

出國報告書（出國類別：開會）

赴葡萄牙出席歐洲氣候變遷調適研討會及  
赴荷蘭洽談合作事宜

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：高俊璿 秘書

林丞庭 環境技術師

派赴國家：荷蘭、葡萄牙

出國期間：民國 108 年 5 月 22 日至 6 月 2 日

## 摘要

本次出國行程主要目的為出席歐洲氣候變遷調適研討會（European Climate Change Adaptation Conference, ECCA 2019），該研討會為世界具代表性之氣候變遷調適國際研討會，歷次會議均吸引各國研究人員、政府單位代表及國際組織參與，以歐洲地區之調適作為出發點，藉由會議相關活動及成果發表，共同討論氣候變遷調適未來之發展方向。本次行程透過海報投稿，與各國與會人士交流我國調適工作推動進程，並針對關鍵議題分享彼此執行經驗。

另為推動氣候變遷調適國際合作，交流國家調適工作推動進程及如何調適策略落實，並評估辦理氣候變遷調適訓練課程之可行性，強化我國政府人員之調適素養，進而將其概念落實於我國政策規劃，本行程亦前往荷蘭與該國海牙市政府官員及該國調適智庫代表進行雙邊會談，學習面對氣候變遷，荷蘭如何逐漸將過去「人定勝天」的思惟，轉換為具氣候韌性、大水不侵的國家，更將過去填海造陸的水利策略改為「與水共生」，發展相關韌性工程，同時強調全民參與及教育的重要性，從都市計畫的角度進行整體性的氣候變遷調適規劃，以達到環境永續的目的。

## 目錄

壹、背景說明及目的.....	1
貳、出國行程.....	2
參、出國概述及成果.....	3
一、赴荷蘭建立調適智庫交流管道.....	3
(一) Blue 21.....	3
(二) 海牙市政府 (Den Haag).....	8
(三) 氣候調適服務中心 Climate Adaptation Services (CAS).....	10
(四) Deltares.....	13
(五) 鹿特丹調適設施考察.....	15
二、出席歐洲氣候變遷調適研討會 (ECCA 2019).....	19
(一) 研討會說明.....	19
(二) 周邊活動-氣候服務：狀況，與用戶的相關性和趨勢 Climate services: state of affairs, relevance for users and the way forward..	23
(三) 開幕式.....	27
(四) 海報發表.....	29
(五) 平行會議.....	31
1. 降尺度以描述氣候變遷調適的地方挑戰 (SS-001).....	31
2. 氣候風險治理的挑戰、角色與責任 (SS-005).....	32
3. 城市和區域範圍決策支持工具和數據需求 (SS-006).....	36
4. 氣候變遷造成的損失和破壞：解決調適限制的科學，實踐和政策主張 (SP-009).....	37
5. UCCRN 氣候變遷與城市第二次評估報告 (SP-012).....	39
6. 因應氣候變遷的關聯性及溝通挑戰 (SS-007).....	43
7. 主流化，調適政策和治理 (SS-013).....	47
8. 共同制定綜合減緩和調適對策 (SS-015).....	48
9. 調適創新方法：遊戲、決策工具及相關產品 (SS-017).....	49
10. 基礎設施調適：能源部門的氣候準備 (SP-017).....	56
11. 國家調適策略與計畫-經驗分享 (SP-020).....	57
12. 氣候調適規劃和標準在地方和城市範圍內的作用 (SS-021).....	62
13. 透過了解災害及氣候變遷韌性強化各層級之韌性決策 (SP-030).....	63

14. 用於氣候調適和減少災害風險的決策支持平台和工具 (SS-023) .....	64
15. 動員當地和傳統知識進行調適規劃-關於共同生產途徑中的政治和權力的經驗分享 (SS-025) .....	68
16. 如何調適極端與危險之氣候變遷 (SS-031) .....	69
17. 描述極端氣候事件的風險，以提供調適資訊-德國運輸系統的氣候調適指標研究 (SS-032) .....	74
18. 面對共同生產氣候調適和服務的挑戰 (SS-035) .....	75
19. 管理風險的決策選擇 (SS-038) .....	78
20. 共同製作城市調適和規劃知識-中小型社區的地方當局如何積極和成功地參與氣候變遷調適 (SS-041) .....	79
21. 氣候變遷調適進度的量測 (SS-043) .....	80
22. UNEP2018 年調適差距報告的見解 (SP-042) .....	84
23. 國家層級的監測、報告及評估 (SP-043) .....	84
24. 調適氣候變遷的城市的工具和數據 (SP-046) .....	92
(六) 全體會議：使企業調適氣候變遷-風險和機遇 .....	95
(七) 閉幕式 .....	102
(八) 會議交流 .....	104
(九) 參訪行程 .....	106
肆、心得與建議 .....	110

## 圖目錄

圖 1、飄浮屋「FLOATING PAVILION」案例參觀.....	5
圖 2、INDYMO 公司水體監測設備.....	6
圖 3、IJBURG 飄浮社區案例.....	7
圖 4、海牙市建構韌性城市交流.....	9
圖 5、海牙市氣候衝擊與防護分析.....	9
圖 6、海牙市韌性城市政策架構與利益相關者的調查分析.....	10
圖 7、CLIMATE ADAPTATION SERVICES 交流.....	11
圖 8、氣候調適知識入口網站.....	12
圖 9、NAS 調適工具.....	13
圖 10、與 DELTARES 交流.....	15
圖 11、鹿特丹 WATERPLEIN BENTHEMPLEIN 水廣場.....	16
圖 12、鹿特丹 ZOHO RAIN LETTERS 智能雨水儲留區.....	17
圖 13、鹿特丹 LUCHTPARK HOFBOGEN ROTTERDAM 屋頂公園.....	18
圖 14、鹿特丹市區綠化及保水設施.....	18
圖 15、ECCA 周邊活動.....	24
圖 16、ECCA 周邊活動-CLIM2POWER.....	25
圖 17、大會開幕式致詞.....	28
圖 18、大會開幕表演.....	28
圖 19、「臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃」海報發表.....	30
圖 20、「以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會」海報發表.....	31
圖 21、降尺度以描述氣候變遷調適的地方挑戰.....	32
圖 22、城市可以使用的主要資源和技術手段整合規劃減緩與調適工作.....	41
圖 23、城市規劃者和設計者用於促進城市綜合減緩和調適的主要戰略.....	42
圖 24、政府部門提供氣候融資的機會示意圖.....	42
圖 25、家庭/社區/城市規模調適和緩解策略.....	43
圖 26、各族群於不同圖表呈現方式的理解程度.....	46
圖 27、LIVING LABS 透過設計圖與民眾溝通新社區不同規劃路徑.....	49
圖 28、錯誤調適遊戲 (M-GAME) 畫面.....	50
圖 29、不同利害關係者試玩遊戲過程.....	51
圖 30、天氣預測、氣候預測及氣候推估時間尺度一覽.....	51
圖 31 天氣輪盤遊戲介面示意.....	52
圖 32、洪災預測中心改善精進面向.....	53
圖 33、COASTADAPT 平臺網站之主題及描述.....	54
圖 34、COASTADAPT 平臺網站知識分層.....	54
圖 35、碳素養計畫推廣面向及重點.....	55

圖 36、碳素養計畫針對知識（左）及溝通（右）面向之成果分析.....	55
圖 37、荷蘭調適工作多層級及領域推動架構一覽.....	59
圖 38、奧地利調適工作推動歷程.....	60
圖 39、奧地利調適領域一覽.....	61
圖 40、將政治納入考量開發調適途徑.....	69
圖 41、不同升溫及社經條件之氣候變遷情境推估.....	70
圖 42、能力框架主軸定義及其影響.....	71
圖 43、調適作為對於不同 SSPs 情境影響之推估.....	72
圖 44、德國運輸系統的氣候調適指標研究.....	75
圖 45、中小型社區參與氣候調適行動.....	80
圖 46、海港城市調適計畫一覽.....	81
圖 47、海港城市風險評估分析.....	81
圖 48、機器學習推動架構.....	82
圖 49、蒐研文件與氣候變遷議題關聯分析.....	82
圖 50、奧地利調適工作推動近程.....	87
圖 51、葡萄牙 2010 及 2015 年調適框架.....	88
圖 52、英國調適計畫執行進度一覽.....	90
圖 53、西班牙各調適議題認知調查.....	92
圖 54、全體會議座談代表.....	95
圖 55、葡萄牙 PWC 總監與談.....	97
圖 56、葡萄牙 CASA RELVAS 總經理與談.....	98
圖 57、國際水協會會長與談.....	99
圖 58、微軟公司水管理計畫經理與談.....	101
圖 59、EIT CLIMATE 主席與談.....	102
圖 60、大會開幕式致詞代表.....	103
圖 61、大會閉幕表演.....	104
圖 62、與 BINGO 交流討論.....	106
圖 63、ALCÂNTARA 水廠參訪.....	108
圖 64、大里斯本的供水系統參訪.....	109

## 表目錄

表 1、ECCA 2019 國際研討會主議題與子議題.....	19
表 2、參與會議列表.....	21
表 3、能源部門基礎設施調適現況.....	56
表 4、調適氣候變遷的城市的工具和數據.....	93
表 5、參訪行程.....	106

## 壹、背景說明及目的

根據 IPCC 第五次評估報告，因人類行為所造成之全球溫室氣體濃度升高、全球暖化造成氣候變遷已經對各國造成嚴重的環境衝擊。因此，全球各國無不致力於制定政策，並積極推動減量、調適等氣候行動，以面對氣候變遷所帶來之環境問題。

氣候變遷調適為跨領域複雜課題，各國均持續學習並滾動式調整相關策略與方案，並透過國際研討會等方式頻繁交流。歐洲氣候變遷調適研討會(ECCA2019)係歐盟為呼應 UNEP PROVIA 主辦之 Adaptation Futures 系列研討會所舉辦的國際學術會議，會議主題著重於探討技術層面，包含調適方法、資訊共享、成果可視化以及創新知能等各面向，歷次會議均吸引各國研究人員、政府單位代表及國際組織參與。參與本次會議係以歐洲地區之調適作為為出發點，藉由成果投稿，可讓與會人員瞭解我國調適作為，並展現我國面對氣候變遷之決心，提升我國於氣候變遷因應之國際能見度。

另面對氣候變遷，荷蘭已經開始改變「人定勝天」的思惟，新的國家目標是成為氣候不侵、大水不侵的國度。更將過去填海造陸的水利策略改為「與水共生」，發展相關韌性工程。同時亦強調全民參與及教育的重要性，從都市計畫的角度進行整體性的氣候變遷調適規劃，以達到環境永續的目的，值得我國學習與借鏡。因各國氣候變遷調適均需因地制宜進行規劃，可藉由與荷蘭建立交流管道，辦理相關之教育訓練課程，強化我國政府人員之調適素養，進而將氣候變遷調適之概念落實於我國相關政策規劃中，以達到環境永續之目的。

## 貳、出國行程

日期	地點	工作內容
5月22日 (三)	台北→阿姆斯特丹→鹿特丹	啟程
5月23日 (四)	鹿特丹	拜會 Blue21，進行合作討論並至示範地點(漂浮屋)進行調適推動執行案例導覽
5月24日 (五)	海牙	1. 拜會海牙市政府 2. 召開討論會議，與 Deltares 及 Climate Adaptation Services 交流推動經驗，研商後續合作可能路徑
5月25日 (六)	鹿特丹→阿姆斯特丹	由 Blue21 專員解說荷蘭調適案例，及相關推動經驗，包括設計、公民參與、效益評估等事項
5月26日 (日)	阿姆斯特丹→里斯本	赴葡萄牙
5月27日 (一)   5月31日 (五)	里斯本	出席 ECCA 2019 國際研討會(會議參與情形詳附件)，並由本次出國人員於5月28日向與會者分別進行2場次海報解說
6月01日 (六)   6月02日 (日)	里斯本→阿姆斯特丹→台北	返國



## 參、出國概述及成果

### 一、赴荷蘭建立調適智庫交流管道



#### (一) Blue 21

Blue 21 包含社會企業和協作平台，著重水環境研究發展，專注於水上飄浮屋之開發與研究，強調資訊公開與交流，藉由溝通與協調推動水上飄浮屋之應用發展，並進一步將相關研究應用於土地利用規劃中。我國沿海地層下陷區易受海平面上升影響，除進行排水防洪工程外，亦需要尋求其他解決方案，飄浮屋、水上屋或高腳屋均是建築形式的改革，透過與荷蘭漂浮建築顧問機構建立交流管道，可了解相關實務技術之發展現況。

1. 交流對象：Bart Roeffen 為設計鹿特丹飄浮亭之建築師，長期參與荷蘭三角洲計畫，致力於整合環境、土地和水之建築設計，以實現永續發展的目標。
2. 交流議題

#### (1) 飄浮展館 Floating Pavilion

歐洲第一大港的鹿特丹港 (Port of Rotterdam)，由於船隻規模越來越大，港口內部無法行駛大型船隻的區域，鹿特丹市政府開始改變用途，規劃建置因應氣候變遷及永續發展的飄浮屋，並公眾意見收集飄浮屋所具備之功能與用途，鄰近港口之企業樂見於水岸空間建置展館可做為新品發表會場地使用，歷經 7 個月於 2010 年完工本港口區域之漂浮展覽場館。

建置漂浮於鹿特丹港灣上的「Floating Pavilion」，係 DeltaSync & PublicDomain 建築師事務所設計的三個半圓相連而成的建築，採用氟塑膜 (ETFE) 取代玻璃以減輕重量，ETFE 是一種新興的建築材料，由乙烯和四氟乙烯共聚而成，具有高透光率 (可見光透光率 > 90%，使用 10-15 年仍可維持 90%) 和極強的耐候性。建築物表面使用

高透光性的環保薄膜材料儲存能量，除利用熱泵系統建構完整的熱能循環系統，亦安裝透明的海水管道，有效發揮自然散熱功能，同時運用太陽能加熱，用海水進行冷卻，讓能源有效循環利用，並配有污水處理系統，處理廁所污水經過處理後再排出至水域，避免影響環境水體品質。

另針對漂浮建築周邊的植栽技術，目前有 2 種形式，若種植水生植物，則不須澆灌系統，植物的根可直接貫穿取得水分，同時兼具淨化水體的功能；種植一般植物則透過雨水澆灌。

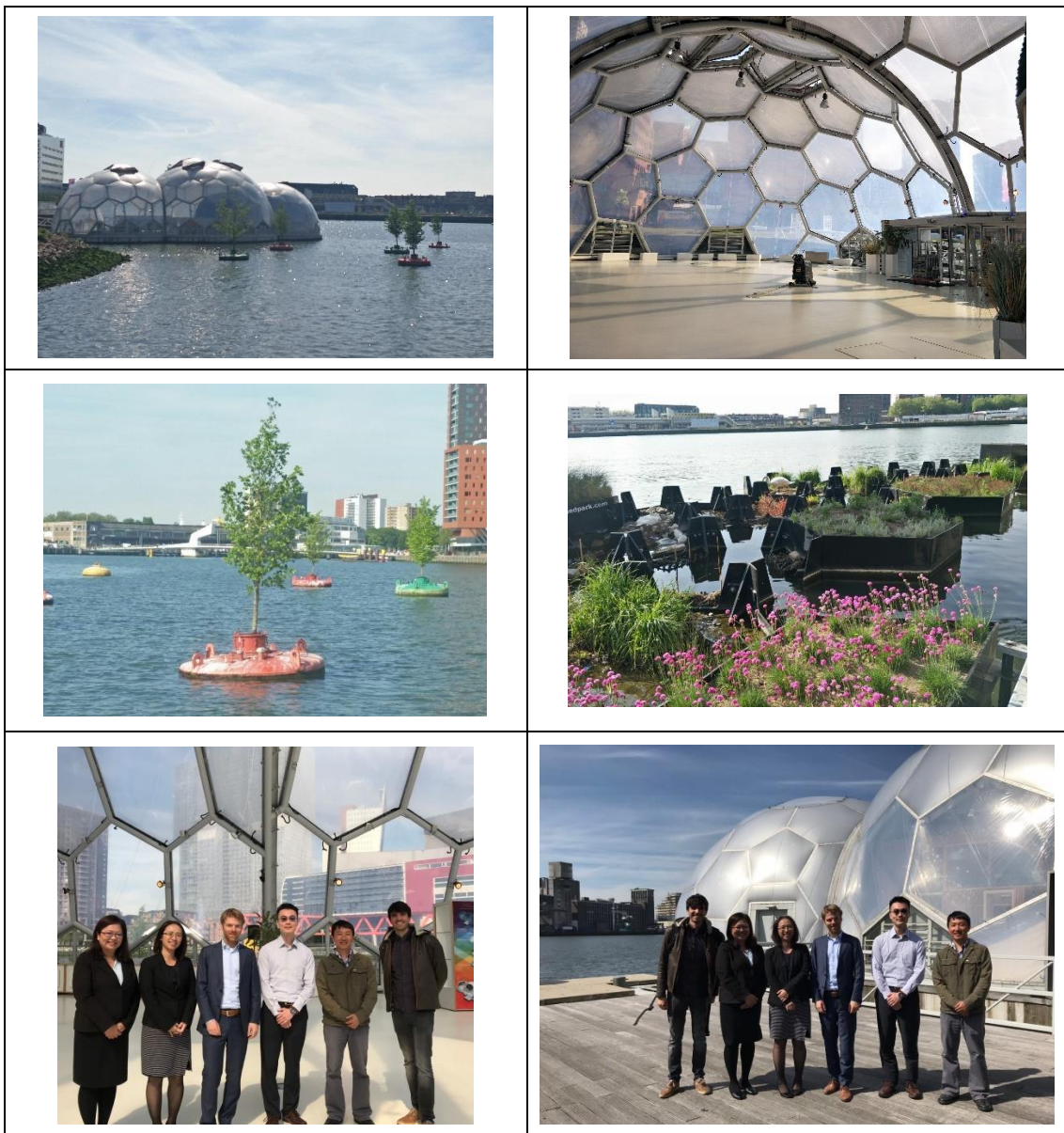




圖 1、飄浮屋「Floating Pavilion」案例參觀

## (2) 漂浮建築水域影響監測

漂浮屋距離水底約 0.5~5 公尺之間，其減少水體與空氣接觸面積可能導致溶氧降低、日照影響與流速影響。Indymo 公司使用水下無人機收集水下圖像、水樣和水質以及生態數據，以監測公私水體環境情形。傳感器和攝像機的移動性提供了對水體的獨特 3D 資訊。相關研究透過監測設備量測溫度，並以攝影機傳輸漂浮建築水面下的實況，觀察水體生態如魚、植物之變化情形。當水底與房屋底部距離很近，收集的水體水質數據較差。漂浮建築對於不同水體如湖、河流等的水流循環有所差異，但目前未發現巨大影響。

環境影響分析並非所有水域都需要進行，新的人造水域並無生態問題需要考量，但是針對生態資源較為豐富的水體則需進一步分析。再者，由於漂浮建築的廢水是另外接管處理，非直接排放，因此針對大區域水域面積之漂浮建築數量若未達一定規模，則預估影響輕微。



圖 2、Indymo 公司水體監測設備

### (3) 飄浮社區 IJBurg

位於阿姆斯特丹市的 IJBurg 社區建造於 1996 年，係 Architectenbureau Marlies Rohmer 設計，由 75 個漂浮住宅和河岸高腳屋住宅組成，底座採用空心混凝土設計，水面上方二層樓與水下一層樓，上方房屋結構以輕鋼架為主，家戶外接污水處理管集中至岸邊處理。碼頭是公共空間，將所有服務主管（天然氣、水、電、污水管）連結到住宅，每個浮動房屋在碼頭上有一個儀表箱和兩個繫泊柱。地下生活垃圾箱則安裝在周邊的道路，以利廢棄物清除處理業者清運。

社區在廢水系統則有非常嚴格的規定以避免造成水污染。漂浮建築的造價較一般房屋高約 2 成，而在荷蘭土地價格約為房價 1/3 到 1/2。因此，整體價格差距不大。然而水域的產權的價格，依據不同地方政府規定，部分區域的水域產權可進行買賣交易，部分地區仍維持以透過租賃方式取得水域使用權。願意選擇居住於漂浮社區的

民眾則多具有環保意識或支持創新設計。

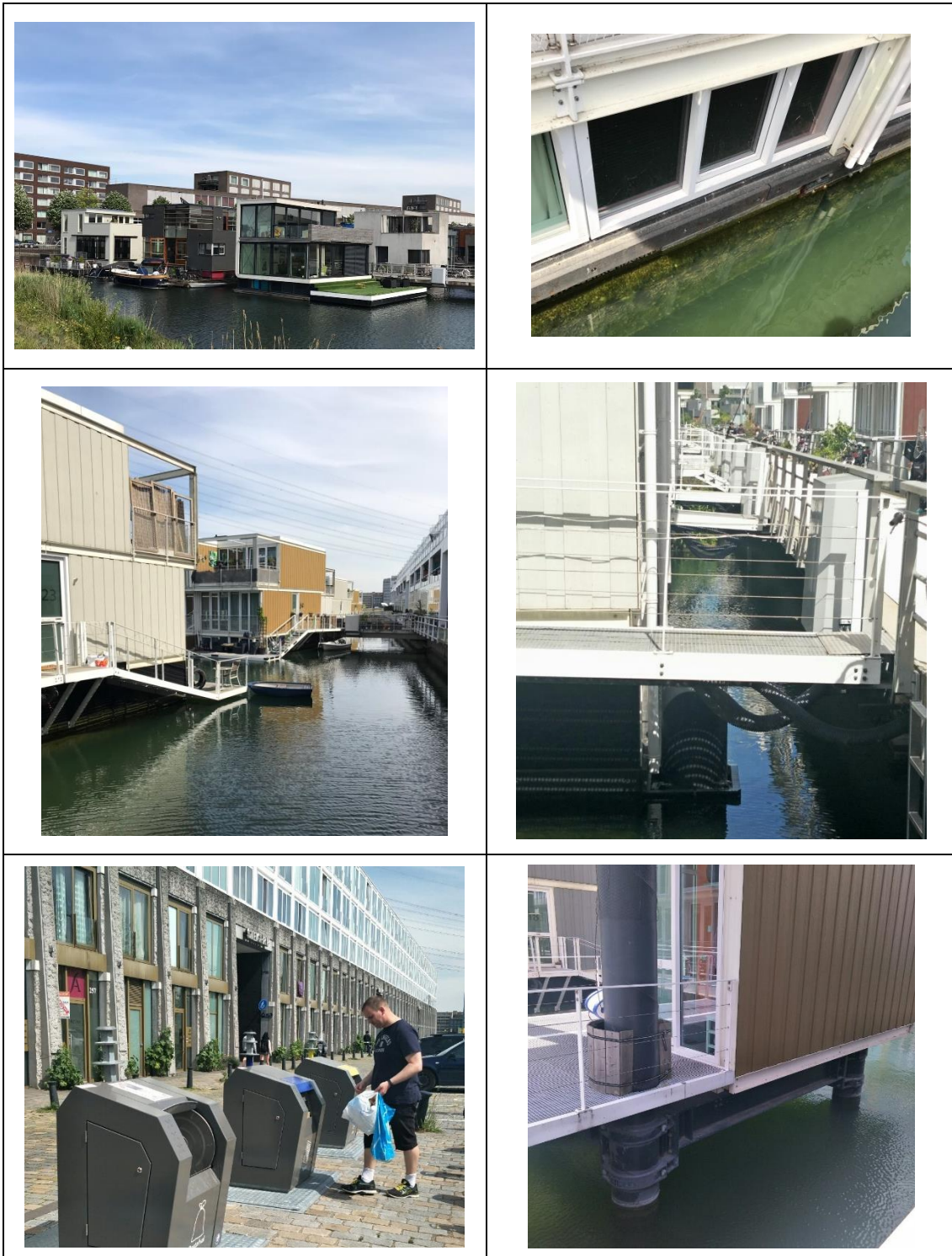


圖 3、Ijburg 飄浮社區案例

#### (4) 漂浮建築其他議題

荷蘭政府在近 20 年間針對建築法規進行評估修正。

漂浮屋是否需要與一般建築於陸地上的房子具有相同的規範。漂浮建築的結構目前建商保固 50 年，並透過認證制度與規範建立，工程師、設計師依循相關規範，以協助保險公司、銀行金融體系進行房屋保險與融資借貸的評估。由於漂浮建築非不能移動的不動產建物，視為一般房屋抵押品仍有風險，現階段漂浮建築一般視為船隻的動產抵押，需同時申請房屋與船隻的所有權證明文件，專屬漂浮屋的方案仍在發展階段。

漂浮建築如何發展至亞洲區域，包括日本、中國、新加坡、香港等國家對於漂浮建築也開始進行研究。與歐洲地區較大的差異是需要面臨颱風的衝擊，為避免颱風期間漂浮建築受到洪水的衝擊，防護網的設計仍在研發階段，以避免開放水體受洪水挾帶大量樹枝的撞擊，封閉水域相對比較安全。此外，漂浮建築由於有水體做為緩衝，反而可以減輕地震對於房屋損毀的衝擊。

## （二）海牙市政府（Den Haag）

海牙市於 2016 年加入「100 Resilient Cities」計畫，並於 2018 年發表城市韌性評估報告，為讓評估報告發現之問題轉化為可實施的項目、計畫和倡議，海牙市政府將公民參與視為推動韌性城市的核心，整合地方、國家及各界專家學者的研究和創意，逐步形塑海牙市邁向韌性城市。

1. 交流對象：Anne-Mari Hitipeuw 為海牙市政府推動韌性城市計畫的首席韌性官（Chief Resilience Officer, CRO），專長為大數據分析，負責凝聚政府各部門及利害關係者，並利用決策支援系統，制定海牙市的投資發展框架及氣候變遷調適計畫。



圖 4、海牙市建構韌性城市交流

## 2. 交流議題

### (1) 海牙市氣候變遷調適規劃

討論氣候韌性城市工具箱 (Toolbox Climate Resilient City) 操作案例，氣候韌性城市工具箱為 Deltares 發展用於氣候變遷調適措施跨領域協作規劃之工具，其以藍綠解決方案 (blue-green solutions) 為基礎，探討綠屋頂、植樹、城市綠化等措施對應可處理之洪水、乾旱、熱島效應和污水處理的能力，包含實施與維護成本的估算，整合調適與減緩措施，尋求調適與減緩的共效益。

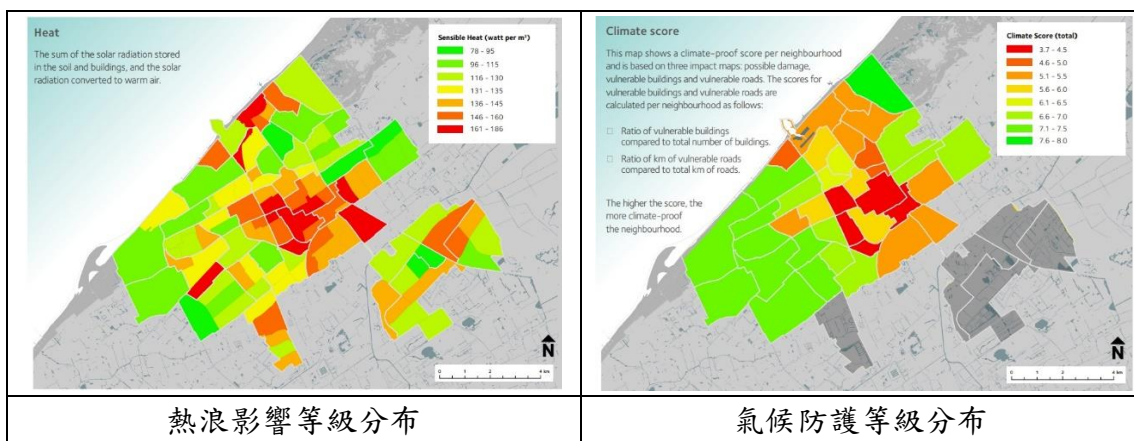


圖 5、海牙市氣候衝擊與防護分析

### (2) 海牙市氣候變遷調適政策制定與實踐

海牙市面對的主要課題包括衝擊和壓力、氣候變遷、網絡攻擊、疾病爆發、極度高溫與低溫事件、教育系統不

足、基礎設施、缺乏社會凝聚力、人口過剩、貧窮、恐怖襲擊、失業。2019年5月16日發布了其韌性城市策略，分為4大面向分別為領導策略、健康與福利、經濟社會、基礎建設與環境，共12個行動方案與50項子行動，並針對利益相關者的調查分析評估不同觀點之政策推動支持度。

該市以社區為單位，由下而上逐步推動，串聯政府、學校、企業及公民團體等資源，讓民眾瞭解氣候風險之衝擊影響，除由基礎公共設施加強城市調適能力外，同步發展城市軟實力，整合各方力量共同推動韌性城市策略。

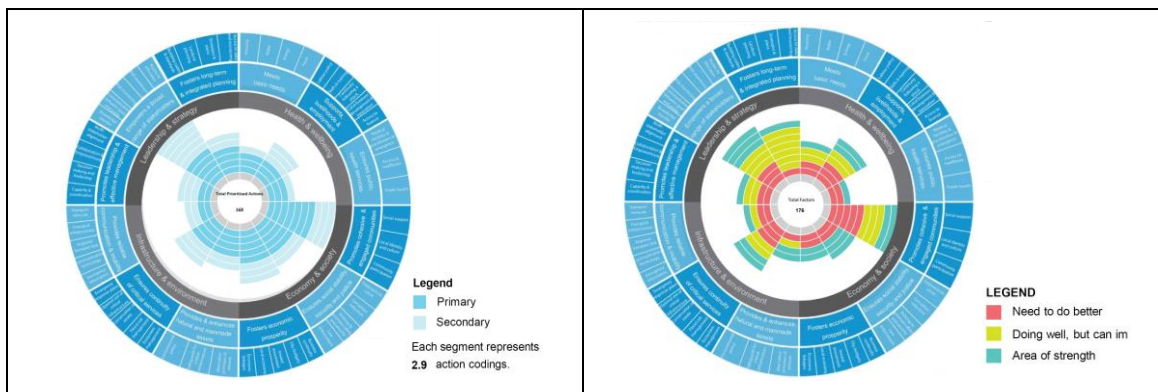


圖 6、海牙市韌性城市政策架構與利益相關者的調查分析

### (三) 氣候調適服務中心 Climate Adaptation Services (CAS)

CAS 專注於運用可視化技術將氣候變遷的知識與資訊結合，並開發相關工具來轉譯複雜的氣候資訊，以讓政策決策者、公民團體及一般民眾瞭解氣候變遷的影響與因應方式，以對未來氣候變遷下的生活作好準備。





圖 7、Climate Adaptation Services 交流

1. 交流對象：Kim van Nieuwaal 博士：專長為整合學術、政策和行動方案，以及氣候變遷政策工具之研究與開發，長期擔任荷蘭政府各級單位、學術研究機構、公民團體及企業之氣候風險顧問，為 Climate Adaptation Services 之策略顧問。

## 2. 交流議題

### (1) 空間調適知識入口網站（Kennisortaal Ruimtelijke Adaptatie）

空間調適知識入口網站是荷蘭氣候變遷調適的主要資訊平台，於 2014 年開始開發，支援荷蘭三角洲計畫，為政府、公民團體及個人提供政府的氣候變遷調適相關資料，以實現荷蘭氣候變遷調適和治水規劃。

該網站由 CAS 負責管理和維護，持續更新最新的技術、資料和工具，並與相關知識和諮詢機構密切合作，並由來自不同政府單位所組成之編輯委員會就使用面，提供更新調整之建議。



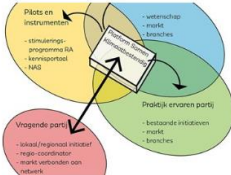
Tips

Climate Impact Atlas



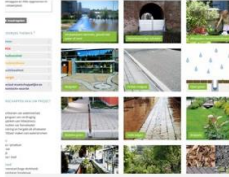
View (future) threats of flooding, pluvial flooding, drought and heat stress on the map.

Climate-proof Together Platform



The Climate-proof Together team helps you acquire practical

Green-Blue Grids



View the list of available design solutions and adaptation measures.

NAS Adaptation Tool



This interactive tool enables users to compile a conceptual diagram of their own, based to their specific

圖 8、氣候調適知識入口網站

(2) 國家氣候調適策略調適工具 (NAS Adaptation Tool)

荷蘭「國家氣候調適策略」(National Climate Adaptation Strategy, 2016) 運用概念圖說明氣候變遷對溫度、降雨、旱災、海平面上升 4 種氣候趨勢的影響。以圖像為工具能讓使用者更深入地了解氣候變遷風險，進而尋求更多專業知識和合作夥伴。

延續 2016 年之成果，2018 年 12 月推出 NAS 調適工具，讓使用者可以透過簡單的三個步驟選擇適當之氣候變遷趨勢、行業、影響和類別，以繪製自己的概念圖。例如，高溫和乾旱對基礎設施、能源部門和電信部門有一定的影響，透過過濾相關資訊後，使用者可根據需要將圖表導出為圖像、PDF 文件或資料庫，以進行進一步的評估和分析。

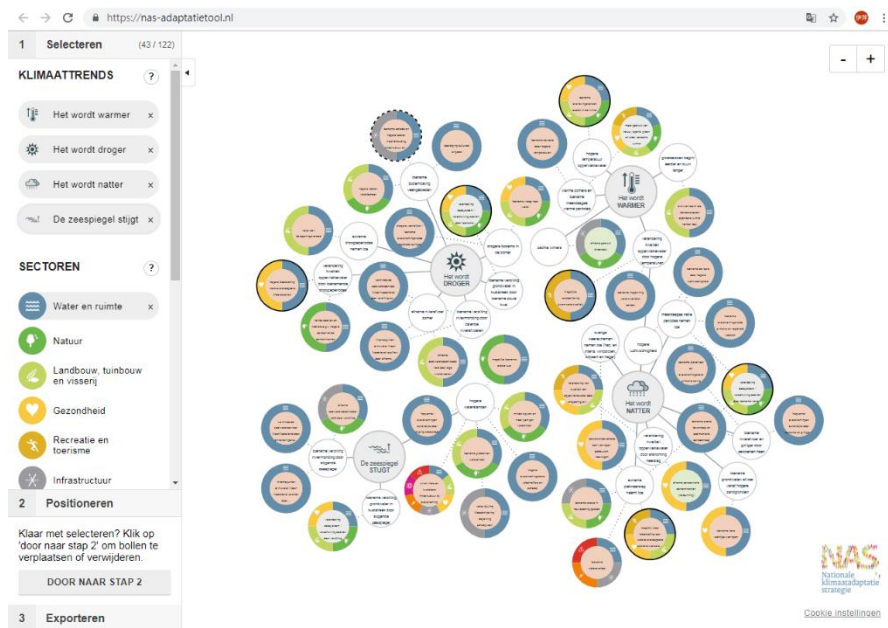


圖 9、NAS 調適工具

#### (四) Deltares

Deltares 為針對水資源與氣候變遷之荷蘭研究機構，與政府、企業和其他研究機構在國內外皆密切合，已發展調適決策支援工具 (Adaptation Support Tool, AST)，協助進行調適政策之選擇與排序，另為讓利害關係人與民眾瞭解政策之內涵、預算、時程與可能影響，亦發展永續水資源管理桌遊，整合政策評估工具與環境模擬模式，以遊戲與視覺化的方式即時模擬與回饋未來可能之變化，以建立最佳的共識與決策。

##### 1. 交流對象

Frans van de Ven 博士為 Deltares 城市土地和水資源部門之專家顧問，同時亦為代爾夫特理工大學土木工程和地球科

學學院副教授，長期進行永續城市研究與規劃，運用城市規劃與設計，改善都市排水、污水處理、供水及抗旱，整合都市解決方案，以使城市具備氣候韌性。

Herman van der Most 為 Deltares 水資源與風險管理政策分析師，參與荷蘭三角洲計畫及多個國外氣候變遷調適計畫，並開發氣候變遷調適政策之決策支援工具，近年則著重於推動風險認知與風險溝通，研究如何進行風險轉譯，以與民眾進行溝通討論。

## 2. 交流議題

### (1) 氣候變遷調適政策決策支援工具

城市是氣候變遷調適因應中重要一環，氣候韌性城市工具箱（Toolbox Climate Resilient City）旨在整合藍綠解決方案及地理資訊系統，以做為氣候變遷調適措施規劃決策支援系統。該工具箱提供 40 多組措施以及其對應洪水、乾旱、高溫等氣候事件下之調適能力估計值，以及實施和維護成本的估算，用於做為利害關係人進行項目討論時之基礎，支援氣候風險溝通，並於今（2019）年開始於荷蘭進行示範案例，預計於 2020 年全面於荷蘭各城市推動。

### (2) 氣候變遷調適教育訓練

氣候變遷調適為一與時俱進之課題，需要持續不斷進行研修，以將氣候變遷調適之概念確實融入業務執行，Deltares 具備與氣候變遷相關之各面向專業人才，同時亦發展數項氣候變遷調適評估之工具，長期協助各國政府、研究單位或公民團體辦理氣候變遷調適教育訓練。本次交流，Deltares 亦以環保署和縣市政府環保局為對象，規劃 5 天之教育訓練課程，包含國際趨勢、氣候變遷基礎知能、調適評估工具操作及公眾參與等內容（附件三），提供予環保署做為未來交流之參考。

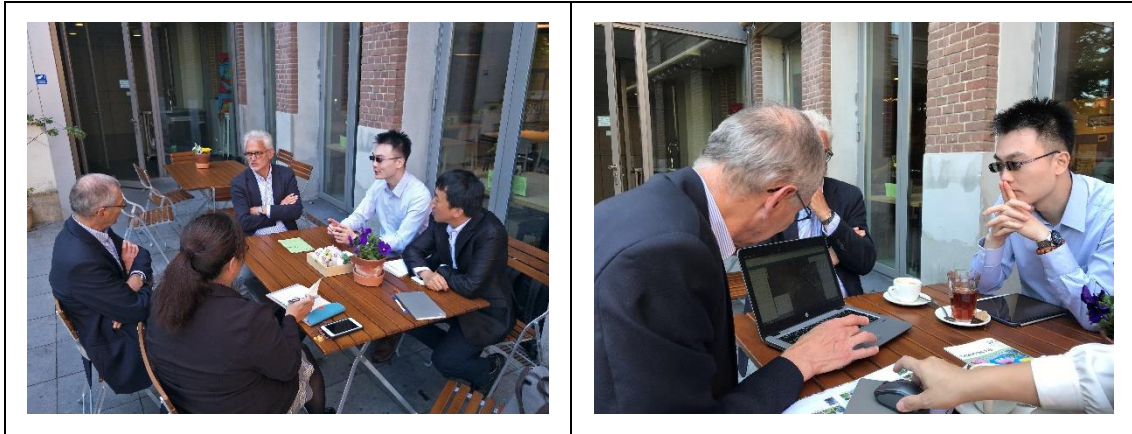


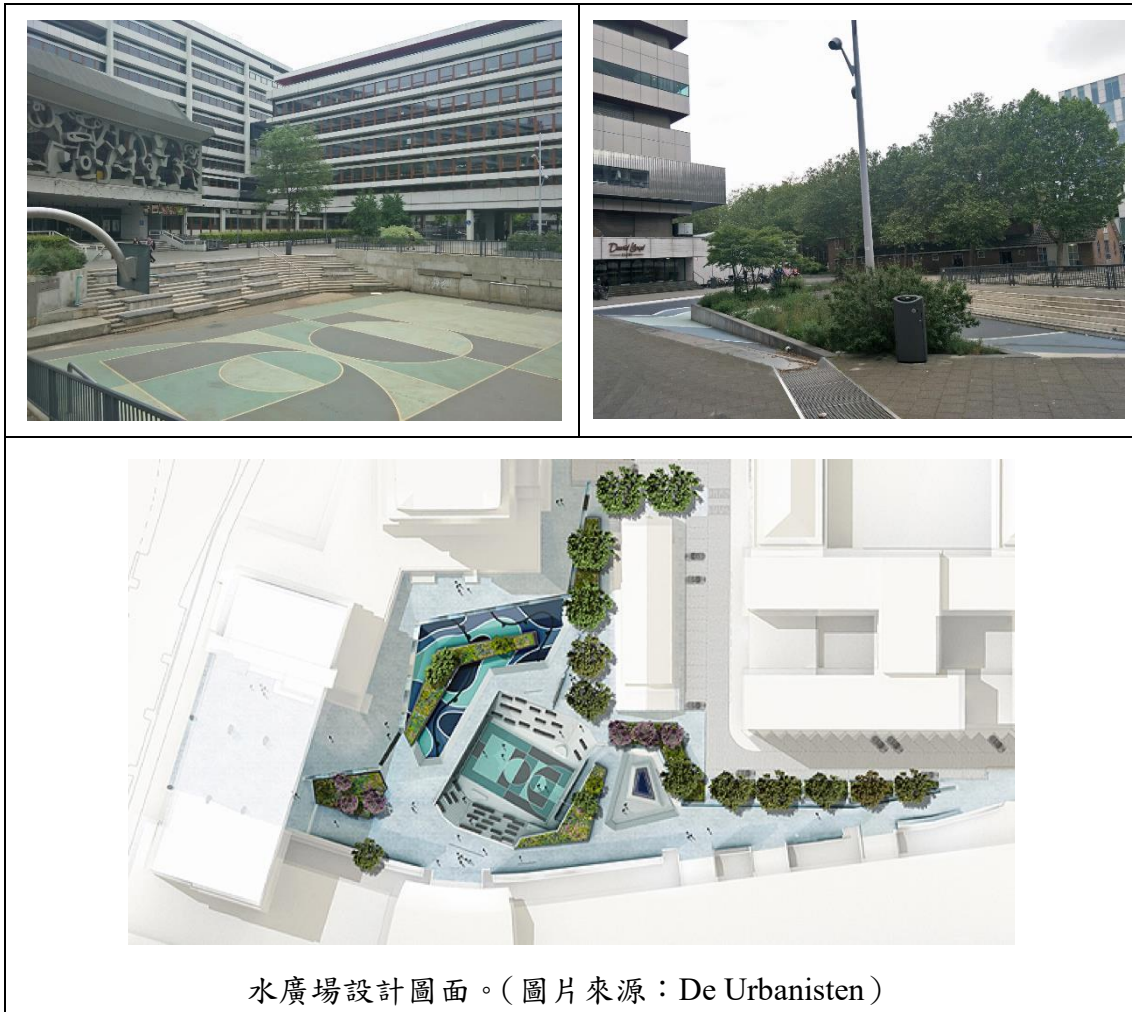
圖 10、與 Deltares 交流

## (五) 鹿特丹調適設施考察

### 1. 鹿特丹 Waterplein Benthemplein 水廣場

位於鹿特丹火車站後方 Waterplein Benthemplein 水廣場為都市空間設計結合防洪系統的設施，由荷蘭景觀建築事務所 De Urbanisten 與當地的住戶、學生和企業參與規劃與設計，2013 年完工後，獲得 2013 年荷蘭國家水資源創意獎及 2014 年國際綠色科技特別獎。

該廣場原為一般的水泥鋪面廣場，經改造為水廣場後，附近建築物所設置之屋頂雨水蒐集系統，沿管線將雨水導入廣場，廣場主要有三個盆地設計成集流空間，經由不銹鋼的溝渠導入廣場中。2 個淺水池設計為直接蒐集雨水，較大較深的廣場為深水池於前述 2 個淺水池滯留容量額滿後，以水瀑布的方式流進廣場，雨水收集總量可達 1,700 立方米。淺水池儲留的雨水透過入滲設施滲透至地下水層，深水池的水量最多貯留 36 小時，之後回流到城市的開放下水道系統。



水廣場設計圖面。(圖片來源：De Urbanisten)

圖 11、鹿特丹 Waterplein Benthemplein 水廣場

## 2. 鹿特丹 ZOHO RAIN LETTERS 智能雨水儲留區

由 Studio Bas Sala 設計和開發的 ZOHO Rain Letters 是雨水儲留區和區域地標於一體。ZOHO 為該區域 Zomerhofkwartier 的縮寫，鄰近 Hofbogen 商場屋頂的雨水被送往 ZOHO 地標內的雨水儲留桶中，不會進入下水道。雨水儲留槽上方的太陽能智慧系統透過網路監控天氣預報。如果預測發生豪大雨，系統則提早釋出儲水槽中之儲留雨水，以創造雨水儲留之緩衝空間。雨水儲留槽中之雨水於早期提供周遭的綠地之澆灌使用。

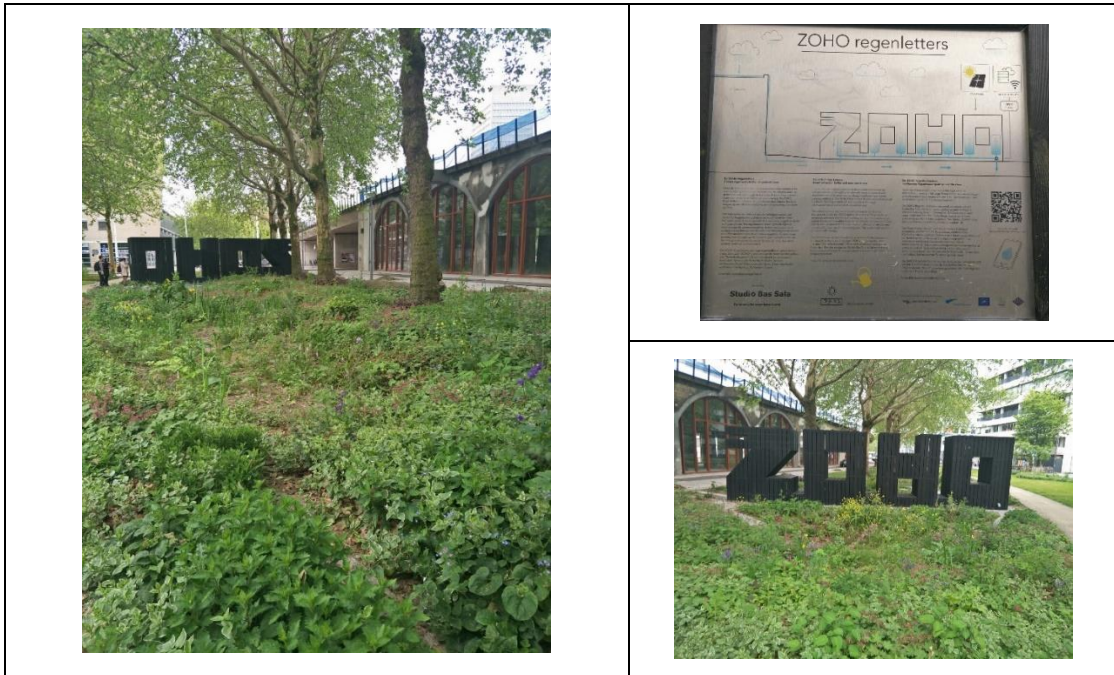


圖 12、鹿特丹 ZOHO RAIN LETTERS 智能雨水儲留區

### 3. 鹿特丹 luchtpark hofbogen rotterdam 屋頂公園

Hofplein 鐵路高架橋（被稱為 Hofbogen）於 1904 年至 1908 年間為南荷蘭電鐵公司建造做為連接鹿特丹、海牙和斯海弗寧恩海灘的 Hofplein 線車站，該地區於 1940 年德國轟炸襲擊中被摧毀。2006 年至 2010 年鐵路公司關閉時鐵路公司對屋頂進行了翻新，政府和鐵路公司進行交易。2012 年 48% 的鹿特丹公民投票支持建築辦公室 ZUS (Zones Urbaines Sensibels) 的規劃，2014 年起在 Hofplein 車站的屋頂上建造屋頂公園。Hofbogen 的屋頂長 1.9 公里，面積 5000 平方公尺，是荷蘭最長的屋頂公園，除提供城市綠化降溫效果外，也可於極端降雨時提供一定程度之保水效率。



圖 13、鹿特丹 luchtpark hofbogen rotterdam 屋頂公園

#### 4. 透水及綠化

鹿特丹市區公園綠地的設計，同時具備蓄水、滯水、滲水、甚至保水功能。都市輕軌的軌道路線亦搭配綠化。以位於鹿特丹中央火車站前的小運河為例，於 2000 年改造為步道及蓄洪功能，防洪的氣候調適設計結合都市空間改造。



圖 14、鹿特丹市區綠化及保水設施



## 二、出席歐洲氣候變遷調適研討會（ECCA 2019）

### （一）研討會說明

ECCA 2019 國際研討會為歐盟為呼應 UNEP PROVIA 之 Adaptation Futures 所舉辦的國際研討會，會議主題著重於探討技術層面，包含調適方法、資訊共享、成果可視化以及創新知能等各面向。自 2013 年開始舉辦，迄今已於德國、丹麥及英國舉辦，為世界具代表性之氣候變遷調適國際研討會。本屆會議 5 天之議程包含學習觀摩、全體會議、平行會議及海報發表。本次會議劃分 6 項主軸，並細分為 48 項子議題（詳如表 1），以進行更有效溝通與彙整。本次行程參與會議詳列如表 2。

表 1、ECCA 2019 國際研討會主議題與子議題

1. 氣候變遷調適（CCA）與降低災害風險（DRR）之數據與方法	4. 機關、治理、公民與社會正義
1.1 氣候數據降尺度應用於災害風險與調適評估	4.1 多層級治理
1.2 觀察風險來源	4.2 跨境協力與解決方案
1.3 情境、季節預測之確定性	4.3 將調適與風險管理主流化（運用於投資）
1.4 整合災害風險和調適的方法和工具	4.4 將調適與風險管理主流化（運用於部門）
1.5 風險之經濟評估	4.5 加強體制和標準化
1.6 監測、報告與評估	4.6 CCA 和 DRR 的社會正義影響
1.7 氣候服務之發展	4.7 公私部門 CCA 和 DRR 扮演角色
1.8 其他	4.8 其他
2. 共同創造知識、解決方案與服務	5. 全球氣候挑戰
2.1 科學-政策-實踐	5.1 調適的限制，極端氣候變遷與臨界點
2.2 全民參與與跨領域	5.2 食物-水-能源
2.3 社區和參與式治理	5.3 安全與衝突

2.4 氣候服務示範點	5.4 遷移
2.5 準備、預防和應變計畫	5.5 國際發展合作
2.6 公私伙伴關係	5.6 CCA 和 DRR 響應巴黎協定目標
2.7 人文社會科學	5.7 CCA、DRR、永續發展目標前進方向
2.8 其他	5.8 其他
3. 溝通、數據共享與支援政策	6. 氣候風險管理與韌性
3.1 CCA、DRR 溝通挑戰	6.1 氣候風險管理與減少系統危害
3.2 數據、知識、溝通轉譯	6.2 韌性評估與韌性計畫擬定
3.3 可視化、製圖、決策工具	6.3 氣候風險保險、風險轉移
3.4 創新方法	6.4 以自然環境為基礎之解決方案提高韌性力
3.5 警報和預警傳遞系統	6.5 韌性建置方法與工具
3.6 氣候風險教育和課程	6.6 針對 CCA、DRR 融資探討
3.7 倡導、媒體和宣傳	6.7 生計、貧困和福祉
3.8 其他	6.8 其他

表 2、參與會議列表

	5月27日 (一)	5月28日(二)	5月29日(三)	5月30日(四)	5月31日 (五)
9:00-10:45		開幕式	商務全體會議 「使企業調適氣候變遷- 風險和機遇」	1. 管理風險的決策選擇 (SS-038) 2. 共同製作城市調適和規劃知識 (SS-041) 3. 氣候變遷調適進度的量測 (SS-043)	參訪行程 1. 里斯本在氣候變遷下的城市水循環 2. 大里斯本的供水系統
11:15-13:00	報到	1. 降尺度以描述氣候變遷調適的地方挑戰 (SS-001) 2. 氣候風險治理的挑戰、角色與責任 (SS-005) 3. 城市和區域範圍決策支持工具和數據需求 (SS-006)	1. 基礎設施調適：能源部門的氣候準備 (SP-017) 2. 國家調適策略與計畫-經驗分享 (SP-020) 3. 氣候調適規劃和標準在地方和城市範圍內的作用 (SS-021)	1. UNEP2018年調適差距報告的見解 (SP-042) 2. 國家層級的監測、報告及評估 (SP-043) 3. 調適氣候變遷的城市的工具和數據 (SP-046)	
14:00-14:45	週邊會議 JPI 氣候服務介紹	1. 氣候變遷造成的損失和破壞：解決調適限制的科學，實踐和政策主張 (SP-009)	1. 藉由理解災害與氣候變遷韌性強化跨層級韌性決策 (SP-030) 2. 用於氣候調適和減少	閉幕式	

	5月27日 (一)	5月28日(二)	5月29日(三)	5月30日(四)	5月31日 (五)
		2. 氣候變遷與城市：UCCRN 的第二次評估報告 (SP-012) 3. 因應氣候資訊的關聯性及溝通挑戰 (SS-007)	災害風險的決策支持平台和工具 (SS-023) 3. 動員當地和傳統知識進行調適規劃 (SS-025)		
16:15-18:00		1. 主流化調適政策和治理 (SS-013) 2. 共同制定綜合減緩和調適對策 (SS-015) 3. 調適創新方法：遊戲、決策工具及相關產品 (SS-017)	1. 如何調適極端與危險之氣候變遷 (SS-031) 2. 描述極端氣候事件的風險，以便為調適提供訊息 (SS-032) 3. 面對共同生產氣候調適和服務的挑戰 (SS-035)		
18:00-20:00		海報發表			

(二) 周邊活動-氣候服務：狀況，與用戶的相關性和趨勢 Climate services: state of affairs, relevance for users and the way forward

近年來歐洲大力投資於氣候服務的開發研究，以為決策者提供複雜的氣候數據。JPI Climate、H2020 和 Copernicus 是該領域的歐洲主要參與者。整個歐洲研究人員網絡目前正致力於開發可靠、相關和合法的氣候服務。



氣候服務的定位是成為許多部門關鍵策略資訊的來源，其在機構投資者投資過程中訊息揭露的需求，其中以金融部門為重要，缺乏資金被認為是氣候變遷調適的主要障礙之一。會議期間展示各種歐洲提供的氣候服務，並將就其發展的不同方面進行討論：

- 用戶定制開發的方法和參與過程
- 氣候服務在社會轉型中的作用
- 可行的氣候服務 - JPI 氣候的下一步
- 尋求與其他倡議和國際（科學）網絡的交互作用：增值、媒合和向外發展
- 探討氣候服務在支持永續金融和投資方面的作用

本周邊活動於 ECCA2019 會議正式開幕前開始，在整個 ECCA2019 會議期間啟動氣候服務界內的進一步聯網和交流活動，例如在 JPI Climate / ERA4CS / Climateurope 展位。這次周邊活動和展位由 JPI Climate 和 H2020 CSA SINCERE 計畫與 ERA4CS 和 Climateurope 合辦。提供不同服務開發方法的概述。以做為充分了解進一步的氣候服務發展和研究投資需求。本周邊活動有助於業者、企業、金融運營商和決策者增加他們對歐洲氣候服務領域的了解。



JPI 氣候理事會主席

德國氣候服務中心 Climate Services  
Centre Germany

圖 15、ECCA 周邊活動

## 1. ClimINVEST 為投資決策量身定制的氣候資訊

資產所有者無法減輕氣候風險，極端天氣事件和其他氣候影響可能會頻繁增加並產生財務影響。雖然存在許多氣候情境，但投資者很難將全球規模和長期視野與其在特定部門或地點的投資實際風險整合。透過 CICERO 氣候融資中心與機構投資者進行的初步討論表明，需要依據投資決策量身定制最佳的氣候變遷部門和區域資訊。



ClimINVEST 的主要目標是與投資者共同設計和共同製作有關氣候變遷的定制資訊，次要目標是將氣候訊息提供給金融決策者的各種風險框架，透過共同開發轉讓和傳播氣候訊息的工具，為投資者決策增加價值，以改善氣候研究人員與金融界之間的溝通，以及促進投資決策的附加值，應對物理氣候風險具有潛在的增加投資，如氣候調適性基礎設施等。

## 2. CLIM2POWER 將氣候數據轉化為電廠運行指南

CLIM2POWER 開發氣候服務，將季節性天氣預報與能源部門的決策結合起來。特別是評估當前和可能的未來季節性預測的價值，以改善發電組合的管理。為此目的，縮小季節性預測並與隨機電力系統模型相結合，以估計季節性天氣條件對再生能源發電以及電力和區域供熱需求的影響。隨後

推出了電力行業的最佳運營時間表，例如水力儲存和化石燃料採集的最佳運行，應用一套現有的自下而上，技術豐富的電力系統模型。改變整個電力系統的再生供應和需求可能產生的影響以及電價也是如此。雖然將為整個歐洲提供最終氣候服務，並在葡萄牙，法國，瑞典和德國 - 奧地利市場區域開展了四個區域案例研究，以驗證歐洲模式。

此外，案例研究對市場和市場價格，河流系統生態調節導致的大壩運營限制以及電力業者的靈活性選擇進行了不同的關注。由於氣候變遷可能會引起氣候過程季節性的變化，因此未來的氣候情景將透過額外的敏感性分析進行評估。氣候服務是與該部門的重要利益相關者溝通過程中開發的，並做為在線公共網絡服務提供。特別是發電和貿易公司，電力系統運營商和監管機構，電力消費者和水資源管理者將直接從該氣候服務項目的成果中獲益。

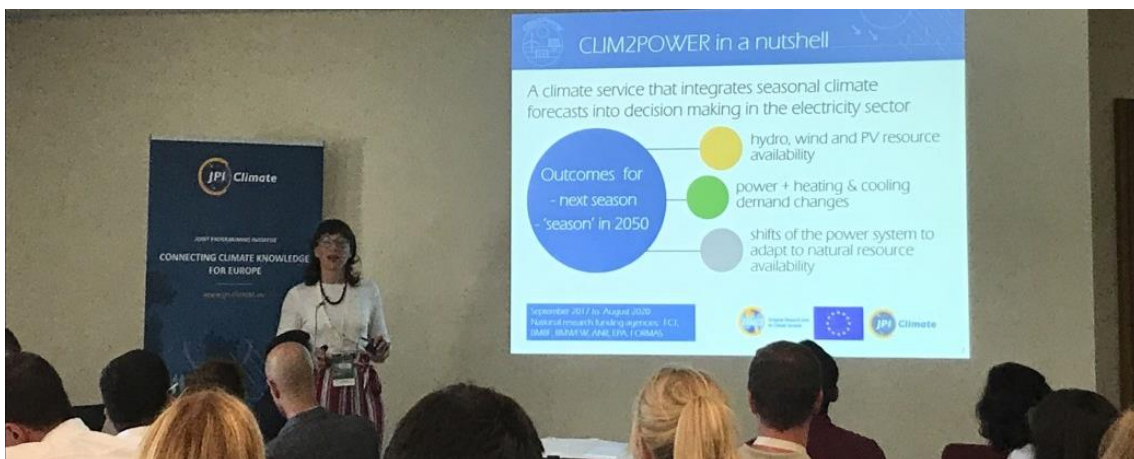


圖 16、ECCA 周邊活動-CLIM2POWER

### 3. CittaSense 公民感知-參與式風險管理系統實現城市氣候變遷

城市居民不斷做出與影響其安全，健康和福祉的氣候相關風險相關的多種決策，例如如何應對異常事件，雨水流量，洪水，高水平的懸浮塵埃。CitiSense 旨在與公民，地方當局和組織共同開發參與式風險管理系統 (PRMS)，使他們能夠為先進的氣候服務和增強的城市氣候調適能力做出貢獻，並獲得支持其安全的建議。它採用公民感知，公民作為傳感器

收集和發送訊息，也是公民 - 技術互動的新手段。

公民除了發送圖像、影片和文字，亦可透過智慧手機上專門設計的應用程序與無線傳感器系統進行交流，將監控的氣候參數上傳並發送到數據庫。因此可快速收集大量關於新出現風險的特定地點數據，這些數據可以與當前城市氣候相關的風險管理和調適計畫聯結並提供資訊。當超出所選參數的關鍵負載或確定的數量或檢測到長期趨勢時，將透過 CitiSense 應用程序發送指導民眾的建議並將其放置在網路平台上。該平台將有助於探索該市其他民眾收集的現有數據。PRMS 與公民團體的共同發展有助於確保其採取適當風險管理行動的要求。該項目旨在探索和分析該系統如何增加民眾和政府機構的準備和適當的反應，以提高不同氣候背景下的歐洲城市氣候調適能力。該項目將包括在荷蘭、挪威、葡萄牙和瑞典的城市進行的四次試點。

#### 4. CoCliME 共同開發 CLimate

服務，以調適不斷變化的  
海洋生態系統



由於過度捕撈，污染和氣候變遷等多種驅動因素之間的相互作用，歐洲沿海生態系統正在發生變化。海洋生態系統的變化將影響人類健康，食品安全以及包括水產養殖，漁業和旅遊業在內的永續性。氣候預測資訊豐富，海洋生態系統影響模擬活動相當多。然而在提供這些資訊予用戶和政策制定者進行採用間仍呈現脫鉤現象。

CoCliME 項目共同開發和共同開發一系列以區域為重點的氣候服務，以解決主要影響領域，包括歐洲區域海域的人類健康、水產養殖、漁業和旅遊業。開發的服務和相關的決策支持工具，將授權和支持脆弱的沿海部門加速調適性決策，並納入關鍵治理機制，如海洋策略框架指令、海洋空間規劃以及地方/國家和歐洲調適規劃。

該團隊匯集新成立的邊境組織專家聯盟，共同開發氣候服務領域的領導者、海洋生態系統研究領域、區域海洋氣候



建模者，以及每個地區的一些目標用戶和決策者。除定制氣候服務外，該項目還將提供創新和以用戶為中心的方法，並開發一個與社會相關的氣候服務框架，該框架可轉移到其他區域，影響區域，用戶和海洋生態系統的脆弱性。

### (三) 開幕式 (Opening Plenary: Europe is at risk – adapting to extremes)

氣候變遷是 21 世紀的挑戰，其緊迫性和嚴峻性需採行綜合方式來評估及應對，以降低與環境和社會壓力因素相關的風險，並確保人類和生態系統的安全，需共同合作促進學習與知識交流，以提供最佳解決方案，而聯合國所推出的巴黎協定、仙台減災綱領和永續發展目標等國際協議尤為重要。各界致詞代表（如表 3）中里斯本市身為主辦城市，市長亦在會中提出該市的調適行動因應，包括：水資源循環使用、投資防洪減災建設、公園綠化同時減輕熱浪影響與增加居民活動空間，此外也宣示將增加太陽能發電應用在公有建築物，民眾自有建物發電售電給電廠。開幕表演透過現場音樂演奏搭配顏料滴入水體之視覺呈現，展現自然環境的轉變，以藝術的方式啟發人類對自然環境影響之省思。



João Pedro Matos Fernandes | 葡萄牙環境與能源轉型部長



Christos Stylianides | 歐洲委員會歐洲人道主義援助和危機管理專員

<p>費爾南多梅迪納   里斯本市長</p>	<p>Daniela Jacob   德國氣候服務中心— GERICS</p>
<p>Yvon Slingenberg   歐盟委員會氣候行動司 (DG CLIMA) 國際，主流化和政策協調主任</p>	<p>Bénédicte Paviot   大會主持人，曾任 BBC 記者，現為英法電視新聞記者</p>

圖 17、大會開幕式致詞

<p>攝影機即時投影-表演前的自然意象</p>	<p>攝影機以反轉方式即時投影-表演後的藝術意象</p>

圖 18、大會開幕表演

#### (四) 海報發表

ECCA 2019 國際研討會提供簡報與海報分享方式，本計畫投稿之「臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃」(The discussion of national adaptation promotion experience and the next national adaptation plan in Taiwan) 及「以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會」(Exploring the development of community adaptation opportunities with Taiwan's low-carbon sustainable homeland institution) 獲大會接受以海報方式進行發表，每張海報均有 3 分鐘口頭發表及 2 分鐘問答，「臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃」排定於 5 月 28 日 18:00-19:00 由本署代表林丞庭報告，「以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會」則排定於 5 月 28 日 19:00-20:00 由本署代表高俊璿報告。

##### 1. 臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃

臺灣由 2009 年開始推動國家氣候變遷調適工作，整合中央相關部會，分為災害、水資源、土地利用、海岸、農業生產及生物多樣性、能源供給及產業、健康、維生基礎設施等八大領域，各領域分別彙整機關負責領域之溝通與協調，惟領域內之機關合作，可能因業務屬性不同及主觀意念差異影響合作意願，因此「國家氣候變遷調適行動計畫(2013-2017)」完成後，臺灣政府開始思考下一階段該如何推動國家氣候變遷調適工作。

2015 年，臺灣完成「溫室氣體減量及管理法」立法，成為全球少數擁有氣候變遷專法的國家，並由行政院環保署做為臺灣氣候變遷調適工作的主管機關，於「溫室氣體減量及管理法」中，氣候變遷衝擊與脆弱度評估、氣候變遷調適策略之研擬與推動為中央目的事業主管機關的工作，考量「國家氣候變遷調適行動計畫(2013-2017)」領域分工執行上遭遇之困難，以及「溫室氣體減量及管理法」之規定，環保署著手規劃「國家氣候變遷調適行動計畫(2018-2022)」時，改以中央目的事業主管機關為參與單位，盤點各機關業務，

希望各機關將氣候變遷調適之概念內化到既有業務中，如有跨領域之課題，則運用既有之平台機制處理，同時將統一國家氣候情境列為國家永續發展目標之一，整合各單位的力量，共同因應氣候變遷。

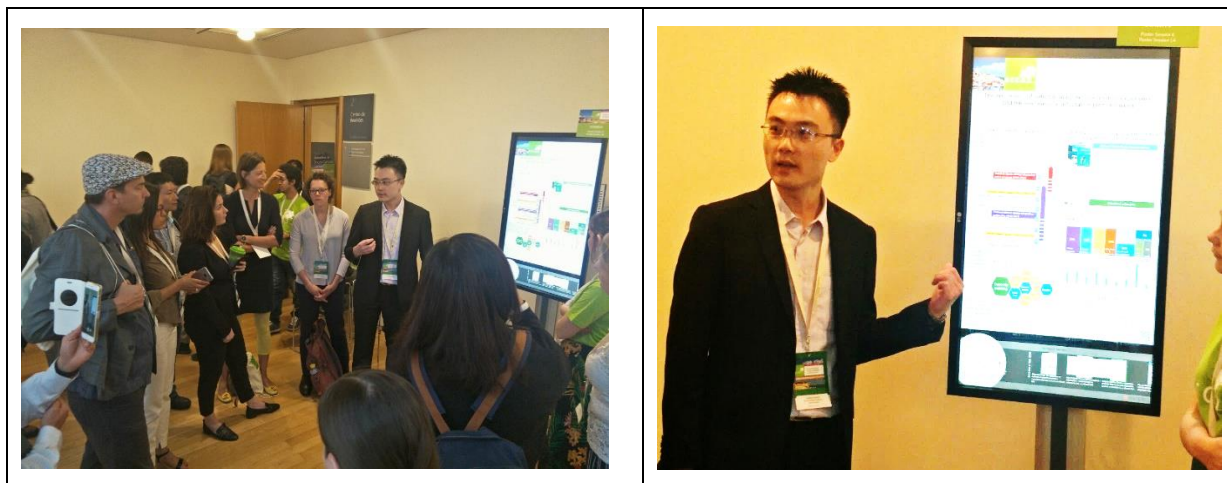


圖 19、「臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃」海報發表

## 2. 以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會

臺灣低碳永續家園機制自 2015 年推動至今，已有 3,887 (50%) 村里參與，783 取得銅、銀級認證。在臺灣，經實測於建築物屋頂或周遭採取區域降溫措施（推動綠屋頂、牆面植生或綠籬、推動透水鋪面、閒置空地綠美化、推動社區農園、設置雨水貯留再利用系統、濕地保護及生態池建置等），完成後可降低建築物室內溫度 3~5 度，可節省 10%~25% 空調用電。上述 783 個銅銀級村里中 95% 採取區域降溫措施，推測原因在於臺灣氣候變遷挑戰主要為高溫及強降雨，因此村里社區採取的調適措施多以區域降溫及保水功能為導向；反觀採取區域災害潛勢調查分析及調適規劃者僅有 1.5%，經訪查原因為村里層級的規模及各方面資源皆不足以負擔災害潛勢調查與策略規劃等調適措施。以上顯示臺灣低碳永續家園採取由下而上以社區為基礎之參與式治理的方式，易於村里適地發展切身有感的區域降溫調適措施，但涉及整體調適規劃包括脆弱度調查、風險指認、風險評估、分析調適能力及規劃調適可行作法等，仍應透過由上而下的協助，執行具體任務。

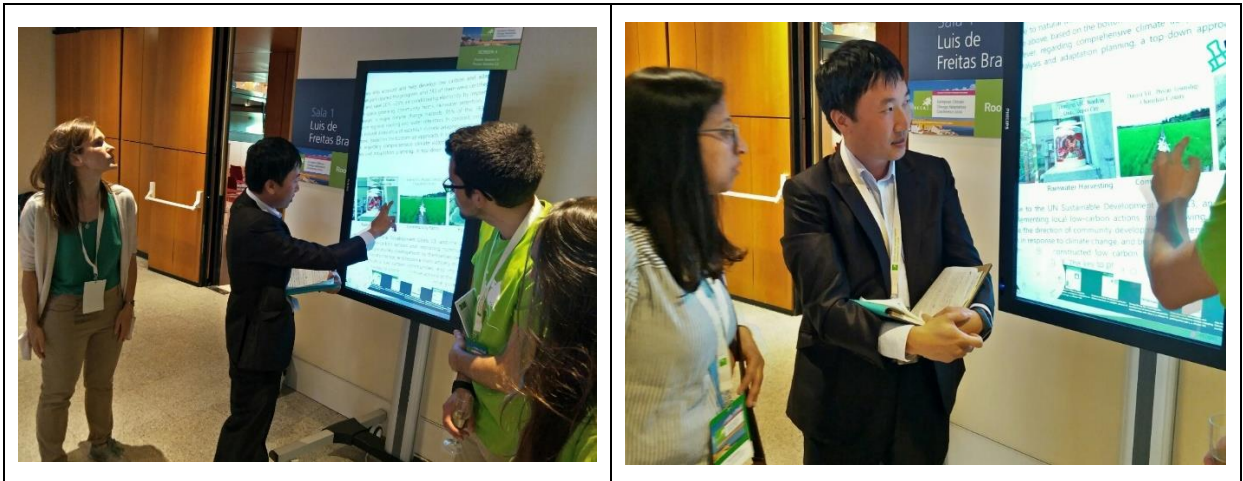


圖 20、「以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會」海報發表

## (五) 平行會議

### 1. 降尺度以描述氣候變遷調適的地方挑戰 (SS-001

Downscaling to characterise local challenges for climate change adaptation)

荷蘭 Deltares 研究機構與中興工程顧問股份有限公司、桃園市政府水利局共同發表「桃園抗洪城市規劃設計，滯洪-放流-評估所需海綿容量的頻率曲線」。以台灣桃園市海綿城市為案例，由 Frans van de Ven 博士報告，因應極端降雨事件在區域街道避免洪水的能力設計評估調適方案。

滯洪容量與排水系統設計者、負責設計區域城市規劃者和景觀設計師須透過協調預留海綿容量需要實施空間。為避免發生水災所需的滯洪容量與從區域向周圍環境排洪容量有關，當排水能力越大，所需的滯洪量越少，但下游洪水的風險越大。為了找到滯洪和排洪容量之間可接受的平衡，採用 SDF (Storage – Discharge – Frequency) 曲線。在給定系統的特定排放能力的情況下，水平衡模型用於將多年一次的每小時降雨量數據序列轉換為多年度。

進一步，則可找出不同重現期的滯洪量以構建 SDF 曲線。系統分析用於找到可接受的最大排洪量  $Q_{max}$ ，並設計排水系統的實際尺寸。對小於  $Q_{max}$  的排洪量，可針對特定的

重現期選擇所需的滯洪容量。本案例涉及用於評估 SDF 曲線的方法與模型、所需的輸入數據、輸出以及 SDF 曲線在實踐中用於評估所需滯洪量的方式。相同的水平衡模型用於估算區域應用特定的永續排水解決方案（Sustainable Drainage Solutions, SuDS）而降低洪峰流量。



圖 21、降尺度以描述氣候變遷調適的地方挑戰

## 2. 氣候風險治理的挑戰、角色與責任（SS-005 Challenges, roles and responsibilities in climate risk governance）

### （1）六個歐洲區域的氣候變遷調適治理的優劣分析

地平線 2020 計畫 Bringing INnovation to onGOing water management (BINGO) 為水環境管理帶來創新作法，其主要重點可分為預測與降尺度，據以評估極端氣候情境並規劃調適作為，並分為 3 層次分析架構逐漸落實。經分析，大量使用過往歷史風險而非近未來推估成果，為整體調適工作治理面向的弱點，其他可辯析因素包括：缺乏整合的領域瓶頸（如：

建築許可、法規等)、領域間的合作(如:不同部會策略協作、分工與權責等)、財政金融機制(傳統編列審議機制無法因應新興風險)、缺乏利害關係者參與等。

## (2) 以協作治理方式推動荷蘭洪災風險管理：歷史回顧

洪災及相關風險管理議題為荷蘭需積極面對議題，該國目前以 2050 年為目標，希望推動荷蘭成為不怕水淹的國家。透過文獻回顧、過程追蹤及訪談，可得知荷蘭正處於正向轉型過程，並推動整合性措施落實，另傳統水資源部門仍為該議題最具影響力之單位，雖已逐漸嘗試與其相關部門推動合作，但仍有大幅度加強改進空間。

## (3) 誰應負責？公私部門於洪災風險管理議題共享責任之探討

淹水與治理洪災之責任應一定程度於公私部門之間共享，而非僅是公部門的責任，相關討論議題應從政府 (government) 逐漸轉換為治理 (governance)。策略分析顯示因不同權責歸屬而呈現相關責任難以釐清共識，另僅區域劃分及建築法規可強化作為，針對現有建築尚無法約束。隨著防災概念近期逐漸轉換，現存的權責分配已無法因應不停湧現的新興問題與風險，經過分析可推判，現存體系仍可一定程度進行因應，但處理未來互相關聯影響的新興風險將越發困難，故需要更多協作的共識。

## (4) 強化地方調適治理：奧地利地方政府成功要素及克服執行瓶頸之建議

經蒐研調適相關工作執行成功之因素，推動瓶頸及相關案例，提出相關建議如下：

- 針對調適所帶來的效益進行溝通，而非以威脅方式要求利害關係者接受。
- 有效利用機會窗口(如：極端天氣事件)創造外部壓力，並綜整未來推估及基礎知識教材，推動民眾氣候變遷認知

與調適工作之認同感。

- 納入關鍵角色（如：政策制訂者、區村里長、工會等），從專業諮詢角度出發進行討論溝通與協調，據以凝聚共識。
- 明確內部及外部組織結構，指定聯繫窗口及關鍵角色，並與媒體、中央政府、甚至鄰近地方政府保持良好協作關係，可強化調適作為。另可透過平臺或相關機制建立明確分工，將責任合理分配給相關單位，落實工作推動。
- 應採納外部專業單位知識（空間規劃單位、大學、NGO 等），增進認同感、克服潛在衝突、並為關鍵角色提供決策支援。
- 應以可提供正面效益之無悔措施作為起點，以小規模低衝擊計畫為原則逐步推動，長期計畫則應基於這些小型計畫所帶來效益進一步整體深化與強化。
- 進行基礎脆弱度評估及議題優先排序，納入專業人士及利害關係者，具體呈現不作為之影響、成本效益等據以討論，逐步從被動的反應式調適轉換為主動的參與式調適。
- 將調適作為內化到現有機制與發展計畫，連結氣候變遷、能源、旅遊、永續發展目標、都市發展計畫等相關作為，創造共效益。
- 相關作為如透過公眾募資等經費進行推動，可一定程度規避政治導向，並透過軟性監督措施創造驅動力。
- 評估、滾動修正、持續推動等為關鍵

另，民眾對於調適議題之認知為相關工作推動之最大挑戰，不同規模地方政府所面臨的困難皆不同，故篩選出有效推動方式相當困難。

#### (5) 探討英國洪災風險管理整合之關鍵機制

綜效（synergy）之探討於各項議題都非常關鍵，英國政府為推動知識交流已投資 1,500 萬英鎊，相關發展重點置於水及農業連結、住宅及維生基礎設施關聯等，以道路改善策



略為例，相關知識交流可促成跨領域協作，辯析脆弱點設計調適措施，進而創造就業計畫與產業投資等。

#### (6) 2015 年後防災、調適與氣候服務發展情形及建議

國際間陸續推動韌性及永續發展已達 10 至 15 年，近年來各項主軸皆則呈現逐漸交錯的趨勢，顯示各自運轉之機制有整合的必要性，持續獨立運轉（operate in individual silos）除無法有效交流知識與經驗外，並將於相似（甚至相同）議題上造成無謂的資源競爭，故需專注於現存不足之處據以補強。

巴黎協定為全世界第一份設定了調適目標的公約文件，並連結防災及永續發展主軸，強調有效調適。現國際間科學研究持續產出關鍵成果，氣候服務做為一新興產業發展蓬勃，相關知識與資訊皆能支援有效決策，仙台減災綱領亦從另一個角度點出氣候變遷的重要性，創造決策的驅動力，顯見國際社會認識到處理氣候變遷議題的必要性。

傳統投資則為一需儘速轉換觀念的部門，傳統設備設施之汰換更新或建置，一般皆採更換至最新版本/科技等方式處理，但面對未來氣候變遷的威脅，僅更新至最新無法有效因應，而是需要更進一步考量未來風險，善用創新思維與作法進行改善。

資源分配亦為未來將面臨重大衝擊之議題。以歐洲森林火災防救為例，現有資源分配與協作機制於未來將將面臨嚴重挑戰：未來極端氣候將導致火災頻率增加，而交錯重疊發生的火災事件將促使各會員國政府僅僅處理國內事故就耗盡其擁有資源，已無法再分享給其他會員國。未來如何處理跨域極端氣候事件導致的問題，將成為各國都需要面臨的問題。

總結近期國際間的作為，可綜整出建議如下：

- 不應再繼續針對減緩或調適作為做出區分，考量其競合可能造成的資源重疊與浪費，應統整為氣候行動。

- 為培養青生代，引起該族群對於氣候變遷議題之興趣，可採多領域(multi-disciplinary)或跨領域(inter-disciplinary)方式，連結該族群關心議題據以誘導。
- 現國際間仍投注大量資源於科研及技術發展 (research)，雖然相關研究仍有其重要性，但應該逐漸轉為設計解決方式 (solutions)，雖然相關工作相較研究困難很多，但因氣候變遷所導致的極端氣候已逐漸以不同嚴重程度影響世界，除持續展望推估未來外，更應著重於眼前將面臨困境。

### 3. 城市和區域範圍決策支持工具和數據需求 (SS-006 Approaches, decision-support tools and data needs at the urban and regional scale)

地平線 2020 計畫 BINGO:改善水管理-氣候變遷(2015-2019)下的更美好未來，旨在為受氣候變遷影響的最終用戶、水管理者、決策者提供實用知識和工具，包括乾旱和洪水。在 BINGO 項目中，知識聯合生產的中心點是六個研究站點的實踐社區 (Community of Practice,CoP): 巴達洛納 (ES)，卑爾根 (NO)，Peristerona 河流域 (CY)，塔霍河流域 (PT)，Veluwe (荷蘭) 和 Wupper 河流域 (DE)。

實踐社區 CoP 被定義為一組重要且不同的利益相關者，計畫期間，為每個站點實施了共享路線圖，包括：「設置場景」、「我們準備好了嗎?」、「是的，我們是!」、「解決無法解決的問題」、「分享」、「向上發展」。基於 BINGO 計畫中的研究人員和利益相關者互動，目標是分享一套學習指南，以創建雙贏的合作，包括：設計雙面溝通策略、指定一名 CoP 協調員並設計路線圖、為 CoP 開發建立了堅實而多樣化的基礎、為每個互動動畫和便利設計故事板、讓每個人都了解並熟悉道德準則、創建協作環境為非正式互動騰出空間、創造願景設定期望和共同成果、讓所有人參與聯合製作 (為側面關注辯論和/或詳細的辯論辯論保留空間)、評估並慶祝每一階段成就、負責聯合製作註冊/反饋和技術報告、後續 CoP 其

他舉措和發展、長期為社區做好準備。

BINGO 項目 CoP 中使用了大量動畫工具，說明過程中使用的關鍵動態階段，如破冰和網絡、鼓舞人心、設置場景、定義和範圍和想法階段。鼓勵每個人透過 CoP 積極分享和共同創造知識。

#### 4. 氣候變遷造成的損失和破壞：解決調適限制的科學，實踐和政策主張（SP-009 Loss and damage from climate change: science, practice and policy propositions for tackling adaptation limits）

2018 年的氣候相關極端事件在全球範圍內發生了一系列嚴重事件，與 IPCC 的研究結果一致，表明人為氣候變遷對氣候相關災害的頻率，強度和嚴重程度產生了不利影響。越來越多的證據表明，與這些危害相關的風險有可能嚴重影響全球的生命和侵蝕生計，並使弱勢群體、社區和國家調適其物質和社會經濟調適限制。本次會議介紹針對不同學科進行的損失和損害（L&D）的最新研究，包括歸因科學、經濟學和政治學，以及新出現的政策選擇和實踐反應。由三個概念上相互關聯的部分構成，旨在介紹

- 與 L&D 辯論相關的關鍵概念，挑戰和見解
- 討論塑造政策辯論的關鍵問題
- 概述 L&D 的政策選擇和其他響應機制。適當的時間用於促進與民眾接觸，並討論有希望的途徑，不僅在同一個 L&D 辯論中加強一致性，並與仙台減少災害風險框架（SFDRR）和聯合國永續發展 SDG 的相關政策議程進行討論。

歐洲研究理事會（ERC）資助的氣候變遷損失和損害（CCLAD）以及損失和損害網絡倡議下正在進行的研究工作。CCLAD 審查國際談判的政治和 L&D 政策的實施，並涉及國內 L&D 實踐的跨國研究。損失和損害網絡將科學家 and 從業者聚集在一起，透過循證研究和政策主張為 L&D 辯

論提供訊息。

(1) 確定損失和損害風險和政策空間的氣候風險分析。將分配與補償正義的概念與綜合氣候風險管理相結合

“聯合國氣候變遷框架公約”下的 L&D 談判陷入了對氣候正義的要求，被理解為補償，增加極端和緩慢發生的事件風險，以及其他締約方不願意考慮與調適不同的 L&D 並提供除氣候保險支持以外的任何其他方面。為實現共同接受的立場，建議採取可行的方法，使綜合氣候風險分析與分配和補償性司法考慮相一致。提出的框架涉及短期中期，基於需求的視角支持，用於氣候風險管理 (CRM)，超越各國吸收風險的能力。從中長期來看，建議考慮可歸因於人為氣候變遷和相關影響的負債。因此，確定了一個獨特的政策空間由治療和變革措施組成。對於這兩套措施，風險融資（例如“氣候保險”）成為進一步政策行動的切入點，因為它具有風險管理和補償功能的潛力。

(2) 歸因科學：與損失和損害政策和實踐辯論有何關係？

歸因通常與責任和責任有關。然而，歸因科學並非旨在建立責任，而是旨在進一步了解地球系統和社會各要素之間的聯繫。如果調適和 L&D 機制要應對氣候變遷，歸因科學可以發揮潛在的重要作用，幫助診斷風險驅動因素，從而為管理層提供訊息。

(3) L&D 的政治 - 損失和破壞氣候談判中的“爭議性問題”地圖

L&D 被定義為最近氣候談判中要處理的最模糊，最具挑戰性，最有爭議和最有爭議的問題之一。然而，L&D 已經並將繼續難以解決的全部原因尚未得到充分研究。UNFCCC 下 L&D 討論中的敏感和有爭議的因素，並繪製了一些引發爭議並使 L&D 辯論特別困難的潛在問題，包括：問題制定的不確定性、存在政治與技術不同級別的討論、與 UNFCCC 內外的其他爭議的聯繫。

#### (4) 保險是對損失和損害的回應？

保險工具特別是小額保險和區域資金，是否可以做為發展中國家氣候極端事件中 L&D 的風險降低和公平的補償性反應，因此，如果保險工具能夠滿足預防和治療目標的要求。華沙國際 L&D 機制 (WIM)。討論強調了小額保險計畫和區域性資金池的實質性好處，同時也詳細說明了它們的重大成本。除了成本和收益之外，如果在設計和實施過程中沒有進行重大干預，基於市場的保險機制可能無法完全滿足 WIM 減少損失和公平補償的願望。

#### (5) 用於解決 L&D 的創新金融工具

2017 年全球自然災害造成的經濟損失就達 3600 億美元，並且預計將進一步增長。WIM 在確定新的或額外的融資方面幾乎沒有取得進展，以解決 L&D 問題。脆弱國家可能需要使用超越保險的創新金融工具。回顧了以債券為重點的創新金融工具。四種類型的“債券”最適合彈性融資：綠色債券、巨災債券、彈性債券和影響債券。透過增加對調適技術的投資與吸收風險，為治療或變革措施提供資金，從而在降低風險方面進行權衡取捨。在分配技術，建設能力和提供資金方面對特別是分配，補償和程序性氣候正義原則的關注有助於激勵支持擴大發展中國家可用的技術範圍，從而減少長期和全球成本。

### 5. UCCRN 氣候變遷與城市第二次評估報告 (SP-012 Climate change and cities: Second Assessment Report of the UCCRN)

城市氣候變遷研究網絡 (Urban Change Research Network, UCCRN) 關於城市氣候變遷第二次評估報告 (ARC3.2) 於 2018 年初出版，ARC3.2 報告為大約 100 個城市提供了氣候預測，並列出了城市災害和風險，以及城市對人類健康的影響。

本會議討論其實施的潛在途徑，以城市為重點的氣候變

遷知識和解決方案的活動，與各種規模的城市進行知識交流。透過案例研究對接站等工具將知識與行動聯繫起來，並與相關的區域和全球行動者合作。各章節主要作者報告內容重點摘要如下：

### (1) 城市轉型途徑

隨著城市減緩氣候變遷並調適新的氣候條件，必須在能源、交通、水資源利用、土地利用、生態系統、成長模式、消費和生活方式需進行調整，發展新的城市永續系統（包括跨區域合作）。本報告提供五條城市轉型路徑，分別為：減少災害風險和調適氣候變遷是韌性城市的基石、減少溫室氣體排放的行動增加韌性是雙贏的、與所有利益相關者和科學家共同創造風險評估和氣候行動計畫是最有效的、公民應該參與氣候變遷規劃和行動以回應弱勢族群的需求、提升城市形象並參與城市網絡以實現氣候行動。

### (2) 在不斷變遷的氣候中災難管理

減少災害風險和調適氣候變遷是城市調適氣候變遷的基石，由於過去的事件無法讓決策者了解新出現和增加的氣候風險，基於系統的風險評估必須包含有關整個大都市區當前狀況和未來預測的知識。這種轉變將要求決策者和利益相關者提高社區和機構協調，制定戰略並實施風險降低計畫和災難響應的能力，顯示出多層次、跨部門和多利益相關方整合相當重要。

### (3) 將緩解和調適整合為雙贏行動

整合緩解和調適可以幫助避免將城市鎖定在適得其反的基礎設施和政策中。因此，市政府應儘早制定和實施氣候行動計畫。基於科學證據並整合多個部門和治理層面，應包括各種行動如能源、運輸、廢棄物管理、水政策、基礎設施、自然資源、健康和消費政策，以及其他協同方式。由於全面的範圍，重要的是澄清關鍵參與者在規劃和實施中的作用和責任，協調各個階段的參與者之間的互動。

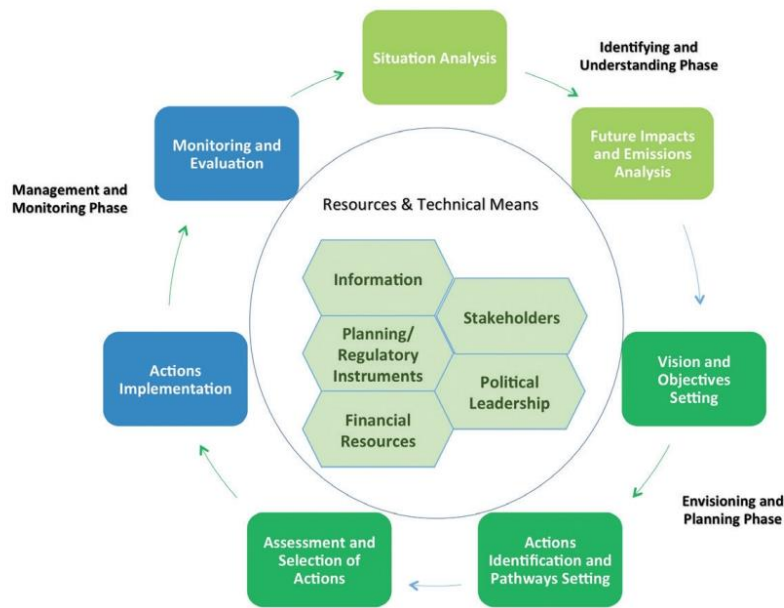


圖 22、城市可以使用的主要資源和技術手段整合規劃減緩與調適工作

#### (4) 將氣候變遷納入城市規劃和設計

城市規劃和城市設計在全球應對氣候變遷方面發揮著關鍵作用。應同時減少溫室氣體排放和增強對氣候風險的抵禦能力的行動應優先考慮所有城市規模 - 大都市區，城市，區/街區，街區和建築 - 以調適當地條件的方式。例如城市廢熱和基礎設施（包括建築物、運輸和工業）的溫室氣體排放、修改建築物和城區的形式和佈局提供冷卻和通風，減少能源使用。

<p><b>Efficiency of Urban Systems</b></p>	<p><b>Form and Layout</b></p>
<p>提升能源效率，交通規劃減少溫室氣體排放</p>	<p>修改建築物的形式和佈局</p>

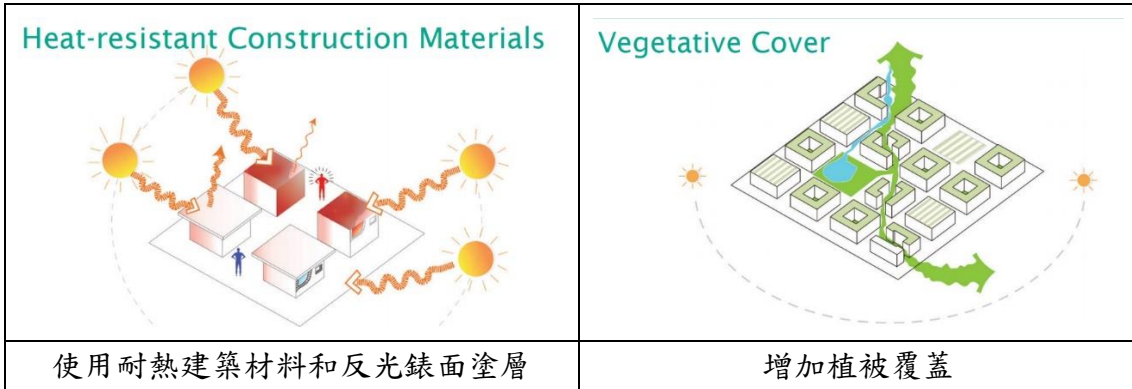


圖 23、城市規劃者和設計者用於促進城市綜合減緩和調適的主要戰略

(5) 為城市提供氣候變遷的財政解決方案

公共部門融資可以促進行動，公共資源可以用來促進私營部門的投資。但私營部門對緩解和調適的貢獻應超出金融投資範圍。私營部門還應提供流程和產品創新能力建構。財政政策必須使地方政府能夠採取措施，最大限度地降低氣候影響的成本。隨著城市轉向與低碳發展相關的新基礎設施系統，與氣候相關的政策還應提供當地經濟發展效益。

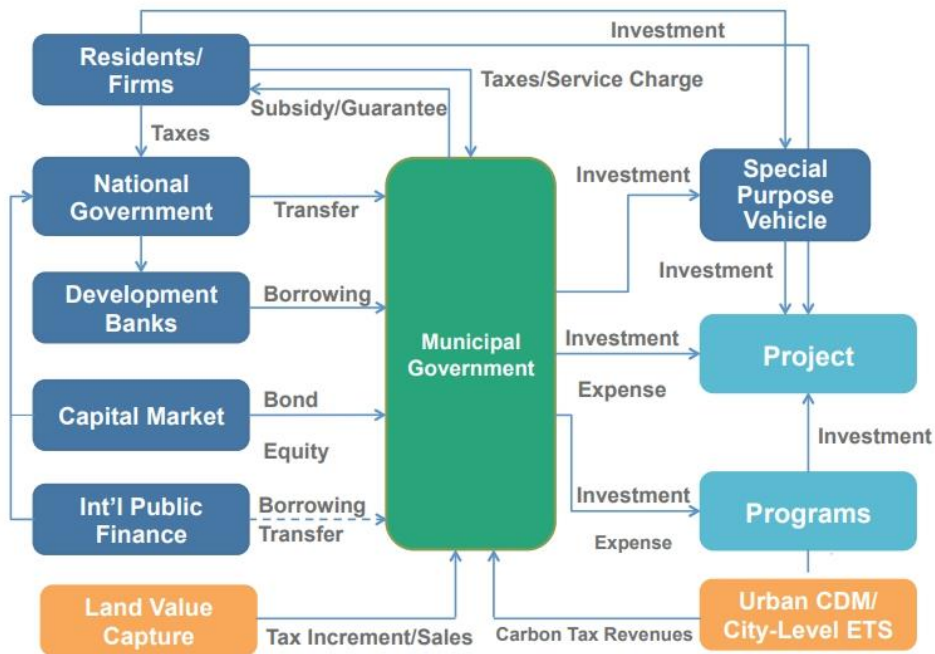


圖 24、政府部門提供氣候融資的機會示意圖

(6) 住房和低收入社區

非正規經濟活動往往極易受到氣候影響，對低收入和中



等收入城市的經濟至關重要。因此，應將城市貧民及其社區的直接和間接成本納入損失和損害評估，以便準確反映對最脆弱居民和整個城市的全面影響。克服這些社區缺乏保險組織和有限保險需求的努力有助於減少他們對第三方補貼的高度依賴，並加強氣候變遷的調適能力。改善住房改善住房的改造創造了共同利益，同時減少住房部門的溫室氣體排放可以在生產、運營和維護方面創造當地就業機會。

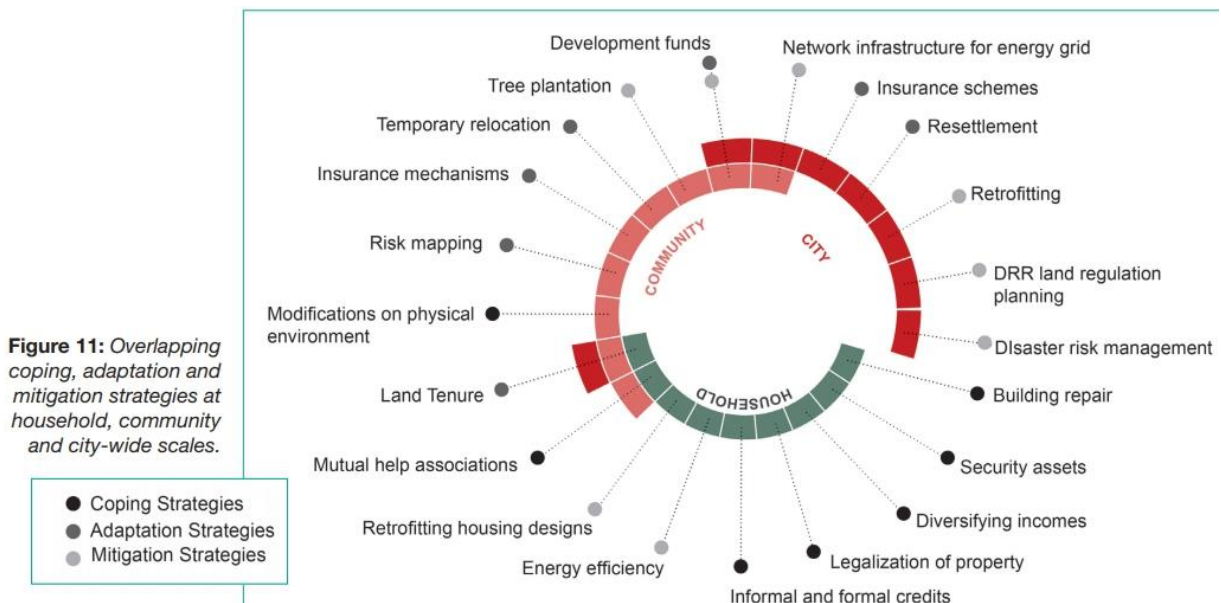


圖 25、家庭/社區/城市規模調適和緩解策略

## 6. 因應氣候變遷的關聯性及溝通挑戰 (SS-007 Dealing with the challenges of relevance and communication in climate information)

### (1) 英國報紙對氣候變遷衝擊與調適策略之觀點

民眾氣候變遷知識多來自於媒體，報紙為資訊傳播主要媒介之一，故本研究分析方法蒐研 2013、2015 及 2017 年 14 份地方及國家級報紙，經過下列篩選條件，綜整出 282 份文章，期能找出資訊傳遞有效性與民眾反應關聯：

- 需為英國本地發生事件
- 報導之事件非屬歷史觀測之平均「正常」範疇

■ 需提及事件發生之因應策略，及其執行/因應對象

經蒐研可得知相關報導重點僅集中在少數事件，或能於現在或短期未來觸發相關調適反應，而因應氣候變遷的責任多指向政府機關等單位，並非社會共通性責任另報導僅提及少數可推動作為，未提供完整藍圖。前述因素都可能導致民眾接收知識或資訊受到一定程度限制，甚至誤導。

本研究結論摘述如下：

- 報紙為氣候變遷調適資訊來源之一，但仍具有未觸及調適整體複雜性、政治導向、較冷門議題等限制。
- 媒體需進一步強化氣候變遷專業，將相關競合與連結納入，提供民眾缺乏資訊，並確保正確性。

(2) 研究單位與利害關係者連結發展策略

氣候變遷議題在美國是一個敏感的議題，相關工作於過去並無納入利害關係者溝通制度，故造成後續推動協作之困難。本研究嘗試利用「可行動科學 (Actionable science, Vogel, McNie & Behar 2016)」所述原則與方法，與美國境內 70 個原住民部落進行氣候變遷風險溝通，與原民社區進行溝通，並透過原民青年計畫落實。因青年具一定程度家庭影響力，故優先培訓年輕居民可將知識傳播效益最大化，增進氣候變遷知識及素養，並加速與研究人員之風險溝通，同時研究人員亦可進一步瞭解當地居民訴求，發展適合當地之策略，建立良好協作關係。當能力建構具一定基礎，即可由當地領袖或長老主導，進而提出部落氣候計畫，或整合至現有政府補助之部落發展計畫落實推動。

(3) 城市推動以自然為本策略之協作

現國際間普遍認同以自然為本之策略 (Natural-Based Solutions, NBS) 為有效調適的主要方法之一，並具高度潛力可帶來多重發展機會，但同時也挑戰現行治理方式，其主要挑戰可綜整如下：

- NBS 知識多以創新、多功能為原則，相關參照、理解、溝通挑戰大。
- 需跨區域建立可長期發展之伙伴關係，持續鼓勵各方調適動機，並將相關作為保持一致。
- 需具穩定授權推展，並維持穩定長期資源人力投入。

為克服上述挑戰，本研究以比利時亨克（Genk）、蘇格蘭格拉斯哥（Glasgow）及波蘭波茲南（Poznan）等城市為研究標的，探討成功推動 NBS 之關鍵因子，摘述如下：

- 包容性 (Inclusivity)：設計與推動執行過程需納入足夠知識及邀請相關人士參與，並於過程中呼應不同利害關係者之需求，可有效確保治理過程中，除了一般評估分析問題外，更能超脫傳統辨識方式找出新興關鍵。為將包容性最大化，需轉而推動可溝通協調，並能進行決策之協作機制。
- 透明度 (openness)：需將策略設計、規劃、執行、檢討結果等過程，以有效方式分享、傳播給各參與之利害關係者，以推廣協作參與，並納入相關回饋或知識提供，惟風險溝通之性質將抑制透明度的推廣，故需具彈性的及時回應延伸出來的看法、要求與需求，並挑選妥適溝通方式及語言進行溝通。
- 合理性 (legitimacy)：需保證資料/資訊來源的可信度，並確保執行過程產出的成果可信賴，合理的推動架構與成果將促進參與者對於產出的信賴感，建立對於該策略的自主權，凸顯其產出效益，應以公正、合理、符合邏輯的程序據以施行，並於過程中衡平利害關係者意見，參採各方知識與建議。

#### (4) 探討如何溝通季節性氣候推估的不確定性

本研究以不同圖表方式呈現氣候變遷推估，並透過 52 份問卷調查初步測試不同圖表對於不同讀者理解的區分，期

能找出最有效格式，並分析對於決策者有效之呈現方式，及可預測不同圖表喜好的因子。

結果顯示簡易的表或圖較能讓不同族群理解，但無助於決策，另當提其跨部門、多領域議題時，以表的方式呈現並未增進理解，而關聯圖等複雜圖形雖然可有效呈現不同議題之間競合與影響關聯，但需較高程度專業方能理解。綜上，較有效之溝通方式不應只以圖表傳遞資訊，而需另外以不同格式及角度，考量溝通對象進行設計。



圖 26、各族群於不同圖表呈現方式的理解程度

### (5) 描述韌性

澳洲布里斯本 2011 年的洪災持續了 13 天，共造成 20 幾人死亡，1 萬 4,000 多戶被淹沒，損失約為 25.5 億澳幣，但當時也湧現了約 5 萬 5,000 名志願者協助救災。相關照片及媒體報導在當時相當引人關注，促使媒體進行更詳細的追蹤報導，並進一步針對該洪災事件的成因及特性做出說明。相關資訊可協助進行災後回復，及後續推動因應作為的規劃與設計。

### (6) 洪災體驗對於是否相信氣候變遷的影響

以差異中之差異法 (difference in differences) 建置模型分析災前與災後對於是否相信氣候變遷的影響。結果顯示災後相信氣候變遷的族群比例高於災前，但因該方法不確定性略高，尚無法做出具體結論。經蒐研文獻指出，

相信氣候變遷的族群普遍認同極端洪災是氣候變遷的證明，而對氣候變遷理論懷疑族群則傾向於用歷史百年或 200 年事件進行解釋，並認為主流媒體報導過於誇大氣候變遷。

## 7. 主流化，調適政策和治理（SS-013 Mainstreaming, adaptation policy and governance）

### （1）氣候變遷調適立法和政策的狀況：對國家法律和政策的全局分析

自 2010 年以來，倫敦經濟學院格蘭瑟姆氣候變遷與環境研究所一直在記錄和分析氣候變遷立法和政策的趨勢。將首次對氣候變遷調適相關法律進行詳細分析。該分析涵蓋全球 500 多項氣候調適法律和政策 - 既明確涉及調適的法律和政策，也涉及與氣候調適具有高度相關性的相鄰政策領域的法律和政策，如災害風險管理或抗洪能力。並系統性地記錄在調適的國家法律、政策、計畫和策略中體現的政策和治理要素。這包括審查：法律和政策所針對的氣候危害、涵蓋哪些部門、所要求的機構以及他們制定的政策工具。該分析將有助於理解管理調適工作的複雜法律和政策環境，並為評估各國應對其面臨的氣候挑戰的國家應對措施奠定基礎。此外，亦提供線上、開放存取、可搜索的數據庫，為調適研究人員和從業人員提供評估進展和塑造未來政策途徑的服務。

### （2）歐盟決策和氣候變遷調適：評估調適對主要政策部門的整合

歐盟調適策略公布後，提出了以下研究問題：氣候變遷在多大程度已納入歐盟主要政策部門、促進或阻礙氣候影響考慮的關鍵因素為何、關鍵部門包括沿海和海洋/農業和生物多樣性/健康/水資源正在進行的決策為何。根據幾次專家訪談和廣泛的文獻分析數據後，將調適納入部門決策主要取決於歐盟層面的體制動態，以及成員國和更廣泛的部門利益相關者如何參與調適問題。特別是歐盟層面的政策制定過多的

政策目標加上成員國的矛盾心理，往往會妨礙調適目標的整合。在最近和經常接觸農業等氣候影響的部門，這些因素似乎對一體化的影響較小，因為利益相關者可能更加意識到某些部門的脆弱性。

### (3) 氣候調適政策鎖定：為了更好地理解改造有限的調適行動？

最近啟動的 ADAPT-LOCKIN 計畫中，“鎖定”做為一種特定的概念方法，用於理解政策過程中的路徑依賴性和剛性，從而發現創建和維持調適障礙的動態。採用經驗但理論上具有反思性的比較研究設計，在三個國家（德國、荷蘭和英國）研究氣候調適的三個政策部門-水管理、醫療保健、生物多樣性和自然保護。假設三種類型做為有限調適行動。首先，基礎設施和技術鎖定是透過當代社會的物質基礎設施。其次，制度鎖定是指氣候調適和其他相關領域所涉及的規則和政策。第三，行為鎖定指的是個人和集體層面的人類行為模式和習慣。這種對鎖定的跨學科分析，可以確定有限的調適行動的根本原因。因此，可以證明調適政策必須擴大其行動框架，以解決基礎設施和技術和行為鎖定問題，從而實現更有效和變革的調適政策。

## 8. 共同制定綜合減緩和調適對策（SS-015 Co-development of integrated mitigation and adaptation responses）

與利害相關者進行知識交流，以改善氣候變遷中的城市發展決策。來自 CitiesIPCC“城市與氣候變遷科學大會”的關於調適氣候變遷的重要建議之一是共同設計和共同製作，以便在研究，實踐和政策社區之間分享知識。使用 Living Labs 可以支持將此建議付諸實踐。Living Labs 一直是一種集體治理形式，旨在加強知識交流，因此可以成為與利益相關者共同設計和共同生產的有用工具。

本研究分享實施生活實驗室的經驗，以促進將科學氣候知識轉化為實際的氣候調適，並以推動挪威東部拉爾維克

Larvik 新社區的城市發展為例。對該地區最重要的氣候風險與洪水和該地區目前在極端降雨時保持和滲透大量水的能力有關。因此，在拉爾維克發生的生活實驗室重點關注知識的共同生產，以確保景觀和地面覆蓋的變化不會增加地表水徑流的強度或洪水的風險。

正在實施的生活實驗室包括研討會和焦點小組會議，以設計、測試和評估與該城市發展相關的科學氣候數據的不同方法，所有參與者在每次生活實驗室研討會後完成調查，調查問題按類別分類、對研討會/會議的看法、對生活實驗室進程的看法、當地氣候變遷和調適訊息、與科學氣候數據有關的概念，以及將氣候相關數據轉化為氣候服務的常見做法以及當地社區的有用資訊。有助於說明該工具在類似城市發展項目中加強科學與實踐之間的參與和知識交流的潛在應用。IPCC 表明需要共同生產過程，生活實驗室可以填補這一空白，以改善決策，並實現對氣候變遷調適的干預和行動。



圖 27、Living Labs 透過設計圖與民眾溝通新社區不同規劃路徑

## 9. 調適創新方法：遊戲、決策工具及相關產品（SS-017 Novel approaches to gaming, decision-support tools and products for adaptation）

### （1）錯誤調適遊戲 – 科學與實作溝通工具的建置與評估

本研究為期 4 年，旨在於探討調適工作的挑戰，並專注於錯誤的調適產出（maladaptive outcomes）。因調適工作涉及廣泛且有複雜的互相關聯性，除評估調適所帶來的正向效益，亦應反向檢視相關作為帶來的潛在負面效益。本研究建置的

遊戲希望能模擬調適決策，透過文獻回顧及地方訪談辯析氣候變遷衝擊挑戰及調適措施，以一個農夫為主要扮演角色，針對不停疊加的各面向挑戰，玩家需從系列清單裡挑選調適措施，極力嘗試因應氣候變遷。玩家可於模擬決策過程中選擇是否接受這些負面效益延伸出的影響衝擊。

本遊戲特別之處在於每個調適措施皆有其負面效益，遊戲最後將顯示玩家剩餘的金幣（代表成本）及錯誤調適措施疊加的分數。因調適議題相當多元，本遊戲僅片面呈現調適決策及相關措施效應，亦未設計使用者回饋機制，但可做為利害關係者參與及風險溝通的工具之一。

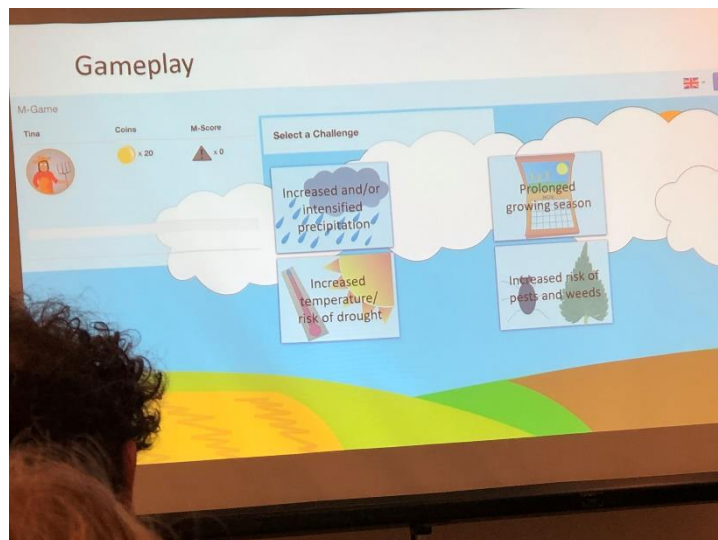


圖 28、錯誤調適遊戲（M-Game）畫面

## (2) 透過遊戲方式探討如有效理解氣候變遷所帶來的多重災害及風險

本研究利用複雜度較高之遊戲方式促進反應式學習（reflective learning），與基礎設施的人員共同探討氣候變遷風險，期能以較放鬆方式鼓勵利害關係者共同討論互相關聯、依存的風險。遊戲以淺顯易懂方式描述災害事件，將相關知識進行轉譯及圖像化促進理解，並將不同毀損及損害以代幣方式進行分配，以 3 小時為一次遊戲時間，共同討論如何透過可行措施進行回復，如成功完成處理，則可移除對應代幣。



遊戲過程由研究人員全程進行筆記，並於遊戲後調查玩家滿意程度。整體而言，相較於一般性質的工作坊，遊戲的接受度較為良好，共同討論、遊戲的過程甚至引出之前並未預想，但將會因關聯而有所影響的議題，引發參與者對於未來氣候變遷推估情境的擔憂。本研究成功利用圖像化方式鼓勵溝通討論，如進行簡化可有效處理特定問題，甚至可進一步考量將遊戲電子化提供便攜性。



圖 29、不同利害關係者試玩遊戲過程

### (3) 天氣輪盤：以賭博遊戲方式溝通氣候推估概率

推估氣候變遷帶來的影響常與一般民眾所認知的天氣或氣象預報有所差異，一般而言 15 日內的預測被稱為天氣或氣象預報 (weather forecast)，氣候預測 (climate predictions) 取決於不同範疇 (季節、月、年等) 從 10 日至 20 年不等，而現行所稱未來氣候變遷的推估 (climate projections) 一般而言係預測未來 20 至 100 年的氣候狀況。

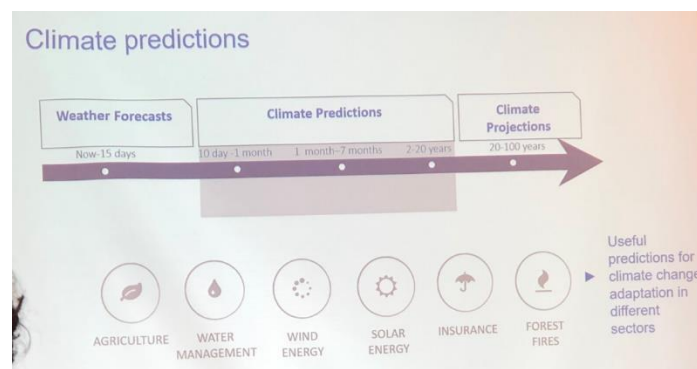


圖 30、天氣預測、氣候預測及氣候推估時間尺度一覽

本研究以季節性的氣候預測（3 個月為一季）資料為基礎，設計天氣輪盤 APP，將利用歷史天氣資料的傳統方式，與利用氣候預測模式提出可能性的新興方式進行比較，希望將相關預測的不確定（低中高）性傳達給使用者，並透過賭博下注的方式模擬決策的情況。

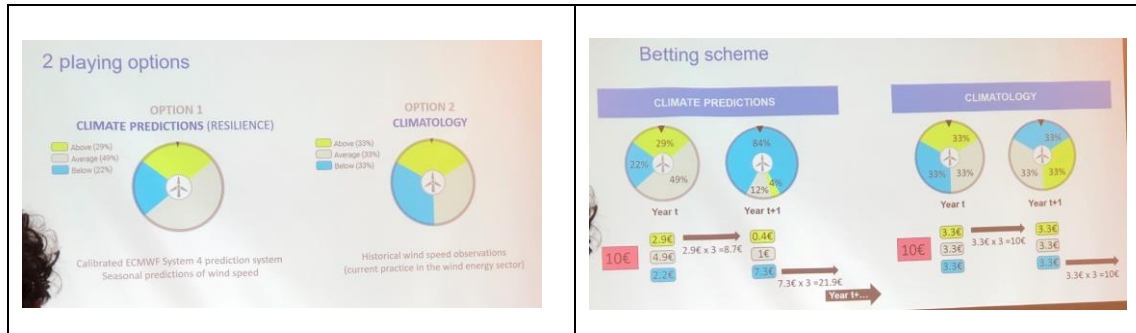


圖 31 天氣輪盤遊戲介面示意

透過互動式遊戲方式，天氣輪盤成功呈現了部分氣候預測的性質，協助使用者理解相關概率呈現的不確定性，並分析將相關資訊轉換為經濟成本指標之效益，本研究未來將嘗試納入使用者學習量化等相關設計。

#### (4) 洪災預測：英國洪災預測中心 10 年經驗

氣候變遷議題在英國係由環境局（Environment Agency）統籌負責研究氣候變遷的衝擊，而氣象局（Met Office）則專注於預測及氣候科學等。洪災預測中心（Flood Forecasting Centre）已逐漸由轉型為傳統運作中心進行轉型，改善性能、預測能力、互動及溝通等面向，提供更及時、準確的預測，並以多元方式完善資訊及知識傳遞。未來將深化現行合作伙伴關係，逐步完善更長時間的預測準確度，提供更多資料數據與新穎措施，持續更新現有模擬資源硬體，並更清楚的傳達科研成果對於現行狀況的理解。

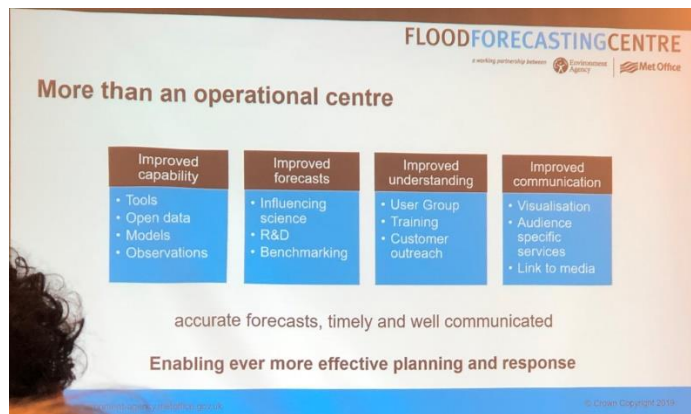


圖 32、洪災預測中心改善精進面向

(5) 確保決策支援工具的關聯性、可取得性及可信度：以 CoastAdapt 平臺為例

決策支援工具的成功與否取決於建置工具能否持續的使用，相關因子包括可用性、關聯性、可信度、介面友善度等，多需透過利害關係者參與及諮詢，持續進行回饋與精進。在資料方面，則需於各階段邀請相關單位更新資料數據，本平臺使用 6 個月為一期的時段，定期更新資料庫。

個案蒐研分析及呈現亦為相當關注的一環，現已有 80 個案例供使用者參考，另亦持續將最新科研成果公布於平臺，以由淺至深原則將知識分為不同層面進行闡述。

本平臺網站導入使用者經驗分析 (Google Analytics)，做為滾動修正參考。透過訪談使用者列出資訊需求，並針對性將網站地圖依需求客製化。相關工作目前委由專業分析公司處理，已獲得一定成效，本計畫原由歐盟經費贊助，因執行績效相對良好，於贊助期截止後，並獲得大學補助經費營運中，顯見平臺網站以良好架構及知名度持續獲得支持。

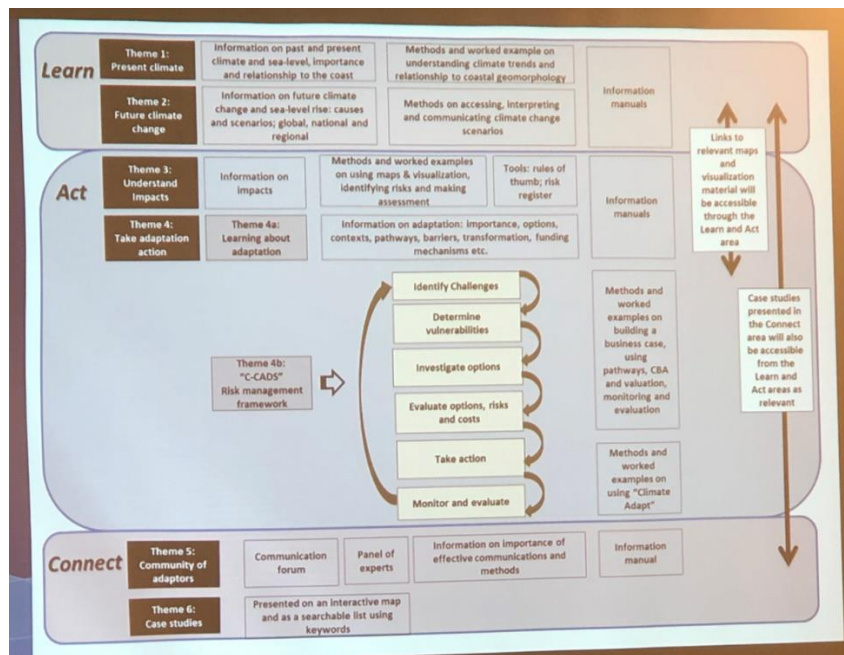


圖 33、CoastAdapt 平臺網站之主題及描述

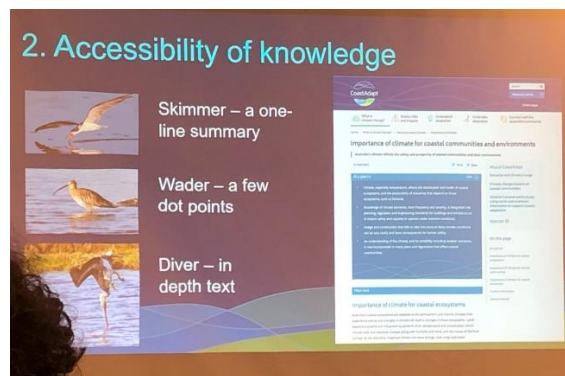


圖 34、CoastAdapt 平臺網站知識分層

## (6) 氣候變遷素養訓練成效評估

英國曼徹斯特市為工業革命時代全球第一個重工業城市，近期戮力推動氣候變遷相關政策，除規劃 2020 年減碳 41%、2038 年達到淨零排放外，亦推動相關調適作為，期能完成低碳經濟體的轉型。為有效推動氣候變遷政策，該市啟動「碳素養計畫 ([Carbon Literacy Project](#))」，期能讓所有在該市生活、工作、學習的人皆能得到氣候素養訓練課程，認識到每日生活行為造成的碳排，進而建立個人主動減碳的能力及誘因，並擴大至社區與相關組織。

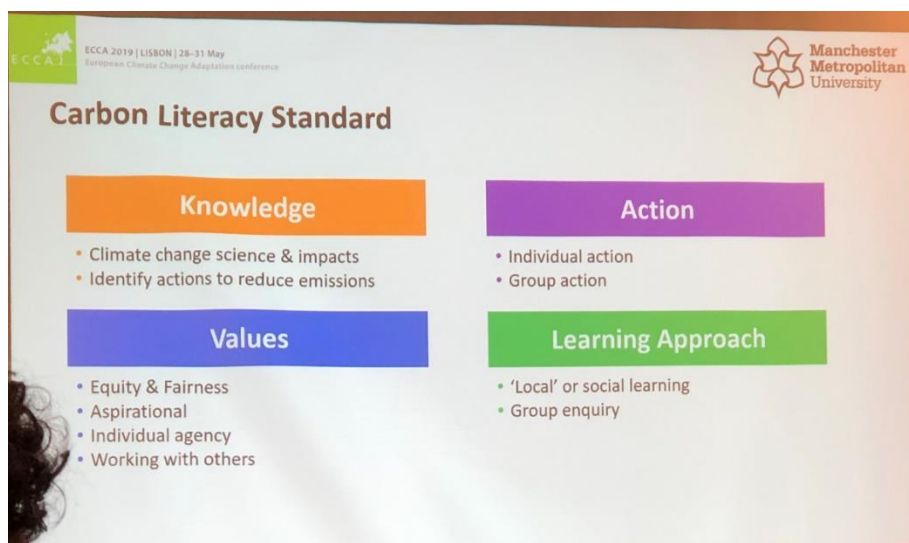


圖 35、碳素養計畫推廣面向及重點

該計畫並納入調適宣導，初期以 2 年期計畫與民眾及其他利害關係者共同嘗試了解住家花園（domestic garden）所帶來的益處，以調查綠化面積為主軸，更結合空拍攝影進行精確計算，以推估住家花園對於城市降溫及保水的貢獻，連結每日生活及因應氣候變遷作為，促進理解創造行動誘因。

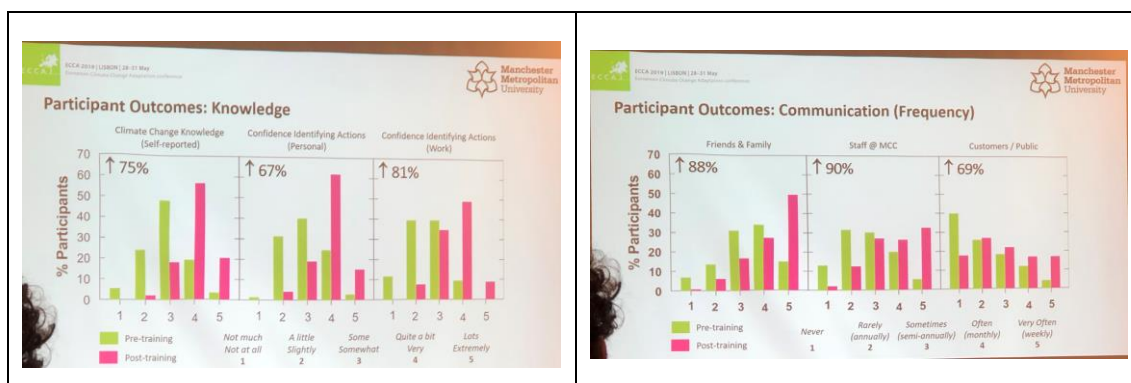


圖 36、碳素養計畫針對知識（左）及溝通（右）面向之成果分析

本計畫執行績效顯示推動互動式參與訓練課程為促進氣候變遷素養及後續積極行動的有效機制，主要挑戰在於增加參與人數，故正在研析制訂強制參與規定的可行性。

10. 基礎設施調適：能源部門的氣候準備（SP-017

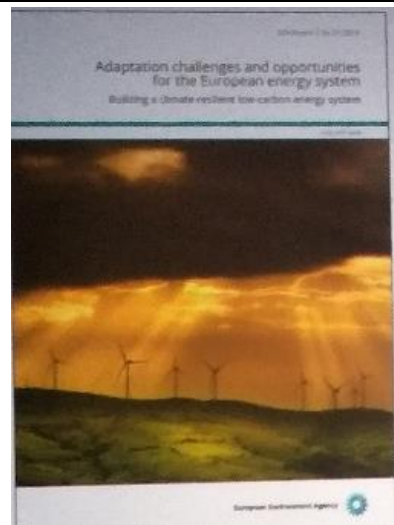
Infrastructure adaptation: preparing the energy sector for a changing climate)

能源系統易受極端天氣和氣候條件的影響，包括暴風雨和洪水，以及溫度，降水模式和風的長期變化，氣候變遷會影響能源系統的所有組成部分，水力發電、熱能、風能和太陽能發電以及生物燃料生產對溫度、水資源供應、風和雲條件的變化都很敏感，隨著需求變化和可靠性模式的變化，電力輸配系統也將受到氣候變化的影響。供應受到極端天氣事件影響的威脅。本場次會議重點摘要如表 3 所示。



表 3、能源部門基礎設施調適現況

內容	
歐洲能源系統調適挑戰和機遇	<p>歐洲環境署（European Environment Agency,EEA）2019 年公布報告評估歐洲當前和未來能源系統的調適需求和機遇。概述歐洲當前能源系統的氣候相關風險，並探討未來的能源情景與評估氣候相關的風險。還審查歐洲聯盟、其成員國、國際組織以及其他公共和私營部門的與調適有關的活動。此外，該報告亦反映公共政策如何支持公共和民間企業在能源系統中的調適行動。</p>
彈性基礎設施的政策槓桿：全球視角	<p>需要為氣候變遷的影響準備基礎設施網絡。以公平和有效的方式實現這一目標需要公共和私營部門之間的合作。介紹經合組織國家和 20 國集團國家在尋求使其基礎設施網絡調適氣候變遷時面臨的主要挑戰。</p>
為彈性能源系統提	<p>歐洲復興開發銀行（European Bank for Reconstruction and Development,EBRD）是一家國際金融機構，在 36 個國家積</p>



供融資	極投資電力和能源。歐洲復興開發銀行近 10 年來一直在研究如何應對電力和能源領域的物理氣候風險，包括水力發電、火力發電。歐洲復興開發銀行重點介紹其構建氣候調適性投資的方法具體項目的案例研究實例。
能源基礎設施 - 對氣候變遷調適有所啟發	英格蘭環境署探討了應對氣候變遷給能源部門帶來的挑戰的基礎。目前沒有通用的行業方法來管理彈性。進一步的研究和分析可以為整個系統提供彈性定義的訊息，並產生管理跨部門彈性的戰略。基礎設施挑戰從未如此緊密，氣候變遷影響並非針對特定部門。
氣候調適性能源效用的障礙和機遇：EDP 案例	描述 EDP 為解決電力價值鏈（發電，輸電和配電以及零售）中氣候變遷影響的風險所做的努力。以氣候相關財務披露專題組（Taskforce on Climate-related Financial Disclosure, TCFD）的建議為指導。

## 11. 國家調適策略與計畫-經驗分享（SP-020 National Adaptation Strategies and Plans: sharing experiences）

### （1）歐盟

歐盟於 2013 年提出的氣候變遷調適政策強調重點分為促進會員國中央地方行動、制訂防範氣候影響（climate-proof）的措施、為決策提供充足資訊等三大面向，並於 2017 年重新檢視執行成效，指認包括關聯性、有效性、效率、加權價值等關鍵因子進行滾動檢討，相關重點摘述如下：

- 仍有推動調適工作的必要，甚至需做的更多。
- 幾乎所有會員國皆已執行風險評估。
- 測量歐盟調適成果仍為一大挑戰。
- 理論上可透過計算措施效率加強成本效益，但因該理論並未於歐盟法制體系有所規範，落實仍有困難。
- 相關調適策略皆與歐盟現行策略有所關聯，甚至內化至

現行體系，但也造成獨立追蹤調適執行成效之困難。

- 執行良好的措施 (good practice) 相當重要，將風險與保險進行連結，據以評估風險或透過相關評估機制進行討論，可有效指認需優先處理之議題。
- 貿易及移民政策皆與調適有所關聯，但相關評估研究較為缺乏，國際議題對於歐盟策略之影響仍須進一步檢視。
- 現 2050 年之長期目標主要為減碳目標，調適在其中扮演關鍵角色之一，決策者需認知到如調適作為有所不足，則無法為減碳策略提供穩定發展基礎，造成事倍功半的效果。

調適策略的量測方式在相關政策的推動過程中逐漸被提起，歐盟除鼓勵會員國發展相關指標之外，亦採較質性方式評析成果，並認同相關策略或行動如能達成設計時所訂構想及目標，則可回報相關進度，視其效益評估成為有效調適案例之可行性。各會員國目前發展指標從 25 至 150 個不等，多由量化及描述型 (質化) 資訊整合而成，經比對分析可推判，國家型指標可一定程度做為國際間指標發展參考，但如何將具地域獨特性的指標轉譯為國際間可參考指標，目前仍無具共識的方式。

依據歐盟策略推動經驗，後續調適機會摘述如下：

- 需將調適策略進一步與部門、環境及其他相關策略作連結，避免疊床架屋及重複計算。
- 推動以自然為本措施 (nature based solutions)，同時需符合成本效益，並可帶來多重效益。
- 強化跨層級治理，尤其是跨國及地方層級合作。
- 需扣接永續發展長期目標、策略及行動。
- 積極處理健康議題及理解風險並非為平均分攤，需針對性指認優先性，集中資源因應，並持續依最新研究或觀測成果滾動檢討。



- 強化調適與減緩的永續金融議題。
- 透過氣候服務改善脆弱度及風險評估，並需將極端高溫情境納入考量。
- 針對氣候變遷衝擊建置國家級資料庫，並納入天氣、氣候相關的極端事件。
- 建置並使用國家級指標系統，以改善歐洲各國調適工作的一致性，俾呼應國際需求。
- 從監測、報告及評估機制（monitoring, reporting and evaluation, MRE）學習，彈性調整相關政策與行動。
- 利用網站知識平臺或使用者參與協作平臺機制強化溝通與經驗交流分享。

## （2）荷蘭

荷蘭的調適行動逐年增長，在2018年該國經歷了洪災、冰雹、乾旱及熱浪等多元極端事件，顯示因應氣候變遷刻不容緩。該國採多層級治理，納入知識、行動、急迫性、經費等主軸進行推動，並劃分不同面向針對性推動。

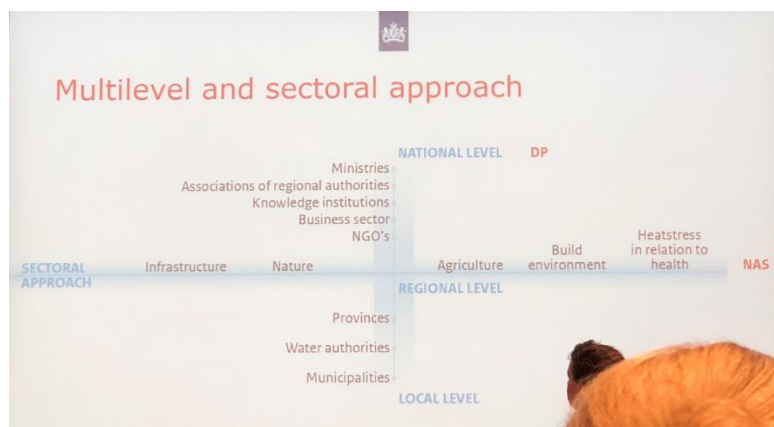


圖 37、荷蘭調適工作多層級及領域推動架構一覽

該國三角洲計畫（Delta project）共劃分7個目標，而其國家調適策略（national adaptation strategy, NAS）係鋪陳該計畫現有成果及資源，以國家角度強化推動效益，描述氣候變遷衝擊與各議題之關聯、現況發展及後續策略。推動過

程中面臨的挑戰摘述如下：

- 相關措施是否能有效防範氣候變遷衝擊，其方法學仍不明確，但對政府機關為相當關鍵的指標。
- 調適工作因難以量化，故推動過程相對困難，從目標設定到促成策略、協調、檢視顯有資源、處理互相關聯的複雜性、以尊重各單位自主性為原則推動合作等，時常遭遇瓶頸。
- 仍須更多研究探討如何有效影響人類行為，鼓勵低碳永續生活方式。
- 辨識轉型及誘因的建立，甚至推動強制措施之間的連結，方能最大化後續制訂/修正相關策略的效益。
- 健康議題的處理仍有不足，需進一步檢視相關細節。

### (3) 奧地利

奧地利的調適策略制訂係由該國科研量能及利害關係者參與所組成，各機關針對調適所施行的措施皆有不同，透過統一之監測手段可評估整體效益，分為參與式及數據式等方式執行，初步可推判該國全面性推動的調適工作可促進氣候行動，但不同部門（領域）推動進度差異甚大，故仍須針對領域間的落差進行討論與補強。

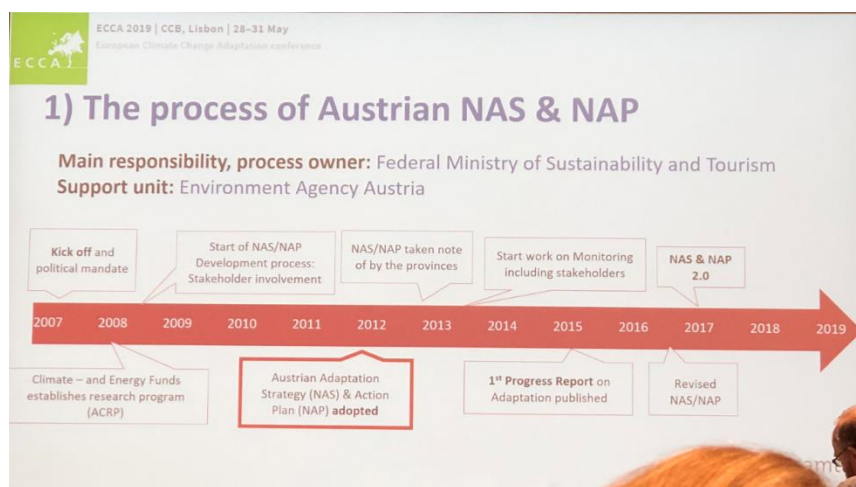


圖 38、奧地利調適工作推動歷程

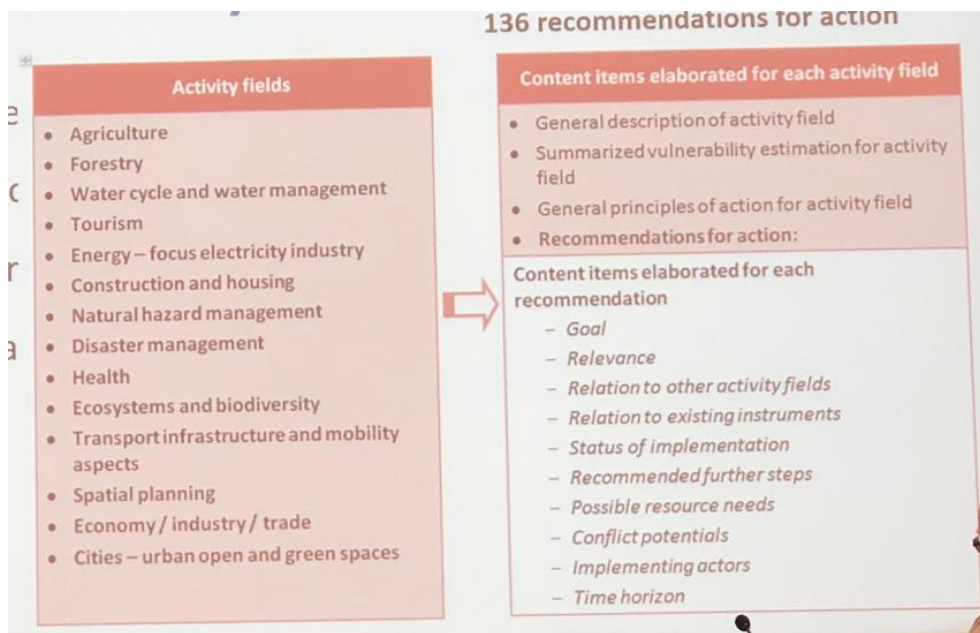


圖 39、奧地利調適領域一覽

#### (4) 總結

近年來各國越發重視氣候變遷調適工作，並逐漸以社會正義角度促使各部門推動調適作為，但考量能力、預算等各種限制，如何透過合理框架評估優先急迫性，衡量最佳可行策略據以施行，最終量測、辨識並分享成功案例，仍有許多待釐清議題及克服之挑戰。

依據各國所分享國家調適策略推動經驗，可綜整出具共通性之成功要素摘述如下：

- 因地制宜制訂策略。
- 建立健全並具彈性機制。
- 納入利害關係者參與機制。
- 採用質化與量化量測方式評估策略效益。
- 溝通急迫性或潛在發展機會，凝聚民眾共識。
- 透過協作機制廣納產官學研各界，甚至民眾共同推動。

## 12. 氣候調適規劃和標準在地方和城市範圍內的作用（SS-021 Climate adaptation planning and the role of standards at the local and urban scale）

### （1）標準化如何支持城市氣候變遷調適

調適和恢復力建設標準可以成為一個有效的工具，為各級政府的決策提供訊息，並促進氣候調適措施和進程的主流化。透過描述經過驗證的調適方法、流程和管理系統，產品設計以及術語和測試方法，可做為可靠的參考框架和指南。目前為止氣候調適領域標準化的潛力尚未得到充分利用，公共部門在制定公共政策時似乎並不夠充分了解和使用標準做為參考文件。國際和歐洲調適和回復力標準化的現狀，以及地方政府已經遵守的一些常見“非正式”標準（如歐盟委員會的城市調適支持工具、全球公約氣候與能源市長），當前的障礙和錯誤使用概念，展示其應用和效益的實際例子，並分享建議，以支持更好地採用城市氣候調適和回復力領域的標準。

針對地方政府代表和市政工作人員，國家和國際標準化機構以及感興趣的私營部門參與者，建立在發言人在城市調適和永續發展背景下的標準化領域的經驗之上，包括直接參與國家（德國），歐洲和國際層面的相關標準化委員會，以及參與一些當前和最近的歐洲項目，包括 RESIN 和智能成熟彈性，兩者都有不同的標準化組成部分。委員會向歐洲議會、理事會、歐洲經濟和社會委員會提交的關於歐盟標準化政策實施和歐洲標準對歐盟政策的貢獻的報告。

### （2）標準化地方調適規劃的方法 - ISO 調適框架的方法

雖然氣候變遷帶來的影響因當地條件而異，但調適規劃的程序可以相近，因此可以標準化。日本國家環境研究所（NIES）為第 12 工作組（WG12）的召集人，並共同起草一份名為 TS14092 的技術標準，該標準提出了當地調適計畫的實際要求。本研究透過計畫成員的評論，探討了 TS 14092 如何開發和完善的方式。工作組由來自 13 個國家的

33 名委員會專家組成，其中 4 個國家的 4 名成員參加了起草工作。首先，該草案是根據日本環境部制定的當地調適規劃指南，在兩次專家會議上審查並整合專家的意見，WG12 制定了草案，以便適用於世界各地的任何地方政府。TS14092 現在有 10 章。技術標準的特徵見第 5-10 章：ch5 預先規劃，ch6 評估氣候變遷影響，包括調適機會，ch7 調適規劃，ch8 實施，ch9 監測和評估，ch10 報告和溝通。

這些章節與 IS14090 協調一致。TC207/SC7 有三個調適標準：IS14090“調適氣候變遷 - 原則，要求和指南”，以及 IS14091“調適氣候變遷 - 脆弱性，影響和風險評估”和 TS14092。為了使這三個標準保持一致，密切關注其他工作組的進展，同時避免制定雙重標準。由於 IS14090 和 TS14092 都將做為規劃指南，因此 TS14092 具有與 IS14090 類似的結構和章節。另一個問題是保持家庭術語的一致性。當 IS14091 根據 IPCC AR5 重新考慮術語“漏洞”並決定改變“風險管理”一詞時，WG12 遵循其決定。

在與其他標準保持一致的同時，TS14092 獲得了獨特性。WG12 採用 IS14090 的結構，一直在向地方政府縮小範圍，並指定要求更加實用的規劃。此外還審查了這些要求以適合小社區的規劃。社區的規劃要求編入附件 A。為使標準易於理解，附件 B 則介紹世界上優秀的地方調適計畫清單。NIES 現在正在考慮發布可與 TS14092 共同使用的補充指南。

### 13. 透過了解災害及氣候變遷韌性強化各層級之韌性決策 ( SP-030 Understanding disaster and climate change resilience to enhance resilience decision-making across scales )

氣候變遷帶來的衝擊廣泛，決策者或利害關係者常面臨理解未來衝擊，並與現況結合之困難，故測量韌性可協助於有限資源、資訊及知識狀況下進行溝通與因應。推動韌性

需考量元素如下：

- 理解風險並運用合理投資推動。
- 社區歷史記憶提供關鍵資訊，但需建立資料庫進行歸檔。
- 數位及圖像化相關資訊，加強與官方有效協作。
- 將專業知識進行轉譯協助溝通。
- 除當地因應方式，亦需扣接國家策略整體路徑。
- 創造誘因加速工作推動。
- 提供充足討論空間，供不同背景之利害關係者於中立環境進行談判與辯論。

#### 14. 用於氣候調適和減少災害風險的決策支持平台和工具 (SS-023 Decision-support platforms and tools for climate adaptation and disaster risk reduction)

##### (1) 高端氣候變遷背景下的氣候調適平台和決策支持工具

開發和使用基於網絡的平台支持調適和氣候服務正在成為氣候變遷通訊中最常用的格式。該通信介紹了 FP7 IMPRESSIONS 項目框架下的工作成果( 高端情景的影響和風險：創新解決方案的戰略)。目標是確定歐洲決策者在全球和地方範圍內的關鍵需求和能力，以考慮 HECC 情景及其相關的不確定性。特別是其目的是審查各種規模的免費網絡決策支持平台和工具，並評估他們為參與氣候調適的決策者提供的裝備，以處理 HECC 隱含的不確定性的程度和類型。

開發逐步的方法來協助審查網絡的平台和工具，初步掃描產生了總共 75 個網絡的調適平台，後來在資格檢查後減少到 45 個。列出所有列出的平台並檢查 HECC 內容的存在。該篩選結果顯示，所審查的 45 個平台中只有 24 個包含可被視為與 HECC 相關的訊息。隨後的多標準分析嚴格

審查了所選平台在中介 HECC 知識方面的表現。

對更多網路訊息的當前和不斷增長的需求將繼續推動新平台和相關決策支持工具的開發。然而結果表明，沒有任何證據支持 HECC 將透過這些平台傳播的訊息份額得到進一步突出的觀點。平台開發人員並未投資明確區分 HECC 與其他氣候變遷情景，並且與先前的調查結果一致，HECC 情景通常不被視為具有更高的可能性，因此通常不包括在調適性決策支持平台的開發中。

## (2) 德國氣候準備門戶網站 - 聯邦各州和德國政府的氣候服務指南

德國氣候準備門戶網站 (KLiVO 門戶網站) 由 GFCS (全球氣候服務框架) 的國家實施。氣候準備服務包括提供與氣候有關的數據和訊息，以及為應對氣候變遷後果提供支持的調適服務。與氣候有關的訊息包括氣象和氣候數據 - 包括溫度、降雨量、風、土壤濕度和海水溫度 - 用於製定風險和脆弱性分析。過去、現在和未來都有與氣候有關的訊息。氣候變遷調適服務向市政當局、協會或公司展示他們如何在決策和規劃程序中考慮氣候變遷的影響，並指出他們可以採取哪些調適措施。

根據德國調適氣候變遷策略 (DAS)，德國正在制定適當的政治框架，透過考慮所有部門的氣候相關風險和調適措施，採取預防措施來應對氣候變遷的影響。已經建立了兩個行政辦公室 DKD 和 KlimAdapt，以積極推進氣候變遷調適措施，並在每種情況下都由一個網絡提供支持，該網絡構成了氣候服務提供者和用戶之間的接口。這些網絡向行政辦公室提供有關氣候相關訊息和調適服務的支持和建議。

KLiVO 門戶網站收集有關氣候變遷的數據和訊息，以及針對目標導向的調適氣候變遷影響的服務。無論是指導方針，網絡工具，地圖還是提升資格和建議 - 所有氣候服務都旨在支持用戶在面對氣候變遷不可避免的影響時自我提供。

### (3) ReKIS kommunal - 便於中小型社區支持調適氣候變遷的便捷工具

為了幫助中小型社區 (medium-sized communities, SMC) 適當地處理氣候風險並可能實施氣候變遷調適 (CCA) 戰略，啟動 LIFE LOCAL ADAPT (LLA) 計畫。撒克遜國家環境，農業和地質辦公室 (LfULG, 德國)，負責應用研究。LfULG, 薩克森 - 安哈爾特和圖林根州與德累斯頓工業大學合作開發了“ReKIS Regionales Klimainformationssystem” (區域氣候訊息系統) 工具。該平台自 2012 年開始運行，提供觀測數據 (用於評估氣候變遷) 和氣候預測數據 (用於推斷未來氣候變遷)。該平台的氣候數據包括用於區域/地方氣候和氣候影響分析的台站和網格數據。薩克森州的一個重點是為 SMC 創建一個名為“ReKIS Kommunal”的專門設計的訪問，以支持 CCA 策略和實施。為了便於指導，ReKIS Kommunal 分為四個部分。

- 網站的一般訊息。
- 地圖允許用戶點擊感興趣的區域，以獲得特定社區的本地化視圖，並找到當地氣候影響的熱點，並提供該地區的氣候情況和未來發展，也可下載氣候情況說明書 (即豪雨、高溫熱點)。
- 在了解當地訊息之後，建議採用適當的 CCA 措施和最佳實踐示例情況說明書，即 2017 年和 2019 年 LLA 競賽期間建立的情況說明。
- 為了資助和實施所需的措施，可以下載資金機會的情況說明書並提供聯繫方式。

ReKIS kommunal 允許行政人員和利益相關者輕鬆檢測並優先考慮當地熱點，收集有關 CCA 措施的訊息以及實施任何措施的聯繫人，減少抑制以搜索必要的訊息，是 SMC 和 LfULG 的有用工具，允許來回反饋，並且可以在任何時候進行調整。



#### (4) S2S4E -用於顯示未來幾周和幾個月的氣候變化決策支持工具

2019年6月起歐盟資助的S2S4E計畫將為太陽能、風能和水電生產以及能源需求的能源決策者運行在線運營決策支持工具(DST)。DST是一個交互式氣候服務界面，能源用戶可以在此前幾周和幾個月探索基本氣候變量和能源指標的概率預測。再生能源增長對於向低碳密集型經濟體過渡至關重要。然而，再生能源供應和能源需求都受到氣候變化的強烈影響，氣候變遷是電力網絡中再生能源一體化的主要障礙。當前的能源實踐使用過去的條件 - 氣候學 - 來預測未來的預期條件，但並未考慮到氣候變遷。亞季節和季節性時間尺度上氣候預測的一流進展有可能在未來幾周和幾個月內為氣候條件下的能源部門的決策過程提供訊息。然而，創建成功的夏令時的挑戰是概率預測的複雜性，以及如何向決策者傳達預測不確定性。

為了解決概率和不確定性通信，DST地圖界面包括三個主要特徵：顏色、大小和減法濾波器。每個網格點中的預測在地圖中顯示為字形(圓圈)。在所選變量的未來趨勢中，字形的顏色傳達了三種類別(上方，下方或正常)中最可能的顏色。研究中選擇了一個色盲安全秤，以便快速檢測空間趨勢。除了最可能的類別，用戶需要可視化其概率，因為只有高概率預測的類別才可能觸發決策。因此，用戶可以設置編碼較大字形大小的概率閾值，從而實現快速視覺檢測。用戶可以刪除比使用氣候學更差或低於其最低要求品質的預測。所有這些使用戶能夠探索和檢測他們感興趣的區域。當用戶選擇特定字形時，按需顯示面板提供附加訊息，包括類別概率，預測質量，隨時間變化的預測趨勢和當前預測與歷史數據。

在以用戶為中心的多周期設計流程後，透過用戶訪談和眼動追蹤實驗驗證解決方案。用戶可以清晰快速地識別出趨勢增加/減少的區域。因此，高任務準確性和理解，用戶提到項目的位置及其交互性是直觀的。

15. 動員當地和傳統知識進行調適規劃-關於共同生產途徑中的政治和權力的經驗分享 (SS-025 Mobilizing local and traditional knowledge for adaptation planning)

解決脆弱性的系統性原因和調適障礙涉及政治，由於挑戰了自然資源、資金和人員的管理和既得利益者分配方式。關於在調適途徑方法的設計和實施中如何考慮政治的例子很少，特別是在存在對立政治關係的情況下。本研究透過政治經濟框架，指導巴布亞新幾內亞利益攸關方合作，將調適途徑實踐納入資源利用規劃的主流。途徑方法的重點是透過有針對性、參與式共同製作問題和解決方案框架來建設能力，並建立調適性決策的技能和能力。本研究揭示了在路徑方法的設計和實施中，考慮對政治的多種來源和表現形式的部分理解，啟動真相和建立不同利益關係人共同開發調適途徑的能力的方法取決於政治的性質。

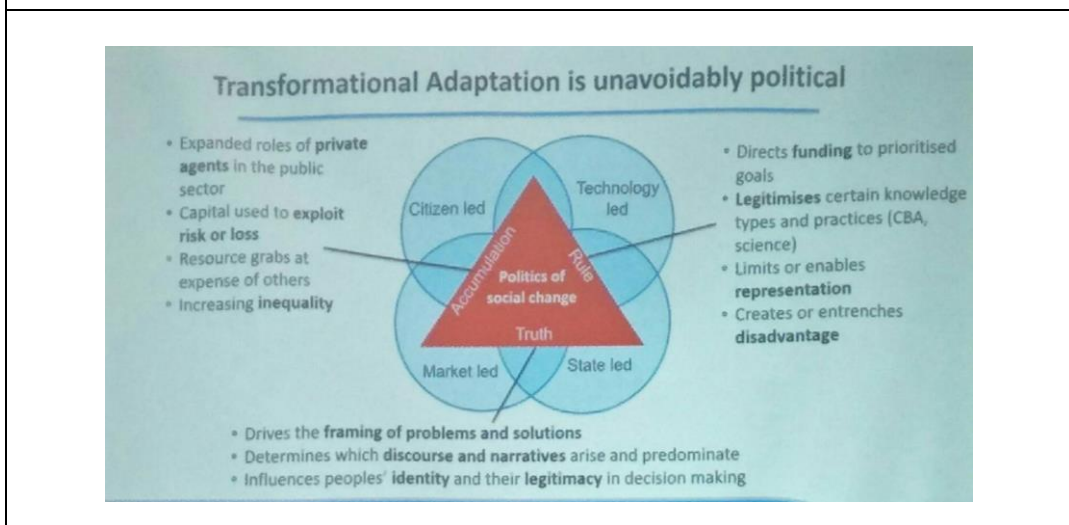
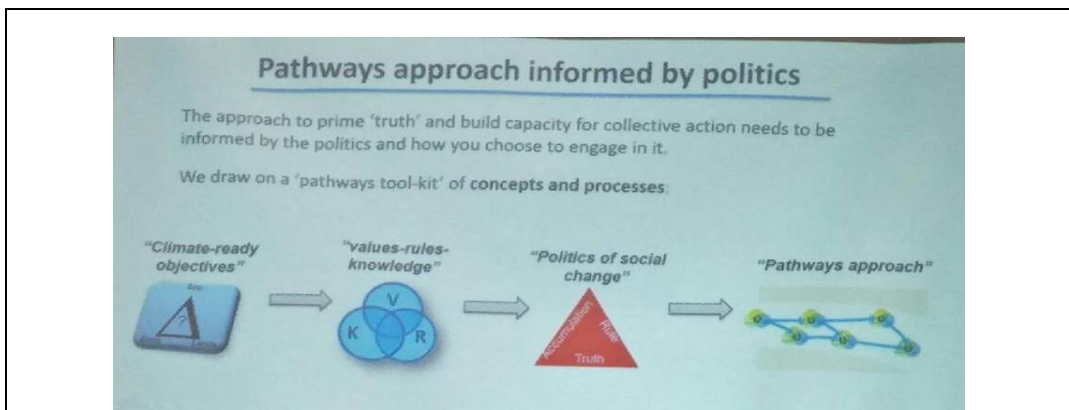
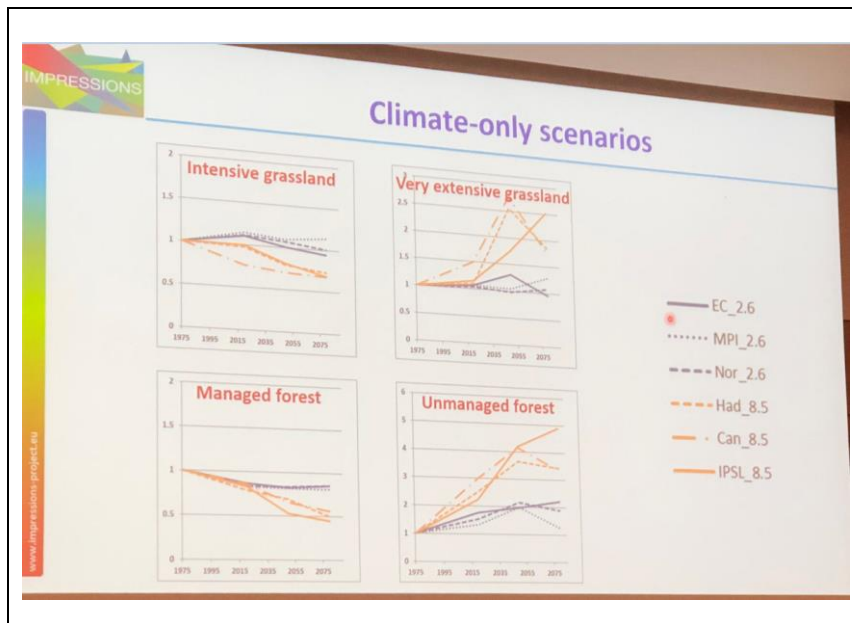


圖 40、將政治納入考量開發調適途徑

16. 如何調適極端與危險之氣候變遷 (SS-031 Adapting to high-end and dangerous climate change)

(1) 低端及高端氣候變遷衝擊之差異，及其對於調適的意義

本研究探討低端 ( $<2^{\circ}\text{C}$ ) 及高端 ( $>4^{\circ}\text{C}$ ) 情境所帶來之氣候變遷衝擊差異，並分析不同社經情境下衝擊的變化，其與現況差異最高可達 50%。從空間尺度上分析，氣候變遷將為不同地區帶來益處或壞處，一般而言高端情境所帶來的變化與衝擊高於低端情境。另氣候及社經情境衍伸至不同推估結果，其中社經情境將極大程度影響氣候情境的及範圍與方向，顯示其為影響因應衝擊的調適能力之關鍵因素。



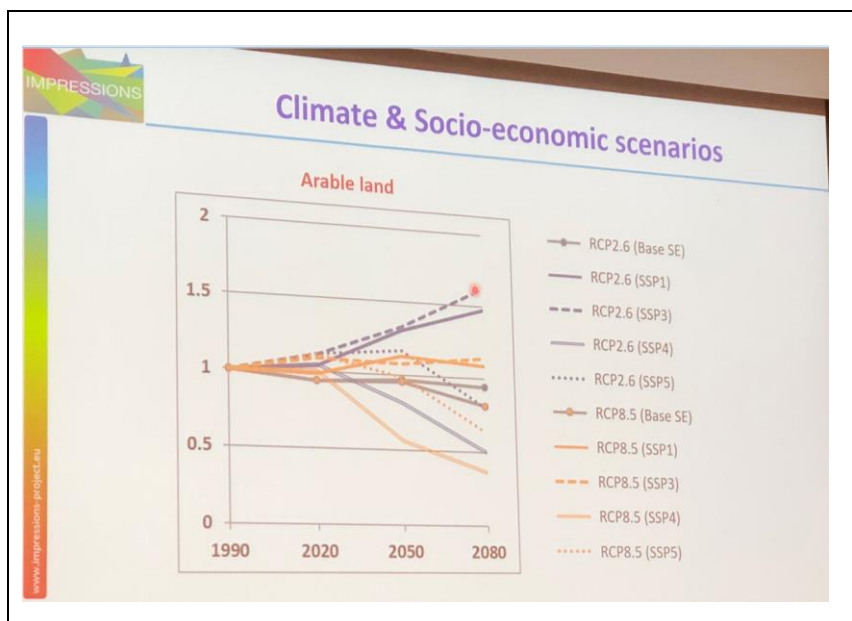
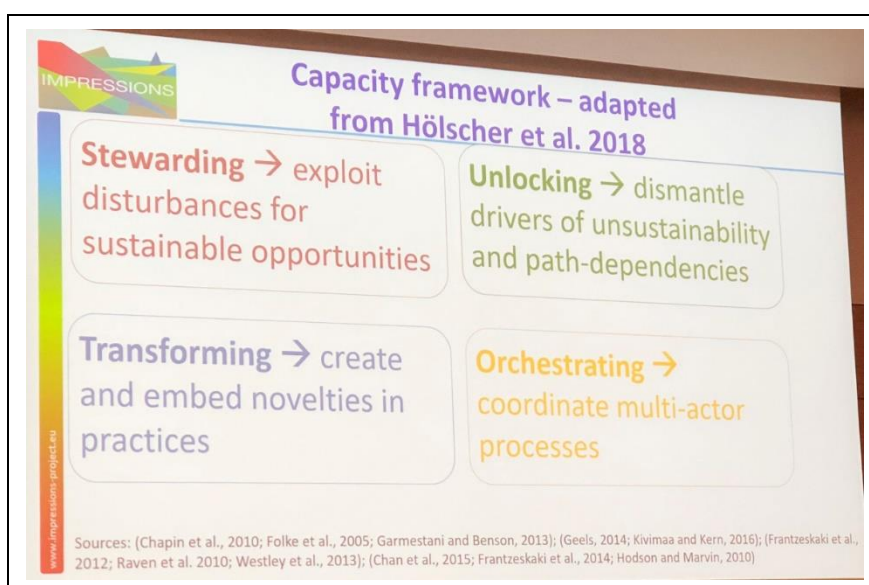


圖 41、不同升溫及社經條件之氣候變遷情境推估

(2) 強化情境運用以理解社會達成 1.5°C 目標之量能

為評估達成 1.5°C 目標之能力，本研究使用全球及歐洲情境推估（由上至下），加上參與式溝通討論以涵蓋地方因子（由下至上），綜整出歐洲地方社會經濟發展路徑（Shared Socio-Economic Pathways, SSPs），並以金融、製造、社會、人文、環境等面向，探討如何有效調動、建立或修正各面向量能，並建置能力框架探討不同行為對於因應能力所造成的影響及變化。



Capacities	Low	Medium	High
Stewarding	Low social cohesion and risk-averse	Communities of interest and risk-aversion	Supporting social networks and risk-embracing
Unlocking	Status quo	Competing interest networks	Effective opposition to status quo
Transforming	No investment	Innovation for specific interests	Leadership for innovation; upscaling
Orchestrating	No collaboration	Collaboration and Competition	Shared long-term goals

圖 42、能力框架主軸定義及其影響

### (3) 歐洲決策者是否能因應極端氣候變遷？

本研究旨在於探討各國調適能力是否足以因應極端氣候變遷推估，並透過 53 場次系列訪談。經分析可得知，極端氣候變遷推估情境並未明顯改變決策方向，且氣候相關資訊並未滿足決策者需求，主要原因為其對於情境嘗試表達之重要急迫性之理解程度相當有限、相關科學證據並未有效傳遞、矛盾的陳述方式、緊湊的決策空間進行長期策略制訂等。氣候變遷相關資訊傳遞難度相當高，另因涉及社會、環境正義等議題，導致決策者會以較婉轉方式回答，與其回復「是」或「否」，將傾向「不知道」或「不確定」等表達方式。

### (4) 後巴黎協定時代之永續發展-調適機會及權衡

有效的調適 (efficient adaptation) 需納入韌性並扣接永續發展，本研究使用 [Kok et al. \(2018\)](#) 所提出之歐洲社會經濟發展路徑 (Shared Socio-Economic Pathways, SSPs)，輔以 8 項永續發展指標，探討無調適情境下之衝擊變化。研究發現 1.5°C 情境下仍有衝擊產生，即使輔以調適作為仍有殘餘衝擊需因應，爰及早推動調適作為，同時極力嘗試降低全球暖化效應甚為重要。另相關衝擊於部分區域可帶來益處，

個別調適作為於區域尺度上亦有不同效益，故可針對性規劃有效的區域調適策略。

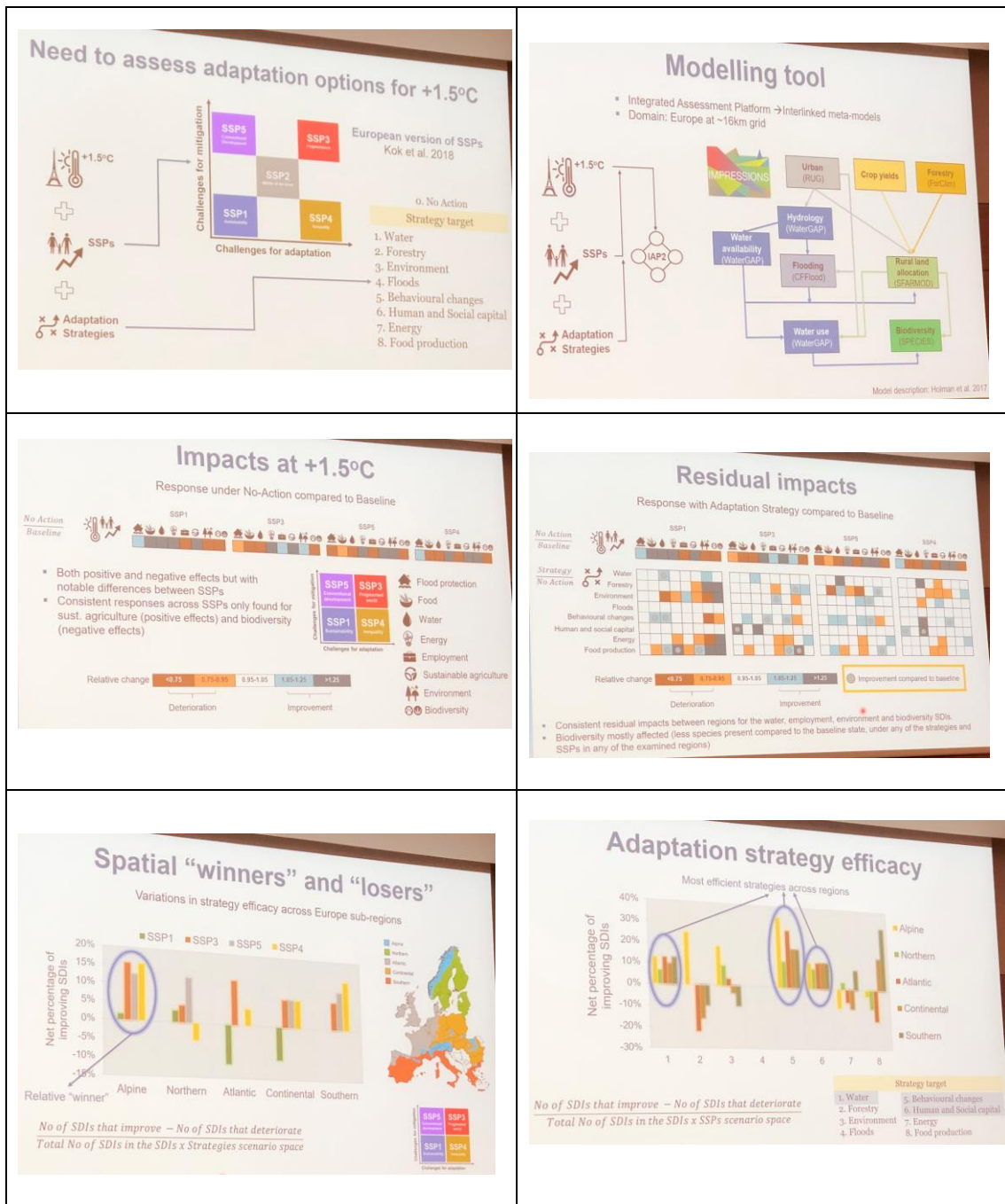


圖 43、調適作為對於不同 SSPs 情境影響之推估

(5) 1.5°C 對於三角洲區域的影響

於三角洲居住的人口眾多，但其地理特性將受海平面上升及地層下陷等威脅。針對全球暖化所導致海平面上

升事件，相關推估需納入河川及海洋相關因子，導致進行時間與空間尺度進行推估時，其複雜性將增加其不確定性，爰本研究尚無法針對三角洲區域建置 1.5°C 情境，而部分推估符合現今發生之極端事件，顯示未來相關情形可能成為常態。另沈積物因抽取、隔離及極端事件等，可能將大幅出現變化，亦將影響三角洲區域的安全，相較於海平面上升為更需重點關注議題。

#### (6) 挪威西部地方政府調適未來極端氣候事件之挑戰

本研究對調適定義分為反應性 (reactive) 及預防性 (proactive) 措施，其中預防性措施係規劃因應未來可能面臨之衝擊，並為減少未來潛在衝擊，進而緩和人民及社會損害，甚至降低經濟成本等效益提供可能性。文獻回顧顯示研究方向已由期待經濟資源或新科技來解決問題，逐漸轉變為整合現有資源務實解決。調適面臨之理論挑戰摘述如下：

##### A. 生態及物理障礙

##### B. 人類與社會因素

- 資源限制：科技、金融、人力、知識等
- 政策限制：氣候變遷調適法規、綱領、指引等
- 缺乏落實：未實際執行政策、法規、指引、計畫等
- 優先性：氣候變遷影響為長期，缺乏急迫性

##### C. 社會文化、心理及行為因素

- 對於足夠調適能力的看法落差
- 需調適面向的價值觀不同

本研究並蒐研奧爾蘭 (Aurland) 及呂斯特 (Luster) 曾經發生的極端氣候事件，總整出當地面臨之挑戰如下：

##### A. 物理障礙

- 當地最大流域已進行管制，但並非為致災原因。
- 流域為法定保護區，故調適物理性保護措施受限於法規允許範疇。

- 強降雨於較小支流導致洪災。

#### B. 人類與社會因素

- 降雨變化知識有限：降雨變化具高度地域性，區域性推估無法辨識。
- 需辨識受影響區域，並於該區域界定不同地點之優先順序。

#### C. 社會文化、心理及行為因素

- 洪災為罕見事件，短期間不會再發生。
- 判斷已具充足調適能力。
- 針對未致災地區，衍伸想法為該區域不受影響，或已具安全保護措施，故無須推動額外調適作為。
- 將極端事件定義為無法因應，消極想法降低調適誘因。

### 17. 描述極端氣候事件的風險，以提供調適資訊-德國運輸系統的氣候調適指標研究 (SS-032 Characterizing risks of extreme climate events for informing adaptation)

本研究提出氣候數據資料、方法論和德國運輸系統專家網絡內獲得的第一批結果，透過結合德國聯邦運輸和數據基礎設施部 BMVI 的七個部門研究機構和專家機構的能力和資源，為德國的韌性和永續交通系統做出貢獻。在專家網絡內編制索引目錄，以評估氣候變遷和極端天氣事件對交通基礎設施和機動性的影響，考慮的危險包括例如洪水、風暴、高溫 and 山崩，並與負責公路，鐵路和水運的機構的科學家，工程師和從業人員討論了相關指數。

許多氣候指標以絕對閾值為基準（如：霜凍天數、夏季天數和強降水天數），一些更複雜的指標則結合了不同的氣候變量（如：潛在的降雪天數、降水天數和低平均溫度）。校正模擬和觀測到氣候變量間系統偏差的模擬對氣候變遷影響和調適性研究至關重要。應用多變量偏差校正算法，應用於最佳地擬合氣候模型的歷史運行到觀測數據並確保氣候變量之間的一致性。針對三種 RCP 情景 (RCP2.6, RCP4.5 和 RCP8.5) 的區域氣候預測的集合計算和評估氣候指數。



觀測數據集支持對未來氣候趨勢的評估，這些數據集允許在參考期內驗證氣候模型並確定最近的氣候趨勢。引入的氣候數據集，擬議的分析和評估方法以及編制的氣候指數是 BMVI 專家網絡內後續氣候影響和風險評估的重要基礎。

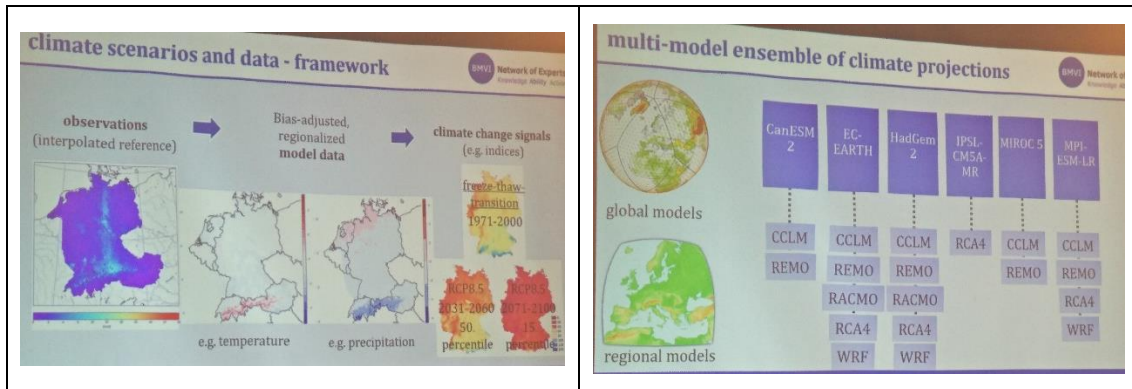


圖 44、德國運輸系統的氣候調適指標研究

## 18. 面對共同生產氣候調適和服務的挑戰（SS-035 Facing up to the challenges of co-producing climate adaptation and services）

### （1）共同創建公共部門組織的調適能力 - 成熟度框架

自 2009 年開創性的“氣候變遷（蘇格蘭）法案”使調適成為所有蘇格蘭公共機構的法定要求至今已有 10 年，並強制報告進展情況。在此期間，Adaptation Scotland 團隊致力於支持組織進行調整 - 製作了一系列廣泛使用的工具和資源。

將公共部門指南重新設想為一個創新的調適能力 - 成熟度框架 - 創建了來自 11 個公共部門組織的從業者，包括地方當局、衛生服務、運輸和水基礎設施提供者，學術機構。尋找提供調適的方法，克服障礙和陷阱。

框架和支持性指導的基礎是成功的調適不僅僅是更好地理解和分析氣候數據和風險模型的情況。有效的領導、治理安排、包容性規劃方法以及超越組織和部門孤島的工作對於成功調適具有同等重要性。該框架確定了四種調適“能力”：

- 組織文化和資產側重於理解組織優先事項，治理結構和資源可用性，以更有效地規劃和實施調適工作
- 了解挑戰可以為風險和脆弱性提供有力的證據，為決策提供訊息
- 規劃和實施使調適與目標，選擇評估，調適策略制定和交付相結合
- 共同努力促進聯合調適行動的網絡和協作

每項功能都詳細介紹了許多任務，並開發了四個成熟階段：初級/中級/高級/成熟。該指南鼓勵採用靈活的方法，每個組織都可能尋求獨特的調適旅程。然而，忽視能力可能會妨礙調適進程（例如，在沒有發展組織能力的情況下進行詳細的風險評估很少能夠取得進展）。

新框架是我們之前（廣泛使用的）“5 步驟”指南（2013）的重要一步，該指南是世界各地廣泛使用的基於風險的調適週期的蘇格蘭背景特定版本（例如 UKCIP 調適嚮導，歐盟調適支持工具）。雖然基於風險的方法很容易被理解為一系列活動，但實際上很難申請許多組織。關鍵問題在於序貫方法的剛性，完成合適的風險評估，以及當更可能實施更全面的方法時，潛在的解決方案過於以風險為中心。

## （2）在區域氣候展望論壇中檢驗知識的共同生產

區域氣候展望論壇（RCOF）代表了部分最早使用戶參與季節氣候預報生產的努力。過去 20 年做為全球氣候服務框架下“用戶界面”的一部分，RCOF 已發展成為氣候訊息用戶和生產者之間互動的重要平台。目前為止幾乎沒有系統地研究如何在 RCOF 中理解和實施用戶參與以及最終共同生產氣候服務。本研究考察了支持用戶參與的共同安排、方法和策略的多樣性。透過三個 RCOF 的比較案例研究生產氣候服務。

在這項研究中，採用混合方法案例研究設計來研究南

亞、非洲南部和地中海地區的 RCOF 中的季節性氣候訊息的用戶參與和共同生產。這包括定量調查和與 RCOF 參與者的半結構式訪談(“用戶”和“生產者”)。並於 2017 年的三次 RCOF 活動期間進行了人種學觀察和非結構化訪談。發現三個 RCOF 之間存在大量差異，以及生成季節性氣候訊息的方法各不相同。重要的是，這會影響用戶是否以及如何參與，包括哪些利益相關者包括在內以及他們的角色是什麼。各種制度安排和預測方法反映了區域內和區域之間的歷史地緣政治關係和科學能力，以及每個地區季節性氣候驅動因素的性質和規模。雖然目前正在努力將用戶納入 RCOF，但我們發現由於以下原因，參與範圍仍然受到限制：

- 當前氣候科學滿足用戶需求的基本限制。
- 對用戶參與和能力建設的不一致的財務支持。
- 缺乏對用戶在 RCOF 流程中應扮演什麼角色的共識。

結論是需要進一步關注區域與區域之間 RCOF 的歷史和地緣政治背景，以製定用戶參與的定制方法，而不是統一或標準方法。此外，在一些 RCOF 中，區域尺度氣候訊息的共同生產可能是不可取的，甚至是不可能的，因為在這些 RCOF 中，訊息產生的規模與該地區決策和行動的規模之間存在不匹配。

### (3) 共同生產的風險

研究通常分析聯合生產過程的設置，分類和描述他們的不同階段或調查影響他們是否成功的潛在因素。若涉及風險，協作過程通常被視為參與過程的參與者之間共享(金融)風險的可能性，或被視為改善外部風險管理的手段。只有少數研究涉及協作開發某些產出的過程中涉及的風險。此外，與公眾關注和對不同類型的外部利益相關者(通常涉及此類過程)的開放性相關的高聲譽風險也是一個相當大的危險源。從這個角度來看，可以預期風險的預期，透過嚴重危機的實際表現或這些危機的恢復過程對動態產生決定

性影響，

因此，為更加系統地反思共同生產的潛在風險，實證分析基於參與式觀察，項目合作夥伴之間的縱向定量調查，定性訪談以及與項目合作夥伴的非正式對話。該調查提高了對風險如何塑造聯合生產過程的理解，特別是確定風險的原因、理解這些風險是如何出現的，它們如何被發現並變得明顯、了解哪些因素會影響這些風險的管理、他們提供哪些機會。

最後，由於當前的文獻過於功能化和機械化。需要更多地關注社會動態，協同工作以實現共同目標的象徵性維度，以及參與聯合製作過程的參與者如何構建風險。

#### 19. 管理風險的決策選擇（SS-038 Assessment methods and approaches for climate vulnerability and resilience）

第二工作組（WGII）對政府間氣候變遷專門委員會（IPCC）評估報告（AR）的貢獻將綜合關於“風險管理的決策選擇”的科學知識（AR6，WG II，ch17）。三個真正的跨學科章節之一，以及“跨部門和跨地區的主要風險”（AR6，WG II，ch16）和“氣候調適性發展途徑和轉型”（AR6，WGII，ch18）。需要重點關注氣候變遷影響和調適的跨學科和跨領域問題，因為各種研究表明，單獨提供氣候和調適知識並不一定會導致調適吸收和減少脆弱性。在這方面，將對這些章節的小組和章節給予極大的關注。它們被視為 AR6 的關鍵章節之一，具有非常廣泛的適用性。

WGII，第 17 章：“風險管理的決策選擇”主要涉及兩個方面：其一為決策的驅動因素，包括價值觀，看法，差別權力和影響力，行為和激勵；其二則是非貨幣化和貨幣化的成本和損失、利益、協同效應和權衡取捨，包括分配方面和碳的社會成本。必須在多個尺度，機構和系統中考慮這些方面，包括案例研究。

本會議彙整目前可用的有關上述問題的科學證據，並

吸引研究這些問題的學者展示他們的知識，並為整體評估目標做出貢獻。因此，邀請所有相關學科的貢獻，調查個人，家庭，政府，非政府組織以及私營部門的決策科學，包括與風險，風險管理，影響和原因相關的保險。關心。這些目標的總體目標是探索產生有效，公平和包容性決策的方法。這還包括降低風險的條件和機制，即調適條件。

雖然，IPCC 評估報告的證據基礎主要源於科學同行評審來源，但 WGII 貢獻的第 17 章旨在收集和綜合相關知識，以便從案例研究和證據中獲得風險管理和調適的機會和障礙，邀集從業者和決策者分享他們的知識。

20. 共同製作城市調適和規劃知識-中小型社區的地方當局如何積極和成功地參與氣候變遷調適 (SS-041 Co-production of knowledge for urban adaptation and planning)

人口稠密的城市地區的氣候變遷調適通常來自支持結構，如知識轉移和資源，但中小型社區 (small to medium sized communities, SMC) 持續受到極端天氣事件影響時，可能低估了其所在地區的風險 (特別是熱浪)。自 2016 年起，負責應用研究的德國薩克森州 (Saxony) 的州政府 (Landesamt fuer Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, LfULG) 開始與當地的中小型社區當局合作，以收集問題和可能的解決方案。歸納如下：

- 由於許多不同的利害相關者可能會受到災難性事件的影響，因此透過自下而上的結構 (由社區發起) 的跨學科方法可以做為一種有用的工具。這種方法包括使受影響的利害相關者 (例如農民、平民、地方當局或企業) 熟悉編制並呈現給他們的當地科學數據。
- 在科學訊息的知識轉移之後，收集關於可能的解決方案的看法，找到並評估共同的共識。
- 為了克服中小型社區面臨的財務/人力資源缺失的障礙，

LfULG 在 2017 年辦理競賽，其中中小型社區提出了他們的最佳實踐案例的想法。以下六個社區計畫採取調適氣候變遷的措施，並獲得補助，分別為 Coswig 社區活化 Löcknitz 的河段防洪、Freital 社區 Poisenbach 的侵蝕保護、Lauta 社區適合居住區開放空間的氣候設計、Zittau 社區雨水管理和侵蝕控制、Tharandt 社區決策輔助工具和建議措施、Landkreis Mittelsachsen 社區防洪防旱。

對於長期結果，成功的調適行動氣候變遷調適行動案例的所有數據和經驗都在網路平台 ReKIS Kommunal ([Link](#)) 上收集，做為藍圖和透過氣候教練的諮詢服務。透過這些方法，LfULG 國家機構可以為中小型社區提供簡單的路徑和清晰的結構，以便根據科學證據解決調適問題，促進多個不同利益相關者的成功參與鼓勵其他中小型社遵循。



圖 45、中小型社區參與氣候調適行動

## 21. 氣候變遷調適進度的量測 (SS-043 Measuring progress in climate change adaptation)

### (1) 建構並監測德國地方政府的氣候韌性

本研究係針對城市氣候韌性量測及調適行動影響評估發展可行方法，進而使用該方法嘗試推動 14 項進階韌性研究，以評估其效益。研究配合地方政府所提重要議題，基於現成資料數據，並兼顧可操作性設計指標。設計流程分為進行文獻回顧列出指標清單、問卷調查各指標評分、工作坊討

論評分結果、專家訪談縮小知識落差等 4 步驟，分由環境、社會、治理、經濟、為生基礎設施 5 個面向，共計提出 24 套指標 ([連結](#))，並進一步嘗試建置衝擊模式，連結各項指標瞭解其相互關聯。

## (2) 國際間地方氣候變遷調適計畫效益分析

本研究針對全世界面臨海岸風險最高的 136 個海港城市進行分析，探討調適計畫之存在本身是否能當作進度指標之一，針對計畫所述目標與計畫分析達成情形及實際執行狀況，並進一步蒐研相關土地及海岸管理、永續發展計畫等，檢視不同方案內的調適因子。

研究顯示多數城市並無地方層級的方案或發展調適策略，或所提出的調適行動已多年未滾動檢討修正，其效益應再行評估。另多數政策並未連結風險評估結果，或未具體針對脆弱度提出解決方案與計畫，監測及評估機制為相關調適計畫裡仍較缺乏的關鍵機制。

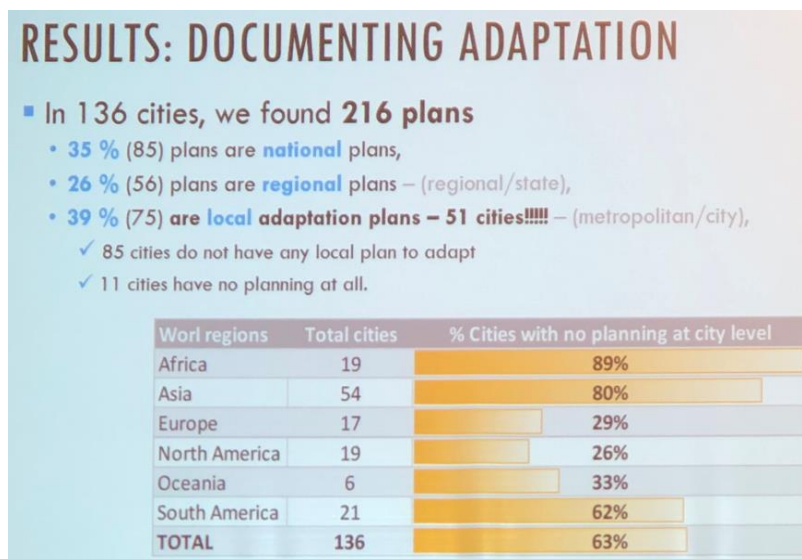


圖 46、海港城市調適計畫一覽

Plan level	Total	% of plans that do NOT develop a risk assessment	% of plans that do NOT use climate scenarios	% of plans that do NOT develop specific socio-economic projections	% of plans that do NOT align adaptation measures with risks
Local	75	39%	24%	75%	73%
Regional	56	55%	21%	80%	73%
National	85	47%	22%	85%	94%
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>47%</b>	<b>23%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>

圖 47、海港城市風險評估分析

### (3) 利用機器學習追蹤氣候變遷調適發展趨勢

本研究探討機器學習是否可評析調適策略規劃之表現、可測量性等，因係於英國進行研究，公開資料雖仍有其限制，但已足夠推動先行研究，共計使用 1994 至 2018 年約 2 億份文件，以關聯性及關鍵字（如：氣候變遷法）做為指標進行分析。研究顯示較少文件提及「調適」，而雖然相當多文件提及「氣候韌性」，但其與調適之關聯性常常不甚明顯，而各機關網站搜尋常無法尋獲特定議題調適文件，如：氣候變遷與恐怖主義、土地規劃等。

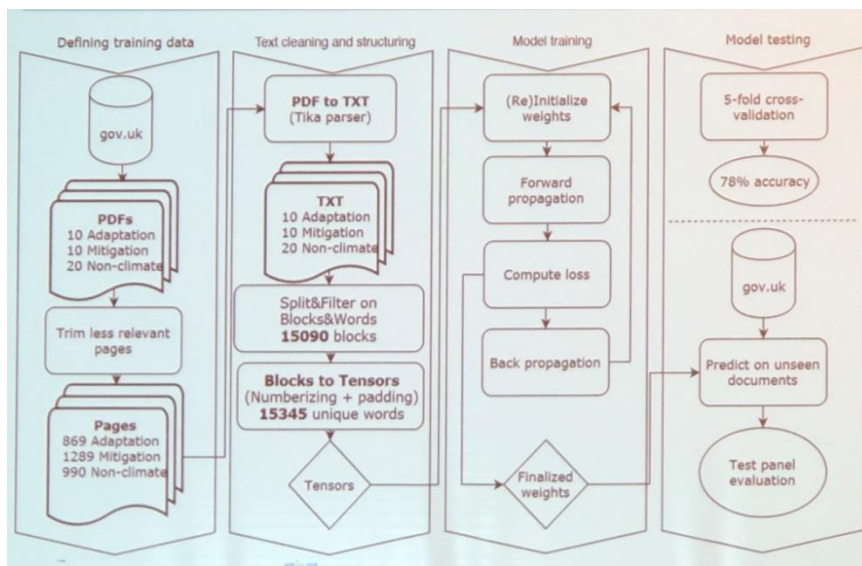


圖 48、機器學習推動架構

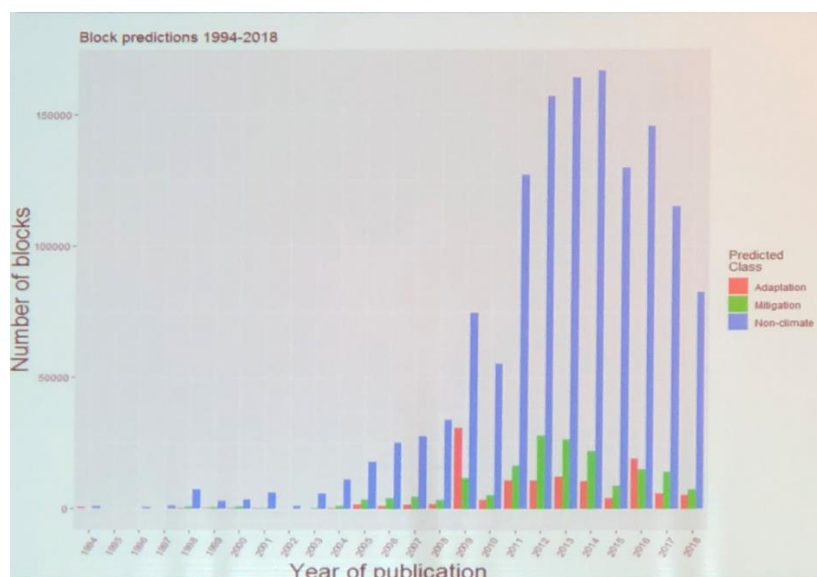


圖 49、蒐研文件與氣候變遷議題關聯分析



#### (4) 與地方政府共同設計監測與評估工具

本研究為進行中之反應是學習及能力建構過程，強調以夥伴關係與地方政府共同設立目標並發展框架，進而建置指標施行先期計畫，據以滾動修正並擴展至整體。初步以區域性氣候變數、脆弱度、韌性等相關因子建置基線指標，並以社群福祉、緊急應變管理、公共空間、水安全、維生基礎設施與資產、都市規劃、建築、法規等議題為主，開展出整體框架。以社群福祉為例，其相關指標摘述如下：

##### A. 脆弱度及韌性

暴露在極端氣候事件人數、社區居家危急服務持續性、嚴重氣候事件時避難居民人數

##### B. 機構能力

政府人員進行氣候變遷決策能力（透過訪談及問卷）、緊急應變框架於不同風險等級下的辨識及反應能力

##### C. 資源及預算

因應極端氣候事件投資變化之長期監測、因應極端氣候事件所需資源之長期監測

##### D. 社群參與

社區因應極端氣候事件準備程度、變化氣候下的社區生活方式及家庭韌性

#### (5) 培育面對熱浪事件的心理韌性

熱浪為現今高度都市化國家需關注重要議題之一，並針對需求以以現成或可取得之資源做最有效因應，雖然地理及其他控制因素為最需關注議題，但本研究嘗試評析民眾於經歷熱浪事件的心理變化，以利能設計更有效的調適措施。研究顯示於熱浪過程中需求明顯上升，但隨著事件過去而逐漸降低，顯示相關輔導、溝通行動應於熱浪事件前積極推動，更建議不應滿足於僅提升認知與警覺，因為隨時間推移民眾本就會自行調適，但如能分析不同因應作為，嘗試催化加速該過程，將大幅提昇調適效益，同時凝聚民眾對於因應氣候變遷議題需積極行動之共識。

## 22. UNEP2018 年調適差距報告的見解 (SP-042 Insights from UNEP's Adaptation Gap Report 2018)

氣候變遷增加了弱勢群體和窮人不成比例地感受到的健康負擔。雖然在很大程度上可以預防，但在衛生官員和其他部門的合作夥伴缺乏地方到全球各級的快速和持續努力的情況下，這些健康負擔預計會隨著氣候變遷而增加。此外，氣候變遷可能導致超過 1 億人陷入極端貧困，扭轉過去的發展進程並使他們面臨額外的健康風險。

2018 年聯合國環境調適差距報告將健康做為一個主題，各國和特別脆弱人群面臨的氣候相關健康影響的威脅日益增加。根據世界衛生組織的預測，預計氣候變遷將在 2030 年至 2050 年期間每年造成大約 250,000 人死亡。這與為調適健康而分配的有限的注意力和資金形成對比，該報告的目的是更多地闡明調適差距和彌合這一差距的選擇。

雖然保護健康和福祉經常被強調為國家和國際氣候相關政策的中心目標，但有證據表明在減少氣候敏感性疾病和傷害方面取得了進展，在全球範圍內遠遠低於健康所需的行動水平。目前為充分保護人口和社區健康免受大多數氣候敏感風險的努力顯然是不夠的，儘管各國和各地區之間和國家內部存在很大差異。迫切需要做出更大的努力。從一般衛生系統的回復力角度來看，關鍵的行動領域包括：加強協作和協調，以保護健康免受氣候變遷的影響；利用減緩和調適措施的健康共生效益；並賦予衛生部門權力，以獲得國家和國際調適資金等。除了這些全系統活動之外，研究人員和從業人員基本同意在極端天氣事件，傳染病和糧食不安全等關鍵領域彌合健康調適差距的具體建議，這些內容總結為聯合國環境部 2018 年調適差距報告。

## 23. 國家層級的監測、報告及評估 (SP-043 Monitoring,

reporting and evaluation at national level)

### (1) 歐盟

監測、報告與評估機制 (Monitoring, Reporting and Evaluation, MRE) 為調適一環，相關工作不應僅局限於持續循環滾動修正，而需以螺旋方式不斷進行改善與精進。歐盟於西元 2015 年共有 14 個會員國運用 MRE 機制推動調適工作，並綜整相關經驗與成果撰擬報告 ([連結](#))，展示增加韌性的成功案例，分享經驗推動學習與進度，並預計將於 2020 年再次出版 MRE 報告對外公布。

MRE 機制促進各國對於調適監測方法的關注度，使相關指標研究與發展日益蓬勃。現國際間皆強調調適與災害防救及永續發展的關聯與綜效，歐盟的調適策略亦緊密扣接聯合國的永續發展目標 (SDG)，並於 2018 年綜整各會員國推動指標系統經驗撰擬報告 ([連結](#))。該報告並非嘗試統一指標建置方法論，而是將各國經驗進行描述，以交流與學習為宗旨，呈現不同國家地域所發展出的相異系統，相關因子包括：部門、衝擊、呈現方式、數據收集、指標種類等，並提出現行調適指標系統的限制。

歐洲以多年推動 MRE 機制的經驗進行分析，可得知現仍無單一或完美的系統可為其他各國建置參考，且監測與其對決策者參考價值仍有較大落差，導致相關機制尚無法有效促成良好的策略或行動。歐盟並於 2018 年針對該盟調適政策公布分析評估報告 ([連結](#))，相關經驗重點摘述如下：

- 完美的 MRE 系統案例並不存在，皆有其優劣。
- 如能優先定義 MRE 系統的目標及針對用處，能大幅度節省時間與資源，將為後其決策帶來較大好處。
- MRE 系統的最基本用處即為系統性學習，而非技術或社會學習論，才能逐步改善決策與執行效率，但相關精神仍未普及。
- 應將經驗分享於 MRE 系統賦予更高的價值，且需將系統

設計建置端及使用者反饋端共同納入，分享相關成功及失敗案例，進而將修正效益最大化。

- MRE 機制執行方向常偏向以研究方式推動，如何轉譯 MRE 成果讓決策者獲得充足、可理解之資訊仍在較大落差，如 MRE 旨在輔佐有效決策與執行，則需將落差盡量縮減。

## (2) 奧地利

該國調適策略制訂、推動及評估係採建置指標資料庫 (criteria catalogue)，加上參與式自我評估及專家諮詢機制推動。該二項主軸推動重點摘述如下：

### A. 指標庫

建置指標數約 45 項，於各執行項目分配約 3-5 項，其類別涵蓋風險衝擊及反應式，並各自包含量化與質化測量標準。相關標準擇選過程係透過科研、跨機關及專家協商、利害關係者工作坊等方式凝聚共識據以篩選。

篩選的需求除需與調適相關外，亦需具體針對相關工作內容核心元素，使用現存或易取得數據，俾開展可獲廣泛同意之資訊轉譯，並因應風險衝擊變化（如：脆弱度）彈性調整，同時確保一致性。

該機制面臨的問題除數據資料有限外，相關數據庫並非與調適直接連結亦影響其加值應用，而專業名詞如衝擊、反應、產出、結果等定義困難亦提高指標研提困難度。評估及轉譯執行成果為調適工作重要一環，但常面臨瓶頸與困難，故需於制訂指標時明確指出指標的侷限性（如：難以評估該行動成效等），且認知到指標設計應納入運營數據資料庫的相關單位共同討論，並賦予該參與過程充足討論時間，俾研擬有效指標。

### B. 評估諮詢

該國調適領域計約 14 項，並以問卷方式蒐集各領域專

家學者意見，其對象包括政府機關、聯邦各洲政府、相關利害關係者團體等，以自我評估方式調查主責議題之執行績效，共提出 132 項行動建議納入國家調適策略/方案供後續滾動修正。

經檢視該問卷相當複雜，並需對調適或調適策略具有一定程度理解方能有效填寫，故常導致填寫或分工誤解，協調 14 個領域間的問卷分配及資料收集亦相當耗時。

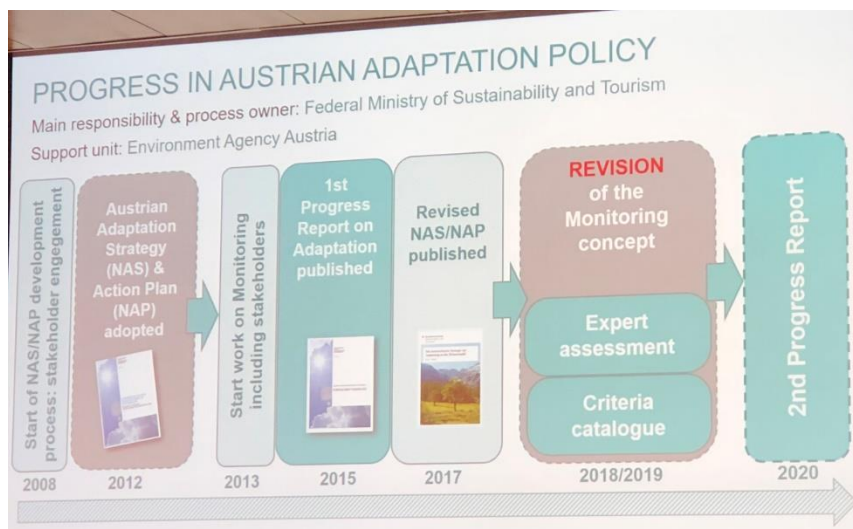


圖 50、奧地利調適工作推動近程

### (3) 葡萄牙

該國調適工作分別於 2002 年及 2006 年推動國家級風險評估工作，以領域別方式進行分工並提出需優先推動事項，而指標機制尚未系統化係屬下一階段目標，並於 2010 年提出推動框架。經檢討發現，空間（土地）規劃及水資源係跨領域並可對復數領域造成影響，故於 2015 年滾動修正時將前述 2 領域移除，改列於更上位的整體性議題，其餘議題包括科研創新、金融財政、國際合作、溝通與傳播等。

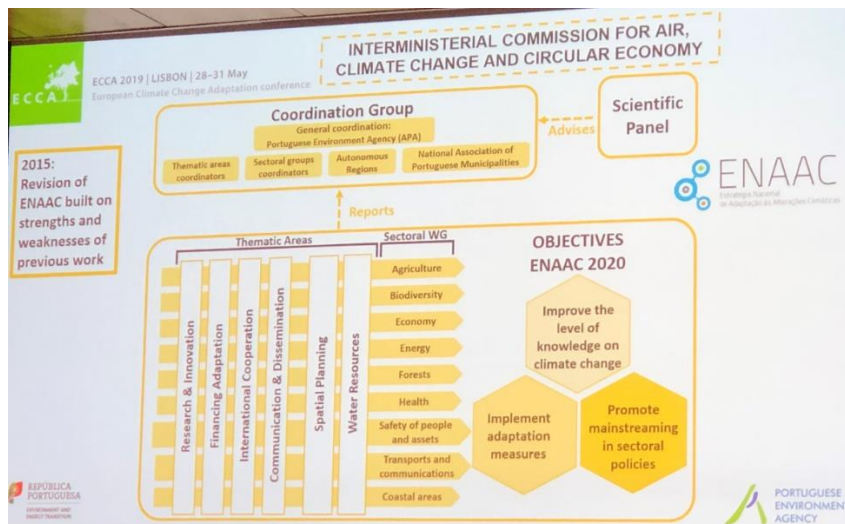
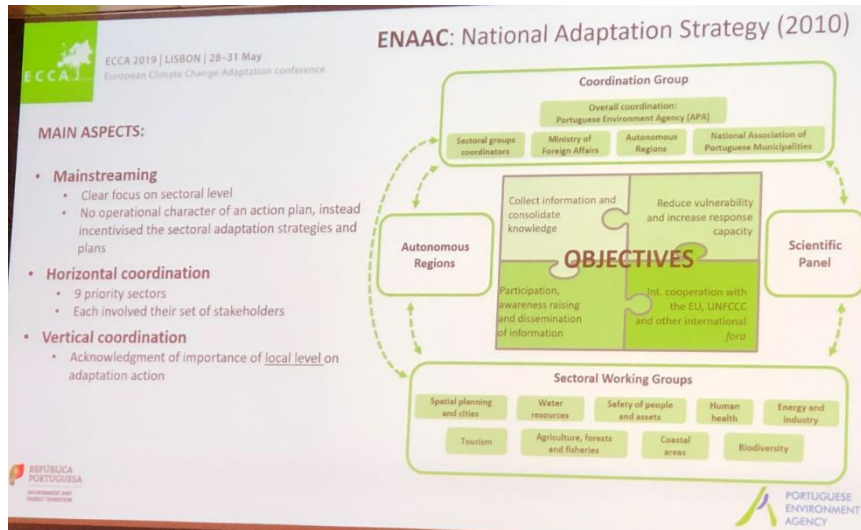


圖 51、葡萄牙 2010 及 2015 年調適框架

近年則將調適工作集中於地方行動，以能力建構即意識提升為主軸鼓勵行動，以跨部會平臺及國家型計畫輔導地方官員及利害關係者，並建置跨機關、多層級的調適入口網，整合國際資訊及國內數據、科研資料等，同時針對調適資金進行研究，整合國內外公私部門相關基金進行分配，針對各地方或調適領域關鍵項目集中人力資源據以因應。

指標機制亦為目前重要推動項目，有助於將無法量化之調適行動綜整為可量化數據，初步以每 2 年發放電子問卷填寫並統計分數方式進行評估，數量共計 350 份，對象包括中央機關、地方政府、區域性單位等。該程序性指標對於追蹤調適進度相當重要，惟質性指標對分析評估帶來極

大挑戰，整體評估過程對政府機關人員造成潛在性額外負擔，故仍需審慎檢討，並探討各國不同 MRE 機制如何有效溝通交流，甚至整合。

整體而言，調適機制仍存在不少爭議，其跨議題屬性對於如何檢視成效造成困難，如：如何得知某項議題的進步係因調適策略的執行，而非其他發展因素？依前述議題進行進一步探討，政府機關如何劃分「調適」與「氣候事件衍生的反應式措施（如：傳統防災）」？相關疑問仍需進行學術上研究及實做測試學習，研擬調適 MRE 綱領，俾判斷各項措施執行績效。

#### (4) 芬蘭

該國係由 12 個中央部會、19 個行政區、311 個市鎮單位組成，國家調適係由環境、能源與住宅部主責（[連結](#)），而監測工作則由農業及森林部統籌計 20 個單位推動，包括政府機關、研究單位、區域及地方利害關係團體等。監測機制係以填寫 excel 表格問卷方式，請 9 個領域工作小組自我評估執行進度（共 68 份），續納入利害關係者參與，召開 5 場次工作坊，除辦理區域風險評估外，亦蒐集共 97 份問卷，另亦透過線上填報方式蒐集共 453 份問卷。執行過程之綜整分析以調適能力、溝通合作、利害關係者參與、瓶頸挑戰、經驗學習為主軸，而成果綜整分析則以有效性、效率、關聯性、連結性、衍伸效應等議題為衡量指標。

經試行可得知，調適工作監測耗時比預期更長，而現行監測制度如能微幅修正或進行轉換，則可做為後續評估基礎，而非從零開始調查分析。另利害關係者參與雖耗費時間與資源，但具共識的機制將帶來非以金錢所能衡量的正面產出，創造積極參與誘因，相關評估結果則更具信賴度。目前該國正進一步嘗試將國家級監測評估成果轉譯至地方層級加值應用，除針對性調整問卷內容外，利害關係者參與機制亦能轉換為更在地化之推動小組，而同一監測評估架構更能鼓勵跨層級綜效行動，進而改善效率，同時避免利害關

係者因疊床架屋機制產生的厭倦感。

## (5) 英國

該國氣候變遷委員會代表分享英國氣候變遷法通過 10 年來的調適政策變化與推動經驗。於調適部分，該法明確要求政府機關需每 5 年出版英國氣候變遷風險評估報告，續針對該報告風險提出國家調適方案，而依法成立之氣候變遷委員會則可針對風險評估報告提出建議，並監督國家調適方案執行，提出進度報告。因調適成果相較於減緩難以測量，故優先以程序性方式追蹤，確保相關風險及脆弱度皆有相關計畫據以因應，逐步檢視進度。

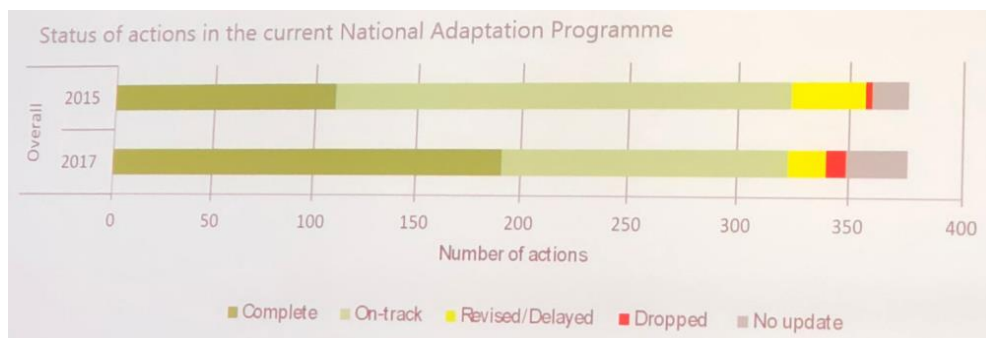


圖 52、英國調適計畫執行進度一覽

經該委員會檢視，調適方案並未確實針對風險做出因應，並推判起因源自監測評估機制（M&E）內設計錯誤的指標（metrics）及未被充分利用的數據資料。以風險評估所指認針對土壤議題為例：

- 風險：急需改善土壤及劣化的泥炭地（peatland）狀況
- 現因應方式：以 2030 年為目標，提出 25 年整治全英土壤永續使用計畫，但缺乏具體推動路徑，亦無土壤狀況測量監測方式。
- 指標：受限於地區條件，僅泥炭地及受保護場域，或具科研價值場址可提出相關監測數據或指標。
- 問題點：無例行性監測英國土壤狀況機制，上次國家級土壤評估為 2007 年，而國家土壤清冊（National Soil



Inventory) 僅於 2003 年出版全英土壤狀況報告，後再無進行發表。

➤ 理想監測方式：以化學成分（如：有機碳等）為基礎的土壤健康指標定期觀察。

整體而言，氣候變遷法所規範之報告機制除強制各機關開始檢視氣候風險並進行調適外，並為各單位發展並推動風險評估提供誘因，進而完善脆弱度監測，相關報告並可做為後續風險評估報告及調適次級委員會進度報告之參考依據，逐步促成公私部門針對氣候風險資訊的開放。

## (6) 西班牙

該國監測與評估機制以多重工具進行推動，包括諮詢委員會、深入訪談、合規分析 (compliance analysis)、利害關係者調查、衝擊與調適指標等，並每 2 至 3 年定期發布監測報告，截至 2019 年已發布 4 次報告(2008、2011、2014、2018)，檢視國家調適方案成效。

該國調適推動提出之關鍵議題摘述如下：

### A. 調適方法與機制

- 需具合理資源配置機制。
- 外部諮詢委員會為不可或缺一環。
- 協商需平等納入參與者及利害關係者看法。
- 需監測相關行動是否符合整體策略與目標。

### B. 國家調適方案成果

- 衝擊或脆弱度評估分析有助於瞭解問題。
- 推動知識與資訊整合。
- 發展調適工具並逐步改善。
- 逐步朝向調適治理角度推動相關工作。

### C. 國家調適方案挑戰

- 如何「量測」調適仍有困難。
- 將調適內化至各部門管理及規劃。
- 有效之知識管理與資訊分享(如：調適平臺網站)。
- 新興議題如：社會脆弱度、非預期的逸出效應(spill over effects)。
- 調適開創新的問題界定方式，橫切不同部門及領域，為傳統治理最大挑戰之一。
- 將調適概念轉換為可普遍接受認知的「文化」。

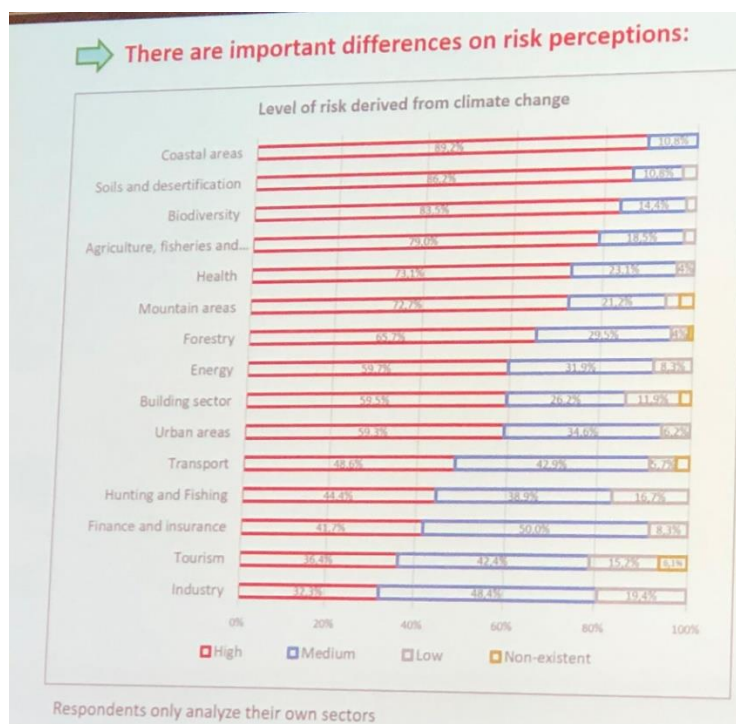


圖 53、西班牙各調適議題認知調查

### 24. 調適氣候變遷的城市的工具和數據 (SP-046 Tools and data for climate resilient cities)

氣候變遷調適研究產生了大量數據，近年來越來越多試圖透過特定的用戶界面向從業者提供這些數據。市政當局特別是在規劃過程中，對數據有特定需求，例如審議過

程。在跨學科項目中，市政用戶與數據生成研究人員聚集在一起。到目前為止，人們對這些數據和工具如何實際推動城市調適氣候變遷及其影響因素的了解甚少。

表 4、調適氣候變遷的城市的工具和數據

<p>CLARITY 氣候服務建模鏈支持城市氣候變遷調適力</p>	<p>透過結合不同的數據資料，氣候服務將最先進的氣候科學轉化為可以有效納入城市規劃過程的資訊。在 EU-Horizon-2020 資助的項目 CLARITY 內 (<a href="http://www.clarity-h2020.eu">www.clarity-h2020.eu</a>)，標準化的方法框架和專家知識在新一代氣候服務整合，專門用於評估氣候變遷背景下極端天氣影響下城市一級的調適措施。為了評估這些影響，從觀測和政府間氣候變遷專門小組氣候預測得出的氣候指數用於確定極端氣候的變遷。為了解決與城市規劃相關的精細空間尺度（100 公尺），使用動態統計方法縮小區域氣候模型結果。因此，該建模鏈提供城市微氣候預測，並使調適措施（如：綠色屋頂的影響、藍色基礎設施變遷）的氣候敏感性模擬能夠在城市規模上進行。這裡，將詳細討論 CLARITY 開發的建模鏈，並將顯示項目測試站點的結果，以強調在 CLARITY 氣候服務中使用這些方法以及與城市氣候變遷調適力的聯繫。</p>
<p>INDECIS 提供有效氣候服務的溝通戰略</p>	<p>自歐洲氣候服務研究和創新路線圖發布以來，數百個氣候相關項目得到了地平線 2020 計畫和其他籌資機制的資助。在這種背景下，INDECIS 項目（整個歐洲開發用於 GFCS 高優先級部門的用戶導向氣候指標的綜合方法：農業、減少災害風險、能源、健康、水和旅遊業）透過有效的溝通策略有助於提供氣候服務作為對特定資訊感興趣的客戶，以及負責決策以改善氣候調適，社會福祉和永續性的政策制定者，以覆蓋廣泛的民眾。</p>

氣候服務是一個仍處於建設過程中的新興領域，“以有爭議的定義為標誌”從氣候變遷資訊到氣候服務通信，從“提供氣候服務是一種發展範式，INDECIS ([www.indecis.eu](http://www.indecis.eu)) 開發了一個基於六步的溝通策略，即：評估你的情況、了解你的觀眾、創造你的訊息、媒體渠道、監督通訊、公眾參與。



(六) 全體會議：使企業調適氣候變遷-風險和機遇 (Adapting businesses to climate change – risks and opportunities)

因為氣候變遷帶來的變化徹底改變了公司運營環境，企業已面臨著嚴重的風險。然而氣候風險若得到妥善管理，則可變成機會產生新的服務，甚至只有調適氣候變遷的新市場可以勝出，本場全體會議以座談型式邀請各界代表，包括葡萄牙 PWC 永續商業解決方案總監 CláudiaCoelho、Casa Relvas 總經理 Alexandre Relvas Jr.、國際水協會會長 Diane D'Arras、微軟企業水項目經理 Paul Fleming、歐洲委員會中小型企業執行機構 (EASME) 主任 Julien Guerrier、EIT Climate-KIC 首席執行官 Kirsten Dunlop，由不同的角度來看待調適的需要和未來的機會。



圖 54、全體會議座談代表

1. CláudiaCoelho | 葡萄牙 PWC 永續商業解決方案總監-企業因應氣候變遷調適的風險與機會

PWC 長期與大企業合作分析氣候變遷對該公司的影響以發展調適策略。依據 2018 報告，若企業營運無法面對極端天氣和無法調適這些天氣的結果，氣候變遷對公司營運會帶來危機。該公司出版「低碳經濟指數報告」，評估企業的碳密度，碳密度約降低 2.6% 尚未達到 G20 國家 NDC 目標每年降低 3%，仍需要透過科技協助企業進一步降低碳密度以控

制全球溫升。

氣候變遷對財務的影響是當前就必須面對的，非中長期的問題。透過專業團隊分析如何治理、策略、風險管理，運用在管理方法首先要定義情景，知道對於成本的影響以及利害相關者的溝通。



Cláudia Coelho |  
葡萄牙 PWC 永續商業解決方案總監 Director, PwC Portugal

Cláudia Coelho 目前擔任普華永道葡萄牙保險-永續商業服務部門的董事。擁有該行業的專業經驗以及環境和永續發展領域的顧問，並在策略領域、氣候變遷、利益相關方參與永續發展訊息報告和保證以及循環經濟等方面協調了多個永續發展項目

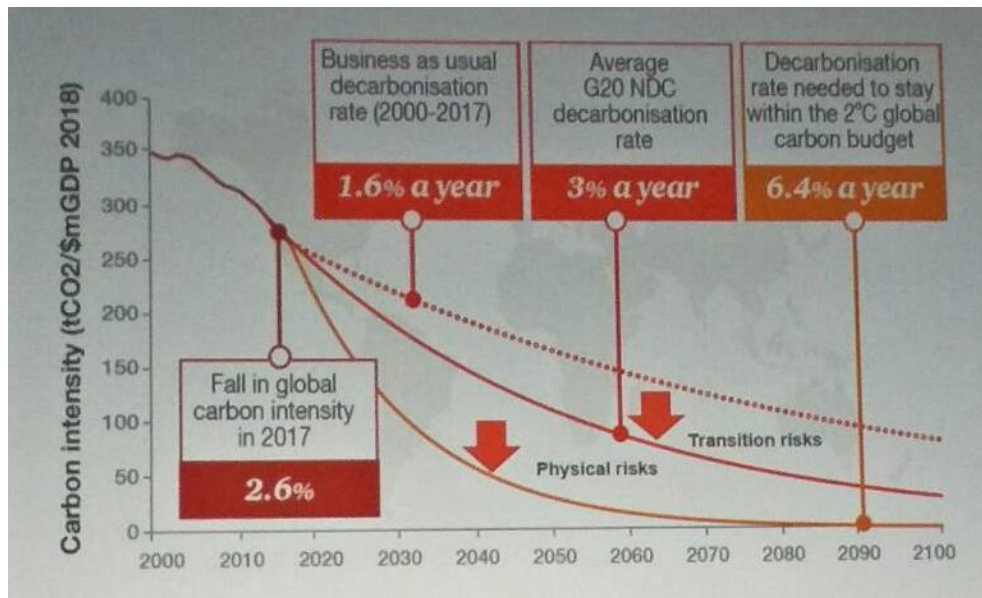




圖 55、葡萄牙 PWC 總監與談

## 2. Alexandre Relvas Jr. | Casa Relvas 總經理-葡萄酒公司的經驗分享

近三年的乾旱氣候，每年僅 300~600ml 雨水，種植葡萄園的灌溉受到很大的影響，有時一天只分配到 4 個小時能澆灌，早、晚各兩小時。為維持葡萄酒的生產，公司也開始研究水資源的策略，有效率的使用水資源在最需要的用途。包括監測濕度的儀器，以掌握澆灌的最佳時間點，同時也增加葡萄的產量以減少葡萄園的土地面積。此外，工廠製程所需要的清潔用水也搭配水處理系統以回收再利用水，包括處理鄰近葡萄園地區民眾的生活污水。目標將生產每公升葡萄酒所需的水量，於 3 年內由 6 公升降低至 3 公升。



Alexandre Relvas Jr. | Casa Relvas  
總經理

Alexandre Relvas 是 Casa Relvas 的總經理。於 2006 年加入家族企業 Casa Relvas，在 Herdade Sao Miguel 酒窖擔任釀酒師。Casa Relvas 擁有 250 公頃的葡萄園，300 公頃的橄欖樹林和 700 公頃的森林，為阿連特茹主要的私人葡萄酒生產商之一，Casa Relvas 每年生產 600 萬瓶葡萄酒，出口到超過 35 個國家。



圖 56、葡萄牙 Casa Relvas 總經理與談

### 3. Diane D'Arras | 國際水協會會長-水循環跨界研究全球專業網絡

國際水協會（International Water Association, IWA）是一個水專業人員網絡，致力於建設一個智慧、永續和公平管理水資源的世界。以整體方式改善和管理水和衛生設施的普遍服務對於實現永續發展目標和滿足全世界數百萬人的需求至關重要。

基於以下 3 個原因，包括資源是有限的、城市化既是經濟增長的機會，同時也是對宜居性的威脅、未來的不確定性將伴隨城市規劃。國際水協會提出的 17 個水智慧城市原則分為 4 個面向：

- (1) 永續的水資源服務包括：修復水體及其生態環境、減少用水和能耗、水回收以及利用多種形式的水資源、採用系統性方法加強與其他行業服務的合作、增強系統的模組化程度確保有多種替代方案。
- (2) 對於水敏感的城市設計包括：確保永續的水資源服務、設計城市空間以減少洪澇風險、透過景觀用水提高宜居性、改進和調整城市建築材料以減輕環境影響。
- (3) 流域城市包括：保護水資源制定抗旱減災計畫、保護水



源水質、制定極端天氣事件的應對計畫。

- (4) 水智慧溝通包括：積極的城市居民、富有動力的專業人士、跨學科的規劃團隊、漸進式發展的政策制定者、積極參與並且建立信任的領導者。

	<p>Diane D'Arras 於 1998 為蘇伊士基礎設施公司 Degremont 的研究高級副總裁，然後加入蘇伊士商學院，擔任集團層面的技術，研究和創新高級副總裁。從 2011 年到 2017 年，她回到現場工作，她是 Suez Water 西歐高級執行副總裁，於 2018 年 1 月退休，自 2016 年 10 月起擔任國際水協會非執行主席。自 2014 年起，她一直是法國技術學院的成員。</p>
<p>Diane D'Arras   國際水協會會長</p>	
 <p><b>4 Levels of Action</b></p> <p><b>17 Principles for Water-Wise Cities</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>1. Regenerative Water Services</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Replenish Waterbodies and their Ecosystems</li><li>• Reduce the Amount of Water and Energy Used</li><li>• Reuse, Recover, Recycle</li><li>• Use a Systemic Approach Integrated with Other Services</li><li>• Increase the Modularity of Systems and Ensure Multiple Options</li></ul></li><li><b>2. Water Sensitive Urban Design</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Enable Regenerative Water Services</li><li>• Design Urban Spaces to Reduce Flood Risks</li><li>• Enhance Liveability with Visible Water</li><li>• Modify and Adapt Urban Materials to Minimise Environmental Impact</li></ul></li><li><b>3. Basin Connected Cities</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Plan to Secure Water Resources and Mitigate</li><li>• Protect the Quality of Water</li><li>• Prepare for Extreme Events</li></ul></li><li><b>4. Water-Wise Communities</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Empowered Citizens</li><li>• Professionals Aware of Water Co-benefits</li><li>• Transdisciplinary Planning Teams</li><li>• Policy Makers Enabling Water-Wise Action</li><li>• Leaders that Engage and Engender Trust</li></ul></li></ul> <p><b>5 Building Blocks</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vision</li><li>• Governance</li><li>• Knowledge &amp; Capacity</li><li>• Planning Tools</li><li>• Implementation Tools</li></ul>	

圖 57、國際水協會會長與談

#### 4. Paul Fleming | 微軟公司水管理計畫經理-永續與 AI

微軟公司的任務即提高企業客戶的競爭力，2012 年來以碳基金成立了一個永續計畫專注於補充水資源、改善水資源的情形。下一步即是如何運用科技，AI for earth 是另一個發展計畫，包括環境科技和電腦科技，應用環境數據資料庫針對四個大部分：農業、水資源、生物多樣性、氣候變遷，以

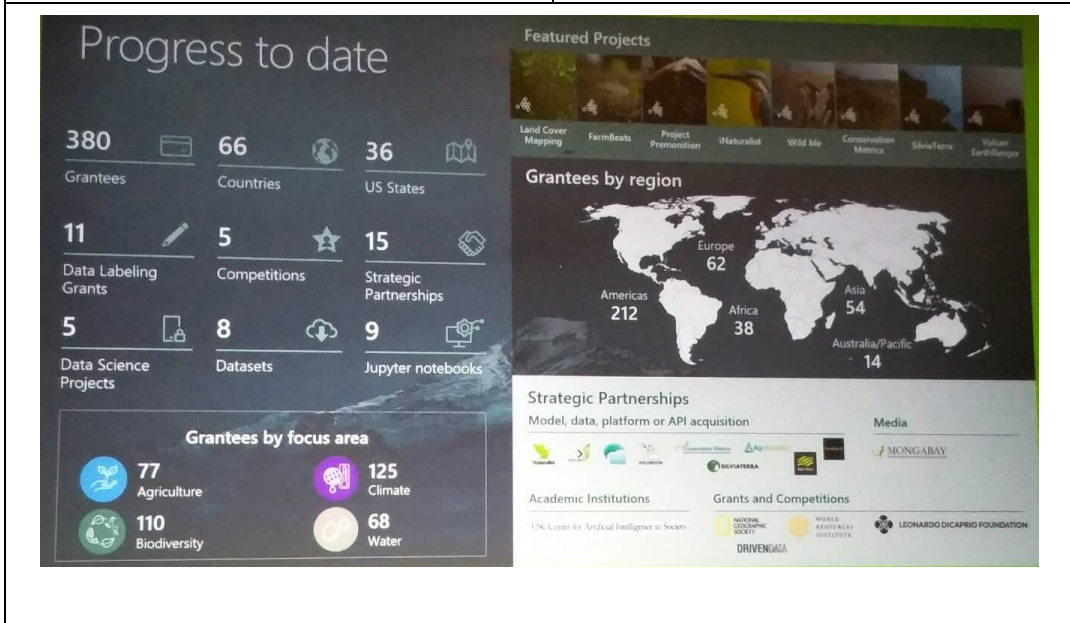
降低操作影響、啟動技術創新、影響決策。

在 66 國家 380 個對象我們提供很多不同工具幫助組織處理數據資訊以達成目標。透過科技來減少碳排放可以帶來什麼影響，研究面相包括需要的速度以及 GDP、環境影響和勞工，AI 不僅促進 GDP 成長 3.1-4.4% (產值約美金 3.6-5.2 兆)，也同時降低溫室氣體排放 1.5-4.0% (0.9-2.4  $10^9$  公噸)，並可以透過 AI 科技創造新的工作機會增加就業率。



Paul Fleming | 微軟 Corporate Water Program Manager for Microsoft

Paul 是 Microsoft 的企業水項目經理，負責制定和實施公司的水資源管理戰略。在加入微軟之前，Paul 曾為西雅圖公用事業公司指導氣候防災小組，重點是在研究小組和公用事業公司之間建立夥伴關係，以建立評估和應對氣候變遷影響的能力。



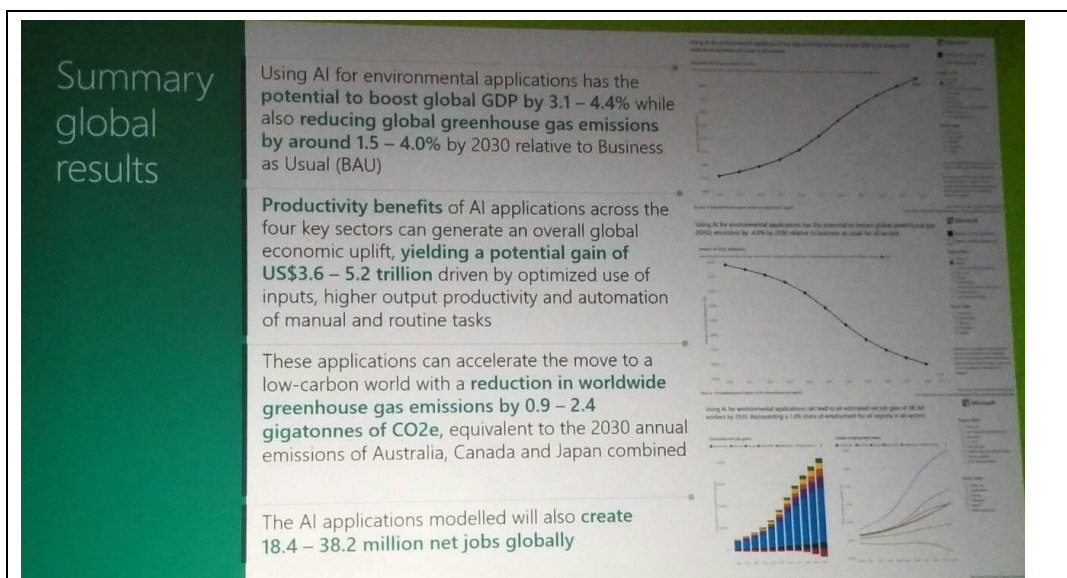


圖 58、微軟公司水管理計畫經理與談

## 5. Kirsten Dunlop | EIT Climate-KIC 首席執行官


EIT Climate-KIC 是一個歐洲知識和創新社區，致力於建立一個以循環的零碳經濟為基礎的繁榮，包容，氣候變遷的社會。預測未來會有因為氣候變遷而受到影響的資產，包括未來的律法也會改變的風險。當企考量他們需要的資產時就會開始意識到將立於何種基礎之上，並考量回覆力跟預防災害兩者的關係，如同保險公司可以處理人的問題，或者防止問題發生

在 EIT Climate-KIC Scaler 計畫的支持下，2015 年 WINnERS 與撒哈拉以南非洲許多國家的銀行和官方發展援助（ODA）參與者進行接觸。CJRF 的資金將用於實現性別平等以及改善坦桑尼亞女農民的金融包容性。非洲開發銀行的資金將用於坦桑尼亞的降低風險服務。

極端天氣事件因氣候變遷而加劇，並對全球糧食生產造成重大損害並擾亂供應鏈。透過利用機器學習為再保險和信用擔保創建強大的氣候風險訊息來應對這些挑戰，這些訊息為發展中國家的小農提供貸款，這些小農過去從未獲得過信貸。WINnERS 計畫到 2020 年在撒哈拉以南非洲的十個國家開展業務。透過向數百萬農民提供金融服務，WINnERS 將

有利於增加貸款的條件，並透過技術轉讓和能力促進採用氣候條適做法建設。

圖 59、EIT Climate 主席與談

	<p>Kirsten 的職業生涯跨越三大洲的學術，諮詢，銀行，保險，戰略，設計，創新和領導力。於 2017 年 2 月從澳大利亞金融服務集團 Suncorp 加入 Climate-KIC。</p> <p>在 Suncorp 的職位上，Kirsten 創立並領導了一個定制部門，專注於透過創新管理和應對戰略風險，從內部轉變核心業務和行業模式。</p> <p>她對 Climate-KIC 的願景是共同創建一個多邊轉型市場，並創造創新選擇，以實現零碳經濟和氣候調適型社會。</p>
<p>Kirsten Dunlop   EIT Climate-KIC CEO</p>	
	

### （七）閉幕式（Closing Plenary: The road ahead）

2030 年國際協定的目標和指標要求在未來十年內共同努力尋找綜合解決方案並激勵不同行動者採取行動。在研究、政策和實踐層面加強氣候變遷調適與減少災害風險之間的一致性，對於朝著富有彈性的歐洲的最佳和最適當的道路穩步前進至關重要。會議的主要訊息是關於遵循的路徑以及克服現有障礙的解決方案和行動。並宣布交接 2021 年下屆研討會主辦國為斯洛維尼亞共和國（Republic of Slovenia）。

	
<p>Jean-Eric Paquet   歐洲委員會研究與創新總司 (DG RTD) 總幹事</p>	<p>劉健   聯合國環境部首席科學家</p>
	
<p>Paola Albrito   聯合國減少災害風險辦公室歐洲區域辦事處主任</p>	<p>Virginia Murray   英格蘭公共衛生全球減少災害風險負責人</p>
	
<p>Marko Maver   斯洛文尼亞環境大臣</p>	<p>José Sá Fernandes   歐洲綠色資本 2020 議員交接 ECCA 2021</p>

圖 60、大會開幕式致詞代表

閉幕表演是兒童合唱團 Santo Amaro de Oeiras，Maestrina Yara Gutkin 舉行音樂會，搭配閉幕儀式開始的 2 段影片，訴求為下一代建構適合人類生存的環境，以激勵與會各界代表於會後展開積極行動。



圖 61、大會開幕表演

## (八) 會議交流

### 1. 德國氣候服務中心 (Climate Service Center Germany, GERICS)

GERICS 為德國國家型氣候研究單位，致力於氣候變遷資料之應用，近期發展城市調適工具 (Adaptation toolkit for cities)，連結科學研究成果與政策發展，藉由工具確認調適區域以及可使用之資料，並進行利害關係者溝通協調，以推動氣候變遷調適工作。GERICS 的 Jo-Ting Huang-Lachmann 研究員指出氣候變遷調適為一多方協調的過程，各項領域都有各自的專業與標準，因此在執行利害關係者溝通協調時，不能單以氣候變遷研究之角度出發，而應以各領域關注之課題出發，以連結既有之科學證據或推估成果，不應因科學研究進程而限縮氣候變遷調適工作之發展。GERICS 今年亦與高雄市政府合作，欲推廣城市調適工具，協助各地方政府推動地方調適工作，以建立我國氣候服務應用之示範案例。

### 2. 日本國立環境研究所

去 (107) 年派員赴南非參與「Adaptation Futures 2018: 5th International Climate Change Adaptation Conference」曾與日本國立環境研究所建立交流管道，本次持續與地域環境影響評價研究室肱岡靖明室長及氣候變動適應戰略研究室福

村佳美研究員交流，討論 ISO/TS14092 之發展進程，肱岡靖明為 ISO/TS14092 編譯小組之主持人之一，由 2017 年開始與 15 個國家和歐盟共同討論 ISO/TS14092，日本主要負責地方政府和社區調適章節，研擬過程已與 13 個日本縣市進行合作，滾動調整標準內容。由於日本長期推動地方調適工作，各地方政府均已完成氣候變遷調適評估工作，因此未來 ISO/TS14092 正式公告後，相關評估工作是否需要重啟，成為一種要課題，福村佳美研究員表示，ISO 之推動是為標準化相關程序，日本目前規劃將 ISO/TS14092 做為確認程序，不重啟調適評估工作，而是運用 ISO/TS14092 確認各地方政府調適評估過程是否有遺漏或不足之處，再據以補足各項程序，以讓未來各地方政府之調適評估具備比較基礎，利於後續推動跨地方整合應用。

### 3. BINGO (a better future under CLIMATE CHANGE)

BINGO 是歐盟地平線 2020 計畫之一，其目的為將創新納入水資源管理，為受氣候變遷影響的使用者、水資源管理者及政策決策者提供實用工具和知識，以為氣候變遷的未來做好準備，共有來自 6 個國家包含研究和新創中心、水務局、用水戶和自來水公司等合作夥伴。由於 BINGO 的研究團隊包含公私單位與第一線之使用者，因此如何讓所有參與者站在同一水平，瞭解氣候變遷的衝擊影響以及調適的重要性，成為其主要課題之一，Ana Estela 研究員表示 BINGO 採建立指引的方式，導引利害關係者進行對談，瞭解雙方所需，以雙方共同利益為出發點，創造雙贏機會，讓氣候變遷不僅是負面的衝擊影響，轉而成為一新興的機會，促使民眾瞭解進而願意由自身開始改變因應。



圖 62、與 BINGO 交流討論

(九) 參訪行程

本團選擇參與 2 項參訪行程，分別為里斯本在氣候變遷下的城市水循環與大里斯本的供水系統

表 5、參訪行程

行程	里斯本在氣候變遷下的城市水循環	大里斯本的供水系統
時間	09:30~16:30	09:00~16:00
地點	Alcântara 水廠和 Beirolas (里斯本市)	Castelo de Bode Dam 和 Asseiceira 水處理廠 (Santarém 區)
		

1. 里斯本在氣候變遷下的城市水循環



里斯本市 WATER WISE STORY 提出 5 個面向的行動，包括增加綠色滲透區域、投資廢水處理基礎設施、基於自然的解決方案、洪水復原力、節約用水和再利用。水資源再利用的部分，全市 15% 的水用於政府機構，其中 75% 是非飲用用途可以尋求替代來源，目前僅 2% 使用再生水源 2030 年目標達到 20%。

現代污水處理廠現今已被更好地定義為”水廠”，是解決城市水資源短缺問題的解決方案之一，大會安排參觀葡萄牙里斯本最大的污水處理廠 Alcântara 水廠（該廠擁有歐洲最大面積的綠屋頂水處理廠）。由上市公司（Águas do Tejo Atlântico, AdTA）負責管理大里斯本地區的污水處理和里斯本市水再利用項目經理導覽，參觀處理設施。

Alcântara 水廠可處理 75 萬居民之生活污水排放（570,240 m<sup>3</sup>/day），最大值可達 3.3 + 3.3 m<sup>3</sup>/s，處理量 99,792 kg BOD<sub>5</sub> /day、285,120 kg COD/day、114,048 kg SS /day。基礎設施包含 1 座污水處理廠、13 個抽水站、26 公里下水道主幹管。污水處理廠 1989 年原為一級處理採開放式未加蓋，至 2009 年已升級為採二級處理系統出流水質達 BOD: 25 mg/L、COD 125 mg/L、SS 35 mg/L，目前污泥委外處理，甲烷尚未回收再利用。處理廠全面加蓋為綠屋頂，不僅具有隔熱減少電力消耗外，同時在環境效益上可增加碳匯、減輕噪音、雨水儲留、景觀整合。



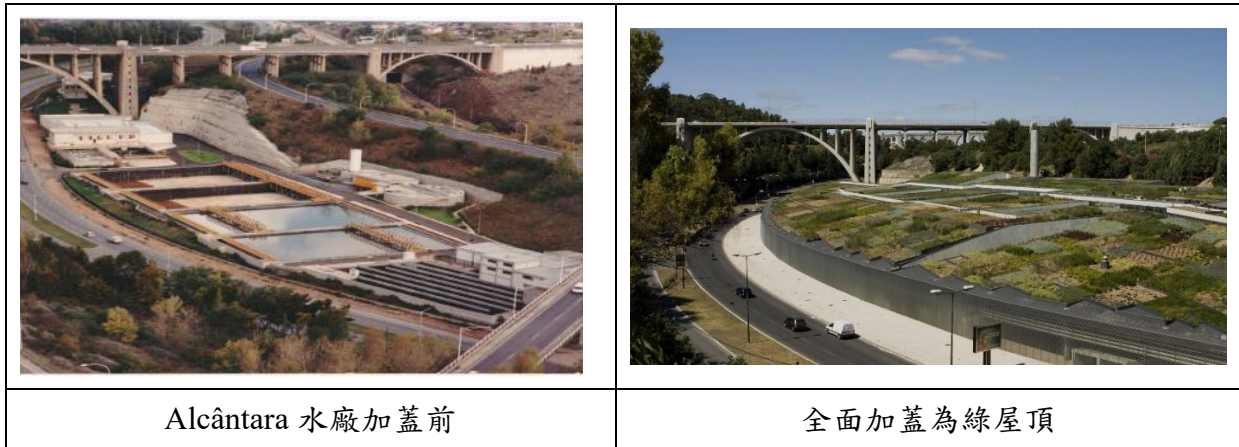


圖 63、Alcântara 水廠參訪

## 2. 大里斯本的供水系統

葡萄牙水公司（Portuguese Water Company, EPAL）處理和供應飲用水予 35 個縣，覆蓋 7.090 平方公里。Castelo do Bode 是葡萄牙第二大湖泊，位於 Tomar 以西，Abrantes 以北和 Vila do Rei 以東。於 1945 年由河築壩造成的人工湖，長 66 公里，防洪堤最大空載流量為  $4000\text{m}^3/\text{s}$ ，三個發電機水力發電站發電裝機容量為 159MW，平均年產生的能量達到 396.5 GWh。

而 Asseiceira 水處理廠負責 EPAL 生產的 75% 的飲用水，並處理來自 Castelo de Bode 大壩的水源，該設備用於處理污泥並回收來自該過程的所有液體流出物，污泥處理設備包括兩個濃縮池和三個離心機，及四個處理水儲槽。Asseiceira 的水處理廠是歐洲最大的水處理廠之一包括兩條獨立的線路：1 號線可以容納 50 萬立方公尺/天和 2 號線 12.5 萬立方公尺/天，透過污泥的再利用發展新產品和創造經濟和環境價值，本處理廠為世界上第一個 100% 能源自給的飲用水處理設施。

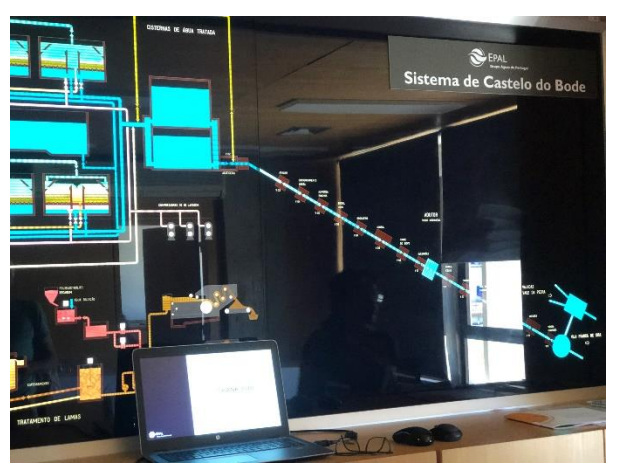
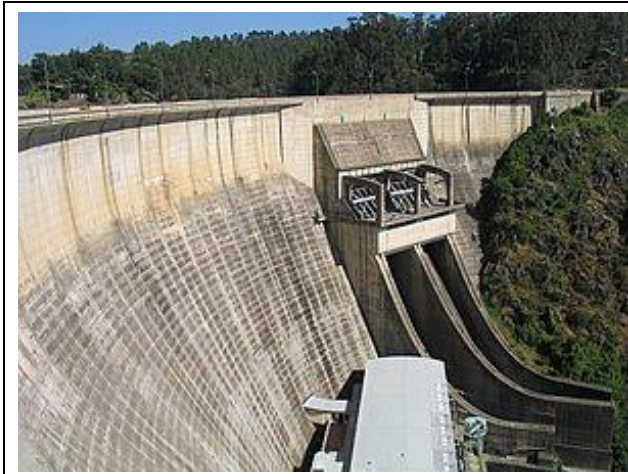


圖 64、大里斯本的供水系統參訪

## 肆、心得與建議

- 一、荷蘭於氣候變遷調適領先全球之優勢來自於該國長期對於空間土地規劃之推動整合，透過政策鼓勵或彈性鬆綁，優先將各項作為開發為經濟產品，開發國際市場，更透過三角洲計畫整合產官學研各界人力資源及研究成果加速推動調適作為，其於跨部門及多層級整合作為值得我國借鑑，可考量透過現存平臺落實跨部門議題推動。
- 二、氣候變遷調適為需要全民及各單位共同合作推動工作，因此教育與知識建構相當重要，需要讓民眾瞭解氣候變遷對自身的衝擊影響，進而啟發公民意識，一同關注環境的改變，以進行因應。荷蘭在相關工作推動初期均強調公眾參與及利害關係者溝通協調的重要性，讓民眾與利害關係者加入規劃、設計及決策工作，讓所有工作不單為政府執行落實的單方向工作，而是民眾與政府雙向的合作互助，以得綜效之成果。
- 三、現世界各國漸將氣候變遷調適納為國家重點執行項目，並著重於地方調適之落實、加強發展科研、推動發展指標進行效益評估、決策者風險溝通、納入科研風險評估規劃有效調適策略等。各項會議並具一定共識，利害關係者參與為執行調適政策關鍵，如能有效進行風險溝通，將獲得該策略推動之人力、資源與民意支持，反之則將事倍功半，故建議應參考我國未來氣候變遷風險評估之科研成果，主動向各界進行說明，進行意見蒐集，俾利後續策略重點規劃與推動。
- 四、氣候服務降尺度應用在區域/都市/甚至中小型社區（SMC）的應用案例於 ECCA2019 研討會中有多篇發表。各項措施的規劃設計與應用案例，短時間均無法提出實質量化效益成果，惟調適理念之落實與與當地民眾參與共識建立仍為持續推動方向。由於我國各項施政成果相對重視效益量化呈現，故建議未來氣候變遷調適措施執行案例，應於規劃階段與當地民眾建立長期維運與監測機制，並透過質化指標設計輔以推動，俾利後續策略規劃應用。

五、企業對於氣候變遷調適之能力建構與轉型挑戰，亦為本次 ECCA2019 研討會關注之焦點，強調氣候變遷調適並非為危機亦為機會。氣候服務業即為新興產業之案例，其服務對象非僅針對政府機關提供決策規劃使用，亦可為企業提出客製化規劃調適發展需求。建議未來可逐步將國內產業發展之挑戰與課題納入，尋求商業運轉模式建立可行性，創造供需，推動公私部門共同合作。

## 附件一 「臺灣國家調適推動之經驗與未來規劃」摘要及海報

Home > Programme > Tuesday 28 May - reception > The discussion of national adaptation promotion experience and the next national adaptation plan in Taiwan


18:00 TUESDAY 28 MAY  
PO062  
PS6



**The discussion of national adaptation promotion experience and the next national adaptation plan in Taiwan**

Ming-Wei Chen (Taiwan) 1; Zheng-Zong Yeh (Taiwan) 1; Yi-Ping Yang (Taiwan) 1; Wu-Hsiung Chou (Taiwan) 1; Cheng-Ting Lin (Taiwan) 2; Keng-Cheng Yeh (Taiwan) 2

1 - Sinotech Engineering Services, LTD; 2 - Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

**Theme**  
 3. Communication, data sharing and decision support

3.1 Communication challenges in CCA and/or DRR

**Keywords**  
central government, national adaptation, cross-office collaboration

### **The discussion of national adaptation promotion experience and the next national adaptation plan in Taiwan**

Taiwan's adaptation effort began on 2009, where the National Development Council invited authorities, academics and stakeholders to establish a taskforce to promote national adaptation strategies. After taking into consideration Taiwan's unique characteristics and infrastructure, the taskforce has defined eight adaptation sectors, including disaster, water resources, land use, infrastructure, coastal zones, energy supply and industry, agricultural production and biodiversity, and health. Several ministries and councils work together to devise sectoral adaptation policies and established the first national five-year adaptation action plan (2013-2017). However, unexpected obstructions and difficulties were observed during the execution

of the action plan, which have become discussion priorities when designing Taiwan's future adaptation measures.

In 2015, Taiwan promulgated the "Greenhouse Gas Reduction and Management Act" (the Act), making Taiwan one of the few countries in the world to have a climate legislation. The act allocates responsibilities to all relevant authorities, whilst Environmental Protection Administration (EPA) serves as the competent authority for climate change policies in Taiwan. Each central industry competent authorities shall assess the climate change impact and vulnerability, develop climate change adaptation strategies, and submit annual progress reports to EPA. In accordance to the act, the EPA is currently convening the next national adaption plan (2018-2022) discussion with 16 ministries and councils, urging authorities to review and assess current adaptation strategies for adjustments, and the possibility to integrate adaptation aspects into existing policies. Furthermore, the establishment of national climate scenarios has been included into Taiwan's SDGs, in order to further understand the effect of future climate change impacts on Taiwan, ultimately promote more prudent adaptation measures.



## The discussion of national adaptation promotion experience and the next national adaptation plan in Taiwan

MING-WEI CHEN<sup>1</sup>; WEI-YU CHENG<sup>2</sup>; NING-YI WANG<sup>2</sup>; FU-YU TSAI<sup>1</sup>;  
WU-HSIUNG CHOU<sup>1</sup>; CHENG-TING LIN<sup>3</sup>; LIN-YI TSAI<sup>3</sup>

1. Sinotech Engineering Services, LTD
2. Sinotech Engineering Consultants, LTD
3. Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

### Taiwan's adaptation progression

In 2010, catastrophic damage caused by Typhoon Morakot brought transition to Taiwan's traditional disaster prevention towards a more resilient adaptation approach, forming strategies through inter-departmental platform discussions, and carried out the 1<sup>st</sup> five-year adaptation phase. Taiwan has since promulgated a climate change legislation, and has built upon past outcomes to promote the 2<sup>nd</sup> phase national adaptations (Fig. 1).

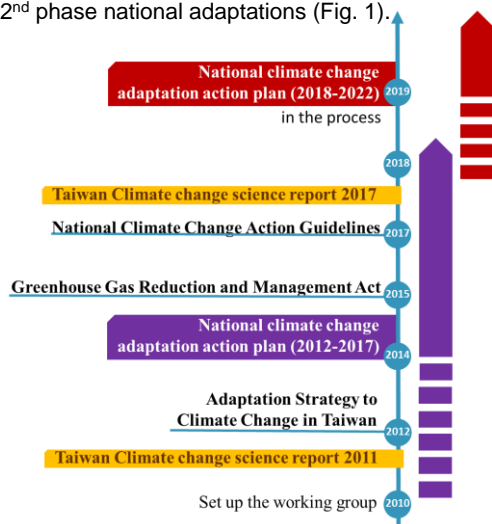
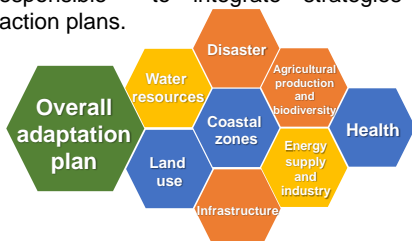


Figure 1 Taiwan's adaptation timeline

#### Phase 1

Inter-departmental platform established by the National Development Council (NDC), identified eight fields of adaptation (as shown below), each assigned with an authority responsible to integrate strategies and summarize action plans.



#### Phase 2

The Greenhouse Gas Reduction and Management Act legalized climate change action in Taiwan, different from the 1<sup>st</sup> phase, instead assign responsibilities to individual authorities (Fig. 2). Furthermore, the National Climate Change Action Guidelines laid clear strategies for both adaptation and mitigation.

### National Climate Change Adaptation Action Plan (2018-2022) (tentative)

Taiwan's future climate forecast and risk

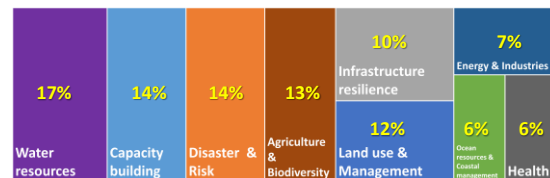
- Future scenarios based on the Taiwan Climate Change Science report 2017, published by MOST.
- Summarize potential future risk identified by relevant authorities.

National climate change adaptation strategy

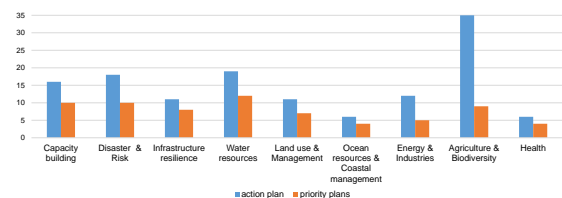
- All authorities discuss and reach consensus on individual assignment of responsibilities.
- Summarize adaptation goals identified and responding actions to be taken.

Prioritized action plan

- All authorities shall consider their adaptation strategy to submit action plans, which within select important/urgent action plans as priorities, and evaluate on annual basis.



134 action plans, and 69 prioritized action plans



### Conclusion

Taiwan has established a workable structure to promote national adaptation, through 8 fields and continuous capacity building, and annual reports made compulsory by the Act, the EPA will work together with other authorities to actively respond to climate change impacts, ultimately echo with UN's 2030 Sustainable Development Goals, and become a sustainable country.

Additional material & info





## 附件二 「以臺灣低碳永續家園機制探討發展社區調適機會」 摘要及海報



Home > Programme > Tuesday 28 May – reception > Exploring the development of community adaptation opportunities with Taiwan's low-carbon sustainable homeland institution

19:00 TUESDAY 28 MAY  
**PO14.2**  
PS12

### Exploring the development of community adaptation opportunities with Taiwan's low-carbon sustainable homeland institution

Zheng-Zong Yeh (Taiwan) 1; Yi-Ping Yang (Taiwan) 1; Pei-Chien Hsu (Taiwan) 2; Chun-Hsuan Kao (Taiwan) 3; Keng-Cheng Yeh (Taiwan) 3; Li-Ju Chang (Taiwan) 4

1 - Sinotech Engineering Services, LTD; 2 - Sinotech Engineering Consultants, LTD; 3 - Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan); 4 - Environmental Science Technology Consultants Corporation

**Theme**

2. Co-production of knowledge, solutions and services

2.3 Community-based and participatory governance

**Keywords**

low-carbon and sustainable homeland, low-carbon sustainable community, co-benefit

### **Exploring the development of community adaptation opportunities with Taiwan's low-carbon sustainable homeland institution**

In response to the new international energy policy after the Kyoto Protocol was enforced, Taiwan convened the third national energy conference in 2009, and reached a consensus to promote the transformation of low-carbon society and sustainable homeland. The low-carbon sustainable homeland initiative is led by the Environmental Protection Administration (EPA), which coordinates resources and technology investments from ministries, establishes a taskforce with local governments to develop action plans, design low-carbon technology roadmaps, and establish certification

mechanism, etc.

The initiative consists of six topics including ecological greening, renewable resources and energy saving, green transportation, resource recycling, low-carbon living, sustainable development and management, which extends to a total of 105 indicators. In the evaluation process, a community must first establish a taskforce, utilize regional resources and design out low-carbon sustainable transformation pathways, then apply for the certification. Demonstration communities can be further cultivated through self-reliance or receive resource input from relevant government units, generating positive influence to surrounding communities to jointly implement low-carbon sustainable measures.

Up until August 2018, all 22 cities & counties have participated in this system, with a total of 337 townships (92% participation from a total of 368), 3675 villages and communities (47% participation from a total of 7851). There are currently 54 silver and 885 bronze certificated bodies. Strategies implemented have the highest proportion in ecological greening (29.43%), followed by low-carbon life (19.99%), resource recycling (19.94%), and green energy saving (18.16%). At present, most of the communities still focus on mitigation actions, and only a very small portion of communities has implemented sustainable actions, such as community-based adaptation. There are 3 indicators for sustainable development and management including regional natural disaster integrated assessment, promotion of regional adaptation surveys and planning, and groundwater resource management in the subsidence area. It is still very difficult for communities to carry out impact assessments, vulnerability surveys, and adaptation planning without proper assistance from responsible authorities. In the future Taiwan aims to encourage communities to reduce greenhouse gas emissions and adapt to the impact of climate change, ultimate promote co-benefit actions without exhausting additional resources.



## Exploring the development of community adaptation opportunities with Taiwan's low-carbon sustainable homeland institution

ZHENG-ZONG YEH<sup>1</sup>, YI-PING YANG<sup>1</sup>, PEI-CHIEN HSU<sup>2</sup>, CHUN-HSUAN KAO<sup>3</sup>, KENG-CHENG YEH<sup>3</sup>, LI-JU CHANG<sup>4</sup>

1. Sinotech Engineering Services, LTD  
2. Sinotech Engineering Consultants, LTD

3. Environmental Protection Administration, Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)  
4. Environmental Science Technology Consultants Corporation

In order to promote the public awareness of climate change and enhance city resiliency, the Taiwan Environmental Protection Administration has been promoting the Low-Carbon and Sustainable Homeland Program, working with experts and local governments. Through this program, the participating villages, districts and local governments have implemented 86 low carbon actions and adaptation measures which can be categorized into 6 aspects, including Energy-Saving Facilities, Renewable Resources, Green Ecosystems, Low-Carbon Lifestyles, Green Transportation, Sustainable Development and Management. Referencing the "Sustainable New Jersey" plan, the program also established a certification system, awarding Silver and Bronze prizes to encourage public participation.

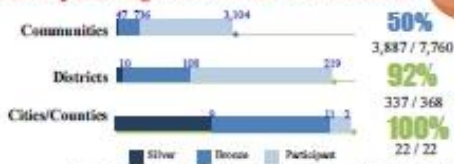
- Participant:** Communities / Districts / Cities / Counties
- Promoters:** EPA / experts / professors / local governments
- Cooperators:** Enterprises / Academics / Universities



### Participatory governance



### Participants registered in the Certification



\*Data calculated and analyzed from July 1<sup>st</sup>, 2013 through April 30<sup>th</sup>, 2019

Through participatory governance, the program is able to take local conditions into account and help develop low carbon and adaptation measures. Since 2015, 3,887 villages, which is 50% of the villages nationwide, have participated the program, and 783 of them were certified either Silver or Bronze. In Taiwan, buildings can reduce indoor temperature by 3~5°C and save 10% ~25% air conditioning electricity by implementing cooling measures such as green roof, green wall, permeable pavement, open space greening, community farms, rainwater retention, wetland protection and Eco-Pond. Since high temperature and heavy rainfall are Taiwan's major climate change hazards, 95% of the 783 above-mentioned awarded villages have implemented adaptation measures to enhance regional cooling and water retention. In contrast, only 1.5% of awarded villages have taken measures to identify sites that are vulnerable to natural disasters and establish climate adaptation plans, because relevant resources are unavailable at the village level. As is known from the above, based on the bottom-up approach, it is easy for villages to the develop climate adaptation measures with their common touch. However, regarding comprehensive climate adaptation planning, such as vulnerability survey, risk identification, risk assessment, adaptability analysis and adaptation planning, a top-down approach is project to complete the tasks.

### Co-benefit Actions



The Climate Action Plan in Taiwan has been working in response to the UN Sustainable Development Goals 13, and the Low-Carbon and Sustainable Homeland Program plays an important part in implementing local low-carbon actions and improving community adaptability. Through participatory governance, the local people can determine the direction of community development by themselves, see the progress in their own community, understand the importance of taking action in response to climate change, and become more actively involved. From 2015 to date, the program has successfully enhanced public climate literacy, constructed low carbon communities, and improved elementary community climate adaptabilities to combat high temperature and heavy rainfall. The key to promote adaptive actions at the community level in Taiwan are top-down leading policy guidance and bottom-up regional climate adaptation measures. Using the central government's climate adaptation policy as a guide and local governments' climate vulnerability mapping as a basis, Taiwan will continue to use the Low-Carbon and Sustainable Homeland Program as a platform to facilitate communities to take concrete actions to combat climate change.