

國立政治大學外交學(系)研究所

碩士學位論文

Graduate Institute of Diplomacy Studies

National Chengchi University

Master Thesis

以責任分擔的公平原則評析巴黎協定的全球氣候承諾  
Examining Paris Commitments with Equity Principles in  
the context of Burden Sharing Framework

郭依潔

I-Chieh, Kuo

指導教授：李河清 博士

Advisor: Ho-Ching, Lee, Ph.D.

中華民國一〇九年七月

July 2020

# 誌謝

首先感謝我的指導教授，李河清老師，在探索論文題目時給予我許多方向，才因此接觸到這麼多重要且有趣的議題，過程中也不斷協助我調整論文的架構和邏輯。不僅如此，老師還帶著我實際參與聯合國氣候峰會的現場，從波蘭卡托維茲到西班牙馬德里，這些與公民社群、國際智庫合作對談的經驗永生難忘，非常謝謝老師給我學習和成長的機會。

接著，感謝林子倫老師和冷則剛老師在口試時給予的意見和補充，尤其是對於台灣目前所面臨的限制和國際關係議題的發展性，使我的論文內容更加完善和充實，我也從中獲得許多知識。也非常感謝陳俊仰學長，在口試前幫助我釐清思緒、練習口語表達能力，我才能夠順利完成答辯。

另外，我要特別感謝張廖年仲老師，教導我一切與學術研究相關的事情，提醒我保持中立思考，協助我找到適合的文獻，考試前幫我複習國關理論，生活上也給予我許多建議。在這過程中一直督促和鼓勵我，論文才得以完成，非常謝謝老師兩年來的照顧。還有謝謝黃韋豪學長，一起進行了許多研究的嘗試，從頭帶領我撰寫學術文章、去日本參加研討會，並在行文邏輯和統計方面給了我許多建議。

兩年前參加的中研院政治學計量方法營，拓展了我對於政治學的視野與想像，也燃起了我對於統計學和資料科學的興趣，當時的經驗和教學對我影響深遠，我要謝謝 IPM 的所有老師，還有 IPM 同學宇恆、宗賢和安樸，熱心給予幫助和指引。

還要謝謝我的台北家人，振合、姣憶、蔣蔣和美燕；以及我的十五年摯友，孫、玉潔、若瑄、Anne、Justine、Ruby、唯謙、渝雯和婉萍；還有混 hun 的大家。在我低潮、迷惘時陪伴在旁，給予救贖和歸屬，謝謝你們陪我一起長大。

最後謝謝我的家人，爸爸、媽媽、妹妹和外婆，永遠擔心著我卻又相信我的每個選擇，給予無條件的支持和陪伴。雖然只是完成一個小小碩士論文而已，希望我有讓你們感到驕傲。

平凡笨拙的我，能夠得到這麼多的溫柔和關照，一定是上帝在調配我的成份時不小心打翻了滿滿的幸運。謝謝給過我這份溫柔的人們，你們會是我往後人生的力量。

依潔

於 政治大學 外交學研究所

2020 年 8 月



# 摘要

2015年巴黎協定的通過是國際氣候合作的重大突破。然而，協定給予各國對於減緩程度的自由裁量權卻也引起了責任分擔的公平性疑慮，同時也增加了各國作出進一步的減量承諾的合作障礙。本論文主要利用主成份分析和集群分析方法，以過去氣候談判中有關公平原則的基本主張—責任、能力、平等和發展權—為分類依據，依減緩義務程度將國家重新分群，以此作為評估各國國家自主減量貢獻的基準。接著，再利用複迴歸分析方法檢驗公平性指標對於各國減緩目標的影響，從而解析當前世界各國對於巴黎協定的合作態度。本研究希望能為解決巴黎協定目標與現實排放之間的差距提供一個初步的解決方向，進而為國際氣候治理機制奠定良好的合作環境。



# Abstract

The adoption of the Paris Agreement in 2015 was a significant breakthrough in the global climate governance regime. However, the historic achievement of the negotiations came at the price of national discretion in determining the emission reduction levels, which raised fairness concerns in burden-sharing and became an obstacle for further commitments. The main purpose of the study was to include four fundamental propositions related to the equity principles in the international climate negotiations—responsibility, capacity, equality, and right to development—as the references for assessing countries' mitigation pledges from the nationally determined contributions. Principal component analysis and cluster analysis were employed to deconstruct the existing country group classifications and to re-classify countries to implement equivalent obligations. Subsequently, multiple regression analysis was performed to examine the influence of equity indicators on each country's climate targets, thereby analyzing the attitude of countries around the world toward compliance with the Paris Agreement. This study was intended to propose a preliminary method to bridge the gap between the current emission levels and the permissible levels to achieve the Paris Agreement's goals and to provide a favorable environment for international cooperation on climate change.

# 目 錄

第一章 緒論 .....	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	5
第二章 文獻檢閱 .....	7
第一節 全球氣候治理中的公平原則.....	7
第二節 相關研究回顧.....	15
第三章 研究設計 .....	18
第一節 研究途徑與架構.....	18
第二節 操作性定義.....	20
第三節 研究方法與分析工具.....	23
第四節 研究對象與資料來源.....	26
第五節 研究限制.....	29
第四章 公平責任分擔的國家分類.....	30
第一節 主成份分析.....	30
第二節 集群分析.....	37

第三節 小結 .....	50
第五章 巴黎協定下氣候承諾的公平性 .....	53
第一節 全球氣候承諾的公平性 .....	53
第二節 台灣氣候承諾的公平性 .....	69
第三節 小結 .....	74
第六章 結論 .....	76
第一節 主要研究發現 .....	76
第二節 台灣自定預期貢獻 .....	80
第三節 結語 .....	82
參考資料 .....	84



# 圖目錄

圖 1、研究架構圖 .....	19
圖 2、公平性指標彼此之間的相關性 .....	31
圖 3、主成份的組成因素 .....	35
圖 4、主成份的累積變異解釋比例 .....	36
圖 5、不同集群數目的平均側影係數 .....	37
圖 6、集群分析結果的國家分布 .....	38
圖 7、聚焦於其他集群的國家分布 .....	39
圖 8、各集群與公平原則相關的特徵分布 .....	40
圖 9、依收入程度區分的國家集群 .....	46
圖 10、依地理位置區分的國家集群 .....	47
圖 11、各集群中負擔強制減緩義務的成員 .....	49
圖 12、各集群減緩能力與目標制定的摘要特徵 .....	54
圖 13、集群六成員在前兩項主成份組成的平面分布圖 .....	70
圖 14、與台灣條件最為相近的集群六成員 .....	73



# 表 目 錄

表 1、各項主成份的特徵值 .....	36
表 2、公平原則與全球減緩目標的迴歸分析結果 .....	60
表 3、集群一迴歸分析結果 .....	62
表 4、集群二迴歸分析結果 .....	64
表 5、集群三迴歸分析結果 .....	65
表 6、集群五迴歸分析結果 .....	67
表 7、集群六迴歸分析結果 .....	68



# 第一章 緒論

本論文以「以責任分擔的公平原則評析巴黎協定的全球氣候承諾」為研究主題，希望能綜合考量國際氣候談判中有關責任分擔（burden-sharing）框架下的公平原則，作為探究各國國家自主減量貢獻（Nationally Determined Contributions, NDCs）中減緩程度的基準，以解析各國對於巴黎協定的合作態度取向，並檢驗相關公平性指標對於各國制訂其氣候目標的影響，藉以為增強全球環境治理機制的有效性提供策略方向，進而奠定國際社會長期、穩定的合作基礎。

## 第一節 研究動機

近年來，世界各地天然災害頻傳，尤其去年歐洲發生罕見的高溫熱浪、澳洲和巴西森林野火持續燃燒、印度長期乾旱、威尼斯洪患頻發、日本遭受哈吉貝颱風嚴重侵襲和菲律賓發生連續強震，在在都顯示了氣候變遷所帶來的影響已經不可忽視。德國看守協會（Germanwatch）今年發布的「2020 年全球氣候風險指數」報告顯示，在 1998 年至 2018 年期間，全球共發生了 1.2 萬次極端氣候事件，造成超過 49 萬 5 千人死亡，共計帶來了大約 3.54 兆美元的經濟損失。<sup>1</sup>儘管愈來愈多的科學證據和社會共識承認氣候變遷已經對人類發展和環境生態構成了嚴重的威脅，但各國政府就氣候治理議題上的干預措施和談判進展仍然十分有限而緩慢。

全球氣候談判最大的障礙即是制定一個能被所有國家、或至少大多數國家視為「公平」的責任分擔機制（Caney, S., 2014; Page, E. A., 2008; Ringius, L., Torvanger, A., & Holtmark, B., 1998; Ringius, L., Torvanger, A., & Underdal, A.,

<sup>1</sup> Germanwatch. *Global Climate Risk Index 2020*.  
[https://www.germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020\\_14.pdf](https://www.germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020_14.pdf), 2019/12/26

2002)。然而公平原則（equity principle）的界定在一定程度上取決於各國的利益，一國不會接受其所認定之不成比例的負擔（Heyward, M., 2007; Keohane, R. O., & Oppenheimer, M., 2016; Lange, A., et al., 2010），例如聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）和京都議定書（Kyoto Protocol）依開發程度將締約國分為附件一和非附件一國家，對各國減排義務作出區別性劃分，這就持續受到一些承擔較多責任國家的反對。事實上，各國對於大氣中累積的溫室氣體排放貢獻不同、應對氣候變化的能力也不同、面對災害的脆弱性（vulnerability）更不同，這些因素構成了氣候治理的複雜性，也造成各國對於看待責任分擔的方式產生分歧，而若以同一標準或是僅以單一指標檢視、評斷一國的氣候承諾也的確過於簡化。另外，減排責任需要由所有國家共同承擔，才能維持長期、穩定的國際合作。這是因為國際社會缺乏強而有力的中央制裁機構，再加上氣候變遷的減緩（mitigation）行動屬於全球公共財（global public goods），對一國而言，忽視國內經濟發展的外部性（externality）問題與不合作的動機通常更具有吸引力（Barrett, S., 2003; Barrett, S., & Stavins, R., 2003; Philibert, C., 2004; Tavoni, A., et al., 2011）。Victor（2011）也主張一國願意就環境議題進行合作的先決條件是其經濟競爭對手也願意採取相應的減排措施，而京都議定書過度強調了高收入民主國家在政治上的負擔，卻又未對主要排放國和貿易競爭對手加以限制，這種只對部分國家施加減緩義務的方式增加了國際社會在氣候議題上的合作困難。隨後，京都機制也在美國拒絕批准和加拿大退出後，標誌著氣候談判進程的嚴重挫敗。

有鑑於此，聯合國於 2015 年通過的巴黎協定（Paris Agreement）中打破了以往嚴格區分締約國減緩責任的傳統，透過由下而上（bottom-up）的方式，將減排義務擴大至所有國家。協定要求所有締約國以五年為一期，繳交並更新國家自主減量貢獻，允許各國於不同國情考量下，自主區別各自責任，並依其能力逐漸提升對減量責任的要求，為發展中國家提供了較為彈性的空間。巴黎協定轉而以謹

慎和模糊的方式避開了最具爭議的責任分擔問題（Keohane, R. O., & Oppenheimer, M., 2016; Sheriff, G., 2019），來換取開發中國家的參與、推進談判進程。但是公平原則仍然持續地對各國的參與動機與利益考量發揮著指導作用，聯合國環境署（United Nations Environment Programme, UNEP）的全球排放差距報告就直指，即使把各國第一版的國家自主減量貢獻全部付諸實踐，到了 2100 年，全球氣溫仍會上升攝氏 2.9 至 3.4 度。無庸置疑，這樣的結果與原先設想的計畫相去甚遠，仍然需要各國提出更具企圖心（ambition）的氣候目標，才有可能最大程度的降低氣候變化威脅。釐清公平原則的內涵有助於理解國家在氣候議題上的參與和能力，並為下一版本氣候政策的更新提供減緩目標分擔提升的科學依據，進而為國際社會提供充分、持久的合作基礎（Klinsky, S. et al., 2017）。

此外，為了監督及查核各國進展，巴黎協定將從 2023 年開始將啟動全球盤點機制（global stocktake），同樣以五年為週期，全面檢視各國的 NDCs，以促進各國的減緩行動，縮小實際排放與目標之間的差距。截至 2019 年底，共有 184 個國家繳交了國家自主減量貢獻文本，涵蓋了超過全球 95% 的溫室氣體排放量。<sup>2</sup>不過由於協定並未對國家自主減量貢獻的格式加以規定，各國繳交的文本在長度、內容上有很大的差異性，如何以一致的方法和標準審查各國氣候政策的執行狀況也愈來愈受到國際的關注。

政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）在 2014 年出版的第五次評估報告（the Fifth Assessment Report, AR5）中指出公平性為評估氣候政策的基礎。公平的責任分擔架構在巴黎協定取消過去對於締約國開發程度的區分之後，提供了一個妥善的分析以及切入的選項。因為溫室氣體的減排涉及整個經濟和社會結構的調整，伴隨著公平、公正和正義等議題，由於各國的發展策略、系統回復能力和面對氣候風險急迫性的認知皆不同，

---

<sup>2</sup> UNFCCC. NDC Registry. <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/Pages/All.aspx>, 2019/12/26

處理上述問題的方式也有所不同，因此回應氣候變化議題的進程和幅度也互不一致，使用單一的標準去評判各國的減緩目標將有失公平。

綜上所述，公平原則是達成巴黎協定氣候目標的重要基石。但是「公平」概念涉及了各國對於利益的考量，也就造成了國際上對於如何界定公平的見解各不相同，因此需要以更多元、靈活的方式來衡量。而巴黎協定第四條規定下的國家自主減量貢獻不僅為實現氣候目標的基礎，更提供了可靠及系統性的資訊，使外界得以釐清各國政府對於未來的氣候戰略和實現公平原則的主張。然而，僅有少量文獻針對各國的國家自主減量貢獻文本作系統性的跨國研究，在比較不同國家的氣候承諾差異時也並未將公平原則納入考量，將不同國情的國家加以區分。另一方面，由於台灣國際地位特殊，經常被排除在聯合國官方組織和國際智庫的研究之外，但是台灣身為國際社會不可或缺的一員，經貿實力受到國際肯定，根據世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）的評比，台灣全球競爭力排名第12、亞洲第4強，不但總體經濟穩定度與其他33國並列第一，而且與德國、美國及瑞士同列為全球4大創新國。<sup>3</sup>況且台灣2018年度人均排放量為12.10噸、全球排名第24位，無論是依經濟能力或是排放責任來論述，台灣都不應被忽略。<sup>4</sup>為了與國際趨勢接軌，台灣政府部門和企業單位也一直致力於參與且自主落實國際環境政策並關注永續發展，陸續制定多項政策以呼應聯合國框架，這些努力也應該將其納入，一併檢視和評估。氣候變遷已對人類社會造成重大影響，世界各國現在正面臨解決氣候變化衝擊的最後關鍵，需要所有國家的共同合作、果斷採取積極的減緩措施才能達成巴黎協定的目標。

巴黎協定生效是全球氣候談判進程中前所未見的成功，其確立了2020年後各國應對氣候變化制度的總體框架，並被認為是人類歷史上應對氣候變化中第三個里程碑式的國際法律文本，其中最大的貢獻就是使具有重大減排潛力的開發中

---

<sup>3</sup> 唐佩君，〈WEF 評比 台灣名列全球前4 創新國〉，中央社：  
<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201910090012.aspx>，2019/12/26

<sup>4</sup> The Emissions Database for Global Atmospheric Research. *Trends in global CO2 emissions: 2016 Report*. <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=booklet2019&dst=CO2pc>, 2020/7/20

國家共同採取緊急措施，攜手對抗氣候變遷之威脅。但是，巴黎協定只是為各國的合作打開了契機，確保後續的落實和審查才是能限制全球暖化升溫的重點，而減緩承諾的公平性對於各國未來合作的態度取向以及氣候目標的實現具有直接的影響，因此釐清公平原則的作用對於國際氣候政治的理解至關重要。在審視各國氣候政策時，實應依照公平原則，將各國的具體差異和特殊情形納入考量，才能妥善評估其減緩目標的適當性，更進一步為未來國際社會的繼續合作以及實現巴黎協定的目標奠定良好基礎。

本研究希望能綜合考量各國對於公平原則的主張，使用多元的量化指標將國情類似的國家加以分群，檢驗其減緩目標是否與責任分擔的公平性相符合，藉以對當今國際主流實踐的合作傾向有更深入的理解，進而為國際社會提供充分和持久的合作基礎。最後，再從上述研究成果出發，檢視台灣自定預期貢獻的目標是否符合責任分擔的公平性，解析減緩目標適當的座落範圍，為未來氣候政策的更新做準備，以期與國際共同營造更為平等、永續的人類社會。

## 第二節 研究目的

本論文討論的主題乃是「以責任分擔的公平原則評析巴黎協定的全球氣候承諾」。公平原則一直是全球環境談判的核心議題，也是過往氣候條約中劃分減緩責任的依據，在取消了京都議定書對於締約國的硬性區分之後，公平性仍然是各國採取合作態度的主要考量，也是影響巴黎協定成敗的關鍵。為了釐清各國對於巴黎協定的合作態度，本研究欲探討的核心議題如下：一、巴黎協定下各國自主提出氣候目標是否與其所應負擔的責任相符？二、台灣自定預期貢獻的氣候目標是否與公平標準一致？

綜合上述研究問題，本研究希望達成的目的有三：其一，綜合考量各國在責任分擔框架中的公平性主張，計算出能夠概括多項公平性特徵的量化指標，將國

情條件相似的國家分類為同一集群；其二，以集群為依據，討論各國制定的減緩承諾是否反映了責任分擔的公平性，並檢視公平原則對於各國減緩目標的影響；以及其三，解析台灣減緩目標與公平責任分擔的差距，並針對未來氣候政策的更新提出策略方向。

首先，由於以往對於國家的區分方式過於簡化，僅使用單一指標進行區別性劃分，例如傳統上使用世界銀行的經濟所得標準分類，或是依照模糊的地理位置做為分群依據。本研究將基於責任分擔框架下的公平原則，綜合考量各國的歷史和事實排放貢獻、經濟能力、發展程度和脆弱性等因素，利用主成份分析汲取出具有代表性、能夠概括多項公平性因素的特徵，作為國情概念的具象化指標。接續將使用 K-means 演算法，依據上述公平性特徵將各項條件相似的國家重新分群，描繪各集群在責任分擔框架下擔負程度的相對情況，有助於理解各國在制定減緩目標時實際面臨的限制，也能夠比較在具有相同條件的情況下，不同國家所制定的減緩承諾之間的差異性。

在對公平性特徵的組成因素和國家集群的內涵有基本的理解後，本研究將進入全球氣候目標的公平性分析。將以國家為基本分析單位，探究不同集群在公平性指標上的特徵分布，藉以釐清各集群在應對氣候變化議題上的責任、能力和安全條件，並討論其應擔負的減緩程度與實際上自主提出的目標之間的差距，評析集群之間減緩企圖的適當性。接著再利用主成份分析的結果作為綜合考量公平原則的解釋變數，使用複迴歸分析檢驗公平性特徵與減緩目標之間的關係，解析責任分擔的公平原則對於各國氣候承諾的影響。

最後，在台灣氣候目標的公平性分析中，將以台灣所在的國家群集作為基準，評估台灣自定預期貢獻的減緩目標在與其條件相似的成員當中的表現，並進一步挑選與台灣各項條件最為相似的個案，討論彼此之間減緩貢獻的分歧。希望能為解決巴黎協定目標與現實排放之間的差距提供一個初步的解決方向，進而為國際氣候治理機制奠定良好的合作環境。

## 第二章 文獻檢閱

本論文最主要目的在於評估巴黎協定締約方制定氣候承諾的公平性，以解析各國對於氣候議題合作的立場。首先必須梳理國際氣候政治中關於公平原則的討論以及公平原則如何反應在巴黎協定的條文當中；另外，由於本研究以公平原則作為評估各國國家自主減量貢獻的架構，因此也會接續回顧現有在國際層次上關於國家自主減量貢獻的相關研究。

### 第一節 全球氣候治理中的公平原則

#### 壹、公平原則的內涵

「公平」沒有一定的標準，而國際上對於公平原則的界定往往涉及各國的政治利益，因此也造成各國對於公平的定義方式產生分歧。不過就國際氣候治理機制的角度來看，已經有許多文獻討論了有關責任分擔的公平原則。其中，IPCC（2014）蒐集了超過四十篇關於公平原則的重要文獻，並將各國劃分責任的主張分為責任（responsibility）、能力（capability）、平等（equality）和發展權（right to development）四個面向來討論，以下分別詳述其內涵：

##### 一、責任

責任的概念與污染者付費原則（Polluter-Pays Principle, PPP）密切相關，其思想源於英國經濟學家庇古（Arthur Cecil Pigou）的福利經濟學著作。為了解決企業污染環境的外部不經濟（external diseconomy）所導致的市場失靈問題，庇古主張污染者應自行負擔政府用於治理環境污染的費用，而不應由全體公民和社會共同承擔污染成本。



污染者付費原則首次由經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）在 1972 年的一項建議文件中提出，主要是從公平貿易的角度出發，認為各國在分配污染防治措施的費用時應將污染的成本內部化，由污染者承擔政府或相關部門用於治理環境的費用，並且反映在其生產或消費的商品、服務的價格上。政府和社會都不應對上述措施提供補貼，以期鼓勵環境資源的合理使用以及避免國際貿易和投資的扭曲。<sup>5</sup>後來隨著國際環境治理機制的發展，污染者原則逐漸從貿易原則轉變為制定環境政策的核心指導原則（Cordato, R., 2004; Nash, J., 2000），同時也是聯合國氣候變化綱要公約中的「共同但有區別的責任」（The Principle of Common but Differentiated Responsibilities, CBDR）最主要的解釋依據，其目的是將溫室氣體排放的責任與解決氣候問題的責任加以連結，也就是指溫室氣體排放國應該承擔解決氣候問題的成本。

但是 IPCC（2014）認為排放國的責任分擔不應只是參照當前各國的事實排放量，也應該斟酌過去的歷史排放量，原因有三：首先，氣候變化是過去所累積的歷史排放造成的結果；其次，大氣中可以容納的溫室氣體排放總量是有限的。在特定時期內溫室氣體排放的上限稱為碳預算（carbon budget），任何消耗碳預算的國家，無論是現在或是過去，都應該對消耗資源以及排除其他國家獲取資源的權利負責。最後，歷史排放反映了資源的使用。一國透過資源的使用而獲得財富、資本和基礎設施等利益，因此必須支付消耗這些資源的成本。另一方面，這些獲利也奠定了一國溫室氣體減緩能力的基礎，從而將責任與能力的主張相連結。

## 二、能力

能力的論述源於支付能力（ability to pay）原則，該原則與主流社會正義理論一致，並且廣泛的反映在一國國內所得稅政策當中（Fleming Jr, J. C., Peroni, R. J.,

---

<sup>5</sup> OECD, Environment and Economics: Guiding Principles Concerning International Economic Aspects of Environmental Policies, May 26, 1972, annex para. 1 Doc. No. C(72)128, 1972 WL 24710 (hereinafter OECD Recommendation).

& Shay, S. E., 2001; Utz, S., 2001)。支付能力反映了同等犧牲的概念，以稅收為例，對於納稅人而言，將所得一部分繳交給政府並用於社會目的，被視為經濟上的犧牲（Musgrave, R. A., Musgrave, P. B., & Bird, R. M., 1989; Richter, W. F., 1983），若政府課徵稅收能使每一個納稅人的犧牲或是負擔程度相等，就能達到公平徵稅的目的。Kendrick, M. S.（1939）整理了犧牲概念的三種理論，分別是均等（equal）、比例（equal-proportional）和最小犧牲（least-sacrifice）理論。根據均等犧牲理論，課徵稅收的方式應使所有納稅人的犧牲都是平等的；均等犧牲理論則進一步闡述了平等的概念，認為平等在於犧牲的比例，而不在於犧牲的數量，高收入階層繳納的稅應該要大於中等收入階層的貢獻，因此納稅方式應與收入的比例相等；而最小犧牲理論則以集體的概念出發，主張徵稅應選擇對整個社會群體犧牲最少的方式。因此，政府首先應對最高收入的群體課稅，當最高收入群體的收入水準降低到中等收入群體的水準後，才會對中等收入群體課稅。

將支付能力原則置於國際氣候治理機制的脈絡中，指的是一國解決氣候問題得以貢獻的能力，如同國內社會分配公共財成本的特性，一國愈有能力貢獻，就愈應該貢獻。其中，國內生產毛額是最常用於衡量一國應對能力的指標，但是應對能力不僅是財政資源，還涉及了技術、體制和人力等其他解決氣候問題所需的資源，因此也有學者提出使用人類發展指數（Human Development Index, HDI）作為衡量一國解決氣候問題能力的補充（Page, E. A., 2008; Pan, X. et al., 2017; Underdal, A., & Wei, T., 2015; Winkler, H., Letete, T., & Marquard, A., 2013）。

### 三、平等

關於平等的研究始於柏拉圖和亞里斯多德，他們強調所有人都應該被平等對待，特別是在法律和道德方面。亞里斯多德在柏拉圖的思想基礎上，進一步定義了平等的兩項概念：第一，道德上的平等指的是對待相似的事物一視同仁，而對待不相似的事物應按其不相似程度的比例予以區別對待。第二，公平是正義是同

義詞。正義就等於平等，不正義就等於不平等（Westen, P., 1982）。這兩項概念從此成為西方文化的主流思想，並深植於各國憲法的基本概念當中。

在全球資源分配的協商中，平等原則通常表示世界上的每個人都有權享有同等的全球資源。因此，在獲取資源的平等方面，一些受限於貧窮或技術而對於排放權有更大需求的國家，有權獲得更多的排放權；另一方面，基於每個人都有平等排放的權利，也有更多研究集中在人均排放限額的討論，主張利用人均排放量來劃分一國的減緩責任，以實現平等原則（Pan, X. et al., 2017; Rowlands, I. H., 1997; Sheriff, G., 2019）；最後，平等也可以與能力和責任的概念相結合。與同等犧牲的概念相同，平等可以被解釋為所有各方須作出同等犧牲，或是某些條件相似的各方須作出同等犧牲。在各方條件不一的情況下，擁有更多責任或是更多能力的國家，須負有更多的義務。

#### 四、發展權

發展權出現在各式國際法律文件當中，包括 1989 年的聯合國發展權利宣言（Declaration on the Right to Development）、1992 年的里約環境與發展宣言（Rio Declaration on Environment and Development）和 1993 年的維也納宣言和行動綱領（Vienna Declaration and Programme of Action），以及 2015 年最新通過的 2030 永續發展議程（2030 Agenda for Sustainable Development），這反映了各國領導人皆承認貧窮國家滿足發展權的需要，並且認識到環境與社會、經濟發展之間的相互依存性。

在公平分擔責任的背景下，發展權利的最低限度解釋是貧窮國家得以暫時免除義務的權利。Ringius, L., Torvanger, A., & Underdal, A.（2002）認為在目前各國責任、能力等各方面差異極大的情況下，完全嚴格地依公平原則分擔減緩責任往往對於最貧窮的受害國造成不成比例的負擔，基於滿足基本需求的道德優先性，可以暫時豁免最貧窮、遭受災害衝擊最大的國家的義務，使其發展權不至於受到應對氣候變化措施的阻礙。

## 貳、巴黎協定中的公平原則

巴黎協定在前言中明文揭示條約將依據公平原則、體現「共同但有區別的責任和各自能力原則」（The Principle of Common but Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities, CBDR-RC）以及認識到對於氣候變化不利影響特別脆弱的發展中國家締約方的具體需要和特殊情況。

共同但有區別的責任和各自能力原則是全球氣候治理機制的核心原則，過去聯合國的氣候談判和條約皆以此為基礎解釋各國當前的責任、建構未來的義務。而巴黎協定在減緩責任的劃分上採取了自主區別的靈活方式，使各國依其對於共同但有區別的責任和各自能力原則的考量，儘可能地在各自的國家自主減量貢獻中制定最高野心的減排目標，為發展中國家保留了彈性空間。然而，目前各國提出的氣候政策減排貢獻與理想目標差距甚大，根據聯合國環境署的最新報告，即使把各國第一版國家自主減量貢獻的減緩目標都付諸實踐，到了 2100 年，全球氣溫仍會上升攝氏 2.9 至 3.4 度。<sup>6</sup>儘管沒有點名特定國家，巴黎協定仍然在呼籲已開發國家帶頭減少溫室氣體排放量和提供氣候資金，由此可見，在取消了京都議定書對於國家的二分法之後，公平原則仍然是推進各國行動的核心因素（Du Pont, Y. R. et al., 2017）。

此外，巴黎協定也多次提及應對氣候變化的脆弱性，顯示了各國皆認識到脆弱性對於應對氣候變化威脅的重要性，包括第六條關於國際轉讓減緩成果

（internationally transferred mitigation outcomes, ITMOs）的機制，規定需將市場收益的一部分用於「援助對氣候變化不利影響特別脆弱的發展中國家締約方支付適應費用」、第七條關於調適的規定，應加強「評估氣候變化影響和脆弱性，以擬訂國家制定的優先行動，同時考慮到處於脆弱地位的人民、地方和生態系統」、第九條涉及財務和資金的規定，應提供更大規模的資金並「同時考慮國家驅動戰

---

<sup>6</sup> UNEP. *Emissions Gap Report 2019*. <https://unepdtu.org/wp-content/uploads/2019/11/un-egr19-book-7c.pdf>, 2019/12/08

略以及發展中國家締約方的優先事項和需要，尤其是那些對氣候變化不利影響特別脆弱和受到嚴重的能力限制的發展中國家締約方，如最不發達國家，小島嶼發展中國家的優先事項和需要」以及第十一條的能力建構「應當加強發展中國家締約方，特別是能力最弱的國家，如最不發達國家，以及對氣候變化不利影響特別脆弱的國家，如小島嶼發展中國家等的能力」。

巴黎協定前所未見的將減排義務擴大至所有國家，使具有重大減排潛力的開發中國家共同採取緊急措施，攜手應對氣候變遷之威脅。然而，各國的減緩行動仍然遠低於巴黎協定的目標，面對巨大的現實排放差距，應妥善處理各國對於公平原則的分歧，將各國的具體差異和特殊情形納入國家自主減量貢獻的評估標準，才能理解各國制定氣候承諾背後的差異和策略方向，進而為國際社會提供充分、持久的合作基礎。在接下來的段落中，將說明共同但有區別的責任和各自能力原則和脆弱性的發展和內涵。

### 一、共同但有區別的責任和各自能力原則

共同但有區別的責任和各自能力原則蘊含了兩層意義：在處理全球環境議題時，各國承認已開發國家和開發中國家存在著歷史排放責任的差異；在解決氣候問題時，也存在著經濟和技術的差異。因此，儘管所有國家對環境污染都負有共同的責任，在程度上需要加以區別。Jiménez, E. (2017) 和 Brief, C. L. (2002) 對共同但有區別的責任和各自能力原則在國際氣候談判中的發展做了詳盡的整理。其起源可以追溯到 1990 年的第二屆世界氣候會議 (World Climate Conference)，當時各國承認「公平原則和不同發展程度國家的共同但有區別的責任」。<sup>7</sup>1992 年的里約環境與發展宣言中也再次確認了此原則，並在此基礎上增加了「能力」的概念，宣言第七條承認開發中國家「受到它們所掌握的技術和財政資源的壓力」。<sup>8</sup>同年，聯合國氣候變化綱要公約明確的將共同但有區別的責

<sup>7</sup> UNFCCC, *The Second World Climate Conference*, <https://unfccc.int/resource/ccsites/senegal/fact/fs221.htm>, 2019/12/28

<sup>8</sup> Rio Declaration on Environment and Development 1992, <https://www.jus.uio.no/lm/environmental.development.rio.declaration.1992/portrait.a4.pdf>, 2019/12/28

任和各自能力原則納入條約的規定中，公約第 3 條第 1 款規定「各締約方應在公平的基礎上，根據共同但有區別的責任和各自能力，保護氣候系統並造福於今世後代。因此，已開發國家締約方應帶頭應對氣候變化及其不利影響。」期望在對抗氣候威脅的同時考量到各國區域發展之具體優先事項、目標和情況。<sup>9</sup>此後共同但有區別的責任和各自能力原則亦不斷地反映在國際氣候條約當中，同時也是京都議定書劃分責任分擔的基礎。

由上述討論中可知，從最初的共同但有區別的責任原則，演變到後期加上了各自能力的用語，顯示在全球氣候治理機制中對於國家責任的區分源自於公平原則的兩項基礎：第一項是責任，源於對環境造成損害的責任。第二項是能力，主要是以經濟能力為準。而建立在此原則之上，京都議定書更進一步針對已開發國家規定減緩義務的方式，則反映了當時各國對於平等和發展權的設想。然而由於國際政治的現實，以及並未對當前溫室氣體排放大國（例如中國和印度）的減緩責任加以規定，以至於實際承擔減排義務的國家溫室氣體排放量僅佔全球排放量的 15%，引起了各方對於公平性的爭論，最後導致合作破局。<sup>10</sup>巴黎協定放棄了普世的公平標準，但是依然延續了公平原則的精神，需要以更妥善的方式實現共同但有區別的責任原則，並重新將平等和發展權納入考量，才有機會維持國際社會在氣候議題上長期穩定的合作關係。

## 二、脆弱性

脆弱性是衡量一國面臨氣候變化風險的常用方法，由於風險程度難以用統一定義和具體指標計算，接下來將梳理 IPCC 歷年來對於脆弱性的討論。IPCC 在 2007 年出版的第四次評估報告（the Fourth Assessment Report, AR4）將脆弱性定義為暴露度（exposure）、敏感度（sensitivity）和調適能力（adaptive capacity）

---

<sup>9</sup> UNFCCC, *United Nations Framework Convention on Climate Change*, <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>, 2019/12/28

<sup>10</sup> 經濟部溫室氣體減量資訊網。 [https://www.go-moea.tw/message\\_info.php?id=792&cid=1](https://www.go-moea.tw/message_info.php?id=792&cid=1), 2020/7/20

組成的函數，為幫助理解，以數學式簡單呈現脆弱性之概念：

$$Vulnerability = Exposure + Sensitivity - Adaptive capacity$$

暴露度指的是該區域可能遭受氣候變化和極端氣候事件影響的傾向，包括其人口、生計、物種或生態系統、服務和資源、基礎建設、經濟、社會與文化資產等處於不利影響的位置；敏感度指的是由於該地區本身天然條件使其容易受災害影響的特性，例如小島國家遭受海平面上升的衝擊特別嚴重；調適能力是針對實際發生或預期會發生的災害及所進行的調整和應對措施的能力。IPCC 認為脆弱性受到多重因素影響，無法以任何單一衡量標準概括之，一區域受到氣候變化和極端氣候事件的損害的程度取決於該上述三者之間的交互作用影響，若是一國受到天然災害之侵襲，卻無力採取相應行動減輕其受損失的程度，則脆弱性則愈高。

而後，IPCC 在 2014 年的 AR5 報告中，將脆弱性作為衡量氣候風險的其中一個指標。風險來自於危害（hazard）、自然系統的暴露度與脆弱性的交互作用。危害指的是可能造成人員傷亡、財產損失、環境破壞、建築物與設施損毀，甚至導致社會動盪與經濟瓦解等傷害的自然事件或現象，其自然事件與現象可以藉由歷史事件分析其發生機率、危害程度等判斷。<sup>11</sup>而脆弱性在這裡指的是易受損害的程度，也就是傷害的易感性，包含了敏感度和調適能力兩項因素的概念。需要特別注意的是，IPCC 也在報告中提及氣候風險的差異在很大程度上受到發展過程的不平行導致，在社會、經濟、文化、政治、體制或其它方面被邊緣化的族群通常對於氣候變化的脆弱性特別高。而脆弱性很少由單一因素引起，而是由各種不公平的社會經濟狀況、收入和暴露度的產物交織而成，包括像是性別、階級、種族、年齡等方面的歧視。

除了 IPCC 對於脆弱性概念的倡議外，學界也將此概念列入其他與環境相關的討論，例如大氣（Zhang, Y., Shen, J., & Li, Y., 2018）和生態系統（Turner, B. L.

---

<sup>11</sup> 臺灣氣候變遷調適科技知識平台：[http://taiccat.ncu.edu.tw/page4/super\\_pages.php?ID=page401](http://taiccat.ncu.edu.tw/page4/super_pages.php?ID=page401), 2019/12/28

et al., 2013)。而 IPCC 的論述也再次驗證了自然環境與人類社會發展的關係密不可分，氣候變化將人類社會長期以來的發展成果暴露於巨大風險之下，各國在採取氣候行動的同時，必須關注國內社會貧窮和不平等的問題，才能有效降低天然災害的對各國造成損失和衝擊。

最後將脆弱性與公平原則的概念相聯繫，可以發現脆弱性融合了敏感度和調適能力的成分，因此除了反映公平原則中的平等概念之外，也涉及了發展權和能力的因素。因此，本研究希望在評估各國氣候目標的公平性時，也將脆弱性的概念納入考量，呼應巴黎協定中的精神，期能為國際環境合作和政策評估奠定妥善的基礎。

## 第二節 相關研究回顧

巴黎協定第四條規定下的國家自主減量貢獻提供了可靠和系統性的資訊，使外界得以釐清各國氣候治理上的重大政策和議題優先順序，也能間接反映各國的國情狀況。由於巴黎協定給予各國考慮不同國情的空間，自主區別各自責任，而各國的環境、條件和情況迥然不同，在相同的議題或目標下，各國相應的氣候行動也不盡相同。例如烏干達由於國內能源結構的限制，其氣候政策的文本中特別強調 SDG 7（可負擔與清潔能源）的重要性，企望透過增加現代能源的供給，減少對木材燃料的依賴並減少森林砍伐。

目前關於國家自主減量貢獻的跨國評估以國際智庫的研究為主。其中，世界資源研究所（World Resource Institute, WRI）對於全球 165 份國家自主減量貢獻進行了摘要分析，並將各國氣候目標的類型大致上分為：基準年目標（Base year target）、基線情境（Baseline scenario target）、固定目標（Fixed level target）、密集度目標（Intensity target）和長期軌跡目標（Trajectory target），為各國國家自主減量貢獻的減緩目標基準提供了初步的理解。而在國家集團的分類上則是以



地理位置為依據；澳洲和德國智庫共同合作的 Climate Energy College 計畫對全球 170 份國家自主減量貢獻進行了更詳盡的分析，並將各國承諾的溫室氣體減量程度排名，前五名分別為多明尼加（-72%）、冰島（-59%）、瑞士（-58%）、葛摩（-54%）和挪威（-53%）。在跨國比較方面，提供了二十國集團（Group of Twenty, G20）和七大工業國組織（Group of Seven, G7）的選項，呈現不同群集間的溫室氣體減量程度差異比較；而由德國智庫 Climate Analytics 和 New Climate Institute 共同主持的 Climate Action Tracker 則針對 37 份國家自主減量貢獻的內容進行了深度分析，並將其分為六個等級：極度不足、非常不足、不足、符合攝氏 2 度的氣候目標、符合攝氏 1.5 度的氣候目標和模範標準。目的在於為決策者、社會大眾和媒體提供各國減排目標的評估和整體成效概述、推動氣候承諾的透明化，並鼓勵各國政府增加氣候目標的制定；最後是荷蘭環境評估局（Planbureau voor de Leefomgeving, PBL）開發的 Climate Pledge NDC tool，追蹤 25 個當前主要溫室氣體排放國的國家自主減量貢獻目標，將各國制定的減緩目標與 2030 年的排放預測加以對照，分析結果發現，有 7 個國家大致上可以達成其所設定的氣候目標，分別為中國、哥倫比亞、印度、俄羅斯、沙烏地阿拉伯、土耳其和烏克蘭。其中印度、俄羅斯、土耳其和烏克蘭甚至比預期目標多減少了 10% 以上的排放量，這表示自主制定的減緩目標太過於寬鬆。而其他國家則需要額外增加措施才有機會實現其氣候目標，然而一國目標的達成不一定代表其減緩措施較為積極，可能取決於制定目標野心和困難度。

透過上述研究回顧，可以發現目前關於跨國的國家自主減量貢獻研究非常稀少，由於資料數量龐大，內容皆根據事先設定的議題或標準進行分析，僅能提供一些基本的資訊，或是僅以部分具有代表性的國家作為深度分析的對象，目前並未有文獻全面地對所有國家自主減量貢獻的減緩目標進行深入的盤點。另外在跨國比較方面，則是使用地理位置或是現有的國家集團作為分群依據，然而區域和集團之間的責任、能力、風險等各項情況各不相同，群間差異性過大，無法將性

質相似的國家適當聚集，藉此反映不同國家集群的差異性。為了釐清巴黎協定的執行狀況和各國對於氣候議題合作上的態度，本研究希望將責任分擔框架中各國對於公平原則的主張納入考量，以反映出巴黎協定中公平原則的精神，利用更多元的方式重新將共同但有區別責任和各自能力原則和脆弱性的概念具象化，並以此作為國家分群的基準，使得減緩責任相當的國家能夠被分為同一集群，藉以評估在相同國情條件下，各國的減緩目標是否與其所應擔負的減緩程度相符。此外，本研究將利用前述指標作為綜合考量公平原則的新解釋變數，檢驗公平原則對於各國國家自主減量貢獻目標的影響，進而解析各國對於巴黎協定的合作態度以及減緩負擔的適當性。



# 第三章 研究設計

本章節為研究設計的介紹，主要說明本論文的研究途徑與架構、公平性的量化指標與標準化各國國家自主減量貢獻目標的設定、研究方法與分析工具、研究對象與資料來源以及章節安排。

## 第一節 研究途徑與架構

### 壹、研究途徑

近年來，行為經濟學和社會心理學的研究當中出現了大量關於社會偏好（social preference）的研究，一些政治學研究也開始討論社會偏好在國際關係上的影響，主張決策者具有親社會（prosocial）與親自我（proself）兩種社會偏好傾向，前者關注公平和互惠，而後者只關心自身的利益。當具有不同社會價值取向的行動者互動時，不公平的行為會使得親社會傾向的行動者出現行為同化（behavioral assimilation）的現象，進而改變合作的立場（Kertzer, J. D., & Rathbun, B. C., 2015; Rathbun, B. C., Kertzer, J. D., & Paradis, M., 2017; Rho, S., & Tomz, M., 2017）。若與國際關係理論對於合作的觀點相結合，現實主義較重視國家的親自我傾向，認為所有國家都只在乎本國利益，不公平的協議會創造一方的相對利得而造成本國的損失，進而導致合作困難。另一方面，新自由主義則關心國家的親社會傾向，國際制度的目的就是為了克服國家之間的不信任與資訊不對稱的障礙，營造一個對各方皆有利的環境，提高國家合作的意願。

IPCC 在第五次評估報告中提及國家的分類一直是爭論最激烈的問題之一，由於各方對於如何「公平」劃分減排義務的看法分歧，無論是過去按附件一、非附件一的方式或是依據世界銀行的收入標準分為高收入、中高收入、中低收入和

低收入的分類方法，都持續受到一些國家的反對。巴黎協定選擇以較為彈性的方式避開公平性的爭議，由各國自主區別各自責任。但是實際上各國對於公平責任劃分的分歧並未解決，這也形成各國做出進一步減緩承諾的障礙。因此減緩責任的公平性仍然是各國採取合作態度和巴黎氣候目標成功的決定性因素。

本論文將以社會偏好途徑為基礎，探討巴黎協定下各國減緩承諾的公平性，釐清各國的態度取向，希望能提供一個增強全球環境治理機制有效性的方向，盤點減緩負擔不一致的國家以促進氣候目標的企圖心，進而為國際社會締造長期、穩定的合作環境。

## 貳、研究架構

本研究最主要的目的在於評估巴黎協定下全球氣候承諾的公平性，希望能將過往的氣候談判中各國關於責任分擔的公平性主張納入考量，重新定義和體現巴黎協定中的公平原則，作為評估各國國家自主減量貢獻中減緩企圖的依據，藉以為巴黎協定目標與現實排放的差距提供一個可操作性的解決方向，進而奠定國際間對於氣候議題的良好合作基礎。

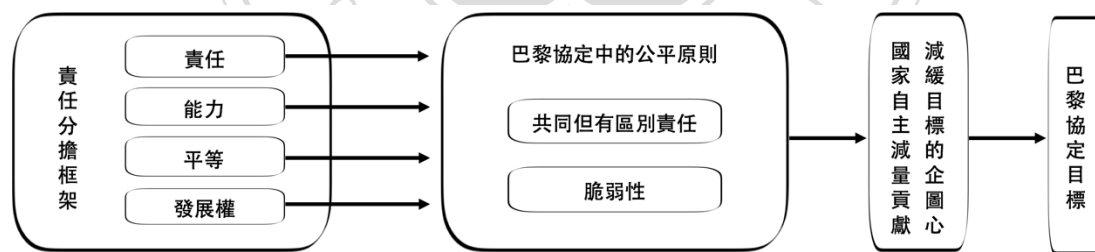


圖 1 研究架構圖

為了將責任分擔框架下的公平概念納入評估，研究將分為兩部分。第一部分為公平責任分擔的國家分類研究，以責任、能力、平等和發展權等多項具體指標為依據，找出具有代表性且最能解釋國情差異性的特徵，再將各項條件相似的國家加以分群，使得減緩責任相當的國家被分配到同一集群，作為後續分析各國減緩承諾公平性的基準。

第二部分為全球氣候政策的公平性研究，首先將釐清不同集群之間在應對氣候變化上的條件，接著再與其所制定的減緩目標進行比較，討論各國家集群的目標制定範圍是否與其所應付出的努力相符。接下來再利用公平性特徵作為複迴歸分析的解釋變數，檢驗公平原則對於各國氣候承諾的影響以及評估群內減緩企圖的依據。最後再以同樣的標準探究台灣減緩目標是否符合責任分擔的公平性，討論台灣在與其條件相似的集群中的表現，並進一步挑選與台灣各項條件最為相似的個案，討論彼此之間減緩企圖的差距，作為未來提升氣候目標的參考，希望能更好地參與國際氣候治理機制，以及共同為營造平等、永續的未來作出貢獻。

## 第二節 操作性定義

在先前的章節中整理了國際氣候治理中有關公平原則的討論，各國的論述主要分為責任、能力、平等和發展權四個面向。然而為了推進談判進程，巴黎協定放棄了統一的公平標準，使用了共同但有區別的責任和各自能力原則以及脆弱性的概念來體現公平原則的精神，但是對於公平性的爭議仍然存在，可能對於巴黎目標的實現造成不利的影響。本研究希望能將過去文獻中具有代表性的公平指標共同納入國家分類的因素，重新詮釋公平原則的具體內涵，藉以釐清各國減緩目標的公平性，接下來將依序說明責任分擔框架下有關公平原則的六個重要指標。

### 一、當前事實排放量

Ritchie, H., & Roser, M. (2020) 彙整了一系列與溫室氣體排放量相關的全球數據，來自多個國際智庫和組織的研究。本研究使用了其中來自 Global Carbon Budget 2019 的二氧化碳排放量統計資料，計算一國境內產生的煤炭、石油、天然氣、天然氣燃除（gas flaring）和水泥製造過程所產生的二氧化碳排放。由於巴黎協定規定各國以五年為一期，繳交並更新其國家自主減量貢獻的目標，當前事實

排放量採用巴黎協定通過前的最近五年（2011 年至 2015 年）的平均數值，作為公平劃分責任的指標之一。

## 二、歷史排放量

歷史排放量源自於公平原則中兩個面向，首先是消耗資源的責任，其次為受益於資源的使用進而提供一國減緩能力的基礎。至於歷史排放量的累計應回推到多久以前的日期作為起始點，Posner, E. A., & Sunstein, C. R. (2007) 認為 1990 年應作為最早的分界線，因為 IPCC 在 1990 年發布了第一版的評估報告，對於聯合國氣候變化綱要公約的建立和 1995 年第一屆柏林氣候峰會影響深遠，被視為全球氣候治理機制的起源。因此本研究利用了 Global Carbon Budget 2019 的二氧化碳排放量統計資料，以 1990 年至 2010 年這二十年的累積排放量作為歷史排放量的參考值。

## 三、人均排放量

人均排放量指的是各國平均每位公民的排放貢獻，由各國溫室氣體總排放量除以其人口數來計算。人均排放量與經濟所得具有高度關聯性，生活水平較高的國家其碳足跡也相對較高。目前全球人均排放量最高的國家主要為石油生產國，不過由於這些國家的人口數較少，總排放量也較低；而美國、澳洲和加拿大這些屬於人口數較多、生活水平較高的國家，人均排放高、總排放量也較高。需注意的是，即使生活水平相似的國家之間，人均排放量也可能存在著巨大差異，像是歐洲許多國家的人均排放量就遠低於美國。本研究使用 Ritchie, H., & Roser, M. (2020) 的人均排放量資料，該筆數據是由 Global Carbon Project、Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)、Gapminder 和聯合國的人口統計提供的資料估算而成，同樣以 2011 年至 2015 年的平均數值，作為反映責任、能力和平等的依據。

## 四、國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）

國內生產毛額為一國疆域以內所有生產機構或單位所生產的市場總價值，而不論其生產者的國籍為何，為衡量一國總體經濟狀況最重要的指標。計算方式是消費支出、固定資本形成總額、存貨變動以及商品及勞務的出口淨額（出口價值扣除進口價值）的總和。本研究運用國際貨幣基金組織（International Monetary Fund, IMF）的統計資料，以當期價格折合美元計算，採 2011 年至 2015 年近五年的平均值，作為公平性論述中的支付能力原則和同等犧牲概念的展現。

## 五、人類發展指數（Human Development Index, HDI）

人類發展指數是聯合國開發計劃署（United Nations Development Programme, UNDP）發布用以衡量國家發展的標準，透過健康、教育和生活水準三個維度的幾何平均值計算而成的綜合性指標。健康維度是由出生時的預期壽命評估；教育維度為 25 歲以上成人受教育的年限與入學年齡兒童的預期受教育年限的平均值；生活水準則是由人均國民總收入（Gross National Income, GNI）來衡量。人類發展指數的數值介於 0 和 1 之間，值愈高者愈佳，並可劃分為四個等級：極高（0.8 以上）、高（介於 0.8 和 0.7 之間）、中（介於 0.7 和 0.55 之間）和低（0.55 以下）發展程度。人類發展指數的目的是強調一國人民以及其所擁有的能力才是評估各國發展水平的標準，期望透過比較同一經濟水準的國家之間人類發展結果的差異，促進相關政策的討論。本研究採用 2011 年至 2015 年的平均數值，作為除了經濟所得之外、衡量各國應對氣候問題能力的補充因素。另外，由於聯合國未將台灣納入分析報告當中，台灣的數據來源為行政院主計處依 UNDP 的公式計算而得。

## 六、全球氣候風險指數（Global Climate Risk Index, CRI）

德國看守協會（Germanwatch）出版的全球氣候風險指數是根據慕尼黑再保公司提供的數據，統計了各國因極端氣候事件所造成的死亡人數、每十萬居民的死亡人數、經濟損失總額（以購買力平價計算）和每單位國內生產毛額的損失等四個指標，據此進行全球平均排名和加權，藉以量化各國受到天然災害的負面影

響程度。而氣候風險指數愈低，代表該國受到氣候災害衝擊的程度愈大。氣候風險指數為極端氣候事件日益頻繁的地區提供了一個可靠的示警訊號，也為巴黎協定中的損失與損害（loss and damage）提供理解的基礎。本研究使用氣候風險指數報告中 1996 年至 2015 年的長期氣候風險影響指數，作為各國因應相關氣候風險的暴露程度和脆弱性之參考。

### 第三節 研究方法與分析工具

本論文使用 R 語言作為分析工具，分別使用 tidymodels 套件和 stats 套件進行主成份分析、集群分析和複回歸分析的研究，目的在於根據國際氣候談判中有關責任分擔的公平原則相關指標來評估巴黎協定下各國氣候承諾的相對程度，並以 ggplot2 套件將分析結果進行視覺化圖表的繪製，增加結果的直觀性和清晰度。<sup>12</sup> 首先，在公平責任分擔的國家分類章節中在主成份分析當中，本研究將汲取得以概括各項公平指標的隱含變項，將國情條件相似的國家分為同一集群，作為後續評估減緩承諾公平性的比較基準。接續在全球氣候承諾的公平性章節中，進一步利用前一章節的分析結果挑選適當的公平性變項，探討其與國家自主減量貢獻的關聯性，解析影響各國制定減緩目標的關鍵驅動因素，以下分別詳述本論文採用的統計方法。

#### 一、主成份分析

主成份分析是一種降低特徵維度（dimension reduction）的技術，從多項具有相關性的變數中提取出少數更有意義、具有代表性的變數，稱之為主成份（principal component, PC），而這些主成份是原始變數的線性組合，目的是用最少的主成份來解釋資料中所含的最大訊息（Dunteman, 1994; Thal, A., 2020），可

<sup>12</sup> tidymodels package. <https://cran.r-project.org/web/packages/tidymodels/tidymodels.pdf>, 2020/5/23  
stats package. <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/stats/html/00Index.html>, 2020/5/23  
ggplot2 package. <https://cloud.r-project.org/web/packages/ggplot2/index.html>, 2020/6/23



以被理解為概括原始數據差異性的潛在維度。其基本假設是在多維空間中找到一個特徵向量 (eigenvector)，將原始資料投影後可以得到最大的變異解釋量 (variance)，並且在將主成份重建回原始變數時得到的誤差值最小。由於主成份分析可以大幅降低數據的複雜性、揭示資料背後隱含的特性，同時最大限度地減少訊息損失 (Jolliffe, 2016)，因此被廣泛地運用於各種學科的研究，包括程序系統工程 (Nomikos, P., & MacGregor, J. F., 1994)、計算神經科學 (Chu, C. T. et al, 2007)、生物化學 (Lauria, A., Ippolito, M., & Almerico, A. M., 2009; Sârbu, C., & Malawska, B., 2000)、藥劑學 (Pratiwi, D. et al, 2002)、政治學 (Thal, A., 2020) 和國際關係 (Atik, H., & Ünlü, F., 2019; Lipsy, P. Y., & Lee, H. N. K., 2019)。

在本研究中，將使用主成份分析方法衡量社會經濟發展水平不同的國家在公平的分擔框架下所處的相對位置，並將其所萃取出主成份作為國家分類的區別性特徵。主要目的有三：首先，在探究公平原則與減緩目標之間的關聯性時，主成份分析簡化了迴歸模型的結構，解決變數之間可能存在高度相關關係的共線性問題 (collinarity)。其次，主成份分析可以在不改變原有資料特性的前提下減少集群分析所使用的變數數量，提高分類依據的可解釋性。最後，主成份分析清楚描繪了不同層面的公平性考量下各國的相對情況，將國情的概念具體化，有助於理解各國在制定減緩目標時實際面臨的限制。

## 二、集群分析

集群分析屬於非監督式學習方法 (unsupervised learning)，目的是將觀察值分為有意義的集群，使集群內的差異最小化、集群間的差異最大化，意即同一集群內的成員具有共同的特徵，而不同集群間成員的特徵具有顯明差距。本研究使用 K-means 演算法，依多項公平性指標將國家分群，藉以比較相同條件下，不同國家減緩承諾的差異。K-means 需要預先指定集群的數量 (K 值)，演算法一開始會隨機選取 K 個集群中心作為起始點，計算每個觀察值與集群中心的歐式距離

(Euclidean distance)，再將觀察值分配給距離最近的集群，分群完成之後重新計算各集群的中心，並將集群中心移至該集群成員的中心，再重新將觀察值分配到最近的集群，重覆以上步驟來最小化集群的變異總和，直到各集群趨於穩定和收斂 (convergence)，集群中心位置不再發生改變，就可以得到最終的集群。

至於 K 值的決定，可以依研究目的和對資料的理解來判斷，也可以根據數據的估算來決定要將觀察值分為幾個集群。本研究是透過平均側影係數 (average silhouette width) 來找到最佳的分群數目。側影係數是透過每個觀察值與集群內成員距離的平均數值 (within cluster distance) 和與鄰近集群距離的最小數值 (closest neighbor distance) 來計算，用以衡量該觀察值是否被適當的歸類在與其相似的集群。而平均側影係數是整個集群內各觀測值的平均側影係數，數值愈大代表分群結果做得愈好，大部分的觀察值都被分配到適合的集群，可以透過計算不同 K 值的平均側影係數找出最大值，即可得出最佳的分群數目。

### 三、複迴歸分析

在全球氣候承諾的公平性分析中，本研究將探討責任分擔框架下的公平原則對於各國國家自主減量貢獻中減緩目標的影響。然而公平原則並非單一指標可以定義，因為劇烈的減排措施涉及整個社會結構的轉型，但各國所處的發展階段、福利水準和面臨氣候變化的威脅程度皆不同，造成其對於溫室氣體減緩目標和氣候變化相關議題的回應程度不一，以至於對於「公平」的責任分擔有不同的詮釋。因此，本研究採用複迴歸分析方法了解與責任分擔相關的不同公平性主張與減緩目標之間的關聯性，目的在於討論各國制定的減緩目標如何隨著其所處的條件而變動，以及比較公平性解釋變數的相對重要性，藉以找出影響各國減緩企圖的關鍵驅動因素。

複迴歸分析主要在探討依變數和兩個以上自變數之間的關係，可以下列方程式表示：

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \cdots + \beta_i \cdot X_i + \varepsilon_i$$

其中， $y$  是依變數， $X (X_1, X_2 \dots X_i)$  為自變數，而  $\varepsilon_i$  為隨機變數，指的是其他與自變數無關，沒有測量到或是無法測量的變數。 $\beta_0$  為常數項，是迴歸直線通過縱軸的截距， $\beta_1 (\beta_2 \dots \beta_i)$  為斜率係數，表示  $X$  每增加一單位， $y$  受機率分配的期望值所改變的程度。若斜率係數大於 0，表示  $y$  隨著  $X$  的變動增加；相反地，若斜率係數小於 0，表示  $y$  隨著  $X$  的變動減少；而若斜率係數等於 0，表示  $X$  和  $y$  之間不存在線性關係。

此外，自變數之間存在太高的相關性會造成共線性問題，可能會使得迴歸模型中的某項變數重複性過高，難以估計該變數對於依變數的實際影響程度，並導致不準確的結果。因此，在進行主成份分析之前，本研究使用了皮爾森積差相關係數方法來衡量兩兩變數之間的關聯強度，利用 `corr` 套件進行運算。<sup>13</sup> 相關係數介於 1 和 -1 之間，絕對值愈大代表相關性愈強，其中相關係數等於 1 表示完全正相關，而相關係數等於 -1 則表示完全負相關。

## 第四節 研究對象與資料來源

在全球氣候承諾的公平性討論中，本論文將使用國家波茨坦氣候影響研究所（Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK）的研究資料作為各國減緩目標之評估基礎；而在台灣氣候承諾的公平性研究中，將以行政院發布的國家自定預期貢獻作為分析對象。以下將說明研究資料的來源。

### 壹、全球氣候承諾之研究對象

巴黎協定第四條規定下的國家自主減量貢獻為本世紀各國實現氣候目標的基礎，也為研究者提供了一個可靠的資訊窗口，得以窺見各國政府對於未來的氣候戰略和實現公平原則的主張。然而，由於缺乏對於國家自主減量貢獻的形式規

<sup>13</sup> `corr` package. <https://cran.r-project.org/web/packages/corr/index.html>, 2020/6/23

範，各國設定的目標年、歷史基準年、目標類型、涵蓋氣體和範圍等類型各不相同。具體來說，美國的減緩目標為 2025 年達成相對於 2005 年排放水準的 26%至 28%；歐盟則設立在 2030 年時達成相對於 1990 年排放水準的 40%減排；台灣的減量目標為 2030 年時達成 BAU 減量 50%。這些氣候目標類型不一致性導致了評估的困難，需要進一步轉換成同一標準，才具有可比性。

目前已經有一些研究致力於整理和分析各國國家自主減量貢獻的減緩目標，世界資源研究所（2016）分析了二十國集團（Group of Twenty, G20）國家所設定的溫室氣體排放目標，並將其轉化為 2020 年、2025 年和 2030 年的絕對排放水準。研究結果顯示，澳洲、加拿大、歐盟、日本、韓國和美國都需要擴大其減排措施才得以實現其所提出的目標，而巴西、中國、印度、印尼和土耳其的目標則允許其在 2010 年到 2030 年期間隨著經濟的增長繼續增加排放量。然而，這份報告並未對各國減緩目標的企圖心、公平性或適當性進行評估，主要目的是將不同的目標類型轉化為一個共同的衡量標準，並將分析結果以視覺化圖形呈現，增進對於各國提議的排放目標的理解；國家波茨坦氣候影響研究所發表的 NDC & INDC factsheets 是唯一一個對國家自主減量貢獻進行全面概括性的量化研究。該報告統一將各國的氣候目標轉換為在 2030 年相對於 2010 年減緩的人均排放程度，共分析了 170 份國家自主減量貢獻、涵蓋全球 195 個國家，數據最為完整。值得注意的是，將目標年轉換為 2030 年的設定也與 IPCC 在全球升溫 1.5 度特別報告中的訴求一致。據 IPCC 估計，人類活動已導致全球氣溫上升較工業化前水準約攝氏 1 度，若以目前排放的速率持續升溫，最快在 2030 年時氣溫升幅就會突破攝氏 1.5 度，到時欲逆轉升溫結果幾乎不可能。只有在 2030 年前加速減排行動的實施，才能將全球暖化升幅限制在攝氏 1.5 度之內，達成巴黎協定的理想目標。因此本研究使用國家波茨坦氣候影響研究所標準化過後的氣候目標，作為評估各國減緩承諾企圖的依據。

## 貳、台灣氣候承諾之研究對象

台灣雖非聯合國成員，但是氣候變遷為全人類必須共同面對和解決的課題，兼顧經濟發展與環境資源的永續利用也是本世紀最重要趨勢，為了與國際接軌，台灣於 2015 年發佈了首部國家自定預期貢獻（Intended Nationally Determined Contributions, INDC），向國際宣示我國 2020 至 2030 的溫室氣體減量目標。需特別說明的是，聯合國要求各國在 2015 年的巴黎氣候峰會之前公布其國家自定預期貢獻的減量目標，而在巴黎協定生效後，若並未提出更新版本，該國的自定預期貢獻草案則自動轉換成第一版本的國家自主減量貢獻。然而，由於台灣未能加入聯合國，無法將國家自定預期貢獻呈交至聯合國氣候變化綱要公約的秘書處，作為正式的減量承諾，因此台灣的氣候政策文本仍然維持國家自定預期貢獻的名稱。

另外，雖然巴黎協定並未規定、統一國家自主減量貢獻的格式，但大多數國家都有將減緩（mitigation）和調適（adaptation）措施包含在內，然而台灣在國家自定預期貢獻中僅列舉了各相關部門的減緩措施，並在文中提及調適措施以 2014 年提出的「國家氣候變遷調適行動計畫（2013—2017 年）」為主，未將調適措施含括在內，在下一版本的更新時建議將調適措施納入，才能顧及到系統之間的相互關係，增加政策設計的完整性。

如前所述，由於國際上並未對氣候政策文件之格式加以規定，各國提出的國家自主減量貢獻文本在長度和內容上都有很大的差異，因此在進行跨國層次的國家自主減量貢獻分析之前，標準化各國的氣候承諾為首要步驟。由於國家波茨坦氣候影響研究所的研究計畫並未將台灣納入其分析當中，本研究以行政院環保署提供的溫室氣體排放量和國家發展委員會的人口推估資料依相同方法進行換算，期望能一併檢視和評估台灣的氣候承諾、促進更具有企圖心的減緩措施，與國際社會共同努力達成巴黎協定的目標。

## 第五節 研究限制

本研究的限制有下列幾項：首先，本論文的研究主題為巴黎協定下的全球氣候目標的公平性。然各國的氣候政策往往分別由不同的行政機構、程序制訂，本研究僅以國家自主減量貢獻中的目標來分析各國的減緩程度以及討論其目標的公平性，而以目前第一版本的國家自主減量貢獻來說，並無法全面地將各國因應氣候變遷所採取的相關政策和法律含括在內，可能會因此忽略重要的減緩行動，尤其歐盟成員全體共同繳交一份國家自主減量貢獻，各國國內的政策差異可能使其氣候目標無法反映實際上的減緩程度。例如荷蘭去年通過了國內第一部氣候法，其目標為 2030 年前減少相較於 1990 年 49% 的溫室氣體排放量，到 2050 年則比 1990 年減少 95% 的溫室氣體排放。<sup>14</sup>丹麥也在去年通過氣候法，承諾在 2030 年前減量相較於 1990 年排放水準的 70%，並在 2050 年時實現淨零排放。<sup>15</sup>而歐盟的減緩目標制訂在 2030 年前減少相較於 1990 年排放水準的 40%，低於荷蘭和丹麥的法定標準，因此在這樣的情況下將低估前述兩國的減量程度。其他歐盟國家像是英國、法國、瑞典和芬蘭也都有制定各自的氣候減緩目標，由於這些政策未列入國家自主減量貢獻當中，本研究並未含括在內，僅以歐盟提交的版本作為分析基礎。再者，本論文使用的各國減緩目標數據是來自於國家波茨坦氣候影響研究所的研究計畫，然而該計畫統一將各國的氣候目標轉換為在 2030 年相對於 2010 年減少的人均排放程度，是以該國的減緩程度而非絕對的減緩數量作為評估依據，兩者意義不同，但是由於各國國家自主減量貢獻的目標類型不盡相同，這份資料已是目前最可行、最能夠操作化的指標，以上這些限制為本研究在解釋上最主要的侷限。

<sup>14</sup> 林綉娟，2019。《荷蘭內閣公布氣候協議，擬定五大部門減碳措施，預計 2030 年再生能源電力占比將達七成，2050 年達成零碳電力系統》。[https://km.twenergy.org.tw/Data/db\\_more?id=3672](https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=3672), 2020/6/23

<sup>15</sup> 經濟部溫室氣體減量資訊網。《丹麥通過氣候法，訂定 2030 年排放減量 70% 目標》。[https://www.go-moea.tw/message\\_info.php?id=11612&cid=7&list=1](https://www.go-moea.tw/message_info.php?id=11612&cid=7&list=1), 2020/6/23

## 第四章 公平責任分擔的國家分類

本章將依據有關責任分擔的公平性指標將條件相似的國家加以分群，作為後續分析各國減緩承諾公平性的參考。首先將利用主成份分析將各項具有相關性的公平性指標拆解為更具有代表性且彼此獨立的主成份，以避免共線性問題和具體化國情的概念。模型萃取出主成份為原始變數的線性組合，能夠在幾乎不改變原始資料特性的情況下降低數據的複雜性，並最大化資料中所含的訊息。接續將以此作為新的公平性基準對國家進行分群，藉以評估各國在不同國情考量下制定其減緩承諾的企圖心。

### 第一節 主成份分析

#### 壹、主成份的內涵

本研究的核心議題是討論各國減緩承諾與公平性之間的關聯性，然而若迴歸模型中自變數之間的相關性太高，代表自變數具有重複性，進而提高某項變數的解釋力，使得模型無法確認實際上該變數對依變數的影響，可能會導致不合理的結果。首先，下圖 2 計算了各項公平原則指標之間的相關係數，檢視模型中存在共線性問題的可能性。其中，相關性最高的兩個變數為歷史排放量和國內生產毛額，彼此之間的相關係數高達 0.96，代表過去溫室氣體排放愈高的國家目前整體經濟的狀況愈好，這為責任分擔協商中關於歷史排放的獲利奠定一國減緩能力基礎的論述提供支持。而當前排放量與歷史排放量和國內生產毛額之間具有高度相關性，相關係數分別為 0.92 和 0.83，也再次印證了責任和能力之間的關係密不可分。另外，人類發展指數和人均排放量也具有內在聯繫，相關係數為 0.60，突顯了有關溫室氣體排放與經濟發展的社會層面，例如中國透過低成本、低效率的技

術實現經濟目標的發展策略，將貧困率從 1981 年的 53%降低到 2001 年的 8%（Costa, L., Rybski, D., & Kropp, J. P., 2011）。然而這種仰賴化石燃料的發展策略與巴黎協定的目標相衝突，因此涉及資金和技術轉移的全球夥伴關係對於解決貧窮問題和實現減排目標佔據著舉足輕重的地位。

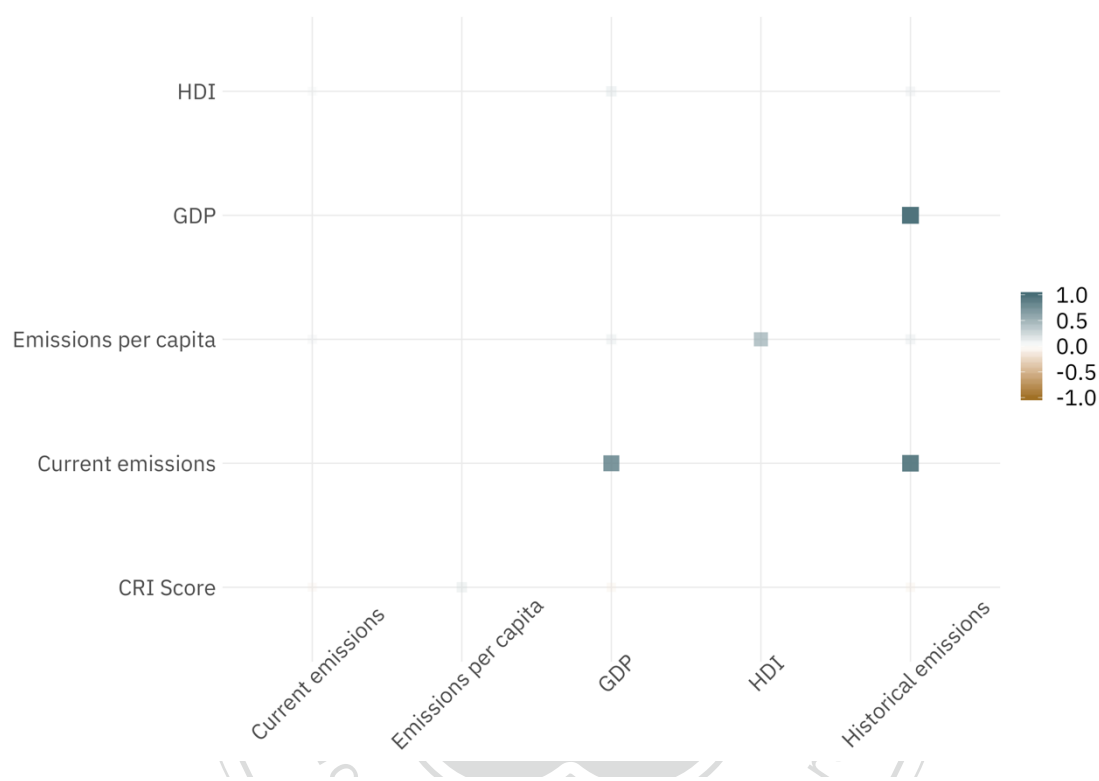


圖 2 公平性指標彼此之間的相關性

資料來源：作者自繪

在了解各項因素之間的關係後，接下來將進入主成分分析的階段。主成份分析為非監督式學習的方法，需要由研究者自行詮釋主成份的內涵，可以藉由查看主成份特徵中內在原始變數的權重，幫助理解各項主成份蘊含的因素和代表的意義，本段落最後的圖 3 呈現了各項主成份中原始變數的貢獻程度，而模型提取出的主成份是依其對觀察值解釋能力的重要性排序，第一主成份為最具有代表性的特徵，以此類推，接下來將逐一說明各項主成份的含義及其與原始公平性指標的關係。

### 一、第一主成份：共同但有區別責任和各自能力原則



第一主成份是關於氣候治理中的共同但有區別責任和各自能力原則，組成因素包括歷史排放量、國內生產毛額、當前排放量、人類發展指數和人均排放量。其中，歷史排放量和當前排放量為劃分減排責任最重要的基礎；國內生產毛額和人類發展指數為各國減緩能力的依據；而人均排放則反映了責任、能力和平等原則。第一主成份涵蓋了上述指標的特性，其概念與共同但有區別責任和各自能力原則的精神相一致，故以此作為該原則的具象化指標。

## 二、 第二主成份：災害風險的安全條件

第二主成份的概念與 IPCC 對於災害風險的定義相符，由危害、暴露度和脆弱性三者之間的交互作用來決定風險的致災程度。第二主成份中貢獻度最大的因素為人均排放量、人類發展指數和氣候風險指數。由先前的研究可知，人均排放量與人類發展指數密切相關，反映了溫室氣體排放與經濟發展的之間的關係。經濟發展為減災和應變能力的根基，在這裡作為衡量一國針對氣候災害可能造成的損失進行干預的能力；接下來，人類發展指數時常被用來衡量一國發展的水準。除此之外，由於它對於提高一國衛生和教育政策的政治方面發揮著重要作用，因此同時也是一國暴露於極端氣候事件的程度以及在國家層級上脆弱性和適應能力的反映（Costa, L., Rybski, D., & Kropp, J. P., 2011; Hu, L. et al., 2012; Malmgren, R. D. et al., 2009; Mason, R. L., Gunst, R. F., & Hess, J. L., 2003）；最後，氣候風險指數計算的是各國遭受天然災害的傷亡損失，為評估一國發生災害事件的頻率和危害程度，以及暴露於災害負面影響的範圍。

第二主成份包含了災害風險的三項要素，又可將其進一步簡化為天然條件和後天條件兩項因素。天然條件指的是一國本身的地理環境和氣候模式導致其特別容易受到災害的衝擊、面對極端氣候事件的易感性特別高。另一方面，後天條件主要為社會發展不平衡造成的結構性問題，加劇了某些被邊緣化的族群對於氣候變化的脆弱性特別高，或者受到經濟、政治、文化或體制等方面的限制致使一國缺乏應對風險的調適能力。災害風險的大小由天然條件和後天條件交織而成，處

於相同天然條件的兩個國家，可能因為後天條件的差異造成兩國受到同一危害事件的傷害程度互異；而後天條件相同的兩個國家也有可能因為天然條件的差距使得兩國面對氣候變化的風險程度懸殊。一國的風險程度較大，可能是源於其天然條件或後天條件的影響，也可能兩者兼有之。因此第二主成份的數值愈高，可能代表該國的天然條件愈好，或者後天調適能力愈好，也有可能兩者都優於其他國家。雖然第二主成份的內含因素與災害風險的意義相一致，但數值愈高代表風險愈低，兩者之間成反比的關係可能會使分析結果不易理解，因此決定將其定義成災害風險的安全條件，數值愈高則代表該國較不易受到災害風險的衝擊、安全性較高，在解讀上較符合直覺。

### **三、 第三主成份：後天致災風險**

第三主成份指的是後天的致災風險。延續上段關於 IPCC 定義風險的討論，構成災害風險的三項要素為危害度、暴露度和脆弱性，若同時符合這三項條件，也就是當一國受到危害事件的影響程度愈大、暴露在危害事件的人口、資源和財產範圍愈大，且缺乏因應此危害事件的能力時，致災的程度則愈大。第三主成份的主要因素為正向的氣候風險指數和負向的人類發展指數，氣候風險指數愈高、受到災害影響的程度較小、暴露在風險的程度愈小，因此這裡指的是自然致災風險小但後天因應風險能力較低的情況。一國可能由於所處的天然條件較為優越，發生自然災害的機率較低，但是氣候變化帶來的影響是全球性的，一旦該國受到波及，適應能力的不足可能產生嚴重的傷亡損失和後續不良影響的擴大。

### **四、 第四主成份：高效率的低碳技術能力**

第四主成份的貢獻因素為負向的人均排放和正向的人類發展指數，數值愈高表示發展程度愈高、人均排放量愈低。由於人類發展指數和人均排放量通常具有正向的相關性，兩者之間呈負向關係則表示一國已經具備高效率的低碳技術能力，透過提高再生能源的發電比例、使用智慧電網等新技术改善能源效率、或者推動產業結構的調整，發展具有永續性的高科技創新產業等方式，逐漸將排放密

集型的產業轉型為低能耗、低污染為基礎的低碳經濟模式。另外，一些歐洲國家擁有發達的科技水準和研發能力，成功地將經濟成長與碳排放量脫鉤。以丹麥和瑞典為例，丹麥利用先進的風力發電技術大幅減少碳排放量並維持高經濟增長；而瑞典則透過課徵碳稅（carbon taxes）和推動碳交易政策等經濟手段控制碳排放量，將污染者付費原則付諸實踐，以此激勵生產者開發清潔技術，發展經濟的同時降低治理環境的成本（Aden, N., 2016）。

### 五、 第五主成份：耗能及高排放產業的依賴程度

第五主成份的概念類似於世界體系理論中關於半邊陲國家（Semi-Periphery）的假設，主要構成因素為正向的當前排放量和負向的國內生產毛額。華勒斯坦認為資本主義的世界經濟體系是由核心區域（Core）、半邊陲區域以及邊陲區域（Periphery）三種不同的勞動分工角色所組成，彼此之間存在著不平等的經濟關係。核心區域由已開發的工業化國家組成，在世界體系中佔據主導地位，透過先進技術取得弱勢國家的原料和廉價勞動力，再將加工後的產品輸入，使得其貿易條件不斷惡化，藉此控制和支配這些地區；邊陲區域指的是被迫以出口自然資源和初級產品而受控於核心區域的弱勢國家；而半邊陲區域則介於兩者之間，一方面受控於核心國家，另一方面又能剝削邊陲國家（徐紅艷，2002；曾怡仁，2018；劉坤鯉，2012）。回到當前排放量與國內生產毛額的關係，由於核心國家為了迴避嚴格的排放規章和提高產品利潤，將高污染的生產程序轉移至生產成本較低的發展中國家，生產勞動密集和半技術代工的商品，對當地環境造成破壞，且產品的利潤較低，大部分的利潤仍由掌握關鍵技術的核心國家獲得，因此造成了溫室氣體排放與經濟發展不相符的困境。將第五主成份定義為耗能及高排放產業的依賴程度是指當數值愈高，表示一國則愈仰賴此種發展策略來換取經濟的高速增長。

此外，華勒斯坦也認為這三種分工角色是一種動態流動的關係，角色的改變取決於資本累積的程度。核心國家提供了半邊陲和邊陲國家一定程度的資金、就

業機會和部份技術的移轉，也為一些國家創造了有利的發展機遇，而第五主成份數值較高的國家大多為這些處於半邊陲地位的新興工業化國家，例如中國、印度和俄羅斯。這些半邊陲區域透過製造低成本的商品來換取本國的比較利益優勢、加速資本累積的速度，希望能改變自己在世界體系中的位置，成功晉升為核心區域，因此這些新興工業化國家身為當前主要的溫室氣體排放大國，不太願意為了減碳而犧牲經濟成長。

## 六、第六主成份：工業化程度

最後，第六主成份為負向歷史排放和正向的國內生產毛額和當前排放，可以將其理解為第二級產業經濟比重在近年來不斷上升的一些發展中國家的情況。隨著發展中國家工業化程度的推進，當前排放量與國內生產毛額也隨之增長。然而，第六主成份的變異量過小，僅保留了小部分原始變數的特性，代表只能解釋少數國家的情況。

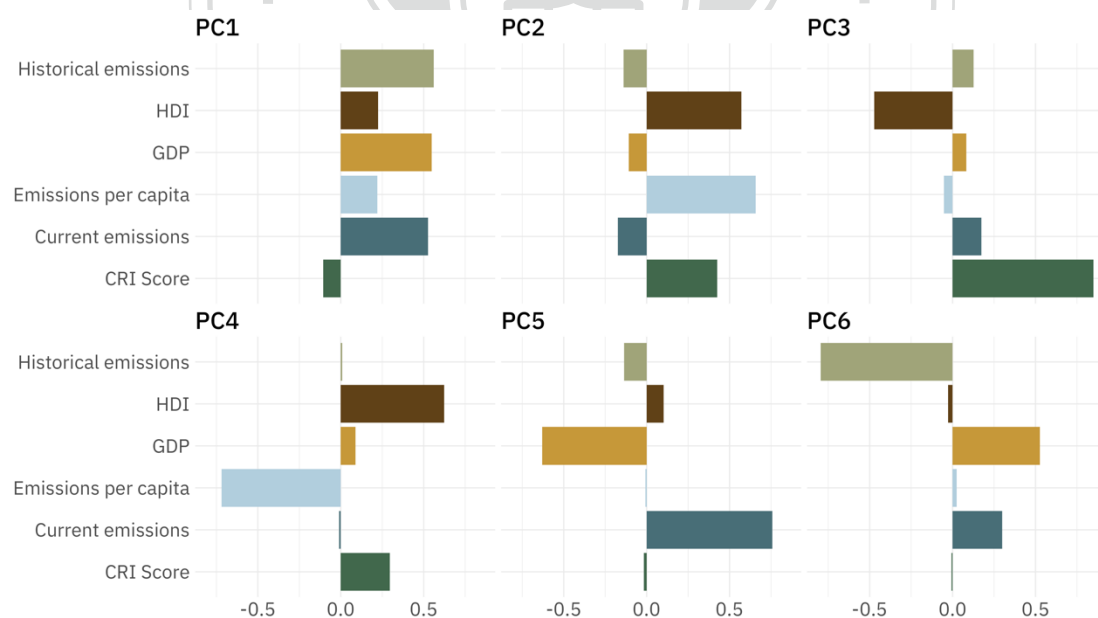


圖 3 主成份的組成因素

資料來源：作者自繪

## 貳、主成份的選擇

至於要選擇多少個主成份作為國家分群的依據，最常見的方法是藉由特徵值（eigenvalue）判斷。特徵值代表在所有變數中該主成分可解釋的變異量，其總和為所有變數的數量，一般而言特徵值大於 1 就是需要選擇的變數，（Guttman, L., 1954; Henson, R. K., & Roberts, J. K., 2006; Russell, D. W., 2002），而特徵值小於 1 則代表該主成份的解釋力少於原本的一個變數，因此不具有代表性。下表 1 為主成份的特徵值，大於 1 的主成份共有兩個，其內涵分別為共同但有區別責任和各自能力原則以及應對氣候風險的韌性，因此本研究將選擇前兩個主成份作為下節國家分群的區別性特徵。

表 1 各項主成份的特徵值

PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
3.00347426	1.55836780	0.90821452	0.34755871	0.16576602	0.01661868

除了特徵值以外，圖 4 接續以直方圖的方式呈現各項主成分的累積變異解釋比例（Cumulative Proportion），計算方式為該主成分的特徵值除以所有特徵值總和，可以幫助理解該項主成份所蘊含的資訊量比例，而前兩項主成份足以含括原始資料超過 76% 的解釋變異。

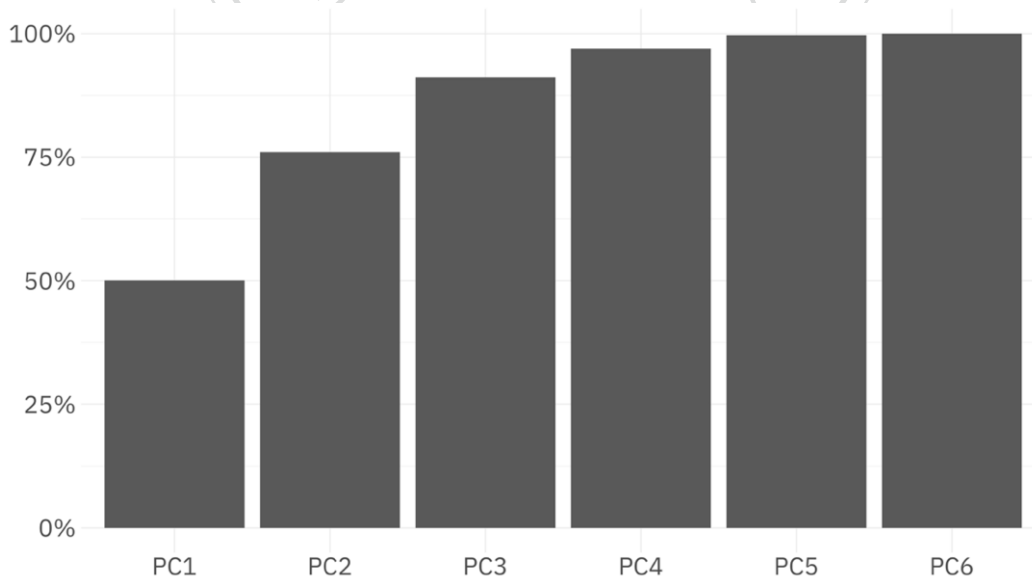


圖 4 主成份的累積變異解釋比例

資料來源：作者自繪

## 第二節 集群分析

由於過去減緩責任的分擔皆以單一指標為基礎，因而產生各方對於公平性的爭論，不利於各國對於氣候議題的合作態度和信心建立。本論文希望以更多元的方式，將國際氣候治理機制中關於公平責任分擔的主張綜合納入劃分依據，為巴黎協定目標與現實排放的差距提供一個可行的解決方向。上節利用了主成份分析將具有內在聯繫的各項公平性指標縮減成適當的主成份，接下來將依據上述結果，使用前兩項最具有代表性的特徵將國家加以區分，藉此討論各群集之間減緩承諾的企圖心與公平原則的契合性，進而推論各國對於巴黎協定的合作偏好，為國際減緩責任的分擔創立良好的合作環境。

### 壹、集群數量

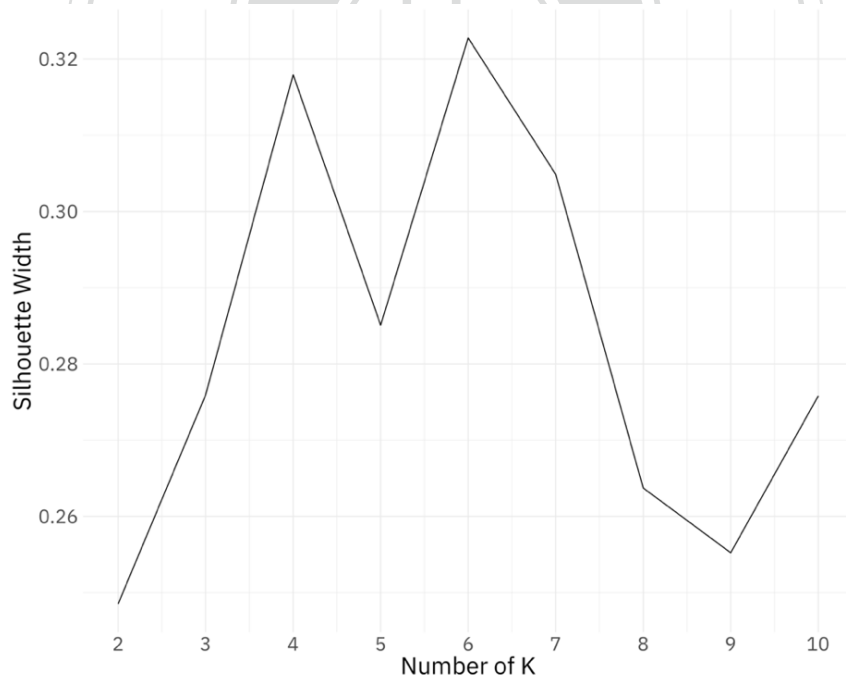


圖 5 不同集群數目的平均側影係數

資料來源：作者自繪

在集群分析的研究當中，本論文採用 K-means 演算法將國家加以分群，目的是最大化集群內的相似程度以及最大化集群間的相異程度。由於 K-means 需要預先指定欲分配的國家集群數量，本研究採用平均側影係數來找尋最適的 k 值，其

主要功能是在衡量觀察值與其所屬的集群和鄰近集群的相對位置關係，藉以判斷分群的成效。下圖 5 計算了不同集群數目的平均側影係數，結果表明當 k 值等於 6 時具有最大值，意味著將所有國家分為 6 個集群時，大部分的國家都能夠被分配到適合的集群，具有最佳的分群效果。

下圖 6 將全體國家的分群結果以視覺化方式呈現，幫助探索各國在前兩項主成份組成的二維空間內的分布情況，橫軸為第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）、縱軸為第二主成份（災害風險的安全條件），不同國家集群則以不同顏色表示。分別檢視兩項指標，責任愈大、能力愈大的國家分布在圖中的右半部分，例如中國和美國。而綜合排放量愈低、經濟收入愈低的國家則分布在左半部分，例如中非和布吉納法索；另一方面，應對氣候災害威脅的後天條件愈好、天然條件愈好的國家分布在圖中的上半部分，例如卡達和千里達及托巴哥。而調適能力愈低、愈容易受到氣候災害衝擊的國家分布在下半部分，例如海地和印度。

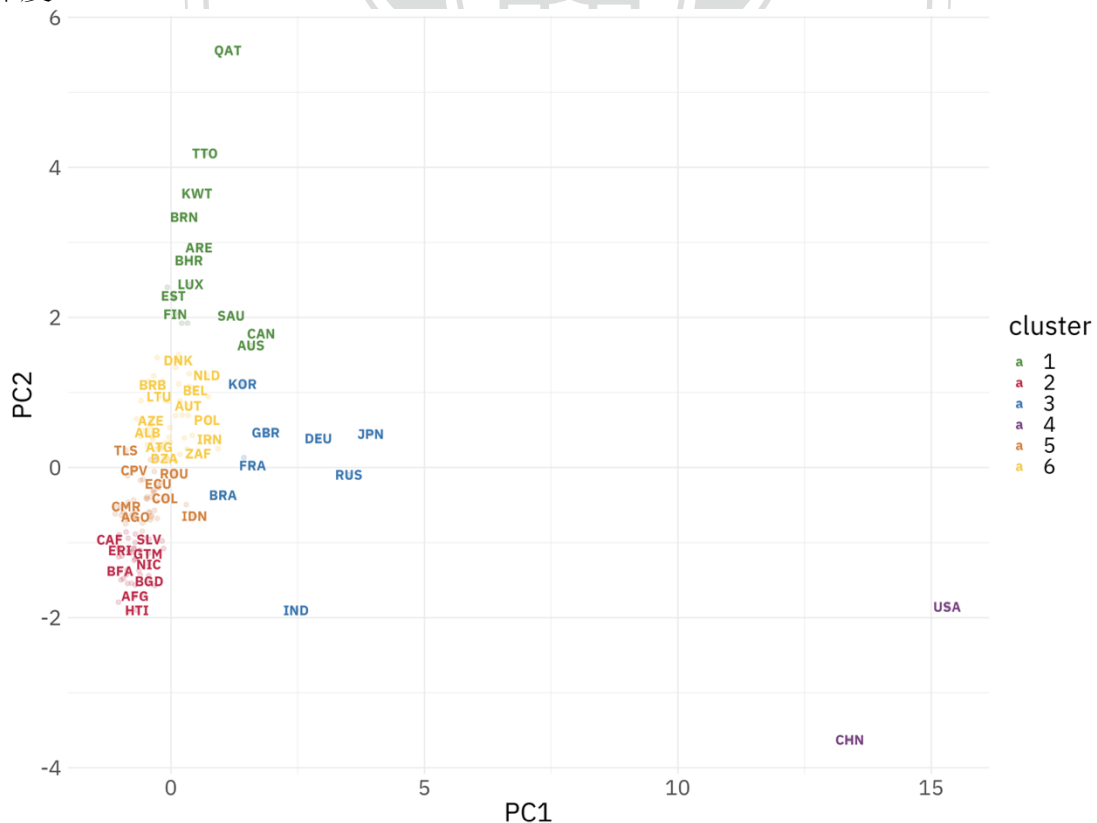


圖 6 集群分析結果的國家分布

資料來源：作者自繪





解各國家集群大致上國情分布的狀況後，下段將詳細說明各集群的成員，並比較其與現有國家集團的異同作為補充，藉以了解集群的內涵。

## 貳、國家集群分類

本研究使用 K-means 依照主成份分析萃取出的前兩項主成份對全球 178 個國家進行相似性分析，一共分為六類型的集群。下圖 8 以箱型圖表示六個國家集群在第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）和第二主成份（災害風險的安全條件）特徵指標上的數值分佈，接下來將逐一說明六個集群的群內成員以及集群蘊含的大致概念，據此判讀和定義集群的屬性。

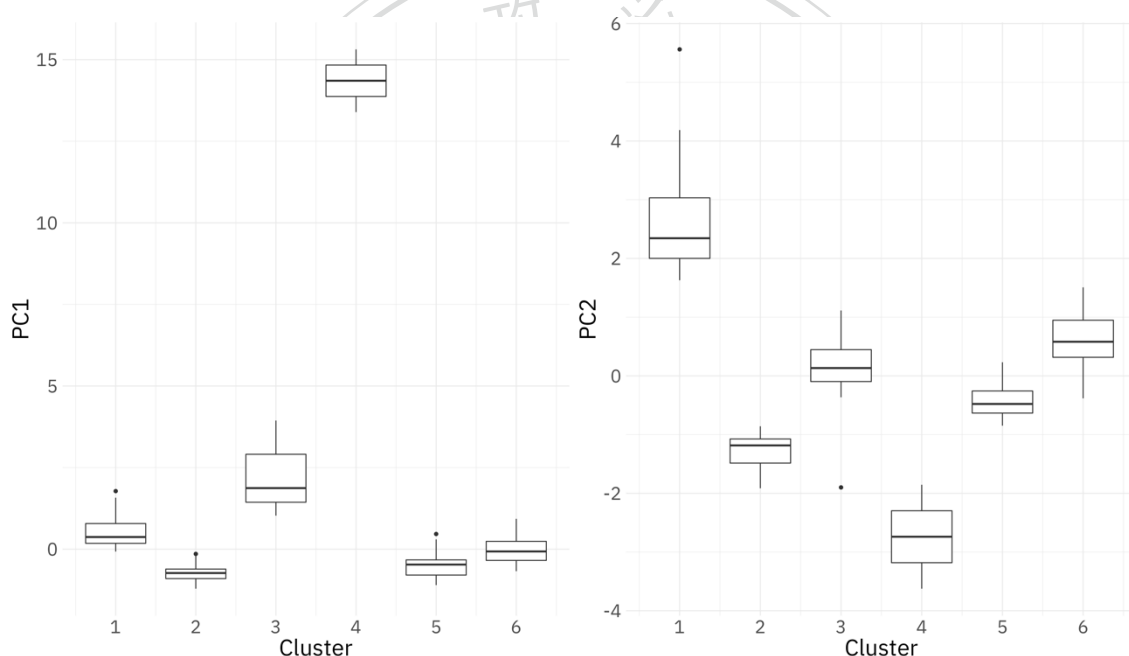


圖 8 各集群與公平原則相關的特徵分布

資料來源：作者自繪

### 一、 集群一：能源礦產國

集群一共有 16 個國家，在共同但有區別責任和各自能力原則的數值偏高，集群中排名第三（中位數 0.37）。其中加拿大為極端值（1.77），溫室氣體排放量特別高，占全球總量的 1.6%（UNEP, 2019），而且無論是歷史排放量或當前排放量皆排名全球前十。而集群一在應對災害風險安全條件上大幅優於其他集群，擁有卓越的自然條件和後天條件，受到氣候變化的負面影響較為輕微。

集群一國家擁有豐富的能源和礦產資源，除了冰島、盧森堡和芬蘭之外，其他國家多以發展化石燃料產業為主，國內的石油、天然氣和瀝青出產和儲量豐厚，包括澳洲、巴林、汶萊、加拿大、愛沙尼亞、哈薩克、科威特、挪威、卡達、沙烏地阿拉伯、千里達及托巴哥和阿拉伯聯合大公國。儘管缺乏石油資源，冰島擁有水力、地熱及風力等天然再生能源，成為全球唯一幾乎不需要依賴化石燃料的國家；盧森堡憑藉豐富的鋼鐵資源及先進的鋼鐵工業，成為人均國內生產毛額最高的國家之一；而芬蘭則擁有大量的林業資源，為原木、紙張出口量最大的國家。

由於分群的標準加入了災害風險的因素，集群一國家與傳統上資源和經濟富裕的石油輸出國家組織（Organization of the Petroleum Exporting Countries，OPEC）會員僅有部分重疊，相同的國家為科威特、沙烏地阿拉伯、阿拉伯聯合大公國和卡達（2019年1月退出），其他OPEC國家則因應對氣候災害的風險程度不同，被切分到集群一（低風險）、集群五（高風險）和集群六（中高風險），大部分集中在集群五。而集群一最終由風險程度較低、經濟能力和排放程度相似、蘊含能源和礦產資源的國家組成。

## 二、 集群二：高風險國家

集群二由一些應對災害風險的安全條件最差的國家所組成，屬於高危險族群，排放貢獻和經濟能力最低，而且非常容易受到氣候變化的衝擊，所有成員國的排放責任、經濟能力以及安全條件指標皆為負數，代表其天然條件和後天條件欠佳，致災風險的程度較大。在44個國家當中，有32個國家為最低度開發國家（Least Developed Countries, LDCs）的成員，其他為一些暴露度和危害度特別高的發展中國家。

LDCs國家的成員包括阿富汗、孟加拉、布吉納法索、蒲隆地、柬埔寨、中非、查德、民主剛果、吉布地、厄利垂亞、衣索比亞、甘比亞、幾內亞比索、海地、寮國、馬達加斯加、馬拉威、馬利、茅利塔尼亞、莫三比克、緬甸、尼泊

爾、尼日、盧安達、獅子山、索羅門群島、南蘇丹、蘇丹、坦尚尼亞、烏干達、萬那杜和葉門。這些國家存在著嚴重的結構性問題，人民普遍生活於極端貧窮和營養不良的狀態下，再加上衛生環境和教育水準普遍低落，使其特別容易受到氣候衝擊的影響。當危害事件發生時，後續的應對能力不足可能會使情況更為惡化，導致傷亡損失更加嚴重。再加上 LDCs 成員國的經濟結構也高度依賴氣候敏感度高的一級產業，因此從災害衝擊中恢復的困難度也最高。

另外，一些受到天然條件影響導致其氣候風險程度特別大的發展中國家也被歸類在此族群，包含薩爾瓦多、瓜地馬拉、宏都拉斯、肯亞、密克羅尼西亞、尼加拉瓜、巴基斯坦、巴布亞紐幾內亞、菲律賓、塔吉克、越南和辛巴威。

### 三、 集群三：溫室氣體排放大國

集群三由 9 個溫室氣體排放大國所組成，其成員不論是歷史排放量或是當前排放量幾乎承攬了全球前十名，且皆為全球最重要的經濟體之一，包括巴西、法國、德國、印度、義大利、日本、俄羅斯、南韓和英國。其中，巴西、印度和俄羅斯為全球化的大型新興市場，經濟高速增長的代價乃是溫室氣體排放量的激增以及伴隨而來的環境汙染問題，由於一些已開發國家的企業為了逃避本國的政策監管，將高污染、高耗能的產業轉移到這些地區，新興經濟體往往要求已開發國家負有更高的減緩義務，並且提供碳減排的資金與技術，協助發展中國家完成低碳轉型。

集群三的國家大致上與七大工業國組織（Group of Seven, G7）和金磚國家（BRICS）的成員相符。身為 G7 成員的國家為英國、法國、德國、義大利和日本，加拿大由於安全條件較高的緣故被劃分到集群一，美國則是因為其責任和能力遠高於其他國家而被歸類到集群四；集群三也包含了三個金磚國家的成員，南非因為責任和能力指標較低而與集群六成員較為相似，中國則與美國的情況相同，責任和能力指標與他國差距甚大。撇除掉中國和美國的特殊情況，集群三國家為綜合排放量最高、經濟能力最好的國家，第一主成份的數值遠高於集群一的

能源礦產國（中位數 1.88）。而在應對災害風險的安全條件方面排名第三（中位數 0.13），除了三個金磚國家外，安全條件皆為正數，表示即使受到極端氣候事件的威脅也有足夠的能力預先對可能發生的負面影響進行干預和調整，將災害損失降到最低。唯一的極端值為印度，由於人口密集的關係導致致災程度遠大於集群內的其他成員（-1.9），而且光是在 2015 年，印度就發生了一連串的極端氣候事件，先是在二月和三月時因非季節性降雨而引發的洪水，接著又在五月時遭遇了歷史上最嚴重的熱浪，造成 2300 多人死亡。而下半年度的雨季又低於正常水平，嚴重影響農業收成（Germanwatch, 2017）。

#### 四、 集群四：兩國集團（G2）

美國和中國為當今全球最具有影響力的國家，在責任和能力方面的指標遠高於其他所有國家，面對氣候變化的風險也特別大，因此特別被分類為獨立的集群。聯合國國際減災策略組織（United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR）的報告統計了過去二十年來受到氣候災害造成的傷亡人數，並指出受到氣候災害影響最大的國家就是美國和中國，主要原因為其廣大領土和人口的不均勻分配。另外，德國看守協會出版的全球氣候風險指數，分析了 1996 年到 2015 年期間因極端事件造成的人員傷亡和經濟損失，在全球 181 個國家當中美國排名 28，中國排名 34。由此可知兩國雖然擁有雄厚的經濟實力，仍然無法避免氣候災害的衝擊。

兩國集團的名稱首次由 Bergsten, C. F.（2009）提出，他認為美國和中國身為世界上最大的兩個經濟體、生產了全球一半以上的商品總值，同時也是最大的溫室氣體排放國，因此當前全球社會面臨的許多挑戰需由兩國共同合作才有機會解決。中美兩國也各自代表在氣候談判中立場相對的兩個集團，分別為以美國為首的高收入工業化國家，以及以中國為代表的開發中國家，若兩方無法達成共識，巴黎協定的相關施行細則則無法落實。此外，根據美國國家環境保護署的數據，中國的溫室氣體排放比重佔全球總額的 30%、美國佔全球總額的 15%，兩者貢獻

將近一半的排放量，除非兩國願意合作，否則巴黎協定的氣候目標也無法達成。

16

## 五、 集群五：中低發展和中高風險國家

集群五國家主要由發展中國家和一些 LDCs 國家組成，排放責任和經濟能力較低，集群間排名僅高於集群二的高風險國家。而在災害風險的安全條件上也表現較差，集群排名到數第三。在兩項公平性指標的數值分布上，一半以上的成員國數值皆為負數，表示缺乏應對氣候危害事件的調適能力，因此仍然存在一定程度的致災風險。

集群五共有 48 個國家，其中 LDCs 成員為安哥拉、貝南、不丹、葛摩、幾內亞、吉里巴斯、賴索托、賴比瑞亞、塞內加爾、東帝汶、多哥和尚比亞等 12 個國家。其他國家為風險程度略低於集群二，但仍然高於其他集群的發展中國家，包括貝里斯、不丹、玻利維亞、喀麥隆、維德角、哥倫比亞、剛果、哥斯大黎加、象牙海岸、多米尼克、多明尼加、厄瓜多、斐濟、喬治亞、迦納、格瑞那達、蓋亞那、印尼、牙買加、吉爾吉斯、摩爾多瓦、摩洛哥、納米比亞、奈及利亞、巴拿馬、巴拉圭、秘魯、羅馬尼亞、聖克里斯多福及尼維斯、聖露西亞、聖文森及格瑞那丁、薩摩亞、斯里蘭卡、史瓦帝尼、泰國、東加和烏拉圭。

同樣由 LDCs 和發展中國家組成，集群二（高風險國家）涵蓋了大多數的 LDCs 國家和少部分天然致災風險高的發展中國家，因此整體應對氣候威脅的能力較低、暴露在災害風險的範圍也較大；集群五國家則包含大多數的發展中國家和少部分天然致災風險較低的 LDCs 國家，可以發現兩集群間最主要的區別在於天然致災風險的大小，在責任和能力的指標上則沒有明顯的差距，集群五（中位數為-0.47）略高於集群二（中位數為-0.73），因此將集群五定義為中低發展和中高風險國家。

<sup>16</sup> Global Greenhouse Gas Emissions Data. <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data#Country>, 2020/6/9

## 六、 集群六：中高發展和中低風險國家

集群六共有 59 個國家，在責任和能力指標上排名第四，介於中間程度（中位數-0.07）。災害風險的安全條件排名第二，數值偏高（0.58），存在一定的天然致災風險但與其他集群相比不算太嚴峻，由於成員國衛生條件、教育水準和各項社會發展完善，也有良好的調適能力可以處理災害的負面影響。

集群六國家由已開發國家和發展中國家組成，由於已開發國家缺乏明確的定義，為了增加對集群的理解，以下將依據世界銀行的收入標準將成員國進行區分。世界銀行依據人均國民收入分為低收入（小於\$995）、中低收入（介於\$996和\$38955 之間）、中高收入（介於\$3896 和\$12055 之間）和高收入（大於\$12056）等四個組別。屬於高收入國家的共有 29 個國家，包括安地卡及巴布達、奧地利、巴哈馬、巴貝多、比利時、智利、克羅埃西亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、希臘、匈牙利、愛爾蘭、以色列、拉脫維亞、立陶宛、馬爾他、荷蘭、紐西蘭、阿曼、波蘭、葡萄牙、塞席爾、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、瑞典、瑞士和台灣；屬於中高收入組別的國家共有 25 個國家，包含阿爾巴尼亞、阿爾及利亞、阿根廷、亞美尼亞、亞塞拜然、白俄羅斯、波士尼亞與赫塞哥維納、波札那、保加利亞、加彭、伊朗、伊拉克、約旦、黎巴嫩、利比亞、北馬其頓、馬來西亞、模里西斯、墨西哥、蒙特內哥羅、塞爾維亞、南非、蘇利南、土耳其和委內瑞拉。最後，中低收入組別為埃及、蒙古、突尼西亞、烏克蘭和烏茲別克等 5 個國家。

## 參、 國家集群與現有分類之比較

欲達成巴黎協定的氣候目標，急需各國重新對其社會結構進行調整，這將伴隨著可觀的經濟成本和一系列後續的挑戰，包括對一國競爭力的影響，以及考慮到勞工權利的公正轉型（just transition）議題等。由於各國的短期、中期和長期發展策略、福利水準和面對氣候變化問題緊迫性的認識不同，溫室氣體減排的進程和幅度也不太可能達成一致。使用單一指標的國家分類方式忽略了太多面向，

也引起各國關於分擔減緩努力的公平性疑慮，因此本研究希望能夠最大程度的將有關責任分擔下公平原則的量化指標含括在內，為解決公平性爭議提出一個新的嘗試。接下來將利用三種過去經常用以評估減緩承諾的國家分類方式作為對照，包括世界銀行提供的收入程度組別、地理位置分類，以及聯合國氣候變化綱要公約中對於附件一國家和非附件一國家的區分，以圖形方式簡單呈現各集群中隸屬的現有集團成員分布，以對國家集群的內涵進行補充並釐清與現有國家集團之間的差異。

### 一、依收入程度區分

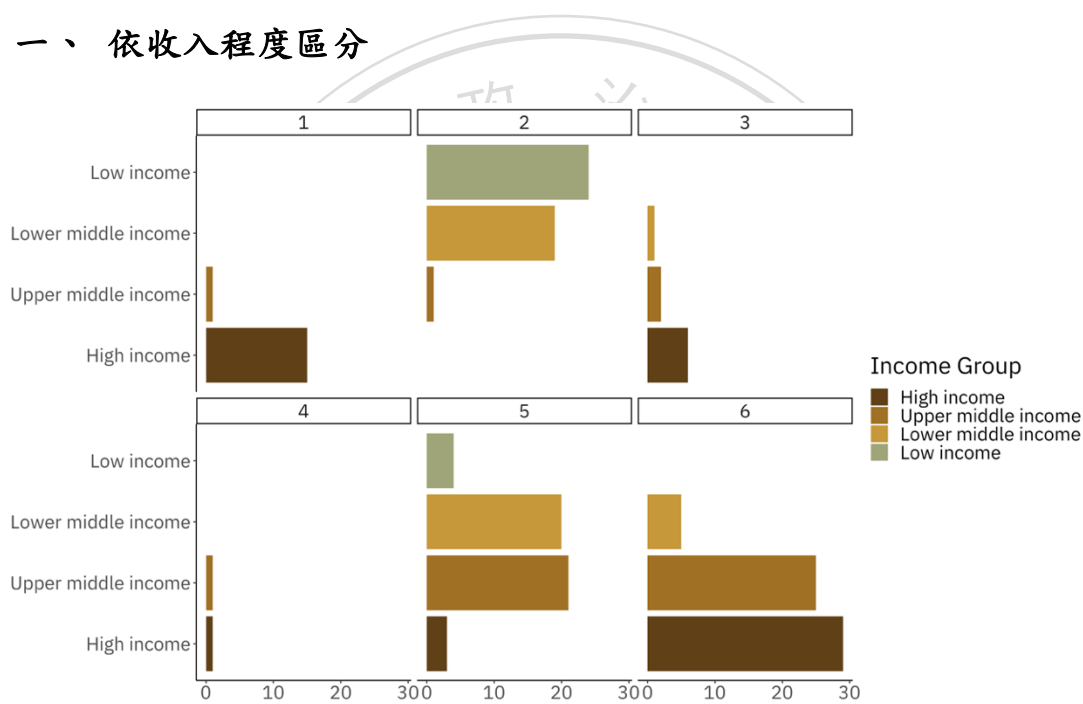


圖 9 依收入程度區分的國家集群

資料來源：作者自繪

經濟收入為一國實施減緩和調適行動的基礎，也是公平原則中能力的最重要指標。世界銀行以人均國民收入為分類依據，不同於主成份因素中的國內生產毛額，額外將人口數納入考量，有助於增進各集群生活水準的理解，以下簡述各集群成員國的收入組別：

1. 能源礦產國：集群一國家擁有得天獨厚的豐富資源，除了哈薩克屬於中高收入組別外，其他 15 個成員符合高收入組別的水準。
2. 高風險國家：集群二國家大多為 LDCs 成員，收入水準較低，包含了 24

個低收入國家、19 個中低收入國家和 1 個中高收入國家（瓜地馬拉）。

3. 溫室氣體排放大國：集群三由全球最重要的經濟體所組成，除了傳統的七大工業國成員，還加入了三個新興市場國家。其中印度被分類到中低收入組別、巴西和俄羅斯為中高收入組別，其他 6 個成員皆屬於高收入組別。
4. 兩國集團：以人均國民收入來看，美國為高收入國家，而中國屬於中高收入國家。
5. 中低發展和中高風險國家：集群五成員多為發展中國家，經濟收入介於中間水準。其中巴拿馬、聖克里斯多福及尼維斯和烏拉圭屬於高收入組別；貝南、幾內亞、賴比瑞亞和東加屬於低收入組別，另外還有 21 個中高收入國家和 20 個中低收入國家。
6. 中高發展和中低風險國家：集群六成員包含了許多已開發國家，因此收入水準較高，涵蓋了 29 個高收入國家、25 個中高收入國家和 5 個中低收入國家。

## 二、依地理位置區分

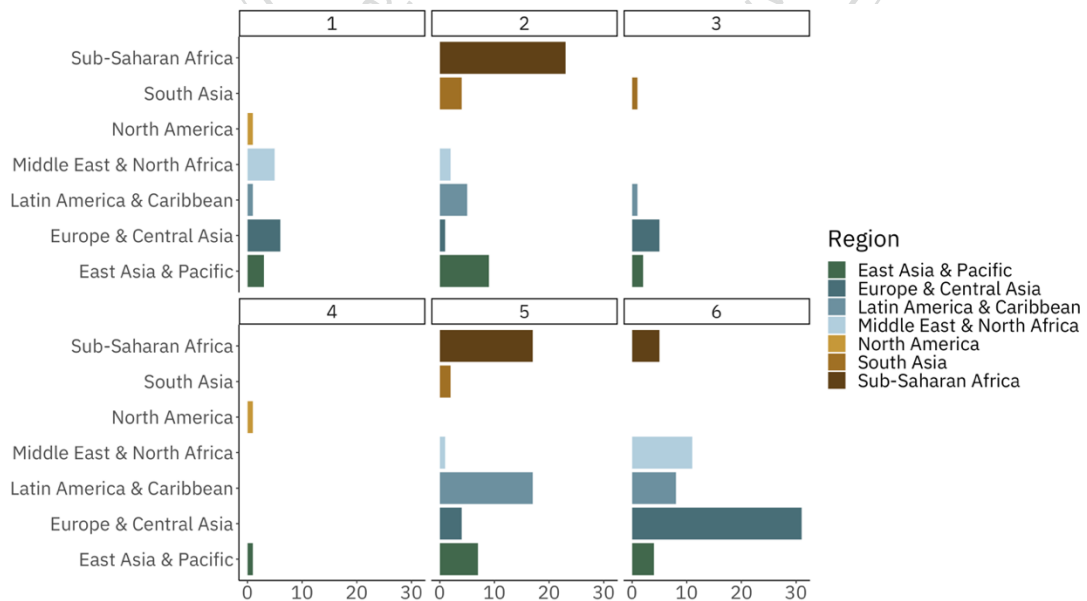


圖 10 依地理位置區分的國家集群

資料來源：作者自繪



地理位置是在國家自主減量貢獻的評估研究當中最常見的分類方式，由於分群範圍過於廣泛，僅能提供一些初步資訊，例如地緣關係和基本氣候條件等。可由上圖 10 看出地理位置無法捕捉到各國對於溫室氣體減緩貢獻差異的區別特徵，在集群中較無規律性，因此作為分群的基準不太合適。世界銀行將全球分為東亞和太平洋、歐洲和中亞、拉丁美洲和加勒比海、中東和北非、北美、南亞、撒哈拉以南非洲等七個地區，以下簡述各集群成員國的地理區域：

1. 能源礦產國：3 個國家位於東亞和太平洋、6 個國家位於歐洲和中亞、1 個國家位於拉丁美洲和加勒比海、5 個國家位於中東和北非，以及 1 個國家位於北美地區。
2. 高風險國家：9 個國家位於東亞和太平洋、1 個國家位於歐洲和中亞、5 個國家位於拉丁美洲和加勒比海、2 個國家位於中東和北非，4 個國家位於南亞，以及 23 個國家位於撒哈拉以南非洲地區。
3. 溫室氣體排放大國：2 個國家位於東亞和太平洋、5 個國家位於歐洲和中亞、1 個國家位於拉丁美洲和加勒比海，以及 1 個國家位於南亞地區。
4. 兩國集團：美國位於北美地區，而中國為東亞和太平洋區域國家。
5. 中低發展和中高風險國家：7 個國家位於東亞和太平洋、4 個國家位於歐洲和中亞、17 個國家位於拉丁美洲和加勒比海、1 個國家位於中東和北非，2 個國家位於南亞，以及 17 個國家位於撒哈拉以南非洲地區。
6. 中高發展和中低風險國家：4 個國家位於東亞和太平洋、31 個國家位於歐洲和中亞、8 個國家位於拉丁美洲和加勒比海、11 個國家位於中東和北非，以及 5 個國家位於撒哈拉以南非洲地區。

### 三、 依聯合國氣候變化綱要公約對於減緩義務的區分

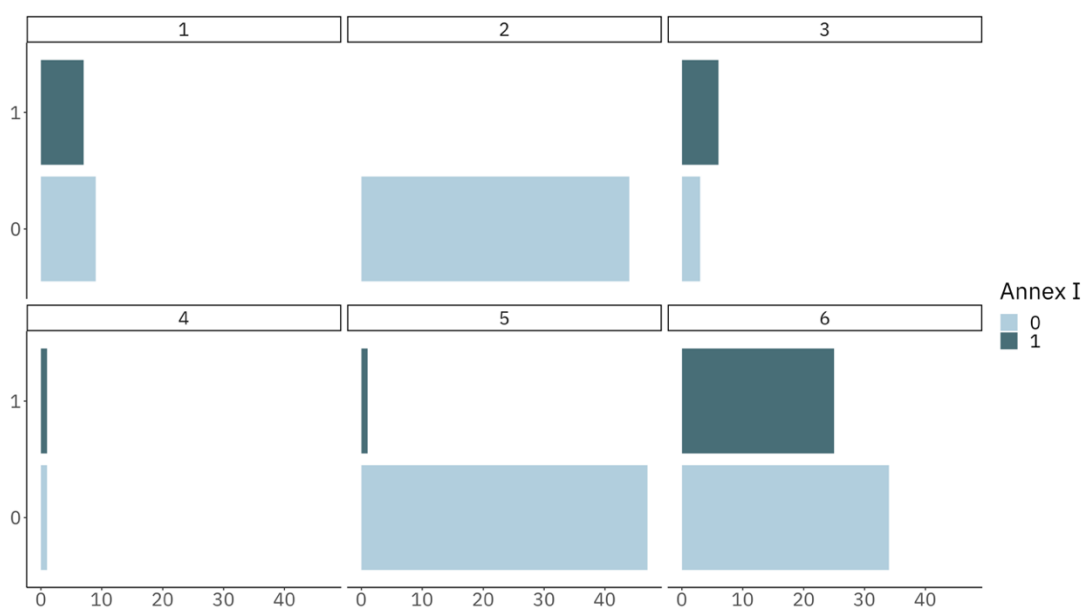


圖 11 各集群中負擔強制減緩義務的成員

資料來源：作者自繪

在聯合國氣候變遷綱要公約的治理機制內，將各國對於解決溫室氣體排放的責任加以區分。附件一國家包括了 1992 年為經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）成員的工業國家、歐盟、美國、日本以及前蘇聯和東歐等經濟轉型國家，需承擔額外的減緩義務，帶頭落實溫室氣體減排責任。非附件一國家則包括了以 77 國集團（The Group of 77, G77）與中國為首的開發中國家及新興工業國如南韓、新加坡等，對於溫室氣體排放的減緩並無負有任何義務。以下簡述各集群中包含的附件一國家的數量，為後續討論減緩責任的公平分擔提供初步的概念：

1. 能源礦產國：包含了 7 個附件一國家，分別為澳洲、加拿大、愛沙尼亞、芬蘭、冰島、盧森堡和挪威。
2. 高風險國家：集群二為發展程度和排放責任最低的國家，因此沒有成員為附件一國家，無須負擔減緩義務。

3. 溫室氣體排放大國：除了法國、德國、義大利、日本、俄羅斯和英國等 6 個附件一國家之外，巴西、印度和南韓身為近年來發展迅速、排放量激增、擁有最大的減排潛力的國家，理應共同負擔減排責任，為解決溫室氣體問題作出貢獻，延續非附件一國家的身份將有失公平。
4. 兩國集團：美國為附件一國家，中國為非附件一國家。很顯然這個分類無法說服其他國家作出進一步的減緩承諾，若中國不針對溫室氣體減排提出積極的政策措施，巴黎協定的目標勢必無法達成，並且極有可能揮霍掉過去所建立的成果。
5. 中低發展和中高風險國家：只有羅馬尼亞被歸類到附件一國家。
6. 中高發展和中低風險國家：集群六一共有 25 個附件一國家，包括奧地利、白俄羅斯、比利時、保加利亞、克羅埃西亞、賽普勒斯、捷克、丹麥、希臘、匈牙利、愛爾蘭、拉脫維亞、立陶宛、馬爾他、荷蘭、紐西蘭、波蘭、葡萄牙、斯洛伐克、斯洛維尼亞、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其和烏克蘭。

### 第三節 小結

本章節依據有關責任分擔的公平性指標將條件相似的國家加以分群，作為後續分析各國減緩承諾公平性的參考。首先利用主成份分析提取出得以概括各項公平指標的隱含變項，作為集群分析的區別性特徵，並提高分類依據的可解釋性。接續利用上述分析結果作為公平性變數，探究其與各國國家自主減量貢獻目標之間的關聯性。

使用主成份分析的目的有三：首先，主成份分析移除了自變數之間的相關性問題，避免迴歸模型受到影響；其次，主成份分析能在不改變資料特性的情況下，將原始數據拆解成更具代表性的主成份。由於各國對於公平性的定義分歧，

主成份能夠概括多項責任分擔的公平性指標，並去除掉重複描述的部分，由此獲得更能描述數據本質的新特徵；再者，主成份有助於降低特徵的維度，以新建立的座標軸描繪不同層面的公平性考量下各國的相對情況，將國情的概念具體化，有助於理解各國在制定減緩目標時實際面臨的限制。

本論文將原始變數轉化為與公平原則相關的綜合指標，在接下來的第五章將利用其中四項主成份作為綜合考量公平原則的新解釋變數，藉以探討公平性與各國減緩目標之間的關聯性。六項主成份的定義與主要的組成因素分別為：

1. 共同但有區別責任和各自能力原則：正向歷史排放量、正向國內生產毛額、正向當前排放量、正向人類發展指數和正向人均排放量。
2. 應對災害風險的安全條件：正向人類發展指數、正向人均排放量和正向氣候風險指數。
3. 後天致災風險：負向人類發展指數和正向氣候風險指數。
4. 高效率的低碳技術能力：正向人類發展指數和負向人均排放量。
5. 耗能及高排放產業的依賴程度：正向的當前排放量和負向的國內生產毛額。
6. 工業化程度：負向歷史排放和正向的國內生產毛額和當前排放。

在了解公平性指標的定義後，本論文使用前兩項最重要的主成份作為國家分類的區別性特徵，並利用平均側影係數方法決定最適合的分群數量，最終使用 K-means 集群分析將國家分為 6 個集群，以下簡述個集群的成員特徵：

1. 能源礦產國（共 16 國）：排放責任和經濟能力高、天然災害風險最低、應對氣候變化的安全條件最好。
2. 高風險國家（共 44 國）：排放責任和經濟能力最低、天然災害風險高、應對氣候變化的安全條件最差。
3. 溫室氣體排放大國（共 9 國）：排放責任和經濟能力極高、除了印度以外皆具有良好應對氣候變化的安全條件。

4. 兩國集團（中國和美國）：排放責任和經濟能力遠超過其他集群、天然災害風險較大導致其在應對氣候變化的安全條件指標較低。
5. 中低發展和中高風險國家（共 48 國）：排放責任和經濟能力較低、天然災害風險僅次於集群二國家，因此應對氣候變化的安全條件較差。
6. 中高發展和中低風險國家（共 59 國）：排放責任和經濟能力高，儘管存在一定程度的災害風險，也擁有良好的資源和技術降低損傷，應對氣候變化的安全條件佳。

由於各國第一版本國家自主減量貢獻中提出的氣候目標與現實排放存在著巨額的排放差距，按照目前的進度幾乎不可能實現本世紀的氣候目標，氣溫升幅甚至會超過攝氏 4 度，將對地球生態以及人類社會造成嚴重的後果。因此本研究的目的是以更多元的方式將各國的主張納入分群的考量，使國情條件相似的國家被歸類到同一集群，藉此比較集群間以及集群內各國減緩承諾的企圖心，為下一期國家自主減量貢獻的更新提供目標提升的分擔依據。本論文在集群分析的研究中融合了歷史排放量、當前排放量、人均排放量、國內生產毛額、人類發展指數和氣候風險指數等六項與責任分擔有關的公平性指標將各國重新分類。在將集群分析結果與現有的國家集團做簡單的對比後發現，單一指標的國家分類方式確實過於簡化，無法概括多數國家的特徵，也沒辦法反映巴黎協定中的共同但有區別責任和各自能力原則以及脆弱性的層面，若以傳統的方式盤點各國的減緩責任將有失公平，進而對後續的落實和審查形成障礙，使得目前配合協作的國家態度轉向，對各國的合作意願以及巴黎協定氣候目標的實現產生不利影響。

## 第五章 巴黎協定下氣候承諾的公平性

本章探討在巴黎協定的框架下，各國自主提出的減緩承諾是否反映了責任分擔的公平性，將分為兩部分進行討論。第一部分探究全球氣候目標的公平性，解析跨集群之間與集群內部之間在應對氣候變化議題上的責任和能力與其所制定的減緩目標之間的差距，藉以評析各國減緩企圖的適當性，並利用複迴歸分析檢驗主成份與減緩目標之間的關聯性，討論公平原則對各國氣候承諾的影響；第二部分為台灣氣候目標的公平性探討，以台灣所在的國家群集作為基準，評估台灣氣候目標的企圖心，再進一步挑選與台灣各項條件最為相似的個案，討論彼此之間減緩貢獻的分歧，作為未來目標更新的參考，以期與國際共同營造更為平等、永續的合作環境。

### 第一節 全球氣候承諾的公平性

本節首先將探究不同集群之間在公平性指標上的特徵分布，釐清各集群在應對氣候變化議題上的責任、能力和安全條件，接著再與其所制定的減緩目標進行比較，討論各集群的企圖心是否與其應付出的努力相符。接續利用複迴歸分析檢驗主成份與減緩目標之間的關聯強度與關聯方向，解析責任分擔的公平原則對於各國自主提出的減緩目標的影響。最後聚焦到國家集群內部，識別與集群成員目標落差最大的國家，進而評估各國對於巴黎協定的合作傾向。

#### 壹、國家集群之間的減緩企圖

在上章節主成份分析當中，提取出前兩項最重要的主成份作為國家分群的標準，第一主成份為共同但有區別責任和各自能力，第二主成份為應對災害風險的安全條件，包括了天然的地理因素和後天的減災能力，這兩項主成份分別為各國

提供減緩和調適方面的基礎。共同但有區別責任和各自能力原則是全球氣候治理機制的核心共識，過去的氣候談判和條約皆以此為基礎解釋各國當前的責任、建構未來的義務，巴黎協定也將其納入條約的前言當中。由於本論文主要討論的是減緩目標的企圖心和公平性，因此在評估各集群間減量目標的適當性時將以共同但有區別責任和各自能力指標作為比較的依據。

下圖 12 左半邊以箱型圖表示六個國家集群在共同但有區別責任和各自能力指標上的摘要特徵，右半邊為扣除極端值後，各集群自主提出的減緩目標在程度上的分布。接下來將綜合減緩能力和實際目標的制定，討論各集群間氣候承諾的企圖心。

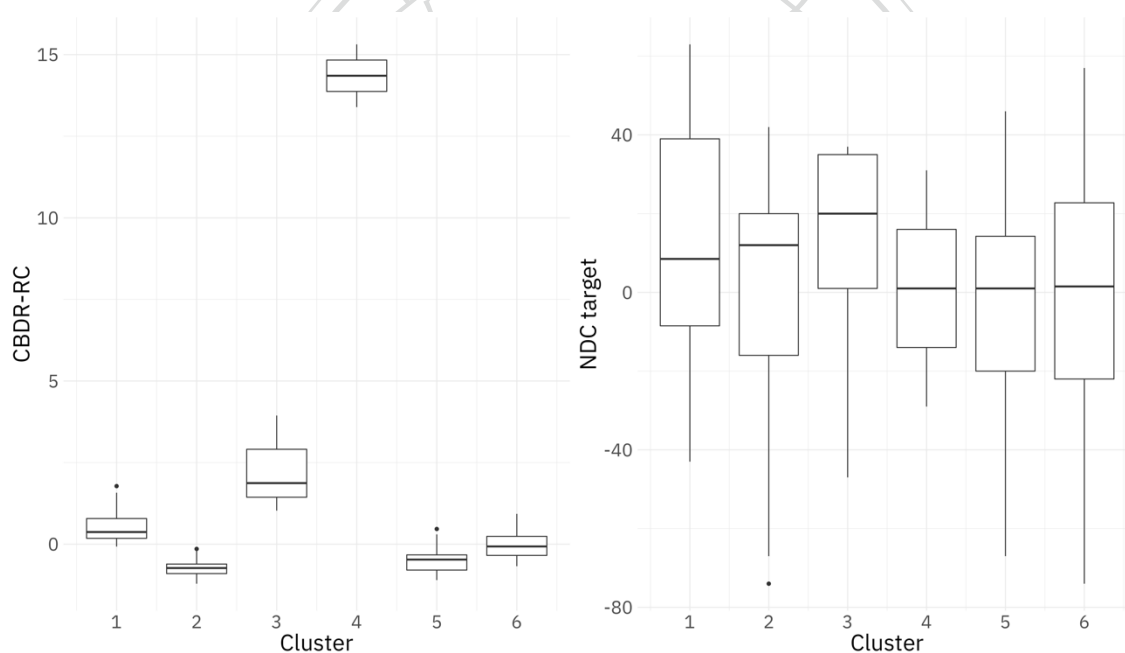


圖 12 各集群減緩能力與目標制定的摘要特徵

資料來源：作者自繪

首先以責任分擔的公平性來觀察，集群四（兩國集團）應負有最大的減緩義務，其次為集群三（溫室氣體排放大國），接續為集群一（能源礦產國）、集群六（中高發展和中低風險國家）、集群五（中低發展和中高風險國家），最後是排放水準低卻處於第一線承受氣候變化衝擊的集群二（高風險國家）。然而，以集群中位數為基準，實際上制定的減量程度最大的是集群三（溫室氣體排放大

國)、其次為集群二(高風險國家)和集群一(能源礦產國),最後是集群四(兩國集團)、集群六(中高發展和中低風險國家)和集群五(中低發展和中高風險國家)。

從排序和目標的分布範圍來看很顯然有些排放責任和經濟能力高的國家自主制定的目標與其本應付出的減緩努力不相符,特別是擁有巨額排放和總體經濟能力的集群四(兩國集團)國家,制定的目標範圍竟然與多數 LDCs 和發展中國家相去無幾。其中,中國的減緩目標為負數,代表到了 2030 年溫室氣體排放量不減反增。需說明的是,第一主成份指標的因素占比最大的為歷史排放量、當前排放量和國內生產毛額三項因素,而中國向來以歷史排放量和人均排放量作為拒絕承諾的原因,認為已開發國家應承擔更多的責任。但是事實上若完全依照中國的論述單獨以這兩項指標來評斷,其減緩目標的企圖心也是遠遠不足。其一,歷史排放量不單只是過去一段時間內的排放量,而是隨著時間推移不斷變動的結果。若繼續發展下去,一些目前歷史累積排放量較低的國家很有可能會超過目前歷史排放責任較高的國家,因此責任分擔的框架必須能動態的反映不斷變化的現實(Höhne, N., & Blok, K., 2005)。而中國近二十年來的累積排放量已經躍升為全球第二,成為僅次於美國的排放責任大國,因此以歷史排放量作為反駁似乎已有些不合時宜;其二,中國擁有超過十四億人口,要求每人獲得平等的排放權也是平等原則的依據之一。然而中國的人均排放量在全球 178 個國家當中排名第 41 位,超過所有集群五的國家(中低發展和中高風險國家)以及一半以上集群六的國家(中高發展和中低風險國家),相比之下中國的減緩承諾卻少於上述兩集群三分之二以上的國家,由此可知中國無論依據何種主張皆未達到公平原則的標準。至於美國更是難辭其咎,以各項條件來說美國的減緩目標應不只如此,目標的企圖心甚至少於一些條件落後的國家,若依照目前的發展實在很難說服其他國家作出更多的承諾,可能對於國際間氣候治理與合作的信心造成損害。如同先前



所述，中國和美國為全球最有影響力的國家，兩者溫室氣體排放量的總和將近全球總合的一半，除非兩國願意配合及領導，全球氣候升溫的後果將不可逆轉。

以整個集群為單位，如果說集群四（兩國集團）為表現最差、最不符合公平原則的國家，集群二（高風險國家）就是表現最好的族群。集群二大多數的組成來自 LDCs 成員，具有最低的排放貢獻以及最差的經濟能力，仍有半數以上的國家做出減緩承諾，而且減緩企圖的中位數在集群間排名第二，有望扮演增加他國合作信心的角色，促進其他族群減緩負擔的提升。集群二的企圖心很有可能來自於面臨極端氣候事件的急迫性，特別是一些對於自然災害抵抗力最低的小島嶼發展中國家（Small Island Developing States, SIDS），包括萬那杜、密克羅尼西亞和索羅門群島，本身排放量已經屬於全球最低，卻做出了更多的減緩承諾。這反映了一個基本道理，比起經濟發展，生存與安全才是首要目的。維持地球運作的生存系統是一體的，隨著全球暖化的持續增溫，超過系統可負荷的臨界點後將無法挽回，屆時將引發一系列的氣候災難，沒有一國能夠獨善其身。因此即使各國目前並未面臨生存危機，需提早採取更強烈的政策措施，才有機會避免最糟糕的後果。

根據 Future Earth 的科學報告，即使是目前巴黎協定共識的攝氏 2 度目標仍然不足以抑制氣候變化的衝擊，需立刻將全球溫室氣體排放量減半，將全球氣溫升幅控制在攝氏 1.5 度的範圍之內，才能阻止地球系統惡化成溫室地球

（Hothouse Earth）的狀態。以減緩目標的絕對數量來看，先不論是否符合公平標準，全球有超過四成的國家並未做出減緩承諾，排放量反而還會持續上升，這將使原本就極為困難的目標更加難以達成，尤其是一些條件較好的國家集群持消極態度，可能會使原本就不多的親社會傾向國家改變其合作意願。

另一方面，關於應對災害損失的調適能力（參見第四章的圖 8），能夠最小化氣候變化風險危害程度的國家為集群一（能源礦產國）和集群六（中高發展和中低風險國家），接續為集群三（溫室氣體排放大國）和集群五（中低發展和中

高風險國家），最後是受到氣候衝擊最大的為集群二（高風險國家）和集群四（兩國集團）。各國暴露於氣候變化的風險程度不一，有些國家受到天然條件的影響，災害的易感性較大。另一些國家則是受到社會條件的影響，例如結構性的貧窮和不平等使得某些族群的脆弱性特別高。集群五、集群二和集群四的國家受到災害的衝擊程度較嚴重，分別肇因於不同的因素，應各自針對較脆弱的層面和問題開展相應的調適行動，以降低氣候災害的負面影響。

集群五（中低發展和中高風險國家）和集群二（高風險國家）共同面對的限制就是國內的貧窮和不平等問題。當面對氣候變遷時，受害最大的必然是社會中的弱勢族群。不同性別、族群面對災害風險的脆弱性不同，這是因為脆弱性除了本身地理條件因素之外，也會受到經濟、政治、文化等不同社會因素所影響。當同樣暴露在災害風險下，不同群體取決於所處的社會文化特徵，受到氣候變化的衝擊程度也不同，而女性、貧窮人口和原住民等弱勢族群遭受到的影響尤為嚴重。舉例來說，2008年緬甸的納吉斯風災造成的死亡人數中有六成為女性、2004年的南亞海嘯則超過七成、1991年的孟加拉風災更有超過九成的罹難者為女性（UNDP, 2017）。在許多地區，女性大多從事農業和無償家務勞動，因此相對貧窮且時常居住在鄰近天然資源的高風險地區，識字率偏低也限制了其獲取預警資訊和災害應對能力。這些後天的社會不平等導致了氣候災害風險的分化，而全球暖化和極端氣候事件也會反過來加深社會不平等問題。例如許多貧窮國家的產業結構依賴於氣候敏感的一級產業，降水模式的改變可能會嚴重影響農業收入，使得貧窮國家的經濟受到重創。此外，作物的短缺也會導致糧食價格攀升，貧窮人口需要花費更多的所得在糧食上，這又加劇了原本就很危及的貧窮和營養不良的問題。世界銀行的報告顯示，到了2030年，氣候變化將導致貧窮人口上升至一億人次（Hallegatte, S. et al., 2015），因此政府在制定氣候政策時，需將國內的扶貧政策以及公平、公正和正義等議題一併考慮在內，將多軌政策議程互相協調一致，才能有助於解決氣候問題的根本、有效降低氣候災害的衝擊。若能改善國內

之間的不平等情況，未來將能增加弱勢族群面對氣候變遷的調適能力、大幅減少災害傷亡人數和損失。

集群四（兩國集團）則是受到都市化問題的影響，導致其大部分的人口、維生基礎設施、服務和資源等各項資產皆暴露在災害風險之下。事實上，大約有 80% 的美國人口生活在城市地區，一旦發生氣候災害，受到的損害程度和影響到的人口將比農村和郊區更為嚴重。城市的居民和基礎設施對氣候變化的敏感性也特別高。例如，城市的熱島效應（urban heat island）可能會放大熱浪的危害程度，由於綠地減少、摩天大樓林立，使得城市調節氣溫的能力下降，再加上交通和空調設備大量排放廢氣，導致城市的氣溫高於附近的郊區。研究顯示，到本世紀末，人口最多的前 25% 城市氣溫會上升超過攝氏 7 度，而前 5% 的城市恐會上升超過攝氏 8 度，將會對城市居民的健康和經濟收入產生不良的影響，一些城市可能會損失高達其國民生產毛額的 10.9%，也會影響到能源、空氣和水質的使用成本。<sup>17</sup> 另外，人口過度集中單一都會區也對環境巨大造成壓力，城市毫無疑問是溫室氣體的主要排放者，儘管城市僅佔了地球表面的 1%，排放貢獻佔所有溫室氣體排放量的 70% 以上，其中以交通和工業生產為主要排放來源（Seto et al., 2014）。近年來中國的都市化發展快速、規模龐大，排除掉香港，以廣州、佛山、深圳及東莞組成的珠三角都會區人口數達 4200 萬人，已超越日本東京，成為全世界規模最大的都會區（Deuskar, C., Baker, J. L., & Mason, D., 2015）。聯合國也預測，2050 年全球都市人口比例將達到 70%，也就是會有將近 63 億人口集中在主要城市（UN, 2010），因此城市治理課題將愈來愈重要。

## 貳、公平原則對於全球氣候承諾的影響

在了解國家集群之間在責任分擔框架下擁有的負擔能力與自主提出的減緩目標之間的差距後，接下來將利用複回歸模型測試公平性解釋變數與各國減緩目標

---

<sup>17</sup> Climate change could make cities 8C hotter – scientists.  
<https://www.theguardian.com/environment/2017/may/30/climate-change-could-make-cities-8c-hotter-scientists>, 2020/6/11

的關係，以確定有哪些變數對其具有顯著影響，藉此釐清當前各國減緩貢獻是否反映出公平原則的作用。

## 一、待測假設

在上一章節的主成份分析當中，本研究將責任分擔框架下的公平性指標轉換為能夠最大化區別各國特徵的主成份，其中能夠體現巴黎協定中公平原則精神的特徵為前四項主成份：第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）包含了責任和能力的概念；第二主成份（災害風險的安全條件）和第三主成份（後天致災風險）反映了能力和脆弱性的內涵；第四主成份（高效率的低碳技術能力）則與能力要素相符。而第五主成份（耗能及高排放產業的依賴程度）和第六主成份（工業化程度）的意涵比較接近對於特定國家狀態的描述，與公平的責任分擔較無相關性，因此不包含在後續的迴歸分析當中。

本研究採用四項主成份作為各國減緩目標公平性的解釋變數，倘若目前各國自主提出的減緩承諾符合公平的責任分擔，應該要能夠驗證下列假設：

假設一：在其他條件不變的情況下，第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）對於各國的減緩目標具有正向的影響。

假設二：在其他條件不變的情況下，第二主成份（災害風險的安全條件）對於各國的減緩目標具有正向的影響。

假設三：在其他條件不變的情況下，第三主成份（後天致災風險）對於各國的減緩目標具有負向的影響。

假設四：在其他條件不變的情況下，第四主成份（高效率的低碳技術能力）對於各國的減緩目標具有正向的影響。

## 二、實證結果

下表 2 呈現了公平原則與全球減緩目標迴歸分析的結果，顯示了只有第二主成份對於各國的氣候承諾數量具有顯著的正向影響。表示在實際決策過程當中，公平原則很少對各國減緩承諾的制定產生影響，排放責任愈高的國家並不會因此

負擔更多的減緩目標。不過在控制其他自變數的情況下，各國應對災害風險的安全條件每提升一單位，會增強 9.076 個單位的減緩目標。也就是說，一國社會的發展程度愈高、人均排放量愈高，且受到天然災害的衝擊愈低，傾向制定更高企圖心的減緩目標。因而有理由相信，規範性準則以及親社會行為的確存在於國際氣候治理機制中，雖然最核心的共同但有區別責任與各自能力原則似乎沒有發揮應有的作用，但是一些社會發展程度和人均碳排放量較高的國家，儘管本身並沒有面臨氣候災害風險的急迫性，仍然願意主動承擔較多的減緩義務。

表 2 公平原則與全球減緩目標的迴歸分析結果

依變數:	
各國國家自主減量貢獻的減緩目標	
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	3.334 (3.305)
第二主成份（災害風險的安全條件）	9.076** (4.589)
第三主成份（後天致災風險）	-5.268 (6.011)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	6.703 (9.717)
常數項	-8.938 (5.712)
觀察值數目	178
R <sup>2</sup>	0.034
Adjusted R <sup>2</sup>	0.012
Residual Std. Error	76.210 (df = 173)
F Statistic	1.543 (df = 4; 173)

Note:

\* \*\* \*\*\* p<0.01

然而，社會偏好的研究強調國際間的合作關係依賴於平行利益，由於國家的本質永遠是利己主義的理性行為者，親社會行為並非由完全的道德感所驅動，若在互動關係中充斥著更多親自我傾向的國家，隨著時間推移，親社會傾向的國家會懲罰性地改變原本的行為偏好，選擇以更多的親自我行為作為反擊。因此，各國對於巴黎協定的態度取向對於未來目標的實現以及長期穩定的合作具有深遠的影響。接下來將焦點拉近到國家集群內部，更進一步檢視在條件相似的族群當中，公平性對於各國制定減緩目標的影響，並且指出減緩分擔落差最大的國家，以解析集群內部成員的合作偏好，為增強全球環境治理機制的有效性提供策略方向。而由於集群四僅包含中、美兩個排放大國，上段也已經討論過其自主提出的減緩目標與公平的責任分擔並不相符，在接下來的段落將不再贅述。

## 參、國家集群內部的減緩企圖

### 一、 集群一：能源礦產國

集群一的迴歸分析結果顯示沒有任何主成份對其減緩目標具有顯著影響（下表 3），代表集群一國家減緩目標的制定並未隨著責任分擔的公平性而產生變化。集群一全體國家在第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）指標的數值高於所有國家的中位數和平均值，表示其對於解決溫室氣體排放問題應負有較大的責任，任何未做出減緩承諾甚至增加排放貢獻的國家都屬於負擔未達標準的成員，包括新加坡、巴林、千里達及托巴哥、汶萊、沙烏地阿拉伯和卡達。

集群一減緩目標的中位數為 2030 年時減少相較於 2010 年水準 8.5% 的人均排放量，平均數為 13.69%。加拿大擁有與集群成員相比最高的責任和能力，實際目標卻低於中間值，預計將在 2030 年時減少相對於 2010 年水準 8% 的排放量，其減緩企圖無疑與其所應付出的努力並不相稱。另外，阿拉伯聯合大公國和科威特同樣擁有較大的責任和能力，自願負擔的減緩程度也低於其他成員，預計將在 2030 年時分別減少相對於 2010 年水準 9% 和 2% 的排放量。而冰島身為集群中排放責任最低、受到災害衝擊影響最低的成員，實際減緩目標卻最具有企圖心，預

計將在 2030 年時減少 2010 年排放水準的 63%，減緩程度全球排名第二，在集群中對於氣候治理機制的參與度和配合度最高。

表 3 集群一迴歸分析結果

	依變數: 各國國家自主減量貢獻的減緩目標
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	-16.998 (21.460)
第二主成份（災害風險的安全條件）	17.783 (19.627)
第三主成份（後天致災風險）	-32.553 (19.490)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	18.234 (15.965)
常數項	-0.945 (43.913)
觀察值數目	16
R <sup>2</sup>	0.338
Adjusted R <sup>2</sup>	0.097
Residual Std. Error	28.728 (df = 11)
F Statistic	1.403 (df = 4; 11)

Note:

\*\*\* p < 0.01

## 二、 集群二：高風險國家

下表 4 的迴歸分析結果顯示集群二國家的減緩目標與責任分擔的公平性指標之間沒有顯著關聯性，表示在群內擁有愈大責任、能力的國家並沒有制定更高的減緩承諾。然而集群二由一些脆弱性最高的 LDCs 國家和發展中國家組成，所有國家的排放責任和經濟能力皆為負數，而且受到災害風險的威脅程度最大，本身

對於災害衝擊的敏感性特別高，也缺乏減災處理能力。在劃分減緩責任的主張當中，由於環境與社會、經濟發展之間具有高度的相互依存性，為了維護貧窮國家滿足基本生存權利的需要，一些最貧窮、遭受災害衝擊最大的國家得以暫時豁免於減緩義務，使其發展權不至於受到應對氣候變化的損害。而集群二國家身為最脆弱的成員，仍有一半以上的國家做出減緩承諾，包括馬達加斯加、所羅門群島、甘比亞、坦尚尼亞、密克羅尼西亞、獅子山、萬那杜、柬埔寨、寮國、中非、菲律賓、南蘇丹、蘇丹、馬拉威、尼日、馬利、查德、莫三比克、尼泊爾、衣索比亞、巴基斯坦、盧安達、緬甸、葉門、幾內亞比索、茅利塔尼亞、厄利垂亞和阿富汗。集群中位數的減緩目標為 2030 年時人均排放量減少相較於 2010 年排放水準的 10%，平均來說則是會上升 19.2%，這樣的結果將對氣候治理的合作具有促進作用，如果連多數的集群二國家都能夠犧牲其發展的權利，其他具有高額排放貢獻和應對能力的已開發國家以及相對而言條件較好的發展中國家則更沒有理由推託減緩責任。

由於集群二國家的溫室氣體排放量較低，政策重點多集中於調適層面。不過其實減緩行動亦有助於增加其應對氣候變化的韌性，例如發展再生能源可以降低對化石燃料的依賴性、減少石油進口支出並增加能源安全。因此儘管集群二的多數國家很大程度上符合免除減緩責任的條件，減緩措施對於降低災害損失也相當重要。集群中有三個國家的減緩目標與其他成員差距懸殊，分別為蒲隆地、辛巴威和布吉納法索，到了 2030 年，人均排放量將分別上升相較於 2010 年排放水準的 709%、110%和 100%。雖然這些國家的排放量已經屬於全球最低的水準，為了未來的經濟和社會發展，排放量的提升將無可避免，仍然可以透過跨國合作的方式，獲取所需的資金和技術以降低排放量的升幅，將災害風險的衝擊降到最低。



表 4 集群二迴歸分析結果

	依變數: 各國國家自主減量貢獻的減緩目標
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	-0.657 (286.476)
第二主成份（災害風險的安全條件）	-69.023 (350.740)
第三主成份（後天致災風險）	3.992 (88.444)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	126.724 (370.245)
常數項	-52.184 (277.955)
觀察值數目	44
R <sup>2</sup>	0.014
Adjusted R <sup>2</sup>	-0.087
Residual Std. Error	117.147 (df = 39)
F Statistic	0.141 (df = 4; 39)
Note:	* ** *** p<0.01

### 三、 集群三：溫室氣體排放大國

下表 5 為集群三的迴歸分析結果，可以看出除了第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）外，其他三項主成份對於集群三國家的減緩目標都具有顯著影響，可以觀察到公平原則的作用。對減緩目標具有正向影響的變數為第二主成份（應對災害風險的安全條件）和第四主成份（高效率的低碳技術能力）；而具有負向影響的變數為第三主成份（後天致災風險）。分析結果顯示，在其他因素不變的情況下，每增加一單位應對災害風險的安全條件指標（人類發展指數愈

高、氣候風險指數愈高），減緩目標會提升 14.344 單位；每增加一單位高效率的低碳技術能力指標（人類發展指數愈高、人均排放量愈低），減緩目標會提升 41.526 單位；而每增加一單位的後天致災風險指標（人類發展指數愈低、氣候風險指數愈高），減緩目標將減少 24.918 單位。由此可知，能夠有效因應氣候災害的能力很有可能是影響各國減緩企圖最重要的驅動因素。

表 5 集群三迴歸分析結果

依變數:	
各國國家自主減量貢獻的減緩目標	
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	1.444 (2.277)
第二主成份（災害風險的安全條件）	14.344*** (2.857)
第三主成份（後天致災風險）	-24.918*** (4.360)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	41.526*** (5.802)
常數項	-17.975* (7.414)
觀察值數目	9
R <sup>2</sup>	0.982
Adjusted R <sup>2</sup>	0.965
Residual Std. Error	5.731 (df = 4)
F Statistic	55.538*** (df = 4; 4)

Note:

\* \*\* \*\*\* p<0.01

集群三國家是除了中美兩國以外，碳排放量最高、經濟能力最好的國家，成員皆為全球最重要的經濟體，理應負擔較大的減緩責任。但整體的減緩目標與其

他集群相比並未高出許多，集群中位數的減緩目標為在 2030 年時減少相對於 2010 年排放水準的 20%，平均減緩目標為 10%。尤其俄羅斯身為當前全球第四大排放國、近二十年來的歷史累積排放第三大國，且人均排放量也位居世界前列，卻未能做出適當的減緩貢獻。俄羅斯的氣候目標僅具象徵性的意義，不需要減少當前的排放量，也不需要採取長期的減緩策略就可以達成。根據俄羅斯的國家自主減量貢獻，將在 2030 年前減少相較於 1990 年排放水準的 25-30%，但其實自從 1991 年蘇聯解體以來，俄羅斯的排放量就一直低於此目標，且近年來維持穩定的線性成長。依照此趨勢，到了 2030 年俄羅斯的人均排放量不但未能減少，相較於 2010 年水準還會上升 31%。因此許多環保團體都批評俄羅斯的氣候政策，認為若所有國家都效仿俄羅斯的表現，全球暖化將上升超過攝氏 4 度，為地球帶來災難性的後果。<sup>18</sup>

#### 四、 集群五：中低發展和中高風險國家

下表 6 的迴歸分析結果顯示集群五國家的減緩目標與責任分擔的公平原則無顯著相關性，意即集群內國家減緩承諾的制定無法反映公平性。集群五國家主要為發展中國家和一些相較於集群二（高風險國家）風險程度較低的 LDCs 成員，因此整體來說對於解決溫室氣體問題的排放責任和經濟能力較低。考量到一些最貧窮國家的發展權利，若撇除 12 位 LDCs 成員，剩下的 36 個國家當中僅有 23 個成員做出減緩承諾，且減緩程度也少於集群三國家，集群成員的中位數為 2030 年時降低到 2010 年的水準，平均值則是會上升 19.08%，相較於集群二成員的處境，集群五還有許多可以進步的空間。由於其排放量本就屬於全球較低的水準，為了顧及社會發展，未來碳排放量或多或少會有所提升，儘管如此，仍有三個國家預期上升的幅度處於集群極端值，分別為巴拉圭、喬治亞和喀麥隆，預計將在 2030 年時上升相較於 2010 年水準的 559%、198%和 94%的人均排放量，遠超過

<sup>18</sup> Is Russia Finally Waking Up to Climate Change? <https://www.themoscowtimes.com/2020/03/04/is-russia-finally-waking-up-to-climate-change-a69517>. 2020/6/17

其他成員增幅範圍。另一方面，多米尼克的減緩目標則遠高於集群制定的目標範圍，將在 2030 年時達成相較於 2010 年水準減少 73% 的人均排放量，為全球減緩程度最大的國家。

表 6 集群五迴歸分析結果

	依變數:
	各國國家自主減量貢獻的減緩目標
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	30.766 (78.769)
第二主成份（災害風險的安全條件）	101.097 (91.973)
第三主成份（後天致災風險）	12.653 (24.674)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	-113.724 (105.782)
常數項	56.162 (63.112)
觀察值數目	48
R <sup>2</sup>	0.037
Adjusted R <sup>2</sup>	-0.052
Residual Std. Error	92.598 (df = 43)
F Statistic	0.415 (df = 4; 43)

Note:

\* \*\* p\*\*\* p<0.01

## 五、 集群六：中高發展和中低風險國家

透過下表 7 的迴歸分析結果發現，有兩項主成份對集群六國家的減緩承諾有顯著影響，並且這兩項指標都與應對氣候變化的能力建置相關。其中，第二主成份（應對災害風險的安全條件）與減緩目標之間存在正向關聯，在其他條件不變

的情況下，安全條件每提高一單位，氣候承諾則多增加 31.086 單位；而第三主成份（後天致災風險）與減緩目標則具有負向關聯性，在其他條件不變的情況下，後天致災風險每提高一單位，氣候承諾則減 13.547 單位。後天致災風險愈高，表示雖然一國的人類發展指數較低，但氣候風險指數較高，一方面本身並無面對自然災害的急迫性，缺乏減緩的動機，另一方面應對氣候變化的技術和資源較少，缺乏消弭氣候威脅的能力，因此對於減緩目標有負向的影響。

表 7 集群六迴歸分析結果

	依變數: 各國國家自主減量貢獻的減緩目標
第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）	18.844 (13.417)
第二主成份（災害風險的安全條件）	31.086*** (9.369)
第三主成份（後天致災風險）	-13.547** (6.436)
第四主成份（高效率的低碳技術能力）	11.414 (11.118)
常數項	-28.844*** (7.652)
觀察值數目	59
R <sup>2</sup>	0.350
Adjusted R <sup>2</sup>	0.302
Residual Std. Error	28.635 (df = 54)
F Statistic	7.272*** (df = 4; 54)

Note:

\* \*\* \*\*\* p<0.01

集群六成員為發展中國家和已開發國家，無論是排放責任、經濟能力和安全條件都高於集群五（中低發展和中高風險國家），其自主制定的目標範圍卻與集群五相去無幾，成員目標的中位數訂在 2030 時減少相較於 2010 年水準 1% 的人均排放量，平均值則是會上升 2.39%。其中亞美尼亞的減緩目標為集群的極端值，預期將在 2030 年時提升相較於 2010 年水準 127% 的人均排放量，遠遠超過其他成員的排放程度。雖然亞美尼亞在集群六中屬於第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）數值較低的國家，但其他具有更低數值的成員增幅也未如此巨大，例如加彭和蘇利南，估計在 2030 年分別增加相較於 2010 年水準 26% 和 32% 的人均排放量，波札那更是作出相較於 2010 年水準減少 38% 的排放貢獻。另外，一些第一主成份數值較高但卻未做出減緩承諾的國家也不符合公平責任分擔的標準，包括土耳其、烏克蘭、馬來西亞、伊朗、委內瑞拉和葡萄牙，分別將在 2030 年上升相較於 2010 年排放水準的 74%、64%、30%、22%、9% 和 4%。特別是土耳其的減緩目標嚴重不足，由於其主要依賴化石能源，在溫室氣體排放和能源效率表現非常差，按照目前的趨勢其整體溫室氣體排放量將增加一倍，將嚴重損害全球的減緩成果。儘管土耳其能夠輕易實現其寬鬆的減緩目標，目前仍然未批准巴黎協定，對於氣候治理機制的配合度非常低。

## 第二節 台灣氣候承諾的公平性

在討論完各國家集群對於巴黎協定的實踐趨勢的實然面與應然面之後，本研究將進入台灣減緩目標的公平性分析。首先以集群分析的結果為基礎，探究台灣自主提出的減緩目標在與其條件相似的集群之表現，接著再進一步挑選與台灣各項條件最為相似的個案，討論彼此之間減緩企圖的差距，最後再針對台灣未來的氣候行動提出相關建議。

### 壹、集群中減緩目標的公平性

根據第四章的集群分析結果，台灣在共同但有區別責任和各自能力原則和應對災害風險的安全條件指標上與集群六（中高發展和中低風險國家）相類似，同樣面對一定程度的天然災害威脅，但可以透過有系統的組織、良好的技能和資源來解決和管理氣候變化的不利影響，有效降低災害的風險程度。在 59 個成員當中，台灣的排放責任和經濟能力屬於領先地位，當前排放量和歷史累積排放量排名第八、人均排放量排名第二、國民生產毛額排名第九，綜合計算後的指標為 0.73，在集群中排名第四。然而台灣的減緩目標企圖心卻小於集群前 25% 的國家，顯然與其所應負擔的份額相比減緩程度不足。更具體地說，台灣的氣候目標是預計將在 2030 年減少相較於 2010 年水準 21% 的人均排放量，在集群當中另有兩位與台灣減緩程度相同的成員，分別為斯洛伐克和巴貝多。下圖 13 為集群六在前兩項主成份指標上的分布位置，可以清楚看出斯洛伐克和巴貝多在第一主成份指標上與台灣的差距（紅色圈選處），上述兩國的責任和能力皆屬於集群的後段，而台灣身為集群前列的「大國」，減緩程度應大於貢獻能力較小的國家，帶頭制定積極的減緩目標，才能避免更多親自我傾向的國家出現，否則將使原本就難以達成的氣候目標變得更加困難。

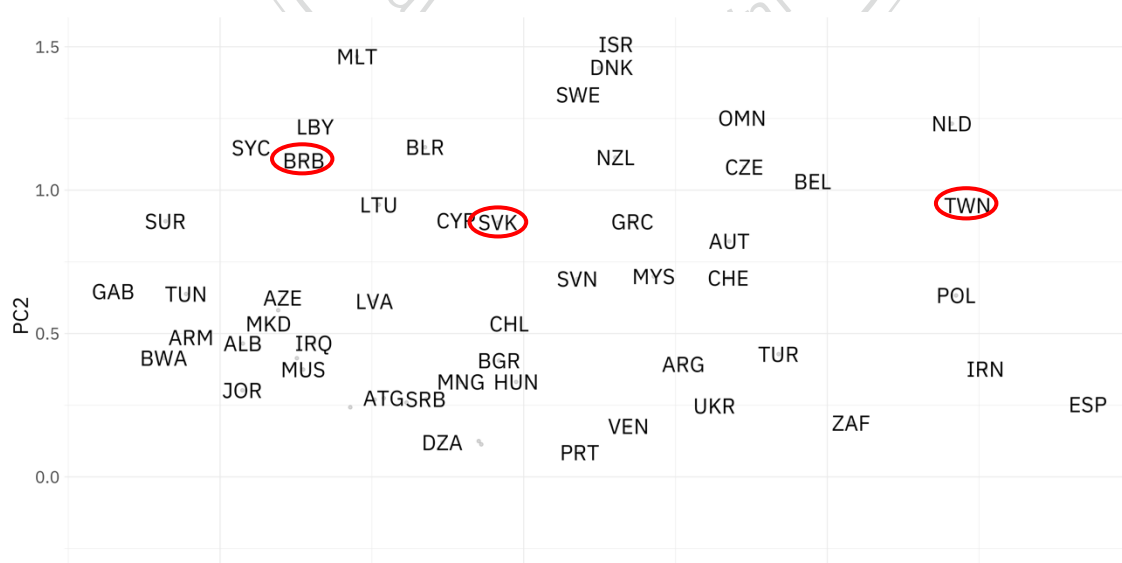


圖 13 集群六成員在前兩項主成份組成的平面分布圖

資料來源：作者自繪

除了公平的分擔依據，台灣本身屬於海島型氣候，受到災害的衝擊較大，且氣候風險指數在集群中排名倒數第六，與成員相比暴露在自然災害的風險較高。雖然政府透過預期的風險管理和後續的損害控制提高氣候風險指數的平均值（54.17），但在 2016 年時曾經一度驟降到 18.50，受到氣候災害衝擊的經濟損失和人員傷亡程度全球排名第七，主要是由於一月份的罕見低溫造成 85 人死亡，再加上夏季連續受到 6 次颱風的侵襲，其中莫蘭迪颱風更是對台灣的經濟造成重創，農作損失嚴重以及 100 多萬戶家庭受到停水停電的影響。由此可知，台灣的先天條件導致其處於天然災害的威脅之下，而且對於極端氣候事件的易感性較大，一旦全球暖化的升幅超過地球系統可負荷的閾值，極端氣候事件發生的頻率與強度將不斷增加，屆時將為台灣帶來難以估計的傷亡損失。因此溫室氣體的減緩對台灣的人類健康、生活條件和自然生態大有裨益，若能成功將溫度升幅控制在攝氏 1.5 度的目標之內，將能大幅降低台灣的災害風險。無論是基於國際社會的義務，或是出於自我利益的考量，台灣都應大規模地提升減緩企圖心，展現參與減緩機制與合作的誠意，以促進責任分擔的公平性。

## 貳、相似個案之比較

至於減緩目標應具體提升到什麼程度才符合公平性則沒有明確的標準，不過可以藉由參考其他與台灣條件相似的國家的減緩貢獻，來理解台灣減緩目標的適當座落範圍。為了確定在公平的分擔框架下與台灣處境類似的國家，本研究計算各國在前兩項主成份組成的二維空間中與台灣的最小距離，可以從下圖 14 的平面分布圖看出，與台灣最接近的國家為比利時、荷蘭和波蘭（藍色圈選處），歐式距離分別為 0.27、0.29 和 0.31。

首先，實際上依據公平原則考量減緩目標的分擔，與台灣條件最為相似的國家為比利時。以第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）來說，台灣與比利時投影於平面上的位置有一段差距，歸因於台灣當前排放量和歷史累積排放量的大幅超前，不過由於整體經濟與社會發展程度相近，尤其是第二主成份（應



對災害風險的安全條件)上的數值,使得綜合因素計算後距離最小的國家。比利時的減緩目標在集群間排名第六,預計將在 2030 年減少相較於 2010 年水準 37% 的人均排放量。由於台灣在應對氣候變化的能力上近似於比利時的水準,而排放責任則大於比利時,因此擔負的減緩程度也應至少提高到此目標,甚至應該要超越比利時,才能符合公平的基準。

其次是荷蘭,在共同但有區別責任和各自能力原則指標上與台灣相仿但數值略低一些。放大檢視個別組成因素後發現,台灣無論是當前的排放量、近二十年累積的歷史排放量以及人均排放量都大於荷蘭,而在解決氣候議題的能力方面則小於荷蘭,再加上荷蘭受到天然災害衝擊的程度也較小,因此在安全條件上處於較高的位置。而荷蘭的氣候目標在成員中排名第三,預期在 2030 年時降低其人均排放量至相對於 2010 年水準的 41%。依據第一主成份的指標,兩者應負擔的程度相當,可以作為台灣提升減緩企圖的參考。近年來荷蘭的氣候行動已取得不錯的成效,不但透過調整能源結構、發展再生能源的方式減少溫室氣體排放,還利用碳稅、歐盟的排放權交易等市場機制對綠色產業進行補貼,並且通過了全球最具野心的氣候法,其設定的目標高於歐盟:2050 年前減碳 95%與達成電力系統碳中和,將每五年更新氣候計畫,每年發布氣候與能源調查報告公開氣候政策落實進度。<sup>19</sup>荷蘭的政策除了能履行減排承諾,還提高了國內的能源安全,以及全球經濟競爭力,值得台灣借鏡。

最後是波蘭,單就第一主成份(共同但有區別責任和各自能力原則)的指標來看是與台灣最為相似的國家,但是在第二主成份(應對災害風險的安全條件)上低於台灣。由於波蘭的氣候風險指數高於台灣,代表受到天然災害的衝擊較小,因此造成其安全條件較差的主要因素是源於應對能力上的差異。在自願減緩的目標方面,波蘭預計將在 2030 年減少相較於 2010 年水準 23% 的人均排放量。依據責任分擔下的公平原則,台灣在前兩項主成份的表現都較高,沒有理由減緩

---

<sup>19</sup> 能源知識庫。[https://km.twenergy.org.tw/Data/db\\_more?id=3594](https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=3594), 2020/6/19

的程度低於波蘭，況且事實上波蘭的氣候政策一直環保團體所被批評，包括缺乏長期氣候策略，以及對於煤炭的高度依賴。波蘭的能源結構和經濟重心極度依賴煤炭，增加了能源轉型的困難，也對空氣品質造成嚴重的影響。在歐洲空氣品質最差的 50 個城市當中，有 33 個城市就來自於波蘭。雖然大多數歐洲國家都制定了強有力的減排目標，但波蘭近年來卻有所退縮。2015 年時，波蘭否決了京都議定書「多哈修正案」（Doha Amendment），導致歐盟成員國無法作為一個整體批准該條約，直到波蘭在 2018 年 3 月批准該議定書；歐盟執委會（European Commission）在 2019 年規劃提出的歐洲綠色新政，波蘭也選擇暫不加入；此外，由於交通部門排放量的快速上升，波蘭也是預計無法實現其歐盟目標的國家之一。<sup>20</sup>

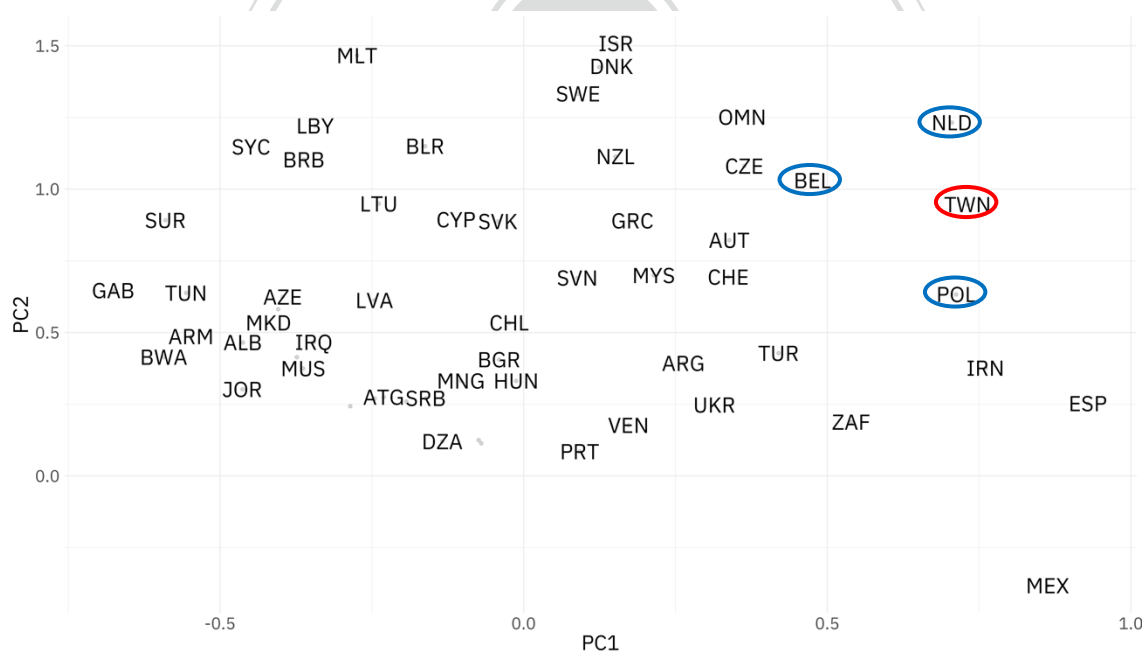


圖 14 與台灣條件最為相近的集群六成員  
資料來源：作者自繪

總結來說，依照責任分擔框架下的公平原則，台灣的自定預期貢獻目標不符合其所應負擔的標準，其所制定的減緩程度等同於其他排放責任和經濟能力較小的成員，而且都低於其他與台灣國情條件最為相近的國家。因此在下一版本更新

<sup>20</sup> Here's Poland's Recent History on Climate—and How They Can Steer the Future at COP24. <https://www.wri.org/blog/2018/12/heres-polands-recent-history-climate-and-how-they-can-steer-future-cop24>, 2020/6/19

時應積極提升其減緩企圖，以促進氣候治理機制的公平性，同時能降低極端氣候事件的威脅，對於台灣的經濟發展以及國際社會的參與都有所助益。

### 第三節 小結

本章節延續第四章的分析結果，利用降維過後彼此獨立具有代表性的主成份作為綜合考量公平性的新變數，藉以探討公平性與各國減緩目標之間的關聯性。研究分為兩部分，第一部分是全球氣候承諾的公平性分析，以國家為基本分析單位，討論跨集群之間與集群內部之間減緩承諾的企圖心，並利用複迴歸分析檢驗公平性指標與減緩目標之間的關係，探討各國減緩企圖是否與其所應付出的努力相稱。第二部分為台灣氣候承諾的公平性分析，藉由比較其他國情條件相似的集群成員所制定的氣候目標，作為未來政策更新的參考。

首先，在全球氣候承諾的公平性分析中，對照各集群在處理氣候變化議題上的責任、能力和安全條件與其所制定的減緩目標後發現，許多國家的目標與其本應付出的減緩努力並不相符，特別是擁有巨額排放責任和總體經濟能力的集群四（兩國集團）。出乎意料的是，溫室氣體排放量最低、最貧窮、受到災害衝擊最大的集群二（高風險國家）減緩目標範圍則大於多數國家，更有一半以上的國家出減緩承諾，這將對其他不願作進一步承諾的發展中國家產生促進作用。

接下來，在公平性指標與減緩目標的迴歸分析結果中顯示了只有第二主成份（應對災害風險的安全條件）對各國制定減緩目標具有顯著正向影響。進一步聚焦到各國家集群後發現，可以在集群三（溫室氣體排放大國）和集群六（中高發展和中低風險國家）的集群內部觀察到公平原則的作用。以集群三成員來說，共有三項主成份指標對其具有顯著影響。其中，第二主成份（應對災害風險的安全條件）和第四主成份（高效率的低碳技術能力）對於減緩目標具有正向影響，而第三主成份（後天致災風險）則對於目標具有負向影響。至於集群六成員，則在

第二主成份（應對災害風險的安全條件）和第三主成份（後天致災風險）的指標上反映出減緩目標的公平性。與前述集群三的結果相同，分別對集群六國家的減緩貢獻具有顯著的正向和負向影響。而這些指標恰與應對風險的能力建置有關，因此可以推論出擁有有效因應氣候災害的能力是影響各國減緩企圖的關鍵驅動因素。

最後，在討論完各國對於巴黎協定的實踐趨勢後，進入到台灣氣候承諾的公平性分析。與所在集群成員的表現相比，台灣的自定預期貢獻不符合其所應負擔的標準，且減緩程度相當於其他排放責任和經濟能力較小的成員。為了進一步說明台灣減緩貢獻的不足，本研究挑選了三個在公平的责任分擔框架下與台灣處境最為相似的國家作為比較的依據，分別為比利時、荷蘭和波蘭。比利時是與台灣綜合條件最接近的國家，在經濟能力和社會發展方面幾乎處於相同水準，在排放責任方面較小，制定的目標卻較大，因此台灣應該至少將減緩目標提升至比利時的水準，才符合應當擔負的程度。其次為荷蘭，在共同但有區別責任和各自能力指標上稍低於台灣，但在災害風險的安全條件表現較好，整體來說條件相差不遠，但荷蘭的減緩目標企圖心則遠遠超過台灣。第三個個案為波蘭，單就共同但有區別責任和各自能力指標上與台灣最為相近，但是其在災害風險的安全條件較差。儘管波蘭的減緩程度嚴重不足，目標和企圖心仍然高於台灣的預期減緩目標，由此可知台灣減緩企圖與公平責任分擔的差距。台灣在其所處的國家集群中各項條件皆名列前茅，未來氣候政策更新時，政府應積極帶頭制訂相應的減緩行動，並將荷蘭視為努力的榜樣。提升減緩努力不但能提升台灣在國際機制的參與程度，也能大幅減少災害風險的威脅，更重要的是，可以促進責任分擔的公平性與各國對於氣候議題合作的意願，如此才不會揮霍掉過去的減緩成果和通過巴黎協定的努力。

# 第六章 結論

## 第一節 主要研究發現

本論文以各國因應巴黎協定所提出的國家自主減量貢獻作為研究對象，探究各國制訂的溫室氣體減量目標與公平責任分擔的適切性，並比照國際基準評估台灣的減緩目標。除了過去依據單一指標的國家分類方式，本研究嘗試透過主成份分析和集群分析方法將各項條件相似的國家分為同一集群，並利用複迴歸分析檢驗公平原則對於減緩程度的影響。

### 壹、責任分擔框架下的公平性指標和國家集群分類

為了回答本論文的第一個研究問題「巴黎協定下各國自主提出氣候目標是否與其所應負擔的責任相符？」，本研究首先爬梳了國際氣候談判中關於責任分擔的公平性主張，利用主成份分析將責任、能力、平等和發展權的概念凝縮成具有代表性的主成份，作為國家分類的依據以及後續討論公平原則與氣候目標關聯性的新解釋變數。

第一主成份與氣候治理中的共同但有區別責任和各自能力原則相呼應，融合了歷史排放量、國內生產毛額、當前排放量、人類發展指數和人均排放量等指標，為劃分減排責任最重要的依據，也為減緩能力提供基礎；第二主成份與IPCC對於災害風險的定義一致，由人類發展指數、人均排放量和氣候風險指數所構成，一國的數值愈高則代表其面臨天然災害的風險程度愈低、後天的應對能力愈好，故將其定義為應對災害風險的安全條件；第三主成份指涉的是後天致災風險，主要組成因素為負向的人類發展指數和正向的氣候風險指數，數值愈高代表暴露在災害的風險程度較小但缺乏後續處理能力的情況，一旦發生極端氣候事

件，可能會擴大災害影響和損失；第四主成份含括了正向的人類發展指數和負向的人均排放量，反映了一國是否具有高效率的低碳技術能力。

接下來，本論文使用了前兩項最重要的主成份作為國家分類的區別性特徵，藉此比較責任擔負程度相當的國家彼此之間減緩承諾的企圖心，而這兩項指標分別反映了巴黎協定中的共同但有區別責任和各自能力原則和脆弱性的精神。本研究將全球分為能源礦產國（共 16 國）、高風險國家（共 44 國）、溫室氣體排放大國（共 9 國）、兩國集團（中國和美國）、中低發展和中高風險國家（共 48 國）以及中高發展和中低風險國家（共 59 國）等六個集群。

## 貳、跨集群之間氣候承諾的公平性

在了解責任分擔框架下的公平性指標和國家集群的分類後，進入到應然面向的分析。首先國家集群為單位，討論不同集群之間減緩目標的企圖心。比較的依據乃是以各集群在第一主成份上（共同但有區別責任與各自能力原則）的分布位置以及是否做出實際的減緩承諾作為評判標準。以第一主成份上的條件來觀察，集群四（兩國集團）應負有最大的減緩義務，其次為集群三（溫室氣體排放大國），接續為集群一（能源礦產國）、集群六（中高發展和中低風險國家）、集群五（中低發展和中高風險國家），最後是集群二（高風險國家）。然而實際上各國作出的減緩承諾並無法反映出其所應負擔的水準，特別是擁有巨額排放和總體經濟能力的集群四（兩國集團），目標竟然與多數 LDCs 和發展中國家的減緩程度相同，可能會引起部分國家對於公平性的質疑和不滿。反而是溫室氣體排放低、最貧窮和最脆弱的集群二（高風險國家），整體來說減緩目標的企圖心超乎預期，有許多國家做出實際的減緩承諾，扮演著促進各國減緩目標提升的親社會行為者角色。

本研究接續透過複回歸分析檢驗公平性指標與國家自主減量貢獻目標的關聯強度和關聯方向。分析結果顯示只有第二主成份（應對災害風險的安全條件）對於各國制定的減緩目標具有顯著的正向影響，表示一些社會發展程度和人均碳排

放量較高的國家，儘管本身並沒有面臨氣候災害風險的急迫性，仍然願意主動承擔較多的減緩義務，也為國家之間的親社會行為提供存在的證據。但是，其他公平性指標並未對減緩目標產生影響，連氣候變化談判中最重要、具有政治共識的第一主成份（共同但有區別責任和各自能力原則）也沒有發揮作用。「區別」責任一詞暗示了在分擔減緩承諾時，應考慮各國不同的條件和能力，包括對溫室氣體排放的歷史貢獻和具體發展需要（Pauw, P. et al., 2014）。然而，在巴黎協定給予各國自主制訂減緩責任的決策空間下，排放責任愈高、經濟能力愈佳的國家並不會因此承擔更多的減緩目標，可見目前的氣候治理機制中，仍然是以親自我的社會偏好傾向為主流趨勢。

國際間關於氣候議題的合作仰賴公平和互惠，由於國家終究是以自我利益為考量，選擇親社會的偏好並非常態。倘若多數國家的減緩責任分擔不符合公平性，對於一些原本秉持合作態度的國家會認為彼此之間不存在互惠，那麼親社會行為就會瓦解。隨著時間推移，愈來愈多的親社會傾向國家會懲罰性地改變原本的行為偏好，往親自我行為轉向，最終導致合作上的困境。而在第一個研究問題的探討中，初步將各集群在應對氣候變化議題上的責任和能力與其自主制定的氣候目標加以對照後發現，許多國家的目標與其本應付出的減緩努力並不相符，這將對於巴黎協定目標的實現和氣候治理機制造成不利的影響。因此需要進一步聚焦到國家集群內部，測試公平性解釋變數與各國減緩目標的關係，藉此釐清影響各國減緩企圖的關鍵驅動因素，並且指出責任分擔落差最大的國家，為本世紀氣候目標的達成提供一個可操作的方向。

### 參、集群內部之間氣候承諾的公平性

在條件相似的族群內部當中，實證結果發現集群三（溫室氣體排放大國）和集群六（中高發展和中低風險國家）成員的減緩承諾在某些層面上符合責任分擔的公平原則。共有三項主成份對於集群三國家（溫室氣體排放大國）的減緩目標具有顯著性。其中，第二主成份（應對災害風險的安全條件）和第四主成份（高

效率的低碳技術能力)對於減緩目標具有正向影響,而第三主成份(後天致災風險)則具有負向影響力。此外,第二主成份(應對災害風險的安全條件)和第三主成份(後天致災風險)對於集群六(中高發展和中低風險國家)的減緩目標分別具有顯著的正向和負向影響。上述結果反映了一個事實,即有效因應氣候災害的能力為影響各國減緩企圖的關鍵驅動因素。

最後,由於目前巴黎協定的氣候目標與各國的實際排放量存在巨額差距,本研究盤點了減排程度不足的國家,希望能為未來減緩責任的分配提供初步的策略方向,以下簡述減緩程度與集群成員落差最大的國家:

1. 集群一(能源礦產國):無極端值,但是鑑於本集群成員的高排放水準和經濟能力,任何未做出減緩承諾的國家都屬於負擔未達標準的成員,包括新加坡、巴林、千里達及托巴哥、汶萊、沙烏地阿拉伯和卡達。
2. 集群二(高風險國家):本集群國家大多屬於LDCs成員,為了發展經濟、消除貧窮以及提高應對氣候變化的能力,應考慮到成員國的發展權,並給予適當基於生存所需的排放空間。即使如此,集群中有四個國家的排放升幅與其他成員差距懸殊,分別是蒲隆地、辛巴威、布吉納法索和越南。雖說排放量的提升無可避免,仍然可以透過跨國合作的方式,獲取所需的資金和技術以降低排放量的升幅。
3. 集群三(溫室氣體排放大國):無極端值,不過身為全球最重要的經濟體和碳排放大國,俄羅斯和印度的排放量不減反增,將對氣候合作的公平和互惠造成嚴重損害。
4. 集群四(兩國集團):美國和中國的減緩企圖皆不符合公平的基準,兩國制定的目標甚至比不上許多條件落後國家的減緩程度。
5. 集群五(中低發展和中高風險國家):本集群成員的排放量屬於全球較低的水準,為了保障一些國家的生存權,未來碳排放量或多或少會有所



提升。儘管如此，仍有三個國家預期上升的幅度不合乎比例，甚至超過所有 LDCs 成員，分別為巴拉圭、喬治亞和喀麥隆。

6. 集群六（中高發展和中低風險國家）：亞美尼亞為本集群排放升幅的極端值，雖然與其他成員相比屬於責任和能力較低的國家，但其他條件更差的成員增幅也未如此巨大。另外，土耳其、烏克蘭、馬來西亞、伊朗、委內瑞拉和葡萄牙則屬於責任和能力較高、卻未做出減緩承諾的國家，也與公平責任分擔的界定不符。

## 第二節 台灣自定預期貢獻

本論文第二個研究問題「台灣自定預期貢獻的氣候目標是否與公平標準一致？」是關於台灣減緩目標在數量上的公平性分析。根據先前集群分析的結果，台灣在公平性指標上與集群六（中高發展和中低風險國家）相類似，同樣面對一定程度的天然災害威脅，但可以透過有系統的組織、良好的技能和資源來解決和管理氣候變化的不利影響，有效降低災害的風險程度。與族群成員相比，台灣的各项條件皆屬於領先地位，可是減緩程度卻相當於其他排放責任和經濟能力較小的國家，例如斯洛伐克和巴貝多，顯然與其所應負擔的份額不符。

為了進一步說明減緩負擔的落差，本研究計算了在公平的責任分擔框架下與台灣處境最為貼近的國家，作為增進氣候目標的參考，分別為比利時、荷蘭和波蘭。其中，比利時是與台灣綜合條件最相近的國家，在經濟能力和社會發展方面幾乎處於相同水準，而在排放責任方面小於台灣，因此台灣應該至少將減緩目標提升至比利時的水準，才符合應當擔負的程度。接續是荷蘭，在共同但有區別責任和各自能力指標上略低於台灣，不過在災害風險的安全條件表現較好，整體來說條件相差不大，但荷蘭的減緩目標企圖心卻遠遠超過台灣，應將其視為未來改進氣候政策的楷模。最後是作為反例的波蘭，從共同但有區別責任和各自能力方

面來看與台灣最為接近，但是其在災害風險的安全條件較差。儘管波蘭的減緩程度嚴重不足，仍然高於台灣的預期減緩目標，可見台灣減緩企圖與公平責任分擔的差距。

雖然台灣的減緩努力不盡理想，卻也不能過份苛責。由於計算一國溫室氣體排放所採用的方式為境內的排放總和，這表示生產商品過程所排放的溫室氣體皆歸屬於生產國，而非實際消費該商品的國家。然而台灣經濟成長的主要策略是以出口為導向，仰賴半導體及電子產品等能源密集產業的輸出，這也是目前進一步增加減緩幅度的主要侷限和挑戰。再者，各國所處的減碳時程不一，許多已開發國家自 1992 年聯合國氣候變化綱要公約簽訂後即開始執行減排義務，經歷了京都議定書時期的第一承諾期至今日，已有完善的政策機制相互配合，經濟結構和低碳技術也已經發展成熟，因此每單位的減碳成本相對較為低廉。對於台灣而言，目前尚處於減緩進程的初期開創階段，相關的政策規範以及配套措施仍有許多缺口還待填補。期許未來能透過優化產業結構、改善能源效率等措施抑制資源的耗用與環境的負荷，並且逐步提升減緩企圖，制訂符合其責任和能力範圍內所應分擔的減量目標。

除此之外，未來在更新自定預期貢獻時，也鼓勵將氣候行動與聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）協調一致，以促進氣候政策的質量和議題設定的完整性。永續發展目標追求經濟繁榮、社會福祉和環境保護之間的發展平衡，是各國政府在制定相關政策時不可忽視的衡量標準。儘管將兩項議程連結實踐十分重要，可能礙於兩者通過的時間非常相近，導致各國的政策反應和整合時間不足，目前第一版本的國家自主減量貢獻中只有 9 個國家提及永續發展目標，分別為玻利維亞、古巴、埃及、瓜地馬拉、印尼、約旦、南蘇丹、史瓦帝尼和烏干達（United Nations, 2017）。不過已經有許多學者開始呼籲各國應將巴黎協定中的氣候行動與永續發展目標相互聯繫，有助於解決氣候問題的根本，並可大幅提升政策效率，使資源和成本發揮最大作用，從而為全球人類社會帶來

可觀的貢獻 (Brandi, C., Dzebo, A., & Janetschek, H., 2017; Dzebo, A. et al., 2019; Bouyé, M., Harmeling, S. & Schulz, N., 2018; Nerini, F. F., 2019; Northrop, E. et al., 2016; UNDP, 2017)。地球環境為人類發展的基礎，維持人類生活所需的自然系統環環相扣，若不能有效遏制氣候變化衝擊，很有可能會導致人類社會長久以來的進展毀於一旦，而經濟發展目標也需與環境政策保持一致，才能確保其長期穩定之成長。因此需將不同層面的社會發展問題納入政策考量，從根本上提升應對氣候災害威脅的能力，方可將災害損失降到最低，從而提升全人類的生活福祉。

### 第三節 結語

氣候變化的影響日益嚴重，不僅破壞了生態系統，危及了萬千生物的存亡，也對人類的生計和生命安全構成威脅。巴黎協定的通過標誌著國際氣候合作的決定性突破，透過各國提交的國家自主減量貢獻，將減排義務擴大至所有國家。但是，這個成功的談判結果是以模糊性的義務和各國對於減緩程度的自由裁量權為代價，許多國家利用了這個機制來避免或縮減其氣候行動的範圍和強度 (Keohane, R. O., & Oppenheimer, M., 2016)。因此僅僅是巴黎協定的存在並不會解決全球暖化升溫的問題，只有在各國願意犧牲部分利益而主動承擔減緩責任、共同將承諾付諸實踐時，協定才能發揮效用。儘管如研究結果所顯示，在涉及公共利益的問題上，要求各國採取互惠行為是很困難的，但是合作關係的維繫也建立在彼此採取類似的親社會行為之上，因此促進各國減緩承諾的公平性和互惠性對於未來巴黎協定氣候目標的實現以及國際上關於氣候議題長期穩定的合作至關重要。

本論文研究全球各國第一版本的國家自主減量貢獻目標，著重於減緩程度與公平責任分擔的討論。首次嘗試將非監督式的機器學習方法運用在氣候治理的國家分類研究當中，以系統、客觀性的指標將國情的概念具象化，試圖跳脫國際上

對於國家集團既有的分類方式，將過去氣候談判中各國對於公平原則的基本主張綜合納入分群依據。此外，本研究運用了視覺化圖形描繪各集群在責任分擔框架下擔負程度的相對情況，有助於理解各國在制定減緩目標時實際面臨的限制，也能夠比較在具有相同條件的情況下，不同國家所制定的減緩承諾之間的差異性。雖然在資料取得和公平性指標的採用方面仍有許多限制和不足，也只探討各國減緩目標在數量上的適當性，並未針對目標的達成提出具體的政策建議。儘管如此，本研究希望能透過上述分析，為減緩責任劃分的公平性爭議提供一個初步的解決方式，以更有效地採取行動緩解氣候變化所帶來的負面影響。未來，隨著各國國家自主減量貢獻的不斷更新，可以延伸討論的面向包括：國家選擇親社會傾向的根本動因、造成國家行為傾向轉變的驅動性，以及一國對於氣候議題合作態度的預測等，期望能藉此充實國際關係理論中關於氣候變化議題的研究，進而為國際氣候治理機制奠定良好的合作環境。

## 參考文獻

- 李河清 (2004) 知識社群與全球氣候談判。《問題與研究》43 (6) : 73-102。
- 李河清 (2014) 從科技到政策: 氣候知識如何影響國際氣候談判。《科技社會人  
2》, 林文源等編著, 交通大學出版社。頁 283-300。
- 徐紅艷 (2002) 沃勒斯坦的世界體系論一要旨與評析。《合肥工業大學學報》社  
會科學版 (2) : 23。
- 陳世榮 (2015) 。社會科學研究中的文字探勘應用: 以文意為基礎的文件分類及  
其問題。《人文及社會科學集刊》27 (4) : 683-718。
- 黃光國 (1995) 。主觀研究與客觀研究: 多重典範的研究取向。在知識與行動:  
中華文化傳統的社會心理詮釋 (第三章, 頁 91-103) 。台北市: 心理出版  
社。
- 曾怡仁 (2018) 。馬克思主義。《國際關係理論入門》, 包宗和、張登及主編,  
台北: 五南出版社。
- 劉坤鯉 (2012) 。中國的崛起與挑戰: 世界體系理論視角的分析。《全球政治評  
論》40 : 115-136
- Andresen, S., & Agrawala, S. (2002). Leaders, pushers and laggards in the making of  
the climate regime. *Global Environmental Change*, 12(1), 41-51.
- Atik, H., & Ünlü, F. (2019). Economic Development Aids as a Financial Instrument of  
Global Public Goods: Performance Assessment for Donor Countries. *Global  
Challenges in Public Finance and International Relations*. 220-241. IGI Global.
- Barrett, S. (2003). Environment and statecraft: The strategy of environmental treaty-  
making. OUP Oxford.

- Barrett, S., & Stavins, R. (2003). Increasing participation and compliance in international climate change agreements. *International Environmental Agreements*, 3(4), 349-376.
- Bergsten, C. F. (2009). Two's company. *Foreign Affairs*, 88(5), 169-170.
- Brief, C. L. (2002). The Principle of Common but Differentiated Responsibilities: Origins and Scope. Paper produced for the 'World Summit on Sustainable Development', Johannesburg, South Africa, 26.
- Brunnée, J., & Streck, C. (2013). The UNFCCC as a negotiation forum: towards common but more differentiated responsibilities. *Climate Policy*, 13(5), 589-607.
- Caney, S. (2014). Two kinds of climate justice: avoiding harm and sharing burdens. *Journal of Political Philosophy*, 22(2), 125-149.
- Chu, C. T., Kim, S. K., Lin, Y. A., Yu, Y., Bradski, G., Olukotun, K., & Ng, A. Y. (2007). Map-reduce for Machine Learning on Multicore. *Advances in neural information processing systems*, 281-288.
- Cordato, R. (2004). Toward an Austrian theory of environmental economics. *The Quarterly Journal of Austrian Economics*, 7(1), 3-16.
- Costa, L., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2011). A human development framework for CO2 reductions. *PLOS ONE*, 6(12).
- DeCoster, J. (1998). Overview of Factor Analysis. Retrieved May 20, 2020 from <http://www.stat-help.com/notes.html>
- Deuskar, C., Baker, J. L., & Mason, D. (2015). East Asia's changing urban landscape: Measuring a decade of spatial growth. World Bank Publications.
- Dimitrov, R. S. (2003). Knowledge, power, and interests in environmental regime formation. *International Studies Quarterly*, 47(1), 123-150.

- Du Pont, Y. R., Jeffery, M. L., Gütschow, J., Rogelj, J., Christoff, P., & Meinshausen, M. (2017). Equitable mitigation to achieve the Paris Agreement goals. *Nature Climate Change*, 7(1), 38.
- Dunteman, G. H. (1994). Principal Component Analysis (PCA). *Factor Analysis and Related Techniques*.
- Fleming Jr, J. C., Peroni, R. J., & Shay, S. E. (2001). Fairness in International Taxation: The Ability-to-Pay Case for Taxing Worldwide Income. *Fla. Tax Rev.*, 5, 299.
- Grasso, M., & Roberts, J. T. (2014). A compromise to break the climate impasse. *Nature Climate Change*, 4(7), 543-549.
- Guttman, L. (1954). Some necessary conditions for common-factor analysis. *Psychometrika*, 19(2), 149-161.
- Hallegatte, S., Bangalore, M., Bonzanigo, L., Fay, M., Kane, T., Narloch, U., ... & Vogt-Schilb, A. (2015). Shock waves: managing the impacts of climate change on poverty. The World Bank.
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of exploratory factor analysis in published research: Common errors and some comment on improved practice. *Educational and Psychological measurement*, 66(3), 393-416.
- Heyward, M. (2007). Equity and international climate change negotiations: a matter of perspective. *Climate Policy*, 7(6), 518-534.
- Höhne, N., & Blok, K. (2005). Calculating historical contributions to climate change—discussing the ‘Brazilian Proposal’. *Climatic Change*, 71(1-2), 141-173.
- Hu, L., Tian, K., Wang, X., & Zhang, J. (2012). The “S” curve relationship between export diversity and economic size of countries. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 391(3), 731-739.

IPCC. (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland

IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.

Jiménez, E. (2017). The Principle of Common but Differentiated Responsibilities and Respective Capabilities (CBDR&RC) and the Compliance Branch of the Paris Agreement. Retrieved January 13, 2020, from [http://www.oas.org/en/sedi/dsd/IWRM/Documents/Papers/The%20Principle%20of%20Common%20but%20Differentiated%20Responsibilities%20and%20Respective%20Capabilities%20\(CBDRRC\)%20and%20the%20Compliance%20Branch%20of%20the%20Paris%20Agreement.pdf](http://www.oas.org/en/sedi/dsd/IWRM/Documents/Papers/The%20Principle%20of%20Common%20but%20Differentiated%20Responsibilities%20and%20Respective%20Capabilities%20(CBDRRC)%20and%20the%20Compliance%20Branch%20of%20the%20Paris%20Agreement.pdf)



- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal Component Analysis: A Review and Recent Developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202.
- Kendrick, M. S. (1939). The Ability-to-Pay Theory of Taxation. *The American Economic Review*, 92-101.
- Keohane, R. O., & Oppenheimer, M. (2016). Paris: Beyond the climate dead end through pledge and review? *Politics and Governance*, 4(3), 142-151.
- Kertzer, J. D., & Rathbun, B. C. (2015). Fair is fair: Social preferences and reciprocity in international politics. *World Politics*, 67(4), 613-655.
- Klinsky, S., Roberts, T., Huq, S., Okereke, C., Newell, P., Dauvergne, P. & Keck, M. (2017). Why equity is fundamental in climate change policy research. *Global Environmental Change*, 44, 170-173.
- Kreft, S., Eckstein, D., & Melchior, I. (2015). Global Climate Risk Index 2017: Who Suffers Most from Extreme Weather Events. Germanwatch.
- Lange, A., Löschel, A., Vogt, C., & Ziegler, A. (2010). On the self-interested use of equity in international climate negotiations. *European Economic Review*, 54(3), 359-375.
- Lauria, A., Ippolito, M., & Almerico, A. M. (2009). Principal component analysis on molecular descriptors as an alternative point of view in the search of new Hsp90 inhibitors. *Computational Biology and Chemistry*, 33(5), 386-390.
- Lipsy, P. Y., & Lee, H. N. K. (2019). The IMF as a biased global insurance mechanism: asymmetrical moral hazard, reserve accumulation, and financial crises. *International Organization*, 73(1), 35-64.
- Malmgren, R. D., Stouffer, D. B., Campanharo, A. S., & Amaral, L. A. N. (2009). On Universality in Human Correspondence Activity. *Science*, 325(5948), 1696-1700.

- Mason, R. L., Gunst, R. F., & Hess, J. L. (2003). *Statistical design and analysis of experiments: with applications to engineering and science* (Vol. 474). John Wiley & Sons.
- Musgrave, R. A., Musgrave, P. B., & Bird, R. M. (1989). *Public finance in theory and practice* (Vol. 5). New York: McGraw-Hill.
- Nomikos, P., & MacGregor, J. F. (1994). Monitoring batch processes using multiway principal component analysis. *AIChE Journal*, 40(8), 1361-1375.
- Nash, J. (2000). Too much market: Conflict between tradable pollution allowances and the polluter pays principle. *Harvard Environmental Law Review*, 24(2), 465-536.
- Northrop, E., H. Biru, S. Lima, M. Bouye, and R. Song. (2016). "Examining the Alignment Between the Intended Nationally Determined Contributions and Sustainable Development Goals." Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute.
- Okereke, C. (2010). Climate justice and the international regime. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), 462-474.
- Okereke, C., & Coventry, P. (2016). Climate justice and the international regime: before, during, and after Paris. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 7(6), 834-851.
- Olivier J.G.J., Janssens-Maenhout G., Muntean M. and Peters J.A.H.W. (2016). Trends in global CO2 emissions; 2016 Report, The Hague:PBL Netherlands Environmental Assessment Agency; Ispra: European Commission, Joint Research Centre.
- Page, E. A. (2008). Distributing the burdens of climate change. *Environmental Politics*, 17(4), 556-575.

- Pahuja, N., & Rai, A. (2017). *SDG Footprint of Asian NDCs: Exploring Synergies between Domestic Policies and International Goals*. The Energy and Resources Institute: New Delhi, India.
- Pahuja, N. (2019). *SDG Footprint of African NDCs: Advancing the Co-benefits Approach*. The Energy and Resources Institute: New Delhi, India.
- Pan, X., den Elzen, M., Höhne, N., Teng, F., & Wang, L. (2017). Exploring fair and ambitious mitigation contributions under the Paris Agreement goals. *Environmental Science & Policy*, 74, 49-56.
- Pauw, P., Brandi, C., Richerzhagen, C., Bauer, S., & Schmole, H. (2014). Different perspectives on differentiated responsibilities: a state-of-the-art review of the notion of common but differentiated responsibilities in international negotiations (No. 6/2014). Discussion Paper.
- Posner, E. A., & Sunstein, C. R. (2007). Climate Change Justice. *Georgetown Law Journal*, 96, 1565.
- Pratiwi, D., Fawcett, J. P., Gordon, K. C., & Rades, T. (2002). Quantitative analysis of polymorphic mixtures of ranitidine hydrochloride by Raman spectroscopy and principal components analysis. *European journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics*, 54(3), 337-341.
- Philibert, C. (2004). International energy technology collaboration and climate change mitigation. OECD.
- Rathbun, B. C., Kertzer, J. D., & Paradis, M. (2017). Homo Diplomaticus: Mixed-method Evidence of Variation in Strategic Rationality. *International Organization*, 71(1), 33-60.
- Rho, S., & Tomz, M. (2017). Why Don't Trade Preferences Reflect Economic Self-interest? *International Organization*, 71(1), 85-108.

- Richter, W. F. (1983). From ability to pay to concepts of equal sacrifice. *Journal of Public Economics*, 20(2), 211-229.
- Ringius, L., Torvanger, A., & Holtmark, B. (1998). Can multi-criteria rules fairly distribute climate burdens? OECD results from three burden sharing rules. *Energy Policy*, 26(10), 777-793.
- Ringius, L., Torvanger, A., & Underdal, A. (2002). Burden sharing and fairness principles in international climate policy. *International Environmental Agreements*, 2(1), 1-22.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2020). CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved May 20, 2020 from: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>
- Ross, K., Rich D., & Ge, M. (2016). Translating targets into numbers: quantifying the greenhouse gas targets of the G20 countries. World Resource Institute. Retrieved May 20, 2020, from [https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/Translating\\_Targets\\_into\\_Numbers.pdf](https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/Translating_Targets_into_Numbers.pdf)
- Rowlands, I. H. (1995). Explaining national climate change policies. *Global Environmental Change*, 5(3), 235-249.
- Rowlands, I. H. (1997). International fairness and justice in addressing global climate change. *Environmental Politics*, 6(3), 1-30.
- Russell, D. W. (2002). In search of underlying dimensions: The use (and abuse) of factor analysis in Personality and Social Psychology Bulletin. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 28(12), 1629-1646.
- Sârbu, C., & Malawska, B. (2000). Evaluation of lipophilicity of piperazine derivatives by thin layer chromatography and principal component analysis. *Journal of Liquid*

*Chromatography & Related Technologies*, 23:14, 2143-2154, DOI: 10.1081/JLC-100100477

- Savaresi, A. (2016). The Paris Agreement: A New Beginning? *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 34(1), 16-26.
- Sheriff, G. (2019). Burden Sharing Under the Paris Climate Agreement. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 6(2), 275-318.
- Shlens, J. (2014). A tutorial on principal component analysis. Retrieved May 20, 2020 from <http://www.cs.cmu.edu/helaw/papers/pca.pdf>
- Silge, J., & Robinson, D. (2016). Tidytext: Text Mining and Analysis Using Tidy Data Principles in R. *Journal of Open Source Software*, 1(3), 37.
- Sprinz, D., & Vahtoranta, T. (1994). The interest-based explanation of international environmental policy. *International Organization*, 48(1), 77-105.
- Tavoni, A., Dannenberg, A., Kallis, G., & Löschel, A. (2011). Inequality, communication, and the avoidance of disastrous climate change in a public goods game. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(29), 11825-11829.
- Thal, A. (2020). The Desire for Social Status and Economic Conservatism among Affluent Americans. *American Political Science Review*, 1-17.
- Tian, W. A. N. G., & Xiang, G. A. O. (2018). Reflection and operationalization of the common but differentiated responsibilities and respective capabilities principle in the transparency framework under the international climate change regime. *Advances in Climate Change Research*, 9(4), 253-263.
- Turner, B. L., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., ... & Martello, M. L. (2003). Illustrating the Coupled Human–Environment System for Vulnerability Analysis: Three Case Studies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(14), 8080-8085.

- Underdal, A., & Wei, T. (2015). Distributive Fairness: A Mutual Recognition Approach. *Environmental Science & Policy*, 51, 35-44.
- UNISDR (2015). The human cost of weather-related disasters, 1995–2015. United Nations, Geneva.
- United Nations. (1997). Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change.
- United Nations. (2015). Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs.
- United Nations. (2015). Paris Agreement. *United Nations Treaty Collect*, 1-27.
- United Nations. (2017). Catalysing the Implementation of Nationally Determined Contributions in the Context of the 2030 Agenda through South-South Cooperation.
- Utz, S. (2001). Ability to pay. *Whittier Law Review*, 23, 867.
- Victor, D. G. (2011). *Global Warming Gridlock: Creating More Effective Strategies for Protecting the Planet*. Cambridge University Press.
- Westen, P. (1982). The Empty Idea of Equality. *Harvard Law Review*, 537-596.
- Winkler, H., Letete, T., & Marquard, A. (2013). Equitable Access to Sustainable Development: Operationalizing Key Criteria. *Climate Policy*, 13(4), 411-432.
- Zhang, Y., Shen, J., & Li, Y. (2018). An Atmospheric Vulnerability Assessment Framework for Environment Management and Protection Based on CAMx. *Journal of environmental management*, 207, 341-354.