世新大學

經濟系

經濟成長、外國直接投資與二氧化碳排放量之關係

研 究 生：陳靖雯 周妍瓅 蘇乃讌

指導老師：林玫吟 博士

中華民國一百零五年四月

論文名稱：經濟成長、外國直接投資與二氧化碳排放量之關係

校所組別：世新大學 經濟系

研 究 生：陳靖雯 周妍瓅 蘇乃讌 指導老師：林玫吟 博士

論文摘要：

本文研究經濟成長、FDI與二氧化碳排放量之關係，我們採取2013年二氧化碳排放量前20名的國家與台灣，分成已開發國家及開發中國家，分別探討二氧化碳排放量與經濟成長、FDI之關係。迴歸結果顯示，在簡單線性模型中，人均GDP、FDI與二氧化碳排放量之間皆有正相關。僅考慮人均GDP的非線性效果模型中，全部國家之樣本顯示人均GDP與二氧化碳排放量具有U型關係，但若分成已開發國家及開發中國家兩組樣本，則人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係。僅考慮FDI的非線性效果模型中，全部國家與開發中國家得到FDI與二氧化碳排放量具有U型關係，但在已開發國家中FDI與二氧化碳排放量不具有顯著關係。同時考慮人均GDP與FDI的非線性效果模型中，已開發國家的人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係，FDI與二氧化碳排放量則具有U型關係，但在開發中國家僅有人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係，FDI與二氧化碳排放量則無顯著關係。

**第一章 緒論**

　　從早期18世紀的工業革命為開端，工業與經濟快速地成長，於今人們還是不停歇的發展，所造成的後遺症就是溫室氣體。溫室氣體不停的攀升，海平面不斷的上升，位於印度西南方的印度洋上的馬爾地夫，甚至將成為地球暖化下的犧牲品。很多國家都注意到了這個危機，於是在1992年聯合國通過了「聯合國氣候變化綱要合約」，意旨避免溫室氣體濃度增加，加劇地球暖化，但在簽約後全球二氧化碳濃度仍在不斷上升。於是，於1997年12月日本京都簽署「京都議定書」，以個別或共同的方式控制人為排放之溫室氣體數量以期減少溫室效應對全球環境所造成的影響。

經濟全球化已是現今社會的趨勢，帶動著貿易的成長與市場經濟的擴張，許多公司致力於全球化的投資，各國政府也不斷吸引外資以促進經濟的發展，世界各地已在不知不覺中對互相產生了依賴。隨著經濟全球化的發展，外國直接投資（Foreign direct Investment，FDI）也日趨重要，技術的移轉和資本的累積，已與現今社會產生密不可分的關係，但從環境的方面思考，經濟的發展和外國直接投資是否造成了嚴重的汙染？本研究將主要探討經濟成長、外國直接投資與二氧化碳排放量之關聯性，我們以2013年前二十名碳排放量國家以及台灣為研究對象，但由於加拿大的資料有所缺漏，研究樣本設定為台灣、中國、美國、印度、俄羅斯、日本、德國、南韓、伊朗、沙烏地阿拉伯、英國、墨西哥、印尼、巴西、澳大利亞、義大利、南非、法國、波蘭、土耳其共二十個國家，分析過程中再另分為已開發國家及開發中國家，希望能藉此了解不同開發程度的國家經濟成長、外國直接投資與二氧化碳排放量之關聯性是否有差異。

此研究中控制變數包含人均GDP( Per Capita GDP )、外國直接投資（Foreign direct Investment，FDI）、貿易開放程度(Degree of trade openness)、人口密度(Population density)、工業占GDP比重(Industry value added percentage of GDP)、能源密集度(Energy\_intensity)、時間趨勢(Time)、化石能源效耗（Fossil fuel consumption），並探討人均GDP和外國直接投資對於二氧化碳排放量的影響。

**第二章 文獻回顧**

第一節 中文文獻

首先介紹研究台灣二氧化碳排放量的相關文獻。石瑋先 (2014) 探討八大工業國家經濟發展、能源消耗與CO2排放量之間的因果關係以及驗證環境顧志耐曲線的有效性。此文獻採用多種檢定方式去做分析，最後得知：環境顧志耐曲線假說的結果，德俄兩國支持此假說，這代表在這兩個國家環境惡化與經濟發展之間不再是單調的線性關係，環境惡化的程度首先將會隨著經濟發展而同步增加，但在經過某一個轉折點之後將會伴隨著經濟發展而逐漸減緩下降，而日本的預期結果與此假說相反，這顯示日本在環境惡化與經濟發展之間呈現一個U型的曲線關係。因果關係的檢定結果：發現法國、德國與美國存在從人均GDP到人均能源消耗的負向因果關係。這代表前一年度的人均GDP增加，將會降低次一年度的人均能源消耗。而研究也發現英國與俄羅斯存在從人均能源消耗到人均GDP的正向因果關係。這代表前一期的人均能源消耗增加將會帶動下一期的人均GDP增加。研究中所選定的八大工業國家當中的人均能源消耗與人均CO2排放量之間產生彼此獨立的因果關係。這可能顯示研究的對象皆屬於高所得與技術先進的國家，而這些國家具有較高的環境保護意識。

吳珮瑛、黃雅琪、吳麗敏、劉哲良 (2008) 採取：人均GPD、人口密度、工業占GDP比例、吉尼係數等因素來探討經濟發展與CO2排放量的關係，結果發現所得不均度對於CO2排放的影響方向，會隨著不同經濟發展階段而改變。此外，實證結果可說明，若所得不均度跟經濟發展是有交互影響的，表示所得不均度與CO2排放量關係並非單向，且會隨所得水準而有不同的影響。在所得不均度對CO2排放量具有顯著影響之關係下，研究發現在不同年間未考慮所得不均度下之經濟發展與CO2排放量的關係呈現出不同的趨勢，而將所得不均度引入經濟發展與CO2排放量之關係中，即使在不同的年間，也會呈現出一致的影響趨勢，顯示將所得不均度納入考量後，才能更完整的描繪出經濟發展與CO2排放量的關係。

林佑蓉 (2007) 比較台灣、日本、南韓、英國、德國和荷蘭在1990至2004年間，歷年之能源消費、經濟發展與CO2排放量的變動趨勢和之間的彈性係數變化，並利用OECD和Tapio脫鉤指標，評估能源消費、經濟成長與CO2排放量間的關係及採用因素分解法探討影響各國CO2排放量變動的關鍵因素。在CO2排放與GDP之脫鉤指標方面，結果顯示，英德荷三國比台日韓有較好的脫鉤指標狀態，表示歐洲國家普遍對於提升能源效率、節約能源及採用低碳能源等政策之推動，均較亞洲國家推行的更成功。在因素分解方面，人均GCP和人口數是導致各國CO2排放量增加的主要原因，而二氧化碳排放係數，除我國和日本外對其餘四國皆為一減量因素，顯示我國和日本在能源結構上高碳燃料的配比有增加的趨勢。此外，除了台灣，能源密集度在其餘五國皆為減量效應，顯示我國在能源密集度上仍有改善空間。

拜語柔 (2012)利用最小平方法檢測台灣二氧化碳排放量及相關變數是否符合倒U型環境顧志耐曲線（EKC）假說，實證結果發現台灣二氧化碳與經濟發展並無呈現ECK之倒U型關係，而是呈現U型曲線，並顯示台灣目前二氧化碳排放量與經濟發展呈正向關係。

洪嘉業 (2011) 依「數據月度能源評論」(MER)所提供的資料，針對影響美國與台灣二氧化碳排放量增加的主要因素進行分析。而其中的主要因素有：人口數、人均GDP、能源密集度及碳排放係數。以2010年兩國的CO2排放量做探討：發現在美國方面，上述的四個因素上升皆會導致CO2排放量增加，而台灣則是除了能源密集度及碳排放係數與CO2排放量有負向關係，其餘兩個因素則與二氧化碳排放量有正向關係。其中兩國又皆以人均GDP的成長對二氧化碳排放量增加有最顯著的影響。

高嘉璘 (2009) 探討外國直接投資與二氧化碳排放量之因果關係。有實證研究指出：部分國家或地區急於吸收外資，加上環境規制的不完善，外國直接投資在某些方面對環境造成了一定的負面影響。此文獻以1992-2005年200個國家的外國直接投資金額與二氧化碳排放量之Panel date進行實證分析，使用Levin Lin and Chu test與Imesaran and Shin test來檢定資料是否為定態，再利用Granger因果關係檢定方法，對外國直接投資金額與二氧化碳排放量進行因果關係檢定。由實證結果得知，就已開發國家而言；外國直接投資流入與流出金額與二氧化碳排放量存在著相互影響的雙向因果關係，這顯示：就已開發國家而言，外國直接投資流入與流出金額在促進經濟成長的同時，也對環境造成了一定的影響。就開發中國家而言，二氧化碳排放量與外國直接投資的流入變化，二氧化碳排放量與外國直接投資的流出並無相互關係。

張翊峰、林建廷與張家鳳 (2009），研究台灣地區服務業部門1982～2008年能源消費與二氧化碳排放變動關聯分析及影響因素，其利用因素分析迪氏指標法，探討影響其排放變動之關鍵因素。其中得出的因素有：二氧化碳排放係數、能源密集度、產業規模、人均總產值及總人口數等變數，並用OECD脫鉤指標、Tapio脫鉤指標分析服務業部門能源消費、二氧化碳排放、GDP等資料，探討其相互關係與關連效應，最後以生產總值與排放係數為最主要增加CO2排放的原因，而能源密集度是唯一減量因素。

黃群達(2006)以我國1991~2004年住宅部門及商業部門為探討對象，藉由因素分解法分析影響CO2排放的主要關鍵因子，再以脫鉤指標探討住宅及商業部門在GDP、能源及二氧化碳排放三者之間的發展關係；並藉著分析數個OECD國家商業部門CO2排放變動的主要因素。其中因素分解方面得出，住宅部門主要影響CO2排放增量的因素為每人居住樓板面積的增加，其次為全國住宅戶口總數，而每戶人口數則為減量因素；商業部門方面，經濟成長、結構配比及排放係數三者皆為增量因素，其中以經濟成長影響最大，其次是排放係數，而能源密集度則是唯一減量因素。

楊嘉倫(2008) 探討全球主要二氧化碳排放國家中，二氧化碳與經濟成長之關聯性。文中利用時間序列分析法，檢驗各國是否符合環境顧至耐曲線的假說，並輔以因果關係檢定，以確認二氧化碳排放與經濟成長之間的因果關係。透過環境顧志耐曲線的配適實證結果顯示：研究所探討的20名國家中，除其中7國(中國、俄羅斯、德國、墨西哥、伊朗、烏克蘭、沙烏地阿拉伯等)因無法取得具一致性與完整性實證資料外，其餘13國之實質人均GDP與人均CO2排放量的關係可歸類為三種型態：第一、存在一次式正斜率的線性關係(印度、加拿大、韓國印尼、巴西和西班牙)亦即這些國家之人均二氧化碳排放量與實質人均GDP隨著時間同步上升；第二、存在轉折現象的倒U型和N型曲線(美國、日本、英國、義大利與法國)亦即這些國家之人均二氧化碳排放量的變動在經濟發展初期隨著實質人均GDP而同步增加，至1970年代中期之後人均二氧化碳排放量逐漸隨著實質人均GDP的持續增加已有下降趨勢。此亦顯示，研究所探討之13個國家中，具有轉折現象的環境顧志耐曲線只存在於五個先進已開發國家，而不存在於任何開發中國家。第三、無法配適出適當的環境顧志耐曲線者(澳大利亞與南非)。因果關係檢定方面，本文發現印度、英國、印尼、西班牙與澳洲人均二氧化碳與人均GDP之間皆具有單向的因果關係，其實質人均GDP為因，人均二氧化碳排放量為果。相反地，巴西的實證結果顯示兩變數間雖亦具有單向的因果關係，惟其人均二氧化碳排放量為因，實質人均GDP為果。而韓國實證結果則顯示兩變數間具有雙向的因果關係。至於其他國家包括：美國、日本、義大利和法國等已開發國家，在原先設定的樣本期間的數據資料皆無法檢定出兩變數間的因果關係。

第二節英文文獻

接著，介紹研究外國二氧化碳排放量的相關文獻。Mugableh(2015) 研究約旦王國在1976年至2010年間，經濟發展、二氧化碳排放量、能源消耗、金融發展、國外直接投資流入及總固定資本形成間的均衡與動態因果關係。文獻中分別使用ARDL方法與VECM模型進行檢測，結果顯示：當經濟成長時，二氧化碳排放量、外國直接投資(inflows)及總固定資本形成在長期之下皆會增加。另外亦指出，在長期之下，二氧化碳排放量與經濟成長間呈正向關係；在短期下，二氧化碳排放量與經濟成長則是呈負向關係。也就是說，不論在長期與短期之下，經濟發展與二氧化碳排放之間確實存在顧志耐曲線假說。

Omri,Nguyen and Rault(2014)利用動態聯立方程模型研究全球54個國家在1990至2011年間，二氧化碳排放量、外國直接投資及經濟成長間的因果關係，並將經驗模型使用在三個地區板塊：歐洲與北亞、拉丁美洲和加勒比地區、中東、北非與撒哈拉沙漠以南的非洲地區。除了歐洲與北亞地區外，研究結果提供了其他地區的外國直接投資流入和經濟成長間雙向因果關係的相關證據。此外，除了中東、北非以及撒哈拉沙漠以南的三個地區，二氧化碳排放量對經濟成長的雙向因過關係無法被拒絕外，其餘地區的此兩個變數間皆存在著單向因果關係。

 Ajmi,*et al.*（2015）研究G7各國的二氧化碳、能源消耗與收入之間的關係，並探討時間變化在其中所扮演的重要性。結果顯示：日本的GDP與能源消耗有雙向因果關係，義大利的GDP對能源消耗有單向因果關係，而資源國加拿大則是能源消耗對GDP有著單向因果關係。此外，結果亦發現，美國的能源消耗和二氧化碳排放量之間有雙向時間變化的因果關係，法國的能源消耗對二氧化碳排放量有單向因果關係。最後，在日本與義大利的GDP對二氧化碳排放量間發現重要的時間變化因果關係，且環境顧志耐假設無法使用於日本與義大利兩國。這意味著，環境政策與經濟成長應該要同步發展。

Hassan and Salim(2015) 研究25個高收入的OECD成員國在環境顧志耐曲線的架構下，人口高齡化、人民所得成長和二氧化碳排放量之間的關聯性。實證結果顯示，在這些國家中，人均二氧化碳排放量一開始會隨著經濟成長而增加，然而，當人均所得達到每人24,657美元的水平時，人均二氧化碳排放量會開始下降。而在人口高齡化部分，當老年人口比例每上升百分之一，從長期來看，將會使人均二氧化碳排放量減少百分之1.55。

Ren, Yuan, Ma and Chen(2014)使用投入產出分析計算2000~2010間，中國國際貿易中的二氧化碳排放量。並檢測外國直接投資、貿易依存度、出口、進口及人均所得對二氧化碳排放量造成的影響。結果顯示：(1)中國日益增長的貿易順差是造成二氧化碳排放量快速上升的重要因素之一；(2) 大量的外國直接投資流入進一步加劇中國的二氧化碳排放量增加；(3)工業部門的人均所得與二氧化碳排放量的關係成倒U形的環境顧志耐曲線。

Ozcan (2014) 採用長期追蹤資料方法測試在1990-2008年間，12個中東國家是否符合環境顧志耐曲線假說。結果顯示:只有三個中東國家符合倒U形的環境顧志耐曲線，而其餘有五個中東國家的人均所得與環境品質的關係呈U形曲線。此外還發現，有另外四個中東國家的所得與二氧化碳排放量之間是沒有任何關聯的。在因果關係方面，由短期來看，經濟成長對能源消耗存在著單向因果關係，而從長期來看，則是能源消耗和經濟成長對二氧化碳排量有著單向因果關係。

Salahuddin and Khan(2013) 利用時間序列數據探討在1965-2007年間，澳大利亞的經濟成長、能源消耗和二氧化碳排放量之間的關係。採用Johansen共整合檢定經濟成長、能源消耗和二氧化碳排放量之間的長遠關係。結果表明，三個變數間不具有共整合關係。研究亦顯示能源消耗與經濟成長的雙向因果關係，而二氧化碳排放量與經濟成長間卻沒有任何因果關係。結果顯示澳大利亞追求經濟增長的政策仍處於安穩狀態，並沒有產生過度的二氧化碳排放。

第三節小結

根據過去的文獻研究，我們發現與二氧化碳排放量有關的因素有人均GDP、FDI、貿易開放程度、人口密度、工業占GDP比例、時間趨勢、能源密集度、化石能源消耗等，此外，依國家發展程度的不同這些因素與二氧化碳排放量存在著不同的單向或雙向間的因果關係。而這些實證結果，將成為我們設定實證模型與解析實證結果時的重要參考。

**第三章實證方法**

本研究所有的變數資料皆為長期追蹤資料 (panel data)，其同時考慮橫斷面資料 (cross section) 與時間序列資料 (time series)，前者為同時間上不同區域的數據，後者則是同區域不同時間點的資料，估計方法使用最小平方法(ordinary least squares; OLS) 進行迴歸的估計，以下介紹本研究實證模型的設定。

1. 迴歸模型設定

本研究主要探討人均GDP和外國直接投資對於二氧化碳排放量的影響。以、及分別代表人均GDP，外國直接投資與二氧化碳排放量，代表其他控制變數，代表國家，代表時間。本文實證模型設定如以下四種迴歸模式：

Model 1：



Model 2：



Model 3：



Model 4：



模型之控制變數分別為:貿易開放程度(進出口占GDP的百分比)、人口密度(人口/土地面積，平方公里)、工業占GDP比例(％)、時間趨勢、能源密集度、化石能源消耗。

模型一中僅考慮人均GDP與外國直接投資的一次效果，由於外國直接投資對二氧化碳排放量的影響可能有遞延效果，因此我們以落後一期變數帶入；模型二考慮人均GDP與二氧化碳排放量的非線性關係，因此加入GDP平方項此一變數；模型三則考慮外國直接投資與二氧化碳排放量的非線性關係，加入FDI平方項此一變數；模型四則放入GDP與FDI之平方項，亦即同時探討人均GDP及外國直接投資對二氧化碳排放量的非線性關係。

**第四章 實證結果**

**第一節 資料來源**

本研究的資料選用1997~2011年世界二氧化碳排放量前20名國家及台灣的長期追蹤資料，共300個樣本點，來探討經濟發展和外國直接投資對二氧化碳排放量。以下將各變數代號、名稱及資料來源整理於表1，所有變數的統計敘述整理為表2。為能夠比較不同發展程度國家的差異，我們將樣本分成已開發國家及開發中國家，其中已開國家包含台灣、中國、美國、日本、德國、南韓、沙烏地阿拉伯、英國、澳大利亞、義大利、法國，開發中國家則有中國、印度、俄羅斯、伊朗、墨西哥、印尼、巴西、南非、波蘭、土耳其我們將全部樣本，已開發國家變數的敘述統計整理為表3，開發中國家變數的敘述統計整理為表4。

表1 實證變數定義與資料來源

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 變數代號 | 變數名稱 | 資料來源 | 單位 |
| Co2 per | 每人平均二氧化碳 | CDIAC | 公噸/人 |
| GDP | 人均國內生產毛額 | 世界銀行 | 百萬美元 |
| FDI | 外國直接投資 | Trading economics. | 美元 |
| Trade | 貿易開放程度 | Trading economics. | % of GDP |
| DENS | 人口密度 | 世界銀行 | 平方公里 |
| MANU | 工業占GDP比例 | 世界銀行 | % of GDP |
| TIME | 時間趨勢 |  | 西元年 |
| ENERG | 能源密集度 | Eia | 美元 |
| CONSUMPTIO | 化石原料消耗 | 世界銀行 | % |

表2 敘述統計量- 全部國家

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 變數 | Mean | Max. | Min. | Std. Dev | Kurtosis | Skewness | J-B |
| Co2 | 2.2378 | 5.4200 | 0.2700 | 1.3305 | 2.7643 | 0.5459 | 15.5961\*\*\* |
| GDP | 16708.2600 | 67407.3900 | 422.0046 | 15052.6500 | 2.4532 | 0.7780 | 34.0064\*\*\* |
| FDI | 5.78E+10 | 3.65E+11 | 1 | 5.84E+10 | 13.6921 | 3.1686 | 1931.0590\*\*\* |
| TRADE | 53.2823 | 127.1200 | 16.3803 | 20.3708 | 4.2038 | 0.7737 | 48.0512\*\*\* |
| DENS | 166.5604 | 641.6995 | 2.4103 | 170.9969 | 3.7078 | 1.2620 | 85.8980\*\*\* |
| MANU | 32.8992 | 66.7566 | 19.6019 | 8.9468 | 4.3113 | 1.1460 | 87.1628\*\*\* |
| TIME | 2004 | 2011 | 1997 | 4.3277 | 1.7892 | -1.01E-17 | 18.3228\*\*\* |
| ENERG | 14151.4100 | 50058.0400 | 3587.6750 | 10193.7500 | 4.1413 | 1.3134 | 102.5429\*\*\* |
| CONSUMPTIO | 83.1400 | 99.9967 | 48.4269 | 13.2464 | 3.2994 | -1.1018 | 61.4141\*\*\* |

註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

表3敘述統計量- 已開發國家

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 變數 | Mean | Max. | Min. | Std. Dev | Kurtosis | Skewness | J-B |
| Co2 | 3.1030 | 5.4200 | 1.4500 | 1.1327 | 2.1558 | 0.6972 | 16.3872\*\*\* |
| GDP | 29062.9800 | 67407.3900 | 7559.6640 | 12045.2200 | 2.4719 | 0.1874 | 2.5863 |
| FDI | 7.13E+10 | 3.65E+11 | 1.0000 | 7.39E+10 | 8.3046 | 2.3982 | 315.3982\*\*\* |
| TRADE | 56.4469 | 127.1200 | 18.7563 | 24.3311 | 3.2329 | 0.6839 | 11.8742\*\*\* |
| DENS | 226.1827 | 641.6995 | 2.4103 | 195.8980 | 2.4087 | 0.6559 | 12.7683\*\*\* |
| MANU | 30.5531 | 66.7566 | 19.6019 | 10.0106 | 6.2451 | 1.8659 | 150.8246\*\*\* |
| TIME | 2004.0880 | 2011.0000 | 1997.0000 | 4.2966 | 1.8035 | -0.0134 | 8.8317\*\*\* |
| ENERG | 8318.6500 | 23122.6000 | 3587.6750 | 4857.0010 | 4.5817 | 1.5350 | 73.5522\*\*\* |
| CONSUMPTIO | 84.6183 | 99.9967 | 48.4269 | 12.3324 | 5.3364 | -1.6231 | 98.6511\*\*\* |

註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

表4敘述統計量- 開發中國家

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 變數 | Mean | Max. | Min. | Std. Dev | Kurtosis | Skewness | J-B |
| Co2 | 1.3808 | 3.4400 | 0.2700 | 0.8960 | 1.9927 | 0.4870 | 12.2708\*\*\* |
| GDP | 4563.8260 | 13882.6800 | 422.0046 | 3360.2870 | 2.8874 | 0.8174 | 16.7867\*\*\* |
| FDI | 4.49E+10 | 2.69E+11 | 2.05E+10 | 3.32E+10 | 21.0556 | 3.8316 | 2404.5670\*\*\* |
| TRADE | 49.8082 | 96.1861 | 16.3803 | 14.7385 | 3.3267 | -0.0313 | 0.6917 |
| DENS | 101.9072 | 419.5648 | 8.7160 | 102.5349 | 5.7810 | 1.8629 | 135.1041\*\*\* |
| MANU | 35.2182 | 48.0607 | 24.8299 | 7.1328 | 1.8448 | 0.4032 | 12.4048\*\*\* |
| TIME | 2004 | 2011 | 1997 | 4.3349 | 1.7892 | -2.01E-17 | 9.1614\*\*\* |
| ENERG | 19932.7300 | 50058.0400 | 7690.8820 | 10851.5000 | 2.7316 | 0.7710 | 15.3114\*\*\* |
| CONSUMPTIO | 81.6815 | 99.6651 | 51.3184 | 13.9784 | 2.1863 | -0.7029 | 16.4896\*\*\* |

註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

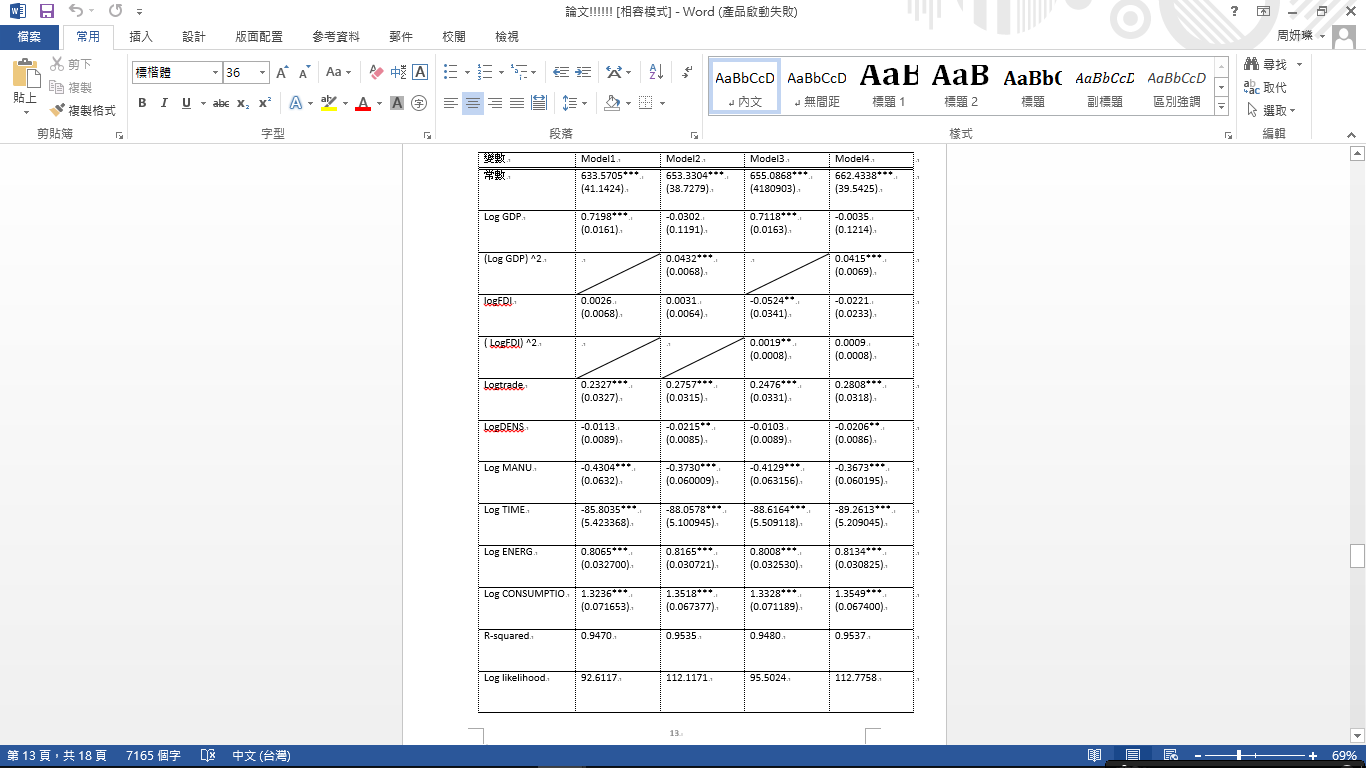
1. **全部國家實證結果分析**

全部國家在各迴歸模式下之估計結果整理於表5。在Model1中，人均GDP及 FDI與二氧化碳排放量皆呈現正向關係，但僅有人均GDP 係數顯著異0。在Model2中，人均GDP平方項顯著為正，代表其與二氧化碳排放量呈U型關係，也就是說在高人均GDP及低人均GDP國家二氧化碳排放量較高。在Model3中， FDI平方項係數顯著為正，此顯示外國直接投資與二氧化碳排放量呈U型，也就是說在高FDI及低FDI國家二氧化碳排放量較高。由以上可知，個別考慮人均GDP及FDI的非線性效果，皆與二氧化碳排放量呈現顯著的U 型關係。

Model4同時放入人均GDP及FDI的平方項，結果人均GDP與二氧化碳排放量的非線性關係仍然存在，但FDI與二氧化碳排放量的非線性關係卻消失了，此可能代表迴歸模型不具有穩健性，變數變換後實證結果容易受到影響，或者變數間本身即具有內生性的關係。

此外，其他控制變數中，貿易開放程度、能源密集度與化石原料消耗皆與二氧化碳排放量呈現顯著正向關係，而人口密度、時間趨勢及工業占GDP百分比則與二氧化碳排放量呈現顯著負向關係。這些關係在四個模型中的得到的結論均相同，具有一致性。

表 5 全部國家迴歸估計結果



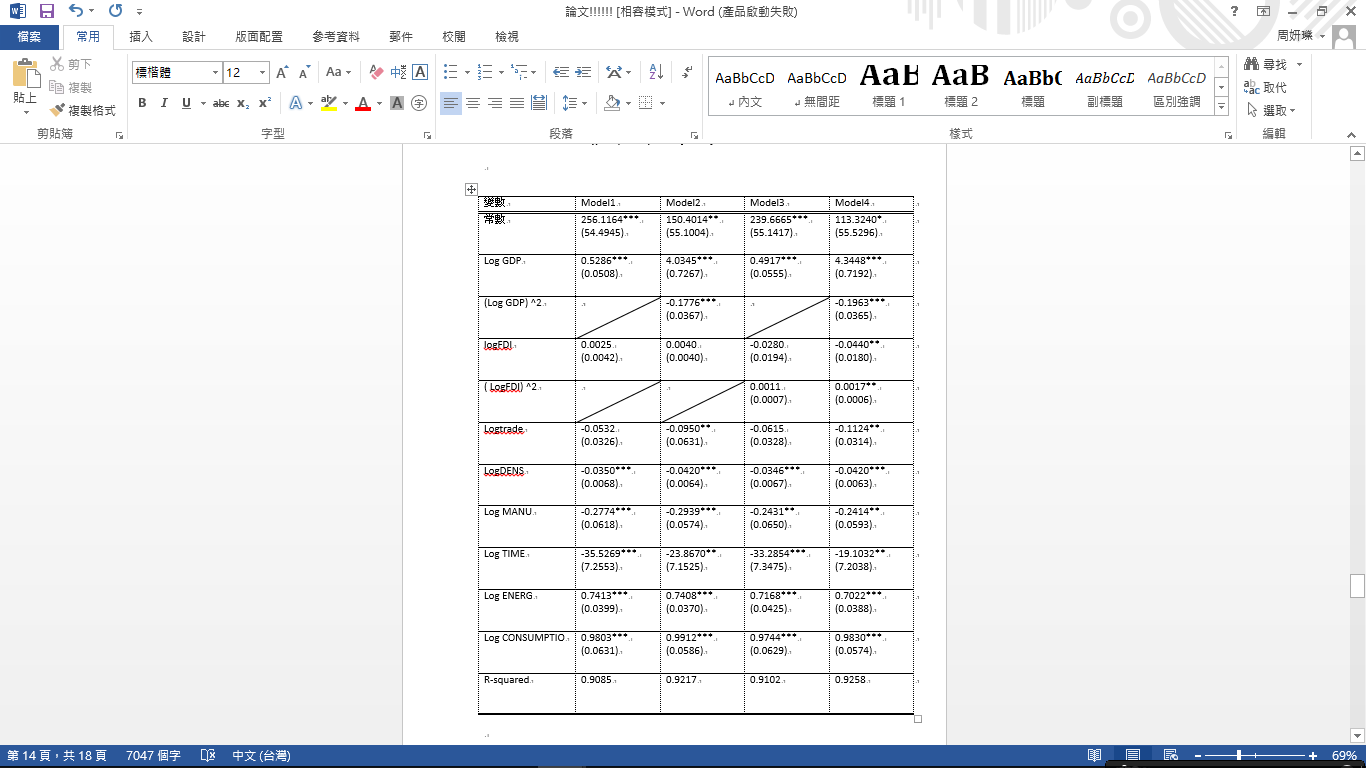
註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

1. **已開發國家實證結果分析**

已開發國家在各迴歸模式下之估計結果整理於表6。與全部國家之實證結果類似，在Model1中，人均GDP及 FDI與二氧化碳排放量皆呈現正向關係，但僅有人均GDP 係數顯著異0。但與全部國家之實證結果相反，在Model2中，人均GDP平方項顯著為負，代表與二氧化碳排放量呈倒U型關係，也就是說在高人均GDP及低人均GDP的已開發國家二氧化碳排放量較低。在Model3中，FDI無論是一次項或平方項係數皆不顯著異於0，此顯示在已開發國家中外國直接投資與二氧化碳排放量之間並沒有顯著關係。

Model4同時放入人均GDP及FDI的平方項，結果人均GDP與二氧化碳排放量的非線性關係仍然存在 (倒U型)，且FDI與二氧化碳排放量出現了正向的非線性關係 (U型)，此亦可推論實證模型不具有穩健性。此外，其他控制變數之實證結論與全部國家實證結果相同，這些關係在四個模型中的得到的結論具有一致性。

表 6 已開發國家迴歸估計結果

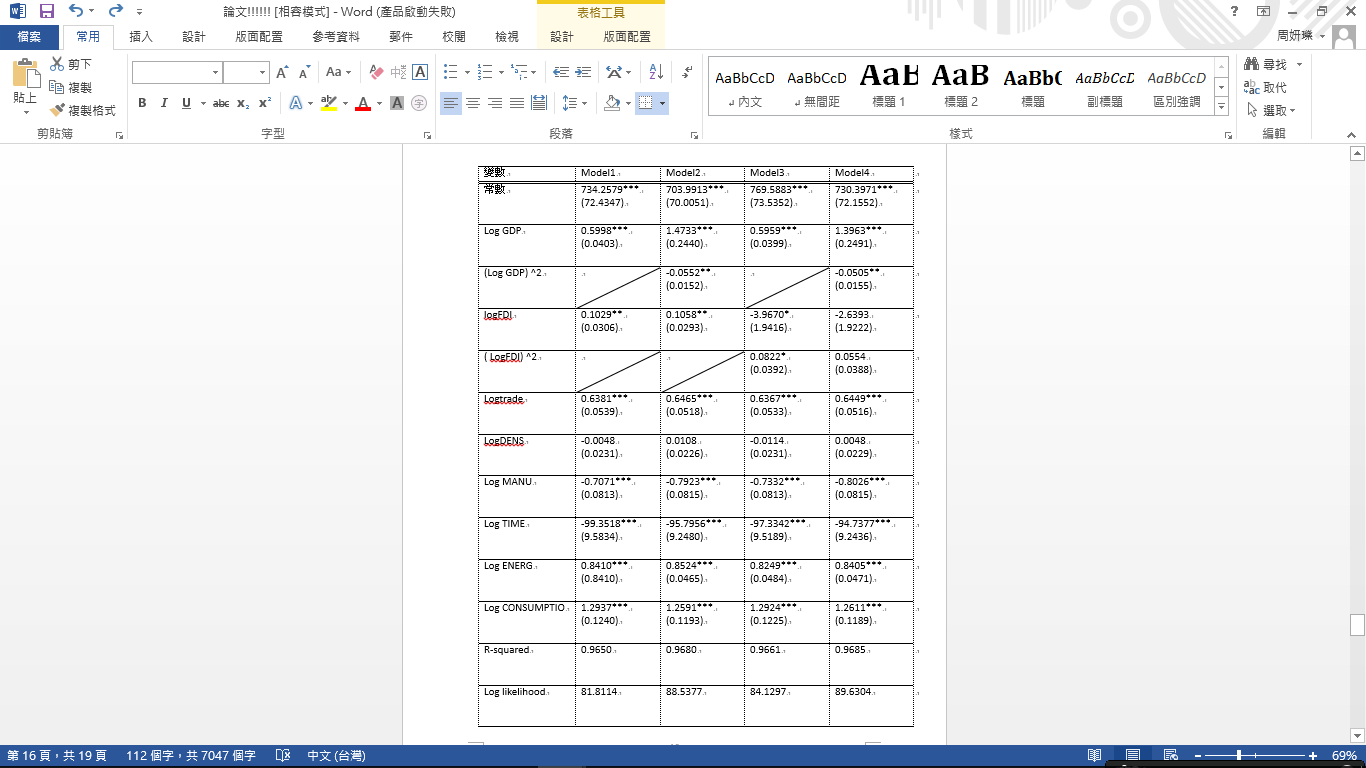
註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

1. **開發中國家實證結果分析**

開發中國家在各迴歸模式下之估計結果整理於表7。在Model1中，人均GDP及 FDI與二氧化碳排放量皆呈現正向關係，而且係數均顯著異於0，FDI的正向顯著性是與已開發國家實證結果不同之處。在Model2中，人均GDP平方項顯著為負，代表與二氧化碳排放量呈倒U型關係，也就是說在高人均GDP及低人均GDP的已開發國家二氧化碳排放量較低。在Model3中，FDI平方項係數顯著為正，此顯示在開發中國家，外國直接投資與二氧化碳排放量之間具有U型關係，也就是說在高FDI及低FDI的開發中國家二氧化碳排放量較高。

Model4同時放入人均GDP及FDI的平方項，結果人均GDP與二氧化碳排放量的非線性關係仍然存在 (倒U型)，但FDI與二氧化碳排放量的非線性關係卻不存在了。而其他控制變數之實證結論與全部國家、已開發國家實證結果皆相同，在四個模型中的得到的結論亦具有一致性。

表 7 開發中國家迴歸估計結果

註：\*\*\*為達1%的顯著水準；\*\*為達5%的顯著水準；\*為達10%的顯著水準。

1. **已開發國家與開發中國家實證結果比較**

由於Model4的概似值(Log likelihood) 較高，代表配適度較佳，所以本文以Model 4的結果為基礎，比較全部國家、已開發國家與開發中國家實證結果的異同。我們將係數顯著的變數及符號標示出來，結果可參考表8。

以變數人均GDP而言，在本研究中可以發現，已開發國家人均GDP為倒U型，可能是因為人均GDP愈高的國家對於環保意識的抬頭與綠色能源的發展具有相關性，而開發中國家的人均GDP為倒U型及本研究採取全部國家的人均GDP為U型是因為在研究中所採取的國家樣本數過少，而導致此實證結果。

以變數FDI而言，在本研究採取的全部國家與開發中國家應該是為顯著，但最後所得出的結果並非如此，我們由此推論可能是因為此主要變數與我們公式中的其他變數具有相關性，導致文獻與結論有所不同，而已開發中國家的FDI則為正向顯著，由此推測是因政府所制訂對外資友善的政策，而使結果為正向關係。

**表 8 全部國家、已開發國家與開發中國家實證結果比較**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 全部 | 已開發 | 開發中 |
| Log GDP |  | **＋** | **＋** |
| (Log GDP) ^2 | **＋** | **－** | **－** |
| logFDI |  | **－** |  |
| ( LogFDI) ^2 |  | **＋** |  |

**第五章結論與建議**

外國直接投資、經濟成長和二氧化碳排放量有著密不可分的關係，在本研究中我們將二十個樣本國家分成已開發國家及開發中國家，分別探討影響二氧化碳排放量的原因。在Model 1中，人均GDP、FDI與二氧化碳排放量之間皆有正相關，其中人均GDP的係數在全部國家、已開發國家及開發中國家三種型式均顯著異於0。在Model2中，全部國家顯示人均GDP與二氧化碳排放量具有U型關係，但若分成已開發國家及開發中國家兩組樣本，則人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係。Model3中，全部國家與開發中國家得到FDI與二氧化碳排放量具有U型關係，但在已開發國家中FDI與二氧化碳排放量不具有顯著關係。Model4中顯示，已開發國家的人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係，FDI與二氧化碳排放量則具有U型關係，但在開發中國家僅有人均GDP與二氧化碳排放量具有倒U型關係，FDI與二氧化碳排放量則無顯著關係。在本研究中可發現，已開發國家人均GDP與二氧化碳排放量為倒U型關係，可能是因為人均GDP愈高的國家環保意識越強烈，且綠色能源具有一定程度的發展，但樣本擴展為全部國家時，人均GDP與二氧化碳排放量為U型關係，可能來自於研究中所採取的國家樣本數過少，而導致此實證結果。就另一項主要變數FDI而言，僅有在全部國家與開發中國家的Model 3及已開發國家的Model 4與二氧化碳排放量有U型關係，我們推論是因政府制訂對外資友善的政策，而導致此正向關係。

本研究仍還有可以進一步研究的方向，在樣本部分本研究僅採用2013年前20名二氧化碳排放量的國家，若能增加國家數目應可使研究結果更加精確；此外，二氧化碳排放量、外國直接投資與經濟成長之因果關係是目前許多文獻探討的議題，但大多數是著重於線性關係的分析，未來可嘗試建立一非線性的因果分析模型。最後，經由各模型實證結果的比較，發現迴歸模型對放入變數的組合非常敏感，因此變數間可能具有相關性而衍生內生性的問題，對於此處未來應可透過工具變數再加以改進。

**參考文獻**

石瑋先(2014)，GDP、能源消耗與CO2排放之間的因果關係與環境顧志耐曲線之研究：以八大工業國為例，中國文化大學商學院國際貿易學系碩士論文。

吳珮瑛、黃雅琪、吳麗敏、劉哲良(2008)，所得分配在不同經濟發展水準國家隊CO2排放減量之影響，法學論叢第42期，頁1~40。

林佑蓉 (2007)，台灣與數國之能源經濟及二氧化碳之關聯分析比較，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。

拜語柔(2012)，台灣經濟發展與環境品質之關係─以二氧化碳排放為例，逢甲大學合作經濟學碩士班碩士論文。

洪嘉業 (2011)，二氧化碳排放量增加的因素分析，能源知識庫標竿及統計數據2011/8/18。

張翊峰、林建廷與張家鳳（2009），台灣地區服務業部門能源消費與二氧化碳排放關聯分析，嘉南學報第三十五期，頁301~315。

高嘉璘(2009)，探討外國直接投資與二氧化碳之因果關係，南華大學管理經濟學系經濟學碩士班碩士論文。

黃群達 (2006)，住宅與商業部門能源消費及二氧化碳排放特性與趨勢變動分析，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。

楊嘉倫(2008年)，二氧化碳排放量與經濟成長之關聯性分析，國立中興大學應用經濟研究所碩士學位論文。

Ajmi, A. N.,Hammoudeh, S.,Nguyen, D. K., Sato, J. R. (2015), On the Relationships between CO2 Emissions, Energy Consumption and Income: The Importance of Time Variation, [*Energy Economics*](javascript:__doLinkPostBack('','ss~~JN%20%22Energy%20Economics%22%7C%7Csl~~rl','');)*,* 49, 629-38.

Hassan, K., Salim, R. (2015), Population Ageing, Income Growth and CO2 Emission: Empirical Evidence from High Income OECD Countries, [*Journal of Economic Studies*](javascript:__doLinkPostBack('','ss~~JN%20%22Journal%20of%20Economic%20Studies%22%7C%7Csl~~rl','');), 42(1), 54-67.

Mugableh, M. I. (2015),EconomicGrowth, CO2 Emissions, and Financial Developmentin Jordan: Equilibrium and Dynamic Causality Analysis,*International Journal of Economics and Finance*, 7 (7), 98-105.

Omri, A.,Nguyen, D. K.,Christophe, R. (2014),Causal Interactions between CO2 Emissions, FDI, and EconomicGrowth:Evidence from Dynamic Simultaneous-Equation Models, [*Economic Modelling*](javascript:__doLinkPostBack('','ss~~JN%20%22Economic%20Modelling%22%7C%7Csl~~rl','');), 42, 382-89.

Ozcan, B. (2014), The Nexus between Carbon Emissions, Energy Consumption and EconomicGrowth in Middle East Countries: A Panel Data Analysis,[*Energy Policy*](javascript:__doLinkPostBack('','ss~~JN%20%22Energy%20Policy%22%7C%7Csl~~rl','');), 62, 1138-47.

Ren, S., Yuan, B., Ma, X., Chen, X. (2014), International trade, FDI and Embodied CO2 Emissions: A Case Study of China’s Industrial Sectors,*China Economic Review*, 28, 123-34.

Salahuddin, M., Khan, S. (2013), Empirical Link between EconomicGrowth, Energy Consumption and CO2 Emission in Australia,[*Journal of Developing Areas*](javascript:__doLinkPostBack('','ss~~JN%20%22Journal%20of%20Developing%20Areas%22%7C%7Csl~~rl','');),47(2), 81-92.