

出國報告（出國類別：研究）

104 年組團出國專題研究氣候變遷班

服務機關：行政院環境保護署等機關

姓名職稱：行政院環境保護署副署長張子敬等 20 人

派赴國家：比利時、荷蘭

出國期間：104 年 7 月 13 日至 7 月 24 日（不含途程）

報告日期：104 年 10 月 1 日

摘要

全球暖化與氣候變遷所造成的極端氣候已是當前世界各國的挑戰之一，為因應我國可能面臨的衝擊影響，行政院人事行政總處（以下簡稱人事總處）以氣候變遷為主題，並由行政院環境保護署協助規劃研究重點，強調研究內容與業務之相關性，使未來我國氣候變遷相關政策規劃與執行更符合國際趨勢。

本次研究課程安排於 104 年 7 月 13 日至 24 日，在人事總處規劃下，集合來自 8 個中央部會及 10 個直轄市、縣（市）政府辦理氣候變遷事務之相關同仁，前往比利時布魯日歐洲學院（College of Europe）進行為期 2 週的專題研究，以汲取新知。這是國內首度結合中央相關部會與地方政府，透過單一主題之國際研究課程，建立跨部會、跨領域學習及對話機會，俾相關部會在討論氣候變遷議題時，避免出現各說各話、無法對焦的情況。本班研究重點分為「政策制度規劃」、「國際協商機制」、「減緩與調適策略」及「氣候風險因應」等 4 大主題，課程內容涵蓋「氣候變遷對公共政策的影響」、「歐盟管制架構」、「能源氣候與發展政策」、「能源及農林漁業部門因應氣候變遷策略」、「再生及低碳能源」等相關課程，並搭配課程前往比利時參訪歐盟氣候行動總署，以及參訪荷蘭水上屋、三角洲研究院等機構。

時值溫室氣體減量及管理法立法通過之際，此次希望將歐盟因應氣候變遷之相關政策或執行經驗，納為該法相關子法規、政策或計畫之參考；同時，就國外經驗分析其應用於國內之可行性，並就當前既有政策行政方案或計畫提出建議事項，以作為國內相關政策擬定或修訂之參考

目錄

第一章 序言

第一節 研究目的	1
第二節 歐洲學院簡介	1
第三節 研究課程	2

第二章 政策制度與規劃

第一節 氣候變遷理論	6
第二節 氣候變遷對公共政策的影響	13
第三節 歐盟管制架構	24
第四節 能源氣候與發展政策	30

第三章 國際協商機制

第一節 國際談判	35
第二節 參訪歐盟執委會氣候行動總署(CLIMA)-行政部門的觀點	59
第三節 參訪 ALOCA 鋁業公司-企業對能源及氣候變遷之觀點	63
第四節 歐盟碳排放交易體系	64

第四章 減緩及調適策略

第一節 英國經驗	70
第二節 能源部門因應氣候變遷策略	73
第三節 農業及林業部門因應氣候變遷策略	76
第四節 調適個案--荷蘭水上屋	79
第五節 荷蘭三角洲研究院	85

第五章 氣候風險因應

第一節 氣候變遷對水資源的影響	93
第二節 能源企業觀點	102
第三節 再生及低碳能源	111
第四節 氣候與金融	118

第六章 結論與心得建議

第一節 結論	132
第二節 心得建議	150

圖目錄

- 圖 2-1 溫室效應暖化現象
- 圖 2-2 碳循環
- 圖 2-3 AR5 模擬結果
- 圖 2-4 1901-2012 年表面溫度變化
- 圖 2-5 1900-2000 年平均海平面變化圖
- 圖 2-6 北極圈冰層範圍變化圖
- 圖 2-7 RCP 模擬 2100 年各情境下碳排量平均溫度上升狀況
- 圖 2-8 RCP 模擬海平面上升狀況
- 圖 2-9 RCP 模擬降雨量變化狀況
- 圖 2-10 顯示 2500 萬年來海水的 pH 值變化
- 圖 2-11 氣候變遷的影響與風險評估
- 圖 2-12 溫度上升的風險評估
- 圖 2-13 100 年全球暖化潛勢評估圖
- 圖 2-14 GTP 和 GWP 的案例比較圖
- 圖 2-15 AR5 提出的 GWP 和 GTP 比較
- 圖 2-16 大氣中碳循環
- 圖 2-17 AR5 如果立即停止碳排放之模擬案例結果
- 圖 2-18 全球地表平均溫度增加與全球二氧化碳總累積排放量關係圖
- 圖 2-19 為維持增溫 2 度 C 之碳排放預算總額概念圖
- 圖 2-20 溫室氣體排放路徑與控制溫度的關連性
- 圖 2-21 各部門的直接二氧化碳排放及非二氧化碳的溫室氣體排放
- 圖 2-22 歐盟治理與決策決定過程（一）
- 圖 2-23 歐盟治理與決策過程（二）
- 圖 2-24 綠皮書到法制化
- 圖 2-25 氣候環境
- 圖 2-26 歐盟各國減排目標
- 圖 2-27 歐盟調適策略
- 圖 3-1 實施兩階段後之碳價分析
- 圖 4-1 紅頂屋為荷蘭 18 世紀重要港區建物
- 圖 4-2 荷蘭政府透過堤壩建設與海爭地
- 圖 4-3 調節水面用之閘口
- 圖 4-4 黑色圓柱為固定房屋的樁錨
- 圖 4-5 2.5 樓高及正在實驗 3 樓高之水上屋
- 圖 4-6 建築本體、小露臺及船舶停泊皆為統一規劃設計
- 圖 4-7 白色區塊為政府公共建設，咖啡色為民眾自主設計區

- 圖 4-8 每戶建築門前統一的集線箱內部構造
- 圖 4-9 所有管線採彈性設計(本圖為堤壩上建築示意)
- 圖 4-10 防火牆設置，提供居民低姿勢避難
- 圖 4-11 連結陸地之消防栓
- 圖 4-12 水上屋的水上權透過通道上的小釘子來做劃分
- 圖 4-13 Delta basin 模擬圖
- 圖 4-14 Delta basin 現況圖(正在建構地形及地質模型)
- 圖 4-15 鹿特丹運河閘門啟閉與船舶進出模型(深色是海水、淺色是淡水)
- 圖 4-16 埃及發電廠冷卻水泵浦抽水效率與水攪流導入空氣影響研究模擬圖
- 圖 4-17 埃及發電廠冷卻水泵浦抽水效率與水攪流導入空氣影響研究實驗
- 圖 5-1 RCP 溫室氣體排放情境
- 圖 5-2 SRES (左) 與 RCP (右) 溫室氣體排放情境之比較
- 圖 5-3 統計降尺度模型
- 圖 5-4 氣溫上升預測圖
- 圖 5-5 溫室氣體增加與氣溫上升及降雨關聯性示意圖
- 圖 5-6 比利時千年洪災頻率(含海平面上升 2 公尺)推估影響圖
- 圖 5-7 地表都市化結果對照圖
- 圖 5-8 氣候變化趨勢分析及影響
- 圖 5-9 都市綠化及滯洪綠帶
- 圖 5-10 蓄水防洪設施(滯洪池)
- 圖 5-11 階梯式河岸設計
- 圖 5-12 活動式防水擋板設計
- 圖 5-13 E.ON 能源集團布魯塞爾辦公室人員
- 圖 5-14 能源聯盟設立目標
- 圖 5-15 歐盟碳會超額及 MSR 變動情形
- 圖 5-16 德國歷年發電來源變化情形
- 圖 5-17 能源從集中供應至個別解決情形
- 圖 5-18 易昂集團服務數位化情形
- 圖 5-19 2014 年氣候資金流向圖(總計 3,310 億美金)
- 圖 5-20 資本市場資金流向圖
- 圖 5-21 氣候變遷資金流向分析
- 圖 5-22 減量資金使用分析
- 圖 5-23 調適資金使用分析
- 圖 5-24 2014 年多邊發展銀行(MDB)融資方式統計
- 圖 5-25 歐盟地區混合設施機制
- 圖 5-26 拉丁美洲之能源效能信貸機制
- 圖 5-27 模擬演練(一)

- 圖 5-28 模擬演練（二）
- 圖 5-29 模擬演練（三）
- 圖 5-30 模擬演練（四）
- 圖 6-1 防暴潮閘門-馬斯蘭特閘(Maeslant Barrier)
- 圖 6-2 利用閒置空間設置自然洪氾區(滯洪池)及智慧管理水閘門起閉
- 圖 6-3 利用公共休閒空間綠化兼滯洪設施
- 圖 6-4 水廣場
- 圖 6-5 防水閘門
- 圖 6-6 降雨時先導引至附近公園的滯洪池儲留
- 圖 6-7 雨水撲滿
- 圖 6-7 利用公共空設置水廣場
- 圖 6-9 透水鋪面
- 圖 6-10 人工養灘
- 圖 6-11 利用離岸人工沙島進行海岸維護
- 圖 6-12 居住及航行兩用船屋
- 圖 6-13 模組式浮動屋
- 圖 6-14 浮動屋的全景
- 圖 6-15 平衡用的固定式樁基礎
- 圖 6-16 浮動屋的棧橋連接系統
- 圖 6-17 浮動屋維生系統(水、電、電信等)
- 圖 6-18 室內大型波浪水工試驗水槽(雅加達海堤沿岸漂沙模型試驗)
- 圖 6-19 阿姆斯特丹引海水進來之運河水閘門模擬
- 圖 6-20 造浪槽
- 圖 6-21 水上屋概念圖
- 圖 6-22 電動汽車充電站
- 圖 6-23 電動機車或電動腳踏車充電站
- 圖 6-24 汽車共享服務(Car2Go)
- 圖 6-25 買賣房子廣告註明該房子的能源績效證書（EPC）提供業主參考

表目錄

- 表 1-1 104 年組團出國專題研究氣候變遷班分組名單
- 表 1-2 104 年組團出國專題研究氣候變遷班課程表
- 表 2-1 IPCC 第三工作小組對於減緩情境的關鍵特徵收集和評估表
- 表 4-1 歐盟各類能源的主要供給來源
- 表 6-1 歐盟 ETS 兩階段規範內容

第一章 序言

第一節 研究目的

全球暖化與氣候變遷所造成的極端氣候已是當前世界各國的挑戰之一，為因應我國可能面臨的衝擊影響，本計畫以「氣候變遷」為主題，並強調研究內容與業務之相關性，將學習成效具體回饋於業務推動，使氣候變遷相關政策規劃與執行更符合國際趨勢。

本次研究課程安排於 104 年 7 月 13 日至 24 日，在行政院人事行政總處安排下，由行政院環保署副署長張子敬率領 20 位來自 8 個中央部會及 10 個直轄市、縣（市）政府辦理氣候變遷事務之相關同仁，至歐洲學院（College of Europe）氣候變遷研究班，以汲取新知。這是國內首度結合中央相關部會與地方政府，透過單一主題之國際研究課程，建立跨部會、跨領域學習及對話機會，俾相關部會在討論氣候變遷議題時，避免出現各說各話、無法對焦的情況。時值溫室氣體減量及管理法立法通過之際，此次也希望將歐盟因應氣候變遷之相關政策或執行經驗，納為該法相關子法規、政策或計畫之參考；同時，就國外經驗分析其應用於國內之可行性，並就當前既有政策行政方案或計畫提出建議事項，以作為國內相關政策擬定或修訂之參考。

第二節 歐洲學院簡介

比利時布魯日歐洲學院(College of Europe) 於 1949 成立，被視為歐盟官員的育成機構，是一個以歐盟觀點為主要學程設計的學院，同時包含跨國的觀點，1996 年成立發展辦公室，主要在提供專業研究方面的能力及學程。

歐洲學院於 104 年 7 月 14 日舉行歡迎開幕式，並於 104 年 7 月 16 日舉辦開訓典禮，由院長 Jörg Monar 博士主持，並邀請駐歐盟兼駐比利時代表處代表董國猷大使出席致詞。董大使表示，在因應氣候變遷問題下，未來臺灣核四廠不管是否運作，發展再生能源、提升能源效率都已是不歸路，且我國政府高度重視氣候變遷議題，這次參訓研究人員主管業務涵蓋環保、科技、農漁業及外交等，希望中央到地方共同參與推動，並與國際接軌。

我立法院已於 6 月 15 日通過《溫室氣體減量及管理法》，明定我 2050 年碳排放量降到 2005 年一半以下的高目標，展現我國對減排的承諾與決心。

Monar 院長歡迎我官員到歐洲學院研究，強調各國在氣候變遷議題上，相互交流學習十分重要，希望這次課程可為我政府提供政策制定方向及解決方案。

第三節 研究課程

本班研究分為兩階段。第一階段為國內研究課程，課程內容包含歐盟氣候變遷政策、氣候變遷減緩與調適策略、氣候風險與調適路徑及環境法與國際公約，有鑑於研究人員來自中央與地方政府，業務職掌與關注焦點不同，且為使研究人員之研究能針對國內當前施政議題進行研究，並擇定「政策制度規劃」、「國際協商機制」、「減緩與調適策略」及「氣候風險因應」等四大面向將研究人員進行專題分組（如表 1-1），以能銜接出國之接續研究與交流，並期能將研究成果回饋於未來施政。第二階段則為出國研析課程，二週研究過程中，安排專家學者、專業顧問、歐盟官員等說明歐盟氣候變遷政策及職務執行經驗（如表 1-2）。

表 1-1 104 年組團出國專題研究氣候變遷班分組名單

組別	序號	姓名	服務機關(含內部單位)	職稱	備註
團長	1	張子敬	行政院環境保護署	副署長	團長
第 1 組：政策制度規劃	6	李小娟	經濟部能源局綜合企劃組	專門委員	
	9	劉思蓉	國家發展委員會國土區域離島發展處	簡任技正	
	11	顏伶珍	臺北市政府環境保護局	科長	
	12	孫忠偉	新北市政府環境保護局	科長	小組長
	13	商文麟	臺中市政府環境保護局	主任秘書	
	14	朱玫瑰	臺南市政府環境保護局	技正	

第 2 組：國際協商機制	5	江月琇	外交部條約法律司	一等秘書回部辦事	小組長
	8	曾東澤	科技部自然科學及永續研究發展司	副司長	副團長
	15	黃世宏	高雄市政府環境保護局	簡任技正	
第 3 組：減緩與調適策略	10	繆自昌	行政院農業委員會漁業署	主任秘書	小組長
	3	蔡玉滿	內政部營建署綜合計畫組	代理科長	
	16	劉子云	彰化縣政府環境保護局	科長	
	17	洪浚格	雲林縣政府水利處	科長	
	18	楊啓明	嘉義縣政府環境保護局	科長	
	20	許佳佩	澎湖縣政府環境保護局	科長	
第 4 組：氣候風險因應	2	謝炳輝	行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處	副處長	小組長
	4	柯志祥	內政部消防署署長室	專門委員	
	7	黃麗玫	交通部中央氣象局氣象科技研究中心	科長	
	19	廖昱眾	臺東縣政府消防局	科長	

表 1-2 104 年組團出國專題研究氣候變遷班課程表

日期	時間	課程規劃
7 月 13 日 (星期一)	09：00	參訪 IJburg(荷蘭水上屋)
	14：00-16：00	參訪 Deltares(荷蘭三角洲研究院)
7 月 14 日 (星期二)	09：00-10：00	開幕式
	10：15-17：00	The physics behind climate change 氣候變遷理論及其對公共政策的影響
7 月 15 日	09：00-12：00	Sectorial approach to climate change-

(星期三)		Energy 能源部門因應氣候變遷策略
	14 : 00-17 : 00	Sectorial approach to climate change- Agriculture and forest 農業與林務部門因應氣候變遷策略
7 月 16 日 (星期四)	09 : 00-12 : 00	The EU regulatory framework 歐盟管制架構
	14 : 00-15 : 30	EU ETS introduction 歐盟碳排放交易體系
	15 : 45-17 : 00	EU ETS industry case studies focus on a winner and a loser 歐盟碳排放交易體系個案討論
7 月 17 日 (星期五)	09 : 00-12 : 00	Climate change impacts on water, agriculture resources, and geopolitics 氣候變遷對水資源、農業及地理的影響
	14 : 00-17 : 00	A competent authorities view on adaption to climate change 調適策略
7 月 20 日 (星期一)	09 : 00-12 : 30	Industries view- E.ON case 企業觀點- E.ON(能源企業)
	14 : 00-17 : 00	Renewables and low-carbon energy sources 回收再利用與低碳能源
7 月 21 日 (星期二)	09 : 00-12 : 00	International negotiations(mitigation) 國際談判
	14 : 00-15 : 30	International negotiations 國際談判
	15 : 45-17 : 00	International negotiations(adptation) 國際談判
7 月 22 日 (星期三)	07 : 30	搭車前往布魯塞爾
	10 : 00-12 : 00	參訪歐盟氣候行動總署

	14 : 30-16 : 00	參訪 ALCOA(有關能源的企業組織)
	16 : 30	搭車返回布魯日
7 月 23 日 (星期四)	09 : 00-12 : 00	Climate and finance 氣候與金融
	14 : 00-17 : 00	Energy, climate & development policy 能源、氣候政策
7 月 24 日 (星期五)	09 : 00-17 : 00	Simulation Game 情境模擬
	17 : 00-17 : 30	Closure & awarding of certificates 結業式

第二章 政策制度與規劃

第一節 氣候變遷理論

本課程係由魯汶學院 Philippe MARBAIX 教授分別就氣候變遷理論及氣候變遷對公共政策的影響進行說明，並針對 IPCC(政府間氣候變化專門委員會)背景及最新「第五次評估報告」(AR5)，分享其核心內涵。

壹、IPCC 介紹

政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)是一個附屬於聯合國之下的跨政府組織，在1988年由世界氣象組織、聯合國環境署合作成立，主責氣候變遷相關研究，包括經濟社會衝擊評估、減緩衝擊策略、相關國際法規與建制等，其下設有一個專案小組負責產出國家溫室氣體清單指南及三個工作小組，第一工作小組是負責自然科學基礎的探討；其中包括海平面的變化、地球的生化循環、雲與氣膠研究以及區域性的氣候現象等。此外，也及於各種模型工具的推演，地球的長短期氣候預測；第二工作小組的研究重點則於氣候變遷所帶動的衝擊、調適與脆弱度問題；其中包括人類與自然生態系統的脆弱性及曝險情形、已確知的衝擊與未來風險，以及調適的可能和其限制等；第三工作小組，則著重於以減緩氣候變遷為主要工作。UNFCCC 的談判重心，正在於全球應如何在共同但有差異的原則下，兼顧平衡與效率，且具有法律拘束力並落實增溫攝氏 2 度的目標。並各負責產出每 5 到 7 年一份的評估報告(Assessment Report)的一冊，最近一份為 2013~2014 的 AR5。

貳、IPCC AR5 第五次評估報告

最新公布的第五次評估報告（2013/09/30）－第一工作小組報告（WG1 AR5）包括內文（14 章）、技術摘要與給決策者摘要。報告包含對過去氣候系統觀測結果的評估，不同章節闡述大氣系統、地球表面、海洋及冰凍圈的變化，也描述了地球的古代氣候變化。另外也有數章詳細論述碳循環、雲與氣膠、輻射作用力及海平面變化。對未來氣候的推估則以對近未來及遠未來氣候變遷的評估為主。對氣候現象如季風、聖

變現象及它們與未來區域氣候變化的關聯性也做了評估。第五次評估報告的創新之處是在附件一新增了全球與區域氣候推估地圖集，其目的是讓使用者及利益關係人更容易理解並使用氣候推估資料。

參、氣候變遷理論

根據國際氣象組織(WMO)的定義，「氣候」為包括大氣、海洋、極地、陸域、生物圈的「氣候系統」30年來平均的變化與狀態；目前世界上80%的能源來自含碳的化石燃料，在燃燒後產生之二氧化碳(CO₂)停留於大氣層中吸收熱能，為造成暖化之最主要溫室氣體。

IPCC 的報告指出自20世紀中以來的暖化效應，有95%的可能性肇因於人類，而根據AR5的預測，在基線情境(BAU)下，本世紀末地球將可能升溫2.6~4.8℃，造成人類及生態系統嚴重且無法反轉的衝擊，而對抗氣候變遷需要實質持續的減排溫室氣體、及配合調適措施，包括科技、政府治理、行為改變等皆為維持地球於升溫1.5~2℃的安全範圍內。

「溫室效應」本身是一自然狀態，由圖2-1可知，太陽之短波輻射經大氣層部分照射至地表後，地表吸收熱能反射出長波輻射，而H₂O, CO₂等溫室氣體吸收部份長波輻射後停留在大氣層中，造成溫室效應之暖化現象。

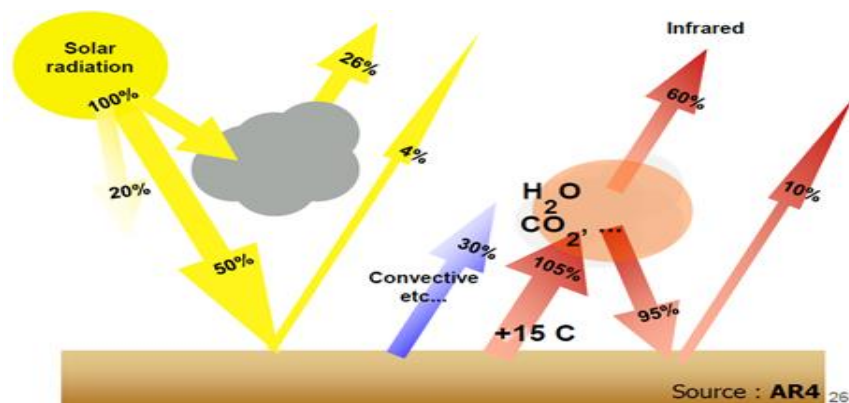


圖 2-1 溫室效應暖化現象

而如圖2-2 碳循環顯示自2000年至2009年人類之排碳量與前工業時期之對比，十年間平均每年增加了150億噸的排碳量；由圖2-3 AR5 模擬結果則可證明暖化現象主要肇因於溫室氣體排放的增加，而由人類活動造成地球升溫較自然狀態高出0.6℃，可以看出人類活動與地球暖化之關係密切，而自1988年起暖化現象看似漸趨的原因，在於11

年期的太陽輻射循環處於低溫期、及未計入火山活動等自然因素，且部分學者表示目前觀察到的暖化有被低估之可能，基於 2014 年是為有紀錄以來最熱的一年。(Karl, 2015)

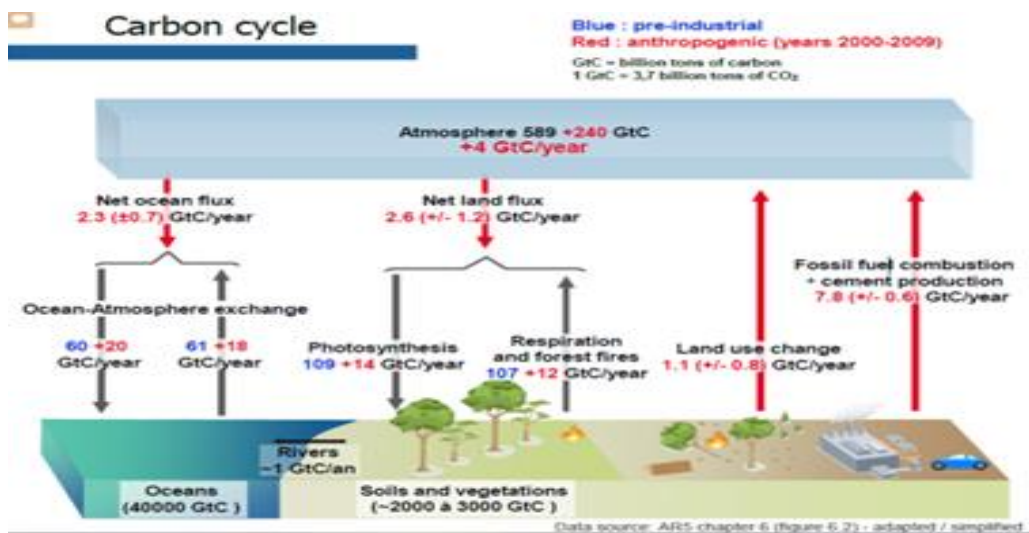


圖 2-2 碳循環

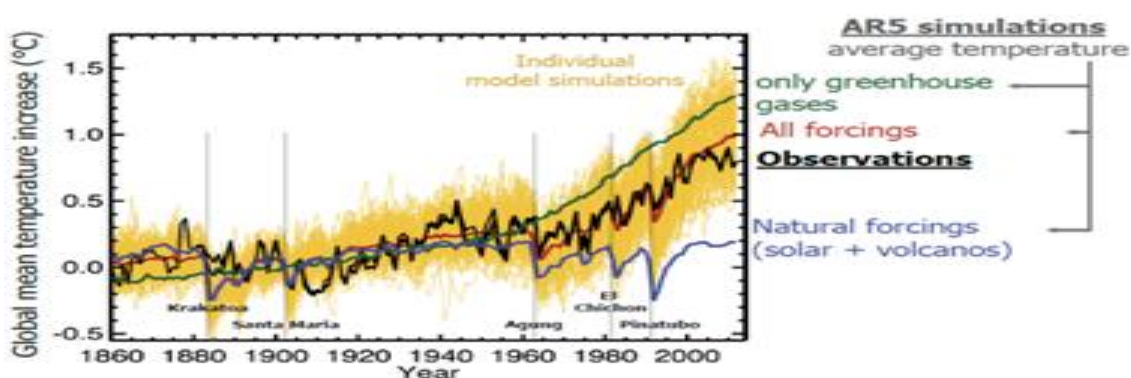


圖 2-3 AR5 模擬結果

而如此也使得大氣層中的二氧化碳濃度從 1960 年代的 320ppm 水準，快速上升至目前約 400ppm，並預估在世紀末達到 550-900ppm 的超標水準。圖 2-4 1901-2012 年表面溫度的變化圖，顯示從 1901 年至 2012 年全球已經升溫 0.89°C，且多數地區皆升溫超過 1°C，其中，海洋吸收了 90%以上的能量累積，並明顯表現在海平面上升的情況。

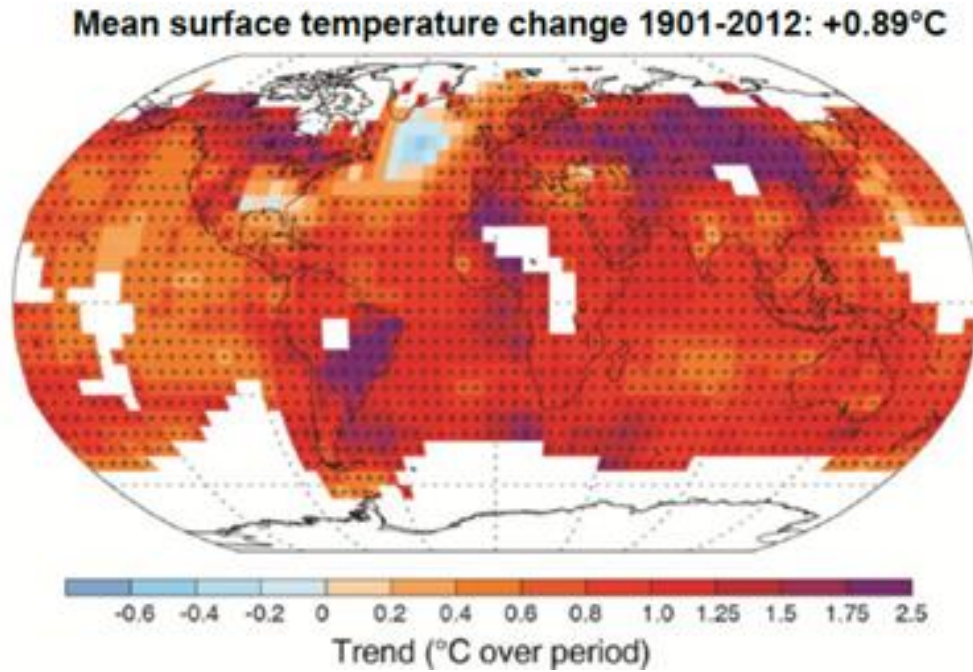


圖 2-4 1901-2012 年表面溫度變化

由圖 2-5 1900-2000 年平均海平面變化圖可見，從 1900 年至今海平面累計已上升 2 公分；由圖 2-6 北極圈冰層範圍變化圖可以發現，北極冰層持續快速溶解，目前北極夏季冰層覆蓋面積較過去平均減少 200 萬平方公里；陸地冰層融冰除了增加海平面的上升外，同時也將減少其直接反射太陽的短波輻射，進而使地表吸收更多熱能加劇暖化。

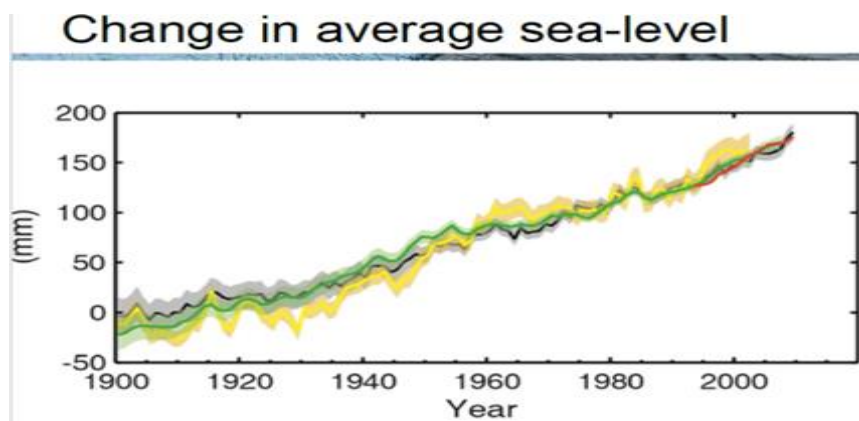


圖 2-5 1900-2000 年平均海平面變化圖

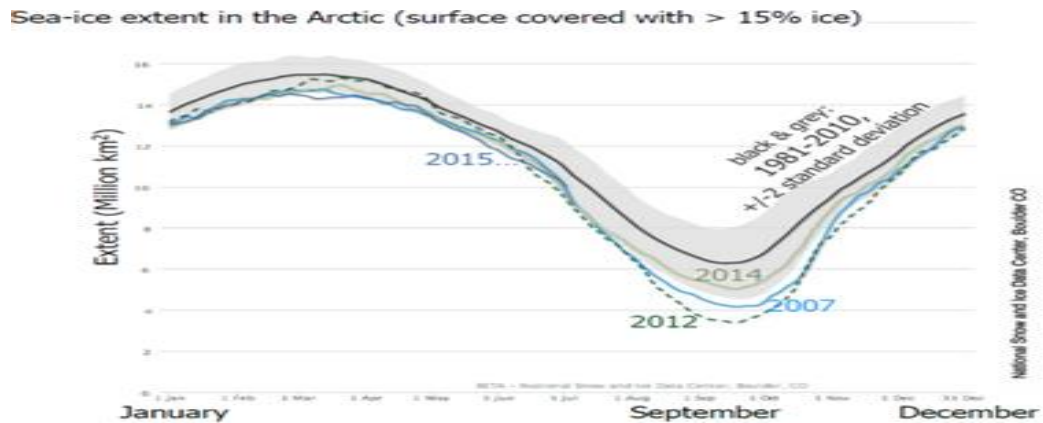


圖 2-6 北極圈冰層範圍變化圖

IPCC 在進行情境模擬及影響評估之情境(溫室氣體)設定時，使用之模型從 2000 年的排放情景特別報告 SRES scenario 到目前的代表濃度路徑 RCP (Representative Concentration Pathways)，而 RCP 的特徵為包含所有研究文獻的情境，並且包括所有影響因子及土地利用，使模型能更加完整，主要是模擬各種不同溫室氣體與氣膠濃度情境下氣候變遷的可能趨勢。圖 2-7 是 RCP 模擬 2100 年每平方公尺輻射瓦數(W/m²)，依高低分別為 8.5, 6, 4.5, 2.6 W/m²，分別代表高排放路徑(RCP8.5) 936 ppm、穩定路徑(RCP6.0) 670 ppm、穩定路徑(RCP4.5) 538 ppm 及減緩路徑(RCP2.6) 421 ppm，目前溫室氣體濃度 392-400 ppm。

分析各情境下碳排放量、溫室氣體濃度狀況；模擬結果僅有 RCP2.6 的情境下升溫在 2°C 以內，其餘情境皆超過 IPCC 建議的 2°C 升溫範圍，甚至在 RCP8.5 下最高可能升溫達 4.8°C，幾乎等同於上次冰河期結束時的升溫幅度。

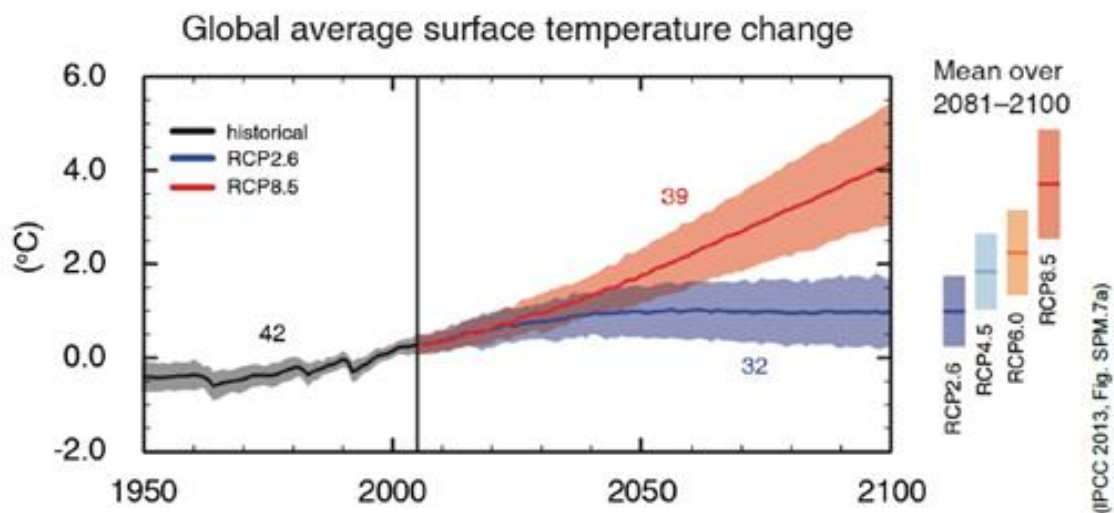


圖 2-7 RCP 模擬 2100 年各情境下碳排量平均溫度上升狀況

圖 2-8 是 RCP 模擬 2100 年各情境下碳排量海平面上升狀況，於 RCP2.6 的情境下，2100 年海平面預計將上升 26-55 公分，而若是 RCP8.5 的情境，則海平面最高可能上升達 1 公尺，並且各情境下 2100 年後的海平面都預計將持續上升。

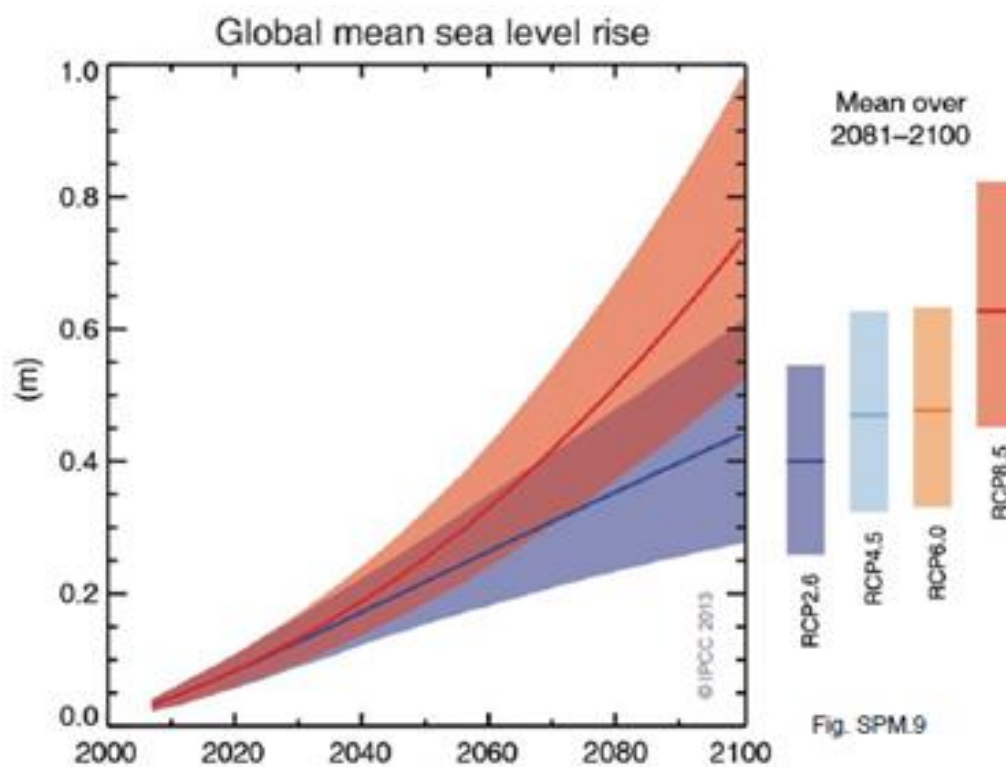
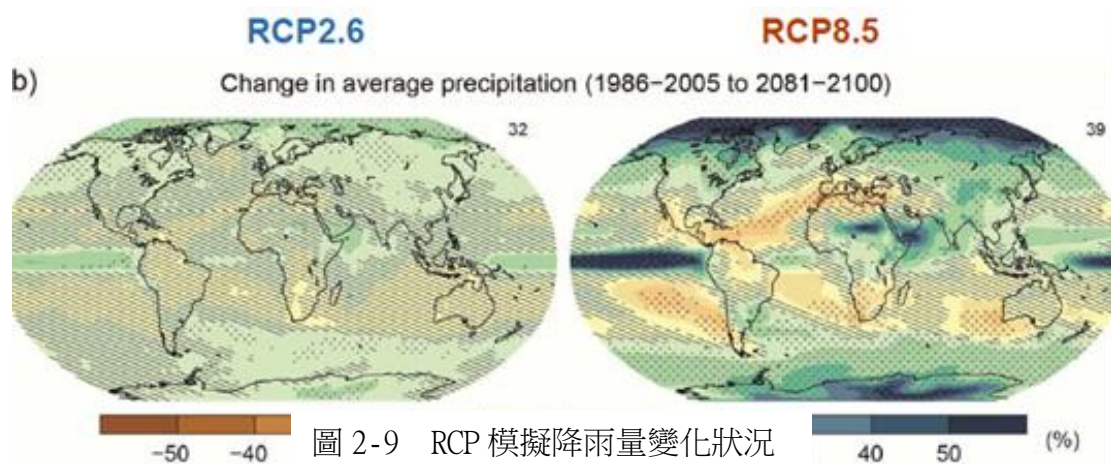


圖 2-8 RCP 模擬海平面上升狀況

降水量部分，由圖 2-9 可以看出若在 RCP2.6 的情境下，降水量變化幅度皆在 20%以內；然而，RCP8.5 情境下，許多地區降水變化幅度皆超過 30%，世界的旱澇狀況將更加嚴峻。其中，部分區域在模擬情境中受到氣候變遷的影響相對嚴重，包括地中海及北非地區在 RCP8.5 的情境下，將升溫 4-7°C，降水量則將大幅減少 30-50%；東亞地區在 RCP8.5 的情境下，將升溫 4-7°C，部分地區降水量遽增 30-50%，但部分地區則面臨減少 10-20%的狀況；臺灣地區將升溫 3-4°C，降雨可能減少 10-20%。



在極端氣候部分，氣候變溫暖、炎熱日數增加幾乎確定(virtually certain)將在 21 世紀下半葉發生，甚至在 21 世紀上半就可能發生；熱浪、降雨強度增加、海平面快速上升等狀況也預計在 21 世紀下半葉極有可能(very likely)發生；乾旱強度及期間增加、強烈颱風數量在發生及肇因於人類活動上雖為低度信心，但在 21 世紀下半葉發生仍可能(likely)發生。

而在 RCP8.5 的情境下，海水酸化的狀況也將持續惡化，圖 2-10 顯示 2500 萬年來海水的 pH 值狀況，可以看出目前海水已將近是 2500 萬年來最酸、且酸化速度最快的時刻，科學家也指出過去生物大量滅亡的狀況皆與海水酸化相關。(Turley et al., 2006)

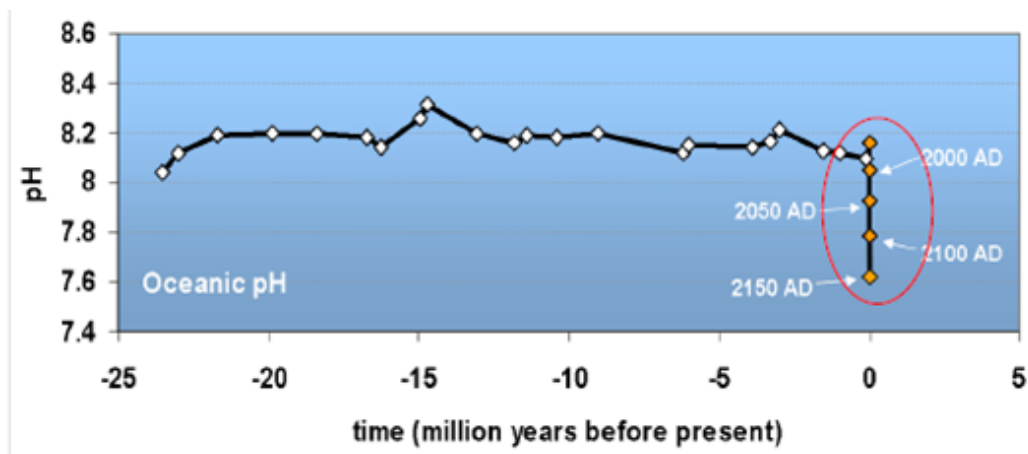


圖 2-10 顯示 2500 萬年來海水的 pH 值變化

第二節 氣候變遷對公共政策的影響

壹、氣候變遷的影響及風險

持續的溫室氣體排放將導致進一步暖化與各氣候系統成份的改變。要侷限氣候變遷的程度將需要持續且大量地降低溫室氣體排放量。二氧化碳的累積排放量將決定 21 世紀後期及之後全球平均地表暖化的程度。即使二氧化碳排放停止，氣候變遷的許多現象依然會持續好幾個世紀。這代表過去、現在及未來的二氧化碳排放對未來數個世紀的氣候變遷有不可抹滅的顯著影響。

如圖 2-11 氣候變遷的影響與風險評估所示，氣候變遷的風險來自於脆弱度（缺乏準備）和暴露度（處於危險狀態的人或資產）與各種危害（觸發氣候事件或趨勢）疊加在一起。在為降低風險，而採取明智行動時，這三個要素都需要納入考慮。

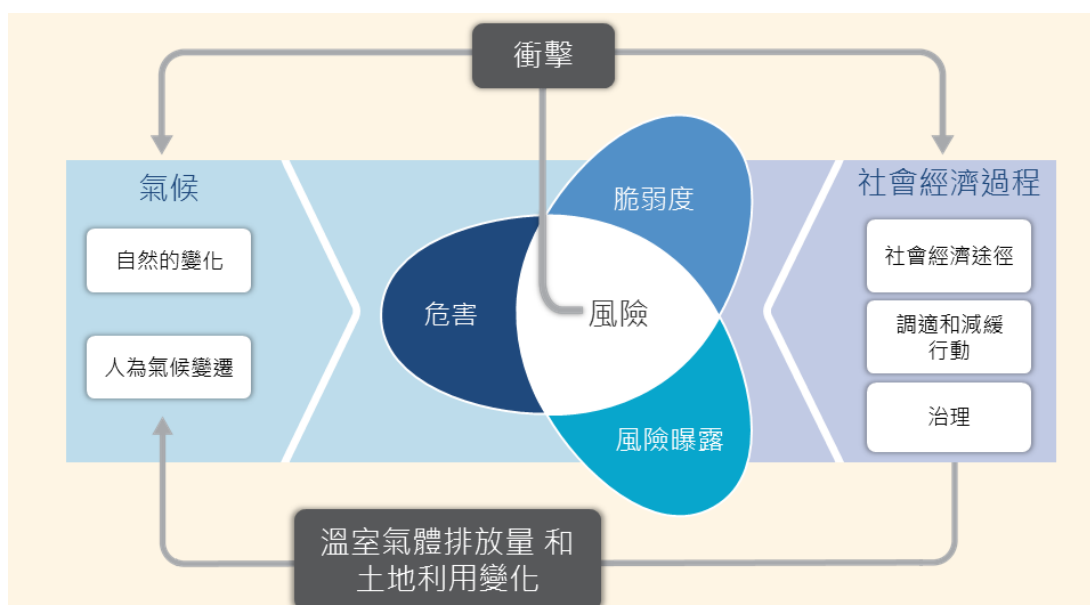
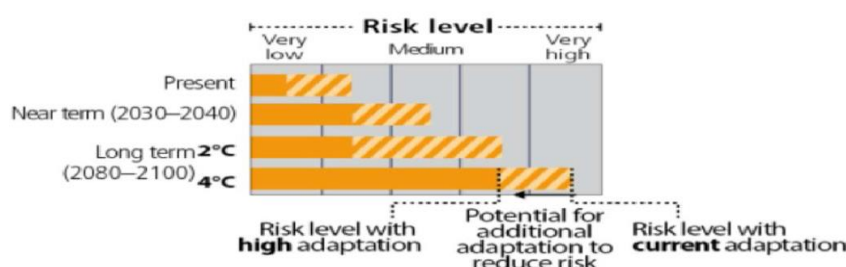


圖 2-11 氣候變遷的影響與風險評估

針對全球暖化，我們所面對的風險，其實是很主觀的，因為目前並沒有有一個很正式且完整的評估方式來量化或評估這風險。而且在不同的地區，對於氣候變遷的風險也會有不同的看法，同時我們也簡單的分類，有做調適跟沒有做調適會產生什麼樣的風險，從圖 2-12 溫度上升的風險評估，我們也可以看到氣溫增加帶來的風險，含低風險到高風險。

Regional (... continental) representative key risks



This summary is a rather difficult exercise, with limitations:
only 3 'key risks' per region (sometimes summarizes more than one aspect)

圖 2-12 溫度上升的風險評估

貳、全球暖化潛勢(Global Warming Potential, GWP)

全球暖化潛勢是供決策者衡量溫室氣體對全球暖化的影響，衡量指標(metrics) 是將溫室氣體中各種不同氣體和相同質量二氧化碳比較之下，造成全球暖化的相對能力，二氧化碳的全球暖化潛勢定義為 1。透過指標來衡量其他的溫室氣體對氣候造成的影響。排放氣體的指標也會提供通用的方式或單位來呈現其他溫室氣體，例如：二氧化碳當量(CO2e)，目前在 UNFCCC 及京都議定書下，管制的物種包括具有很高的全球暖化潛勢及暖化潛勢不大但在大氣中濃度快速上升，目前共有六種管制的溫室氣體，包含二氧化碳(CO2)、甲烷(CH4)、氧化亞氮(N2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF6)。

如果我們要進行兩個以上不同的氣體的比較，是很難做到百分之百的對等比較，加上不同的標準也會有不同的結果，因為不同的氣體在不同的時間存在大氣中的情況也會有所不同，以二氧化碳來說，當我們排放二氧化碳之後，過了一百年，他還是會有將近 50%是會存在大氣中，甚至會有一部分會在一千年後還是存在，但如果是非化石燃料的甲烷

(methane)，它就不會存在那麼久，可能經過 20 年後它就不會存在大氣中，所以如果要比較兩個不同的氣體，必須先選定比較的期間，例如：50 年、100 年或 200 年，因為不同的時間會影響溫室氣體的情況以及指標。

圖 2-13 是 100 年全球暖化潛勢評估圖，其中 Y 軸是輻射強度，X 軸是排放後的持續時間；在圖中，紅色線是代表一種氣體，藍色線代表另一種氣體，氣體排放後，該氣體的輻射強度取決於它的成份，氣體在大氣中，輻射的強度會造成全球的溫度增加，所以評估溫室氣體的指標，其正確性將會取決於長期或短期的比較，像二氧化碳消失的速度就會比較慢，而甲烷消失的速度就會比較快。

要進行暖化潛勢比較的時候，必須先決定比較的期間，例如以 20 年或 50 年來比較溫室氣體的全球暖化潛勢，因此該氣體全球暖化潛勢的值就是在那期間的溫室氣體絕對值除以二氧化碳全球暖化的值，即是將該氣體的全球暖化潛勢的絕對值($AGWP_{gas}$)除以全球暖化的值($AGWPCO_2$)。

Global Warming Potential (GWP)

AGWP: Absolute global warming potential:

Intégrale (= « total ») du forçage radiatif produit par une émission instantanée d'1kg de gaz (« pulse »), au cours du temps jusqu'à un certain horizon temporel (H)

$$\int_0^H RF(t) dt$$

GWP: global warming potential = $AGWP_{gas} / AGWPCO_2$

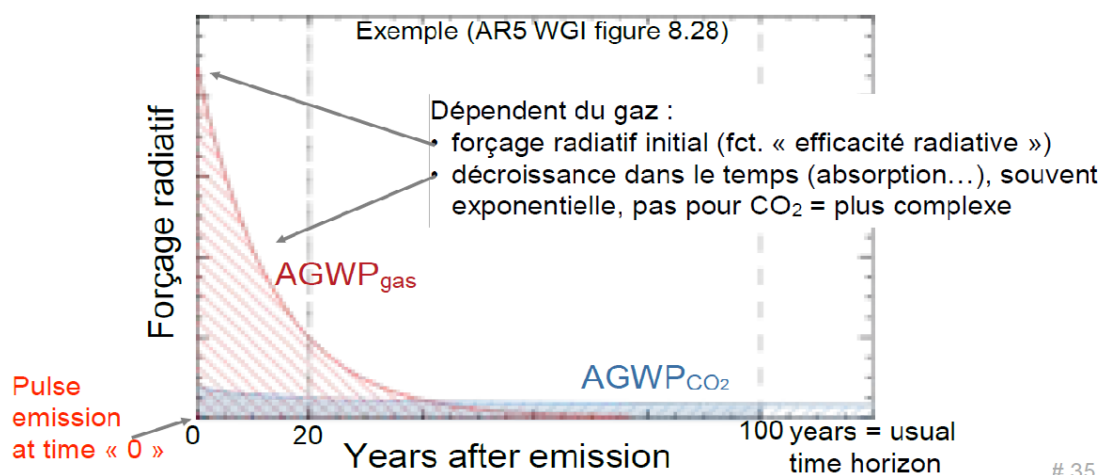


圖 2-13 100 年全球暖化潛勢評估圖

參、全球氣溫潛勢(Global Temperature Potential, GTP)

全球暖化潛勢採用積分的方式，針對二氧化碳的絕對值與其他溫室氣體的絕對值來比較出該溫室氣體的全球暖化潛勢；也可以用另一種評估指標即全球氣溫潛勢，全球氣溫潛勢指標不是採用時間期間的趨勢，而是只用單一時間點來進行潛勢的計算，例如圖 2-14 是 GTP 和 GWP 的案例比較：要進行 20 年時的 GTP 計算，就會先找出該氣體在 20 年的時候的溫度與二氧化碳當時的溫度來比較計算出該氣體的 GTP 值，而在這個案例中的氣體的 GWP 值大於 1，而 GTP 值則小於 1。這兩個指標相比，GWP 相對比較正確，因為它並不是只抓當年度的值來做比較，因此如果在 UNFCCC 下，有國家使用 GTP 值的話，代表該國家可能使用許多生命週期較短的溫室氣體或是該國家無法做到長期、長時間的減排動作，所以就會選用 GTP 值。

Global Temperature Potential (GTP), comparison to GWP

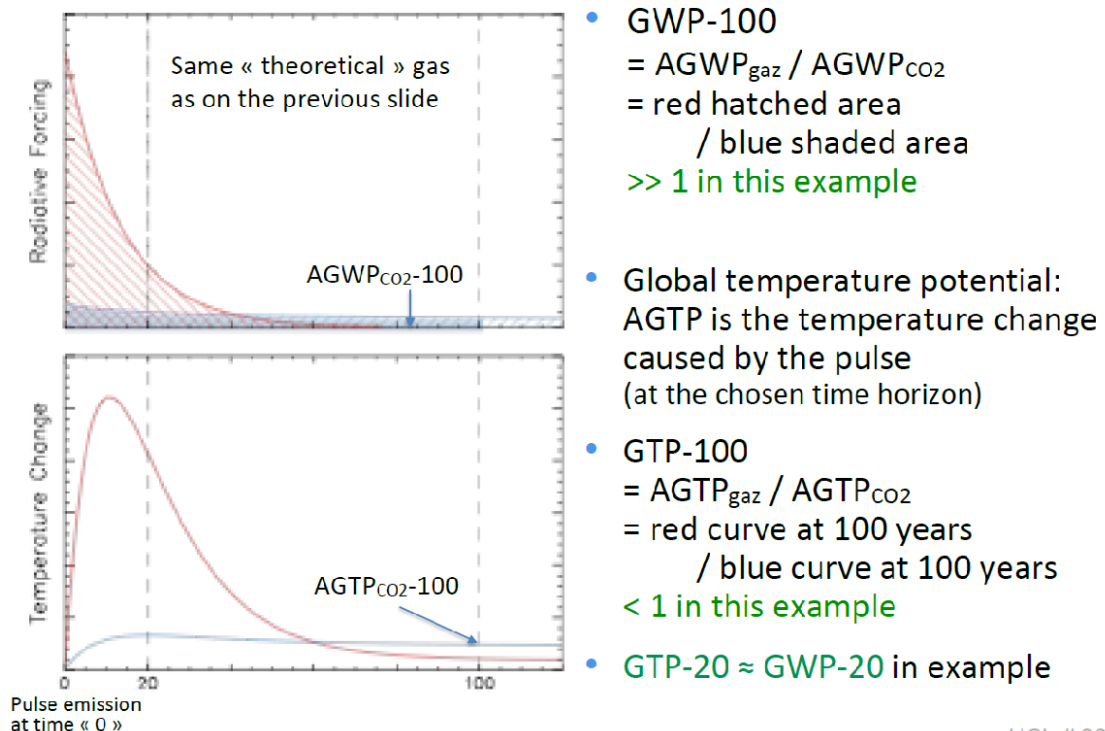


圖 2-14 GTP 和 GWP 的案例比較圖

如圖 2-15 是 AR5 提出的 GWP 和 GTP 比較，以甲烷為例，GWP20、GWP100、GTP20、GTP100 的值，都不一樣，這說明科學家在選取指標的評估方法的重要性，但我們無法百分之百的決定哪種方法是正確的、哪種方法是錯誤的，而是需要視當時的情況而定。

另外當我們談到指標的時候，不同的指標會用不同的單位來呈現，例如談到濃度的標準的時候會用 ppm 來呈現，談到碳排放量的時候則會用當量(CO₂eq)的方式來呈現。

Global Warming Potential (GWP)

- AR5:

Gas	Lifetime (half-life: time →1/2 conc.)	GWP ₂₀	GWP ₁₀₀	GTP ₂₀	GTP ₁₀₀
CH ₄ (non-fossil)	12.4	84	28	67	4
N ₂ O	121	264	265	277	234
SF ₆	3200	17500	23500	18900	28200
CO ₂	(no single lifetime; see 8.SM.11)	fill this yourself :-)			

Notes :

- data for other gases are in AR5 tables 8.7 and 8.A.1
- feedbacks through the carbon-cycle are not included in the calculations for non-CO₂ gases; those feedbacks would introduce large uncertainties and increased values, especially for GTP-100 of short-lived gases (for more details see AR5, in particular table 8.7, and sections 8.7.1.4 and 8.7.2.1)

UCL # 37

圖 2-15 AR5 提出的 GWP 和 GTP 比較

肆、碳循環(carbon cycle)

圖 2-16 代表我們大氣中碳循環，右邊代表化石燃料的排放，例如產生 8.9 億噸的碳排放，其中 4 億噸會進入大氣中，而 4.9 億噸會被地球上的一些物質所吸收。

圖 2-17 是如果立即停止碳排放之 AR5 模擬案例結果，假設今天所

有的碳排放都停止，是不是所有就會馬上降為 0，在右上的圖顯示碳排放量濃度，如果我們沒有做任何減碳措施的話，碳排放量將會一直持續的升高，而在某一個時間點，我們停止了所有產生碳排放的活動，大氣中的二氧化碳將會慢慢地被吸收，所以理論上二氧化碳的濃度將會持續地降低。

圖 2-17 下面的那張圖則是說明溫度的變化，如果現在停止了人為的碳排放行為，則會出現暫時性地升溫效應；原因是在大氣中的一些氣體會與溫室氣體產生反應，降低溫室氣體的濃度而使全球的氣溫降低，但是當停止人為行動的碳排放時，會產生這些硫化物無法與二氧化碳產生反應，而減少了降溫的效果，但隨著時間越來越久，這些硫化物也會慢慢地減少，因此整體的溫度是會下降的，但這升溫的效應會長達 100 年左右，100 年過後溫度則會降到人類停止碳排放活動時的溫度，這也說明，如果要 100 年後維持與現在相同的溫度，現在就要開始停止碳排放的活動。

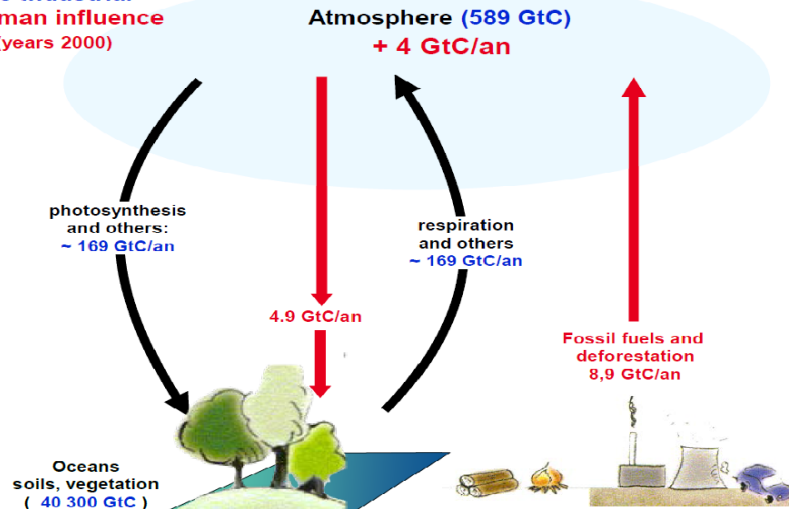
圖 2-18 是全球地表平均溫度增加與全球二氧化碳總累積排放量關係圖，不同顏色的線條和點（代表年代平均值）所表示的是各 RCP 情境中透過各類氣候-碳循環模式的多模式模擬至 2100 年為止的結果。說明從 1870 年至今，人類活動產生二氧化碳的排放，同時也能看到二氧化碳濃度的增加與全球氣溫增加這兩者之間的關係，所以當人類活動產生氣體至大氣之中，都有可能產生增溫效應，所以如果我們要降溫，就要減少溫室氣體的排放。

Carbon cycle

(quick summary)

Blue : pre-industrial

Red : human influence
(years 2000)



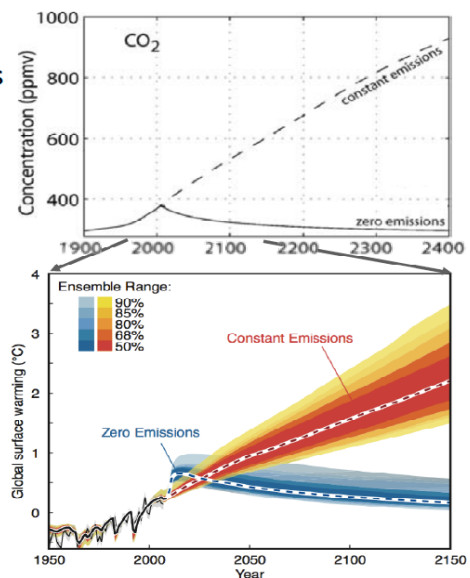
Highly simplified; numbers based on IPCC AR5

41

圖 2-16 大氣中碳循環

What if emissions are stopped?

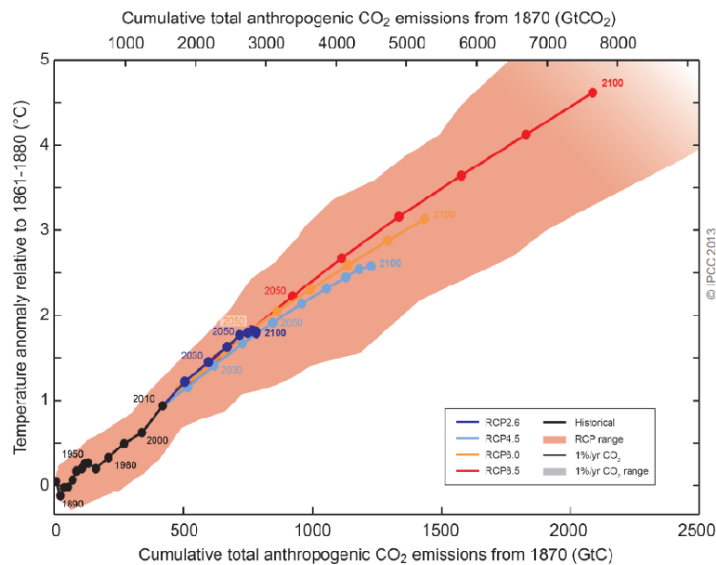
- Halving CO₂ emissions
→ temporarily ~stabilize concentrations
- Stopping emissions abruptly
(of course unrealistic)
→ declining concentration
- Temperatures may initially increase
because SO₂ emissions also stopped
(→ cooling removed),
but T (emission stop) ≈ T(+ 100 years)
 - ◆ with more realistic scenarios,
temperatures remains roughly
stable after emissions stops
(= combines opposite effects of C-cycle &
temperature inertia / heat in the oceans)



Sources: top graph: Hare and Meinshausen, Climatic Change 2006; bottom: IPCC AR5 chapter 12 (different date of emission cut-off) JCL # 42

圖 2-17 AR5 如果立即停止碳排放之模擬案例結果

Cumulative emissions of CO₂



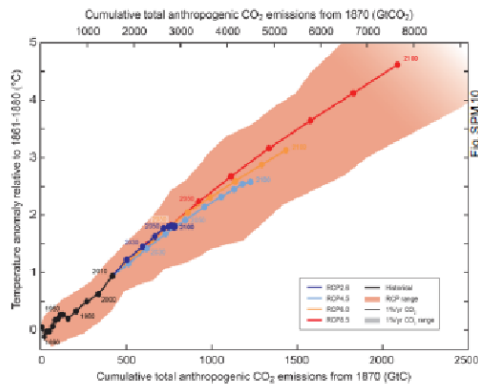
Cumulative emissions of CO₂ largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond.

AR5 WGI Fig. SPM.10 43

圖 2-18 全球地表平均溫度增加與全球二氧化碳總累積排放量關係圖

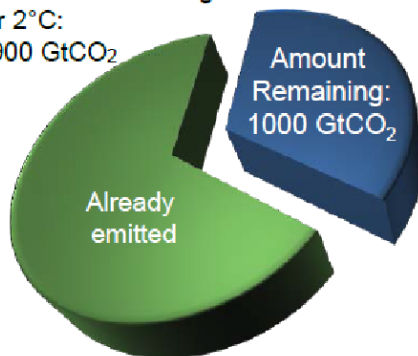
伍、碳排放預算(Total carbon budget)

圖 2-19 是為維持增溫 2 度 C 之碳排放預算總額概念圖，碳排放預算是在 IPCC 氣候變遷第五次的評估報告(AR5)中被提出的新概念，意思是說如果要控制全球氣溫在 2 度 C，就必須限制碳排放量在 2.9 兆噸，而現在已經達到 1.9 兆噸左右，而碳排放預算的概念，僅是針對二氧化碳的部分，而其他的溫室氣體則會因為停留在大氣中的時間不同，則無法用同樣的方法評估，而優先評估二氧化碳，也是因為二氧化碳是目前排放量最高的溫室氣體。



Limiting climate change
(at any level) will require
substantial and sustained reductions
of greenhouse gas emissions

Total Carbon « budget »
for 2°C:
2900 GtCO₂



Taking into account the remaining
non-CO₂ forcings, and requiring
66% of chances to stay below 2°C
→ maximum cumulative CO₂ (only)
emissions is 790 GtC (= 2900 GtCO₂)
(since pre-industrial)
Over 60% have been emitted by 2011

44

圖 2-19 為維持增溫 2 度 C 之碳排放預算總額概念圖

依據 AR5 的推估，溫室氣體排放路徑與控制溫度的關連性如圖 2-20，據此，若我們欲將溫度控制在不上升超過攝氏 2 的目標內，則必須在 2100 年將溫室氣體排放控制在 430-480ppm CO₂ eq 的排放情境內，並改變能源配比調整，大幅提升低碳能源的配比。其中以電力來說，如果未來我們一直使用會產生高碳排的發電方式，其增溫的效果將會非常明顯。

圖 2-21 是各部門的直接二氧化碳排放及非二氧化碳的溫室氣體排放(京都議定書規範的溫室氣體)顯示，若希望 2100 年減緩情境在 450ppm 或 500ppm，關鍵的減緩策略是改變能源使用行為及提升能源效率(在不影響經濟社會發展下)(充分證據，高度同意)。

IPCC WGIII: overview of all scenarios and categories

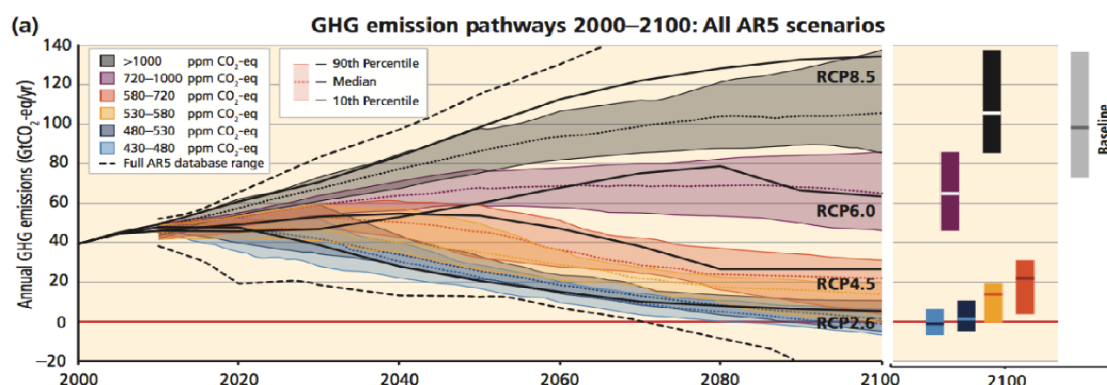


圖 2-20 溫室氣體排放路徑與控制溫度的關連性

Emissions in sectors, baselines and « likely < 2°C »

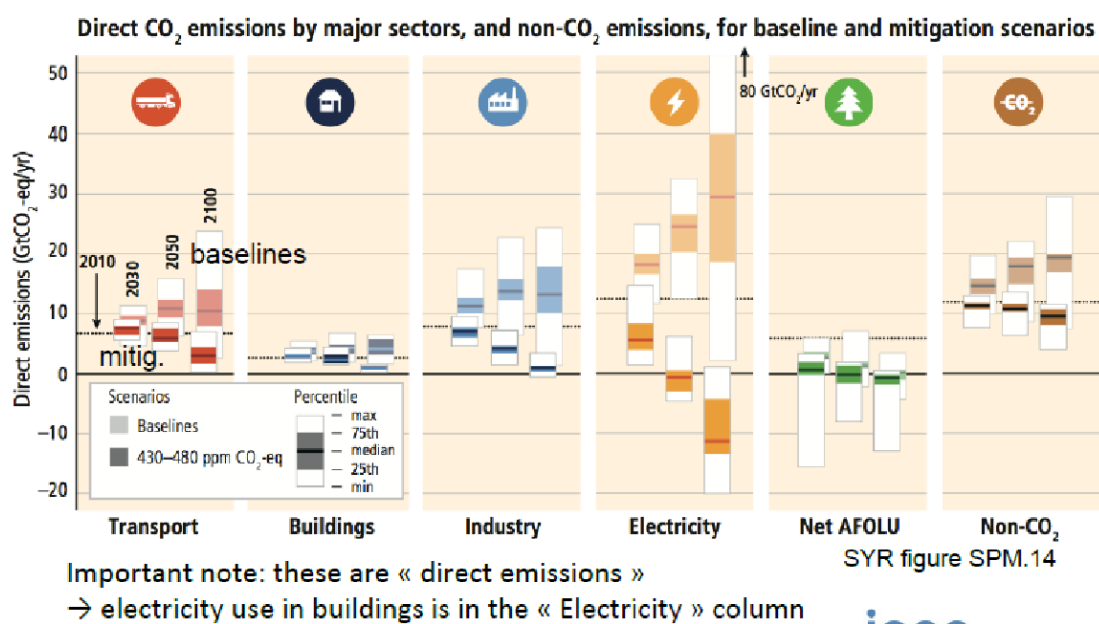


圖 2-21 各部門的直接二氧化碳排放及非二氧化碳的溫室氣體排放

表 2-1 IPCC 第三工作小組對於減緩情境的關鍵特徵收集和評估表

WGIII Scenarios groups: key characteristics

CO ₂ eq Concentrations in 2100 (CO ₂ eq) Category label (conc. range)	Subcategories	Relative position of the RCPs	Change in CO ₂ eq emissions compared to 2010 (in %)		Temperature change in 2100 - median climate sensitivity	Likelihood of staying below specific temperature levels (relative to 1850-1900)
			2050	2100		
< 430	Only a limited number of individual model studies have explored levels below 430 ppm CO ₂ eq					
450 (430 – 480)	Total range ¹	RCP2.6	-72 to -41	-118 to -78	1.5-1.7	Likely to stay below 2°C, < 50% chances to stay below 1.5°C
500 (480 – 530)	No overshoot of 530 ppm CO ₂ eq		-52 to -42	-107 to -73	1.7-1.9	> 50% chances to stay below 2°C
	Overshoot of 530 ppm CO ₂ eq		-55 to -25	-114 to -90	1.8-2.0	About 50% chances to stay below 2°C
550 (530 – 580)	No overshoot of 580 ppm CO ₂ eq		-47 to -19	-81 to -59	2.0-2.2	Likely to stay below 3°C, < 50% chances to stay below 2°C
	Overshoot of 580 ppm CO ₂ eq		-16 to 7	-183 to -86	2.1-2.3	
(580 – 650)	Total range	RCP4.5	-38 to 24	-134 to -50	2.3-2.6	> 50% chances to stay below 3°C
(650 – 720)	Total range		-11 to 17	-54 to -21	2.6-2.9	
(720 – 1000)	Total range	RCP6.0	18 to 54	-7 to 72	3.1-3.7	likely to stay below 4°C, < 50% chances to stay below 3°C
> 1000	Total range	RCP8.5	52 to 95	74 to 178	4.1-4.8	< 50% chances to stay below 4°C

Based on WGIII table SPM.1

UCL # 51

上表是第五次評估報告第三工作小組對於減緩情境的關鍵特徵收集和評估表，其結論為：

- (一) 相對於工業革命前的溫度增溫若要控制在 2°C 內，則 2100 年大氣中溫室氣體濃度可控制在 450ppm 二氧化碳當量。(高度信心)
- (二) 若要在 2100 年控制二氧化碳濃度在 450ppm，就必須在本世紀中前透過大幅度改變能源系統和土地利用才能大量的降低人為溫室氣體排放(高度信心)。
- (三) 要在 2100 年控制在 450 ppm 二氧化碳當量和 500-550 ppm 二氧化碳當量的減緩情境，通常會出現濃度暫時性的過衝(overshoot)現象。依照不同情境的過衝現象，過衝的程度通常受本世紀後半段中關於「生質能源的碳捕捉和碳封存」(BECCS)及造林的普及性和可及性之影響。碳移除(CDR)的技術及方法的可及性及規模尚無法確定，並且存在不同程度的挑戰和風險(高度信心)
- (四) 根據坎昆協議對於 2020 年的全球溫室氣體排放的估計，與限制溫度變化在 2°C 內成本效益的長期減緩軌跡並不相符，但他們仍努力希

望達到目標。(高度信心)

- (五) 若是減緩的工作到 2030 年前仍持續拖延，屆時要維持增溫幅度在 2°C 內的話，

第三節 歐盟管制架構

關於歐盟管制架構，係由講座 Alyssa Gilbert 負責該課程，她擁有超過 15 年的工作經驗，為倫敦政府的政策顧問，其專長除政策外，碳交易、氣候變遷、毀林等均有經驗。她曾任具體碳市場的交易超過 10 年。過去三年，曾為世界銀行進行碳交易趨勢報告。

壹、歐盟的歷史

歐盟共有 28 個成員國，其成立之歷史如下：

- (一) 1957 年，德、法、義、荷、比、盧等 6 國簽署成立「歐洲經濟共同體暨歐洲原子能共同體」條約，又稱「羅馬條約」。
- (二) 1973 年，丹麥、愛爾蘭、英國等 3 國正式加入「歐洲共同體」。
- (三) 1981 年，希臘加入「歐洲共同體」。
- (四) 1986 年，西班牙、葡萄牙加入「歐洲共同體」。
- (五) 1992 年，「歐洲共同體」12 會員共同簽訂「馬斯垂克條約」，創立「歐洲聯盟」。
- (六) 1995 年，奧地利、瑞典、芬蘭等 3 國加入「歐洲聯盟」，此時規模已達 15 國。
- (七) 2004 年，有 10 個多為東歐的國家加入：馬爾他、塞浦路斯、波蘭、匈牙利、捷克、斯洛伐克、斯洛文尼亞、愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛。
- (八) 2007 年，保加利亞、羅馬尼亞加入。
- (九) 2013 年，克羅埃西亞加入（歐盟成員國達 28 國）。

由於歐盟有 28 個成員國，任何法令政策通過，都要 28 成員國同意，故不易達成共識，因為歐盟各國經濟有很大差異，如德國很有錢，而南歐(如：希臘、西班牙、義大利)，甚至英格蘭都曾是很窮的國家。

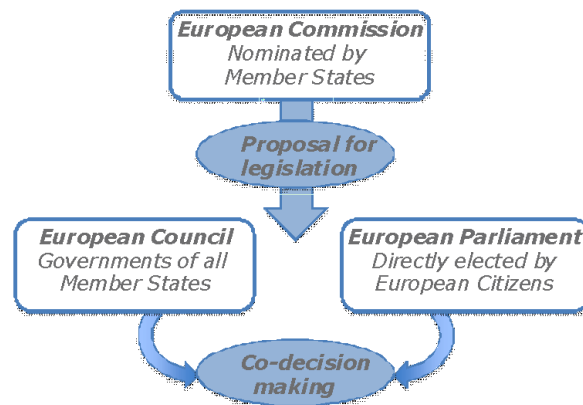
所以在氣候變遷議題上，各國的態度立場亦有很大不同，例如：東歐多重工業、煤礦，與西歐工業結構完成不同，決定氣候變遷政策往往有很大衝突。

貳、歐盟政府及決策之制度

一、歐盟執行委員會(European Commission)：

簡稱執委會，是歐盟最高行政機構，由歐盟各成員國各派一員代表，經歐洲議會同意組成，任期為 5 年。是歐盟唯一有權起草法令的機構，受歐洲議會監督。但自 2012 開始，歐盟公民可以提議立法，只要有 7 個國家、100 萬人簽名就可以提案。提案後會作 12-18 個月公開諮詢，之後再提到理事會及歐議會，因為這二個組織是代表歐盟 28 國的公民。立法範圍包括能源、交通、貿易、環保……等，但涉及社福、稅制、外交、國防等則不列入，因該些內容涉及國家主權。一旦通過立法，每個成員國均需遵守。

EU Governance & decision making



Slide by SQ Consult B.V.

圖 2-22 歐盟治理與決策決定過程（一）

二、歐洲理事會(European Council)：

又稱歐盟高峰會，係由歐盟各成員國領導人如總統、總理或首相

參與的最高決策機構，且超然於歐盟既有鼎足而立運作機制之上。歐盟高峰會，原則上 1 年開會 2 次，另可視需要彈性調整開會頻率。

三、歐洲議會(European Parliament)

歐盟最高民意機構，猶如一般民主國家的下議院，並與歐盟理事會共同負責執委會所提之立法建議案，並監督預算執行情形。目前有 751 位議員，是由 28 成員國的公民所選出，議員數係依各國人口比例分配，故德國的席次最多(某些國家還是擁有較大的主導權)。

四、歐盟理事會(Council of the European Union)

歐盟立法機構，可視為如民主國家的上議院，由歐盟各會員國部長級組成。歐盟理事會內部分 9 個不同領域部門，包括工業、運輸、內政、環境等，主席係由各成員國輪流出任，任期為 6 個月，每次歐盟理事會集會由輪值主席國召集，各會員國派遣部長與會，通常主席可利用輪值期間討論自己國家關注的議題。

參、歐盟政府決策制定

歐盟執行委員會(執委會)提出法令議程起草後，送到議會小組進行研究，小組會詢問公民及各國意見，同意後才會呈報議會，議會投票表決通過後才送理事會，由理事會決定執行與否，若為不執行，則整個程序會再進行一次，瞭解不執行之理由。

EU Governance & decision making

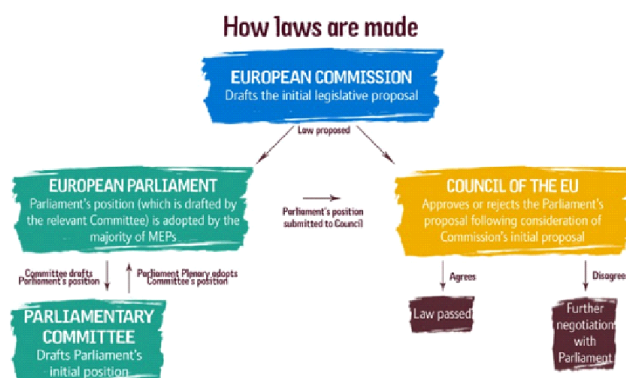


圖 2-23 歐盟治理與決策過程（二）

執委會下設有 23 個總署，包括氣候變遷、交通、能源、農業…等。其中氣候行動總署(DG Climate Action)及能源總署(DG Energy)結合，有一個執委負責能源及氣候變遷事務。過去這些議題都在環境總署轄下，後才獨立分出。

由不同國家的執委來擔任不同的總署是非常重要的，因為各國都有其重要而獨特的產業，如愛爾蘭的農產非常重要，擔任該職可大有作為。

肆、立法的過程

在某些議案有些想法時，先進行溝通討論，當有共識時，將討論結果寫成「綠皮書(Green Paper)」-接著諮詢各行業專家針對綠皮書內所列草案進行建議，之後這些報告被送入執委會，由執委會寫成「白皮書(White Paper)」，這屬於較正式之提案，提案內容包括預算、職位分配、各種可行方案均含括其中。至此即進入了立法程序，法規是歐盟各成員國必需共同遵守的。例如交通工具上所訂的法規，是所有歐盟國家都要共同遵守的。



圖 2-24 綠皮書到法制化

伍、Climate in Context 氣候環境

最近歐盟有一與氣候變遷息息相關的重要計畫，稱之「能源聯盟」，代表歐盟未來 5 年的目標，因執委會主席任期為 5 年，計畫重要性在於，

其涉及能源、安全及價格問題，且需負起就業及經濟成長需要，並使企業能獲得可靠的能源來源。

能源聯盟從政治角度看，對執委會非常重要，2015年07月15日剛公布一個新的白皮書，係關於電力市場之改革，除加強能源之安全，也強調能源的鏈結，即國家間電力運輸的問題，以便於降低能源價格，此涉及基礎建設及電力市場自由化，雖然歐盟希望將電力市場自由化，但某些成員非常抗拒，他們在自己國家內控制自己的能源價格。

Climate in context

- Energy Union
- Roadmap 2050
- 2030 targets
 - Renewable energy 27%
 - Energy efficiency 27%
 - EU ETS -43%
- Building on 2020 package
- 2013: EU Adaptation Strategy
- International dimensions

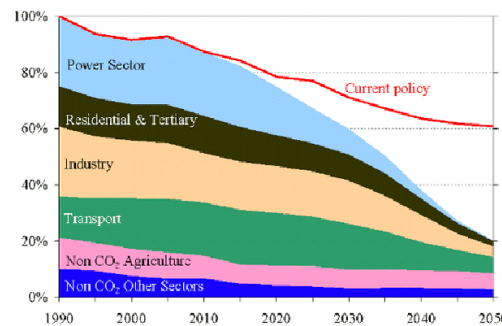


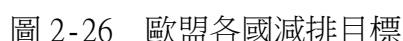
圖 2-25 氣候環境

歐盟 2008 年公佈了 2050 年的路線圖，針對歐盟長期氣候變遷議題上明確的指示。原目標是希望在 2050 年時，減排 80%(以 1990 年為基準)，但以現況看，絕不可能達該目標，當時歐盟正陷於金融風暴中，政治上想創造更多就業機會，及打造一個低碳社會，創造更多的利益，因此除減少排放及地球暖化外，又想增加人類健康，創造更多就業機會，這是當時公佈路線圖之主要目標與思維。除 2050 年的長期目標外，歐盟亦訂定了 2020 年及 2030 年的中期目標，可視為不同的里程碑。

2008 年，歐盟訂定了 20-20-20 計畫，即在 2020 年，與 1990 年比較，減排 20%，增加 20%再生能源，及提昇能源效率 20%。2014 年，歐盟

陸、減排

What is out there on mitigation?



29

程改變，減少排碳，省下來的碳可以賣給其他排放比額度高的工廠，這個供需，決定了碳的價格，即為碳的經濟。

柒、調適

針對氣候調適上，將提升 20% 資金挹注在氣候變遷的調適上。10 年前，各國還認為這是自己國家的事，但近 10 年來，這個議題已提升到歐盟的層面。剛開始多半是透過相鄰的國家開始，針對共同的問題，制定共同的政策，如河床的議題進行整合。2006 年開始有一些總體性的議題被寫入綠皮書，2010 年有了相關的立法，這些白皮書雖已訂有相關策略，但亦僅限歐盟成員國，對於氣候韌性的議題、知識的分享，不論國家層面或地方層面，均能參與其中，目前歐盟已有 16% 的國家提出國家的調適政策。

What is out there on adaptation?

- Green paper (2006)
- What paper (2010)
- Strategy:
 - Member state action
 - Climate-proofing
 - Better decision-making via knowledge and tools
- Stakeholder engagement, action at national, local level



圖 2-27 歐盟調適策略

第四節 能源氣候與發展政策

本課程由 Jernej Vernik 擔任講座，其任職於 EURO Mentals，EURO Mentals 為一歐盟跨產業協會（主要是非鋼類之金屬產業），位於比利時布魯塞爾，主要工作係針對歐盟的能源及氣候變遷政策，於進行政策制定

及執行過程中與歐盟進行協商，以協助產業界應對歐盟 2020、2030、2050 年相關政策，並曾任歐洲議會議員的特別顧問。

壹、歐洲能源、氣候及發展政策

歐洲能源、氣候變遷及發展政策的重要發言

- 一、歐洲致力成為世界上最氣候友善的區域。Jos Delbeke, Director General, DG。
- 二、產業是歐洲的核心。產業需要歐洲，歐洲也需要產業。Antonio Tajani, former Commissioner for industry。
- 三、企業是歐洲繁榮的核心，因此他們需要穩定、可預測法律框架，在保護環境同時不要傷害歐盟的經濟與公司。Alliance of Energy intensive industries

貳、歐盟發展政策包含三個目標：

- 一、經濟成長。
- 二、全球競爭力。
- 三、創新研發。

歐盟成立後，在其框架下逐漸建立能源、氣候政策，兩者非常相關，而上述政策又和發展政策相互連結。

參、歐盟因應 ETS 對產業的主要保護機制—授權各成員國給予產業間接電力消耗補償金

歐盟目前氣候政策主要工具就是 ETS (Emission Trading System)，為了維持企業的競爭力，歐盟制定了保護機制 (Protection Mechanism)

- 一、由歐盟給予產業免費的碳排放額度：由歐盟執委會決定，主要是依據各產業的標竿企業之碳排放標準核給免費額度。
- 二、由成員國給予的間接成本補償：由於電力公司無免費配額，將提高電費

轉嫁給產業，對產業產生額外間接成本部分，歐盟允許各成員國自主依照財政狀況給予額外的金錢補償。

三、碳洩露（carbon leakage）：主要是針對在歐盟公司在歐盟境外工廠，有三種情況

（一）因 ETS 造成工廠生產不敷成本，因此將碳排放配額拍賣，獲利甚至高過稱產銷售。

（二）工廠部分外移但產品回銷，但把運輸成本轉嫁回來。

（三）工廠外移生產銷售。

成員國的間接補償，係針對其電力消耗的費用給予 85-75%的補助，目前歐盟成員國只有 6.5 個國家有電價補償，包含德國、英國、挪威、荷蘭、比利時佛萊芒區，有計畫執行者包含西班牙及希臘，但不是每個國家都能有全額的補助，端看各國的財政狀況，因此造成歐盟境內工廠產生不公平的競爭，但統一補償金額亦十分困難，原因之一是因為各成員國的能源結構及歐盟 11000 個裝置電力來源並不相同，另很多工廠電力合約是在 ETS 執行前簽署，不受 ETS 影響，所以各排碳裝置 ETS 的影響程度很難以一概全，原因之二是歐盟無法強制要求各國的財政補助制度。

歐盟正在構思 ETS 第三期是否要有一個歐盟級的間接成本補償機制，成立 Modernization Fund，並要求各成員國放棄部分碳排放餘額，免費給予電力結構較差的成員國之產業，由各公司將拍賣碳權所得金額作為電力消耗的間接補償。

肆、歐盟因應 ETS 對產業的次要保護機制-New Entrant Reserve

New Entrant Reserve 係對新投資的鼓勵及保護機制，如果產業有提高生產額或新的生產投資，可獲得免費的碳排放額度。但因為歐洲經濟不景氣，過去幾年幾乎並無新的生產投資。

因此，為鼓勵各產業減排，歐盟將一部份的碳權拍賣獲得資金，針對企業進行再生能源創新技術和碳捕捉技術開發者給予融資。另有其他的基金及機制鼓勵創新，主要有下列三項：

- 一、SILC I 及 SILC II (Sustainable Industry Low Carbon)：主要是針對能效表現未達績效指標的工廠，給予免費額度以市場拍賣後獲得融資，進行能效改善。
- 二、SET Plan (Strategic Energy Technology Plan)：把能源和氣候變為一個概念，針對各種產業創新技術進行融資。
- 三、EIT- (Climate) KIT (European Innovation Technology)：歐洲創新技術研究院，總部位於布達佩斯，係歐盟希望能夠統合氣候議題相關研究所成立。

伍、歐盟碳權交易市場穩定機制-Market Stability Reserve Mechanism

歐盟為了穩定 ETS 市場，2013 年開始，ETS 開始嘗試建立碳權交易市場穩定機制，其原理係利用控制市場上可交易之碳權量來控制碳價的穩定，當生產下降造成市場上剩餘排碳許可量過多時，啟動碳排許可庫存，等到經濟轉好生產增加後，再將庫存許可再慢慢釋出。經過市場供給調控，碳價有些許的回升，惟市場預測難度甚高，維持市場自由及市場干預實有衝突，為 ETS 制度面臨的最大難題。

陸、歐盟能源政策進展

歐盟的能源政策，包含下列方向，最終目標係成立 Energy Union：

- 一、一體化及自由化能源市場，例如比利時的工廠可以向波蘭的電廠購電。
- 二、歐盟總體在 2030 年前至少有 27%的能源消費來自再生能源。
- 三、歐盟總體在 2030 年前能源效率至少增加 27%。

歐盟 2020 年 20%再生能源總體目標應可達成，惟各國表現差異性甚大，此和地理位置並無關係。芬蘭、丹麥、瑞典等太陽光不足的國家再生能源占比及自願性承諾都很高，丹麥甚至承諾未來 100%使用再生能源，反觀英國、盧森堡、比利時等再生能源佔比仍低於 10%，南歐馬爾它雖有足夠太陽光，因為國力較弱，無法對再生能源進行激勵補助，所

以再生能源發展不佳。

歐盟能源另一議題就是能源安全問題，由於歐洲天然氣大部分進口自政治不穩定的地區如俄羅斯、中東及非洲國家等，為了提高能源安全，歐洲希望 Energy Union，但由於歷史和技術因素，各國供電設備水準差異性甚大，故歐洲正積極的建立電力互連設備，以及推動能源來源多樣化，俾使歐盟成員國兼電力可有效互相支援。由於各成員國能源結構及能源進口等議題本不屬於歐盟管轄權限，因此在建立歐盟級的 Energy Union 尚有相當多的困難需要克服。

未來減少碳排放的來源經研析可為下列三個部分，最主要的部分為發電的脫碳：

- 一、增加再生能源（太陽能、風能、生質能、水力發電及其他）。
- 二、轉型燃料（天然氣：頁岩氣和液化天然氣、核能），惟依照目前調查結果，歐洲頁岩氣蘊藏量最豐富的地方都是在人口稠密地區，地方是否願意同意開採是一大問題；此外，歐盟也積極的新建海上天然氣接收站，以接收進口頁岩氣。
- 三、增加能源效率。

第三章 國際協商機制

第一節 國際談判

壹、氣候協商之背景與歷程

臺灣大學教授葉俊榮在其最新出版之「氣候變遷治理與法律」新書中提及：氣候變遷議題發展歷程最初係經由科學發現與證據，逐漸引起重視而成為國際議題，之後形成國際共識，再協商制訂規範，包括研商訂定公約，經簽署公約、生效，為進一步訂定減量目標即時程而訂定議定書，經簽署議定書生效後，即產生具國際法律拘束力之法律文件。

根據「聯合國政府間氣候變化專門委員會」（IPCC）評估報告及其他科學研究證據顯示：已證明氣候變遷是人為因素所造成，長期暖化主要因素與 CO₂ 總排放量有關，即使停止 CO₂ 的排放，超過 20% 的 CO₂ 會停留於大氣中超過 1,000 年，所以，即便現在全球不增加排放量，也無法解決全球增溫問題，所以應儘速採取共同對抗氣候變遷措施。在 2020 年要減排目前水準至少 50% 以上，才能達到將全球增溫控制在攝氏 2 度以內。要穩定現有排放量，雖說要付出成本，但並成本並不昂貴。科學證據很清楚顯示，現在採取因應作為，將比不採取行動，所付出之成本要低。估算至 2050 年，擬將增溫控制在 2 度 C 內之減排成本約 GDP 之 1%~4%。

由於科學發現與證據逐漸引起重視，氣候變遷議題進而邁向規範化路徑。聯合國大會在 1990 年決議設立「政府間氣候變化綱要公約談判委員會(INC)」，並授權起草有關氣候變化公約條文及所有認為有必要的法律文件。1992 年 6 月「聯合國環境及發展委員會」（UNCED）在巴西里約熱內盧召開「地球高峰會」，目的在於調整國際間的經濟秩序，變更生產與消費方式，並修正各國政策及加強國際間的約束及規範。這次會議希望能確保地球環境不再遭受進一步的破壞，且仍可提供後代子孫延續享有足夠的自然資源與生存環境。與會各國簽署「里約宣言」（Rio Declaration）主要內容：揭示永續發展理念、各國可基於主權且不損害他國的前提下使用其自然資源，以及強化全球技術與資訊合作，慎用國際貿易手段達成永續發展。

會中 150 餘國領袖簽署通過「聯合國氣候變化綱要公約」（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），以下簡稱「公約」或「氣候公約」，對「人為溫室氣體」（anthropogenic greenhouse gases）排放做出全球性管制目標協議，對溫室效應所形成的全球氣候暖化問題加以規範，並於 1994 年 3 月 21 日達到簽署門檻，正式生效。

本日歐洲學院特別邀請談判專家 Frans Schram 先生來為大家介紹國際談判要領，主要透過談判的模擬訓練來增進個人談判技巧及談判中的分析能力，同時學會在國際會議中的一些談判策略。在模擬中團員們會碰到一些問題，但在模擬後將會以科學的方法逐一分析這些問題，並給予可能解決的方式。

貳、氣候談判

一、氣候談判之協商集團

(一)複雜之國際氣候協商

氣候變遷議題涉及及影響層面廣泛，不僅各國間有不同立場與看法，各締約方國內各部門亦有不同考量。例如：面對氣候變遷研究證據，政客注重民意，科學家則重視數據。這不僅是科學，在各國國內，不同政府部門也有相異立場（權責、資源掌握及整合），以及政府部門間以外之各界，也有不同利益與立場，例如：政黨、企業、利益團體、專業團體及媒體等。在國外，各國更具有不同國情、經濟發展程度、責任、能力、資源（含自然資源、人力資源及財務狀況）及脆弱度（例如價值、權力架構、媒體等），各國與各個利益攸關者，均對如何因應氣候變遷持不同看法與立場。

UNFCCC 計有 196 個締約方，196 個國家究應如何決策、協商並達成一國際氣候協定之困難度極高。實務上，談判與協商過程係透過政治聯盟方式來進行。此協商集團間之聯盟，不但可增加談判籌碼、分享資訊及資源、並可將各國所關切之核心議題，透過聯盟力量納入並受到重視。根據權力、議題、正式或非正式等不同標準，則產生不同之氣候協

商集團。

(二)透過協商集團進行氣候談判

根據聯合國的慣例，締約方分為五個區域集團：非洲國家、亞洲國家、東歐國家、拉丁美洲暨加勒比國家、西歐及其他國家。在氣候協商中，與會之各締約方根據各締約方之實質政治目的、利益與立場，尋求與其國家立場相近之他國締約方合作，藉結盟、串連，以壯大其協商力量並壯大談判聲勢，以增加談判籌碼，形成不同之國家協商集團

(Negotiation group)。國際氣候談判之國家協商集團係由各自國家之政治利益所形成，利用聯盟來對抗談判大國如美國、中國大陸及俄羅斯等。

UNFCCC 長期談判之最大分歧：在於富國及貧窮國家之所持立場不同。低度開發中國家主要目標在於，力爭渠等國家因遭受氣候變遷之補償；富國如美國等國家則儘量避免任何可能過於嚴謹之法律規定與拘束。但這些低度及開發中國家，並非是緊密之協商集團，事實上，因各個國家之優先利益及所持立場，逐漸不一致而形成益加複雜之另一協商集團。

二、多方談判要素介紹

(一)多方團體、多層級的討論：愈多代表、團隊要達到協議愈困難，所以在協商中考慮的方案愈完善，則制定出來的方案會愈長久，談判的層級可以由低至高，但在層級的提升中有可能會出現爭執或斷層，所以透過談判來處理這些斷層是必須的。

(二)多種議題：在多種議題的討論中，最擔心出現不對稱的資訊分享，如出現將造成會議過程混亂，所以要決定哪些資訊及議題要優先處理，讓大家清楚主張重點，提升談判效率。

(三)多種角色：在談判中將出現幾種不同談判角色特質，包括：

- 1.Drivers：積極的引導會議及談判議題
- 2.Conductors：希望達成決議，但不主動引導議題
- 3.Defenders：爭取自我利益，但對於利益的阻礙會出現阻擋行為
- 4.Breakers：阻擋所有的議題進行
- 5.Cruisers：漠不關心的人

- (四)複雜性的程序：達到決議的過程中會出現幾種方式，分別為全數同意、比例同意或達成共識，但達成共識並不代表全數同意(少數人不同意但礙於某種關係必須默認)，但並不影響造成會議決議的結果。
- (五)原則設定：部分的原則設定將影響談判過程，尤其是一些小規模的原則設定會影響議題的進行。
- (六)人際關係及聯盟組成：人際關係或主張會組成部分的聯盟，聯盟會影響整個談判決議。

參、談判注意事項

一、Who？

由誰參與談判是最重要的，不同的人、人際關係、是否互相認識、業界的名聲、喜好、個性都會影響談判結果，所以如何取得對手的信任感將是談判達成協議的重要關鍵，根據科學研究有 80%的決議都是因為個人情感因素而達成，但這麼高的百分比並不是我們所樂見的。

談判代表有其背景和團體，對於其中任務的授予如果不是非常明確或是給予太多的限制，代表會很明顯的堅持立場，而最後得到的結果可能不盡理想，但談判代表仍須告知背後勢力其已盡力爭取到最大優勢，所以在談判中得知各代表背後勢力，再從中尋求突破點也是一個很好的方式。

二、What？

必須確認會議中最實質的議題是甚麼，以氣候變遷為例，當中最重要的是應該是找到減緩、融資或技術等議題。有時候表面的需求並不是這麼明顯，Fran 特別舉了他協調姪兒與姪女為了一個柳丁爭吵的例子，他不顧雙方的需求直接將柳丁拿去切半公平分配的時候，或許能平息一時的紛爭，但並未達到兩者心裡最想要的結果，這樣的結果通常不能運作太久，如果細問後姪兒是因為口渴，希望得到整個柳丁來做成果汁；而姪女卻是需要柳丁皮來做蛋糕，就能知道同時滿足兩者是可行的，所以透過詢問的方式來得到答案，這種做法對於高層的會議也都適用。

三、How？

整個議題會經過哪些討論來達成協議，會議的模式、議程、休息時間、小組會議等方式，只要對於結論有幫助的方法都可以考慮，其中必須釋放出適當的資訊(並非全部的談判底線)來建立對手的信任感，進而達到談判成功的目的，這些都取決於主席的決定。

另外，對於後勤的因素也會影響談判的過程或結果，例如是否提供飲水、食物、參與者的飯店是否舒適、時差的問題、有沒有網路等等，都會影響結果。

肆、情境模擬演練

本次的模擬演練的會議設定是以 COP21 的會前會為背景，規則為兩個人一組，分別代表不同國家，另兩人扮演主席及副主席的職務，負責控制座位分配、議程進行等工作。主要討論議題是請各方針對「差別責任及長期減排目標」、「財務協助」及「技術移轉」等議題所提出之不同立場，共同討論並試圖達成協商結論。雖然模擬會議並非完全代表各個國家與協商集團的真實利益與立場，惟仍可從其所持之談判立場，探知其在今年巴黎會議之關切議題與主要討論重點。

一、主要國家及協商集團所持之談判立場

(一)美國

美國身為全球第二大排放國從未批准京都議定書，因此希望未來的承諾減排目標，能在 2020 年後之條約框架下進行。關於在巴黎之第 21 次締約方會議之「2015 協定」，美國傾向支持，所有締約方均需提供量化之具體貢獻，除非這些國家能力有限或全球溫室氣體排放的貢獻並不顯著。締約方之差別責任應以 INDC 為基礎，而非以公約或京都議定書下之附件國家來區分。美國很清楚不支持這個「後 2020」之新協定，是以 1992 年為基礎年來劃分這種方法，除非這種方式，已將不斷演變之現有情況及事實均納入。美國強烈主張，支持所有締約方有共同透明之新協定框架，但同時也希望有適度彈性。

美國支持長期全球減排目標：2050 年減排 50%。美國在坎昆會議中已傳達因立法之擱置，將在 2025 年前排 30%，及在 2030 前減排 42%，此與先前之減排目標（到 2050 年將排放量減少 50%）是一致的。

美國對於「財務協助」部分：主張資金和任何金融援助之支付，應有配套的保證制度，包括發展中國家將如何運用這筆基金之報告及查核機制等。美方強烈主張巴西、中國、印度和南非（基礎四國）也應該對「全球氣候基金」有所貢獻。

關於「全球氣候基金」之資金可能來源，美方主張來自已開發國家的捐款和私營部門融資，應有適當比例。不贊同部分締約方所提出之已開發國家應提撥的資金應以各國 GDP 來計算，因美方在氣候談判中向反對「由上而下」（Up down）方式來決定，而係主張應予以各國自由決定權利。

美方在氣候談判上，反對將智慧財產權納入新氣候協定中，因智財權是屬於私部門的，政府無權干預。倘開發中國家國內並無完備保護專利之法令及監管措施，美國清潔能源公司不願將最技術出口至開發中國家，擔憂這些科技之專門技術（know-how）會被仿造。主張開發中國家應創造有利的氛圍，以吸引私人資金用於技術，也就是：自由市場、法治、消除貿易壁壘和對智慧財產權的尊重，也就是所謂建構創新與投資之有利氛圍。

（二）中國大陸

中國大陸要求已開發國家需進一步減排，且美國需同意加入第 21 次締約方會議（COP21）達成之具法律拘束力之協定。當美國有足夠之雄心壯志參與，並同意進一步限制排碳，中國將願意考慮也限制碳排。在坎昆，中國已宣佈準備提交自願減排目標（即相較於 2005 年，將在 2020 年前減少 40-45%的碳排放密度），並願意接受部分程度之外部監督。

具有國際法律約束力的減排承諾，應僅適用附件一國家，而非開發中國家。開發中國家應有機會繼續發展（經濟），就猶如過去工業化國家過去所做的、所發展的一樣。在 2020 年之後之新協定中，仍應維持嚴格區分附件一和非附件一國家，即附件一國家需負擔減排承諾，非附件一國家在已開發國家援助下，採取減緩行動。

中國大陸身為「立場相近開發中國家集團」之領袖成員國，針對 2020 年後新協定談判的目標有相當堅定立場，就是：「絕不是要創建一個新的國際氣候制度，也不是要重啟談判、替換、重新組合、改寫，或重新解釋公約及其原則、規定和附件」。

中國大陸並不同意 2050 年前全球減排 50% 之目標，因為這可能會影響自己的碳排放 (2050 年前減排 50% 目標，將需要開發中國家的排放量，達到高峰並開始在 2050 年前下降，這可能會損害中國的發展)。中國和其他「基礎四國」國家共同主張：在工業化國家（指已開發國家）沒有更多之減排承諾前，要求所有締約方具體承諾長期減排標是沒有意義的。

根據氣候公約，已開發國家應向開發中國家提供因應氣候變遷之財務援助。已開發國家很清楚地有歷史責任，因此應履行其承諾，在 2020 年前每年提供金融支援 1000 億美金，協助開發中國家。

關於「全球氣候基金」之資金可能來源，中國大陸主張較多比例來自已開發國家捐款，而私營部門融資部分占比較少。另有關國際間曾討論的，以已開發國家之 GDP 來計算其應分攤提供之資金，是符合中方談判利益的。

技術轉讓和智慧財產權是中國的關鍵問題。中方對於技術轉讓和智慧財產權談判，缺乏實質性進展，非常失望。主張已開發國家應加速向中國和其他開發中國家提供清潔能源技術之轉讓，並設法降低成本。無法取得綠色科技將對正在建設大規模基礎設施並迎頭趕上工業化之開發中國家，將造成嚴重衝擊。使用舊技術只會加劇全球變暖，因此，中方贊成一個快速且簡易之智慧財產權轉移方式，因此，提出對開發中國家所提供與氣候相關的技術專利，開發中國家應享有豁免。一旦美國願意向綠色氣候基金保證提供足夠的資金，中方也願意補償擁有智慧財產權所有權人，對開發中國家，提供融資之合理價格。

（三）歐盟

歐盟主張：達成具有法律約束力的全球的協定，適用所有主要排放國。歐盟認為其他主要排放國如美國與中國大陸也必須承諾具有法律約束力之減排目標。歐盟堅信要符合「共同但有差別的責任」原則，締約方之義務，則必須公平地反映演變中之現況。歐盟認為各國提交其「國

家自定預期貢獻（INDCs）」，並經由審查、分析，對達成 2020 後之新氣候協定有相當大助益，也是可行之運作方式。

由於歐盟認為本身是在氣候變遷領域之領航者，歐盟已承諾在 2020 年前減少 30 %二氧化碳之排放，並堅決支持長期全球減排目標（即相較於 1990 年水準，在 2050 年前減排 50%）。歐盟將設法說服美國和中國大陸共同來承擔減排重責大任，以自身例證，說明採取減排行動，並不會影響歐盟之經濟發展，相反地，反而可以帶來競爭優勢，例如：在新技術和清潔技術領域之競爭優勢。

歐盟到目前為止，已對「全球氣候基金」作出實質性之承諾，也期盼達到足夠氣候資金之目標。因此，歐盟準備重建與開發中國家關係，取得信任。但仍主張全球綠色基金及任何財政援助之支付，均應有保證機制之配套措施，核實報告並監管查核開發中國家未來將如何運用這筆錢。為達成目標，歐盟強烈鼓勵巴西、中國大陸、印度和南非 4 國，在可能範圍內，也能協助提供資金。

關於「全球氣候基金」之可能來源，國際間商議已開發國家捐款金額部分，歐盟贊成德國所提出之計畫，即應根據各國之實際財務能力、歷史或當前應負擔之氣候變遷責任，來決定捐款金額。

歐盟認為，轉型至低碳經濟是一個「機會」，也是轉機，因為投資綠色科技將能復甦經濟。歐盟瞭解到，已開發國家需做更多關於開發和移轉氣候相關技術，且重點應放在能力建構上，培訓和技術合作有必要加快步伐。同時，開發中國家也應發揮作用，他們需要採取適當的政策和措施，創造有利的環境，特別是吸引國內和國際投資。最後，是由私營公司負責綠色技術發展和傳播，而不是政府。私人公司在技術移轉方面之投資，只有在獲得合理利潤情況下，智慧財產權之保護才能得到保證。因此，歐盟強烈呼籲開發中國應加強在本國建立完備之專利法保護，才是正道。

（四）印度

印度贊成 2020 年後氣候協定具有法律約束力，仍區分附件一和非附件一國家。基於「國家自訂預期貢獻（INDC）」之減排目標是不公平的，印度將嘗試提出不同意見。主張特別是工業化國家必須作出更大幅度的減排，因為氣候變遷造主要係由已開發國家造成的（工業革命）。

雖然印度是全球 5 大二氧化碳排放，但在人均基礎上，其排放量仍然很低。印度為了改善人民生活，亟需發展，當然也意味著將增加 排放量。具有法律拘束力之減排目標，無疑地，將因此阻礙印度的經濟成長和減貧努力。然而，印度仍準備接受自願性國內減排。

印度並不同意上 全球減排目標，到在 2050 年前減少 50%排放量，因此目標將會影響印度自身之碳排放（在 2050 年前減排 50%目標，將需要開發中國家的排放量達到高峰，並在 2050 年前開始下降）。印度與其他基礎四國國家一樣，堅持已開發國家沒有決心進一步承諾減排更多時，討論 2050 年之長期目標，是沒有意義的。印度提出一項「不具法律拘束力」之減排目標，印度在 2050 年前將減排 30%。

已開發國家有義務根據氣候公約，向開發中國家提供為因應氣候變遷之財務支援助，因為已開發國家們顯然有歷史責任，因此在 2020 年前，相較於現在，應提供更多財政援助，即每年金援開發中國家 1000 億美元。

關於「全球氣候基金」財源，主張來自己開發國家的捐款比例占比較高，而私營部門融資比例較低。另以 GDP 計算提撥基金資金是非常符合印度利益的。

印度致力於確保在其永續環境下成長，但還不到時候，此時機並非是印度可以負擔得起的時候，要求已開發國家應鬆綁智慧財產權權利 (IPR) 機制，並強制許可綠色科技技術之移轉。綠色科技之智財權，不應被當成「一般商品」（business-as-usual product），而是被視為「可以負擔之藥品」般。主張在「世界貿易組織」（WTO）之機制下，允許在緊急情況下，受專利保護之藥品被強制許可，同樣地，與調適相關之科技，例如：分享有關水、健康及農業等技術也應該被強制許可，因為相較於「減緩」之科技（如減排技術），一般認為「調適」之科技是相對爭議性較少的。

（五）日本

現今情況與 1997 年當時簽訂「京都議定書」時，完全不同。中國大陸已是當前全球最大的污染源，印度的排放量比俄羅斯或日本還高。因此日本強烈支持 2020 後之氣候綱要（框架），必須涵蓋所有主要排放國，包括美國、中國和印度。提及減緩行動時，應取消嚴格區分附件

一和非附件一國家，而應以「國家自訂預期貢獻」（INDC）為基礎，來區分締約方之差別責任。日本不支援長期全球減排目標（在 2050 年前減排 50%）。日本在坎昆會議已表示，日本將設定 2030 年之減排目標：低於 1990 年水準之 18%。

有關財務協助開發中國家部分：主張開發中國家使用資金應搭配保證制度，以查核及報告如何使用資金。日本強烈主張工業化國家如巴西、中國大陸、印度及南非（基礎四國）也應對全球氣候基金提供貢獻。

有關全球氣候基金之可能財源，以已開發國家之 GDP 來計算提撥全球氣候基金資金部分，日本不支持「由上而下」之方式。至於技術移轉，倘對擴張日本新市場有利，日方願意向開發中國家出口清潔技術，但堅持應有保證智慧財產權權利 (IPR) 保護。

（六）俄羅斯

2020 生效之新協定不應區分附件一及非附件一國家，減排責任應納入基礎四國，差別責任以 INDC 為基礎，不支持具法律拘束力協定，應以自身社會、經標準訂定減排目標。基礎四國也應貢獻資金；是重要石油及天然氣供給國及石化燃料出國，所以本身不投資能源效率，但只要對俄羅斯有利，不反對清潔能源技術移轉到開發中國家。

（七）巴西

支持通過具法律拘束力之協定，仍區分附件一及非附件一國家，締約方應考慮自身之歷史責任、國家情況及能力來決定自主貢獻，提出同心圓差別責任說（concentric differentiation）。已開發國家應根據公約提供開發中國家資金，巴西需發展經濟，無能力提供資金。與基礎四國立場一致，技術移轉是重要議題，支持中國大陸關於智財權應對開發中國家免除移轉限制。

（八）南非

支持 COP21 通過具法律拘束力協定，在 COP15 已承諾：倘富國提供足夠財務及技術協助，南非願意在 2020 前減少溫室氣體排放密度 34%，及 2025 前減少溫室氣體排放密度 42%。不贊成 2050 減排 50% 目標，認為會影響本國經濟發展。主張附件一國家 2050 前應減排 1990 水準之 85-90%。

資金部分：已開發國家有歷史責任，應提供資金。技術移轉部分：強調因應氣候變遷之技術移轉及能力建構，綠色科技之智財權應免費取得。

（九）小島國家聯盟

「小島國家聯盟」僅排放全球 0.003%，卻承受最嚴峻氣候變遷衝擊並面臨生存威脅，支持 2020 協定具法律拘束力，主張工業化國家如中國及印度應承擔減排義務，2050 前減排 50%是不夠的，附件一國家應減 85%，且溫升控制目標攝氏 2 度，應減至 1.5 度。

強烈要求 UNFCCC 每年應履行承諾提供 1000 億美元協助，已開發國家政府提供之資金比例應提高，私人部門融資比例應降至最低。另堅決主張綠色科技移轉不是一般商品，要求鬆綁，應強制許可技術移轉。

二、情境模擬課程實錄

主席：

本次是巴黎會議的會前會，共請了 10 個國家來進行討論，討論的方式為每個國家先自述 3 分鐘，有疑問的國家或要發言的國家請立起發言牌，希望被討論的議題主要有以下三個：

- （一）差異性的貢獻：希望能明訂出附件一及非附件一的責任。
- （二）針對達到 1000 億美元的氣候變遷基金分配來達成共識。
- （三）針對綠色技術的轉移及其智慧財產權來討論。

小島國家聯盟：

我們由 40 幾個小島國家形成，大多地處脆弱度相當高的位置，根據研究氣溫上升 2℃時將很多的國土被淹沒，所以我們希望能提高 2050 年的標準至減碳 85%，同時希望附件一國家能無條件轉移綠能技術。

巴西：

目前設定 2050 年減碳 50%的目標，對於開發中國家是有困難的，所以我們希望能調整減排目標，同時對於 1000 億美金的基金我們認為今年無法達成，所以建議先改列 500 億美金為目標，另外我們需要資

金及技術的協助。

中國：

我們同意巴西的主張，但強調一點，冰凍三尺非一日之寒，氣候變遷是長期影響造成的，我們希望從新評估，以累積排碳量為基準。

歐盟：

我們非常主動積極的推動減排目標，希望各國也都能明確的訂出目標，另外氣候變遷基金部分我們投入 40 億美元，另外建議這筆基金以政府投入 60%、企業 40%為主，技術轉移的部分則由已開發國家來協助。

印度：

我們國家人口眾多，但相對經濟貧困，所以減排目標可以設定，但不能影響我們的經濟發展，同時對於氣候變遷基金的提供，應由已開發國家先行承諾。

日本：

我們致力於綠色地球的公民角色，也自主付出非常多的減排做法，所以希望能在 2020 年建立出一個框架，不要再區分附件一及非附件一的國家，大家一起努力來完成減排目標，同時希望發展中的國家也能提供更多的承諾與基金。

俄羅斯：

希望今日能達到減排的協議，不要再用 2 分法的方式來區分責任。

南非：

我們的物種因氣候變遷銳減，所以希望能在 2020 年達到減排 34%、2030 年減排 42%，但一切都需要資金協助，我們有足夠的陽光，但需要太陽能發電設備的支援，另外我們希望基金中 75%來自已開發國家，且技術必須無條件釋出。

美國：

UNFCCC 已經為了這個議題開了 20 次的會，我們也很自主的訂出

2025 年達到-30%、2030 年達到-42%的減排目標，同時我們同意俄羅斯及日本的說法，希望不要再用 2 分法劃分責任，另外我們在氣候變遷基金中提出 30 億美元的承諾，同時同意歐盟對於資金分配的建議，對於綠色技術的轉移沒有特別的意見，但必須強調技術的智慧財產權。

主席：

首先我們先就差異性貢獻的議題來提出討論

美國：

我們強力建議各國減排的部分應該一起努力，同時如果大家同意，我們將提出具體的建議來對於所謂附件一與非附件一國家的文字做修正。

小島國家聯盟：

再次強調我們居住於非常脆弱的地區，如氣溫升高 2°C，我們會有 7000 萬人民成為氣候難民，相信以現在人道的國際是不予許這樣的事情發生的，所以我們強烈建議 2050 年應從減排 50%上修至 85%。

日本：

美國、俄羅斯都主張減排不該以 2 分法分為已開發國家跟非已開發國家，請中國跟印度能否提出具體的承諾？

中國：

在減排的評估過程，應首先考慮我們有 13 億人口要養活，另外再次強調冰凍三尺非一日之寒，應強調歷史總排放量的計算。

印度：

我們有 11.5 億的人口要養，希望各國能夠支援資金跟技術來協助我們減排。

小島國家聯盟：

希望中國信守以往的減排承諾，同時大家應該提升減排目標至 85%。

日本：

我們還是希望聽見中國與印度提出具體的減排目標。

中國：

以一個開發中國家的立場而言，我們能承諾在 2050 年達到減排 30%，但這個承諾只能是承諾，不希望是個強制性的要求。

印度：

我們同意減排，但需要大量資金及技術協助，同時呼應中國承諾不應該變成強制要求的說法。

美國：

從印度的說明中仍然看不出具體目標，希望能將責任說明清楚。

南非：

我們雖然不富裕，但能承諾 2025 年減排 42%，但我們希望已開發國家能夠提出更高的減排承諾。

俄羅斯：

我們再次強調減排責任應維持之前談好的 2050 年減排 50%，這是大家既有的共識。

印度：

在京都條約我們看見美國並未提出承諾，請美國說明你們的具體目標。

小島國家聯盟：

我們還是希望大家能先確定 2050 年減排 85%這個目標，再來談細節。

主席：

看來目前議題一分歧很多，請大家先休息 5 分鐘，並且溝通一下。

===== 中場休息 =====

美國：

我們的目標已經設定 2050 年減排 50%，而一樣列於開發中國家的中國也能提出自己的目標，請印度也提出具體承諾。

印度：

如果得到資近的挹注，我們可以承諾 2050 年減排 30%，喔不！是 20%。

主席：

看來這樣討論不出結果，我們先中斷議題一，先討論議題二的資金問題。

小島國家聯盟：

為講求開會效率，我們支持主席的做法，同時我們建議資金中應由已開發國家出資 800 億美元以上。

巴西：

我們支持小島國家聯盟的說法，已開發國家必須提供 80%的基金挹注。

美國：

首先我們在基金上釋出 30 億美元的善意，但還是能有加碼的空間，另外因為外在的資金還是很多的，全由政府部門提供也不太合理，我們建議應採取 50%公部門出資，50%募集民間資金的方式處理。

俄羅斯：

我們同意美國採用私部門分攤的方式募集基金。

印度：

我們附議小島國家聯盟的建議。

中國：

我們也附議小島國家聯盟的建議。

日本：

我們支持美、俄的看法，同時希望中國、印度、巴西能提出具體的基金金額。

美國：

中國這幾年成長非常多，我們希望中國能提出更高的金額。

巴西：

我們國家在從前長期被已開發國家掠奪，考量歷史的責任，還是希望已開發國家能出資 80%。

南非：

看來今年募集 1000 億美元已經不可能達成，建議是否下修門檻我們從 500 億美元談起。

小島國家聯盟：

歐盟沉默了好久，我們希望歐盟能表態。

歐盟：

我們還是一樣的堅持，60%由公部門支出，40%從私部門募集，但重要的是要嚴格審查這筆錢確實是用在氣候變遷的改善上。

主席：

我看這個議題大家還是分歧很大，我們跳過進入議題三。

小島國家聯盟：

嚴重抗議跳過議題，這樣今天時間都浪費了。

主席：

我看午餐時間也差不多了，不妨大家利用午餐時間溝通一下議題一、二，看看吃完飯回來能否解決問題。

美國：

我們希望午餐結束後有優先發言權。

===== 午餐時間 =====

主席：

現在各國代表，經過午餐討論之後，也許有新的共識，也歡迎各國代表再次回到下午的會議，目前先說明下午的會議進行方式，我們接續繼續討論第 3 個議題，另外我將運用主席的權利，邀請幾個意見相左國家進行 Green Room(密室會議)，希望有共識結果。

小島國家聯盟：

在討論第 3 議題前，我們的立場是反對任何的密室協商，但為達到 2015 巴黎會議具有約束力的要求，我們尊重主席的裁示權，我們認為制裁權的法規要鬆綁，並採 WTO - TRIPs 協定在特殊緊急情況下的開放智慧財產權，因為我們面臨的是嚴峻生存而不是發展的問題，在此呼籲各國代表，應強制許可開放綠色技術。

美國：

智慧財產權屬私人部門經濟，開放後將影響民間的研究及投資，且研發技術屬自由市場，有一定的法律保護，政府是無法介入的，且會嚴重影響自由市場的經濟。

小島國家聯盟：

來自民間的綠色技術轉移，這些科技及技術必需跟基金融資來結合，這也是我們提出已開發國家需投入 1000 億基金，來提供技術轉移的費用，現在不是單純的財務問題，現在的綠色科技是用來解決地球的生存問題。

日本：

支持美國，綠色技術屬私人財產，智慧財產權是需要被保護的。

主席：

針對 IPR 私有財產這部份，剛小島國家聯盟主張這技術轉移費用由氣候基金支付，大家是否同意？

南非：

針對目前小島國家面臨的問題，我們認為能力的建構及綠色技術

應該仍要免費釋出移轉。

印度：

贊成小島聯盟國家，綠色技術不應列為專利商品，綠色技術就是在協助落後國家調適的技術，我們國家為低收入經濟國，再次強調已開發國家應免費釋出。

美國：

我們就小島國家聯盟及印度所提出的綠色技術及基金部份，我們認為需分割討論，針對綠色技術仍以使用者付費原則，這部份的費用我們不反對由氣候基金支付。

巴西：

如可順利成立綠色氣候基金 1000 億美金，並提供給予開發中國家用於運用綠色技術的轉移，我想在智慧財產權付費問題，應該不是問題，現在因無基金支付，目前要求我們做技術改善，可預料這些新技術(如碳捕捉)要付出更高的成本，我們建議可由美國促進這基金的成立，並規劃部份的資金，可資助我們開發中國家來運用這些綠色技術費用。

主席：

看來這部份，大家有某種程度的共識，但這些問題應回到綠色氣候基金的討論，有多少額度或運用比率，但因上午大家沒什麼共識，那現在大家可以再來討論這議題了嗎？

小島國家聯盟：

技術轉移、綠色科技不能當做商品，應回歸法規機制，採用 WTO 緊急狀況特殊保護條款，這些科技應無條件釋出，況且本國屬最低度發展國家，智慧財產權仍須開放。

主席：

在 WTO 的建構主張，我想在今天的會議上不是我能處理的問題的，但就以目前技術轉移的費用由基金支付議題，目前美國是同意的，只

是由哪些基金支付尚需討論，那對小島國家聯盟是由基金支付或無條件釋出，是沒什麼差別性，是不是同意這樣的看法？

小島國家聯盟：

我們要求的是法規上的鬆綁，智慧財產權在緊急的情況下是可以提供其它國家使用的，至於是否需付費，我們無意見。

美國：

再次強調，使用者付費的精神。我想在氣候變遷的影響，小島國家也不致於立即馬上需要生命財產的綠色技術改善，變遷是緩慢的，不屬於 WTO 適用的條件，而且已經同意將 30 億投入基金，已釋出最大誠意來協助小島國家。

小島國家聯盟：

我們仍強調我們並未要求免費，我們要求的是技術上法律的鬆綁。如真的要討論錢的話，我們建議併入議題二討論。

小島國家聯盟：

再補充說明，我們不讚成美國認為氣候變遷對於我們小島國家沒有立即的影響，在 IPCC 第五次的報告，未來地球上升 2 度將造成海平面上升，而我們國家在上升 1.5 度時，將不復存在。

主席：

我們這有小小僵局，針對這議題，我邀請小島國家聯盟及美國進行 Green Room，現場休息 15 分鐘。

===== Green Room time =====

主席：

經過 Green Room 會議後，達成兩點共識：第一，針對智慧財產權需有附帶條件開放，針對某些技術轉移，產品的損失由基金支應。第二，1000 億美金的基金，30%由私部門支付，70%由政府部門支付。

俄羅斯：

本國是產油、產氣的國家，如減少石油的使用也代表我們國家收入變少，如要求附件一國家全數負責基金，仍是不合理。減排是大家的責任，不論是小島國家，能出一塊錢是一塊錢。另外，民間的資金是充裕的，應該由此募集，我們的建議是 50%。

美國：

支持俄羅斯碳減量的做法，我們建議貢獻量是由附件一及非附件一全部成員國一起做修正，美國在此提一建議在 2050 年至少要減排 50%，先由各國提出修正意見，送至秘書處，另於 COP21 會議前，再召開一次籌備會。

小島國家聯盟：

我們所要求的 1000 億，不是全由已發開國家支應，30%由民間、70%由政府，至於由已開發或開發中國家的分配比率，建議後續再對這議題做進一步的會議及協商。

主席：

我手邊有 2009 年的哥本哈根資料，是否與當時的主張立場相同？目前是針對比率的問題？

小島國家聯盟：

剛俄羅斯表示，針對比率無意見，但有表示由已開發國家支付費用是有困難的。

美國：

1000 億的目標不能全由已開發國家出，剛也達成共識，私部門最少達成 30%。那公部門由誰出？建議修改附件一及非附件一國家，於下次會前會時再討論。

主席：

下次討論這部份有無問題？

小島國家聯盟：

反對，在京都議定書已詳明附件一及非附件一國家的責任，我們反對針對這樣的議題，來修正本次會議的規則。

主席：

今天不會處理附件一及非附件一的問題。但在會前會前，大家都有提及到，也許可考量列入討論。

日本：

我們支持 30%私部門，70%政府部門的協議，但今天在要求已開發國家的 80%目標，試問開發中國家你們能做什麼？我們如再加碼提供 15 億美元，但前題是中國、巴西、印度也願意共同投入減排目標。

主席：

不知針對日本的加碼，中國、印度有無共同加碼盡一份力？

中國：

感謝日本提供資金，我們可提供 10 億的資金，另在技術轉移的部份，期待能鬆綁。

印度：

原先在資金未到位前，我們僅同意減排 20%，目前的誠意再減排到 30%的目標。

美國：

我們的立場與日本一樣，我們支持基金的成立，但應用及過程要透明化。

小島國家聯盟：

在哥本哈根會議，已開發國家早已承諾成立 1000 億美元的基金，今天要討論應該是已開發國家分配的問題。

南非：

建議在年底之前有一個明確的目標，目前 1000 億太遙遠，建議先由 500 億做討論。

主席：

這是不錯的方案，大家有無問題？

小島國家聯盟：

建議提高到 650 億美元，請大家支持。

===== 會議結束 =====

Frans Schram：

謝謝大家的討論，我感到很驕傲，在議程上大家達到某些共識，希望這些議題，也可以在巴黎會議被提出。

===== 模擬結束 =====

伍、模擬與現實談判

任何的談判都需要事先準備的，在現實的談判中，往往參與者的後援是擁有更大規模的團體，如技術背景專家、法律顧問等等。但不論代表團規模多大，在參與談判會議前，是需做好內部協商工作，一旦代表出席，將只能有一種代表權的立場。因此與會代表的選擇，如代表團大，將擁有更多的專業知識及技術指導，但風險是缺乏凝聚力的協商，且無法有效的管理。代表團小則反之。

陸、議程的開場

一、主席的三大角色

- (一) 設置場景：建立主席的主權，並設立談判主題，說明談判雙方的目的。
- (二) 設置清晰的過程：訂立共同的行為準則，如事先說明如何發言、發言時間的長短、禁止中斷他人談話、決議方式(多數或少數)等等。
- (三) 建立信譽：依主席的個人特質取得談判桌上的信任是很重要的。

二、各締約方的觀點

- (一) 第一印象：各自的底線設立，彼此的代表訴求。
- (二) 訊息收集：可採建立聯盟方式，透過交流達到彼此共識。

柒、議程的設置：

一、議程的重要性：

- (一) 一個非正式較長的討論設置議程，較有可能達到成功的談判結果，如設置 100 多場小型會議，越多的議程設計，談判的成功機率越高。
- (二) 議題儘量多樣化，儘可能的包括各方的議題。

二、議程設置：

- (一) 重要的議案先提出討論。
- (二) 設置正確的問題討論順序：
 - 1.crescendo：由小問題討論到大問題，通常比較容易達成共識。
 - 2.decrecendo：由大問題討論到小問題，在時間急迫時，往往採用此方式，較有效率。

捌、議程的過程

一、多邊會議的排序：

- (一) 談判前：儘量安排非正式的接觸及磋商，有助於達成正式會議前的共識。
- (二) 正式的談判：在議程當中，如各方做到下列 3 點的互動，也是有助於達成共識的
 - 1.資訊分享：打破談判的初僵局面。
 - 2.組織：取得議程及程序議定。
 - 3.訊息交流：如多邊的圓桌會議
- (三) 協議及起草：一般會採用正式的國際格式

二、過程正義：

- (一) 須具透明度：透明度和決策往往是左右會議流程的速度，如討論透明，

無密室協商。

(二) 公平性的代表：如公平的發言時間，各方代表都可參與到過程。如：小國與大國的平公性等。

(三) 公平的待遇與公平的競爭：採自願性的協商，沒有排它性或密室協商，一切以尊重為起點。

三、會議型式的選擇：

(一) 全體會議：採群體模式進行。較透明化。

(二) 小組委員會：如官方組織、NGO 組織等。

(三) 非正式會談：並不是所有人參與，很有可能在走廊或午餐，任何時後達成聯盟協議。

(四) Green rooms：由主席邀請少數協商者，共同協議。較不透明化。

四、會議型式的優缺點：

(一) 公開及透明的型式：

1.優點：具有程序正義的合法性及包容性，議程透明化，小組參與性高。

2.缺點：浪費時間，且容易有聽眾效應，假裝堅持，而隱藏自己的想法。

(二) 封閉及秘密的型式：

1.優點：具有靈活性的程序規則，提高會議效率，參與者較無壓力也容易改變立場，有較大的談判空間。

2.缺點：不具合法性，另有排他性，無程序正義。如哥本哈根會議，就產生了 G77 國家對美國的抗議。

玖、主席的特質

一、為會議共識的建立者：

如能有效的導入下列 3 個目標性指標，將可有效的達成共識：

(一) 使會議有效性達成協議：如讓參與者達成共識

(二) 過程的合法包容性：如讓參與者有參與感，自由的發聲

(三) 過程的透明度：如讓參與利益相關者進行公開的討論。

二、態度與任務類型：

(一) 溝通者：設定基本規則及掌控過程，適時扮演聆聽者角色，並確保程序正義，促使提供參與者彼此更積極的正面評價。

(二) 制訂者：制訂議程，可以於大會召開前，諮詢各方意見及議案討論，建議參與方的讓步或妥協。另外制訂者也需具有時間及空間的敏感度，如何時該中斷議程，或進行 Green Rooms 會議。

拾、結論

在談判會議上，主席對於議題的主導技巧往往是成功的關鍵，運用談判策略思維，將談判的技巧融入議案中，往往也與個人特質及經驗有關。

另外參與談判的各方代表，更需有策略及技術上的運用，在本課程各組模擬國家代表針對氣候變遷議題談判，尚可達成氣候基金部份共識，實屬不易，一般而言，多邊的談判，是很難一次就有結果達成的。是以，2015 年 12 月底的 COP 21 巴黎會議，將是全球氣候談判的最重要的一場會議，談判的各方代表雖共同肩負全體人類未來因應氣候變遷的命運，但彼此的「RED line」、議價空間是否可共同達成有約束力的減排目標，將是各國在談判桌上的真章考驗了。

第二節 參訪歐盟執委會氣候行動總署（CLIMA）－行政部門觀點

七月二十二日一早全體研究人員在團長帶領下乘座巴士前往位於比利時布魯塞爾的歐盟執委會氣候行動總署（DG for Climate Action，簡稱 CLIMA）訪問。代表出面接待並向訪問團做簡報的是負責國際碳市場（東南亞、南韓、中國及臺灣）的資深行政官 Marco LOPRIENO。L 行政官以前曾接待過我環保署的訪團及我駐歐盟代表處的相關人員，因此對臺灣的狀況並不陌生，並對我最近剛通過「溫減法」的立法程序表示祝賀之意並認為臺灣在減碳的承諾上跨出一大步，未來將會有很多的配合工作需要推動，而碳排放交易市場的建立僅是其中的一個重要選項。

壹、歐盟碳排放交易系統（EU ETS）的現況及展望

一、歐盟碳排放交易系統

（一）世界上最大的碳交易市場

1. 包括 1750 百萬噸的 CO₂e 排放，占歐盟總排放的 45%
2. 2013 年總共有 80 億單位配額（80 億噸）在市場成交
3. 總共碳交易市場價值約為 360 億歐元（2013 年）

（二）地理上涵蓋的區域

1. 28 個歐盟會員國
3. 但不包括瑞士

二、為什麼歐盟碳排放交易系統（EU ETS）是如此重要？

（一）環境的理由

1. 尤於設有排放上限，因此可以保證減量
2. 為達成歐盟設定的 2020 目標，ETS 是重要的手段

（二）經濟的理由

1. 平均每天有 2 千 6 百萬的單位額度在市場上交易，非常活絡
2. 商業法規的架構很穩定且可預測
3. ETS 可幫助歐盟順利轉移到未來的低碳經濟

（三）政治的理由

1. 歐盟的 ETS 經驗已經讓世界知道並影響世界上其他國家的碳交易系統，例如澳洲、中國及南韓等
2. ETS 是開發中國家中 GHG 抵減計畫信用額度最大的需求來源（透過 CERs 及 CDM 之認證）

三、歐盟的 GHG 排放現況

（一）目前歐盟的 GHG 排放中約有 82%來自 CO₂，8%來自 CH₄ 及 7%來自 N₂O。

（二）而 ETS 所涵蓋的範圍僅包括所有排放(CO₂e)的一半左右，其主要的來源是來自電力及工業部門，其中並不包括交通、農業及住宅及服務業

部門。

- (三) 自 ETS 推出以來到 2012 年為止 GHG 已減少排放達 18%，距原訂目標 2020 年減排 20%顯然可輕易達成，預估將可減量達 24%，歐盟內部評估 ETS 實應有做出部份的貢獻。

四、所學到的經驗：第一期（2005-2007）

- (一) 碳價格會對市場消息做出激烈反應：對市場上碳供給的期待會造成價格的大幅波動
- (二) 良好的基礎建設可提供較可靠的數據：由第一期的先導經驗提供第二期較可靠且驗證過的數據。
- (三) 「Banking」的設計對學習中的市場（第一期）有不良的影響：在第一期試驗階段有些碳排放設施將其可排額度儲存到第二期而造成第二期的供給量過剩影響碳價格

五、所學到的經驗：第二期（2008-2012）

- (一) 保持緊縮的限額（Cap）：雖然 2008 年發生全球金融危機，造成碳排放降低，但歐盟利用此機會立法通過更為緊縮的第三期（2013-2020）碳排放限額。
- (二) 集中管理提高效率：在第一、二期實施期間，碳排放額度的分配權限在各會員國的手上，但第三期歐盟決定將碳權的註冊單位及額度分配權收回集中管理，以提高效率。
- (三) 避免造成暴利：為避免造成投機獲取暴利，歐盟決定將原先採用的無償分配碳排放額度的方式改為公開標售的方式取得。

六、到目前為止所學到的經驗（2005-2015）

- (一) 羅馬不是一天造成的：先做部份的涵蓋範圍，再一步步地擴充；對排放資料有通盤瞭解後，再設定排放總量目標。
- (二) 由於涉及龐大資產價值，總量設定及額度分配是最大的挑戰。
- (三) 將總量設定及額度分配分開處理，最好先將總量訂在法律中。
- (四) 提供穩定的法規架構。
- (五) 審查及期中修正是必需的手段，但需對市場提供充份資訊作預測。

七、歐盟碳排交易系統（EU ETS）將做結構上的改革為解決現存及未來可能遇到之問題

- （一）現存市場上碳額度過剩：若不處理，市場失衡將深遠影響 ETS 有效達成歐盟中期減碳目標。
- （二）應付未來短期的碳需求高峰：歐盟政策上已決定將設立一個市場穩定儲備（MSR）的機制來調控，以穩定市場供需。

貳、EU ETS 在亞洲地區的技術合作

一、東亞及東南亞地區：存在戰略上之要素及特點

- （一）該區有先進及新興的經濟體並存。
- （二）高經濟成長率（平均 6%）。
- （三）政府管控的能源市場。
- （四）大量使用煤碳。
- （五）能源使用效率仍有很大的進步空間。
- （六）有國家的氣候變遷政策及相關負責的單位。
- （七）偏好 MRV（Monitoring Reporting and Verification）的無悔措施來建構能力。
- （八）與世界銀行推動的 PMR（Partnership for Market Readiness）計畫具互補性，例如：中國大陸、印尼、泰國、越南及韓國。

二、例一：與中國在 ETS 的技術合作

- （一）歐盟執委會與中國大陸在 ETS 議題上建立雙邊合作的關係。
- （二）由需求所驅動，建立全國性的試點計畫。
- （三）與大陸的國發委（NDRC）即將建立直接合作的關係。
- （四）依照 EU ETS 的技術，協助成立大陸的 ” 能力建構 ” 計畫。
- （五）由歐盟、德國及挪威共同出資 5 百萬歐元成立 3 年期的計畫（2014-16）。

三、例二：與韓國在 ETS 的技術合作

- (一) 雙方於 2015 年 1 月展開合作。
- (二) 減量目標（包含 6 種 GHG 氣體）：到 2020 年前比 BAU 減量 30%。
- (三) 涵括部門：工業、住宅、交通及農業（約 560 事業體參加），歐盟本身也希望從合作中學習 ETS 沒有涵蓋部門的經驗

Mr. LOPRIENO 對訪團做完簡報後與大家進行 Q&A。因 L 行政官對臺灣有相當的瞭解，主動建議我應積極尋求參與加入世界銀行的 PMR 計畫，他認為以臺灣在 MRV 的經驗及技術應可在中國及東南亞國家如印尼、泰國、及越南提供不少的協助甚至有可觀的商機。有關在中國商機的部份，團長張副署長回應依照環保署的經驗是：臺灣在 MRV 的確比中國大陸有較多的實務經驗及技術，但大陸推出的計畫多屬試點計畫，在結束取得技術經驗後就由本土的單位接續，對非本土的公司很難有機會競爭取得商機。L 行政官對我方的經驗表示瞭解，大家在經過二個小時的簡報與討論後，訪團結束拜會 CLIMA 的行程並拍照留念。

第三節 參訪 ALOCA 鋁業公司－企業對能源及氣候變遷之觀點

美國鋁業公司創立於 125 年前，面對氣候變遷議題的挑戰，該公司思考如何製造更輕量的金屬複合材料以節省燃料，並已逐步轉型製造高附加價值的合成金屬。該公司針對不同市場需求，如汽車及運輸、航空、建築業、包裝、資訊及消費性電子產品、能源及工業科技。提供永續發展議題方案，包括：1. 節省能源的輕量化解決方案、2. 更具韌性、耐腐蝕、低維護材料應用方案。3. 可資源化效率及 100% 回收材料。4. 金屬科技及創新技術研發。

在航太科技方面，新的空中巴士 A330 客機增強 Alcoa 金屬產品的機會，如飛機碳纖維及鋁材的組合輕量化、抗腐蝕技術。在建築節能方面，研發更省能隔熱玻璃、櫥窗隔熱玻璃。在運輸工具方面，提供更安全、壽命更長車體材料並發展新一代電池技術。Sylvain 提到巴黎市政府亦制定了至 2025 年所有公車巴士都要是電動公車政策。

由於 EU ETS 法規的衝擊，使得 Alcoa 改善製程、提高生產的效能，例如原本 20 天才能生產鋁卷的製程縮短至 20 分鐘就可以生產相同產品，並且同時可以節省一半的能源及製程用水。另外，透過平均能耗分析還可

減少廠房尺寸。

但碳排放交易制度對產業而言，其碳價格不可預測性影響產業佈局。調查 60%歐盟初級產品資料庫顯示，2002~2012 年間有 70%業者揭露依循歐盟能源及碳交易政策。分析鋁製程碳足跡為每噸鋁產生 1.4 噸二氧化碳。Sylvain 提到過去十年，能源及氣候政策已對工業產品的價格競爭力造成衝擊，過去製造每噸產品只需支付環保相關成本 17 歐元、再生能源 5.3 歐元及化學品註冊評估及授權機制 1.3 歐元計 23.5 歐元；而現在則須支付碳交易相關 111 歐元、再生能源 46 歐元、電網傳輸費用 48.7 歐元、環保相關成本 20.7 歐元、化學品註冊評估及授權機制 1.3 歐元計 227.7 歐元。Sylvain 覺得 ETS 設計者未考慮能源因素影響產業產品價格，尤其是初期能源公司還將碳排放成本轉嫁至客戶端，導致能源密集產業無法負荷能源成本。Sylvain 建議對於 ETS 所造成的間接及再生能源成本，設置一個穩定和可預測的補償制度。保證達到基準排放量的工廠能取得 ETS 免費配額。

第四節 歐盟碳排放交易體系

壹、歐盟法令制度

歐盟目前是歐洲地區規模較大的區域性經濟合作的國際組織。原本成員國數量於 2004 年再加入 10 個、2007 年 2 個及 2013 年 1 個成員國至現在 28 國，由歐盟 28 個成員國每國提名一人組成歐盟執委會（European Commission），每人任期 5 年。是歐盟政治體系的執行機構，負責貫徹執行歐盟理事會（Council of the European Union）和歐洲議會（European Parliament）的決策。歐盟理事會是歐盟兩院制立法機關的上議院，由來自歐盟成員國各國政府部長所組成的理事會；與歐洲議會為是歐盟的主要決策機構。

歐盟的立法過程，通常由歐盟執委會提案，再由歐盟理事會和歐洲議會做出決策，例如歐盟碳交易概念於 1990 年提出，1994 年起草條文但被各成員國拒絕，2001 年提出碳交易系統，直到 2003 年才通過法案，2005 年開始實施。除了成員國外，三個歐洲自由貿易協會（European Free Trade Association，縮寫：EFTA）國家（冰島、挪威、瑞士）加入 EU ETS。

歐盟執委會底下分別設有氣候行動總署及能源總署，署長是同一人。歐盟總部布魯塞爾是個忙碌的地方，有上百個組織及利益團體。進行各種法案的影響，從提出綠皮書（green paper）後，經過諮詢後，提出白皮書（white paper），白皮書已經包含預算及可行方案，最後就完成立法。

歐盟對於因應氣候變遷相關做法，包括成立能源聯盟(Energy Union)、2020package、2030framework、2050 路線圖、2013 歐盟調適策略及國際間做法等，其中能源聯盟其成立宗旨是在使歐盟各成員國達到在能源使用更安全（國與國間基礎設施之連結及價格自由化）、民眾可以負擔得起及可永續發展等三目標。該聯盟將使能源在各成員國間能跨邊界自由輸送。另外，歐盟於 2008 年公佈 20-20-20 指令，並於 2011 年公布其能源在 2050 年之路線圖，2014 年 10 月公佈對於其能源及氣候在 2030 年的目標，能夠達成再生能源使用達 27%，提高能源效率達 27% 及符合歐盟碳交易市場減量達 43%。歐盟的減緩策略，於京都議定書第一期（2008-2012），考量各成員國具備的技術及 GDP 等因素，各成員國分攤之減量額度不一，已開發國家減量額度較高，東歐國家則允許增量。排放交易制度則僅限於電力及工業，非排放交易範圍則涵蓋交通能源、生質能、建築節能及碳捕集封存等。至於歐盟的調適策略係於 2006 年提出調適綠皮書、2010 年提出調適白皮書。大部份調適相關法規仍由成員國所制定，調適政策仍難有共識。但屬於歐盟既有法案的，例如農業、水資源等仍依循原法案做法。其他像河川流域周邊國家亦有共同的做法，其他成員國國家調適策略的擬訂則會有地方市長的參與。

貳、歐盟碳排放交易系統(Emissions Trading System)

一、緣起

需要有碳排放交易體系來促成減排的原因，屬於較低排碳量部分，因係與能源節約有關的節省金錢支出，自然就會做的無需訂碳價；另外，排碳量過高的，政策會以新技術去支持減量，隨著時間拉長自然會改善。至於排碳量位於中間程度的，才是需要以交易或徵收碳稅方式鼓勵減量。

歐盟碳排放交易體系（EU ETS）於 2003 年開始啟動，第一階段從 2005 至 2007 年，第二階段從 2008 至 2012 年，第三階段則從 2013 至 2020 年，第四階段則從 2021 至 2030 年。

二、EU ETS 法規框架（2009-2012 年）

初期法規於 2003 年公布後至 2005 年實施之緩稱期，各成員國要在國內立法。歐盟執委會則訂定有註冊法規、監測及報告指南，MRV 原則由各成員國立法，並且要包含分配及拍賣，但此階段缺乏認證及確證的法規機制，因此，只有私營機構制定相關標準，如 ISO 標準。至於如何設定總量，初期因資訊不足，故先要求各成員國報告其能源設施數量，再收集各成員國預估經濟成長潛力及 GDP 等因素，將各成員國建議的總量相加，其結果遠大於歐盟預估數值。所以歐盟執委會將兩者距離拉近訂定總量上限。第一階段各成員國可以完全處理其排放額度，可以完全拍賣、保留或與其他成員國交易。各成員國核配量則有二種做法，一種是參考以前的排放量(grandfathering rule)再減少一點，另外一種則是參考該設施所採取最佳可行技術狀態下可以達到的基準（benchmark）來核配排放量。第一階段實施時，各成員國僅拍賣約 6-7%的額度，因為產業受不知其成長率及減量是否可行等因素影響，設定整體的排放總量是很難的，一開始碳價格較低，經過十年後發現問題再修正。例如一開始給免費配額，之後則依據該行業前 10%最佳排放量情形來訂定配額。

第一階段僅涉及二氧化碳排放權的交易，所涵蓋的產業包括能源產業、內燃機功率 20MW 以上的企業、石油煉製業、鋼鐵業、水泥業、玻璃業、陶瓷業及造紙業等。

EU ETS 第一階段法規具有很強烈的政治協商結果，整個法規框架雖然由歐盟執委會制定，但執行細節部分則由各成員國自行制定，因此在那些規模的企業需要納入等執行面就存在許多差異，有些是不可跨階段使用，同時也存在過度配額及競爭失真情形。第一階段有些制度設計上的缺陷，例如為數大量的小公司被納入，其成效是較不明顯的。該階段可定位為從實踐中學習(Learning by doing)。

EU ETS 第一階段衝擊。由於初期資料較欠缺，直到 2005 年才有

較完整的資料。第一階段的衝擊包括缺乏透明度及流動性。另外競爭失真也造成沒有工業買入，過度配額及缺乏儲存機制導致碳價從 2006 年最高每噸 32 歐元跌至 2007 年的零元。探究問題背後的原因有幾個，一是倉促執行，許多法規仍留有解釋的空間。二是缺乏計算配額的完整資料。三是來自工業部門利益及遊說團體的影響，導致各成員國政府決定妥協。也因碳定價造成的政治緊張，對可能衝擊的不確定性，導致選擇最少衝擊的路徑。

三、EU ETS 第二、三階段

第二階段內容在法規面還是相同的指令，可以無縫接軌。從 2006 年中期的審評機制，就可預見第三階段的改變。第二階段的最大成就是小範圍的改變，使得所有成員國都能同意。

EU ETS 2013 法規框架，整體架構上多了安全考量，增加拍賣及核配配額方面的法規、監測及報告法規、認證及確證法規及碳洩漏清單等，從第一階段所學到的教訓整理如表 3-1。一開始時電力業接受免費配額，卻又向消費者額外收取費用，即所謂的 windfall profit。

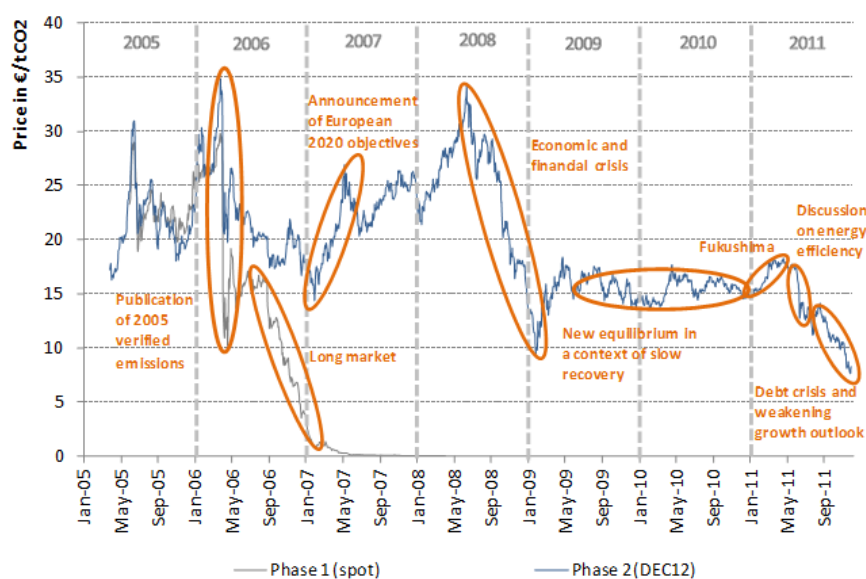
表 3-1 EU ETS 第一階段學到的教訓

主題	設計選項/目標	從中學到教訓
註冊	國家層級註冊規定，每個成員國有其標準及嚴格程度不一	舞弊及配額遭竊發生
範疇	對於較小規模公司成本太高	對於排碳量小於 25000 噸工廠不列管
資料	總量設定及核配基礎需要統一	排放資料需要確證。其他資料檢核法規
MRV	各成員國法規強度不一	統一加強 EUETS 方法
Cap 設定	要減少競爭扭曲；環境完整性要被確保	需要統一的法規；需要執委會層級的檢查
配額	各成員國間不同的配額方法導致競爭扭曲	基準方法結合碳洩漏名單揭示
	電力業 windfall profits	改變拍賣方式

四、EU ETS 實務-EUA 價格

一開始實施時希望拉低碳價，第一階段 2005 年開始時，碳價約在 15~30 歐元，但到了 2006 年 5 月確證報告出來後，價格則一路下滑至零。分析原因則是因為：一開始時缺乏數據、對於經濟成長過於樂觀及受到遊說團體的影響，對可能的衝擊並不確定，因而選擇了衝擊最小的路徑，而將總量訂得太高。

等到實施第二階段後，碳價格並未下降至零，原因則是因為 2007 年公布至 2020 年的減量目標後導致碳價上揚。2008 年價格下滑是因為當年中期發生金融危機，排放下降導致碳價下滑。而 2009 年至 2010 年則價格平穩。2011 年發生福島事件，導致碳價上揚，但隨著能源效率提升，碳價則下滑(說明如圖 3-1。)。2011 年約 7 歐元，2015 年約 7~8 歐元。



Source: Climate Economics Chair from BlueNext and ICE ECX Futures

圖 3-1 實施兩階段後之碳價分析

從碳價長時間的訊號來看，整體的減碳經濟成本是降低。價格的控制，究竟是不是決策者想要的，收取碳稅及執行排放交易制度或是混合執行及考慮世界其他地區做法。

從碳市場整體的供給及需求來看，2008 至 2013 年供給是過剩的，但從長期的趨勢來看，過剩量並非真正的問題，到 2020 年 7 月前仍有能力提供來補足碳市場量的不足。問題是到那時之後是否能提供補足缺口。可能有賴市場穩定儲備機制(Market Stability Reserve, MSR)發揮功用。

ETS 是成功還是失敗，初期能源產業獲得暴利、太多的拍賣量及價格因素是有幫助還是阻礙綠色法規等問題來看是需要被檢討的。另外，計算基準不同亦造成工業獲得高排放額度。例如美國加州是以單位產能的排放為基準，歐盟則以產能為基準計算。

碳洩漏及競爭力對於 ETS 之影響，從交易及碳排放強度關係圖來看，制訂政策時考量給予具競爭力產業免費額度，即可不受碳洩漏影響。

五、展望未來

每年緊縮排放總量 2.2%，2019 年實施市場穩定儲備機制，須注意改用再生能源及提高能源效率會影響碳交易市場價格，但較低碳價確有造成減少排放的誘因。

第四章 減緩及調適策略

第一節 英國經驗

Alan Lloyd 教授針對氣候變遷的調適因應策略，以英國的經驗來講述，摘要重點如下：

壹、IPCC 第 5 次報告說明，歐洲面對氣候變遷有下列主要風險：

- 一、海平面上升：沿海陸地受到侵蝕，都市化所造成的河水匯集造成河峰高度升高，淹水潛勢也隨之範圍擴大。由 IPCC 第 5 次報告得知，大自然所造成的災害會導致經濟上有很大的損失，這是具高可信度的結論。
- 二、水資源的匱乏：雖然隨著雨量的增加，但地下水及淡水資源卻因都市化的影響，可供利用的條件減少，故在未來，淡水資源不足是具高可信度。
- 三、熱浪：影響人的健康，特別是老人，也造成農業生產力下降，農作物的病蟲害增加，易因旱引起森林野火及影響空氣品質，這是具中可信度。

貳、英國最近幾年發生的氣候事件：

- 一、溫度升高，海平面上升：英國氣象局自 1911 年開始紀錄該國的天氣狀況，發現年平均溫度最高的 10 年，有 8 年發生在 2002 以後，其中最熱的一年是 2014 年，顯示在最近的 100 年中，最熱的年平均溫度，10 年有 8 年集中在近 15 年內；英吉利海峽，海平面也在過去 100 年間，上升了 12 公分。英國東部海岸線，受海平面上升侵蝕的情形，在 1950 以前，曾量測出其海岸線平均每年有退縮 1 米的情形，在 1950 年以後，有量測出每年有退縮 2 米的情形，預估情形倘不改善，2030 年附近的住宅區，將面臨重大威脅。
- 二、暴風增加：2014 年受到暴風的影響，在靠海的鐵路受到破壞，英國政府耗費 3,500 萬英鎊進行維修。2009 年英國工業聯盟提出報告，為維修及保養鐵路能正常運作，每年需編列 1 億 6,000 萬英鎊的經費。在 2005 年時，曾因氣候因素的影響而關閉鐵路運輸二天，對經濟及社會

影響層面大。鐵路聯盟又提出報告，英國未來可能有 4 條鐵路，平均每年有 9 天可能會因氣候變遷因素面臨關閉的預測，但氣候的因素是難以預測的。

三、生物多樣性減少：在英國，估計有 60%以上的物種，數量持續在減少中。

四、洪水增加：2013、2014 發生嚴重的淹水問題。洪災造成 5 萬 2,000 棟房子及建物崩塌，估計有 30 億英鎊的損失。主要原因是，該區域原是兩條河流的交會處，因水量無法涵容及控制，而造成大淹水。另改變原排水系統，未顧及原水道形成的因素，也可能是規劃設計時，人為因素的誤差。當然環保人力的裁減，也反映出因不同政黨的執政，所形成人員不穩定因素，造成政策執行的阻礙。英國原環保編制人力 1 萬 1,000 人，於裁減 1,700 人以後，馬上發生上述因改變原水道而造成淹水的事件。

五、旱災增加：2010 至 2012 年因明顯的乾旱，導致地水資源枯竭。

參、英國政策制定方面：

一、2008 年制定氣候變遷法案：明定 2050 年碳排放將減少 80%之明確目標，樹立法源。正因為前述在英國發生了許多重大氣候事件，造成太多生命財產損失，迫使政客通過該法案。似乎要發生重大事件後，人們才會發覺，該作的事是什麼。

二、預算編列已規劃至 2027 年，這期間已清楚設立減量目標，並成立專門委員會，負責訂定相關規劃方案之執行子法，制定碳交易執行方案，訂定企業、財政激勵方案，鼓勵推動回收再利用，減少家戶垃圾之產生，並為適應氣候變遷而規劃出相關具體計畫，但政治因素會影響各項調適計畫的擬訂及執行。

三、透過危機評估擬訂國家調適計畫，持續不斷循環，評估危機，研擬調適計畫，並持續掌握受氣候因素之影響範圍。

肆、英國近期發佈氣候變遷風險的 4 個主要領域：

一、水資源的匱乏：工業及家戶節水，改變用水習慣。

二、洪災：影響 18 萬居民，政府將編列 25.5 億英鎊因應。

三、熱浪：影響老人健康，7 月為死亡期，推估近 2,000 人因此死亡，未來可能高達 7,000 人(7 月)；其因應方案，應推動長期被動降溫系統。

四、對自然資源及農業的影響：整體灌溉系統受影響。

伍、英國設定國家調適計畫的 6 大主題：

一、基礎建設：設置堤壩成防洪閘，以作為沿海之防衛，避免淹水。

二、綠建築：適合洪水平原的建築規劃。

三、健康與韌性社區：強化醫療設施及人力，除了生理健康外，亦包括心理調適，以適應當地氣候環境。

四、農林：農作物疾病預防，保護農林產業，並開發出適合當地因環境改變而適合生長之作物。

五、自然環境：掌握生物多樣性的資料與證據。

六、商業活動：觀光、鐵路及相關之產業活動問題應共同分析找出解決之方法。調適計畫的運作模式：設定目標→具體行動→結果分析→績效評估。

陸、英國目前減碳計畫

共有 4 個預算時期。以 1990 年的碳排放量為基礎，2027 年減碳量為 1990 年之 50%。此 4 期分別為 2008 年至 2012 年減碳 23%；2013 年至 2017 年減碳 29%；2018 年至 2022 年減碳 35%；2023 年至 2027 年減碳 50%，以 4 年為 1 期，各期訂定明確目標。

柒、英國實施之減緩政策工具：

一、EUETS：歐盟碳交易。

二、CRC：2002 年推出，針對企業及商業機構的有關排放量交易，是一徹底失敗案例。

三、ESOS：結構化的能源管理組織，進行能源效率評估及節電措施的方案推動。

四、其他的激勵方案：再生能源的收購電價，鼓勵採購低碳車，降低低碳車之各種稅，以及鼓勵興建低碳建築等。

捌、防止碳洩漏：

英國減碳的目標 2027 年以前，已分階段逐漸完成，但另一個問題浮現一碳洩漏。英國幾座大型煤發電廠關閉，達到英國減碳目標。但該電廠搬到其他國家，排放更大量的碳，形成管制漏洞，對歐洲或全球的整體污染而言，碳排放量是增加的，故在全球或區域的交易市場上，應建立相關方案，以避免碳洩漏。

玖、調適策略建議

一、清楚設定目標，排動調適之優先順序。

二、將目標轉化成具體可行的行動，採結果導向方式研訂。

三、核心的政策與行動是影響結果的最重要因素。

四、當地社區與在地產業應共同結合、一起參與，並注重當地特性，及在地的獨特性議題，並能化為行動共同努力。

五、有效的監管與評估方式，落實各項調適方案並評估績效。

第二節 能源部門因應氣候變遷策略

壹、歐盟能源現況

歐盟共計 28 個會員國包括比利時、荷蘭、盧森堡、德國、法國、義大利、丹麥、英國、愛爾蘭、西班牙、葡萄牙、希臘、芬蘭、瑞典、奧地利、賽普勒斯、愛沙尼亞、拉脫維亞、立陶宛、波蘭、匈牙利、馬爾他、捷克、斯洛伐克、斯洛文尼亞、羅馬尼亞、保加利亞、克羅埃西亞。依統計 2014 年歐盟能源消費共計 1683 百萬噸油當量(MTOE)各類能源占比分別為石油 34%，天然氣 23%，煤炭 17%，核能 14%，再生能源

11%，其他廢棄物 1%。歐盟自產能源比例不高，總能源消費中約 53%仰賴歐盟以外國家進口挹注，其中石油進口比重高達 88%，其次為天然氣 66%，煤炭 42%，全年總進口值達 4,000 億歐元。

預估至 2030 年進口依存度仍將持續升高，各類能源的主要供給來源如附表 4-1。

表 4-1 歐盟各類能源主要自非歐盟地區進口供給來源

	石油		天然氣		煤炭	
1	俄羅斯	33%	俄羅斯	32%	俄羅斯	26%
2	挪威	11%	挪威	31%	哥倫比亞	24%
3	沙烏地阿拉伯	9%	阿爾及利亞	14%	美國	23%
4	利比亞	8%	卡達	8%	澳洲	7%
5	奈及利亞	8%	—	—	南非	6%

貳、能源風險評估：

一、石油：依據 2015 年英國石油公司(BP)統計世界石油已證實蘊藏量為 1 兆 7000 桶，預估可開採年限 53 年，惟原油主要集中在中東地區之國家生產，易因地緣政治因素，發生戰爭等政治動亂，而造成油價劇烈波動，且油輪航運交通要塞如荷姆茲海峽等亦存在航運關閉風險。

二、天然氣：依據 2015 年英國石油公司(BP)統計世界天然氣已證實蘊藏量為 187.1 兆立方公尺，預估可開採年限 54 年，惟近年因美國頁岩氣革命，全球液化天然氣(LNG)市場需求增強，長期合約價格與原油連動，歐盟天然氣高度仰賴俄羅斯進口，如何整合、協調管線運輸為所面臨之一大挑戰風險。

三、煤炭：燃依據 2015 年英國石油公司(BP)統計世界煤炭已證實蘊藏量為 8915 億公噸，預估可開採年限 110 年，煤炭具進口來源分散、海運運輸安全等優點且產煤國政治穩定，其風險較低，惟燃燒煤炭之排碳係數高，未來須搭配碳捕捉及封存技術(CCS)發展運用，否則在氣候變遷

之壓力下，繼續燃燒煤炭作為能源之風險高。

四、核能：核能屬準自產能源，排碳量低，以既存之核電廠計算發電成本具競爭性，但其經濟風險包括投資成本高，且多屬沉入成本，而無法預知未來收益，環境風險則包括核廢料及輻射等，且最大的風險來自民意反核聲浪，提高政治風險。歐盟成員國中 14 個國家有核能發電，核能反應爐則有 130 個，裝置容量達 120GW，供應歐盟 27%電力。目前只有 4 個反應爐在建造中，計畫建造者則有 19 個，分佈在比利時、捷克、芬蘭、匈牙利、立陶宛、波蘭、羅馬尼亞及英國，預計至 2022 年歐盟將有 11GW 的核電廠因機組老舊屆齡除役，而新增之核電廠則有限，且自日本福島核災後，歐盟大舉推動核能發電之機會似不可能。

五、再生能源：再生能源為自產能源，可降低能源進口依存度，無排碳量，且無燃料價格風險及運輸風險之顧慮，亦無全球資源耗竭之競爭壓力，但再生能源的經濟風險為投資成本高，且如風力及太陽能發電屬間歇性能源，受天候及季節影響發電量，需大型儲能系統作為備用容量，目前該技術仍在研發中。

參、歐盟能源與氣候政策重點：

一、里斯本條約為歐盟憲法：歐盟成員國共同簽署之里斯本條約於 2009 年生效，在歐盟境內之成員國能源政策基本上不能與歐盟制定之能源政策相違背。而歐盟能源政策即是以永續性、安全性及競爭性為框架，建構單一歐洲聯盟之能源市場為目標。基於各國國情不同，歐盟在能源部門方面，發展再生能源為其共識，但歐盟並不約束或限制其 28 個成員國之國內能源組合。

二、能源與氣候變遷包裹：因應氣候變遷，溫室氣體減量目標入法：

(一) 2007 年歐盟立法通過，明訂 2020 年前達成 20-20-20 目標；即 2020 年時，溫室氣體排放量較 1990 年減量 20%，再生能源占比達 20%(其中運輸部門需占 10%)，能源效率改善 20%。

二、為達成歐盟溫室氣體減量目標，透過以下兩種方式推動：

(一) 排放交易系統(Emission Trade System, ETS)：主要涵蓋範圍包括電

力業及能源密集產業等，其溫室氣體排放量約占歐盟總排放量之 40%。如以 2005 年為基準年計算，規劃至 2020 年排放交易系統涵蓋之產業的溫室氣體排放量須較 2005 年減少 21%。

(二) 各成員國努力分擔決策(effort-sharing decision ESD)溫室氣體減量目標：針對未涵蓋於歐盟排放交易系統之運輸業及住宅建築等，其溫室氣體排放量約占歐盟總排放量之 60%，故要求各成員國透過達成具約束力的年度目標，負擔減排責任。但 28 個成員國可分別依各國條件負擔 20%至-20%不同之差別貢獻。如以 2005 年為基準年計算，實施各成員國努力分擔決策(ESD)後，非歐盟排放交易系統部門總計至 2020 年其溫室氣體排放量須較 2005 年減少 10%，

(三) 2014 年 10 月再積極提出「2030 年氣候與能源政策綱要」：

1. 揭示 40-27-27 目標：即 2030 年時，溫室氣體排放量較 1990 年減量 40%，再生能源占比達 27%，能源效率改善 27%。
2. 排放交易系統(ETS) 溫室氣體減量減排目標，如以 2005 年為基準年計算，須較 2005 年減排 43%。
3. 各成員國努力分擔決策(effort-sharing decision ESD)溫室氣體減量目標，如以 2005 年為基準年計算，各成員國努力分擔決策(ESD)須較 2005 年減排 30%。

(四) 歐盟各成員國可依其國情提報不同之溫室氣體減量目標，並依其再生能源潛力及經濟實力發展再生能源目標，一旦成員國未達所訂之目標減排量則設有罰金處罰成員國。

第三節 農業及林業部門因應氣候變遷策略

壹、前言

IPCC 基於農業在生產過程及林業被利用過程中對於溫室氣體 (greenhouse gas, GHG) 排放量與其他類別(如能源之排放量)同等重要，為利於獨立計算其碳排放量，將其中「農業、林業及其他土地利用」歸類為 AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use)。

貳、AFOLU 重要性：

一、農業在生產過程中包括直接或間接產生的 CO₂、CH₄ 及 N₂O 等氣體，均為 GHG 主要排放源。

(一) 經統計全球 GHG 排放量中屬於直接排放源者，除能源(如發電廠)排放量佔整體 GHG 最高之 35%外，AFOLU 占第二位 24%。

(二) 再細分農業整體 GHG 排放量中，供作人類食用畜禽動物 GHG 排放量高達 40%，合成肥料佔 13%。

二、自 1961 年至 2012 年間全球農業 GHG 排放量由 2.7 百萬噸 CO₂ 當量升高 1 倍至 5.4 百萬噸 CO₂ 當量。且經調查 1970 至 2010 年間 AFOLU 排放量大部分屬於開發中國家所排放。

三、農業在 GHG 排放減量扮演重要角色—無論透過 GHG 排放減量與產業調適必須同時進行。

四、土地利用之 GHG 排放量所扮演角色—土地兼具碳匯或碳源、可以透過土地直接封存有機物(如農業廢棄物)，也可能因為農地過量施肥造成 GHG 量增加；另農地造林或森林砍伐等人類活動，也會對 GHG 排放量有所增減。

參、為估算 AFOLU 排放量，IPCC 透過 UNFCCC 方式來計算

依據京都議定書內容，透過 net-net accounting 及 gross-net accounting 統一格式，轉為各國提報 LULUCF 統計報告，可作為各國 AFOLU 排放量之比較與規範基準。

肆、AFOLU 減量排放與產業調適原則

一、農作物：透過輔導農民針對農地利用/管理方式之改變，可以降低、減緩土地既有碳源，或可以繼續封存於土地，避免、減少 CH₄ 或 N₂O 釋出至大氣層中。包括：

(一) 降低對土地之利用程度(如降低種植面積、密度或休耕等措施)，或改經營種植有機作物。

- (二) 生產過程中導入永續經營及對環境友善概念，適度降低生產效率，間接降低農業廢棄物之產生。
- (三) 減少廢棄物(如稻稈)燃燒。
- (四) 合理施肥，減少氮肥投入農地。
- (五) 有機質堆肥再利用。
- (六) 維持土壤碳匯能力(適度有機肥料投入與改善)。

二、林業：

- (一) 減少森林砍伐，避免作為林業以外用地。
- (二) 永續經營管理林相，維持生物多樣性。
- (三) 避免森林火災。
- (四) 多鼓勵造林。

三、畜牧業：

- (一) 降低飼養密度、飼料量，減少畜禽排泄物量。
- (二) 有效畜禽排泄物處理與再生循環利用(如生質能源)。

四、水產養殖業

- (一) 降低飼養密度、飼料量，減少水產養殖物之 N2O 排放量。
- (二) 透過輔導開發中國家(如中南美洲)實施稻田養殖，或農漁牧綜合經營，有效轉換水生動物產生之含氮廢物，供農作物生長。

五、其他：

- (一) 透過土地種植生質能源，作為石油以外之替代能源。
- (二) 透過消費者需求端之改變(如食用動物養殖生命週期、食物減量或減少食物/材丟棄、飲食習慣改變—減少動物性食材)
- (三) 建築時多運用木材，以取代水泥使用量。

伍、AFOLU 排放增減取決於碳交易價格

- 一、當碳需求增加時碳交易價格上漲，增加 AFOLU 減排潛力。(IPCC AR4)

二、透過公部門提供農民各項輔導措施可能影響 AFOLU 排放量：

（一）當提供輔導措施後當碳交易價格 $\leq$ 農民經營成本，則農民經營方式不會改變，則 AFOLU 排放量不變。

（二）當提供輔導措施後促使碳交易價格 $>$ 農民經營成本，則會影響農民經營方式，間接導致 AFOLU 排放量下降。

第四節 調適個案--荷蘭水上屋

壹、前言

荷蘭是個與海共存的國家，國內水面積占了約 20%國土面積，故國內運河、湖泊、港口及碼頭等各項水利設施盛行，但陸地面積也相對性的減少，由於人口日益增加，現有的陸路地居住基地漸漸不足，故荷蘭政府開始規劃如何利用水上作為居住基地，本日由水上屋的得標地產公司代表 Ton van NAMEN 來為研究團隊進行水上屋實驗區的簡介。

貳、歷史背景

水上屋實驗區建造基地原為海面，位於 18 世紀為重要貿易港區建築物附近，該港區在北荷蘭鹿特丹港口設置後已停止使用。從 1932 年起荷蘭政府在北海上建造長達 3.5 公里的堤壩後開始填海造地，利用大量的堤防及閘門設施慢慢圈出土地。

在阿姆斯特丹部分的水域可以是個人財產，但凡在 1870 年後經由政府填海造出的土地皆屬國有，人民仍可承租使用但不能持有。為了應付陸地逐漸不敷使用的情形，荷蘭政府開始規劃如何以水上空間為建物基地，同時制定建築規範打造出較便宜的居住環境。



圖 4-1 紅頂屋為荷蘭 18 世紀重要港區建物



圖 4-2 荷蘭政府透過堤壩建設與海爭地

參、水上屋設計概念及基本結構

一、水上基地設計概念

上屋設置基地須考量潮汐影響，故必須設置壩堤將內、外水分開，再過閘門來調節水量，讓水面的上升(下降)控制於 50 公分內，同時使用 18 公尺長的樁錨打進水底，固定住於每棟房屋，用以限制水上屋的移動範圍，使其可隨潮水上下移動，而不會飄離基地範圍。



圖 4-3 調節水面用之閘口



圖 4-4 黑色圓柱為固定房屋的樁錨

二、水上屋基本結構

目前已完成實驗的水上屋統一建築規格為底部高 1.5 公尺的水泥基座(長寬可隨建物設定調整)，水泥厚度為 22 公分，成盒狀，其中特別強調一體成型及防水設計，建設公司很有把握地針對防水工法提出 100 年的保固。其建物上層為固定 2 樓半的設計，材料為鋼鐵(H 型鋼)及木材(合成木)，目前建設公司正實驗 3 層樓房屋使否能通過風力及潮汐的考驗(建築成本增加約 10%)。

在室內空間規劃裡，大部分的水上屋主人選擇將臥房設於最下方，直接透過水溫調節室外氣溫，使其達到冬暖夏涼的目的。另外水上屋並無最大寬度的限制，但有最小 7 公尺寬的設定(對應阿基米得原理避免其傾倒)。



圖 4-5 2.5 樓高及正在實驗 3 樓高之水上屋

三、水上屋的打造方式

水上屋的建築必須考量建物本體、船艇停泊及水上小露臺三個固定元素，所有的水上屋都在工廠打造，完成後再使用船隻運送至水上基地，而施工廠房屬於密閉式空間，可不分晴雨不停的建造新的水上屋。另外水上基地主要規劃成兩個區塊，白色建物區為政府統一規劃設計，咖啡色調區塊為人民承租水上權後，自行設計水上屋模組區塊（仍須符合基本結構規範）。



圖 4-6 建築本體、小露臺及船舶停泊皆為統一規劃設計



圖 4-7 白色區塊為政府公共建設，咖啡色為民眾自主設計區

四、維生管線設置

水上屋所有的維生管線(水、電、天然氣)均通過政府所有權屬的走道公設，再逐一透過建物前方集線箱連結至水上屋，各管線皆為彈性設計，需可承受 2 公尺的潮汐浮動考驗(基地盡量維持 50 公分以下調節)，汙水處理部分則先匯集至汙水處理槽內，再透過幫浦抽至管線內統一送至汙水處理廠。



圖 4-8 每戶建築門前統一的集線箱內部構造



圖 4-9 所有管線採彈性設計(本圖為堤壩上建築示意)

五、消防安全設備

在消防安全的觀念上，水上屋的建築亦須符合荷蘭的消防法規，在保險上秉持風險管理概念必須強制保火險，另外，在公設區域必須設置防火牆，以利居民逃生使用。同時消防栓管線必須和陸地上的管線相接，介紹人 Ton 則表示對於消防栓的設置概念十分不解，為何不能直接在屋邊設消防幫浦抽水救災，將持續與政府溝通。



圖 4-10 防火牆設置，提供居民低姿勢避難



圖 4-11 連結陸地之消防栓

肆、水上屋營運概念

荷蘭政府提出水屋設計案時，該得標公司僅以簡易的設計規劃，加上願意以政府合作修正企劃的態度取得標案，在標案的取得後即同時取得水上基地 50 年的承租權，該承租權在建物完成交給民眾時一併轉移，建設公司僅負責建物保固維修責任，而取得建物的居民則擁有建物所有權，但水上基地仍需向政府承租。另外建設公司亦開始考量設定水上商業區及旅館區，唯其逃生及安全設施規範還在與政府機關洽談制定中。同時公司以經驗針對其他國際間水上屋的需求開始為各國設計符合需求的水上屋。

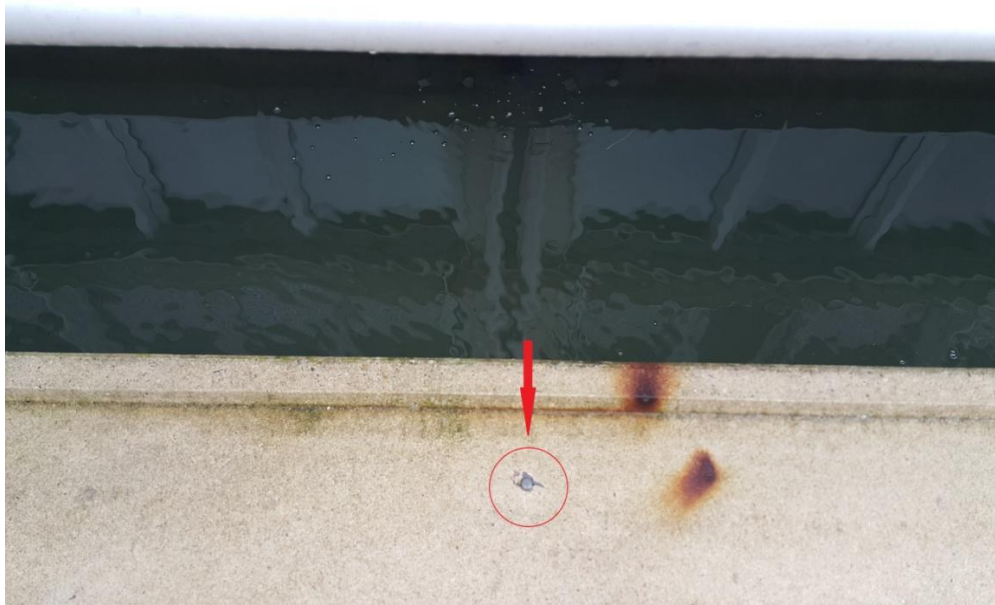


圖 4-12 水上屋的水上權透過通道上的小釘子來做劃分

第五節 荷蘭三角洲研究院

壹、三角洲研究院背景

由 Human van den Most 向研究人員簡報，重點摘要如下：

- 一、介紹三角洲研究院設置方式、任務、財源，及近年與臺灣及東南亞主要合作計畫內容(與我國合作對主要為成功大學)。
- 二、三角洲研究學院屬於荷蘭的獨立法人機構，成立宗旨系創造適合在三角

洲生活的方式，從河到海能夠讓人們適應生活；是介於學術機構及工程顧問公司性質的單位，與政府部門有交流，主要從事研究，並提供高端的顧問諮詢服務，領域包括洪水的風險管理、水資源的管理、水資源方面的基礎設施、生態環境的永續規劃等；也有涵蓋公共行政、經濟、社會科學以及政策分析這些領域的研究。工作人員大概有 800 到 900 間，來自 28 個不同的國家(有 30%的女性)，每年的收入平均是在 1 億到 1 億 2 千萬歐元左右，其年度計畫中 2/3 來自荷蘭國內(政府及民間)委託，另有 1/3 來自國外委託。

(一) 研究院在東南亞的一些計畫，

1. 新加坡，Marina 灣提供諮詢。
2. 杜拜，人工島工程。
3. 韓國，公共工程部門在一些河流的工程有合作。
4. 荷蘭，的洪水預測，利用 FEWS (flood early warning system)系統軟體，這個跟美國有比較多的合作，跟臺北大學合作者也是主要項目之一。
5. 越南，湄公河三角洲計畫。
6. 泰國，2011 年時曼谷水患，研究院提供建議協助泰國改善。

(二) 研究院跟臺灣的聯繫

1. 2014.07 臺大李鴻源教授
2. 2014.12 臺北的水利局
3. 2015.06 交通大學
4. 2015.07 臺灣公務員氣候變遷班
5. 2015.08 臺北市的都市發展局
6. 2012 年與交大防災與水環境研究中心簽署合作

(三) 研究院的設備及資源：研究院有大型的水工模型實驗室，可進行一些水利方面的測試，例如測試沿海地區的建築物如何抵抗海浪。

(四) 研究院注重「知識分享」，所以有非常開放的平臺，包括軟體、開放的原代碼(目前開放一百多國使用)；學院也會舉辦一些研討會，分

享知識。主要也希望聽到其他國家的意見及投入。例如舊金山灣，透過這樣的平臺來去測試 1D、2D、3D 不同的應用，這個 3Di 軟體目前跟交通大學的「防災與水環境研究中心」有合作，未來也會跟雲林、臺南建立這樣類似的合作關係。透過建造適用於臺灣的模型，從雨量來預測如何疏洪，如何因應。並利用 3Di 軟體及 3D 眼鏡看到虛擬實境的效果。

（五）研究院的經驗

1. 可用造灘對抗沿海侵蝕，也就是把沙子埋在沿海地區，然後透過海流自然會平均分配在沿海地區，這種方式在臺灣的西南沿海地區可以參考，與其用傳統水泥堤防的方式抵抗，不如用造灘來防止沿海侵蝕。
2. 荷蘭堤壩是世界聞名的，研究院也從事跟堤壩有關的監測工作如果今天的確有淹水，必須要疏散當地的居民，而如果堤防塌了，又會延伸什麼問題？我們希望能夠預估這種情況的發生，另外也會進行一種大規模的測試，透過這樣的測試，可以改進並加強研究院的知識，同時在地質技術方面，也可以瞭解到底堤壩有哪些失敗的機制需要改善。

三、概述都市氣候變遷調適策略與措施：

以荷蘭治水經驗，透過整體都市空間規劃設計，運用設置閘門、運河、填土墊高房屋，及坡度排水及實施餘水再利用方式，並導入生態管理改念，都市空間中設置多處綠地或公園大量種植樹木類似海綿效應，以吸收土地多餘降水，可有效降低居民淹水威脅。

- （一）烏克蘭國家的氣象局針對未來氣候變遷所做的一些預測，氣候變遷導致降雨量大且快速，還有乾旱問題非常嚴重，所以希望未來能夠建立具有氣候調適能力的城市。
- （二）未來的都市規劃要有新的觀念，加強應對乾旱、洪水，或是地層下陷這些問題，另外希望能透過一些措施，改善都市環境跟生活品質，且在景觀方面也能做些調整。
- （三）所以採取按部就班的規劃的來加強對氣候變遷的調適；有三大驟；第

一、必須要來盤點哪一個部份脆弱；第二、就是要研擬策略來減少脆弱性或是加強調適；第三、選擇調適的辦法。所以研究院推出了壓力測試，來瞭解都市什麼樣的條件會產生什麼樣的壓力。

(四) 脆弱度盤點，不僅是光是考量物理方面的因素，包括水、水源、或是氣候，同時也要看在治理方面，主政者在治理方面有什麼地方可以改善，當然要做這樣子的東西是很復雜的，要針對很多不同的因素進行分析，包括災難、風險、調適方面。

(五) 透過 3Di 工具可以看到問題最嚴重得地方在哪裡，這樣的三維的方式能夠一幕了然的看見問題的所在；另外洪水，乾旱的問題對於地下水的影響以及發揮的問題，針對地下水有模型有工具能瞭解氣候變遷對地下水的影響，也能透過工具瞭解都市地區哪裡炎熱，土地下陷的問題也可以透過模型去分析。

(六) 而何謂風險呢？風險就是事情可能會發生可能性乘以他的潛力，預防風險之前，我們必須要先瞭解他的潛力，所以我們會分析基礎建設，讓我們瞭解發生的潛力，那這些基礎建設包括，車站，電信公司，醫院，老人中心，工廠等等…，因為這些基礎建設對於我們的生活來說非常重要，所以我們也需要特別賦予保護，那麼在做這個的風險評估之後，我們也必須針對一些官方監測到最常使用基礎建設這些的人他們所面對的風險，往往我們的注意力會注意在公共部門上比如說政府單位或是市政府，縣政府或是水利局等等……但是事實上，氣候調適這問題上，影響到私人以及私營公司，很多不同的人都會被影響，包括私人的屋主，房產開發商，或是一般的商店都會受到影響，所以在規劃氣候調適也要讓私營參與，當然我們也必須要針對這些人做相關脆弱性的分析。

(七) 例如美國紐澳良市，就針對洪水對於收入社會情況做分析，所以在分析過程中也要考慮很多因素包括政策、立法..所以我也必須要分析，比如在建設基礎的建設的人有沒有能力在執行工作的時候有沒有考慮到氣候調適的問題。

(八) 另外也要考慮到基礎建設的維修執法單位是否能夠確實執行工作，以及整個組織是否能夠適應先進的、新的技術，當然還有財務方面的

問題，是否能夠提供需要的資金來進行這些基建的建設，所以我們必須針對現有的治理體系進行優、缺點的分析，如此以來我們才能夠正確的、以及充分的瞭解現有的都市的體系面他到底脆弱的地方在哪裡、哪些部份需要加強。

(九) 接著，思考透過哪些策略來去減少這些脆弱，並加強我們的韌性，或是採取怎樣的方法、比如說加強我們在營建的能力，或者呢我們採取不同的做法並加強應對災害的能力、復健的能力，另外我們也能加強我們調適的能力，並思考如果問題發生後是否能夠去適應這樣的改變。

(十) 在荷蘭其實把關的能力一直都是研究院的重點，「問題發生之前先把問題控制住」；跟我們完全相反的就是孟加拉，他們完全沒有著手於預防，而是在問題發生之後怎麼樣去處理；所以坦白說在制定一個策略的時候，兩者都必須要注意到，我們如何在中間達成平衡這是一個重點。研究院針對洪水災害，規劃三個層面，首先須有完善的預警，有關洪水的預警以及應急的一些做法；第二個層面是在整個洪水應變的規劃；最後是能夠建立堤壩，或相關設施來預防洪水的問題變的更嚴重(減災)。

(十一) 最後選擇調適方面的方案，這其實不簡單，我們在研究過程中就找出好多好多不同的方案有上百個不同的可能性，軟性的措施就有一百個比如說緊急應變的策略或是保險等等所以在這種調適的措施方面要找出最好的，洪水發生的時候，或是乾旱發生的時候可以保護我們。荷蘭可利用模擬來做最好的措施，可以幫助建築師工程師有最好的做法。

(十二) 這個過程不可能獨力完成，研究院用互動功能的觸摸螢幕來讓大家表達意見，針對都市區域我們按部就班做氣候的調適計畫，每一個部分都有相關的工具輔助，例如：氣候調適的 APP 可以在網路上下載，有一百多個氣候調適的措施可以把順序排出來找出適合。這個 APP 有開放空間，有不同的選擇措施，參與者透過觸摸式電腦可以選擇出他們下一的輔助工具。

貳、參觀研究院內水工實驗室

一、造波試驗池(wave basin)

Delta 內灣(The Delta Basin)為一個大且多向的淺水造波試驗池(50x50m)，配備了 2 個多向造波器，有 180 個波浪板(100+80)，放置彼此成直角。造波器能夠產生任意頻率，及方向的長峰或短峰的波浪。藉由模擬實際地形及邊坡地質，並由造波機模擬不同的頻率、方向、能量的波浪以研究海浪和海流對防波堤、海堤、碼頭和橋墩影響。並可模擬海岸及洪水防禦措施的效果，以保證三角洲地區的安全。

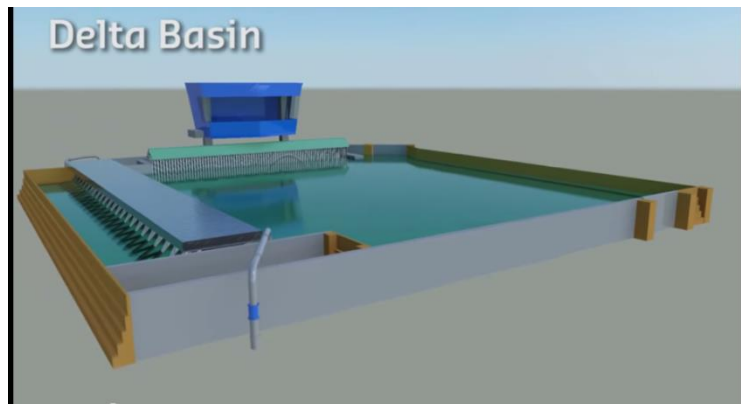


圖 4-13 Delta basin 模擬圖



圖 4-14 Delta basin 現況圖(正在建構地形及地質模型)

二、荷蘭運河閘門啟閉與船舶進出影響研究

荷蘭運河內的水都是淡水，而航運會有海水入侵問題，這是模擬鹿特丹運河閘門啟閉與船舶進出，如何避免海水入侵以及提升航運效能的測試，透過參數設計及預設可能的現象，以此水工模型模擬實際操作時的現象，及觀察可能產生的狀況，並構思策略因應或思考控制模式來達到希望的效果，未來希望整個船隻通行可在 12 分鐘內完成，並避免海水入侵。



圖 4-15 鹿特丹運河閘門啟閉與船舶進出模型(深色是海水、淺色是淡水)

三、埃及委託發電廠冷卻水泵浦抽水效率與水攪流導入空氣之影響研究

埃及阿拉伯聯合大公國魯韋斯(Ruwais)附近有個發電廠，委託研究院分析、模擬、冷卻水的吸入及出水，以利設計經濟、安全設施。

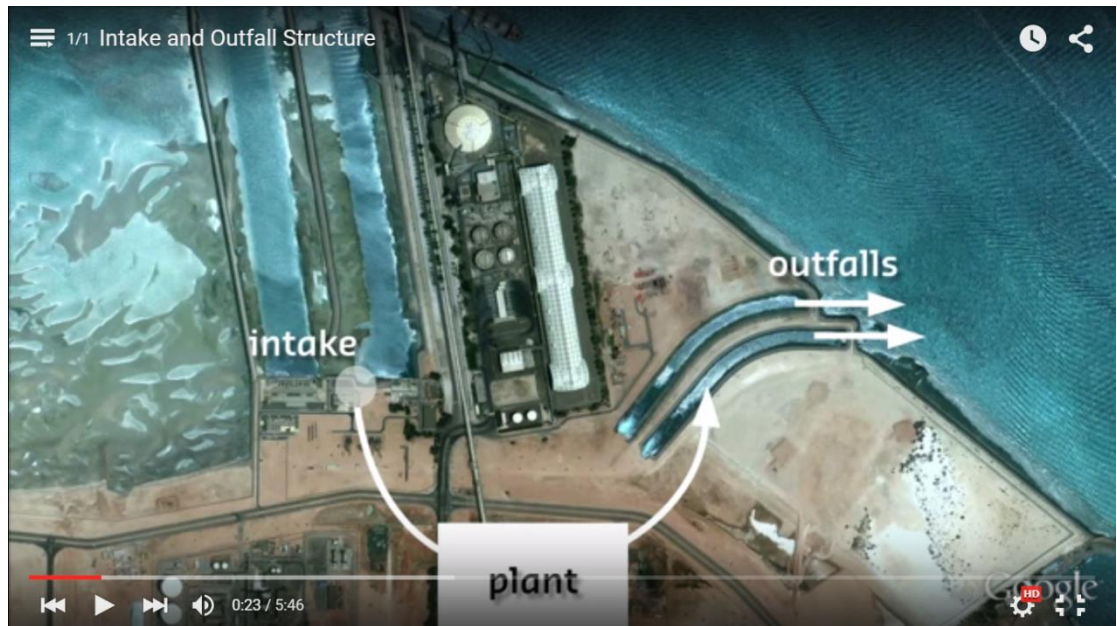


圖 4-16 埃及發電廠冷卻水泵浦抽水效率與水攪流導入空氣之影響研究模擬圖



圖 4-17 埃及發電廠冷卻水泵浦抽水效率與水攪流導入空氣之影響研究實驗情形

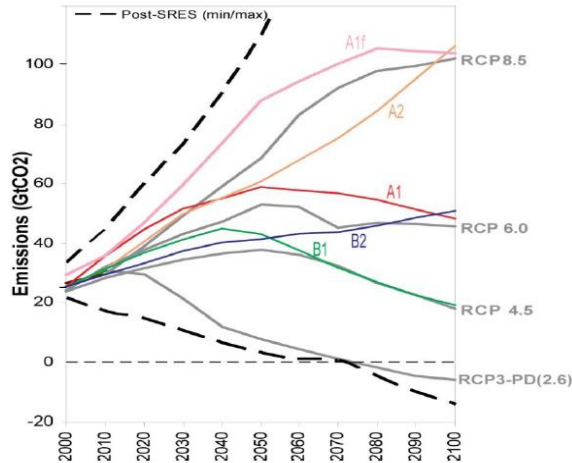
第五章 氣候風險因應

第一節 氣候變遷對水資源的影響

本堂課主要係講授氣候變遷對水資源的影響，講座 Patrick Willems 教授是比利時天主教魯汶大學(KUL)土木工程學系水利工程組教授，專精於水文極端情境統計分析、水文時間序分析、統計降尺度模型分析、氣候變遷對水文水利的衝擊分析及河川與城市排水模型研究等，另在空間雨量、河川集排水、河川洪災、河川水質、污水綜合排放等水系統模型研究亦為其專長，是比利時水資源管理、水利工程及氣候變遷的專家學者。

壹、氣候變遷影響分析

依據聯合國政府間氣候變化專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，縮寫 IPCC）評估報告指出，自工業革命後人類活動及生產大量排出二氧化碳等溫室氣體（GHG）至大氣中，並且有逐年急遽增加趨勢，而過多的溫室氣體導致氣溫升高。在 IPCC 第 5 次評估報告中，是以「代表濃度途徑」（Representative Concentration Pathways，縮寫 RCP），來表示 4 種未來變化的情境(途徑所指的是濃度的變化歷程)。RCP8.5 的情境係指每平方公尺的輻射強迫力在 2100 年相較 1750 年增加了 8.5 瓦，以此類推，RCP6.0、RCP4.5 與 RCP2.6 係代表每平方公尺的輻射強迫力分別增加了 6.0、4.5 與 2.6 瓦。在這 4 種情境中，RCP8.5 是個溫室氣體排放增加(高濃度)暖化加劇的情境(輻射強迫力在 2100 年呈現持續增加趨勢)；RCP6.0 與 RCP4.5 是屬於暖化平緩的情境(輻射強迫力約在 2050 年呈現減緩趨勢，在 2100 年呈現穩定下修狀態)；RCP2.6 則是個暖化減少的情境(輻射強迫力在 2100 年呈現下降趨勢)（如圖 5-1）。相較以往的情境模式 Special Report on Emissions Scenarios(SRES)，RCP 情境模式係先考量排放濃度與太陽輻射強迫力等因素，再考慮排放情境、社會、經濟、人口等因素（變動大且原因複雜），此部分與 SRES 所採評估程序相反，其較具效率並可節省評估時間，且有更好的綜合性及一致性，希望能更精確有效的評估分析氣候變遷下的影響、調適、脆弱度及減緩等（如圖 5-2）。



RCP 8.5	Rising radiative forcing pathway leading to 8.5 W/m ² in 2100
RCP 6	Stabilization without overshoot pathway to 6 W/m ² at stabilization after 2100
RCP 4.5	Stabilization without overshoot pathway to 4.5 W/m ² at stabilization after 2100
RCP 2.6 (RCP3-PD)	Peak in radiative forcing at 2.6 W/m ² before 2100 and decline

圖 5-1 RCP 溫室氣體排放情境

RCP vs. SRES greenhouse gas scenarios

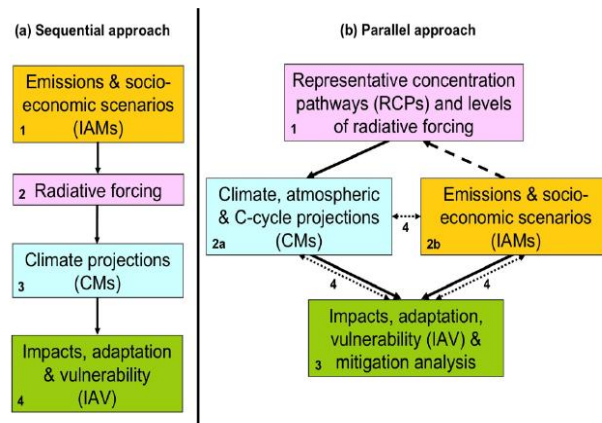


圖 5-2 SRES（左）與 RCP（右）溫室氣體排放情境之比較

另 Patrick Willems 教授並介紹氣候變遷影響評估所採用之動力降尺度模型與統計降尺度模型，透過降尺度與時間及空間數據交叉統計分析，可評估顯示氣候變遷對全球(針對大氣、海洋、土地等分析)、大範圍區域（如歐洲）、小範圍區域（如比利時）及特定區域（如城鎮）的影響與衝擊（如圖 5-3），例如區域洪災的影響評估。由於大尺度及單一區域模型不確定性高，爰可透過全球與區域模型的整合與綜合分析，以對氣候變遷的影響有較準確的評估，並應用在減緩與調適作為上，另各區域特殊現象應納入情境模型 (結果)偏差校正考量。

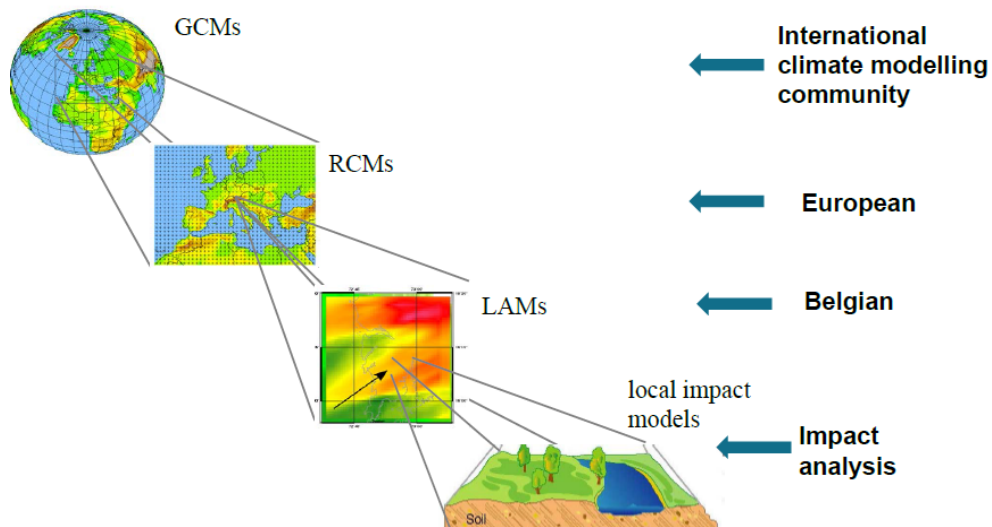


圖 5-3 統計降尺度模型

以比利時為例，依據過去及未來氣候情境模型計算推估，溫室氣體排放增加使得全年氣溫上升，夏季尤為明顯（如圖 5-4），又冬天雨量小幅增加及夏季雨量大幅減少的趨勢愈加明顯，但夏季強降雨機會增加，並可能造成洪災或乾旱或熱浪等。溫室氣體使得氣溫上升氣候變化加劇，洪災及強降雨發生機率上升（如圖 5-5）。但其仍存在不確定性，影響因子有未來溫室氣體的排放量、氣候的物理變化，應用統計數據的差異性等，而每個國家或地區的位置、季節及氣候特性亦使氣候變遷的影響評估更為複雜不易。

Uccle, mean monthly temperature (1961-1990 -> 2071-2100):

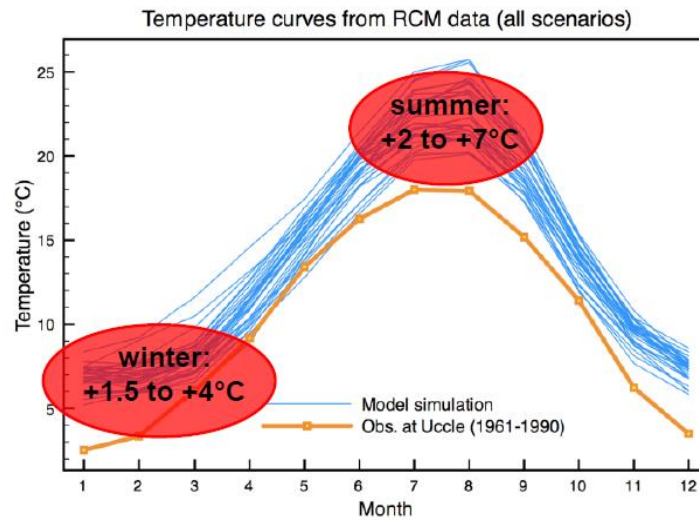


圖 5-4 氣溫上升預測圖

Increase of greenhouse gasses in atmosphere



Temperature rise



Saturation concentration of air vapour increases

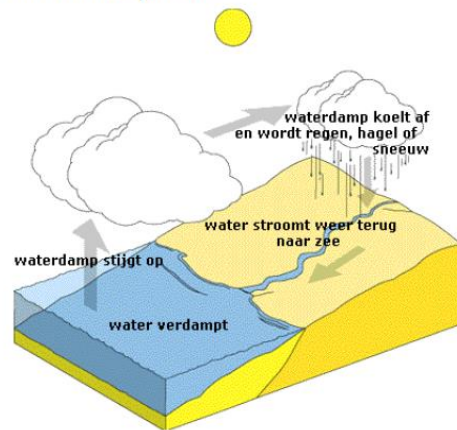
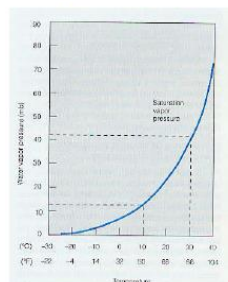


圖 5-5 溫室氣體增加與氣溫上升及降雨關聯性示意圖

因氣候變遷的影響，若發生千年洪災，且海平面上升 2 公尺最壞情形推估，比利時沿海大部地區將被淹沒，並包含布魯日在內的城市（如

圖 5-6)。

KU LEUVEN Climate change impact results

Coastal area:

Dune breaching risk + flooded area: 1000 years

“Worst case”

climate
scenario 2100

(sea level rise
+2 m)

CLIMAR

waterbouwkundig
LABORATORIUM

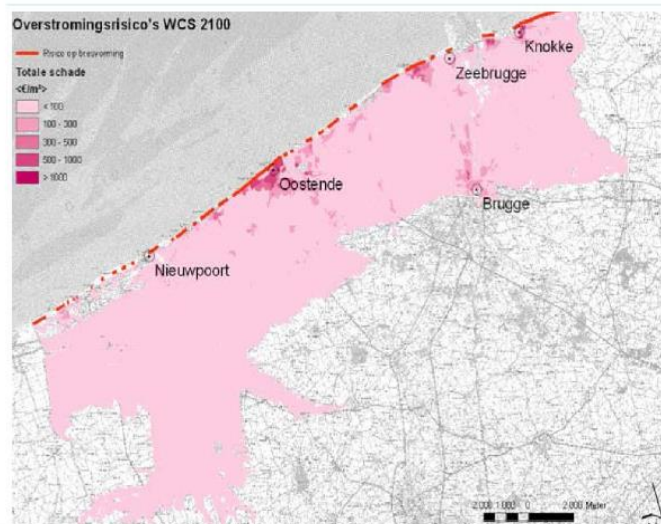


圖 5-6 比利時千年洪災頻率（含海平面上升 2 公尺）推估影響圖

另一個是都市化帶來的惡果，與溫室效應相近，因都市化造成過多的柏油鋪面及水泥設施，使得雨水無法滲透入地底土壤，儲成地下水，造成水資源匱乏，無法於乾旱時抽取利用，並因強降雨雨量過大，一時宣洩不及，造成都市下水道及河川無法負荷，溢流成災（如圖 5-7）。而都市化與溫室效應均導致氣溫上升，極端氣候容易發生，會造成洪災或乾旱等災害。為防止情況繼續惡化，我們應積極做好溫室氣體減排(降溫)與水資源管理工作。

High population density / spatial planning / high fraction pavement:

- more and quicker surface runoff: increase in flood frequency
- less infiltration: reduced water availability
- higher vulnerability to floods (increase in damage)

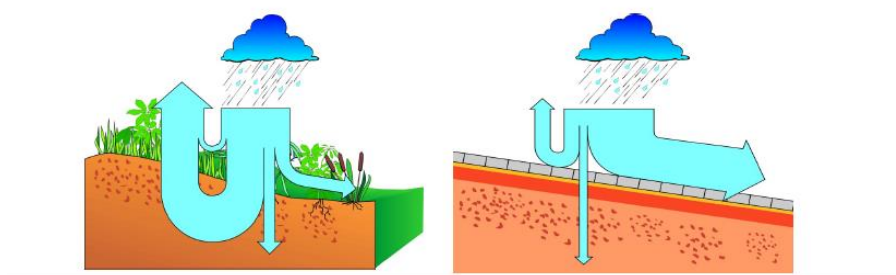


圖 5-7 地表都市化結果對照圖

Patrick Willems 教授提醒，評估氣候變遷的影響應要有長時間數據分析，以免氣候震盪等短期自然因素影響評估結果，造成錯誤的決定。而長時間數據分析結果，也較客觀較能確立氣候變化的趨勢，以採取適當的減緩或調適策略（如圖 5-8）。Patrick Willems 教授亦說明當我們評估氣候風險時，應重視氣候風險所可能帶來的後果（災害），倘後果預期嚴重，則不管可能性如何，風險系數必隨之升高（ $\text{Risk} = \text{Probability} + \text{Consequence}$ ）。爰不能將氣候變遷之不確定性，作為不積極採取減緩或調適行動的藉口，因高氣候風險（災害）所可能造成的人命及財產的損失是非常巨大難以負荷的（氣候保險概念）。就像房屋火災險一般，倘沒有保險，損失將難以承受。而所採用的減緩或調適行動(計畫)應保持彈性，以可調整因應現在與未來的氣候變化與實際需求，並應投資精進氣候變遷評估模型，以取得可靠數據，作為決策參考。

Historical trend analysis

Future climate trends and oscillations?

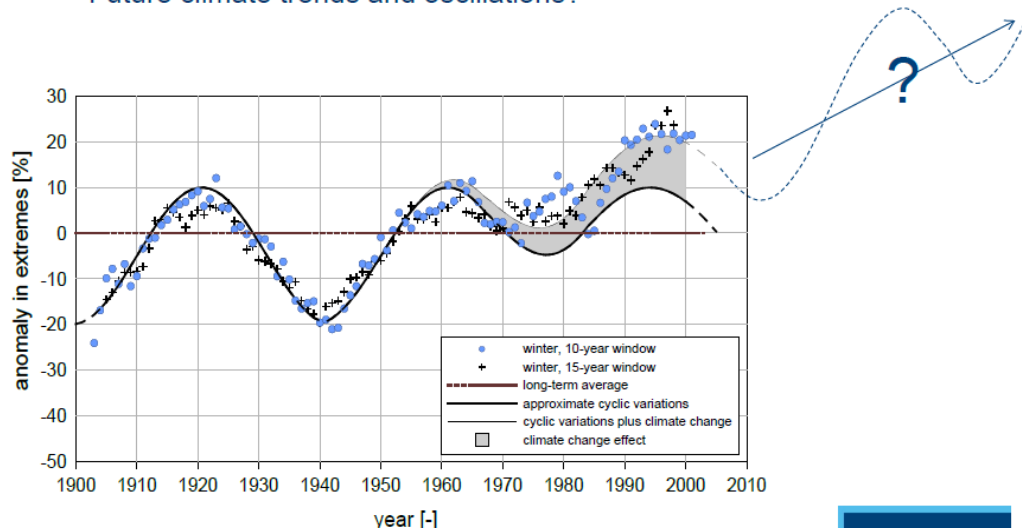


圖 5-8 氣候變化趨勢分析及影響

貳、氣候調適策略

Patrick Willems 教授關於氣候變遷對於水資源的影響，以比利時為例，提出 3 項策略用以調適：

一、從水源頭管控

像是垃圾廢棄物處理概念，即回收再利用、燃燒、丟棄等。建議從雨量源頭開始管控，設計引導雨水進入池塘、土壤（植草磚）、家用蓄水槽(含滿溢滲入土壤設計)及滯洪池等，以避免過多雨量或強降雨使得河水暴漲及地下水道溢流，造成洪災及土石流，另並可帶來都市綠化、雨水回收利用及豐沛地下水的優點，以調適旱災及熱浪等災害，也符合成本效益。這需要水資源管理與都市計畫部門共同努力營造，以改變以往水泥森林都市型態，朝海綿城市規劃，以利都市永續發展與自然共存（如圖 5-9）。



圖 5-9 都市綠化及滯洪綠帶

二、建造蓄水防洪設施

從水源頭控制是最佳選擇，其次則是建造蓄水防洪設施及滯洪池，以因應過多雨量或強降雨所可能帶來的洪災。都市及鄰近非都市地區防洪設計需共同考量整體規劃，並以先前所提氣候保險概念，選擇適當地點設置滯洪池或蓄水防洪設施，並可採智慧匣門設計管理儲排水（如圖 5-10）。

Flood control reservoirs river Demer: Schulensmeer en Webbekom

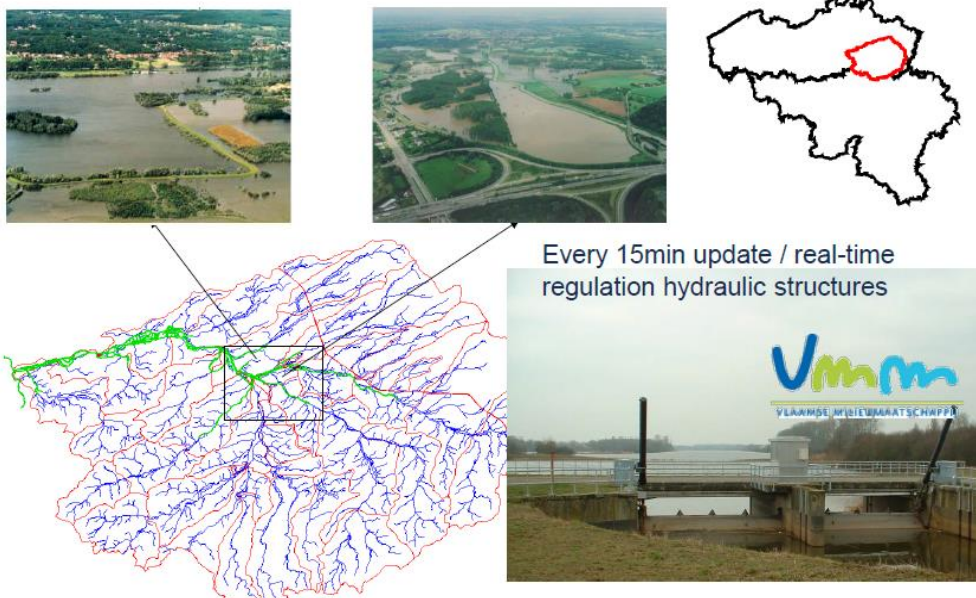


圖 5-10 蓄水防洪設施（滯洪池）

三、有效阻（排）水

透過階梯式河岸設計、河堤及活動式(感應式)防水擋板（如圖 5-11、5-12），以有效集中洪水，避免低窪地區淹水，再加上前述水源頭管控，可有效引導水流，降低災害損失。另 Patrick Willems 教授並介紹比利時因西北方海風強勁浪潮驚人，為防護沿岸土地與居民安全，除建造強化防波堤以防潮禦浪外，另採人工養灘與建置離岸沙洲(潛沒式沙丘)及綠色海堤(植被)等方式，以減緩浪潮衝擊，加強海岸防護。

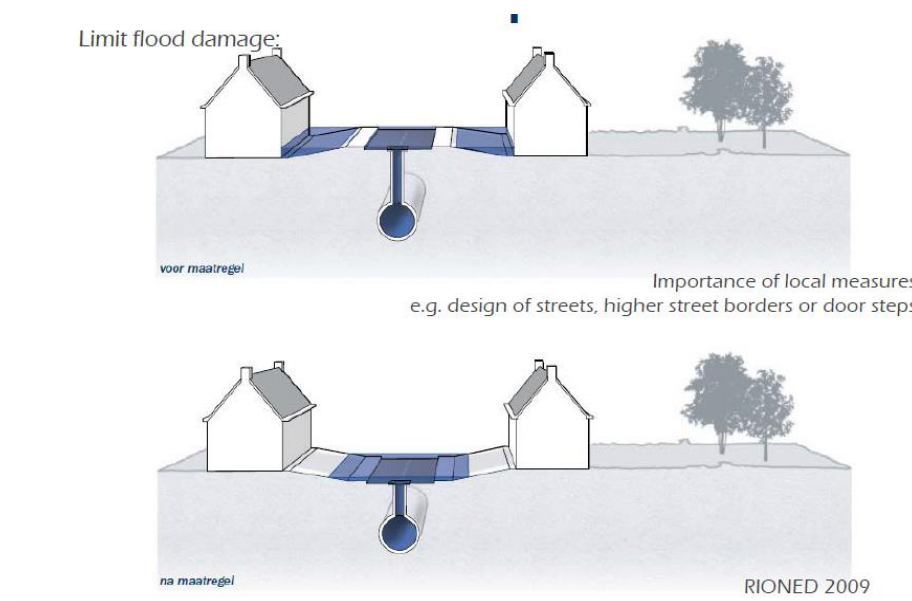


圖 5-11 階梯式河岸設計

Keep the people away from the water (rather than keeping the water away from the people); or “water proof” buildings:



Foot paths that can rise automatically to form flood barriers:



Water proof doors:



Dry proof buildings:



Water proof slides:



圖 5-12 活動式防水擋板設計

參、結論

氣候變遷對水資源的衝擊日漸嚴峻，未來洪災及水資源匱乏等發生機率升高，Patrick Willems 教授總結建議應檢視現有的水資源管理、空間規劃、城市設計及建築法規等，並採取積極調適作為，以因應氣候變遷與極端氣候事件所帶來的衝擊。另有關洪災監測預警方面，應善用監測(雷達)系統，並強化警報發布時機、民眾疏散及全民防災意識等工作，以減少洪災帶來的損害。

第二節 能源企業觀點

本堂課主要係講授從企業觀點來看歐盟的氣候變遷的相關作為，講座由歐盟最大的易昂能源集團 Vera Brenzel 女士擔任，Vera Brenzel 女士從 2013 年 7 月開始擔任意昂集團布魯塞爾辦公室的主管（Head of EU Representative Office）。Vera Brenzel 擁有德國慕尼黑大學的工商管理學位，同時也曾在歐洲學院研究並且取得該學院的歐洲經濟高級研究文憑（Diplôme d' études approfondies en économie Européenne）。她也曾經在歐委會對外關係總司服務，從 1992 年至 2007 年她在 VEBA-Konzern 負責產業發展、經濟和公共事務。自 2007 年開始與 E.ON SE 合作，她首次獲委任為副總裁，主管政治事務及企業聯繫部門直到 2013 年（如圖 5-13）。



圖 5-13 E.ON 能源集團布魯塞爾辦公室人員

壹、關於易昂集團

易昂集團（E.ON）是歐洲最大的能源公司，總部位於德國杜塞道夫。該企業在能源技術相關領域領先全世界，其營業區域以歐洲的天然氣、電力、再生能源為主，經營的業務包括：提供及銷售工業部門及民間用戶電力、天然氣，另外也透過當地供應商銷售。該集團銷售的電力來源，除由 E.ON 旗下的電廠生產，也包括其購買其他民間發電。天然氣的銷售情況與電力類似，營業範圍包括從天然氣開採、運輸、代理及對消費者的直接銷售等等。

該集團商業重心主要集中在中歐，包括德國、奧地利、瑞士、捷克、斯洛伐克、荷蘭和羅馬尼亞等等，在這些地區電力及天然氣的市場占有率超過 60%。此外，該集團也在英國、美國、義大利、西班牙、俄羅斯、法國等跨區域泛歐洲，從事天然氣及能源交易。該集團服務客戶達 3200 萬以上，經營的輸配電網路長度超過 70 萬公里。

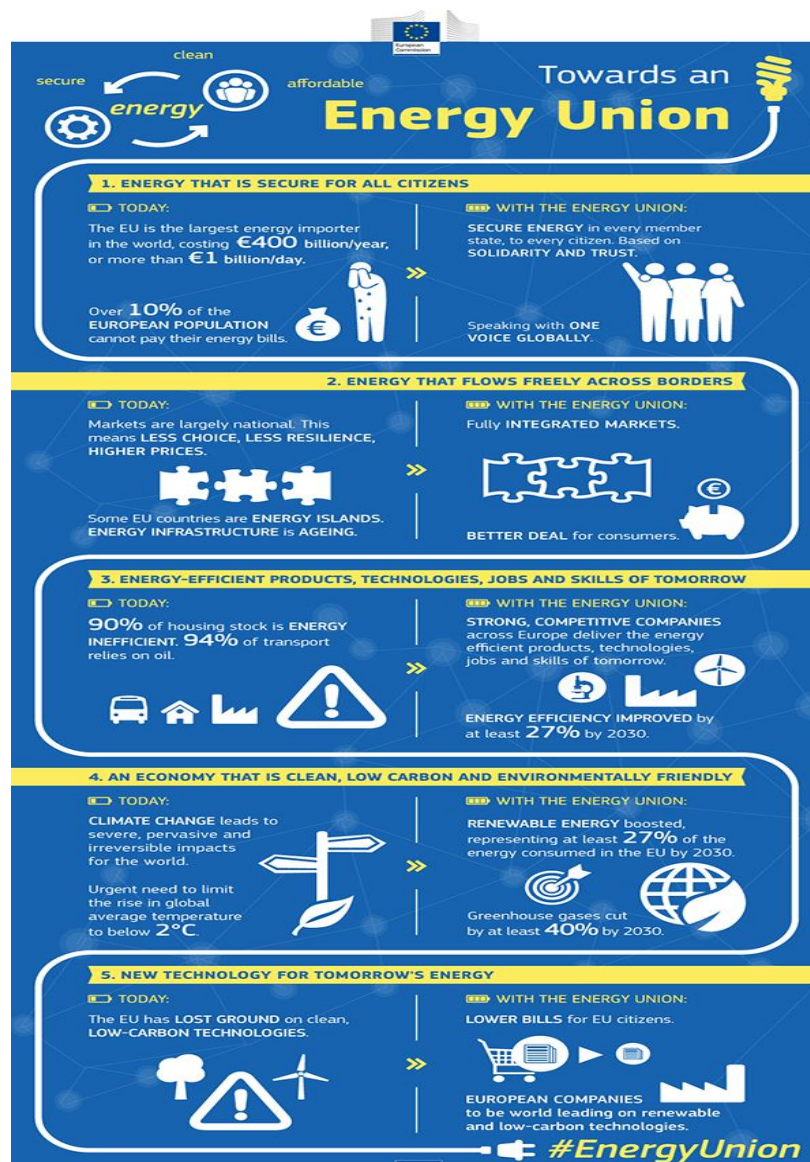
2014 年 12 月 1 日 E.ON SE 宣布，公司將一分为二，其中原有的公司將聚焦可再生能源，而另一間新成立公開上市的公司，其營業範圍將以傳統能源、全球跨國際能源開發、生產及貿易，以因應國際能源市場急速變動及相關資產配置，而該新公司將於 2016 年起與 E.ON 正式獨立出來。

在課程中 Vera Brenzel 一再提到，易昂集團雖然來自德國而且是德國最大的電力公司，為何需在布魯塞爾設置辦公室，公司考慮的因素包括，布魯塞爾是歐盟總部所在，在布魯塞爾有 8000 個遊說代表，還有超過 2000 名的媒體記者，而公務員的人數更高達 35000 個以上，另外還有近萬名的見習生，就政治的重要性而言，除了美國華盛頓外，是世界上第二重要的政治城市。易昂集團布魯塞爾辦公室業務主要是負責集團與歐盟聯繫，蒐集歐盟能源聯盟能源整合動向，各國能源發展狀況，也就是以政府機關為主要對象，同時也負責集團對外的宣傳，以及高級主管拜會歐盟相關組織的聯絡安排。

貳、歐洲能源聯盟

有感於對俄羅斯天然氣的過度依賴，並為整合保障歐盟各國的能源供應，2015 年 2 月初歐盟正式宣布成立歐洲能源聯盟，其成立的目標主要包括：保障能源供應安全。建立一體化、具有競爭力的內部能源市場。降低能源需求，提高能源使用效率。加強利用可再生資源。加強投入研究與創新，以發展綠色技術。

回顧歐盟能源聯盟發展歷程，早在 1990 年前後，歐盟就提出建立歐盟單一能源內部市場的倡議，同時也在 1992 年發布指令文件。能源聯盟的推動與設立，其中 2009 年發生的俄羅斯與烏克蘭“天然氣斷氣”危機，是歐盟正視自身的能源供應安全問題的重要轉捩點。其次，2014 年的俄烏衝突，更成為歐盟建立歐洲能源聯盟的主要推動力，歐洲能源聯盟就是在這樣的歷史背景下逐步推動建立起來（如圖 5-14）。



歐盟之所以建立歐洲能源聯盟，其主要目的是各會員國希望能擺脫對俄羅斯天然氣的依賴。據歐盟統計局的統計數據，歐盟每天需支付進口能源 10 億歐元，其中進口的石油和天然氣 1/3 來自俄羅斯。但受客觀條件的限制，能源聯盟要想達成原定目標仍面臨重重障礙，其中最重要有下列幾項。

首先是各國仍以各自利益為第一優先考量，各國間利益並不一致。歐洲能源聯盟主要目標是強化歐盟，將整個歐盟整合成一個整體市場與俄羅斯進行能源談判和貿易，強化全歐盟能源消費市場對俄羅斯的優勢地位，保證歐盟的能源安全。但由於各國的經濟能力、產業狀況及利益訴求不同，如何協調及齊一各國間的策略，並兼顧各會員國的最大利益是艱困的挑戰。

以德國為例，德國是歐盟成員國中的能源進口及消耗及的大國。策略上雖然也支持能源聯盟，但是與俄羅斯維持良好關係，也是德國的重要政策。由於 2011 年天然氣管道開通，俄羅斯經過波羅的海出口到德國的天然氣數量持續成長，並獲得優惠的天然氣價格，所以如何讓德國適當保有既得利益，並進而增進全體歐盟的最大利益就是一大困難。其次，以拉脫維亞為例，該國的能源自由化仍無所進展，主要原因是天然氣市場受 Latvijas Gaze 公司壟斷及控制，而更麻煩的是該公司 34% 的股份屬於俄羅斯天然氣工業公司，所以拉脫維亞的天然氣市場如何擺脫俄羅斯的控制，也是一大困難。

此外，目前歐盟範圍內還有 15 個成員國實施能源價格管制度，如何說服這 15 個成員國開放市場，推動歐盟能源市場自由化，也是另一項艱困的任務。同樣的在可再生能源使用、提高能源效率等方面也依樣面臨許多問題，尤其再生能源基本上是由各國自行發展，資源如何整合與配置也將是很大的挑戰。除了再生能源外，歐盟的核能發電也是另一項課題，各國對核能發電政策更是各自為政，如眾所周知德國已宣布將逐步廢止核能電廠，而法國則是成為核能發電輸出國，各國核能政策也面臨彼此間協調與整合。

傳統能源發電設施老化是目前歐盟各成員國普遍存在的現象，再加上既有核電廠面臨運轉期滿退役等問題，這些問題均可能影響歐盟民眾

的生活及相關的經濟發展，但這些問題均非一朝一夕能夠解決。

最後就以分散能源來源，以確保能源供應安全而言，短期內要找到替代俄羅斯的天然氣供應市場，以降低對俄羅斯天然氣的依賴，更是重大的困難。這不僅是俄羅斯天然氣供應量占歐洲消費市場的 1/3，而且是要從利比亞、安哥拉、伊朗、亞塞拜然、土庫曼等國增加天然氣的進口量，因受限於輸配管線等基礎設施不足，短期內仍是無解。由於易昂集團本身是能源產業，歐盟及各會員國的能源政策將對能源的生產、輸送、供應及銷售影響至鉅，因此即時掌握相關資訊並分析研判未來可能發展是該集團及盟辦公室重要的任務。

參、歐盟碳交易

由於能源價格與歐盟減碳策略長期連動，易昂公司對於相關資訊的掌握極為重視。講座在課堂中特別提到，歐盟的碳價和民間業界及一般民眾能源的使用，以及該公司的經營極為密切。歐盟的碳交易制度自 2005 年開始，其碳匯市場是全世界規模最大的碳交易市場，從 2013 年開始，已經進入第三期。依據統計資料，到 2013 年年底歐盟超額的碳配額高達 21 億噸，而碳價也維持長期的低迷。市場上的碳價不論過高或過低，均不利於碳的減排，也不利企業經營，所以如何維持穩定合理的碳價，也成為歐盟的另一項課題。

回顧歐盟的碳價格變動，在 2008 年最高，每噸高達 30 歐元，而在 2013 年曾跌至每噸 3 歐元，而目前的價格則在 6 歐元~7 歐元之間。因為市場上這些過剩配額為私部門所持有，主管機關無法由行政措施來撤銷。講座分析碳價格偏低的因素，除了 2008 年全球金融危機影響外，還受到下列因素的影響，首先是第一期及第二期無償配額過度核發，其次是業者選擇價格較低的國際減排額度(International Emissions Reduction Credits)，而另一方面，講座提到歐盟是發展已趨穩定的經濟體，高耗能產業已外移，就整個電力供應而言，是供過於求。另一方面，碳價太低對於碳排放的降低缺乏誘因，也很難鼓勵民間投入相關技術的研發。

歐盟為解決這個問題，執委會提出穩定市場的 MSR (Market Stability Reserve)倡議。這個 MSR 倡議的想法概念是當市場流通的配

額過高而致價格跌落時，透過收回部分的配額，藉由降低市場的流通來刺激提升碳價；當價格過高時，則釋出儲備的配額，藉由增加市場的流通量，來調節過高的價格。這個倡議有以下幾個重點，首先是預計實施日期為 2021 年；其次是歐盟執委會每年五月將發布次年的碳總流通配額，而配額必需是 2008 年之後所發行的。第三則是訂定市場上流通的上下限，總流通配額上限為 8.33 億噸，而下限則為 4 億噸；此外每年提存的儲備量為前兩年總流通量的 12%。這個倡議經過次的協商及討論，終於在今（2015）年 5 月達成共識，並在今（2015）年 7 月獲得歐洲議會通過，同時也將推動期程提早 2 年，也就是將在 2019 年開始實施。

雖然碳價未來在 MSR 制度推動後可以逐漸趨於穩定，而實施的日期也較預定的 2021 年提早 2 年，然而市面上流通的超額的碳匯量也須到 2022 年才會達到低於 8 億噸的原先設定目標，到 2030 年才會達到平衡（如圖 5-15），而 MSR 所保留的庫存碳匯量仍有 17 億噸。如果是原先規劃的 2021 年才實行，須至 2025 年市面上超額碳匯量才會減至 8 億噸以下。不管如何，從歐盟的經驗可以提供未來借鏡，政策及策略訂定施行後發現問題，針對問題加以解析，再提出改善策略據以推動，其時間可以長達 10 年。

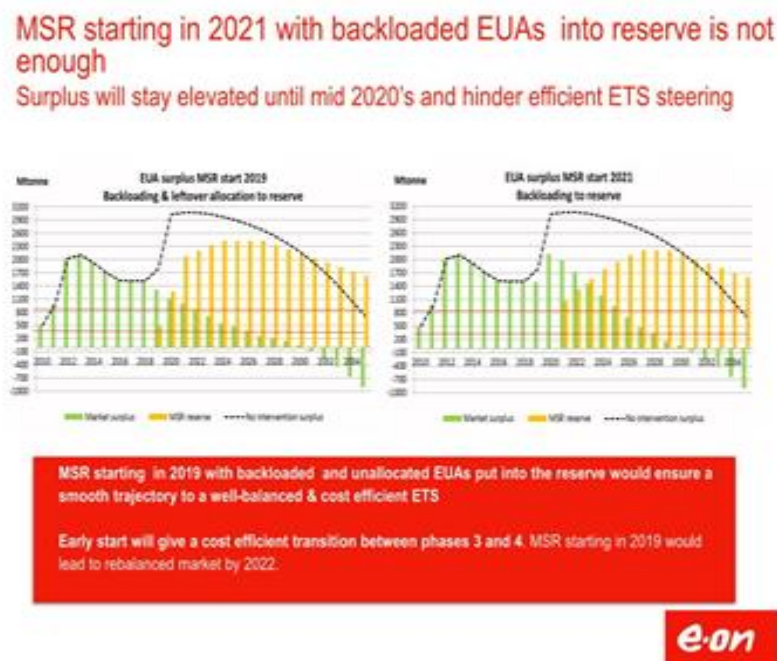


圖 5-15 歐盟碳會超額及 MSR 變動情形

肆、德國電力來源與供應

碳交易制度（ETS Emissions Trading System）及發展再生能源，為歐盟減少碳排放的兩大重要策略，碳交易制度雖然存在一些問題，然而至少整個歐盟各國間是一致的。然而歐盟對再生能源的發展，則完全放任各國各自為政，因此也發展出一些特別的狀況，例如以地理區位而言，南歐陽光普照適宜發展太陽能發電，北歐則風力充足適合發展風力發電。

但事實上，太陽能發電裝置容量最高的不是南歐的西班牙，而是區位不是那麼適當的德國。講座也提到德國的狀況，德國是一個追求能源多元化的國家。德國電力的發電來源，包括風力、太陽能、其他的再生能源、水利、核能、褐煤及無煙煤，以及傳統的油/氣。基於德國的廢止核電政策，可以發現核能發電占比從 2009 年至 2013 年持續的下降，但是另一方面，太陽能發電則是從 2010 年開始大幅增加(如圖 5-16)。

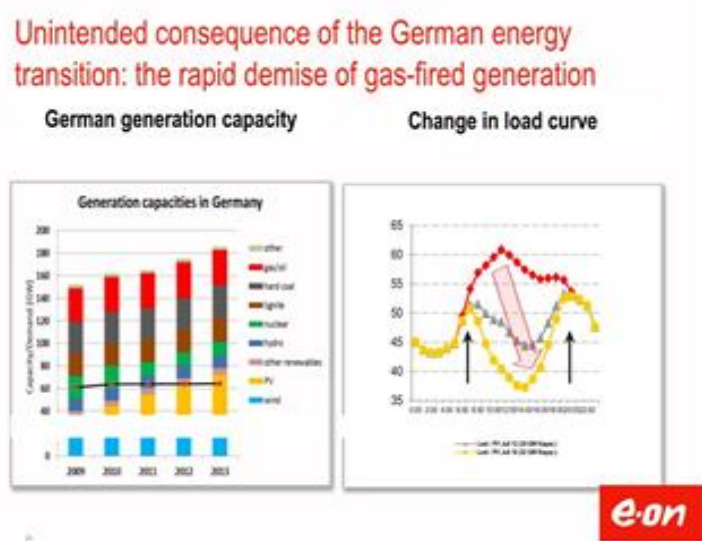


圖 5-16 德國歷年發電來源變化情形

從整體來看，德國從 2009 年到 2013 總發電量還是持續增加，而增加的量遠大於核能減少的量。就理論上來說，如果總用電量沒有明顯的成長，太陽能發電量增加，相對的油/氣的火力發電量，應該可以持續降低，然而實際上並非如此。由於太陽能明顯受天候影響，豔陽天和陰雨天，太陽能所發的發電量有很大差別，因此歐盟能源業者不將太陽能發

電作為基載。為了穩定供電，歐盟電力業者一方面增設太陽能板，另一方面還是維持穩定的油/氣火力發電來供應基載。

對於這種不合理現象的解決有兩種方式，首先是改變電價的收購方式，目前歐盟對於風力發電及太陽能發電的收購方式仍採千瓦小時的方式，也就是目前臺電公司所採用的傳統收購方式，發多少電就收購多少電。未來收購方式應採取小時千瓦的方式，也就是以風力及太陽能發電業者每小時能提供多少穩定的電力來計價。其次就是整合建立整個歐盟的智慧輸配電網，讓會員國之間能互相調配及備援，這也是能源聯盟的目標發電分散化而供電則集中化。

伍、易昂集團的商業模式

再生能源占比達 27%，碳排放量減至 1990 年的 40%，能源效率則提高 25%，這是歐盟所設定 2030 的目標。易昂能源集團考量集團的長期發展，所以將發電廠、國際交易、天然氣等業務切割成立另一家全新的 UNIPER 集團，而原來的 EON 集團則負責再生能源、輸配電、風力及太陽能發電，以及顧客導向的解決方案。在數位化物聯網時代，許多的商業模式已完全不同。

例如過往批發零售業的沃瑪集團和後來興起的亞馬遜網購；交通運輸傳統的計程車也因 UBER 興起而面臨很大的衝擊；傳統車輛製造，像豐田集團等也面臨新一代電動車 TESLA 的挑戰，幾乎傳統的各行各業均面臨新投入者嚴峻的挑戰。因此易昂集團也從新思考數位經營的商業模式，從過往集中式的能源系統解構成分散式的個別能源，經營模式也因引入數位化有很大的轉變（如圖 5-17）。

Why is Digitalization increasingly relevant for E.ON?



圖 5-17 能源從集中供應至個別解決情形

數位商業要能成功有三大關鍵要素。首先是銷售數位化，要能提供透明、容易取得的客製化服務。其次則是處理數位化，也就是能將客戶需求整合，提供客戶多元化組合選擇，能獲得最大綜效。第三則是發揮網路效益，經由網路建立顧客網絡，深化集團品牌並應用大數據，創建一個卓越的動態系統。以推動將傳統的供熱熱水器改成太陽能供熱為例，就所需經費而言，安裝新的太陽能供熱系統約需 5000 歐元，這對一般民眾不具吸引力，因此就以分期付款的方式來吸引民眾。然而分期付款只是充分條件，並不足於在商業經營上立於不敗之地，該集團同時引進數位網路服務，客戶只需上傳 2 張照片及基本資料，業者就會提供各種可行建議方案，包括可以裝那些形式品牌的太陽能熱水器，每個月可以節省多少錢等等供客戶選擇（如圖 5-18），該集團更進一步發展 APP 供下載使用，民眾下載後可以將自己家裡的能源費用和規模相似的家庭做比

較，同時也可以計算變更後能節省多少錢。此外公司也開立線上帳戶，提供裝設太陽能發電的客戶線上查詢售電收入。

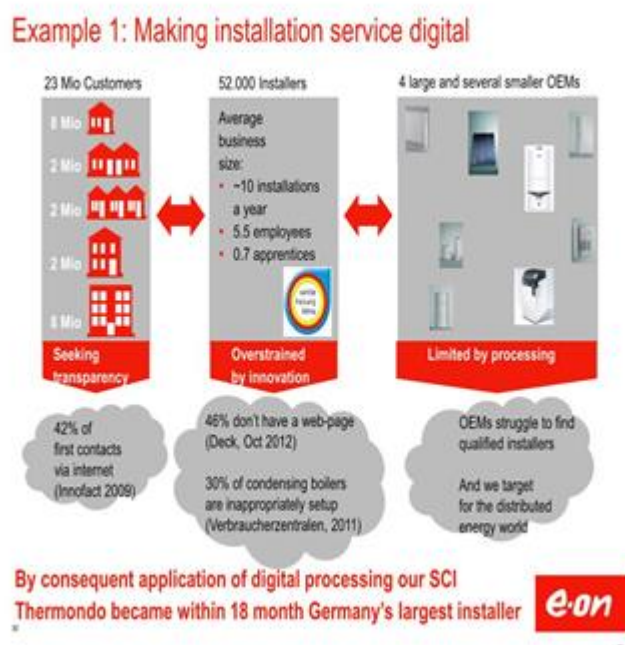


圖 5-18 易昂集團服務數位化情形

第三節 再生及低碳能源

本課程係由前祕魯能源部副部長，目前為 SQ 顧問公司聯合創辦人兼總監 Sergio Ugrate 博士分別就歐洲對再生能源與低碳技術的需求、再生與低碳能源及技術的政策架構、已頒布再生與低碳能源及技術的標準及方案詳細資料跟執行成果等四方面來說明，並分析推動成功與不成功的原因及案例分享。

壹、再生能源與低碳技術的需求

一、歐洲發展再生能源與低碳技術的原因

(一) 缺乏化石燃料及安全的能源供應：從全世界石油及天然氣儲存量分布來看，中東地區石油及天然氣為 48%及 43%、南美洲為 20%及 4%、北美洲為 13%及 6%、非洲為 8%及 8%、亞洲為 3%及 8%、俄羅斯為 5%及 18%，皆足以提供該區使用，但歐洲卻僅有 0.4%及 0.9

%。歐洲在工業、交通所需化石燃料主要來自動盪國家，易受油價浮動影響，透過管道的運輸，歐洲在天然氣的使用十分普遍，大部分的天然氣來自俄羅斯，但近 10 年來歐洲與俄羅斯在政治及能源議題上逐漸產生爭議，導致燃料來源不穩定。

- (二) 能源花費偏高：從 2002 年至 2012 年中國、美國及印度因有部分儲量，能源價格呈現微幅上漲；中東地區則因為能源儲量充足，價格低廉而且穩定；但是歐洲因為儲量稀少，能源價格上漲了將近 3 倍，造成能源花費增加。
- (三) 低耗能優勢：要達到每 1000 美金國內生產總額，大陸、美國分別需要消耗 2.5 及 1 桶原油，全世界原油消耗平均為 1.3 桶，而歐洲卻僅需 0.75 桶，顯示替代燃料的研發在歐洲是較容易而且價格也較低廉。
- (四) 資源稀少：減少歐洲在食物、水、能源資源及燃料逐漸缺少的影響，發展以較少的燃料來維持舒適的生活品質。
- (五) 新興產業發展：國內生產總額從 2002 年至 2014 年受到經濟危機影響，歐盟及其他歐洲國家相較於新興市場受到較大的衝擊；然而中國及印度等新興市場在 2014 年國內生產總額的成長則比歐盟呈現大幅成長。因此，於新興市場發展再生能源來提升工作機會，為各國共同的認知。
- (六) 全球暖化：過去 25 年來，全球氣候暖化造成氣候變遷，所引起洪水造成財富重大損失及生命影響。
- (七) 氣候風險成本：過去 35 年來（1990-2014）地震無明顯變化、熱帶氣旋風暴頻率微幅增加、但洪水產生卻明顯增多，另外極端氣候的影響也自 2004 年開始趨明顯，氣候變遷造成的事件愈多對經濟的衝擊則愈大。
- (八) 創造工作機會：為減少溫室氣體所造成的全球暖化衝擊及損失，歐洲在完全停止發展避免產生污染及創造更多的工作機會跟財富上，選擇了後者。從再生能源的發展來創造更多的工作機會，過去 25 年來，歐洲許多的國家開始發展再生能源，德國、法國、義大利及英國再生能源發展成效逐年提升，而西班牙及愛爾蘭於 2007 年發展達到尖

峰後呈現急速下降，原因與該政策方向有關。

貳、歐盟政策架構—歐洲能源與氣候政策架構

一、2020 年政策：於 2000～2005 年間所制定 2020 政策具強制性，所有歐盟成員國皆須遵守相關規定並達成目標。

（一）減排目標：

- 1.相較於 1990 年必須減排 20%。
- 2.1990 年至 2020 年所提供給一般家庭、交通及工業使用所生產的能源中，再生能源至少占 20%。
- 3.截至 2020 年，必須減少 20%能源消耗，意即增加 20%的能源效率。

（二）指令：

- 1.排放交易管理
- 2.分工決議：未納入排放交易體系中之國家，考量開發中國家與已開發國家經濟、國情的不同，分擔不同的減排責任。
- 3.燃料品質管理：主要針對石化及生質燃料品質訂定標準來減少排放量。
- 4.交通運輸製造標準：目的為提升交通運輸能源效率，並透過補助獎勵或減稅等來提升績效。

三、2030 年架構：約束力較弱，目標為歐盟整體目標，成員國可制定個別目標。

（一）減排目標

- 1.相較於 1990 年，到 2030 年必須減排 40%。
- 2.至 2030 年所消耗的能源來源，再生能源至少占 20%（此為強制規定）。
- 3.相較於 1990 年，能源消耗減少 27%。

（二）指令

- 1.再生能源管理：目的在促使各會員國達成增加使用再生能源目標。
- 2.能源效率管理：目的在透過規範來減少能源消耗。

3. 低碳技術研發

4. 生質能源永續評估

三、2050 路線圖：於 2011 年擬定，主要用於提供政策方向或指引，須執行的策略項目明確規定，目的為減溫 2°C。

(一) 減排目標

1. 相較於 1990 年，到 2050 年減排 80%。考量產業特性此並非為所有產業一致性目標。

2. 電力產業能源提供必須 100% 脫碳，因此其來源將改為再生能源、核能或具碳封存的傳統能源。

(二) 指令

1. 建築能源效率管理。

2. 各項設備能源效率標示。

3. 產品生命週期管理。

參、方案及指令細節

一、再生能源指令

(一) 1997 年，再生能源政策白皮書：歐盟成員國計 15 國

1. 在 2010 年前再生能源使用目標需達 12%。

2. 電力使用再生能源比例佔 22.1%。

(二) 2001 年，再生能源發電指標：強制規定每一個成員國皆須達成 22% 目標。

(三) 2003 年，提升生質能指令：

1. 在 2010 年前所有運輸能源使用生質能比例達 5.75%。

2. 在 2005 年底過渡期前目標為 2%。

(四) 2004 年，歐盟新增 10 個會員國，主要來自東歐（前蘇聯）國家，其發電燃料大多為煤

1. 規範新加入會員國必須遵守達到現行的再生能源目標。

2.在 2010 年前使用再生能源發電須達到 21%（考量新加入會員國經濟等因素，修正 1997 年指令）。

（五）2009 年，再生能源指令（包括再生能源供熱）：不僅規範發電、運輸消耗，也對建物的供暖能源來源規定亦必須為再生能源。

1.2020 年以前再生能源使用達 20%，每個國家每一年都必須發布國家計畫提送執委會審核，經核定後執行，如未達成預定目標則有相關處分規定適用。

2.2020 年以前，交通運輸使用再生能源至少達 10%。

二、再生能源方案

（一）太陽能潛力

1.以熱輻射分布來看，南歐國家如西班牙具有較高潛力，理論來說西班牙應該可以發展最多的太陽能發電，但實際上並非如此，因為市場制度的完善，反而多雨的德國在太陽能的發展高於西班牙，因此，太陽能發展與市場機制建立是否完善息息相關。

2.發展太陽能經濟效益取決於關稅結構和回饋機制的建立。

3.至 2025 年可望達成平價電網供應。

4.西北歐的小型用戶，約需 7~10 年回收成本。

（二）風力潛力，主要集中於北海附近國家如德國北部，而太陽能發展潛力分布於歐洲南部，因此，如何整合歐洲再生能源市場來降低氣候因素所造成的能源供應變數為一重要課題。

（三）再生能源推廣，每個成員國有不同的獎勵措施，而且是不斷的修正來提升達到再生能源的目標

1.生能源生產配額：

（1）主要施行國家有瑞典、波蘭及羅馬尼亞政府，他們規定國內企業必須負擔再生能源提供或使用的責任達一定比例。

（2）建立可交易的再生能源綠色證書，提供給無能力自己執行再生能源生產或使用的企業向其他企業購買以達到政府的規定目標。

2.電力收購價格系統（FIT）

- (1)每千瓦再生能源發電價格為固定價格。
- (2)每一種再生能源的價格會因技術、規模、應用或資源強度不同而異動。
- (3)採用固定價格模式維期 20 年，即使技術成本降低也不影響，以提升企業投資意願。
- (4)推行的國家有愛爾蘭、葡萄牙、保加利亞、羅馬尼亞及奧地利。

3. 電力收購價格額外費用系統：為非固定價格模式，附加於固定電力收購價之上額外再給予的費用，目的在促進企業增加再生能源的生產。西班牙及法國同時推動固定電力收購價格及電力收購價格額外費用 2 個系統。

4. 招標制度：政府拍賣再生能源的裝置

(四) 以再生能源提供的各種形式交通工具

1. 在 2012 年，歐盟 28 個成員國達成再生能源目標 5.7%。
2. 依據再生能源指令，設定在 2020 年交通所使用的能源 10% 來自再生能源，無法訂定 20% 目標主要考量交通工具運用再生能源技術上是較困難的。
3. 電動車輛在再生能源貢獻計算為生質能車輛的 2.5 倍（因將權重提高，如大量推動電動車輛可大幅提升交通工具使用再生能源目標，然與實際使用再生能源於交通工具是有差異的）。
4. 生質燃料於再生能源的貢獻權重為 1，且必須符合永續發展的規定。
5. 生質燃料來源如果是從廢料而來，則其於再生能源的貢獻權重為 2。

(五) 生質燃料永續發展

1. 歐洲有部分生質燃料來自印尼大量砍伐棕櫚樹製作棕櫚油，而砍伐棕櫚樹反而造成更多的二氧化碳排放，因此並非所有的生質燃料皆具永續性。
2. 歐洲自 2003 年至 2009 年迅速發展生質燃料，但於 2009 年後要求生質燃料必須具備永續性指令後，其發展則開始趨緩。
3. 生質燃料具備永續性規定並不限來源僅只有歐洲，任何生質燃料來

源都必須符合永續發展指令。

4. 永續發展指令包括，較高生物多樣性價值的土地、具備高碳儲存量的農田、具排水功能的泥炭地皆須排除為生質燃料來源地；另外提供區必須規範良好農業操作條件及定期提報對土壤、水、空氣和社會的影響報告等。

三、再生能源方案推動支持

（一）低碳技術的投資具備要件如下

1. 支持發展新的技術，具備可以實現因應變氣候變遷的長遠目標及對歐盟創新、創造更多的工作機會及績效的技術。
2. 支持同時具備再生能源及提升現有傳統能源效率的技術。

3. 目前主要有 3 個投資方案

(1)NER 300 方案：資金來自歐盟碳交易所得及公司合作計畫的投資，歐盟去年出售 3 億 ETS 的碳配額計 21 億歐元；公司合作計畫投資 27 億，基金總計有 48 億可供運用。此經費主要用於研發低碳能源技術及推動再生能源，目前已通過 38 個再生能源提案及 1 個碳擷取及封存方案。

(2)歐洲經濟復甦方案（EEPR）：此方案於 2009 年成立，僅歷時 5 年，約 40 億的資金，主要運用於基礎管道建設、碳擷取及封存及能源效率改善有效運用，其中近 5 成使用於建物能源運輸管道的鋪設；近 10 億用於碳擷取及封存技術的研發，另有 10 億用來發展離岸風力發電。

（二）歐盟能源技術策略計畫（SET-Plan）：目的在開發和部署使用低碳技術，通過統籌研究資助專案的說明來設法改善技術及降低成本。

SET-Plan 並沒有成立基金，主要在促進歐盟國家、企業、研究機構和歐盟本身之間的合作。目前每年約有 50 億歐元的募集資金，主要用於產業研發低碳技術，讓成功技術進入產業運用，內容包括歐洲工業倡議、與歐洲能源研究聯盟合作和 SET-Plan 的資訊諮詢系統資訊分享等。

四、績效

- (一) 再生能源使用：原訂 2010 年目標為 12%，結果達成 12.5%，截至 2013 年已達 15%，對於 2020 年預定目標 20%，歐盟持樂觀態度。自 1990 年至 2014 年期間共減少溫室氣體排放量 18%，同期 GDP 上揚 45%，顯示減排並不會造成經濟衝擊。
- (二) 再生能源風力及太陽能電力提供持續成長：2010 年電力來源由再生能源提供達成 19.5%，距離預定目標 21% 僅有些微差距，由圖表可知，其達成貢獻主要來自風力及太陽能，尤其自 2009 年開始太陽能及風力發展迅速成長，因發展相對樂觀因此可望順利達成 2020 年目標。低碳或再生能源使用達成率，瑞典、法國、德國、挪威及瑞士達成 80-100%，其中瑞典及保加利亞甚至已超過歐盟所制訂的目標；比利時、德國、西班牙、葡萄牙及奧地利達成 60-80%；而荷蘭、波蘭及英國則相對落後未達預期目標，但整體而言還是樂觀看待 2020 年目標。
- (三) 全世界 5 大太陽能板製造國其中有 3 個在歐洲：德國、義大利及西班牙為太陽能板最大發展國家，另外還有中國大陸及美國。
- (四) 離岸風力，迅速起飛：英國、愛爾蘭、瑞典、德國及中國開始發展離岸風力發電，還有其他國家也在規劃中了。
- (五) 在 2014 年單就再生能源部分，相較於美國 72.4 萬及巴西 93.4 萬個工作機會，歐洲共創造了 120 萬個工作機會相對可觀。
- (六) 所有投資清潔能源的國家概況：歐洲在清潔能源投資自 2004 年開始到 2012 年呈現成長趨勢，但自 2012 年中國及亞太地區國家開始明顯增加成長趨勢，這也說明 2013 年歐洲原有 170 萬個工作機會，但至 2014 年卻降為 120 萬個工作機會，主要是隨著中國及亞太地區在清潔能源的發展成長而外移至此。

第四節 氣候與金融

本堂課由 SQ 顧問公司 Mark van Wees 先生講授，介紹目前國際間氣候變遷的資金種類、財務流通及運作機制。Mark van Wees 先生為在能源和氣候變化領域擁有超過 20 年專業經驗的專家，專精於為中歐、東歐、東南歐，及發展中國家的相關計畫提供專業研究、諮詢和技術援

助。他曾為政府提供在碳/氣候市場的實施機制（聯合履行，清潔發展機制和排放權交易）、國家的能源效率、及可再生能源的氣候變化政策和行動計畫提供實施建議，並起草戰略和政策文件以及立法。亦就歐盟在歐盟區域混合設施的氣候變遷主流方面提供建議予歐盟委員會。

壹、氣候財務

已開發中國家碳排放量高，開發中國家碳排放量低，開發中的國家需要額外的氣候減量(或氣候韌性/調適)資金，才能去推動一些減排的工作，同時打造一個低碳又有韌性的經濟。此概念也在 UNFCCC(氣候變化框架公約)下承認，依據共通原則但差別的責任，已開發國家必須提供資金去幫助開發中的國家。

依據 COP16 決議：中期目標由包含公務資金和私人資金、雙邊和多邊，及替代能源等各式各樣的資金來源，到 2020 年需募集到 1,000 億美元資金，去滿足開發中國家的需要。但 2020 年後，怎麼樣的資金才視為是氣候變遷的融資?要怎樣去運用此資金?由誰決定資金的撥款?以及要融資給哪一些開發中的國家? 2020 年前後的資金需釐清，未來新募得的資金需算在官方之前提供給開發中國家以外的錢 不能算在之前已提供給開發中國家的資金內。

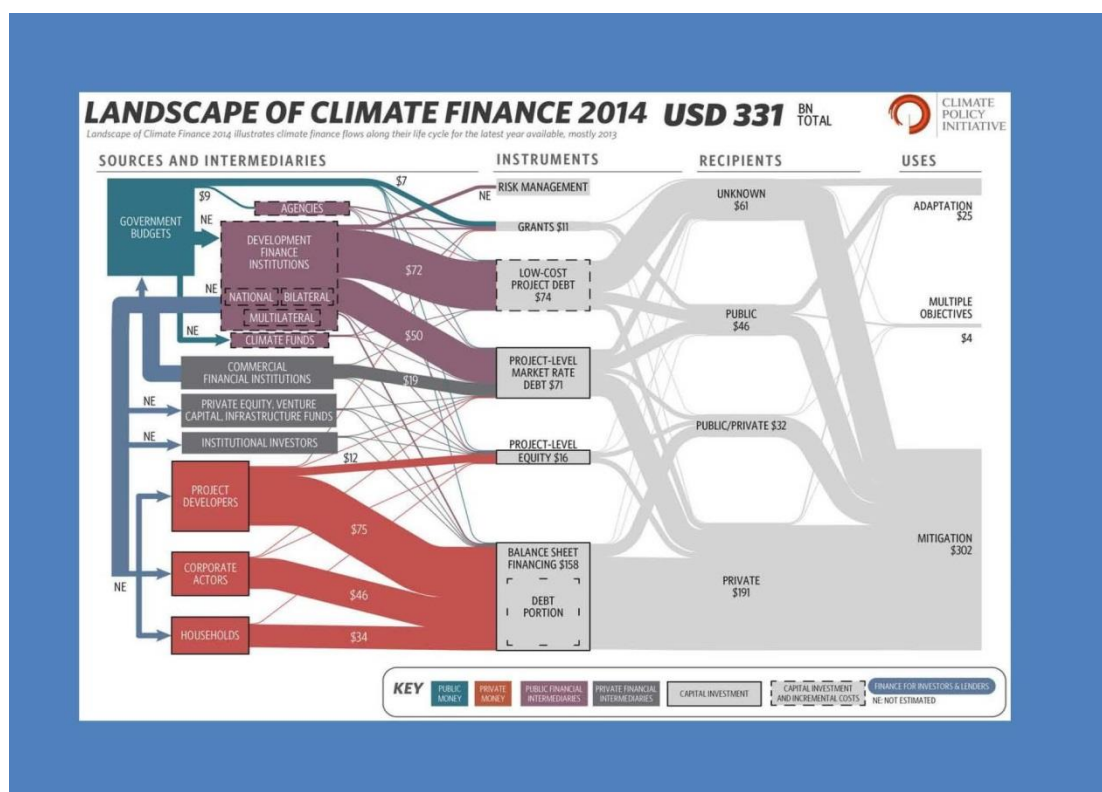


圖 5-19 2014 年氣候資金流向圖（總計 3,310 億美金）

圖 5-19 顯示 2014 年氣候資金最後主要流動到三大部分：減量、調適及二者綜合的計畫。最初氣候資金主要來自各國政府的預算，包括荷蘭、日本、美國等……，之後由各締約方政府融資組織：如世界銀行等來管理該筆基金。現在聯合國 UNFCCC 下有一類新基金叫 Green Climate Fund（簡稱 GCF，綠色氣候基金），此基金除來自政府之外，亦來自私營單位，另如要發展再生能源，亦可透由此基金得到優惠貸款或是一般商業貸款，另外也有一部分來自於私營部門和政府的資金混合。

計畫申請補助或贈款時，需於計畫中提及，是否有多倍經濟效應。例如：一個熱水器 100 歐元，個人購買時覺得太貴了，此時政府補助 30 歐元，個人花費 70 歐元，故表示個人提供整個氣候變遷融資系統 70 歐元貢獻，因買此具節能用具，表示它能帶動促進達成減排目標，即從私人名義或私營領域貢獻了 70 歐元。

另一申請補助計畫的例子：世界銀行補助 100 萬臺熱水器，每臺補助 30 歐元，市價為每臺 100 歐元，故補助了 3,000 萬歐元，賣出 7,000

萬歐元熱水器，故表示貢獻了氣候變遷融資 7,000 萬歐元的槓桿，因若不補助消費者就不會購買。

因開發中國家會誇大其貢獻，故計畫的評核及監控很重要。所以開發中國家在做財務報告時，需要有實證。之前在 CDM(清潔發展機制)減排核算過於複雜且需符合一定規定，行政程序繁重，故現在接受贈款或補助金的國家，核算減排時，必須根據國際談判時所達成的規定，這也凸顯了國際談判的重要性。

貳、氣候資本市場資金流向

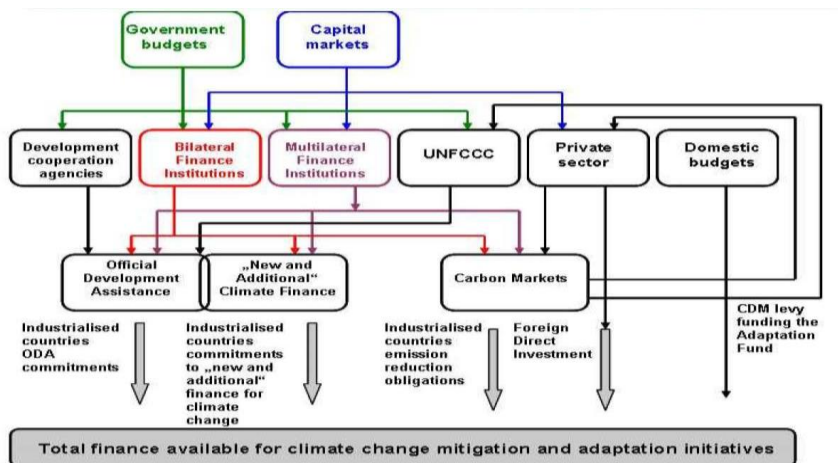


圖 5-20 資本市場資金流向圖

圖 5-20 最上方顯示資金來源主要為國家預算及資本市場，下方為能提供發展協助的額外氣候變遷融資、碳市場等……。這些資金透過國家預算、金融機構、國際組織、直接投資或調適基金等不同方式提供，目前除官方 ODA(政府開發援助，即 Official Development Assistance)以外，還需加入一些新的附加的氣候變遷融資工具，但此點較複雜，因不確定新的額外資金是否為原資金換名稱而已，而非發揮新的作用。

如何測量氣候變遷基金有否用在正確的地方?有發揮怎樣的作用?首先要有明確的做法。在申請撥款前，需先說明此為針對氣候變遷的計畫，要看計畫或方案的主要目標，若主要目標為氣候變遷，則可視為是百分之百跟氣候變遷相關之方案，若未提到氣候變遷則不算是氣候變遷

的計畫，其中若有幾個目標符合亦可算入。例如：有一提高能源效率計畫案，又能同時減少能源消耗及碳足跡，則算為氣候變遷的計畫。又如抽水計畫案，針對水資源進行管理，又能節約用水，亦算為氣候變遷的案子。如果有一計畫，會造成碳排放增加，此時需把資金算為負的，因未對環境造成貢獻。到底有多少錢放在氣候變遷基金裡，這和定義有關，在 2013 年，全球每年的氣候資金流動總額約 3,310 億美金，若依經合組織發展委員會(OEDC-DAC)更嚴格定義，單就氣候變遷計畫及包含非優惠融資才算的話，氣候資金流動總額就只有約 370 億美金，資金相對的比例就會較少。

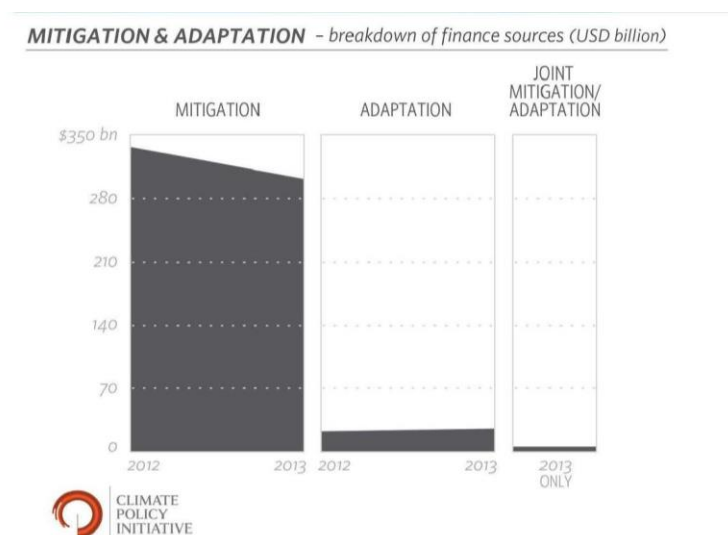


圖 5-21 氣候變遷資金流向分析

圖 5-21 顯示氣候變遷資金絕大部分使用於減量的作為。而用於減量作為的資金使用流向由圖 5-22 顯示主要用於再生能源工業方面，提升能源效率和使用於交通運輸方面相對少很多。在調適基金使用上，圖 5-23 顯示大部分用於水資源供應及管理。因水調適和永續有緊密的關係，因此在此部分需投注較多資金，另外韌性的基礎建設、海岸保護、災害管理（例如：乾旱和水災）、農業、森林及土地使用等方面亦用的較多。有些項目調適和減量均有考慮到，例如水資源基礎建設，會考慮到節約能源和對氣候的韌性，即為減量和調適二種之結合。當然，在開發中的國家重視調適，已開發國家重視減量，故在綠色氣候基金部分如何增加調適部份資金的比重為重要討論。

USES OF MITIGATION FINANCE (USD billion)

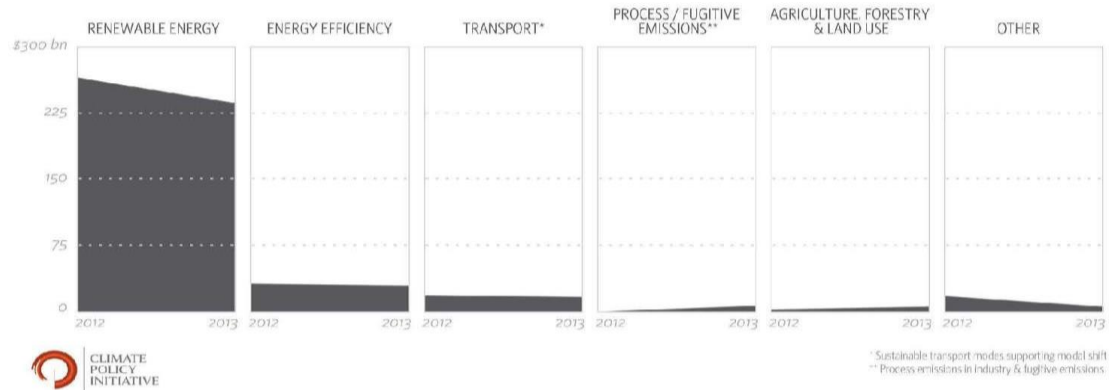


圖 5-22 減量資金使用分析

USES OF ADAPTATION FINANCE (USD billion)

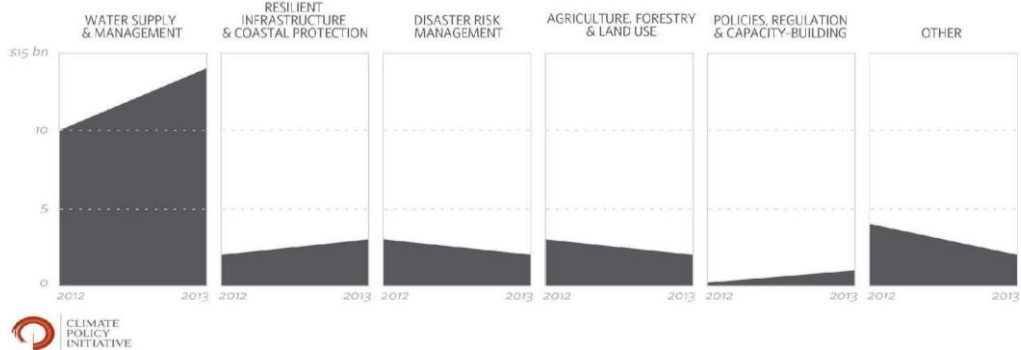


圖 5-23 調適資金使用分析

參、公共財政工具

國際財務機構有一規定，無論在任何評估方面，都需將脆弱度納入考慮並且採取行動，尤其在測量氣候韌性部分。對公共財政工具有一種「補助性的補助款」，此部分可制定一些吸引人的商品或額外資金的挹注，或可補貼在利率調整的部分，或技術方面的協助，另也可提供較一般商業貸款更優惠的利率。另外還有一些危機減緩的槓桿作用，用來降低資金分配的風險。圖 5-24 顯示 2014 年全球多邊發展銀行(例如世界銀行)約有 83%的氣候變遷資金供應方式為提供貸款，用於補助款的資金只約為 10%。

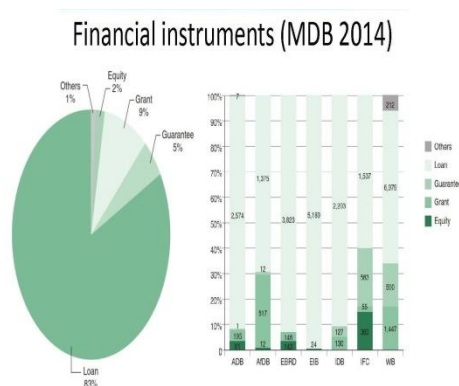


圖 5-24 2014 年多邊發展銀行(MDB)融資方式統計

肆、歐盟混合設施(EU Blending Facilities (BF))

目前氣候相關基金超過 100 個，以下用綠色氣候基金(GCF)和歐盟混合設施(EU Blending Facilities, BF)來說明基金運用型式。不同國家對基金運用有不同的規定，在資金分配應用上，投資者當然要找好的和適宜的計畫投資，計畫間彼此也會有競爭。圖 5-25 顯示全球有 7 種針對氣候變遷的投資機制，其中也有針對亞洲的部分，因歐盟目前對氣候變遷有非常多的政策，因此規定來自全球外來資金的 20%資金需放在氣候變遷相關議題上。這些機制有很多機構參與，例如：亞洲開發銀行、非洲開發銀行…等，歐盟為提供補助的角色，目的為確保剛提供的優惠貸款財政來源及私人資金挹注能發揮最大的效用。

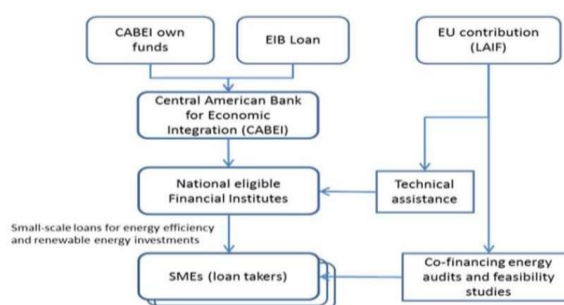


圖 5-25 歐盟地區混合設施機制

因亞洲地區為新的投資區域，所以圖 5-25 中有許多與亞洲相關的融資計畫。以拉丁洲美為例，要做一個與水相關的計畫，歐盟會提供技

術支援，主要為提高氣候韌性，另外還有和風力發電方面相關的計畫，因目前該領域的技術開發費用高昂，故歐盟會提供相關的技術支援，以降低電力的成本，和提高競爭力。另外還有很多和能效相關的計畫，是此機制亦有補助的。其實在講能效時，利益相關者或使用者相對扮演的角色是較小的，故需思考如何照顧到此部分較弱勢的團體，因此可利用和地區相關的能源效率基金來補助。

Example credit facility energy efficiency SME



Source	Amount (€ M)	Appr. share (%)	Description
KfW	30	83	Loan
CABEI	3,3	9	Loan
EU contribution (LAIF)	3	8	Grants for technical assistance
Total	36,3		

圖 5-26 拉丁美洲之能源效能信貸機制

歐洲投資銀行在單個國家銀行有財政方面的補助，可將這些補助集中起來，對中小企業提供一些貸款的優惠方案，此資金亦幫助地方上一些在能源效率提升方面尚無相關能力的研究單位，加強其技術方面的研究。圖 5-26 以拉丁美洲一個提升能源效能計畫為例，該計畫執行資金由 3 個信貸機構共同提供，其中德國復興信貸銀行(KfW)融資 3,000 萬歐元，中美洲銀行(CABEI) 融資 330 萬歐元，及歐盟本地機構投資基金(The Local Agency Investment Fund，LAIF)融資 300 萬歐元的技術援助資金。

伍、綠色氣候基金

以上講述的為目前在氣候變遷方面有在運作的氣候基金機制，接下來介紹綠色氣候基金(GCF)。此為之前在 UNFCCC 架構下正式支持的一個資金的機制，專門用於氣候變遷行動的調適減量計畫，像優惠貸款、補

助等相關案子。目前該資金約有 100 億美金的規模。

上述為此 GCF 機制的缺點，一方面希望能符合私營部門的財務槓桿，又能兼顧私營部門的利益，但目前做得並不理想。

接下來以亞洲都市基礎建設的氣候基金為例說明：最近發現在氣候變遷融資者愈來愈關心都市基礎建設。未來 20 年都市的基礎建設若不減排的話，在全球會有 20% 的排碳量。在亞洲沿海很多都市亦很脆弱，故未來氣候變遷的計畫亦需在都市實施。所以全球都市氣候融資需要提出針對都市發展有創新的解決方案，故在都市基礎建設方面的氣候變遷融資方法不能獨善其身，需和權益相關方共同合作。當然在整個過程中，有些較脆弱的國家或都市，我們的計畫亦要能直接幫助他們，另要同時處理氣候變遷的風險以及減碳風險，必須把它變成當地治理的一個系統。目前都市的氣候基金大部分花在交通方面，另也含不同的基礎建設，例如供熱或都市土地使用、建築等。

陸、課堂模擬演練

當希望獲得氣候資金融資時，不論是雙邊或多邊的談判，都需要讓你的資助者知道提案的目標是什麼？以下的模擬演練，建議大家分為 4 個小組，每個小組起草一個在你的城市裡關於推動低碳的計畫，大家把計畫的概要及概念寫出來，之後在 5 分鐘之內提出報告，對象就像一個論壇，像歐盟、亞洲開發銀行或世界銀行，所以一個小組在提案時，其他小組就扮演提供資金的團體或組織，如果你假裝是世界銀行的金融家，就可提問：那麼私營部門的財務槓桿呢？最後會決定哪個提案可以獲得資金。提案內容需列出計畫重點，需要多少補助款？多少優惠貸款？可提供私營部門多少財務槓桿？

一、模擬會場：國際氣候融資會議會場。

二、與會代表：金融家、各國代表。

三、會議主席：由市長及各位融資者報告提案計畫，各相關方可針對各提案提問，中間可能會有討論及協商，最後會選出勝出的提案者，能夠贏得融資計畫。

四、A 組提案說明：

(一) 提案：500 Public schools in southern Taiwan

(二) 組員：李小娟專門委員、劉思蓉簡任技正、顏伶珍科長、孫忠偉科長、商文麟 主任秘書、朱玫瑰技正

(三) 報告代表：劉思蓉簡任技正

(四) 提案說明：

- 1.代表南臺灣 500 所小學爭取太陽能板設置，此計畫能結合減量及調適之計畫。臺灣夏季非常炎熱，且多暴雨，所以小朋友在酷熱中學習非常辛苦，開冷氣耗電又花錢，目前擬申請於該 500 所小學屋頂均裝設太陽能板，首先希望有足夠電力，可供學校發電，另外太陽能板本身就可降溫，多餘的錢，及省下的費用，希望能改善學校的隔熱能效，像是外牆的隔熱，或裝設簡易的遮陽板，如此除可進一步省電，另可提供學生一個舒適的學習環境。
- 2.更進一步售電給臺電的經費與省下之電費，可於操場設置一 2 米深的滯洪池，以防暴雨淹水，如此可強化學校的調適能力，同時設置管線與社區相連，改善社區淹水的威脅。故本提案結合了減量及調適。預估本案經費約需新臺幣 450 億元，但預估本案可產生 75 億度再生能源的電力，可有效增加再生能源的穩定供給，並能夠減少 38 億噸的碳排放，可儲放 90 萬立方公尺的水，故可創造出多重效益，並可作為減量與調適的示範教學學校，為一多方向的計畫。

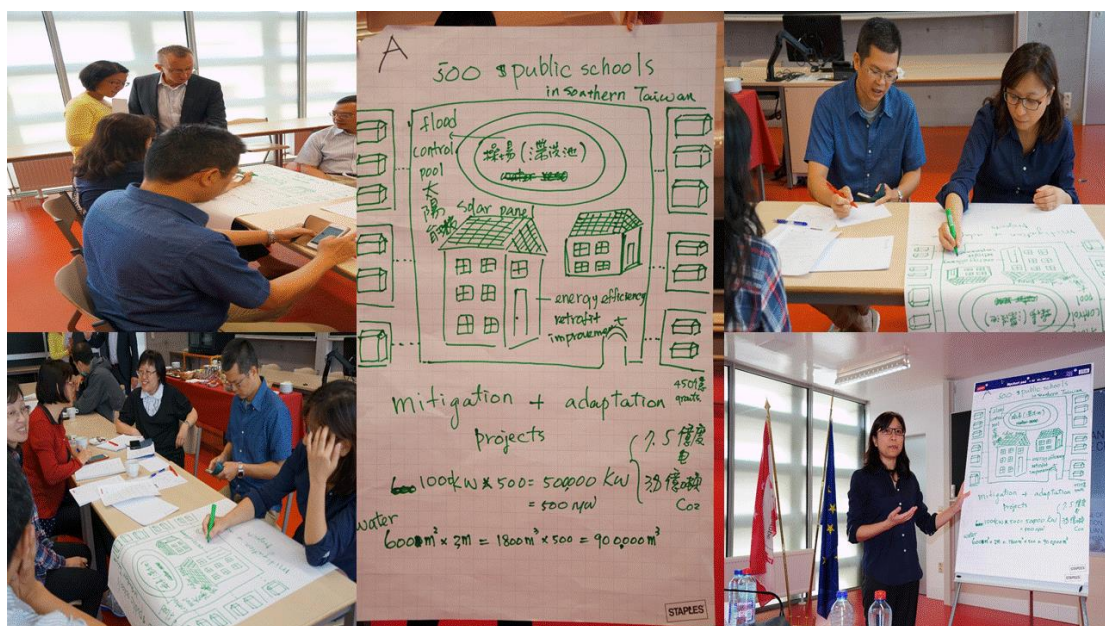


圖 5-27 模擬演練（一）

五、B組提案說明：

(一) 提案：提高公有建築物能源效率

(二) 組員：江月琇秘書、曾東澤副司長、黃世宏簡任技正

(三) 報告代表：黃世宏簡任技正

(四) 提案說明：本案希望能改善 B 市老舊公有建築物的能源效率。因本市公有建築均已老舊，故室內的照明及空調設施均較耗能，但政府預算又無法支應全面更換這些設備，希望能引進能源服務公司來協助，但能源公司資金亦不足，故希望能向銀行進行融資。本案公部門可以不出資，但能源服務公司需協助診斷較耗能之設備，然後提出需更換的耗能設備及經費需求的計畫，本案需與銀行團貸款並支付利息。預估 10 年可攤平更換所有設備的費用，能源公司可由省下之電費來攤平其支出費用，10 年內需負責燈具損害之維修更換，經評估公部門的會計部門不熟悉此財務結構制度為本案衝擊處，但此新的財務方式對政府較有利，亦可透由電表追蹤整體節電效能。希能透由此計畫，提高公有建築物能源效率。

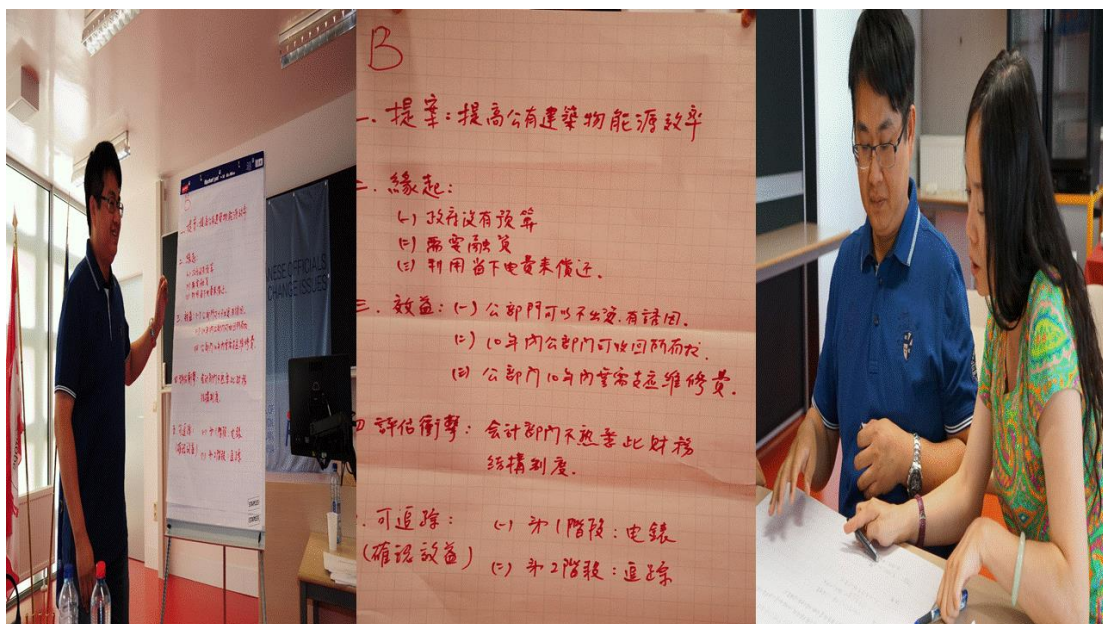


圖 5-28 模擬演練（二）

六、C組提案說明：

(一) 提案：SEE SEA HOPE!!

(二) 組員：蔡玉滿科長、繆自昌主任秘書、劉子云科長、洪浚格科長、楊啓明科長、許佳佩科長

(四) 報告代表：蔡玉滿科長(沿海 C 城市市長)

(五) 顧問：繆自昌主任秘書

(六) 提案說明：沿海城市人口 50 萬，有一半人口住在較低窪地區，產業以漁業為主，超過 50%，農業占 30%，其他產業占 20%。海平面上升，淹水問題，生活受到很大衝擊，故需外來資金，幫忙改善生活環境，理想目標為三生及永續，具體措施希能藉由資金援助，打造一個養生村，做法為找一塊可取得的土地，於土地上進行土地改造、並配置滯洪設施、太陽能板建置，亦會僱用照顧當地人民生活，銀行資金進來後，希望可以透由 BOT 等方式讓民間可持續來經營，而非資金用完就結束了。初步估算約需新臺幣 60 億元的經費，若以 1000 戶計算，每年可回收 100 億元，對銀行或投資者此為很好的投資案，本案創造之效益不可計量，除提供一個很好的環境教育示範點，包含內部規劃及人員僱用等，另水資源亦會合理的利用。

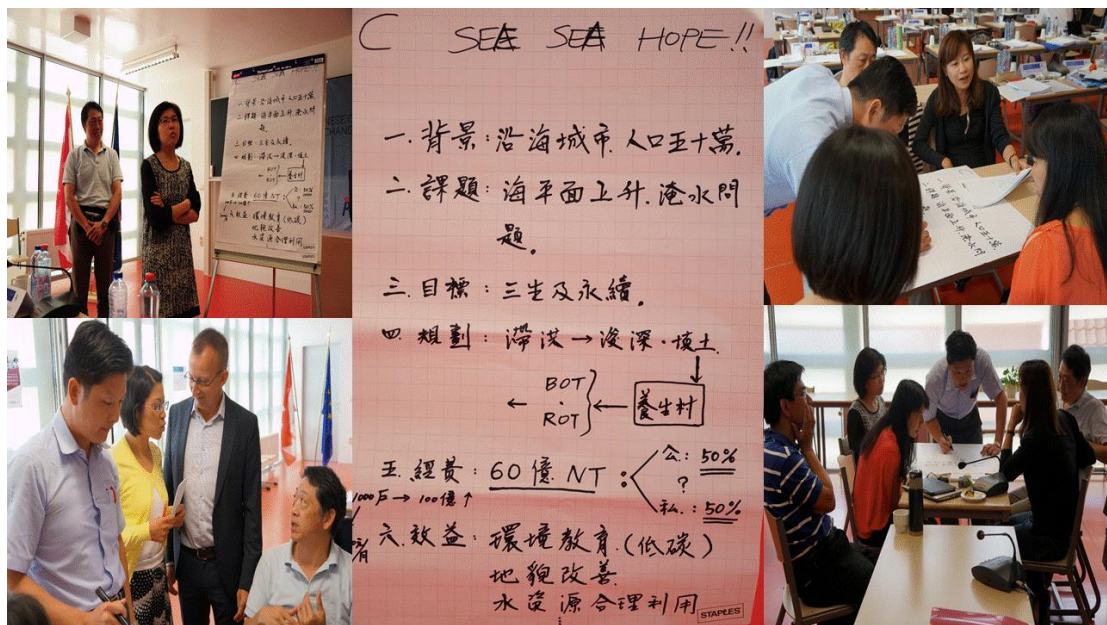


圖 5-29 模擬演練（三）

七、D 組提案說明：

(一) 提案：Green Theme Park

(二) 組員：謝炳輝副處長、柯志祥專門委員、黃麗玫科長、廖昱眾科長

(三) 報告代表：柯志祥專門委員

(四) 提案說明：在此先回答張子敬金融家的問題，本案投資必定可以回收，而且在未來幾年即可發展出投資效益。每個人都想去遊樂園，但遊樂園是一個非常耗能的地方，所以我們有一個全新的構想，建造一座綠色主題樂園。當建一個百分之百全新綠能的主題樂園時，請想一想，會帶來什麼樣的效益？首先當搭上一臺完全綠能區間車到樂園時，完全未消耗到地球的能源，樂園裡面的建築完全為綠建築，擁有百分之百的水資源回收，有光能、綠能的利用，從遊樂設備來看，可看到綠能設備的呈現，包含風力發電、光能發電，我們也會和新加坡的水資源公司 new water 合作，轉換各位產生的糞水，為可以飲用的淨水，當然我們也知道綠能有供應的風險，所以也會建置傳統電力備援系統。接下來為了讓各位放下心裡的懷疑，我們使用 SWOT 分析來向各位作解釋，在優勢方面：第一、歐洲是一個有 5 億人口的共同體，故我們有 5 億人口的市場，更何況我們還有來自全世界的遊客，第二、綠能在歐洲是非常充足的，有別於在亞洲、非洲等其他地區，第三，樂園基本上滿足大家玩樂的需求，但又不會對地球造成傷害，第四、能作一個減碳的示範，第五、此種設計能幫助加速綠能產業的開發；就它的機會來看：第一、可作綠能輸出，第二、可整場輸出到其他州，第三、可建立綠能社區，第四、可創造綠色的地球，一個百分之百綠能的生活環境；當然它是有些劣勢的，它的建設成本較高，我們希望能投資 100 億歐元於此案子；在威脅上，綠能現在是不穩定的，所以需傳統能源的備援。經費方面，希望申請 50% 的補助或貸款，另 50% 來自私人的投資，相信各位除了想對地球盡一份心力外，亦會有興趣投資。門票定價為新臺幣 1,500 元，估計每日有 10,000 人來到樂園的話，每日可收入新臺幣 1,500 萬元，希望各位能投資本案。

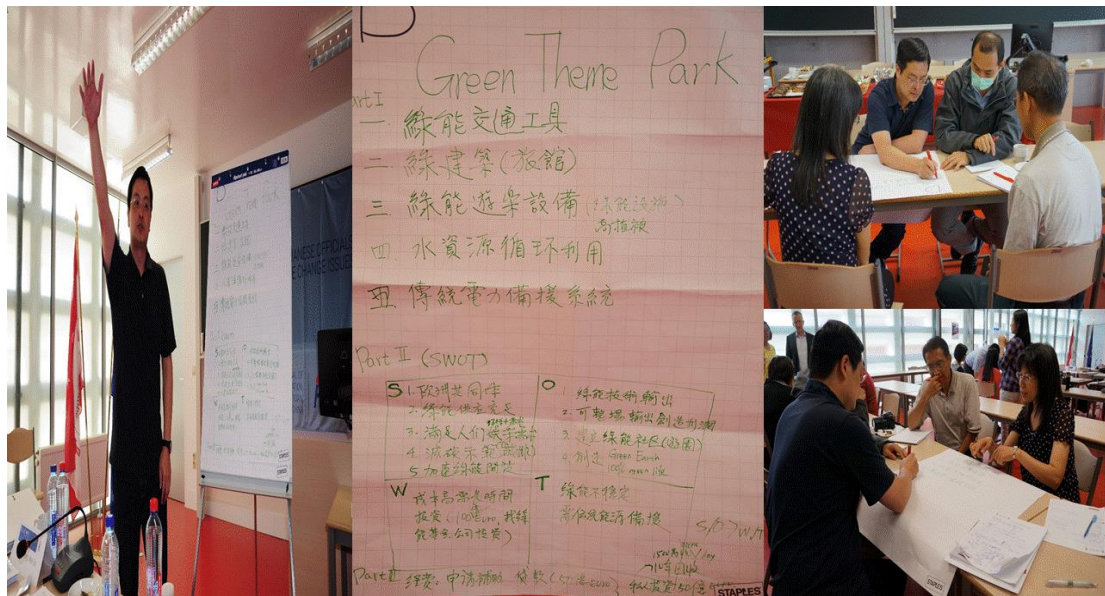


圖 5-30 模擬演練（四）

八、老師評論：

（一）在作最後決定投資哪一個提案時，需考慮三大要素：一、對提案設計的內容、可行性是否有信心？二、方案的長期及短期目標是否符合氣候變遷的宗旨？三、方案是否可以提供融資的？像主題樂園這種案子，只要它能符合氣候變遷資金的提供標準，能證實對氣候變遷帶來直接可證明的利益，同時又是低風險的投資，只要它是可行的，金融家都會願意投資的。

（二）若從可行性、信用及合理的角度作分析，以上四個提案何者較可行？(A 組答)A，為較傳統的方案，(B 組答)B，此為曾經執行過的計畫，若從長期減量及調適來看，何者較可行？(C 組答)C，(D 組答)D，但 D 案對氣候變遷造成的衝擊為間接的，若從金融家角度來看，(曾副司長答)會選 A 案。

（三）投票結果：A 案勝出得到融資。

第六章 結論與心得建議

第一節 結論

壹、荷蘭調適策略轉變實踐

一、水利管理還地於河

荷蘭，四分之一的陸地面積低於海平面，長期受到水患侵襲，過去以圍堤築水閘之防洪圍堵的治水政策，興建了 2400 公里長的堤防與水閘，吸引全世界各國矚目至今。後來因堤防與水閘使內陸湖泊及運河優養化、海岸生態環境改變，也因全球暖化海平面上升及地面沈降等影響，從「與海爭地」的政策轉變為「還地於河」與水共存思維，轉向為水患防禦、因應洪水的都市空間規劃和災害預警與災後復原。新型三角洲計畫從拓寬河道，拆除部分地區閘門，河岸農地改成氾濫區，新的水資源治理模式也創造新的商機。

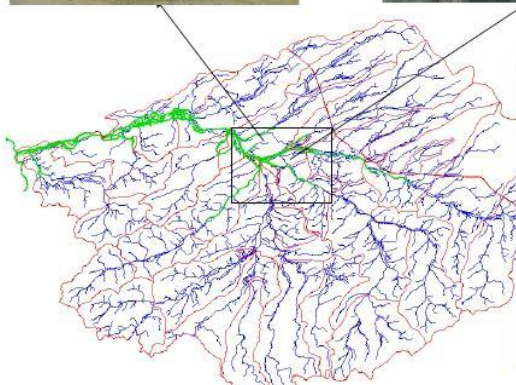
荷蘭水資源治理是以整體國家空間發展的層級思考，共同訂出「還地於河」的防洪策略，為增加河道的通洪能力，推動加深及疏浚或加寬河槽、加大堤距、設置疏洪道等策略，讓現有堤防漸漸退縮，清理高灘地，以加大水流流動空間。此外，儘可能恢復或保護洪氾平原，希望藉由濕地的蓄洪、滯洪等功能，來減低洪水災難的強度及頻度，同時涵養水源，補注地下水，減緩地層下陷的速度，更可進行水質淨化，提供動植物的棲息環境，以及都市居民休閒遊憩的好去處。

荷蘭現在主張「給河流多一些空間」，荷蘭沿著多條河流製造自然的洪氾區，包括萊茵河及其支流。因此，荷蘭人已不再隨意加高堤防，相反地，現在的荷蘭與水共生，在新生地上興建公共休閒空間，使它在必要時，能緩衝暴風掀起的狂浪。



圖 6-1 防暴潮閘門-馬斯蘭特閘(Maeslant Barrier)

Flood control reservoirs river Demer: Schulensmeer en Webbekom



Every 15min update / real-time
regulation hydraulic structures



圖 6-2 利用閒置空間設置自然洪氾區(滯洪池)及智慧管理水閘門起閉



圖 6-3 利用公共休閒空間綠化兼滯洪設施

三、公私協力提高蓄滯洪空間

氣候變遷導致強降雨，使得雨水下水道容量不足造成洪水災害，為減少淹水城市必須提供更多空間儲存額外雨水。其遵守三個原則：原地保留再利用、儲存最後才排水。

利用城市的低窪地點設置棒球場、公園或停車場等公共空間作為「水廣場」，並與下水道主幹管連接，地面與地下排水設施連接後才能成為可排水之儲水槽。暴雨降下的雨水不必立刻疏導至地下排水系統，可以藉由地形設置引導至蓄水池暫時儲留。大多數時候「水廣場」都處於乾燥狀態，大雨時「水廣場」才會被注滿水。當遇到強降雨時，「水廣場」則會關閉，形成一個蓄水池。「水廣場」乾燥時是居民打球、戶外閱讀、散步之空間，雨天時則進行蓄水。透過水池內之雨水過濾系統，所收集雨水於夏天後可變成廣場噴泉，冬天可以讓市民在上面溜冰。雨季過後，水將慢慢退回到附近的水體之中，或流進土壤，把暴雨雨水轉換成城市景觀。

於人口密集土地不易取得的都會區，利用公共設施空間或廣場提供多目標使用，設置滯洪池與營造溪流、池塘或濕地等措施，並落實

家戶調適措施例如修訂建築技術規範，提昇洪氾區內建築的一樓地板、增設防水閘門等，於城市中各地分散設置小型蓄水池，例如露臺、步道及自行車道等均可作為儲水的空間或是於建築物屋頂或地下設置雨水蓄水池等方案。也提昇都市的透水性，包括提供更多的綠色空間、綠色屋頂、透水鋪面以增加蒸發散熱及降低洪氾災害，並研擬防洪保險的制度等應變策略。

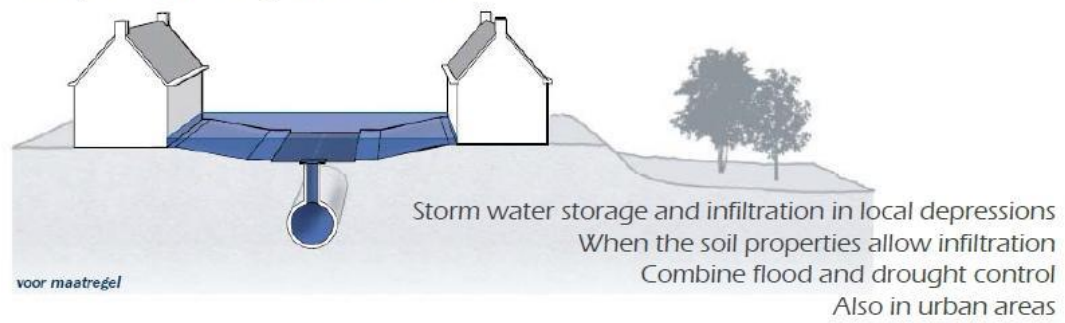


圖 6-4 水廣場



圖 6-5 防水閘門

More upstream storage and infiltration:



In public areas (parks, green zones, sports terrains, playing gardens)
In private gardens or individual storage / re-use / infiltration of rain water

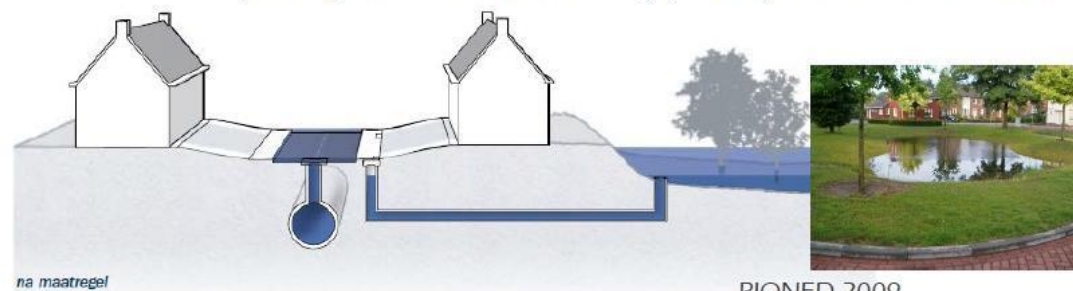


圖 6-6 降雨時先導引至附近公園的滯洪池儲留

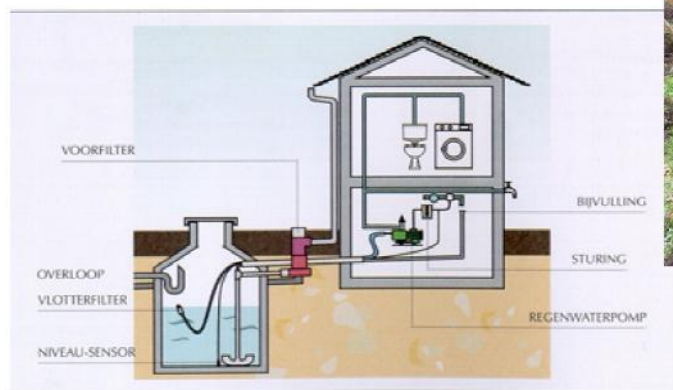


圖 6-7 雨水撲滿



圖 6-8 利用公共空設置水廣場



圖 6-9 透水鋪面

四、沿海區域與沿海防護的調適措施-人工養灘沙粒補充法

人工養灘為防止海岸侵蝕與海平面上升的暫時性方案，荷蘭為維

護海岸防蝕，以人為的方法將砂石堆置於受侵蝕的海灘，或於海岸前建構人工海灘以防止海岸侵蝕，為海岸防蝕柔性工法。完整的人工養灘計畫亦可包含人工沙丘或其他剛性結構物如海堤、離岸堤的建築，惟人工養灘計畫需透過定期重複辦理才能維持其效果，通常流失率在20~30%之間。相較於其他防蝕工法，人工養灘的優點為對自然海灘干擾最小，且能保持海灘原有之景觀及休閒娛樂功能。目前人工養灘所產生的爭議為對於其防蝕功效的認定缺乏客觀的標準。由於海岸侵蝕區海灘沙源會自然流失，因此人工沙灘區如未後續補注沙灘將逐漸縮小，防蝕功能亦將逐漸喪失。因此如同海堤必須定期整建維護，人工養灘區的監測及後續養灘為其成敗的關鍵。如能在自然海灘尚未完全破壞便進行人工養灘，可兼顧海岸防蝕及維護自然景觀的需求。



圖 6-10 人工養灘

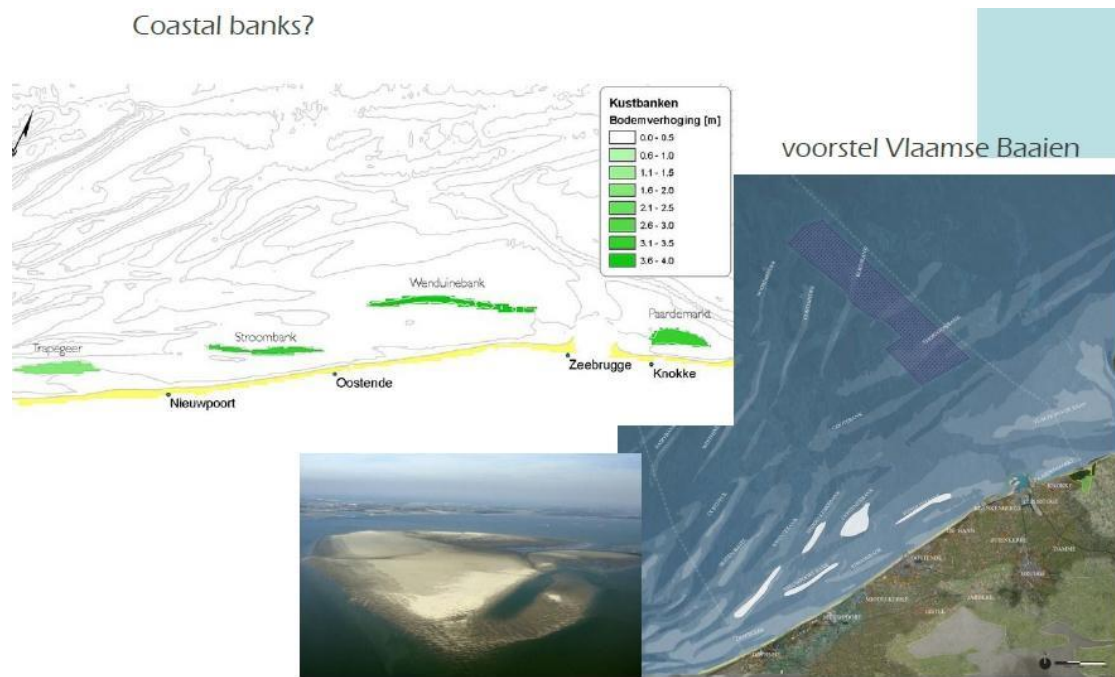


圖 6-11 利用離岸人工沙島進行海岸維護

五、與水共存的建築-浮動屋

荷蘭長期面對水患問題，促使荷蘭的建築專業人員想出不同因應之道，浮動屋是漂浮在水面上的房屋，可以隨著水面上升，其概念應源自於早期的船屋。浮動屋地基採用水密性混凝土，把基座做成一個倒置的長方形盒子，混凝土厚約 30 公分，利用阿基米德原理將浮動屋重心置於水面下方，並透過排開的水撐起自身。浮動屋並不能四處漂動，只能隨水上下浮動適應水位的變化。

荷蘭標準式的浮動屋主要是以三層樓高的船屋為主，每個新式船屋有頂樓陽臺、寬敞的客廳和三間臥房。維生系統是由政府機關建置於岸上，每一座浮動屋都有引入管，引入包括水、電、電信等，及引出污水排放，其中污水排放系統是用機械強制攪拌後直接排入水中。浮動屋的固定系統是採用固定式的樁基礎，浮動屋兩個角會設置剛性的套環，套環固定於樁基礎，再由樁基礎提供浮動屋水平方向的穩定性，因此浮動屋可以因水位的上升下降而有垂直方向的移動，但不會因為水面的波浪而有大幅度的震動。浮動屋的棧橋連接系統亦是透過

剛性的樁基礎承載鋼骨棧橋，此部分是政府單位提供設置，居民僅需負擔浮動屋的建置費用，於棧橋的前方會設置一組兩個固定用樁基礎，提供浮動屋水平方向的定位。

開發浮動屋時不需要花錢整地、開挖與打地基，反而可以讓基地回復成原始的沼澤或湖泊環境，再於其上安置如同船舶的漂浮建築。透過這些漂浮公寓，建築開發將不再是「生態破壞」，而是「生態復原」。土地也可以擁有更高度的生態多樣性，未來即使因氣候暖化與海平面上升所導致的海堤崩潰，這些住在浮動屋的人也不會瞬間無屋可住。



圖 6-12 居住及航行兩用船屋



圖 6-13 模組式浮動屋



圖 6-14 浮動屋的全景



圖 6-15 平衡用的固定式樁基礎



圖 6-16 浮動屋的棧橋連接系統



圖 6-17 浮動屋維生系統(水、電、電信等)

六、強調市民參與以及意見溝通

荷蘭政府於氣候變遷調適策略等重大公共政策形成初期，即積極透過研討座談會等形式邀請產業界、學術界、NGO 團體及一般民眾共同參與公開討論，透過公共參與納入權益關係人的意見，相關可行性研究與初期規劃內容均可獲得充分辯論與創意激盪，讓相關政策可符合實際需求，並可尋求民眾團體支持，相關決策改變由上而下的治理方式，並容許多元化的聲音與意見。

七、專責氣候變遷研究機構-荷蘭三角洲研究院(Deltares-Delft)

Deltares 為荷蘭的研究機構，主要於開發，應用和共享知識平臺，擁有許多水、土壤與地下水之專家顧問團，以嶄新整合的方式解決水和地下水的問題。Deltares 的前身為 TU Delft 臺夫特水利學院，為全球知名的水利工程學院，其發展的水利軟體相當熱門，在全球各大洲的三角洲及低地城市，如越南、泰國、印尼、馬來西亞、澳洲、印度、美國、歐洲國家、中南美國家、非洲國家等，皆有許多工程研究計畫案之應用。

Deltares-Delft 擁有歐洲最大的室內水供實驗室。可提供不同需求之水工模型試驗。當時現勘觀察之水工模型包含室內大型波浪水工試驗水槽試驗模擬雅加達灣狀況、模擬阿姆斯特丹引海水進來之運河水閘門及開羅尼羅河發電廠水冷卻模擬，該試驗室係處於滿載的狀態。



圖 6-18 室內大型波浪水工試驗水槽(雅加達海堤沿岸漂沙模型試驗)

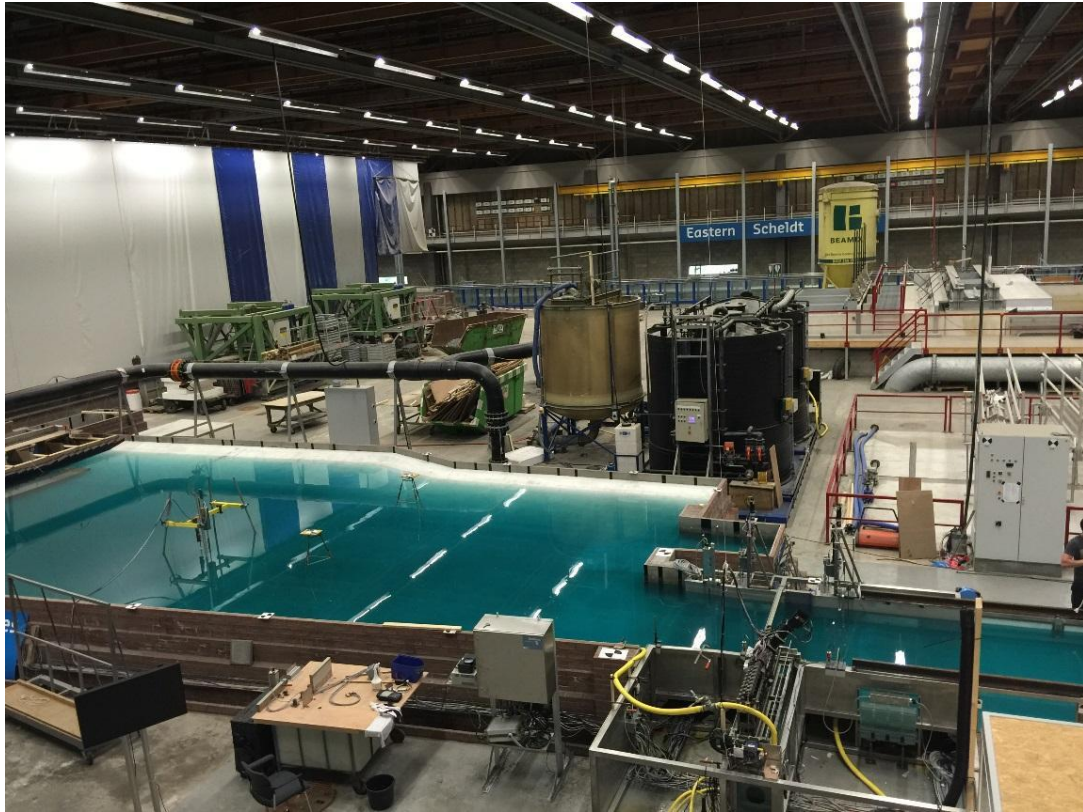


圖 6-19 阿姆斯特丹引海水進來之運河水閘門模擬



圖 6-20 造浪槽

貳、碳交易制度之建立

一、歐盟 ETS 推動歷程

歐盟 ETS 以分階段方式推動落實減排目標，第 1 階段時程為 2005 年至 2007 年試驗階段；第 2 階段為 2008 年至 2012 年，實施時程與京都議定書承諾期相同，可視為正式運作階段。歐盟第 3 階段減量規範，預定時程為 2013 年至 2020 年，其中前二階段規範內容為：

（一）規範產業

歐盟 ETS 第 1 階段規範的排放源主要為高耗能的能源業、鋼鐵業、礦業、造紙及紙漿業、水泥業、玻璃業及陶瓷製造業，上述產業所排放的二氧化碳約占歐盟二氧化碳總排放量的 46 %，相當於歐盟溫室氣體總排放量的 30 %。

第 2 階段規範的排放源除持續保留第一階段產業外，並將交易體系擴大到化學製造業、製鋁業、航空業及大型食品製造業。

（二）排放許可權核配

ETS 係建立在總量管制基礎下，由各成員國各自提送國家排放許可權分配計畫(National Allocation Plan, NAP)，設定各成員國排放許可權的總量以及分配給國內被管制企業的配額，最後經歐盟執委會批准後施行。至於企業實際取得配額的方式，第 1 階段規定各成員國需將 95%以上的配額免費授與企業，第 2 階段則將免費授與比例降為 90%以上，其餘的配額主要以拍賣型式讓企業取得。

（三）排放許可權儲存

歐盟 ETS 每一階段均有其排放許可權的配額，第 1、2 階段不允許未用完的配額儲存至下一階段再繼續使用。

（四）管制氣體

目前第 1、2 階段的交易商品以二氧化碳為主，第 3 階段預計擴及京都議定書規定的 6 種溫室氣體。

（五）CDM/JI 抵換

歐盟 ETS 允許成員國可使用 JI 和 CDM 的減排量來抵銷其排放

量，惟第 1 階段比例不得超過 10 %，第 2 階段不得超過 13 %。

（六）價格上、下限

歐盟 ETS 在兩階段均沒有針對交易價格進行上、下限的規範。

（七）罰款

歐盟對於未能實現排放減量目標的企業將採取處罰措施，第 1 階段為每公噸二氧化碳罰款 40 歐元，第 2 階段將升高至每公噸 100 歐元。茲將歐盟 ETS 兩階段的規範內容彙整如表 6-1 所示。

表 6-1 歐盟 ETS 兩階段規範內容

	第 1 階段 (2005~2007)	第 2 階段 (2008~2012)
規範產業	• 能源業(耗能 20MW 以上之內燃機業者、煉油業) • 鋼鐵業 • 礦業：水泥業、玻璃業、陶瓷製造業 • 造紙及紙漿業	除第 1 階段產業，另增 • 化學製造業 • 製鋁業 • 航空業 • 大型食品製造業
排放許可權核配	至少 95%免費核配	至少 90%免費核配
排放許可權儲存	不可跨階段	不可跨階段
管制氣體	二氧化碳	二氧化碳
CDM/JI 排放減量抵換	小於 10%	小於 13%
價格上、下限	無	無
罰款	每公噸 40 歐元	每公噸 100 歐元

資料來源：「碳排放交易機制建置之研究」(2009)、「國際碳權交易市場運作制度與法規比較」(2011)

二、歐盟 ETS 問題分析

歐盟 ETS8 年施行經驗遭遇的問題說明如下：

（一）總量管制問題

如前所述，歐盟 ETS 係建立在總量管制基礎下施行，而各成員國的排放許可權係由每個國家各自提送後，再經歐盟執委會批准施行。第一階段實施後發現有各國都有核配量過剩情形。根據歐盟官方公布的數據，2005 年實際排放量較設定目標少了 4,400 萬公噸，造成市場上存在很多剩餘配額，導致碳市場價格開始下跌。分析剩餘配額過多原因，主要可歸納核配方法存在漏洞，歐盟 ETS 排放交易制度主要採溯往原則(grandfathering rule)進行排放許可權的分配，溯往原則指以業者過去的排放紀錄作為分配額度的參考基礎。很明顯地，產業會把過去的排放量灌水，藉此獲得多一點許可權，因此污染大戶大多能取得高於實際排放標準的 EUAs 配額，造成總量管制下的交易市場一開始便存在過多許可權，降低企業實際減量誘因。另外歐盟 ETS 在兩階段施行期間均遭遇到全球性經濟衰退問題，第 1 階段為 2008 年的美國金融海嘯，第 2 階段為目前持續發展中的歐債危機。經濟衰退會降低工商業活動程度，造成實際碳排放量遠低於當初規劃時的預期，導致市場上充斥著大量剩餘配額，碳價也一跌再跌。碳價屢創新低以及市場充斥大量剩餘配額，故各行業減碳壓力大幅減輕，降低企業進行減碳的驅動力。

整體而言，總量管制充滿許多陷阱，亦是整個系統裡相對較不嚴謹的部分。因為有多餘排放許可權的人可以販賣，而製造排放許可權最便宜的方式，即是一開始就設法提高總量設定值，即可得到更多配額。在總量設定過程非常容易受到企業遊說，再加上歐盟急著讓受管制的企業都參與市場，因此上述分配過多配額的系統弱點，短期內並不易解決。

(二) CDM/JI 抵換的問題

在歐盟 ETS 制度中，排放許可權的交易和抵減(JI 和 CDM 的減排量可用來抵銷其排放量)是可同時並行的。國際金融機構、政府和私人企業可在受總量管制的歐盟區域外，透過排放減量計畫(emissions-saving projects)產生同樣能在市場交易的排放許可權，以此避免自我減量。總量管制原本是在限制管制區域內的排放總量，但抵減基本上是在此總量外再額外增加排放權，即抵減會鬆綁該管

制區域內的排放總量。換言之，抵換機制允許企業在實際減量和購買便宜碳權中作選擇，在 CDM 成本通常較實際減量成本低廉的情況下，抵換機制反可能增加管制區域內的排放量。另外商品抵換不代表環境抵換，CDM 價值是建立在不同國家的經濟和工業活動之間，一系列模糊的「等價性」計算，然而這種商品性質抵換直接等同於不同地區的環境抵換是有很高疑慮。CDM 並不會改變一個事實，那就是在某個地區燃燒更多煤炭和石油所排放的溫室氣體，並不會因為在其它地區建造更多水力發電廠、種植更多樹木，或者在煤礦場捕捉甲烷而被消除，而且肯定不會是在同一個時間區間內發生，而且抵換對發展中國家社會、環境造成嚴重的負面衝擊。

整體而言，抵減係用另一個地方的減量行動取代了本地減量行動，將會進一步地推遲真正的本地減量行動，並且變相容許更多化石燃料的使用行為。因此，抵換常會變成以發展為掩飾，遮蓋了它根本上的不正義——將新資金流向一些具高度污染工業的發展中國家，同時還提供已開發國家企業和政府一項工具，來延後他們自身工業模式和能源使用的改變。

（三）排放許可權免費核配問題

歐盟 ETS 前 2 階段的實施計畫規定大部份排放許可權須免費核配給企業，第 1 階段設定為 95 %以上，第 2 階段為 90 %以上。其餘配額則希望以拍賣型式讓企業取得，然大部份會員國仍多是免費授與。以第 1 階段為例，只有 4 個會員國有以拍賣方式分配額度，惟額度有限，例如丹麥拍賣排放許可權總配額的 5%、愛爾蘭為 0.75%、匈牙利為 2.5%、立陶宛為 1.5%。而免費核配機制最為人詬病之處為：政策執行者將原本屬於全民的環境財，免費給予污染者，造成不公平現象。雖然免費核配方式可使排放交易制度初期推動較為順利，但以零成本分配排放許可權讓企業坐享利益，普遍被認為是最大的錯誤決策。

學理上，環境財應屬全體人民，為達公平原則，適當利用排放權拍賣機制，通過拍賣就會讓企業感受到壓力。如果免費配額比例過高，並不會給企業增加過多減排成本，因此企業減排動力自然會

降低。另一方面，拍賣比重增加也使得歐盟可以更有效地通過調控市場供給來提升交易市場的交易活躍度。

（四）歐盟第 3 階段的改進方向

歐盟在第 1、2 階段被人詬病的大量免費核配 EUAs 方式，在第 3 階段將預計以拍賣方式取而代之。2013 年後，預計取消電力業所有免費核配量，至於其他產業將採逐年調降方式進行。整體而言，預計在 2013 年，總排放許可權中至少有 60 %將採拍賣方式發放，然後每年往上增加 10 %，直至 100 %皆採拍賣方式為止。過渡期間那些免費核配 EUAs 可能仍會造成減量計畫的漏洞，為防止這樣漏洞產生，歐盟預計嚴格篩選相關產業，甚至提出對進口貨物進行管制，規定這些進口商購買 EUAs 或是其他的許可。

第二節 心得建議

壹、荷蘭調適策略轉變的建議事項

一、採與水共存的治水理念推動總合治水工作

從災害觀點來看，氣候變遷對臺灣造成海岸退縮、生態系統改變、農林漁牧糧食衝擊、水供給問題、土砂災害、洪旱災害、疾病傳染等衝擊，尤其是處於地層下陷危機的沿海地區、坡地地區等，都是國土規劃必須考量的問題，建議內政部及相關單位訂定海岸地區相關計畫時應考量下列事項：

- （一）建議政府在推動氣候變遷調適降低洪氾威脅時，除採傳統方式補強增高堤防或提升排水系統容量外，可考量以都市空間規劃或還地於河的概念，提升都市滯洪能力或河川蓄洪排洪能力。（內政部、相關部會及地方政府）
- （二）建議於補強提高堤防保護標準時，能同時分析估算一旦堤防潰堤時所造成的生命財產損失金額，並分析各項防洪措施之可靠度與成敗的嚴重程度，作為後續政策方向選擇的重要參考。（經濟部水利署、相關部會及地方政府）
- （三）建議於人口集中的都會區，應考量推動家戶規模的相關調適措施，例

如透過研訂建築相關自治規定，要求位於洪氾高風險區內建築抬升1樓樓地板、增設擋水板、設置雨水儲留設施或推動綠屋頂等，以達全民參與。(內政部、相關部會及地方政府)

- (四) 建議臺灣防洪排水問題不能僅以堤防及抽排水工程防堵，應轉變為多目標綜合治理，從上游保水、中游減洪、下游防洪之「總合治水」做整體考量，並且應考慮流域跨區域治理工程及管理手段，包括劃設滯洪池、管制集水區、保水、分洪、蓄洪、防洪等方式來進行規劃，並結合市民之參與認同，才能獲得最大的成效。但我國目前體制，治水方面在上中下游分屬不同機構，水利事權分屬機構眾多，牽涉問題層面廣，目前可能需等環境資源部成立才能有效整合水利事權問題。(經濟部及各地方政府)

二、引導城市設計、景觀規劃、水利及下水道工程顧問、建築師等產業人力、民間技術及資金參與政府防災研發及實務工作

- (一) 荷蘭水計畫由城市設計顧問、景觀規劃顧問、工程顧問、建築師、營造廠商，參與「水廣場」、「漂浮屋」之概念發展、建築設計、施工，具有促進防洪技術規劃設計技術服務、工程顧問、商業發展之效益。同時透過具體評估漂浮屋之成本，吸引產業界評估投入大規模之都市及建築改造之可行性，便於氣候變遷之挑戰下，為都市及建築防災工作引入民間專業技術、資金、人力及創意。建議可參考荷蘭「水廣場」及「城市多能堤防空間設計」，利用城市設計及建築規劃手法，改造城市既有外部空間兼作儲水池，將防災空間與居民平時散步、運動、遊憩活動空間結合，建議可納入營建署主管建築管理、城市設計、城鄉風貌等參考。(內政部)
- (二) 目前加拿大、德國、美國、奈及利亞及英國都開始建置會隨水上升下降的房子。以英國為例，當洪水來時，水會先流入類似地下室的空間裡，隨著水量增多，房子也就開始上升，房子內部也就避免被洪水入侵。建議內政部可與相關城市設計、景觀規劃、建築師、營造廠商等共同合作，創造出符合臺灣特殊的地形，山高水急又多震環境下的浮動屋或高腳屋，並將高腳屋及漂浮屋納入建築技術規則，透過實質法律，獎勵地方政府興建。(內政部及各地方政府)

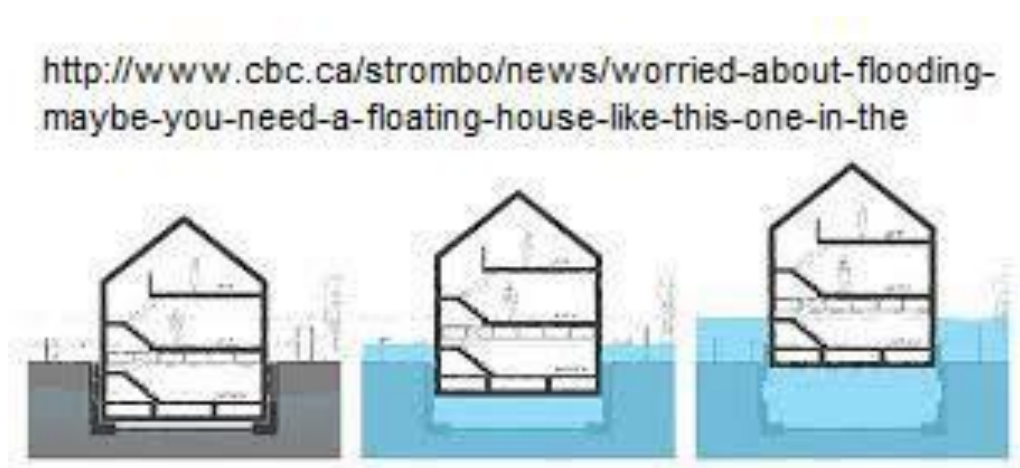


圖 6-21 水上屋概念圖

三、指定因應氣候變遷專責單位，並成立專責研究機構及大型水工模型實驗場

- (一) 建議重大建設或工程的推動，應於可行性分析及規劃設計時即納入氣候變遷影響評估並進行成本效益分析，以篩選永續無悔及具調適內涵的規劃案。建議成立國家層級的氣候變遷調適科學研究並有獨力預算。
- (二) 氣候變遷議題涉及部門廣泛，建議應積極擬定整合機制，釐清部門任務分工，目前國發會已擬定氣候變遷調適綱領及行動計畫，各地方政府也完成第一階段的調適計畫，惟彼此並未連結。現在溫減管理法通過後，法規已包含減緩與調適，建議有關氣候變遷相關工作的主管機關及其權責應儘速規劃確立，包括國家發展委員會、未來環境資源部及相關部會之組織功能，並強化機關間之分工與合作。
(國發會、經濟部及各地方政府)
- (三) 建議應成立專責獨立的氣候變遷委員會，除能統一氣候議題的事權，亦可獨立超然地監督各機關執行氣候變遷調適政策的成效，並訂定短中長期調適目標及路徑。(國發會)
- (四) 荷蘭有大型試驗室可進行大尺度水工模型試驗。臺灣之水利署、成大、海大、逢甲皆具有不同規模之水工模型試驗室，但遭遇重大大型工程，試驗比例仍然過低，因此許多水理現象礙於模型比例難以呈現。

因此對於大型水工模型實驗室的擴展可再詳細評估其可行性。（經濟部）

四、多元化的供水體系與水再生利用

荷蘭將維持淡水穩定供應列為三角洲計畫中重要課題。而臺灣都市化情況逐漸加深，都會區供水壓力逐年增加，目前大多依賴水庫供水，再加上豐枯變化及水庫淤積都日益劇烈，水庫降雨蓄水效率將降低，其供水風險將日益升高。若能利用多元化方式增加水源量，並增加水再生利用率，減少需水量，開源節流才有機會降低供水壓力與風險，例如荷蘭推動海水淡化等增加水源。

五、強化公民參與及風險溝通

雖然氣候變遷近年受到關注，但一般民眾對氣候變遷的危機意識仍然偏低，故提高公眾對氣候變遷的認識是具有必要性及優先性，建議政府相關重大政策於政策草案擬定經內部及專家學者研析後，可考量邀請民眾、相關意見團體及利益關係者參與研討，以提早瞭解各界意見掌握社會需求，並消弭歧見尋求共識。

貳、建立我國碳交易制度建議事項

歐盟 ETS 不適當設計的關鍵問題主要有三個部分，包括總量管制問題、CDM/JI 抵換問題及排放許可權免費核配問題，可作為我國未來推動碳排放交易制度之殷鑑。

- 一、儘速建立完整的碳排放清冊及驗證體系。依溫減法規定國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年排放量 50%。環保署固於 2008 年 1 月 10 日成立「溫室氣體減量管理辦公室」，負責執行氣候變遷及溫室氣體管理相關政策法規研擬、跨部會整合協調、產業盤查、全民減碳行動推廣、擴展國際參與等相關工作。惟地方政府受限於財務及人力的限制，加上部分首長較不重視，亦多未成立相關專責機構或基金運作。對於基線排放量並未有實質的盤查及認證。因此為達成溫減法所訂 2050 年的目標，2005 年的基準年推估排放量及使用全國一致的盤查基準的排放清冊，各級政府應儘速建立並進行

驗證，以作為訂定減排策略的依據。

二、建議產業排放清冊需精準，並應落實外部查核機制，目前環保署已公告第一二批應申報溫室氣體的工廠，其中第一批已完成申報，應落實查核其排放清冊的準確性，歐盟 ETS 排放交易制度係採業者過去的排放紀錄作為分配額度的參考基礎，要避免業者為獲得多一點許可權將排放量灌水。歐盟在核准各國排放量前由執委會對各國研擬報告重新進行檢視，可視為一外部機制審查，建議可進一步瞭解歐執委會如何檢視或審查廠商高估排放量之技巧及經驗。

三、依據 2014 年中華民國國家溫室氣體清冊報告，能源部門 2005 年碳排放量為 241,711 千公噸 CO₂ 當量，佔當年度全國排放量約 87.3%；2012 年碳排放量為 244,587 千公噸 CO₂ 當量，佔當年度全國排放量高達 90%，故能源部門為全國最大的排放源。依上述計算，自 2016 年起全國平均每年應比前一年減碳 3,887.3 千公噸 CO₂ 當量。其中最大碳排放源的能源部門，佔 2012 年度全國排放量達 90%，故建議估算能源部門應負擔 90%減碳量比率，應減碳量為 3498.57 千公噸 CO₂ 當量。餘 388.73 千公噸 CO₂ 當量，再依各部門碳排放比率，分配應減碳量。每 5 年，由中央主關機關檢討減量執行成效，並重新分配各部門應負擔減碳比例，納入「溫室氣體減量及管理法」相關子法內，予以規範，期能於 2050 年達到溫室氣體減量目標。

四、建議不要分配過高的免費配額給企業，適當利用排放權拍賣機制，通過拍賣就會讓企業感受到壓力，如果免費配額比例過高會降低企業減排動力，拍賣比重增加可以更有效地通過調控市場供給來提升交易市場的交易活躍度，也可考量用效能標準來決定免費核配量並逐年減少，另環保署目前推動先期專案與抵換專案已經核發碳權的部分如何處理也應一併檢討。

五、建議針對不同耗能產業應考慮其實際現況訂定不同的能源消耗標準，例如鋼鐵、化學及電力工廠等，因其採行的減碳措施成本較高，如果能改善的優於能源消耗標準高也應給予企業獎勵，並建議依歐盟導入「間接成本補償機制」，根據歐盟修正草案顯示，未來免費核配量將

逐年減少，對因 ETS 價格轉嫁到電價導致面臨碳洩漏風險的產業，成員國由「得採取」改為「應採取」補償措施。對於因直接 ETS 成本所產生的碳洩漏風險產業，可考慮擁有較多的額外免費核配或由碳交易基金提供補償機制。

六、建議是否參考歐盟第三階段評估訂定碳價格下限，可使碳排放交易系統更為穩固，協助抵抗因經濟衰退等未預期事件所造成的影響，訂定碳價格下限亦有助於提供企業較可預測的價格路徑，對企業投資低碳技術有所幫助，而其他國家陸續建立的碳交易制度已將此納入，如加州與澳洲的總量管制。

參、低碳運輸建議事項

歐洲發展綠色運輸，均從大眾運輸系統、自行車與步行三方面發展，在荷蘭跟比利時經常看到的是腳踏車取代私人運具，也設立許多電動機車(腳踏車)電池充電站、汽車電池充電站及停車格等，現在更推動汽車共享服務(Car2Go)，不再是人人擁有車子，而是以車為主體提供由起點到終點的運輸解決方案，歐洲也推動低排放區(Low Emission Zone, LEZ)策略，實施低排放區政策的目的是為了讓乾淨的車子進入到城市之中，減少空氣污染和懸浮微粒的產生，並讓車主主動更換新車或改變駕駛行為，加速車輛的現代化。

臺灣交通部門排放量約佔反觀臺灣長期的低碳運輸推動分屬各部會，交通部推大眾運輸，經濟部推電動車，環保署推電動車充電站及電池交換系統，惟目前成效仍然有限。另外臺灣的車輛以機車佔最大宗，將近 1400 萬機車，其中二行程車輛約 220 萬輛，二行程 HC 污染量是四行程的 20 倍，也是烏賊車檢舉的大宗，目前環保署鼓勵汰舊但仍然有許多弱勢族群因代步問題不願更換，而且每年仍需為這些烏賊車進行免費的定檢及不定期檢驗，目前許多縣市地方自治條例都已將禁止行駛二行程車輛納入限制的落日條款，建議環保屬可考量將省下二行程的代檢費用一次強制收購二行程車輛，再搭配電動車及相關優惠利率，以快速提升電動車並消除二行程高污染車輛。

建議後續應積極建構完整大眾運輸或接駁系統及推動各項綠色運具，

並推動辦理下列事項：

1. 制定改善及提升車輛相關性能規定。
2. 提高老舊及高污染車輛稅費。
3. 都會區推動電動交通工具(如電動機車)，充電站或電池交換站基礎設施應完善同部建立。
4. 推動公共運輸永續生質燃料（制定生質燃料品質標準）使用或混和燃料使用。
5. 公務部門車輛汰換強制以綠色車輛優先規定。
6. 節能車輛高速公路通行費或停車費折扣。
7. 建構更完善及友善低碳運輸道路。



圖 6-22 電動汽車充電站



圖 6-23 電動機車或電動腳踏車充電站



圖 6-24 汽車共享服務(Car2Go)

肆、為推動建築節能有效提升建築能源效率之建議事項

建築部門約佔所有能源使用部門能源使用總量的 40%，臺灣都市化嚴重，如何提升建築部門能源效率很重要，依歐盟經驗提出以下建議事項

一、建議應建立建築能源績效證書制度

歐盟自 2002 年即規定各會員國應建立建築能源績效證書制度，明示各建築之能源績效及相關參考數據（包括最低能源績效要求），

以使未來之購買方或承租方得以比較及評估其能源績效，2010 年指令增訂各會員國應核發能源績效證書：於建築財產權相關交易時均應出示建築績效證書，樓板面積超過 500 平方公尺（自 2015 年 7 月 9 日起，該門檻調降為「超過 250 平方公尺」）之建築能源績效證書應被標示。凡欲出售或出租擁有能源績效證書、建築單位所在建築或建築單位者，應將其註明在售或出租之商業廣告文件中，建議內政部及經濟部應推動建築能源績效保證書標示。

另按我國為鼓勵興建省能源、省資源、低污染之建築，自 1999 年推動綠建築標章，並於 2004 年於「建築技術規則」增訂「綠建築專章」，設定九大評估指標；其中，「日常節約能源」屬必要指標，評估要項包括（建築）外殼節能、空調節能及照明節能三大方向。該標章核發時，實務上並未實際進行能源效率量測驗證，於核發後亦無持續查核能源效率之機制。與歐盟建築能源績效強調能源管理有所差異，因此，為提升建築能源效率，我國除現行綠建築標章或智慧建築標章外，配合智慧綠建築方案之規劃，應可開始思考如何建立建築能源績效相關機制。

建議建立獨立能源效率專家制度，應由獨立能源效率專家進行能源績效證書之證明核發與檢查，善用能源技術服務以增進能源效率。按我國「政府機關及學校全面節能減碳措施」針對採行「購置及汰換設備、器具及車輛」之節能措施時，明示得導入民間能源技術服務；「政府機關及學校『四省專案』計畫」，亦明示各執行單位評估購置高效率設備時，應洽專業技師、工程顧問服務業或能源技術服務業等業者。然而，上述規定尚限於設備、器具及車輛，未如歐盟之做法，擴及於建築或設施整體能源效率設計或改善之規劃，因此，未來宜整體規劃考量如何進一步善用能源技術服務，以增進各能源部門之能源效率。

二、建議應增加「近零耗能建築」納入國家能源效率行動計畫

依歐盟 2010 年指令增訂第 9 條，規定各會員國應訂定國家計畫，制定政策並採取措施，以確保於 2020 年 12 月 31 日前，所有新建築均屬「近零耗能建築」（nearly zero-energy building）；於 2018 年

12 月 31 日後，所有公部門使用或擁有之新建築，均屬近零耗能建築。所謂「近零耗能建築」，係指擁有極高能源績效之建築；在該建築所使用的接近零或極低之能源中，有很大比例係來自再生能源並定義近零耗能建築之定義，建議營建署應制定公佈「最低能源績效要求」及「能源績效證書」相關法令及量化指標，並從公有建築帶頭做起以為示範。

三、強制要求公部門購買或租賃之建築應達一定程度之能源效率

歐盟「建築能源績效指令」規範，要求各會員國應購買或租賃取得「能源績效證書」（EPC）之建築；該等取得能源績效證書之建築，係屬符合歐盟「建築能源績效指令」第 4 條最低能源績效要求之建築。且歐盟「2011 能源效率指令草案」要求各會員國應建立「每棟公有建築總樓板面積及能源績效之資訊公開制度」，以確定每年 3%改善翻新要求之適用標的。

我國目前尚無類似制度，建議在未建立建築最低能源績效要求及能源績效證書之現況下，可考量先針對公部門所有或使用之建築訂定最低能源績效要求或類似基準，進而強制規定所有政府機關及公立學校僅得建構、購買或租賃符合該最低能源績效要求之建築，或強制要求公部門建築改善翻新率以解決既有建築能效不彰並加速提升能源效率相關規劃。我國現行公部門節能指標要求及措施，僅以「各政府機關及學校」而未細化至以「每棟建築或每個建築單元」為計算單位，為能更確實管控公部門能源消費量建議可朝此方向規劃。



圖 6-25 買賣房子廣告註明該房子的能源績效證書（EPC）提供業主參考

伍、歐盟因應氣候變遷能源部門分析之建議

- 一、各類能源皆有其優點、發展限制及不同風險，我國亦應考量本國地理限制、能源供給條件等國情，建立多元合理之能源組合，以建構安全穩定、效率運用、潔淨環境之能源供需系統，營造有助節能減碳之發展環境，以達成國家節能減碳目標，實現臺灣永續能源發展。
- 二、科學家們已證實，人為所製造的溫室氣體是造成地球溫暖化的主因，而燃燒化石能源所排放之二氧化碳貢獻度最大，爰推動再生能源發展及提升能源效率為無悔策略，我國應加速推動再生能源發展，並積極推動能源效率改善措施。
- 三、風力發電及太陽能發電因受氣候影響發電量，為解決間歇性再生能源的困境，技術突破為加速推動再生能源發展的有效法門，故建議主管機關應持續蒐集並掌握國外大型儲能技術之發展資訊，並加強國際技術交流，適時引進先進技術。
- 四、以煤炭作為能源的風險評估，最大的風險在於因應氣候變遷，排碳係數最高，但相較於其他傳統能源則具運輸安全、分散來源及開採年限長等優點，故未來勢必須搭配碳捕捉及封存技術(CCS)發展運用，我國目前燃煤發電比例約占 27%，故宜推動碳捕捉及封存 (CCS)技術之研究發展並及早導入淨煤減碳技術。
- 五、歐盟減量路徑明確，我國甫於本(2015)年 6 月立法完成「溫室氣體減量及管理法」，明訂減量目標入法，其目標為於 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年之 50%以下，爰我國宜針對目標之減量路徑及早勾勒，建議儘速擬訂國家因應氣候變遷行動綱領及溫室氣體減量推動方案。
- 六、此外，因我國高度仰賴進口能源，於全球能源逐漸耗竭、氣候變遷、世界局勢動盪等因素考量下，政府應積極推動發展再生能源，鼓勵推動太陽光電系統設置、生質能發電及其他再生能源發電(如風力發電、地熱、海洋能、氫能等)，全面有效運用再生資源開發潛力，建議推動下列事項：
 1. 再生能源優先以強制固定費率入網 (feed-in tariff, FiT)

- 2.建置儲能系統與智慧電網
- 3.建置分散式太陽能等再生能源分散式系統
- 4.替換太陽能電池高效產品
- 5.離岸風電場開發
- 6.建構風能開發環境及建立離岸風能關鍵技術

陸、對於農業、林業及水資源等部門之建議事項

一、對於農業及林業部門

為保障全國糧食安全、維護重要農業生產、並改善嚴重地層下陷區產業及生活情況，建議推動辦理下列事項：

- 1.節約農業灌溉用水推廣旱作管路灌溉與現代化節水設施。
- 2.劣化棲地復育。
- 3.持續辦理雲彰地區地層下陷方案各項產業調整措施。
- 4.糧食生產調適及合理施肥應用機制。
- 5.建立農地合理利用機制。
- 6.坡地農業轉型。
- 7.漁業作業模式調整及強化漁產品產銷預警與供應調節機制。
- 8.農畜漁產業抗逆境品種研發應用。
- 9.生物多樣性脆弱度與風險評估。

二、水資源部門

臺灣因地理區位及自然環境因素，又因氣候變遷趨勢，導致旱、澇情況日趨嚴重，是舊旱、澇區域調適面向，建議推動下列事項：

- 1.旱、澇區域脆弱度與風險評估。
- 2.制定旱、澇區域預警及外部支援(國內、外)機制。
- 3.制定水資源保育觀念教育推廣工作。
- 4.制定颱風、豪雨期間水路空庫蓄洪操作機制。
- 5.制定閘泵加速排洪計畫。

- 6.制定透水鋪面設計及材質推廣應用機制。
- 7.制定特定區開發規定設計蓄洪空間機制。
- 8.沿海低窪區水路化及平地水庫推動。
- 9.制定地面水再利用機制(滯洪池、農塘、抽水站前池)。
- 10 區排、河川出海口蓄洪可行研究評估。
- 11 再生水設備研發應用推廣。

柒、其他建議事項

一、成立各級政府氣候變遷及調適基金：

以荷蘭水上屋、三角洲研究院的運作經驗對照環保署推動低碳城市的現況得知，不論是減緩或調適策略的研究評估或是建構低碳社區、城市及生活圈，都需要有良好的財務計畫始能達成目標。目前各級政府都面臨財政狀況不佳的窘境，而空氣污染防制費的徵收亦已到了極限，可考量以二氧化碳排放為徵收標的，成立各級政府氣候變遷及調適基金，專司推動各項減緩及調適策略。此外，溫減法規劃課徵進口化石燃料之稅費，但因稅、費等牽涉人民權利義務，必須以法律定之。所以行政院及立法院應積極溝通協調，將能源稅法列為優先法案。並在不以增加政府整體稅收為目的，調整稅賦結構，亦即課徵能源稅時，並調整(減少或整併)如汽車燃料費、或減免個人所得稅或企業營利事業所得稅等。

二、地方政府對於氣候變遷減緩措施及調適方案執行績效，納入中央統籌分配款核撥依據：

由於大部分的地方政府財務狀況不佳，因此中央各部會應配合以適當財政的政策工具，引導地方政府重視並配合氣候變遷、減緩與調適相關工作，提升地方政府各目的事業主管機關之配合及執行績效。

三、將氣候變遷資訊納入環境教育，深化民眾對於氣候變遷的基本智能，並納入平日生活：

國內環境教育已逐年開展及成熟，但氣候變遷對於人類生存及永

續發展環境的影響，有賴於透過強化學校節能減碳教育機能，推動教育部暨所屬機關學校全面落實節能減碳計畫，深化在每一個人的腦海中，以促進全民節能減碳認知並轉化為實際的行動，才能讓未來各項減緩及調適的政策，獲得民眾的支持與執行。

四、推動節能減碳公共工程，將調適策略納入公共工程設計及環評案件審議：

臺灣大部分重大開發案件或公共工程規劃，多基於機關本位或技術本位，未將節能減碳納入考量。溫減法通過後，各部門的減碳及調適作為，應深化於平常業務中。歐盟利用操場或球場建構滯洪池或雨撲滿的海綿城市設計，對於水庫淤積嚴重、水資源逐漸匱乏的臺灣，除可應付極端氣候降水的衝擊，亦可值得政府各部門學習及推廣。

提升能源效率是歐盟解決碳排的策略之一，亦是臺灣目前亟需解決的問題，利用環評審議的階段，要求新興工業區或土地重劃區域，應建立區域能源中心並優先規劃使用再生能源。

五、建立高溫氣候應變機制，減緩公共衛生的負面衝擊：

美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）氣候科學家布朗登表示，「沒有意外的話，2015 年將成為有紀錄以來最熱的一年。」。以日本為例，2015 年 8 月持續高溫，北海道竟然也熱到 37 度，東京更是連續 1 週高溫突破 35 度，創下 140 年新紀錄，日本每天都有超過 1000 人中暑送醫，7、8 兩月東京至少有 50 人被熱死。可見高溫帶來的影響，已經不只流汗這麼簡單。2003 年的奪命熱浪後，比利時和法國都已實施酷熱天氣警告制度。

高溫引發人類生命的威脅，政府部門應儘速建構高溫預測、資訊發布及應變體系，減少民眾因暴露於高溫致死的情形發生。而溫度的變化亦引發傳染病(如登革熱等)分布地圖的改變，政府的防疫工作應配合進行調整，以維護國人的健康。

※研究建議彙整表

行動計畫或方案 (請註明計畫或方案名稱)	研究建議事項	主(協)辦機關
1.國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫： 健全溫室氣體減量與管理法規體制計畫	1.1 儘速建立完整的碳排放清冊及驗證體系 1.2 建議產業排放清冊需精準，並應落實外部查核機制。 1.3 訂定各部門分配負擔減碳比例，並既定期通盤檢討。 1.4 建議避免分配過高的免費配額給企業，適當利用排放權拍賣機制。 1.5 建議是否參考歐盟第三階段評估訂定碳價格下限，可使碳排放交易系統更為穩固。 1.6 強化產業衝擊評估，並遵守財政中立原則，碳權收入應優先用於協助受衝擊之產業及勞工工作權益維護。	環保署、經濟部及各部會
2.國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫： 推動產業節能減碳計畫	2.1 建議針對不同耗能產業應考慮其實際現況訂定不同的能源消耗標準。 2.2 提升能源效率是歐盟解決碳排的策略之一，亦是臺灣目前亟需解決的問題，要求新興科學園區/工業區或土地重劃區域，應建立區域能源中心並優先規劃使用再生能源。	環保署、科技部、經濟部、內政部、各地方政府
3.國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫： 建構綠色運輸交通網路	3.1 制定改善及提升車輛相關性能規定。 3.2 提高老舊及高污染車輛稅費。 3.3 都會區推動電動交通工具(如電動機車)，充電站或電池交換站基礎設施應完善同部建立。	交通部、環保署、經濟部、財政部

	3.4 推動公共運輸永續生質燃料（制定生質燃料品質標準）使用或混和燃料使用。 3.5 公務部門車輛汰換強制以綠色車輛優先規定。 3.6 節能車輛高速公路通行費或停車費折扣。 3.7 建構更完善及友善低碳運輸道路。	
4. 國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫：營建綠色新景觀與普及綠建築	4.1 建議應建立建築能源績效標示制度。 4.2 建議建立獨立能源效率專家制度。 4.3 建議應增加「近零耗能建築」納入國家能源效率行動計畫。 4.4 強制要求公部門興建、購買或租賃之建築應達一定程度之能源效率。	內政部、經濟部、財政部
5. 國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫：推動再生能源新紀元計畫	5.1 擴大並加速再生能源發展，鼓勵各項小型再生能源（太陽能、風力等），例如建置分散式太陽能等再生能源分散式系統、離岸風電場開發等。 5.2 合理能源價格，並評估推動再生能源優先以強制固定費率入網（feed-in tariff, FiT）。 5.3 針對再生能源設施的設置（例如：儲能系統與智慧電網、替換太陽能電池高效產品、離岸風能關鍵技術等）及效率提升上，應及早投入調查分析，並提出對策。	經濟部
6. 國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫：推動能源國家型科技計畫	6.1 蒐集並掌握國外儲能技術之發展資訊並加強國際技術交流。 6.2 掌握國際間對 CCS 之研究發展，並	科技部 經濟部 (技術處、能

	適時引進國外碳捕捉及儲存(CCS)先進技術。	源局)
7. 國家綠能低碳總行動方案項下之標竿型計畫： 推動智慧電網計畫	7.1 加速推動建立完善之（智慧型）電網管理系統，俾使再生能源有效提供電力供應，並發展區域電網，分散電力供應風險。	經濟部(能源局、臺電公司)
8. 國家氣候變遷調適行動計畫： 提升氣候變遷調適能力-強化氣候變遷研究能量	8.1 建議成立國家層級的氣候變遷調適科學研究並有獨立預算。 8.2 建議建構大尺度水工模型試驗以模擬臺灣相關調適計畫之可行性。 8.3 目前缺乏臺灣之目標年期的氣候變遷情境和風險評估分析，致調適的目標值也難以設定，未來希望在科技部完成第一份氣候風險評估後，得訂出調適目標年期（例如 2050 年），對情境及風險評估有較為統一的描述，提供給各部會及地方政府作為參據，而所有調適策略將依此進行後續規劃。	科技部、教育部、交通部氣象局
9. 國家氣候變遷調適行動計畫： 總體調適計畫-規劃確立氣候變遷組織權責	9.1 溫減管理法通過後，法規已包含減緩與調適，建議有關氣候變遷相關工作的主管機關及其權責應儘速規劃確立，包括國家發展委員會、未來環境資源部及相關部會之組織功能，並強化機關間之分工與合作。 9.2 建議應成立專責獨立的氣候變遷委員會，除能統一氣候議題的事權，亦可獨立超然地監督各機關執行氣候變遷調適政策的成效，並訂定短中長期調適目標及路徑。	環保署

10. 國家氣候變遷調適行動計畫： 強化氣候變遷調適公眾參與及溝通能力	10.1 強化公民參與及風險溝通-政府相關重大政策於政策草案擬定經內部及專家學者研析後，可考量邀請民眾、相關意見團體及利益關係者參與研討，以提早瞭解各界意見掌握社會需求，並消弭歧見尋求共識。	環保署、教育部及相關部會
11. 國家氣候變遷調適行動計畫： 因應氣候變遷水資源管理机制與策略探討/訂定再生水資源發展條例 新世紀水資源政策綱領	11.1 建議推動多元化的供水體系與水再生利用，例如荷蘭推動海水淡化增加水源等。 11.2 旱、澇區域脆弱度與風險評估 11.3 制定旱、澇區域預警及外部支援(國內、外)機制。 11.4 制定水資源保育觀念教育推廣工作。 11.5 制定颱風、豪雨期間水路空庫蓄洪操作機制。 11.6 制定閘泵加速排洪計畫 11.7 制定透水鋪面設計及材質推廣應用機制 11.8 制定特定區開發規定設計蓄洪空間機制。 11.9 沿海低窪區水路化及平地水庫推動。 11.10 制定地面水再利用機制(滯洪池、農塘、抽水站前池) 11.11 區排、河川出海口蓄洪可行研究評估 11.12 再生水設備研發應用推廣	經濟部水利署及各地方政府
12. 國家氣候變遷調適行動計畫： 運用都市計畫審議權限，	12.1 建議在降低洪氾威脅時，除採傳統補強增高堤防或提升排水系統容量外，可考量以都市空間規劃或還	內政部、相關部會及地方政府

落實都市通盤檢討有關防洪、排水及滯洪等規定	地於河的概念，提升都市滯洪能力或河川蓄洪排洪能力。例如荷蘭「水廣場」及「城市多能堤防空間設計」，利用城市設計及建築規劃手法，改造城市既有外部空間兼作儲水池，將防災空間與居民平時散步、運動、遊憩活動空間結合，建議可納入建築管理、城市設計、城鄉風貌等參考。 12.2 建議於提高堤防保護標準時，能同時分析一旦堤防潰堤時所造成的生命財產損失金額，並分析各項防洪措施之可靠度與成敗的嚴重程度，作為後續政策方向選擇的重要參考。 12.3 建議於人口集中的都會區，考量推動家戶規模的相關調適措施，例如透過要求位於洪氾高風險區內建築抬升 1 樓樓地板、增設擋水板、設置雨水儲留設施或推動綠屋頂等，以達全民參與。 12.4 建議不能僅以堤防及抽排水工程防堵洪水，應轉變為多目標綜合治理，從上游保水、中游減洪、下游防洪之「總合治水」做整體考量，並且應考慮流域跨區域治理工程及管理手段，包括劃設滯洪池、管制集水區、保水、分洪、蓄洪、防洪等方式來進行規劃。 12.5 建議內政部可與相關城市設計、景觀規劃、建築師、營造廠商等共	
------------------------------	---	--

	同合作，創造出符合臺灣特殊的地形，山高水急又多震環境下的浮動屋或高腳屋，並將高腳屋及漂浮屋納入建築技術規則，透過實質法律，獎勵地方政府興建。	
13. 國家氣候變遷調適行動計畫： 海岸環境營造計畫	13.1 建議參採人工養灘沙粒補充法緩衝海岸侵蝕與海平面上升的柔性方案	經濟部水利署
14. 國家氣候變遷調適行動計畫 -推動農地資源空間規劃 並建立農地合理利用機制	14.1 由於土地與林地為碳匯的主要來源，糧食生產又和水資源利用關係密切。面對氣候變遷造成水資源缺乏的可能性，長期應著手研究未來適當之農業生產用地及林地總量及農業水資源經營管理，以便達到糧食安全及減碳的雙贏局面。 14.2 節約農業灌溉用水推廣旱作管路灌溉與現代化節水設施 14.3 劣化棲地復育 14.4 持續辦理雲彰地區地層下陷方案各項產業調整措施 14.5 糧食生產調適及合理施肥應用機制 14.6 建立農地合理利用機制 14.7 坡地農業轉型 14.8 漁業作業模式調整及強化漁產品產銷預警與供應調節機制 14.9 農畜漁產業抗逆境品種研發應用 14.10 生物多樣性脆弱度與風險評估	農委會(經濟部水利署、內政部)
15. 新興建議計畫： 建立因應氣候變遷調適成本計算及評估機制	15.1 在政策實施前，評估對未實施政策之損害成本，並與避免損害所需之氣候變遷調適成本相較，以初判	中央各部會、地方政府

	該政策實施之必要性。 15.2 針對調適所需資金之準備，甚至災後復原所需，亦應及早針對相關補償、救濟、補助、保險進行研究與規劃。	
16.新興建議計畫： 成立各級政府氣候變遷及調適基金	16.1 無論是減緩或調適策略的研究評估或是建構低碳社區、城市及生活圈，都需要有良好的財務計畫始能達成目標。各級政府都面臨財政狀況不佳的窘境，而空氣污染防制費的徵收亦已到了極限，可考量以二氧化碳排放為徵收標的，或由能源稅及其他財源，成立各級政府氣候變遷及調適基金，專司推動各項減緩及調適策略。 16.2 此外，溫減法規劃課徵進口化石燃料之稅費，但因稅、費等牽涉人民權利義務，必須以法律定之。所以行政院及立法院應積極溝通協調，將能源稅法列為優先法案。並在不以增加政府整體稅收為目的，調整稅賦結構，亦即課徵能源稅時，並調整(減少或整併)如汽車燃料費、或減免個人所得稅或企業營利事業所得稅等。	環保署、財政部、
17.新興建議計畫： 推動節能減碳公共工程，並已將調適策略納入公共工程設計及環評案件審議	17.1 溫管法通過後，各部門的減碳及調適作為，應深化於平常業務(公共工程)中：歐盟利用操場或球場建構滯洪池或雨撲滿的海綿城市設計，對於水庫淤積嚴重、水資源逐漸匱乏的臺灣，除可應付極端氣候降水	中央各部會、環保署及地方政府

	的衝擊，亦可值得政府各部門學習及推廣。 17.2 利用環評審議，要求各項新興開發案亦能將節能減碳與調適政策納入，以各別開發案朝向能(資)源自給自足、自行調適氣候變遷影響為目標。	
--	--	--