

溫室氣體減量之清潔發展機制功能 與專案成本比較*

吳珮琰**

臺灣大學農業經濟學系主任

邱可甄

第一銀行民生分行試用高級辦事員

劉哲良

中華經濟研究院綠色經濟中心副研究員

摘要

本文之目的在探討清潔發展機制(CDM)自2004年第一個註冊的專案開始,至本文進行前之2014年12月止,參與雙邊及多邊CDM機制的21個投資國,至不同主辦國進行「再生能源」、「甲烷減量與煤礦甲烷或煤層氣之減量」、「燃料轉換」、「供給面能源效率」、「需求面能源效率」及「避免甲烷逸散」等六種主要CDM專案類型,所完成的4,061個專案計畫之平均減量成本比較。此外,本文亦討論CDM的定位及目標,同時探討影響CDM專案在不同主辦國間的分布情形,及影響投資國執行CDM專案的可能因素。結果顯示,不論是那一種專案類型,由不同投資國執行相同類型專案的每公噸平均減量成本,或是同一個投資國執行不同專案類型的平均每公噸減量成本,均有很明顯的差異。其中比利時所執行的「甲烷減量」專案的平均減量成本最小、平均每公噸為3.61美元,愛爾蘭的「需求面能源效率」專案之平均減量成本最高,平均每公噸為5,715.89美元。又整體而言「再生能源」專案在21個投資國的平均每噸減量成本最高,其次為「甲烷減量」專案類型;反之,「避免甲烷逸散」專案,每噸減量成本最低。

關鍵詞：投資國、減量成本、清潔發展機制專案類型、技術競爭力、京都議定書

* 本文的完成感謝科技部計畫補助(MOST 104-2410-H-002-218),文中如有任何錯誤,實屬作者之責。

** 本文通訊作者, Email: piwu@ntu.edu.tw。

壹、前言

2014 年聯合國 (United Nations) 政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 的第五次評估報告 (fifth assessment report, AR5) 指出, 自 1951 至 2010 全球上升的溫度有一半極有可能是導因於溫室氣體 (greenhouse gas, GHG)¹ 濃度過高, 且主要來自人類活動所造成 (IPCC, 2014)。GHG 之排放量逐年增加且突破歷年之紀錄, 使全球溫度逐年上升, 造成氣候變遷; 1983 至 2012 年是 1,400 年來北半球最熱的一段期間, 多年凍土開始融化致使海平面上升而危及極地區域、沿海地區及部分島嶼國家, 氣候變遷所帶來之影響已擴及人類生活及自然生態系統 (Burkett, et al., 2014)。

面對 GHG 過度排放所衍生的問題, 聯合國於 1992 年在巴西里約熱內盧召開聯合國環境與發展會議 (United Nations Conference on Environment and Development, UNCED), 簽訂『聯合國氣候變化綱要公約』 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), 要求 35 個工業化國家 (industrialized countries) 共同約定配合緩和氣候變遷, 須在 2000 年前將 GHG 排放量降至 1990 年之水準 (UNFCCC, 2014a)。1997 年締約國於日本京都市召開之締約國大會 (conference of the parties, COP) 為該公約制訂『京都議定書』 (Kyoto Protocol), 簽署該議定書之國家為 UNFCCC 的附件 B 國家² (Annex B countries) (UNFCCC, 2008)。而『京都議定書』提出了三種減量機制, 分別為國際排放交易機制 (international emissions trading, IET)、共同減量措施 (joint implementation, JI) 及清潔發展機制 (clean

¹ 『京都議定書』規範之溫室氣體包含二氧化碳 (carbon dioxide)、甲烷 (methane)、氧化亞氮 (nitrous oxide)、氫氟碳化物 (hydrofluorocarbons)、全氟化碳 (perfluorocarbons)、六氟化硫 (sulphur hexafluoride) 等六種氣體, 會造成程度不一的全球暖化潛勢 (global warming potential), 即對於溫室效應的影響程度, 故國際間以估算特定溫室氣體對地球總體產生的熱能之計量方式, 將這六種溫室氣體之單位標準化為二氧化碳當量 (carbon dioxide equivalents), 各國的減量對象主要為二氧化碳當量, 以重量單位計 (UNFCCC, 1997)。

² 附件 B 國家列於附錄一。

development mechanism, CDM)，這些機制均允許國家或經濟體間共同合作減量（UNFCCC, 2014b）。『京都議定書』要求 UNFCCC 之附件 B 國家肩負 GHG 減排之義務，各附件 B 國家必須在 2008 至 2012 年間，亦即第一減量承諾期，平均減少 1990 年 GHG 排放量的 5.2%（United Nations, 1998）。

聯合國環境規劃署（United Nations Environment Programme, UNEP）於 2004 年指出，CDM 是三大減量機制中唯一讓開發中國家（developing countries）參與的機制，工業化國家可藉由 CDM 進行減量目標外的其他減量額度，如此使得未負有減量責任的開發中國家亦可執行 CDM，因此，世界總減量有機會高於總減量目標。UNFCCC 之締約國每年的 COP 是確立並實施該公約所確定之規則，而在 1997 年、2009 年及 2011 年的 COP 皆於公約中另外加入一些工業化國家，這些肩負減排責任之國家列於 UNFCCC 之附件一³，故又稱為附件一國家⁴，截至目前共計 43 國（UNFCCC, 2014e），這些是負有減量責任的工業化國家。而透過 CDM 機制，附件一國家可用投資國（credit countries）身分，從大部分為開發中國家的非附件一國家（non-Annex I countries）⁵，找尋適合執行 CDM 專案（project）的主辦國（host countries）進行投資減量，如此可使附件一國家得以相對低的減量成本達成減量目標（UNFCCC, 2014c）。此外，CDM 投資型態包含一個投資國至一個主辦國的雙邊（bilateral）投資型態、多個投資國至一個主辦國的多邊（multilateral）投資型態，以及非附件一國家自行申請 CDM 減量的單邊（unilateral）專案（UNEP, 2016; Cheng, et al., 2008）。

進而，面對全球暖化的侵襲下，附件 B 國家在第二承諾期的量化限制與減量承諾（quantified emission limitation or reduction commitment, QELRC）皆大幅調整，亦即各國承諾不得高於基期年排放量的排放比例，因此選擇適

³ 這些國家正為經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development）國家，為過去及目前 GHG 的最大排放國，列於附錄二。

⁴ 截至目前為止附件 B 國家皆為 UNFCCC 之附件一國家，故以下提及之附件一國家亦即附件 B 國家。

⁵ 非附件一國家（non-Annex I countries）多為開發中國家，共計 154 個國家（UNFCCC, 2014d），詳細國家列於附錄三。

當的減量機制，是各國迫切需解決的問題。而 CDM 各專案類型在緩和全球暖化上各有其優勢，然不同專案類型所需要的技術不同，因此對應的成本也不同。本文之目的則在探討 CDM 自 2004 年第一個註冊的專案開始，至本文進行前的 2014 年 12 月底止，參與雙邊及多邊 CDM 機制的投資國，在不同技術競爭力主辦國進行的 CDM 專案類型之減量成本的比較，並探討影響 CDM 專案在不同主辦國間的分布情形，及影響專案執行的可能因素。在進入減量成本的比較與分布探討前，則需對 CDM 的定位及目標有所瞭解。

貳、CDM 之定位及目標

在『京都議定書』所提出的三種減量機制皆是以市場交易為基礎，IET 是先決定附件 B 國家的總允許排放量，再分配予附件一國家配額單位 (assigned amount units, AAUs)，允許附件 B 國家依排放供需進行配額單位的交易 (行政院環境保護署，2010；Sorrell & Sijm, 2003; UNFCCC, 2014f)。JI 則先決定附件一國家的總減量目標，允許減量成本較高的附件一國家至經濟轉型中之低減量成本附件一國家，透過技術移轉或金融投資進行減量，而可換得排放減量單位 (emission reduction units, ERUs) 於市場上交易 (行政院環境保護署，2010；Hepburn, 2007；UNFCCC, 2014g)。無論是先制訂總允許排放量的 IET 或先制訂總減量目標之 JI，皆未使附件一國家整體的 GHG 減量有所變動，此二機制的合作模式屬於零和賽局 (zero-sum game)，減量潛力有限 (陳香梅等人，2013)。

CDM 是三大減量機制中唯一讓非附件一國家參與的減量機制，主要由附件一國家作為投資國的身分以專案投資的形式從事 CDM，亦即至非附件一國家提供資金援助及減量技術以執行減量，此時的非附件一國家為 CDM 的主辦國，CDM 有助於減少非附件一國家的 GHG，減量的成果即已驗證減量額度 (certified emissions reductions, CERs)，歸屬於附件一投資國 (UNEP, 2004)。附件一國家除可藉由 CDM 達成減量目標外，亦可進行減量目標以外的減量以獲取可出售的 CERs，以能額外增加議定書未要求之減量單位 (Fenhann & Hinostrozan, 2011)，又非附件一國家亦可自行減量

以換取 CERs (UNEP, 2004)，故 CDM 與其他機制不同之處在於其有機會讓世界總減量高於原來的總減量目標。

此外，CDM 有兩大目標，其一為協助非附件一國家達到永續發展 (Fenhann & Hinostrozan, 2011)。關於永續發展，主要分為三面向，一為環境效益，如空氣、土地及水資源的潔淨；二為社會效益，如改善當地的學習與就業率；三為經濟效益，如經濟成長與能源生產 (Olsen & Fenhann, 2008)，然各國對於永續發展的定義及標準不盡相同，因此，這是一個可單獨探索的複雜議題。CDM 的另一目標為協助附件一國家以最低減量成本減少全球的 GHG (Fenhann & Hinostrozan, 2011)，但有些主辦國執行 CDM 之過程會產生很高的交易成本，這些過高的支出會使得投資國較無意願至這些主辦國從事 CDM 投資 (Michaelowa & Jotzo, 2005; Chadwick, 2006; Carmichael, et al., 2015)，又交易成本會徒增整體的減量成本，表示投資國會因為過高的交易成本而無法達到減量的目標。

過去有關交易成本的衡量，多為針對特定國家、個別專案的分析 (McCloskey et al., 2005; Michaelowa & Jotzo, 2005)，然礙於交易成本的組成瑣碎且複雜、各主辦國的交易成本之發生頻率及多寡不盡相同，有些交易成本甚至未有詳細記錄，故交易成本多以詢問專案參與者的方式評估而得，但評估方式缺乏客觀性及系統性，以致於分析結果的代表性可能不足。又交易成本與主辦國的政治與經濟條件有關，有些交易成本必然發生，然交易成本過高是一種無效率的狀態，會影響 CDM 的可行性 (Eckermann, et al., 2004; McCloskey, et al., 2005)，因此掌握無效率的來源與程度，是可以得知如何由主辦國之政經條件以降低投資國從事減量的經濟負擔的方式之一，能以達成最低減量成本的目標。

參、CDM 的專案類型、減量成本及影響成本的可能因素

一、CDM 的專案類型

CDM 自 2000 年起正式開始運作，第一件註冊之 CDM 專案則於 2004

年 11 月誕生 (Fenhann & Hinostrozan, 2011)。由於 CDM 投資型態包含一個投資國至一個主辦國的雙邊投資型態、多個投資國至一個主辦國的多邊投資型態，或者是主辦國自行申請 CDM 減量的單邊專案 (Cheng, et al., 2008)。CDM 各專案類型在緩和全球暖化上皆有其優勢，但投資國可能因為專案申請上的困難、政令宣導或其他考量而影響投資國的決策 (Metz et al., 2007; Cheng, et al., 2008)。投資國以最低成本的方式完成減量是 CDM 的目標之一，不同專案類型所需要的技術不同，成本也就不同，故投資國對於專案類型的選擇是相當關鍵的決定。

而 CDM 的專案類型包含「再生能源」(renewables)、「甲烷減量與煤礦甲烷或煤層氣之減量」(CH_4 reduction and coal mine / bed methane, 甲烷減量)、「燃料轉換」(fuel switch)、「供給面能源效率」(supply-side energy efficiency, 供給面 EE)、「需求面能源效率」(demand-side energy efficiency, 需求面 EE)、「避免甲烷逸散」(methane avoidance)、「膠合劑之替代」(cement replacement)、「造林與再造林」(afforestation and reforestation)、「提升交通運輸 (transport) 系統效率」及「氫氟碳化物 (hydrofluorocarbons, HFCs)、全氟碳化物 (perfluorocarbons, PFCs) 與氧化亞氮 (nitrous oxide, N_2O) 減量」，簡稱為「HFCs、PFCs 與 N_2O 之減量」等 10 大類 (UNEP, 2016; Cheng, et al., 2008)，投資國可採用上述 10 大專案類型之任一類行進行減量。

其中「再生能源」專案是用來減少 GHG 的方法之一，IPCC 的《再生能源及氣候變遷減緩特別報告》(Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, SRREN) 中對生質能、太陽能、地熱能、水力、海洋能與風能等六種再生能源進行技術可行性分析，鼓勵各國政府應用政策支持再生能源以做為減緩全球暖化的途徑 (Moomaw, et al., 2012)。根據 UNEP (2015) 的資料顯示，「再生能源」是專案數最多的類型，造成此一結果的原因可能是 2011 年 IPCC 第三工作小組所發表的 SRREN 中宣稱，若再生能源獲得各國公共政策的支持，在 2050 年前，再生能源將滿足全球能源需求 77%。然而發展再生能源仍須面對高成本之問題 (Pörtner, et al., 2014; Arent, et al., 2014)。

其次，「甲烷減量」專案包含回收垃圾掩埋場的甲烷、減少煤礦和煤層氣、捕捉來自禽畜的廢棄物，以及土壤固碳(Cheng, et al., 2008; Metz et al., 2007)。「避免甲烷逸散」即避免或回收經由堆肥、工業固體廢物及廢水厭氧處理時造成甲烷排放(UNEP, 2015)，甲烷具有較二氧化碳(carbon dioxide, CO₂)更強的全球暖化影響力，所以有關甲烷的專案相當普遍(Cheng, et al., 2008)。至於「燃料轉換」專案主要是以天然氣取代煤炭燃料、將石油轉換為液化石油氣，是為低成本的減量方式(Metz, et al., 2007)。而有關「供給面 EE」專案或「需求面 EE」專案，皆以減少能源的需求量但不影響產出為目標，減量方式如利用廢熱發電、提升煤炭發電效率、電廠修復等提升供電方面的效率；由於提升能源供給效率可增進國內的競爭力、緩和能源供給上的限制，也能減少能源消耗，進而能將資源用於其他發展目標上，「供給面 EE」是普遍的專案之一(Metz, et al., 2007; UNEP, 2015)。

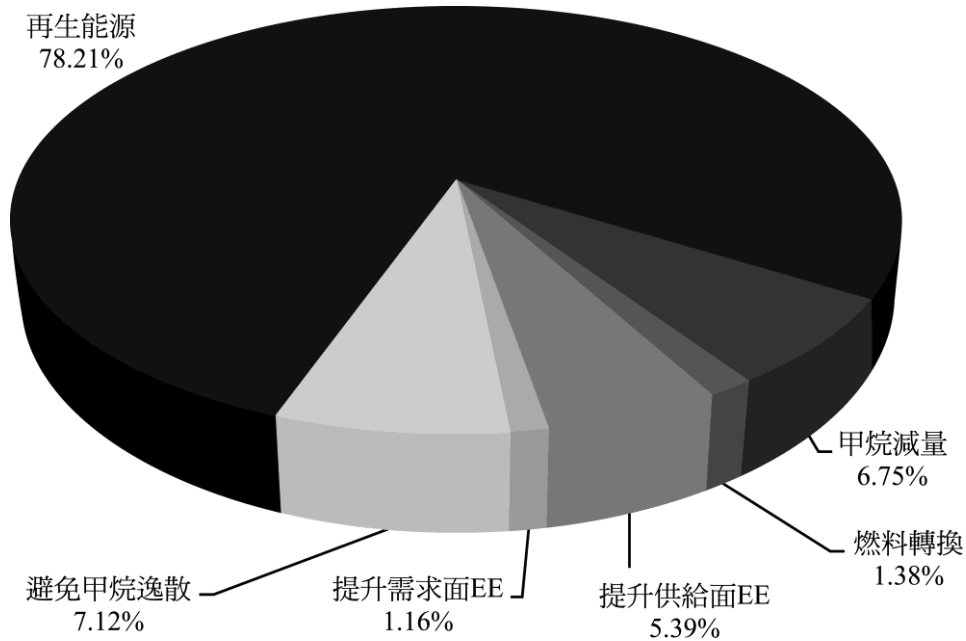
除此之外的其他四類專案，如「膠合劑之替代」專案的由來係因製作水泥的過程中，因煤渣燃燒會產生大量 GHG，該專案即以替代原料取代部分煤渣；而「造林與再造林」專案主要可發揮碳匯功能以減少大氣中的 CO₂(Metz, et al., 2007)，然「造林與再造林」這類專案在設計上有缺失，因而可能促使農民過度注重出售 CERs 而有毀林及破壞生物多樣性之問題，以致於模糊 CDM 的發展重點(Nelson & de Jong, 2003)。至於「提升交通運輸系統效率」專案主要為加強大眾運輸系統、推動鐵路運輸以減少公路運輸、報廢舊車、使用生質柴油等(UNEP, 2015)，但根據 UNEP (2015) 提供的數據顯示，「提升交通運輸系統效率」專案因為較無現成的方法學，而設計新的方法學之流程相當繁重且歷時長，如此一來這些類型較缺乏學習效果(learning effect)，然即便設計出方法學，亦未能保證投資國得以申請成功，故投資國通常較無意願申請這類型的專案(Michaelowa, 2005)，因此這三類型專案在全部的申請案件數極少。另「HFCs、PFCs 與 N₂O 之減量」專案，由於三氟甲烷(HFC-23)是工業製造二氟一氯甲烷(hydrochloro fluorocarbon, 俗稱 HCFC-22)的附加產物，過去有一些專案為抵減 HFC-23 以換取 CERs 而蓄意製造會持續破壞臭氧層的 HCFC-22，2011 年歐洲聯盟

(European Union) 表明此種行為的不正當性，乃禁止來自減少 HFC-23 所抵換之額度，故後來「HFCs、PFCs 與 N₂O 之減量」專案即被廢除（行政院環境保護署，2010）。因此，「膠合劑之替代」、「造林與再造林」、「提升交通運輸系統效率」及「HFCs、PFCs 與 N₂O 之減量」並不納入後續的分析中。

二、CDM 專案之減量成本內涵

有鑑於此，本文後續討論之專案類型共有「再生能源」、「甲烷減量」、「避免甲烷逸散」、「燃料轉換」、「供給面 EE」、「需求面 EE」等六類。根據 UNEP (2015) 提供的資料顯示，在 2005-14 年間，這六種專案類型之專案數比例如圖 1，「再生能源」的專案數最多，佔這段期間全部專案數的 78.21%，其次為「避免甲烷逸散」（7.12%）、「甲烷減量」（6.75%）、「供給面 EE」（5.39%）、「燃料轉換」（1.38%），「需求面 EE」（1.16%）最少。由於不同專案類型所使用的減量方法不同、減量成本也就不同，Rahman 等人（2012）曾分析巴西、中國與印度等三國不同專案類型的減量成本。然 CDM 尚有其他經濟或技術條件不同的主辦國，執行 CDM 減量所花費的成本可能因此而不同，因此需分析不同經濟或技術條件的主辦國在執行各專案類型上的減量成本。

過去探討執行 CDM 之減量成本有些是以國內生產毛額 (gross domestic product, GDP) 的損失為衡量，如 Chen (2005) 及 Metz 等人 (2007)。由於能源需求隨經濟發展而增加，若能源技術不變，表示 GHG 排放量將增加（劉哲良等人，2009）；因此，承諾減量須以減緩經濟成長為代價。美國能源資訊局 (Energy Information Administration) (1998) 指出，附件 B 國家為遵守『京都議定書』的減量目標，可能犧牲 GDP 的成長，美國 GDP 的損失因此高達 1.7%-4.2%。各國除可採行各自的減量機制外，亦有『京都議定書』的三大減量機制，然而不同減量機制的要素價格、勞力及設備等資訊可能皆不同，因此為觀察及探討 CDM 機制的減量成本，以 GDP 作為損失的衡量則難以區分其中有多少損失是來自 CDM 機制。



資料來源：本研究整理。

圖 1：2005-14 年 CDM 六大專案類型數的比例

另有研究曾以 CDM 的碳排放價格代表減量成本，若 CDM 市場上提供碳排放額度的國家是 GDP 較高的投資國，則碳排放額度的價格通常較高，係因執行 CDM 投資國之薪資與購買力高（Cifuentes, et al., 2001），排放額度的高售價、某種程度彌補投資國犧牲人力與物資從事其他生產活動帶來的 GDP；然由於 CDM 提供投資國交易的經濟誘因，碳排放價格可能高估 CDM 的減量成本。另一種則是以投資額作為 CDM 減量成本的衡量，因為執行 CDM 需要資本投資、營運與維持成本，用於建造、移轉設備及減量方法、行政成本等，方能進行減量（Stronzik, et al., 2003；Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2003），此種方式是最接近執行 CDM 專案所需的減量成本，因此，後續減量成本的探索則以 CDM 減量所涵蓋之成本為主。

三、CDM 專案運作流程與影響 CDM 專案成本潛在因素

以投資額為 CDM 的減量成本，減量成本來自 CDM 專案的運作流程，運作流程如圖 2 所示。共有 7 個步驟，第一個步驟是投資國聘請熟稔減量技術的專業人士與 UNFCCC 不斷協商並修正專案設計文件（project design document, PDD）；第二步則是專案須經指定國家機構（designated national authority, DNA）檢視是否能經由專案的施行協助主辦國永續發展以獲得批准；第三步為專案須經指定操作單位（designated operational entities, DOEs）審核（validation）使得生效（戴程軒，2008）。接續的第四步驟是，投資國開始籌備專案包含第一至三步所需之投資額，第五個步驟所需之監督、行政及強制成本與第六個步驟所需的是驗證與認證費用（Stronzik, et al., 2003）等通常被認為是交易成本，這些並非直接用於減量上（Eckermann, et al., 2004），然確是執行任一 CDM 專案必要的支出。另外，投資額尚包含減量所需之設備成本、建造成本、運輸成本及營運與維持成本（Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management, 2003）。第七步驟由 CDM 執行理事會（Executive Board, EB）發放 CERs 予以投資國，如此即完成專案之執行。

此外，專案的註冊日是否在『京都議定書』承諾期中也可能影響減量成本，因未如期完成減量承諾之國家將背負國際壓力，須額外承擔 30% 的減量、擬定新的減量計畫，且交易減量額度之資格即被迫暫停（UNFCCC, 2002），這些懲罰機制可能帶來更高的減量成本。又根據 UNEP（2015）提供的數據顯示，專案數量在 2008 至 2012 年第一減量承諾期間逐年增加，且在第一承諾期的期限截止時的 2012 年明顯的劇增，如此乃隱含減量成本可能因註冊日不同而有所不同。另每一筆 CDM 專案至少都有一個方法學（或稱減量方法，methodology），UNFCCC 賦予每一種方法學一個名稱與編號，代表此方法學所使用的技術或工程，而整合性方法學（approved consolidated methodologies, ACM）顧名思義為整合兩種或兩種以上之方法學，如再生能源併網發電整合方法學、生物質殘渣發電併網整合方法學、煤炭或石油燃料汰換為天然氣的工業燃料替代整合方法學等（經濟部能源



資料來源：行政院環境保護署（2010）、戴程軒（2008）與 Fenhann & Hinostrozan（2011）。

圖 2：CDM 專案的運作流程

局，2007；UNFCCC, 2016）整合性方法學之專案可能較便宜，因為 ACM 係由二種或以上現成的方法學集合而成的另一種方法學，比起提交新方法學，可省去流程中的繁文縟節（Rahman, et al., 2012; Michaelowa, 2005）。

另外，專案若為製造電力之專案類型，則成本將隨電力產出增加而提高（Michaelowa, 2005）；投資國從事減量亦需要人力成本、原料成本與土地成本（Chadwick, 2006），故投資國在籌備資金時會考慮上述種種因素集結而成整體的減量成本。

而在諸多不同的主辦國當中，各主辦國技術競爭力相當程度也是投資國選擇是否投資 CDM 專案的考量因素之一。世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）自 2005 年起每年評估各國之世界競爭力指標（Global Competitiveness Index, GCI），該指標主要由 12 項主軸（pillar）所構成，其中的「技術準備度指標（technological readiness）」⁶衡量各國獲取與學習新技術之能力，最低為 1 分、最高為 7 分；「創新指標（innovation）」⁷則衡量產學之間在研究與發展上的結合程度，某種程度代表運用新技術之能力，同樣也是最低為 1 分、最高為 7 分（WEF, 2014b）。

將二指標各以 50% 之權重加權平均作為「技術競爭力指標」（吳珮瑛等人，2011）⁸。而「技術準備度」及「創新」二原始指標最小與最大值皆為 1 與 7，且由於主辦國主要為開發中國家，因此原始指標大多落在中低水準，平均後的技術競爭力指標數值介於 2.44 至 5.44，大多介於 3 以上、4 以下，因此，界定 4 以上之國家技術水準相對佳、3 以下相對差，中間區段則可以中間值作為分界，區分出技術為中上水準及中下水準的國家。依此主辦國區分成不同技術競爭力的國家群組如表 1 所示，由表中可看出所得

⁶ 技術準備度是 12 項主軸的第 9 支柱（pillar 9），是為 7 項有關技術概況之綜合指標，該指標包含新技術之取得能力、廠商採用新技術之能力、FDI 與技術移轉能力，1 分表示無法取得或能力最差，7 分表示新技術資源充足或可廣泛採用；尚包含可使用網路的人口百分比、每 100 人申購有線網路的人口、網路頻寬、每 100 人申購行動網路的人口（WEF, 2014a）。

⁷ 創新指標是 12 項主軸的第 12 支柱（pillar 12），由 7 項有關技術創新之綜合指標構成，該指標包含企業之創新能力、科學研究機構之品質、企業在研究與發展上的支出程度、大學與企業在研究與發展上的合作程度、政府對於先進科技產品的採購程度、科學家與工程師的可用性，1 分最差、7 分最佳；尚包含每百萬人口專利合作條約（Patent Cooperation Treaty, PCT）提交的申請數量（WEF, 2014a）。

⁸ 根據原始資料，具有高技術準備度指標的國家，其創新指標通常也高，以任何權重加權此二指標差異不大，於是直接採用平均值。

表 1：各技術競爭力群組中不同所得水準的國家

所得水準 ^a	技術競爭力			
	HTC	UMTC	LMTC	LTC
HC	以色列 卡達 新加坡 南韓 阿拉伯聯合大公國	賽普勒斯 沙烏地阿拉伯		
UMC	馬來西亞	巴西 智利 哥斯大黎加 蒙特內哥羅 巴拿馬 南非	阿根廷 哥倫比亞 多明尼加 伊朗 馬其頓共和國 墨西哥 塞爾維亞 泰國 烏拉圭	波士尼亞與 赫塞哥維納 厄瓜多 黎巴嫩
LMC		中國 突尼西亞	維德角 埃及 瓜地馬拉 印度 印尼 約旦 摩洛哥 祕魯 菲律賓 越南	阿爾巴尼亞 薩爾瓦多 喬治亞 宏都拉斯 摩爾多瓦 蒙古國 尼加拉瓜 奈及利亞 巴基斯坦
LC			肯亞 寮國	柬埔寨 迦納 尼泊爾 烏干達

資料來源：本研究整理。

註 a：各國之人均 GDP 取自世界銀行所提供 2004-2013 年每年各所得水準級距之門檻，將所得水準分為低所得水準 (low income, LC)、中低所得水準 (lower middle income, LMC)、中高所得水準 (upper middle income, UMC) 及高所得水準 (high income, HC) (World Bank, 2014) 等區間。

水準與技術競爭力呈現某種規律的關係，當技術競爭力愈高的國家之所得水準偏高，如高技術競爭力國家（high technological-completeness countries, HTC）多為高所得水準國家；中高技術競爭力國家（upper-middle technological-completeness countries, UMTc）多為中高所得水準國家；中低技術競爭力國家（lower-middle technological-completeness countries, LMTc）多為中低所得水準國家；低技術競爭力國家（lower technological-completeness countries, LTC）的所得水準偏低，基本上包含相對多的低所得水準國家。而參與 CDM 投資國之第二承諾期的承諾應減百分比、基期年排放量及可藉由 CDM 完成之承諾應減量則呈現於表 2。其中由於『京都議定書』只允許附件 B 國家可將 30% 的承諾應減量透過三大減量機制達成，亦即附件 B 國家，最多也只能以 CDM 機制進行如表 2 中最後一欄額度的減量，依此而得各國減量額度的排列如圖 3 所示。

表 2：附件 B 國家第二承諾期的承諾應減量^{a, b}

附件 B 國家	QELRC	承諾應減百分比 ^c	基期年之排放量 (公噸)	可藉由 CDM 完成之承諾應減量 (公噸)
澳洲 (Australia) ^d	93%	7%	489,812,918.46	10,286,071.29
奧地利 (Austria)	81%	19%	78,086,352.14	4,450,922.07
比利時 (Belgium)	81%	19%	142,952,128.81	8,148,271.34
保加利亞 (Bulgaria)	81%	19%	122,601,583.66	6,988,290.27
克羅埃西亞 (Croatia)	81%	19%	31,977,048.80	1,822,691.78
捷克 (Czech Republic)	81%	19%	196,145,704.10	11,180,305.13
丹麥 (Denmark)	81%	19%	70,020,488.43	3,991,167.84
愛沙尼亞 (Estonia)	81%	19%	40,625,912.82	2,315,677.03
歐洲共同體 (European Community)	81%	19%	4,266,829,948.67	243,209,307.07
芬蘭 (Finland)	81%	19%	70,328,955.96	4,008,750.49
法國 (France)	81%	19%	560,383,956.43	31,941,885.52
德國 (Germany)	81%	19%	1,248,048,765.01	71,138,779.61
希臘 (Greece)	81%	19%	104,935,530.41	5,981,325.23

附件 B 國家	QELRC	承諾應減百分比 ^c	基期年之排放量 (公噸)	可藉由 CDM 完成之承諾應減量 (公噸)
匈牙利 (Hungary)	81%	19%	114,447,092.01	6,523,484.24
冰島 (Iceland)	81%	19%	3,538,076.32	201,670.35
愛爾蘭 (Ireland)	81%	19%	55,246,268.36	3,149,037.30
意大利 (Italy)	81%	19%	519,054,897.41	29,586,129.15
拉脫維亞 (Latvia)	81%	19%	26,213,057.76	1,494,144.29
列支敦斯登 (Liechtenstein)	81%	19%	228,667.17	13,034.03
立陶宛 (Lithuania)	81%	19%	48,721,320.89	2,777,115.29
盧森堡 (Luxembourg)	81%	19%	12,902,502.87	735,442.66
摩納哥 (Monaco)	81%	19%	109,557.73	6,244.79
荷蘭 (Netherlands)	81%	19%	211,849,588.13	12,075,426.52
紐西蘭 (New Zealand)	90%	10%	60,641,437.85	1,819,243.14
挪威 (Norway)	81%	19%	50,469,767.91	2,876,776.77
波蘭 (Poland)	81%	19%	569,903,974.79	32,484,526.56
葡萄牙 (Portugal)	81%	19%	60,862,380.09	3,469,155.67
羅馬尼亞 (Romania)	81%	19%	285,072,635.05	16,249,140.20
斯洛伐克 (Slovakia)	81%	19%	73,602,474.43	4,195,341.04
斯洛維尼亞 (Slovenia)	81%	19%	20,194,889.87	1,151,108.72
西班牙 (Spain)	81%	19%	283,749,224.87	16,173,705.82
瑞典 (Sweden)	81%	19%	72,730,520.06	4,145,639.64
瑞士 (Switzerland)	81%	19%	52,999,586.11	3,020,976.41
烏克蘭 (Ukraine)	46%	54%	944,352,642.73	152,985,128.12
大不列顛及北愛爾蘭聯合王國 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	81%	19%	783,412,303.64	44,654,501.31

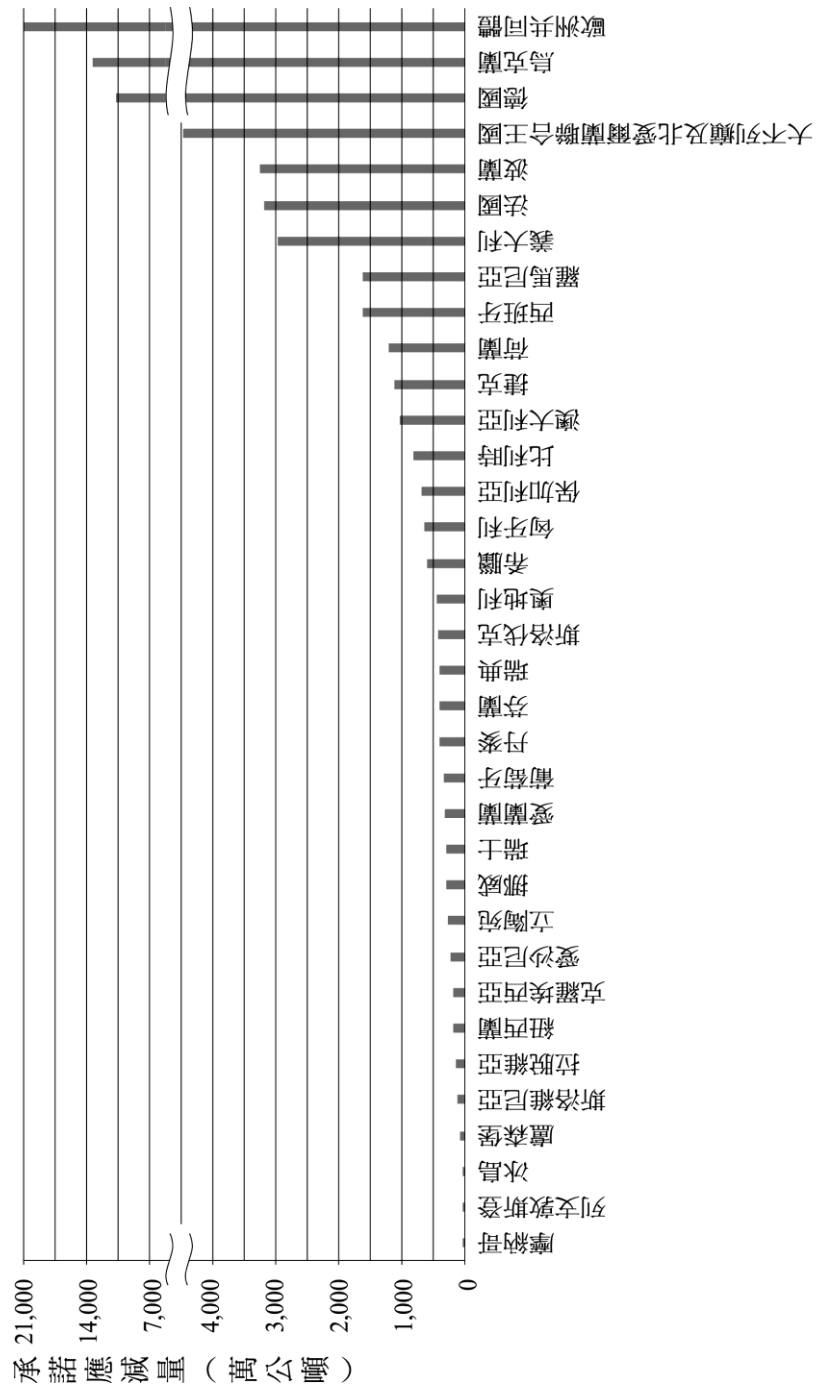
資料來源：本研究整理。

註：a. 表中基期年之排放量及承諾應減量皆四捨五入至小數第二位。

b. 加拿大在第二承諾期撤回減量承諾；日本及俄羅斯聯邦皆表示不打算在第二承諾期給予減量承諾 (UNFCCC, 2012)，故這三國不在上表中。

c. 承諾應減百分比=1-QELRC。

d. 除了澳洲，各投資國的基期年皆維持在 1990 年，澳洲的基期年為 2000 年。



資料來源：本研究繪製。

圖 3：附件 B 國家第二承諾期的承諾應減量

肆、影響 CDM 專案在各主辦國分布因素及各類型專案減量成本比較

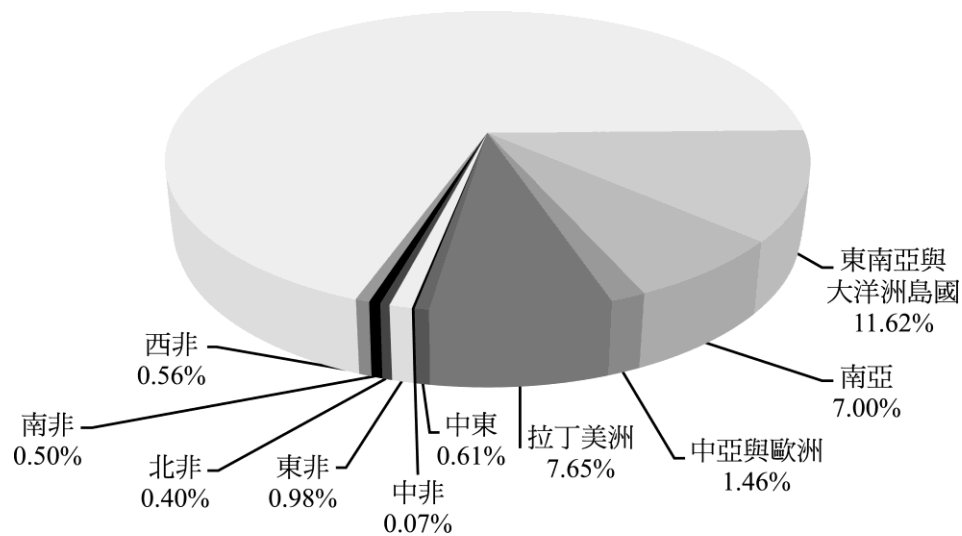
一、影響 CDM 專案分布的可能因素

CDM 專案多集中在非附件一國家的中等所得水準國家，而低所得水準國家的專案數最少（Michaelowa, 2005），截至 2015 年止，超過一半的專案都在東亞，佔總專案數的 69.14%，而其中擁有最多專案數的前三大主辦國分別為中國、印度及巴西，其中又以中國為最大主辦國 UNEP（2015）；其次為東南亞與大洋洲島國的 11.62%、拉丁美洲則為 7.65%；南亞亦佔有 7.00%；至於非洲（包括西非、南非、北非、東非及中非共佔 2.52%），整體而言專案數不到 3%，與中東（0.61%）、中亞及歐洲（1.46%）相似，都是屬於主辦專案數極少的區域（Ellis & Karousakis, 2006）。非附件一國家所屬區域所獲得的專案比例如圖 4 所示。

CDM 專案集中在少數開發中國家的現象，Michaelowa（2005）與 Silayan（2005）指出，可能是因 CDM 之運行須符合幾項必要條件，這些包含正式的條件（official conditions）與非正式的條件（unofficial conditions），正式條件為 CDM 的參與國須承認『京都議定書』、主辦國必須設立 DNA 負責批准與監督 CDM 專案；非正式條件具有約定俗成之性質。其中，第一個非正式條件為主辦國須有基線（baseline）排放情境數據，作為審核單位驗證專案的額外性（additionality）⁹ 時的對照依據，專案符合額外性則投資國才能獲取 CERs，所以若主辦國沒有基線排放量數據可供對照時，專案的審核單位就無法批准該專案；第二個非正式條件為每單位減量之交易成本要夠低，否則專案無法負荷成本而導致虧損，交易成本一般會隨總減量增加而降低，基本上一個專案平均每年的減量存在門檻限制，CDM 施行初期，每年減量少於 50,000 公噸之專案就不可行（Michaelowa, 2005；Silayan, 2005）。基本上當開發中國家未能符合上述必要條件則自然被摒除於 CDM

⁹ 根據馬拉喀什協定對額外性之定義，額外性表示人為 GHG 排放減少至低於缺乏 CDM 專案所產生的排放量，則此 CDM 專案具有額外性（行政院環境保護署，2008）。

市場外，惟有些交易成本有時難以避免，Michaelowa (2005) 指出非附件一國家降低交易成本將有助於 CDM 專案的引進。



資料來源：本研究整理。

圖 4：各區域下的非附件一主辦國在 2005-14 年獲得的 CDM 專案比例

此外，尚有一些可能影響主辦國參與頻率的條件，如個別國家相關的地方性能力 (local capacity) (Silayan, 2005)。地方性能力中的一項為國外直接投資 (foreign direct investment, FDI) (Kete, et al., 2001)，有研究發現一些 FDI 很少的國家卻獲得不少 CDM 專案 (Niederberger & Saner, 2005)，Bayer 等人 (2013) 指出一國 FDI 的流入會阻礙 CDM 之引進，這是因為來自工業化國家的投資者有誘因在開發中國家從事低能源使用密度之生產技術，藉此降低碳排放以打造正面形象，若已透過 FDI 達成「低汙染」之聲譽，如此就相對無誘因再透過 CDM 從事減量，表示 FDI 與 CDM 具有某種程度的替代關係。另一項地方性能力則來自 CDM 的利害相關者對氣候變遷或 CDM 的重視程度，比如有些銀行意識到 CDM 是一種融資工具，如此則會多投入於 CERs 的相關業務、有些非政府組織則高度提倡爭取 CDM、另有些學術界則發表許多 CDM 相關研究，藉此降低投資國對該主

辦國評估之風險，印度在這些方面都表現得很好，所以獲得大量的 CDM 專案（Silayan, 2005; Michaelowa, 2005）。

除了地方性能力外，尚有決定專案分布的其他因素，因素之一為，有些國家為保護國內產業設置高關稅，如 1990 年巴基斯坦曾對節能燈課徵高度進口關稅，限制性貿易政策會阻礙開發中國家的 CDM 引入（IPCC, 2001）。因素之二則是，電力消費愈多，減碳需求愈高、CDM 專案數就愈多（Bayer, et al., 2013）；此外，電力產出隨需求提高而增加，則該國需要更廣泛的減碳工具，以反映該國相對高的碳減量需求（Costantini & Sforza, 2013）。第三個可能的因素則是，當一國的累積排放量位於很高的階段時，邊際減量成本將相對較低，此時則較具有減量的機會，以致於累積排放量亦會影響投資國投資該國 CDM 的意願（Maradan & Vassiliev, 2005; Schmid, 2012）。

降低減量成本是投資國採行 CDM 的重要考量，主辦國的交易成本徒增減量成本，會阻礙 CDM 之引進，又主辦國的地方性能力及其他決定 CDM 專案分布的因素等政經條件亦會影響 CDM 的引進，隱含不利主辦國引進 CDM 之政經條件可能產生過高的交易成本。假若投資國與非附件一國家間的貿易或投資關係不夠密切，投資國為尋找合適的主辦國，所需付出的搜尋成本可能較高；然若主辦國的基礎建設，如電力使用情形不佳，以及教育程度低落，或累積排放量高，則在從事減量上可能耗費投資國較多的監督成本與強制成本。

另外，由記錄上得知 CDM 專案多集中在中等所得水準主辦國，然而至低所得國家投資 CDM 所須付出的人力成本可能較低，甚至原料成本與土地成本也可能較低，Pogosov 與 Sokolovskaya（2015）指出工資與所得有關，愈高所得國家之工資可能較高。站在投資國的立場，CDM 目標是以最低成本達成減量目標，則是否主辦國所得水準高低並非關鍵因素？另站在主辦國的立場，CDM 可改善空氣品質，也有助於引進投資及技術，進而提升國家的競爭力（Boyd, et al., 2009），則愈是落後的國家可能愈需要足夠的 CDM 專案。

二、CDM 各類型專案減量成本比較

在前述的諸多因素中，所有因素共同影響各投資國選擇至不同主辦國進行不同 CDM 專案類型計畫的執行。因此，表 3 歸納在 2004-14 年，由 21 個投資國所完成的 4,061 筆 CDM 各類型專案計畫之平均減量成本，依此可以比較不同投資國進行相同專案計畫的減量成本，亦可比較同一投資國執行不同專案的平均減量成本，分析不同投資國進行相同專案類型減量成本的高低，或是比較同一投資國執行不同專案類型減量成本的高低。這 21 國在 2004-14 年中執行的所有 CDM 專案計畫，每個計畫平均所減少的排放量為 127,862.59 公噸。由表 3 中不同投資國執行各專案的平均每公噸減量成本與對應減量噸數的乘積即是該投資國執行特定類型專案的總成本。而表中其中部分計畫是由多國共同投資國共同完成的專案，也就是如果為多邊 CDM 專案計畫時，表中在特定國家一欄中的減量成本，是將該特定專案計畫的成本由多國平均而來，也就是說，如果兩個國家共同執行某個專案計畫，因為資料庫中所記載的是整個計畫的成本，無法得知每一個國家在該計畫所分攤的成本，因此，唯一的作法是讓這些國家平均分攤計畫的總成本。

依此計算所得的結果發現，整體而言，在六大專案中，比利時所執行的「甲烷減量」專案的平均減量成本最小、平均每噸為 3.61 美元，而愛爾蘭執行的「需求面能源效率」專案之平均減量成本最高，平均每噸為 5,715.89 美元，由此可見，六大專案最高及最低的平均減量成本的差距達約 1,583 倍之多。此外，丹麥所執行的「甲烷減量」專案，平均每公噸的減量成本為 1,415.83，而比利時同樣執行「甲烷減量」專案，平均每公噸的減量成本為 3.61 美元，大小差異也達 392 倍之多，前述不論是相同或是不同專案類型，平均減量成本大小差異，有上百甚而上千倍之多，可能導因於不同投資國選擇至不同的主辦國執行所致，而使不同主辦國因前述的諸多因素而衍生高低如此懸殊的平均每噸減量成本。

又就六大類型專案而言，整體而言「再生能源」專案在 21 個投資國的平均每噸減量成本最高，其次為「甲烷減量」專案類型；反之，「避免甲烷

表 3：各投資國執行各專案類型之減量成本比較

投資國家	專案類型 ^{a,b}					
	再生能源	甲烷減量	燃料轉換	供給面 能源效率	需求面 能源效率	避免 甲烷逸散
澳洲	620.80 [142,490.69]	470.65 [175,732.25]	——	——	——	119.83 [37,525.00]
奧地利	436.58 [99,354.35]	519.59 [102,330.36]	——	205.76 [48,430.00]	132.80 [15,781.27]	76.59 [48,167.15]
比利時	352.54 [102,425.79]	3.61 [117,805.00]	——	69.44 [79,791.25]	81.49 [22,261.16]	26.75 [50,518.68]
加拿大	58.52 [126,246.10]	162.38 [36,906.75]	——	——	100.78 [17,800.45]	8.01 [110,460.33]
丹麥	262.51 [76,950.99]	1,415.83 [225,252.50]	——	448.80 [77,233.33]	81.49 [22,261.16]	75.97 [36,980.57]
芬蘭	472.70 [93,298.84]	180.45 [561,992.29]	208.38 [82,290.00]	57.75 [307,176.00]	100.78 [17,800.45]	17.11 [62,418.52]
法國	560.83 [96,702.70]	59.20 [409,717.86]	287.32 [159,538.00]	210.84 [446,707.40]	67.20 [17,486.25]	80.10 [32,655.00]
德國	457.00 [109,026.28]	116.7 [305,236.06]	125.91 [858,284.67]	156.15 [164,859.00]	129.41 [26,765.87]	69.45 [46,828.00]
愛爾蘭	607.61 [57,439.56]	22.56 [99,417.50]	——	167.63 [135,282.50]	5,715.89 [6,515.00]	39.52 [28,675.00]
義大利	409.88 [104,993.03]	23.32 [168,688.25]	——	220.74 [438,839.25]	118.40 [24,356.13]	17.11 [62,418.52]
日本	456.58 [118,049.53]	143.13 [157,517.73]	373.95 [740,538.83]	191.59 [131,255.58]	486.22 [17,613.06]	69.97 [52,491.33]
列支敦斯登	476.54 [212,522.00]	——	——	——	——	——
盧森堡	182.33 [58,368.38]	58.65 [30,180.33]	——	——	——	17.11 [62,418.52]
荷蘭	408.72 [145,509.18]	115.29 [308,334.48]	224.34 [463,656.00]	183.85 [285,394.06]	73.50 [23,146.13]	73.82 [35,157.68]
紐西蘭	——	——	——	——	——	7.42 [136,792.67]
挪威	340.19 [19,950.15]	59.17 [561,363.88]	——	——	81.49 [22,261.16]	17.11 [62,418.52]
葡萄牙	114.25 [78,918.88]	115.94 [187,374.71]	——	——	100.78 [17,800.45]	21.43 [49,402.00]
西班牙	538.84 [127,366.63]	55.16 [116,764.31]	26.44 [186,637.00]	150.13 [350,686.88]	81.49 [22,261.16]	22.65 [58,878.01]
瑞典	440.99 [106,358.09]	69.72 [139,138.75]	179.30 [858,165.00]	134.95 [180,766.69]	73.50 [23,146.13]	85.41 [47,273.00]
瑞士	451.05 [118,751.82]	80.88 [288,081.28]	222.04 [384,737.16]	162.84 [212,904.17]	273.21 [34,101.35]	66.67 [49,073.15]
大不列顛及北愛 爾蘭聯合王國	510.87 [109,020.94]	94.35 [302,246.54]	361.59 [698,979.19]	251.74 [177,173.73]	193.64 [68,554.83]	97.17 [54,934.73]

資料來源：本研究整理歸納。

註 a：表中的減量成本是平均每公噸美金。由[]中的數值是該減量所完成的排放量之減少。

註 b：——表示該國在這段時間沒有執行該種 CDM 專案作為減量工具。

逸散」專案，每噸減量成本最低，然而同一個專案由不同投資國執行而產生的平均減量成本之差異也很大，比如澳洲執行「再生能源」專案平減量成本每噸為 620.80 美元，而加拿大每噸則為 58.52 美元。至於其他的專案最高與最低的平均減量成本亦於表中以粗黑體標示。由此可以看出同一類型專案的平均減量成本在不同國家的差異。此外，因每種專案由同一個投資國執行，所需的平均減量成本亦不同，依此，站在投資國追求總成本最小的立場上，這些差異可以提供作為投資國選擇適當專案投資的組合的資訊。

伍、結語

在 CDM 之下，對於投資國而言，CDM 減量類似一種生產活動，須投資一筆金額進行「減量單位」的生產，UNFCCC 附件一國家以投資名義作為投資國，其背後可能有從事投資減量的個別廠商，故投資的決策考量通常還包含該生產活動的其他因素，本文歸納 CDM 在 2004 年的第一個註冊專案至 2014 年為止的 4,061 筆六大類型的專案，其中諸多因素均會影響投資國是否會至特定主辦國進行 CDM 專案投資，比如主辦國之國外直接投資計劃的多寡、專案註冊日是否已接近承諾減量、各專案使用的方法學，及主辦國的技術水準等等均是影響減量成本的關鍵因素。

歸納 21 個投資國在 2004-14 所執行的 4,061 個「再生能源」、「甲烷減量燃料轉換」、「供給面能源效率」、「需求面能源效率」、「避免甲烷逸散」等六大類型專案發現，不論是那一種專案類型，由不同投資國執行相同類型專案的每公噸平均減量成本，或是同一個投資國執行不同專案類型的平均每公噸減量成本，均有很明顯的差異。這背後可能反應了投資國選擇不同主辦國執行下的結果，而主辦國即是本身的諸多因素造成相同類型專案的高低的來源之一，也可能是投資國本身在執行各專案上效率上的差異所致。然目前所有的平均減量成本是每一個投資國平均減少 127,862.59 公噸排放量之規模下的結果。在一般合理的預期下，減量規模越大平均減量成本將有越低的趨勢，則在不同的減量規模下，目前各種專案

類型所對應的平均減量成本將有所不同。然整體而言，不論那一種原因造成目前不同投資國執行不同專案而產生不同的平均減量成本，這些資訊可以提供投資國在追求減量總成本最低的目標之下，選擇合適清潔發展機制專案及主辦國的參酌，由於再生能源類型的專案，是所有專案類型中成本相對高的一類，如此也可以給積極朝向發展再生能源期待能適切的取代令人不安的核能之臺灣，有更明確的發展方向。

參考文獻

- 行政院環境保護署，2008。《淺論外加性（Additionality）》。台北：行政院環境保護署（http://ghgregistry.epa.gov.tw/information/Information_Infor.aspx?r_id=620）（2016/06/18）。
- 行政院環境保護署，2010。《溫室氣體專用名詞手冊》。台北：行政院環境保護署（<http://goo.gl/bi7zmJ>）（2015/12/9）。
- 吳珮瑛、陳佳慈、劉哲良，2011。〈權衡經濟發展及 CO₂ 排放之跨國技術效率比較——以技術準備度及創新指標為分類基礎〉《經社法制論叢》48 期，頁 37-74。
- 陳香梅、陳文典、游懷萱，2013。〈清潔發展機制（CDM）對溫室氣體之減量效果分析〉《應用經濟論叢》94 期，頁 75-112。
- 經濟部能源局，2007。《減量方法》。台北：經濟部能源局（<http://www.eigic-estc.com.tw/Main/Contents.aspx?id1=6&id2=5&id3=20&id4=797>）（2016/07/12）。
- 劉哲良、吳珮瑛、黃芳玫，2009。〈跨國共同邊界生產技術效率比較——同步考量正向經濟發展與負向 CO₂ 排放〉《農業與經濟》43 卷，頁 1-37。
- 戴程軒，2008。〈第五章 開發 CDM 計畫之法律步驟〉收於范建得（編）《京都議定書與清潔發展機制（CDM）100 問》頁 85-10。台北：元照。
- Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management. 2003. *A Guide to Carrying Out Joint Implementation and Clean Development Mechanism Projects within the Framework of the Austrian JI/CDM Programme*. Vienna, Austria: Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.
- Arent, Douglas J., Richard S. J. Tol, Eberhard Faust, Joseph P. Hella, Surender Kumar, Kenneth M. Strzepek, Ferenc L. Tóth, and Denghua Yan. 2014. "Key Economic Sectors and Services," in Christopher B. Field, Vicente R. Barros, David Jon Dokken, Katharine J. Mach, Michael D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, Monalisa Chatterjee, Kristie L. Ebi, Yuka Otsuki Estrada, Robert C. Genova, Betelhem Girma, Eric S. Kissel, Andrew N. Levy, Sandy MacCracken, Patricia R. Mastrandrea, and Leslie L. White, eds. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 659-708. Cambridge: Cambridge University Press. (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf) (2015/12/14).
- Bayer, Patrick, Johannes Urpelainen, and Jeremy Wallace. 2013. "Who Uses the

- Clean Development Mechanism? An Empirical Analysis of Projects in Chinese Provinces.” *Global Environmental Change*, Vol. 23, No. 2, pp. 512-21.
- Boyd, Emily, Nate Hultman, J. Timmons Roberts, Esteve Corbera, John Cole, Alex Bozmoski, Johannes Ebeling, Robert Tippman, Philip Mann, Katrina Brown, and Diana M. Liverman. 2009. “Reforming the CDM for Sustainable Development: Lessons Learned and Policy Futures.” *Environmental Science and Policy*, Vol. 12, No. 7, pp. 820-31.
- Burkett, Virginia R., Avelino G. Suarez, Marco Bindi, Cecilia Conde, Rupa Mukerji, Michael J. Prather, Asuncion Lera St. Clair, and Gary W. Yohe. 2014. “Point of Departure.” in Christopher B. Field, Vicente R. Barros, David Jon Dokken, Katharine J. Mach, Michael D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, Monalisa Chatterjee, Kristie L. Ebi, Yuka Otsuki Estrada, Robert C. Genova, Betelhem Girma, Eric S. Kissel, Andrew N. Levy, Sandy MacCracken, Patricia R. Mastrandrea, and Leslie L. White, eds. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 169-94. Cambridge: Cambridge University Press (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf) (2015/12/14).
- Carmichael, David G., Joseph J. Ballouz, and Maria C. A. Balatbat. 2015. “Improving the Attractiveness of CDM Projects through Allowing and Incorporating Options.” *Energy Policy*, Vol. 86, pp. 784-91.
- Chadwick, Bruce P. 2006. “Transaction Costs and the Clean Development Mechanism.” *Natural Resources Forum*, Vol. 30, No. 4, pp. 256-71.
- Chen, Wenying. 2005. “The Costs of Mitigating Carbon Emissions in China: Finds from China MARKAL-MACRO Modeling.” *Energy Policy*, Vol. 33, No. 7, pp. 885-96.
- Cheng, C., S. Pouffary, N. Svenningsen, and M. Callaway. 2008. *The Kyoto Protocol, the Clean Development Mechanism, and the Building and Construction Sector*. Paris, France: United Nations Environment Programme. (<http://www.unep.org/sbci/pdfs/BuildingsandCDMreporte-version.pdf>) (2015/11/10).
- Cifuentes, Luis, Devra Davis, Jae Emonds, Brian Fisher, Emeric Fortin, Alexander Golub, Olav Hohmeyer, Alan Krupnick, Snorre Kverndokk, Richard Loulou, Richard Richels, Hector Segenovic, and Kenji Yamaji. 2001. *Global, Regional, and National Costs and Ancillary Benefits of Mitigation*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/wg3/319.htm) (2015/11/17).
- Costantini, Valeria, and Giorgia Sforna. 2013. “Do Bilateral Commercial

- Relationships Influence the Distribution of CDM Projects?” Working papers, ISSN 2279 - 6916. Rome: Università degli Studi Roma Tre. ([http://dipecouniroma3.it/public/wp% 20176.pdf](http://dipecouniroma3.it/public/wp%20176.pdf)) (2015/09/12).
- Eckermann, Frauke , Alistair Hunt, Marcus Stronzik, and Tim Taylor. 2004. “The Role of Transaction Costs and Risk Premia in the Determination of Climate Change Policy Responses.” Discussion Paper, No. 03-59. Mannheim, Germany: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (<http://ub-madoc.bib.uni-mannheim.de/143/1/ZEW32.pdf>) (2015/10/02).
- Ellis, Jane and Katia Karousakis. 2006. “The Developing CDM Market: May 2006 Update,” Working Paper, No. JT03210071. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency (<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/DevelopingCDM.pdf>) (2015/12/02).
- Energy Information Administration. 1998. *Impacts of the Kyoto Protocol on U.S. Energy Markets and Economic Activity*. Washington, D.C.: Energy Information Administration. (<http://www.osti.gov/scitech/biblio/674900>) (2016/04/22).
- Fenhann, Joergen and Miriam Hinostrozan. 2011. *CDM Information and Guidebook (3rd Edition)*. UNEP Risoe Centre on Energy, Climate and Sustainable Development National Laboratory for Sustainable Energy Technical University of Denmark. Roskilde, Denmark: United Nations Environment Programme. (http://cd4cdm.org/Publications/cdm_guideline_3rd_edition.pdf) (2015/12/12).
- Hepburn, Cameron. 2007. “Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms.” *Annual Review of Environment and Resources*, Vol. 32, pp. 375-93.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. *Climate Change 2001 Synthesis Report Summary for Policy Makers*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/english/pdf/spm.pdf) (2015/12/30).
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2014. *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary*. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf) (2015/12/15).
- Kete, Nancy, Ruchi Bhandari, and Kevin A. Baumert. 2001. “Should Development Aid be Used to Finance the CDM,” WRI, Washington, D.C. (<http://www.wri.org/pdf/ruchi.pdfLee>) (2015/01/20).
- Maradan, David and Anatoli Vassiliev. 2005. “Marginal Costs of Carbon Dioxide Abatement: Empirical Evidence from Cross-country Analysis.” *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol. 141, No. 3, pp. 377-410.
- McCloskey, Alexander I., Tisha T. Joseph, Mark A. Aranha, Amanda A. Bergqvist,

- Andrew J. Dvoracek, Takuya Kudo, Eliot R. Levine, Amy C. Lile, Heather M. Matsumoto, Cindy B. Pearl, Jessica E. Rogers, and Reis Lopez Rello. 2005. *Reducing Transaction Costs of the Clean Development Mechanism*. Columbia: School of International and Public Affairs (http://www.roger-raufer.com/Columbia_2005_CDM_Transaction_Costs.pdf) (2015/09/20).
- Metz, Bert, Ogunlade Davidson, Peter Bosch, Rutu Dave, and Leo Meyer. 2007. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf) (2015/12/15).
- Michaelowa, Axel. 2005. "CDM: Current Status and Possibilities for Reform." Working Paper, Nos. 4-3. Hamburg: Hamburg Institute of International Economics (<http://hdl.handle.net/10419/48239>) (2015/12/11).
- Michaelowa, Axel and Frank Jotzo. 2005. "Transaction Costs, Institutional Rigidities and the Size of the Clean Development Mechanism." *Energy Policy*, Vol. 33, No 4, pp. 511-23.
- Moomaw, William, Francis Yamba, Masayuki Kamimoto, Lourdes Maurice, John Nyboer, Kevin Urama, and Tony Weir. 2012. "Renewable Energy and Climate Change," in Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs Madruga, Youba Sokona, Kristin Seyboth, Patrick Matschoss, Susanne Kadner, Timm Zwickel, Patrick Eickemeier, Gerrit Hansen, Steffen Schlömer, and Christoph von Stechow, eds. *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, pp. 161-207. Cambridge: Cambridge University Press (http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/SRREN_Full_Report.pdf) (2015/12/15).
- Nelson, Kristen C., and Ben H. J. de Jong. 2003. "Making Global Initiatives Local Realities: Carbon Mitigation Projects in Chiapas, Mexico." *Global Environmental Change*, Vol. 13, No. 1, pp. 19-30.
- Niederberger, A. and Raymond Saner. 2005. "Exploring the Relationship between FDI Flows and CDM Potential." *Transnational Corporations*, Vol. 14, No. 1, pp. 1-40.
- Olsen, Karen Holm and Jørgen Fenhann. 2008. "Sustainable Development Benefits of Clean Development Mechanism Projects A New Methodology for Sustainability Assessment Based on Text Analysis of the Project Design Documents Submitted for Validation." *Energy Policy*, Vol. 36, No. 8, pp. 2819-30.
- Pogosov, I. A. and E. A. Sokolovskaya. 2015. "Factors of Long-term Economic Growth: Ratio of Capital and Labor in the Increase in the Gross Income of the

- Economy, Number of Employed Individuals, and Labor Productivity.” *Studies on Russian Economic Development*, Vol. 26, No. 6, pp. 525-33.
- Pörtner, Hans-O., David M. Karl, Philip W. Boyd, William W. L. Cheung, Salvador E. Lluich-Cota, Yukihiro Nojiri, Daniela N. Schmidt, and Peter O. Zavialov. 2014. “Ocean Systems.” in Christopher B. Field, Vicente R. Barros, David Jon Dokken, Katharine J. Mach, Michael D. Mastrandrea, T. Eren Bilir, Monalisa Chatterjee, Kristie L. Ebi, Yuka Otsuki Estrada, Robert C. Genova, Betelhem Girma, Eric S. Kissel, Andrew N. Levy, Sandy MacCracken, Patricia R. Mastrandrea, and Leslie L. White, eds. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 411-84. Cambridge: Cambridge University Press (https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf) (2015/12/14).
- Rahman, Shaikh M., Donald F. Larson, and Ariel Dinar. 2012. “The Cost Structure of the Clean Development Mechanism.” Working Paper, No. 6262. Washington, D.C.: World Bank Development Research Group (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2175444) (2015/10/2).
- Schmid, Gisèle. 2012. “Technology Transfer in the CDM: the Role of Host-country Characteristics.” *Climate Policy*, Vol. 12, No. 6, pp. 722-40.
- Silayan, Alan. 2005. “Equitable Distribution of CDM Projects among Developing Countries.” HWWA-Report 255, Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA). Hamburg, Germany: Hamburg Institute of International Economics.
- Sorrell, Steven and Jos Sijm. 2003. “Carbon Trading in the Policy Mix.” *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 19, No. 3, pp. 420-36.
- Stronzik, Marcus, Alistair Hunt, Frauke Eckermann, and Tim Taylor. 2003. “The Role of Transaction Costs and Risk Premiain the Determination of Climate Change Policy Responses.” Working Paper, No. 03-59. Mannheim, Germany: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (<https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/23992/1/dp0359.pdf>) (2015/10/26).
- United Nations. 1998. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>) (2015/11/12).
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2004. *Legal Issue Guidebook to the Clean Development Mechanism*. Roskilde, Denmark: United Nations Environment Programme (<http://www.cd4cdm.org/Publications/CDM%20Legal%20Issues%20Guidebook.pdf>) (2016/03/25).
- United Nations Environment Programme (UNEP). 2015. *CDM/JI Pipeline Analysis*

and Database. Roskilde, Denmark: United Nations Environment Programme. (<http://www.cdmpipeline.org/>) (2015/9/28).

United Nations Environment Programme (UNEP). 2016. *CDM Projects by Type*. Roskilde, Denmark: United Nations Environment Programme (<http://www.cdmpipeline.org/cdm-projects-type.htm>) (2016/01/10).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 1997. “Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.” 1/CP.3. In Report of the Conference of the Parties on its Third Session. Kyoto, Japan. December 11 (<http://unfccc.int/resource/docs/cop3/07a01.pdf>) (2015/10/09).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2002. “Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session, Held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001.” FCCC/CP/2001/13/Add.3. In Reports of the Conference of Parties on its Seventh Session. Marrakesh, Morocco. 2001 October 29-2001 November 10 (<http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a03.pdf>) (2016/06/02).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2008. *Kyoto Protocol Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amounts*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change. (http://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf) (2015/09/10).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2012. “Information by Parties Included in Annex I Listed in Annex 1 to Decision 1/CMP.7 on their Quantified Emission Limitation or Reduction Objectives for the Second Commitment Period under the Kyoto Protocol.” 1/CMP.7. In Report of the Conference of the Parties on its Seventeenth Session. Bonn, Germany. May 15-24 (<http://unfccc.int/resource/docs/2012/awg17/eng/misc01a01.pdf>) (2016/05/12).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014a. *First Steps to a Safer Future: Introducing the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php) (2015/12/10).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014b. *Kyoto Protocol*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php) (2015/12/10).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014c. *Clean Development Mechanism (CDM)*. Bonn, Germany: United Nations

- Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/clean_development_mechanism/items/2718.php) (2015/12/11).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014d. *List of Non-Annex I Parties to the Convention*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/non_annex_i/items/2833.php) (2015/12/11).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014e. *The Consolidated Versions of the Convention Text, Including Amendments to Annex I and II*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/files/essential_background/convention/background/application/pdf/convention_text_with_annexes_english_for_posting.pdf) (2015/12/10).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014f. *International Emissions Trading*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/emissions_trading/items/2731.php) (2015/12/10).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2014g. *Joint Implementation (JI)*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change. (http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/joint_implementation/items/1674.php) (2015/12/11).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). 2016. *CDM Methodologies*. Bonn, Germany: United Nations Framework Convention on Climate Change (<https://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>) (2015/12/21).
- World Bank. 2014. *How Are the Income Group Thresholds Determined?* Washington, D.C.: World Bank (<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/378833-how-are-the-income-group-thresholds-determined>) (2015/11/29).
- World Economic Forum (WEF). 2014a. *Technical Notes and Sources*. Cologny, Switzerland: World Economic Forum (<http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2014-2015/technical-notes-and-sources/>) (2015/09/25).
- World Economic Forum (WEF). 2014b. *The Global Competitiveness Index Historical Dataset*. Cologny, Switzerland: World Economic Forum (<http://goo.gl/Sv0cx3>) (2015/09/25).

附錄 1

『京都議定書』之附件 B 國家

澳大利亞 (Australia)	奧地利 (Austria)
比利時 (Belgium)	保加利亞 (Bulgaria)
加拿大 (Canada)	克羅埃西亞 (Croatia)
捷克 (Czech Republic)	丹麥 (Denmark)
愛沙尼亞 (Estonia)	歐洲共同體 (European Community)
芬蘭 (Finland)	法國 (France)
德國 (Germany)	希臘 (Greece)
匈牙利 (Hungary)	冰島 (Iceland)
愛爾蘭 (Ireland)	意大利 (Italy)
日本 (Japan)	拉脫維亞 (Latvia)
列支敦斯登 (Liechtenstein)	立陶宛 (Lithuania)
盧森堡 (Luxembourg)	摩納哥 (Monaco)
荷蘭 (Netherlands)	紐西蘭 (New Zealand)
挪威 (Norway)	波蘭 (Poland)
葡萄牙 (Portugal)	羅馬尼亞 (Romania)
俄羅斯聯邦 (Russian Federation)	斯洛伐克 (Slovakia)
斯洛維尼亞 (Slovenia)	西班牙 (Spain)
瑞典 (Sweden)	瑞士 (Switzerland)
烏克蘭 (Ukraine)	大不列顛及北愛爾蘭聯合王國 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)
美國 (United States of America)	

資料來源：UNFCCC (2008)。

註：美國於 2001 年宣布不再遵從『京都議定書』，目前附件 B 共計 38 個國家，亦屬於 UNFCCC 之附件一國家。

附錄二

UNFCCC 之附件一國家 (Annex I countries)^a

澳大利亞 (Australia)	奧地利 (Austria)
白俄羅斯 (Belarus)	比利時 (Belgium)
保加利亞 (Bulgaria)	加拿大 (Canada)
克羅埃西亞 (Croatia) [*]	賽普勒斯 (Cyprus) ^{***}
捷克 (Czech Republic) [*]	丹麥 (Denmark)
歐洲經濟共同體 (European Economic Community)	愛沙尼亞 (Estonia)
芬蘭 (Finland)	法國 (France)
德國 (Germany)	希臘 (Greece)
匈牙利 (Hungary)	冰島 (Iceland)
愛爾蘭 (Ireland)	意大利 (Italy)
日本 (Japan)	拉脫維亞 (Latvia)
列支敦斯登 (Liechtenstein) [*]	立陶宛 (Lithuania)
盧森堡 (Luxembourg)	馬爾他 (Malta) ^{**}
摩納哥 (Monaco) [*]	荷蘭 (Netherlands)
紐西蘭 (New Zealand)	挪威 (Norway)
波蘭 (Poland)	葡萄牙 (Portugal)
羅馬尼亞 (Romania)	俄羅斯聯邦 (Russian Federation)
斯洛伐克 (Slovakia) [*]	斯洛維尼亞 (Slovenia) [*]
西班牙 (Spain)	瑞典 (Sweden)
瑞士 (Switzerland)	土耳其 (Turkey)
烏克蘭 (Ukraine)	大不列顛及北愛爾蘭聯合王國 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)
美國 (United States of America)	

資料來源：UNFCCC (2014e)。

註：a. ^{*}表示於 1997 年成為附件一國家；^{**}表示於 2009 年成為附件一國家；^{***}表示於 2011 年成為附件一國家。

附錄三

非附件一國家 (Non-Annex I countries)	
阿富汗 (Afghanistan)	阿爾巴尼亞 (Albania)
阿爾及利亞 (Algeria)	安道爾 (Andorra)
安哥拉 (Angola)	安地卡及巴布達 (Antigua and Barbuda)
阿根廷 (Argentina)	亞美尼亞 (Armenia)
亞塞拜然 (Azerbaijan)	巴哈馬 (Bahamas)
巴林 (Bahrain)	孟加拉 (Bangladesh)
巴貝多 (Barbados)	貝里斯 (Belize)
貝南 (Benin)	不丹 (Bhutan)
玻利維亞 (Bolivia)	波士尼亞與赫塞哥維納 (Bosnia and Herzegovina)
波札那 (Botswana)	巴西 (Brazil)
汶萊 (Brunei Darussalam)	布吉納法索 (Burkina Faso)
蒲隆地 (Burundi)	柬埔寨 (Cambodia)
維德角 (Cabo Verde)	喀麥隆 (Cameroon)
中非共和國 (Central African Republic)	查德 (Chad)
智利 (Chile)	中國 (China)
哥倫比亞 (Colombia)	葛摩 (Comoros)
剛果河 (Congo)	庫克群島 (Cook Islands)
哥斯大黎加 (Costa Rica)	古巴 (Cuba)
象牙海岸 (Côte d'Ivoire)	北韓 (Democratic People's Republic of Korea)
剛果民主共和國 (Democratic Republic of the Congo)	吉布地 (Djibouti)
多米尼克 (Dominica)	多明尼加 (Dominican Republic)
厄瓜多 (Ecuador)	埃及 (Egypt)
薩爾瓦多 (El Salvador)	赤道幾內亞 (Equatorial Guinea)
厄利垂亞 (Eritrea)	衣索比亞 (Ethiopia)
斐濟 (Fiji)	加彭 (Gabon)
甘比亞 (Gambia)	喬治亞 (Georgia)
迦納 (Ghana)	格瑞那達 (Grenada)

附錄三 (續)

非附件一國家 (Non-Annex I countries)

瓜地馬拉 (Guatemala)	幾內亞 (Guinea)
幾內亞比索 (Guinea-Bissau)	蓋亞那 (Guyana)
海地 (Haiti)	宏都拉斯 (Honduras)
印度 (India)	印尼 (Indonesia)
伊朗 (Iran (Islamic Republic of))	伊拉克 (Iraq)
以色列 (Israel)	牙買加 (Jamaica)
約旦 (Jordan)	哈薩克 (Kazakhstan)
肯亞 (Kenya)	吉里巴斯 (Kiribati)
科威特 (Kuwait)	吉爾吉斯 (Kyrgyzstan)
寮國 (Lao People's Democratic Republic)	黎巴嫩 (Lebanon)
賴索托 (Lesotho)	賴比瑞亞 (Liberia)
利比亞 (Libya)	馬達加斯加 (Madagascar)
馬拉威 (Malawi)	馬來西亞 (Malaysia)
馬爾地夫 (Maldives)	馬利共和國 (Mali)
馬紹爾群島 (Marshall Islands)	茅利塔尼亞 (Mauritania)
模里西斯 (Mauritius)	墨西哥 (Mexico)
密克羅尼西亞聯邦 (Micronesia (Federated States of))	蒙古國 (Mongolia)
蒙特內哥羅 (Montenegro)	摩洛哥 (Morocco)
莫三比克 (Mozambique)	緬甸 (Myanmar)
納米比亞 (Namibia)	諾魯 (Nauru)
尼泊爾 (Nepal)	尼加拉瓜 (Nicaragua)
尼日 (Niger)	奈及利亞 (Nigeria)
紐埃 (Niue)	阿曼 (Oman)
巴基斯坦 (Pakistan)	帛琉 (Palau)
巴勒斯坦 (Palestine)	巴拿馬 (Panama)
巴布亞紐幾內亞 (Papua New Guinea)	巴拉圭 (Paraguay)
秘魯 (Peru)	菲律賓 (Philippines)
卡達 (Qatar)	南韓 (Republic of Korea)
摩爾多瓦 (Republic of Moldova)	盧安達 (Rwanda)

附錄三 (續)

非附件一國家 (Non-Annex I countries)

聖克里斯多福及尼維斯 (Saint Kitts and Nevis)	聖露西亞 (Saint Lucia)
聖文森及格瑞那丁 (Saint Vincent and the Grenadines)	薩摩亞 (Samoa)
聖馬利諾 (San Marino)	聖多美和普林西比 (Sao Tome and Principe)
沙烏地阿拉伯 (Saudi Arabia)	塞內加爾 (Senegal)
塞爾維亞 (Serbia)	塞席爾 (Seychelles)
獅子山 (Sierra Leone)	新加坡 (Singapore)
索羅門群島 (Solomon Islands)	索馬利亞 (Somalia)
南非共和國 (South Africa)	南蘇丹 (South Sudan)
斯里蘭卡 (Sri Lanka)	蘇丹共和國 (Sudan)
蘇利南 (Suriname)	史瓦濟蘭 (Swaziland)
敘利亞 (Syrian Arab Republic)	塔吉克 (Tajikistan)
泰國 (Thailand)	馬其頓共和國 (The former Yugoslav Republic of Macedonia)
東帝汶 (Timor-Leste)	多哥 (Togo)
東加 (Tonga)	千里達及托巴哥 (Trinidad and Tobago)
突尼西亞 (Tunisia)	土庫曼 (Turkmenistan)
吐瓦魯 (Tuvalu)	烏干達 (Uganda)
阿拉伯聯合大公國 (United Arab Emirates)	坦尚尼亞 (United Republic of Tanzania)
烏拉圭 (Uruguay)	烏茲別克 (Uzbekistan)
萬那杜 (Vanuatu)	委內瑞拉 (Venezuela (Bolivarian Republic of))
越南 (Viet Nam)	葉門 (Yemen)
尚比亞 (Zambia)	辛巴威 (Zimbabwe)

資料來源：UNFCCC (2014d)。

Comparison of Emission Reduction Cost among Different Project Types of the Clean Development Mechanism^{*}

Pei-Ing Wu^{**}

*Professor and Chair, Department of Agricultural Economics
National Taiwan University, TAIWAN*

Ke-Zhen Qiu

Senior Banking Associate Minsheng Branch of First Bank, TAIWAN

Je-Liang Liou

*Associate Research Fellow, The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research, TAIWAN*

Abstract

The purpose of this study is to explore and compare the emission reduction cost for all types of projects implemented under the clean development mechanism (CDM). The results show that the average emission reduction cost conducted by different credit countries for a specific type of project varies significantly. Similarly, the average emission reduction cost varies among projects conducted by a specific credit country. Among these, the project of CH₄ reduction and coal mine/ bed methane conducted by Belgium has the lowest average emission reduction cost. And the project of demand-side energy efficiency conducted by Ireland has the highest average emission reduction cost, i.e. 5,715.89 US \$/ton. Overall, projects of renewables have relatively high average emission reduction cost and projects of CH₄ reduction and coal mine/bed methane is ranked as the second.

Keywords: credit country, emission reduction cost, project type of clean development mechanism, technological-completeness, *Kyoto Protocol*

^{*} The financial funding of this study via project MOST104-2410-H-002-218 from Ministry of Science and Technology of Taiwan is sincerely appreciated.

^{**} Corresponding author.

