

## 氣候變遷：災害的神預言及其衍生

王怡文\*

### 壹、前言：氣候變遷之溫水煮青蛙

溫水煮青蛙（或煮蛙效應）經常被貼切的描述特定主體，因為缺乏對環境緩慢、細微變化保持警覺而導遭致命的一擊，以非常具象的方式用一隻青蛙在溫水當中緩慢加熱最後死亡的寓言，如果將青蛙放進滾燙的沸水中，它即刻跳出、生命得以確保；但如果將它在冷水中緩慢加溫，因沒有察覺溫度上升的危險而死亡。這個寓言經常被用來比喻人們疏忽、不能察覺或不願意逐漸產生的變化與威脅，並對此作出反應而造成重大損失。

溫水煮青蛙的寓言也被氣象學者用來比喻人類在氣候變遷過程當中的處境，在氣象學上，氣候變遷是一段較長時期（超過 30 年<sup>1</sup>以上）的平均氣象狀況及變化特徵的改變，長期緩慢的升溫變遷對地球生態系統產生巨大衝擊，進而對人類生存產生致命性的威脅，在此引述氣象頻道（The Weather Channel）網站繪製生動的漫畫（圖 1）說明，面對氣候變遷若難以用預防

\*行政院災害防救辦公室副主任。

<sup>1</sup> 根據世界氣象組織（World Meteorological Organization, WMO）指出用來作為氣候統計資料的參考時間尺度至少 30 年以上。

(prevent) 方式跳脫氣候變遷引致的危機，如何提出減緩 (mitigate) 及調適 (adapt) 策略，是未來因應氣候變遷的關鍵議題。那麼世界各國對於氣候變遷的調適重點與框架為何？臺灣目前因應氣候變遷之優先減緩與調適策略之重點為何？是否足以因應未來氣候變遷之威脅？是各界關切的重要議題。



**Prevent**

**mitigate...**

**.. and adapt!**

圖 1 煮蛙效應比喻氣候變遷的因應

資料來源：氣候頻道 (theweatherchannel.tv)。

「氣候緊急 (Climate Emergency)」於 2019 年曾被牛津辭典選為年度使用最多的關鍵字，顯示媒體社群或民眾對氣候變遷風險意識與認知，已有顯著的提升，然而各界對於氣候變遷不同意見的論戰，卻仍然持續中，包括氣候是否真的在變遷當中，或只是地球漫長歷史過程偶然的暖化現象？或者人類是導致氣候變遷的主要原因嗎？還是暖化現象主要是自然環境變化所致？又或者氣候變遷真的會導致災害的規模與頻率增加嗎？這些不同的觀點與論證，在此先簡要說明，以利於後續討論：

## 一、氣候變遷議題的真或偽

氣候變遷引起各界高度關注主要於 2006 年上映的紀錄片《不願面對的真相》（An Inconvenient Truth），影片中由美國前副總統高爾採演講簡報的敘事方式，基於科學研究的論據強調全球暖化的現象及其可能衝擊，例如：高爾引述科學家檢測南極洲冰層中心樣本在過去 60 萬年間的溫度和二氧化碳（CO<sub>2</sub>）含量數值，提出格陵蘭或南極洲融冰的危險，嚴重情境下可能使全球海平面升高近 6 公尺，不但北極熊的棲息地遭到威脅，受害最大將是沿海低窪地區或海島民眾，家園將被淹沒等災難情境。

然而，2007 年英國上映的《全球暖化大騙局》（The Great Global Warming Swindle），則提出截然不同的觀點與論述，在影片中對「全球暖化」採取懷疑論的角度，認為氣候變遷是科學家為爭取研究經費過度強化暖化的嚴重性，動機令人質疑，而國際間為政治、能源及經濟競爭與利益的目的，利用科學知識作為權力與利益競爭的工具，在這部紀錄片中亦以部分科學研究主張：沒有直接證據證明 CO<sub>2</sub> 是導致全球暖化的主要原因。這樣的論述也對氣候變遷政策產生巨大的影響力。

那麼，氣候變遷議題的真偽為何？根據聯合國所屬長期投入科學文獻研究氣候變遷報告的跨政府組織—政府間氣候變化專業委員會 (IPCC<sup>2</sup>, Intergovernmental Panel on Climate Change)，根據 IPCC 第 6 版 (簡稱 IPCC AR6, 2021) 最新評估報告，蒐集更完整的氣候觀測資料<sup>3</sup>及更精準的氣候評估模式<sup>4</sup>，觀測出大氣、海洋、冰雪圈與生物圈已經發生廣泛且快速的變遷，其程度是過去數世紀至數千年來前所未有的現象，無論過去或未來的溫室氣體排放所造成的氣候變遷趨勢，尤其是海洋、冰層融解以及全球海平面上升等，在未來數世紀至數千年都已產生不可逆的影響。

雖說從風險管理的角度仍有其不確定存在，但已有越來越多觀測資料及科學證據支持氣候變遷與全球暖化的論證，將對環境、政策與人類生存條件產生全面的衝擊，需審慎因應。

## 二、人類是導致氣候變遷的主因？

在地球演化數十億年漫長的歷史過程，古地球氣候的演變仍是個謎，科學家們利用各種方法去拼湊出可能的遠古氣候的情境，仍然是高難度的挑戰，影響地球氣候變化的因素很複雜，包括如：太陽與地球間距離的改變，會影響太陽輸入地球的熱能，也是造成地球冰河期與間冰

<sup>2</sup> IPCC 主要的任務是彙集、歸納主要科學界氣候變遷相關研究的報告內容，據以出版綜合評估報告，迄今已出版 6 次氣候變遷評估報告，詳見 <https://www.ipcc.ch/about/> 網站。

<sup>3</sup> 自 1750 至 2020 年已累積更多觀測站至 4 萬站，應用更長且完整的地理相關紀錄 (包括如：溫度、海平面、二氧化碳、雲、地表狀態等)。

<sup>4</sup> 應用大氣環流模式到地球系統模式、區域高解析度模式，解析度提升至 100 公里、50 公里，更具監測與預測能力。

期變動的主因，其餘如：太陽對地球輻射量的改變、太陽黑子的變化（柳中明，2010）等也是重要因素，其中溫室氣體的排放與改變只是眾多影響的因素之一。因而有科學論據認為氣候變遷或暖化是自然環境條件變化所致，人類非關鍵因素，所以前述《全球暖化大騙局》紀錄片中，高度質疑「全球暖化是人類所造」的主張。

這樣的爭論，也影響政策上是否有必要以「減少溫室氣體排放」為工具，以減緩氣候變遷的威脅？2021 年的諾貝爾物理獎首度頒發給氣象學者<sup>5</sup>（The Royal Swedish Academy of Science, 2021），美籍日裔學者真鍋淑郎（Syukuro Manabe）與德國學者哈斯曼（Klaus Hasselmann）為地球暖化的趨勢建立可預測的物理模型，有助於「瞭解地球氣候」及「地球氣候如何被人類影響」而獲獎，真鍋淑郎在 50 年前（1960 年）就建立氣候變遷模型預測地球氣候變化情形，目前各界熟知「大氣中二氧化碳濃度提升，亦提升地球表面溫度」就是他重要的研究成果，哈斯曼則建置的研究模型，認為自然環境和人類活動都會對氣候產生影響，但他的研究模型有助於辨識這些活動的特定訊號和指紋圖譜，因此可以進一步追蹤人類對於氣候系統的影響，認為人類的活動確是造成暖化的關鍵因素。

<sup>5</sup> The Royal Swedish Academy of Science, 2021, [https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/sciback\\_fy\\_en\\_21.pdf](https://www.nobelprize.org/uploads/2021/10/sciback_fy_en_21.pdf)，檢索日期：111 年 1 月 10 日。

### 三、臺灣因應氣候變遷治理的策略重點盤算為何

根據前述氣候變遷的論戰，人類活動是否造成氣候變遷與暖化現象，進而使致極端氣候造成災害的規模頻率增加，各方仍各有不同論據，雖然未來仍有高度的不確定性，但根據基於「碳排放增加導致大氣中二氧化碳（CO<sub>2</sub>）濃度提升，將提升地球表面溫度，造成全球暖化與氣候變遷」的推論，IPCC 在 AR5（2018）的評估報告，倡議 CO<sub>2</sub> 排放於 2030 年最好能減少 45%，於 2050 年最好能達到碳中和（carbon neutrality）的目標，顯見減少碳排放量的「減緩」策略是必要手段。

那麼，臺灣碳排放情形如何？行政院環境保護署依據國際能源總署 IEA/OECD 於 2021 年出版之能源使用 CO<sub>2</sub> 排放量統計資料<sup>6</sup>顯示，臺灣 2019 年能源使用 CO<sub>2</sub> 排放總量為 256.0 百萬公噸，占全球碳排放總量的 0.76%，全球排名第 22 位（詳圖 2）。

<sup>6</sup>111 年，行政院環保署，

<https://www.epa.gov.tw/Page/81825C40725F211C/6a1ad12a-4903-4b78-b246-8709e7f00c2b>，檢索日期：111 年 1 月 15 日。

| 國別  | CO <sub>2</sub> 排放量               | 占比     | 排名 | 人均排放量                                  | 排名 | 碳密集度                                 | 排名  |
|-----|-----------------------------------|--------|----|--|----|--------------------------------------|-----|
|     | Million tonnes of CO <sub>2</sub> |        |    | CO <sub>2</sub> emissions / population |    | CO <sub>2</sub> emissions / GDP(PPP) |     |
| 全球  | 33,622                            |        |    | 4.39                                   |    | 0.26                                 |     |
| 中國  | 9,876.5                           | 29.38% | 1  | 7.07                                   | 33 | 0.43                                 | 17  |
| 美國  | 4,744.4                           | 14.11% | 2  | 14.44                                  | 11 | 0.24                                 | 45  |
| 日本  | 1,056.2                           | 3.14%  | 5  | 8.37                                   | 22 | 0.20                                 | 60  |
| 韓國  | 585.7                             | 1.74%  | 7  | 11.33                                  | 17 | 0.27                                 | 37  |
| 臺灣  | 256.0                             | 0.76%  | 22 | 10.77                                  | 19 | 0.23                                 | 49  |
| 荷蘭  | 146.3                             | 0.44%  | 32 | 8.44                                   | 21 | 0.16                                 | 79  |
| 新加坡 | 47.4                              | 0.14%  | 56 | 8.31                                   | 23 | 0.09                                 | 123 |

圖 2 臺灣 CO<sub>2</sub> 排放量占比與排名

資料來源：行政院環保署。

若仔細分析統計數據可以發現，臺灣在全球碳排放總量的比率很小，不到 1%（僅 0.76%），對於全球用減碳的手段阻止氣候變遷的衝擊影響，似乎相當有限，難以撼動碳排放「減緩」氣候變遷之大局；但值得注意的是，根據 IPCC 第 6 次評估報告揭露：人為溫室氣體效應造成的氣候變遷，已經顯著影響世界各地許多極端天氣與氣候事件，極端事件（如熱浪、豪雨、乾旱、熱帶氣旋等）的觀測及其受人為影響的證據，均已更為明顯與強化；在未來的氣候變遷，包括：極端高溫、海洋熱浪、豪雨、部分地區農業與生態乾旱的發生頻率與強度增加、強烈颱風比例增加等，將成為新常態，據此盤算臺灣因應氣候變遷，對於極端氣候的

減少人命傷亡及財損的災害的「調適」策略，似乎也應納為氣候治理優先重要目標。

## 貳、氣候變遷引致災害驚爆

### 一、全球災害頻率與規模有增加趨勢

全球暖化仍是現在進行式，根據世界氣象組織於 2020 年公布「United in Science 2021」<sup>7</sup> 資訊指出，雖然近年遭逢 COVID-19 疫情全球大流行，但暖化速度並沒有減緩的趨勢，2017 至 2021 已是工業革命後最熱的五年（如圖 3）。

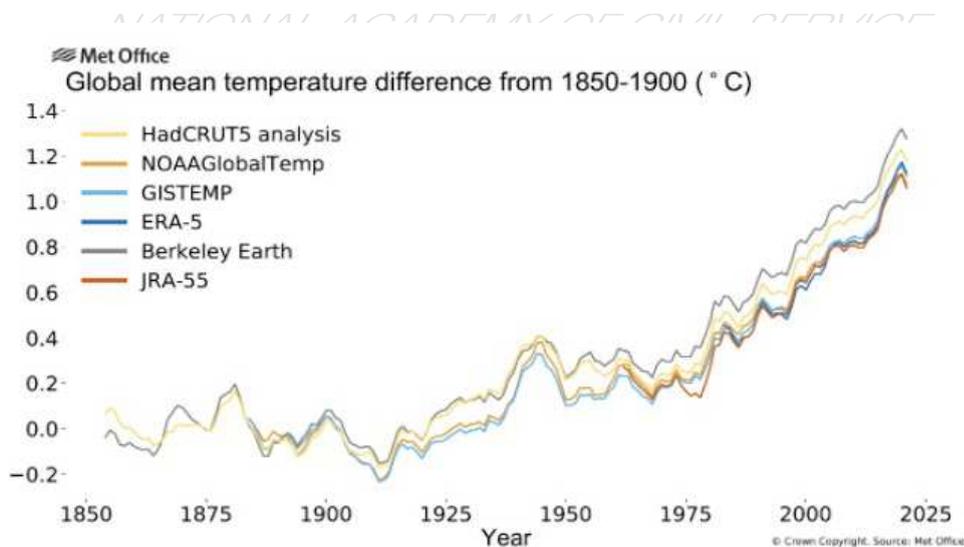


圖 3 全球年平均氣溫趨勢

資料來源：聯合國。

<sup>7</sup> 111 年，世界氣象組織，[https://public.wmo.int/en/resources/united\\_in\\_science](https://public.wmo.int/en/resources/united_in_science)，檢索日期：[111 年 1 月 16 日](#)

前述聯合國全球暖化的統計與 IPCC 第 6 次評估報告的數據具高度的相互解釋力，該報告指出溫室氣體 CO<sub>2</sub> 濃度是 200 萬年來最高的程度，又因為暖化造成海冰融解，造成海冰的總面積是 1,000 年來最低，冰川的消退是 2,000 年來最快的，融解的冰水沉在海中，造成海平面升高的速度是 3,000 年來最高的情況（如圖 4）。

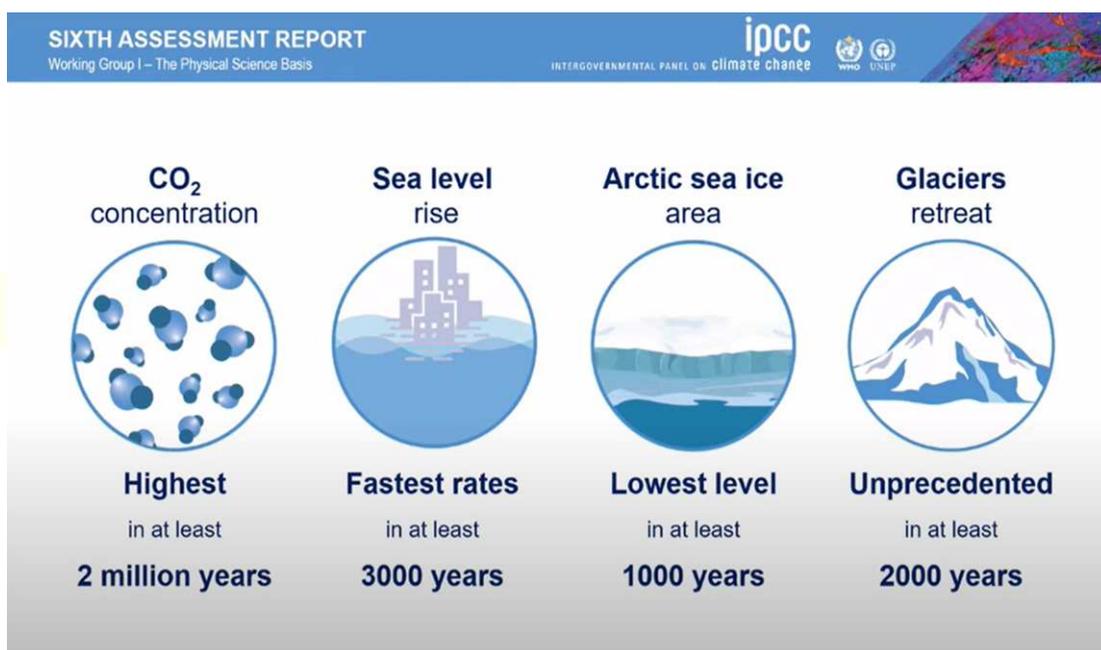


圖 4 氣候變遷暖化的自然界變化情形

資料來源：IPCC

全球氣候變遷引致極端災害的情境，最嚴重的氣候型災害類型，主要為極端熱浪（高溫）的頻率與規模都有強化現象，乾旱在特定區域也有增加的趨勢，乾旱天乾物燥造成森林大火（野火）更加頻繁，極端氣候下，強降雨造成的洪水災害規模與頻率也有增加趨勢（如圖 5）。



圖 5 氣候變遷暖化引致災害情形

資料來源：IPCC。

以 109 年的全球天然災害為例進行分析，根據 110 災害防救白皮書（110 年）綜整國際緊急災害事件資料庫（Emergency Events Database, EM-DAT）的災害，全球共計 350 起重要災害，主要類型為洪水災害占 56%，颱風占 30%，這二類氣候型災害即占比 8 成 6。該年度的天然災害造成 8,274 人死亡，影響近 1 億人，造成經濟損失計 708 億美元（詳圖 6），氣候型災害造成複合式的災情，除死傷與財損之外，洪災暴雨造成土石崩塌、河川破堤、運輸中斷、水庫淤積、沖毀房舍等災難悲劇，現在已經常在全世界不同角落發生。

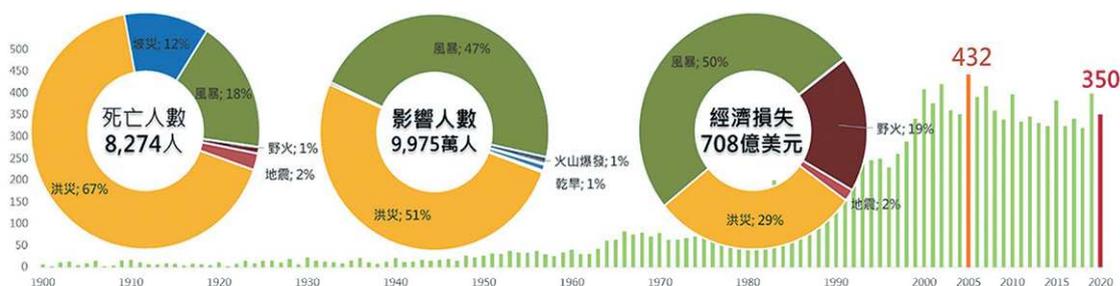


圖 6 109 年全球天然災害分析

資料來源：110 年災害防救白皮書

對於氣候變遷與暖化究竟對未來造成何種災害的衝擊與威脅，受到各國政府是否規劃與執行有效氣候政策的影響，IPCC 對未來已設定不同的情境模擬與預測，可好比如警世神諭，應審慎因應。

## 二、驚爆破歷史紀錄之災例

氣候變遷之極端氣候引致大規模災害，經常導致巨大的傷亡與損失，即使已開發國家，如：歐、美及日本均難以倖免於難，在此擇選 2 個近期受各界關注破歷史紀錄的災例，說明氣候變遷引致災害，觀察其造成複合災害的衝擊，摘述如下：

### (一) 2021 年 7 月西歐暴雨<sup>8</sup>：極端降雨引致洪水氾濫

- 1、劇烈降雨超越歷史紀錄：歐洲西部於 2021 年 7 月期間降下破歷史紀錄的暴雨，根據歐洲中期天氣預報中心資料，當時德國西部

<sup>8</sup> 行政院，災防週報，<https://cdprc.ey.gov.tw/Page/24F2A64853A2B9DB/829b92ee-bfc5-4331-a1dd-d17f152e9c7f>，檢索日期：111 年 1 月 18 日。

強降雨24小時累積降雨量平均為100至150毫米，將降雨集中區的7月14日累積雨量與過去30年間7月平均降雨量相比，高達5至6倍以上，可見降雨之劇烈，河流溢淹氾濫，傷亡慘重，洪水至少造成228人死亡（截至7月23日止）。

2、家園損毀、基礎設施功能中斷：德國受創最嚴重的西南部人口較為稠密，洪氾災後大量房屋傾塌，許多民眾無家可歸。許多基礎設施功能喪失，如：交通中斷、道路破壞致有數公里天然氣管線完全損壞，有多達20萬戶停電，德國鐵路公司估計600多公里鐵軌受到嚴重破壞，80個車站和站點受損等災情。

3、暴雨洪氾敲響極端氣候的警鐘：本次破紀錄暴雨超乎許多歐洲民眾經驗，且洪水告警未能促使民眾撤離致嚴重死傷，歐洲洪水警報系統（European Flood Awareness System, EFAS）用於對民眾的「洪水告警」，EFAS於災前即已對歐洲各國發出極端降雨的警報，歐洲各國氣象單位，也於媒體預報降雨情形，警報確實已發出，但對「警報」的認知與疏散撤離的「行動」之間產生的極大的落差，民眾對於警報的風險認知顯有不足，未能據以作為離災避災的行動依據，而造成慘重傷亡，此為極端氣候下災害風險治理面臨共通的議題。

(二) 2021年6月北美熱浪<sup>9</sup>：極端高溫引致複合災情

- 1、北美極端高溫破歷史紀錄：2021年6月下旬至7月初美國和加拿大極端高溫破紀錄，例如：美國西雅圖於6月25日中午溫度曾達49°C、加拿大英屬哥倫比亞於6月26日也測得49.6°C的高溫，都是有記錄以來最高溫度，熱浪導致生命威脅及生態系統的衝擊。
- 2、森林火災蔓延、農損嚴重：美國在極端高溫期間，天乾物燥，多點森林大火（野火）蔓延，天氣高溫乾旱與野火燃燒也造成農作物嚴重損失。加拿大英屬哥倫比亞利頓（Lytton）地區在熱浪期間發生的野火，甚至造成9成房屋燒毀的損失。
- 3、交通運輸衝擊、電力短缺：極端高溫對公共設施亦造成影響，加拿大都會區的輕軌與鐵路的軌道曾因高溫變形而導致運輸受阻，又因高溫致電力需求提升，有電力短缺情形。
- 4、山區融冰、河川水位高漲：加拿大境內洛磯山脈積雪融冰，河川水位高漲有溢淹情形，加拿大政府發出洪水告警，提醒岸邊民眾疏散撤離。

<sup>9</sup>行政院，災防週報，<https://cdprc.ey.gov.tw/Page/24F2A64853A2B9DB/aa755ade-40b9-4338-ba7b-d9b9f715c664>，檢索日期：111 年 1 月 18 日

上述所提極端氣候的破歷史紀錄災例，包括：強降雨與高溫等，是 IPCC 第 6 次評估報告的內容相符，表示全球面對的災害正在進行式，值得各界關注。

### 三、臺灣極端氣候引致氣候型災害

由科技部國家災害防救科技中心統籌中研院環境變遷研究中心、相關領域大學團隊，以及交通部中央氣象局等相關政府部門成立之「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫（簡稱 TCCIP）<sup>10</sup>」，主要對於臺灣本土氣候變遷的氣候資料需求，進行相關風險評估與調適分析，對於臺灣歷史氣候觀測及未來極端災害趨勢的推估，TCCIP 對氣候的推估具有科學基礎（科技部等，110），尤其對氣候變化引致災害的推估數據，對未來極端氣候政策規劃具有參考價值，摘述如下：

#### （一）臺灣歷史氣候變遷引致氣候型災害重點：

- 1、暖化明顯：根據中央氣象局資料，臺灣年平均氣溫在過去110年（1911至2020年）上升約1.6°C，且近50年、近30年增溫有加速的趨勢（如圖7）。

<sup>10</sup> 科技部，111 年，<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/index.aspx>，檢索日期：[111 年 1 月 20 日](#)

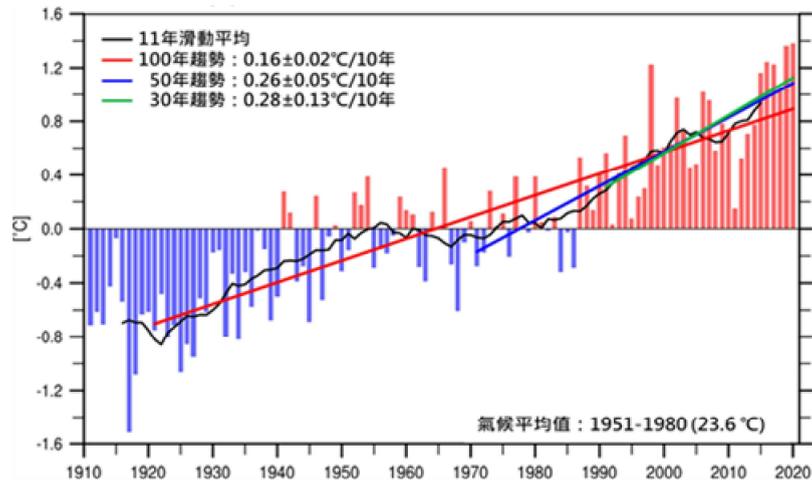


圖 7 臺灣年平均氣溫（1911-2020）

資料來源：中央氣象局。

- 2、冬季漸短：氣溫變遷將影響春夏秋冬之四季分布，有夏季逐漸增長、冬季漸短的情形。

NATIONAL ACADEMY OF CIVIL SERVICE

- 3、乾旱增加：110年的年總降雨量趨勢變化不明顯，但是在60年代之後（1961至2020），「少雨年（降雨少之年度）」發生次數明顯比1960年以前增加。

- 4、暴雨強度明顯增加：110年的年最大一日暴雨強度趨勢變化不明顯，從100年的年平均線趨勢分析暴雨強度明顯增加。

從科學對臺灣歷史氣候變遷的觀測，再輔以實際觀測臺灣近十餘年遭逢的重大災害，如：99 年莫拉克風災、104 年蘇迪勒颱風、105 年梅姬颱風、107 年 0823 熱帶低壓水災、109 年百年大旱等，

說明氣候變遷可能造成災情衝擊與財損加乘的現象。

## (二) 未來臺灣氣候變遷引致極端災害更明顯

- 1、**暖化加劇**：TCCIP推估未來臺灣各地氣溫將持續上升，即使是最理想減碳的減緩情境下，21世紀末也可能會增加至1.4°C。但是若是在暖化最壞的情境下，甚至可能超過3.4°C（詳圖8）。

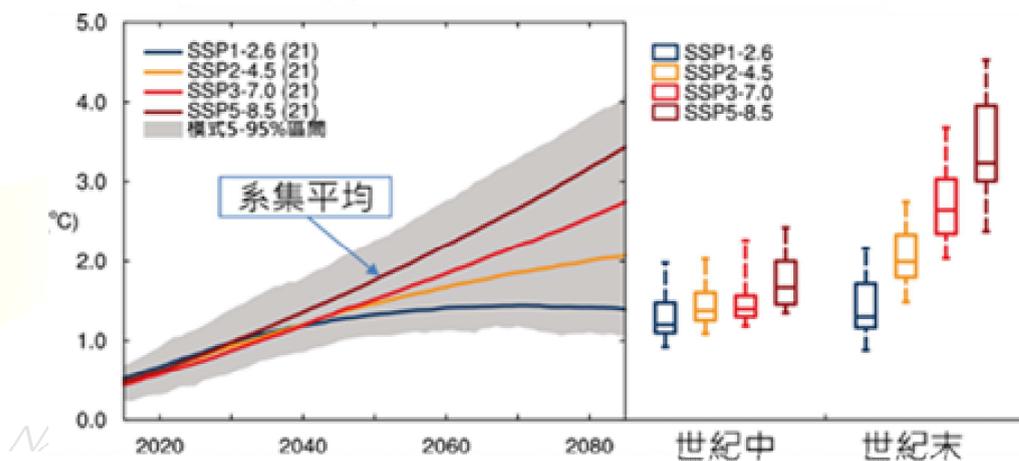


圖 8 臺灣年平均氣溫未來推估

資料來源：TCCIP。

- 2、**極端高溫日數增加**：TCCIP推估未來臺灣之極端高溫，各地高溫（36°C 以上）之日數增加，尤其在都市地區的極端高溫更為顯著，若是最理想減碳的減緩情境下，到21世紀末，增加幅度約6.8日。若是在暖化最壞的情境，增加幅度甚至會超過48日。
- 3、**總雨量增加、暴雨強度加劇**：TCCIP推估未來臺灣「年總雨量」有增加的趨勢。到21世紀末，最理想減碳的減緩情境下，增加

幅度約16%。若是在暖化最壞的情境，年總雨量增加幅度約為3成（31%）。

同時，暴雨強度增加也相當驚人，最理想減碳的減緩情境下，21世紀末，暴雨增加幅度約為15.3%；若是在暖化最壞的情境，暴雨強度增加幅度約41.3%。

4、**旱象可能更為嚴重**：對於「每年最大連續不降雨日數」的推估，發現臺灣各地均有增加的趨勢，最理想減碳的減緩情境下，21世紀末，是好消息可以稍有減緩的現象，減少幅度約為0.4%；但若是在暖化最壞的情境，就是旱象更為嚴重的情境，增加幅度約為12.4%。

5、**侵臺颱風個數減少、強度增加**：TCCIP對於颱風個數、強颱比例、風速與雨量的推估，非常符合在地化災害防救需求，其推估結果相當驚人，21世紀末，侵襲臺灣的颱風個數將大幅減少5成以上（-55%），但是颱風一旦侵襲臺灣，強颱的比例增加5成（+50%），其中颱風的最大風速增加8%，最值得注意的是，颱風帶來的降雨將增加3成（35%）以上，顯示未來災害防救將有更高機率面對颱風「不雨則已、一雨傾盆」的強風豪雨情境。

## 參、因應氣候變遷災害之調適與策略

### 一、國際氣候變遷減緩與調適的框架

自工業革命興起，人類生產與製造方式快速轉為機械動力方式，大量使用煤礦、天然氣等作為動力能源，CO<sub>2</sub> 等溫室氣體排放量逐年急速增加，溫室氣體排放有超過地球承載的現象，引起科學界及國際間的關注，聯合國與世界氣象組織合作於 1988 年成立 IPCC，有系統的蒐整科學文獻並探討關於氣候變遷驅動的原因、其影響和未來風險以及如何適應和減緩的全面總結降低這些風險，並撰擬氣候變遷的方法報告、特別報告和技術論文等，氣候變遷成為國際關注重要議題，國際間對氣候變遷公約與協議，可簡要摘述如下：

- (一) 《聯合國氣候變化綱要公約<sup>11</sup>》以「防止危險的人類溫室氣體排放干擾氣候系統」為目標，但對締約國尚無強制約束力：首要提出最重要、且相當成功的多邊環境條約之一是 1992 年聯合國在巴西里約熱內盧召開「地球高峰會」(Rio Earth Summit) 上通過的「聯合國氣候變化綱要公約」(the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)，它約束締約國在面臨科學不確定性的情

<sup>11</sup>聯合國，111 年，

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/what-is-the-united-nations-framework-convention-on-climate-change>，檢索日期：[111 年 1 月 20 日](#)

況下，為人類安全的利益而行動，UNFCCC 的最終目標是將溫室氣體濃度穩定在特定水準，防止危險的人類溫室氣體排放干擾氣候系統，使生態系統能自然適應氣候的變化，確保糧食生產安全及經濟發展的永續性。

但 UNFCCC 並未具體規劃如何控制溫室氣體的排放，對於簽署國在溫室氣體的排放量上並無法律強制力（legally binding）的管制目標，所幸在公約中提供定期更新(Updates)的機制(徐千偉，2014)。

自 1995 年起，UNFCCC 簽署國每年均召開「締約方會議」(Conference of the Parties, COP)，締約國最高的決策機構，在 COP 審查公約和締約方會議通過的法律文書的執行情況，並作出促進有效執行公約所需的決定，包括體制的設計與行政規劃等。

(二) COP 通過的重要氣候變遷國際公約重點：每年舉辦的 COP 因涉及締約國經濟發展的代價與約束，未能每次都盡如人意達成具體公約目標，在長達 26 年的會議中僅有少數具影響力的公約通過，顯見國際間需達成減緩氣候變遷的理想與現實間仍有巨大的差異。以下選取 COP 通過之 3 個較重要氣候變遷國際公約重點：

1、《京都議定書<sup>12</sup>》(Kyoto Protocol)，約束已開發國家承諾其目標和減少溫室氣體排放：1997 年 (COP3) 通過的《京都議定

<sup>12</sup> 聯合國，111 年，[https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)，檢索日期：111 年 1 月 20 日。

書》特別強調過去溫室氣體排放的主要責任應由已開發國家承擔，約束其在5年期間（2008至2012年），與1990年的水平相比，排放量平均減少5%，但到2012年，前述已開發國家之溫室氣體並未達到《京都議定書》所需減少的排放比例的目標，而世界各國對於應如何共同控制全球的溫室氣體排放量仍難以達成共識。

《京都議定書》中之一項重要內容是建立以「碳排放許可交易」為基礎的靈活市場機制，並建立嚴格的監測、審查和核查制度以及遵守制度，以確保透明度並追究締約方的責任。根據《京都議定書》，必須監測各國的實際排放量，並且必須保存所進行交易的準確紀錄，以市場機制規範碳排放活動。

2、《哥本哈根協定<sup>13</sup>》（Copenhagen Accord），將全球平均氣溫最高升幅，限制在工業革命前水平之上，不超過2°C為長期目標：對於2009年（COP15）通過的《哥本哈根協定》，雖然對於各國如何達成不超過2°C長期目標的實際作法沒有具體共識，但最重要的約定是已開發國家承諾在2010年至2012年期間提供300億美元的資金，並在2020年前從各種財務來源每年再籌集1000億美元的

<sup>13</sup> 聯合國，111 年，  
<https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/copenhagen-climate-change-conference-december-2009/copenhagen-climate-change-conference-december-2009>，檢索日期：111 年 1 月 20 日。

長期資金，資助減少溫室氣體排放的各項措施，以及減緩氣候變化影響的調適行動，國際組織透過承諾大額資金的投入展現減緩氣候變遷的決心。

3、《巴黎協定<sup>14</sup>》(Paris Agreement) 更具企圖心的致力推動減碳政策，以使全球升溫於21世紀末限制在1.5°C以內為目標：2015年 (COP 21) 通過的《巴黎協定》是具有法律約束力的國際協議，其中重要內容包括：締約國須提出國家自訂貢獻 (Nationally Determined Contributions) 的承諾，並且每五年將檢討各國對減少碳排放量的貢獻，為使全球升溫限制在《巴黎協定》所設定 1.5°C以內之目標，全球迄今已有歐盟等128個國家宣示或規劃淨零排放 (Net Zero Emissions) 目標，淨零排放成為締約國重視的共同目標。

觀察COP 26年的發展，可以發現其發展變化：首先，對締約國的拘束力與強度提升；其次，強調以市場機制做為碳排管理工具；再者，強調各國減碳政策的透明度；最後，要求承諾氣候行動能言出必行。

<sup>14</sup> 聯合國，111 年，<https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/paris-climate-change-conference-november-2015/cop-21>，檢索日期：111 年 1 月 20 日。

## 二、臺灣目前因應氣候變遷之調適策略重點

前述氣候變遷國際公約的框架與發展，影響臺灣因應氣候變遷的減緩與調適策略的推動，例如：於 1994 年 UNFCCC 生效時，行政院成立「行政院全球環境變遷政策指導小組」，成為政策指導單位，後於 1997 年該小組轉型為「行政院國家永續發展委員會」更制度化督導、協調整合永續發展工作，又例如：於 2009 年（COP15）《哥本哈根協定》簽訂後，行政院更積極推動能源四法：《能源管理法》、《再生能源發展條例》、《溫室氣體減量及管理法》、《能源稅條例（草案）》，成為我國能源及節能減碳政策的法源依據。

然而我國對於氣候變遷因應策略亦有自己步調與節奏，例如：氣候變遷政策治理的重點是從早期的強調以「減緩」為主，再逐步擴大到近期納入「調適」的政策，調適政策主要目的在於減輕危害或發展更有利的機會。本文就臺灣因應「氣候變遷『調適』」推動之重要計畫、法制與制度做有系統的說明如下：

### （一）因應氣候變遷調適專案計畫與方案的發展

- 1、計畫架構建立階段：101年6月行政院核定「國家氣候變遷調適政策綱領」（行政院經濟建設委員會，101），建構「國家調適工作架構」（詳圖9），由國家永續發展委員會作為氣候變遷減緩與

調適政策推動之平台，邀請跨領域顧問團隊、相關部會、專家學者、NGOs及產業界代表成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，並設8個調適領域工作分組為：災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性、健康。此分工架構為日後我國推動氣候變遷調適策略規劃，奠定基礎。



圖 9 氣候變遷國家調適工作架構

資料來源：國家永續發展委員會。

- 2、調適行動計畫初步推動階段：103年5月行政院通過「國家氣候變遷調適行動計畫（102至106年）」（國家發展委員會，103），以前述「國家調適工作架構」為基礎，為利於落實執行，設計一套氣候變遷調適行動方案的標準作業程序，並強調須訂定具

體、可達成、定量的策略目標並訂定工作績效指標，續由8個調適領域工作分組共提出399項計畫，其中有64項優先行動計畫，各項計畫之工作項目、年期、經費及其來源、主協辦機關均詳予列表，顯示每項計畫列入計畫預算制度管考，已有初步執行成果（國家發展委員會，107）。

- 3、強調科學推估之具體調適方案階段：依據民國104年公布施行之溫室氣體減量及管理法第9條規定須擬定國家因應氣候變遷綱領，行政院於106年2月核定「國家因應氣候變遷行動綱領」（行政院環境保護署，106），作為全國溫室氣體減量及施政之總方針，與前述101年版之「國家氣候變遷調適政策綱領」相較，係呼應104年通過《巴黎協定》之減少碳排放量的國家自訂貢獻承諾，設定更為具體且量化的減排目標為：分階段達成於139年（2050年）溫室氣體排放量降為94年溫室氣體排放量50%以下之長期減量目標。

為推動「國家因應氣候變遷行動綱領」，行政院於108年9月通過「國家氣候變遷調適行動方案（107至111年）」（行政院環境保護署，108），該行動方案仍以既有的「國家調適工作架構」，以災害等八大調適分工領域為架構。新版的調適行動方案主要特色有二：

其一為強調以本土氣候變遷科學推估為基礎，詳言之，係以 IPCC 第 5 次評估報告所設定的風險情境，進行臺灣本土化之氣候變遷推估，由參與部會據以進行調適策略之規劃，尤其在「災防領域」以災害風險辨識、評估及能力建構為主，建立我國本土氣候變遷模式、建構氣候變遷資料庫，以及提供氣候變遷降尺度資料等，已有相當成果；

其二為強調氣候變遷調適能力建構，由於氣候變遷涉及專業與不確定性，如何理解風險情境進行策略規劃，成為重要議題，因此新版的調適行動方案在八大調適分工領域外，增列一項為「能力建構」，實為有必要的作為。

## (二) 以因應氣候變遷調適為主軸之災害防救基本計畫

依災害防救法規範之災害防救計畫體系，「災害防救基本計畫<sup>15</sup>」（中央災害防救委員會，107 年）為我國政府災害防救施政方針與策略之上位計畫，現正執行中之「災害防救基本計畫（107 至 112 年）」係由中央災害防救委員會擬定，並經中央災害防救會報核定通過，對我國災害防救的施政，提出 5 項災害防救基本方針，作為各部會研擬災害防救業務計畫及地方政府研擬地區災害防救計畫的引導，此 5 項基本方針的主軸與核心，均係為因應極端氣候所造成

<sup>15</sup> 取自：<https://cdprc.ey.gov.tw/Page/C4D588F619706C77/addc9e6e-c1b8-475e-bc18-52e9e7df1aee>，檢索日期：111 年 1 月 30 日。

的災害，所規劃的優先重點施政課題（李宗勳等，109），簡述如下：

- 1、災害防救基本計畫「方針一」：「強化韌性社區發展，永續自主經營防救災工作」，強調以社區為因應氣候變遷調適最基本單元，建構社區風險意識，由社區民眾、專業團隊及政府資源投入，達到社區災害管理的共識與目標，強化韌性社區自主防災能力，調適災害可能之衝擊。
- 2、災害防救基本計畫「方針二」：「強化國土整合管理機制，降低災害發生風險」，強調國土防災因應氣候變遷調適策略，強化土地管理防減災之指導原則，這些治理原則必須符合氣候變遷調適對策，建構韌性國土。
- 3、災害防救基本計畫「方針三」：「強化氣候變遷調適策略暨都會區複合式災害情境模擬及對策」，強調「氣候變遷」之災害調適策略做為國家整體災害治理之重點，由於氣候變遷引致的大規模災害，經常為跨領域以複合式災害情境發生，因此宜強化調適政策之風險治理機制建立。
- 4、災害防救基本計畫「方針四」：「引導防災重點產業發展，提供政策誘因整合防災產業鏈結」，氣候變遷致災亦對產業經濟產生巨大衝擊，防災產業鏈的發展與整合，有助於企業對氣候變遷

NATIONAL ACADEMY OF CIVIL SERVICE

國家文官學院

的調適能力提升。

- 5、災害防救基本計畫「方針五」：「健全災害防救體系，強化地方政府災害防救工作精進策略」，強調災害防救除政府體系的強化，發揮「全民防救災」的精神，應發揮民間力量，整合社區、企業、NGO及學術機構等建立災防網絡。

### (三) 法制與制度建構

- 1、溫室氣體減量及管理專法：104年由總統令公布施行之溫室氣體減量及管理法（簡稱溫管法）是減排重要的里程碑，法案主軸雖是在於氣候變遷的「減緩」，但仍有部分「調適」政策的律定，  
全法共計6章34條，重點包括：立法目的、規範政府機關權責、律定我國長期減量目標、溫室氣體減量對策、教育宣導與獎勵、罰則等，該法案為2050年的溫室氣體排放量建立具體目標，並促使聯合國氣候變遷相關公約精神能納入國內相關法制。

而溫管法最重要的章節，也是難度最高的部分，是實施溫室氣體總量管制及排放交易制度，規範對業者設定溫室氣體總排放量限制，並透過減量抵換與交易方式以較低成本達成減量目標，但總量管制的推動，卻有其前提要件，須於溫室氣體盤查、查證、登錄制度及核配額、抵換、拍賣、配售及交易制度

建立完成後方才實施，顯見難度之高，至今尚未建置完成。此外，設立溫室氣體管理基金也是相當重要的法制措施，該基金用於溫排減量工作，111年該基金用途預算約3億餘元。

- 2、氣候變遷調適作法逐步納入相關法令：氣候變遷的調適相關法規，宜從整體生態系統觀點分析之，包括：水、土、海、林、地等相關法令，如：新修訂之水利法，納入「出流分攤、入流管制」作法，可減緩強降雨導致淹水；國土計畫法將氣候變遷調適策略納入土地使用管制及規劃；海岸管理法對於氣候變遷與海岸災害風險，易致災害之海岸地區應採退縮建築或調適其土地使用，可減緩海平面上升致災。對於氣候變遷調適作法已逐步法制化。

#### 肆、小結與建議：災害神諭之破與立

在氣候變遷嚴峻的挑戰下，臺灣要如何免除溫水煮青蛙的滅絕效應？對於 UNFCCC 提出主要策略：減緩（mitigation）與調適（adaptation）策略，臺灣氣候變遷因應政策優先策略的選擇為何？對於這樣的議題，關乎未來政策資源、專業、經費投入重點，宜審慎前瞻擘劃。

臺灣屬於全球大尺度氣候變遷的一環，雖然溫排占比相當小為 0.76%，

但臺灣為盡國際責任，在法制面已訂有溫管法減排之減緩策略與作為，也期待能因應國際產業供應鏈對減碳要求，持續節能減碳、減緩全球暖化；然而更要注意 IPCC 第 6 次評估報告對全球氣候變遷引致氣候型極端災害的趨勢，尤其本文論及 TCCIP 提出未來臺灣氣候變遷引致極端災害衝擊加大的科學證據，如何破除宛如神諭的災害悲觀結果，在氣候暖化的進程中，建立更進步的調適策略，減少災害傷亡災損並掌握國家發展機會，應列為未來優先因應氣候變遷政策重中之重。因此對於如何應用政策誘因工具引導企業、團體、社區共同參與氣候變遷調適、強化災害調適的能力建構、藉由制度化機制建立凝聚臺灣社會氣候變遷調適的共識，提出 4 點建議：

#### 一、企業因應氣候變遷調適之誘因政策工具應用

*NATIONAL ACADEMY OF CIVIL SERVICE*

企業的價值與競爭力除獲利率之外，為因應氣候變遷，企業須採取負責任的行動保護環境，減少溫排，依據國際氣候行動倡議，產業供應鏈應採潔淨能源政策，並促使產業提高綠能使用，高碳排放將形成企業貿易障礙，影響接單，因此，產業鏈對於氣候變遷之「減緩」，已採市場機制作為管理工具；然而，對於企業因應氣候變遷之調適，關乎企業極端氣候災害下的可持續營運管理（BCM, Business Continuity Management），建議宜納為氣候變遷企業調適的重點。

以 2011 年泰國水災為例，因極端氣候強降雨造成湄南河流域氾濫成災，長達 4 個月，受影響的範圍超過 6 萬平方公里，造成 500 人以上死亡，數百萬人受影響，在氾濫區的企業受到巨大衝擊，例如：日本汽車業者，也因此次水災停止在泰國的生產線，造成產業斷鏈，許多車廠因零組件短缺而面臨停工的危機。推動 BCM 可應用各種政策誘因，如：企業表揚、標章、經費補助、演習經費及訓練資源提供等（鄧子正等，106），強化企業因應氣候變遷導致災害的調適能力。

## 二、接地氣的社區及團體參與調適策略

調適行動方案的擬定，尤其地方政府在研擬調適執行方案階段，建議結合既有的社區防災機制，邀集高災害潛勢地區既有的社區防災團隊、NGOs 及氣候變遷弱勢族群等利害關係人共同參與，因氣候變遷引致極端洪氾、土石流、強颱等災害，調適策略之擬定也成為重要議題，調適執行方案規劃過程，納入多元意見與觀點、結合在地傳統知識，調適執行方案能接地氣，且提高其可行性。

## 三、極端氣候下災害的調適應納入無悔策略（No-Regret-Policy）

面對高度不確定的氣候風險治理，採取「無悔策略」是降低風險的方法，無悔策略指該策略通常無須額外投入高額的成本，或執行時有綜合效益的策略，這樣的策略應用於氣候變遷是指：未來面對氣候變遷高

度不確定的情境，有可能對環境生態系統造成巨大的衝擊，但是即使因氣候變遷導致大規模災害、物種滅絕或糧食短缺等「最壞情境即使不發生，也會覺得如此做是有意義的事」，倘若「發生最壞的情境，如此做卻能使憾事發生機會降低」（詹文男，103）。

氣候變遷或全球暖化最壞的情境，或稱之為「令人高度後悔的事件（Regret Point）」，可能是生態系統的滅絕與高頻率且嚴重的災難，為避免或減緩最壞情境的發生，應該是要先盤點致災的成因，以確保令人高度後悔事件發生的極小化，例如：減災調適策略的落實執行，就算最後氣候變遷不致最壞情境，對於民眾風險意識的提升、調適能力的建構與環境教育也有相當的意義與助益，即屬氣候變遷調適應納入的不後悔策略。

#### 四、調適策略研議制度化與績效指標具體量化

面對難以改變的氣候變遷負面衝擊趨勢，調適策略政策工具的應用，有助於降低負面衝擊或增加正面效應，有制度規劃調適策略，有實務上的需求。對此，環保署已於 110 年 10 月預告修正「溫室氣體減量及管理法」為「氣候變遷因應法（草案）」（尚待立法通過），除了 2025 年淨零排放重要的減排目標入法之外，該法案中將增訂氣候變遷「調適」專章，將調適策略研議機制制度化，專章中強調「基礎能力建構」、「科研推估接軌」、「確定推動架構」等 3 項重點，然而，觀察其「確定推

動架構」於思維上仍以政府部門（中央主管機關、目的事業主管機關及地方政府）內部研提調適行動計畫為主，建議應避免僅納入既有的延續性施政計畫，宜由上而下提出整體且具體策略企劃，並對各項策略發展其執行成果之績效指標，以量化方式呈現，以利發展相關評估機制。

臺灣因應氣候變遷調適，行動為上策，瑞典少女桑伯格（Greta Thunberg）採激烈行動以罷課方式，在瑞典議會前抗議，引發國際關注，她在聯合國的演講對公眾輿論產生重大影響，行動的方式除體制外的示威外，採取凝聚政府、企業、NGO 組織、環保團體、社區組織與個人共同行動力量的方式屬務實之策，期在氣候變遷的同舟上尋求生機與發展。

*NATIONAL ACADEMY OF CIVIL SERVICE*

國家文官學院

## 參考文獻

### 一、中文部分

中央災害防救委員會 (2018)，災害防救基本計畫，臺北：行政院。

行政院 (110)，民國 110 年災害防救白皮書，臺北：秉達國際展覽公司。

行政院災害防救辦公室 (110)，災防週報 (民國 110 年 7 月 29 日至民國 110 年 8 月 11 日)，2021 年 7 月西歐暴雨洪災研析。

行政院災害防救辦公室 (110)，災防週報 (民國 110 年 7 月 15 日至民國 110 年 7 月 21 日)，近期北美極端高溫致災研析。

行政院經濟建設委員會 (101)，國家氣候變遷調適政策綱領 (核定本)。

行政院環境保護署 (106)，國家因應氣候變遷行動綱領 (核定本)。

行政院環境保護署 (108)，國家氣候變遷調適行動方案 (107-111 年) (核定本)。

科技部、中央研究院環境變遷研究中心、交通部中央氣象局、臺灣師範大學地球科學系、國家災害防救科技中心 (110)，IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告。

國家發展委員會 (103)，國家氣候變遷調適行動計畫 (102-106 年) (核定本)。

國家發展委員會 (107)，國家氣候變遷調適行動計畫 (102-106 年) 執行成果報告。

---

李宗勳、王怡文、楊基成（109）。氣候變遷與災害防救：我國政策、策略及

實踐初析。T&D 飛訊，265：1-25

徐千偉（103）。我國政府因應氣候變遷的治理政策，國科會專題研究計畫（NSC

100-2410-H-194-129）

柳中明（109）。全球環境變遷。臺北：華都文化事業有限公司。

鄧子正、盧鏡臣、邵俊豪（2017）。規劃我國推動企業防災策略及編撰指導手

冊勞務委託採購案。內政部消防署委託研究報告。

詹文男（103）。無悔策略。思潮，14：2-3。

## 二、英文部分

Intergovernmental Panel on Climate Change (2021), “The Climate Change 2021: The Physical Basis-Summary for Policymaker (Sixth Assessment Report for the IPCC)”

Intergovernmental Panel on Climate Change (2021), “The Climate Change 2021: The Physical Basis-Summary for Policymaker (Fifth Assessment Report for the IPCC)”

The Royal Swedish Academy of Science.(2021), “For Groundbreaking Contributions to our Understanding of Complex Physical Systems”, Scientific Background on the Nobel Prize in Physics.