續發展的目標。

基於 CDM 以「雙贏」為目的，因此其減排成效備受關注。在過去的文獻當中，儘管研究結果並不一致，但較多數的研究結論顯示 CDM 會使溫室氣體增加。部分學者認為 CDM 的執行理事會在計畫額外性的評估方法和基線的設定上存有缺失，另一部分學者則認為在計畫邊界外有碳漏損的情形發生；這些原因導致實質溫室氣體排放量並無減少，而執行理事會所核發之 CERs 亦不代表減排成效。

然而，過去文獻僅針對特定計畫項目或是特定區域為研究對象。因此，有鑒於以往文獻在國家與計畫型態上的侷限性以及研究結果的歧異，本文將研究範圍擴大至參與 CDM 計畫並且獲得核發之 CERs 的 20 個開發中國家和 16 個已開發國家，並且包含所有計畫項目。

本文以兩階段最小平方法之固定效果模型估計之結果顯示，CDM 計畫能減少開發中國家的二氧化碳排放量，但 CERs 有被過量核發之現象；另一方面，CDM 計畫對已開發國家的減排效果並無影響。此外，開發中國家的二氧化碳排放量還受到經濟發展和能源效率之影響；已開發國家則受到天然氣消費量之影響。

根據本文的研究結果，雖然 CDM 對投資國的減排效果不具影響力，但確實能減少地主國的二氧化碳排放量，就全球而言，排放量能因此而減少。歸納本文與過去文獻 (如 Sutter and Parreño, 2007; Shimazaki *et al.*, 2000) 的研究結論，



CDM 為已開發國家帶來之利益為降低減量成本；為開發中國家則帶來減少汙染排放，產生衍生之環境利益，以及獲取資金援助和技術移轉等利益。<sup>25</sup>因此，CDM 可謂一種有效的減量機制，值得做為各國實現減量目標之工具，惟 CDM 之執行理事會對於計畫額外性的評估方法和基線的設定應加以修正，以確保核發之 CERs 的正確性。

台灣目前雖不受國際性減量目標規範，但 2007 年的平均每人二氧化碳排放量已高居全球第 14 位，<sup>26</sup>實應與世界各國共同承擔減量責任。而我國政府於「溫室氣體減量法」草案中指出，將以國際間排放交易制度與 CDM 做為台灣實施減量措施之借鏡，顯示 CDM 未來有可能成為我國重要之減量工具。而根據本文之研究結果，CDM 為地主國帶來了二氧化碳減量的效益，證明了我國將 CDM 計畫列為減量政策的可行性，因此政府未來確實可朝此方向邁進。

---

<sup>25</sup> 衍生之環境利益如減少二氧化硫，使得空氣品質提升等利益。

<sup>26</sup> 根據 Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) of World Resources Institute 之統計：  
<http://cait.wri.org/>（2011/04/15 取得）。

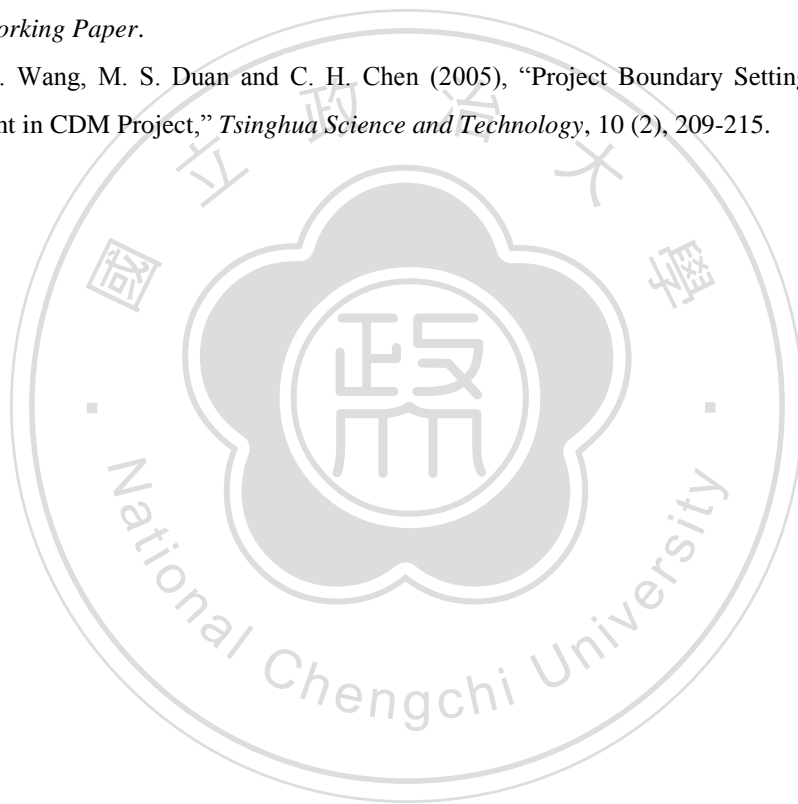
## 參考文獻

- 吳珮瑛，黃雅琪，吳麗敏與劉哲良 (2008)，「所得分配在不同經濟發展水準國家對 CO<sub>2</sub> 排放減量之影響」，*《法制論叢》*，42，1-40。
- 李國志與李宗植 (2010)，「中國二氧化碳排放的區域差異和影響因素研究」，*《中國人口、資源與環境》*，20 (5)，22-27。
- 范建得 (2008)，*《京都議定書與清潔發展機制 (CDM) 100 問》*，台北：元照出版有限公司。
- 劉錦龍，鄒孟文與劉錦添 (2002)，「環境管制與空汙排放量：台灣製造業廠商之實證」，*《經濟論文叢刊》*，30 (3)，361-382。
- Alexeev, J., L. Bergset, K. Meyer, J. Petersen, L. Schneider and C. Unger (2010), "An Analysis of the Relationship Between the Additionality of CDM Projects and Their Contribution to Sustainable Development," *International Environmental Agreements*, 10 (3), 233-248.
- Amatayakul, W. and G. Berndes (2007), "Fuel Ethanol Program in Thailand: Energy, Agricultural, and Environmental Trade-offs and Prospects for CO<sub>2</sub> Abatement," *Energy for Sustainable Development*, 11 (3), 51-66.
- Asuka, J. and K. Takeuchi (2004), "Additionality Reconsidered—Lax Criteria May Not Benefit Developing Countries," *Climate Policy*, 4 (2), 177-192.
- Auffhammer, M. and R. T. Carson (2007), "Forecasting the Path of China's CO<sub>2</sub> Emissions Using Province Level Information," *Journal of Environmental Economics and Management*, 55 (3), 229-247.
- Baltagi, B. H. (2005), *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Press.
- Böhringer, C., K. Conrad and A. Löschel (2003), "Carbon Taxes and Joint Implementation—An Applied General Equilibrium Analysis for Germany and India," *Environmental and Resource Economics*, 24 (1), 49-76.
- Bruvold, A. and B. M. Larsen (2004), "Greenhouse Gas Emissions in Norway: Do Carbon Taxes Work?" *Energy Policy*, 32 (4), 493-505.
- Bruvold, A. and H. Medin (2003), "Factors Behind the Environmental Kuznets Curve—A Decomposition of the Changes in Air Pollution," *Environmental and Resource Economics*, 24 (1), 27-48.
- CDM Executive Board (2005), Glossary of CDM terms—Version 05: from [http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos\\_CDM.pdf](http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos_CDM.pdf).
- Diekmann, A. and A. Franzen (1999), "The Wealth of Nations and Environmental Concern," *Environment and Behavior*, 31 (4), 540-49.
- Dinda, S., D. Coondoo and M. Pal (2000), "Air Quality and Economic Growth: An Empirical Study," *Ecological Economics*, 34 (3), 409-423.
- EIA (2010), *International Energy Outlook 2010*, Washington, DC: IEA (U.S. Energy Information Administration) Press.

- Friedl, B. and M. Getzner, (2003), "Determinants of CO<sub>2</sub> Emissions in a Small Open Economy," *Ecological Economics*, 45 (1), 133-148.
- Fronzizi, I. (2009), *The Clean Development Mechanism—Guide 2009*, Rio de Janeiro, Brazil: UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) Press.
- Geres, R. and A. Michaelowa (2002), "A Qualitative Method to Consider Leakage Effects from CDM and JI Projects," *Energy Policy*, 30 (6), 461-463.
- Glomsrød, S. and T. Wei (2005), "Coal Cleaning: A Viable Strategy for Reduced Carbon Emissions and Improved Environment in China?" *Energy Policy*, 33 (4), 525-542.
- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1995), "Economic Growth and the Environment," *Quarterly Journal of Economics*, 110 (2), 353-377.
- Hagem, C. and B. Holtsmark (2009), "Does the Clean Development Mechanism Have a Viable Future?" Research Department of Statistics Norway, Discussion Papers, No. 577.
- IEA (2010), *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2010—Highlights*, Paris, France: OECD/IEA Press.
- IPCC (2007), *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Iwami, T. (2004), "Economic Development and/or Environmental Quality: Emissions of CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> in East Asia," *Seoul Journal of Economics*, 17 (1), 55-83.
- Iwata, H., K. Okada and S. Samreth (2010), "Empirical Study on the Environmental Kuznets Curve for CO<sub>2</sub> in France: The Role of Nuclear Energy," *Energy Policy*, 38 (8), 4057-4063.
- Jarque, C. M. and A. K. Bera (1980), "Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals," *Economics Letters*, 6 (3), 255-259.
- Jarque, C. M. and A. K. Bera (1987), "A test for normality of observations and regression residuals," *International Statistical Review*, 55 (2), 163-172.
- Kaufmann, R. K., B. Davidsdottir, S. Garnham and P. Pauly (1998), "The Determinants of Atmospheric SO<sub>2</sub> Concentrations: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve," *Ecological Economics*, 25 (2), 209-220.
- World Bank (2010), *State and Trends of the Carbon Market*, Washington, DC: World Bank Institute Press.
- Liaskas, K., G. Mavrotas, M. Mandaraka and D. Diakoulaki (2000), "Decomposition of Industrial CO<sub>2</sub> Emissions: The Case of European Union," *Energy Economics*, 22 (4), 383-394.
- Lin, S. J., I. J. Lu and C. Lewis (2006), "Identifying Key Factors and Strategies for Reducing Industrial CO<sub>2</sub> Emissions from a Non-Kyoto Protocol Member's (Taiwan) Perspective," *Energy Policy*, 34 (13), 1499-1507.
- Michaelowa, A. and K. Umamaheswaran (2006), "Additionalty and Sustainable Development Issues Regarding CDM Projects in Energy Efficiency Sector," *HWWA Discussion Paper*, No. 346.
- Millard-Ball, A. and L. Ortolano (2010), "Constructing Carbon Offsets: The Obstacles to Quantifying Emission Reductions," *Energy Policy*, 38 (1), 533-546.
- Mizuno, Y. (2010), *CDM in Charts*, Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies

- (IGES) Press.
- Möllersten, K. and S. Grönkvist (2007), "All CO<sub>2</sub> Is Equal in the Atmosphere—A Comment on CDM GHG Accounting Standards for Methane recovery and Oxidation Projects," *Energy Policy*, 35 (7), 3675-3680.
- Panayotou, T. (1997), "Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool," *Environment and Development Economics*, 2 (4), 465-484.
- Partridge, I. and S. Gamkhar (2010), "The Role of Offsets in a Post-Kyoto Climate Agreement: The Power Sector in China," *Energy Policy*, 38 (8), 4457-4466.
- Ramsey, J. B. (1969), "Tests for Specification Errors in Classical Linear Least Squares Regression Analysis," *Journal of the Royal Statistical Society*, 31 (2), 350-371.
- Schipper, L., F. Unander, S. Murtishaw and M. Ting (2001), "Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economy Link," *Annual Review of Energy and the Environment*, 26, 49-81.
- Schneider, L. (2007), "Is the CDM Fulfilling Its Environmental and Sustainable Development Objectives? An Evaluation of the CDM and Options for Improvement," Report prepared for WWF, Öko-Institut, Berlin.
- Schneider, L. (2008), "A Clean Development Mechanism (CDM) with Atmospheric Benefits for a Post-2012 Climate Regime," Discussion paper, Öko-Institut, Berlin.
- Selvaretnam, G. and K. Thampanishvong (2010), "Future of the Clean Development Mechanism in Tackling Climate Change," School of Economics and Finance, University of St. Andrews, Discussion Paper Series, No. 0808.
- Shi, A. (2003), "The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975–1996: Evidence from Pooled Cross-Country Data," *Ecological Economics*, 44 (1), 29-42.
- Shimazaki, Y., A. Akisawa and T. Kashiwagi (2000), "A Model Analysis of Clean Development Mechanisms to Reduce both CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> Emissions between Japan and China," *Applied Energy*, 66 (4), 311-324.
- Stern, N. (2007), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge, UK : Cambridge University Press.
- Stern, N. (2008), "The Economics of Climate Change," *American Economic Review: Papers and Proceedings*, 98 (2), 1-37.
- Sutter, C. and J. C. Parreño (2007), "Does the Current Clean Development Mechanism (CDM) Deliver Its Sustainable Development Claim? An Analysis of Officially Registered CDM Projects," *Climatic Change*, 84 (1), 75-90.
- Tamazian, A., J. P. Chousa and K. C. Vadlamannati (2009), "Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental Degradation: Evidence from BRIC Countries," *Energy Policy*, 37 (1), 246-253.
- UNFCCC (2006), Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session, held at Montreal from 28 November to 10 December 2005,

- FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.1: from <http://www.scientia.hu/klimavaltozas/dok/08a01.pdf>.
- Viguiet, L. L. (2004), "A Proposal to Increase Developing Country Participation in International Climate Policy," *Environmental Science and Policy*, 7 (3), 195-204.
- Vöhringer, F., T. Kuosmanen and R. Dellink, (2004), "A Proposal for the Attribution of Market Leakage to CDM Projects," *HWWA Discussion Paper*, No. 262.
- Wara, M. W. (2007), "Is the Global Carbon Market Working?" *Nature*, 445, 595–596.
- Wara, M. W. and D. G. Victor (2008), "A Realistic Policy on International Carbon Offsets," *PESD Working Paper*, No.74.
- White, H. (1980), "A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity," *Econometrica*, 48 (4), 817-838.
- Zhang, J. and C. Wang (2010), "Estimating the Co-Benefit of the Clean Development Mechanism," *SSRN Working Paper*.
- Zou, C., S. J. Wang, M. S. Duan and C. H. Chen (2005), "Project Boundary Setting and Leakage Treatment in CDM Project," *Tsinghua Science and Technology*, 10 (2), 209-215.



## 附錄 A

表 A 2011/02/01-2011/02/15 核發之 CERs

註冊 案號	計畫名稱	CERs 核發日期	CERs 核發數量	認證 減量期間	地主國	其他 參與國家
1105	Changshu Haike HFC 23 Decomposition Project	1-Feb-11	340,137	01 Feb 2010-30 Apr 2010	中國	英國
1226	Youshuishiti Hydroelectric Project	1-Feb-11	140,141	26 Apr 2010-25 Jul 2010	中國	瑞士 荷蘭
32	Methane capture and combustion from swine manure treatment for Peralillo	1-Feb-11	109,414	01 Nov 2006-31 Dec 2007	智利	加拿大 日本 英國
484	Fuel oil to natural gas switch at Solvay Indupa do Brasil S.A.”	3-Feb-11	85,496	01 May 2008-28 Feb 2010	巴西	瑞士 英國
1190	Pingwu Renjiaba 12.6 MW Small Hydropower Project, P.R.China	3-Feb-11	62,278	21 Aug 2009-20 Jul 2010	中國	瑞士 荷蘭
906	Heilongjiang Huafu Muling Wind Farm Project	3-Feb-11	43,853	30 Apr 2009-28 Feb 2010	中國	荷蘭
819	Zhongjieneng Suqian 2*12MW Biomass Direct Burning Power Plant Project	3-Feb-11	132,231	01 Aug 2009-31 Jul 2010	中國	瑞士 瑞典 英國

(續)

表 A (續)

註冊案號	計畫名稱	CERs 核發日期	CERs 核發數量	認證 減量期間	地主國	其他 參與國家
2991	Sichuan Baixi 24MW Hydropower Project	3-Feb-11	29,515	20 Mar 2010-25 Jun 2010	中國	瑞典
2568	Shanghai Dong Hai Bridge Offshore Wind Farm Project	3-Feb-11	30,824	24 Sep 2009-31 Jul 2010	中國	英國
2376	Yunnan Tengchong Longchuan River Stage I Hydropower Plant, China	3-Feb-11	75,269	26 Aug 2009-31 Jul 2010	中國	瑞典 荷蘭
1598	Emission reductions through partial substitution of fossil fuel with alternative fuels in the 2 cement plants of PT Holcim Indonesia Tbk	3-Feb-11	12,335	02 Sep 2008-31 Dec 2008	印尼	瑞士
508	Onyx Alexandria Landfill Gas Capture and Flaring Project	4-Feb-11	135,267	01 Jan 2008-31 Jan 2010	埃及	西班牙 法國
945	Methane Capture and use as fuel at Rajaram Maize Products, Chattisgarh	7-Feb-11	14,235	01 Jun 2008-31 Mar 2010	印度	瑞士
116	N2O Emission Reduction in Paulínia, SP, Brazil	7-Feb-11	492,530	01 Oct 2010-24 Oct 2010	巴西	瑞士 日本 荷蘭 英國 法國

(續)

表 A (續)

註冊 案號	計畫名稱	CERs 核發日期	CERs 核發數量	認證 減量期間	地主國	其他 參與國家
1276	10.2MW Yangdun Small-Scale Hydropower Project	7-Feb-11	17,544	04 Jul 2008-20 May 2009	中國	日本
1943	Sichuan Greenleaf (Lvye) 60MW Hydropower Project	9-Feb-11	247,806	13 Feb 2009-25 Feb 2010	中國	日本
1113	Project for the catalytic reduction of N2O emissions with a secondary catalyst inside the ammonia reactor of the nitric acid plant at Fertilizers & Chemicals Ltd., Haifa, Israel	14-Feb-11	80,717	29 Nov 2007-10 May 2009	以色列	瑞士 德國 英國