

「污染庇護所」之檢定 ——貿易自由化與環境管制之探討*

曾美萍

國立中正大學國經所博士班研究生與
正修科技大學國企系講師

劉錦添

國立台灣大學經濟學系特聘教授與
NBER research associate

貿易自由化使一個環境管制較為嚴格的國家更專業於較為乾淨產品的生產，且增加污染性較高產品的進口，並將污染性產業移到國外去生產，進而改善國內的環境品質。自 1990 年以降，台灣對外貿易逐漸開放，國內的產業結構和貿易型態產生了很大的改變，本文的主要目的是探討台灣的貿易自由化是否將污染性產業移轉至較為落後國家生產，亦即檢定「污染庇護所假說」。本研究利用 1991 年至 2003 年期間台灣製造業二欄位產業別的 panel data，分別以固定效果和隨機效果模型進行實證，藉以探討環境管制對貿易型態的影響。實證顯示環境管制越嚴格的產業其進口和淨進口比率均越高，顯示過去十多年來我國的產業結構已朝向較為乾淨與污染性較低的型態。另外，在 1990 年代貿易管制逐漸減少，進口稅率的降低，高污染密集度產業的進口比率亦增加，不過這個「間接污染庇護所」效果並不顯著。我們進一步將各產業的進口來源區分成由 OECD 國家和由非 OECD 國家進口，發現不論是對 OECD 國家或對非 OECD 國家貿易，污染程度越高的產品其進口比率均較高，但只有在由非 OECD 國家進口方面的環境管制變數係數是顯著的。很顯然地，非 OECD 國家已經成為台灣高污染性產品的庇護所，而且隨著貿易的自由化、進口稅率之降低，台灣由非 OECD 國家所淨進口高污染性產品的比率也越高，但由 OECD 國家所淨進口高污染性產品的比率卻是減少的，貿易自由化的污染庇護效果在不同的貿易對象產生不同的效果。

關鍵字：污染庇護所假說、貿易自由化、環境管制、污染防治成本

* 作者感謝國科會永續會研究計劃補助 (NSC 95-2621-Z-002-018)、2007 年全國實證經濟研討會參與人以及本刊兩位匿名審查人與主編的悉心指正。

收稿日期：96 年 10 月 16 日；接受刊登日期：97 年 4 月 1 日

壹、前言

環境與貿易的議題早在 1970 年代就已受到注意，1990 年代隨著全球化的趨勢再度受到重視，在 1990 年代聯合國環境發展會議（UNCED）、GATT 的烏拉圭回合談判、北美自由貿易協定（NAFTA）皆討論到貿易自由化與環境的議題，而 1999 年美國總統第 13141 號行政命令（Presidential Executive order 13141）更規定美國政府機構須對自由貿易協定透過數量化方法來評估貿易對於環境的影響。台灣過去二十多年來，環境保護相關問題更是受到眾多的關注，不論是工廠廢棄物之處理、污水廢氣之排放、家庭垃圾處理、資源分類回收、河川水土生態保護等等都是和環境息息相關，政府的環境管制相關措施更是對製造業廠商和產業的生產方式和貿易型態有直接的影響，當環境管制越趨嚴格，廠商和產業的污染防治設備投資和操作成本將會提高，並且直接反映在生產成本上，而對產業結構產生影響。而在這同時，台灣對外貿易也走向更自由化的道路，貿易自由化過程中是否因產業結構和貿易型態改變而加速整體環境品質的改善或惡化是本研究亟欲探究的課題。

貿易自由化可能影響一個國家的環境品質，其所透過的途徑包括國際間污染防治技術的移轉、國際間的競爭情況、生產規模的調整、產業結構和產品組成的改變，貿易自由化將可能使得一國更專業於較為乾淨產品的生產，進而改善環境品質，但也可能使一國高污染密集性產品的生產或出口量更多，以致使環境品質惡化。自 1990 年以來，台灣對外貿易逐漸開放，除了進口稅降低，進出口管制也放寬，貿易障礙的削減對國內的產業結構和貿易型態產生了很大的改變，本研究的主要目的就是探討在貿易自由化過程中，台灣是否因產業結構和貿易型態的改變而將高污染性產業移轉國外生產，特別是轉向由非 OECD 國家進口，亦即檢定所謂「污染庇護所假說」（pollution haven hypothesis）。

本研究利用 1991 年至 2003 年期間台灣製造業二欄位產業別的 panel 資料，探討環境管制對於貿易型態的影響。透過「污染庇護所假說」之檢定，我們嘗試去檢視我國污染程度較高產業之進口量是否有顯著地增加，如果答

案是肯定的話，那麼很明顯地，過去十多年我國的產業結構已由較污染的產業轉向較乾淨的產業，我國已不再是污染者的庇護所。我們發現如果利用污染防治設備淨值佔總固定資產淨額比率作為環境管制變數，在進口和淨進口迴歸式所得到的估計係數均為正值，亦即環境管制越嚴格產業其進口量越多，這顯示過去十多年來，環境管制政策使台灣的製造業產業結構產生改變，國內產業型態已朝向較為乾淨型態。另外，當進口稅率越降低，污染密集度較高產業的淨進口比率雖有增加，但這項「間接污染庇護所」效果並不顯著。

本文進一步探討不同貿易對象的「污染庇護所」效果，實證顯示不論是對 OECD 國家或對非 OECD 國家貿易，污染程度越高的產品其進口比率也越高，其中由非 OECD 國家的進口尤其顯著，非 OECD 國家已經成為台灣污染產品的庇護所。當環境管制標準趨於嚴格，高污染性產業的結構已產生將部份國內生產轉由向外國進口的現象，藉以減少國內高度污染性產品的生產比例，改善國內的環境品質。此外，當貿易越自由化，台灣自非 OECD 國家進口高度污染性產品的比率也越高。當台灣致力於環境品質改善之際，除了制定各項環保政策，對外貿易政策也可以作為環境改善的有效政策之一。尤其，在和外國簽訂經貿合作協定時，如能多考量降低由非 OECD 國家進口高度污染性產品的進口稅率，將有助於國內產業結構朝向更乾淨型態。

本文第二部份是國外相關文獻的回顧，第三部份是研究方法和資料說明，第四部份是實證結果，最後則是本文的結論。

貳、文獻回顧

貿易對環境品質的影響可從貿易對一國經濟規模、生產技術、產業的組成之改變，從而對環境品質產生影響來探討。有關環境與貿易的議題早在 1970 年代就已受到注意，當時所討論的重點在於 OECD 國家頒布環保法規對產業貿易型態與產業區位的影響。這項議題在 1990 年代隨著全球化的趨勢再度受到重視，1990 年代聯合國環境發展會議（the National Nations Conference on Environment and Development, UNCED）、GATT 的烏拉圭回合談判、北美自由貿易協定（NAFTA）皆討論到貿易自由化與環境的議

題。而 1999 年美國總統第 13141 號行政命令 (Presidential Executive order 13141) 更規定美國政府機構須對自由貿易協定以數量化方法來評估貿易對於環境的影響。

傳統 Heckscher-Ohlin 理論 (以下簡稱 H-O 理論) 係從生產要素稟賦量探討一個國家比較利益的來源，而其比較利益決定其生產和貿易型態。依據 H-O 理論，在兩個國家、兩種財貨和兩種生產要素之體系下，一國會根據其本身要素稟賦的豐富和產品所使用的相對要素密集度，來決定其生產方式。在貿易平衡的條件下，如果一個國家擁有某種要素稟賦相對豐富，則會生產和出口此種要素密集度相對高的產品，並且進口他種要素密集度相對高的產品。換言之，根據其生產要素稟賦量之多寡來決定其具有比較利益的產品，並生產和出口其具有比較利益的產品，進口其相對不具比較利益的產品。H-O 理論若拓展到多種生產要素和多種財貨時，模型的結論並沒有太大的改變。依據 Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) 理論，產品的出口如同附加之生產要素的出口，HOV 理論認為一國會出口本國要素稟賦相對豐富的產品，並進口本國要素稟賦相對缺乏的產品。Leamer (1984: 187-191) 認為自然資源的稟賦是貿易活動的重要決定因素，在生產過程中，廠商使用自然資源——乾淨的環境財，作為生產投入，政府管制工廠污染的排放，等於間接減少廠商可資利用的環境資源，而廠商從防治污染設備的投資及操作成本之增加，可減少污染物的排放量，但無形中降低廠商在國際市場的競爭力，並減少產品的出口量。

應用 H-O 理論的實證模型可分為兩大方向，一是從商品面 (commodity version) 分析，利用單一國家的產品橫斷面或 panel 的貿易資料，透過要素密集度或要素份額和產品的貿易方向來探討單一國家比較利益的決定因子，是屬於商品面的 H-O 理論。另一是從生產要素內容面 (factor content version) 分析，係利用不同國家跨國資料，對某一產品的貿易量、不同國家的特性及資源稟賦進行迴歸分析，以探討資源稟賦和某一產品的貿易關係，是為生產要素內容面的 H-O 理論。

近年來，探討貿易自由化對環境影響之研究已經有明顯的發展，根據 Antweiler et al. (2001: 877-908)，貿易自由化對環境影響的實證文獻包括

三個方向，第一個方向是著重在經濟成長如何影響環境，將貿易對環境污染的影響分成三個的效果——經濟規模效果、生產技術效果和產業組成效果。第二個方向是根據環境污染量的高低將產業分成乾淨產業或污染產業，並建構生產面和貿易面的污染密集度作為衡量指標。第三個方向則是檢視污染防治成本和貿易的關聯性，並且從污染防治成本的角度來探討環境管制如何影響貿易活動，以及一國的環境管制嚴格程度是否改變貿易和產業的結構，亦即檢定所謂「污染庇護所假說」(pollution haven hypothesis)。

在貿易自由化對環境影響之第一個實證方向，最早的是 Grossman and Krueger (1995: 353-377) 探討所謂「環境顧志耐曲線」假說 (environmental Kuznets curve, EKC)。¹ 該曲線闡述隨著每人所得的增加，環境品質呈現先下降後上升的 U 型曲線。此外，藉由貿易開放程度的衡量，將貿易對環境污染的影響分成三個的效果——經濟規模 (scale) 效果、生產技術 (technique) 效果和產業組成 (composition) 效果，其中，規模效果是探討經濟活動本質不變之下，貿易使一國經濟規模變大，而經濟規模增加造成環境污染量增加的效果，換言之，經濟規模對環境產生負面的效果。另外，貿易的進行會使一國在國際市場中的生產學習過程中，改採用較乾淨的生產方法來降低其污染量，因此，貿易對環境產生正面影響的生產技術效果。至於貿易改變產業的組成以致影響環境品質的效果是不確定的，有些國家可能出口更多污染密集度高的產品，使得國內污染密集度較高產品的產量增加，造成環境的污染量增加；另外有些國家可能卻是進口更多污染密集度高的產品，使得國內污染密集度高產品的產量減少，以致於環境的污染量減少。綜合來說，貿易對環境之影響是利或不利，需視這三種效果的強弱而定。除了 Grossman and Krueger (1993: 13-56; 1995: 353-377) 之外，Antweiler et al. (2001: 877-908)、Dean (2002: 819-842)、Frankel and Rose (2002: 1-53)、Cole and Elliott (2003: 1163-1186) 和 Managi (2004: 1-5) 都進行類似的研究。

Grossman and Krueger (1993: 13-56) 利用商品面的 H-O 模型，分析

1 有關環境顧志耐曲線假說的實證請參考 Harbaugh et al. (2000: 3-25) 的檢討。他們發現該項假說的實證結果受到資料性質、估計式的設定與變數的選取影響甚大。

美國與墨西哥雙邊製造業之貿易，實證結果顯示，關稅保護率及污染防治成本等對貿易量的影響並不顯著。Antweiler et al. (2001: 877-908) 的實證發現：當經濟規模增加 1% 時，污染量將增加 0.25~0.5%，而當所得增加 1%，污染量將減少 1.25~1.5%，亦即技術效果大於規模效果，因而貧窮國家會更“dirtier”，富裕國家會更“cleaner”，產業組成效果為正向，但總效果為負向，亦即貿易會降低環境污染量，因此自由貿易對環境有正面的影響。Frankel and Rose (2002: 1-53) 考慮所得與貿易關係的內生性問題，他們利用工具變數估計雙邊貿易 gravity 模型，發現貿易與環境兩者之間可能互有影響的因果關係。研究中同時估計環境退化 (environmental degradation) 和經濟成長 (economic growth) 兩條聯立方程式，結果顯示，經濟成長與貿易對污染物的排放有改善作用，然而 SO_2 之排放估計式中，貿易與經濟成長不足以減緩 SO_2 的排放。

Dean (2002: 819-842) 考慮要素內生性的 H-O 模型，將環境品質視為生產要素之一，利用兩條方程式的聯立估計方式，探討貿易自由化對環境影響的直接效果—產出水準，以及貿易自由化對環境影響的間接效果—所得成長。研究發現，貿易自由化透過產出水準和所得成長確實對污水排放量的成長產生影響，而兩效果是相反方向的。中國在污染密集度高產品具有比較利益，貿易開放直接對環境產生傷害，但另一方面，這段時間所得的成長卻降低其污水排放量的成長，即貿易自由化間接減緩了環境受到的傷害，而其淨效果為正向。換言之，Dean 的研究顯示技術效果大於規模效果，貿易自由化對中國各省的環境影響是有利的。Cole and Elliott (2003: 1163-1186) 以傳統比較利益 (HOV 模型) 與新貿易理論為架構，利用兩種環境管制因素，估計貿易對 SO_2 、 NO_x 、 CO_2 和 BOD 影響的規模和技術效果，² 整體而言，環境管制政策對於污染性產業的淨出口並無顯著影響，亦即環境管制不影響貿易型態。此外，他們也發現國與國之間環境管制的差異會影響一國產業內和

2 兩種環境管制因素為 ENVREG 和 ENVPOL，ENVREG 是從 UNCED 報告所編製的指數；而 ENVPOL 則是以每個國家的能源密集度在 1980 年的水準和 1980 年到 1995 年的變動。

產業間貿易的比例，換言之，產業間與產業內貿易，明顯受到不同國家間環境管制差異的影響，而且一國的環境管制越嚴格，其產業內和產業間貿易的比重越低。Managi (2004: 1-5) 採用工具變數方法估計環境品質和經濟成長的聯立方程式，計算貿易的經濟規模、生產技術和產業組成三個效果，以檢視自由貿易對一國的環境是傷害或者獲益。他的研究顯示貿易的經濟規模效果為負面的，即經濟活動的擴張將使總污染量增加，規模效果彈性介於 0.62 和 1.37 之間；而貿易的生產技術效果為正面的，技術效果彈性介於 -0.71 和 -0.83 之間，亦即隨著國家財富的增加以致對好的環境品質之需求提高，總污染量會下降。至於貿易的整體總效果彈性為 0.579，自由貿易對環境品質會造成傷害。

探討貿易自由化與環境關係之實證的第二個方向，是根據環境污染量資料，依照污染量的高低將產業分成乾淨產業和污染產業，並建構生產面和貿易面的污染密集度的衡量指標，這方面的實證研究包括 Low and Yeats (1992: 89-104)、Lucas et al. (1992: 67-88)、Mani and Wheeler (1998: 215-247)、Van Beers and van den Bergh (1997: 29-46) 和 Grether et al. (2006: 1-24)。

Low and Yeats (1992: 89-104) 檢視開發中國家的高污染產業生產比例是否提高來探討高污染產業在貿易活動中是否有轉移的情形，實證發現，全世界污染密集產品的產量比例從 19% 降為 16%。就北美洲而言，高污染密集產品的產量比例從 21% 降為 14%，東南亞地區則由 3.4% 上升為 8.4%，開發中國家在高污染密集產業的比較利益比已開發國家高出很多。Grether et al. (2006: 1-24) 利用雙邊貿易的 gravity 模型計算進口品污染含量 (pollution content of imports, PCI)，分兩階段進行 PCI 的估計和計算 PCI 的變動，以全部 10 種污染物的 PCI 變動而言，包含要素稟賦效果、污染庇護所效果和與貿易環境無關效果在內的總體效果，約使進口品的污染含量下降 3%。

探討貿易自由化與環境的關係的第三個實證方向則是著重於檢視污染防治成本和貿易的關聯性。Walter (1973: 61-70) 以美國的產品及服務類別資料，分別計算直接環境管制負荷量 (direct environmental control loading, DECL) 和全面環境管制負荷量 (overall environmental control loading,

OECL)，將環境管制成本分成：為環境管制所花費的研發費用、環境污染防治設備折舊費、環境污染防治設備成本及環境污染防治設備管理操作及維修費用。Walter 並分別計算出口和進口的 OECL，發現兩者並沒有顯著性差異，但就個別產業而言，產品在國際市場上的競爭力和 OECL 成正比。Kalt (1988: 221-262) 將污染防治成本視為生產要素稟賦之一，作為迴歸式的解釋變數，並將污染防治成本分成直接成本效果和產業關聯的總成本效果。實證結果顯示，若樣本為 78 個產業（含製造業及非製造業），則污染防治成本對淨出口值沒有顯著影響，但若樣本只限於製造業，則污染防治成本對淨出口值有顯著影響。另外，若將化學業剔除，則影響更為顯著。Robinson (1988: 187-199) 則利用 INFORUM (inter industry forecasting project of the university) 產業的總體模型，估計產業污染成本上升對貿易收支的影響，研究發現污染防治成本對美國貿易淨額的影響大部分為負值，平均為 -2.69%，但若只針對美國和加拿大之間的雙邊貿易來看，環境管制對貿易並沒有顯著的影響，作者認為這可能是美加兩國的環境管制法規沒有太大差異的緣故。Tobey (1990: 191-209) 依據生產因素內容面的 H-O 理論，利用 HOV 模型分析跨國間的高污染性產業是否受到各國環境法規的影響，實證結果發現環境法規強弱和嚴格與否對不同國家的貿易型態在統計上並沒有顯著性影響。

由污染防治成本探討環境管制如何影響貿易活動，其中所謂「污染庇護所假說」是由環境優先的角度出發，探討貿易自由化是否會影響一個國家經濟活動和貿易型態，這是從貿易活動和型態探討「污染庇護所假說」。另外，是否因某些國家的環保標準提高迫使廠商將生產基地移到國外，例如美國等 OECD 國家的環境管制標準較為嚴格，促使其多國籍廠商移往污染管制標準較鬆散的開發中國家進行投資或生產，形成所謂的「污染庇護所」，這是從對外投資活動探討「污染庇護所假說」。

從貿易型態的角度檢視「污染庇護所假說」的研究中，Birdsall and Wheeler (1993: 137-149)、Antweiler et al. (2001: 877-908)、Grether and de Melo (2003: 1-32)、Ederington et al. (2004: 1-29)、以及 Levinson and Taylor (2004: 1-44) 的研究結果均不支持「污染庇護所假說」；然而 Mukhopadhyay (2006: 25-46) 以及 Grether et al. (2006: 1-24) 則是支持

「污染庇護所假說」。

Grether and de Melo (2003: 1-32) 探討全球化對環境的影響，他們利用雙邊貿易的 gravity 模型進行實證估計，計算各產業污染量的顯示性比較利益指標 (revealed comparative advantage, RCA)，研究顯示低度開發國家在污染性產品的顯示性比較利益有下降現象，由於南方國家的貿易障礙降低使其比較利益提高，以致污染性產業似乎有往南移的情形，不過並無證據顯示國家間環境管制標準的落差對貿易流量有顯著影響，即不支持「污染庇護所假說」。Ederington et al. (2004: 1-29) 探討貿易自由化是否產生污染庇護所，研究中以關稅稅率作為貿易障礙指標，污染防治成本作為環境管制指標，藉由估計污染防治的直接和間接庇護所效果，來分析貿易自由化對於美國環境品質之影響，實證結果不支持「污染庇護所假說」。此外，為了釐清貿易對環境影響的產業組成效果，根據迴歸模型的估計係數和世界銀行的 IPPS (industrial pollution projection system) 報告，所估算各種污染物的變動率，顯示美國製造業的污染量呈現下降現象，亦即美國製造業部門有朝向較乾淨產業的趨勢。Levinson and Taylor (2004: 1-44) 分別從理論和實證模型去檢視環境管制對貿易流量的影響。他們認為在實證中如果忽略環境管制和貿易之間可能存在內生性問題 (endogeneity) 與不可觀察的異質現象 (unobserved heterogeneity)，將會造成支持污染庇護所假說的偏誤。他們進一步以固定效果模型和工具變數方法進行實證，研究發現當污染防治成本增加，美國從墨西哥和加拿大的淨進口量將增加，亦即產業的污染防治成本對淨進口量有正向且顯著的影響效果，環境管制越嚴格的產業其淨進口量也增加越多。

Mukhopadhyay (2006: 25-46) 探討貿易對泰國環境的影響，他認為資本密集度高的產品通常也是污染密集度高的產品。依據 HOV 理論，OECD 國家在污染密集度高的產品上具有比較利益，但另一方面，由於 OECD 國家的環境管制標準較開發中國家來得嚴格，嚴格的環境政策會扭曲既存的比較利益型態，使得開發中國家成了所謂的「污染的庇護所」。實證發現泰國是 OECD 國家的污染庇護所。Grether et al. (2006: 1-24) 探討全球化對於污染產業在生產和投資的變化，作者們質疑過去文獻礙於資料的缺乏，有關於

「污染庇護所」效果的研究多有偏頗。他們利用兩階段估計步驟，首先估計 10 種污染物的進口品污染量 (PCI)，並將 PCI 的變動分解成三個部分，分別是要素稟賦效果、污染庇護所效果，以及和貿易環境無關成分，實證結果顯示全球化過程有顯著性的「污染庇護所」效果存在。

Jaffe et al. (1995: 132-1410) 和 Brunnermeier and Levinson (2004: 6-41) 將近年來有關環境管制和貿易之研究的文獻作整理，表 1 是摘自兩篇文獻有關貿易自由化與環境管制相關研究文獻的彙整。此外，我們也將上述有關檢定貿易「污染庇護所假說」之實證文獻彙整於表 2。

由文獻的彙整中可知，2000 年以前的實證研究大多採用橫斷面資料，並且主要以普通最小平方法作為估計方法。為了改善實證模型中不可觀察的異質性和環境管制內生性的問題，近來探討貿易和環境關係的實證研究大多採用 panel 資料，並以 panel 固定效果、隨機效果模型及利用工具變數 (instrumental variable) 的兩階段估計方法進行實證分析，以改善實證模型中不可觀察的異質性問題和修正環境管制內生性的問題。

Brunnermeier and Levinson (2004: 6-41) 整理現有實證文獻，估計模型大多設定為：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 F_i + \beta_2 R_i + \beta_3 T_i + U_i \quad (1)$$

(1)式迴歸模型中，探討環境法規和貿易障礙對經濟活動 (Y)，如貿易量、淨出口、就業量、產業區位或對外直接投資 (FDI) 之影響，解釋變數包括：生產要素 (F)、環境管制嚴格程度 (R) (the stringency of environmental regulation) 和貿易障礙 (T)，其中生產要素可包括人力資本、實體資本、土地、能源或公共設施；貿易障礙則是以關稅稅率為代表，環境管制嚴格程度則以污染防治成本或污染排放量為代表。

現有實證文獻中，貿易模型方面所使用的應變數主要是以國家或行業別的貿易量為主，分析環境管制變數對淨出口或淨進口之影響，部份文獻並檢定「污染庇護所說」。Kalt (1988: 221-262)、Robinson (1988: 187-199)、Tobey (1990: 191-209)、Osang and Nandy (2000: 1-32)、Ederington and Minier (2003: 137-154)、Ederington et al. (2004: 1-29) 和 Levinson and

表 1：環境管制對貿易影響之相關文獻

作者	研究期間對象	實證方法	應變數	環境管制變數	重要發現
Kalt (1988)	1967-1977 年 美國 78 個產業	橫斷面，OLS	產業別淨出口	PAOC (污染防治操作成本)	環境管制對整體產業淨出口沒有顯著影響，但對製造業的淨出口則有顯著影響
Robinson (1988)	1973-1988 年美國 78 個產業	橫斷面，OLS	產業別淨出口	PAOC	污染防治成本增加，將使美國產業淨出口減少
Tobey (1990)	1977 年 美國等 23 國	橫斷面，OLS	五個高污染產業的淨出口	UNCED 指數	環境法規對貿易的影響不顯著
Low and Yeats (1992)	1965-1988 年 46 國	時間趨勢	各國的 RCA (顯示性比較利益指標)	無	污染性產業在開發中國家的出口份額有成長現象
Lucas, Wheeler and Hettige (1992)	1960-1988 年 80 國	Pooled，OLS	各國毒性物質密集度的變化	無	毒性物質密集度在封閉體系與高成長國家呈現成長的情況
Grossman and Krueger (1993)	1987 年 美墨兩國	橫斷面，OLS， Probit	美墨雙邊貿易進口量	PAOC/ value added	環境管制對進口量無顯著影響
Birdsall and Wheeler (1993)	1960-1988 年 25 個拉丁美洲國家	Pooled，OLS	各國毒性物質密集度的變化	無	貿易開放提高清潔產業的生產
van Beers and van den Bergh (1997)	1992 年 21 國	橫斷面， gravity 模型	跨國間高污染產業的雙邊貿易量	OECD 環境指數	環境指數和進口之間有正向相關，和出口有負向相關
Osang and Nandy (2000)	1984-1993 年 美國	panel， dynamic model	產業別淨出口	PAOC/總投資 PAOC/ value added	污染防治成本對出口有負向影響
Antweiler, Copeland, and Taylor (2001)	1971-1996 年 40 國	panel，固定效果	log (SO ₂)	無	資本勞動比率增加 1%，污染量將增加 1%
Dean (2002)	1987-1995 年 中國各省	panel， 2SLS	各省污水排放量的成長	無	技術效果大於產業組成效果

表 1：環境管制對貿易影響之相關文獻(續)

作 者	研究期間對象	實證方法	應變數	環境管制變數	重要發現
Ederington and Minier (2003)	1978-1992 年 美國	panel , 3SLS	產業別淨進口	PAOC/ total costs	污染防治成本對進口有顯著的 正向影響
Ederington, Levinson, and Minier (2004)	1978-1992 年 美國	panel , 固定效果	產業別淨進口	PAOC/costs	沒有污染庇護所效果
Levinson and Taylor (2004)	1977-1986 年 美加墨三國	panel , 2SLS	產業別淨進口	PAOC/ value added	污染防治成本對淨進口有正向 且顯著的影響

註：本表格係參考 Jaffe et al. (1995: 132-1410) 與 Brunnermeier and Levinson (2004: 6-41) 的研究並加以整理。PAOC 代表 pollution abatement operating cost。

表 2：貿易與「污染庇護所假說」之檢定的相關文獻

作 者	研究期間與國家	實證方法	應變數	環境管制變數	檢定結果
Birdsall and Wheeler (1993)	1960-1988 年拉丁美洲國家	Pooled , OLS	毒性物密集度的變化	無	不支持
Antweiler, Copeland, and Taylor (2001)	1971-1996 年 40 個國家	panel 固定效果	log (SO ₂ 污染量)	無	不支持
Grether and de Melo (2003)	1981-1998 年 52 個國家	panel 隨機效果	雙邊貿易進口量	無	不支持
Ederington, Levinson, and Minier (2004)	1978-1994 年美國	panel 固定效果	淨進口	PAOC/costs	不支持
Levinson and Taylor (2004)	1977-1986 年美加墨三國	panel 固定效果	淨進口	PAOC/ value added	不支持
Mukhopadhyay (2006)	1980-2000 年泰國	投入產出法	無	無	支持
Grether, Mathys and de Melo (2006)	1986-1988 年 48 個國家	2SLS	PCI、PCI 的變動	無	支持

註：PAOC 為 pollution abatement operating cost；PAC 為 pollution abatement cost；PCI 為 pollution content of imports；PACE 為 pollution abatement capital expenditure；SO₂為二氧化硫；OLS 為普通最小平方法；2SLS 為兩階段最小平方法。

Taylor (2004: 1-44) 都是以行業別的淨出口或淨進口作為應變數, van Beers and van den Bergh (1997: 29-46) 以高污染產業的雙邊貿易量作為應變數, 而 Grossman and Krueger (1993: 13-56)、Grether and de Melo (2003: 1-32) 則是以國與國間雙邊貿易量作為應變數。有些文獻則是著重於環境法規嚴格程度對於污染量之影響, 因此以污染量作為應變數, 例如 Lucas et al. (1992: 67-88) 和 Birdsall and Wheeler (1993: 137-149) 以各國的毒性物質密集度的變化, Antweiler et al. (2001: 877-908) 是以各國二氧化硫排放量, Dean (2002: 819-842) 則是以中國各省的污水排放量作為應變數, 而 Grether et al. (2006: 1-24) 則是以各國進口品的污染含量作為指標。

探討環境管制與貿易關係所需的環境管制變數, 有以環境品質指數或污染排放量為代理變數, 另一方面, 也有以污染防治成本作為代理變數。產業別的污染防治成本也被視為產業污染密集度高低的指標, 當一產業的污染防治成本越高反映出該產業為相對較為污染密集的生產型態。Tobey (1990: 191-209) 採用 UNCED 指數、van Beers and van den Bergh (1997: 29-46) 採用 OECD 環境指數作為環境變數, 這兩者都是屬於跨國之間環境管制與貿易關係的研究。在以污染防治成本為環境管制變數方面, 大都是以美國製造業為研究對象, Walter (1973: 61-70) 計算直接環境管制負荷量和全面環境管制負荷量, 將環境管制成本分成四大類, 分別為: 為環境管制所花費的研發費用、環境污染防治設備折舊費、環境污染防治設備成本及環境污染防治設備管理操作及維修費用。Kalt (1988: 221-262) 和 Robinson (1988: 187-199) 的研究, 則是以產業別的污染防治操作成本 (pollution abatement operating cost, PAOC) 作為環境管制變數, 而 Grossman and Krueger (1993: 13-56)、Osang and Nandy (2000: 1-32) 和 Levinson and Taylor (2004: 1-44) 以污染防治操作成本佔附加價值比重作為環境管制變數。Ederington and Minier (2003: 137-154)、Ederington et al. (2004: 1-29) 以污染防治操作成本佔總成本的比重作為環境管制變數。另外, Eskeland and Harrison (2003: 1-23) 則是以污染防治成本 (pollution abatement costs, PAC) 作為環境管制變數。Gray and Shadbegian (1993: 1-29; 1995: 1-30) 探討環境管制與製造業廠商生產力之關係, 除了以污染防治操作成本

作為污染防治支出的管制變數外，更以廠商面對環境稽查狀況（compliance status）、環境執法活動（enforcement activity）和各種污染排放量（emission）作為衡量廠商面對的環境管制變數。

台灣的實證研究中，吳慧瑛、趙順生（1994: 1-38）利用 Balassa（1979: 121-156）的階段方式比較利益分析法（a stage approach to comparative advantage）分析台灣、美國和日本等 46 個國家在 1976 年、1987 年和 1990 年這三年間的出口型態是否受到各國環境法規和天然資源及環境稟賦的影響，他們先以台灣製造業污染密集度定義的 20 個產業資料來估計各國製造業的出口比較利益型態為污染輸出型或輸入型，再進一步檢定各國的環境法規嚴格程度對其出口型態有無影響，其研究結果和 Tobey（1990: 191-209）的估計結果很相似。陳爽奇（1996）利用 1991 年工商普查中製造業廠商污染防治成本與污染防治設備投資作為環境變數，探討直接防治成本與由產業關聯表所引申的總污染防治成本對出口的影響，實證發現各產業別的直接污染防治投入對產業別出口型態在統計上並無顯著關係，但由產業關聯表所引申的總污染防治成本對出口型態卻有負面且顯著地影響。

參、研究方法

本研究主要利用台灣製造業二欄位行業別 panel data 資料，探討台灣製造業的產業結構在貿易自由化過程中，是否逐漸轉向較乾淨型態的產業，整體的環境品質是否因貿易型態改變而變得較為乾淨，也就是「污染庇護所假說」之檢定。另外，我們想知道我國由非 OECD 國家所進口的高污染性產品是否有增加的趨勢，以及在貿易自由化過程中，進口稅的降低是否改變我國與非 OECD 國家彼此之間的貿易污染密集度。換言之，在貿易自由化過程中，台灣高度污染性產業的貿易型態是否因貿易對象不同而有所差異。

一、計量迴歸模型

在 1990 年以前，探討環境管制對貿易影響的實證，大多利用橫斷面資料，而所得到的結論大多是環境管制對貿易沒有影響或影響輕微，甚至得到

和直覺相反的結論，亦即較嚴格的环境管制反而增加污染密集性產品的出口，或減少其進口。利用橫斷面資料進行的實證估計在計量方法上有其嚴重缺陷，也就是估計時會忽略不同行業不能觀察的異質性（unobserved heterogeneity），以及忽略了環境管制的內生性（endogeneity）兩項問題。在本研究中，將利用 panel data 固定效果和隨機效果模型進行估計，以消除不同行業間不能觀察的異質性。至於內生性問題，由於缺乏較合適的工具變數，本文加以忽略。實證上究竟該採用固定效果或隨機效果模型，除了可利用 Hausman test 進行判斷外，主要是依產業別虛擬變數是否為隨機變數而定。如果該虛擬變數不是由母群體（population）中隨機抽取，而是屬於固定常數性質，那在估計時採用固定效果較為合適，³ 本文之產業別虛擬變數基本上不是由母群體隨機抽取的變數。另外，隨機效果模型假設迴歸式的產業別虛擬變數和解釋變數完全無關（uncorrelated），這項假設在我們的模型似乎不成立。因此，本文中的估計主要採用固定效果估計方法。

依據「污染庇護所假說」，環境管制政策越趨嚴格將使得具有高度污染性產品的進口比率減少，本國形同是高污染性產品的污染庇護所。在台灣早期的經濟發展過程中，經濟成長往往優於環境保護，台灣淪為高污染性產品的庇護所。近年來，在國民所得水準逐漸提高、民眾環保意識日益高漲之際，環境管制政策也趨於嚴格，台灣是否仍為高污染性產品的庇護所，是本文的研究重點。實證方面，本研究之計量模型基本上是根據 Ederington et al. (2004: 1-29) 之模型設定，

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{it} + \beta_2 T_{it} + \gamma X_{it} + \alpha d_i + \delta V_t + U_{it} \quad (2)$$

在上式中， M_{it} 是第 t 期第 i 行業進口值或淨進口值佔總產值或銷售值的比例， P_{it} 是環境污染管制變數， T_{it} 是貿易管制變數， X_{it} 是行業特性變數，而 d_i 和 V_t 則分別為產業和時間的虛擬變數， U_{it} 為迴歸式的誤差項。

(2)式中，環境污染管制變數是以污染防治指標為代表，而貿易管制變數

3 請參考 Jeffrey M. Wooldridge (2006: 485-509) 在 *Introductory Econometrics* 一書中第 14 章 “Random Effects or Fixed Effects?” 之討論。

是以進口稅稅率作為衡量變數。理論上，貿易的自由化程度提高，進口稅的降低，將有助於進口量的增加。然而環境污染管制越嚴格，污染性產品的生產與出口會越少，而進口則會越多。(2)式中， $\beta_1 = \partial M / \partial P$ ，代表環境管制變數對進口量或淨進口量之影響效果，是衡量環境管制對進口量的直接影響效果。如果 β_1 為負值，則表示當環境管制越嚴格進口也越少，亦即存在「直接的污染庇護所效果」(direct pollution haven effect)。換言之，嚴格的環境管制政策使得具有高度污染性產品的進口比率減少，本國形同是高污染性產品的污染庇護所；反之，若環境管制政策使得污染程度較高產品的進口比率增加，國內生產量相對降低，則如同將高污染性產品移往國外生產，使得外國成為本國高污染性產品的庇護所。另外，(2)式中的 $\beta_2 < 0$ ，則表示進口稅率越高，進口越少，也就是貿易障礙越高將會降低進口量。

但是估計(2)式，無法告訴我們貿易自由化與環境管制對於產業組成和貿易型態的影響，因此(2)式需做適度修正。假設污染密集度高的產業對於關稅降低的敏感度高於其他產業，那麼進口稅率全面性的降低對高污染密集度產業的進口將產生較大的增加效果。Ederington et al. (2004: 1-29) 在(2)式中加入貿易管制和環境管制變數交叉項 ($P_{it} \times T_{it}$)，並以平均值 $\bar{P}_i$ 取代 P_{it} ，因此，迴歸模型成為

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 P_{it} + \beta_2 T_{it} + \beta_3 \bar{P}_i \times T_{it} + \gamma X_{it} + \alpha d_i + \delta V_t + U_{it} \quad (3)$$

其中 $\bar{P}_i$ ，是第 i 行業在全部研究期間的平均污染防治成本指標，以 $\bar{P}_i$ 作為衡量一個行業污染程度高低的指標。而 $\beta_3 = \partial^2 M / \partial \bar{P} \partial T$ 是衡量環境管制對於進口稅之敏感度，亦即衡量貿易自由化程度對直接污染庇護所的影響效果，即「間接的污染庇護所效果」(indirect pollution haven effect)。我們想進一步了解進口稅率的變動是否對於平均污染防治成本較高產業的進口產生顯著的影響效果，(3)式中如果 β_3 為負值，表示當貿易自由化程度越高，污染防治成本越高產業的進口量也越增加，該國的產業結構朝向較為乾淨型態；反之，若貿易自由化程度提高，污染防治成本越高產業的進口量卻降低，那麼可以推論該國產業結構朝向較為污染型態。

貿易自由化對於平均污染防治成本較高的產業的進口是否有顯著的影響

效果？以製造業作為實證對象將可幫助我們了解貿易活動之進行是否藉由產業結構的改變而改變其國家的環境品質。若貿易活動使得高污染性產業大量增加或成長，則一國的環境品質將會惡化；反之，若產業結構中高污染性產業減少，則一國的環境品質將會有所改善。更進一步來說，降低高污染產業的進口稅，而增加低污染產業的進口稅，則貿易對於環境品質之影響的情形將更為明顯。

為了深入探討台灣貿易自由化和環境管制之關係是否因貿易對象不同而有不同，我們進一步將各行業的進口和出口區分成由 OECD 國家和由非 OECD 國家進口和出口，分別計算各年度各行業的進口值和出口值。由於台灣目前正介於 OECD 國家和非 OECD 國家之間，環境管制變數在這兩組進口和出口迴歸式中的影響是否有所不同，是我們極欲了解的。藉由迴歸係數的估計，檢定過去這段期間，台灣由非 OECD 國家所進口和出口的污染產品是否有增加或減少的趨勢，在貿易自由化過程中，進口稅的降低是否改變台灣與 OECD 國家或非 OECD 國家彼此之間的貿易污染密集度。

二、資料說明

本研究係以台灣製造業二欄位行業為實證對象，由於受限於部分變數的資料完整性，特別是環境管制變數——污染防治成本資料，因此本文只利用 1991 年至 2003 年間的行業別 panel data 來進行實證。模型中主要變數有行業別的進口值、出口值、環境污染管制變數、貿易管制變數和行業特性變數。文中所採用的資料包括(1)經濟部「工廠校正暨營運調查」之報告——《台閩地區工業統計調查報告》（資料期間有 1992-1995 年、1997-2000 年及 2001-2003 年）、(2)主計處每五年一次的《台閩地區工商及服務業普查報告》（包括 1991、1996 和 2001 年）、(3)財政部（1991-2003，2007）關稅總局的「進出口貿易統計」和「貨物進口稅額分類統計」、(4)主計處（2000-2005）每年五月的《人力運用調查》原始檔案資料。由於目前台灣尚無整合各行業之生產面和進出口貿易的資料，因此將上述各套資料加以整理和合併是本研究中最艱難的工作之一。

迴歸模型中的被解釋變數是以各行業別的進口值、淨進口值佔其營業收

入的比例來衡量。由於製造業的生產是以「中華民國行業標準分類」作為行業的分類方式，經濟部和主計處皆是以此套標準分類來作為行業的分類方式，但是財政部海關和國貿局對於進口品和出口品的分類則是採「輸出入貨品分類標準」，前者偏向從生產面進行分類，而後者則是偏向消費面進行分類，兩種分類方法不同，造成在合併這兩種分類標準的資料時，產生很大的困難。本研究嘗試以民國 85 年的行業標準分類（第六次修定）的二欄位行業別為主要依據，將進、出口品所根據的「輸出入貨品分類標準」之二碼代號中各章次（從第一章至第九十九章）的商品，找到和行業分類相互配合的章次，並輔以「主要貨品輸出入統計表」，以得到和各行業別相互對應的進、出口貨品金額，再計算各行業別的進口值和淨進口值占營業收入的比例。

其中，紙漿、紙及紙製品製造業（行業代號 18）和印刷及其輔助事業（行業代號 19）、化學材料製造業（行業代號 21）和化學製品製造業（行業代號 22）、金屬基本工業（行業代號 27）和金屬製品製造業（行業代號 28），因為輸出入貨品的分類中的二碼代號章次和行業別分類無法區分清楚，故予以分別合併，此外，刪除菸草製造業（行業代號 12）、傢俱及其裝設品製造業（行業代號 17）和其他製造業產品業（行業代號 39），綜合來說，共有 16 個二欄位製造業為實證對象。行業別與輸出入商品別章次的合併歸類全部彙整於附表 1 中。

貿易對象方面，我們將各行業的進出口來源分成由 OECD 國家和由非 OECD 國家進出口。這部分資料係先由國貿局（2006b）資料庫中搜尋「輸出入貨品分類標準」各章次商品中，台灣與各個 OECD 會員的進出口貿易值，再依據前述的行業和商品歸類方式，分別計算出台灣對 OECD 國家和非 OECD 國家在各行業的進口值和出口值。

迴歸模型中的解釋變數包括環境管制變數、貿易管制變數和行業特性變數。在行業別特性變數方面，包括實體資本密集度和人力資本密集度。實體資本密集度是以平均每人實體資本存量為代表，亦即

$$KLR = \frac{\text{實際運用固定資產淨額}}{\text{員工人數}}$$

上式中，實際運用固定資產淨額和員工人數均採用經濟部「工廠校正暨營運調查」和主計處「台閩地區工商普查」之報告，以實際運用固定資產總額扣除各項固定資產的折舊金額，⁴ 得到實際運用固定資產淨額。但在 2000 年後「工廠校正暨營運調查」的資料只有「全年固定資產投資金額」而無「實際運用固定資產金額」，因此我們改以前一年年底實際運用固定資產淨額加上當年全年固定資產投資金額，作為當年度實際運用固定資產淨額，並以各年度行業別之躉售物價指數進行平減，平減後所得實際運用固定資產淨額除以員工人數，所得數據為各行業平均每個員工所擁有的實體資本設備金額（新台幣百萬元/人），以此數據作為本研究的實體資本密集度指標（KLR）。

在人力資本密集度指標方面，文獻上 Tallman and Wang (1994: 101-124)、莊奕琦和李鈞元 (2003: 51-85) 以教育程度作為衡量人力資本存量的權數，⁵ 其中，初等教育程度（學歷國中以下）、中等教育程度（學歷高中職以下）、高等教育程度（學歷大專以上）的權數分別為有 1、1.4、2 和 1、2、4 兩種，以每個工人的有效工時作為其人力資本存量，計算各年度各行業別平均每個工人的人力資本存量作為人力資本密集度指標。⁶ 我們利用行政院主計處歷年的「人力資源調查」原始個體資料檔，首先將各年度中各個行業受訪勞工依其學歷是否為大學畢業以上學歷，區分成高技術工人和低技術工人兩組，然後計算兩組工人的每月總工作收入，以高技術工人的總工作收入佔該行業總工作收入的比例作為本研究的人力資本密集度（HKLR）。

貿易管制變數是以進口稅稅率作為代理變數。為求得各行業的進口稅率，我們先由財政部關稅總局的「貨物進口稅分類統計」資料庫，蒐集 1991 年至 2003 年輸出入商品中各章次進口品的進口稅稅額，再依據前述的行業別

4 「工廠校正暨營運調查」報告只有在 1995、1997、1998 和 1999 年有列示折舊金額，因此在本研究中 1992 至 1994 年的折舊額是以 1995 年折舊金額佔運用固定資產總額的比例進行估算，而 2002 和 2003 年的折舊額是以 1999 年的折舊比例進行估算。至於 1991、1996 和 2001 年的「台閩地區工商普查」報告所列示的為實際運用固定資產淨額。

5 這兩篇文獻是採用 Maddison (1987: 649-698) 與 Pencavel (1991: 331-359) 的理論所推導的結果。

6 本文以平均每人有效工時作為人力資本密集度指標進行實證，其實證結果和以高技術工資比例作為人力資本密集度指標的實證結果相似。

歸類方式，將歸類於各行業中各章次進口品的進口稅稅額予以加總，以得到各行業別的進口稅總額，然後將各行業別的進口稅總額除以進口額得到各行業在各年度的平均關稅稅率（T）。

環境管制變數是以環境污染防治支出作為代理變數，而環境污染防治支出取自經濟部「工廠校正暨營運調查」之調查報告，該調查中包括當年度增購防治污染設備金額和防治污染設備操作費用，防治污染設備包括廢水、廢氣、廢棄物與噪音處理設備。然而在 2001 年以後，該項調查少了防治污染設備操作費用，只有當年增購防治污染設備金額。除了污染防治設備操作費用資料不齊全之外，考慮實際擁有的污染防治設備價值可以反映一個行業的環境污染防治成本大小。因此，本研究以 1991 年「工商普查」調查報告中的「使用防治污染設備價值」作為基礎，先扣除污染防治設備的折舊額，⁷再逐年加總「工廠校正暨營運調查」報告中的「增購防治污染設備金額」，來產生使用防治污染設備淨值，並計算它佔年底實際運用固定資產淨額的比例，作為行業別的污染防治指標，亦即實證模型中的環境管制變數（P），

$$P = \frac{\text{使用污染防治設備淨值}}{\text{實際運用固定資產淨額}} \times 100\%$$

此外，以各行業在 1991 年至 2003 年的各行業平均使用防治污染設備淨值佔實際運用固定資產淨額的比例，作為(3)式中環境管制變數—— $\bar{P}_i$ 。

本研究所有資料的定義和來源彙整於附表 2 中。表 3 是研究期間的各個變數的基本統計量。

由表 3 中，台灣製造業的出口值佔營收比率以精密、光學和醫療器材業、成衣服飾業和紡織業的平均出口比率最高，分別為 95.14%、82.96% 和 74.72%；而進口值佔營收比率以精密、光學和醫療器材業、石油及煤製品業和木竹製品業的平均比率最高，分別為 167.29%、107.57% 和 92.01%。⁸在

7 以污染防治設備投資佔該年度固定資產投資金額的比例，去估算污染防治設備的折舊額，即

污染防治設備折舊額 = $\frac{\text{污染防治設備投資金額}}{\text{全年固定資產投資金額}} \times \text{折舊金額}$ 。

8 由於受到原物料與產品存貨的影響，進口比率可能會高於 100%。

表 3：各變數的平均值與標準差

行 業 別	P (%)	T (%)	EXSR (%)	EXSR ₀ (%)	EXSR _{NO} (%)	IMSR (%)	IMSR ₀ (%)	IMSR _{NO} (%)	KLR (百萬元)	HKLR (%)
11 食品及飲料製造業	3.23 (0.82)	9.39 (1.23)	15.55 (3.72)	4.85 (1.59)	10.70 (3.78)	29.84 (3.64)	18.99 (2.22)	10.85 (1.83)	3.44 (1.86)	22.95 (3.82)
13 紡織業	2.35 (0.98)	3.27 (0.37)	74.72 (12.29)	13.38 (1.94)	61.33 (10.50)	14.80 (2.15)	7.38 (1.30)	7.41 (1.19)	2.63 (0.96)	17.63 (3.18)
14 成衣、服飾品及其 它紡織品製造業	0.34 (0.20)	11.88 (0.94)	82.96 (27.70)	75.30 (27.23)	7.66 (2.47)	21.20 (5.48)	9.41 (2.71)	11.78 (3.75)	0.74 (0.23)	9.52 (3.60)
15 皮革毛衣及其製品 製造業	5.52 (1.73)	2.42 (0.51)	46.15 (8.61)	16.20 (8.58)	29.95 (9.60)	28.39 (4.83)	20.16 (3.42)	8.23 (1.77)	0.99 (0.14)	10.34 (4.66)
16 木竹製品製造業	1.85 (0.73)	2.22 (0.52)	35.12 (2.39)	25.60 (3.01)	9.51 (2.05)	92.01 (17.35)	17.89 (2.37)	74.12 (15.15)	1.37 (0.30)	7.89 (4.50)
18 紙漿、紙及紙製品	5.53 (0.74)	2.72 (0.54)	12.84 (1.63)	2.70 (0.44)	10.15 (1.65)	25.22 (2.69)	18.77 (2.38)	6.46 (2.14)	2.29 (0.62)	16.04 (3.36)
19 印刷及其輔助事業										
21 化學材料製造業	5.54 (0.48)	2.47 (0.25)	13.23 (2.17)	3.49 (0.23)	9.74 (2.11)	43.48 (4.19)	36.31 (4.10)	7.18 (1.32)	5.66 (1.92)	44.57 (5.51)
22 化學製品製造業										
23 石油及煤製品製造 業	14.79 (4.96)	1.89 (0.88)	14.16 (6.75)	1.63 (1.88)	12.54 (5.32)	107.57 (28.97)	11.73 (5.46)	95.83 (28.78)	20.04 (7.17)	45.17 (10.34)
24 橡膠製品製造業	1.52 (0.35)	6.52 (0.66)	41.27 (10.84)	22.35 (4.64)	18.92 (6.36)	26.75 (3.88)	19.39 (2.64)	7.36 (1.44)	1.42 (0.26)	16.32 (5.35)
25 塑膠製品製造業	2.18 (0.50)	3.31 (0.69)	54.25 (13.69)	19.29 (2.09)	34.96 (12.09)	22.80 (5.84)	19.36 (4.29)	3.44 (1.58)	1.51 (0.60)	15.62 (4.37)
26 非金屬礦物製品製 造業	3.91 (1.05)	5.69 (0.94)	11.05 (1.55)	7.22 (1.37)	3.83 (0.56)	12.40 (3.14)	10.50 (2.35)	1.90 (0.8)	2.84 (1.03)	15.46 (3.81)
27 金屬基本工業	4.44 (0.71)	3.20 (0.89)	29.21 (6.12)	16.08 (2.05)	13.13 (4.34)	28.56 (2.73)	11.29 (1.95)	17.27 (1.75)	2.68 (0.84)	11.53 (3.10)
28 金屬製品製造業										
29 機械設備製造修配 業	0.49 (0.18)	2.33 (1.25)	58.68 (6.84)	35.58 (6.84)	23.10 (3.16)	70.86 (11.09)	54.16 (9.84)	16.70 (5.95)	1.25 (0.11)	22.24 (5.39)
31 電力、電子製品製 造修配業	2.00 (3.07)	2.33 (1.25)	56.44 (2.85)	34.03 (3.49)	22.40 (3.44)	35.26 (1.91)	26.96 (3.31)	8.30 (2.80)	1.92 (1.56)	40.89 (10.78)
32 運輸工具製造修配 業	1.23 (0.34)	13.68 (4.69)	27.85 (2.12)	17.38 (1.99)	10.47 (1.75)	27.62 (5.16)	26.51 (5.58)	1.10 (0.58)	1.92 (0.44)	20.18 (5.26)
33 精密、光學和醫療 器材及鐘錶製造業	0.57 (0.26)	1.52 (0.84)	95.14 (24.27)	55.80 (5.92)	39.34 (26.05)	167.29 (49.40)	153.84 (44.40)	13.46 (5.90)	1.03 (0.30)	29.63 (12.15)

註 1：P：污染防治成本指標；T：進口稅率；KLR：實體資本密集度；HKLR：人力資本密集度；EXSR：出口值佔營業收入比率；EXSR₀：對 OECD 國家出口值佔營業收入比率；EXSR_{NO}：對非 OECD 國家出口值佔營業收入比率；IMSR：進口值佔營業收入比率；IMSR₀：由 OECD 國家進口值佔營業收入比率；IMSR_{NO}：由非 OECD 國家進口值佔營業收入比率；所有變數資料說明請參見附表 2。

註 2：括弧內為變數的標準差。

對 OECD 國家貿易方面，成衣服飾品業、精密、光學和醫療器材業、機械設備製造業是出口比率較高的三個行業；精密、光學和醫療器材業、機械設備製造業和化學材料製品業是進口比率較高的三個行業。而在對非 OECD 國家貿易方面，紡織業、精密、光學和醫療器材業和塑膠製品業是出口比率較高的三個行業，而石油及煤製品業和木竹製品業則是進口比率較高的兩個行業。

圖 1～圖 12 為污染密集度較高行業在 1991 年至 2003 年的進出口概況，包括皮革毛衣及其製品業、紙類製品和印刷事業、化學材料和製品業、石油及煤製品業、非金屬礦物製品業，以及金屬工業和製品業等六個行業，每個產業兩個圖形，共有六條趨勢曲線，分別是產業總出口值占營業收入的百分比 (EXSR)、產業對 OECD 國家的出口值占營業收入的百分比 (EXSR_O)、產業對非 OECD 國家的出口值占營業收入的百分比 (EXSR_{NO})、產業總進口值占營業收入的百分比 (IMSR)、產業由 OECD 國家的進口值占營業收入的百分比 (IMSR_O) 和產業由非 OECD 國家的進口值占營業收入的百分比 (IMSR_{NO})。

在這六個行業中，自 1991 年以來，出口值占營收比率有向上增加趨勢的是化學材料和製品業、石油及煤製品業和金屬基本工業及製品業；而進口值佔營收比率有增加的趨勢為非金屬礦物製品業。而在這些污染性較高的行業中，除了石油及煤製品業和金屬基本工業及製品業之外，台灣在其他四個行業中，從 OECD 國家所進口的比率均遠大於從非 OECD 國家進口的比率。出口方面，台灣在皮革毛衣製品、紙類製品和印刷事業、化學材料和製品業及石油及煤製品業這四個行業對非 OECD 國家的出口比率有大於 OECD 國家的趨勢。

環境管制方面，以各行業使用防治污染設備淨值佔實際運用資產淨額的比例作為污染防治指標，其中石油及煤製品業、化學材料和製品業、紙類製品和印刷事業和皮革毛衣及其製品業四個行業的比率最大，分別為 14.79%、5.54%、5.53% 和 5.52%。而圖 13～圖 18 是六個污染性高行業自 1991 年至 2003 年的污染防治成本指標的趨勢，除了石油及煤製品業，其餘五個行業的污染防治成本指標在 5%～10% 左右。貿易管制變數以行業別的進口稅率為代表，以運輸工具製造修配業的 13.68%、成衣服飾品業的 11.88%、食品製

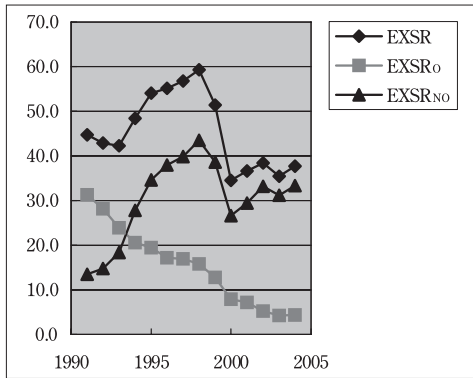


圖 1 皮革毛衣及其製品業(出口)

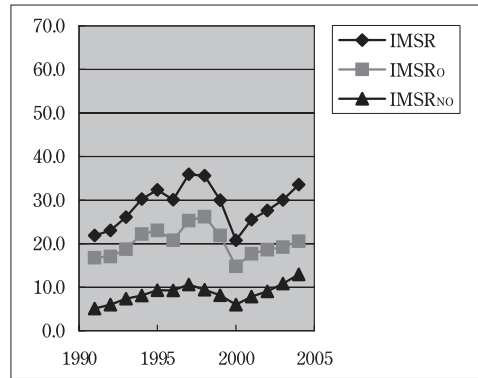


圖 2 皮革毛衣及其製品業(進口)

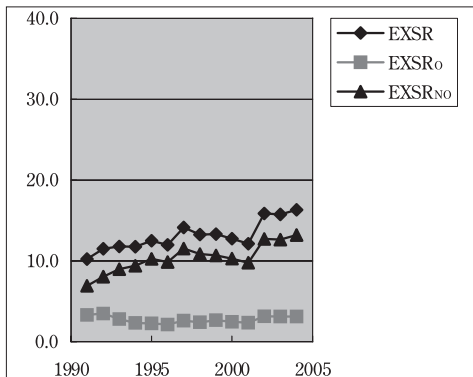


圖 3 紙類及印刷事業(出口)

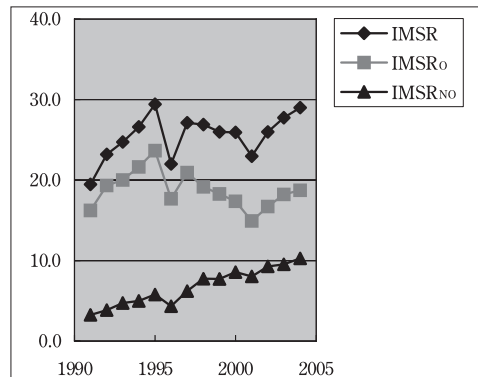


圖 4 紙類及印刷事業(進口)

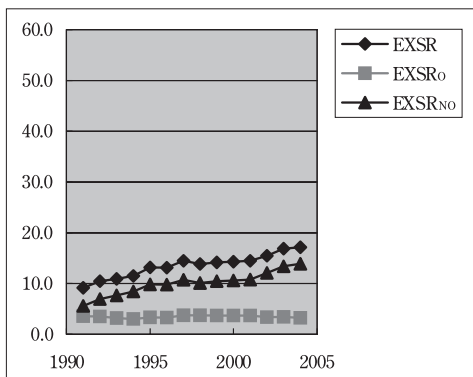


圖 5 化學材料及製品業(出口)

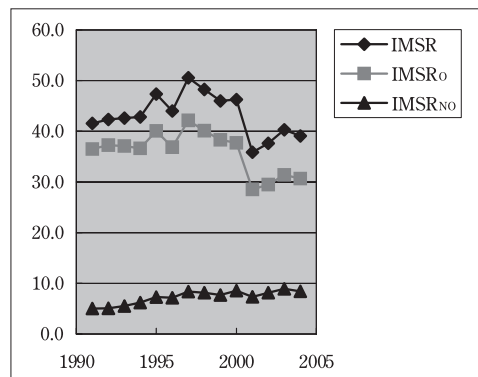


圖 6 化學材料及製品業(進口)

註：圖 1～圖 6 中，EXSR 是出口值佔營業收入比率；EXSR_o 是對 OECD 國家出口值佔營業收入比率；EXSR_{No} 為對非 OECD 國家出口值佔營業收入比率；IMSR 為進口值佔營業收入比率；IMSR_o 為由 OECD 國家進口值佔營業收入比率；IMSR_{No} 為由非 OECD 國家進口值佔營業收入比率。

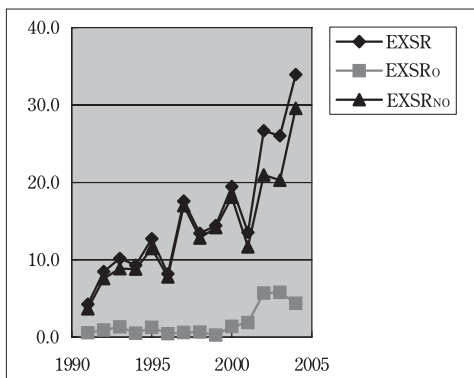


圖 7 石油及煤製品業(出口)

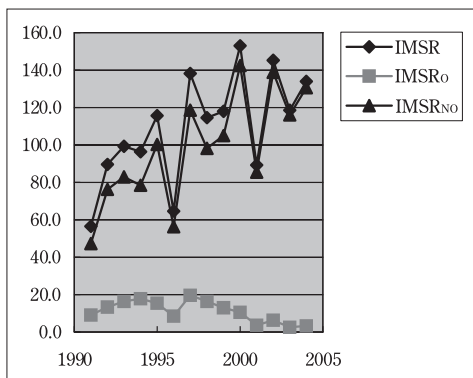


圖 8 石油及煤製品業(進口)

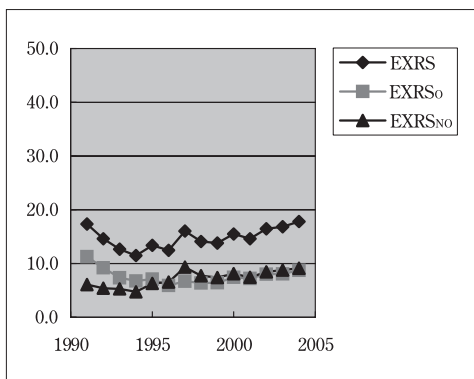


圖 9 非金屬礦物製品業(出口)

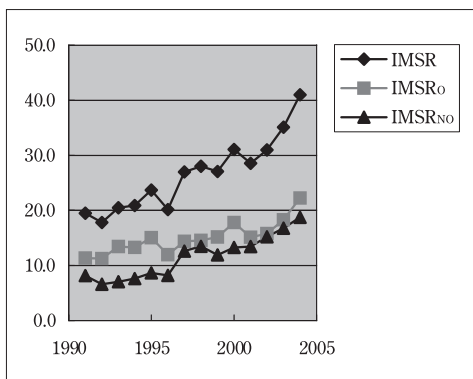


圖 10 非金屬礦物製品業(進口)

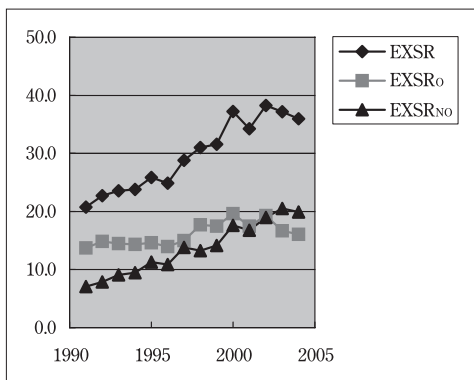


圖 11 金屬基本及製造業(出口)

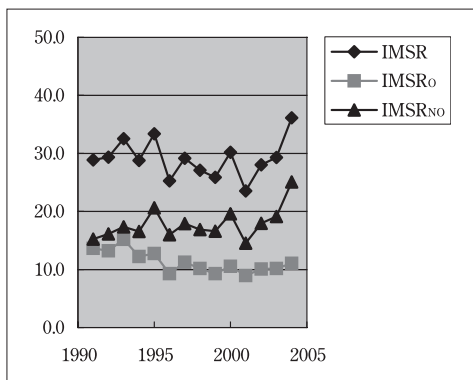


圖 12 金屬基本及製造業(進口)

註：圖 7~圖 12 中，EXSR 是出口值佔營業收入比率；EXSR_O 是對 OECD 國家出口值佔營業收入比率；EXSR_{NO} 為對非 OECD 國家出口值佔營業收入比率；IMSR 為進口值佔營業收入比率；IMSR_O 為由 OECD 國家進口值佔營業收入比率；IMSR_{NO} 為由非 OECD 國家進口值佔營業收入比率。

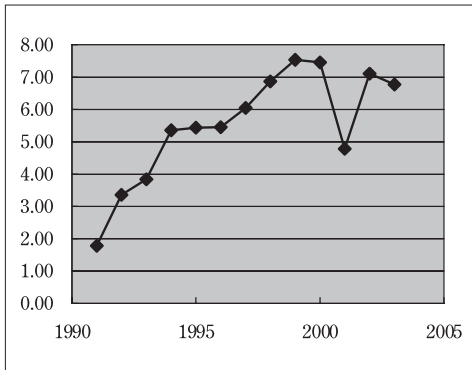


圖 13 污染防治指標
(皮革毛衣及製品)

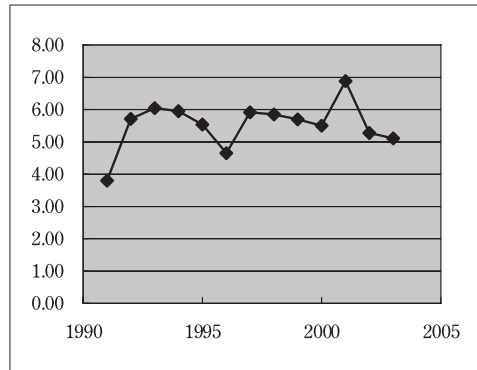


圖 14 污染防治指標
(紙類及印刷事業)

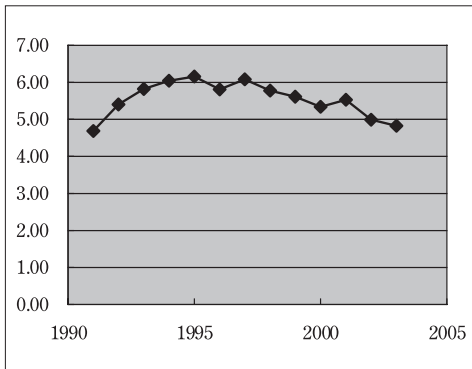


圖 15 污染防治指標
(化學材料及製品)

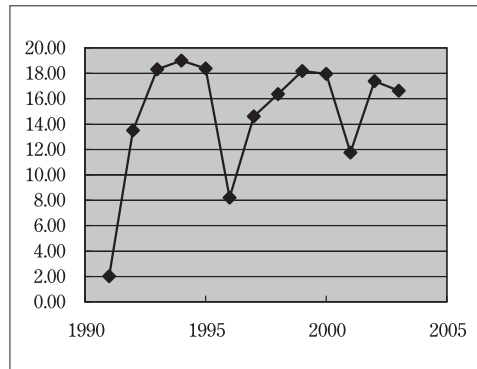


圖 16 污染防治指標
(石油及煤製品)

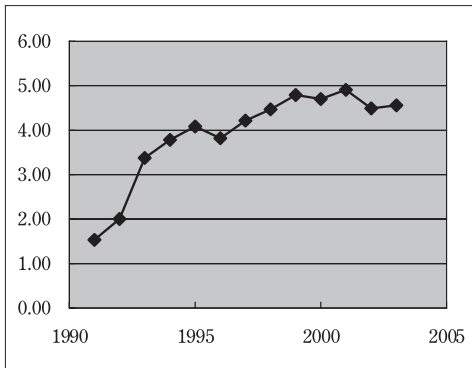


圖 17 污染防治指標
(非金屬礦物製品)

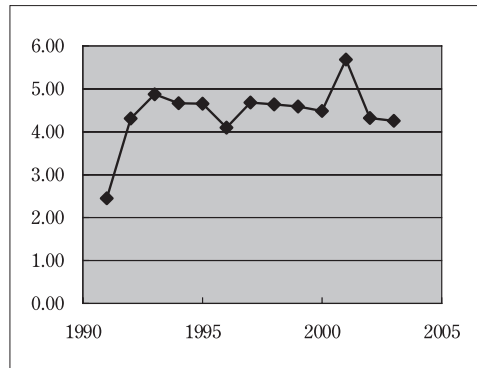


圖 18 污染防治指標
(金屬工業和製品)

註：圖 13～圖 18 中，污染防治指標是以使用污染防治設備價值佔總固定資產比例為代表。

造業的 19.39%、橡膠製品業的 6.52% 和非金屬礦物業的 5.69% 為較高，其他行業的平均進口稅率都低於 4%。

行業特性變數方面，實體資本密集度以石油和煤製品業、化學材料和製品業、食品及飲料業較高；而石油和煤製品業、化學材料和製品業、電力和電子製品業是人力資本密集度較高的三個行業。規模大小以石油及煤製品業、電力及電子產品製造修配業、皮革毛衣製品、化學材料和製品業和紡織業為較高。

肆、計量實證結果

根據前述的實證模型和資料，我們以 1991 年至 2003 年期間台灣製造業二欄位行業別的 panel data 來進行實證，由於 OLS 的估計方法有其不足之處，為了改善模型中行業間不可觀察的異質性問題，我們分別採用 panel data 進行行業別進口和淨進口模型的估計，並檢定是否存在「污染庇護所」效果。所使用的解釋變數包括行業特性變數：資本密集度（KLR）和人力資本密集度（HKLR），貿易管制變數為進口稅稅率（T），以及環境管制變數（P），另外，我們加入進口稅稅率和環境管制變數的交叉相乘項（ $T \times P$ ），以探討貿易自由化下的「污染庇護所」效果。

在總體需求結構不變的假設下，當一國的環境管制趨於嚴格，若只有進口比率增加，並不能推論國內的生產環境趨於較為乾淨的型態，因為出口比率也可能同時增加，因此我們必須進一步檢視淨進口比率，當一國整體需求結構不變之下，若嚴格的環境管制使淨進口比率增加，那我們可以推論國內的生產比率是下降的，因此，我們的實證模型中包括進口和淨進口模型兩個部分。

進口模型和淨進口模型的應變數 IMSR、NIMSR 是利用商品分類轉為產業分類的進出口資料和營業收入所計算出來的相對比率值資料，因此無需經過平減。資本密集度（KLR）中「使用固定資產淨額」已利用「產業別的躉售物價指數」經過平減。而人力資本密集度（HKLR）是高技術工人薪資收入佔總薪資支出比例，進口稅率（T）是產業進口稅佔進口值比率，而污染

防治成本指標 (P) 是以使用防治污染設備淨值佔年底實際運用固定資產淨額的比例，這三個變數均是產業別的相對比率值，無需經過平減。

我們分別以行業別進口值占營業收入的比例 (IMSR) 和行業別淨進口值占營業收入的比例 (NIMSR) 作為應變數，利用 panel data 固定效果和隨機效果模型進行估計。表 4 和表 5 的 panel 進口和淨進口模型中，實體資本密集度的係數分別為正值和負值，這顯示實體資本密集度越高的行業，其進口比率越高、淨進口比率越低，但估計係數的 t 統計量均不顯著。而人力資本密集度的係數都為正值且統計顯著，表示人力資本密集度越高的行業，其進口比率和淨進口比率均越高。在貿易管制方面，以進口稅率作為貿易管制變

表 4：進口模型之估計結果(1991-2003 年)

被解釋變數	進口比率 (IMSR, %)					
估計方法	OLS		Panel 固定效果		Panel 隨機效果	
常數項	38.535*	41.022*	144.87*	143.96*	21.678	22.999*
	(7.379)	(7.377)	(7.492)	(7.674)	(11.876)	(12.005)
資本密集度 (KLR)	-14.669*	-8.920	2.057	1.635	0.907	0.486
	(5.394)	(5.876)	(3.551)	(3.634)	(3.478)	(3.514)
人力資本密集度 (HKLR)	1.322*	1.196*	0.689*	0.710*	0.716*	0.741*
	(0.259)	(0.262)	(0.204)	(0.208)	(0.201)	(0.203)
污染防治指標 (P)	1.466	2.291*	2.805*	2.686*	2.689*	2.552*
	(1.060)	(1.107)	(0.637)	(0.672)	(0.625)	(0.645)
進口稅率 (T)	-3.158*	-2.070*	0.272	0.621	0.004	0.492
	(0.721)	(0.861)	(0.770)	(0.986)	(0.744)	(0.929)
進口稅率×污防指標 (T×P)		-0.970*		-0.195		-0.279
		(0.416)		(0.343)		(0.319)
Hausman Test (Pr>m)					m=3.63 (0.4587)	m=3.36 (0.6446)
R ²	0.2475	0.2673	0.9046	0.9048	0.1902	0.1933
N	208	208	208	208	208	208

註 1：括弧內數值為標準誤；*為 5% 的顯著水準下拒絕虛無假設。IMSR=進口值／營業收入；NIMSR=(進口值-出口值)／營業收入。

註 2：固定效果模型是採用 one-way 的產業別固定效果。

註 3：Hausman Test 若拒絕虛無假設，表示固定效果模型較佳。

表 5：淨進口模型之估計結果(1991-2003 年)

被解釋變數 估計方法	淨進口比率(NIMSR, %)					
	OLS		Panel 固定效果		Panel 隨機效果	
常數項	-13.623* (7.266)	-15.566* (7.300)	57.127* (8.773)	58.105* (8.987)	-12.720 (12.00)	-14.453 (12.173)
資本密集度(KLR)	5.053 (5.311)	0.563 (5.815)	-1.738 (4.159)	-1.284 (4.257)	-1.122 (4.024)	-0.663 (4.048)
人力資本密集度 (HKLR)	0.689* (0.255)	0.787* (0.260)	0.444 (0.239)	0.422 (0.243)	0.448 (0.233)	0.417 (0.234)
污染防治指標(P)	3.015* (1.044)	2.370* (1.095)	2.378* (0.746)	2.506* (0.787)	2.542* (0.725)	2.703* (0.742)
進口稅率(T)	-2.118* (0.721)	-2.968* (0.852)	0.332 (0.901)	-0.044 (1.155)	0.075 (0.856)	-0.563 (1.058)
進口稅率×污防指標 (T×P)		0.758 (0.411)		0.210 (0.402)		0.373 (0.361)
Hausman Test (Pr>m)					m=2.65 (0.6182)	m=1.83 (0.8721)
R ²	0.3069	0.3307	0.8757	0.8759	0.091	0.0951
N	208	208	208	208	208	208

註 1：括弧內數值為標準誤；*為 5%的顯著水準下拒絕虛無假設。IMSR=進口值／營業收入；NIMSR=(進口值-出口值)／營業收入。

註 2：固定效果模型是採用 one-way 的產業別固定效果。

註 3：Hausman Test 若拒絕虛無假設，表示固定效果模型較佳。

數，以 OLS 進行估計的係數為負值且顯著，這合乎貿易理論，當貿易管制越嚴格，進口比率也越低，但以 panel 固定效果和隨機效果模型進行估計的係數為正值且 t 統計量不顯著。

在環境管制方面，我們以各行業使用防治污染設備淨值佔總固定資產淨額比率作為環境管制變數，所得到的估計係數均為正值，且 t 統計量十分顯著，這顯示環境管制越嚴格的行業其進口比率和淨進口比率均越高。換言之，過去十多年來，高污染性行業的進口量和淨進口量顯著地增加，顯示台灣已不是國內高污染性產業的庇護所，即不支持「直接污染庇護所」假說，這和 Ederington et al. (2004: 1-29) 和 Levinson and Taylor (2004: 1-44) 的

實證結果一致。Ederington et al. (2004: 1-29) 以污染防治成本作為環境管制指標，發現污染防治成本越高，產業的進口比率也越高。而 Levinson and Taylor (2004: 1-44) 的研究發現，產業的污染防治成本對淨進口量有正向且顯著的影響效果，亦即環境管制越嚴格的產業其淨進口量也增加越多。然而，Levinson and Taylor (2004: 1-44) 亦指出產量污染防治成本變數係一內生變數，如單純以固定效果模型估計其影響係數遠較工具變數估計來的小。他們發現利用固定效果估計，污染防治成本增加 1%，美國由墨西哥淨進口增加 0.2%、由加拿大進口增加 0.4%。但如利用工具變數估計，由墨西哥淨進口增加 0.4%、由加拿大淨進口增加 0.6%。由於美國的環境政策主要是州政府制定，因此不同的州有不同的環境法規，不同的環保支出。在他們的工具變數估計，係利用美國不同州的特性與不同州之間產業的差異，去作為污染防治支出的工具變數。在本文的研究中，即使我們瞭解污染防治支出可能是一項內生變數，但我國的環保法規係中央政府制定，在不同縣市皆採同一標準，因此本文中無法採取類似 Levinson and Taylor (2004: 1-44) 的做法來解決內生性的問題。在計量上，如未採用工具變數估計，固定效果所得到的估計係數可能偏低。

台灣在過去數十年的經濟發展過程中，常常為了經濟成長而忽略環境品質，成為高污染性產業的污染庇護所。近年來朝野均意識到環境保護的重要性，台灣的環境管制漸趨嚴格，污染程度越高的產業所需承擔的防治污染成本也越高，對生產形成不利的影響。假若高污染密集度產業的需求結構沒有大幅改變，當環境管制越趨嚴格而且高污染密集度產業的淨進口比率越高，則表示台灣近年來有將這類產品從國內生產轉向增加進口的趨勢，顯示台灣的環境管制趨於嚴格時，高污染性產品的國產比率降低了，轉而增加該類產品的進口來滿足國內的需求。換言之，在環境管制標準趨於嚴格情況下，國內的產業型態已產生變化，朝向較為乾淨的型態。

但是貿易逐漸自由化過程中，環境管制趨於嚴格而使國內產業型態改變的效果是否更加明顯或者減緩？我們在模型中加入進口稅率 (T) 和平均污染防治成本指標 ($\bar{P}$) 交叉相乘項，隨機效果的進口和淨進口模型的估計係數分別為 -0.279 和 0.373 。這顯示當貿易管制降低，進口稅率調降 1%，污染密集

度較高產業的進口比率將增加約 0.28%，但淨進口比率卻增加 0.37%，此即所謂的「間接污染庇護所」效果。當台灣的貿易越自由化，高度污染密集度產業的進口比率越增加，但淨進口比率卻是下降，不過這個「間接污染庇護所」效果並不顯著。

由前面的實證結果得知，在台灣環境管制政策日趨嚴格下，高度污染性產品的進口比率顯著地增加。而我們更想了解，這些高污染性產品進口的增加是來自環境管制較不嚴格的非 OECD 國家嗎？如果答案是肯定的，那麼非 OECD 國家已經成為台灣污染性產品的庇護所。為了進一步探討台灣貿易自由化和環境管制之關係是否因貿易對象不同而有所差異，我們將各行業的進口值和出口值區分成由 OECD 國家和由非 OECD 國家進口和出口，同樣利用 panel data 固定效果和隨機效果模型分別估計兩組國家的進口和淨進口模型，估計結果列於表 6 和表 7。

在 OECD 國家和非 OECD 國家的進口模型和淨進口模型的环境管制變數估計係數均為正值，顯示不論是對 OECD 國家或對非 OECD 國家貿易，污染程度越高行業的進口比率和淨進口比率均越高，但只有非 OECD 國家的估計係數是統計顯著的。此外，環境管制變數在非 OECD 國家的估計係數遠大於 OECD 國家，顯示當環境管制越趨嚴格，台灣由非 OECD 國家進口高污染性產品的比率遠較由 OECD 國家來的多。因此我們可以推論，在環境管制趨於嚴格下，台灣透過對外貿易方式，由非 OECD 國家增加高污染性產品的進口來滿足國內需求，藉由這種由較為低所得國家增加高污染性產品進口的貿易型態，降低國內的生產比率，改變了製造業的產業結構和生產型態，使製造業朝向較為乾淨的產業型態，進而改善國內環境品質。而在這種產業結構轉為較乾淨型態的過程中，非 OECD 國家扮演著助益的角色，換言之，非 OECD 國家已經成為台灣污染性產品的庇護所。

另外，我們在模型中加入進口稅率和平均污染防治成本指標交叉乘項 ($T \times \bar{P}$)。這個變數在非 OECD 國家模型中所得到的估計係數為負值，且係數統計顯著，當進口稅率降低 1%，台灣高污染性產品由非 OECD 國家進口的比率便增加 0.581% 和 0.517%，淨進口比率增加 0.542% 和 0.375%；但在 OECD 國家進口模型所得到的估計係數則為正值，但不顯著，而在淨進口模

表6：OECD國家和非OECD國家之估計結果——進口模型(1991-2003年)

貿易對象	OECD 國家			非 OECD 國家				
	Panel 固定效果	Panel 隨機效果		Panel 固定效果	Panel 隨機效果			
常數項	143.67* (6.238)	145.47* (6.364)	22.1304* (9.362)	21.151* (9.593)	1.197 (3.613)	-1.508 (3.580)	-0.452 (6.594)	2.048 (6.528)
資本密集度 (KLR)	-0.845 (2.957)	-0.012 (3.014)	-2.405 (2.907)	-2.058 (2.933)	2.902 (1.713)	1.647 (1.696)	3.029 (1.681)	2.134 (1.659)
人力資本密集度 (HKLR)	0.331* (0.170)	0.290 (0.172)	0.392* (0.168)	0.372* (0.169)	0.358* (0.098)	0.420* (0.097)	0.341* (0.097)	0.390* (0.096)
污染防治指標 (P)	0.320 (0.530)	0.556 (0.557)	0.130 (0.523)	0.230 (0.538)	2.485* (0.307)	2.129* (0.313)	2.517* (0.302)	2.244* (0.305)
進口稅率 (T)	0.115 (0.641)	-0.575 (0.818)	-0.094 (0.621)	-0.423 (0.773)	0.157 (0.371)	1.196* (0.460)	0.094 (0.361)	1.003* (0.442)
進口稅率×汚防指標 (T×P̄)		0.386 (0.285)		0.195 (0.265)		-0.581* (0.160)		-0.517 (0.152)
Hausman Test (Pr > m)			m=10.10* (0.0388)	m=10.87 (0.0539)			m=1.39 (0.8460)	m=12.91 (0.0242)
R ²	0.9036	0.9046	0.0319	0.0343	0.9433	0.9417	0.3761	0.4098
N	208	208	208	208	208	208	208	208

註1：括弧內數值為標準誤；*為5%的顯著水準下拒絕虛無假設。

註2：固定效果模型是採用 one-way 的產業別固定效果。

註3：Hausman Test若拒絕虛無假設，表示固定效果模型較佳。

型中係數為 0.752，且統計顯著。顯示當貿易自由化程度提高、降低進口稅率，台灣從非 OECD 國家所進口的高污染密集度產品比率便越增加，但是從 OECD 國家的進口比率卻是下降的，貿易自由化對「直接污染庇護效果」的影響在不同的貿易對象上產生了不同的結果。這個「間接污染庇護所」效果顯示：當台灣對外貿易越自由化，從非 OECD 國家所進口的污染性產品越增加，換言之，在台灣貿易自由化過程中，非 OECD 國家成為高度污染性產品的庇護所。

由本研究結果得知，台灣和非 OECD 國家之間的貿易存在著貿易自由化的「污染庇護所」效果，亦即當進口稅率越降低，台灣從非 OECD 國家所進口（和淨進口）的污染性產品越增加。目前東協（ASEAN）的成員國經濟成長快速，已成為全球的主要經濟體，而東協成員大多為非 OECD 國家，各國的環境管制標準較低，假使台灣有機會和東協成員進行經貿合作或協商，能多考量降低高污染性產品的進口稅稅率，以提高由這些國家進口的比重，那麼將可減少高污染性產品的國內生產比率，有助於改善國內的環境品質。

伍、結論

自 1990 年代全球化趨勢以來，台灣對外貿易逐漸開放，除了貿易管制逐步放寬、進口限制減少，進口稅率也逐年降低。另一方面，國內民眾對環境品質的要求日益提昇，環保署的環境管制日益嚴格，國內的產業結構和貿易型態也逐漸產生變化。本文透過檢定「污染庇護所假說」，探討環境管制與貿易之關係，以及貿易自由化對於高污染性產業貿易型態之影響。此外，台灣在貿易自由化過程中，是否改變高度污染性產業的貿易型態，形成貿易自由化之「污染庇護所」效果。

本研究採用 1991 年至 2003 年期間台灣製造業二欄位行業別的 panel data，利用固定效果和隨機效果模型進行實證分析，實證顯示環境管制越嚴格的產業其進口比率和淨進口比率均越高，顯示過去十多年來，我國的產業結構已朝向較為乾淨與污染較低的型態。另外，1990 年代貿易管制逐漸減少、進口稅降低，高污染密集度產業的進口比率亦隨之增加，不過這個「間接污

染庇護所」效果並不顯著。

爲了進一步探討貿易自由化和環境管制之關係是否因貿易對象之不同而有所差異，我們將各行業的進口值和出口值區分成由 OECD 國家和由非 OECD 國家進口與出口，然後分別估計兩組國家的進口和淨進口模型。實證顯示在對非 OECD 國家的貿易中，污染程度越高的產業其進口和淨進口比率均越高，很顯然地，非 OECD 國家已經成爲台灣高污染性產品的庇護所。另外，貿易越自由化、關稅稅率的降低，台灣從非 OECD 國家所進口和淨進口高污染性產品的比率顯著地增加，但從 OECD 國家的淨進口比率卻是顯著的減少。換言之，貿易的自由化已改變台灣和非 OECD 國家的貿易型態，產生貿易自由化的「污染庇護所」效果。

由我們的實證結果知道，台灣透過增加污染性產品的進口改變產業結構，使其朝向較爲乾淨型態，但是整體環境品質的改善程度仍需進一步探討，若能將行業別環境污染量的改善程度予以量化，將對環境品質的改善則有較具體化成果。

最後，本文並未處理產業別的污染防治成本爲內生性的問題，因此利用固定效果迴歸式的估計係數將會較工具變數估計法爲低。

附表 1：行業別與進出口商品歸類對照表

行業	行 業 名 稱	輸出入商品分類	
11	食品及飲料製造業	第二章	肉及食用雜碎
		第三章	魚類、甲殼類、軟體類及其他水產無脊椎動物
		第四章	乳製品；禽蛋；天然蜜；未列名食用動物產品
		第九章	咖啡、茶、馬黛茶及香料
		第十章	穀類
		第十一章	製粉工業產品；麥芽；澱粉；菊糖；麵筋
		第十二章	油料種子及含油質果實；雜項穀粒、種子及果實；工業用或藥用植物；芻草及飼料
		第十五章	動植物油脂及其分解物；調製食用油脂；動植物蠟
		第十六章	肉、魚或甲殼、軟體或其他水產無脊椎動物等之調製品
		第十七章	糖及糖果
		第十八章	可可及可可製品
		第十九章	穀類、粉、澱粉或奶之調製食品；糕餅類食品
		第二十章	蔬菜、果實、堅果或植物其他部份之調製品
		第二十一章	雜項調製食品
		第二十二章	飲料、酒類及醋
		第二十三章	食品工業產製過程之殘渣及廢品；調製動物飼料
13	紡織業	第五十章	絲
		第五十一章	羊毛，動物粗細毛；馬毛紗及其梭織物
		第五十二章	棉花
		第五十三章	其他植物紡織纖維；紙紗及紙紗梭織物
		第五十四章	人造纖維絲
		第五十五章	人造纖維棉

		第五十六章	填充用材料、氈呢、不織布；特種紗、擦線、繩、索、纜及其製品
		第五十七章	地毯及其他紡織材料覆地物
		第五十八章	特殊梭織物；簇絨織物；花邊織物；掛毯；裝飾織物；刺繡織物
		第五十九章	浸漬、塗佈、被覆或黏合之紡織物；工業用紡織物
		第六十章	針織品或鉤針織品
14	成衣、服飾品及其它紡織品製造業	第六十一章	針織或鉤針織之衣著及服飾附屬品
		第六十二章	非針織及非鉤針織之衣著及服飾附屬品
		第六十三章	其他製成紡織品；組合品；不堪用衣著及不堪用紡織品；破布
15	皮革毛衣及其製品製造業	第四十一章	生皮（毛皮除外）及皮革
		第四十二章	皮革製品；鞍具及轡具；旅行用物品、手提袋及類似容器；動物腸線（蠶腸線除外）製品
		第四十三章	毛皮與人造毛皮及其製品
16	木竹製品製造業	第四十四章	木及木製品；木炭
		第四十五章	軟木及軟木製品
		第四十六章	草及其他編結材料之編結品；編籃及柳條編結品
18+ 19	紙漿、紙及紙製品製造業 印刷及其輔助事業	第四十七章	木漿或其他纖維素材料之紙漿；回收（廢料及碎屑）紙或紙板
		第四十八章	紙及紙板；紙漿、紙或紙板之製品
		第四十九章	書籍，新聞報紙，圖書及其他印刷工業產品；手寫稿、打字稿及設計圖樣
21+ 22	化學材料製造業 化學製品製造業	第廿八章	無機化學品；貴金屬、稀土金屬、放射性元素及其同位素之有機及無機化合物
		第廿九章	有機化學產品
		第三十章	醫藥品
		第卅一章	肥料
		第卅二章	鞣革或染色用萃取物；鞣酸及其衍生物；染料、顏料及其他著色料；漆類及凡立水；油灰及其他灰泥；墨類

		第卅三章	精油及樹脂狀物質；香水、化妝品或盥洗用品
		第卅四章	肥皂，有機界面活性劑，洗滌劑，潤滑劑，人造蠟，調製蠟，擦光或除垢劑，蠟燭及類似品，塑型用軟膏，（牙科用蠟）以及石膏為基料之牙科用劑
		第卅五章	蛋白狀物質；改質澱粉；膠；酵素
		第卅六章	炸藥；煙火品；火柴；引火合金；可燃製品
		第卅七章	感光或電影用品
		第卅八章	雜項化學產品
23	石油及製品製造業	第廿七章	礦物燃料、礦油及其蒸餾產品；含瀝青物質；研蠟
24	橡膠製品製造業	第四十章	橡膠及其膠品
25	塑膠製品製造業	第卅九章	塑膠及其製品
26	非金屬礦物製品製造業	第六十八章	石料、膠泥、水泥、石棉、雲母或類似材料之製品
		第六十九章	陶瓷產品
		第七十章	玻璃及玻璃器
27 + 28	金屬基本工業 金屬製品製造業	第七十二章	鋼製
		第七十三章	鋼鐵製品
		第七十四章	銅及其製品
		第七十五章	鎳及其製品
		第七十六章	鋁其製品
		第七十八章	鉛及其製品
		第七十九章	鋅及其製品
		第八十章	錫及其製品
		第八十一章	其他卑金屬；鍍金；及其製品
		第八十二章	卑金屬製工具、器具、利器、匙、叉及其零件
		第八十三章	雜項卑金屬製品
29	機械設備製造修配業	第八十四章	核子反應器、鍋爐、機器及機械用具；及其零件

31	電力、電子製品製造修配業	第八十五章	電機與設備及其零件；錄音機及聲音重放機；電視影像、聲音記錄機及重放機；以及上述各物之零件及附件
			**參考主要貨品進出口表中——電力、電子&機械
32	運輸工具製造修配業	第八十六章	鐵路或電車道機車、車輛及其零件；鐵路或電車道軌道固定設備及配件與零件；各種機械式（包括電動機械）交通信號設備
		第八十七章	鐵路及電車道車輛以外之車輛及其零件與附件
		第八十八章	航空器、太空船及其零件
		第八十九章	船舶及浮動構造體
33	精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業	第九十章	光學、照相、電影、計量、檢查、精密、內科或外科儀器及器具；鐘錶；樂器；上述物品之零件及附件
		第九十一章	鐘、錶及其零件

註：主計處(1996)《中華民國行業標準分類》；國貿局(2006b)《中華民國輸出入貨品分類表》

附表 2：變數定義與資料來源

變數代碼	所使用的資料	資 料 來 源
KLR	實際運用固定資產總額	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》
	各項折舊金額	
	受雇員工人數	
	躉售物價指數	主計處《物價統計月報》
HKLR	每月工作收入	主計處《人力運用調查》原始資料
	教育程度	
T	進口稅金額	財政部關稅總局統計資料
	進口值	國貿局貿易統計資料
P	使用防治污染設備價值	主計處工商普查報告（1991 年）
	增購污染防治設備金額	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》
	全年投資設備金額	
	實際運用固定資產總額	
	各項折舊金額	
IMSR	進口值	國貿局貿易統計資料
	營業收入	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》
IMSR ₀	由 OECD 國家進口值	國貿局貿易統計資料
	營業收入	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》
EXSR	出口值	國貿局貿易統計資料
	營業收入	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》
EXSR ₀	對 OECD 國家出口值	國貿局貿易統計資料
	營業收入	經濟部《台閩地區工業統計調查報告》

註：• 經濟部《台閩地區工業統計調查報告》所缺少的年度——1991、1996 和 2001 年，以該年度主計處「工商普查」報告補入。

• 財政部關稅總局統計資料，參考來源：財政部（2007）〈中華民國財政部關稅總局統計資料庫查詢〉。<http://web.customs.gov.tw/statistic/statistic/statisticList.asp>。

• 國貿局貿易統計資料，參考來源：國貿局（2006a）〈中華民國進出口貿易統計〉，<http://cus93.trade.gov.tw/fsci/>。

參考資料

A. 中文部分

主計處

- 1991、1996、2001 《台閩地區工商及服務業普查報告》。台北：主計處。
 1996 《中華民國行業標準分類》。台北：主計處。
 2000-2005 《人力運用調查》之原始資料檔。台北：主計處。
 2006 《物價統計月報》 435: 45-63。台北：主計處。

吳慧英、趙順生

- 1994 〈環境因素對製造業出口比較利益型態之影響〉，《中國經濟學會年會論文集》，頁 1-38。台北：中國經濟學會。

財政部

- 1991-2003 《中華民國輸出入貨品分類表》。台北：財政部關稅總局。
 2007 〈中華民國財政部關稅總局統計資料庫查詢〉。<http://web.customs.gov.tw/statistic/statistic/statisticList.asp> (June 12, 2007)

國貿局

- 2006a 〈中華民國進出口貿易統計〉。<http://cus93.trade.gov.tw/fsci/> (July 4, 2006)
 2006b 《中華民國輸出入貨品分類表》。台北：國貿局。

莊奕琦、李鈞元

- 2003 〈如何衡量人力資本：理論與台灣實證〉，《經濟論文叢刊》 31(1): 51-85。

陳爽奇

- 1996 「環境管制因素對台灣製造業競爭力之影響」，台灣大學經濟學研究所碩士論文。

經濟部

- 1992-1995、1997-2000、2001-2003 《台閩地區工業統計調查報告》。台北：經濟部統計處。

B. 英文部分

Antweiler, W., B. R. Copeland, and M. Scott Taylor

- 2001 "Is Free Trade Good for the Environment?" *American Economic Review* 91: 877-908.

Balassa, B.

- 1979 "A 'Stages Approach' to Comparative Advantage," in I. Adelman (ed.), *Economic Growth and Resources*. London: Macmillan.

Birdsall, N. and D. Wheeler

- 1993 "Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where Are the Pollution Havens?" *Journal of Environment & Development* 2(1): 137-149.

Brunnermeier, S. B. and A. Levinson

- 2004 "Examining the Evidence on Environmental Regulations and Industry Location," *Journal of Environment and Development* 13(1): 6-41.

Cole, M. A. and R. J. R. Elliott

- 2003 "Do Environmental Regulations Influence Trade Patterns? Testing Old and

- New Trade Theories?" *World Economy* 26: 1163-1186.
- Dean, J.
 2002 "Does Trade Liberalization Harm the Environment? A New Test," *Canadian Journal of Economics* 35(4): 819-842.
- Ederington, J. and J. Minier
 2003 "Is Environmental Policy a Secondary Trade Barrier? An Empirical Analysis," *Canadian Journal of Economics* 36(1): 137-154.
- Ederington, J., A. Levinson, and J. Minier
 2004 "Trade Liberalization and Pollution Havens," National Bureau of Economic Research Working Paper No. 10585. Cambridge, MA.
- Eskeland G. S. and A. E. Harrison
 2003 "Moving to Greener Pastures? Multinationals and the Pollution Haven Hypothesis," *Journal of Development Economics* 70(1): 1-23.
- Frankle, J. A. and A. K. Rose
 2002 "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality?" National Bureau of Economic Research Working Paper No. 9201. Cambridge, MA.
- Gray, W. B. and R. J. Shadbegian
 1993 "Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level," Discussion Paper. U.S. Department of Commerce, Center for Economic Studies. Washington, DC.
 1995 "Pollution Abatement Costs, Regulation, and Plant-Level Productivity," National Bureau of Economic Research Working Paper No. 4994. Cambridge, MA.
- Grether, J. M. and J. de Melo
 2003 "Globalization and Dirty Industries: Do Pollution Havens Matter?" National Bureau of Economic Research Working Paper No. 9776. Cambridge, MA.
- Grether, J. M., N. Mathys, and J. de Melo
 2006 "Unraveling the World-Wide Pollution Haven Effect," CEPR Discussion Paper No. 5815. London, UK.
- Grossman, G. M. and A. B. Krueger
 1993 "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement," in *The U.S.-Mexico Free Trade Agreement*, pp. 13-56. Cambridge MA.: MIT Press.
 1995 "Economic Growth and the Environment," *Quarterly Journal of Economics* 110(2): 353-377.
- Harbaugh, W., A. Levinson, and D. Wilson
 2000 "Reexamining the Empirical Evidence for an Environmental Kuznets Curve," National Bureau of Economic Research Working Paper No. 7711. Cambridge, MA.
- Jaffe, A. B., S. R. Peterson, P. R. Portney, and R. N. Stavins
 1995 "Environmental Regulations and the Competitiveness of U.S. Manufacturing:

- What Does the Evidence Tell US?" *Journal of Economic Literature* 33: 132-1410.
- Kalt, J. P.
 1988 "The Impact of Domestic Environmental Regulatory Policies on U.S. International Competitiveness," in M. Spence and H. Hazard (eds.), *International Competitiveness*, pp. 221-262. Cambridge MA.: Harper and Raw, Ballinger.
- Leamer, E. E.
 1984 *Sources of International Comparative Advantage*. Cambridge: MIT Press.
- Levinson, A. and M. S. Taylor
 2004 "Unmasking the Pollution Haven Effect," National Bureau of Economic Research Working Paper No. 10629. Cambridge, MA.
- Low, P. and A. Yeats
 1992 "Do Dirty Industries Migrate?" in P. Low (ed.), *International Trade and the Environment*, World Bank Discussion Paper No. 159: 89-104. Washington, DC: World Bank.
- Lucas, R. E., D. Wheeler, and H. Hettige
 1992 "Economic Development, Environmental Regulation, and the International Migration of Toxic Industrial Pollution: 1960-1988?" in P. Low (ed.), *International Trade and the Environment*, World Bank Discussion Paper No. 159: 67-88. Washington, DC: World Bank.
- Maddison, A.
 1987 "Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economics: Techniques of Quantitative Assessment," *Journal of Economics Literature* 25: 649-698.
- Managi, S.
 2004 "Trade Liberalization and the Environment: Carbon Dioxide for 1960-1999," *Economics Bulletin* 17(1): 1-5.
- Mani, M. and D. Wheeler
 1998 "In Search of Pollution Heavens? Dirty Industries in the World Economy, 1960 to 1995," *Journal of Environment & Development* 7(3): 215-247.
- Mukhopadhyay, K.
 2006 "Impact on the Environment of Thailand's Trade with OECD Countries," *Asia-Pacific Trade and Investment Review* 2(1): 25-46.
- Osang, T. and A. Nandy
 2000 "Impact of U.S. Environmental Regulation on the Competitiveness of Manufacturing Industries," Southern Methodist University, Department of Economics Working Paper. Dallas, TX: Southern Methodist University.
- Pencavel, J.
 1991 "Higher Education, Productivity, and Earnings: A Review," *Journal of Economics Education* 22: 331-359.
- Robinson, H. D.
 1988 "International Pollution Abatement: The Impact on the Balance of Trade?" *Canadian Journal of Economics* 21: 187-199.

Tallman, E. W. and P. Wang

- 1994 "Human Capital and Endogenous Growth: Evidence from Taiwan," *Journal of Monetary Economics* 34: 101-124.

Tobey, J.

- 1990 "The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test?" *Kyklos* 43: 191-209.

van Beers, C. and J. C. J. M. van den Bergh

- 1997 "An Empirical Multi-country Analysis of the Impact of Environmental Regulations on Foreign Trade Flows?" *Kyklos* 50: 29-46.

Walter, I.

- 1973 "The Pollution Content of American Trade?" *Western Economic Journal* 11: 61-70.

Wooldridge, J. M.

- 2006 *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Ohio: South-Western Co.

Examining the Pollution Havens Hypothesis: An Evidence on Trade Liberalization and Environmental Regulations

Meei-pyng Tseng

Doctoral Student

Graduate Institute of International Economics,

National Chung Cheng University

International Business Department Lecturer,

Cheng Shiu University

Jin-tan Liu

Professor

Department of Economics,

National Taiwan University,

NEBR research associate

ABSTRACT

With trade liberalization, countries with strict environmental regulations can steer away from polluting industries and put greater emphasis on cleaner industries. They increase the import of the higher polluting products and move the polluting industry abroad, whereby improves their environmental quality. In this regard, Taiwan's trade regulatory policy has been gradually opened since 1990 and its domestic industrial structure and trade pattern have been greatly changed. The main purpose of this paper is to examine whether Taiwan's polluting industries have been transferred to production in the less developed countries while Taiwan itself goes toward liberalized trade. This assumption has been called the ***pollution haven hypothesis***. We use the 2-digit industry-level panel data of Taiwan's manufacturing from 1991 to 2003 to study the effect of environmental regulation on trade patterns by regressing panel fixed and random models. The evidence demonstrates that the stricter

environmental control the industries are under, the higher import portion they have. It shows that Taiwan's industrial structure has already moved toward the cleaner and lower polluting pattern in the last ten years. In addition, the import of polluting-intensive industries increased with the decreasing import tariff, yet this "indirect pollution haven effect" is not significant. When we separate the import of each industry by OECD countries and non-OECD countries, it is significant that the polluting industries have higher import portion in the regression for the non-OECD countries. Obviously, the non-OECD countries have become the haven of Taiwan's high polluting industries. With the trade liberalized and the import tariff reduced, Taiwan increases the net import of the higher polluting products from the non-OECD countries, while decreasing that from OECD countries. And there are different outcomes for different Taiwan's trade partner in the effect of trade liberalization on pollution havens.

Key Words: pollution haven hypothesis, trade liberalization,
environmental regulations, pollution abatement costs